東海第二発電所　審査資料	
資料番号	PD-C-1　改 127
提出年月日	平成 30 年 9 月 18 日

東海第二発電所

設計基準対象施設について

平成 30 年 9 月
日本原子力発電株式会社

本資料のうち，□は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

目　　次

4 条　地震による損傷の防止

5 条　津波による損傷の防止

6 条　外部からの衝撃による損傷の防止（その他外部事象）

6 条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻）

6 条　外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）

6 条　外部からの衝撃による損傷の防止（火山）

7 条　発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止

8 条　火災による損傷の防止

9 条　溢水による損傷の防止等

10 条　誤操作の防止

11 条　安全避難通路等

12 条　安全施設

14 条　全交流動力電源喪失対策設備

16 条　燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設

17 条　原子炉冷却材圧力バウンダリ

23 条　計測制御系統施設（第 16 条に含む）

24 条　安全保護回路

26 条　原子炉制御室等

31 条　監視設備

33 条　保安電源設備

34 条　緊急時対策所

35 条　通信連絡設備

その他関連資料

・原子力事業者の技術的能力に関する審査指針への適合性について

・周辺監視区域，気象資料等の変更に伴う東海第二発電所原子炉設置許可申請書の変更について

・休止状態設備の撤去による廃棄物処理及び貯蔵への影響について

東海第二発電所

地震による損傷の防止

第４条：地震による損傷の防止

目　　次

第１部
1. 基本方針
1.1 要求事項の整理
1.2 追加要求事項に対する適合性
（１）位置，構造及び設備
（２）安全設計方針
（３）適合性説明
1.3 気象等
1.4 設備等
1.5 手順等

第２部
1. 耐震設計の基本方針
1.1 基本方針
1.2 適用規格
2. 耐震設計上の重要度分類
2.1 重要度分類の基本方針
2.2 耐震重要度分類
3. 設計用地震力
3.1 地震力の算定法
3.2 設計用地震力
4. 荷重の組合せと許容限界
4.1 基本方針
5. 地震応答解析の方針
5.1 建物・構築物
5.2 機器・配管系
5.3 屋外重要土木構造物
5.4 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物
6. 設計用減衰定数
7. 耐震重要施設の安全機能への下位クラス施設の波及的影響
8. 水平２方向及び鉛直方向の地震力の組合せに関する影響評価方針
9. 構造計画と配置計画

（別　添）

別添－1　設計用地震力

別添－2　動的機能維持の評価

別添－3　弾性設計用地震動Ｓ$_d$・静的地震力による評価

別添－4　上位クラス施設の安全機能への下位クラス施設の波及的影響の検討について

別添－5　水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針

別添－6　屋外重要土木構造物の耐震評価における断面選定の考え方について

別添－7　主要建屋の構造概要について

別添－8　地震応答解析に用いる地質断面図の作成例及び地盤の速度構造

（別　紙）

別紙－1　既工認との手法の相違点の整理について（設置変更許可申請段階での整理）

別紙－2　原子炉建屋の地震応答解析モデルについて

別紙－3　原子炉建屋屋根トラス評価モデルへの弾塑性解析適用について

別紙－4　土木構造物の解析手法及び解析モデルの精緻化について

別紙－5　機器・配管系における手法の変更点について

別紙－6　下位クラス施設の波及的影響の検討について

別紙－7　水平２方向及び鉛直方向地震力の適切な組合せに関する検討について

別紙－8　屋外重要土木構造物の耐震評価における断面選定について

別紙－9　使用済燃料乾式貯蔵建屋の評価方針について

別紙－10 液状化影響の検討方針について

別紙－11 屋外二重管の基礎構造の設計方針について

別紙－12 既設設備に対する耐震補強等について

別紙－13 動的機能維持評価の検討方針について

別紙－14 防潮堤の構造及び設置ルートの変遷について

別紙－15 弾性設計用地震動Ｓ$_d$の設定について

＜概　　要＞

第１部において，設計基準対象施設の設置許可基準規則，技術基準規則の追加要求事項を明確化するとともに，それら要求に対する東海第二発電所における適合性を示す。

第２部において，設計基準対象施設について，追加要求事項に適合するために必要となる機能を達成するための設備または運用等について説明する。

第１部

1.　基本方針

1.1　要求事項の整理

地震による損傷の防止について，設置許可基準規則第４条及び技術基準規則第５条において，追加要求事項を明確化する（表１）。

表１　設置許可基準規則第４条及び技術基準規則第５条　要求事項

設置許可基準規則 第４条（地震による損傷の防止）	技術基準規則 第５条（地震による損傷の防止）	備　考
設計基準対象施設は，地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。 ２　前項の地震力は，地震の発生によって生ずるおそれがある設計基準対象施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。 ３　耐震重要施設は，その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（以下「基準地震動による地震力」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。 ４　耐震重要施設は，前項の地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	設計基準対象施設は，これに作用する地震力（設置許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損壊により公衆に放射線障害を及ぼさないように施設しなければならない。 ２　耐震重要施設（設置許可基準規則第三条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。）は，基準地震動による地震力（設置許可基準規則第四条第三項に規定する基準地震動による地震力をいう。以下同じ。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないように施設しなければならない。 ３　耐震重要施設が設置許可基準規則第四条第三項の地震により生ずる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないよう，防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。	追加要求事項

1.2　追加要求事項に対する適合性

（１）　位置，構造及び設備

ロ　発電用原子炉施設の一般構造

(1)　耐震構造

本発電用原子炉施設は，次の方針に基づき耐震設計を行い，「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則」に適合するように設計する。

（ｉ）　設計基準対象施設の耐震設計

設計基準対象施設については，耐震重要度分類に応じて，適用する地震力に対して，以下の項目に従って耐震設計を行う。

a.　耐震重要施設は，基準地震動S_sによる地震力に対して，安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。

b.　設計基準対象施設は，地震により発生するおそれがある安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から，各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度に応じて，耐震重要度分類を以下のとおり，Ｓクラス，Ｂクラス又はＣクラスに分類し，それぞれに応じた地震力に十分に耐えられるように設計する。

Ｓクラス　地震により発生するおそれがある事象に対して，原子炉を停止し，炉心を冷却するために必要な機能を持つ施設，自ら放射性物質を内蔵している施設，当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設，これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し，放射線による公衆への影響を軽減するために

必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設，並びに地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって，その影響が大きいもの

Ｂクラス　安全機能を有する施設のうち，機能喪失した場合の影響がＳクラス施設と比べ小さい施設

Ｃクラス　Ｓクラスに属する施設及びＢクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設

【説明資料（1.1(2)：Ｐ４条－73）（2.1：Ｐ４条－78)】

c.　Ｓクラスの施設（e.に記載のもののうち，津波防護機能を有する設備（以下「津波防護施設」という。），浸水防止機能を有する設備（以下「浸水防止設備」という。）及び敷地における津波監視機能を有する施設（以下「津波監視設備」という。）を除く。），Ｂクラス及びＣクラスの施設は，建物・構築物については，地震層せん断力係数C_iに，それぞれ3.0，1.5及び1.0を乗じて求められる水平地震力，機器・配管系については，それぞれ 3.6，1.8 及び 1.2 を乗じた水平震度から求められる水平地震力に十分に耐えられるように設計する。建物・構築物及び機器・配管系ともに，おおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計する。

ここで，地震層せん断力係数C_iは，標準せん断力係数C_0を 0.2 以上とし，建物・構築物の振動特性，地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

ただし，土木構造物の静的地震力は，Ｃクラスに適用される静的

地震力を適用する。

Ｓクラスの施設（e.に記載のもののうち，津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）については，水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。鉛直地震力は，建物・構築物については，震度0.3以上を基準とし，建物・構築物の振動特性，地盤の種類等を考慮して求められる鉛直震度，機器・配管系については，これを1.2倍した鉛直震度より算定する。ただし，鉛直震度は高さ方向に一定とする。

d. Ｓクラスの施設（e.に記載のもののうち，津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）は，基準地震動S_sによる地震力に対して安全機能が保持できるように設計する。建物・構築物については，構造物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有し，建物・構築物の終局耐力に対し妥当な安全余裕を有するように設計する。機器・配管系については，その施設に要求される機能を保持するように設計し，塑性ひずみが生じる場合であっても，その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し，その施設に要求される機能に影響を及ぼさないように，また，動的機器等については，基準地震動S_sによる応答に対して，その設備に要求される機能を保持するように設計する。

また，弾性設計用地震動S_dによる地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計する。建物・構築物については，発生する応力に対して，建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。機器・配管系について

は，応答が全体的におおむね弾性状態に留まるように設計する。

なお，基準地震動Ｓ$_{S}$及び弾性設計用地震動Ｓ$_{d}$による地震力は，水平２方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとする。

基準地震動Ｓ$_{S}$は，敷地ごとに震源を特定して策定する地震動及び震源を特定せず策定する地震動について，敷地の解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定する。策定した基準地震動Ｓ$_{S}$の応答スペクトルを第 1 図～第 3 図に，基準地震動Ｓ$_{S}$の時刻歴波形を第 4 図～第 11 図に示す。

原子炉建屋設置位置付近は，地盤調査の結果，新第三系鮮新統～第四系下部更新統の久米層が分布し，EL.－370m 以深ではＳ波速度が 0.7km／s 以上で著しい高低差がなく拡がりを持って分布していることが確認されている。したがって，EL.－370m の位置を解放基盤表面として設定する。なお，入力地震動の評価においては，解放基盤表面以浅の影響を適切に考慮する。

また，弾性設計用地震動Ｓ$_{d}$は，基準地震動Ｓ$_{S}$との応答スペクトルの比率が目安として 0.5 を下回らない値とし，さらに応答スペクトルに基づく地震動評価による基準地震動Ｓ$_{S}$－Ｄ１に対しては，「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（昭和 56 年 7 月 20 日原子力安全委員会決定，平成 13 年 3 月 29 日一部改訂)」に基づいた「原子炉設置変更許可申請書（平成 11 年 3 月 10 日許可／平成 09・09・18 資第 5 号)」の「添付書類六　変更後に係る原子炉施設の場所に関する気象，地盤，水理，地震，社会環境等の状況に関する説明書　3.2.6.3　基準地震動」における基準地震動Ｓ$_{1}$を踏まえて設定する。具体的には，工学的判断より基準地震動Ｓ$_{S}$－１

１，１２，１３，１４，２１，２２，３１に係数0.5を乗じた地震動，基準地震動S_S－Ｄ１に対しては，基準地震動S_1も踏まえて設定した係数 0.5 を乗じた地震動を弾性設計用地震動S_dとして設定する。

【説明資料（3.1(2)：Ｐ４条－80)】

なお，Ｂクラスの施設のうち，共振のおそれのある施設については，弾性設計用地震動S_dに 2 分の 1 を乗じた地震動によりその影響についての検討を行う。建物・構築物及び機器・配管系ともに，おおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計する。

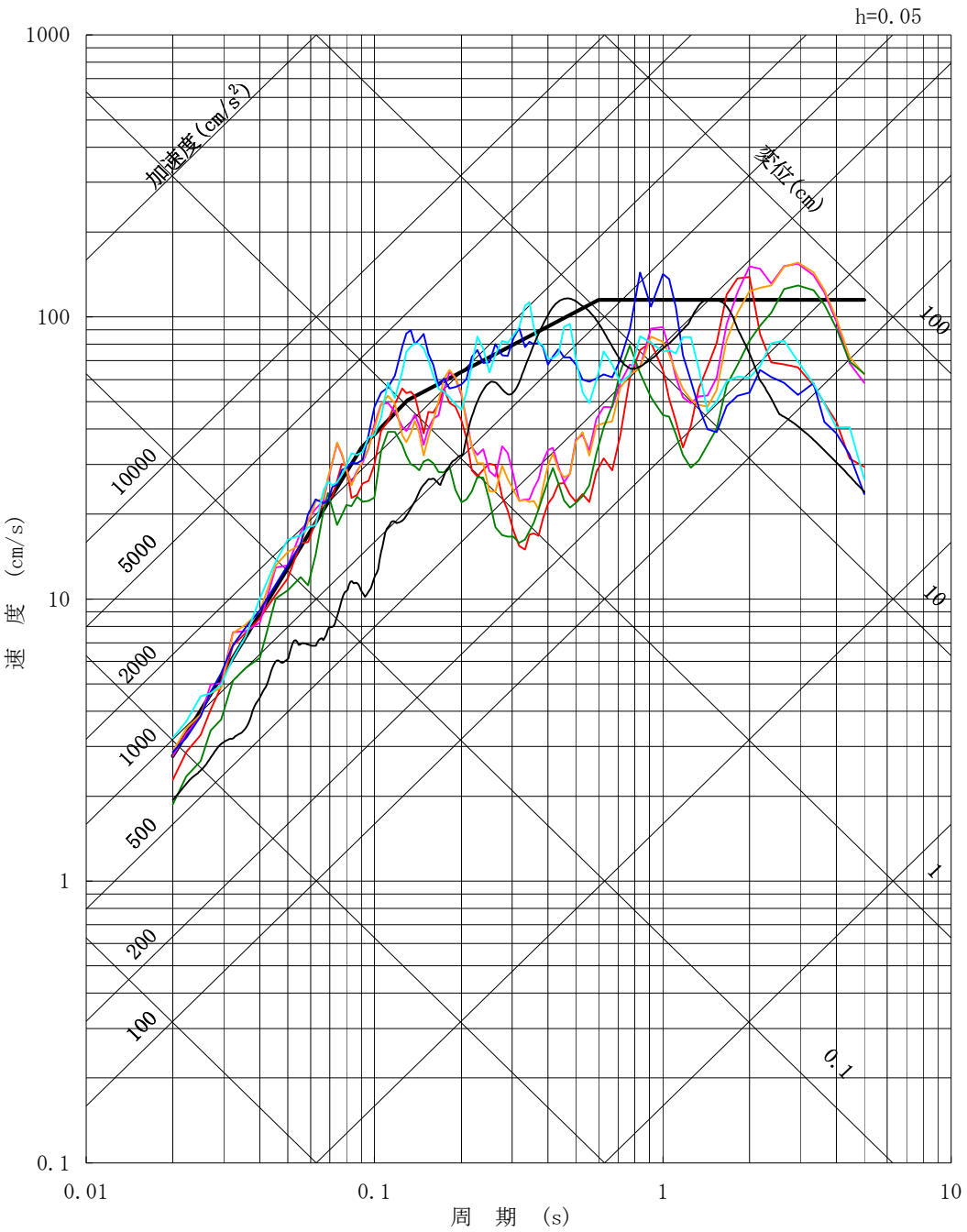
【説明資料（3.1(2)：Ｐ４条－80)】

e. 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物は，基準地震動S_Sによる地震力に対して，それぞれの施設及び設備に要求される機能が保持できるように設計する。

【説明資料（1.1(6)：Ｐ４条－76）（4.1(3)：Ｐ４条－85）
（4.1(4)：Ｐ４条－87)】

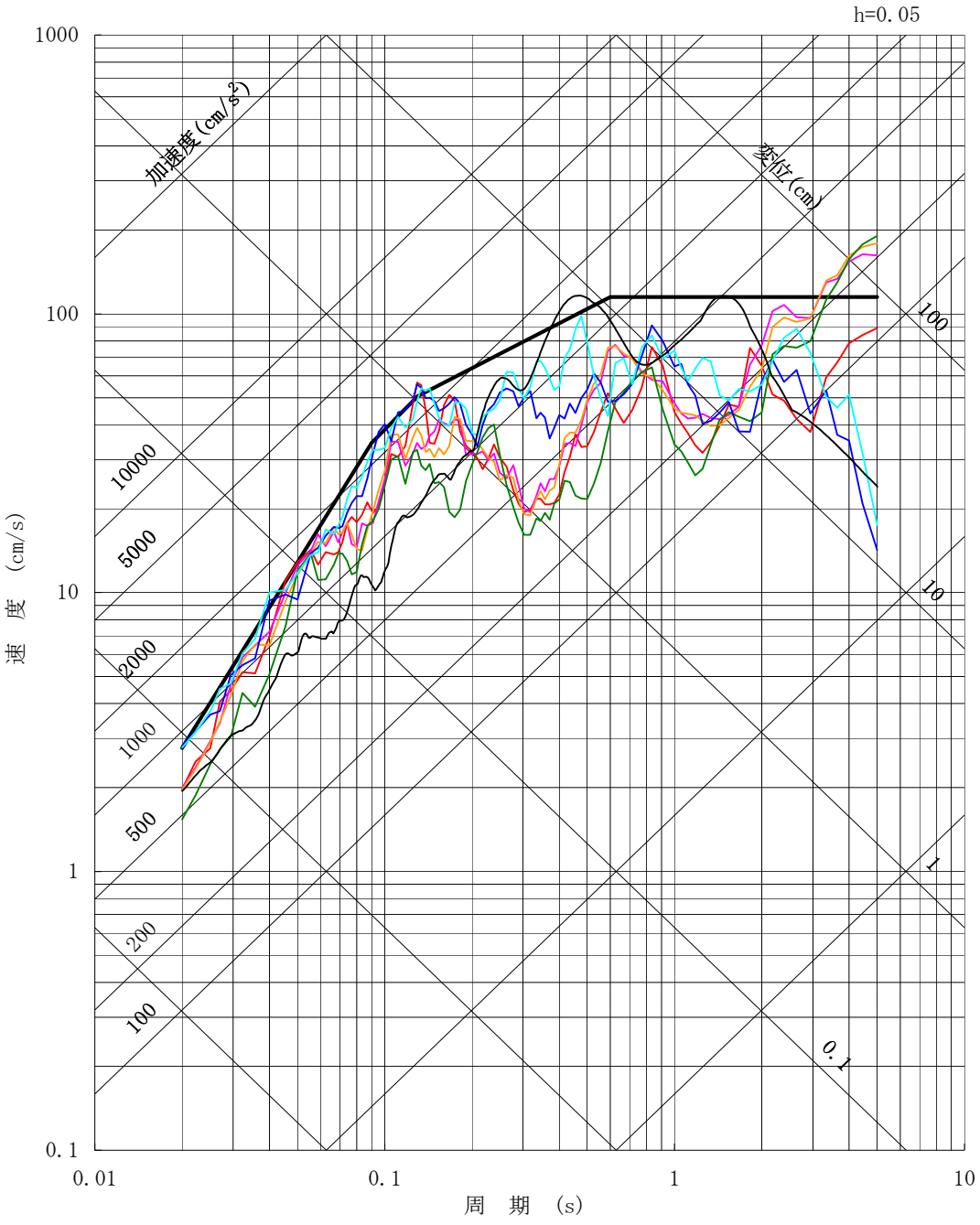
f. 耐震重要施設は，耐震重要度分類の下位のクラスに属する施設の波及的影響によって，その安全機能を損なわないように設計する。波及的影響の評価に当たっては，敷地全体を俯瞰した調査・検討を行い，事象選定及び影響評価を行う。なお，影響評価においては，耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用する。

【説明資料（1.1(9)：Ｐ４条－74）（7：Ｐ４条－98)】



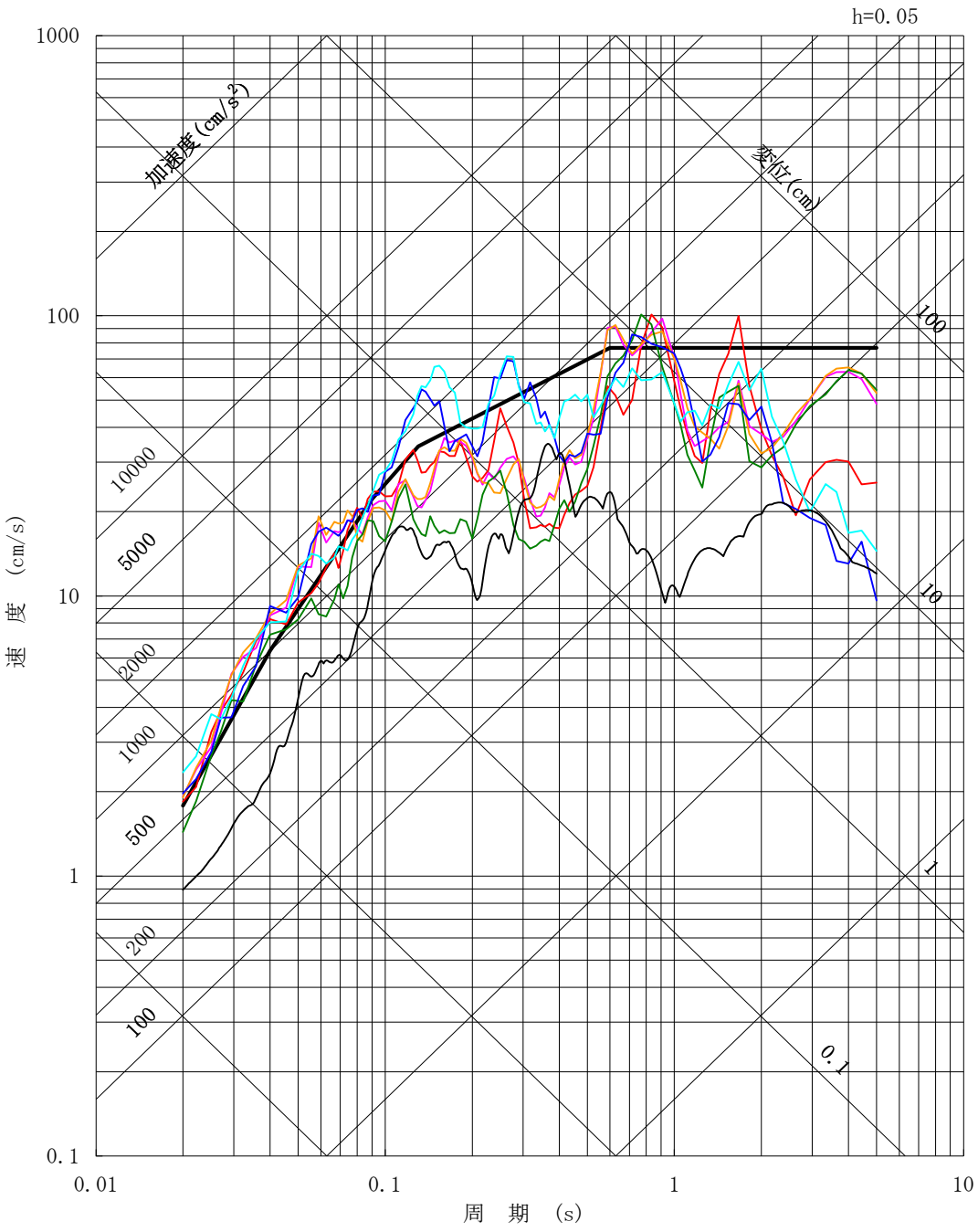
Ｓｓ－Ｄ１
Ｓｓ－１１　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点1）
Ｓｓ－１２　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点2）
Ｓｓ－１３　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点3）
Ｓｓ－１４　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（断層傾斜角の不確かさ，破壊開始点2）
Ｓｓ－２１　2011年東北地方太平洋沖型地震（短周期レベルの不確かさ）
Ｓｓ－２２　2011年東北地方太平洋沖型地震（ＳＭＧＡ位置と短周期レベルの不確かさの重畳）
Ｓｓ－３１　2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動

第１図　基準地震動Ｓｓの応答スペクトル（ＮＳ方向）



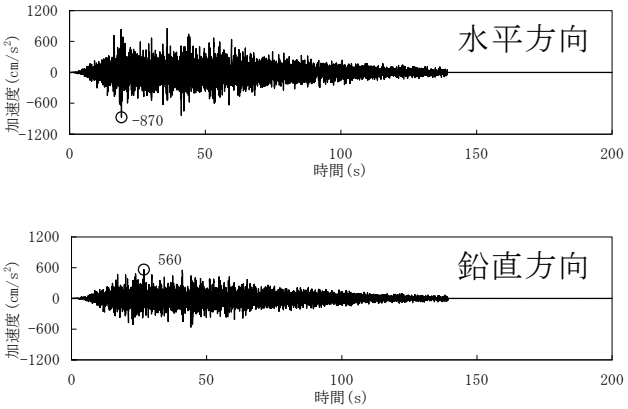
Ｓｓ－Ｄ１
Ｓｓ－１１　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点 1）
Ｓｓ－１２　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点 2）
Ｓｓ－１３　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点 3）
Ｓｓ－１４　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（断層傾斜角の不確かさ，破壊開始点 2）
Ｓｓ－２１　2011 年東北地方太平洋沖型地震（短周期レベルの不確かさ）
Ｓｓ－２２　2011 年東北地方太平洋沖型地震（ＳＭＧＡ位置と短周期レベルの不確かさの重畳）
Ｓｓ－３１　2004 年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動

第２図　基準地震動Ｓｓの応答スペクトル（ＥＷ方向）



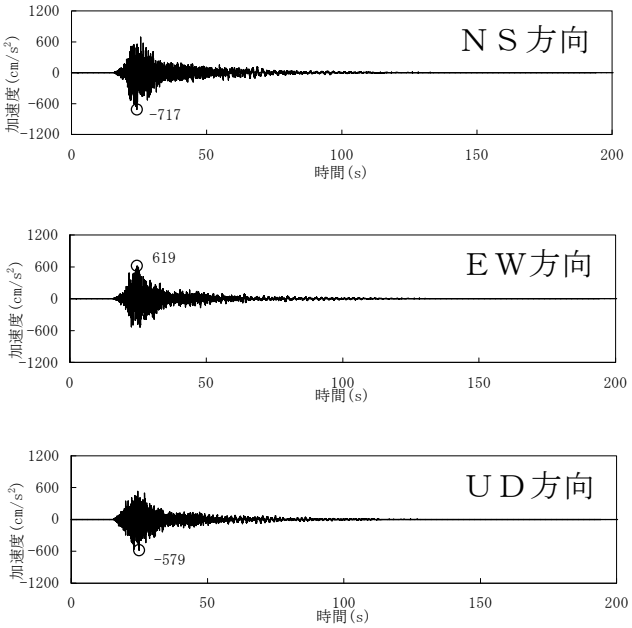
- Ｓｓ－Ｄ１
- Ｓｓ－１１　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点 1）
- Ｓｓ－１２　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点 2）
- Ｓｓ－１３　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点 3）
- Ｓｓ－１４　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（断層傾斜角の不確かさ，破壊開始点 2）
- Ｓｓ－２１　2011 年東北地方太平洋沖型地震（短周期レベルの不確かさ）
- Ｓｓ－２２　2011 年東北地方太平洋沖型地震（ＳＭＧＡ位置と短周期レベルの不確かさの重畳）
- Ｓｓ－３１　2004 年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動

第３図　基準地震動Ｓｓの応答スペクトル（ＵＤ方向）



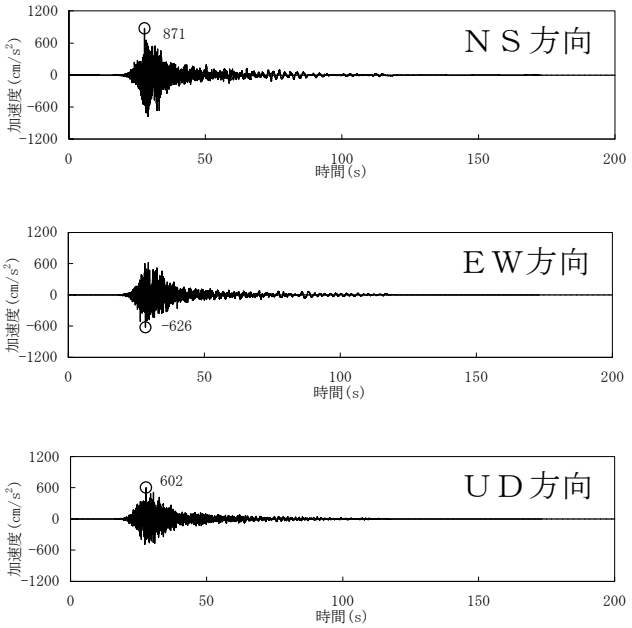
第４図　応答スペクトルに基づく手法による基準地震動Ｓ$_S$の時刻歴波形

（Ｓ$_S$－Ｄ１）



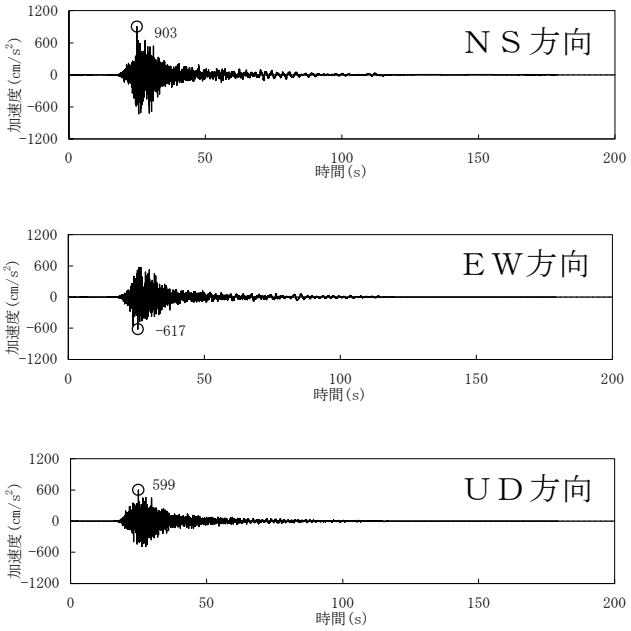
第５図　断層モデルを用いた手法による基準地震動Ｓ$_S$の時刻歴波形

（Ｓ$_S$－１１）



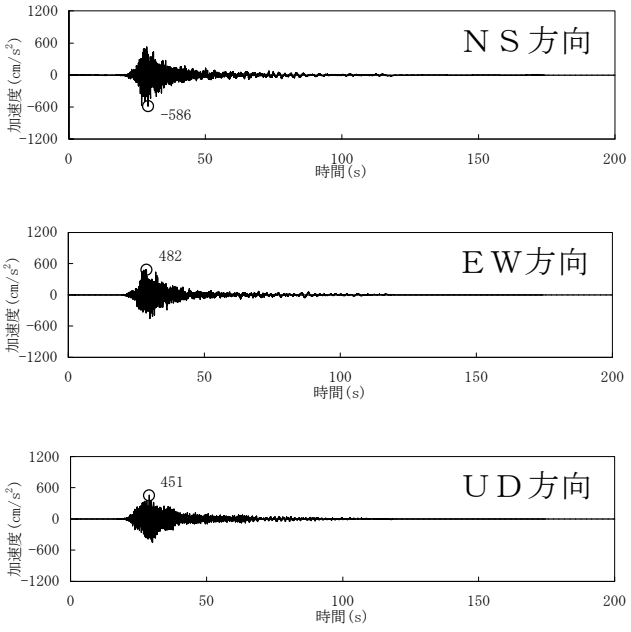
第６図　断層モデルを用いた手法による基準地震動Ｓ$_S$の時刻歴波形

（Ｓ$_S$－１２）



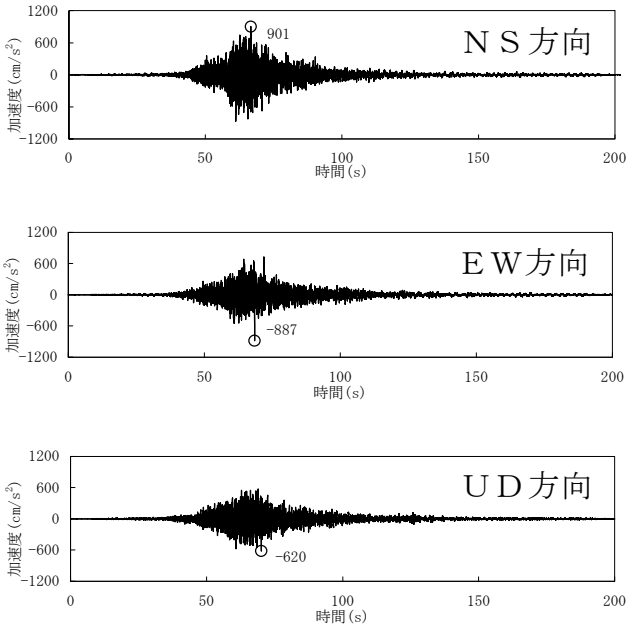
第７図　断層モデルを用いた手法による基準地震動Ｓ$_S$の時刻歴波形

（Ｓ$_S$－１３）



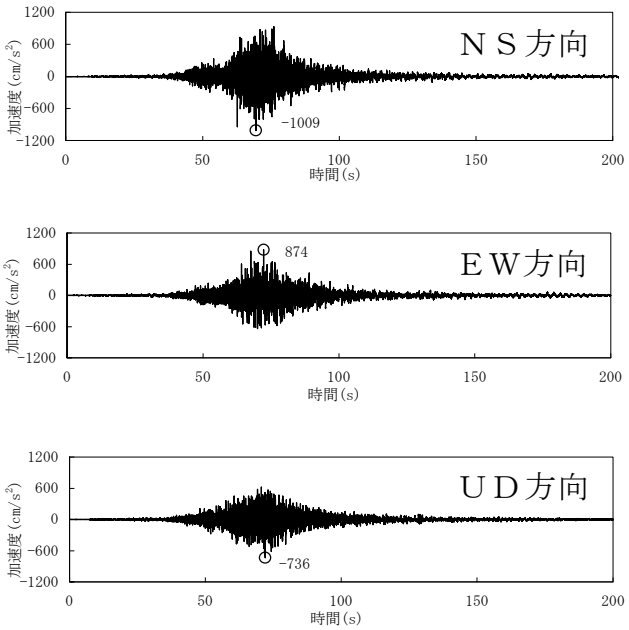
第８図　断層モデルを用いた手法による基準地震動Ｓ$_S$の時刻歴波形

（Ｓ$_S$－１４）



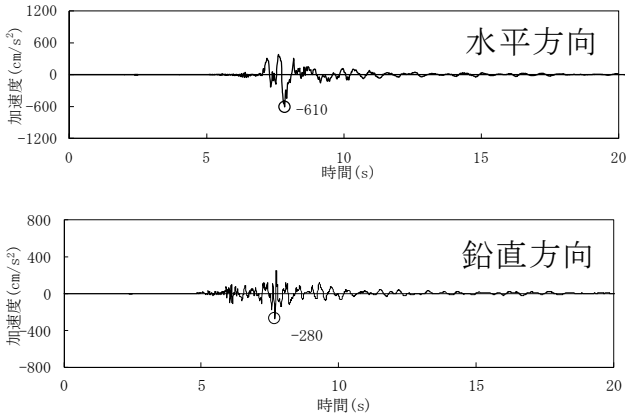
第９図　断層モデルを用いた手法による基準地震動Ｓ$_S$の時刻歴波形

（Ｓ$_S$－２１）



第 10 図　断層モデルを用いた手法による基準地震動Ｓ$_S$の時刻歴波形

（Ｓ$_S$－２２）



第 11 図　震源を特定せず策定する地震動による基準地震動Ｓ$_S$の時刻歴波形

（Ｓ$_S$－３１）

（２）安全設計方針

1.3　耐震設計

発電用原子炉施設の耐震設計は，「設置許可基準規則」に適合するように，「1.3.1　設計基準対象施設の耐震設計」，「1.3.2　重大事故等対処施設の耐震設計」，「1.3.3　主要施設の耐震構造」及び「1.3.4　地震検知による耐震安全性の確保」に従って行う。

1.3.1　設計基準対象施設の耐震設計

1.3.1.1 設計基準対象施設の耐震設計の基本方針

設計基準対象施設の耐震設計は，以下の項目に従って行う。

(1) 地震により生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの（以下「耐震重要施設」という。）は，その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力に対して，その安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。

(2) 設計基準対象施設は，地震により発生するおそれがある安全機能の喪失（地震に伴って発生するおそれがある津波及び周辺斜面の崩壊等による安全機能の喪失を含む。）及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から，各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度（以下「耐震重要度」という。）に応じて，耐震重要度分類をＳクラス，Ｂクラス又はＣクラスに分類し，それぞれに応じた地震力に十分耐えられるように設計する。

(3) 建物・構築物については，耐震重要度分類の各クラスに応じて算定する地震力が作用した場合においても，接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置する。

なお，建物・構築物とは，建物，構築物及び土木構造物（屋外重要土木構造物及びその他の土木構造物）の総称とする。

また，屋外重要土木構造物とは，耐震安全上重要な機器・配管系の間接支持機能，若しくは非常時における海水の通水機能を求められる土木構造物をいう。

(4) Ｓクラスの施設（(6)に記載のもののうち，津波防護機能を有する設備（以下「津波防護施設」という。），浸水防止機能を有する設備（以下「浸水防止設備」という。）及び敷地における津波監視機能を有する施設（以下「津波監視設備」という。）を除く。）は，基準地震動S_sによる地震力に対してその安全機能が保持できるように設計する。

また，弾性設計用地震動S_dによる地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して，おおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられる設計とする。

(5) Ｓクラスの施設（(6)に記載のもののうち，津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）について，静的地震力は，水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。

また，基準地震動S_s及び弾性設計用地震動S_dによる地震力は，水平２方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとする。なお，水平２方向及び鉛直方向の地震力が同時に作用し，影響が考えられる施設，設備については許容限界の範囲内に留まることを確認する。

(6) 屋外重要土木構造物，津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物は，基準地震動S_sによる地震力に対して，構造物全体として変形能力(終局耐力時の変

形)について十分な余裕を有するとともに，それぞれの施設及び設備に要求される機能が保持できるように設計する。なお，基準地震動Ｓ$_{s}$の水平２方向及び鉛直方向の地震力の組合せについては，上記(5)と同様とする。

また，重大事故等対処施設を津波から防護するための津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物についても同様の設計方針とする。

(7) Ｂクラスの施設は，静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計する。

また，共振のおそれのある施設については，その影響についての検討を行う。その場合，検討に用いる地震動は，弾性設計用地震動Ｓ$_{d}$に２分の１を乗じたものとする。なお，当該地震動による地震力は，水平２方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとし，Ｓクラス施設と同様に許容限界の範囲内に留まることを確認する。

(8) Ｃクラスの施設は，静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計する。

(9) 耐震重要施設は，耐震重要度分類の下位のクラスに属するものの波及的影響によって，その安全機能を損なわないように設計する。

(10) 設計基準対象施設の構造計画及び配置計画に際しては，地震の影響が低減されるように考慮する。

【説明資料（1.1：Ｐ４条－73)】

1.3.1.2 耐震重要度分類

設計基準対象施設の耐震重要度を，次のように分類する。

(1) Ｓクラスの施設

地震により発生するおそれがある事象に対して，原子炉を停止し，

炉心を冷却するために必要な機能を持つ施設，自ら放射性物質を内蔵している施設，当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設，これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し，放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設，並びに地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって，その影響が大きいものであり，次の施設を含む。

・原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系
・使用済燃料を貯蔵するための施設
・原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設，及び原子炉の停止状態を維持するための施設
・原子炉停止後，炉心から崩壊熱を除去するための施設
・原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故後，炉心から崩壊熱を除去するための施設
・原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に，圧力障壁となり放射性物質の放散を直接防ぐための施設
・放射性物質の放出を伴うような事故の際に，その外部放散を抑制するための施設であり，上記の「放射性物質の放散を直接防ぐための施設」以外の施設
・津波防護施設及び浸水防止設備
・津波監視設備

【説明資料（2.1(1)：P４条－78)】

(2)　Ｂクラスの施設

安全機能を有する施設のうち，機能喪失した場合の影響がＳクラス施設と比べ小さい施設であり，次の施設を含む。

・原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていて，1 次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設

・放射性廃棄物を内蔵している施設（ただし，内蔵量が少ない又は貯蔵方式により，その破損により公衆に与える放射線の影響が「実用発電用原子炉の設置，運転等に関する規則(昭和 53 年通商産業省令第 77 号)」第 2 条第 2 項第 6 号に規定する「周辺監視区域」外における年間の線量限度に比べ十分小さいものは除く）

・放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設で，その破損により，公衆及び従事者に過大な放射線被ばくを与える可能性のある施設

・使用済燃料を冷却するための施設

・放射性物質の放出を伴うような場合に，その外部放散を抑制するための施設で，Ｓクラスに属さない施設

【説明資料（2.1(2)：Ｐ４条－78)】

(3)　Ｃクラスの施設

Ｓクラスに属する施設及びＢクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設である。

【説明資料（2.1(3)：Ｐ４条－78)】

上記に基づくクラス別施設を第 1.3－1 表に示す。

なお，同表には当該施設を支持する構造物の支持機能が維持されることを確認する地震動及び波及的影響を考慮すべき施設に適用する地震動についても併記する。

1.3.1.3　地震力の算定法

設計基準対象施設の耐震設計に用いる地震力の算定は以下の方法による。

(1)　静的地震力

静的地震力は，Ｓクラスの施設（津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を除く。），Ｂクラス及びＣクラスの施設に適用することとし，それぞれ耐震重要度分類に応じて次の地震層せん断力係数C_i及び震度に基づき算定する。

ａ．建物・構築物

水平地震力は，地震層せん断力係数C_iに，次に示す施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じ，さらに当該層以上の重量を乗じて算定するものとする。

Ｓクラス	3.0
Ｂクラス	1.5
Ｃクラス	1.0

ここで，地震層せん断力係数C_iは，標準せん断力係数C_0を0.2以上とし，建物・構築物の振動特性，地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

また，必要保有水平耐力の算定においては，地震層せん断力係数C_iに乗じる施設の耐震重要度分類に応じた係数は，Ｓクラス，Ｂクラス及びＣクラスともに1.0とし，その際に用いる標準せん断力係数C_0は1.0以上とする。

Ｓクラスの施設については，水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。鉛直地震力は，震度0.3以上を基準とし，建物・構築物の振動特性，地盤の種類等を考慮し，高さ方向に一定として求めた鉛直震度より算定するものとする。

ただし，土木構造物の静的地震力は，安全上適切と認められる規格及び基準を参考に，Ｃクラスに適用される静的地震力を適用する。

ｂ．機器・配管系

静的地震力は，上記ａ．に示す地震層せん断力係数C_iに施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度として，当該水平震度及び上記ａ．の鉛直震度をそれぞれ 20%増しとした震度より求めるものとする。

なお，Ｓクラスの施設については，水平地震力と鉛直地震力は同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。ただし，鉛直震度は高さ方向に一定とする。

上記ａ．及びｂ．の標準せん断力係数C_0等の割増し係数の適用については，耐震性向上の観点から，一般産業施設，公共施設等の耐震基準との関係を考慮して設定する。

【説明資料（3.1(1)：Ｐ４条－79)】

(2)　動的地震力

動的地震力は，Ｓクラスの施設，屋外重要土木構造物及びＢクラスの施設のうち共振のおそれのあるものに適用することとし，基準地震動S_s及び弾性設計用地震動S_dから定める入力地震動を入力として，動的解析により水平２方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。なお，構造特性から水平２方向及び鉛直方向の地震力の影響が考えられる施設，設備については，水平２方向及び鉛直方向の地震力の組合せに対して，許容限界の範囲内に留まることを確認する。

Ｂクラスの施設のうち共振のおそれのあるものについては，弾性設計用地震動S_dから定める入力地震動の振幅を 2 分の 1 にしたものに

よる地震力を適用する。

屋外重要土木構造物，津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物については，基準地震動S_sによる地震力を適用する。

添付書類六「3.　地震」に示す基準地震動S_sは，「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について，解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定し，年超過確率は，10^{-4}～10^{-6}程度である。

また，弾性設計用地震動S_dは，基準地震動S_sとの応答スペクトルの比率が目安として0.5を下回らないよう基準地震動S_sに係数0.5を乗じて設定する。ここで，係数0.5は工学的判断として，原子炉施設の安全機能限界と弾性限界に対する入力荷重の比率が0.5程度であるという知見(1)を踏まえ，さらに応答スペクトルに基づく地震動評価による基準地震動S_s－Ｄ１に対しては，「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（昭和56年7月20日原子力安全委員会決定，平成13年3月29日一部改訂)」に基づいた「原子炉設置変更許可申請書（平成11年3月10日許可／平成09・09・18資第5号)」の「添付書類六　変更後に係る原子炉施設の場所に関する気象，地盤，水理，地震，社会環境等の状況に関する説明書3.2.6.3　基準地震動」における基準地震動S_1の応答スペクトルをおおむね下回らないよう配慮した値とする。また，建物・構築物及び機器・配管系ともに0.5を採用することで，弾性設計用地震動S_dに対する設計に一貫性をとる。なお，弾性設計用地震動S_dの年超過確率は，10^{-3}～10^{-5}程度である。弾性設計用地震動S_dの応答スペクトルを第1.3－1図～第1.3－3図に，弾性設計用地震動S_dの時刻歴波

形を第1.3－4図～第1.3－11図に，弾性設計用地震動Ｓ$_d$と基準地震動Ｓ$_1$の応答スペクトルの比較を第1.3－12図及び第1.3－13図に，弾性設計用地震動Ｓ$_d$と解放基盤表面における地震動の一様ハザードスペクトルの比較を第1.3－14図及び第1.3－15図に示す。

【説明資料（3.1(2)：Ｐ４条－80)】

ａ．入力地震動

原子炉建屋設置位置付近は，地盤調査の結果，新第三系鮮新統～第四系下部更新統の久米層が分布し，EL.－370m以深ではＳ波速度が0.7km／s以上であることが確認されている。したがって，EL.－370mの位置を解放基盤表面として設定する。

建物・構築物の地震応答解析における入力地震動は，解放基盤表面で定義される基準地震動Ｓ$_s$及び弾性設計用地震動Ｓ$_d$を基に，対象建物・構築物の地盤条件を適切に考慮したうえで，必要に応じ２次元ＦＥＭ解析又は１次元波動論により，地震応答解析モデルの入力位置で評価した入力地震動を設定する。地盤条件を考慮する場合には，地震動評価で考慮した敷地全体の地下構造との関係にも留意し，地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮する。また，必要に応じ敷地における観測記録による検証や最新の科学的・技術的知見を踏まえ設定する。

ｂ．地震応答解析

(a)　動的解析法

ｉ　建物・構築物

動的解析による地震力の算定に当たっては，地震応答解析手法の適用性，適用限界等を考慮のうえ，適切な解析法を選定するとともに，建物・構築物に応じた適切な解析条件を設定する。動的解析は，

時刻歴応答解析法による。また，３次元応答性状等の評価は，線形解析に適用可能な周波数応答解析法による。

建物・構築物の動的解析に当たっては，建物・構築物の剛性はそれらの形状，構造特性等を十分考慮して評価し，集中質点系等に置換した解析モデルを設定する。

動的解析には，建物・構築物と地盤との相互作用を考慮するものとし，解析モデルの地盤のばね定数は，基礎版の平面形状，地盤の剛性等を考慮して定める。設計用地盤定数は，原則として，弾性波試験によるものを用いる。

地盤－建物・構築物連成系の減衰定数は，振動エネルギの地下逸散及び地震応答における各部のひずみレベルを考慮して定める。

基準地震動S_s及び弾性設計用地震動S_dに対する応答解析において，主要構造要素がある程度以上弾性範囲を超える場合には，実験等の結果に基づき，該当する建物部分の構造特性に応じて，その弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した応答解析を行う。

また，Ｓクラスの施設を支持する建物・構築物の支持機能を検討するための動的解析において，施設を支持する建物・構築物の主要構造要素がある程度以上弾性範囲を超える場合には，その弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した応答解析を行う。

応答解析に用いる材料定数については，地盤の諸定数も含めて材料のばらつきによる変動幅を適切に考慮する。また，必要に応じて建物・構築物及び機器・配管系の設計用地震力に及ぼす影響を検討する。

建物・構築物の動的解析において，地震時における地盤の有効応力の変化に伴う影響を考慮する場合には，有効応力解析を

実施する。有効応力解析に用いる液状化強度特性は，敷地の原地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で保守性を考慮して設定することを基本とする。保守的な配慮として地盤を強制的に液状化させることを仮定した影響を考慮する場合には，原地盤よりも十分に小さい液状化強度特性（敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性）を設定する。

原子炉建屋については，３次元ＦＥＭ解析等から，建物・構築物の３次元応答性状及びそれによる機器・配管系への影響を評価する。

屋外重要土木構造物の動的解析は，構造物と地盤の相互作用を考慮できる連成系の地震応答解析手法とし，地盤及び構造物の地震時における非線形挙動の有無や程度に応じて，線形，等価線形，非線形解析のいずれかにて行う。

なお，地震力については，水平２方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。

【説明資料（5.1：Ｐ４条－92）（5.3：Ｐ４条－96)】

ⅱ　機器・配管系

動的解析による地震力の算定に当たっては，地震応答解析手法の適用性，適用限界等を考慮のうえ，適切な解析法を選定するとともに，解析条件として考慮すべき減衰定数，剛性等の各種物性値は，適切な規格及び基準又は実験等の結果に基づき設定する。

機器の解析に当たっては，形状，構造特性等を考慮して，代表的な振動モードを適切に表現できるよう質点系モデル，有限要素モデル等に置換し，設計用床応答曲線を用いたスペクトルモーダル解析法又は時刻歴応答解析法により応答を求める。配管系については，振動モードを適切に表現できるモデルを作成し，設計用床応答曲線を

用いたスペクトルモーダル解析法又は時刻歴応答解析法により応答を求める。スペクトルモーダル解析法及び時刻歴応答解析法の選択に当たっては，衝突・すべり等の非線形現象を模擬する観点又は既往研究の知見を取り入れ実機の挙動を模擬する観点で，建物・構築物の剛性及び地盤物性のばらつき等への配慮をしつつ時刻歴応答解析法を用いる等，解析対象とする現象，対象設備の振動特性・構造特性等を考慮し適切に選定する。

また，設備の３次元的な広がりを踏まえ，適切に応答を評価できるモデルを用い，水平２方向及び鉛直方向の応答成分について適切に組み合わせるものとする。

なお，剛性の高い機器は，その機器の設置床面の最大応答加速度の1.2倍の加速度を震度として作用させて地震力を算定する。

【説明資料（5.2：Ｐ４条－94)】

(3) 設計用減衰定数

応答解析に用いる減衰定数は，安全上適切と認められる規格及び基準，既往の振動実験，地震観測の調査結果等を考慮して適切な値を定める。

なお，建物・構築物の応答解析に用いる鉄筋コンクリートの減衰定数の設定については，既往の知見に加え，既設施設の地震観測記録等により，その妥当性を検討する。

また，地盤と屋外重要土木構造物の連成系地震応答解析モデルの減衰定数については，地中構造物としての特徴，同モデルの振動特性を考慮して適切に設定する。

【説明資料（6：Ｐ４条－98)】

1.3.1.4　荷重の組合せと許容限界

設計基準対象施設の耐震設計における荷重の組合せと許容限界は以下による。

(1)　耐震設計上考慮する状態

地震以外に設計上考慮する状態を次に示す。

a．建物・構築物

(a)　運転時の状態

発電用原子炉施設が運転状態にあり，通常の自然条件下におかれている状態。

ただし，運転状態には通常運転時，運転時の異常な過渡変化時を含むものとする。

(b)　設計基準事故時の状態

発電用原子炉施設が設計基準事故時にある状態。

(c)　設計用自然条件

設計上基本的に考慮しなければならない自然条件（風，積雪等)。

b．機器・配管系

(a)　通常運転時の状態

発電用原子炉の起動，停止，出力運転，高温待機，燃料取替え等が計画的又は頻繁に行われた場合であって運転条件が所定の制限値以内にある運転状態。

(b)　運転時の異常な過渡変化時の状態

通常運転時に予想される機械又は器具の単一の故障若しくはその誤作動又は運転員の単一の誤操作及びこれらと類似の頻度で発生すると予想される外乱によって発生する異常な状態であって，当該状態が継続した場合には炉心又は原子炉冷却材圧力バ

ウンダリの著しい損傷が生じるおそれがあるものとして安全設計上想定すべき事象が発生した状態。

(c)　設計基準事故時の状態

発生頻度が運転時の異常な過渡変化より低い異常な状態であって，当該状態が発生した場合には発電用原子炉施設から多量の放射性物質が放出するおそれがあるものとして安全設計上想定すべき事象が発生した状態。

(d)　設計用自然条件

設計上基本的に考慮しなければならない自然条件（風，積雪等)。

【説明資料（4.1(1)：P４条－82)】

(2)　荷重の種類

a．建物・構築物

(a)　発電用原子炉のおかれている状態にかかわらず常時作用している荷重，すなわち固定荷重，積載荷重，土圧，水圧及び通常の気象条件による荷重

(b)　運転時の状態で施設に作用する荷重

(c)　設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重

(d)　地震力，風荷重，積雪荷重等

ただし，運転時の状態及び設計基準事故時の状態での荷重には，機器・配管系から作用する荷重が含まれるものとし，地震力には，地震時土圧，機器・配管系からの反力，スロッシング等による荷重が含まれるものとする。

b．機器・配管系

(a)　通常運転時の状態で施設に作用する荷重

(b)　運転時の異常な過渡変化時の状態で施設に作用する荷重

(c)　設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重

(d)　地震力，風荷重，積雪荷重等

【説明資料（4.1(2)：P４条－84)】

(3)　荷重の組合せ

地震力と他の荷重との組合せは次による。

ａ．建物・構築物（ｃ．に記載のものを除く。）

(a)　Ｓクラスの建物・構築物については，常時作用している荷重及び運転時（通常運転時又は運転時の異常な過渡変化時）の状態で施設に作用する荷重と地震力とを組み合わせる。

(b)　Ｓクラスの建物・構築物については，常時作用している荷重及び設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重のうち長時間その作用が続く荷重と弾性設計用地震動S_dによる地震力又は静的地震力とを組み合わせる。

(c)　Ｂクラス及びＣクラスの建物・構築物については，常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重と動的地震力又は静的地震力とを組み合わせる。

ｂ．機器・配管系（ｃ．に記載のものを除く。）

(a)　Ｓクラスの機器・配管系については，通常運転時の状態で作用する荷重と地震力とを組み合わせる。

(b)　Ｓクラスの機器・配管系については，運転時の異常な過渡変化時の状態及び設計基準事故時の状態のうち地震によって引き起こされるおそれのある事象によって施設に作用する荷重と地震力とを組み合わせる。

(c)　Ｓクラスの機器・配管系については，運転時の異常な過渡変化

時の状態及び設計基準事故時の状態のうち地震によって引き起こされるおそれのない事象であっても，いったん事故が発生した場合，長時間継続する事象による荷重は，その事故事象の発生確率，継続時間及び地震動の年超過確率の関係を踏まえ，適切な地震力と組み合わせる。

(d)　Ｂクラス及びＣクラスの機器・配管系については，通常運転時の状態で施設に作用する荷重及び運転時の異常な過渡変化時の状態で施設に作用する荷重と，動的地震力又は静的地震力とを組み合わせる。

ｃ．津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物

(a)　津波防護施設及び浸水防止設備が設置された建物・構築物については，常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重と基準地震動Ｓ$_s$による地震力とを組み合わせる。

(b)　浸水防止設備及び津波監視設備については，常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重と基準地震動Ｓ$_s$による地震力とを組み合わせる

なお，上記 c.（a），（b)については，地震と津波が同時に作用する可能性について検討し，必要に応じて基準地震動Ｓ$_s$による地震力と津波による荷重の組合せを考慮する。また，津波以外による荷重については，「(2) 荷重の種類」に準じるものとする。

ｄ．荷重の組合せ上の留意事項

(a)　Ｓクラスの施設に作用する地震力のうち動的地震力については，水平２方向と鉛直方向の地震力とを適切に組み合わせ算定するものとする。

(b)　ある荷重の組合せ状態での評価が明らかに厳しいことが判明している場合には，その他の荷重の組合せ状態での評価は行わないことがある。

(c)　複数の荷重が同時に作用する場合，それらの荷重による応力の各ピークの生起時刻に明らかなずれがあることが判明しているならば，必ずしもそれぞれの応力のピーク値を重ねなくてもよいものとする。

(d)　上位の耐震重要度分類の施設を支持する建物・構築物の当該部分の支持機能を確認する場合においては，支持される施設の耐震重要度分類に応じた地震力と常時作用している荷重，運転時の状態で施設に作用する荷重及びその他必要な荷重とを組み合わせる。

なお，第 1.3－1 表に対象となる建物・構築物及びその支持機能が維持されていることを検討すべき地震動等について記載する。

(e)　地震と組み合わせる自然条件として，風及び積雪を考慮し，風荷重及び積雪荷重については，施設の設置場所，構造等を考慮して，地震荷重と組み合わせる。

【説明資料（4.1(3)：Ｐ４条－85)】

(4)　許容限界

各施設の地震力と他の荷重とを組み合わせた状態に対する許容限界は次のとおりとし，安全上適切と認められる規格及び基準又は試験等で妥当性が確認されている許容応力等を用いる。

ａ．建物・構築物（ｃ．に記載のものを除く。）

(a)　Ｓクラスの建物・構築物

ⅰ） 弾性設計用地震動S_dによる地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界

建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

ただし，冷却材喪失事故時に作用する荷重との組合せ（原子炉格納容器バウンダリにおける長期的荷重との組合せを除く。）に対しては，下記ⅱ）に示す許容限界を適用する。

ⅱ） 基準地震動S_sによる地震力との組合せに対する許容限界

構造物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有し，建物・構築物の終局耐力に対し妥当な安全余裕を持たせることとする（評価項目はせん断ひずみ，応力等）。

なお，終局耐力は，建物・構築物に対する荷重又は応力を漸次増大していくとき，その変形又はひずみが著しく増加するに至る限界の最大耐力とし，既往の実験式等に基づき適切に定めるものとする。

(b) Ｂクラス及びＣクラスの建物・構築物（(e)及び(f)に記載のものを除く。）

上記(a)ⅰ）による許容応力度を許容限界とする。

(c) 耐震重要度分類の異なる施設を支持する建物・構築物（(e)及び(f)に記載のものを除く。）

上記(a)ⅱ）を適用するほか，耐震重要度分類の異なる施設を支持する建物・構築物が，変形等に対してその支持機能を損なわれないものとする。

なお，当該施設を支持する建物・構築物の支持機能を損なわな

いことを確認する際の地震動は，支持される施設に適用される地震動とする。

(d)　建物・構築物の保有水平耐力（(e)及び(f)に記載のものを除く。）

建物・構築物については，当該建物・構築物の保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して耐震重要度分類に応じた安全余裕を有していることを確認する。

(e)　屋外重要土木構造物

ⅰ）静的地震力との組合せに対する許容限界

安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

ⅱ）基準地震動S_sによる地震力との組合せに対する許容限界

構造部材のうち，鉄筋コンクリートの曲げについては限界層間変形角，終局曲率又は許容応力度，せん断についてはせん断耐力又は許容せん断応力度を許容限界とする。構造部材のうち，鋼材の曲げについては終局曲率又は許容応力度，せん断についてはせん断耐力又は許容せん断応力度を許容限界とする。

なお，限界層間変形角，終局曲率及びせん断耐力に対しては妥当な安全余裕を持たせた許容限界とし，それぞれの安全余裕については各施設の機能要求等を踏まえ設定する。

(f)　その他の土木構造物

安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

b．　機器・配管系（c．に記載のものを除く。）

(a)　Ｓクラスの機器・配管系

ⅰ）　弾性設計用地震動Ｓ$_d$による地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界

応答が全体的におおむね弾性状態に留まることとする（評価項目は応力等）。

ただし，冷却材喪失事故時に作用する荷重との組合せ（原子炉格納容器バウンダリを構成する設備，非常用炉心冷却設備等における長期的荷重との組合せを除く。）に対しては，下記(a)ⅱ）に示す許容限界を適用する。

ⅱ）　基準地震動Ｓ$_S$による地震力との組合せに対する許容限界

塑性ひずみが生じる場合であっても，その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し，その施設に要求される機能に影響を及ぼさないように応力，荷重等を制限する値を許容限界とする。

また，地震時又は地震後に動的機能が要求される機器等については，基準地震動Ｓ$_S$による応答に対して，実証試験等により確認されている機能確認済加速度等を許容限界とする。

(b)　Ｂクラス及びＣクラスの機器・配管系

応答が全体的におおむね弾性状態に留まることとする（評価項目は応力等）。

(c)　チャンネル・ボックス

地震時に作用する荷重に対して，燃料集合体の冷却材流路を維持できること及び過大な変形や破損を生ずることにより制御棒の挿入が阻害されることがないことを確認する。

ｃ．津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設

備が設置された建物・構築物

津波防護施設及び浸水防止設備が設置された建物・構築物については，当該施設及び建物・構築物が構造物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有するとともに，その施設に要求される機能（津波防護機能及び浸水防止機能）が保持できることを確認する（評価項目はせん断ひずみ，応力等）。

浸水防止設備及び津波監視設備については，その設備に要求される機能（浸水防止機能及び津波監視機能）が保持できることを確認する。

d．基礎地盤の支持性能

(a) Sクラスの建物・構築物及びSクラスの機器・配管系（津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）の基礎地盤

ⅰ） 弾性設計用地震動S_dによる地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界

接地圧に対して，安全上適切と認められる規格及び基準等による地盤の短期許容支持力度を許容限界とする。

ⅱ） 基準地震動S_sによる地震力との組合せに対する許容限界

接地圧が，安全上適切と認められる規格及び基準等による地盤の極限支持力度に対して妥当な余裕を有することを確認する。

(b) 屋外重要土木構造物，津波防護施設及び浸水防止設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物の基礎地盤

ⅰ） 基準地震動S_sによる地震力との組合せに対する許容限界

接地圧が，安全上適切と認められる規格及び基準等による地盤の極限支持力度に対して妥当な余裕を有することを確認する。

(c)　Ｂクラス及びＣクラスの建物・構築物，Ｂクラス及びＣクラスの機器・配管系並びにその他の土木構造物の基礎地盤

上記(a) ｉ）による許容支持力度を許容限界とする。

【説明資料（4.1(4)：Ｐ４条－87)】

1.3.1.5 設計における留意事項

耐震重要施設は，耐震重要度分類の下位のクラスに属する施設（以下「下位クラス施設」という。）の波及的影響によって，その安全機能を損なわないように設計する。

波及的影響については，耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用して評価を行う。なお，地震動又は地震力の選定に当たっては，施設の配置状況，使用時間等を踏まえて適切に設定する。また，波及的影響においては水平２方向及び鉛直方向の地震力が同時に作用する場合に影響を及ぼす可能性のある施設，設備を選定し評価する。

波及的影響の評価に当たっては，以下(1)～(4)をもとに，敷地全体を俯瞰した調査・検討を行い，耐震重要施設の安全機能への影響がないことを確認する。

なお，原子力発電所の地震被害情報をもとに，以下(1)～(4)以外に検討すべき事項がないかを確認し，新たな検討事項が抽出された場合には，その観点を追加する。

(1) 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する不等沈下又は相対変位による影響

ａ．不等沈下

耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して不等沈下により，耐震重要施設の安全機能へ影響がないことを確認する。

ｂ．　相対変位

耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力による下位クラス施設と耐震重要施設の相対変位により，耐震重要施設の安全機能へ影響がないことを確認する。

(2) 耐震重要施設と下位クラス施設との接続部における相互影響

耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して，耐震重要施設に接続する下位クラス施設の損傷により，耐震重要施設の安全機能へ影響がないことを確認する。

(3) 建屋内における下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等による耐震重要施設への影響

耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して，建屋内の下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等により，耐震重要施設の安全機能へ影響がないことを確認する。

(4) 建屋外における下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等による耐震重要施設への影響

ａ．耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して，建屋外の下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等により，耐震重要施設の安全機能へ影響がないことを確認する。

ｂ．耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して，耐震重要施設の周辺斜面が崩壊しないことを確認する。

なお，上記(1)～(4)の検討に当たっては，溢水及び火災の観点からも波及的影響がないことを確認する。(火災については「東海第二発電所設計基準対象施設について」のうち「第８条火災による損傷の防止」に，溢水については「東海第二発電所設計基準対象施設について」のうち「第９条溢水による損傷の防止等」に記載)

上記の観点で検討した波及的影響を考慮する施設を，第 1.3－1 表中

に「波及的影響を考慮すべき施設」として記載する。

【説明資料（7：Ｐ４条－98)】

1.3.1.6 構造計画と配置計画

設計基準対象施設の構造計画及び配置計画に際しては，地震の影響が低減されるように考慮する。

建物・構築物は，原則として剛構造とし，重要な建物・構築物は，地震力に対し十分な支持性能を有する地盤に支持させる。剛構造としない建物・構築物は，剛構造と同等又はそれを上回る耐震安全性を確保する。

機器・配管系は，応答性状を適切に評価し，適用する地震力に対して構造強度を有する設計とする。配置に自由度のあるものは，耐震上の観点からできる限り重心位置を低くし，かつ，安定性のよい据付け状態になるよう配置する。

また，建物・構築物の建屋間相対変位を考慮しても，建物・構築物及び機器・配管系の耐震安全性を確保する設計とする。

下位クラス施設は原則，耐震重要施設に対して離隔をとり配置する若しくは，基準地震動S_sに対し構造強度を保つようにし，耐震重要施設の安全機能を損なわない設計とする。

【説明資料（9：Ｐ４条－102)】

1.3.3　主要施設の耐震構造

1.3.3.1　原子炉建屋

原子炉建屋は，地上 6 階，地下 2 階建で，平面が約 67m（南北方向）×約 67m（東西方向）の鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造）の建物である。

最下階床面からの高さは約68mで地上高さは約56mである。

建物中央部には一次格納容器を囲む円型の一次遮蔽壁があり，その外側に二次格納施設である原子炉棟の外壁及び原子炉建屋付属棟（以下，「付属棟」という。）の外壁がある。

これらは原子炉建屋の主要な耐震壁を構成している。

これらの耐震壁間を床が一体に連絡し，全体として剛な構造としている。

原子炉建屋の基礎は，平面が約67m（南北方向）×約67m（東西方向），厚さ約5mのべた基礎で，人工岩盤を介して，砂質泥岩である久米層に岩着している。

1.3.3.2　タービン建屋

タービン建屋は，地上 2 階，地下 1 階建で，平面が約 70m（南北方向）×約 105m（東西方向）の鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造）の建物であり，適切に配置された耐震壁で構成された剛な構造としている。

タービン建屋の基礎は，平面が約 70m（南北方向）×約 105m（東西方向），厚さ約 1.9m で，杭及びケーソンを介して，砂質泥岩である久米層に岩着している。

1.3.3.3　廃棄物処理建屋

廃棄物処理建屋は，地上 4 階，地下 3 階建で，平面は約 41m（南北方向）×約 69m（東西方向）の鉄筋コンクリート造の建物であり，適切に配置された耐震壁で構成された剛な構造としている。

廃棄物処理建屋の基礎は，平面が約 41 m（南北方向）×約 69 m（東西方向），厚さ約 2.5 m のべた基礎で，人工岩盤を介して，砂質泥岩である久米層に岩着している。

1.3.3.4　使用済燃料乾式貯蔵建屋

使用済燃料乾式貯蔵建屋は，地上 1 階建で平面が約 52m（南北方向）×約 24m（東西方向）の鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）の建物であり，適切に配置された耐震壁で構成された剛な構造としている。

使用済燃料乾式貯蔵建屋の基礎は，平面が約 60m（南北方向）×約 33m（東西方向），厚さ約 2.5m（一部約 2.0m）で，鋼管杭を介して，砂質泥岩である久米層に岩着している。

1.3.3.5　防潮提及び防潮扉

防潮堤は，鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁，鋼製防護壁及び鉄筋コンクリート防潮壁の 3 種類の構造形式に区分され，敷地を取り囲む形で設置する。また，防潮堤のうち，敷地側面南側の鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁及び敷地前面東側の鉄筋コンクリート防潮壁には，それぞれ 1 箇所ずつ防潮扉を設置する。

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁は，延長約 1.5km，直径約 2m 及び約 2.5m の複数の鋼管杭を鉄筋コンクリートで巻き立てた天端高さ T.P.＋18m 及び T.P.＋20m の鉄筋コンクリート梁壁と鋼管鉄筋コンクリートとを一体とした剛な構造物であり，鋼管杭を介して，砂質泥岩である久米層に岩着している。

鋼製防護壁は，延長約 80m，天端高さ T.P.＋20m，奥行約 5m～約 16m の鋼殻構造であり，適切に配置された鋼板を溶接及び高力ボルトで接合した剛な構造である。鋼製防護壁は，幅約 50m の取水構造物を横断し，取水構造物の側方に位置する地中連続壁基礎を介して，砂質泥岩である久米層に岩着して

いる。

鉄筋コンクリート防潮壁は，延長約 160m，天端高さ T.P.＋20m，奥行約 10m～約 23m の鉄筋コンクリート造の剛な構造物であり，地中連続壁基礎を介して，砂質泥岩である久米層に岩着している。

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁及び鉄筋コンクリート防潮壁に設置する防潮扉は上下スライド式の鋼製扉であり，それぞれ杭又は地中連続壁基礎を介して，砂質泥岩である久米層に岩着している。

1.3.3.6　原子炉格納容器

原子炉格納容器は，内径約 26m，高さ約 16m，厚さ約 3.2cm～約 3.8cm の鋼製円筒殻と底部内径約 26m，頂部内径約 12m，高さ約 24m，厚さ約 2.8cm～約 3.8cm の鋼製円錘殻，底部内径約 12m，頂部内径約 9.7m，高さ約 2m の鋼製円錘殻，その上に載る格納容器ヘッド及び底部コンクリートスラブより構成され全体の高さは約 48m である。

円筒殻と底部コンクリートスラブとの接続にはアンカーボルトを用いる。

円筒殻と円錘殻の接続部の高さに，原子炉格納容器を上下に分けるダイヤフラム・フロアがあり,下部はサプレッション・チェンバになっている。

円錘殻頂部付近には上部シアラグ及びスタビライザがあり，原子炉圧力容器より原子炉格納容器に伝えられる水平力及び原子炉格納容器にかかる水平力の一部を周囲の一次遮蔽壁に伝える構造となっている。

1.3.3.7　原子炉圧力容器

原子炉圧力容器は内径約 6.4m，高さ約 23m，重量は原子炉圧力容器内部構造物，原子炉冷却材及び燃料集合体を含めて約 1,600 ｔである。

この容器は底部の鋼製スカートで支持され,スカートは鉄筋コンクリート造円筒形の原子炉本体の基礎に固定されたベヤリングプレートにボルトで接続されている。

原子炉圧力容器は，その外周の原子炉遮蔽頂部で原子炉圧力容器スタビライザによって水平方向に支持されて，原子炉遮蔽の頂部は原子炉格納容器スタビライザによって原子炉格納容器に結合されている。原子炉圧力容器スタビライザは地震力に対し原子炉圧力容器の上部を横方向に支持している。

したがって，水平力に対して原子炉圧力容器はスカートで下端固定，原子炉圧力容器スタビライザで上部ピン支持となっている。

1.3.3.8　原子炉圧力容器内部構造物

炉心に作用する水平力は，ステンレス鋼の炉心シュラウドによって支持されている。炉心シュラウドは，円筒形をした構造で原子炉圧力容器の下部に溶接されている。

燃料集合体に作用する水平力は，上部格子板及び炉心支持板を通して炉心シュラウドに伝えられ，燃料集合体はジルカロイ製の細長いチャンネル・ボックスに納められている。燃料棒は，過度の変形を生ずることがないように，燃料集合体頂部と底部のタイプレートで押さえ，中間部もスペーサによって押さえられている。

スタンドパイプと気水分離器は溶接によって一体となっている。蒸気乾燥器は原子炉圧力容器につけたブラケットによって支持されている。ジェットポンプは炉心シュラウドの外周に配置されている。ライザは原子炉圧力容器を貫通して立上り，上部において原子炉圧力容器に支持され，ジェットポンプは上部においてライザに結合されている。

ジェットポンプの下部はシュラウドサポートプレートに溶接されている。この機構によってジェットポンプは熱膨脹を拘束されずに振動を防止できる構造となっている。制御棒駆動機構ハウジングは，上部は原子炉圧力容器底部に溶接されており，地震荷重に対しても十分な強度を持つように設計

する。

1.3.3.9　再循環系

再循環ループは2ループあって，外径約610㎜のステンレス鋼管で原子炉圧力容器から下方に伸び，その最下部に再循環系ポンプを設け，再び立ち上げてヘッダに入り，そこから 5 本の外径約 320㎜ のステンレス鋼管に分れ，原子炉圧力容器に接続される。この系の支持方法は，熱膨脹による動きを拘束せず，できる限り剛な系になるように，適切なスプリングハンガ，スナッバ等を採用する。再循環系ポンプは，ケーシングに取り付けられたコンスタントハンガ，スナッバ等によって支持される。

1.3.3.10　その他

その他の機器・配管系については，運転荷重，地震荷重，熱膨張による荷重を考慮して，必要に応じてスナッバ，ハンガ，その他の支持装置を使用して耐震性に対しても熱的にも安全な設計とする。

1.3.4　地震検知による耐震安全性の確保

(1)　地震検出計

安全保護系の一つとして地震検出計を設け，ある程度以上の地震が起こった場合に原子炉を自動的に停止させる。スクラム設定値は弾性設計用地震動S_dの加速度レベルに余裕を持たせた値とする。安全保護系は，フェイル・セーフ設備とするが，地震以外のショックによって原子炉をスクラムさせないよう配慮する。

地震検出計は，基盤の地震動をできるだけ直接的に検出するため建屋基礎版の位置，また主要な機器が配置されている代表的な床面に設置する。なお，設置に当たっては試験及び保守が可能な原子炉建屋の適切な場所に設置する。

(2)　地震観測等による耐震性の確認

発電用原子炉施設のうち安全上特に重要なものに対しては，地震観測網を適切に設置し，地震観測等により振動性状の把握を行い，それらの測定結果に基づく解析等により施設の機能に支障のないことを確認していくものとする。

地震観測を継続して実施するために，地震観測網の適切な維持管理を行う。

1.3.5　参考文献

(1)　「静的地震力の見直し（建築編）に関する調査報告書（概要)」社団法人日本電気協会 電気技術基準調査委員会原子力発電耐震設計特別調査委員会建築部会（平成 6 年 3 月）

第 1.3－1 表　耐震重要度分類表

耐震重要度分類	機能別分類	主要設備（注1）		補助設備（注2）		直接支持構造物（注3）		間接支持構造物（注4）		波及的影響を考慮すべき施設（注5）	
		適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	検討用地震動（注6）	適用範囲	検討用地震動（注6）
Sクラス	（ⅰ）原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系	・原子炉圧力容器 ・原子炉冷却材圧力バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁	S S	・隔離弁を閉とするために必要な電気計装設備	S	・原子炉圧力容器スカート ・機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	S S	・原子炉本体の基礎 ・原子炉建屋	S_s S_s	・原子炉遮蔽 ・タービン建屋 ・廃棄物処理建屋 ・その他	S_s S_s S_s S_s
	（ⅱ）使用済燃料を貯蔵するための施設	・使用済燃料プール ・使用済燃料貯蔵ラック ・使用済燃料乾式貯蔵容器	S S S	・使用済燃料プール水補給設備（残留熱除去系） ・非常用電源及び計装設備（非常用ディーゼル発電機及びその冷却系・補助施設を含む）	S S	・機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	S	・原子炉建屋 ・使用済燃料乾式貯蔵建屋 ・ディーゼル発電機の燃料油系を支持する構造物	S_s S_s S_s	・原子炉建屋クレーン ・燃料取替機 ・使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン ・タービン建屋 ・廃棄物処理建屋 ・その他	S_s S_s S_s S_s S_s S_s
	（ⅲ）原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設，及び原子炉の停止状態を維持するための施設	・制御棒，制御棒駆動機構及び制御棒駆動水圧系（スクラム機能に関する部分）	S	・炉心支持構造物 ・電気計装設備 ・チャンネル・ボックス	S S S	・機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	S	・原子炉建屋 ・原子炉本体の基礎	S_s S_s	・タービン建屋 ・廃棄物処理建屋 ・その他	S_s S_s S_s
	（ⅳ）原子炉停止後，炉心から崩壊熱を除去するための施設	・原子炉隔離時冷却系 ・高圧炉心スプレイ系 ・残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード運転に必要な設備） ・冷却水源としてのサプレッション・チェンバ	S S S S	・残留熱除去系海水系 ・炉心支持構造物 ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機及びその冷却系・補助施設 ・非常用電源及び計装設備（非常用ディーゼル発電機及びその冷却系・補助施設を含む） ・当該施設の機能維持に必要な空調設備	S S S S S	・機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	S	・原子炉建屋 ・海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物 ・ディーゼル発電機の燃料油系を支持する構造物	S_s S_s S_s	・タービン建屋 ・廃棄物処理建屋 ・その他	S_s S_s S_s
	（ⅴ）原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故後，炉心から崩壊熱を除去するための施設	・非常用炉心冷却系 1) 高圧炉心スプレイ系 2) 低圧炉心スプレイ系 3) 残留熱除去系（低圧注入モード運転に必要な設備） 4) 自動減圧系 ・冷却水源としてのサプレッション・チェンバ	S S	・残留熱除去系海水系 ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機及びその冷却系・補助施設 ・中央制御室の遮蔽と空調設備 ・非常用電源及び計装設備（非常用ディーゼル発電機及びその冷却系・補助施設を含む） ・当該施設の機能維持に必要な空調設備	S S S S S	・機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	S	・原子炉建屋 ・海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物 ・ディーゼル発電機の燃料油系を支持する構造物	S_s S_s S_s	・タービン建屋 ・廃棄物処理建屋 ・その他	S_s S_s S_s

（つづき）

耐震重要度分類	機能別分類	主要設備（注1）		補助設備（注2）		直接支持構造物（注3）		間接支持構造物（注4）		波及的影響を考慮すべき施設（注5）	
		適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	検討用地震動（注6）	適用範囲	検討用地震動（注6）
Sクラス	(vi) 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に，圧力障壁となり放射性物質の放散を直接防ぐための施設	・原子炉格納容器 ・原子炉格納容器バウンダリに属する配管・弁	S S	・隔離弁を閉とするために必要な電気計装設備	S	・機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	S	・原子炉建屋	S_s	・原子炉ウェル用遮蔽ブロック ・タービン建屋 ・廃棄物処理建屋 ・その他	S_s S_s S_s S_s
	(vii) 放射性物質の放出を伴うような事故の際に，その外部放散を抑制するための設備であり，(vi)以外の施設	・残留熱除去系（格納容器スプレイ冷却モード運転に必要な設備） ・可燃性ガス濃度制御系 ・原子炉建屋原子炉棟 ・非常用ガス処理系 ・非常用ガス再循環系 ・原子炉格納容器圧力低減装置（ダイヤフラム・フロア，ベント管） ・冷却水源としてのサプレッション・チェンバ	S S S S S S S	・残留熱除去系海水系 ・非常用電源及び計装設備（非常用ディーゼル発電機及びその冷却系・補助施設を含む） ・当該施設の機能維持に必要な空調設備	S S S	・機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	S	・原子炉建屋 ・原子炉本体の基礎（注7） ・海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物 ・排気筒 ・ディーゼル発電機の燃料油系を支持する構造物	S_s S_s S_s S_s S_s	・タービン建屋 ・廃棄物処理建屋 ・その他	S_s S_s S_s
	(viii) 津波防護機能を有する設備及び浸水防止機能を有する設備	・防潮堤 ・防潮扉 ・放水路ゲート ・構内排水路逆流防止設備 ・貯留堰 ・浸水防止蓋 ・貫通部止水処置	S S S S S S S	・非常用電源及び計装設備（非常用ディーゼル発電機及びその冷却系・補助施設を含む）	S	・機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	S	・原子炉建屋 ・当該の屋外設備を支持する構造物 ・ディーゼル発電機の燃料油系を支持する構造物	S_s S_s S_s	・タービン建屋 ・廃棄物処理建屋 ・その他	S_s S_s S_s
	(ix) 敷地における津波監視機能を有する施設	・取水ピット水位計 ・潮位計 ・津波・構内監視カメラ	S S S	・非常用電源及び計装設備（非常用ディーゼル発電機及びその冷却系・補助施設を含む）	S	・機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	S	・原子炉建屋 ・当該の屋外設備を支持する構造物 ・ディーゼル発電機の燃料油系を支持する構造物	S_s S_s S_s	・タービン建屋 ・廃棄物処理建屋 ・その他	S_s S_s S_s
	(x) その他	・ほう酸水注入系（注8） ・圧力容器内部構造物（注9）	S S	・非常用電源及び計装設備（非常用ディーゼル発電機及びその冷却系・補助施設を含む）	S	・機器・配管，電気計装設備等の支持構造物 ・原子炉圧力容器	S S	・原子炉建屋 ・原子炉本体の基礎 ・ディーゼル発電機の燃料油系を支持する構造物	S_s S_s S_s	・タービン建屋 ・廃棄物処理建屋 ・その他	S_s S_s S_s

（つづき）

耐震重要度分類	機能別分類	主要設備（注1）		補助設備（注2）		直接支持構造物（注3）		間接支持構造物（注4）	
		適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	検討用地震動（注6）
Bクラス	（ⅰ）原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていて，一次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設	・主蒸気系（外側主蒸気隔離弁より主塞止弁まで）	B（注10）	－	－	・機器・配管等の支持構造物	B	・原子炉建屋 ・タービン建屋（外側主蒸気隔離弁より主塞止弁までの配管・弁を支持する部分）	S_d S_d
		・主蒸気逃がし安全弁排気管	B（注11）	－	－	・機器・配管等の支持構造物	B	・原子炉建屋	S_s
		・主蒸気系及び給水系 ・原子炉冷却材浄化系	B B	－	－	・機器・配管等の支持構造物	B	・原子炉建屋 ・タービン建屋	S_B S_B
	（ⅱ）放射性廃棄物を内蔵している施設（ただし，内蔵量が少ない又は貯蔵方式により，その破損による公衆に与える放射線の影響が周辺監視区域外における年間の線量限度に比べ十分小さいものは除く）	・放射性廃棄物処理施設（Cクラスに属するものは除く）	B	－	－	・機器・配管等の支持構造物	B	・原子炉建屋 ・廃棄物処理建屋	S_B S_B
	（ⅲ）放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設で，その破損により，公衆及び従事者に過大な放射線被ばくを与える可能性のある施設	・タービン，主復水器，給水加熱器及びその主要配管 ・復水脱塩装置 ・復水貯蔵タンク ・燃料プール冷却浄化系 ・放射線低減効果の大きい遮蔽 ・制御棒駆動水圧系（放射性流体を内蔵する部分） ・原子炉建屋クレーン ・燃料取替機 ・使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン ・制御棒貯蔵ラック	B B B B B B B B B B	－	－	・機器・配管等の支持構造物	B	・原子炉建屋 ・タービン建屋 ・廃棄物処理建屋 ・使用済燃料乾式貯蔵建屋	S_B S_B S_B S_B

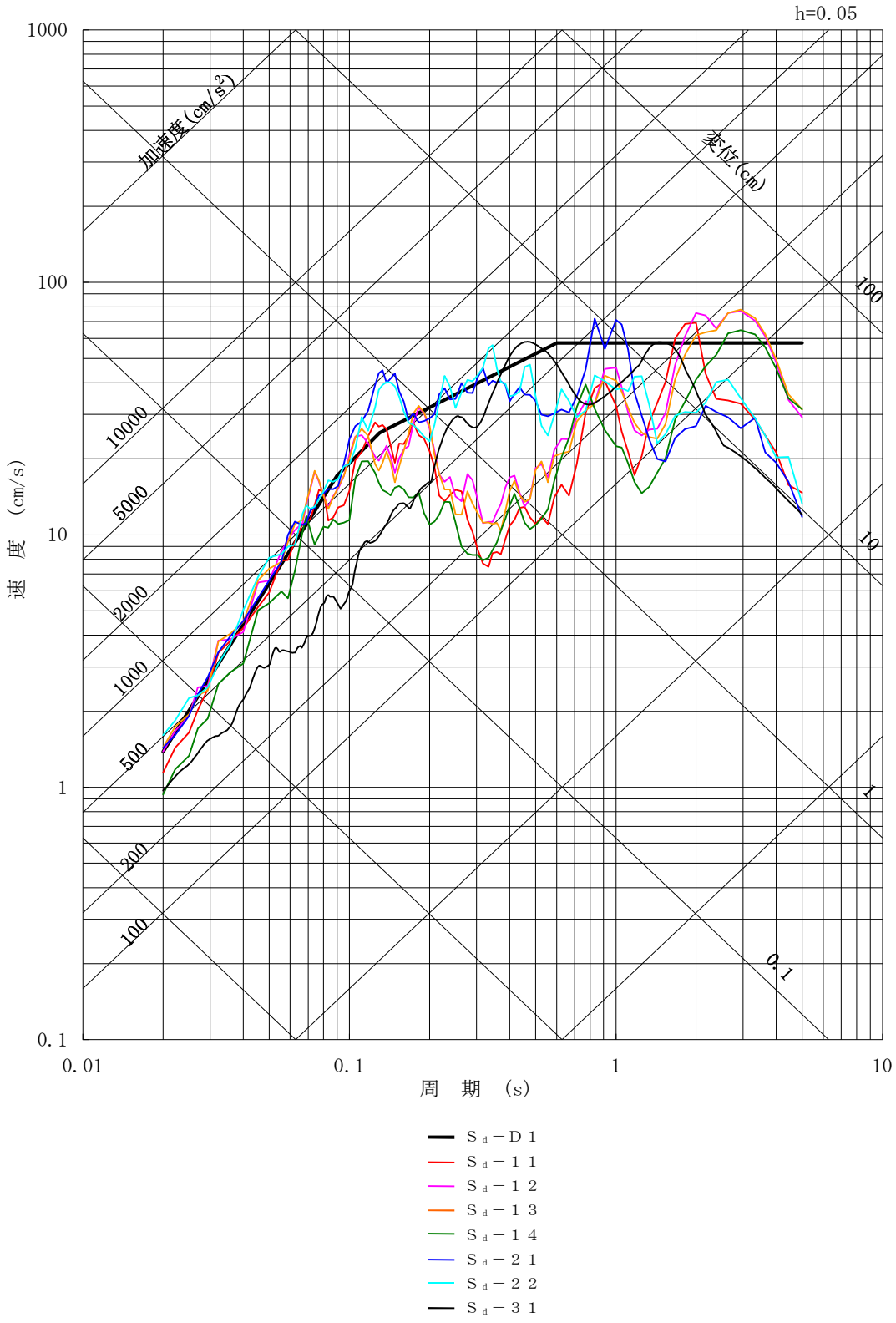
（つづき）

耐震重要度分類	機能別分類	主要設備（注1）		補助設備（注2）		直接支持構造物（注3）		間接支持構造物（注4）	
		適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	検討用地震動（注5）
Bクラス	（ⅳ）使用済燃料を冷却するための施設	・燃料プール冷却浄化系	B	・原子炉補機冷却系 ・補機冷却系海水系 ・電気計装設備	B B B	・機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	B	・原子炉建屋 ・海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物	S_B S_B
	（ⅴ）放射性物質の放出を伴うような場合に，その外部放散を抑制するための施設で，Sクラスに属さない施設	－	－	－	－	－	－	－	－
Cクラス	（ⅰ）原子炉の反応度を制御するための施設でSクラス及びBクラスに属さない施設	・再循環流量制御系 ・制御棒駆動水圧系（Sクラス及びBクラスに属さない部分）	C C	－	－	・機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	C	・原子炉建屋	S_C
	（ⅱ）放射性物質を内蔵しているか，又はこれに関連した施設でSクラス及びBクラスに属さない施設	・試料採取系 ・洗濯廃液処理系 ・固化装置より下流の固体廃棄物処理系（貯蔵庫を含む） ・雑固体減容処理設備 ・放射性廃棄物処理施設のうち濃縮装置の凝縮水側 ・新燃料貯蔵庫 ・その他	C C C C C C C	－	－	・機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	C	・原子炉建屋 ・タービン建屋 ・廃棄物処理建屋 ・固体廃棄物貯蔵庫 ・給水加熱器保管庫 ・固体廃棄物作業建屋	S_C S_C S_C S_C S_C S_C

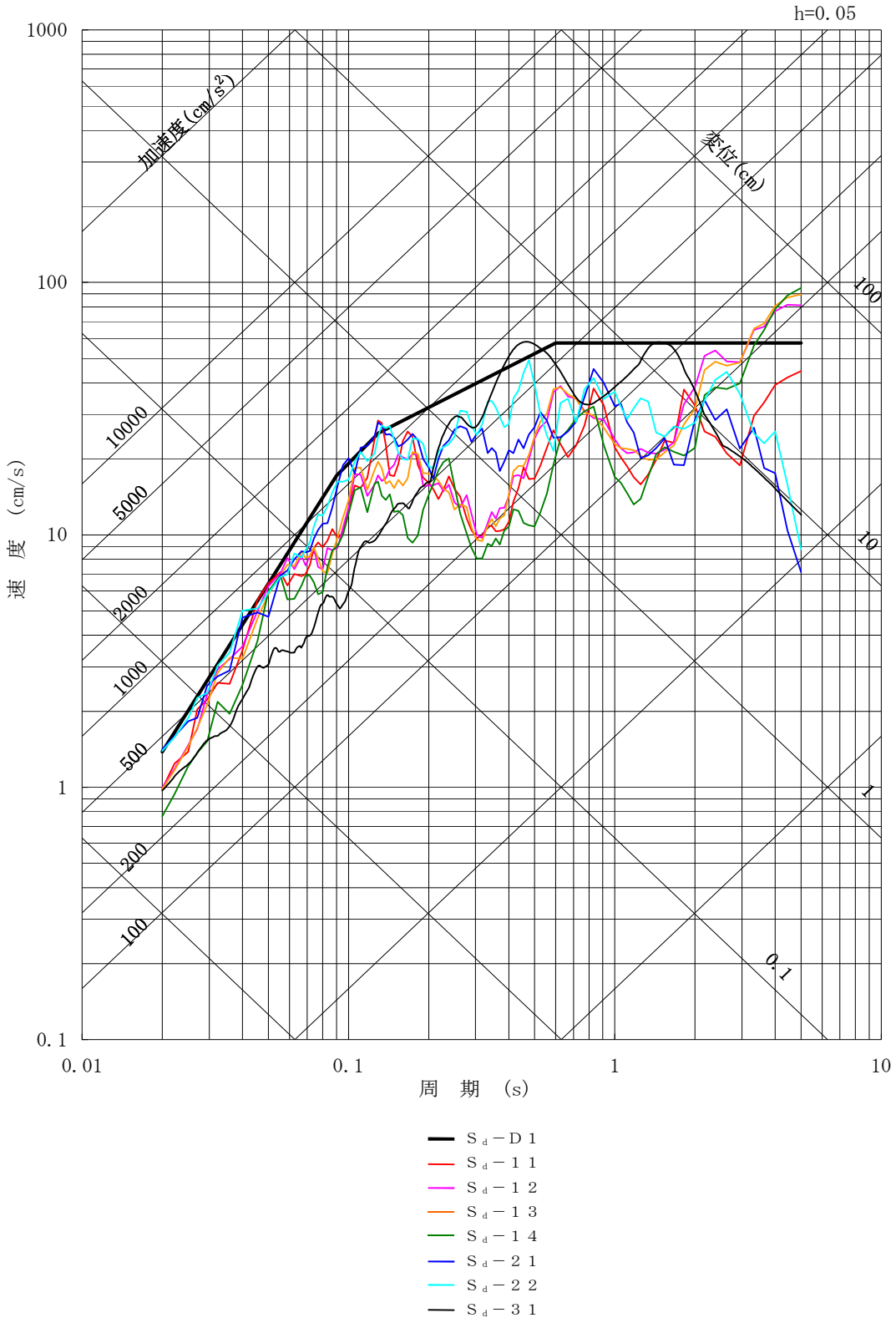
（つづき）

耐震重要度分類	機能別分類	主要設備（注1）		補助設備（注2）		直接支持構造物（注3）		間接支持構造物（注4）	
		適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	検討用地震動（注6）
Cクラス	(iii) 原子炉施設ではあるが，放射線安全に関係しない施設	・循環水系 ・タービン補機冷却系 ・所内ボイラ及び所内蒸気系 ・消火系 ・主発電機・変圧器 ・空調設備 ・タービン建屋クレーン ・所内用空気系及び計器用空気系 ・その他	C C C C C C C C C	－	－	・機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	C	・原子炉建屋 ・タービン建屋 ・廃棄物処理建屋 ・その他	S_C S_C S_C S_C

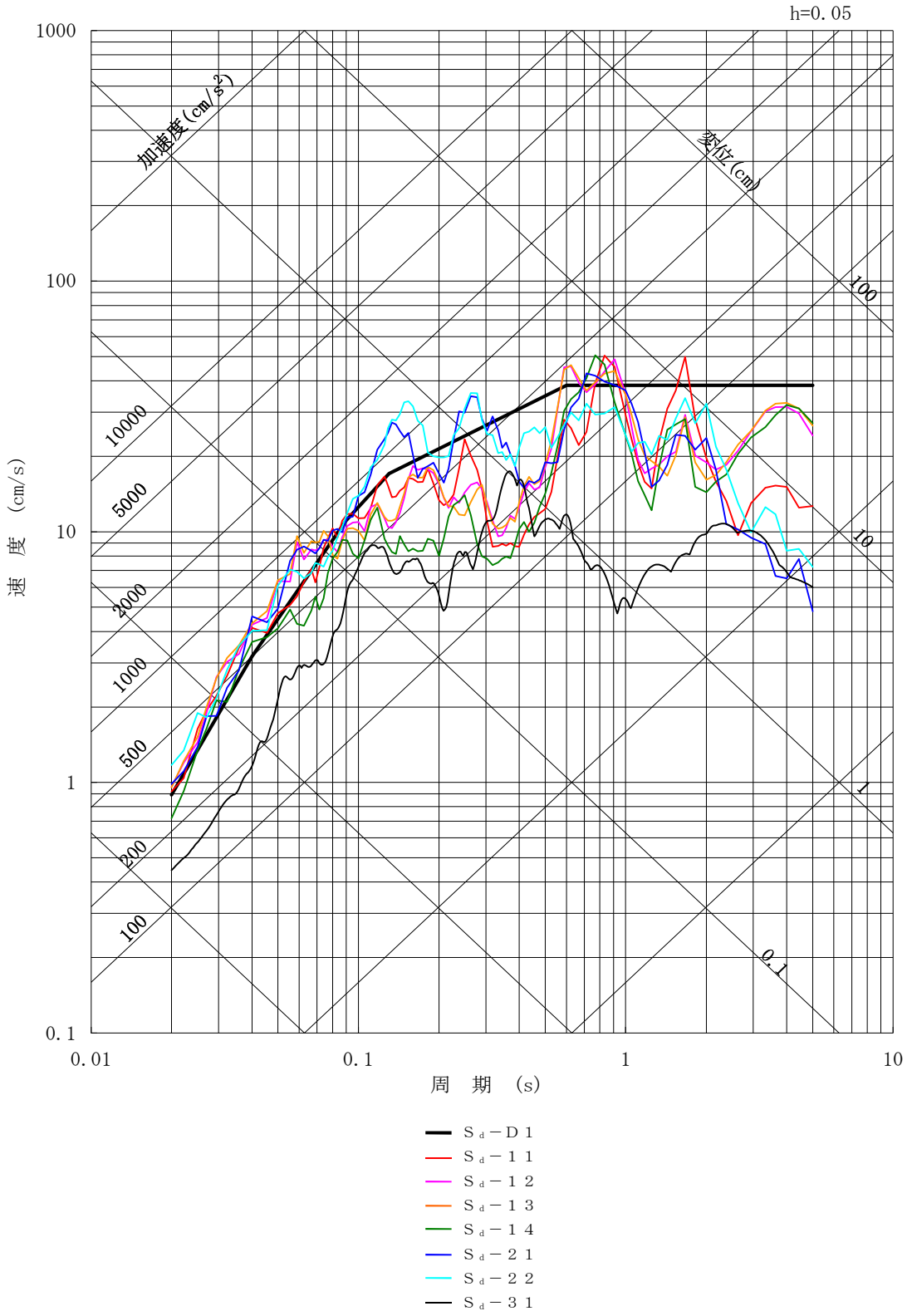
（注１）　主要設備とは，当該機能に直接的に関連する設備をいう。
（注２）　補助設備とは，当該機能に間接的に関連し，主要設備の補助的役割を持つ設備をいう。
（注３）　直接支持構造物とは，主要設備，補助設備に直接取り付けられる支持構造物，若しくはこれらの設備の荷重を直接的に受ける支持構造物をいう。
（注４）　間接支持構造物とは，直接支持構造物から伝達される荷重を受ける構造物（建物・構築物）をいう。
（注５）　波及的影響を考慮すべき施設とは，下位の耐震クラスに属する施設の破損によって上位クラスに属する施設に波及的影響を及ぼすおそれのある施設をいう。また，その他の施設として「1.3.1.5 設計における留意事項」での検討を踏まえた施設も適用範囲とする。
（注６）　S_S　：　基準地震動S_Sにより定まる地震力
　　S_d　：　弾性設計用地震動S_dにより定まる地震力
　　S_B　：　耐震Ｂクラス施設に適用される地震力
　　S_C　：　耐震Ｃクラス施設に適用される静的地震力
（注７）　原子炉本体の基礎の一部は，間接支持構造物の機能に加えてドライウェルとサプレッション・チェンバとの圧力境界となる機能を有する。
（注８）　ほう酸水注入系は，安全機能の重要度を考慮して，Ｓクラスに準ずる。
（注９）　圧力容器内部構造物は，炉内にあることの重要性からＳクラスに準ずる。
（注１０）　Ｂクラスではあるが，弾性設計用地震動S_dに対して破損しないことの検討を行うものとする。
（注１１）　地震により主蒸気逃がし安全弁排気管（以下「排気管」という。）がサプレッション・チェンバ内の気相部で破損した場合，放出された蒸気は凝縮することが出来ないため，基準地震動Ｓｓに対してサプレッション・チェンバ内の排気管が破損しないことを確認する。また，排気管がドライウェル内で破損した場合であれば，放出された蒸気はベント管を通してサプレッション・チェンバのプール水中に導かれて凝縮するため，原子炉格納容器の内圧が有意に上昇することはないと考えられるが，基準地震動Ｓｓに対してドライウェル内の排気管が破損しないことを確認する。



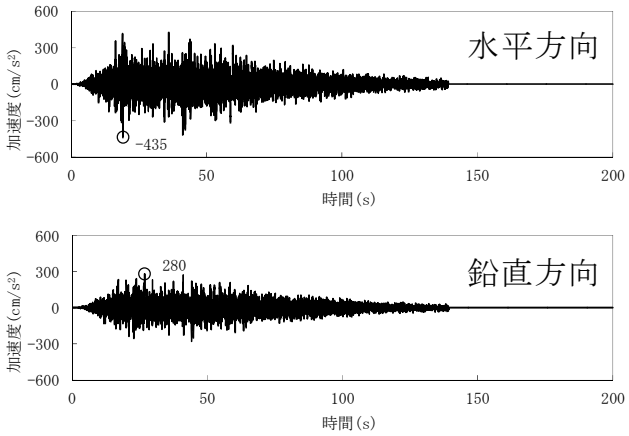
第 1.3－1 図　弾性設計用地震動Ｓｄの応答スペクトル（ＮＳ方向）



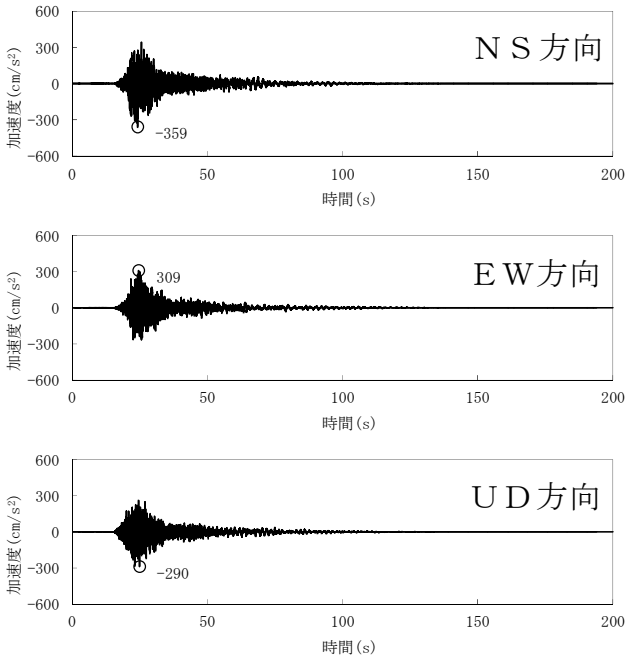
第 1.3－2 図　弾性設計用地震動Ｓ$_d$の応答スペクトル（ＥＷ方向）



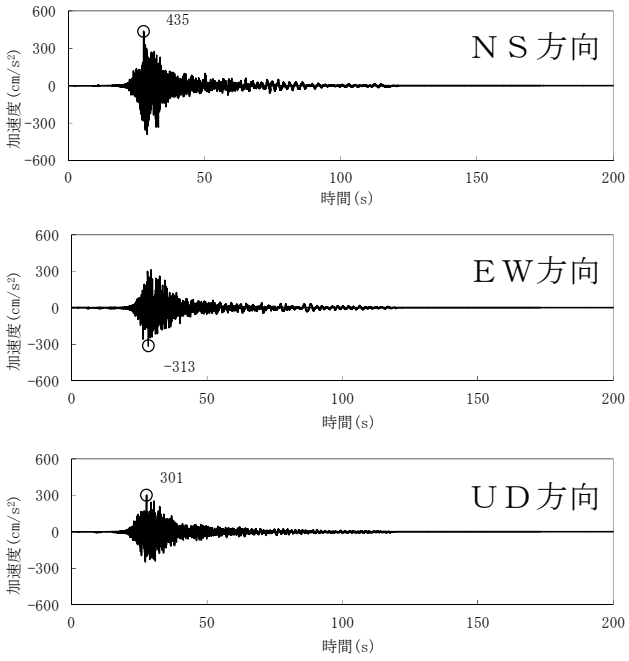
第 1.3－3 図　弾性設計用地震動Ｓｄの応答スペクトル（ＵＤ方向）



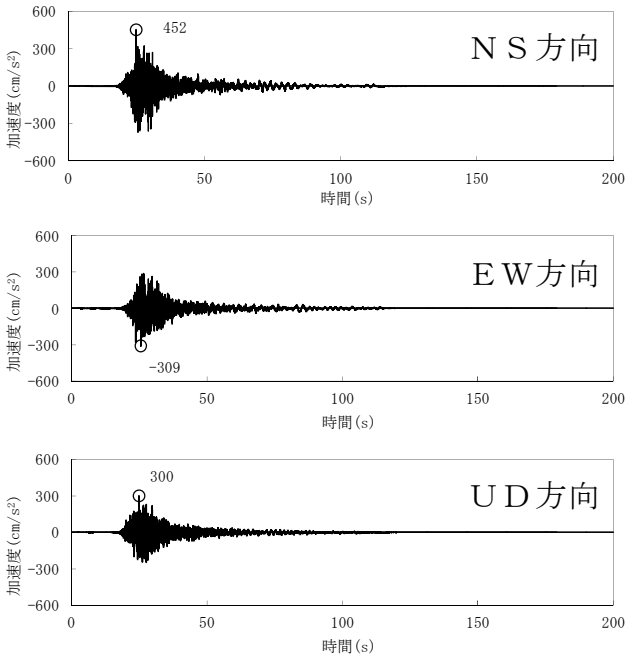
第 1.3－4 図　弾性設計用地震動Ｓ$_{d}$－Ｄ１の時刻歴波形



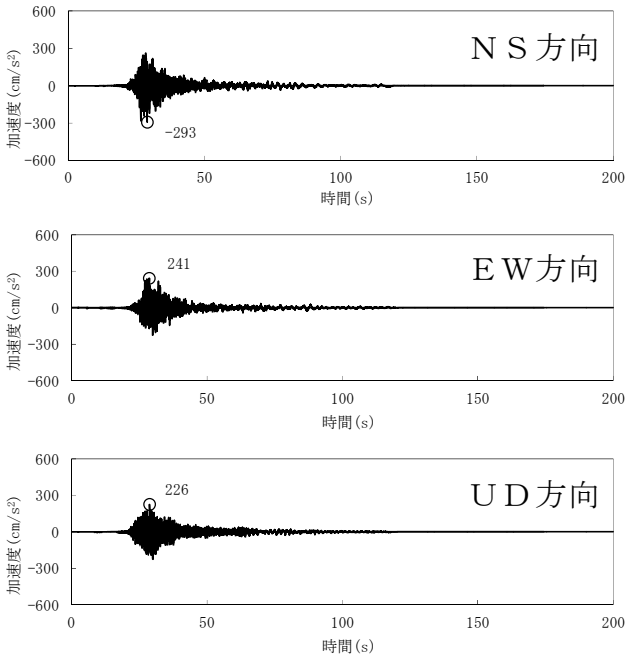
第 1.3－5 図　弾性設計用地震動Ｓ$_d$－１１の時刻歴波形



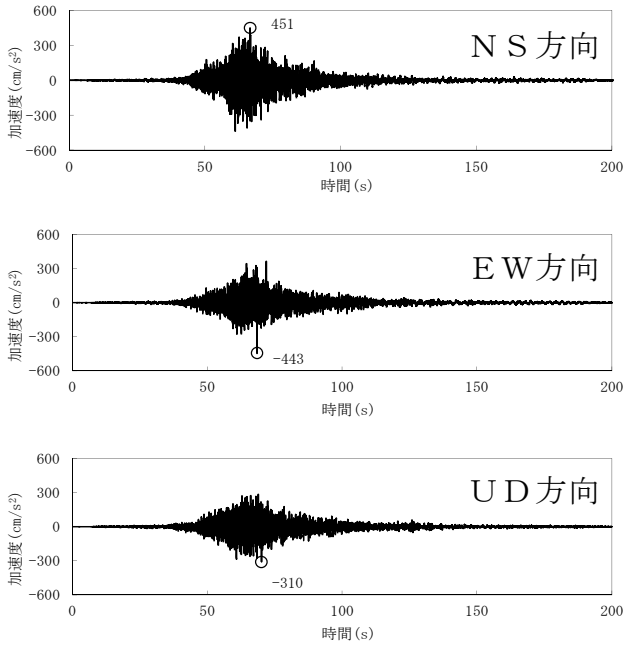
第 1.3－6 図　弾性設計用地震動Ｓ$_d$－１２の時刻歴波形



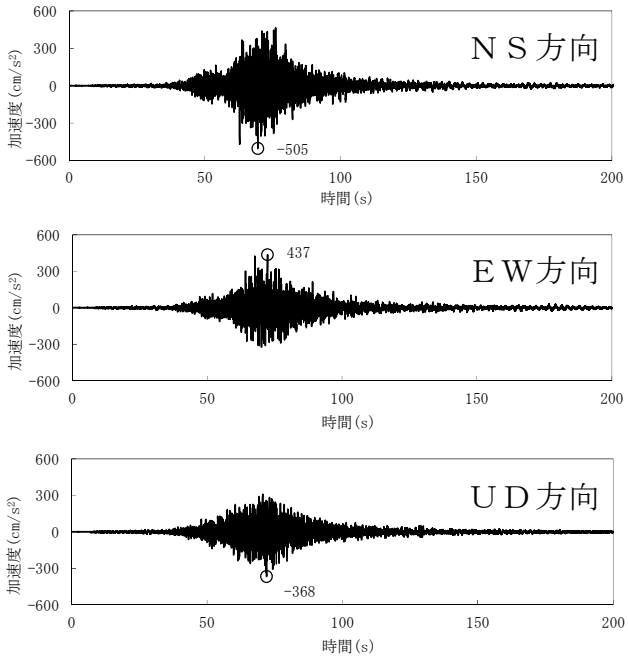
第 1.3－7 図　弾性設計用地震動Ｓ$_d$－１３の時刻歴波形



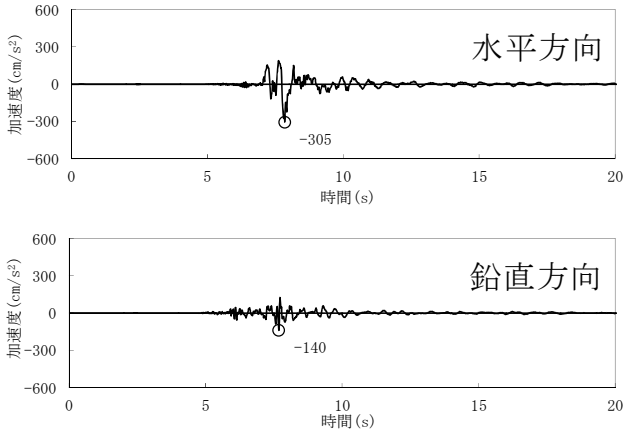
第 1.3－8 図　弾性設計用地震動Ｓ$_d$－１４の時刻歴波形



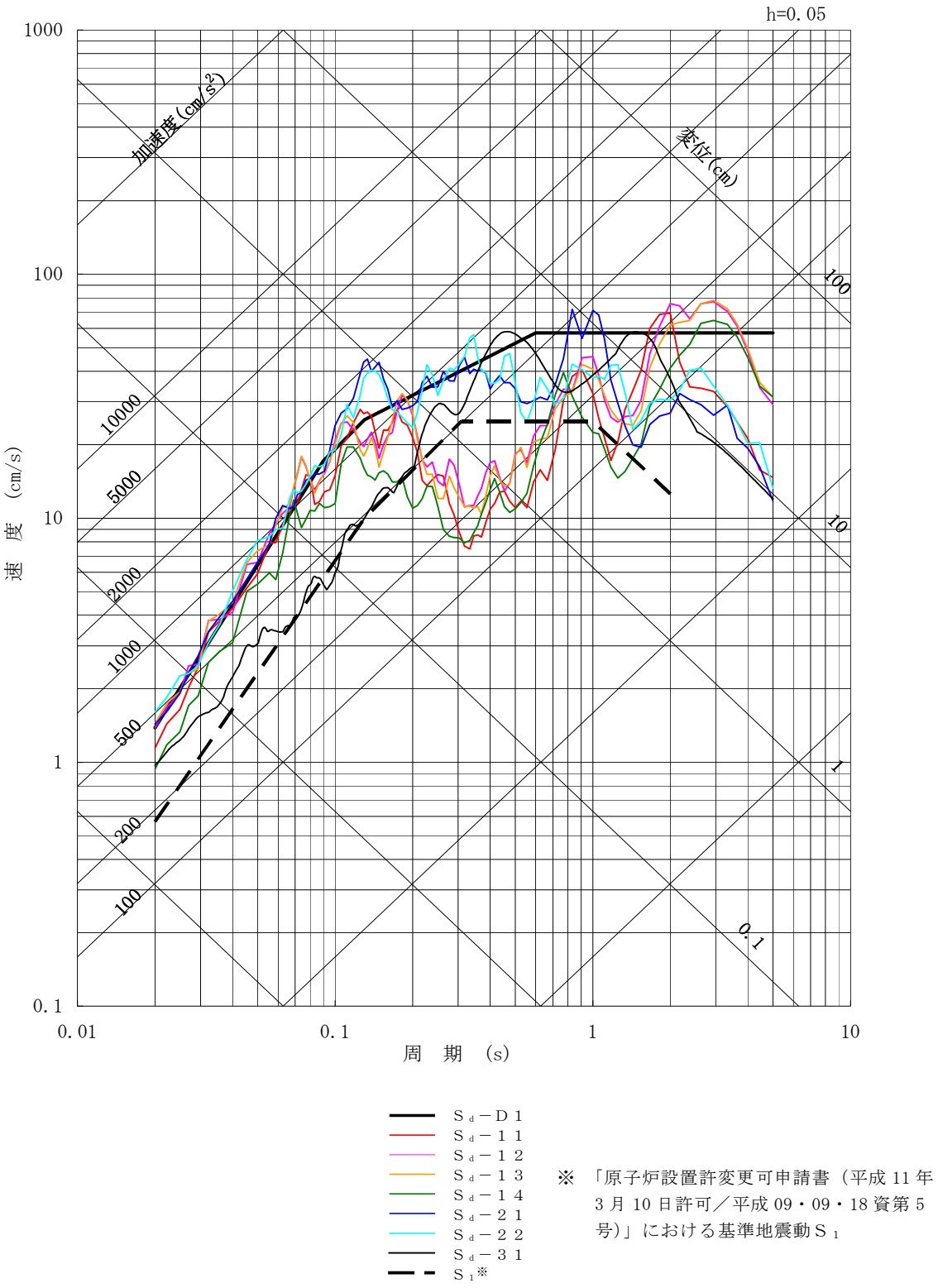
第 1.3－9 図　弾性設計用地震動Ｓ$_d$－２１の時刻歴波形



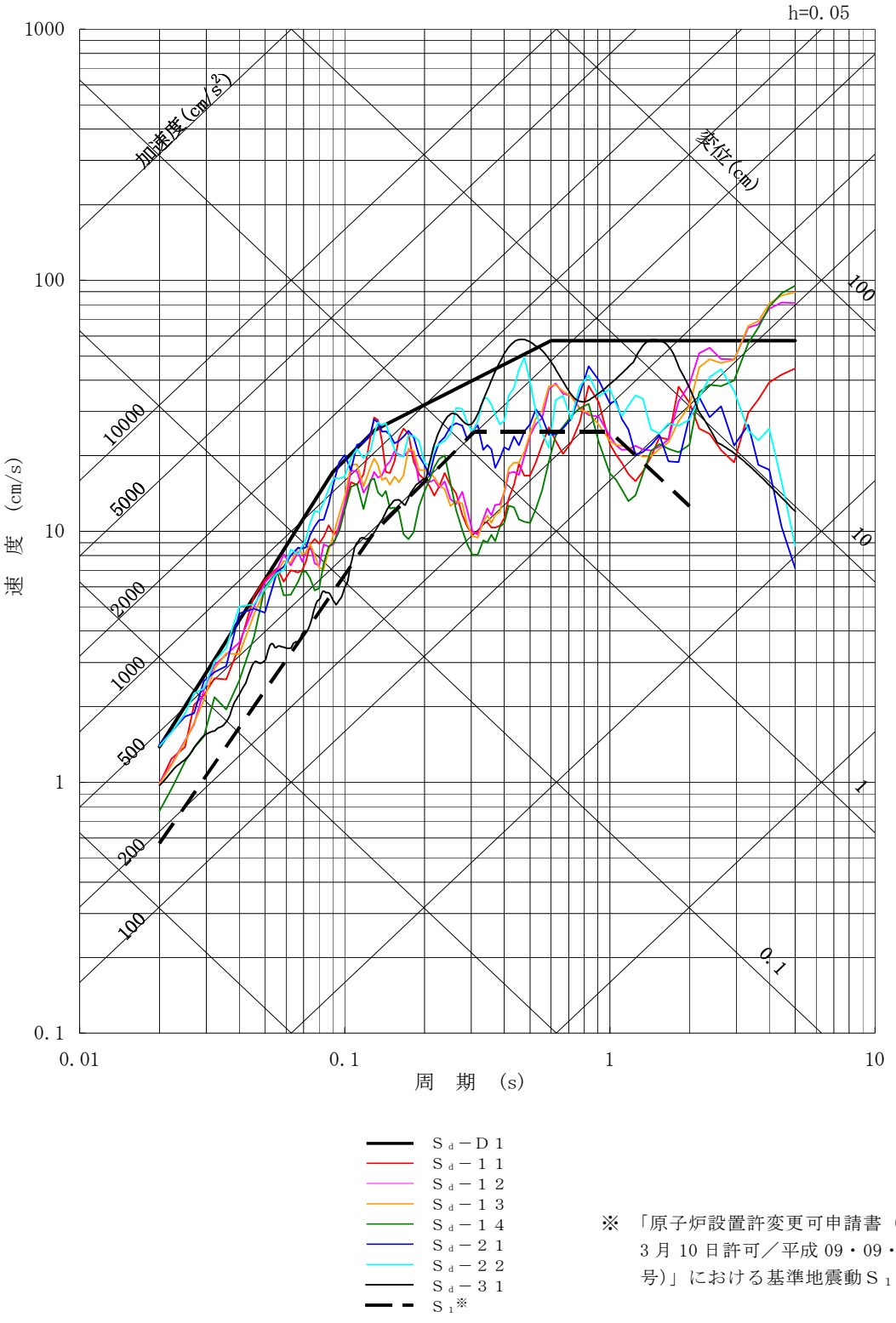
第 1.3－10 図　弾性設計用地震動Ｓ$_d$－２２の時刻歴波形



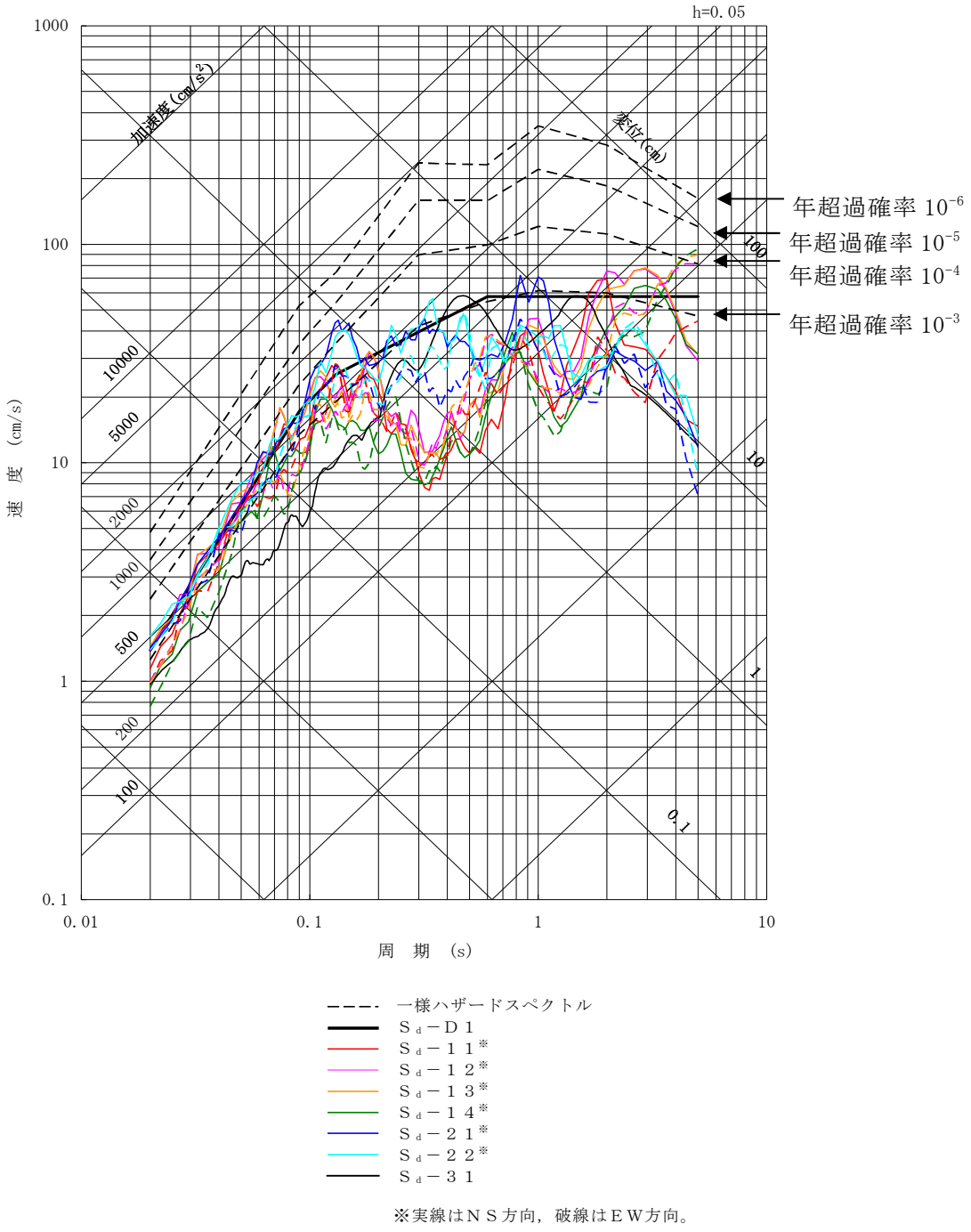
第 1.3－11 図　弾性設計用地震動Ｓ$_{d}$－３１の時刻歴波形



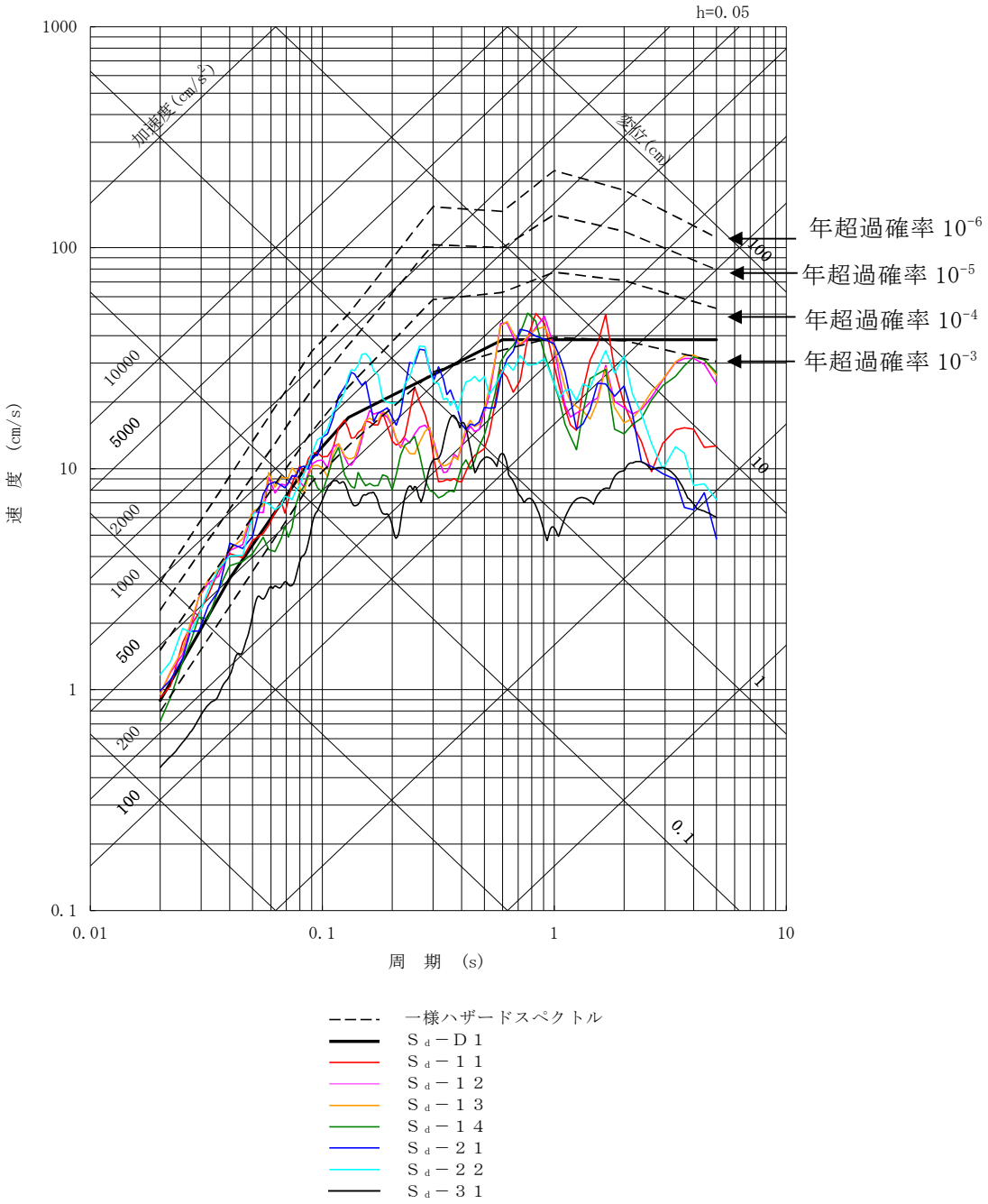
第1.3－12図　弾性設計用地震動Sdと基準地震動S1の応答スペクトルの比較（ＮＳ方向）



第1.3－13図　弾性設計用地震動S_dと基準地震動S_1の応答スペクトルの比較（ＥＷ方向）



第 1.3－14 図　一様ハザードスペクトルと弾性設計用地震動Ｓ$_d$の応答スペクトルの比較（水平方向）



第 1.3－15 図　一様ハザードスペクトルと弾性設計用地震動 S_d の応答スペクトルの比較（鉛直方向）

（３） 適合性説明

第四条　地震による損傷の防止

１ 設計基準対象施設は，地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。 ２ 前項の地震力は，地震の発生によって生ずるおそれがある設計基準対象施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。 ３ 耐震重要施設は，その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（以下「基準地震動による地震力」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。 ４ 耐震重要施設は，前項の地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

適合のための設計方針

第１項について

設計基準対象施設は，耐震重要度分類をＳクラス，Ｂクラス又はＣクラスに分類し，それぞれに応じて設定した地震力に対しておおむね弾性範囲の設計を行う。

なお，耐震重要度分類及び地震力については，「第２項について」に示すとおりである。

【説明資料（1.1(2)：Ｐ４条－73)】

第２項について

設計基準対象施設は，地震により発生するおそれがある安全機能の喪失（地震に伴って発生するおそれがある津波及び周辺斜面の崩壊等による安全機能の喪失を含む。）及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から，各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度に応じて，以下のとおり，耐震重要度分類をＳクラス，Ｂクラス又はＣクラスに分類し，それぞれに応じた地震力を算定する。

【説明資料（1.1(1)：Ｐ４条－73）（1.1(2)：Ｐ４条－73)】

(1)　耐震重要度分類

Ｓクラス：地震により発生するおそれがある事象に対して，原子炉を停止し，炉心を冷却するために必要な機能を持つ施設，自ら放射性物質を内蔵している施設，当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設，これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し，放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設，並びに地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって，その影響が大きいもの

【説明資料（2.1(1)：Ｐ４条－78)】

Ｂクラス：安全機能を有する施設のうち，機能喪失した場合の影響がＳクラスの施設と比べ小さい施設

【説明資料（2.1(2)：Ｐ４条－78)】

Ｃクラス：Ｓクラスに属する施設及びＢクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設

【説明資料（2.1(3)：Ｐ４条－78)】

(2)　地震力

上記(1)のＳクラスの施設（津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を除く。），Ｂクラス及びＣクラスの施設に適用する地震力は以下のとおり算定する。

なお，Ｓクラスの施設については，弾性設計用地震動S_dによる地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力を適用する。

ａ．静的地震力

静的地震力は，Ｓクラス，Ｂクラス及びＣクラスの施設に適用することとし，それぞれ耐震重要度分類に応じて次の地震層せん断力係数C_i及び震度に基づき算定する。

(a)　建物・構築物

水平地震力は，地震層せん断力係数C_iに，次に示す施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じ，さらに当該層以上の重量を乗じて算定するものとする。

Ｓクラス 3.0

Ｂクラス 1.5

Ｃクラス 1.0

ここで，地震層せん断力係数C_iは，標準せん断力係数C_0を 0.2 以上とし，建物・構築物の振動特性，地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

Ｓクラスの施設については，水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。鉛直地震力は，震度 0.3 以

上を基準とし，建物・構築物の振動特性，地盤の種類等を考慮して求めた鉛直震度より算定するものとする。ただし，鉛直震度は高さ方向に一定とする。

(b)　機器・配管系

耐震重要度分類の各クラスの地震力は，上記(a)に示す地震層せん断力係数C_iに施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度とし，当該水平震度及び上記(a)の鉛直震度をそれぞれ 20%増しとした震度より求めるものとする。

なお，Ｓクラスの施設については，水平地震力と鉛直地震力は同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。ただし，鉛直震度は高さ方向に一定とする。

【説明資料（3.1(1)：Ｐ４条－79)】

ｂ．弾性設計用地震動S_dによる地震力

弾性設計用地震動S_dによる地震力は，Ｓクラスの施設に適用する。

弾性設計用地震動S_dは，「添付書類六　3.　地震」に示す基準地震動S_sに工学的判断から求められる係数 0.5 を乗じて設定する。

また，弾性設計用地震動S_dによる地震力は，水平２方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定する。

なお，Ｂクラスの施設のうち，共振のおそれのある施設については，弾性設計用地震動S_dに２分の１を乗じた地震動によりその影響についての検討を行う。当該地震動による地震力は，水平２方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとする。

【説明資料（3.1(2)：Ｐ４条－79)】

第３項について

耐震重要施設（津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）

については，最新の科学的・技術的知見を踏まえ，敷地及び敷地周辺の地質・地質構造，地盤構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から想定することが適切な地震動，すなわち「添付書類六 3. 地震」に示す基準地震動S_sによる地震力に対して，安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。

【説明資料（1.1(5)：P４条－74)】

また，屋外重要土木構造物，津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物については，基準地震動S_sによる地震力に対して，それぞれの施設及び設備に要求される機能が保持できるように設計する。

【説明資料（1.1(6)：P４条－74)】

基準地震動S_sによる地震力は，基準地震動S_sを用いて，水平２方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定する。

【説明資料（1.1(5)：P４条－74）（1.1(6)：P４条－74)】

なお，耐震重要施設は，耐震重要度分類の下位のクラスに属する施設の波及的影響によって，その安全機能を損なわないように設計する。

【説明資料（1.1(9)：P４条－76)】

第４項について

耐震重要施設については，基準地震動S_sによる地震力によって生じるおそれがある周辺の斜面の崩壊に対して，その安全機能が損なわれるおそれがない場所に設置する。

【説明資料（7(4)：P４条－98)】

1.3　気象等

該当なし

1.4　設備等

該当なし

1.5　手順等

該当なし

第４条：地震による損傷の防止

＜目　　次＞

第２部

1. 耐震設計の基本方針

1.1 基本方針

1.2 適用規格

2. 耐震設計上の重要度分類

2.1 重要度分類の基本方針

2.2 耐震重要度分類

3. 設計用地震力

3.1 地震力の算定法

3.2 設計用地震力

4. 荷重の組合せと許容限界

4.1 基本方針

5. 地震応答解析の方針

5.1 建物・構築物

5.2 機器・配管系

5.3 屋外重要土木構造物

5.4 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物

6. 設計用減衰定数

7. 耐震重要施設の安全機能への下位クラス施設の波及的影響

8. 水平２方向及び鉛直方向の地震力の組合せに関する影響評価方針

9. 構造計画と配置計画

（別　添）

別添－1　設計用地震力

別添－2　動的機能維持の評価

別添－3　弾性設計用地震動Ｓ$_{d}$・静的地震力による評価

別添－4　上位クラス施設の安全機能への下位クラス施設の波及的影響の検討について

別添－5　水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針

別添－6　屋外重要土木構造物の耐震評価における断面選定の考え方について

別添－7　主要建屋の構造概要について

別添－8　地震応答解析に用いる地質断面図の作成例及び地盤の速度構造

第２部

1. 耐震設計の基本方針

東海第二発電所の設計基準対象施設の耐震設計方針について説明する。

1.1 基本方針

発電用原子炉施設の耐震設計は，「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則（平成 25 年 6 月 28 日原子力規制委員会規則第５号)」及び「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（平成 25 年 6 月 28 日原子力規制委員会規則第６号)」に適合するよう以下の項目に従って行う。

(1) 地震により生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの（以下「耐震重要施設」という。）は，その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力に対して，その安全機能が損なわれるおそれがない設計する。

(2) 地震により発生するおそれがある安全機能の喪失（地震に伴って発生するおそれがある津波及び周辺斜面の崩壊等による安全機能の喪失を含む。）及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から，各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度（以下「耐震重要度」という。）に応じて，耐震重要度分類をＳクラス，Ｂクラス又はＣクラスに分類（以下「耐震重要度分類」という。）し，それぞれに応じた地震力に十分耐えられる設計する。

(3) 建物・構築物及び土木構造物（屋外重要土木構造物及びその他の土木構造物）については，耐震重要度分類の各クラスに応じて算定する地震力が作用した場合においても，接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置する。

(4) Ｓクラスの施設（(6)に記載のもののうち，津波防護機能を有する設備（以下「津波防護施設」という。），浸水防止機能を有する設備（以下「浸水防止設備」という。）及び敷地における津波監視機能を有する施設（以下「津波監視設備」という。）を除く。）について，静的地震力は，水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。

(5) Ｓクラスの施設（(6)に記載のもののうち，津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）は，基準地震動Ｓ$_{s}$による地震力に対してその安全機能が保持できる設計とする。建物・構築物は，基準地震動Ｓ$_{s}$による地震力に対して，構造物全体として変形能力(終局耐力時の変形)について十分な余裕を有するように，機器・配管系については，塑性ひずみが生じる場合であっても，その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し，その施設の機能を保持できるように設計する。

また，弾性設計用地震動Ｓ$_{d}$による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられる設計とする。

(6) 屋外重要土木構造物，津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物は，基準地震動Ｓ$_{s}$による地震力に対して，それぞれの施設に要求される機能が保持できる設計とする。

新設屋外重要土木構造物の構造部材の曲げについては許容応力度，構造部材のせん断については許容せん断応力度を許容限界の基本とするが，構造部材のうち，鉄筋コンクリートの曲げについては限界層間変形角又は終局曲率，鋼材の曲げについては終局曲

率，鉄筋コンクリート及び鋼材のせん断についてはせん断耐力を許容限界とする場合もある。既設屋外重要土木構造物の構造部材のうち，鉄筋コンクリートの曲げについては限界層間変形角又は終局曲率，鋼材の曲げについては終局曲率，鉄筋コンクリート及び鋼材のせん断についてはせん断耐力を許容限界とする。

なお，限界層間変形角，終局曲率及びせん断耐力に対しては妥当な安全余裕を持たせた許容限界とし，それぞれの安全余裕については各施設の機能要求等を踏まえ設定する。

津波防護施設及び浸水防止設備が設置された建物・構築物については，当該施設及び建物・構築物が構造物全体として変形能力及び安定性について十分な余裕を有するとともに，その施設に要求される機能が保持できるものとする。浸水防止設備及び津波監視設備については，その施設に要求される機能が保持できるものとする。

基準地震動S_sによる地震力は，水平２方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとする。

また，重大事故等対処施設を津波から防護するための津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物についても同様の設計方針とする。

(7) Ｂクラスの施設は，静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられる設計とする。

また，共振のおそれのあるものについては，その影響についての検討を行う。その場合，検討に用いる地震動は，弾性設計用地震動S_dに２分の１を乗じたものとする。当該地震動による地震力は，水平２方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとし，Ｓ

クラス施設と同様に許容限界の範囲内に留まることを確認する。

(8) Ｃクラスの施設は，静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられる設計とする。

(9) 耐震重要施設は，耐震重要度分類の下位のクラスに属するもの（資機材等含む）の波及的影響によって，その安全機能を損なわない設計とする。

(10) 設計基準対象施設の構造計画及び配置計画に際しては，地震の影響が低減されるように考慮する。

1.2 適用規格

適用する規格としては，既往工認で適用実績がある規格のほか，最新の規格基準についても技術的妥当性及び適用性を示したうえで適用可能とする。

なお，規格基準に規定のない評価手法等を用いる場合は，既往研究等において試験，研究等により妥当性が確認されている手法，設定等について，適用条件，適用範囲に留意し，その適用性を確認した上で用いる。

既往工認で実績のある適用規格を以下に示す。

・「原子力発電所耐震設計技術指針 ＪＥＡＧ4601－1987」（社）日本電気協会

・「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 ＪＥＡＧ4601・補 - 1984」（社）日本電気協会

・「原子力発電所耐震設計技術指針 ＪＥＡＧ4601－1991 追補版」（社）日本電気協会（以降，「ＪＥＡＧ4601」と記載しているものは上記３指針を指す。）

・建築基準法・同施行令

・鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－（（社）

日本建築学会，1999 改定）

・原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（(社）日本建築学会，2005 制定）

・鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（(社）日本建築学会，2005 改定）

・鉄骨鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説－許容応力度設計と保有水平耐力－（(社）日本建築学会，2001 改定）

・建築耐震設計における保有耐力と変形性能（(社）日本建築学会，1990 改定）

・建築基礎構造設計指針（(社）日本建築学会，2001 改定）

・各種合成構造設計指針・同解説（(社）日本建築学会 2010）

・発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格（(社）日本機械学会，2003）

・コンクリート標準示方書［構造性能照査編］(（社）土木学会，2002 年制定）

・道路橋示方書（Ⅰ 共通編・Ⅳ 下部構造編）・同解説（社）日本道路協会，平成 14 年 3 月）

・道路橋示方書（Ⅴ 耐震設計編）・同解説（社）日本道路協会，平成 14 年 3 月）

・水道施設耐震工法指針･解説（(社)日本水道協会,1997 年版）

・地盤工学会基準（JGS1521－2003）地盤の平板載荷試験方法

・地盤工学会基準（JGS3521－2004）剛体載荷板による岩盤の平板載荷試験方法

ただし，ＪＥＡＧ4601 に記載されているA_Sクラスを含むＡクラスの施設をＳクラスの施設とした上で，基準地震動S_2，S_1をそれぞれ基準地震動

S_s，弾性設計用地震動S_dと読み替える。

なお，Aクラスの施設をSクラスと読み替える際には基準地震動S_s及び弾性設計用地震動S_dを適用するものとする。

また，「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」（昭和 55 年通商産業省告示第 501 号，最終改正平成 15 年 7 月 29 日経済産業省告示第 277 号）に関する内容については，「発電用原子力設備規格 設計・建設規格(2005 年版(2007 年追補版を含む))〈第Ⅰ編 軽水炉規格〉JSME S NC1-2005/2007」(日本機械学会)に従うものとする。

2. 耐震設計上の重要度分類

2.1 重要度分類の基本方針

設計基準対象施設の耐震設計上の重要度を次のように分類する。

(1) Sクラスの施設

地震により発生するおそれがある事象に対して，原子炉を停止し，炉心を冷却するために必要な機能を持つ施設，自ら放射性物質を内蔵している施設，当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設，これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し，放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設，並びに地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって，その影響が大きい施設

(2) Bクラスの施設

安全機能を有する施設のうち，機能喪失した場合の影響がSクラスの施設と比べ小さい施設

(3) Cクラスの施設

Ｓクラスに属する施設及びＢクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設

2.2 耐震重要度分類

耐震重要度分類について第１部第 1.3－1 表に示す。なお，同表には当該施設を支持する構造物の支持機能が維持されることを確認する地震動及び波及的影響を考慮すべき施設に適用する地震動についても併記する。

3. 設計用地震力

3.1 地震力の算定法

耐震設計に用いる地震力の算定は以下の方法による。

(1) 静的地震力

静的地震力は，Ｓクラスの施設(津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を除く)，Ｂクラス及びＣクラスの施設に適用することとし，それぞれ耐震重要度分類に応じて，以下の地震層せん断力係数C_i及び震度に基づき算定するものとする。

a. 建物・構築物

水平地震力は，地震層せん断力係数C_iに，次に示す施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じ，さらに当該層以上の重量を乗じて算定するものとする。

Ｓクラス 3.0

Ｂクラス 1.5

Ｃクラス 1.0

ここで，地震層せん断力係数C_iは，標準せん断力係数C_0を 0.2 以上とし，建物・構築物の振動特性，地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

また，必要保有水平耐力の算定においては，地震層せん断力係数C_iに乗じる施設の耐震重要度分類に応じた係数は，Ｓクラス，Ｂクラス及びＣクラスともに 1.0 とし，その際に用いる標準せん断力係数C_0は 1.0 以上とする。

Ｓクラスの施設については，水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。鉛直地震力は，震度 0.3 以上を基準とし，建物・構築物の振動特性，地盤の種類等を考慮し，高さ方向に一定として求めた鉛直震度より算定するものとする。

b.　機器・配管系

静的地震力は，上記 a. に示す地震層せん断力係数C_iに施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度として，当該水平震度及び上記 a. の鉛直震度をそれぞれ 20%増しとした震度より求めるものとする。

Ｓクラスの施設については，水平地震力と鉛直地震力は同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。ただし，鉛直震度は高さ方向に一定とする。

c.　土木構造物（屋外重要土木構造物及びその他の土木構造物）

土木構造物の静的地震力は，ＪＥＡＧ4601 の規定を参考に，Ｃクラスの建物・構築物に適用される静的地震力を考慮する。

上記 a. 及び b. 並びに c. の標準せん断力係数C_0等の割増し係数の適用については，耐震性向上の観点から，一般産業施設及び公共施設等の耐震基準との関係を考慮して決定する。

(2) 動的地震力

動的地震力は，Ｓクラスの施設，屋外重要土木構造物及びＢクラスの施設のうち共振のおそれのあるものに適用する。Ｓクラスの施設（津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）については，基準地震

動S_s及び弾性設計用地震動S_dから定める入力地震動を適用する。

基準地震動S_sは，敷地ごとに震源を特定して策定する地震動及び震源を特定せず策定する地震動について，敷地の解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定する。また，弾性設計用地震動S_dは，基準地震動S_sとの応答スペクトルの比率が目安として0.5を下回らない値とし，さらに応答スペクトルに基づく地震動評価による基準地震動S_s－Ｄ１に対しては，「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（昭和56年7月20日原子力安全委員会決定，平成13年3月29日一部改訂)」に基づいた「原子炉設置変更許可申請書（平成11年3月10日許可／平成09・09・18資第5号)」の「添付書類六　変更後に係る原子炉施設の場所に関する気象，地盤，水理，地震，社会環境等の状況に関する説明書　3.2.6.3　基準地震動」における基準地震動S_1を踏まえて設定する。具体的には，工学的判断より基準地震動S_s－１１，１２，１３，１４，２１，２２，３１に係数0.5を乗じた地震動，基準地震動S_s－Ｄ１に対しては，基準地震動S_1も踏まえて設定した係数0.5を乗じた地震動を弾性設計用地震動S_dとして設定する。基準地震動S_s及び弾性設計用地震動S_dの最大加速度等を第1表及び第2表に示すとともに，基準地震動S_sの設計用応答スペクトルを第1図～第3図に，弾性設計用地震動S_dの設計用応答スペクトルを第4図～第6図に示す。

Ｂクラスの施設のうち共振のおそれのあるものについては，弾性設計用地震動S_dから定める入力地震動の振幅を２分の１にしたものによる地震力を適用する。

屋外重要土木構造物，津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物については，基準地震動S_sによる地震力を適用する。

動的解析においては，地盤の諸定数も含めて材料のばらつきによる変動幅を適切に考慮する。

3.2 設計用地震力

設計用地震力については別添－１に示す。

4. 荷重の組合せと許容限界

4.1 基本方針

耐震設計における荷重の組合せと許容限界は以下による。

(1) 耐震設計上考慮する状態

地震以外に設計上考慮する状態を以下に示す。

a. 建物・構築物

以下の(a)～(c)の状態を考慮する。

(a) 運転時の状態

発電用原子炉施設が運転状態にあり，通常の自然条件下におかれている状態。

ただし，運転状態には通常運転時，運転時の異常な過渡変化時を含むものとする。

(b) 設計基準事故時の状態

発電用原子炉施設が設計基準事故時にある状態。

(c) 設計用自然条件

設計上基本的に考慮しなければならない自然条件（風，積雪等)。

b. 機器・配管系

以下の(a)～(d)の状態を考慮する。

(a) 通常運転時の状態

発電用原子炉の起動，停止，出力運転，高温待機及び燃料取替等が計画的又は頻繁に行われた場合であって，運転条件が所定の制限値以内にある運転状態。

(b) 運転時の異常な過渡変化時の状態

通常運転時に予想される機械又は器具の単一の故障若しくはその誤作動又は運転員の単一の誤操作及びこれらと類似の頻度で発生すると予想される外乱によって発生する異常な状態であって，当該状態が継続した場合には炉心又は原子炉冷却材圧力バウンダリの著しい損傷が生ずるおそれがあるものとして安全設計上想定すべき事象が発生した状態。

(c) 設計基準事故時の状態

発生頻度が運転時の異常な過渡変化より低い異常な状態であって，当該状態が発生した場合には発電用原子炉施設から多量の放射性物質が放出するおそれがあるものとして安全設計上想定すべき事象が発生した状態。

(d) 設計用自然条件

設計上基本的に考慮しなければならない自然条件（風，積雪等）。

c. 土木構造物

以下の(a)～(c)の状態を考慮する。

(a) 運転時の状態

発電用原子炉施設が運転状態にあり，通常の自然条件下におかれている状態。

ただし，運転状態には通常運転時，運転時の異常な過渡変化時を含むものとする。

(b) 設計基準事故時の状態

発電用原子炉施設が設計基準事故時にある状態。

(c) 設計用自然条件

設計上基本的に考慮しなければならない自然条件（風，積雪等）。

(2) 荷重の種類

a. 建物・構築物

以下の(a)～(d)の荷重とする。

(a) 発電用原子炉のおかれている状態にかかわらず常時作用している荷重，すなわち固定荷重，積載荷重，土圧，水圧及び通常の気象条件による荷重

(b) 運転時の状態で施設に作用する荷重

(c) 設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重

(d) 地震力，風荷重，積雪荷重等

ただし，運転時の状態及び設計基準事故時の状態での荷重には，機器・配管系から作用する荷重が含まれるものとし，地震力には地震時の土圧，機器・配管系からの反力，スロッシング等による荷重が含まれるものとする。

b. 機器・配管系

以下の(a)～(d)の荷重とする。

(a) 通常運転時の状態で施設に作用する荷重。

(b) 運転時の異常な過渡変化時の状態で施設に作用する荷重。

(c) 設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重。

(d) 地震力，風荷重，積雪荷重等。

ただし，地震力にはスロッシング等による荷重が含まれるものとする。

c. 土木構造物

以下の(a)～(d)の荷重とする。

(a) 発電用原子炉のおかれている状態にかかわらず常時作用している荷重，すなわち固定荷重，積載荷重，土圧，水圧及び通常の気象条件による荷重。

(b) 運転時の状態で施設に作用する荷重。

(c) 設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重。

(d) 地震力，風荷重，積雪荷重等。

ただし，運転時の状態及び設計基準事故時の状態での荷重には，機器・配管系から作用する荷重が含まれるものとし，地震力には地震時の土圧，機器・配管系からの反力，スロッシング等による荷重が含まれるものとする。

(3) 荷重の組合せ

(2)で定めた地震力と他の荷重との組合せは以下による。

a. 建物・構築物（d.に記載のものを除く。）

(a) Ｓクラスの建物・構築物については，常時作用している荷重及び運転時（通常運転時又は運転時の異常な過渡変化時）に施設に作用する荷重と地震力とを組み合わせる。

(b) Ｓクラスの建物・構築物については，常時作用している荷重及び設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重のうち長時間その作用が続く荷重と弾性設計用地震動S_dによる地震力又は静的地震力とを組み合わせる。

(c) Ｂクラス及びＣクラスの建物・構築物については，常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重と，動的地震力又は静的地震力とを組み合わせる。

b. 機器・配管系（d.に記載のものを除く。）

(a) Ｓクラスの機器・配管系については，通常運転時の状態で施設に作用する荷重と地震力とを組み合わせる。

(b) Ｓクラスの機器・配管系については，運転時の異常な過渡変化時の状態及び設計基準事故時の状態のうち地震によって引き起こされるおそれのある事象によって作用する荷重と地震力とを組み合わせる。

(c) Ｓクラスの機器・配管系については，運転時の異常な過渡変化時の状態及び設計基準事故時の状態のうち地震によって引き起こされるおそれのない事象であっても，いったん事故が発生した場合，長時間継続する事象による荷重は，その事故事象の発生確率，継続時間及び地震動の年超過確率の関係を踏まえ，適切な地震力と組み合わせる。

(d) Ｂクラス及びＣクラスの機器・配管系については，通常運転時の状態で施設に作用する荷重及び運転時の異常な過渡変化時の状態で作用する荷重と，動的地震力又は静的地震力を組み合わせる。

c. 土木構造物

(a) 屋外重要土木構造物については，常時作用している荷重及び運転時（通常運転時又は運転時の異常な過渡変化時）の状態で施設に作用する荷重と地震力とを組み合わせる。

(b) その他の土木構造物については，常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重と，動的地震力又は静的地震力を組み合わせる。

d. 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物

(a) 津波防護施設及び浸水防止設備が設置された建物・構築物については，常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重

と基準地震動Ｓ$_s$による地震力とを組み合わせる。

(b) 浸水防止設備及び津波監視設備については，常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重等と基準地震動Ｓ$_s$による地震力とを組み合わせる。

なお，上記 d.(a)，(b)については，地震と津波が同時に作用する可能性について検討し，必要に応じて基準地震動Ｓ$_s$による地震力と津波による荷重の組合せを考慮する。また，津波以外による荷重については，「(2)荷重の種類」に準じるものとする。

e. 荷重の組合せ上の留意事項

(a) 動的地震力については，水平２方向と鉛直方向の地震力とを適切に組み合わせて算定するものとする。

(b) ある荷重の組合せ状態での評価が明らかに厳しい場合には，その妥当性を示した上で，その他の荷重の組合せ状態での評価は行わないものとする。

(c) 複数の荷重が同時に作用し，それらの荷重による応力の各ピークの生起時刻に明らかなずれがある場合には，その妥当性を示した上で，必ずしもそれぞれの応力のピーク値を重ねなくてもよいものとする。

(d) 上位の耐震クラスの施設を支持する建物・構築物の当該部分の支持機能を確認する場合においては，支持される施設の耐震重要度分類に応じた地震力と，常時作用している荷重，運転時の状態で施設に作用する荷重及びその他必要な荷重とを組み合わせる。

第１部第 1.3－1 表に対象となる建物・構築物及びその支持機能が維持されていることを検討すべき地震動等について記載する。

(e) 地震と組み合わせる自然荷重として，風及び積雪を考慮し，風荷重及び積雪荷重については，施設の設置場所，構造等を考慮して，地

震荷重と組み合わせる。

(4) 許容限界

各施設の地震力と他の荷重とを組み合わせた状態に対する許容限界は以下のとおりとし，ＪＥＡＧ4601 等の安全上適切と認められる規格及び基準又は試験等で妥当性が確認されている値を用いる。

a. 建物・構築物（d. に記載のものを除く。）

(a) Ｓクラスの建物・構築物

イ．弾性設計用地震動S_dによる地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界

建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

ただし，冷却材喪失事故時に作用する荷重との組合せ（原子炉格納容器バウンダリを構成する施設における長期的荷重との組合せを除く。）に対しては，下記ロ．に示す許容限界を適用する。

ロ．基準地震動S_sによる地震力との組合せに対する許容限界

建物・構築物が構造物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有し，終局耐力に対して妥当な安全余裕をもたせることとする。なお，終局耐力は，建物・構築物に対する荷重又は応力を漸次増大していくとき，その変形又はひずみが著しく増加するに至る限界の最大耐力とし，既往の実験式等に基づき適切に定めるものとする。

(b) Ｂクラス及びＣクラスの建物・構築物

上記(a)イ.による許容応力度を許容限界とする。

(c) 耐震重要度の異なる施設を支持する建物・構築物

上記(a)ロ.の項を適用するほか，耐震重要度の異なる施設がそれを

支持する建物・構築物が，変形等に対して，その支持機能が損なわないものとする。なお，当該施設を支持する建物・構築物の支持機能が維持されることを確認する際の地震動は，支持される施設に適用される地震動とする。

(d) 建物・構築物の保有水平耐力

建物・構築物については，当該建物・構築物の保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して耐震重要度分類に応じた安全余裕を有していることを確認する。

b. 機器・配管系（d. に記載のものを除く）

(a) Ｓクラスの機器・配管系

イ． 弾性設計用地震動S_dによる地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界

応答が全体的におおむね弾性状態に留まることとする。

ただし，冷却材喪失事故時に作用する荷重との組合せ（原子炉格納容器バウンダリを構成する設備及び非常用炉心冷却設備等における長期的荷重との組合せを除く。）に対しては，下記(a)ロ.に示す許容限界を適用する。

ロ． 基準地震動S_sによる地震力との組合せに対する許容限界

塑性ひずみが生じる場合であっても，その量が微小なレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し，その施設に要求される機能に影響を及ぼすことがない限度に応力，荷重等を制限する。

また，地震時又は地震後に動的機能が要求される機器等については，基準地震動S_sに対する応答に対して，実証試験等により確認されている機能維持加速度等を許容限界とする。動的機能維持の評価については別添－２に示す。

(b) Ｂクラス及びＣクラスの機器・配管系

応答が全体的におおむね弾性状態に留まることとする。

(c) チャンネル・ボックス

地震時に作用する荷重に対して，燃料集合体の冷却材流路を維持できること及び過大な変形や破損を生ずることにより制御棒の挿入が阻害されることがないこととする。

c. 土木構造物

(a) 屋外重要土木構造物

イ. 静的地震力との組合せに対する許容限界

安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

ロ. 基準地震動S_sによる地震力との組合せに対する許容限界

新設屋外重要土木構造物の構造部材の曲げについては許容応力度，構造部材のせん断については許容せん断応力度を許容限界の基本とするが，構造部材のうち，鉄筋コンクリートの曲げについては限界層間変形角又は終局曲率，鋼材の曲げについては終局曲率，鉄筋コンクリート及び鋼材のせん断についてはせん断耐力を許容限界とする場合もある。既設屋外重要土木構造物の構造部材のうち，鉄筋コンクリートの曲げについては限界層間変形角又は終局曲率，鋼材の曲げについては終局曲率，鉄筋コンクリート及び鋼材のせん断についてはせん断耐力を許容限界とする。

なお，限界層間変形角，終局曲率及びせん断耐力に対しては妥当な安全余裕を持たせた許容限界とし，それぞれの安全余裕については各施設の機能要求等を踏まえ設定する。

(b) その他の土木構造物

安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

d. 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物

津波防護施設及び浸水防止設備が設置された建物・構築物については，当該施設及び建物・構築物が構造物全体として変形能力（終局耐力時の変形）及び安定性について十分な余裕を有するとともに，その施設に要求される機能（津波防護機能及び浸水防止機能）が保持できるものとする。

浸水防止設備及び津波監視設備については，その施設に要求される機能（浸水防止機能及び津波監視機能）が保持できるものとする。

e. 基礎地盤の支持性能

(a) Ｓクラスの建物・構築物及びＳクラスの機器・配管系（津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）の基礎地盤

イ． 弾性設計用地震動S_dによる地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界

接地圧に対して，安全上適切と認められる規格及び基準等による地盤の短期許容支持力度を許容限界とする。

ロ． 基準地震動S_sによる地震力との組合せに対する許容限界

接地圧が，安全上適切と認められる規格及び基準等による地盤の極限支持力度に対して妥当な余裕を有することを確認する。

(b) 屋外重要土木構造物，津波防護施設及び浸水防止設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物の基礎地盤

イ． 基準地震動S_sによる地震力との組合せに対する許容限界

上記(a)ロ．による許容支持力度を許容限界とする。

(c)　Ｂクラス及びＣクラスの建物・構築物，Ｂクラス及びＣクラスの機器・配管系及びその他の土木構造物を支持する基礎地盤

上記(a)イ．による許容支持力度を許容限界とする。

5. 地震応答解析の方針

5.1 建物・構築物

(1) 入力地震動

原子炉建屋設置位置付近は，地盤調査の結果，新第三系鮮新統～第四系下部更新統の久米層が分布している。ボーリング孔で実施したＰＳ検層から得られたEL.－400mまでの久米層のＳ波速度は，深度方向に増大する傾向を示し平均0.38km／s～0.79km／sであり，EL.－370m以深ではＳ波速度が0.7km／s以上であることが確認されている。したがって，EL.－370mの位置を解放基盤表面として設定する。なお，Ｓ波速度と標高についての関係を第7図に示す。Ｓ波速度Ｖｓ（km／s）と標高Ｚ（m）との関係は次式で近似される。

$$Vs = 0.433 - 7.71 \times 10^{-4} \cdot Z$$

解析に用いる解放基盤のＳ波速度は，標高ＺをEL.－370mとして算定される0.718km／sとする。

建物・構築物の地震応答解析における入力地震動は，解放基盤表面で定義される基準地震動S_s及び弾性設計用地震動S_dを基に，対象建物・構築物の地盤条件を適切に考慮したうえで，必要に応じ２次元ＦＥＭ解析または１次元波動論により，地震応答解析モデルの入力位置で評価した入力地震動を設定する。地盤条件を考慮する場合には，地震動評価で考慮した敷地全体の地下構造との関係や対象建物・構築物位置と炉心位置での地

質・速度構造の違いにも留意し，地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮する。また，必要に応じ敷地における観測記録による検証や最新の科学的・技術的知見を踏まえ設定する。特に杭を介して岩盤に支持された建物・構築物については杭の拘束効果についても適切に考慮する。弾性設計用地震動Ｓ$_d$及び静的地震力による評価については別添－３に示す。

また，耐震Ｂクラスの建物・構築物のうち共振のおそれがあり，動的解析が必要なものに対しては，弾性設計用地震動Ｓ$_d$を1／2倍したものを用いる。

(2) 解析方法及び解析モデル

動的解析による地震力の算定に当たっては，地震応答解析手法の適用性及び適用限界等を考慮のうえ，適切な解析法を選定するとともに，建物・構築物に応じた適切な解析条件を設定する。また，原則として，建物・構築物の地震応答解析及び床応答曲線の策定は，線形解析及び非線形解析に適用可能な時刻歴応答解析法による。

建物・構築物の動的解析において，地震時における地盤の有効応力の変化に伴う影響を考慮する場合には，有効応力解析を実施する。有効応力解析に用いる液状化強度特性は，敷地の原地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で保守性を考慮して設定することを基本とする。保守的な配慮として地盤を強制的に液状化させることを仮定した影響を考慮する場合には，原地盤よりも十分に小さい液状化強度特性（敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性）を設定する。

建物・構築物の地震応答解析に当たっては，建物・構築物の剛性はそれらの形状，構造特性等を十分考慮して評価し，集中質点系等に置換した解析モデルを設定する。

動的解析には，建物・構築物と地盤との相互作用を考慮するものとし，解析モデルの地盤のばね定数は，基礎版の平面形状，基礎側面と地盤の接触状況及び地盤の剛性等を考慮して定める。各入力地震動が接地率に与える影響を踏まえて，地盤ばねには必要に応じて，基礎浮上りによる非線形性又は誘発上下動を考慮できる浮上り非線形性を考慮するものとする。設計用地盤定数は，原則として，弾性波試験によるものを用いる。

地震応答解析に用いる材料定数については，地盤の諸定数も含めて材料のばらつきによる変動幅を適切に考慮する。また，材料のばらつきによる変動が建物・構築物の振動性状や応答性状に及ぼす影響として考慮すべき要因を選定した上で，選定された要因を考慮した動的解析により設計用地震力を設定する。

建物・構築物の３次元応答性状及びそれによる機器・配管系への影響については，建物・構築物の３次元ＦＥＭモデルによる解析に基づき，施設の重要性，建屋規模，構造特性を考慮して評価する。３次元応答性状等の評価は，周波数応答解析法による。

5.2 機器・配管系

(1) 入力地震動又は入力地震力

機器・配管系の地震応答解析における入力地震動又は入力地震力は，基準地震動S_s及び弾性設計用地震動S_d，又は当該機器・配管系の設置床における設計用床応答曲線又は時刻歴応答波とする。弾性設計用地震動S_dによる評価については別添－３に示す。

また，耐震Ｂクラスの機器・配管系のうち共振のおそれがあり，動的解析が必要なものに対しては，弾性設計用地震動S_dを基に作成した設計用床応答曲線の応答加速度を1／2倍したものを用いる。

(2) 解析方法及び解析モデル

動的解析による地震力の算定に当たっては，地震応答解析手法の適用性及び適用限界等を考慮のうえ，適切な解析法を選定するとともに解析条件として考慮すべき減衰定数，剛性等の各物性値は適切な規格・基準，あるいは実験等の結果に基づき設定する。

また，評価に当たっては建物・構築物の剛性及び地盤物性のばらつき等を適切に考慮する。

機器の解析に当たっては，形状，構造特性等を考慮して，代表的な振動モードを適切に表現できるよう１質点系モデル，多質点系モデル等に置換し，設計用床応答曲線を用いたスペクトルモーダル解析法又は時刻歴応答解析法により応答を求める。配管系については，振動モードを適切に表現できるモデルを作成し，設計用床応答曲線を用いたスペクトルモーダル解析法又は時刻歴応答解析法により応答を求める。

スペクトルモーダル解析法及び時刻歴応答解析法の選択に当たっては，衝突・すべり等の非線形現象を模擬する観点又は既往研究の知見を取り入れ実機の挙動を模擬する観点で，建物・構築物の剛性及び地盤物性のばらつき等への配慮を考慮しつつ時刻歴応答解析法を用いる等，解析対象とする現象，対象設備の振動特性・構造特性等を考慮し適切に選定する。

また，応答解析モデルは設備の３次元的な広がり及び当該設備の対称性を踏まえ，応答を適切に評価できる場合は１次元モデルや２次元モデルを用い，３次元的な応答性状を把握する必要がある場合は３次元的な配置をモデル化する等，その応答を適切に評価できるモデルを用いることとし，水平２方向及び鉛直方向の応答成分について適切に組み合わせるものとする。

なお，剛性の高い機器は，その機器の設置床面の最大応答加速度の 1.2 倍の加速度を震度として作用させて構造強度評価に用いる地震力を算定する。

5.3 屋外重要土木構造物

(1) 入力地震動

屋外重要土木構造物の地震応答解析における入力地震動は，解放基盤表面で定義される基準地震動S_sを基に，対象構造物の地盤条件を適切に考慮したうえで，必要に応じ２次元ＦＥＭ解析または１次元波動論により，地震応答解析モデルの入力位置で評価した入力地震動を設定する。地盤条件を考慮する場合には，地震動評価で考慮した敷地全体の地下構造との関係にも留意し，地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮する。

また，必要に応じ敷地における観測記録による検証や最新の科学的・技術的知見を踏まえ設定する。静的地震力による評価については別添－３を参照。

(2) 解析方法及び解析モデル

動的解析による地震力の算定に当たっては，地震応答解析手法の適用性及び適用限界等を考慮のうえ，適切な解析法を選定するとともに，各構造物に応じた適切な解析条件を設定する。地震応答解析は，構造物と地盤の相互作用を考慮できる連成系の地震応答解析手法とし，地盤及び構造物の地震時における非線形挙動の有無や程度に応じて，線形，等価線形，非線形解析のいずれかにて行う。地震時における地盤の有効応力の変化に伴う影響を考慮する場合には，有効応力解析を実施する。有効応力解析に用いる液状化強度特性は，敷地の原地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で保守性を考慮して設定することを基本とする。保守的な配慮として地盤を強制的に液状化させることを仮

定した影響を考慮する場合には，原地盤よりも十分に小さい液状化強度特性（敷地に存在しない豊浦標準砂に基づく液状化強度特性）を設定する。なお，地震応答解析では，水平地震動と鉛直地震動の同時加振を基本とするが，構造物の応答特性により水平２方向の同時性を考慮する必要がある場合は，水平２方向の組合せについて適切に評価する。

(3) 評価対象断面

屋外重要土木構造物の評価対象断面については，構造物の形状・配置等により耐震上の弱軸，強軸が明確である場合，構造の安定性に支配的である弱軸方向を対象とする。

また，評価対象断面位置については，構造物の配置や荷重条件等を考慮し，耐震評価上最も厳しくなると考えられる位置を評価対象とする。

屋外重要土木構造物の耐震評価における評価断面選定の考え方を別添－６に示す。

5.4 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物

(1) 入力地震動

津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物の地震応答解析における入力地震動は，解放基盤表面で定義される基準地震動S_sを基に，構造物の基礎地盤条件等を考慮し設定する。なお，敷地内の詳細な地盤条件を考慮する場合には，地震動評価で考慮した敷地全体の地下構造との関係にも留意する。

(2) 解析方法及び解析モデル

動的解析による地震力の算定については，5.1(2)，5.2(2)及び 5.3(2)によるものとする。

6. 設計用減衰定数

応答解析に用いる減衰定数は，ＪＥＡＧ4601 に記載されている減衰定数を設備の種類，構造等により適切に選定するとともに，試験等で妥当性が確認された値も用いる。

なお，建物・構築物の地震応答解析に用いる鉄筋コンクリートの減衰定数の設定については，既往の知見に加え，既設施設の地震観測記録等により，その妥当性について検討する。

地盤と屋外重要土木構造物の連成系地震応答解析モデルの減衰定数については，地中構造物としての特徴，同モデルの振動特性を考慮して適切に設定する。

7. 耐震重要施設の安全機能への下位クラス施設の波及的影響

耐震重要施設は，耐震重要度分類の下位のクラスに属する施設（以下「下位クラス施設」という。）の波及的影響によって，その安全機能を損なわないように設計する。

波及的影響については，耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用して評価を行う。なお，地震動又は地震力の選定に当たっては，施設の配置状況，使用時間等を踏まえて適切に設定する。また，波及的影響においては水平 2 方向及び鉛直方向の地震力が同時に作用する場合に影響を及ぼす可能性のある施設を選定し評価する。

波及的影響については，以下に示す(1)～(4)の4つの事項について検討を行う。

また，原子力発電所の地震被害情報等から新たに検討すべき事項が抽出された場合は，これを追加する。

(1)　設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する不等沈下又は相対変位に

よる影響

a. 不等沈下

耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に伴う不等沈下による耐震重要施設の安全機能への影響

b. 相対変位

耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に伴う下位クラス施設と耐震重要施設の相対変位による耐震重要施設の安全機能への影響

(2) 耐震重要施設と下位のクラスの施設との接続部における相互影響

耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に伴う耐震重要施設に接続する下位クラス施設の損傷による耐震重要施設の安全機能への影響

(3) 建屋内における下位のクラスの施設の損傷，転倒及び落下等による耐震重要施設への影響

耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に伴う建屋内の下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等による耐震重要施設の安全機能への影響

(4) 建屋外における下位のクラスの施設の損傷，転倒及び落下等による耐震重要施設への影響

耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に伴う建屋外の下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等による耐震重要施設の安全機能への影響

なお，上記(1)～(4)の検討に当たっては，地震に起因する溢水及び火災の観点からも波及的影響がないことを確認する。

上記観点で抽出した下位クラス施設について，抽出した過程と結果を別添－４に示す。

8. 水平２方向及び鉛直方向の地震力の組合せに関する影響評価方針

水平2方向及び鉛直方向の地震力の組合せについて，従来の設計手法にお

ける水平1方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた耐震計算に対して，施設の構造特性から水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性があるものを抽出し，施設が有する耐震性に及ぼす影響を評価する。

評価に当たっては，施設の構造特性から水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を受ける部位を抽出し，その部位について水平2方向及び鉛直方向の荷重や応力を算出し，施設が有する耐震性への影響を確認する。なお，本方針の詳細を別添－５に示す。

(1)　建物・構築物

・建物・構築物における耐震評価上の構成部位を整理し，各建屋において，該当する耐震評価上の構成部位を網羅的に確認する。

・建物・構築物における耐震評価上の構成部位について，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される応答特性を整理する。

・整理した耐震評価上の構成部位について，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される応答特性のうち，荷重の組合せによる応答特性を検討する。水平2方向及び鉛直方向地震力に対し，荷重の組合せによる応答特性により，有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

・３次元的な応答特性が想定される部位として抽出された部位について，３次元ＦＥＭモデルを用いた精査を実施し，水平2方向及び鉛直方向地震力により，有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

・上記で抽出されなかった部位についても，局所応答の観点から，３次元ＦＥＭモデルによる精査を実施し，水平2方向及び鉛直方向地震力により，有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

・評価対象として抽出した耐震評価上の構成部位について，構造部材の発生応力等を適切に組み合わせることで，各部位の設計上の許容値に対す

る評価を実施し，各部位が有する耐震性への影響を評価する。

(2)　機器・配管系

・基準地震動Ｓ$_s$で評価を行う各設備を代表的な機種ごとに分類し，構造上の特徴から水平2方向の地震力が重複する観点，若しくは応答軸方向以外の振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点にて検討を行い，水平2方向の地震力による影響の可能性がある設備を抽出する。

・抽出された設備に対して，水平2方向及び鉛直方向に地震力が入力された場合の荷重や応力等を求め，従来の設計手法による設計上の配慮を踏まえて影響を検討する。

(3)　屋外重要土木構造物

・屋外重要土木構造物について，各構造物の構造上の特徴を踏まえ，構造形式ごとに大別する。

・従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重を抽出する。

・屋外重要土木構造物は，地中に埋設された構造であり，周辺地盤からの土圧が耐震上支配的な荷重となることから，評価対象断面に対して直交方向に作用する土圧により水平2方向及び鉛直方向の地震力による影響程度が決定される。したがって，地盤からの土圧が直接作用する部材について影響検討を行う。

・影響検討に当たっては，評価対象断面(弱軸方向)と評価対象断面に直交する縦断方向(強軸方向)の部材照査に与える影響を検討する。

(4)　津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物

・津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物について，各構造物の構造上の特徴を踏まえ，構造型式ごとに8.(1)，8.(2)及び8.(3)により影響を検

討する。

9. 構造計画と配置計画

設計基準対象施設の構造計画及び配置計画に際しては，地震の影響が低減されるように考慮する。

建物・構築物は，原則として剛構造とし，重要な建物・構築物は，地震力に対し十分な支持性能を有する地盤に支持させる。剛構造としない建物・構築物は，剛構造と同等又はそれを上回る耐震安全性を確保する。主要建屋の平面図，断面図を別添－７に示す。

機器・配管系は，応答性状を適切に評価し，適用する地震力に対して構造強度を有する設計とする。配置に自由度のあるものは，耐震上の観点から出来る限り重心位置を低くし，かつ，安定性のよい据え付け状態になるよう配置する。

また，建物・構築物の建屋間相対変位を考慮しても，建物・構築物及び機器・配管系の耐震安全性を確保する設計とする。

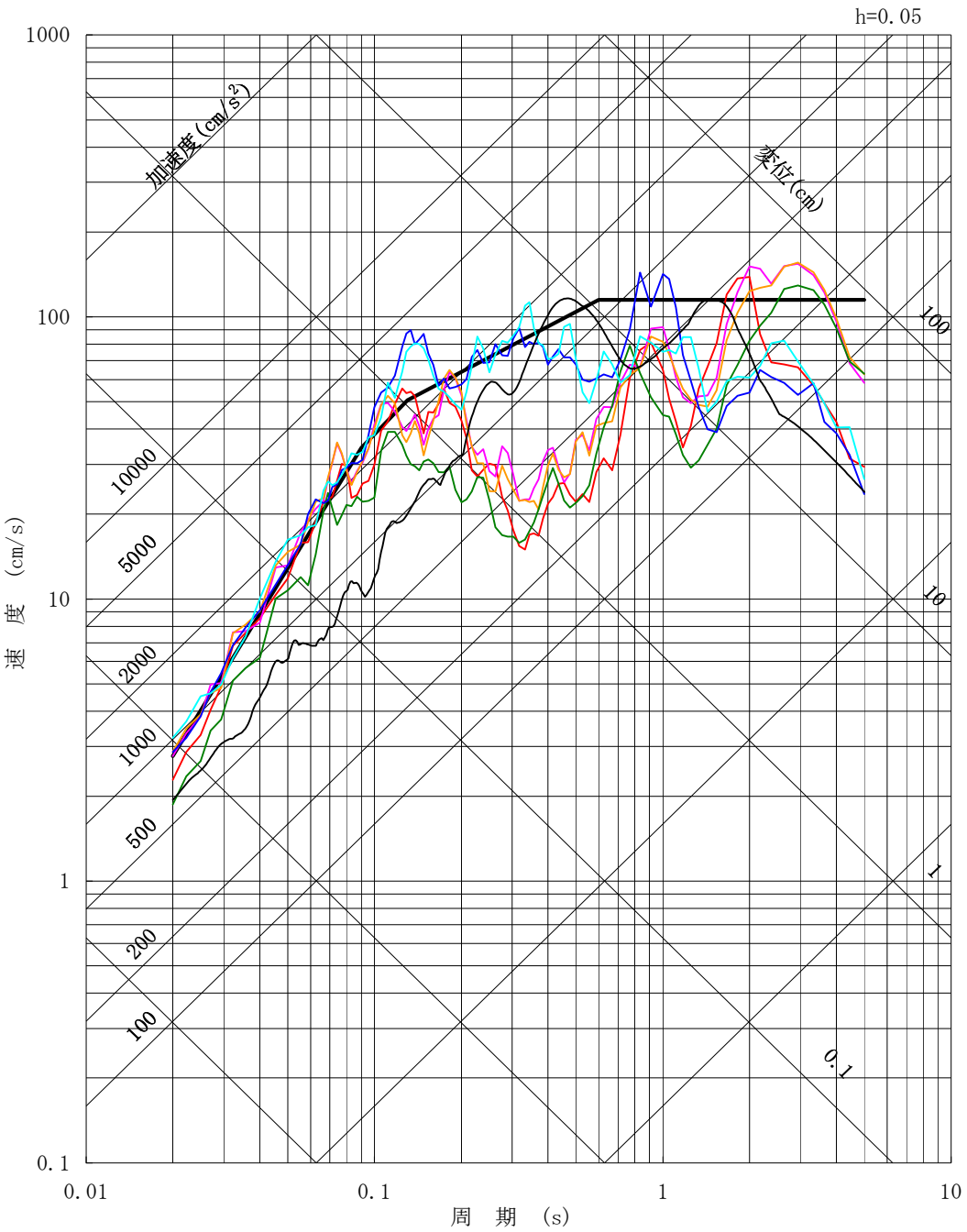
下位クラス施設は原則，耐震重要施設に対して離隔をとり配置するか，耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して耐震性を保持するか若しくは，下位クラス施設の波及的影響を想定しても耐震重要施設の有する機能を保持する設計とする。

第１表　基準地震動Ｓ$_S$の最大加速度一覧

基準地震動Ｓ$_S$		最大加速度（cm／s^2）		
		ＮＳ方向	ＥＷ方向	ＵＤ方向
Ｓ$_S$－Ｄ１	応答スペクトル手法による基準地震動	870		560
Ｓ$_S$－１１	Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層の同時活動 （短周期レベルの不確かさ，破壊開始点 1）	717	619	579
Ｓ$_S$－１２	Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層の同時活動 （短周期レベルの不確かさ，破壊開始点 2）	871	626	602
Ｓ$_S$－１３	Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層の同時活動 （短周期レベルの不確かさ，破壊開始点 3）	903	617	599
Ｓ$_S$－１４	Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層の同時活動 （断層傾斜角の不確かさ，破壊開始点 2）	586	482	451
Ｓ$_S$－２１	2011 年東北地方太平洋沖型地震 （短周期レベルの不確かさ）	901	887	620
Ｓ$_S$－２２	2011 年東北地方太平洋沖型地震 （SMGA 位置と短周期レベルの不確かさの重畳）	1009	874	736
Ｓ$_S$－３１	2004 年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震	610		280

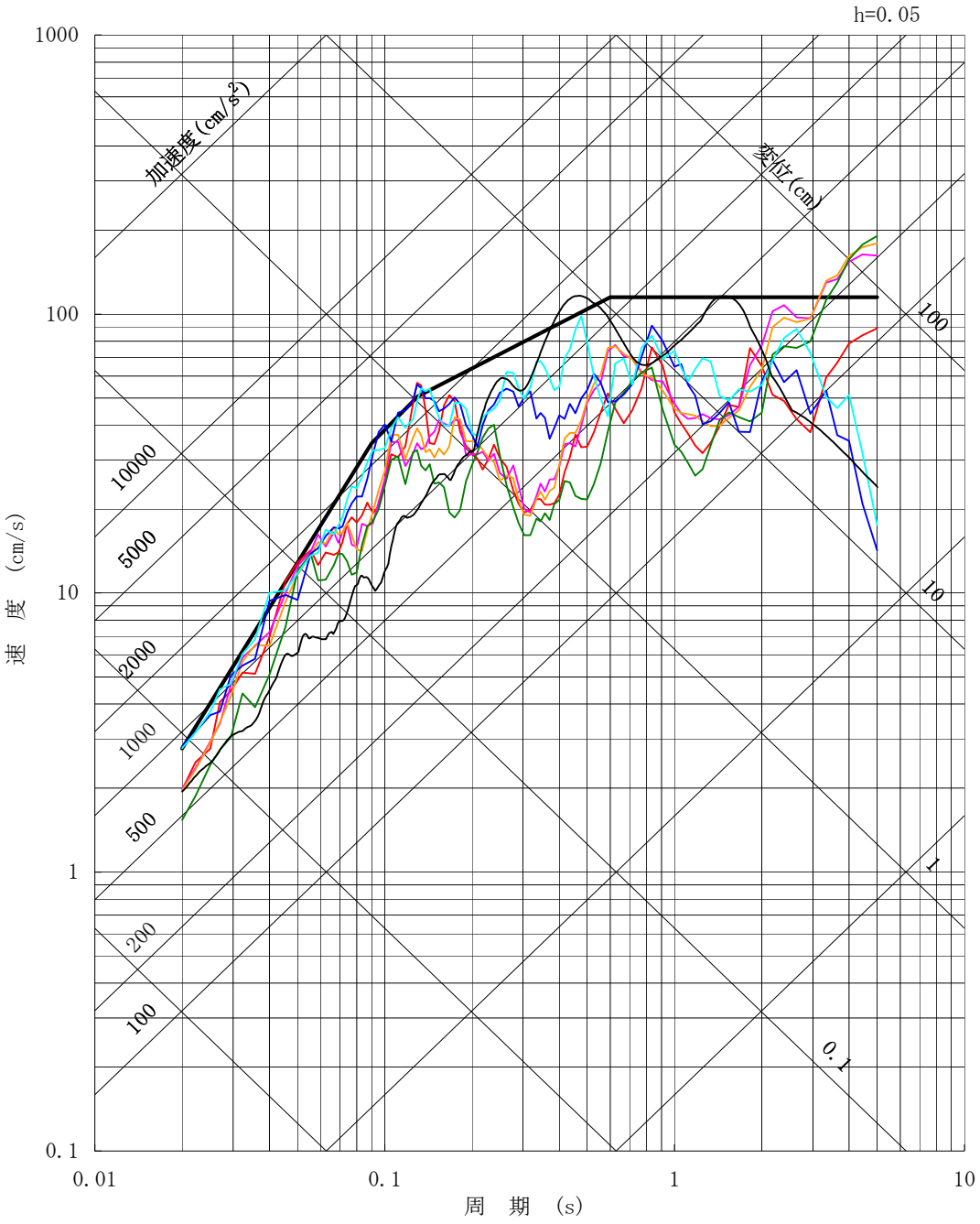
第２表　弾性設計用地震動Ｓ$_d$の最大加速度一覧

弾性設計用地震動Ｓ$_d$	最大加速度（cm／s^2）		
	ＮＳ方向	ＥＷ方向	ＵＤ方向
Ｓ$_d$－Ｄ１	435		280
Ｓ$_d$－１１	359	309	290
Ｓ$_d$－１２	435	313	301
Ｓ$_d$－１３	452	309	300
Ｓ$_d$－１４	293	241	226
Ｓ$_d$－２１	451	443	310
Ｓ$_d$－２２	505	437	368
Ｓ$_d$－３１	305		140



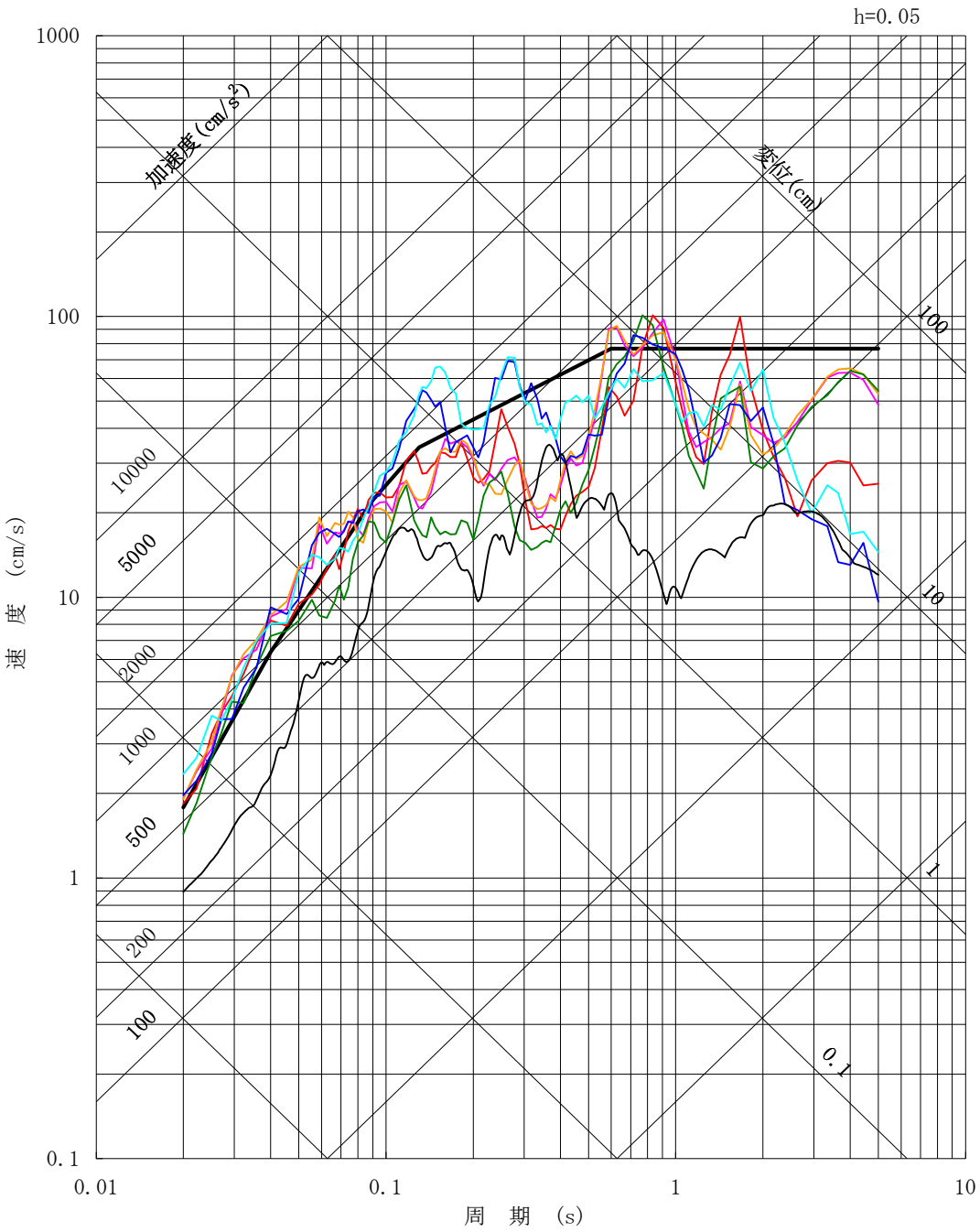
Ｓｓ－Ｄ１
Ｓｓ－１１　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点1）
Ｓｓ－１２　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点2）
Ｓｓ－１３　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点3）
Ｓｓ－１４　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（断層傾斜角の不確かさ，破壊開始点2）
Ｓｓ－２１　2011年東北地方太平洋沖型地震（短周期レベルの不確かさ）
Ｓｓ－２２　2011年東北地方太平洋沖型地震（ＳＭＧＡ位置と短周期レベルの不確かさの重畳）
Ｓｓ－３１　2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動

第１図　基準地震動Ｓｓの応答スペクトル（ＮＳ方向）



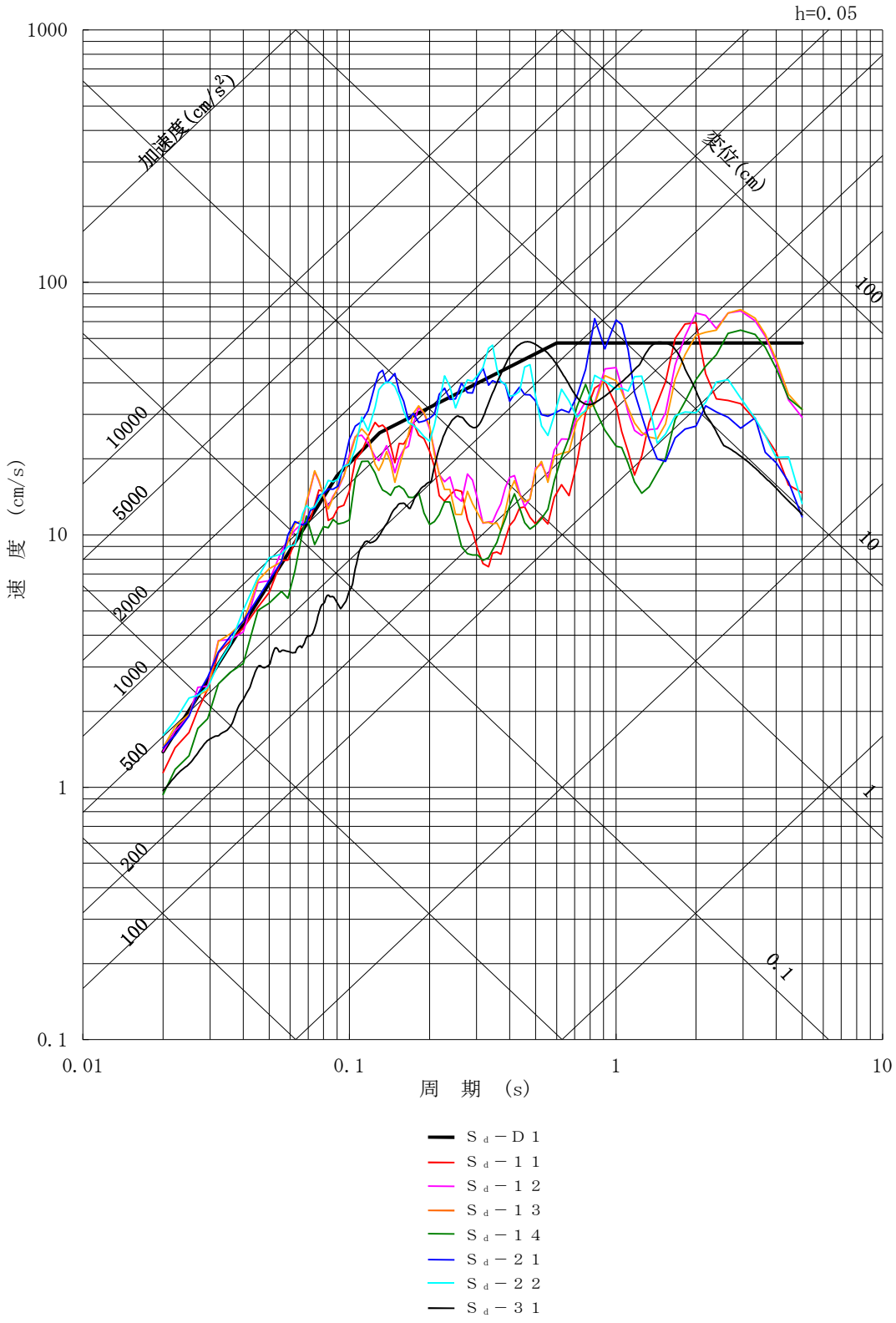
Ｓｓ－Ｄ１
Ｓｓ－１１　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点1）
Ｓｓ－１２　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点2）
Ｓｓ－１３　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点3）
Ｓｓ－１４　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（断層傾斜角の不確かさ，破壊開始点2）
Ｓｓ－２１　2011年東北地方太平洋沖型地震（短周期レベルの不確かさ）
Ｓｓ－２２　2011年東北地方太平洋沖型地震（ＳＭＧＡ位置と短周期レベルの不確かさの重畳）
Ｓｓ－３１　2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動

第２図　基準地震動Ｓｓの応答スペクトル（ＥＷ方向）

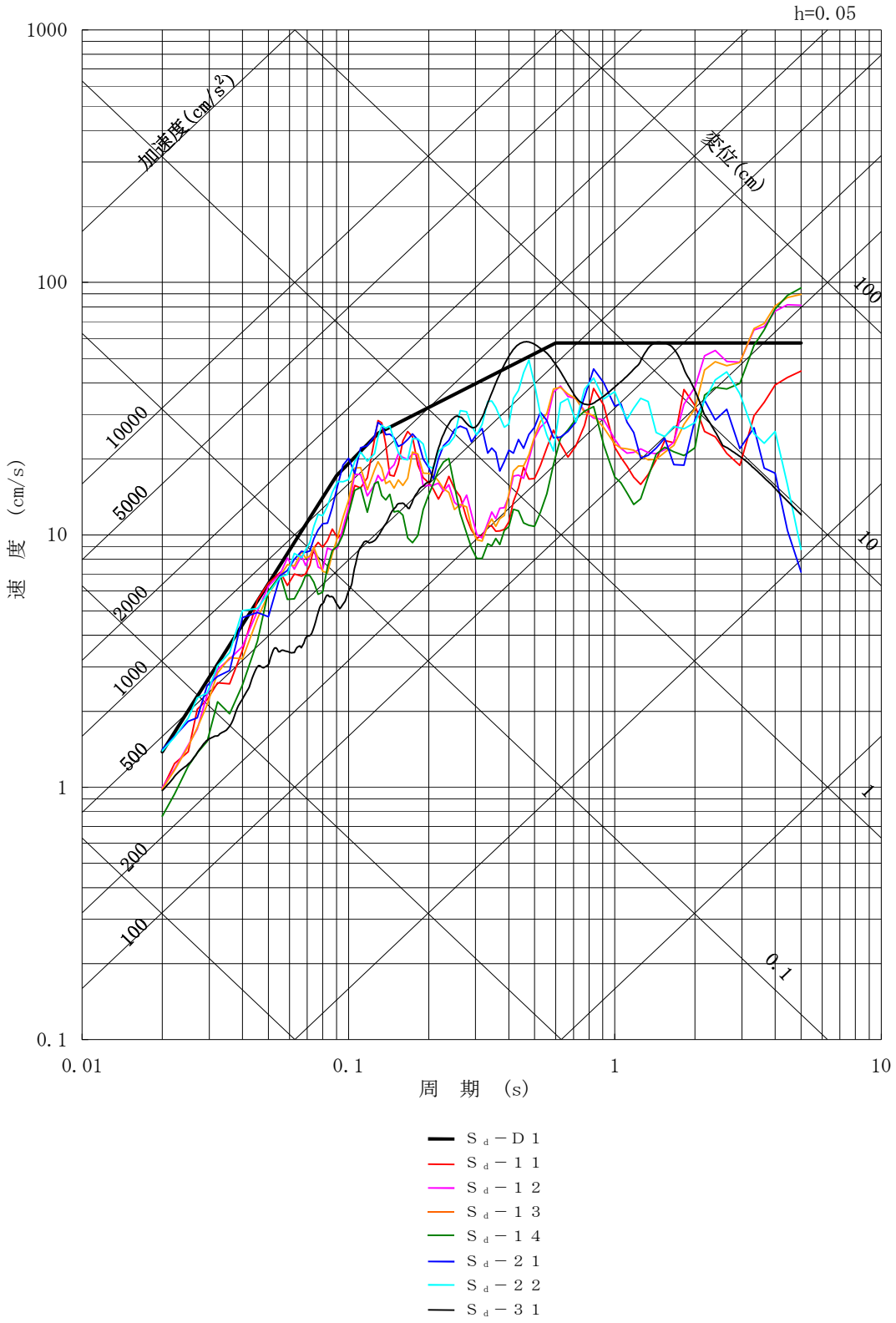


Ｓｓ－Ｄ１
Ｓｓ－１１　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点1）
Ｓｓ－１２　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点2）
Ｓｓ－１３　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（短周期レベルの不確かさ，破壊開始点3）
Ｓｓ－１４　Ｆ１断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震（断層傾斜角の不確かさ，破壊開始点2）
Ｓｓ－２１　2011年東北地方太平洋沖型地震（短周期レベルの不確かさ）
Ｓｓ－２２　2011年東北地方太平洋沖型地震（ＳＭＧＡ位置と短周期レベルの不確かさの重畳）
Ｓｓ－３１　2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動

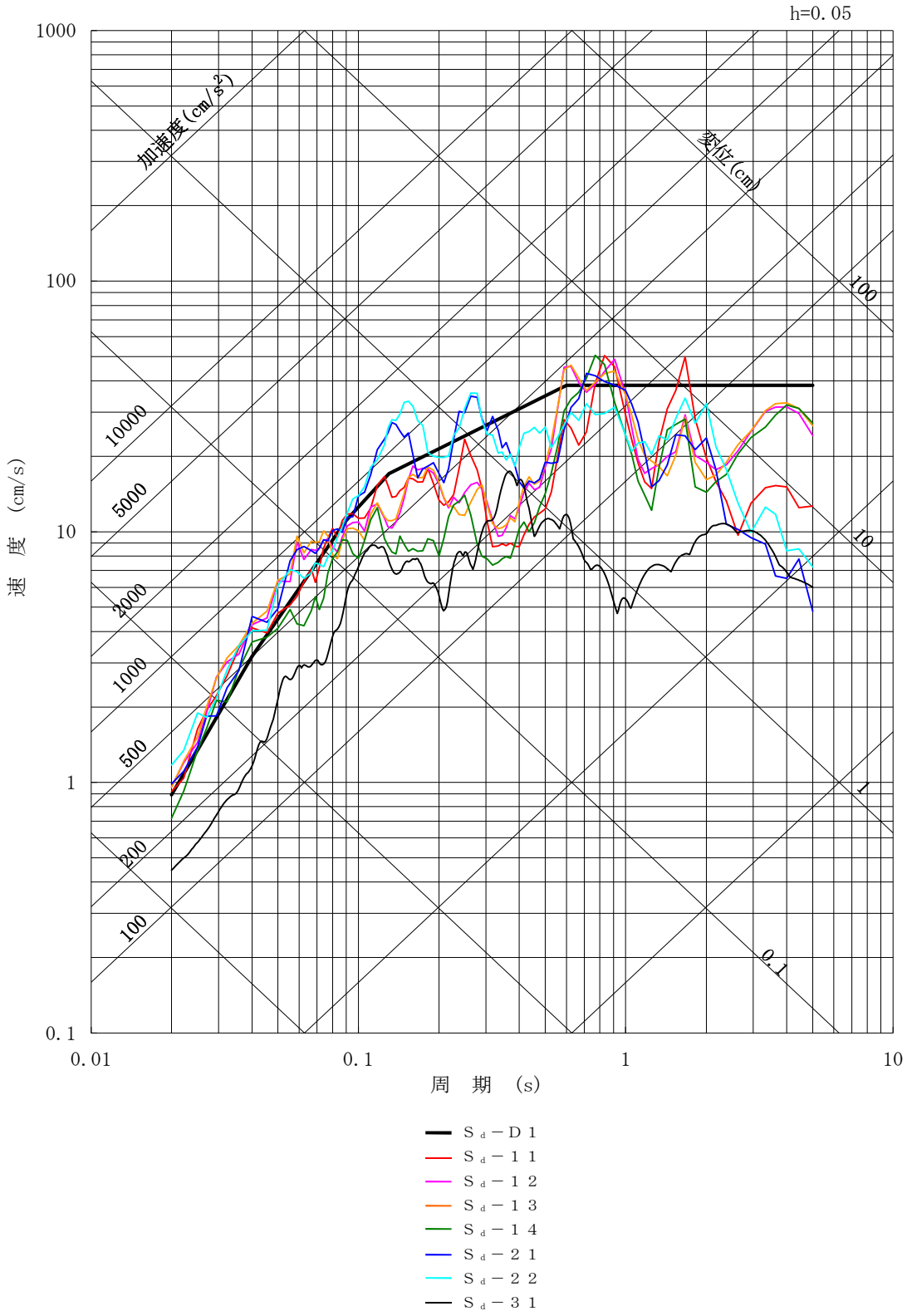
第３図　基準地震動Ｓｓの応答スペクトル（ＵＤ方向）



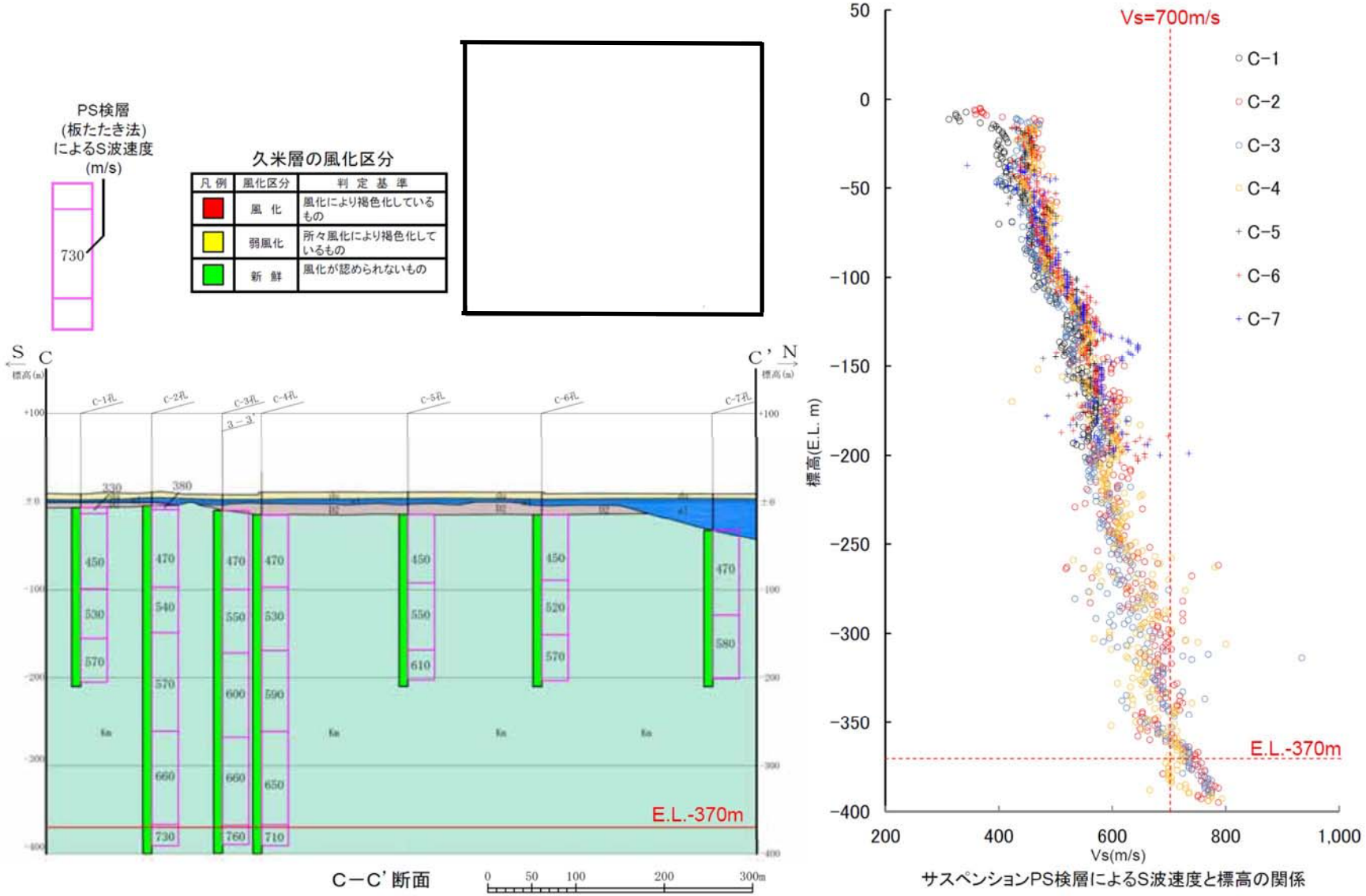
第４図　弾性設計用地震動Ｓｄの応答スペクトル（ＮＳ方向）



第５図　弾性設計用地震動Ｓ$_d$の応答スペクトル（ＥＷ方向）



第６図　弾性設計用地震動Ｓｄの応答スペクトル（ＵＤ方向）



第７図　Ｓ波速度と標高の関係図（Ｃ－Ｃ’断面）

別添－１

東海第二発電所

設計用地震力
（耐震）

設計用地震力

1.　静的地震力

静的地震力は，以下の地震層せん断力係数及び震度に基づき算定する。

種　別	耐震クラス	地震層せん断力係数 及び水平震度（注１）	鉛直震度（注２）
建物・構築物	S	$3.0C_i$	$1.0C_V$ (0.240)
	B	$1.5C_i$	－
	C	$1.0C_i$	－
機器・配管系	S	$3.6C_i$	$1.2C_V$ (0.288)
	B	$1.8C_i$	－
	C	$1.2C_i$	－
土木構造物	C	$1.0C_i$	－

（注１）C_i：標準せん断力係数を 0.2 とし，建物・構築物の振動特性，地盤の種類等を考慮して求められる値で次式に基づく。

$C_i = R_t \cdot A_i \cdot C_0$

R_t：振動特性係数 0.8

A_i：C_iの分布係数

C_0：標準せん断力係数 0.2

（注２）C_V：震度 0.3 を基準とし，建物・構築物の振動特性，地盤の種類等を考慮し，高さ方向に一定とする。また次式より求めた値を表に記載した。

$C_V = 0.3 \cdot R_V$

R_V：振動特性係数 0.8

2.　動的地震力

動的地震力は，以下の入力地震動に基づき算定する。

種　別		耐震クラス	入力地震動（注１）	
			水　平	鉛　直
建物・構築物		S	弾性設計用地震動S_d	弾性設計用地震動S_d
			基準地震動S_s	基準地震動S_s
		B	弾性設計用地震動S_d（注２）×1／2	弾性設計用地震動S_d（注２）×1／2
津波防護施設 浸水防止設備 津波監視設備		S	設計用床応答曲線S_s 又は 基準地震動S_s	設計用床応答曲線S_s 又は 基準地震動S_s
機器・配管系		S	設計用床応答曲線S_d 又は 弾性設計用地震動S_d	設計用床応答曲線S_d 又は 弾性設計用地震動S_d
			設計用床応答曲線S_s 又は 基準地震動S_s	設計用床応答曲線S_s 又は 基準地震動S_s
		B	設計用床応答曲線（注２） S_d×1／2	設計用床応答曲線（注２） S_d×1／2
土木 構造物	屋外重要 土木 構造物	C	基準地震動S_s	基準地震動S_s

（注１）設計用床応答曲線は，弾性設計用地震動S_d及び基準地震動S_sに基づき作成した設計用床応答曲線とする。

（注２）水平及び鉛直方向の地震動に対して共振のおそれのある施設に適用する。

3.　設計用地震力

設計用地震力について，下表に整理した。なお，動的地震力は，地震力算定に用いる地震動を記載した。

種　別	耐震クラス	水　平	鉛　直	摘　要
建物・(注1) 構築物	S	地震層 せん断力係数 $3.0C_i$	静的震度 $1.0C_V$	荷重の組合せは，水平方向及び鉛直方向が静的地震力の場合は同時に不利な方向に作用するものとする。 水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は，組合せ係数法による。
		弾性設計用 地震動S_d	弾性設計用 地震動S_d	
		基準地震動S_S	基準地震動S_S	荷重の組合せは，組合せ係数法による。
	B	地震層 せん断力係数 $1.5C_i$	－	静的地震力とする。
		弾性設計用地震動 $S_d \times 1/2$ (注2)	弾性設計用地震動 $S_d \times 1/2$ (注2)	水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は組合せ係数法による。
	C	地震層 せん断力係数 $1.0C_i$	－	静的地震力とする。
津波防護施設 浸水防止設備 津波監視設備	S	設計用床応答 曲線S_S 又は 基準地震動S_S	設計用床応答 曲線S_S 又は 基準地震動S_S	荷重の組合せは，組合せ係数法又は二乗和平方根（SRSS）法による。

<table>
<tr><th colspan="2">種　別</th><th>耐震
クラス</th><th>水　平</th><th>鉛　直</th><th>摘　要</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="5">機器・
配管系</td><td rowspan="3">S</td><td>静的震度
3.6C_i</td><td>静的震度
1.2C_V</td><td rowspan="2">(注3) (注4)
荷重の組合せは，水平方向及び鉛直方向が静的地震力の場合は同時に不利な方向に作用するものとする。
水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は二乗和平方根（SRSS）法による。</td></tr>
<tr><td>設計用床応答
曲線S_d
又は
弾性設計用
地震動S_d</td><td>設計用床応答
曲線S_d
又は
弾性設計用
地震動S_d</td></tr>
<tr><td>設計用床応答
曲線S_s
又は
基準地震動S_s</td><td>設計用床応答
曲線S_s
又は
基準地震動S_s</td><td>(注4)
荷重の組合せは，二乗和平方根（SRSS）法による。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">B</td><td>静的震度
1.8C_i</td><td>－</td><td rowspan="2">(注4) (注5)
水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は，二乗和平方根（SRSS）法による。</td></tr>
<tr><td>弾性設計用地震動
S_d×1／2 (注2)</td><td>弾性設計用地震動
S_d×1／2 (注2)</td></tr>
<tr><td colspan="2">C</td><td>静的震度
1.2C_i</td><td>－</td><td>静的地震力とする。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">土木
構造物</td><td rowspan="2">屋外
重要土木
構造物</td><td rowspan="2">C</td><td>静的震度
1.0C_i</td><td>－</td><td>静的地震力とする。</td></tr>
<tr><td>基準地震動S_S</td><td>基準地震動S_S</td><td>動的地震力とする。
鉛直地震力は，水平地震力と同時に作用するものとする。</td></tr>
<tr><td>その他の
土木
構造物</td><td>C</td><td>静的震度
1.0C_i</td><td>－</td><td>静的地震力とする。</td></tr>
</table>

（注１）建物・構築物の保有水平耐力は，必要保有水平耐力に対して，施設の耐震重要度分類に応じた妥当な安全余裕を有していることを確認する。必要保有水平耐力の算定においては，地震層せん断力係数に乗じる施設の耐震重要度分類に応じた係数はＳクラス，Ｂクラス及びＣクラスともに 1.0 とし，その際に用いる標準せん断力係数C_0は 1.0 以上とする。

（注２）水平及び鉛直方向の地震動に対して共振のおそれのある施設に適用する。

（注３）水平における動的と静的の大きい方の地震力と，鉛直における動的と静的の大きい方の地震力とを，絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。

（注４）絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。

（注５）水平における動的と静的の大きい方の地震力と，鉛直における動的地震力とを，絶対値和法で組み合わせても良いものとする。

別添－２

東海第二発電所

動的機能維持の評価
（耐震）

動的機能維持の評価

動的機能維持に関する評価は，以下に示す機能確認済加速度等との比較により実施する。

動的機能維持評価の手順を第 2-1 図に示す。

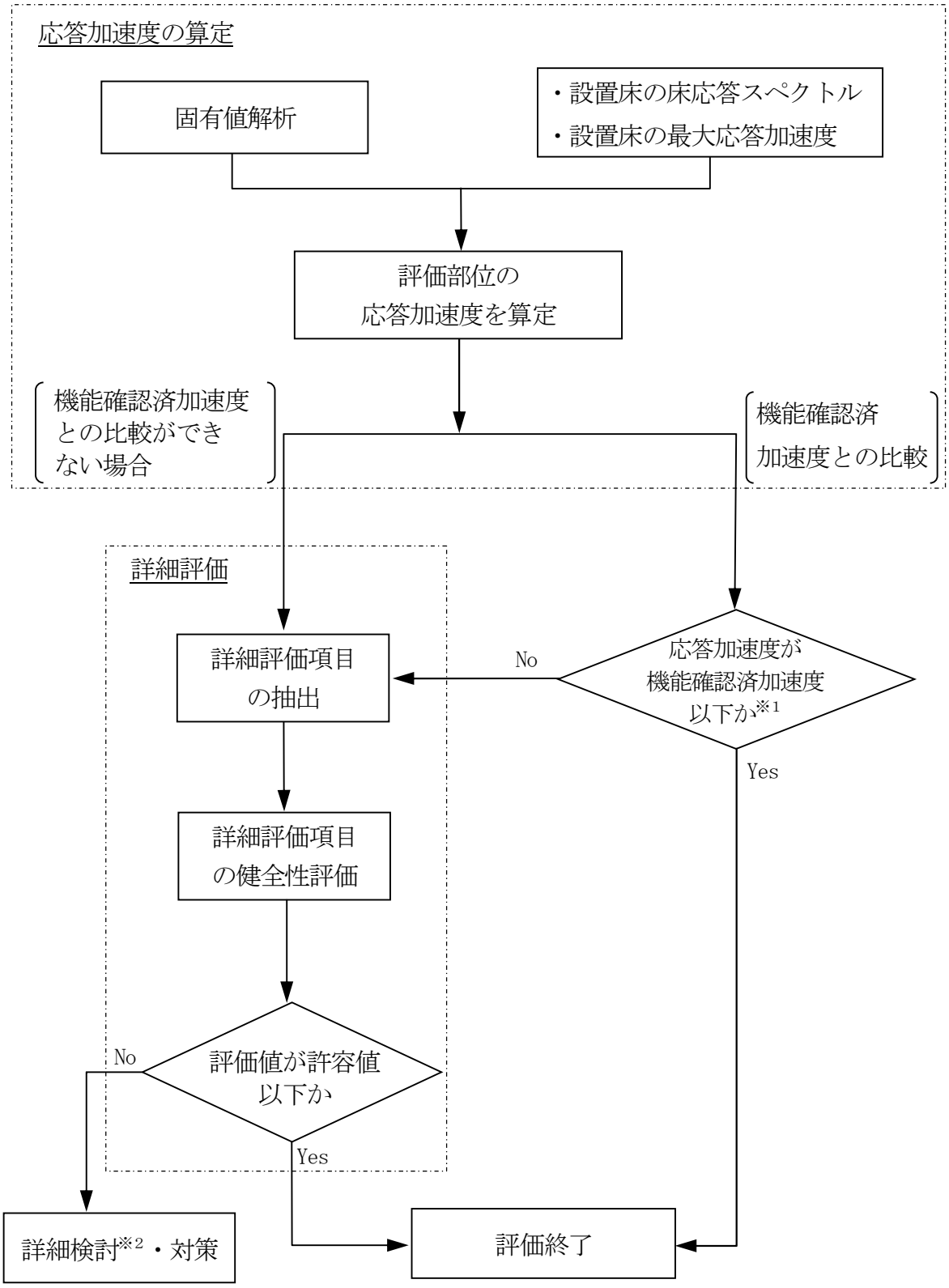
1. 機能確認済加速度との比較

基準地震動S_sによる評価対象機器の応答加速度を求め，その加速度が機能確認済加速度以下であることを確認する。なお，機能確認済加速度とは，立形ポンプ，横型ポンプ及びポンプ駆動用タービン等，機種毎に試験あるいは解析により動的機能維持が確認された加速度である。

制御棒の地震時挿入性の評価については，炉心を模擬した実物大の部分モデルによる加振時制御棒挿入試験結果から挿入機能に支障を与えない最大燃料集合体変位を求め，地震応答解析結果から求めた燃料集合体変位がその最大燃料集合体変位を下回ることを確認する。

2. 詳細評価

機能維持確認済加速度の設定されていない機器，基準地震動S_sによる応答加速度が機能確認済加速度を上回る機器については，「原子力発電所耐震設計技術指針ＪＥＡＧ4601－1991 追補版」等を参考に，動的機能維持を確認する上で評価が必要となる項目を抽出し，対象部位ごとの構造強度評価又は動的機能維持評価を行い，発生値が評価基準値を満足していることを確認する。



※1 制御棒の地震時挿入性の評価については，炉心を模擬した実物大の部分モデルによる加振時制御棒挿入試験結果から挿入機能に支障を与えない最大燃料集合体変位を求め，地震応答解析から求めた燃料集合体変位がその最大燃料集合体変位を下回ることを確認する。

※2 解析，試験等による検討。

第2－1図　動的機能維持の評価手順

別添－３

東海第二発電所

弾性設計用地震動Ｓ$_d$・静的地震力による評価（耐震）

弾性設計用地震動Ｓ$_d$・静的地震力による評価

1. 建物・構築物

弾性設計用地震動Ｓ$_d$・静的地震力による評価は，既設も含め，建物・構築物が，弾性設計用地震動Ｓ$_d$による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して評価結果が，概ね弾性状態であること及び地震時の最大接地圧が，基礎地盤の短期許容応力度に対して安全余裕を有することを確認する。

また，建物・構築物の保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して安全余裕を有していることを確認する。

2. 機器・配管

(1) 弾性設計用地震動Ｓ$_d$による評価

評価対象設備が弾性設計用地震動Ｓ$_d$に対しておおむね弾性状態にあることを確認するために，以下の手順にて評価を実施する。評価手順を第3－1図に示す。

① 基準地震動Ｓ$_S$による発生値と許容限界（Ⅲ$_A$S）の比較

評価対象設備の基準地震動Ｓ$_S$による発生値が弾性設計用の許容限界（許容応力状態Ⅲ$_A$S）以下であることを確認する。

弾性設計用地震動Ｓ$_d$は基準地震動Ｓ$_S$の係数倍にて定義していることから，設備の基準地震動Ｓ$_S$による発生値が，許容限界（許容応力状態Ⅲ$_A$S）以下であれば，弾性設計用地震動Ｓ$_d$による発生値についても，許容限界（許容応力状態Ⅲ$_A$S）以下となる。

ただし，基準地震動Ｓ$_S$評価では考慮しない事故時荷重（LOCA 時荷重など）を考慮する必要がある評価ケースは，弾性設計用地震動Ｓ$_d$と組

み合わせるべき事故時荷重を考慮した評価を行い，発生値に考慮する。

② 弾性設計用地震動Ｓ$_d$による発生値と許容限界（Ⅲ$_A$S）の比較

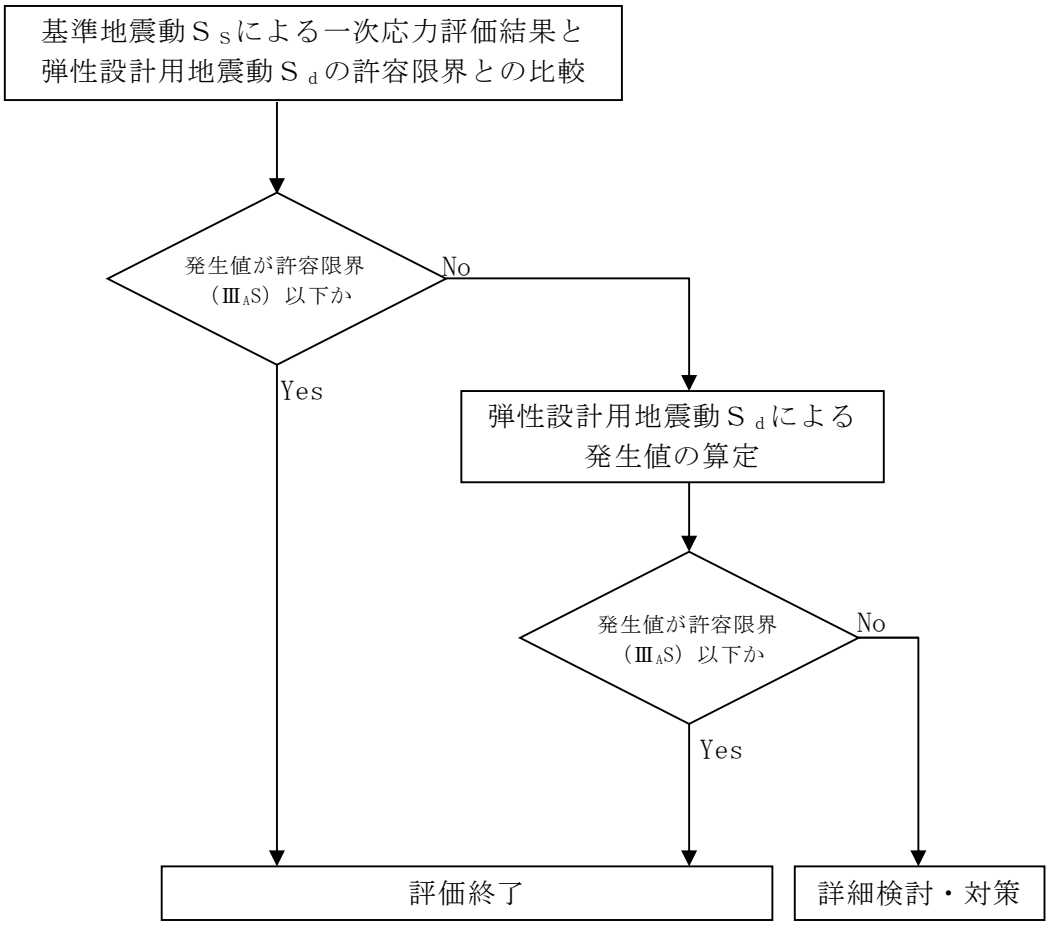
①項にて，評価対象設備の基準地震動Ｓ$_S$による発生値が，許容限界（許容応力状態Ⅲ$_A$S）を上回った設備については，弾性設計用地震動Ｓ$_d$による発生値を詳細評価により算定し，その算定した発生値が許容限界（許容応力状態Ⅲ$_A$S）以下であることを確認する。

ａ．弾性設計用地震動Ｓ$_d$による評価において，１次＋２次応力評価の省略について

弾性設計用地震動Ｓ$_d$による評価において，１次＋２次応力評価を省略する理由について以下に示す。

１次＋２次応力評価については，JEAG4601・補-1984 許容応力編に規定されている許容応力状態Ⅳ$_A$S とⅢ$_A$S の許容値は同一となる。許容値が同じであれば，弾性設計用地震動Ｓ$_d$より大きな地震動である基準地震動Ｓ$_S$で評価した結果の方が厳しいことは明らかであることから，基準地震動Ｓ$_S$の評価を実施することで，弾性設計用地震動Ｓ$_d$による評価は省略した。

ただし，支持構造物（ボルト以外）のうち，「支圧」に対しては，許容応力状態Ⅳ$_A$S とⅢ$_A$S で許容値が異なるケースが存在するため，個別確認を実施する。



第 3－1 図　機器・配管の弾性設計用地震動Ｓｄに対する評価手順

(2)　静的地震力による評価

既設の設備については，旧建築基準法（1970 年改正）に基づく静的震度(Ｃ$_0$)により耐震設計を行っており，設備が「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（平成 25 年 6 月 28 日原子力規制委員会規則第 6 号)」等に規定される静的震度(Ｃ$_i$)においても影響のないことを確認する。

静的震度（C_i）に対する評価は，以下の関係を踏まえ，明らかに許容限界を満足する設備を，以下の①～⑤の手順により，既往評価結果に基づき許容限界を満足するとして詳細設計対象から除外し，詳細評価対象設備を絞り込み，⑥にて詳細評価を実施する。なお，耐震裕度を算出する際の応答加速度は，1.2 倍した値を用いる。評価手順を第 3－2 図に示す。

○耐震評価における関係性

・$3.6C_i$，$3.6C_0$に対する許容限界＝設計用地震，S_dに対する許容限界

・建設時の$3.6C_0$による発生値≦許容限界を確認済み

・今回工認でのS_dによる発生値≦許容限界を確認済み

○評価手順

① 建設工認時の静的震度C_0と静的震度C_iを比較し，$C_0 \geqq C_i$となる設備は除外。

② 基準地震動S_Sによる動的地震力と静的震度 $3.6C_i$による静的地震力を比較し*，$S_S \geqq 3.6C_i$となる設備は除外。

ただし，弾性設計用地震動S_dに対する評価において，基準地震動S_Sによる発生値を用いている場合のみ適用可能。

③ 弾性設計用地震動S_dによる動的地震力と静的震度 $3.6C_i$による静的地震力を比較し*，$S_d \geqq 3.6C_i$となる設備を除外

④ 弾性設計用地震動S_dに対する評価結果に基づく耐震裕度（$\mathrm{III}_A S$ 許容限界値／発生値）（以下「S_d裕度」という。）と必要裕度（$3.6C_i$／S_d比）を比較し，S_d裕度≧必要裕度となる設備は除外

⑤ 既工認における $3.6C_0$及び設計用地震に対する評価結果に基づく耐震裕

度（$\mathrm{III}_{\mathrm{A}}S$ 許容限界値／発生値）（以下「既工認における裕度」という。）とC_i／C_0比を比較し，既工認おける裕度≧C_i／C_0比となる設備は除外

⑥ 3.6C_iに対する詳細検討を実施

＊　水平と鉛直方向の組合せについては，S_S，S_dはＳＲＳＳ法による組み合わせ，水平方向静的震度 3.6C_iは鉛直方向静的震度 0.288 と絶対値和による組合せを行っている。

【⑤の補足】

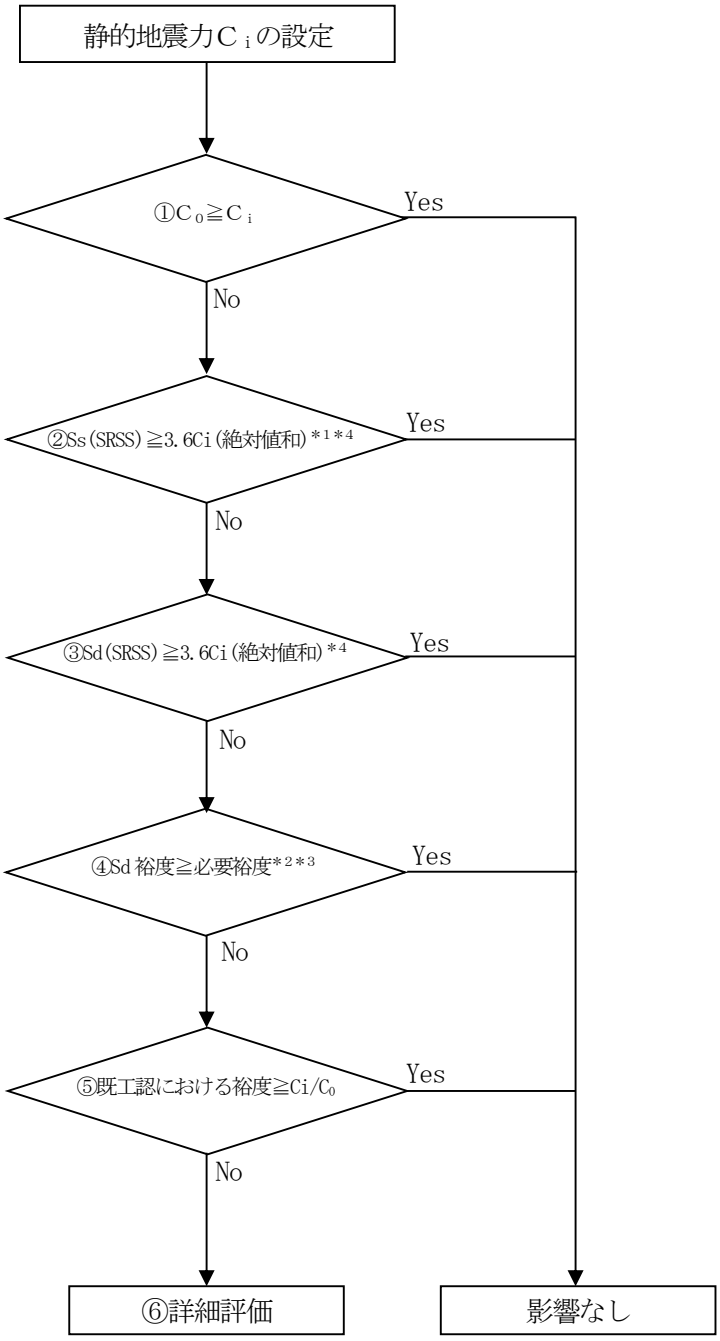
3.6C_i(3.6C_0)に対する裕度＝ $\mathrm{III}_{\mathrm{A}}S$ 許容限界値／3.6C_i(3.6C_0)による発生値であり，発生値は静的震度に比例することから，次式のような関係となる。

3.6C_iに対する裕度＝ 3.6C_0に対する裕度÷(C_i/C_0)

また，既工認における裕度は，3.6C_0及び設計用地震に対する裕度の小さい方であることから，静的震度比C_i/C_0で除したものは，次式のような関係となる。

3.6C_iに対する裕度≧ 既工認における裕度÷(C_i/C_0)

よって，既工認における裕度≧C_i/C_0であれば，3.6C_iに対する裕度は１以上となる。



＊１　Ｓｄ評価において，Ｓｓにおける発生値を用いている場合
＊２　必要裕度は3.6Ｃｉ(絶対和)／Ｓｄ(SRSS)の比
＊３　Ｓｄを用いた動的解析による裕度により判定
＊４　水平・鉛直方向の組合せについては，Ｓｓ，ＳｄはＳＲＳＳ法による組合せ，
　　水平方向静的震度3.6Ciは鉛直方向静的震度(0.288)と絶対値和による組合せを行っている。

第3－2図 静的震度に対する評価手順

3.　屋外重要土木構造物

従前より屋外重要土木構造物として取り扱われている構造物については，既工認において，土木構造物として求められているＣクラス相当の静的地震力よりも大きなＡクラス又はＢクラス相当の静的地震力に対して，許容応力度法による耐震評価を実施している。第3-1表に既工認における構築物の静的地震力（静的基準震度）を示す。

したがって，今回工認においては，現在の基準により設定される荷重条件や，許容限界等の諸条件が，既工認における諸条件と同等であることを確認することで，静的地震力に対する耐震評価が今回工認にて満足されることを確認する。

第3－1表 既工認における構築物の静的地震力（静的基準震度）

	クラス別	静的基準震度	
		水平	鉛直
構築物	A_s	$3C_0$	0.24
	A		
	B	$1.5C_0$	－
	C	$0.9C_0$	－

別添－４

東海第二発電所

上位クラス施設の安全機能への下位クラス施設の波及的影響の検討について
（耐震）

1.　概要

本資料は，設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の設計を行うに際して，波及的影響を考慮した設計の基本的な考え方を説明するものである。

本資料の適用範囲は，設計基準対象施設及び重大事故等対処施設である。

2.　基本方針

設計基準対象施設のうち耐震重要度分類のＳクラスに属する施設（以下「Ｓクラス施設」という。），重大事故等対処施設のうち常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備並びにこれらが設置される常設重大事故等対処施設（以下「ＳＡ施設」という。）は，下位クラス施設の波及的影響によって，それぞれその安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないように設計する。

3.　波及的影響を考慮した施設の設計方針

3.1　設置許可基準規則に例示された事項に基づく事例の検討

Ｓクラス施設の設計においては，「設置許可基準規則の解釈別記 2」（以下「別記 2」という。）に記載の以下の 4 つの観点で実施する。

ＳＡ施設の設計においては，別記 2 における「耐震重要施設」を「ＳＡ施設」に，「安全機能」を「重大事故等に対処するために必要な機能」に読み替て適用する。

① 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響

② 耐震重要施設と下位のクラスの施設との接続部における相互影響

③ 建屋内における下位のクラスの施設の損傷，転倒及び落下等による耐震重要施設への影響

④ 建屋外における下位のクラスの施設の損傷，転倒及び落下等による耐震重要施設への影響

3.2 地震被害事例に基づく事象の検討

上記の別記2に例示された事項の他に考慮すべき事項が抜け落ちているものがないかを確認する観点で，原子力施設情報公開ライブラリー（ＮＵＣＩＡ）に登録された以下の地震を対象に被害情報を確認する。

（対象とした情報）

・宮城県沖地震（女川原子力発電所：平成１７年８月）

・能登半島地震（志賀原子力発電所：平成１９年３月）

・新潟県中越沖地震（柏崎刈羽原子力発電所：平成１９年７月）

・駿河湾地震（浜岡原子力発電所：平成２１年８月）

・東北地方太平洋沖地震（女川原子力発電所，東海第二発電所※：平成２３年３月）

※ＮＵＣＩＡ最終報告となっているものを対象とした。

その結果，これらの地震の被害要因のうち，3.1 の検討事象に整理できないものとして，津波や警報発信等の設備損傷以外の要因が挙げられた。

津波については，別途「津波による損傷の防止」への適合性評価を実施する。津波の影響評価では，基準地震動S_sに伴う津波を超える高さの津波を基準津波として設定して，施設の安全機能への影響評価を実施することから，基準地震動S_sに伴う津波による影響については，これらの適合性評価に包絡されるため，ここでは検討の対象外とする。

また，警報発信等については，設備損傷以外の要因による不適合事象であることから，波及的影響の観点で考慮すべき事象に当たらないと判断した。

以上のことから，原子力発電所の地震被害情報から確認された損傷要因を踏まえても，3.1 で整理した波及的影響の具体的な検討事象に追加考慮すべ

き事項がないことを確認した。

以上の①～④の具体的な設計方法を以下に示す。

3.3　不等沈下又は相対変位の観点による設計

建屋外に設置する設計基準対象施設及び重大事故等対処施設を対象に，別記 2①「設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響」の観点で，上位クラス施設の安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないよう下位クラス施設を設計する。

(1)　地盤の不等沈下による影響

下位クラス施設が設置される地盤の不等沈下により，上位クラス施設の安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能が損なわないよう，以下のとおり設計する。

離隔による防護を講じて設計する場合には，下位クラス施設の不等沈下を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか，下位クラス施設と上位クラス施設の間に波及的影響を防止するために，衝突に対する強度を有する障壁を設置する。下位クラス施設を上位クラス施設への波及的影響を及ぼす可能性がある位置に設置する場合には，下位クラス施設を上位クラス施設と同等の支持性能を持つ地盤に，同等の基礎を設けて設置する。支持性能が十分でない地盤に下位クラス施設を設置する場合は，基礎の補強や周辺の地盤改良を行った上で，同等の支持性能を確保する。

上記の方針で設計しない場合は，下位クラス施設が設置される地盤の不等沈下を想定し，上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する。

以上の設計方針のうち，不等沈下を想定し，上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する下位クラス施設を「4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」に，その設計方針を「5. 波及的影響の設計対象とす

る下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

(2)　建屋間の相対変位による影響

下位クラス施設と上位クラス施設との相対変位により，上位クラス施設の安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないよう，以下のとおり設計する。

離隔による防護を講じて設計する場合には，下位クラス施設と上位クラス施設との相対変位を想定しても，下位クラス施設が上位クラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか，下位クラス施設と上位クラス施設との間に波及的影響を防止するために，衝突に対する強度を有する障壁を設置する。下位クラス施設と上位クラス施設の相対変位により，下位クラス施設が上位クラス施設に衝突する位置にある場合には，衝突部分の接触状況の確認，建屋全体評価又は局部評価を実施し，衝突に伴い，上位クラス施設について，それぞれその安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれのないよう設計する。

以上の設計方針のうち，建屋全体評価又は局部評価を実施して設計する下位クラス施設を「4.波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」に，その設計方針を「5.波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

3.4　接続部の観点による設計

建屋内外に設置する設計基準対象施設及び重大事故等対処施設を対象に，別記 2②「上位クラス施設と下位のクラスの施設との接続部における相互影響」の観点で，上位クラス施設の安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないよう下位クラス施設を設計する。

上位クラス施設と下位クラス施設との接続部には，原則，上位クラスの隔離弁等を設置することにより分離し，事故時等に隔離されるよう設計する。

隔離されない接続部以降の下位クラス施設については，下位クラス施設が上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して，内部流体の内包機能，機器の動的機能，構造強度等を確保するよう設計する。又は，これらが維持されなくなる可能性がある場合は，下位クラス施設の損傷と隔離によるプロセス変化により，上位クラス施設の内部流体の温度，圧力に影響を与えても，支持構造物を含めて系統としての機能が設計の想定範囲内に維持されるよう設計する。

以上の設計方針のうち，内部流体の内包機能，機器の動的機能，構造強度を確保するよう設計する下位クラス施設を「4.波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」に，その設計方針を「5.波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

3.5　損傷，転倒及び落下等の観点による建屋内施設の設計

建屋内に設置する設計基準対象施設及び重大事故等対処施設を対象に，別記 2③「建屋内における下位のクラスの施設の損傷，転倒及び落下等による耐震重要施設への影響」の観点で，上位クラス施設の安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないよう下位クラス施設を設計する。

離隔による防護を講じて設計する場合には，下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか，下位クラス施設と上位クラス施設の間に波及的影響を防止するために衝突に対する強度を有する障壁を設置する。下位クラス施設を上位クラス施設への波及的影響を及ぼす可能性がある位置に設置する場合には，下位クラス施設が上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して，下位クラス施設が損傷，転倒及び落下等に至らないよう構造強度設計を行う。

上記の方針で設計しない場合は，下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等を想定し，上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する。

以上の設計方針のうち，構造強度設計を行う，又は下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等を想定し，上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する下位クラス施設を「4.波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」に，その設計方針を「5.波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

3.6　損傷，転倒及び落下等の観点による建屋外施設の設計

建屋外に設置する設計基準対象施設及び重大事故等対処施設を対象に，別記 2④「建屋外における下位のクラスの施設の損傷，転倒及び落下等による耐震重要施設への影響」の観点で，上位クラス施設の安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないよう下位クラス施設を設計する。

離隔による防護を講じて設計する場合には，下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか，下位クラス施設と上位クラス施設の間に波及的影響を防止するために衝突に対する強度を有する障壁を設置する。下位クラス施設を上位クラス施設への波及的影響を及ぼす可能性がある位置に設置する場合には，下位クラス施設が上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して，下位クラス施設が損傷，転倒及び落下等に至らないよう構造強度設計を行う。

上記の方針で設計しない場合は，下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等を想定し，上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計する。

以上の設計方針のうち，構造強度設計を行う，又は下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等を想定し，上位クラス施設の有する機能を保持するよう設計

する下位クラス施設を「4.波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」に，その設計方針を「5.波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針」に示す。

4.　波及的影響の設計対象とする下位クラス施設

「3.波及的影響を考慮した施設の設計方針」に基づき，構造強度等を確保するよう設計するものとして選定した下位クラス施設を以下に示す。

4.1　不等沈下又は相対変位の観点

(1)　地盤の不等沈下による影響

ａ．タービン建屋，サービス建屋，ベーラ建屋，サンプルタンク室，ヘパフィルター室，大物搬入口及び連絡通路

下位クラス施設であるタービン建屋，サービス建屋，ベーラ建屋，サンプルタンク室，ヘパフィルター室，大物搬入口及び連絡通路は，上位クラス施設である原子炉建屋に隣接しており，不等沈下による衝突影響の観点で波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

ここで選定した波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の不等沈下により，波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設を第4－1表に示す。

第 4－1 表 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設（不等沈下）

波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設	波及的影響の設計対象とする下位クラス施設
原子炉建屋	タービン建屋 サービス建屋 ベーラ建屋 サンプルタンク室 ヘパフィルター室 大物搬入口 連絡通路

（注）詳細設計の段階で変更の可能性有り。

(2) 建屋間の相対変位による影響

ａ．タービン建屋，サービス建屋，ベーラ建屋，大物搬入口及び連絡通路

下位クラス施設であるタービン建屋，サービス建屋，ベーラ建屋，大物搬入口及び連絡通路は，上位クラス施設である原子炉建屋に隣接していることから，上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う相対変位により衝突して，原子炉建屋に対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

ここで選定した波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の相対変位により，波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設を第 4－2 表に示す。

第 4－2 表 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設（相対変位）

波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設	波及的影響の設計対象とする下位クラス施設
原子炉建屋	タービン建屋 サービス建屋 ベーラ建屋 大物搬入口 連絡通路

（注）詳細設計の段階で変更の可能性有り。

4.2　接続部の観点

ａ．ウォーターレグシールライン（残留熱除去系）

上位クラス施設である残留熱除去系配管に系統上接続されている下位クラス施設のウォーターレグシールラインは，下位クラス施設のウォーターレグシールラインの損傷により，上位クラス施設の残留熱除去系配管のバウンダリ機能の喪失の可能性が否定できない。このため，上位クラス施設の残留熱除去系配管と系統上接続されている下位クラス施設のウォーターレグシールラインを波及的影響の設計対象とした。

ｂ．ウォーターレグシールライン（高圧炉心スプレイ系）

上位クラス施設である高圧炉心スプレイ系配管に系統上接続されている下位クラス施設のウォーターレグシールラインは，下位クラス施設のウォーターレグシールラインの損傷により，上位クラス施設の高圧炉心スプレイ系配管のバウンダリ機能の喪失の可能性が否定できない。このため，上位クラス施設の高圧炉心スプレイ系配管と系統上接続されている下位クラス施設のウォーターレグシールラインを波及的影響の設計対象とした。

ｃ．ウォーターレグシールライン（低圧炉心スプレイ系）

上位クラス施設である低圧炉心スプレイ系配管に系統上接続されている下位クラス施設のウォーターレグシールラインは，下位クラス施設のウォーターレグシールラインの損傷により，上位クラス施設の低圧炉心スプレイ系配管のバウンダリ機能の喪失の可能性が否定できない。このため，上位クラス施設の低圧炉心スプレイ系配管と系統上接続されている下位クラス施設のウォーターレグシールラインを波及的影響の設計対象とした。

ここで選定した波及的影響の設計対象とする下位クラス施設との接続部の観点により，波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設を第4－3表に示す。

第4－3表 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設（接続部）

波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設	波及的影響の設計対象とする下位クラス施設
残留熱除去系配管	ウォーターレグシールライン
高圧炉心スプレイ系配管	ウォーターレグシールライン
低圧炉心スプレイ系配管	ウォーターレグシールライン

（注）詳細設計の段階で変更の可能性有り。

4.3　建屋内施設の損傷，転倒及び落下等の観点

(1)　施設の損傷，転倒及び落下等による影響

a．原子炉遮蔽壁

下位クラス施設である原子炉遮蔽壁は，上位クラス施設である原子炉圧力容器に隣接していることから，上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う転倒により，原子炉圧力容器に衝突し波及的影響

を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

b．原子炉建屋クレーン

下位クラス施設である原子炉建屋クレーンは，上位クラス施設である使用済燃料プール，使用済燃料貯蔵ラック等の上部に設置していることから，上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う転倒または落下により，使用済燃料プール，使用済燃料貯蔵ラック等に衝突し波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

c．燃料取替機

下位クラス施設である燃料取替機は，上位クラス施設である使用済燃料プール及び使用済燃料貯蔵ラックの上部に設置していることから，上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う転倒または落下により，使用済燃料プール及び使用済燃料貯蔵ラックに衝突し波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

d．制御棒貯蔵ラック及び制御棒貯蔵ハンガ

下位クラス施設である制御棒貯蔵ランク及び制御棒貯蔵ハンガは，上位クラス施設である使用済燃料プール及び使用済燃料貯蔵ラックの上部又は隣接して設置していることから，上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う転倒または落下により，使用済燃料プール及び使用済燃料貯蔵ラックに衝突し波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

e．使用済燃料乾式貯蔵建屋クレーン

下位クラス施設である使用済燃料乾式貯蔵建屋クレーンは，上位クラス施設である使用済燃料乾式貯蔵容器の上部に設置していることから，

上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う転倒または落下により，使用済燃料乾式貯蔵容器に衝突し波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

ｆ．原子炉ウェル遮蔽ブロック

下位クラス施設である原子炉ウェル遮蔽ブロックは，上位クラス施設である原子炉格納容器の上部に設置していることから，上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う落下により，原子炉格納容器に衝突し波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

ｇ．中央制御室用天井照明

下位クラス施設ある中央制御室用天井照明は，上位クラス施設である緊急時炉心冷却系操作盤，原子炉補機操作盤等の上部に設置していることから，上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う落下により，緊急時炉心冷却系操作盤，原子炉補機操作盤等に衝突し波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

ここで選定した波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等により波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設を第4－4表に示す。

第4－4表 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設（損傷，転倒及び落下等）

波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設	波及的影響の設計対象とする下位クラス施設
原子炉圧力容器	原子炉遮蔽壁
使用済燃料プール 使用済燃料ラック 原子炉建屋換気系放射線モニタ	原子炉建屋クレーン
使用済燃料プール 使用済燃料ラック 原子炉建屋換気系放射線モニタ	燃料取替機
使用済燃料プール 使用済燃料ラック	制御棒貯蔵ラック 制御棒貯蔵ハンガ
使用済燃料乾式貯蔵容器	使用済燃料乾式貯蔵建屋クレーン
原子炉格納容器	原子炉ウェル遮蔽ブロック
緊急時炉心冷却系操作盤 原子炉補機操作盤 原子炉制御操作盤 所内電源操作盤	中央制御室用天井照明

（注）詳細設計の段階で変更の可能性有り。

4.4 建屋外施設の損傷，転倒及び落下等の観点

(1) 施設の損傷，転倒及び落下等による影響

a．海水ポンプ室防護壁及び循環水ポンプクレーン

下位クラス施設である海水ポンプ室防護壁は，上位クラス施設である残留熱除去系海水系ポンプ，残留熱除去系海水系ストレーナ等の上部に設置していることから，上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う落下により，残留熱除去系海水系ポンプ，残留熱除去系海水系ストレーナ等に衝突し，波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。

このため波及的影響の設計対象とした。

b．固定バースクリーン，回転レイキ付バースクリーン及びトラベリングスクリーン

下位クラス施設である固定バースクリーン，回転レイキ付バースクリーン及びトラベリングスクリーンは，上位クラス施設である残留熱除去系海水系ポンプ，非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ等の水路上流側に設置していることから，上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う損傷により，残留熱除去系海水系ポンプ，非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ等に衝突し，波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

c．タービン建屋，サービス建屋，ベーラ建屋，サンプルタンク室，ヘパフィルター室，連絡通路及び大物搬入口

下位クラス施設であるタービン建屋，サービス建屋，ベーラ建屋，サンプルタンク室，ヘパフィルター室，連絡通路及び大物搬入口は，上位クラス施設である原子炉建屋に隣接していることから，上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う転倒により，原子炉建屋に衝突し，波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

d．廃棄物処理建屋

下位クラス施設である廃棄物処理建屋は，上位クラス施設である原子炉建屋，非常用ガス処理系配管等に隣接していることから，上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う転倒により，原子炉建屋，非常用ガス処理系配管等に衝突し，波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

ここで選定した波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の損傷，転

倒及び落下等により波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設を第４－５表に示す。

第4－5表　波及的影響の設計対象とする下位クラス施設（損傷，転倒及び落下等）

波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設	波及的影響の設計対象とする下位クラス施設
残留熱除去系海水系ポンプ 残留熱除去系海水系ストレーナ 残留熱除去系海水系配管 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ 非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ 非常用ディーゼル発電機用海水配管 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ストレーナ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水配管　　等	海水ポンプ室防護壁
残留熱除去系海水系ポンプ 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ	固定バースクリーン 回転レイキ付バースクリーン トラベリングスクリーン
原子炉建屋	タービン建屋 サービス建屋 ベーラ建屋 サンプルタンク室 ヘパフィルター室 連絡通路 大物搬入口
原子炉建屋 非常用ガス処理系配管 非常用ガス処理系配管支持構造物（排気筒，支持架構）	廃棄物処理建屋

（注）詳細設計の段階で変更の可能性有り。

5.　波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針

「4.波及的影響の設計対象とする下位クラス施設」で選定した施設の耐震設計方針を以下に示す。

5.1　耐震評価部位

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の評価対象部位は，それぞれの損傷モードに応じて選定する。すなわち，評価対象下位クラス施設の不等沈下，相対変位，接続部における相互影響，損傷，転倒及び落下等を防止するよう，主要構造部材，支持部及び固定部等を対象とする。

また，地盤の不等沈下又は下位クラス施設の転倒を想定して設計する施設については，上位クラス施設の機能に影響がないよう評価部位を選定する。

5.2　地震応答解析

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計において実施する地震応答解析については，既工認で実績があり，かつ最新の知見に照らしても妥当な手法及び条件を基本として行う。

5.3　設計用地震動又は地震力

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設においては，上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用する。

5.4　荷重の種類及び荷重の組合せ

波及的影響の防止を目的とした設計において用いる荷重の種類及び荷重の組合せについては，波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設と同じ運転状態において下位クラス施設に発生する荷重を組み合わせる。

また，地盤の不等沈下又は転倒を想定し，上位クラス施設の機能に影響がない設計とする場合は，転倒等に伴い発生する荷重を組み合わせる。

荷重の設定においては，実運用・実事象上定まる範囲を考慮して設定する。

5.5　許容限界

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の評価に用いる許容限界設定の考え方を，以下建物・構築物，機器・配管系及び土木構造物に分けて示す。

5.5.1　建物・構築物

建物・構築物について，隔離による防護を講じることで，下位クラス施設の相対変位等による波及的影響を防止する場合は，下位クラス施設と上位クラス施設との距離を基本として許容限界を設定する。

また，施設の構造を保つことで，下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等を防止する場合は，部材に発生する応力に対して終局耐力又は「建築基準法及び同施行令」に基づく層間変形角の評価基準値を基本として許容限界を設定する。

5.5.2　機器・配管系

機器・配管系について，施設の構造を保つことで，下位クラス施設の接続部における相互影響及び損傷，転倒及び落下等を防止する場合は，許容限界として，評価部位に塑性ひずみが生じる場合であっても，その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有していることに相当する許容限界を設定する。機器の動的機能維持を確保することで，下位クラス施設の接続部における相互影響を防止する場合は，許容限界として動的機能確認済加速度を設定する。

また，地盤の不等沈下又は転倒を想定する場合は，下位クラスの施設の転倒等に伴い発生する荷重により，上位クラス施設の評価部位に塑性ひずみが生じる場合であっても，その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有していること，また転倒した下位クラス施設と上位クラス施設との距離を許容限界として設定する。

5.5.3　土木構造物

土木構造物について，施設の構造を保つことで，下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等を防止する場合は，構造部材の終局耐力や基礎地盤の極限支持力度に対し妥当な安全余裕を考慮することを基本として許容限界を設定する。

また，構造物の安定性や変形により上位クラス施設の機能に影響がないよう設計する場合は，構造物のすべりや変形量に対し妥当な安全余裕を考慮することを基本として許容限界を設定する。

6. 工事段階における下位クラス施設の調査・検討

工事段階においても，設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の設計段階の際に検討した配置・補強等が設計どおりに施されていることを，敷地全体を俯瞰した調査・検討を行うことで確認する。また，仮置資材等，現場の配置状況等の確認を必要とする下位クラス施設についても合わせて確認する。

工事段階における検討は，別記２の４つの観点のうち，③及び④の観点，すなわち下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等による影響について，プラントウォークダウンにより実施する。

確認事項としては，設計段階において検討した離隔による防護の観点で行う。すなわち，施設の損傷，転倒及び落下等を想定した場合に上位クラス施設に衝突するおそれのある範囲内に下位クラス施設がないこと，又は間に衝撃に耐えうる障壁，緩衝物等が設置されていること，仮置資材等については固縛など，転倒及び落下を防止する措置が適切に講じられていることを確認する。

ただし，仮置資材等の下位クラス施設自体が，明らかに影響を及ぼさない程度の大きさ，重量等の場合は対象としない。

以上を踏まえて，損傷，転倒及び落下等により，上位クラス施設に波及的影響を及ぼす可能性がある下位クラス施設が抽出されれば，必要に応じて，上記の確認事項と同じ観点で対策・検討したり，固縛等の転倒・落下防止措置等を講じたりすることで対策・検討を行う。すなわち，下位クラス施設の配置を変更したり，間に緩衝物等を設置したり，固縛等の転倒・落下防止措置等を講じたりすることで対策・検討を行う。

また，工事段階における確認の後も，波及的影響を防止するように現場を保持するため，保安規定に機器設置時の配慮事項等を定めて管理する。

別添－５

東海第二発電所

水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針（耐震）

水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針

1. 概要

本資料は，水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価の方針について説明するものである。

2. 基本方針

施設の耐震設計では，施設の構造から地震力の方向に対して弱軸及び強軸を明確にし，地震力に対して配慮した構造としている。

今回，水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せによる耐震設計に係る技術基準が制定されたことから，従来の設計手法における水平１方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた耐震計算に対して，施設の構造特性から水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性があるものを抽出し，施設が有する耐震性に及ぼす影響を評価する。

評価対象は「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（平成25年6月28日原子力規制委員会規則第6号）」の第5条及び第50条に規定されている耐震重要施設及びその間接支持構造物，常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設，並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する施設とする。耐震Ｂクラスの施設については，共振のおそれのあるものを評価対象とする。

評価に当たっては，施設の構造特性から水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を受ける部位を抽出し，その部位について水平２方向及び鉛直方向の荷重や応力を算出し，施設が有する耐震性への影響を確認する。

施設が有する耐震性への影響が確認された場合は，詳細な手法を用いた検討等，新たに設計上の対応策を講じる。

3.　水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動

水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価には，基準地震動Ｓ$_{s}$を用いる。

ここで，水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる基準地震動Ｓ$_{s}$は，複数の基準地震動Ｓ$_{s}$における地震動の特性及び包絡関係を，施設の特性による影響も考慮した上で確認し，本影響評価に用いる。

4.　各施設における水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

4.1　建物・構築物

4.1.1　水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

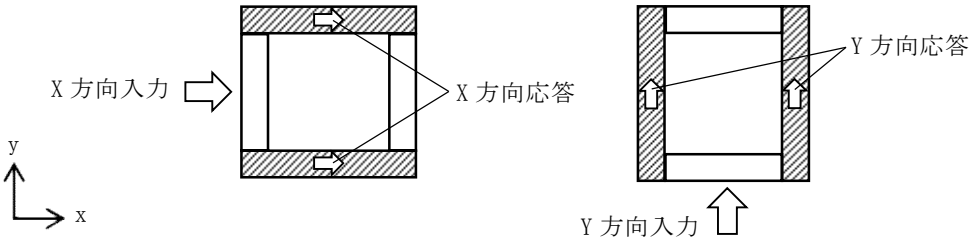
従来の設計手法では，建物・構築物の地震応答解析において，水平方向及び鉛直方向の地震動を質点系モデルにそれぞれ方向ごとに入力し，解析を行っている。また，原子炉施設における建物・構築物は，全体形状及び平面レイアウトから，地震力を主に耐震壁で負担する構造であり，剛性の高い設計としている。

水平方向の地震力に対しては，せん断力について評価することを基本とし，建物・構築物に生じるせん断力は，地震時の力の流れが明解となるように，直交する２方向に釣合いよく配置された鉄筋コンクリート造耐震壁を主な耐震要素として構造計画を行う。地震応答解析は，水平２方向の耐震壁に対して，それぞれ剛性を評価し，各水平方向に対して解析を実施している。したがって，建物・構築物に対し，水平２方向の入力がある場合，各方向から作用するせん断力を負担する部位が異なるため，水平２方向の入力がある場合の評価は，水平１方向にのみ入力がある場合と同等な評価となる。

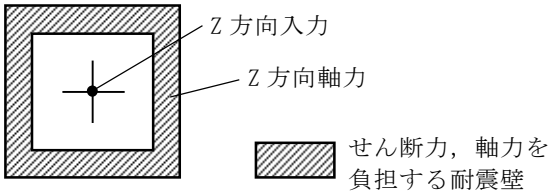
鉛直方向の地震力に対しては，軸力について評価することを基本としている。建物・構築物に生じる軸力は，鉄筋コンクリート造耐震壁を主な耐震要

素として構造計画を行う。

入力方向ごとの耐震要素について，第 4－1－1 図に示す。



（ａ）水平方向



（ｂ）鉛直方向

第 4－1－1 図　入力方向ごとの耐震要素

4.1.2　水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

建物・構築物において，水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した場合に影響を受ける可能性がある部位の評価を行う。

評価対象は，耐震重要施設及びその間接支持構造物，常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する施設の部位とする。

対象とする部位について，水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性から水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せによ

る影響を受ける可能性がある部位を抽出する。

応答特性から抽出された水平２方向及び鉛直方向地震力による影響を受ける可能性がある部位は，従来の評価結果の荷重又は応力の算出結果を水平２方向及び鉛直方向に組み合わせ，各部位に発生する荷重や応力を算出し，各部位が有する耐震性への影響を確認する。

各部位が有する耐震性への影響が確認された場合は，詳細な手法を用いた検討等，新たに設計上の対応策を講じる。

4.1.3　水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

建物・構築物において，水平１方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた従来の設計手法に対して，水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性がある耐震評価上の構成部位について，応答特性から抽出し，影響を評価する。影響評価のフローを第4－1－2図に示す。

(1)　影響評価部位の抽出

①　耐震評価上の構成部位の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位を整理し，該当する耐震評価上の構成部位を網羅的に確認する。

②　応答特性の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位について，水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される応答特性を整理する。

③　荷重の組合せによる応答特性が想定される部位の抽出

整理した耐震評価上の構成部位について，水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性のうち，荷重の組合せによる応答特性を検討する。水平２方向及び鉛直方向地震力に対し，荷重の組合せによる応答特性により，有する耐震性への影響が想定される部

位を抽出する。

④　３次元的な応答特性が想定される部位の抽出

荷重の組合せによる応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位のうち，３次元的な応答特性が想定される部位を検討する。水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し，３次元的な応答特性により，有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

⑤　３次元モデルによる精査

３次元的な応答特性が想定される部位として抽出された部位について，３次元モデルを用いた精査を実施し，水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せにより，有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

また，３次元的な応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位についても，局所応答の観点から，３次元モデルによる精査を実施し，水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せにより，有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

局所応答に対する３次元モデルによる精査は，施設の重要性，建屋規模及び構造特性を考慮し，原子炉建屋について，地震応答解析を行う。

(2)　影響評価手法

⑥　水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価

水平２方向及び鉛直方向同時入力による評価を行わない部位における水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価においては，水平１方向及び鉛直方向地震力の組合せによる局部評価の荷重又は応力の算出結果を用い，水平２方向及び鉛直方向地震力を組み合わせる方法として，米国Regulatory Guide 1.92(注)の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として，組合せ係数法(1.0：0.4：0.4)に基づいて地震力を設定する。

評価対象として抽出した耐震評価上の構成部位について，構造部材の発生応力等を適切に組み合わせることで，各部位の設計上の許容値に対する評価を実施し，各部位が有する耐震性への影響を評価する。

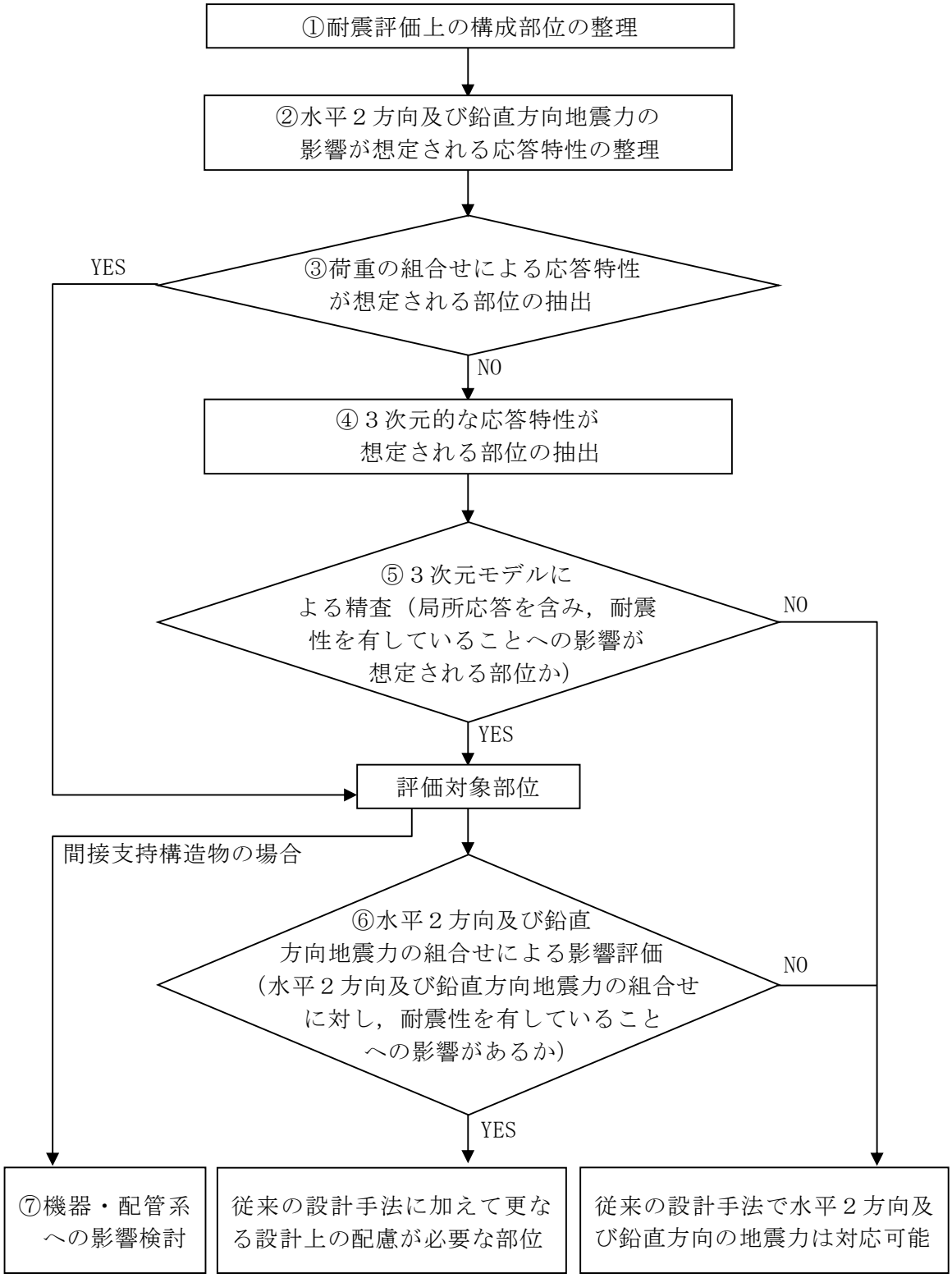
⑦　機器・配管系への影響検討

評価対象として抽出された部位が，耐震重要施設，常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系の間接支持機能を有する場合には，水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響が確認された場合，機器・配管系の影響評価に反映する。

なお，３次元モデルによる精査にて，建物・構築物の影響の観点から抽出されなかった部位であっても，機器・配管系への影響の可能性が想定される部位について検討対象として抽出する。

(注) Regulatory Guide (RG) 1.92 “Combining modal responses and Spatial components in seismic response analysis”



第４－１－２図　水平２方向及び鉛直方向地震力による影響評価のフロー

4.2　機器・配管系

4.2.1　水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計の考え方

機器・配管系における従来の水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計手法では，建物・構築物の振動特性を考慮し，変形するモードが支配的となり応答が大きくなる方向（応答軸方向）に基準地震動S_sを入力して得られる各方向の地震力（床応答）を用いている。

応答軸（強軸・弱軸）が明確となっている設備の耐震評価においては，水平各方向の地震力を包絡し，変形モードが支配的となる応答軸方向に入力するなど，従来評価において保守的な取り扱いを基本としている。

一方，応答軸が明確となっていない設備で３次元的な広がりを持つ設備の耐震評価においては，基本的に３次元のモデル化を行っており，建物・構築物の応答軸方向の地震力をそれぞれ入力し，この入力により算定される荷重や応力のうち大きい方を用いて評価を実施している。

さらに，応答軸以外の振動モードが生じ難い構造の採用，応答軸以外の振動モードが生じ難いサポート設計の採用といった構造上の配慮など，水平方向の入力に対して配慮した設計としている。

4.2.2　水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

機器・配管系において，水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した場合に，影響を受ける可能性がある設備（部位）の評価を行う。

評価対象は，耐震重要施設，常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備とする。

対象とする設備を機種ごとに分類し，それぞれの構造上の特徴により荷重の伝達方向，その荷重を受ける構造部材の配置及び構成等により水平２方向

の地震力による影響を受ける可能性がある設備（部位）を抽出する。

構造上の特徴により影響の可能性がある設備（部位）は，水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の検討を実施する。水平各方向の地震力が１：１で入力された場合の発生値を従来の評価結果の荷重又は算出応力等を水平２方向及び鉛直方向に整理して組み合わせる又は新たな解析等により高度化した手法を用いる等により，水平２方向の地震力による設備（部位）に発生する荷重や応力を算出する。

これらの検討により，水平２方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた荷重や応力の結果が従来の発生値と同等である場合は影響のない設備として抽出し，従来の発生値を超えて耐震性への影響が懸念される場合は，設備が有する耐震性への影響を確認する。

設備が有する耐震性への影響が確認された場合は，詳細な手法を用いた検討等，新たに設計上の対応策を講じる。

4.2.3　水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

機器・配管系において，水平２方向及び鉛直方向地震力の影響を受ける可能性があり，水平１方向及び鉛直方向地震力の従来評価に加え，更なる設計上の配慮が必要な設備について，構造及び発生値の増分の観点から抽出し，影響を評価する。影響評価は従来設計で用いている質点系モデルによる評価結果を用いて行うことを基本とする。影響評価のフローを第4－2－1 図に示す。

なお，耐震評価は基本的におおむね弾性範囲でとどまる体系であることに加え，国内と海外の機器の耐震解析は，基本的に線形モデルにて実施している等類似であり，水平２方向及び鉛直方向の位相差は機器の応答にも現れることから，米国Regulatory Guide 1.92の「2. Combining Effects Caused

by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として，水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を検討する際は，地震時に水平２方向及び鉛直方向それぞれの最大応答が同時に発生する可能性は極めて低いとした考え方であるSquare-Root-of-the-Sum-of-the-Squares 法（以下「最大応答の非同時性を考慮したSRSS法」という。）又は組合せ係数法（1.0：0.4：0.4）を適用し，各方向からの地震入力による各方向の応答を組み合わせる。

① 評価対象となる設備の整理

耐震重要施設，常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備，共振のおそれのある耐震Ｂクラスを評価対象とし，代表的な機種ごとに分類し整理する。（第4－2－1図①）

② 構造上の特徴による抽出

機種ごとに構造上の特徴から水平２方向の地震力が重複する観点，もしくは応答軸方向以外の振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点にて検討を行い，水平２方向の地震力による影響の可能性がある設備を抽出する。（第4－2－1図②）

③ 発生値の増分による抽出

水平２方向の地震力による影響の可能性がある設備に対して，水平２方向の地震力が各方向１：１で入力された場合に各部にかかる荷重や応力を求め，従来の水平１方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して，水平２方向及び鉛直方向地震力を考慮した発生値の増分を用いて影響を検討し，耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。

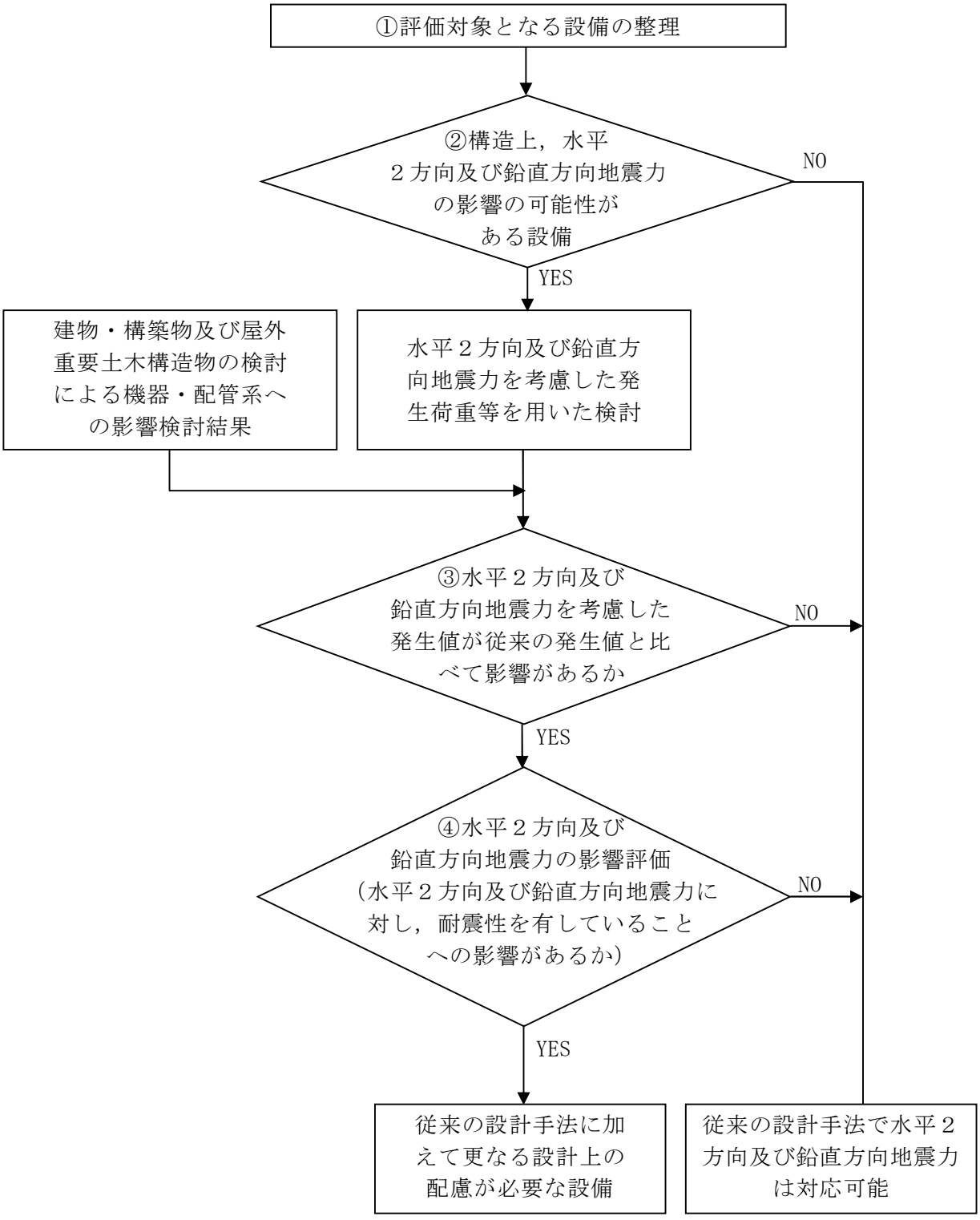
また，建物・構築物及び屋外重要土木構造物の検討により，機器・配

管系への影響の可能性がある部位が抽出された場合は，機器・配管系への影響を評価し，耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。

影響の検討は，機種ごとの分類に対して地震力の寄与度に配慮し耐震裕度が小さい設備（部位）を対象とする。（第4－2－1図③）

④　水平２方向及び鉛直方向地震力の影響評価

③の検討において算出された荷重や応力を用いて，設備が有する耐震性への影響を確認する。（第4－2－1図④）



第４－２－１図　水平２方向及び鉛直方向地震力による影響評価フロー

4.3　屋外重要土木構造物

4.3.1　水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

従来設計手法の考え方について，RC構造物である取水構造物を例に第4－3－1表に示す。

一般的な地上構造物では，躯体の慣性力が主たる荷重であるのに対し，屋外重要土木構造物は，概ね地中に埋設されているため，動土圧や動水圧等の外力が主たる荷重となる。また，屋外重要土木構造物は，比較的単純な構造部材の配置で構成され，ほぼ同一の断面が奥行き方向に連続する構造的特徴を有することから，３次元的な応答の影響は小さいため，2次元断面での耐震評価を行っている。

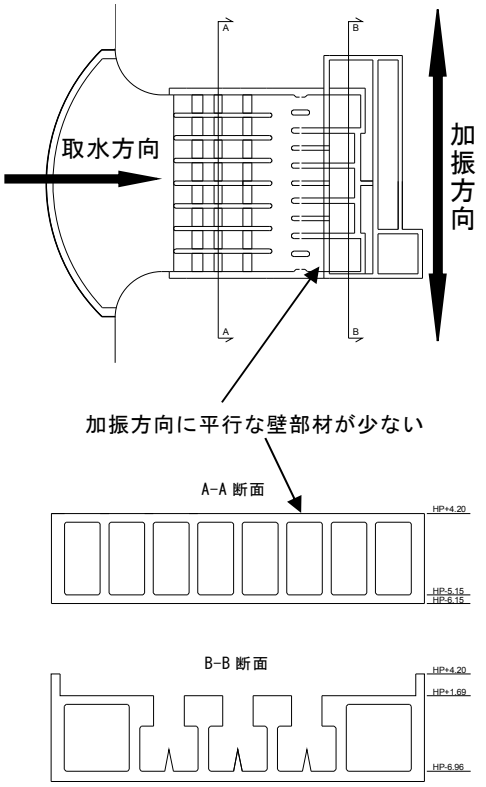
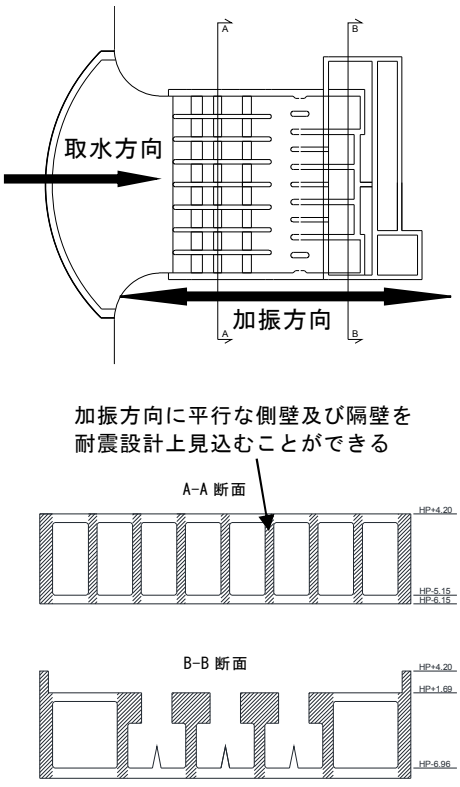
屋外重要土木構造物は，主に海水の通水機能や配管等の間接支持機能を維持するため，通水方向や管軸方向に対して空間を保持できるように構造部材が配置されることから，構造上の特徴として，明確な弱軸，強軸を有する。

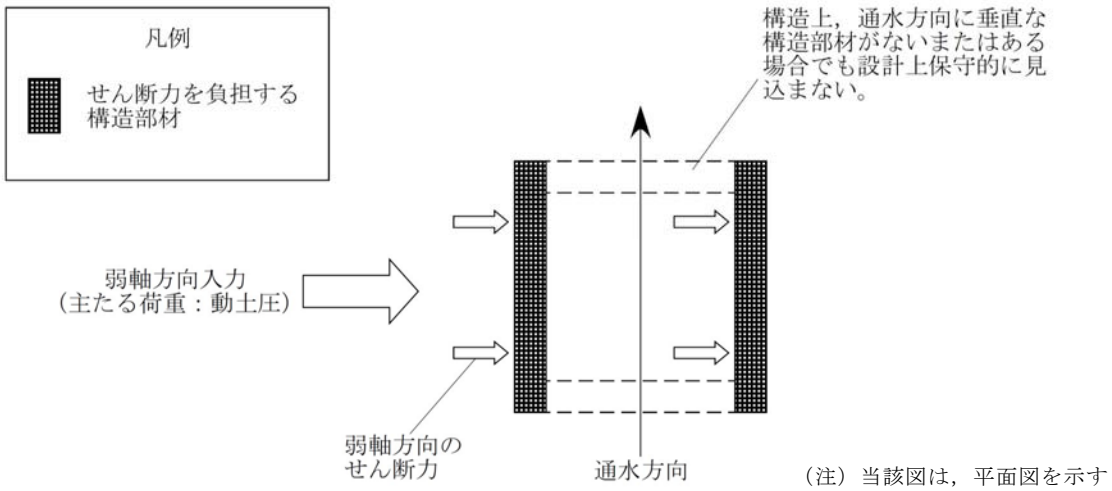
強軸方向の地震時挙動は，弱軸方向に対して顕著な影響を及ぼさないことから，従来設計手法では，弱軸方向を評価対象断面として，耐震設計上求められる水平1方向及び鉛直方向の地震力による耐震評価を実施している。

第4－3－1図に示すとおり，従来設計手法では，屋外重要土木構造物の構造上の特徴から，弱軸方向の地震荷重に対して保守的に加振方向に平行な壁部材を見込まず，垂直に配置された構造部材のみで受けもつよう設計している。

なお，屋外重要土木構造物のうち，既設構造物は取水構造物と屋外二重管（基礎部除く）であり，それ以外の構造物は新設構造物である。ここでは，既設構造物，新設構造物の両方について検討を行う。

第 4－3－1 表　従来設計における評価対象断面の考え方（取水構造物の例）

	横断方向の加振	縦断方向の加振
従来設計の評価対象断面の考え方		



第 4－3－1 図　従来設計手法の考え方

4.3.2　水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

屋外重要土木構造物において，水平２方向及び鉛直方向地震力を考慮した場合に影響を受ける可能性がある構造物の評価を行う。

評価対象は，屋外重要土木構造物である，取水構造物及び屋外二重管並びに波及影響防止のために耐震評価する土木構造物とする。また，常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の間接支持構造物のうち常設代替高圧電源装置置場，常設代替高圧電源装置用カルバート，代替淡水貯槽，常設低圧代替注水系ポンプ室，常設低圧代替注水系配管カルバート，緊急用海水ポンプピット，格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート，緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎並びに重大事故時における海水の通水構造物のうちＳＡ用海水ピット取水塔，海水引込み管，ＳＡ用海水ピット及び緊急用海水取水管も本評価では屋外重要土木構造物として扱うこととし，評価対象に含める。

屋外重要土木構造物を構造形式ごとに分類し，構造形式ごとに作用すると考えられる荷重を整理し，荷重が作用する構造部材の配置等から水平２方向及び鉛直方向地震力による影響を受ける可能性のある構造物を抽出する。

抽出された構造物については，従来設計手法での評価対象断面（弱軸方向）の地震応答解析に基づく構造部材の照査において，評価対象断面（弱軸方向）に直交する断面（強軸方向）の地震応答解析に基づく構造部材の発生応力等を適切に組み合わせることで，水平２方向及び鉛直方向地震力による構造部材の発生応力を算出し，構造物が有する耐震性への影響を確認する。

構造物が有する耐震性への影響が確認された場合は詳細な手法を用いた検討等，新たに設計上の対応策を講じる。

4.3.3　水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

屋外重要土木構造物において，水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を受ける可能性があり，水平1方向及び鉛直方向の従来評価に加え，更なる設計上の配慮が必要な構造物について，構造形式及び作用荷重の観点から影響評価の対象とする構造物を抽出し，構造物が有する耐震性への影響を評価する。影響評価のフローを第4－3－2図に示す。

(1)　影響評価対象構造物の抽出

①　構造形式の分類

評価対象構築物について，各構造物の構造上の特徴や従来設計手法の考え方を踏まえ，構造形式ごとに大別する。

②　従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の整理

従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重を抽出する。

③　荷重の組合せによる応答特性が想定される構造物形式の抽出

②で整理した荷重に対して，構造形式ごとにどのように作用するかを整理し，耐震性に与える影響程度を検討した上で，水平２方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される構造形式を抽出する。

④　従来設計手法における評価対象断面以外の３次元的な応答特性が想定される箇所の抽出

③で抽出されなかった構造形式について，従来設計手法における評価対象断面以外の箇所で，水平２方向及び鉛直方向地震力の影響により３次元的な応答が想定される箇所を抽出する。

⑤　従来設計手法の妥当性の確認

④で抽出された箇所が，水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して，従来設計手法における評価対象断面の耐震評価で満足できるか検討を行う。

(2)　影響評価手法

⑥　水平２方向及び鉛直方向地震力の影響評価

評価対象として抽出された構造物について，従来設計手法での評価対象断面（弱軸方向）の地震応答解析に基づく構造部材の照査において，評価対象断面（弱軸方向）に直交する断面（強軸方向）の地震応答解析に基づく構造部材の発生応力等を適切に組合せることで，水平２方向及び鉛直方向地震力による構造部材の発生応力を算出し，構造物が有する耐震性への影響を確認する。

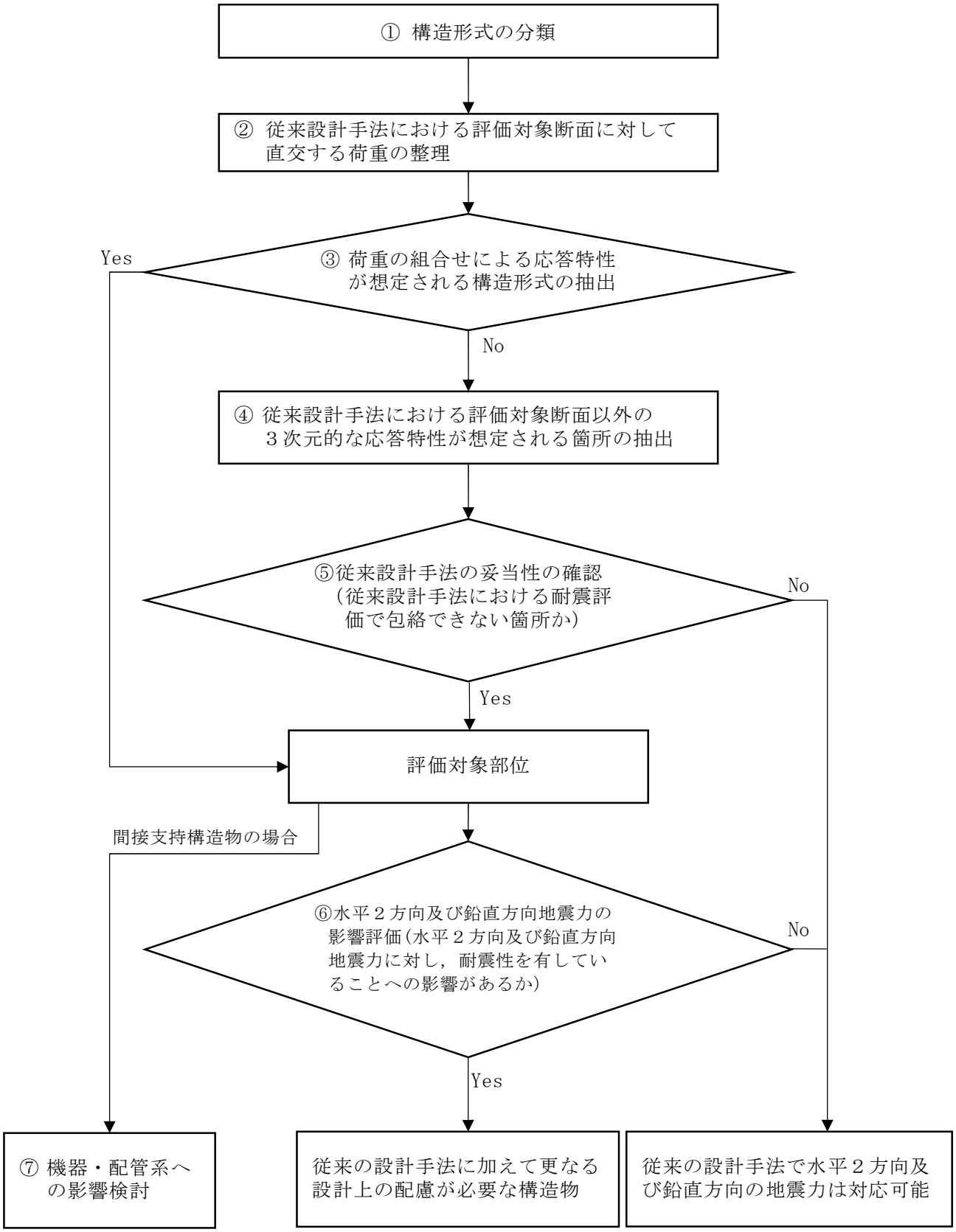
評価対象部位については，屋外重要土木構造物が明確な弱軸・強軸を示し，地震時における構造物のせん断変形方向が明確であることを考慮し，従来設計手法における評価対象断面（弱軸方向）における構造部材の耐震評価結果及び水平２方向の影響の程度を踏まえて選定する。

⑦　機器・配管系への影響検討

評価対象として抽出された構造物が，耐震重要施設，常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系の間接支持構造物である場合，水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響が確認された場合，機器・配管系の影響評価に反映する。

なお，④及び⑤の精査にて，屋外重要土木構造物の影響の観点から抽出されなかった部位であっても，地震応答解析結果から機器・配管系への影響の可能性が想定される部位については検討対象として抽出する。



第４－３－２図　水平２方向及び鉛直方向地震力による影響評価のフロー

4.4　津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物

4.4.1　水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価方針

津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物は「建物・構築物」，「機器・配管系」又は「屋外重要土木構造物」に区分し設計をしていることから，水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価は，施設，設備の区分に応じて「4.1 建物・構築物」，「4.2 機器・配管系」又は「4.3 屋外重要土木構造物」の方針に基づいて実施する。

別添－６

東海第二発電所

屋外重要土木構造物の耐震評価における断面選定の考え方について（耐震）

屋外重要土木構造物の耐震評価における断面選定の考え方

1. 方針

本資料では，屋外重要土木構造物，「常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備」及び「常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く）（以後，「常設重大事故等対処施設」という。)」の耐震評価における断面選定の考え方について示す。

本資料で記載する屋外重要土木構造物等及びこれに設置される主要設備の一覧表を第 1 表に，全体配置図を第 1 図に示す。

耐震評価においては，構造物の配置，構造形状，周辺の地質構造等を考慮し，耐震評価上最も厳しくなると考えられる位置を評価対象断面とする。

上記を考慮した屋外重要土木構造物等の断面選定の考え方を第 2 表の通り整理する。

個々の施設の断面選定においては，上記の考え方に加え，可とう管及び杭基礎等に着目した影響並びに周辺施設の影響及び上載する機器・配管等への影響についても考慮する。

第１表　耐震重要施設等に設置される主要設備一覧表

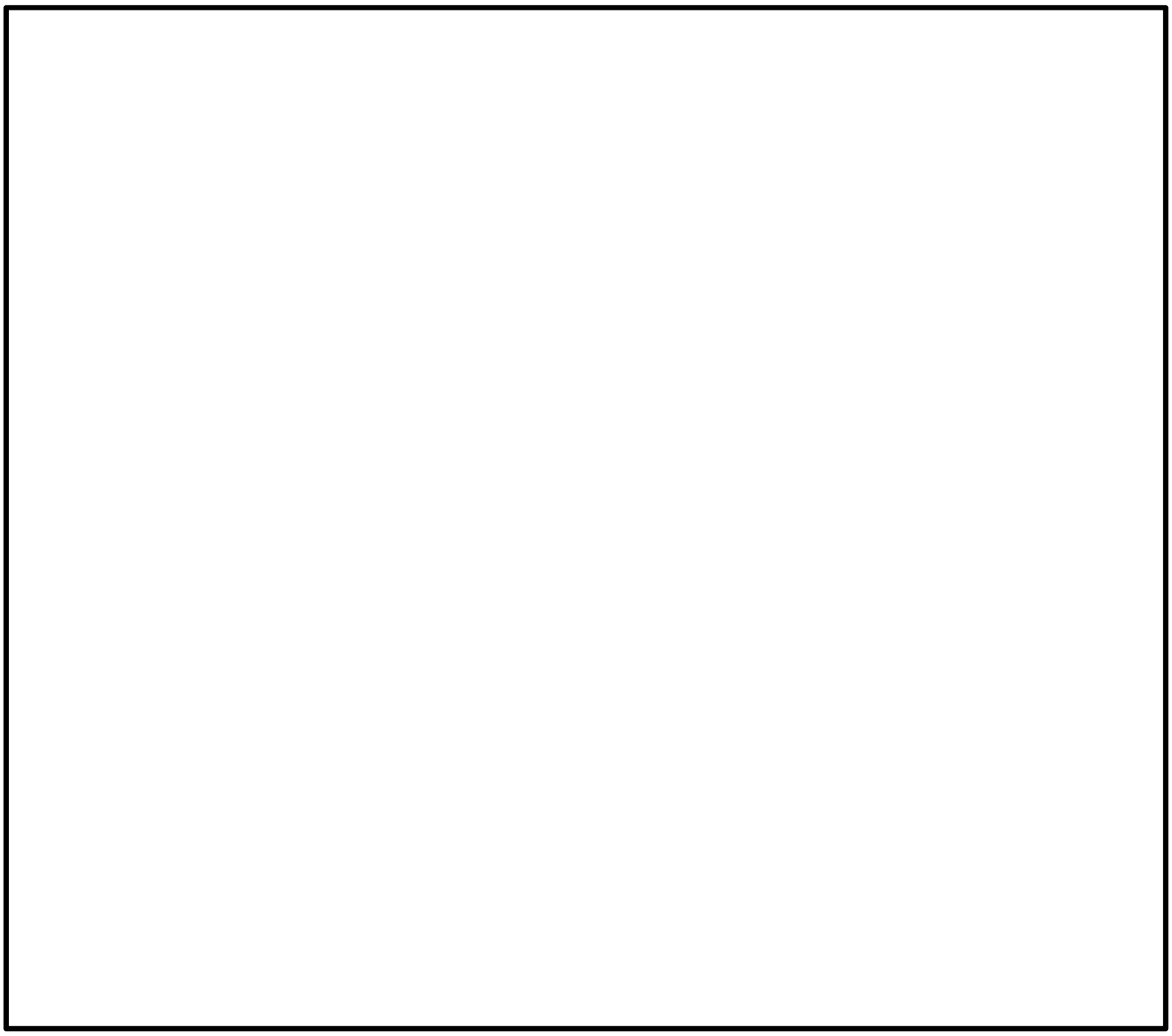
	屋外重要土木構造物等					主要設備			
	名　　称	屋外重要土木構造物	津波防護施設	常設SA設備	常設SA施設	名　　称	耐震	津波	常設SA設備
第2章	取水構造物	○	－	○	○	残留熱除去系海水ポンプ	○	－	○
						非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ	○	－	○
						高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ	○	－	○
						潮位計，取水ピット水位計	－	○	－[注1]
	屋外二重管	○	－	－	○	残留熱除去系海水系配管	○	－	○
						非常用ディーゼル発電機用海水系配管	○	－	○
						高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水系配管	○	－	○
	貯留堰	○	○	○	－	－	－	－	－
	防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）	－	○	－[注1]	－	津波・構内監視カメラ（4台）	－	○	－[注1]
						防潮扉	－	○	－[注1]
	防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）	－	○	－[注1]	－	防潮扉	－	○	－[注1]
	防潮堤（鋼製防護壁）	－	○	－[注1]	－	－	－	－	－
	鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）	－	○	－[注1]	－	放水路ゲート	－	○	－[注1]
	常設代替高圧電源装置置場（西側淡水貯水設備）	○	－	○	○	軽油貯蔵タンク	○	－	○
						常設代替高圧電源装置他	－	－	○
	常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）	○	－	－	○	軽油移送配管	○	－	○
	常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）					常設代替高圧電源装置電路	－	－	○
	常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）								
第3章	代替淡水貯槽	－	－	○	－				
	常設低圧代替注水系ポンプ室	－	－	－	○	常設低圧代替注水系ポンプ	－	－	○
	常設低圧代替注水系配管カルバート	－	－	－	○	常設低圧代替注水系配管	－	－	○
	緊急用海水ポンプピット	－	－	○	○	緊急用海水ポンプ	－	－	○
	格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート	－	－	－	○	格納容器圧力逃がし装置用配管	－	－	○
	緊急用海水取水管	－	－	○	－	－	－	－	－
	SA用海水ピット	－	－	○	－	－	－	－	－
	海水引込み管	－	－	○	－	－	－	－	－
	SA用海水ピット取水塔	－	－	○	－	－	－	－	－
	緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎（A，B）	－	－	－	○	緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク（A，B）	－	－	○
	可搬型設備用軽油タンク基礎（西側）	－	－	－	○	可搬型設備用軽油タンク（西側）	－	－	○
	可搬型設備用軽油タンク基礎（南側）	－	－	－	○	可搬型設備用軽油タンク（南側）	－	－	○

常設SA設備　：　常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備
常設SA施設　：　常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設
耐震　　：　耐震重要施設（津波防護施設，浸水防止設備，津波監視設備を除く）
津波　　：　津波防護施設，浸水防止設備，津波監視設備

注１：常設重大事故等対処設備に対する津波防護施設，浸水防止設備，津波監視設備

第2表　屋外重要土木構造物等の断面選定の考え方

	名　　称	断面選定の基本方針			
		A: 構造形状，周辺の地質構造等の条件が比較的単純であり，耐震評価上厳しい断面が定性的に定まるもの	B: 比較的長いトンネル又は鋼管であり，複数個所にて一次元波動論等による地震応答解析を実施し，耐震評価上厳しい断面を選定するもの	C: 構造形状，周辺の地質構造等の条件から複数の断面を耐震評価断面として整理し，耐震評価上厳しい断面を選定するもの	D: 複雑な設備構造，長大な設置範囲であることを考慮し，津波荷重等も踏まえた総合的な耐震評価，耐津波評価を行うもの
第2章	取水構造物			○	
	屋外二重管			○	
	貯留堰			○	
	防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）				○
	防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）			○	
	防潮堤（鋼製防護壁）				○
	鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）	○			
	常設代替高圧電源装置置場	○			
	常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル，立坑，カルバート）	○（立坑，カルバート）	○（トンネル）		
第3章	代替淡水貯槽	○			
	常設低圧代替注水系ポンプ室	○			
	常設低圧代替注水系配管カルバート	○			
	緊急用海水ポンプピット	○			
	格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート			○	
	緊急用海水取水管		○		
	SA用海水ピット	○			
	海水引込み管		○		
	SA用海水ピット取水塔	○			
	緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎（A，B）	○			
	可搬型設備用軽油タンク基礎（西側）	○			
	可搬型設備用軽油タンク基礎（南側）	○			



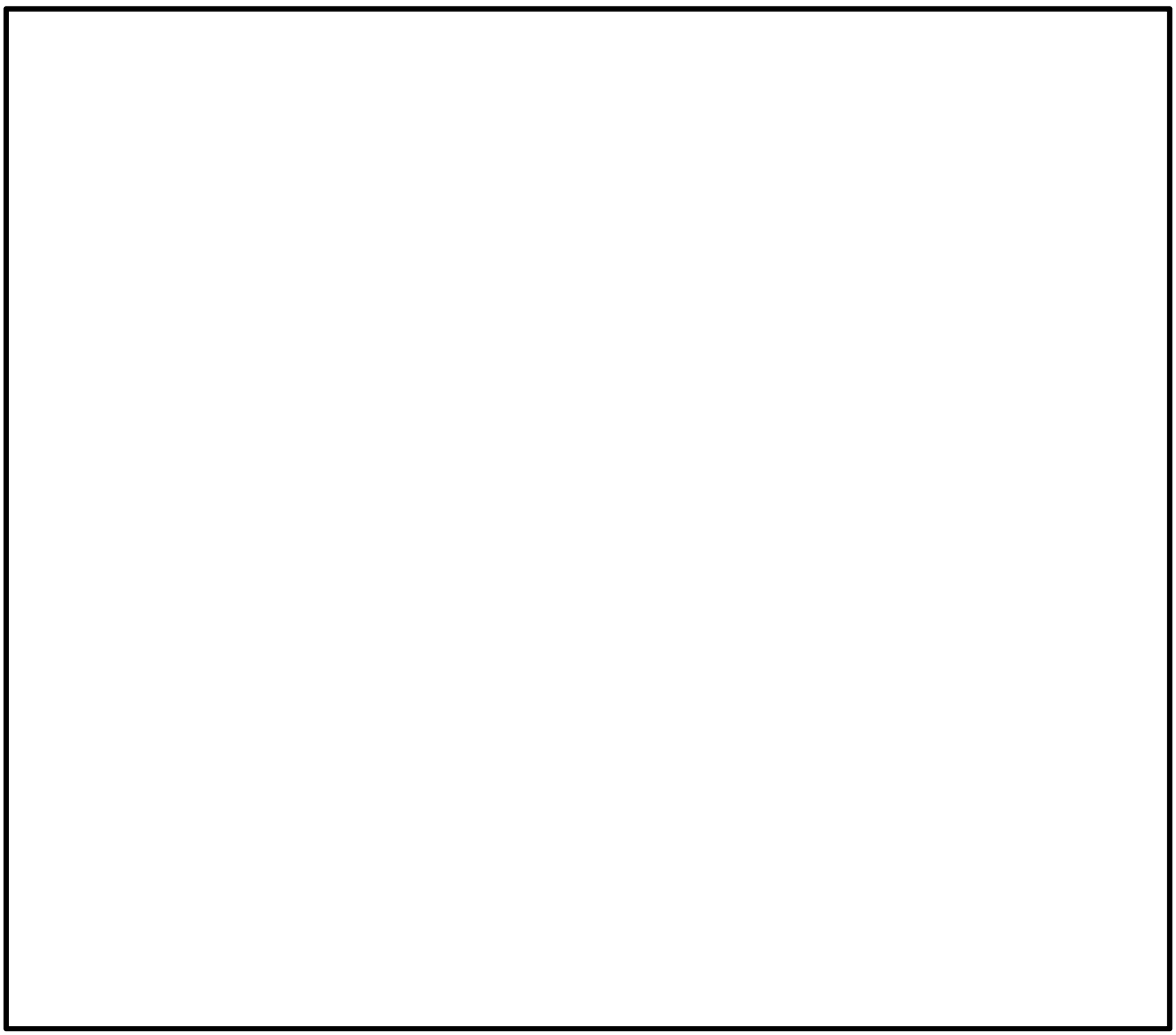
第１図　全体配置図

2.　屋外重要土木構造物の耐震評価における断面選定の考え方

2.1　各施設の配置

本章では屋外重要土木構造物である，取水構造物，屋外二重管，常設代替高圧電源装置置場及び常設代替高圧電源装置用カルバート，津波防護施設である防潮堤（放水路エリアを含む）及び貯留堰の断面選定の考え方を示す。

第 2.1-1 図に屋外重要土木構造物及び津波防護施設の平面配置図を示す。



第 2.1-1 図　屋外重要土木構造物及び津波防護施設の平面配置図

2.2　取水構造物の断面選定の考え方

取水構造物の平面図を第 2.2－1 図に，縦断面図を第 2.2－2 図に，横断面図を第 2.2－3 図に示す。

取水構造物は，Ｓクラス機器である残留熱除去系海水ポンプ，非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ等の間接支持機能を有する。取水構造物は非常用取水設備であり，通水性能及び貯水性能が要求される。

取水構造物は，延長約 56m，幅約 43m，高さ約 12m の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，取水方向に対して複数の断面形状を示すが，基本的には取水路は 8 連のラーメン構造にて，取水ピットは 5 連のラーメン構造にて構成され，杭を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置される。

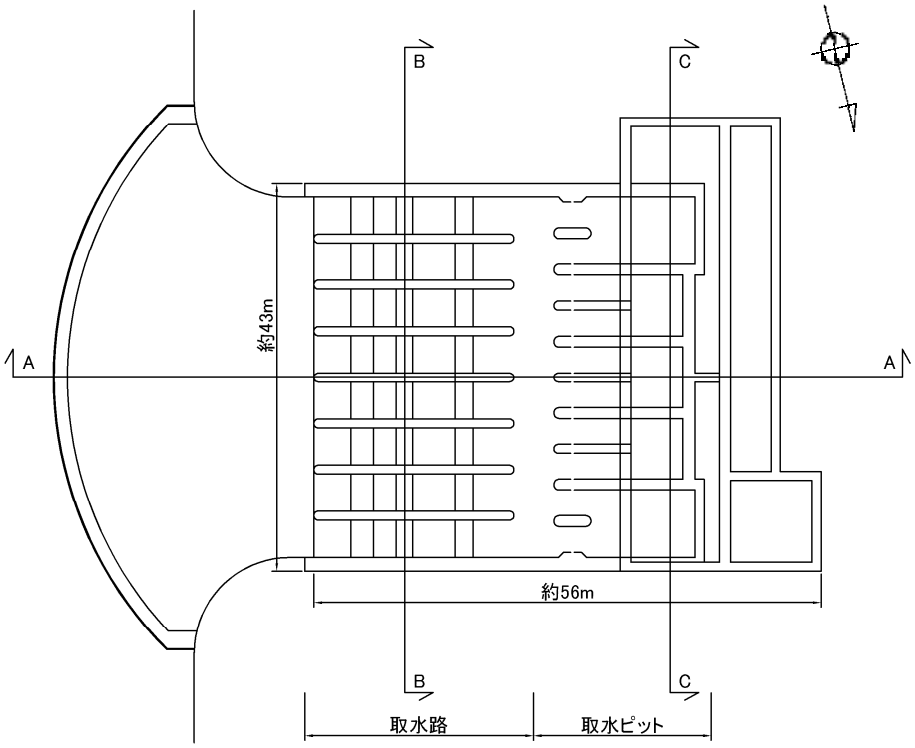
取水構造物の縦断方向（通水方向）は，加振方向と平行に配置される側壁又は隔壁を耐震設計上見込むことができるため，強軸方向となる。一方，横断方向（通水方向に対し直交する方向）は，通水機能を確保するため，加振方向と平行に配置される構造部材が少ないことから，弱軸方向となる。

耐震評価では，構造の安全性に支配的な弱軸方向である横断方向を評価対象の断面の方向とする。

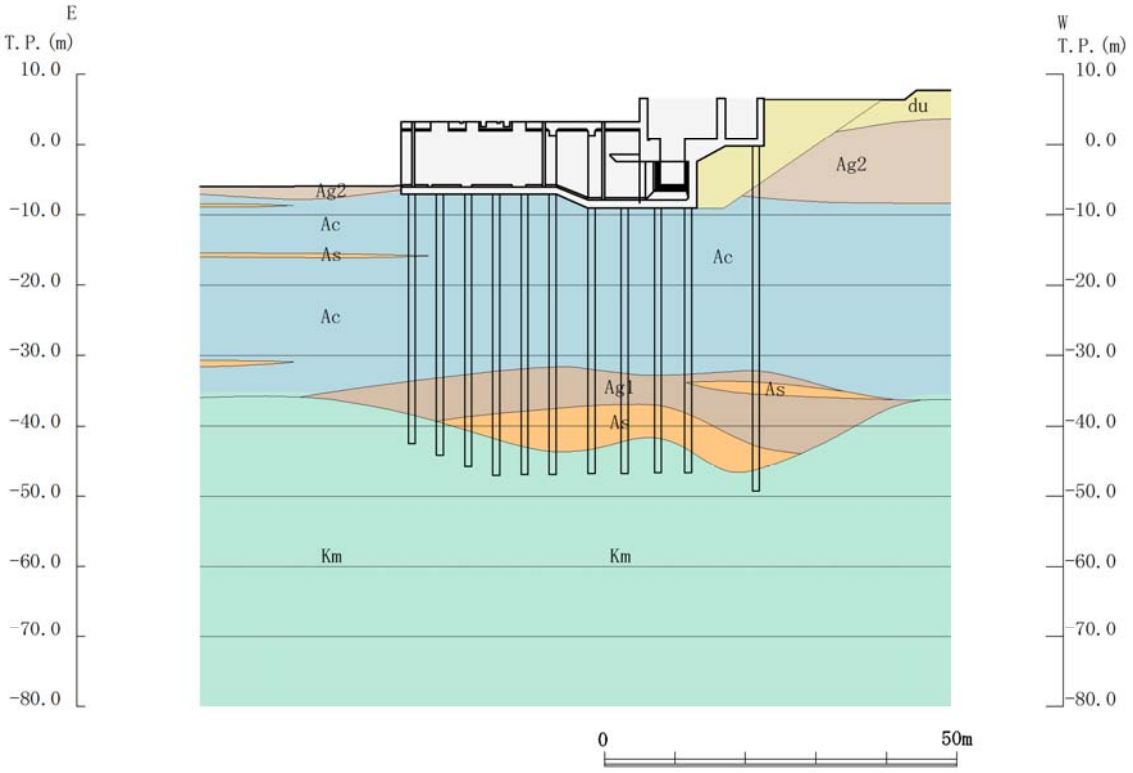
取水路である 8 連のボックスカルバート構造の区間（以下，「取水路区間」という。）においては，頂版には取水方向に概ね規則的に開口が存在する。このため，耐震評価においては，同区間の取水方向全長で開口を含めた平均的な剛性及び上載荷重を考慮した断面を設定する。

取水構造物は，上述のとおり取水方向に対し複数の断面形状を示すこと，杭による支持形式であることから，周辺の地質構造，隣接する構造物の状況を踏まえ，杭への影響についても考慮し，上述の断面を含めた複数の断面を耐震評価候補断面として整理し，耐震安全上最も厳しくなる断面にて基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。

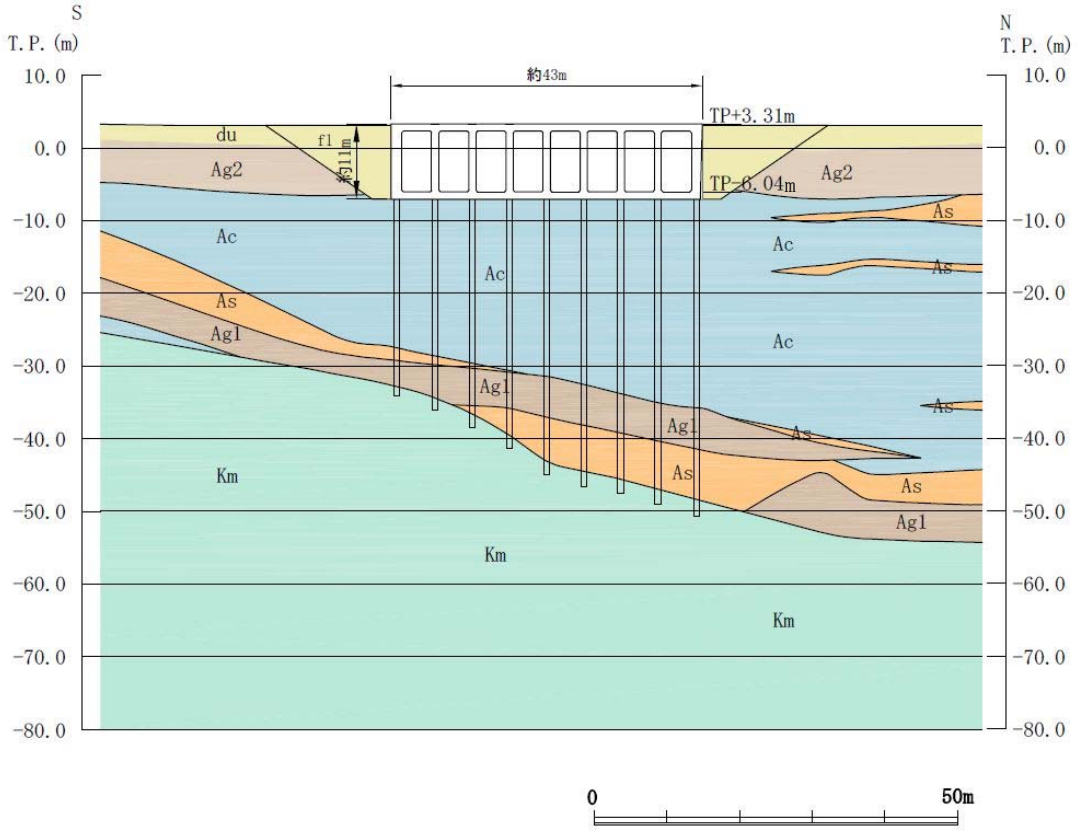
なお，取水ピットである５連のボックスカルバート形状の区間（以下，「取水ピット区間」という。）においては，循環水ポンプ，残留熱除去系海水ポンプ等の非常用ポンプなどの重量物が設置される。このため，機器・配管系を評価する床応答の観点から，機器への影響を踏まえ，開口を含めた平均的な剛性及び上載荷重を考慮した断面を選定し，地震応答解析を実施する。



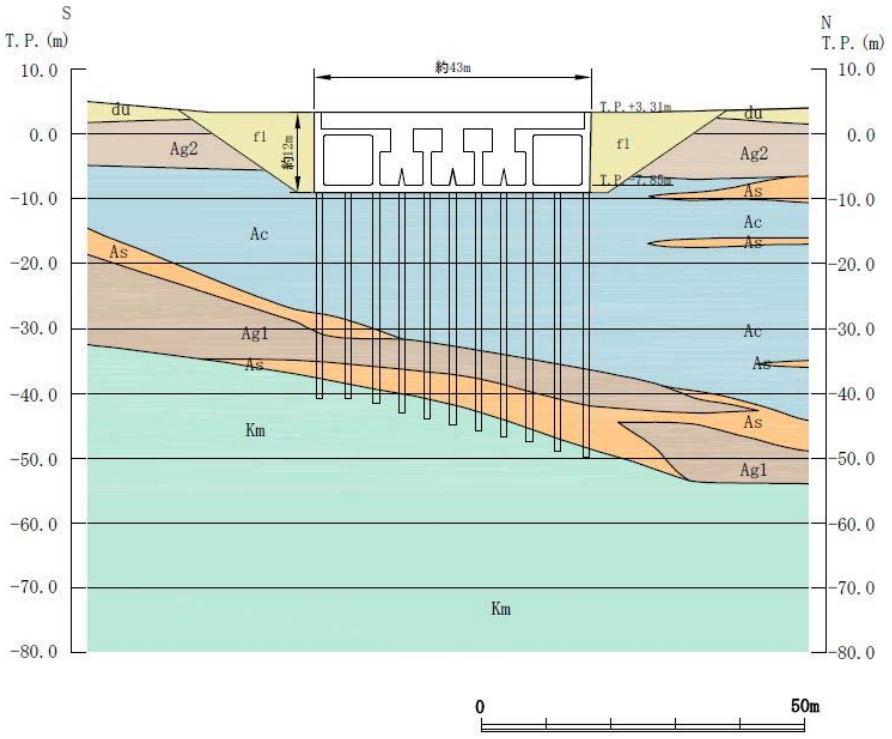
第 2.2－1 図　取水構造物　平面図



第 2.2－2 図　取水構造物　縦断面図（Ａ－Ａ断面）



第 2.2－3（1）図　取水構造物　横断面図（Ｂ－Ｂ断面：取水路）



第 2.2－3（2）図　取水構造物　横断面図（Ｃ－Ｃ断面：取水ピット）

2.3　屋外二重管の断面選定の考え方

屋外二重管は，Ｓクラス機器である残留熱除去系海水系配管，非常用ディーゼル発電機用海水系配管等の間接支持機能を有する。

屋外二重管は，延長約 215m，内径 2.0m 及び 1.8m の 2 本の鋼管の地中構造物である。構造物直下には液状化検討対象層である As 層，Ag1 層及び Ag2 層が分布している。なお，指針改訂に伴う耐震裕度向上工事として，平成 21 年に Ag2 層を対象とした地盤改良を実施している。

設置許可基準規則第 3 条第 1 項への適合性の観点から，本構造物は杭等を介して岩盤で支持する構造とする。

屋外二重管の平面図を第 2.3－1 図に，縦断面図を第 2.3－2 図に，横断図を第 2.3－3 図に示す。

主な範囲においては，屋外二重管の直下に沈下防止を目的とした鋼製梁を設置して，鋼管杭を介して岩盤で支持させる。また，原子炉建屋近傍で，移設不可能な既設構造物（排気筒基礎等）や埋設物との干渉によって鋼管杭の打設が困難な箇所については，屋外二重管直下を地盤改良（セメント固化工法等）することにより補強する地盤に支持させる検討を行う。屋外二重管の基礎構造概要図を第 2.3－4 図に示す。

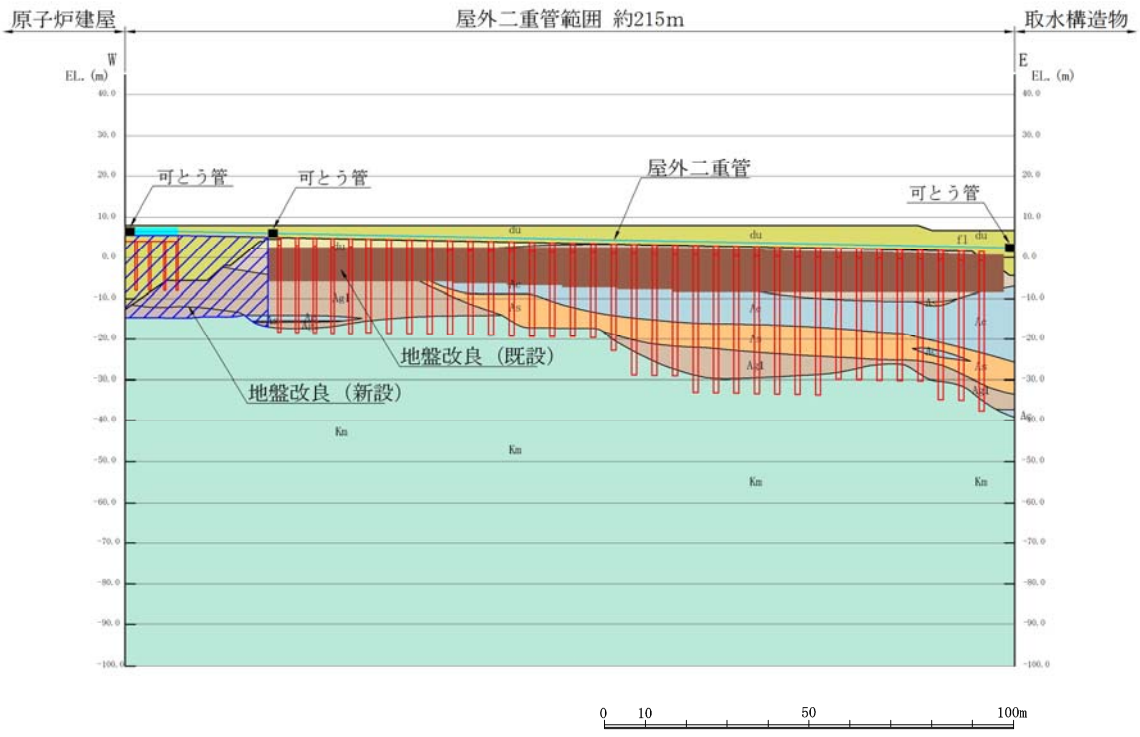
屋外二重管のうち二重管部分は管軸方向に対して一様の断面形状を示す線状の構造物であり，横断方向（管周方向）が弱軸方向である。また，一般的な地中埋設管路の設計では管軸方向が弱軸として設計されることを考慮し，管軸方向断面についても評価対象とする。なお，延長上の複数箇所に可とう管を設置することから，管軸方向の評価においては，可とう管の配置を踏まえた検討を実施する。

屋外二重管の耐震評価では，上述の構造的特徴があること，周辺の地盤構造，隣接する構造物の状況を踏まえ，可とう管及び杭基礎部分への影響につ

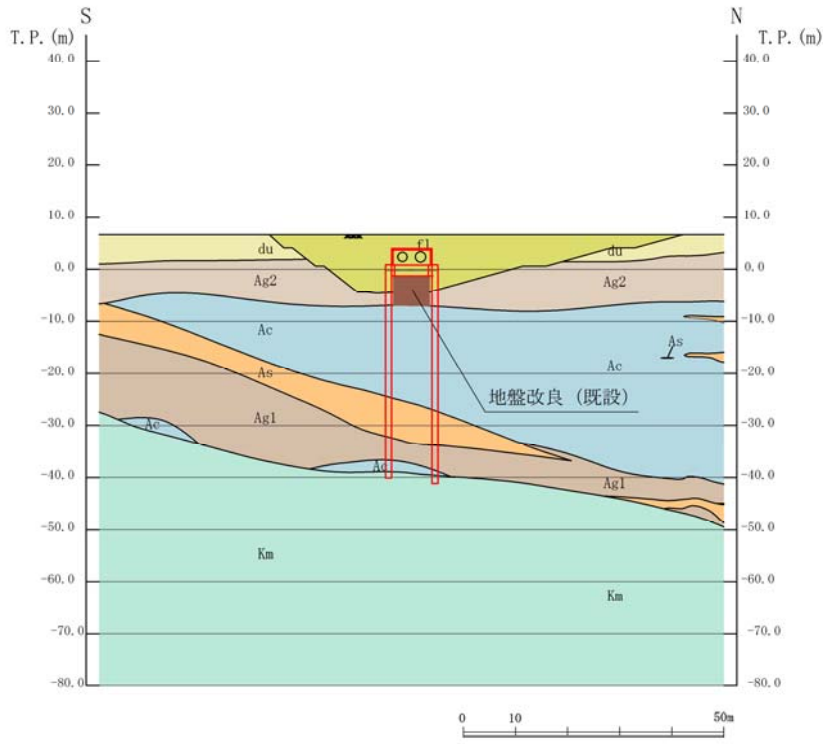
いても考慮し，耐震安全上最も厳しくなる断面にて基準地震動Ｓ$_s$による耐震評価を実施する。

また，屋外二重管には残留熱除去系海水系配管，非常用ディーゼル発電機用海水系配管等が設置されることから，これら配管系への影響も踏まえた断面を選定し，地震応答解析を実施する。

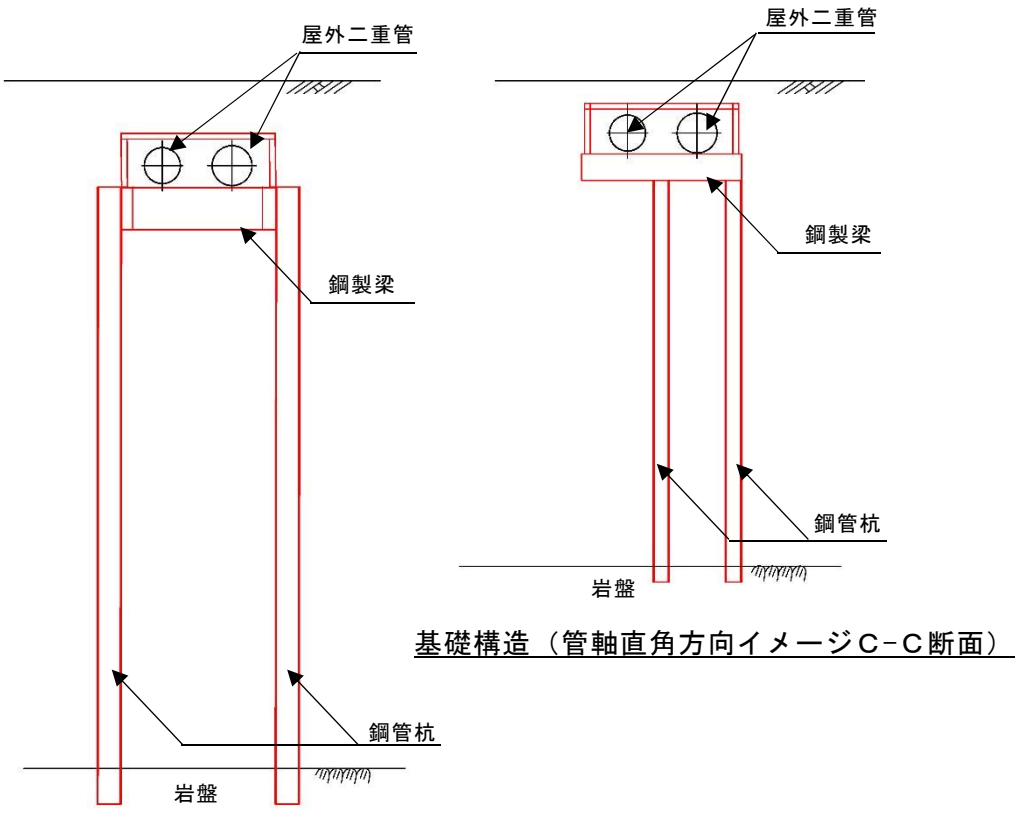
第 2.3－1 図　屋外二重管　平面図



第 2.3－2 図　屋外二重管　縦断面図（Ａ－Ａ断面）



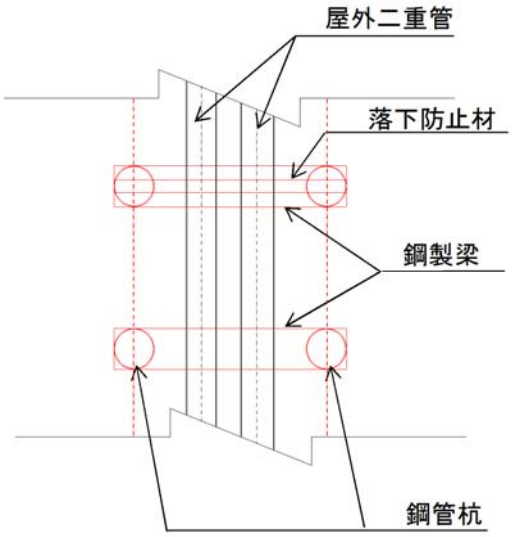
第 2.3－3 図　屋外二重管　横断面図（Ｂ－Ｂ断面）



基礎構造（管軸直角方向イメージＣ-Ｃ断面）

基礎構図（管軸直角方向イメージＢ－Ｂ断面）

第 2.3－4（1）図　基礎構造概要図（断面図）



第 2.3－4（2）　基礎構造概要図（平面図）

2.4　貯留堰の断面選定の考え方

貯留堰の平面図を第 2.4－1 図に，断面図を第 2.4－2 図に示す。

貯留堰は非常用取水設備であり，貯水性能が要求される。

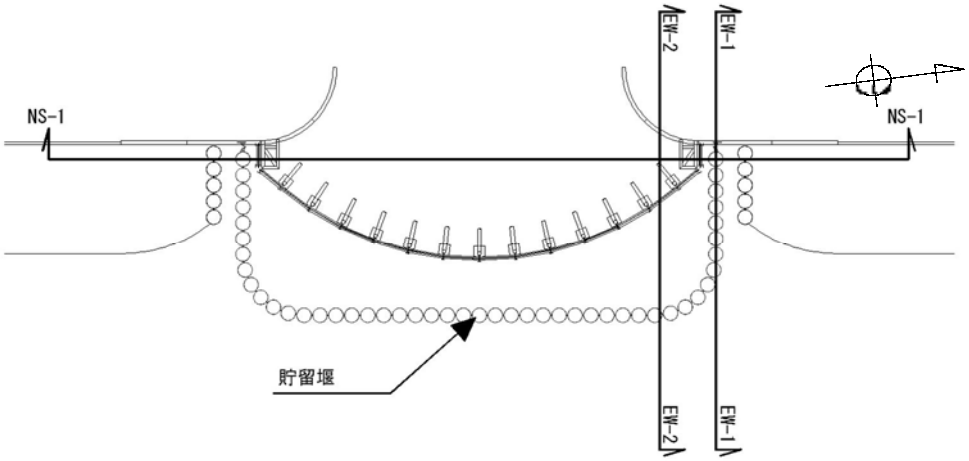
貯留堰は，延長約 110m の海底面から約 2m 突出した鋼管矢板を連結した構造物であり，取水口護岸に接続する。鋼管矢板は十分な支持性能を有する岩盤に直接設置される。

貯留堰の縦断方向（軸方向）は，加振方向に隣接する鋼管矢板を耐震設計上見込むことができるため，強軸方向となる。一方，横断方向（軸方向に対して直交する方向）は，加振方向に隣接する鋼管矢板がないことから，弱軸方向となる。

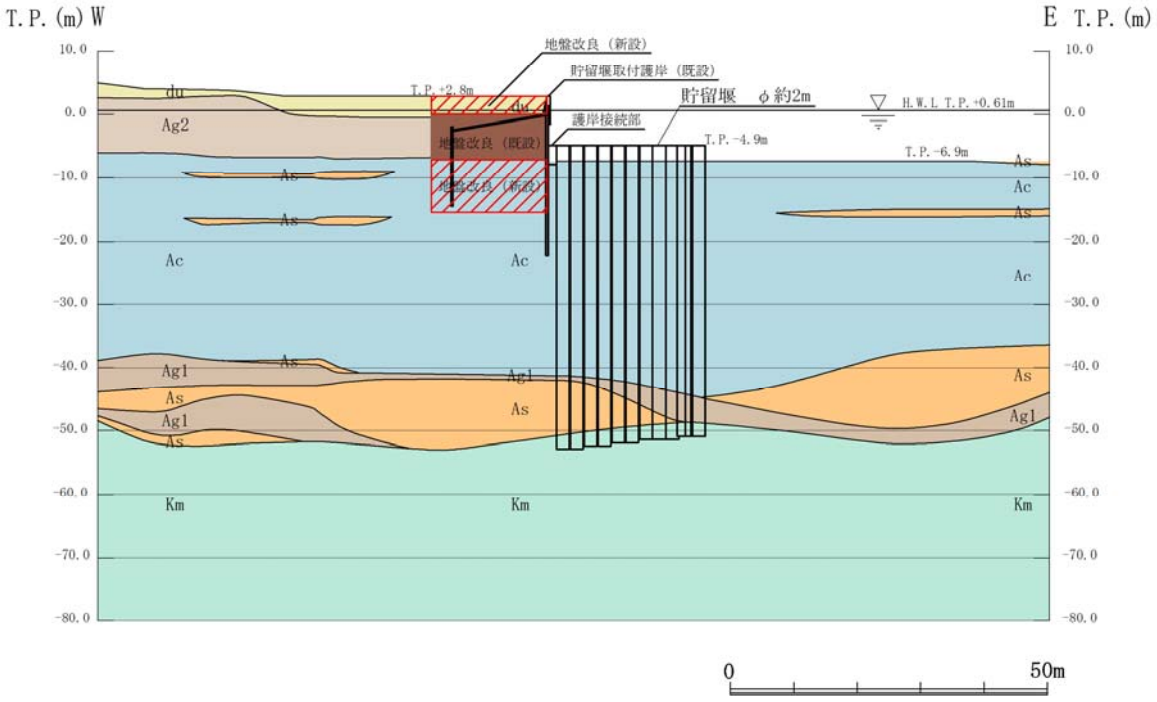
貯留堰は，上述のとおり縦断方向に対し一様な設備形状であるが，鋼管矢板の周辺に第四系地盤が分布していることから，耐震評価では，周辺地盤の影響が支配的と考えられる。

S－1 断面から，貯留堰の設置位置については，北に向かって堆積層の基底面が深くなっていることから，貯留堰の本体に着目した検討断面として，EW-2 断面を選定する。また，護岸との接続部については，北側の接続部に着目した検討断面として，EW－1 断面及び NS－1 断面を選定する。

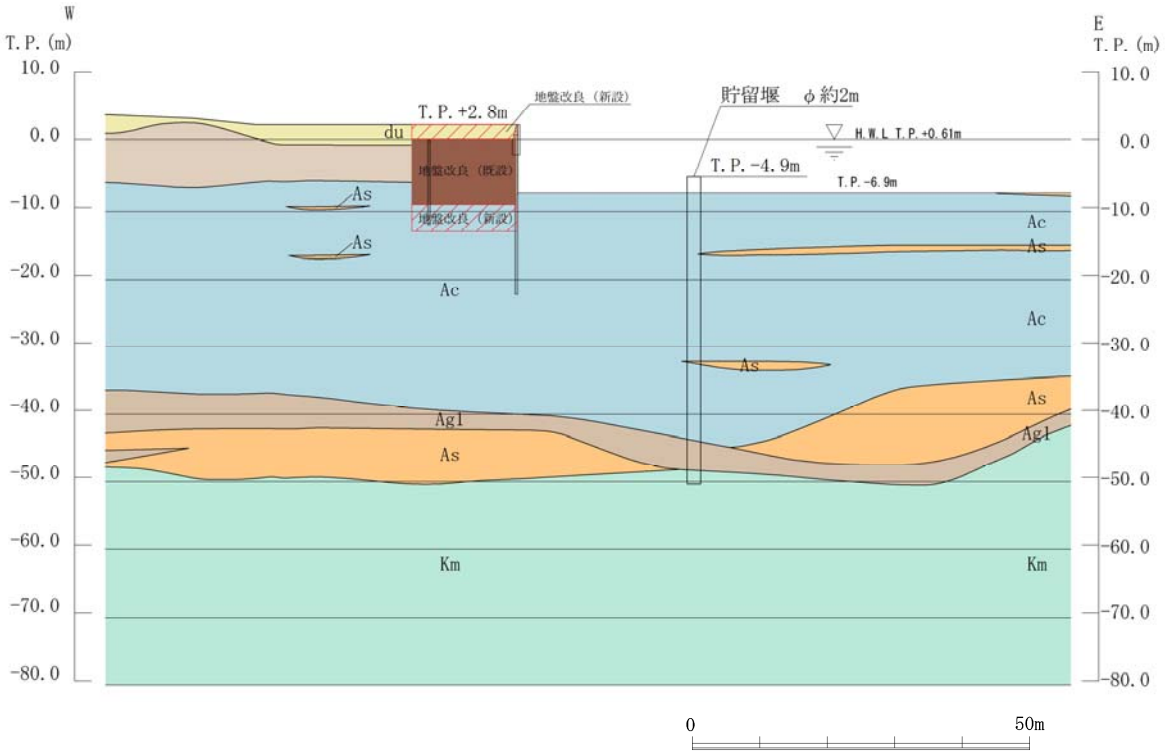
今後，上述の断面を含めた複数の断面を耐震評価候補断面として整理し，耐震安全上最も厳しくなる断面にて基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。



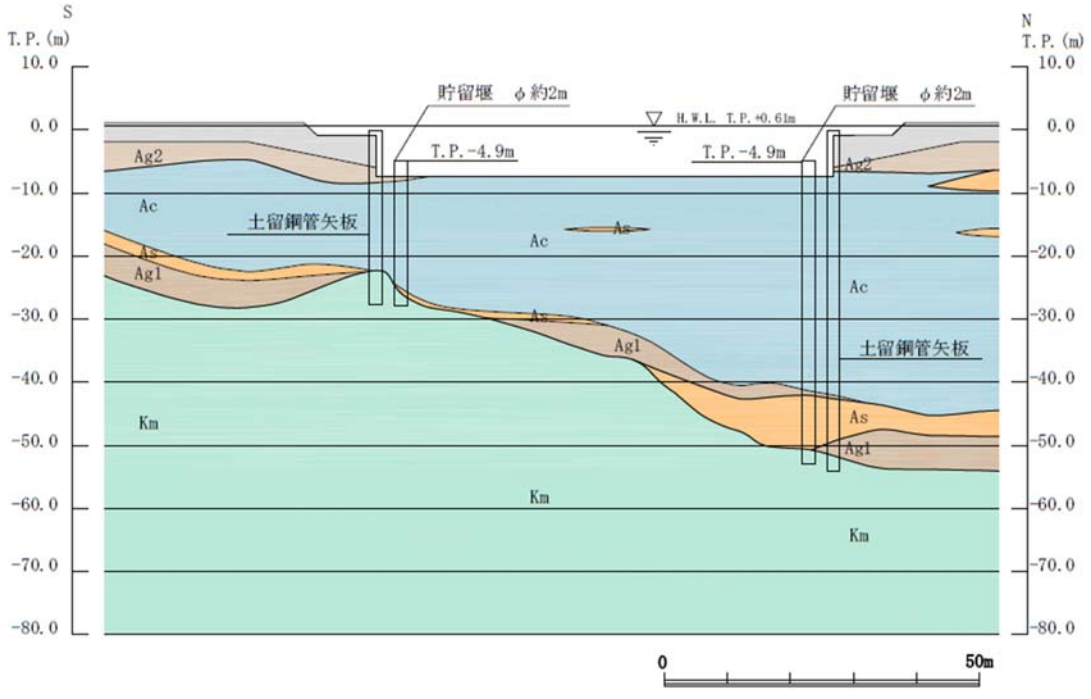
第 2.4－1 図　貯留堰　平面図



第 2.4－2（1）図　貯留堰　断面図（EW－1 断面）



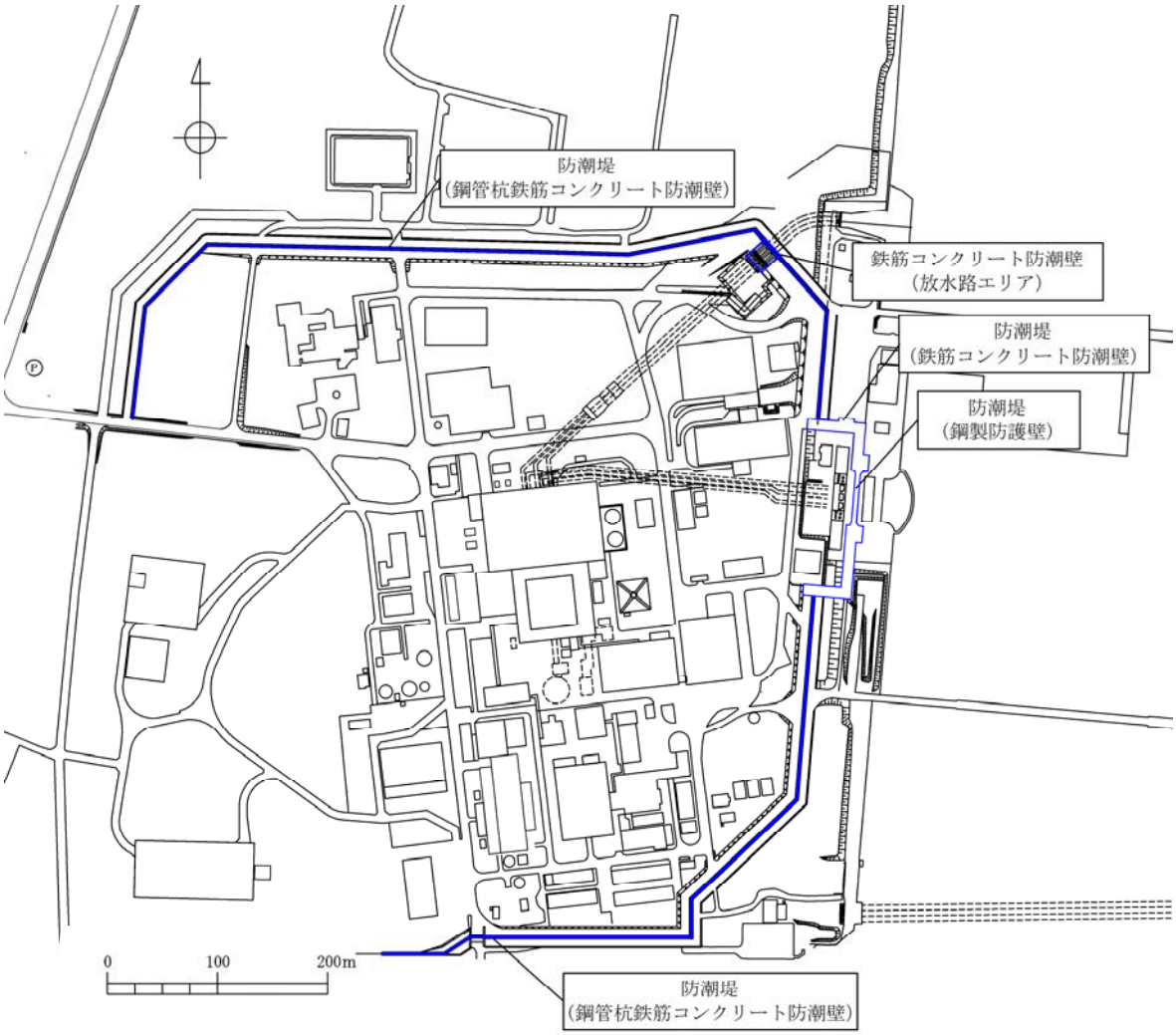
第 2.4－2（2）図　貯留堰　断面図（EW－2 断面）



第 2.4－2（3）図　貯留堰　断面図（NS－1 断面）

2.5　防潮堤の断面選定の考え方

防潮堤の平面図を第 2.5－1 図に示す。防潮堤は，鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁，鋼製防護壁及び鉄筋コンクリート防潮壁に区分され，総延長は約 2.3km，天端高さは T.P.＋20m（敷地前面東側）又は T.P＋18m（敷地側面北側及び敷地側面南側）からなる。以下に，それぞれの断面選定の考え方を示す。



第 2.5－1 図　防潮堤　平面図

2.5.1　鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁

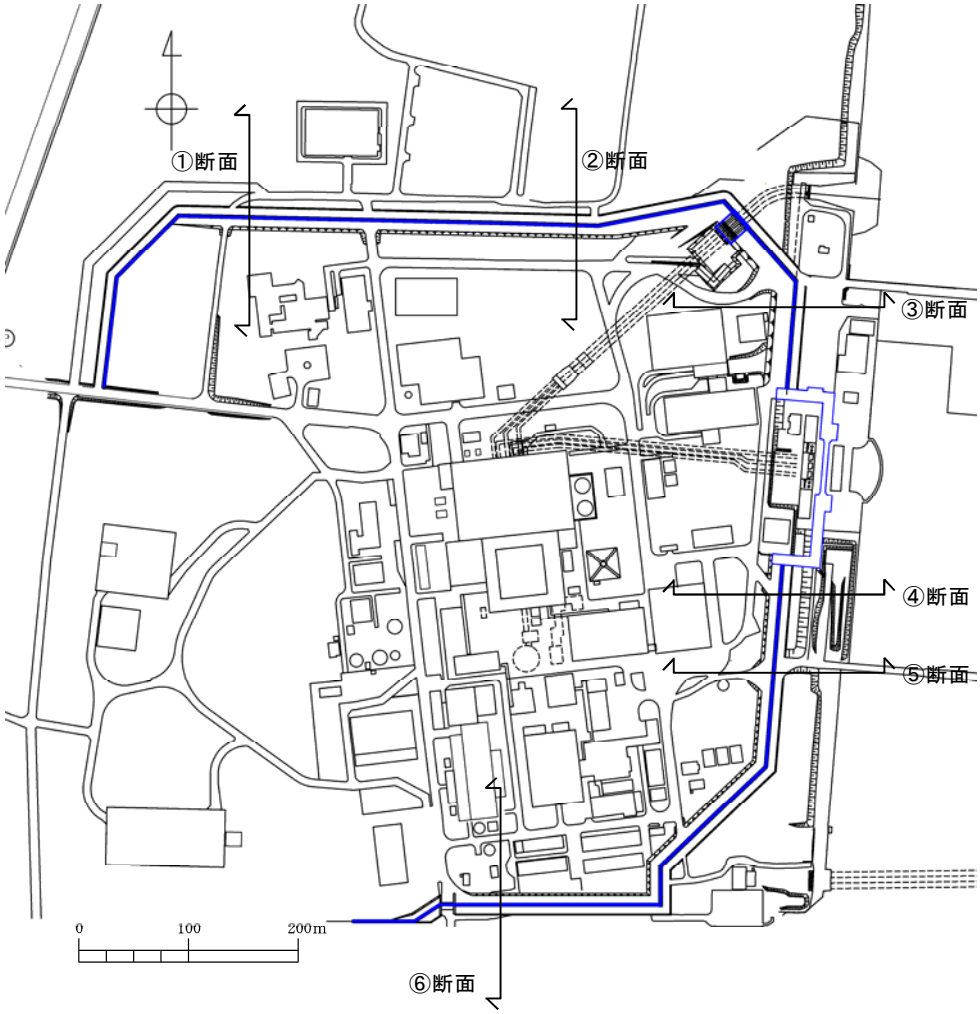
鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の平面図を第2.5－2図に，正面図　及び断面図を第2.5－3図に，横断面図を第2.5－4～5図に示す。

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁は，延長約 2km，直径 2～2.5m の複数の鋼管杭を鉄筋コンクリートで巻き立てた鉄筋コンクリート造の防潮壁を１つのブロックとした構造物であり，鋼管杭を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置される。

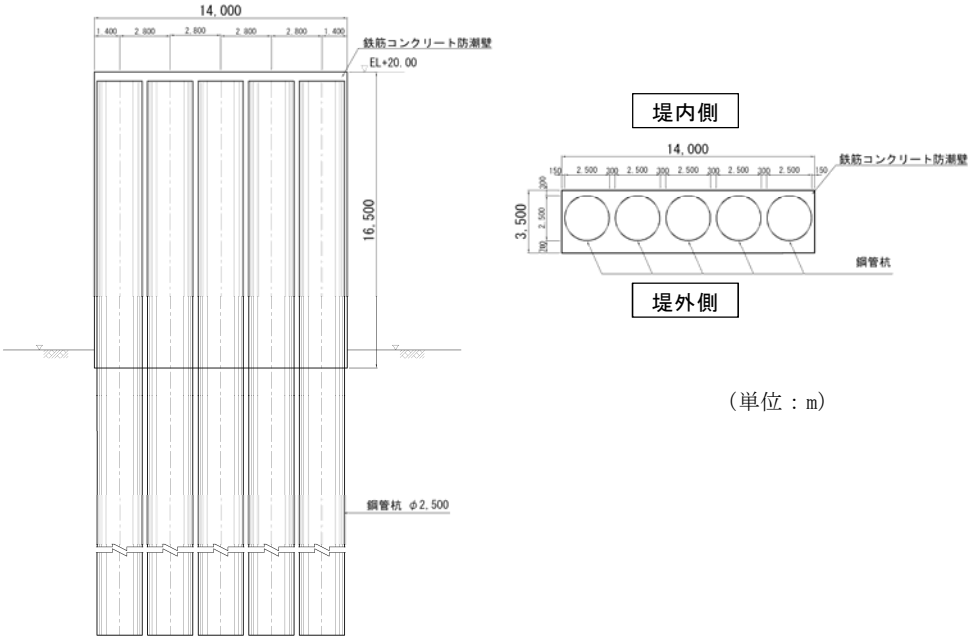
鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の縦断方向は，加振方向と平行に配置される躯体及び杭基礎を耐震設計上見込むことができるため強軸方向となる。一方，横断方向は，加振方向と平行に躯体及び杭基礎が配置されないことから，弱軸方向となる。

耐震評価では，構造物の構造的特徴や周辺の地盤条件も考慮して，構造の安全性に支配的な弱軸方向である横断方向の断面について，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。

なお，鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁は敷地の全域に渡り設置することから，敷地の地質・地質構造の特徴や遡上津波の特性等を踏まえ，それらを網羅的に考慮した検討断面を第2.5－1表，第2.5－6図，第2.5－2表，第2.5－7図に基づき選定した（①断面～⑥断面）。

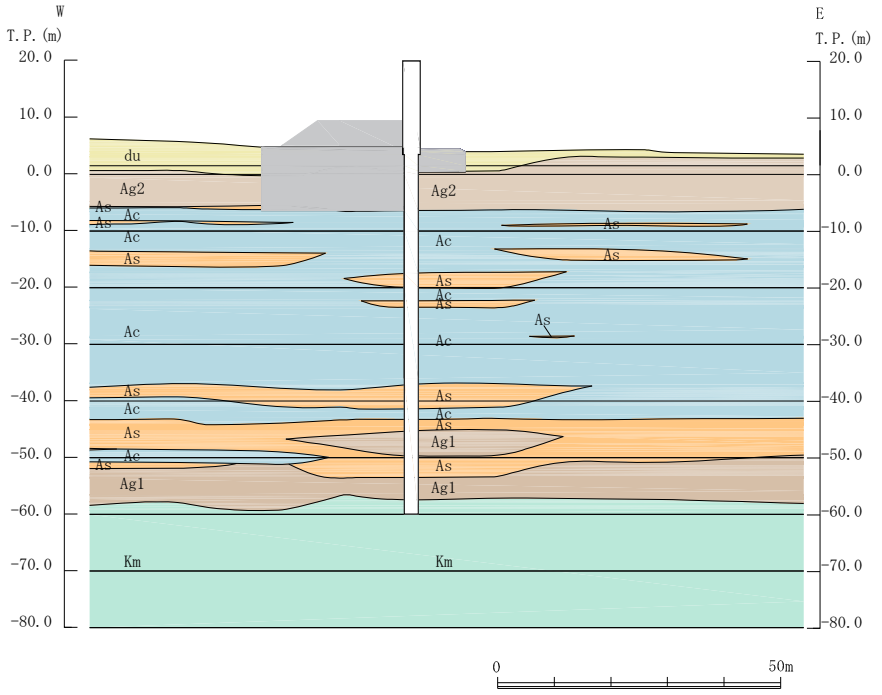


第 2.5－2 図　鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁　平面図

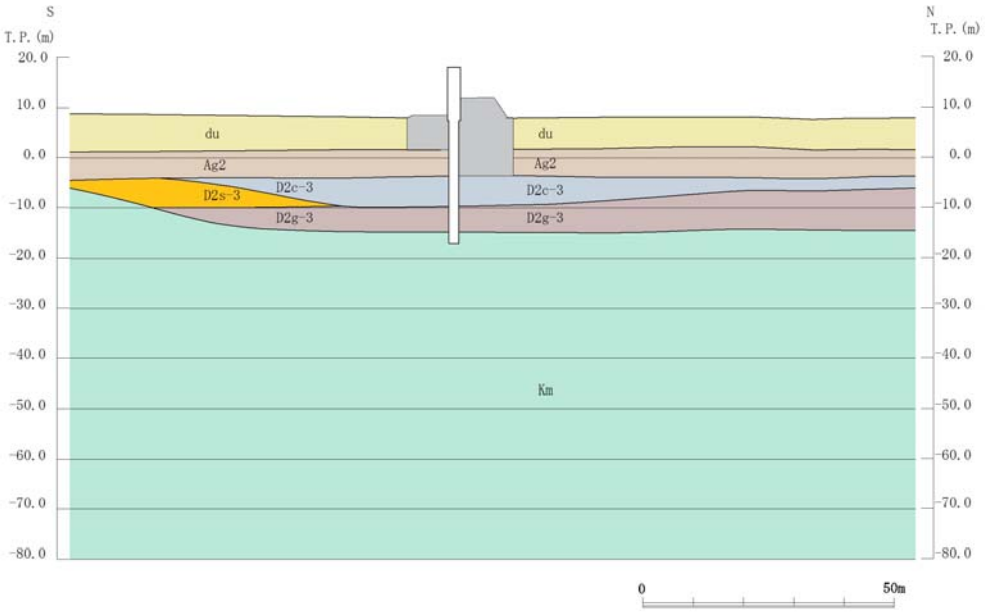


（単位：m）

第 2.5－3 図　鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁　正面図及び断面図



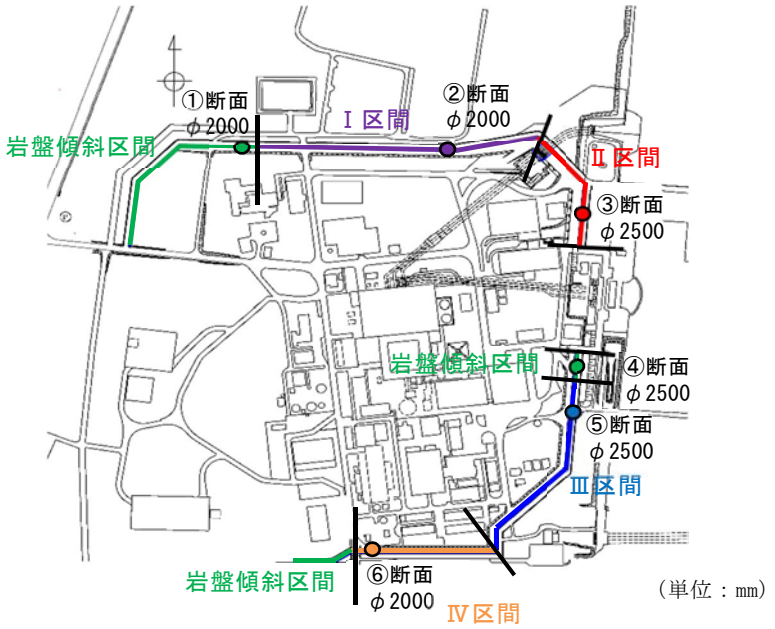
第 2.5－4 図　鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁　横断面図（③断面）



第 2.5－5 図　鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁　横断面図（⑥断面）

第 2.5－1 表　検討断面選定理由

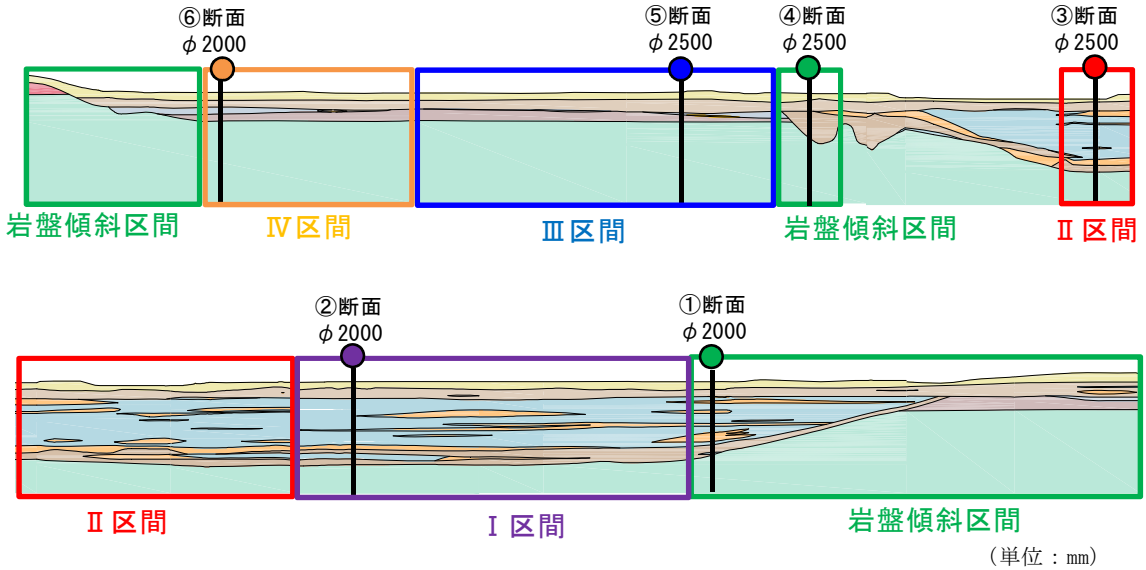
検討断面	地質的特徴	区間名 （防潮堤天端高さ）	選定理由
①断面もしくは④断面	岩盤が傾斜する。	岩盤傾斜区間 （T.P.+18m もしくは T.P.+20m）	岩盤の傾斜角が最も大きい箇所
②断面	岩盤標高が低い（第四系の層厚が厚い）	Ⅰ区間 （T.P.+18m）	粘土層が最も厚く堆積する箇所（区間内で第四系の層厚はほぼ一定）
③断面		Ⅱ区間 （T.P.+20m）	全区間で防潮壁の壁高さが最も高い箇所（全区間で津波荷重が最も大きい箇所）
⑤断面	岩盤標高が高い（第四系の層厚が薄い） 更新統が存在する。	Ⅲ区間 （T.P.+20m）	当該区間で第四系の層厚が最も厚い箇所
⑥断面		Ⅳ区間 （T.P.+18m）	当該区間で第四系の層厚が最も厚い箇所



第 2.5－6 図　鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の区間割図

第 2.5－2 表　区間別の第四系層厚

凡例	区間	鋼管杭径（mm）	第四系の層厚(岩盤の出現深さ)
	岩盤傾斜区間	φ2,000 or φ2,500	薄い～厚い(傾斜)
	Ⅰ区間	φ2,000	一定の厚さで薄い(浅い)
	Ⅱ区間	φ2,500	一定の厚さで薄い(浅い)
	Ⅲ区間	φ2,500	一定の厚さで厚い(深い)
	Ⅳ区間	φ2,000	一定の厚さで厚い(深い)



第 2.5－7 図　検討断面位置図

2.5.2　鋼製防護壁

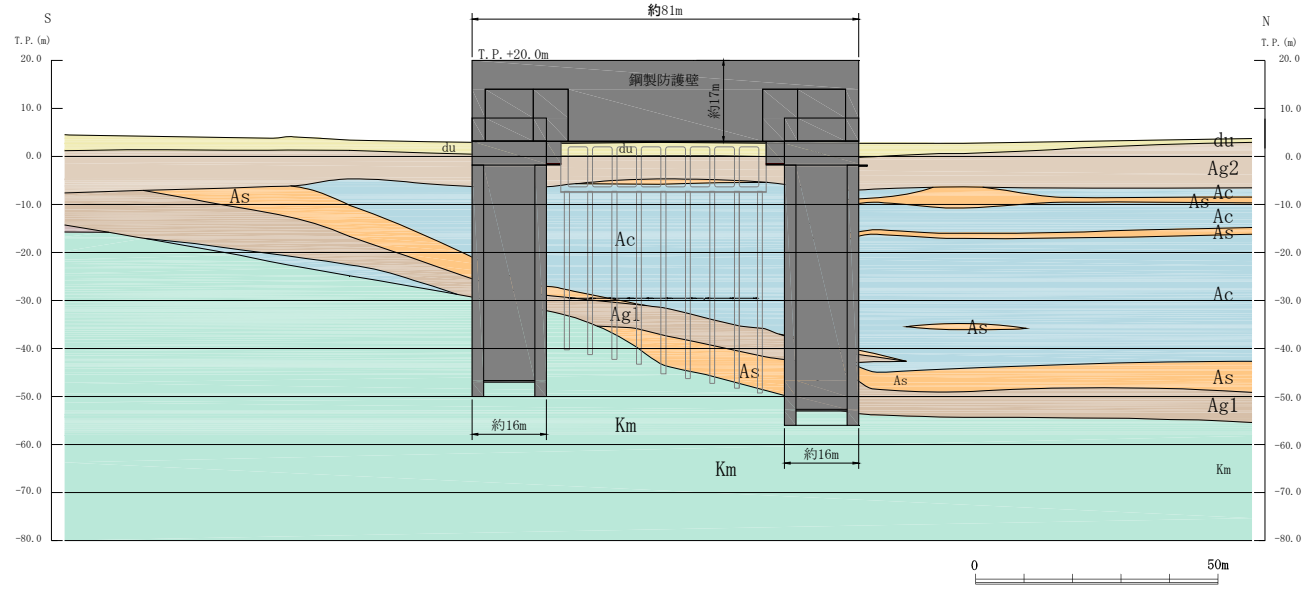
鋼製防護壁の平面図を第 2.5－8 図に，正面図を第 2.5－9 図に，断面図を第 2.5－10 図に示す。

鋼製防護壁は，幅約 81m，高さ約 17m，奥行約 5m の鋼製の構造物であり，幅約 50m の取水構造物を横断し，取水構造物の側方の地中連続壁基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置される。鋼製防護壁周辺の地盤は新第三系の岩盤上面が南側から北側に傾斜し，その上部に第四系の地層が堆積しているため，第四系の地層は北側で厚く分布している。

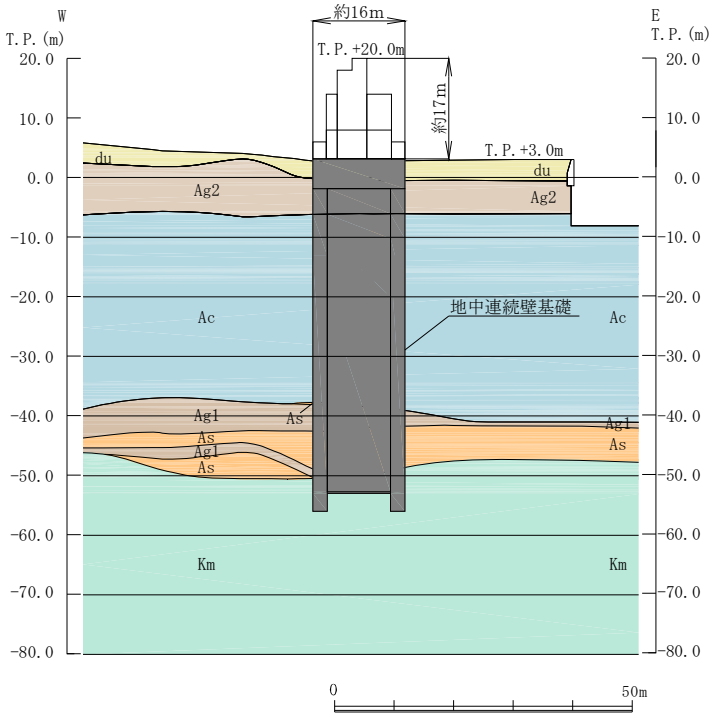
鋼製防護壁は，上部工では相対的に断面係数が大きい縦断方向が強軸方向となる。一方，鋼製防護壁の基礎は取水構造物を挟んで南北に分離されており，平面形状が正方形であり，構造全体としての挙動を考慮すると縦断方向を強軸方向とは見なせない。また，北側と南側で基礎の延長や地盤条件が異なるため，複雑な挙動が考えられる。

耐震評価では，構造物の構造的特徴や周辺の地盤条件を考慮して，縦断方向 1 断面及び南北基礎の横断方向（堤軸に対して直交する方向）2 断面について，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。

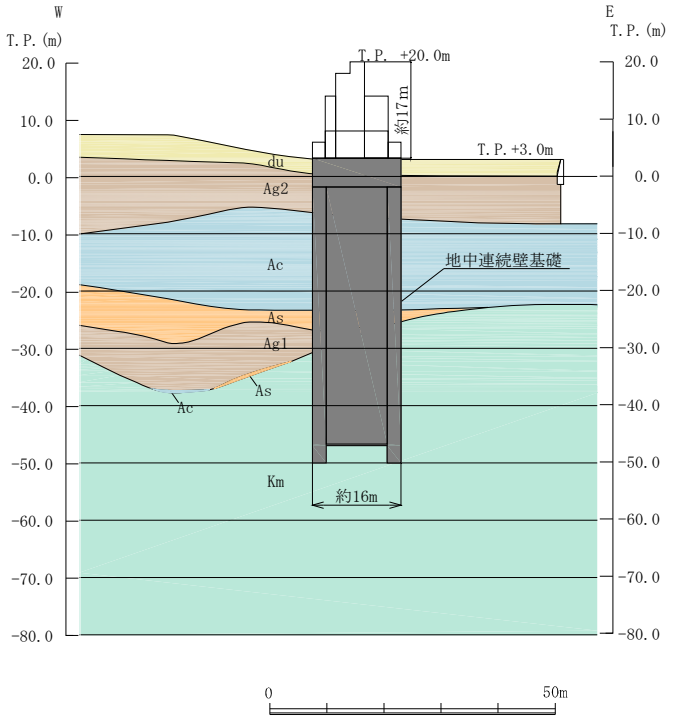
第 2.5－8 図　鋼製防護壁　平面図



第 2.5－9 図　鋼製防護壁　正面図（Ａ－Ａ断面）



第 2.5－10（1）図　鋼製防護壁　断面図（Ｂ－Ｂ断面）



第 2.5－10（2）図　鋼製防護壁　断面図（Ｃ－Ｃ断面）

2.5.3　鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリアを除く）

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリアを除く）の平面図を第 2.5－11 図に，断面図を第 2.5－12 図に示す。

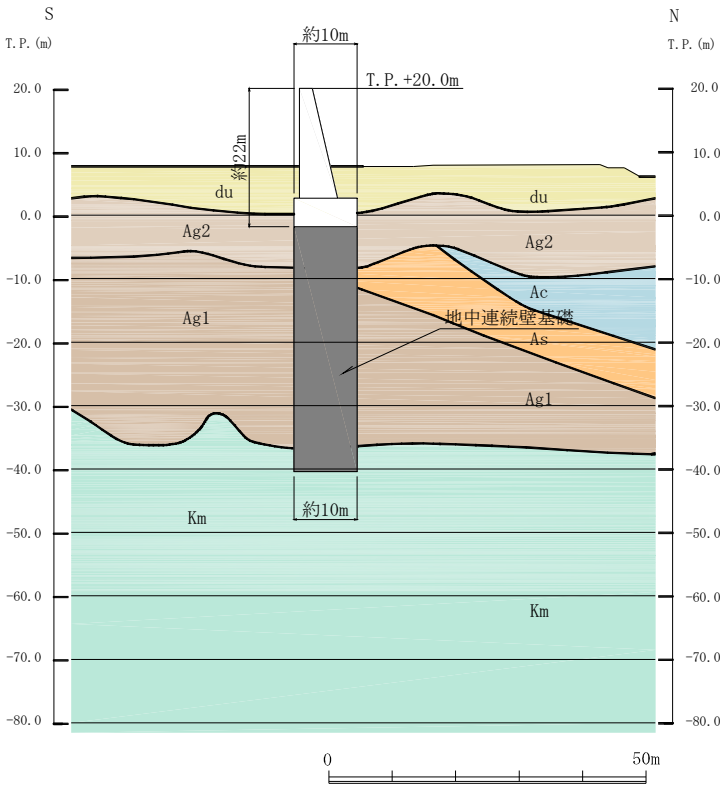
鉄筋コンクリート防潮壁は，幅 11m～20m 程度，高さ約 22m，奥行約 10m の鉄筋コンクリート造の構造物であり，ブロック間は止水ジョイントを施した構造である。鉄筋コンクリート防潮壁は，地中連続壁基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置される。

鉄筋コンクリート防潮壁の縦断方向は，加振方向と平行に配置される躯体を耐震設計上見込むことができるため強軸方向となる。横断方向（堤軸に対して直交する方向）は，加振方向と平行に躯体が配置されないことから，弱軸方向となる。一方，地中連続壁基礎に着目すると防潮堤の縦断方向は加振方向と平行に配置される部材が少ないことから弱軸方向となる。

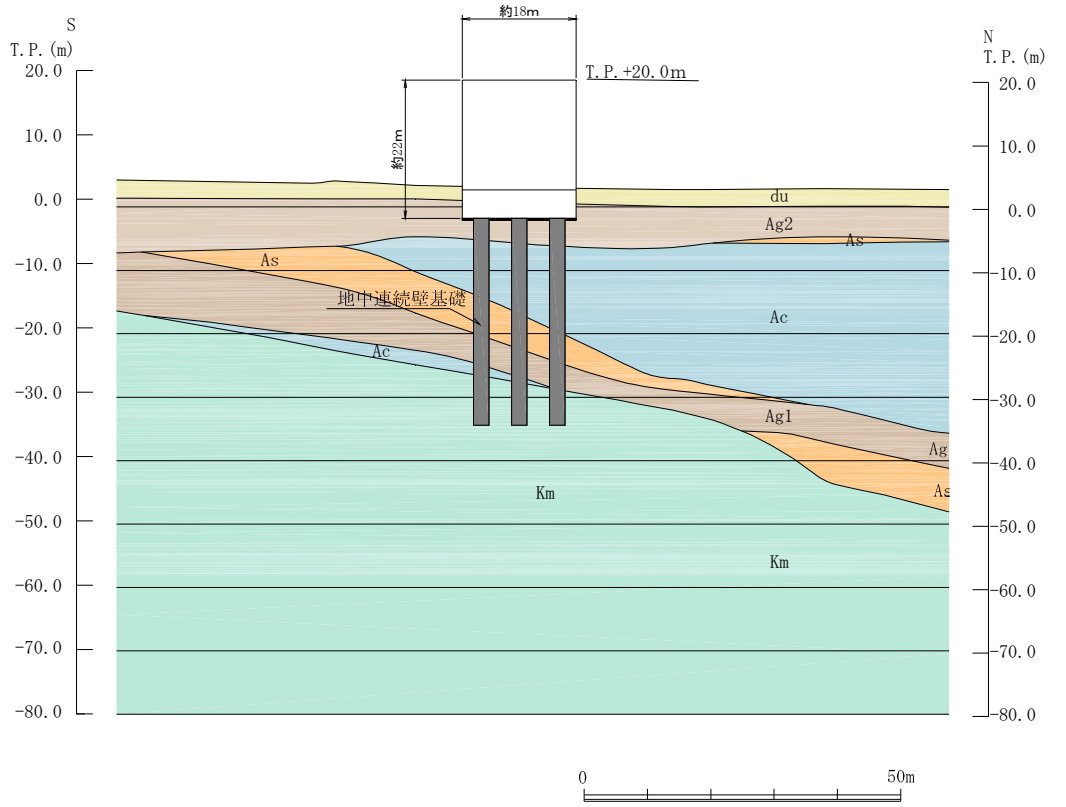
鉄筋コンクリート防潮壁周辺の地盤は新第三系の岩盤上面が南側から北側に傾斜し，その上部に第四系の地層が堆積しているため，第四系の地層は北側で厚く分布している。第四系の地層は，南側の東西方向では起伏に富み，北側の東西方向はほぼ水平に層をなしている。

耐震評価では，構造物の構造的特徴や周辺の地盤条件を考慮して，上部工については構造の安全性に支配的な弱軸方向である横断方向の 4 断面，基礎部については構造の安全性に支配的な弱軸方向である縦断方向の 4 断面を耐震評価候補断面として整理し，耐震安全上もっとも厳しくなる断面にて基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。

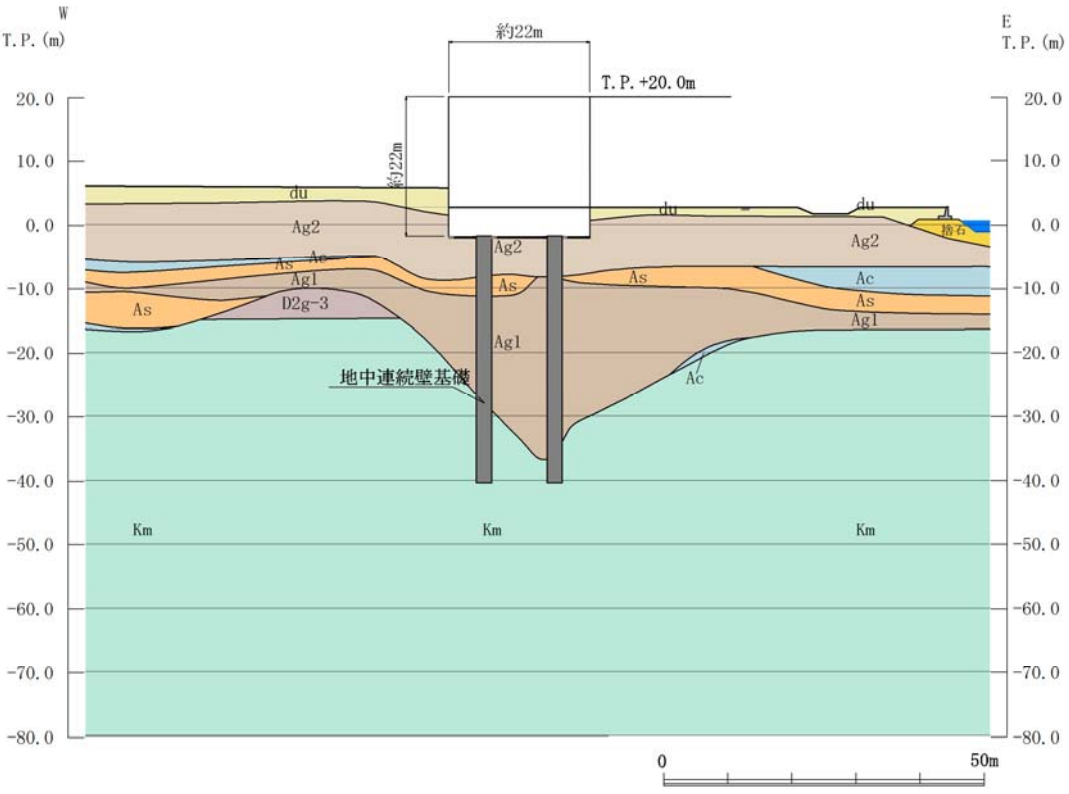
第 2.5－11 図　鉄筋コンクリート防潮壁　平面図



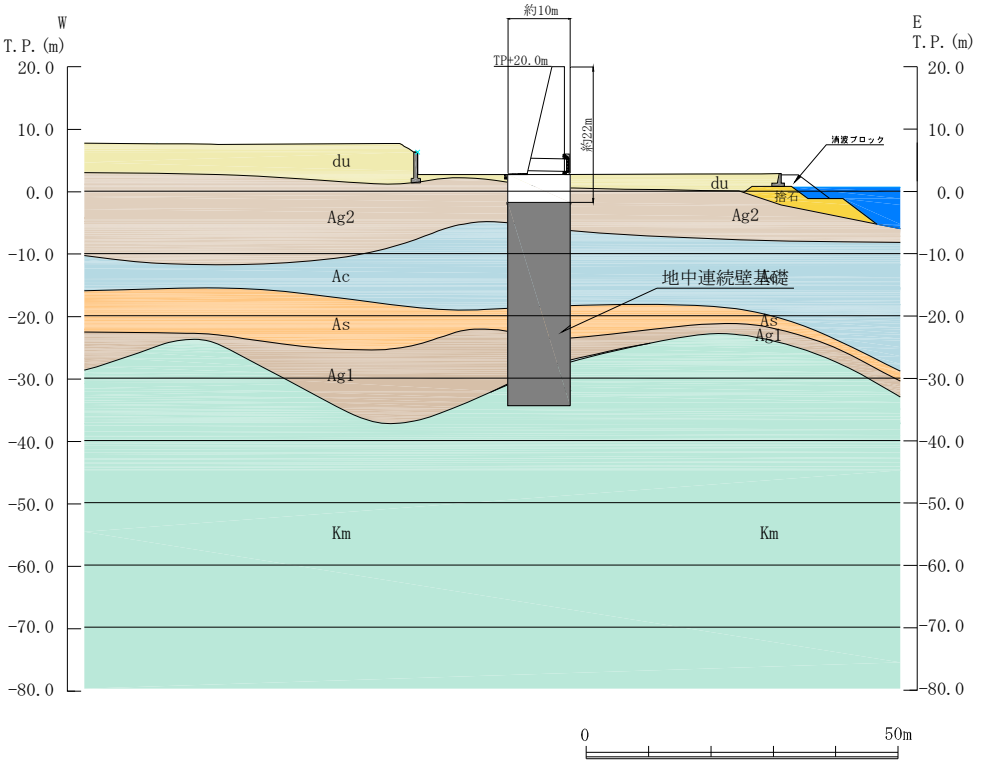
第 2.5－12（1）図　鉄筋コンクリート防潮壁　断面図（Ｄ－Ｄ断面）



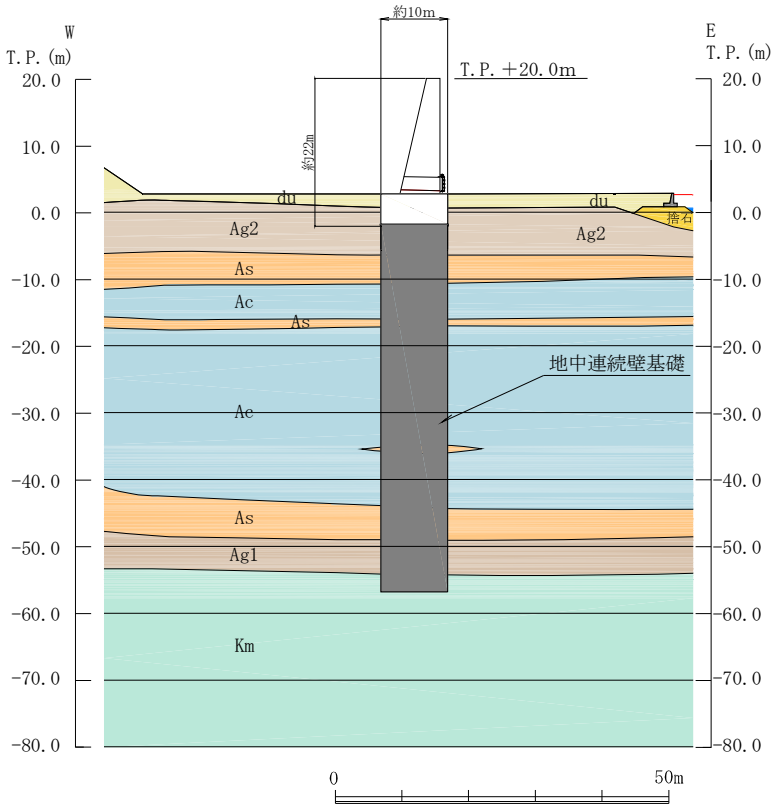
第 2.5－12（2）図　鉄筋コンクリート防潮壁　断面図（Ｅ－Ｅ断面）



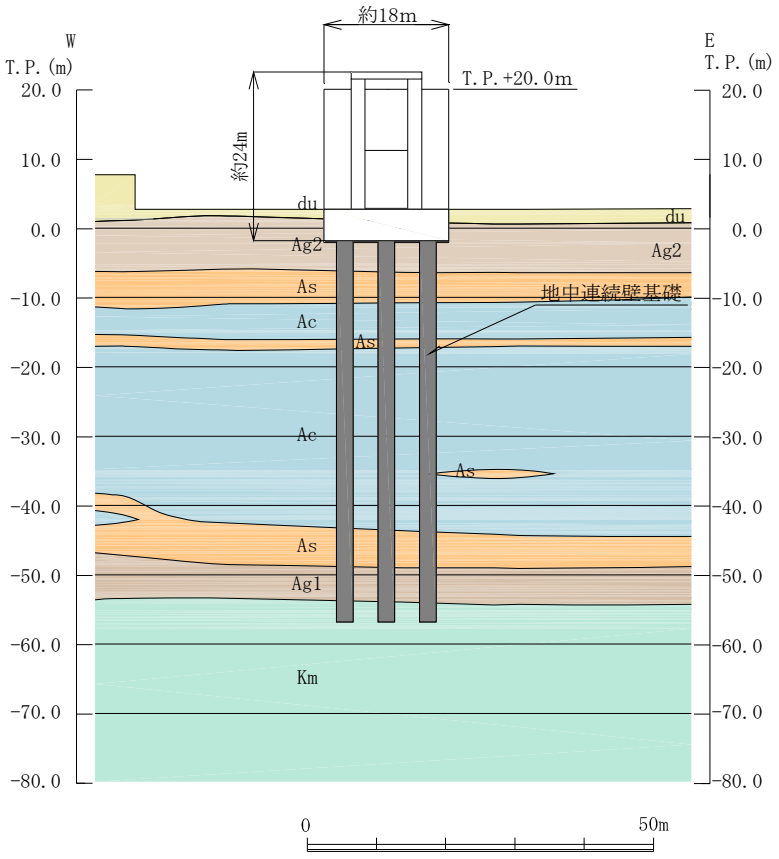
第 2.5－12（3）図　鉄筋コンクリート防潮壁　断面図（Ｆ－Ｆ断面）



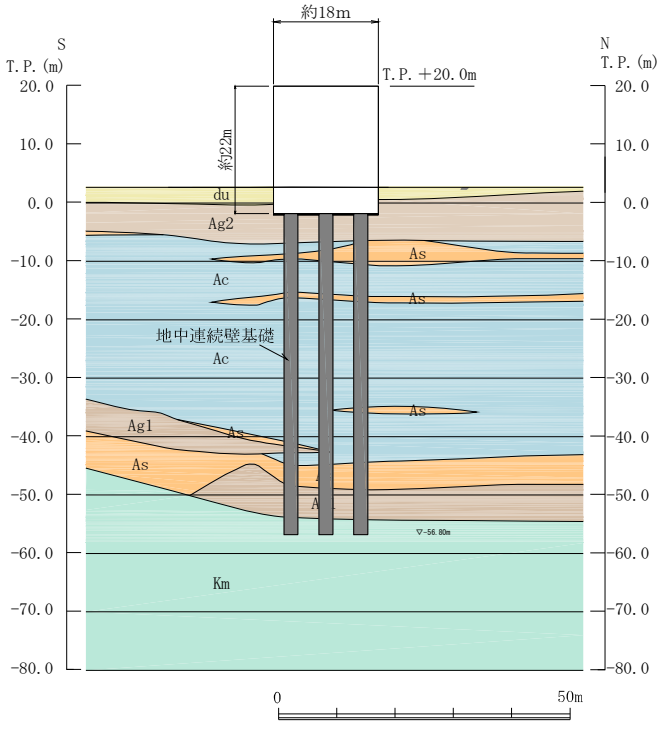
第 2.5－12（4）図　鉄筋コンクリート防潮壁　断面図（G－G断面）



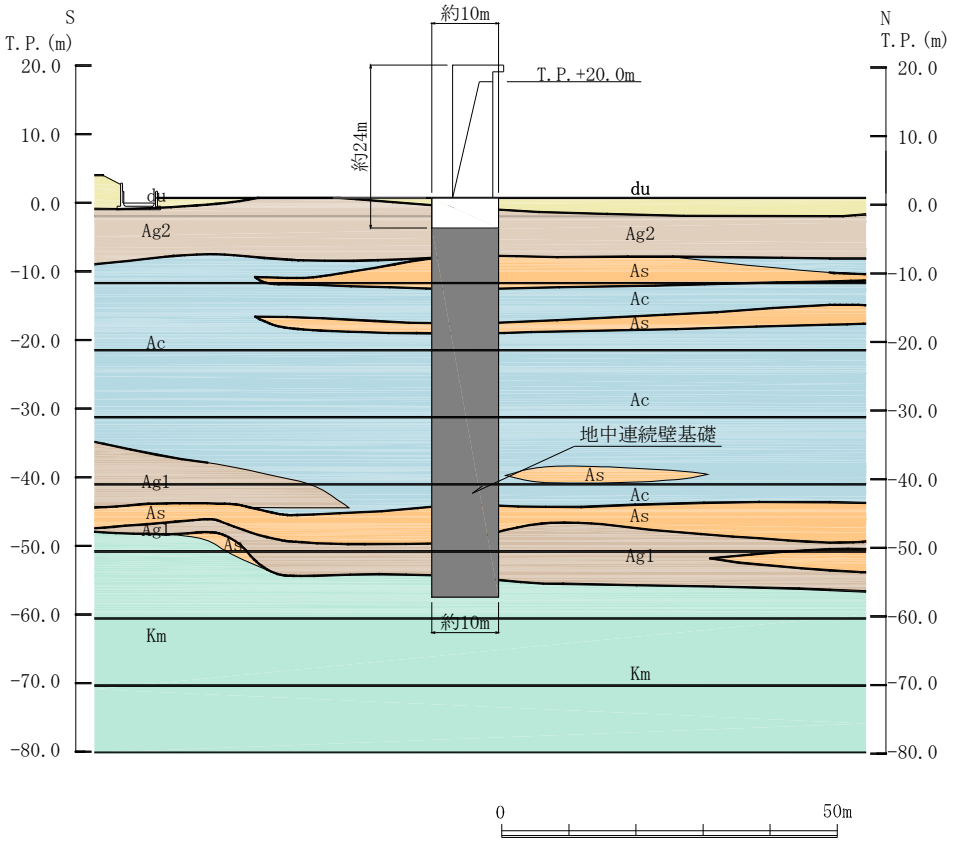
第 2.5－12（5）図　鉄筋コンクリート防潮壁　断面図（H－H断面）



第 2.5－12（6）図　鉄筋コンクリート防潮壁　断面図（Ⅰ－Ⅰ断面）



第 2.5－12（7）図　鉄筋コンクリート防潮壁　断面図（Ｊ－Ｊ断面）



第 2.5－12（8）図　鉄筋コンクリート防潮壁　断面図（K－K断面）

2.5.4　鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）

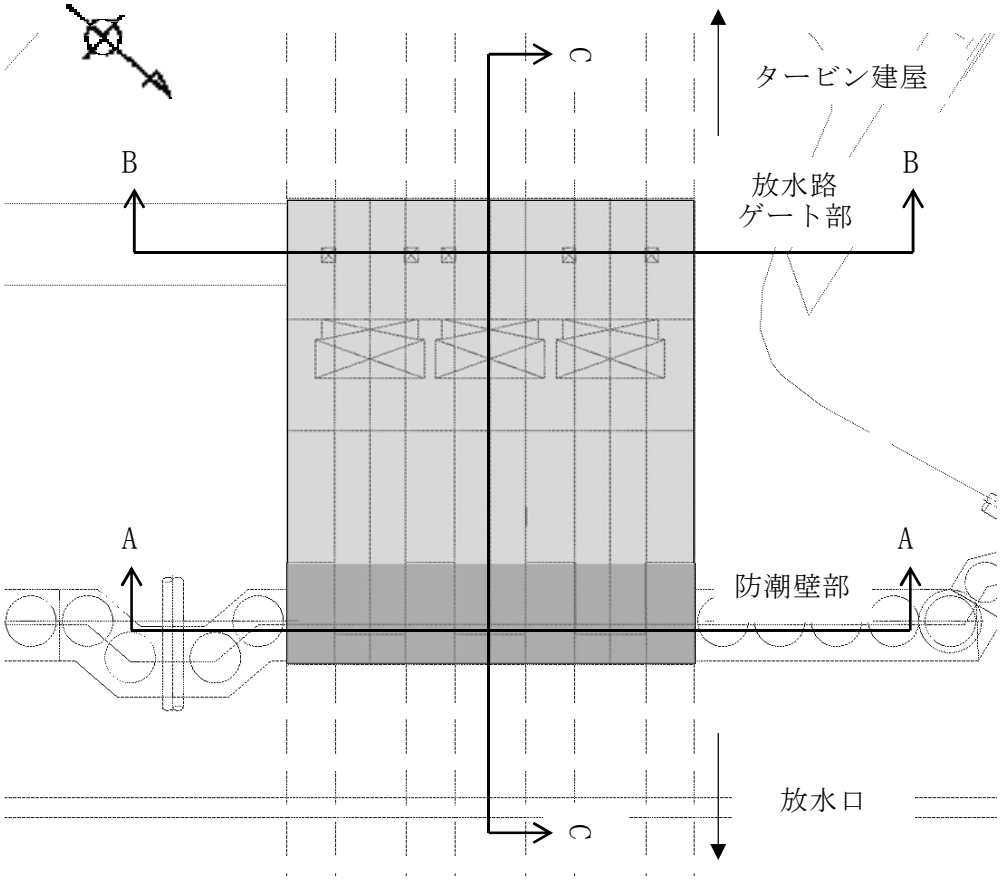
鉄筋コンクリート防潮壁のうち放水路横断部の平面図を第 2.5－13 図に，断面図を第 2.5－14 図に示す。

鉄筋コンクリート防潮壁は，縦断方向約 20m，高さ約 17m，横断方向約 23m の鉄筋コンクリート造の構造物であり，放水路，地中連続壁基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置される。

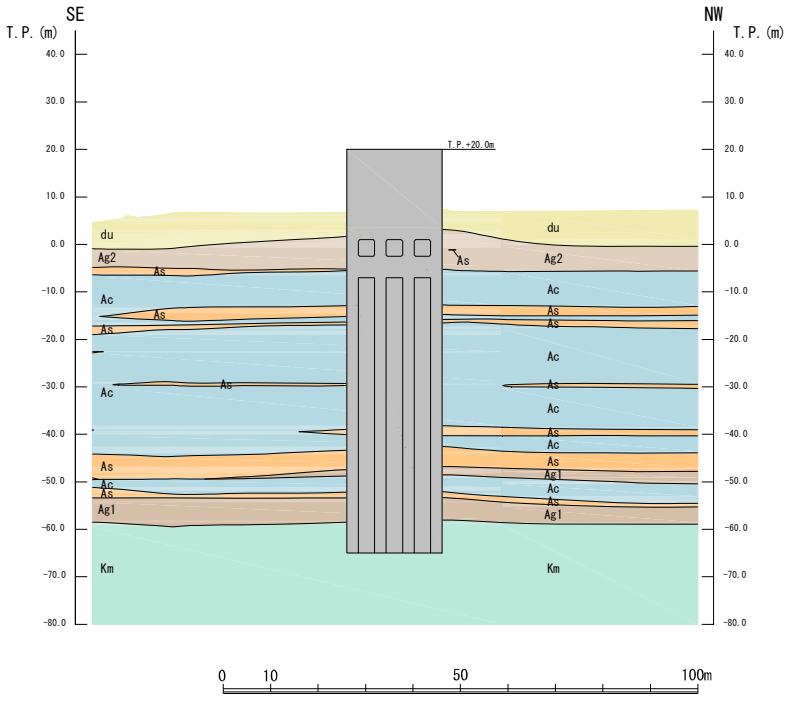
鉄筋コンクリート防潮壁の縦断方向では，防潮壁部は加振方向と平行に配置される躯体を耐震設計上見込むことができるため強軸方向となり，防水路部及び放水路ゲート部は加振方向と平行に躯体が配置されないことから，弱軸方向となる。

鉄筋コンクリート防潮壁周辺の第四系の地層はほぼ水平な層をなし，Ac 層が厚く分布する。

耐震評価では，構造物の構造的特徴や周辺の地盤条件を考慮して，縦断方向 2 断面及び横断方向 1 断面について，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。縦断方向の断面位置は防潮壁部と放水路ゲート部に設定する。横断方向の断面位置は構造物の中心線位置とする。

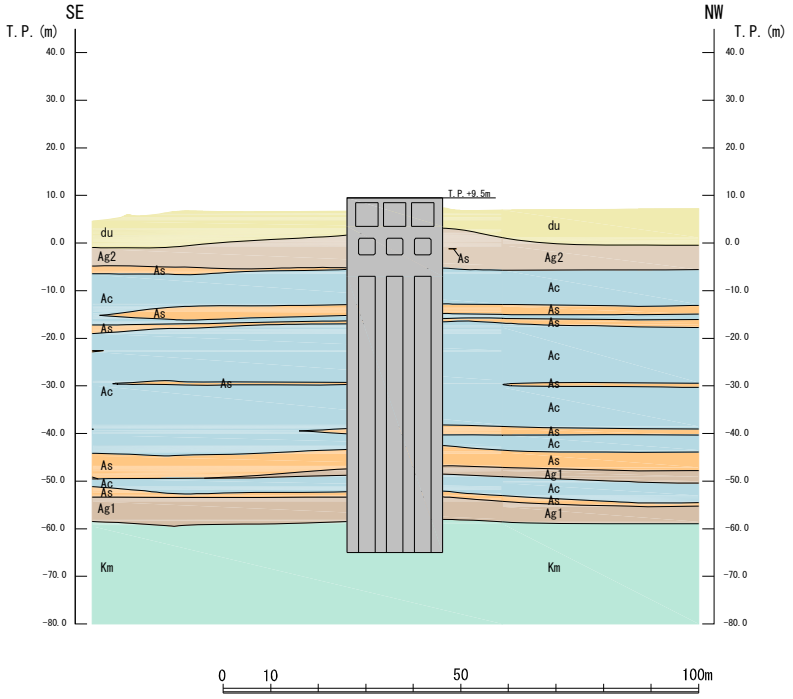


第 2.5－13 図　鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）　平面図



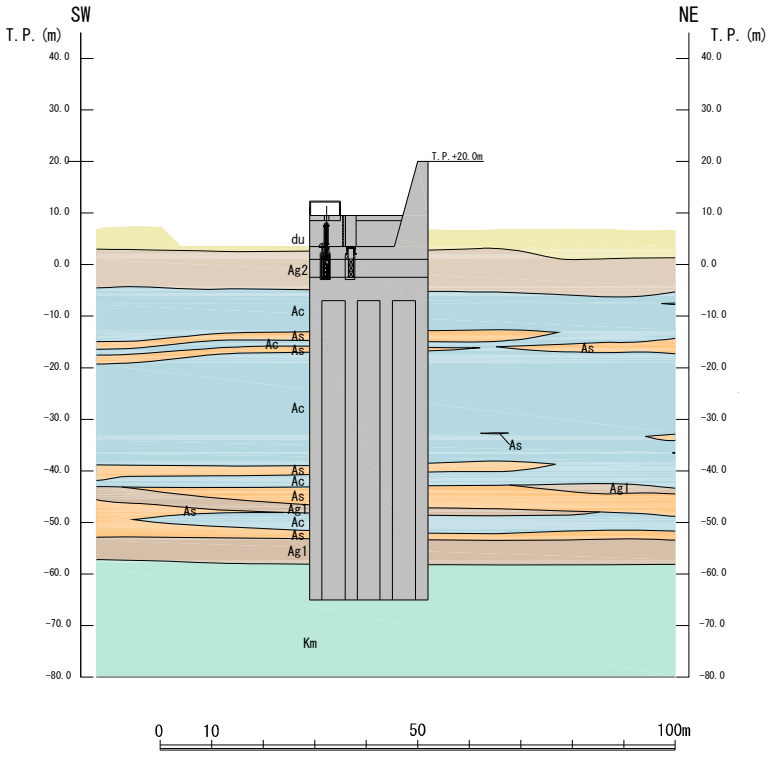
第 2.5－14（1）図　鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）

断面図（Ａ－Ａ断面）（防潮壁部）



第 2.5－14（2）図　鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）断面図

（Ｂ－Ｂ断面）（放水路ゲート部）



第 2.5－14（3）図　鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）断面図

（Ｃ－Ｃ断面）

2.6　常設代替高圧電源装置置場の断面選定の考え方

常設代替高圧電源装置置場の平面図を第 2.6－1 図に，断面図を第 2.6－2 図に示す。

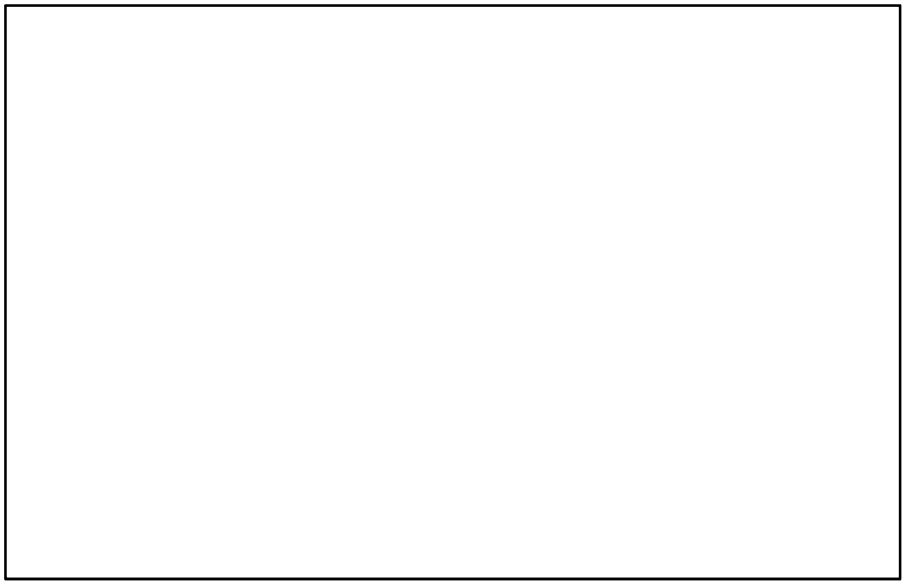
常設代替高圧電源装置置場は常設重大事故等対処施設である常設代替高圧電源装置等を内包すると共に，Ｓクラス施設である軽油貯蔵タンクを間接支持する機能を有する。また，施設の下部を，常設代替高圧電源装置等である西側淡水貯水設備として使用する。

常設代替高圧電源装置置場は，幅約 46m（南北方向）×約 56m（東西方向），高さ約 47m の多層ラーメン構造の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，十分な支持性能を有する岩盤に直接設置される。

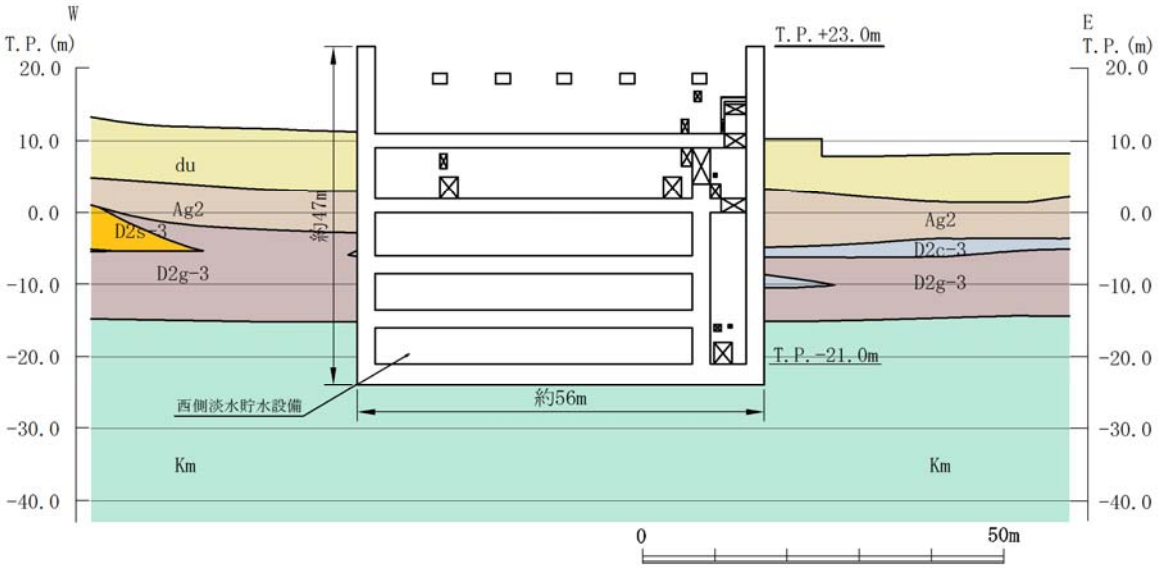
常設代替高圧電源装置置場では内包する常設代替高圧電源装置や間接支持するＳクラス施設が縦断方向（東西方向）に一様に設置されているため，機器・配管の設置位置による影響を考慮する必要はない。

常設代替高圧電源装置置場の東西方向は加振と平行に配置される側壁又は隔壁を耐震設計上見込むことが出来るため，強軸方向となる。一方，南北方向は，設備の配置などから加振方向と平行に配置される構造部材が少ないことから弱軸方向となる。

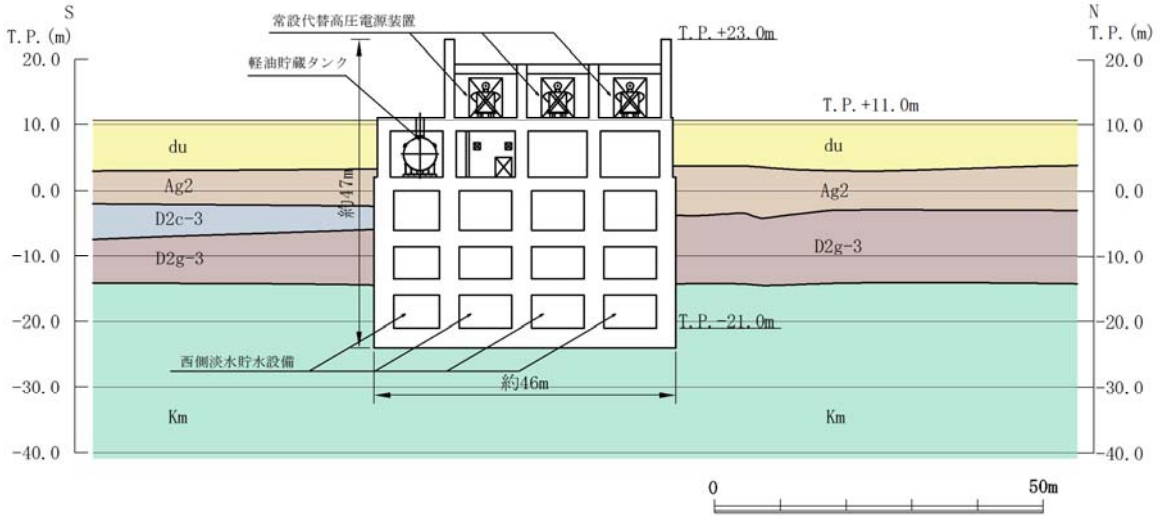
常設代替高圧電源装置置場は，弱軸方向にほぼ一様な構造であること，周辺の地質構造は施設の縦断方向について一様であることから，耐震評価では，構造の安全性に支配的な弱軸方向である南北方向の断面を選定し，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。



第 2.6－1 図　常設代替高圧電源装置置場　平面図



第 2.6－2（1）図　常設代替高圧電源装置置場　断面図（東西断面）

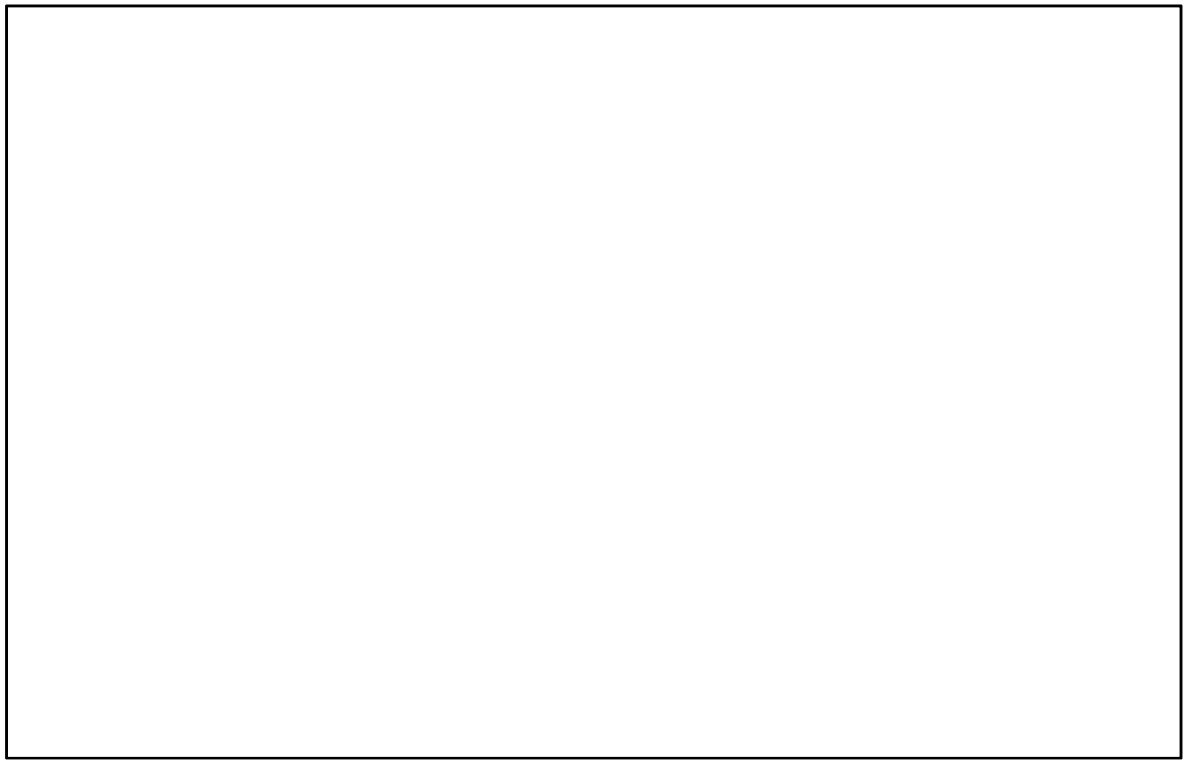


第 2.6－2（2）図　常設代替高圧電源装置置場　断面図（南北断面）

2.7　常設代替高圧電源装置用カルバートの断面選定の考え方

常設代替高圧電源装置用カルバートの平面図を第 2.7－1 図に示す。

常設代替高圧電源装置用カルバートは，鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，トンネル部，立坑部及びカルバート部に区分される。以下にそれぞれの断面選定の考え方を示す。



第 2.7－1 図　常設代替高圧電源装置用カルバート　平面図

2.7.1　トンネル部

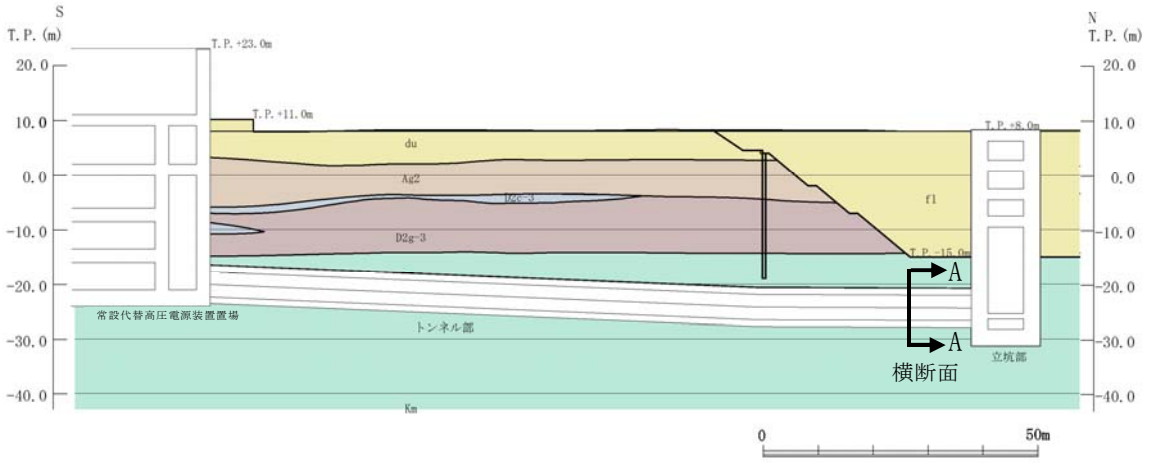
常設代替高圧電源装置用カルバートのうちトンネル部の縦断面図を第2.7－2図に，横断面図を第2.7－3図に示す。

常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部，立坑部，カルバート部）は常設重大事故等対処施設である常設代替高圧電源装置電路等を内包すると共に，Ｓクラス施設である軽油移送配管を間接支持する機能を有する。

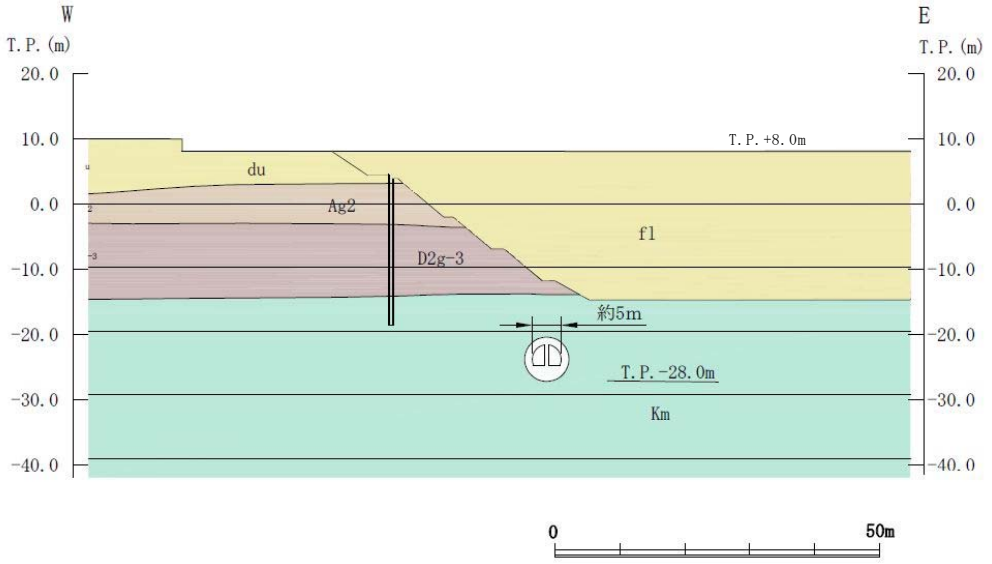
トンネル部は，延長約150m，内径約5mの鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，トンネルの軸方向（配管方向）に対して内空寸法が一様で，十分な支持性能を有する岩盤に設置される。トンネル部は全線にわたり一定区間でブロック割されている。

トンネルの縦断方向（軸方向）は，加振方向と平行に配置される側壁を耐震設計上見込むことができるため，強軸方向となる。また，前述のとおりトンネル部は全線にわたり一定区間でブロック割されており，トンネル縦断方向の応力は区間毎に解放されると考えられる。縦断方向のブロック毎の相対変位に対しては，岩盤に設置されているため小さいと考えられる。一方，横断方向（軸方向に対し直交する方向）は，配管が一様に配置されるため，加振方向と平行に配置される構造部材がないことから，弱軸方向となる。

トンネル部は，全長を岩盤に設置されており，周辺の地盤が構造物に与える影響はどの断面でも大きな差はなく，上載荷重の影響が支配的であると考えられることから，耐震評価では，構造の安全性に支配的な弱軸方向である横断方向（配管方向と直交する断面）のうち，土被りが最も大きくなるＡ－Ａ断面を選定し，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。なお，周辺地質状況の相違による影響を確認するため，トンネル縦断方向における複数地点にて一次元波動論における地震応答解析を実施し，トンネルの上端と下端の相対変位を確認する。



第 2.7－2 図　常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）縦断面図



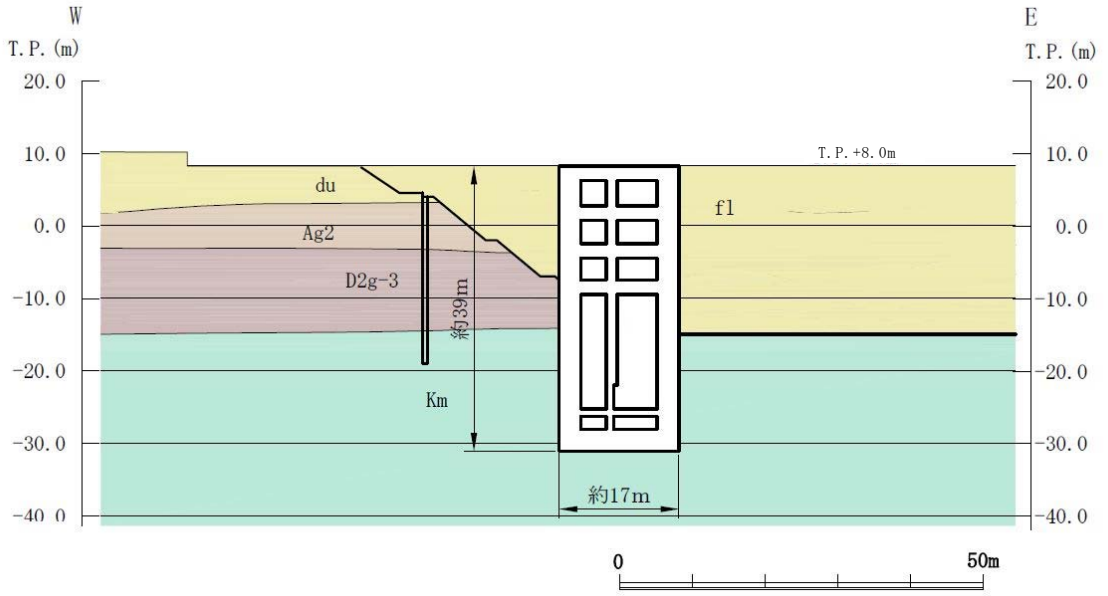
第 2.7－3 図　常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）横断面図

2.7.2　立坑部

常設代替高圧電源装置用カルバートのうち立坑部の断面図を第 2.7－4 図に示す。

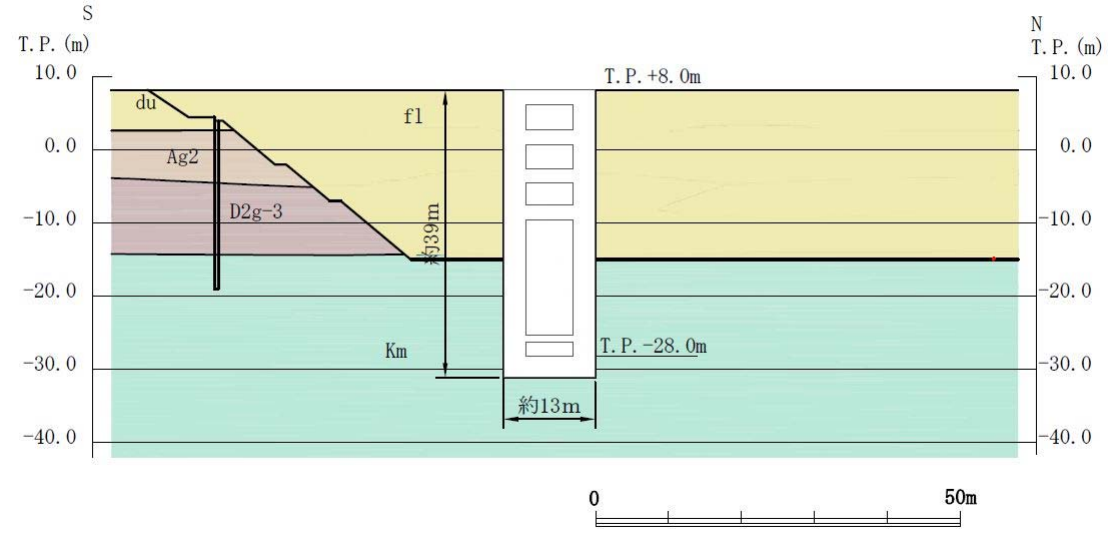
立坑部は，幅約 15m（東西方向）×約 11m（南北方向），高さ約 39m の多層ラーメン構造の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，十分な支持性能を有する岩盤に直接設置される。

立坑部は，角筒形の鉄筋コンクリート構造物であり，互いに直交する荷重はそれぞれ異なる構造部材で受け持つ設計とすることから，耐震評価では，立坑部の南北方向及び東西方向の 2 断面を選定し，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。



第 2.7－4（1）図　常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）断面図

（東西断面）



第 2.7－4（2）図　常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）断面図

（南北断面）

2.7.3　カルバート部

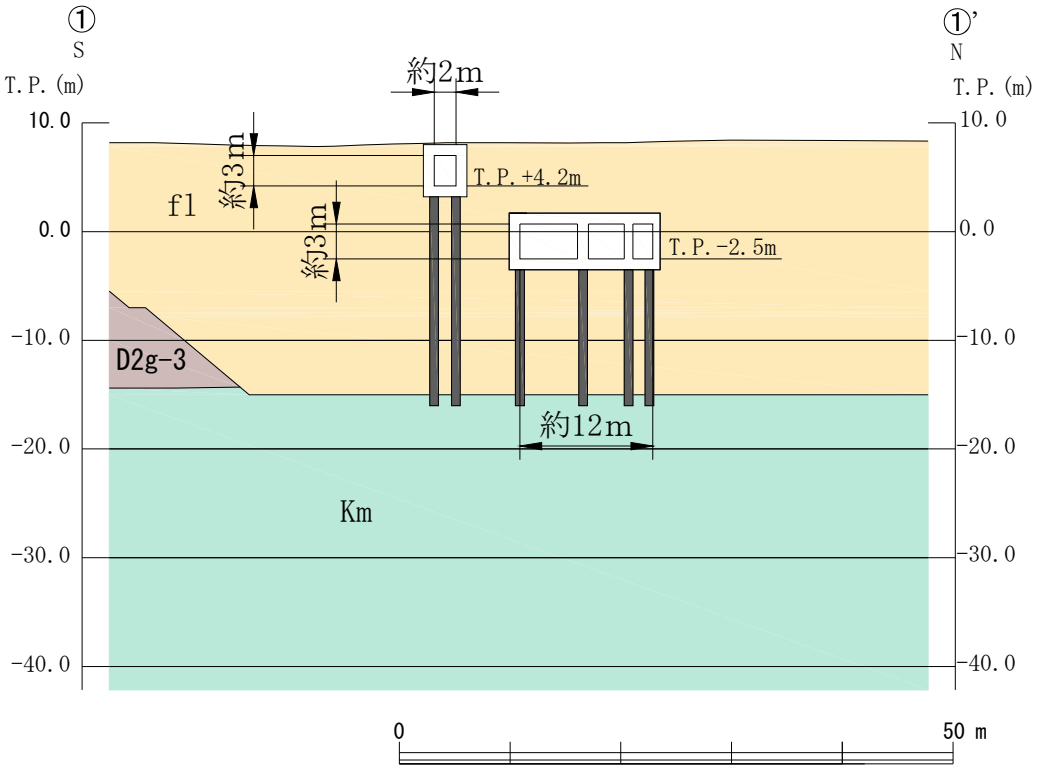
常設代替高圧電源装置用カルバートのうちカルバート部の平面図を第 2.7－5 図に，断面図を第 2.7－6 図に示す。

カルバート部は，延長約 29m，内空幅約 12m，内空高さ約 3m 及び延長約 6m，内空幅約 2m，内空高さ約 3m の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，カルバートの軸方向（配管方向）に対して内空寸法がほぼ一様で，杭を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置される。

カルバートの縦断方向（軸方向）は，加振方向と平行に配置される側壁を耐震設計上見込むことができるため，強軸方向となる。一方，横断方向（軸方向に対し直交する方向）は，配管が一様に配置されるため，加振方向と平行に配置される構造部材がないことから，弱軸方向となる。

耐震評価では，構造の安全性に支配的な弱軸方向である横断方向の断面（配管方向と直交する断面）を選定し，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。

第 2.7－5 図　常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）平面図



第 2.7－6 図　常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）

断面図（①－①’断面）

3.　常設重大事故等対処施設等の耐震評価における断面選定の考え方

3.1　各施設の配置

本章では常設重大事故等対処施設である，代替淡水貯槽，常設低圧代替注水系ポンプ室，常設低圧代替注水系配管カルバート，緊急用海水ポンプピット，格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート，緊急用海水取水管，ＳＡ用海水ピット，海水引込み管，ＳＡ用海水ピット取水塔，緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎の断面選定の考え方を示す。各施設の平面配置図を第 3.1－1 図に示す。

第 3.1－1 図　常設重大事故等対処施設の土木構造物　平面配置図

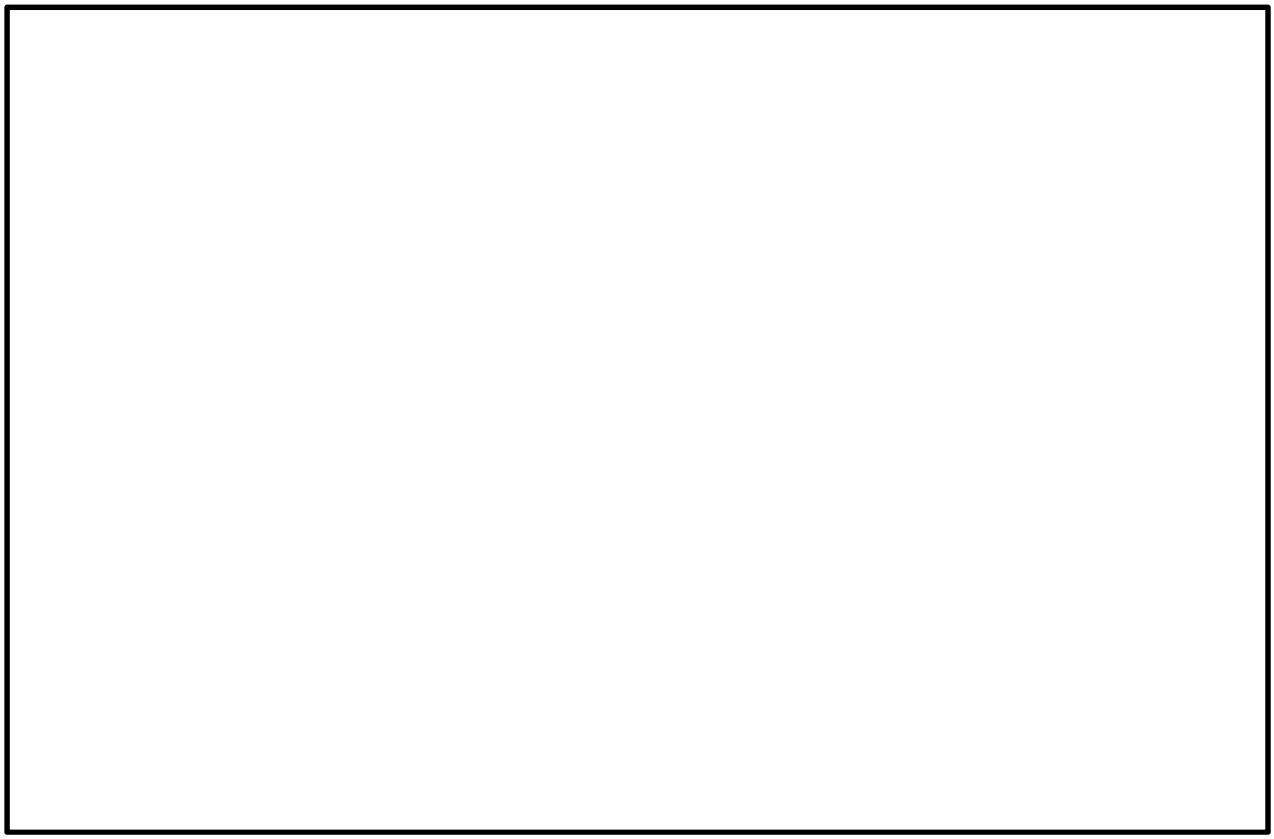
3.2　代替淡水貯槽の断面選定の考え方

代替淡水貯槽の平面図を第 3.2－1 図に，断面図を第 3.2－2 図に示す。

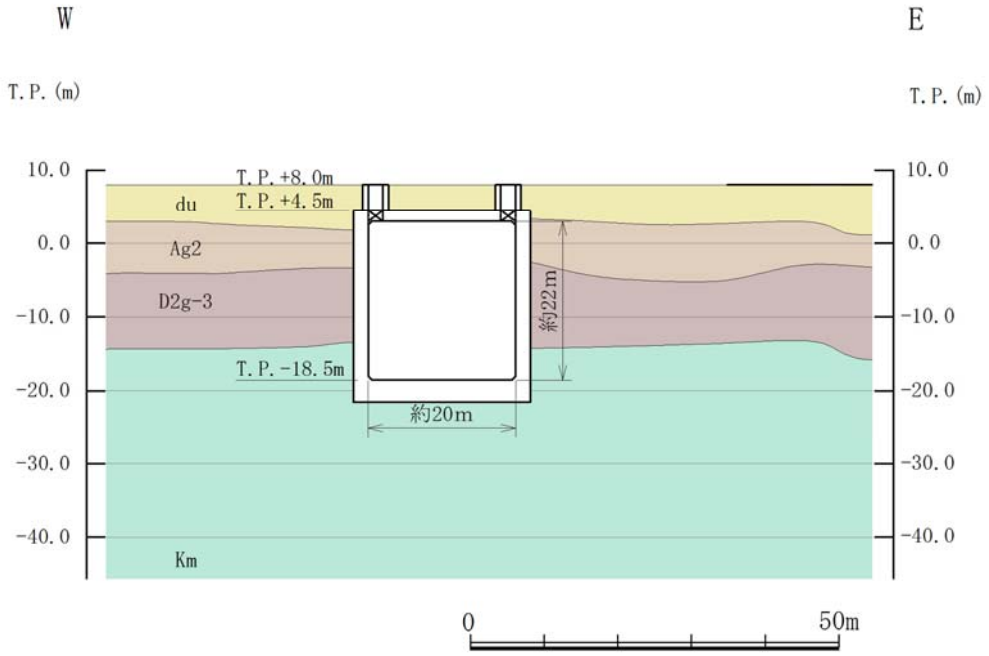
代替淡水貯槽は常設重大事故等対処施設である。

代替淡水貯槽は，内径約 20m，内空高さ約 22m の鉄筋コンクリート造の円筒形の地中構造物であり，十分な支持性能を有する岩盤に直接設置される。

代替淡水貯槽は，円筒形の鉄筋コンクリート構造物であり，明確な弱軸方向がないことから，東西及び南北方向の２断面を選定し，両者から得られた地震力による断面力を組み合わせ，基準地震動Ｓ$_{s}$による耐震評価を実施する。



第 3.2－1 図　代替淡水貯槽　平面図



第 3.2－2（1）図　代替淡水貯槽　断面図（東西断面）

第 3.2－2（2）図　代替淡水貯槽　断面図（南北断面）

3.3　常設低圧代替注水系ポンプ室の断面選定の考え方

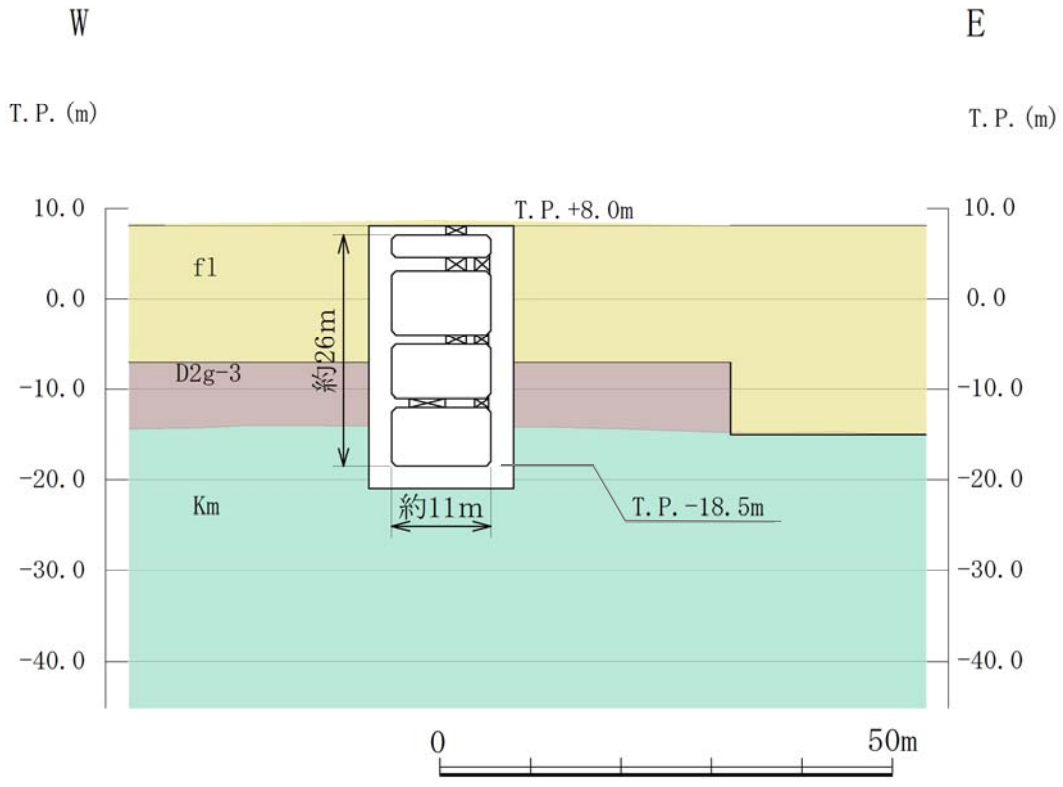
常設低圧代替注水系ポンプ室の平面図を第 3.3－1 図に，断面図を第 3.3－2 図に示す。

常設低圧代替注水系ポンプ室は常設重大事故等対処施設であり，常設低圧代替注水系ポンプ等を内包する。

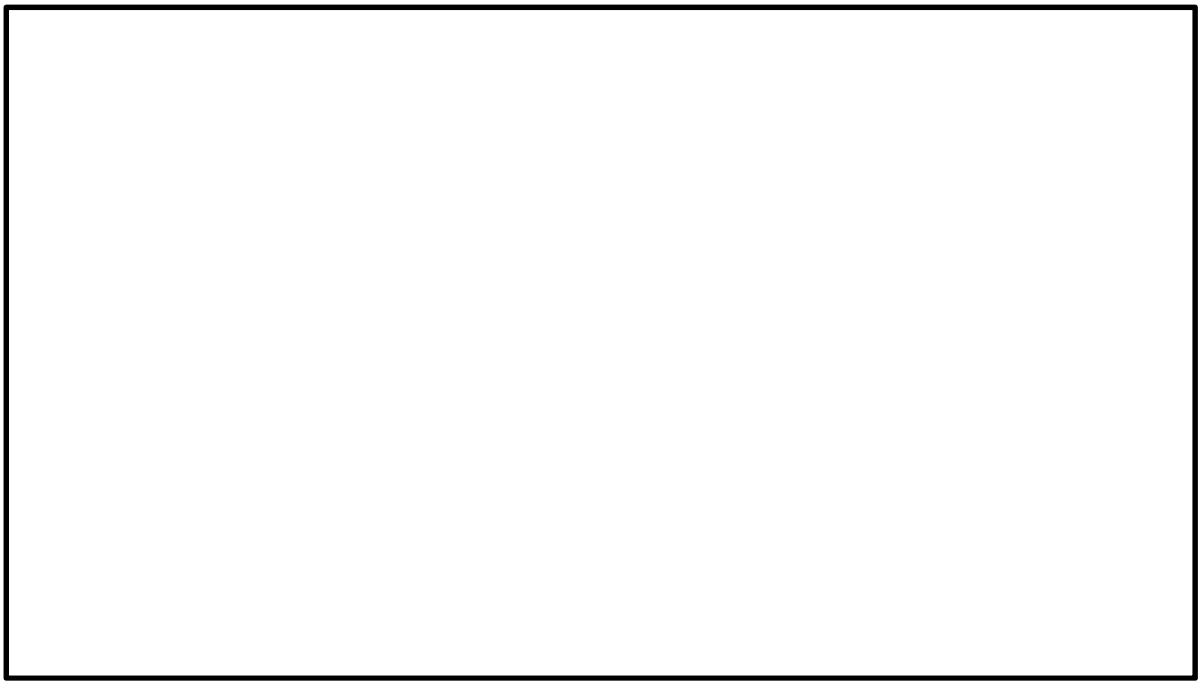
常設低圧代替注水ポンプ室は，内空幅約 11m（東西方向）×約 7m（南北方向），内空高さ約 26m の多層ラーメン構造の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，十分な支持性能を有する岩盤に直接設置される。また，代替淡水貯槽と接続する配管を支持する内空幅約 2m，内空高さ約 2m の張出し部を 2 箇所有する。

常設低圧代替注水系ポンプ室は，角筒形の鉄筋コンクリート構造物であり，互いに直交する荷重はそれぞれ異なる構造部材で受け持つ設計とすることから，耐震評価では，常設低圧代替注水系ポンプ室の東西方向及び南北方向の 2 断面を選定し，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。また，南北断面においては，東西方向の幅で張出し部を含めた剛性及び上載荷重を考慮する。

第 3.3－1 図　常設低圧代替注水系ポンプ室　平面図



第 3.3－2（1）図　常設低圧代替注水系ポンプ室　断面図（東西断面）



第 3.3－2（2）図　常設低圧代替注水系ポンプ室　断面図（南北断面）

3.4　常設低圧代替注水系配管カルバートの断面選定の考え方

常設低圧代替注水系配管カルバートの平面図を第 3.4－1 図に，断面図を第 3.4－2 図に示す。

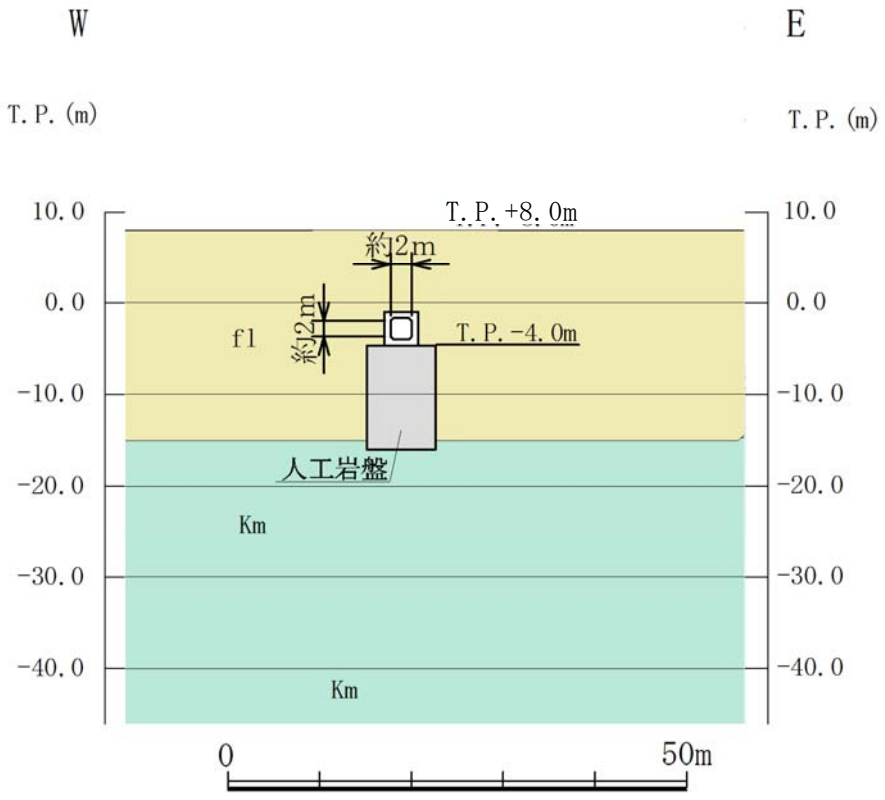
常設低圧代替注水系配管カルバートは常設重大事故等対処施設であり，常設低圧代替注水系配管を内包する。

常設低圧代替注水系配管カルバートは，延長約 22m，内空幅約 2m，内空高さ約 2m の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，軸方向（配管方向）に対して内空寸法が一様で，人工岩盤を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置される。

常設低圧代替注水系配管カルバートの縦断方向（軸方向）は，加振方向と平行に配置される側壁を耐震設計上見込むことができるため，強軸方向となる。一方，横断方向（軸方向に対し直交する方向）は，配管が配置されるため，加振方向と平行に配置される構造部材がないことから，弱軸方向となる。

常設低圧代替注水系配管カルバートは全区間同一断面であり，周辺地盤も同じ構成であることから，耐震評価では，構造の安全性に支配的な弱軸方向である横断方向の断面を選定し，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。

第 3.4－1 図　常設低圧代替注水系配管カルバート 平面図



第 3.4－2 図　常設低圧代替注水系配管カルバート 断面図（東西断面）

3.5　緊急用海水ポンプピットの断面選定の考え方

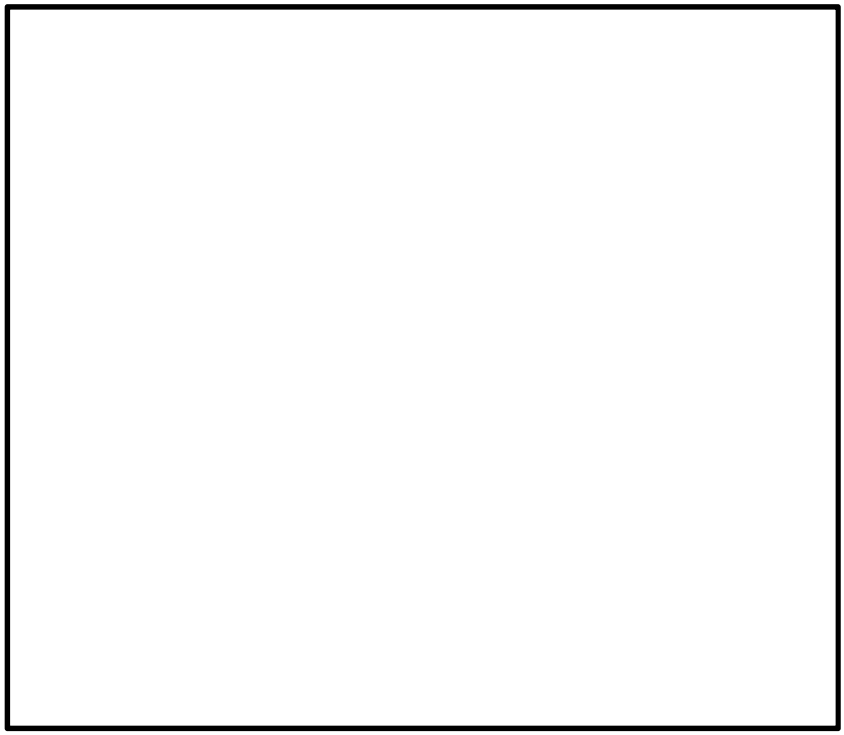
緊急用海水ポンプピットの平面図を第 3.5－1 図に，断面図を第 3.5－2 図に示す。

緊急用海水ポンプピットは常設重大事故等対処施設であり，緊急用海水ポンプ等を内包する。

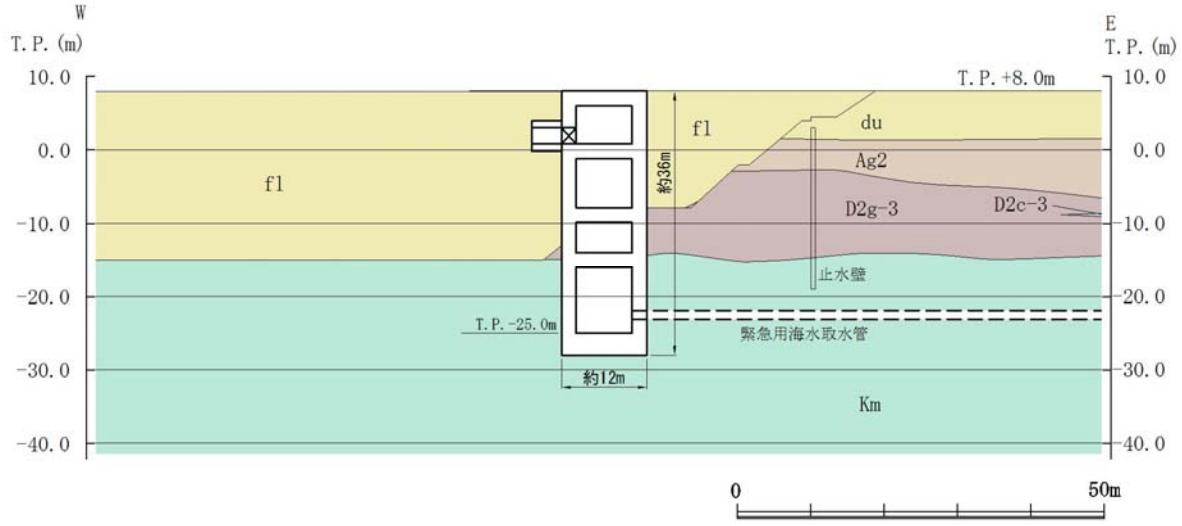
ＳＡ用海水ポンプピットは非常用取水設備であり，通水性能及び貯水性能が要求される。

緊急用海水ポンプピットは，幅約 12m（東西方向）×約 12m（南北方向），高さ約 36m の多層ラーメン構造の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，十分な支持性能を有する岩盤に直接設置される。また，原子炉建屋内へ接続する配管を間接支持する内空幅約 3m，内空高さ約 2m の張出し部を有する。

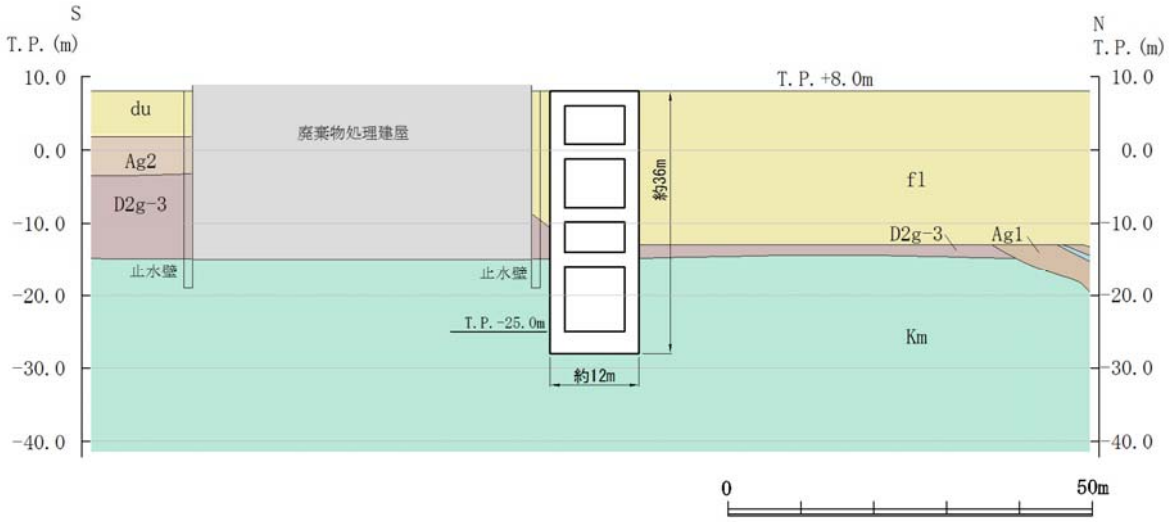
緊急用海水ポンプピットは，角筒形の鉄筋コンクリート構造物であり，互いに直交する荷重はそれぞれ異なる構造部材で受け持つ設計とすることから，耐震評価では，緊急用海水ポンプピットの東西方向及び南北方向の 2 断面を選定し，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。また，東西断面においては，南北方向の幅で張出し部を含めた剛性及び上載荷重を考慮する。



第 3.5－1 図　緊急用海水ポンプピット　平面図



第 3.5－2（1）図　緊急用海水ポンプピット　断面図（東西断面）



第 3.5－2（2）図　緊急用海水ポンプピット　断面図（南北断面）

3.6　格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの断面選定の考え方

格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの平面図を第 3.6－1 図に，縦断面図を第 3.6－2 図に，横断面図を第 3.6－3 図に示す。

格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートは常設重大事故等対処施設であり，格納容器圧力逃がし装置用配管を内包する。

格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートは，延長約 37m，内空幅約 3m（一部約 5m 及び約 9m），内空高さ約 8m の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，人工岩盤を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置される。

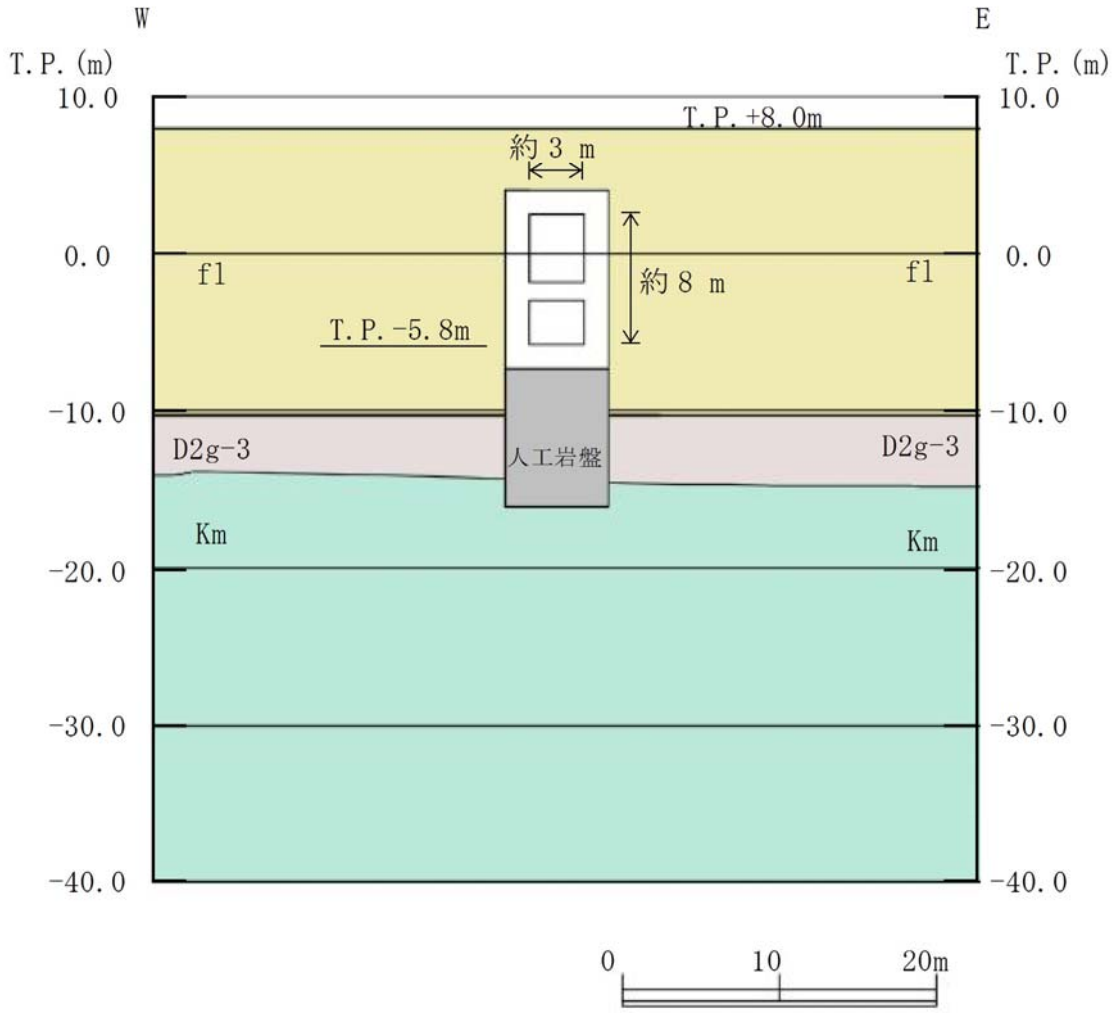
格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの縦断方向（軸方向）は，加振方向と平行に配置される側壁を耐震設計上見込むことができるため，強軸方向となる。一方，横断方向（軸方向に対し直交する方向）は，配管が一様に配置されるため，加振方向と平行に配置される構造部材が少ないことから，弱軸方向となる。

格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート周辺の地質構造は縦断方向に対して一様であるが，格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートは縦断方向に対して複数の断面形状を示すことから，上述の断面を含めた複数の断面を耐震評価候補断面として整理し，耐震安全上最も厳しくなる断面にて基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。

第 3.6－1 図　格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート　平面図

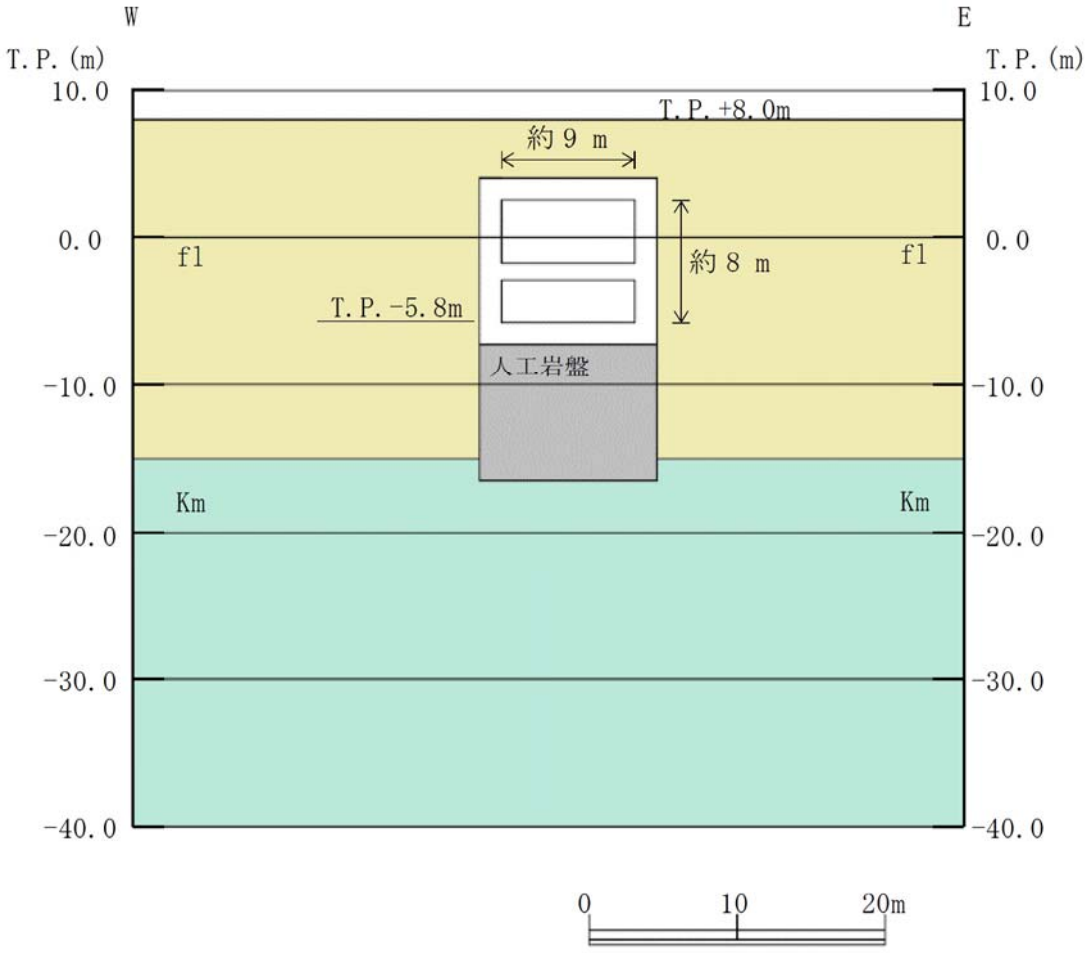
第 3.6－2 図　格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート　縦断面図

（Ａ－Ａ断面）



第 3.6－3（1）図　格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート　横断面図

（Ｂ－Ｂ断面）



第3.6－3（2）図　格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート　横断面図

（Ｃ－Ｃ断面）

3.7　緊急用海水取水管の断面選定の考え方

緊急用海水取水管の平面図を第 3.7－1 図に，縦断面図を第 3.7－2 図に，横断面図を第 3.7－3 図に示す。

緊急用海水取水管は常設重大事故等対処施設である。また，非常用取水設備であり，通水性能が要求される。

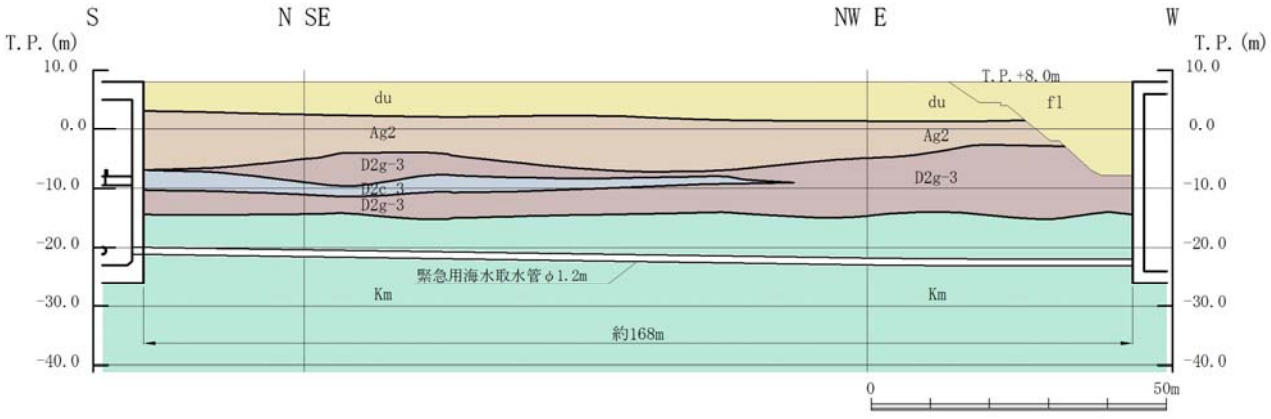
緊急用海水取水管は，ＳＡ用海水ピットと緊急用海水ポンプピットを接続する延長約 168m で内径 1.2m の鋼管の地中構造物であり，十分な支持性能を有する岩盤に設置される。

緊急用海水取水管は管軸方向に対して一様の断面形状を示す線状の構造物であり，横断方向（管周方向）が弱軸方向である。また，一般的な地中埋設管路の設計では管軸方向を弱軸として設計されることを考慮し，管軸方向断面についても評価対象断面とする。なお，延長上の複数箇所に可とう管を設置することから，管軸方向の評価においては，可とう管の配置を踏まえた検討を実施する。

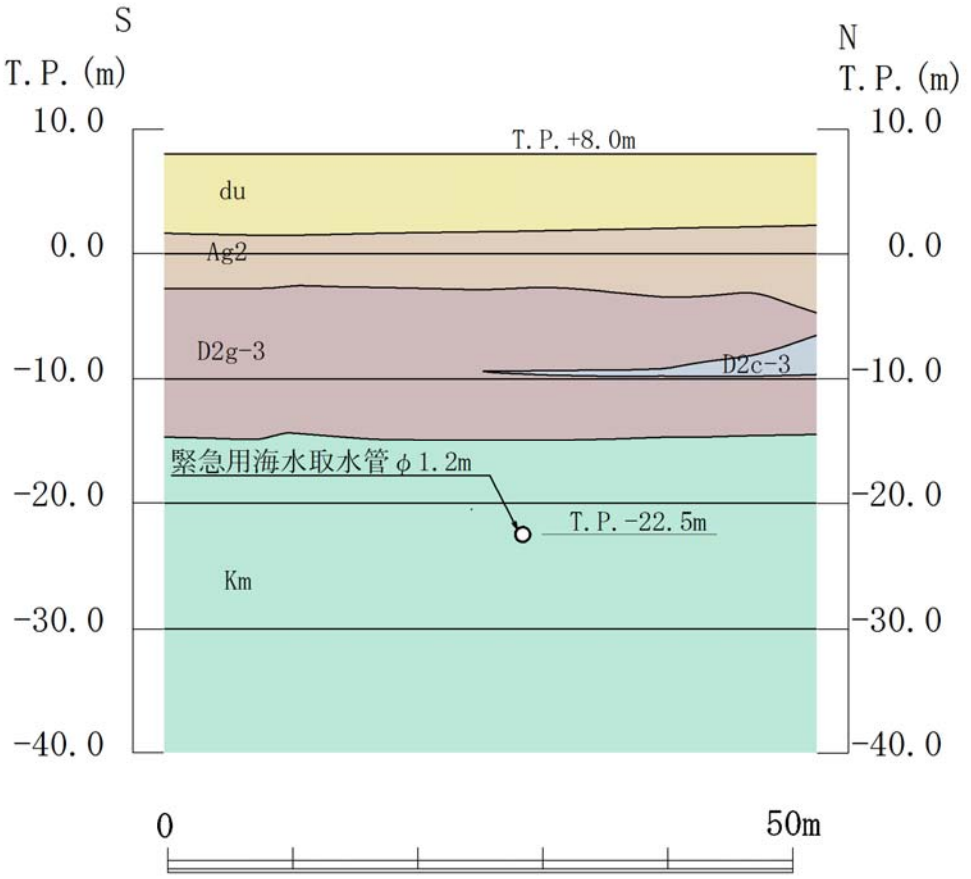
緊急用海水取水管は，全長を岩盤に設置されており，周辺の地盤が構造物に与える影響はどの断面でも大きな差はなく，上載荷重の影響が支配的であると考えられることから，耐震評価では，構造の安全性に支配的な弱軸方向である横断方向のうち，土被りが最も大きくなるＡ－Ａ断面を選定し，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。

なお，周辺地質状況の相違による影響を確認するため，管軸方向における複数地点にて一次元波動論における地震応答解析を実施し，管路の上端と下端の相対変位を確認する。

第 3.7－1 図　緊急用海水取水管　平面図



第 3.7－2 図　緊急用海水取水管　縦断面図



第 3.7－3 図　緊急用海水取水管　横断面図（Ａ－Ａ断面）

3.8　ＳＡ用海水ピットの断面選定の考え方

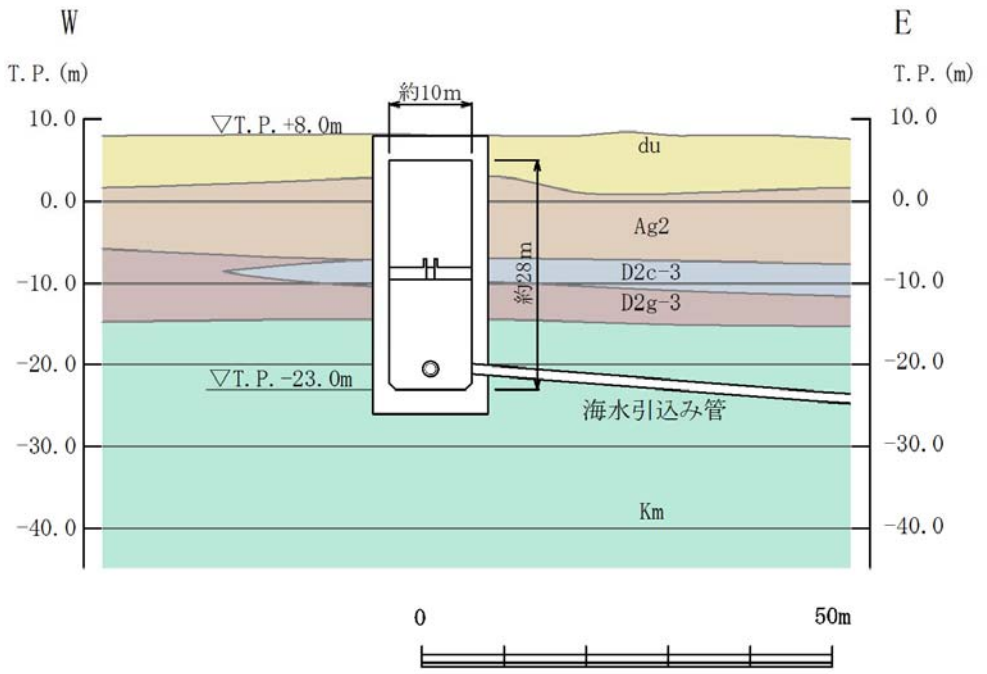
ＳＡ用海水ピットの平面図を第 3.8－1 図に，断面図を第 3.8－2 図に示す。

ＳＡ用海水ピットは常設重大事故等対処施設である。また，非常用取水設備であり，通水性能及び貯水性能が要求される。

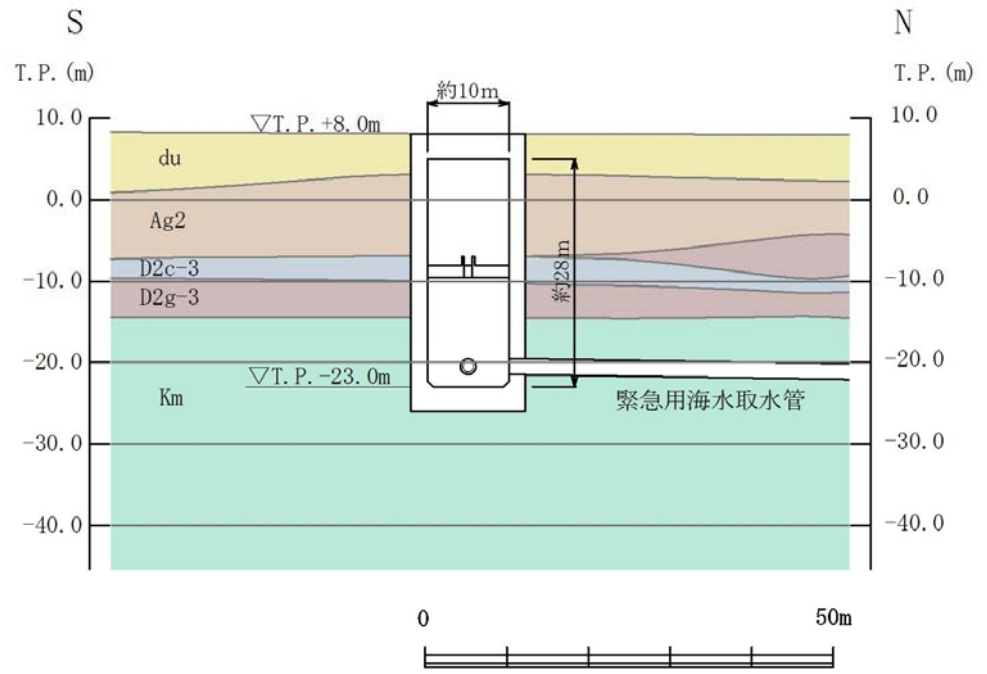
ＳＡ用海水ピットは，内径約 10m，内空高さ約 28m の円筒形の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，十分な支持性能を有する岩盤に直接設置される。また，ＳＡ用海水ピットは，十分な支持性能を有する地盤内で海水引込み管及び緊急用海水取水管が接続する構造で，双方の管路はＳＡ用海水ピットへ直交して接続される。

ＳＡ用海水ピットは，円筒形の鉄筋コンクリート構造物であり，明確な弱軸方向がないことから，ＳＡ用海水ピットに接続する海水引込み管及び緊急用海水取水管に着目し，直交する両管路の縦断方向の 2 断面を選定し，両者から得られた地震力による断面力を組み合わせ，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。

第 3.8－1 図　ＳＡ用海水ピット　平面図



第 3.8－2（1）図　ＳＡ用海水ピット　断面図（①－①断面）



第 3.8－2（2）図　ＳＡ用海水ピット　断面図（②－②断面）

3.9　海水引込み管の断面選定の考え方

海水引込み管の平面図を第 3.9－1 図に，縦断面図を第 3.9－2 図に，横断面図を第 3.9－3 図に示す。

海水引込み管は常設重大事故等対処施設である。また，非常用取水設備であり，通水性能が要求される。

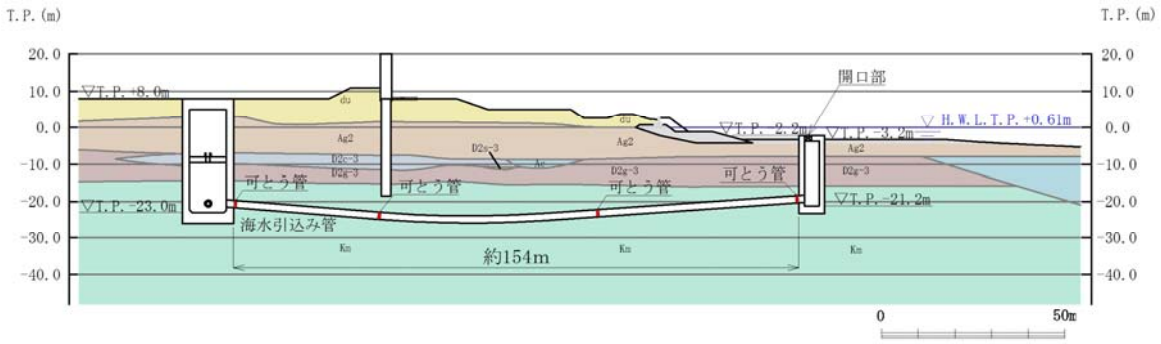
海水引込み管は，ＳＡ用海水ピット取水塔とＳＡ用海水ピットを接続する延長約 154m,内径 1.2m の鋼管の地中構造物であり，十分な支持性能を有する岩盤に設置される。

海水引込み管は管軸方向に対して一様の断面形状を示す線状の構造物であり，横断方向（管周方向）が弱軸方向である。また，一般的な地中埋設管路の設計では管軸方向を弱軸として設計されることを考慮し，管軸方向断面についても評価対象断面とする。なお，延長上の複数箇所に可とう管を設置することから，管軸方向の評価においては，可とう管の配置を踏まえた検討を実施する。

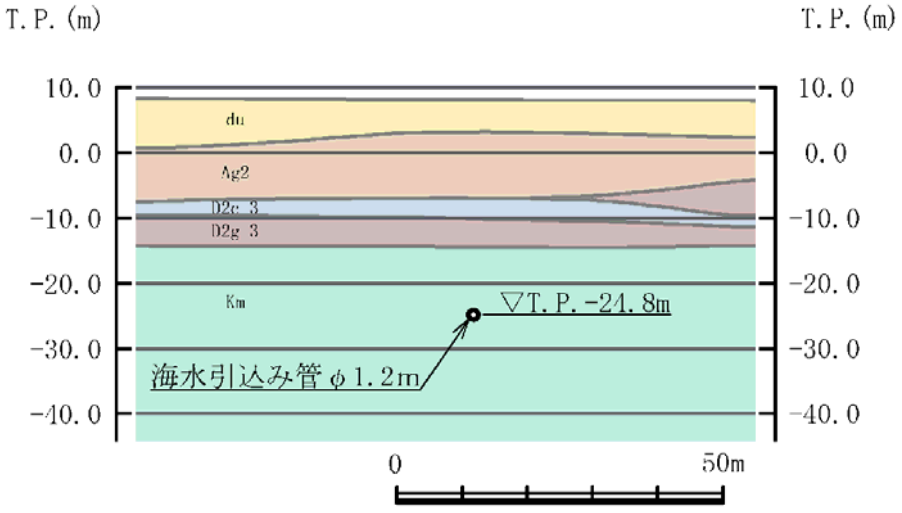
海水引込み管は，全長とも岩盤に設置されており，周辺の地盤が構造物に与える影響はどの断面でも大きな差はなく，上載荷重の影響が支配的であると考えられることから，耐震評価では，構造の安全性に支配的な弱軸方向である横断方向のうち，土被りが最も大きくなるＡ－Ａ断面を選定し，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。

なお，周辺地質状況の相違による影響を確認するため，管軸方向における複数地点にて一次元波動論における地震応答解析を実施し，管路の上端と下端の相対変位を確認する。

第 3.9－1 図　海水引込み管　平面図



第 3.9－2 図　海水引込み管　縦断面図



第 3.9－3 図　海水引込み管　横断面図（Ａ－Ａ断面）

3.10　ＳＡ用海水ピット取水塔の断面選定の考え方

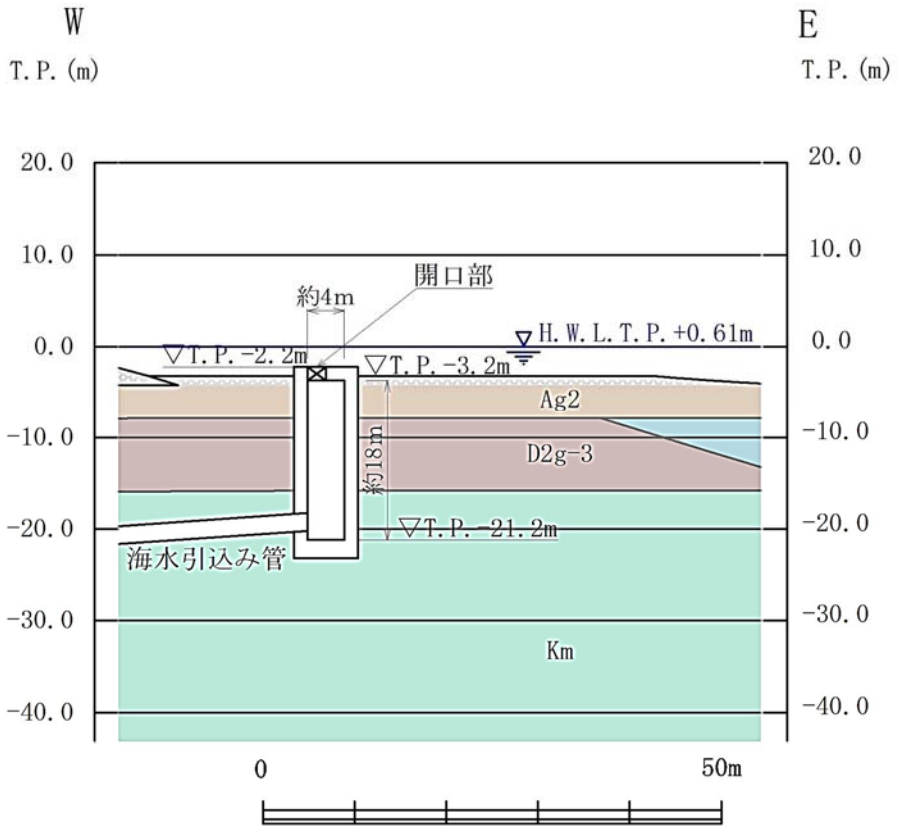
ＳＡ用海水ピット取水塔の平面図を第 3.10－1 図に，断面図を第 3.10－2 図に示す。

ＳＡ用海水ピット取水塔は常設重大事故等対処施設である。また，非常用取水設備であり，通水性能が要求される。

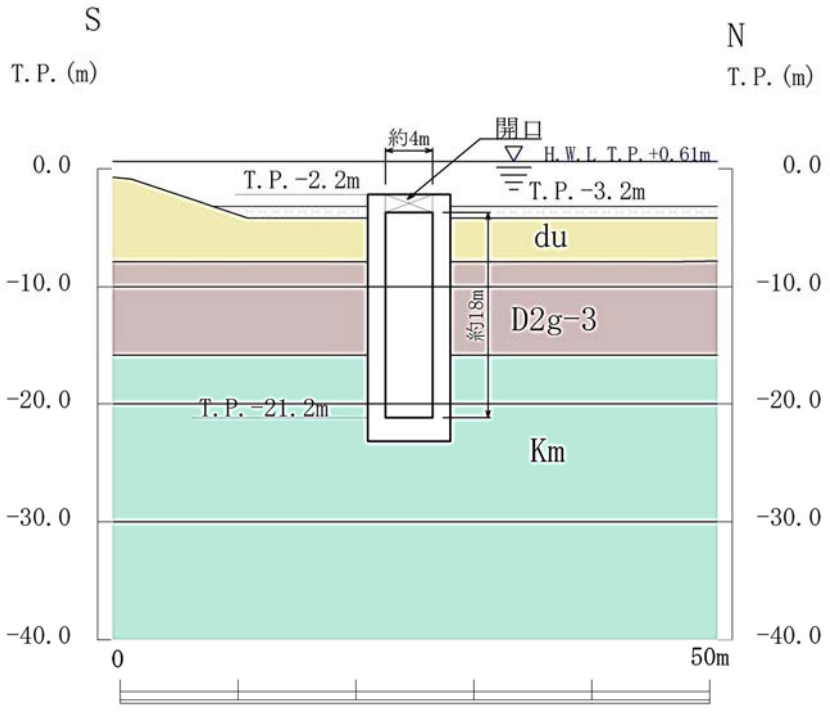
ＳＡ用海水ピット取水塔は，内径約 4m，内空高さ約 18m の円筒形の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，十分な支持性能を有する岩盤に直接設置される。また，ＳＡ用海水ピット取水塔は，十分な支持性能を有する地盤内で海水引込み管が接続する構造で，管路はＳＡ用海水ピット取水塔へ直交して接続される。

ＳＡ用海水ピット取水塔は，円筒形の鉄筋コンクリート構造物であり明確な弱軸方向がないことから，ＳＡ用海水ピット取水塔に接続される海水引込み管に着目し，海水引込み管を縦断する断面とこれに直交する断面の 2 断面を選定し，両者から得られた地震力による断面力を組み合わせ，基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。

第 3.10－1 図　ＳＡ用海水ピット取水塔　平面図



第 3.10－2（1）図　ＳＡ用海水ピット取水塔　断面図（①－①断面）



第 3.10－2（2）図　ＳＡ用海水ピット取水塔　断面図（②－②断面）

3.11　緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎

緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の平面図を第 3.11－1 図に，断面図を第 3.11－2 図に示す。また，可搬型設備用軽油タンク基礎の平面図を第 3.11－3 図に，断面図を第 3.11－4 図に示す。

緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎はいずれも常設重大事故等対処施設であり，対応するタンク（緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク及び可搬型設備用軽油タンク）を内包する。

緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎は内空幅約 9m（タンク軸方向）×約 5m（タンク横断方向），内空高さ約 4m，可搬型設備用軽油タンク基礎は内空幅約 11m（タンク軸方向）×約 13m（タンク横断方向），内空高さ約 4m の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，杭を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置される。

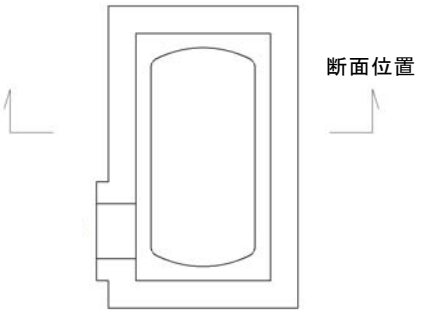
緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎はいずれも比較的単純な箱型構造物であり，縦断方向（タンクの軸方向）にほぼ一様な断面である。

緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎はいずれも内包するタンクが縦断方向に一様に設置されているため，機器・配管の設置位置による影響を考慮する必要はない。

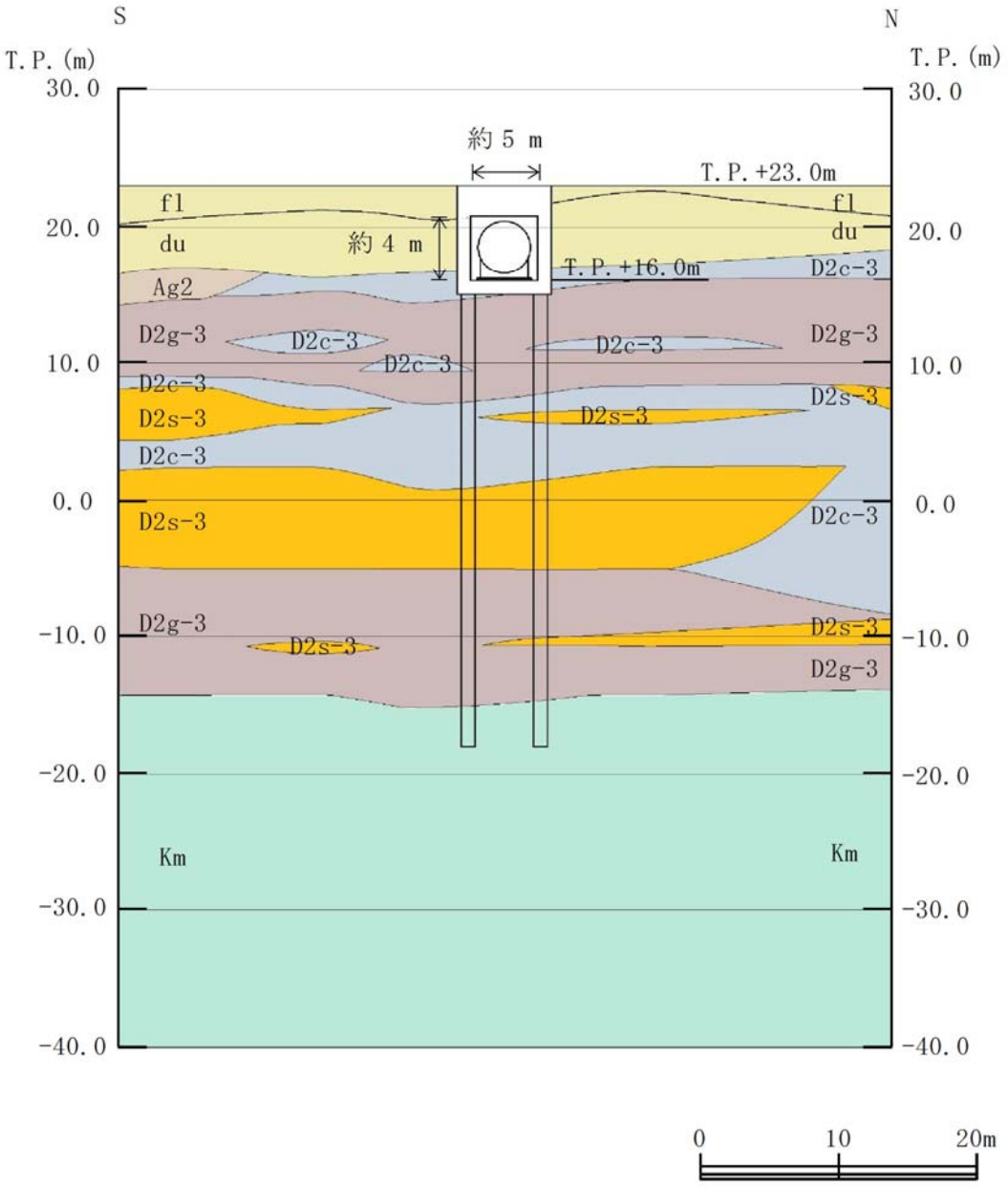
緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎の縦断方向は，加振方向と平行に配置される側壁又は隔壁を耐震設計上見込むことができるため，強軸方向となる。一方，横断方向（タンクの軸方向に対し直交する方向）は，タンクを格納するため，加振方向と平行に配置される構造部材がないことから，弱軸方向となる。

耐震評価では，構造の安全性に支配的な弱軸方向である横断方向（タンク

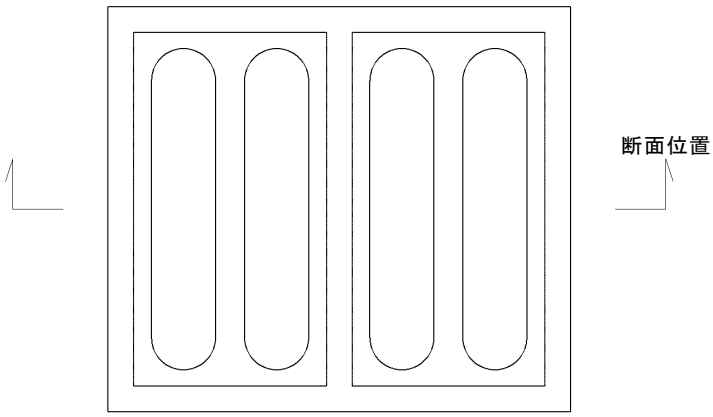
の軸方向に対し直交する方向）の断面を選定し，基準地震動Ｓ$_s$による耐震評価を実施する。



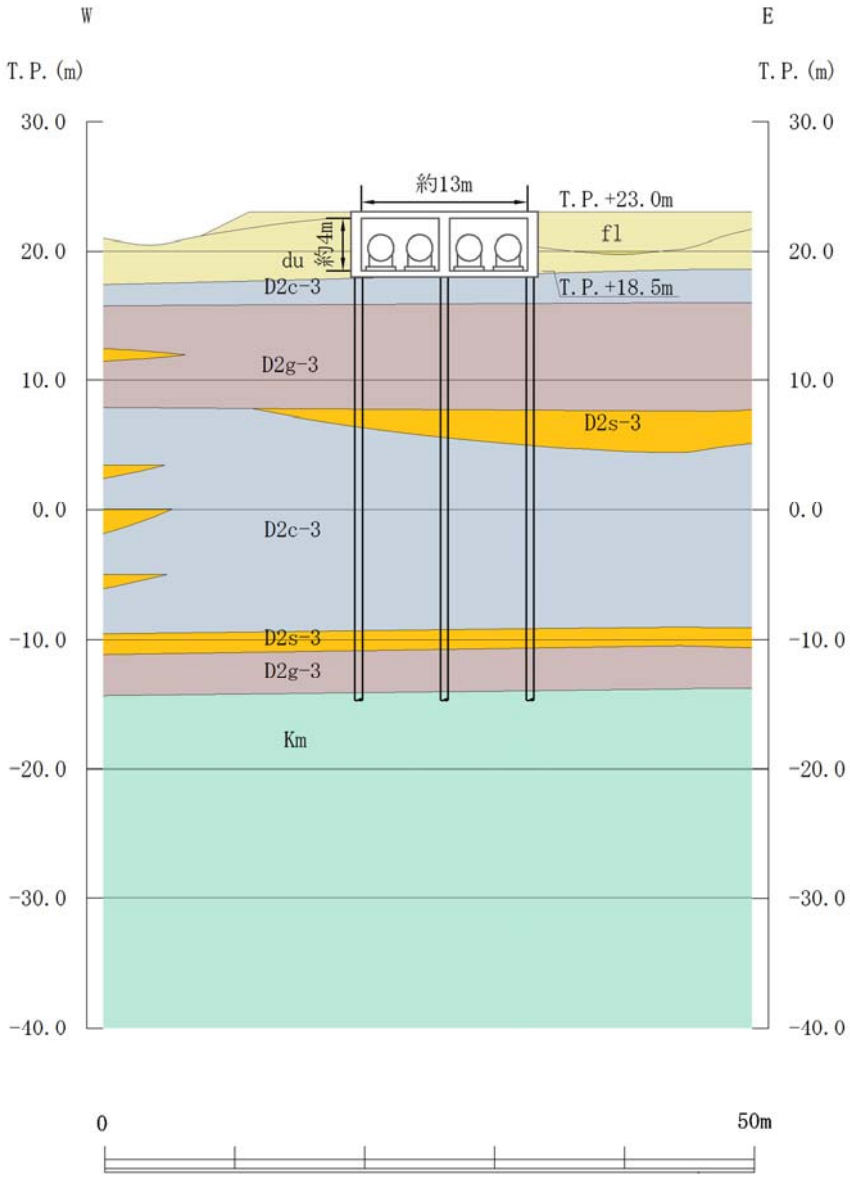
第 3.11－1 図　緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎　平面図



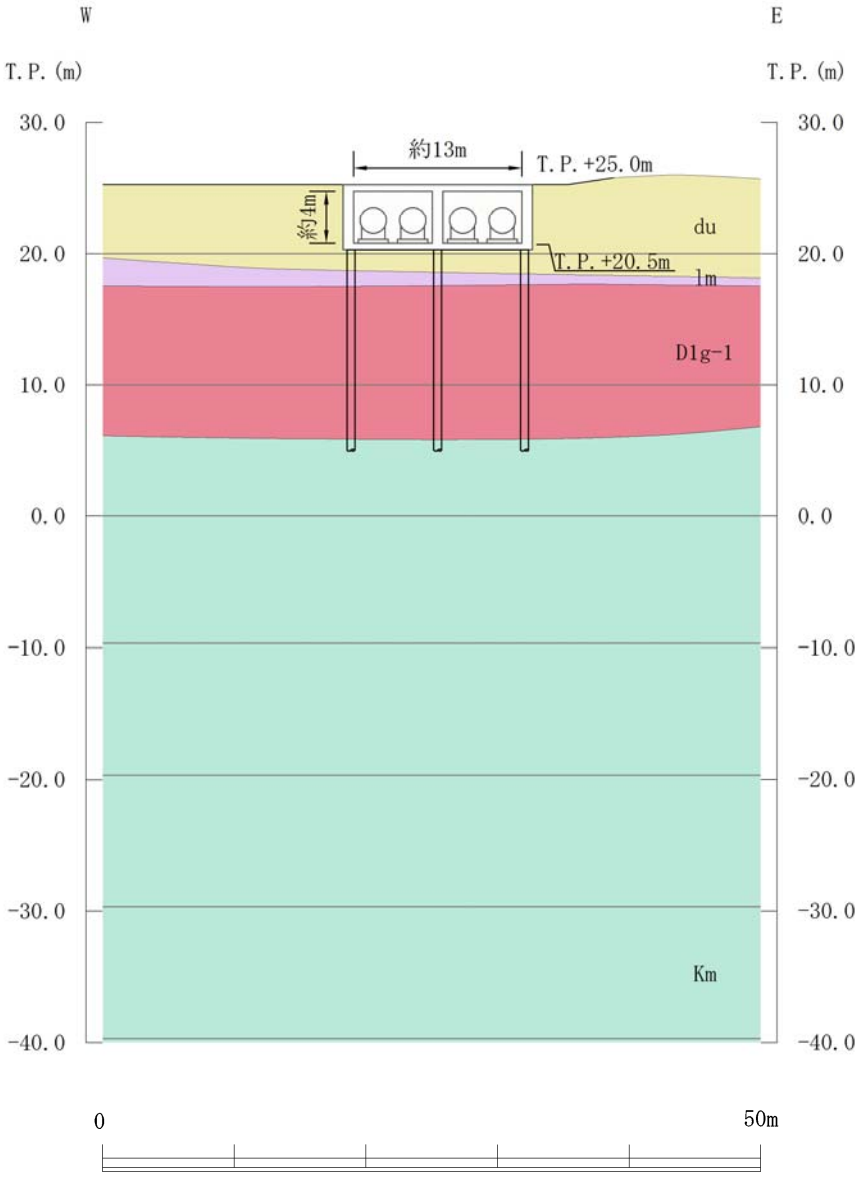
第 3.11－2 図　緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎　断面図



第 3.11－3 図　可搬型設備用軽油タンク基礎　平面図



第 3.11－4（1）図　可搬型設備用軽油タンク基礎（西側）　断面図



第 3.11－4 図（2）　可搬型設備用軽油タンク基礎（南側）　断面図

別添－７

東海第二発電所

主要建屋の構造概要について
（耐震）

主要建屋の構造概要について

1. はじめに

本資料は，東海第二発電所の既工認の認可を受けた主要建屋のうち，耐震重要施設及びその間接支持構造物，常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設並びにこれらの施設への波及的影響防止のために評価を実施する建屋の構造と評価概要について纏めたものである。

なお，新設建屋については，工事計画認可申請図書にて記載する。

(1) 原子炉建屋

原子炉建屋は，地上6階，地下2階建で，平面が約67 m（南北方向）×約67 m（東西方向）の鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造）の建物である。

最下階床面からの高さは約68 mで地上高さは約56 mである。

建物中央部には一次格納容器を囲む円型の一次遮蔽壁があり，その外側に二次格納施設である原子炉建屋（以下，「原子炉棟」という。）の外壁及び原子炉建屋付属棟（以下，「付属棟」という。）の外壁がある。

これらは原子炉建屋の主要な耐震壁を構成している。

これらの耐震壁間を床が一体に連絡し，全体として剛な構造としている。

原子炉建屋の基礎は，平面が約67 m（南北方向）×約67 m（東西方向），厚さ約5 mのべた基礎で，人工岩盤を介して，砂質泥岩である久米層に岩着している。

二次格納施設である原子炉棟は耐震重要度分類Ｓクラスであり，弾性設計用地震動S_dによる地震力又はＳクラスに適用される静的地震力いずれか大きい方の地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられる設計とする。また，基準地震動S_sに対しては，安全機能が保持できるように設計

する。付属棟は耐震重要度分類Ｓクラスの設備の間接支持構造物であり，基準地震動Ｓ$_s$に対して，安全機能が保持できるように設計する。

(2)　使用済燃料乾式貯蔵建屋

使用済燃料乾式貯蔵建屋は,地上1階建で平面が約52 m（南北方向）×約24 m（東西方向）の鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）の建物であり，適切に配置された耐震壁で構成された剛な構造としている。

使用済燃料乾式貯蔵建屋の基礎は，平面が約60 m（南北方向）×約33 m（東西方向），厚さ約2.5 m（一部約2.0 m）で，鋼管杭を介して，砂質泥岩である久米層に岩着している。

使用済燃料乾式貯蔵建屋は耐震重要度分類Ｃクラスの建屋であるが，基礎は，Ｓクラスの使用済燃料乾式貯蔵容器の間接支持構造物に該当するため，基準地震動Ｓ$_s$に対して，安全機能が保持できるように設計する。

(3)　タービン建屋

タービン建屋は，地上2階，地下1階建で，平面が約70 m（南北方向）×約105 m（東西方向）の鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造）の建物であり，適切に配置された耐震壁で構成された剛な構造としている。

タービン建屋の基礎は，平面が約70 m（南北方向）×約105 m（東西方向），厚さ約1.9 mで，杭及びケーソンを介して，砂質泥岩である久米層に岩着している。

タービン建屋は耐震重要度分類Ｃクラスの建屋ではあるが，Ｂクラスの機器を内包しているためＢクラスに適用される静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計されている。タービン建屋は原子炉建屋に隣接しているため，原子炉建屋への波及的影響評価を行う。

(4)　廃棄物処理建屋

廃棄物処理建屋は，地上 4 階，地下 3 階建で，平面は約 41m（南北方向）×約 69m（東西方向）の鉄筋コンクリート造の建物であり，適切に配置された耐震壁で構成された剛な構造としている。

廃棄物処理建屋の基礎は，平面が約 41 m（南北方向）×約 69 m（東西方向），厚さ約 2.5 m のべた基礎で，人工岩盤を介して，砂質泥岩である久米層に岩着している。

廃棄物処理建屋は耐震重要度分類Ｃクラスの建屋ではあるが，Ｂクラスの機器を内包しているためＢクラスに適用される静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計されている。廃棄物処理建屋は原子炉建屋に隣接しているため，原子炉建屋への波及的影響評価を行う。

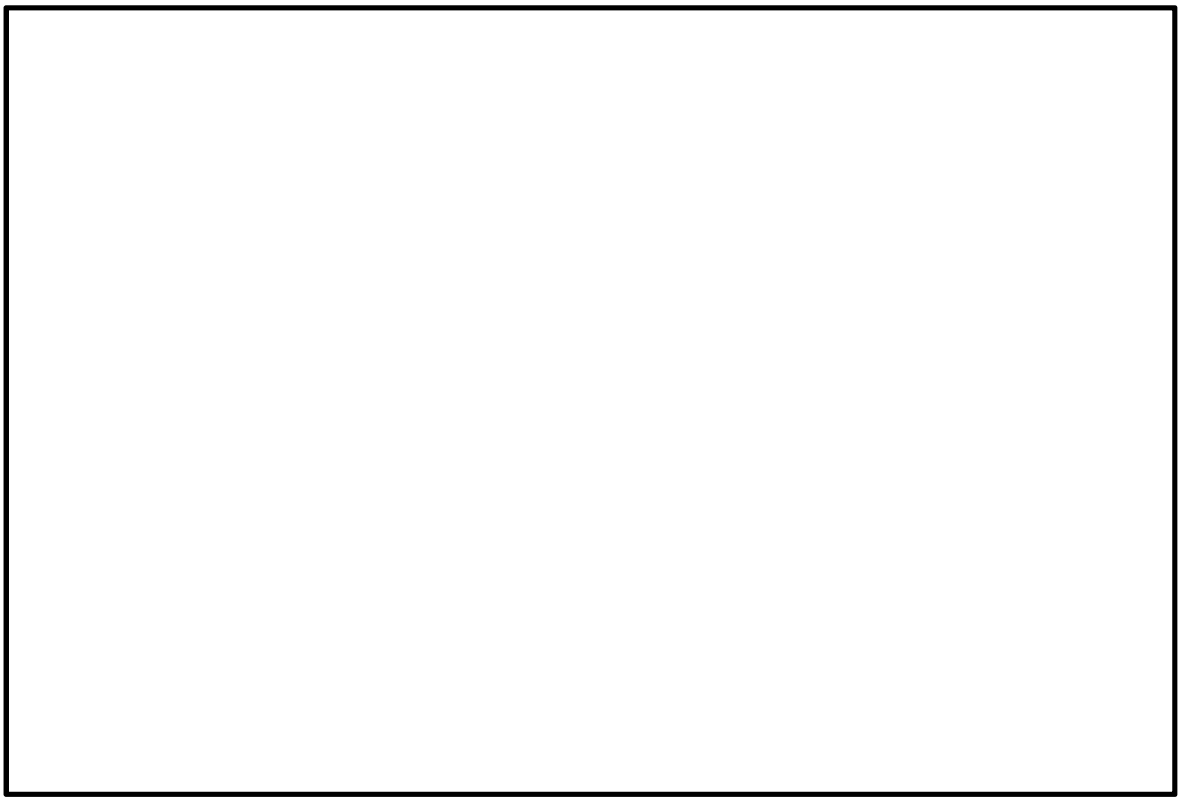
(5)　サービス建屋

サービス建屋は，地上 3 階建で平面が約 40 m（南北方向）×約 33 m（東西方向）の鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造）の建物である。

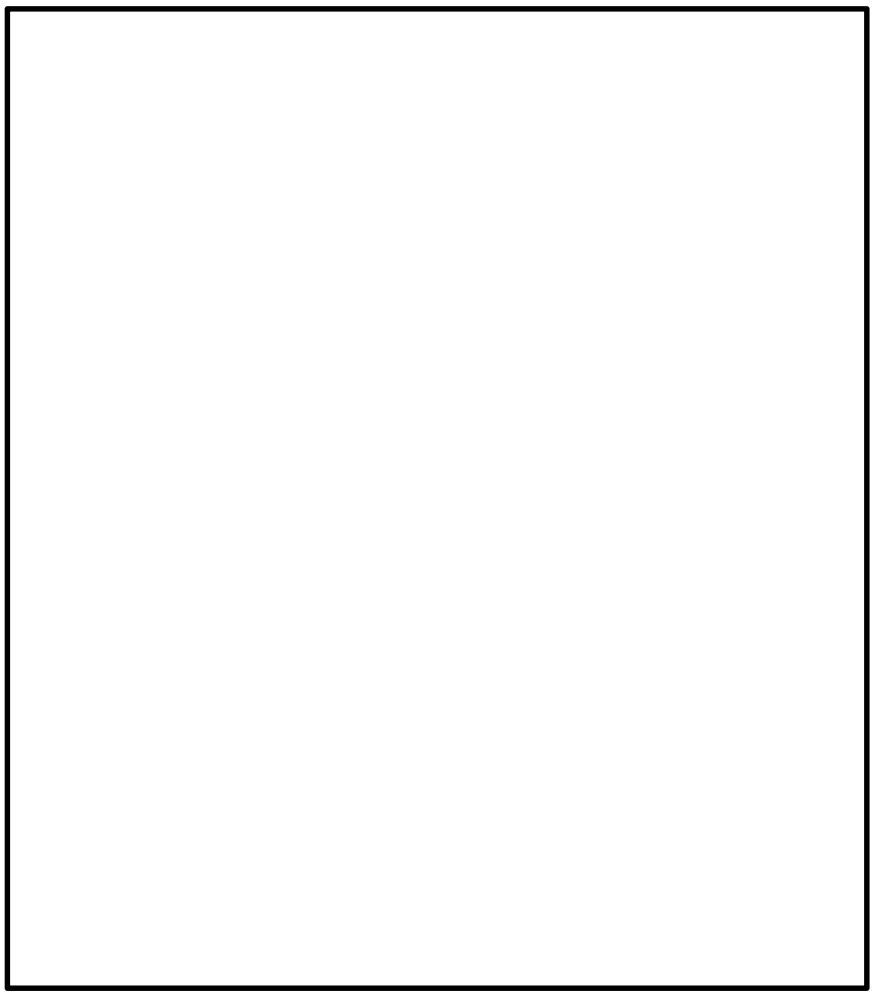
サービス建屋の基礎は，鉄筋コンクリート杭を介して，一部を除いて砂質泥岩である久米層に岩着している。

サービス建屋は耐震重要度分類Ｃクラスの建屋であり，原子炉建屋に隣接しているため，原子炉建屋への波及的影響評価を行う。

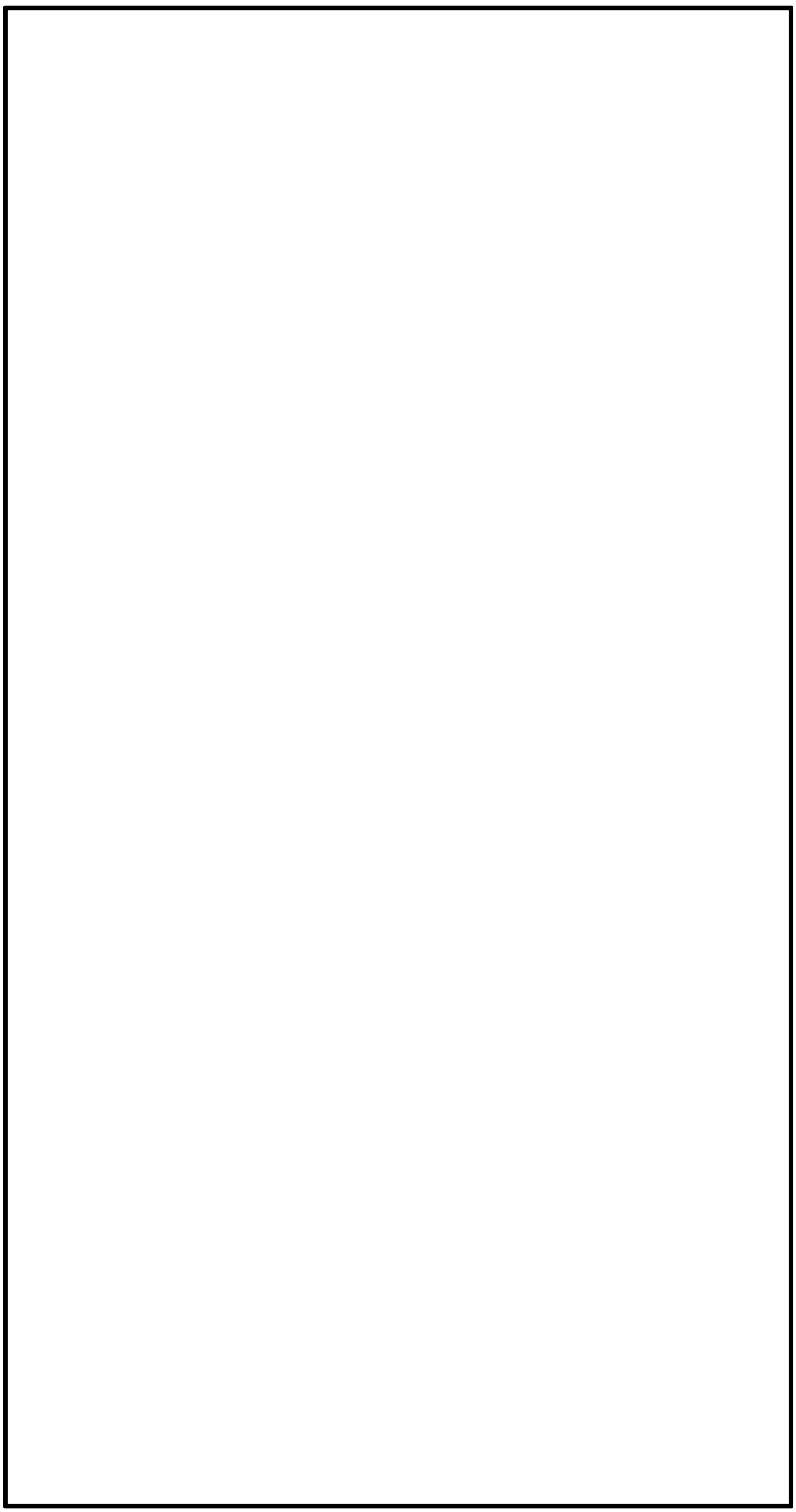
主要建屋の配置図を第 1－1 図に示す。また，各建屋の概略平面図及び断面図を第 1－2 図～第 1－11 図に示す。



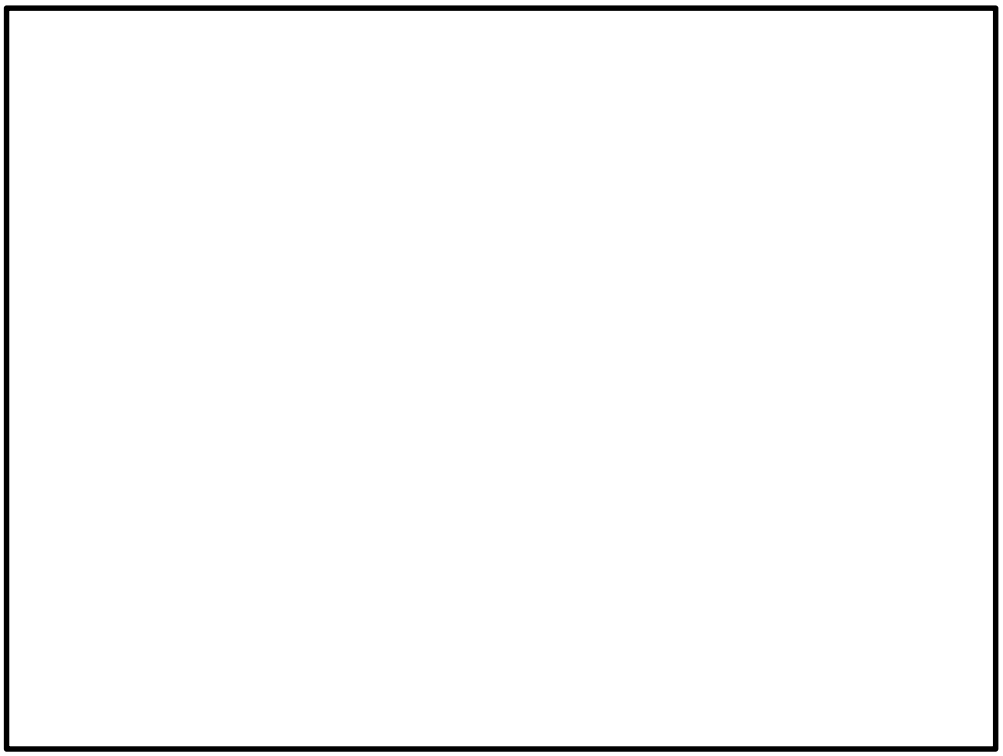
第１－１図　主要建屋の配置図



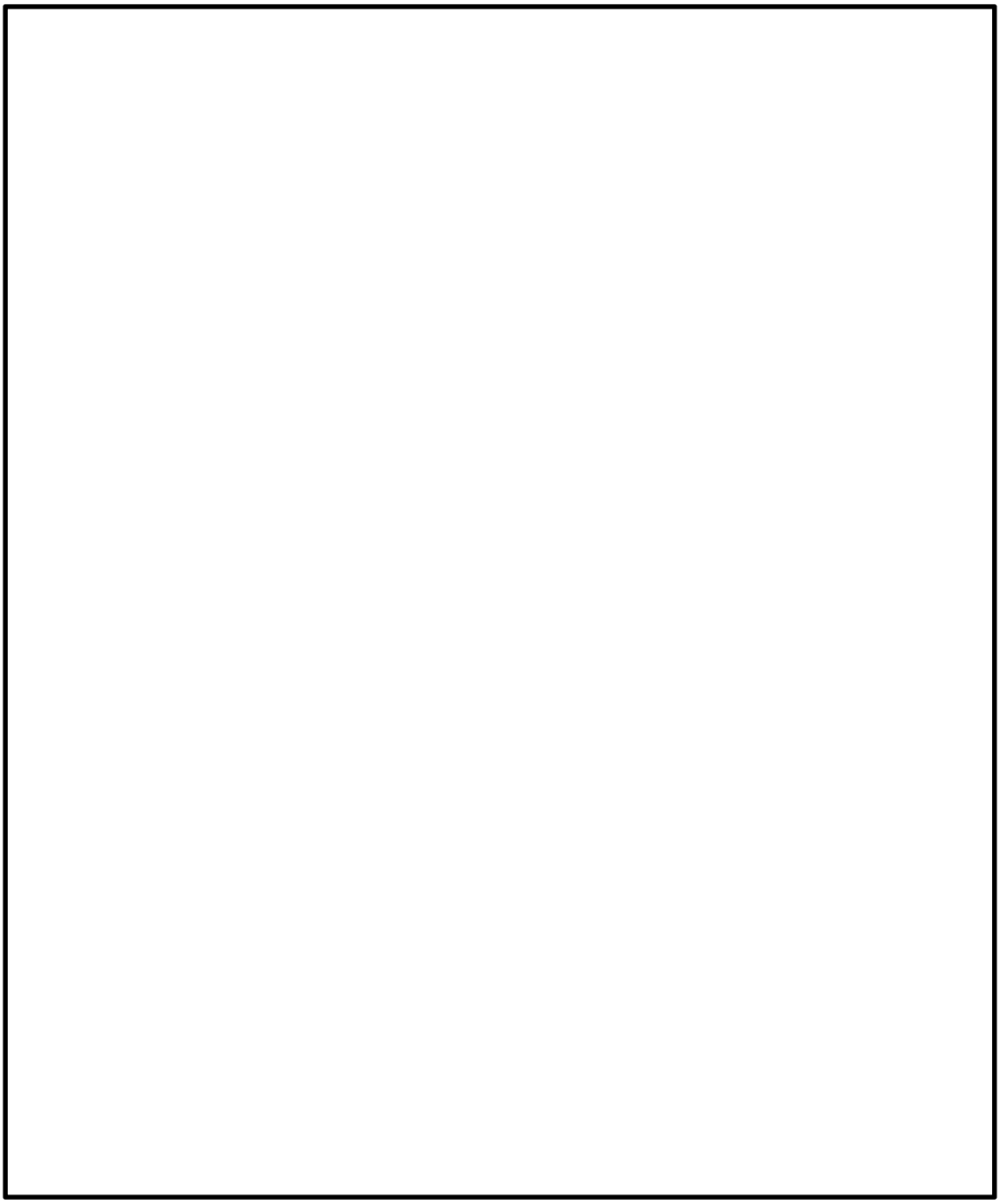
第１－２図　原子炉建屋　概略平面図



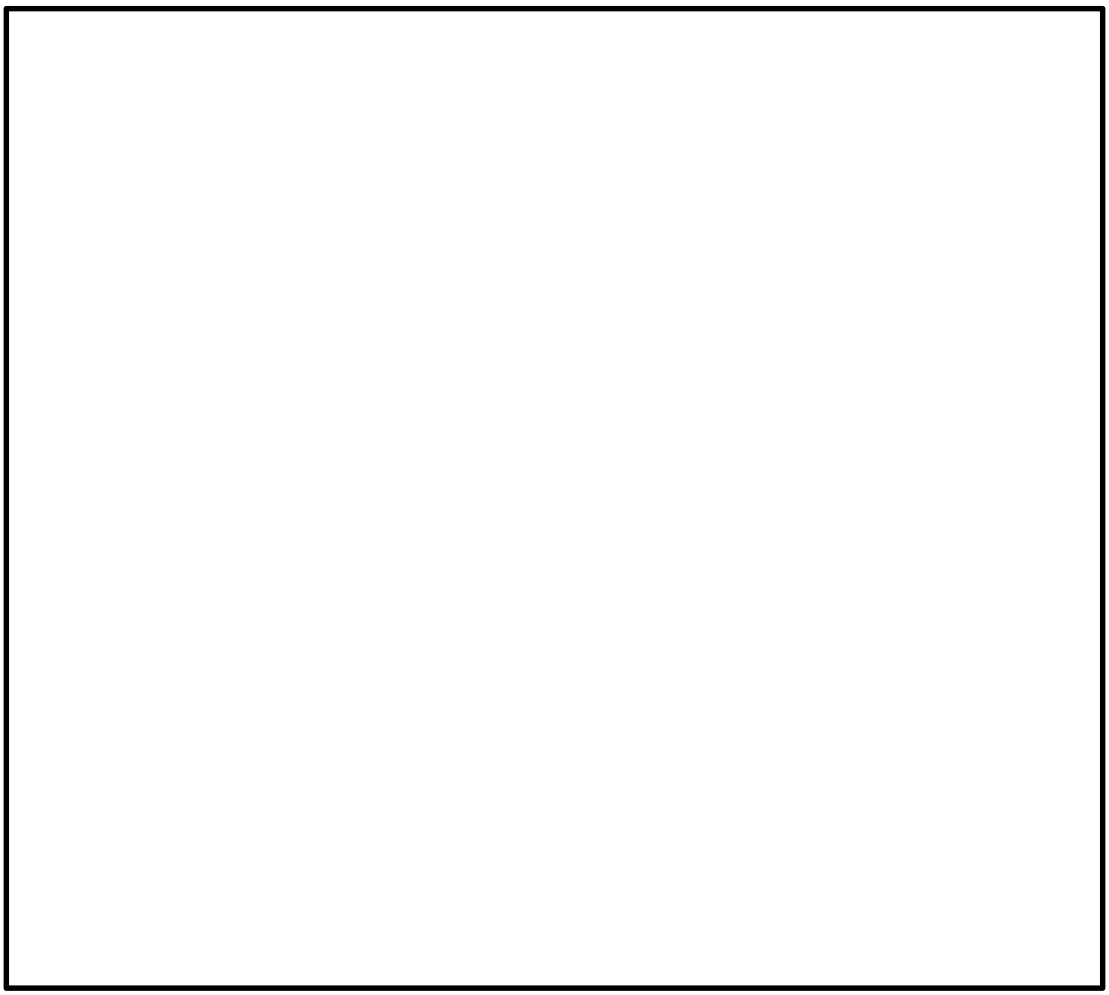
第１－３図　原子炉建屋　断面図



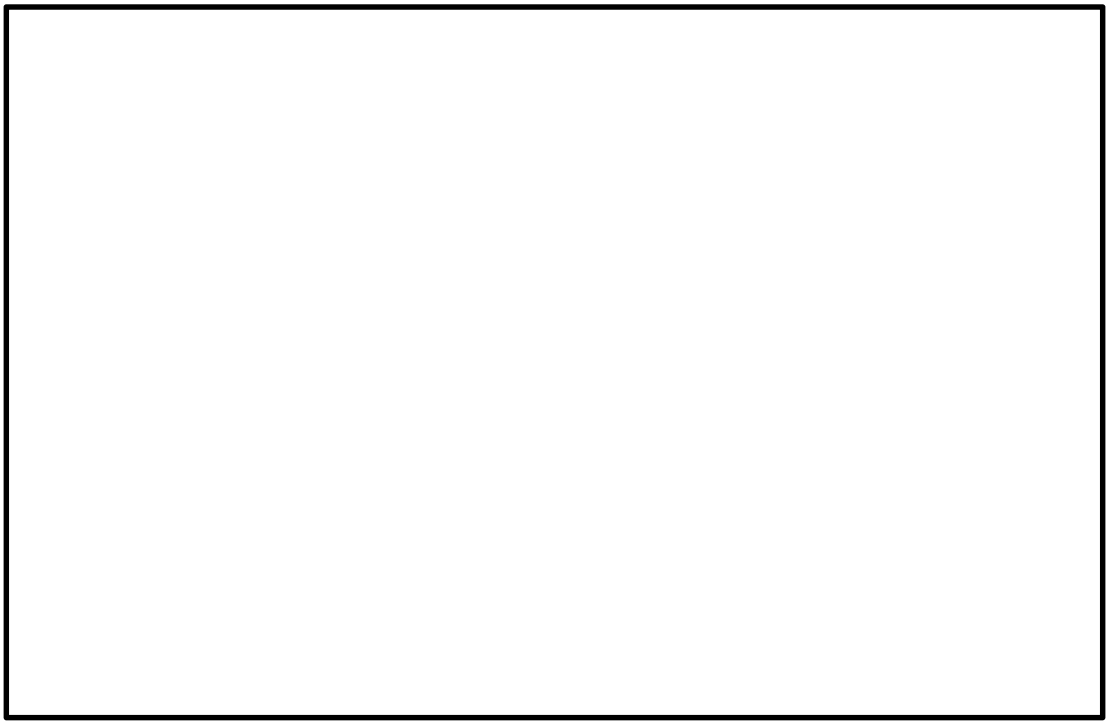
第 1－4 図　使用済燃料乾式貯蔵建屋　概略平面図



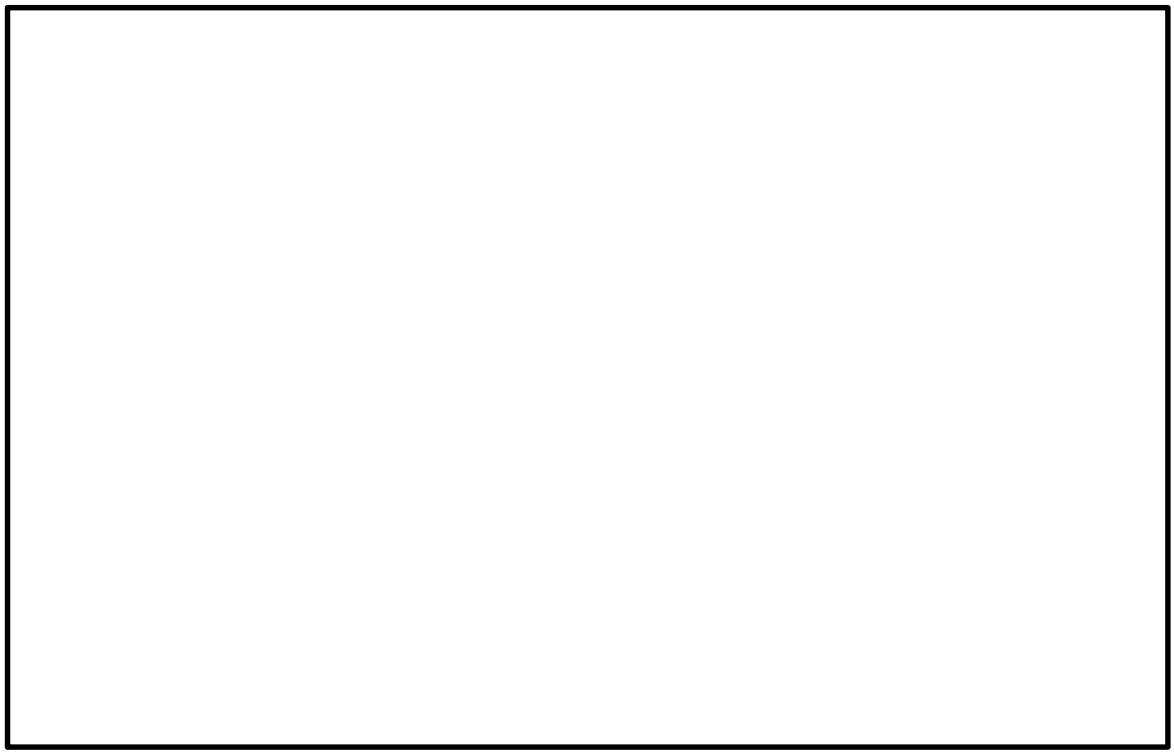
第１－５図　使用済燃料乾式貯蔵建屋　断面図



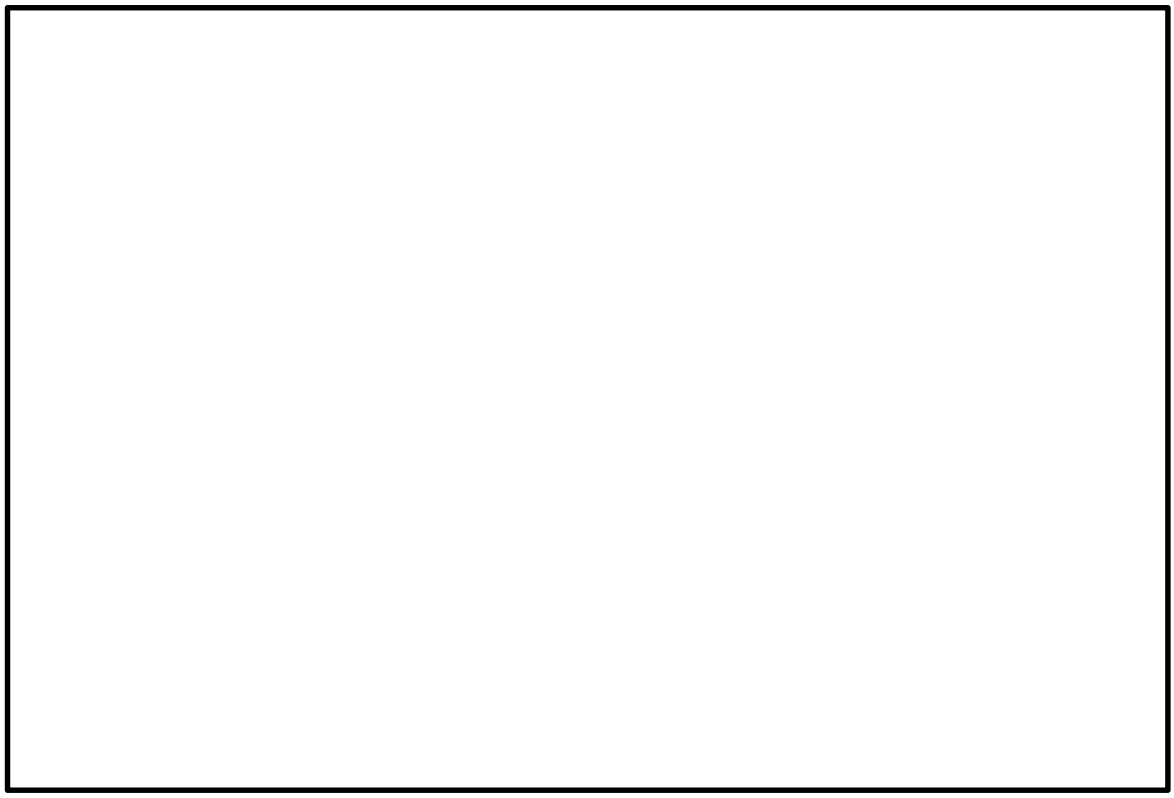
第 1－6 図　タービン建屋　概略平面図



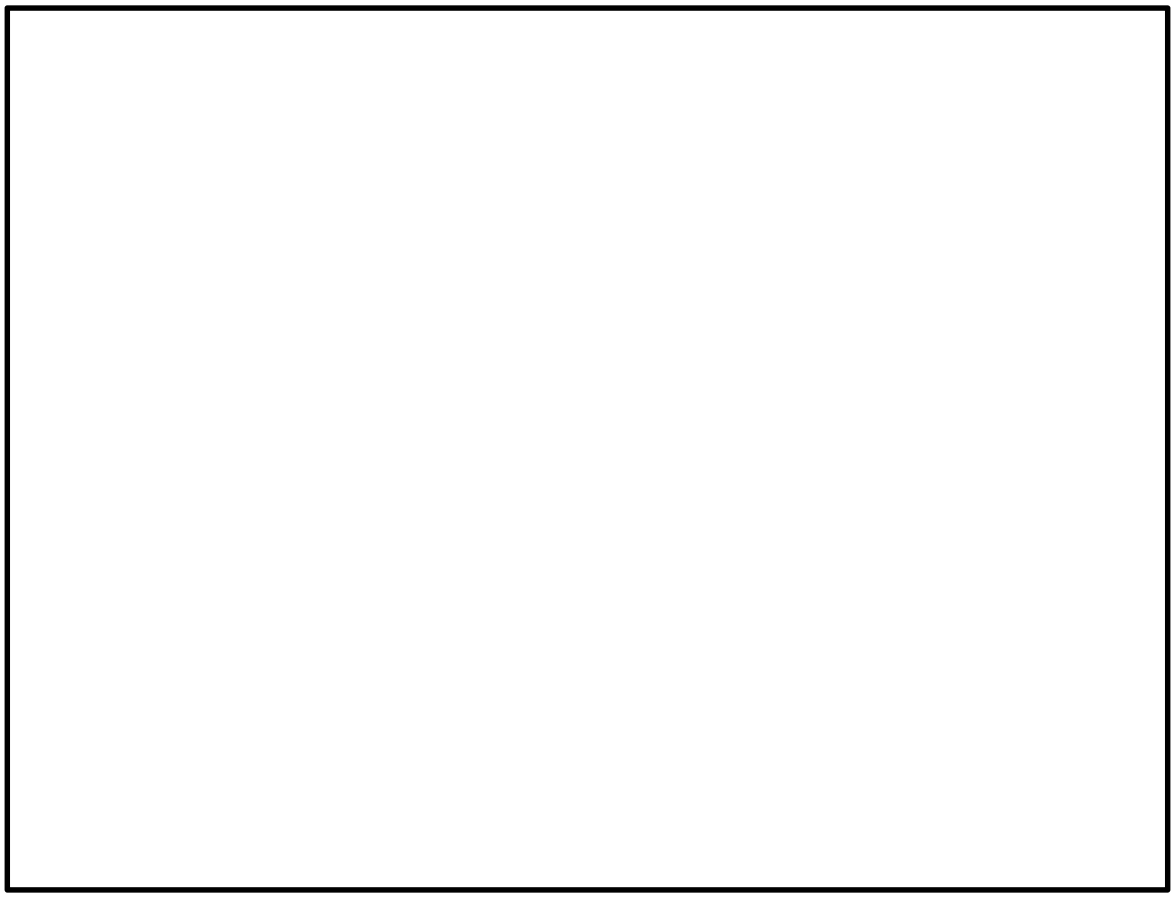
第 1－7 図　タービン建屋　断面図



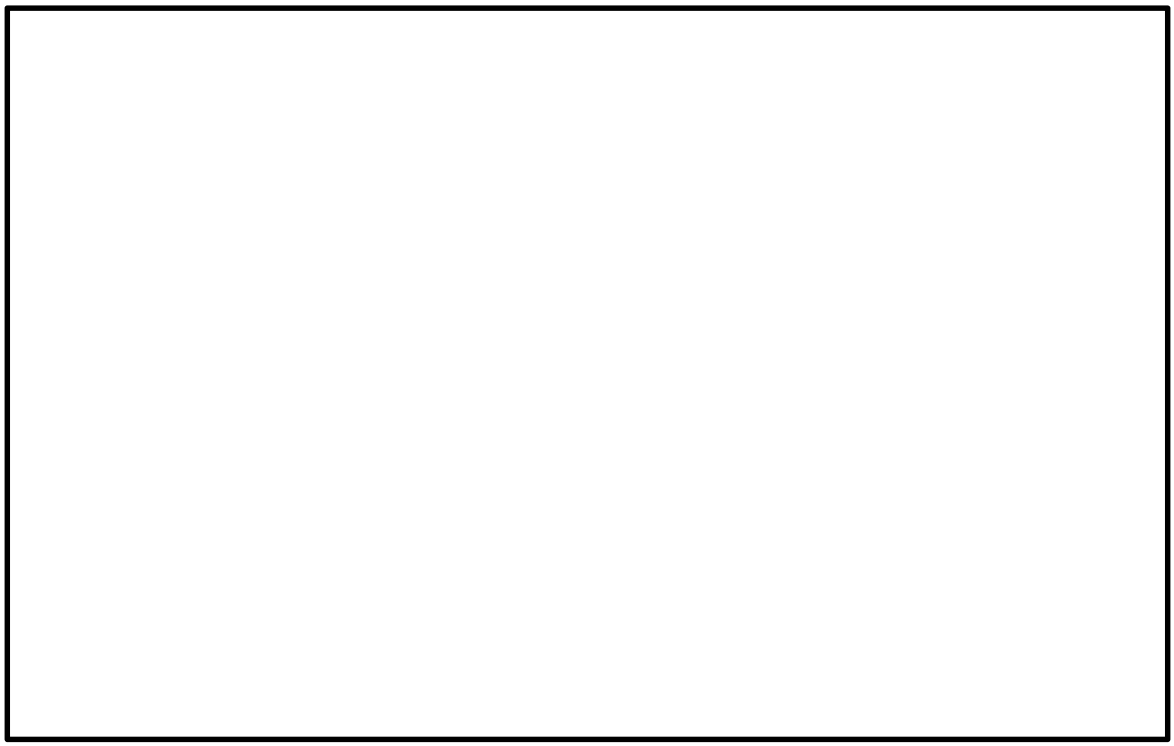
第 1－8 図　廃棄物処理建屋　概略平面図



第 1－9 図　廃棄物処理建屋　断面図



第 1－10 図　サービス建屋　概略平面図

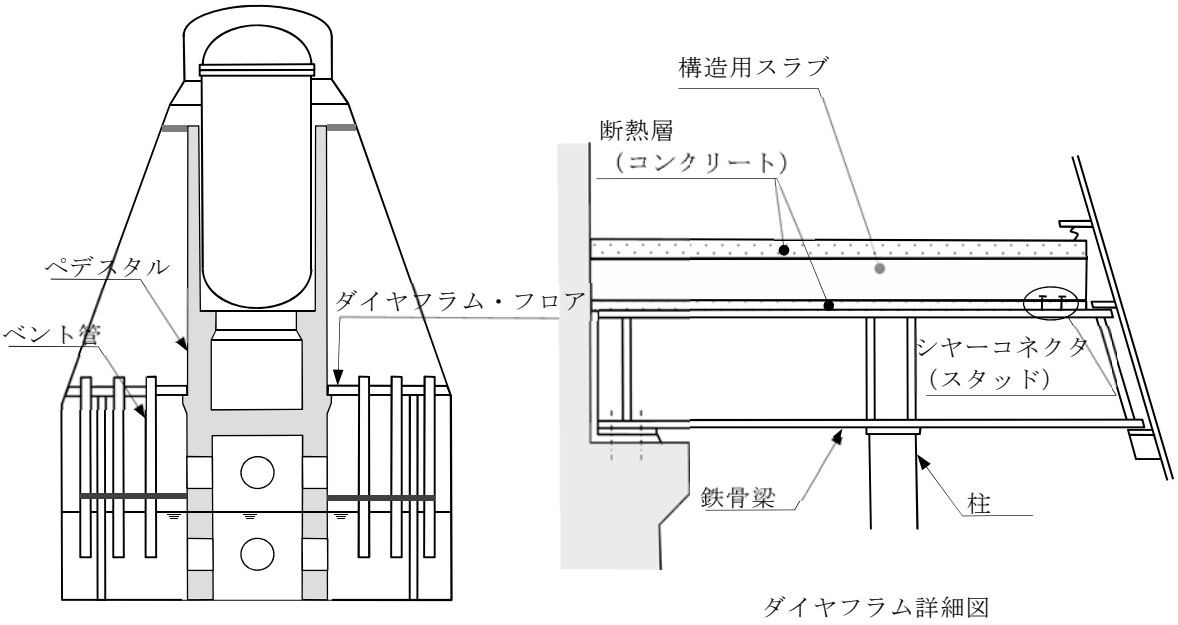


第 1－11 図　サービス建屋　断面図

参考資料１

ダイヤフラム・フロアの耐震クラスについて

ダイヤフラム・フロアの構造概要図を第１図に，ダイヤフラム・フロアの各部材の耐震クラスを第１表に示す。ダイヤフラム・フロアは原子炉格納容器内のドライウェルとウェットウェルとを区分する圧力低減設備としての機能を有するため，全ての構造部材は耐震Ｓクラスとなる。



第１図　ダイヤフラム・フロア構造概要図

第１表　ダイヤフラム・フロアの耐震クラス

構造部材	耐震クラス
鉄骨梁 構造用スラブ 断熱層（コンクリート） シヤーコネクタ（スタッド） 柱	Ｓクラス

別添－８

東海第二発電所

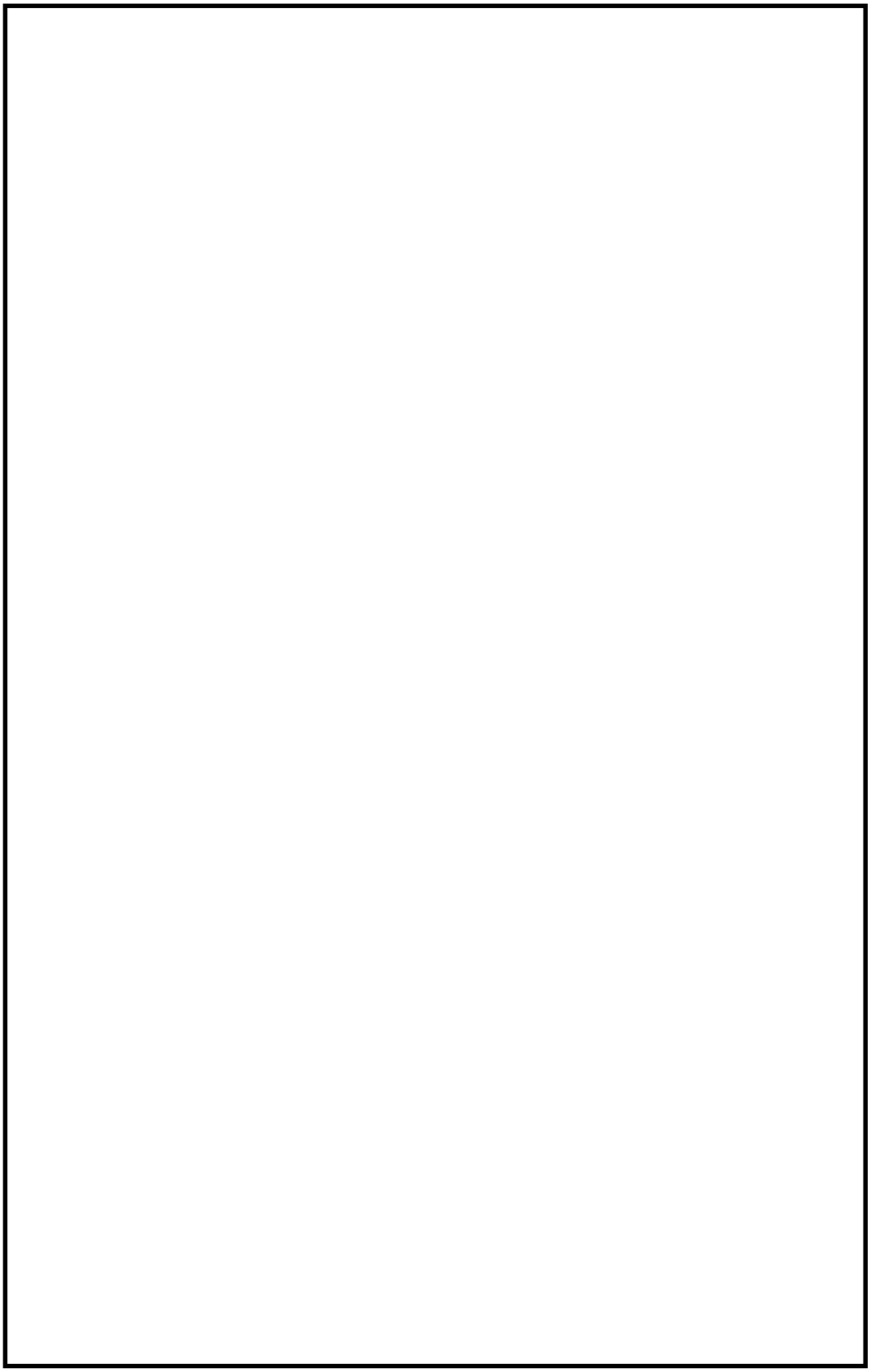
地震応答解析に用いる地質断面図の作成例及び地盤の速度構造
（耐震）

地震応答解析に用いる地質断面図の作成例及び地盤の速度構造

1.　地質断面図

地震応答解析に用いる地質断面図は，評価対象地点近傍のボーリング調査等の結果に基づき，岩盤，堆積物及び埋戻土の分布を設定し作成する。第1－1図に敷地内で実施したボーリング調査位置図を示す。

代表例として，第 1－1 図に示す断面位置の地質断面図を第 1－2 図及び第1－3図に示す。



第１－１図　ボーリング調査位置図

地 質 構 成 表

地質時代		地質区分		記号	岩相
第四紀	完新世	砂丘砂層		du	砂
		沖積層	a1	Ag2	砂礫
				Ac	粘土
				As	砂
				Ag1	砂礫
	更新世	段丘堆積物	D2	D2c-3	シルト
				D2s-3	砂
				D2g-3	砂礫
				D2c-2	シルト
				D2g-2	砂礫
			D1	lm	ローム
				D1c-1	シルト
				D1g-1	砂礫
新第三紀	鮮新世	久米層		Km	砂質泥岩

不整合

※fillは埋戻土

第 1－2 図　地質断面図（EW 断面）

地 質 構 成 表

地質時代		地質区分		記号	岩相
第四紀	完新世	砂丘砂層		du	砂
		沖積層	al	Ag2	砂礫
				Ac	粘土
				As	砂
				Ag1	砂礫
	更新世	段丘堆積物	D2	D2c-3	シルト
				D2s-3	砂
				D2g-3	砂礫
				D2c-2	シルト
				D2g-2	砂礫
			D1	lm	ローム
				D1c-1	シルト
				D1g-1	砂礫
新第三紀	鮮新世	久米層		Km	砂質泥岩

不整合

※fillは埋戻土

第 1－3 図　地質断面図（NS 断面）

2.　地盤の速度構造

2.1　入力地震動策定に用いる地下構造モデル

入力地震動の策定に用いる地下構造モデルについては，評価対象地点の地層構成に基づき，解放基盤表面（EL.－370 m）から解析モデル入力位置までをモデル化する。地下構造モデルの概要を第2－1表に示す。なお，本モデルに適用する新第三系（Km層）の地盤物性の詳細については，「添付書類六　1.　地盤」に示す。

第2－1表　入力地震動の策定に用いる地下構造モデル

地層	新第三系 (Km層)	基盤
標高	解析モデル入力位置 ～ EL.-370 m	EL.-370 m以深
P波速度 Vp (m/s)	$Vp = Vs\sqrt{\frac{2(1-\nu_d)}{1-2\nu_d}}$	1988 (z=-370m)
S波速度 Vs (m/s)	Vs=433-0.771・z z：標高（m）	718 (z=-370m)
動ポアソン比 ν_d	ν_d=0.463+1.03×10^{-4}・z z：標高（m）	0.425 (z=-370m)
密度 ρ (g/cm^3)	ρ=1.72-1.03×10^{-4}・z z：標高（m）	1.76 (z=-370m)
せん断剛性の ひずみ依存性 G/G_0～γ	$\frac{1}{1+107\gamma^{0.824}}$ γ：せん断ひずみ（－）	－
減衰定数 h～γ	$\frac{\gamma}{(4.41\gamma+0.0494)}+0.0184$ γ：せん断ひずみ（－）	0.03

2.2　地震応答解析に用いる浅部地盤の解析モデル

「1.　地質断面図　第1－1図」に示すボーリング孔を利用して実施したPS検層の結果から設定した，地層ごとのP波速度及びS波速度を第2－2表に示す。

地震応答解析に用いる浅部地盤の解析モデルの作成に当たっては，「1.地質断面図」において作成した地質図を基に，浅部地盤の速度構造を適切に反映できる深度までモデル化する。

第2－2表　PS検層結果

地層			平均値		平均有効主応力依存式 $Vs=A\times(\sigma'_m)^{0.25}$
			Vs (m/s)	Vp (m/s)	係数A
第四系	du層	不飽和	210	482	82.860
		飽和		1,850	82.241
	Ag2層	不飽和	240	446	71.527
		飽和		1,801	78.772
	Ac層	飽和	163-1.54・z	1,240-1.93・z	58.062
	As層	飽和	211-1.19・z	1,360-1.78・z	65.101
	Ag1層	飽和	350	1,950	82.698
	D2c-3層	飽和	270	1,770	78.156
	D2s-3層	飽和	360	1,400	104.425
	D2g-3層	飽和	500	1,879	136.169
	lm層	不飽和	130	1,160	40.950
	D1c-1層	飽和	280	1,730	－
	D1g-1層	不飽和	390	903	110.636
		飽和		1,757	107.033
新第三系	Km層	飽和	433-0.771・z	1,650-0.910・z	－

z：標高（m）
σ'_m：平均有効主応力（kN/m^2）
A：最小二乗法の回帰係数

別紙－１

東海第二発電所

既工認との手法の相違点の整理について
（設置変更許可申請段階での整理）
（耐震）

1.　はじめに

本資料は，設置変更許可審査段階におけるプラントの耐震成立性確認を目的として，今後提出する東海第二発電所の補正工認（以下「今回工認」という。）で採用する予定の評価手法のうち，当該発電所の既工認（以下「既工認」という。）の評価手法と相違があり，他社のプラントの既工認（以下「他プラント既工認」という。）で採用実績のないものを網羅的に整理する方針について示すものである。

なお，原子炉建屋における今回工認の応答加速度と建設工認時との応答加速度等の比較について，添付１に示す。

2.　整理方針

(1) 整理対象

プラントの耐震成立性を確認するための重要な耐震Ｓクラス設備，耐震Ｓクラス設備に波及的影響を及ぼすおそれのある設備及び耐震Ｓクラス設備を支持する施設を対象とする。ただし，波及的影響を及ぼすおそれのある設備については,既工認で耐震計算書を有するクレーン類を対象とする。

(2) 整理方針

既工認の手法と今回工認の手法の差異を整理するとともに，他プラント既工認での採用実績の有無を整理する。これらから，既工認又は他プラント既工認での採用実績がないものを抽出する。

さらに，東海第二発電所は，原子力発電所耐震設計技術指針ＪＥＡＧ4601-1987 等の規格基準制定前に建設されたプラントであることを踏まえ，既工認の手法と今回工認の手法に相違が無くても，規格基準に沿った手法で耐震評価がされているかを確認する。なお抽出された設備において，他プラント既工認での適用実績がない場合は，適用例のない手法として整理

する。

(3) 既工認の手法と今回工認の手法の相違点の整理フロー

既工認の手法と今回工認の手法の相違点の整理フローについて，第１図に示すとともに，整理フローの検討内容を下記に示す。

ａ．既工認と今回工認との比較のための整理

整理対象として抽出した設備について，既工認と今回工認時との比較を行うために，解析手法，解析モデル，減衰定数及びその他（評価条件の変更等）に対して，既工認の手法及び今回工認の手法について設備ごとに内容を整理する。

ｂ．既工認と今回工認との整理結果から適用例の無い手法の抽出

ａ．にて整理した結果に対して，既工認の手法と今回工認の手法について以下項目における相違の有無を確認する。

(a) 解析手法

解析種別として応答解析及び応力解析に適用する解析手法に対して，時刻歴解析，スペクトルモーダル解析，公式等による評価等の相違の有無を確認する。

(b) 解析モデル

解析種別として応答解析及び応力解析に適用する解析モデルに対して，１質点系モデル，多質点系モデル，ＦＥＭモデル等の相違の有無を確認する。

(c) 減衰定数

解析種別として応答解析及び応力解析に適用する減衰定数に対して，相違の有無を確認する。

(d) その他（評価条件の変更等）

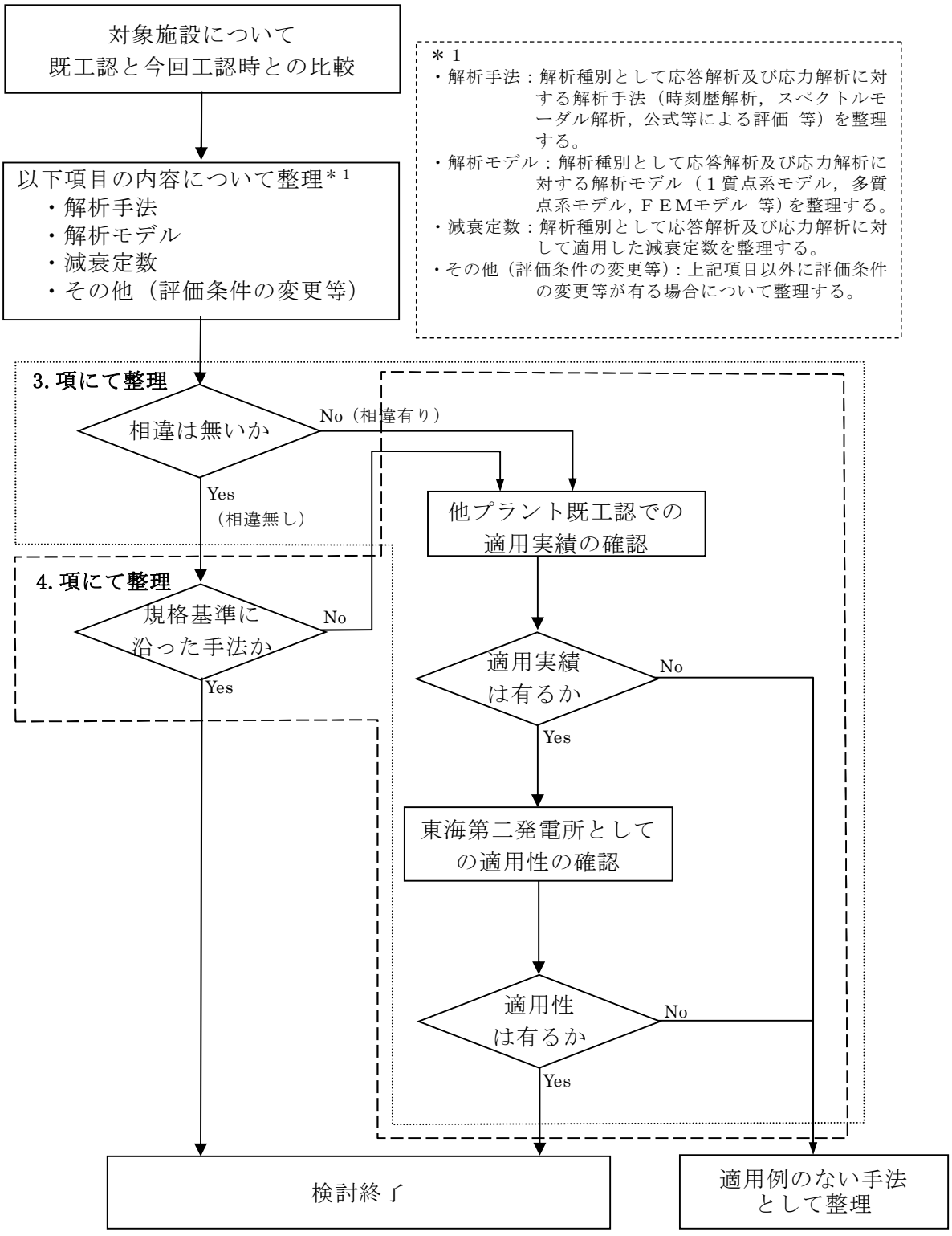
(a)～(c)以外の評価条件の変更について相違の有無を確認する。

相違が有れば，他プラントの既工認での適用実績の確認を行う。適用実績の確認は，基本は他プラント既工認での同等設備での確認とするが，同等設備での適用実績がない場合は，その参照した設備を整理した上で，適用実績が無い場合は，適用例の無い手法として整理する。他プラントの既工認での適用実績が有る場合において，東海第二発電所として適用性を確認することとし，適用性に際して特に留意すべき設備については，添付 2 にて個別に整理する。

ｃ．　規格基準に沿った手法であることの確認

既工認の手法と今回工認の手法とに相違が無いことが確認された場合においても，今回工認の手法が既往工認で適用実績がある規格基準に沿った手法であることを確認する。

規格基準に沿った手法でない場合においては，②の手順に従って適用例の無い手法として整理するかを判断する。



第１図　既工認の手法と今回工認の手法の相違点の整理フロー

3.　既工認の手法と今回工認の手法の相違点の整理結果

第1図の相違点の整理フローに基づき，既工認の手法と今回工認の手法の比較を行うために，解析手法，解析モデル，減衰定数及びその他（評価条件の変更等）の相違点について，設備ごとに整理した。整理した結果として建物・構築物を別表1に，屋外重要土木構造物を別表2に，機器・配管系を別表3に示す。

既工認の手法と今回工認の手法に相違が有ったものについては，建物・構築物，屋外重要土木構造物，機器・配管系ごとにその適用性等を以下別紙にて示す。

【建物・構築物】

別紙－2　原子炉建屋の地震応答解析モデルについて

別紙－3　原子炉建屋屋根トラス評価モデルへの弾塑性解析の適用について

別紙－9　使用済燃料乾式貯蔵建屋の評価方針について

【屋外重要土木構造物】

別紙－4　土木構造物の解析手法及び解析モデルの精緻化について

【機器・配管系】

別紙－5　機器・配管系における手法の変更点について

上記の結果，建物・構築物及び屋外重要土木構造物については，既工認の手法と今回工認の手法との比較において全ての施設に対して相違有り（既工認と異なる手法）と整理された。

一方で機器・配管系の一部施設については，既工認の手法と今回工認の手法との比較において相違無し（既工認と同じ手法）と整理された。このため，既工認と同じ手法を用いると整理された当該施設に対して，ＪＥＡＧ4601-1987 等の制定前に建設されたプラントであることを踏まえ，4.項にて

規格基準に沿った手法かの確認を行う。

4. 今回工認の手法が既工認と同じ手法を用いる施設に対する規格基準に沿った手法かの確認

機器・配管系において，今回工認の手法が既工認と同じ手法を用いると整理された施設に対して，規格基準に沿った手法であることの確認を第 4－1 表に記載するとともに，以下のとおり整理した。

(1) 原子炉圧力容器スタビライザ

評価に用いる手法は，大型機器系連成解析モデルを用いた地震応答解析結果から得られる原子炉圧力容器スタビライザの各部材に発生する荷重に対して，荷重が受け持つ部材の断面積から応力を算出する一般的な材料力学の計算式であり，許認可実績を有する手法である。

(2) 建設工認以降に設置又は取り替えた設備

建設以降に設置又は取り替えた設備として，使用済燃料貯蔵ラック，使用済燃料乾式貯蔵容器及び放射線モニタについては，設置又は取替時の工事計画認可申請において，ＪＥＡＧ4601－1987 等に基づく耐震計算を実施しており，今回工認でも同様の評価を実施する計画である。

(3) ポンプ，タンク類の一般機器

ポンプ,タンク類の一般機器については,既工認ではＪＥＡＧ4601－1987 等に則っていない計算式にて応力算出を実施していたが，今回工認においては，各構造タイプに応じてＪＥＡＧ4601－1987 等に基づく規格基準に従った手法で評価を実施する。

以上のとおり，機器・配管系における評価対象設備において規格基準に沿った手法の適用等の採用により，適用例のない手法と整理されるものが無いことが確認できた。

5. まとめ

設置変更許可審査段階における既工認との手法の相違点の検討として，東

海第二発電所の今回工認で採用する予定の評価手法において，他プラント既工認で採用実績を有する手法を採用すること，また現行の規格基準に沿った手法を採用することを確認した。

第 4－1 表　機器・配管系における今回工認に用いる手法の適用性の整理

4.項 の項目	規格基準に沿った手法 であるのか等の確認	対象設備
(1)	荷重が受け持つ部材の断面積から応力を算出する一般的な材料力学の計算式であり，許認可実績を有する手法で評価を実施する。	原子炉圧力容器スタビライザ
(2)	既工認の手法が，設置又は取替によりＪＥＡＧ4601-1987 等に従った手法で実施しているため，今回工認においても同様の手法で評価を実施する。	使用済燃料貯蔵ラック 使用済燃料乾式貯蔵容器 放射線モニタ
(3)	既工認は，独自の規格計算式により評価を実施していが，今回工認においてはＪＥＡＧ4601－1987 のその他機器（ポンプ，ブロワ類）の評価法に基づき評価を実施する。	原子炉隔離時冷却系ポンプ 原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用タービン 残留熱除去系海水系ストレーナ 非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ストレーナ ほう酸水注入ポンプ 放射線モニタ 中央制御室換気系送風機 中央制御室非常用排風機 中央制御室換気系フィルタユニット 非常用ガス再循環系排風機 非常用ガス再循環系フィルタトレイン 非常用ガス処理系排風機 非常用ガス処理系フィルタトレイン 再結合装置 ディーゼル機関 発電機 その他電源装置 （交流電源装置，蓄電池）
	既工認は，独自の規格計算式により評価を実施していが，今回工認においてはＪＥＡＧ4601－1987 の平底たて置円筒形の評価法に基づき評価を実施する。	ほう酸水貯蔵タンク
	既工認は，独自の規格計算式により評価を実施していが，今回工認においてはＪＥＡＧ4601－1987 の電気計装機器の構造健全性評価法に基づき評価を実施する。	電気盤 （ベンチ盤，直立盤，現場盤）

別表1　既設ＤＢ施設の耐震評価条件整理一覧表（建物・構築物）

（※１）共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法　　個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備			既工認と今回工認時との比較																備　考 （左欄にて比較した自プラント既工認）	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違 －：相違あり ○：相違なし
			解析手法 （公式等による評価，スペクトルモーダル解析，時刻歴解析他）				解析モデル					減衰定数				その他 （評価条件の変更等）				（※１） ○：共通適用例あり □：個別適用例あり ×：適用例なし	内　容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり （適用可能であることの理由も記載）	
			○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容			○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容			○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容						
				工認	解析種別	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	内　容					
耐震Ｓクラス施設	原子炉建屋	耐震壁	○	既工認	応答解析	時刻歴応答解析	●	既工認	応答解析	水平 －	【建屋モデル】 水平：1軸多質点系モデル 鉛直：応答解析を実施せず 【相互作用】 ＳＲモデル ○水平方向 基礎底面：Timoshenko，Barkan等の式に基づき底面ばね（水平，回転）を評価	●	既工認	応答解析	水平 －	コンクリート：5% 基礎底面ばね：5%	●	既工認	・線形解析	建設工認　第1回 添付書類Ⅲ-1-4「原子炉建屋の地震応答計算書」	（解析手法） ○ （解析モデル） ○ （減衰定数） ○ （その他） ○	（解析手法） 時刻歴応答解析は，高浜３，４号機工認で共通適用例のある手法 （解析モデル） 多質点系モデルは，高浜３，４号機工認で共通適用例のある手法 （減衰定数） 減衰定数は，高浜３，４号機工認で共通適用例のある手法 （その他） 復元力特性は，高浜３，４号機工認で共通適用例のある手法	同じ設備及び高浜３，４号機を参照	－	－
				今回工認	応答解析	時刻歴応答解析		今回工認	応答解析	水平 鉛直	【建物モデル】 水平：1軸多質点系モデル 鉛直：1軸多質点系モデル 【相互作用】 埋込みＳＲモデル ○水平方向 側面：ＮＯＶＡＫの側面ばね（水平）を近似法により評価 基礎底面：振動アドミッタンス理論に基づき底面ばね（水平，回転）を近似法により評価 ○鉛直方向 基礎底面：振動アドミッタンス理論に基づき底面ばね（鉛直）を近似法により評価		今回工認	応答解析	水平 鉛直	コンクリート：5% 側面ばね：ＮＯＶＡＫばねに基づきＪＥＡＧ4601-1991の近似法で評価 基礎底面ばね：振動アドミッタンス理論に基づき，ＪＥＡＧ4601-1991の近似法で評価		今回工認	・非線形解析 （復元力特性を設定）					
		屋根トラス	●	既工認	応力解析	静的応力解析	●	既工認	応力解析	水平 鉛直	2次元フレームモデル	●	既工認	－	－ －	－	●	既工認	－	建設工認　第1回 添付書類Ⅲ-5「原子炉建屋の強度計算書」	（解析手法） ○ （解析モデル） ○ （減衰定数） ○ （その他） ○	（解析手法） 解析手法は，川内１，２号機工認で共通適用例のある手法 （解析モデル） 解析モデルは，川内２号機のタービン建屋で適用例のある手法 （減衰定数） 減衰定数は，川内１，２号機工認で共通適用例のある手法 （その他） 非線形特性は，川内２号機のタービン建屋で適用例のある手法	同じ設備及び川内１，２号機を参照	－	
				今回工認	応答解析 応力解析	弾塑性解析		今回工認	応答解析 応力解析	水平 鉛直	3次元フレームモデル		今回工認	応答解析	水平 鉛直	コンクリート：5% 鋼材：2%		今回工認	・非線形解析 基準地震動Ｓｓに対しては，材料（鉄骨）の非線形特性を考慮した弾塑性解析を実施 ・屋根トラス部の耐震裕度向上工事の内容を反映					
	原子炉格納施設の基礎		○	既工認	応力解析	原子炉建屋の地震応答解析結果を用いた静的応力解析	●	既工認	応力解析	水平 鉛直	3次元ＦＥＭモデル（構造的にほぼ対称であることから半分のみをモデル化）	－	既工認	－	－ －	－	○	既工認	・線形解析	建設工認　第1回 添付書類Ⅲ-3-3-14「原子炉格納容器底部コンクリートマット強度計算書」	（解析手法） ○ （解析モデル） ○ （減衰定数） － （その他） ○	（解析手法） 静的応力解析は，高浜３，４号機工認で共通適用例のある手法 （解析モデル） 解析モデルは，高浜３，４号機工認で共通適用例のある手法 （減衰定数） － （その他） 線形解析は，既工認で適用例のある手法	同じ設備及び高浜３，４号機を参照	－	－
				今回工認	応力解析	原子炉建屋の地震応答解析結果を用いた静的応力解析		今回工認	応力解析	水平 鉛直	3次元ＦＥＭモデル（全体をモデル化）		今回工認	－	－ －	－		今回工認	・線形解析					
	使用済燃料プール		●	既工認	－	－	●	既工認	－	－ －	－	●	既工認	－	－ －	－	●	既工認	－	記載なし	（解析手法） ○ （解析モデル） ○ （減衰定数） － （その他） ○	（解析手法） 静的応力解析は，高浜３，４号機工認で共通適用例のある手法 （解析モデル） 解析モデルは，高浜３，４号機工認で共通適用例のある手法 （減衰定数） － （その他） 線形解析は，高浜３，４号機工認で共通適用例のある手法	高浜３，４号機を参照	－	－
				今回工認	応力解析	原子炉建屋の地震応答解析結果を用いた静的応力解析		今回工認	応力解析	水平 鉛直	3次元ＦＥＭモデル		今回工認	－	－ －	－		今回工認	・線形解析					
耐震Ｓクラス設備の間接支持構造物	使用済燃料乾式貯蔵建屋	耐震壁	○	既工認	応答解析	時刻歴応答解析	●	既工認	応答解析	水平 －	【建物モデル】 水平：1軸多質点系モデル 鉛直：応答解析を実施せず 【相互作用】 ＳＲモデル ○水平方向 基礎底面：3次元薄層要素法による杭と地盤のインピーダンス（水平，回転）を近似法により評価	○	既工認	応答解析	水平 －	コンクリート：5% 基礎底面ばね：3次元薄層要素法により杭と地盤のインピーダンスを求め，ＪＥＡＧ4601-1991の近似法で評価	●	既工認	・線形解析	発管発第63号 添付書類Ⅳ-2-3「使用済燃料乾式貯蔵建屋の耐震性についての計算書」	（解析手法） ○ （解析モデル） ○ （減衰定数） ○ （その他） ○	（解析手法） 時刻歴応答解析は，既工認で適用例のある手法 （解析モデル） 多軸多質点系モデルは，高浜３，４号機で共通適用例のある手法 （減衰定数） 減衰定数は，既工認で適用例のある手法 （その他） 復元力特性は，高浜３，４号機工認で共通適用例のある手法	同じ設備及び高浜３，４号機を参照	－	－
				今回工認	応答解析	時刻歴応答解析		今回工認	応答解析	水平 鉛直	【建物モデル】 水平：1軸多質点系モデル（ＮＳ方向）、 2軸多質点系モデル（ＥＷ方向） 鉛直：1軸多質点系モデル 【相互作用】 ＳＲモデル ○水平方向 基礎底面：3次元薄層要素法による杭と地盤のインピーダンス（水平，回転）を近似法により評価 ○鉛直方向 基礎底面：3次元薄層要素法による杭と地盤のインピーダンス（鉛直）を近似法により評価		今回工認	応答解析	水平 鉛直	コンクリート：5% 基礎底面ばね：3次元薄層要素法により杭と地盤のインピーダンスを求め，ＪＥＡＧ4601-1991の近似法で評価		今回工認	・非線形解析 （復元力特性を設定）					
		基礎	○	既工認	応力解析	静的応力解析	○	既工認	応力解析	水平 鉛直	3次元ＦＥＭモデル	－	既工認	－	－ －	－	○	既工認	・線形解析	発管発第63号 添付書類Ⅳ-2-3「使用済燃料乾式貯蔵建屋の耐震性についての計算書」	（解析手法） ○ （解析モデル） ○ （減衰定数） － （その他） ○	（解析手法） 解析手法は，既工認で適用例のある手法 （解析モデル） 解析モデルは，既工認で適用例のある手法 （減衰定数） － （その他） 線形解析は，既工認で適用例のある手法	同じ設備を参照	－	
				今回工認	応力解析	静的応力解析		今回工認	応力解析	水平 鉛直	3次元ＦＥＭモデル		今回工認	－	－ －	－		今回工認	・線形解析					

別表2　既設ＤＢ施設の耐震評価条件整理一覧表（屋外重要土木構造物）

（※１）共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法　　個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備			既工認と今回工認時との比較																		備　考 （左欄にて比較した自プラント既工認）	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違 －：相違あり ○：相違なし
			解析手法 （公式等による評価，スペクトルモーダル解析，時刻歴解析他）				解析モデル					減衰定数					その他 （評価条件の変更等）					（※１） ○：共通適用例あり □：個別適用例あり ×：適用例なし	内　容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり （適用可能であることの理由も記載）	
			○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容			○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容							
				工認	解析種別	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	内　容						
耐震Ｓクラス施設の間接支持構造物		取水構造物	●	既工認	応答解析	時刻歴モーダル解析	●	既工認	応答解析	水平	質点系モデル	●	既工認	応答解析	水平	コンクリート：5%	●	既工認	許容応力度法	建設工認　第7回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備にかかわる耐震設計の基本方針」 添付資料Ⅲ-3-1「残留熱除去系海水ポンプの基礎に関する説明書」	（解析手法） ○ （解析モデル） ○ （減衰定数） ○	（解析手法） 解析手法は，高浜３，４号機工認で共通適用例がある。 （解析モデル） 解析モデルは，高浜３，４号機工認で共通適用例がある。 （減衰定数） ・線形での減衰定数は，高浜３，４号機工認で共通適用例がある。 ・履歴モデルにより構造物の履歴減衰を用いる場合の減衰定数については，柏崎６，７号機で共通適用例がある。	（高浜３，４号機） 海水ポンプ室等 （柏崎６，７号機） スクリーン室等	○	－
										鉛直	－				鉛直	－										
				今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	地質データに基づくＦＥＭモデル		今回工認	応答解析	水平	コンクリート：5%，あるいは1%+履歴減衰		今回工認	非線形解析 限界状態設計法							
										鉛直	同上				鉛直											
		屋外二重管	（応答解析） ● （応力解析） ●	既工認	応答解析	波動理論	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	地質データに基づく地盤モデル	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	－	○	既工認	許容応力度法	建設工認　第8回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付資料Ⅲ-2-4「屋外海水配水配管用外管の耐震性についての計算書」	（解析手法） ○ （解析モデル） ○ （減衰定数） ○	（解析手法） 解析手法は，高浜３，４号機工認及び玄海３，４号機工認で共通適用例がある。 （解析モデル） 解析モデルは，高浜３，４号機工認で共通適用例がある。 （減衰定数） ・線形での減衰定数は，高浜３，４号機工認で共通適用例がある。 ・履歴モデルにより構造物の履歴減衰を用いる場合の減衰定数については，柏崎6，7号機で共通適用例がある。	（高浜３，４号機） 海水ポンプ室等 （柏崎６，７号機） スクリーン室等 （玄海３，４号機） 取水管路	○	－
										鉛直	－				鉛直	－										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－										
				今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	地質データに基づくＦＥＭモデル		今回工認	応答解析	水平	鋼材：3% あるいは 1%+履歴減衰		今回工認	許容応力度法							
										鉛直	同上				鉛直											
					応力解析	応答変位法及び公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－										

別表3(1)　既設ＤＢ施設の耐震評価条件整理一覧表（機器・配管系のうち機器の構造強度評価）

（※１）共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法　　個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較																備　考 （左欄にて比較した自プラント既工認）	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違 一：相違あり ○：相違なし
	解析手法 （公式等による評価，スペクトルモーダル解析，時刻歴解析他）					解析モデル					減衰定数					その他 （評価条件の変更等）				（※１） ○：共通適用例あり □：個別適用例あり ×：適用例なし	内　容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり （適用可能であることの理由も記載）	
	○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容							
		工認	解析種別	内　容			工認	解析種別	方向	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	内　容					
原子炉本体																							
炉心支持構造物																							
	シュラウド	（応答解析） ○ （応力解析） ●	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） ● （応力解析） ●	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	1.0%	ー	既工認	（応力解析） 解析コード:ASSAL	建設工認　第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-3「炉心構造物の耐震性についての計算書」	（解析手法） 応力解析：○ （解析モデル） 応答解析：○ 応力解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析手法） 応力解析：大間１号既工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル 応力解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	ー
									鉛直	ー				鉛直	ー								
				応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	ー								
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	ー								
			今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	ー					
									鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%								
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー								
									鉛直	ー				鉛直	ー								
	シュラウドサポート	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） ● （応力解析） ○	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	1.0%	ー	既工認	（応力解析） 解析コード:ASSAL	建設工認　第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-4「シュラウドサポートの耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	同じ設備を参照	○	ー
									鉛直	ー				鉛直	ー								
				応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	ー								
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	ー								
			今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	ー					
									鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%								
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー								
									鉛直	ー				鉛直	ー								
	上部格子板	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	1.0%	ー	既工認	ー	建設工認　第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-3「炉心構造物の耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	ー
									鉛直	ー				鉛直	ー								
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー								
									鉛直	ー				鉛直	ー								
			今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	ー					
									鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%								
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー								
									鉛直	ー				鉛直	ー								
	炉心支持板	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	1.0%	ー	既工認	ー	建設工認　第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-3「炉心構造物の耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	ー
									鉛直	ー				鉛直	ー								
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー								
									鉛直	ー				鉛直	ー								
			今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	ー					
									鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%								
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー								
									鉛直	ー				鉛直	ー								
	燃料支持金具	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	ー	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー	ー	（解析手法） 応答解析：○ 応力解析：○ （解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析手法） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある手法 応力解析：大間１号既工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	ー
									鉛直	ー				鉛直	ー								
				応力解析	ー			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー								
									鉛直	ー				鉛直	ー								
			今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	ー					
									鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%								
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー								
									鉛直	ー				鉛直	ー								
	制御棒案内管	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	1.0%	ー	既工認	ー	建設工認　第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-7「制御棒案内管の耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	ー
									鉛直	ー				鉛直	ー								
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー								
									鉛直	ー				鉛直	ー								
			今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	ー					
									鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%								
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー								
									鉛直	ー				鉛直	ー								

別表3(1)　既設ＤＢ施設の耐震評価条件整理一覧表（機器・配管系のうち機器の構造強度評価）

（※１）共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法　　個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較																		備　考 （左欄にて比較した自プラント既工認）	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違
	解析手法 （公式等による評価，スペクトルモーダル解析，時刻歴解析他）					解析モデル					減衰定数					その他 （評価条件の変更等）				（※１） ○：共通適用例あり □：個別適用例あり ×：適用例なし	内　容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり （適用可能であることの理由も記載）	
	○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容							
		工認	解析種別	内　容			工認	解析種別	方向	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	内　容						
原子炉本体 原子炉圧力容器本体	円筒胴	既工認	応答解析	時刻歴解析		（応答解析） ● （応力解析） ○	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	1.0%	●	既工認	（応力解析） 解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認　第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-2「炉心回り円筒胴の強度計算書」	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	同じ設備を参照	○	－
					応力解析				鉛直	－				鉛直	－										
			応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価				応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－										
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－										
		今回工認	応答解析	時刻歴解析			今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	（応力解析） 解析コード：ASHSD2							
									鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%										
			応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価				応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－										
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－										
	下鏡	既工認	応答解析	時刻歴解析		（応答解析） ● （応力解析） ○	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	1.0%	●	既工認	（応力解析） 解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認　第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-4「下鏡板および支持スカートの強度計算書」	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	同じ設備を参照	○	－
					応力解析				鉛直	－				鉛直	－										
			応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価				応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－										
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－										
		今回工認	応答解析	時刻歴解析			今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	（応力解析） 解析コード：ASHSD2							
									鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%										
			応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価				応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－										
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－										
	制御棒駆動機構 ハウジング貫通部	既工認	応答解析	時刻歴解析		（応答解析） ● （応力解析） ○	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	1.0%	●	既工認	（応力解析） 解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認　第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-5「制御棒駆動機構および中性子計測ハウジング貫通部の強度計算書」	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	同じ設備を参照	○	－
					応力解析				鉛直	－				鉛直	－										
			応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価				応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－										
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－										
		今回工認	応答解析	時刻歴解析			今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	（応力解析） 解析コード：ASHSD2							
									鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%										
			応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価				応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－										
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－										
	中性子計測 ハウジング貫通部	既工認	応答解析	時刻歴解析		（応答解析） ● （応力解析） ○	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	1.0%	－	既工認	－	発管業発144号 添付書類2-2-2「中性子計測ハウジング貫通部の応力計算書」	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	－
					応力解析				鉛直	－				鉛直	－										
			応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価				応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－										
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－										
		今回工認	応答解析	時刻歴解析			今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	－							
									鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%										
			応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価				応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－										
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－										
	再循環水出口ノズル （Ｎ１）	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析（配管反力）		（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	0.5%	●	既工認	（応力解析） 解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認　第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-6「再循環水出口ノズルの強度計算書」	（減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	（減衰定数） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	同じ設備を参照	○	－
					応力解析				鉛直	3次元はりモデル				鉛直	0.5%										
			応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価				応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－										
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－										
		今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析（配管反力）			今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	2.5%		今回工認	（応力解析） 解析コード：ASHSD2							
									鉛直	3次元はりモデル				鉛直	2.5%										
			応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価				応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－										
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－										
	再循環水入口ノズル （Ｎ２）	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析（配管反力）		（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	0.5%	●	既工認	（応力解析） 解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認　第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-7「再循環水入口ノズルの強度計算書」	（減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	（減衰定数） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	同じ設備を参照	○	－
					応力解析				鉛直	3次元はりモデル				鉛直	0.5%										
			応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価				応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－										
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－										
		今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析（配管反力）			今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	2.5%		今回工認	（応力解析） 解析コード：ASHSD2							
									鉛直	3次元はりモデル				鉛直	2.5%										
			応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価				応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－										
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－										

別表3(1)　既設ＤＢ施設の耐震評価条件整理一覧表（機器・配管系のうち機器の構造強度評価）

（※１）共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法　　個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較																備　考 （左欄にて比較した自プラント既工認）	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違 ー：相違あり ○：相違なし
	解析手法 （公式等による評価，スペクトルモーダル解析，時刻歴解析他）				解析モデル					減衰定数					その他 （評価条件の変更等）			（※１） ○：共通適用例あり □：個別適用例あり ×：適用例なし	内　容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり （適用可能であることの理由も記載）	
	○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容			○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容						
		工認	解析種別	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	内　容					
原子炉本体 原子炉圧力容器本体	蒸気出口ノズル （Ｎ３）	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析（配管反力）	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	0.5%	●	既工認	（応力解析） 解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認　第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-8「蒸気出口ノズルの強度計算書」	（減衰定数） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	（減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	同じ設備を参照	○	ー
									鉛直	3次元はりモデル				鉛直	ー								
				応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			水平	ＦＥＭモデル				水平	ー									
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	ー								
			今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析（配管反力）		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	3.0%		今回工認	（応力解析） 解析コード：ASHSD2					
									鉛直	3次元はりモデル				鉛直	3.0%								
				応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			水平	ＦＥＭモデル				水平	ー									
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	ー								
	給水ノズル （Ｎ４）	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析（配管反力）	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	0.5%	●	既工認	（応力解析） 解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認　第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-9「給水ノズルの強度計算書」	（減衰定数） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	（減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	同じ設備を参照	○	ー
									鉛直	3次元はりモデル				鉛直	ー								
				応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			水平	ＦＥＭモデル				水平	ー									
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	ー								
			今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析（配管反力）		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	2.0%		今回工認	（応力解析） 解析コード：ASHSD2					
									鉛直	3次元はりモデル				鉛直	2.0%								
				応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			水平	ＦＥＭモデル				水平	ー									
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	ー								
	低圧炉心スプレイノズル （Ｎ５Ａ）	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析（配管反力）	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	0.5%	●	既工認	（応力解析） 解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認　第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-10「炉心スプレイノズル（Ｎ５）の強度計算書」	（減衰定数） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	（減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	同じ設備を参照	○	ー
									鉛直	3次元はりモデル				鉛直	ー								
				応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			水平	ＦＥＭモデル				水平	ー									
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	ー								
			今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析（配管反力）		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	2.0%		今回工認	（応力解析） 解析コード：ASHSD2					
									鉛直	3次元はりモデル				鉛直	2.0%								
				応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			水平	ＦＥＭモデル				水平	ー									
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	ー								
	高圧炉心スプレイノズル （Ｎ５Ｂ）	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析（配管反力）	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	0.5%	●	既工認	（応力解析） 解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認　第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-10「炉心スプレイノズル（Ｎ５）の強度計算書」	（減衰定数） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	（減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	同じ設備を参照	○	ー
									鉛直	3次元はりモデル				鉛直	ー								
				応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			水平	ＦＥＭモデル				水平	ー									
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	ー								
			今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析（配管反力）		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	2.0%		今回工認	（応力解析） 解析コード：ASHSD2					
									鉛直	3次元はりモデル				鉛直	2.0%								
				応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			水平	ＦＥＭモデル				水平	ー									
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	ー								
	低圧注水ノズル （Ｎ１７）	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析（配管反力）	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	0.5%	●	既工認	（応力解析） 解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認　第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-13「低圧注水ノズルの強度計算書」	（減衰定数） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	（減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	同じ設備を参照	○	ー
									鉛直	3次元はりモデル				鉛直	ー								
				応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			水平	ＦＥＭモデル				水平	ー									
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	ー								
			今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析（配管反力）		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	2.0%		今回工認	（応力解析） 解析コード：ASHSD2					
									鉛直	3次元はりモデル				鉛直	2.0%								
				応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			水平	ＦＥＭモデル				水平	ー									
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	ー								
	上鏡スプレイノズル （Ｎ６）	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析（配管反力）	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	0.5%	●	既工認	（応力解析） 解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認　第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-14「上鏡スプレイノズル（Ｎ６Ａ）の強度計算書」	（減衰定数） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	（減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	同じ設備を参照	○	ー
									鉛直	3次元はりモデル				鉛直	ー								
				応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			水平	ＦＥＭモデル				水平	ー									
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	ー								
			今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析（配管反力）		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	3.0%		今回工認	（応力解析） 解析コード：ASHSD2					
									鉛直	3次元はりモデル				鉛直	3.0%								
				応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			水平	ＦＥＭモデル				水平	ー									
									鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	ー								

別表3(1)　既設ＤＢ施設の耐震評価条件整理一覧表（機器・配管系のうち機器の構造強度評価）

（※１）共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法　　個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備	既工認と今回工認時との比較																備　考 （左欄にて比較した自プラント既工認）	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違
	解析手法 （公式等による評価，スペクトルモーダル解析，時刻歴解析他）				解析モデル					減衰定数					その他 （評価条件の変更等）			（※１） ○：共通適用例あり □：個別適用例あり ×：適用例なし	内　容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり （適用可能であることの理由も記載）	
	○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容			○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容							
		工認	解析種別	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	内　容					
原子炉本体 原子炉圧力容器本体	ベントノズル （Ｎ７）	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析　スペクトルモーダル解析（配管反力）	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	0.5%	●	既工認	（応力解析） 解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認　第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-16「ベントノズル（Ｎ７）の強度計算書」	（減衰定数） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	（減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	同じ設備を参照	○	－
								鉛直	3次元はりモデル				鉛直	－								
				応力解析　ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－								
								鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－								
			今回工認	応答解析　スペクトルモーダル解析（配管反力）		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	2.0%		今回工認	（応力解析） 解析コード：ASHSD2					
								鉛直	3次元はりモデル				鉛直	2.0%								
				応力解析　ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－								
								鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－								
	ジェットポンプ計測管貫通部ノズル （Ｎ８）	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析　スペクトルモーダル解析（配管反力）	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	0.5%	●	既工認	（応力解析） 解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認　第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-17「ジェットポンプ計測ノズル（Ｎ８）の強度計算書」	（減衰定数） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	（減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	同じ設備を参照	○	－
								鉛直	3次元はりモデル				鉛直	－								
				応力解析　ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－								
								鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－								
			今回工認	応答解析　スペクトルモーダル解析（配管反力）		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	2.0%		今回工認	（応力解析） 解析コード：ASHSD2					
								鉛直	3次元はりモデル				鉛直	2.0%								
				応力解析　ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－								
								鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－								
	液体ポイズン及び炉心差圧計測ノズル （Ｎ１０）	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析　スペクトルモーダル解析（配管反力）	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	0.5%	●	既工認	（応力解析） 解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認　第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-12「液体ポイズンおよび炉心差圧計測ノズルの強度計算書」	（減衰定数） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	（減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	同じ設備を参照	○	－
								鉛直	3次元はりモデル				鉛直	－								
				応力解析　ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－								
								鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－								
			今回工認	応答解析　スペクトルモーダル解析（配管反力）		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	2.0%		今回工認	（応力解析） 解析コード：ASHSD2					
								鉛直	3次元はりモデル				鉛直	2.0%								
				応力解析　ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－								
								鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－								
	円筒胴計測ノズル （Ｎ１１，Ｎ１２，Ｎ１６）	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析　スペクトルモーダル解析（配管反力）	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	0.5%	●	既工認	（応力解析） 解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認　第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-18「円筒胴計測ノズルの強度計算書」	（減衰定数） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	（減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	同じ設備を参照	○	－
								鉛直	3次元はりモデル				鉛直	－								
				応力解析　ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－								
								鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－								
			今回工認	応答解析　スペクトルモーダル解析（配管反力）		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	2.0%		今回工認	（応力解析） 解析コード：ASHSD2					
								鉛直	3次元はりモデル				鉛直	2.0%								
				応力解析　ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－								
								鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－								
	ドレンノズル （Ｎ１５）	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析　スペクトルモーダル解析（配管反力）	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	0.5%	●	既工認	（応力解析） 解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認　第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-19「ドレンノズルの強度計算書」	（減衰定数） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	（減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	同じ設備を参照	○	－
								鉛直	3次元はりモデル				鉛直	－								
				応力解析　ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－								
								鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－								
			今回工認	応答解析　スペクトルモーダル解析（配管反力）		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	2.0%		今回工認	（応力解析） 解析コード：ASHSD2					
								鉛直	3次元はりモデル				鉛直	2.0%								
				応力解析　ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－								
								鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－								
	ブラケット類	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析　時刻歴解析	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	1.0%	－	既工認	－	建設工認　第17回 添付書類Ⅲ-2-20「スタビライザブラケットの強度計算書」	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	－
								鉛直	－				鉛直	－								
				応力解析　公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－								
								鉛直	－				鉛直	－								
			今回工認	応答解析　時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	－					
								鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%								
				応力解析　公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－								
								鉛直	－				鉛直	－								

別表3(1)　既設ＤＢ施設の耐震評価条件整理一覧表（機器・配管系のうち機器の構造強度評価）

（※１）共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法　　個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備			既工認と今回工認時との比較																		備　考 （左欄にて比較した自プラント既工認）	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違
			解析手法 （公式等による評価，スペクトルモーダル解析，時刻歴解析他）				解析モデル					減衰定数					その他 （評価条件の変更等）					（※１） ○：共通適用例あり □：個別適用例あり ×：適用例なし	内　容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり （適用可能であることの理由も記載）	
			○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容			○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容								
				工認	解析種別	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	内　容							
原子炉本体	原子炉圧力容器支持構造物	支持スカート	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） ● （応力解析） ○	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	1.0%	●	既工認	（応力解析） 解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認　第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-4「下鏡板と支持スカートの強度計算書」	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	同じ設備を参照	○	－
										鉛直	－				鉛直	－										
					応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－											
										鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－										
				今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	（応力解析） 解析コード：ASHSD2							
										鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%										
					応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－											
										鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－										
		原子炉圧力容器基礎ボルト	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	1.0%	－	既工認	－	建設工認　第7回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-2「原子炉圧力容器基礎ボルトの耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	－
										鉛直	－				鉛直	－										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－											
										鉛直	－				鉛直	－										
				今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	－							
										鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－											
										鉛直	－				鉛直	－										
	原子炉圧力容器付属構造物	原子炉格納容器スタビライザ	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） ● （応力解析） ○	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	1.0%	－	既工認	－	建設工認　第17回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-22「スタビライザの強度計算書」	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	－
										鉛直	－				鉛直	－										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－											
										鉛直	－				鉛直	－										
				今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	－							
										鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－											
										鉛直	－				鉛直	－										
		制御棒駆動機構ハウジング支持金具	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	1.0%	－	既工認	－	建設工認　第20回 添付書類Ⅲ-1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-3「制御棒駆動機構ハウジング支持金具の強度計算書」	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	－
										鉛直	－				鉛直	－										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－											
										鉛直	－				鉛直	－										
				今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	－							
										鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－											
										鉛直	－				鉛直	－										
		差圧検出・ほう酸水注入管	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析） ○ （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	不明	●	既工認	（応答解析） 解析コード：EBASCO社構造解析コード	建設工認　第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-5「炉内配管およびスパージャの耐震性についての計算書」	（減衰定数） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	（減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	同じ設備を参照	○	－
										鉛直	多質点系モデル				鉛直	－										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－											
										鉛直	－				鉛直	－										
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	（応答解析） 解析コード：NSTRAN							
										鉛直	多質点系モデル				鉛直	1.0%										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－											
										鉛直	－				鉛直	－										

別表3(1)　既設ＤＢ施設の耐震評価条件整理一覧表（機器・配管系のうち機器の構造強度評価）

（※１）共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法　　個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備			既工認と今回工認時との比較																備　考 （左欄にて比較した自プラント既工認）	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違 一：相違あり ○：相違なし
			解析手法 （公式等による評価，スペクトルモーダル解析，時刻歴解析他）				解析モデル					減衰定数					その他 （評価条件の変更等）			（※１） ○：共通適用例あり □：個別適用例あり ×：適用例なし	内　容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり （適用可能であることの理由も記載）	
			○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容			○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容						
				工認	解析種別	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	内　容						
原子炉本体	原子炉圧力容器内部構造物	蒸気乾燥器	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋ー機器連成解析モデル）	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	1.0%	ー	既工認	ー	建設工認　第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-3「炉心構造物の耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	ー
										鉛直	ー				鉛直	ー								
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー									
										鉛直	ー				鉛直	ー								
				今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋ー機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	ー						
										鉛直	多質点系モデル（建屋ー機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー									
										鉛直	ー				鉛直	ー								
		気水分離器及びスタンドパイプ	（応答解析） ○ （応力解析） ●	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋ー機器連成解析モデル）	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	1.0%	ー	既工認	ー	建設工認　第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-3「炉心構造物の耐震性についての計算書」	（解析手法） 応力解析：○ （解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析手法） 応力解析：高浜１，２号既工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	高浜１，２号のラジアルサポート	○	ー
										鉛直	ー				鉛直	ー								
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー									
										鉛直	ー				鉛直	ー								
				今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋ー機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	ー						
										鉛直	多質点系モデル（建屋ー機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%									
					応力解析	ＦＥＭ解析			応力解析	水平	３次元ＦＥＭモデル			応力解析	水平	ー									
										鉛直	３次元ＦＥＭモデル				鉛直	ー								
		シュラウドヘッド	（応答解析） ○ （応力解析） ●	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋ー機器連成解析モデル）	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	1.0%	ー	既工認	ー	建設工認　第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-3「炉心構造物の耐震性についての計算書」	（解析手法） 応力解析：○ （解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析手法） 応力解析：大間１号既工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	ー
										鉛直	ー				鉛直	ー								
					応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	2次元軸対象モデル			応力解析	水平	ー									
										鉛直	ー				鉛直	ー								
				今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋ー機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	ー						
										鉛直	多質点系モデル（建屋ー機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー									
										鉛直	ー				鉛直	ー								
		ジェットポンプ	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー	建設工認　第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-6「ジェットポンプの耐震性についての計算書」	（解析手法） 応答解析：○ （解析モデル） 応答解析：○	（解析手法） 応答解析：柏崎刈羽４号既工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応答解析：柏崎刈羽４号既工認での共通適用例のあるモデル	同じ設備を参照	○	ー
										鉛直	ー				鉛直	ー								
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー									
										鉛直	ー				鉛直	ー								
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	多質点モデル		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	ー						
										鉛直	ー				鉛直	ー								
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー									
										鉛直	ー				鉛直	ー								
		給水スパージャ	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） ○ （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	（応答解析） 解析コード：EBASCO社構造解析コード	建設工認　第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-5「炉内配管およびスパージャの耐震性についての計算書」	（その他） 解析コード：○	（その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	同じ設備を参照	○	ー
										鉛直	ー				鉛直	ー								
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー									
										鉛直	ー				鉛直	ー								
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	多質点モデル		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	（応答解析） 解析コード：NSTRAN						
										鉛直	ー				鉛直	ー								
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー									
										鉛直	ー				鉛直	ー								
		炉心スプレイスパージャ	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー	建設工認　第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-5「炉内配管およびスパージャの耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析：○	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル	同じ設備を参照	○	ー
										鉛直	ー				鉛直	ー								
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー									
										鉛直	ー				鉛直	ー								
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	多質点モデル		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	ー						
										鉛直	多質点モデル				鉛直	ー								
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー									
										鉛直	ー				鉛直	ー								

別表3(1)　既設ＤＢ施設の耐震評価条件整理一覧表（機器・配管系のうち機器の構造強度評価）

（※１）共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法　　個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備			既工認と今回工認時との比較																備　考（左欄にて比較した自プラント既工認）	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違
			解析手法（公式等による評価，スペクトルモーダル解析，時刻歴解析他）				解析モデル				減衰定数					その他（評価条件の変更等）				（※１）○：共通適用例あり　□：個別適用例あり　×：適用例なし	内　容	参照した設備名称	減衰定数の実績　○：構造上の差異なし　×：構造上の差異あり（適用可能であることの理由も記載）	
			○：同じ　●：異なる　－：該当なし	相　違　内　容			○：同じ　●：異なる　－：該当なし	相　違　内　容			○：同じ　●：異なる　－：該当なし	相　違　内　容				○：同じ　●：異なる　－：該当なし	相　違　内　容							
				工認	解析種別	内　容		工認	解析種別	方向	内　容	工認	解析種別	方向	内　容		工認	内　容						
原子炉本体	原子炉圧力容器内部構造物	残留熱除去系配管（原子炉圧力容器内）	（応答解析）－ （応力解析）－	既工認	応答解析	－	（応答解析）－ （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	（応答解析）－ （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	－	既工認	－	－	（解析手法） 応答解析：○ 応力解析：○ （解析モデル） 応答解析：○ 応力解析：○	（解析手法） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある手法 応力解析：大間１号既工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル 応力解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル	同じ設備を参照	○	－
										鉛直	－			鉛直	－									
					応力解析	－			応力解析	水平	－			水平	－									
										鉛直	－			鉛直	－									
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	多質点モデル		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	－					
										鉛直	多質点モデル			鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			水平	－									
										鉛直	－			鉛直	－									
		炉心スプレイ系配管（原子炉圧力容器内）	（応答解析）○ （応力解析）○	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析）○ （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	（応答解析）● （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	不明	●	既工認	（応答解析） 解析コード：EBASCO社構造解析コード	建設工認　第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-5「炉内配管およびスパージャの耐震性についての計算書」	（減衰定数） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	（減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	同じ設備を参照	○	－
										鉛直	多質点モデル			鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			水平	－									
										鉛直	－			鉛直	－									
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	多質点モデル		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	（応答解析） 解析コード：NSTRAN					
										鉛直	多質点モデル			鉛直	1.0%									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			水平	－									
										鉛直	－			鉛直	－									
		差圧検出・ほう酸水注入管（原子炉圧力容器内）	（応答解析）○ （応力解析）○	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析）● （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル	（応答解析）● （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	不明	●	既工認	（応答解析） 解析コード：EBASCO社構造解析コード	建設工認　第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類Ⅲ-2-5「炉内配管およびスパージャの耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	同じ設備を参照	○	－
										鉛直	多質点系モデル			鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			水平	－									
										鉛直	－			鉛直	－									
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	（応答解析） 解析コード：NSTRAN					
										鉛直	多質点系モデル			鉛直	1.0%									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			水平	－									
										鉛直	－			鉛直	－									
		中性子計測案内管	（応答解析）○ （応力解析）○	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析）● （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	（応答解析）● （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	1.0%	－	既工認	－	発管発144号 添付書類Ⅳ-1-2「中性子計測案内管の耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	－
										鉛直	－			鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			水平	－									
										鉛直	－			鉛直	－									
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	多質点モデル		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	－					
										鉛直	多質点モデル			鉛直	1.0%									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			水平	－									
										鉛直	－			鉛直	－									
	原子炉本体の基礎	円筒部	（応答解析）○ （応力解析）○	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析）● （応力解析）○	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）	（応答解析）● （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	5.0%	－	既工認	－	建設工認　第3回 添付書類Ⅲ-3-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-4「原子炉本体の基礎に関する説明書」	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	－
										鉛直	－			鉛直	－									
					応力解析	ＦＥＭ解析			応力解析	水平	シェルモデル			水平	－									
										鉛直	シェルモデル			鉛直	－									
				今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	5.0%		今回工認	－					
										鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）			鉛直	5.0%									
					応力解析	ＦＥＭ解析			応力解析	水平	シェルモデル			水平	－									
										鉛直	シェルモデル			鉛直	－									
		アンカ部	（応答解析）○ （応力解析）●	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析）● （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）	（応答解析）● （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	5.0%	－	既工認	－	建設工認　第3回 添付書類Ⅲ-3-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-4「原子炉本体の基礎に関する説明書」	（解析手法） 応力解析：○ （解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析手法） 応力解析：大間１号既工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	－
										鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）			鉛直	5.0%									
					応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			水平	－									
										鉛直	シェルモデル			鉛直	－									
				今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	5.0%		今回工認	－					
										鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）			鉛直	5.0%									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			水平	－									
										鉛直	－			鉛直	－									

別表3(1)　既設ＤＢ施設の耐震評価条件整理一覧表（機器・配管系のうち機器の構造強度評価）

（※１）共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法　　個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備			既工認と今回工認時との比較																		備　考 （左欄にて比較した自プラント既工認）	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違 ー：相違あり ○：相違なし
			解析手法 （公式等による評価，スペクトルモーダル解析，時刻歴解析他）				解析モデル					減衰定数					その他 （評価条件の変更等）					（※１） ○：共通適用例あり □：個別適用例あり ×：適用例なし	内　容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり （適用可能であることの理由も記載）	
			○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容			○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容								
				工認	解析種別	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	内　容							
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	使用済燃料貯蔵設備	使用済燃料貯蔵ラック	(応答解析) ○ (応力解析) ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ○ (応力解析) ○	既工認	応答解析	水平	シェルモデル	(応答解析) ○ (応力解析) ー	既工認	応答解析	水平	1.0%	ー	既工認	ー	発管業発274号 添付書類2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類2-2-1「使用済燃料貯蔵設備の耐震性についての計算書」	ー	ー	ー	ー	○
										鉛直	シェルモデル				鉛直	ー									
					応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	ー									
										鉛直	シェルモデル				鉛直	ー									
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	シェルモデル		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	ー						
										鉛直	シェルモデル				鉛直	ー									
					応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	ー									
										鉛直	シェルモデル				鉛直	ー									
		使用済燃料乾式貯蔵容器	(応答解析) ○ (応力解析) ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ー (応力解析) ○	既工認	応答解析	水平	ー	(応答解析) ー (応力解析) ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー	発管発435号 添付書類Ⅳ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅳ-2-2「使用済燃料乾式貯蔵容器の耐震性についての計算書」	ー	ー	ー	ー	○
										鉛直	ー				鉛直	ー									
					応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	ー									
										鉛直	シェルモデル				鉛直	ー									
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	ー						
										鉛直	ー				鉛直	ー									
					応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	ー									
										鉛直	シェルモデル				鉛直	ー									
	燃料取扱装置	燃料取替機	(応答解析) ● (応力解析) ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ● (応力解析) ー	既工認	応答解析	水平	ー	(応答解析) ● (応力解析) ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー	発発発第18号 1-1 「燃料取扱装置燃料取替機の耐震性についての計算書」	(解析手法) 応答解析：○ （解析モデル） 応力解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	(解析手法) 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応力解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応力解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	ー	ー
										鉛直	ー				鉛直	ー									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー									
										鉛直	ー				鉛直	ー									
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	はりモデル		今回工認	応答解析	水平	2.0%		今回工認	ー						
										鉛直	はりモデル				鉛直	2.0%									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー									
										鉛直	ー				鉛直	ー									
		原子炉建屋クレーン	(応答解析) ● (応力解析) ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ● (応力解析) ー	既工認	応答解析	水平	ー	(応答解析) ● (応力解析) ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー	発管業発第312号 1-1 「届出設備に係る耐震設計の基本方針」 1-2-1 「原子炉建屋クレーンの耐震性についての計算書」	(解析手法) 応答解析：○ （解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	(解析手法) 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	ー	ー
										鉛直	ー				鉛直	ー									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー									
										鉛直	ー				鉛直	ー									
				今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点モデル		今回工認	応答解析	水平	2.0%		今回工認	ー						
										鉛直	多質点モデル				鉛直	2.0%									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー									
										鉛直	ー				鉛直	ー									
		使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン	(応答解析) ● (応力解析) ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) ● (応力解析) ー	既工認	応答解析	水平	ー	(応答解析) ● (応力解析) ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー	発管発第63号 添付書類Ⅳ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅳ-2-4「天井クレーンの耐震性についての計算書」	(解析手法) 応答解析：○ （解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	(解析手法) 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	ー	ー
										鉛直	ー				鉛直	ー									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー									
										鉛直	ー				鉛直	ー									
				今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点モデル		今回工認	応答解析	水平	2.0%		今回工認	ー						
										鉛直	多質点モデル				鉛直	2.0%									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー									
										鉛直	ー				鉛直	ー									
原子炉冷却系統施設	主蒸気系	主蒸気逃がし安全弁逃がし弁機能用アキュムレータ	(応答解析) ー (応力解析) ー	既工認	応答解析	ー	(応答解析) ー (応力解析) ー	既工認	応答解析	水平	ー	(応答解析) ー (応力解析) ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー	ー	(解析手法) 応答解析：○ 応力解析：○	(解析手法) 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある手法 応力解析：大間１号既工認での共通適用例のある手法	同じ設備を参照	ー	ー
										鉛直	ー				鉛直	ー									
					応力解析	ー			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー									
										鉛直	ー				鉛直	ー									
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	ー						
										鉛直	ー				鉛直	ー									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー									
										鉛直	ー				鉛直	ー									

別表3(1)　既設ＤＢ施設の耐震評価条件整理一覧表（機器・配管系のうち機器の構造強度評価）

（※１）共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法　　個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備			既工認と今回工認時との比較																		備　考 （左欄にて比較した自プラント既工認）	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違 ー：相違あり ○：相違なし
			解析手法 （公式等による評価，スペクトルモーダル解析，時刻歴解析他）				解析モデル					減衰定数					その他 （評価条件の変更等）					（※１） ○：共通適用例あり □：個別適用例あり ×：適用例なし	内　容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり （適用可能であることの理由も記載）	
			○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容			○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容								
				工認	解析種別	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	内　容							
原子炉冷却系統施設	主蒸気系	主蒸気逃がし安全弁自動減圧機能用アキュムレータ	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	ー	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー	ー	（解析手法） 応答解析：○ 応力解析：○	（解析手法） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある手法 応力解析：大間１号既工認での共通適用例のある手法	同じ設備を参照	ー	ー
										鉛直	ー				鉛直	ー									
					応力解析	ー			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー										
										鉛直	ー				鉛直	ー									
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	応答解析	水平	ー						
										鉛直	ー				鉛直	ー									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー										
										鉛直	ー				鉛直	ー									
	残留熱除去設備	残留熱除去系熱交換器	（応答解析） ● （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー	建設工認　第8回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類Ⅲ-2-2「残留熱除去系熱交換器の耐震性についての計算書」	（解析手法） 応答解析：○ （解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析手法） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	ー
										鉛直	ー				鉛直	ー									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー										
										鉛直	ー				鉛直	ー									
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	多質点モデル		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	応答解析	水平	ー						
										鉛直	多質点モデル				鉛直	1.0%									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー										
										鉛直	ー				鉛直	ー									
		残留熱除去系ポンプ	（応答解析） ● （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	ー	既工認	ー	建設工認　第9回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類Ⅲ-2-4「残留熱除去系ポンプの耐震性についての計算書」	（解析手法） 応答解析：○ （解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析手法） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	ー
										鉛直	多質点モデル				鉛直	ー									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー										
										鉛直	ー				鉛直	ー									
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	ビームモデル		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	応答解析	水平	ー						
										鉛直	ビームモデル				鉛直	1.0%									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	ー										
										鉛直	シェルモデル				鉛直	ー									
		残留熱除去系ストレーナ	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） ● （応力解析） ○	既工認	応答解析	水平	ー	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー	発室発　623号 添付書類Ⅳ-1-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅳ-1-2-1「残留熱除去系ストレーナの耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	ー
										鉛直	ー				鉛直	ー									
					応力解析	ＦＥＭ解析			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	ー										
										鉛直	シェルモデル				鉛直	ー									
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	ビームモデル		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	応答解析	水平	ー						
										鉛直	ビームモデル				鉛直	1.0%									
					応力解析	ＦＥＭ解析			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	ー										
										鉛直	シェルモデル				鉛直	ー									
	高圧炉心スプレイ系	高圧炉心スプレイ系ポンプ	（応答解析） ● （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	1.0%	ー	既工認	ー	建設工認　第9回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類Ⅲ-2-7「高圧炉心スプレイ系ポンプの耐震性についての計算書」	（解析手法） 応答解析：○ （解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析手法） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	ー
										鉛直	多質点モデル				鉛直	1.0%									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー										
										鉛直	ー				鉛直	ー									
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	ビームモデル		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	応答解析	水平	ー						
										鉛直	ビームモデル				鉛直	1.0%									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	ー										
										鉛直	シェルモデル				鉛直	ー									
		高圧炉心スプレイ系ストレーナ	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） ● （応力解析） ○	既工認	応答解析	水平	ー	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー	発室発　623号 添付書類Ⅳ-1-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅳ-1-4-1「高圧炉心スプレイ系ストレーナの耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	ー
										鉛直	ー				鉛直	ー									
					応力解析	ＦＥＭ解析			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	ー										
										鉛直	シェルモデル				鉛直	ー									
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	ビームモデル		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	応答解析	水平	ー						
										鉛直	ビームモデル				鉛直	1.0%									
					応力解析	ＦＥＭ解析			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	ー										
										鉛直	シェルモデル				鉛直	ー									

別表3(1)　既設ＤＢ施設の耐震評価条件整理一覧表（機器・配管系のうち機器の構造強度評価）

（※１）共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法　　個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備			既工認と今回工認時との比較																		備　考（左欄にて比較した自プラント既工認）	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違
			解析手法（公式等による評価，スペクトルモーダル解析，時刻歴解析他）					解析モデル					減衰定数					その他（評価条件の変更等）				（※１）○：共通適用例あり　□：個別適用例あり　×：適用例なし	内　容	参照した設備名称	減衰定数の実績　○：構造上の差異なし　×：構造上の差異あり（適用可能であることの理由も記載）	
			○：同じ　●：異なる　－：該当なし	相　違　内　容				○：同じ　●：異なる　－：該当なし	相　違　内　容				○：同じ　●：異なる　－：該当なし	相　違　内　容				○：同じ　●：異なる　－：該当なし	相　違　内　容							
				工認	解析種別	内　容			工認	解析種別	方向	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	内　容							
原子炉冷却系統施設	低圧炉心スプレイ系	低圧炉心スプレイポンプ	（応答解析）●（応力解析）○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		（応答解析）●（応力解析）－	既工認	応答解析	水平	多質点モデル		（応答解析）●（応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	－	既工認	－	建設工認　第9回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類Ⅲ-2-5「低圧炉心スプレイ系ポンプの耐震性についての計算書」	（解析手法） 応答解析：○ （解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析手法） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	－
											鉛直	－					水平	－								
					応力解析	公式等による評価				応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
											鉛直	－					鉛直	－								
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析			今回工認	応答解析	水平	多質点モデル			今回工認	応答解析	水平	1.0%	－							
											鉛直	多質点モデル					鉛直	1.0%								
					応力解析	公式等による評価				応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
											鉛直	－					鉛直	－								
		低圧炉心スプレイ系ストレーナ	（応答解析）○（応力解析）○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		（応答解析）●（応力解析）○	既工認	応答解析	水平	－		（応答解析）●（応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	－	既工認	－	発室発　623号 添付書類Ⅳ-1-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅳ-1-3-1「高圧炉心スプレイ系ストレーナの耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	－
											鉛直	－					鉛直	－								
					応力解析	ＦＥＭ解析				応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	－										
											鉛直	シェルモデル					鉛直	－								
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価			今回工認	応答解析	水平	ビームモデル			今回工認	応答解析	水平	1.0%	－							
											鉛直	ビームモデル					鉛直	1.0%								
					応力解析	ＦＥＭ解析				応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	－										
											鉛直	シェルモデル					鉛直	－								
	原子炉隔離時冷却系	原子炉隔離時冷却系ポンプ	（応答解析）○（応力解析）○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		（応答解析）－（応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－		（応答解析）－（応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	－	既工認	－	建設工認　第9回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類Ⅲ-2-2「原子炉隔離時冷却系ポンプの耐震性についての計算書」	－	－	－	－	○
											鉛直	－					鉛直	－								
					応力解析	公式等による評価				応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
											鉛直	－					鉛直	－								
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価			今回工認	応答解析	水平	－			今回工認	応答解析	水平	－	－							
											鉛直	－					鉛直	－								
					応力解析	公式等による評価				応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
											鉛直	－					鉛直	－								
		原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用蒸気タービン	（応答解析）○（応力解析）○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		（応答解析）－（応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－		（応答解析）－（応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	－	既工認	－	建設工認　第9回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類Ⅲ-2-2「原子炉隔離時冷却系ポンプの耐震性についての計算書」	－	－	－	－	○
											鉛直	－					鉛直	－								
					応力解析	公式等による評価				応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
											鉛直	－					鉛直	－								
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価			今回工認	応答解析	水平	－			今回工認	応答解析	水平	－	－							
											鉛直	－					鉛直	－								
					応力解析	公式等による評価				応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
											鉛直	－					鉛直	－								
	残留熱除去系海水系	残留熱除去系海水系ポンプ	（応答解析）○（応力解析）○	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		（応答解析）●（応力解析）－	既工認	応答解析	水平	多質点モデル		（応答解析）○（応力解析）－	既工認	応答解析	水平	1.0%	－	既工認	－	発室発149号 添付書類Ⅳ-1-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅳ-1-2-1「残留熱除去系海水系ポンプの耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析：○	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル	同じ設備を参照	○	－
											鉛直	多質点モデル					鉛直	－								
					応力解析	公式等による評価				応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
											鉛直	－					鉛直	－								
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析			今回工認	応答解析	水平	多質点モデル			今回工認	応答解析	水平	1.0%	－							
											鉛直	多質点モデル					鉛直	－								
					応力解析	公式等による評価				応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
											鉛直	－					鉛直	－								
		残留熱除去系海水系ストレーナ	（応答解析）○（応力解析）○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		（応答解析）－（応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－		（応答解析）－（応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	－	既工認	－	建設工認　第14回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類Ⅲ-2-3「残留熱除去系海水系機器・配管の耐震性についての計算書」	－	－	－	－	○
											鉛直	－					鉛直	－								
					応力解析	公式等による評価				応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
											鉛直	－					鉛直	－								
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価			今回工認	応答解析	水平	－			今回工認	応答解析	水平	－	－							
											鉛直	－					鉛直	－								
					応力解析	公式等による評価				応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
											鉛直	－					鉛直	－								

別表3(1)　既設ＤＢ施設の耐震評価条件整理一覧表（機器・配管系のうち機器の構造強度評価）

（※１）共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法　　個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備			既工認と今回工認時との比較																				備　考 （左欄にて比較した自プラント既工認）	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違
			解析手法 （公式等による評価，スペクトルモーダル解析，時刻歴解析他）				解析モデル					減衰定数					その他 （評価条件の変更等）						（※１） ○：共通適用例あり □：個別適用例あり ×：適用例なし	内　容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり （適用可能であることの理由も記載）	一：相違あり ○：相違なし
			○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容			○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容									
				工認	解析種別	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	内　容								
原子炉冷却系統施設	非常用ディーゼル発電機用海水系	非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	ー	既工認	応答解析	水平	1.0%	ー	既工認	ー		発室発574号 添付書類Ⅳ-1-5「申請設備（ポンプ）に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅳ-1-7-1「非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプの耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析：○	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル	同じ設備を参照	○	ー
										鉛直	ー				鉛直	ー											
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー												
										鉛直	ー				鉛直	ー											
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	多質点モデル	ー	今回工認	応答解析	水平	1.0%	ー	今回工認	ー								
										鉛直	多質点モデル				鉛直	ー											
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー												
										鉛直	ー				鉛直	ー											
		非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー		建設工認　第16回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-10「非常用予備発電装置内燃機関冷却水設備機器・配管の耐震性についての計算書」	ー	ー	ー	ー	○
										鉛直	ー				鉛直	ー											
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー												
										鉛直	ー				鉛直	ー											
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	ー	ー	今回工認	応答解析	水平	ー	ー	今回工認	ー								
										鉛直	ー				鉛直	ー											
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー												
										鉛直	ー				鉛直	ー											
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水系	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	ー	既工認	応答解析	水平	1.0%	ー	既工認	ー		発室発574号 添付書類Ⅳ-1-5「申請設備（ポンプ）に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅳ-1-7-1「非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプの耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析：○	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル	同じ設備を参照	○	ー
										鉛直	ー				鉛直	ー											
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー												
										鉛直	ー				鉛直	ー											
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	多質点モデル	ー	今回工認	応答解析	水平	1.0%	ー	今回工認	ー								
										鉛直	多質点モデル				鉛直	ー											
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー												
										鉛直	ー				鉛直	ー											
		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ストレーナ	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー		建設工認　第16回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-10「非常用予備発電装置内燃機関冷却水設備機器・配管の耐震性についての計算書」	ー	ー	ー	ー	○
										鉛直	ー				鉛直	ー											
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー												
										鉛直	ー				鉛直	ー											
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	ー	ー	今回工認	応答解析	水平	ー	ー	今回工認	ー								
										鉛直	ー				鉛直	ー											
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー												
										鉛直	ー				鉛直	ー											
計測制御系統施設	制御棒駆動装置	水圧制御ユニット	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	（応答解析） 解析コード：EBASCO社構造解析コード		建設工認　第18回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類Ⅲ-2-3「制御棒駆動水圧系機器配管の耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	（解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （その他） 解析コード：大間1号既工認での共通適用例のある解析コード	同じ設備を参照	○	ー
										鉛直	ー				鉛直	ー											
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー												
										鉛直	ー				鉛直	ー											
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	多質点モデル	ー	今回工認	応答解析	水平	ー	ー	今回工認	（応答解析） 解析コード：SAP-Ⅳ								
										鉛直	多質点モデル				鉛直	ー											
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー												
										鉛直	ー				鉛直	ー											
	ほう酸水注入系	ほう酸水注入ポンプ	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー		建設工認　第18回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類Ⅲ-2-4「ほう酸水注入系機器配管の耐震性についての計算書」	ー	ー	ー	ー	○
										鉛直	ー				鉛直	ー											
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー												
										鉛直	ー				鉛直	ー											
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	ー	ー	今回工認	応答解析	水平	ー	ー	今回工認	ー								
										鉛直	ー				鉛直	ー											
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー												
										鉛直	ー				鉛直	ー											

別表3(1)　既設ＤＢ施設の耐震評価条件整理一覧表（機器・配管系のうち機器の構造強度評価）

（※１）共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法　　個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備			既工認と今回工認時との比較																		備　考 （左欄にて比較した自プラント既工認）	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違
			解析手法 （公式等による評価，スペクトルモーダル解析，時刻歴解析他）				解析モデル					減衰定数					その他 （評価条件の変更等）					（※１） ○：共通適用例あり □：個別適用例あり ×：適用例なし	内　容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり （適用可能であることの理由も記載）	
			○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容			○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容								
				工認	解析種別	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	内　容							
計測制御系統施設	ほう酸水注入系	ほう酸水貯蔵タンク	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） － （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	－	（応答解析） － （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	－	－	既工認	－	建設工認　第18回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類Ⅲ-2-4「ほう酸水注入系機器配管の耐震性についての計算書」	－	－	－	－	○
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	－							
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
		起動領域計装ドライチューブ	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析） ○ （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	（応答解析） ○ （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	1.0%	●	既工認	（応答解析） 解析コード：HISAC	発管業発第58号 1-1 届出設備に係る耐震設計の基本方針 1-2-1 起動領域計装ドライチューブ耐震性についての計算書	（その他） 解析コード：○	（その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	同じ設備を参照	○	－
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	多質点モデル		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	（応答解析） 解析コード：SAP-Ⅳ						
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
		出力領域計装検出器集合体	（応答解析） ● （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	－	（応答解析） ● （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	－	－	既工認	－	建設工認　第21回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類Ⅲ-2-4「炉心構造物の耐震性についての計算書」	（解析手法） 応答解析：○ （解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析手法） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	－
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	多質点モデル		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	－						
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
		ベンチ盤	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） － （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	－	（応答解析） － （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	－	－	既工認	－	建設工認　第11回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-4「盤に関する耐震計算書」	－	－	－	－	○
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	－						
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
		直立盤	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） － （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	－	（応答解析） － （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	－	－	既工認	－	建設工認　第11回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-4「盤に関する耐震計算書」	－	－	－	－	○
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	－						
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
		現場盤	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） － （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	－	（応答解析） － （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	－	－	既工認	－	建設工認　第11回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-4「盤に関する耐震計算書」	－	－	－	－	○
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	－						
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									

別表3(1)　既設ＤＢ施設の耐震評価条件整理一覧表（機器・配管系のうち機器の構造強度評価）

（※１）共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法　　個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備			既工認と今回工認時との比較																		備　考 （左欄にて比較した自プラント既工認）	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違
			解析手法 （公式等による評価，スペクトルモーダル解析，時刻歴解析他）				解析モデル					減衰定数					その他 （評価条件の変更等）					（※１） ○：共通適用例あり □：個別適用例あり ×：適用例なし	内　容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり （適用可能であることの理由も記載）	一：相違あり ○：相違なし
			○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容			○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容								
				工認	解析種別	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	内　容							
放射線管理施設	プロセスモニタリング設備	主蒸気管放射線モニタ	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー	発電業発第105号 添付書類Ⅰ-1「届出設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅰ-2「放射線管理設備の耐震性についての計算書」	ー	ー	ー	ー	○
										鉛直	ー				鉛直	ー										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー											
										鉛直	ー				鉛直	ー										
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	ー							
										鉛直	ー				鉛直	ー										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー											
										鉛直	ー				鉛直	ー										
		原子炉建屋放射線モニタ	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー	発電業発第105号 添付書類Ⅰ-1「届出設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅰ-2「放射線管理設備の耐震性についての計算書」	ー	ー	ー	ー	○
										鉛直	ー				鉛直	ー										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー											
										鉛直	ー				鉛直	ー										
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	ー							
										鉛直	ー				鉛直	ー										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー											
										鉛直	ー				鉛直	ー										
	中央制御室換気系	中央制御室換気系排風機	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー	建設工認　第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-4「換気系機器の耐震性についての計算書」	ー	ー	ー	ー	○
										鉛直	ー				鉛直	ー										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー											
										鉛直	ー				鉛直	ー										
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	ー							
										鉛直	ー				鉛直	ー										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー											
										鉛直	ー				鉛直	ー										
		中央制御室非常用排風機	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー	建設工認　第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-4「換気系機器の耐震性についての計算書」	ー	ー	ー	ー	○
										鉛直	ー				鉛直	ー										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー											
										鉛直	ー				鉛直	ー										
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	ー							
										鉛直	ー				鉛直	ー										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー											
										鉛直	ー				鉛直	ー										
		中央制御室換気系フィルタユニット	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー	建設工認　第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-4「換気系機器の耐震性についての計算書」	ー	ー	ー	ー	○
										鉛直	ー				鉛直	ー										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー											
										鉛直	ー				鉛直	ー										
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	ー							
										鉛直	ー				鉛直	ー										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー											
										鉛直	ー				鉛直	ー										
	原子炉建屋ガス処理系	非常用ガス再循環系排風機	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー	建設工認　第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-3「非常用ガス再循環系排風機の耐震性についての計算書」	ー	ー	ー	ー	○
										鉛直	ー				鉛直	ー										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー											
										鉛直	ー				鉛直	ー										
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	ー							
										鉛直	ー				鉛直	ー										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー											
										鉛直	ー				鉛直	ー										

別表3(1)　既設ＤＢ施設の耐震評価条件整理一覧表（機器・配管系のうち機器の構造強度評価）

（※１）共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法　　個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備			既工認と今回工認時との比較																		備　考 （左欄にて比較した自プラント既工認）	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違
			解析手法 （公式等による評価，スペクトルモーダル解析，時刻歴解析他）				解析モデル					減衰定数					その他 （評価条件の変更等）					（※１） ○：共通適用例あり □：個別適用例あり ×：適用例なし	内　容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり （適用可能であることの理由も記載）	
			○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容			○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容								
				工認	解析種別	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	内　容							
放射線管理施設	原子炉建屋ガス処理系	非常用ガス再循環系フィルタトレイン	（応答解析）○ （応力解析）○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析）－ （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	（応答解析）－ （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	－	既工認	－	建設工認　第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-4「非常用ガス再循環系フィルタトレインの耐震性についての計算書」	－	－	－	－	○
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	－							
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
		非常用ガス処理系排風機	（応答解析）○ （応力解析）○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析）－ （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	（応答解析）－ （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	－	既工認	－	建設工認　第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-6「非常用ガス処理系排風機の耐震性についての計算書」	－	－	－	－	○
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	－							
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
		非常用ガス処理系フィルタトレイン	（応答解析）○ （応力解析）○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析）－ （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	（応答解析）－ （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	－	既工認	－	建設工認　第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-7「非常用ガス処理系フィルタトレインの耐震性についての計算書」	－	－	－	－	○
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	－							
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
原子炉格納施設	原子炉格納容器	ドライウエル	（応答解析）○ （応力解析）○	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析）● （応力解析）○	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）	（応答解析）● （応力解析）○	既工認	応答解析	水平	1.0%	●	既工認	（応力解析） 解析コード：ASSAL	建設工認　第1回 添付書類Ⅲ-1-1「耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-3-3「原子炉格納容器強度計算書」	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	（解析モデル） 応答解析：美浜３号新規制基準対応工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：美浜３号新規制基準対応工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	同じ設備を参照	○	－
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	－										
										鉛直	シェルモデル				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	（応力解析） 解析コード：NASTRAN						
										鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%									
					応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	－										
										鉛直	シェルモデル				鉛直	－									
		サプレッション・チェンバ	（応答解析）○ （応力解析）○	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析）● （応力解析）○	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）	（応答解析）● （応力解析）○	既工認	応答解析	水平	1.0%	●	既工認	（応力解析） 解析コード：ASSAL	建設工認　第1回 添付書類Ⅲ-1-1「耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-3-3「原子炉格納容器強度計算書」	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○ （その他） 解析コード：○	（解析モデル） 応答解析：美浜３号新規制基準対応工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：美浜３号新規制基準対応工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	同じ設備を参照	○	－
										鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%									
					応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	－										
										鉛直	シェルモデル				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	（応力解析） 解析コード：NASTRAN						
										鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%									
					応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	－										
										鉛直	シェルモデル				鉛直	－									
		上部シアラグ及びスタビライザ	（応答解析）○ （応力解析）●	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析）● （応力解析）●	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）	（応答解析）● （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	1.0%	－	既工認	－	建設工認　第1回 添付書類Ⅲ-1-1「耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-3-3「原子炉格納容器強度計算書」	（解析手法） 応力解析：○ （解析モデル） 応答解析：○ 応力解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析手法） 応力解析：柏崎５号既工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応答解析：美浜３号新規制基準対応工認での共通適用例のあるモデル 応力解析：柏崎５号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：美浜３号新規制基準対応工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	－
										鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%									
					応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	－										
										鉛直	シェルモデル				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	－						
										鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%									
					応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	－										
										鉛直	シェルモデル				鉛直	－									

別表3(1)　既設ＤＢ施設の耐震評価条件整理一覧表（機器・配管系のうち機器の構造強度評価）

（※１）共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法　　個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備			既工認と今回工認時との比較																備　考 （左欄にて比較した自プラント既工認）	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違 一：相違あり ○：相違なし
			解析手法 （公式等による評価，スペクトルモーダル解析，時刻歴解析他）				解析モデル					減衰定数					その他 （評価条件の変更等）							
			○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容			○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる ー：該当なし	相　違　内　容			（※１） ○：共通適用例あり □：個別適用例あり ×：適用例なし	内　容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり （適用可能であることの理由も記載）	
				工認	解析種別	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	内　容						
原子炉格納施設	原子炉格納容器	下部シアラグとダイヤフラムブラケット	（応答解析） ○ （応力解析） ●	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） ● （応力解析） ●	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	1.0%	ー	既工認	ー	建設工認　第1回 添付書類Ⅲ-1-1「耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-3-3「原子炉格納容器強度計算書」	（解析手法） 応力解析：○ （解析モデル） 応答解析：○ 応力解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析手法） 応力解析：柏崎５号既工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応答解析：美浜３号新規制基準対応工認での共通適用例のあるモデル 応力解析：柏崎５号既工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：美浜３号新規制基準対応工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	ー
						公式等による評価				鉛直	ー				鉛直	ー								
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー								
										鉛直	ー				鉛直	ー								
				今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	ー					
										鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%								
					応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	ー								
										鉛直	シェルモデル				鉛直	ー								
		胴アンカー部	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	1.0%	ー	既工認	ー	建設工認　第1回 添付書類Ⅲ-1-1「耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-3-3「原子炉格納容器強度計算書」	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析モデル） 応答解析：美浜３号新規制基準対応工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：美浜３号新規制基準対応工認での共通適用例のある減衰定数 （その他） 解析コード：大間１号既工認での共通適用例のある解析コード	同じ設備を参照	○	ー
						公式等による評価				鉛直	ー				鉛直	ー								
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー								
										鉛直	ー				鉛直	ー								
				今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	ー					
										鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）				鉛直	1.0%								
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー								
										鉛直	ー				鉛直	ー								
		イクイプメントハッチ	（応答解析） ○ （応力解析） ●	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） ー （応力解析） ●	既工認	応答解析	水平	ー	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー	建設工認　第1回 添付書類Ⅲ-1-1「耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-3-3「原子炉格納容器強度計算書」	（解析手法） 応力解析：○ （解析モデル） 応力解析：○	（解析手法） 応力解析：大間１号既工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応力解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル	同じ設備を参照	○	ー
										鉛直	ー				鉛直	ー								
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー								
										鉛直	ー				鉛直	ー								
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	ー					
										鉛直	ー				鉛直	ー								
					応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	ー								
										鉛直	シェルモデル				鉛直	ー								
		パーソナルエアロック	（応答解析） ○ （応力解析） ●	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） ー （応力解析） ●	既工認	応答解析	水平	ー	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー	建設工認　第1回 添付書類Ⅲ-1-1「耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-3-3「原子炉格納容器強度計算書」	（解析手法） 応力解析：○ （解析モデル） 応力解析：○	（解析手法） 応力解析：大間１号既工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応力解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル	同じ設備を参照	○	ー
										鉛直	ー				鉛直	ー								
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー								
										鉛直	ー				鉛直	ー								
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	ー					
										鉛直	ー				鉛直	ー								
					応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	ー								
										鉛直	シェルモデル				鉛直	ー								
		サプレッション・チェンバアクセスハッチ	（応答解析） ○ （応力解析） ●	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） ー （応力解析） ●	既工認	応答解析	水平	ー	（応答解析） ー （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	ー	ー	既工認	ー	建設工認　第1回 添付書類Ⅲ-1-1「耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-3-3「原子炉格納容器強度計算書」	（解析手法） 応力解析：○ （解析モデル） 応力解析：○	（解析手法） 応力解析：大間１号既工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応力解析：大間１号既工認での共通適用例のあるモデル	同じ設備を参照 （ハッチ本体と原子炉格納容器取付部については，機器搬入口用ハッチを参照する。）	○	ー
						公式等による評価				鉛直	ー				鉛直	ー								
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー								
										鉛直	ー				鉛直	ー								
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	応答解析	水平	ー		今回工認	ー					
										鉛直	ー				鉛直	ー								
					応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	ー								
										鉛直	シェルモデル				鉛直	ー								
		配管貫通部	（応答解析） ○ （応力解析） ●	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析） ○ （応力解析） ●	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	（応答解析） ● （応力解析） ー	既工認	応答解析	水平	0.5%	ー	既工認	ー	建設工認　第20回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-6「格納容器貫通部の耐震性についての計算書」	（解析手法） 応力解析：○ （解析モデル） 応力解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析手法） 応力解析：東通１号での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応力解析：東通１号での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	ー
										鉛直	3次元はりモデル				鉛直	0.5%～3.0%								
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	ー			応力解析	水平	ー								
										鉛直	ー				鉛直	ー								
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5%～3.0%		今回工認	ー					
										鉛直	3次元はりモデル				鉛直	0.5%～3.0%								
					応力解析	ＦＥＭ解析			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	ー								
										鉛直	シェルモデル				鉛直	ー								

別表3(1)　既設ＤＢ施設の耐震評価条件整理一覧表（機器・配管系のうち機器の構造強度評価）

（※１）共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法　　個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備			既工認と今回工認時との比較																備　考（左欄にて比較した自プラント既工認）	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違
			解析手法（公式等による評価，スペクトルモーダル解析，時刻歴解析他）				解析モデル					減衰定数					その他（評価条件の変更等）			（※１）○：共通適用例あり　□：個別適用例あり　×：適用例なし	内　容	参照した設備名称	減衰定数の実績　○：構造上の差異なし　×：構造上の差異あり（適用可能であることの理由も記載）	
			○：同じ　●：異なる　－：該当なし	相　違　内　容			○：同じ　●：異なる　－：該当なし	相　違　内　容				○：同じ　●：異なる　－：該当なし	相　違　内　容				○：同じ　●：異なる　－：該当なし	相　違　内　容						
				工認	解析種別	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	内　容						
原子炉格納施設	原子炉格納容器	電気配線貫通部	（応答解析）－ （応力解析）－	既工認	応答解析	－	（応答解析）－ （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	（応答解析）－ （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	－	既工認	－	－	（解析手法） 応答解析：○ 応力解析：○ （解析モデル） 応答解析：○ 応力解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析手法） 応答解析：福島第一４号既工認（H22年改造）での共通適用例のある手法 応力解析：福島第一４号既工認（H22年改造）での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応答解析：福島第一４号既工認（H22年改造）での共通適用例のあるモデル 応力解析：福島第一４号既工認（H22年改造）での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：福島第一４号既工認（H22年改造）での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	－	
					応力解析	－				鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	－			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－									
										鉛直	－				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	ビームモデル		今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	－						
										鉛直	ビームモデル				鉛直	1.0%									
					応力解析	ＦＥＭ解析			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	－									
										鉛直	シェルモデル				鉛直	－									
	圧力低減装置その他の安全設備	ダイヤフラム・フロア	（応答解析）○ （応力解析）○	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析）● （応力解析）○	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）	（応答解析）● （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	5.0%	－	既工認	－	建設工認　第3回 添付書類Ⅲ-3-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-3-2「申請設備の耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析：○ （減衰定数） 応答解析：○	（解析モデル） 応答解析：大飯３，４号新規制基準対応工認での共通適用例のあるモデル （減衰定数） 応答解析：大飯３，４号新規制基準対応工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照 （減衰定数については，鉄筋コンクリートとしての5%を参照）	○	－	
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－									
										鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）		今回工認	応答解析	水平	5.0%		今回工認	－						
										鉛直	多質点系モデル（建屋－機器連成解析モデル）				鉛直	5.0%									
					応力解析	ＦＥＭ解析及び公式等による評価			応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－									
										鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－									
		ベント管	（応答解析）● （応力解析）○	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析）● （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル	（応答解析）○ （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	0.5%	－	既工認	－	建設工認　第3回 添付書類Ⅲ-3-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-3-2「申請設備の耐震性についての計算書」	（解析手法） 応答解析：○ （解析モデル） 応答解析：○	（解析手法） 応答解析：柏崎５号既工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応答解析：柏崎５号既工認での共通適用例のあるモデル	同じ設備を参照	○	－	
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－									
										鉛直	－				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	ビームモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5%		今回工認	－						
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－									
										鉛直	－				鉛直	－									
		格納容器スプレイヘッダ	（応答解析）○ （応力解析）○	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析）● （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	ビームモデル	（応答解析）● （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	0.5%	－	既工認	－	建設工認　第3回 添付書類Ⅲ-3-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-3-2「申請設備の耐震性についての計算書」	（減衰定数） 応答解析：○	（減衰定数） 応答解析：大間１号既工認での共通適用例のある減衰定数	同じ設備を参照	○	－	
										鉛直	ビームモデル				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－									
										鉛直	－				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	ビームモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5%		今回工認	－						
										鉛直	ビームモデル				鉛直	0.5%									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－									
										鉛直	－				鉛直	－									
	可燃性ガス濃度制御系	再結合装置ブロワ	（応答解析）○ （応力解析）○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析）－ （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	（応答解析）－ （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	－	既工認	－	建設工認　第24回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-3「可燃性ガス濃度制御系機器配管の耐震性についての計算書」	－	－	－	－	○	
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－									
										鉛直	－				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	－						
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－									
										鉛直	－				鉛直	－									
		再結合装置	（応答解析）○ （応力解析）○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析）－ （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	（応答解析）－ （応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	－	既工認	－	建設工認　第24回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-3「可燃性ガス濃度制御系機器配管の耐震性についての計算書」	－	－	－	－	○	
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－									
										鉛直	－				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	－						
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－									
										鉛直	－				鉛直	－									

別表3(1)　既設ＤＢ施設の耐震評価条件整理一覧表（機器・配管系のうち機器の構造強度評価）

（※１）共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法　　個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備			既工認と今回工認時との比較																		備　考（左欄にて比較した自プラント既工認）	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違
			解析手法（公式等による評価，スペクトルモーダル解析，時刻歴解析他）				解析モデル					減衰定数					その他（評価条件の変更等）					（※１）○：共通適用例あり　□：個別適用例あり　×：適用例なし	内　容	参照した設備名称	減衰定数の実績　○：構造上の差異なし　×：構造上の差異あり（適用可能であることの理由も記載）	
			○：同じ　●：異なる　－：該当なし	相違内容			○：同じ　●：異なる　－：該当なし	相違内容				○：同じ　●：異なる　－：該当なし	相違内容				○：同じ　●：異なる　－：該当なし	相違内容								
				工認	解析種別	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	内　容							
非常用電源設備	非常用ディーゼル発電機	ディーゼル機関	（応答解析）○（応力解析）○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析）－（応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	（応答解析）－（応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	－	既工認	－	建設工認　第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-5「非常用予備発電装置に関する耐震計算書」	－	－	－	－	○
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	－							
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
		始動空気だめ	（応答解析）○（応力解析）●	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析）－（応力解析）●	既工認	応答解析	水平	－	（応答解析）－（応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	－	既工認	－	建設工認　第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-5「非常用予備発電装置に関する耐震計算書」	（解析手法）応力解析：○（解析モデル）応力解析：○	（解析手法） 応力解析：大間１号新規制基準対応工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応力解析：大間１号新規制基準対応工認での共通適用例のあるモデル	（解析手法） （解析モデル） 下部ドライウェルアクセストンネルスリーブ及び鏡板	－	－
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	－							
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	ＦＥＭ解析			応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－										
										鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－									
		燃料油デイタンク	（応答解析）○（応力解析）●	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析）－（応力解析）●	既工認	応答解析	水平	－	（応答解析）－（応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	－	既工認	－	建設工認　第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-5「非常用予備発電装置に関する耐震計算書」	（解析手法）応力解析：○（解析モデル）応力解析：○	（解析手法） 応力解析：大間１号新規制基準対応工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応力解析：大間１号新規制基準対応工認での共通適用例のあるモデル	（解析手法） （解析モデル） 下部ドライウェルアクセストンネルスリーブ及び鏡板	－	－
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	－							
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	ＦＥＭ解析			応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－										
										鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－									
		発電機	（応答解析）○（応力解析）○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析）－（応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	（応答解析）－（応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	－	既工認	－	建設工認　第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-5「非常用予備発電装置に関する耐震計算書」	－	－	－	－	○
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	－							
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
	高圧炉心スプレイ系非常用ディーゼル発電機	ディーゼル機関	（応答解析）○（応力解析）○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析）－（応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	（応答解析）－（応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	－	既工認	－	建設工認　第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-5「非常用予備発電装置に関する耐震計算書」	－	－	－	－	○
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	－							
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
		始動空気だめ	（応答解析）○（応力解析）●	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析）－（応力解析）●	既工認	応答解析	水平	－	（応答解析）－（応力解析）－	既工認	応答解析	水平	－	－	既工認	－	建設工認　第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-5「非常用予備発電装置に関する耐震計算書」	（解析手法）応力解析：○（解析モデル）応力解析：○	（解析手法） 応力解析：大間１号新規制基準対応工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応力解析：大間１号新規制基準対応工認での共通適用例のあるモデル	（解析手法） （解析モデル） 下部ドライウェルアクセストンネルスリーブ及び鏡板	－	－
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－										
										鉛直	－				鉛直	－									
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	－							
										鉛直	－				鉛直	－									
					応力解析	ＦＥＭ解析			応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－										
										鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－									

別表3(1)　既設ＤＢ施設の耐震評価条件整理一覧表（機器・配管系のうち機器の構造強度評価）

（※１）共通適用あり：規格・基準類等に基づきプラントの仕様等によらず適用性が確認されたプラント共通の適用例がある手法　　個別適用例あり：プラント個別に適用性が確認されたプラント個別の適用例がある手法

評価対象設備			既工認と今回工認時との比較																		備　考 （左欄にて比較した自プラント既工認）	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法に相違
			解析手法 （公式等による評価，スペクトルモーダル解析，時刻歴解析他）				解析モデル					減衰定数						その他 （評価条件の変更等）				（※１） ○：共通適用例あり □：個別適用例あり ×：適用例なし	内　容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ○：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり （適用可能であることの理由も記載）	
			○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容			○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容				○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容					○：同じ ●：異なる －：該当なし	相　違　内　容							
				工認	解析種別	内　容		工認	解析種別	方向	内　容		工認	解析種別	方向	内　容			工認	内　容						
非常用電源設備	高圧炉心スプレイ系非常用ディーゼル発電機	燃料油デイタンク	（応答解析） ○ （応力解析） ●	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） － （応力解析） ●	既工認	応答解析	水平	－	（応答解析） － （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	－	－	－	既工認	－	建設工認　第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-5「非常用予備発電装置に関する耐震計算書」	（解析手法） 応力解析：○ （解析モデル） 応力解析：○	（解析手法） 応力解析：大間１号新規制基準対応工認での共通適用例のある手法 （解析モデル） 応力解析：大間１号新規制基準対応工認での共通適用例のあるモデル	（解析手法） （解析モデル） 下部ドライウェルアクセストンネルスリーブ及び鏡板	－	－
										鉛直	－				鉛直	－										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－											
										鉛直	－				鉛直	－										
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	応答解析	水平	－			今回工認	－						
										鉛直	－				鉛直	－										
					応力解析	ＦＥＭ解析			応力解析	水平	ＦＥＭモデル			応力解析	水平	－											
										鉛直	ＦＥＭモデル				鉛直	－										
		発電機	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） － （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	－	（応答解析） － （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	－	－	－	既工認	－	建設工認　第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-5「非常用予備発電装置に関する耐震計算書」	－	－	－	－	○
										鉛直	－				鉛直	－										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－											
										鉛直	－				鉛直	－										
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	応答解析	水平	－			今回工認	－						
										鉛直	－				鉛直	－										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－											
										鉛直	－				鉛直	－										
	その他の電源装置	バイタル交流電源	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） － （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	－	（応答解析） － （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	－	－	－	既工認	－	建設工認　第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-6「その他の発電装置に関する耐震計算書」	－	－	－	－	○
										鉛直	－				鉛直	－										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－											
										鉛直	－				鉛直	－										
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	応答解析	水平	－			今回工認	－						
										鉛直	－				鉛直	－										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－											
										鉛直	－				鉛直	－										
		蓄電池	（応答解析） ○ （応力解析） ○	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） － （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	－	（応答解析） － （応力解析） －	既工認	応答解析	水平	－	－	－	既工認	－	建設工認　第13回 添付書類Ⅲ-2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類Ⅲ-2-6「その他の発電装置に関する耐震計算書」	－	－	－	－	○
										鉛直	－				鉛直	－										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－											
										鉛直	－				鉛直	－										
				今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	－		今回工認	応答解析	水平	－			今回工認	－						
										鉛直	－				鉛直	－										
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	－			応力解析	水平	－											
										鉛直	－				鉛直	－										

今回工認と建設工認時との応答加速度等の比較

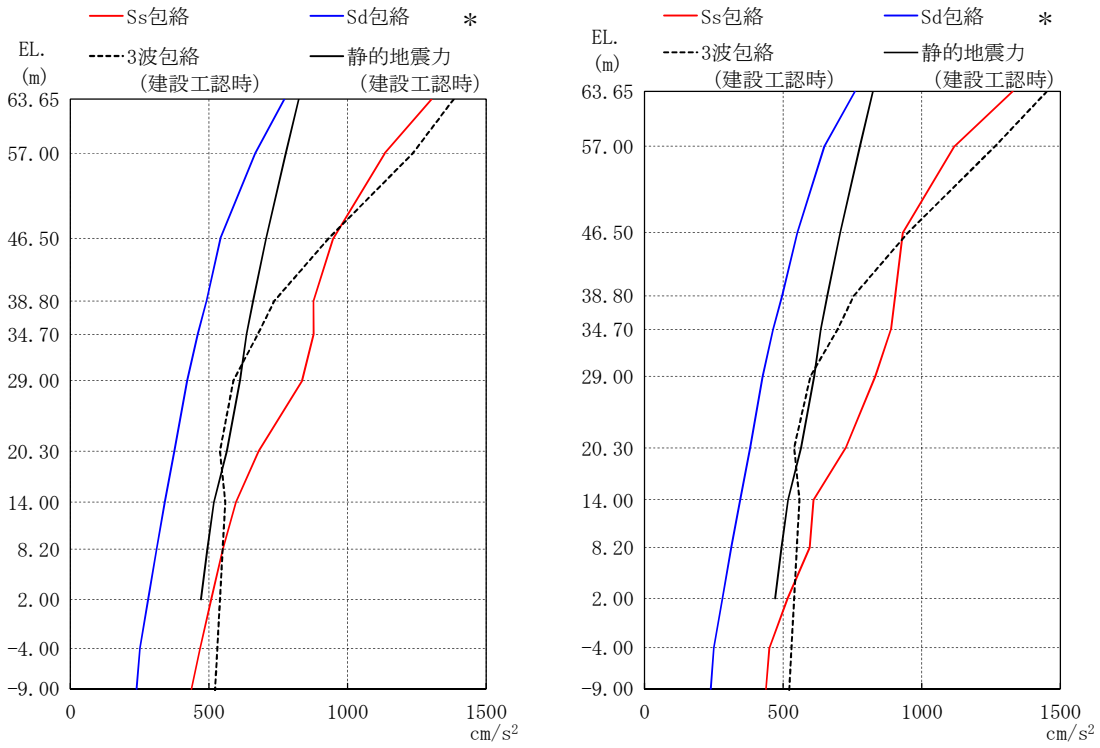
今回工認と建設工認時との評価用地震動に対する応答の比較を整理する。第1表に，建設工認及び今回工認における評価用地震動の比較を示す。

原子炉建屋における基準地震動S_s及び弾性設計用地震動S_dに基づく今回工認モデルによる最大応答加速度と建設工認時の設計波に基づく最大応答加速度及び静的地震力による震度との比較を第1図に，最大応答せん断力についての比較を第 2 図に示す。また，床応答曲線について，基準地震動S_s及び弾性設計用地震動S_dと，建設工認時の評価条件及び原子炉格納容器，制御棒駆動装置等一部設備に適用した1.5倍した評価条件との比較を第3図に示す。

第1表　建設工認及び今回工認における評価用地震動の比較

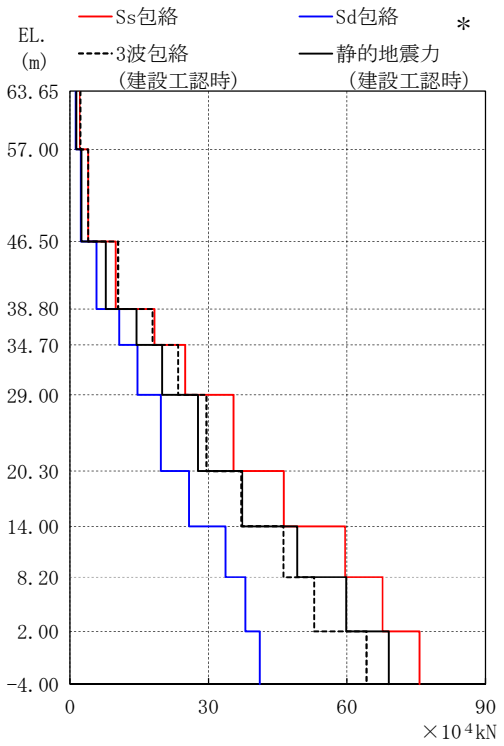
設計方針	建設工認	今回工認
弾性状態に留まる設計	EL CENTRO 波(1940/3/18) ＊1 TAFT 波(1952/7/21) IBARGI 波(1963/5/8)	弾性設計用地震動S_d
機能維持に対する設計	上記応答を 1.5 倍	基準地震動S_s

＊１：床応答曲線（第3図）の作成において，機器・配管系評価の影響を踏まえて EL CENTRO 波及び TAFT 波の 2 波を選定している。

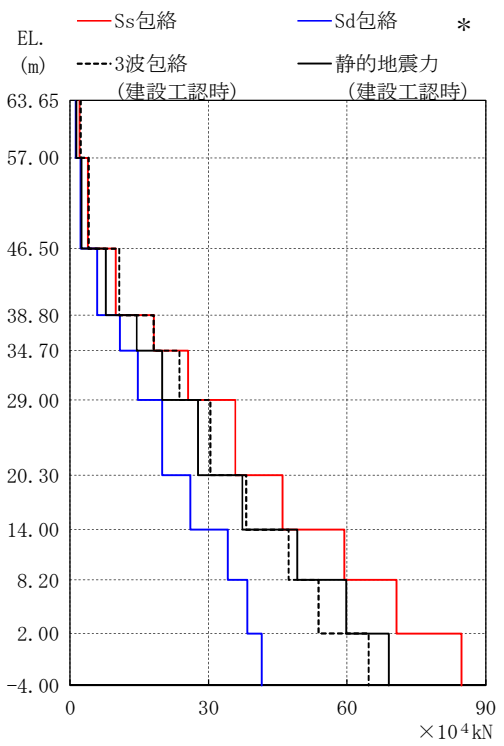


＊：S_S包絡：今回工認における基準地震動S_S８波による最大応答の包絡値
S_d包絡：今回工認における基準地震動S_d８波による最大応答の包絡値
３波包絡：建設工認における設計用地震動３波による最大応答の包絡値
静的地震力：建設工認における静的地震力

第１図　原子炉建屋における最大応答加速度の比較



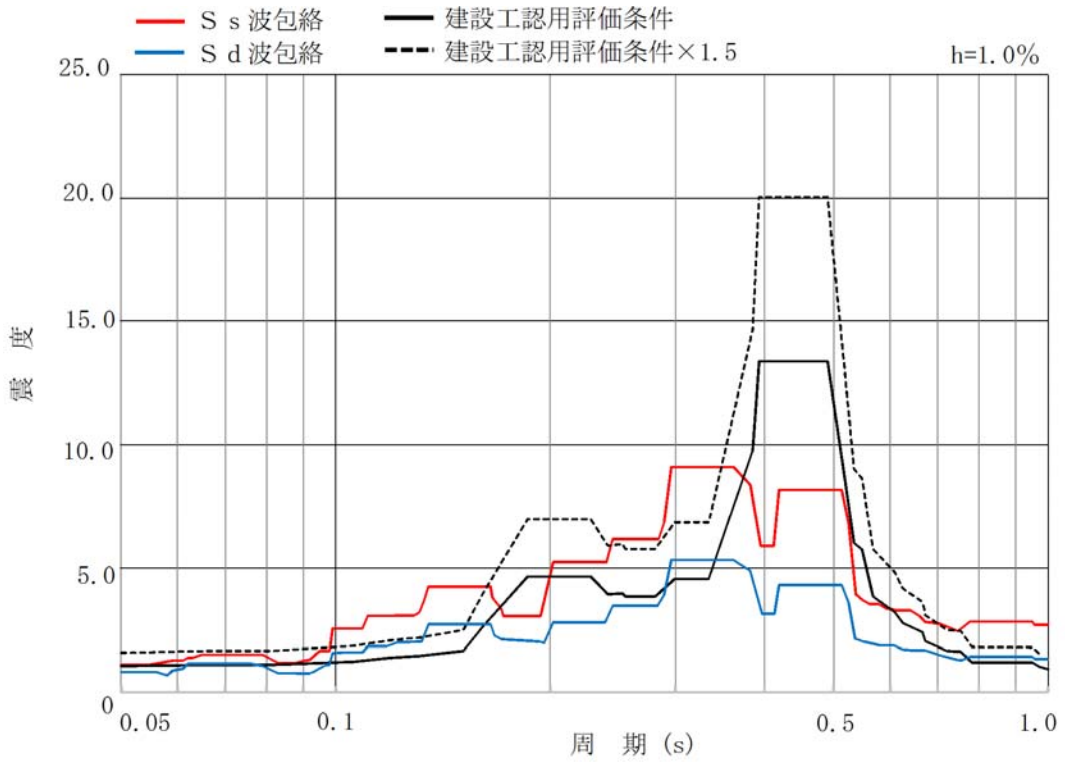
ＮＳ方向



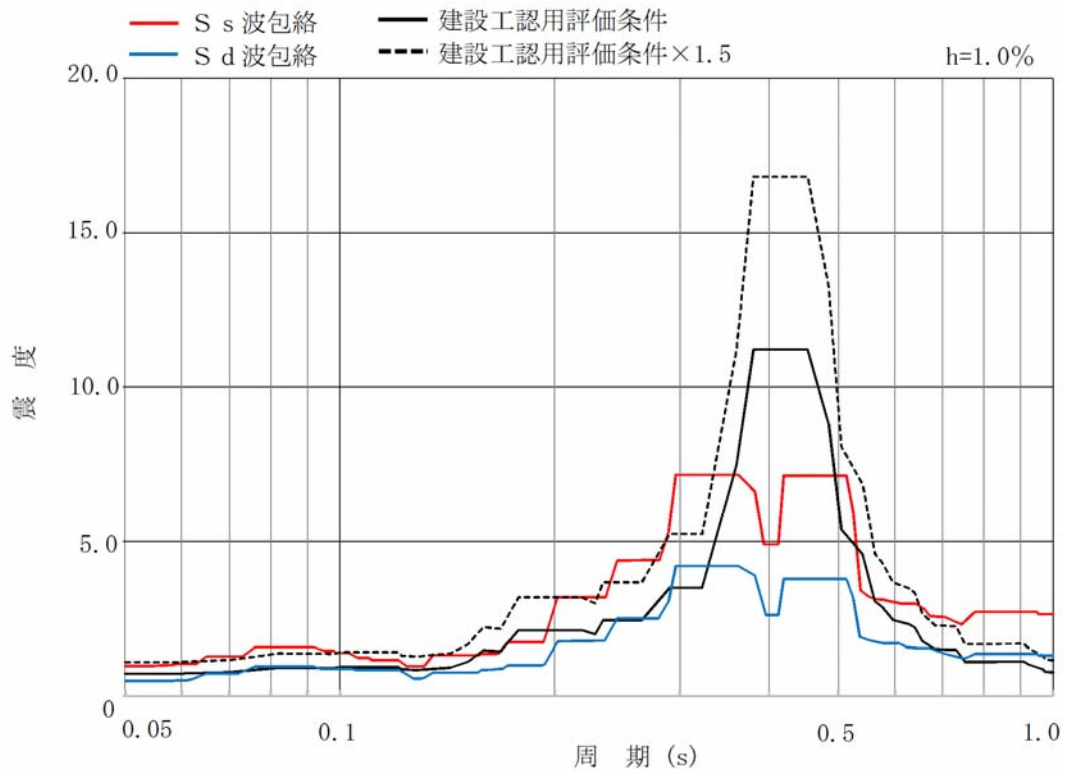
ＥＷ方向

＊：S_S包絡：今回工認における基準地震動S_S８波による最大応答の包絡値
S_d包絡：今回工認における基準地震動S_d８波による最大応答の包絡値
３波包絡：建設工認における設計用地震動３波による最大応答の包絡値
静的地震力：建設工認における静的地震力

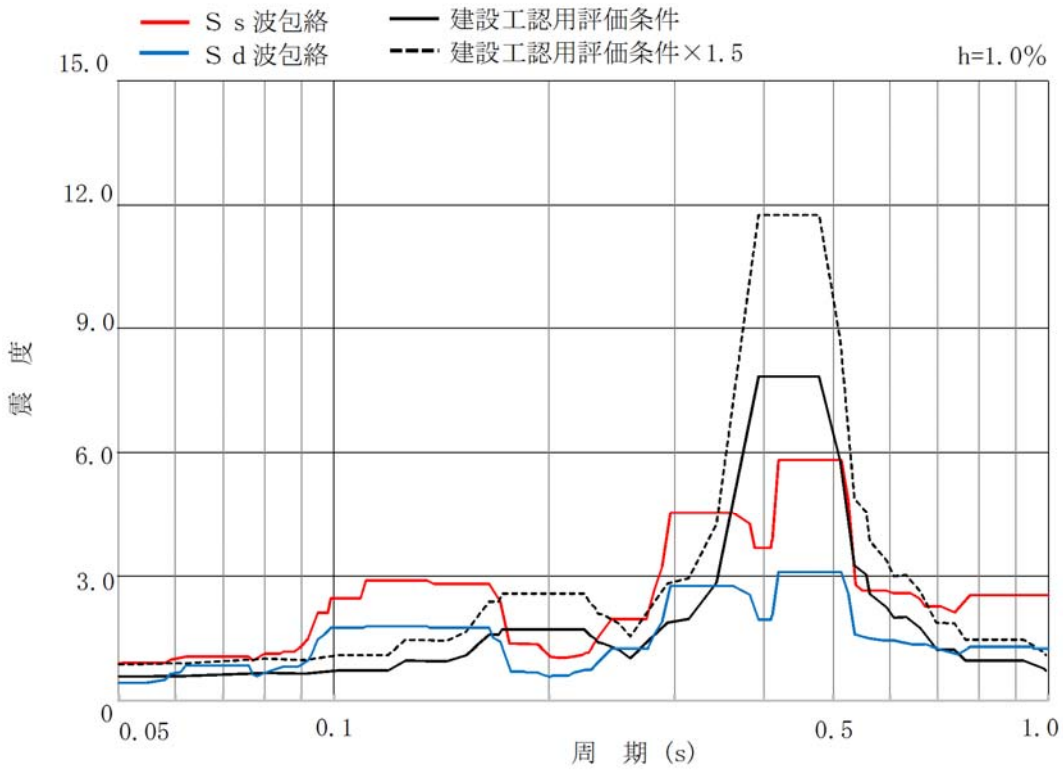
第２図　原子炉建屋における最大応答せん断力の比較



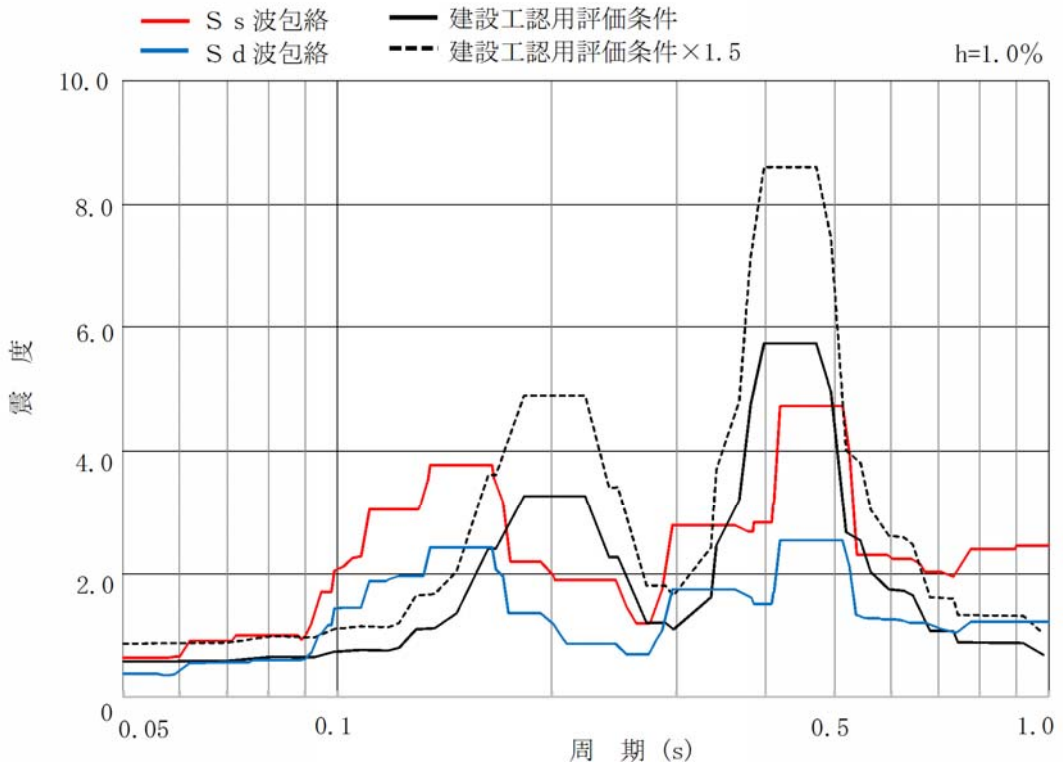
第３図(1)　床応答曲線の比較（原子炉建屋　EL.＋46.5m）



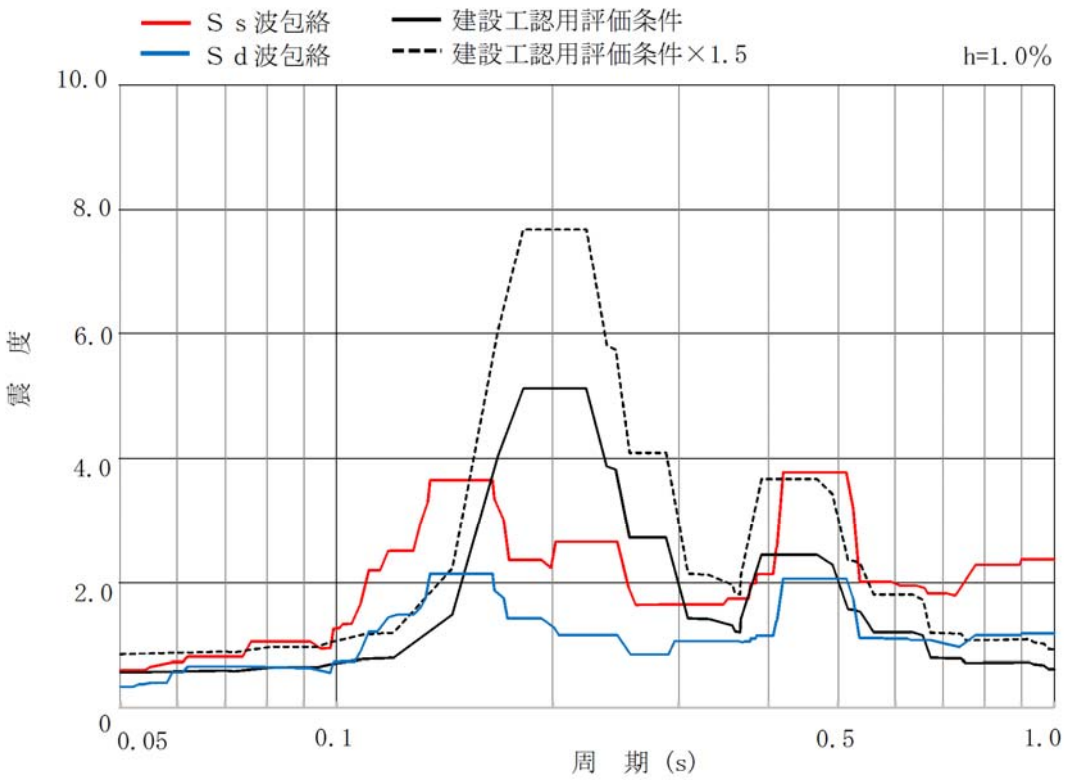
第３図(2)　床応答曲線の比較（原子炉建屋　EL.　＋34.7m）



第３図(3)　床応答曲線の比較（原子炉建屋　EL. ＋20.3m）



第３図(4)　床応答曲線の比較（原子炉建屋　EL. ＋8.2m）



第３図(5)　床応答曲線の比較（原子炉建屋　EL.-4.0m）

既工認での適用例を確認する他プラントについて

1. はじめに

既工認との手法の相違点の整理において，今回工認に適用する評価手法が既工認で適用した評価手法と異なる場合，他プラント既工認での適用実績を確認することとし，東海第二発電所（以下本項では「東海第二」と略す。）では，以下に示す項目を除いて基本的に平成１８年９月の耐震設計審査指針改訂後のプラントとして大間１号炉を比較対象としている。

一方で，大間１号炉はＡＢＷＲであり，炉型として大きく異なる原子炉格納容器及びその他関連設備については，その参照を適切に考慮する必要がある。このため，既工認での適用例を参照するプラントについて整理する。

2. 他プラントでの適用例を参照するプラント及びその説明

原子炉格納容器及びその他関連設備について，東海第二における既工認の手法と今回工認の手法との相違点に対して，他プラントでの適用例を参考とする項目を記載するとともに，参照するプラント名及びその説明を第１表に整理した。

第１表　原子炉格納容器及びその他関連設備において参照するプラント及びその説明

No.	評価対象項目	他プラントでの適用例を参考する項目		参照するプラント	説　明
原子炉格納容器					
1	ドライウェル	応答解析	解析モデル（鉛直）	美浜３号	東海第二の鉛直方向の原子炉格納容器本体（ドライウェル部）の地震力を算定するにあたって，原子炉格納容器を多質点系モデルにモデル化し，建屋と大型機器系を連成させた地震応答解析（以下「建屋－機器連成解析」という。）を実施する。 参照するプラントとしては，東海第二と同様に鋼製格納容器を多質点系モデルにモデル化している美浜３号としている。
			減衰定数（鉛直）	美浜３号	東海第二の建屋－機器連成解析に用いる原子炉格納容器の鉛直方向の減衰定数として，溶接構造物の１％を適用する。 参照するプラントとしては，東海第二と同様に鋼製格納容器であり鉛直方向の減衰定数として，１％を適用している美浜３号としている。
		応力解析	－	－	－
2	サプレッション・チェンバ	応答解析	解析モデル（鉛直）	美浜３号	東海第二の鉛直方向の原子炉格納容器本体（サプレッション・チェンバ部）の地震力を算定するにあたって，原子炉格納容器を多質点系モデルにモデル化し，建屋－機器連成解析を実施する。 参照するプラントとしては，東海第二と同様に鋼製格納容器を多質点系モデルにモデル化している美浜３号としている。
			減衰定数（鉛直）	美浜３号	東海第二の建屋－機器連成解析に用いる原子炉格納容器の鉛直方向の減衰定数として，溶接構造物の１％を適用する。 参照するプラントとしては，東海第二と同様の鋼製格納容器であり鉛直方向の減衰定数として，１％を適用している美浜３号としている。
		応力解析	－	－	－

No.	評価対象項目	他プラントでの適用例を参考する項目		参照するプラント	説　明
3	上部シアラグ及びスラビライザ	応答解析	解析モデル（鉛直）	美浜３号	東海第二の上部シアラグが取り付く原子炉格納容器本体の評価に際して，当該箇所の鉛直方向の地震力を算定する。地震力の算定にあたっては，原子炉格納容器を多質点系モデルにモデル化し，建屋－機器連成解析を実施する。 参照するプラントとしては，東海第二と同様に鋼製格納容器を多質点系モデルにモデル化している美浜３号としている。
			減衰定数（鉛直）	美浜３号	東海第二の建屋－機器連成解析に用いる原子炉格納容器の鉛直方向の減衰定数として，溶接構造物の１％を適用する。 参照するプラントとしては，東海第二と同様の鋼製格納容器であり鉛直方向の減衰定数として，１％を適用している美浜３号としている。
		応力解析	解析手法	柏崎刈羽５号	原子炉格納容器構造（MARK－Ⅱ型）が同じ柏崎刈羽５号を参照する。
			解析モデル	柏崎刈羽５号	同上
4	下部シアラグとダイヤフラムブラケット	応答解析	解析モデル（鉛直）	美浜３号	東海第二の下部シアラグが取り付く原子炉格納容器本体の評価に際して，当該箇所の鉛直方向の地震力を算定する。地震力の算定にあたっては，原子炉格納容器を多質点系モデルにモデル化し，建屋－機器連成解析を実施する。 参照するプラントとしては，東海第二と同様に鋼製格納容器を多質点系モデルにモデル化している美浜３号機としている。
			減衰定数（鉛直）	美浜３号	東海第二の建屋－機器連成解析に用いる原子炉格納容器の鉛直方向の減衰定数として，溶接構造物の１％を適用する。 参照するプラントとしては，東海第二と同様の鋼製格納容器であり鉛直方向の減衰定数として，１％を適用している美浜３号としている。
		応力解析	解析手法	柏崎刈羽５号	原子炉格納容器構造（MARK－Ⅱ型）が同じ柏崎刈羽５号を参照する。
			解析モデル	柏崎刈羽５号	同上

No.	評価対象項目	他プラントでの適用例を参考する項目		参照するプラント	説　明
5	胴アンカー部	応答解析	解析モデル（鉛直）	美浜３号	東海第二の鉛直方向の原子炉格納容器本体底部の地震力を算定するにあたって，原子炉格納容器を多質点系モデルにモデル化し，建屋と大型機器系を連成させた地震応答解析（以下「建屋－機器連成解析」という。）を実施する。 参照するプラントとしては，東海第二と同様に鋼製格納容器を多質点系モデルにモデル化している美浜３号としている。
			減衰定数（鉛直）	美浜３号	東海第二の建屋－機器連成解析に用いる原子炉格納容器の鉛直方向の減衰定数として，溶接構造物の１％を適用する。 参照するプラントとしては，東海第二と同様の鋼製格納容器であり鉛直方向の減衰定数として，１％を適用している美浜３号としている。
		応力解析	－	－	－
6	イクイプメントハッチ	応答解析	－	－	－
		応力解析	解析手法	大間１号	鋼製円筒状である基本構造は同じであることから，大間１号を参照する。 また，大間 1 号はコンクリート製格納容器であるが，鋼板を介してハッチを取り付けており，東海第二発電所と同様の形状を有している。
			解析モデル	大間１号	同上
7	パーソナルエアロック	応答解析	－	－	－
		応力解析	解析手法	大間１号	鋼製円筒状である基本構造は同じであることから，大間１号を参照する。 また，大間 1 号はコンクリート製格納容器であるが，鋼板を介してエアロックを取り付けており，東海第二発電所と同様の形状を有している。
			解析モデル	大間１号	同上
8	サプレッション・チェンバアクセスハッチ	応答解析	－	－	－
		応力解析	解析手法	大間１号	鋼製円筒状である基本構造は同じであることから，大間１号を参照する。 ただし，大間１号炉のサプレッション・チェンバ用のアクセスハッチはコンクリート構造物に直接取り付く構造であるため，当該部の評価は，類似設備として機器搬入用のハッチを参照する。
			解析モデル	大間１号	同上

No.	評価対象項目	他プラントでの適用例を参考する項目		参照するプラント	説　明
9	配管貫通部	応答解析	減衰定数（配管反力）	大間１号	配管貫通部に発生する反力を算定するための配管解析であり，配管設計は炉型に関係なく同様にあるため大間１号を参照する。
		応力解析	解析手法	東通１号	配管貫通部の構造は，鋼製格納容器プラントでは同一構造であるため，最新プラントである東通１号を参照する。
			解析モデル	東通１号	同上
10	電気配線貫通部	応答解析	解析手法	福島第一４号 (H22 年改造工認)	東海第二発電所と同手法*を適用した実績を有する当該プラントを参照する。 ＊ 電気配線貫通部に発生する地震外力を用いたＦＥＭ解析の実施
			解析モデル	福島第一４号 (H22 年改造工認)	同上
			減衰定数	福島第一４号 (H22 年改造工認)	同上
		応力解析	解析手法	福島第一４号 (H22 年改造工認)	東海第二発電所と同手法*を適用した実績を有する当該プラントを参照する。 ＊ 電気配線貫通部に発生する地震外力を用いたＦＥＭ解析の実施
			解析モデル	福島第一４号 (H22 年改造工認)	同上

No.	評価対象項目	他プラントでの適用例を参考する項目		参照するプラント	説　明
圧力低減装置その他関連の安全設備					
11	ダイヤフラム・フロア	応答解析	解析モデル（鉛直）（設置位置の応答加速度算出）	大飯３，４号	東海第二のダイヤフラム・フロアの評価に際しては，当該設備の設置位置として原子炉本体の基礎及び原子炉建屋基礎版上の鉛直方向加速度を用いる。原子炉本体の基礎の鉛直方向加速度の算定にあたっては，多質点系モデルにモデル化し，建屋－機器連成解析を実施する。なお，原子炉建屋基礎版上の鉛直方向加速度は，原子炉建屋の地震応答解析結果を用いる（別途整理済み）。 参照するプラントとしては，東海第二と同様の鉄筋コンクリートを多質点系モデルにモデル化している大飯３，４号としている。
			減衰定数（鉛直）	大飯３，４号	東海第二の建屋－機器連成解析に用いる原子炉本体の基礎の鉛直方向の減衰定数として，鉄筋コンクリートの５％を適用する。 参照するプラントとしては，東海第二と同様の鉄筋コンクリートの鉛直方向の減衰定数として，５％を適用している大飯３，４号としている。
		応力解析	－	－	－
12	ベント管	応答解析	解析手法	柏崎刈羽５号	原子炉格納容器構造（MARK－Ⅱ型）が同じ柏崎刈羽５号を参照する。
			解析モデル	柏崎刈羽５号	同上
		応力解析	－	－	－
13	格納容器スプレイヘッダ	応答解析	減衰定数（鉛直）	大間１号	一般的な配管解析であるため，大間１号を参照する。
		応力解析	－	－	－

別紙－２

東海第二発電所

原子炉建屋の地震応答解析モデルについて
（耐震）

1.　はじめに

本資料は，今後申請する東海第二発電所の補正工認（以下「今回工認」という。）に提出する予定の原子炉建屋の地震応答解析について纏めたものである。

まず，東北地方太平洋沖地震のシミュレーション解析の結果を踏まえて今回工認に用いる地震応答解析モデルを設定し，次に設定したモデルを用いた基準地震動Ｓ$_s$に対する地震応答解析結果を示し，原子炉建屋の耐震健全性を説明するものである。

2.　原子炉建屋の概要

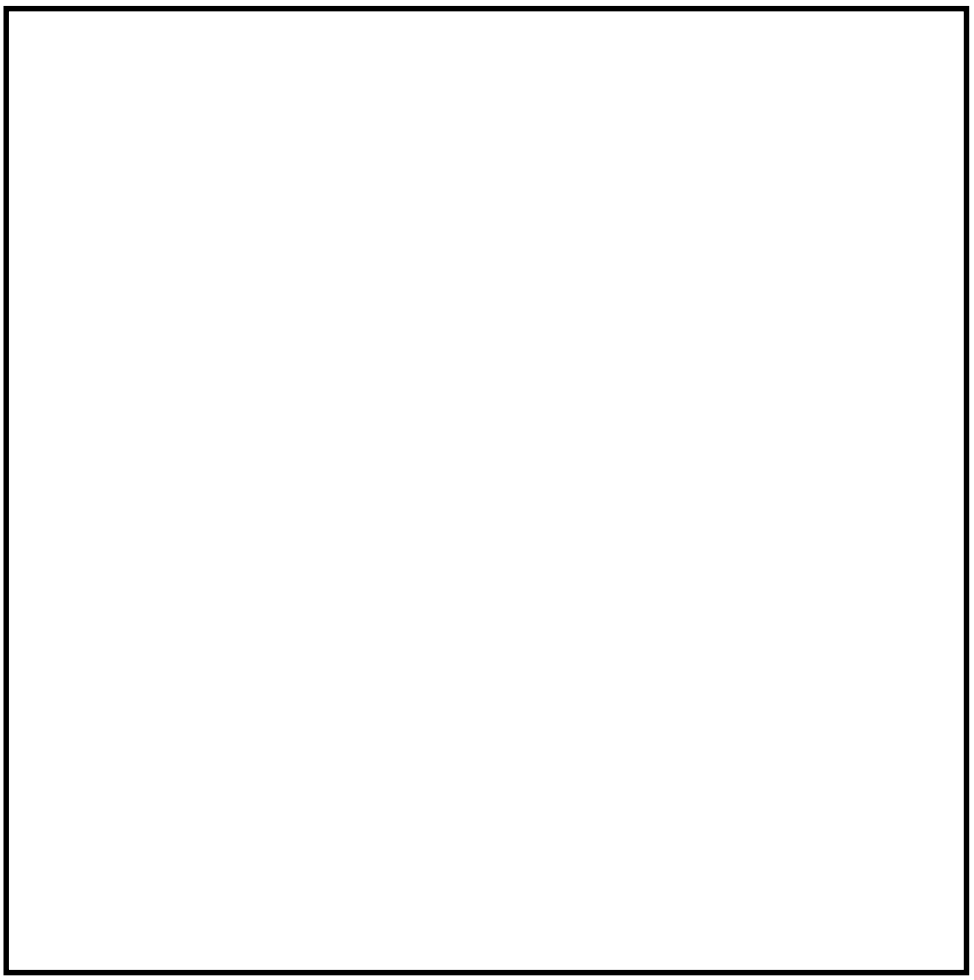
2.1　原子炉建屋の概要

原子炉建屋は，地下2階，地上6階の鉄筋コンクリート造の建物である。

建物の中央部には原子炉格納容器を収納する原子炉棟があり，その周囲に付属棟を配置している。原子炉建屋の概要を第2－1図及び第2－2図に，使用材料を第2－1表に示す。

原子炉棟と付属棟とは同一基礎スラブ上に設置した一体構造であり，原子炉建屋の平面は，地下部分は約67ｍ×約67ｍ，地上部分は一部を除き約41ｍ×約44 ｍの矩形をしている。基礎底面からの高さは約73 ｍであり，地上高さは約56 ｍである。

原子炉建屋の基礎は，平面が約67ｍ×約67ｍ，厚さ5ｍのべた基礎で，人工岩盤を介して，砂質泥岩である久米層に岩着している。



第２－１図　原子炉建屋の概要（平面図）

第２－２図　原子炉建屋の概要（断面図）

第2－1表　原子炉建屋の使用材料※1

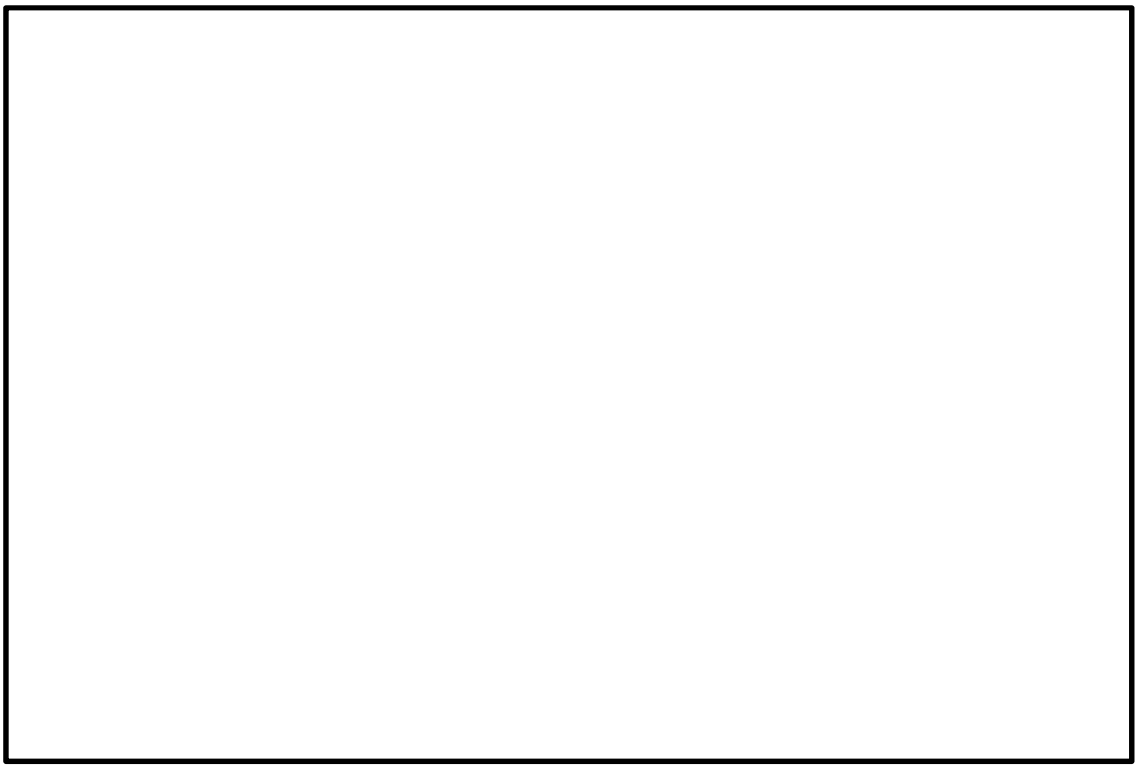
部位	設計基準強度		単位容積重量	ポアソン比	ヤング係数	せん断弾性係数
	Ｆｃ kgf／cm^2	Ｆｃ※2 N／mm^2	γ kN／m^3	ν	E N／mm^2	G N／mm^2
建屋	225	22.1	24.0	0.2	2.21×10^4	9.21×10^3
人工岩盤	140	13.7	23.0	0.2	1.88×10^4	7.83×10^3
鋼材	－	－	77.1	0.3	2.05×10^5	7.9×10^4

※1　使用材料については，「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－（1999)」，「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（2005)」及び「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（2005)」に準拠した。

※2　Ｆｃは9.80665 m／s^{2}を用いて換算した。

2.2　原子炉建屋の位置

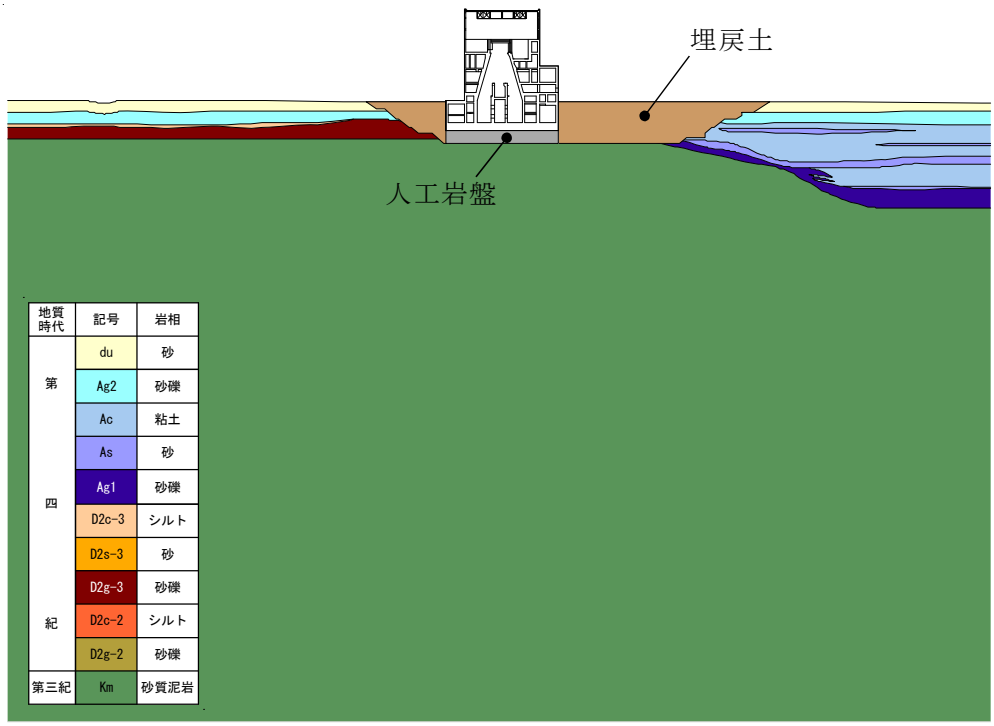
第 2－3 図の構内配置図に原子炉建屋の位置を示す。



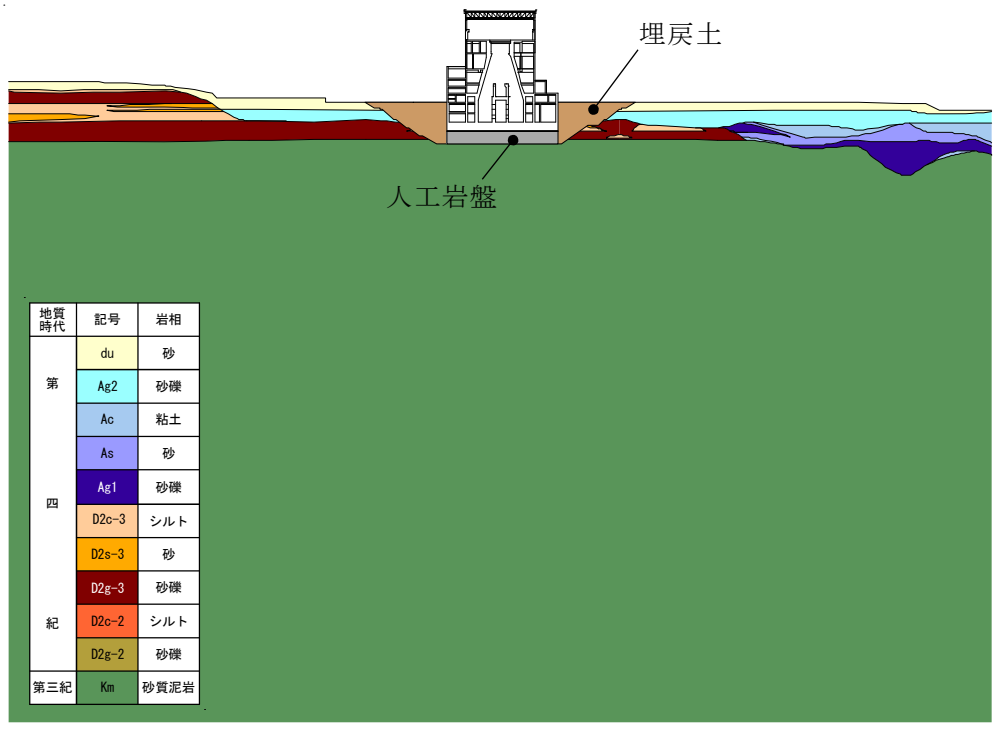
第 2－3 図　構内配置図

2.3　設置地盤の状況

原子炉建屋はコンクリート造の人工岩盤を介して，砂質泥岩である久米層に岩着している。原子炉建屋の設置状況及び埋込み状況を第2－4図の原子炉建屋設置地盤断面図に示す。



（ＮＳ方向）



（ＥＷ方向）

第２－４図　原子炉建屋設置地盤断面図

3.　原子炉建屋の地震応答解析モデルの設定

3.1　目的

今回工認に用いる原子炉建屋の地震応答解析モデルについて検討する。

東海第二発電所原子炉建屋の基礎はコンクリート造の人工岩盤を介して支持地盤である久米層に設置している。また，原子炉建屋の基礎下端はEL. －9 mであり，地表面（EL.＋8 m）から17 m地中に埋め込まれている。

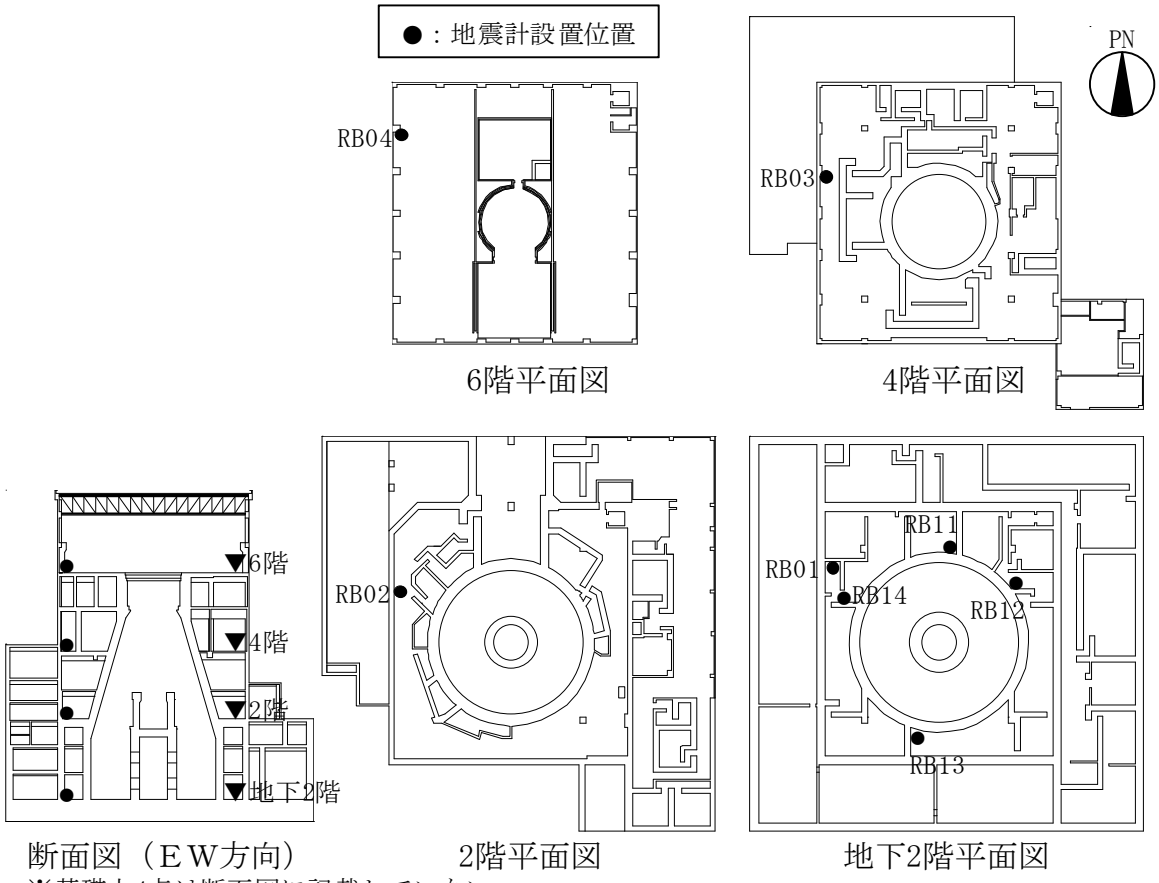
建設当時の工認（以下「既工認」という。）では，原子力発電所耐震設計技術指針ＪＥＡＧ4601-1987〔社団法人日本電気協会〕(以下「ＪＥＡＧ4601-1987」という。）制定前であったため，解放基盤表面という概念が無く，地盤応答解析を介さずに人工岩盤下端に設計波を直接入力していた。そのため人工岩盤を建屋モデル側にモデル化し，建屋と側面地盤の相互作用は考慮していなかった。

今回工認の地震応答解析モデルを検討するにあたり,「ＪＥＡＧ4601-1987」及び原子力発電所耐震設計技術指針ＪＥＡＧ4601-1991 追補版〔社団法人日本電気協会〕（以下「ＪＥＡＧ4601-1991 追補版」という。）には，基礎底面の人工岩盤のモデル化方法及び側面回転地盤ばねの扱いについて明確に表記されていないため，2011年3月11日東北地方太平洋沖地震（以下「東北地方太平洋沖地震」という。）時の観測記録を用いたシミュレーション解析を行い，人工岩盤のモデル化の影響と建屋と側面地盤との相互作用の影響評価を行い，これらの工認上の扱いを検討する。

3.2　原子炉建屋内の地震計設置位置

原子炉建屋には，地震時の基本的な振動性状を把握する目的で偶数階に各階 1 台の地震計を設置している。また，基礎上(地下 2 階)には更に 4 台の地震計を設置している。

原子炉建屋の地震計設置位置を第 3－1 図に示す。



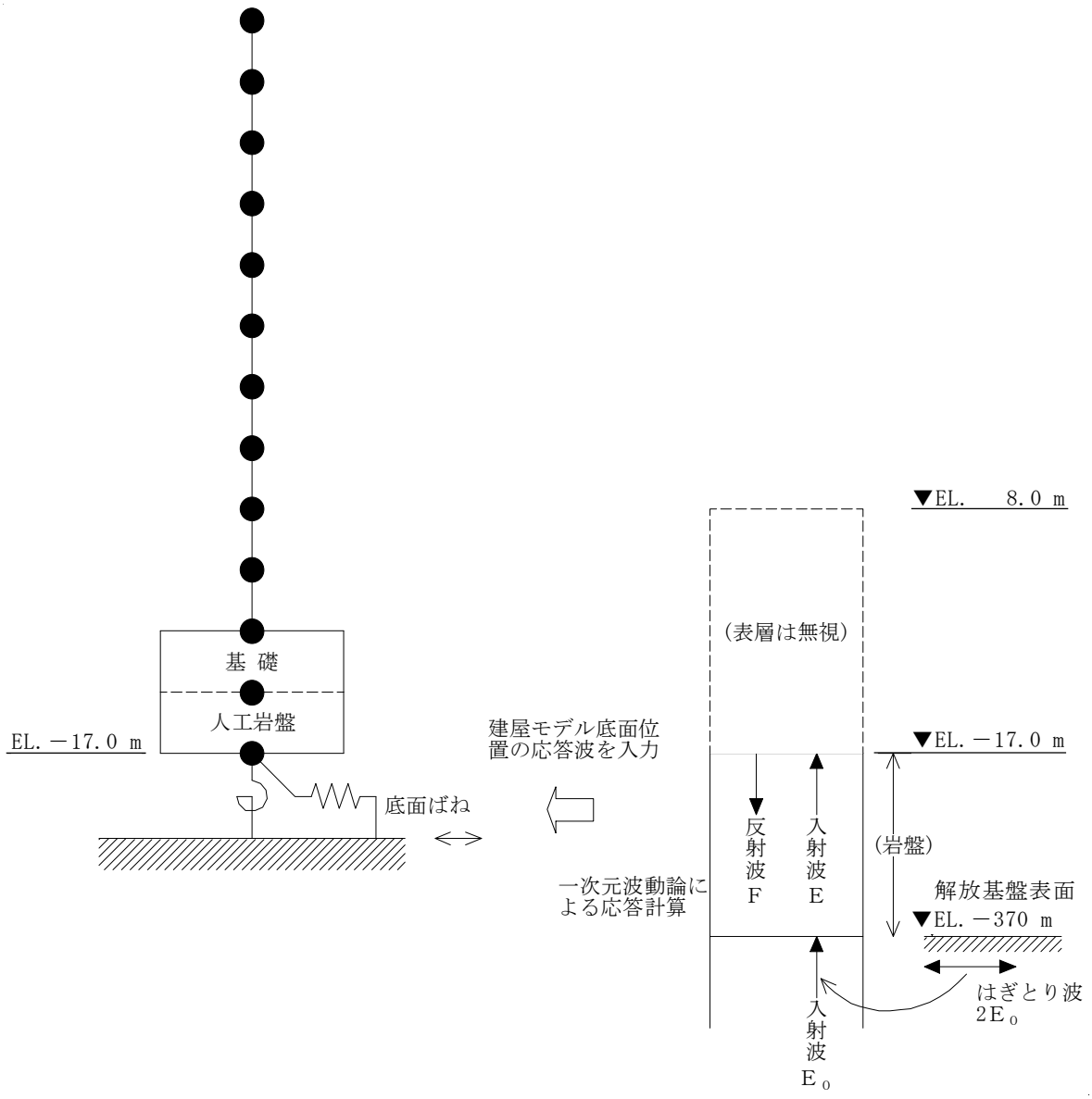
第 3－1 図　原子炉建屋の地震計設置位置

3.3　建屋－地盤動的相互作用の評価法について

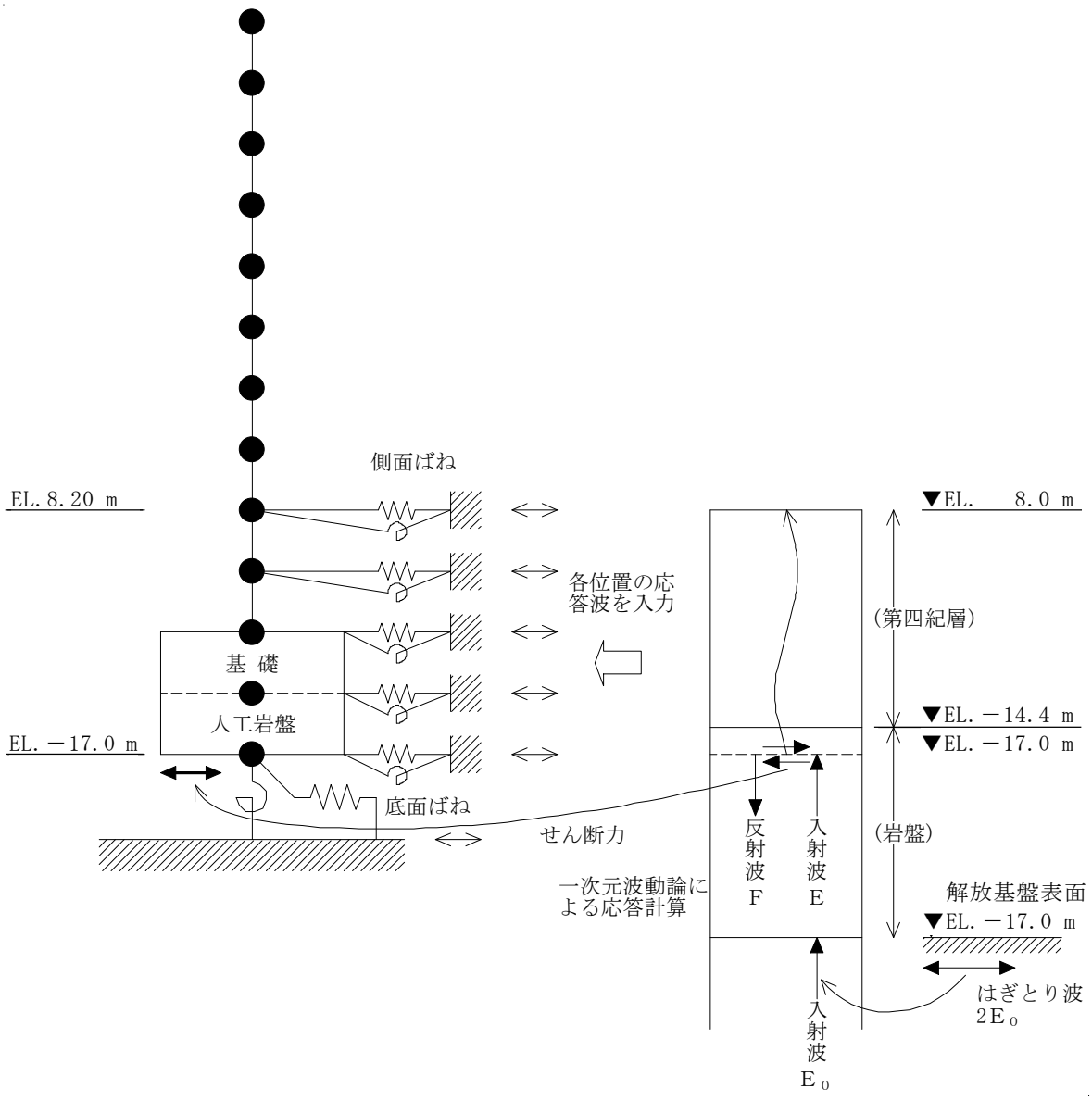
既工認では，埋込み効果を無視した，スウェイ・ロッキングモデル（以下「ＳＲモデル」という。）として，建屋と地盤の相互作用を考慮している。

本資料では，はじめに，既工認に用いたＳＲモデルと側面地盤による回転拘束を含む埋込み効果を考慮した埋込みＳＲモデルを用いて東北地方太平洋沖地震のシミュレーション解析を行い，建屋の振動性状を比較した。解析に用いたＳＲモデルによる地震応答解析の概要を第3－2図に，埋込みＳＲモデルによる地震応答解析の概要を第3－3図に示す。

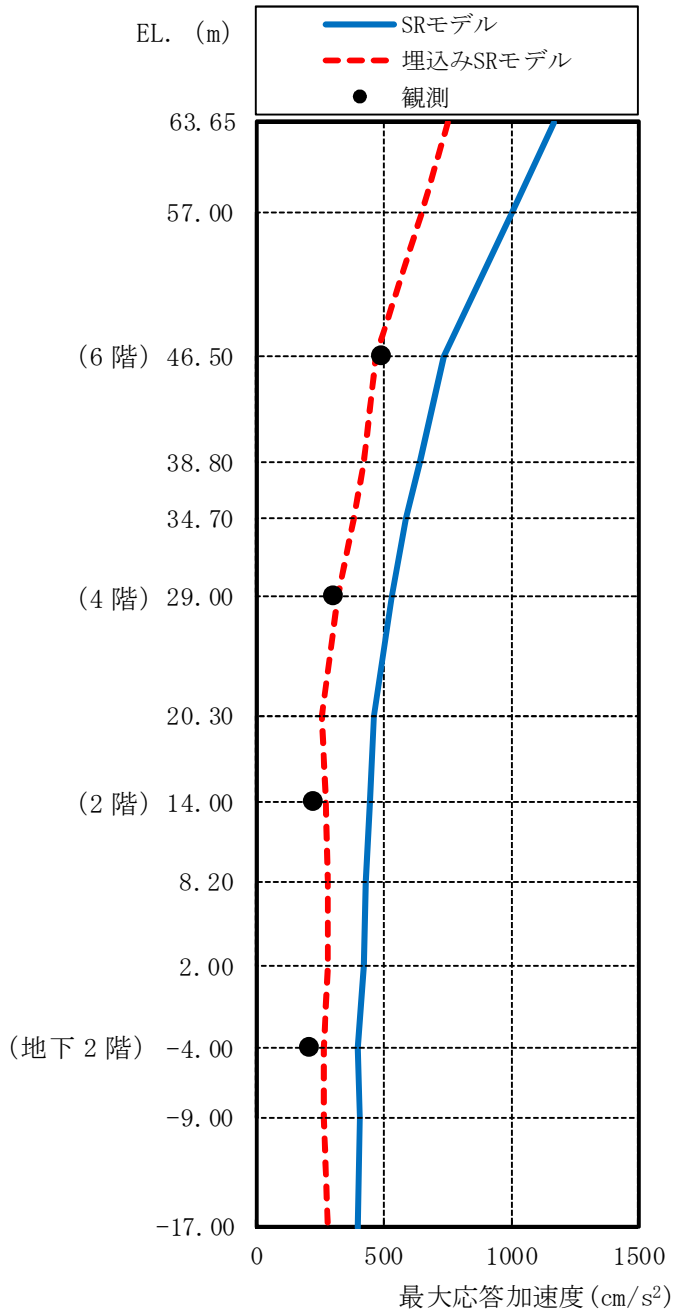
東北地方太平洋沖地震のシミュレーション解析結果として，両者の最大応答加速度分布の比較を第3－4図及び第3－5図に，床応答スペクトルの比較を第3－6図及び第3－7図に示す。これらの解析結果より埋込みＳＲモデルを用いた方が，ＳＲモデルを用いた場合に比べ，観測記録との整合が改善しており，より実状に近い建屋の振動性状を評価できているものと考えられる。



第3－2図　ＳＲモデルによる地震応答解析の概要

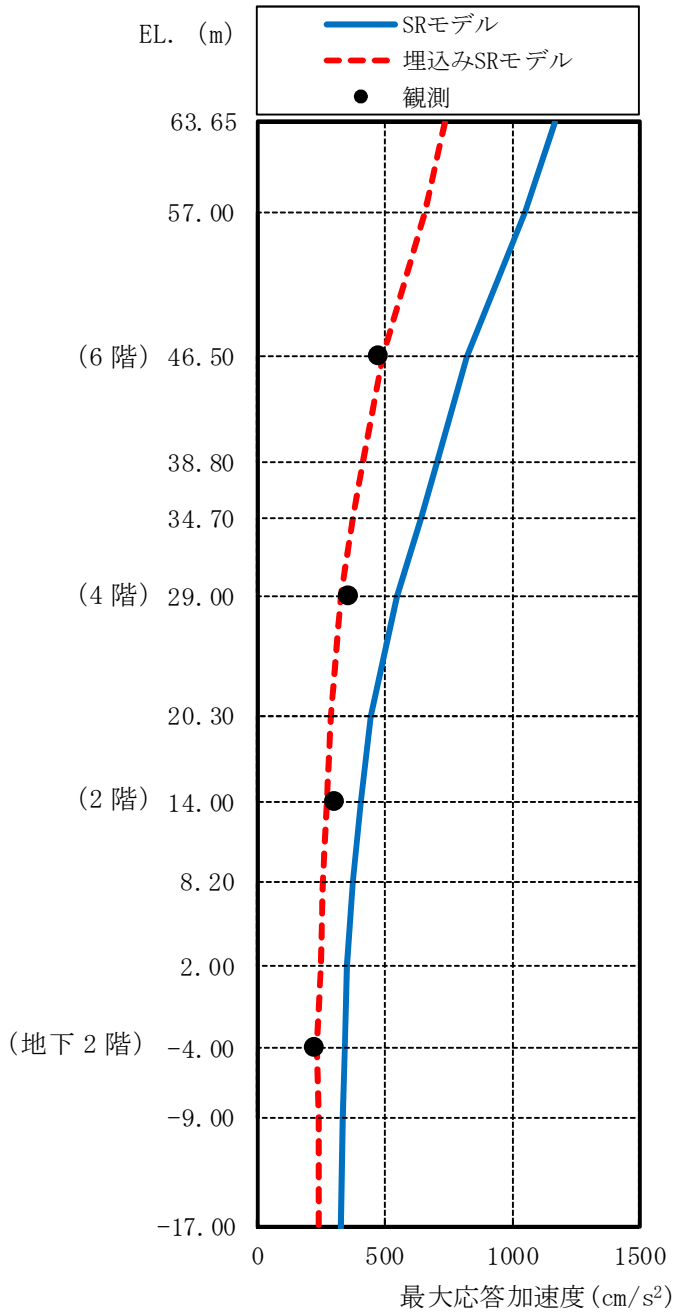


第3－3図　埋込みＳＲモデルによる地震応答解析の概要



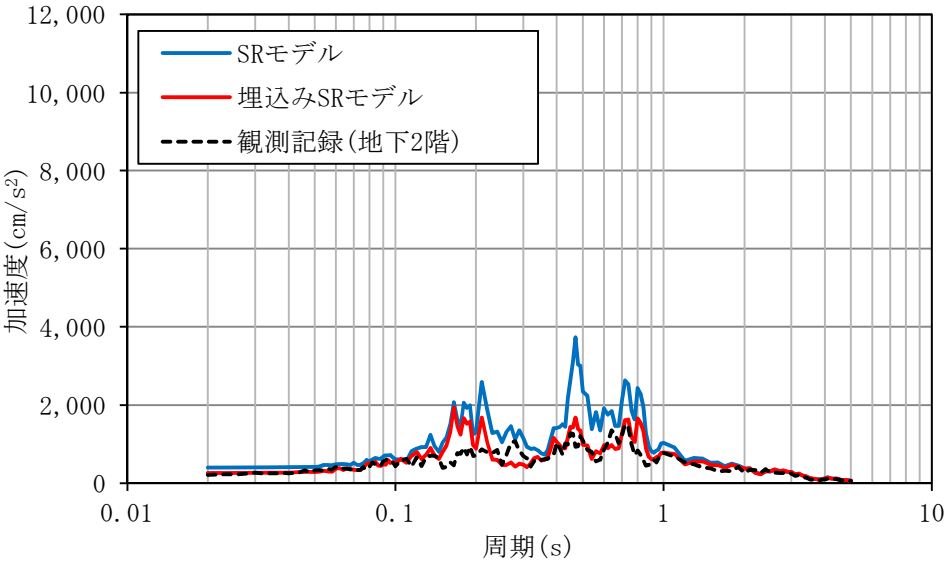
NS方向		
SR	埋込SR	観測
cm/s^2	cm/s^2	cm/s^2
1,167	755	－
1,005	648	－
734	472	492
641	419	－
589	383	－
532	325	301
460	255	－
448	272	225
433	284	－
420	279	－
402	265	214
403	269	－
401	278	－

第 3－4 図　最大応答加速度分布の比較（ＮＳ方向）

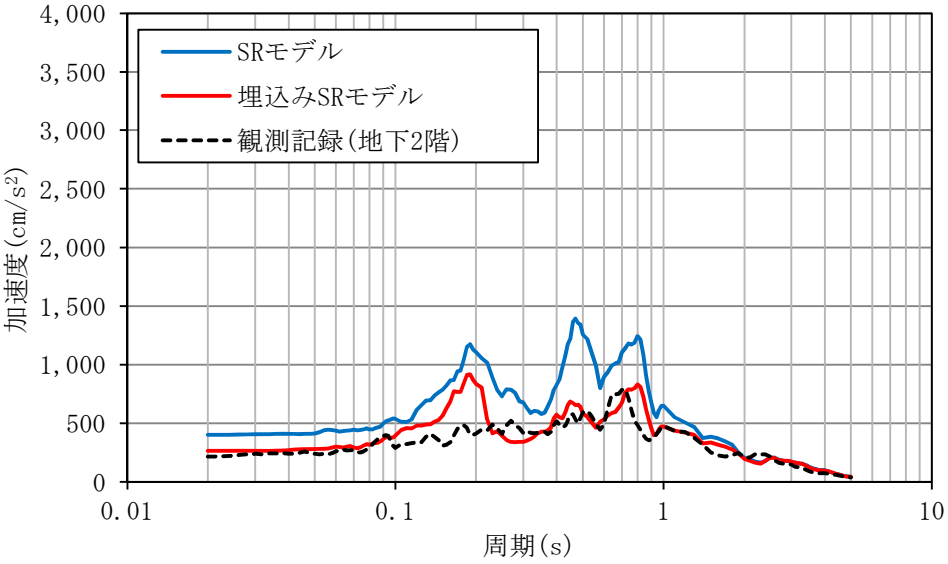


EW方向		
SR	埋込SR	観測
cm/s²	cm/s²	cm/s²
1,170	741	－
1,048	660	－
826	493	481
708	419	－
639	378	－
545	332	361
447	290	－
409	272	306
376	259	－
355	249	－
342	238	225
338	240	－
330	241	－

第 3－5 図　最大応答加速度分布の比較（ＥＷ方向）



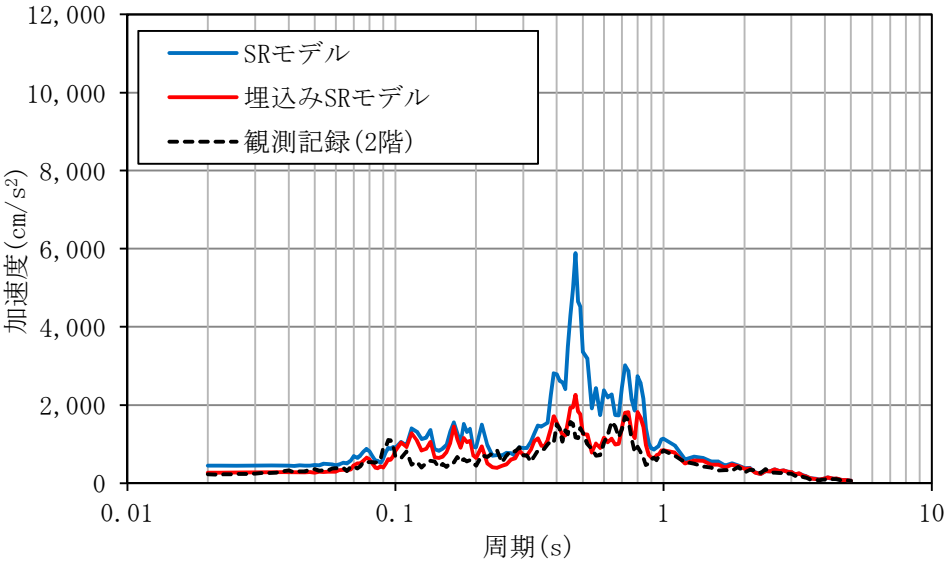
h ＝1%



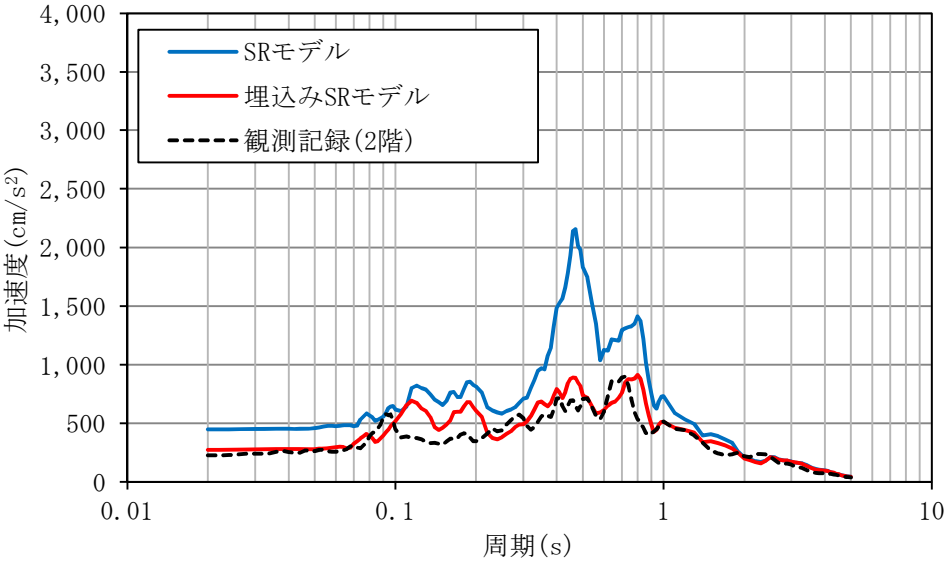
h ＝5%

地下２階

第３－６図（1／4）　床応答スペクトルの比較（ＮＳ方向）



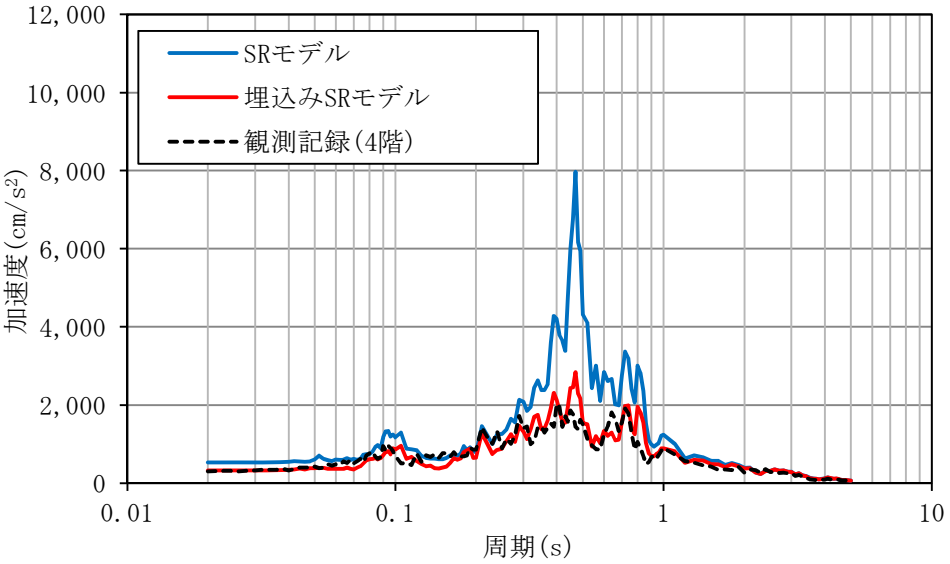
h ＝1%



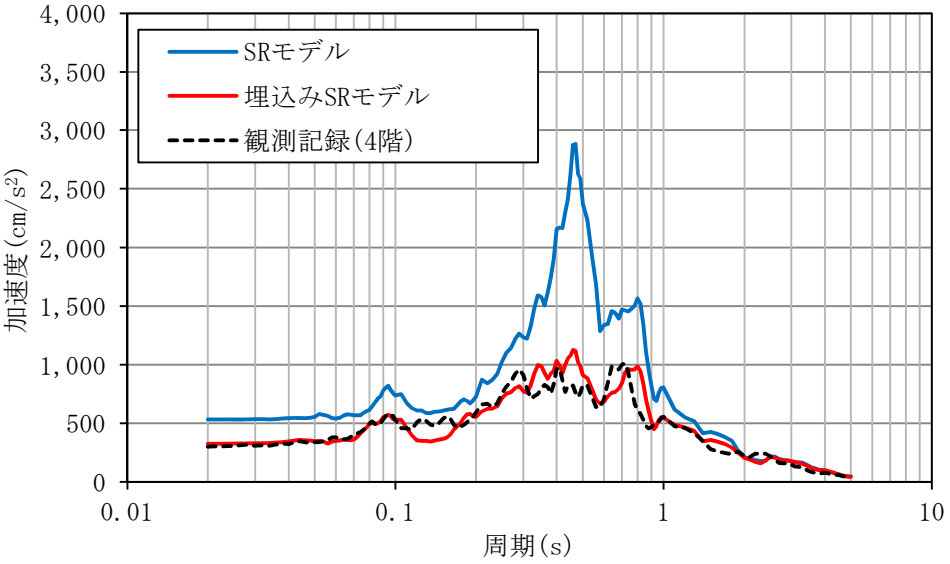
h ＝5%

2 階

第 3－6 図（2／4）　床応答スペクトルの比較（ＮＳ方向）



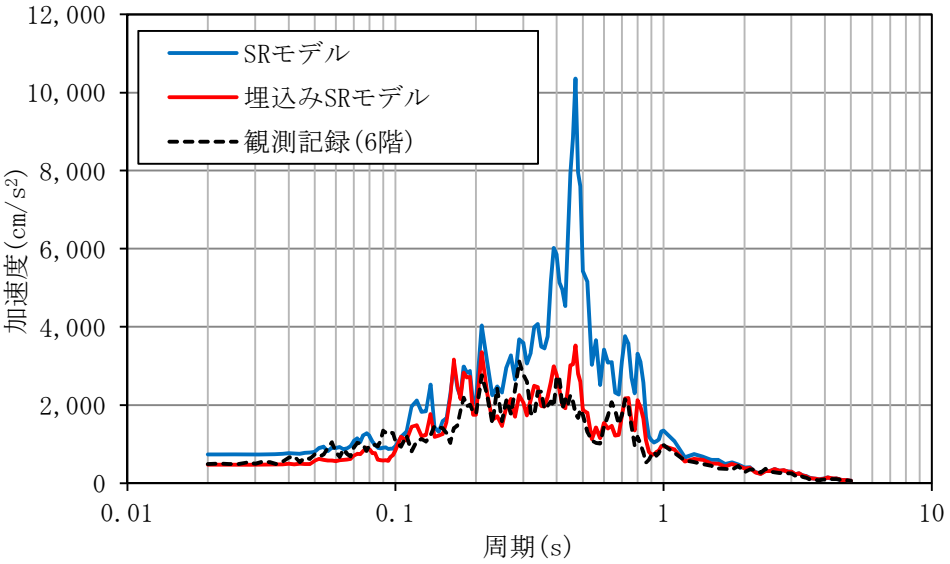
h ＝1%



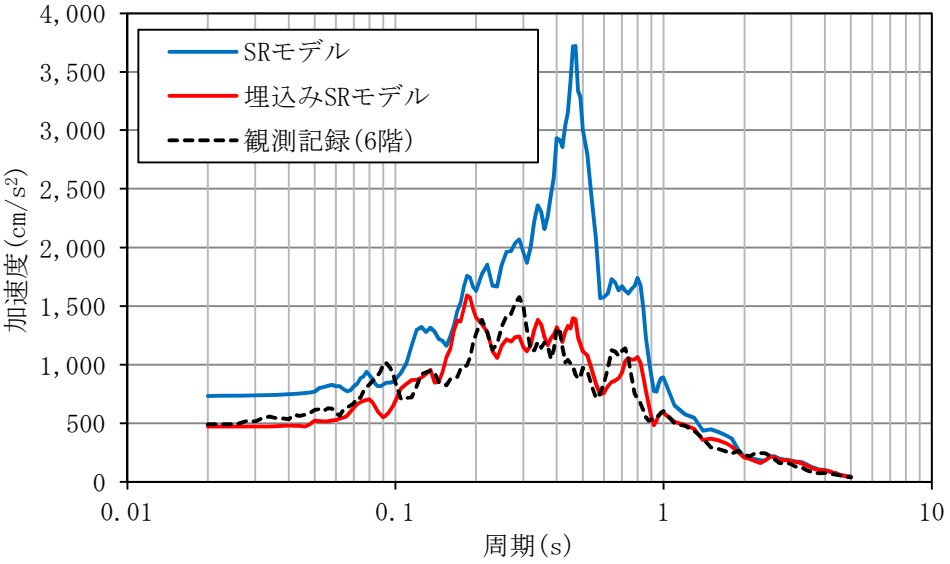
h ＝5%

4 階

第 3－6 図（3／4）　床応答スペクトルの比較（ＮＳ方向）



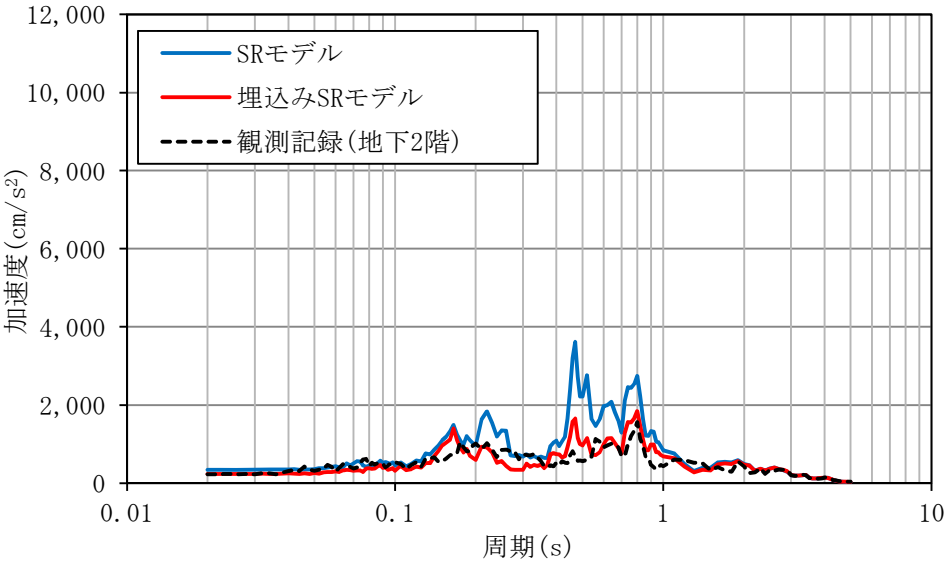
h ＝1%



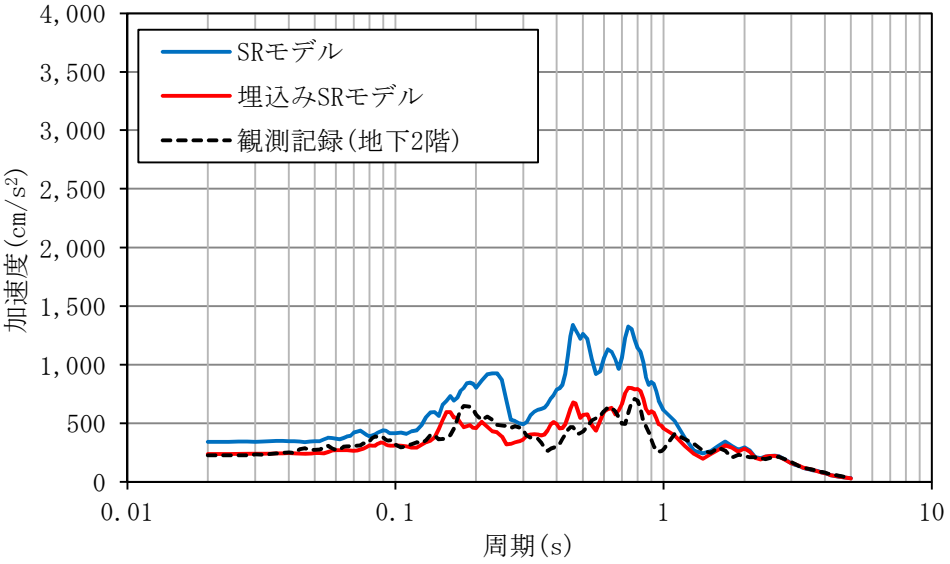
h ＝5%

6 階

第 3－6 図（4／4）　床応答スペクトルの比較（ＮＳ方向）



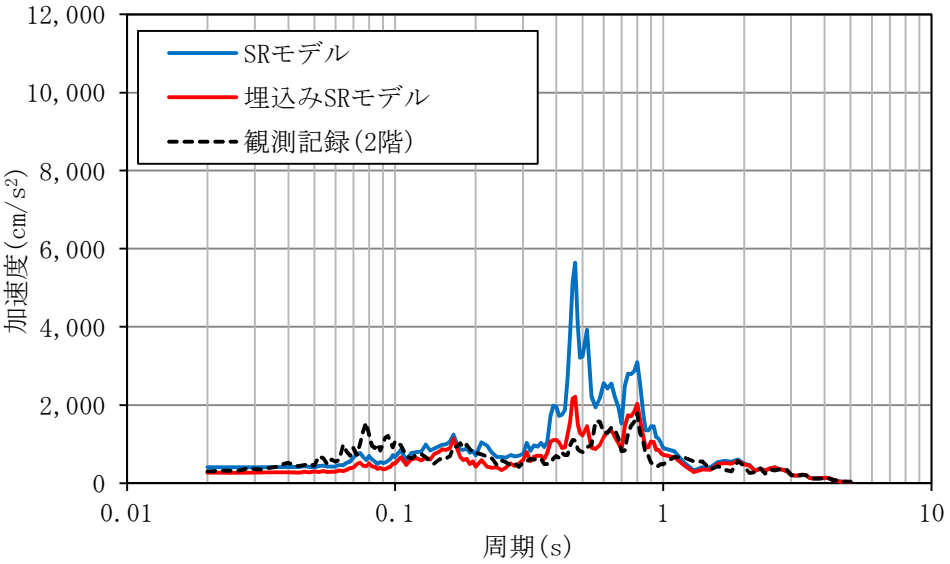
h ＝1%



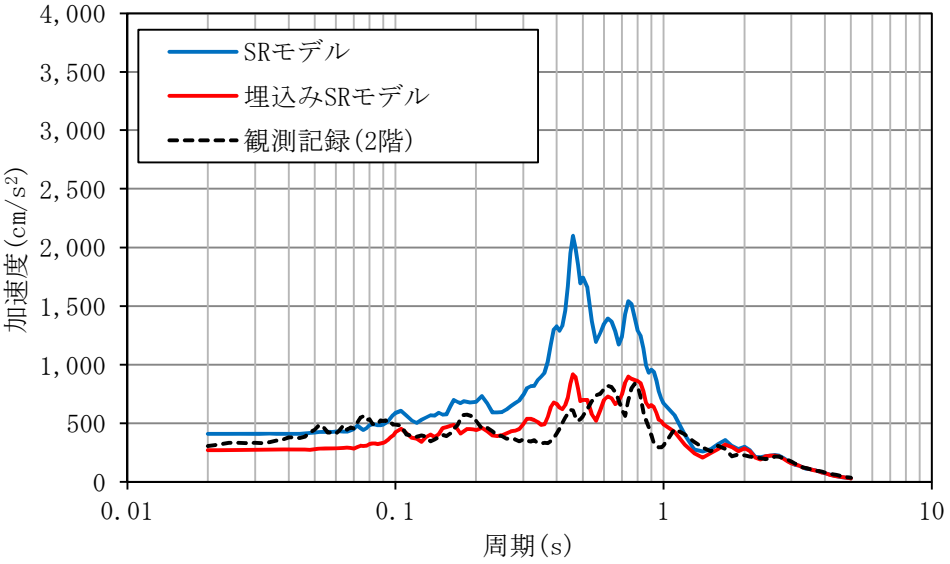
h ＝5%

地下２階

第３－７図（1／4）　床応答スペクトルの比較（ＥＷ方向）



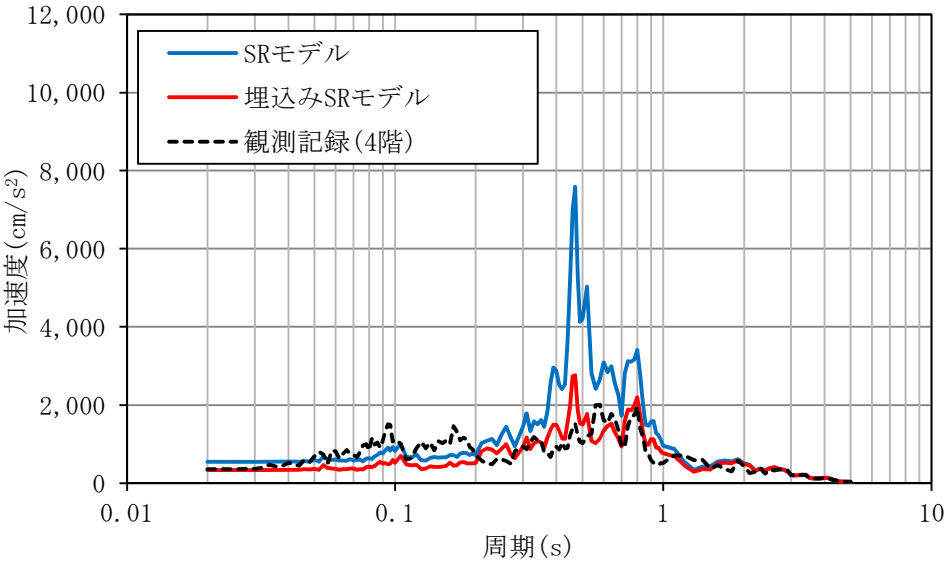
h ＝1%



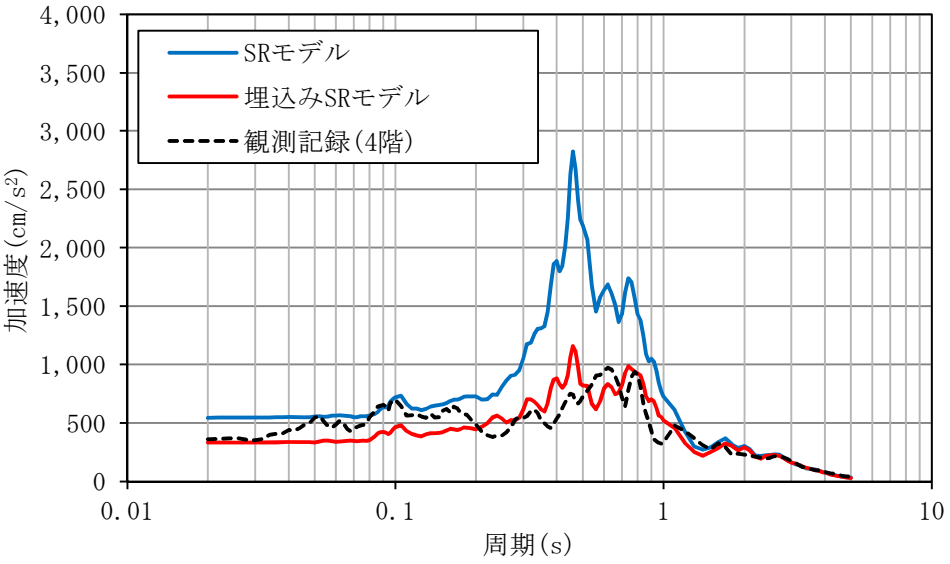
h ＝5%

2 階

第 3－7 図（2／4）　床応答スペクトルの比較（ＥＷ方向）



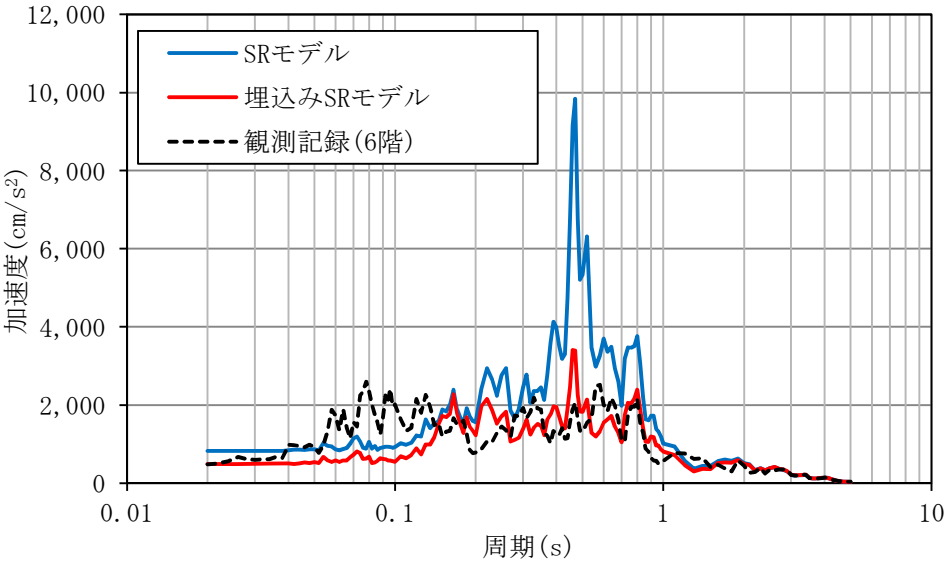
h ＝1%



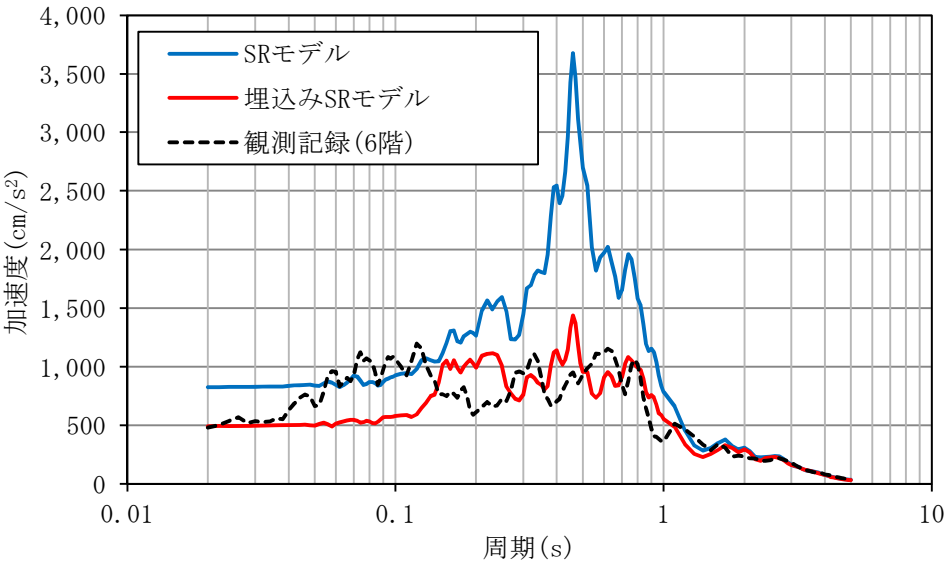
h ＝5%

4 階

第 3－7 図（3／4）　床応答スペクトルの比較（ＥＷ方向）



h ＝1%



h ＝5%

6 階

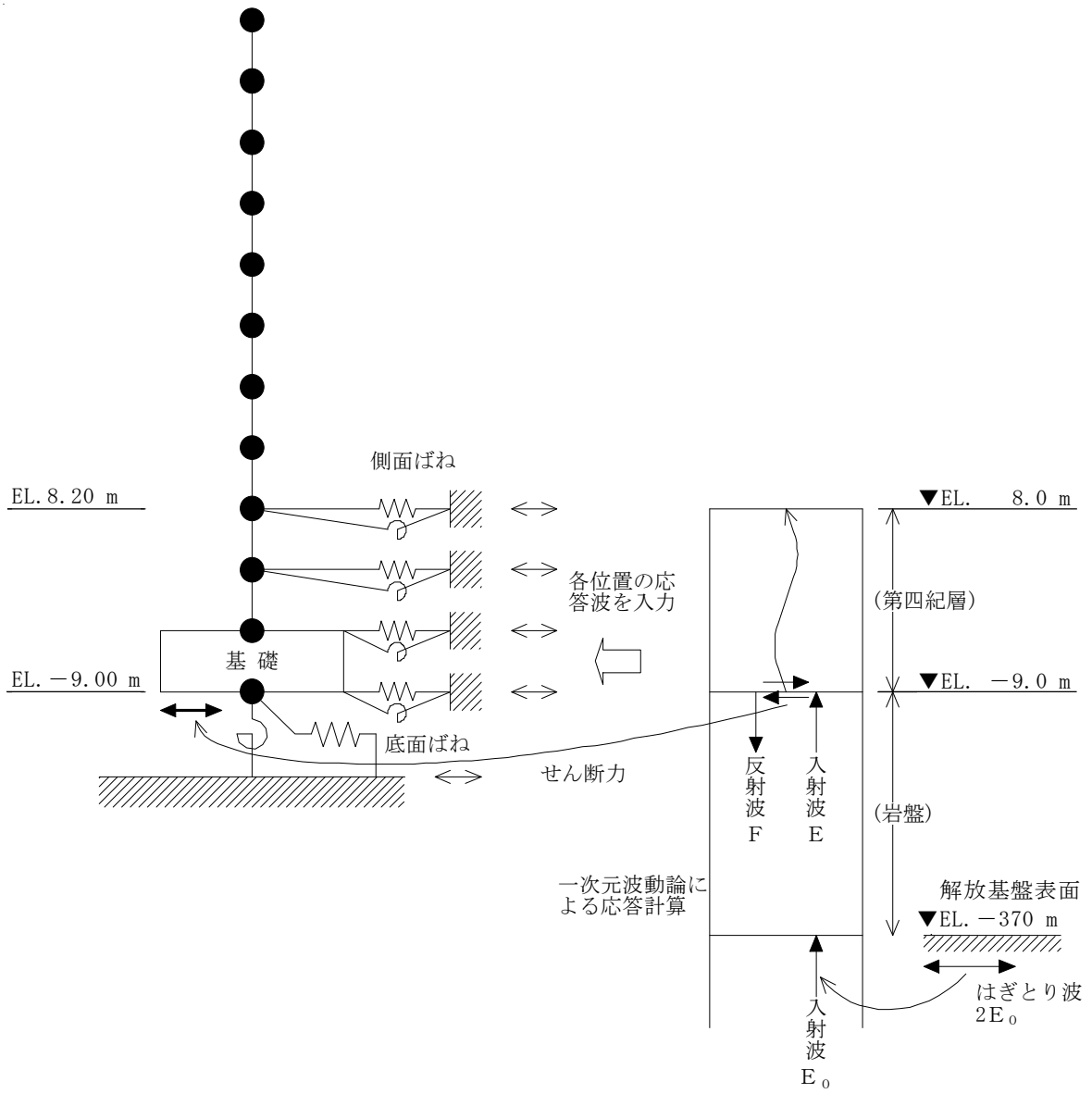
第 3－7 図（4／4）　床応答スペクトルの比較（ＥＷ方向）

3.4　工認上の人工岩盤のモデル化について

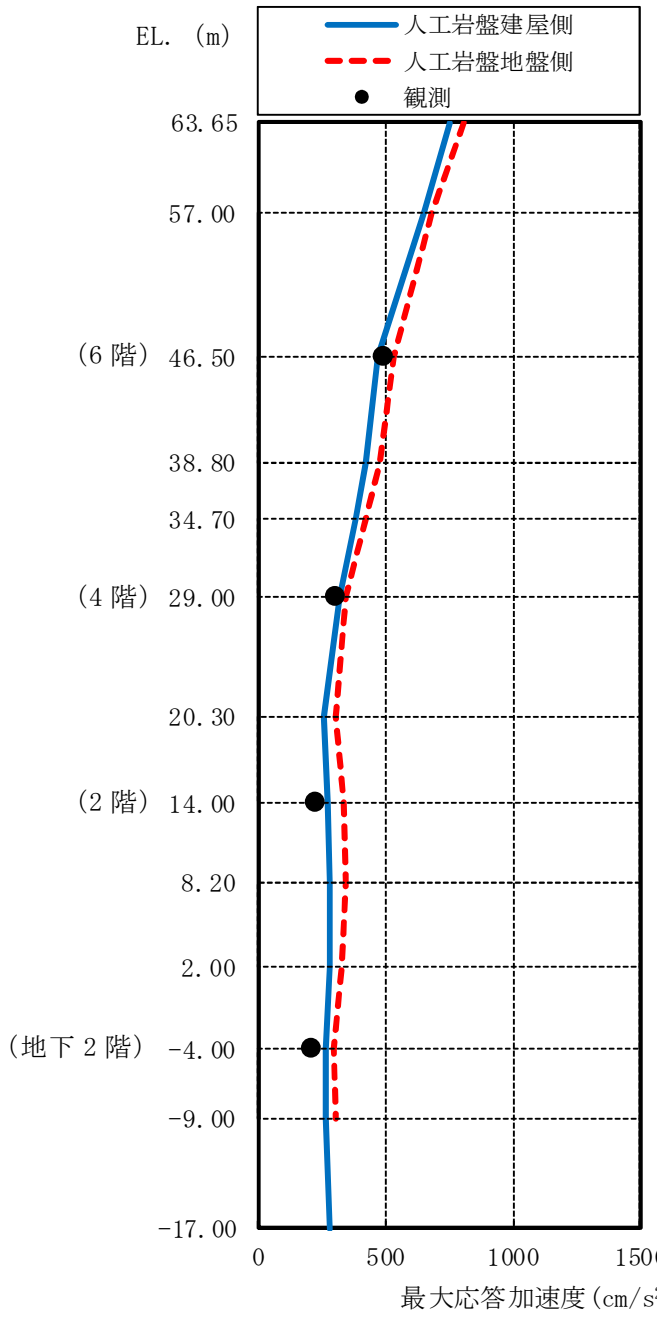
既工認では，人工岩盤を建屋モデル側にモデル化し，地震応答解析を行っていたが，ここでは，人工岩盤を地盤モデル側に岩盤としてモデル化した場合の建屋応答への影響について検討した。

人工岩盤を岩盤としてモデル化した場合の地震応答解析の概要を第3－8図に示す。ここで，基礎底面の地盤ばね及び入力動の算定に用いる地盤モデルは，基礎底面レベルであるEL.－9.0ｍまで砂質泥岩である久米層の物性と同等として設定した。また，比較検討には，前章にも用いた実状に近い建屋の振動性状を評価できている埋込みＳＲモデルを用いた。

東北地方太平洋沖地震のシミュレーション解析結果として最大応答加速度分布の比較を第3－9図及び第3－10図に，床応答スペクトルの比較を第3－11図及び第3－12図に示す。人工岩盤を地盤モデル側に岩盤としてモデル化した場合は，建屋モデル側にモデル化した場合の応答に比べ，概ね同程度であるか一部の周期帯では若干大きくなることが確認できた。そのため今回の工認では，保守的に人工岩盤を地盤モデル側に岩盤としてモデル化する方針とした。

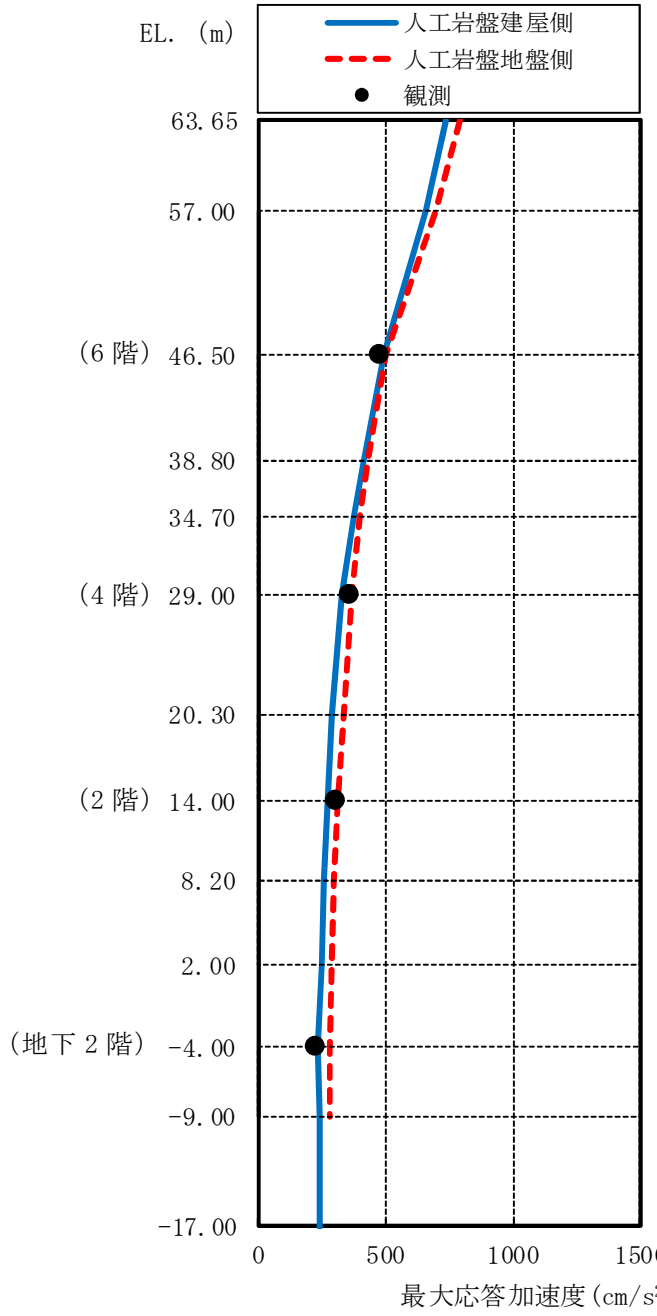


第3－8図　人工岩盤を岩盤としてモデル化した場合の地震応答解析の概要



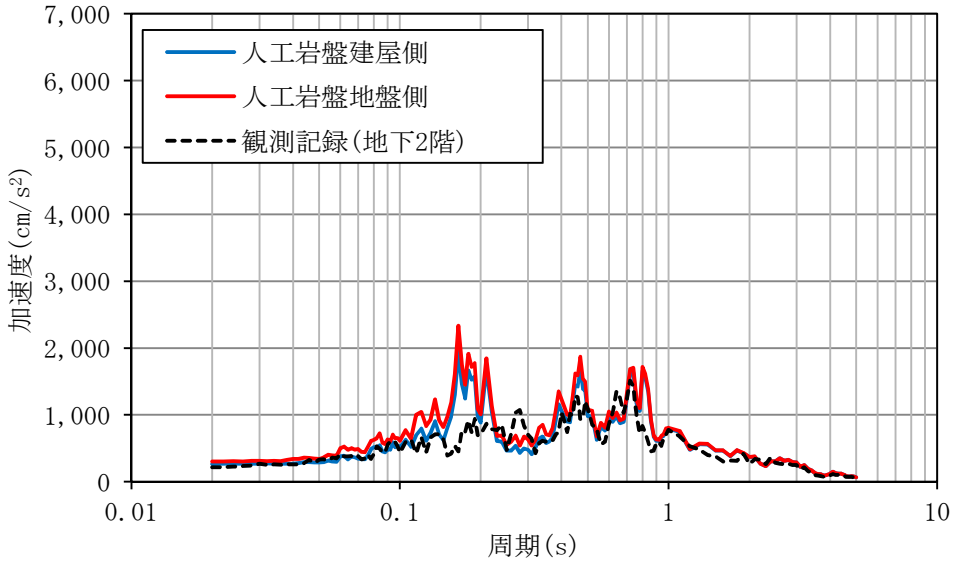
NS方向		
人工岩盤		観測
建屋側	地盤側	
cm/s²	cm/s²	cm/s²
755	811	－
648	686	－
472	532	492
419	476	－
383	421	－
325	343	301
255	306	－
272	338	225
284	344	－
279	329	－
265	301	214
269	307	－
278	－	－

第 3－9 図　最大応答加速度分布の比較（ＮＳ方向）

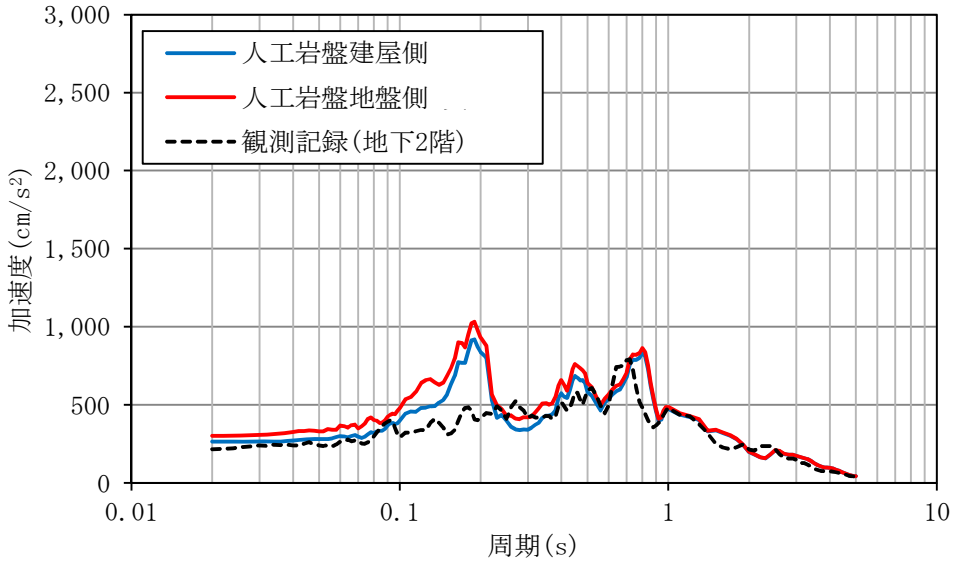


EW方向		
人工岩盤		観測
建屋側	地盤側	
cm/s²	cm/s²	cm/s²
741	794	－
660	695	－
493	500	481
419	430	－
378	399	－
332	366	361
290	334	－
272	312	306
259	299	－
249	292	－
238	281	225
240	283	－
241	－	－

第 3－10 図　最大応答加速度分布の比較（ＥＷ方向）



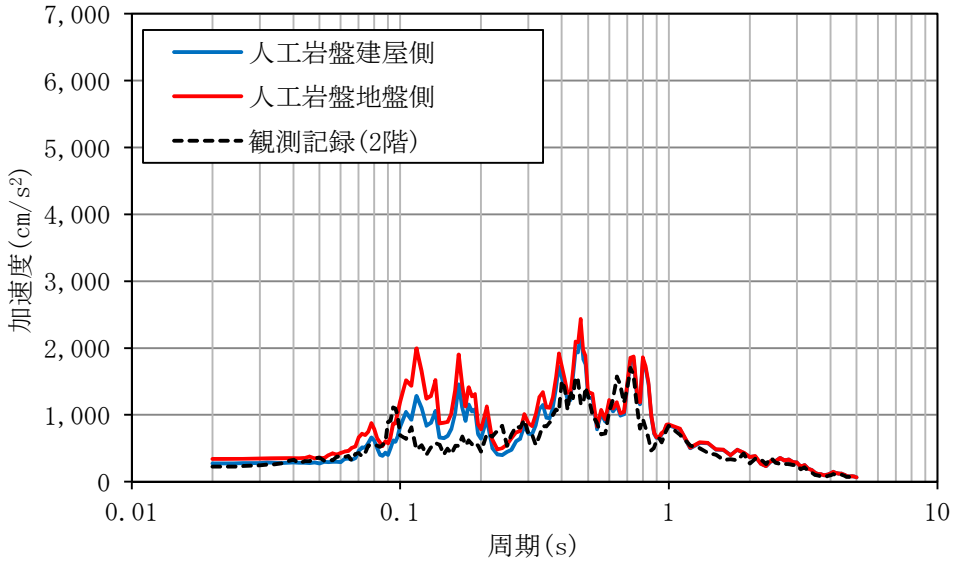
h ＝1%



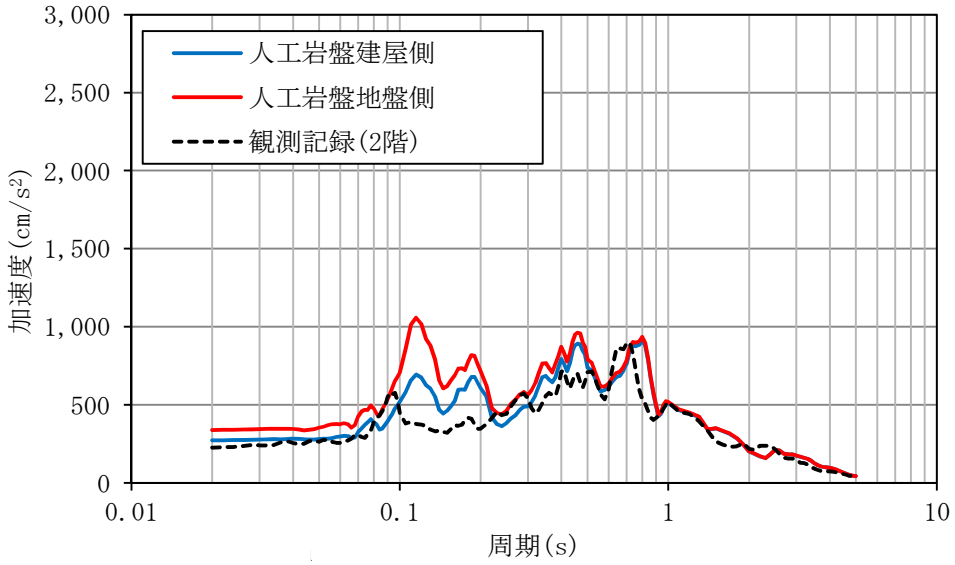
h ＝5%

地下 2 階

第 3－11 図（1／4）　床応答スペクトルの比較（ＮＳ方向）



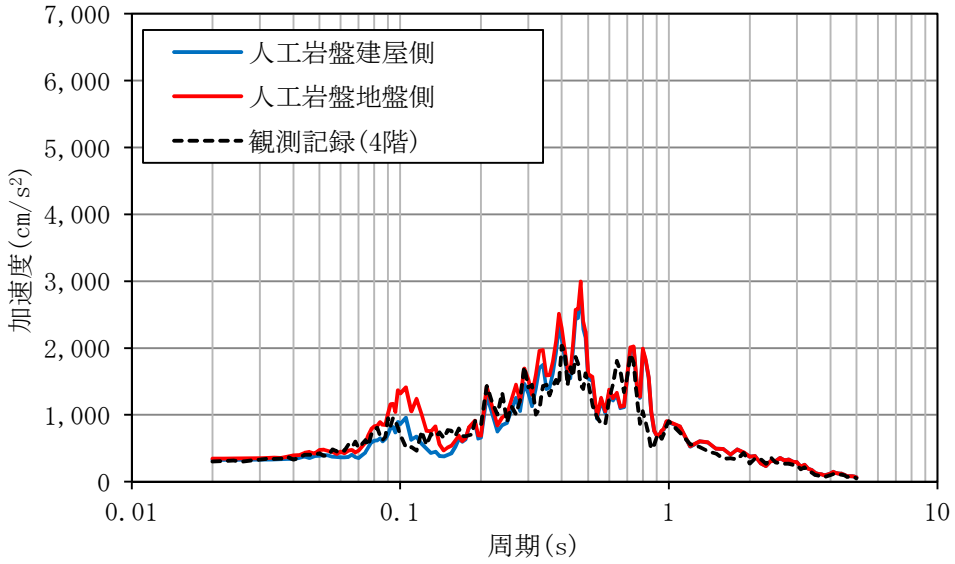
h ＝1%



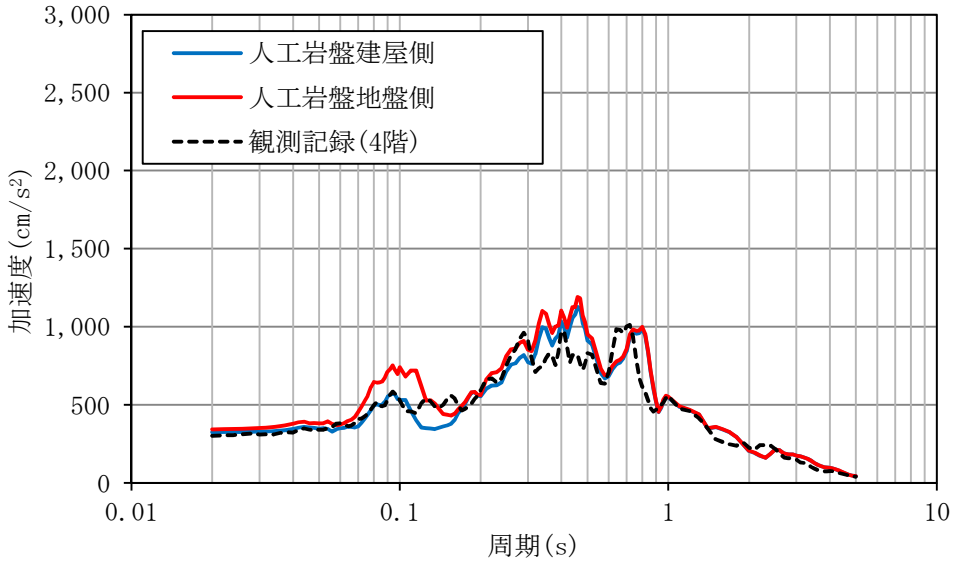
h ＝5%

2 階

第 3－11 図（2／4）　床応答スペクトルの比較（ＮＳ方向）



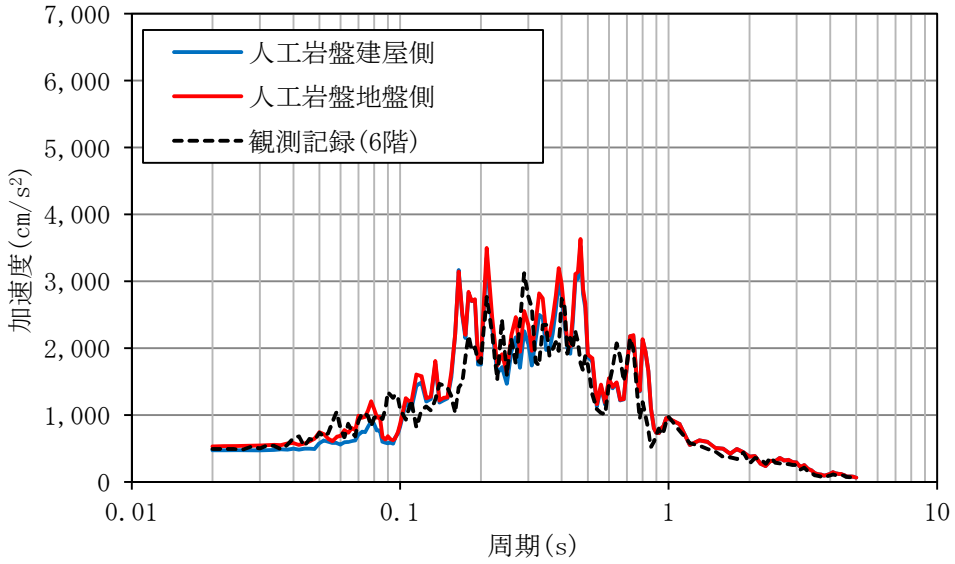
h＝1%



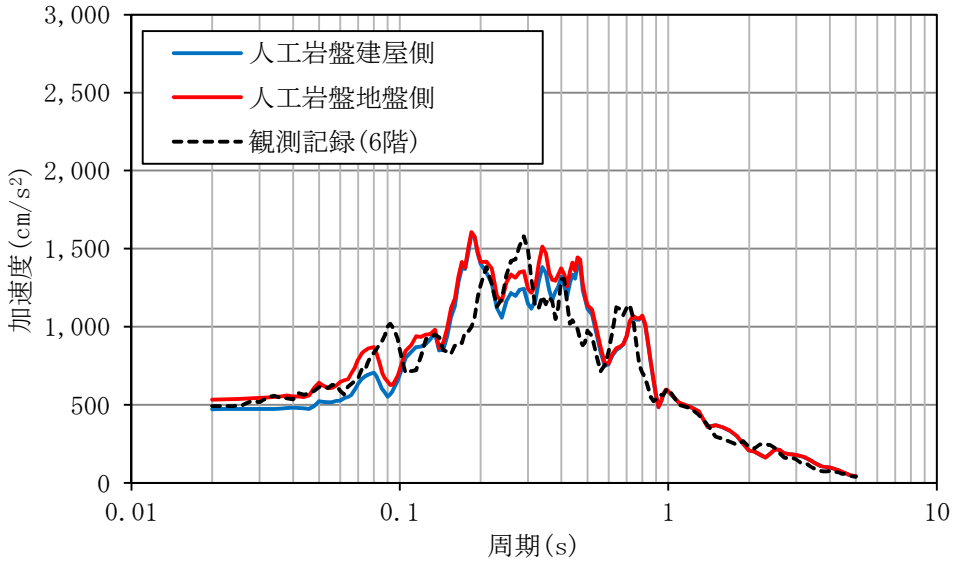
h＝5%

4 階

第 3－11 図（3／4）　床応答スペクトルの比較（ＮＳ方向）



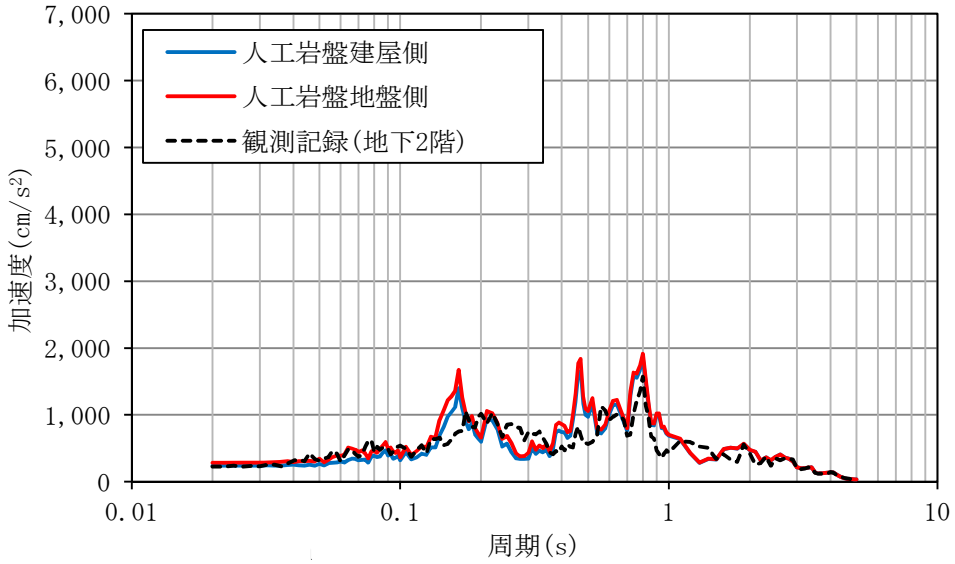
h ＝1%



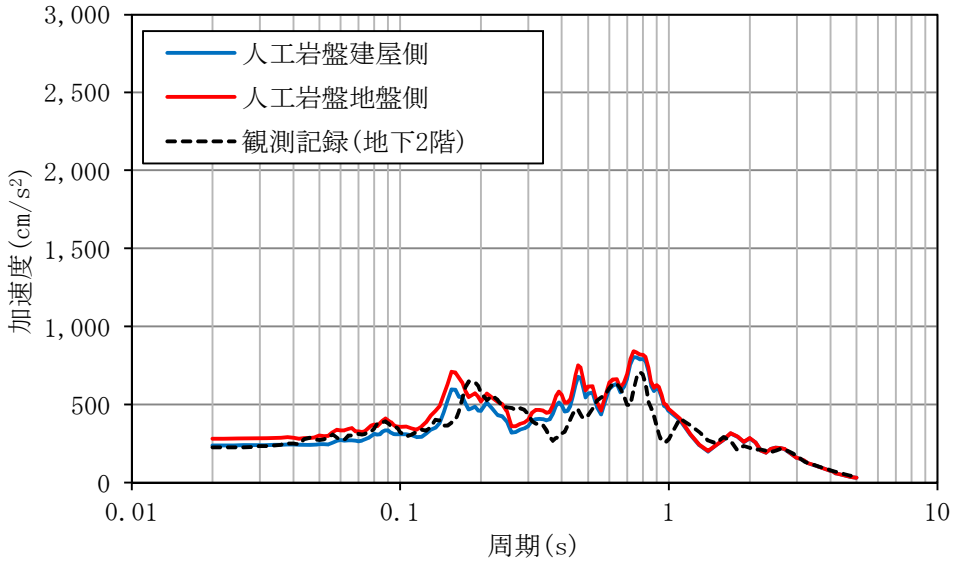
h ＝5%

6 階

第 3－11 図（4／4）　床応答スペクトルの比較（ＮＳ方向）



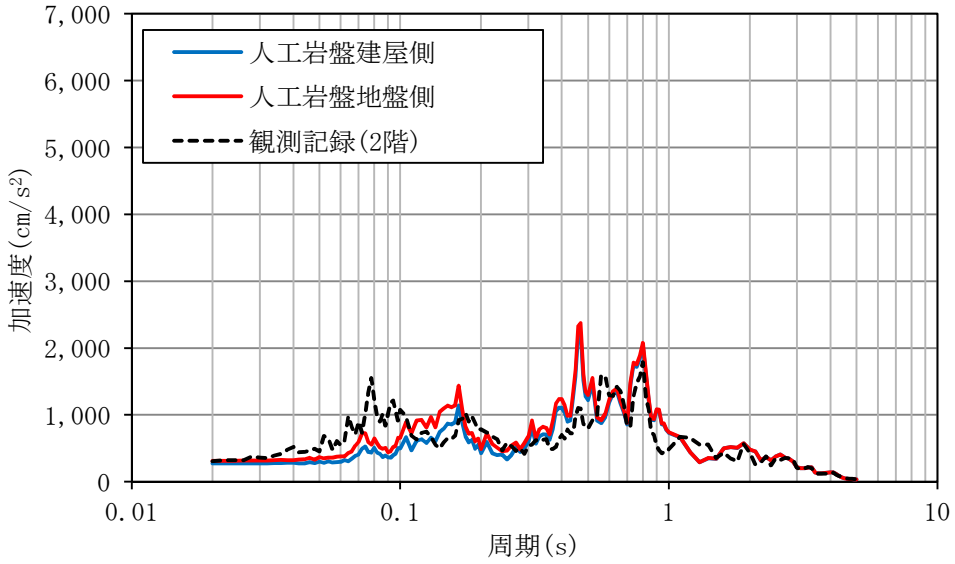
h ＝1%



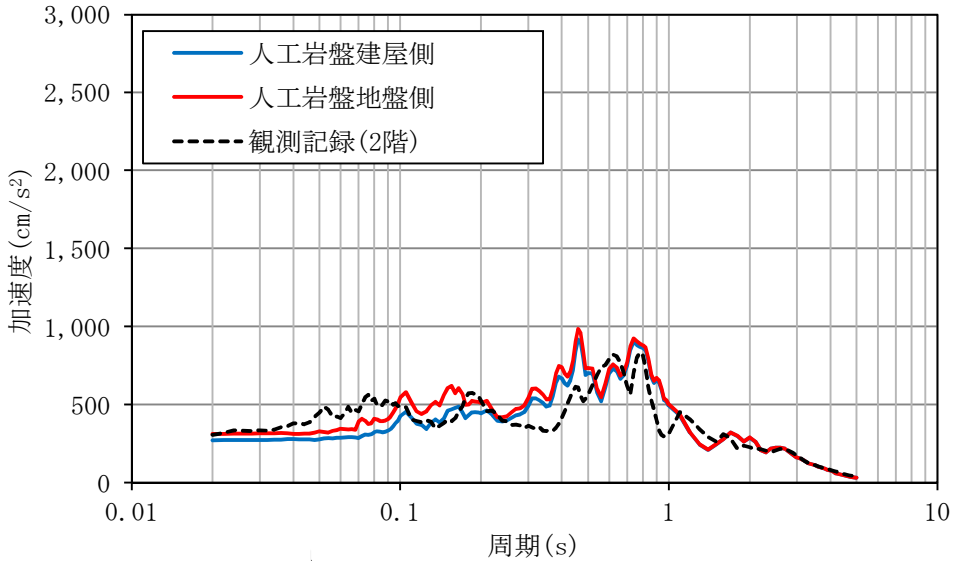
h ＝5%

地下２階

第３－12 図（1／4）　床応答スペクトルの比較（ＥＷ方向）



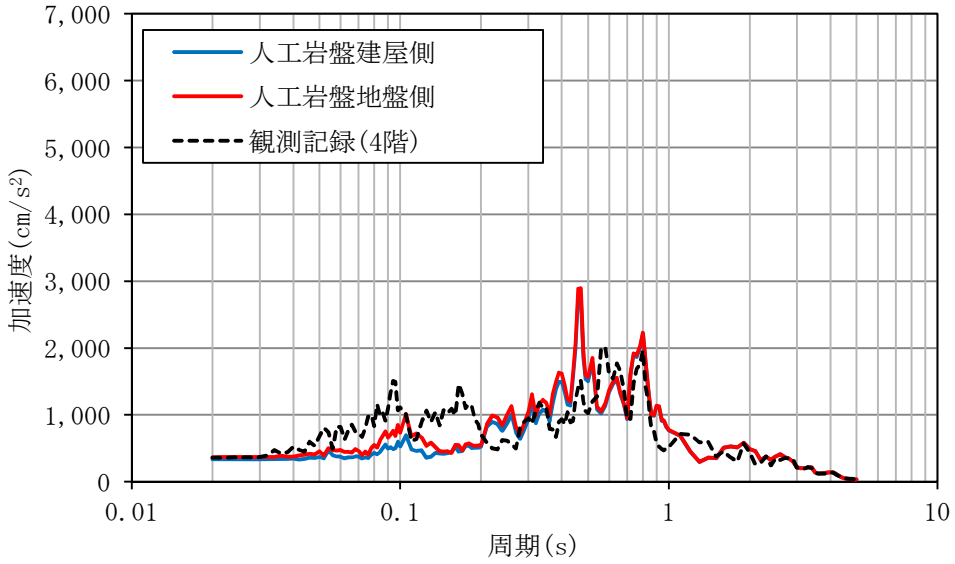
h ＝1%



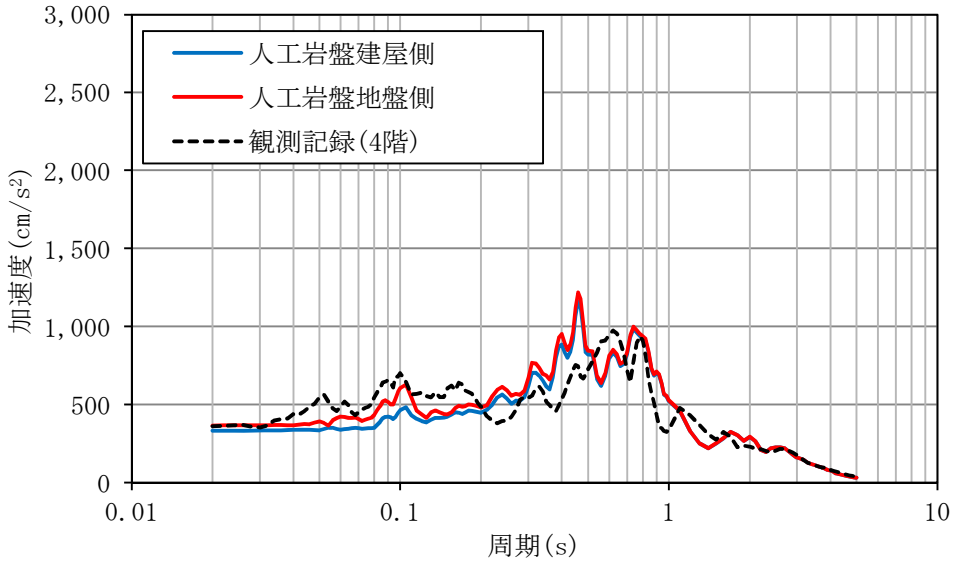
h ＝5%

2 階

第 3－12 図（2／4）　床応答スペクトルの比較（ＥＷ方向）



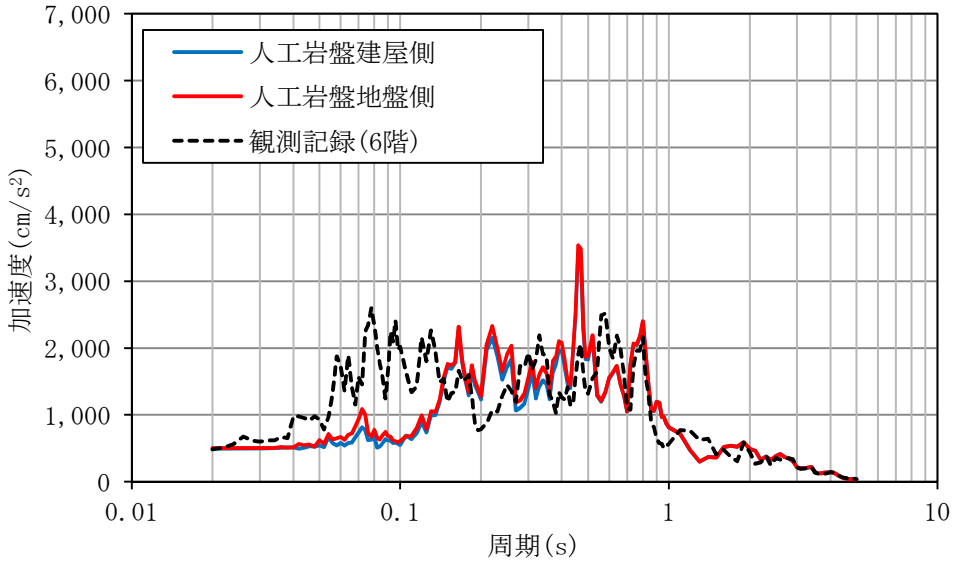
h ＝1%



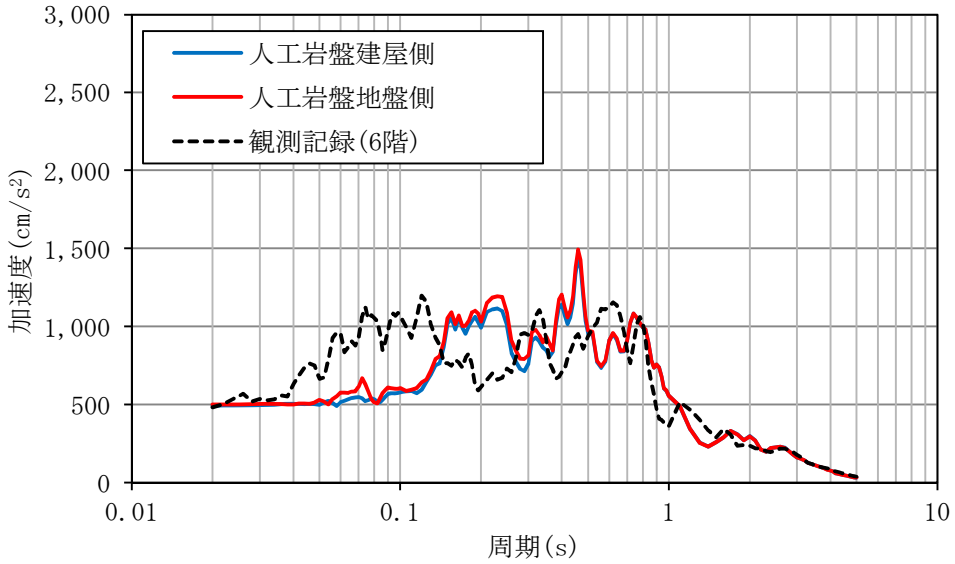
h ＝5%

4 階

第 3－12 図（3／4）　床応答スペクトルの比較（ＥＷ方向）



h ＝1%



h ＝5%

6 階

第 3－12 図（4／4）　床応答スペクトルの比較（ＥＷ方向）

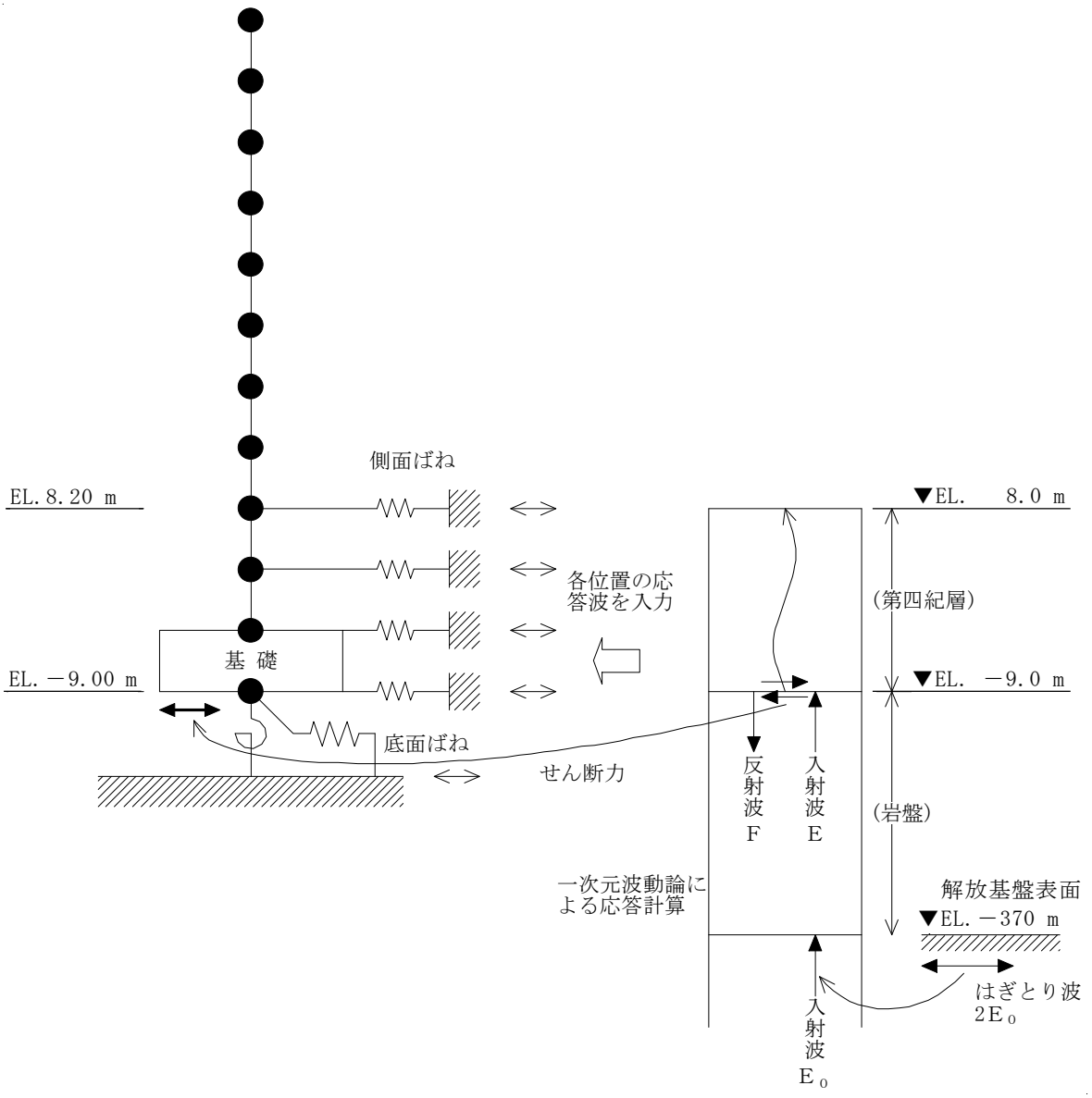
3.5　工認上の側面回転ばねの扱いについて

建屋側面地盤の埋込み効果を考慮するにあたり，側面地盤を水平ばね及び回転ばねとして評価してきた。ここでは，側面回転ばねを考慮しない場合の建屋応答への影響について検討した。

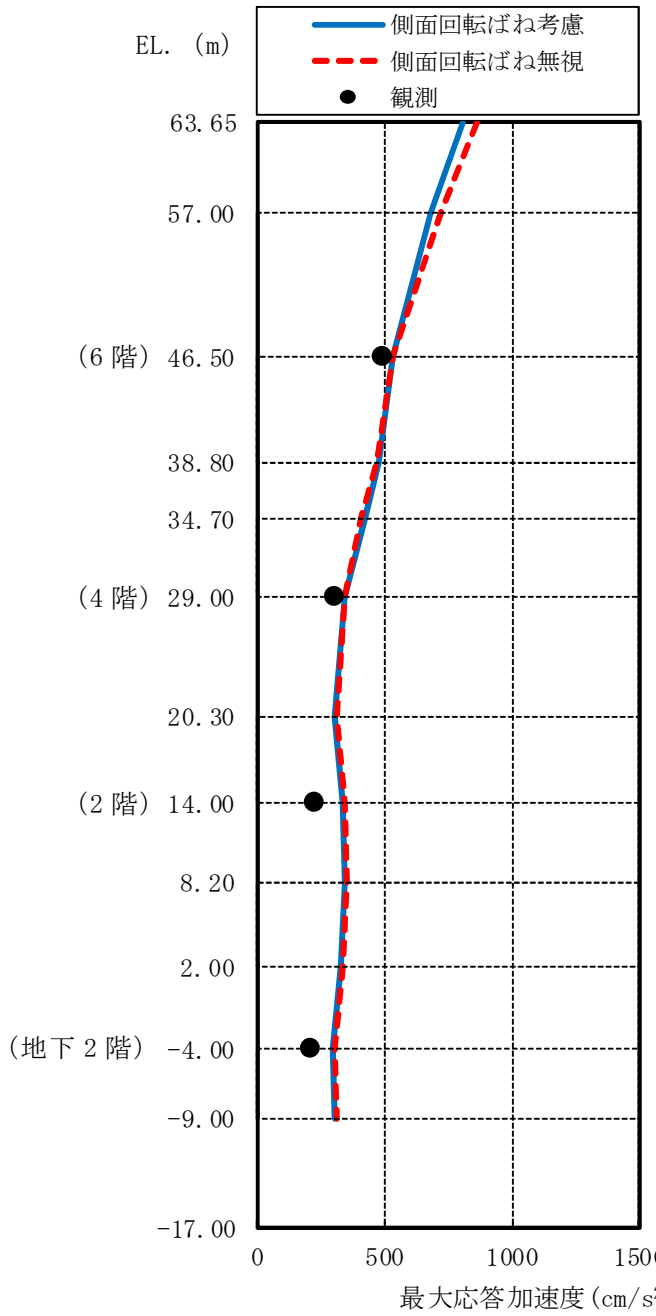
側面回転ばねを考慮しない場合の地震応答解析の概要を第3－13図に示す。

東北地方太平洋沖地震のシミュレーション解析結果として最大応答加速度分布の比較を第3－14図及び第3－15図に，床応答スペクトルの比較を第3－16図及び第3－17図に示す。側面回転ばねを考慮しない場合の解析結果は，側面回転ばねを考慮する場合の応答に比べ，概ね同程度であるか一部の周期帯では若干大きくなることが確認できた。

「3.3　建屋－地盤動的相互作用の評価法について」において示したように，埋込み効果として，側面地盤の水平ばね及び回転ばねを考慮した場合に，より実状に近い建屋の振動性状を評価できているものと考えられるが，今回工認において，当プラントでは保守的に側面回転ばねを採用しない方針とした。

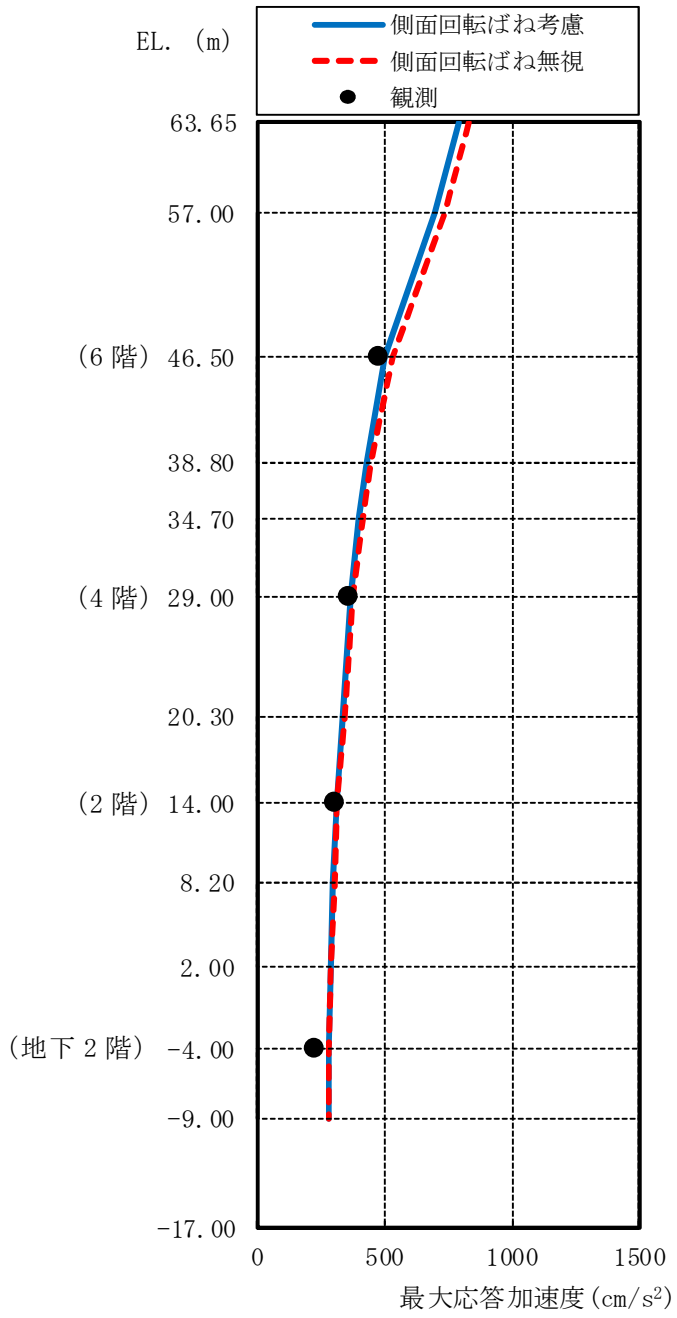


第 3－13 図　側面回転ばねを考慮しない場合の地震応答解析の概要



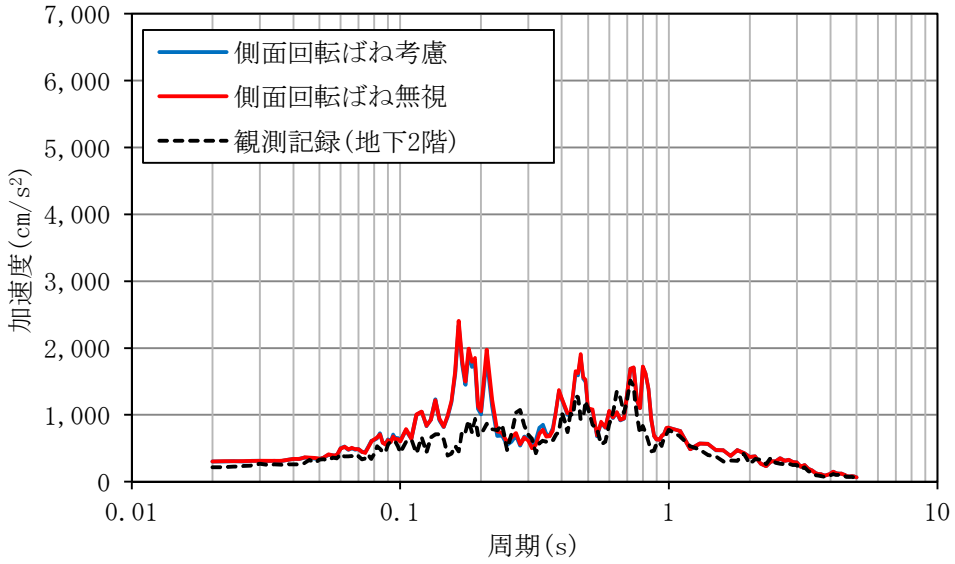
NS方向		
側面回転ばね		観測
考慮	無視	
cm/s²	cm/s²	cm/s²
811	859	－
686	723	－
532	530	492
476	466	－
421	411	－
343	346	301
306	310	－
338	343	225
344	349	－
329	334	－
301	303	214
307	310	－
－	－	－

第 3－14 図　最大応答加速度分布の比較（ＮＳ方向）

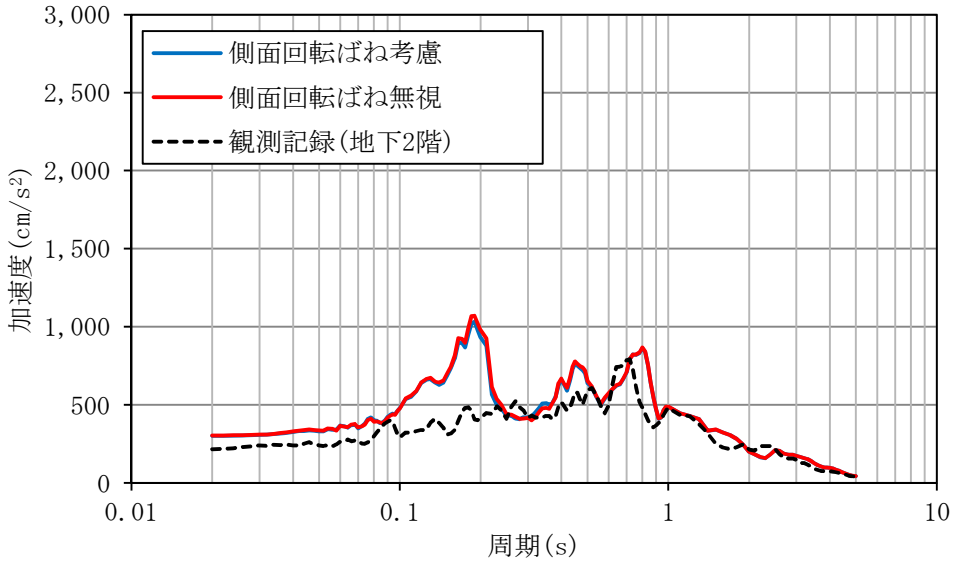


EW方向		
側面回転ばね		観測
考慮	無視	
cm/s²	cm/s²	cm/s²
794	834	－
695	735	－
500	532	481
430	449	－
399	411	－
366	374	361
334	340	－
312	317	306
299	302	－
292	292	－
281	279	225
283	282	－
－	－	－

第 3－15 図　最大応答加速度分布の比較（ＥＷ方向）



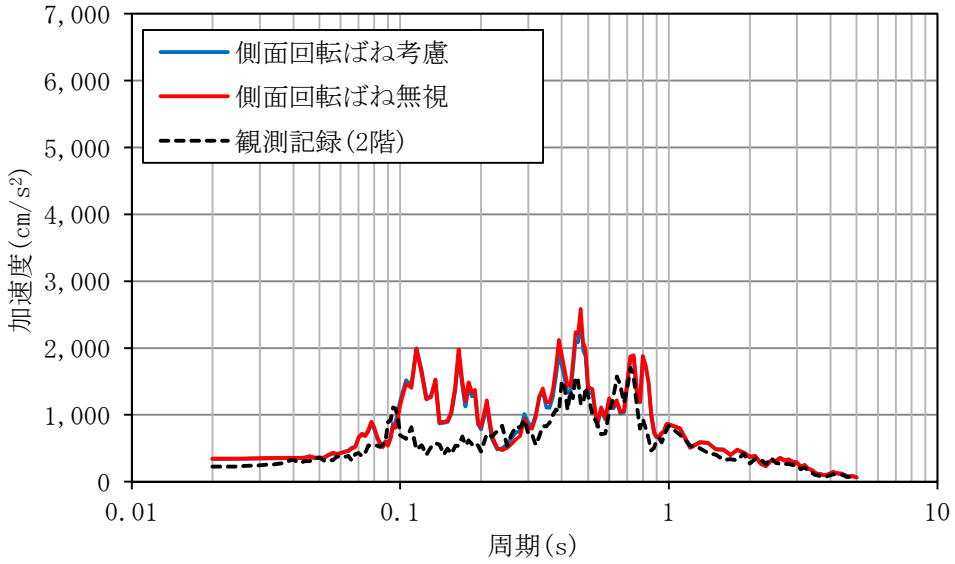
h ＝1%



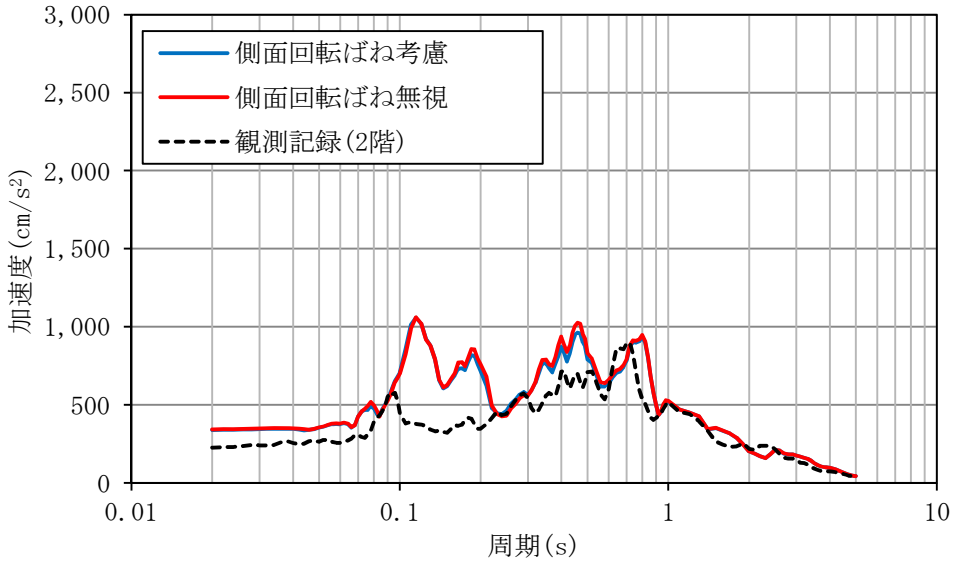
h ＝5%

地下 2 階

第 3－16 図（1／4）　床応答スペクトルの比較（ＮＳ方向）



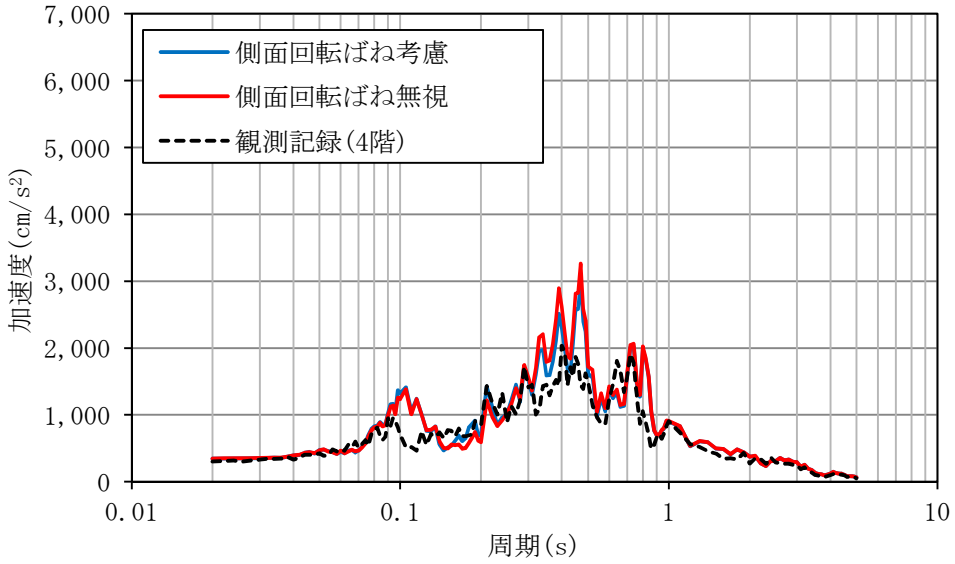
h ＝1%



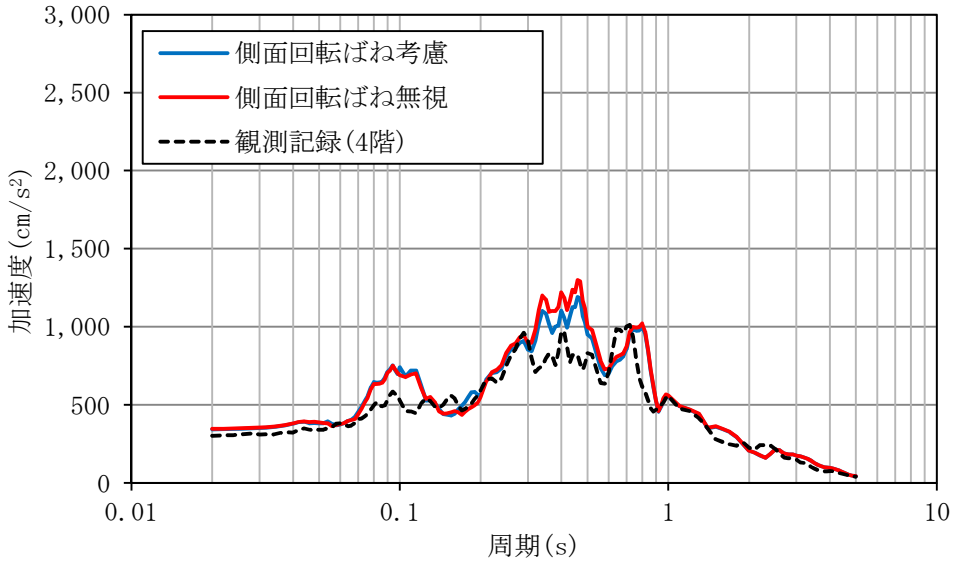
h ＝5%

2 階

第 3－16 図（2／4）　床応答スペクトルの比較（ＮＳ方向）



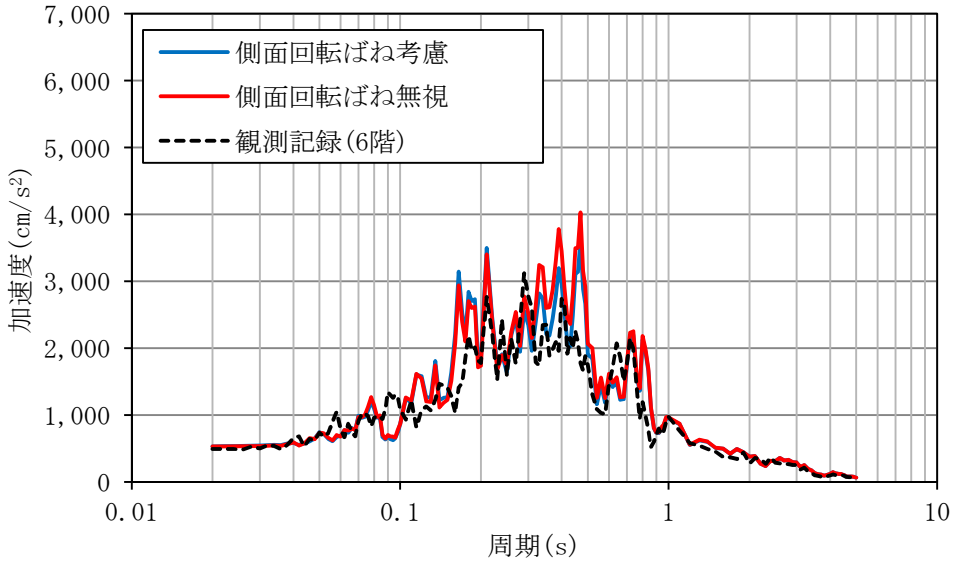
h ＝1%



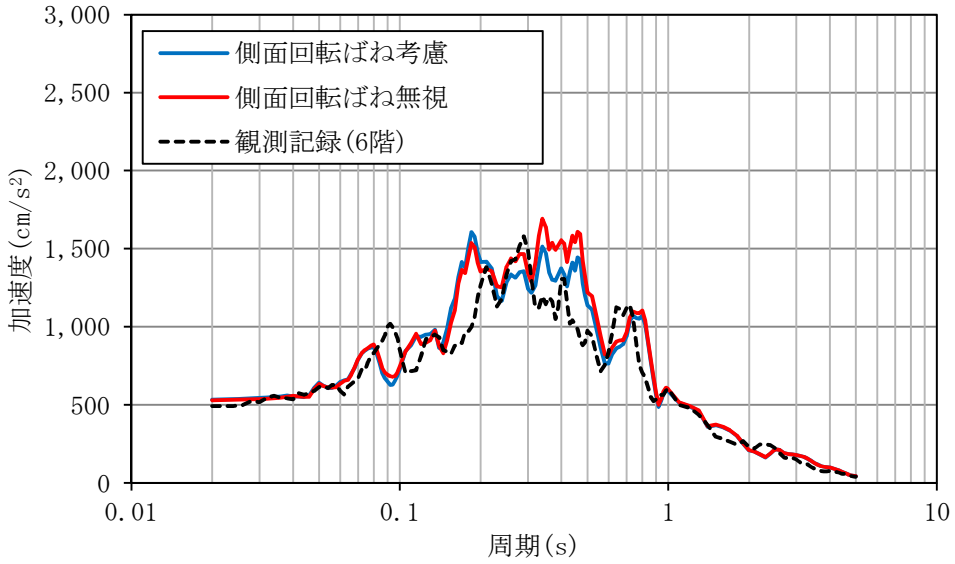
h ＝5%

4 階

第 3－16 図（3／4）　床応答スペクトルの比較（ＮＳ方向）



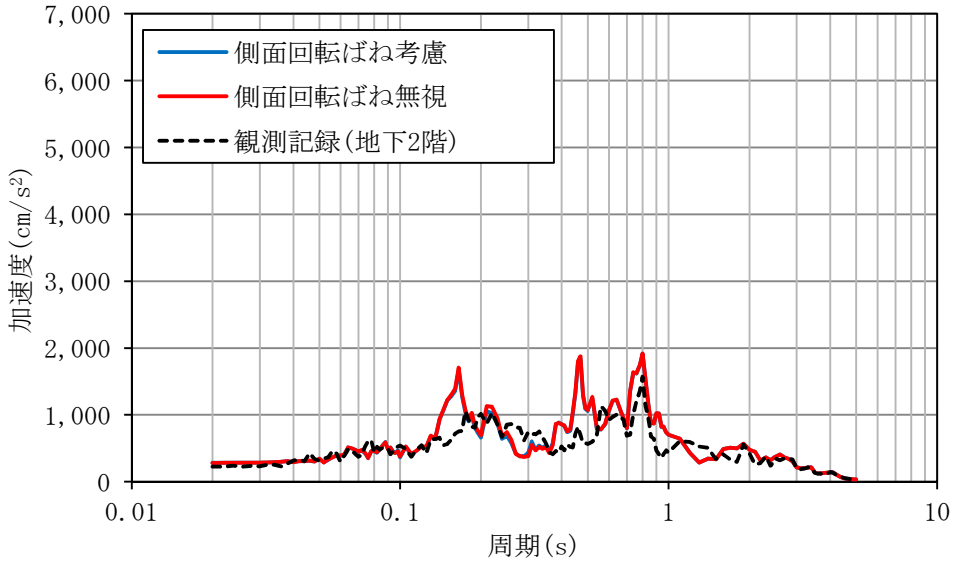
h ＝1%



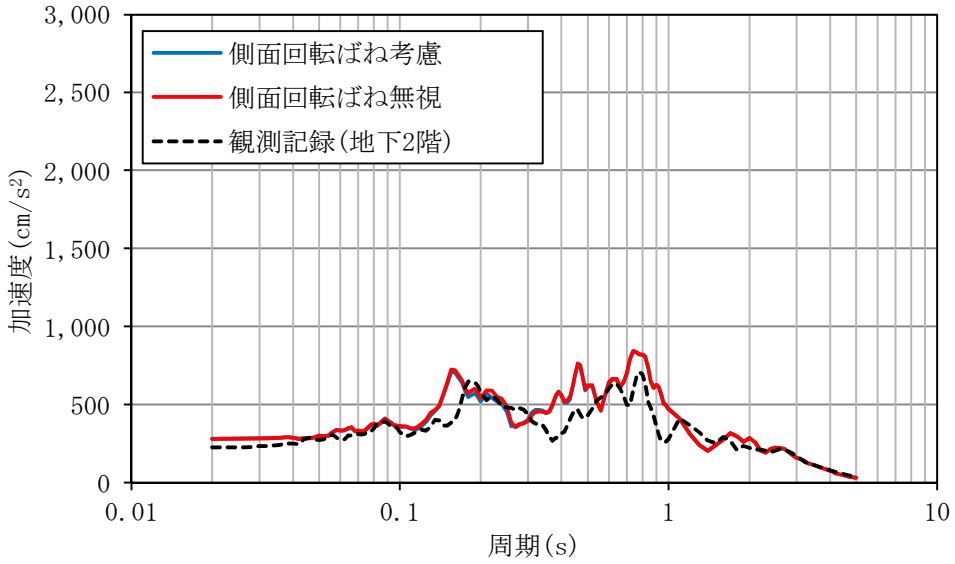
h ＝5%

6 階

第 3－16 図（4／4）　床応答スペクトルの比較（ＮＳ方向）



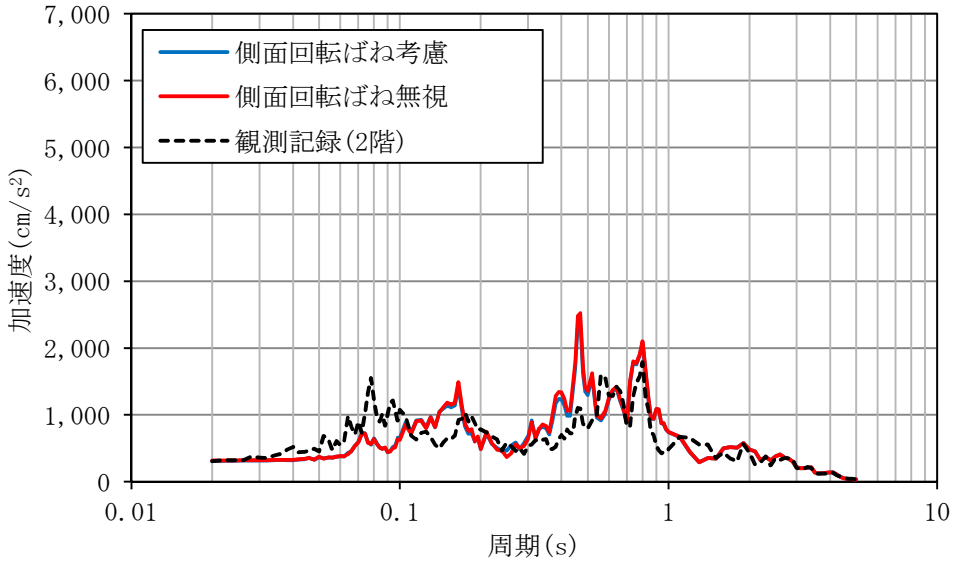
h ＝1%



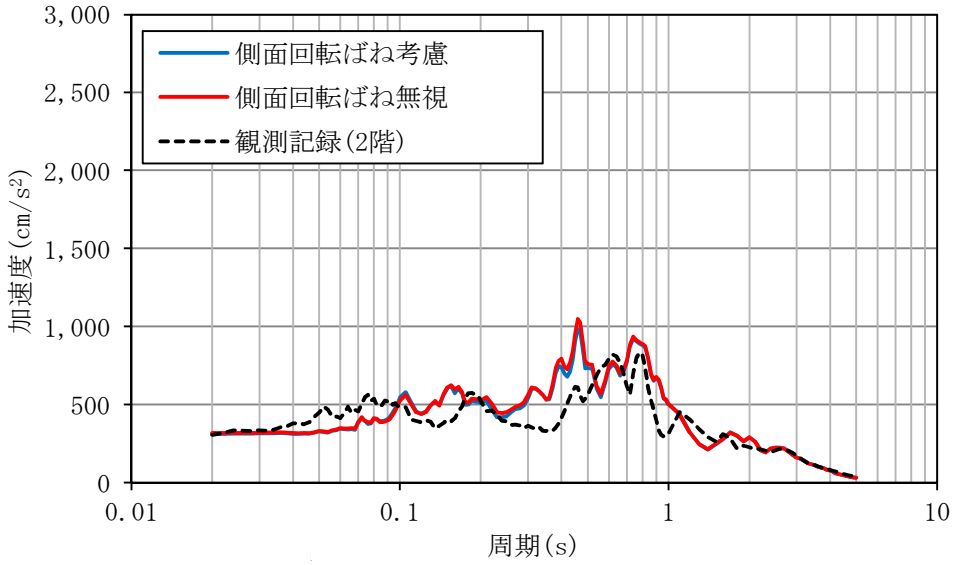
h ＝5%

地下 2 階

第 3－17 図（1／4）　床応答スペクトルの比較（ＥＷ方向）



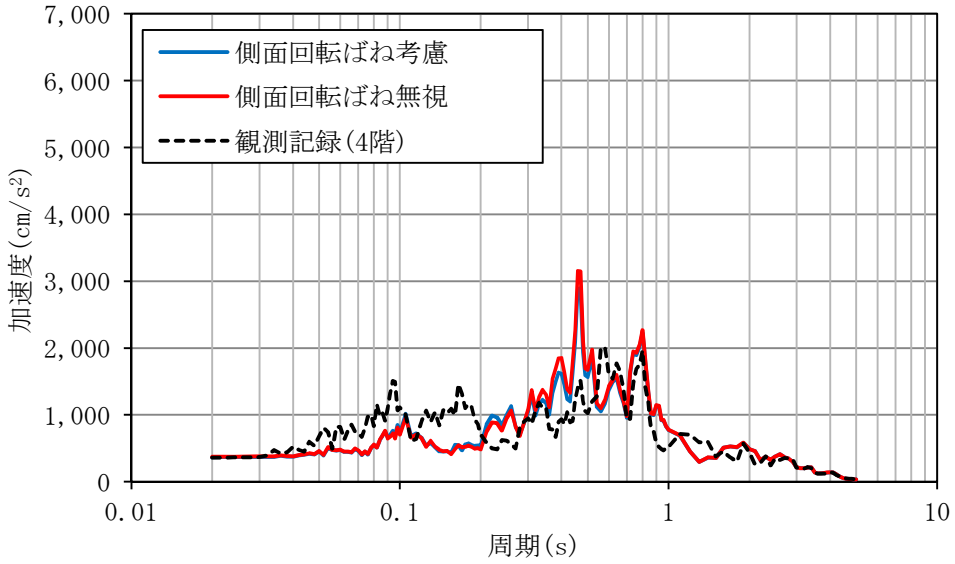
h ＝1%



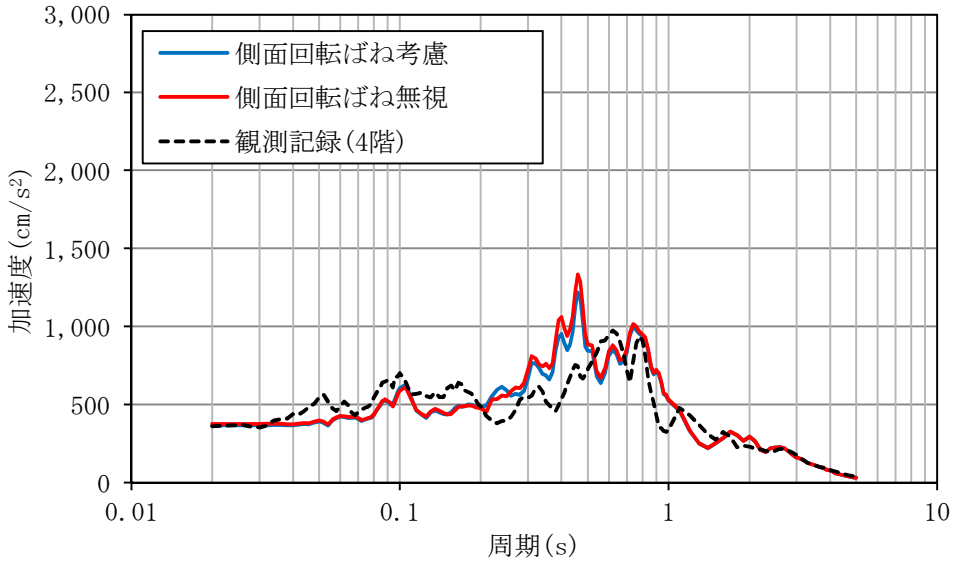
h ＝5%

2 階

第 3－17 図（2／4）　床応答スペクトルの比較（ＥＷ方向）



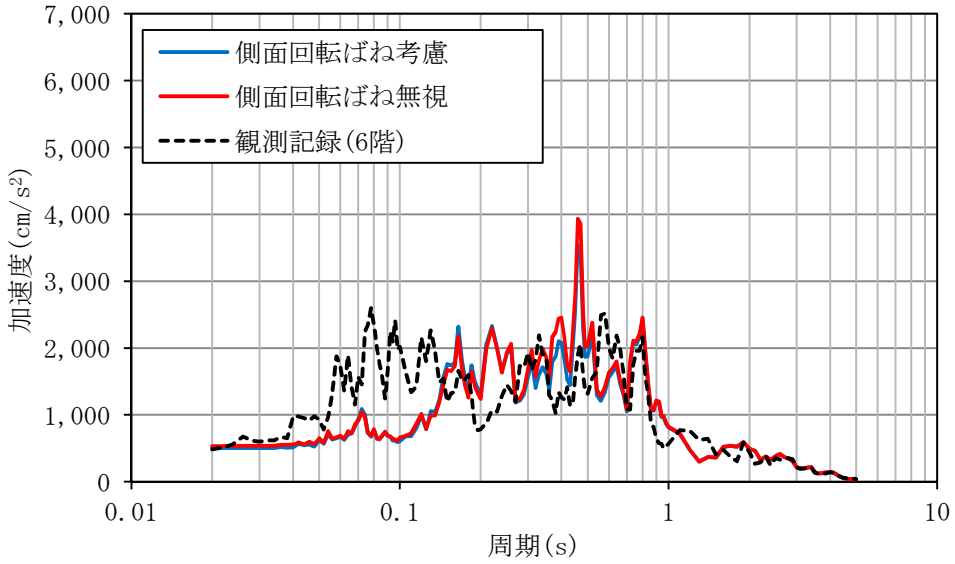
h ＝1%



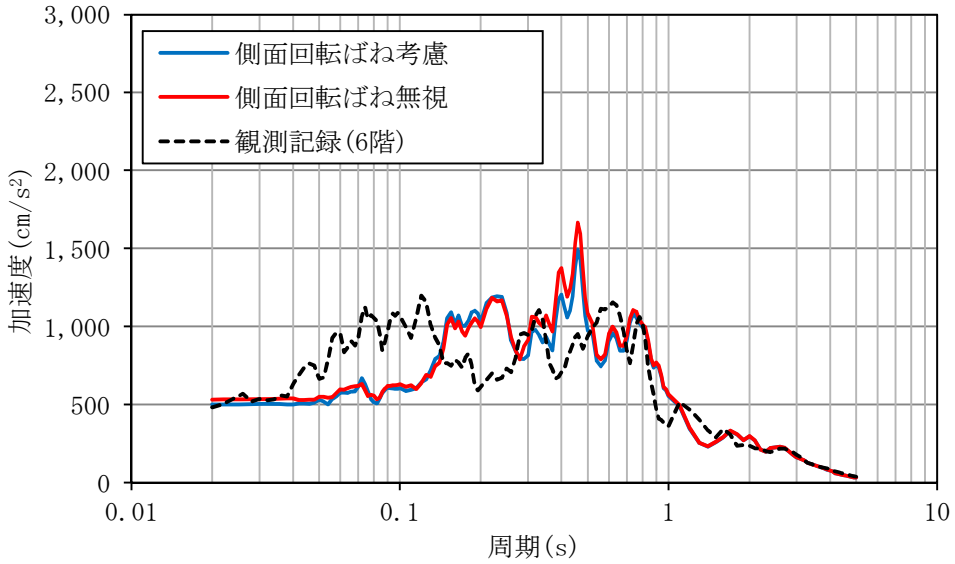
h ＝5%

4 階

第 3－17 図（3／4）　床応答スペクトルの比較（ＥＷ方向）



h ＝1%



h ＝5%

6 階

第 3－17 図（4／4）　床応答スペクトルの比較（ＥＷ方向）

3.6　工認に用いる地震応答解析モデルについて

東海第二発電所原子炉建屋の地震応答解析モデルについて，東北地方太平洋沖地震のシミュレーション解析結果の比較から，人工岩盤のモデル化及び側面回転ばねの工認上の扱いについて検討した。

既工認ではＳＲモデルとしていたが，側面地盤の埋込み効果を考慮した埋込みＳＲモデルとした場合，より実状に近い建屋の振動性状を評価できることを確認した。また，人工岩盤は岩盤として地盤モデル側にモデル化し，側面回転ばねを考慮しないモデルとする方が，応答を保守側に評価することを確認した。

以上の結果から，今回工認に用いる地震応答解析モデルは，人工岩盤を地盤モデル側に岩盤としてモデル化し，側面回転ばねを考慮しない埋込みＳＲモデルとする。また，今回の検討で確認した地震観測記録の床応答スペクトルとシミュレーション解析結果との差異については，詳細設計においてその要因について考察を行うとともに，機器の耐震性評価に適切に考慮する。

4.　既工認との比較

「3.　原子炉建屋の地震応答解析モデルの設定」で示したように，今回工認において，地震応答解析モデルを一部見直している。地震応答解析モデルの主要な変更点を第 4－1 表に示す。

第 4－1 表　地震応答解析モデルの主要な変更点

項　目	既工認	今回工認
相互作用	ＳＲモデル 地盤ばねは Timoshenko, Barkan 等の式に基づき評価	埋込みＳＲモデル 地盤ばねは NOVAK の方法及び振動アドミッタンス理論に基づき評価
建屋モデル	線形としてモデル化	せん断及び曲げの非線形性を考慮
入力地震動	設計用地震動を直接入力	基準地震動Ｓ$_s$を一次元波動論により算定

5. 基準地震動Ｓ$_S$に対する耐震安全性評価

5.1　評価方針

原子炉建屋の耐震安全性評価は，地震応答解析結果を基に実施する。建屋の耐震安全性については，基準地震動Ｓ$_S$により耐震壁に生じるせん断ひずみが評価基準値（2.0×10^{-3}）を超えないことを確認する。

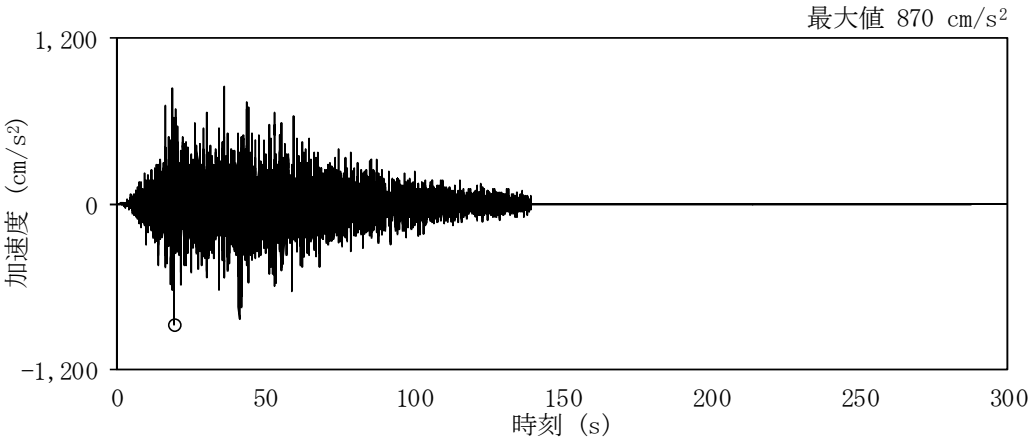
5.2　基準地震動Ｓ$_S$

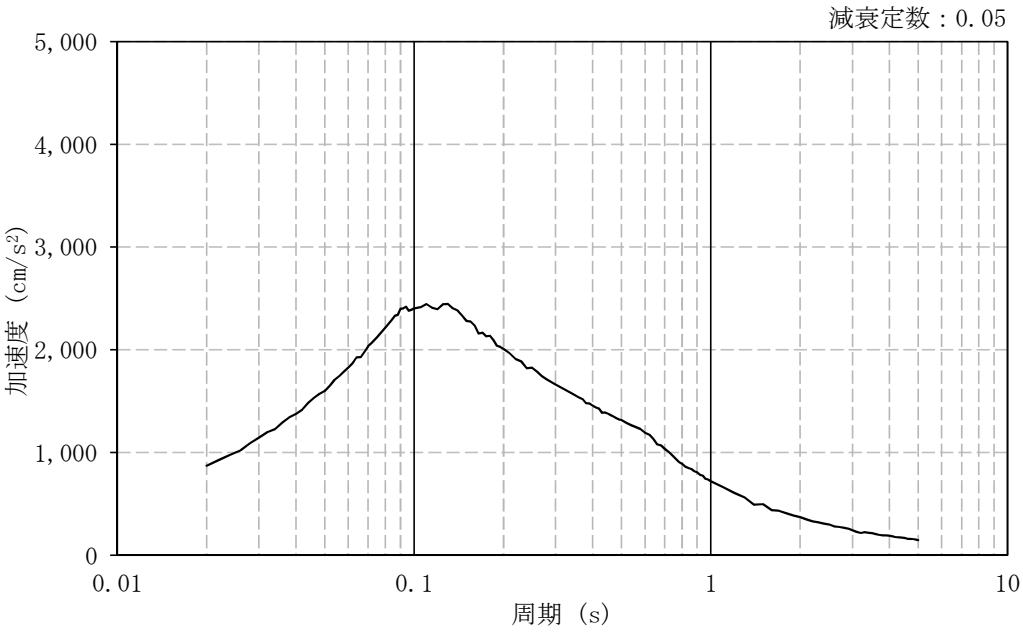
原子炉建屋の耐震安全性評価に用いる地震動は解放基盤表面で定義された基準地震動Ｓ$_S$とする。基準地震動Ｓ$_S$の一覧を第5－1表に示し，加速度波形及び加速度応答スペクトルを第5－1図～第5－8図に示す。

第5－1表　基準地震動Ｓ$_S$の一覧

No.	名　称	継続時間 (s)	方　向	加速度最大値 (cm／s^2)
1	Ｓ$_S$－Ｄ１	139.28	水平	870
			鉛直	560
2	Ｓ$_S$－１１	194.03	ＮＳ	717
			ＥＷ	619
			ＵＤ	579
3	Ｓ$_S$－１２	173.18	ＮＳ	871
			ＥＷ	626
			ＵＤ	602
4	Ｓ$_S$－１３	179.22	ＮＳ	903
			ＥＷ	617
			ＵＤ	599
5	Ｓ$_S$－１４	174.46	ＮＳ	586
			ＥＷ	482
			ＵＤ	451
6	Ｓ$_S$－２１	287.83	ＮＳ	901
			ＥＷ	887
			ＵＤ	620
7	Ｓ$_S$－２２	287.59	ＮＳ	1,009
			ＥＷ	874
			ＵＤ	736
8	Ｓ$_S$－３１	20.00	水平	610
			鉛直	280

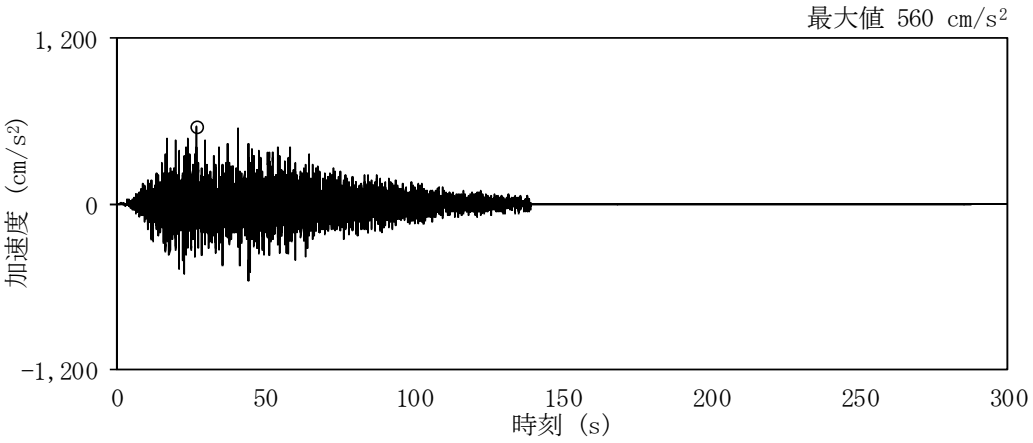
注：いずれも時間刻みは0.01 s

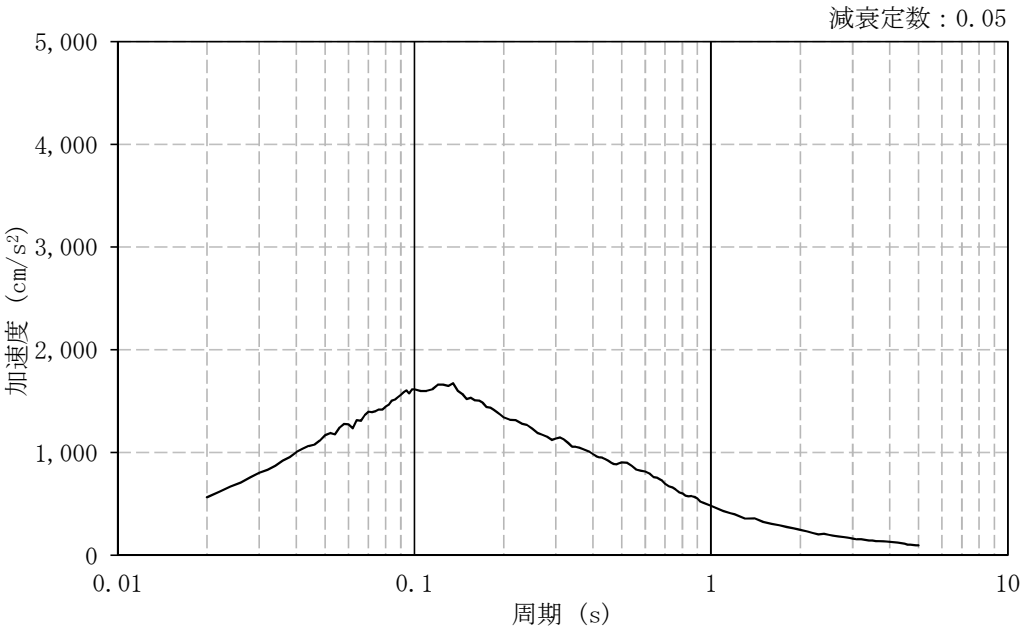




（a） 水平方向

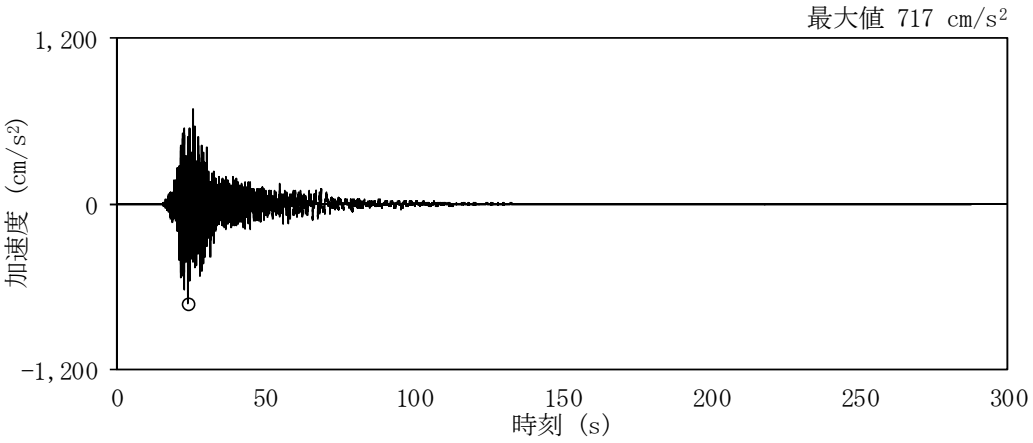
第５－１図（1／2） 加速度波形及び加速度応答スペクトル（Ｓ$_{s}$－Ｄ１）

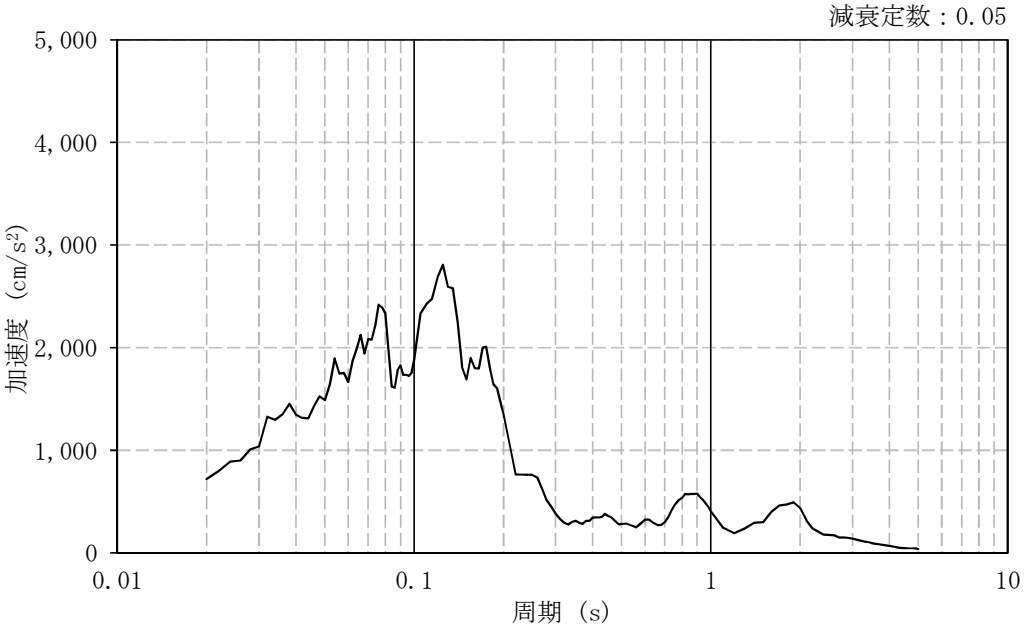




(b)　鉛直方向

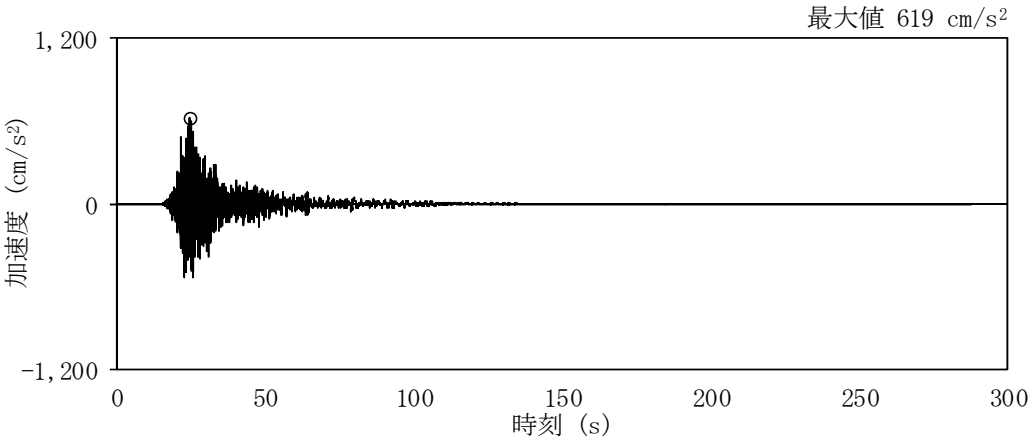
第５－１図（2／2）　加速度波形及び加速度応答スペクトル（Ｓ$_{s}$－Ｄ１）

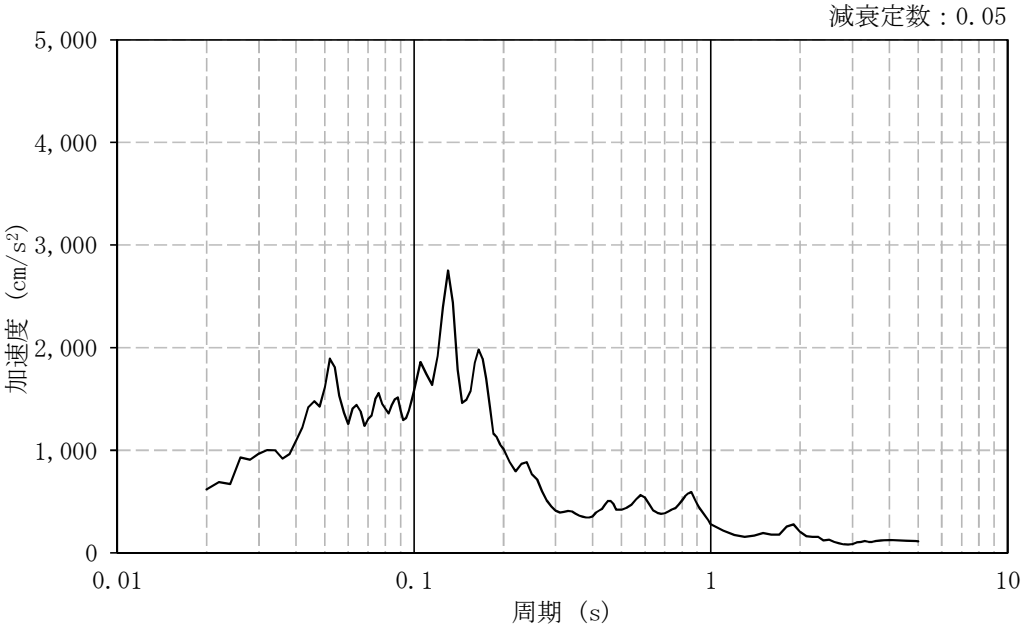




（a） ＮＳ方向

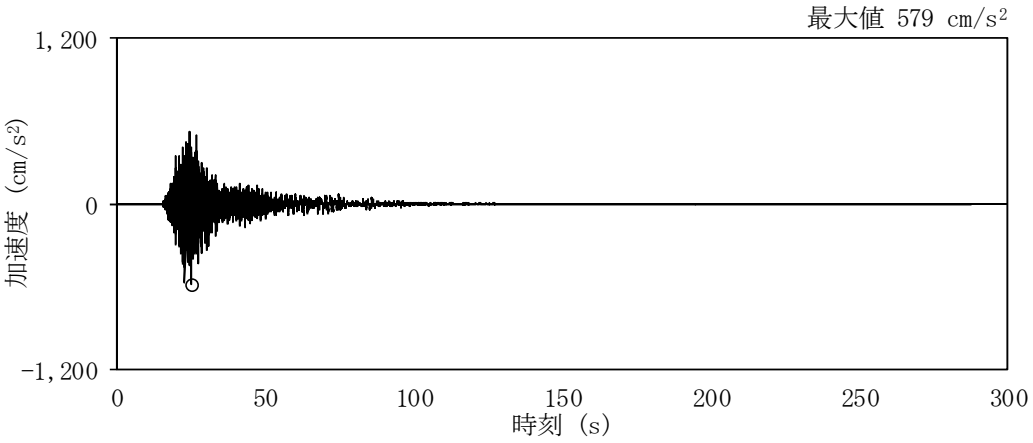
第５－２図（1／3） 加速度波形及び加速度応答スペクトル（S_S－１１）

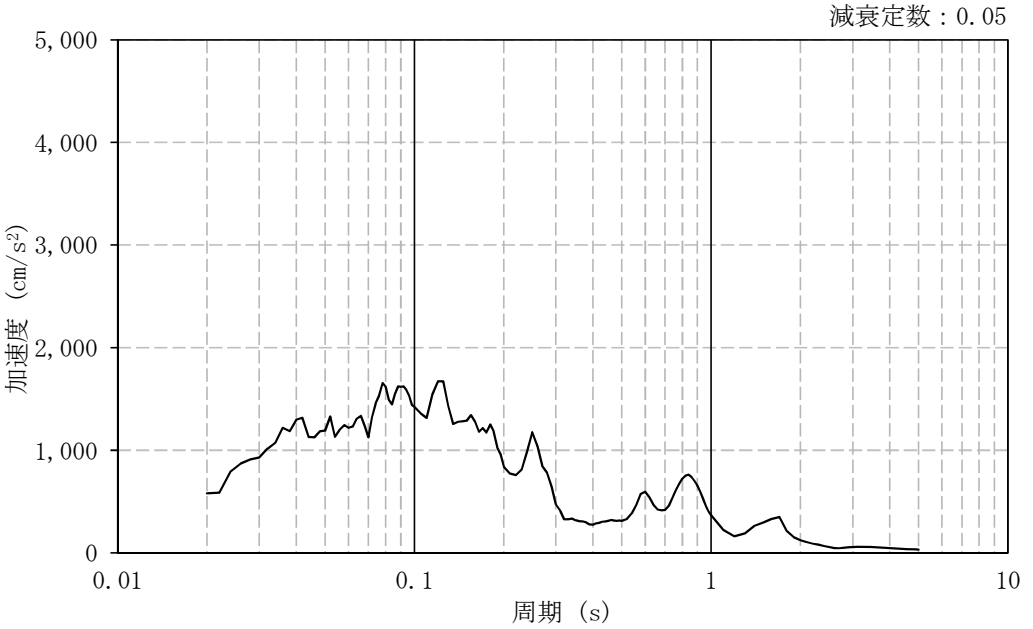




(b)　ＥＷ方向

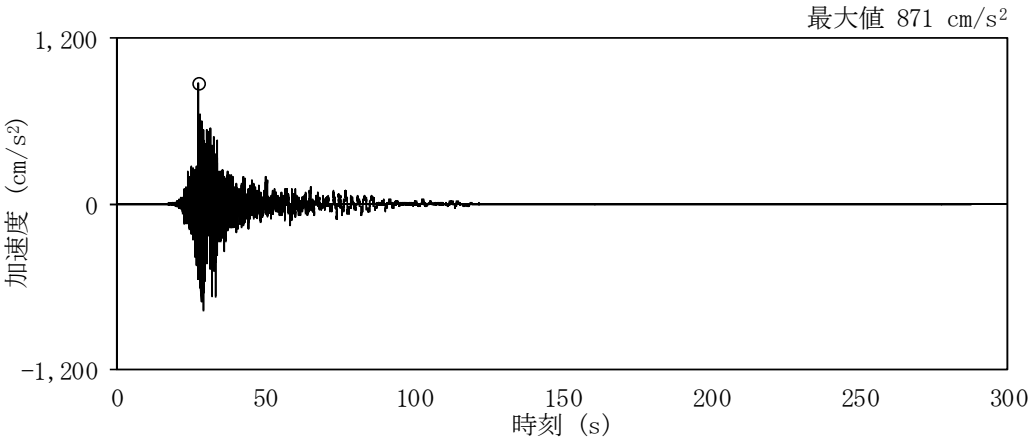
第５－２図（2／3）　加速度波形及び加速度応答スペクトル（Ｓ$_{S}$－１１）

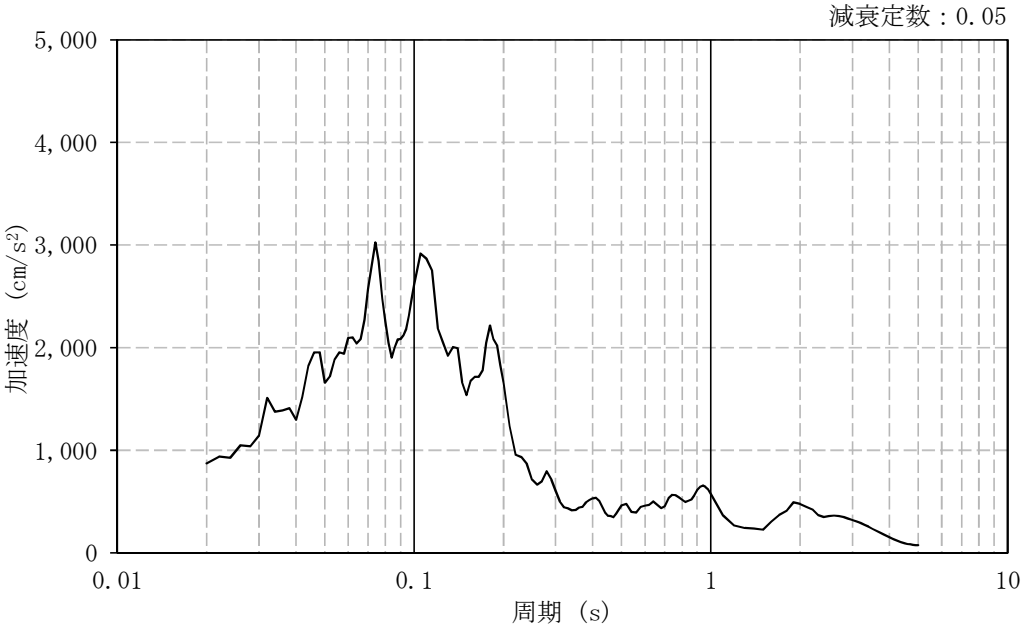




（c） ＵＤ方向

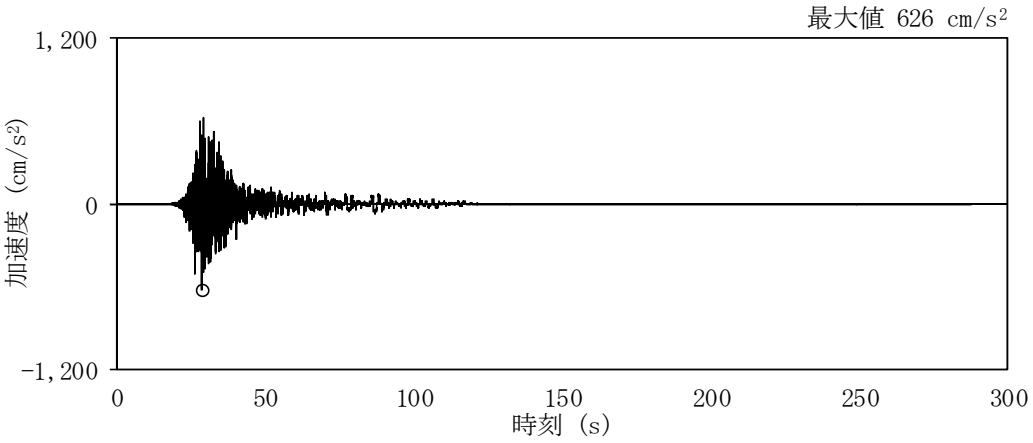
第５－２図（3／3） 加速度波形及び加速度応答スペクトル（Ｓ$_S$－１１）

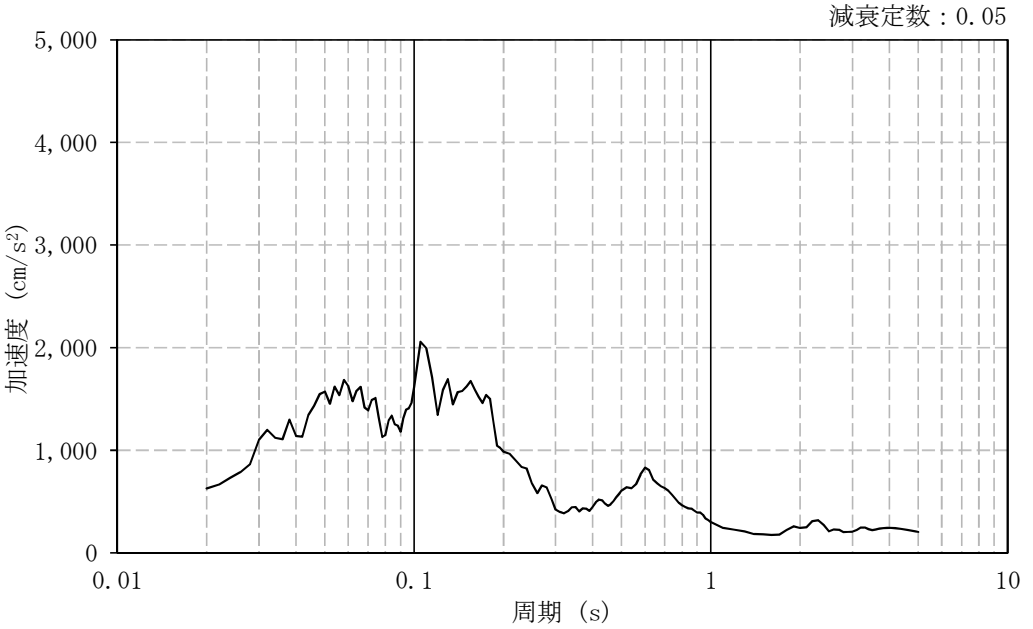




（a） ＮＳ方向

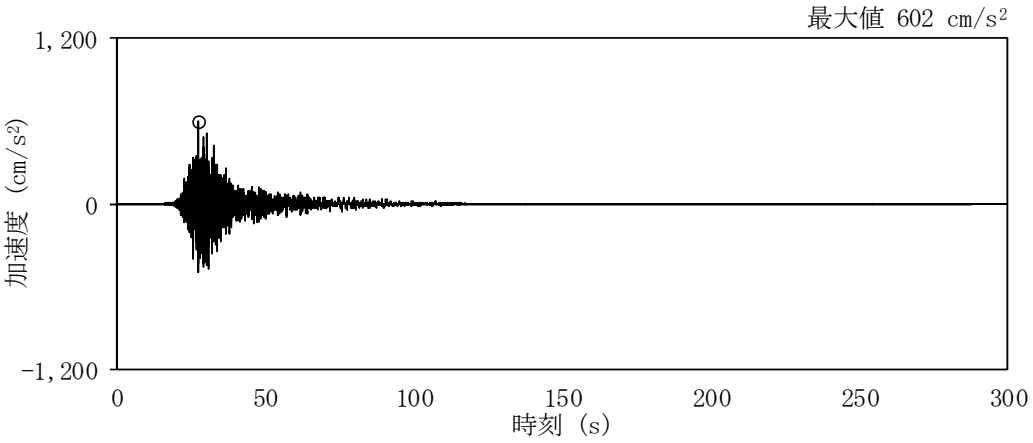
第５－３図（1／3） 加速度波形及び加速度応答スペクトル（S_S－１２）

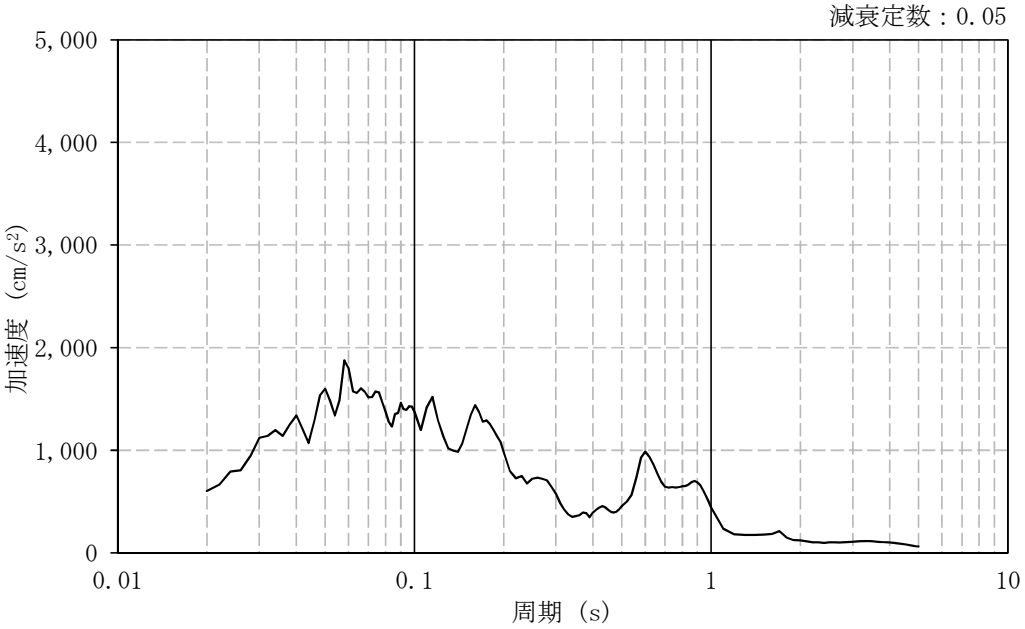




(b)　ＥＷ方向

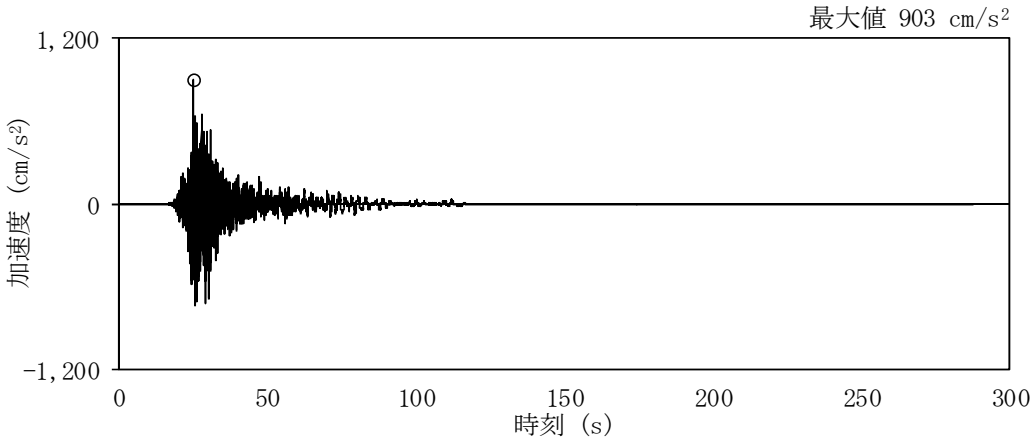
第５－３図（2／3）　加速度波形及び加速度応答スペクトル（Ｓｓ－１２）

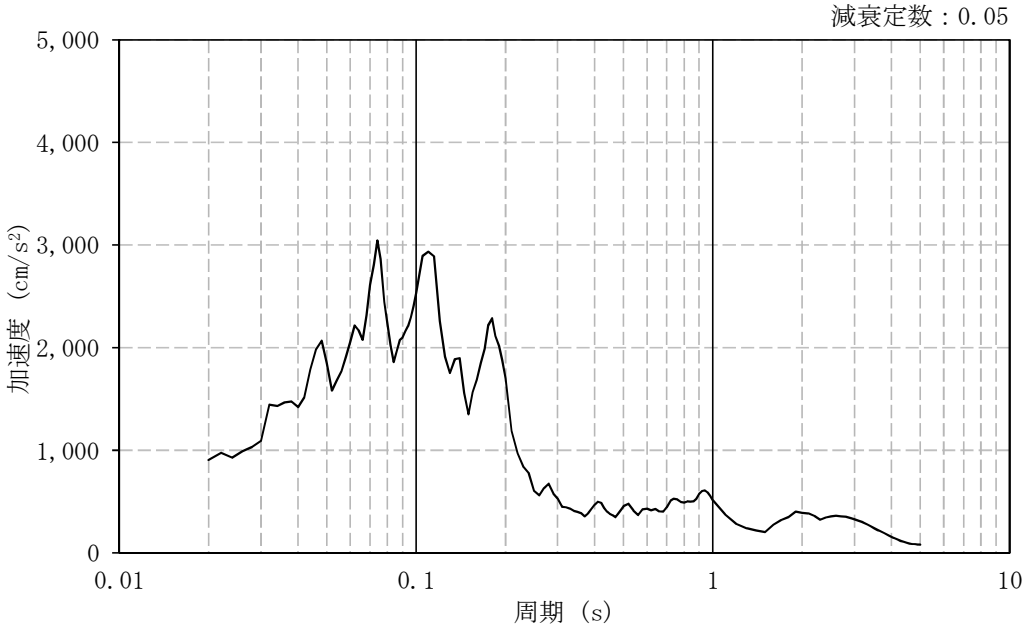




（c） ＵＤ方向

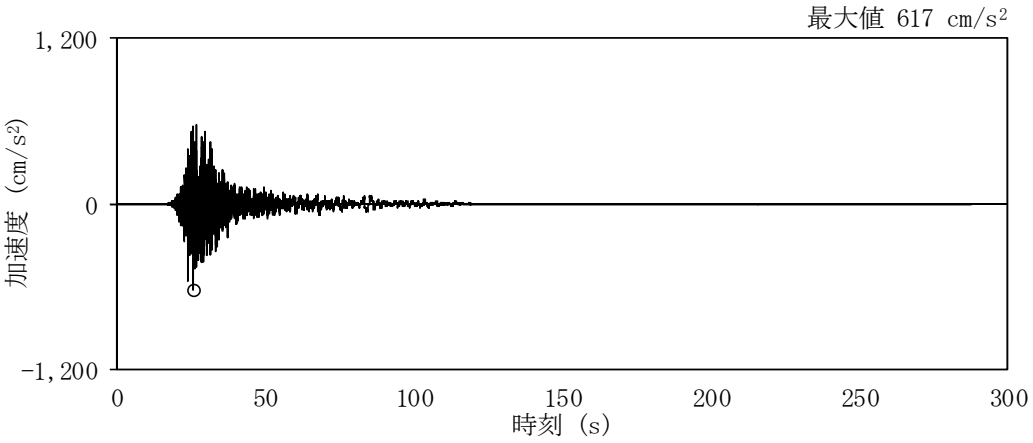
第５－３図（3／3） 加速度波形及び加速度応答スペクトル（Ｓ$_{s}$－１２）

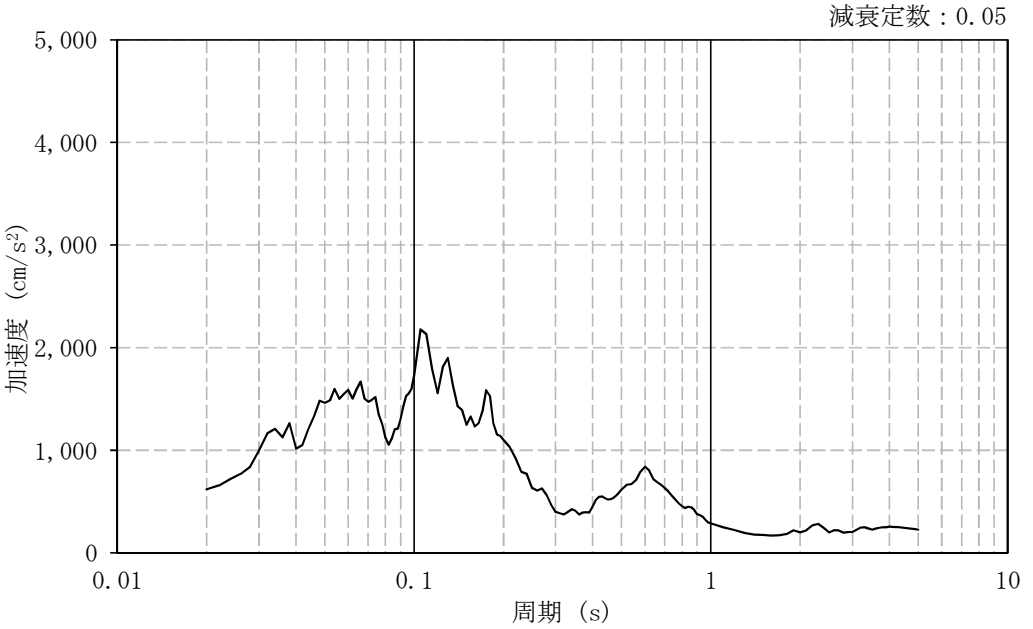




（a） ＮＳ方向

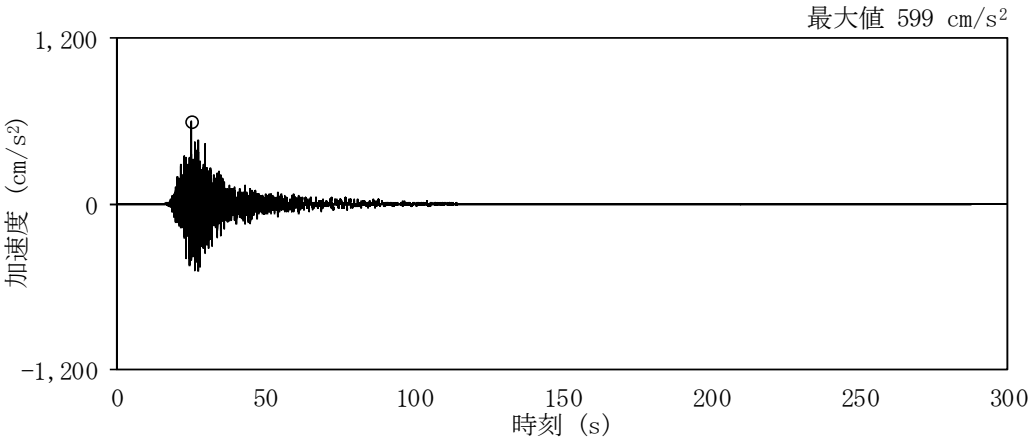
第５－４図（1／3） 加速度波形及び加速度応答スペクトル（S_S－１３）

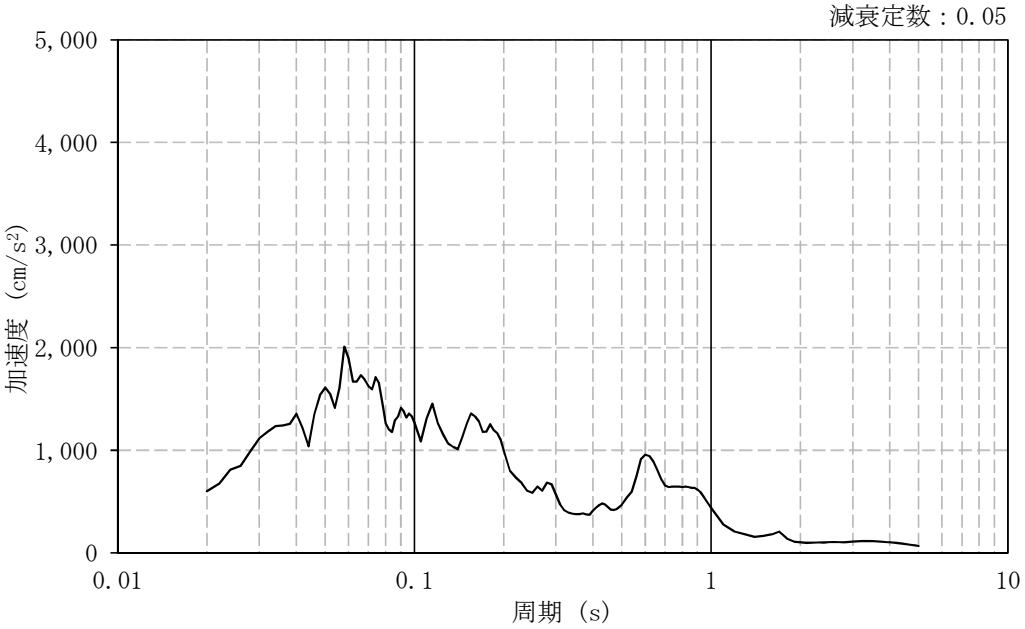




(b)　ＥＷ方向

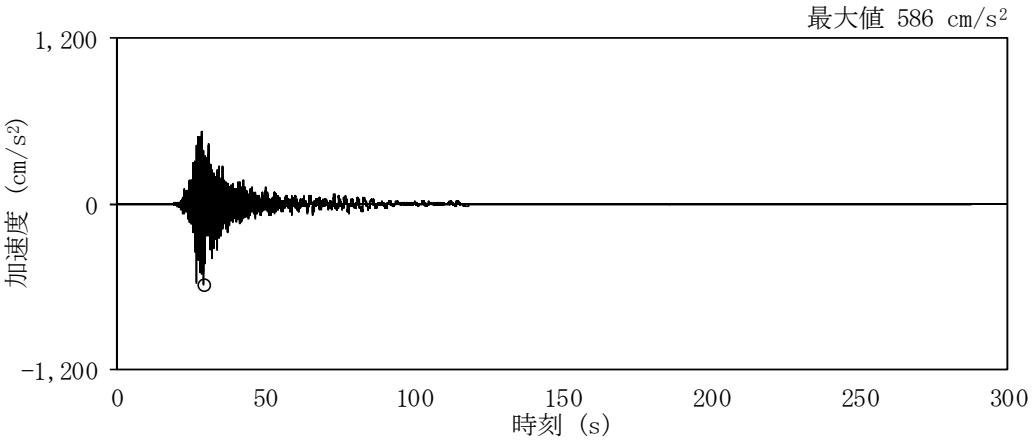
第５－４図（2／3）　加速度波形及び加速度応答スペクトル（Ｓｓ－１３）

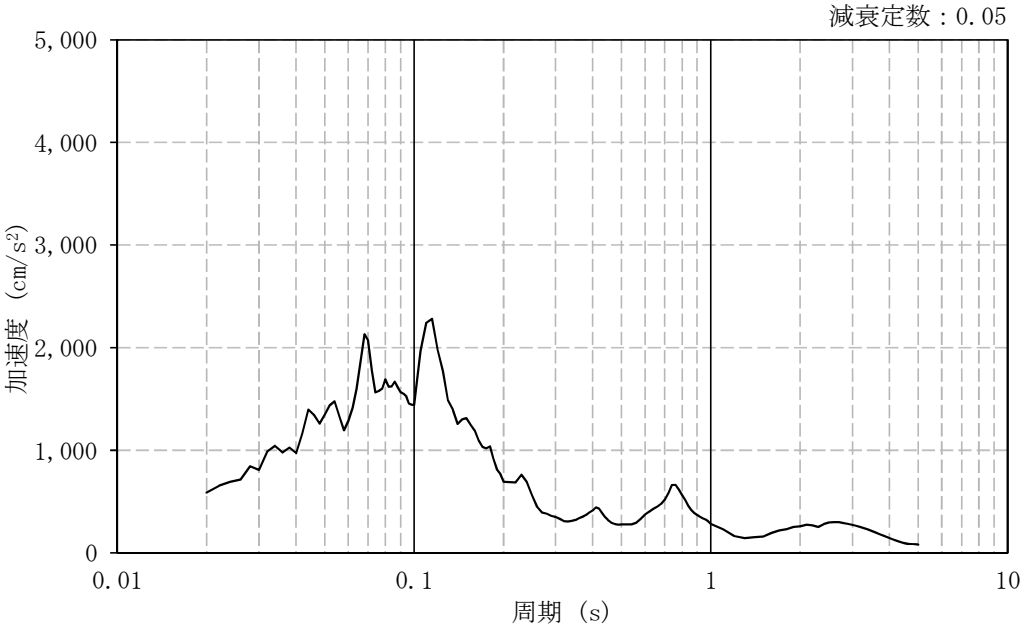




（c） ＵＤ方向

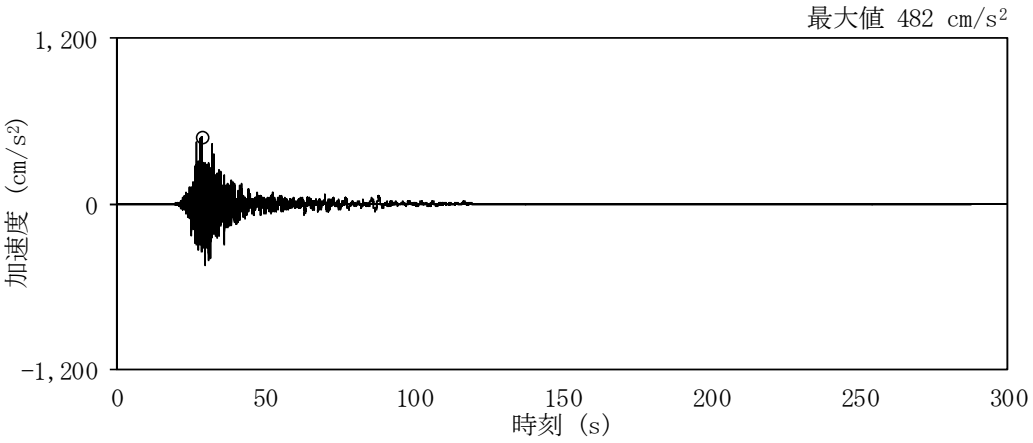
第５－４図（3／3） 加速度波形及び加速度応答スペクトル（Ｓ$_S$－１３）

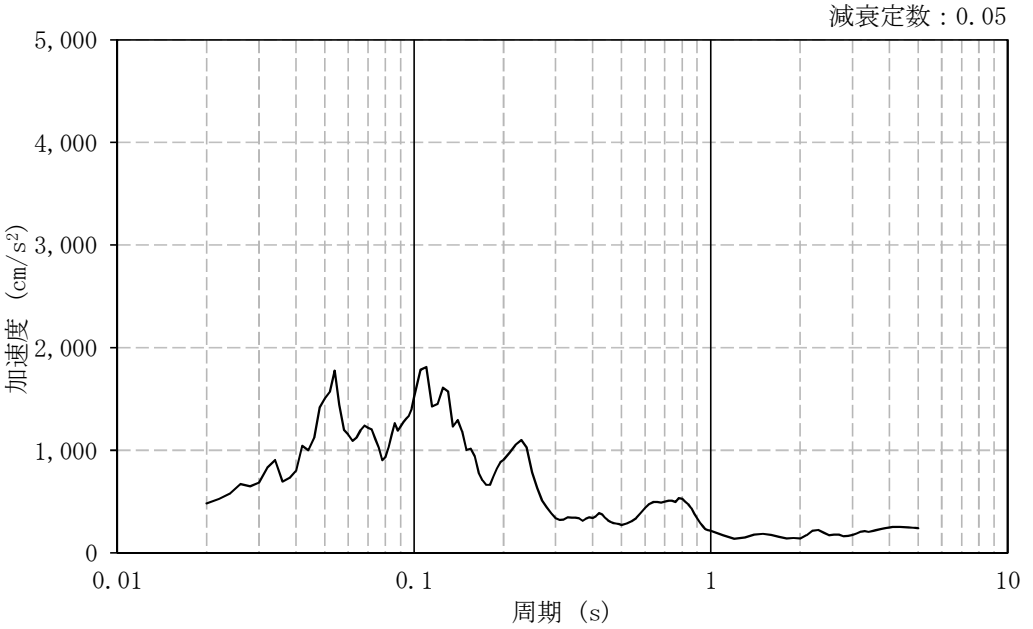




（a） ＮＳ方向

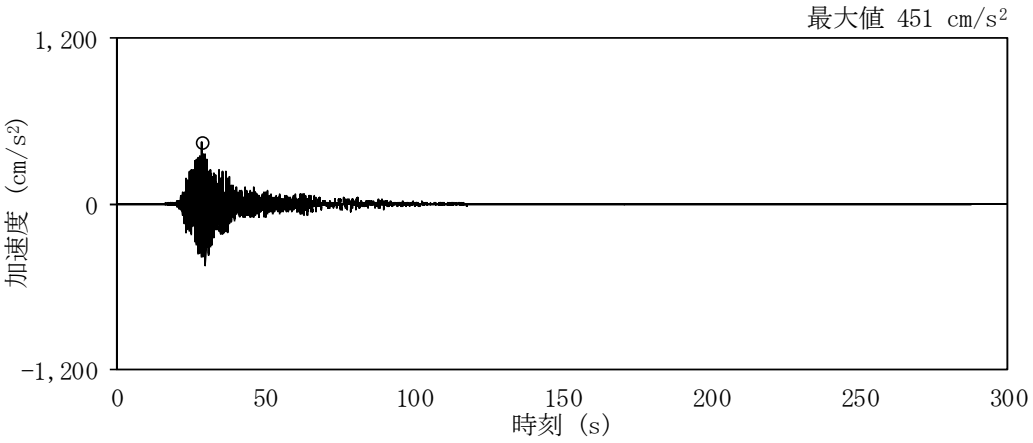
第５－５図（1／3） 加速度波形及び加速度応答スペクトル（S_S－１４）

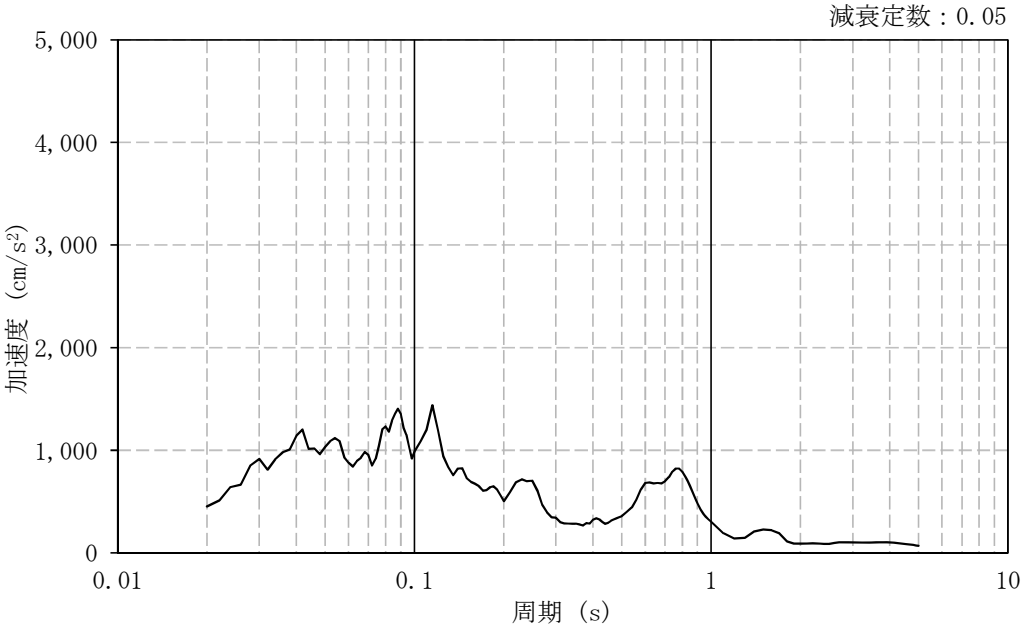




(b)　ＥＷ方向

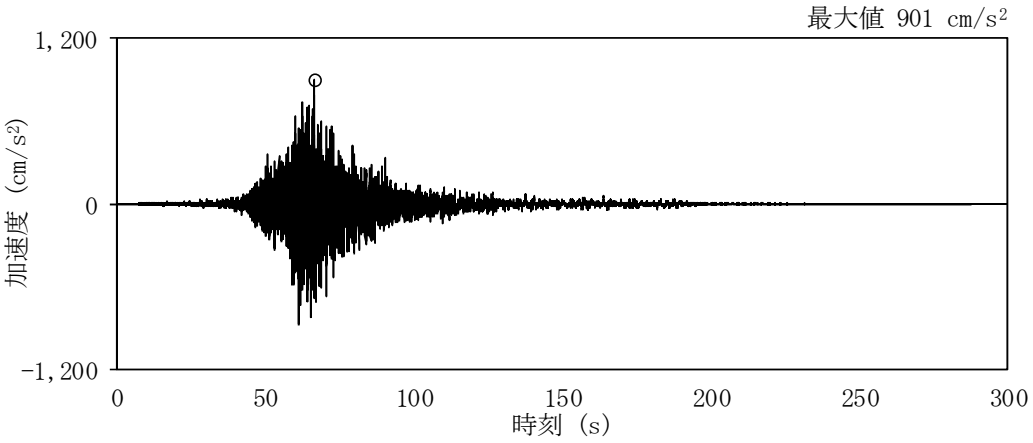
第５－５図（2／3）　加速度波形及び加速度応答スペクトル（Ｓ$_{s}$－１４）

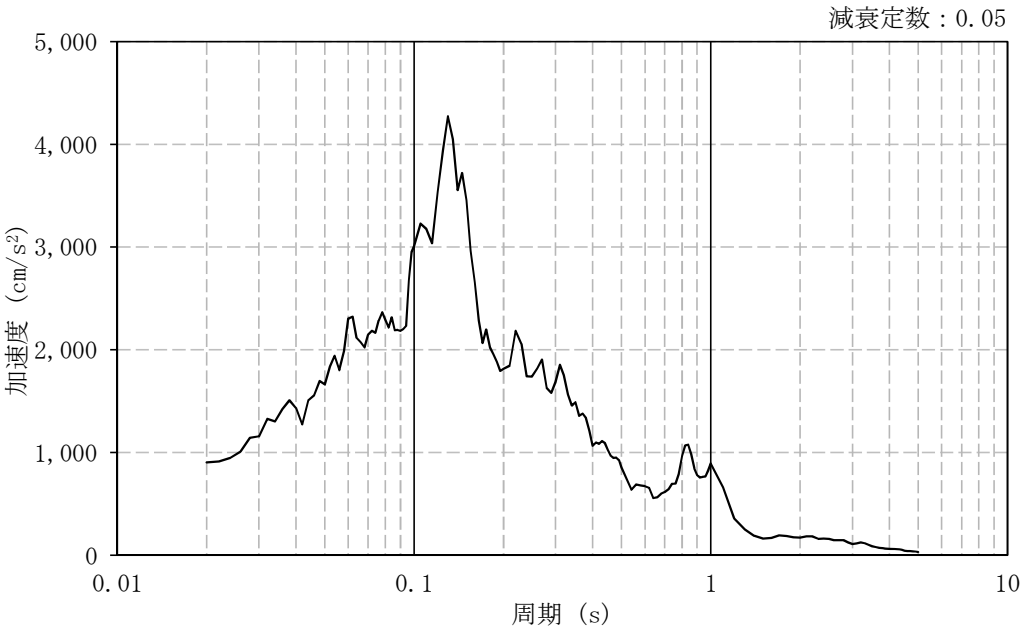




（c） ＵＤ方向

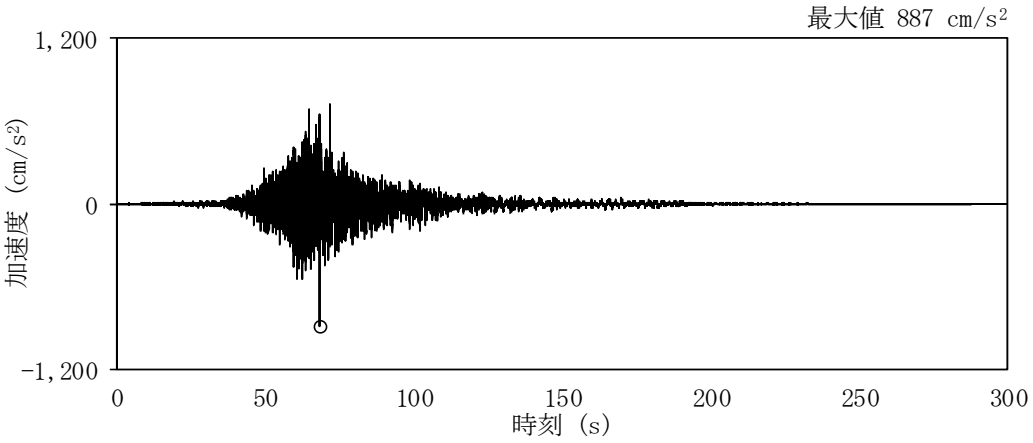
第５－５図（3／3） 加速度波形及び加速度応答スペクトル（Ｓｓ－１４）

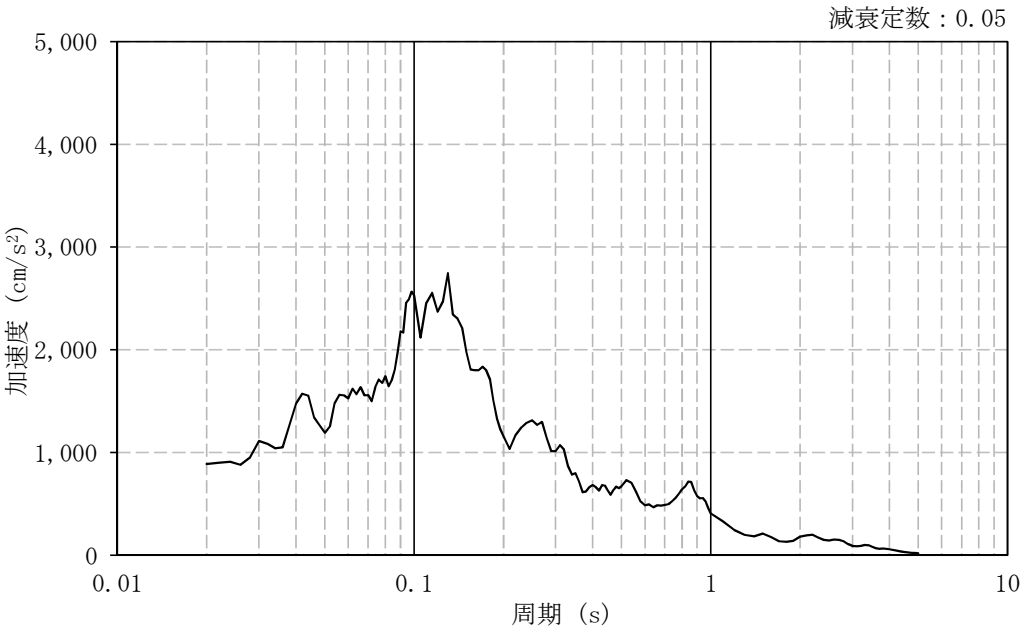




（a）　ＮＳ方向

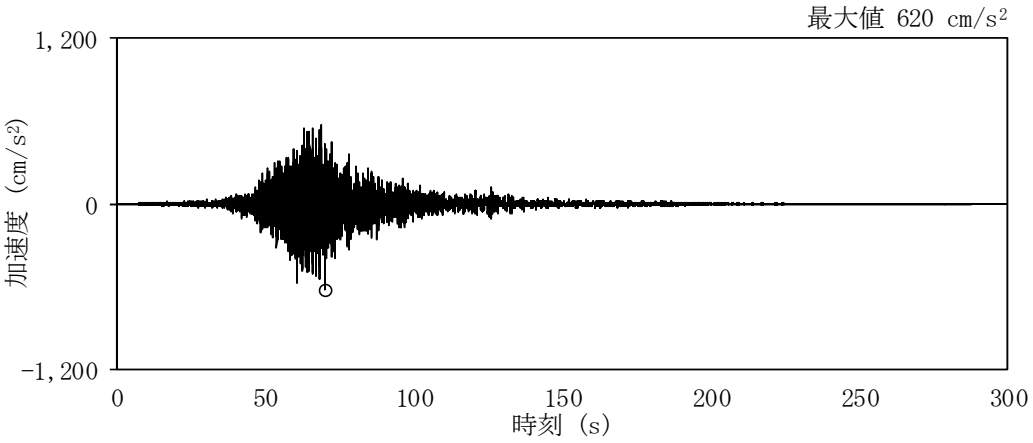
第５－６図（1／3）　加速度波形及び加速度応答スペクトル（Ｓ$_{S}$－２１）

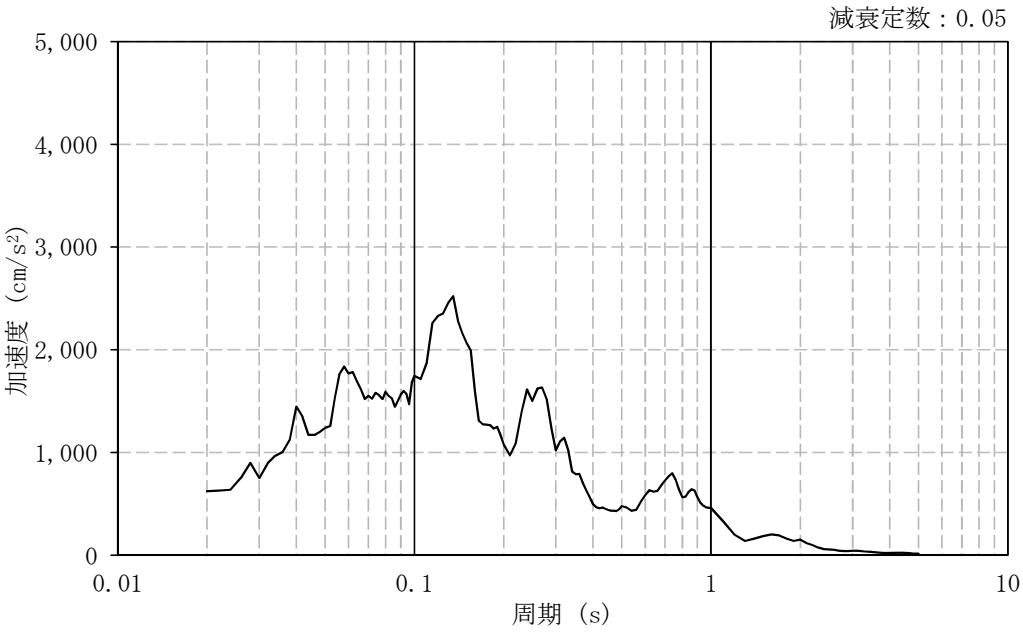




(b)　ＥＷ方向

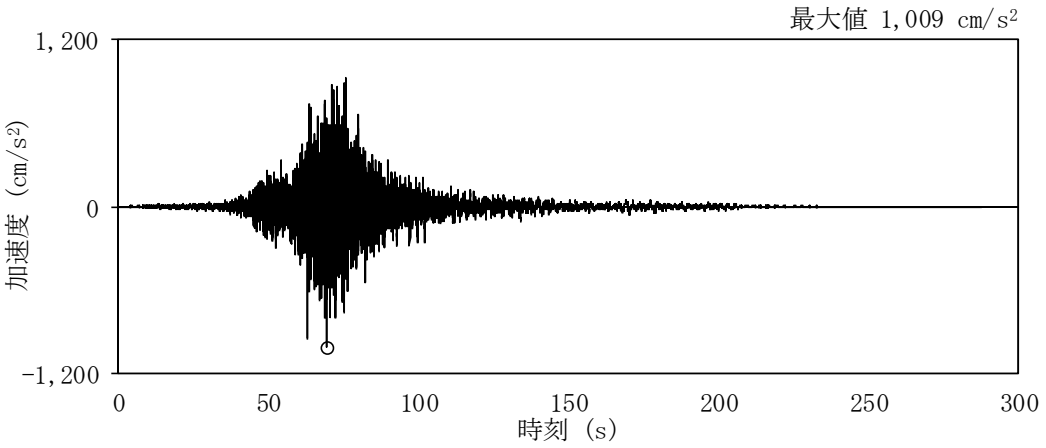
第５－６図（2／3）　加速度波形及び加速度応答スペクトル（Ｓｓ－２１）

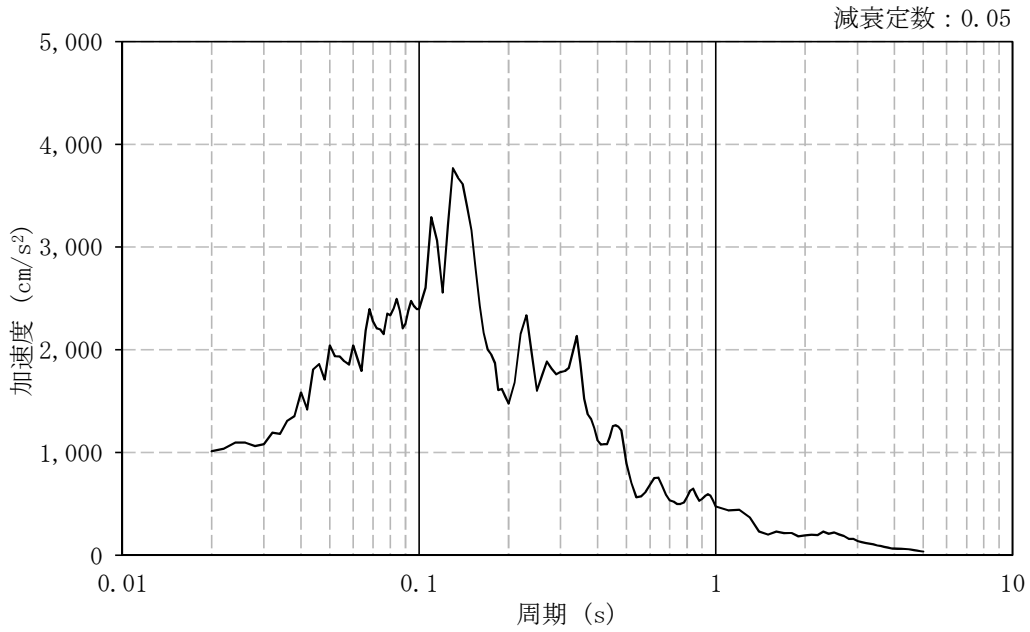




（c） ＵＤ方向

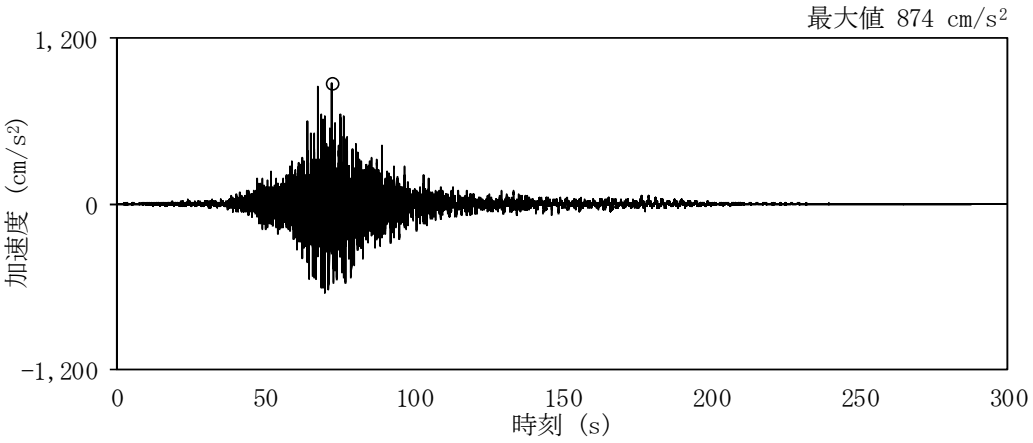
第５－６図（3／3） 加速度波形及び加速度応答スペクトル（Ｓｓ－２１）

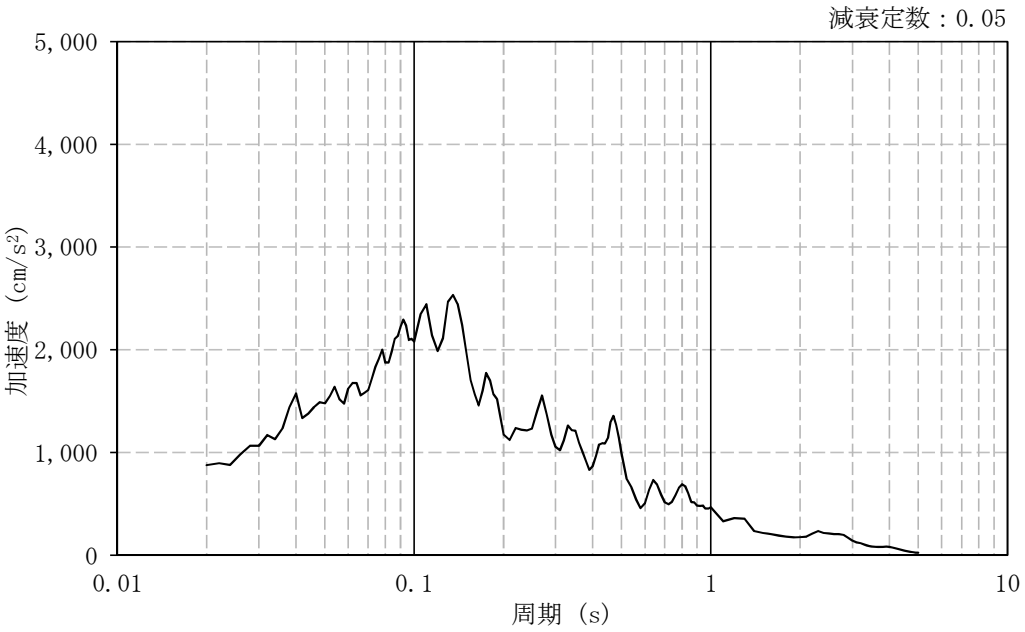




（a） ＮＳ方向

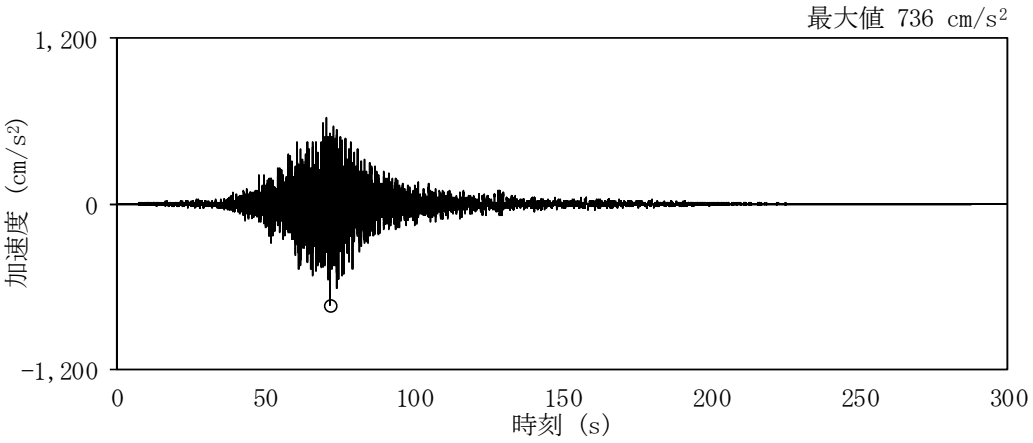
第５－７図（1／3） 加速度波形及び加速度応答スペクトル（Ｓｓ－２２）

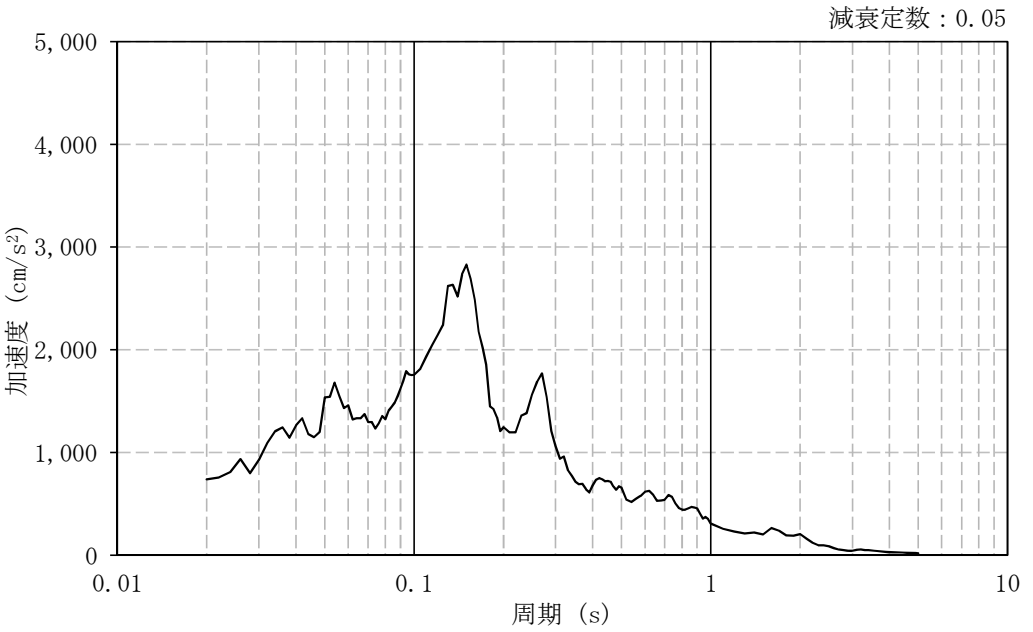




(b)　ＥＷ方向

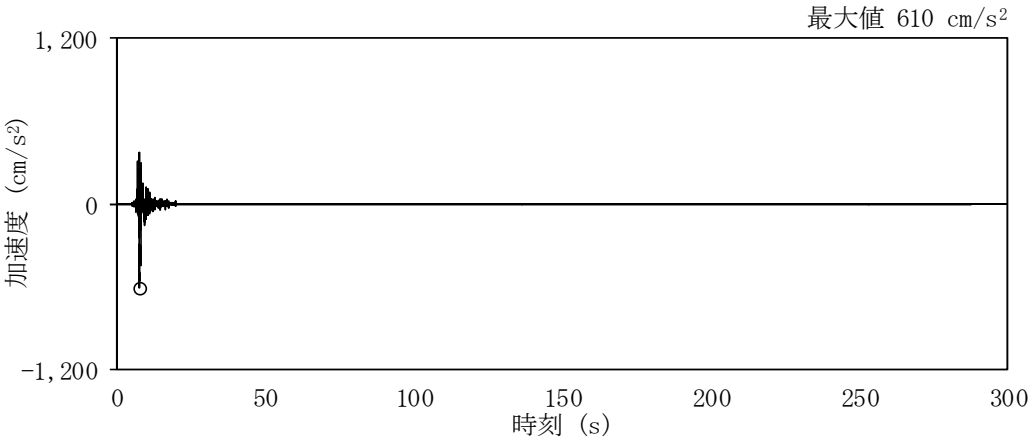
第５－７図（2／3）　加速度波形及び加速度応答スペクトル（Ｓｓ－２２）

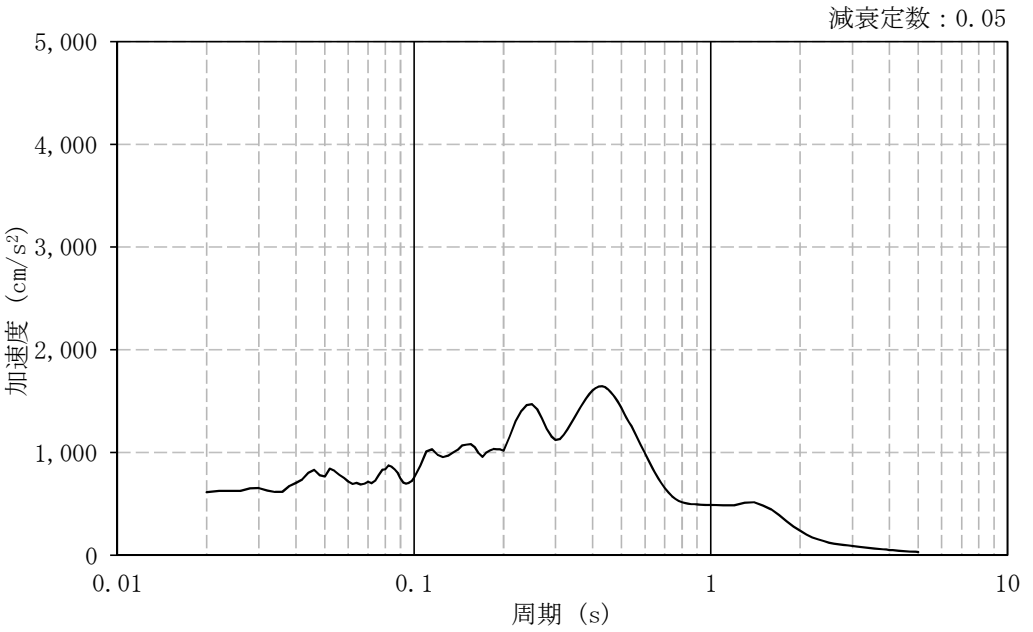




（c） ＵＤ方向

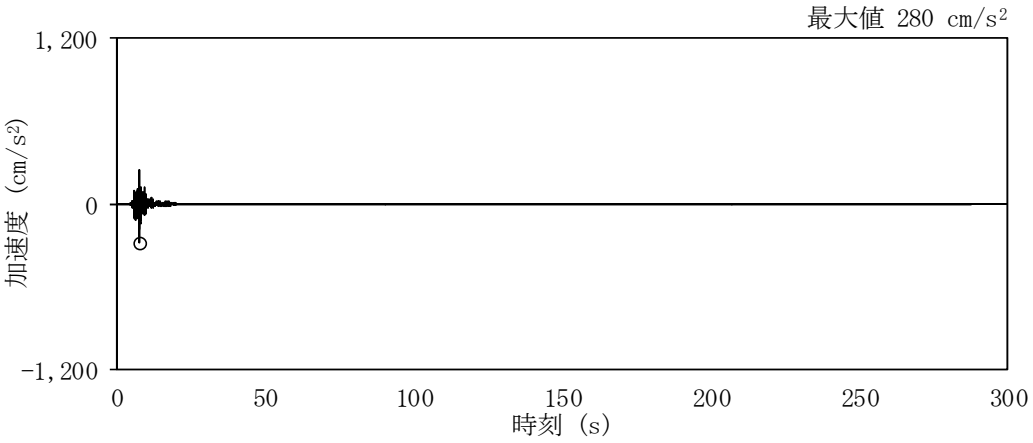
第５－７図（3／3） 加速度波形及び加速度応答スペクトル（Ｓｓ－２２）

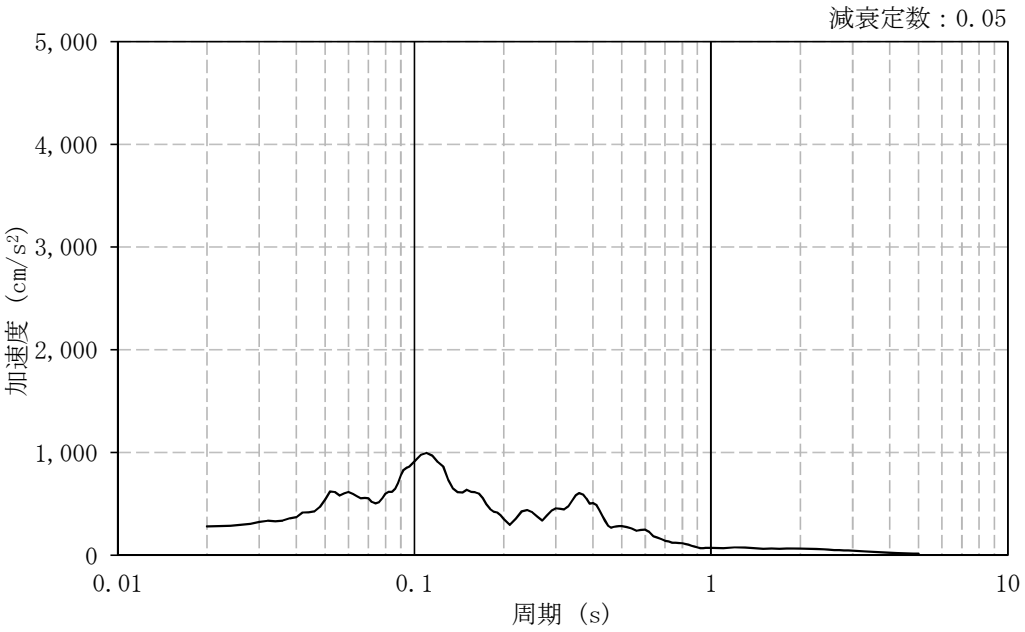




（a） 水平方向

第5－8図（1／2） 加速度波形及び加速度応答スペクトル（S_s－３１）





(b)　鉛直方向

第5－8図（2／2）　加速度波形及び加速度応答スペクトル（S_s－３１）

5.3　地盤応答解析による入力地震動の算定

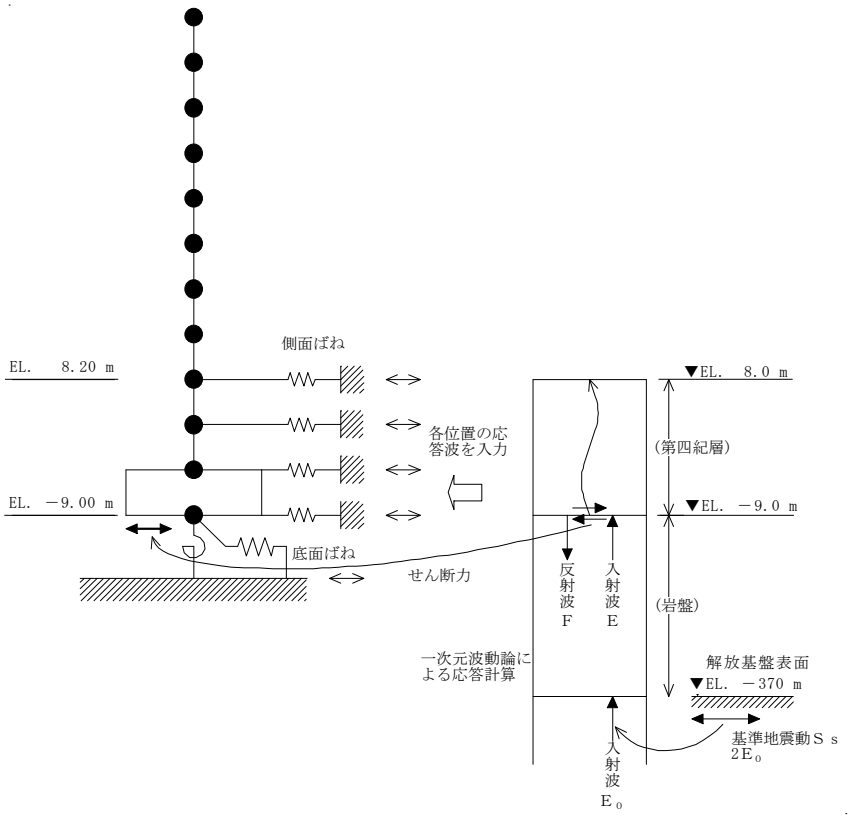
水平方向及び鉛直方向の解析概要を第5－9図及び第5－10図に示す。

水平方向の入力地震動は，解放基盤表面（EL.－370m，Vs≒700ｍ／s）で定義される基準地震動Ｓs（2Ｅ0）を用いて，一次元波動論により算定した基礎版下端及び側面地盤ばね位置での応答波（Ｅ＋Ｆ）とする。

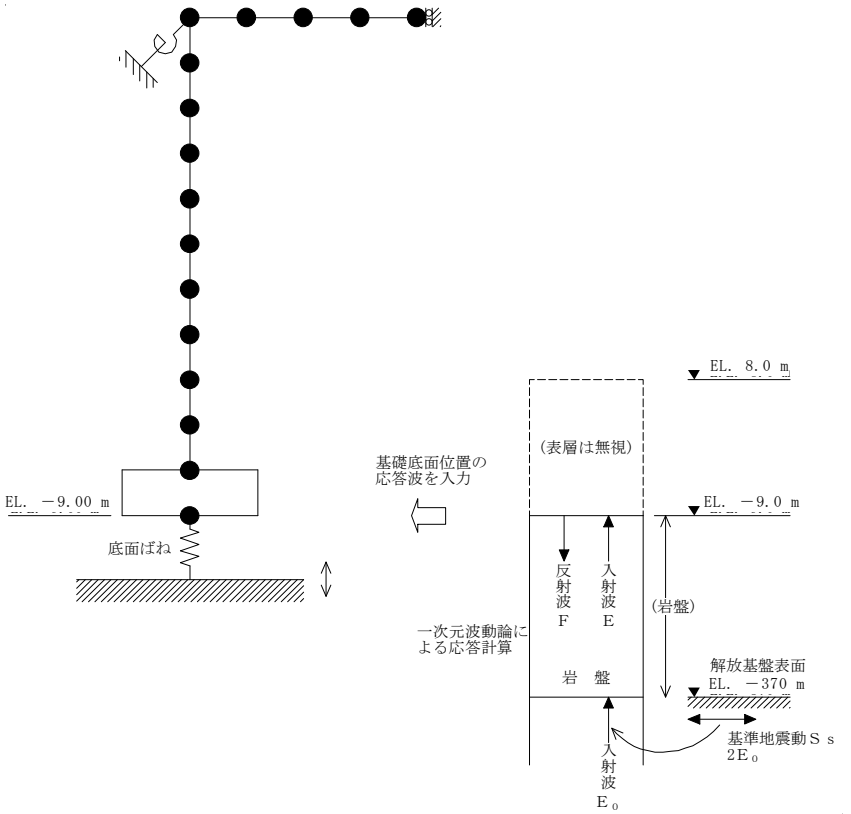
算定に用いる地盤モデルは，当該敷地の地層等を考慮して設定された水平成層地盤とし,等価線形化法により地盤の非線形を考慮した物性値を用いる。

鉛直方向の入力地震動は，解放基盤表面（EL.－370m，Vs≒700ｍ／s）で定義される基準地震動Ｓs（2Ｅ0）を用いて，一次元波動論により算定した基礎版下端位置での応答波（2Ｅ）とする。

算定に用いる地盤モデルには，水平方向の入力地震動算定に用いた地盤モデルの等価せん断波速度と体積弾性係数より求めた疎密波速度を用い，基礎版下端位置より上部を剥ぎ取った地盤モデルを用いる。



第 5－9 図　水平方向解析概要



第 5－10 図　鉛直方向解析概要

5.4　地震応答解析モデル

水平方向の地震応答解析に用いる建屋解析モデル及びその振動諸元を第5－2表に示す。また，鉛直方向地震応答解析に用いる建屋解析モデル及びその振動諸元を第5－3表に示す。

水平方向の地震応答解析モデルは，耐震壁を曲げせん断要素でモデル化し，建屋－地盤の相互作用を考慮するため基礎版下端に水平及び回転地盤ばねを設けている。また，建屋埋め込み部分にも側面地盤ばねを設け，地盤への埋め込み効果を考慮している。基礎版下端の底面地盤ばねは，振動アドミッタンス理論に基づき求め，建屋埋め込み部の側面地盤ばねは，ＮＯＶＡＫの方法により算定している。これら振動数依存の複素ばねを「ＪＥＡＧ4601-1991追補版」に基づき近似したものを解析に用いており，底面地盤ばねの剛性は静的理論解を用いて振動数に対して一定値とし，底面地盤ばねの減衰は円振動数ωの一次式の形で示し，地盤－建屋連成系の一次固有円振動数ω_1で虚部の値と一致するように設定している。側面地盤ばねの剛性については理論解の極大値を用いて振動数に対して一定値とし，側面地盤ばねの減衰は底面地盤ばねと同様に近似設定している。地盤ばねの近似法を第5－11図に示す。

鉛直方向の地震応答解析モデルは，耐震壁の軸剛性を考慮した質点系モデルとし，建屋－地盤の相互作用を考慮するため，基礎版下端に鉛直地盤ばねを設けている。

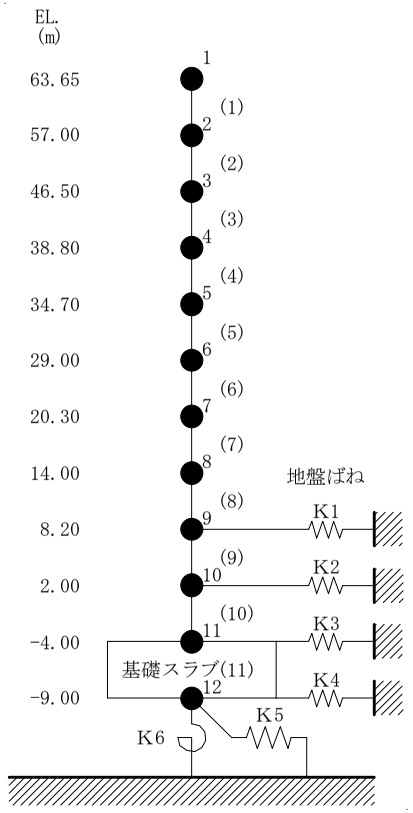
建屋の減衰定数は，鉄筋コンクリート部を5%，鉄骨部を2%とし，モード減衰として与えている。各次のモード減衰定数は，建屋各部のひずみエネルギに比例した値として算定している。

地震波ごとの地盤ばね算定結果は，第5－4表～第5－11表に示す通りである。

建物の非線形性については，耐震壁について設定しており，「ＪＥＡＧ

4601-1991 追補版」に基づき，トリリニア形スケルトン曲線としている。また，せん断力の履歴特性は最大点指向型としている。曲げモーメントの履歴特性は第２折点までは最大点指向型，それ以上ではディグレイディングトリリニア型としている。復元力特性のスケルトン曲線を第 5－12 図に，履歴特性を第 5－13 図に示す。原子炉建屋について算定したせん断及び曲げスケルトン曲線の諸数値を第 5－12 表及び第 5－13 表に示す。

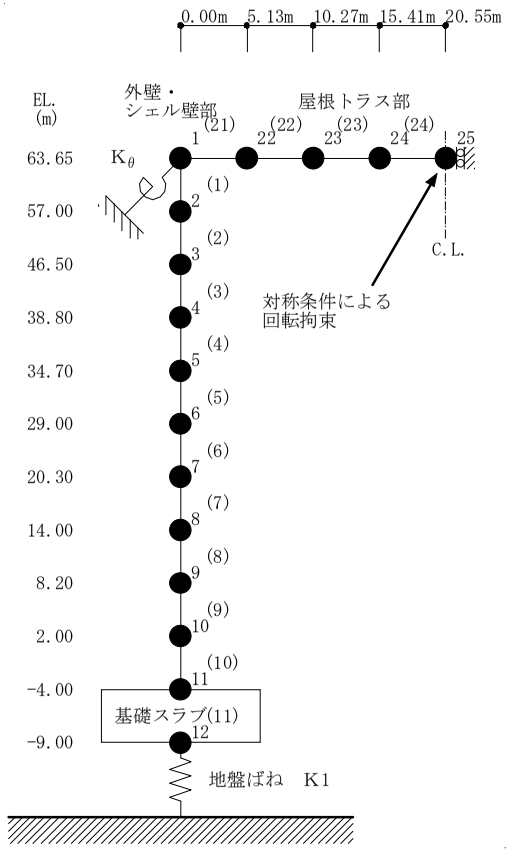
第5－2表　水平方向解析モデル及び振動諸元



・数字は質点番号を示す。
・（　）内は要素番号を示す。

標高 EL. (m)	質点番号	質点重量 (kN)	回転慣性重量 ($\times 10^5$kN・m^2)		要素番号	せん断断面積 (m^2)		断面2次ﾓｰﾒﾝﾄ ($\times 10^3$m^4)	
			NS方向	EW方向		NS方向	EW方向	NS方向	EW方向
63.65	1	15870	35.7	31.5					
57.00	2	16160	51.2	44.7	(1)	27.3	25.5	20.4	18.4
46.50	3	67320	120.3	104.7	(2)	27.3	25.5	20.4	18.4
38.80	4	97130	161.6	99.8	(3)	212	154	64.4	34.7
34.70	5	83270	113.0	68.7	(4)	133	141	45.0	37.3
29.00	6	122370	348.8	250.5	(5)	143	156	45.4	38.7
20.30	7	161820	488.7	543.9	(6)	218	237	77.6	72.9
14.00	8	234650	720.8	779.6	(7)	242	224	86.3	77.6
8.20	9	199260	893.0	886.8	(8)	394	345	178.5	147.4
2.00	10	220710	832.4	830.7	(9)	464	454	218.4	208.5
-4.00	11	439290	1724.6	1712.1	(10)	464	454	218.8	208.9
-9.00	12	275090	1081.4	1073.5	(11)	4675	4675	1828.1	1814.8
総重量		1932940							

第5－3表　鉛直方向解析モデル及び振動諸元

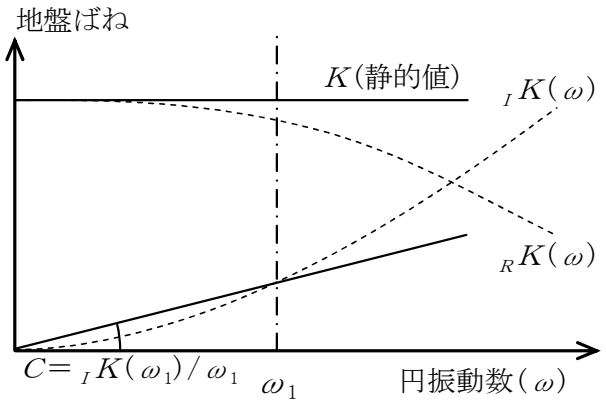


・数字は質点番号を示す。
・（　）内は要素番号を示す。

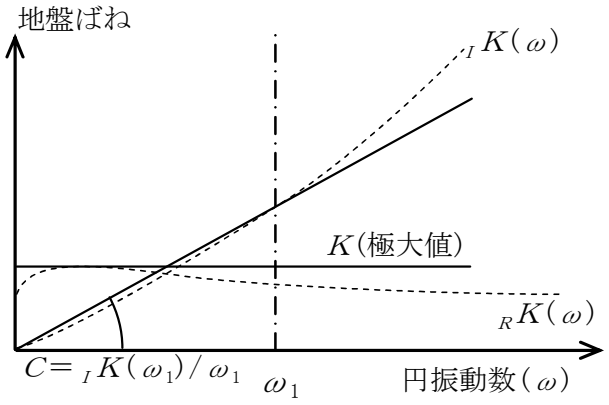
外壁・シェル壁部				
標高 EL.(m)	質点番号	質点重量(kN)	要素番号	軸断面積(m^2)
63.65	1	8030		
			(1)	52.4
57.00	2	16160		
			(2)	58.8
46.50	3	67320		
			(3)	331
38.80	4	97130		
			(4)	243
34.70	5	83270		
			(5)	297
29.00	6	122370		
			(6)	451
20.30	7	161820		
			(7)	461
14.00	8	234650		
			(8)	727
8.20	9	199260		
			(9)	900
2.00	10	220710		
			(10)	900
-4.00	11	439290		
			(11)	4675
-9.00	12	275090		
総重量		1932940		

屋根トラス部						
標高 EL.(m)	ｽﾊﾟﾝ方向(m)	質点番号	質点重量(kN)	要素番号	せん断断面積($\times10^{-2}m^2$)	断面2次ﾓｰﾒﾝﾄ(m^4)
63.65	20.55	25	1120			
				(24)	5.68	1.76
	15.41	24	2240			
				(23)	5.68	1.76
	10.27	23	2240			
				(22)	8.50	1.76
	5.13	22	2240			
				(21)	11.49	1.76
	0.00	1	—			

トラス端部回転拘束ばね
$K_\theta=5.62\times10^6$ kN・m/rad



(a)　底面地盤ばね



(b)　側面地盤ばね

第 5－11 図　地盤ばねの近似法

第5－4表　地盤のばね定数と減衰係数（S_s－D１）

(a)　ＮＳ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数*1 K_C	減衰係数*2 C_C
K1	9	側面・並進	5.46×10^{5}	2.50×10^{5}
K2	10	側面・並進	1.22×10^{6}	4.18×10^{5}
K3	11	側面・並進	6.64×10^{6}	9.11×10^{5}
K4	12	側面・並進	1.92×10^{7}	8.70×10^{5}
K5	12	底面・並進	6.41×10^{7}	3.45×10^{6}
K6	12	底面・回転	9.26×10^{10}	1.59×10^{9}

*1：K1～K5はkN／m，K6はkN･m／rad
*2：K1～K5はkN･s／m，K6はkN･m･s／rad

(b)　ＥＷ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数*1 K_C	減衰係数*2 C_C
K1	9	側面・並進	5.46×10^{5}	2.49×10^{5}
K2	10	側面・並進	1.22×10^{6}	4.19×10^{5}
K3	11	側面・並進	6.64×10^{6}	9.09×10^{5}
K4	12	側面・並進	1.92×10^{7}	8.69×10^{5}
K5	12	底面・並進	6.42×10^{7}	3.45×10^{6}
K6	12	底面・回転	9.17×10^{10}	1.57×10^{9}

*1：K1～K5はkN／m，K6はkN･m／rad
*2：K1～K5はkN･s／m，K6はkN･m･s／rad

(c)　ＵＤ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数 K_C kN／m	減衰係数 C_C kN･s／m
K1	12	底面・鉛直	1.08×10^{8}	8.21×10^{6}

第5－5表　地盤のばね定数と減衰係数（Ｓｓ－１１）

(a)　ＮＳ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数*1 K_C	減衰係数*2 C_C
K1	9	側面・並進	6.46×10^{5}	2.88×10^{5}
K2	10	側面・並進	1.75×10^{6}	6.72×10^{5}
K3	11	側面・並進	8.96×10^{6}	9.99×10^{5}
K4	12	側面・並進	2.20×10^{7}	9.69×10^{5}
K5	12	底面・並進	7.04×10^{7}	3.61×10^{6}
K6	12	底面・回転	1.01×10^{11}	1.65×10^{9}

*1：K1～K5はkN／m，K6はkN･m／rad
*2：K1～K5はkN･s／m，K6はkN･m･s／rad

(b)　ＥＷ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数*1 K_C	減衰係数*2 C_C
K1	9	側面・並進	6.46×10^{5}	2.90×10^{5}
K2	10	側面・並進	1.75×10^{6}	6.64×10^{5}
K3	11	側面・並進	8.96×10^{6}	1.00×10^{6}
K4	12	側面・並進	2.20×10^{7}	9.69×10^{5}
K5	12	底面・並進	7.05×10^{7}	3.61×10^{6}
K6	12	底面・回転	1.00×10^{11}	1.63×10^{9}

*1：K1～K5はkN／m，K6はkN･m／rad
*2：K1～K5はkN･s／m，K6はkN･m･s／rad

(c)　ＵＤ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数 K_C kN／m	減衰係数 C_C kN･s／m
K1	12	底面・鉛直	1.16×10^{8}	8.50×10^{6}

第5－6表　地盤のばね定数と減衰係数（Ｓｓ－１２）

(a)　ＮＳ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数*1 K_C	減衰係数*2 C_C
K1	9	側面・並進	6.46×10^{5}	2.93×10^{5}
K2	10	側面・並進	1.74×10^{6}	6.59×10^{5}
K3	11	側面・並進	8.66×10^{6}	9.81×10^{5}
K4	12	側面・並進	2.16×10^{7}	9.56×10^{5}
K5	12	底面・並進	6.80×10^{7}	3.54×10^{6}
K6	12	底面・回転	9.69×10^{10}	1.62×10^{9}

*1：K1～K5はkN／m，K6はkN･m／rad
*2：K1～K5はkN･s／m，K6はkN･m･s／rad

(b)　ＥＷ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数*1 K_C	減衰係数*2 C_C
K1	9	側面・並進	6.46×10^{5}	2.95×10^{5}
K2	10	側面・並進	1.74×10^{6}	6.54×10^{5}
K3	11	側面・並進	8.66×10^{6}	9.83×10^{5}
K4	12	側面・並進	2.16×10^{7}	9.55×10^{5}
K5	12	底面・並進	6.80×10^{7}	3.55×10^{6}
K6	12	底面・回転	9.64×10^{10}	1.60×10^{9}

*1：K1～K5はkN／m，K6はkN･m／rad
*2：K1～K5はkN･s／m，K6はkN･m･s／rad

(c)　ＵＤ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数 K_C kN／m	減衰係数 C_C kN･s／m
K1	12	底面・鉛直	1.11×10^{8}	8.31×10^{6}

第5－7表　地盤のばね定数と減衰係数（Ｓｓ－１３）

(a)　ＮＳ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数*1 K_C	減衰係数*2 C_C
K1	9	側面・並進	6.39×10^{5}	2.85×10^{5}
K2	10	側面・並進	1.71×10^{6}	6.67×10^{5}
K3	11	側面・並進	8.60×10^{6}	9.78×10^{5}
K4	12	側面・並進	2.16×10^{7}	9.56×10^{5}
K5	12	底面・並進	6.83×10^{7}	3.55×10^{6}
K6	12	底面・回転	9.78×10^{10}	1.63×10^{9}

*1：K1～K5はkN／m，K6はkN･m／rad
*2：K1～K5はkN･s／m，K6はkN･m･s／rad

(b)　ＥＷ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数*1 K_C	減衰係数*2 C_C
K1	9	側面・並進	6.39×10^{5}	2.87×10^{5}
K2	10	側面・並進	1.71×10^{6}	6.64×10^{5}
K3	11	側面・並進	8.60×10^{6}	9.80×10^{5}
K4	12	側面・並進	2.16×10^{7}	9.56×10^{5}
K5	12	底面・並進	6.83×10^{7}	3.55×10^{6}
K6	12	底面・回転	9.73×10^{10}	1.61×10^{9}

*1：K1～K5はkN／m，K6はkN･m／rad
*2：K1～K5はkN･s／m，K6はkN･m･s／rad

(c)　ＵＤ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数 K_C kN／m	減衰係数 C_C kN･s／m
K1	12	底面・鉛直	1.12×10^{8}	8.35×10^{6}

第5－8表　地盤のばね定数と減衰係数（S_s－１４）

(a)　ＮＳ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数*1 K_C	減衰係数*2 C_C
K1	9	側面・並進	6.78×10^{5}	3.18×10^{5}
K2	10	側面・並進	1.83×10^{6}	6.42×10^{5}
K3	11	側面・並進	9.11×10^{6}	1.00×10^{6}
K4	12	側面・並進	2.22×10^{7}	9.68×10^{5}
K5	12	底面・並進	6.92×10^{7}	3.58×10^{6}
K6	12	底面・回転	9.92×10^{10}	1.64×10^{9}

*1：K1～K5はkN／m，K6はkN･m／rad
*2：K1～K5はkN･s／m，K6はkN･m･s／rad

(b)　ＥＷ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数*1 K_C	減衰係数*2 C_C
K1	9	側面・並進	6.78×10^{5}	3.21×10^{5}
K2	10	側面・並進	1.83×10^{6}	6.36×10^{5}
K3	11	側面・並進	9.11×10^{6}	1.01×10^{6}
K4	12	側面・並進	2.22×10^{7}	9.68×10^{5}
K5	12	底面・並進	6.92×10^{7}	3.58×10^{6}
K6	12	底面・回転	9.87×10^{10}	1.62×10^{9}

*1：K1～K5はkN／m，K6はkN･m／rad
*2：K1～K5はkN･s／m，K6はkN･m･s／rad

(c)　ＵＤ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数 K_C kN／m	減衰係数 C_C kN･s／m
K1	12	底面・鉛直	1.13×10^{8}	8.40×10^{6}

第5－9表　地盤のばね定数と減衰係数（Ｓｓ－２１）

(a)　ＮＳ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数*1 K_C	減衰係数*2 C_C
K1	9	側面・並進	5.54×10^{5}	2.58×10^{5}
K2	10	側面・並進	1.38×10^{6}	4.38×10^{5}
K3	11	側面・並進	7.62×10^{6}	9.47×10^{5}
K4	12	側面・並進	2.08×10^{7}	9.30×10^{5}
K5	12	底面・並進	6.80×10^{7}	3.55×10^{6}
K6	12	底面・回転	9.76×10^{10}	1.62×10^{9}

*1：K1～K5はkN／m，K6はkN･m／rad
*2：K1～K5はkN･s／m，K6はkN･m･s／rad

(b)　ＥＷ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数*1 K_C	減衰係数*2 C_C
K1	9	側面・並進	5.54×10^{5}	2.57×10^{5}
K2	10	側面・並進	1.38×10^{6}	4.42×10^{5}
K3	11	側面・並進	7.62×10^{6}	9.43×10^{5}
K4	12	側面・並進	2.08×10^{7}	9.29×10^{5}
K5	12	底面・並進	6.80×10^{7}	3.55×10^{6}
K6	12	底面・回転	9.70×10^{10}	1.60×10^{9}

*1：K1～K5はkN／m，K6はkN･m／rad
*2：K1～K5はkN･s／m，K6はkN･m･s／rad

(c)　ＵＤ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数 K_C kN／m	減衰係数 C_C kN･s／m
K1	12	底面・鉛直	1.14×10^{8}	8.42×10^{6}

第5－10表　地盤のばね定数と減衰係数（S_S－２２）

(a)　ＮＳ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数*1 K_C	減衰係数*2 C_C
K1	9	側面・並進	5.39×10^{5}	2.61×10^{5}
K2	10	側面・並進	1.28×10^{6}	4.08×10^{5}
K3	11	側面・並進	7.22×10^{6}	9.49×10^{5}
K4	12	側面・並進	2.03×10^{7}	9.10×10^{5}
K5	12	底面・並進	6.80×10^{7}	3.55×10^{6}
K6	12	底面・回転	9.80×10^{10}	1.62×10^{9}

*1：K1～K5はkN／m，K6はkN･m／rad
*2：K1～K5はkN･s／m，K6はkN･m･s／rad

(b)　ＥＷ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数*1 K_C	減衰係数*2 C_C
K1	9	側面・並進	5.39×10^{5}	2.59×10^{5}
K2	10	側面・並進	1.28×10^{6}	4.10×10^{5}
K3	11	側面・並進	7.22×10^{6}	9.46×10^{5}
K4	12	側面・並進	2.03×10^{7}	9.09×10^{5}
K5	12	底面・並進	6.80×10^{7}	3.55×10^{6}
K6	12	底面・回転	9.75×10^{10}	1.60×10^{9}

*1：K1～K5はkN／m，K6はkN･m／rad
*2：K1～K5はkN･s／m，K6はkN･m･s／rad

(c)　ＵＤ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数 K_C kN／m	減衰係数 C_C kN･s／m
K1	12	底面・鉛直	1.14×10^{8}	8.43×10^{6}

第5－11表　地盤のばね定数と減衰係数（S_S－３１）

(a)　ＮＳ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数*1 K_C	減衰係数*2 C_C
K1	9	側面・並進	5.39×10^{5}	2.46×10^{5}
K2	10	側面・並進	1.18×10^{6}	4.01×10^{5}
K3	11	側面・並進	5.24×10^{6}	8.98×10^{5}
K4	12	側面・並進	1.86×10^{7}	8.58×10^{5}
K5	12	底面・並進	6.26×10^{7}	3.41×10^{6}
K6	12	底面・回転	8.96×10^{10}	1.57×10^{9}

*1：K1～K5はkN／m，K6はkN･m／rad
*2：K1～K5はkN･s／m，K6はkN･m･s／rad

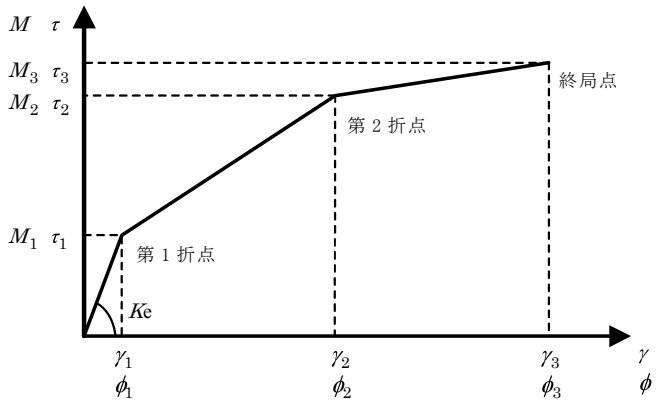
(b)　ＥＷ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数*1 K_C	減衰係数*2 C_C
K1	9	側面・並進	5.39×10^{5}	2.45×10^{5}
K2	10	側面・並進	1.18×10^{6}	4.00×10^{5}
K3	11	側面・並進	5.24×10^{6}	8.97×10^{5}
K4	12	側面・並進	1.86×10^{7}	8.57×10^{5}
K5	12	底面・並進	6.27×10^{7}	3.41×10^{6}
K6	12	底面・回転	8.91×10^{10}	1.55×10^{9}

*1：K1～K5はkN／m，K6はkN･m／rad
*2：K1～K5はkN･s／m，K6はkN･m･s／rad

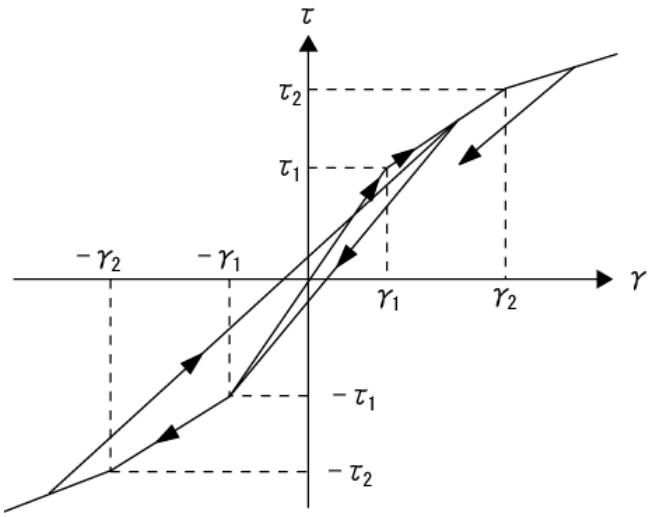
(c)　ＵＤ方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成　分	ばね定数 K_C kN／m	減衰係数 C_C kN･s／m
K1	12	底面・鉛直	1.06×10^{8}	8.14×10^{6}

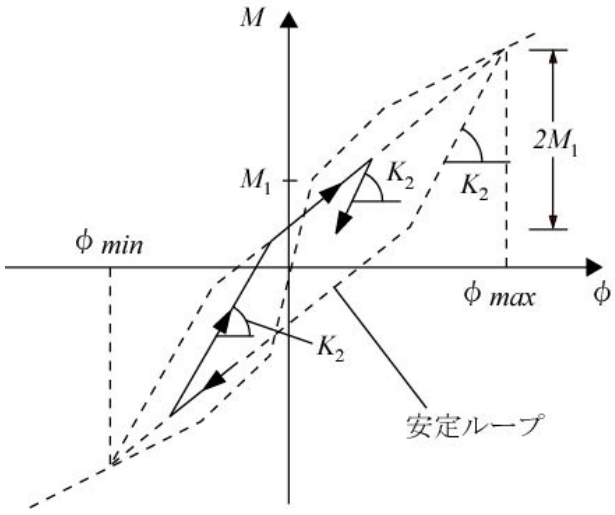


τ１：第１折れ点のせん断応力度
τ２：第２折れ点のせん断応力度
τ３：終局点のせん断応力度
γ１：第１折れ点のせん断ひずみ
γ２：第２折れ点のせん断ひずみ
γ３：終局点のせん断ひずみ
Ｍ１：第１折れ点の曲げモーメント
Ｍ２：第２折れ点の曲げモーメント
Ｍ３：終局点の曲げモーメント
ϕ１：第１折れ点の曲率
ϕ２：第２折れ点の曲率
ϕ３：終局点の曲率

第５－12 図　復元力特性のスケルトン曲線



(a)　最大点指向型



(b)　ディグレイディングトリリニア型

第 5－13 図　復元力特性の履歴特性

第5－12表　せん断スケルトン数値表

(a)　ＮＳ方向

EL. m	要素 番号	τ_1 N／mm^2	τ_2 N／mm^2	τ_3 N／mm^2	γ_1 $\times 10^{-3}$	γ_2 $\times 10^{-3}$	γ_3 $\times 10^{-3}$
63.65 ～ 57.00	1	1.60	2.16	4.54	0.174	0.522	4.0
57.00 ～ 46.50	2	1.71	2.31	4.63	0.185	0.555	4.0
46.50 ～ 38.80	3	1.59	2.15	4.38	0.173	0.519	4.0
38.80 ～ 34.70	4	1.34	1.81	4.17	0.145	0.435	4.0
34.70 ～ 29.00	5	1.28	1.73	3.91	0.139	0.417	4.0
29.00 ～ 20.30	6	1.47	1.98	4.26	0.159	0.477	4.0
20.30 ～ 14.00	7	1.61	2.17	4.87	0.174	0.522	4.0
14.00 ～ 8.20	8	1.68	2.27	4.27	0.183	0.549	4.0
8.20 ～ 2.00	9	1.77	2.39	5.02	0.192	0.576	4.0
2.00 ～ -4.00	10	1.85	2.50	5.84	0.201	0.603	4.0

(b)　ＥＷ方向

EL. m	要素 番号	τ_1 N／mm^2	τ_2 N／mm^2	τ_3 N／mm^2	γ_1 $\times 10^{-3}$	γ_2 $\times 10^{-3}$	γ_3 $\times 10^{-3}$
63.65 ～ 57.00	1	1.60	2.16	4.54	0.174	0.522	4.0
57.00 ～ 46.50	2	1.71	2.31	4.63	0.185	0.555	4.0
46.50 ～ 38.80	3	1.60	2.16	4.63	0.173	0.519	4.0
38.80 ～ 34.70	4	1.49	2.01	4.40	0.162	0.486	4.0
34.70 ～ 29.00	5	1.39	1.88	4.01	0.151	0.453	4.0
29.00 ～ 20.30	6	1.31	1.77	3.72	0.143	0.429	4.0
20.30 ～ 14.00	7	1.59	2.15	4.57	0.172	0.516	4.0
14.00 ～ 8.20	8	1.68	2.27	4.52	0.182	0.546	4.0
8.20 ～ 2.00	9	1.77	2.39	5.02	0.192	0.576	4.0
2.00 ～ -4.00	10	1.85	2.50	5.77	0.201	0.603	4.0

第5－13表　曲げスケルトン数値表

(a)　ＮＳ方向

EL. m	要素 番号	M_1 $\times 10^6$kN･m	M_2 $\times 10^6$kN･m	M_3 $\times 10^6$kN･m	ϕ_1 $\times 10^{-5}$1/m	ϕ_2 $\times 10^{-5}$1/m	ϕ_3 $\times 10^{-5}$1/m
63.65 ～ 57.00	1	1.85	3.23	4.18	0.410	4.87	97.4
57.00 ～ 46.50	2	2.06	3.49	4.48	0.457	4.97	99.4
46.50 ～ 38.80	3	5.75	12.6	18.7	0.404	5.28	57.1
38.80 ～ 34.70	4	4.87	12.7	16.1	0.490	8.14	102
34.70 ～ 29.00	5	5.12	13.0	16.5	0.510	8.12	102
29.00 ～ 20.30	6	7.47	19.5	22.5	0.436	5.90	33.9
20.30 ～ 14.00	7	10.3	27.0	31.1	0.540	6.02	36.6
14.00 ～ 8.20	8	14.5	42.2	50.3	0.368	4.81	47.5
8.20 ～ 2.00	9	21.7	62.6	79.2	0.450	5.46	41.8
2.00 ～ -4.00	10	24.7	80.9	101	0.511	6.35	36.9

(b)　ＥＷ方向

EL. m	要素 番号	M_1 $\times 10^6$kN･m	M_2 $\times 10^6$kN･m	M_3 $\times 10^6$kN･m	ϕ_1 $\times 10^{-5}$1/m	ϕ_2 $\times 10^{-5}$1/m	ϕ_3 $\times 10^{-5}$1/m
63.65 ～ 57.00	1	1.77	3.03	3.86	0.435	5.15	103
57.00 ～ 46.50	2	2.23	3.35	4.19	0.548	5.83	116
46.50 ～ 38.80	3	3.57	6.61	8.98	0.466	8.83	108
38.80 ～ 34.70	4	4.87	12.5	16.1	0.591	9.58	123
34.70 ～ 29.00	5	5.12	12.8	16.6	0.599	9.28	120
29.00 ～ 20.30	6	6.80	17.6	21.1	0.422	5.67	53.5
20.30 ～ 14.00	7	8.95	22.4	26.0	0.522	5.80	47.3
14.00 ～ 8.20	8	12.7	38.2	46.2	0.390	5.23	53.0
8.20 ～ 2.00	9	20.9	61.2	77.3	0.454	5.56	42.0
2.00 ～ -4.00	10	23.7	77.8	96.5	0.513	6.48	39.8

5.5　地震応答解析結果

(1) 地震応答解析法

地震応答解析は，水平方向については耐震壁の非線形性を考慮した弾塑性時刻歴応答解析によるものとし，鉛直方向は弾性時刻歴解析によるものとする。

地震応答解析モデルについて運動方程式は次のとおりである。なお，地盤ばねを考慮する質点を添字Ｃで，それ以外の質点を添字Ｓで表す。

$$\begin{bmatrix} M_s & 0 \\ 0 & M_c \end{bmatrix}\begin{Bmatrix} \ddot{u}_s \\ \ddot{u}_c \end{Bmatrix}+\begin{bmatrix} C_{ss} & C_{sc} \\ C_{cs} & C_{cc}+C_c \end{bmatrix}\begin{Bmatrix} \dot{u}_s \\ \dot{u}_c \end{Bmatrix}+\begin{bmatrix} K_{ss} & K_{sc} \\ K_{cs} & K_{cc}+K_c \end{bmatrix}\begin{Bmatrix} u_s \\ u_c \end{Bmatrix} = -\begin{bmatrix} M_s & 0 \\ 0 & M_c \end{bmatrix}\{\alpha\}\ddot{u}_0+\begin{Bmatrix} 0 \\ f_c \end{Bmatrix} \quad (5-1)$$

ここで，

$\begin{bmatrix} M_s & 0 \\ 0 & M_c \end{bmatrix}$　：質量マトリクス

$\begin{bmatrix} C_{ss} & C_{sc} \\ C_{cs} & C_{cc}+C_c \end{bmatrix}$　：減衰マトリクス

$\begin{bmatrix} K_{ss} & K_{sc} \\ K_{cs} & K_{cc}+K_c \end{bmatrix}$　：剛性マトリクス

$[K_c]$，$[C_c]$　：地盤の剛性及び減衰マトリクス

$\begin{Bmatrix} u_s \\ u_c \end{Bmatrix}$　：変位ベクトル

$\{\alpha\}$　：入力ベクトル

$\ddot{u}_0$　：入力加速度

（基礎版下端位置における自由地盤の応答加速度）

また，地盤からの力$\{f_c\}$は下式で表される。なお，鉛直方向では埋込みを考慮しないので，$\{f_c\}=0$である。

$$\{f_c\}=[K_c]\{\tilde{u}_c\}+[C_c]\{\dot{\tilde{u}}_c\}+\{\tilde{p}_c\} \qquad (5-2)$$

ここで，

$\{\tilde{u}_c\},\{\dot{\tilde{u}}_c\}$ ：一次元波動解析における基礎版下端位置に対する地盤の相対変位及び相対速度ベクトル

$\tilde{p}_c$ ：一次元波動解析における基礎版下端位置におけるせん断力（切り欠き力）

固有円振動数と固有モードベクトルは，(5－1) 式の外力項を 0 とし，減衰項を無視すれば，次式より求まる。

$$\left(\begin{bmatrix} K_{ss} & K_{sc} \\ K_{cs} & K_{cc}+K_c \end{bmatrix}-\omega_i^2\begin{bmatrix} M_s & 0 \\ 0 & M_c \end{bmatrix}\right)\{\phi_i\}=\{0\} \qquad (5-3)$$

ここで，

ω_i ： i 次の固有円振動数

$\{\phi_i\}$： i 次の固有モードベクトル

時刻歴解析では，(5－1) 式をその各項の積分刻み時間における増分についての方程式に変換し，これに対し直接積分法(Newmark-β 法)を適用して時刻歴応答を求める。

このときの減衰マトリクスは以下の方法により求める。

地盤ばねに与える減衰を除いた建屋のモード減衰定数は，i 次振動モードにおける各部材のひずみエネルギに比例するものとして次式により求める。

$$h_i=\frac{\sum_j h_0^j E_i^j}{\sum_j E_i^j} \qquad (5-4)$$

ここで，

h_0^j ： j 部材の減衰定数

$$E_i^j = \frac{1}{2}\{\phi_i^j\}^T [k^j] \{\phi_i^j\}$$

ただし，

$[k^j]$ ： j 部材の剛性マトリクス

$\{\phi_i^j\}$ ： i 次振動モードにおける j 部材の材端変位ベクトル

したがって，構造物の減衰マトリクスは，(5－4)式による各次モード減衰定数と固有モードベクトルにより次式で求める。

$$\begin{bmatrix} C_{ss} & C_{sc} \\ C_{cs} & C_{cc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_s & 0 \\ 0 & M_c \end{bmatrix} \left(\sum_i \{\phi_i\} \eta_i \{\phi_i\}^T \right) \begin{bmatrix} M_s & 0 \\ 0 & M_c \end{bmatrix} \qquad (5－5)$$

ここで，

$$\eta_i = \frac{2h_i\omega_i}{\{\phi_i\}^T \begin{bmatrix} M_s & 0 \\ 0 & M_c \end{bmatrix} \{\phi_i\}}$$

なお，地盤ばねの減衰はC_cで表される内部粘性減衰として与えられるので，建屋－地盤連成モデルの減衰マトリクスは，次式で求められる。

$$[c] = \begin{bmatrix} C_{ss} & C_{sc} \\ C_{cs} & C_{cc} + C_c \end{bmatrix} \qquad (5－6)$$

また，弾塑性解析は，各部材の復元力特性上の状態を判定しつつ，その状態での剛性勾配を用いた剛性マトリクスを作成する方法により行う。

(2) 固有値

固有値解析結果として，主要な固有値を第5－14表～第5－21表に，刺激関数を第5－14図～第5－21図に示す。

なお，刺激係数は，次数ごとに固有ベクトルの最大値を1に規準化して得られた値としている。

第5－14表　固有値（S_s－Ｄ１）

(a)　ＮＳ方向

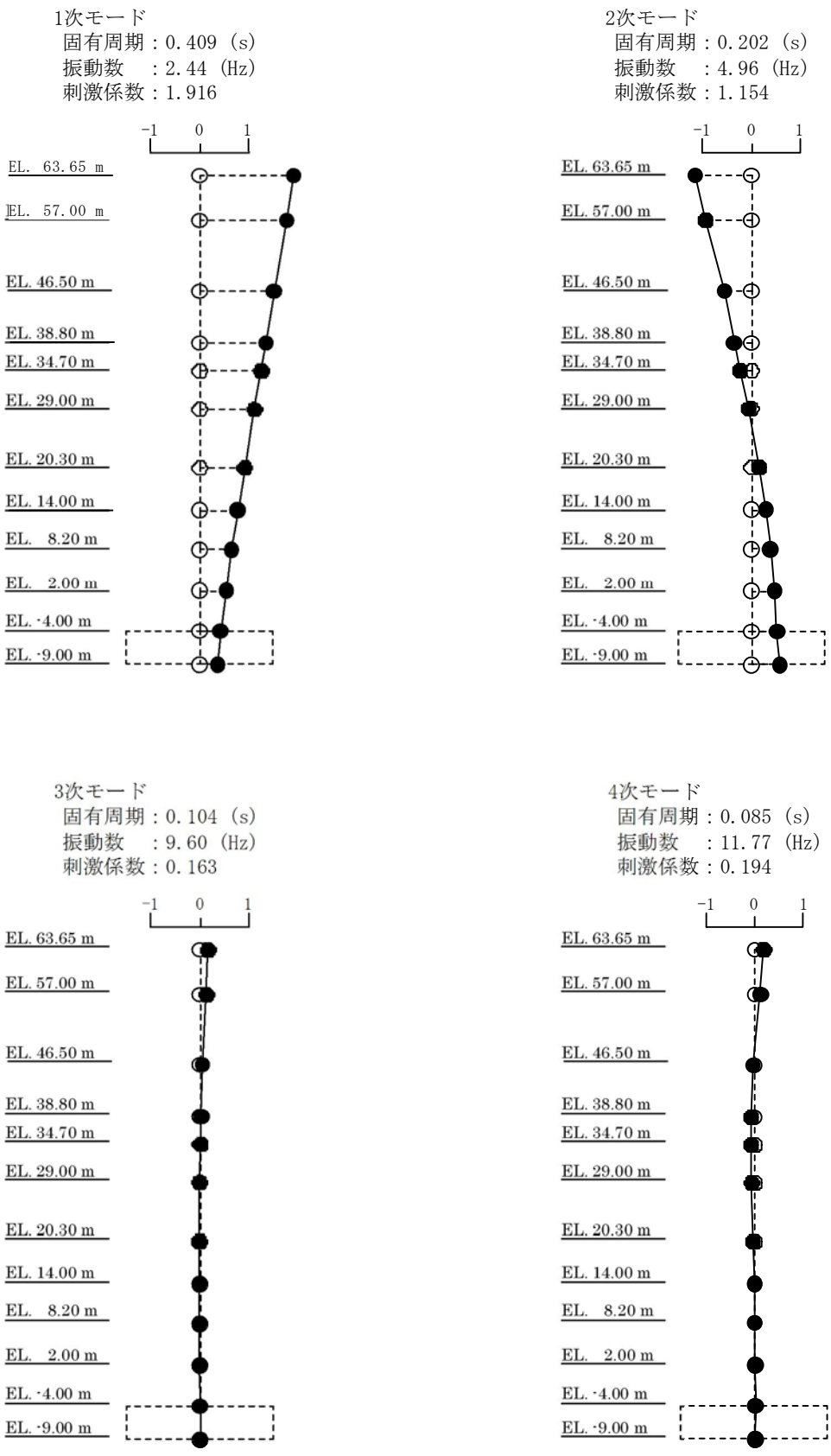
次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.409	2.44	1.916
2	0.202	4.96	-1.154
3	0.104	9.60	0.163
4	0.085	11.77	0.194
5	0.064	15.65	-0.145
6	0.052	19.15	0.016

(b)　ＥＷ方向

次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.411	2.43	1.941
2	0.202	4.96	-1.213
3	0.107	9.32	0.216
4	0.086	11.59	0.172
5	0.064	15.53	-0.140
6	0.051	19.76	0.013

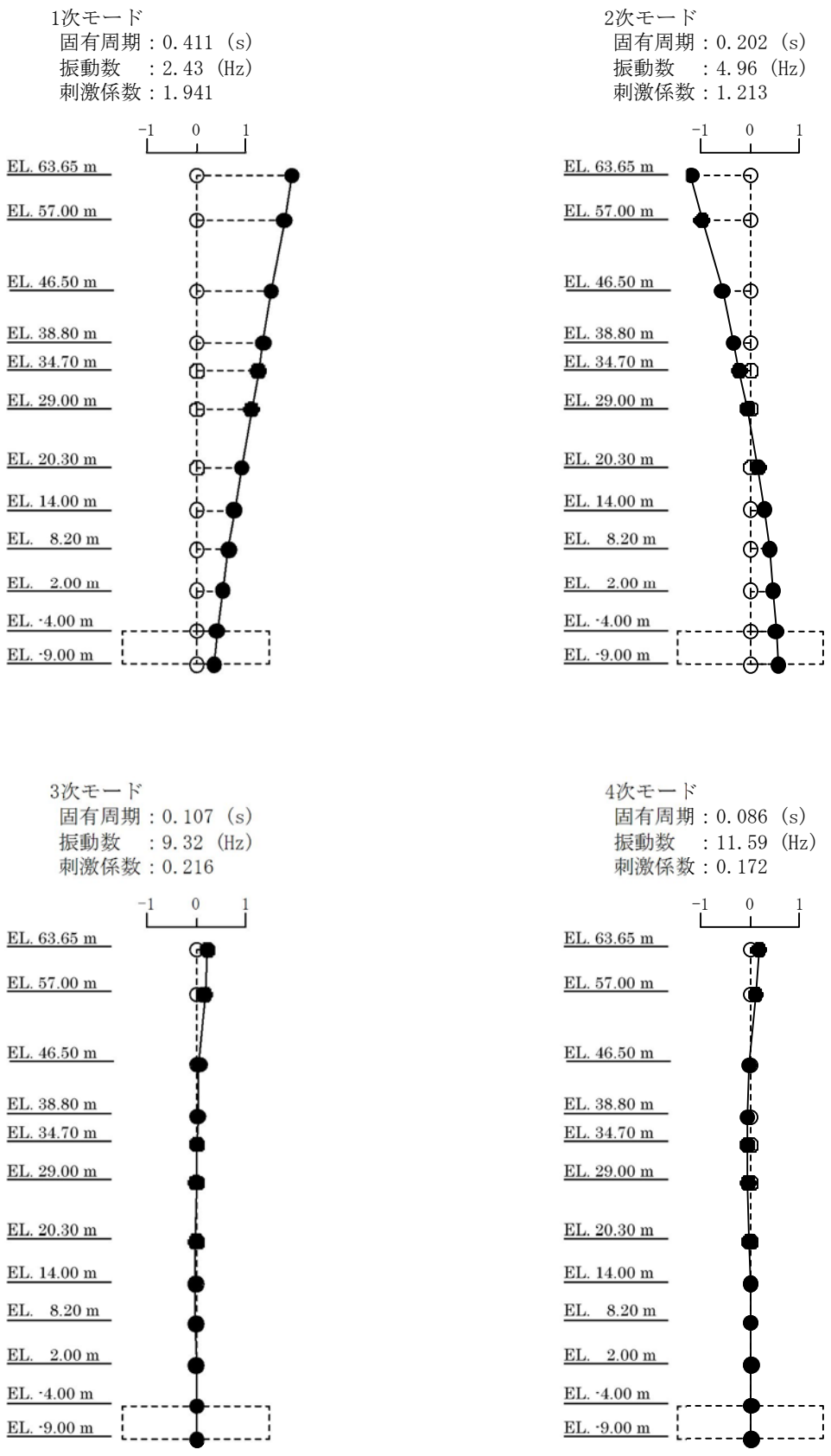
(c)　ＵＤ方向

次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.399	2.50	2.516
2	0.274	3.65	-1.596
3	0.093	10.79	0.129
4	0.060	16.72	-0.251
5	0.057	17.64	0.220
6	0.048	20.70	0.043



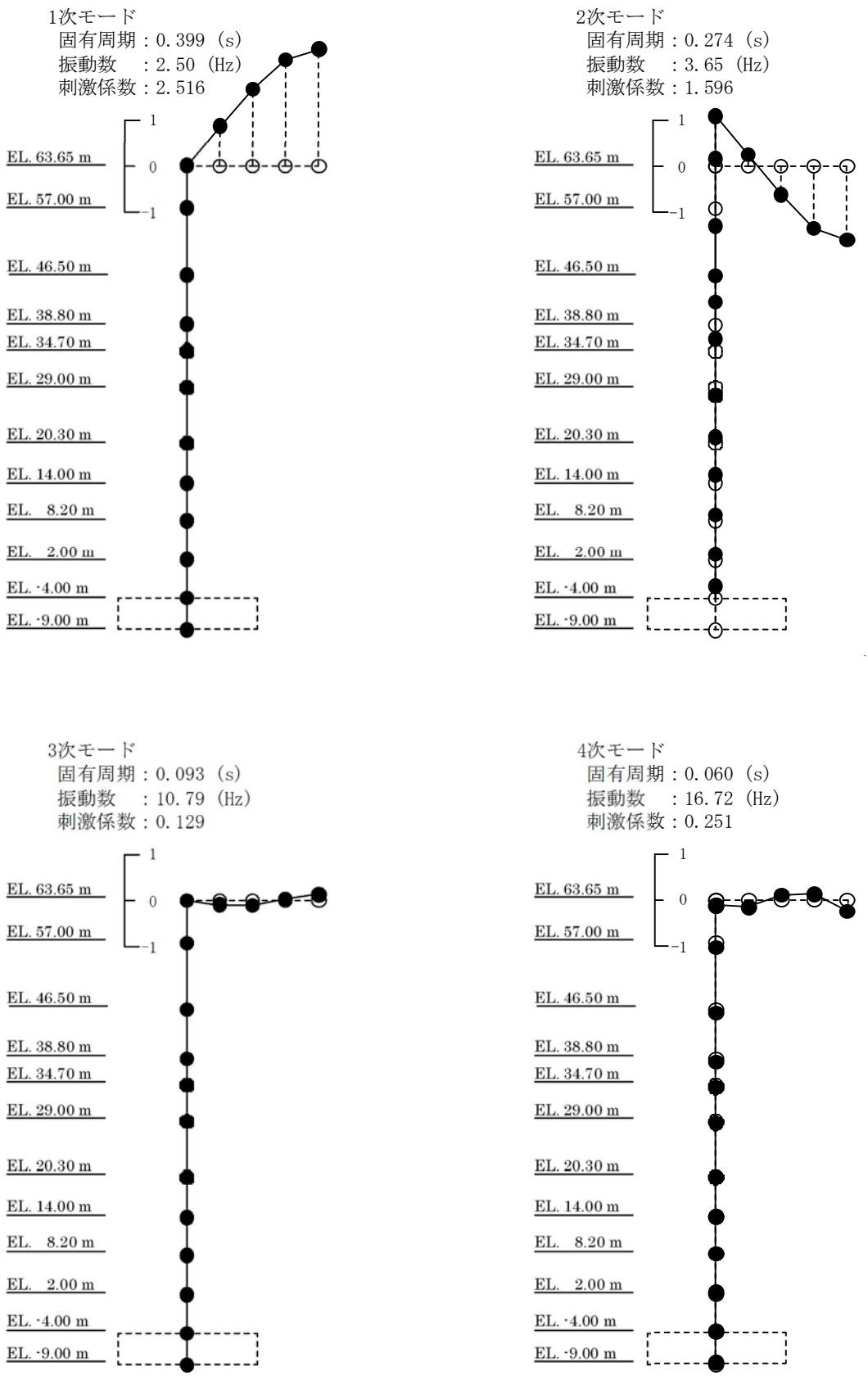
（a）　ＮＳ方向

第５－14 図（1／3）　刺激関数（S_S－Ｄ１）



(b)　ＥＷ方向

第５－14 図（2／3）　刺激関数（S_s－Ｄ１）



（c）　ＵＤ方向

第５－14 図（3／3）　刺激関数（S_S－Ｄ１）

第5－15表　固有値（S_s－１１）

(a)　ＮＳ方向

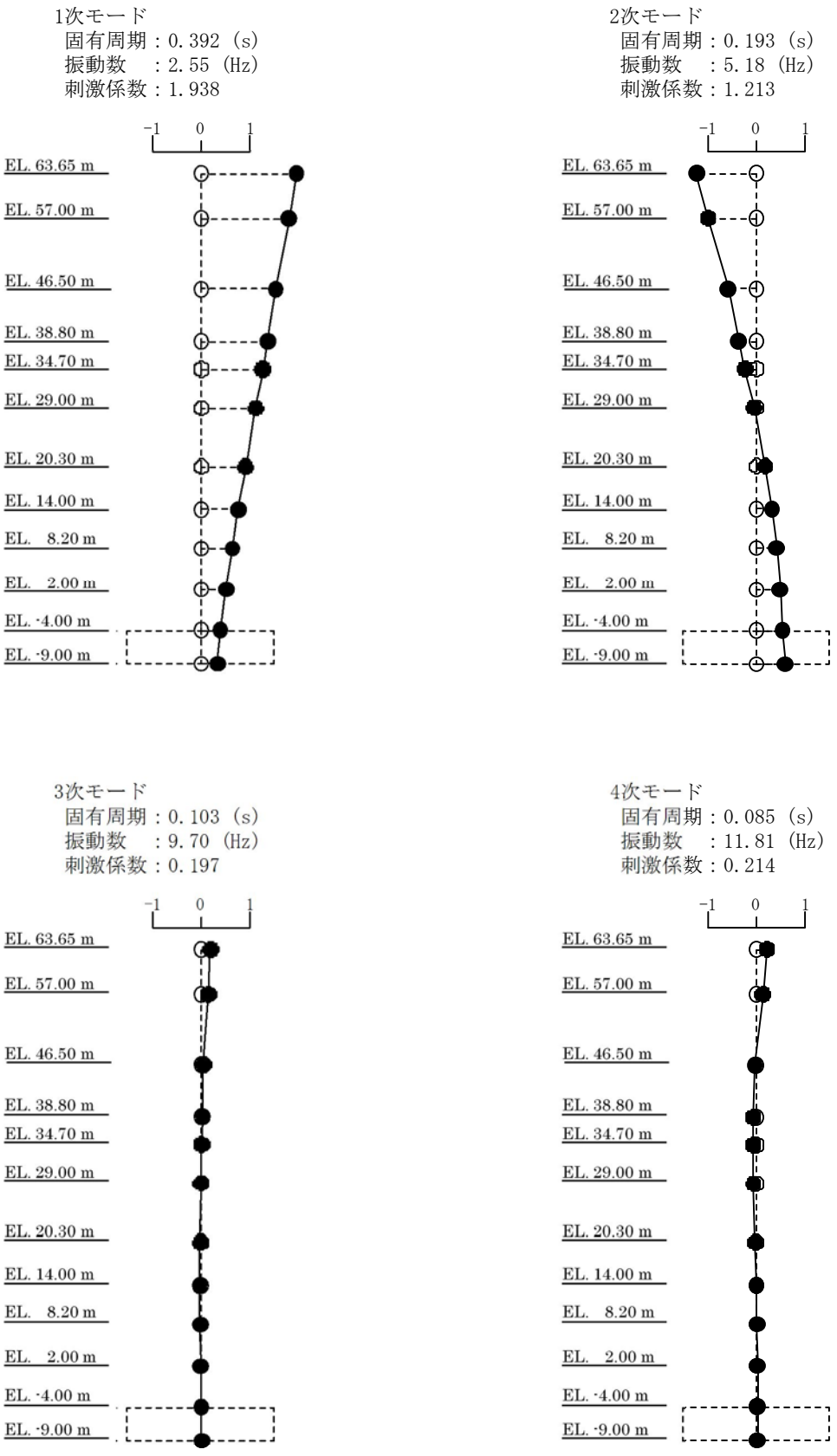
次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.392	2.55	1.938
2	0.193	5.18	-1.213
3	0.103	9.70	0.197
4	0.085	11.81	0.214
5	0.064	15.67	-0.164
6	0.052	19.18	0.018

(b)　ＥＷ方向

次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.395	2.53	1.964
2	0.193	5.18	-1.281
3	0.106	9.42	0.261
4	0.086	11.64	0.187
5	0.064	15.55	-0.158
6	0.051	19.79	0.014

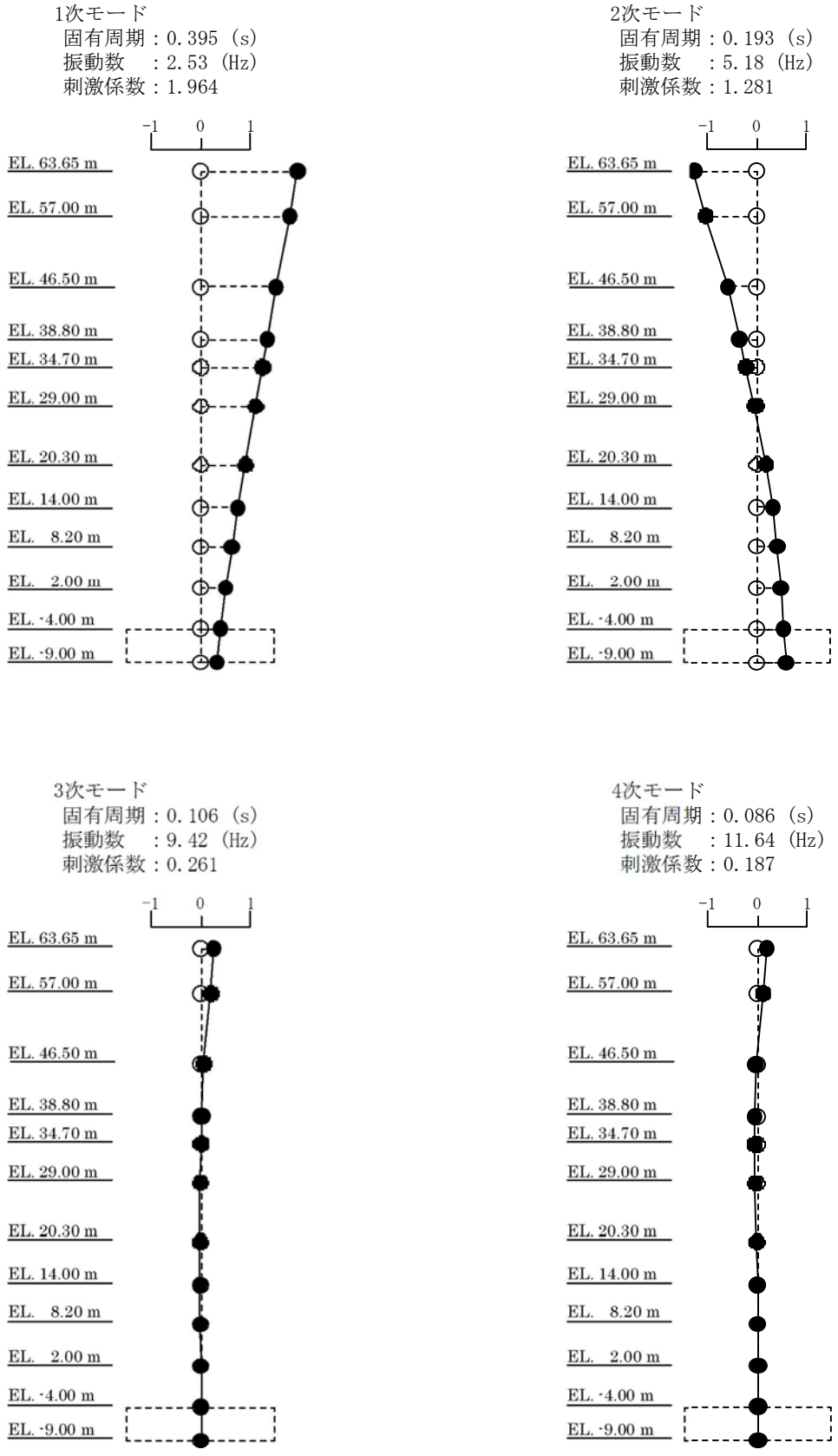
(c)　ＵＤ方向

次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.399	2.51	2.379
2	0.265	3.78	-1.465
3	0.093	10.79	0.139
4	0.060	16.74	-0.274
5	0.057	17.65	0.241
6	0.048	20.70	0.046



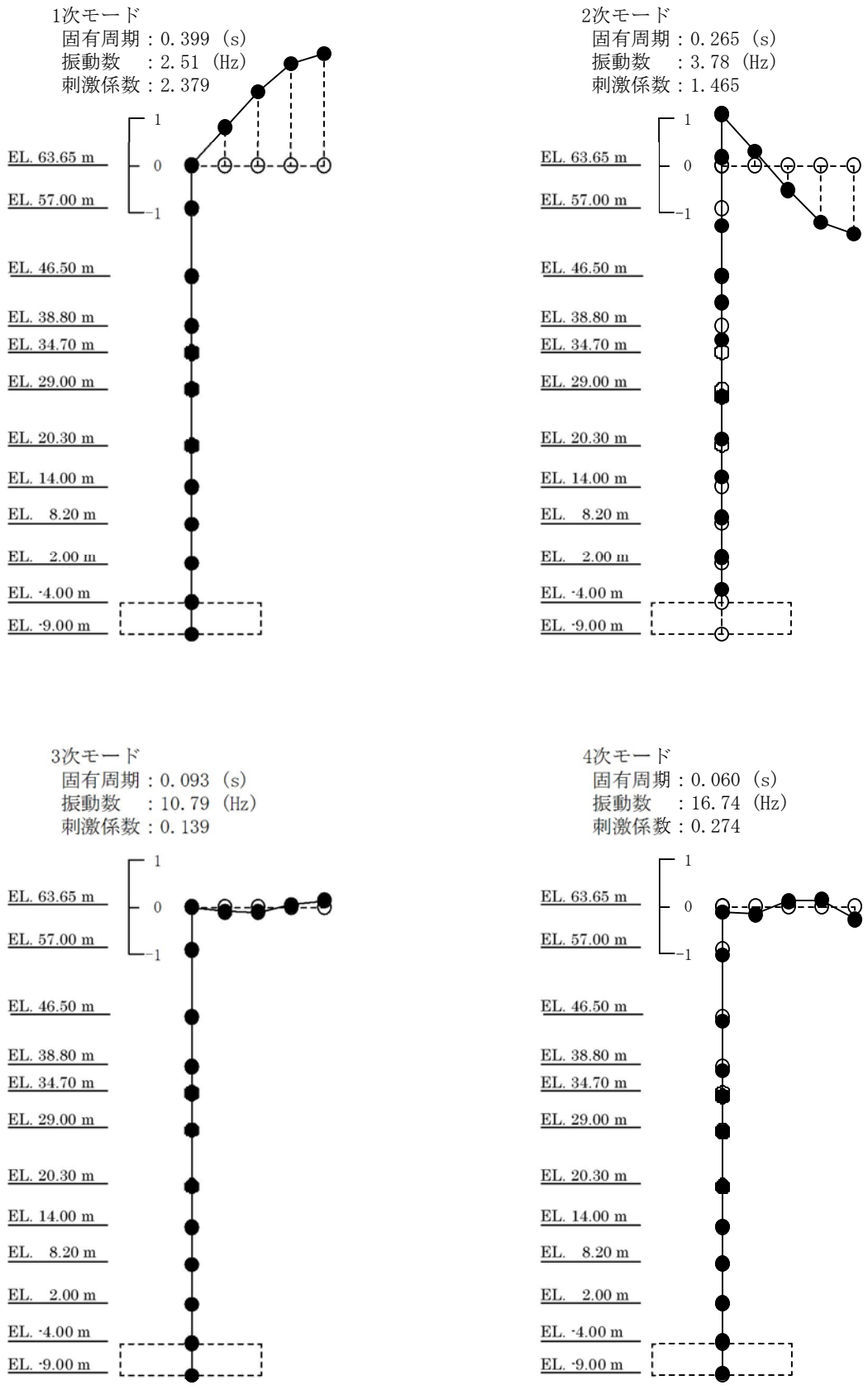
（a）　ＮＳ方向

第５－15 図（1／3）　刺激関数（S_S－１１）



(b)　ＥＷ方向

第５－15 図（2／3）　刺激関数（Ｓ$_{s}$－１１）



（c）　ＵＤ方向

第 5－15 図（3／3）　刺激関数（S_S－１１）

第5－16表　固有値（S_s－１２）

(a)　ＮＳ方向

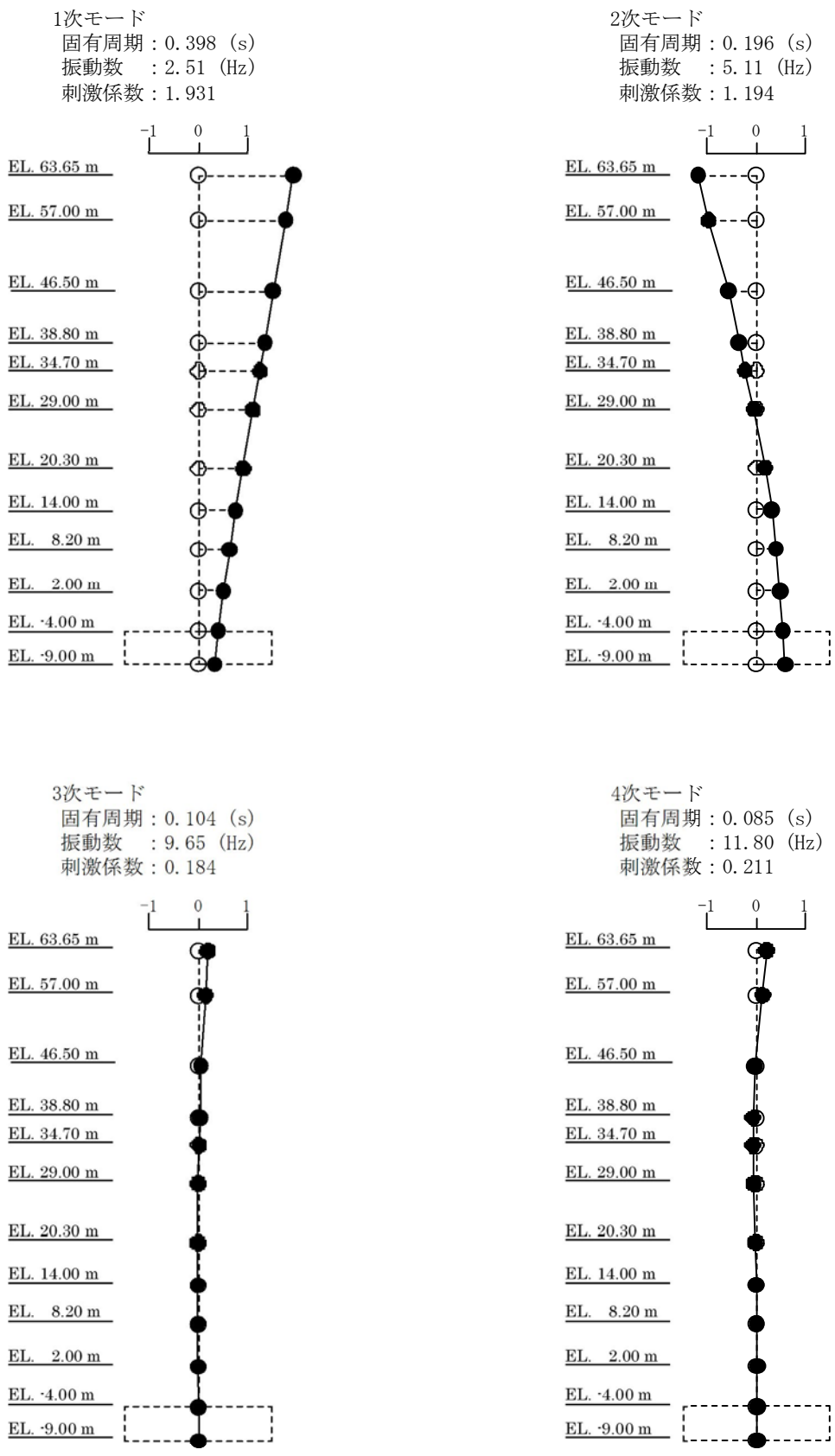
次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.398	2.51	1.931
2	0.196	5.11	-1.194
3	0.104	9.65	0.184
4	0.085	11.80	0.211
5	0.064	15.67	-0.159
6	0.052	19.17	0.018

(b)　ＥＷ方向

次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.400	2.50	1.957
2	0.195	5.12	-1.260
3	0.107	9.38	0.245
4	0.086	11.62	0.185
5	0.064	15.54	-0.153
6	0.051	19.77	0.014

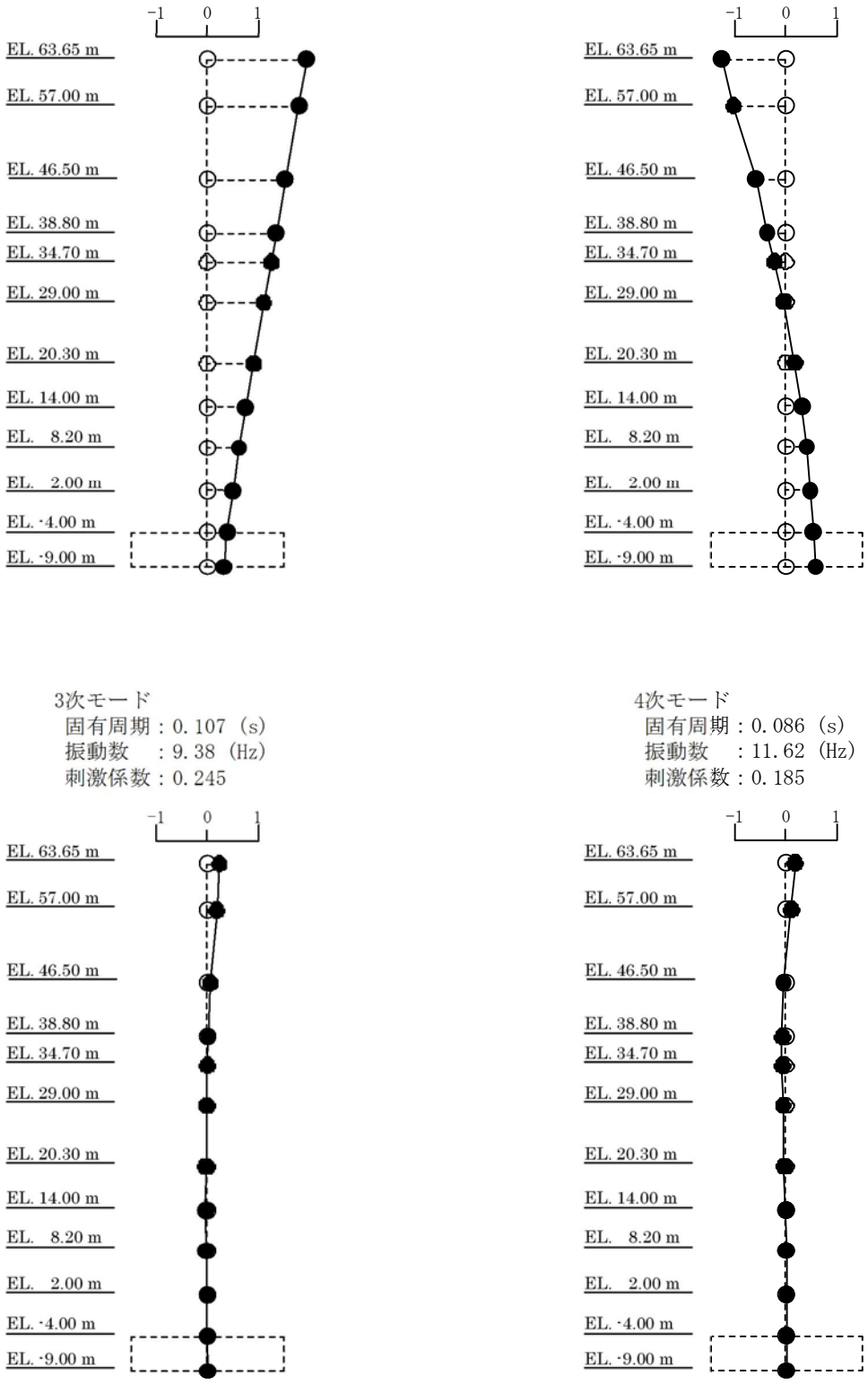
(c)　ＵＤ方向

次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.399	2.51	2.461
2	0.270	3.70	-1.543
3	0.093	10.79	0.133
4	0.060	16.72	-0.259
5	0.057	17.65	0.228
6	0.048	20.70	0.044



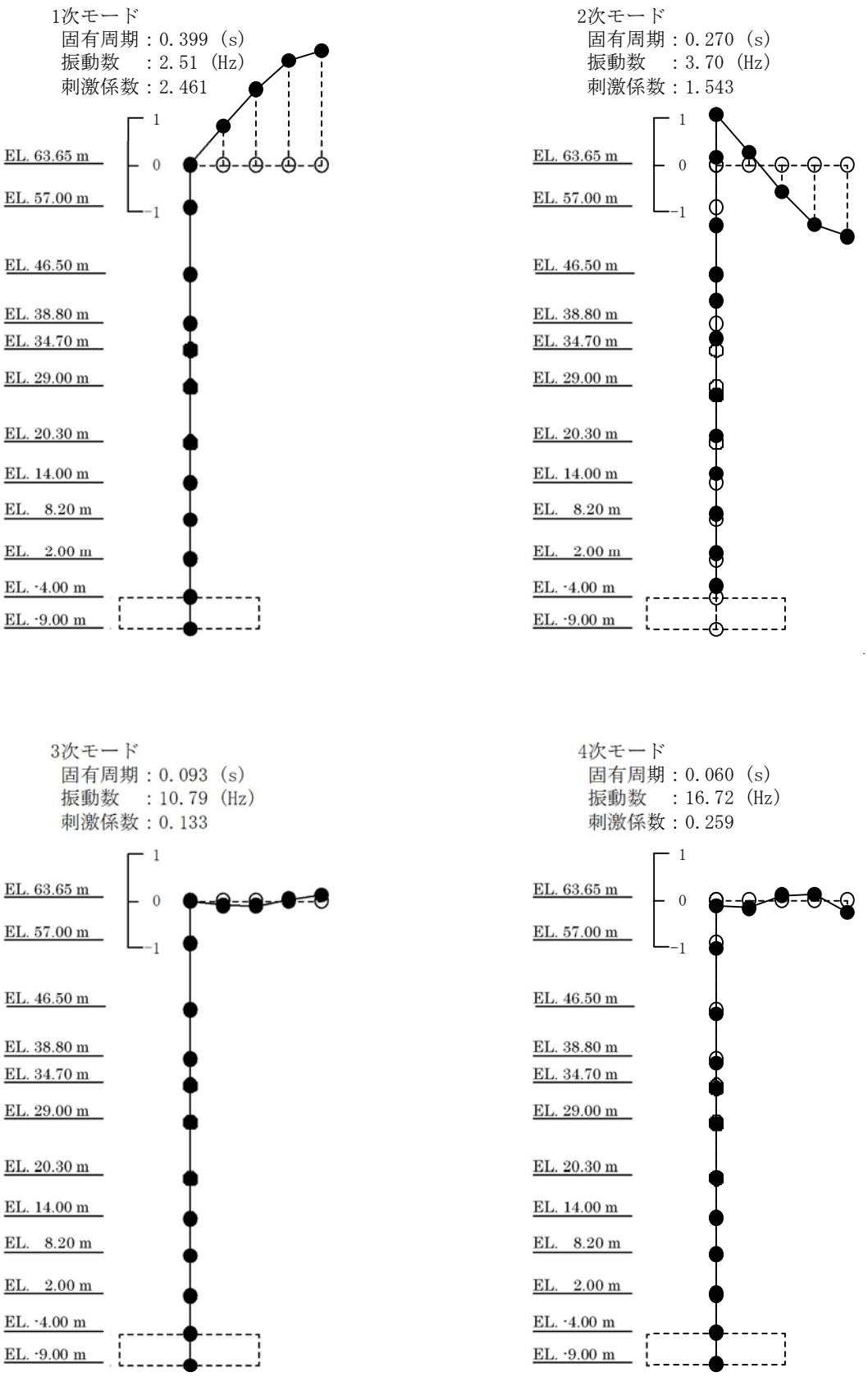
（a）　ＮＳ方向

第５－16 図（1／3）　刺激関数（S_S－１２）



(b)　ＥＷ方向

第５－16 図（2／3）　刺激関数（Ｓ$_{s}$－１２）



（c）　ＵＤ方向

第５－16 図（3／3）　刺激関数（Ｓ$_{s}$－１２）

第5－17表　固有値（S_s－１３）

(a)　ＮＳ方向

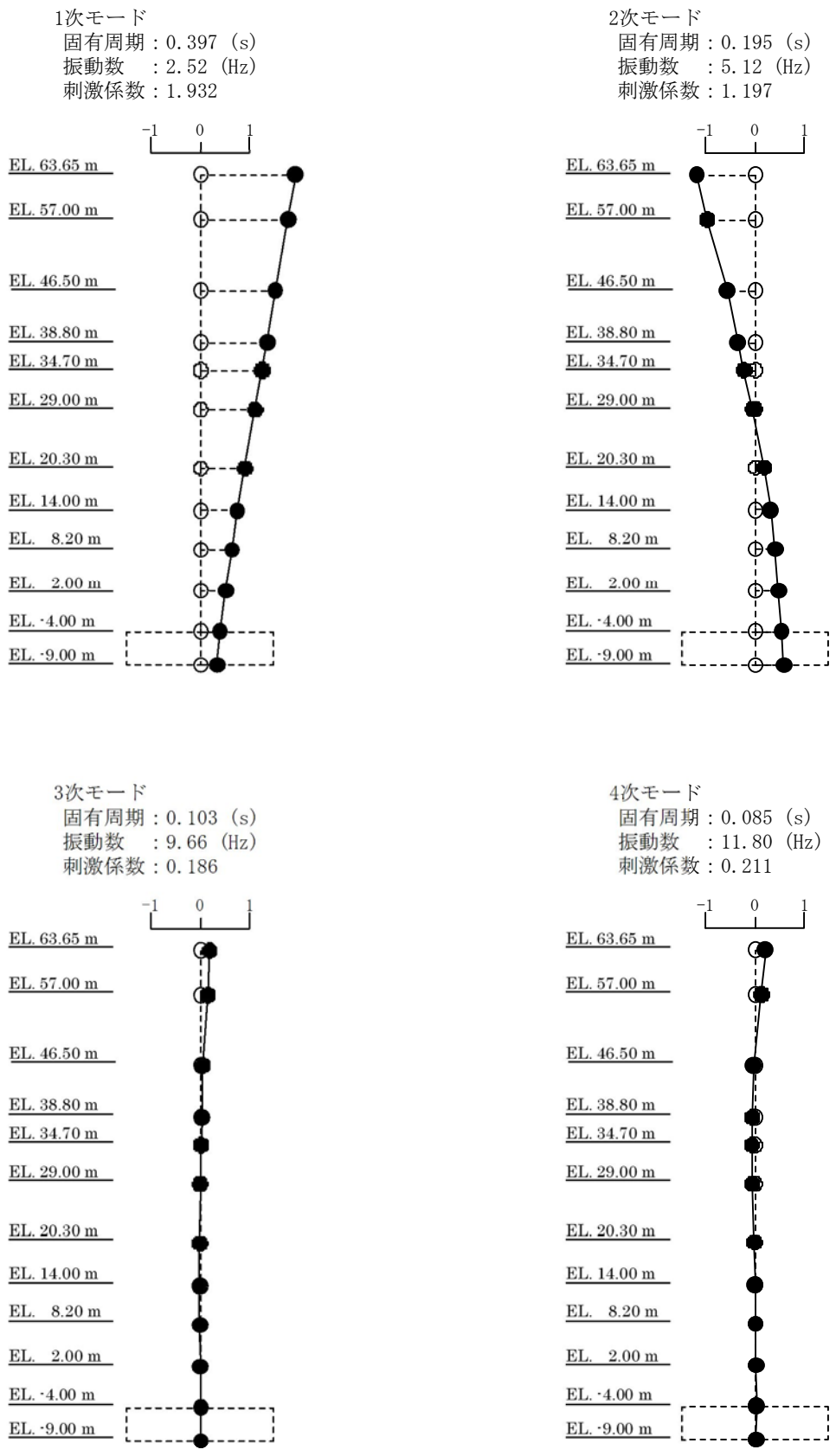
次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.397	2.52	1.932
2	0.195	5.12	-1.197
3	0.103	9.66	0.186
4	0.085	11.80	0.211
5	0.064	15.67	-0.159
6	0.052	19.17	0.018

(b)　ＥＷ方向

次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.399	2.51	1.958
2	0.195	5.12	-1.263
3	0.107	9.39	0.248
4	0.086	11.62	0.184
5	0.064	15.54	-0.154
6	0.051	19.78	0.014

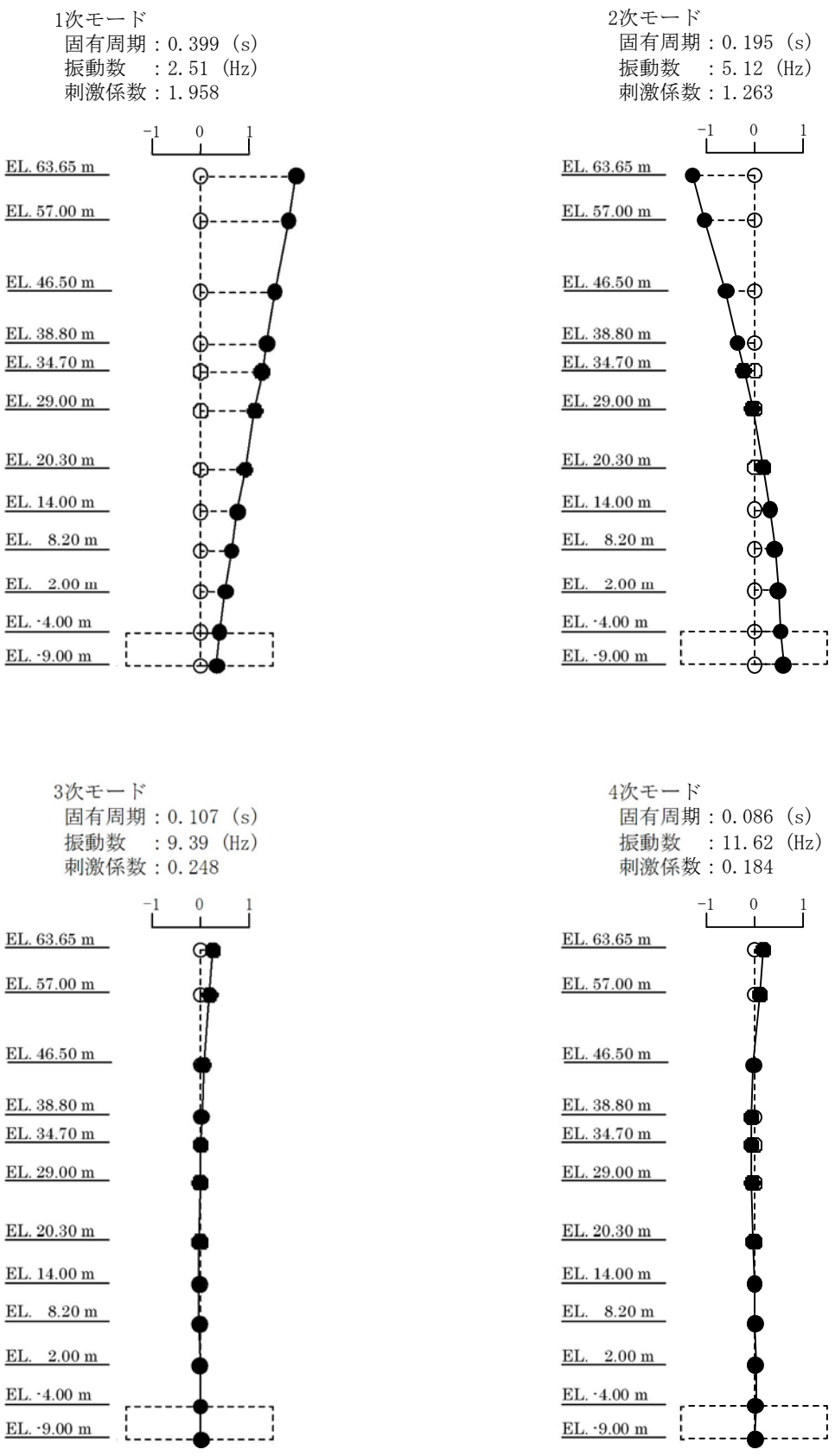
(c)　ＵＤ方向

次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.399	2.51	2.444
2	0.269	3.72	-1.526
3	0.093	10.79	0.134
4	0.060	16.73	-0.262
5	0.057	17.65	0.231
6	0.048	20.70	0.045



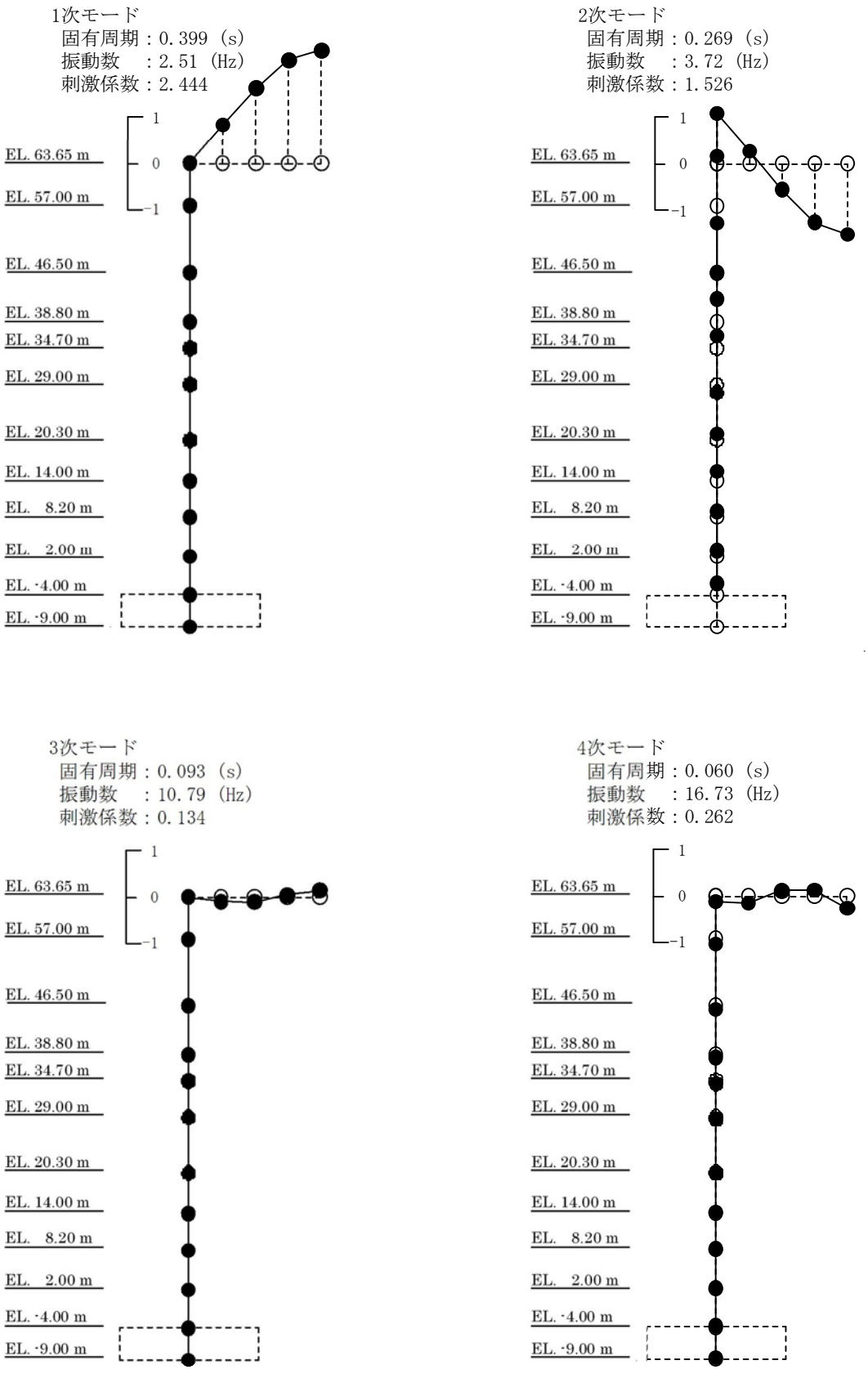
（a）　ＮＳ方向

第５－17 図（1／3）　刺激関数（S_S－１３）



(b)　ＥＷ方向

第５－17 図（2／3）　刺激関数（Ｓ$_{s}$－１３）



（c）　ＵＤ方向

第５－17 図（3／3）　刺激関数（S_S－１３）

第5－18表　固有値（S_s－１４）

(a)　ＮＳ方向

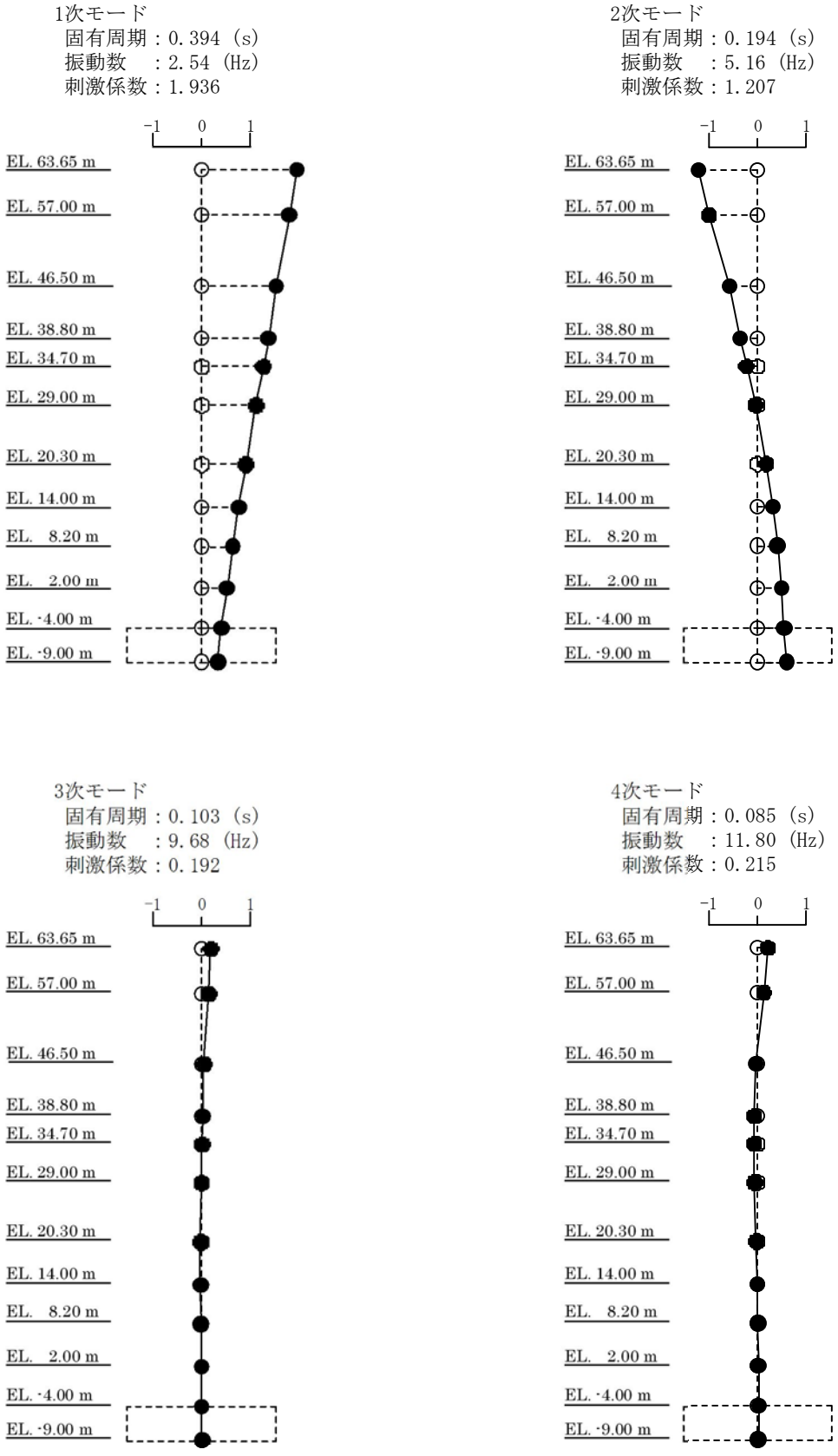
次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.394	2.54	1.936
2	0.194	5.16	-1.207
3	0.103	9.68	0.192
4	0.085	11.80	0.215
5	0.064	15.67	-0.163
6	0.052	19.18	0.018

(b)　ＥＷ方向

次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.396	2.53	1.962
2	0.194	5.16	-1.274
3	0.106	9.41	0.255
4	0.086	11.63	0.187
5	0.064	15.55	-0.157
6	0.051	19.78	0.014

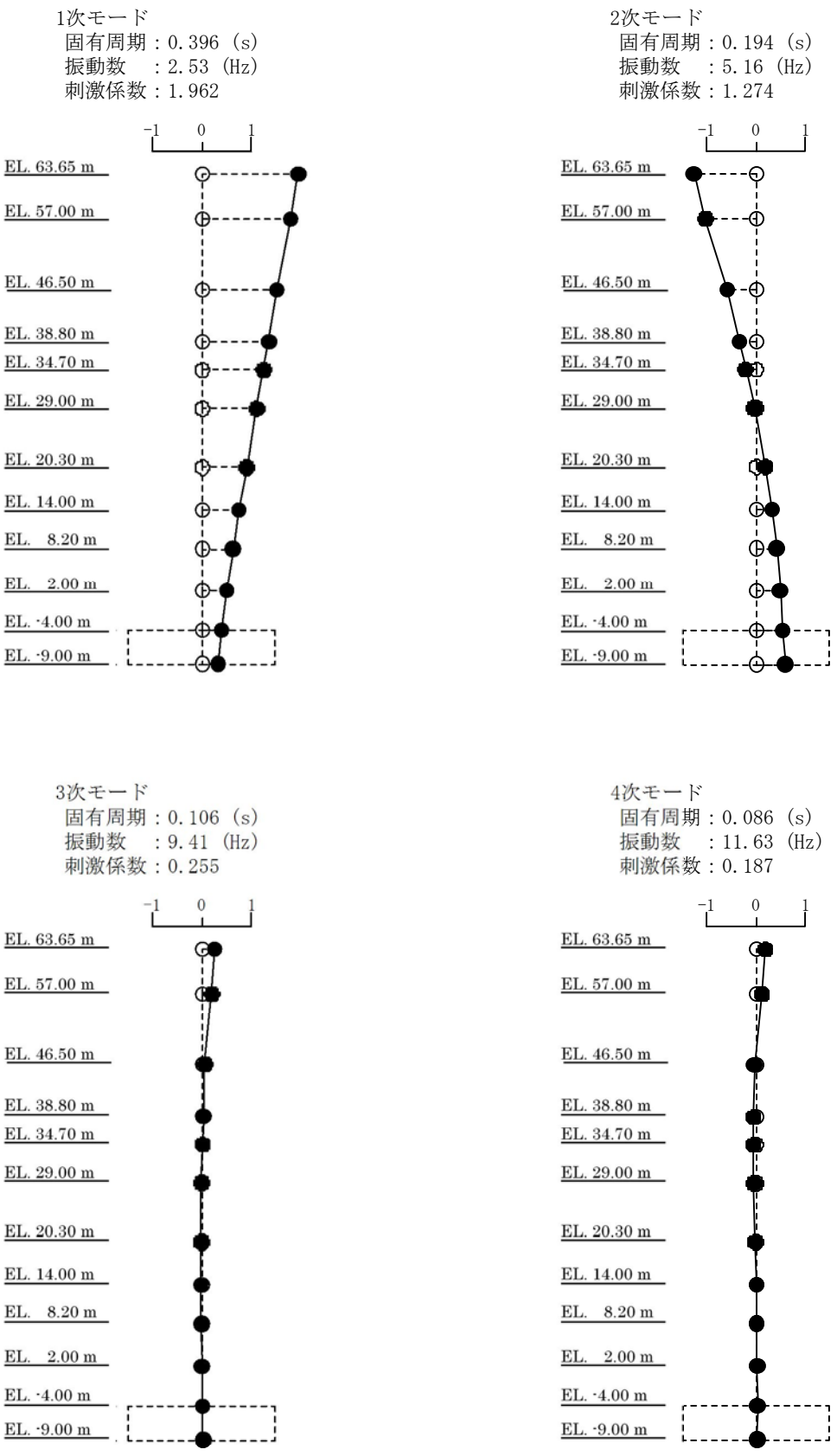
(c)　ＵＤ方向

次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.399	2.51	2.427
2	0.268	3.73	-1.510
3	0.093	10.79	0.136
4	0.060	16.73	-0.265
5	0.057	17.65	0.233
6	0.048	20.70	0.045



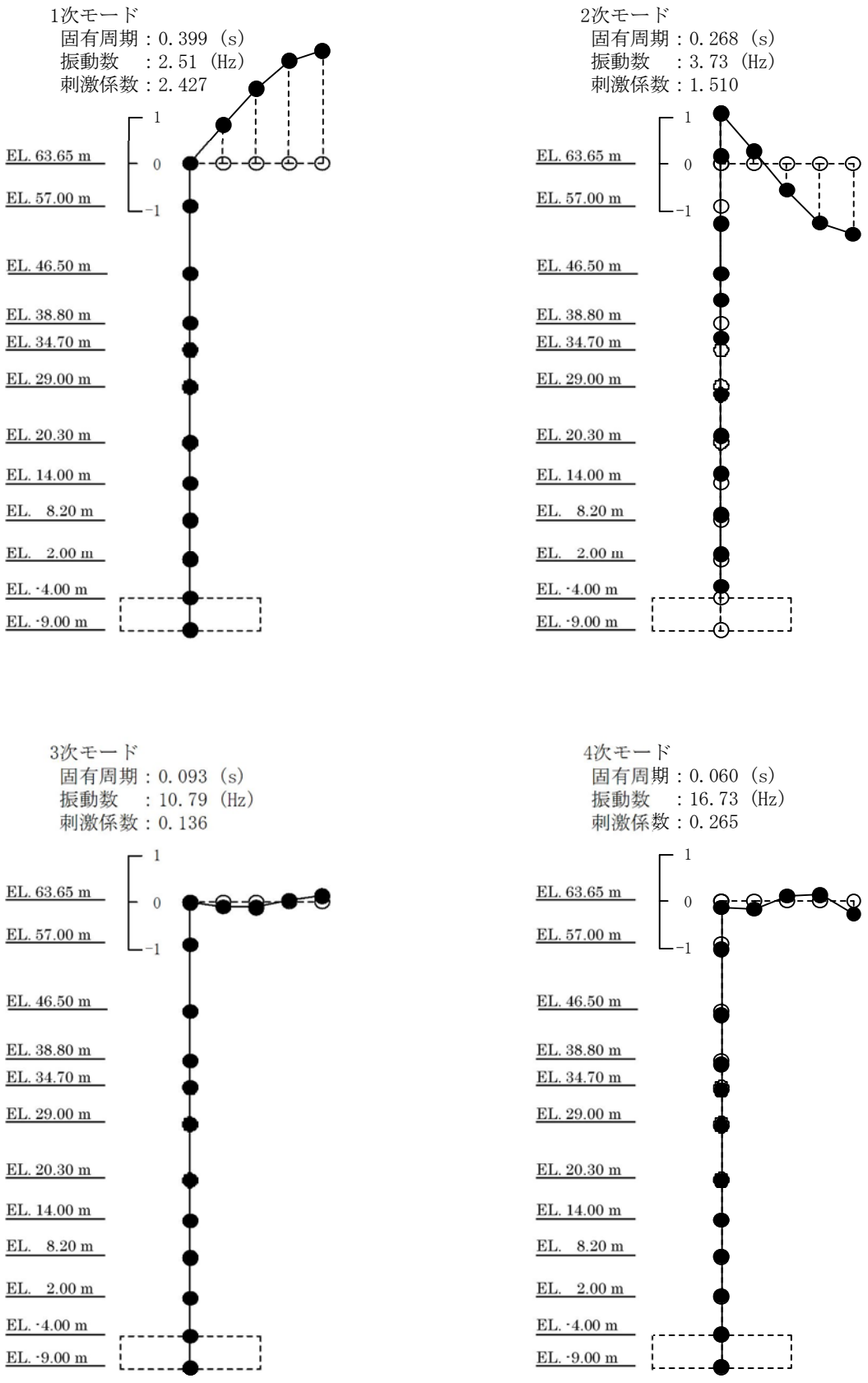
（a）　ＮＳ方向

第５－18 図（1／3）　刺激関数（S_S－１４）



(b)　ＥＷ方向

第５－18 図（2／3）　刺激関数（Ｓ$_{s}$－１４）



（c）　ＵＤ方向

第５－18 図（3／3）　刺激関数（Ｓ$_{s}$－１４）

第5－19表　固有値（S_s－２１）

(a)　ＮＳ方向

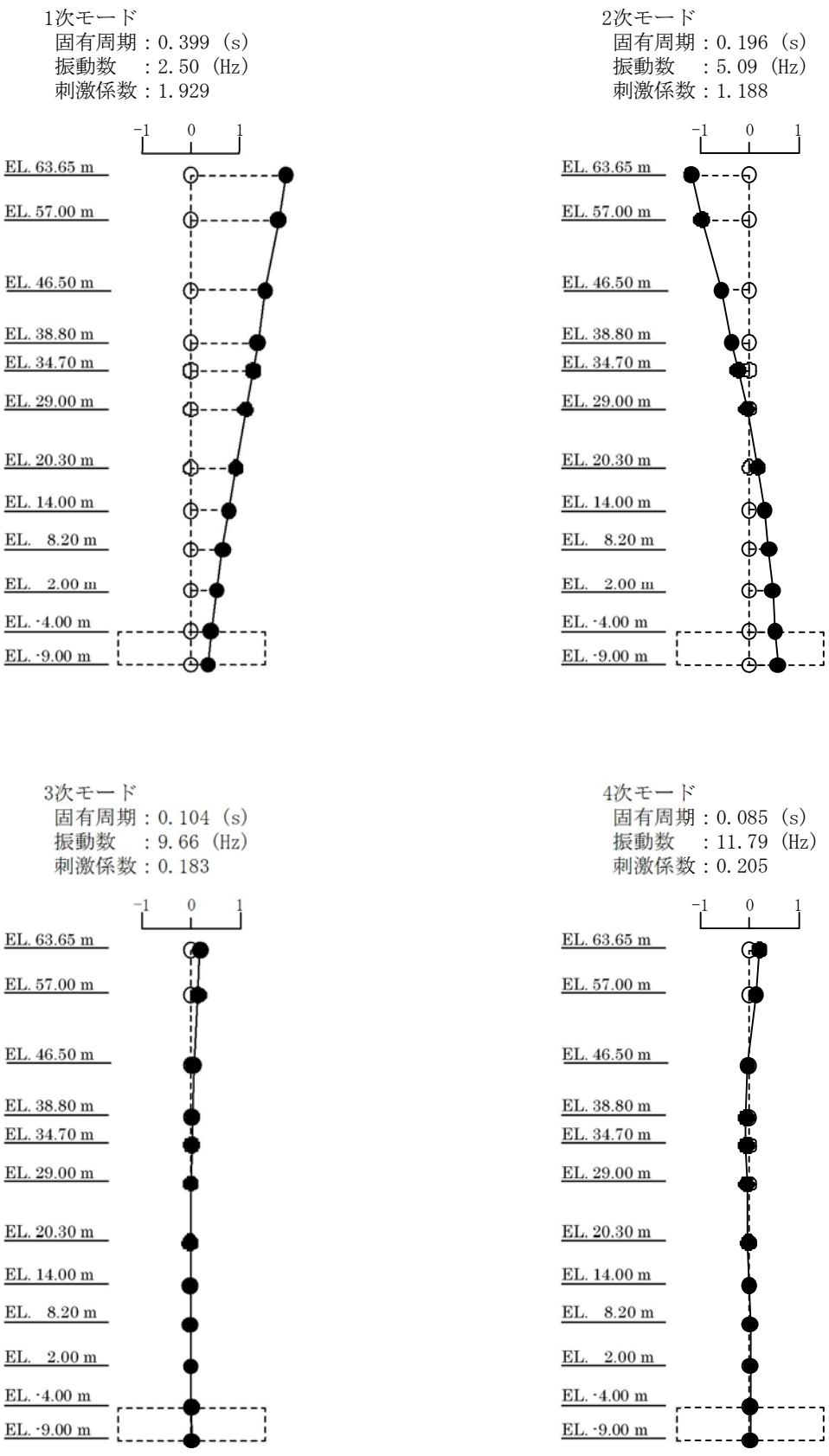
次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.399	2.50	1.929
2	0.196	5.09	-1.188
3	0.104	9.66	0.183
4	0.085	11.79	0.205
5	0.064	15.67	-0.156
6	0.052	19.17	0.017

(b)　ＥＷ方向

次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.401	2.49	1.954
2	0.196	5.09	-1.252
3	0.107	9.38	0.243
4	0.086	11.62	0.179
5	0.064	15.54	-0.150
6	0.051	19.78	0.014

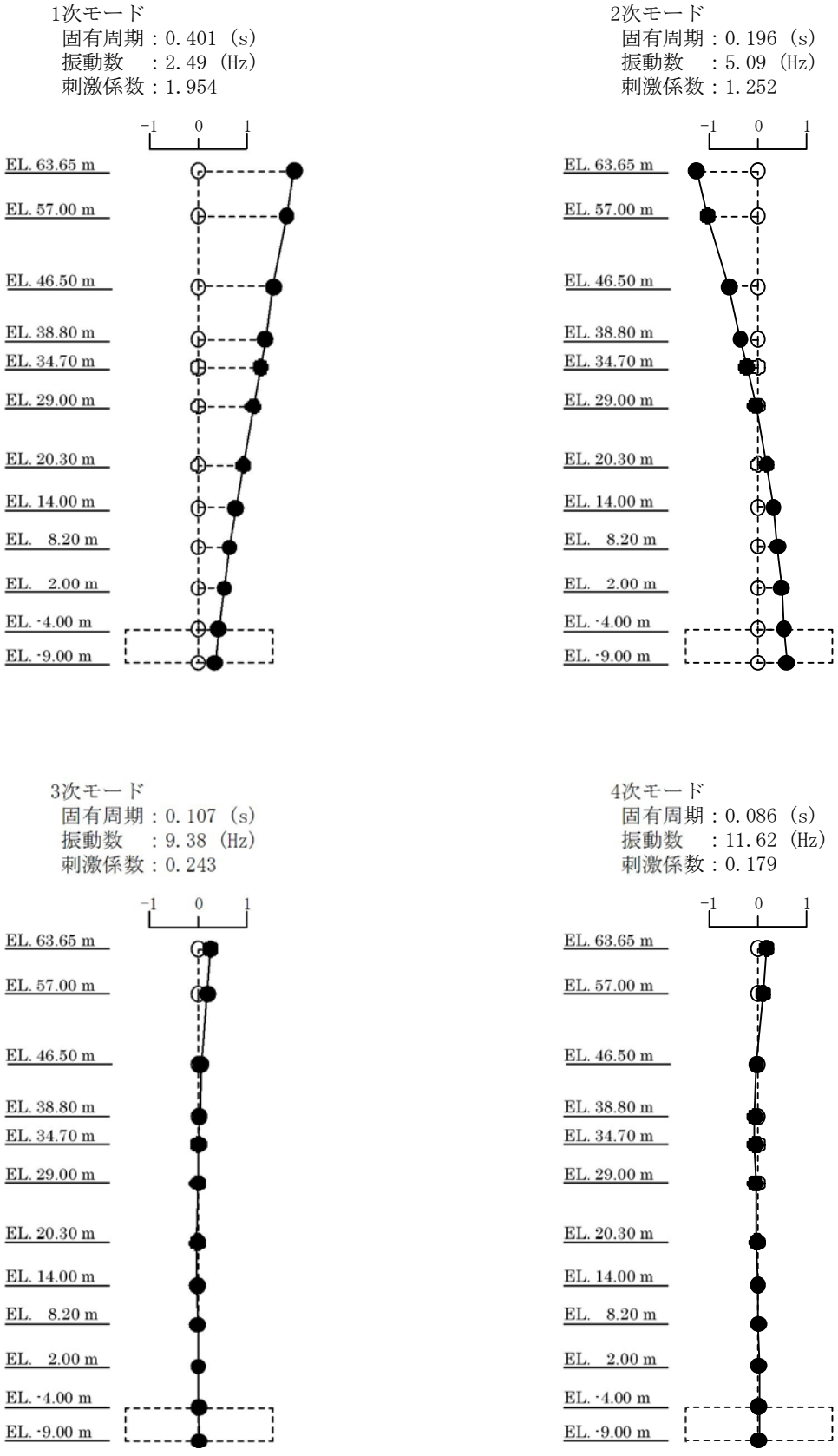
(c)　ＵＤ方向

次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.399	2.51	2.410
2	0.267	3.75	-1.495
3	0.093	10.79	0.137
4	0.060	16.73	-0.268
5	0.057	17.65	0.236
6	0.048	20.70	0.046



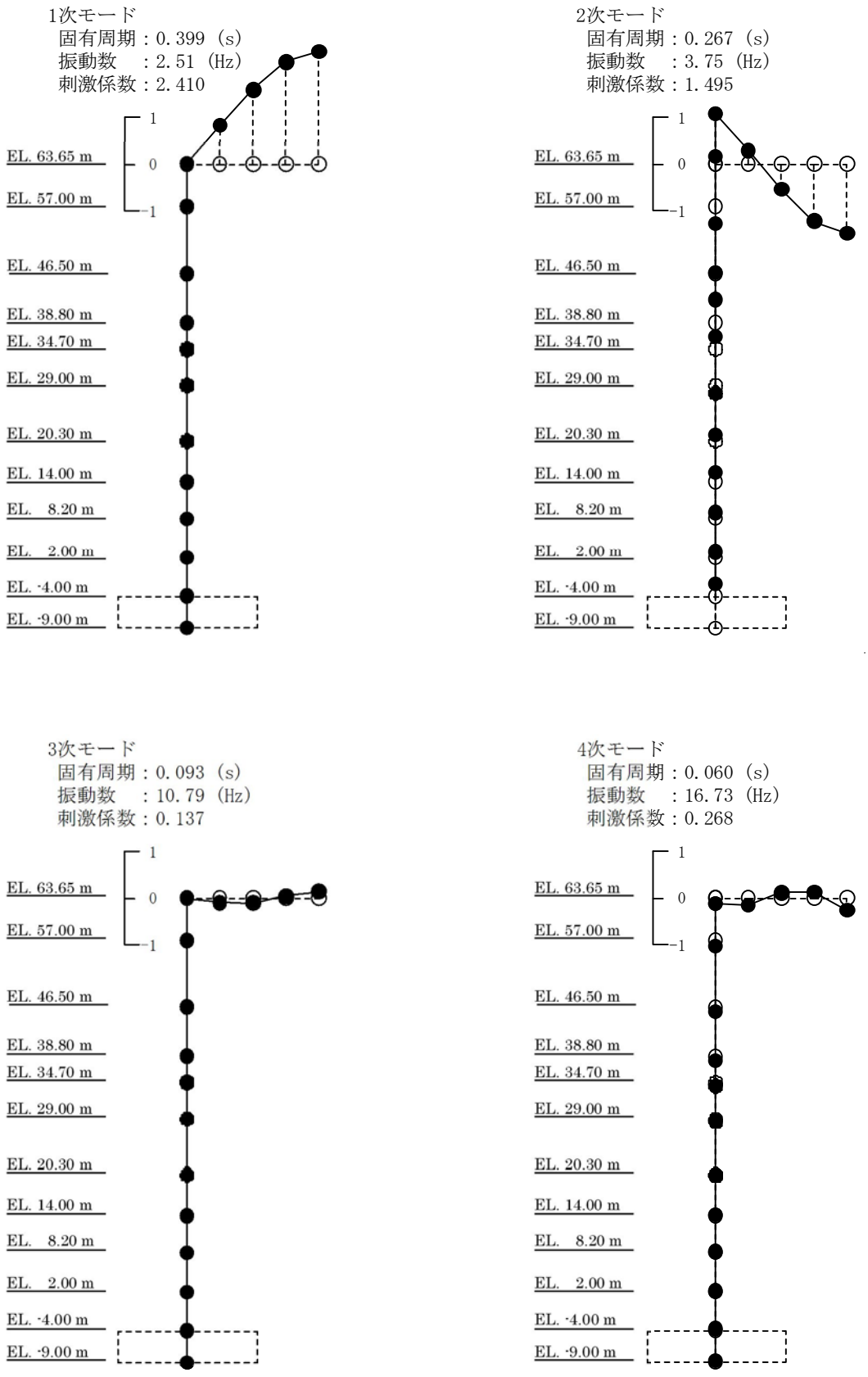
（a）　ＮＳ方向

第 5－19 図（1／3）　刺激関数（S_S－２１）



(b)　ＥＷ方向

第５－19 図（2／3）　刺激関数（Ｓ$_{s}$－２１）



（c）　ＵＤ方向

第５－19 図（3／3）　刺激関数（Ｓ$_{s}$－２１）

第5－20表　固有値（Ｓｓ－２２）

(a)　ＮＳ方向

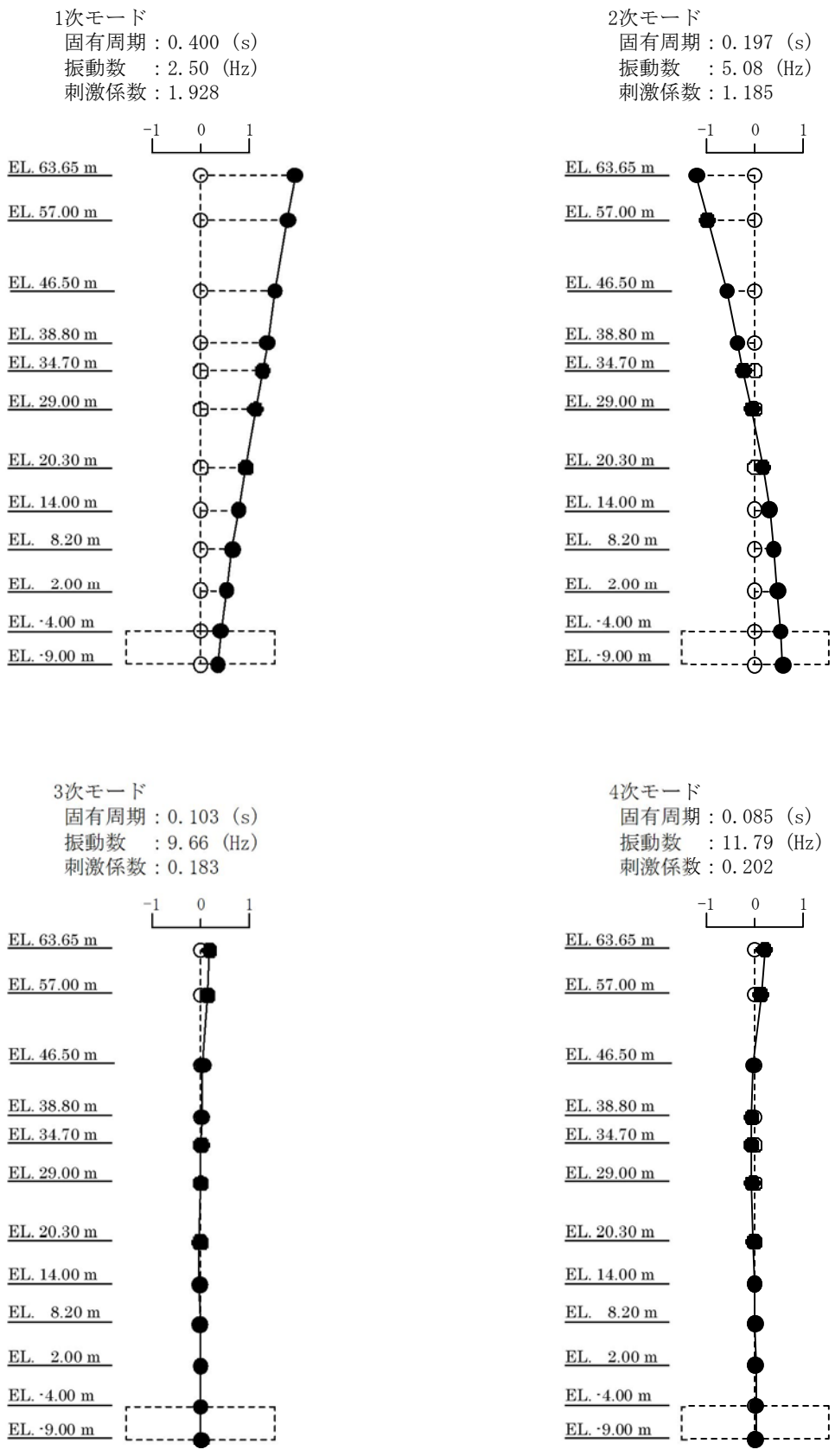
次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.400	2.50	1.928
2	0.197	5.08	-1.185
3	0.103	9.66	0.183
4	0.085	11.79	0.202
5	0.064	15.66	-0.155
6	0.052	19.17	0.017

(b)　ＥＷ方向

次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.402	2.49	1.953
2	0.197	5.08	-1.249
3	0.107	9.39	0.243
4	0.086	11.62	0.176
5	0.064	15.54	-0.149
6	0.051	19.78	0.013

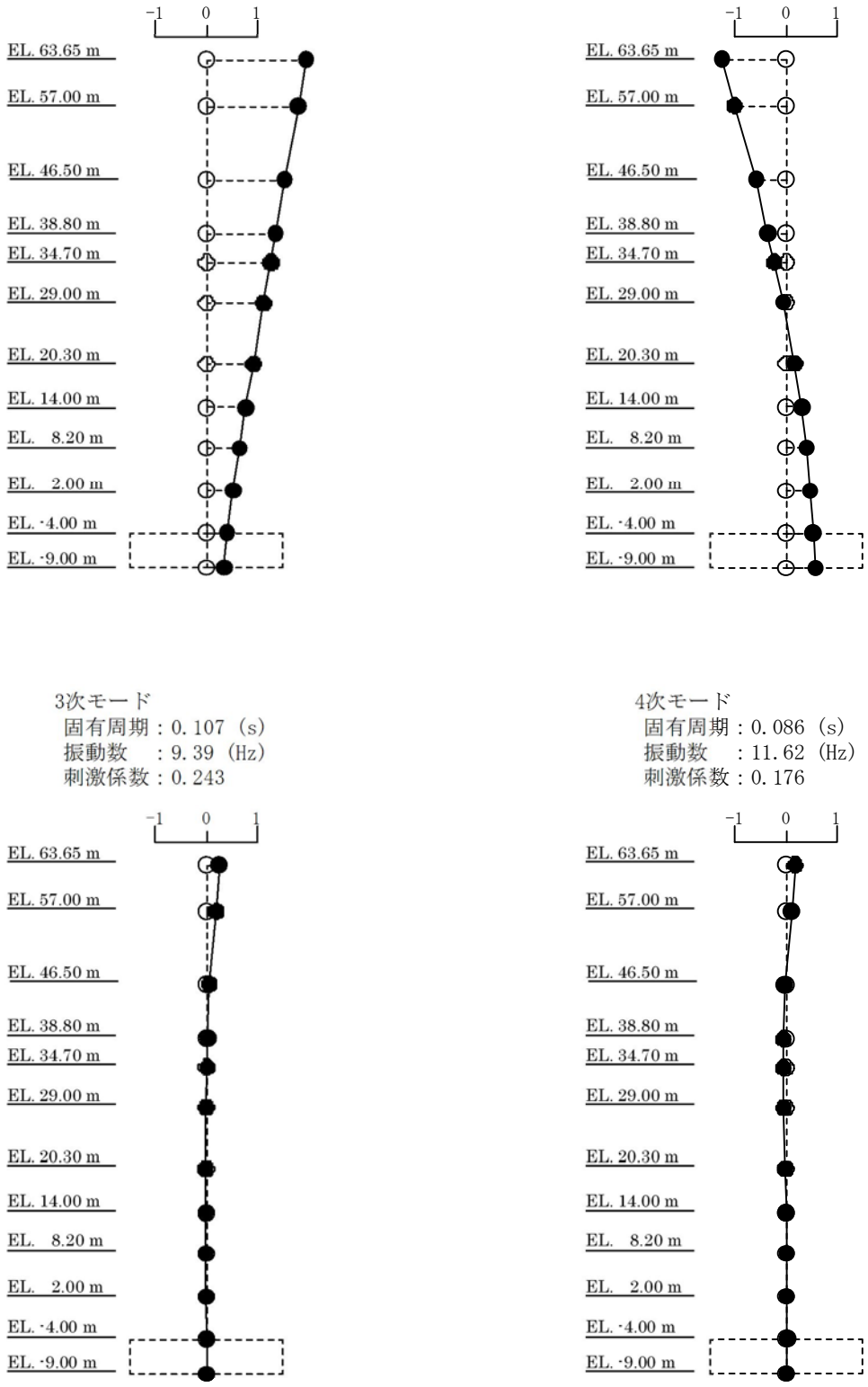
(c)　ＵＤ方向

次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.399	2.51	2.410
2	0.267	3.75	-1.495
3	0.093	10.79	0.137
4	0.060	16.73	-0.268
5	0.057	17.65	0.236
6	0.048	20.70	0.046



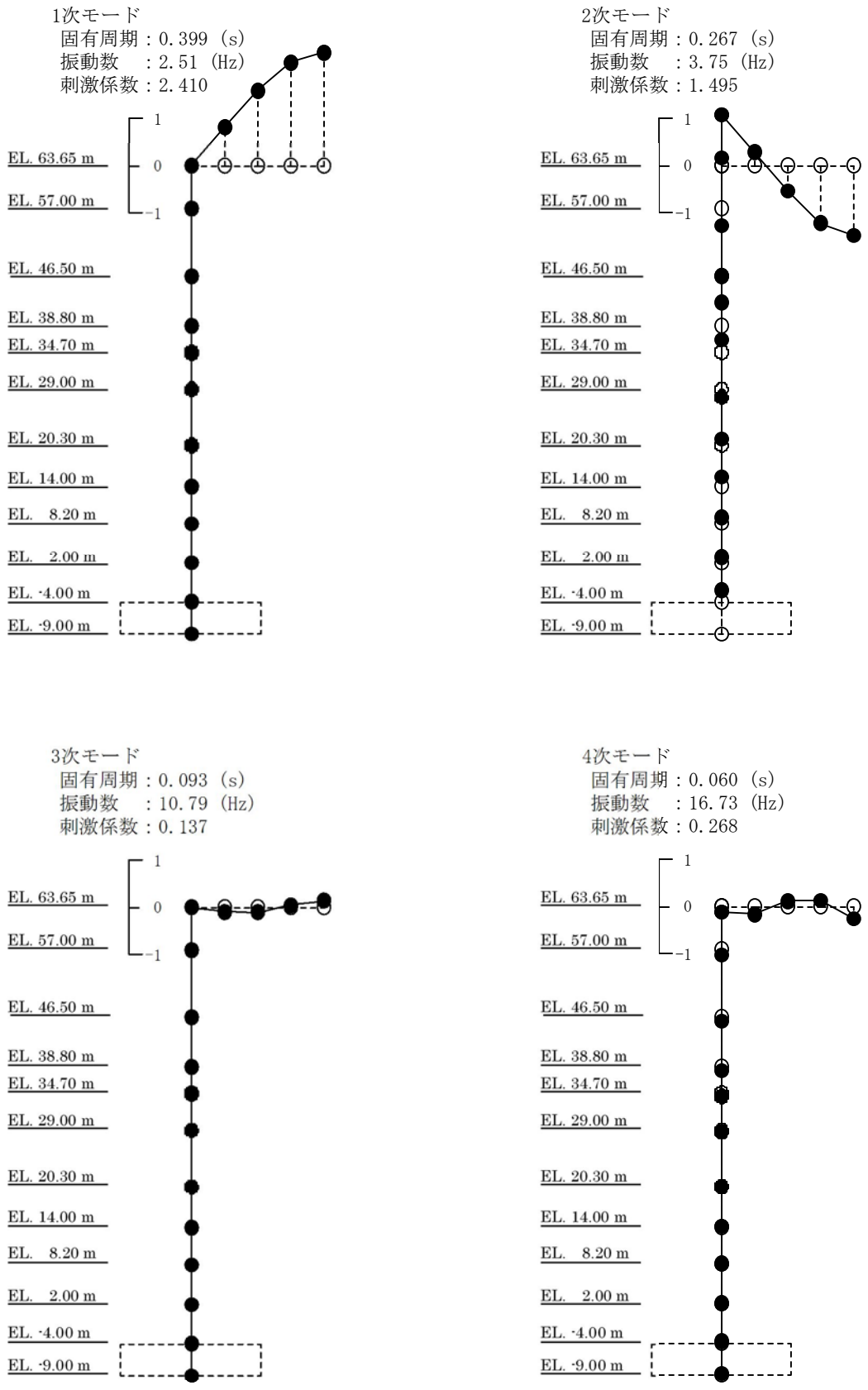
（a）　ＮＳ方向

第 5－20 図（1／3）　刺激関数（S_S－２２）



(b)　ＥＷ方向

第５－20 図（2／3）　刺激関数（Ｓ$_{S}$－２２）



（c）　ＵＤ方向

第５－20 図（3／3）　刺激関数（Ｓ$_{s}$－２２）

第5－21表　固有値（S_s－３１）

(a)　ＮＳ方向

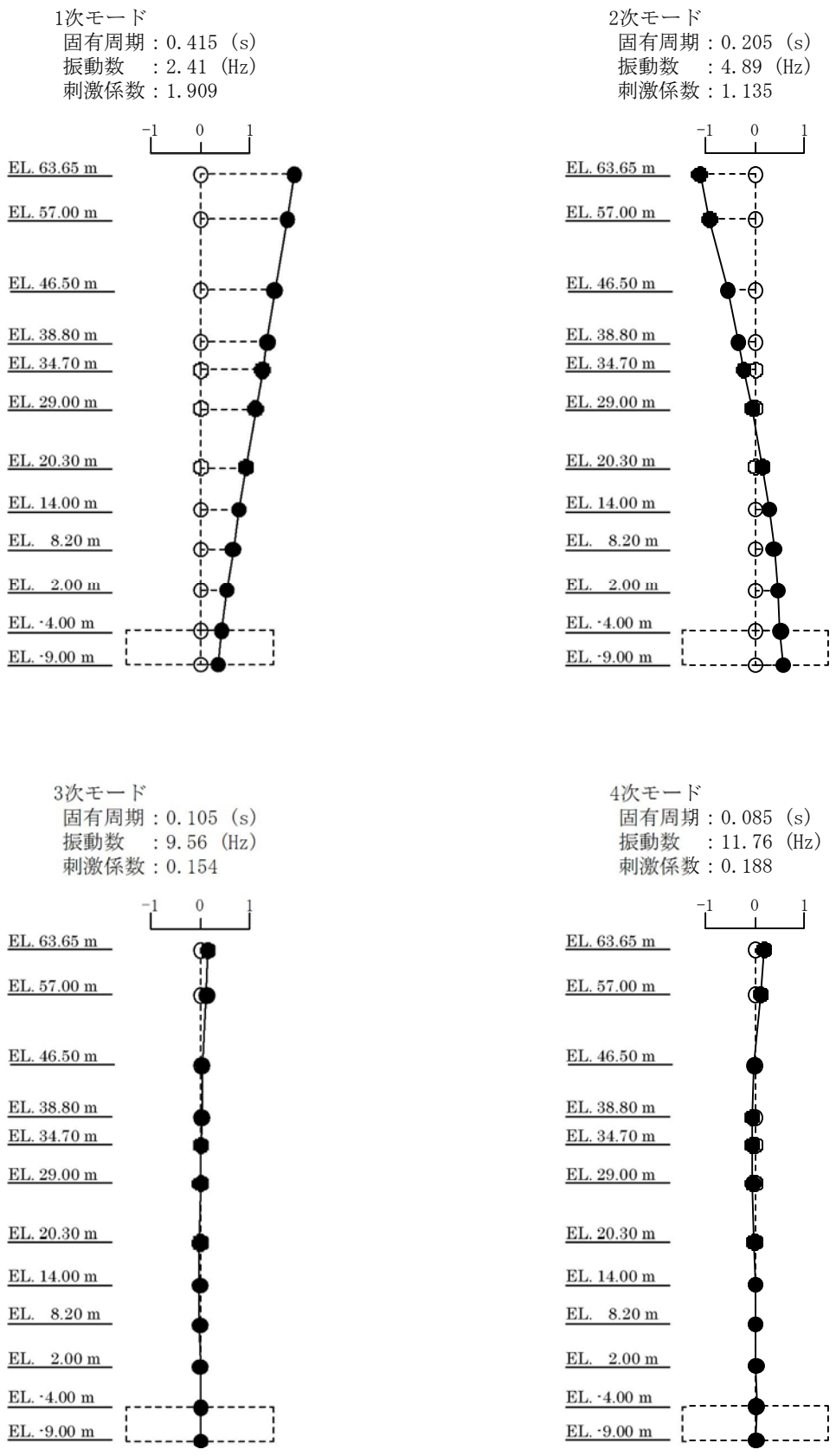
次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.415	2.41	1.909
2	0.205	4.89	-1.135
3	0.105	9.56	0.154
4	0.085	11.76	0.188
5	0.064	15.65	-0.139
6	0.052	19.13	0.015

(b)　ＥＷ方向

次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.417	2.40	1.933
2	0.205	4.89	-1.193
3	0.108	9.29	0.204
4	0.086	11.57	0.167
5	0.064	15.52	-0.134
6	0.051	19.75	0.012

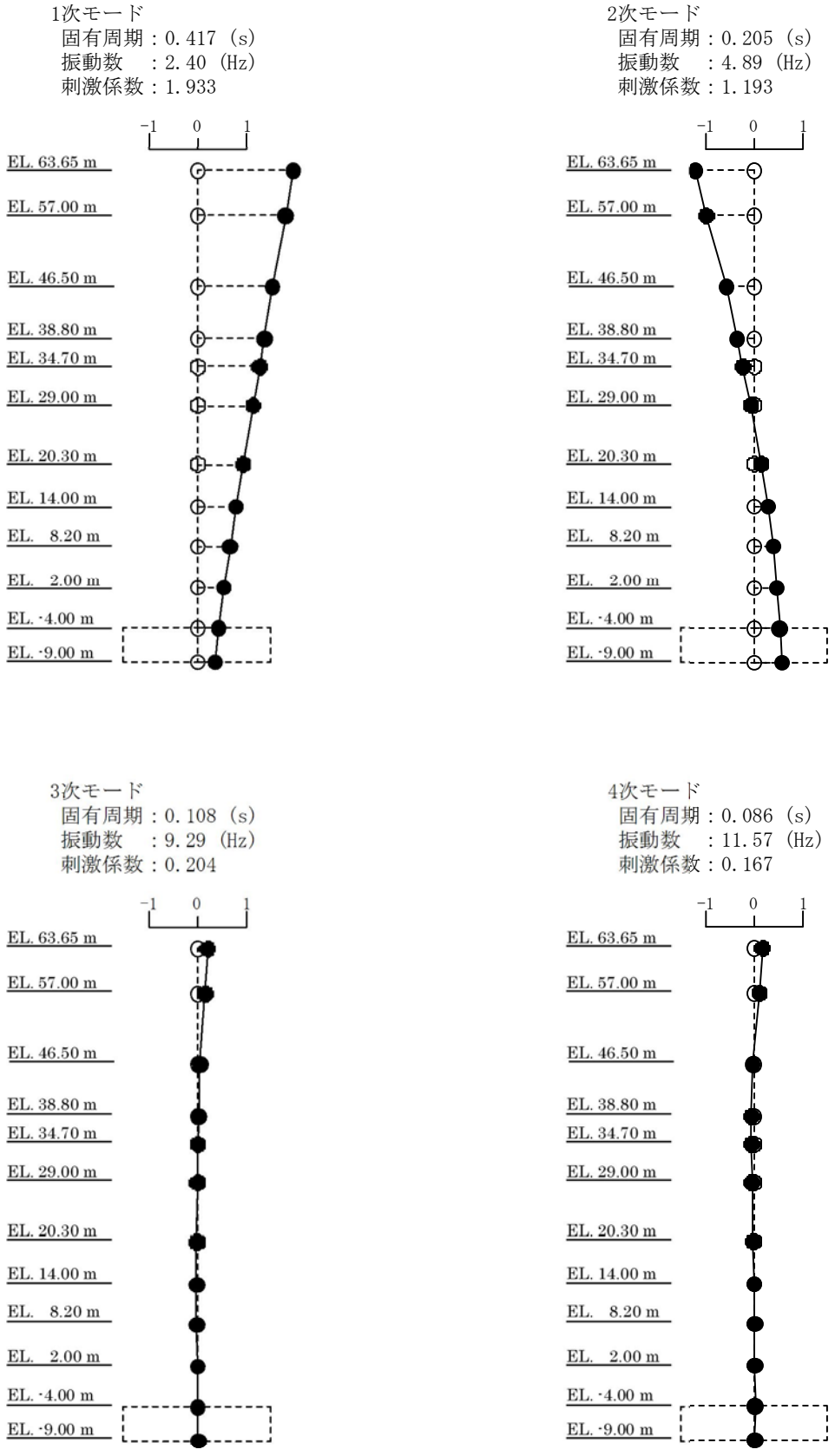
(c)　ＵＤ方向

次　数	固有周期(s)	振動数(Hz)	刺激係数
1	0.399	2.50	2.557
2	0.276	3.62	-1.635
3	0.093	10.79	0.127
4	0.060	16.71	-0.245
5	0.057	17.64	0.215
6	0.048	20.70	0.042



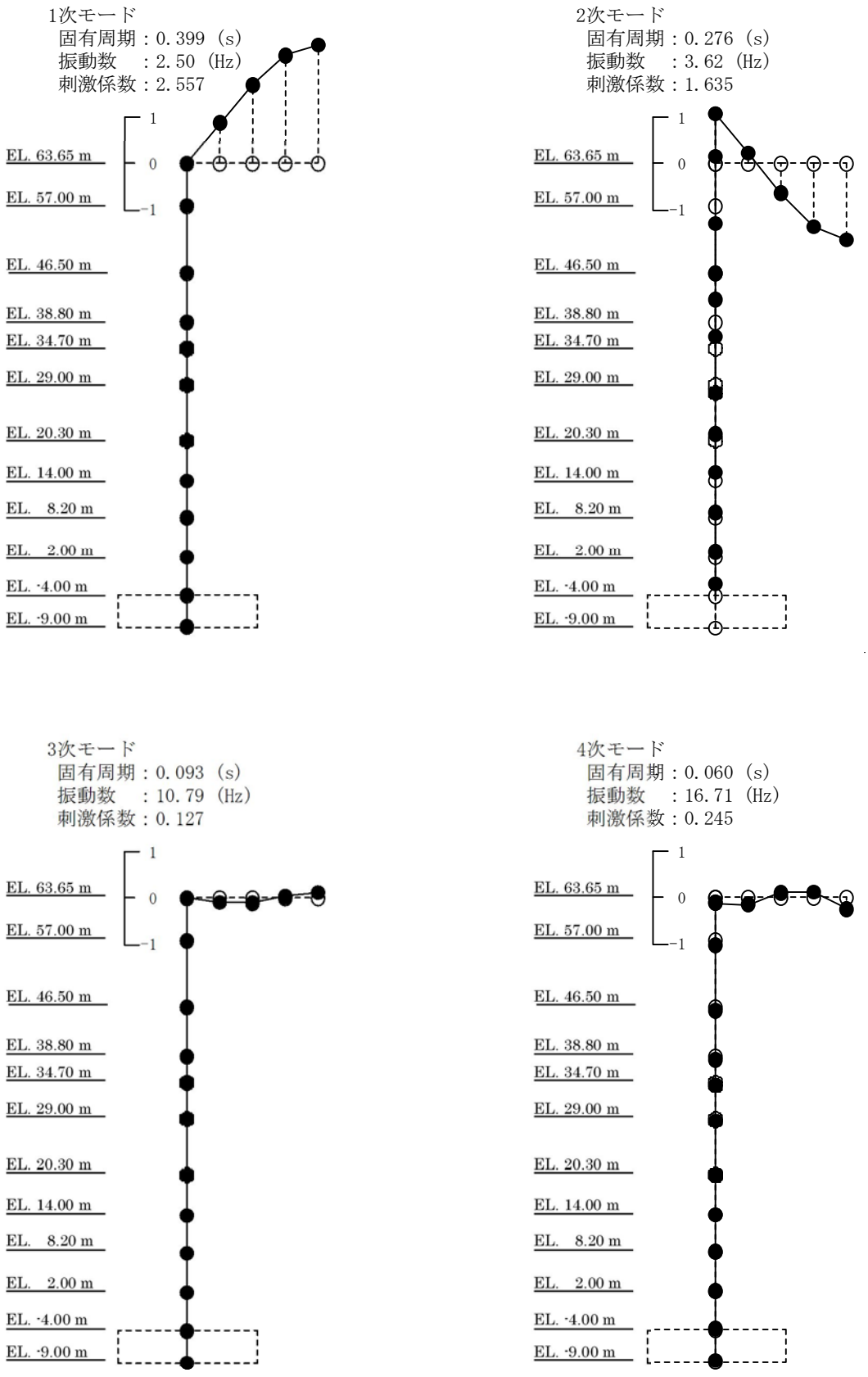
（a）　ＮＳ方向

第５－21 図（1／3）　刺激関数（S_S－３１）



(b)　ＥＷ方向

第５－21 図（2／3）　刺激関数（Ｓ$_{s}$－３１）

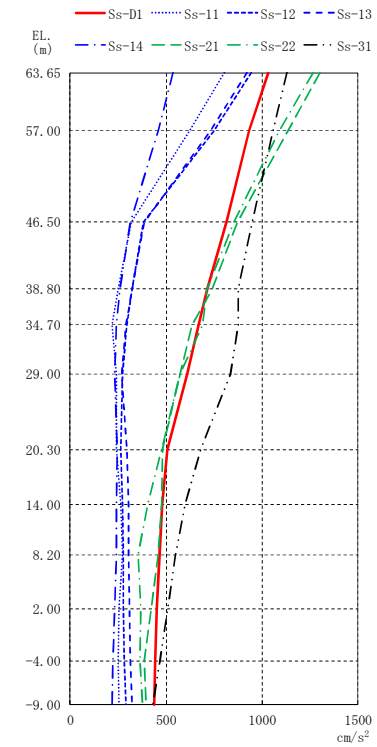


（c）　ＵＤ方向

第５－21 図（3／3）　刺激関数（Ｓ$_{s}$－３１）

(3) 最大応答値

地震応答解析結果として，各質点位置の最大応答を第 5－22 図～第 5－29 図に示す。

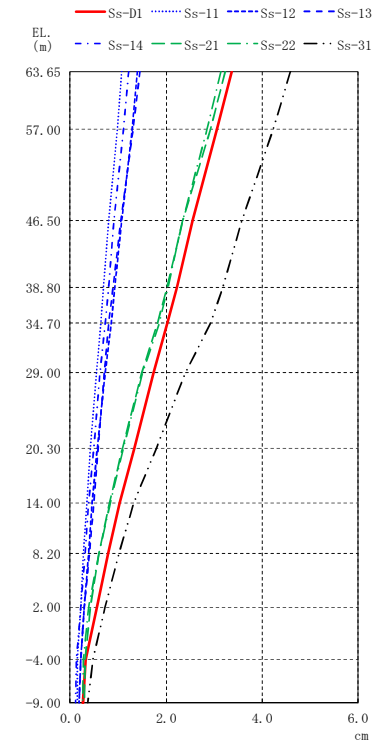


NS方向

(単位：cm/s²)

Ss-D1	Ss-11	Ss-12	Ss-13	Ss-14	Ss-21	Ss-22	Ss-31
1,033	803	942	920	535	1,303	1,268	1,129
933	622	749	729	459	1,134	1,091	1,059
813	318	382	386	314	872	853	948
715	250	321	321	260	740	714	877
669	220	295	289	241	637	688	877
611	243	274	269	233	572	573	836
508	243	265	294	245	481	477	680
481	265	275	304	243	477	403	597
467	275	279	303	242	459	353	550
454	257	278	311	234	423	367	508
441	250	283	313	221	386	362	468
437	257	292	323	217	393	378	429

第 5－22 図　最大応答加速度（ＮＳ方向）

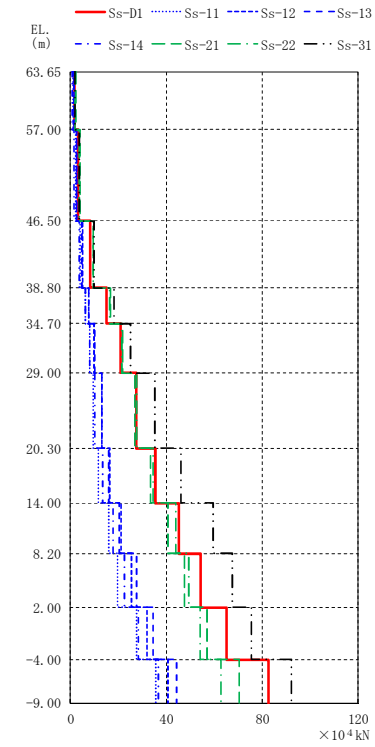


NS方向

(単位：cm)

Ss-D1	Ss-11	Ss-12	Ss-13	Ss-14	Ss-21	Ss-22	Ss-31
3.36	1.07	1.41	1.46	1.22	3.23	3.15	4.59
3.06	0.97	1.29	1.31	1.11	2.92	2.86	4.22
2.55	0.80	1.07	1.05	0.91	2.35	2.35	3.58
2.23	0.70	0.94	0.90	0.80	2.02	2.04	3.18
2.03	0.63	0.85	0.80	0.73	1.82	1.85	2.92
1.73	0.54	0.74	0.72	0.62	1.49	1.51	2.41
1.33	0.42	0.57	0.59	0.48	1.09	1.12	1.81
1.04	0.34	0.45	0.48	0.39	0.82	0.84	1.32
0.80	0.27	0.38	0.40	0.31	0.60	0.61	1.02
0.55	0.22	0.30	0.30	0.22	0.42	0.39	0.73
0.33	0.15	0.21	0.22	0.14	0.31	0.28	0.48
0.26	0.14	0.19	0.19	0.10	0.30	0.27	0.36

第 5－23 図　最大応答水平変位（ＮＳ方向）

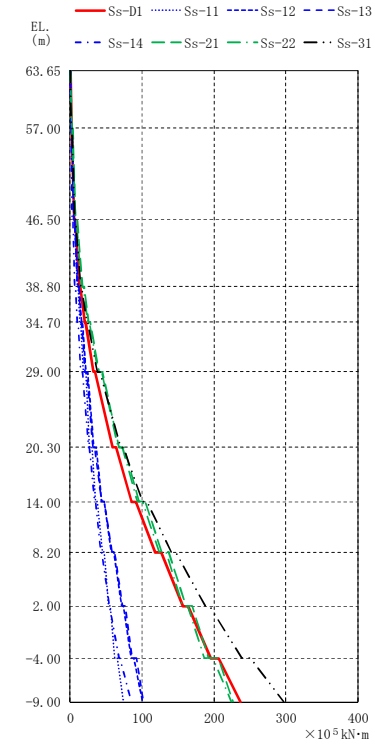


NS方向

(単位：×10⁴kN)

Ss-D1	Ss-11	Ss-12	Ss-13	Ss-14	Ss-21	Ss-22	Ss-31
1.66	1.31	1.54	1.51	0.871	2.12	2.05	1.84
3.13	2.31	2.78	2.72	1.63	3.96	3.85	3.52
8.21	4.05	5.11	4.92	3.75	9.54	9.36	9.89
15.2	6.16	7.69	7.81	6.17	16.7	16.3	18.3
20.9	7.89	10.0	10.2	7.90	22.0	21.4	25.0
27.5	9.58	13.0	13.1	10.3	26.8	27.5	35.4
35.3	11.6	16.3	16.0	13.4	33.4	34.6	46.3
45.4	16.2	21.0	20.4	17.7	40.6	44.1	59.6
54.2	19.5	25.4	27.7	22.6	47.7	49.3	67.7
65.3	27.5	32.0	34.7	28.5	57.1	54.2	75.7
82.7	35.7	40.8	44.5	36.6	70.3	62.7	92.3

第5－24図　最大応答せん断力（ＮＳ方向）



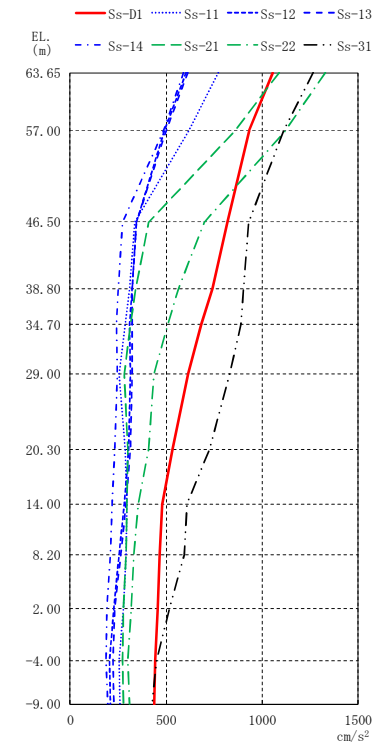
NS方向

(単位：×10⁵kN·m)

Ss-D1	Ss-11	Ss-12	Ss-13	Ss-14	Ss-21	Ss-22	Ss-31
0.572	0.586	0.537	0.516	0.299	0.806	0.714	0.512
1.48	1.46	1.56	1.52	0.858	2.22	2.08	1.70
2.29	2.27	2.31	2.24	1.25	3.34	3.08	2.38
5.24	4.69	5.23	5.10	2.96	7.50	7.11	5.90
6.77	6.35	6.78	6.57	3.80	9.79	9.20	7.23
12.5	9.44	10.7	10.4	6.68	16.8	16.0	14.4
14.3	11.5	12.6	12.2	7.73	19.7	18.7	16.1
19.9	13.7	15.6	15.0	10.2	26.0	24.9	23.3
21.0	15.1	16.8	16.2	10.9	28.0	26.7	24.4
32.1	18.4	21.6	20.7	15.3	39.8	38.6	38.1
35.0	21.9	24.8	23.7	17.1	45.2	43.5	41.4
58.9	26.9	32.6	31.9	25.3	68.5	66.4	69.8
63.3	30.6	36.0	34.3	27.0	75.4	73.0	73.7
85.5	35.0	43.8	44.3	33.9	95.8	93.2	101
92.1	37.9	46.9	47.3	35.6	104	101	107
118	44.4	57.4	58.3	42.6	127	124	141
126	47.4	61.0	61.7	44.3	137	133	147
157	53.6	71.4	73.2	54.4	161	156	188
164	56.0	74.3	76.1	55.0	169	164	194
195	61.6	84.9	86.4	68.4	192	187	239
207	66.0	88.9	91.6	69.5	206	198	250
237	73.5	101	102	84.3	226	224	296
235	72.7	100	101	84.1	224	223	296

（欄外の値は、底面地盤回転ばねの反力を示す。）

第5－25図　最大応答曲げモーメント（ＮＳ方向）

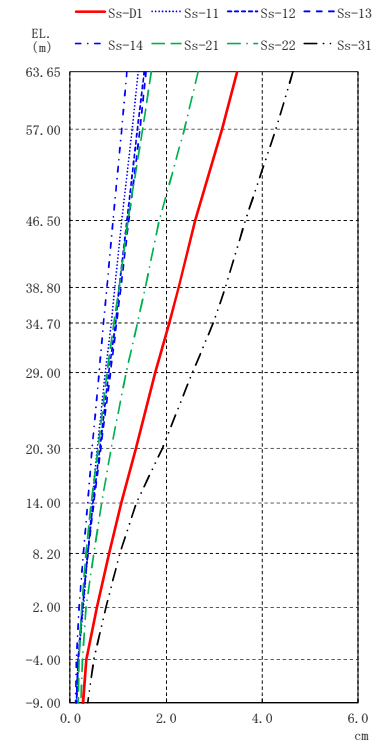


EW方向

(単位：cm/s²)

Ss-D1	Ss-11	Ss-12	Ss-13	Ss-14	Ss-21	Ss-22	Ss-31
1,054	770	604	614	592	1,089	1,328	1,264
931	619	491	499	486	858	1,119	1,112
818	336	347	347	272	410	699	932
744	309	322	323	250	340	564	904
685	289	311	323	243	315	511	889
615	257	314	324	245	281	437	833
535	285	306	314	230	301	407	726
482	295	282	290	218	297	355	610
466	290	256	264	209	293	331	596
455	275	227	234	192	280	320	516
442	256	207	223	188	272	302	450
438	258	210	228	196	278	308	425

第 5－26 図　最大応答加速度（ＥＷ方向）

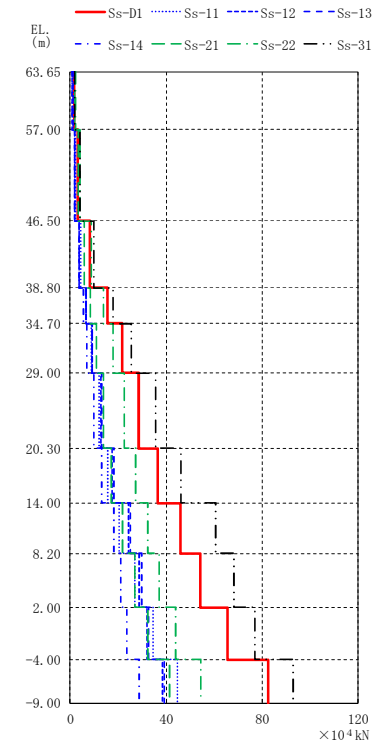


EW方向

(単位：cm)

Ss-D1	Ss-11	Ss-12	Ss-13	Ss-14	Ss-21	Ss-22	Ss-31
3.47	1.42	1.54	1.59	1.18	1.69	2.66	4.66
3.16	1.30	1.40	1.45	1.07	1.52	2.38	4.28
2.61	1.08	1.18	1.21	0.88	1.20	1.85	3.65
2.27	0.94	1.03	1.06	0.77	1.02	1.57	3.23
2.07	0.85	0.94	0.97	0.70	0.92	1.40	2.98
1.78	0.73	0.81	0.83	0.60	0.77	1.16	2.54
1.37	0.56	0.63	0.64	0.46	0.58	0.86	1.94
1.06	0.45	0.48	0.50	0.36	0.45	0.65	1.38
0.81	0.36	0.36	0.37	0.27	0.33	0.49	1.03
0.56	0.27	0.25	0.26	0.19	0.24	0.34	0.74
0.34	0.17	0.16	0.16	0.12	0.19	0.25	0.49
0.27	0.13	0.14	0.13	0.10	0.17	0.21	0.37

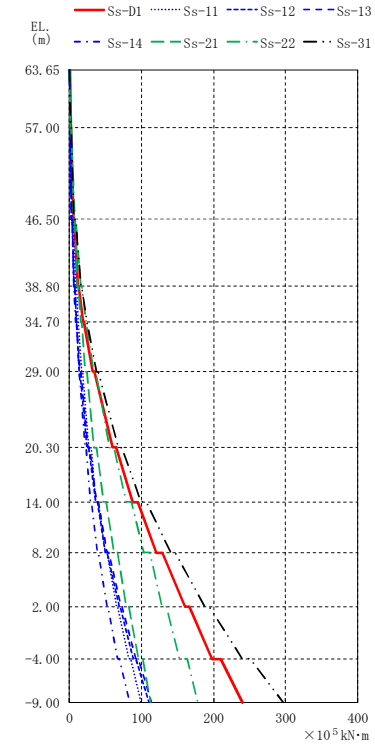
第 5－27 図　最大応答水平変位（ＥＷ方向）



(単位：×10⁴kN)

Ss-D1	Ss-11	Ss-12	Ss-13	Ss-14	Ss-21	Ss-22	Ss-31
1.72	1.26	0.969	0.987	0.966	1.76	2.14	2.05
3.26	2.28	1.77	1.80	1.77	3.17	3.98	3.88
8.30	4.33	3.70	3.80	3.52	5.81	8.74	9.89
15.6	6.69	6.72	6.68	5.41	8.47	14.0	17.9
21.5	8.85	9.29	9.17	7.03	10.8	17.9	25.3
28.7	12.1	12.7	13.0	9.69	13.9	22.6	35.6
36.6	15.7	17.5	18.2	13.3	17.3	27.2	46.3
46.1	20.5	24.3	25.1	18.3	21.8	32.5	60.7
54.4	26.8	28.9	29.8	21.2	26.8	36.9	68.3
65.4	34.7	32.0	32.9	23.7	32.2	43.9	77.1
82.6	44.6	38.4	39.4	28.7	41.3	54.5	93.0

第 5－28 図　最大応答せん断力（ＥＷ方向）



(単位：×10⁵kN·m)

Ss-D1	Ss-11	Ss-12	Ss-13	Ss-14	Ss-21	Ss-22	Ss-31
0.529	0.421	0.298	0.284	0.264	0.546	0.606	0.622
1.47	1.20	0.909	0.919	0.871	1.71	2.02	1.98
2.22	1.77	1.28	1.28	1.19	2.47	2.85	2.81
5.32	4.11	3.14	3.18	3.05	5.79	7.03	6.84
6.63	5.20	3.87	3.91	3.66	7.28	8.81	8.31
12.3	8.40	6.60	6.65	6.37	11.7	15.5	15.7
13.4	9.36	7.21	7.26	6.87	12.9	17.1	16.9
19.5	11.8	9.44	9.48	9.09	16.2	22.8	23.9
20.2	12.4	9.82	9.86	9.39	17.0	23.8	24.7
32.2	17.0	14.1	14.4	13.3	22.6	33.9	37.9
34.9	18.8	15.0	15.5	14.1	24.7	37.1	40.6
59.8	27.1	24.9	25.8	21.5	34.5	56.3	67.8
65.2	30.1	26.8	27.7	22.9	37.9	62.2	72.9
87.9	36.5	36.3	37.6	29.3	46.8	78.3	99.8
94.8	39.9	38.5	40.1	31.0	51.1	85.7	107
121	49.5	50.4	52.4	38.8	62.4	103	140
129	51.7	52.7	54.9	40.1	66.8	111	147
160	65.5	68.6	71.4	52.4	79.4	129	188
166	67.3	70.5	73.3	53.6	82.9	135	194
198	81.9	88.7	92.0	67.2	95.9	152	240
210	84.9	92.0	95.5	69.4	102	164	251
240	99.2	110	114	83.4	113	178	297
237	98.8	109	113	83.0	112	177	297

（欄外の値は、底面地盤回転ばねの反力を示す。）

第 5－29 図　最大応答曲げモーメント（ＥＷ方向）

(4) 接地率

建物の接地率を地震応答解析結果から得られた底面地盤回転ばねの回転角最大時の転倒モーメントより算出し，第5－22表に示す。

接地率は，基礎浮き上がりを線形とした地震応答解析結果を用いることができる75%以上である。

第5－22表　接地率（原子炉建屋，基準地震動S_s）

		ＮＳ方向	ＥＷ方向
総重量 W（kN）		1,932,940	
基礎幅 L（m）		68.50	68.25
浮き上がり限界転倒ﾓｰﾒﾝﾄ M_0（$\times 10^6$kN･m）		22.0	21.9
最大転倒ﾓｰﾒﾝﾄ M_{max} （$\times 10^6$ kN･m）	S_s－Ｄ１	23.5	23.7
	S_s－１１	7.27	9.88
	S_s－１２	10.0	10.9
	S_s－１３	10.1	11.3
	S_s－１４	8.41	8.30
	S_s－２１	22.4	11.2
	S_s－２２	22.3	17.7
	S_s－３１	29.6	29.7
接地率 η（%）	S_s－Ｄ１	96.8	96.1
	S_s－１１	100.0	100.0
	S_s－１２	100.0	100.0
	S_s－１３	100.0	100.0
	S_s－１４	100.0	100.0
	S_s－２１	99.2	100.0
	S_s－２２	99.5	100.0
	S_s－３１	82.9	82.5

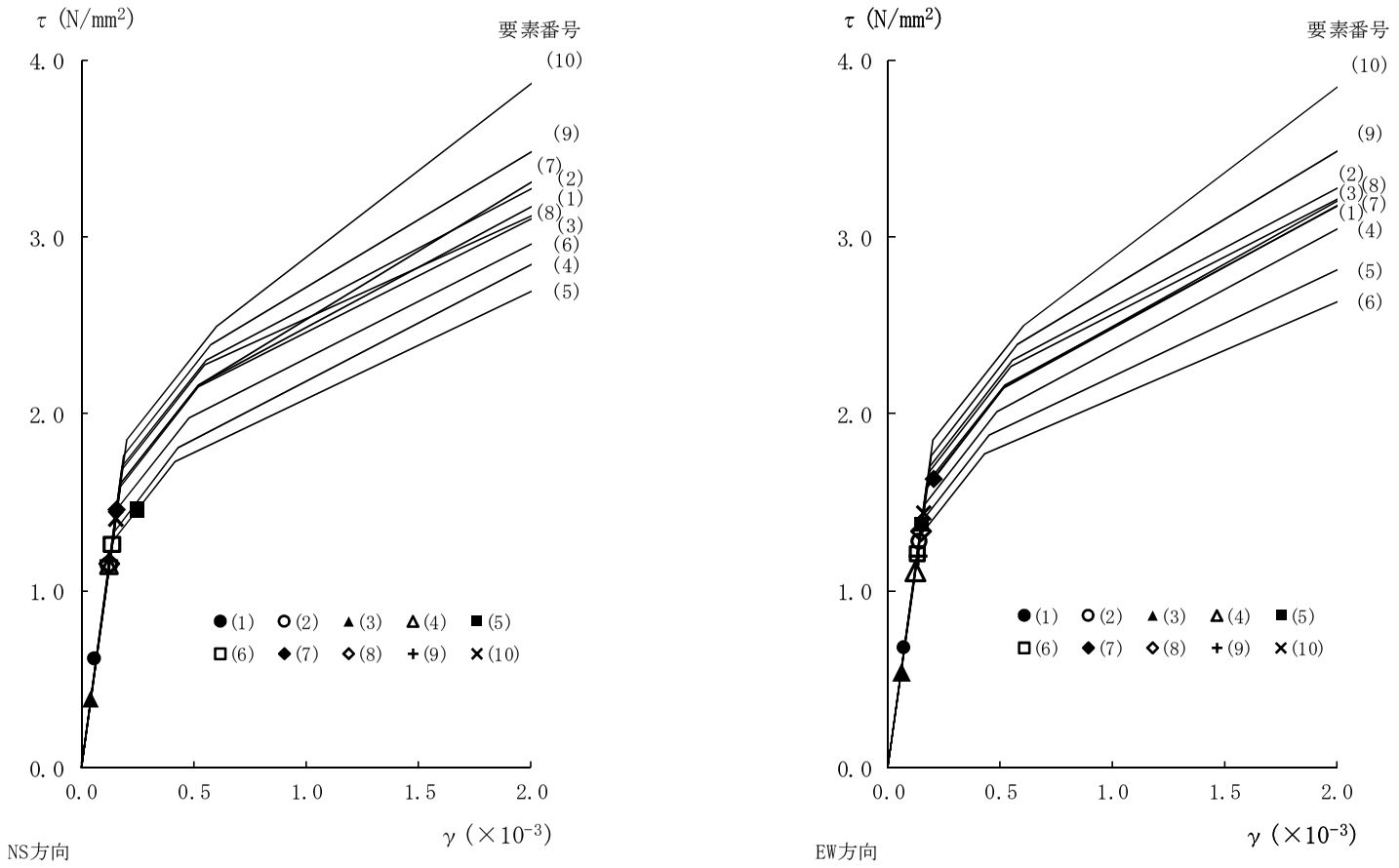
5.6　評価結果

基準地震動Ｓ$_{S}$による耐震壁の最大応答せん断ひずみを評価基準値と比較して第5－23表に，最大応答値をせん断スケルトン曲線上にプロットして第5－30図～第5－37図に示す。

耐震壁のせん断ひずみは最大で0.47×10^{-3}（Ｓ$_{S}$－３１，ＥＷ方向，2階）であり，評価基準値（2.0×10^{-3}）に対して十分な余裕がある。

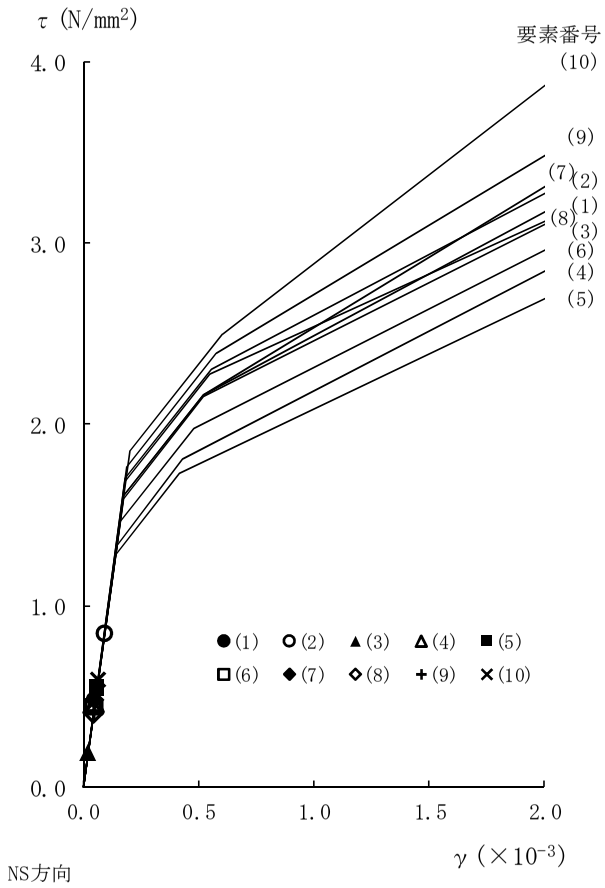
第5－23表　基準地震動S_Sによる耐震壁の最大応答せん断ひずみ

基準地震動S_S	方向	発生部位	発生値	評価基準値
S_S－D１	ＮＳ	4階 要素番号(5)	0.25×10^{-3}	2.0×10^{-3}
S_S－１１	ＥＷ	6階 要素番号(2)	0.10×10^{-3}	
S_S－１２	ＮＳ	6階 要素番号(2)	0.11×10^{-3}	
S_S－１３	ＮＳ	6階 要素番号(2)	0.11×10^{-3}	
S_S－１４	ＥＷ	6階 要素番号(2)	0.08×10^{-3}	
S_S－２１	ＮＳ	4階 要素番号(5)	0.30×10^{-3}	
S_S－２２	ＮＳ	4階 要素番号(5)	0.27×10^{-3}	
S_S－３１	ＥＷ	2階 要素番号(7)	0.47×10^{-3}	

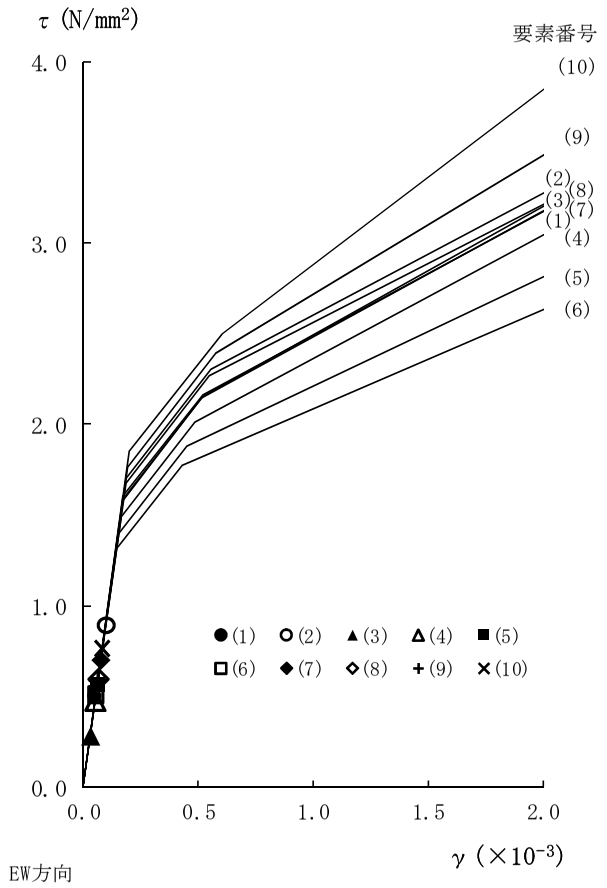


(a)　ＮＳ方向　　(b)　ＥＷ方向

第5－30図　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（S_S－Ｄ１）

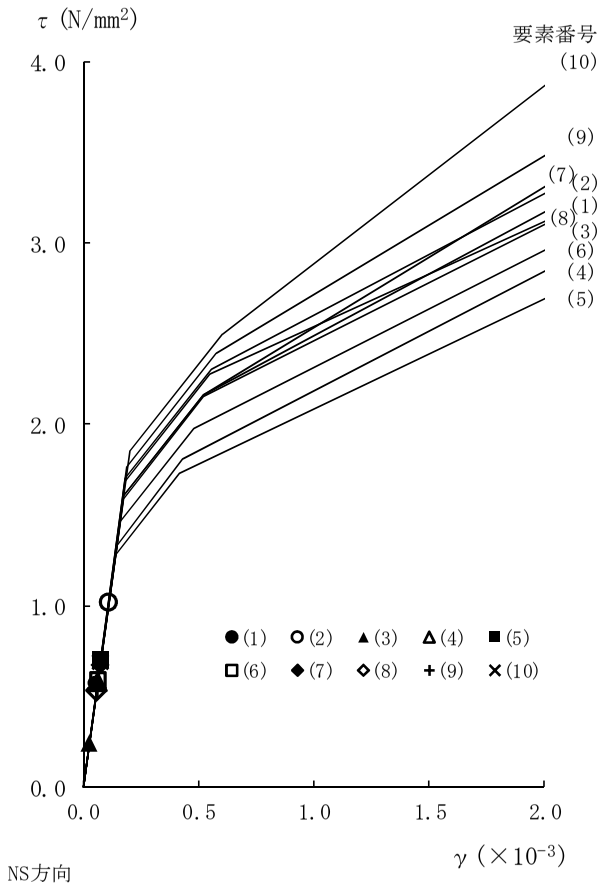


(a)　ＮＳ方向

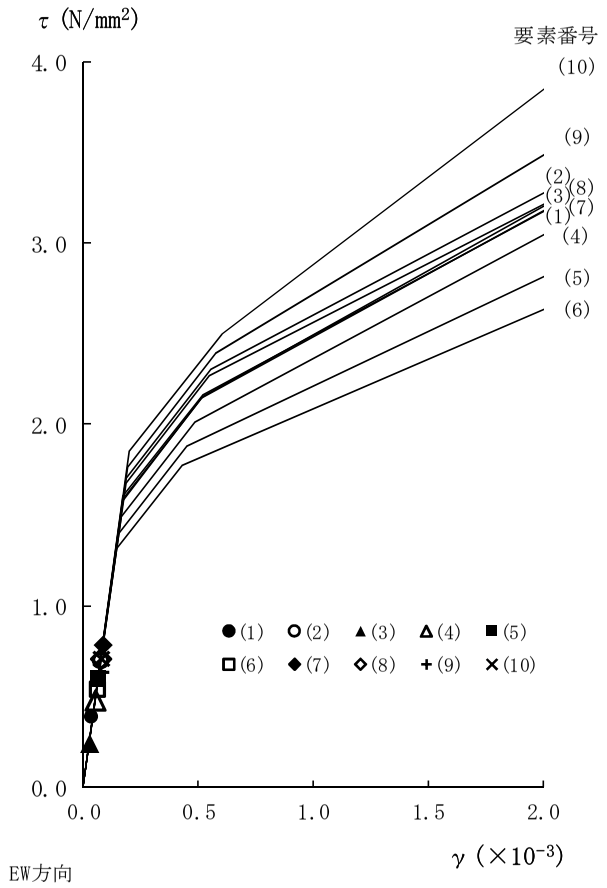


(b)　ＥＷ方向

第5－31図　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（S_S－１１）

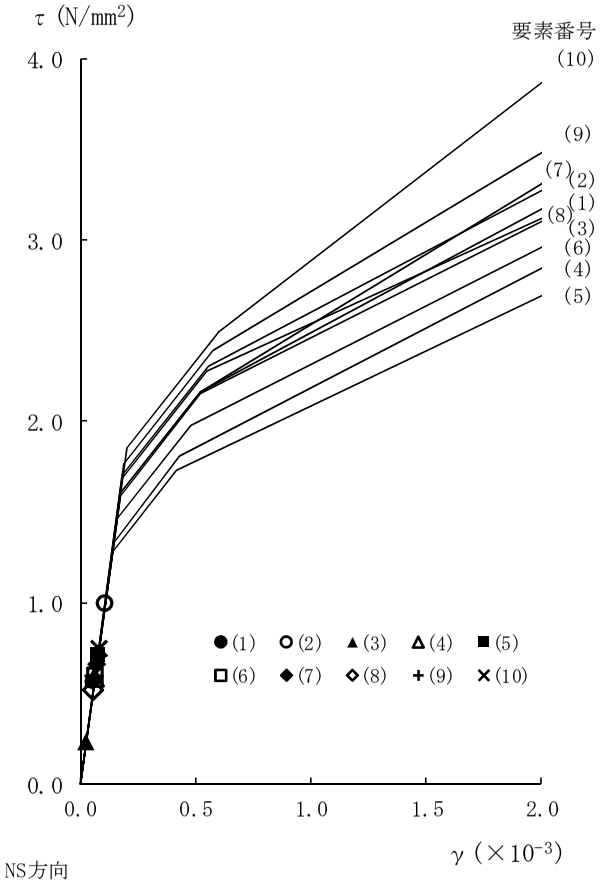


(a)　ＮＳ方向

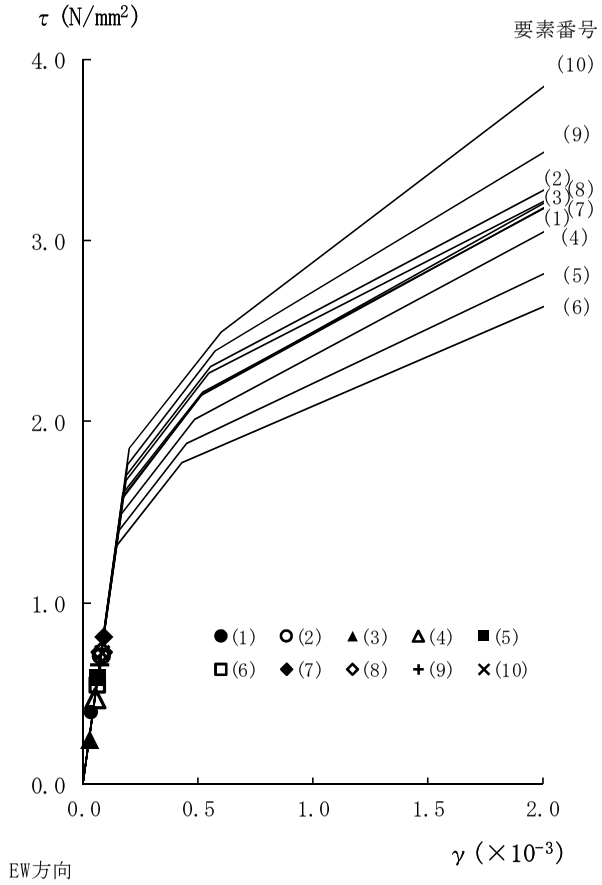


(b)　ＥＷ方向

第5－32図　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（S_S－１２）

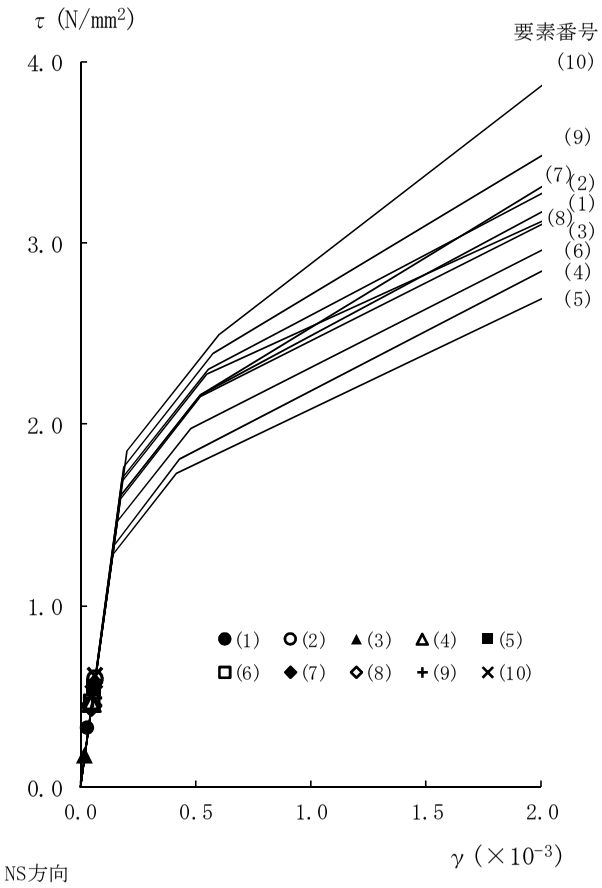


(a)　ＮＳ方向

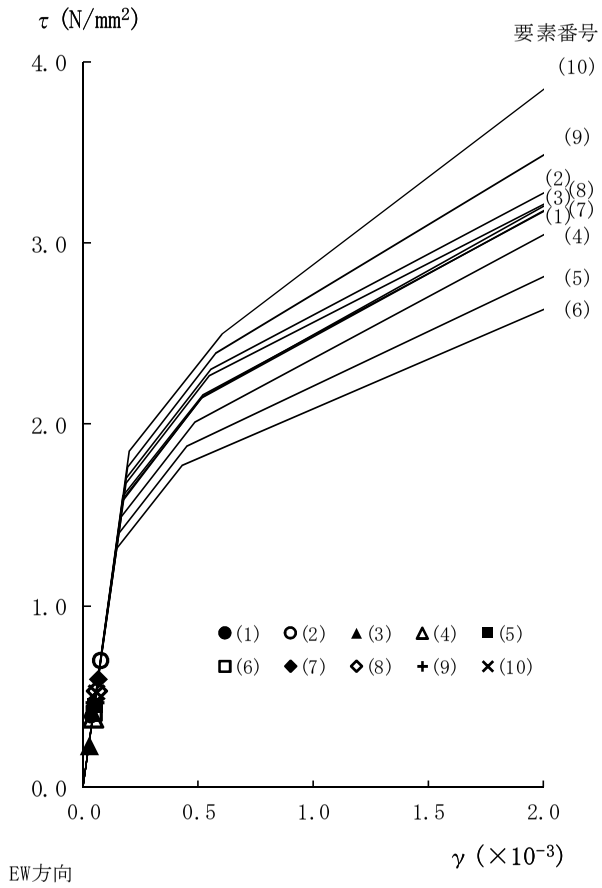


(b)　ＥＷ方向

第5－33図　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（S_S－１３）

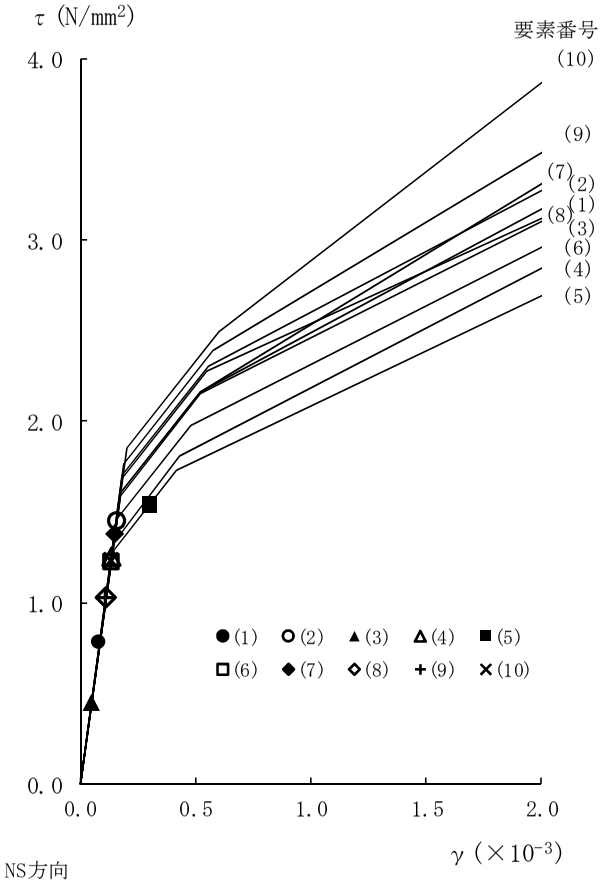


(a)　ＮＳ方向

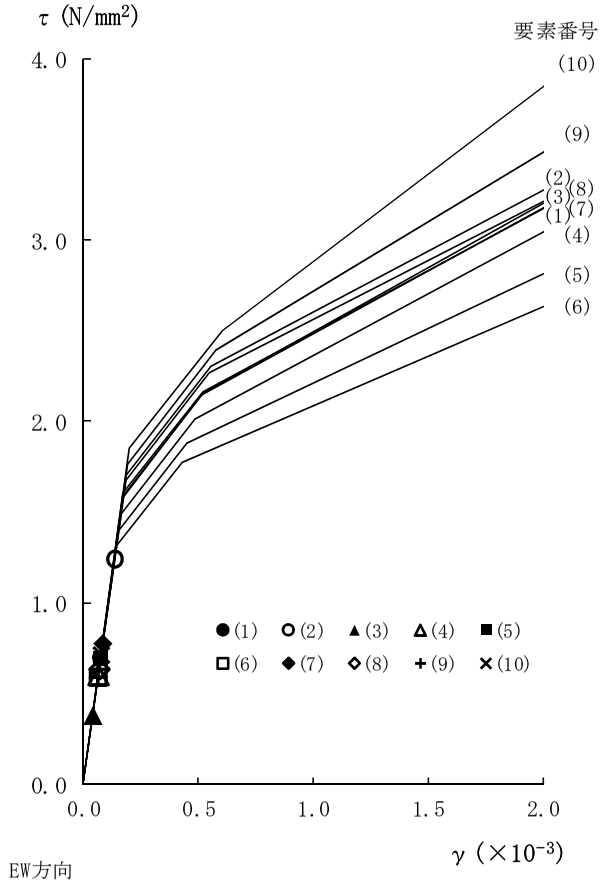


(b)　ＥＷ方向

第５－34 図　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（S_S－１４）

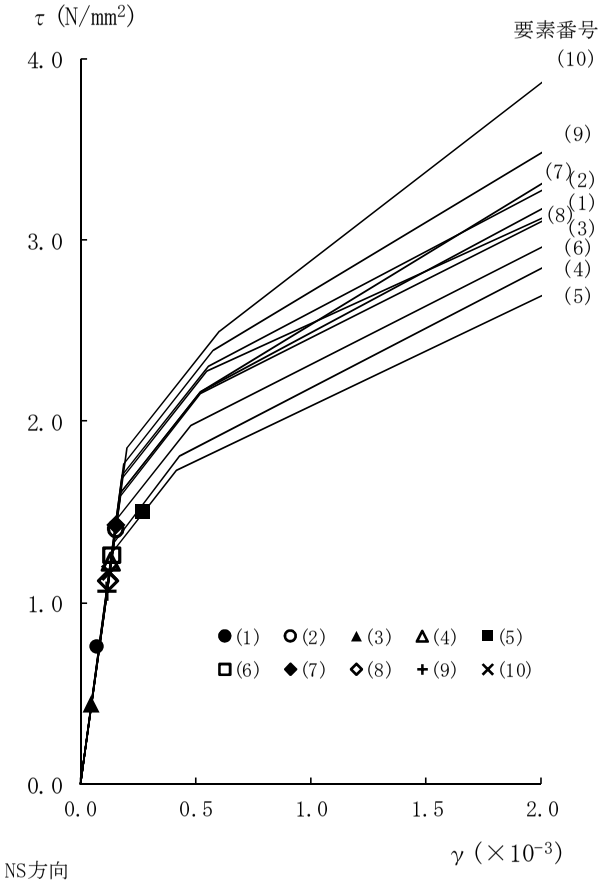


(a)　ＮＳ方向

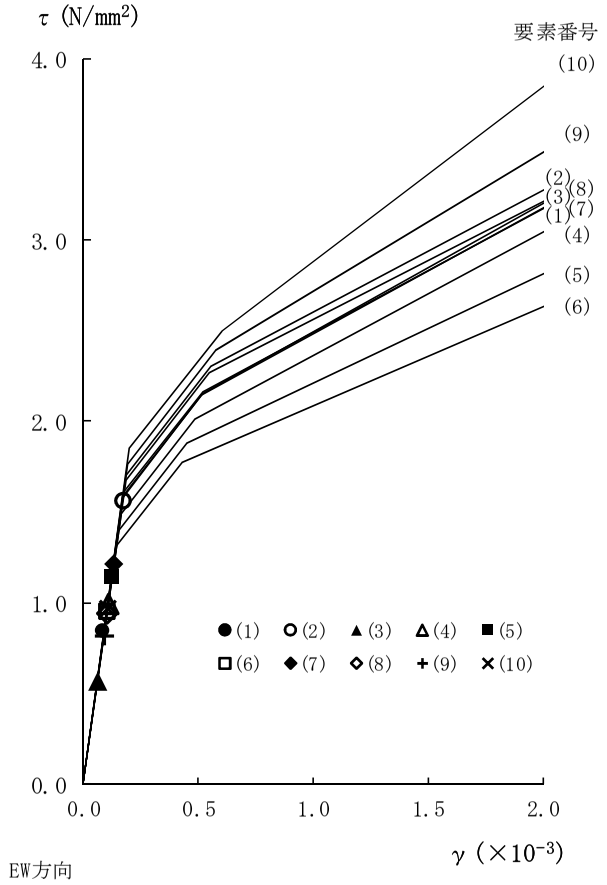


(b)　ＥＷ方向

第5－35図　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（S_S－２１）

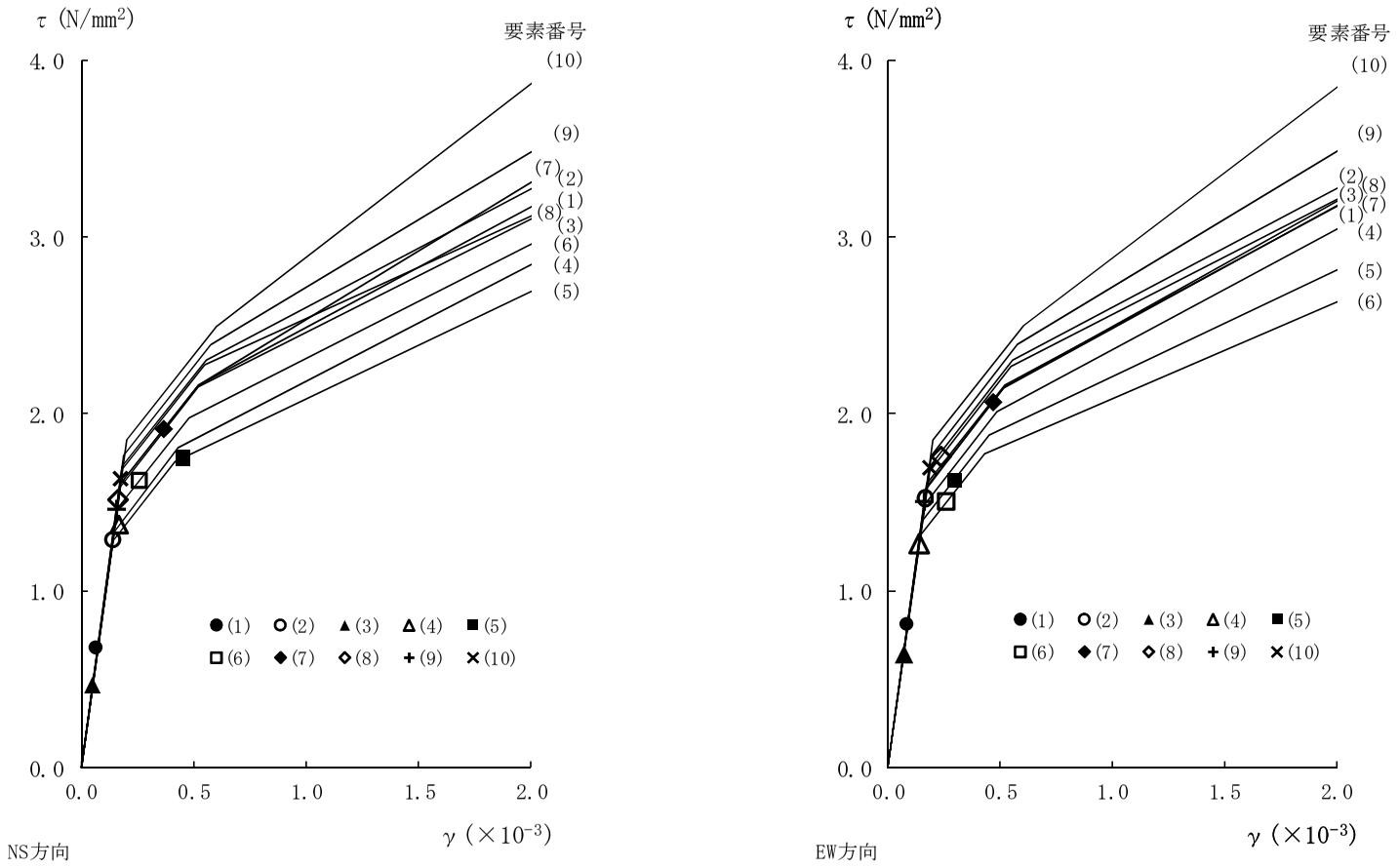


(a)　ＮＳ方向



(b)　ＥＷ方向

第５－36 図　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（Ｓｓ－２２）



(a)　ＮＳ方向　　(b)　ＥＷ方向

第5－37図　せん断スケルトン曲線上の最大応答値（S_S－３１）

6. まとめ

原子炉建屋耐震壁のせん断ひずみは最大で 0.47×10^{-3} であり，評価基準値である 2.0×10^{-3} に対して十分な余裕がある。

今後，地盤等のばらつきを考慮した地震応答解析を実施する予定である。本検討結果からばらつきを考慮した場合においても評価基準値を超える可能性は小さいと考察される。

別紙－３

東海第二発電所

原子炉建屋屋根トラス評価モデルへの弾塑性解析適用について

1.　はじめに

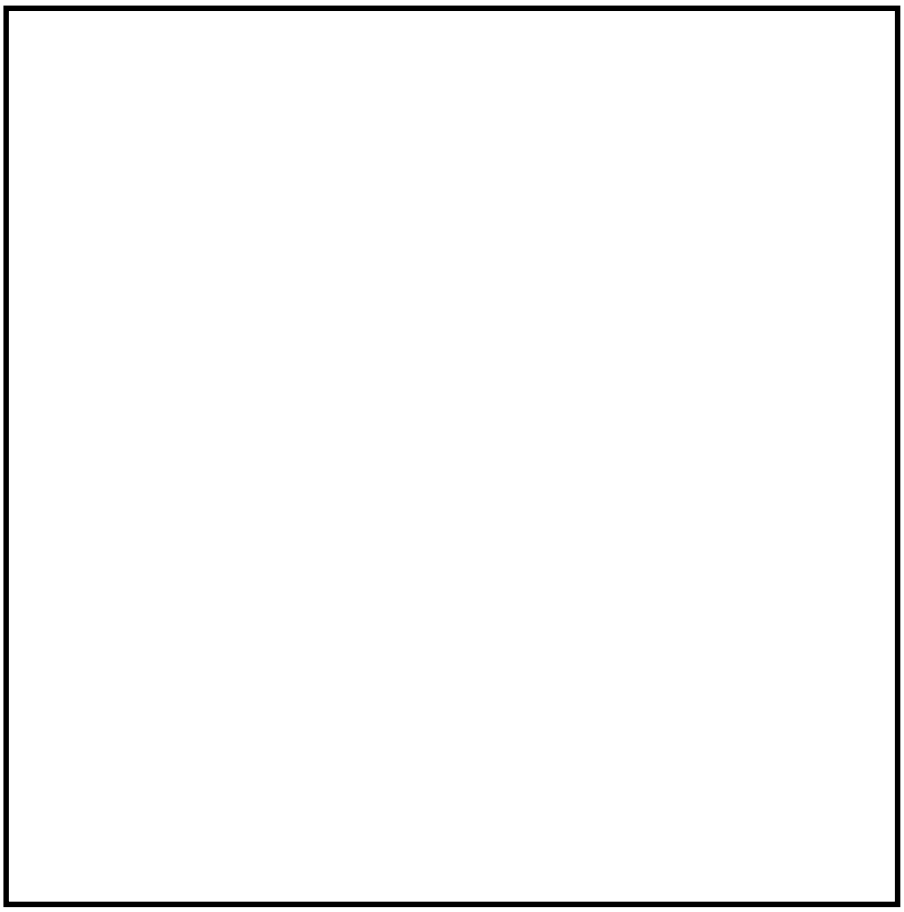
本資料は，東海第二発電所の建物・構築物のうち，鉄骨構造部の詳細評価モデルを構築して評価を実施する原子炉建屋屋根トラスの地震応答解析モデルに弾塑性解析を適用する目的とその適用性について説明するものである。

2.　原子炉建屋屋根トラスについて

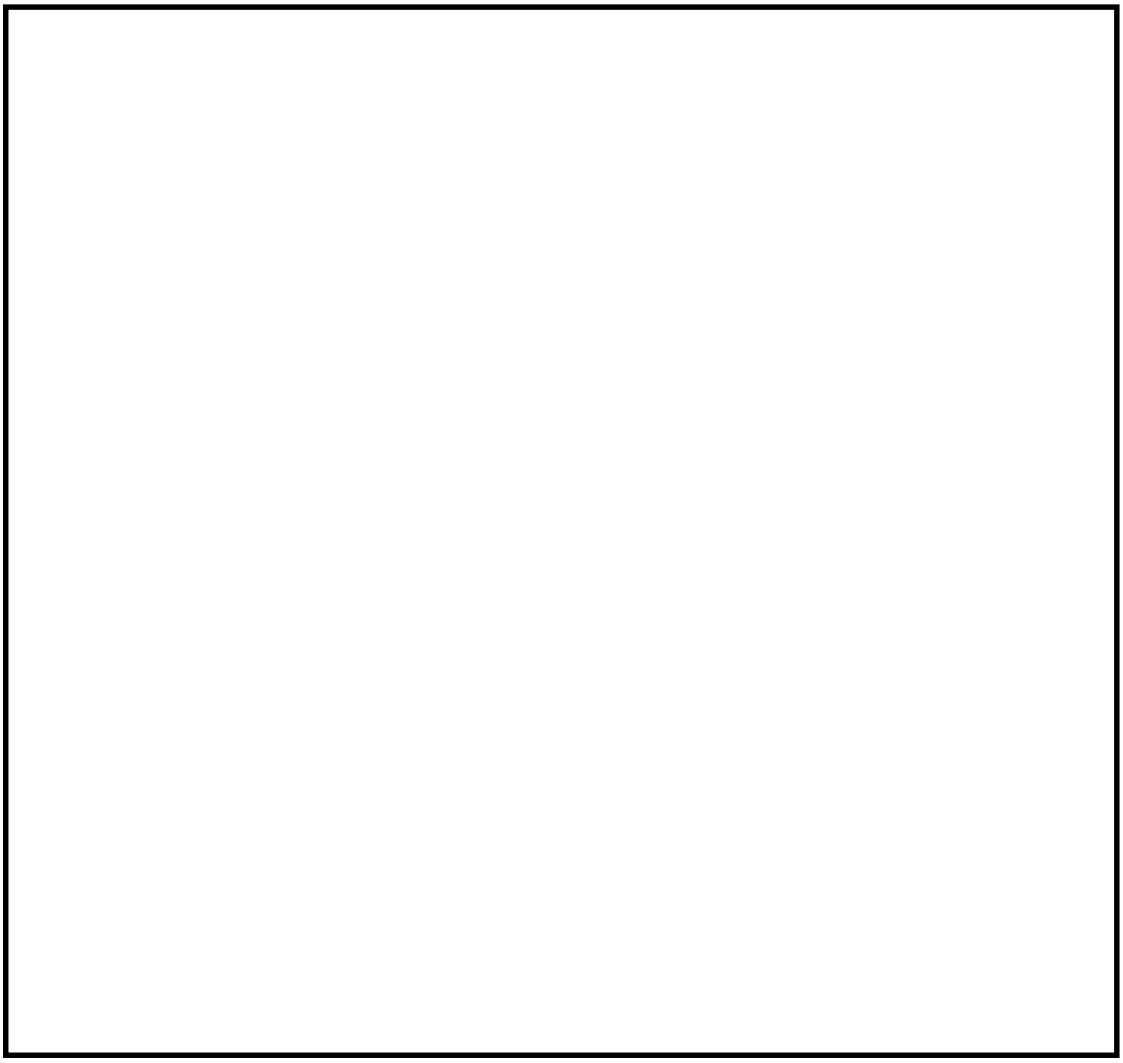
2.1　原子炉建屋屋根トラスの概要

二次格納施設である原子炉棟の屋根は，鉄筋コンクリート造の屋根スラブと屋根トラスで構成されている。屋根トラスの平面は，45.5 m（南北）×42.5 m（東西）のほぼ正方形をなしており，燃料取替床レベル（EL.46.5 m）からの高さは約 17.0 m である。屋根トラスの概要を第 3－2－1 図に示す。

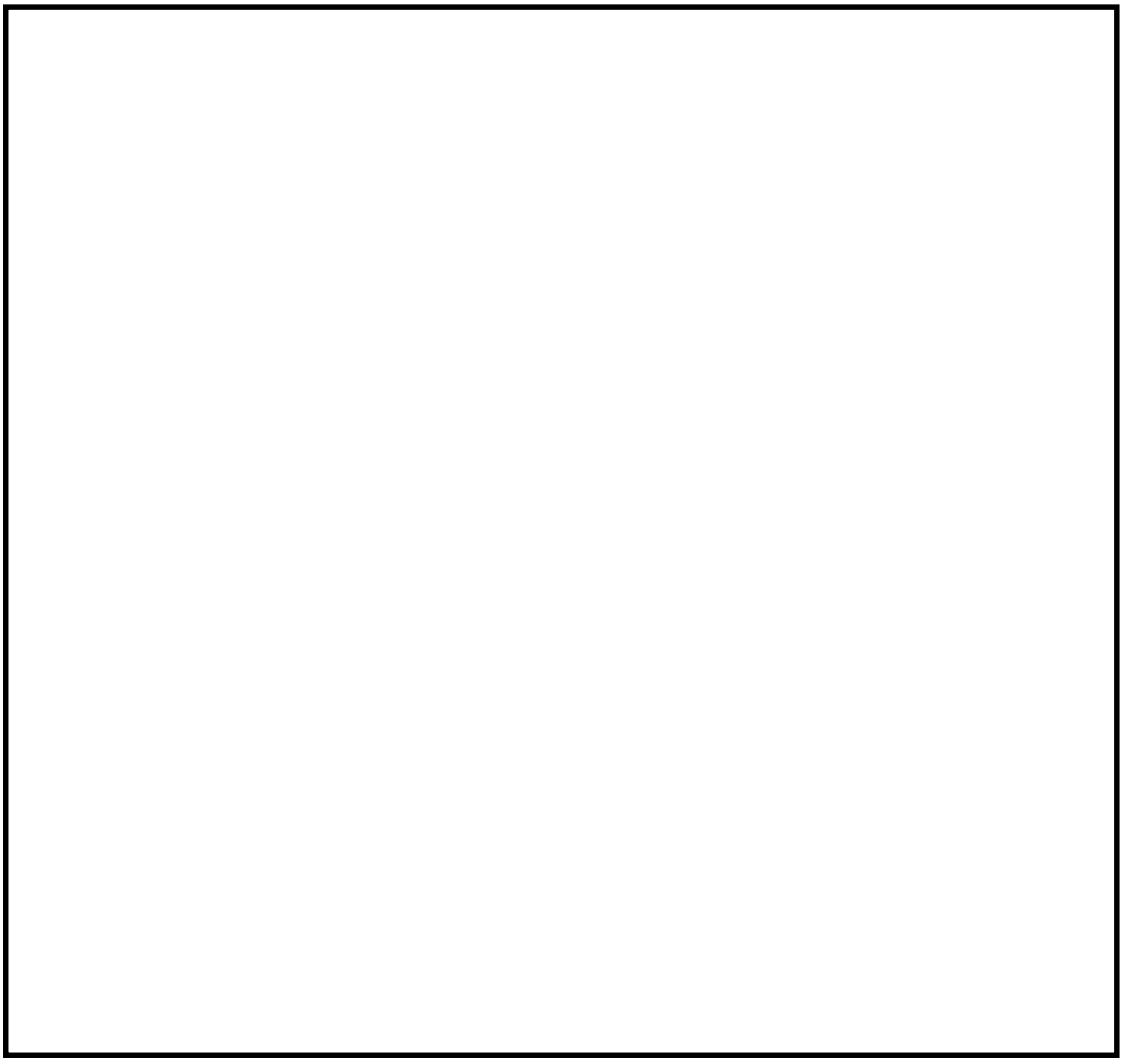
屋根トラスは，屋根面に作用する鉛直荷重を上弦面つなぎ梁，母屋及び主トラスで負担し，水平荷重については上弦面水平ブレースで両側の耐震壁に伝達する。



第 3－2－1 図（1／3）　原子炉建屋屋根トラスの概要



第 3－2－1 図（2／3）　原子炉建屋屋根トラスの概要



第 3－2－1 図（3／3）　原子炉建屋屋根トラスの概要

2.2　原子炉建屋屋根トラスの地震応答解析モデル

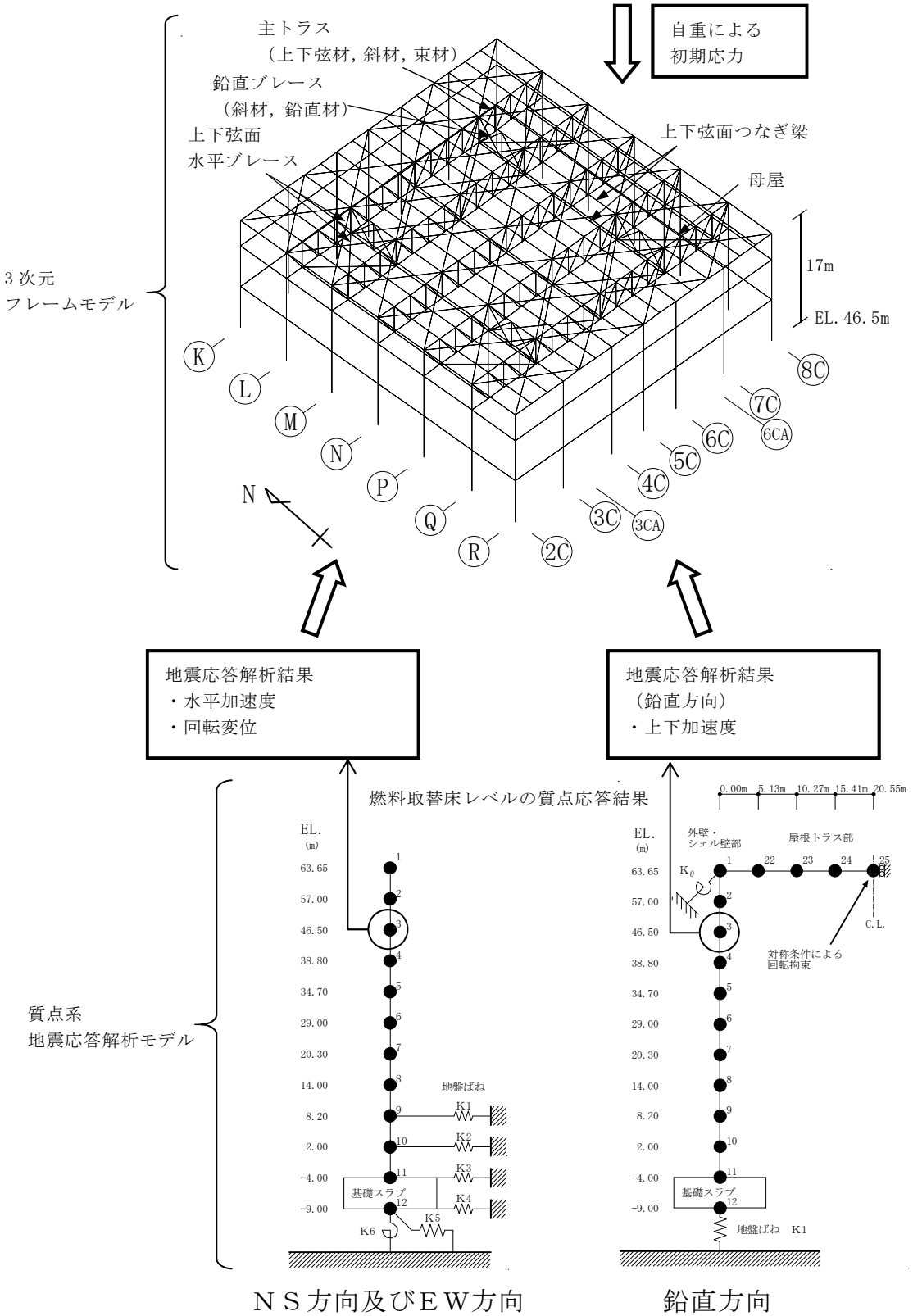
原子炉建屋屋根トラスは，鉛直方向の地震動の影響を受けやすいと考えられるため，水平2方向及び鉛直方向地震動の同時入力による評価を行うことができる3次元モデルによる地震応答解析を採用する。

地震応答解析モデルは，燃料取替床レベル（EL.46.5 m）より上部の鉄筋コンクリート造の柱，梁，壁及び鉄骨造の屋根トラスを線材，面材により立体的にモデル化した3次元フレームモデルとし，部材に発生する応力を地震応答解析によって直接評価できるモデルとする。解析評価モデルの概要を第 3－2－2 図に示す。

屋根トラス部は，主トラス，上下弦面つなぎ梁，上下弦面水平ブレース，鉛直ブレース及び母屋をモデル化する。各鉄骨部材は軸，曲げ変形を考慮した梁要素（主トラスの上下弦材，上下弦面つなぎ梁及び母屋）と軸変形のみを考慮したトラス要素（上下弦面水平ブレース，主トラスの斜材及び束材，鉛直ブレース）としてモデル化する。また，耐震壁及び外周梁は，各々シェル要素及び軸，曲げ変形を考慮した梁要素としてモデル化する。なお，柱脚の条件は固定とする。

基準地震動S_sに対する評価を実施する際，トラス要素としてモデル化した引張材の一部については，圧縮側で弾性範囲を超えることが考えられるため，部材座屈後の挙動を模擬できる手法（修正若林モデル）に基づく弾塑性特性を考慮する。考慮した弾塑性特性の詳細については，「2.3　弾塑性解析の採用について」で示すこととする。

解析モデルへの入力地震動は，原子炉建屋の質点系モデルによる地震応答解析結果から得られる燃料取替床レベル（EL.46.5 m）の応答結果（水平，鉛直及び回転成分）を用いることとし，燃料取替床位置を固定として，水平 2 方向及び鉛直方向地震動の同時入力による地震応答解析を実施する。



第3－2－2図　屋根トラスの解析評価モデルの概要

2.3　弾塑性解析の採用について

2.3.1　弾塑性解析を採用することの目的

原子炉建屋屋根トラスについては，基準地震動Ｓ$_s$による地震動の増大に伴い，トラスを構成する引張材の一部が圧縮側で塑性領域に入ると考えられるが，弾性解析では，当該部材の塑性化による影響を考慮できないため，解析と実現象に乖離が生じることになる。そこで今回工認では，原子炉建屋屋根トラスの弾塑性挙動を適切に評価することを目的として，部材の弾塑性特性を考慮した地震応答解析を採用する予定としている。

原子炉建屋屋根トラスの応力解析に弾塑性解析を取り入れることにより，部材の塑性化に伴う応力分布の変化を考慮することができるため，大入力時の挙動を精緻に評価することができる。

原子炉建屋の弾塑性挙動を適切に評価するにあたっては，部材の弾塑性特性を適切に設定し解析を実施する必要がある。

今回工認では，原子炉建屋屋根トラス部材の弾塑性特性として，修正若林モデルを採用する予定である。

以下では，修正若林モデルの概要を確認した上で，原子炉建屋屋根トラス部材への適用性を検討する。また，修正若林モデルを用いた弾塑性解析を実施することにより，一部引張材の座屈を考慮することとなるため，当該部材の繰り返し座屈による影響がないことについても検討する。

2.3.2　弾塑性特性の設定の妥当性・適用性について

(1)　今回工認で採用予定の弾塑性特性（修正若林モデル）の概要

原子炉建屋屋根トラスを構成する部材に，弾塑性特性として修正若林モデルを使用する。

修正若林モデルは，原子力発電所建屋（実機）を対象として実施された谷口らの研究[1]に示される部材レベルの弾塑性特性である。修正若林モデルは，若林モデル[2]を基本としているが，谷口らの研究[1]で実施された実験のシミュレーション解析を踏まえて，繰り返し載荷による初期座屈以降の耐力低下を累積塑性歪の関数で表現し，実験との対応度を向上させた手法であり，式（3－2－1）により評価される。

$$n/n_0 = 1/(\overline{\zeta} - Pn)^{1/6} \leqq 1 \qquad (3－2－1)$$

$n = N/Ny$　　N：軸力　　Ny：降伏軸力

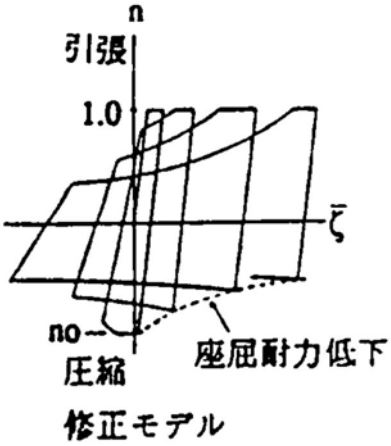
n_0：無次元化初期座屈耐力

$\overline{\zeta}$：無次元化圧縮側累積塑性歪

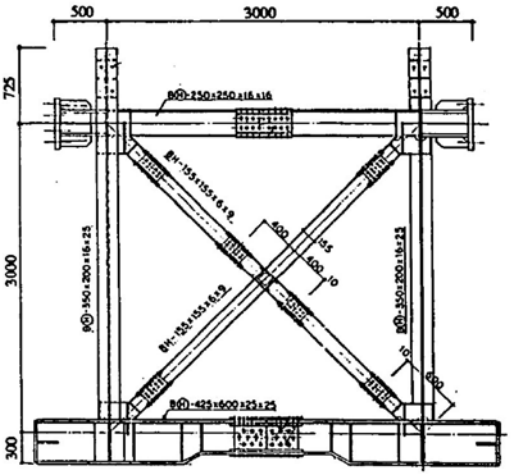
$Pn = (n_E{}^2/4) - 5$　　$n_E = \pi^2 E/(\lambda e^2 \sigma y)$　　λe：有効細長比

修正若林モデルの弾塑性特性を第 3－2－3 図に示す。

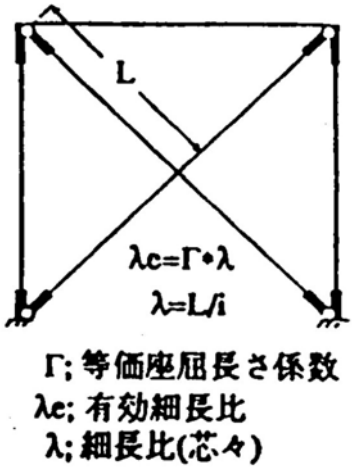
谷口らの研究[1]においては，実機の特徴を反映したＸ型ブレース架構の静的繰り返し実験を実施している。また，修正若林モデルの妥当性を確認するにあたって，ブレース部材の弾塑性特性として修正モデルを適用した解析モデルによる実験のシミュレーション解析を実施しており，解析結果は実験結果をおおむねよく捉えているとしている。試験体の概要を第 3－2－4 図，解析モデルを第 3－2－5 図，解析結果と実験結果の比較を第 3－2－6 図に示す。



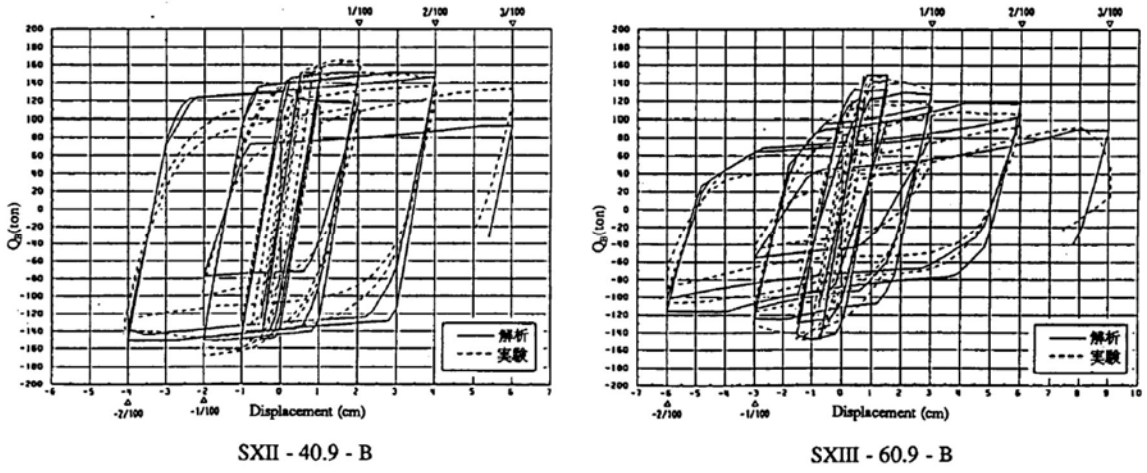
第 3－2－3 図　修正若林モデルの弾塑性特性（[1]より引用）



第 3－2－4 図　試験体の概要
（[1]より引用）



第 3－2－5 図　解析モデル
（[1]より引用）



第 3－2－6 図　解析結果と実験結果の比較（[1]より引用）

(2)　原子炉建屋屋根トラスに対する検証例

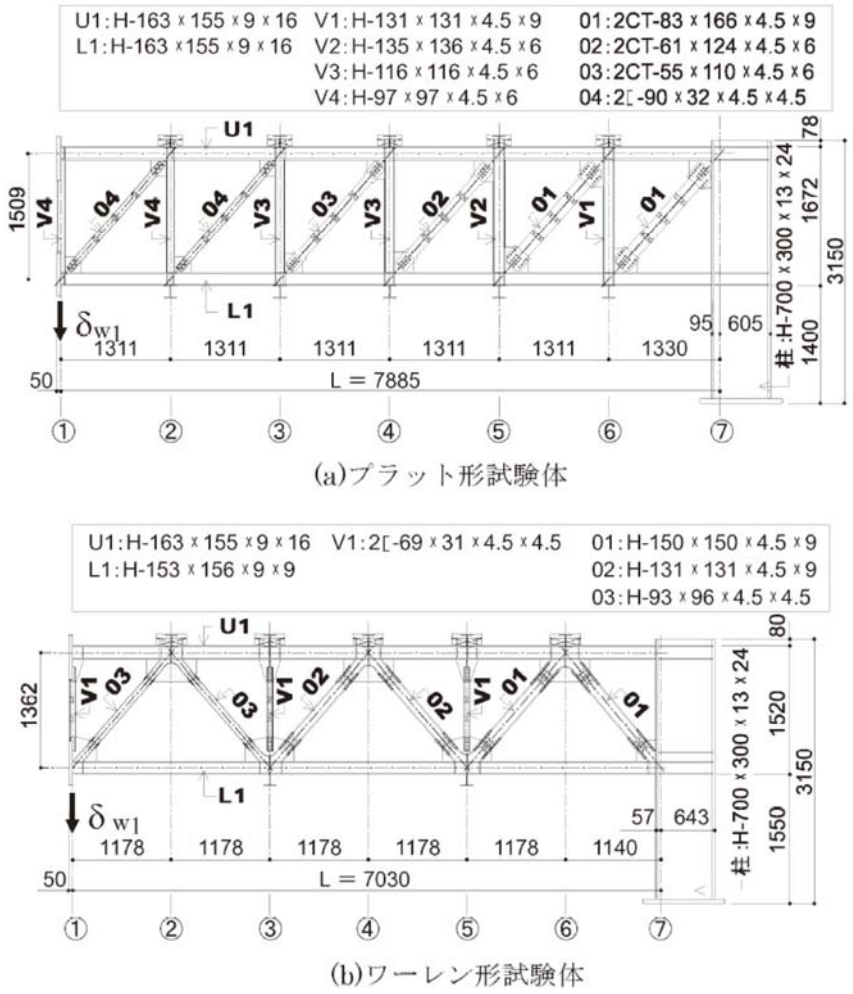
谷口らの研究[1]は，X型ブレース架構を対象としたものであった。原子炉建屋屋根トラスに対して本弾塑性特性を適用した検討例としては，鈴木らの研究[3]がある。

この研究は，原子炉建屋屋根トラスの終局耐力について検討したものであるが，実験結果を高精度にシミュレーションするために構築したモデルの中で本弾塑性特性が適用されている。

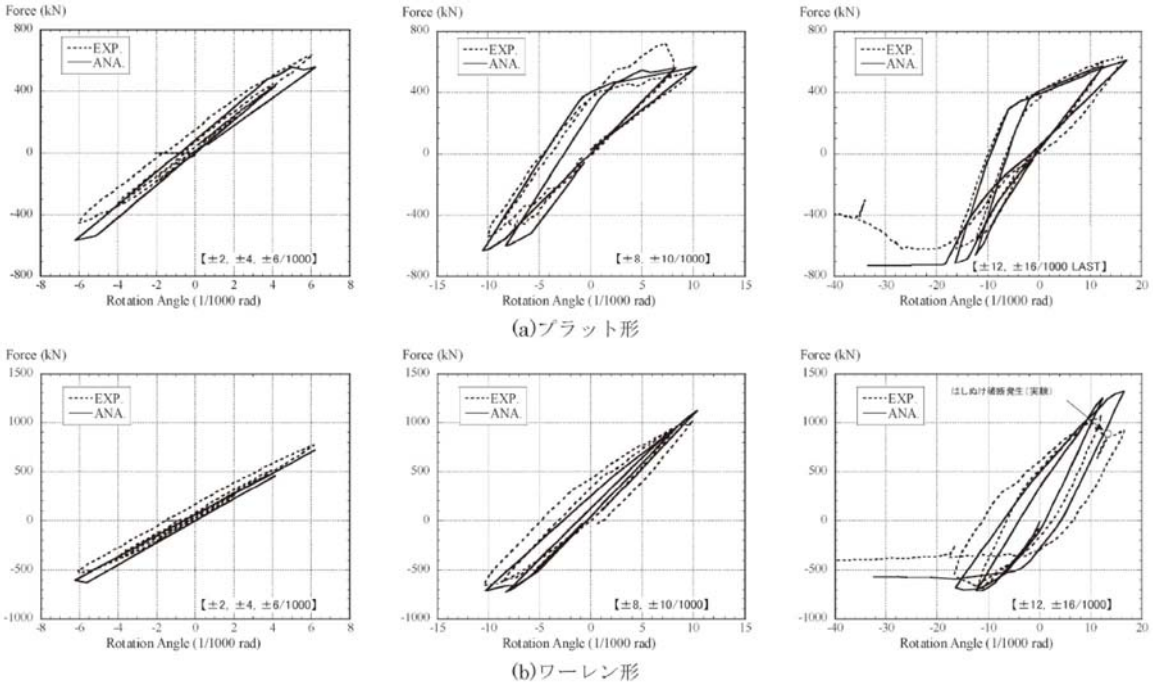
鈴木らの研究[3]では，終局耐力を検討するにあたり原子炉建屋屋根トラスを模擬した縮小試験体を製作し，トラスの崩壊挙動に与える影響が大きい鉛直動的荷重を模擬した静的載荷試験により，その弾塑性挙動を確認している。なお，試験にあたっては，原子力発電所鉄骨屋根トラスがプラット形とワーレン形の2種類に分類されることを踏まえ，この2種類のトラス形式についての試験体を製作している。東海第二発電所原子炉建屋屋根トラスは，このうちプラット形に該当する。試験体の概要を第 3－2－7 図に示す。

実験のシミュレーション解析においては，トラス要素としてモデル化した部材の弾塑性特性として修正若林モデルが適用されており，実験結果とシミュレーション解析を比較し，精度良く実験結果を追跡できているとしている。結果の比較を第3－2－8図に示す。

以上のように修正若林モデルは，提案当初のX型ブレース材に加えて，ワーレン形，プラット形の鉄骨トラスでも実験結果を精度良く追跡できており，幅広い鉄骨架構形式において，軸力のみを負担する部材の弾塑性特性として適用可能であると考えられる。



第 3－2－7 図　試験体の概要（[3]より引用）



第 3－2－8 図　実験のシミュレーション解析結果（[3]より引用）

(3)　原子炉建屋屋根トラスへの適用性

今回弾塑性解析モデルとして採用を予定している修正若林モデルは，提案当初より，原子力発電所建屋（実機）を対象として実施された実験により妥当性が検証されており，また，原子炉建屋屋根トラスを模擬した加力実験のシミュレーション解析においてもその適用性・妥当性が検証されている。これより，原子炉建屋屋根トラスの鉄骨部材のうち，トラス要素としてモデル化した部材の弾塑性特性として，修正若林モデルを採用することは妥当であると考えられる。

2.3.3　各部材のクライテリアについて

入力地震動の増大に伴い鉄骨部材の一部が塑性領域に入ると考えられることから，今回工認の原子炉建屋屋根トラスの地震応答解析モデルについては，弾塑性解析による評価を実施することとし，気密バウンダリである屋根スラブに過大な変形を生じさせないよう余裕を持たせた設計とする。鉛直荷重を負担する主トラス（上下弦材，斜材及び束材），母屋並びに上弦面つなぎ梁については，地震後にも長期荷重を負担する必要があるため弾性範囲に留める設計とする。ここで弾性範囲とは，弾塑性解析において鋼材の材料強度（短期許容応力度の1.1倍の値とする）に基づき設定した弾性限の折れ点までの範囲を指す。

さらに，主トラスの横座屈を防止する下弦面つなぎ梁についても弾性範囲に留める設計とする。水平荷重を負担する上弦面水平ブレース並びに下弦面の振れ止めとなる下弦面水平ブレース及び鉛直ブレースの斜材は，引張材として地震時に荷重を負担するが，地震時の過大な変形を抑制するために引張側を弾性範囲に留めることとし，圧縮側の繰返し座屈により累積した塑性ひずみが引張材としての機能に影響を及ぼさないことを確認する。なお，鉛直ブレースの鉛直材については弾性範囲に留めることとする。第3－2－1表に各部材のクライテリアを示す。また，屋根スラブについてはその要求機能が担保されていることを確認するものとする。

第 3－2－1 表　原子炉建屋屋根トラス各部材のクライテリア

評価部位		評価方法
主トラス	上弦材	弾性範囲内であることを確認
	下弦材	
	斜　材	
	束　材	
つなぎ梁	上弦面	弾性範囲内であることを確認
	下弦面	
水平ブレース	上弦面	弾性範囲内であることを確認（引張側）
	下弦面	弾性範囲内であることを確認（引張側）
鉛直ブレース	斜　材	弾性範囲内であることを確認（引張側）
	鉛直材	弾性範囲内であることを確認

2.4　原子炉建屋屋根トラス評価の弾塑性解析採用についてのまとめ

原子炉建屋屋根トラスは，鉛直方向の地震動の影響を受けやすいと考えられるため，水平 2 方向及び鉛直方向地震動の同時入力による評価を行うことができる 3 次元モデルによる地震応答解析を採用する。

今回工認では，原子炉建屋屋根トラスの評価にあたって，3 次元フレームモデルによる弾塑性解析（弾塑性特性としては修正若林モデルを考慮）を採用する予定である。修正若林モデルは，先行審査で採用実績のある弾塑性特性であるが，Ｘ型ブレースを対象として検討されたものであったため，本検討においては，修正若林モデルの原子炉建屋屋根トラスへの適用性を検討する必要があると判断した。既往文献（原子炉建屋鉄骨屋根トラスを模擬した加力実験のシミュレーション解析）を参照し，その適用性・妥当性が検証されていることを確認した。

以上より，今回工認において東海第二発電所原子炉建屋屋根トラスの評価に弾塑性解析を採用することは妥当であると考える。

【参考文献】

[1] 谷口ほか：鉄骨Ｘ型ブレース架構の復元力特性に関する研究，日本建築学会構造工学論文集 Vol.37B 号，1991 年 3 月，pp.303－316

[2] 柴田ほか：鉄骨筋違の履歴特性の定式化，日本建築学会論文報告集第 316 号，昭和 57 年 6 月，pp.18－24

[3] 鈴木ほか：原子力発電所鉄骨屋根トラスの終局限界に関する研究，日本建築学会構造系論文集 Vol.76 No.661，2011 年 3 月，pp.571－580

別紙－４

東海第二発電所

土木構造物の解析手法及び解析モデルの精緻化について（耐震）

1.　屋外重要土木構造物の評価手法の概要

屋外重要土木構造物の耐震評価について，今回申請では，屋外重要土木構造物の変位や変形をより実状に近い応答に適正化することを目的に，評価手法の高度化として，解析手法と減衰定数の変更を予定している。ここで，既工認は，東海第二発電所の工事計画認可（昭和 49 年 7 月 22 日及び昭和 49 年 10 月 30 日）をいう。既工認と今回工認との手法の比較を第 4－1 表に示す。

既工認との相違点のうち，解析手法として適用している「時刻歴応答解析，限界状態設計法」は，新規制基準対応工認にて適用例がある手法である。

なお，土木構造物の地震時の挙動は，地盤の影響を受けることを踏まえると，地盤特性を適切にモデル化することにより，実応答に近い形で評価できるものと考えられる。このため，コンクリート強度は，既工認と同じく設計基準強度を採用する方針とする。

第 4－1(1)表　既工認と今回工認の手法との比較（取水構造物）

	解析手法	解析モデル	減衰定数	コンクリート強度
既工認	時刻歴モーダル解析 許容応力度法	質点系モデル	コンクリート：5%	設計基準強度
今回工認	時刻歴応答解析 限界状態設計法	地質データに基づく ＦＥＭモデル	コンクリート：5% あるいは 1%＋履歴減衰	設計基準強度
比較結果	●異なる	●異なる	●異なる	○同じ
適用例	○あり	○あり	○あり	○あり

第４－1(2)表　既工認と今回工認との手法の比較（屋外二重管）

	解析手法	解析モデル	減衰定数	鋼管の許容限界
既工認	波動論 許容応力度法	地質データに基づく 地盤モデル	－	許容応力度
今回工認	時刻歴応答解析 許容応力度法	地質データに基づく ＦＥＭモデル	鋼材：3% あるいは 1%＋履歴減衰	許容応力度
比較結果	●異なる	●異なる	●異なる	○同じ
適用例	○あり	○あり	○あり	○あり

2.　解析手法

取水構造物の耐震安全性評価については，既工認では，地震応答解析手法として時刻歴モーダル解析を採用し，許容応力度法による設計として，壁のせん断については許容応力度，杭については設計水平力に対して妥当な安全余裕を持つことを確認することを基本としていた。また，屋外二重管の耐震安全性評価については，既工認では，地震応答解析手法として波動論を採用し，許容応力度法による設計として，管の円周方向応力及び軸方向応力について許容応力度に対して妥当な安全余裕を持つことを確認していた。

今回工認では，屋外重要土木構造物の地震応答解析手法に時刻歴応答解析を適用した，限界状態設計法による設計を採用する。減衰定数は，構造物を線形で扱う場合は，コンクリートは 5%，鋼材は 3%，履歴モデルにより構造物の履歴減衰を用いる場合は 1%とする。コンクリートの構造部材の曲げについては限界層間変形角又は終局曲率，せん断についてはせん断耐力，鋼管杭の曲げについては終局曲率，せん断についてはせん断耐力を許容限界とし，妥当な安全余裕を持たせることとする。また，各設備の要求性能（支持性能，通水性能，貯水性能）及び構造物が間接支持する機器・配管の機能維持のための与条件（変位や傾斜等）を踏まえて照査項目・内容を追加する。

屋外二重管の今回工認での耐震評価は，地震応答解析モデルに当該鋼管をモデル化し，地震応答解析結果から得られた地震力を用いた許容応力度法による設計として，管の円周方向応力及び軸方向応力について許容応力度を許容限界とする。

以下では，今回工認で採用する限界状態設計法のうち，コンクリートの構造部材の曲げ照査に係る土木学会マニュアルの適用性及びせん断照査に

係る土木学会マニュアルの適用性について検討を行う。

2.1　曲げ照査に係る土木学会マニュアルの適用性について

今回工認申請における曲げに対する照査は，「原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（土木学会，2005)」（以下，「土木学会マニュアル」という。）に基づき，照査用層間変形角が限界層間変形角を超えないことを確認する。

コンクリート標準示方書では，構造部材の終局変位は，部材の荷重－変位関係の骨格曲線において，荷重が降伏荷重を下回らない最大の変位として求めてよいとしている。コンクリート標準示方書による構造部材の終局変位の考え方を第 4－2－1 図に示す。

一方，土木学会マニュアルでは，以下の考え方に基づいている。

屋外重要土木構造物を模したラーメン構造の破壊実験の結果より，かぶりコンクリートが剥落すると荷重が低下し始める。層間変形角 1／100 に至る状態は，かぶりコンクリートの剥落が発生する前の状態であることを確認しており[(1),(2)]，荷重が低下しない範囲にある。当該限界値を限界状態とすることで，構造全体としての安定性が確保できるものとして設定されたものである。ラーメン構造の破壊実験の例を第 4－2－2 図に示す。

従って，土木学会マニュアルによる曲げ照査手法は，コンクリート標準示方書による照査よりも安全側の評価を与えるため，適用性を有している。

更に，土木学会マニュアルでは，日本建築学会「鉄筋コンクリート造建物の靭性保証型耐震設計指針（案)・同解説（1997)」にて記載されている設計限界変形 1／100，終局限界変形 1／80 等を基準値として参照している。

対象は同じラーメン構造であり，軸力比（軸応力度／コンクリート圧

縮強度比）は建築物よりも屋外重要土木構造物の方が小さいと考えられることから，変形性能がより大きくなる傾向にあり，層間変形角 1／100 は安全側であると考える。機能維持確保の観点からも耐荷性能が確保されることが担保できるため限界値として適切である。

参考に，建築学会における曲げ降伏先行型の部材について，復元力特性と限界状態（損傷度）の関係の概念図を第 4－2－3 図に，土木学会マニュアルにおける鉄筋コンクリートはり部材の荷重変位関係と損傷状態に対する概念図を第 4－2－4 図に示す。建築学会と土木学会マニュアルにおいて概ね対応が取れており，土木学会マニュアルの各損傷状態の設定は妥当であると考えられる。第 4－2－4 図において層間変形角 1／100 は第 4 折れ点よりも手前にあり，屋外重要土木構造物の限界状態に至っていないと考えられる。また，第 3 折れ点は層間変形角 1／100 よりもさらに手前にある。

耐震安全性評価では，当該許容限界値に対して，妥当な安全裕度を確保するため，構造部材の照査の過程において複数の安全係数を考慮する。安全係数は，材料係数，部材係数，荷重係数，構造解析係数及び構造物係数の 5 種に分けられる。それぞれの安全係数の考え方を第 4－2－5 図に示す。

曲げに対する照査において考慮している安全係数は第 4－2－1 表に示すとおり，材料係数，部材係数，荷重係数，構造解析係数，構造物係数がある。これらの安全係数は土木学会マニュアルにおいて以下の考えにより定められている。

(1)　材料係数

コンクリート強度の特性値は，製造において，その値を下回る強度が発現する確率が5%以内となるように設定する。また，鉄筋の機械的性質の特性値に関しても，日本工業規格（JIS）の規格範囲の下限値を設定してよいとしている。このように，双方とも特性値の段階で実強度に対して小さい値を設定しており，応答値・限界値ともに安全側の照査がなされているため，材料係数は1.0としている。

(2)　部材係数

安全側に配慮した設定を行っていることから，部材係数は 1.0 としてい。

(3)　荷重係数

地震の影響以外の荷重の評価精度は，かなり高いものと考えられ，地震の影響については入力地震動そのものが最近の研究成果に基づいて設定されるため，荷重係数は1.0としている。

(4)　構造解析係数

限られた条件での実験であること，地盤パラメータの設定が応答解析結果に及ぼす影響などを考え併せて，構造解析係数は 1.2 以上を標準としている。

(5)　構造物係数

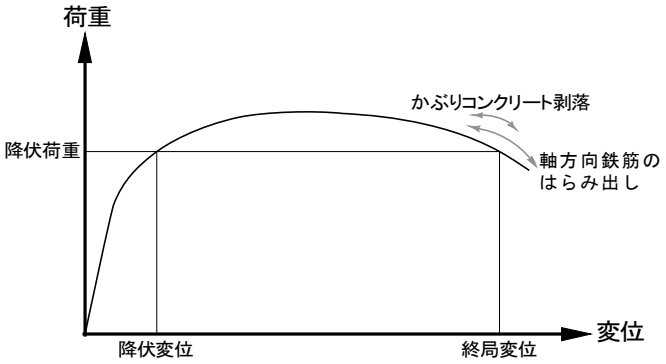
屋外重要土木構造物は重要度ごとに適切な地震動が設定される。従って，構造物係数によりさらに構造物の重要性を考慮する必要はなく，耐震性能照査における構造係数は1.0としている。

以上のことから，土木学会マニュアルによる曲げ照査手法は，コンクリート標準示方書による照査よりも安全側の評価を与えるため，技術的

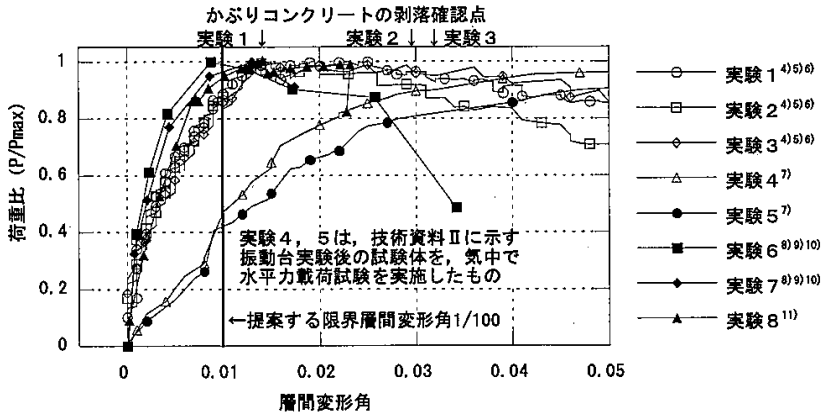
妥当性及び適用性を有するとともに適切な余裕が確保されていると判断できる。

第 4－2－1 表　曲げ評価において考慮している安全係数

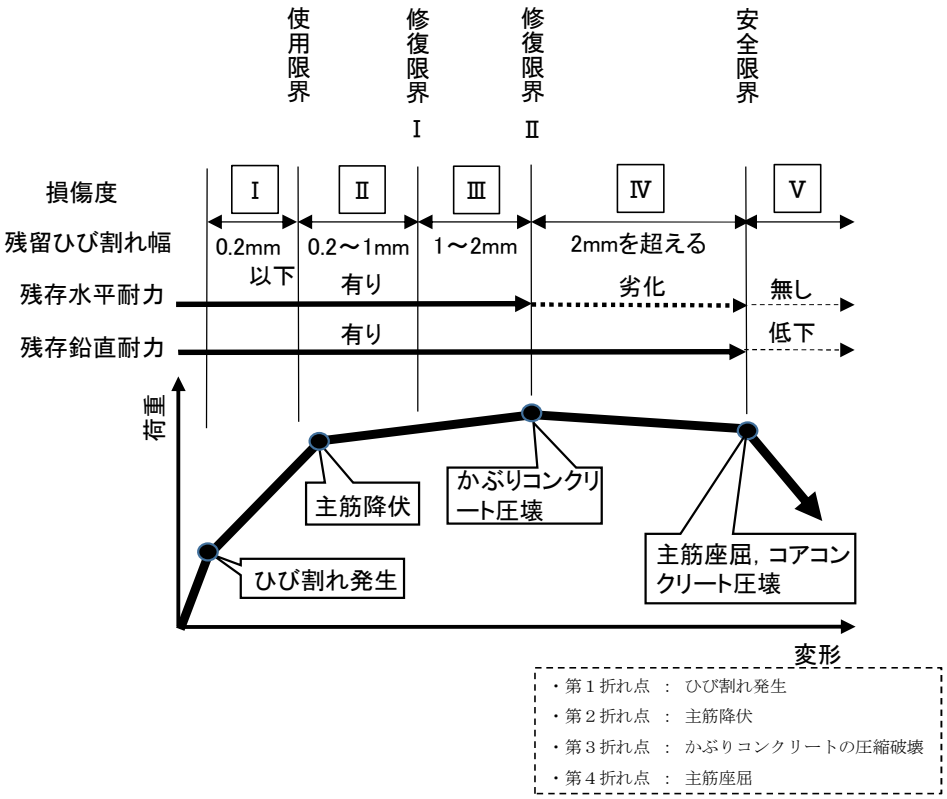
安全係数		曲げ照査	
		応答値算定	限界値算定
材料係数	コンクリート	1.0	1.0
	鉄筋	1.0	1.0
	地盤	1.0	－
部材係数		－	1.0
荷重係数		1.0	－
構造解析係数		1.2	－
構造物係数		1.0	



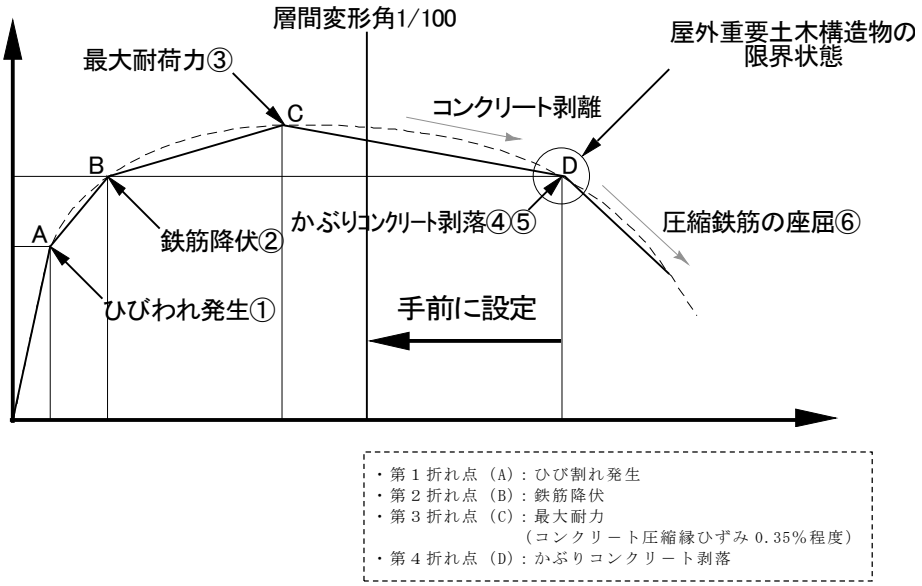
第 4－2－1 図　コンクリート標準示方書による構造部材の終局変位の考え方



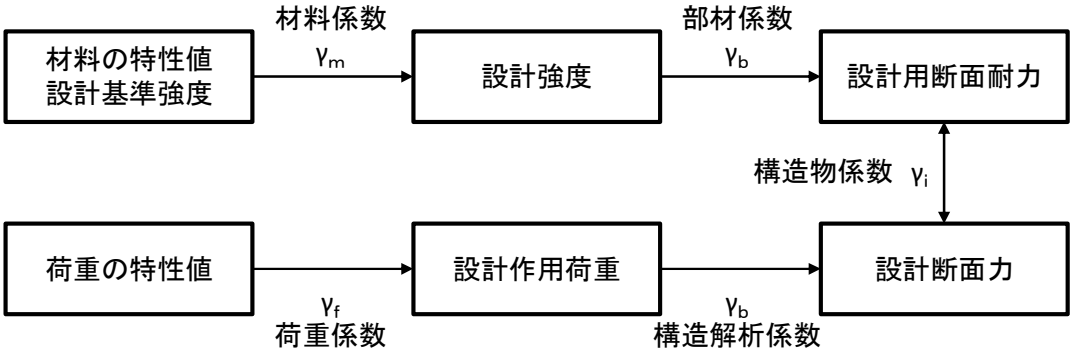
第４－２－２図　鉄筋コンクリート製ラーメン構造の破壊実験[(1),(2)]



第４－２－３図　曲げ降伏先行型の部材の復元力特性と限界状態（損傷度）の関係の概念図（建築学会）



第 4－2－4 図　鉄筋コンクリートはり部材の荷重変位関係と損傷状態に対する概念図（土木学会マニュアル）



第 4－2－5 図　安全係数の考え方

2.2　せん断照査に係る土木学会マニュアルの適用性について

今回工認申請におけるせん断に対する照査は，土木学会マニュアルに基づき，照査用せん断力が，せん断耐力を下回ることを確認する。

コンクリート標準示方書では，棒部材及びディープビームについて第4－2－2 表に示すとおりのせん断耐力式を定義している。このうち，ディープビームについては，コンクリート標準示方書及び土木学会マニュアルにおいて同様の評価式となっている。

土木学会マニュアルでは，コンクリート標準示方書におけるせん断耐力式のうち棒部材式において，等価せん断スパンにより設定可能な係数β_aを考慮している。これは屋外重要土木構造物が地中に埋設されたラーメン構造で，土圧，水圧，地震時慣性力等の多数の分布荷重が作用していることによる分布荷重が卓越し，スパン内に反曲点が存在する等の載荷形態にある条件下では，せん断耐力が増大するという実験的知見を踏まえ，より合理的なせん断耐力を与えるよう，コンクリート標準示方書のせん断耐力式を精緻化したものである。当該せん断耐力式は，第 4－2－6図に示すとおり，屋外重要土木構造物を模した破壊試験より得られるせん断耐力と整合的であり，合理的な評価が可能であることを確認されている[(3),(4)]。

また，これら多数の荷重の複合作用を個々に分解することは困難であることから，せん断耐力の算定時に個々の荷重作用を区分せず最終的な設計用断面力分布を用いて合理的なせん断耐力を算定することとしている[(3)]。

せん断に対する照査において考慮している安全係数は第 4－2－3 表に示すとおり，材料係数，部材係数，荷重係数，構造解析係数，構造物係数がある。これらの安全係数は土木学会マニュアルにおいて以下の考え

により定められている。

(1)　材料係数

限界値算定時に適用する材料係数はコンクリート標準示方書に準拠して，コンクリートに対して1.3，鉄筋に対して1.0としている。応答値算定時に適用する材料係数は，コンクリートと鉄筋の物性値が，特性値の段階で実強度に対して小さい値を設定していることから安全側の照査がなされているため，材料係数は1.0としている。

(2)　部材係数

コンクリート標準示方書に準拠して，コンクリート寄与分に対して1.3，鉄筋寄与分に対して1.1としている。

(3)　荷重係数

地震の影響以外の荷重の評価精度は，かなり高いものと考えられ，地震の影響については入力地震動そのものが最近の研究成果に基づいて設定されるため，荷重係数は1.0としている。

(4)　構造解析係数

変形に関する応答値の評価精度に比較して，断面力に関する応答値の評価精度は高いと考えられることから，変形照査の場合より低減させて1.05としている。

(5)　構造物係数

基準地震動は地点ごとにサイト特性を考慮して設定され，重要度分類に対応して入力地震動が選定される。従って，構造物係数よりさらに構造物の重要性を考慮する必要はなく，耐震性能照査における構造係数は1.0としている。

以上のことから，土木学会マニュアルによるせん断照査手法は，屋外重要土木構造物の構造的特徴を踏まえ設定された手法であるため，技術

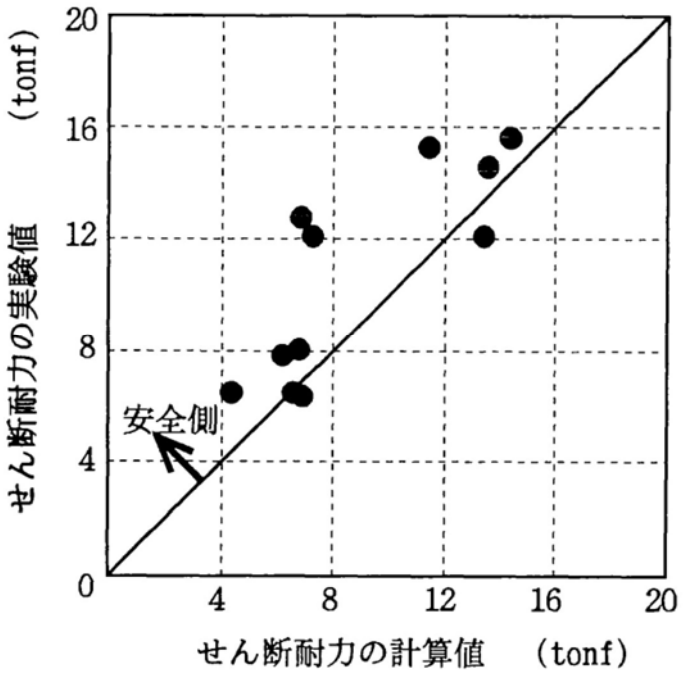
的妥当性及び適用性を有すると判断できる。

第 4－2－2 表　せん断耐力式の比較表

<table>
<tr><th></th><th>コンクリート標準示方書</th><th>土木学会マニュアル</th></tr>
<tr><td>棒部材</td><td>$V_{yd} = V_{cd} + V_{sd}$
V_{yd} ：せん断耐力
V_{cd} ：コンクリート負担
V_{sd} ：せん断補強筋負担
$V_{cd} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot f_{vcd} \cdot b_w \cdot d \,／\, \gamma_b$
β_d , β_p ：構造寸法や鉄筋量で決まる係数
β_n ：発生曲げモーメントで決まる係数
f_{vcd} ：設計基準強度，安全係数等で決まる
b_w ：腹部の幅
d ：有効高さ
γ_b ：安全係数</td><td>$V_{yd} = V_{cd} + V_{sd}$
V_{yd} ：せん断耐力
V_{cd} ：コンクリート負担
V_{sd} ：せん断補強筋負担
$V_{cd} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot \beta_a \cdot f_{vcd} \cdot b_w \cdot d \,／\, \gamma_b$
β_d , β_p ：構造寸法や鉄筋量で決まる係数
β_n ：発生曲げモーメントで決まる係数
$\beta_a = 0.75 + \frac{1.4}{a／d}$
a ：せん断スパン長
f_{vcd} ：設計基準強度，安全係数等で決まる
b_w ：腹部の幅
d ：有効高さ
γ_b ：安全係数
せん断スパンより設定される係数を考慮し，
コンクリート標準示方書のせん断耐力式を精緻化</td></tr>
<tr><td>ディープビーム</td><td>$V_{ydd} = V_{cdd} + V_{sdd}$
V_{ydd} ：せん断耐力
V_{cdd} ：コンクリート負担
V_{sdd} ：せん断補強筋負担
$V_{cdd} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot \beta_a \cdot f_{dd} \cdot b_w \cdot d \,／\, \gamma_b$
$\beta_a = \frac{5}{1+(a_v／d)^2}$
a_v ：荷重作用点から支承前面までの距離
f_{dd} ：設計基準強度，安全係数等で決まる</td><td>$V_{ydd} = V_{cdd} + V_{sdd}$
V_{ydd} ：せん断耐力
V_{cdd} ：コンクリート負担
V_{sdd} ：せん断補強筋負担
$V_{cdd} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot \beta_a \cdot f_{dd} \cdot b_w \cdot d \,／\, \gamma_b$
$\beta_a = \frac{5}{1+(a_v／d)^2}$
a_v ：荷重作用点から支承前面までの距離
f_{dd} ：設計基準強度，安全係数等で決まる
コンクリート標準示方書と土木学会マニュアルにおいて同一の評価式となっている</td></tr>
</table>

第 4－2－3 表　せん断耐力評価において考慮している安全係数

安全係数		せん断照査	
		応答値算定	限界値算定
材料係数	コンクリート	1.0	1.3
	鉄筋	1.0	1.0
	地盤	1.0	－
部材係数	コンクリート	－	1.3
	鉄筋	－	1.1
荷重係数		1.0	－
構造解析係数		1.05	－
構造物係数		1.0	



第 4－2－6 図　せん断耐力算定法の妥当性の検証

3.　屋外重要土木構造物の減衰定数

3.1　減衰定数の設定について

今回工認で採用している時刻歴応答解析において，地盤及び構造物の減衰定数は，粘性減衰と履歴減衰とで考慮している。

粘性減衰は，固有値解析にて求められる固有周期及び減衰比に基づき，質量マトリックス及び剛性マトリックスの線形結合で表される以下の Rayleigh 減衰にて与える。

$[C] = \alpha [M] + \beta [K]$

$[C]$：減衰係数マトリックス，$[M]$：質量マトリックス，

$[K]$：剛性マトリックス，α，β：係数

係数α，βは以下のように求めている。

構造体を線形要素でモデル化する場合は，固有値解析により求められた一次固有振動数，二次固有振動数の 2 点で Rayleigh 減衰がコンクリート部材については 5%に，鋼構造部材については 3%に一致するα，βを設定する。履歴モデルにより構造物の履歴減衰を用いる場合は，固有値解析により求められた一次固有振動数，二次固有振動数の 2 点で Rayleigh 減衰が 1%に一致するα，βを設定する。

3.2　既工認と今回工認の相違について

今回の工認における構造物の粘性減衰は，履歴モデルにより構造物の履歴減衰を用いる場合は，履歴減衰が生じない状態等における解析上の安定のためになるべく小さい値として一次固有振動数及び二次固有振動数に対して1%となるRayleigh減衰を採用している。

既工認では，時刻歴モーダル解析におけるコンクリート構造物の減衰定数として5%を採用した。

時刻歴非線形解析における粘性減衰の値は，道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編（平成14年）[(5)]において，構造部材の非線形性として履歴モデルを用いる場合には，この部材の履歴減衰は履歴モデルによって自動的に解析に取り入れられるため，履歴モデルにより構造物の履歴減衰を用いる場合には，コンクリート部材は2%（0.02）程度，鋼構造部材は1%（0.01）程度とするのがよいとされている。

最新の道路橋示方書・同解説（平成24年）[(6)]においても，履歴モデルにより構造物の履歴減衰を用いる場合の粘性減衰について，鉄筋コンクリート橋脚は2%（0.02）とされている。

以上のように，粘性減衰は，履歴減衰が生じない状態等における解析上の安定のために設定される値であるため，履歴減衰を用いる場合においては，なるべく小さい値として1%を採用している。

4.　参考文献

(1)　松尾ら：コンクリート製地中構造物の合理的な耐震性能評価指標に関する検討，土木学会地震工学論文集，2003

(2)　石川ら：鉄筋コンクリート製地中構造物の変形性状と損傷状態に関わる実験的考察，第 26 回地震工学研究発表会講演論文集，pp885－888

(3)　原子力土木委員会・限界状態設計部会：原子力発電所・鉄筋コンクリート製屋外重要土木構造物への限界状態設計法の適用・安全性照査マニュアルの提案，土木学会論文集 No.442／Ｖ－16

(4)　遠藤ら：鉄筋コンクリート製地中構造物の限界状態に用いるせん断耐力評価法，電力中央研究所報告

(5)　日本道路協会：道路橋示方書・同解説　Ｖ耐震設計編　平成 14 年 3 月

(6)　日本道路協会：道路橋示方書・同解説　Ｖ耐震設計編　平成 24 年 3 月

別紙－５

東海第二発電所

機器・配管系における手法の変更点について
（耐震）

1.　はじめに

今回工認における機器・配管系の耐震評価において，既工認から評価手法を変更するものについて，「別紙１　既工認との手法の相違点の整理について（設置変更許可申請段階での整理)」の整理結果を踏まえ，以下に結果を示すものである。

2.　手法の相違点

(1)　原子炉建屋クレーンへの非線形時刻歴応答解析の適用

原子炉建屋クレーンの解析では，より詳細な手法を用いる観点から，すべり及び浮き上がりの条件を考慮した非線形時刻歴応答解析にて評価を実施する。原子炉建屋クレーンの非線形時刻歴応答解析の適用については，他プラントを含む既工認において適用実績がある手法である（詳細は添付資料１参照)。

(2)　ポンプ等の解析モデルの精緻化

最新の工認実績等を踏まえ，ポンプ等の一部設備に対して解析モデルの質点数の変更，設備の支持構造に沿った解析モデルの精緻化を行う。多質点モデルによる地震応答解析モデルの適用は，他プラントを含む既工認において適用実績がある手法である（詳細は添付資料２参照)。

(3)　容器等の応力解析へのＦＥＭモデルの適用

既工認において，公式等による評価にて耐震計算を実施していた設備について，３次元ＦＥＭモデル，多質点モデルを適用した耐震評価を実施する。ＦＥＭモデルを用いて応力解析を行う手法は，他プラントを含む既工認において適用実績がある手法である（詳細は添付資料３参照)。

(4)　解析コードの変更

今回工認における原子炉格納容器，原子炉圧力容器等の主要設備の耐震評

価に適用する解析コードについては，建設時に適用した解析コードから他プラントを含む既工認において適用実績がある解析コードに変更する（詳細は添付資料４参照）。

(5)　最新知見として得られた減衰定数の採用

最新知見として得られた減衰定数を採用する設備は以下のとおりであり，その値は，振動試験結果等を踏まえ，設計評価用として安全側に設定した減衰定数を採用したものである。

また，鉛直方向の動的地震力を適用することに伴い，鉛直方向の設計用減衰定数についても新たに設定している。

天井クレーン，燃料取替機及び配管系の減衰定数並びに鉛直方向の設計用減衰定数は他プラントを含む既工認において適用実績がある（詳細は添付資料５参照）。

① 天井クレーンの減衰定数

② 燃料取替機の減衰定数

③ 配管系の減衰定数

(6)　水平方向と鉛直方向の動的地震力の二乗和平方根法による組合せ

今回工認の評価では，鉛直方向の動的地震力が導入されたことから，水平方向と鉛直方向の地震力の組み合わせとして，既往の研究等に基づき二乗和平方根（以下「ＳＲＳＳ」という。）法を用いる。ＳＲＳＳ法による荷重の組み合わせは，他プラントを含む既工認において適用実績がある手法である（詳細は添付資料６参照）。

(7)　鉛直方向応答解析モデルの追加

今回工認では，鉛直方向に動的地震動が導入されたことから，原子炉本体及び炉内構造物について，鉛直方向の応答を適切に評価する観点で，水平方向応答解析モデルとは別に鉛直方向応答解析モデルを新たに採用し鉛直地

震動に対する評価を実施する。鉛直方向応答解析モデルは他プラントを含む既工認にて適用実績があるモデルである。（詳細は添付資料７参照）。

(8)　炉内構造物への極限解析による評価の適用

既工認において，公式等による評価にて耐震計算を実施していた炉内構造物について，３次元ＦＥＭモデルを適用した極限解析による評価を実施する。極限解析による評価は，規格基準に基づく手法であり，他プラントでの既工認において適用実績がある手法である（詳細は添付資料８参照）。

3.　手法の変更項目に対する東海第二発電所への適用性

手法の変更点について，以下に示す３項目に分別した上で，東海第二発電所としての適用性を示す。

(1)　先行プラントの知見反映を基本として変更する手法

先行プラントで適用されている知見を反映する目的の変更項目については，従来からの耐震設計手法に基づき，評価対象施設を質点系モデル，有限要素法モデルに置換し，地震応答解析を実施することにより評価は可能であるため，東海第二発電所への適用に際して問題となることはない。

・クレーンの時刻歴応答解析の適用

・ポンプ等の応答解析モデルの精緻化

・容器等の応力解析へのＦＥＭモデルの適用

・解析コードの変更

(2)　鉛直方向地震の動的な取扱いを踏まえて適用する手法

平成 18 年 9 月の耐震設計審査指針改訂から鉛直方向地震力に対する動的に取扱いがされており，大間１号炉及び新規制基準での工認においてＰＷＲプラントで適用実績があり，東海第二発電所への適用に際して問題となることはない。

・水平方向と鉛直方向の動的地震力の二乗和平方根による組合せ

・鉛直方向応答解析モデルの追加

(3)　より現実的な応答を模擬する観点から採用する手法

ａ．最新知見として得られた減衰定数の採用

今回工認においては，配管系，天井クレーン及び燃料取替機の減衰定数は，振動試験結果等を踏まえて設定した減衰定数を採用する。

配管系においては，新規制基準でのＰＷＲプラントでの適用実績があり，また炉型，プラントごとによる設計方針について大きな差はない。また，最新知見として採用する減衰定数の設定の検討に際して，ＢＷＲプラントの配管系を踏まえた検討も実施しており，適用に際して問題となることはない。

天井クレーン及び燃料取替機の減衰定数の設定に際しては，振動試験を用いた検討を実施している。振動試験の試験体は，実機と同等の振動特性である試験体を用いることにより，減衰定数のデータを採取している。東海第二発電所として適用する天井クレーン及び燃料取替機について，振動試験に用いた試験体と同等の構造仕様であることを確認しており，最新知見として得られた減衰定数の適用に際して問題となることはない（試験等の詳細は，添付資料 5 に記載）。なお，本減衰定数の適用は，大間１号炉及び天井クレーンに対しては新規制基準での工認においてＰＷＲプラントで適用実績がある。

ｂ．極限解析による評価の適用

極限解析による評価については，ＪＥＡＧ4601 及びＪＳＭＥ設計・建設規格で規定されており適用に際して問題となることはない。ただし，他の手法に比べて適用実績及び審査実績が少ないことを踏まえて，極限解析による評価の妥当性の確認を行う。

4.　添付資料

(1)　原子炉建屋クレーンへの非線形時刻歴応答解析の適用について

(2)　ポンプ等の解析モデルの精緻化について

(3)　容器等の応力解析へのＦＥＭモデルの適用について

(4)　解析コードの変更について

(5)　最新知見として得られた減衰定数の採用について

(6)　水平方向と鉛直方向の動的地震力の二乗和平方根法による組合せについて

(7)　鉛直方向応答解析モデルの追加について

(8)　炉内構造物への極限解析による評価の適用について

添付資料１

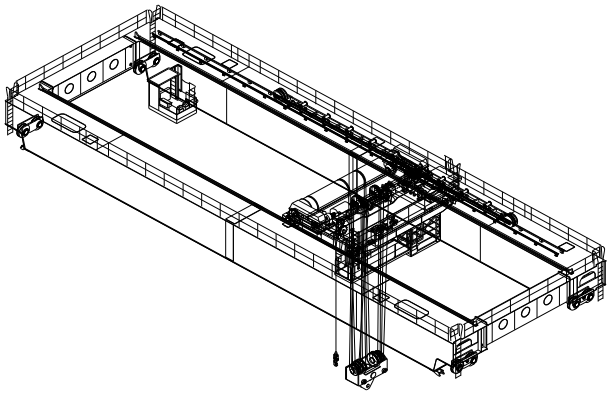
原子炉建屋クレーンへの非線形時刻歴応答解析の適用について

1.　概要

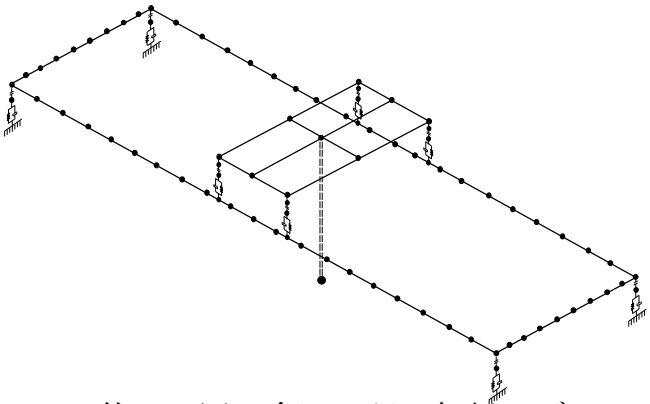
原子炉建屋クレーン（第 1-1 図）の耐震評価は，既工認では鉛直方向は静的地震力のみであったことから簡便に手計算により実施していた。

今回工認では，鉛直方向の動的地震力を考慮する必要があること及びクレーンの車輪部がレール上に固定されていないという構造上の特徴を踏まえ，鉛直方向の地震力に対する車輪部の浮き上がり挙動を考慮した解析モデル（第 1-2 図）を用いた非線形時刻歴応答解析により評価を実施する。

なお，本モデル及び評価手法は大間１号炉の既工認にて適用例があり，大間 1 号炉と東海第二発電所の原子炉建屋クレーンは類似構造であることから，東海第二発電所の原子炉建屋クレーンにも適用可能である。



第 1-1 図　原子炉建屋クレーン構造概要図



第 1-2 図　今回工認の解析モデル

2.　原子炉建屋クレーンの構造

大間１号炉と東海第二発電所の原子炉建屋クレーンは，第 1-3 図に示すとおり原子炉建屋に設置された走行レール上をガーダ及びサドルが走行し，ガーダ上に設置された横行レールをトロリが横行する構造であり，いずれも同様の構造（別紙１参照）となっており，地震力に対し以下の挙動を示す。

(1)　走行方向の水平力

ａ．クレーンは走行レール上に乗っているだけで固定されていないため，走行方向の水平力がクレーンに加わっても，クレーンはレール上をすべるだけで，クレーン自身にはレールと走行車輪間の最大静止摩擦力以上の水平力は加わらない。

ｂ．クレーンの走行車輪は，駆動輪又は従動輪である。

ｃ．駆動輪は，電動機及び減速機等の回転部分と連結されているため，地震の加速度が車輪部に加わると回転部分が追随できず，最大静止摩擦力以上の力が加われば レール上をすべる。

(2)　横行方向の水平力

ａ．ガーダ関係

(a)　横行方向は，走行レールに対して直角方向であるため，ガーダは建屋と固定されているものとし，水平力がそのままガーダに作用する。

ｂ．トロリ関係

(a)　トロリはガーダの上に乗っているだけでガーダとは固定されていないため，水平力がトロリに加わっても，トロリはレール上をすべるだけで，トロリ自身にはレールと横行車輪間の最大静止摩擦力以上の水平力は加わらない。

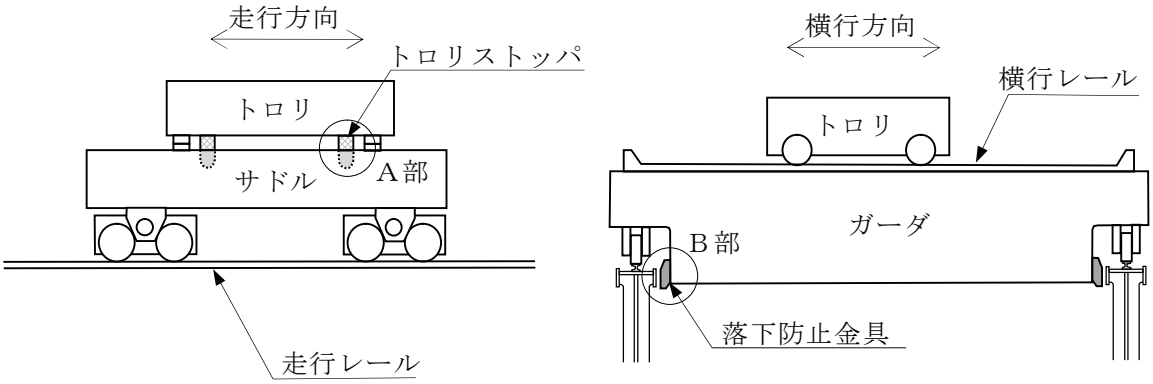
(b)　トロリの横行車輪は，駆動輪又は従動輪である。

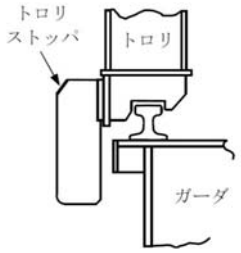
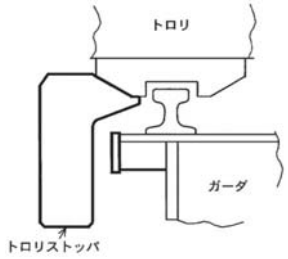
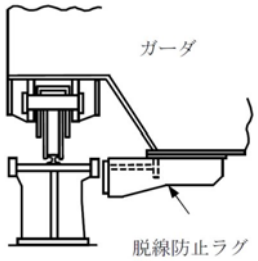
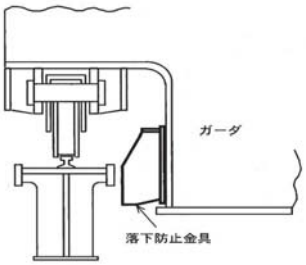
(c)　トロリの駆動輪は，電動機及び減速機等の回転部分と連結されているため，地震の加速度が車輪部に加わると回転部分が追随できず，最大静止摩擦力以上の力が加わればレール上をすべる。

(3)　鉛直力

ガーダ及びトロリは，レールと固定されていないことから，鉛直方向の地震力によってレールから浮き上がる可能性がある。

また，東海第二発電所の原子炉建屋クレーンは，今後実施する耐震補強工事により，大間１号炉のトロリストッパ及び脱線防止ラグと同様な構造変更を行うことにより，車輪まわりのトロリストッパ及び落下防止金具とレールの間の取り合い構造は，認可実績のある大間１号炉の原子炉建屋クレーンと同様の構造となることから，車輪まわりを含めた地震応答解析モデルは大間１号炉と同様にモデル化することができる(構造変更の概要は別紙２参照)。



	大間１号炉	東海第二発電所
A部		
B部		

第 1-3 図　車輪まわりの構造比較

3.　解析評価方針

(1)　評価方法

既工認と今回工認の評価方法を第 1-1 表に示す。今回工認では，鉛直方向の動的地震力を考慮する必要があること及びクレーンの車輪部の構造を変更しておりレール上に固定されていないという構造上の特徴を踏まえ，鉛直方向の地震力に対する車輪部の浮き上がり，衝突の挙動を考慮した 3 次元ＦＥＭ解析モデルを用いた非線形時刻歴応答解析により評価を実施する。

第 1-1 表　既工認と今回工認の評価方法の比較

項　目		東海第二発電所		大間１号炉
		既工認	今回工認	
解析手法		公式等による評価	非線形時刻歴応答解析	同左
解析モデル		－	3 次元ＦＥＭ解析モデル	同左
車輪－レール間の境界条件		すべり考慮	すべり，浮き上がり，衝突考慮	同左
地震力	水平	動的地震力	動的地震力	同左
	鉛直	静的地震力		同左
減衰定数	水平	－※1	2.0 %※2	同左
	鉛直	－		同左
解析プログラム		－	Abaqus (Ver.6.5-4)	同左

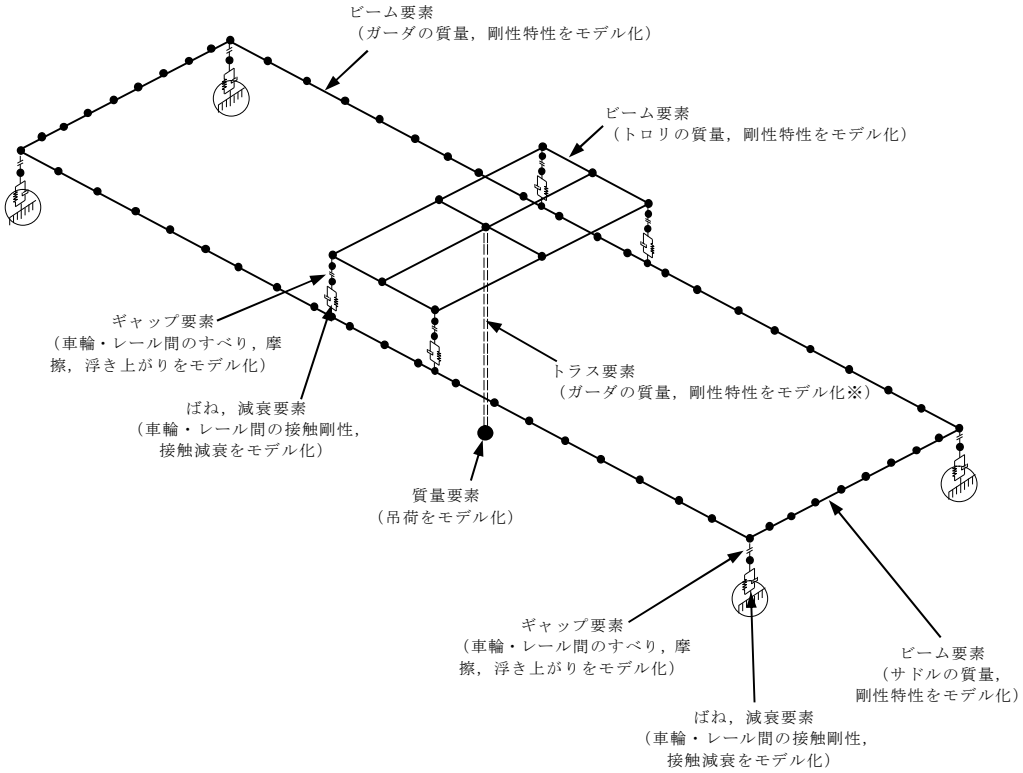
※１：既工認では剛として耐震評価を実施しているため減衰定数は使用していない。

※２：添付資料 5 にて適用性を説明。

(2)　地震応答解析モデル

クレーンを構成する主要部材をビーム要素でモデル化し，車輪部はレール上に乗っており固定されておらず，すべり，浮き上がり及び衝突の挙動を示す構造であることから，ギャップ要素，ばね要素及び減衰要素でモデル化する。クレーンの解析モデルを第 1-4 図に示す。

なお，今回工認の原子炉建屋クレーンのモデル化は，大間 1 号炉と同一の設定方法とする（車輪部の非線形要素については別紙 3 参照)。



○　原子炉建屋におけるクレーン設置フロアの床応答加速度時刻歴の入力位置

※　ワイヤロープ長さは，最大吊荷荷重を取扱う際の実運用を踏まえて，クレーン本体の評価が保守的になるように設定する。

第 1-4 図　原子炉建屋クレーン地震応答解析モデル

(3)　地盤物性等の不確かさに対する検討方針

スペクトルモーダル解析等では，床応答加速度は地盤物性等の不確かさによる固有周期のシフトを考慮して周期方向に±10％拡幅したものを用いている。

本評価では設計用床応答スペクトルを用いない時刻歴応答解析を採用することから，地盤物性等の不確かさに対する考慮を適切に考慮した上で，評価を行う。

なお，今回工認では地盤物性等の不確かさによる建屋固有周期のシフトの影響も考慮し，機器評価への影響が大きい地震動に対しＡＳＭＥ Boiler Pressure Vessel Code SECTION Ⅲ，DIVISION1-NONMANDATORY APPENDIX N-1222.3 Time History Broadening に規定された設計用床応答スペクトルで考慮されている拡幅±10 ％に相当するゆらぎを仮定する手法による検討を行う予定である。また，ゆらぎを考慮した設計用床応答スペクトルの谷間にクレーンの固有周期が存在する場合は，ＡＳＭＥの規程に基づきピーク位置が固有周期にあたるようにゆらぎを考慮した評価も行う。本検討方針に対する東海第二発電所の原子炉建屋クレーンへの適用性については詳細設計段階で説明する。

4.　別紙

(1)　原子炉建屋クレーンの主要諸元

(2)　原子炉建屋クレーンの耐震補強工事による構造変更

(3)　クレーン車輪部の非線形要素（摩擦・接触・減衰）

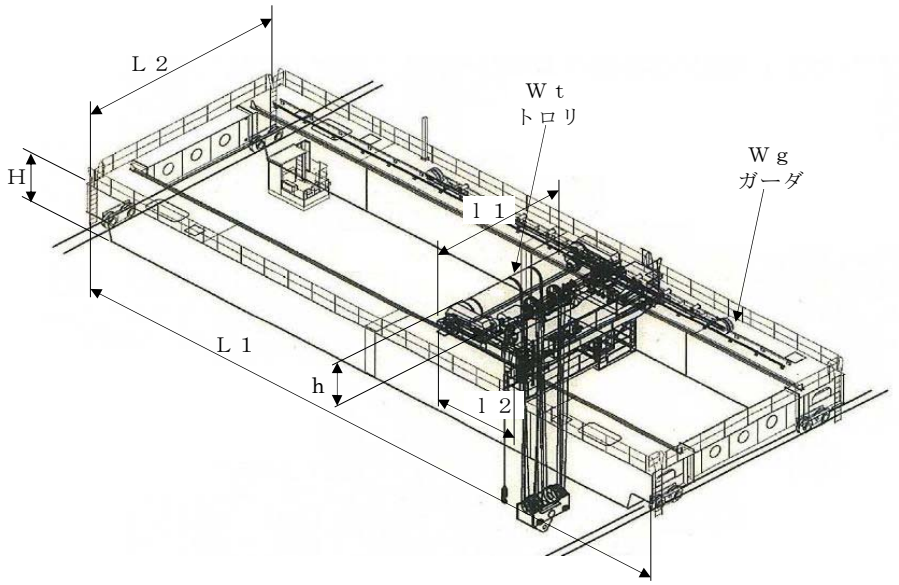
(4)　原子炉建屋クレーンの地震時挙動に関する補足説明

5. 参考文献

(1) 平成 19 年度 原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査 動的上下動耐震試験(クレーン類)に関わる報告書(08 耐部報-0021,(独) 原子力安全基盤機構)

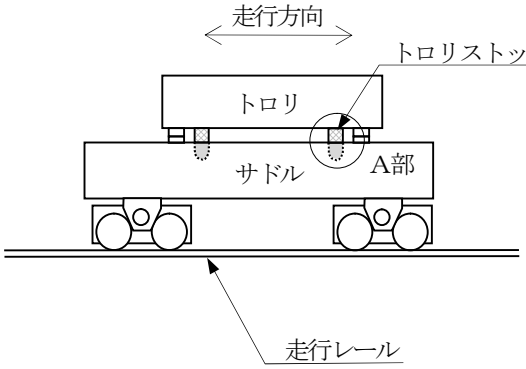
(2) 平成 20 年度 原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査 動的上下動耐震試験(クレーン類)に関わる報告書(08 耐部報-0021,(独) 原子力安全基盤機構)

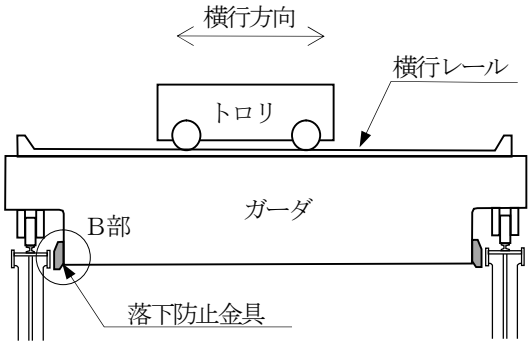
別紙１　原子炉建屋クレーンの主要諸元

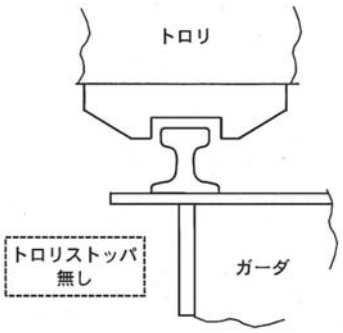
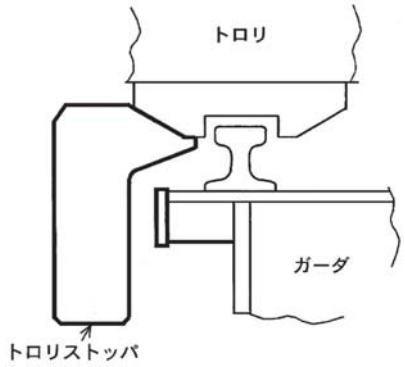
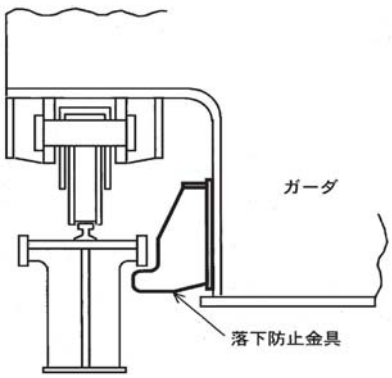
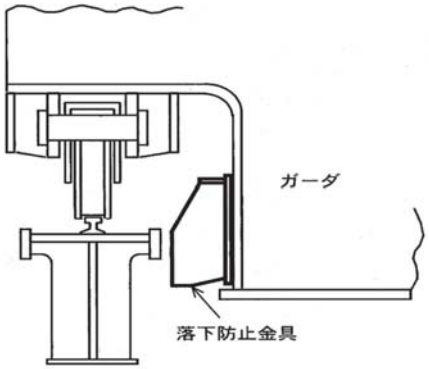


仕様		大間１号炉	東海第二発電所
トロリ	質量 Ｗｔ（ton）	80.0	48.0
	高さ ｈ（m）	2.815	2.280
	スパン ｌ１（m）	7.7	5.6
	スパン ｌ２（m）	4.6	4.1
ガーダ	質量 Ｗｇ（ton）	190	118.0
	高さ Ｈ（m）	2.5	1.915
	スパン Ｌ１（m）	34.9	39.5
	スパン Ｌ２（m）	9.38	6.2
総質量	Ｗ（ton）	270.0	166.0

別紙２　原子炉建屋クレーンの耐震補強工事による構造変更

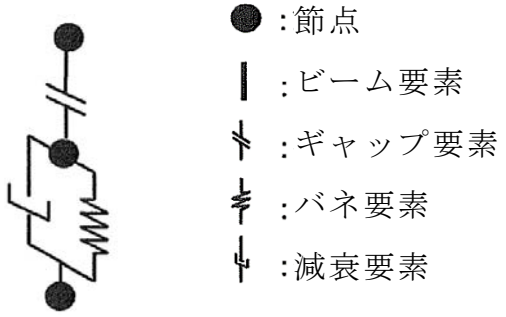




変更前	変更後
 A部詳細図	 A部詳細図
 B部詳細図	 B部詳細図

別紙３　クレーン車輪部の非線形要素（摩擦・接触・減衰）

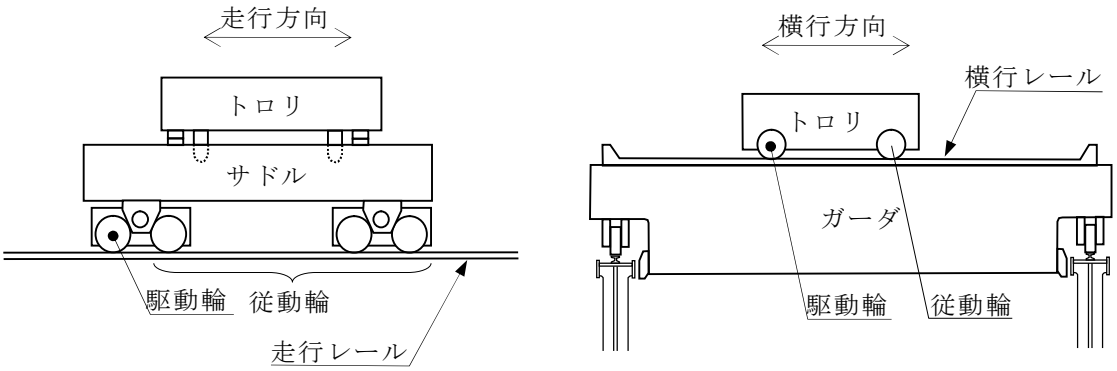
クレーン車輪部のモデル化では，すべり，浮き上がり及び衝突の挙動を模擬するためギャップ要素を用いる。また，接触部位の局所変形による接触剛性をバネ要素で,衝突による減衰効果を減衰要素で模擬し,別図 1-1 に示すように,ギャップ要素と直列に配置する。



別図 1-1　車輪部の非線形要素

1.　車輪とレール間の摩擦特性

クレーンの車輪には電動機，減速機等の回転部分と連結された駆動輪と，回転部分と連結されている従動輪の 2 種類がある（別図 1-2 参照)。このうち駆動輪は回転が拘束されているため，地震の加速度が車輪部に入力されると回転部分が追随できず，最大静止摩擦力以上の力が加わればレール上をすべる。ここで，摩擦係数は既工認と同様の 0.3 を用いる。天井クレーンの車輪とレール間の摩擦係数 0.3 を適用し設計震度として算定することについては，クレーン耐震設計指針（日本クレーン協会規格 JCAS 1101-2008）に定められている。また「天井クレーンのすべりを伴う地震時挙動試験（火力原子力発電 Vol.40 NO.6 1989)」にて，地震波による加振試験において，摩擦係数の平均値として 0.14 の結果が得られている。



別図 1-2　概要図

2.　車輪とレールの接触剛性

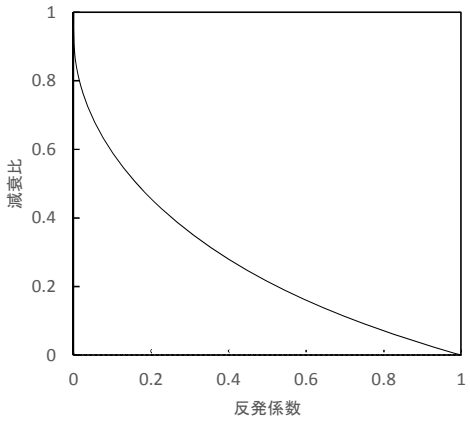
接触剛性は，「平成 20 年度　原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査　動的上下動耐震試験（クレーン試験）に関わる報告書（09 耐部報-0008，（独）原子力安全基盤機構）」[参2]を参照し，車輪とレールの衝突時の剛性を模擬するものとして接触剛性を考慮したばね要素とクレーン質量で構成される 1 自由度系の固有振動数が 20 Hz 相当になるよう設定する。

3.　車輪とレールの衝突による減衰

衝突による減衰は，「平成 19 年度　原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査　動的上下動耐震試験（クレーン類）に関わる報告書（08 耐部報-0021，（独）原子力安全基盤機構）」[参1]にて実施した要素試験のうちの車輪反発係数試験結果から評価した反発係数から換算する。なお，減衰比と反発係数の関係式には次式を用いる。

$$e = \exp\left(-\frac{h\pi}{\sqrt{1-h^2}}\right)$$

ここで，e は反発係数，h は減衰比である。別図 1-3 に，上記の式で表される反発係数と減衰比の関係を示す。



別図 1-3　反発係数と減衰比の関係

別紙４　原子炉建屋クレーンの地震時挙動に関する補足説明

1.　車輪とレールとの摩擦力及び落下防止部材との接触による摩擦力の考慮について

クレーンは，レール上を車輪で移動する構造であるため，建屋に固定されておらず，地震時にはレールに沿う方向にはすべりが発生し，摩擦力以上の荷重を受けない構造である。

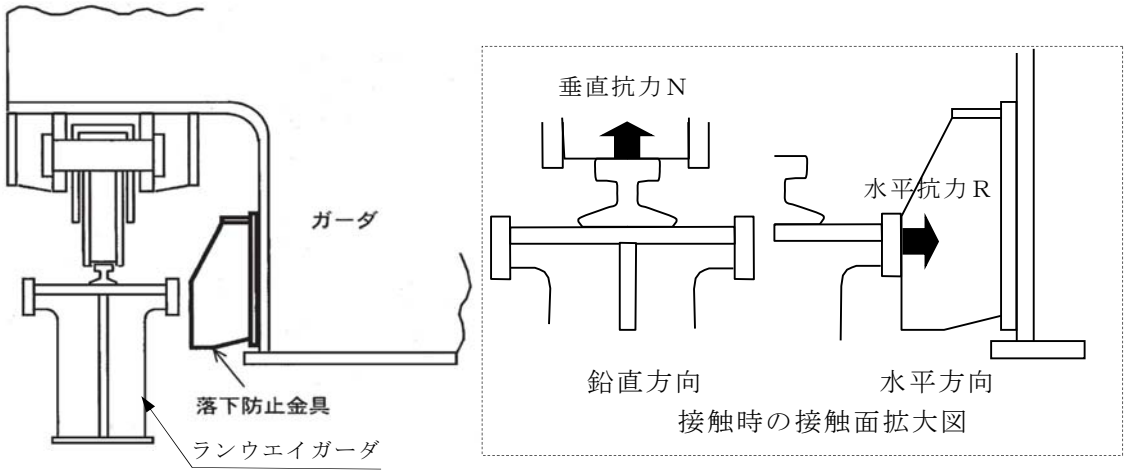
クレーン本体とランウエイガーダ間の取り合い部を例とすると，すべりを想定する面としては，鉛直方向（車輪からレール間）と水平方向（落下防止金具からランウエイガーダ間）が挙げられる（別図 1-4 参照）。

鉛直方向には，自重が常時下向きに加わっており，地震による鉛直方向加速度が１Ｇを上回りクレーン本体が浮き上がりの挙動を示すごく僅かな時間帯を除き，常に車輪はレール上面に接触し垂直抗力Ｎが発生する状態であることから，摩擦係数μ（＝0.30）一定の条件の下，垂直抗力Ｎを時々刻々変化させた摩擦力ｆ（＝μＮ）を考慮している。

これに対して，水平方向には常時作用する荷重が無く，水平方向（横行方向）の地震力が作用し落下防止金具がランウエイガーダ側面に接触する際にのみ水平抗力Ｒが発生する。しかしながら，地震力は交番荷重であること及び接触後も部材間の跳ね返りが発生することから，側面の接触時間はごく僅かな時間となる。また，大きな摩擦力が発生するためには，横行方向の地震力により瞬間的に水平抗力Ｒが発生する間に，走行方向の大きな地震力が同時に作用することが必要であることから,各方向地震動の非同時性を考慮し，側面の接触による摩擦力は考慮していない。

なお，基準地震動Ｓ$_s$による地震力に対して，駆動輪に接続される電動機及び減速機等の回転部分が破損し駆動輪が自由に回転する可能性も考えられ

るが，その場合は駆動輪が回転することにより摩擦力は低減することから，上記のように摩擦力を考慮した評価を行うことで保守的な評価となると言える。



別図 1-4　鉛直方向と水平方向との接触面

2.　レール等の破損による解析条件への影響について

クレーンのモデル化にあたっては，車輪がレール上にあり，レール直角方向に対しては落下防止金具又はトロリストッパが接触して機能することを前提としている。

ここでは，地震応答解析モデルの前提としている「レール上に車輪が乗っていること」が落下防止金具又はトロリストッパの健全性を確認することで満足されることを，クレーン本体とランウエイガーダ間の取り合い部を例として示す。

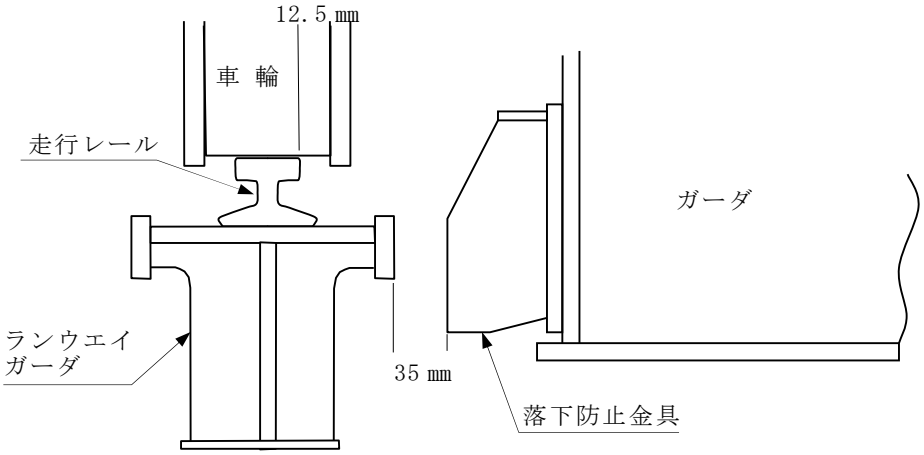
クレーン横行方向に地震力が作用する際は，車輪がレール上に乗り上がる挙動が想定されるが，落下防止金具がランウエイガーダに接触することで，横行方向の移動量は制限される。落下防止金具は構造強度部材として基準地震動S_sによって生じる地震力に対して，許容応力を満足する設計としており，地震で破損することは無いため，落下防止金具とランウエイガーダ間の

ギャップ量に相当する移動量となった場合であっても，構造上車輪はレール上から落ちることは無い（別図 1-5 参照）。

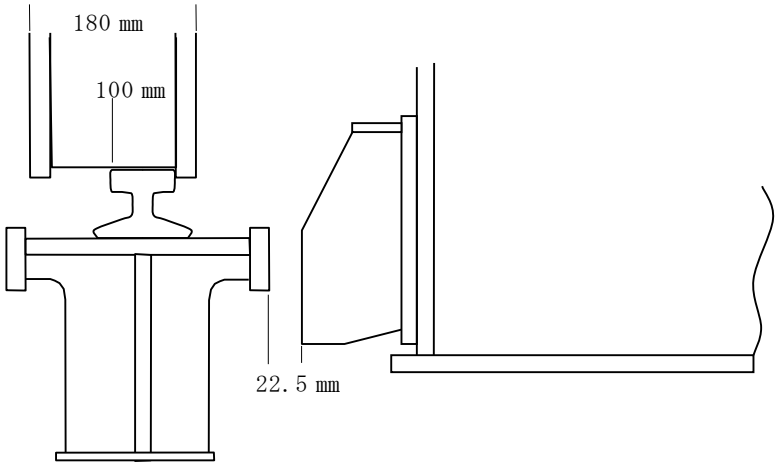
本体ガーダとトロリストッパの寸法も同様の関係となっている。

また，落下防止金具とランウエイガーダが接触するより前に，車輪からレールに荷重が伝わることとなるが，車輪のつばとレールが接触（移動量 12.5 mm）してから落下防止金具とランウエイガーダが接触（移動量 35 mm）し移動が制限されるまでの移動量は 22.5 mm（＝35 mm－12.5 mm）程度であることから，落下防止金具が接触して機能する前に鋼製部材であるレールが大きく破損することは無いと考えられる。このように，車輪のつばの有無によらず構造強度部材である落下防止金具が機能することで車輪がレール上にとどまる設計であることから，車輪のつばは地震応答解析の前提条件に影響するものでは無い。

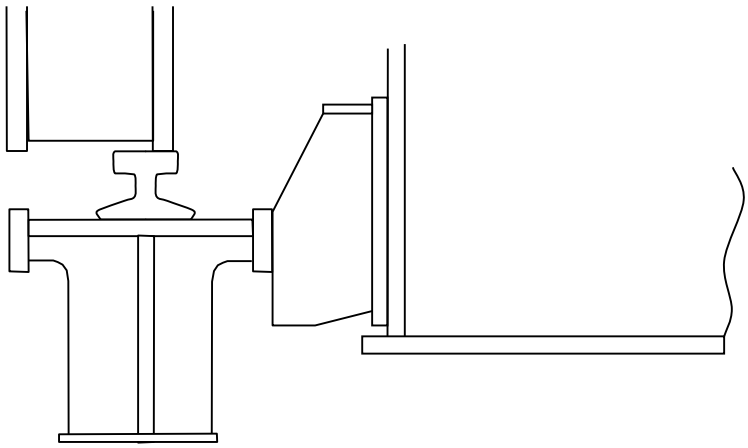
以上より，地震時に落下防止金具がランウエイガーダに接触して機能する前に，車輪がすべり面であるレールから落下することや，レールが大きく破損することが無いことから，落下防止金具が機能する前に地震応答解析モデルの前提を満足しなくなるおそれは無いと言える。



(a) 通常時



(b) 水平方向地震力により車輪のつばがレールに接触
（水平移動量 12.5 mm）



(c) 水平方向地震力により落下防止金具とランウエイガーダが接触
（水平移動量 35 mm）

（本図は車輪がレールから外されないことを示すための概念図であり，構造物の大きさや間隙については実物とは異なる。）

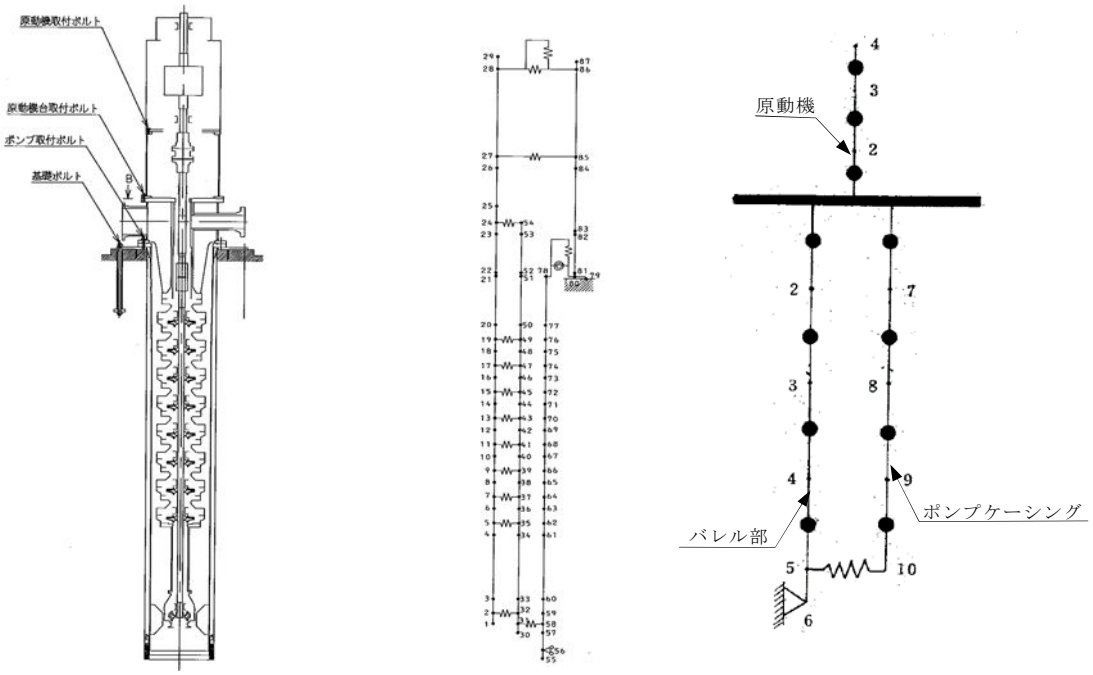
別図 1-5　概念図

ポンプ等の解析モデルの精緻化について

1.　立形ポンプの解析モデルの精緻化

既工認における高圧炉心スプレイポンプ，低圧炉心スプレイポンプ及び残留熱除去系ポンプの解析モデルは，立形ポンプの構造を模擬したバレル部及びポンプケーシングによる質点系モデルを構築していた。今回工認では，最新の知見によるモデル化を行う観点から，ＪＥＡＧ4601-1981 追補版に基づき，モデルの精緻化を行う（第 2-1 図参照)。

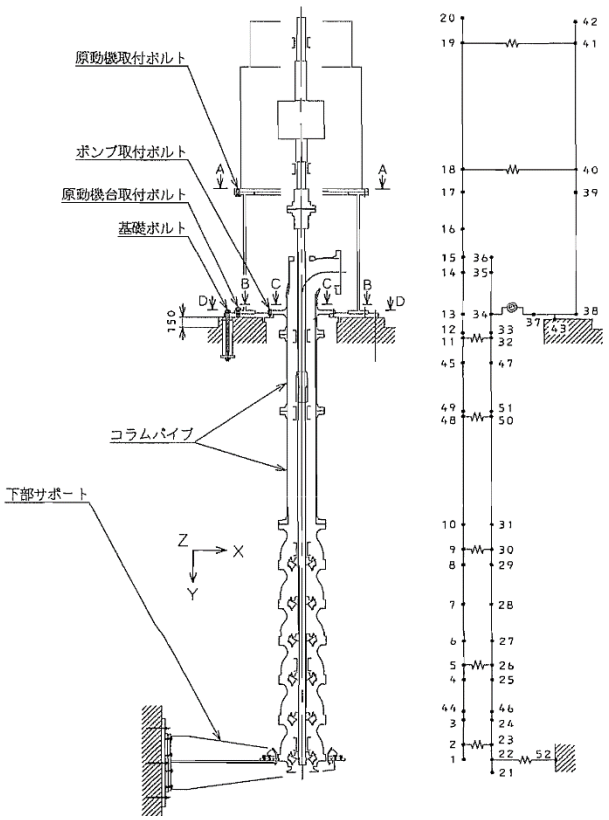
なお，本解析モデルは大間１号炉の既工認及び東海第二発電所の立形ポンプのうち，非常用ディーゼル発電機海水ポンプ及び残留熱熱除去系海水ポンプの既工認にて適用実績がある（第 2-2 図参照)。



構造概要図　　今回工認の解析モデル　　既工認の解析モデル

第 2-1 図　立形ポンプの解析モデル図

（高圧炉心スプレイポンプ解析モデルの例）



構造概要図　　既工認の解析モデル

第 2-2 図　残留熱除去系海水系ポンプ解析モデル

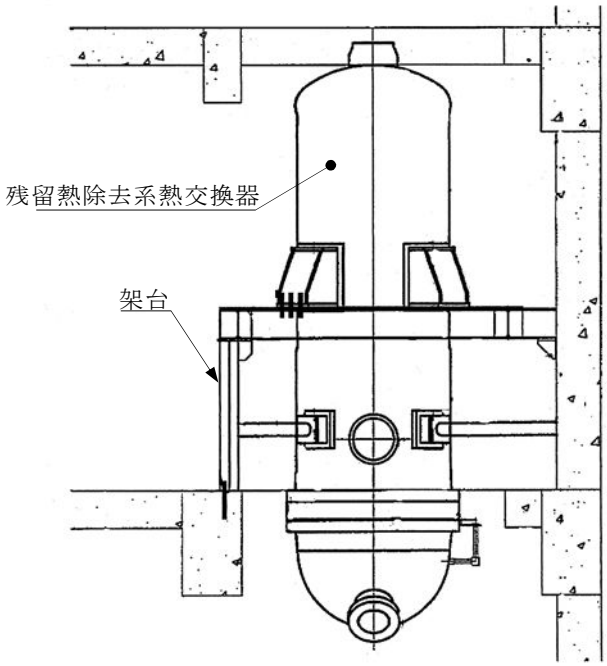
2.　残留熱除去系熱交換器の解析モデルの精緻化

残留熱除去系熱交換器の支持構造概要図を第 2-3 図に示す。残留熱除去系熱交換器は，原子炉建屋床面に設置された架台を介して支持する構造である。既工認における応力評価は，架台部の１次固有周期に対して設計用床応答スペクトルから算出される加速度を入力として，規格計算式によって熱交換器本体の評価を実施していた。

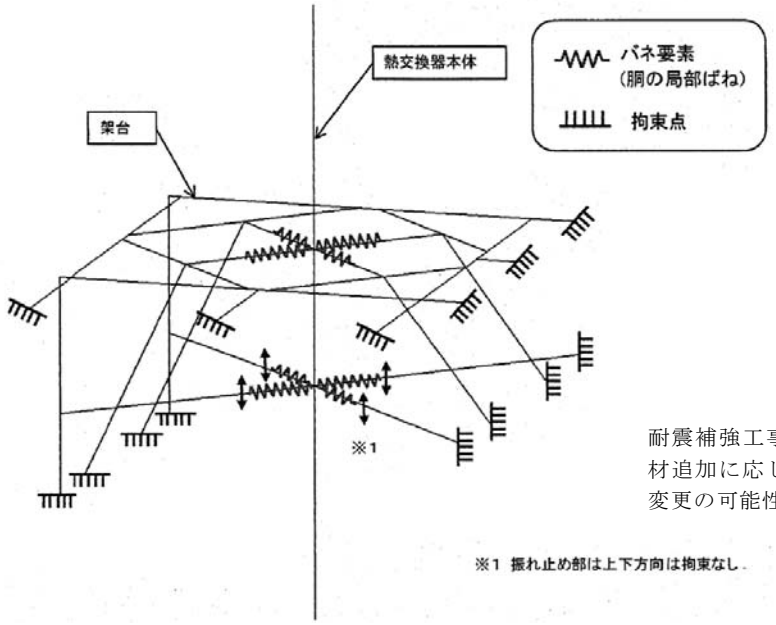
今回工認においては，架台及び熱交換器本体との相互影響を精緻に評価す

る観点から，第 2-4 図に示す多質点系のはりモデルを用いた地震応答解析により評価を行う。

なお，多質点系のはりモデルを用いた地震応答解析については，大間１号炉においての既工認にて適用実績がある。



第 2-3 図　残留熱除去系熱交換器支持構造概要図

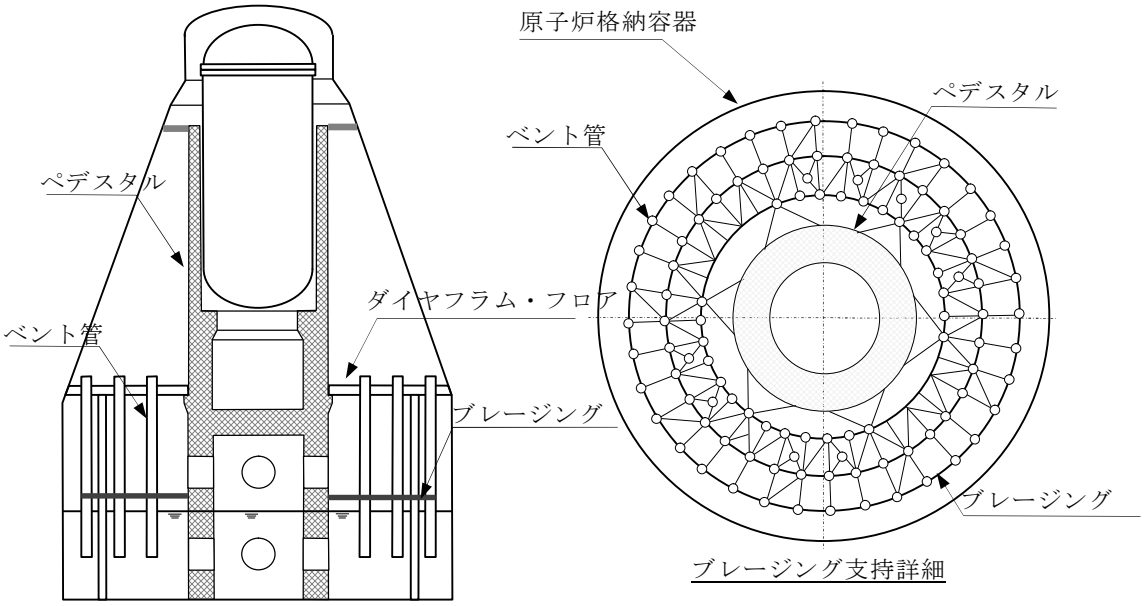


第 2-4 図　残留熱除去系熱交換器解析モデル図

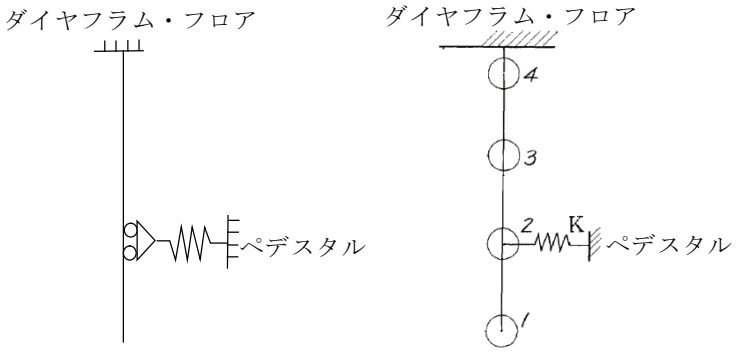
3.　原子炉格納容器ベント管の解析モデルの精緻化

原子炉格納容器のベント管の支持構造図を第 2-5 図に示す。ベント管はダイヤフラム・フロアにより支持され，ブレージングにて水平方向を拘束されている。

第 2-6 図にベント管の解析モデル図を示す。今回工認においては，柏崎刈羽５号の既工認実績を踏まえて，集中質量を用いる質点モデルから等分布質量としたビーム要素に変更した解析モデルを用いた地震応答解析により評価を行う。



第 2-5 図　ベント管概要図



今回工認の解析モデル　　既工認の解析モデル

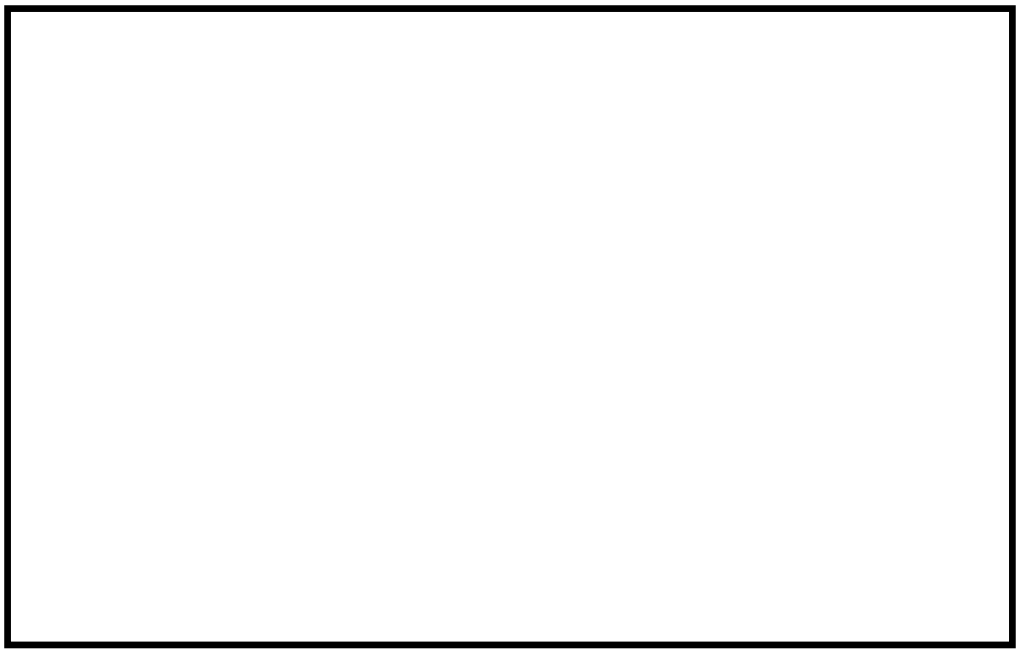
第 2-6 図　ベント管解析モデル図

容器等の応力解析へのＦＥＭモデルの適用について

既工認において，公式等による評価にて耐震計算を実施していた設備について，至近の既工認の適用実績を踏まえて，3 次元ＦＥＭモデル，多質点モデルを適用した耐震評価を実施する。ＦＥＭモデルを用いる手法等は，大間１号炉を含めて他ＢＷＲでの適用実績がある手法である。

1.　容器へのＦＥＭモデルの適用

パーソナルエアロック，サプレッション・チェンバ，アクセスハッチ等の原子炉格納容器本体に取付く各構造物並びにディーゼル発電機の付属設備である始動用空気だめ及び燃料油デイタンクについて，実機の形状をシェル要素にて模擬し，ＪＳＭＥ等に基づく材料諸元を与えてモデル化することにより，応答解析を行う。応答解析に用いる解析モデル図の例を第 3-1 図に示すとともに第 3-1 表及び第 3-2 表に解析概要を示す。



第 3-1 図　原子炉格納容器のＦＥＭモデル図

（パーソナルエアロックのＦＥＭモデルの例）

第 3-1 表　原子炉格納容器のＦＥＭ解析概要

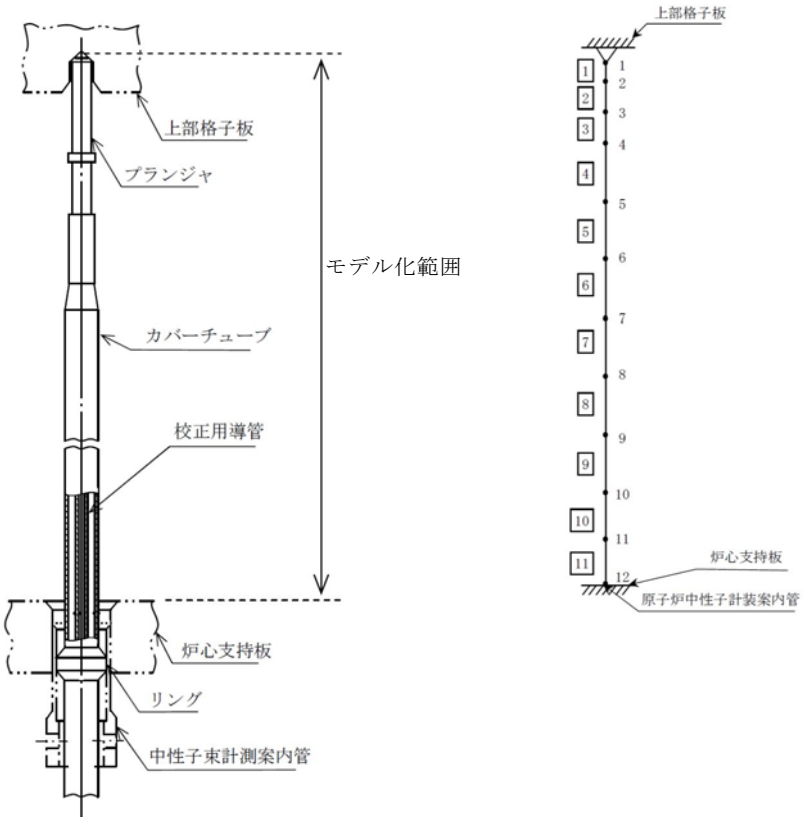
項　目	内　容
適用部位	パーソナルエアロック取付部 サプレッション・チェンバアクセスハッチ取付部 イクイプメントハッチ取付部 配管貫通部取付部 電気配線貫通部取付部 上部シアラグ取付部 下部シアラグ取付部
解析コード	NASTRAN
地震条件	別途実施する地震応答解析から得られる地震力（荷重，加速度）を入力とする。

第 3-2 表　ＤＧ用補機類容器のＦＥＭ解析概要

項　目	内　容
適用部位	非常用ディーゼル発電機用始動空気だめ及び燃料油デイタンク 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用始動空気だめ及び燃料油デイタンク
解析コード	Abaqus
地震条件	別途実施する原子炉建屋地震応答解析から得られる加速度を入力とする。

2.　原子炉圧力容器内構造物への多質点モデルの適用

原子炉圧力容器内構造物であるジェットポンプ，炉心スプレイスパージャ及び出力領域計装検出器（ＬＰＲＭ）について，実機形状を質点とはり要素に置き換えた多質点モデルにて応答解析を行う。応答解析に用いる解析モデル図の例を第 3-2 図に示すとともに第 3-3 表に解析概要を示す。



（構造概要図）　　（解析モデル）

第 3-2 図　原子炉圧力容器内構造物の多質点モデル図

（出力領域計装検出器の多質点モデルの例）

第 3-3 表　原子炉圧力容器内構造物解析概要

項目	内容
適用部位	ジェットポンプ*1 高圧炉心スプレイスパージャ*1 低圧炉心スプレイスパージャ*1 出力領域計装検出器*2
解析コード	NASTRAN（＊１に適用） SAP－Ⅳ（＊２に適用）
地震条件	別途実施する地震応答解析から得られる加速度を入力とする。

添付資料４

解析コードの変更について

今回工認における原子炉格納容器，原子炉圧力容器等の主要設備の耐震評価に適用する解析コードについては，既工認時に適用した解析コードから第 4-1 表に示す大間１号炉の既工認において適用実績がある解析コードに変更する。各評価対象設備の解析モデルの設定の妥当性については，工事計画認可申請の耐震計算書において説明するものとする。

第 4-1 表　原子炉格納容器，原子炉圧力容器等の解析コードの変更（1／2）

評価対象設備		解析コード		適用実績
		既工認	今回工認	
原子炉格納容器	・ドライウエル ・サプレッション・チェンバ ・ベント管 ・格納容器スプレイヘッダ	ASSAL	NASTRAN	大間１号炉 既工認
原子炉圧力容器	・円筒胴 ・下鏡 ・制御棒駆動機構ハウジング貫通部 ・再循環水出口ノズル ・再循環水入口ノズル ・蒸気出口ノズル ・給水ノズル ・低圧炉心スプレイノズル ・高圧炉心スプレイノズル ・低圧注水ノズル ・上鏡スプレイノズル ・ベントノズル ・ジェットポンプ計測管貫通部ノズル ・液体ポイズン及び炉心計測ノズル ・円筒胴計測ノズル ・ドレンノズル ・支持スカート	ASSAL 及び FEMR	ASHSD2	大間１号炉 既工認
	・差圧検出・ほう酸水注入管	EBASCO 社 構造解析ｺｰﾄﾞ	NASTRAN	大間１号炉 既工認

第 4-1 表　原子炉格納容器，原子炉圧力容器等の解析コードの変更（2／2）

設備名	評価対象項目	解析コード		適用実績
		既工認	今回工認	
炉心支持構造物（圧力容器内構造物を含む）	・シュラウドサポート	ASSAL	ASHSD2	大間１号炉既工認
	・給水スパージャ ・炉心スプレイ系配管（原子炉圧力容器内） ・差圧検出・ほう酸水注入管（原子炉圧力容器内）	EBASCO 社構造解析ｺｰﾄﾞ	NASTRAN	大間１号炉既工認
	・起動領域計装	HISAC	SAP-Ⅳ	大間１号炉既工認
その他機器類	・水圧制御ユニット	EBASCO 社構造解析ｺｰﾄﾞ	SAP-Ⅳ	大間１号炉既工認

添付資料５

最新知見として得られた減衰定数の採用について

1. 概要

今回工認では，以下の設備について最新知見として得られた減衰定数を採用する。これらの変更は，振動試験結果を踏まえ設計評価用として安全側に設定した減衰定数を最新知見として反映したものであり，大間１号炉の建設工認並びに配管及び建屋クレーンについては新規制工認におけるＰＷＲプラントでの適用実績がある。

① 原子炉建屋クレーン及び使用済燃料乾式貯蔵建屋クレーン（以下「建屋クレーン」という。）の減衰定数※1

② 燃料取替機の減衰定数※1

③ 配管系の減衰定数※1，※2

※１ 電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究（H7～H10）」

※２ 電力共通研究「機器・配管系に対する合理的耐震評価手法に関する研究（H12～H13）」

なお，本資料に記載する①～③の内容については，「大間原子力発電所１号機の工事計画認可申請に関わる意見聴取会」において聴取されたものである。

また，鉛直方向の動的地震力を適用することに伴い，鉛直方向の設計用減衰定数についても大間１号炉と同様に新たに設定している。

2.　今回の評価で用いた設計用減衰定数

最新知見として反映した建屋クレーン，燃料取替機及び配管系の設計用減衰定数を第 5-1 表及び第 5-2 表に示す。

第 5-1 表　建屋クレーン及び燃料取替機の設計用減衰定数

設　　備	設計用減衰定数(%)			
	水平方向		鉛直方向	
	ＪＥＡＧ4601＊1	東海第二＊2	ＪＥＡＧ4601＊1	東海第二＊2
建屋クレーン	1.0	2.0	－	2.0
燃料取替機	1.0	2.0	－	1.5（2.0）＊3

注記＊１：原子力発電所耐震設計技術指針ＪＥＡＧ4601-1991 追補版（社団法人日本電気協会）に定まる設計用減衰定数

＊２：東海第二発電所にて適用する設計用減衰定数

＊３：（　）外は，燃料取替機のトロリ位置が端部にある場合

（　）内は，燃料取替機のトロリ位置が中央部にある場合

□：新たに設定したもの

□：ＪＥＡＧ4601 から見直したもの

第 5-2 表　配管系の設計用減衰定数

		設計用減衰定数*1（%）			
		保温材無		保温材有*2	
		ＪＥＡＧ4601*3	東海第二*4	ＪＥＡＧ4601*3	東海第二*4
Ⅰ	スナッバ及び架構レストレイント支持主体の配管系で，支持具(スナッバ又は架構レストレイント)の数が４個以上のもの	2.0	同左	2.5	3.0
Ⅱ	スナッバ，架構レストレイント，ロッドレストレイント，ハンガ等を有する配管系で，アンカ及びＵボルトを除いた支持具の数が４個以上であり，配管区分Ⅰに属さないもの	1.0	同左	1.5	2.0
Ⅲ	Ｕボルトを有する配管系で，架構で水平配管の自重を受けるＵボルトの数が４個以上のもの*5	－	2.0	－	3.0
Ⅳ	配管区分Ⅰ，Ⅱ及びⅢに属さないもの	0.5	同左	1.0	1.5

：新たに設定したもの
：ＪＥＡＧ4601 から見直したもの

＊１：水平方向及び鉛直方向の設計用減衰定数は同じ値を使用。
＊２：保温材による付加減衰定数は，配管全長に対する金属保温材使用割合が 40 %以下の場合 1.0 %を適用するが，金属保温材使用割合が 40 %を超える場合は，0.5 %とする。
＊３：原子力発電所耐震設計技術指針 ＪＥＡＧ4601-1991 追補版（社団法人 日本電気協会）に定まる設計用減衰定数。
＊４：東海第二発電所にて適用する設計用減衰定数。
＊５：区分Ⅲ（Ｕボルトを有する配管系）については，新たに設定したものであり，現状ＪＥＡＧ4601 では区分Ⅳに含まれる。

（適用条件）

a. 適用対象がアンカからアンカまでの独立した振動系であること。
大口径管から分岐する小口径管は，その口径が大口径管の口径の 1／2 倍以下である場合，その分岐部をアンカ相当とする独立の振動系とみなしてよい。

b. 配管系全体として，配管系支持具の位置及び方向が局所的に集中していないこと。

c. 配管系の支持点間の間隔が次の条件を満たすこと。
配管系全長／(配管区分ごとに定められた支持具の支持点数)≦15（m／支持点）
ここで，支持点とは，支持具が取付けられている配管節点をいい，複数の支持具が取付けられている場合も 1 支持点とする。

d. 配管と支持構造物の間のガタの状態等が施工管理規程に基づき管理されていること。ここで，施工管理規程とは，支持装置の設計仕様に要求される内容を反映した施工要領等をいう。

3.　設計用減衰定数の考え方

(1)　建屋クレーン及び燃料取替機の設計用減衰定数

ａ．原子力発電所耐震設計技術指針ＪＥＡＧ4601-1991 追補版（以下「ＪＥＡＧ4601」という。）に基づく設計用減衰定数

ＪＥＡＧ4601 において建屋クレーン及び燃料取替機は溶接構造物として分類されているため，設計用減衰定数は 1.0 %が適用される。

ｂ．設計用減衰定数の見直し

建屋クレーン及び燃料取替機の減衰定数に寄与する要素には，材料減衰と部材間に生じる構造減衰に加え，車輪とレール間のガタや摩擦による減衰があり，溶接構造物としての 1.0%より大きな減衰定数を有すると考えられることから，実機を試験体とした振動試験が実施された。

振動試験の結果，建屋クレーンの減衰定数については水平 2.0％，鉛直 2.0%が得られた。また，燃料取替機の減衰定数については水平 2.0％，鉛直 1.5%（燃料取替機のトロリ位置が端部にある場合），2.0 %（燃料取替機のトロリ位置が中央部にある場合）が得られた。

ｃ．東海第二発電所への適用性

振動試験の概要並びに振動試験における試験体，東海第二発電所の実機及び先行認可実績のある大間１号炉の実機との仕様の比較を参考資料１及び参考資料２に示す。

東海第二発電所における建屋クレーン及び燃料取替機については，試験結果の適用性が確認されている大間１号炉の原子炉建屋クレーン及び燃料取替機と同等の基本仕様を有する。従って，今回の評価における建屋クレーンの減衰定数については水平 2.0％，鉛直 2.0％を用いる。また，燃料取替機の減衰定数については水平 1.5％（燃料取替機のトロリ位置が端部にある場合），2.0％（燃料取替機のトロリ位置が中央部にある場合）

を用いる。

(2)　配管系の設計用減衰定数

a．ＪＥＡＧ4601 に基づく設計用減衰定数

ＪＥＡＧ4601 における配管系の設計用減衰定数は，配管支持装置の種類や個数によって 3 区分に分類されており，さらに保温材を設置した場合の設計用減衰定数が規定されている。

b．今回の評価で用いる設計用減衰定数

以下，(a)，(b) に示す項目については，配管系の振動試験の研究成果に基づき，ＪＥＡＧ4601 に規定する値を見直し設定する。

(a)　Ｕボルト支持の配管系

ＪＥＡＧ4601 におけるＵボルト支持配管系の設計用減衰定数は，0.5 %と規定されている。

Ｕボルト支持の配管系の減衰に寄与する要素には，主に配管支持部における摩擦があり，架構レストレイントを支持具とする配管系と同程度の減衰定数を有すると考えられることから，振動試験等が実施され，減衰定数 2.0 %が得られた。

振動試験で用いられたＵボルトについては，原子力発電所で採用されている代表的なものを用いていることから，振動試験等により得られた減衰定数を適用できると判断し，今回の評価におけるＵボルト支持配管系の設計用減衰定数は，振動試験結果から得られた減衰定数 2.0 %を設定する。

なお，参考として振動試験結果の概略を参考資料３に示す。

(b)　保温材を設置した配管系

ＪＥＡＧ4601 における保温材を設置した設計用減衰定数は，振動試験の結果に基づき，保温材を設置していない配管系に比べ設計用減衰定

数を 0.5%付加できることが規定されている。

その後，保温材の有無に関する減衰定数の試験データが拡充され，保温材を設置した場合に付加できる設計用減衰定数を見直すための検討が行われた。

今回の評価における保温材を設置した場合に付加する設計用付加減衰定数は，振動試験結果から得られた減衰定数 1.0 %を，保温材無の場合に比べて付加することとする。

なお，振動試験結果の概略を参考資料４に示す。

ｃ．東海第二発電所への適用性

減衰定数の検討においては，要素試験結果から減衰定数を算出するための評価式を求め，その上で，実機配管系の解析を行い，減衰定数を求めている。

要素試験においては，原子力発電所で採用されている代表的な 4 タイプ(参考資料３補足参照)を選定しており，東海第二発電所においても，この 4 タイプのＵボルトを採用している。また，実機配管系の解析対象とした 28 モデルには，ＢＷＲプラントの実機配管も含まれており，配管仕様（口径，肉厚，材質），支持間隔・配管ルートについては，様々な配管剛性や振動モードに対応した検討を実施している。(参考資料３参照)

従って，今回検討した設計用減衰定数は東海第二発電所へ適用可能であり，東海第二発電所における配管の設計用減衰定数として設定する。

4.　鉛直方向の設計用減衰定数について

今回工認では，鉛直方向の動的地震力を適用することに伴い，鉛直方向の設計用減衰定数を新たに設定している。今回工認で適用する設計用減衰定数について，ＪＥＡＧ4601 に規定されている設計用減衰定数との比較を第 5-3 表に示す。

鉛直方向の設計用減衰定数は，基本的に水平方向と同様とするが電気盤や燃料集合体等の鉛直地震動に対し剛体挙動する設備は 1.0 %とする。また，建屋クレーン，燃料取替機及び配管系については，既往の試験等により確認されている値を用いる。

なお，これらの設計用減衰定数は，大間１号炉の建設工認にて適用例がある。

第 5-3 表　機器・配管系の設計用減衰定数

設　　備	設計用減衰定数（%）			
	水平方向		鉛直方向	
	ＪＥＡＧ 4601	今回工認	ＪＥＡＧ 4601	今回工認
溶接構造物	1.0	同左	－	1.0
ボルト及びリベット構造物	2.0	同左	－	2.0
ポンプ・ファン等の機械装置	1.0	同左	－	1.0
燃料集合体	7.0	同左	－	1.0
制御棒駆動機構	3.5	同左	－	1.0
電気盤	4.0	同左	－	1.0
建屋クレーン	1.0	2.0	－	2.0
燃料取替機	1.0	2.0	－	1.5（2.0）＊
配管系	0.5～2.0	0.5～3.0	－	0.5～3.0

注記　＊：（　）外は，燃料取替機のトロリ位置が端部にある場合
（　）内は，燃料取替機のトロリ位置が中央部にある場合

建屋クレーンの振動試験～減衰比の検討～設計用減衰定数の設定

実機を試験体とした振動試験から得られた天井クレーン構造の減衰特性に基づき，設計用減衰定数の検討を行った。

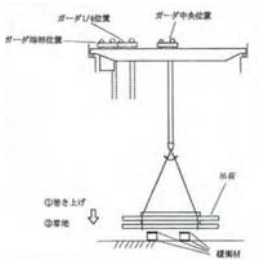
１．代表試験体の選定

原子炉建屋天井クレーン８タイプ，一般用２タイプの天井クレーンの基本仕様（トロリ及びガーダの重量，高さ，スパン）を調査。
各クレーンの，構成要素・基本構造，減衰に影響を与えると考えられるクレーン全重量とトロリ重量の比及び振動特性が同等であることを確認。

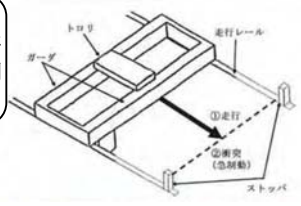
一般用天井クレーンを代表試験体とし，個体差及びガーダ形状の相違の影響を確認するために，ガーダの断面形状が異なるタイプの同一仕様の試験体№1，№2 及びガーダの断面形状が同じタイプの試験体№3 を使用し，合計３機の試験体で実施。

２．振動試験

【鉛直方向の加振方法】
吊荷を床から 50 mm 程度まで持ち上げた後，最大速度で下降させて床に着地させ，この時の自由振動を計測する。

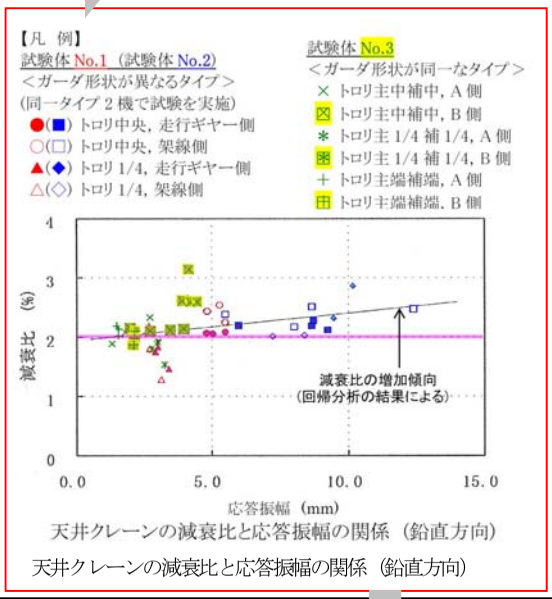


【水平方向の加振方法】
クレーンを１ m程度走行させ，急停止することにより，自由振動を計測する。

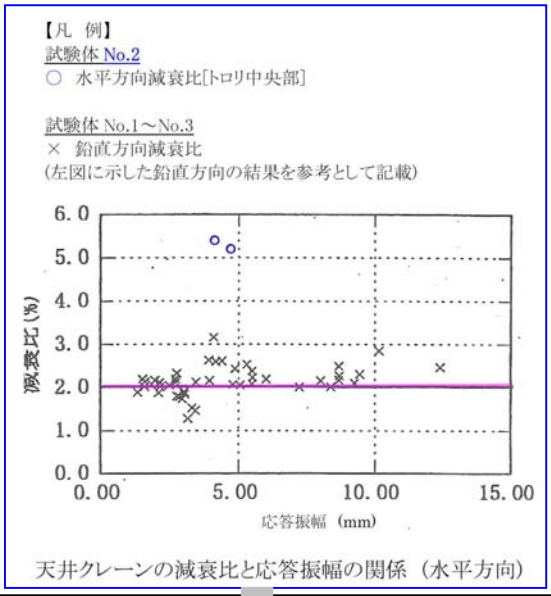


３．計測データの処理

振動試験で得られた自由振動波形から減衰比を算定



天井クレーンの減衰比と応答振幅の関係（鉛直方向）



天井クレーンの減衰比と応答振幅の関係（水平方向）

４．設計用減衰定数の設定

【試験結果（鉛直方向）】
応答振幅に対する減衰比の傾向は，応答振幅が比較的小さい場合には減衰比のばらつきが大きいが，応答振幅が大きくなると，減衰比の発生源となる構造減衰が増加し，減衰比が徐々に増加するとともに，そのばらつきが小さくなる。
応答振幅5.0 ㎜で減衰比2.0 %以上が得られた。

【設計用減衰定数（鉛直方向）】
応答振幅の増加に伴い減衰比は増加傾向にあり，設計応答振幅（トロリ位置中央部 12.2 ㎜，端部 6.0 ㎜）レベルで減衰比 2.0 %以上となっていることから，設計用減衰定数2.0 %と設定した。

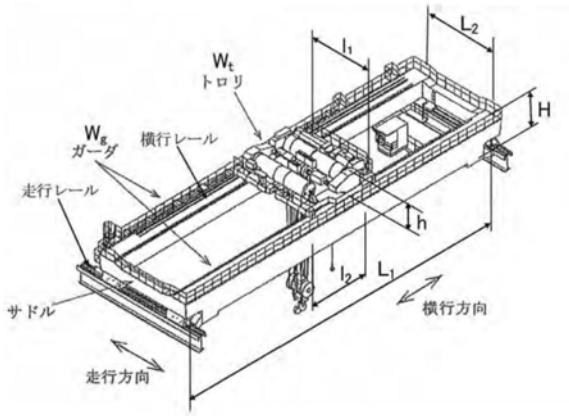
【試験結果（水平方向）】
水平方向の減衰比は，応答振幅 4.7 ㎜において 5.2 %という結果が得られた。

【設計用減衰定数（水平方向）】
水平方向の減衰比は，応答振幅レベル 4.7 ㎜において 5 %程度の減衰比が得られているが，データ点数が少ない（設計応答振幅 8.9 ㎜に達していない）ため，鉛直方向と同じ 2.0 %を水平方向の設計用減衰定数と設定した。

○ 建屋クレーンの試験体と実機との仕様比較

建屋クレーンは，ガーダ２本上にトロリが設置されている構造である。表 2-1 に天井クレーン試験体，東海第二発電所及び大間１号炉の建屋クレーンの主要な仕様を示す。

表 2-1　天井クレーン試験体，実機建屋クレーン仕様の比較

仕　様		試験体 一般用天井クレーン		実機建屋クレーン			備　考
				東海第二		大間１号機	
		試験体 No1,2	試験体 No3	原子炉建屋クレーン	使用済燃料乾式貯蔵建屋クレーン	原子炉建屋クレーン	
トロリ	重量 W_t (ton)	43.5	71.0	48.0	30.0	80.0	
	高さ h (m)	2.265	3.0	2.280	0.975	2.815	
	スパン l_1 (m)	5.8	6.8	5.6	4.0	7.7	
	スパン l_2 (m)	4.1	3（主巻用） 2.5（補助巻用）	4.1	3.6	4.6	
ガーダ	重量 W_g (ton)	104.5	191.5	118.0	67.0	190	
	高さ H (m)	1.32	2.3	2.5	4.42	1.915	
	スパン L_1 (m)	33.0	33.0	39.5	20.4	34.9	
	スパン L_2 (m)	7.06	8.9	6.2	7.6	9.38	
総重量	W_T (ton)	148.0	262.5	166.0	107.0	270.0	
トロリ重量と総重量の比	W_t/W_T	0.294	0.270	0.289	0.309	0.298	

○ 試験体と実機の比較の考え方

減衰比は，一般的に振動エネルギと消散エネルギの比で表される。消散エネルギはガーダ等の構造部材の材料減衰，トロリ，ガーダ等のガタや摩擦による構造減衰により発生すると考えられ，天井クレーン構造の建屋クレーンにおいては，ガーダ，トロリは固定構造ではなく，レールと車輪間にすべりが発生する構造であることから，トロリとガーダとの微小な相対運動によるエネルギの消散が減衰特性に最も影響が大きい因子と考えられる。

ここで，トロリの相対運動による消散エネルギはトロリ質量に比例し，振動エネルギはクレーンの振動質量に比例する。建屋クレーンは建屋に対して走行車輪部のみで支持された両端支持はりの構造をしており，地震時の振動モードは上下・水平方向共にガーダ中央のたわみが最大となる１次モードが支配的となる。そのため，振動質量はクレーンの総質量に比例し，減衰比はトロリ質量とクレーンの総重量の比に影響を受けることになる。

上表のとおり，東海第二発電所の建屋クレーンのトロリ重量と総重量の比は，試験体及び大間１号炉の実機と同程度になることを確認している。

以上から，建屋クレーンの設計用減衰定数として水平 2.0 %，鉛直 2.0 %を適用する。

燃料取替機の振動試験～減衰比の検討～設計用減衰定数の設定

実機を試験体とした振動試験から得られた燃料取替機の減衰特性に基づき，設計用減衰定数の検討を行った。

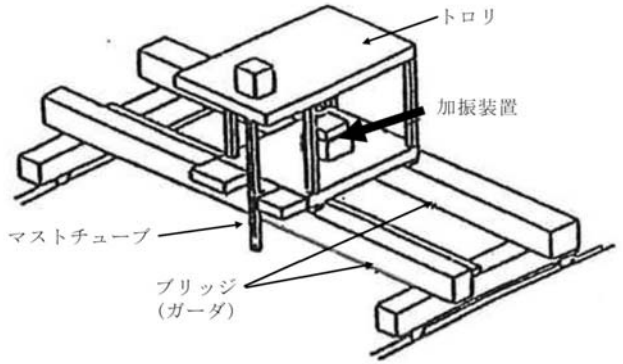
１．代表試験体の選定

燃料取替機５機について，基本仕様（トロリ及びガーダの重量，高さ，スパン）を調査。
各燃料取替機の，構成要素・基本構造・サイズ・重量・振動特性が同等であることを確認。

↓

燃料取替機５機の中から建設中プラントの燃料取替機を代表試験体として選定。

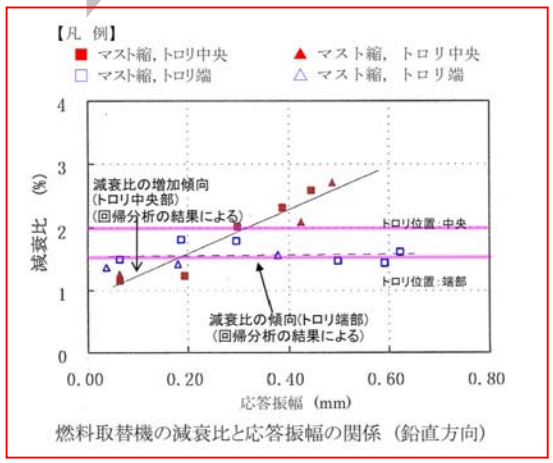
２．振動試験



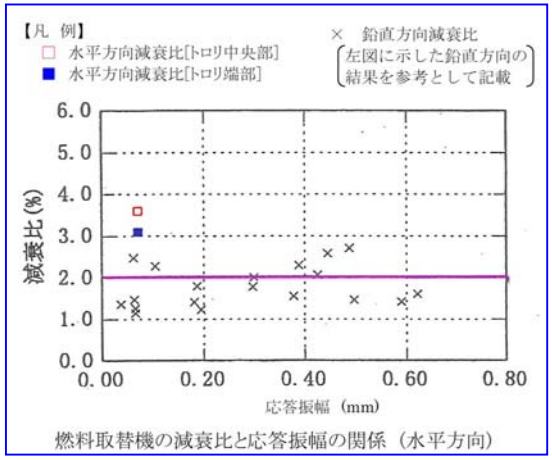
【加振方法（鉛直・水平方向）】
トロリ中央部に設置した加振装置による強制加振
（正弦波　5Hz から 20Hz）

３．計測データの処理

振動試験で得られた周波数応答曲線からハーフパワー法で減衰比を算定



燃料取替機の減衰比と応答振幅の関係（鉛直方向）



燃料取替機の減衰比と応答振幅の関係（水平方向）

４．設計用減衰定数の設定

【試験結果（鉛直方向）】
トロリ位置が中央部の場合では，応答振幅の増加に従って減衰比は増加する傾向を示している。応答振幅 0.40 ㎜ で減衰比2.0 %以上が得られている。
トロリ位置が端部の場合では，応答振幅に係らず 1.5 %程度の減衰比が得られている。

↓

【設計用減衰定数（鉛直方向）】
トロリ位置が中央部の場合では，応答振幅の増加に伴い減衰比は増加傾向にあり，応答振幅レベル0.40 ㎜ でも減衰比2.0 %以上となっていることから，設計用減衰定数2.0 %としたとしている。
トロリ位置が端部の場合では，応答振幅に係らず1.5 %程度の減衰比が得られていることから，設計用減衰定数1.5 %とした。

【試験結果（水平方向）】
燃料取替機の水平方向の減衰比は，トロリ位置が中央部では応答振幅0.07 ㎜ において3.6 %，トロリ位置が端部では応答振幅0.07 ㎜ において3.1%という結果が得られている。

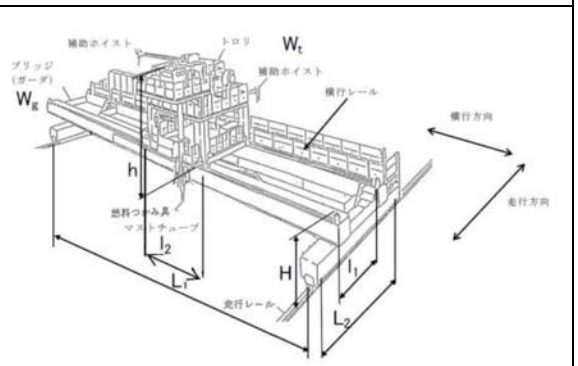
↓

【設計用減衰定数（水平方向）】
水平方向の減衰比は，応答振幅レベル0.07 ㎜ で3.6 %（トロリ中央部）及び3.1 %（トロリ端部）の減衰比が得られているが，データ点数が少ないため，鉛直方向と同じ2.0 %を水平方向の設計用減衰定数とした。

○ 燃料取替機の試験体と実機との仕様比較

燃料取替機は，フレーム構造のブリッジ上にトロリが設置されている構造である。表 3-1 に燃料取替機試験体，東海第二発電所及び大間１号炉の燃料取替機の主要な仕様を示す。

表 3-1　燃料取替機試験体，実機燃料取替機仕様の比較

仕　様		試験体	実機		備　考
			東海第二	大間	
トロリ	質量W_t (ton)	15.5	15.0	27.0	
	高さ h (m)	4.795	4.533	5.795	
	スパン l_1 (m)	3.0	2.5	3.0	
	スパン l_2 (m)	2.6	2.6	3.0	
ブリッジ	質量W_g (ton)	23.6	36.0	40.0	
	高さ H (m)	2.005	2.415	2.075	
	スパン L_1 (m)	12.46	13.36	15.16	
	スパン L_2 (m)	4.6	4.6	4.43	
総質量	W_T (ton)	39.1	51.0	67.0	

○ 試験体と実機の比較の考え方

燃料取替機については，ブリッジ等の骨組み構造の材料減衰，トロリ，ブリッジ等のガタや摩擦による構造減衰が減衰比に影響を与えると考えられる。トロリの構造減衰はトロリ位置によって異なる。試験で得られた減衰比データとしては，ブリッジ中央にトロリがある場合，ブリッジの端部にトロリのある場合の 2 種類ある。鉛直方向に関しては，ブリッジの中央にトロリがある場合の方が，ブリッジの端部にトロリがある場合に比べて，減衰比は高くなっている。

ブリッジ中央にトロリがある場合，鉛直方向に関しては，応答振幅の増加に伴い減衰比は増加傾向にあり，応答振幅レベル 0.40 ㎜ で減衰比 2.0 %以上となっていることから，設計用減衰定数を 2.0 %とする。水平方向の減衰比は，応答振幅レベル 0.07 ㎜ で 3.6 %の減衰比が得られているが，データ点数が少ないため，鉛直方向と同じ 2.0 %を水平方向の設計用減衰定数とした。

ブリッジ端部にトロリがある場合，鉛直方向に関しては，応答振幅に係らず 1.5 %程度の減衰比が得られていることから，設計用減衰定数 1.5 %とした。水平方向の減衰比は，応答振幅レベル 0.07 ㎜ で 3.1 %の減衰比が得られているが，データ点数が少ないため，鉛直方向と同じ 2.0 %を水平方向の設計用減衰定数とした。

実機への適用性の観点では，上表の試験体と東海第二発電所における燃料取替機の構造の比較から，ブリッジスパン，質量は同等以上となっており，振動特性として応答は大きくなる傾向にあると考えられる。また，試験では低加速度レベル（水平約 100 Gal，鉛直約 200 Gal）にて実施されているが，実際の基準地震動S_sはそれよりも大きな加速度レベルとなる。試験結果から，応答の増加に伴い減衰比も増加傾向にあるため，上記の試験結果より得られた減衰比は適用可能と考えられる。

以上から，燃料取替機の設計用減衰定数として水平 2.0 %，鉛直 1.5 %（燃料取替機のトロリ位置が端部にある場合），2.0 %（燃料取替機のトロリ位置が中央部にある場合）を適用する。

Uボルト支持配管系の振動試験-(1/3)：①要素試験～②消散エネルギ評価式の策定～③要素試験結果との比較

Uボルト支持部１箇所の減衰特性を把握するため，最も単純な試験体で振動試験を実施

Uボルト支持配管系の研究の流れ

① 要素試験

Uボルト１個が有する減衰特性を把握

② 消散エネルギ評価式の策定

要素試験結果より，消散エネルギ評価式を策定し，減衰推算法により減衰定数を求める。

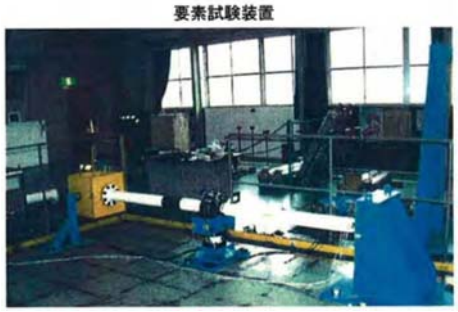
③ 要素試験結果との比較

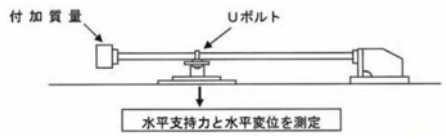
要素試験から策定した消散エネルギ評価式について，実規模配管系で保守性を確認

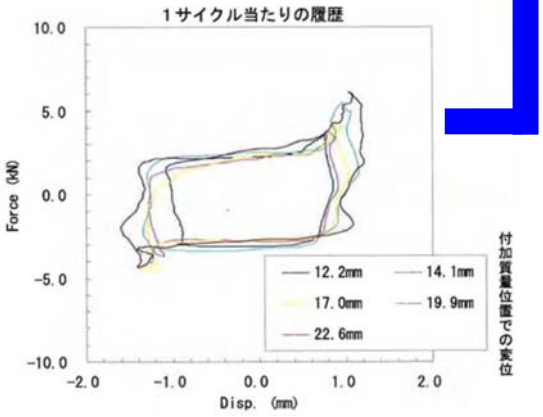
④ 実規模配管系試験

実規模配管系の試験結果と消散エネルギ評価式に基づく減衰定数を比較し，消散エネルギ評価式の保守性を確認

⑤ 配管解析に基づく設計用減衰定数の検討

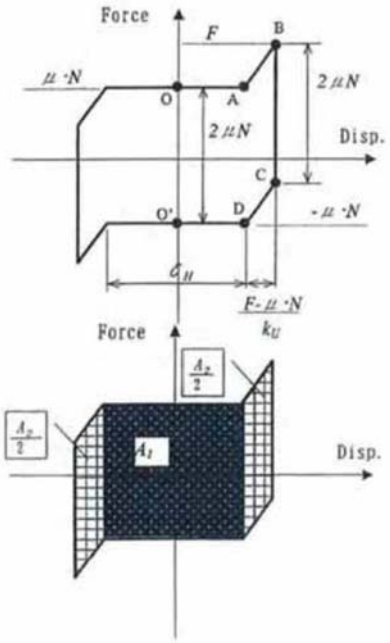






（消散エネルギ評価式の策定へ）

変位－荷重履歴のモデル化



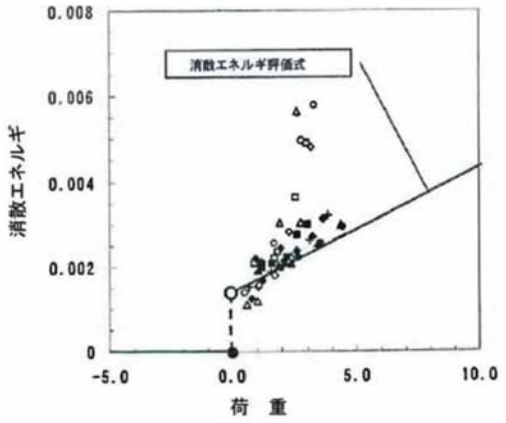
【消散エネルギ評価式の策定】

○モデル内部の面積が消散されるエネルギであり，この面積を数式化

$$\Delta E = A_1 + A_2$$

$$A_1 = 4 \cdot \mu \cdot N \cdot \frac{\delta_H}{2}$$

$$A_2 = 4 \cdot \mu \cdot N \cdot \frac{F - \mu \cdot N}{k_u}$$



要素試験結果と消散エネルギ評価式の結果の比較

消散エネルギ評価式の保守性の確認

Uボルト支持配管系の振動試験-(2/3):④実規模配管系試験

要素試験結果に基づき策定した消散エネルギ評価式の実機への適用性確認のため，実規模配管系試験による振動試験を実施し，試験結果より得られる減衰定数と消散エネルギ評価式より得られる減衰定数の比較検討を行った。

Uボルト支持配管系の研究の流れ

① 要素試験

Uボルト１個が有する減衰特性を把握

② 消散エネルギ評価式の策定

要素試験結果より，消散エネルギ評価式を策定し，減衰推算法により減衰定数を求める。

③ 要素試験結果との比較

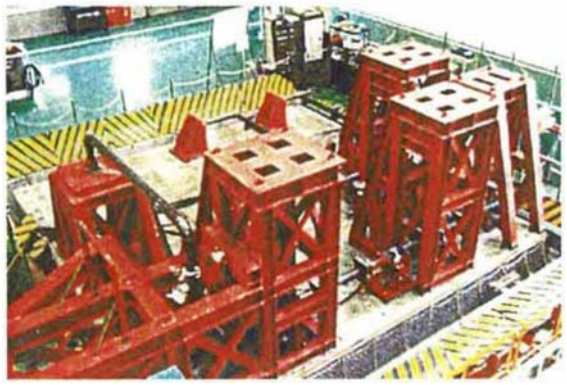
要素試験から策定した消散エネルギ評価式について，実規模配管系で保守性を確認

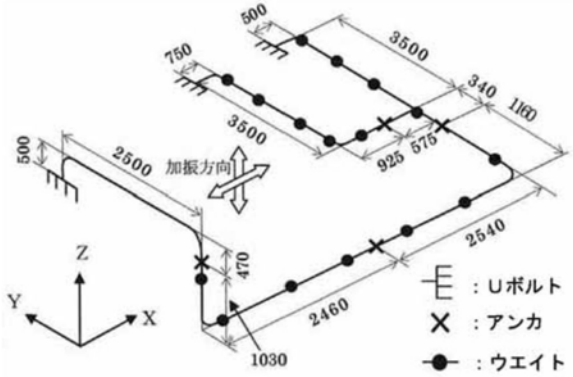
④ 実規模配管系試験

実規模配管系の試験結果と消散エネルギ評価式に基づく減衰定数を比較し，消散エネルギ評価式の保守性を確認

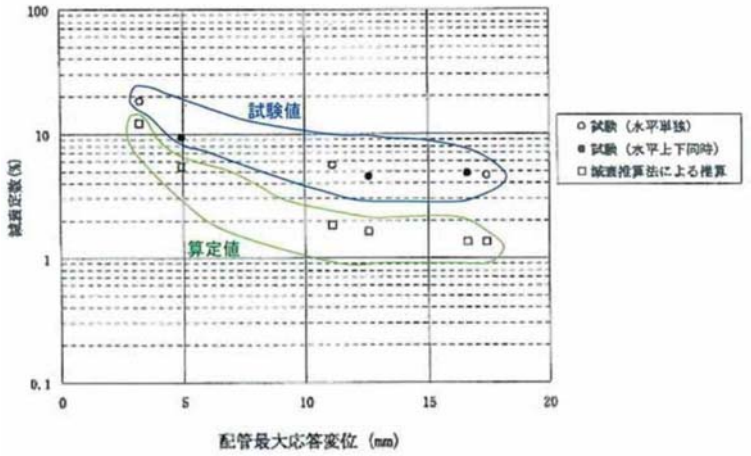
⑤ 配管解析に基づく設計用減衰定数の検討

実規模配管系試験装置





試験結果と消散エネルギ評価式による減衰定数の比較



試験結果と消散エネルギ評価式による減衰定数を比較した結果，消散エネルギ評価式の方が全変位領域で下回っており，消散エネルギ評価式の保守性が確認された。

Uボルト支持配管系の振動試験-(3/3):⑤配管解析に基づく設計用減衰定数の検討

実機プラントにおいては，配管系の支持箇所やルートは多種多様である。ここでは，実機配管系の計算モデルに対して消散エネルギ評価式を用いて減衰定数を算出し，さらに，Uボルト支持配管系の設計用減衰定数の検討を行った。

Uボルト支持配管系の研究の流れ

① 要素試験

Uボルト１個が有する減衰特性を把握

② 消散エネルギ評価式の策定

要素試験結果より，消散エネルギ評価式を策定し，減衰推算法により減衰定数を求める。

③ 要素試験結果との比較

要素試験から策定した消散エネルギ評価式について，実規模配管系で保守性を確認

④ 実規模配管系試験

実規模配管系の試験結果と消散エネルギ評価式に基づく減衰定数を比較し，消散エネルギ評価式の保守性を確認

⑤ 配管解析に基づく設計用減衰定数の検討

変位仮定減衰定数

↓

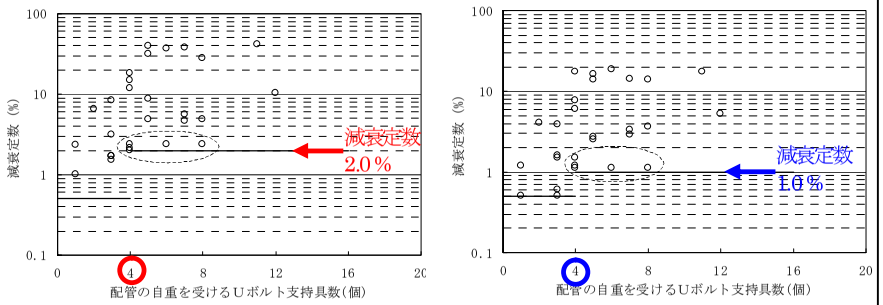
モード別減衰定数

Uボルト支持配管系（28 モデル）に対する解析による検討（各振動モードが全て一律の変位が生じると仮定）

○ 前項までに，実規模配管系試験にて消散エネルギ評価式の保守性を確認
○ 設計用減衰定数を設定するにあたっては，Uボルト支持具数や配管ルートなど様々な配管系について検討する必要がある。
○ 消散エネルギ評価式による減衰定数が配管変位に依存するため，配管系の振動モード変位を一定と仮定した状態で減衰定数(変位仮定減衰定数)を算出した。
対象はUボルト支持部を有する実機配管系(28 モデル)とした。

解析の結果，Uボルト４個以上の配管系において
(a)仮定変位 2.5 ㎜の場合，減衰定数 2.0 %以上が得られた。
(b)仮定変位 5.0 ㎜の場合，減衰定数 1.0 %以上が得られた。

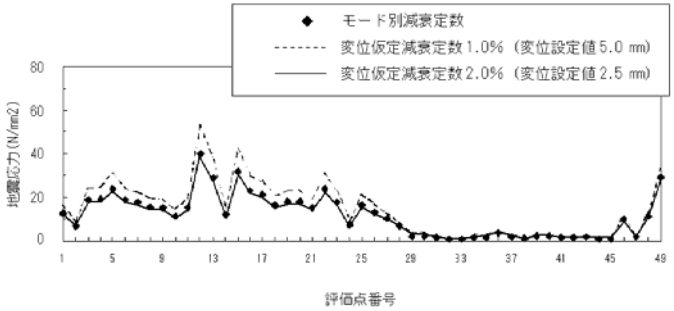
Uボルト支持配管系の減衰推算結果



(a) 変位設定値 2.5 ㎜　　(b) 変位設定値 5.0 ㎜

詳細計算による減衰定数の検討（モード別減衰定数による検討）

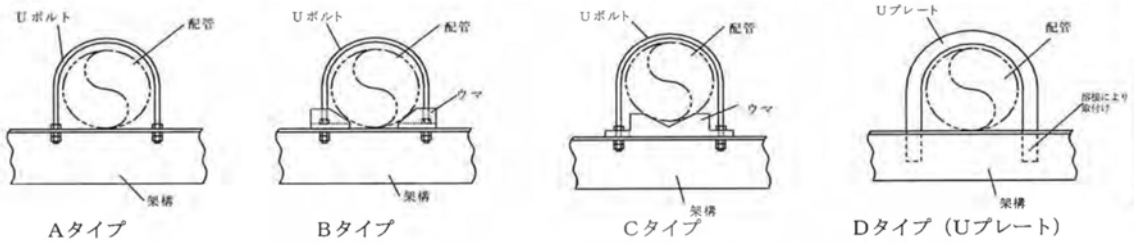
○ 変位仮定減衰定数は計算結果からも判るように「仮定する変位」に依存する。
○ 変位 2.5 ㎜の減衰定数及び変位 5.0 ㎜の減衰定数のそれぞれ 2.0 %及び 1.0 %を与える下限値を示した配管モデルに対して，より詳細な解析を行い，Uボルト支持配管系の設計用減衰定数を検討した。



比較検討の結果，詳細計算結果と変位 2.5 ㎜ を与えた場合の結果がよく一致していることがわかり，Uボルト支持配管系の設計用減衰定数を 2.0 %に設定した。
なお，2.0 %の適用に当たっては，以下の項目を条件とするとしている。
○ Uボルトは，運転時に配管とボルト頂部との間に隙間があるよう施工されること。
○ 今回，検討対象としたUボルトの据付状態であること(水平配管の自重を架構で受けるUボルト)。

【補足】要素試験に用いたＵボルト支持構造物のタイプ

試験に用いたＵボルトは，原子力発電所で採用されている代表的な４タイプを選定した。



【解析を行った配管仕様】

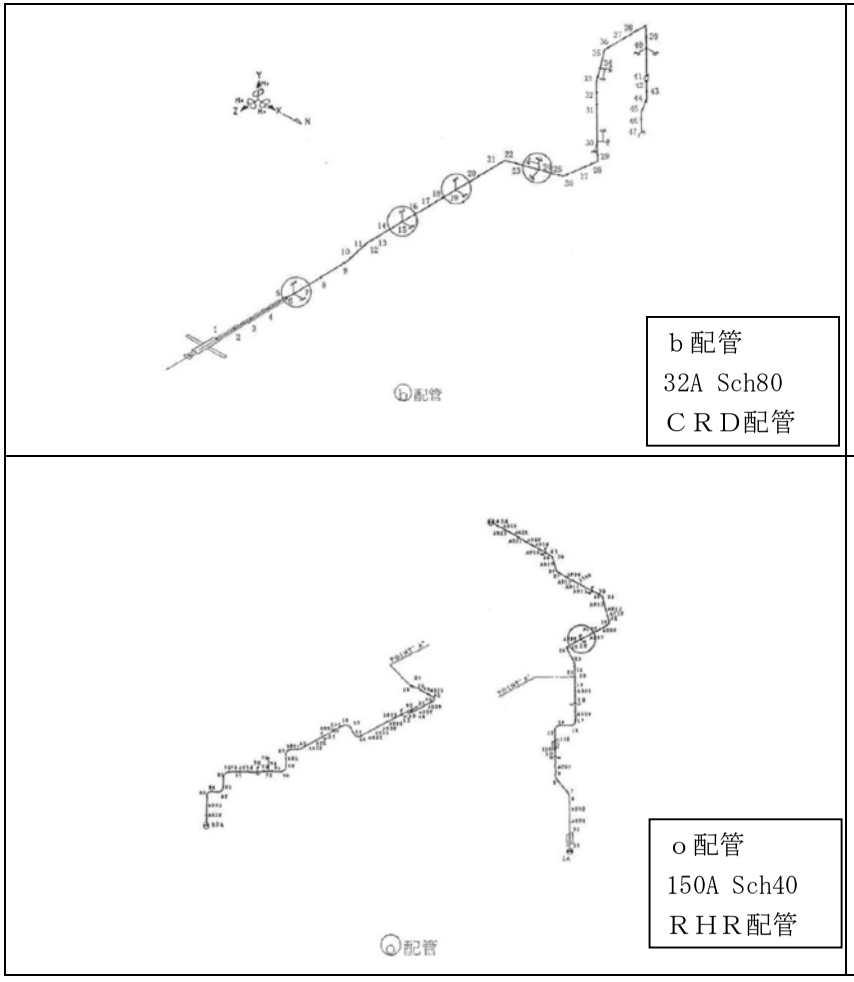
・口径：20A～400A

・材質：ステンレス鋼，炭素鋼

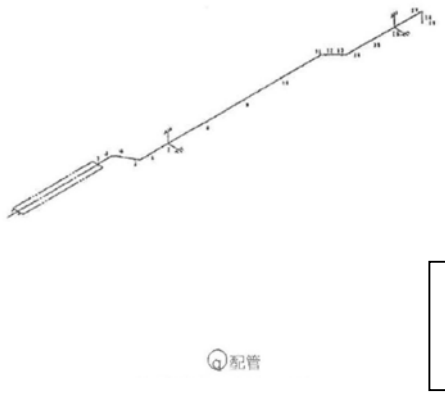
上記のうちＢＷＲ実機配管

	系統	口径
b 配管	ＣＲＤ	32A
e 配管	ＡＣ	50A
o 配管	ＲＨＲ	150A
p 配管	ＦＰＣ	40A
q 配管	ＭＵＷＣ	100A
r 配管	ＭＵＷＣ	150A，80A
s 配管	ＲＣＷ	200A
t 配管	ＲＣＷ	200A，80A
u 配管	ＣＲＤ	32A

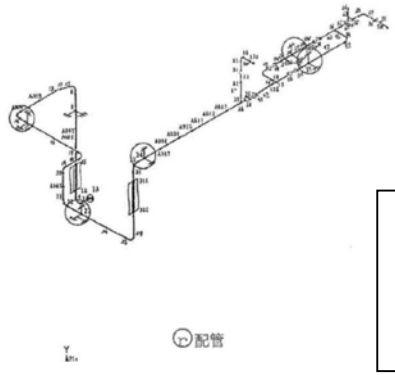
実機配管系の解析モデル図（ｂ・ｅ・ｏ・ｐ配管）



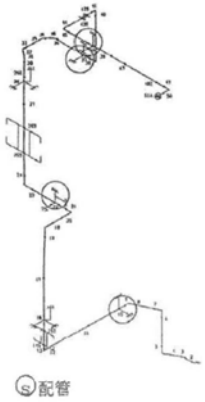
実機配管系の解析モデル図（ｑ・ｒ・ｓ・ｔ配管）



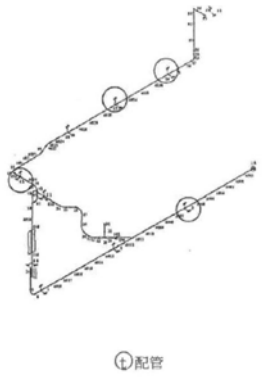
ｑ配管
100A Sch40
ＭＵＷＣ配管



ｒ配管
150A Sch40
80Asch40
ＭＵＷＣ配管

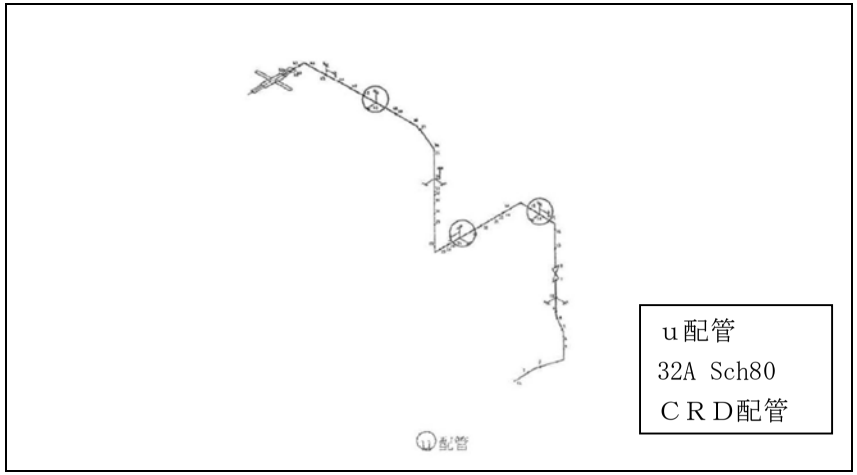


ｓ配管
200A Sch40
ＲＣＷ配管



ｔ配管
200A Sch40
80Asch40
ＲＣＷ配管

実機配管系の解析モデル図（ｕ配管）



配管系の保温材による付加減衰定数

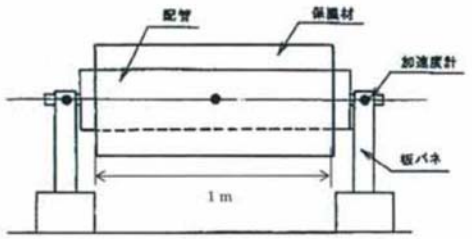
試験体を使用した振動試験から得られた配管系の保温材による付加減衰定数に基づき，設計用減衰定数の検討を行った。

1．試験体

配管口径の異なる 3 種類（ ① 8B(200A)，② 12B(300A)，③20B(500A)）の試験体を用いて振動試験を実施

2．振動試験

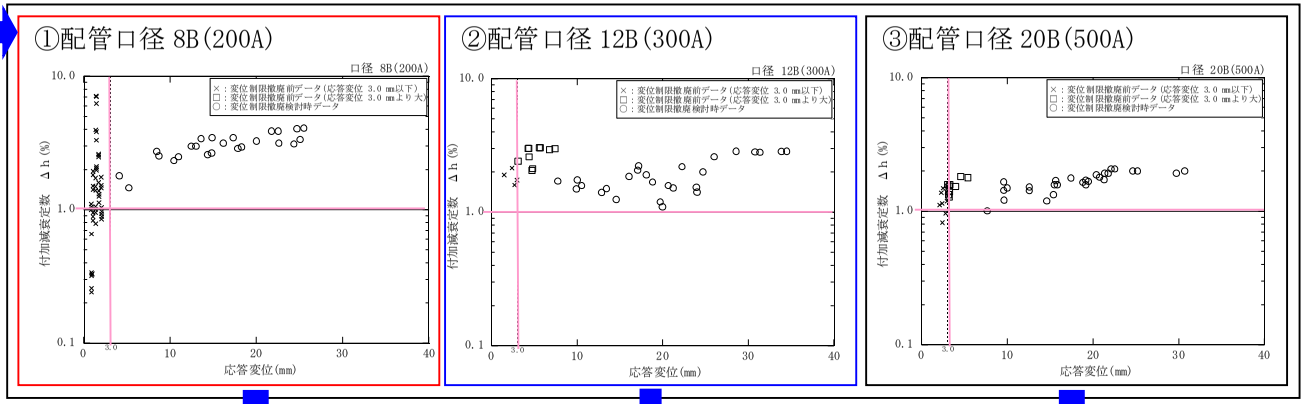
振動試験は保温材有り場合／保温材無しの場合について実施。(保温材厚さ 75 mm)



試験装置の概略図

3．試験結果

(保温材有・無の結果を比較し，保温材が有る場合に付加できる減衰定数(以下「付加減衰定数」という。)と変位との関係を示す。)



4．設計用減衰定数の設定

【試験結果（8B，12B，20B)】

○応答変位 3 mm 以上の領域

保温材によるよる付加減衰定数は 1.0 %以上，応答変位の漸増または一定の値を示す傾向

○応答変位 3 mm 以下の領域（小応答領域）

減衰データにばらつきあり，付加減衰定数 1.0 %以下の場合もある

【設計用減衰定数の設定】

小応答変位領域については，配管上強度問題とならないことから，保温材による付加減衰定数は 1.0 %とする。

※ ただし，本試験において金属保温材が施工されている配管長さは配管全長に対し 40 %を超える割合であったことから，下記の適用条件を設定した。

① 金属保温材が施工されている配管長さが配管全長に対して 40%以下の場合・・・・1.0 %を付加する

② 金属保温材が施工されている配管長さが配管全長に対して 40%を超える場合・・・0.5 %を付加する

添付資料６

水平方向と鉛直方向の動的地震力の二乗和平方根法による組合せについて

1.　概要

今回工認の耐震設計では，これまで静的な取扱いのみであった鉛直方向の地震力について，動的な地震力を考慮することとなるとともに，水平方向及び鉛直方向の動的な地震力による荷重を適切に組み合わせることが必要となる。

従来の水平方向及び鉛直方向の荷重の組合せは，静的な地震力による鉛直方向の荷重には地震継続時間や最大加速度の生起時刻のような時間の概念がなかったことから，水平方向及び鉛直方向の地震力による荷重の最大値同士の絶対値の和としていた（以下「絶対値和法」という。）。

一方，水平方向及び鉛直方向の両者がともに動的な地震力である場合，両者の最大加速度の生起時刻に差があるという実挙動を踏まえると，従来と同じように絶対値和法を用いるのではなく，時間的な概念を取り入れた荷重の組み合わせ法を検討する必要がある。

本資料では，水平方向及び鉛直方向の動的地震力の組合せに関する既往研究[(1)]をもとに，二乗和平方根法（以下「ＳＲＳＳ法（Square Root of the Sum of the Squares)」という。）による組合せ法の妥当性を説明するものである。

なお，ＳＲＳＳ法による組合せは，大間１号炉の既工認において適用実績のある手法である。

2.　東海第二発電所で用いる荷重の組合せ法

東海第二発電所では，静的な地震力による荷重の組合せについては，従来どおり絶対値和法を用いて評価を行う。また，動的な地震力による荷重の組

合せについては，既往知見に基づき，ＳＲＳＳ法を用いて評価を行う。

3. 水平方向及び鉛直方向の地震力による荷重の組合せ法に関する研究の成果

3.1 荷重の組合せ法の概要

絶対値和法とＳＲＳＳ法の概要を以下に示す。

(1) 絶対値和法

本手法は，水平方向及び鉛直方向の地震力による最大荷重（又は応力）※を絶対値和で組み合わせる方法である。

この方法は，水平方向及び鉛直方向の地震力による最大荷重が同時刻に同位相で生じることを仮定しており，組合せ法の中で最も大きな荷重を与える。本手法は，主に地震力について時間の概念がない静的地震力による荷重の組合せに使用する。

組合せ荷重（又は応力）＝$|M_H|_{max}+|M_V|_{max}$

M_H：水平方向地震力による荷重（又は応力）

M_V：鉛直方向地震力による荷重（又は応力）

(2) ＳＲＳＳ法

本手法は，水平方向及び鉛直方向の地震力による最大荷重（又は応力）※を二乗和平方根で組み合わせる方法である。

この方法は，水平方向及び鉛直方向の地震力による最大荷重の生起時刻に時間的なずれがあるという実挙動を考慮しており，水平方向及び鉛直方向地震動の同時入力による時刻歴応答解析との比較において平均的な荷重を与える。本手法は，動的な地震力による荷重の組合せに使用する。

組合せ荷重（又は応力）$=\sqrt{(M_H)_{max}^2+(M_V)_{max}^2}$

M_H：水平方向地震力による荷重（又は応力）

M_V：鉛直方向地震力による荷重（又は応力）

※：荷重の段階で組み合わせる場合と，荷重による発生した応力の段階で組み合わせる場合がある。応力の段階で組み合わせる場合は，その妥当性を確認した上で用いる。

（補足）荷重または応力による組合せについて

水平方向及び鉛直方向の動的地震力をＳＲＳＳ法で組み合わせる際，評価対象の機器の形状や部位に応じて荷重の段階で組み合わせる場合と，荷重により発生した応力の段階で組み合わせる場合がある。ここでは，その使い分けについて具体例を用いて説明する。

Ａ．荷重の段階で組合せを行う場合

横形ポンプの基礎ボルトの引張応力の評価を例とすると，以下の式で示すように水平方向地震力と鉛直方向地震力の組合せは，荷重である水平方向地震力によるモーメント（$m \cdot g \cdot C_H \cdot h$）と鉛直方向地震力によるモーメント（$m \cdot g \cdot C_V \cdot l_1$）を組み合わせる。

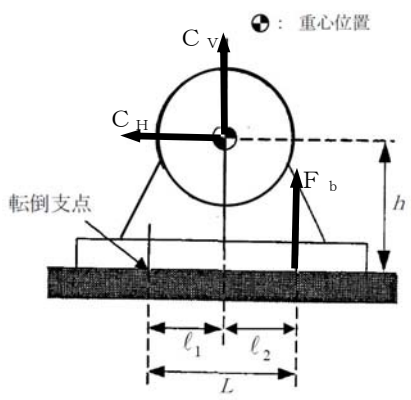
本手法については，非同時性を考慮する地震荷重についてのみＳＲＳＳしており，実績のある妥当な手法である。

【絶対値和法】

$$Fb = \frac{1}{L} \{ m g (C_H h + C_V l_1) + m g Cp(h + l_2) + Mp - mg l_1 \}$$

【ＳＲＳＳ法】

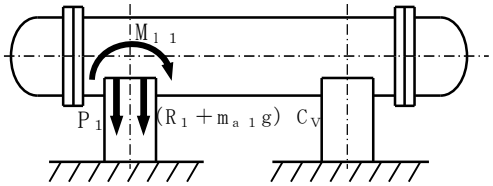
$$Fb = \frac{1}{L} \{ m g \sqrt{ (C_H h)^2 + (C_V l_1)^2 } + m g Cp(h + l_2) + Mp - mg l_1 \}$$



F_b：基礎ボルトに生じる引張力
C_H：水平方向震度
C_V：鉛直方向震度
C_P：ポンプ振動による震度
g：重力加速度
h：据付面から重心までの距離
l_1, l_2：重心と基礎ボルト間の水平方向距離
L：支点としている基礎ボルトより最大引張応力がかかる基礎ボルトまでの距離
m：機器の運転時質量

Ｂ．応力による組合せを行う場合

横置円筒形容器の脚部の組合せ応力の評価を例とすると，脚部には水平方向地震力による曲げモーメントM_{l1}及び鉛直方向荷重P_1，鉛直方向地震力による鉛直荷重（$R_1+m_{a1}g$）C_Vが作用する。（図Ｂ－１）



図Ｂ－１　横置円筒系容器の脚部に作用する荷重

水平方向地震力による応力σ_{s2}及び鉛直方向地震力による応力σ_{s4}は式Ｂ－１及び式Ｂ－２で表され，脚部の組合せ応力の評価の際は，これらの応力をＳＲＳＳ法により組み合わせて式Ｂ－４を用いて評価を行う。

$$\sigma_{S2} = \frac{M_{l1}}{Z_{sy}} + \frac{P_1}{A_s} \quad \cdots（式Ｂ－１）$$

σ_{S2}：水平方向地震により脚部に生じる曲げ及び圧縮応力の和
M_{l1}：水平方向地震力により脚底面に作用する曲げモーメント
P_1：水平方向地震力により胴の脚付け根部に作用する鉛直方向荷重
Z_{sy}：脚部の断面係数
A_s：脚部の断面積

$$\sigma_{S4} = \frac{R_1+m_{S1}g}{A_s} C_V \quad \cdots（式Ｂ－２）$$

σ_{S4}：鉛直方向地震力により生じる圧縮応力
R_1：脚部が受ける自重による荷重
m_{a1}：脚部の質量

【絶対値和法】

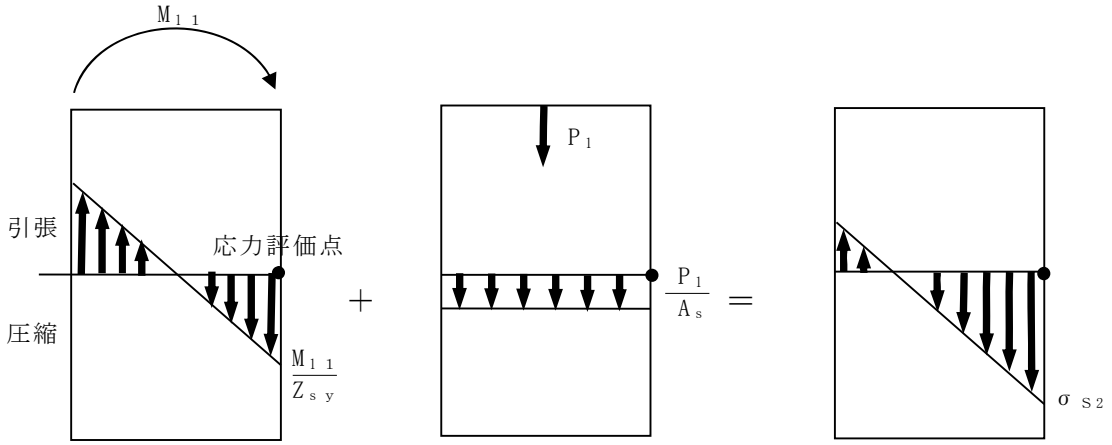
$$\sigma_{S1}=\sqrt{(\sigma_{S1}+\sigma_{S2}+\sigma_{S4})^2+3\tau_{S2}^2} \quad \cdots（式Ｂ－３）$$

【ＳＲＳＳ法】

$$\sigma_{S1}=\sqrt{(\sigma_{S1}+\sqrt{(\sigma_{S2}^2+\sigma_{S4}^2)})^2+(3\tau_{S2}^2)} \quad \cdots（式Ｂ－４）$$

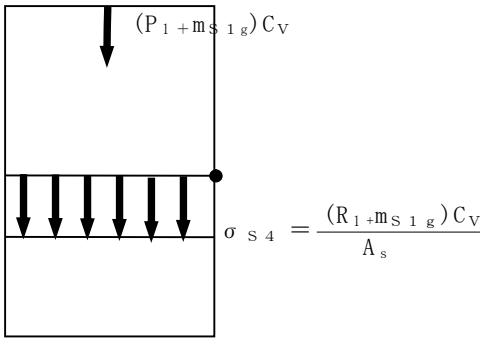
σ_{S1}：水平方向地震力及び鉛直方向地震力が作用した場合の脚部の組合せ応力
σ_{S1}：運転時質量により脚部に生じる圧縮応力
τ_{S2}：水平方向地震力により脚に生じるせん断応力

ここで，水平方向地震力による応力σ_{S2}及び鉛直方向地震力による圧縮応力σ_{S4}は図Ｂ－２の示すように，ともに脚部の外表面の応力を表すものであり，脚部の同一評価点，同一応力成分であることから，これらの組合せをＳＲＳＳ法により行うことは妥当である。



(ア)曲げによる応力　　(イ)圧縮による応力　　(ウ)曲げ＋圧縮による応力

(a)水平地震力による応力評価点の応力



(b)鉛直地震力による応力評価点の応力

図Ｂ－２　横置円筒形容器の脚部に作用する地震力による応力概念図

3.2　ＳＲＳＳ法の妥当性

既往研究では，実機配管系に対して，水平及び鉛直地震動による最大荷重をＳＲＳＳ法により組み合わせた場合と水平及び鉛直方向地震動の同時入力による時刻歴応答解析法により組み合わせた場合との比較検討を以下の通り行っている。

(1)　解析対象配管系モデル

解析対象とした配管は，代表プラントにおける原子炉格納容器内の配管系で給水系（ＦＤＷ）×2 本，残留熱除去系（ＲＨＲ）及び主蒸気系（ＭＳ）の計 4 本の配管モデルである。当該配管系は，耐震Ｓクラスに分類されるものである。

(2)　入力地震

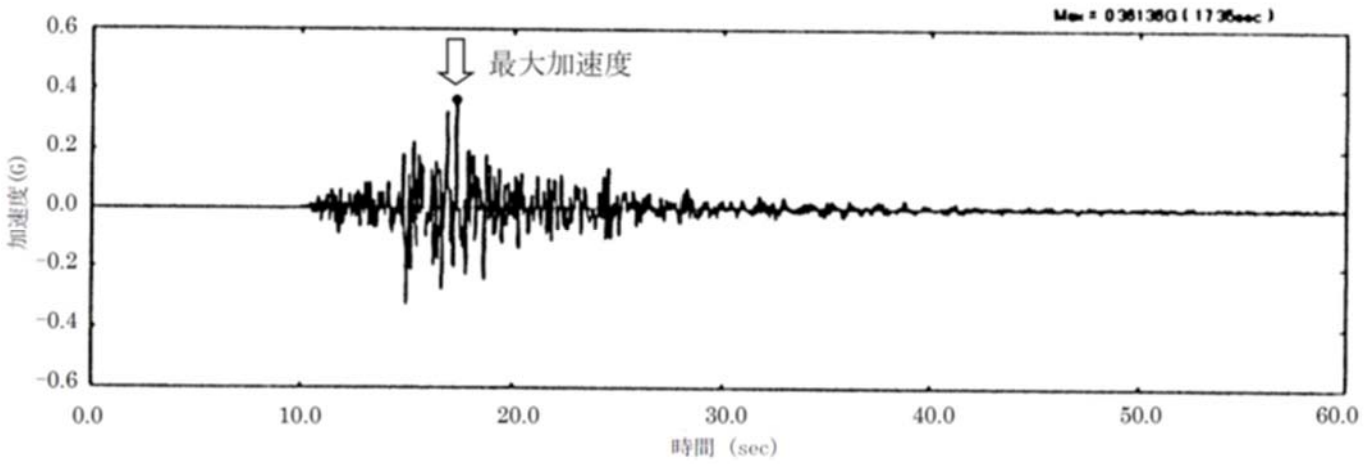
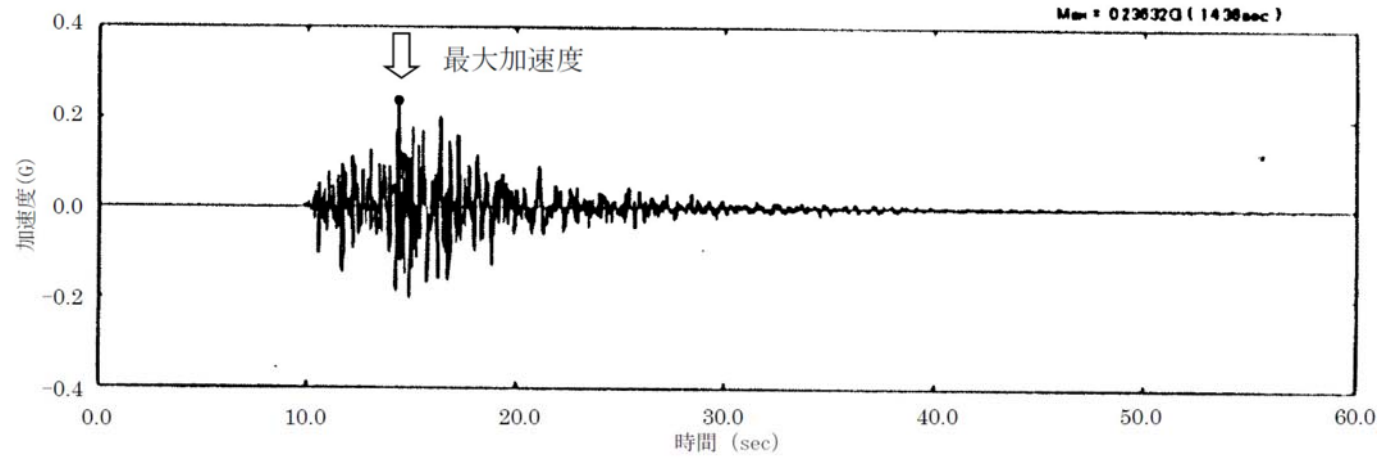
解析に用いた入力地震動は，地震動の違いによる影響を確認するため，兵庫県南部地震（松村組観測波），人工波及びエルセントロ波の 3 波を用いた。機器・配管系への入力地震動となる原子炉建屋中間階の応答波の例を第 6-1 図から第 6-3 図に示す。

(3)　解析結果

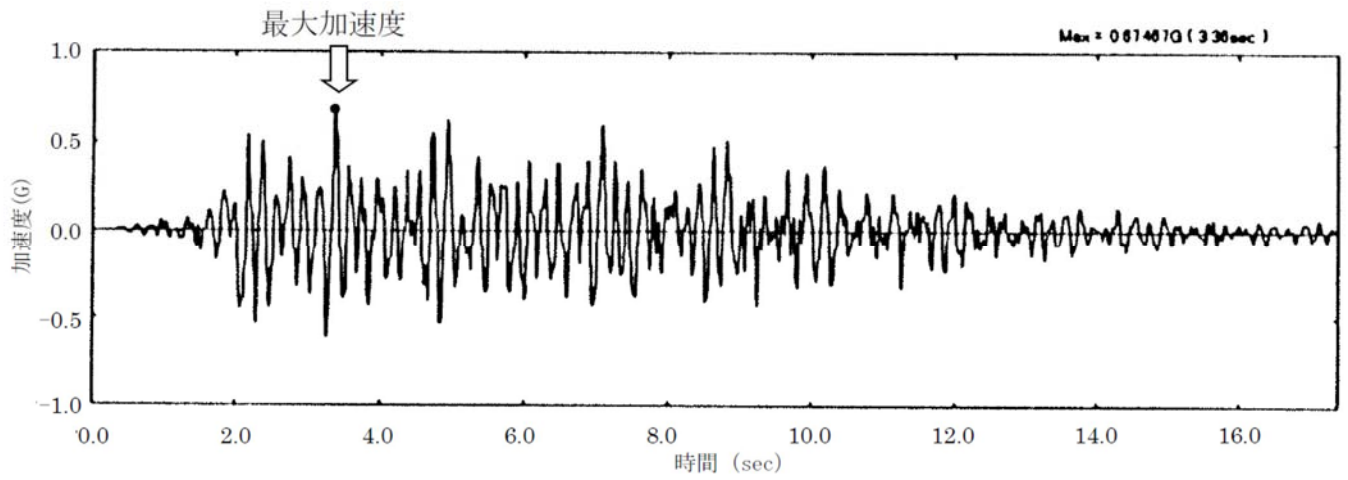
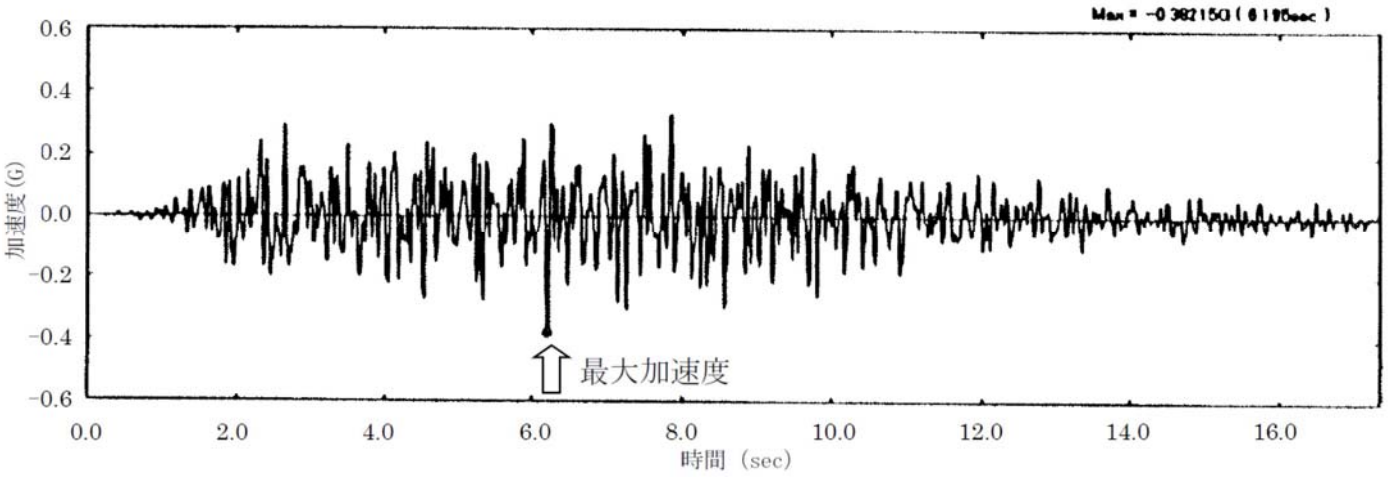
解析結果を第 6-4 図から第 6-7 図に示す。第 6-4 図から第 6-7 図は，水平方向及び鉛直方向の応力に対して，同時入力による時刻歴応答解析法及びＳＲＳＳ法により組み合わせた結果をまとめたものであり，参考までに絶対値和法による結果も併記した。

第 6-4 図から第 6-7 図より，いずれの配管系においても最大応力発生点においては，時刻歴応答解析法に対してＳＲＳＳ法の方が約 1.1 倍から約 1.4 倍の比率で上回る結果となった。最大応力発生点におけるＳＲＳＳ法と同時入力による時刻歴応答解析との評価結果の比較を第 6-1 表に示す。また，最大応力発生点の部位を第 6-8 図から第 6-11 図に示す。

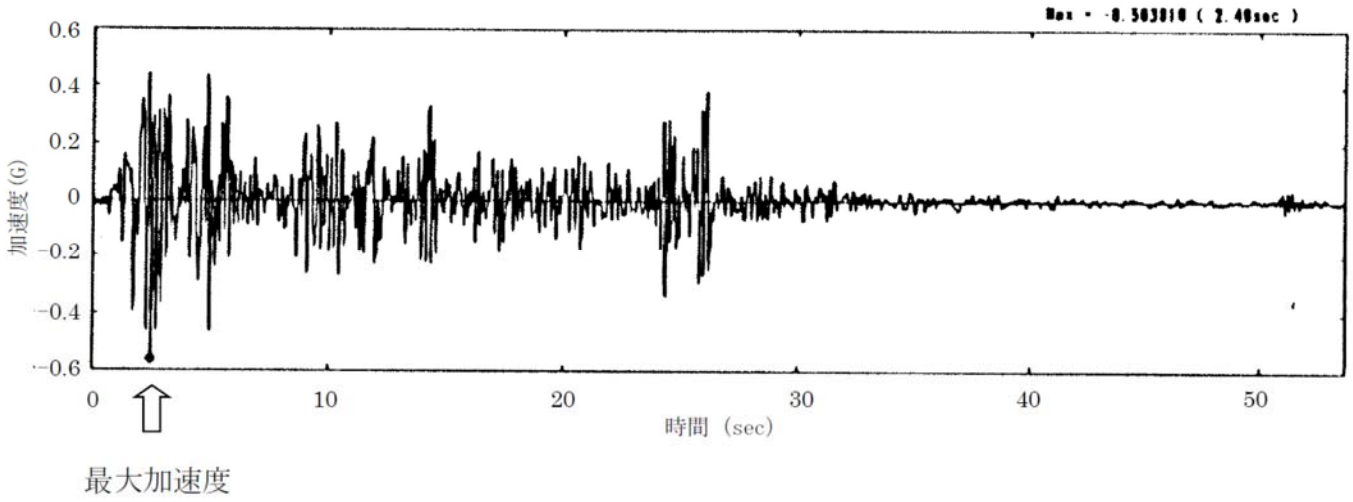
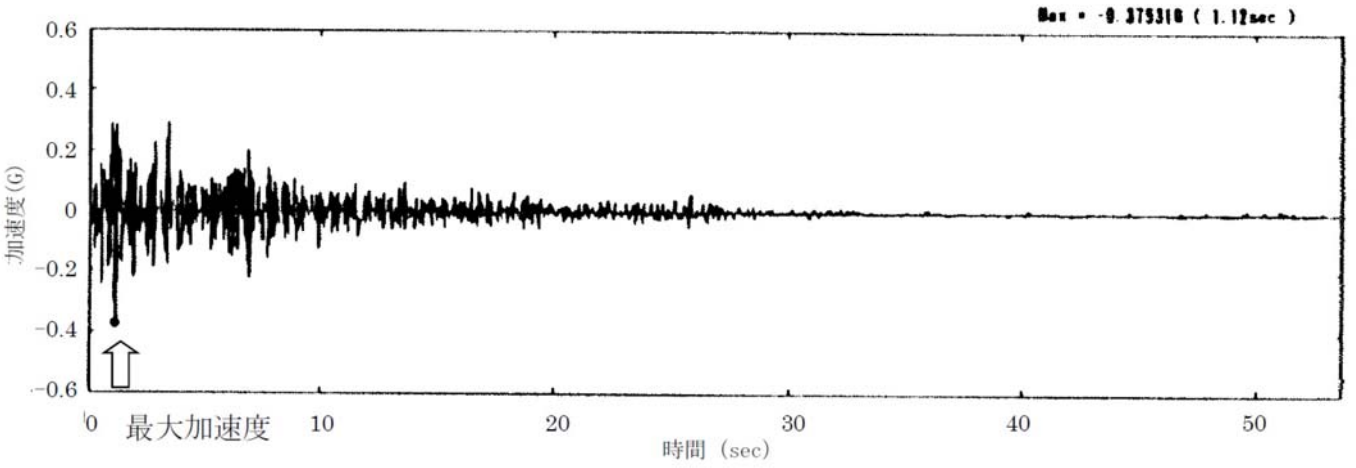
さらに，配管系全体の傾向を確認するため，配管系の主要な部位における発生応力の比較を第 6-12 図に示す。第 6-12 図は，第 6-4 図から第 6-7 図に基づき，各配管モデルの節点の応力値をプロットしたものである。第 6-12 図より，ＳＲＳＳ法は発生応力の低い領域では同時入力による時刻歴応答解析法に対して平均的な結果を与え，発生応力の増加に伴い保守的な結果を与える傾向にあることが確認できる。

地震の種類	方向	地震波
兵庫県南部地震 （松村組観測波）	水平	
	鉛直	

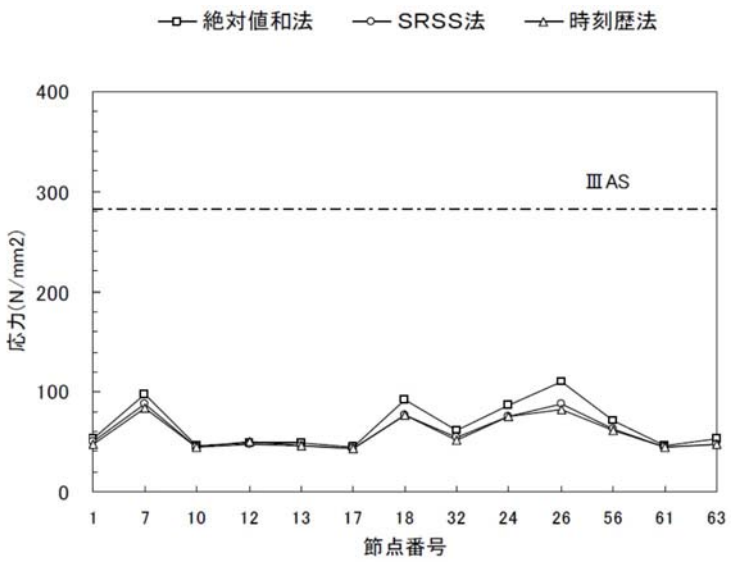
第 6-1 図　機器・配管系への入力地震動（兵庫県南部地震）

地震の種類	方向	地震波
人工波	水平	
	鉛直	

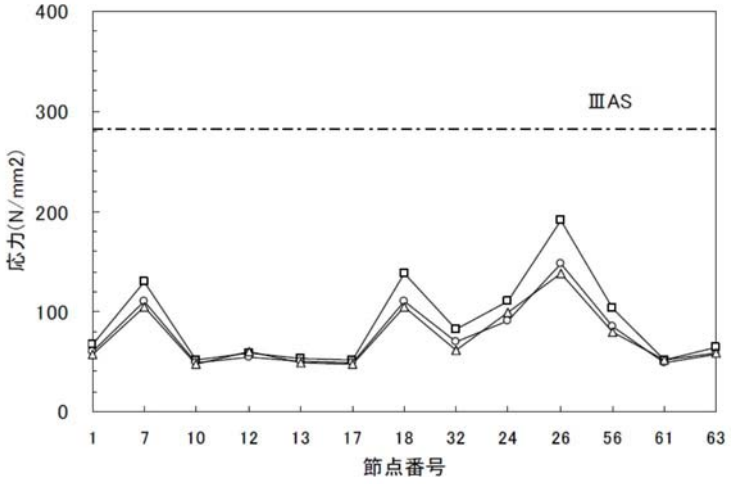
第 6-2 図　機器・配管系への入力地震動（人工波）

地震の種類	方向	地震波
エルセントロ波	水平	
	鉛直	

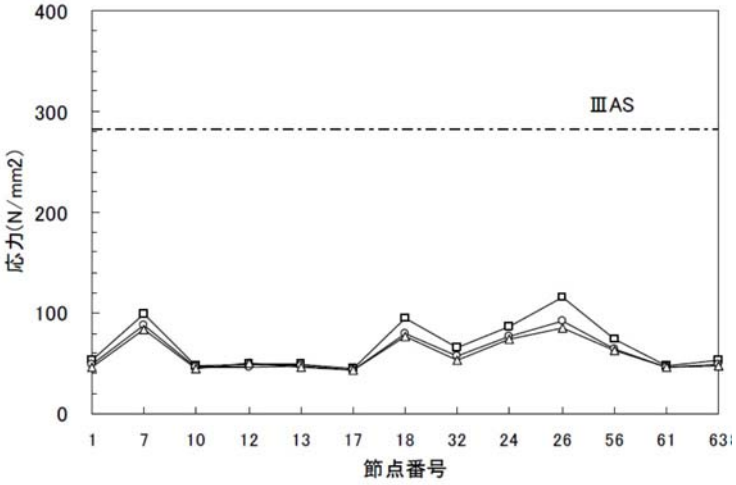
第 6-3 図　機器・配管系への入力地震動（エルセントロ波）



兵庫県南部地震（松村組観測波）

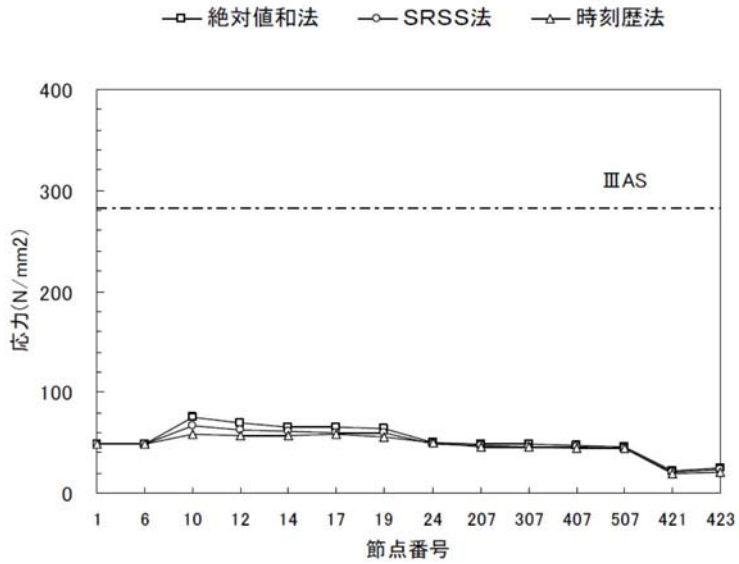


人工波

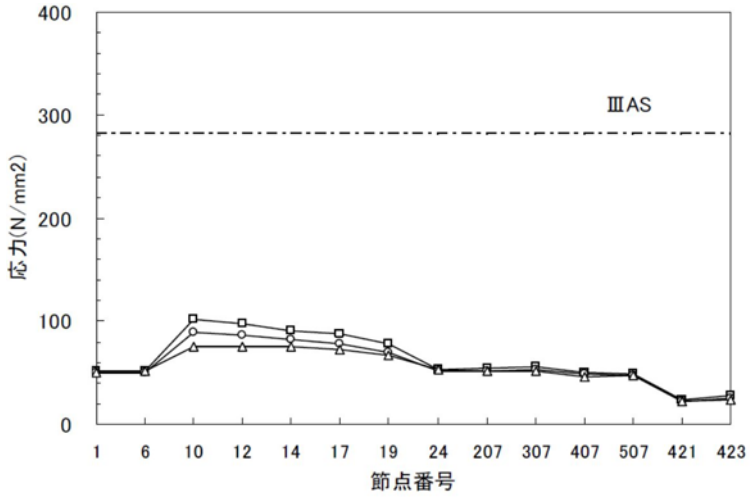


エルセントロ波

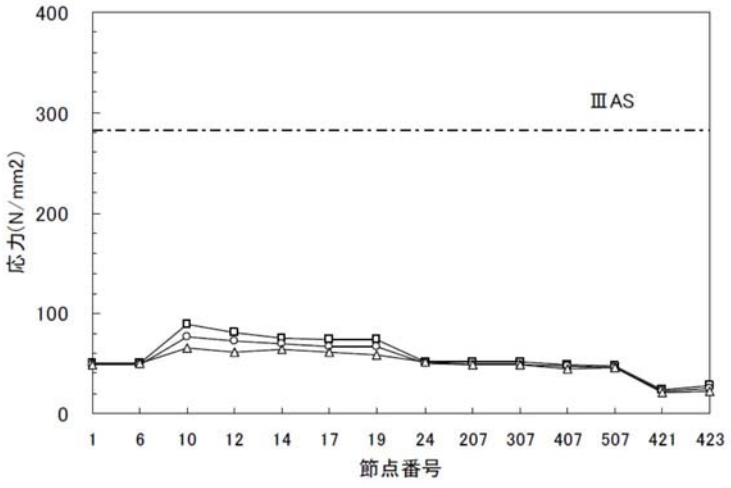
第 6-4 図　主要な部位における発生応力（FDW-001　Aプラント）



兵庫県南部地震（松村組観測波）

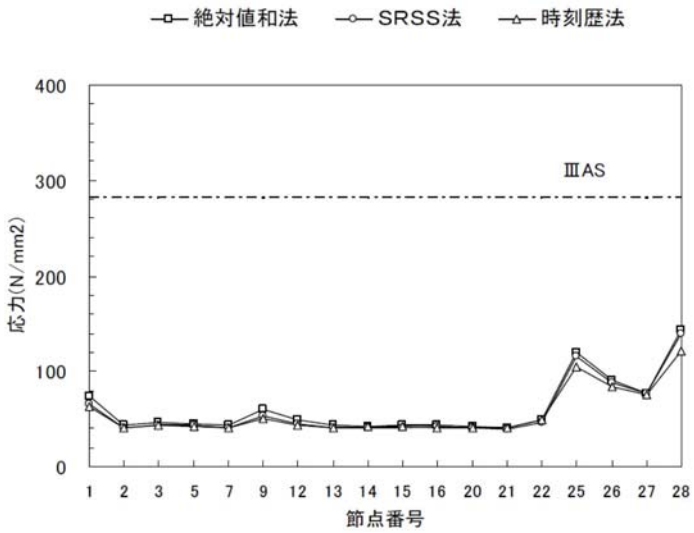


人工波

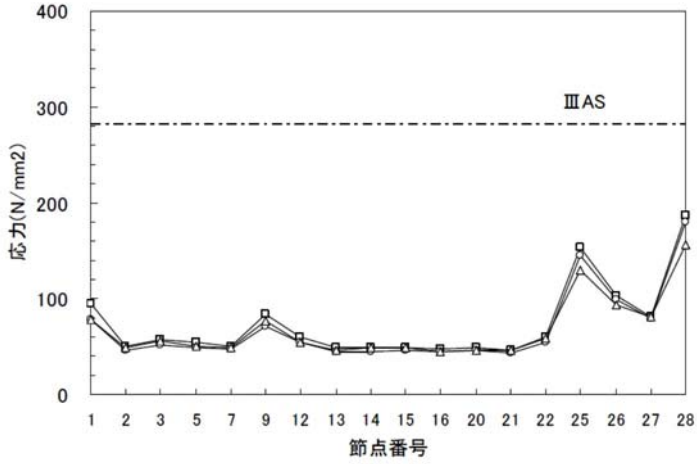


エルセントロ波

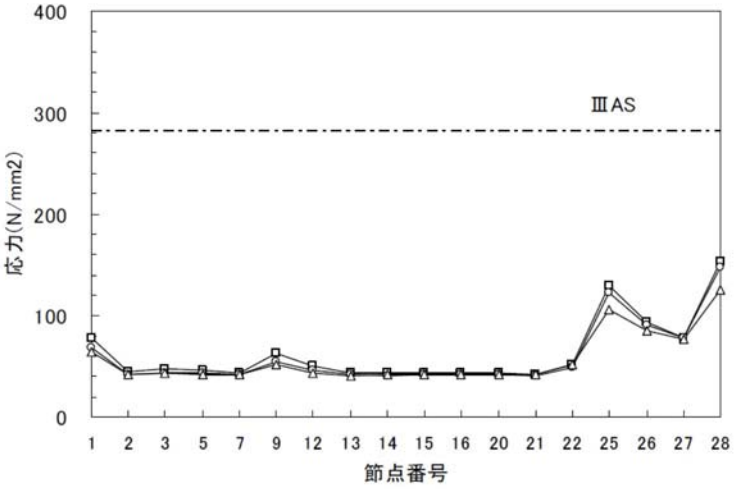
第6-5図　主要な部位における発生応力（MS-001　Aプラント）



兵庫県南部地震（松村組観測波）

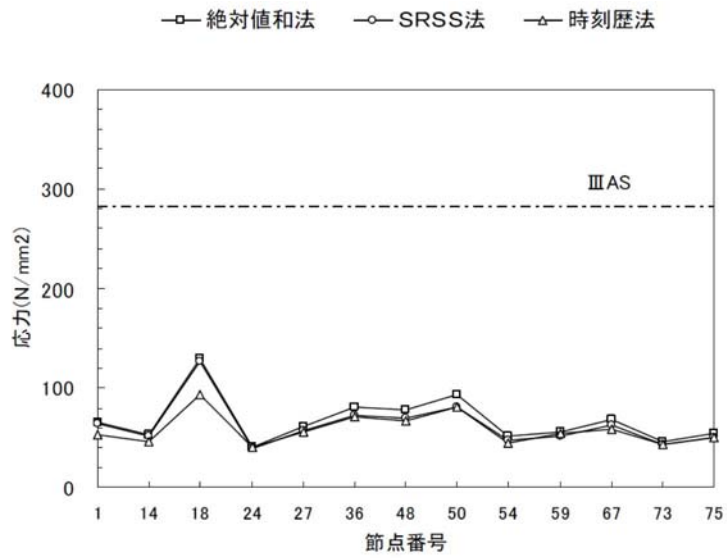


人工波

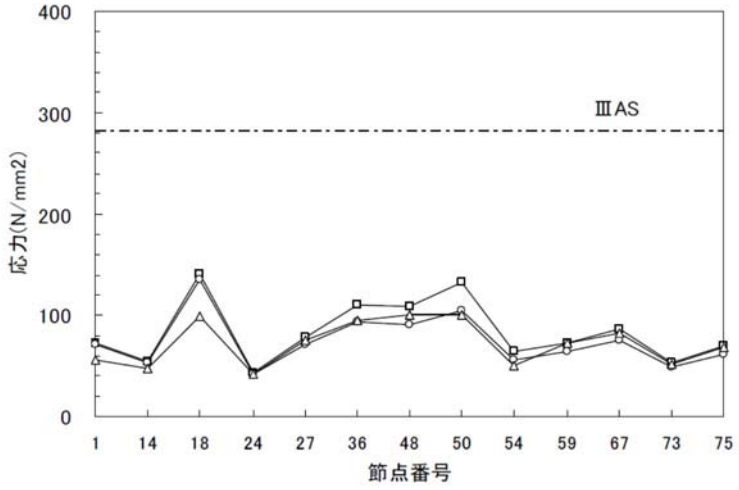


エルセントロ波

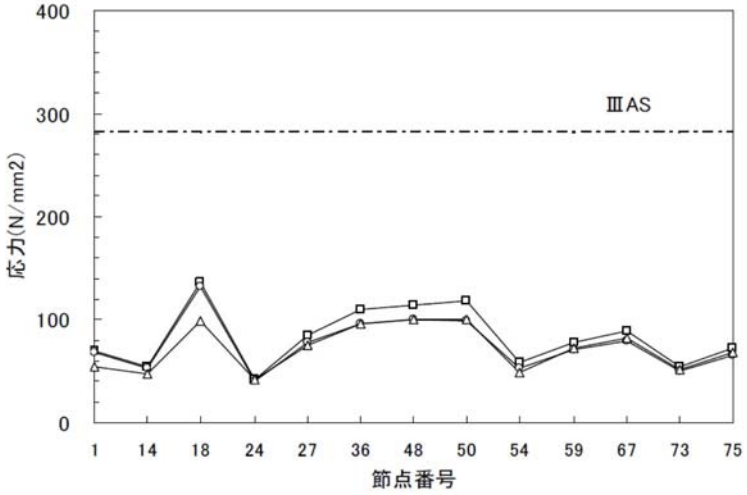
第 6-6 図　主要な部位における発生応力（RHR-001　Aプラント）



兵庫県南部地震（松村組観測波）



人工波



エルセントロ波

第 6-7 図　主要な部位における発生応力（FDW-001　Bプラント）

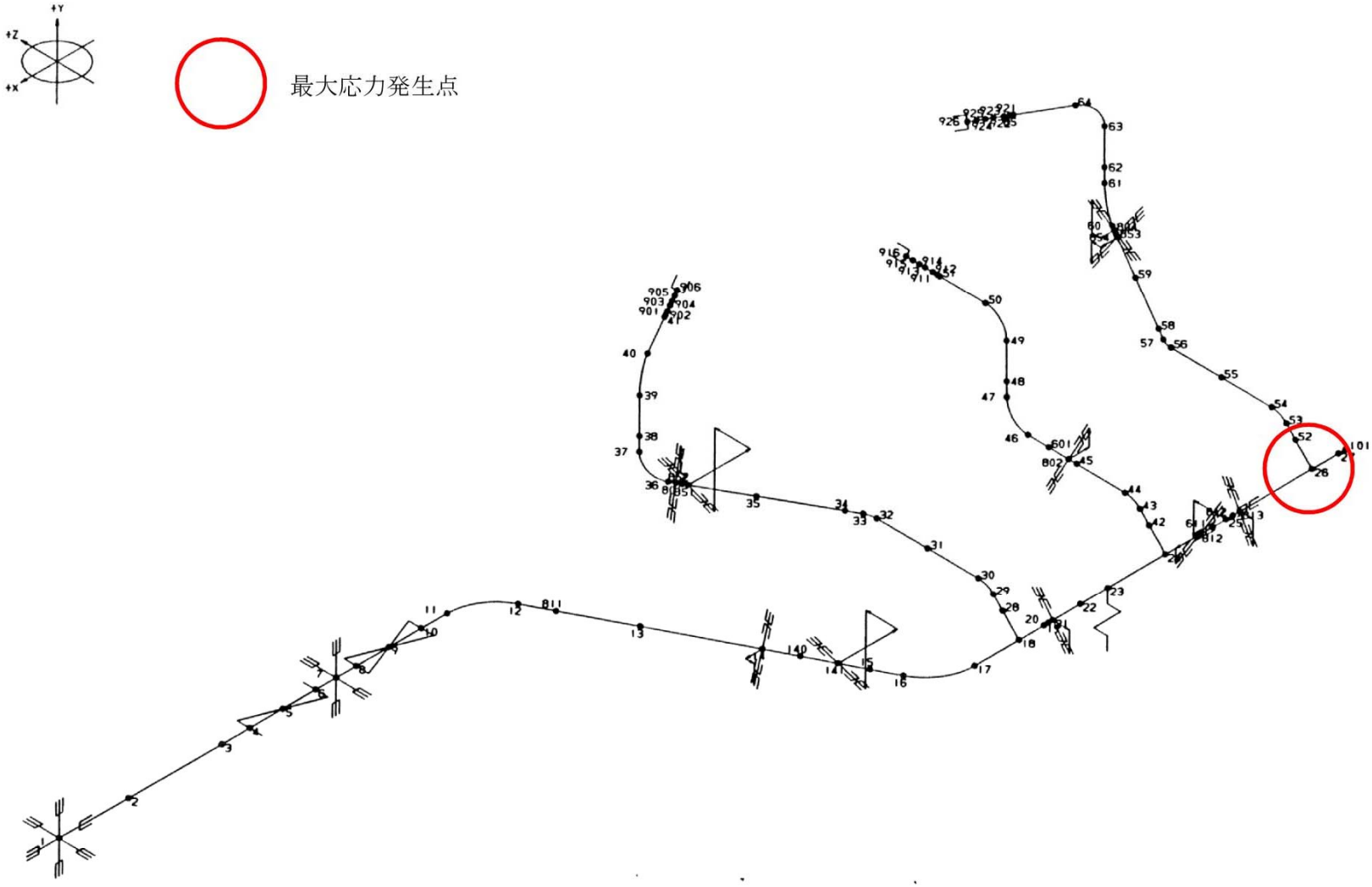
第6-1表　ＳＲＳＳ法と同時入力による時刻歴応答解析法との比較（最大応力発生点）

解析対象配管	入力地震波	最大応力発生点	ＳＲＳＳ/同時入力
FDW-001 （Ａプラント）	松村組観測波	分岐部(節点No26)	1.08
	人工波	分岐部(節点No26)	1.08
	エルセントロ波	分岐部(節点No26)	1.08
MS-001 （Ａプラント）	松村組観測波	分岐部(節点No10)	1.15
	人工波	分岐部(節点No10)	1.20
	エルセントロ波	分岐部(節点No10)	1.18
RHR-001 （Ａプラント）	松村組観測波	拘束点(節点No28)	1.15
	人工波	拘束点(節点No28)	1.15
	エルセントロ波	拘束点(節点No28)	1.18
FDW-001 （Ｂプラント）	松村組観測波	拘束点(節点No18)	1.35
	人工波	拘束点(節点No18)	1.37
	エルセントロ波	拘束点(節点No18)	1.34

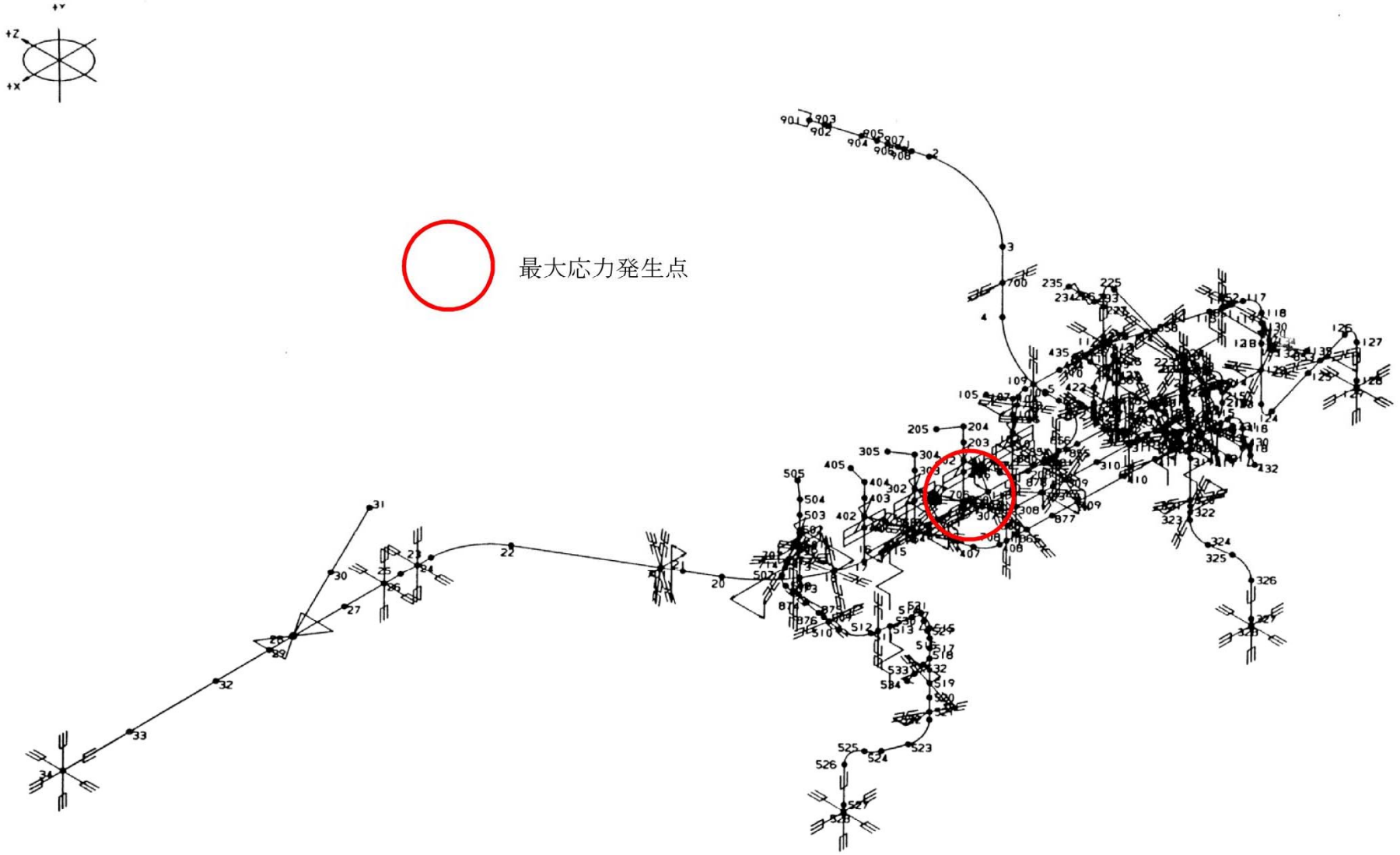
FDW：給水系配管

MS：主蒸気系配管

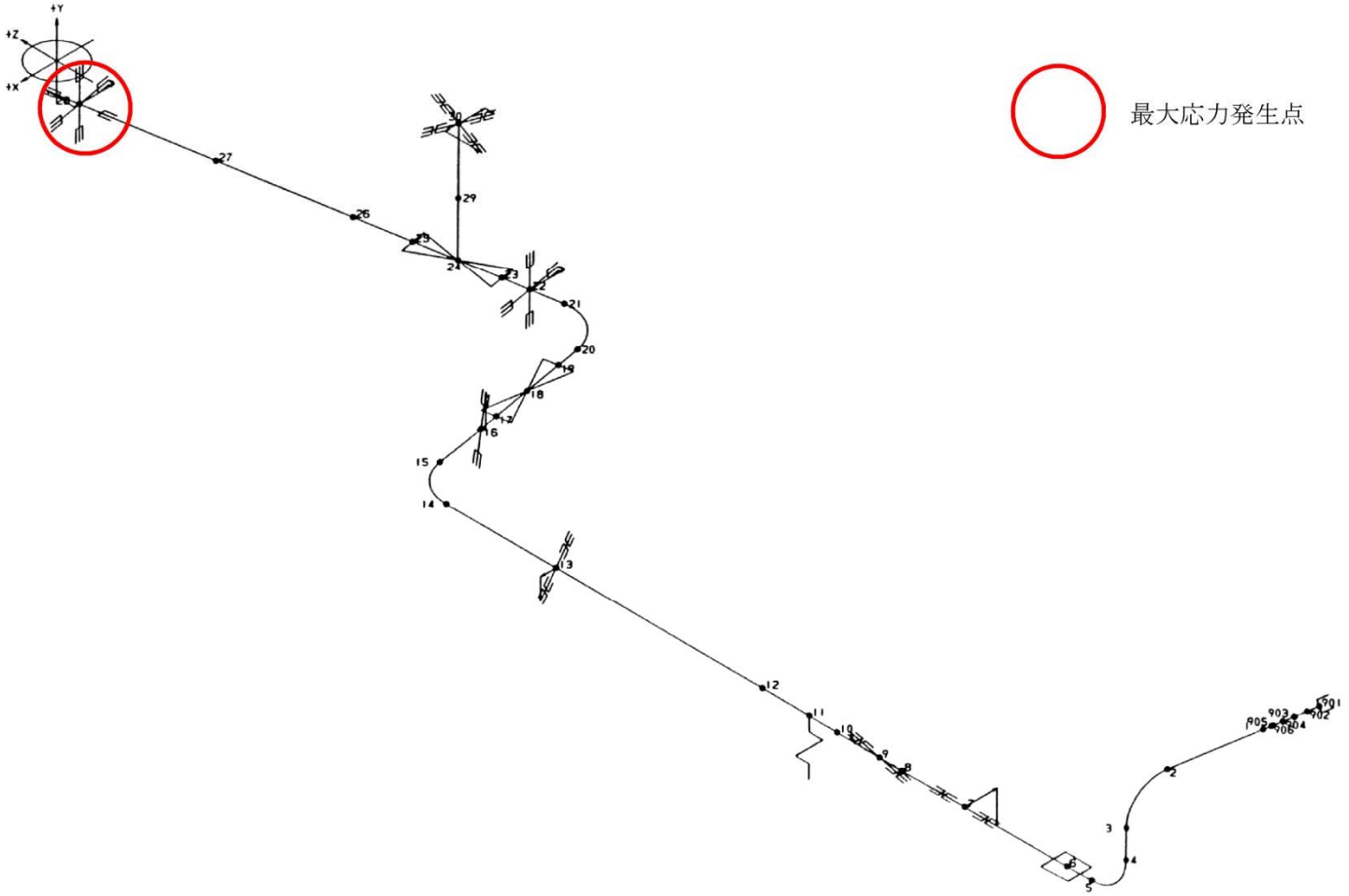
RHR：残留熱除去系配管



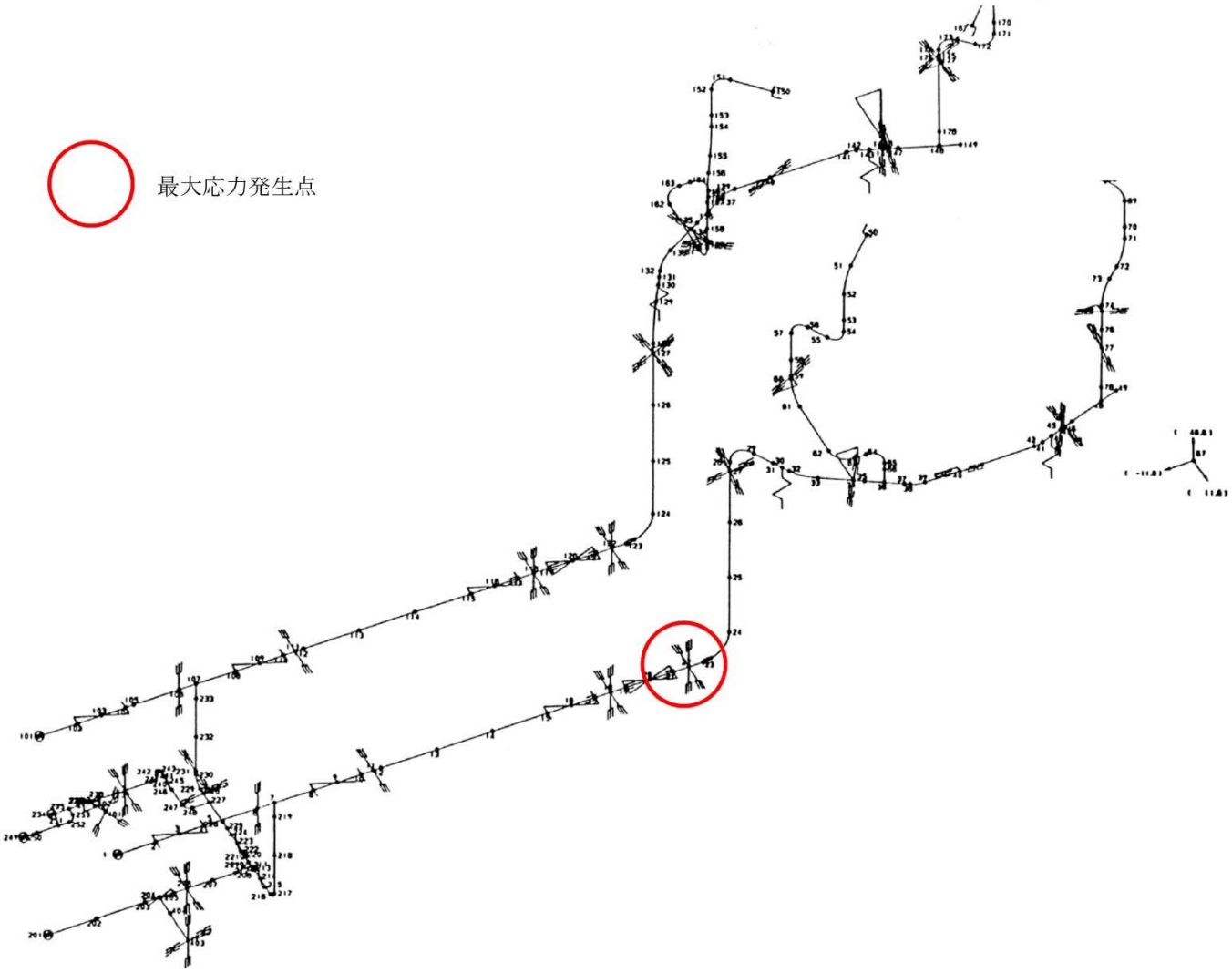
第6-8図　給水系配管（FDW-001　Aプラント）



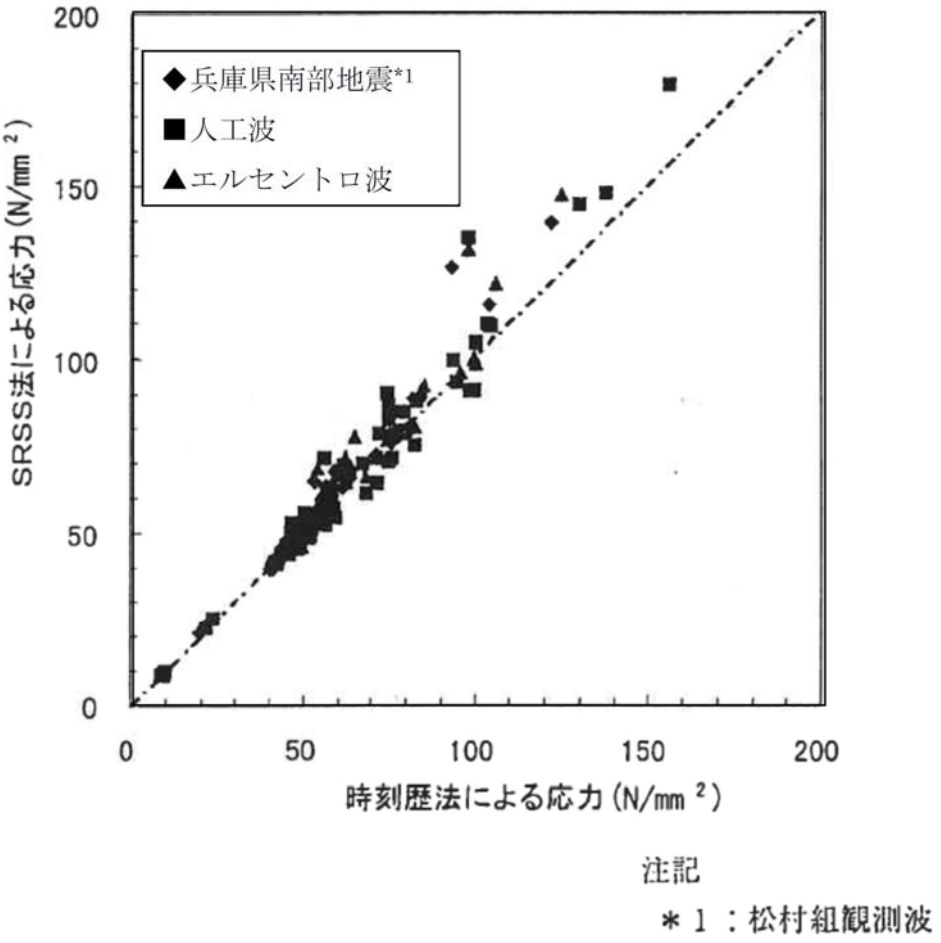
第6-9図　主蒸気系配管（MS-001　Aプラント）



第6-10図　残留熱除去系配管（RHR-001　Aプラント）



第6-11図　給水系配管（PDW-001　Bプラント）

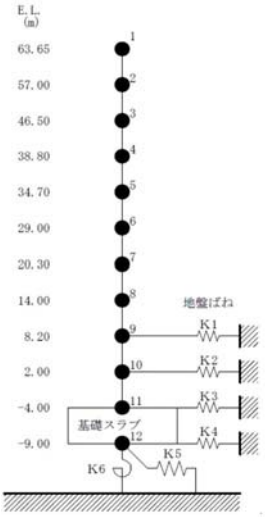


第 6-12 図　ＳＲＳＳ法による応力と時刻歴応答解析による応力の比較（主要部位）

4. 東海第二発電所における水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差について

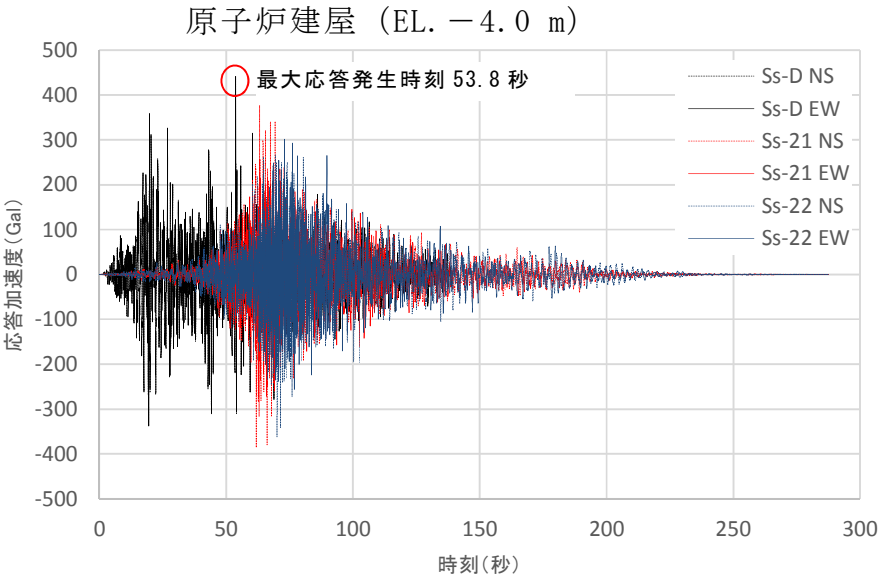
東海第二発電所における水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差について，原子炉建屋を例に，原子炉建屋の施設の耐震性評価において主要な地震動である基準地震動Ｓ$_{s}$－Ｄ，Ｓ$_{s}$－21 及びＳ$_{s}$－22 に対する水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差を確認した。ここで，機器・配管系の耐震評価に用いる水平方向の設計用震度は，全ての地震動に対する南北方向と東西方向の最大応答加速度を包絡した値を用いることを踏まえ，水平方向の最大応答値の生起時刻については，基準地震動Ｓ$_{s}$－Ｄ，Ｓ$_{s}$－21 及びＳ$_{s}$－22 における南北方向及び東西方向を通じた最大応答加速度の生起時刻を用いた。なお，基準地震動Ｓ$_{s}$－31 は，水平方向に卓越する応答を示すものの，他検討に用いる基準地震動Ｓ$_{s}$に比べて地震継続時間が短く，鉛直方向の最大応答値の生起時刻との差が開く方向になるため，本検討には用いていない（詳細は別紙 2 参照）。

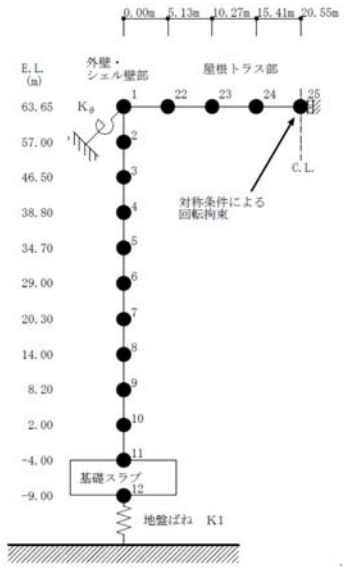
第 6-13 図及び第 6-2 表に示すように，水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻には約 0.9 秒～約 41 秒の差があり，東海第二発電所においても水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻には差があることを確認した。



原子炉建屋モデル

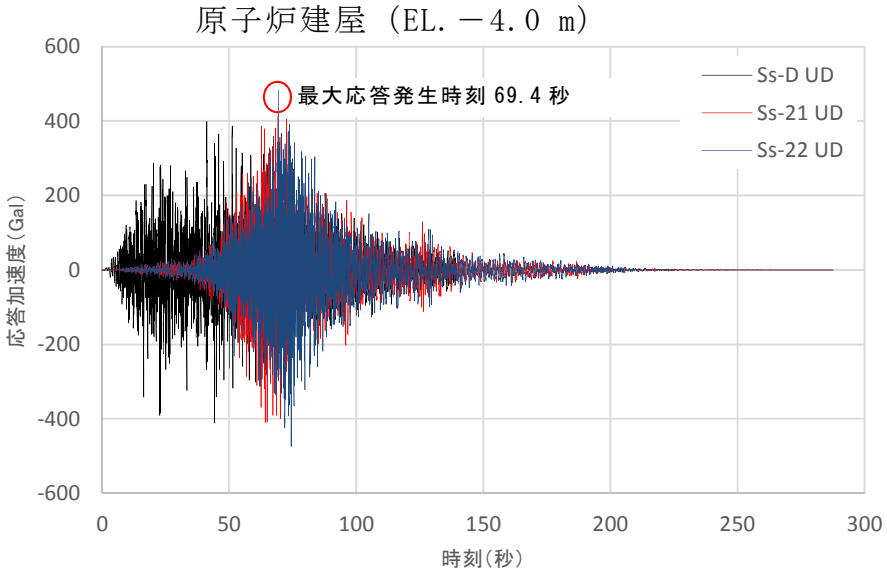
（水平方向）





原子炉建屋モデル

（鉛直方向）



第 6-13 図　原子炉建屋の応答値（EL.-4.0 m の例）

第 6-2 表　最大応答値の生起時刻の差

位置 （m）	最大応答値の生起時刻（秒）		生起時刻の差（秒）
	水平方向	鉛直方向	
63.65	73.0	68.6	4.4
57.00	61.9	68.6	6.7
46.50	61.9	61.0	0.9
38.80	19.9	61.0	41.1
34.70	73.0	61.0	12.0
29.00	20.0	61.0	41.0
20.30	63.3	68.7	5.4
14.00	63.3	68.7	5.4
8.20	53.8	74.5	20.7
2.00	53.8	74.5	20.7
-4.00	53.8	69.4	15.6
-9.00	53.8	69.4	15.6

5.　まとめ

以上から，東海第二発電所では，水平方向及び鉛直方向の動的な地震力の荷重の組合せ法としてＳＲＳＳ法を用いることとする。

6.　参考文献

(1) 電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究（ステップ２)」（平成 7 年～平成 10 年）

7.　別紙

別紙 1 東北地方太平洋沖地震による東海第二発電所の水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差について

別紙 2 東海第二発電所における水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差について（補足説明）

東北地方太平洋沖地震による東海第二発電所の水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差について

1. はじめに

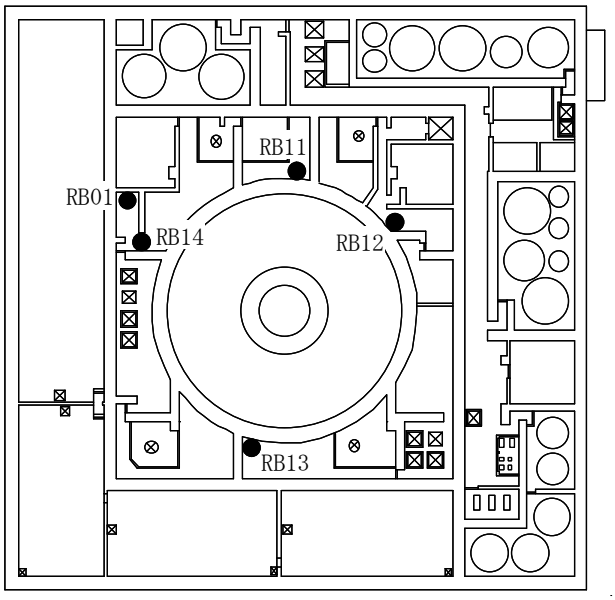
東海第二発電所では，平成 23 年 3 月 11 日に東北地方太平洋沖地震による観測記録が得られている。本資料では，東北地方太平洋沖地震による東海第二発電所の水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差について参考として確認する。

2. 確認結果

別表 6-1 に示すように，東海第二発電所において観測された実地震についても，水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻には 0.6 秒及び 4.2 秒の差があることが確認された（地震計の設置位置を別図 6-1 に，観測された加速度時刻歴波形を別図 6-2 に示す。）。また，最大応答値の生起時刻の差が比較的小さな EW-UD の生起時刻の差 0.6 秒について，別図 6-3 にて水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻には差があることを確認した。

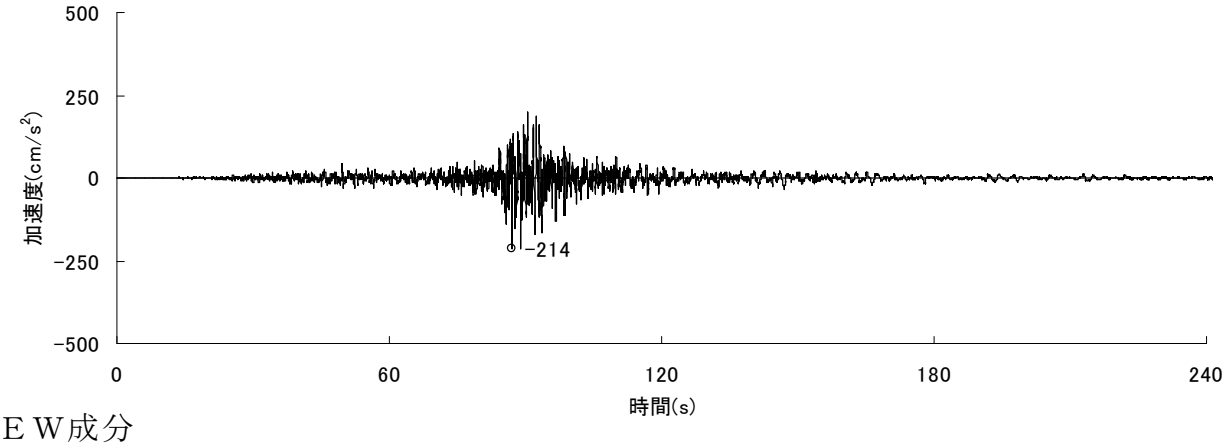
別表 6-1 東北地方太平洋沖地震の観測記録における最大応答値の生起時刻の差

位置（m）	最大応答値の生起時刻（秒）			生起時刻の差（秒）	
	南北方向 (NS)	東西方向 (EW)	鉛直方向 (UD)	NS-UD	EW-UD
-4.0 (RB01)	87.0	91.8	91.2	4.2	0.6

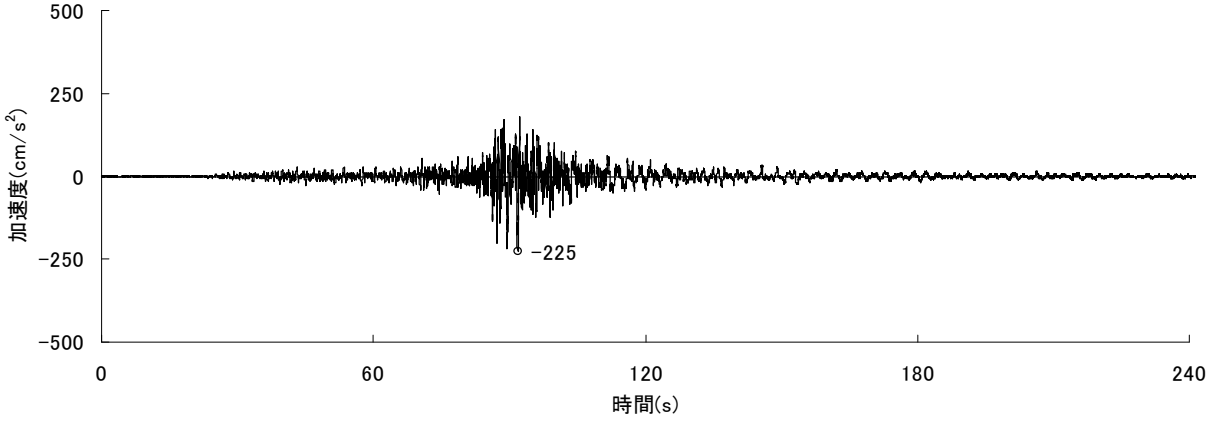


別図 6-1　原子炉建屋基礎上（EL.－4.0 m）　地震計設置位置

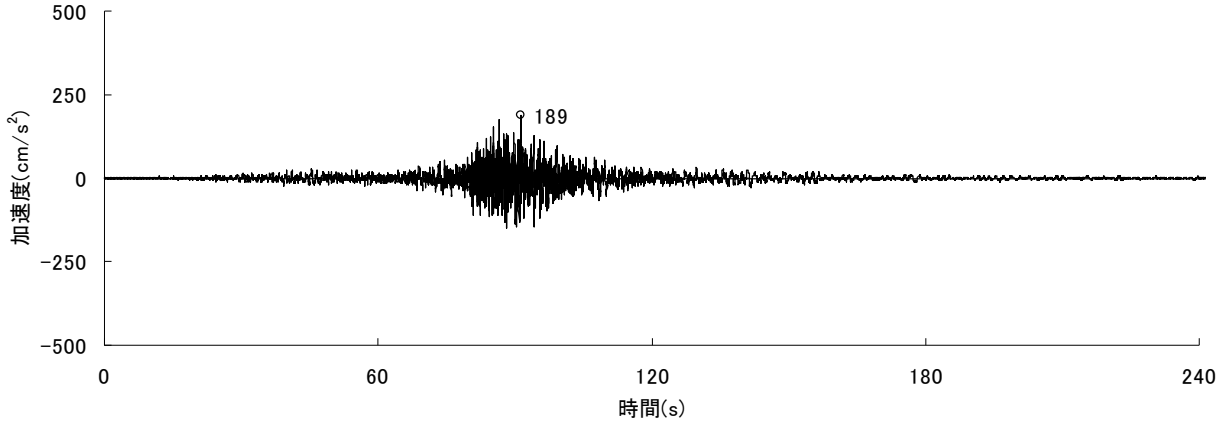
ＮＳ成分



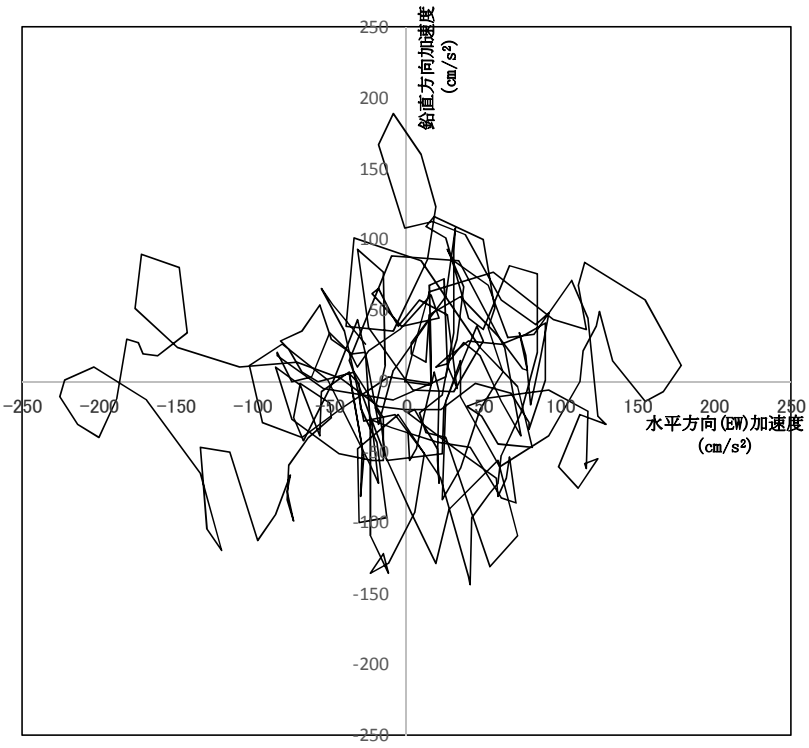
ＥＷ成分



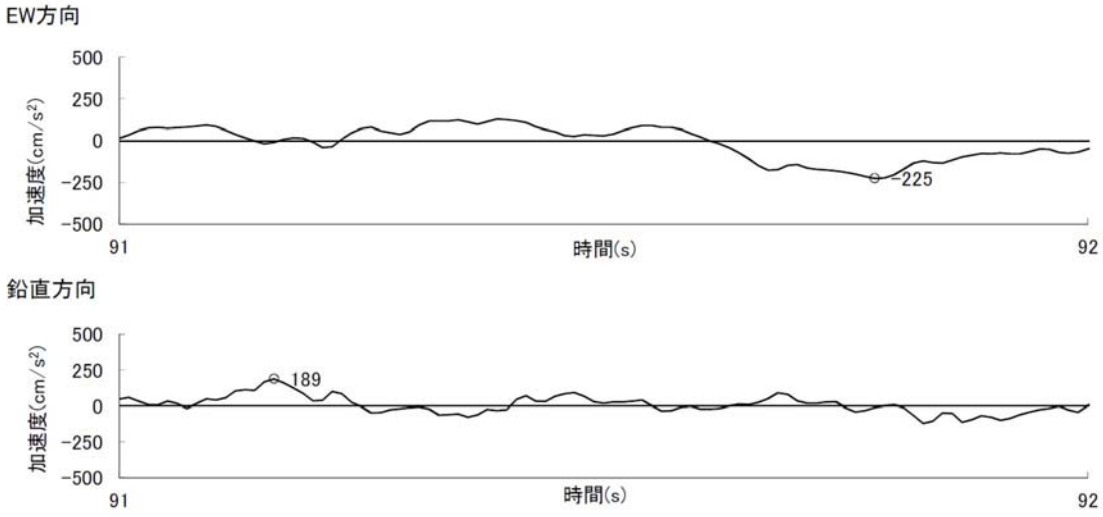
ＵＤ成分



別図 6-2　原子炉建屋基礎上（EL.－4.0 m）RB01 の観測記録加速度時刻歴波形



原子炉建屋基礎上（EL.－4.0 m）RB01 のリサージュ波形（９０秒から９３秒）



原子炉建屋基礎上（EL.－4.0 m）RB01 の観測記録加速度時刻歴波形（９１秒から９２秒）

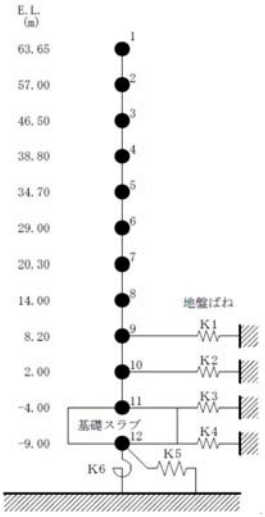
別図 6-3　最大応答値(EW-UD)における生起時刻の差

東海第二発電所における水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差について（補足説明）

本資料では東海第二発電所における水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差について，４項で選定した基準地震動Ｓｓ－Ｄ，Ｓｓ－21 及びＳｓ－22 の３波に加えて，基準地震動Ｓｓ－31 も加えた場合の水平方向及び鉛直方向の生起時刻の差について説明する。

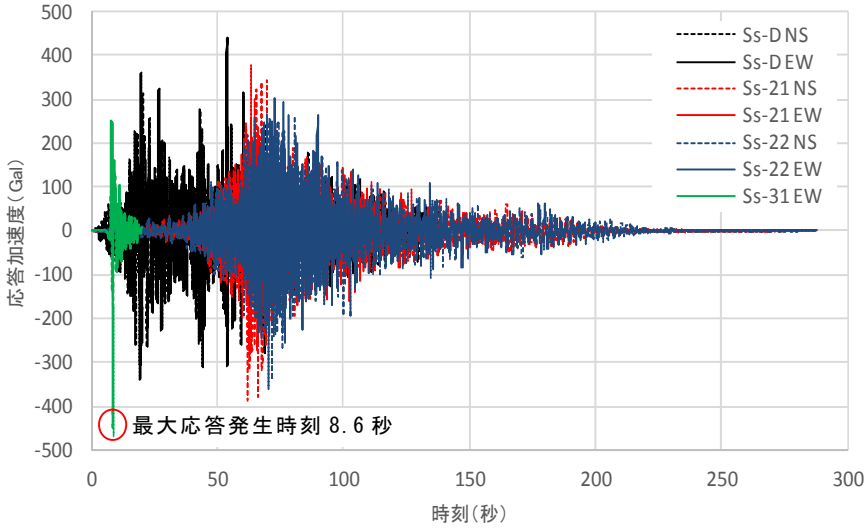
４項で示した同様の手法にて水平方向と鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差を別図 6-4 及び別表 6-2 に示す。別表 6-2 には４項で整理した基準地震動Ｓｓ－Ｄ，Ｓｓ－21 及びＳｓ－22 の 3 波で整理した生起時刻の差についても記載した。

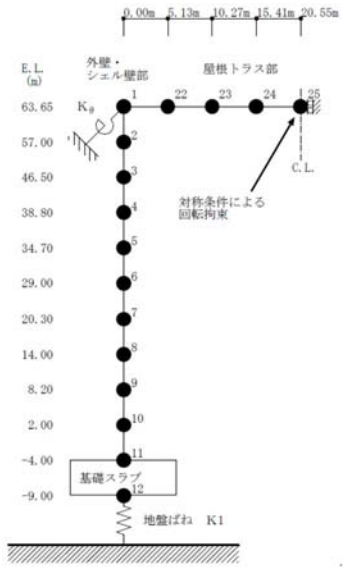
別図 6-4 に示すとおりＳｓ－31 は，地震継続時間が短く，水平方向の最大応答値の生起時刻は約 9 秒となり，他Ｓｓよりも早い時刻で最大応答値の生起時刻が生じる。またＳｓ－31 の鉛直方向については，他のＳｓの応答加速度値と比べても小さな傾向を示す。このためＳｓ－31 の水平方向の最大応答値の生起時刻 9 秒と他Ｓｓの鉛直方向の最大応答値の生起時間を用いて評価すると，生起時刻の差として大きくなる傾向となる。



原子炉建屋モデル

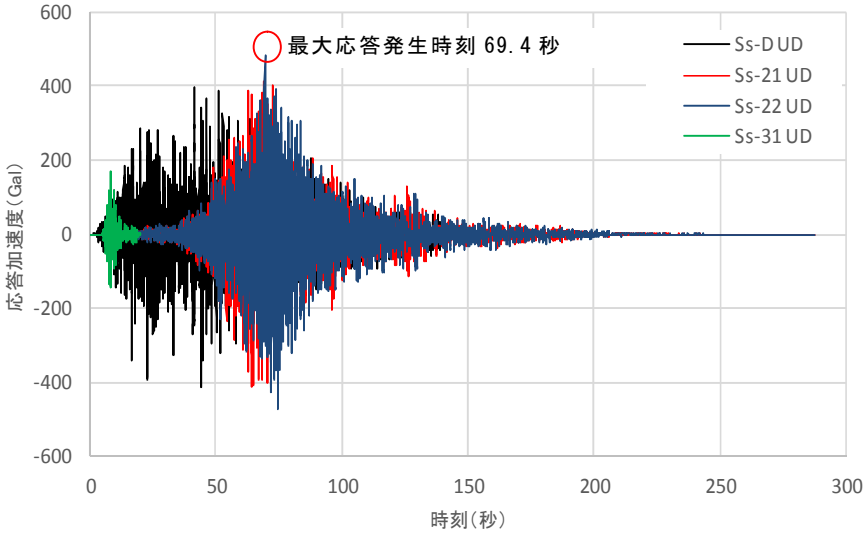
（水平方向）





原子炉建屋モデル

（鉛直方向）



別図 6-4　原子炉建屋の応答値（EL.－4.0m の例）

別表 6-2　Ｓｓ－31 考慮時の最大応答値の生起時刻の差

位置（ｍ）	Ｓｓ－31 考慮時の検討			Ｓｓ3 波時の生起時刻の差（秒）
	最大応答値の生起時刻（秒）		生起時刻の差（秒）	
	水平方向	鉛直方向		
63.65	73.0	68.6	4.4	4.4
57.00	61.9	68.6	6.7	6.7
46.50	8.6	61.0	52.4	0.9
38.80	8.7	61.0	52.3	41.1
34.70	8.7	61.0	52.3	12.0
29.00	8.7	61.0	52.3	41.0
20.30	8.6	68.7	60.1	5.4
14.00	8.7	68.7	60.0	5.4
8.20	8.6	74.5	65.9	20.7
2.00	8.6	74.5	65.9	20.7
-4.00	8.6	69.4	60.8	15.6
-9.00	8.6	69.4	60.8	15.6

添付資料７

鉛直方向応答解析モデルの追加について

1. 概 要

今回工認では，鉛直方向の地震動及び地震力に対して動的な取扱いが必要となるため，鉛直方向の応答に対して動的な取扱いが必要となる設備については，応答を適切に模擬できる解析モデルを適用したうえで評価を行う。

また，鉛直方向の応答解析モデルの代表例として，原子炉建屋－炉内構造物系連成の地震応答解析モデルの適用方針を示す。

2. 原子炉建屋－炉内構造物系連成の地震応答解析モデルの適用方針

原子炉格納容器内の原子炉圧力容器等の大型機器は，一般機器や配管等に比べて質量が大きく，原子炉建屋との相互作用を考慮した地震応答の算定が必要である。そのため，既工認において，原子炉圧力容器（炉心支持構造物及び炉内構造物含む），原子炉遮蔽壁及び原子炉本体基礎等の大型機器・構造物の耐震設計では，水平方向の動的地震力については原子炉建屋と大型機器を連成させた多質点モデルによる時刻歴応答解析を行うことで動的地震力を算定し，鉛直方向については静的震度による地震荷重を算定していた。

今回工認においては，新たに鉛直方向の動的地震力に対する考慮が必要となったことから，鉛直方向についても水平方向と同様に動的地震力の算定を行う。鉛直方向の地震応答解析モデルについては，鉛直方向の各応力評価点における軸力を算定するため，従来の水平方向モデルをベースに新たに多質点モデルを作成する。

なお，鉛直方向の地震応答解析モデルは，大間１号炉の建設工認において適用例がある。

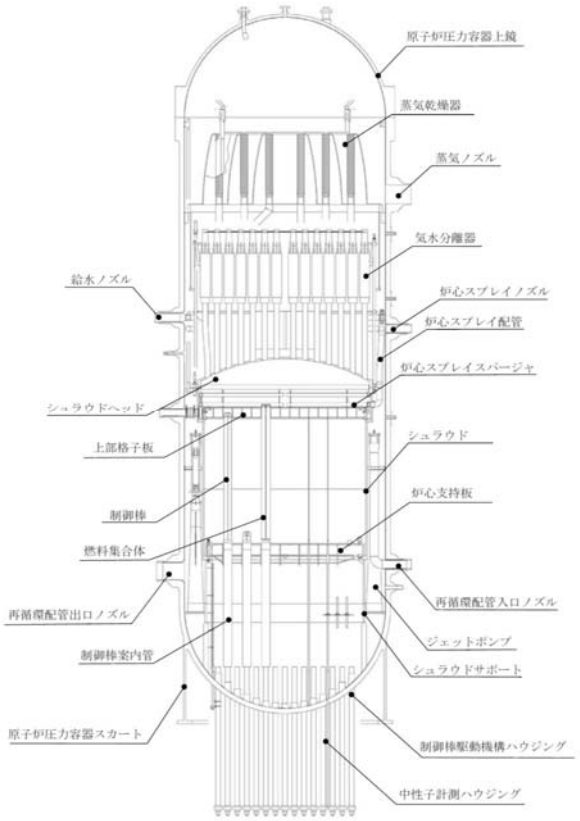
3.　地震応答解析モデルについて

原子炉建屋，原子炉格納容器の概略断面図を第 7-1 図，原子炉圧力容器内部構造物の構造図を第 7-2 図に示す。

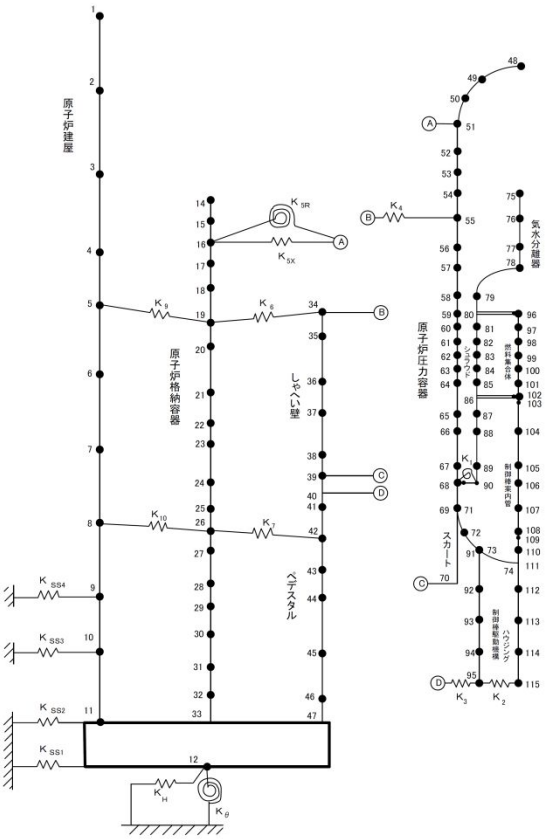
水平方向の解析モデルにおいては，原子炉圧力容器，原子炉遮蔽壁，原子炉本体基礎は第 7-3 図に示すような多質点モデルにてモデル化する。原子炉圧力容器は原子炉圧力容器スタビライザと等価なばねで原子遮蔽壁と結ばれ，原子炉本体基礎と剛に結合される。原子炉本体基礎は，その下端において原子炉建屋基礎版上端と剛に結合され，さらにダイヤフラム・フロアの剛性と等価なばねにより原子炉格納容器を介して原子炉建屋に支持される。

鉛直方向の解析モデルにおいても水平方向の解析モデルと同様に第 7-4 図に示すような多質点モデルにてモデル化する。原子炉圧力容器は，原子炉本体基礎と剛に結合される。原子炉本体基礎は，その下端において原子炉建屋基礎版上端と剛に結合され，原子炉建屋に支持される。

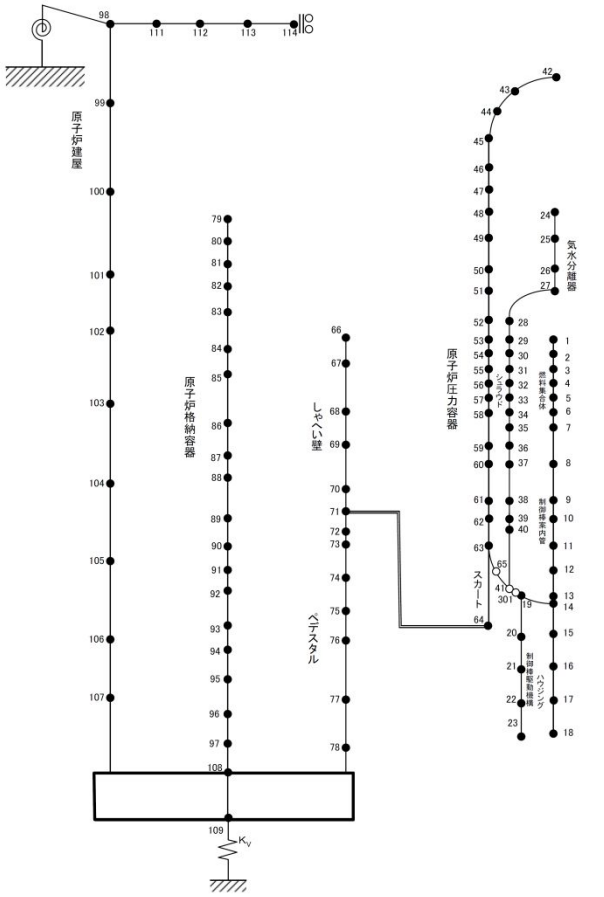
第 7-1 図　原子炉建屋，原子炉格納容器　概略断面図



第 7-2 図　原子炉圧力容器内部構造物　構造図



第 7-3 図　原子炉建屋－炉内構造物系連成　地震応答解析モデル（水平方向）



第 7-4 図　原子炉建屋－炉内構造物系連成　地震応答解析モデル（鉛直方向）

添付資料８

炉内構造物への極限解析による評価の適用について

1. 概要

既工認においては,炉内構造物として公式等を用いた評価を行っていたが,今回工認では，機能限界を踏まえた許容限界をより現実的に示す観点で，ＪＥＡＧ4601，ＪＳＭＥ設計・建設規格で定められた極限解析による評価（以下「極限解析」という。）を採用する。極限解析については，規格基準に基づく手法であり，また新規制基準での工認における高浜１，２号炉，美浜３号炉で適用実績のある手法である。

2. 炉内構造物への極限解析の適用

(1) 規格基準における扱い及び炉内構造物への適用

ＪＥＡＧ4601，ＪＳＭＥ設計・建設規格の炉心支持構造物に関する抜粋を第 8-1 図～第 8-3 図に示す。極限解析は，ＪＥＡＧ4601，ＪＳＭＥ設計・建設規格において，炉心支持構造物に適用可能な設計手法として規定されている。また，ＪＥＡＧ4601 において，炉内構造物の許容応力は炉心支持構造物の許容応力を準用することができることを定めている。整理結果を第 8-1 表に示す。

東海第二発電所の今回工認における炉内構造物の極限解析の適用に際して炉心支持構造物の規定を準用することになるため，極限解析の具体的な評価手法が規定されているＪＳＭＥ設計・建設規格の炉心支持構造物の規格に定められた要求事項を満足することを確認する。

炉心支持構造物の規格要求事項に対して，極限解析を適用するスタンドパイプの適合性確認に対する要求の整理結果を第 8-2 表に示す。材料及び完了検査については建設時の記録から要求事項を満足していることを確認した。

設計に対する要求については，スタンドパイプは炉内にあり，地震時以外では，圧力・温度差等による応力は有意なものではないため，満足すると考えられる。しかしながら，これを確認するため詳細設計段階にて設計に対する要求を満足することを確認する。

また，評価範囲であるスタンドパイプとシュラウドヘッドの取付部の溶接施工管理については炉心支持構造物と同様の施工管理を実施している。

第 8-1 表　極限解析の規格基準における扱い

規格基準	適用範囲	備 考
ＪＥＡＧ4601	炉心支持構造物 炉内構造物	・炉内構造物は炉心支持構造物を準用 ・具体的な手法としてＪＳＭＥ設計･建設規格を読み込み（JEAG では告示 501 号を読み込み）

第 8-2 表　ＪＳＭＥ　設計・建設規格　炉心支持構造物の規格に対するスタンドパイプの適合性確認整理結果

CSS-1000：一般要求事項

規格番号	規格名称	規格内容（概要）	炉内構造物としての考慮の要否	「否」の理由	考慮に対する方針
CSS-1100	適用	－	－	－	－
CSS-1110	適用範囲	適用範囲を炉心支持構造物の材料，設計及び検査としている。	要	－	材料，設計及び検査の規格を満足することで，適用範囲を満足することを確認する。
CSS-1120	境界	－	－	－	－
CSS-1121	炉心支持構造物と炉内構造物の境界	境界は炉心支持構造物の外表面とする。	否	評価範囲はシュラウドヘッドとスタンドパイプであり，共に炉内構造物であることから炉心支持構造物と炉内構造物の境界がないため。	－
CSS-1300	記号の定義	使用する記号の定義を定めている。	要	－	記号の定義に従う。
CSS-1400	応力分類	CSS-3000 に規定する設計，応力解析の応力分類について定めている。	要	－	CSS-3000 に規定する設計及び応力解析は，規定の応力分類に従う。

CSS-2000：炉心支持構造物に使用する材料

規格番号	規格名称	規格内容（概要）	炉内構造物としての確認の要否	「否」の理由	確認結果
CSS-2100	炉心支持構造物に使用可能な材料	－	－	－	－
CSS-2110	炉心支持構造物に使用可能な材料の規定	付録材料表 Part1 の炉心支持構造物の規格に適合する又はこれと同等以上の化学成分及び機械的強度を有するものを使用することを定めている。	要	－	使用材料は SUS304TP 相当（ASME　SA-312 Gr.TP304）であり，適合している。
CSS-2120	材料の熱処理に関する部分の特例規定	CSS-2120 の規定にかかわらない熱処理に関する特例規定を設けている。	否	特例規定を適用しないため。	－
CSS-2130	機械試験に関する要求事項	CSS-2110 及び CSS-2300 に規定する試験を行う場合は PVB-2200 及び 2300 の規定を準用する。	否	本要求はフェライト系材料に対しての要求であり，使用材料であるオーステナイト系ステンレス鋼に対する要求はないため。	
CSS-2300	破壊靭性試験要求	－	－	－	－
CSS-2310	破壊靭性不要となる規定	使用する材料は破壊靭性試験を行い，適合することを定めている。ただし，形状，材料によっては破壊靭性試験を要しない。	否	使用材料はオーステナイト系ステンレス鋼であり，CSS-2310 に記載される破壊靭性試験は不要の条件を満たしているため。	

規格番号	規格名称	規格内容（概要）	炉内構造物としての確認の要否	「否」の理由	確認結果
CSS-2320	破壊靭性試験における試験片数と組数	破壊靭性試験における試験片数と組数について定めている。	否	CSS-2310 を満足しており，破壊靭性試験を行わないため。	
CSS-2330	破壊靭性試験の方法および判定基準	破壊靭性試験の方法及び判定基準を定めている。	否	CSS-2310 を満足しており，破壊靭性試験を行わないため。	
CSS-2400	非破壊試験要求	－	－	－	－
CSS-2410	各材料に適用する非破壊試験	使用する材料は PVB-2411 に規定する非破壊試験を実施し，CSS-2430 に合格することを定めている。	要	－	PVB-2411 に規定する斜角法による超音波探傷試験及び浸透探傷試験を実施し，CSS-2430 に合格している。
CSS-2420	溶接による補修	CSS-2410 に規定に合格しないものに対して溶接による補修について定めている。	否	CSS-2410 の試験に合格しており，溶接による補修を実施していないため。	－
CSS-2430	非破壊試験の判定基準	非破壊試験の判定基準を定めている。	要	－	PVB-2422 に定められる超音波探傷試験の判定基準及び PVB-2426 に定められる浸透探傷試験の判定基準を満足している。
CSS-2500	溶接材料	－	－	－	－
CSS-2510	溶接に用いる材料	溶接に用いる材料は，溶接規格 N-1040 に適合することを定めている。	要	－	溶接に用いる材料は，母材と同等の強度を有するものを使用しており，溶接規格 N-1040 に適合している。

CSS-3000：炉心支持構造物の設計

規格番号	規格名称	規格内容（概要）	炉内構造物としての確認の要否	「否」の理由	要求事項に対する対応方針
CSS-3010	考慮すべき荷重	設計に考慮すべき荷重を考慮することを定めている。	要	－	考慮すべき荷重をとして，冷却材による差圧，自重，地震荷重を設計に用いる。
CSS-3020	考慮すべき事項	(1)減肉が考えられる部材は減肉を考慮すること。 (2)応力評価は公称寸法を使用してもよい。 を定めている。	要	－	(1)減肉は考慮しない (2)原則として公称寸法を使用する。
CSS-3100	材料の応力強さの限界および許容応力	－	－	－	－
CSS-3110	ボルト等締付部材以外の応力評価	－	－	－	－
CSS-3111	各供用状態における一次応力評価	設計条件及び各供用状態において生じる応力解析による一次応力評価は(1)～(4)の規定（一次一般膜応力強さ等に対する制限）を満足すること。	要	－	各供用状態における一次応力強さが規定を満足することを詳細設計段階で確認する。
CSS-3111.1	プロトタイプまたはモデル試験による評価	CSS-3111 の応力評価の代わりにプロトタイプまたはモデル試験を実施する場合は，最大荷重Ｌｅを求め，実際の荷重が許容荷重値を超えないこと。	否	プロトタイプまたはモデル試験による評価は適用しないため。	－

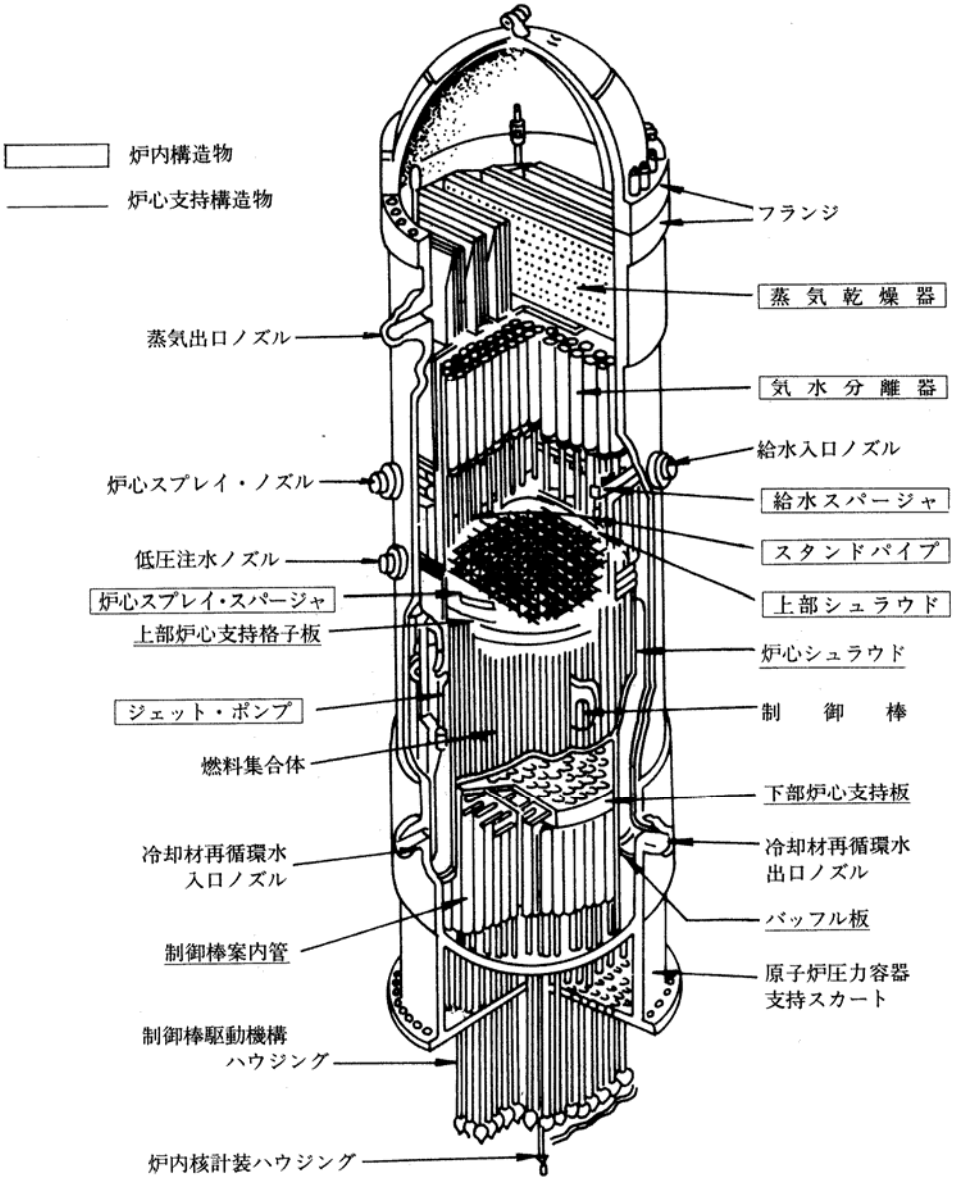
規格番号	規格名称	規格内容（概要）	炉内構造物としての確認の要否	「否」の理由	要求事項に対する対応方針
CSS-3112	供用状態Ａ，Ｂにおける一次＋二次応力評価	供用状態Ａ及びＢにおいて生じる一次応力と二次応力の応力強さのサイクルの最大値と最小値の差は３Ｓｍを超えないこと。	要	－	供用状態Ａ，Ｂにおいて生じる一次応力と二次応力の最大値と最小値の差が規定を満足することを詳細設計段階で確認する。
CSS-3113	疲労評価（供用状態Ａ，Ｂ）	供用状態Ａ及びＢにおける疲労累積係数は１を超えないこと。	要	－	CSS-3130 を満足することを詳細設計段階で確認する。
CSS-3114	純せん断応力評価	純せん断荷重を受ける部分に生じる平均せん断応力は許容値を満足すること。	要	－	純せん断応力を生じる部分がないことを詳細設計段階で確認する。
CSS-3115	支圧応力評価	支圧荷重を受ける部分に生じる平均支圧応力は許容値を満足すること。	要	－	支圧応力を生じる部分がないことを詳細設計段階で確認する。
CSS-3116	軸圧縮応力の評価	－	－	－	－
CSS-3116.1	軸方向に圧縮荷重を受ける円筒形の胴の圧縮応力の評価	軸方向に圧縮荷重を受ける円筒形の胴に生じる圧縮応力は許容値を満足すること。	要	－	軸圧縮荷重が自重のみであり，軸圧縮応力が小さいことを詳細設計段階で確認する。
CSS-3116.2	軸方向に圧縮荷重を受ける柱状の部材の圧縮応力の評価	軸方向に圧縮荷重を受ける柱形の胴に生じる圧縮応力は許容値を満足すること。	要	－	軸圧縮荷重が自重のみであり，軸圧縮応力が小さいことを詳細設計段階で確認する。
CSS-3117	ねじりせん断応力の評価	ねじり荷重を受ける中実円断面の形状に生じる圧縮応力は許容値を満足すること。	否	中空円断面であり，中実円断面ではないため。	－
CSS-3120	ボルト等締付部材の応力評価	ボルト等の支持構造物についての各供用状態における許容値を満足すること。	否	ボルト等締結部材はないため。	－

規格番号	規格名称	規格内容（概要）	炉内構造物としての確認の要否	「否」の理由	要求事項に対する対応方針
CSS-3130	疲労解析不要の条件	繰り返し荷重が(1)～(4)に適合する場合は疲労解析を行うことを要しない。	要	－	疲労評価不要の各条件を満足することを詳細設計段階で確認する。
CSS-3140	疲労強度低減係数または応力集中係数	疲労解析に使用する疲労強度低減係数または応力集中係数について定めている。	要	－	疲労解析には応力集中係数を考慮する。
CSS-3150	溶接部継手効率	溶接部の許容応力等に対して継手効率を考慮することを定めている。（CSS-3111.1,3160,3113,3116.2除く）	要	－	溶接方法の区分に応じた継手効率を考慮する。
CSS-3160	極限解析による評価	極限解析による評価について定めている。これを満足する場合はCSS-3111の規定を満足しなくてよい,	要	－	地震時以外は適用しない。
CSS-3200	外面に圧力を受ける炉心支持構造物の評価	－	－	－	－
CSS-3210	外面に圧力を受ける炉心支持構造物の形状	外面に圧力を受ける炉心支持構造物の胴の形状について定めている。	否	各供用状態において，内面の圧力の方が外面の圧力より高いため。	－
CSS-3220	円筒形または円すい形の胴における許容圧力（外圧）	円筒形または円すい形の胴において外面に受ける圧力対する許容値を定めている。			
CSS-3230	球形の胴における許容応力	球形の胴において外面に受ける圧力に対する許容値を定めている。	否	円筒形であり，球形でないため。また，各供用状態において，内面の圧力の方が外面の圧力より高いため。	－

規格番号	規格名称	規格内容（概要）	炉内構造物としての確認の要否	「否」の理由	要求事項に対する対応方針
CSS-3240	外面に圧力を受ける円筒形の炉心支持構造物に強め輪を設ける場合	円筒形において外面に受ける圧力に対する許容値を定めている。	否	強め輪は設けていないため。	－
CSS-3300	簡易弾塑性解析	CSS-3112 で一次＋二次応力強さが３Ｓｍを超えた場合の規定を定めている。	要	－	CSS-3112 を満足することを確認する。
CSS-3400	クラッド構造の炉心支持構造物に対する強度評価上の取扱いについての規定	クラッド構造の炉心支持構造物の応力解析，疲労評価への考慮について定めている。	否	クラッド構造ではないため。	－

CSS-5000：完了検査

規格番号	規格名称	規格内容（概要）	炉内構造物としての確認の要否	「否」の理由	確認結果
CSS-5010	炉心支持構造物の完成検査	設計仕様書に定められた要求事項に従って，完了検査を満足すること。	要	－	完成後，要求事項に従い，外観検査，寸法検査を行い，満足している。



第 8-1 図　ＪＥＡＧ4601　炉心支持構造物と炉内構造物の分類に関する抜粋

2.5　炉心支持構造物の許容応力

2.5.1.　炉心支持構造物（ボルト等を除く）の許容応力

炉心支持構造物（ボルト等を除く）の許容応力を次に示す。

応力分類 / 許容応力状態	1次一般膜応力	1次一般膜応力＋1次曲げ応力	1次＋2次応力	1次＋2次＋ピーク応力	特別な応力限界		
					純せん断応力	支圧応力	ねじり応力
設計条件	S_m (1)	左欄の1.5倍の値 (1)	—	—	—	—	—
I_A	—	—	$3S_m$ (2)	運転状態Ⅰ及びⅡにおける荷重の組合せについて疲れ解析を行い疲れ累積係数が1.0以下であること。 (3)	$0.6S_m$ (4)	S_y ($1.5S_y$) (5)	$0.8S_m$ (7)
II_A	—	—			$0.6S_m$ (4)	S_y ($1.5S_y$) (5)	$0.8S_m$ (7)
III_A	$1.5S_m$ (1)	左欄の1.5倍の値 (1)	—	—	$0.9S_m$ (4)	$1.5S_y$ ($2.25S_y$) (5)	$1.2S_m$ (7)
IV_A	$2/3S_u$。ただしオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については$2/3S_u$と$2.4S_m$の小さい方。 (1)	左欄の1.5倍の値 (1)	—	—	$1.2S_m$ (4)	$2S_y$ ($3S_y$) (5)	$1.6S_m$ (7)
III_AS	$1.5S_m$ (1)	左欄の1.5倍の値 (1)	—	—	$0.9S_m$	$1.5S_y$ ($2.25S_y$) (6)	$1.2S_m$
IV_AS	$2/3S_u$。ただしオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については$2/3S_u$と$2.4S_m$の小さい方。 (1)	左欄の1.5倍の値 (1)	—	—	$1.2S_m$	$2S_y$ ($3S_y$) (6)	$1.6S_m$

注：(1)　告示第96条第1項第一号の崩壊荷重の下限に基づく評価（ただし，設計条件については同号イ，III_A及びIII_ASについては同号ロ，IV_A及びIV_ASについては同号ハの評価）を適用する場合は，この限りではない。

(2)　$3S_m$を超えるときは告示第97条の弾塑性解析を用いることができる。

(3)　告示第96条第1項第三号を満たすときは，疲れ解析を行うことを要しない。

(4)　告示第96条第1項第一号ヘによる。

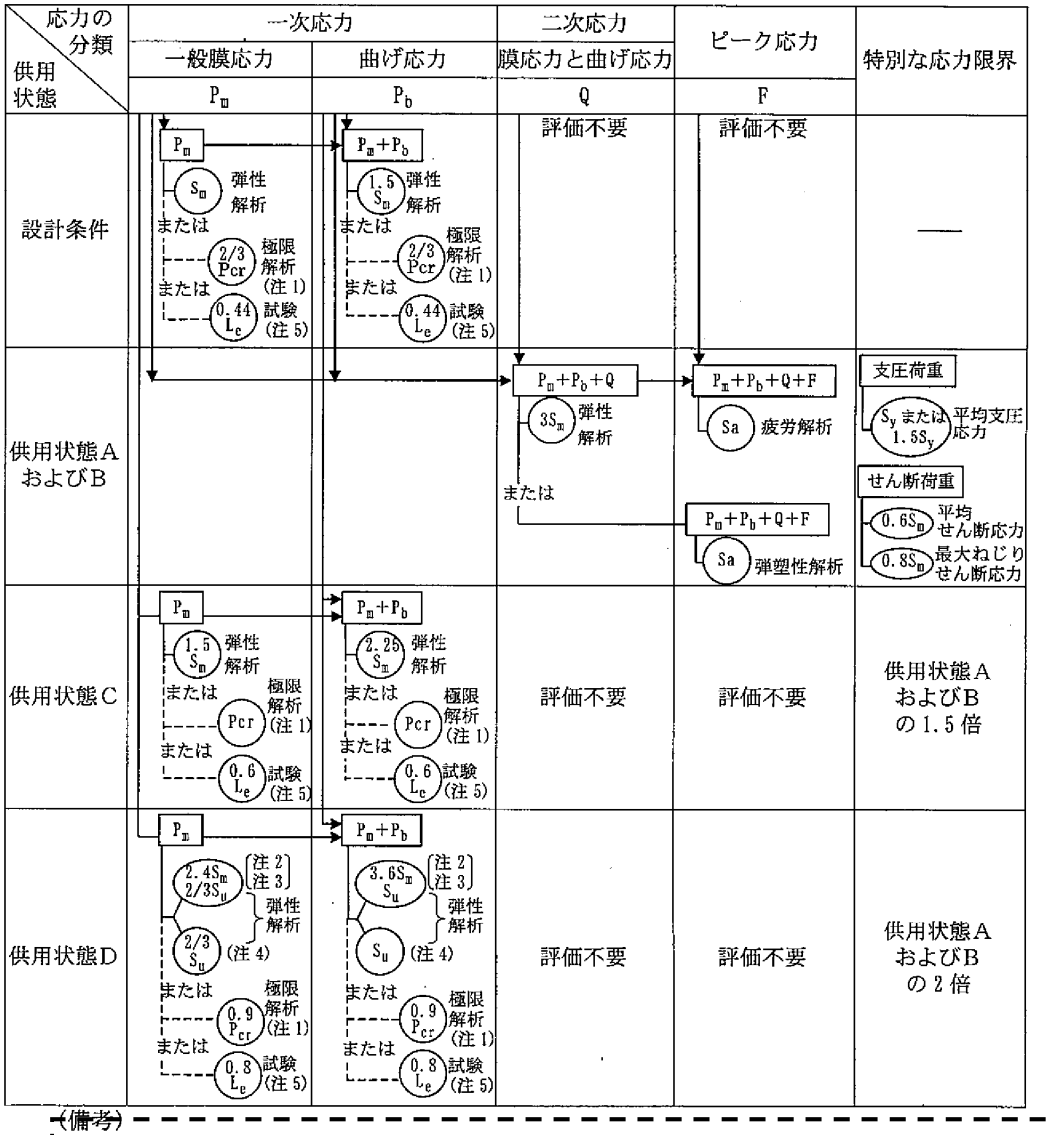
(5)　告示第96条第1項第一号トによる。（　）内の値は支圧荷重の作用端から自由端までの距離が支圧荷重の作用幅より大きい場合の値

(6)　（　）内の値は，支圧荷重の作用端から自由端までの距離が支圧荷重の作用幅より大きい場合の値

(7)　告示第96条第1項第一号リによる。

第8-2図　ＪＥＡＧ4601　炉心支持構造物（ボルト等を除く）の許容値に関する抜粋

表 CSS-3110-1　応力強さの限界（ボルト等を除く）　05



（備考）

（注1）供用状態D以外のPcrは1.5 S_mの値を降伏点として計算した崩壊荷重の下限である。供用状態DのPcrは$MIN[2.3S_m, 0.7S_u]$の値を降伏点として計算した崩壊荷重の下限である。

（注2）2つのうちのいずれか小さい方の値をとる。

（注3）オーステナイト系ステンレス鋼および高ニッケル合金に適用する。

（注4）オーステナイト系ステンレス鋼および高ニッケル合金以外の材料に適用する。

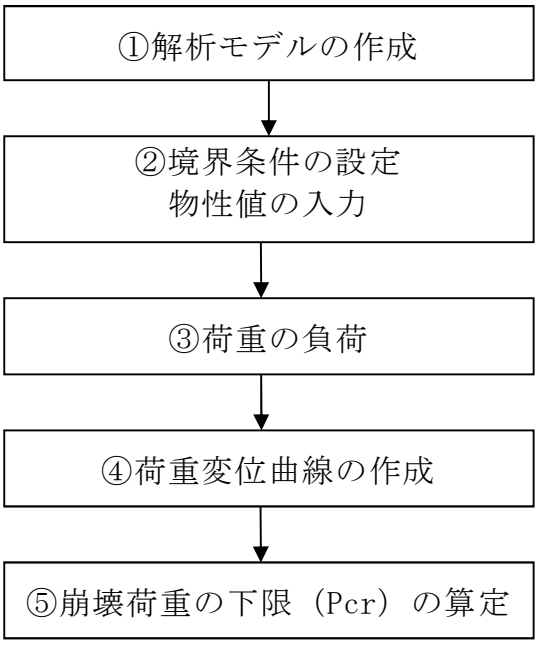
（注5）L_eはプロトタイプまたはモデル試験により評価を行う場合の最大荷重である。

（注6）実線は応力に基づく評価、破線は荷重に基づく評価を示す。

第8-3図　ＪＳＭＥ 設計・建設規格　炉心支持構造物（ボルト等を除く）の許容値に関する抜粋

(2)　極限解析による評価

極限解析は，3 次元ＦＥＭモデルを用いて，弾完全塑性体の物性値を入力した解析により崩壊荷重の下限を求め，求めた崩壊荷重の下限から許容荷重設定するものである。極限解析フローを第 8-4 図に示す。



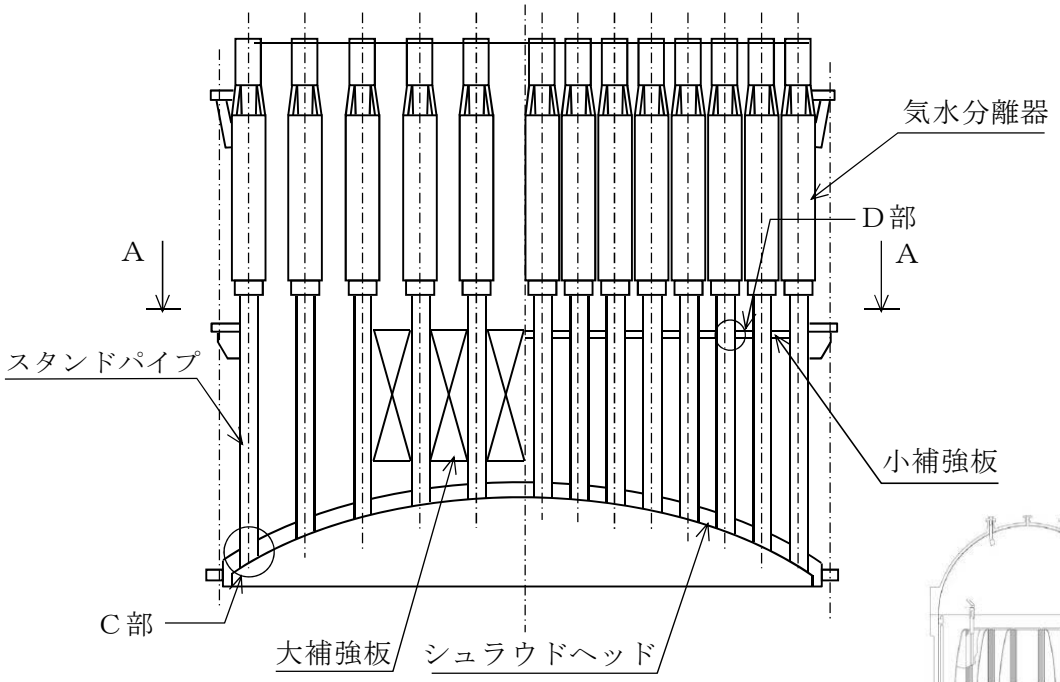
第 8-4 図　極限解析フロー

①　解析モデルの作成

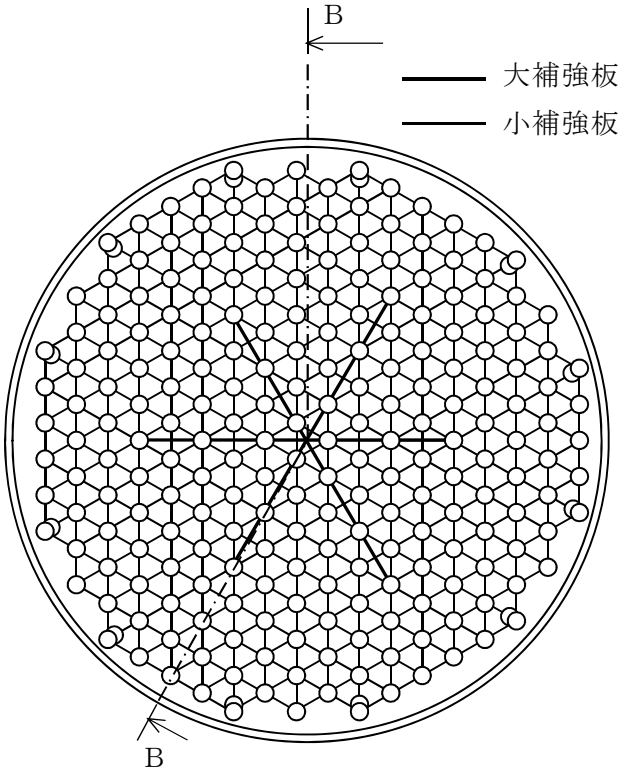
気水分離器及びスタンドパイプは，第 8-5 図に示すとおり，シュラウドヘッド穴部に差し込まれ内外面を溶接にて取り付けている。気水分離器に作用する地震時の荷重は，スタンドパイプを介してシュラウドヘッドへ伝達される構造となっている。各スタンドパイプは同一断面形状で曲げ剛性は等しいこと，及び補強板で連結されていることから，各スタンドパイプの地震時の応答変位は等しくなるため，解析においては，1 本のスタンドパイプに着目してソリッド要素にてモデル化することとする。モデル図を第 8-6 図に示す。

また，解析モデルはスタンドパイプがシュラウドヘッドに対して平面に

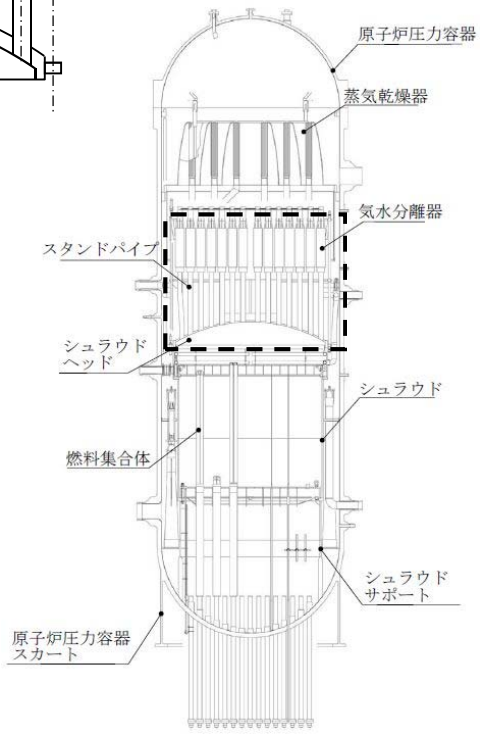
取り付く中央位置及び斜めに取り付く最外周位置の２種類のモデルとする。



Ｂ～Ｂ断面図

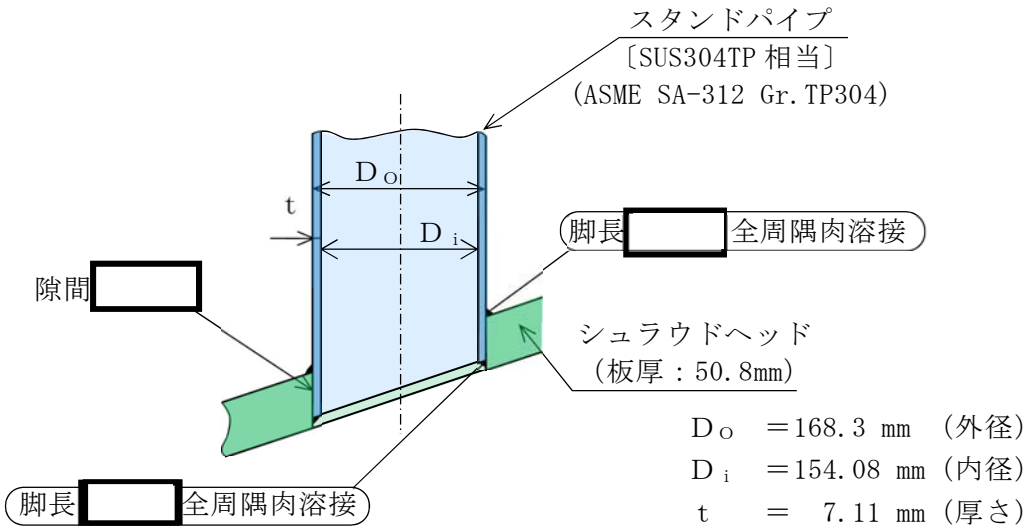


Ａ～Ａ断面図

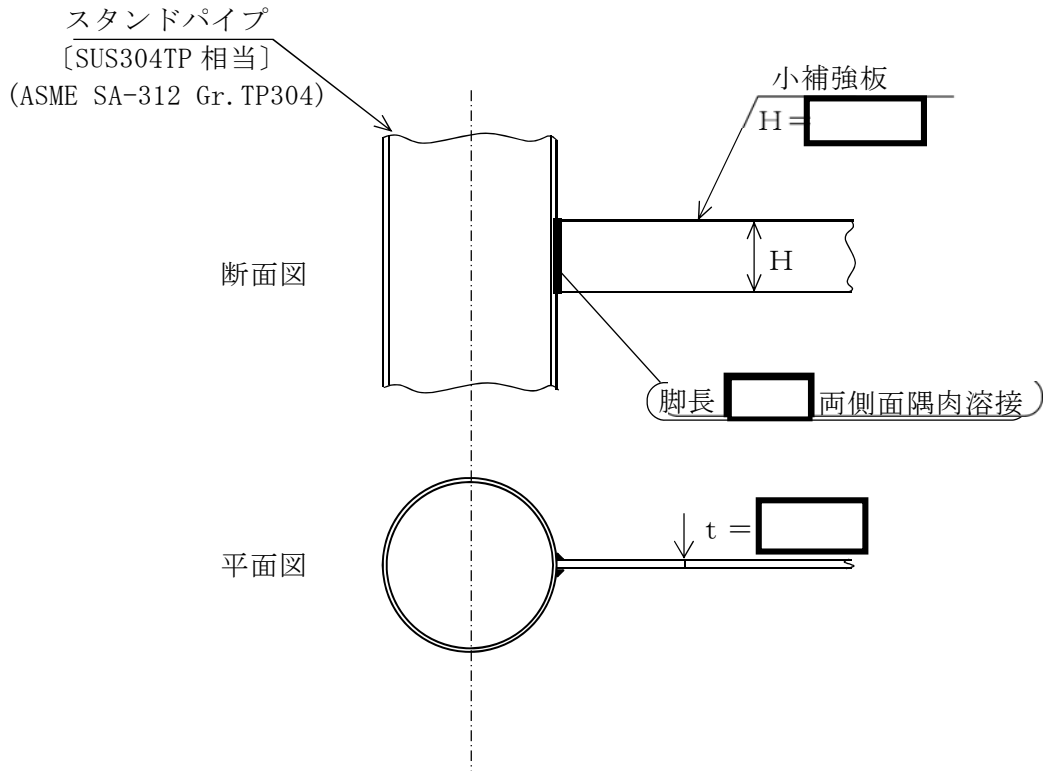


圧力容器内構造物

第 8-5 図　炉内構造物（気水分離器及びスタンドパイプ）構造概要図(1/2)

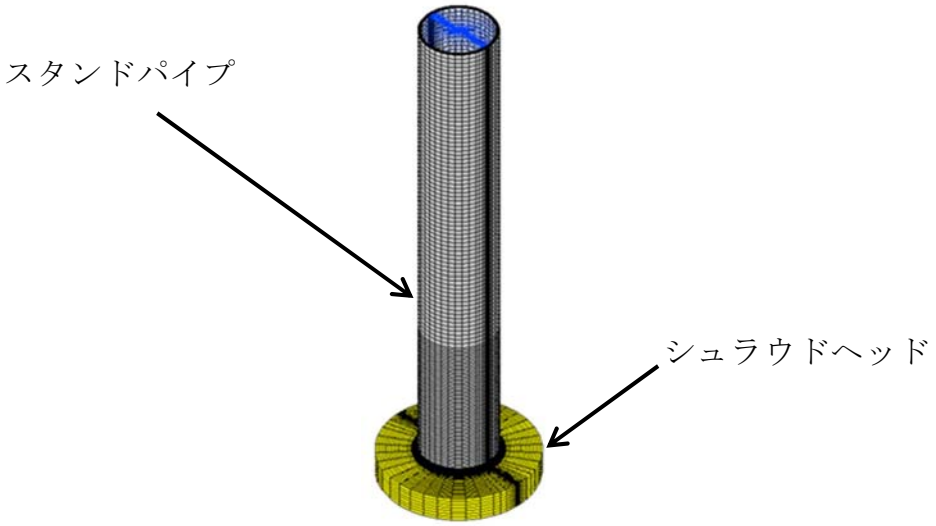


C部断面図



D部詳細図

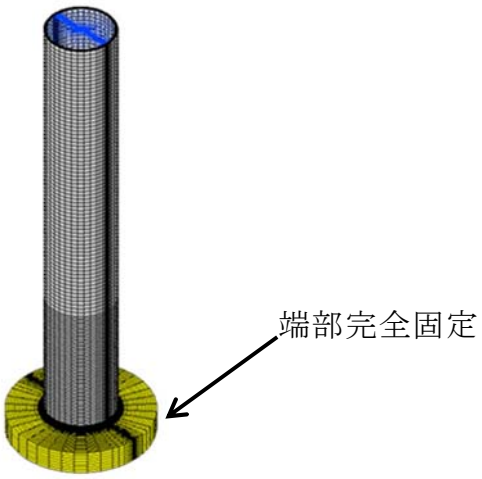
第 8-5 図　炉内構造物（気水分離器及びスタンドパイプ）構造概要図(2/2)



第 8-6 図　極限解析に用いる解析モデル概要図（中央位置）

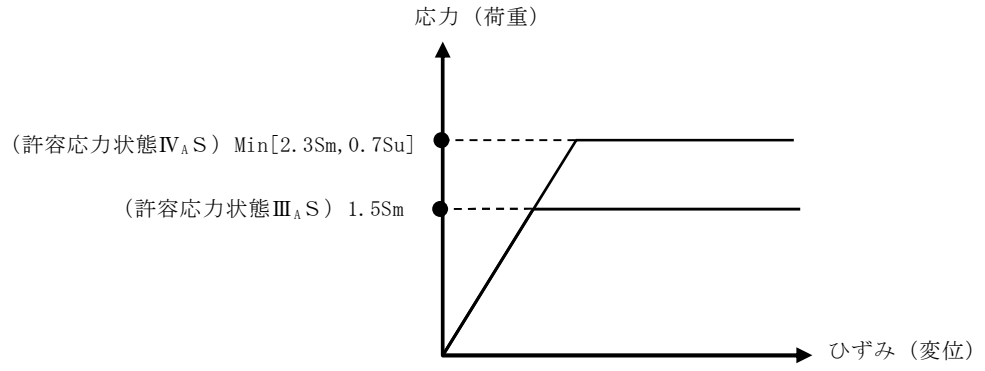
② 境界条件及び物性値

解析モデルの境界条件を第 8-7 図に示す。境界条件として，モデル化したシュラウドヘッドの端部を完全固定としている。



第 8-7 図　解析モデルの境界条件

解析モデルの物性値は，許容応力状態$\mathrm{IV_AS}$ における許容荷重を求める際には，ＪＳＭＥ設計・建設規格 CSS-3160 に規定されているとおり，2.3Sm と 0.7Su の小さい方を材料の降伏点とした弾完全塑性体を入力する(第 8-8 図 参照)。なお，許容応力状態$\mathrm{III_AS}$ における許容荷重を求める際には，同じく，1.5Sm を材料の降伏点とした弾完全塑性体を入力する。また，シュラウドヘッドとスタンドパイプは溶接にて取り付けられており，溶接部は母材と同等の強度を有しているため，物性値は母材と同じとしている。



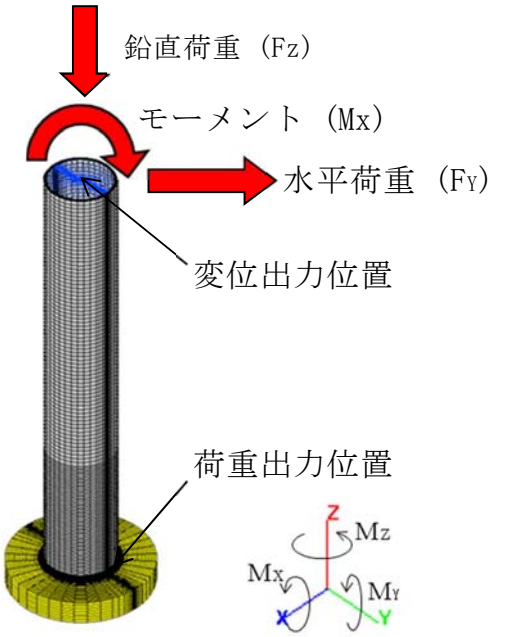
第 8-8 図　弾完全塑性体として応力とひずみの関係

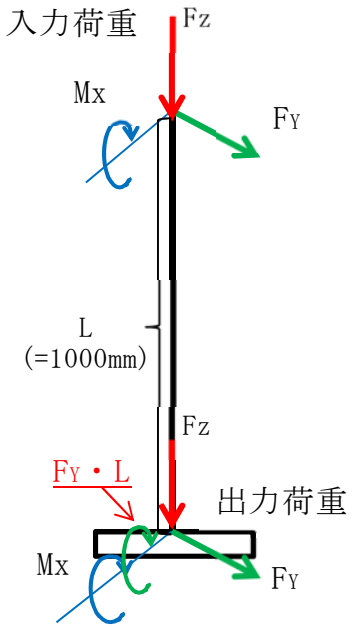
③　荷重の負荷

第 8-9 図に示すように，スタンドパイプ上部端面に荷重を負荷することにより，スタンドパイプの変位（上端部中心位置）を求める。また，地震と組み合わせる荷重として，自重による荷重及びスタンドパイプ内外の圧力差による応力を初期荷重として入力している。

スタンドパイプ上部端面に負荷する荷重はS_s地震動及びS_d地震動の地震応答解析にて得られたスタンドパイプ取付部の地震荷重をスタンドパイプの総本数（225 本）で除して，1 本当たりに発生する地震荷重（鉛直荷重，水平荷重，モーメント）を算出し，上部端面に負荷することで取付部に発生する荷重（モーメント）を除いた荷重を倍率して付与することで，荷重出力位置での各荷重が地震荷重に同じ倍率付与したものと等しくなるようにする。

また，地震応答解析にて得られた地震荷重を 1 本当たりの平均地震荷重による荷重を負荷しているが，補強板の影響及び各スタンドパイプ長さが異なることの影響から各スタンドパイプ取付部での最大荷重負荷が平均地震荷重より大きくなる場合には，それを反映した入力荷重とすることとする（別紙１）。





入力荷重と出力荷重の関係

Ｓｓ地震時の１本に対する入力荷重（倍率 1.0 倍）

入力荷重成分		Ｓｓ地震時
鉛直荷重	$F_{Z(IN)}$	-1819.26[N]
水平荷重	$F_{Y(IN)}$	10251.9[N]
モーメント	$M_{X(IN)}$※	-1.91312×10^{7}[N･mm]

※スタンドパイプ取付部に地震荷重（モーメント）M_{MX}を発生させるため，水平荷重F_Yによってスタンドパイプ取付部に発生するモーメント（F_Y・Ｌ）を地震荷重から除いた値としている。

入力荷重と出力荷重の関係

$$|M_{X(OUT)}| = |M_{X(IN)}| + |F_Y \cdot L| = |M_{MX}|$$

M_{MX}　：地震応答解析にて得られて１本当たりの地震荷重（モーメント）
$M_{X(OUT)}$：出力荷重（モーメント）
F_Y・Ｌ：取付部までの距離（Ｌ）により取付部に発生する荷重（モーメント）

Ｓｓ地震時の１本に対する出力荷重（倍率 1.0 倍）

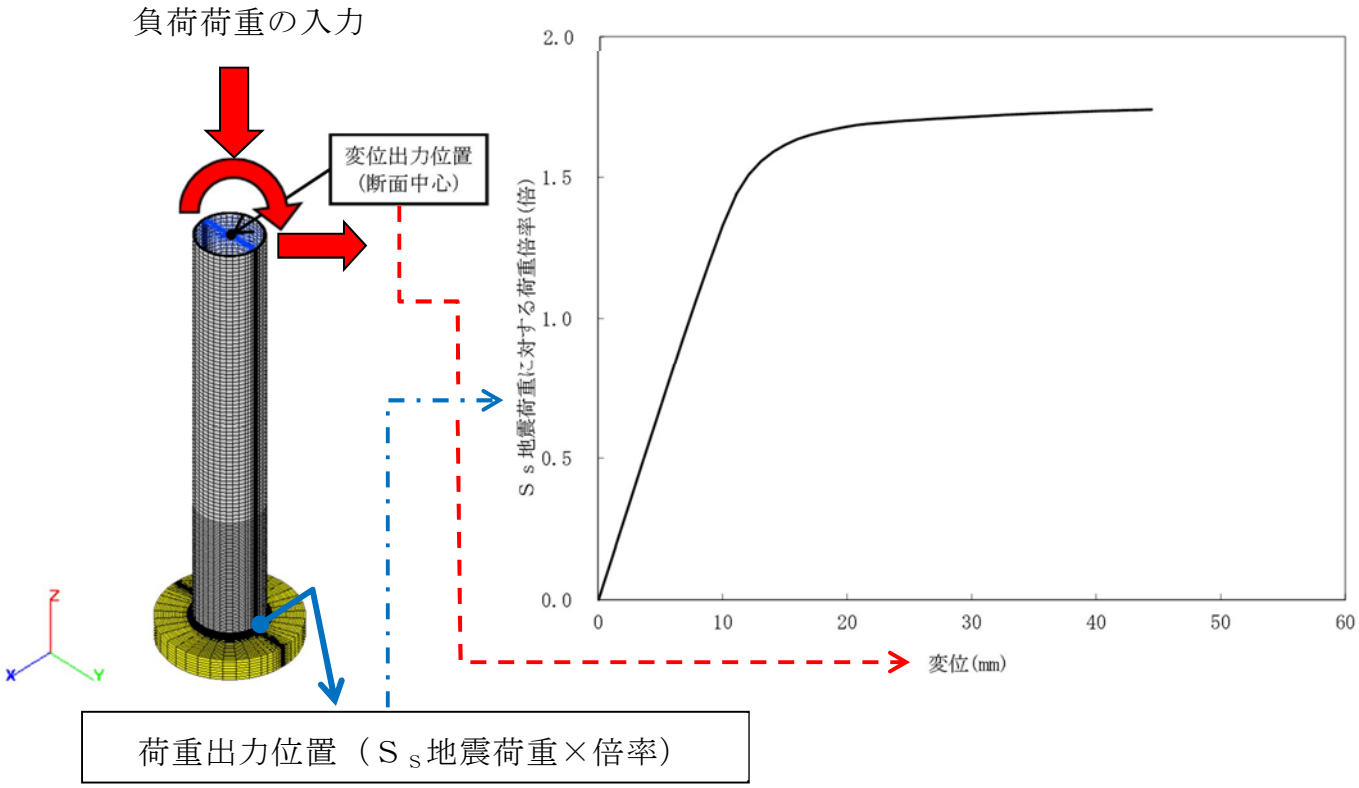
出力荷重成分		Ｓｓ地震時
鉛直荷重	$F_{Z(OUT)}$	-1819.26[N]
水平荷重	$F_{Y(OUT)}$	10251.9[N]
モーメント	$M_{X(OUT)}$	-2.93831×10^{7}[N･mm]

第 8-9 図　荷重の負荷

④　荷重変位曲線の作成

上端部に入力した負荷荷重からＦＥＭ解析により最大荷重点（スタンドパイプ付け根部）を求める。その後，負荷荷重の倍率を増加して荷重を負荷し，その時の最大荷重と変位（上端部中心位置）をプロットし，荷重－変位曲線を作成する（第 8-10 図参照）。

なお，荷重－変位曲線の荷重は入力したＳ$_{s}$地震荷重又はＳ$_{d}$地震荷重で除した各地震荷重に対する荷重倍率で示す。



第 8-10 図　荷重変位曲線の作成（Ｓ$_{s}$地震時，中心位置の場合）

⑤　崩壊荷重の下限（Pcr）の算定

④にて作成した荷重変位曲線を基に崩壊荷重の下限（Pcr）を算定する。

S_s地震時及びS_d地震時の崩壊荷重の下限（Pcr）の算定結果を第 8-11 図に示す。

ここで，崩壊荷重の下限は，ＪＳＭＥ設計・建設規格 CSS-3160 から「荷重とそれによる変形量の関係直線に対して，弾性範囲の関係曲線の勾配の 2 倍の勾配を有する直線が交わる点に相当する荷重」と定義されている（第 8-12 図参照）。崩壊荷重とは，ひずみ硬化を含まない理想的な弾完全塑性体の材料からなる構造物が荷重を受けて，全断面降伏又は座屈限界に達し，これ以上の荷重を加えると構造物が不安定になって変形が際限なく増加するときの荷重をいう。

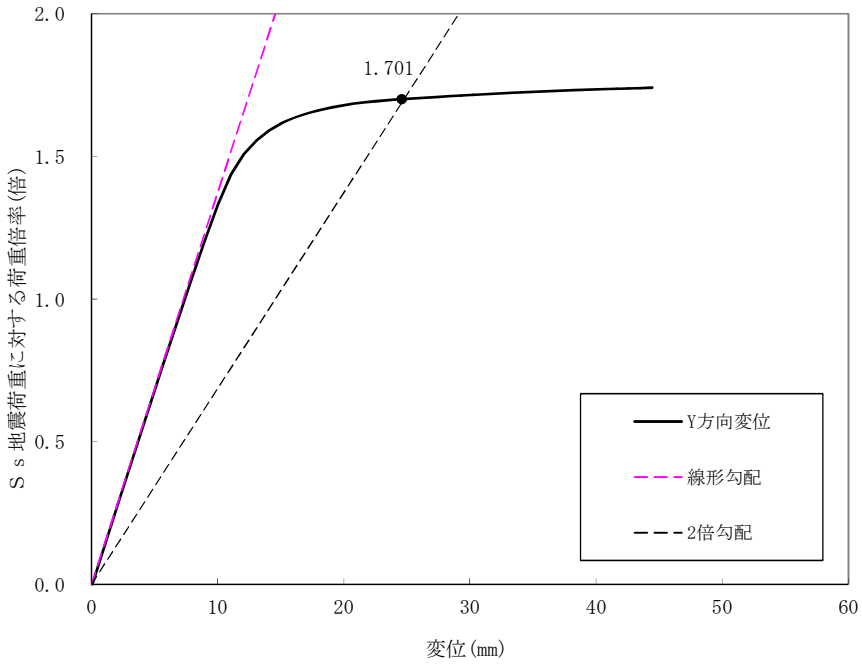
今回の極限解析では最大荷重点である付け根部に局所応力の影響を受けないようシュラウドヘッドからの距離を十分に取る観点から，スタンドパイプ長さを 1000 mm とし，荷重を負荷し，その位置での変位を変位出力位置としている。スタンドパイプ長さを変化させた場合，最大荷重点である付け根部に発生する荷重は上端面からの入力荷重にスタンドパイプ長さが変わることで生じる水平荷重によるモーメントの影響を考慮していることから変化しない。また，スタンドパイプ長さを変化させた場合，上部端面に入力する荷重（モーメント）は長さが変わることで水平荷重によるモーメントを考慮するため変化するが，変位出力位置が変わらなければ，変位出力位置での荷重は同じであるため，変位挙動は同じとなる（第 8-13 図参照）。このため，スタンドパイプ長さを変化しても，崩壊荷重の下限（Pcr）は同じとなる。

崩壊荷重の下限（Pcr）での応力・ひずみ分布図を第 8-14 図に示す。スタンドパイプとシュラウドヘッドの付根部に最大応力・ひずみが発生し，

約 7%の相当塑性ひずみが断面内の極一部で発生しているが，断面及び平面全体としては塑性域が広がっておらず，塑性崩壊は起きていない。

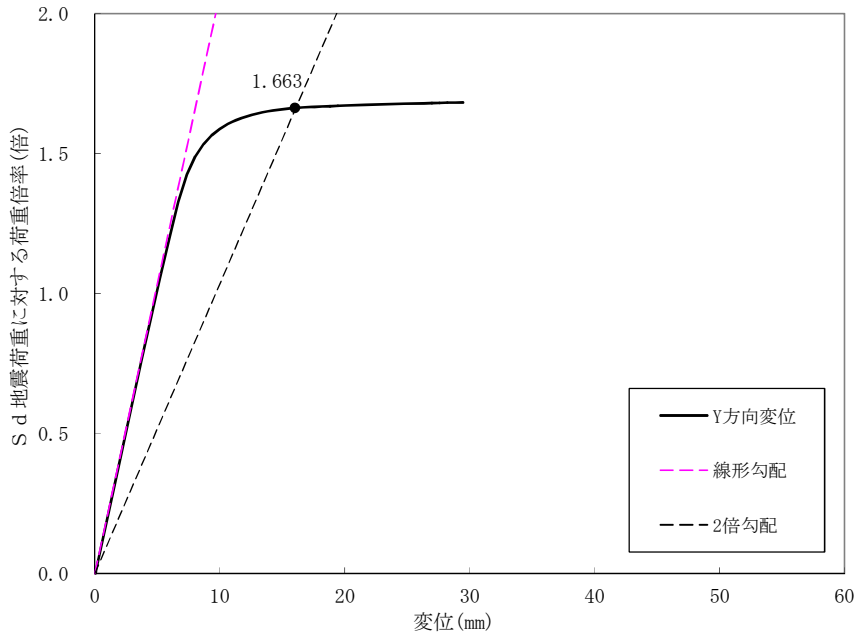
また，スタンドパイプの材料であるオーステナイト系ステンレス鋼は延性材料であり，材料の伸びの規格値は 34%である。今回の最大ひずみが生じている箇所は溶接部であるが，これに比べても十分に小さい。極限解析は，規格に基づき弾完全塑性体としてモデル化し評価を実施しているため，本評価体系においても保守性を有している。以上から局所的に生じている約 7%相当のひずみにより崩壊は至らないものと考える。

シュラウドヘッドに差し込まれたスタンドパイプとシュラウドヘッドとの間の変位は微小であり，スタンドパイプとシュラウドヘッドが接触していないことを確認している。これは，シュラウドヘッドに差し込まれたスタンドパイプは両端を溶接で固定することで，変位が微小になったものと考える。



Ｓ$_{s}$地震時の荷重－変位曲線（中心位置）

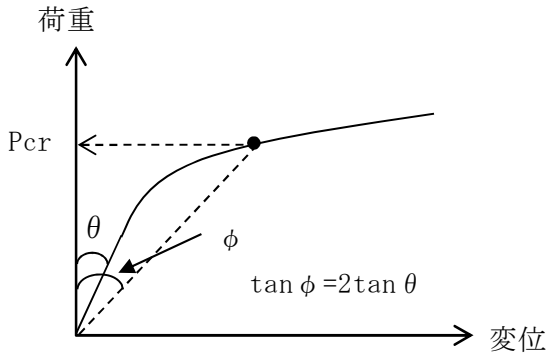
注：Ｓｓ地震荷重の許容値は 0.9・Pcr であるため，裕度は 1.53 である。



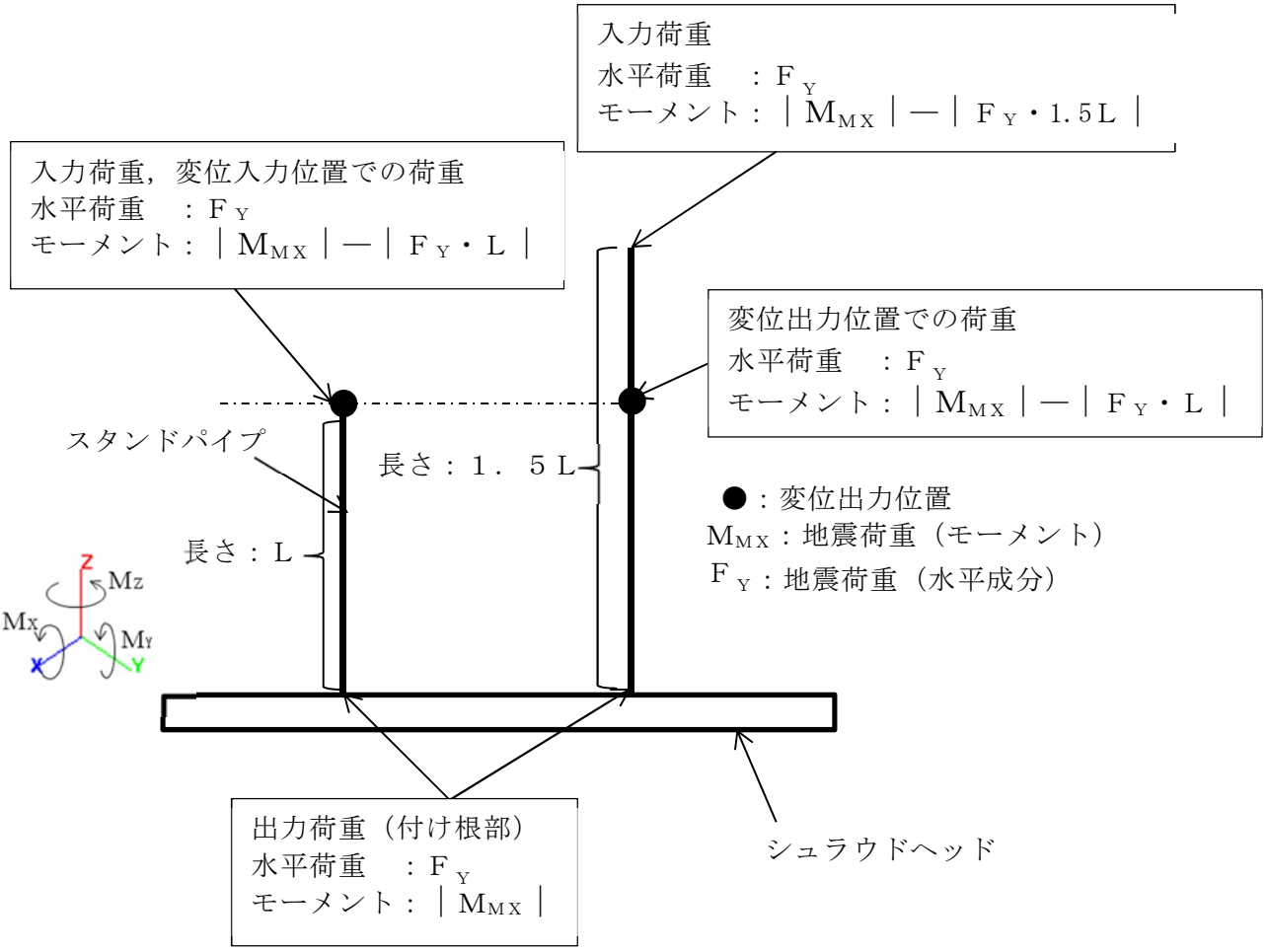
Ｓ$_{d}$地震時の荷重－変位曲線（中心位置）

注：Ｓ$_{d}$地震荷重の許容値は Pcr であるため，裕度は同じである。

第 8-11 図　Ｓ$_{s}$地震時及びＳ$_{d}$地震時の崩壊荷重の下限の算定結果

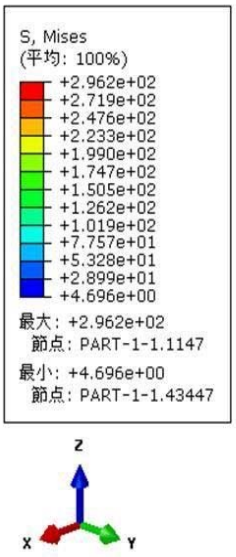


第 8-12 図　崩壊荷重の下限（Pcr）の定義

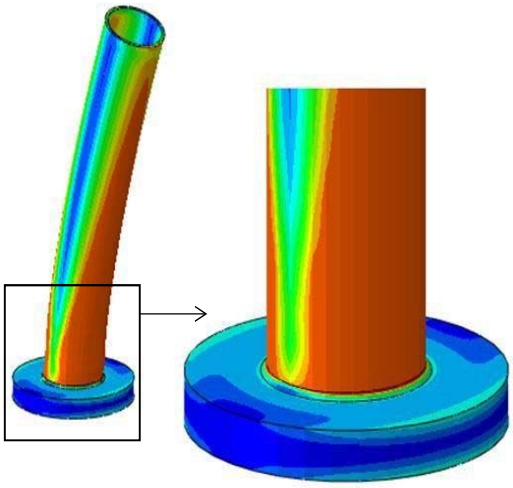


第 8-13 図　スタンドパイプ長さを変化させた場合の影響（概略図）

単位：ＭＰａ

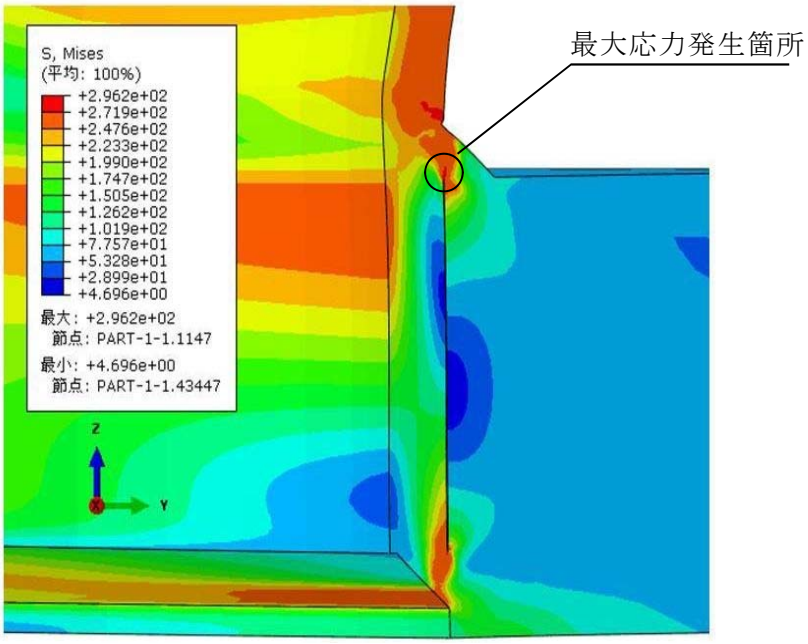


変形倍率：10 倍



全体図

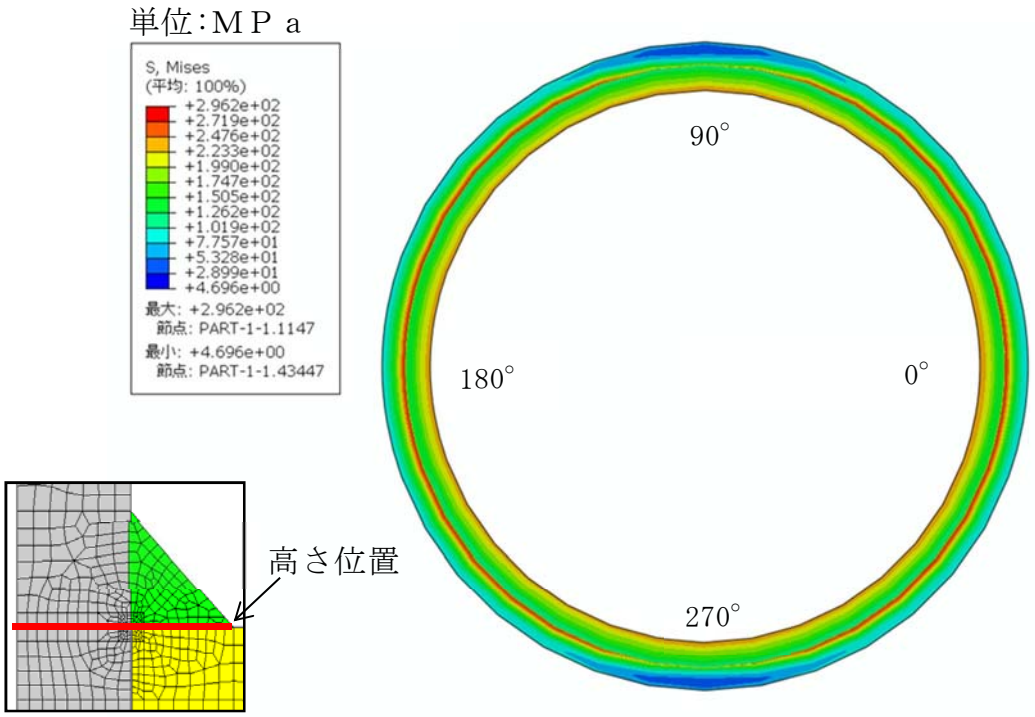
単位：ＭＰａ



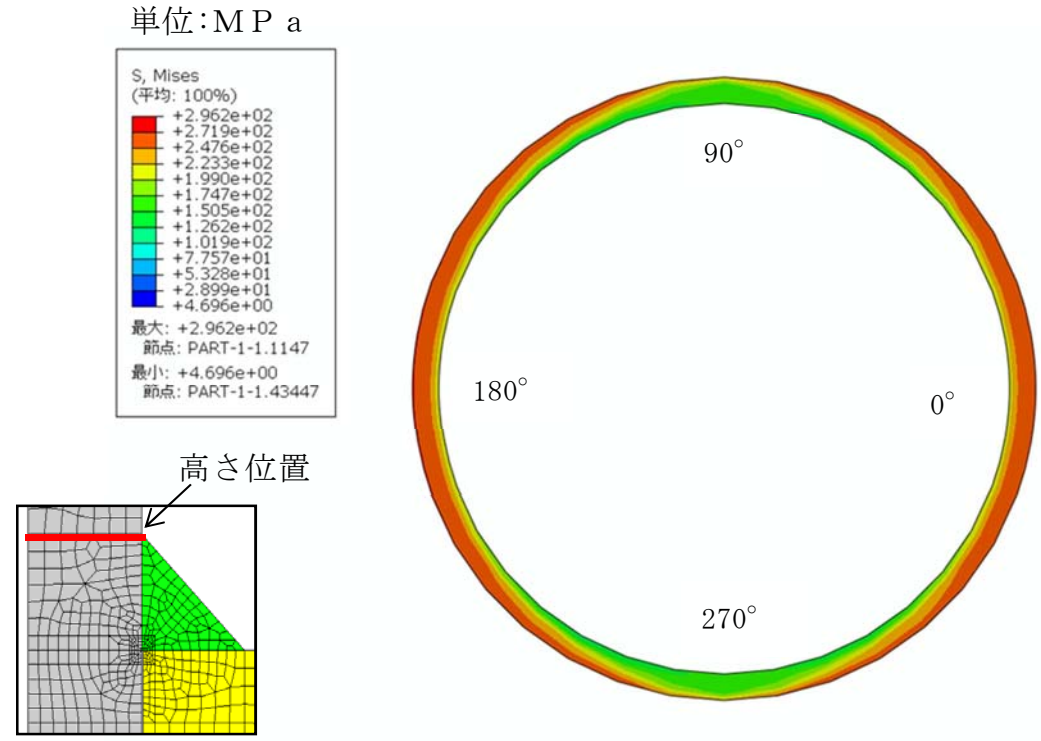
断面図

応力分布図

第 8-14 図　崩壊荷重の下限（Pcr）での応力・ひずみ分布図(1/5)



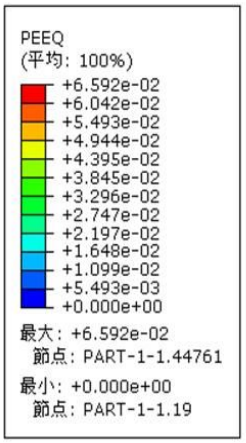
応力分布図（平面図）最大ひずみ発生位置高さ



応力分布図（平面図）（隅肉溶接上端を含む位置）

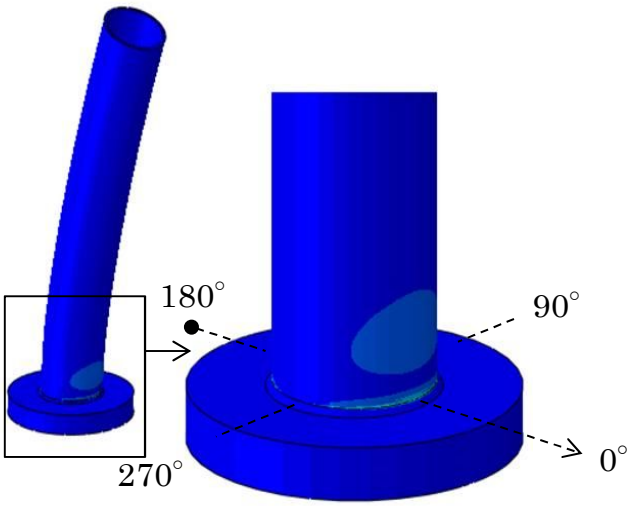
第 8-14 図　崩壊荷重の下限（Pcr）での応力・ひずみ分布図(2/5)

単位なし



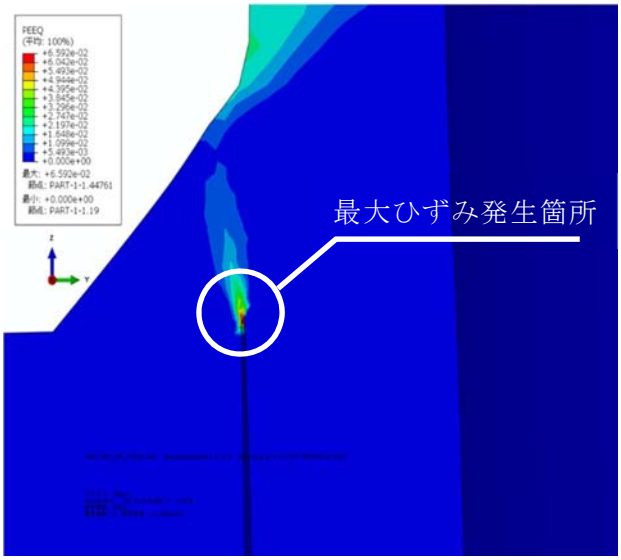
PEEQ：相当塑性ひずみ

変形倍率：10 倍



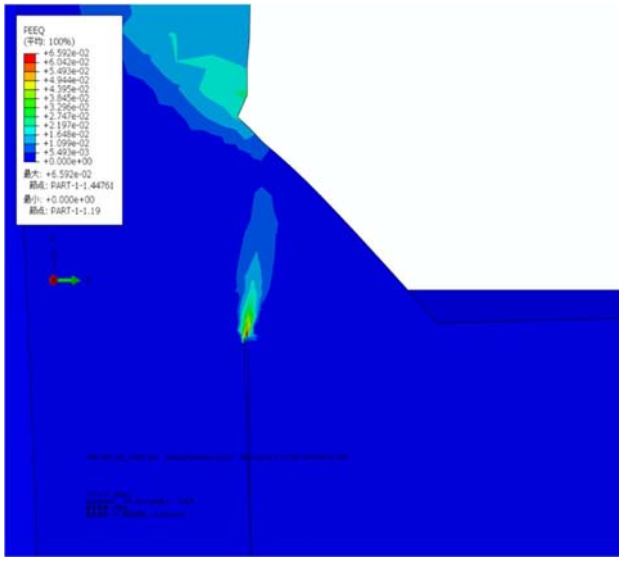
全体図

単位なし



180° 位置

単位なし



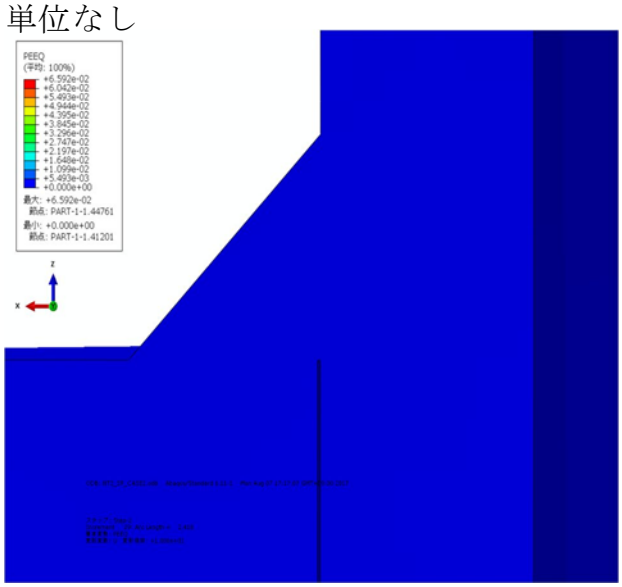
0° 位置

断面図

ひずみ分布図

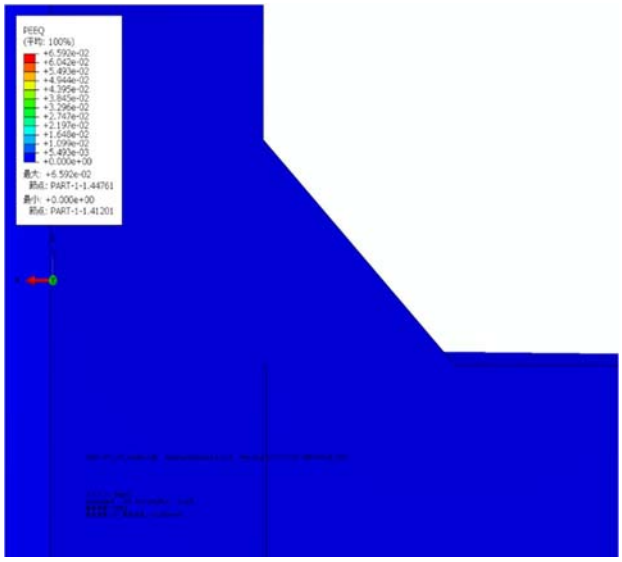
第 8-14 図　崩壊荷重の下限（Pcr）での応力・ひずみ分布図(3/5)

単位なし



270° 位置

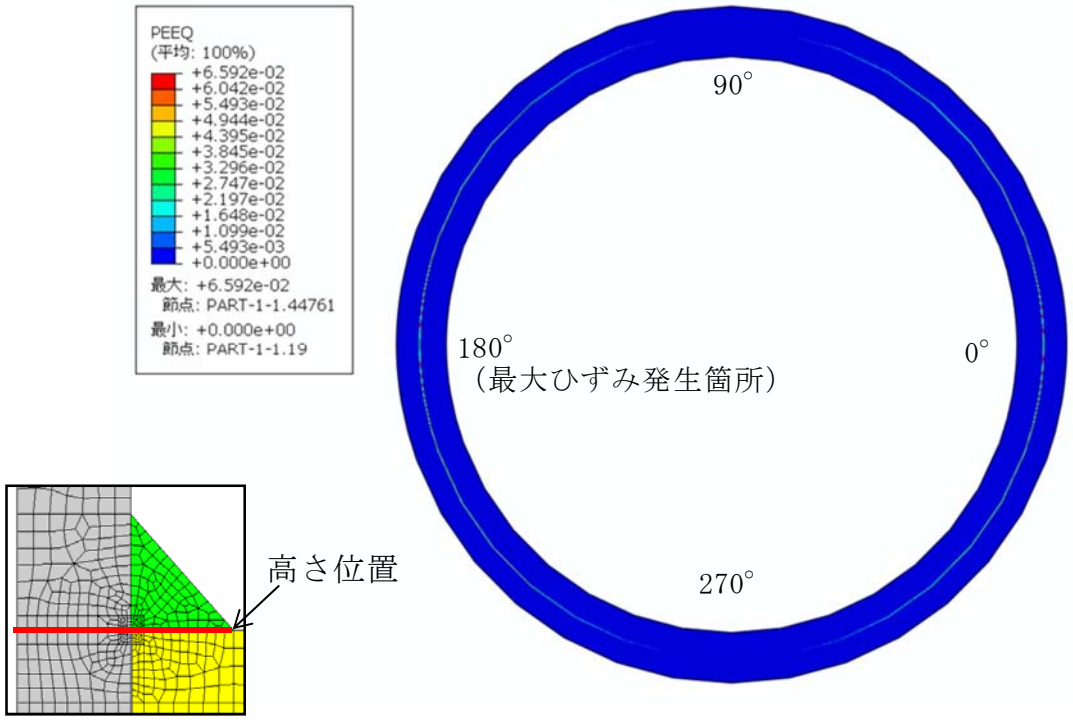
単位なし



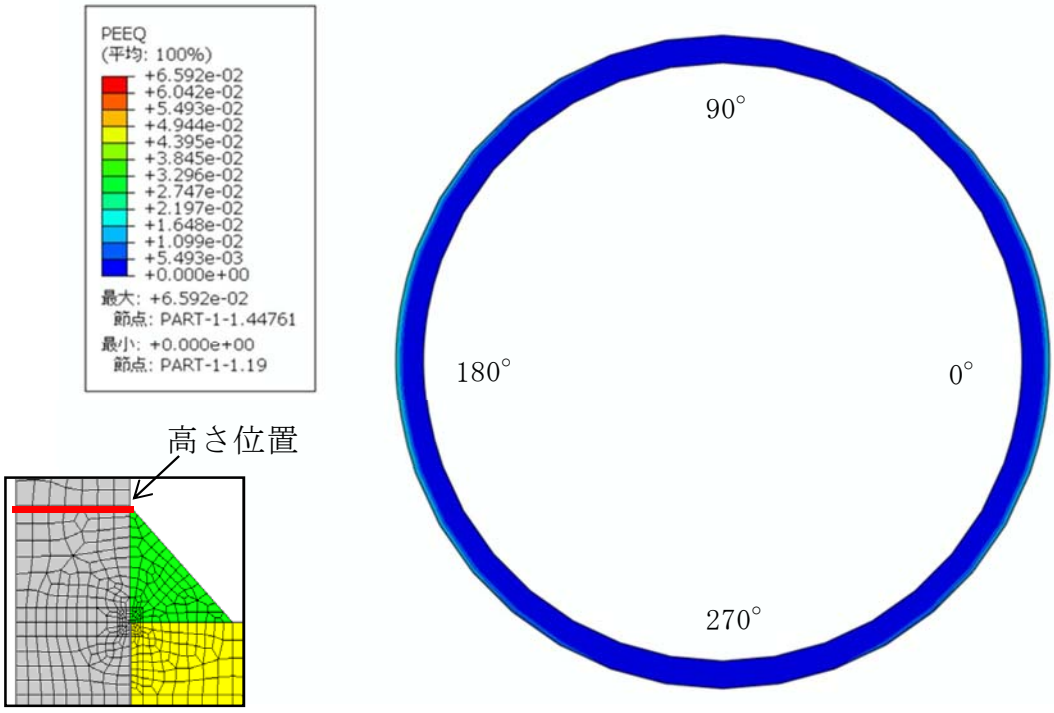
90° 位置

第 8-14 図　崩壊荷重の下限（Pcr）での応力・ひずみ分布図(4/5)

単位なし



ひずみ分布図（平面図）最大ひずみ発生位置高さ



ひずみ分布図（平面図）隅肉溶接上端を含む位置

第 8-14 図　崩壊荷重の下限（Pcr）での応力・ひずみ分布図(5/5)

(3)　極限解析に対する試験による確認

スタンドパイプにおける今回工認の申請は，極限解析を用いてスタンドパイプ部の有する耐力が地震荷重以上であることを確認することで，地震時における健全性を評価する。極限解析は，これまでの工認での適用例としてＰＷＲの炉内構造物での適用実績はあるが，第 8-3 表に示すように，適用範囲及び解析手法は同じであるものの，適用部位が異なる。なお，先行ＰＷＲと同様に東海第二発電所のスタンドパイプへの極限解析の結果が保守性を有することを補足的に確認する観点から，縮尺の試験体を用いた試験を行う。

第 8-3 表　先行実績と東海第二との比較

	先行ＰＷＲ	東海第二
適用範囲	炉内構造物	同左
適用部位	ラジアルサポート	スタンドパイプ
適用規格	ＪＳＭＥ設計・建設規格 CSS-3160	同左
解析手法	3 次元ＦＥＭによる 弾塑性解析	同左

3.　試験による検証について

(1)　試験目的

試験は，スタンドパイプとシュラウドヘッド部を模擬した縮小試験体に荷重（モーメント）を作用させる試験を実施し，スケール則を考慮してスタンドパイプが負担することができる最大の荷重（以下，「限界荷重」という。）を求める。

試験にて得られた限界荷重が極限解析にて得られた崩壊荷重の下限(Pcr)より大きいことを確認することで，極限解析の保守性を確認する。

(2)　試験体

地震による荷重は鉛直荷重，水平荷重及びモーメントが発生するが，モーメントが支配的な荷重であるため，モーメントを負荷できる試験体とする。

試験体は，スタンドパイプの構造を模擬した縮小モデルとし，試験体のサイズは，試験機が具備する恒温槽の寸法制限を考慮して，外径及びスタンドパイプ板厚で 1／3　スケールとする。試験体の材料は実機と同等のものを使用する。試験体の仕様を第 8-4 表に示す。また，試験体の概略図を第 8-15 図に，試験装置の概略図を第 8-16 図に示す。試験体は，試験装置の荷重負荷を考慮して，シュラウドヘッドを模擬した鋼板に 2 本のスタンドパイプを模擬した管を溶接にて取付け，下側のスタンドパイプを試験機に固定し，上側のスタンドパイプを上方へ引っ張ることにより，スタンドパイプ付根にモーメントを作用させる。

なお，シュラウドヘッドは固定しておらず，また，シュラウドヘッドは試験結果への影響が軽微と考え，厚い平板で模擬している。

(3)　試験方法

試験は,恒温槽を具備した試験機に試験体を取り付け,301℃(運転状態Ⅰ,Ⅱの最高温度）の高温状態にて，試験体に上方へ荷重を負荷しながら変位を

計測することにより行う。なお，変位については2本のスタンドパイプの変位であることから，変位に1/2を乗ずることにより1本のスタンドパイプの変位とする。

(4)　試験結果の評価

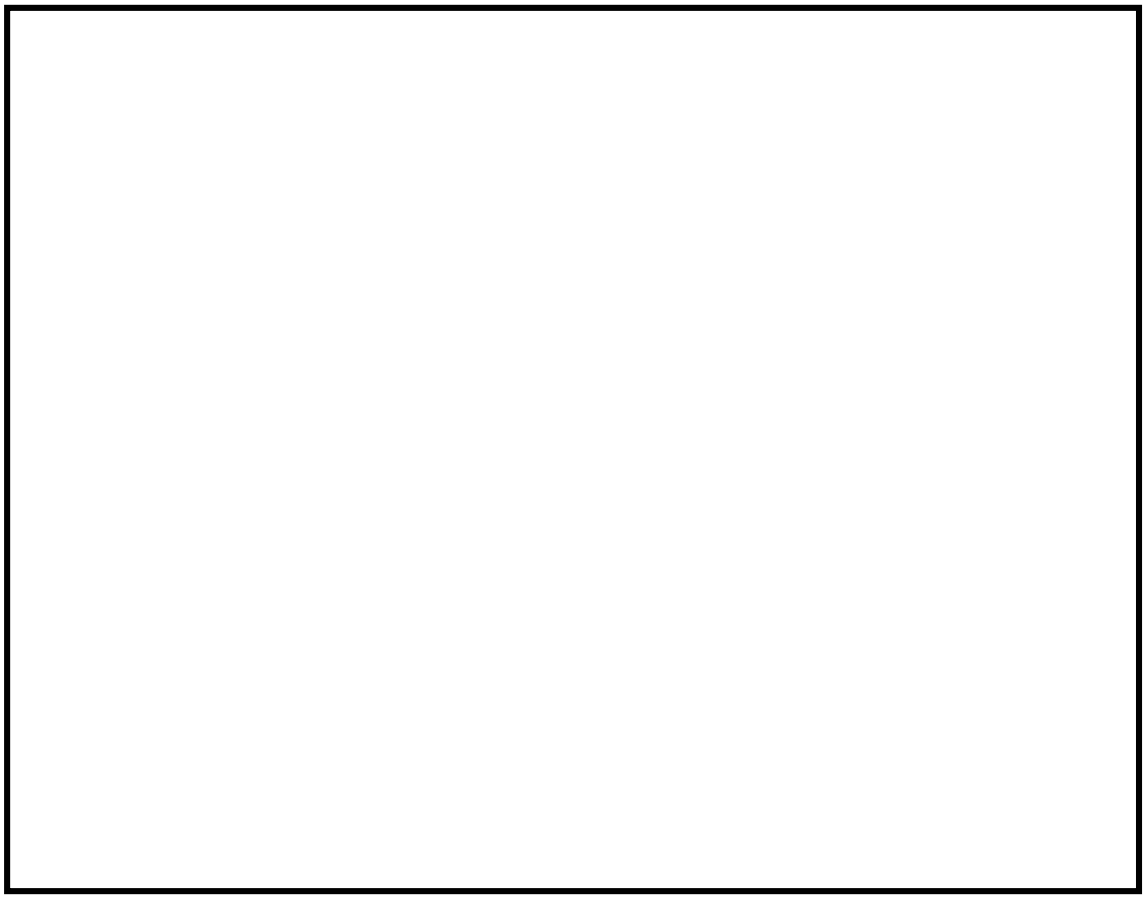
試験により求められた荷重－変位曲線から，スケール則を考慮して実寸法における荷重－変位曲線を作成し，極限解析結果と比較評価する。スケール則は荷重（モーメント）に対して塑性断面係数の比を乗じ，変位に対しては長さ及び断面二次モーメントを考慮して求めた弾性状態での変位比を乗ずることにより，実機寸法における曲線を作成する。

本試験は限界荷重が極限解析にて得られた崩壊荷重の下限(Pcr)より大きいことを確認するものであり，試験での崩壊荷重を塑性断面係数の比を乗じて実機寸法における崩壊荷重（限界荷重）を算出することで，荷重の比較は可能であると考える。

第8-4表　縮小モデル試験体の仕様

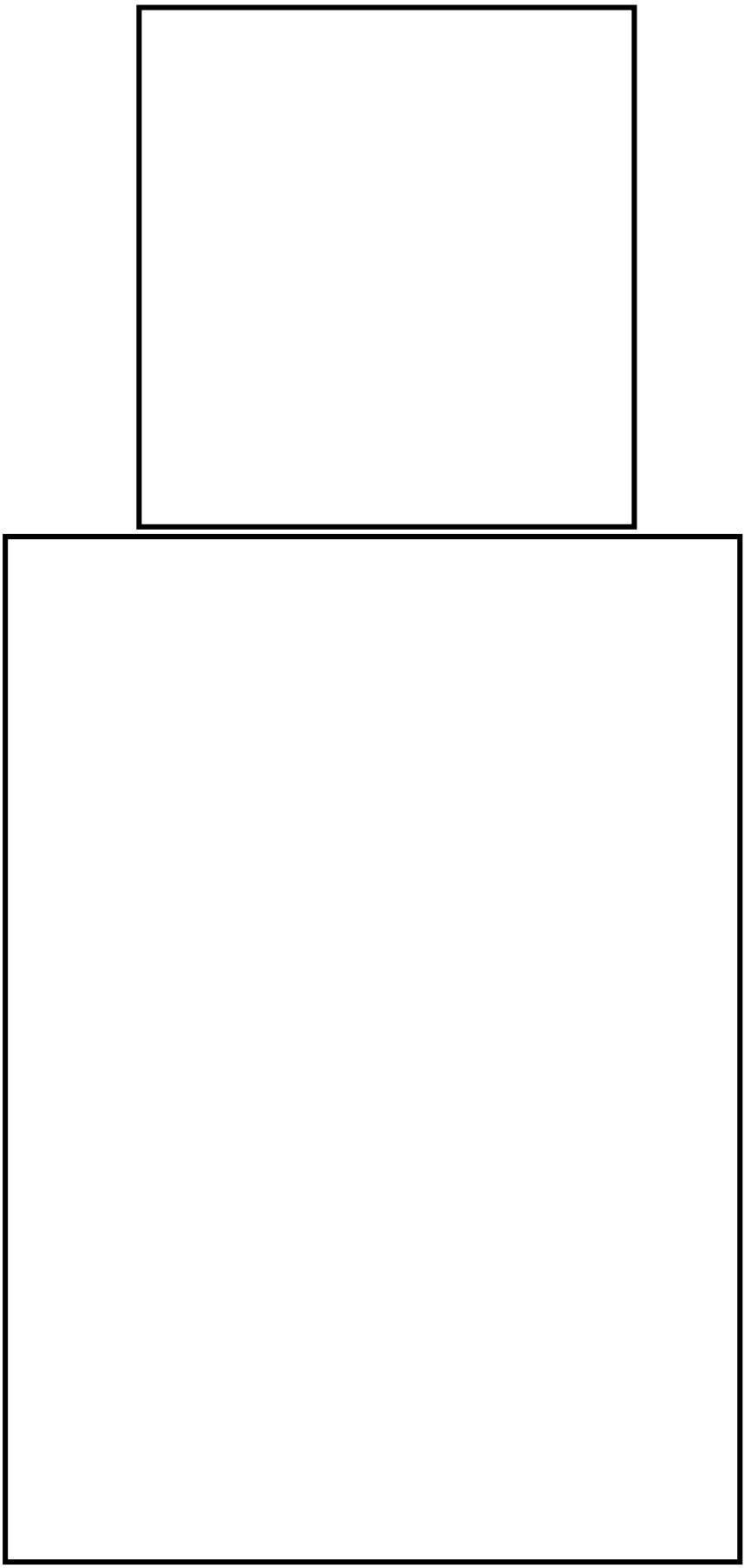
項目			試験体仕様	実機仕様
スタンドパイプ				
	寸法	外径	56.10 mm (1/3スケール)	168.3 mm
		板厚	2.37 mm (1/3スケール)	7.11 mm
	材料		SUS304TP	SUS304TP相当 (ASME SA-312 Gr.TP304)
シュラウドヘッド鏡板				
	寸法	板厚	32 mm	50.8 mm
	材料		SUS304	SUS304相当 (ASME SA-240 TYPE304)
変位測定位置			鏡板表面から148 mm	鏡板表面から1000 mm (極限解析の変位出力位置)

平面図



断面図

第 8-15 図　試験体の概略図



第 8-16 図　試験装置の概略図

スタンドパイプの長さが異なること等の影響について

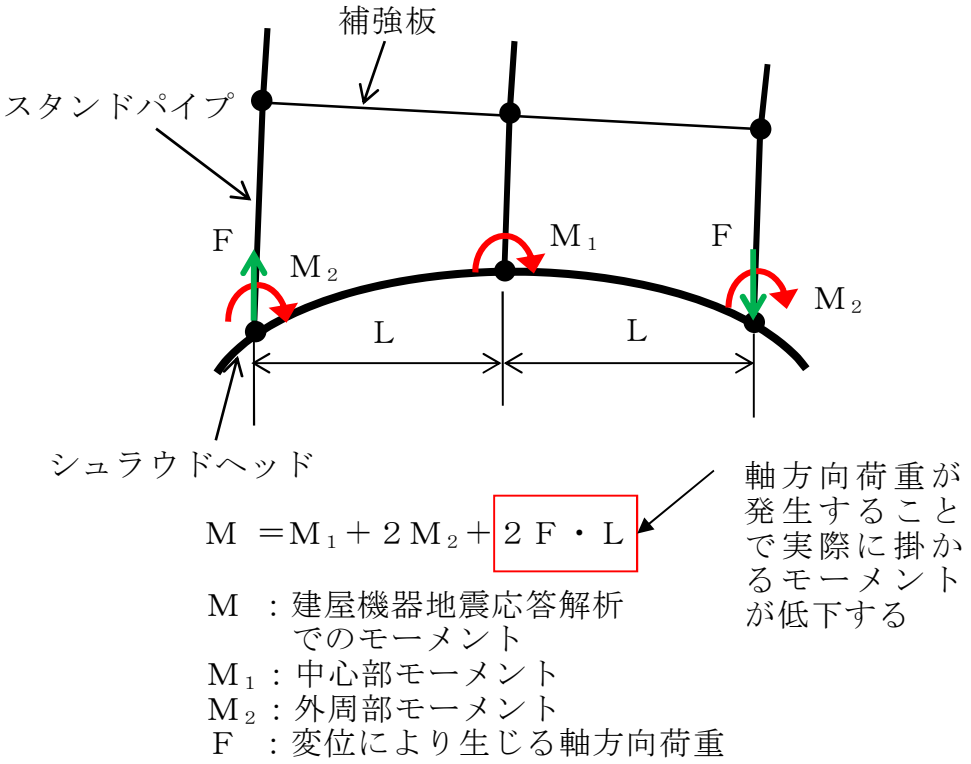
極限解析での負荷荷重は，225 本のスタンドパイプを 1 本とした建屋機器連成モデルでの地震応答解析にて得られた地震荷重をスタンドパイプ総本数（225 本）にて除した 1 本あたりの平均地震荷重を入力しているが，実際のスタンドパイプはシュラウドヘッドに取り付けられており，設置位置によりスタンドパイプの長さが異なること及び小補強板並びに大補強板で連結されることにより各スタンドパイプが受け持つ地震荷重（モーメント）は異なると考えられる。

また，地震応答解析でスタンドパイプを１本として算出したスタンドパイプ全体のモーメントと比較して，実際に発生するモーメントは，補強板で連結されることにより変形挙動が同じになることで軸方向に変位が生じ，これにより発生する軸方向荷重によるモーメント分だけ低下すると考えられる（別図 1 参照)。

これらを踏まえて，建屋機器連成モデルから得られた荷重に対して，225 本のスタンドパイプをはり要素にモデル化し，解析を行うことで，各スタンドパイプに発生する地震荷重を算出する。各スタンドパイプの荷重の算出については，補強板等を考慮したスタンドパイプ 225 本とシュラウドヘッドをはり要素及びシェル要素でモデル化し，建屋機器地震応答解析から得られたモーメントとのつり合いを考慮した静的解析を実施することにより，スタンドパイプに発生する最大荷重を算出する。

また，スタンドパイプが受け持つ許容値（荷重）には 1 本のスタンドパイプをソリッド要素にてモデル化したＦＥＭを用いて極限解析を行い，許容荷重が地震荷重を上回ることを確認することで，スタンドパイプの健全性を確認する。現状の極限解析ではスタンドパイプ付け根部に平均地震荷重の倍率

を負荷することで崩壊荷重の下限（Pcr）を求めているが，はり要素にてモデル化して得られたスタンドパイプに発生する最大荷重が平均地震荷重を上回る場合には，最大荷重をスタンドパイプ付け根部に負荷し，極限解析を実施する。



別図１　変位に伴い発生する荷重挙動の概略図

別紙－６

東海第二発電所

下位クラス施設の波及的影響の検討について
（耐震）

目　　次

1. 概　要

2. 波及的影響に関する評価方針

2.1 基本方針

2.2 下位クラス施設の抽出方法

2.3 影響評価方法

2.4 プラント運転状態による評価対象の考え方

3. 事象検討

3.1 別記２に記載された事項に基づく事象検討

3.2 地震被害事例に基づく事象の検討

3.3 津波，火災，溢水による影響評価

3.4 周辺斜面の崩壊による影響評価

4. 上位クラス施設の確認

5. 下位クラス施設の抽出及び影響評価方法

5.1 不等沈下又は相対変位による影響

5.2 接続部における相互影響

5.3 建屋内における損傷，転倒及び落下等による影響

5.4 建屋外における損傷，転倒及び落下等による影響

6. 下位クラス施設の検討結果

6.1 不等沈下又は相対変位による影響検討結果

6.2 接続部における相互影響検討結果

6.3 建屋内における損傷，転倒及び落下等による影響検討結果

6.4 建屋外における損傷，転倒及び落下等による影響検討結果

添 付 資 料

添付資料 1-1　波及的影響評価に係る現場調査の実施要領

添付資料 1-2　波及的影響評価に係る現場調査記録

添付資料 2-1　発電所における地震被害事例の要因整理

添付資料 2-2　東海第二発電所における地震被害事例の要因整理

添付資料 3　　設置予定施設に対する波及的評価手法について

添付資料 4　　上位クラス施設に隣接する下位クラス施設の接地状況について

1．概　要

設計基準対象施設のうち耐震重要度分類のＳクラスに属する施設，その間接支持構造物及び屋外重要土木構造物（以下「Ｓクラス施設等」という。）が下位クラス施設の波及的影響によって，その安全機能を損なわないことについて，また，重大事故等対処施設のうち常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備並びにこれらが設置される常設重大事故等対処施設（以下「重要ＳＡ施設」という。）が，下位クラス施設の波及的影響によって，重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないことについて，設計図書類を用いた机上検討及び現場調査（プラントウォークダウン）による敷地全体を俯瞰した調査・検討を行い，評価を実施する。

ここで，Ｓクラス施設等と重要ＳＡ施設を合わせて「上位クラス施設」と定義し，Ｓクラス施設等の安全機能と重要ＳＡ施設の重大事故等に対処するために必要な機能を合わせて「上位クラス施設の有する機能」と定義する。また，上位クラス施設に対する波及的影響の検討対象とする「下位クラス施設」とは，上位クラス施設以外の発電所内にある施設（資機材等含む。）をいう。

2. 波及的影響に関する評価方針

2.1 基本方針

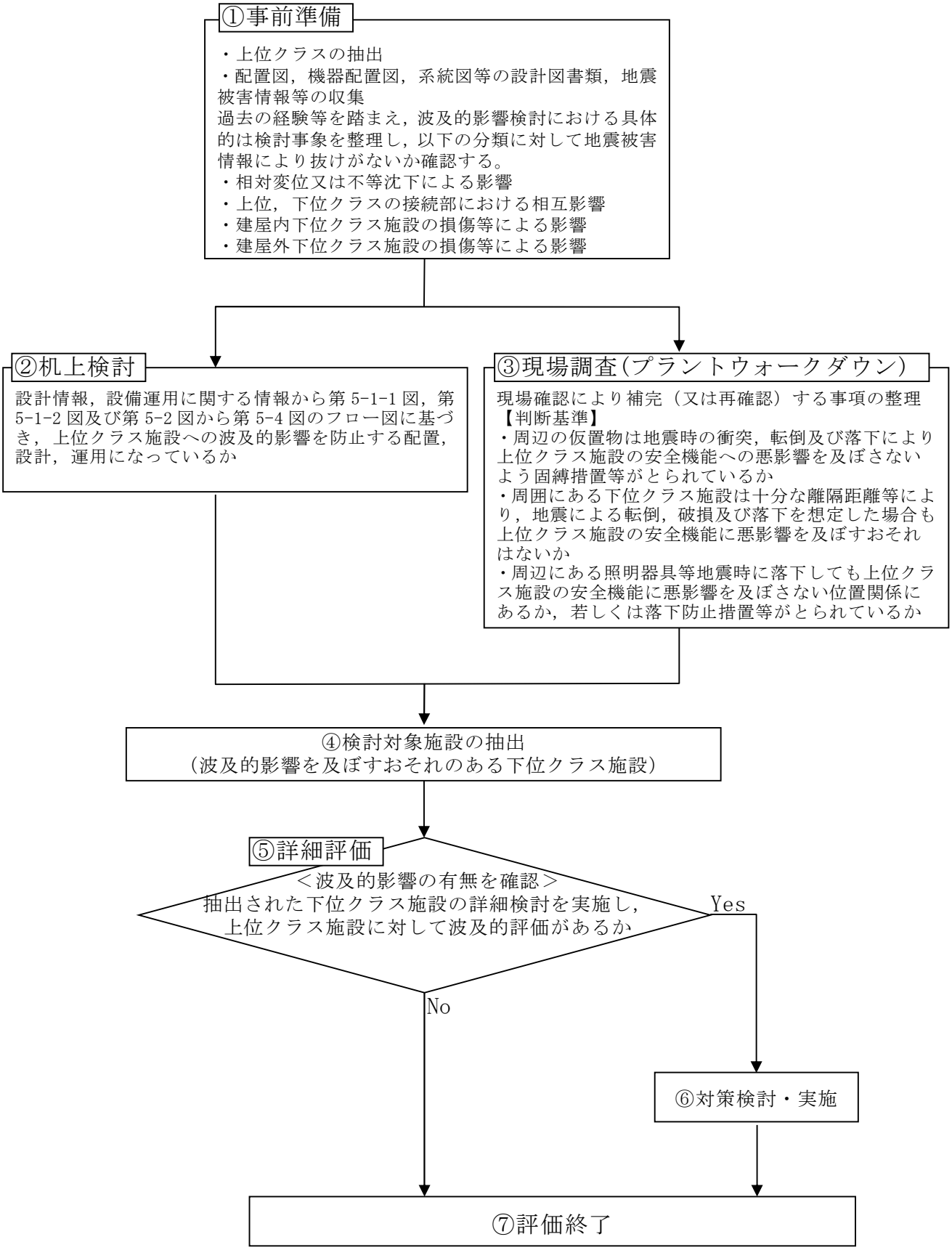
波及的影響評価は以下に示す方針に基づき実施する。

(1) 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則の解釈」の別記 2（以下「別記 2」という。）に記載された 4 つの事項をもとに，検討すべき事象を整理する。また，原子力発電所の地震被害情報をもとに，別記 2 の 4 つの事項意外に検討すべき事象の有無を確認する。

(2) (1)で整理した検討事項をもとに,上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出する。

(3) (2)で抽出された下位クラス施設について，配置，設計，運用上の観点から上位クラス施設への影響評価を実施する。

また，波及的影響評価に係る検討フローを第 2－1 図に示す。



※　フロー中の①から⑦の数字は，第 5-1-1 図，第 5-1-2 図及び第 5-2 図から第 5-4 図の各図中の①から⑦に対応する。

第 2－1 図　波及的影響評価に係る検討フロー

2.2 下位クラス施設の抽出方法

上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出は,設計図書類を用いた机上検討及び現場調査(プラントウォークダウン)による敷地全体を俯瞰した調査・検討により実施する。

(1) 机上検討

発電所配置図，機器配置図，系統図等の設計図書類を用いて，屋外及び屋内の上位クラス施設を抽出し，その配置状況を確認する。

次に設計図書類を用いて，上位クラス施設周辺に位置する下位クラス施設，又は上位クラス施設に接続されている下位クラス施設のうち，波及的影響を及ぼすおそれのあるものを抽出する。

(2) 現場調査

机上検討で抽出された下位クラス施設の詳細な設置状況又は配置状況を確認すること，また，設計図書類では判別できない仮設設備，資機材等が影響防止対策を施工していない状態で上位クラス施設周辺に配置されていないことを確認することを目的として，屋内外の上位クラス施設を対象として現場調査を実施する。

現場調査の実施要領を添付資料 1－1 に示す。また，現場調査記録の例を添付資料 1－2 に示す。

2.3 影響評価方法

波及的影響を及ぼすおそれがあるとして抽出された下位クラス施設について，影響評価により上位クラス施設の機能を損なわないことを確認する。

影響評価において，抽出された下位クラス施設が耐震性を有していることの確認によって上位クラス施設の機能を損なわないことを確認する場合，適用する地震動は，基準地震動S_sとする。

2.4　プラント運転状態による評価対象の考え方

プラントの運転状態としては，通常運転時，事故対処時，定期検査時があり，各運転状態において要求される上位クラス施設の機能を考慮して波及的影響評価を実施する。

通常運転時は,ほぼ全ての上位クラス施設が供用状態(運転又は待機状態)にあり，下位クラス施設の波及的影響も考慮した上で，基準地震動Ｓ$_s$に対して安全機能を損なわないことを確認する。また，事故対処時においても，通常運転時と同様である。

定期検査時は，工程に伴い，上位クラス施設の供用状態は除外され，系統も隔離される。その状態では当該施設の安全機能は期待しないことから，波及的影響評価の対象から除外する。なお，定期検査時においても電源系や海水系等の一部の施設は供用状態にあるため,これらの施設(作業用クレーン，取扱い治具等含む）については波及的影響評価の対象となる。

3.　事象検討

3.1　別記 2 に記載された事項に基づく事象検討

別記 2 に記載された 4 つの事項をもとに，具体的な検討事象を整理する。

① 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する不等沈下又は相対変位による影響

(1)　地盤の不等沈下による影響

・地盤の不等沈下による下位クラス施設の傾きや倒壊に伴う隣接した上位クラス施設への衝突

(2)　建屋の相対変位による影響

・上位クラス施設と下位クラス施設の建屋の相対変位による隣接した上位クラス施設への衝突

② 上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における相互影響

・機器・配管系において接続する下位クラス施設の損傷と隔離に伴う上位クラス施設側の系統のプロセス変化

・電気計装設備において接続する下位クラス施設の損傷に伴う電気回路，信号伝送回路を介した悪影響

③ 建屋内における下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等による上位クラス施設への影響

・下位クラス施設の転倒，落下，倒壊に伴う上位クラス施設への衝突

・可燃物を内包した下位クラス施設の損傷に伴う火災

・水・蒸気を内包した下位クラス施設の損傷に伴う溢水

④ 建屋外における下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等による上位クラス施設への影響

(1) 施設の損傷，転倒及び落下等による影響

・下位クラス施設の転倒，落下，倒壊に伴う上位クラス施設への衝突

・可燃物を内包した下位クラス施設の損傷に伴う火災

・水・蒸気を内包した下位クラス施設の損傷に伴う溢水

(2) 周辺斜面の崩壊による影響

・周辺斜面の崩壊による土塊の衝突

3.2 地震被害事例に基づく事象の検討

3.2.1 被害事例とその要因の整理

別記２に記載された事項の他に考慮すべき事項がないかを確認するため，原子力施設情報公開ライブラリ（NUCIA：ニューシア）から，同公開ライブラリに登録された以下の地震を対象に，原子力発電所の被害情報を抽出した。

これまでの被害事例において，下位クラス施設の破損等による波及的影響を含めて上位クラス施設の安全機能が損なわれる事象は確認されていないため，被害事例は全て上位クラス施設以外のものとなるが，これらの地震被害

の発生要因（原因）を整理し，3.1 項で検討した波及的影響の具体的な検討事象に加えるべき新たな被害要因が無いかを検討した。

被害事例とその要因を整理した結果を添付資料 2-1 及び添付資料 2-2 に示す。

（対象とした情報）

・宮城県沖地震（女川原子力発電所：平成 17 年 8 月）

・能登半島地震（志賀原子力発電所：平成 19 年 3 月）

・新潟県中越沖地震（柏崎刈羽原子力発電所：平成 19 年 7 月）

・駿河湾地震（浜岡原子力発電所：平成 21 年 8 月）

・東北地方太平洋沖地震（福島第二原子力発電所，女川原子力発電所，東海第二発電所：平成 23 年 3 月）

※NUCIA 最終報告を対象とした。

添付資料 2－1 及び添付資料 2－2 の整理の結果，地震被害の発生要因は以下のⅠ～Ⅵに分類された。

［地震被害発生要因］

Ⅰ：地盤の不等沈下による損傷

Ⅱ：建屋間の相対変位による損傷

Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等

Ⅳ：周辺斜面の崩壊

Ⅴ：使用済燃料プールのスロッシングによる溢水

Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

3.2.2　追加考慮すべき事象の検討

上記Ⅰ～Ⅵの要因が 3.1 項で整理した①～④の検討事項の対象となっているかを第 3－1 表に整理した。

第 3－1 表に示す通り，Ⅰ～Ⅴの要因は①～④の検討事項に分類されており，いずれの検討事項にも分類されなかった要因は，「Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）」であった。

要因Ⅵについては，地震の揺れによる警報発信，機器の誤動作，避圧弁の動作等の要因，並びに地震に起因する津波，火災，溢水による要因である。このうち警報発信，機器の誤動作，避圧弁の動作等については施設の損傷を伴わない要因であることから，波及的影響の観点で考慮すべき検討事項には当たらないと判断した。また，津波，火災，溢水による影響については，3.3 項に示す通り別途影響評価を実施していることから，ここでは検討の対象外とする。

以上のことから，波及的影響評価における検討事項①～④について，地震による原子力発電所の被害情報から確認された被害要因を踏まえても，特に追加すべき事項がないことが確認された。

第 3－1 表　地震被害事例の要因と検討事象の整理

	波及的影響の分類	具体的な検討事象	対象となる要因
①	設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響	地盤の不等沈下による影響	Ⅰ
		建屋の相対変位による影響	Ⅱ
②	上位クラス施設と下位のクラスの施設との接続部における相互影響	接続部における相互影響	Ⅱ，Ⅲ
③	建屋内における下位のクラスの施設の損傷，転倒及び落下等による上位クラス施設への影響	施設の損傷，転倒及び落下等による影響	Ⅲ，Ⅴ
④	建屋外における下位のクラスの施設の損傷，転倒及び落下等による上位クラス施設への影響	施設の損傷，転倒及び落下等による影響	Ⅰ，Ⅲ
		周辺斜面の崩壊による影響	Ⅳ

3.3　津波，火災，溢水による影響評価

地震に起因する津波，火災，溢水による安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能を有する施設への影響については，それぞれ津波側，火災側，及び溢水側の説明書の中で影響評価を実施する。

津波の影響評価では，必要な津波防護対策（Ｓクラス）を講じることにより，基準津波に対して施設の安全機能又は重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない設計としている。火災の影響評価では，地震による損傷の有無に関わらず，可燃物を内包している機器・配管系の全てが火災源となることを想定して，施設の安全機能への影響評価を実施している。また，溢水の影響評価では，水又は蒸気を内包している下位クラスの機器・配管系について，基準地震動Ｓ$_s$に対する耐震性を確認できないものが溢水源となることを想定して,施設の安全機能への影響評価を実施している。以上より，地震に起因する津波，火災，溢水による波及的影響については，これらの影響評価に包絡される。

3.4　周辺斜面の崩壊による影響評価

東海第二発電所の上位クラス施設の周辺には，地震の発生によって安全機能に影響を与えるおそれのある斜面は存在しない。本検討は，「東海第二発電所 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価について」において実施している。

4.　上位クラス施設の確認

波及的影響評価を実施するに当たって，防護対象となる上位クラス施設は以下のとおりとする。

(1)　設計基準対象施設のうち，耐震Ｓクラス施設（津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を含む。）

(2)　(1)の間接支持構造物である建物・構築物

(3)　屋外重要土木構造物

(4)　重大事故等対処施設のうち，常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備

(5)　(4)が設置される常設重大事故等対処施設の間接支持構造物である建物・構築物

屋外に設置されている上位クラス施設一覧を第 4－1 表に屋内の上位クラス施設一覧を第 4－2 表に示す。表中では，原子炉建屋を R/B と使用済燃料乾式貯蔵建屋を DC/B と表記する。

第4－1表　建屋外上位クラス施設一覧

番号	建屋外上位クラス施設	設置場所	区分
A001	残留熱除去系海水系ポンプ	屋外	Sｸﾗｽ SA施設
A002	残留熱除去系海水系ストレーナ	屋外	Sｸﾗｽ SA施設
A003	残留熱除去系海水系配管	屋外	Sｸﾗｽ SA施設
A004	非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ	屋外	Sｸﾗｽ SA施設
A005	非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ	屋外	Sｸﾗｽ SA施設
A006	非常用ディーゼル発電機用海水配管	屋外	Sｸﾗｽ SA施設
A007	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ	屋外	Sｸﾗｽ SA施設
A008	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ストレーナ	屋外	Sｸﾗｽ SA施設
A009	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水配管	屋外	Sｸﾗｽ SA施設
A010	非常用ガス処理系配管	屋外	Sｸﾗｽ SA施設
A011	原子炉建屋	屋外	Sｸﾗｽ及びSA施設 間接支持構造物
A012	使用済燃料乾式貯蔵建屋	屋外	Sｸﾗｽ 間接支持構造物
A013	取水構造物	屋外	屋外重要度土木構造物 SA施設
A014	屋外二重管	屋外	Sｸﾗｽ及びSA施設 間接支持構造物
A015	非常用ガス処理系配管支持構造（排気筒、支持架構）	屋外	Sｸﾗｽ及びSA施設 間接支持構造物
A016	常設代替高圧電源装置置場	屋外	Sｸﾗｽ及びSA施設 間接支持構造物
A017	常設代替高圧電源装置用カルバート	屋外	Sｸﾗｽ及びSA施設 間接支持構造物
A018	緊急時対策所	屋外	SA施設 間接支持構造物
A019	緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎	屋外	SA施設 間接支持構造物
A020	代替淡水貯槽	屋外	SA施設
A021	常設低圧代替注水系ポンプ室	屋外	SA施設 間接支持構造物
A022	常設低圧代替注水系配管カルバート	屋外	SA施設 間接支持構造物
A023	格納容器圧力逃がし装置格納槽	屋外	SA施設 間接支持構造物
A024	格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート	屋外	SA施設 間接支持構造物
A025	ＳＡ用海水ピット	屋外	SA施設
A026	ＳＡ用海水ピット取水塔	屋外	SA施設
A027	海水引込み管	屋外	SA施設
A028	緊急用海水ポンプピット	屋外	SA施設
A029	緊急用海水配管カルバート	屋外	SA施設 間接支持構造物
A030	緊急用海水取水管	屋外	SA施設
A031	可搬型設備用軽油タンク基礎	屋外	SA施設
A032	防潮堤及び防潮扉（防潮堤道路横断部に設置）	屋外	Sｸﾗｽ
A033	放水路ゲート	屋外	Sｸﾗｽ
A034	構内排水路逆流防止設備	屋外	Sｸﾗｽ
A035	貯留堰	屋外	Sｸﾗｽ及びSA施設
A036	取水路点検用開口部浸水防止蓋	屋外	Sｸﾗｽ
A037	海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁	屋外	Sｸﾗｽ
A038	取水ピット空気抜き配管逆止弁	屋外	Sｸﾗｽ
A039	海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋	屋外	Sｸﾗｽ

番号	建屋外上位クラス施設	設置場所	区分
A040	放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋	屋外	Sｸﾗｽ
A041	ＳＡ用海水ピット開口部浸水防止蓋	屋外	Sｸﾗｽ
A042	緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋	屋外	Sｸﾗｽ
A043	緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁	屋外	Sｸﾗｽ
A044	緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁	屋外	Sｸﾗｽ
A045	貫通部止水処置	屋外	Sｸﾗｽ
A046	津波監視カメラ	屋外	Sｸﾗｽ
A047	取水ピット水位計	屋外	Sｸﾗｽ
A048	潮位計	屋外	Sｸﾗｽ
A049	残留熱除去海水系ポンプＤ逆止弁	屋外	Sｸﾗｽ
A050	残留熱除去海水系ポンプＢ逆止弁	屋外	Sｸﾗｽ
A051	残留熱除去海水系ポンプＡ逆止弁	屋外	Sｸﾗｽ
A052	残留熱除去海水系ポンプＣ逆止弁	屋外	Sｸﾗｽ
A053	非常用ディーゼル発電機２Ｃ海水ポンプ出口逆止弁	屋外	Sｸﾗｽ
A054	非常用ディーゼル発電機２Ｄ海水ポンプ出口逆止弁	屋外	Sｸﾗｽ
A055	高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ出口逆止弁	屋外	Sｸﾗｽ

第4－2表　建屋内上位クラス施設一覧（1／8）

番号	建屋内上位クラス施設	区分	設置場所	施設配置図（第6-3-1図）	
				SHT No.	エリア番号
B001	原子炉圧力容器	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	6	4-L
B002	炉心支持構造物	Sｸﾗｽ	R/B	6	4-L
B003	原子炉圧力容器内部構造物	Sｸﾗｽ	R/B	6	4-L
B004	原子炉圧力容器支持構造物	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-H
B005	主蒸気系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	－
B006	主蒸気隔離弁制御用アキュムレータ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-E,J
B007	逃がし安全弁自動減圧機能用アキュムレータ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-H
B009	給水系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	－
B010	主蒸気隔離弁漏えい抑制系配管	Sｸﾗｽ	R/B	－	－
B011	低圧マニュホールド（主蒸気隔離弁漏えい抑制系）	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-A
B012	ブロワ（主蒸気隔離弁漏えい抑制系）	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-A
B013	再循環系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	－
B014	再循環系ポンプ	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-J
B015	原子炉冷却材浄化系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	－
B016	残留熱除去系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	－
B016	残留熱除去系熱交換器	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1 2	B2-K,L B1-E,F
B017	残留熱除去系ポンプ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-G,H,J
B018	残留熱除去系海水系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	－
B019	原子炉隔離時冷却系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	－
B020	原子炉隔離時冷却系ポンプ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-B
B021	高圧炉心スプレイ系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	－
B022	高圧炉心スプレイ系ポンプ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-E
B023	低圧炉心スプレイ系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	－
B024	低圧炉心スプレイ系ポンプ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-D
B025	液体廃棄物処理系配管（ＰＣＶバウンダリ）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	－
B026	制御棒駆動機構	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-J
B027	制御棒駆動水圧系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	－
B028	制御棒駆動水圧系制御ユニット	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-E,F
B029	ほう酸水注入系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	－
B030	ほう酸水注入系ポンプ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	6	5-C
B031	ほう酸水貯蔵タンク	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	6	5-C
B032	使用済燃料貯蔵ラック	Sｸﾗｽ	R/B	7	6-A
B033	使用済燃料プール	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	7	6-A
B034	使用済燃料乾式貯蔵容器	Sｸﾗｽ	DC/B	8	－
B035	原子炉建屋換気系放射線モニタ	Sｸﾗｽ	R/B	7	6-A
B036	原子炉建屋排気筒モニタ	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-K
B037	中央制御室換気系送風機	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-R
B038	中央制御室換気系排風機	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-R

番号	建屋内上位クラス施設	区分	設置場所	施設配置図（第6-3-1図）	
				SHT No.	エリア番号
B039	中央制御室換気系フィルターユニット	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-R
B040	中央制御室換気系　制御室内ダクト	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	－
B041	非常用ガス処理系／再循環系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	－
B042	非常用ガス処理系排風機	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	6	5-B
B043	非常用ガス処理系フィルタートレイン	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	6	5-B
B044	非常用ガス再循環系排風機	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	6	5-B
B045	非常用ガス再循環系フィルタートレイン	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	6	5-B
B046	ダクト（原子炉建屋換気系）	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-R,P,K,L
B047	ダクト（ＤＧ換気系）	Sｸﾗｽ	R/B	2	B1-H,J,K
B048	鋼板ダクト本体及びダクト（空調ユニット系）	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-B,D,E,G,H,J
B049	原子炉建屋換気系給気隔離弁用アキュムレータ	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-R,P
B050	原子炉建屋換気系排気隔離弁用アキュムレータ	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-K,L
B051	HPCSポンプ室空調ユニット	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-E
B052	LPCSポンプ室空調ユニット	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-D
B053	RCICポンプ室空調ユニット	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-B
B054	RHRポンプ室空調ユニット	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-G,H,J
B055	非常用DG室排気ファン	Sｸﾗｽ	R/B	3	1-N,R
B056	HPCS用DG室排気ファン	Sｸﾗｽ	R/B	3	1-P
B057	バッテリー室給排気ファン	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-R
B058	中央制御室空調用冷水ポンプ	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-R
B059	中央制御室空調ユニット	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-R
B060	格納容器（ドライウエル部）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	6	4-L
B061	格納容器（サプレッションチェンバ部）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	2B-M
B062	ペデスタル（原子炉本体の基礎）	Sｸﾗｽ及びSA施設間接支持	R/B	1	2B-M
B063	格納容器配管貫通部	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	－
B064	格納容器電気配線貫通部	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	－
B065	可燃性ガス濃度制御系再結合装置	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-B,C
B066	可燃性ガス濃度制御系配管	Sｸﾗｽ	R/B	－	－
B067	不活性ガス系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	－
B068	内燃機関（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-H,K
B069	発電機（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-H,K
B070	関連配管（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	－
B071	始動空気圧縮機（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-V,X
B072	始動空気だめ（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-V,X
B073	潤滑油プライミングポンプ（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-V,X
B074	温水循環ポンプ（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-H,K
B075	潤滑油冷却器（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-V,X
B076	清水冷却器（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-V,X

第4－2表　建屋内上位クラス施設一覧（2／8）

番号	建屋内上位クラス施設	区分	設置場所	施設配置図（第6-3-1図）	
				SHT No.	エリア番号
B077	燃料弁冷却油冷却器（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-H,K
B078	潤滑油ヒータ（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-V,X
B079	清水ヒータ（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-H,K
B080	潤滑油フィルタ（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-V,X
B081	燃料油フィルタ（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-H,K
B082	清水膨張タンク（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-H,K
B083	シリンダ注油タンク（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-H,K
B084	潤滑油サンプタンク（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-V,X
B085	燃料油デイタンク（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-H,K
B086	内燃機関（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-J
B087	発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-J
B088	関連配管（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	－
B089	始動空気圧縮機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-W
B090	始動空気だめ（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-W
B091	潤滑油プライミングポンプ（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-W
B092	温水循環ポンプ（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-J
B093	潤滑油冷却器（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-W
B094	清水冷却器（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-W
B095	燃料弁冷却油冷却器（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-J
B096	潤滑油ヒータ（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-W
B097	清水ヒータ（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-J
B098	潤滑油フィルタ（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-W
B099	燃料油フィルタ（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-J
B100	清水膨張タンク（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-J
B101	シリンダ注油タンク（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-J
B102	潤滑油サンプタンク（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-W
B103	燃料油デイタンク（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-J
B104	250V系　蓄電池	Sｸﾗｽ	R/B	3	1-V
B105	250V系　充電器	Sｸﾗｽ	R/B	3	1-S
B106	125V系　蓄電池	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	3	1-T 1-U
B107	125V系　充電器	Sｸﾗｽ	R/B	3	1-S
B108	125V HPCS蓄電池	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	3	1-V
B109	125V HPCS充電器	Sｸﾗｽ	R/B	3	1-S
B110	緊急用125V系蓄電池	SA施設	R/B	5	3-R
B111	直流±24V蓄電池	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	3	1-T 1-U
B112	直流±24V充電器	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	3	1-S
B113	バイタル交流電源装置	Sｸﾗｽ	R/B	3	1-S
B114	常設スプレイヘッダ	SA施設	－	－	－

番号	建屋内上位クラス施設	区分	設置場所	施設配置図（第6-3-1図）	
				SHT No.	エリア番号
B115	低圧代替注水系配管	SA施設	－	－	－
B116	代替燃料プール注水系配管	SA施設	－	－	－
B117	常設低圧代替注水系ポンプ	SA施設	－	－	－
B118	代替燃料プール冷却系ポンプ	SA施設	－	－	－
B119	緊急用海水ポンプ	SA施設	－	－	－
B120	代替燃料プール冷却系熱交換器	SA施設	－	－	－
B121	緊急用海水系配管	SA施設	－	－	－
B122	常設高圧代替注水系ポンプ	SA施設	－	－	－
B123	高圧代替注水系配管	SA施設	－	－	－
B124	衛星電話設備（固定型）	SA施設	－	－	－
B125	フィルタ装置出口放射線モニタ（高レンジ・低レンジ）	SA施設	－	－	－
B126	フィルタ装置出口放射線モニタ（高レンジ・低レンジ）	SA施設	－	－	－
B127	耐圧強化ベント系放射線モニタ	SA施設	－	－	－
B128	使用済燃料プールエリア放射線モニタ（高レンジ・低レンジ）	SA施設	－	－	－
B129	中央制御室待避室遮蔽	SA施設	－	－	－
B130	中央制御室待避室空気ボンベユニット（配管・弁）	SA施設	－	－	－
B131	耐圧強化ベント系配管	SA施設	－	－	－
B132	遠隔人力操作機構	SA施設	－	－	－
B133	フィルタ装置（格納容器圧力逃がし装置）	SA施設	－	－	－
B134	移送ポンプ（格納容器圧力逃がし装置）	SA施設	－	－	－
B135	遠隔人力操作機構（格納容器圧力逃がし装置）	SA施設	－	－	－
B136	圧力開放板（格納容器圧力逃がし装置）	SA施設	－	－	－
B137	フィルタ装置遮蔽（格納容器圧力逃がし装置）	SA施設	－	－	－
B138	配管遮蔽（格納容器圧力逃がし装置）	SA施設	－	－	－
B139	二次隔離弁操作室遮蔽（格納容器圧力逃がし装置）	SA施設	－	－	－
B140	二次隔離弁操作室　空気ボンベユニット（配管・弁）	SA施設	－	－	－
B141	（格納容器圧力逃がし装置）	SA施設	－	－	－
B142	代替循環冷却系ポンプ	SA施設	－	－	－
B143	代替循環冷却系配管	SA施設	－	－	－
B144	静的触媒式水素再結合器	SA施設	－	－	－
B145	静的触媒式水素再結合器　動作監視装置	SA施設	－	－	－
B146	常設代替高圧電源装置	SA施設	－	－	－
B147	常設代替高圧電源装置用燃料移送ポンプ	SA施設	－	－	－
B148	常設代替交流電源装置用燃料移送系配管	SA施設	－	－	－
B149	緊急時対策所用発電機	SA施設	－	－	－
B150	緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク	SA施設	－	－	－
B151	緊急時対策所用発電機給油ポンプ	SA施設	－	－	－
B152	緊急時対策所遮蔽	SA施設	－	－	－

第4－2表　建屋内上位クラス施設一覧（3／8）

番号	建屋内上位クラス施設	区分	設置場所	施設配置図（第6-3-1図）	
				SHT No.	エリア番号
B153	緊急時対策所非常用給気ファン	SA施設	－	－	－
B154	緊急時対策所排気ファン	SA施設	－	－	－
B155	緊急時対策所非常用空気浄化フィルタユニット	SA施設	－	－	－

第4－2表　建屋内上位クラス施設一覧（4／8）

番 号	建屋内上位クラス施設		区分	設置場所	施設配置図（第6-3-1図）	
					SHT No.	エリア番号
C001	B22-F022A	主蒸気隔離弁第１弁Ａ	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-J
C002	B22-F022B	主蒸気隔離弁第１弁Ｂ	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-J
C003	B22-F022C	主蒸気隔離弁第１弁Ｃ	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-J
C004	B22-F022D	主蒸気隔離弁第１弁Ｄ	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-J
C005	B22-F028A	主蒸気隔離弁第２弁Ａ	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C006	B22-F028B	主蒸気隔離弁第２弁Ｂ	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C007	B22-F028C	主蒸気隔離弁第２弁Ｃ	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C008	B22-F028D	主蒸気隔離弁第２弁Ｄ	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C009	B22-F098A	主蒸気隔離弁第３弁Ａ	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C010	B22-F098B	主蒸気隔離弁第３弁Ｂ	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C011	B22-F098C	主蒸気隔離弁第３弁Ｃ	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C012	B22-F098D	主蒸気隔離弁第３弁Ｄ	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C013	B22-F013A	主蒸気逃がし安全弁Ａ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-H
C014	B22-F013B	主蒸気逃がし安全弁Ｂ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-H
C015	B22-F013C	主蒸気逃がし安全弁Ｃ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-H
C016	B22-F013D	主蒸気逃がし安全弁Ｄ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-H
C017	B22-F013E	主蒸気逃がし安全弁Ｅ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-H
C018	B22-F013F	主蒸気逃がし安全弁Ｆ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-H
C019	B22-F013G	主蒸気逃がし安全弁Ｇ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-H
C020	B22-F013H	主蒸気逃がし安全弁Ｈ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-H
C021	B22-F013J	主蒸気逃がし安全弁Ｊ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-H
C022	B22-F013K	主蒸気逃がし安全弁Ｋ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-H
C023	B22-F013L	主蒸気逃がし安全弁Ｌ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-H
C024	B22-F013M	主蒸気逃がし安全弁Ｍ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-H
C025	B22-F013N	主蒸気逃がし安全弁Ｎ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-H
C026	B22-F013P	主蒸気逃がし安全弁Ｐ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-H
C027	B22-F013R	主蒸気逃がし安全弁Ｒ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-H
C028	B22-F013S	主蒸気逃がし安全弁Ｓ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-H
C029	B22-F013U	主蒸気逃がし安全弁Ｕ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-H
C030	B22-F013V	主蒸気逃がし安全弁Ｖ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-H
C031	B22-F016	主蒸気ドレン弁（内側隔離弁）	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-J
C032	B22-F019	主蒸気ドレン弁（外側隔離弁）	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C033	B22-F037	主蒸気逃がし安全弁排気管真空破壊弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-J
C034	B22-F078	主蒸気逃がし安全弁排気管真空破壊弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-J
C035	B22-F010A	原子炉給水逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-J
C036	B22-F010B	原子炉給水逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-J
C037	B22-F032A	原子炉給水逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C038	B22-F032B	原子炉給水逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E

番号	建屋内上位クラス施設		区分	設置場所	施設配置図（第6-3-1図）	
					SHT No.	エリア番号
C039	B22-F065A	原子炉給水元弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C040	B22-F065B	原子炉給水元弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C041	E32-F002A	主蒸気隔離弁ブリードライン（Ａ）入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C042	E32-F002B	主蒸気隔離弁ブリードライン（Ｂ）入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C043	E32-F002C	主蒸気隔離弁ブリードライン（Ｃ）入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C044	E32-F002D	主蒸気隔離弁ブリードライン（Ｄ）入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C045	E32-F002E	主蒸気隔離弁ブリードライン（Ｅ）入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C046	E32-F002F	主蒸気隔離弁ブリードライン（Ｆ）入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C047	E32-F002G	主蒸気隔離弁ブリードライン（Ｇ）入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C048	E32-F002H	主蒸気隔離弁ブリードライン（Ｈ）入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C049	E32-F004A	主蒸気隔離弁ブリードライン（Ａ）ベント元弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C050	E32-F004B	主蒸気隔離弁ブリードライン（Ｂ）ベント元弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C051	E32-F004C	主蒸気隔離弁ブリードライン（Ｃ）ベント元弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C052	E32-F004D	主蒸気隔離弁ブリードライン（Ｄ）ベント元弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C053	E32-F004E	主蒸気隔離弁ブリードライン（Ｅ）ベント元弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C054	E32-F004F	主蒸気隔離弁ブリードライン（Ｆ）ベント元弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C055	E32-F004G	主蒸気隔離弁ブリードライン（Ｇ）ベント元弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C056	E32-F004H	主蒸気隔離弁ブリードライン（Ｈ）ベント元弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-E
C057	G33-F001	原子炉冷却材浄化系内側隔離弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-J
C058	G33-F004	原子炉冷却材浄化系外側隔離弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-G
C059	E12-F003B	残留熱除去系熱交換器Ｂ出口弁	Sｸﾗｽ	R/B	2	B1-F
C060	E12-F004B	残留熱除去系ポンプＢ入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-H
C061	E12-F004C	残留熱除去系ポンプＣ入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-J
C062	E12-F006B	残留熱除去系ポンプＢ停止時冷却ライン入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-H
C063	E12-F016B	残留熱除去系Ｂ系格納容器スプレイ弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-C
C064	E12-F017B	残留熱除去系Ｂ系格納容器スプレイ弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-C
C065	E12-F024B	残留熱除去系Ｂ系テストライン弁	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-A
C066	E12-F027B	残留熱除去系Ｂ系サプレッションプールスプレイ弁	Sｸﾗｽ	R/B	3	1-C
C067	E12-F031B	残留熱除去系ポンプＢ出口逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-H
C068	E12-F031C	残留熱除去系ポンプＣ出口逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-J
C069	E12-F041B	残留熱除去系Ｂ系注入ラインテスト逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-H
C070	E12-F041C	残留熱除去系Ｃ系注入ラインテスト逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-H
C071	E12-F042B	残留熱除去系Ｂ系注入弁	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-G
C072	E12-F042C	残留熱除去系Ｃ系注入弁	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-G
C073	E12-F046B	残留熱除去系Ｂ系ミニフローライン逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	2	B1-D
C074	E12-F046C	残留熱除去系Ｃ系ミニフローライン逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	2	B1-A
C075	E12-F047B	残留熱除去系熱交換器Ｂ入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	3	1-F
C076	E12-F048B	残留熱除去系熱交換器Ｂバイパス弁	Sｸﾗｽ	R/B	2	B1-F

第4－2表　建屋内上位クラス施設一覧（5／8）

番 号	建屋内上位クラス施設		区分	設置場所	施設配置図（第6-3-1図）	
					SHT No.	エリア番号
C077	E12-F050B	残留熱除去系Ｂ系停止時冷却ラインテスト逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-J
C078	E12-F053B	残留熱除去系Ｂ系シャットダウン注入弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-D
C079	E12-F064B	残留熱除去系Ｂ系ミニフロー弁	Sｸﾗｽ	R/B	2	B1-D
C080	E12-F064C	残留熱除去系Ｃ系ミニフロー弁	Sｸﾗｽ	R/B	2	B1-A
C081	E12-F003A	残留熱除去系熱交換器Ａ出口弁	Sｸﾗｽ	R/B	2	B1-E
C082	E12-F004A	残留熱除去系ポンプＡ入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-G
C083	E12-F006A	残留熱除去系ポンプＡ停止時冷却ライン入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-G
C084	E12-F008	残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（外側）	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-C
C085	E12-F009	残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（内側）	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-J
C086	E12-F016A	残留熱除去系Ａ系格納容器スプレイ弁	Sｸﾗｽ	R/B	6	4-A
C087	E12-F017A	残留熱除去系Ａ系格納容器スプレイ弁	Sｸﾗｽ	R/B	6	4-A
C088	E12-F024A	残留熱除去系Ａ系テストライン弁	Sｸﾗｽ	R/B	3	1-A
C089	E12-F027A	残留熱除去系Ａ系サプレッションプールスプレイ弁	Sｸﾗｽ	R/B	3	1-A
C090	E12-F031A	残留熱除去系ポンプＡ出口逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-G
C091	E12-F041A	残留熱除去系Ａ系注入ラインテスト逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-H
C092	E12-F042A	残留熱除去系Ａ系注入弁	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-B
C093	E12-F046A	残留熱除去系Ａ系ミニフローライン逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	2	B1-A
C094	E12-F047A	残留熱除去系熱交換器Ａ入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	3	1-E
C095	E12-F048A	残留熱除去系熱交換器Ａバイパス弁	Sｸﾗｽ	R/B	2	B1-E
C096	E12-F050A	残留熱除去系Ａ系停止時冷却ラインテスト逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-J
C097	E12-F053A	残留熱除去系Ａ系シャットダウン注入弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-B
C098	E12-F064A	残留熱除去系Ａ系ミニフロー弁	Sｸﾗｽ	R/B	2	B1-A
C099	2-16V12A	ドライウェルＮ２供給弁	Sｸﾗｽ	R/B	3F	3-A
C100	2-16V12B	ドライウェルＮ２供給弁	Sｸﾗｽ	R/B	3F	3-D
C101	2-16V13A	ドライウェルＮ２ボトルガス供給弁	Sｸﾗｽ	R/B	3F	3-A
C102	2-16V13B	ドライウェルＮ２ボトルガス供給弁	Sｸﾗｽ	R/B	3F	3-D
C103	E12-F068A	残留熱除去系熱交換器Ａ海水出口流量調整弁	Sｸﾗｽ	R/B	2	B1-E
C104	E12-F068B	残留熱除去系熱交換器Ｂ海水出口流量調整弁	Sｸﾗｽ	R/B	2	B1-F
C105	E51-F010	原子炉隔離時冷却系復水貯蔵タンク水供給弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-A
C106	E51-F011	原子炉隔離時冷却系ポンプ復水貯蔵タンク水供給逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-B
C107	E51-F012	原子炉隔離時冷却系ポンプ出口弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-B
C108	E51-F013	原子炉隔離時冷却系注入弁	Sｸﾗｽ	R/B	6	4-B
C109	E51-F015	原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-B
C110	E51-F019	原子炉隔離時冷却系ミニフロー弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-B
C111	E51-F028	原子炉隔離時冷却系真空ポンプ出口逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	2	B1-A
C112	E51-F030	原子炉隔離時冷却系サプレッションプール水供給ライン逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-B
C113	E51-F031	原子炉隔離時冷却系ポンプサプレッションプール水供給弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-B
C114	E51-F040	原子炉隔離時冷却系タービン排気逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	2	B1-B

番号	建屋内上位クラス施設		区分	設置場所	施設配置図（第6-3-1図）	
					SHT No.	エリア番号
C115	E51-F044	原子炉隔離時冷却系真空タンク復水ポンプ出口逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-B
C116	E51-F045	原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-B
C117	E51-F046	原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水供給弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-B
C118	E51-F047	原子炉隔離時冷却系真空タンク復水戻り逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-B
C119	E51-F063	原子炉隔離時冷却系内側隔離弁	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-H
C120	E51-F064	原子炉隔離時冷却系外側隔離弁	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-B
C121	E51-F065	原子炉隔離時冷却系外側テスト逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	6	4-B
C122	E51-F066	原子炉隔離時冷却系内側テスト逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	6	5-H
C123	E51-F068	原子炉隔離時冷却系タービン排気弁	Sｸﾗｽ	R/B	2	B1-B
C124	E51-F069	原子炉隔離時冷却系真空ポンプ出口弁	Sｸﾗｽ	R/B	2	B1-A
C125	E51-FF006-201	原子炉隔離時冷却系タービン排気ライン真空破壊弁	Sｸﾗｽ	R/B	2	B1-G
C126	E51-FF006-202	原子炉隔離時冷却系タービン排気ライン真空破壊弁	Sｸﾗｽ	R/B	2	B1-G
C127	E22-F001	高圧炉心スプレイ系ポンプ入口弁（ＣＳＴ側）	Sｸﾗｽ	R/B	2	B1-A
C128	E22-F002	高圧炉心スプレイ系入口逆止弁（ＣＳＴ側）	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-E
C129	E22-F004	高圧炉心スプレイ系注入弁	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-C
C130	E22-F005	高圧炉心スプレイ系テスタブル逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-H
C131	E22-F012	高圧炉心スプレイ系ミニフロー弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-E
C132	E22-F015	高圧炉心スプレイ系ポンプ入口弁（Ｓ／Ｐ側）	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-E
C133	E22-F016	高圧炉心スプレイ系入口逆止弁（Ｓ／Ｐ側）	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-E
C134	E22-F024	高圧炉心スプレイ系入口逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-E
C135	E21-F001	低圧炉心スプレイ系ポンプ入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-D
C136	E21-F003	低圧炉心スプレイ系出口逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-D
C137	E21-F005	低圧炉心スプレイ系注入弁	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-B
C138	E21-F006	低圧炉心スプレイ系テスト逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-H
C139	E21-F011	低圧炉心スプレイ系ミニフロー弁	Sｸﾗｽ	R/B	1	B2-D
C140-1	C12-117	スクラム弁用空気三方電磁弁	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-E
C140-2			Sｸﾗｽ	R/B	5	3-F
C141-1	C12-118	スクラム弁用空気三方電磁弁	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-E
C141-2			Sｸﾗｽ	R/B	5	3-F
C142-1	C12-126	スクラム弁（加圧・流入側）	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-E
C142-2			Sｸﾗｽ	R/B	5	3-F
C143-1	C12-127	スクラム弁（排出側）	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-E
C143-2			Sｸﾗｽ	R/B	5	3-F
C144	SB2-4A	ＦＲＶＳ　ＳＧＴＳ　系入口ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	6	5-A
C145	SB2-4B	ＦＲＶＳ　ＳＧＴＳ　系入口ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	6	5-A
C146	SB2-5A	非常用ガス再循環系トレインＡ入口ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	6	5-B
C147	SB2-5B	非常用ガス再循環系トレインＢ入口ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	6	5-B
C148	SB2-6	ＦＲＶＳトレイン連結弁	Sｸﾗｽ	R/B	6	5-B

第4－2表　建屋内上位クラス施設一覧（6／8）

番 号	建屋内上位クラス施設		区分	設置場所	施設配置図（第6-3-1図）	
					SHT No.	エリア番号
C149	SB2-7A	非常用ガス再循環系トレインＡ出口ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	6	5-B
C150	SB2-7B	非常用ガス再循環系トレインＢ出口ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	6	5-B
C151	SB2-13A	非常用ガス再循環系循環ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	6	5-B
C152	SB2-13B	非常用ガス再循環系循環ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	6	5-B
C153	SB2-9A	非常用ガス処理系トレインＡ入口ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	6	5-B
C154	SB2-9B	非常用ガス処理系トレインＢ入口ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	6	5-B
C155	SB2-10	ＳＧＴＳトレイン連結弁	Sｸﾗｽ	R/B	6	5-B
C156	SB2-11A	非常用ガス処理系トレインＡ出口ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	6	5-B
C157	SB2-11B	非常用ガス処理系トレインＢ出口ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	6	5-B
C158	2-43V1A	可燃性ガス濃度制御系Ａ系入口管隔離弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-B
C159	2-43V1B	可燃性ガス濃度制御系Ｂ系入口管隔離弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-C
C160	FV-1A	可燃性ガス濃度制御系入口制御弁	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-B
C161	FV-1B	可燃性ガス濃度制御系入口制御弁	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-C
C162	2-43V2A	可燃性ガス濃度制御系Ａ系出口弁	Sｸﾗｽ	R/B	3	1-B
C163	2-43V2B	可燃性ガス濃度制御系Ｂ系出口弁	Sｸﾗｽ	R/B	3	1-C
C164	2-43V3A	可燃性ガス濃度制御系Ａ系出口管隔離弁	Sｸﾗｽ	R/B	3	1-B
C165	2-43V3B	可燃性ガス濃度制御系Ｂ系出口管隔離弁	Sｸﾗｽ	R/B	3	1-C
C166	FV-2A	可燃性ガス濃度制御系再循環制御弁	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-B
C167	FV-2B	可燃性ガス濃度制御系再循環制御弁	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-C
C168	MV-10A	可燃性ガス濃度制御系冷却器冷却水入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-B
C169	MV-10B	可燃性ガス濃度制御系冷却器冷却水入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-C
C170	2-26V-40	ドライウェル真空破壊弁	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-M
C171	2-26V-41	ドライウェル真空破壊弁	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-M
C172	2-26V-42	ドライウェル真空破壊弁	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-M
C173	2-26V-43	ドライウェル真空破壊弁	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-M
C174	2-26V-44	ドライウェル真空破壊弁	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-M
C175	2-26V-45	ドライウェル真空破壊弁	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-M
C176	2-26V-46	ドライウェル真空破壊弁	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-M
C177	2-26V-47	ドライウェル真空破壊弁	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-M
C178	2-26V-48	ドライウェル真空破壊弁	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-M
C179	2-26V-49	ドライウェル真空破壊弁	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-M
C180	2-26V-56	ドライウェル真空破壊弁	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-M
C181	2-26B-10	サプレッション・チェンバベント弁	Sｸﾗｽ	R/B	3	1-C
C182	2-26B-12	格納容器ベント弁	Sｸﾗｽ	R/B	6	4-A
C183	2-26B-90	ＰＣＶ　ＳＧＴＳ　排気弁	Sｸﾗｽ	R/B	6	5-B
C184	2-26V1	サプレッションチェンバ真空破壊弁	Sｸﾗｽ	R/B	3	1-A
C185	2-26V2	サプレッションチェンバ真空破壊弁	Sｸﾗｽ	R/B	3	1-A
C186	2-26B3	ＡＣ系・真空破壊逆止弁止め弁	Sｸﾗｽ	R/B	3	1-A

番号	建屋内上位クラス施設		区分	設置場所	施設配置図（第6-3-1図）	
					SHT No.	エリア番号
C187	2-26B4	ＡＣ系・真空破壊逆止弁止め弁	Sｸﾗｽ	R/B	3	1-A
C188	SB2-1A/1B/1C/1D	Ｃ／Ｓ給気隔離ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-R, P
C189	SB2-2A/2B/2C/D	Ｃ／Ｓ排気隔離ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	5	3-K, L
C190	3-13V24	非常用ディーゼル発電機２Ｄ海水系出口逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	2	B1-K
C191	3-13V26	非常用ディーゼル発電機２Ｃ海水系出口逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	2	B1-H
C192	2-16V11	ドライウェル制御用空気供給元	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-B
C193	3-13V25	高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系出口逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	2	B1-J
C194	2-9V33	ドライウェル内機器原子炉補機冷却水戻り弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-A
C195	2-9V30	ドライウェル内機器原子炉補機冷却水隔離弁	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-A
C196	SB2-18A	中央制御室給気隔離弁	SA施設	R/B	5	3-P
C197	SB2-18B	中央制御室給気隔離弁	SA施設	R/B	5	3-P
C198	SB2-19A	中央制御室給気隔離弁	SA施設	R/B	5	3-R
C199	SB2-19B	中央制御室給気隔離弁	SA施設	R/B	5	3-R
C200	SB2-20A	中央制御室排気隔離弁	SA施設	R/B	5	3-R
C201	SB2-20B	中央制御室排気隔離弁	SA施設	R/B	5	3-R

第4－2表　建屋内上位クラス施設一覧（7／8）

番号	建屋内上位クラス施設	区分	設置場所	施設配置図（第6-3-1図）	
				SHT No.	エリア番号
D001	緊急時炉心冷却系操作盤	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D002	原子炉補機操作盤	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D003	原子炉制御操作盤	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D004	プロセス放射線モニタ計装盤	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-S
D005	原子炉保護系（A）継電器盤	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-S
D006	原子炉保護系（B）継電器盤	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-S
D007	プロセス計装盤(H13-P613)	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D008	プロセス計装盤(H13-P617)	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D009	残留熱除去系(B),(C)補助継電器盤	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D010	原子炉隔離時冷却系継電器盤	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D011	原子炉格納容器内側隔離系継電器盤	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-S
D012	原子炉格納容器外側隔離系継電器盤	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-S
D013	高圧炉心スプレイ系継電器盤	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D014	自動減圧系（A）継電器盤	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D015	低圧炉心スプレイ系，残留熱除去系（A）補助継電器盤	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D016	自動減圧系（B）継電器盤	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D017	漏えい検出系操作盤(H13-P632)	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-S
D018	プロセス放射線モニタ，起動時領域モニタ（A）操作盤	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D019	プロセス放射線モニタ，起動時領域モニタ（B）操作盤	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D020	漏えい検出系操作盤(H13-P642)	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-S
D021	アクシデントマネージメント盤	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-S
D022	サプレッションプール温度記録計盤（A）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D023	サプレッションプール温度記録計盤（B）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D024	原子炉保護系（1A）トリップユニット盤	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-S
D025	原子炉保護系（1B）トリップユニット盤	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-S
D026	原子炉保護系（2A）トリップユニット盤	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-S
D027	原子炉保護系（2B）トリップユニット盤	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-S
D028	緊急時炉心冷却系(DIV-Ⅰ-1)トリップユニット盤	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D029	緊急時炉心冷却系(DIV-Ⅱ-1)トリップユニット盤	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D030	緊急時炉心冷却系(DIV-Ⅰ-2)トリップユニット盤	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D031	高圧炉心スプレイ系トリップユニット盤	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D032	所内電気操作盤	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D033	タービン補機盤（CP-4）	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-S
D034	窒素置換－空調換気制御盤	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D035	非常用ガス処理系，非常用ガス循環系（A）操作盤	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D036	非常用ガス処理系，非常用ガス循環系（B）操作盤	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D037	タービン補機盤（CP-9）	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-S
D038	タービン補機盤（CP-11）	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-S

番号	建屋内上位クラス施設	区分	設置場所	施設配置図（第6-3-1図）	
				SHT No.	エリア番号
D039	RCICタービン制御盤	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-P
D040	非常用メタクラ 2C	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-Y
D041	非常用メタクラ 2D	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-L
D042	非常用メタクラ HPCS	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-Y
D043	非常用パワーセンタ 2C	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-Y
D044	非常用パワーセンタ 2D	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-L
D045	MCC 2C-3	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-B
D046	MCC 2C-4	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-H
D047	MCC 2C-5	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-B
D048	MCC 2C-6	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	3	1-S
D049	MCC 2C-8	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-A
D050	MCC 2C-9	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	6	4-A
D051	MCC 2D-3	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-C
D052	MCC 2D-4	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-K
D053	MCC 2D-5	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-C
D054	MCC 2D-6	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	3	1-S
D055	MCC 2D-8	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-C
D056	MCC 2D-9	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	6	4-C
D057	MCC HPCS	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-J
D058	直流125V分電盤2A-1	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	3	1-S
D059	直流125V分電盤2A-2-1	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-Y
D060	直流125V分電盤2A-2	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	3	1-S
D061	直流125V分電盤2B-1	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	3	1-S
D062	直流125V分電盤2B-2-1	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	3	1-S
D063	直流125V分電盤2B-2	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	3	1-S
D064	直流125V分電盤HPCS	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	3	1-S
D065	直流125V配電盤2A	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	3	1-S
D066	直流125V配電盤2B	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	3	1-S
D067	直流125V配電盤HPCS	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	3	1-S
D068	中央制御室120V交流計装用分電盤2A-1	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D069	中央制御室120V交流計装用分電盤2A-2	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D070	中央制御室120V交流計装用分電盤2B-1	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D071	中央制御室120V交流計装用分電盤2B-2	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4	2-S
D072	120V交流計装用分電盤HPCS	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	3	1-S
D073	直流125V MCC 2A-1	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-A
D074	直流125V MCC 2A-2	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	6	4-A
D075	直流±24V分電盤2A	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	3	1-S
D076	直流±24V分電盤2B	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	3	1-S

第4－2表　建屋内上位クラス施設一覧（8／8）

番号	建屋内上位クラス施設	区分	設置場所	施設配置図（第6-3-1図）	
				SHT No.	エリア番号
D077	可搬型整流器用変圧器	SA施設	－	－	－
D078	可搬型代替直流電源設備用電源切替盤	SA施設	－	－	－
D079	緊急用断路器	SA施設	－	－	－
D080	緊急用M／C	SA施設	－	－	－
D081	緊急用動力変圧器	SA施設	－	－	－
D082	緊急用P／C	SA施設	－	－	－
D083	緊急用MCC	SA施設	－	－	－
D084	緊急用電源切替盤	SA施設	－	－	－
D085	可搬型代替低圧電源車接続盤	SA施設	－	－	－
D086	緊急用直流125V系配電盤	SA施設	－	－	－
D087	緊急時対策所用M／C	SA施設	－	－	－
D101	原子炉圧力	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5	3-A, B, C, D
D102	原子炉水位	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	4 5	2-B 3-A, C
D103	原子炉隔離時冷却系系統流量	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-B
D104	高圧炉心スプレイ系系統流量	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-C
D105	残留熱除去系系統流量	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-B, D
D106	低圧炉心スプレイ系系統流量	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-B
D107	残留熱除去系熱交換器入口温度	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-E, F
D108	残留熱除去系熱交換器出口温度	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-E, F
D109	残留熱除去系海水系系統流量	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-P, S
D110	原子炉隔離時冷却系ポンプ吐出圧力	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-B
D111	高圧炉心スプレイ系ポンプ吐出圧力	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-C
D112	残留熱除去系ポンプ吐出圧力	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-B, D
D113	低圧炉心スプレイ系ポンプ吐出圧力	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	2	B1-B
D114	原子炉圧力（SA）	SA施設	R/B	5	3-B, C
D115	サプレッション・プール水温度	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-M
D116	ドライウェル圧力	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5 6	3-C, D 4-A
D117	サプレッション・チェンバ圧力	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	3	1-C
D118	サプレッション・プール水位	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	1	B2-D, J
D119	格納容器内水素濃度	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5 6	3-B 4-D
D120	格納容器内酸素濃度	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	5 6	3-B 4-D
D121	主蒸気系流量	Sｸﾗｽ	R/B	4	2-A, D
D122	原子炉圧力容器温度	SA施設	R/B	6	4-L
D123	格納容器雰囲気放射線モニタ	SA施設	R/B	2 5	B1-G 3-H
D123	原子炉水位（SA広帯域・SA燃料域）	SA施設	－	－	－
D124	高圧代替注水系系統流量	SA施設	－	－	－
D125	低圧代替注水系原子炉注水流量	SA施設	－	－	－
D126	代替循環冷却系原子炉注水流量	SA施設	－	－	－

番号	建屋内上位クラス施設	区分	設置場所	施設配置図（第6-3-1図）	
				SHT No.	エリア番号
D127	低圧代替注水系格納容器スプレイ流量	SA施設	－	－	－
D128	低圧代替注水系格納容器下部注水流量	SA施設	－	－	－
D129	ドライウェル雰囲気温度	SA施設	－	－	－
D130	サプレッション・チェンバ雰囲気温度	SA施設	－	－	－
D131	格納容器下部水位	Sｸﾗｽ SA施設	－	－	－
D132	フィルタ装置水位	SA施設	－	－	－
D133	フィルタ装置圧力	SA施設	－	－	－
D134	フィルタ装置スクラビング水温度	SA施設	－	－	－
D135	フィルタ装置入口水素濃度	SA施設	－	－	－
D136	代替循環冷却系ポンプ入口温度	SA施設	－	－	－
D137	代替循環冷却系格納容器スプレイ流量	SA施設	－	－	－
D138	緊急用海水系流量（残留熱除去系熱交換器）	SA施設	－	－	－
D139	緊急用海水系流量（残留熱除去系補機）	SA施設	－	－	－
D140	代替淡水貯槽水位	SA施設	－	－	－
D141	常設高圧代替注水系ポンプ吐出圧力	SA施設	－	－	－
D142	常設低圧代替注水系ポンプ吐出圧力	SA施設	－	－	－
D143	代替循環冷却系ポンプ吐出圧力	SA施設	－	－	－
D144	原子炉建屋水素濃度	SA施設	－	－	－

5.　下位クラス施設の抽出及び影響評価方法

3.項で整理した各検討事象をもとに，上位クラス施設への波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フローを作成し，当該フローに基づき，影響評価を実施する。なお，将来設置する上位クラス施設については，各項の検討が可能になった段階で波及的影響の検討を実施する（添付資料 3 参照)。

5.1　不等沈下又は相対変位による影響

(1)　地盤の不等沈下による影響

第 5－1－1 図のフローに従い，上位クラス施設及びそれらの間接支持構造物である建物・構築物の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し，波及的影響の有無を検討する。

ａ．下位クラス施設の抽出

地盤の不等沈下による下位クラス施設の傾きや倒壊を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度の十分な離隔距離をとって配置されていることを確認し，離隔距離が十分でない下位クラス施設を抽出する。

ｂ．耐震性の確認

ａ．で抽出した下位クラス施設について，基準地震動S_sに対して，十分な支持性能を有する地盤に設置されることの確認により，不等沈下しないことを確認する。

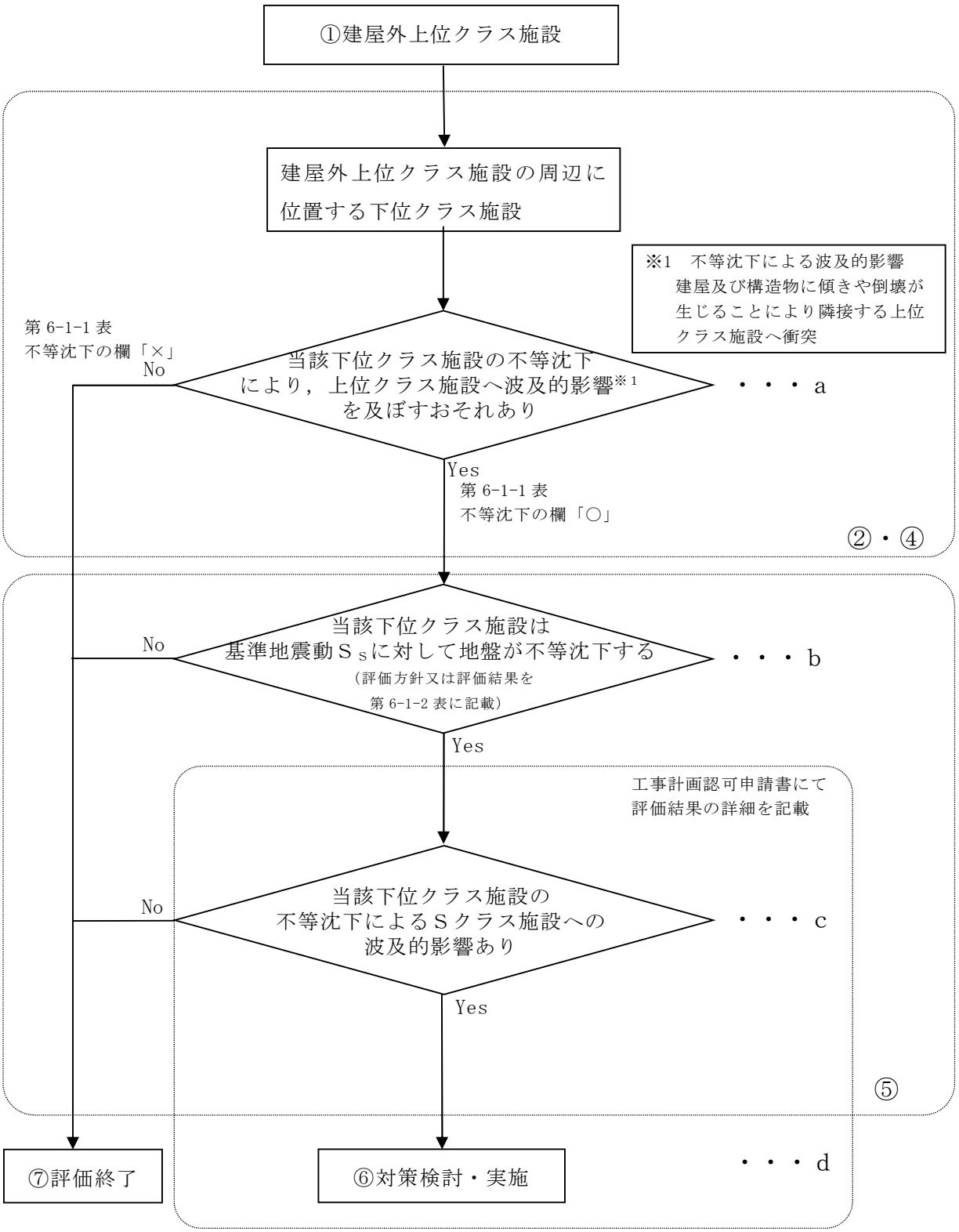
ｃ．不等沈下に伴う波及的影響の評価

ｂ．で地盤の不等沈下のおそれが否定できない下位クラス施設については，傾きや倒壊を想定し，これらによる上位クラス施設への影響を確認し，上位クラス施設の有する機能を損なわないことを確認する。

ｄ．対策検討

ｃ．で上位クラス施設の機能を損なうおそれが否定できない下位クラス施設に対して，支持地盤の補強や周辺の地盤改良等を行い，不等沈下

による下位クラス施設の波及的影響を防止する。



※フロー中①，②，④～⑦の数字は第2-1図中の①，②，④～⑦に対応する。

第5－1－1図　不等沈下により建屋外上位クラス施設へ影響を及ぼす可能性のある下位クラス施設の抽出及び評価フロー

(2)　建屋間の相対変位による影響

第5－1－2図のフローに従い，上位クラス施設及びそれらの間接支持構造物である建物・構築物の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し，波及的影響の有無を検討する。

ａ．下位クラス施設の抽出

地震による建屋の相対変位を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度の十分な離隔距離をとって配置されていることを確認し，離隔距離が十分でない下位クラス施設を抽出する。

ｂ．耐震性の確認

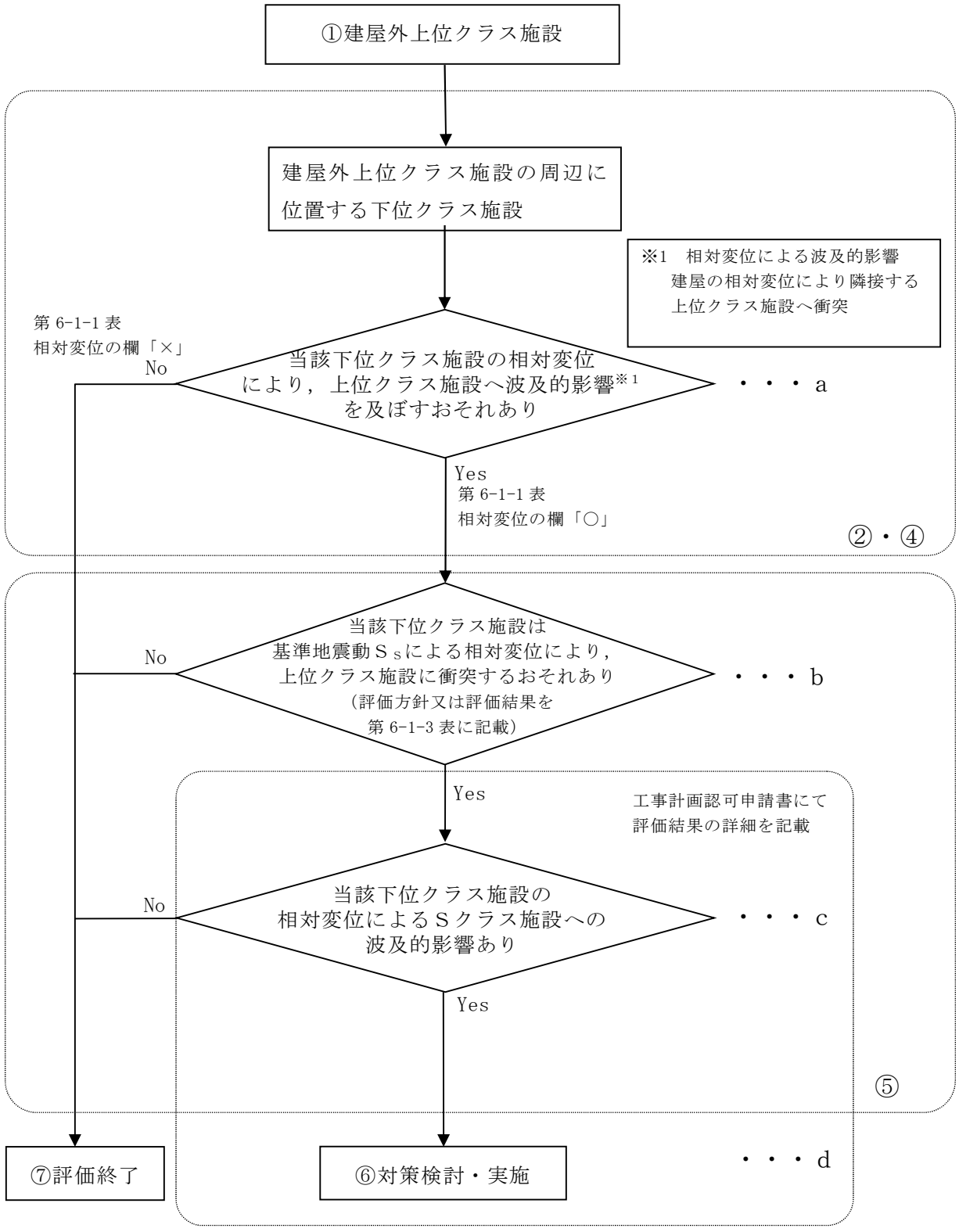
ａ．で抽出した下位クラス施設について，上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して，建屋の相対変位による上位クラス施設への衝突がないことを確認する。

ｃ．相対変位に伴う波及的影響の評価

ｂ．で衝突のおそれが否定できない下位クラス施設について，衝突部分の接触状況を確認し，建屋全体又は局部評価を実施し，衝突に伴い，上位クラス施設の機能を損なうおそれがないことを確認する。

ｄ．対策検討

ｃ．で上位クラス施設の機能を損なうおそれが否定できない下位クラス施設に対して，建屋の補強等を行い，建屋の相対変位等による下位クラス施設の波及的影響を防止する。



※フロー中①，②，④～⑦の数字は第2-1図中の①，②，④～⑦に対応する。

第５－１－２図　相対変位により建屋外上位クラス施設へ影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フロー

5.2　接続部における相互影響

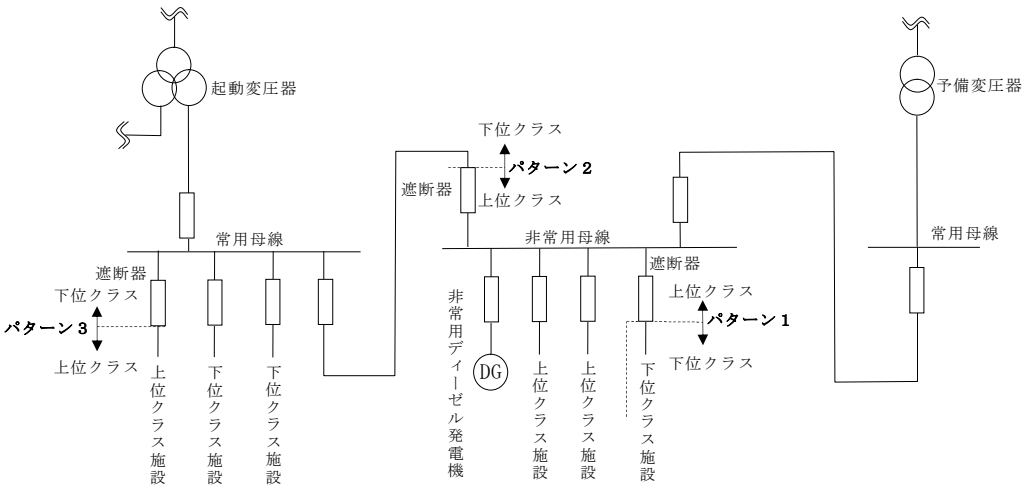
第5－2図のフローに従い,上位クラス施設と接続する下位クラス施設を抽出し，波及的影響を検討する。

ａ．接続部の影響検討を要する上位クラス施設の抽出

接続部の影響検討を要する上位クラス施設を抽出する。ここで，上位クラス施設と下位クラス施設との設計上の考慮をしている電気設備，計装設備，原子炉格納容器貫通部，空気駆動弁（以下「AO弁」という。）駆動用空気供給配管接続部及び弁グランド部漏えい検出配管接続部については抽出の対象外とし，機器・配管及びダクトを対象とする。

(a)　電気設備

受電系統について，上位クラス施設と下位クラス施設は基本的には系統的に分離した設計としているが，受電系統概念図にあるように一部の受電系統において上位クラス施設と下位クラス施設との接続がある。このため，上位クラス施設と下位クラス施設との接続するパターンを下記のように整理した。



受電系統概念図

＜パターン１＞

受電系統概念図のパターン１のように上位クラス電源盤と下位クラス施設が接続し，上位クラス電源盤から下位クラス施設に給電する場合，上位クラス電源盤と下位クラス施設は遮断器を介して接続されており，下位クラス施設の故障が生じた場合においても，上位クラス電源盤の遮断器が動作することで事故範囲を隔離し，上位クラス電源盤の機能に影響を与えない設計としている。

＜パターン２＞

受電系統概念図のパターン２のように上位クラス施設である非常用高圧母線と下位クラス施設が接続し，下位クラス施設から非常用高圧母線に給電する場合，上位クラス電源盤と下位クラス施設は遮断器を介して接続されており，下位クラス設備の故障が生じた場合には，上位クラス電源盤の遮断器が動作することにより事故範囲を隔離する。この際，非常用高圧母線が停電するが非常用ディーゼル発電機が自動起動し非常用高圧母線に給電するため，上位クラス施設である非常用高圧母線が機能喪失しない設計としている。

＜パターン３＞

パターン１，２以外に考えられる上位クラス施設と下位クラス施設が接続する組合せとして，下位クラス電源盤から上位クラス施設に給電するパターンが挙げられる。この場合，下位クラス電源盤が故障により上位クラス施設が機能喪失することとなるが，東海第二発電所においてはこのようなパターンのものはない。

以上より，電気設備については上位クラス施設に接続する下位クラス施設の故障が上位クラス施設に波及することがない設計としている。

(b) 計装設備

計測制御設備について，安全系（上位クラス施設）と常用系（下位クラス施設）は原則物理的に分離しているが，制御信号および計装配管の一部に上位クラス施設と下位クラス施設との接続部がある。このため，上位クラス施設と下位クラス施設との接続するパターンを下記のように整理した。

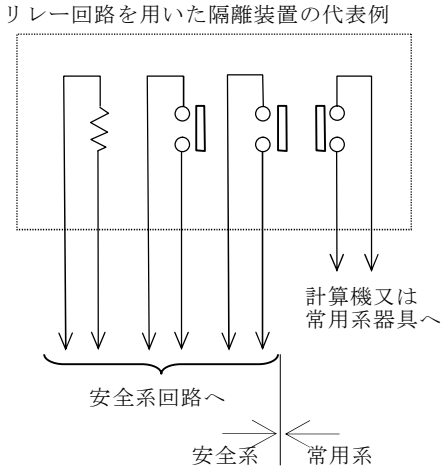
i) 制御信号

制御信号について，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部として存在する可能性が考えられるパターンとして，下記の２つがある。

①安全系（上位クラス）から常用系（下位クラス）に伝送する

②常用系（下位クラス）から安全系（上位クラス）に伝送する

このうち，②のパターンは東海第二発電所においては存在しない。①の信号を安全系（上位クラス）から常用系（下位クラス）に伝送するラインについては，信号伝送における分離概念図に示すとおり，フォトカプラやリレー回路などの隔離装置を介することにより，電気的に分離されており，常用系の故障が安全系に波及することがない設計としている。



信号伝送における分離概念図

ⅱ）計装配管

計装配管について，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部として存在する可能性が考えられるパターンとして，下記の２つがある。

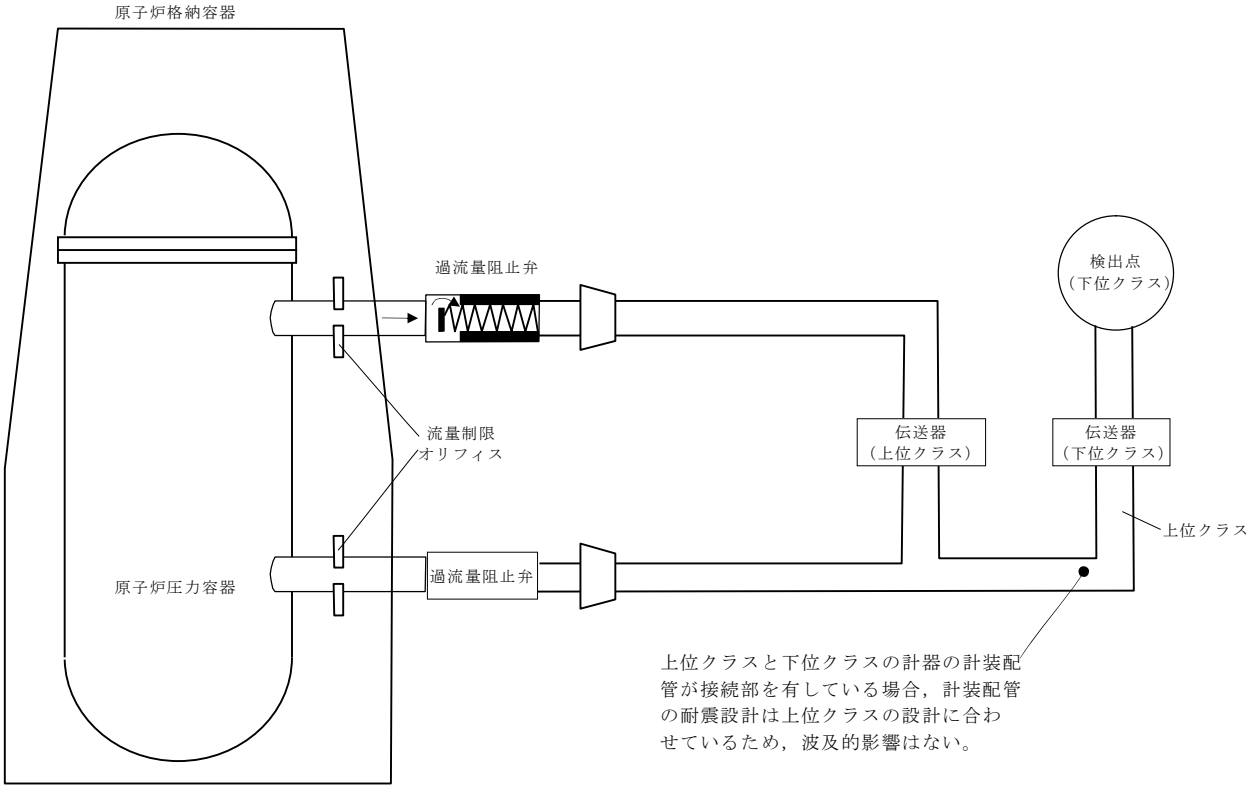
①上位クラスの機器に下位クラス計器の計装配管が接続されている

②下位クラスの機器に上位クラス計器の計装配管が接続されている

このうち，②のパターンは東海第二発電所においては存在しない。①については，上位クラスの計器と下位クラスの計器が接続されているパターンと上位クラスの機器（原子炉圧力容器）の計測装置として下位クラスの計器が接続されているパターンがあるため，それぞれパターン①－１，①－２と分類して下記の通り検討した。

＜パターン①－１＞

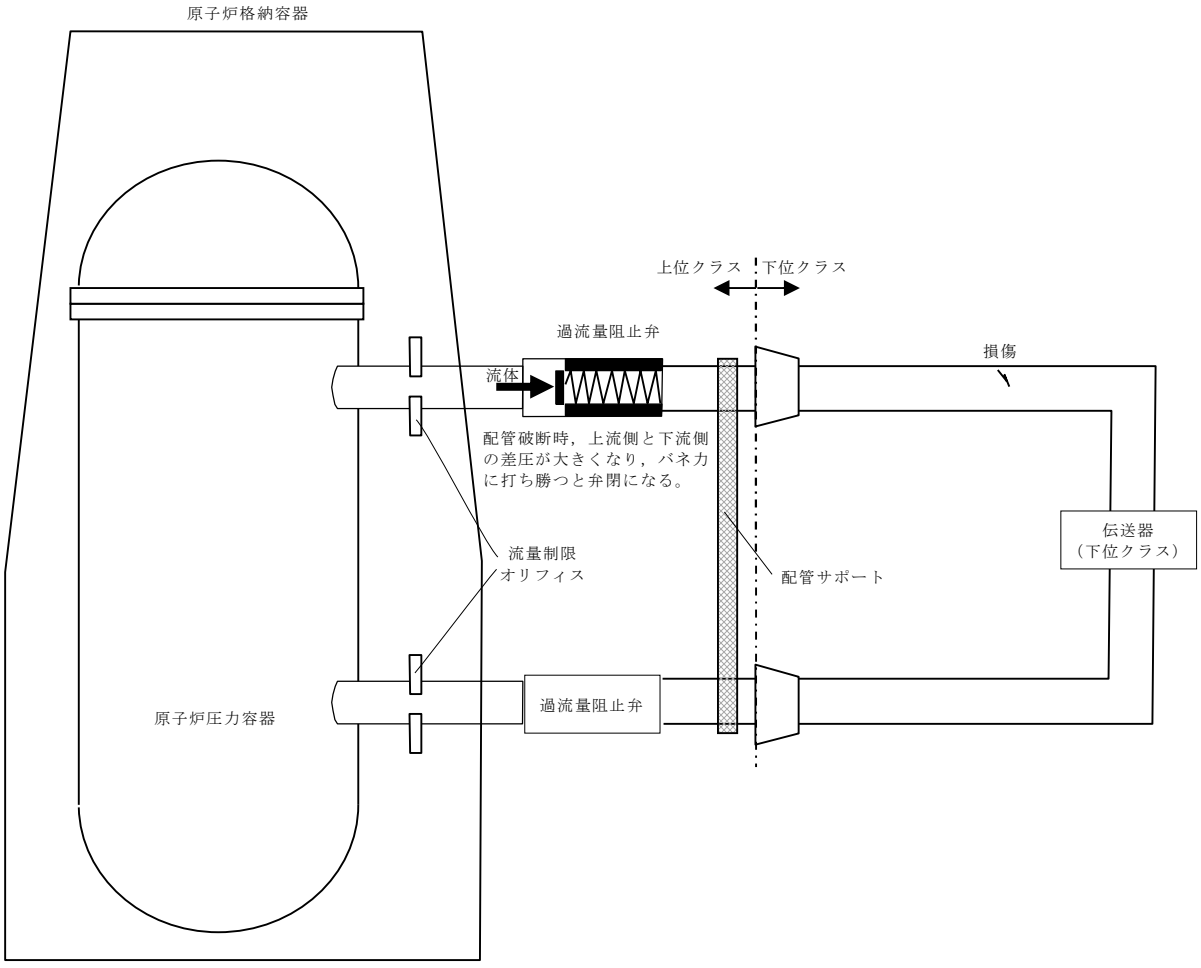
上位クラスと下位クラスの計装配管が接続部を有している場合，下記の概念図に示すとおり，計装配管の耐震設計は上位クラスの設計に合わせているため，波及的影響はない。



計装配管の耐震設計概念図

＜パターン①－２＞

原子炉圧力容器（上位クラス）に接続されている下位クラス計器については，原子炉圧力容器からの計装ライン構成概念図に示すとおり，過流量阻止弁の下流側は下位クラスの設計としている。ただし，原子炉圧力容器に接続されている計装配管には，原子炉格納容器内側に流量制限オリフィスを設けると共に，原子炉格納容器外側には過流量阻止弁を設置しており，万一，過流量阻止弁～計器間の計装配管が破断した際においても，差圧大で瞬時に過流量阻止弁が閉となるため，波及的影響はない。



原子炉圧力容器からの計装ライン構成概念図

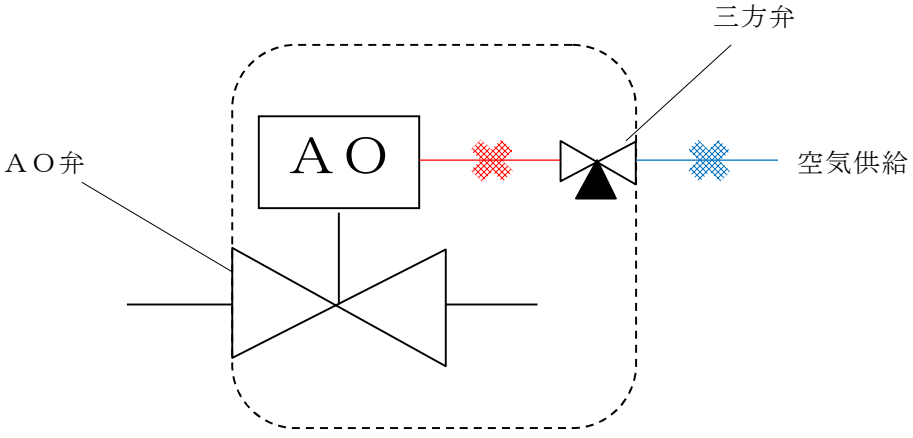
以上より，計装設備については上位クラス施設に接続する下位クラス施設の故障が上位クラス施設に波及することがない設計としている。

(c) 原子炉格納容器貫通部

原子炉格納容器貫通部については，前後の隔離弁を含めて上位クラス設計であり，接続する下位クラス配管が破損した場合においても隔離弁の健全性を保つ構造としており，原子炉格納容器バウンダリとしての貫通部の機能に波及的影響を及ぼすことがない設計としている。

(d) AO 弁駆動用空気供給配管接続部

上位クラス配管に設置される AO 弁駆動用の空気供給配管は上位クラス設計ではないが，仮に空気供給配管が破損した場合でも，弁はフェイルセーフ側に動作するため，上位クラス施設の安全機能は喪失しないことから，抽出の対象外としている。なお，空気供給配管の供給側（下図青色部）で閉塞が発生したとしても AO 弁はフェイルセーフ側に動作しないが，動作要求信号が発生すれば三方弁から支障なく排気されることから AO 弁の機能に影響を与えない。また，空気供給配管の AO 弁側（下図赤色部）については上位クラスの AO 弁とあわせて動的機能維持を確認している範囲であるためそもそも閉塞しないと考えられる。



------- 上位クラスとして動的機能維持を確認している範囲

AO 弁概念図

(e) 弁グランド部漏えい検出配管接続部

上位クラス配管に設置される弁のグランド部に接続されるグランドリーク検出ラインについては，上位クラス設計ではないが，仮にグランドリーク検出ラインが破損した場合でも，上位設備である弁の機能に影響が無いことから，抽出の対象外としている。

ｂ．接続部の抽出

機器・配管及びダクトを対象として上位クラス施設に下位クラス施設が直接接続している箇所を抽出する。

ｃ．影響評価対象の選定

ｂ．で抽出した接続部のうち，上位クラス設計の弁又はダンパにより常時閉隔離されているものは，接続する下位クラス配管が破損した場合においても健全性は確保されるため，評価対象外とする。

ｄ．影響評価

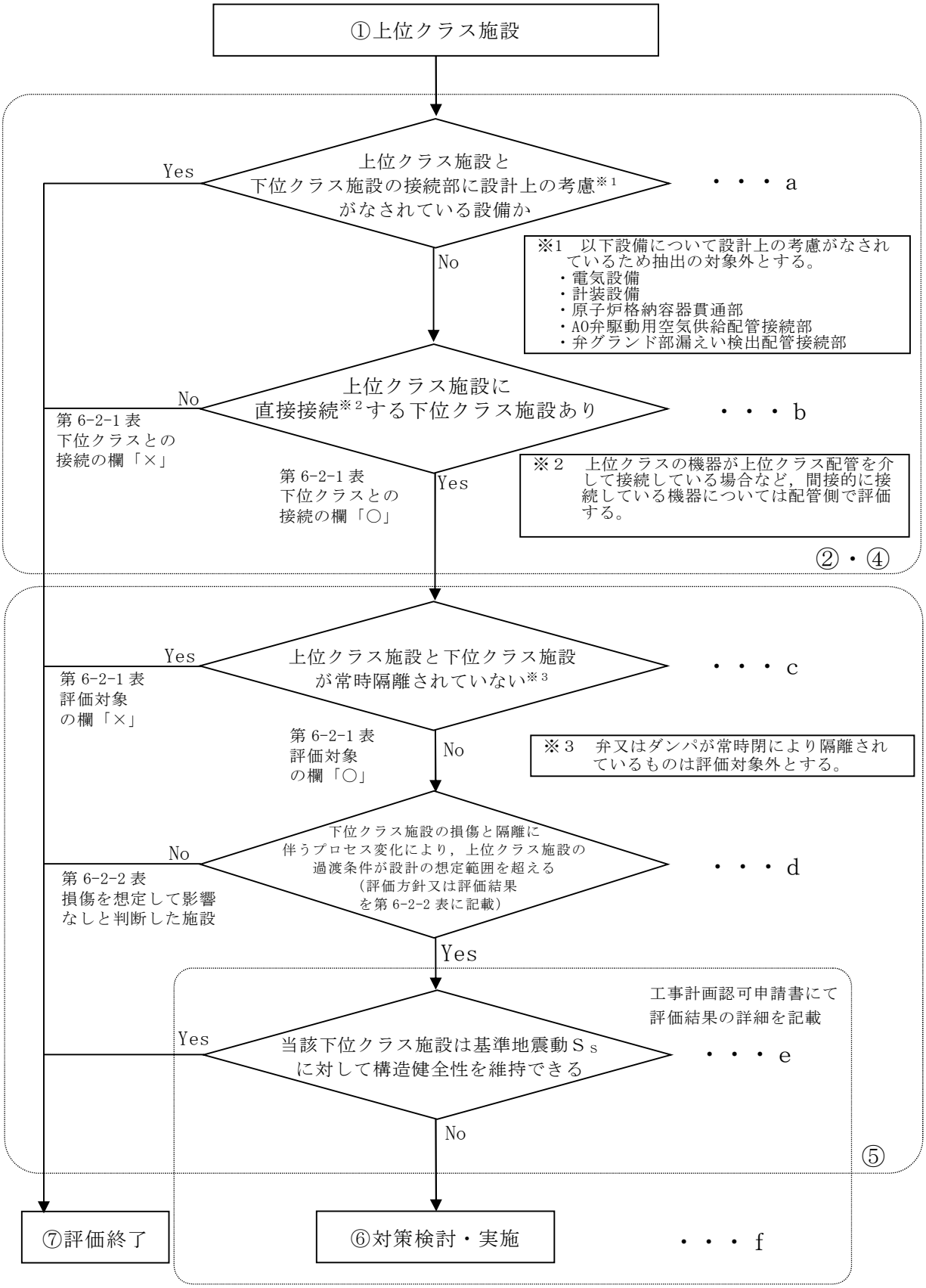
ｃ．で抽出した下位クラス施設について，下位クラス施設が損傷した場合の系統隔離等に伴うプロセス変化により，上位クラス施設の過渡条件が設計の想定範囲内であることを確認する。ここで，下位クラス施設の損傷には破損と閉塞が考えられる。閉塞は配管等が相対変位による軸直交方向の大きな荷重を受けることによって折れ曲がり，流路を完全に遮断することで発生する。しかしながら，下位クラス施設が上位クラス施設と同一の間接支持構造物に支持されていれば，間接支持構造物の相対変位及び不等沈下による影響を受けないことから，閉塞はしないと考えられる。以上より，上位クラス施設と隔離されずに接続する下位クラス施設の支持状況を確認し，同一の間接支持構造物に支持されていない場合は閉塞の影響について個別に検討する。

ｅ．耐震性の確認

ｄ．で設計の想定範囲を超えるものについて，基準地震動Ｓ$_s$に対して，構造健全性が維持され，内部流体の内包機能等の必要な機能を維持できることを確認する。

ｆ．対策検討

ｅ．で上位クラス施設の機能を損なうおそれが否定できない下位クラス施設について，基準地震動Ｓ$_s$に対して健全性を維持できるように構造の改造，接続部から上位クラス施設の配管・ダクト側に同じく健全性を維持できる隔離弁の設置等により，波及的影響を防止する。



※フロー中①，②，④～⑦の数字は第2-1図中の①，②，④～⑦に対応する。

第 5－2 図　上位クラス施設と接続する下位クラス施設の抽出及び評価フロー

5.3　建屋内における損傷，転倒及び落下等による影響

第5－3図のフローに従い，建屋内の上位クラス施設の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し，波及的影響の有無を検討する。

ａ．下位クラス施設の抽出

下位クラス施設の抽出にあたって，下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度の十分な距離をとって配置されていることを確認する。離隔距離が十分でない場合には，落下防止措置等の対策を適切に実施していることを確認する。

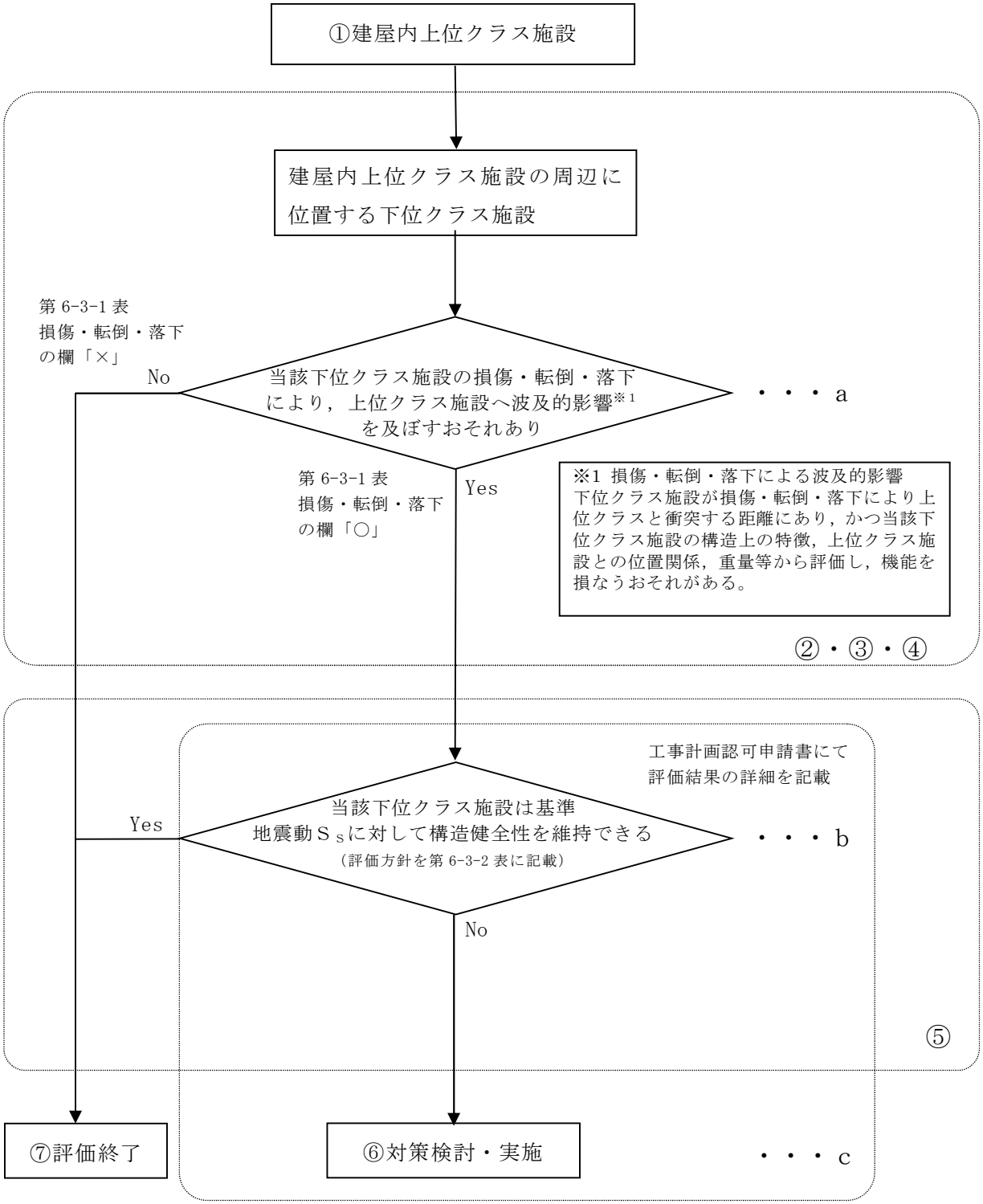
また，以上の確認ができなかった下位クラス施設について，構造上の特徴，上位クラス施設との位置関係，重量等を踏まえて，損傷，転倒及び落下等を想定した場合の上位クラス施設への影響を評価し，上位クラス施設の機能を損なうおそれがないことを確認する。

ｂ．耐震性の確認

ａ．で損傷，転倒及び落下等を想定した場合に上位クラス施設の機能への影響が否定できない下位クラス施設について，基準地震動S_sに対して，損傷，転倒及び落下等が生じないように，構造健全性が維持できることを確認する。

ｃ．　対策検討

ｂ.で構造健全性の維持を確認できなかった下位クラス施設について，基準地震動S_sに対して健全性を維持できるように構造の改造，上位クラス施設と下位クラス施設との間に衝撃に耐えうる緩衝体の設置，下位クラス施設の移設等により波及的影響を防止する。



※フロー中①～⑦の数字は第2-1図中の①～⑦に対応する。

第 5－3 図　損傷，転倒及び落下により建屋内上位クラス施設へ影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フロー

5.4　建屋外における損傷，転倒及び落下等による影響

第5－4図のフローに従い，建屋外の上位クラス施設の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し，波及的影響の有無を検討する。

ａ．下位クラス施設の抽出

下位クラス施設の抽出にあたって，下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度の十分な距離をとって配置されていることを確認する。離隔距離が十分でない場合には，落下防止措置等の対策を適切に実施していることを確認する。

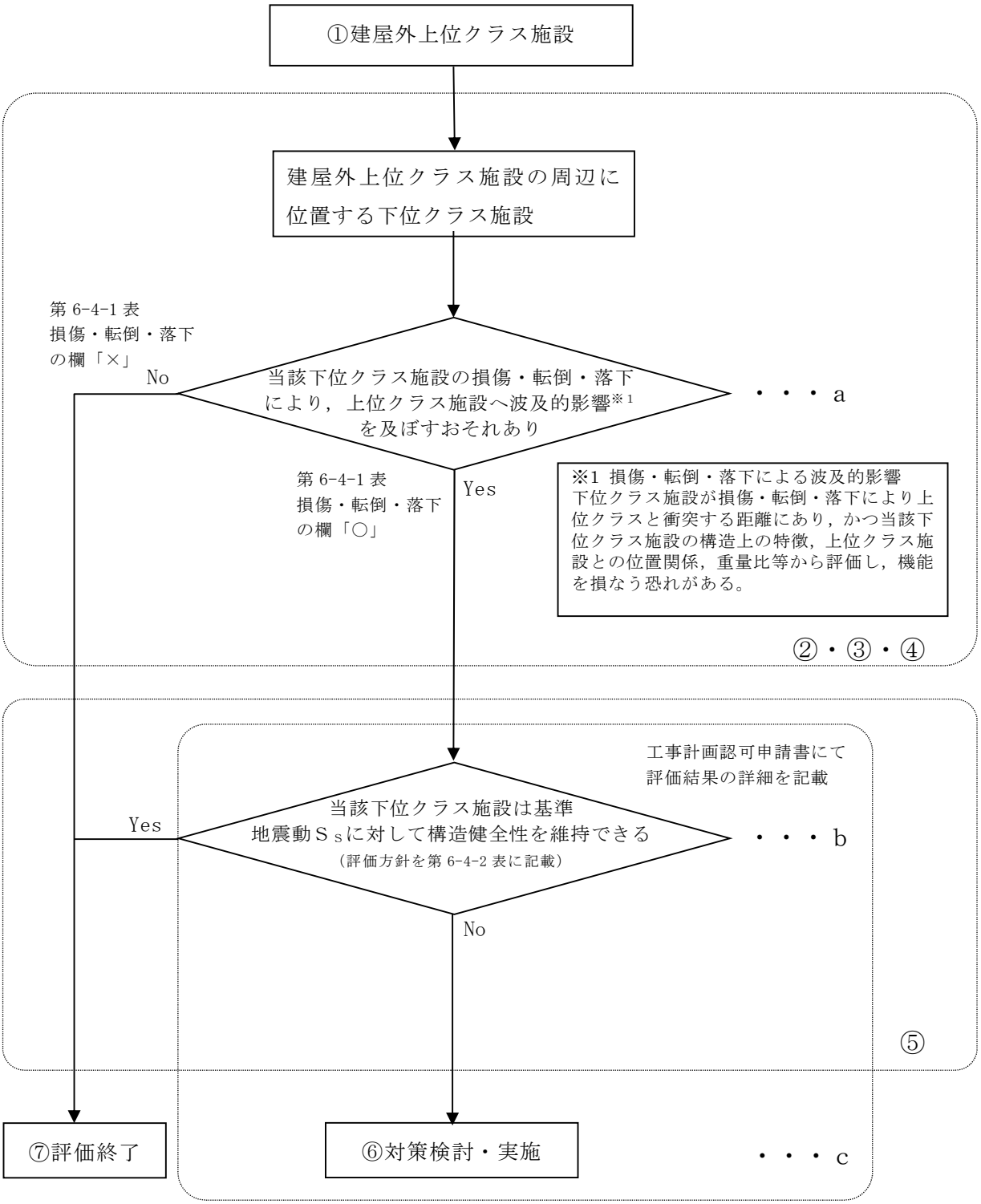
また，以上の確認ができなかった下位クラス施設について，構造上の特徴，上位クラス施設との位置関係，重量等を踏まえて，損傷，転倒及び落下等を想定した場合の上位クラス施設への影響を評価し，上位クラス施設の機能を損なうおそれがないことを確認する。

ｂ．耐震性の確認

ａ．で損傷，転倒及び落下等を想定した場合に上位クラス施設の機能への影響が否定できない下位クラス施設について，基準地震動S_sに対して，損傷，転倒及び落下等が生じないように，構造健全性が維持できることを確認する。

ｃ．対策検討

ｂ．で構造健全性の維持を確認できなかった下位クラス施設について，基準地震動S_sに対して健全性を維持できるように構造の改造，上位クラス施設と下位クラス施設との間に衝撃に耐えうる緩衝体の設置，下位クラス施設の移設等により波及的影響を防止する。



※フロー中①～⑦の数字は第2-1図中の①～⑦に対応する。

第 5－4 図　損傷，転倒及び落下により建屋外上位クラス施設へ影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フロー

6.　下位クラス施設の検討結果

5 項で示したフローに基づき，上位クラス施設への波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出する。

6.1　不等沈下又は相対変位による影響評価結果

6.1.1　抽出手順

(1)　地盤の不等沈下による影響

机上検討をもとに，上位クラス施設及び上位クラス施設の間接支持構造物である建物・構築物に対して，地盤の不等沈下により波及的影響を及ぼすおそれがある下位クラス施設を抽出する。

(2)　建屋の相対変位による影響

机上検討をもとに，上位クラス施設及び上位クラス施設の間接支持構造物である建屋に対して，建屋の相対変位により波及的影響を及ぼすおそれがある下位クラス施設を抽出する。

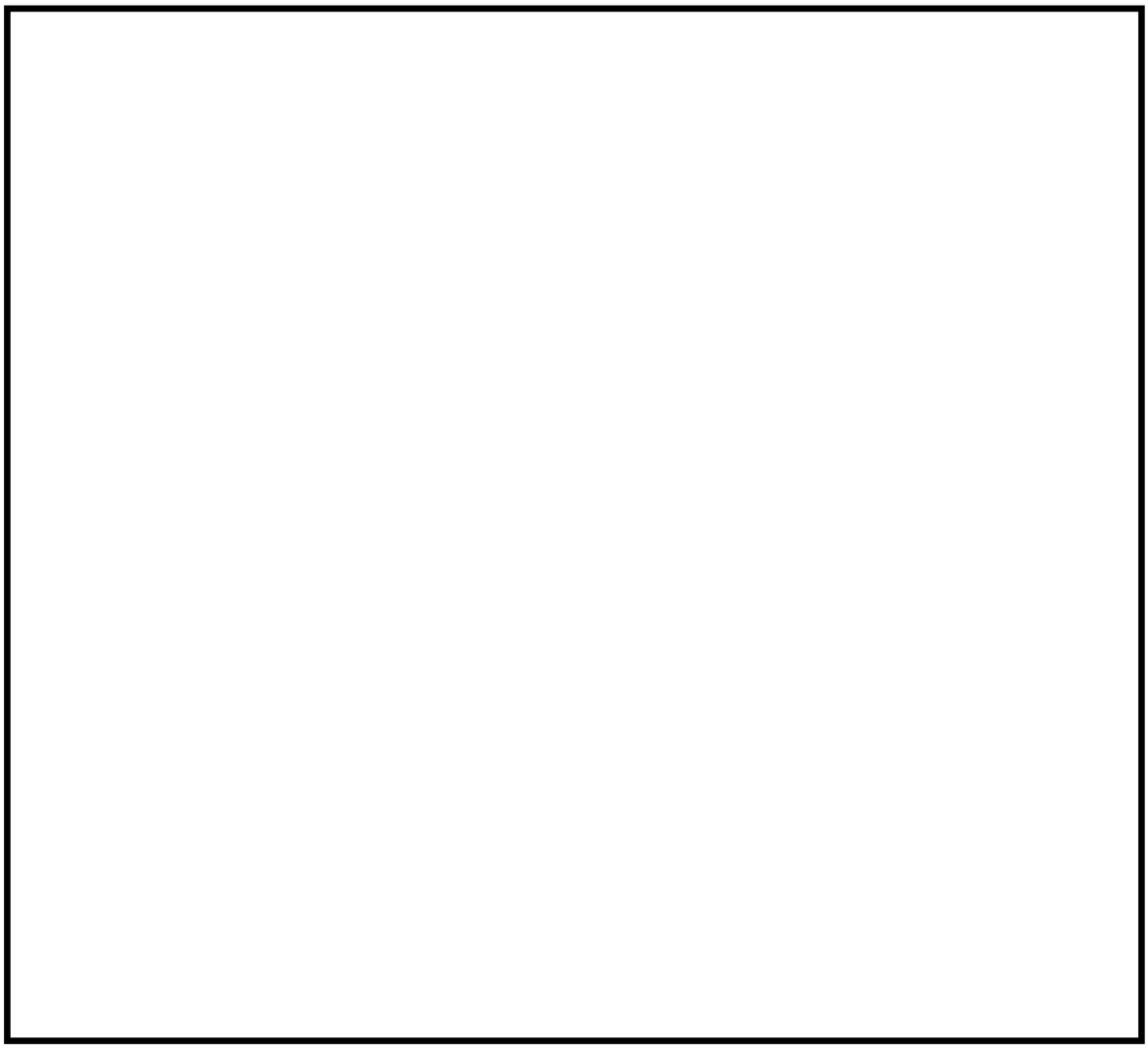
6.1.2　下位クラス施設の抽出結果

第 5－1－1 図及び第 5－1－2 図のフローの a に基づいて影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出した結果を第 6－1－1 図及び第 6－1－1 表に示す（配置図上の番号は第 4－1 表の整理番号に該当する）。

6.1.3　影響評価方針

6.1.2 で抽出した波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の評価方針又は評価結果を第 6－1－2 表及び第 6－1－3 表に示す。

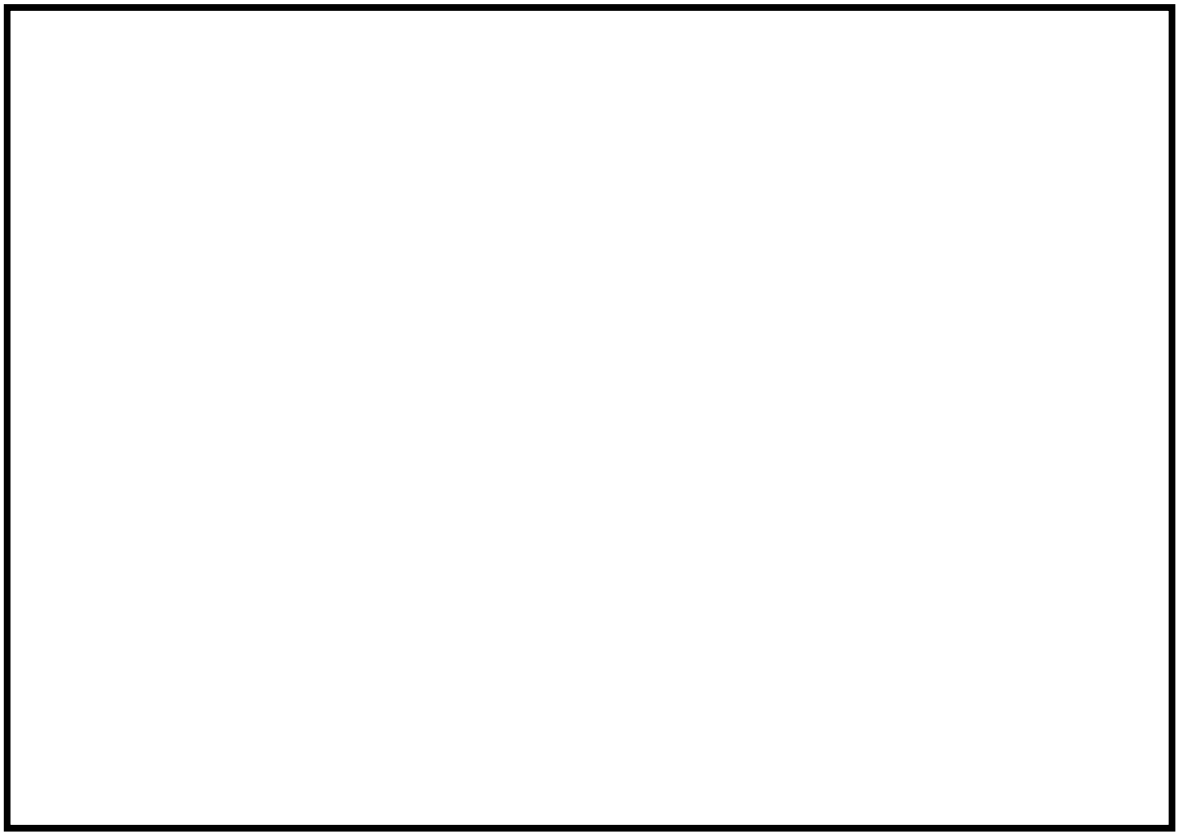
上記方針に基づいた検討結果は工事計画認可申請書において確認し，必要に応じて不等沈下または相対変位による影響を評価（第 5－1－1 図及び第 5－1－2 図のフローの c に該当）する。



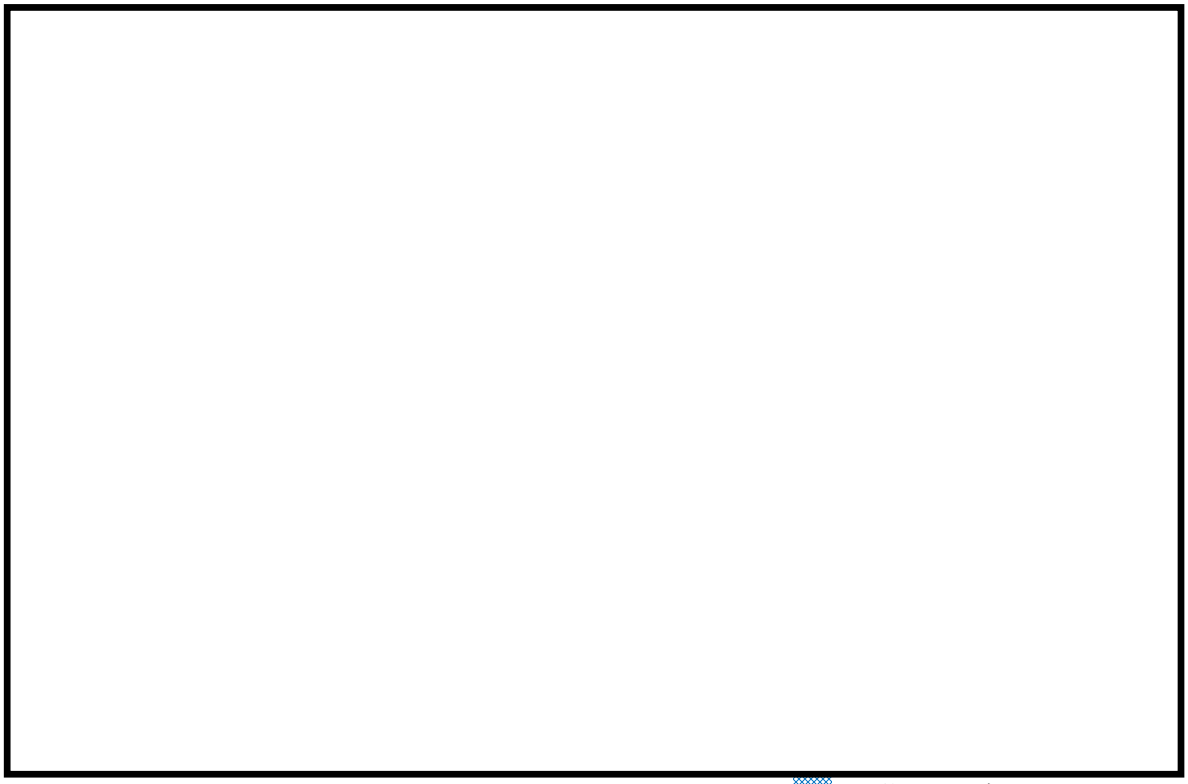
：上位クラス施設

：波及的影響を及ぼす可能性のある
下位クラス施設

第６－1－1 図　建屋外上位クラス配置図（1／2）



原子炉建屋周辺詳細



取水構造物周辺詳細

：上位クラス施設

：波及的影響を及ぼす可能性のある下位クラス施設

第６－１－１図　建屋外上位クラス配置図（2／2）

第6－1－1表　建屋外上位クラス施設への波及的影響（相対変位及び不等沈下）を及ぼすおそれのある下位クラス施設（1／2）

番号	屋外上位クラス施設	設置場所	区分	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設（－：なし）		波及的影響のおそれ（○：あり，×：なし）		備考
				不等沈下	相対変位	不等沈下	相対変位	
A001	残留熱除去系海水系ポンプ	屋外	Sｸﾗｽ SA施設	－	－	×	×	
A002	残留熱除去系海水系ストレーナ	屋外	Sｸﾗｽ SA施設	－	－	×	×	
A003	残留熱除去系海水系配管	屋外	Sｸﾗｽ SA施設	－	－	×	×	
A004	非常用ディーゼル発電機海水ポンプ	屋外	Sｸﾗｽ SA施設	－	－	×	×	
A005	非常用ディーゼル発電機海水系ストレーナ	屋外	Sｸﾗｽ SA施設	－	－	×	×	
A006	非常用ディーゼル発電機海水系配管	屋外	Sｸﾗｽ SA施設	－	－	×	×	
A007	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水ポンプ	屋外	Sｸﾗｽ SA施設	－	－	×	×	
A008	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系ストレーナ	屋外	Sｸﾗｽ SA施設	－	－	×	×	
A009	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機海水系配管	屋外	Sｸﾗｽ SA施設	－	－	×	×	
A010	非常用ガス処理系配管	屋外	Sｸﾗｽ SA施設	－	－	×	×	
A011	原子炉建屋	屋外	Sｸﾗｽ及びSA施設 間接支持構造物	タービン建屋 サービス建屋 ペーラ建屋 サンプルタンク室 ヘパフィルター室 連絡通路 大物搬入口	タービン建屋 サービス建屋 ペーラ建屋 連絡通路 大物搬入口	○	○	
A012	使用済燃料乾式貯蔵建屋	屋外	Sｸﾗｽ 間接支持構造物	－	－	×	×	
A013	取水構造物	屋外	屋外重要度土木構造物 SA施設	－	－	×	×	
A014	屋外二重管	屋外	Sｸﾗｽ及びSA施設 間接支持構造物	－	－	×	×	
A015	非常用ガス処理系配管支持構造（排気筒、支持架構）	屋外	Sｸﾗｽ及びSA施設 間接支持構造物	－	－	×	×	
A016	常設代替高圧電源装置置場	屋外	Sｸﾗｽ及びSA施設 間接支持構造物	－	－	－	－	設置予定施設※1
A017	常設代替高圧電源装置用カルバート	屋外	Sｸﾗｽ及びSA施設 間接支持構造物	－	－	－	－	設置予定施設※1
A018	緊急時対策所	屋外	SA施設 間接支持構造物	－	－	－	－	設置予定施設※1
A019	緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎	屋外	SA施設 間接支持構造物	－	－	－	－	設置予定施設※1
A020	代替淡水貯槽	屋外	SA施設	－	－	－	－	設置予定施設※1
A021	常設低圧代替注水系ポンプ室	屋外	SA施設 間接支持構造物	－	－	－	－	設置予定施設※1
A022	常設低圧代替注水系配管カルバート	屋外	SA施設 間接支持構造物	－	－	－	－	設置予定施設※1
A023	格納容器圧力逃がし装置格納槽	屋外	SA施設 間接支持構造物	－	－	－	－	設置予定施設※1
A024	格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート	屋外	SA施設 間接支持構造物	－	－	－	－	設置予定施設※1
A025	ＳＡ用海水ピット	屋外	SA施設	－	－	－	－	設置予定施設※1
A026	ＳＡ用海水ピット取水塔	屋外	SA施設	－	－	－	－	設置予定施設※1
A027	海水引込み管	屋外	SA施設	－	－	－	－	設置予定施設※1
A028	緊急用海水ポンプピット	屋外	SA施設	－	－	－	－	設置予定施設※1

※1　当該施設を設置する段階で、5.1項に示す影響検討を実施する（添付資料3）。

第6－1－1表　建屋外上位クラス施設への波及的影響（相対変位及び不等沈下）を及ぼすおそれのある下位クラス施設（2／2）

番号	屋外上位クラス施設	設置場所	区分	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設（－：なし）		波及的影響のおそれ（○：あり，×：なし）		備考
				不等沈下	相対変位	不等沈下	相対変位	
A029	緊急用海水配管カルバート	屋外	SA施設 間接支持構造物	－	－	－	－	設置予定施設※1
A030	緊急用海水取水管	屋外	SA施設	－	－	－	－	設置予定施設※1
A031	可搬型設備用軽油タンク基礎	屋外	SA施設	－	－	－	－	設置予定施設※2
A032	防潮堤及び防潮扉（防潮堤道路横断部に設置）	屋外	Sクラス	－	－	－	－	設置予定施設※1
A033	放水路ゲート	屋外	Sクラス	－	－	－	－	設置予定施設※1
A034	構内排水路逆流防止設備	屋外	Sクラス	－	－	－	－	設置予定施設※1
A035	貯留堰	屋外	Sクラス SA施設	－	－	－	－	設置予定施設※1
A036	取水路点検用開口部浸水防止蓋	屋外	Sクラス	－	－	－	－	設置予定施設※1
A037	海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁	屋外	Sクラス	－	－	－	－	設置予定施設※1
A038	取水ピット空気抜き配管逆止弁	屋外	Sクラス	－	－	－	－	設置予定施設※1
A039	海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋	屋外	Sクラス	－	－	－	－	設置予定施設※1
A040	放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋	屋外	Sクラス	－	－	－	－	設置予定施設※1
A041	ＳＡ用海水ピット開口部浸水防止蓋	屋外	Sクラス	－	－	－	－	設置予定施設※1
A042	緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋	屋外	Sクラス	－	－	－	－	設置予定施設※1
A043	緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁	屋外	Sクラス	－	－	－	－	設置予定施設※1
A044	緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁	屋外	Sクラス	－	－	－	－	設置予定施設※1
A045	貫通部止水処置	屋外	Sクラス	－	－	－	－	設置予定施設※1
A046	津波監視カメラ	屋外	Sクラス	－	－	－	－	設置予定施設※1
A047	取水ピット水位計	屋外	Sクラス	－	－	－	－	設置予定施設※1
A048	潮位計	屋外	Sクラス	－	－	－	－	設置予定施設※1
A049	残留熱除去海水系ポンプＤ逆止弁	屋外	Sクラス	－	－	×	×	
A050	残留熱除去海水系ポンプＢ逆止弁	屋外	Sクラス	－	－	×	×	
A051	残留熱除去海水系ポンプＡ逆止弁	屋外	Sクラス	－	－	×	×	
A052	残留熱除去海水系ポンプＣ逆止弁	屋外	Sクラス	－	－	×	×	
A053	非常用ディーゼル発電機２Ｃ海水ポンプ出口逆止弁	屋外	Sクラス	－	－	×	×	
A054	非常用ディーゼル発電機２Ｄ海水ポンプ出口逆止弁	屋外	Sクラス	－	－	×	×	
A055	高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ出口逆止弁	屋外	Sクラス	－	－	×	×	

※1　当該施設を設置する段階で、5.1項に示す影響検討を実施する（添付資料3）。

第6－1－2表　建屋外施設の評価結果（地盤の不等沈下による影響）

建屋外上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	評価方針又は評価結果	備　考
原子炉建屋	タービン建屋 サービス建屋 ベーラ建屋 サンプルタンク室 ヘパフィルター室 大物搬入口建屋 連絡通路	原子炉建屋への波及的影響確認として，下位クラス施設が設置された地盤が不等沈下しないことの確認又は不等沈下した場合でも離隔距離が十分であることを確認する。 また，原子炉建屋に対して建屋規模から小さい施設については，接触したとしても原子炉建屋の耐震性を損なわないことを確認する。	支持構造については添付資料4参照 大物搬入口建屋の耐震重要度分類を含めた取扱いは添付資料5参照

第６－１－３表　建屋外施設の評価結果（相対変位による影響）

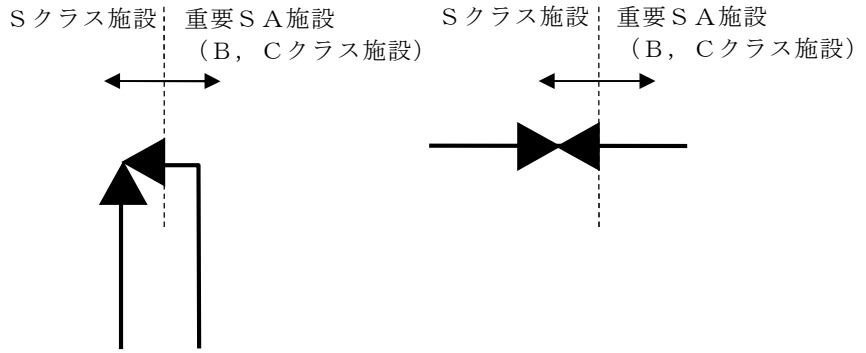
建屋外上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	評価方針又は評価結果	備　考
原子炉建屋	タービン建屋 サービス建屋	原子炉建屋とサービス建屋及びタービン建屋との最小となる離隔距離は約 50mm と小さく，建屋間相対変位によって建屋同士が接触する可能性がある。このため，基準地震動Ｓｓに対する地震応答解析により，影響を確認する。	――
	ベーラ建屋 大物搬入口建屋 連絡通路	原子炉建屋に対して各建屋の規模が小さく軽量であることから，建屋同士が接触したとしても影響は軽微であり建屋の耐震性を損なうことがないことを確認する。	――

6.2　接続部における相互影響検討結果

6.2.1　抽出手順

机上検討をもとに，上位クラス施設と接続する下位クラス施設のうち，下位クラス施設の損傷または隔離によるプロセス変更により上位クラス施設に影響を及ぼす可能性がある下位クラス施設を抽出する。なお，Ｓクラス施設等と重要ＳＡ施設の接続部は上位クラス同士であるため，上位クラス施設と下位クラス施設との接続部として抽出していない。

接続部については，改造工事の際の設計図書類から系統図の変更を行っていることから，本抽出において系統図を用いた机上検討による評価対象の抽出が可能である。



Ｓクラス施設等と重要ＳＡ施設の接続部例

6.2.2　接続部の抽出及び影響評価対象の選定結果

第5－2図のフローのａ，ｂ及びｃに基づいて抽出された評価対象接続部について整理したものを第6－2－1表に示す。

6.2.3　影響評価方針

6.2.2で抽出した上位クラス施設と下位クラス施設との接続部について,評価結果又は評価方針を第6－2－2表に示す。

第6－2－2表に記載した方針に基づき，基準地震動Ｓ$_S$にて健全性確認を行

う必要がある設備については工事計画認可申請書において影響評価を行う（第5－2図のフローのｅに該当）。

第6－2－1表　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部一覧表（1／6）

番号	屋内上位クラス施設	区分	設置場所	下位クラスとの接続（有：○，無：×）	評価対象（対象：○，対象外：×）	接続配管等	備　考
A001	残留熱除去系海水系ポンプ	Sｸﾗｽ SA施設	屋外	×	－		
A002	残留熱除去系海水系ストレーナ	Sｸﾗｽ SA施設	屋外	×	－		
A003	残留熱除去系海水系配管	Sｸﾗｽ SA施設	屋外 SA施設	○	○	海水系放出ライン	
					×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ＲＨＲＳ加圧ライン	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
A004	非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ	Sｸﾗｽ SA施設	屋外	×	－		
A005	非常用ディーゼル発電機海水ストレーナ	Sｸﾗｽ SA施設	屋外	×	－		
A006	非常用ディーゼル発電機海水配管	Sｸﾗｽ SA施設	屋外	○	○	海水系放出ライン	
					×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ＤＧＳ封水ライン	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
A007	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ	Sｸﾗｽ SA施設	屋外	×	－		
A008	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ストレーナ	Sｸﾗｽ SA施設	屋外	×	－		
A009	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水配管	Sｸﾗｽ SA施設	屋外	○	○	海水系放出ライン	
					×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ＤＧＳ封水ライン	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
A010	非常用ガス処理系配管	Sｸﾗｽ SA施設	屋外	×	－		
B001	原子炉圧力容器	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	○	RPV漏えい検出ライン	
					×	RPVベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B005	主蒸気系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	○	主蒸気ライン	
					○	主蒸気ドレンライン	
					×	N2供給ライン	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
					×	テストライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ベント／ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B006	主蒸気隔離弁制御用アキュムレータ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B007	逃がし安全弁自動減圧機能用アキュムレータ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B009	給水系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	給水ライン	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
					×	原子炉冷却材浄化系ライン	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
					×	貴金属注入ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	テストライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ドレン／ベントライン	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
B010	主蒸気隔離弁漏えい抑制系配管	Sｸﾗｽ	R/B	○	×	復水移送ライン	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ドレン／ベントライン	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
B011	低圧マニュホールド（主蒸気隔離弁漏えい抑制系）	Sｸﾗｽ	R/B	×	－		
B012	ブロワ（主蒸気隔離弁漏えい抑制系）	Sｸﾗｽ	R/B	×	－		
B013	再循環系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	サンプルライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外

第6－2－1表　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部一覧表（2／6）

番号	屋内上位クラス施設	区分	設置場所	下位クラスとの接続（有：○，無：×）	評価対象（対象：○，対象外：×）	接続配管等	備　考
B014	再循環系ポンプ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	○	シールリークドレンライン	
					×	シールパージライン	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B015	原子炉冷却材浄化系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	テストライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B016	残留熱除去系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	復水移送ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	消火系ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	テストライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	サンプリングライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ケミカルタンクライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ＦＰＣ系ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					○	ウォーターレグシールライン	
B016	残留熱除去系熱交換器	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B017	残留熱除去系ポンプ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	○	メカニカルシールドレンライン	
					×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B018	残留熱除去系海水系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	消火系ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B019	原子炉隔離時冷却系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	復水移送ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	蒸気ドレン排出ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	テストライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ラプチャディスク設置ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B020	原子炉隔離時冷却系ポンプ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B021	高圧炉心スプレイ系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	○	ウォータレグシールライン	
					×	サンプリングライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	テストライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ＲＨＲドレンフラッシングライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B022	高圧炉心スプレイ系ポンプ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	○	メカニカルシールドレンライン	
					×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B023	低圧炉心スプレイ系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	復水移送ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	サンプリングライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	消火系ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ＲＨＲドレンフラッシングライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					○	ウォーターレグシールライン	

第6－2－1表　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部一覧表（3／6）

番号	屋内上位クラス施設	区分	設置場所	下位クラスとの接続（有：○，無：×）	評価対象（対象：○，対象外：×）	接続配管等	備　考
B024	低圧炉心スプレイ系ポンプ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	○	メカニカルシールドレンライン	
					×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B027	制御棒駆動水圧系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	スクラム排出水ライン	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
					×	充てん水ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	冷却水入口ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	駆動水入口ライン	逆止弁を介して接続されているため評価対象外
					×	駆動水排出ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B028	制御棒駆動水圧系制御ユニット	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B029	ほう酸水注入系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	テストライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B030	ほう酸水注入系ポンプ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B031	ほう酸水貯蔵タンク	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	○	復水移送ライン	
					○	オーバフローライン	
					○	ベントライン	
B032	使用済燃料貯蔵ラック	Sｸﾗｽ	R/B	×	－		
B033	使用済燃料プール	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B034	使用済燃料乾式貯蔵容器	Sｸﾗｽ	D/C	×	－		
B035	原子炉建屋換気系放射線モニタ	Sｸﾗｽ	R/B	×	－		
B036	原子炉建屋排気筒モニタ	Sｸﾗｽ	R/B	×	－		
B037	中央制御室換気系送風機	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B038	中央制御室換気系排風機	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B039	中央制御室換気系フィルターユニット	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B040	中央制御室換気系　制御室内ダクト	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B041	非常用ガス処理系／再循環系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	通常換気系ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	復水移送ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B042	非常用ガス処理系排風機	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B043	非常用ガス処理系フィルタトレイン	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	テストライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B044	非常用ガス再循環系排風機	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B045	非常用ガス再循環系フィルタトレイン	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	テストライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B046	ダクト（原子炉建屋換気系）	Sｸﾗｽ	R/B	○	○	原子炉建屋給排気ダクト	
B047	ダクト（ＤＧ換気系）	Sｸﾗｽ	R/B	×	－		

第6－2－1表　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部一覧表（4／6）

番号	屋内上位クラス施設	区分	設置場所	下位クラスとの接続（有：○，無：×）	評価対象（対象：○，対象外：×）	接続配管等	備　考
B048	鋼板ダクト本体及びダクト（空調ユニット系）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B049	原子炉建屋換気系給気隔離弁用アキュムレータ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B050	原子炉建屋換気系排気隔離弁用アキュムレータ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B051	HPCSポンプ室空調ユニット	Sｸﾗｽ	R/B	×	－		
B052	LPCSポンプ室空調ユニット	Sｸﾗｽ	R/B	×	－		
B053	RCICポンプ室空調ユニット	Sｸﾗｽ	R/B	×	－		
B054	RHRポンプ室空調ユニット	Sｸﾗｽ	R/B	×	－		
B055	非常用DG室排気ファン	Sｸﾗｽ	R/B	×	－		
B056	HPCS用DG室排気ファン	Sｸﾗｽ	R/B	×	－		
B057	バッテリー室給排気ファン	Sｸﾗｽ	R/B	×	－		
B058	中央制御室空調用冷水ポンプ	Sｸﾗｽ	R/B	○	×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B059	中央制御室空調ユニット	Sｸﾗｽ	R/B	○	×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B060	格納容器（ドライウエル部）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B061	格納容器（サプレッションチェンバ部）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B062	ペデスタル（原子炉本体の基礎）	Sｸﾗｽ及びSA施設 間接支持構造物	R/B	×	－		
B065	可燃性ガス濃度制御系再結合装置	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B066	可燃性ガス濃度制御系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	復水移送ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	テストライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B067	不活性ガス系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	通常換気系ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	N2パージライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	N2供給ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					×	テストライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B068	内燃機関（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	○	燃料ポンプドレンライン	
					○	ローラガイドドレンライン	
					○	冷却水ドレンライン	
					○	始動空気ドレンライン	
					×	排気管	同一の間接構造物に支持されているため流路を完全に遮断することはない
B069	発電機（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B070	関連配管（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B071	始動空気圧縮機（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B072	始動空気だめ（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B073	潤滑油プライミングポンプ（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B074	温水循環ポンプ（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B075	潤滑油冷却器（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B076	清水冷却器（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外

第6－2－1表　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部一覧表（5／6）

番号	屋内上位クラス施設	区分	設置場所	下位クラスとの接続（有：○，無：×）	評価対象（対象：○，対象外：×）	接続配管等	備　考
B077	燃料弁冷却油冷却器（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B078	潤滑油ヒータ（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B079	清水ヒータ（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B080	潤滑油フィルタ（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B081	燃料油フィルタ（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B082	清水膨張タンク（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	○	復水移送ライン	
					×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B083	シリンダ注油タンク（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					○	ミスト排出ライン	
B084	潤滑油サンプタンク（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					○	ミスト排出ライン	
B085	燃料油デイタンク（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	○	ミスト排出ライン	
					○	オーバーフローライン	
					×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B086	内燃機関（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	○	燃料ポンプドレンライン	
					○	ローラガイドドレンライン	
					○	冷却水ドレンライン	
					○	始動空気ドレンライン	
					×	排気管	同一の間接構造物に支持されているため流路を完全に遮断することはない
B087	発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B088	関連配管（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B089	始動空気圧縮機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B090	始動空気だめ（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B091	潤滑油プライミングポンプ（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B092	温水循環ポンプ（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B093	潤滑油冷却器（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B094	清水冷却器（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B095	燃料弁冷却油冷却器（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B096	潤滑油ヒータ（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B097	清水ヒータ（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B098	潤滑油フィルタ（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B099	燃料油フィルタ（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
B100	清水膨張タンク（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	○	復水移送ライン	
					×	ドレン／ベントライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
B101	シリンダ注油タンク（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					○	ミスト排出ライン	

第6－2－1表　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部一覧表（6／6）

番号	屋内上位クラス施設	区分	設置場所	下位クラスとの接続（有：○，無：×）	評価対象（対象：○，対象外：×）	接続配管等	備　考
B102	潤滑油サンプタンク（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					○	ミスト排出ライン	
B103	燃料油デイタンク（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	○	○	ミスト排出ライン	
					○	オーバーフロー配管	
					×	ドレンライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
D119	格納容器内水素濃度	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		
D120	格納容器内酸素濃度	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	×	－		

第6－2－2表　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果（1／7）

上位クラス施設 （建屋外施設）	波及的影響を及ぼすおそれのある 下位クラス接続配管等 【 】：耐震クラス	評価結果	備　考
残留熱除去系海水系配管	海水系放出ライン【Ｃ】	海水系放出ラインの配管が破損した場合において，敷地内に放出されることになるが，上位クラス施設に影響を与えない。	
非常用ディーゼル発電機用海水配管	海水系放出ライン【Ｃ】	海水系放出ラインの配管が破損した場合において，敷地内に放出されることになるが，上位クラス施設に影響を与えない。	
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水配管	海水系放出ライン【Ｃ】	海水系放出ラインの配管が破損した場合において，敷地内に放出されることになるが，上位クラス施設に影響を与えない。	

第6－2－2表　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果（2／7）

上位クラス施設 （建屋内施設）	波及的影響を及ぼすおそれのある 下位クラス接続配管等 【 】：耐震クラス	評価結果	備　考
原子炉圧力容器	ＲＰＶ漏えい検出ライン【Ｃ】	当該ラインは，ＲＰＶフランジからの漏えいを検出するために，シール外側に設置されていることから，損傷が生じたとしても原子炉圧力容器のバウンダリ機能に影響を及ぼすことはない。	
主蒸気系配管	主蒸気ライン【Ｂ】	第二主蒸気隔離弁の下流側で主蒸気系配管が損傷した場合，破断口からは，破断管及び主蒸気ヘッダを介した健全管より冷却材が外部に流出する。 冷却材の流出量は原子炉圧力容器ノズル下流の流量制限器により，破断した配管の本数に係わらず定格主蒸気流量の200％に制限される。その際に，主蒸気流量大信号により主蒸気隔離弁が5秒で全閉し，流出は食い止められるが，事故解析においては，この間に流出した冷却材によって原子炉圧力容器内の水位が炉心頂部よりも低下することはないことが確認されている。 このことから，波及的影響により第二主蒸気隔離弁の下流側配管が破損した場合の影響は，原子炉格納容器外で主蒸気系配管の破断を想定した場合の事故解析結果に包絡される。	

第6－2－2表　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果（3／7）

上位クラス施設 （建屋内施設）	波及的影響を及ぼすおそれのある 下位クラス接続配管等 【 】：耐震クラス	評価結果	備　考
主蒸気系配管	主蒸気ドレンライン【Ｂ】	当該ラインが破損しても，ＭＳトンネル室内の漏えい検知により隔離弁で隔離できることから，上位の施設の機能（原子炉圧力容器バウンダリ）に影響は与えない。	
再循環系ポンプ	シールリークドレンライン【Ｂ】	当該ラインは，軸封部からのリーク水を廃棄物処理系のサンプに導く配管であるため，損傷が生じたとしても再循環系ポンプのバウンダリ機能に影響を及ぼすことはない。	
残留熱除去系配管	ウォーターレグシールライン【Ｂ】	当該ラインの破損により，残留熱除去系配管のバウンダリ機能を喪失する可能性があるため，基準地震動Ｓ$_s$での健全性確認を行う。	工認耐震計算書添付予定
残留熱除去系ポンプ	メカニカルシールドレンライン【Ｃ】	当該ラインは，軸封部からのリーク水を建屋ファンネルに導く配管であるため，損傷が生じたとしても残留熱除去系ポンプの機能に影響を及ぼすことはない。	
高圧炉心スプレイ系配管	ウォーターレグシールライン【Ｂ】	当該ラインの破損により，高圧炉心スプレイ系配管のバウンダリ機能を喪失する可能性があるため，基準地震動Ｓ$_s$での健全性確認を行う。	工認耐震計算書添付予定

第6－2－2表　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果（4／7）

上位クラス施設 （建屋内施設）	波及的影響を及ぼすおそれのある 下位クラス接続配管等 【　】：耐震クラス	評価結果	備　考
高圧炉心スプレイ系ポンプ	メカニカルシールドレンライン 【C】	当該ラインは，軸封部からのリーク水を建屋ファンネルに導く配管であるため，損傷が生じたとしても高圧炉心スプレイ系ポンプの機能に影響を及ぼすことはない。	
低圧炉心スプレイ系配管	ウォーターレグシールライン【B】	当該ラインの破損により，低圧炉心スプレイ系配管のバウンダリ機能を喪失する可能性があるため，基準地震動S_sでの健全性確認を行う。	工認耐震計算書 添付予定
低圧炉心スプレイ系ポンプ	メカニカルシールドレンライン 【C】	当該ラインは，軸封部からのリーク水を建屋ファンネルに導く配管であるため，損傷が生じたとしても低圧炉心スプレイ系ポンプの機能に影響を及ぼすことはない。	
ほう酸水貯蔵タンク	復水移送ライン【B】	当該ラインは，通常水位より上部に接続されているため，破損した場合でも，ほう酸水貯蔵タンクから内部水が流出することは無い。	
	オーバーフローライン【B】	当該ラインは，通常水位より上部に接続されているため，破損した場合でも，ほう酸水貯蔵タンクから内部水が流出することは無い。	
	ベントライン【C】	当該ラインは，通常水位より上部に接続されているため，破損した場合でも，ほう酸水貯蔵タンクから内部水が流出することは無い。	

第6－2－2表　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果（5／7）

上位クラス施設 （建屋内施設）	波及的影響を及ぼすおそれのある 下位クラス接続配管等 【 】：耐震クラス	評価結果	備　考
ダクト（原子炉建屋換気系）	原子炉建屋給排気ダクト【Ｃ】	原子炉建屋給排気ダクトが破損したとしても，原子炉建屋換気系給排気隔離弁により二次格納施設は隔離されるため，二次格納施設のバウンダリ機能に影響は無い。	
内燃機関 （非常用ディーゼル発電装置用）	燃料ポンプドレンライン【Ｃ】 ローラガイドドレンライン【Ｃ】	当該ラインが破損しても，油の排出機能を損なうことがないことから，ディーゼル機関の機能に影響を及ぼすことは無い。	
	冷却水ドレンライン【Ｃ】	当該ラインが破損しても，冷却水の排出機能を損なうことがないことから，ディーゼル機関の機能に影響を及ぼすことは無い。	
	始動空気ドレンライン【Ｃ】	当該ラインが破損しても，空気の排出機能を損なうことがないことから，ディーゼル機関の機能に影響を及ぼすことは無い。	
清水膨張タンク （非常用ディーゼル発電装置用）	復水移送ライン【Ｂ】	当該ラインは，通常水位より上部に接続されているため，破損した場合でも，清水膨張タンクから内部水が流出することは無い。	
シリンダ注油タンク （非常用ディーゼル発電装置用）	ミスト排出ライン【Ｃ】	当該ラインは，タンク上部の気相部に接続されているため，破損した場合でも内部液体が流出することは無く，オイルミストの排出機能及びベント機能を損なうことが無い。	

第6－2－2表　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果（6／7）

上位クラス施設 （建屋内施設）	波及的影響を及ぼすおそれのある 下位クラス接続配管等 【 】：耐震クラス	評価結果	備　考
潤滑油サンプタンク （非常用ディーゼル発電装置用）	ミスト排出ライン【C】	当該ラインは，タンク上部の気相部に接続されているため，破損した場合でも内部液体が流出することは無く，オイルミストの排出機能及びベント機能を損なうことが無い。	
燃料油デイタンク （非常用ディーゼル発電装置用）	ミスト排出ライン【C】	当該ラインは，タンク上部の気相部に接続されているため，破損した場合でも内部液体が流出することは無く，オイルミストの排出機能及びベント機能を損なうことが無い。	
	オーバーフローライン【C】	当該ラインは，通常水位より上部に接続されているため，破損した場合でも，燃料油デイタンクから内部油が流出することは無い。	
内燃機関 （高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	燃料ポンプドレンライン【C】 ローラガイドドレンライン【C】	当該ラインが破損しても，油の排出機能を損なうことがないことから，ディーゼル機関の機能に影響を及ぼすことは無い。	
	冷却水ドレンライン【C】	当該ラインが破損しても，冷却水の排出機能を損なうことがないことから，ディーゼル機関の機能に影響を及ぼすことは無い。	
	始動空気ドレンライン【C】	当該ラインが破損しても，空気の排出機能を損なうことがないことから，ディーゼル機関の機能に影響を及ぼすことは無い。	

第6－2－2表　上位クラス施設と下位クラス施設との接続部の評価結果（7／7）

上位クラス施設 （建屋内施設）	波及的影響を及ぼすおそれのある 下位クラス接続配管等 【 】：耐震クラス	評価結果	備　考
清水膨張タンク （高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	復水移送ライン【Ｂ】	当該ラインは，通常水位より上部に接続されているため，破損した場合でも，清水膨張タンクから内部水が流出することは無い。	
シリンダ注油タンク （高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	ミスト排出ライン【Ｃ】	当該ラインは，タンク上部の気相部に接続されているため，破損した場合でも内部液体が流出することは無く，オイルミストの排出機能及びベント機能を損なうことが無い。	
潤滑油サンプタンク （高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	ミスト排出ライン【Ｃ】	当該ラインは，タンク上部の気相部に接続されているため，破損した場合でも内部液体が流出することは無く，オイルミストの排出機能及びベント機能を損なうことが無い。	
燃料油デイタンク （非常用ディーゼル発電装置用）	ミスト排出ライン【Ｃ】	当該ラインは，タンク上部の気相部に接続されているため，破損した場合でも内部液体が流出することは無く，オイルミストの排出機能及びベント機能を損なうことが無い。	
	オーバーフローライン【Ｃ】	当該ラインは，通常水位より上部に接続されているため，破損した場合でも，燃料油デイタンクから内部油が流出することは無い。	

6.3　建屋内における損傷，転倒及び落下等による影響検討結果

6.3.1　抽出作業

机上検討及び現場調査をもとに，建屋内上位クラス施設に対して，損傷，転倒及び落下等により影響を及ぼす可能性のある下位クラス施設を抽出する。建屋内上位クラス施設の配置図を第6－3－1図に示す。なお，配置図の番号は第4－2表の整理番号に該当する。また，原子炉建屋内設備の波及的影響設備位置関係図を第6－3－2図に，使用済燃料乾式貯蔵建屋の波及的影響設備位置関係図を第6－3－3図に示す。

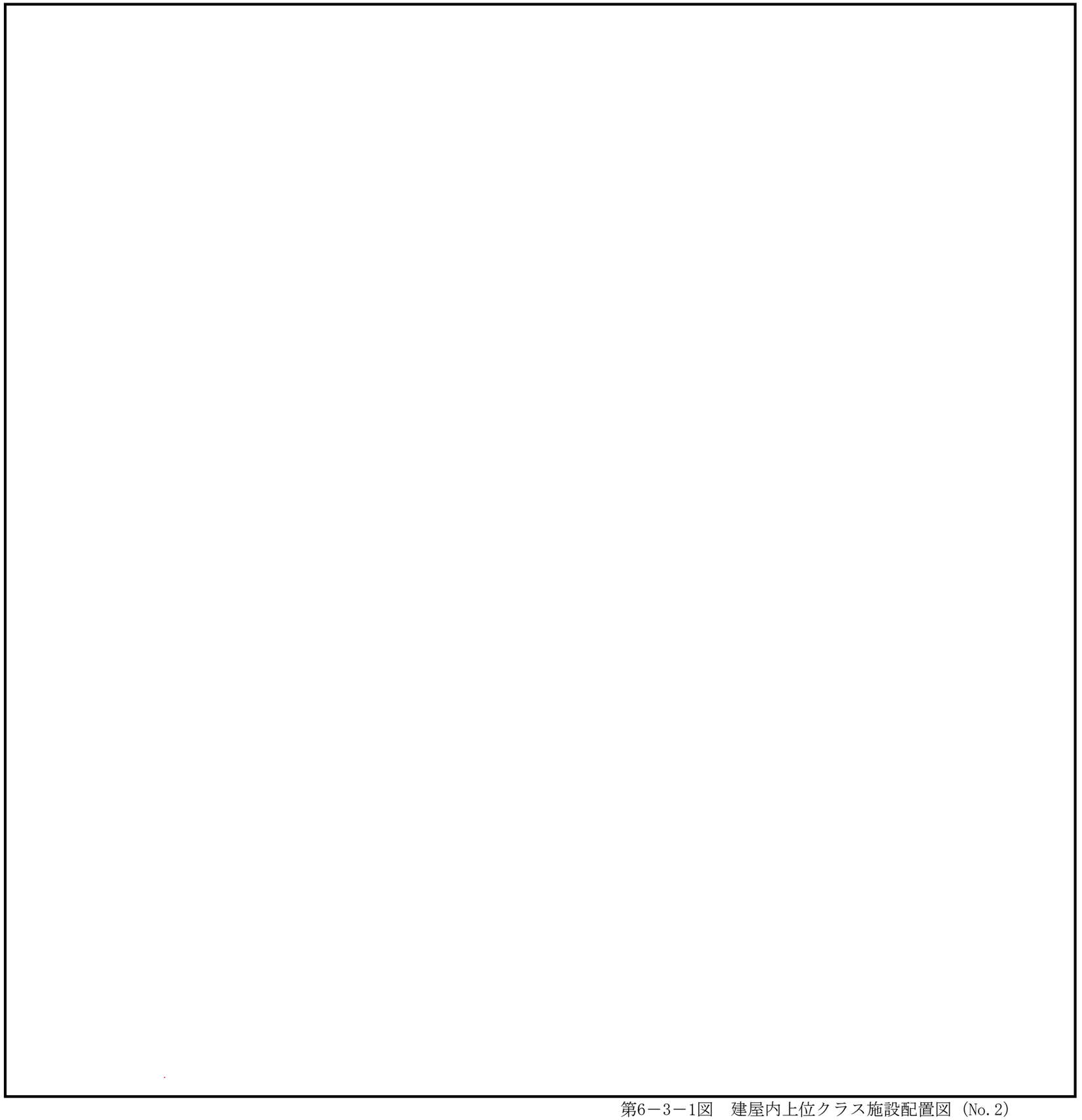
6.3.2　下位クラス施設の抽出結果

第5－3図のフローのａに基づいて抽出された下位クラス施設について抽出したものを第6－3－1表に示す。

6.3.3　耐震評価方針

6.3.2で抽出した建屋内下位クラス施設の評価方針について，第6－3－2表に示す。

第6－3－1図　建屋内上位クラス施設配置図（No.1）



原子炉建屋地下１階

第6－3－1図　建屋内上位クラス施設配置図（No.2）

［凡例］
・・・番号B***（機器配管）
・・・番号C***（弁）
・・・番号D***（電気制御品）

原子炉建屋１階

第6－3－1図　建屋内上位クラス施設配置図（No.3）

第6－3－1図　建屋内上位クラス施設配置図（No.4）

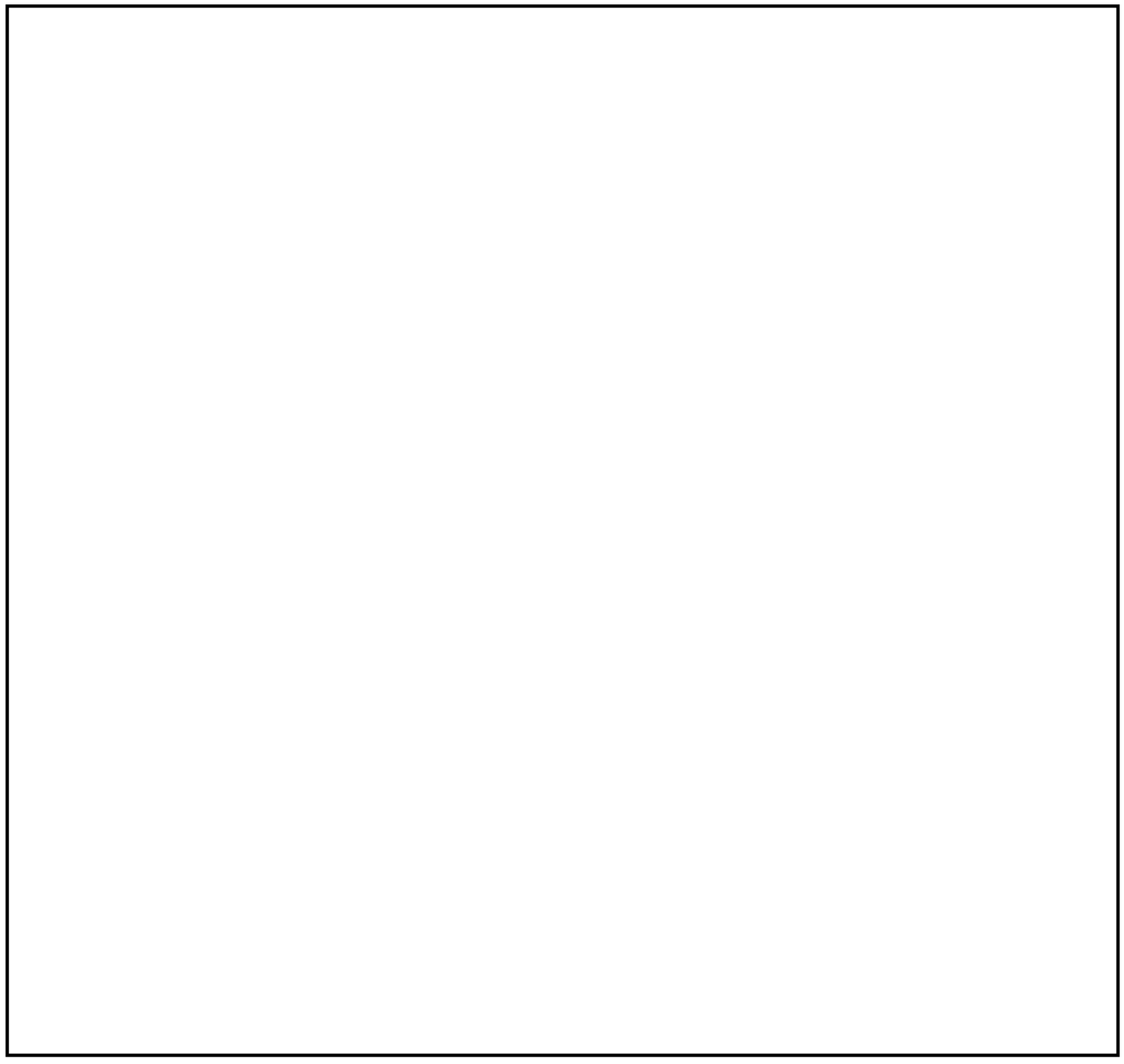
第6－3－1図　建屋内上位クラス施設配置図（No.5）

原子炉建屋４階

原子炉建屋５階

［凡例］
・・・番号B***（機器配管）
・・・番号C***（弁）
・・・番号D***（電気制御品）

第6－3－1図　建屋内上位クラス施設配置図（No.6）

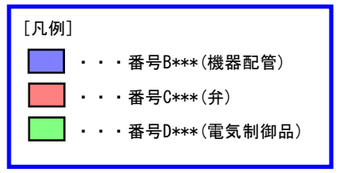


［凡例］
・・・番号B***（機器配管）
・・・番号C***（弁）
・・・番号D***（電気制御品）

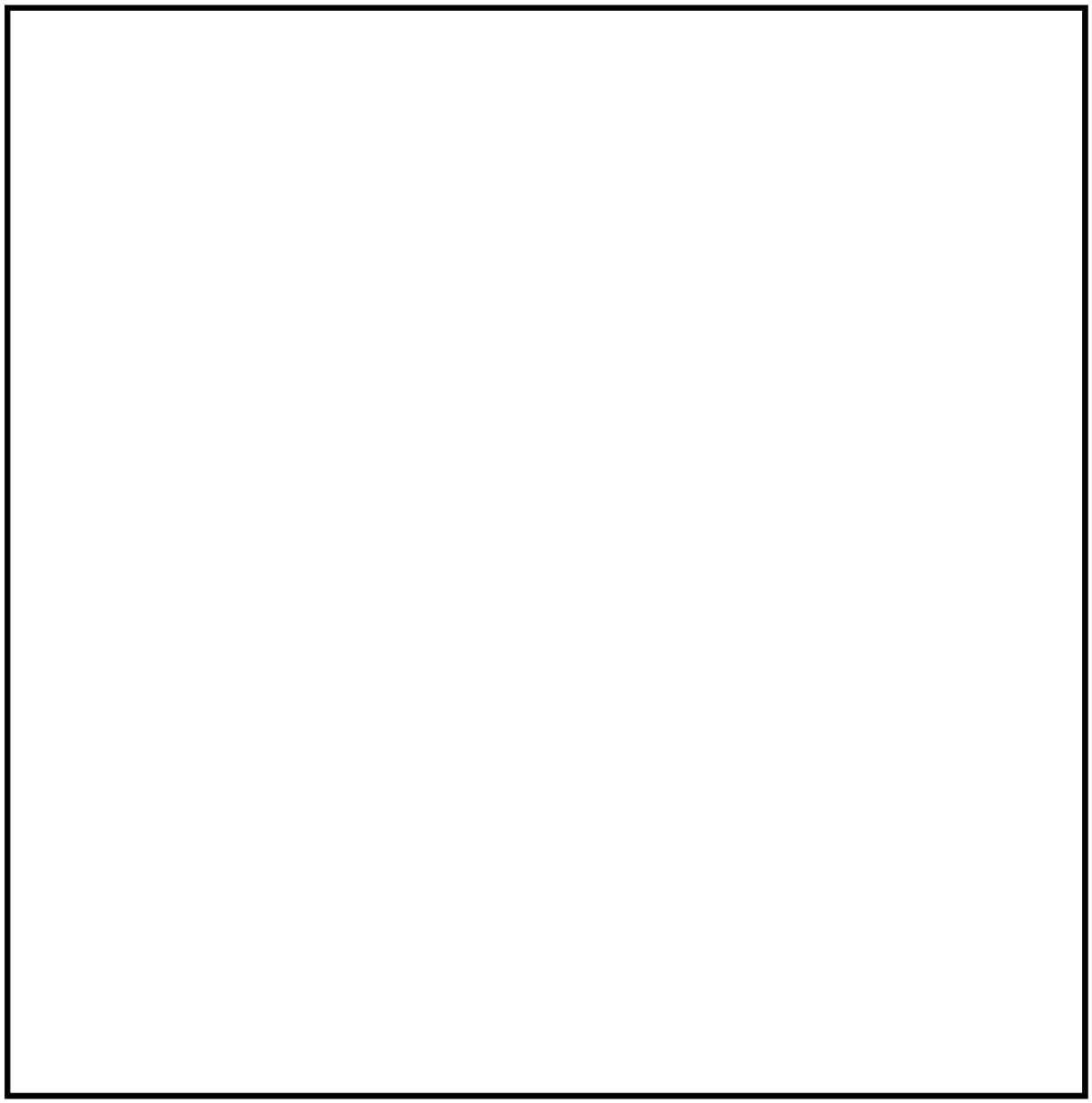
原子炉建屋６階

第6－3－1図　建屋内上位クラス施設配置図（No.7）

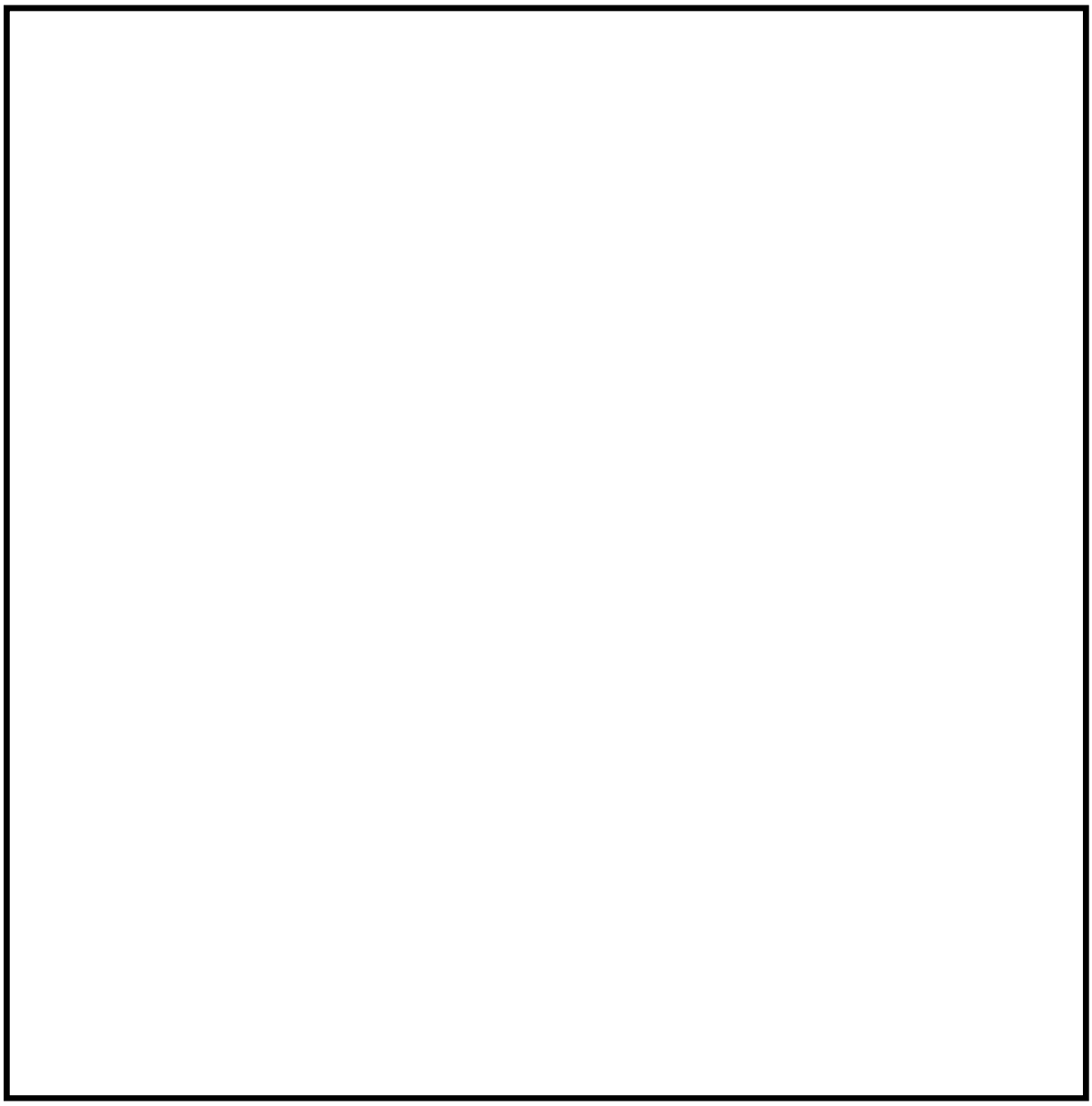
使用済燃料乾式貯蔵建屋　１階



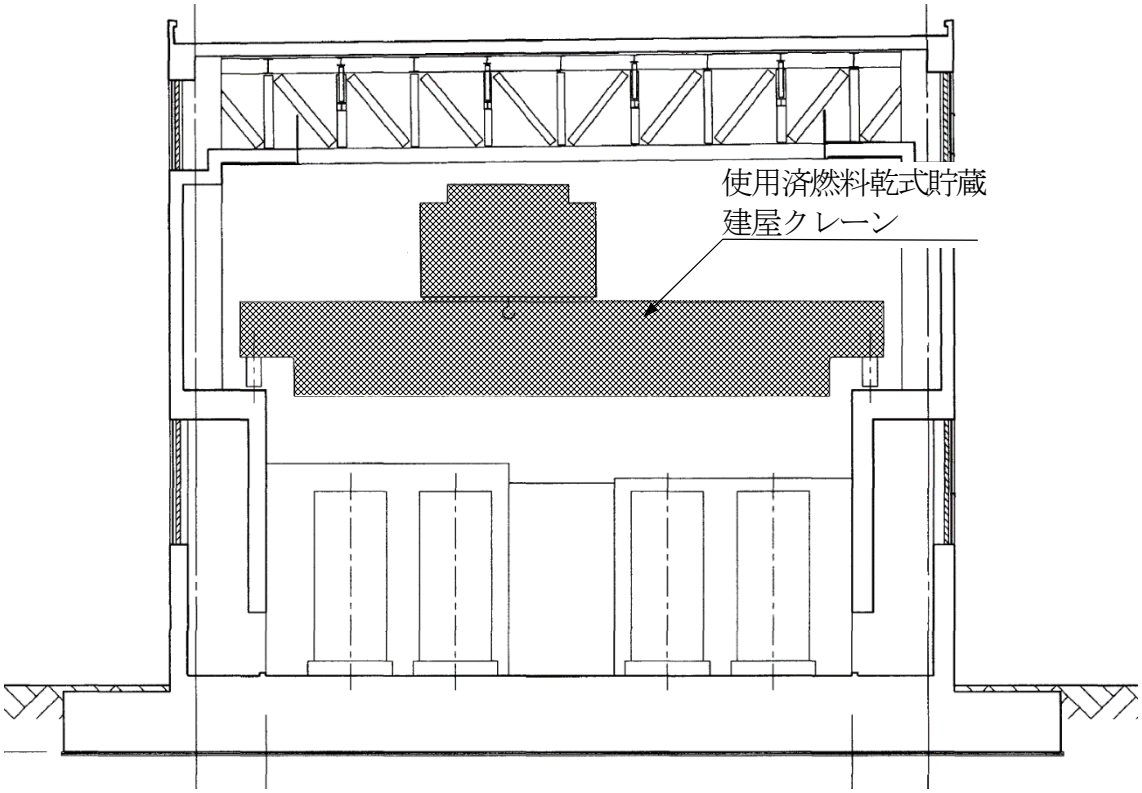
第6－3－1図　建屋内上位クラス施設配置図（No.8）



第６－３－２図　原子炉建屋内設備の位置関係概要図（1／2）



第６－３－２図　原子炉建屋内設備の位置関係概要図（2／2）



第６－３－３図　使用済燃料乾式貯蔵建屋の位置関係概要図

第6－3－1表　建屋内上位クラス施設に波及的影響（損傷，転倒及び落下等）を及ぼすおそれのある下位クラス施設（1／14）

番号	建屋内上位クラス施設	区分	設置場所	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	波及的影響のおそれ（○：あり，×：なし）	備　考
					損傷・転倒・落下	
B001	原子炉圧力容器	Sクラス SA施設	R/B	原子炉遮蔽壁	○	
B002	炉心支持構造物	Sクラス	R/B	－	×	
B003	原子炉圧力容器内部構造物	Sクラス	R/B	－	×	
B004	原子炉圧力容器支持構造物	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
B005	主蒸気系配管	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
B006	主蒸気隔離弁制御用アキュムレータ	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
B007	逃がし安全弁自動減圧機能用アキュムレータ	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
B008	給水系配管	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
B009	主蒸気隔離弁漏えい抑制系配管	Sクラス	R/B	－	×	
B010	低圧マニュホールド （主蒸気隔離弁漏えい抑制系）	Sクラス	R/B	－	×	
B011	ブロワ （主蒸気隔離弁漏えい抑制系）	Sクラス	R/B	揚重設備（チェーンブロック） 照明器具（カバー無し）	○	
B012	再循環系配管	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
B013	再循環系ポンプ	Sクラス	R/B	揚重設備（ホイスト）	○	
B014	原子炉冷却材浄化系配管	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
B015	残留熱除去系配管	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
B016	残留熱除去系熱交換器	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
B017	残留熱除去系ポンプ	Sクラス SA施設	R/B	照明器具（カバー無し）	○	
B018	残留熱除去系海水系配管	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
B019	原子炉隔離時冷却系配管	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
B020	原子炉隔離時冷却系ポンプ	Sクラス SA施設	R/B	揚重設備（ホイスト）	○	
B021	高圧炉心スプレイ系配管	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
B022	高圧炉心スプレイ系ポンプ	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
B023	低圧炉心スプレイ系配管	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
B024	低圧炉心スプレイ系ポンプ	Sクラス SA施設	R/B	照明器具（カバー無し）	○	
B025	液体廃棄物処理系配管（ＰＣＶバウンダリ）	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
B026	制御棒駆動機構	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
B027	制御棒駆動水圧系配管	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
B028	制御棒駆動水圧系制御ユニット	Sクラス SA施設	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
B029	ほう酸水注入系配管	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
B030	ほう酸水注入ポンプ	Sクラス SA施設	R/B	揚重設備（チェーンブロック） 照明器具（カバー無し）	○	
B031	ほう酸水貯蔵タンク	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
B032	使用済燃料貯蔵ラック	Sクラス	R/B	原子炉建屋クレーン 燃料取替機 制御棒貯蔵ラック，ハンガ	○	
B033	使用済燃料プール	Sクラス SA施設	R/B	原子炉建屋クレーン 燃料取替機	○	
B034	使用済燃料乾式貯蔵容器	Sクラス	D/C	使用済燃料乾式貯蔵建屋クレーン	○	
B035	原子炉建屋換気系放射線モニタ	Sクラス	R/B	－	×	
B036	原子炉建屋排気モニタ	Sクラス	R/B	－	×	
B037	中央制御室換気系送風機	Sクラス SA施設	R/B	－	×	

第6－3－1表　建屋内上位クラス施設に波及的影響（損傷，転倒及び落下等）を及ぼすおそれのある下位クラス施設（2／14）

番号	建屋内上位クラス施設	区分	設置場所	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	波及的影響のおそれ（○：あり，×：なし）	備　考
					損傷・転倒・落下	
B038	中央制御室換気系排風機	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B039	中央制御室換気系フィルターユニット	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B040	中央制御室換気系　制御室内ダクト	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B041	非常用ガス処理系／再循環系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B042	非常用ガス処理系排風機	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	照明器具（カバー無し）	○	
B043	非常用ガス処理系フィルタートレイン	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B044	非常用ガス再循環系排風機	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B045	非常用ガス再循環系フィルタートレイン	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B046	ダクト（原子炉建屋換気系）	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
B047	ダクト（ＤＧ換気系）	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
B048	鋼板ダクト本体及びダクト（空調ユニット系）	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
B049	原子炉建屋換気系給気隔離弁用アキュムレータ	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
B050	原子炉建屋換気系排気隔離弁用アキュムレータ	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
B051	HPCSポンプ室空調ユニット	Sｸﾗｽ	R/B	照明器具（カバー無し）	○	
B052	LPCSポンプ室空調ユニット	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
B053	RCICポンプ室空調ユニット	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
B054	RHRポンプ室空調ユニット	Sｸﾗｽ	R/B	照明器具（カバー無し）	○	
B055	非常用DG室排気ファン	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
B056	HPCS用DG室排気ファン	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
B057	バッテリー室給排気ファン	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
B058	中央制御室空調用冷水ポンプ	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
B059	中央制御室空調ユニット	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
B060	原子炉格納容器（ドライウェル部）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B061	原子炉格納容器（サプレッション・チェンバ部）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B062	ペデスタル（原子炉本体の基礎）	Sｸﾗｽ及びSA施設 間接支持構造物	R/B	－	×	
B063	原子炉格納容器配管貫通部	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B064	原子炉格納容器電気配線貫通部	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B065	可燃性ガス濃度制御系再結合装置	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
B066	可燃性ガス濃度制御系配管	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
B067	不活性ガス系配管	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B068	内燃機関 （非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（ホイスト，チェーンブロック）	○	
B069	発電機 （非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（ホイスト）	○	
B070	関連配管 （非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B071	始動空気圧縮機 （非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B072	始動空気だめ （非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B073	潤滑油プライミングポンプ （非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B074	温水循環ポンプ （非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	照明器具（カバー無し）	○	

第6－3－1表　建屋内上位クラス施設に波及的影響（損傷，転倒及び落下等）を及ぼすおそれのある下位クラス施設（3／14）

番号	建屋内上位クラス施設	区分	設置場所	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	波及的影響のおそれ（○：あり，×：なし）	備　考
					損傷・転倒・落下	
B075	潤滑油冷却器（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B076	清水冷却器（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B077	燃料弁冷却油冷却器（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B078	潤滑油ヒータ（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B079	清水ヒータ（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B080	潤滑油フィルタ（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B081	燃料油フィルタ（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B082	清水膨張タンク（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B083	シリンダ注油タンク（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B084	潤滑油サンプタンク（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B085	燃料油デイタンク（非常用ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B086	内燃機関（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（ホイスト，チェーンブロック）	○	
B087	発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（ホイスト）	○	
B088	関連配管（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B089	始動空気圧縮機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B090	始動空気だめ（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B091	潤滑油プライミングポンプ（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B092	温水循環ポンプ（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	照明器具（カバー無し）	○	
B093	潤滑油冷却器（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B094	清水冷却器（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B095	燃料弁冷却油冷却器（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B096	潤滑油ヒータ（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B097	清水ヒータ（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B098	潤滑油フィルタ（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B099	燃料油フィルタ（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B100	清水膨張タンク（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B101	シリンダ注油タンク（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B102	潤滑油サンプタンク（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B103	燃料油デイタンク（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電装置用）	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B104	250V系　蓄電池	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
B105	250V系　充電器	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
B106	125V系　蓄電池	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B107	125V系　充電器	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
B108	125V HPCS蓄電池	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B109	125V HPCS充電器	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
B110	緊急用125V系蓄電池	SA施設	R/B	－	×	
B111	直流±24V蓄電池	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	

第6－3－1表　建屋内上位クラス施設に波及的影響（損傷，転倒及び落下等）を及ぼすおそれのある下位クラス施設（4／14）

番号	建屋内上位クラス施設	区分	設置場所	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	波及的影響のおそれ（○：あり，×：なし）	備　考
					損傷・転倒・落下	
B112	直流±24V充電器	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
B113	バイタル交流電源装置	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
B114	常設スプレイヘッダ	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B115	低圧代替注水系配管	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B116	代替燃料プール注水系配管	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B117	常設低圧代替注水系ポンプ	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B118	代替燃料プール冷却系ポンプ	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B119	緊急用海水ポンプ	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B120	代替燃料プール冷却系熱交換器	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B121	緊急用海水系配管	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B122	常設高圧代替注水系ポンプ	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B123	高圧代替注水系配管	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B124	衛星電話設備（固定型）	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B125	フィルタ装置出口放射線モニタ（高レンジ・低レンジ）	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B126	フィルタ装置出口放射線モニタ（高レンジ・低レンジ）	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B127	耐圧強化ベント系放射線モニタ	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B128	使用済燃料プールエリア放射線モニタ（高レンジ・低レンジ）	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B129	中央制御室待避室遮蔽	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B130	中央制御室待避室空気ボンベユニット（配管・弁）	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B131	耐圧強化ベント系配管	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B132	遠隔人力操作機構	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B133	フィルタ装置（格納容器圧力逃がし装置）	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B134	移送ポンプ（格納容器圧力逃がし装置）	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B135	遠隔人力操作機構（格納容器圧力逃がし装置）	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B136	圧力開放板（格納容器圧力逃がし装置）	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B137	フィルタ装置遮蔽（格納容器圧力逃がし装置）	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B138	配管遮蔽（格納容器圧力逃がし装置）	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B139	二次隔離弁操作室遮蔽（格納容器圧力逃がし装置）	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B140	二次隔離弁操作室　空気ボンベユニット（配管・弁）	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B141	（格納容器圧力逃がし装置）	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B142	代替循環冷却系ポンプ	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B143	代替循環冷却系配管	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B144	静的触媒式水素再結合器	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B145	静的触媒式水素再結合器　動作監視装置	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B146	常設代替高圧電源装置	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B147	常設代替高圧電源装置用燃料移送ポンプ	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B148	常設代替交流電源装置用燃料移送系配管	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1

※1　当該施設を設置する段階で，5.3項に示す影響検討を実施する（添付資料3）。

第6－3－1表　建屋内上位クラス施設に波及的影響（損傷，転倒及び落下等）を及ぼすおそれのある下位クラス施設（5／14）

番号	建屋内上位クラス施設	区分	設置場所	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	波及的影響のおそれ（○：あり，×：なし）	備　考
					損傷・転倒・落下	
B149	緊急時対策所用発電機	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B150	緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B151	緊急時対策所用発電機給油ポンプ	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B152	緊急時対策所遮蔽	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B153	緊急時対策所非常用給気ファン	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B154	緊急時対策所排気ファン	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1
B155	緊急時対策所非常用空気浄化フィルタユニット	SA施設	－	－	－	設置予定施設※1

※1　当該施設を設置する段階で，5.3項に示す影響検討を実施する（添付資料3）。

第6－3－1表　建屋内上位クラス施設に波及的影響（損傷，転倒及び落下等）を及ぼすおそれのある下位クラス施設（6／14）

番 号	建屋内上位クラス施設		区分	設置場所	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	波及的影響のおそれ（○：あり，×：なし）	備考
						損傷，転倒，落下	
C001	B22-F022A	主蒸気隔離弁第１弁Ａ	Sｸﾗｽ	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C002	B22-F022B	主蒸気隔離弁第１弁Ｂ	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C003	B22-F022C	主蒸気隔離弁第１弁Ｃ	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C004	B22-F022D	主蒸気隔離弁第１弁Ｄ	Sｸﾗｽ	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C005	B22-F028A	主蒸気隔離弁第２弁Ａ	Sｸﾗｽ	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C006	B22-F028B	主蒸気隔離弁第２弁Ｂ	Sｸﾗｽ	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C007	B22-F028C	主蒸気隔離弁第２弁Ｃ	Sｸﾗｽ	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C008	B22-F028D	主蒸気隔離弁第２弁Ｄ	Sｸﾗｽ	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C009	B22-F098A	主蒸気隔離弁第３弁Ａ	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C010	B22-F098B	主蒸気隔離弁第３弁Ｂ	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C011	B22-F098C	主蒸気隔離弁第３弁Ｃ	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C012	B22-F098D	主蒸気隔離弁第３弁Ｄ	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C013	B22-F013A	主蒸気逃がし安全弁Ａ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C014	B22-F013B	主蒸気逃がし安全弁Ｂ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C015	B22-F013C	主蒸気逃がし安全弁Ｃ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C016	B22-F013D	主蒸気逃がし安全弁Ｄ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C017	B22-F013E	主蒸気逃がし安全弁Ｅ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C018	B22-F013F	主蒸気逃がし安全弁Ｆ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C019	B22-F013G	主蒸気逃がし安全弁Ｇ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C020	B22-F013H	主蒸気逃がし安全弁Ｈ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C021	B22-F013J	主蒸気逃がし安全弁Ｊ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C022	B22-F013K	主蒸気逃がし安全弁Ｋ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C023	B22-F013L	主蒸気逃がし安全弁Ｌ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C024	B22-F013M	主蒸気逃がし安全弁Ｍ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C025	B22-F013N	主蒸気逃がし安全弁Ｎ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C026	B22-F013P	主蒸気逃がし安全弁Ｐ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C027	B22-F013R	主蒸気逃がし安全弁Ｒ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C028	B22-F013S	主蒸気逃がし安全弁Ｓ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C029	B22-F013U	主蒸気逃がし安全弁Ｕ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C030	B22-F013V	主蒸気逃がし安全弁Ｖ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C031	B22-F016	主蒸気ドレン弁（内側隔離弁）	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C032	B22-F019	主蒸気ドレン弁（外側隔離弁）	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C033	B22-F037	主蒸気逃がし安全弁排気管真空破壊弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C034	B22-F078	主蒸気逃がし安全弁排気管真空破壊弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C035	B22-F010A	原子炉給水逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C036	B22-F010B	原子炉給水逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C037	B22-F032A	原子炉給水逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C038	B22-F032B	原子炉給水逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C039	B22-F065A	原子炉給水元弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C040	B22-F065B	原子炉給水元弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C041	E32-F002A	主蒸気隔離弁ブリードライン（Ａ）入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C042	E32-F002B	主蒸気隔離弁ブリードライン（Ｂ）入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C043	E32-F002C	主蒸気隔離弁ブリードライン（Ｃ）入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C044	E32-F002D	主蒸気隔離弁ブリードライン（Ｄ）入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	

第6－3－1表　建屋内上位クラス施設に波及的影響（損傷，転倒及び落下等）を及ぼすおそれのある下位クラス施設（7／14）

番 号	建屋内上位クラス施設		区分	設置場所	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	波及的影響のおそれ（○：あり，×：なし）	備考
						損傷，転倒，落下	
C045	E32-F002E	主蒸気隔離弁ブリードライン（E）入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C046	E32-F002F	主蒸気隔離弁ブリードライン（F）入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C047	E32-F002G	主蒸気隔離弁ブリードライン（G）入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C048	E32-F002H	主蒸気隔離弁ブリードライン（H）入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C049	E32-F004A	主蒸気隔離弁ブリードライン（A）ベント元弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C050	E32-F004B	主蒸気隔離弁ブリードライン（B）ベント元弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C051	E32-F004C	主蒸気隔離弁ブリードライン（C）ベント元弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C052	E32-F004D	主蒸気隔離弁ブリードライン（D）ベント元弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C053	E32-F004E	主蒸気隔離弁ブリードライン（E）ベント元弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C054	E32-F004F	主蒸気隔離弁ブリードライン（F）ベント元弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C055	E32-F004G	主蒸気隔離弁ブリードライン（G）ベント元弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C056	E32-F004H	主蒸気隔離弁ブリードライン（H）ベント元弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C057	G33-F001	原子炉冷却材浄化系内側隔離弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C058	G33-F004	原子炉冷却材浄化系外側隔離弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C059	E12-F003B	残留熱除去系熱交換器Ｂ出口弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C060	E12-F004B	残留熱除去系ポンプＢ入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C061	E12-F004C	残留熱除去系ポンプＣ入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C062	E12-F006B	残留熱除去系ポンプＢ停止時冷却ライン入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C063	E12-F016B	残留熱除去系Ｂ系格納容器スプレイ弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C064	E12-F017B	残留熱除去系Ｂ系格納容器スプレイ弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C065	E12-F024B	残留熱除去系Ｂ系テストライン弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C066	E12-F027B	残留熱除去系Ｂ系サプレッションプールスプレイ弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C067	E12-F031B	残留熱除去系ポンプＢ出口逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C068	E12-F031C	残留熱除去系ポンプＣ出口逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C069	E12-F041B	残留熱除去系Ｂ系注入ラインテスト逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C070	E12-F041C	残留熱除去系Ｃ系注入ラインテスト逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C071	E12-F042B	残留熱除去系Ｂ系注入弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C072	E12-F042C	残留熱除去系Ｃ系注入弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C073	E12-F046B	残留熱除去系Ｂ系ミニフローライン逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C074	E12-F046C	残留熱除去系Ｃ系ミニフローライン逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C075	E12-F047B	残留熱除去系熱交換器Ｂ入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C076	E12-F048B	残留熱除去系熱交換器Ｂバイパス弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C077	E12-F050B	残留熱除去系Ｂ系停止時冷却ラインテスト逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C078	E12-F053B	残留熱除去系Ｂ系シャットダウン注入弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C079	E12-F064B	残留熱除去系Ｂ系ミニフロー弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C080	E12-F064C	残留熱除去系Ｃ系ミニフロー弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C081	E12-F003A	残留熱除去系熱交換器Ａ出口弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C082	E12-F004A	残留熱除去系ポンプＡ入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C083	E12-F006A	残留熱除去系ポンプＡ停止時冷却ライン入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C084	E12-F008	残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（外側）	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C085	E12-F009	残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁（内側）	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C086	E12-F016A	残留熱除去系Ａ系格納容器スプレイ弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C087	E12-F017A	残留熱除去系Ａ系格納容器スプレイ弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C088	E12-F024A	残留熱除去系Ａ系テストライン弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	

第6－3－1表　建屋内上位クラス施設に波及的影響（損傷，転倒及び落下等）を及ぼすおそれのある下位クラス施設（8／14）

番 号	建屋内上位クラス施設		区分	設置場所	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	波及的影響のおそれ（○：あり，×：なし）	備考
						損傷，転倒，落下	
C089	E12-F027A	残留熱除去系Ａ系サプレッションプールスプレイ弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C090	E12-F031A	残留熱除去系ポンプＡ出口逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C091	E12-F041A	残留熱除去系Ａ系注入ラインテスト逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C092	E12-F042A	残留熱除去系Ａ系注入弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C093	E12-F046A	残留熱除去系Ａ系ミニフローライン逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C094	E12-F047A	残留熱除去系熱交換器Ａ入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C095	E12-F048A	残留熱除去系熱交換器Ａバイパス弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C096	E12-F050A	残留熱除去系Ａ系停止時冷却ラインテスト逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C097	E12-F053A	残留熱除去系Ａ系シャットダウン注入弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C098	E12-F064A	残留熱除去系Ａ系ミニフロー弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C099	2-16V12A	ドライウェルＮ２供給弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C100	2-16V12B	ドライウェルＮ２供給弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C101	2-16V13A	ドライウェルＮ２ボトルガス供給弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C102	2-16V13B	ドライウェルＮ２ボトルガス供給弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C103	E12-F068A	残留熱除去系熱交換器Ａ海水出口流量調整弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C104	E12-F068B	残留熱除去系熱交換器Ｂ海水出口流量調整弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C105	E51-F010	原子炉隔離時冷却系復水貯蔵タンク水供給弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C106	E51-F011	原子炉隔離時冷却系ポンプ復水貯蔵タンク水供給逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C107	E51-F012	原子炉隔離時冷却系ポンプ出口弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C108	E51-F013	原子炉隔離時冷却系注入弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C109	E51-F015	原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水圧力調整弁	Sｸﾗｽ	R/B	揚重設備（ホイスト）	○	
C110	E51-F019	原子炉隔離時冷却系ミニフロー弁	Sｸﾗｽ	R/B	揚重設備（ホイスト）	○	
C111	E51-F028	原子炉隔離時冷却系真空ポンプ出口逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C112	E51-F030	原子炉隔離時冷却系サプレッションプール水供給ライン逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C113	E51-F031	原子炉隔離時冷却系ポンプサプレッションプール水供給弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C114	E51-F040	原子炉隔離時冷却系タービン排気逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C115	E51-F044	原子炉隔離時冷却系真空タンク復水ポンプ出口逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	揚重設備（ホイスト）	○	
C116	E51-F045	原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C117	E51-F046	原子炉隔離時冷却系潤滑油クーラー冷却水供給弁	Sｸﾗｽ	R/B	揚重設備（ホイスト）	○	
C118	E51-F047	原子炉隔離時冷却系真空タンク復水戻り逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	揚重設備（ホイスト）	○	
C119	E51-F063	原子炉隔離時冷却系内側隔離弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C120	E51-F064	原子炉隔離時冷却系外側隔離弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C121	E51-F065	原子炉隔離時冷却系外側テスト逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C122	E51-F066	原子炉隔離時冷却系内側テスト逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C123	E51-F068	原子炉隔離時冷却系タービン排気弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C124	E51-F069	原子炉隔離時冷却系真空ポンプ出口弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C125	E51-FF006-201	原子炉隔離時冷却系タービン排気ライン真空破壊弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C126	E51-FF006-202	原子炉隔離時冷却系タービン排気ライン真空破壊弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C127	E22-F001	高圧炉心スプレイ系ポンプ入口弁（ＣＳＴ側）	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C128	E22-F002	高圧炉心スプレイ系入口逆止弁（ＣＳＴ側）	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C129	E22-F004	高圧炉心スプレイ系注入弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C130	E22-F005	高圧炉心スプレイ系テスタブル逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C131	E22-F012	高圧炉心スプレイ系ミニフロー弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C132	E22-F015	高圧炉心スプレイ系ポンプ入口弁（Ｓ／Ｐ側）	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	

第6－3－1表　建屋内上位クラス施設に波及的影響（損傷，転倒及び落下等）を及ぼすおそれのある下位クラス施設（9／14）

番 号	建屋内上位クラス施設		区分	設置場所	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	波及的影響のおそれ（○：あり，×：なし）	備考
						損傷，転倒，落下	
C133	E22-F016	高圧炉心スプレイ系入口逆止弁（S／P側）	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C134	E22-F024	高圧炉心スプレイ系入口逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C135	E21-F001	低圧炉心スプレイ系ポンプ入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C136	E21-F003	低圧炉心スプレイ系出口逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C137	E21-F005	低圧炉心スプレイ系注入弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C138	E21-F006	低圧炉心スプレイ系テスト逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C139	E21-F011	低圧炉心スプレイ系ミニフロー弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C140-1	C12-117	スクラム弁用空気三方電磁弁	Sｸﾗｽ	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C140-2			Sｸﾗｽ	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C141-1	C12-118	スクラム弁用空気三方電磁弁	Sｸﾗｽ	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C141-2			Sｸﾗｽ	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C142-1	C12-126	スクラム弁（加圧・流入側）	Sｸﾗｽ	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C142-2			Sｸﾗｽ	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C143-1	C12-127	スクラム弁（排出側）	Sｸﾗｽ	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C143-2			Sｸﾗｽ	R/B	揚重設備（チェーンブロック）	○	
C144	SB2-4A	ＦＲＶＳ　ＳＧＴＳ　系入口ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C145	SB2-4B	ＦＲＶＳ　ＳＧＴＳ　系入口ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C146	SB2-5A	非常用ガス再循環系トレインＡ入口ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C147	SB2-5B	非常用ガス再循環系トレインＢ入口ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C148	SB2-6	ＦＲＶＳトレイン連結弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C149	SB2-7A	非常用ガス再循環系トレインＡ出口ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C150	SB2-7B	非常用ガス再循環系トレインＢ出口ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C151	SB2-13A	非常用ガス再循環系循環ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C152	SB2-13B	非常用ガス再循環系循環ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C153	SB2-9A	非常用ガス処理系トレインＡ入口ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C154	SB2-9B	非常用ガス処理系トレインＢ入口ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C155	SB2-10	ＳＧＴＳトレイン連結弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C156	SB2-11A	非常用ガス処理系トレインＡ出口ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C157	SB2-11B	非常用ガス処理系トレインＢ出口ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C158	2-43V1A	可燃性ガス濃度制御系Ａ系入口管隔離弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C159	2-43V1B	可燃性ガス濃度制御系Ｂ系入口管隔離弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C160	FV-1A	可燃性ガス濃度制御系入口制御弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C161	FV-1B	可燃性ガス濃度制御系入口制御弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C162	2-43V2A	可燃性ガス濃度制御系Ａ系出口弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C163	2-43V2B	可燃性ガス濃度制御系Ｂ系出口弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C164	2-43V3A	可燃性ガス濃度制御系Ａ系出口管隔離弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C165	2-43V3B	可燃性ガス濃度制御系Ｂ系出口管隔離弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C166	FV-2A	可燃性ガス濃度制御系再循環制御弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C167	FV-2B	可燃性ガス濃度制御系再循環制御弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C168	MV-10A	可燃性ガス濃度制御系冷却器冷却水入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C169	MV-10B	可燃性ガス濃度制御系冷却器冷却水入口弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C170	2-26V-40	ドライウェル真空破壊弁	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
C171	2-26V-41	ドライウェル真空破壊弁	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
C172	2-26V-42	ドライウェル真空破壊弁	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	

第6－3－1表　建屋内上位クラス施設に波及的影響（損傷，転倒及び落下等）を及ぼすおそれのある下位クラス施設（10／14）

番 号	建屋内上位クラス施設		区分	設置場所	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	波及的影響のおそれ（○：あり，×：なし）	備考
						損傷，転倒，落下	
C173	2-26V-43	ドライウェル真空破壊弁	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
C174	2-26V-44	ドライウェル真空破壊弁	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
C175	2-26V-45	ドライウェル真空破壊弁	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
C176	2-26V-46	ドライウェル真空破壊弁	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
C177	2-26V-47	ドライウェル真空破壊弁	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
C178	2-26V-48	ドライウェル真空破壊弁	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
C179	2-26V-49	ドライウェル真空破壊弁	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
C180	2-26V-56	ドライウェル真空破壊弁	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
C181	2-26B-10	サプレッション・チェンバベント弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C182	2-26B-12	格納容器ベント弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C183	2-26B-90	ＰＣＶ　ＳＧＴＳ　排気弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C184	2-26V1	サプレッションチェンバ真空破壊弁	Sｸﾗｽ	R/B	照明器具（カバー無し）	○	
C185	2-26V2	サプレッションチェンバ真空破壊弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C186	2-26B3	ＡＣ系・真空破壊逆止弁止め弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C187	2-26B4	ＡＣ系・真空破壊逆止弁止め弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C188	SB2-1A/1B/1C/1D	Ｃ／Ｓ給気隔離ダンパ	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C189	SB2-2A/2B/2C/D	原子炉建屋換気系給気隔離弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C190	3-13V24	非常用ディーゼル発電機２Ｄ海水系出口逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C191	3-13V26	非常用ディーゼル発電機２Ｃ海水系出口逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C192	2-16V11	ドライウェル制御用空気供給元	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C193	3-13V25	高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系出口逆止弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C194	2-9V33	ドライウェル内機器原子炉補機冷却水戻り弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C195	2-9V30	ドライウェル内機器原子炉補機冷却水隔離弁	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
C196	SB2-18A	中央制御室給気隔離弁	SA施設	R/B	－	×	
C197	SB2-18B	中央制御室給気隔離弁	SA施設	R/B	－	×	
C198	SB2-19A	中央制御室給気隔離弁	SA施設	R/B	－	×	
C199	SB2-19B	中央制御室給気隔離弁	SA施設	R/B	－	×	
C200	SB2-20A	中央制御室排気隔離弁	SA施設	R/B	－	×	
C201	SB2-20B	中央制御室排気隔離弁	SA施設	R/B	－	×	

第6－3－1表　建屋内上位クラス施設に波及的影響（損傷，転倒及び落下等）を及ぼすおそれのある下位クラス施設（11／14）

番号	建屋内上位クラス施設	区分	設置場所	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	波及的影響のおそれ（○：あり，×：なし）	備考
					損傷，転倒，落下	
D001	緊急時炉心冷却系操作盤	Sクラス SA施設	R/B	天井照明	○	
D002	原子炉補機操作盤	Sクラス SA施設	R/B	天井照明	○	
D003	原子炉制御操作盤	Sクラス SA施設	R/B	天井照明	○	
D004	プロセス放射線モニタ計装盤	Sクラス	R/B	－	×	
D005	原子炉保護系（A）継電器盤	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
D006	原子炉保護系（B）継電器盤	Sクラス	R/B	－	×	
D007	プロセス計装盤(H13-P613)	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
D008	プロセス計装盤(H13-P617)	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
D009	残留熱除去系(B),(C)補助継電器盤	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
D010	原子炉隔離時冷却系継電器盤	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
D011	原子炉格納容器内側隔離系継電器盤	Sクラス	R/B	－	×	
D012	原子炉格納容器外側隔離系継電器盤	Sクラス	R/B	－	×	
D013	高圧炉心スプレイ系継電器盤	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
D014	自動減圧系（A）継電器盤	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
D015	低圧炉心スプレイ系，残留熱除去系（A）補助継電器盤	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
D016	自動減圧系（B）継電器盤	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
D017	漏えい検出系操作盤(H13-P632)	Sクラス	R/B	－	×	
D018	プロセス放射線モニタ，起動時領域モニタ（A）操作盤	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
D019	プロセス放射線モニタ，起動時領域モニタ（B）操作盤	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
D020	漏えい検出系操作盤(H13-P642)	Sクラス	R/B	－	×	
D021	アクシデントマネージメント盤	Sクラス	R/B	－	×	
D022	サプレッションプール温度記録計盤（A）	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
D023	サプレッションプール温度記録計盤（B）	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
D024	原子炉保護系（1A）トリップユニット盤	Sクラス	R/B	－	×	
D025	原子炉保護系（1B）トリップユニット盤	Sクラス	R/B	－	×	
D026	原子炉保護系（2A）トリップユニット盤	Sクラス	R/B	－	×	
D027	原子炉保護系（2B）トリップユニット盤	Sクラス	R/B	－	×	
D028	緊急時炉心冷却系(DIV-Ⅰ-1)トリップユニット盤	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
D029	緊急時炉心冷却系(DIV-Ⅱ-1)トリップユニット盤	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
D030	緊急時炉心冷却系(DIV-Ⅰ-2)トリップユニット盤	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
D031	高圧炉心スプレイ系トリップユニット盤	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
D032	所内電気操作盤	Sクラス SA施設	R/B	天井照明	○	
D033	タービン補機盤（CP-4）	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
D034	窒素置換－空調換気制御盤	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
D035	非常用ガス処理系，非常用ガス循環系（A）操作盤	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
D036	非常用ガス処理系，非常用ガス循環系（B）操作盤	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
D037	タービン補機盤（CP-9）	Sクラス	R/B	－	×	
D038	タービン補機盤（CP-11）	Sクラス	R/B	－	×	
D039	RCICタービン制御盤	Sクラス SA施設	R/B	－	×	
D040	非常用メタクラ 2C	Sクラス	R/B	－	×	
D041	非常用メタクラ 2D	Sクラス	R/B	－	×	
D042	非常用メタクラ HPCS	Sクラス	R/B	－	×	
D043	非常用パワーセンタ 2C	Sクラス	R/B	－	×	

第6－3－1表　建屋内上位クラス施設に波及的影響（損傷，転倒及び落下等）を及ぼすおそれのある下位クラス施設（12／14）

番号	建屋内上位クラス施設	区分	設置場所	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	波及的影響のおそれ（○：あり，×：なし）	備考
					損傷，転倒，落下	
D044	非常用パワーセンタ 2D	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D045	MCC 2C-3	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D046	MCC 2C-4	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D047	MCC 2C-5	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D048	MCC 2C-6	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D049	MCC 2C-8	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D050	MCC 2C-9	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D051	MCC 2D-3	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D052	MCC 2D-4	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D053	MCC 2D-5	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D054	MCC 2D-6	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D055	MCC 2D-8	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D056	MCC 2D-9	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D057	MCC HPCS	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D058	直流125V分電盤2A-1	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D059	直流125V分電盤2A-2-1	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D060	直流125V分電盤2A-2	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D061	直流125V分電盤2B-1	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D062	直流125V分電盤2B-2-1	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D063	直流125V分電盤2B-2	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D064	直流125V分電盤HPCS	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D065	直流125V配電盤2A	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D066	直流125V配電盤2B	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D067	直流125V配電盤HPCS	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D068	中央制御室120V交流計装用分電盤2A-1	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D069	中央制御室120V交流計装用分電盤2A-2	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D070	中央制御室120V交流計装用分電盤2B-1	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D071	中央制御室120V交流計装用分電盤2B-2	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D072	120V交流計装用分電盤HPCS	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D073	直流125V MCC 2A-1	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D074	直流125V MCC 2A-2	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D075	直流±24V分電盤2A	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D076	直流±24V分電盤2B	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D077	可搬型整流器用変圧器	SA施設		－	－	設置予定施設※１
D078	可搬型代替直流電源設備用電源切替盤	SA施設		－	－	設置予定施設※１
D079	緊急用断路器	SA施設		－	－	設置予定施設※１
D080	緊急用Ｍ／Ｃ	SA施設		－	－	設置予定施設※１
D081	緊急用動力変圧器	SA施設		－	－	設置予定施設※１
D082	緊急用Ｐ／Ｃ	SA施設		－	－	設置予定施設※１
D083	緊急用ＭＣＣ	SA施設		－	－	設置予定施設※１
D084	緊急用電源切替盤	SA施設		－	－	設置予定施設※１
D085	可搬型代替低圧電源車接続盤	SA施設		－	－	設置予定施設※１
D086	緊急用直流125V系配電盤	SA施設		－	－	設置予定施設※１

※１　当該施設を設置する段階で，5.3項に示す影響検討を実施する（添付資料3）。

第6－3－1表　建屋内上位クラス施設に波及的影響（損傷，転倒及び落下等）を及ぼすおそれのある下位クラス施設（13／14）

番号	建屋内上位クラス施設	区分	設置場所	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	波及的影響のおそれ（○：あり，×：なし） 損傷，転倒，落下	備考
D087	緊急時対策所用M／C	SA施設		－	－	設置予定施設※1
D101	原子炉圧力	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
D102	原子炉水位	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
D103	原子炉隔離時冷却系系統流量	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
D104	高圧炉心スプレイ系系統流量	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
D105	残留熱除去系系統流量	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
D106	低圧炉心スプレイ系系統流量	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
D107	残留熱除去系熱交換器入口温度	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
D108	残留熱除去系熱交換器出口温度	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
D109	残留熱除去系海水系系統流量	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
D110	原子炉隔離時冷却系ポンプ吐出圧力	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
D111	高圧炉心スプレイ系ポンプ吐出圧力	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
D112	残留熱除去系ポンプ吐出圧力	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
D113	低圧炉心スプレイ系ポンプ吐出圧力	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
D114	原子炉圧力（SA）	SA施設	R/B	－	×	
D115	サプレッション・プール水温度	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
D116	ドライウェル圧力	SA施設	R/B	－	×	
D117	サプレッション・チェンバ圧力	SA施設	R/B	－	×	
D118	サプレッション・プール水位	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
D119	格納容器内水素濃度	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（ホイスト）	○	
D120	格納容器内酸素濃度	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	揚重設備（ホイスト）	○	
D121	主蒸気系流量	Sｸﾗｽ	R/B	－	×	
D122	原子炉圧力容器温度	SA施設	R/B	－	×	
D123	格納容器雰囲気放射線モニタ	Sｸﾗｽ SA施設	R/B	－	×	
D124	原子炉水位（SA広帯域・SA燃料域）	SA施設		－	－	設置予定施設※1
D125	高圧代替注水系系統流量	SA施設		－	－	設置予定施設※1
D126	低圧代替注水系原子炉注水流量	SA施設		－	－	設置予定施設※1
D127	代替循環冷却系原子炉注水流量	SA施設		－	－	設置予定施設※1
D128	低圧代替注水系格納容器スプレイ流量	SA施設		－	－	設置予定施設※1
D129	低圧代替注水系格納容器下部注水流量	SA施設		－	－	設置予定施設※1
D130	ドライウェル雰囲気温度	SA施設		－	－	設置予定施設※1
D131	サプレッション・チェンバ雰囲気温度	SA施設		－	－	設置予定施設※1
D132	格納容器下部水位	Sｸﾗｽ SA施設		－	－	設置予定施設※1
D133	フィルタ装置水位	SA施設		－	－	設置予定施設※1
D134	フィルタ装置圧力	SA施設		－	－	設置予定施設※1
D135	フィルタ装置スクラビング水温度	SA施設		－	－	設置予定施設※1
D136	フィルタ装置入口水素濃度	SA施設		－	－	設置予定施設※1
D137	代替循環冷却系ポンプ入口温度	SA施設		－	－	設置予定施設※1
D138	代替循環冷却系格納容器スプレイ流量	SA施設		－	－	設置予定施設※1
D139	緊急用海水系流量（残留熱除去系熱交換器）	SA施設		－	－	設置予定施設※1
D140	緊急用海水系流量（残留熱除去系補機）	SA施設		－	－	設置予定施設※1
D141	代替淡水貯槽水位	SA施設		－	－	設置予定施設※1
D142	常設高圧代替注水系ポンプ吐出圧力	SA施設		－	－	設置予定施設※1

※1　当該施設を設置する段階で，5.3項に示す影響検討を実施する（添付資料3）。

第6－3－1表　建屋内上位クラス施設に波及的影響（損傷，転倒及び落下等）を及ぼすおそれのある下位クラス施設（14／14）

番号	建屋内上位クラス施設	区分	設置場所	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	波及的影響のおそれ（○：あり，×：なし）	備考
					損傷，転倒，落下	
D143	常設低圧代替注水系ポンプ吐出圧力	SA施設		－	－	設置予定施設※1
D144	代替循環冷却系ポンプ吐出圧力	SA施設		－	－	設置予定施設※1
D145	原子炉建屋水素濃度	SA施設		－	－	設置予定施設※1

※1　当該施設を設置する段階で，5.3項に示す影響検討を実施する（添付資料3）。

第6－3－2表　建屋内施設の評価方針（損傷，転倒及び落下等による影響）（1／2）

上位クラス施設 （建屋内施設）	波及的影響を及ぼすおそれのある 下位クラス施設	評価方針	備　考
原子炉圧力容器	原子炉遮蔽壁	基準地震動Ｓｓに対する構造健全性評価により，原子炉遮蔽壁が上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼさないことを確認する。	工認耐震計算書 添付予定
使用済燃料プール 使用済燃料ラック 原子炉建屋換気系放射線モニタ	原子炉建屋クレーン	基準地震動Ｓｓに対する構造健全性評価により，原子炉建屋クレーンが上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼさないことを確認する。	工認耐震計算書 添付予定
使用済燃料プール 使用済燃料ラック 原子炉建屋換気系放射線モニタ	燃料取替機	基準地震動Ｓｓに対する構造健全性評価により，燃料取替機が上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼさないことを確認する。	工認耐震計算書 添付予定
使用済燃料プール 使用済燃料ラック	制御棒貯蔵ラック 制御棒貯蔵ハンガ	基準地震動Ｓｓに対する構造健全性評価により，制御棒貯蔵ラック及び制御棒貯蔵ハンガが上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼさないことを確認する。	工認耐震計算書 添付予定
使用済燃料乾式貯蔵容器	使用済燃料乾式貯蔵建屋クレーン	基準地震動Ｓｓに対する構造健全性評価により，使用済燃料乾式貯蔵建屋クレーンが上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼさないことを確認する。	工認耐震計算書 添付予定
原子炉格納容器	原子炉ウェル遮蔽ブロック	基準地震動Ｓｓに対する構造健全性評価により，原子炉ウェル遮蔽ブロックが上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼさないことを確認する。	工認耐震計算書 添付予定

第６－３－２表　建屋内施設の評価方針（損傷，転倒及び落下等による影響）（2／2）

上位クラス施設 （建屋内施設）	波及的影響を及ぼすおそれのある 下位クラス施設	評価方針	備　考
緊急時炉心冷却系操作盤 原子炉補機操作盤 原子炉制御操作盤 所内電源操作盤	中央制御室用天井照明	基準地震動Ｓｓに対する構造健全性評価により，中央制御室用天井照明が上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼさないことを確認する。	工認耐震計算書 添付予定
上位クラス施設	揚重設備（ホイスト，チェーンブロック）	通常運転開始までに落下防止等の措置を講じる。	
上位クラス施設	照明器具（カバー無し）	通常運転開始までに落下防止等の措置を講じる。	

6.4　建屋外における損傷，転倒及び落下等による影響検討結果

6.4.1　抽出作業

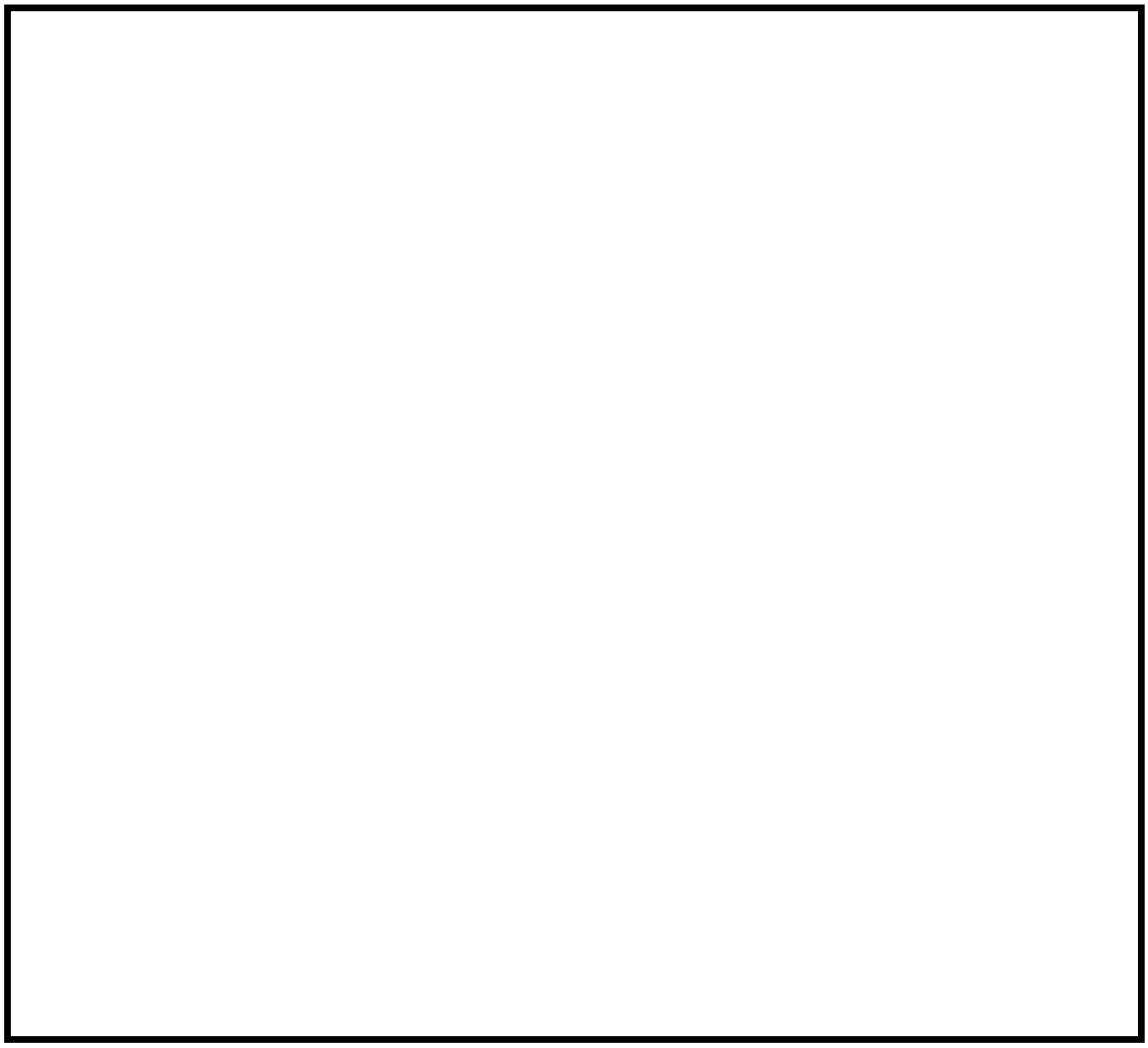
机上検討及び現場調査をもとに，建屋外上位クラス施設及び建屋外上位クラス施設の間接支持構造物である建物・構築物に対して，損傷，転倒及び落下等により影響を及ぼす可能性のある下位クラス施設を抽出した。

6.4.2　下位クラス施設の抽出結果

第 5－4 図のフローの a に基づいて抽出された下位クラス施設について抽出したものを第 6－4－1 図及び第 6－4－1 表に示す。

6.4.3　耐震評価を実施する施設

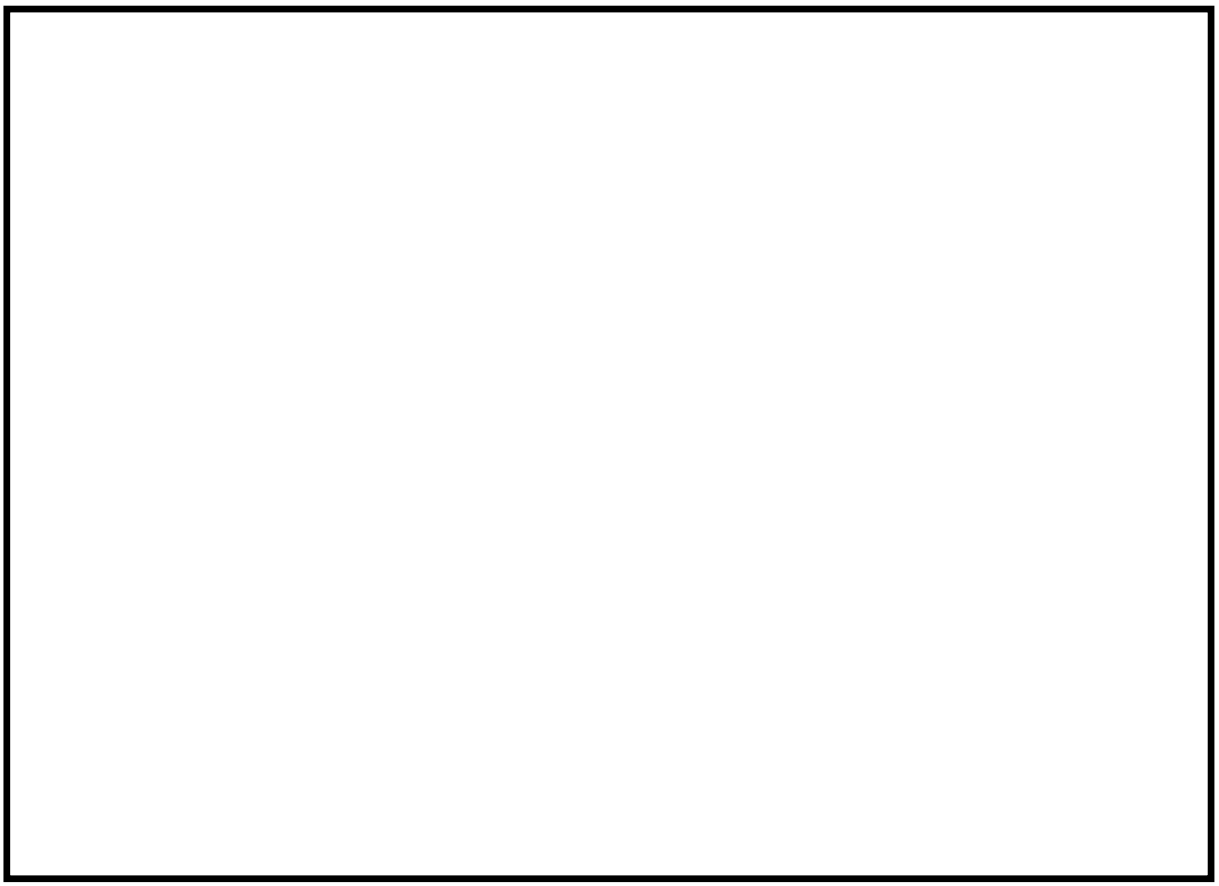
6.4.2 で抽出した建屋外下位クラス施設の評価方針について，第 6－4－2 表に示す。



：上位クラス施設

：波及的影響を及ぼす可能性のある
下位クラス施設

第６－４－１図　建屋外上位クラス配置図（1／3）



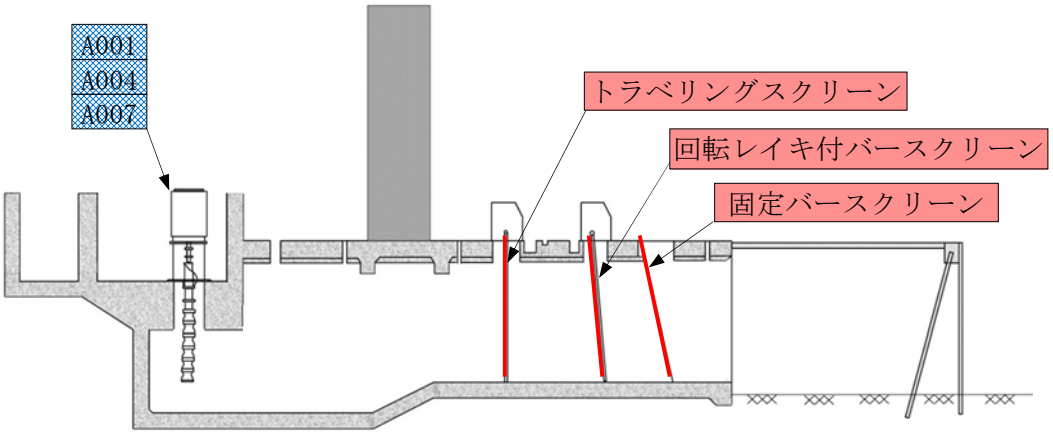
原子炉建屋周辺詳細

：上位クラス施設

：波及的影響を及ぼす可能性のある
下位クラス施設

第６－４－１図　建屋外上位クラス配置図（2／3）

取水構造物平面図



取水構造物断面図

：上位クラス施設

：波及的影響を及ぼす可能性のある
下位クラス施設

第６－４－１図　建屋外上位クラス配置図（3／3）

第6－4－1表　建屋外上位クラス施設に波及的影響（損傷，転倒及び落下等）を及ぼすおそれのある下位クラス施設（1／2）

番号	屋外上位クラス施設	設置場所	区分	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	波及的影響のおそれ（○：あり，×：なし）	備考
					損傷・転倒・落下	
A001	残留熱除去系海水系ポンプ	屋外	Sｸﾗｽ SA施設	海水ポンプ室防護壁 循環水ポンプクレーン 固定バースクリーン 回転レイキ付きバースクリーン トラベリングスクリーン	○	
A002	残留熱除去系海水系ストレーナ	屋外	Sｸﾗｽ SA施設	海水ポンプ室防護壁 循環水ポンプクレーン	○	
A003	残留熱除去系海水配管	屋外	Sｸﾗｽ SA施設	海水ポンプ室防護壁 循環水ポンプクレーン	○	
A004	非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ	屋外	Sｸﾗｽ SA施設	海水ポンプ室防護壁 循環水ポンプクレーン 固定バースクリーン 回転レイキ付きバースクリーン トラベリングスクリーン	○	
A005	非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ	屋外	Sｸﾗｽ SA施設	海水ポンプ室防護壁 循環水ポンプクレーン	○	
A006	非常用ディーゼル発電機用海水配管	屋外	Sｸﾗｽ SA施設	海水ポンプ室防護壁 循環水ポンプクレーン	○	
A007	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ	屋外	Sｸﾗｽ SA施設	海水ポンプ室防護壁 循環水ポンプクレーン 固定バースクリーン 回転レイキ付きバースクリーン トラベリングスクリーン	○	
A008	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ストレーナ	屋外	Sｸﾗｽ SA施設	海水ポンプ室防護壁 循環水ポンプクレーン	○	
A009	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水配管	屋外	Sｸﾗｽ SA施設	海水ポンプ室防護壁 循環水ポンプクレーン	○	
A010	非常用ガス処理系配管	屋外	Sｸﾗｽ SA施設	廃棄物処理建屋	○	
A011	原子炉建屋	屋外	Sｸﾗｽ及びSA施設 間接支持構造物	タービン建屋 サービス建屋 ベーラ建屋 サンプルタンク室 ヘパフィルター室 連絡通路 大物搬入口 廃棄物処理建屋	○	
A012	使用済燃料乾式貯蔵建屋	屋外	Sｸﾗｽ 間接支持構造物	－	×	
A013	取水構造物	屋外	屋外重要度土木構造物 SA施設	海水ポンプ室防護壁 循環水ポンプクレーン	○	
A014	屋外二重管	屋外	Sｸﾗｽ及びSA施設 間接支持構造物	－	×	
A015	非常用ガス処理系配管支持構造（排気筒、支持架構）	屋外	Sｸﾗｽ及びSA施設 間接支持構造物	廃棄物処理建屋	○	
A016	常設代替高圧電源装置置場	屋外	Sｸﾗｽ及びSA施設 間接支持構造物	－	－	設置予定施設※1
A017	常設代替高圧電源装置用カルバート	屋外	Sｸﾗｽ及びSA施設 間接支持構造物	－	－	設置予定施設※1
A018	緊急時対策所	屋外	SA施設 間接支持構造物	－	－	設置予定施設※1
A019	緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎	屋外	SA施設 間接支持構造物	－	－	設置予定施設※1
A020	代替淡水貯槽	屋外	SA施設	－	－	設置予定施設※1
A021	常設低圧代替注水系ポンプ室	屋外	SA施設 間接支持構造物	－	－	設置予定施設※1
A022	常設低圧代替注水系配管カルバート	屋外	SA施設 間接支持構造物	－	－	設置予定施設※1
A023	格納容器圧力逃がし装置格納槽	屋外	SA施設 間接支持構造物	－	－	設置予定施設※1
A024	格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート	屋外	SA施設 間接支持構造物	－	－	設置予定施設※1
A025	ＳＡ用海水ピット	屋外	SA施設	－	－	設置予定施設※1
A026	ＳＡ用海水ピット取水塔	屋外	SA施設	－	－	設置予定施設※1
A027	海水引込み管	屋外	SA施設	－	－	設置予定施設※1
A028	緊急用海水ポンプピット	屋外	SA施設	－	－	設置予定施設※1
A029	緊急用海水配管カルバート	屋外	SA施設 間接支持構造物	－	－	設置予定施設※1
A030	緊急用海水取水管	屋外	SA施設	－	－	設置予定施設※1
A031	可搬型設備用軽油タンク基礎	屋外	SA施設	－	－	設置予定施設※1
A032	防潮堤及び防潮扉（防潮堤道路横断部に設置）	屋外	Sｸﾗｽ	－	－	設置予定施設※1
A033	放水路ゲート	屋外	Sｸﾗｽ	－	－	設置予定施設※1
A034	構内排水路逆流防止設備	屋外	Sｸﾗｽ	－	－	設置予定施設※1
A035	貯留堰	屋外	Sｸﾗｽ及びSA施設	－	－	設置予定施設※1

※1　当該施設を設置する段階で，5.3項に示す影響検討を実施する（添付資料3）。

第6－4－1表　建屋外上位クラス施設に波及的影響（損傷，転倒及び落下等）を及ぼすおそれのある下位クラス施設（2／2）

番号	屋外上位クラス施設	設置場所	区分	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	波及的影響のおそれ（○：あり，×：なし）	備考
					損傷・転倒・落下	
A036	取水路点検用開口部浸水防止蓋	屋外	Sクラス	－	－	設置予定施設※1
A037	海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁	屋外	Sクラス	－	－	設置予定施設※1
A038	取水ピット空気抜き配管逆止弁	屋外	Sクラス	－	－	設置予定施設※1
A039	海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋	屋外	Sクラス	－	－	設置予定施設※1
A040	放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋	屋外	Sクラス	－	－	設置予定施設※1
A041	ＳＡ用海水ピット開口部浸水防止蓋	屋外	Sクラス	－	－	設置予定施設※1
A042	緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋	屋外	Sクラス	－	－	設置予定施設※1
A043	緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁	屋外	Sクラス	－	－	設置予定施設※1
A044	緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁	屋外	Sクラス	－	－	設置予定施設※1
A045	貫通部止水処置	屋外	Sクラス	－	－	設置予定施設※1
A046	津波監視カメラ	屋外	Sクラス	－	－	設置予定施設※1
A047	取水ピット水位計	屋外	Sクラス	－	－	設置予定施設※1
A048	潮位計	屋外	Sクラス	－	－	設置予定施設※1
A049	残留熱除去海水系ポンプＤ逆止弁	屋外	Sクラス	海水ポンプ室防護壁 循環水ポンプクレーン	○	
A050	残留熱除去海水系ポンプＢ逆止弁	屋外	Sクラス	海水ポンプ室防護壁 循環水ポンプクレーン	○	
A051	残留熱除去海水系ポンプＡ逆止弁	屋外	Sクラス	海水ポンプ室防護壁 循環水ポンプクレーン	○	
A052	残留熱除去海水系ポンプＣ逆止弁	屋外	Sクラス	海水ポンプ室防護壁 循環水ポンプクレーン	○	
A053	非常用ディーゼル発電機２Ｃ海水ポンプ出口逆止弁	屋外	Sクラス	海水ポンプ室防護壁 循環水ポンプクレーン	○	
A054	非常用ディーゼル発電機２Ｄ海水ポンプ出口逆止弁	屋外	Sクラス	海水ポンプ室防護壁 循環水ポンプクレーン	○	
A055	高圧炉心スプレイディーゼル冷却系海水系ポンプ出口逆止弁	屋外	Sクラス	海水ポンプ室防護壁 循環水ポンプクレーン	○	

※1　当該施設を設置する段階で，5.3項に示す影響検討を実施する（添付資料3）。

第6－4－2表　建屋外施設の評価方針（損傷，転倒及び落下等による影響）（1／2）

上位クラス施設 （建屋外施設）	波及的影響を及ぼすおそれのある 下位クラス施設	評価方針	備　考
残留熱除去系海水系ポンプ 残留熱除去系海水系ストレーナ 残留熱除去系海水系配管 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ 非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ 非常用ディーゼル発電機用海水配管 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ストレーナ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水配管　他	海水ポンプ室防護壁 循環水ポンプクレーン	基準地震動Ｓｓに対する構造健全性評価により，海水ポンプピット室防護壁が上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼさないことを確認する。 なお，循環水ポンプクレーンについては撤去する方針としている。	工認耐震計算書 添付予定

第6－4－2表　建屋外施設の評価方針（損傷，転倒及び落下等による影響）（2／2）

上位クラス施設 （建屋外施設）	波及的影響を及ぼすおそれのある 下位クラス施設	評価方針	備　考
残留熱除去系海水系ポンプ 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ	固定バースクリーン 回転レイキ付バースクリーン トラベリングスクリーン	基準地震動Ｓｓに対する構造健全性評価により，固定バースクリーン，回転レイキ付バースクリーン及びトラベリングスクリーンが上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼさないことを確認する。	工認耐震計算書又は工事計画に係る補足説明資料に記載予定
原子炉建屋	タービン建屋 サービス建屋	基準地震動Ｓｓに対する構造健全性評価により，タービン建屋及びサービス建屋が上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼさないことを確認する。	工認耐震計算書添付予定
	ベーラ建屋 サンプルタンク室 ヘパフィルター室 連絡通路 大物搬入口	原子炉建屋に対して各建屋の規模が小さく軽量であることから，建屋同士が接触したとしても影響は軽微であり建屋の耐震性を損なうことがないことを確認する。	工事計画に係る補足説明資料に記載予定
原子炉建屋 非常用ガス処理系配管 非常用ガス処理系配管支持構造物（排気筒，支持架構）	廃棄物処理建屋	基準地震動Ｓｓに対する構造健全性評価により，廃棄物処理建屋が上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼさないことを確認する。	工認耐震計算書添付予定

波及的影響評価に係る現場調査の実施要領

1. 目的

建屋内外の上位クラス施設への下位クラス施設の波及的影響評価のため，現場調査を実施し，上位クラス施設周辺の下位クラス施設の位置，構造及び影響防止措置等の状況を確認し，下位クラス施設による波及的影響のおそれの有無等を調査する。

2. 調査対象

2.1 調査対象施設

以下に示す上位クラス施設を現場調査の対象とする。

(1) 設計基準対象施設のうち，耐震Ｓクラス施設（津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を含む。）

(2) 重大事故等対処施設のうち，常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備

なお，狭暗部，内部構造物等機器の内部，コンクリート埋設，地下，高所及び水中については，現場調査が困難な範囲があるが，確認可能な部位との取り合い部まで現地調査を行い，機器配置図等を用いて波及的影響の確認を行う。

狭暗部（原子炉圧力容器支持構造物等）については，外部から閉ざされた区域にあり，元々耐震Ｓクラス施設しかないこと，内部構造物等機器の内部（原子炉圧力容器内部構造物等）はその物全体が上位クラス施設であること，コンクリート埋設，地下については，周囲に波及的影響を与えるものはないことから，確認可能な部位との取り合い部まで現地調査を行い，機器配置図等を用いて波及的影響の確認を行う。

高所については，施設下方から周辺機器の位置関係を俯瞰的に見ることで波及的影響の有無を確認する。高所に設置されたケーブルトレイ及び電線管についても同様である。

水中については，対象上位クラス施設として使用済燃料プール，使用済燃料貯蔵ラックが該当するが，使用済燃料プール内に設置されている下位クラス施設は設計図書類で網羅的に確認できることから，現場調査では使用済燃料貯蔵プール等の上部を俯瞰的に見ることで波及的影響の有無を確認する。

海水ポンプ等の耐震Ｓクラスが設置される取水構造物については，機器配置図にて位置関係を確認し，波及的影響の有無を確認する。

2.2　現場調査にて確認する検討事象

別記2に記載された事項に基づく検討事象に対する現場調査による確認項目を第１表に示す。

第1表 別記2に記載された事項に基づく検討事象に対する現場調査による確認項目

調査対象施設	建屋外施設		接続部 （建屋内外）	建屋内施設
検討事象	別記 2①	別記 2④	別記 2②	別記 2③
現場調査による確認項目	×※1	○	×※2	○

※1 不等沈下又は相対変位の観点として，上位クラス施設の建物・構築物と下位クラス施設の位置関係が机上検討で確認した通りであることを現地で確認。

※2 接続部については，系統図等により網羅的に確認が可能であり，プラント建設時及び改造工事の際は，施工に伴う確認，系統図作成時における現場確認，使用前検査，試運転等から接続部が設計図書どおりであることを確認していることから，接続部の波及的影響については，机上検討により評価対象の抽出が可能である。

3.　調査要員

調査要員の要件は，以下のとおりとする。下記(1)または(2)の要件に該当

する者の複数名でチームを編成し，現場調査を実施する。

(1) 耐震設計，構造設計又は機械・電気計装設計等に関する専門的な知識・技能及び経験を有する者。

(2) 施設の構造，機能及び特性等に関する専門的な知識・技能及び経験を有する者。

4. 現場調査実施日

平成 27 年 12 月 7 日～平成 28 年 3 月 25 日

平成 29 年 5 月 18 日

5. 調査方法

5.1 調査手順

調査対象施設について，別紙 1 の「東海第二発電所上位クラス施設への波及的影響調査記録シート」に従い，周辺の下位クラス施設の位置，構造及び影響防止措置（落下防止措置，固縛措置等）等の状況から，波及的影響のおそれの有無を確認する。なお，H29 年 11 月 1 日以降は，下位クラス施設の転倒・落下に対する影響について，記載をより明確化させた別紙 2「東海第二発電所上位クラス施設への波及的影響調査記録シート」を用いる。

5.2 確認項目及び判断基準

各確認項目に対する波及的影響のおそれの有無の判断基準を第 2 表に示す。

なお，対象となる上位クラス施設に対して，下位クラス施設が明らかに影響を及ぼさない程度の大きさ，重量等である場合（小口径配管，照明器具等）は影響無しと判断する。

第２表　確認項目及び判断基準

確認項目	判断基準
○下位クラス施設との十分な離隔距離をとる等により，当該設備に与える影響はない。	・周辺の下位クラス施設の転倒・落下を想定した場合にも上位クラス施設に衝突しないだけの離隔距離をとって配置・保管されていること。
○周辺に作業用ホイスト・レール，グレーチング，手すり等がある場合，落下防止措置等により，当該設備に与える影響はない。	・作業用ホイスト・レール，グレーチング，手すり等について，離隔距離が十分でない場合は，適切な落下防止措置等が講じられていること。 ・離隔距離をとっていても地震により移動する可能性があるもの（チェーンブロック等）は移動防止措置が講じられていること。
○周辺に仮置き機器がある場合，固縛措置等により，当該設備に与える影響はない。	・仮置き機器について，離隔距離が十分でない場合は，固縛措置等により落下防止または移動防止措置が講じられていること。
○上部に照明器具がある場合，落下防止措置等により，当該設備に与える影響はない。	・照明器具について，離隔距離が十分ではない場合は，適切な落下防止措置等が講じられていること。

東海第二発電所　上位クラス施設への波及的影響調査　記録シート（１／２）

施設(機器)名称		施設(機器)番号	
設置建屋		設置場所	

Y:YES N:NO U:調査不可 N/A:該当なし

No.	調 査 項 目	Y	N	U	N/A
1	調査対象施設の上部または近傍に下位クラス施設の有無				／
2	下位クラス施設等との十分な離隔距離が有り、当該施設に影響を与えない。				
3	周辺に影響を及ぼしうる揚重設備、レール、グレーチング手摺等がある場合、転倒及び落下により当該設備に影響を与えない。				
4	周辺に点検用機材等の物置場がある場合、固縛措置等により当該設備に影響を与えない。				
5	上部に照明器具、天井・壁の簡易建築材がある場合、落下防止措置等により当該設備に影響を与えない。				
6	対象設備と支持構造物との接合部に外観上の異常（ボルトの緩み、腐食・き裂等）の有無				
7	その他 （　　）				

所見（施設周辺の状況について記載）

調査実施日　平成　　年　　月　　日
調　査　者

東海第二発電所　上位クラス施設への波及的影響調査　記録シート（２／２）

施設(機器)名称		施設(機器)番号	
設置建屋		設置場所	

現場調査記録（写真等）

東海第二発電所　上位クラス施設への波及的影響調査　記録シート（１／２）

施設(機器)名称		施設(機器)番号	
設置建屋		設置場所	

Y:YES N:NO U:調査不可 N/A:該当なし

No.	調 査 項 目	Y	N	U	N/A
1	調査対象施設の上部または近傍に下位クラス施設の有無				／
2	下位クラス施設の転倒・落下を想定したとしても十分な離隔距離が有り、当該施設に影響を与えない。				
3	周辺に影響を及ぼしうる揚重設備、レール、グレーチング手摺等がある場合、転倒及び落下により当該設備に影響を与えない。				
4	周辺に点検用機材等の物置場がある場合、固縛措置等により当該設備に影響を与えない。				
5	上部に照明器具、天井・壁の簡易建築材がある場合、落下防止措置等により当該設備に影響を与えない。				
6	対象設備と支持構造物との接合部に外観上の異常（ボルトの緩み、腐食・き裂等）の有無				
7	その他 （　　）				

所見（施設周辺の状況について記載）

調査実施日　平成　　年　　月　　日

調　査　者

東海第二発電所　上位クラス施設への波及的影響調査　記録シート（２／２）

施設（機器）名称		施設（機器）番号	
設置建屋		設置場所	

現場調査記録（写真等）

波及的影響評価に係る現地調査記録

東海第二発電所　上位クラス施設への波及的影響調査　記録シート（１／２）

施設(機器)名称	原子炉隔離時冷却系ポンプ	施設(機器)番号	B020
設置建屋	R/B	設置場所 (エリア)	B2F RCIC ポンプ室 (B2-B)

Y:YES N:NO U:調査不可 N/A:該当なし

No.	調 査 項 目	Y	N	U	N/A
1	調査対象施設の上部または近傍に影響を及ぼしうる下位クラス施設はない。		○		
2	下位クラス施設等との十分な離隔距離が有り、当該施設に影響を与えない。	○			
3	周辺に影響を及ぼしうる揚重設備、レール、グレーチング手摺等がある場合、転倒及び落下により当該設備に影響を与えない。		○		
4	周辺に点検用機材等の物置場がある場合、固縛措置等により当該設備に影響を与えない。	○			
5	上部に天井・壁の簡易建築材がある場合、落下防止措置等により当該設備に影響を与えない。	○			
6	対象設備と支持構造物との接合部に外観上の異常（ボルトの緩み、腐食・き裂等）はない。	○			
7	その他 （下記所見参照）				

所見（施設周辺の状況について記載）
原子炉隔離時冷却系ポンプの上部にある揚重設備（ホイスト）の落下により当該施設を破損させる恐れがある。

調査実施日　平成２８年０２月０１日
調　査　者 [redacted]

東海第二発電所　上位クラス施設への波及的影響調査　記録シート（２／２）

施設(機器)名称	原子炉隔離時冷却系ポンプ	施設(機器)番号	B020
設置建屋	R/B	設置場所 (エリア)	B2F RCIC ポンプ室 (B2-B)

現場調査記録（写真等）

東海第二発電所　上位クラス施設への波及的影響調査　記録シート（１／２）

施設(機器)名称	エリア（B2-B）	施設(機器)番号	ー
設置建屋	R/B	設置場所 (エリア)	B2F RCIC ポンプ室 (B2-B)

Y:YES N:NO U:調査不可 N/A:該当なし

No.	調 査 項 目	Y	N	U	N/A
1	調査対象施設の上部または近傍に影響を及ぼしうる下位クラス施設はない。		○		
2	下位クラス施設等との十分な離隔距離が有り、当該施設に影響を与えない。	○			
3	周辺に影響を及ぼしうる揚重設備、レール、グレーチング手摺等がある場合、転倒及び落下により当該設備に影響を与えない。		○		
4	周辺に点検用機材等の物置場がある場合、固縛措置等により当該設備に影響を与えない。	○			
5	上部に天井・壁の簡易建築材がある場合、落下防止措置等により当該設備に影響を与えない。	○			
6	対象設備と支持構造物との接合部に外観上の異常（ボルトの緩み、腐食・き裂等）はない。	○			
7	その他 （　　）				

所見（施設周辺の状況について記載）

①上部にある揚重設備（ホイスト）の落下により配管系、弁を破損させる恐れがある。（RCIC系／RHR系）

②当該エリアにおけるその他全ての施設（Ｓクラス施設を含む）への波及的影響は無いことを確認した。

・配管系、弁、貫通部
・ダクト
・ケーブルトレイ

調査実施日　平成２８年０２月０１日

調　査　者 [redacted]

東海第二発電所　上位クラス施設への波及的影響調査　記録シート（２／２）

施設(機器)名称	エリア（B2-B）	施設(機器)番号	ー
設置建屋	R/B	設置場所 （エリア）	B2F RCIC ポンプ室 (B2-B)

原子力発電所における地震被害事例の要因整理

地震被害に関するＮＵＣＩＡ情報の検討内容					
No.	対象地震 （発電所）	件　　名	号機	地震被害事象および発生要因の概要	地震被害 発生要因
地震被害発生要因Ⅰ					※下線は要因Ⅰ相当箇所
1	宮城県沖 （女川）	８・１６宮城地震による女川原子力発電所全プラント停止について	1号機 2号機 3号機	地震による安全上重要となる被害なし。以下の軽微な被害が発生。 ○女川１号機 ・主変圧器，起動用変圧器の避圧弁動作 ・サイトバンカ建屋プールに水銀灯落下 ○女川２号機 ・主変圧器，起動用変圧器，補助ボイラー変圧器（Ａ）（Ｂ）の避圧弁動作 ○女川３号機 ・原子炉建屋内見学者用ギャラリー室のガラスのひび ・主変圧器の避圧弁動作 ○その他構内 ・環境放射能測定センターの希硫酸（５％濃度）貯蔵施設が漏えいおよび苛性ソーダの一部滴下 ・建屋エレベータ停止 ・排気筒航空障害灯レンズカバー破損 ・構内道路アスファルト亀裂・波うち・段差発生	Ⅰ，Ⅲ，Ⅵ
2	中越沖 （柏崎）	【中越沖地震】ＨＴｒ３Ｂ火災発生	3号機	・変圧器と周期の基礎沈下により，沈下量に差が発生し，二次側接続部ダクトが変圧器側接続部より落下して変圧器二次ブッシング端子部に接触。 ・この際の衝撃及び二次側接続母線側導体の変位により変圧器ブッシング碍管が損傷し漏油が発生。 ・二次側接続母線部ダクトが落下し，ブッシング端子部と接触し三相地絡・短絡を引き起こし，大電力のアーク放電により変圧器火災が発生。 ・変圧器二次側と二次側接続母線部ダクトの接続部が損傷開口し，着火した絶縁油が基礎面上に流出し，延焼。	Ⅰ
3	中越沖 （柏崎）	【中越沖地震】スタックへのダクト配管ズレ	1号機	周辺地盤及びダクト基礎部の沈下による主排気ダクトのズレ（ベローズの変形）。	Ⅰ
4		【中越沖地震】スタックへのダクト配管ズレ	2号機		
5		【中越沖地震】スタックへのダクト配管ズレ	3号機		
6		【中越沖地震】スタックへのダクト配管ズレ	4号機		
7		【中越沖地震】スタックと主排気ダクトカバーのゆがみ確認	5号機		
8	中越沖 （柏崎）	【中越沖地震】Ｋ３励磁用変圧器基礎ボルト切断・相非分割母線沈下有り	3号機	地震の揺れによる変圧器及び励磁電源用変圧器の基礎ボルトの切断，相非分割母線基礎の沈下。	Ⅰ，Ⅲ
9	中越沖 （柏崎）	【中越沖地震】Ｃ／Ｓ　Ｂ５Ｆ浸水及びＭＵＷＣ全停	1号機	・建屋周辺の地盤沈下等の要因による地中埋設の消火配管の損傷，それに伴う深さ約40cmの浸水。 ・浸水によるMUWCの全停	Ⅰ
10	中越沖 （柏崎）	【中越沖地震】軽油タンクＢ前の消火配管破断し水漏れ	1号機	不等沈下により消火配管が破断したことによる漏水。なお，当該不等沈下は液状化による影響を否定できない。	Ⅰ
11	中越沖 （柏崎）	【中越沖地震】１Ｓ／Ｂ北側屋外消火配管が破断し漏水	その他		
12	中越沖 （柏崎）	【中越沖地震】消火設備４箇所配管損傷・漏水	その他		
13	中越沖 （柏崎）	【中越沖地震】軽油タンク前他屋外消火配管が破断し漏水	その他		
14	中越沖 （柏崎）	【中越沖地震】500kV新新潟線２Ｌしゃ断器付近のエアリーク	その他	地盤沈下により当該回線の現場操作盤の基礎が傾斜したことによるしゃ断器操作用の配管からの空気漏れ。	Ⅰ
15	中越沖 （柏崎）	【中越沖地震】取水設備スクリーン洗浄ポンプA吐出フランジ連続滴下・配管サポート変形	5号機	地震の影響により地盤が変形したことによる配管及びサポートの変形。	Ⅰ
16	中越沖 （柏崎）	【中越沖地震】ＲＷ／Ｂ　Ｒ／Ｗ制御室制御盤各系制御電源喪失	RW設備	・建屋周辺の地盤沈下等の要因による地中埋設の消火配管の損傷，それに伴う深さ約40cmの浸水。 ・浸水による低電導度廃液系等の制御電源喪失	Ⅰ
17	中越沖 （柏崎）	【中越沖地震】１号機 変圧器防油堤の沈下・傾き，コンクリートのひび割れ・はく離，目地部の開き	1号機	地震による変圧器防油堤の被害は以下のとおり。 ・１号機 沈下・傾き，コンクリートのひび割れ・はく離，目地部の開き ・２号機 沈下，横ずれ ・３号機 ひび割れ，段差発生 ・４号機 沈下，大きな傾斜（一部目地部の開き） ・５号機 底版部のひび割れ，目地部の開き，陥没 ・７号機 沈下，外側への開き，目地部のズレ，目地部の開き，目地部の段差	Ⅰ
18	中越沖 （柏崎）	【中越沖地震】２号機 変圧器防油堤の沈下，横ズレ	2号機		Ⅰ
19	中越沖 （柏崎）	【中越沖地震】３号機 変圧器防油堤のひび割れ，段差	3号機		Ⅰ
20	中越沖 （柏崎）	【中越沖地震】４号機 変圧器防油堤の沈下，大きな傾斜（一部目地部の開き）	4号機		Ⅰ
21	中越沖 （柏崎）	【中越沖地震】５号機 変圧器防油堤のひび割れ	5号機		Ⅰ
22	中越沖 （柏崎）	【中越沖地震】７号機 変圧器防油堤の沈下，外側への開き，目地部のズレ，目地部の開き，目地部の段差	7号機		Ⅰ
23	駿河湾 （浜岡）	【駿河湾の地震】取水槽まわりの地盤沈下等	1号機	地震により，取水槽まわりに地盤沈下（30m×20m，最大15cm程度），隆起（35m×15m，最大20cm程度）および法面波打ち（30m×5m，最大10cm程度）が発生。	Ⅰ，Ⅳ
24	駿河湾 （浜岡）	【駿河湾の地震】道路および法面のひび割れ	その他	地震により以下の被害が発生。 ①５号見晴台道路き裂 ②片平山周辺よう壁目開き，道路き裂 ③平場ヤード舗装他き裂 ④５号放水口モニタ室東側よう壁（ブロック積み）き裂 ⑤固体廃棄物貯蔵庫（第２棟）周辺よう壁（ブロック積み）および道路のき裂 ⑥発電所東側点検ヤード舗装き裂 ⑦発電所東側海岸道路き裂	Ⅰ，Ⅳ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷　Ⅱ：建物間の相対変位による損傷　Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等　Ⅳ：周辺斜面の崩落
Ⅴ：使用済燃料ピットスロッシングによる溢水　Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

原子力発電所における地震被害事例の要因整理

地震被害に関するＮＵＣＩＡ情報の検討内容					
No.	対象地震 （発電所）	件　　名	号機	地震被害事象および発生要因の概要	地震被害 発生要因
25	駿河湾 （浜岡）	【駿河湾の地震】御前崎漁港の当社専用岸壁に段差（40cm×2cm，最大3cm程度の段差）	その他	地震による岸壁の段差。	Ⅰ
26	駿河湾 （浜岡）	【駿河湾の地震】タービン建屋の東側屋外エリアの地盤沈下	5号機	地震によるタービン建屋の東側屋外エリアに地盤沈下（15m×15m，10cm程度）。	Ⅰ
27	東北地方 太平洋沖地震 （東海第二）	【東日本大震災関連】ランドリーボイラ重油タンク油漏れ	—	地震によりランドリーボイラ用重油タンクの基礎が沈下したことによる接続配管ユニオン部からの油漏れ。	Ⅰ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷　Ⅱ：建物間の相対変位による損傷　Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等　Ⅳ：周辺斜面の崩落
Ⅴ：使用済燃料ピットスロッシングによる溢水　Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

原子力発電所における地震被害事例の要因整理

地震被害に関するＮＵＣＩＡ情報の検討内容					
No.	対象地震 （発電所）	件　　名	号機	地震被害事象および発生要因の概要	地震被害 発生要因
地震被害発生要因Ⅱ					下線は要因Ⅱ相当箇所
28	中越沖 （柏崎）	【中越沖地震】固体廃棄物貯蔵庫地下１階管理棟－第１棟接続部通路部付近漏水	その他	地震により接続部エキスパンションとドレンピットが破損し，建屋内に湧水が発生。	Ⅱ，Ⅲ
29	中越沖 （柏崎）	【中越沖地震】柏崎刈羽原子力発電所１，３号機における排気筒モニタサンプリングラインの損傷について	1号機 3号機	・地震の揺れによる主排気筒放射線モニタサンプリング配管の破損。 ・地震の影響でモニタ建屋と配管（屋外）の位置がずれたことによる当該配管接続部のズレ。	Ⅱ，Ⅲ
30	駿河湾 （浜岡）	【駿河湾の地震】補助建屋東側雨樋の亀裂	5号機	補助建屋と風除室屋上の地震による揺れの違いによる，補助建屋と風除室屋上で固定された雨樋の亀裂。	Ⅱ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷　Ⅱ：建物間の相対変位による損傷　Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等　Ⅳ：周辺斜面の崩落
Ⅴ：使用済燃料ピットスロッシングによる溢水　Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

原子力発電所における地震被害事例の要因整理

地震被害に関するＮＵＣＩＡ情報の検討内容					
No.	対象地震（発電所）	件　名	号機	地震被害事象および発生要因の概要	地震被害発生要因
地震被害発生要因Ⅲ					※下線は要因Ⅲ相当箇所
31	宮城県沖（女川）	８・１６宮城地震による女川原子力発電所全プラント停止について	1号機 2号機 3号機	地震による安全上重要となる被害なし。以下の軽微な被害が発生。 ○女川１号機 ・主変圧器，起動用変圧器の避圧弁動作 ・サイトバンカ建屋プールに水銀灯落下 ○女川２号機 ・主変圧器，起動用変圧器，補助ボイラー変圧器（Ａ）（Ｂ）の避圧弁動作 ○女川３号機 ・原子炉建屋内見学者用ギャラリー室のガラスのひび ・主変圧器の避圧弁動作 ○その他構内 ・環境放射能測定センターの希硫酸（５％濃度）貯蔵施設が漏えいおよび苛性ソーダの一部滴下 ・建屋エレベータ停止 ・排気筒航空障害灯レンズカバー破損 ・構内道路アスファルト亀裂・波うち・段差発生	Ⅰ，Ⅲ，Ⅵ
32	能登半島沖（志賀）	能登半島地震に伴う低圧タービン組み立て中のタービンロータの位置ずれ	2号機	地震による低圧タービンの被害は以下のとおり ・組み立て中の低圧タービンロータを仮止めしていた治具の変形によるロータのわずかな位置ずれ。 ・動翼の微小な接触痕	Ⅲ
33	能登半島沖（志賀）	能登半島地震に伴う水銀灯の落下	1号機 2号機	地震時の振動による水銀灯の損傷・落下	Ⅲ
34	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】Ｒ／Ｂオペフロ　Ｒ／Ｂ天井クレーンユニバーサルジョイントに破損確認	6号機	走行車輪にブレーキが掛かった状態で，地震により強制的にクレーンの走行方向（東西方向）の力が発生したため，走行車輪と電動機の間に位置するユニバーサルジョイントに過大なトルクが発生し，クロスピンが破損する事象が発生した。	Ⅲ
35	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】所内変圧器１Ａと相分離母線のずれによる基礎ボルトの切断	1号機	地震による振動により，所内変圧器と相分離母線接続部がずれたことによる基礎ボルトの切断。	Ⅲ
36	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】励磁変圧器からの油漏れ及び基礎ベースからのズレ	1号機	地震の振動により，一次ブッシング碍子が損傷したこによる漏油。 地震の振動による変圧器本体の基礎ベースからのズレ。	Ⅲ
37	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】主変圧器基礎ボルト折損及びクーラー母管と本体間からの油リーク	2号機	地震による振動により主変圧器基礎ボルトが折損し，クーラー母管と本体間が破損したことによる油流出。	Ⅲ
38	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】励磁用変圧器基礎部・バスダクト横ずれ	2号機	地震による振動による励磁用変圧器の基礎部およびバスダクトの横ずれ。	Ⅲ
39	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】Ｋ３励磁用変圧器基礎ボルト切断・相非分割母線沈下有り	3号機	地震の揺れによる主変圧器及び励磁電源用変圧器の基礎ボルトの切断，相非分割母線基礎の沈下。	Ⅰ，Ⅲ
40	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】No.4ろ過水タンク配管破断	5号機	地震の振動によりタンク配管の伸縮継手部の損傷。	Ⅲ
41	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】Ｒ／Ｂ使用済燃料プール内ワーキングテーブル燃料上に落下	4号機	地震による使用済燃料プールの被害は以下のとおり。 ・4号炉，7号炉 使用済燃料貯蔵プール内に取り付けられている水中作業台が外れ，使用済燃料上に落下。 ・6号炉 水中作業台の固定位置からの外れ。	Ⅲ
42	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】Ｒ／Ｂ　使用済燃料プール内ワーキングテーブルがラック上（燃料あり）に落下	7号機		
43	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】６号機 使用済み燃料プール内の水中作業台の固定位置からのはずれ	6号機		
44	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】Ｃ／Ｓ　B1FL D/G-A 北側付近「RW固化エリア」扉S1-15Dから漏水	1号機	地震による屋外消火配管の損傷により発生した水が，原子炉複合建屋の電線管貫通口を経て流入したことによる漏水	Ⅲ
45	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】Ｔ／Ｂ復水器水室Ｂ１－Ｂ２連絡弁フランジ部漏えい・エキスパンション亀裂	4号機	地震による復水器水室間の過大な変位による伸縮継手の損傷・漏えい。	Ⅲ
46	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】500kV南新潟線２L黒相ブッシング油漏れによる南新潟線２L停止	その他	地震により送電線引込架線が上下に振れ，ブッシング端子部のフランジ面が変形したことによる漏油。	Ⅲ
47	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】Hx/B Ｂ１Ｆ　ＦＰ－４０ラインから漏水	2号機	地震の振動により，熱交換器建屋の消火配管引き込み部ラバーブーツが損傷したことによる漏水。	Ⅲ
48	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】荒浜側避雷鉄塔の斜材が５本破断	その他	地震の振動による斜材の破断。	Ⅲ
49	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】固体廃棄物貯蔵庫内のドラム缶数百本が転倒し，内数十本のドラム缶の蓋が開いてることを確認	その他	地震の影響によりドラム缶が転倒したことによる蓋の解放。	Ⅲ
50	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】事務本館常用電源断，緊急時対策室電源等は非常用電源より供給	その他	地震の影響により，常用系の高圧受変電盤とチャンネルベースをとめているボルトが切断し，高圧受変電盤が移動したため常用系電源が断となったことによる非常用電源への切替。	Ⅲ
51	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】ヤード Ｔ／ＢサブドレンＮｏ．８流入水油混入およびＫ１～４ 放水庭に微量の油膜確認について	1号機	地震の振動で変圧器防油提が損傷したことによる，変圧器から絶縁油の流出。	Ⅲ
52	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】７号原子炉ウェルライナーからの漏洩について	7号機	建設時に原子炉ウェルライナーの溶接余盛り部を平滑化するためにグラインダで除去していたため，残存板厚が薄くなっており，地震により残存板厚が薄くなっていた部分に過大な荷重がかかり貫通したことによる漏えい。	Ⅲ，Ⅵ
53	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】Ｔ／Ｂブローアウトパネル破損	2号機	地震によるブローアウトパネルを固定する止め板の変形・外れ。	Ⅲ
54	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】Ｒ／Ｂブローアウトパネル破損	3号機		
55	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】Ｔ／Ｂ海側・山側ブローアウトパネル外れ・脱落	3号機		
56	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】スクリーン起動不可	2号機	地震によりケーブルトレイが脱落し，ケーブルが損傷して地絡したことによる起動不可。	Ⅲ
57	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】K1 S/B環境ミニコン県テレメータ等伝送不能	その他	地震時の振動により中央処理装置とディスクアレイを繋ぐケーブルコネクタに接触不良が発生したことによる中央処理装置の停止。	Ⅲ
58	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】重油タンク防油堤での目地の開き（貫通）	その他	地震による目地部の開き。	Ⅲ
59	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】重油タンク用泡消火設備の現場盤損傷	その他	地震による現場盤の支柱と盤BOXの接合部分の破断。	Ⅲ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落
Ⅴ：使用済燃料ピットスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

原子力発電所における地震被害事例の要因整理

地震被害に関するＮＵＣＩＡ情報の検討内容					
No.	対象地震（発電所）	件　名	号機	地震被害事象および発生要因の概要	地震被害発生要因
60	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】Ａｘ／Ｂ　Ｂ１Ｆ　北西側壁面亀裂部より雨水漏えい	その他	地震の影響により，連絡通路が建屋と衝突し，建屋の壁面に亀裂が生じたことによる雨水の流入。	Ⅲ
61	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】固体廃棄物貯蔵庫 地下１階管理棟−第１棟接続部通路部付近漏水	その他	地震による接続部エキスパンションとドレンピットが破損し，建屋内に湧水が発生したことによる漏水。	Ⅱ，Ⅲ
62	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】Ｃ／Ｂ　２Ｆ　中操天井の地震による脱落・ひび割れ・非常灯ずれ・点検口開放を確認について	7号機	地震の振動による飾り照明の落下，天井化粧板の脱落・ひび，非常灯ズレ，点検口開放。	Ⅲ
63	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】R/B オペフロ スタッドテンショナー除染パン内油漏れ・油圧制御ホース切断について	4号機	地震の揺れにより，スタッドテンショナーと構造フレームとの間に油圧ホースが挟まれ切断されことによる油漏れ。	Ⅲ
64	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】Ｒ／Ｂ２Ｆ南東壁（ＳＦＰ側）よりの水漏れ	7号機	地震による原子炉建屋管理区域内２階のエレベータ付近の壁面の鉄筋コンクリート継ぎ目部に生じた微細なひびからの水のにじみ。	ⅢまたはⅤ
65	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】Ｒ／Ｂ３ＦＩＳＩ試験片室前壁からの水漏れ	7号機	地震による原子炉建屋管理区域内３階北側の床面コンクリート継ぎ目部からのわずかな水のしみ出し	ⅢまたはⅤ
66	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】平均出力領域モニタ制御盤の電源装置の位置ずれについて	4号機	地震水平力による当該電源装置の位置ずれ	Ⅲ
67	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】原子炉建屋 原子炉ウェルライニング面(ウェルカバー着座面)のすり傷について	7号機	地震によりウェルカバーが動いたことによる着座面のすり傷	Ⅲ
68	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】柏崎刈羽原子力発電所１，３号機における排気筒モニタサンプリングラインの損傷について	1号機 3号機	・地震の揺れによる主排気筒放射線モニタサンプリング配管の破損。 ・地震の影響でモニタ建屋と配管（屋外）の位置がずれたことによる当該配管接続部のズレ。	Ⅰ，Ⅲ
69	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】各サービス建屋退域モニタ故障について	全号機	地震の振動による各サービス建屋の退域モニタ検出器のズレ，および駆動部の故障	Ⅲ
70	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】３号機原子炉建屋地下２階ＳＬＣ系注入ライン配管（格納容器外側貫通部）板金保温へこみについて	3号機	地震により点検機材（ISI用RPV模擬ノズル）が移動し，当該配管の板金保温材に接触したことによるへこみ	Ⅲ
71	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】３号機原子炉圧力容器遮へい体の地震による移動について	3号機	・スライド式遮へい体が正規位置に取り付けられておらず，地震により移動して接触したことによるRPV水位計装配管の保温材の変形。 ・スライド式遮へい体のストッパーが取り付けられておらず，地震によりスライド式遮へい体が移動して遮へいブロックが崩れたことによるRPV水位計配管への接触。	Ⅲ，Ⅵ
72	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】原子炉建屋１階（放射線管理区域外）の扉の閉不能	1号機	地震の揺れにより扉枠が干渉したことによる閉止不能	Ⅲ
73	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】タービン建屋１階（放射線管理区域内）の扉金具の落下（１箇所）	1号機	地震の揺れによるドアクローザー付属の温度ヒューズの破損・落下。	Ⅲ
74	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】タービン建屋2階（放射線管理区域内）コンクリート片（親指大）確認	2号機	地震の揺れによるタービン建屋側躯体とタービン建屋ペデスタル躯体間の境界部のコンクリートの表面破損。	Ⅲ
75	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】非常用ディーゼル発電機(A)排気消音器の吸音材カバー固定金具の外れ	2号機	地震の揺れによる非常用ディーゼル発電機(A)排気消音器の吸音材カバー固定金具の一部外れ。	Ⅲ
76	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】源水タンクまわりの構内配電線電柱の支線外れ（1箇所）	その他	地震により支線と支線アンカーを接続するターンバックルが破損したころによる支線の外れ。	Ⅲ
77	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】275kV開閉所壁面の鉄骨耐火被覆材のひび割れ	その他	地震の揺れによる275kV開閉所壁面の鉄骨耐火被覆材のひび割れ。	Ⅲ
78	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】275kV開閉所内の構内放送用スピーカーの脱落	その他	地震の揺れにより留め具が破損したことによる構内放送用スピーカの脱落。	Ⅲ
79	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】非常用ディーゼル発電機の排気消音器の吸音材カバー固定金具の外れおよび台座シール材の劣化	3号機	屋外の塩害環境による固定金具の腐食と地震の揺れによる影響により，非常用ディーゼル発電機(A)排気消音器の吸音材カバ固定金具の一部外れ，及び非常用ディーゼル発電機(B)の排気消音器台座シール材の劣化	Ⅲ，Ⅵ
80	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】タービン系配管の保温材のずれ	4号機	地震の揺れによるタービン系配管の保温材のずれ。	Ⅲ
81	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】低圧タービン軸の接触痕	4号機	地震の揺れによる低圧タービン(A)～c軸の軸受油切り部との接触痕。	Ⅲ
82	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】組合せ中間弁(C)室内の間仕切板の脱落	4号機	地震の揺れによるタービン建屋３階（放射線管理区域内）の組合せ中間弁（C）室内の間仕切板の一部脱落。	Ⅲ
83	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】発電機励磁電源用バスダクト支持部材の接続板の亀裂	4号機	地震の揺れによるタービン建屋屋外（放射線管理区域外）の発電機励磁電源用バスダクトの支持部材とバスダクトをつなぐ接続板の亀裂。	Ⅲ
84	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】空調ダクトからの空気の微小な漏れ	4号機	地震の揺れによる空調ダクト（フランジ部）からの空気の微小な漏れ。	Ⅲ
85	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】発電機ブラシホルダの接触痕について	4号機	地震の揺れによる，発電機ブラシホルダの一部とコレクタリング（集電環）との軽微な接触痕，及びコレクタリング表面に茶色の変色。	Ⅲ
86	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】非常用ディーゼル発電機(A)排気消音器の吸音材カバー固定金具等の外れ	4号機	屋外の塩害環境による固定金具の腐食と地震の揺れによる影響により，非常用ディーゼル発電機(A)排気消音器の吸音材カバー固定金具の一部外れ，及び一部カバーの外れ。	Ⅲ，Ⅵ
87	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】主タービンスラスト軸受摩耗トリップ警報点灯	5号機	地震の揺れによる主タービンの被害は以下のとおり。 ・タービン基礎の揺れに伴う中間軸受箱取付ボルトの損傷。 ・中間軸受箱取付ボルトの損傷による，中間軸受箱の軸方向固定キーの傾き及びキー溝の変形。 ・中間軸受箱の振動により，スラスト軸受の振動タービンロータの軸方向移動，及び低圧内部車室のスラストキー部の変形による動翼(回転体)とダイヤフラム(静止体)の接触，及びロータと油切り等の接 触。 ・中間軸受箱の揺動，及びタービンロータの軸受方向移動によるスラスト保護装置の動作(「主タービンスラスト軸受摩耗トリップ」信号発信)	Ⅲ
88	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】タービン建屋3階タービンスラスト装置まわりのデッキプレート取り付け用ネジ折損	5号機	地震の揺れによる，タービンスラスト保護装置まわりの作業床用デッキプレートの取り付け用ネジの折損。	Ⅲ
89	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】発電機回転数検出装置の摺動痕	5号機	地震の揺れによる，発電機回転数検出装置歯車と検出器の接触による摺動痕。	Ⅲ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落
Ⅴ：使用済燃料ピットスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

原子力発電所における地震被害事例の要因整理

地震被害に関するＮＵＣＩＡ情報の検討内容					
No.	対象地震（発電所）	件　名	号機	地震被害事象および発生要因の概要	地震被害発生要因
90	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】原子炉格納容器の機器搬入口遮へい扉の固定金具破損	5号機	地震の揺れによる，原子炉格納容器の機器搬入口に設置されている金属製遮へい扉の固定用金具アンカー部(床面)の破損。	Ⅲ
91	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】No.3脱塩水タンク基礎部の防食テープの剥れ	5号機	地震によりタンク端部が一時的に浮き上がったことによる，タンク基礎部の防食テープの一部剥離。	Ⅲ
92	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】タービン振動位相角計の損傷	5号機	地震の揺れの影響により，ロータが接触したことによる振動位相角計の先端の欠損。	Ⅲ
93	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】原子炉建屋2階（放射線管理区域内）東側壁面の仕上げモルタルの剥がれと浮き（30cm×5cm程度）	5号機	地震の揺れによる仕上げモルタルの剥がれと浮き。	Ⅲ
94	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】タービン建屋2階（放射線管理区域内）高圧第2ヒータまわり床面に，配管貫通部に詰められていた仕上げモルタルの一部の剥がれ（5cm×5cm程度）	5号機	地震の揺れによる仕上げモルタル表面の剥がれ。	Ⅲ
95	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】化学分析室内の放射能測定装置の固定ボルトの浮き上がり	5号機	地震の揺れによる，化学分析室内に設置している放射能測定装置(波高分析装置)の固定用アンカーボルトの浮き上がり。	Ⅲ
96	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】発電機ブラシホルダ等の接触痕について	5号機	地震の揺れによる，発電機ブラシホルダの一部とコレクタリングとの軽微な接触痕，コレクタリング表面の茶色の変色，及び回転子とコレクタハウジングとの軽微な接触痕。	Ⅲ
97	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】タービン建屋内の蛍光灯不点について	5号機	地震による蛍光管とソケット部の接触不良。	Ⅲ
98	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】非常用ディーゼル発電機(B)排気消音器の吸音材カバー固定金具等の外れ	5号機	屋外の塩害環境による固定金具の腐食と地震の揺れによる影響による，非常用ディーゼル発電機(B)排気消音器の吸音材カバー固定金具の一部外れ，及び一部カバーのずれ。	Ⅲ，Ⅵ
99	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】タービン建屋内でのビス（5個）の発見	5号機	地震の揺れによる，照明器具用電線管つなぎ部固定用及び配管保温材の外装板用のビスの落下。	Ⅲ
100	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】変圧器消火配管建屋貫通部のシール材の一部損傷	5号機	地震の揺れによる，屋外(放射線管理区域外)連絡ダクト貫通部付近の変圧器消火配管貫通部シール材の一部損傷，及びフランジ部からの微少なリーク。	Ⅲ
101	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】原子炉格納容器内の点検結果	5号機	地震の揺れによる原子炉格納容器内(放射線管理区域内)の被害は以下のとおり。 ・主蒸気逃し安全弁排気管のバネ式支持構造物の動作(摺動痕)。 ・作業用ターンテーブルの車軸位置ずれ。 ・空調ダクト接合部の位置ずれ。	Ⅲ
102	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】発電機固定子固定キーの隙間の拡大	5号機	地震による発電機の被害は以下のとおり。 ・発電機固定子固定キーの両サイドの隙間の拡大。 ・ベースボルトの一部塗装剥がれ。 ・発電機固定子固定キーの軽微な傷。 ・発電機固定子固定キーとの接触による発電機本体脚部及びベースのへこみ・段差。	Ⅲ
103	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】タービン開放点検の結果	5号機	地震の揺れによる主タービンの被害は以下のとおり。 ・タービン基礎の揺れに伴う中間軸受箱取付ボルトの損傷。 ・中間軸受箱取付ボルトの損傷による，中間軸受箱の軸方向固定キーの傾き及びキー溝の変形。 ・中間軸受箱の振動により，スラスト軸受の振動タービンロータの軸方向移動，及び低圧内部車室のスラストキー部の変形による動翼(回転体)とダイヤフラム(静止体)の接触，及びロータと油切り等の接触。	Ⅲ
104	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】主要変圧器上部グレーチングと相分離母線箱との接触痕	5号機	地震の揺れによる，屋外(放射線管理区域外)主要変圧器用の相分離母線箱と点検用のグレーチングの手すりボルト部分との接触痕。	Ⅲ
105	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】原子炉格納容器内作業用ターンテーブルの点検結果	5号機	地震の揺れによる，作業用ターンテーブルの車軸位置ずれ，車軸カバーの一部割れ，及び回転角検出装置歯車のレールからの外れ。	Ⅲ
106	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】原子炉機器冷却水系の配管支持構造物の摺動痕	5号機	地震の揺れによる，原子炉機器冷却水系配管(海水熱交換器建屋から原子炉機器冷却水系連絡ダクト間)の支持構造物の摺動痕（塗装の剥離）。	Ⅲ
107	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】タービン駆動給水ポンプデータベース部のライナーシム変形	5号機	地震の揺れによる，タービン駆動給水ポンプ(A)(B)ポンプのベース部に取り付けられているライナーシムの変形。	Ⅲ
108	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】原子炉建屋内の主蒸気系配管，給水系配管および配管支持構造物の点検結果	5号機	地震の揺れによる原子炉建屋内の主蒸気配管及び給水配管の被害は以下のとおり。 ・配管支持構造物の配管自重受け部のわずかな隙間。 ・給水配管の壁貫通部の養生用のラバーブーツと保温外装板の一部ずれ。 ・主蒸気配管の配管ラグの摺動痕。	Ⅲ
109	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】発電機シールリング油切りの摺動痕	5号機	地震の揺れによる第9，10 軸受のシールリング油切りと発電機ロータの軽微な摺動痕。	Ⅲ
110	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】タービン建屋地下１階高圧電源盤火災	1号機	地震による振動により，タービン建屋地下1 階の高圧電源盤内のしゃ断器(吊り下げ設置型)が大きく揺れ，当該しゃ断器の断路部が破損し，高圧電源盤内で周知の構造物と接触して短絡等が生じ，ケーブルの絶縁被覆が溶けたことによる発煙。	Ⅲ
111	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】牡鹿幹線２号線避雷器の一部損傷	その他	地震による大きな揺れにより，避雷器内部に部分放電が発生したことによる牡鹿幹線2 号線避雷器の一部損傷。	Ⅲ
112	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】牡鹿１号線避雷器の損傷	その他	地震による大きな揺れにより，避雷器内部に部分放電が発生したことによる牡鹿幹線1 号線避雷器の一部損傷。	Ⅲ
113	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】蒸気タービン中間軸受箱の浮き上がり	3号機	地震の揺れにより，タービン主軸が移動して中間軸受箱に力が加わったことによる，蒸気タービン中間軸受箱の浮き上がり，及び締付けボルトの変形。	Ⅲ
114	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】蒸気タービン中間軸受基礎部の損傷	2号機	地震の揺れにより，タービン主軸が移動して中間軸受箱及びソールプレート（中間軸受箱を設置する平板）に力が加わり，ソールプレートが動いたことによる，蒸気タービン中間軸受箱の基礎部の損傷。	Ⅲ
115	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】制御棒駆動系ハウジング支持金具サポートバーのずれ	1号機 2号機 3号機	地震の影響による，制御棒駆動機構ハウジングのハウジング支持金具(グリッド)のずれ。	Ⅲ
116	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】使用済燃料プールにおけるゲート押さえの脱落	3号機	地震の揺れによる，使用済燃料プールのゲート押さえ金具のスイングボルトの外れ。	Ⅲ
117	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】使用済燃料キャスクピットにおけるゲート押さえの一部脱落	3号機	地震の揺れによる，使用済燃料キャスクピットのゲート押さえ金具のスイングボルトの外れ。	Ⅲ
118	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】当社モニタリングステーション（４局）の停電および伝送回線停止に伴う欠測	その他	地震・津波の影響により，牡鹿半島周辺の配電設備および伝送回線が損傷したことによる，モニタリングステーション(4 局)の欠測。	Ⅲ，Ⅵ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落
Ⅴ：使用済燃料ピットスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

原子力発電所における地震被害事例の要因整理

地震被害に関するＮＵＣＩＡ情報の検討内容					
No.	対象地震（発電所）	件　名	号機	地震被害事象および発生要因の概要	地震被害発生要因
119	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】高圧電源盤しゃ断器の投入不可	1号機	地震の振動により，高圧電源盤内のしゃ断器が傾いたことによる，インターロックローラーの正常位置からの外れ。	Ⅲ
120	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】燃料交換機制御室内の地上操作装置落下	3号機	地震の影響による，燃料交換機制御室内の地上操作装置の机上から床面に落下したことによる，端子部の破損。	Ⅲ
121	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】燃料交換機の配線ケーブルの脱線	3号機	地震の揺れによる，燃料交換機ブリッジ給電装置のケーブル支持具のガードレールからの外れ。	Ⅲ
122	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】地下１階電動ステップバック遮へい扉の施錠装置の破損	2号機	地震の影響による，電動ステップバック遮へい扉の施錠装置の破損。	Ⅲ
123	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】モニタリングポスト（チャンネル６）信号変換器の故障に伴う指示不良	その他	地震により，ケーブルコネクタのロック部分が破損してケーブルコネクタが緩んだことによる，モニタリングポストのチャンネル6 指示値の一時的変動。	Ⅲ
124	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】燃料交換機入出力装置の破損	1号機	地震により，燃料交換機入出力装置盤内の表示装置及びキーボード(各運転状態表示，手順データの入力および編集作業)がラックから落下したことによる，燃料交換機入出力装置の故障。	Ⅲ
125	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】主蒸気逃し安全弁（Ｃ）リミットスイッチの接点不良	1号機	地震の揺れによる，主蒸気逃がし安全弁(C)の位置検出スイッチの位置ズレによる接点不良。	Ⅲ
126	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】原子炉格納容器内遮へい扉 留め具の外れ	1号機	地震の揺れにより，原子炉格納容器内原子炉遮へい開口部扉と遮へいカーテンの押さえ板が接触したことによる，遮へい材カーテンの押さえ板の変形。	Ⅲ
127	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】原子炉格納容器内遮へい扉 留め具の変形	2号機 3号機	地震の揺れにより，原子炉格納容器内原子炉遮へい壁の開口部扉の留め具のバーとステーが接触したことによる，開口部扉の留め具の変形。	Ⅲ
128	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】補助ボイラー（Ａ）蒸気だめ基礎部の損傷	2号機	地震による荷重により，補助ボイラー(A)蒸気だめがわずかに移動したことによる，蒸気だめ基礎部の損傷。	Ⅲ
129	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】蒸気タービン中間軸受箱の基礎ボルト曲がり	2号機	地震の揺れにより，タービン主軸が移動して中間軸受箱及びソールプレート（中間軸受箱に設置する平板）に力が加わったことによる，ソールプレートの基礎ボルトの曲がり。	Ⅲ
130	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】起動用変圧器放熱器油漏れ	2号機	地震による，起動用変圧器放熱器の数ミリ程度のき裂による絶縁油の漏れ。	Ⅲ
131	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】天井クレーン運転席鋼材等の損傷	2号機	地震の影響により，原子炉建屋天井クレーンの運転席の鋼材溶接部の一部損傷。	Ⅲ
132	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】天井クレーン走行部等のすり傷	3号機	地震の影響により，原子炉建屋天井クレーンの走行レール上の車輪が揺れたことによる，走行レールと走行車輪の接触面の局部的なすり傷。	Ⅲ
133	東北地方太平洋沖地震（東海第二）	【東日本大震災関連】原子炉格納容器機器ハッチ遮へい扉止め金具破損	—	地震による原子炉格納容器機器ハッチ遮へい扉の止め金具（スライド固定）の破損。	Ⅲ
134	東北地方太平洋沖地震（東海第二）	【東日本大震災関連】格納容器雰囲気計測系サンプル 昇圧ﾎﾟﾝﾌﾟ Ｂ異音	—	地震による，格納容器雰囲気計測系(CAMS)のサンプル昇圧ポンプのモータとポンプの芯ずれ。	Ⅲ
135	東北地方太平洋沖地震（東海第二）	【東日本大震災関連】使用済燃料プール小ゲート取付けボルトの位置ズレ	—	地震の揺れによる，使用済燃料プール小ゲートの取付けボルトの位置ズレ。	Ⅲ
136	東北地方太平洋沖地震（東海第二）	【東日本大震災関連】地震による水処理建屋構造材の損傷	—	地震の影響による，水処理建屋のブレース（筋交い）の切断。	Ⅲ
137	東北地方太平洋沖地震（東海第二）	【東日本大震災関連】津波による取水口電気室建屋の損傷	—	地震・津波による，取水口電気室の建具（窓，シャッター）の割れ・歪み。	Ⅲ，Ⅵ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落
Ⅴ：使用済燃料ピットスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

原子力発電所における地震被害事例の要因整理

地震被害に関するＮＵＣＩＡ情報の検討内容					
No.	対象地震 （発電所）	件　　名	号機	地震被害事象および発生要因の概要	地震被害 発生要因
地震被害発生要因Ⅳ					※下線は要因Ⅳ相当箇所
138	中越沖 （柏崎）	【中越沖地震】土捨て場一部崩落（北側斜面）等	その他	地震の振動よる土捨て場北側斜面の一部崩落。	Ⅳ
139	中越沖 （柏崎）	【中越沖地震】開閉所東側法面一部滑り出し	その他	地震の振動のよる開閉所東側法面の一部滑り出し，及び約10cm のひび割れ。	Ⅳ
140	駿河湾 （浜岡）	【中越沖地震】取水槽まわりの地盤沈下等	1号機	地震により，取水槽まわりに地盤沈下(30m×20m，最大15cm 程度)，隆起(35m×15m，最大20cm 程度)及び法面波打ち(30m×5m，最大10cm 程度)が発生。	Ⅰ，Ⅳ
141	駿河湾 （浜岡）	【駿河湾の地震】道路および法面のひび割れ	その他	地震により以下の被害が発生。 ①5 号見晴台道路き裂 ②片平山周辺よう壁目開き，道路き裂 ③平場ヤード舗装他き裂 ④5 号放水口モニタ室東側よう壁(ブロック積み)き裂 ⑤固体廃棄物貯蔵庫(第2 棟)周辺よう壁(ブロック積み)および道路のき裂 ⑥発電所東側点検ヤード舗装き裂 ⑦発電所東側海岸道路き裂	Ⅰ，Ⅳ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落
Ⅴ：使用済燃料ピットスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

原子力発電所における地震被害事例の要因整理

地震被害に関するＮＵＣＩＡ情報の検討内容					
No.	対象地震（発電所）	件　　名	号機	地震被害事象および発生要因の概要	地震被害発生要因
地震被害発生要因Ⅴ					※下線は要因Ⅴ相当箇所
142	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】Ｒ／Ｂ　３Ｆオペフロ全域水浸し	1号機	地震による使用済燃料プールのスロッシングによる溢水。	Ⅴ
143		【中越沖地震】Ｒ／Ｂ使用済燃料プール水飛散	2号機		
144		【中越沖地震】Ｒ／Ｂオペフロ床への使用済燃料プール水飛散	3号機		
145		【中越沖地震】Ｒ／Ｂ使用済燃料プール水散逸によるＲ／Ｂオペフロ水浸し・ＳＦＰ混濁不可視	4号機		
146		【中越沖地震】R/Bオペフロほぼ全域への使用済み燃料プール水飛散	5号機		
147		【中越沖地震】R/B（管理）オペフロほぼ全域への使用済燃料プール水飛散	6号機		
148		【中越沖地震】Ｒ／Ｂ４Ｆオペフロ全域水たまり有り	7号機		
149	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】R/B３階，中３階の非管理区域への放射能含む水の漏えい・海への放射能放出	6号機	地震による使用済燃料プールのスロッシングによる被害は以下のとおり。 ・原子炉建屋4 階オペレーティングフロア(管理区域)への溢水。 ・上記溢水が燃料交換機給電ボックスへ流入し，設計上の考慮不足あるいは施工不良による当該給電ボックス内電線貫通部のシール材の隙間を通り電線管へ流入。 ・当該電線管へ流入した水が原子炉建屋3 階(非管理区域)への滴下。 ・滴下した水が床面の排水口を通じて原子炉建屋地下1 階(非管理区域)の非放射性排水収集タンクに流入し排水ポンプにより海に放出。	Ⅴ，Ⅵ
150	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】１号機 使用済燃料プールの水位低による運転上制限の逸脱及び復帰	1号機	地震によるスロッシングにより溢水したことによる使用済燃料プールの水位低下。	Ⅴ
151	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】２号機 使用済燃料プールの水位低による運転上制限の逸脱及び復帰	2号機		
152	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】３号機 使用済燃料プールの水位低による運転上制限の逸脱及び復帰	3号機		
153	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】Ｒ／Ｂ２Ｆ南東壁（ＳＦＰ側）よりの水漏れ	7号機	地震による，原子炉建屋管理区域内2 階のエレベータ付近の壁面の鉄筋コンクリートの継ぎ目部に生じた微細なひびからの水のにじみ。	ⅢまたはⅤ
154	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】Ｒ／Ｂ３ＦＩＳＩ試験片室前壁からの水漏れ	7号機	地震による，原子炉建屋管理区域内3 階北側の床面コンクリート継ぎ目部からのわずかな水のしみ出し。	ⅢまたはⅤ
155	東北地方太平洋沖地震（東海第二）	【東日本大震災関連】東海第二発電所　使用済燃料プール水飛散	—	地震による使用済燃料プールのスロッシングにより，プール水が侵入して制御棒位置指示系信号コネクタ部が絶縁低下したことによる，制御棒位置指示表示の不良。	Ⅴ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落
Ⅴ：使用済燃料ピットスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

原子力発電所における地震被害事例の要因整理

地震被害に関するＮＵＣＩＡ情報の検討内容					
No.	対象地震（発電所）	件　名	号機	地震被害事象および発生要因の概要	地震被害発生要因
地震被害発生要因Ⅵ					※下線は要因Ⅵ相当箇所
156	宮城県沖（女川）	８・１６宮城地震による女川原子力発電所全プラント停止について	1号機 2号機 3号機	地震による安全上需要となる被害なし。以下の軽微な被害が発生。 ○女川1 号炉 ・主変圧器，起動用変圧器の避圧弁動作 ・サイトバンカ建屋プールに水銀灯落下 ○女川2 号炉 ・主変圧器，起動用変圧器，補助ボイラー変圧器(A)(B)の避圧弁動作 ○女川3 号炉 ・原子炉建屋内見学者用ギャラリー室のガラスひび ・主変圧器の避圧弁動作 ○その他構内 ・環境放射能測定センターの希硫酸(5%濃度)貯蔵施設が漏えい及び苛性ソーダの一部滴下 ・建屋エレベータ停止 ・排気筒航空障害等レンズカバー破損 ・構内道路アスファルトき裂・波打ち・段差発生	Ⅰ，Ⅲ，Ⅵ
157	能登半島沖（志賀）	能登半島地震観測データ波形記録の一部消失について	1号機	短時間に多くの余震を連続して収録したこと，及び地震観測用強度計の収録装置の容量が少なかったことから，一旦保存した本震記録等をサーバーに転送する前に，新たな余震記録により上書きされたもの。	Ⅵ
158	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】R/B３階，中３階の非管理区域への放射能含む水の漏えい・海への放射能放出	6号機	地震による使用済燃料プールのスロッシングによる被害は以下のとおり。 ・原子炉建屋4 階オペレーティングフロア(管理区域)への溢水。 ・上記溢水が燃料交換機給電ボックスへ流入し，設計上の考慮不足あるいは施工不良による当該給電ボックス内電線貫通部のシール部の隙間を通り電線管へ流入。 ・当該電線管へ流入した水が原子炉建屋3 階(非管理区域)へ滴下。 ・滴下した水が床面の排水口を通じて原子炉建屋地下1 階(非管理区域)の非放射性排水取集タンクに流入し，排水ポンプにより海へ放出。	Ⅴ，Ⅵ
159	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】低起動変圧器３ＳＢ「放圧装置動作」及び放圧装置油リーク	3号機	地震の揺れにより放圧装置が動作したことによる噴油。	Ⅵ
160	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】低起動変圧器６ＳＢ放圧装置油リークによる低起動変圧器６ＳＢ停止	6号機	地震の揺れにより放圧装置が動作したことによる噴油。	Ⅵ
161	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】Ｔ／Ｂ　ＲＦＰ－Ｔ主油タンク（Ｂ）タンク室床に油たまり	2号機	地震の影響によりRFP-T(B)油ブースターポンプの電源が喪失したことによる，RFP-T(B)油タンクのオーバーフロー。	Ⅵ
162	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】地震記録装置データ上書き	その他	短時間に多くの余震が連続して発生したこと等により，観測装置内に記録・保存されていた本震の記録等を転送する前に，新たな余震記録により本震記録が上書きされたもの。	Ⅵ
163	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】主排気筒の定期測定（１回／週）においてヨウ素及び粒子状放射性物質（クロム51，コバルト60）の検出について	7号機	地震スクラム後の原子炉の冷温停止操作が輻輳し，タービンランド蒸気排風機の手動停止操作が遅れたことによる，復水器内の放射性ヨウ素及び粒子状放射性物質の放出。	Ⅵ
164	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】６号機Ｒ／Ｂより海に放出された放射線量の評価・通報連絡の遅延	6号機	管理区域に隣接する非管理区域における放射性物質を含む水の漏えいのリスクを考慮した放射線管理プロセスが構築されておらず，原子炉建屋非放射性ストームドレンサンプの起動阻止が遅れたことによる，サンプに流入した放射能を含む水の放出等。	Ⅵ
165	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】７号原子炉ウェルライナーからの漏洩について	7号機	建設時に原子炉ウェルライナーの溶接余盛り部を平滑化するためにグラインダで除去していたため，残存板厚が薄くなっており，地震により残存板厚が薄くなっていた部分に過大な荷重がかかり貫通したことによる漏えい。	Ⅲ，Ⅵ
166	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】Ｒ／Ｂ　１Ｆ北西側二重扉電源喪失のため内外開放中	1号機	二重扉の電源である「MCC1SA-1-1」に漏えいした水がかかっていたため，当直員がMCC を停止させた等による，二重扉動作不能。	Ⅵ
167	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】R/Bオペフロ 原子炉ウェル内バルクヘッド上に赤靴を確認	1号機	使用済燃料プール及び原子炉ウェルから溢れた水による，ウェル開口部付近にあったC 靴の移動。	Ⅵ
168	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】「６号機の放射性物質の漏えいについて」における海に放出された放射能量の訂正について	6号機	放射能の測定結果を記録した帳票において記載された合計値がすべての放射性核種の湿度の合計値と誤解したことによる，海に放出された水の放射線量の計算の誤り。	Ⅵ
169	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】T/B Ｂ２Ｆ T/BHCWﾎﾟﾝﾌﾟ(B)・LPCP(A)～(C) 室雨水流入	1号機	タービン建屋～海水熱交換器建屋・補助ボイラ建屋・ランドリー建屋・ランドリー建屋ダクトで発生した漏水が近傍のファンネルへ大量に流入し，目詰まりを起こして高電導度廃液サンプに流入したことによるサンプからの溢水。	Ⅵ
170	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】Ｔ／ＢＴ／ＢＢ１Ｆ（管）南側壁上部５ｍ（ヤードＨＴｒ奥ノンセグ室）より雨水流入	3号機	タービン建屋に隣接したピットに水がたまり，電線管貫通部を通ってタービン建屋内に流入。	Ⅵ
171	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】５号機 燃料取替機荷重異常発生に伴う自動除外	5号機	燃料交換機の不適切な設定座標により，燃料集合体の下部先端が燃料支持金具の外側に乗り上げた状態であったため，地震により燃料集合体が燃料支持金具からさらに外れたことによるもの。	Ⅵ
172	中越沖（柏崎）	【中越沖地震】３号機原子炉圧力容器遮へい体の地震による移動について	3号機	・スライド式遮へい体が正規位置に取り付けられておらず，地震により移動して接触したことによる，RPV 水位計装配管の保温材の変形。 ・スライド式遮へい体のストッパーが取り付けられておらず，地震によりスライド式遮へい体が移動して遮へいブロックが崩れたことによる，遮へいブロックのRPV 水位計装配管への接触。	Ⅲ，Ⅵ
173	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】廃棄物減容処理建屋「復水バッチタンク水位高高」警報点灯	2号機	地震により復水バッチタンク水位が変動し，補給水系統からタンクへの自動補給が行われたことにより水位が上昇したことによる水位高高警報の発信。	Ⅵ
174	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】原子炉建屋３階（放射線管理区域内）燃料プール冷却浄化系ポンプ室の放射線モニタ指示の上昇	2号機	地震の揺れにより，燃料集合体表面の放射性物質を含んだ鉄錆び等が燃料プールに遊離したことによる，燃料プール水の放射能の上昇。	Ⅵ
175	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】非常用ディーゼル発電機の排気消音器の吸音材カバー固定金具の外れおよび台座シール材の劣化	3号機	屋外の塩害環境による固定金具の腐食と地震の揺れによる影響による，非常用ディーゼル発電機(A)排気消音器の吸音材カバー固定金具の一部外れ，及び非常用ディーゼル発電機(B)の排気消音器台座シール材の劣化。	Ⅲ，Ⅵ
176	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】非常用ディーゼル発電機(A)排気消音器の吸音材カバー固定金具等の外れ	4号機	屋外の塩害環境による固定金具の腐食と地震の揺れによる影響による，非常用ディーゼル発電機(A)排気消音器の吸音材カバー固定金具の一部外れ，及び一部カバーずれ。	Ⅲ，Ⅵ
177	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】補助変圧器過電流トリップ	5号機	地震の振動でトリップ接点が接触したことによる保護継電器の誤作動。	Ⅵ
178	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】制御棒駆動機構モータ制御ユニットの故障警報点灯について	5号機	上記，補助変圧器過電流トリップ事象により，制御棒駆動機構モータ制御装置が一時停止したことによる警報発信。	Ⅵ
179	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】原子炉建屋管理区域区分の変更	5号機	地震の揺れで原子炉建屋5 階オペフロ高所に蓄積していた放射性物質が落下し，原子炉建屋全体に拡散したことによる，燃料交換エリア床面の放射性物質密度上昇に伴う放射線管理区分の変更。	Ⅵ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落
Ⅴ：使用済燃料ピットスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

原子力発電所における地震被害事例の要因整理

地震被害に関するＮＵＣＩＡ情報の検討内容					
No.	対象地震（発電所）	件　　名	号機	地震被害事象および発生要因の概要	地震被害発生要因
180	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】計測制御系定電圧定周波数電源装置のインバーター過電流による電源切替（通常→予備）	5号機	地震により4，5 号炉が原子炉スクラムした瞬間の発電機出力低下を5 号炉の系統安定化装置が検知し，発電機電圧を上昇させた際の過渡的な電圧上昇及び過電流による，計測制御系定電圧定周波数電源装置の電源切替。	Ⅵ
181	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】原子炉建屋5階（放射線管理区域内）燃料交換エリア換気放射線モニタ指示の一時的な上昇	5号機	地震の揺れにより，燃料集合体表面の放射性物質を含んだ鉄錆び等が燃料プール水に遊離したことによる，プール表面からの放射線線量率の上昇。	Ⅵ
182	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】燃料プール水の放射能の上昇	5号機		Ⅵ
183	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】原子炉建屋3階（放射線管理区域内）燃料プール冷却浄化系ポンプ室の放射線モニタ指示の上昇	5号機		Ⅵ
184	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】非常用ガス処理系(B)放射線モニタ下限点灯	5号機	地震の振動による補助変圧器トリップに伴う，電圧の一時的な低下によるモニタ指示値の一時的な低下。	Ⅵ
185	駿河湾（浜岡）	【駿河湾の地震】非常用ディーゼル発電機(B)排気消音器の吸音材カバー固定金具等の外れ	5号機	屋外の塩害環境による固定金具の腐食と地震の揺れによる影響による，非常用ディーゼル発電機(B)排気消音器の吸音材カバー固定金具の一部外れ，及び一部カバーのずれ。	Ⅲ，Ⅵ
186	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】屋外重油タンクの倒壊	1号機	津波の影響による，補助ボイラー用重油タンクの倒壊，重油移送ポンプの浸水及び油輸送管の損傷。	Ⅵ
187	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】原子炉補機冷却水系熱交換器（Ｂ）室，高圧炉心スプレイ補機冷却水系熱交換器室および海水ポンプ室への浸水	2号機	津波の影響による，原子炉建屋地下3 階の非管理区域のRCW 熱交換器(A)(B)室，HPCW 熱交換器室，エレベータエリアにアクセスする階段室及び海水ポンプ室への海水の流入，RCW ポンプ(B)，(D)及びHPCW ポンプの浸水。	Ⅵ
188	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】１，2，3号機放水口モニターの津波による浸水および破損	1号機 2号機 3号機	津波による，放水口モニターの測定・データ伝送設備の水没・破損。	Ⅵ
189	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】当社モニタリングステーション（４局）の停電および伝送回線停止に伴う欠測	その他	地震・津波の影響により，牡鹿半島周辺の配電設備および伝送回線が損壊したことによる全局欠測。	Ⅲ，Ⅵ
190	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】海水温度モニタリング装置の津波による破損に伴う全局欠測	その他	津波により，海水温度モニタリング装置のデータ伝送設備が冠水し破損したことによる全局欠測。	Ⅵ
191	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】母連しゃ断器の制御電源喪失	1号機	地震により火災が発生した高圧電源盤の制御電源回路の溶損による地絡及び短絡の影響により，母連しゃ断器用制御電源回路の電圧が変動したことによる，リレーの動作及び「制御電源喪失」警報発信。	Ⅵ
192	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】変圧器避圧弁の油面変動に伴う動作	1号機	地震の揺れにより，主変圧器，起動用変圧器及び所内用変圧器内の絶縁油の油面が変動して内部圧力が上昇したことによる，避圧弁の動作。	Ⅵ
193	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】燃料取替エリア放射線モニタ（Ａ）記録計の指示不良	3号機	指示不良による，燃料取替エリア放射線モニタ(A)記録計の指示値の一時的な変動。	Ⅵ
194	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】変圧器避圧弁の油面変動に伴う動作	3号機	地震の揺れにより，主変圧器及び所内変圧器内の絶縁油の油面が変動して内部圧力が上昇したことによる，避圧弁の動作。	Ⅵ
195	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】１２５Ｖ直流主母線盤の地絡（計２件発見）	1号機	火災により配線が地絡したことによる，125V 直流分電盤の地絡警報発信。	Ⅵ
196	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】１２５Ｖ直流主母線盤の地絡（計４件発見）	3号機	津波により，除塵装置制御盤が水没して地絡したことによる，125V 直流電源設備の地絡警報発信。	Ⅵ
197	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】ほう酸水貯蔵タンク水位指示回路不良	1号機	火災による高圧電源盤の地絡電流により，電源フューズが断線して電源がなくなったことによる，ほう酸水貯蔵タンク水位指示計のスケールダウン。	Ⅵ
198	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】変圧器避圧弁の油面変動に伴う動作（計７件発見）	2号機	地震の揺れにより，主変圧器，起動変圧器，所内変圧器及び補助ボイラー用変圧器内の絶縁油の油面が変動して内部圧力が上昇したことによる，避圧弁の動作。	Ⅵ
199	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】１２５Ｖ直流主母線盤の地絡	2号機	津波により，原子炉補機冷却系/原子炉補機冷却海水系(B)制御回路の電動弁，非放射性ドレン移送系のサンプポンプ操作箱，及び除塵装置制御盤が水没して地絡したことによる，125V 直流電源設備の地絡警報発信。	Ⅵ
200	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】非常用ディーゼル発電機（Ａ）界磁回路の損傷	1号機	火災により，同期検出継電器と接続している制御ケーブルが溶損して地絡し，地絡に伴いDG(A)しゃ断器が自動投入されたため界磁過電圧が生じたことによる，バリスタの損傷，断線及びダイオードの短絡。	Ⅵ
201	東北地方太平洋沖地震（女川）	【東日本大震災関連】高圧炉心スプレイ系圧力抑制室吸込弁 自動での全開動作不能	3号機	地震により，高圧炉心スプレイ系圧力抑制室吸込弁の開閉指示を行うスイッチ等が誤作動したことによる自動での全開動作不能。	Ⅵ
202	東北地方太平洋沖地震（東海第二）	【東日本大震災関連】非常用ディーゼル発電機２Ｃ用海水ポンプの自動停止について	—	波により，非常用ディーゼル発電機2C 用海水ポンプ電動機が水没したことによる，当該海水ポンプの自動停止。	Ⅵ
203	東北地方太平洋沖地震（東海第二）	【東日本大震災関連】１２５Ｖ蓄電池２Ｂ室における溢水について	—	実験室サンプ(管理区域内)と125V 蓄電池2B 室(非管理区域内)のドレンファンネルを接続する配管が存在していたこと，及び当該ファンネルに高低差がなく逆流防止処置が講じられていなかったことにより，当該サンプ水が当該ファンネルへ流入したことによる，125V 蓄電池2B 室における溢水。	Ⅵ
204	東北地方太平洋沖地震（東海第二）	【東日本大震災関連】東海第二発電所 固体廃棄物貯蔵用サイトバンカプール水飛散	—	地震による，廃棄物処理建屋固体廃棄物貯蔵用サイトバンカプールの溢水。	Ⅵ
205	東北地方太平洋沖地震（東海第二）	【東日本大震災関連】D/W床及び機器ドレンサンプレベルスイッチの地絡	—	流入水による，床ドレン及び機器ドレンサンプレベルスイッチが被水したことによる，当該サンプレベルスイッチ回路の地絡。	Ⅵ
206	東北地方太平洋沖地震（東海第二）	【東日本大震災関連】T/B機器ドレンサンプBからの水漏れ	—	サンプ電源喪失中における，電動機駆動原子炉給水ポンプシール水の流入による，タービン建屋機器ドレンサンプ(B)からの水漏れ。	Ⅵ
207	東北地方太平洋沖地震（東海第二）	【東日本大震災関連】主変圧器，起動変圧器（２A，２B)放圧管からの絶縁油漏えい	—	地震動により，主変圧器及び起動変圧器(2A，2B)内の絶縁油の油面が変動して放圧板に漏れが生じたことによる，放圧管からの絶縁油の漏えい。	Ⅵ
208	東北地方太平洋沖地震（東海第二）	【東日本大震災関連】津波による屋外機器の被水（安重設備以外）	—	津波による，CWP 潤滑水ポンプ等の屋外機器の被水。	Ⅵ
209	東北地方太平洋沖地震（東海第二）	【東日本大震災関連】津波による取水口電気室建屋の損傷	—	地震・津波による，取水口電気室の建具(窓，シャッター)の割れ・歪み。	Ⅲ，Ⅵ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落
Ⅴ：使用済燃料ピットスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

東海第二発電所における地震被害事例の要因整理

No.	件　　名	地震被害事象および発生要因の概要	地震被害発生要因
地震被害発生要因Ⅰ			
1	154kV開閉所 消火系配管架台ずれ	154kV開閉所 消火系配管架台ずれ エリア：屋外，海回り他	Ⅰ
2	R/Wセメントドラム搬出入口建屋沈下	廃棄物処理施設セメントドラム搬出入口建屋沈下 エリア：屋外，海回り他	Ⅰ
3	H2メーキャップ室建屋沈下	窒素供給建屋沈下 エリア：屋外，海回り他	Ⅰ
4	主変圧器廻り通路地盤沈下	主変圧器廻り通路地盤沈下 エリア：屋外，海回り他	Ⅰ
5	検潮小屋沈下	検潮小屋沈下 エリア：屋外，海回り他	Ⅰ
6	ASWカルバート沈下	補助海水系カルバート沈下 エリア：屋外，海回り他	Ⅰ
7	周辺防護区域内地盤沈下による建屋廻り段差、陥没	周辺防護区域内地盤沈下による建屋廻り段差、陥没 エリア：屋外，海回り他	Ⅰ
8	CWP基礎及び仕切り壁基礎下部の地盤沈下	CWP基礎及び仕切り壁基礎下部の地盤沈下 エリア：屋外，海回り他	Ⅰ
9	水処理　混合用空気貯槽　基礎部ずれ	水処理　混合用空気貯槽　基礎部ずれ エリア：屋外，海回り他	Ⅰ
10	残留熱除去海水系放出配管(Ａ系)芯ズレについて	残留熱除去海水系放出配管(Ａ系)芯ズレについて エリア：屋外，海回り他	Ⅰ
11	循環水配管下地盤沈下	循環水配管下地盤沈下 エリア：屋外	Ⅰ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落
Ⅴ：使用済燃料ピットスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

No.	件　　名	地震被害事象および発生要因の概要	地震被害 発生要因
地震被害発生要因Ⅱ			
12	R/W・増強R/W連絡通路（１Ｆ、２Ｆ）接続部亀裂	R/W・増強R/W連絡通路（１Ｆ、２Ｆ）接続部亀裂 エリア：廃棄物処理増強建屋	Ⅱ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落
Ⅴ：使用済燃料ピットスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

No.	件　名	地震被害事象および発生要因の概要	地震被害発生要因
地震被害発生要因Ⅲ			
13	ほう酸水貯蔵タンク水位計オーバースケール	ほう酸水貯蔵タンク水位計オーバースケール エリア：原子炉建屋	Ⅲ
14	H13-P601 ポストアクシデントレコーダB 指示不良	H13-P601 ポストアクシデントレコーダB 指示不良 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
15	制御棒54-43及び58-43位置指示不良	制御棒54-43及び58-43位置指示不良 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
16	R/B 6F 燃交台車制御室 窓ガラス一部破損	R/B 6F 燃交台車制御室 窓ガラス一部破損 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
17	R/B 2F 格納容器機器ハッチ留め金具破損	R/B 2F 格納容器機器ハッチ留め金具破損 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
18	現場照明器具かさ落下	現場照明器具かさ落下 エリア：原子炉建屋，タービン建屋	Ⅲ
19	R/B B1F計装用空気入口配管RASH007フランジ部微少リーク	R/B B1F計装用空気入口配管RASH007フランジ部微少リーク エリア：原子炉建屋	Ⅲ
20	CAMS(B)昇圧ポンプ異音	CAMS(B)昇圧ポンプ異音 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
21	T/B 3F OPERATING FLOOR壁面亀裂及び鉄板部歪み	T/B 3F OPERATING FLOOR壁面亀裂及び鉄板部歪み エリア：タービン建屋	Ⅲ
22	増強R/W雑固体減容処理設備　苛性ソーダポンプA　苛性ソーダ微少リーク(結晶)	増強R/W雑固体減容処理設備　苛性ソーダポンプA　苛性ソーダ微少リーク(結晶) エリア：廃棄物処理増強建屋	Ⅲ
23	T/B 3F C/S送風機室内壁面ブロック落下	T/B 3F C/S送風機室内壁面ブロック落下 エリア：タービン建屋	Ⅲ
24	制御棒50-47位置指示不良	制御棒50-47位置指示不良 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
25	MCRバイパスフィルタファン E2-14B起動不調	MCRバイパスフィルタファン E2-14B起動不調 エリア：タービン建屋	Ⅲ
26	ASWストレーナA差圧計指示不良	ASWストレーナA差圧計指示不良 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
27	MCR H13-P602「D/W FD SUMP LEVEL HIGH」警報回路地絡	MCR H13-P602「D/W FD SUMP LEVEL HIGH」警報回路地絡 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
28	原子炉建屋大物搬入口扉(外側)ゆがみ	原子炉建屋大物搬入口扉(外側)ゆがみ エリア：原子炉建屋	Ⅲ
29	R/W　FDSaT・DISTSaT室東側壁雨水浸入	R/W　FDSaT・DISTSaT室東側壁雨水浸入 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
30	T/B 1F MD RFP(B)付近 東側壁面からの雨漏れ	T/B 1F MD RFP(B)付近 東側壁面からの雨漏れ エリア：タービン建屋	Ⅲ
31	オフガスプレヒータ(A)入口弁６－２３Ｖ５電磁弁連続排気	オフガスプレヒータ(A)入口弁６－２３Ｖ５電磁弁連続排気 エリア：タービン建屋	Ⅲ
32	MCR H13-P601 ドライウェル真空破壊弁２－２６Ｖ－４１表示灯両点	MCR H13-P601 ドライウェル真空破壊弁２－２６Ｖ－４１表示灯両点 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
33	MCR H13-P602「FUEL　POOL　LEVEL　HI／LO」警報用レベルスイッチ不良	MCR H13-P602「FUEL　POOL　LEVEL　HI／LO」警報用レベルスイッチ不良 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
34	R/B 3F RPV SKIN TEMP記録計(B22-R006) 打点4 指示不良	R/B 3F RPV SKIN TEMP記録計(B22-R006) 打点4 指示不良 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
35	CRD ドライブフィルタＡベント・ドレンラインユニオン継ぎ手部リーク	CRD ドライブフィルタＡベント・ドレンラインユニオン継ぎ手部リーク エリア：原子炉建屋	Ⅲ
36	Ｌ／Ｂ NO.3オイルサービスタンク出口配管ユニオン部リーク	Ｌ／Ｂ NO.3オイルサービスタンク出口配管ユニオン部リーク エリア：タービン建屋	Ⅲ
37	DG 2C SEA WATER PUMPトリップ	DG 2C SEA WATER PUMPトリップ エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
38	プロセス計算機　タービンＮｏ．10軸受温度指示不調	プロセス計算機　タービンＮｏ．10軸受温度指示不調 エリア：タービン建屋	Ⅲ
39	水処理 NO.2活性炭ろ過器洗浄水出口配管リーク	水処理 NO.2活性炭ろ過器洗浄水出口配管リーク エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
40	構内消火設備（屋外）からの漏えい	構内消火設備（屋外）からの漏えい エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
41	東北関東大震災による保管鉄箱の転倒、落下	東北関東大震災による保管鉄箱の転倒、落下 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
42	ＳＦＰ小ゲート取付けボルト不良	ＳＦＰ小ゲート取付けボルト不良 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
43	MCR CP-3「IA PRESS LOW」警報発報	MCR CP-3「IA PRESS LOW」警報発報 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
44	MCR CP-31「O/G CONDENSER A DISCH TEMP HIGH」警報発報	MCR CP-31「O/G CONDENSER A DISCH TEMP HIGH」警報発報 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
45	主復水器(B)エキスパンションジョイントシール漏洩	主復水器(B)エキスパンションジョイントシール漏洩 エリア：タービン建屋	Ⅲ
46	屋外発電機機内ガス系配管曲がり	屋外発電機機内ガス系配管曲がり エリア：屋外，海回り他	Ⅲ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落
Ⅴ：使用済燃料ピットスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

No.	件　名	地震被害事象および発生要因の概要	地震被害発生要因
47	増強R/W減容固化系循環ポンプＢ起動不可	増強R/W減容固化系循環ポンプＢ起動不可 エリア：廃棄物処理増強建屋	Ⅲ
48	T/B 北側壁面雨水配管接続部不良	T/B 北側壁面雨水配管接続部不良 エリア：タービン建屋	Ⅲ
49	主変圧器及び起動用変圧器放圧管からの漏油について	主変圧器及び起動用変圧器放圧管からの漏油について エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
50	主変圧器消火系ノズル破損	主変圧器消火系ノズル破損 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
51	主変圧器作業用電源電線管外れ	主変圧器作業用電源電線管外れ エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
52	構内一般焼却炉用電源の停止	構内一般焼却炉用電源の停止 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
53	チェックポイント建屋1階天井からの水滴落下	チェックポイント建屋1階天井からの水滴落下 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
54	東日本大震災によるランドリーボイラー不具合	東日本大震災によるランドリーボイラー不具合 エリア：サービス建屋	Ⅲ
55	Ｌ／Ｂオイルサービスタンク　ベント管からの漏えい	Ｌ／Ｂオイルサービスタンク　ベント管からの漏えい エリア：サービス建屋	Ⅲ
56	T/B機器ドレンサンプＢ漏洩	T/B機器ドレンサンプＢ漏洩 エリア：タービン建屋	Ⅲ
57	T/B 1F 電動駆動原子炉給水ポンプ(A)及び(B)シール部蒸気漏洩	T/B 1F 電動駆動原子炉給水ポンプ(A)及び(B)シール部蒸気漏洩 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
58	HCU 50-47　スクラム弁（126）グランド部微少漏えい	HCU 50-47　スクラム弁（126）グランド部微少漏えい エリア：原子炉建屋	Ⅲ
59	オフガスリコンバイナA出口弁(AO-4-23V30)表示不良	オフガスリコンバイナA出口弁(AO-4-23V30)表示不良 エリア：タービン建屋	Ⅲ
60	増強R/W雑固体減容処理設備アンモニア噴霧ノズル供給弁からの滴下	増強R/W雑固体減容処理設備アンモニア噴霧ノズル供給弁からの滴下 エリア：廃棄物処理増強建屋	Ⅲ
61	R/B3F HCUスクラム弁１２６（加圧、流入側）グランド微少リーク	R/B3F HCUスクラム弁１２６（加圧、流入側）グランド微少リーク エリア：原子炉建屋	Ⅲ
62	Ｔ／Ｂ ＳＤ ＳＵＭＰ Ａ ＬＥＶＥＬ ＨＩ－ＨＩ警報発報	Ｔ／Ｂ ＳＤ ＳＵＭＰ Ａ ＬＥＶＥＬ ＨＩ－ＨＩ警報発報 エリア：タービン建屋	Ⅲ
63	屋外モルタル建屋 モルタル混和剤ポット吊ワイヤー切損	屋外モルタル建屋 モルタル混和剤ポット吊ワイヤー切損 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
64	R/W　2F　SRVアクチュエータ転倒	R/W　2F　SRVアクチュエータ転倒 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
65	増強R/W　B2F　減容固化体移送装置室入口遮蔽扉倒れ	増強R/W　B2F　減容固化体移送装置室入口遮蔽扉倒れ エリア：廃棄物処理増強建屋	Ⅲ
66	増強R/W　建屋排気系フィルタユニットＱ上部換気ロルーバー脱落	増強R/W　建屋排気系フィルタユニットＱ上部換気ロルーバー脱落 エリア：廃棄物処理増強建屋	Ⅲ
67	SGTS HI-RANGE MON RAD HI（A系）警報発報	SGTS HI-RANGE MON RAD HI（A系）警報発報 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
68	R/B 3F HCU 50-43 ｽｸﾗﾑ弁126（加圧、流入側）ｸﾞﾗﾝﾄﾞ部ﾘｰｸ	R/B 3F HCU 50-43 ｽｸﾗﾑ弁126（加圧、流入側）ｸﾞﾗﾝﾄﾞ部ﾘｰｸ エリア：原子炉建屋	Ⅲ
69	T/B 1F 及び B1F床面・壁面亀裂	T/B 1F 及び B1F床面・壁面亀裂 エリア：タービン建屋	Ⅲ
70	水処理前処理装置配管及びモノスコアフィルター底部からの漏えい	水処理前処理装置配管及びモノスコアフィルター底部からの漏えい エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
71	プロセスコンピュータ ANNタイバ印字不良	プロセスコンピュータ ANNタイバ印字不良 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
72	水処理　ポンプ及びタンク等の基礎コンクリートひび割れ	水処理　ポンプ及びタンク等の基礎コンクリートひび割れ エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
73	水処理純水貯蔵タンク基礎防水加工部剥離	水処理純水貯蔵タンク基礎防水加工部剥離 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
74	水処理排水処理系第一PH調整槽PAC注入ライン配管サポート部損傷	水処理排水処理系第一PH調整槽PAC注入ライン配管サポート部損傷 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
75	水処理排水処理装置第一及び第二PH調整槽入口配管等破損	水処理排水処理装置第一及び第二PH調整槽入口配管等破損 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
76	屋外 発電機ガスボンベ庫前エリア配管サポート部等損傷	屋外 発電機ガスボンベ庫前エリア配管サポート部等損傷 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
77	O2注入系ボンベ室壁面破損	O2注入系ボンベ室壁面破損 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
78	水処理原水タンク基礎防水加工部ひび	水処理原水タンク基礎防水加工部ひび エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
79	取水口潮位計カメラ動作不良	取水口潮位計カメラ動作不良 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
80	使用済燃料乾式貯蔵建屋 電気室カメラ動作不良	使用済燃料乾式貯蔵建屋 電気室カメラ動作不良 エリア：使用済燃料乾式貯蔵建屋	Ⅲ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落
Ⅴ：使用済燃料ピットスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

No.	件　　名	地震被害事象および発生要因の概要	地震被害発生要因
81	CP-33 取水、放水温度記録計指示不良	CP-33 取水、放水温度記録計指示不良 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
82	水素酸素発生装置電気品室　壁面剥離	水素酸素発生装置電気品室　壁面剥離 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
83	屋外第二電気室 壁面亀裂・破損	屋外第二電気室 壁面亀裂・破損 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
84	増強R/W　雑固体減容処理設備投入容器自動倉庫内容器位置不良	増強R/W　雑固体減容処理設備投入容器自動倉庫内容器位置不良 エリア：廃棄物処理増強建屋	Ⅲ
85	プロセス計算機　RHRポンプA吐出圧力確立指示不良	プロセス計算機　RHRポンプA吐出圧力確立指示不良 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
86	154kV開閉所入口フェンスずれ	154kV開閉所入口フェンスずれ エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
87	放水ロモニタ室入口扉キーシリンダ不調	放水ロモニタ室入口扉キーシリンダ不調 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
88	SRNM ch.D指示変動	SRNM ch.D指示変動 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
89	東海第二発電所　排気筒弾塑性ダンパの変形について	東海第二発電所　排気筒弾塑性ダンパの変形について エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
90	CRD46-15フランジ部より滴下	CRD46-15フランジ部より滴下 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
91	サービス建屋3階 A階段室床面亀裂	サービス建屋3階 A階段室床面亀裂 エリア：サービス建屋	Ⅲ
92	サービス給湯系統　W-V10上流側配管ピンホール	サービス給湯系統　W-V10上流側配管ピンホール エリア：サービス建屋	Ⅲ
93	放水ロモニタ室行き飲料水配管微少リーク	放水ロモニタ室行き飲料水配管微少リーク エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
94	水処理ＮＯ．１ＭＢ－Ｐ塔空気抜き配管破断	水処理ＮＯ．１ＭＢ－Ｐ塔空気抜き配管破断 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
95	原子炉隔離時冷却系テストバイパス弁開動作不良	原子炉隔離時冷却系テストバイパス弁開動作不良 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
96	S/B 3F MCR控室流し台排水配管接続部微少リーク	S/B 3F MCR控室流し台排水配管接続部微少リーク エリア：サービス建屋	Ⅲ
97	T/B B1F ヒータールーム照明器具かさ落下	T/B B1F ヒータールーム照明器具かさ落下 エリア：タービン建屋	Ⅲ
98	R/W 1F O/Gヘパフィルター出口配管貫通部微少リーク	R/W 1F O/Gヘパフィルター出口配管貫通部微少リーク エリア：原子炉建屋	Ⅲ
99	東北地方太平洋沖地震の影響に伴うＰＣＶ内機器保温材外れの件	東北地方太平洋沖地震の影響に伴うＰＣＶ内機器保温材外れの件 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
100	増強R/W 4F 主排気系排風機室内　蛍光灯架台ｼｬﾌﾄ外れ	増強R/W 4F 主排気系排風機室内　蛍光灯架台ｼｬﾌﾄ外れ エリア：廃棄物処理増強建屋	Ⅲ
101	MCR視聴覚室間口床面破損	MCR視聴覚室間口床面破損 エリア：サービス建屋	Ⅲ
102	NR/W主排気系ダンパNR31-ID010シート不良	NR/W主排気系ダンパNR31-ID010シート不良 エリア：廃棄物処理増強建屋	Ⅲ
103	T/B １F ヒータールーム 湿分分離器（B）サポート折損	T/B １F ヒータールーム 湿分分離器（B）サポート折損 エリア：タービン建屋	Ⅲ
104	MCR CP-3「ASW PUMP DISCH HDR PRESS LOW」警報発報	MCR CP-3「ASW PUMP DISCH HDR PRESS LOW」警報発報 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
105	D/G HPCSｽﾄｰﾑﾄﾞﾚﾝｻﾝﾌﾟﾋﾟｯﾄ堰境界部からの水漏れについて	D/G HPCSｽﾄｰﾑﾄﾞﾚﾝｻﾝﾌﾟﾋﾟｯﾄ堰境界部からの水漏れについて エリア：原子炉建屋	Ⅲ
106	メインスタック南側外灯ガラス部破損	メインスタック南側外灯ガラス部破損 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
107	ICOS WALL建屋（西側）北東外壁基礎部コンクリート剥離	ICOS WALL建屋（西側）北東外壁基礎部コンクリート剥離 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
108	屋内開閉所遮風壁ひび割れ	屋内開閉所遮風壁ひび割れ エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
109	取水口構造物損傷	取水口構造物損傷 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
110	取水口電気室建屋損傷	取水口電気室建屋損傷 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
111	ドラムヤードＢ棟２階アクセススロープ段差	ドラムヤードＢ棟２階アクセススロープ段差 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
112	増強R/W雑固体減容処理設備　苛性ソーダポンプＡ　苛性ソーダ微少リーク	増強R/W雑固体減容処理設備　苛性ソーダポンプＡ　苛性ソーダ微少リーク エリア：廃棄物処理増強建屋	Ⅲ
113	T/B オペフロ天井照明かさ破損	T/B オペフロ天井照明かさ破損 エリア：タービン建屋	Ⅲ
114	Ex,HFG油切り損傷の件	Ex,HFG油切り損傷の件 エリア：タービン建屋	Ⅲ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落
Ⅴ：使用済燃料ピットスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

No.	件　　名	地震被害事象および発生要因の概要	地震被害 発生要因
115	給水処理建屋鉄骨筋交い破断	給水処理建屋鉄骨筋交い破断 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
116	監視計器（位相角検出器）損傷の件	監視計器（位相角検出器）損傷の件 エリア：タービン建屋	Ⅲ
117	制御棒42-47動作不良	制御棒42-47動作不良 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
118	制御棒26-47引抜き動作不可	制御棒26-47引抜き動作不可 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
119	低圧A・Cロータ　動翼損傷の件	低圧A・Cロータ　動翼損傷の件 エリア：タービン建屋	Ⅲ
120	タービン電気室入口扉前ページング・構内電話収納ボックス歪み	タービン電気室入口扉前ページング・構内電話収納ボックス歪み エリア：タービン建屋	Ⅲ
121	監視計器（スラスト摩耗検出器）摺動痕の件	監視計器（スラスト摩耗検出器）摺動痕の件 エリア：タービン建屋	Ⅲ
122	油切り（＃２　ＧＥＮ・＃Ｔ－Ｇ間　ＴＢ・ＧＥＮ側）	油切り（＃２　ＧＥＮ・＃Ｔ－Ｇ間　ＴＢ・ＧＥＮ側） エリア：タービン建屋	Ⅲ
123	非常用変電所２号配電盤変圧器　巻線支持材ズレ	非常用変電所２号配電盤変圧器　巻線支持材ズレ エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
124	防波堤埋設ケーブルの断線	防波堤埋設ケーブルの断線 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
125	R/B建屋周りの湧水上昇	R/B建屋周りの湧水上昇 エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
126	PLRポンプ用（B)電動機上部ブラケット機内側油切り寸法外れ	PLRポンプ用（B)電動機上部ブラケット機内側油切り寸法外れ エリア：原子炉建屋	Ⅲ
127	H/B プロパンボンベ室歪み	H/B プロパンボンベ室歪み エリア：屋外，海回り他	Ⅲ
128	原子炉建屋 1F大物搬入口内西側壁雨水侵入	原子炉建屋 1F大物搬入口内西側壁雨水侵入 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
129	増強R/W建屋屋上外灯取付部劣化	増強R/W建屋屋上外灯取付部劣化 エリア：廃棄物処理増強建屋	Ⅲ
130	主タービンISV廻りLVDT鉄芯曲がりの件	主タービンISV廻りLVDT鉄芯曲がりの件 エリア：タービン建屋	Ⅲ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落
Ⅴ：使用済燃料ピットスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

No.	件　　名	地震被害事象および発生要因の概要	地震被害発生要因
地震被害発生要因Ⅳ			
－	該当なし		

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷　Ⅱ：建物間の相対変位による損傷　Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等　Ⅳ：周辺斜面の崩落
Ⅴ：使用済燃料ピットスロッシングによる溢水　Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

No.	件　　名	地震被害事象および発生要因の概要	地震被害 発生要因
地震被害発生要因Ⅴ			
131	R／B　6F　使用済燃料プールスロッシングによる溢水	R／B　6F　使用済燃料プールスロッシングによる溢水 エリア：原子炉建屋	V
132	増強R/W 2F ｻｲﾄﾊﾞﾝｶﾌﾟｰﾙｽﾛｯｼﾝｸﾞによる溢水	増強R/W 2F ｻｲﾄﾊﾞﾝｶﾌﾟｰﾙｽﾛｯｼﾝｸﾞによる溢水 エリア：廃棄物処理増強建屋	V
133	電気ﾍﾟﾈﾄﾚｰｼｮﾝX-104A他被水	電気ﾍﾟﾈﾄﾚｰｼｮﾝX-104A他被水 エリア：原子炉建屋	V

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷　Ⅱ：建物間の相対変位による損傷　Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等　Ⅳ：周辺斜面の崩落
Ⅴ：使用済燃料ピットスロッシングによる溢水　Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

No.	件　　名	地震被害事象および発生要因の概要	地震被害 発生要因
地震被害発生要因VI			
134	MCR　H13-P603　「LPRM　UPSCALE」警報発報	MCR　H13-P603　「LPRM　UPSCALE」警報発報 エリア：原子炉建屋	VI
135	１２５Ｖ蓄電池２Ｂ室ドレンファンネル逆流	１２５Ｖ蓄電池２Ｂ室ドレンファンネル逆流 エリア：原子炉建屋	VI
136	取水口除塵装置海水被水	取水口除塵装置海水被水 エリア：屋外，海回り他	VI
137	海水電解装置海水被水	海水電解装置海水被水 エリア：屋外，海回り他	VI
138	ＣＷＰ潤滑水ポンプＡ，Ｂ海水被水	ＣＷＰ潤滑水ポンプＡ，Ｂ海水被水 エリア：屋外，海回り他	VI
139	取水口薬液注入装置海水被水	取水口薬液注入装置海水被水 エリア：屋外，海回り他	VI
140	取水口潮位計設備海水被水	取水口潮位計設備海水被水 エリア：屋外，海回り他	VI
141	取水口電気室　P/C 2B-4被水	取水口電気室　P/C 2B-4被水 エリア：屋外，海回り他	VI
142	取水口エリア　海水系電動機　水没	取水口エリア　海水系電動機　水没 エリア：屋外，海回り他	VI
143	T/B B1F給水加熱器ドレンポンプ室床面水溜り	T/B B1F給水加熱器ドレンポンプ室床面水溜り エリア：タービン建屋	VI
144	T/B B1F低圧復水ポンプ室バレル内水溜り	T/B B1F低圧復水ポンプ室バレル内水溜り エリア：タービン建屋	VI
145	MCR H13-P602「D/W ED SUMP LEVEL HIGH」警報回路地絡	MCR H13-P602「D/W ED SUMP LEVEL HIGH」警報回路地絡 エリア：原子炉建屋	VI
146	放水口モニタ室被水	放水口モニタ室被水 エリア：屋外，海回り他	VI
147	取水口設備被水	取水口設備被水 エリア：屋外，海回り他	VI
148	増強R/W床ドレンサンプ溢水	増強R/W床ドレンサンプ溢水 エリア：廃棄物処理増強建屋	VI
149	PCV内サンプ設備浸水事象について	PCV内サンプ設備浸水事象について エリア：原子炉建屋	VI
150	増強R/W 減容固化容器移送装置制御盤 シーケンスコントローラ異常警報発報	増強R/W 減容固化容器移送装置制御盤 シーケンスコントローラ異常警報発報 エリア：廃棄物処理増強建屋	VI
151	スクリーン設備不具合について	スクリーン設備不具合について エリア：屋外，海回り他	VI
152	R/B大物搬入口庇歪み	R/B大物搬入口庇歪み エリア：原子炉建屋	VI
153	ASWストレーナＢ詰まり	ASWストレーナＢ詰まり エリア：屋外，海回り他	VI
154	ASWポンプ(A)性能低下	ASWポンプ(A)性能低下 エリア：屋外，海回り他	VI
155	RHRS(C)電動機浸水の件	RHRS(C)電動機浸水の件 エリア：屋外，海回り他	VI

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷　Ⅱ：建物間の相対変位による損傷　Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等　Ⅳ：周辺斜面の崩落
Ⅴ：使用済燃料ピットスロッシングによる溢水　VI：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

添付資料 3

設置予定施設に対する波及的影響評価手法について

設置予定施設における既設下位クラス施設から受ける波及的影響，及び既設上位クラス施設に与える波及的評価の手法については，以下のとおり実施するものとする。

1. 設置予定施設が上位クラス施設の場合

設置予定施設が上位クラス施設の場合には，当該施設に対して波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出した上で，影響評価を実施する。抽出された下位クラス施設については，「５．下位クラス施設の抽出及び影響評価方法」に基づき，相対変位又は不等沈下による影響，接続部による影響，建屋内及び建屋外における損傷，転倒及び落下等による影響の観点から，設置予定施設が機能を損なうおそれの有無を確認する。

その結果，設置予定施設が波及的影響により機能を損なうおそれがある場合には，設置予定施設に対して配置の見直し，構造変更等の設計の見直しを行う。設置予定施設の設計にて波及的影響を回避できない場合には，波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設に対して耐震強化や移設等の対策を実施する。

2. 設置予定施設が下位クラス施設の場合

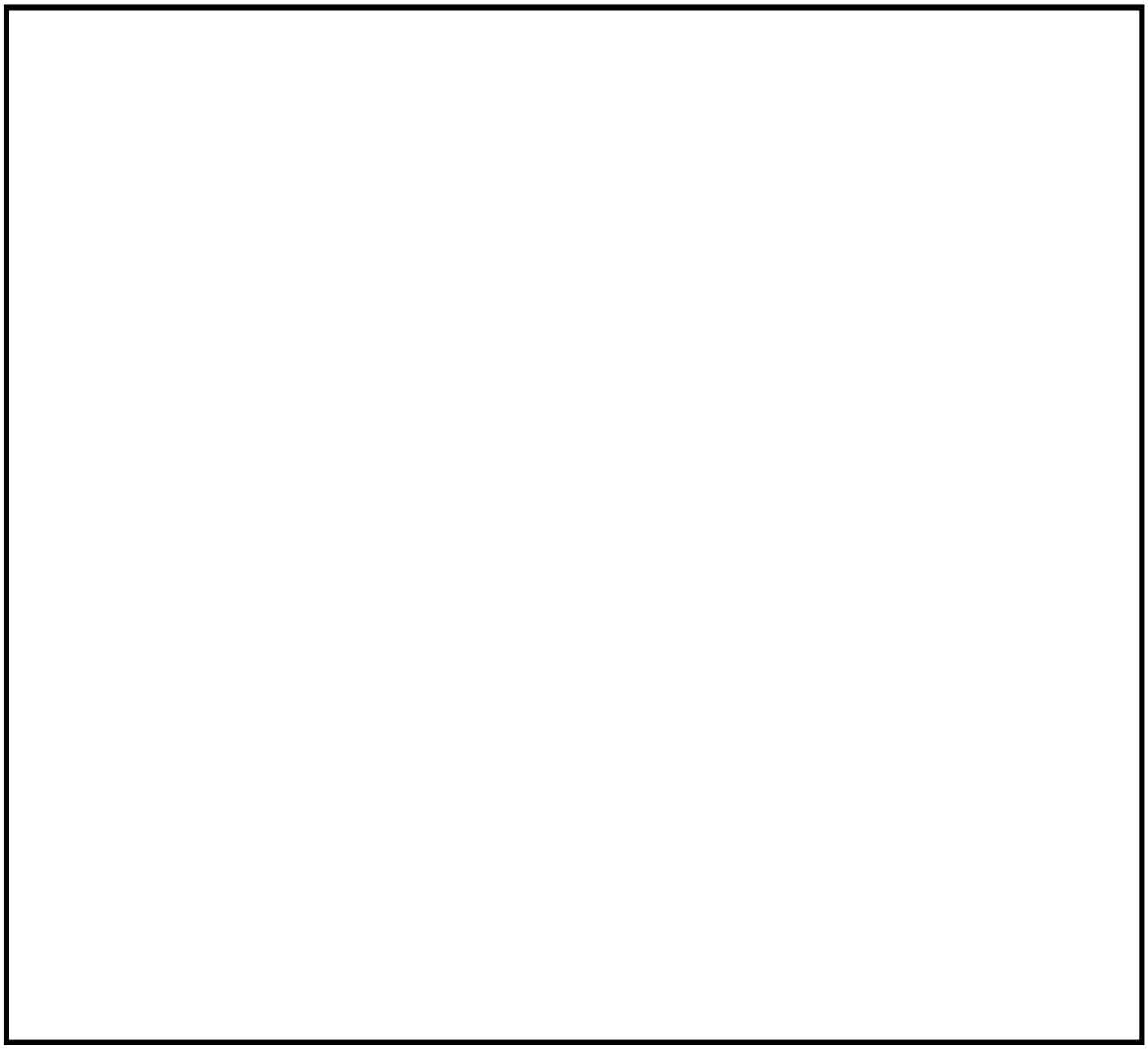
設置予定施設が下位クラス施設の場合には，１．同様の観点から当該施設が既設上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼすおそれの有無を確認する。

その結果，設置予定施設による波及的影響によって既設上位クラス施設の機能を損なうおそれがある場合には，設置予定施設に対して配置の見直し，耐震性の確保等の設計の見直しを行う。

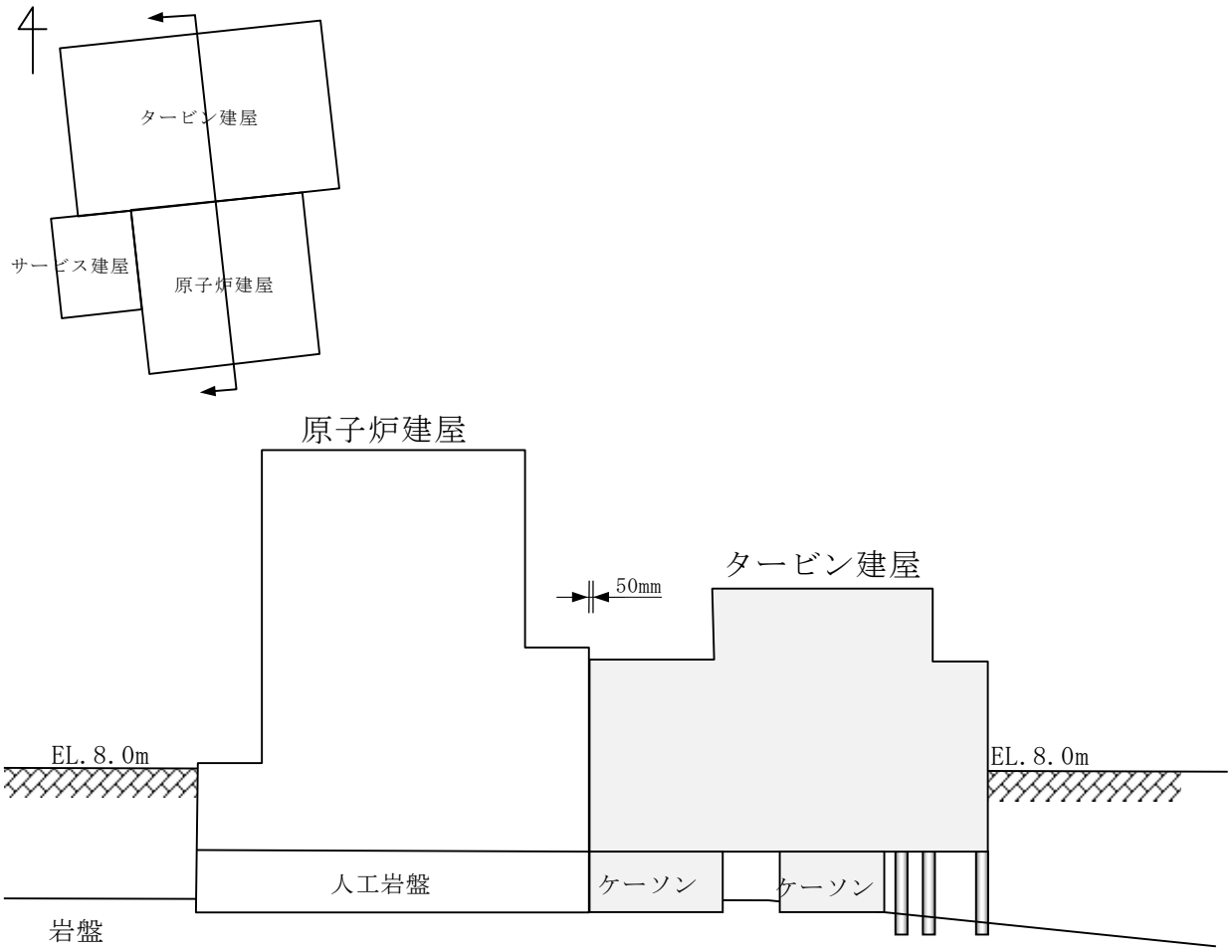
添付資料4

上位クラス施設に隣接する下位クラス施設の設置状況について

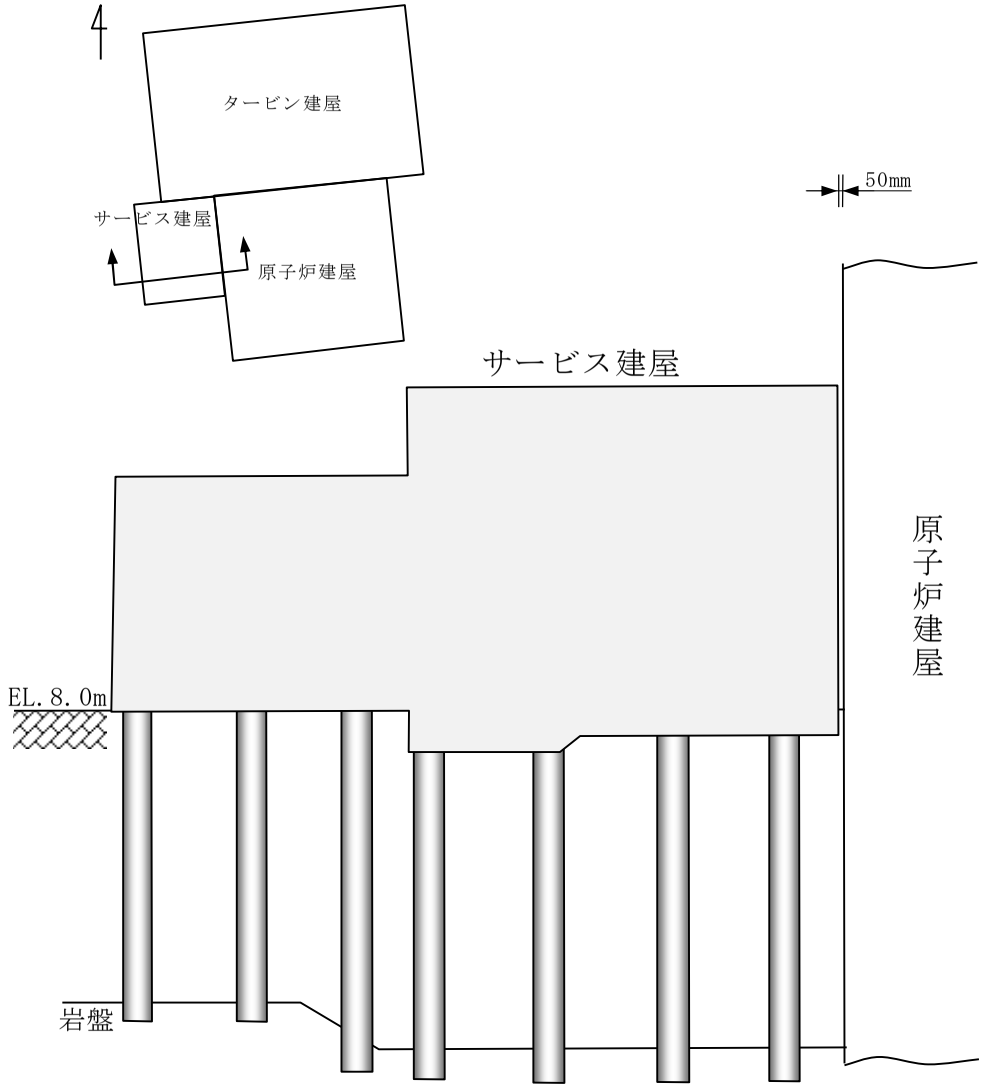
本資料では，上位クラス施設に隣接する下位クラス施設の設置状況を示す。原子炉建屋周辺の全体配置図を第4－1図に，波及的影響設備として抽出した施設の設置状況の概念図を第4－1図～第4－6図について示す。



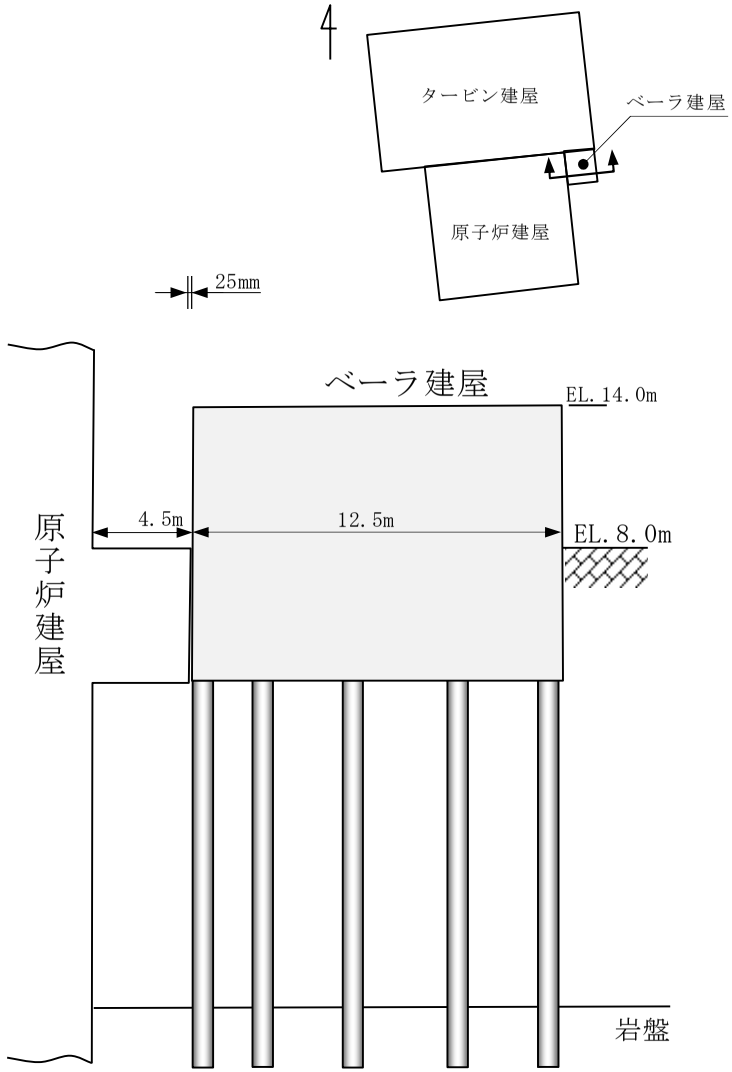
第 4-1 図　原子炉建屋周辺における下位クラス施設配置図



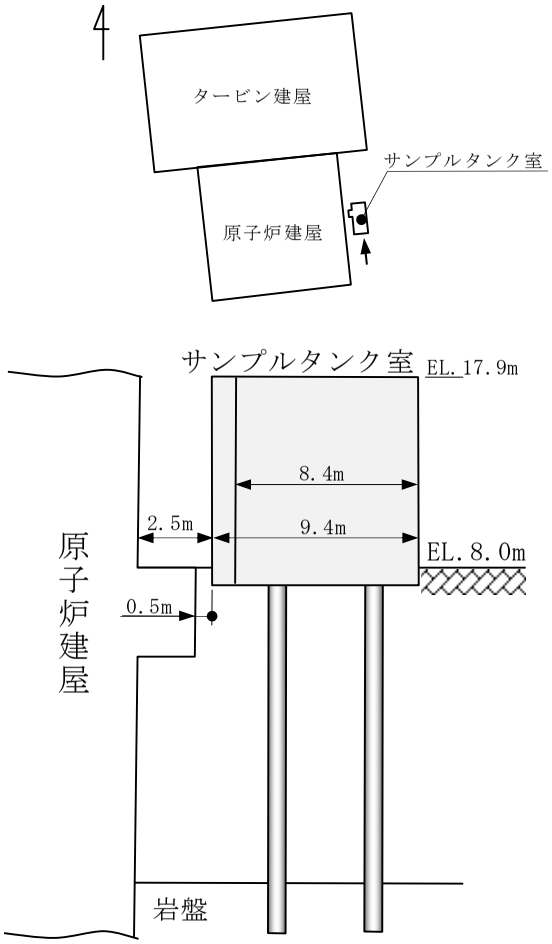
第４－１図　原子炉建屋及びタービン建屋設置状況概念図



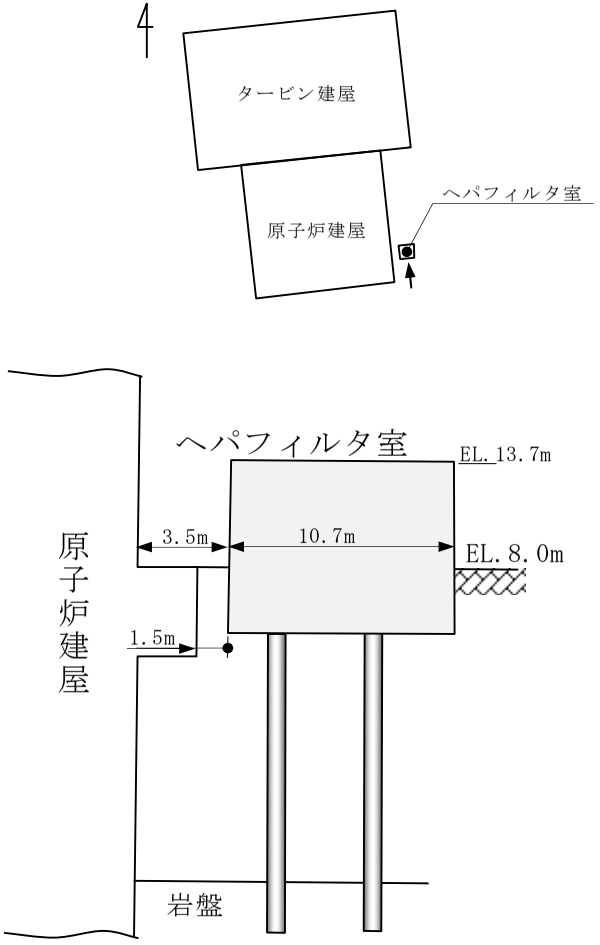
第4－2図　サービス建屋設置状況概念図



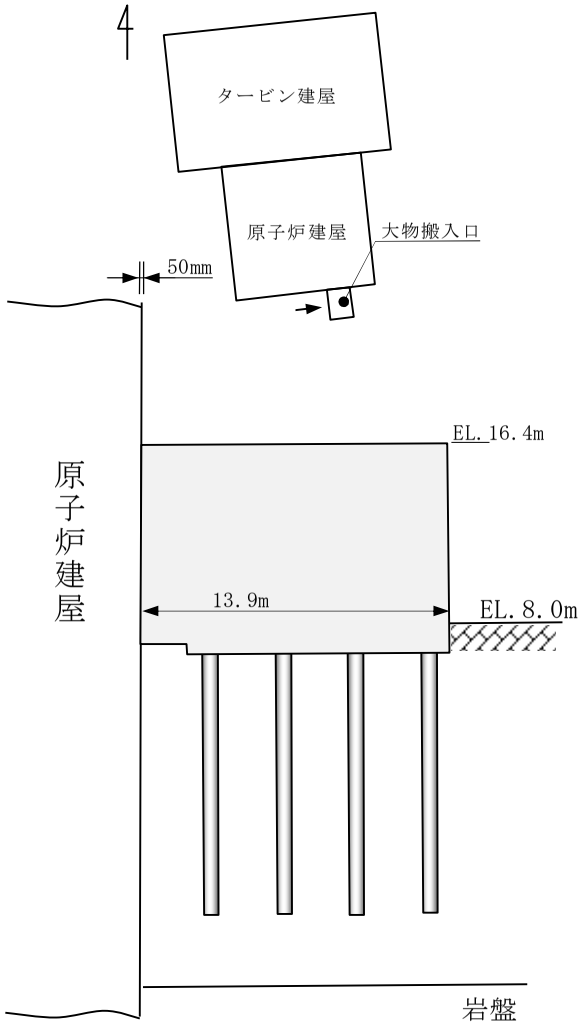
第4－3図　ベーラ建屋設置状況概念図



第4－4図　サンプルタンク室設置状況概念図



第4－5図　ヘパフィルタ室設置状況概念図



第4－6図　機器搬入口設置状況概念図

大物搬入口建屋の耐震重要度分類について

1. はじめに

東海第二発電所の二次格納施設の範囲を示した原子炉建屋概略平面図を第 1 図に示す。東海第二発電所では，一時的な機器搬出入時を除いて閉止状態とする機器搬入口内側扉（以下「内側扉」という。）までを二次格納施設として扱い耐震Ｓクラスとしており，一方，大物搬入口建屋を含めた機器搬入口外側扉（以下「外側扉」という。）までを耐震Ｃクラスとしている。以下では，二次格納施設及び大物搬入口建屋に係る要求を踏まえ，大物搬入口建屋の耐震重要度分類について整理した。

2. 二次格納施設の範囲，気密性に係る要求及びその取扱いについて

(1) 二次格納施設の範囲及び気密性に係る要求について

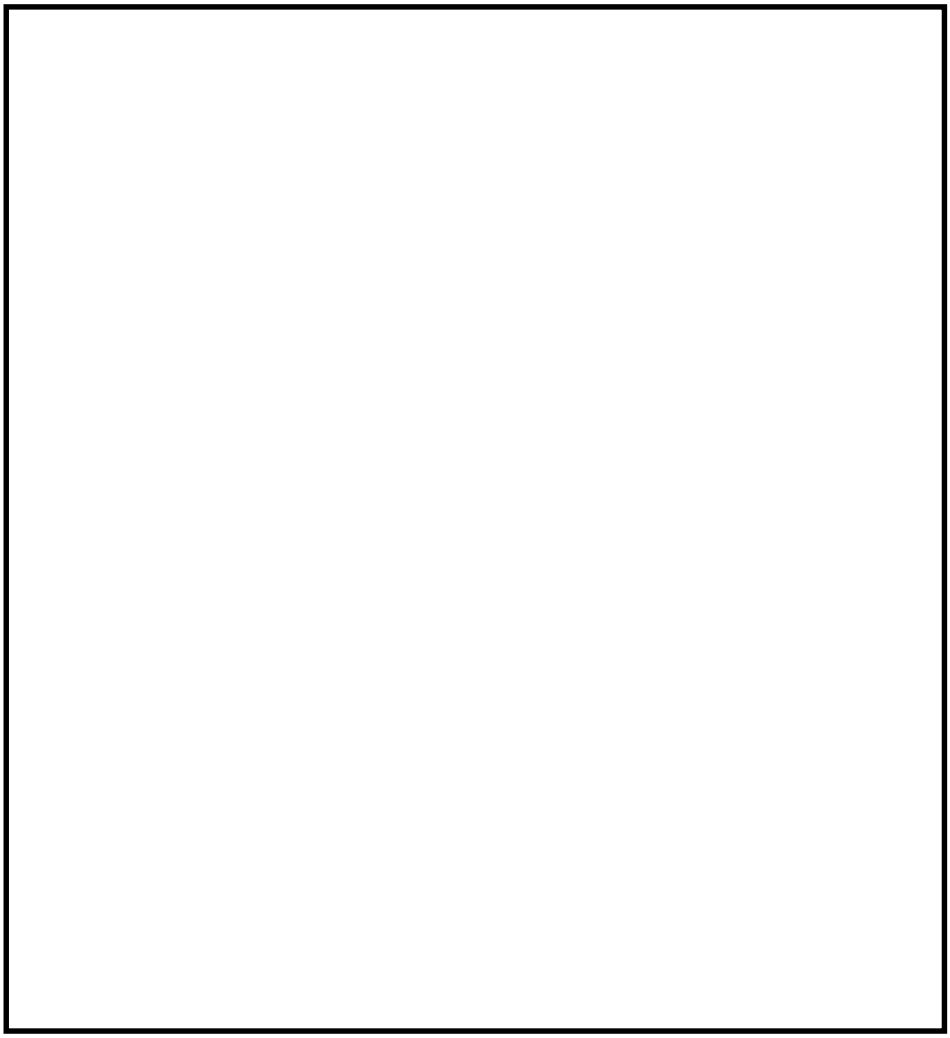
二次格納施設を負圧に維持するため，内側扉又は外側扉のどちらか一方の扉は閉止状態であることが要求される。これは，通常運転時に二次格納施設を負圧に維持するとともに，設計基準事故（原子炉冷却材喪失（以下「ＬＯＣＡ」という。），燃料集合体の落下）が発生した際に，原子炉建屋ガス処理系（非常用ガス処理系，非常用ガス再循環系）により二次格納施設内のガスを処理し，二次格納施設を負圧に維持するための「気密性に係る要求」である。

実運用としては，原則，内側扉及び外側扉ともに閉止状態としている。また，機器の搬出入等に伴い一時的に内側扉又は外側扉を開放する場合は，もう一方の扉は閉止状態を維持し，二次格納施設の気密性を確保することとしている。

(2) 二次格納施設の気密性に係る要求の取扱い

二次格納施設の気密性に係る要求として，原子炉施設保安規定（以

下「保安規定」という。）において，内側扉又は外側扉の何れか一方の扉が閉止状態であることを定めている。これを満足しない場合は，二次格納施設を負圧に保つための措置を 4 時間以内に講じることが要求され，さらにこの要求を満足できない場合には，プラント停止等の必要な措置を決められた時間内に実施することが要求される。



：二次格納施設

：機器搬入口内側扉開放時に一時的に
気密性を要求する範囲

第 1 図　原子炉建屋概略平面図（EL.8.2m）

3.　耐震重要度分類の整理

以下に，出力運転時（通常運転時），出力運転時にＬＯＣＡ及び地震の発生を想定した場合，定期検査時に分けて，大物搬入口建屋を含め外側扉を耐震Ｃクラスとしている妥当性について整理する。

3.1　出力運転時（通常運転時）

(1)　内側扉を閉じて運転している場合

上記 2.(1)のとおり，出力運転時（通常運転時）は，原則，内側扉及び外側扉を閉じて運転しており，地震発生により大物搬入口建屋を含む外側扉の気密性が確保されない場合でも，耐震Ｓクラスとした内側扉にて二次格納施設の気密性は確保可能である。

(2)　内側扉を開放し外側扉で気密性を確保している場合

内側扉開放時に耐震Ｃクラスである外側扉を含む大物搬入口建屋が損傷に至ると，保安規定で要求される内側扉又は外側扉の閉止状態の確保を満足していない状態となるため，二次格納施設を負圧に保つための措置として，4 時間以内に内側扉を閉止する必要がある。過去の作業実績から内側扉の閉止作業時間は約 1 時間であるが，保守的に 4 時間開放されるものとして平常時被ばく評価への影響を確認した。

出力運転時（通常運転時）においては，放射性物質が換気系を通して排気筒から放出されるが，内側扉が開放される場合は，気密性が失われ，二次格納施設内から直接地上放出すると仮定し，通常運転している換気系から年間放出量のうち，内側扉が開放される 4 時間に当たる放出量が地上から放出すると想定し，平常時の被ばく評価を行った。第 1 表に被ばく評価に使用した放出量を示す。その結果，人の居住を考慮した実効線量は，わずかに増加するものの添付書類九の記載値の約 8.4μSv／年から変動はなく，

平常時被ばく評価への影響は小さいことを確認した。また，この値は線量目標値である 50μSv／年を十分下回る。

第 1 表　被ばく評価に使用した放出量　　（Bq／y）

	内側扉開放を考慮した場合		通常運転時の場合
	地上放出 （4 時間放出）	排気筒放出	排気筒放出
希ガス	2.2×10^{11}	1.4×10^{15}	1.4×10^{15}
Ｉ-131	1.5×10^{7}	5.9×10^{10}	5.9×10^{10}
Ｉ-133	4.1×10^{7}	9.4×10^{10}	9.4×10^{10}

3.2　出力運転時にＬＯＣＡ及び地震の発生を想定した場合

(1)　内側扉及び外側扉を閉じて運転している場合

内側扉及び外側扉を閉じて運転している場合，ＬＯＣＡが発生した上に，地震発生により大物搬入口建屋を含む外側扉の気密性が確保されない場合でも，耐震Ｓクラスとした内側扉が閉止していることから，原子炉建屋ガス処理系による二次格納施設の気密性は確保可能である。

(2)　内側扉を開放し外側扉で気密性を確保している場合

出力運転時には，新燃料の受入れ，使用済燃料の移送等計画的に内側扉を開放する作業がある。当該作業は 1 回当たりの作業時間として最長 3 時間程度であり，年間の合計時間としては約 90 時間と限定的であるが，万一この開放時間にＬＯＣＡが発生したとしても，大物搬入口建屋を含む外側扉にて気密性の確保は可能である。さらには，内側扉開放時にＬＯＣＡが発生した場合は，速やかに内側扉を閉める運用とすることで，ＬＯＣＡ発生時は内側

扉によっても気密性を確保することができる。なお，年間約 90 時間の開放時間は，過去の作業時間を参考に算定したものであり，今後の内側扉の開放作業に際しては計画的に作業効率化を図ることにより，内側扉の開放時間を極力抑えることとする。

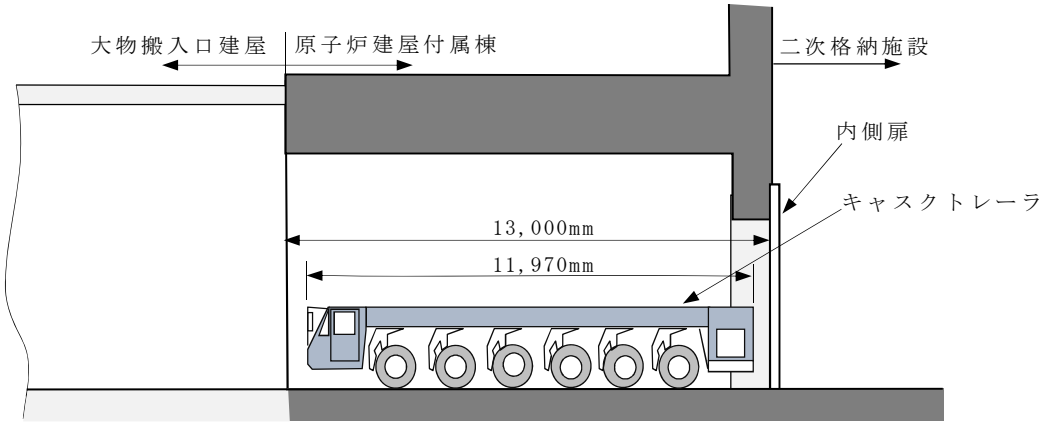
一方，内側扉開放時にＬＯＣＡが発生した上に，地震発生により大物搬入口建屋が損傷する可能性も想定し，この場合でも内側扉の閉止作業が可能であること及び内側扉の閉止までの間の被ばく影響が小さいことについて，以下に整理する。

ｉ）地震発生後の内側扉閉止作業について

内側扉の開放時に，大物搬入口建屋の気密性が損なわれる可能性のある地震又はＬＯＣＡのどちらか一方の事象が発生した場合には，速やかに内側扉の閉止作業を行う運用とする。万一，耐震Ｃクラスである大物搬入口建屋の損傷に至る基準地震動Ｓ$_s$までの地震が発生した場合でも，大物搬入口建屋と内側扉の間は原子炉建屋付属棟であり基準地震動Ｓ$_s$に対する健全性を有すること，大物搬入口建屋から内側扉までの離隔距離として 13m 有しており，大物搬入口建屋が地震で損傷した場合でも，その影響が内側扉に及ぶことはないことから，内側扉の機能は健全である。また，内側扉開放時には，当該作業に係る作業員が常時待機していること，内側扉の駆動用電源は非常用電源から供給され地震時においても電源が確保可能であることから，閉止作業についても速やかに対応可能である。

なお，内側扉閉止までに時間を要する状態として，大物搬入口建屋に進入する大型車両である使用済燃料の輸送のためのキャスクトレーラが原子炉建屋付属棟及び二次格納施設にかけて配置されている場合が考えられる。年間約 90 時間の内側扉開放時

間のうち，このような状態となる時間は更に限定されるが，第2図のとおりキャスクトレーラを原子炉建屋付属棟側に移動することで，内側扉は閉止可能である。



第2図　キャスクトレーラと大物搬入口内寸法との関係

また，耐震Ｃクラスである大物搬入口建屋が損傷に至る基準地震動Ｓ$_s$までの地震を想定した場合においても，キャスクトレーラを第 2 図に示す内側扉の閉止が可能な位置まで移動させることを妨げるものでないことを補足1に示す。

ⅱ）被ばくに対する検討

ⅰ）に記載のとおり，内側扉の開放時に，大物搬入口建屋の気密性が損なわれる可能性のある地震又はＬＯＣＡのどちらか一方の事象が発生した場合には，速やかに内側扉の閉止作業を行う運用とする。ここで，地震の発生により二次格納施設の気密性が損なわれた場合，ＬＯＣＡ時に内側扉を閉止するまでの間は，原子炉格納容器から原子炉建屋を介して大気へ放出される放射性物質による内側扉を閉止する作業員及び外部への被ばく影響が

想定されるため，その被ばく影響について評価した結果を以下に記載する。

① 内側扉閉止時における作業員の被ばく評価

内側扉開放時にＬＯＣＡ及び地震が発生した場合の内側扉を閉止する作業員への被ばく影響を第 2 表に示す条件により評価した。その結果，第 3 表に示すとおり，作業員の滞在時間を無限期間に想定するなど保守的な条件下においても，作業員の実効線量は約 2.6mSv となり，「原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について（内規）」の判断基準である「1 人あたりの被ばく経路ごとの実効線量の合算値が，100mSv を超えない」ことに照らしても，作業環境を十分に有していることを確認した。

② 非居住区域境界外での実効線量評価

内側扉開放時にＬＯＣＡ及び地震が発生した場合の外部への被ばく影響を第 2 表に示す条件により評価した。その結果，第 3 表に示すとおり，内側扉が無限期間開放した条件を想定するなど保守的な条件下においても，非居住区域境界外での実効線量は約 2.1×10^{-1}mSv となり，本事故による周辺の公衆に与える放射線被ばくのリスクは十分小さい※1ことを確認した。

※1 発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針に基づき，敷地境界外での実効線量が発生事故当たり 5mSv を判断基準とした。

第２表　評価条件

	評価条件 （内側扉開放時の影響評価）	原子炉冷却材喪失時の核分裂生成物の放出量及び線量の評価との相違
冷却材中に存在するよう素	約 6.0×10^{13}Bq	無
燃料棒から追加放出されるよう素	約 2.2×10^{15}Bq	無
燃料棒から追加放出される希ガス （γ線実効エネルギ 0.5MeV 換算値）	約 4.5×10^{15}Bq （約 6.0×10^{15}Bq）	無
原子炉格納容器内への放出割合	100％	無
燃料棒から原子炉格納容器内に放出されたよう素の化学組成	有機よう素：4％ 無機よう素：96％	無
原子炉格納容器内の沈着率	無機よう素：50％ 有機よう素：考慮しない 希ガス：考慮しない	無
原子炉格納容器スプレイ水又はサプレッション・チェンバのプール水に溶解する割合	無機よう素：分配係数 100 有機よう素：考慮しない 希ガス：考慮しない	無
原子炉格納容器内における核分裂生成物の自然崩壊	考慮する	無
原子炉格納容器内の漏えい率	0.5％／d	無
原子炉建屋ガス処理系の機能	考慮しない （保守的に原子炉建屋ガス処理系の換気率及びフィルタ機能を考慮しない条件を設定）	有
原子炉建屋における床，壁等の沈着効果	考慮しない	無
事故の評価期間 （被ばく評価期間）	無限期間	無
作業員の被ばく評価条件	原子炉格納容器内から漏えいした核分裂生成物が内側扉の設置エリアである原子炉建屋１階に全て内包され均一に分布し，当該エリアに存在し続けるものとする	－
非居住区域境界外の評価条件	作業員の被ばく評価条件とは異なり，原子炉格納容器内から漏えいした核分裂生成物が原子炉建屋に保持されず全て地上放出されるものとする	有

第３表　評価結果

	評価結果 （内側扉開放時の影響評価）	（参考） 原子炉冷却材喪失時 の評価結果
内側扉閉止時における作業員の被ばく評価	約 2.6mSv	－
非居住区域境界外での実効線量評価	約 2.1×10^{-1}mSv	約 2.7×10^{-4}mSv

上記ⅰ)及びⅱ）については，内側扉開放時にＬＯＣＡが発生した上に，地震発生により大物搬入口建屋が損傷する場合を想定し，この場合の内側扉の閉止作業の可能性及び内側扉の閉止作業の間，外部への被ばく影響が小さいことについて整理したが，このような事象が起きる可能性は十分に小さい（補足２参照)。

3.3　定期検査時

定期検査時は，燃料集合体落下の可能性を有する作業として燃料集合体の取替作業（以下「燃料取替作業」という。）が存在する。

この燃料取替作業時には内側扉の開放作業を計画的に実施しない運用とすること，また燃料取替作業時に内側扉の開放の必要が生じたときには燃料集合体を取り扱う作業を一時的に中断する運用とすることにより，内側扉が開放された状態での燃料取替作業時における燃料集合体の落下を防止することとする。

4．まとめ

東海第二発電所では，内側扉を耐震Ｓクラスとし，大物搬入口建屋を含む外側扉までを耐震Ｃクラスとして扱うこととしており，その妥当性を以下のとおり整理した。

・出力運転時（通常運転時）には，原則，内側扉及び外側扉を閉じ

て運転しており，仮に両扉の開放状態を仮定した場合でも平常時被ばく評価への影響が小さいこと

・出力運転時にＬＯＣＡ及び地震の発生を想定した場合でも，内側扉の閉止作業が可能であり，閉止までの間の被ばく影響が小さいこと

・定期検査時の燃料取替作業時における内側扉の開放作業を実施しないこと

大物搬入口建屋の損傷による耐震Ｓクラスの設備への波及的影響として，詳細設計段階で大物搬入口建屋に隣接する原子炉建屋の耐震性を損なわないことの確認，使用済燃料輸送中のキャスクへの衝突等に至ったとしても，キャスクの機能に影響を与えないことの確認を行う。

また，大物搬入口建屋が損傷に至る基準地震動S_sまでの地震によって，原子炉建屋付属棟へのキャスクトレーラの移動を妨げずに内側扉の閉止が可能な位置まで移動させることを詳細設計段階で示す。

大物搬入口建屋の損傷による原子炉建屋内部への影響

１．概要

本資料では，大物搬入口建屋の損傷が原子炉建屋付属棟（以下「付属棟」という。）でのキャスクトレーラの移動の支障となることがないことを示す。

２．構造概要

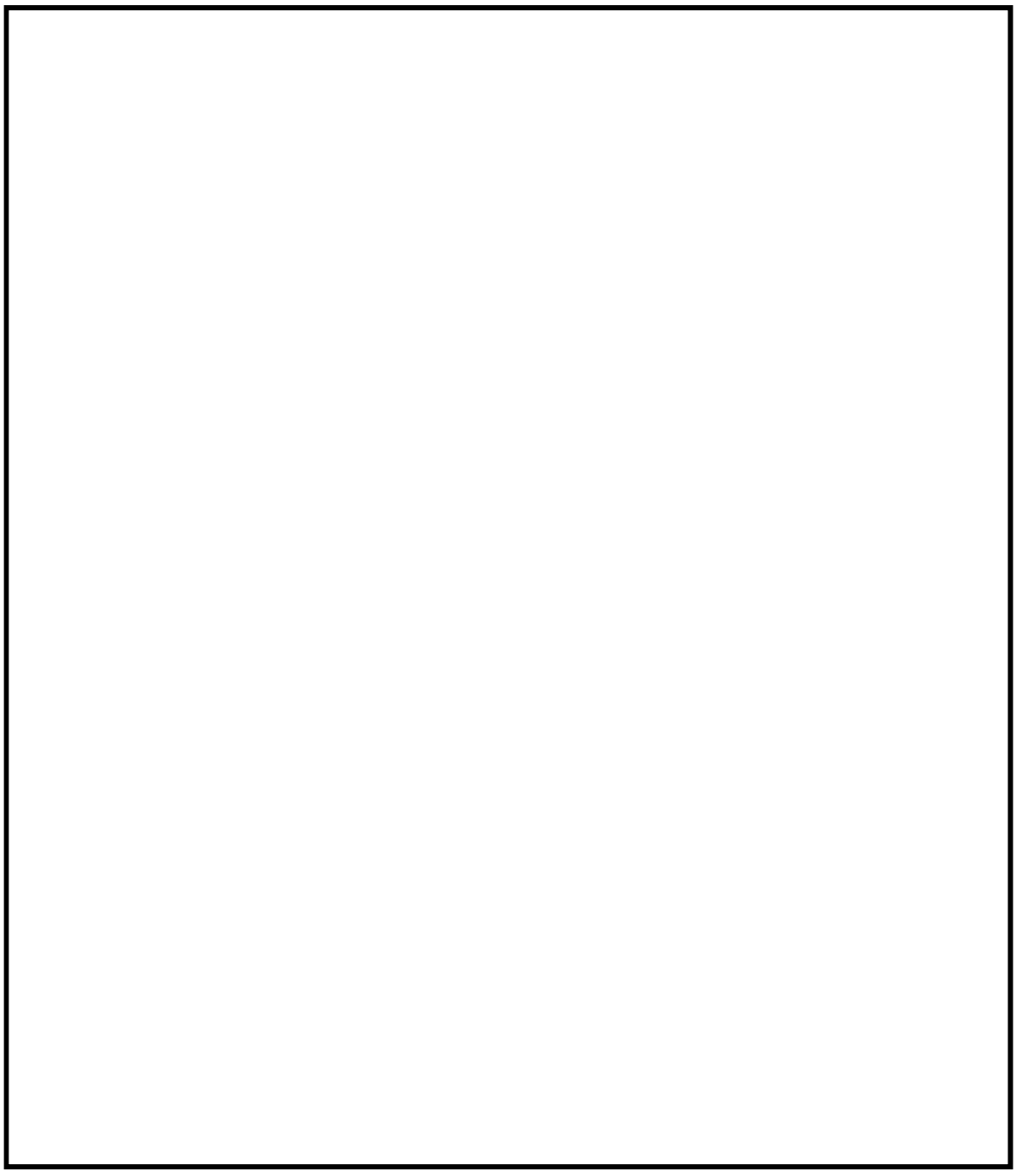
大物搬入口建屋は，地上１階建で，平面が約 14 m（南北方向）×約 8.5 m（東西方向），高さが約８ m（一部約 6.5 m）の鉄骨造の建物であり，大物搬入口建屋と付属棟のクリアランスは約 50 mm ある。

大物搬入口建屋の屋根及び壁はＰＣ鋼線入りのコンクリート板（厚さ 100mm）で構成されており，柱，梁及びブレースの外側に取り付けられている。また，大物搬入口建屋の南側には扉の風除けのための壁を設置しており，この風除壁部は構造上独立している。

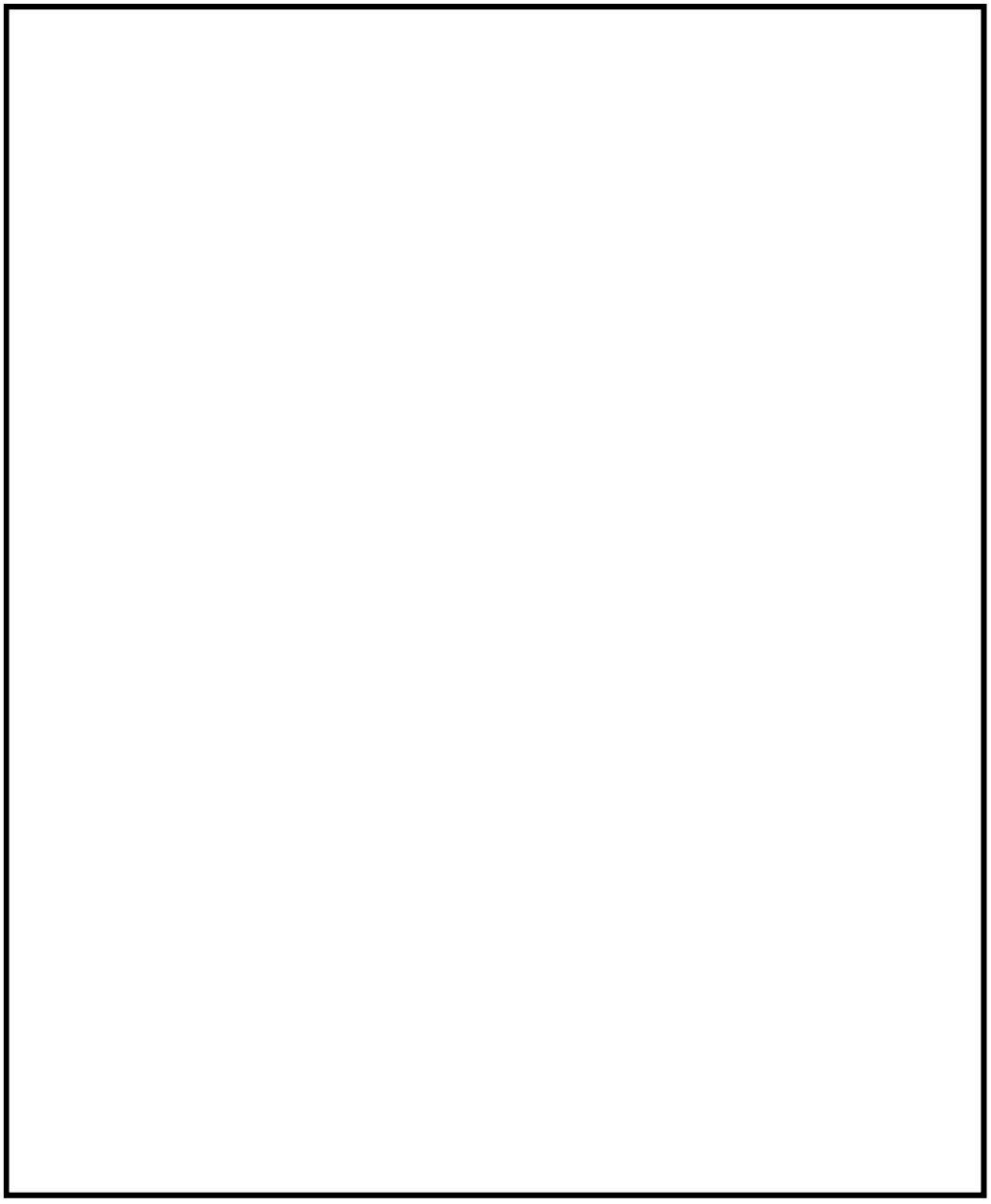
第３図～第６図に大物搬入口建屋の平面図，立面図，軸組図，天井伏図を示す。

３．大物搬入口建屋の損傷による付属棟内部への影響

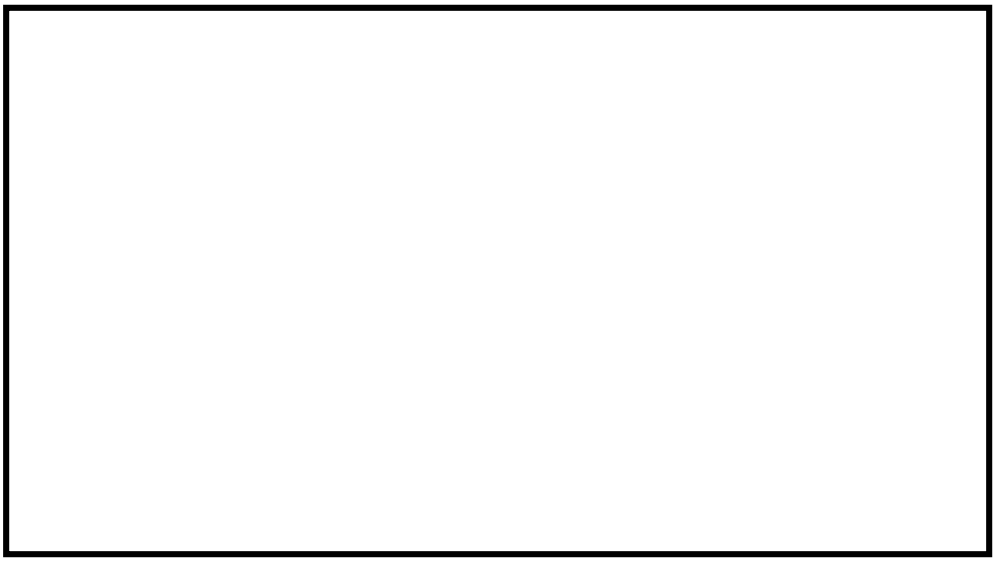
大物搬入口建屋の損傷モードとして倒壊と部材（コンクリート板，ブレース等）の落下が想定される。東西南北の各方向の地震力に対して生じる各損傷モードについて，付属棟内部に及ぼす影響を整理し第４表に示す。同表に示すとおり，各方向の地震力に対し，付属棟内部への大物搬入口建屋の倒壊及び部材の落下は想定されない。したがって，大物搬入口建屋の損傷が付属棟でのキャスクトレーラの移動の支障となることはない。



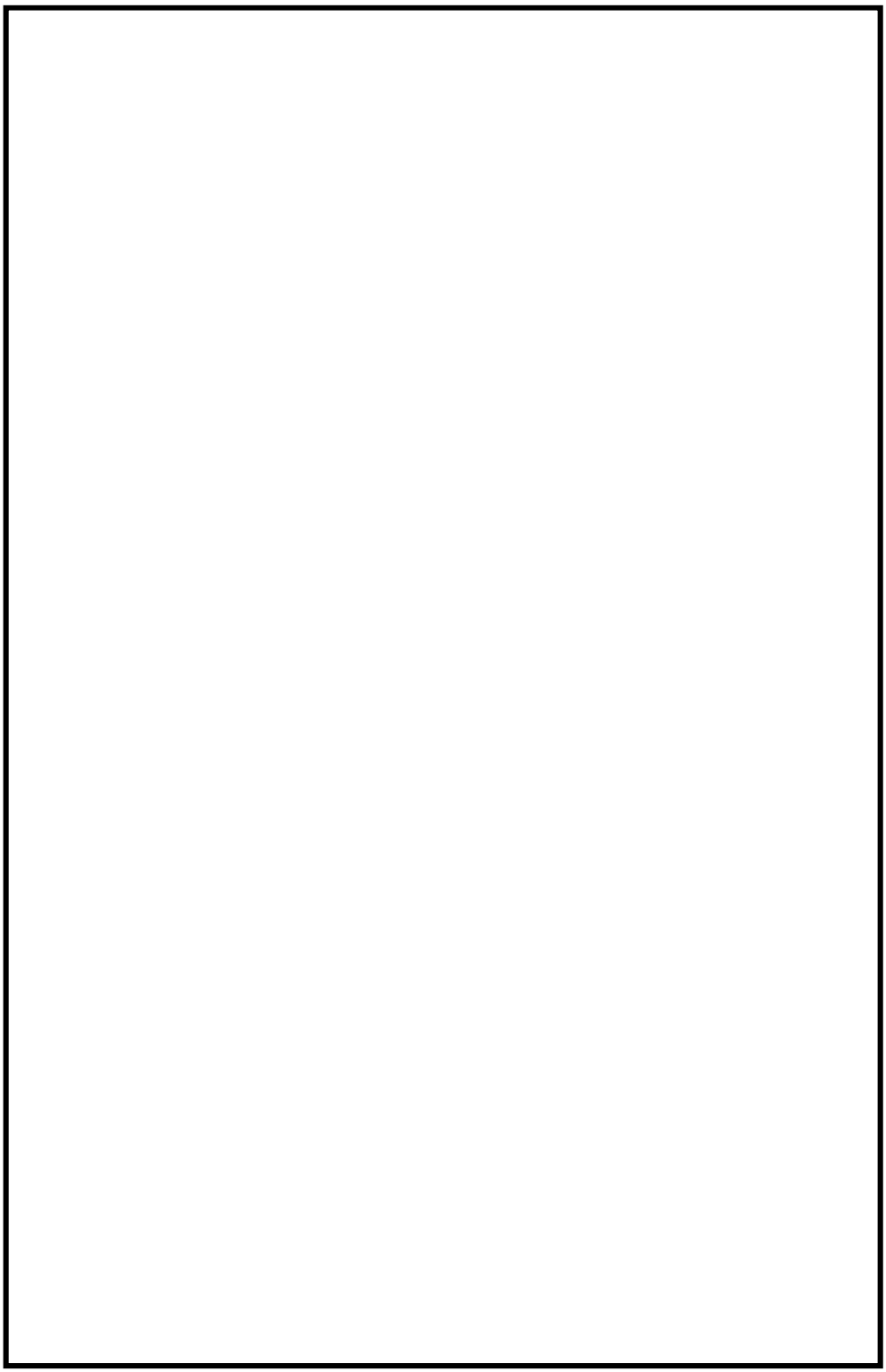
第３図　大物搬入口建屋の平面図



第４図　大物搬入口建屋の立面図



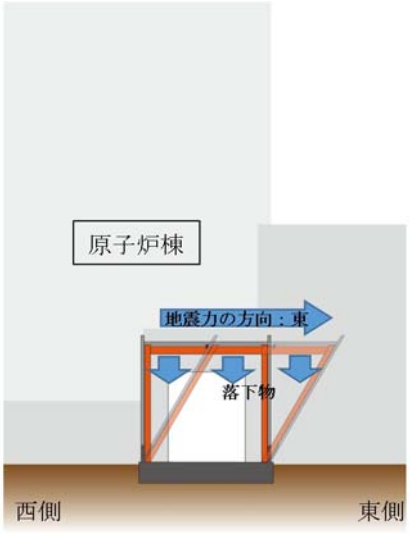
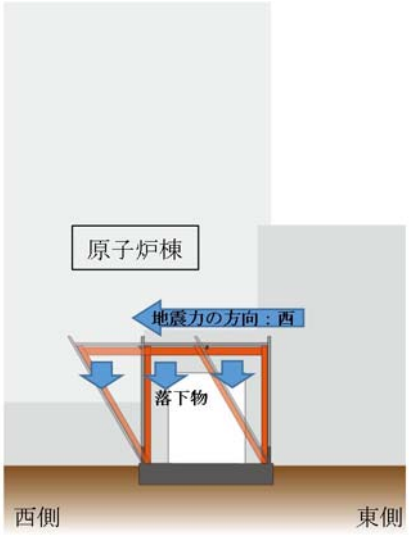
第５図　大物搬入口建屋の軸組図



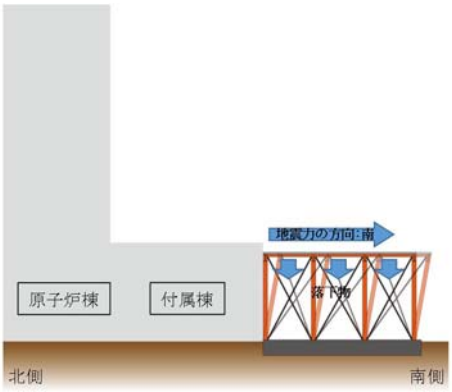
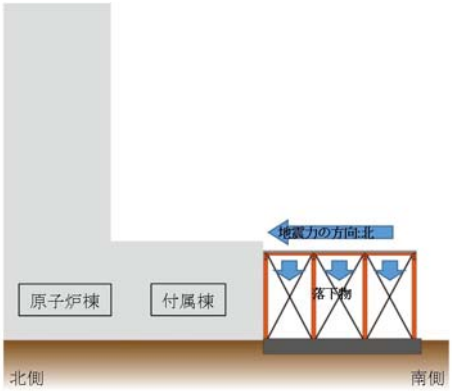
第６図　大物搬入口建屋の天井伏図

第４表　大物搬入口建屋の地震時の損傷モード及び付属棟内部への影響

（１／２）

<table>
<tr><th>地震力の方向</th><th colspan="3">大物搬入口建屋の損傷モード</th><th>付属棟内部への影響</th></tr>
<tr><td rowspan="2">東向き</td><td>倒壊</td><td>東側に倒壊する。</td><td rowspan="2"> 
</td><td rowspan="2">影響はない。</td></tr>
<tr><td>部材の落下</td><td>大物搬入口建屋内，又は東側，南側に落下する。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">西向き</td><td>倒壊</td><td>西側に倒壊する。</td><td rowspan="2"> 
</td><td rowspan="2">影響はない。</td></tr>
<tr><td>部材の落下</td><td>大物搬入口建屋内，又は西側，南側に落下する。</td></tr>
</table>

第４表　大物搬入口建屋の地震時の損傷モード及び付属棟内部への影響
（２／２）

<table>
<tr><th>地震力の方向</th><th colspan="3">大物搬入口建屋の損傷モード</th><th>付属棟内部への影響</th></tr>
<tr><td rowspan="2">南向き</td><td>倒壊</td><td>南側に倒壊する。</td><td rowspan="2"> 
</td><td rowspan="2">影響はない。</td></tr>
<tr><td>部材の落下</td><td>大物搬入口建屋内，又は東側，西側，南側に落下する。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">北向き</td><td>倒壊</td><td>北側には付属棟の開口周囲の壁があるため，倒壊しない。※１</td><td rowspan="2"> 
</td><td rowspan="2">影響はない。</td></tr>
<tr><td>部材の落下</td><td>大物搬入口建屋内，又は東側，西側，南側に落下する。</td></tr>
</table>

※１：付属棟との取合部における大物搬入口建屋の架構は付属棟の開口寸法より大きいため，大物搬入口建屋が北側に変位すると付属棟の開口周囲の壁に接することとなり，それ以上の変位が制限されるため，北側に倒壊することはない。

内側扉開放時に地震起因によるＬＯＣＡの発生する確率並びに地震及びＬＯＣＡの同時発生する確率について

1.　内側扉開放時の地震起因によるＬＯＣＡの発生について

二次格納施設の気密性の要求は，原子炉建屋ガス処理系の起動が必要となる設計基準事故（ＬＯＣＡ，燃料集合体の落下）に備えたものであるが，原子炉冷却材圧力バウンダリは耐震Ｓクラスとしており，基準地震動Ｓｓによるの発生はない。なお，燃料交換機は，基準地震動Ｓｓによっても，吊り上げた燃料を落下させることはなく，燃料集合体の落下は発生しない。

また，地震ＰＲＡでは，地震の年超過確率，各設備が有する設計上の耐震裕度から地震時におけるＬＯＣＡの発生確率を求めている。地震ＰＲＡにおいて基準地震動$Ｓ_{S}$相当である 1.03Ｇを包絡する地震加速度 1.10ＧまでのＬＯＣＡの発生確率は約 1×10^{-11}／炉年であり，内側扉の開閉状態に関係なく，基準地震動$Ｓ_{S}$によりＬＯＣＡが発生する確率は十分小さい。さらに，1 年間のうち内側扉を開放している時間は約 90 時間であり，内側扉の開放割合は年間 1.1×10^{-2}（≒90 時間/8,760 時間）であることを考慮すれば，確率的に更に小さくなる。

以上より，地震起因によりＬＯＣＡが発生する可能性は十分に小さい。

2.　内側扉開放時の地震及びＬＯＣＡの同時発生について

１年間のうち内側扉が開放している時間は約 90 時間であり，１年間当たりの割合としては 1.1×10^{-2}となる。ＬＯＣＡの発生確率は，内部事象ＰＲＡの算定結果から 5.2×10^{-4}／炉年であり，また，地震の発生確率は JEAG4601・補-1984 に記載されている基準地震動$Ｓ_{2}$及び$Ｓ_{1}$の発生確率を基準地震動$Ｓ_{S}$及び弾性設計用地震動$Ｓ_{d}$の超過確率に読み替え

ることにより，基準地震動S_sの発生確率は5×10^{-4}／年，弾性設計用地震動S_dの発生確率は10^{-2}／年となる。これらの結果から，内側扉開放時にＬＯＣＡが発生し，その状態が１年間継続している間に地震が発生する確率は，基準地震動S_sの場合は約2.9×10^{-9}／炉年，弾性設計用地震動S_dの場合は約5.8×10^{-8}／炉年となり，確率は十分に小さい。

別紙－７

東海第二発電所

水平２方向及び鉛直方向地震力の適切な組合せに関する検討について
（耐震）

目　次

1.　はじめに

2.　水平２方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動

2.1　東海第二発電所の基準地震動Ｓ$_s$

2.2　水平２方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動

3.　各施設における水平２方向及び鉛直方向地震力の影響評価

3.1　建物・構築物

3.1.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

3.1.2 水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

3.1.3 水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価部位の抽出方針

3.1.4 水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

3.2　機器・配管系

3.2.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計の考え方

3.2.2 水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価方針

3.2.3 水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

3.2.4 水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価設備（部位）の抽出

3.2.5 水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価部位の抽出結果及び今後の評価方針

3.3　屋外重要土木構造物

3.3.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計の考え方

3.3.2 水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

3.3.3 水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

3.3.4 水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出

3.3.5 水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果

3.3.6　水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価

3.3.7　機器・配管系への影響評価
3.4　津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物
3.4.1 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物における評価対象構造物の抽出及び整理
3.4.2 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計の考え方
3.4.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法
3.4.4 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出
3.4.5　水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果
3.4.6　水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価
3.4.7　機器・配管系への影響評価

別紙－1　機器・配管系に関する説明資料

参考資料－1　方向性を考慮していない水平方向地震動における模擬地震波の作成方針

1.　はじめに

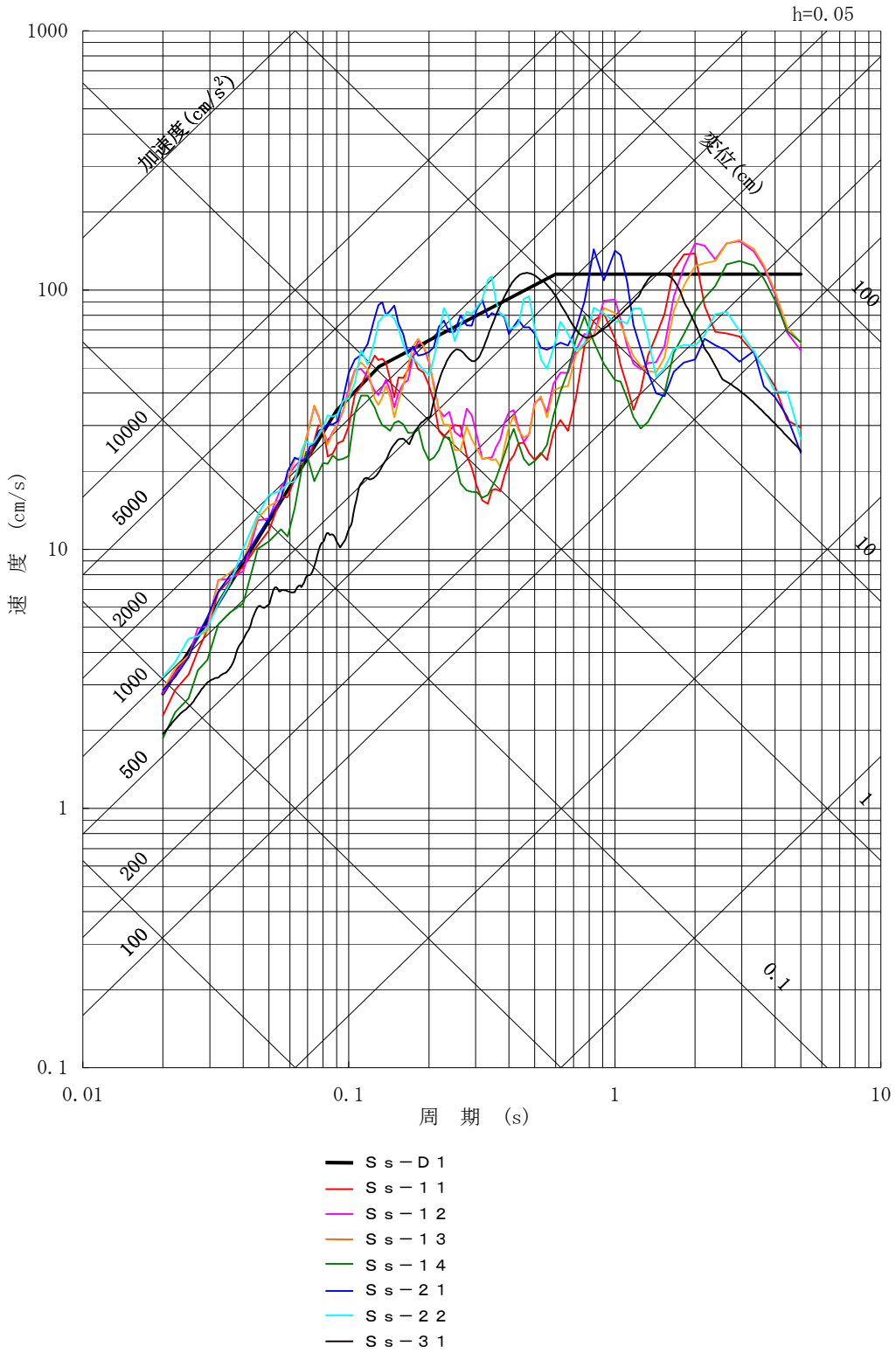
今回，新たに水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組み合わせによる耐震設計に係る技術基準が制定されたことから，従来の設計手法における水平 1 方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた耐震設計に対して，施設の構造特性から水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性があるものを抽出し，施設が有する耐震性に及ぼす影響を評価する。本資料は，検討対象施設における評価対象部位の抽出方法と抽出結果，並びに影響評価の方針について記すものである。

2.　水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動

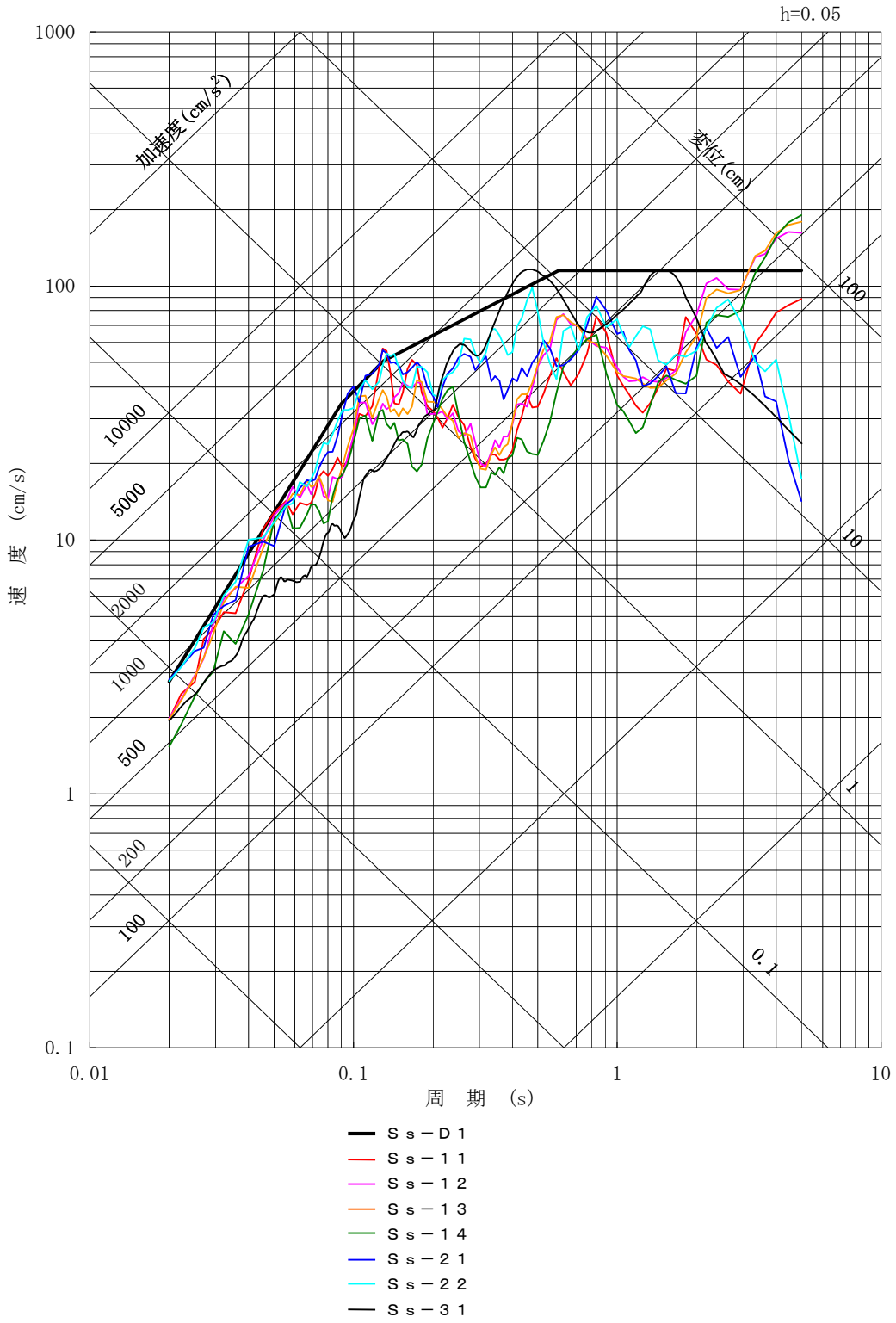
2.1　東海第二発電所の基準地震動Ｓ$_S$

東海第二発電所の基準地震動Ｓ$_S$は，「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」を評価して，これらの評価結果に基づき策定している。「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」としては，応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価を実施し，その結果を踏まえ，応答スペクトルに基づく地震動として基準地震動Ｓ$_S$－Ｄ１，断層モデルを用いた地震動としてＳ$_S$－１１～Ｓ$_S$－１４，Ｓ$_S$－２１，Ｓ$_S$－２２を策定している。また，「震源を特定せず策定する地震動」として基準地震動Ｓ$_S$－３１を策定している。

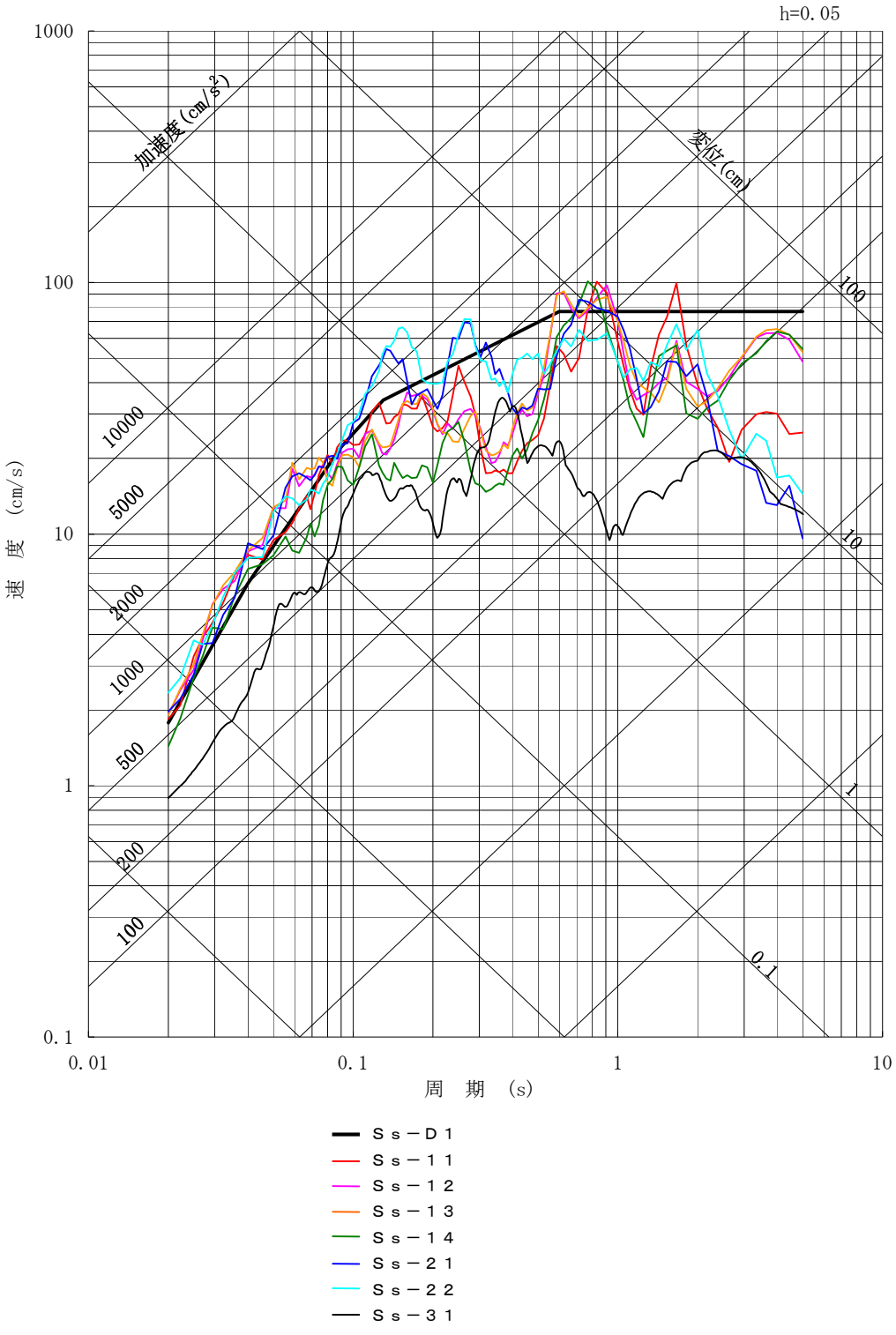
基準地震動Ｓ$_S$の水平方向のスペクトル図を第 2－1 図に，鉛直方向のスペクトル図を第 2－2 図に示す。



第２－１図（1／2）　基準地震動Ｓ$_S$の応答スペクトル（ＮＳ方向）



第２－１図（2／2）　基準地震動Ｓ$_S$の応答スペクトル（ＥＷ方向）



第２－２図　基準地震動Ｓｓの応答スペクトル（鉛直方向）

2.2　水平２方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動

水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる基準地震動は，複数の基準地震動Ｓ$_s$における地震動の特性及び包絡関係と施設の特性による影響も考慮した上で選定し，本影響評価に用いる。

3.　各施設における水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価

3.1　建物・構築物

3.1.1　水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

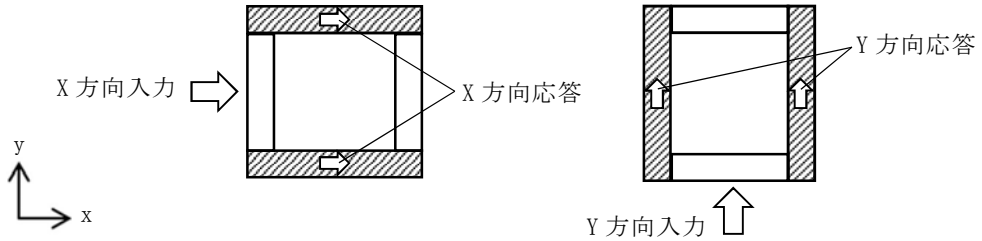
従来の設計手法では，建物・構築物の地震応答解析において，水平方向及び鉛直方向の地震動を質点系モデルに方向ごとに入力し,解析を行っている。また，原子炉施設における建物・構築物は，全体形状及び平面レイアウトから,地震力を主に耐震壁で負担する構造であり,剛性の高い設計としている。

水平方向の地震力に対しては,せん断力について評価することを基本とし,建物・構築物に生じるせん断力に対して，地震時の力の流れが明解となるように，直交する2方向に釣合いよく配置された鉄筋コンクリート造耐震壁を主な耐震要素として構造計画を行う。地震応答解析は，水平2方向の耐震壁に対して,それぞれ剛性を評価し,各水平方向に対して解析を実施している。したがって，建物・構築物に対し，水平2方向の入力がある場合，各方向から作用するせん断力を負担する部位が異なるため，水平2方向の入力がある場合の評価は，水平1方向にのみ入力がある場合と同等な評価となる。

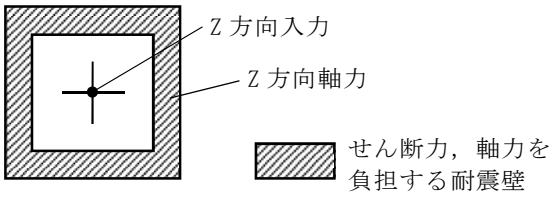
鉛直方向の地震力に対しては，軸力について評価することを基本としている。建物・構築物に生じる軸力に対して，鉄筋コンクリート造耐震壁を主な耐震要素として構造計画を行う。

入力方向ごとの耐震要素について，第3－1－1図及び第3－1－2図に示す。

従来設計手法における建物・構築物の応力解析による評価は，上記の考え方を踏まえた地震応答解析により算出された応答を，水平1方向及び鉛直方向に組み合わせて行っている。

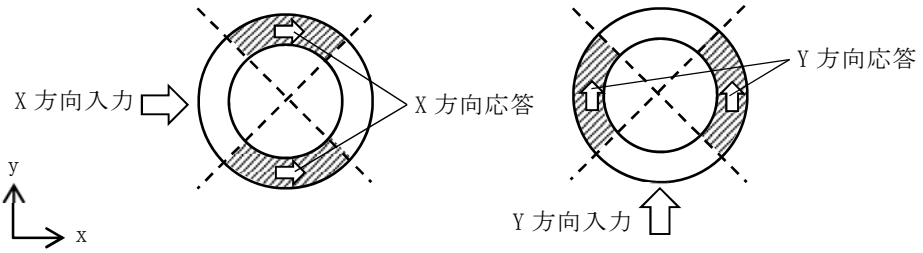


(a) 水平方向

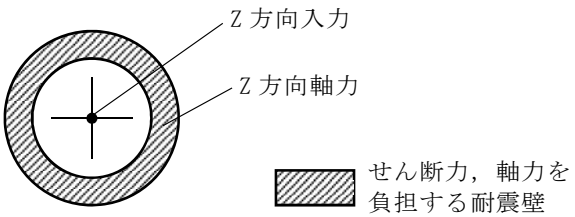


(b) 鉛直方向

第 3－1－1 図　入力方向ごとの耐震要素（矩形）



(a) 水平方向



(b) 鉛直方向

第 3－1－2 図　入力方向ごとの耐震要素（円筒形）

3.1.2　水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

建物・構築物において，従来設計手法に対して水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した場合に影響を受ける可能性がある部位の評価を行う。

評価対象は，耐震重要施設及びその間接支持構造物，常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する部位とする。

対象とする部位について，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性から，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性のある部位を抽出する。

応答特性から抽出された水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性のある部位は，既往の評価結果の荷重又は応力の算出結果を水平 2 方向及び鉛直方向に組み合わせ，各部位に発生する荷重や応力を算出し，各部位が有する耐震性への影響を確認する。

各部位が有する耐震性への影響があると確認された場合は，詳細な手法を用いた検討等，新たに設計上の対応策を講じる。

影響評価のフローを第 3－1－3 図に示す。

(1)　耐震評価上の構成部位の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位を整理し，該当する耐震評価上の構成部位を網羅的に確認する。

(2)　応答特性の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位について，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性を整理する。応答特性は，荷重の組合せによる影響が想定されるもの及び 3 次元的な挙動から影響が想定されるものに分けて整理する。

(3)　荷重の組合せによる応答特性が想定される部位の抽出

整理した耐震評価上の構成部位について，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性のうち，荷重の組合せによる応答特性により，耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

(4) 3次元的な応答特性が想定される部位の抽出

従来設計手法における応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位について，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し，3次元的な応答特性により，耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

(5) 3次元モデルによる精査

3次元的な応答特性が想定される部位として抽出された部位について，3次元モデルを用いた精査を実施し，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せにより，耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

また，3次元的な応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位についても，局所応答の観点から，3次元モデルによる精査を実施し，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せにより，耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

局所応答に対する3次元モデルによる精査を行う建物・構築物は，その重要性，規模，構造特性及び機器評価確認への適用性を考慮し，代表施設を選定する。原子炉建屋は，耐震Ｓクラスの原子炉棟を含み，建屋規模も大きいため多くの重要機器を内包している。そのため，3次元モデルによる精査は，原子炉建屋を代表として行うこととする。

(6) 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価においては，従来設計手法の水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる局部評価の荷重又は応力の算出結果を用いて評価を行う。水平2方向及び鉛直方向地震力を組合せる方法として，米国 REGULATORY GUIDE 1.92（注）の「2.

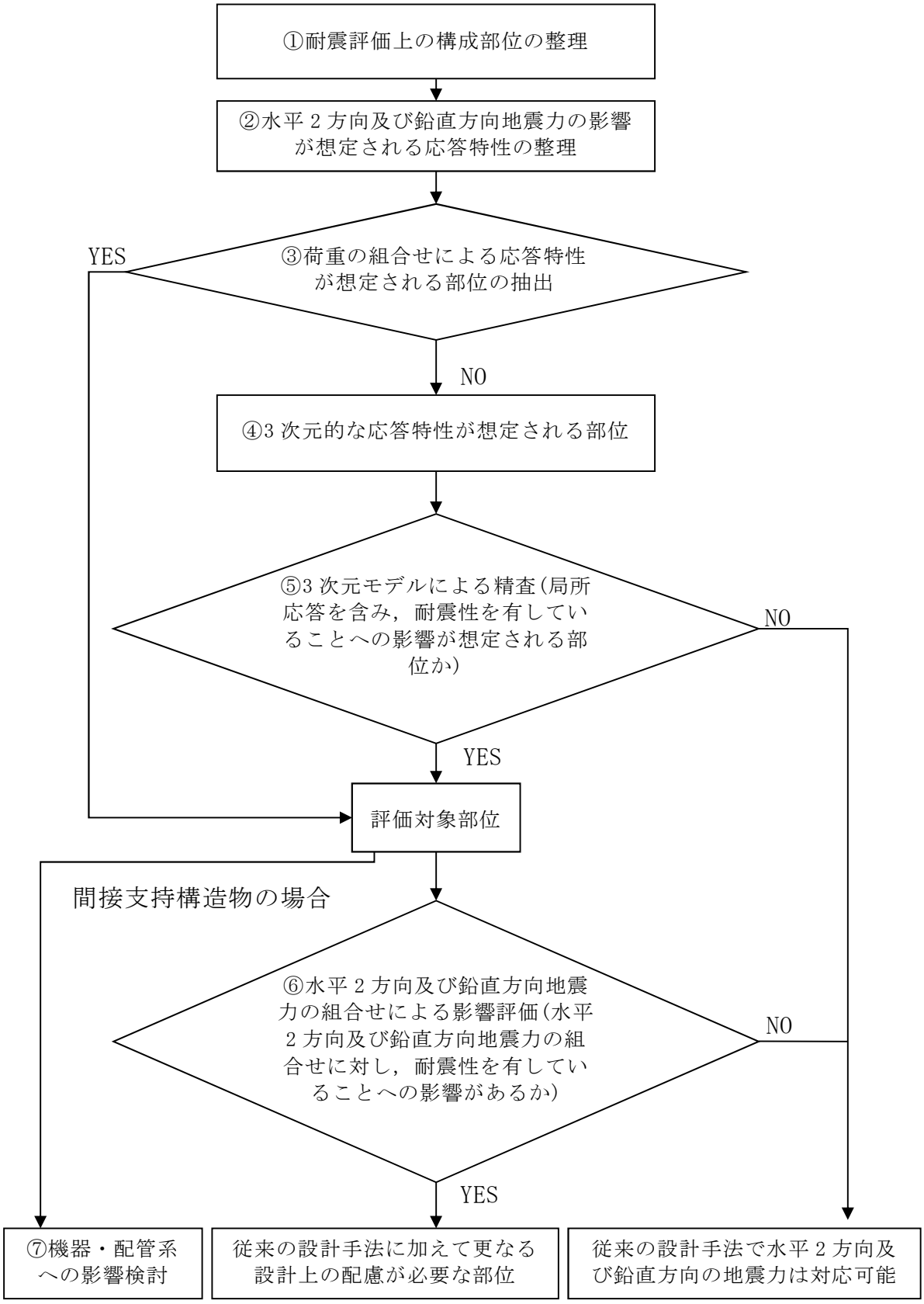
Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として，組合せ係数法（1.0：0.4：0.4）に基づいて地震力を設定する。

評価対象として抽出した耐震評価上の構成部位について，構造部材の発生応力を適切に組み合わせることで，各部位の設計上の許容値に対する評価を実施し，各部位の耐震性への影響を評価する。

(注)REGULATORY GUIDE（RG）1.92“COMBINING MODAL RESPONSES AND SPATIAL COMPONENTS IN SEISMIC RESPONSE ANALYSIS”

(7) 機器・配管系への影響検討

評価対象として抽出された部位が，耐震重要施設，常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系の間接支持機能を有する場合，原子炉建屋の3次元モデルによる精査結果から，水平2方向及び鉛直方向入力時と水平1方向入力時の加速度応答スペクトルを比較し，その傾向から機器・配管系に対する応答値への影響を確認する。



第 3－1－3 図　水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価のフロー

3.1.3　水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価部位の抽出方針

(1)　耐震評価上の構成部位の整理

建物・構築物の耐震評価上の構成部位を整理し，該当する耐震評価上の構成部位を網羅的に確認する。

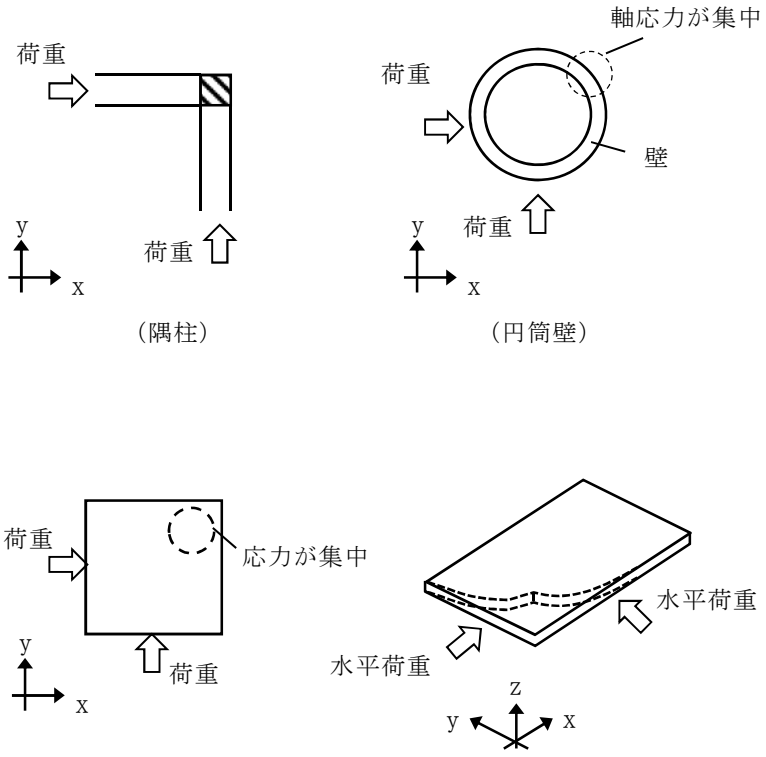
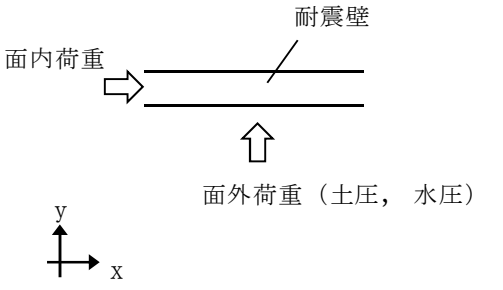
(2)　応答特性の整理

建物・構築物における耐震性評価部位について，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される応答特性を整理した。応答特性は，荷重の組合せによる影響が想定されるもの及び 3 次元的な挙動から影響が想定されるものに分けて整理した。整理した結果を第 3－1－1 表及び第 3－1－2 表に示す。また，応答特性を踏まえ，耐震評価上の構成部位に対する水平 2 方向入力による影響の考え方を第 3－1－3 表に示す。

なお，本資料は，一般的に想定される形状を前提として記載しているものであり，詳細設計においては，構造図に基づき各建物・構築物の部位の実状を踏まえ検討を行う。

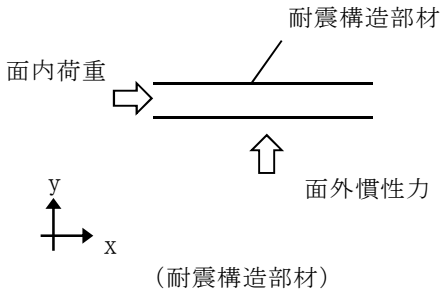
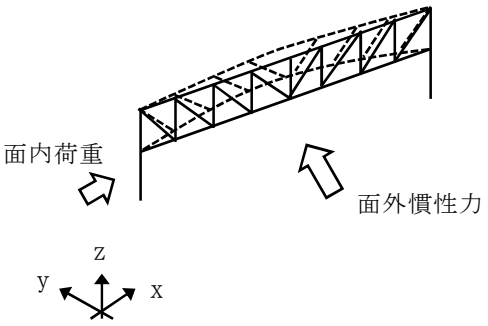
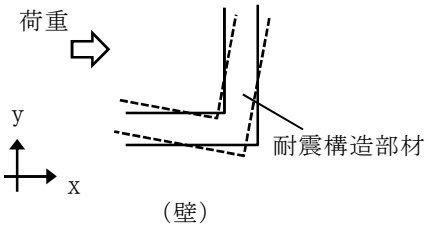
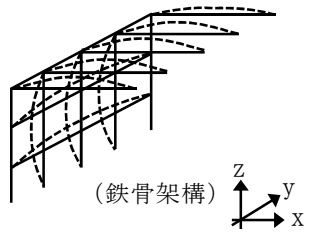
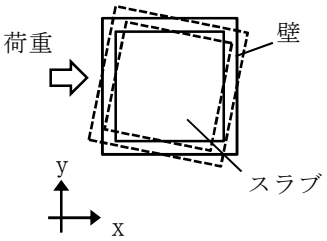
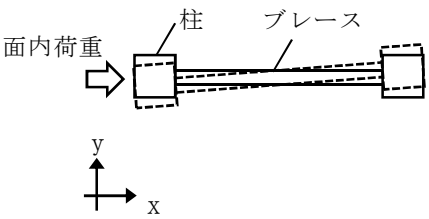
第 3－1－1 表　水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される応答特性

（荷重の組合せによる応答特性）

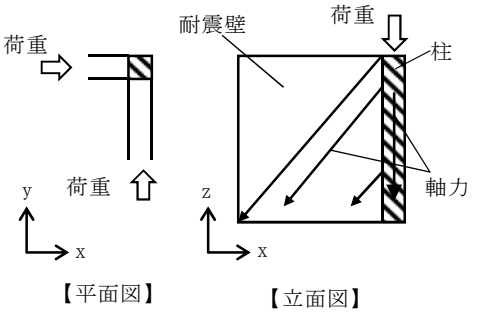
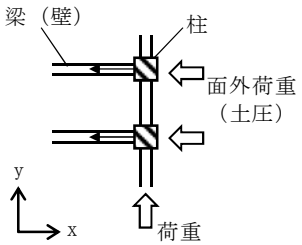
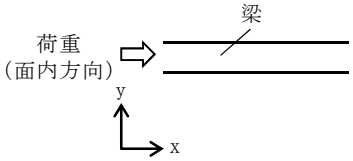
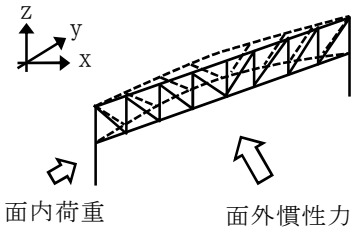
<table>
<tr><th colspan="2">荷重の組合せによる応答特性</th><th>影響想定部位</th></tr>
<tr><td>①－1</td><td>直交する水平 2 方向の荷重が，応力として集中</td><td>応力の集中する隅柱等
（例）
 
</td></tr>
<tr><td>①－2</td><td>面内方向の荷重を負担しつつ，面外方向の荷重が作用</td><td>土圧を負担する地下耐震壁等
水圧を負担するプール壁等
（例）
 
</td></tr>
</table>

第 3－1－2 表　水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される応答特性

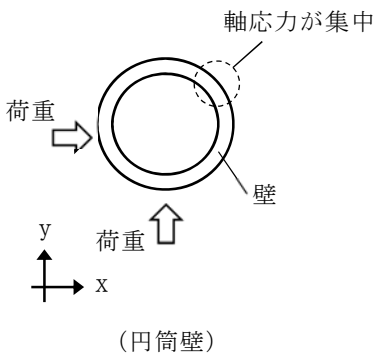
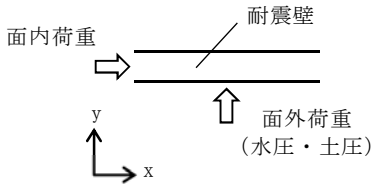
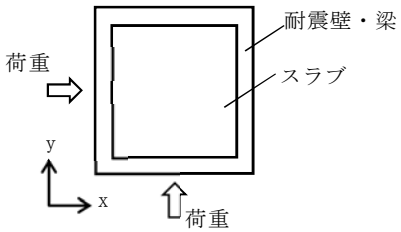
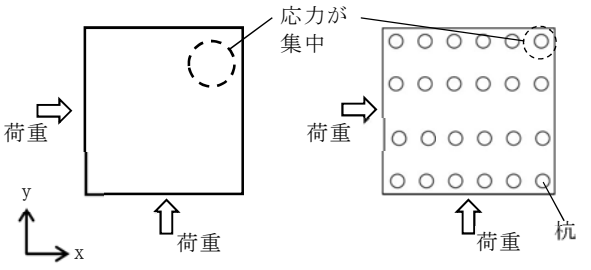
（3 次元的な応答特性）

3 次元的な応答特性		影響想定部位
②－1	面内方向の荷重に加え，面外慣性力の影響が大きい	大スパン又は吹き抜け部に設置された部位 （例）  （耐震構造部材）  （鉄骨トラス）
②－2	加振方向以外の方向に励起される振動	塔状構造物を含む，ねじれ挙動が想定される建物・構築物 （例）  （壁）  （鉄骨架構）  （床・屋根）  （ブレース）

第 3－1－3 表　耐震評価上の構成部位に対する水平 2 方向入力による影響の考え方（1／2）

耐震評価上の構成部位		水平 2 方向入力の影響
柱	一般部	耐震壁付構造の場合，水平入力による影響は小さい。
	隅部（端部を含む）	独立した隅柱は，直交する地震荷重が同時に作用する。ただし，耐震壁付きの隅柱は，軸力が耐震壁に分散されることで影響は小さい。 
	地下部	地下外周柱は面内方向の荷重を負担しつつ面外方向（土圧）の荷重が作用する。ただし，外周部耐震壁付のため，水平入力による影響は小さい。また，土圧が作用する方向にある梁及び壁が応力を負担することで，水平面外入力による影響は小さい。 
梁	一般部	大スパン又は吹抜け部では面内方向の荷重に加え，面外慣性力が作用する。ただし，1 方向のみ地震荷重を負担することが基本であり，また，床及び壁の拘束により面外地震荷重負担による影響は小さい。 
	地下部	地下外周梁は面内方向の荷重を負担しつつ面外方向（土圧）の荷重が作用する。ただし，1 方向のみ地震荷重を負担することが基本であり，また，床及び壁の拘束により面外地震荷重負担による影響は小さい。
	鉄骨トラス	大スパン又は吹抜け部では面内方向の荷重に加え，面外慣性力が作用する。ただし，1 方向のみ地震荷重を負担することが基本であり，また，床による拘束があるため，面外地震荷重負担による影響は小さい。 

第 3－1－3 表　耐震評価上の構成部位に対する水平 2 方向入力による影響の考え方（2／2）

耐震評価上の構成部位		水平 2 方向入力の影響
壁	一般部	1 方向のみ地震荷重を負担することが基本である。 円筒壁は直交する水平 2 方向の地震力により，集中応力が作用する。  （円筒壁）
	地下部プール壁	地下部分の耐震壁は，直交する方向からの地震時面外土圧荷重も受ける。同様にプール部の壁については水圧を面外方向から受ける。 
	鉄骨ブレース	1 方向のみ地震荷重を負担することが基本であり，ねじれによる荷重増分は軽微と考えられ影響は小さい。
床・屋根	一般部	スラブは四辺が壁及び梁で拘束されており，水平方向に変形しにくい構造となっており，水平地震力の影響は小さい。 
基礎	矩形杭基礎	直交する水平 2 方向の地震力により，集中応力が作用する。  （矩形基礎）　（杭基礎）

(3)　荷重の組合せによる応答特性が想定される部位の抽出方針

耐震評価上の構成部位のうち，第3－1－1表に示す荷重の組合せによる応答特性により，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される部位か否かの考えを纏め，影響が想定される部位の抽出方針を示す。

ａ．柱

建物・構築物の隅柱は，①－1「直交する水平2方向の荷重が，応力として集中」の部位として抽出した。ただし，耐震壁付隅柱の場合，軸力が耐震壁に分散されることから該当しない。

①－2「面内方向の荷重を負担しつつ，面外方向の荷重が作用」の部位としては，土圧が作用する地下外周柱が考えられるが，通常は耐震壁に囲まれており，耐震壁が面内の荷重を負担するため，地下外周柱は面内の荷重を負担しないため，該当しない。

ｂ．梁

梁の一般部及び鉄骨トラス部については，地震力の負担について方向性を持っており，①－1「直交する水平 2 方向の荷重が，応力として集中」の部位に該当しない。

①－2「面内方向の荷重を負担しつつ，面外方向の荷重が作用」の部位としては，土圧が作用する地下外周梁が考えられるが，通常は直交する床及び壁が存在し，これらによる面外方向の拘束があるため，該当しない。

ｃ．壁

矩形の壁は，地震力の負担について方向性を持っており，①－1「直交する水平2方向の荷重が，応力として集中」の部位は存在しない。独立した円筒壁は応力の集中が考えられる。ただし，原子炉建屋の一次格納

容器を囲む円型遮蔽壁の様に，建屋の中央付近に位置し，その外側にあるボックス型の壁とスラブで一体化されている場合は，①－1「直交する水平２方向の荷重が，応力として集中」の部位に該当しない。

①－2「面内方向の荷重を負担しつつ，面外方向の荷重が作用」の部位としては，土圧や水圧が作用するプール部や地下部が考えられ，建物・構築物の地下外壁及びプール側壁を，①－2 に該当するものとして抽出する。

なお，隣接する上位クラス建物・構築物への波及的影響防止のための建物・構築物の評価は，上位クラスの建物・構築物との相対変位による衝突可否判断が基本となる。

そのため，せん断及び曲げ変形評価を行うこととなり，壁式構造では耐震壁（ラーメン構造では柱，梁）を主たる評価対象部位とし，その他の構成部位については抽出対象に該当しない。

ｄ．床及び屋根

床及び屋根については，通常，四辺が壁又は梁で拘束されているために地震力の負担について方向性を持っており，①－1「直交する水平２方向の荷重が,応力として集中」及び①－2「面内方向の荷重を負担しつつ，面外方向の荷重が作用」の部位に該当しない。

ｅ．基礎

①－1「直交する水平２方向の荷重が，応力として集中」の部位としては，矩形の基礎板及び杭基礎が考えられる。

矩形の基礎板については，隅部への応力集中が考えられるため，①－1 に該当するものとして抽出する。また，杭基礎についても，①－1 に該当するものとして抽出する。

また，①－2「面内方向の荷重を負担しつつ，面外方向の荷重が作用」

の部位としては，基礎は該当しない。

(4)　3 次元的な応答特性が想定される部位の抽出

耐震評価上の構成部位のうち，荷重の組合せによる応答特性が想定される部位として抽出されない部位についても，第 3－1－3 表に示す 3 次元的な応答特性により水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される部位か否かの考えを纏め，影響が想定される部位の抽出方針を示す。

ａ．柱

(3)で抽出されている以外の柱は当然両方向に対して断面算定が実施されている。そのため，面外慣性力の影響も考慮されており，②－1「面内方向の荷重に加え，面外慣性力の影響が大きい」の部位には該当しない。

建物・構築物は，鉄筋コンクリート造耐震壁又は鉄骨造ブレースを主な耐震要素として扱っており，地震力のほとんどを耐震壁又はブレースが負担する。ねじれ振動の影響が想定される部位が存在したとしても，その場合には，通常，ねじれを加味した構造計画を行っており，②－2「加振方向以外の方向に励起される振動」の部位にも該当しない。

ｂ．梁

梁一般部及び地下部は，通常，剛性の高い床や耐震壁が付帯し，面外方向の変形を抑制することから，②－1「面内方向の荷重に加え，面外慣性力の影響が大きい」及び②－2「加振方向以外の方向に励起される振動」の部位には該当しない。

鉄骨トラス部は，１方向トラスの場合には，面内方向の荷重に加え，面外慣性力の影響が大きいと考えられるが，通常，直交方向にトラスや繋ぎ梁が存在し，面外慣性力を負担する。１方向にしかトラスが存在し

ない場合，②－1「面内方向の荷重に加え，面外慣性力の影響が大きい」の部位に該当するものとして抽出する。また，塔状構造物の水平材については，ねじれ挙動が想定されることから，②－2「加振方向以外の方向に励起される振動」の部位に該当するものとして抽出する。

c．壁

(3)で抽出されている以外の壁については，通常，直交方向に壁又は大梁を配置した設計がなされ，また，ねじれのない構造設計がなされるため，②－1「面内方向の荷重に加え，面外慣性力の影響が大きい」及び②－2「加振方向以外の方向に励起される振動」の部位に該当しない。

塔状構造物の斜材については，ねじれ挙動が想定されるため，②－2「加振方向以外の方向に励起される振動」の部位に該当するものとして抽出する。

なお，隣接する上位クラス建物・構築物への波及的影響防止のための建物・構築物の評価は，上位クラスの建物・構築物との相対変位による衝突可否判断が基本となる。

そのため，せん断及び曲げ変形評価を行うこととなり，壁式構造では耐震壁（ラーメン構造では柱，梁）を主たる評価対象部位とし，その他の構成部位については抽出対象に該当しない。

d．床及び屋根

床及び屋根については，通常，釣合いよく壁を配置した設計がなされるため，②－1「面内方向の荷重に加え，面外慣性力の影響が大きい」及び②－2「加振方向以外の方向に励起される振動」の部位に該当しない。

e．基礎

矩形の基礎及び杭基礎は，(3)の荷重の組合せによる応答特性を踏まえたスクリーニングで既に抽出されている。

(5)　3 次元モデルによる精査の方針

3 次元的な応答特性が想定される部位として抽出された評価部位については,代表評価部位にて 3 次元モデルによる精査を行う。

3 次元モデルを用いた精査は,水平 2 方向及び鉛直方向を同時入力時の応答の水平 1 方向入力時の応答に対する増分を確認することとする。

局所応答に対する 3 次元モデルによる精査を行う建物・構築物は，その重要性，規模，構造特性及び機器評価確認への適用性を考慮し，原子炉建屋とする。原子炉建屋は，耐震Ｓクラスの原子炉棟を含み，建屋規模も大きいため多くの重要機器を内包しているため代表施設として選定した。評価に用いる地震動については,「2.2　水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動」に基づき,複数の基準地震動Ｓ$_s$における地震動の特性及び包絡関係と施設の特性による影響も考慮した上で選定し，本影響評価に用いる。

3.1.4　水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価部位として抽出された部位で，水平2方向及び鉛直方向の同時入力による評価を行わない部位については，建物・構築物の重要性，規模及び構造特性の観点から代表評価部位を選定し，基準地震動S_sを用い，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を評価する。評価にあたっては，従来設計手法による各部位の解析モデル及び鉛直方向地震力の組合せによる評価結果を用いることとする。

また，影響評価は水平2方向及び鉛直方向を同時に入力する時刻歴応答解析による評価又は基準地震動S_sの各方向地震成分により，個別に計算した最大応答値を用い，水平2方向及び鉛直方向地震力を組合せる方法として，米国 REGURATORY GUIDE1.92 の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考に，組合せ係数法（1.0：0.4：0.4）に基づいた評価により実施する。

組合せ係数法の妥当性については，念のため代表施設において水平2方向及び鉛直方向同時入力との応力比較を実施する。

3.2　機器・配管系

3.2.1　水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計の考え方

機器・配管系における従来の水平方向及び鉛直方向の組合せによる設計手法では，建物・構築物の振動特性を考慮し，変形するモードが支配的となり応答が大きくなる方向（応答軸方向）に基準地震動S_sを入力して得られる各方向の地震力（床応答）を用いている。

応答軸（強軸・弱軸）が明確となっている設備の耐震評価においては，水平各方向の地震力を包絡し，変形モードが支配的となる応答軸方向に入力するなど，従来評価において保守的な取り扱いを基本としている。

一方，応答軸が明確となっていない設備で３次元的な広がりを持つ設備の耐震評価においては，基本的に３次元のモデル化を行っており，建物・構築物の応答軸方向の地震力をそれぞれ入力し，この入力により算定される荷重や応力のうち大きい方を用いて評価を実施している。

さらに，応答軸以外の振動モードが生じ難い構造の採用，応答軸以外の振動モードが生じ難いサポート設計の採用といった構造上の配慮など，水平方向の入力に対して配慮した設計としている。

3.2.2　水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価方針

機器・配管系において，水平２方向及び鉛直方向地震力を考慮した場合に影響を受ける可能性がある設備（部位）の評価を行う。

評価対象は，耐震重要施設，常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故対処施設の機器・配管系並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備とする。また，耐震Ｂクラス設備については共振のおそれのあるものを評価対象とする。

対象とする設備を機種ごとに分類し，それぞれの構造上の特徴により荷重の伝達方向，その荷重を受ける構造部材の配置及び構成等により水平２方向の地震力による影響を受ける可能性のある設備（部位）を抽出する。

構造上の特徴により影響の可能性がある設備（部位）は，水平２方向及び鉛直方向地震力による影響の検討を実施する。水平各方向の地震力が１：１で入力された場合の発生値を従来の評価結果の荷重又は算出応力等を水平２方向及び鉛直方向に整理して組み合わせる又は新たな解析等により高度化した手法を用いる等により，水平２方向の地震力による設備（部位）に発生する荷重や応力を算出する。

これらの検討により，水平２方向及び鉛直方向地震力を組み合せた荷重や応力の結果が従来の発生値と同等である場合は影響がある設備として抽出せず，従来の発生値を超えて耐震性への影響が懸念される場合は，設備が有する耐震性への影響を確認する。

設備が有する耐震性への影響が確認された場合は，詳細な手法を用いた検討等，新たに設計上の対応策を講じる。

水平２方向及び鉛直方向地震力による影響評価は，基準地震動S_sを対象とするが，複数の基準地震動S_sにおける地震動の特性及び包絡関係，地震力の包絡関係を確認し，代表可能である場合は代表の基準地震動S_sにて評価する。また，水平各方向の地震動は，それぞれの位相を変えた地震動を用いることを基本とするが，保守的な手法を用いる場合もある。

3.2.3　水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

機器・配管系において，水平２方向及び鉛直方向地震力の影響を受ける可能性があり，水平１方向及び鉛直方向の従来評価に加え，更なる設計上の配

慮が必要な設備について，構造及び発生値の増分の観点から抽出し，影響を評価する。影響評価は従来設計で用いている質点系モデルによる評価結果を用いて行うことを基本とする。影響評価のフローを第3－2－1図に示す。

なお，耐震評価は基本的におおむね弾性範囲でとどまる体系であることに加え，国内と海外の機器の耐震解析は，基本的に線形モデルにて実施している等類似であり，水平2方向及び鉛直方向の位相差は機器の応答にも現れることから，米国Regulatory Guide 1.92の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を検討する際は，地震時に水平2方向及び鉛直方向それぞれの最大応答が同時に発生する可能性は極めて低いとした考え方であるSquare-Root-of-the-Sum-of-the-Squares法（以下「最大応答の非同時性を考慮したSRSS法」という。）又は組合せ係数法（1.0：0.4：0.4）を適用し，各方向からの地震入力による各方向の応答を組み合わせる。

① 評価対象となる設備の整理

耐震重要施設，常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備，共振のおそれのある耐震Ｂクラス施設を評価対象とし，代表的な機種ごとに分類し整理する（第3－2－1図①）。

② 構造上の特徴による抽出

機種ごとに構造上の特徴から水平2方向の地震力が重複する観点，もしくは応答軸方向以外の振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点にて検討を行い，水平2方向の地震力による影響の可能性がある設備を抽出する（第3－2－1図②）。

③　発生値の増分による抽出

水平2方向の地震力による影響の可能性がある設備に対して，水平2方向の地震力が各方向1:1で入力された場合に各部にかかる荷重や応力を求め，従来の水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して，水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した発生値の増分を用いて影響を検討し，耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。

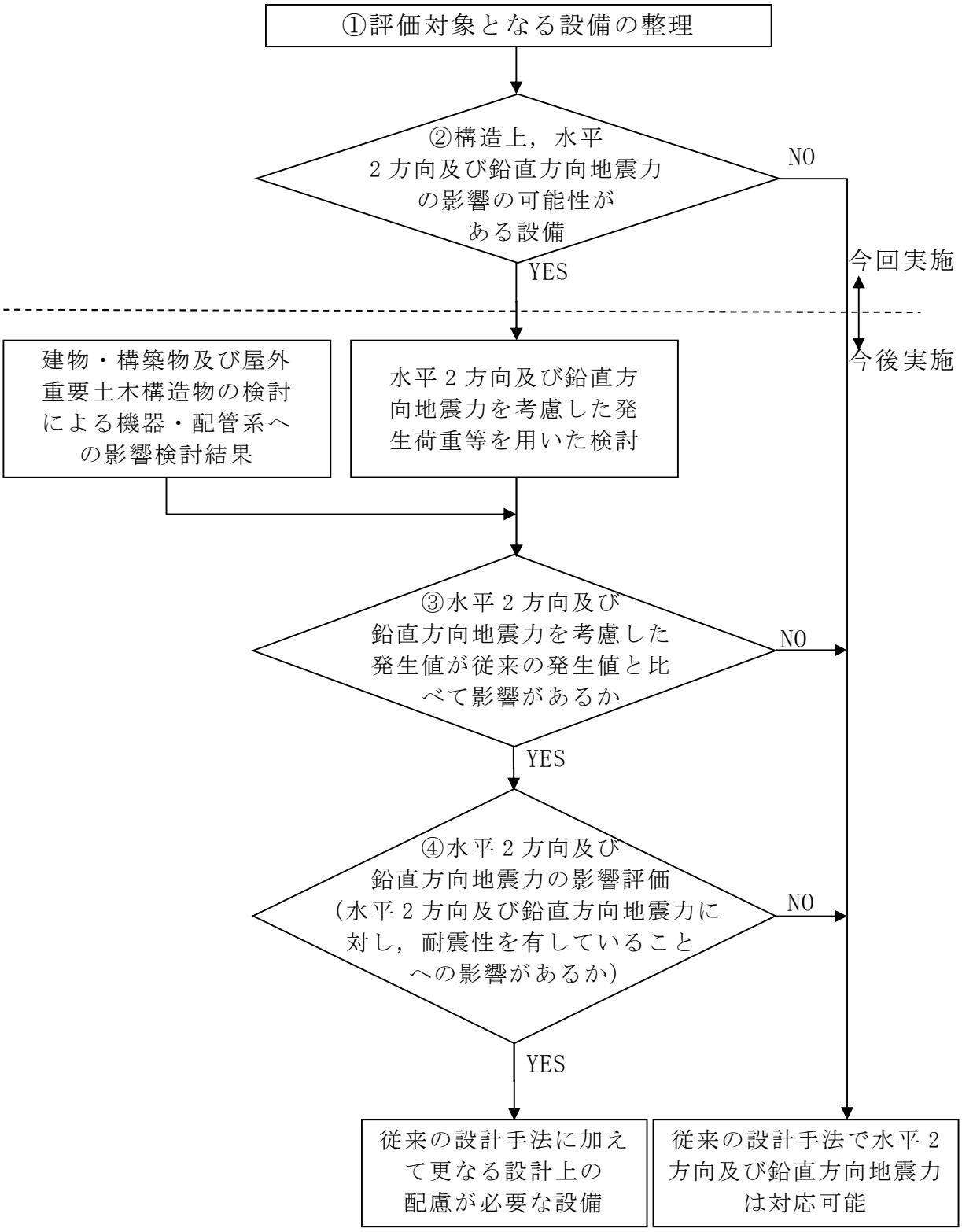
また，建物・構築物及び屋外重要土木構築物の検討により，機器・配管系への影響の可能性がある部位が抽出された場合は，機器・配管系への影響を評価し，耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。

影響の検討は，機種ごとの分類に対して地震力の寄与度に配慮し耐震裕度が小さい設備（部位）を対象とする（第3－2－1図③）。

④　水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価

③の検討において算出された荷重や応力を用いて，設備の耐震性への影響を確認する（第3－2－1図④）。

なお，現時点においては，各機器の耐震性に関する詳細検討が完了していないことから，上記①及び②を実施し，今後，詳細検討の進捗に伴い③及び④を実施することとする。



第3－2－1図　水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した影響評価フロー

3.2.4　水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価設備（部位）の抽出

評価対象設備を機種ごとに分類した結果を，第３－２－１表に示す。機種ごとに分類した設備の各評価部位，応力分類に対し構造上の特徴から水平２方向の地震力による影響を水平２方向の地震力が重複する観点より検討し，影響の可能性がある設備を抽出した。

（１）水平２方向の地震力が重複する観点

水平１方向の地震力に加えて，さらに水平直交方向に地震力が重複した場合，水平２方向の地震力による影響を検討し，影響が軽微な設備以外の影響検討が必要となる可能性があるものを抽出する。以下の場合は，水平２方向の地震力により影響が軽微な設備であると整理した。なお，ここでの影響が軽微な設備とは，構造上の観点から発生応力への影響に着目し，その増分が１割程度以下となる機器を分類しているが，今後詳細検討においては水平１方向地震力による裕度（許容応力／発生応力）が 1.1 未満の機器については個別に検討を行うこととする。

ａ．水平２方向の地震力を受けた場合でも，その構造により水平１方向の地震力しか負担しないもの

横置きの容器等は，水平２方向の地震力を想定した場合，水平１方向を拘束する構造であることや水平各方向で振動特性及び荷重の負担断面が異なる構造であることにより，特定の方向の地震力の影響を受ける部位であるため，水平１方向の地震力しか負担しないものとして分類した（別紙１参照）。

ｂ．水平２方向の地震力を受けた場合，その構造により最大応力の発生箇

所が異なるもの

一様断面を有する容器類の胴板等は，水平2方向の地震力を想定した場合，それぞれの水平方向地震力に応じて応力が最大となる箇所があることから，最大応力の発生箇所が異なり，水平2方向の地震力を組み合わせても影響が軽微であるものとして分類した。その他の設備についても同様の理由から最大応力の発生箇所が異なり，水平2方向の地震力を組み合わせても影響が軽微であるものとして分類した(別紙1参照)。

c．水平2方向の地震力を組み合わせても水平1方向の地震による応力と同等と言えるもの

原子炉圧力容器スタビライザ及び原子炉格納容器スタビライザは，周方向8箇所を支持する構造で配置されており，水平1方向の地震力を6体で支持する設計としており，水平2方向の地震力を想定した場合，地震力を負担する部位が増え，また，最大反力を受けもつ部位が異なることで，水平1方向の地震力による荷重と水平2方向の地震力を想定した場合における荷重が同等になるものであり，水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等のものと分類した。

スタビライザと同様の支持方式を有するその他の設備についても，同様の理由から水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同様のものと分類した（別紙1参照）。

d．従来評価において，水平2方向の考慮をした評価を行っているもの

蒸気乾燥器支持ブラケット等は，従来評価において，水平2方向地震を考慮した評価を行っているため，水平2方向の影響を考慮しても影

響がないものとして分類した。

（2）水平方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点

水平方向とその直交方向が相関する振動モードが生じることで優位な影響が生じる可能性のある設備を抽出する。

機器・配管系設備のうち，水平方向の各軸方向に対して均等な構造となっている機器は，評価上有意なねじれ振動は生じない。

一方，３次元的な広がりを持つ配管系等は，系全体として考えた場合，有意なねじれ振動が発生する可能性がある。しかし，水平方向とその直交方向が相関する振動が想定される設備は，従来設計より３次元のモデル化を行っており，その振動モードは適切に考慮した評価としているため，この観点から抽出される機器は無かった。

3.2.5　水平2方向及び鉛直方向地震力の評価部位の抽出結果及び今後の評価方針

3.2.4で抽出した結果を別紙1に示す。これらの設備に関して，今後3.2.3③「発生値の増分等による抽出」に記載の方法に従い発生値の増分から評価対象部位の抽出を行った上で，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を行う。また，建物・構築物及び屋外重要土木構造物の検討結果より機器・配管系の耐震性への影響を与えると判断された設備についても同様に発生値の増分の観点から評価対象部位の抽出を行った上で，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を行う。

第3－2－1表　水平2方向入力の影響検討対象設備

設　備		部　位	応力分類
炉心支持構造物	炉心シュラウド	下部胴	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
			支圧応力
	シュラウドサポート	レグ	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
			軸圧縮応力
		シリンダプレート 下部胴	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
	上部格子板	グリッドプレート	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
	炉心支持板	補強ビーム 支持板	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
	燃料支持金具	中央燃料支持金具 周辺燃料支持金具	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
	制御棒案内管	下部溶接部	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
原子炉圧力容器	円筒胴 下鏡	炉心回り円筒胴 下鏡 下鏡と胴板の接合部 下鏡とスカートの接合部	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
			一次＋二次＋ピーク応力
	制御棒駆動機構ハウジング貫通部	スタブチューブ ハウジング	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
			一次＋二次＋ピーク応力
			座屈（軸圧縮）
	中性子計測ハウジング貫通部	ハウジング	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
			一次＋二次＋ピーク応力
	ノズル	各部位	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
			一次＋二次＋ピーク応力
	ブラケット類	原子炉圧力容器スタビライザブラケット	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
		蒸気乾燥器支持ブラケット	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
		炉心スプレイブラケット	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
		給水スパージャブラケット	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
			純せん断応力
原子炉圧力容器 支持構造物	支持スカート	スカート	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
			一次＋二次＋ピーク応力
			座屈（軸圧縮）
	原子炉圧力容器基礎ボルト	基礎ボルト	引張応力
			せん断応力
			組合せ応力

※1　本表は，詳細設計時等の進捗に応じて見直しを行う。

設　備		部　位	応力分類
原子炉圧力容器 付属構造物	原子炉格納容器スタビライザ 原子炉圧力容器スタビライザ	トラス ロッド ディスクスプリング支持板	引張応力
			せん断応力
			圧縮応力
			曲げ応力
			組合せ応力
	制御棒駆動機構ハウジングレストレイントビーム	レストレイントビーム	せん断応力
			圧縮応力
			曲げ応力
原子炉圧力容器 内部構造物	蒸気乾燥器ユニット	ユニット	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
		耐震用ブロック	せん断応力
	気水分離器及びスタンドパイプ シュラウドヘッド 中性子束案内管	各部位	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
	スパージャ 炉内配管	各部位	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
使用済燃料貯蔵ラック (共通ベース含む)		ラック部材	引張応力
			せん断応力
			組合せ応力
		基礎ボルト ラック取付ボルト	引張応力
			せん断応力
			組合せ応力
四脚たて置き円筒形容器		胴板	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
		脚	組合せ応力
		基礎ボルト	引張応力
			せん断応力
			組合せ応力
横置円筒形容器		胴板	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
		脚	組合せ応力
		基礎ボルト	引張応力
			せん断応力
			組合せ応力
立形ポンプ		コラムパイプ バレルケーシング	一次一般膜応力
		基礎ボルト 取付ボルト	引張応力
			せん断応力
			組合せ応力
ECCSストレーナ		各部位（ボルト以外）	一次膜応力＋一次曲げ応力
		ボルト	引張応力
横形ポンプ ポンプ駆動用タービン 海水ストレーナ 空調ファン 空調ユニット 空気圧縮機		基礎ボルト 取付ボルト	引張応力
			せん断応力
			組合せ応力

設　備		部　位	応力分類
水圧制御ユニット		フレーム	引張応力
			せん断応力
			圧縮応力
			曲げ応力
			組合せ応力
		取付ボルト	引張応力
			せん断応力
			組合せ応力
平底たて置円筒容器		胴板	一次一般膜応力
			一次＋二次応力
		基礎ボルト	引張応力
			せん断応力
			組合せ応力
核計装設備		各部位	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
伝送器（壁掛）		取付ボルト	引張応力
			せん断応力
			組合せ応力
伝送器（円形壁掛）		取付ボルト	引張応力
伝送器（円形吊下）		取付ボルト	引張応力
制御盤		取付ボルト	引張応力
			せん断応力
			組合せ応力
原子炉格納容器	サプレッション・チェンバ底部ライナ	ライナプレート リングガータ部	圧縮ひずみ
			引張ひずみ
	ドライウェルトップヘッド	頂部 不連続部 フランジ付根部	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
	ドライウエル円錐部及びサプレッション・チェンバ円筒部シェル部及びサンドクッション部	各部位	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
	ドライウエルビームシート	各部位	引張応力
			せん断応力
			圧縮応力
			曲げ応力
			組合せ応力
		ビームシート	一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
	ドライウエル上部シアラグ及びスタビライザ ドライウエル下部シアラグ及びスタビライザ	各部位	引張応力
			せん断応力
			曲げ応力
			組合せ応力
		上部シアラグと原子炉格納容器胴との接合部 下部シアラグと原子炉格納容器胴との接合部	一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
	ドライウエルスプレイヘッダ	案内管直管部 案内管エルボ部	一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
	パーソナルエアロック イクイプメントハッチ サプレッション・チェンバ・アクセスハッチ	パーソナルエアロック（イクイプメントハッチ，サプレッション・チェンバアクセスハッチ）本体と補強板との接合部 補強板と原子炉格納容器胴一般部との接合部	一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力

設　備		部　位	応力分類
原子炉格納容器	原子炉格納容器胴アンカー部	各部位	引張応力
			曲げ応力
			圧縮応力
			組合せ応力
		コンクリート	せん断応力度
	原子炉格納容器配管貫通部	原子炉格納容器胴とスリーブ接合部	一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
	原子炉格納容器電気配線貫通部	スリーブ付根部	一次膜応力＋一次曲げ応力
		補強板付根部	一次＋二次応力
ダイヤフラム・フロア		構造用スラブ	引張応力度
			せん断応力度
			圧縮応力度
		大ばり 小ばり	曲げ応力
			せん断応力
		柱	圧縮応力
		シヤーコネクタ	せん断応力
ベント管		上部 ブレージング部	一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
格納容器スプレイヘッダ		スプレイ管部 ティー部 案内管部	一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ		ブレース	圧縮応力
		ベース取付溶接部	引張応力
			せん断応力
		基礎ボルト 取付ボルト	引張応力
			せん断応力
			組合せ応力
非常用ディーゼル発電機		基礎ボルト 取付ボルト	引張応力
			せん断応力
			組合せ応力
スカート支持たて置円筒形容器		胴板	一次一般膜応力
			一次＋二次応力
		スカート	組合せ応力
			座屈
		基礎ボルト	引張応力
			せん断応力
			組合せ応力
プレート式熱交換器		側板	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
		脚	組合せ応力
		基礎ボルト	引張応力
			せん断応力
			組合せ応力
ラグ支持たて置き円筒形容器		胴板	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
		ラグ	組合せ応力
		基礎ボルト	引張応力
			せん断応力
			組合せ応力

設　備	部　位	応力分類
その他電源設備	取付ボルト	引張応力
		せん断応力
		組合せ応力
配管本体，サポート（多質点梁モデル解析）	配管，サポート	一次応力
		一次＋二次応力
矩形構造の架構設備（静的触媒式水素再結合装置，架台を含む）	各部位	各応力分類
通信連絡設備（アンテナ）	ボルト	引張応力
		せん断応力
		組合せ応力
水位計	取付ボルト	引張応力
		せん断応力
		組合せ応力
監視カメラ	取付ボルト	引張応力
		せん断応力
		組合せ応力
	据付部材	組合せ応力
貫通部止水処置	シール材	シールに生じる変位
浸水防止蓋	蓋	曲げ応力
		せん断応力
		組合せ応力
	基礎ボルト	せん断応力
逆流防止逆止弁	各部位	各応力分類
原子炉ウェル遮へいプラグ	本体	せん断応力度
原子炉本体の基礎	円筒部 中間スラブ	引張応力度
		圧縮応力度
		せん断応力度
	下層円筒基部	引張応力度
		せん断応力度
		曲げ応力度
燃料取替機	燃料取替機構造物フレーム ブリッジ脱線防止ラグ(本体) トロリ脱線防止ラグ(本体) 走行レール 横行レール	引張応力
		せん断応力
		組合せ応力
	ブリッジ脱線防止ラグ(取付ボルト) トロリ脱線防止ラグ(取付ボルト)	せん断応力
	吊具	吊具荷重
建屋クレーン	クレーン本体ガーダ	せん断応力
		曲げ応力
		浮上り量
	落下防止金具	圧縮応力
	トロリストッパ	圧縮応力
		曲げ応力
		組合せ応力
	トロリ	浮上り量
	吊具	吊具荷重
原子炉遮へい壁	一般胴部 開口集中部	せん断応力
		圧縮応力
		曲げ応力
		組合せ応力

3.3　屋外重要土木構造物

3.3.1　水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計の考え方

従来設計手法の考え方について，RC構造物である取水構造物を例に第3－3－1表に示す。

一般的な地上構造物では，躯体の慣性力が主たる荷重であるのに対し，屋外重要土木構造物は，概ね地中に埋設されているため，動土圧や動水圧等の外力が主たる荷重となる。また，屋外重要土木構造物は，比較的単純な構造部材の配置で構成され，ほぼ同一の断面が奥行き方向に連続する構造的特徴を有することから，3次元的な応答の影響は小さいため，2次元断面での耐震評価を行っている。

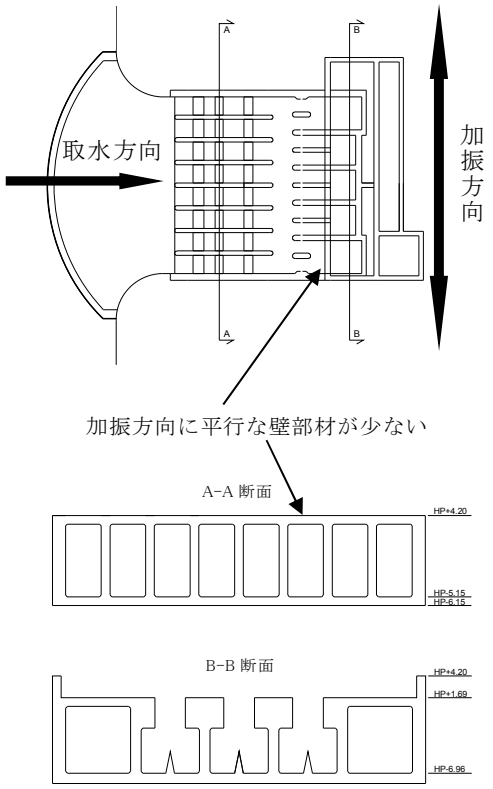
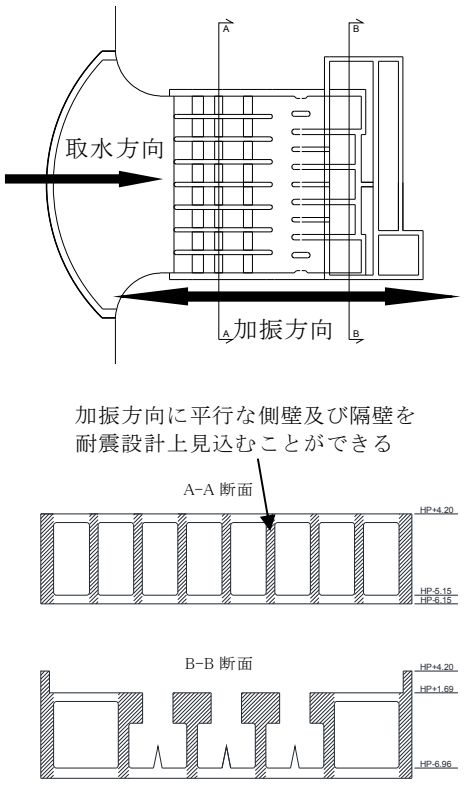
屋外重要土木構造物は，主に海水の通水機能や配管等の間接支持機能を維持するため，通水方向や管軸方向に対して空間を保持できるように構造部材が配置されることから，構造上の特徴として，明確な弱軸，強軸を有する。

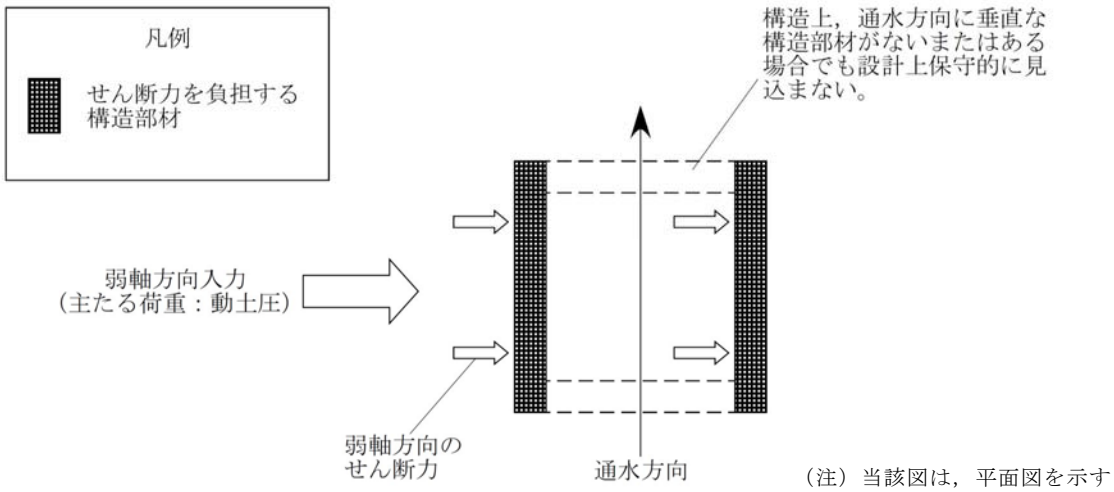
強軸方向の地震時挙動は，弱軸方向に対して顕著な影響を及ぼさないことから，従来設計手法では，弱軸方向を評価対象断面として，耐震設計上求められる水平1方向及び鉛直方向地震力による耐震評価を実施している。

第3－3－1図に示すとおり，従来設計手法では，屋外重要土木構造物の構造上の特徴から，弱軸方向の地震荷重に対して保守的に加振方向に平行な壁部材を見込まず，垂直に配置された構造部材のみで受けもつよう設計している。

なお，屋外重要土木構造物のうち，既設構造物は取水構造物と屋外二重管（基礎部除く）であり，それ以外の構造物は新設構造物である。ここでは，既設構造物，新設構造物の両方について検討を行う。

第 3－3－1 表　従来設計における評価対象断面の考え方（取水構造物の例）

	横断方向の加振	縦断方向の加振
従来設計の評価対象断面の考え方		



第 3－3－1 図　従来設計手法の考え方

3.3.2　水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

屋外重要土木構造物において，水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した場合に影響を受ける可能性がある構造物の評価を行う。

評価対象は，屋外重要土木構造物である，取水構造物及び屋外二重管並びに波及影響防止のために耐震評価する土木構造物とする。また，常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の間接支持構造物のうち常設代替高圧電源装置置場，常設代替高圧電源装置用カルバート，代替淡水貯槽，常設低圧代替注水系ポンプ室，常設低圧代替注水系配管カルバート，緊急用海水ポンプピット，格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート，緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎並びに重大事故時における海水の通水構造物のうちＳＡ用海水ピット取水塔，海水引込み管，ＳＡ用海水ピット及び緊急用海水取水管も本評価では屋外重要土木構造物として扱うこととし，評価対象に含める。

屋外重要土木構造物を構造形式ごとに分類し，構造形式ごとに作用すると考えられる荷重を整理し，荷重が作用する構造部材の配置等から水平2方向及び鉛直方向地震力による影響を受ける可能性のある構造物を抽出する。

抽出された構造物については，従来設計手法での評価対象断面の地震応答解析に基づく構造部材の照査において，評価対象断面に直交する断面の地震応答解析に基づく構造部材の発生応力等を評価し，適切に組み合わせることで，水平2方向及び鉛直方向地震力による構造部材の発生応力を算出し，構造物が有する耐震性への影響を確認する。

構造物が有する耐震性への影響が確認された場合は，詳細な手法を用いた検討等，新たに設計上の対応策を講じる。

3.3.3　水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

屋外重要土木構造物において，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を受ける可能性があり，水平1方向及び鉛直方向の従来評価に加え，更なる設計上の配慮が必要な構造物について，構造形式及び作用荷重の観点から影響評価の対象とする構造物を抽出し，構造物が有する耐震性への影響を評価する。影響評価のフローを第3－3－2図に示す。

(1)　影響評価対象構造物の抽出

①　構造形式の分類

評価対象構築物について，各構造物の構造上の特徴や従来設計手法の考え方を踏まえ，構造形式ごとに大別する。

②　従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の整理

従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重を抽出する。

③　荷重の組合せによる応答特性が想定される構造物形式の抽出

②で整理した荷重に対して，構造形式ごとにどのように作用するかを整理し，耐震性に与える影響程度を検討した上で，水平2方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される構造形式を抽出する。

④　従来設計手法における評価対象断面以外の3次元的な応答特性が想定される箇所の抽出

③で抽出されなかった構造形式について，従来設計手法における評価対象断面以外の箇所で，水平2方向及び鉛直方向地震力の影響により3次元的な応答が想定される箇所を抽出する。

⑤　従来設計手法の妥当性の確認

④で抽出された箇所が，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して，従来設計手法における評価対象断面の耐震評価で満足できるか検討を行う。

(2)　影響評価手法

⑥　水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価

評価対象として抽出された構造物について，従来設計手法での評価対象断面の地震応答解析に基づく構造部材の照査において，評価対象断面に直交する断面の地震応答解析に基づく構造部材の発生応力等を評価し，適切に組合せることで，水平2方向及び鉛直方向地震力による構造部材の発生応力を算出し，構造物が有する耐震性への影響を確認する。

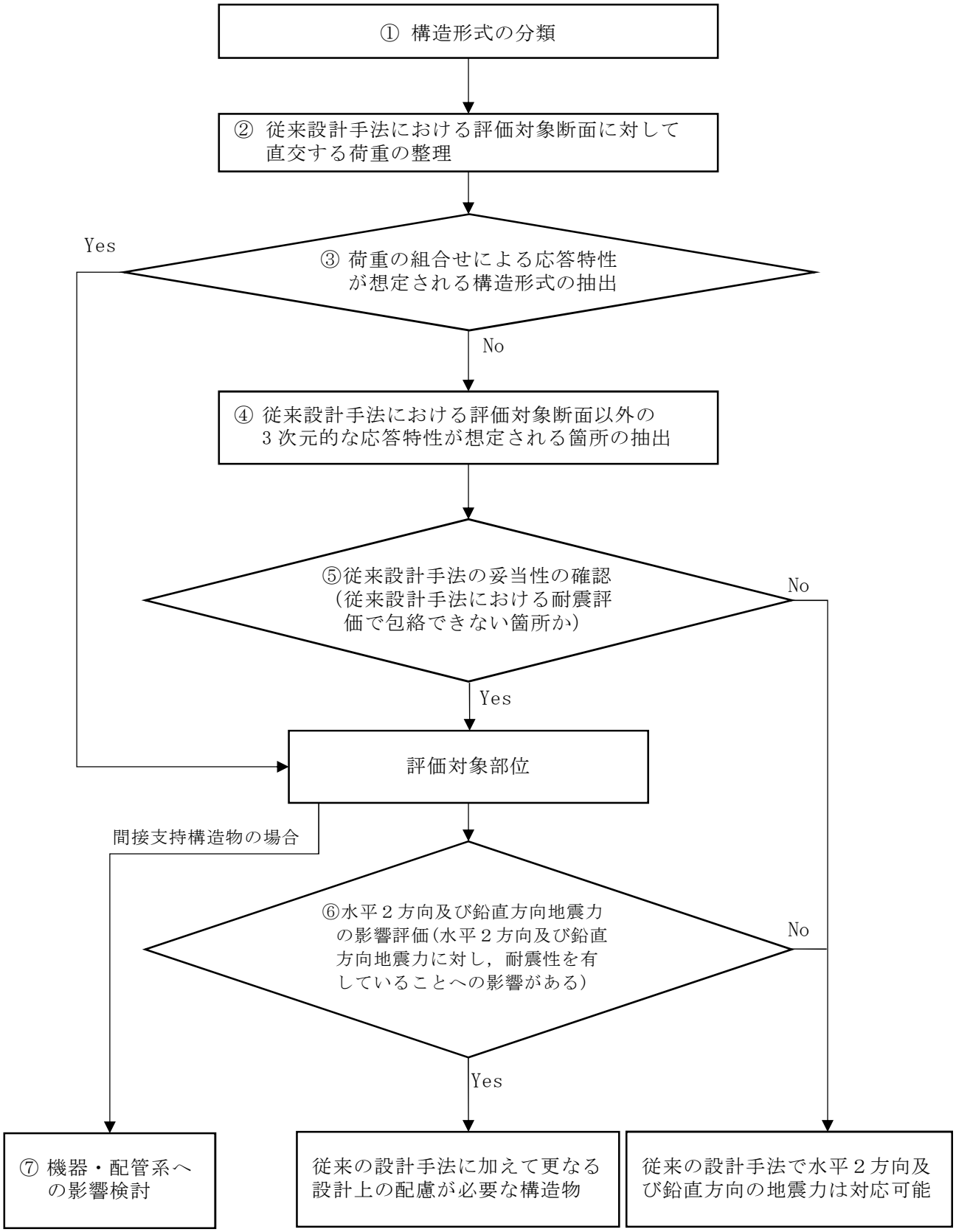
評価手法については，評価対象構造物の構造形式を考慮し選定する。

⑦　機器・配管系への影響検討

評価対象として抽出された構造物が，耐震重要施設，常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系の間接支持構造物である場合，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響が確認された場合，機器・配管系の影響評価に反映する。

なお，④及び⑤の精査にて，屋外重要土木構造物の影響の観点から抽出されなかった部位であっても，地震応答解析結果から機器・配管系への影響の可能性が想定される部位については検討対象として抽出する。



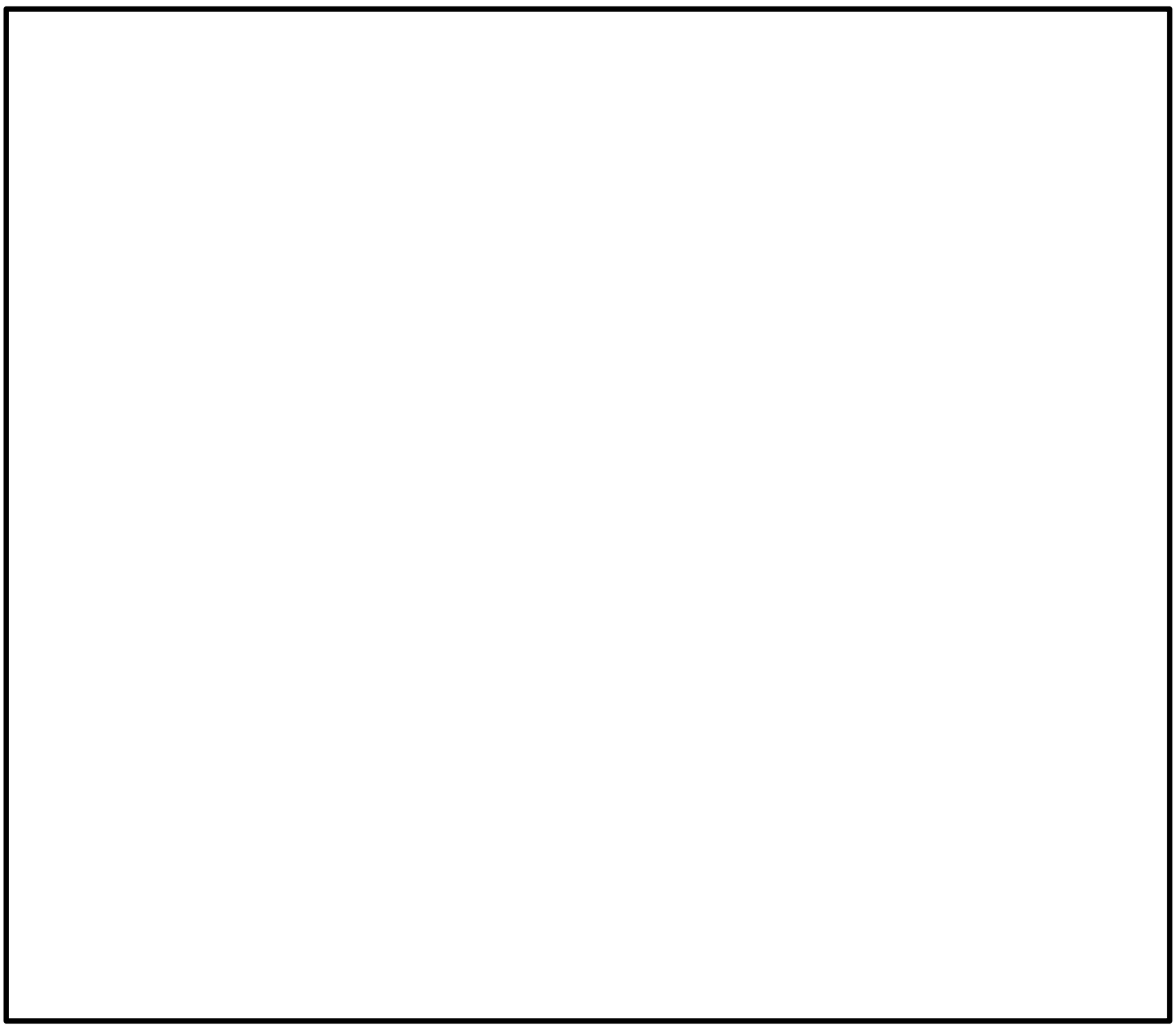
第3－3－2図　水平2方向及び鉛直方向地震力による影響評価のフロー

3.3.4　水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出

(1)　構造形式の分類

第3－3－3図に屋外重要土木構造物の配置図を示す。

屋外重要土木構造物は，その構造形式より1)取水構造物，常設代替高圧電源装置置場，常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部），常設低圧代替注水系ポンプ室，緊急用海水ポンプピット，緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎のような箱型構造物，2)常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部，カルバート部），常設低圧代替注水系配管カルバート及び格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートのような線状構造物，3)代替淡水貯槽，ＳＡ用海水ピット取水塔及びＳＡ用海水ピットのような円筒状構造物，4）屋外二重管基礎コンクリートのような梁状構造物，5)取水構造物，屋外二重管，緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎の鋼管杭基礎，並びに6)屋外二重管，海水引込み管及び緊急用海水取水管のような管路構造物の６つに大別される。



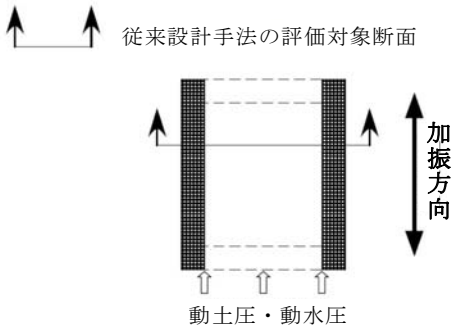
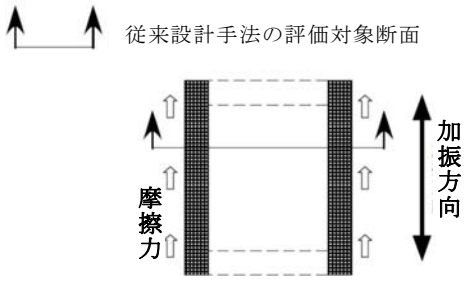
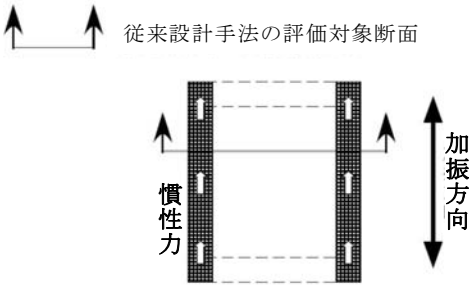
第 3－3－3 図　屋外重要土木構造物配置図

(2)　従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の整理

第 3－3－2 表に，従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重を示す。

従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重として，動土圧及び動水圧，摩擦力，慣性力が挙げられる。

第 3－3－2 表　従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重

作用荷重		作用荷重のイメージ（注）
㋐動土圧及び動水圧	従来設計手法における評価対象断面に対して，平行に配置される構造部材に作用する動土圧及び動水圧	
㋑摩擦力	周辺の埋戻土と躯体間で生じる相対変位に伴い発生する摩擦力	
㋒慣性力	躯体に作用する慣性力	

（注）作用荷重のイメージ図は平面図を示す。

(3)　荷重の組合せによる応答特性が想定される構造形式の抽出

第 3－3－3 表に，3.3.4(1)で整理した構造形式毎に，3.3.4(2)で整理した荷重作用による影響程度を示す。

評価対象構造物の地震時の挙動は，躯体が主に地中に埋設されることから，周辺地盤の挙動に大きく影響される。3.3.4(2)で整理した荷重のうち㋑摩擦力や㋒慣性力は，㋐動土圧及び動水圧と比較するとその影響は小さいことから，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響検討の対象とする構造物の抽出では，㋐動土圧及び動水圧による影響を考慮する。

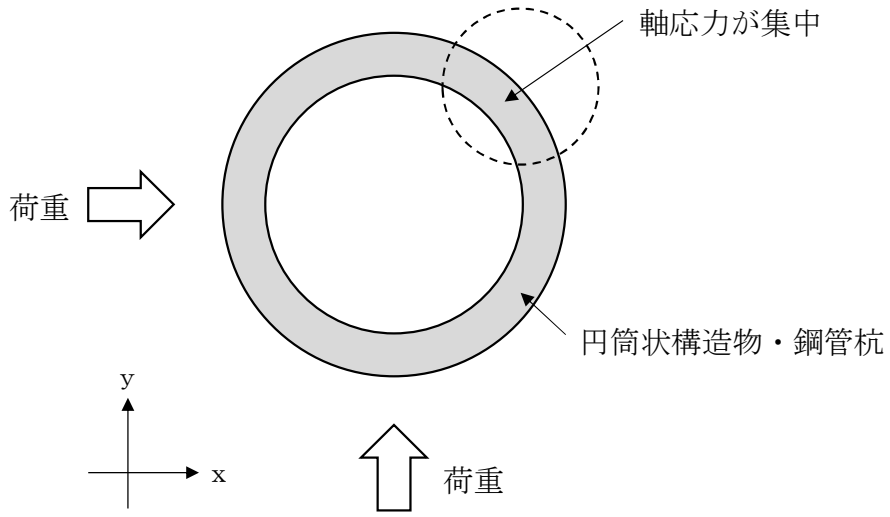
線状構造物については，その構造上の特徴として，妻壁（評価対象断面に対して平行に配置される壁部材）等を有さない若しくは妻側（小口）の面積が小さいことから，従来設計手法における評価対象断面に対して直交する㋐動土圧及び動水圧は作用しない。

箱型構造物は，妻壁等を有することから，従来設計手法における評価対象断面に対して直交する㋐動土圧及び動水圧が作用する。

同様に，梁状構造物は，従来設計手法における評価対象断面に対して直交する㋐動土圧及び動水圧が構造物側面に作用する。

円筒状構造物及び鋼管杭基礎は，第 3－3－4 図に示すように水平 2 方向入力による応力の集中が考えられる。

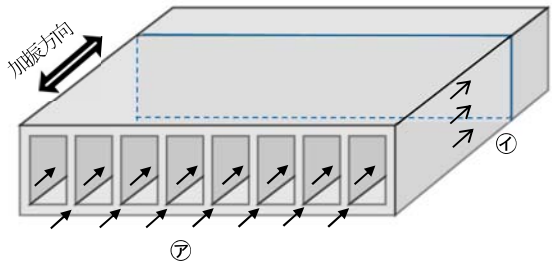
管路構造物については，従来設計手法において管軸方向と管軸直角方向の応力を合成した応力評価を実施しており，水平 2 方向及び鉛直方向の地震力を同時に作用させて評価を行っている。

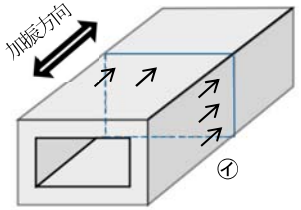


第 3－3－4 図　円筒状構造物・鋼管杭基礎に係る応答特性

以上のことから，荷重の組合せによる応答特性が想定される構造形式として，従来評価手法における評価対象断面に対して直交する㋐動土圧及び動水圧が作用する箱型構造物及び梁状構造物ならびに水平 2 方向入力による応力の集中が考えられる円筒状構造物，鋼管杭基礎及び管路構造物を抽出する。

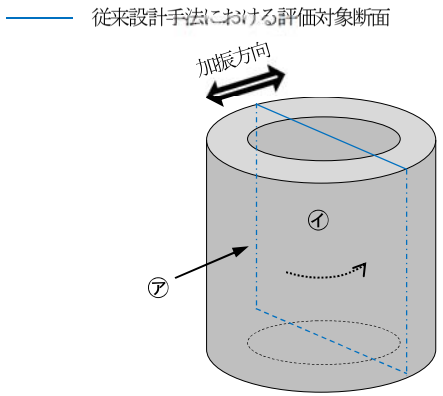
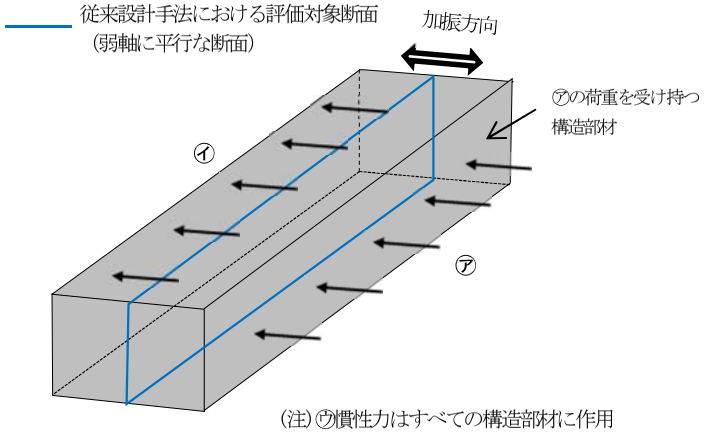
第3－3－3表　水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出（1／3）

<table>
<tr><td>3.3.4（1）で整理した構造形式の分類</td><td colspan="2">1)箱型構造物
(取水構造物等)</td><td colspan="2">2)線状構造物
(常設低圧代替注水系配管カルバート等)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">3.3.4(2)で整理した荷重の作用状況</td><td colspan="2">従来設計手法における評価対象断面（弱軸に平行な断面）
 

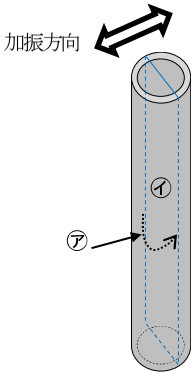
(注)㋒慣性力はすべての構造部材に作用</td><td colspan="2">従来設計手法における評価対象断面（弱軸に平行な断面）
 

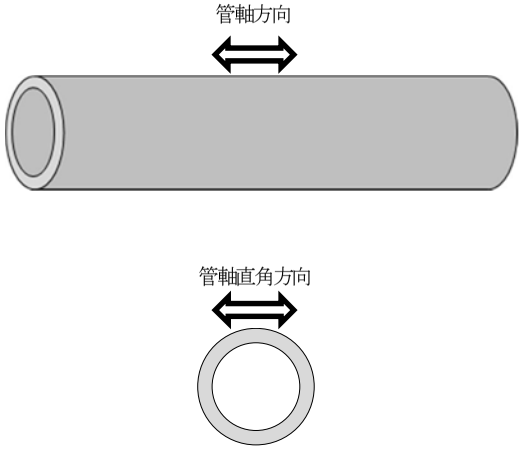
(注)㋒慣性力はすべての構造部材に作用</td></tr>
<tr><td>㋐動土圧及び動水圧</td><td>主に妻壁に作用</td><td>㋐動土圧及び動水圧</td><td>作用しない</td></tr>
<tr><td>㋑摩擦力</td><td>側壁に作用</td><td>㋑摩擦力</td><td>側壁，頂版に作用</td></tr>
<tr><td>㋒慣性力</td><td>全ての部材に作用</td><td>㋒慣性力</td><td>全ての部材に作用</td></tr>
<tr><td>従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の影響程度</td><td colspan="2">従来設計手法における評価対象断面に対して平行に配置される構造部材（妻壁）を有し，㋐動土圧及び動水圧による荷重が作用するため影響大</td><td colspan="2">従来設計手法における評価対象断面に対して平行に配置される構造部材を有さず㋐動土圧及び動水圧による荷重が作用しないため影響小</td></tr>
<tr><td>抽出結果
(○：影響検討実施)</td><td colspan="2">○</td><td colspan="2">×</td></tr>
</table>

第3－3－3表　水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出（2／3）

3.3.4（1）で整理した構造形式の分類	3）円筒状構造物 （代替淡水貯槽等）		4）梁状構造物 （屋外二重管基礎コンクリート）	
3.3.4（2）で整理した荷重の作用状況	 （注）㋒慣性力はすべての構造部材に作用		 （注）㋒慣性力はすべての構造部材に作用	
	㋐動土圧及び動水圧	主に胴体部に作用	㋐動土圧及び動水圧	主に胴体部に作用
	㋑摩擦力	主に胴体部に作用	㋑摩擦力	主に胴体部に作用
	㋒慣性力	全ての部材に作用	㋒慣性力	全ての部材に作用
従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の影響度	胴体部において，㋐動土圧及び動水圧による荷重が作用するため影響大		従来設計手法における評価対象断面に対して平行な側面に，㋐動土圧及び動水圧による荷重が作用するため影響大	
抽出結果 （○：影響検討実施）	○		○	

第3－3－3表　水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出（3／3）

<table>
<tr><td>3.3.4（1）で整理した
構造形式の分類</td><td>5）鋼管杭基礎
（取水構造物等の杭基礎）</td><td>6）管路構造物
（屋外二重管等）</td></tr>
<tr><td rowspan="5">3.3.4（2）で整理した
荷重の作用状況</td><td colspan="2">従来設計手法における評価対象断面
 

（注）ウ慣性力はすべての構造部材に作用</td><td rowspan="5">管軸方向と管軸直角方向の応力を合成した応力評価を実施しており，従来設計手法において水平2方向及び鉛直方向の地震力の組合せが考慮されている
 
</td></tr>
<tr><td>ア動土圧及び動水圧</td><td>主に胴体部に作用</td></tr>
<tr><td>イ摩擦力</td><td>主に胴体部に作用</td></tr>
<tr><td>ウ慣性力</td><td>全ての部材に作用</td></tr>
<tr><td>従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の影響度</td><td colspan="2">胴体部において，ア動土圧及び動水圧による荷重，及び上部工からの荷重が作用するため影響大。</td></tr>
<tr><td>抽出結果
（○：影響検討実施）</td><td colspan="2">○</td><td>○</td></tr>
</table>

(4)　従来設計手法における評価対象断面以外の3次元的な応答特性が想定される箇所の抽出

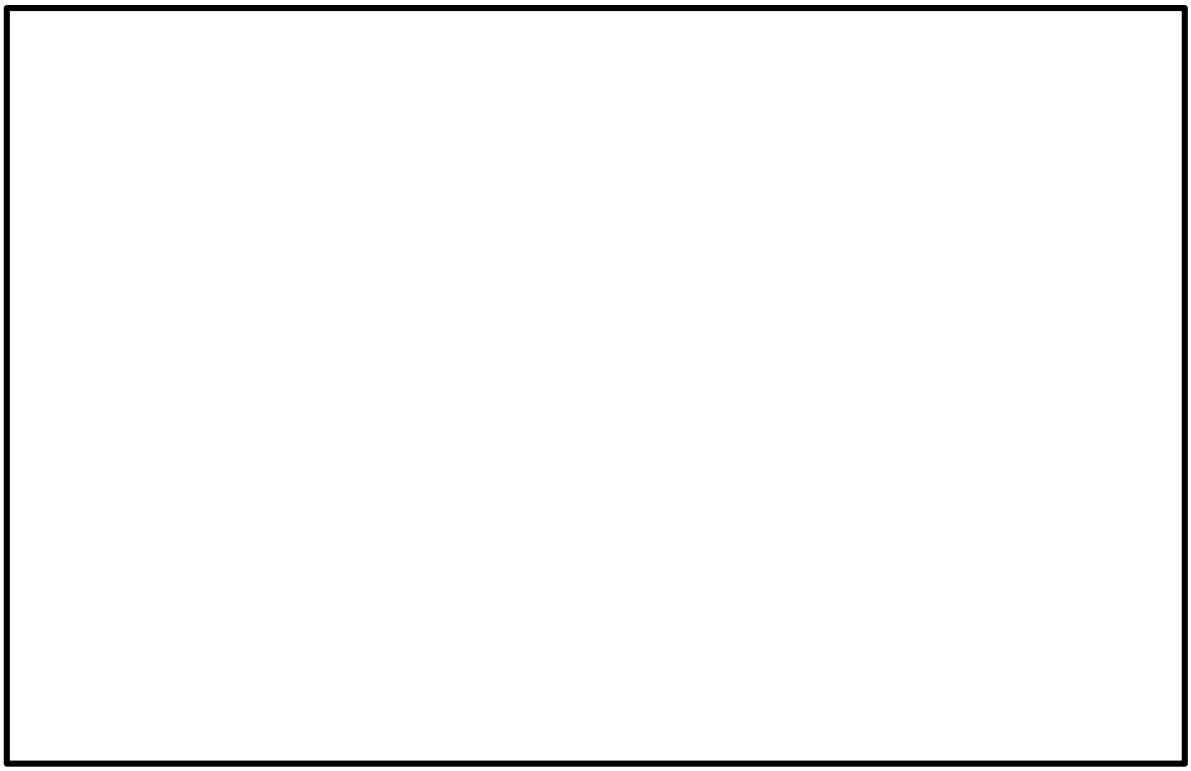
(3)で抽出しなかった構造形式である線状構造物について，構造物ごとの平面・断面図を以下に示す。各構造物の構造，地盤条件等を考慮した上で，従来設計手法における評価対象断面以外の3次元的な応答特性が想定される箇所を抽出する。

a)常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）

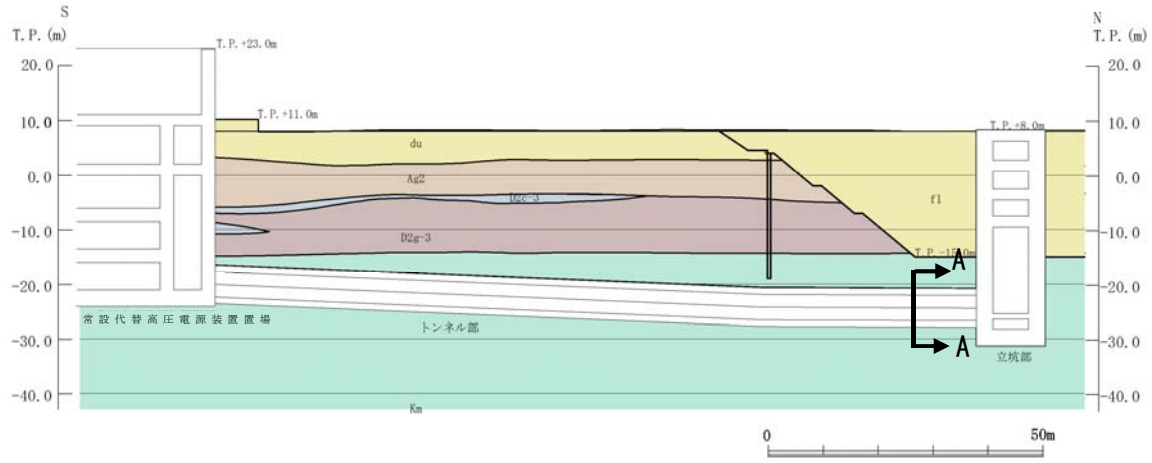
【線状構造物】

第 3－3－5 図に常設代替高圧電源装置用カルバートの配置図，第 3－3－6 図及び第 3－3－7 図に常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）の断面図を示す。

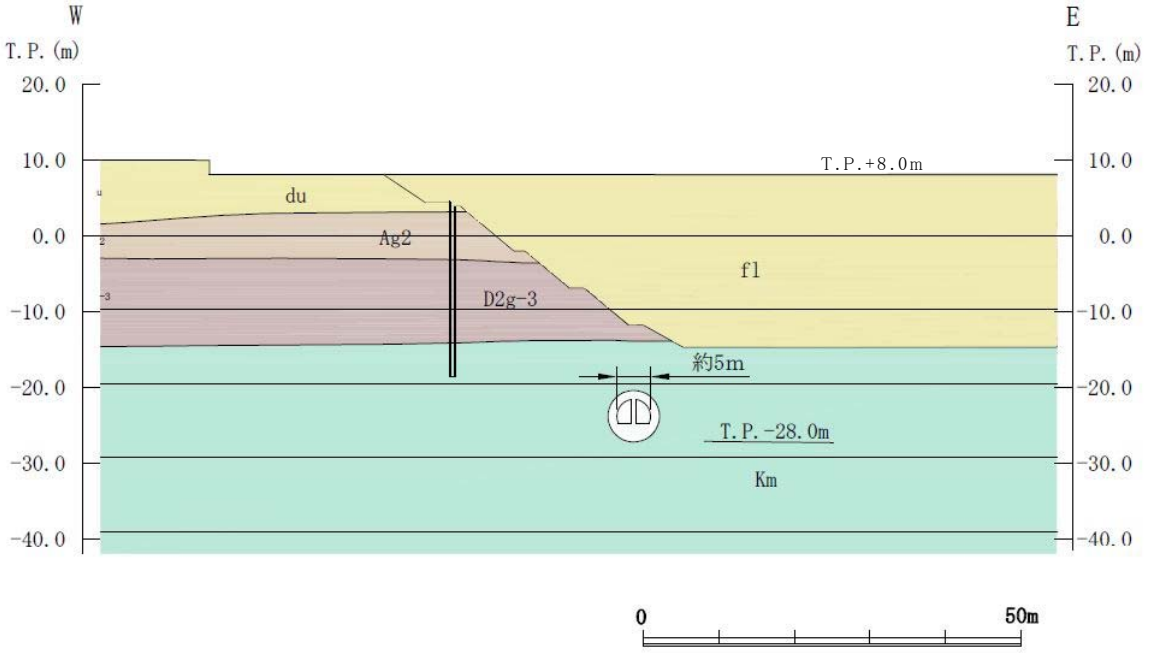
当該トンネルは，断面変化がほとんどないが，緩やかな曲線部が計画されている。第 3－3－8 図（施工目地の割り付け概念図）に示すように，適切な間隔で施工目地を設けることにより，構造物に応力集中が発生しないような設計方針とする。なお，施工目地の間隔は，トンネルの適用事例が多い「トンネル標準示方書：土木学会」に基づき決定する。



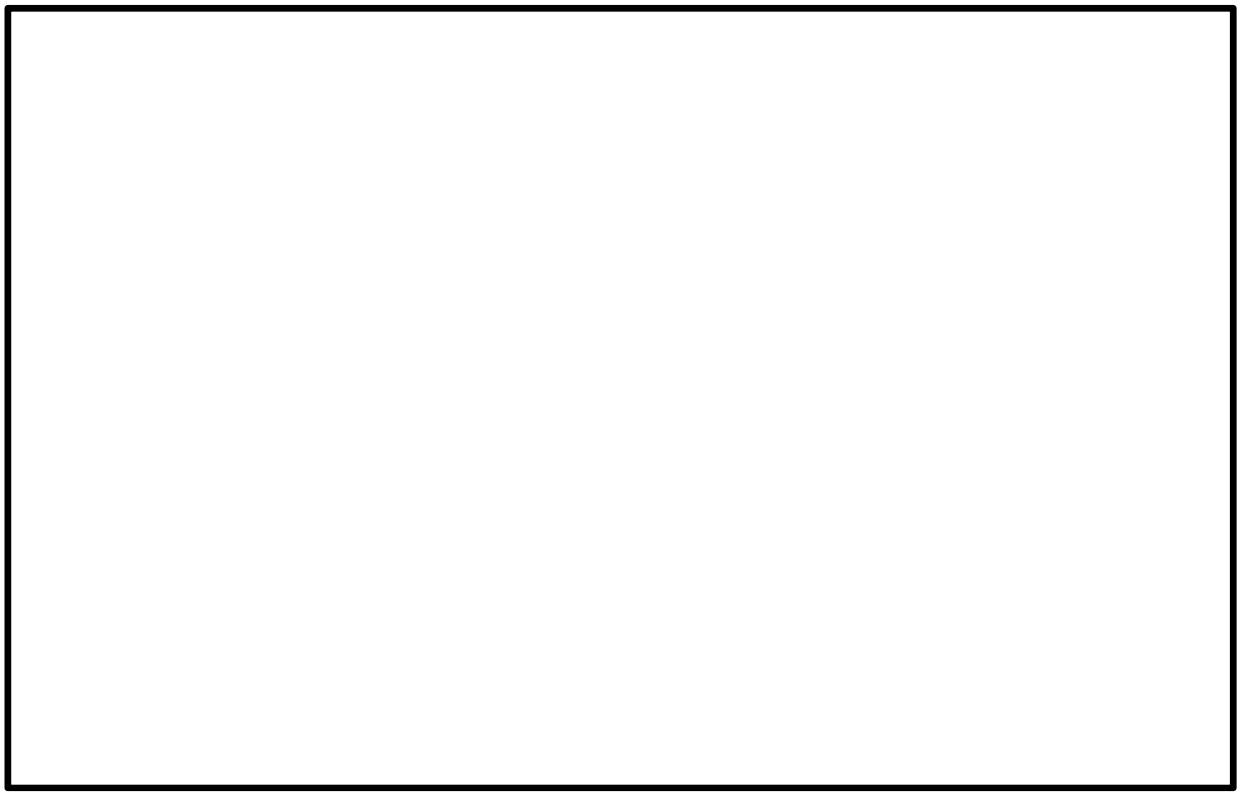
第 3－3－5 図　常設代替高圧電源装置用カルバート配置図



第 3－3－6 図　常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）
縦断面図



第 3－3－7 図　常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）
横断面図



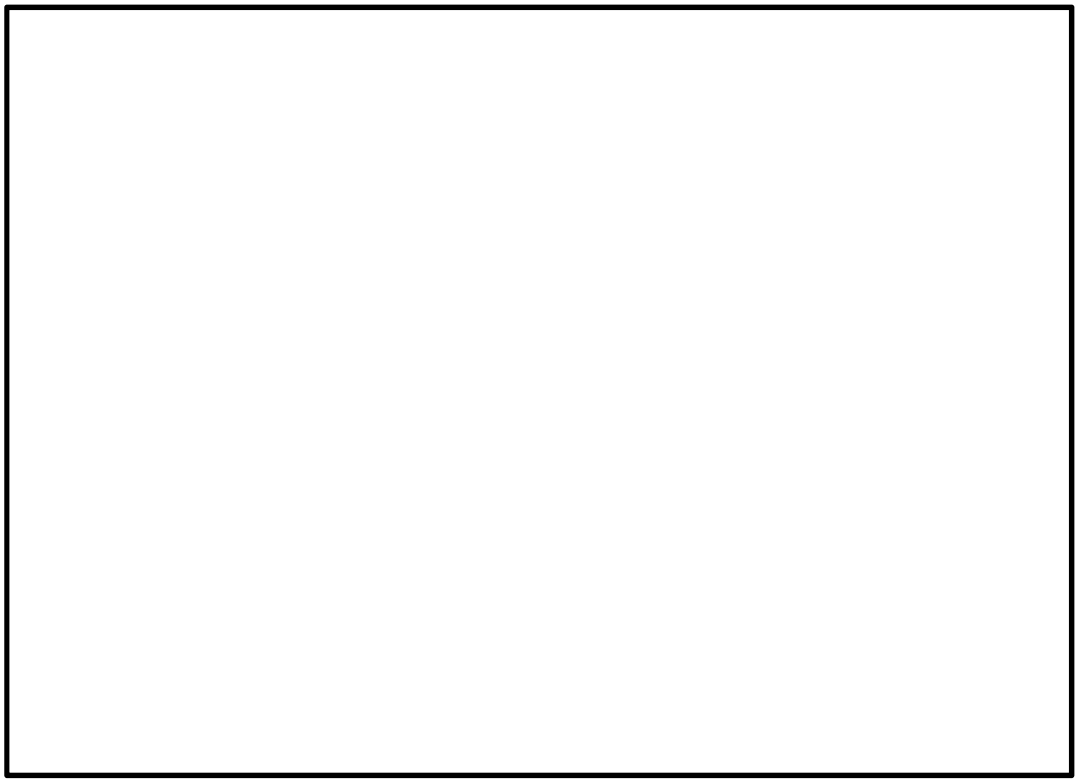
第 3－3－8 図　常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）
施工目地の割り付け概念図

b)常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）

【線状構造物】

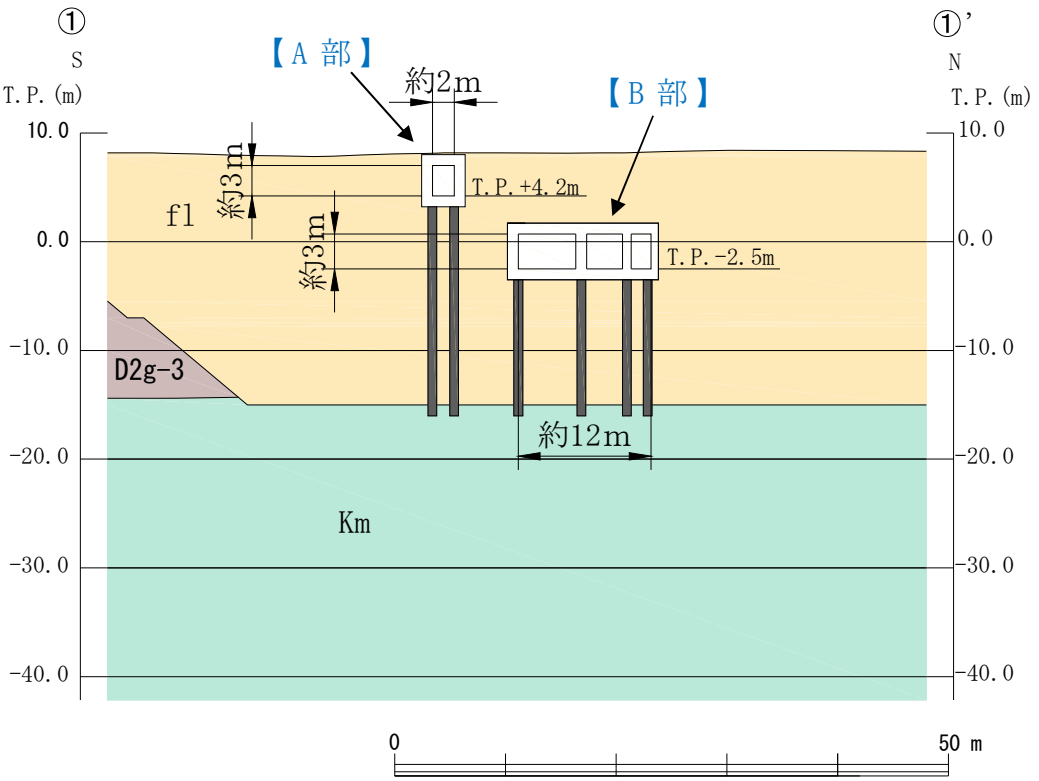
第 3－3－9 図に常設代替高圧電源装置用カルバートの配置図，第 3－3－10 図及び第 3－3－11 図に常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）の平面図及び断面図を示す。

内空幅約 2m，内空高さ約 3m のカルバート部【A 部】は，断面変化もほとんどなく直線である。また，杭を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置されるため，強軸方向の曲げの影響をほとんど受けない。一方，内空幅約 12m，内空高さ約 3m のカルバート部【B 部】は，内空寸法はほぼ一様であるが屈曲部（隅角部）を有するため，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響として，弱軸方向のせん断変形や強軸方向の曲げ変形への影響が想定される。



第 3－3－9 図　常設代替高圧電源装置用カルバート配置図

第３－３－10 図　常設代替高圧電源装置用カルバート
（カルバート部）平面図

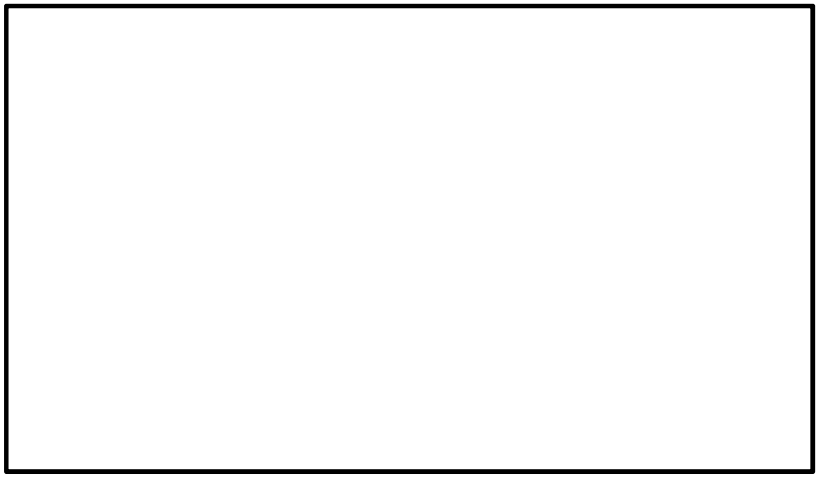


第３－３－11 図　常設代替高圧電源装置用カルバート
（カルバート部）断面図（①－①’断面）

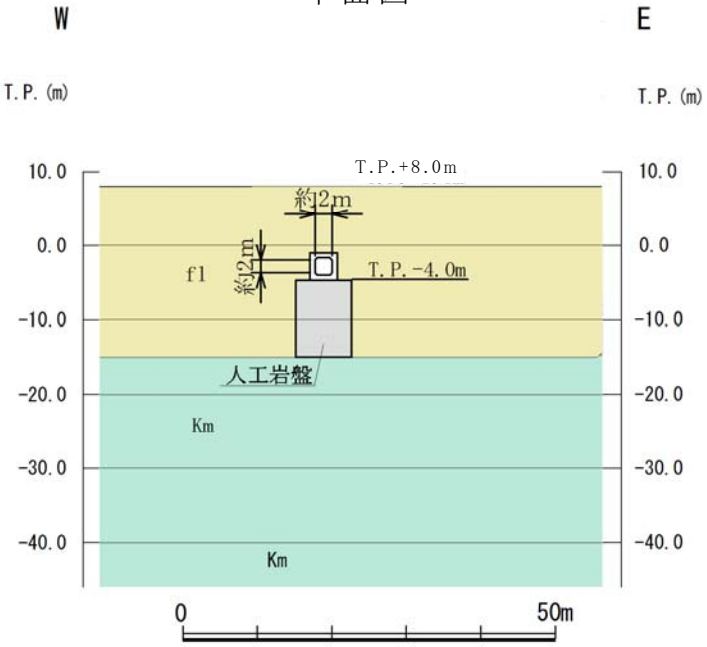
c）常設低圧代替注水系配管カルバート【線状構造物】

第 3－3－12 図及び第 3－3－13 図に常設低圧代替注水系配管カルバートの平面図及び断面図を示す。

当該構造物は，断面変化もほとんどなく直線である。また，マンメイドロックを介して十分な支持性能を有する岩盤に設置されるため，強軸方向の曲げの影響をほとんど受けない。



第 3－3－12 図　常設低圧代替注水系配管カルバート
平面図



第 3－3－13 図　常設低圧代替注水系配管カルバート
断面図（東西断面）

d）格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート（上部工）

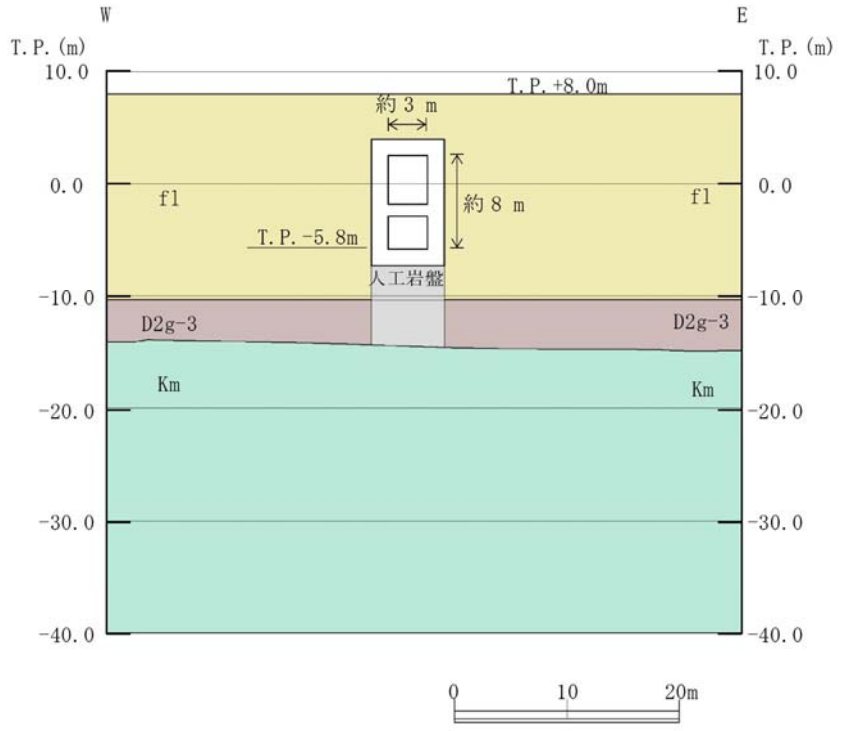
【線状構造物】

第 3－3－14 図，第 3－3－15 図及び第 3－3－16 図に格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの平面図及び断面図を示す。

当該構造物は，断面変化があり屈曲部を有するため，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響として，弱軸方向のせん断変形や強軸方向の曲げ変形への影響が想定される。

第 3－3－14 図　格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート平面図

第 3－3－15 図　格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート
断面図（Ａ－Ａ断面）



第 3－3－16 図　格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート
断面図（Ｂ－Ｂ断面）

線状構造物として大別した常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）及び格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートは，構造物の配置上，屈曲部を有する。線状構造物の屈曲部では，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響として，弱軸方向のせん断変形や強軸方向の曲げ変形への影響が想定される。

以上のことから，常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）及び格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの屈曲部について水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を検討する。

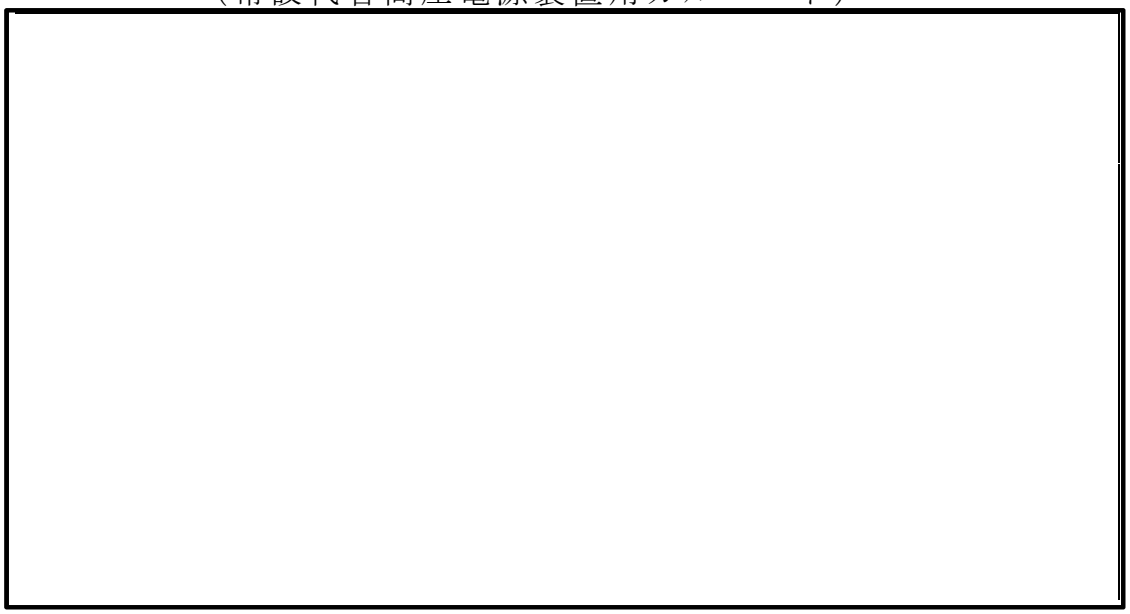
(5)　従来設計手法の妥当性の確認

i）常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）

常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）【B部】の従来設計では，第3－3－4表に示す通り，屈曲部における3次元的な拘束効果（評価対象断面のせん断変形を抑制する箇所や構造部材）を期待せず，保守的に評価対象断面に直交する部材のみで荷重を受け持たせる設計となっている。また，常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）は，杭を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置されるため，躯体が底面で拘束されていることから，屈曲部における強軸方向の曲げの影響もほとんど受けない。

以上のことから，常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）における屈曲部での水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は，従来設計手法における評価対象断面での耐震評価で担保される。

第3－3－4表　屈曲部における3次元的な拘束効果
（常設代替高圧電源装置用カルバート）



ii) 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート

格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの従来設計では，第3－3－5表に示す通り，屈曲部における3次元的な拘束効果（評価対象断面のせん断変形を抑制する箇所や構造部材）を期待せず，保守的に評価対象断面に直交する部材のみで荷重を受け持たせる設計となっている。また，格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートは，マンメイドロックを介して十分な支持性能を有する岩盤に設置されるため，躯体が底面で拘束されていることから，屈曲部における強軸方向の曲げの影響もほとんど受けない。

以上のことから，格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートにおける屈曲部での水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は，従来設計手法における評価対象断面での耐震評価で担保される。

第3－3－5表　屈曲部における3次元的な拘束効果
（格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート）

3.3.5　水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果

3.3.4の検討を踏まえ，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を検討すべき構造物として，構造及び作用荷重の観点から，箱型構造物，梁状構造物，円筒状構造物及び鋼管杭基礎を抽出する。なお，管路構造物については，従来設計手法において水平2方向及び鉛直方向の地震力を同時に作用させて評価を行っているため対象外とする。

箱型構造物，円筒状構造及び鋼管杭基礎については，構造物の規模等を考慮し（第3－3－6表），箱型構造物の代表構造物（施設）として常設代替高圧電源装置置場，円筒状構造の代表構造物（施設）として代替淡水貯槽及びSA用海水ピット，鋼管杭基礎の代表構造物（施設）として取水構造物を選定し，影響評価を行う。第3－3－17図から第3－3－34図に各構造物の概要図を示す。

梁状構造物は屋外二重管基礎コンクリートのみであることから，当該構造物にて影響評価を行う。

第 3－3－6 表　代表構造物の選定検討表（1／2）

構造形式	構造物（施設）名	規模			選定理由
		長辺	短辺	高さ	
箱型	取水構造物	約56m	約43m	約12m	
	常設代替高圧電源装置置場	約56m	約46m	約47m	長辺・短辺・高さが最大
	常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）	約15m	約11m	約39m	
	常設低圧代替注水系ポンプ室	約15m	約11m	約30m	
	緊急用海水ポンプピット	約12m	約12m	約36m	
	緊急時対策所用発電機用燃料油タンク基礎	約12m	約7m	約7m	
	可搬型設備用軽油タンク基礎（西側）・（南側）	約17m	約15m	約7m	
円筒状	代替淡水貯槽	直径φ約20m		約22m	直径が最大
	SA用海水ピット	直径φ約14m		約34m	高さが最大
	SA用海水ピット取水塔	直径φ約8m		約21m	

※緑色ハッチングが，代表構造物(施設)

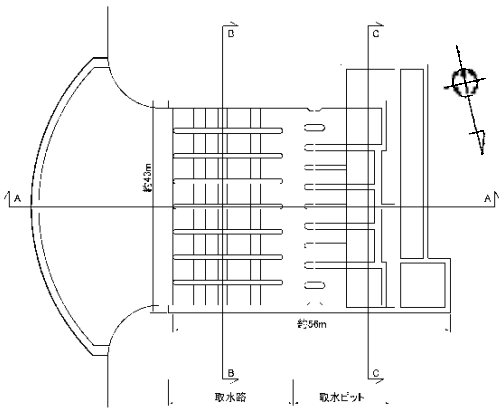
第 3－3－6 表　代表構造物の選定検討表（2／2）

構造形式	構造物（施設）名	上部工規模			鋼管杭	選定理由
		長辺	短辺	高さ	長さ(最大)	
鋼管杭基礎	取水構造物	約56m	約43m	約12m	約43m	上部工の長辺・短辺，杭長さが最大
	屋外二重管[注)]	約10m	約4m	約3m	約42m	
	緊急時対策所用発電機用燃料油タンク基礎	約12m	約7m	約7m	約33m	
	可搬型設備用軽油タンク基礎（西側）	約17m	約15m	約7m	約33m	
	可搬型設備用軽油タンク基礎（南側）	約17m	約15m	約7m	約15m	

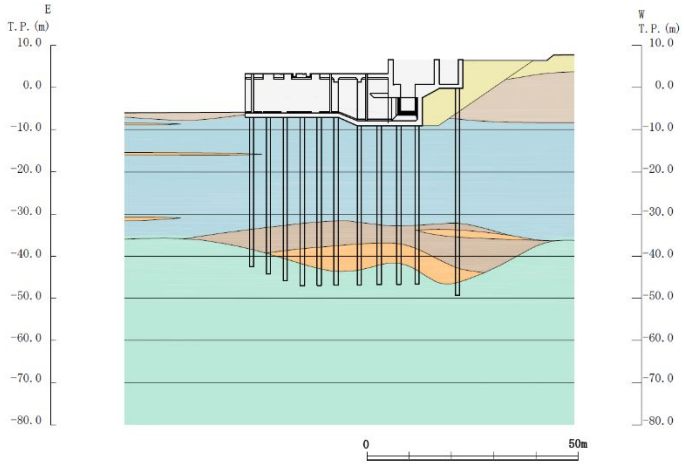
注）屋外二重管の上部工規模は基礎コンクリートの寸法　　※緑色ハッチングが，代表構造物(施設)

a)取水構造物　【箱型構造物】【鋼管杭基礎の代表】

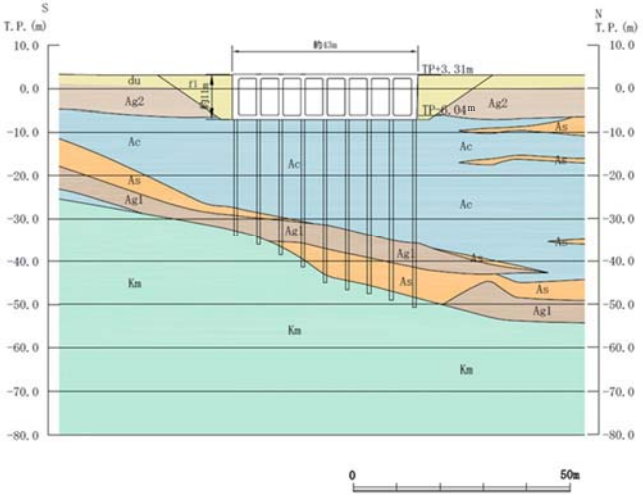
第 3－3－17 図から第 3－3－20 図に取水構造物の平面図及び断面図を示す。



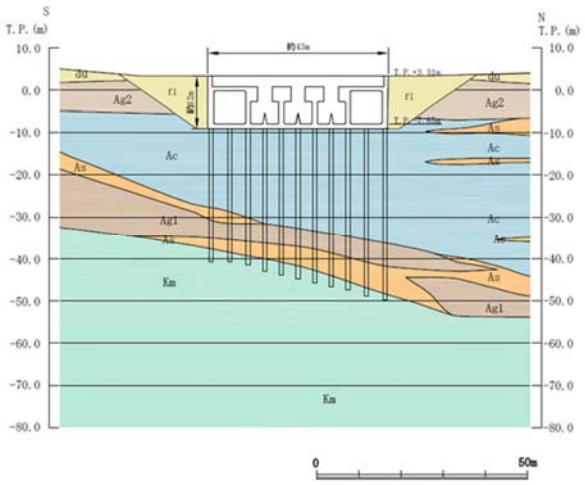
第 3－3－17 図　取水構造物
平面図



第 3－3－18 図　取水構造物
縦断面図（Ａ－Ａ断面）



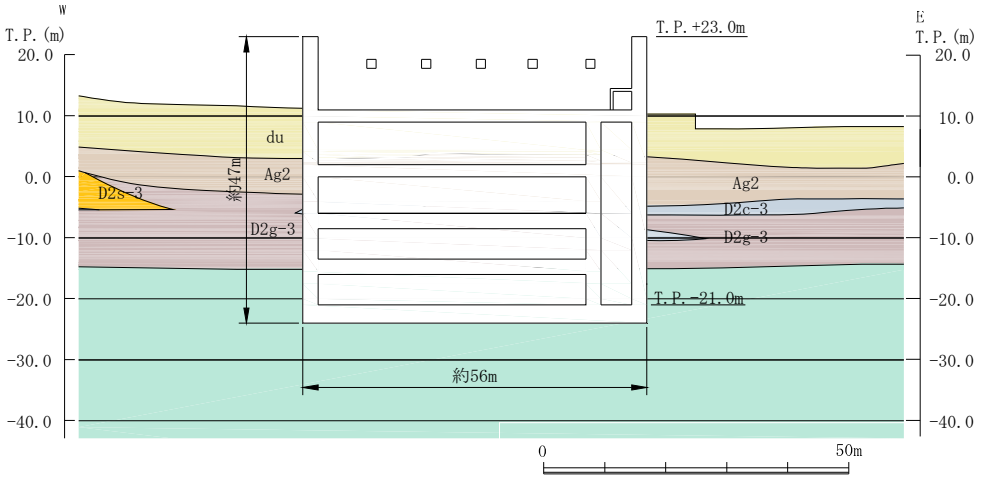
第 3－3－19 図　取水構造物
縦断面図（Ｂ－Ｂ断面）



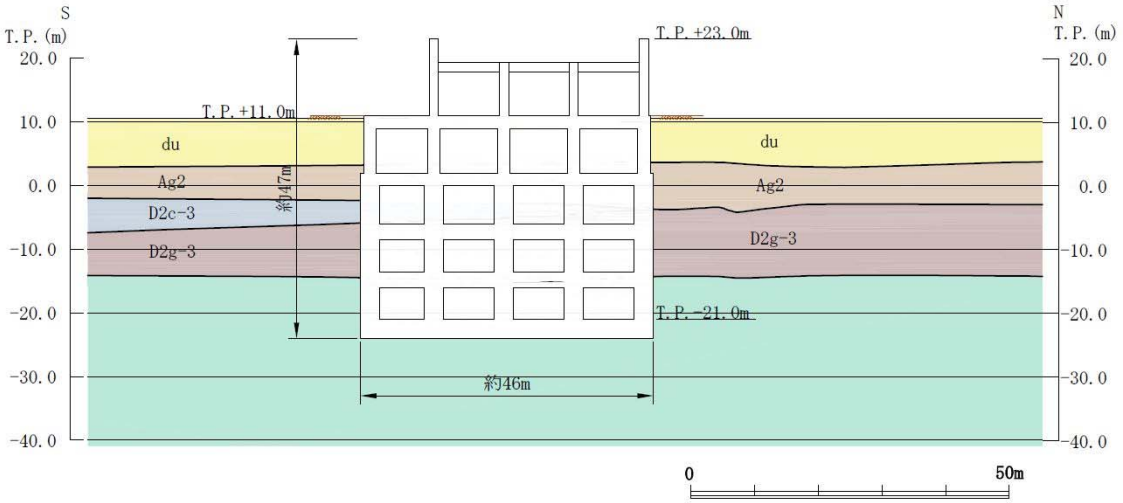
第 3－3－20 図　取水構造物
縦断面図（Ｃ－Ｃ断面）

b)常設代替高圧電源装置置場　【箱型構造物の代表】

第 3－3－21 図及び第 3－3－22 図に常設代替高圧電源装置置場の断面図を示す。



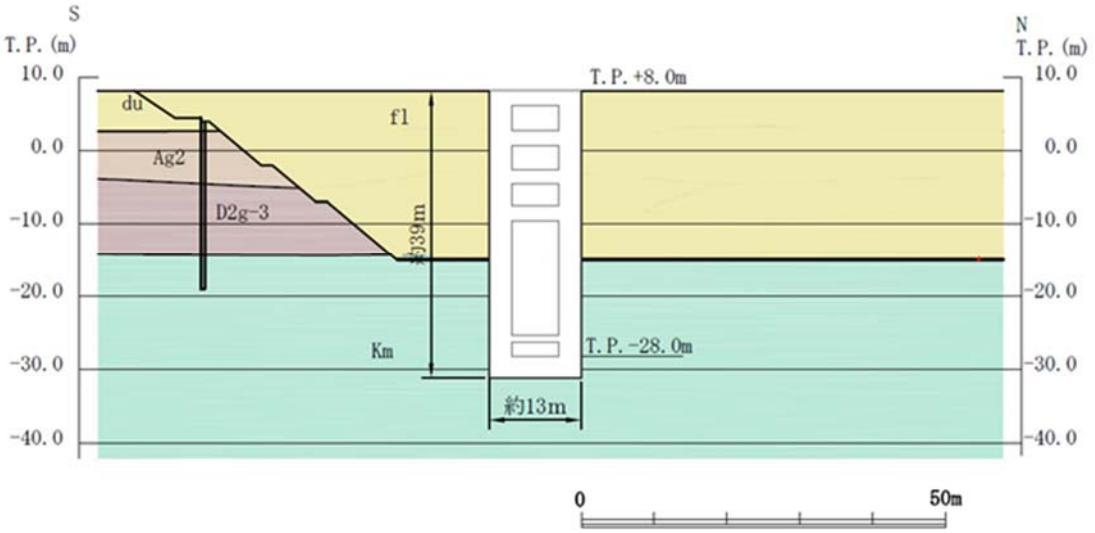
第 3－3－21 図　常設代替高圧電源装置置場　断面図（東西断面）



第 3－3－22 図　常設代替高圧電源装置置場　断面図（南北断面）

c）常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）【箱型構造物】

第 3－3－23 図に常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）の断面図を示す。



第 3－3－23 図　常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）断面図

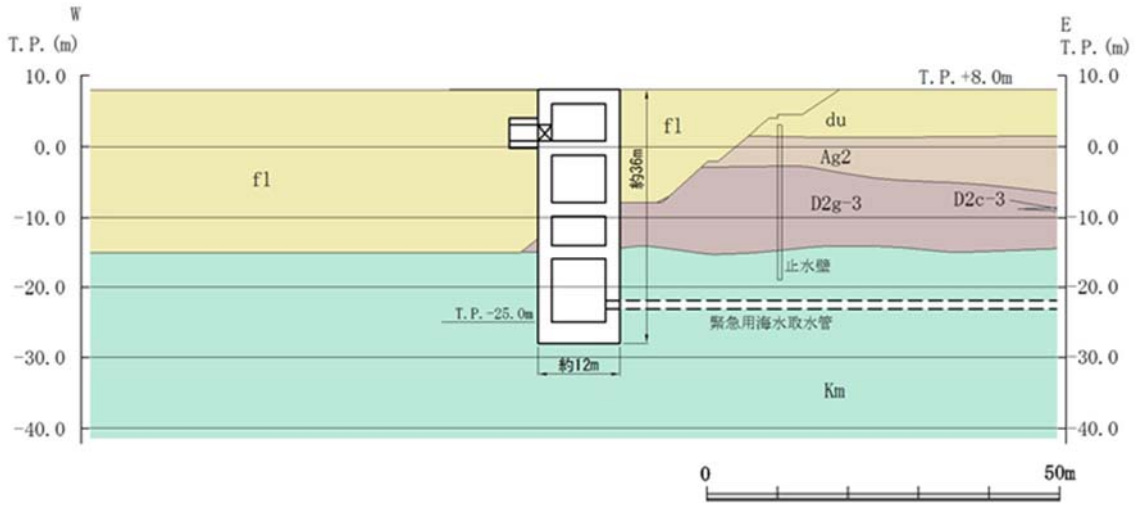
d）常設低圧代替注水系ポンプ室　【箱型構造物】

第 3－3－24 図に常設低圧代替注水系ポンプ室の断面図を示す。

第 3－3－24 図　常設低圧代替注水系ポンプ室
断面図（南北断面）

e)緊急用海水ポンプピット　【箱型構造物】

第 3－3－25 図に緊急用海水ポンプピットの断面図を示す。

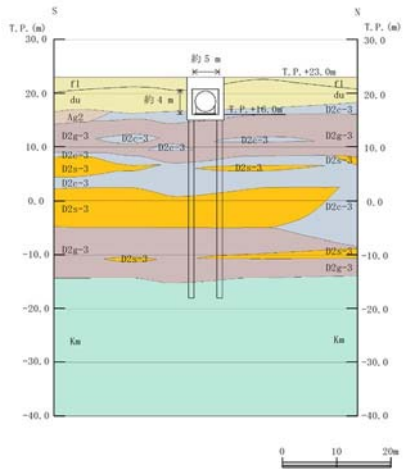


第 3－3－25 図　緊急用海水ポンプピット
断面図（東西断面）

f)緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎

【箱型構造物】【鋼管杭基礎】

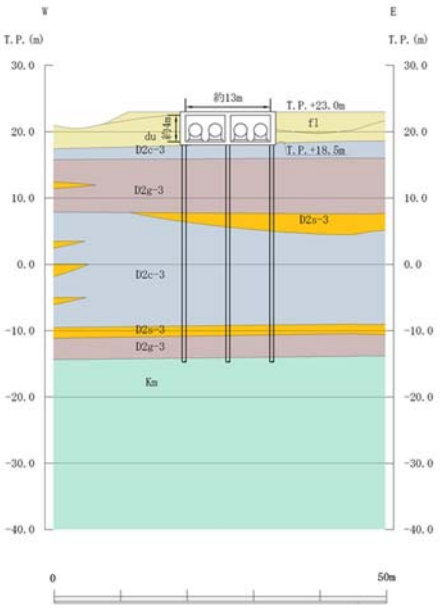
第 3－3－26 図に緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の断面図を示す。



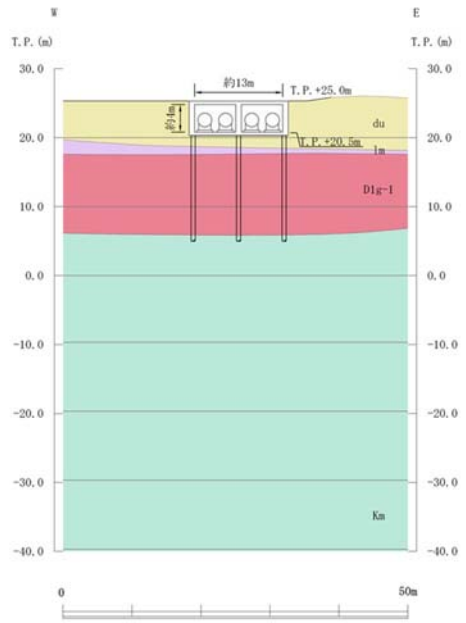
第 3－3－26 図　緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎　断面図

g)可搬型設備用軽油タンク基礎　【箱型構造物】【鋼管杭基礎】

第 3－3－27 図及び第 3－3－28 図に可搬型設備用軽油タンク基礎の断面図を示す。



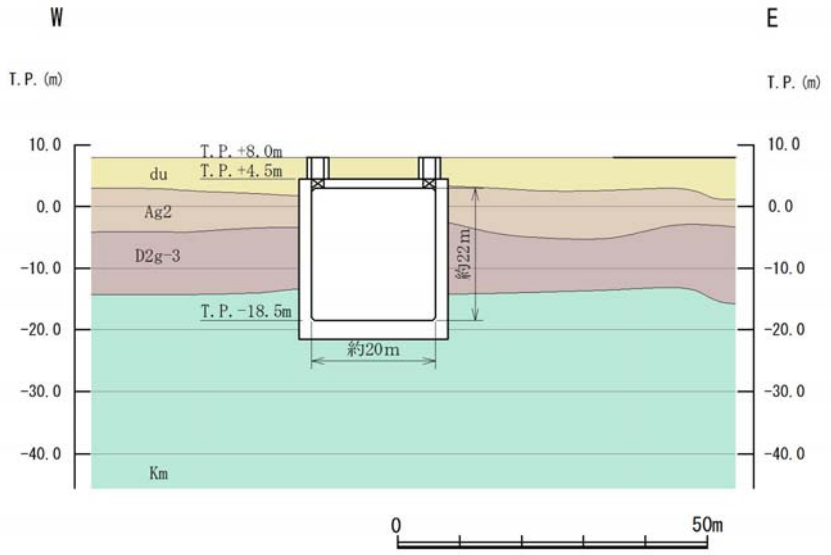
第 3－3－27 図　可搬型設備用軽油タンク基礎断面図【西側】



第 3－3－28 図　可搬型設備用軽油タンク基礎断面図【南側】

h)代替淡水貯槽　【円筒状構造物の代表】

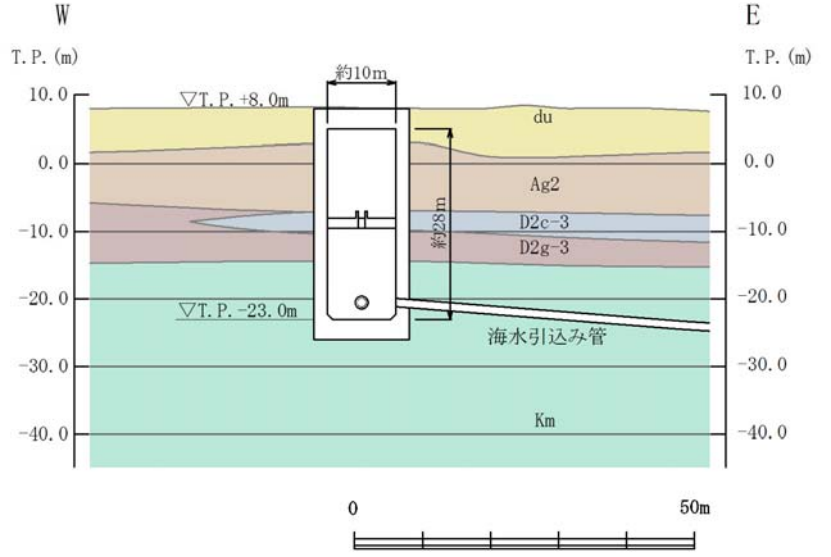
第 3－3－29 図に代替淡水貯槽の断面図を示す。



第 3－3－29 図　代替淡水貯槽　断面図（東西断面）

i)ＳＡ用海水ピット　【円筒状構造物の代表】

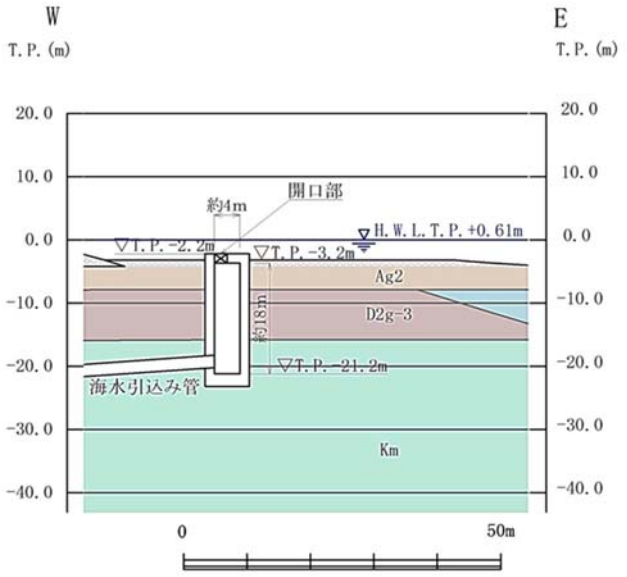
第 3－3－30 図にＳＡ用海水ピットの断面図を示す。



第 3－3－30 図　ＳＡ用海水ピット　断面図

j） ＳＡ用海水ピット取水塔　【円筒状構造物】

第 3－3－31 図にＳＡ用海水ピット取水塔の断面図を示す。

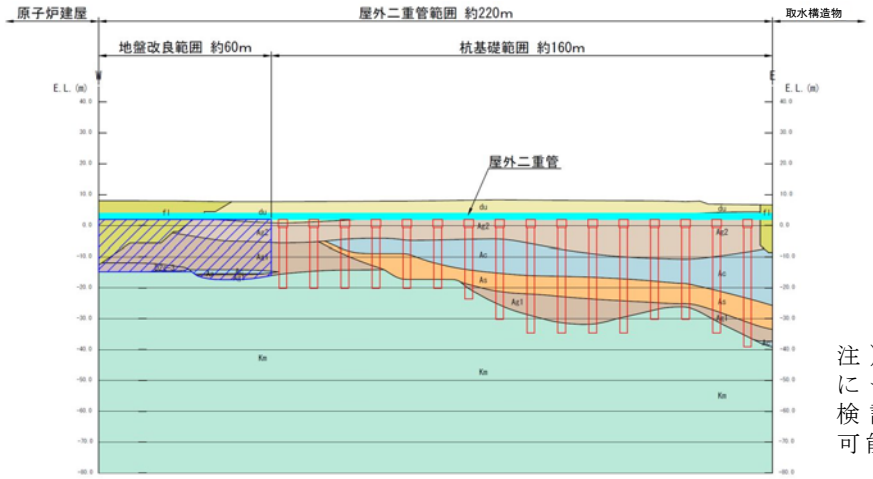


第 3－3－31 図　ＳＡ用海水ピット取水塔　断面図

k）屋外二重管　【鋼管杭基礎】

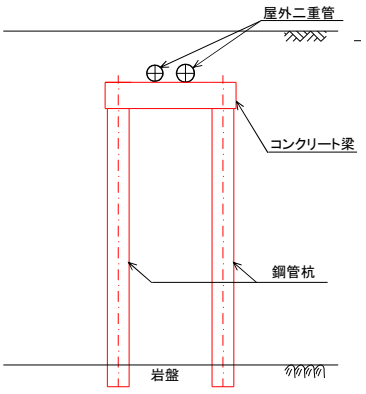
第 3－3－32 図及び第 3－3－33 図に屋外二重管の平面及び断面図を示す。第 3－3－34 図に概念図を示す。

第 3－3－32 図　屋外二重管　平面図

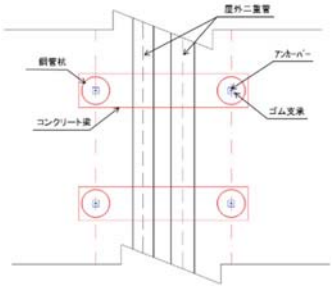


注）範囲，杭配置については今後の検討により変更の可能性がある。

第 3－3－33 図　屋外二重管　縦断面図（Ａ－Ａ断面）



横断面図



平面図

第 3－3－34 図　屋外二重管概念図

3.3.6　水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価

(1)箱型構造物

水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については，箱型構造物の弱軸方向（評価対象断面）と強軸方向（評価対象断面に直交する断面）におけるそれぞれの２次元の地震応答解析にて，互いに干渉し合う断面力や応力を選定し，弱軸方向加振における部材照査において，強軸方向加振の影響を考慮し評価する。

強軸方向加振については，箱型構造物の隔壁・側壁が，強軸方向加振にて耐震壁としての役割を担うことから，当該構造部材を耐震壁と見なし，「鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説－許容応力度設計法－（日本建築学会，1999）」（以下「ＲＣ基準」という。）に準拠し耐震評価を実施する。

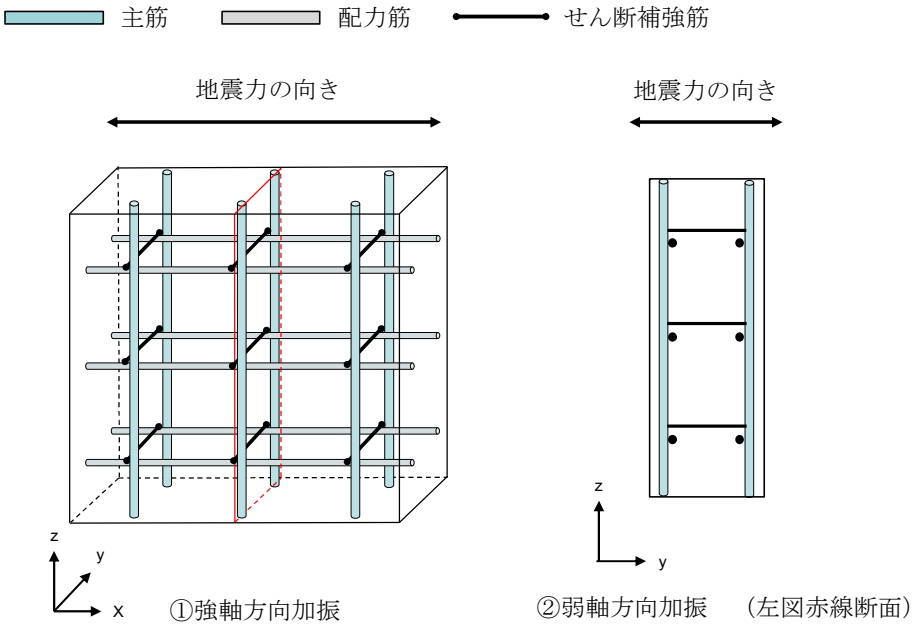
ＲＣ基準では，耐震壁に生じるせん断力（面内せん断）に対して，コンクリートのみで負担できるせん断耐力と，鉄筋のみで負担できるせん断耐力のいずれか大きい方を鉄筋コンクリートのせん断耐力として設定する。したがって，壁部材の生じるせん断力がコンクリートのみで負担できるせん断力以下であれば，鉄筋によるせん断負担は無く鉄筋には応力が発生しないものとして取り扱う。

一方，強軸方向加振にて生じるせん断力を，箱型構造物の隔壁・側壁のコンクリートのみで負担できず，鉄筋に負担させる場合，第3－3－35図に示すとおり，強軸方向加振にて発生する側壁・隔壁の主筋の発生応力が，弱軸方向における構造部材の照査に影響を及ぼす可能性がある。

したがって，水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価においては，強軸方向加振にて発生する応力を，弱軸方向における構造部材の照査に付加することで，その影響の有無を検討する。

なお，弱軸方向及び強軸方向の地震応答解析では，保守的に両方とも基準地震動Ｓ$_s$を用いる。

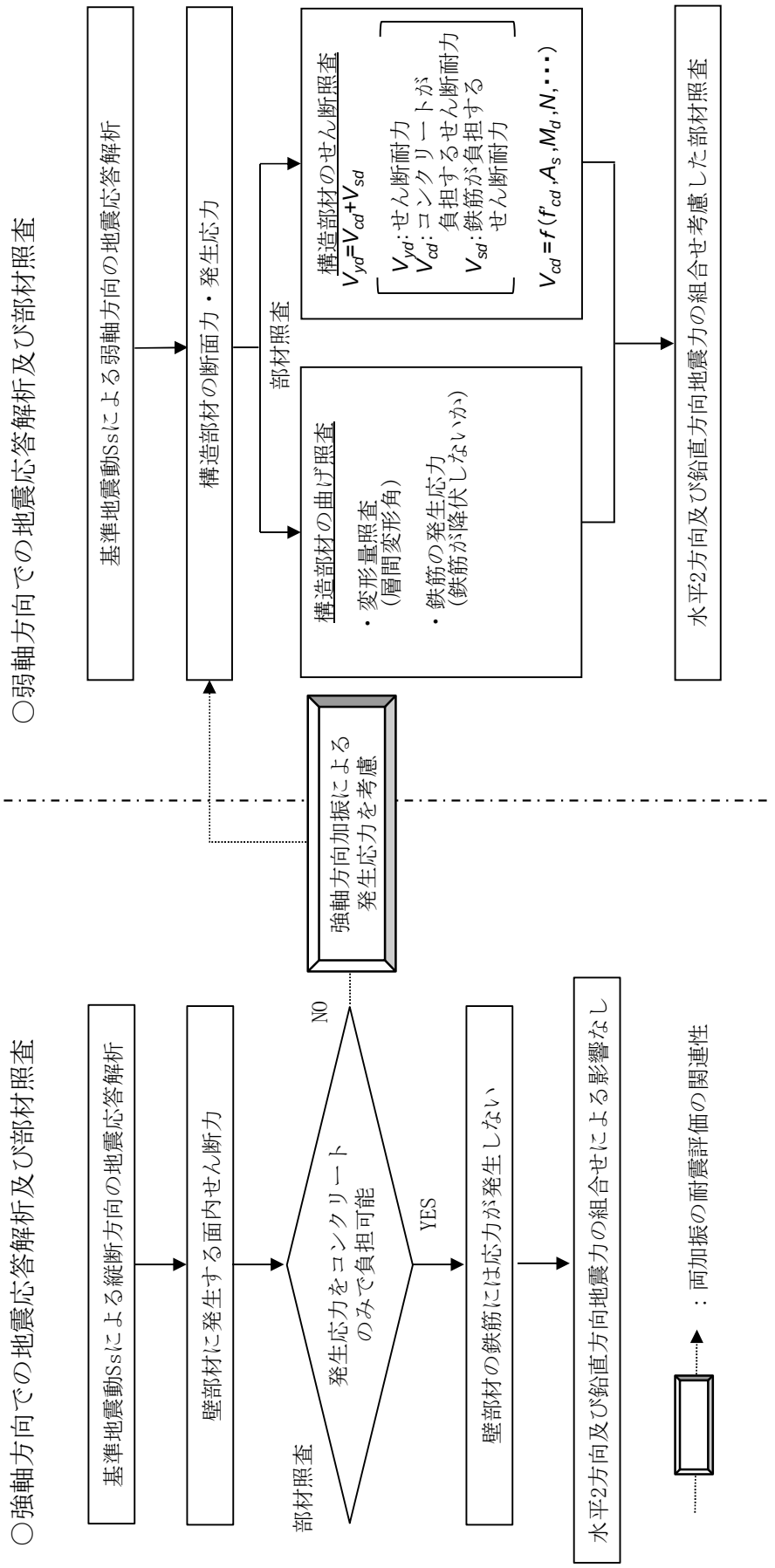
第３－３－36図に水平２方向及び鉛直方向地震力の組合せによる評価フローを示す。



		①強軸方向加振	②弱軸方向加振	備考
断面力	My（y軸まわりの曲げモーメント）	△	×	
	Mx（x軸まわりの曲げモーメント）	×	○	
	Nz（鉛直方向軸力）	○	○	互いに干渉する可能性あり
	Nzx（zx平面面内せん断）	○	×	
	Qz（z方向面外せん断）	×	○	
応力	主筋	○	○	互いに干渉する可能性あり
	配力筋	○	×	
	せん断補強筋	×	○	

（○：発生する可能性あり，△：発生する可能性があるが極めて軽微，×：発生しない）

第３－３－35図　強軸方向加振及び弱軸方向加振において発生する断面力・応力



第 3－3－36 図　水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価フロー

(2)梁状構造物，円筒状構造物及び鋼管杭基礎

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については，従来の設計手法である水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる局部評価の荷重又は応力の評価結果等を用い，水平2方向及び鉛直方向地震力の組み合わせる方法として，米国Regulatory Guide 1.92(注)の「2.Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として，組合せ係数法(1.0:0.4:0.4)に基づいて地震力を設定する。

評価対象として抽出した耐震評価上の部位について，構造部材の発生応力等を適切に組み合わせることで，各部位の設計上の許容値に対する評価を実施し，各部位が有する耐震性への影響を評価する。

(注)Regulatory Guide(RG) 1.92 “Combining modal responses and spatial components in seismic response analysis”

3.3.7　機器・配管系への影響評価

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が確認された構造物が，耐震重要施設，常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系の間接支持構造物である場合，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響が確認された場合，機器・配管系の影響評価に反映する。

なお，屋外重要土木構造物の影響の観点から抽出されなかった部位であっても，地震応答解析結果から機器・配管系への影響の可能性が想定される部位については検討対象として抽出する。

3.4　津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物

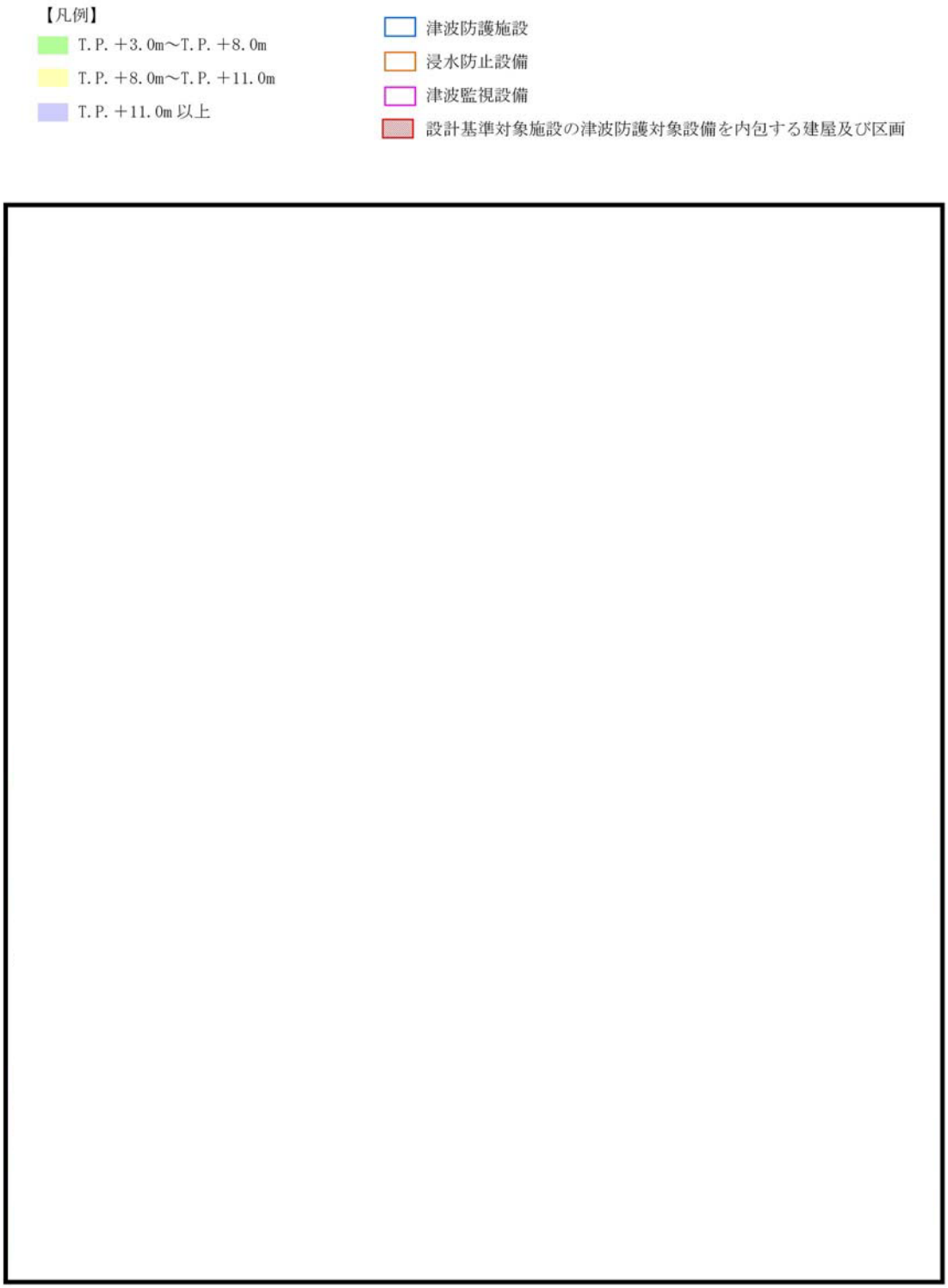
3.4.1　津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物における評価対象構造物の抽出及び整理

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価を実施する対象施設の設置位置図を第3－4－1図に示す。各対象施設において，「3.1 建物・構築物」，「3.2 機器・配管系」，「3.3 屋外重要土木構造物」の何れかの区分に基づき設計するものについて，その方針を第3－4－1表に示す。

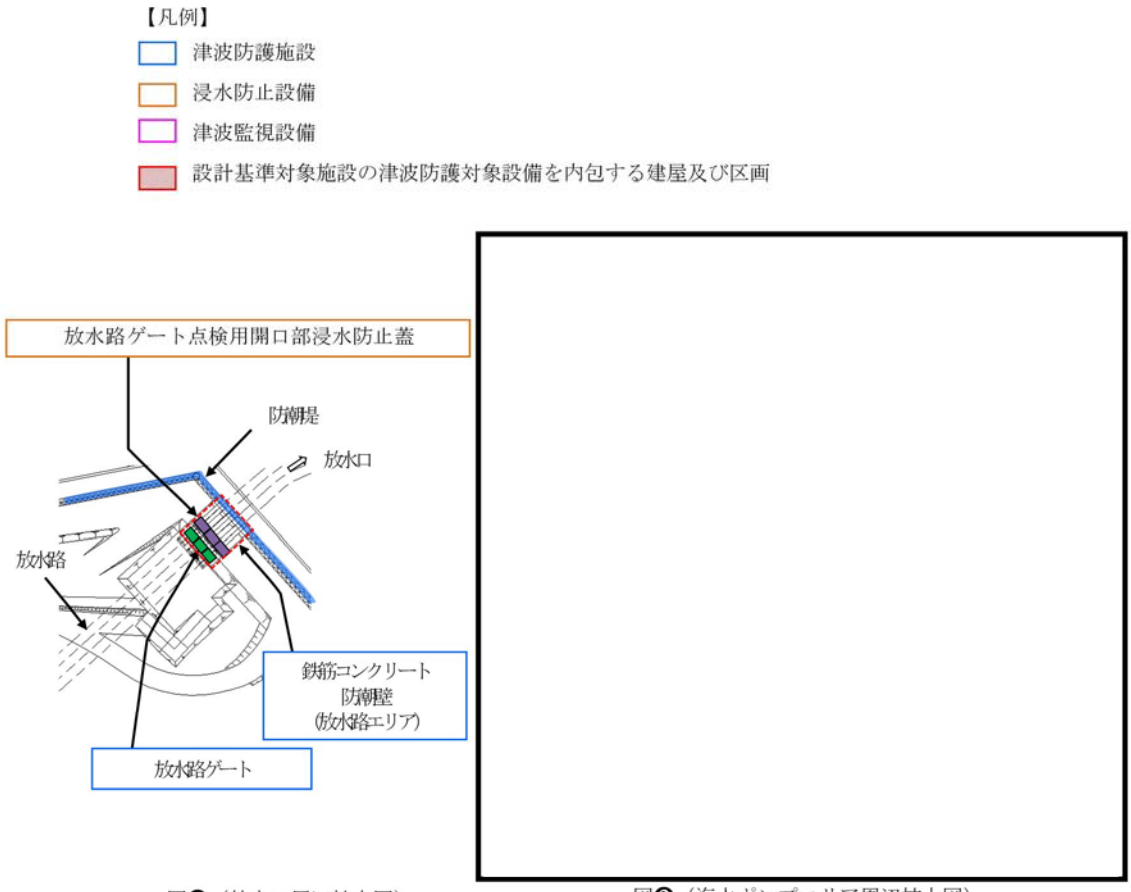
津波防護施設については，「3.3 屋外重要土木構造物」の水平2方向の設計方針に基づき影響評価を実施する。なお，評価対象施設の構造的な特徴を踏まえ，3.4.4項以降に水平2方向及び鉛直方向地震の組合せ影響を整理する。

浸水防止設備及び津波監視設備については，「3.2 機器・配管系」の水平2方向の設計方針に基づき影響評価を実施する。

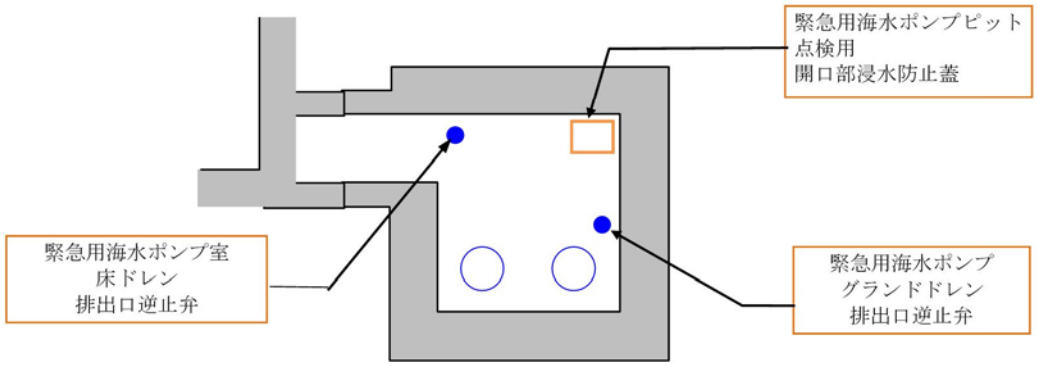
浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物については，各構造物の構造上の特徴を踏まえ「3.1 建物・構築物」又は「3.3 屋外重要土木構造物」の水平2方向の設計方針に基づき影響評価を実施する。



第 3－4－1 図（1／2）　津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備位置図



図❶（放水口周辺拡大図）　　図❷（海水ポンプエリア周辺拡大図）



図❸（緊急用海水ポンプエリア周辺拡大図）

第３－４－１図（2／2）　津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備位置図

第 3－4－1 表　津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備の分類

<table>
<tr><th>分 類</th><th colspan="3">施設，設備名称</th><th>区 分</th></tr>
<tr><td rowspan="6">津波防護施設</td><td rowspan="4">防潮堤
及び
ゲート類</td><td colspan="2">鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁</td><td rowspan="6">「3.3 屋外重要土木構造物」の設計方針に基づく。影響評価については 3.4.4 以降に整理する。
津波防護施設のうち放水路ゲート，防潮扉本体，構内排水路逆流防止装置は，「3.2 機器・配管系」の設計方針に基づく。</td></tr>
<tr><td colspan="2">鋼製防護壁</td></tr>
<tr><td colspan="2">鉄筋コンクリート防潮壁</td></tr>
<tr><td colspan="2">鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">構内排水路
逆流防止設備</td><td>逆流防止装置</td></tr>
<tr><td>出口側集水桝※</td></tr>
<tr><td colspan="3">貯留堰</td></tr>
<tr><td rowspan="10">浸水防止設備</td><td colspan="3">取水路点検用開口部浸水防止蓋</td><td rowspan="10">「3.2 機器・配管系」の設計方針に基づく</td></tr>
<tr><td colspan="3">海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁</td></tr>
<tr><td colspan="3">取水ピット空気抜き配管逆止弁</td></tr>
<tr><td colspan="3">海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋</td></tr>
<tr><td colspan="3">放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋</td></tr>
<tr><td colspan="3">ＳＡ用海水ピット開口部浸水防止蓋</td></tr>
<tr><td colspan="3">緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋</td></tr>
<tr><td colspan="3">緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁</td></tr>
<tr><td colspan="3">緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁</td></tr>
<tr><td colspan="3">貫通部止水処置</td></tr>
<tr><td rowspan="3">津波監視設備</td><td colspan="3">津波監視カメラ</td><td rowspan="3">「3.2 機器・配管系」の設計方針に基づく</td></tr>
<tr><td colspan="3">取水ピット水位計</td></tr>
<tr><td colspan="3">潮位計</td></tr>
<tr><td rowspan="5">浸水防止設備及び津波監視設備が設置された建物・構築物</td><td colspan="3">取水構造物</td><td rowspan="4">「3.3 屋外重要土木構造物」の設計方針に基づく。鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の影響評価については 3.4.4 以降に整理する。</td></tr>
<tr><td colspan="3">鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁</td></tr>
<tr><td colspan="3">ＳＡ用海水ピット</td></tr>
<tr><td colspan="3">緊急用海水ポンプピット</td></tr>
<tr><td colspan="3">原子炉建屋</td><td>「3.1 建物・構築物」の設計方針に基づく</td></tr>
</table>

※：間接支持構造物

3.4.2　水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計の考え方

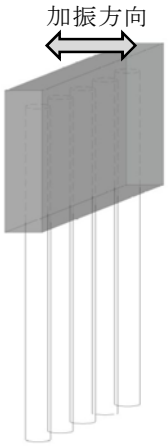
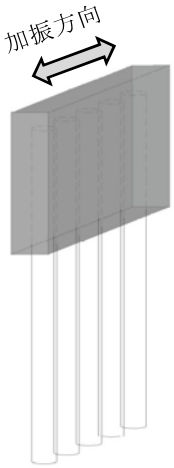
津波防護施設における従来設計手法の考え方について，防潮堤を例に第 3－4－2 表に示す。津波防護施設は，地中構造物と地上構造物に分けられる。地上構造物は，躯体の慣性力や基礎部分に係る動土圧等が主たる荷重となる。地中構造物については，屋外重要土木構造物同様，比較的単純な構造部材の配置で構成される。地中構造物，地上構造物共にほぼ同一の断面が奥行方向に連続する構造的特徴を有することから，3 次元的な応答の影響は小さいため，2 次元断面での耐震評価を行っている。

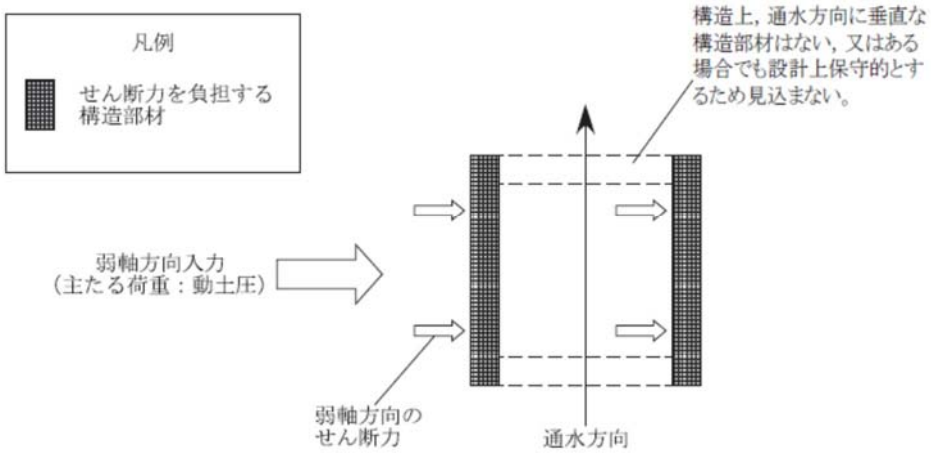
上述のとおり，地中構造物，地上構造物共にほぼ同一の断面が長手方向に連続する構造的な特徴を有していることから，構造上の特徴として明確な弱軸，強軸を有する。

強軸方向の地震時挙動は，弱軸方向に対して顕著な影響を及ぼさないことから，従来評価手法では弱軸方向を評価対象として，耐震設計上求められる水平 1 方向及び鉛直方向地震力による耐震評価を実施している。

第 3－4－2 図に示す通り，従来設計手法では，津波防護施設の構造上の特徴から，弱軸方向の地震荷重に対して，保守的に加振方向に平行な壁部材を見込まず，垂直に配置された構造部材のみで受け持つよう設計している。

第 3－4－2 表　従来設計における評価対象断面の考え方（防潮堤）

	横断方向の加振	縦断方向の加振
従来設計の評価対象断面の考え方	 加振方向に対する抵抗力が小さい	 加振方向に同一構造が連続している



（注）当該図は平面図を示す

第 3－4－2 図　従来設計手法の考え方

3.4.3　水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

津波防護施設において，水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した場合に影響を受ける可能性がある構造物の評価を行う。

対象とする部位について，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される応答特性から，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性のある部位を抽出する。

応答特性が抽出された，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性のある部位は，既往の評価結果の荷重又は応力の算出結果等を水平 2 方向及び鉛直方向に組合せ，対象部位に発生する荷重や応力を算出し，各部位が有する耐震性への影響を確認する。

各部位が有する耐震性への影響が確認された場合は，詳細な手法を用いた検討等，新たな設計上の対応策を講じる。

評価フローを第 3－4－3 図に示す。

(1)　影響評価対象構造物の抽出

①　構造形式の分類

評価対象構築物について，各構造物の構造上の特徴や従来設計手法の考え方を踏まえ，構造形式ごとに大別する。

②　従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の整理

従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重を抽出する。

③　荷重の組合せによる応答特性が想定される構造形式の抽出

②で整理した荷重に対して，構造形式ごとにどのように作用するかを整理し，耐震性に与える影響程度を検討した上で，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される構造形式を抽出する。

④　従来設計手法における評価対象断面以外の 3 次元的な応答特性が想定される箇所の抽出

③で抽出されなかった構造形式について，従来設計手法における評価対象断面以外の箇所で，水平2方向及び鉛直方向地震力の影響により3次元的な応答が想定される箇所を抽出する。

⑤　従来設計手法の妥当性の確認

④で抽出された箇所が，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して，従来設計手法における評価対象断面の耐震評価で満足できるか検討を行う。

(2)　影響評価手法

⑥　水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価

評価対象として抽出された構造物について，従来設計手法での評価対象断面の地震応答解析に基づく構造部材の照査において，評価対象断面に直交する断面の地震応答解析に基づく構造部材の発生応力等を評価し，適切に組合せることで，水平2方向及び鉛直方向地震力による構造部材の発生応力を算出し，構造物が有する耐震性への影響を確認する。

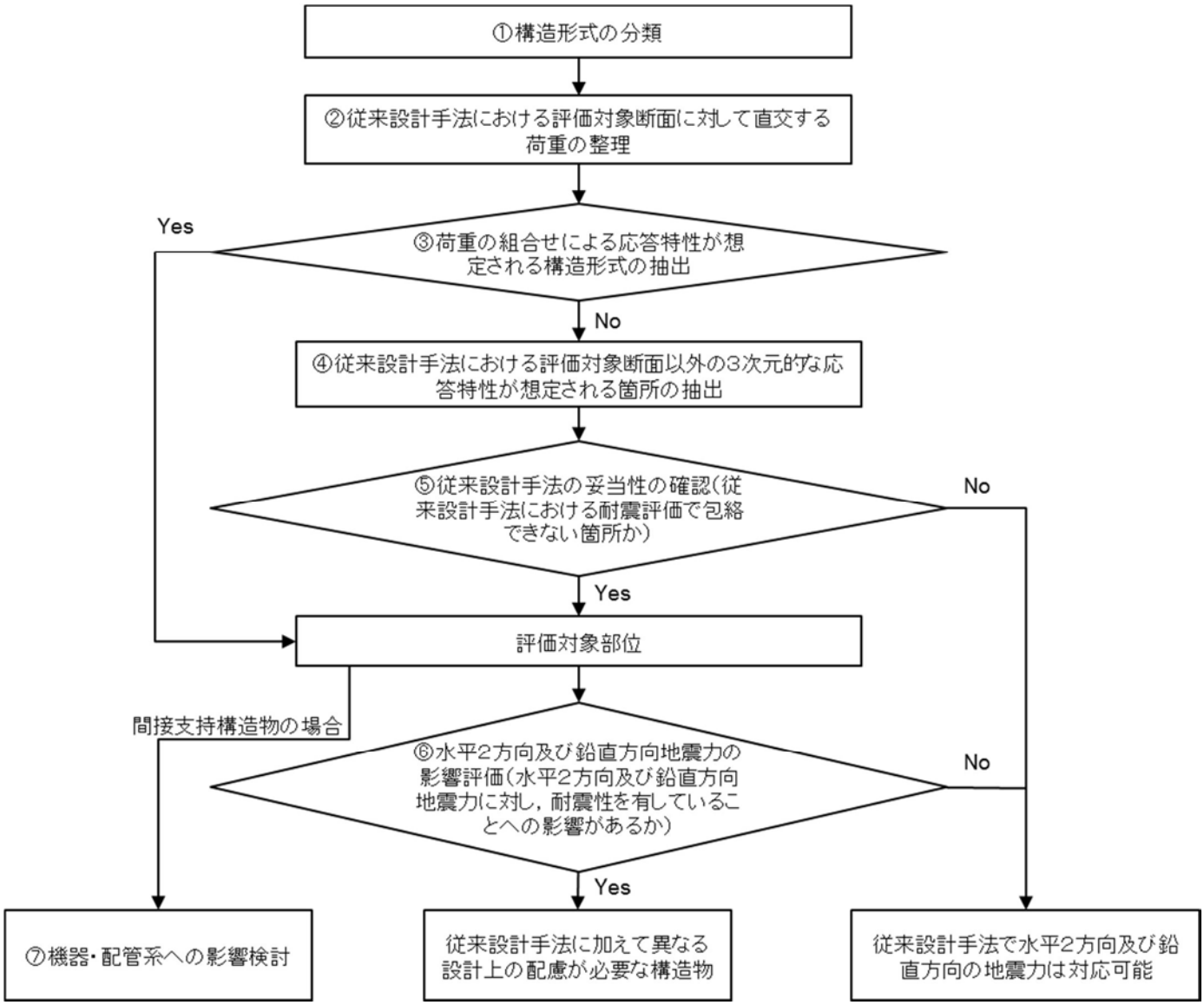
評価手法については，評価対象構造物の構造形式を考慮し選定する。

⑦　機器・配管系への影響評価

評価対象として抽出された構造物が，耐震重要施設，常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系の間接支持構造物である場合は，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響が確認された場合，機器・配管系の影響評価に反映する。

なお，④及び⑤の精査にて，津波防護施設の影響の観点から抽出されなかった部位であっても，地震応答解析結果から機器・配管系への影響の可能性が想定される部位については検討対象として抽出する。



第 3－4－3 図　水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価のフロー

3.4.4　水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出

(1)　構造形式の分類

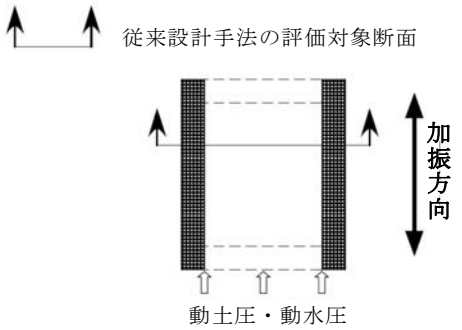
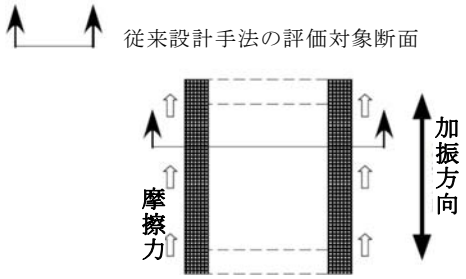
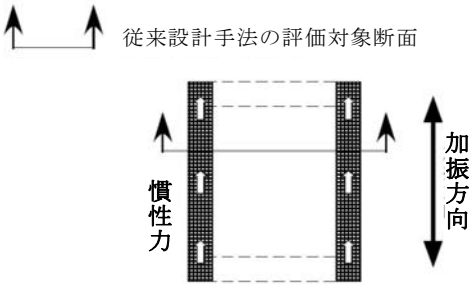
津波防護施設は，その構造形式より 1)鋼製防護壁の上部工のような鋼殻構造物，2）鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の上部工，鉄筋コンクリート防潮壁の上部工，鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の防潮壁，鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の放水路，貯留堰のような線状構造物，3)鋼製防護壁の下部工，鉄筋コンクリート防潮壁の下部工，鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の基礎のような地中連続壁基礎，4）鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の下部工，出口側集水桝の下部工のような鋼管杭基礎，並びに 5）出口側集水桝の上部工のような箱型構造物の 5 つに大別される。

(2)　従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の整理

第 3－4－3 表に，従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重を示す。

従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重として，動土圧及び動水圧，摩擦力，慣性力が挙げられる。

第 3－4－3 表　従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重

作用荷重		作用荷重のイメージ（注）
㋐動土圧及び動水圧	従来設計手法における評価対象断面に対して，平行に配置される構造部材に作用する動土圧及び動水圧	
㋑摩擦力	周辺の埋戻土と躯体間で生じる相対変位に伴い発生する摩擦力	
㋒慣性力	躯体に作用する慣性力	

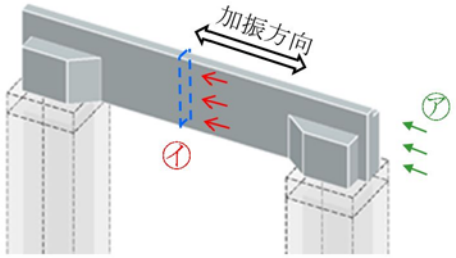
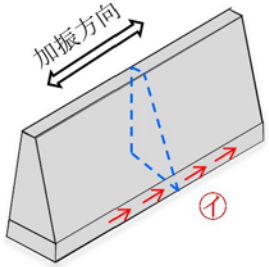
（注）作用荷重のイメージ図は平面図を示す。

(3)　荷重の組合せによる応答特性が想定される構造形式の抽出

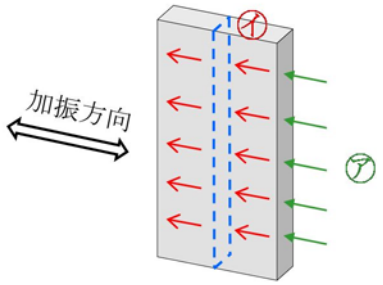
第3－4－4表に，3.4.4(1)で整理した構造形式毎に，3.4.4(2)で整理した荷重作用による影響程度を示す。

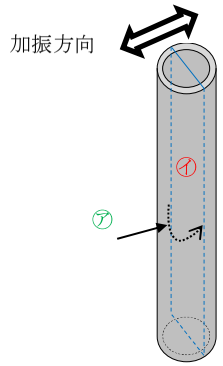
また，構造形式ごとに，各構造物の概略図と特徴について以下に示す。

第3－4－4表　水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出（1／3）

3.4.4（1）で整理した構造形式の分類	a）鋼殻構造物 （鋼製防護壁の上部工）		b）線状構造物 （鉄筋コンクリート防潮壁の上部工等）	
3.4.4(2)で整理した荷重の作用状況	----：従来設計手法における評価対象断面（弱軸に平行な断面）  （注）㋒慣性力はすべての構造部材に作用		----：従来設計手法における評価対象断面（弱軸に平行な断面）  （注）㋒慣性力はすべての構造部材に作用	
	㋐動土圧及び動水圧	従来設計手法における評価対象断面に対して平行する側面に作用	㋐動土圧及び動水圧	従来設計手法における評価対象断面に対して平行する側面に作用
	㋑摩擦力	従来設計手法における評価対象断面に対して直交する側面に作用	㋑摩擦力	従来設計手法における評価対象断面に対して直交する側面に作用
	㋒慣性力	全ての部材に作用	㋒慣性力	全ての部材に作用
従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の影響程度	当該構造物の上部工は，基礎深さ及び地盤条件が異なる下部工を有し，また形状が複雑であるため，水平2方向及び鉛直地震力の組合せの影響の程度が大きい。		従来設計手法における評価対象断面に対して直角方向（強軸方向）に㋐動土圧及び動水圧による荷重が作用しないため影響小	
抽出結果 （○：影響検討実施）	○		×	

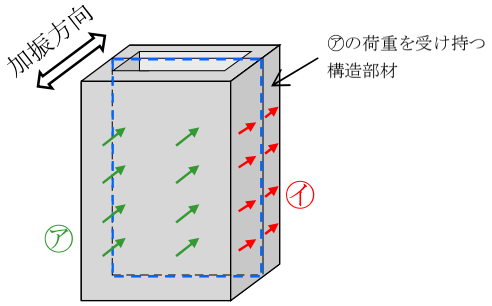
第3－4－4表　水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出（2／3）

<table>
<tr><td>3.4.4（1）で整理した構造形式の分類</td><td colspan="2">c）地中連続壁基礎
（鉄筋コンクリート防潮壁下部工等）</td><td colspan="2">d）鋼管杭基礎
（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁下部工等）</td></tr>
<tr><td rowspan="4">3.4.4（2）で整理した荷重の作用状況</td><td colspan="2">：従来設計手法における評価対象断面（弱軸に平行な断面）
 

（注）㋒慣性力はすべての構造部材に作用</td><td colspan="2">従来設計手法における評価対象断面
 

（注）㋒慣性力はすべての構造部材に作用</td></tr>
<tr><td>㋐動土圧及び動水圧</td><td>従来設計手法における評価対象断面に対して平行する面に作用</td><td>㋐動土圧及び動水圧</td><td>主に胴体部に作用</td></tr>
<tr><td>㋑摩擦力</td><td>従来設計手法における評価対象断面に対して直交する面に作用</td><td>㋑摩擦力</td><td>主に胴体部に作用</td></tr>
<tr><td>㋒慣性力</td><td>全ての部材に作用</td><td>㋒慣性力</td><td>全ての部材に作用</td></tr>
<tr><td>従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の影響度</td><td colspan="2">従来設計手法における評価対象断面に対して，平行する面に㋐動土圧及び動水圧による荷重が，上部工との接合面に上部工から伝わる荷重が作用するため影響大</td><td colspan="2">胴体部において，㋐動土圧及び動水圧による荷重，及び上部工からの荷重が作用するため影響大</td></tr>
<tr><td>抽出結果
（○：影響検討実施）</td><td colspan="2">○</td><td colspan="2">○</td></tr>
</table>

第3－4－4表　水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出（3／3）

<table>
<tr><td>3.4.4（1）で整理した構造形式の分類</td><td colspan="2">e）箱型構造物
（出口側集水桝の上部工）</td></tr>
<tr><td rowspan="4">3.4.4（2）で整理した荷重の作用状況</td><td colspan="2">－－－－－：従来設計手法における評価対象断面（弱軸に平行な断面）
 

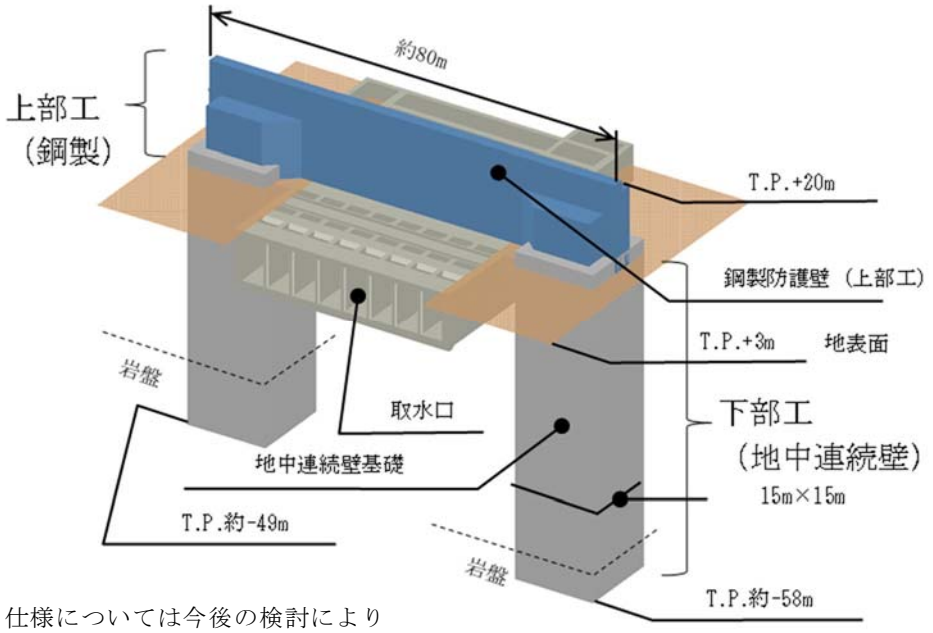
（注）㋒慣性力はすべての構造部材に作用</td></tr>
<tr><td>㋐動土圧及び動水圧</td><td>加振方向に対して直交して配置される構造部材に作用</td></tr>
<tr><td>㋑摩擦力</td><td>加振方向に対して平行に配置される構造部材に作用</td></tr>
<tr><td>㋒慣性力</td><td>全ての部材に作用</td></tr>
<tr><td>従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の影響度</td><td colspan="2">従来設計手法における評価対象断面に対して平行に配置される構造部材を有し，㋐動土圧及び動水圧による荷重が作用するため影響大</td></tr>
<tr><td>抽出結果
（○：影響検討実施）</td><td colspan="2">○</td></tr>
</table>

a)鋼殻構造物

・鋼製防護壁の上部工

第 3－4－4 図に鋼製防護壁の上部工の概要図を示す。

当該構造物の上部工は，基礎深さ及び地盤条件が異なる下部工を有し，また形状が複雑であるため，水平 2 方向及び鉛直地震力の組合せの影響がある可能性が大きい。したがって，3 次元解析を実施する。



注）仕様については今後の検討により
変更の可能性がある。

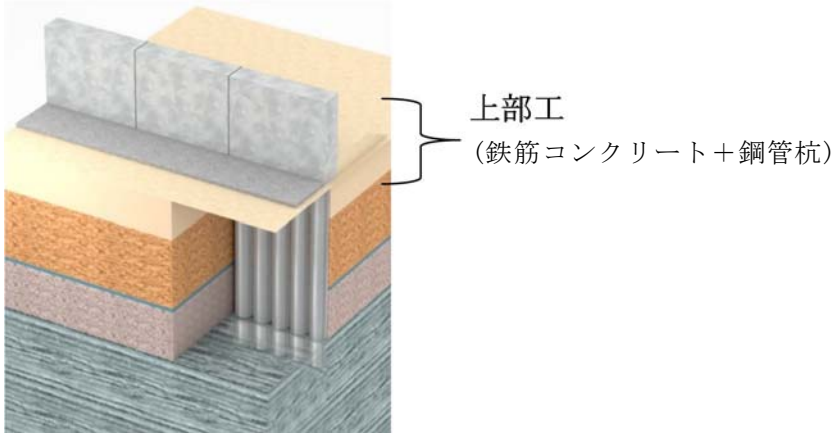
第 3－4－4 図　鋼製防護壁の上部工

b）線状構造物

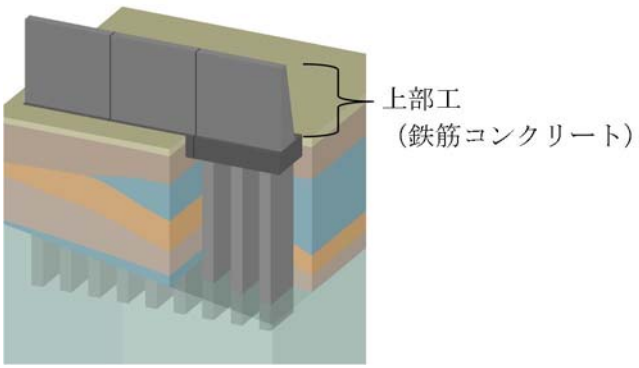
・鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の上部工，鉄筋コンクリート防潮壁の上部工，鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の防潮壁

第 3－4－5 図，第 3－4－6 図及び第 3－4－7 図に鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の上部工，鉄筋コンクリート防潮壁の上部工及び鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の防潮壁の概要図を示す。

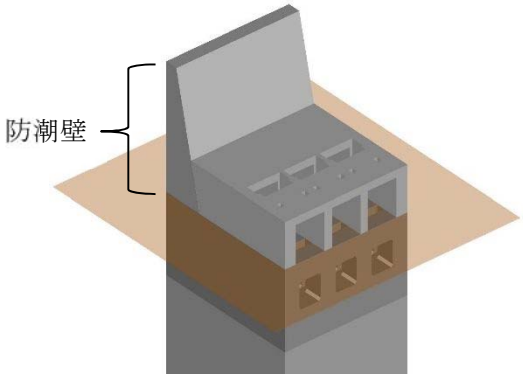
当該構造物は，擁壁タイプの線状構造物であり，その構造上の特徴として，妻壁（評価対象断面に対して平行に配置される壁部材）等を有さず，妻側（小口）の面積も小さいことから，従来設計手法における評価対象断面に対して直交する㋐動土圧及び動水圧はほとんど作用しない。



第 3－4－5 図　鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の上部工



第 3－4－6 図　鉄筋コンクリート防潮壁の上部工

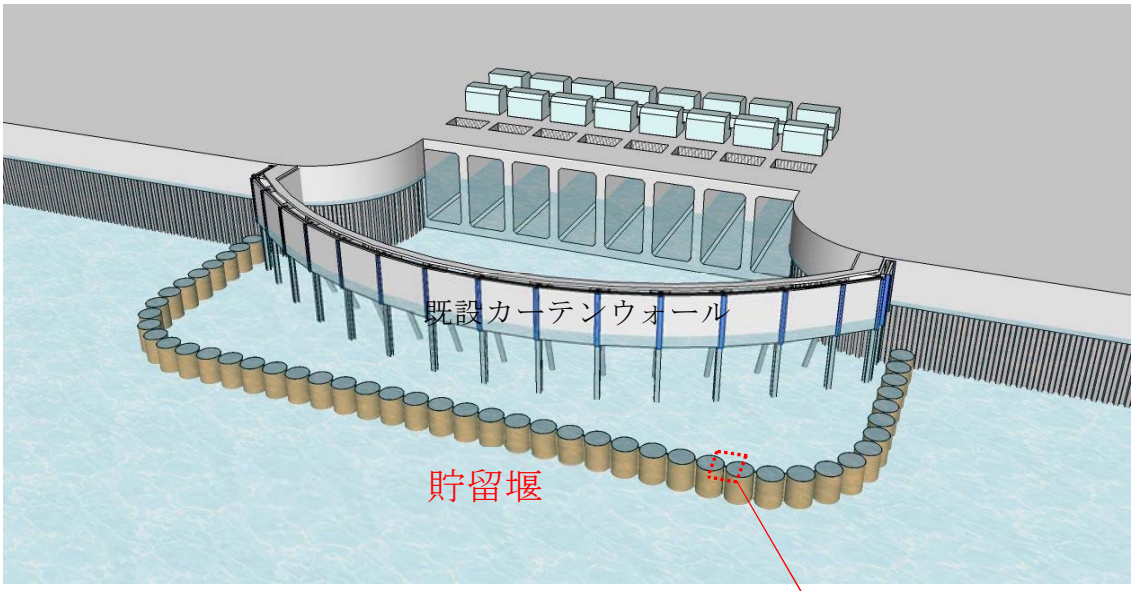


第 3－4－7 図　鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の防潮壁

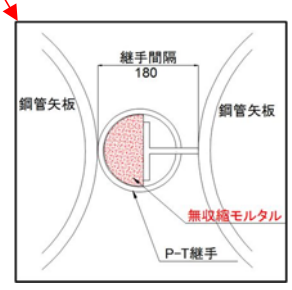
・貯留堰

第 3－4－8 図に貯留堰の概要図を示す。

貯留堰は鋼管矢板構造であり，線状構造物に分類される。各鋼管矢板は，継手部を介して隣接鋼管矢板により鋼管矢板の法線方向に拘束されており，法線方向の断面係数は，法線直角方向と比べて大きく，明確な強軸方向を示す。そのため，強軸方向の水平力により鋼管矢板に発生する曲げモーメントは比較的小さい。したがって，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響は小さい。



第 3－4－8 図　貯留堰

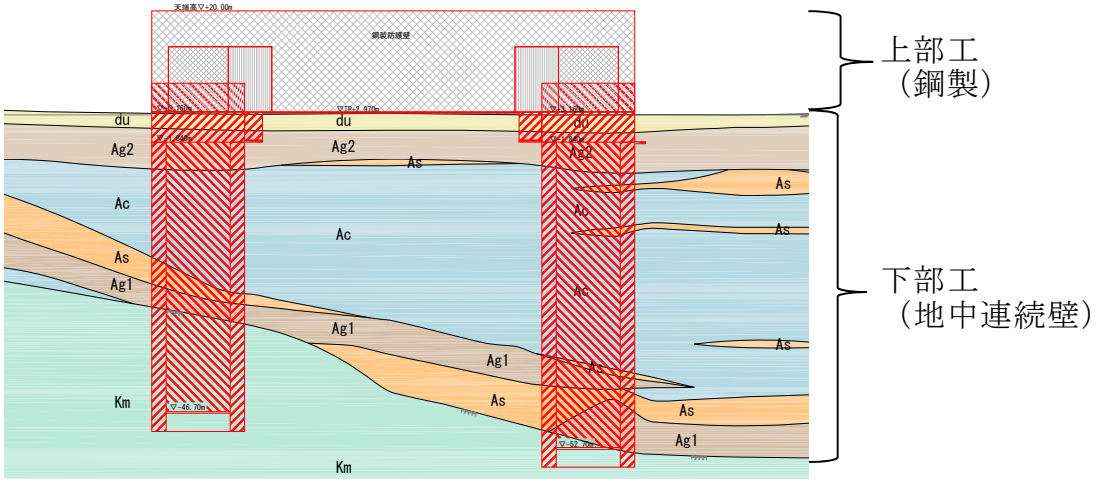


c)地中連続壁基礎

・鋼製防護壁の下部工

第 3－4－9 図に鋼製防護壁の下部工の断面図を示す。

当該構造物の南北二つの下部工は，基礎深さ及び地盤条件が異なり 3 次元的に複雑な挙動をすることが考えられるため，水平 2 方向及び鉛直地震力の組合せの影響が想定される。

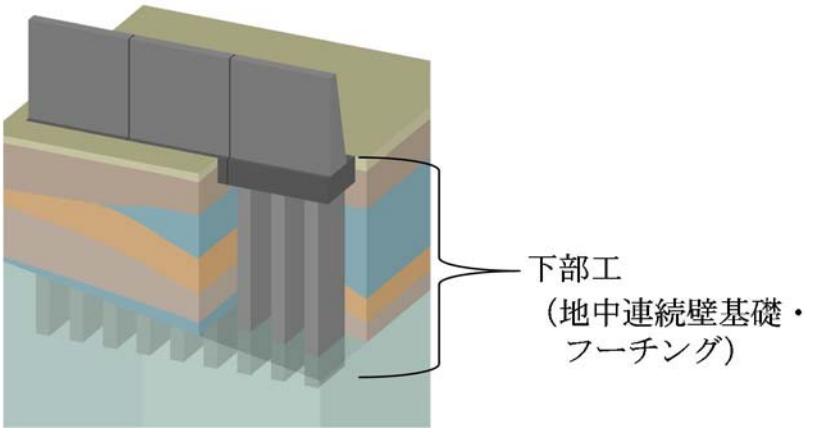


第 3－4－9 図　鋼製防護壁の下部工

・鉄筋コンクリート防潮壁の下部工

第 3－4－10 図に鉄筋コンクリート防潮壁の下部工の概要図を示す。

当該構造物の下部工は，上部工法線方向の水平地震力による動土圧及び動水圧と上部工からの荷重による発生応力，並びに上部工法線直角方向の水平地震力による動土圧及び動水圧による発生応力が足し合わされるため，水平 2 方向及び鉛直地震力の組合せの影響が想定される。

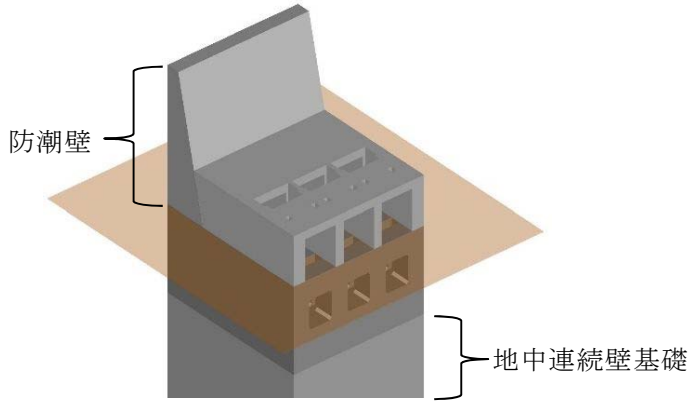


第 3－4－10 図　鉄筋コンクリート防潮壁の下部工

・鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の地中連続壁基礎

第 3－4－11 図に鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の地中連続壁基礎の概要図を示す。

当該構造物の地中連続壁基礎は，防潮壁法線方向の水平地震力による動土圧及び動水圧と防潮壁からの荷重による発生応力，並びに防潮壁法線直角方向の水平地震力による動土圧及び動水圧による発生応力が足し合わされるため，水平 2 方向及び鉛直地震力の組合せの影響が想定される。



第 3－4－11 図 鉄筋コンクリート防潮壁(放水路エリア)の地中連続壁基礎

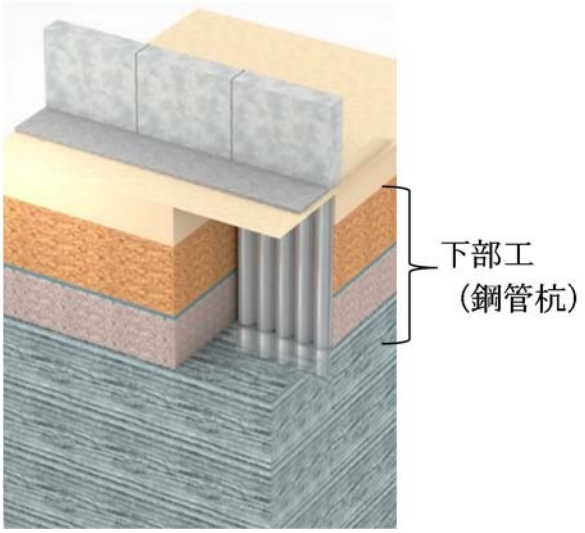
d)鋼管杭基礎

・鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の下部工

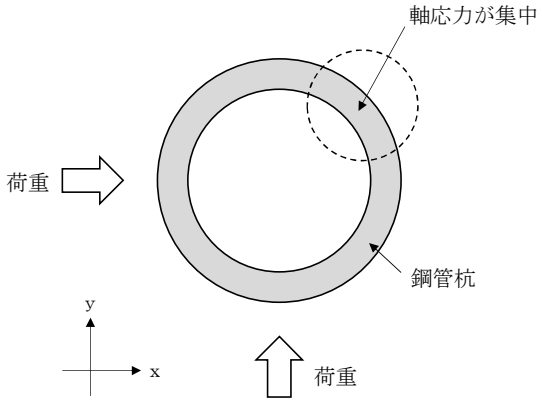
第 3－4－12 図に鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の下部工の概要図を示す。

鋼管杭基礎は，第 3－4－13 図に示すように水平 2 方向入力による応力の集中が考えられる。

当該構造物の鋼管杭は，上部工法線方向の水平地震力による動土圧及び動水圧と上部工からの荷重による発生応力，並びに上部工法線直角方向の水平地震力による動土圧及び動水圧による発生応力が足し合わされるため，水平 2 方向及び鉛直地震力の組合せの影響が想定される。



第 3－4－12 図　鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の下部工

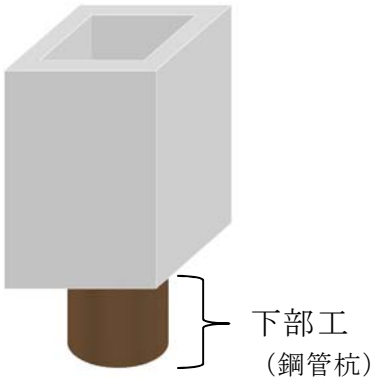


第 3－4－13 図　鋼管杭基礎に係る応答特性

・出口側集水桝の下部工

第 3－4－14 図に出口側集水桝の下部工の概要図を示す。

当該構造物の下部工（鋼管杭）も，互いに直交する方向の各水平地震力による動土圧及び動水圧と，上部工からの荷重による発生応力が足し合わされるため，第 3－4－13 図に示すように水平 2 方向及び鉛直地震力の組合せの影響が想定される。



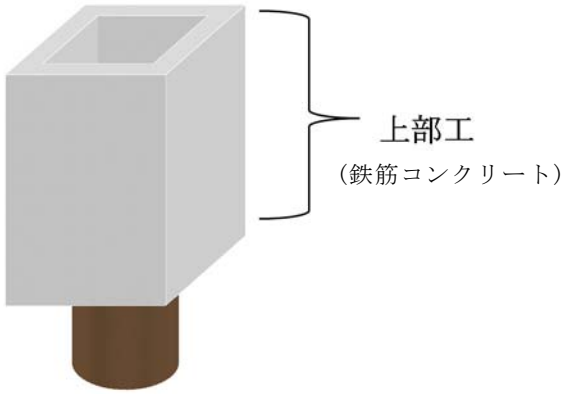
第 3－4－14 図　出口側集水桝の下部工

e)箱型構造物

・出口側集水桝の上部工

第 3－4－15 図に出口側集水桝の上部工の概要図を示す。

箱型構造物については，従来設計手法における評価対象断面に対して平行に配置される構造部材を有し，㋐動土圧及び動水圧による荷重が作用するため，水平 2 方向及び鉛直地震力の組合せの影響が想定される。



第 3－4－15 図　出口側集水桝の上部工

以上のことから，荷重の組合せによる応答特性が想定される構造形式として，鋼殻構造物，地中連続壁基礎，鋼管杭基礎及び箱型構造物を抽出する。

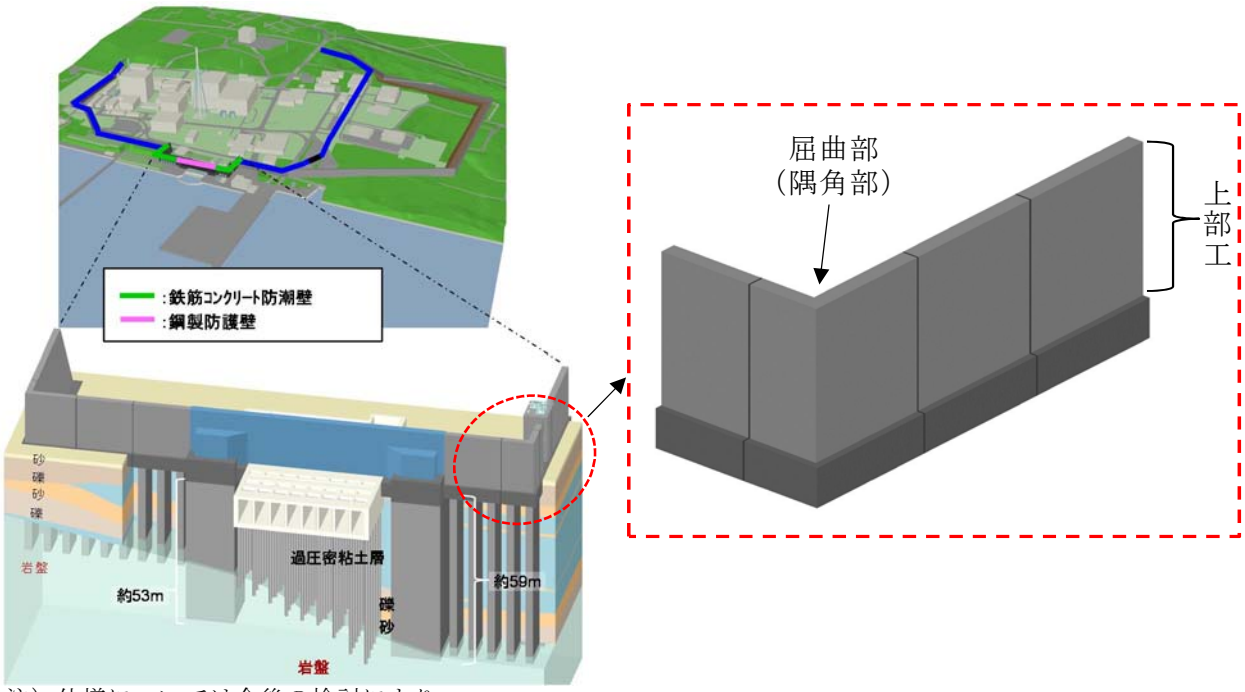
(4)　従来設計手法における評価対象断面以外の 3 次元的な応答特性が想定される箇所の抽出

(3)で抽出しなかった構造形式である線状構造物について，各構造物の構造等を考慮した上で，従来設計手法における評価対象断面以外の 3 次元的な応答特性が想定される箇所を抽出し，以下に示す。

a）鉄筋コンクリート防潮壁の上部工　【線状構造物】

第 3－4－16 図に鉄筋コンクリート防潮壁の上部工の概要図を示す。

当該構造物は，構造物の配置上，屈曲部（隅角部）を有する。線状構造物の屈曲部（隅角部）では，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響として，弱軸方向のせん断変形や強軸方向の曲げ変形への影響が想定される。



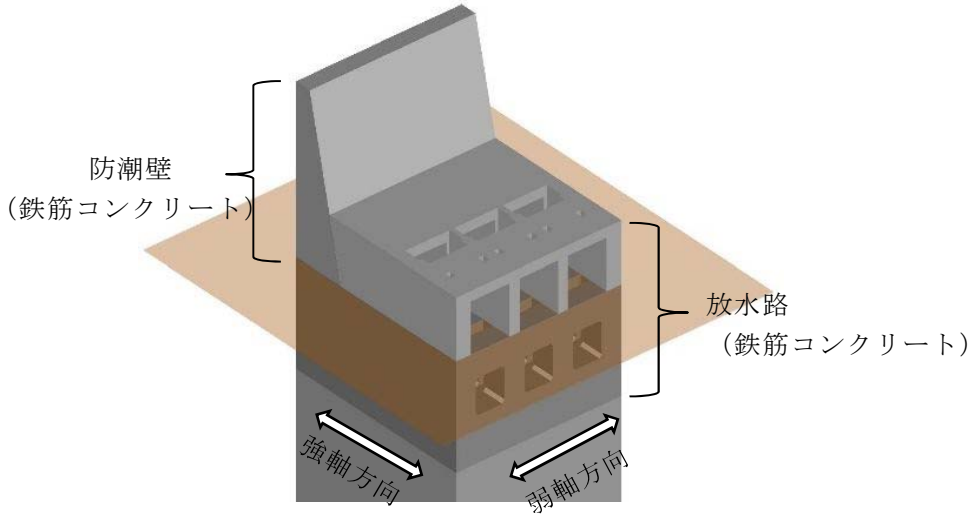
注）仕様については今後の検討により
変更の可能性がある。

第 3－4－16 図　鉄筋コンクリート防潮壁の上部工の屈曲部（隅角部）

b）鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の放水路　【線状構造物】

第 3－4－17 図に鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の放水路の概要図を示す。

当該構造物は，防潮壁から強軸方向の荷重を受ける。よって，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響として，強軸方向の曲げ変形への影響が想定される。

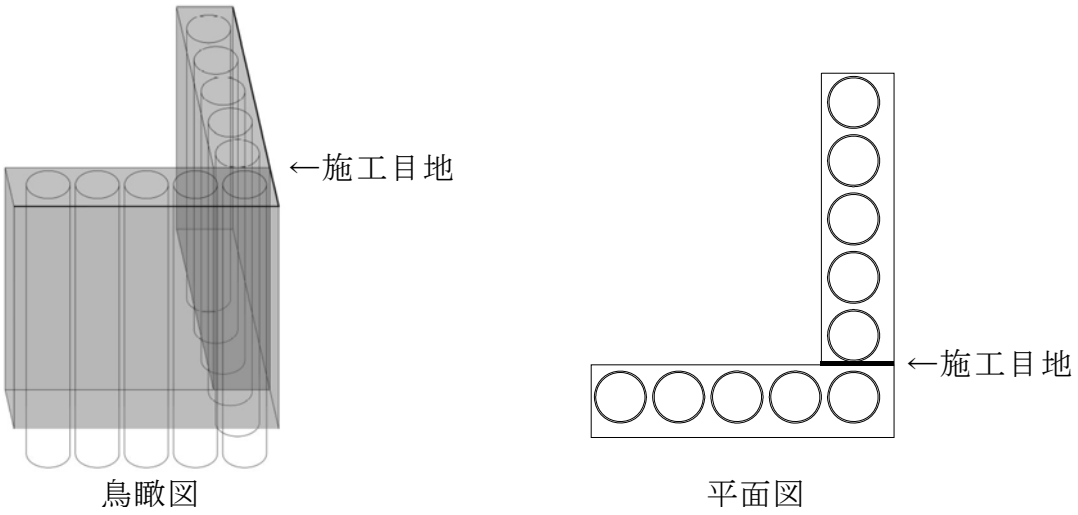


第 3－4－17 図　鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の放水路

c）鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の上部工　【線状構造物】

第 3－4－18 図に鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の上部工の概要図を示す。

当該構造物は，屈曲部（隅角部）に施工目地を設けるため，独立した線状構造物が接しているだけとなり，3 次元的な応答特性は想定されない。よって，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響はない。



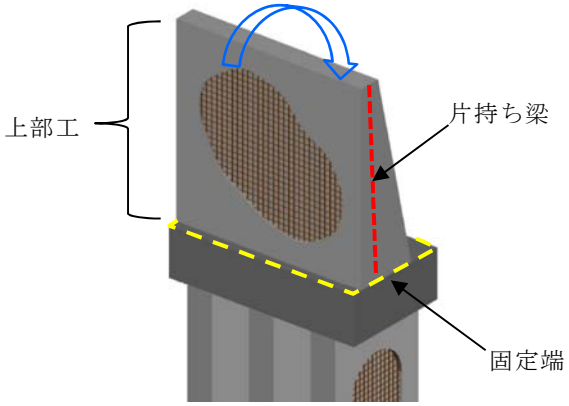
第 3－4－18 図　鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の上部工

以上のことから，鉄筋コンクリート防潮壁の上部工の屈曲部（隅角部）及び鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の放水路については，水平 2 方向地震力の組合せの影響を検討する。

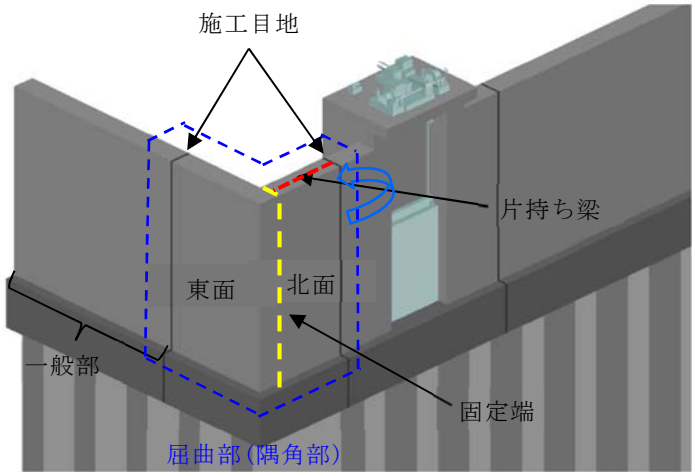
(5)　従来設計手法の妥当性の確認

i）鉄筋コンクリート防潮壁の上部工

鉄筋コンクリート防潮壁の上部工の設計において，一般部は第 3－4－19 図に示すように，フーチング側を固定端とする鉛直方向の片持ち梁として設計する。屈曲部（隅角部）の東面鉛直壁は一般部と同様に設計するが，屈曲部（隅角部）の北(南)面は第 3－4－20 図に示すように，東面鉛直壁を固定端とする水平方向の片持ち梁として設計する。したがって，屈曲部（隅角部）は水平 2 方向の荷重を組み合わせた設計となるため，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価対象部位として抽出する。なお，片持ち梁モデルの妥当性については，静的 3 次元モデル解析を実施し確認する。



第 3－4－19 図　鉄筋コンクリート防潮壁の上部工［一般部］

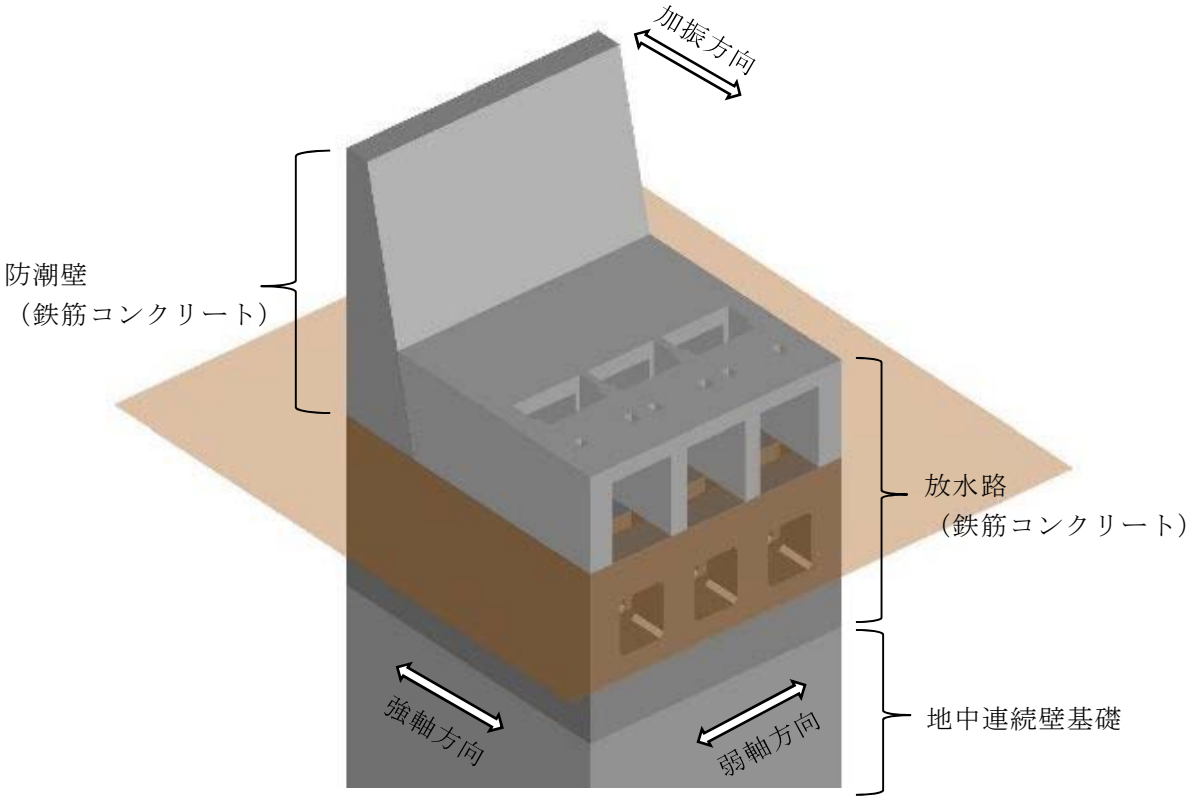


第 3－4－20 図　鉄筋コンクリート防潮壁の上部工［屈曲部（隅角部）］

ⅱ）鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の放水路

第 3－4－21 図に鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の放水路の概要図を示す。

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の放水路の設計において，評価対象断面に直交する水平地震力については，カルバート構造物であるため，評価対象断面直交方向（強軸方向）には動土圧・動水圧はほとんど作用しない。しかしながら，放水路（カルバート）上に設置される防潮壁は，当該加振方向による水平地震力により慣性力を受けるため，下部の放水路（カルバート）に荷重が伝わり，強軸方向の曲げ変形への影響が想定される。したがって，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価対象部位として抽出する。



第 3－4－21 図　鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の放水路

3.4.5　水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果

3.4.4の検討を踏まえ，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を検討すべき構造物として，構造及び作用荷重の観点から，地中連続壁基礎，鋼管杭基礎，箱型構造物，線状構造物のうち鉄筋コンクリート防潮壁の上部工の屈曲部（隅角部）及び鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の放水路を抽出する。

なお，鋼殻構造物については，3次元解析を実施するため，ここでは対象外とする。

第3－4－5表に抽出した評価対象施設（構造物）を示す。

第3－4－5表　評価対象施設（構造物）の抽出結果

構造形式	施設（構造物）名称	フロー※中の対応番号
地中連続壁基礎	鋼製防護壁の下部工	③
	鉄筋コンクリート防潮壁の下部工	③
	鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の地中連続壁基礎	③
鋼管杭基礎	鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の下部工	③
	出口側集水桝の下部工	③
箱型構造物	出口側集水桝の上部工	③
線状構造物	鉄筋コンクリート防潮壁の上部工の屈曲部(隅角部)	⑤
	鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の放水路	⑤

注）鋼殻構造物は三次元解析を実施するため対象外とする。　※第3－4－3図に示す影響評価フロー

3.4.6　水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価

(1)地中連続壁基礎，鋼管杭基礎，線状構造物のうち鉄筋コンクリート防潮壁の上部工の屈曲部（隅角部）

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については，従来の設計手法である水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる局部評価の荷重又は応力の評価結果等を用い，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組み合わせる方法として，米国 Regulatory Guide 1.92(注)の「2.Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として，組合せ係数法(1.0:0.4:0.4)に基づいて地震力を設定する。

評価対象として抽出した耐震評価上の部位について，構造部材の発生応力等を適切に組み合わせることで，各部位の設計上の許容値に対する評価を実施し，各部位が有する耐震性への影響を評価する。

(注)Regulatory Guide(RG) 1.92 “Combining modal responses and spatial components in seismic response analysis”

2)箱型構造物，鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の放水路

箱型構造物及び鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の放水路に対する水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については，箱型構造物及び放水路の弱軸方向（評価対象断面）と強軸方向（評価対象断面に直交する断面）におけるそれぞれの2次元の地震応答解析にて，互いに干渉し合う断面力や応力を選定し，弱軸方向加振における部材照査において，強軸方向加振の影響を考慮し評価する。

強軸方向加振については，構造物の隔壁・側壁が，強軸方向加振にて耐震壁としての役割を担うことから，当該構造部材を耐震壁と見なし，「鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説－許容応力度設計法－（日本建築学会，1999）（以下「ＲＣ基準」という。）に準拠し耐震評価を実施する。

ＲＣ基準では，耐震壁に生じるせん断力（面内せん断）に対して，コンクリートのみで負担できるせん断耐力と，鉄筋のみで負担できるせん断耐力のいずれか大きい方を鉄筋コンクリートのせん断耐力として設定する。したがって，壁部材の生じるせん断力がコンクリートのみで負担できるせん断力以下であれば，鉄筋によるせん断負担は無く鉄筋には応力が発生しないものとして取り扱う。

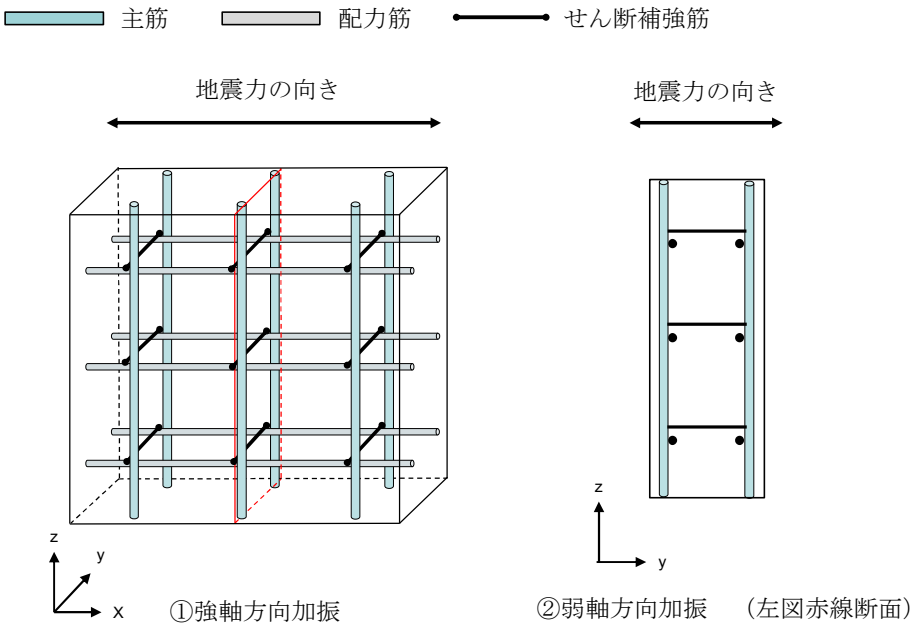
一方，強軸方向加振にて生じるせん断力を，構造物の隔壁・側壁のコンクリートのみで負担できず，鉄筋に負担させる場合，第3－4－22図に示すとおり，強軸方向加振にて発生する側壁・隔壁の主筋の発生応力が，弱軸方向における構造部材の照査に影響を及ぼす可能性がある。

したがって，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価においては，強軸方向加振にて発生する応力を，弱軸方向における構造部材の照査に付加することで，その影響の有無を検討する。

なお，弱軸方向及び強軸方向の地震応答解析では，保守的に両方とも基

準地震動Ｓ$_s$を用いる。

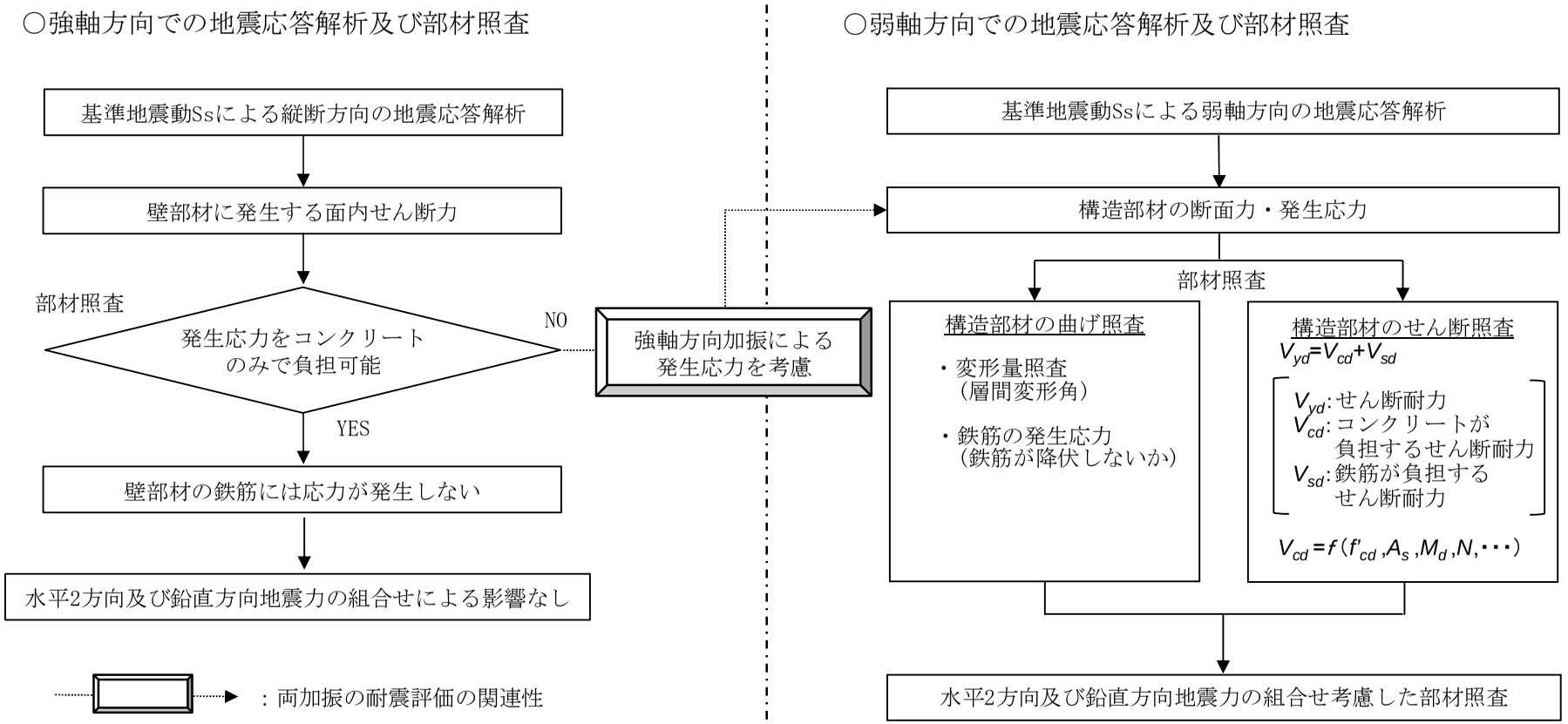
第3－4－23図に水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる評価フローを示す。



		①強軸方向加振	②弱軸方向加振	備考
断面力	My（y軸まわりの曲げモーメント）	△	×	
	Mx（x軸まわりの曲げモーメント）	×	○	
	Nz（鉛直方向軸力）	○	○	互いに干渉する可能性あり
	Nzx（zx平面面内せん断）	○	×	
	Qz（z方向面外せん断）	×	○	
応力	主筋	○	○	互いに干渉する可能性あり
	配力筋	○	×	
	せん断補強筋	×	○	

（○：発生する可能性あり，△：発生する可能性があるが極めて軽微，×：発生しない）

第3－4－22図　強軸方向加振及び弱軸方向加振において
発生する断面力・応力


○強軸方向での地震応答解析及び部材照査
基準地震動Ssによる縦断方向の地震応答解析
壁部材に発生する面内せん断力
部材照査
発生応力をコンクリート
のみで負担可能
NO
YES
強軸方向加振による
発生応力を考慮
壁部材の鉄筋には応力が発生しない
水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響なし
：両加振の耐震評価の関連性
○弱軸方向での地震応答解析及び部材照査
基準地震動Ssによる弱軸方向の地震応答解析
構造部材の断面力・発生応力
部材照査
構造部材の曲げ照査
・変形量照査
（層間変形角）
・鉄筋の発生応力
（鉄筋が降伏しないか）
構造部材のせん断照査
$V_{yd}=V_{cd}+V_{sd}$
V_{yd}：せん断耐力
V_{cd}：コンクリートが
負担するせん断耐力
V_{sd}：鉄筋が負担する
せん断耐力
$V_{cd}=f(f'_{cd},A_s,M_d,N,\cdots)$
水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せ考慮した部材照査

3.4.7　機器・配管系への影響評価

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が確認された構造物が，耐震重要施設，常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系の間接支持構造物である場合，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響が確認された場合，機器・配管系の影響評価に反映する。

なお，津波防護施設の影響の観点から抽出されなかった部位であっても，地震応答解析結果から機器・配管系への影響の可能性が想定される部位については検討対象として抽出する。

表１　構造強度評価

設備		部位	応力分類	①-1　水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも，構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合，構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても１方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて，水平2方向の地震力を考慮しているもの	①-1の影響有無の説明	①-2　水平2方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	
							振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ○：発生する	左記の振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
炉心支持構造物	炉心シュラウド	下部胴	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料３】	×	－
			一次膜応力＋一次曲げ応力	△	B	同上		
			支圧応力	△	C	鉛直荷重のみ作用し，水平荷重が作用しないため，水平2方向入力の影響はない。	×	－
	シュラウドサポート	レグ	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円周配置であるため，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料３】	×	－
			一次膜応力＋一次曲げ応力	△	B	同上		
			軸圧縮応力	△	B	同上		
		シリンダプレート 下部胴	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料３】	×	－
			一次膜応力＋一次曲げ応力	△	B	同上		
	上部格子板	グリッドプレート	一次一般膜応力	△	B	評価部位は格子構造であることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。	×	－
			一次膜応力＋一次曲げ応力	△	B	同上		
	炉心支持板	補強ビーム 支持板	一次一般膜応力	△	B	水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。	×	－
			一次膜応力＋一次曲げ応力	△	B	同上		
	燃料支持金具	中央燃料支持金具 周辺燃料支持金具	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料３】	×	－
			一次膜応力＋一次曲げ応力	△	B	同上		
	制御棒案内管	下部溶接部	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料３】	×	－
			一次膜応力＋一次曲げ応力	△	B	同上		
原子炉圧力容器	円筒胴 下鏡	炉心回り円筒胴 下鏡 下鏡と胴板の接合部 下鏡とスカートの接合部	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料３】	×	－
			一次膜応力＋一次曲げ応力	△	B	同上		
			一次＋二次応力	△	B	同上		
			一次＋二次＋ピーク応力	△	B	同上		

※１　本表は，詳細設計時等の進捗に応じて見直しを行う。

設備		部位	応力分類	①-1　水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも，構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合，構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても１方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて，水平2方向の地震力を考慮しているもの	①-1の影響有無の説明	①-2　水平2方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	
							振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ○：発生する	左記の振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
原子炉圧力容器	制御棒駆動機構ハウジング貫通部	スタブチューブハウジング	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料３】	×	－
			一次膜応力＋一次曲げ応力	△	B	同上		
			一次＋二次応力	△	B	同上		
			一次＋二次＋ピーク応力	△	B	同上		
			座屈（軸圧縮）	△	B	同上		
	中性子計測ハウジング貫通部	ハウジング	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料３】	×	－
			一次膜応力＋一次曲げ応力	△	B	同上		
			一次＋二次応力	△	B	同上		
			一次＋二次＋ピーク応力	△	B	同上		
	ノズル	各部位	一次一般膜応力	○	－	評価においては３次元的に配置されている接続配管の応答を使用しており，接続配管において地震入力方向に対する直角方向の応答が生じるため，水平2方向入力の影響がある。	○	3次元はりモデルの応答解析結果（配管反力）を用い，耐震評価を実施している。
			一次膜応力＋一次曲げ応力	○	－	同上		
			一次＋二次応力	○	－	同上		
			一次＋二次＋ピーク応力	○	－	同上		
	ブラケット類	原子炉圧力容器スタビライザブラケット	一次一般膜応力	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため，水平2方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向毎にその地震荷重は分担される。したがって，水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料１】	×	－
			一次膜応力＋一次曲げ応力	△	C	同上		
		蒸気乾燥器支持ブラケット	一次一般膜応力	△	D	水平2方向入力時の地震力を4つのブラケットのうち2つで分担した荷重を方向毎に考慮した評価を行っている。【補足説明資料２】	×	－
			一次膜応力＋一次曲げ応力	△	D	同上		
		炉心スプレイブラケット	一次一般膜応力	○	－	評価においては３次元的に配置されている炉内配管の応答を使用しており，炉内配管において地震入力方向に対する直交方向の応答が生じるため，水平2方向入力の影響がある。	×	－
			一次膜応力＋一次曲げ応力	○	－	同上		

設備		部位	応力分類	①-1　水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも，構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合，構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても１方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて，水平2方向の地震力を考慮しているもの	①-1の影響有無の説明	①-2　水平2方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	
							振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ○：発生する	左記の振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
原子炉圧力容器	ブラケット類	給水スパージャブラケット	一次一般膜応力	○	－	評価においては３次元的に配置されている炉内配管の応答を使用しており，炉内配管において地震入力方向に対する直交方向の応答が生じるため，水平2方向入力の影響がある。	×	－
			一次膜応力＋一次曲げ応力	○	－	同上		
			純せん断応力	○	－	同上		
原子炉圧力容器支持構造物	支持スカート	スカート	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料３】	×	－
			一次膜応力＋一次曲げ応力	△	B	同上		
			一次＋二次応力	△	B	同上		
			一次＋二次＋ピーク応力	△	B	同上		
			座屈（軸圧縮）	△	B	同上		
	原子炉圧力容器基礎ボルト	基礎ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され，水平地震の方向毎に最大応力の発生点が異なる。したがって水平2方向の影響は軽微である。	×	－
			せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果，水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより，影響は軽微である。		
			組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は，水平2方向の影響が軽微のため，組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
原子炉圧力容器付属構造物	原子炉格納容器スタビライザ 原子炉圧力容器スタビライザ	トラス ロッド ディスクスプリング 支持板	引張応力	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため，水平2方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向毎にその地震荷重は分担される。したがって，水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料１】	×	－
			せん断応力	△	C	同上		
			圧縮応力	△	C	同上		
			曲げ応力	△	C	同上		
			組合せ応力	△	C	同上		
	制御棒駆動機構ハウジングレストレイントビーム	レストレイントビーム	せん断応力	△	B	水平方向地震が作用する際に，加振軸上に最大応力が発生する。水平2方向の地震力が同時に作用した場合においても，それぞれの方向の加振軸上に最大応力が発生する。したがって，水平2方向入力の影響は軽微である。	×	－
			圧縮応力	△	B	同上		
			曲げ応力	△	B	同上		

設備		部位	応力分類	①-1　水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも，構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合，構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても１方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて，水平2方向の地震力を考慮しているもの	①-1の影響有無の説明	①-2　水平2方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	
							振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ○：発生する	左記の振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
原子炉圧力容器内部構造物	蒸気乾燥器ユニット	ユニット	一次一般膜応力	△	C	従来評価で評価が厳しくなる方向に地震荷重を与えているため，水平2方向入力を考慮しても水平1方向の地震荷重と同等となる。したがって水平2方向の影響は軽微である。	×	－
			一次膜応力＋一次曲げ応力	△	C	同上		
		耐震用ブロック	せん断応力	△	D	地震の水平力は４箇所の耐震用ブロックのうち相対する２箇所で受けるものとして評価しているが，水平2方向入力では４箇所の耐震用ブロックに荷重が分担されるため，水平2方向入力の影響は軽微である。	×	－
	気水分離器及びスタンドパイプ シュラウドヘッド 中性子束案内管	各部位	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料３】	×	－
			一次膜応力＋一次曲げ応力	△	B	同上		
	スパージャ 炉内配管	各部位	一次一般膜応力	○	－	３次元的に配置されているため，水平それぞれの方向の地震力に対し，各方向で応力が発生する。したがって，水平2方向入力の影響がある。	○	従来より，3次元はりモデルの応答解析結果を用い，耐震評価を実施しており，ねじれる状態についても耐震評価に用いる同種の荷重として算出される。
			一次膜応力＋一次曲げ応力	○	－	同上		
使用済燃料貯蔵ラック (共通ベース含む)		ラック部材	引張応力	○	－	水平それぞれの方向における評価において，最大応力発生箇所は異なるものの，円形状の一様断面でないため，発生応力は積算される。したがって，水平2方向入力の影響がある。	○	3次元FEMモデルを作成し，耐震評価を実施している。
			せん断応力	○	－	同上		
			組合せ応力	○	－	同上		
		基礎ボルト ラック取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり，水平2方向の入力によるで対角方向への転倒を想定し検討した結果，水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより，影響は軽微である。【補足説明資料６】	×	－
			せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果，水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより，影響は軽微となる。【補足説明資料６】		
			組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は，水平2方向の影響が軽微のため，組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
四脚たて置き円筒形容器		胴板	一次一般膜応力	○	－	評価点が脚付根部等の局所であり、1方向の地震においても軸直角方向の評価点へも影響が生じることから、2方向入力の影響がある。	×	－
			一次膜応力＋一次曲げ応力	○	－	同上		
			一次＋二次応力	○	－	同上		
		脚	組合せ応力	○	－	評価点が脚付根部等の局所であり、1方向の地震においても軸直角方向の評価点へも影響が生じることから、2方向入力の影響がある。		

設備	部位	応力分類	①-1　水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも，構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合，構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても１方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて，水平2方向の地震力を考慮しているもの	①-1の影響有無の説明	①-2　水平2方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ○：発生する	左記の振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
四脚たて置き円筒形容器	基礎ボルト	引張応力	○	－	1方向の地震においても軸直角方向の評価点へも影響が生じることから、2方向入力の影響がある。	×	－
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果，水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより，影響は軽微である。【補足説明資料６】		
		組合せ応力	○	—	1方向の地震においても軸直角方向の評価点へも影響が生じることから、2方向入力の影響がある。		
横置円筒形容器	胴板	一次一般膜応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても，強軸と弱軸の関係が明確であり，斜め方向に変形するのではなく，支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため，最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。	×	－
		一次膜応力＋一次曲げ応力	△	A	同上		
		一次＋二次応力	△	A	同上		
	脚	組合せ応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても，強軸と弱軸の関係が明確であり，斜め方向に変形するのではなく，支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため，最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。		
	基礎ボルト	引張応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても，強軸と弱軸の関係が明確であり，斜め方向に変形するのではなく，支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため，最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。		
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果，水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより，影響は軽微である。【補足説明資料６】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は，水平2方向の影響が軽微のため，組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
立形ポンプ	コラムパイプ バレルケーシング	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料３】	○	現在考慮しているX，Y方向振動モードではねじれ振動は現れない。よって，ねじれ振動モードが高次にて現れる可能性はあるが，有意な応答ではないため，影響がないと考えられる。
	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され，水平地震の方向毎に最大応力の発生点が異なる。したがって水平2方向の影響は軽微である。		
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果，水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより，影響は軽微である。		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は，水平2方向の影響が軽微のため，組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
ECCSストレーナ	各部位（ボルト以外）	一次膜応力＋一次曲げ応力	△	D	水平2方向の組合せを考慮した評価を実施している。	×	－
	ボルト	引張応力	△	D	同上		
横形ポンプ ポンプ駆動用タービン 海水ストレーナ 空調ファン 空調ユニット 空気圧縮機	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり，水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果，水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより，影響は軽微である。【補足説明資料６】	×	－
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果，水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより，影響は軽微となる。【補足説明資料６】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は，水平2方向の影響が軽微のため，組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		

設備	部位	応力分類	①-1　水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも，構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合，構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても１方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて，水平2方向の地震力を考慮しているもの	①-1の影響有無の説明	①-2　水平2方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ○：発生する	左記の振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
水圧制御ユニット	フレーム	引張応力	○	－	非対象構造であるため３次元モデルを用いた解析を行っており，水平地震力に対する発生応力が入力方向毎に異なる。したがって，水平2方向入力の影響がある。	○	3次元のモデルを用いた解析により，従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		せん断応力	○	－	同上		
		圧縮応力	○	－	同上		
		曲げ応力	○	－	同上		
		組合せ応力	○	－	同上		
	取付ボルト	引張応力	○	－	非対象構造であるため３次元モデルを用いた解析を行っており，水平地震力に対する発生応力が入力方向毎に異なる。したがって，水平2方向入力の影響がある。		
		せん断応力	○	－	同上		
		組合せ応力	○	－	同上		
平底たて置円筒容器	胴板	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料３】	×	－
		一次＋二次応力	△	B	同上		
	基礎ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され，水平地震の方向毎に最大応力の発生点が異なる。したがって水平2方向の影響は軽微である。		
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果，水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより，影響は軽微である。		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は，水平2方向の影響が軽微のため，組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
核計装設備	各部位	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料３】	×	－
		一次膜応力＋一次曲げ応力	△	B	同上		
伝送器（壁掛）	取付ボルト	引張応力	○	－	水平2方向入力の影響がある。	×	－
		せん断応力	△	A	水平1方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し，他の水平方向の地震力は負担しないため，水平2方向入力の影響は軽微である。		
		組合せ応力	○	－	水平2方向入力の影響がある。		
伝送器（円形壁掛）	取付ボルト	引張応力	△	A	水平1方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し，他の水平方向の地震力は負担しないため，水平2方向入力の影響は軽微である。	×	－
伝送器（円形吊下）	取付ボルト	引張応力	△	C	鉛直荷重のみ作用し，水平荷重が作用しないため，水平2方向の影響はない。	×	－

設備		部位	応力分類	①-1　水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも，構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合，構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても１方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて，水平2方向の地震力を考慮しているもの	①-1の影響有無の説明	①-2　水平2方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	
							振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ○：発生する	左記の振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
制御盤		取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり，水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果，水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより，影響は軽微である。【補足説明資料６】	×	－
			せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果，水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより，影響は軽微となる。【補足説明資料６】		
			組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は，水平2方向の影響が軽微のため，組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
原子炉格納容器	サプレッション・チェンバ底部ライナ	ライナプレート リングガータ部	圧縮ひずみ	○	－	水平2方向入力の影響がある。	×	－
			引張ひずみ	○	－	同上		
	ドライウェルトップヘッド	頂部 不連続部 フランジ付根部	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料３】	×	－
			一次膜応力＋一次曲げ応力	△	B	同上		
			一次＋二次応力	△	B	同上		
	ドライウェル円錐部及びサプレッション・チェンバ円筒部シェル部及びサンドクッション部	各部位	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料３】	×	－
			一次膜応力＋一次曲げ応力	△	B	同上		
			一次＋二次応力	△	B	同上		
	ドライウェルビームシート	各部位	引張応力	△	C	多角形配置により水平地震力は分担されるため，水平2方向入力の影響は軽微である。	×	－
			せん断応力	△	C	同上		
			圧縮応力	△	C	同上		
			曲げ応力	△	C	同上		
			組合せ応力	△	C	同上		
		ビームシート	一次膜応力＋一次曲げ応力	△	C	多角形配置により水平地震力は分担されるため，水平2方向入力の影響は軽微である。		
			一次＋二次応力	△	C	同上		

設備		部位	応力分類	①-1　水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも，構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合，構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても１方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて，水平2方向の地震力を考慮しているもの	①-1の影響有無の説明	①-2　水平2方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	
							振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ○：発生する	左記の振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
原子炉格納容器	ドライウエル上部シアラグ及びスタビライザ ドライウエル下部シアラグ及びスタビライザ	各部位	引張応力	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため，水平2方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向毎にその地震荷重は分担される。したがって，水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料１】	×	－
			せん断応力	△	C	同上		
			曲げ応力	△	C	同上		
			組合せ応力	△	C	同上		
		上部シアラグと原子炉格納容器胴との接合部 下部シアラグと原子炉格納容器胴との接合部	一次膜応力＋一次曲げ応力	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため，水平2方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向毎にその地震荷重は分担される。したがって，水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料１】		
			一次＋二次応力	△	C	同上		
	ドライウエルスプレイヘッダ	案内管直管部 案内管エルボ部	一次膜応力＋一次曲げ応力	○	－	３次元的に配置されているため，水平地震力に対する発生応力が入力方向毎に異なる。したがって，水平2方向入力の影響がある。	×	－
			一次＋二次応力	○	－	同上		
	パーソナルエアロック イクイプメントハッチ サプレッション・チェンバ・アクセスハッチ	パーソナルエアロック（イクイプメントハッチ，サプレッション・チェンバアクセスハッチ）本体と補強板との接合部 補強板と原子炉格納容器胴一般部との接合部	一次膜応力＋一次曲げ応力	○	－	評価部位は水平地震力に対する発生応力が入力方向毎に異なる。したがって，水平2方向入力の影響がある。	×	－
			一次＋二次応力	○	－	同上		
	原子炉格納容器胴アンカー部	各部位	引張応力	△	B	評価部位は円周上に配置されていることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。従って，水平2方向入力の影響は軽微である。	×	－
			曲げ応力	△	B	同上		
			圧縮応力	△	B	同上		
			組合せ応力	△	B	同上		
		コンクリート	せん断応力度	△	B	評価部位は円周上に配置されていることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。従って，水平2方向入力の影響は軽微である。		
	原子炉格納容器配管貫通部	原子炉格納容器胴とスリーブ接合部	一次膜応力＋一次曲げ応力	○	－	評価部位は水平地震力に対する発生応力が入力方向毎に異なる。したがって，水平2方向入力の影響がある。	○	３次元はりモデルの応答解析結果（配管反力）を用い，耐震評価を実施している。
			一次＋二次応力	○	－	同上		
	原子炉格納容器電気配線貫通部	スリーブ付根部	一次膜応力＋一次曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	－
		補強板付根部	一次＋二次応力	△	D	同上		

設備	部位	応力分類	①-1　水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも，構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合，構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても１方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて，水平2方向の地震力を考慮しているもの	①-1の影響有無の説明	①-2　水平2方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ○：発生する	左記の振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
ダイヤフラム・フロア	構造用スラブ	引張応力度	△	C	鉛直方向荷重が支配的であるため，水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料４】	×	－
		せん断応力度	△	C	同上		
		圧縮応力度	△	C	同上		
	大ばり 小ばり	曲げ応力	△	C	鉛直荷重のみ作用し，水平荷重が作用しないため，水平2方向の影響はない。【補足説明資料４】		
		せん断応力	△	C	同上		
	柱	圧縮応力	△	C	同上		
	シヤーコネクタ	せん断応力	△	C	多角形配置により水平地震力は分担されるため，水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料４】		
ベント管	上部 ブレージング部	一次膜応力＋一次曲げ応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料３】	×	－
		一次＋二次応力	△	B	同上		
格納容器スプレイヘッダ	スプレイ管部 ティー部 案内管部	一次膜応力＋一次曲げ応力	○	－	評価部位は、非対象構造であるため水平地震力に対する発生応力が入力方向毎に異なる。したがって，水平2方向入力の影響がある。	○	３次元のモデルを用いた解析により，従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次＋二次応力	○	－	同上		
可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ	ブレース	圧縮応力	△	A	ブレースはブロワの重心とサポートプレート設置位置のずれによる軸方向転倒防止のため設置している。そのためブレースが受け持つ荷重は現在評価対象としている軸方向の転倒モーメント分のみと考えられ，軸直方向の水平地震荷重はベース溶接部のせん断で受け持つと考えられる。したがって，水平2方向入力の影響は受けない。	×	－
	ベース取付溶接部	引張応力	△	A	溶接部の配置は矩形であり，水平2方向の入力で対角方向に転倒することはなく，2方向入力の影響は軽微である。	×	－
		せん断応力	○	－	ベース溶接部で水平方向のそれぞれの水平荷重を負担する。したがって，水平2方向入力の影響がある。		
	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり，水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果，水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより，影響は軽微である。【補足説明資料６】	×	－
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果，水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより，影響は軽微となる。【補足説明資料６】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は，水平2方向の影響が軽微のため，組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		

設備	部位	応力分類	①-1　水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも，構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合，構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても１方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて，水平2方向の地震力を考慮しているもの	①-1の影響有無の説明	①-2　水平2方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ○：発生する	左記の振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
非常用ディーゼル発電機	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり，水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果，水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより，影響は軽微である。【補足説明資料６】	×	－
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果，水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより，影響は軽微となる。【補足説明資料６】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は，水平2方向の影響が軽微のため，組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
スカート支持たて置円筒形容器	胴板	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料３】	×	－
		一次＋二次応力	△	B	同上		
	スカート	組合せ応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料３】		
		座屈	△	B	支配的な応力は水平地震による曲げ応力であり，曲げ応力の最大点は地震方向で異なるため影響は軽微である。		
	基礎ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され，水平地震の方向毎に最大応力の発生点が異なる。したがって水平2方向の影響は軽微である。		
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果，水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより，影響は軽微である。		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は，水平2方向の影響が軽微のため，組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
プレート式熱交換器	側板	一次一般膜応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても，強軸と弱軸の関係が明確であり，斜め方向に変形するのではなく，支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため，最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。	×	－
		一次膜応力＋一次曲げ応力	△	A	同上		
		一次＋二次応力	△	A	同上		
	脚	組合せ応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても，強軸と弱軸の関係が明確であり，斜め方向に変形するのではなく，支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため，最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。		
	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり，水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果，水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより，影響は軽微である。【補足説明資料６】		
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果，水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより，影響は軽微となる。【補足説明資料６】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は，水平2方向の影響が軽微のため，組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		

設備	部位	応力分類	①-1　水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも，構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合，構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても１方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて，水平2方向の地震力を考慮しているもの	①-1の影響有無の説明	①-2　水平2方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ○：発生する	左記の振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
ラグ支持たて置き円筒形容器	胴板	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料３】	×	－
		一次膜応力＋一次曲げ応力	△	B	同上		
		一次＋二次応力	△	B	同上		
	ラグ	組合せ応力	△	B	水平2方向が同時に作用した場合においても、応力評価点が区別されるため、2方向入力の影響は軽微である。		
	基礎ボルト	引張応力	△	B	ラグ構造は径方向にスライド可能であり、水平2方向が同時に作用した場合においても、応力評価点が区別されるため、2方向入力の影響は軽微である。		
		せん断応力	△	B	ラグ構造は径方向にスライド可能であり、荷重を分担する部材が地震方向により異なるため、荷重の重ね合わせが発生せず、影響は軽微である。		
		組合せ応力	△	B	上記引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組み合わせ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
その他電源設備	取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり，水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果，水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより，影響は軽微である。【補足説明資料６】	×	－
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果，水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより，影響は軽微となる。【補足説明資料６】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は，水平2方向の影響が軽微のため，組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
配管本体，サポート（多質点梁モデル解析）	配管，サポート	一次応力	○	－	水平2方向入力の影響がある。	○	3次元のモデルを用いた解析により，従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次＋二次応力	○	－	同上		
矩形構造の架構設備（静的触媒式水素再結合装置，架台を含む）	各部位	各応力分類	○	－	水平2方向入力の影響がある。	×	－
通信連絡設備（アンテナ）	ボルト	引張応力	△	A	壁面に据付部材を介して支持される。 構造上、壁に垂直な方向の地震入力では据付ボルトの応力成分は引張応力のみであるのに対し、壁面と平行な方向はせん断応力及び曲げモーメントによる引張応力が発生する。壁面と平行な応力が支配的であるため、水平2方向の影響は軽微である。	×	－
		せん断応力	△	A	同上		
		組合せ応力	△	A	同上		
水位計	取付ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され，水平地震の方向毎に最大応力の発生点が異なる。したがって水平2方向の影響は軽微である。	×	－
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果，水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより，影響は軽微である。		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は，水平2方向の影響が軽微のため，組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		

設備	部位	応力分類	①-1　水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも，構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合，構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても１方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて，水平2方向の地震力を考慮しているもの	①-1の影響有無の説明	①-2　水平2方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ○：発生する	左記の振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
監視カメラ	取付ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され，水平地震の方向毎に最大応力の発生点が異なる。したがって水平2方向の影響は軽微である。	×	－
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果，水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより，影響は軽微である。		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は，水平2方向の影響が軽微のため，組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
	据付部材	組合せ応力	○	－	水平2方向入力の影響がある。		
貫通部止水処置	シール材	シールに生じる変位	△	C	対象となる貫通部は建屋軸に沿った配置となっていることから，シール材に加わるせん断方向及び圧縮方向の変位は，水平1方向の地震力の応答が支配的であり，他の水平方向の地震力による応答は小さいため，水平2方向入力の影響は軽微である。	×	－
浸水防止蓋	蓋	曲げ応力	△	C	鉛直方向加速度のみを用いた評価であるため，水平2方向を考慮しても影響はない。	×	－
		せん断応力	△	C	同上		
		組合せ応力	△	C	同上		
	基礎ボルト	せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果，水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより，影響は軽微である。		
逆流防止用逆止弁	各部位	各応力分類	○	－	水平2方向入力の影響がある。	×	－
原子炉ウェル遮へいプラグ	本体	せん断応力度	△	C	鉛直方向荷重が支配的であるため，水平2方向入力の影響は軽微である。	×	－
原子炉本体の基礎	円筒部 中間スラブ	引張応力度	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料３】	×	－
		圧縮応力度	△	B	同上		
		せん断応力度	△	B	同上		
	下層円筒基部	引張応力度	△	B	円周配置であり，水平地震の方向毎に最大応力の発生点が異なる。したがって水平2方向の影響は軽微である。		
		せん断応力度	△	B	同上		
		曲げ応力度	△	B	同上		

設備	部位	応力分類	①-1　水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも，構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合，構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても１方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて，水平2方向の地震力を考慮しているもの	①-1の影響有無の説明	①-2　水平2方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ○：発生する	左記の振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
燃料取替機	燃料取替機構造物フレーム ブリッジ脱線防止ラグ(本体) トロリ脱線防止ラグ(本体) 走行レール 横行レール	引張応力	△	A	すべり方向とすべり直交方向では、それぞれの水平方向地震を受けた場合の挙動が異なるため，方向毎に発生応力が異なる。したがって，水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料５】	○	3次元のモデルを用いた解析により，従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		せん断応力	△	A	同上		
		組合せ応力	△	A	同上		
	ブリッジ脱線防止ラグ(取付ボルト) トロリ脱線防止ラグ(取付ボルト)	せん断応力	△	A	すべり方向とすべり直交方向では、それぞれの水平方向地震を受けた場合の挙動が異なるため，方向毎に発生応力が異なる。したがって，水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料５】		
	吊具	吊具荷重	△	C	鉛直荷重のみ作用し，水平荷重が作用しないため，水平2方向入力の影響はない。	×	－
建屋クレーン	クレーン本体ガーダ	せん断応力	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により，従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		曲げ応力	△	D	同上		
		浮上り量	△	D	同上		
	落下防止金具	圧縮応力	△	A	すべり方向とすべり直交方向では、それぞれの水平方向地震を受けた場合の挙動が異なるため，方向毎に発生応力が異なる。したがって，水平2方向の影響は軽微である。	×	－
	トロリストッパ	圧縮応力	△	A	同上		
		曲げ応力	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により，従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		組合せ応力	△	D	同上		
	トロリ	浮上り量	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。		
	吊具	吊具荷重	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。		
原子炉遮へい壁	一般胴部 開口集中部	せん断応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料３】	×	－
		圧縮応力	△	C	鉛直方向荷重のみ作用し，水平方向荷重が作用しない。したがって，水平2方向入力の影響は軽微である。		
		曲げ応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料３】		
		組合せ応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから，水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって，水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料３】		

表２　動的／電気的機能維持評価

機　種	①-1　水平2方向の地震力の重複による影響の有無 （3.2.4項(1)に対応） ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも，構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合，構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても１方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて，水平2方向の地震力を考慮しているもの	①-1の影響有無の説明	①-2　水平2方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	
				振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ○：発生する	左記の振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
立形ポンプ	○	－	軸受は円周に均等に地震力を受け持つため，水平2方向入力の影響を受ける。	×	－
横形ポンプ	△	A	現行の機能維持確認済加速度における詳細評価※で最弱部である軸系に対して，曲げに対して軸直角方向の水平1方向の地震力のみを負担し，他の水平方向の地震力は負担しないため，水平2方向入力の影響は軽微である。	×	－
ポンプ駆動用タービン	△	B	現行の機能維持確認済加速度における詳細評価※で最弱部である弁箱（主蒸気止め弁ヨーク部（立置き））に対して，水平2方向による最大応力の発生箇所が異なるため影響は軽微である。	×	－
立形機器用電動機	△	D	最弱部である軸受に対して，現行の機能維持確認済加速度における詳細評価※において十分な裕度が確認されており，水平2方向入力による応答増加の影響は軽微である。	×	－
横形機器用電動機	△	D	最弱部であるフレームに対して，現行の機能維持確認済加速度における詳細評価※において十分な裕度が確認されており，水平2方向入力による応答増加の影響は軽微である。	×	－
空調ファン	△	A	現行の機能維持確認済加速度における詳細評価※で最弱部である軸系に対して，曲げに対して軸直角方向の水平1方向の地震力のみを負担し，他の水平方向の地震力は負担しないため，水平2方向入力の影響は軽微である。	×	－
非常用ディーゼル発電機（機関本体）	△	A	現行の機能維持確認済加速度における詳細評価※で最弱部である軸系に対して，曲げに対して軸直角方向の水平1方向の地震力のみを負担し，他の水平方向の地震力は負担しないため，水平2方向入力の影響は軽微である。	×	－
非常用ディーゼル発電機（ガバナ）	○	－	ガバナについては水平2方向合成による応答増加の影響がある。ただし，JEAG4601に記載の機能維持確認済加速度は1.8Gであるが，旧JNES試験より4Gまで機能維持を確認しているため，2方向合成加速度が4G未満であれば問題ない。	×	－
弁	○	－	弁については水平2方向合成による応答増加の影響があるが，2方向合成加速度が試験にて確認した機能維持確認済加速度未満であれば問題ない。	×	－
制御棒挿入性	○	－	水平2方向入力の影響がある。	×	－
電気盤	△	A	電気盤，制御盤等に取付けられているリレー，遮断器等の電気品は，基本的に1次元的な接点のON－OFFに関わる比較的単純な構造をしている。加えて，基本的には全て梁，扉等の強度部材に強固に固定されているため，器具の非線形応答はないと考えられる。したがって，電気品は水平1方向の地震力のみを負担し，他の水平方向の地震力は負担しないため，水平2方向入力の影響は軽微である。	×	－
伝送器・指示計	△	A	伝送器・指示計の掃引試験結果において，X，Y各成分に共振点はなく，出力変動を生じないことを確認していることから，X，Y2方向成分にも共振点はないものと考えられる。 よって，X，Y2方向入力に対しても応答増加は生じないものと考えられることから，水平2方向入力の影響は軽微である。	×	－
常設代替高圧電源装置	△	A	水平2方向の入力で対角方向に応答することはないため，水平2方向の入力の影響は軽微である。	×	－
水位計	加振試験時の掃引試験により水平２方向に対する影響有無を確認し、方針を決定する。				
監視カメラ	加振試験時の掃引試験により水平２方向に対する影響有無を確認し、方針を決定する。				
通信連絡設備（アンテナ類）	○	－	水平2方向入力の影響がある。	×	－

※：JEAG4601で定められた評価部位の裕度評価

添付１　補足説明資料

目　　次

1. 水平2方向同時加振の影響評価について（原子炉圧力容器スタビライザ及び原子炉格納容器スタビライザ）
2. 水平2方向同時加振の影響評価について（蒸気乾燥器支持ブラケット）
3. 水平2方向同時加振の影響評価について（円筒形容器）
4. 水平2方向同時加振の影響評価について（ダイヤフラム・フロア）
5. 水平2方向同時加振の影響評価について（燃料取替機）
6. 水平2方向同時加振の影響評価について（矩形配置されたボルト）
7. 水平2方向同時加振の影響評価について（電気盤）

1. 水平2方向同時加振の影響評価について（原子炉圧力容器スタビライザ及び原子炉格納容器スタビライザ）

1.1　はじめに

本項は，原子炉圧力容器スタビライザ（以下「RPVスタビライザ」という。）及び原子炉格納容器スタビライザ（以下「PCVスタビライザ」という。）に対する水平2方向同時加振の影響についてまとめたものである。

RPVスラビライザとPCVスタビライザは，地震時の水平方向荷重を周方向45°間隔で8体の構造部材にて支持する同様の設計であるため，以下水平2方向同時加振の影響については，RPVスタビライザを代表に記載する。

1.2　現行評価の手法

RPVスタビライザは，　周方向45°間隔で8体配置されており，　第1－1図に地震荷重と各RPVスタビライザが分担する荷重の関係を示す。

水平方向の地震荷重に関して現行評価では，RPVスタビライザ6体に各水平方向地震力（X方向，Y方向）の最大地震力が負荷されるものとしている。

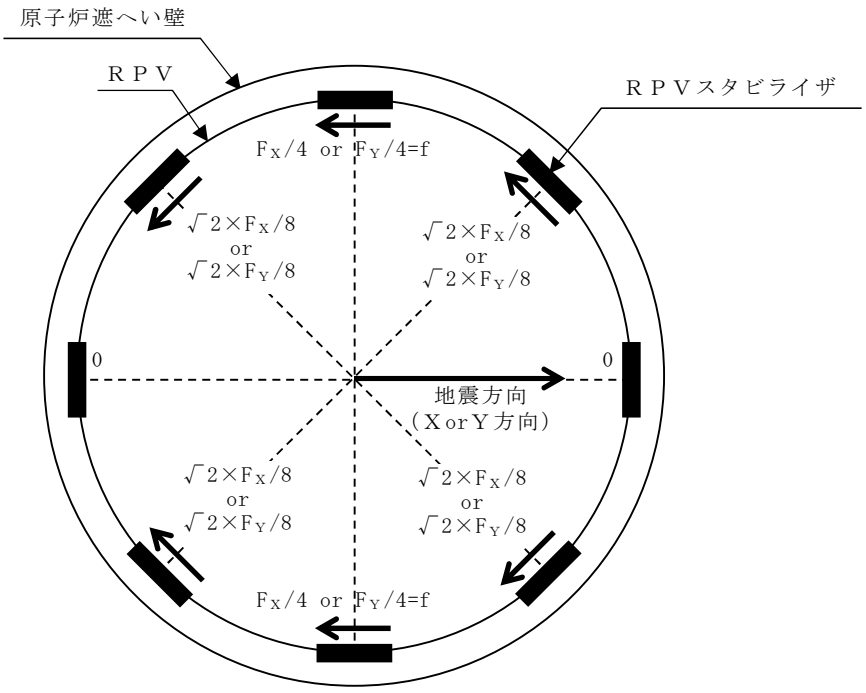
$$f = MAX\left(\frac{F_X}{4}, \frac{F_Y}{4}\right)$$

ここで，

f　:RPVスタビライザ１個が受けもつ最大地震荷重

F_X　：Ｘ方向地震によりスタビライザ全体に発生する荷重

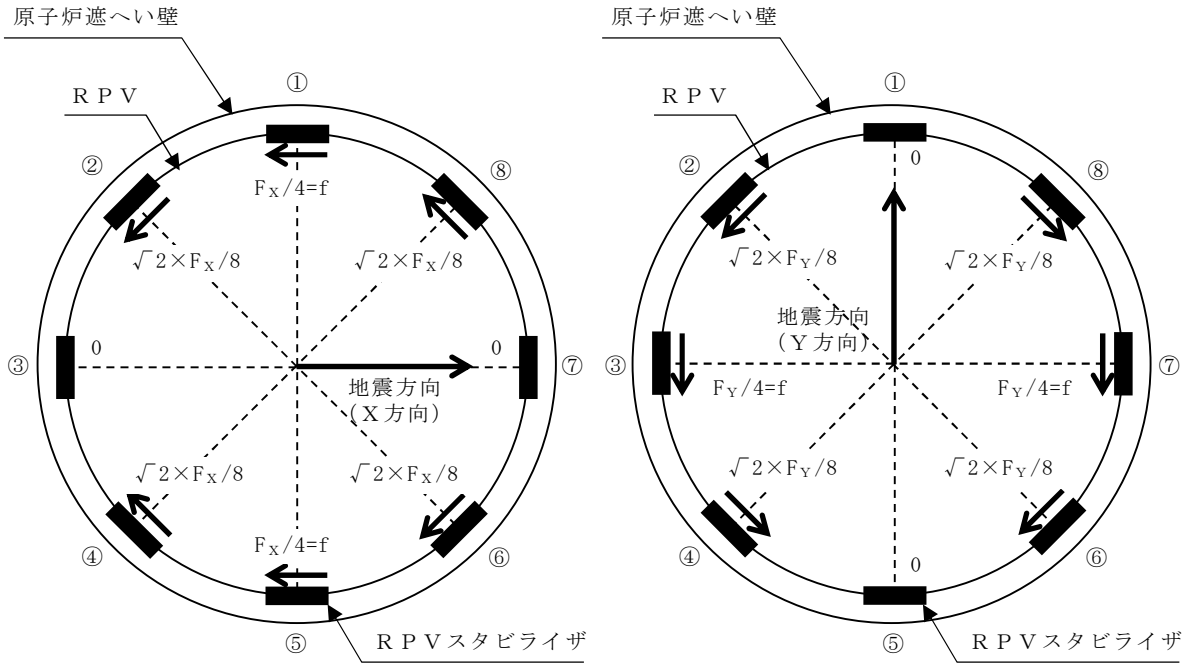
F_Y　：Ｙ方向地震によりスタビライザ全体に発生する荷重



第１－１図　原子炉圧力容器スタビライザの水平地震荷重の分担（水平１方向）

1.3　水平2方向同時加振の影響

RPVスタビライザは，水平2方向の地震力を受けた場合における荷重分担について,第1－2図及び第1－1表に示す。第1－2図及び第1－1表に示すとおり，方向別地震荷重Ｆ（F_X またはF_y）に対する最大反力を受け持つ部位が異なることが分かる。



【Ｘ方向加振時】　　【Ｙ方向加振時】

第 1－2 図　原子炉圧力容器スタビライザの水平地震荷重の分担（水平 2 方向）

第 1－1 表　原子炉圧力容器スタビライザ各点での分担荷重

位置		方向別地震力Ｆに対する反力	
		Ｘ方向	Ｙ方向
①	0°	$F_X/4$	0
②	45°	$\sqrt{2}\times F_X/8$	$\sqrt{2}\times F_Y/8$
③	90°	0	$F_Y/4$
④	135°	$\sqrt{2}\times F_X/8$	$\sqrt{2}\times F_Y/8$
⑤	180°	$F_X/4$	0
⑥	225°	$\sqrt{2}\times F_X/8$	$\sqrt{2}\times F_Y/8$
⑦	270°	0	$F_Y/4$
⑧	315°	$\sqrt{2}\times F_X/8$	$\sqrt{2}\times F_Y/8$
最大		$F_X/4$	$F_Y/4$

水平2方向地震力の組合せの考慮については,第1－1表に示した水平方向反力を用いてX方向・Y方向同時には最大の地震力が発生しないと仮定し，以下の2つの方法にて検討を行った。

① 組合せ係数法：$F_Y = 0.4F_X$と仮定し，X方向・Y方向のそれぞれの水平1方向応答結果を単純和する。

② 最大応答の非同時性を考慮したＳＲＳＳ法：$F_Y = F_X$と仮定し，X方向・Y方向のそれぞれの水平1方向応答結果をＳＲＳＳ法にて合成する。

上記検討の結果を第1－2表に示す。いずれの検討方法を用いても，水平2方向反力の組合せ結果の最大値はfとなり，これは水平1方向反力の最大値と同値である。

したがって，RPVスタビライザに対して水平2方向の影響はない。

第 1－2 表　RPV スタビライザ各点における水平 2 方向の考慮

		①組合せ係数法を用いた 水平 2 方向反力の組合せ ($F_Y=0.4\ F_X$)	②ＳＲＳＳ法を用いた 水平 2 方向反力の組合せ ($F_Y=F_X$)
①	0°	$F_X/4 = f$	$F_X/4 = f$
②	45°	$\sqrt{2}\times F_X/8+\sqrt{2}\times F_X/8=\sqrt{2}\times 1.4\times F_X/8$ $=0.990\times F_X/4 < f$	$\sqrt{((2\times F_X/8)^2+(2\times F_X/8)^2)}$ $= F_X/4 < f$
③	90°	$F_Y/4=0.4\times F_X/4 < f$	$F_Y/4=F_X/4 < f$
④	135°	$\sqrt{2}\times F_X/8+\sqrt{2}\times F_X/8=\sqrt{2}\times 1.4\times F_X/8$ $=0.990\times F_X/4 < f$	$\sqrt{((2\times F_X/8)^2+(2\times F_X/8)^2)}$ $= F_X/4 < f$
⑤	180°	$F_X/4 = f$	$F_X/4 = f$
⑥	225°	$\sqrt{2}\times F_X/8+\sqrt{2}\times F_X/8=\sqrt{2}\times 1.4\times F_X/8$ $=0.990\times F_X/4 < f$	$\sqrt{((2\times F_X/8)^2+(2\times F_X/8)^2)}$ $= F_X/4 < f$
⑦	270°	$F_Y/4=0.4\times F_X/4 < f$	$F_Y/4=F_X/4 < f$
⑧	315°	$\sqrt{2}\times F_X/8+\sqrt{2}\times F_X/8=\sqrt{2}\times 1.4\times F_X/8$ $=0.990\times F_X/4 < f$	$\sqrt{((2\times F_X/8)^2+(2\times F_X/8)^2)}$ $= F_X/4 < f$
最大		$F_X/4=f$	$F_Y/4=f$

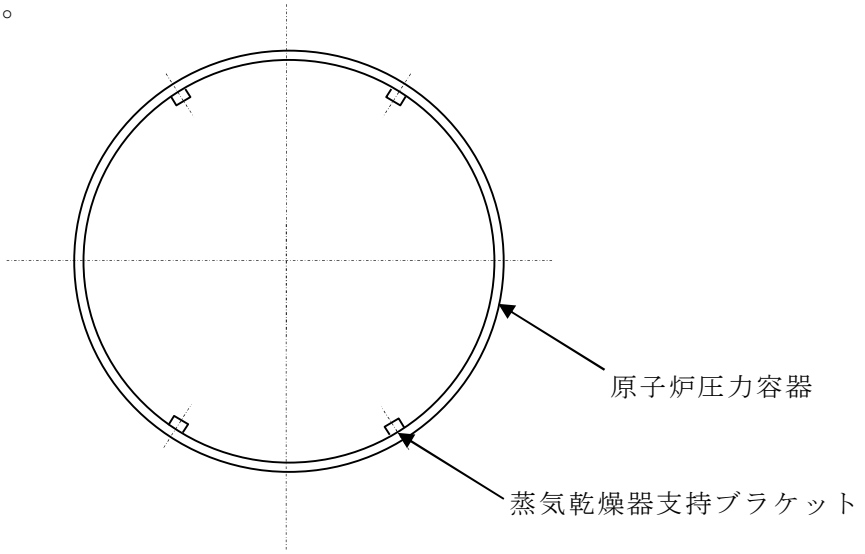
2. 水平2方向同時加振の影響評価について（蒸気乾燥器支持ブラケット）

2.1　はじめに

本項は，蒸気乾燥器支持ブラケットに対する水平2方向同時加振の影響についてまとめたものである。

2.2　現行評価の手法

蒸気乾燥器支持ブラケットは，4体配置されており，位置関係は第2－1図の通りとなる。



第2－1図　蒸気乾燥器支持ブラケット配置図

蒸気乾燥器支持ブラケットは,4体で耐震用ブロックを介し蒸気乾燥器ユニットを支持する設計である。しかし，耐震用ブロックと蒸気乾燥器支持ブラケットの間にはクリアランスが存在し，水平地震動の入力方向によっては，4体のうち対角のブラケット2体のみがその荷重を負担する可能性があるため,現行評価では対角のブラケット2体により，水平2方向の地震荷重を支持するものとして評価している。

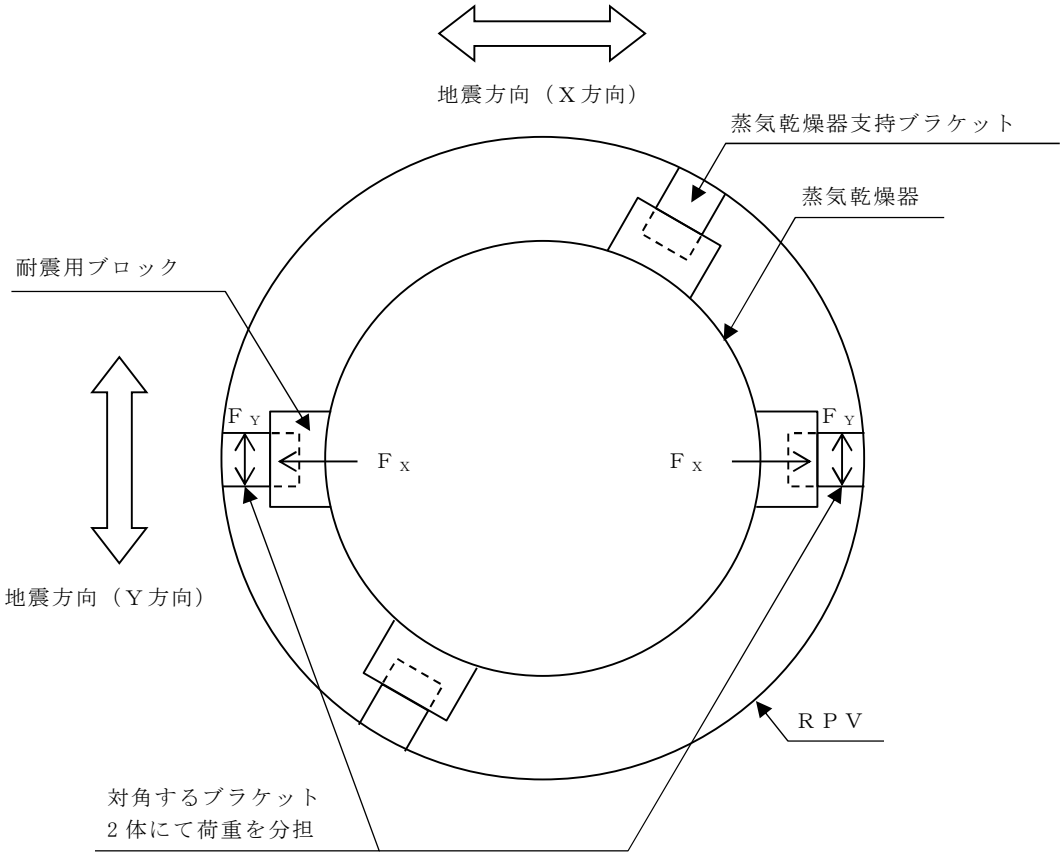
第2－2図に評価においてブラケットに負荷される水平方向の地震荷重を示す。

$$f = MAX\left(\frac{F_X}{2}, \frac{F_Y}{2}\right)$$

f：蒸気乾燥器ユニットから受ける地震荷重

F_X：Ｘ方向地震よりブラケット全体に発生する荷重

F_Y：Ｙ方向地震よりブラケット全体に発生する荷重



第2－2図　評価におけるブラケットの負荷状態

2.3　水平2方向同時加振の影響

蒸気乾燥器支持ブラケットは，現行評価において，水平2方向の地震荷重を同時に考慮し，ブラケットと耐震ブロックの接触状態として想定される最も厳しい状態として，4体のブラケットのうち2体で荷重を支持すると評価しており，水平2方向同時加振による現行の評価結果への影響はない。

3　水平2方向同時加振の影響評価について（円筒形容器）

3.1　はじめに

本項は,水平地震動が水平2方向に作用した場合の円筒形容器に対する影響検討をＦＥＭモデルを用いた解析で確認した結果をまとめたものである。

容器については,X方向地震とY方向地震とでは最大応力点が異なるため,それぞれの地震による応力を組み合わせても影響軽微としている。本項では解析にて影響確認することを目的として，円筒形容器のＦＥＭモデルを用いた解析を実施した結果を示す。ここで，本検討は軸方向応力，周方向応力及びせん断応力の組合せにより確認を行うため，胴の組合せ一次応力を対象としたものである。

具体的な確認項目として，以下2点を確認した。

① X方向地震とY方向地震とで最大応力点が異なることへの確認

② 最大応力点以外に，X方向地震とY方向地震による応力を組み合わせた場合に影響のあるような点があるかを確認

3.2　影響評価検討

評価検討モデルを第3－1図に示す。検討方法を以下に示す

・検討方法　：水平地震力1Gを，X方向（0°方向）へ入力し，周方向の0°方向から90°方向にかけて応力分布を確認する。また,水平1方向地震による応力を用いて水平2方向地震による応力を評価する。

・検討モデル：たて置き円筒形容器をシェル要素にてモデル化

・拘束点　　：容器基部を拘束

・荷重条件　：モデル座標のX方向に水平地震力1Gを負荷

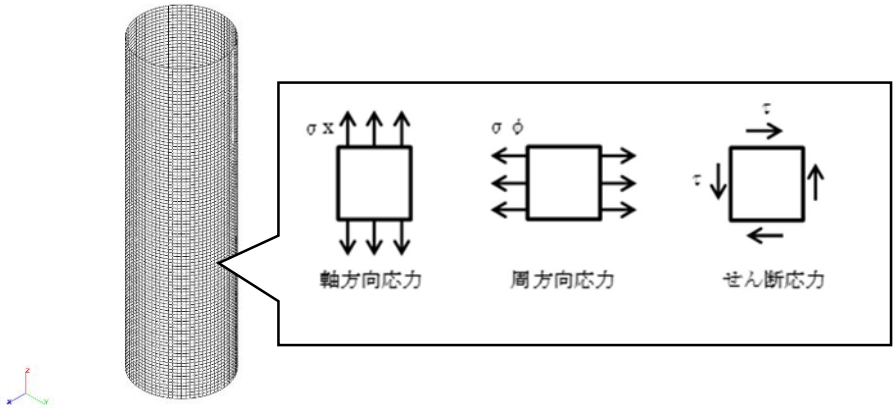
・解析方法　：静的解析

・対象部位及び応力　：容器基部における応力

・水平2方向同時加振時の組合せ方法

－ 組合せ係数法（最大応答の非同時性を考慮）

－ ＳＲＳＳ法（最大応答の非同時性を考慮）



第3－1図　評価検討モデル

3.3　検討結果

3.3.1　軸方向応力σ_X

容器基部における水平地震時の軸方向応力コンタ図を第3－2図に示す。

この結果により，最大応力点は0°／180°位置に発生していることが分かる。円筒形容器のため評価部位が円形の一様断面であることから，Y方向から水平地震力を入力した場合においても，最大応力点は90°／270°位置に発生することは明白であるため，水平方向地震動の入力方向により最大応力点は異なる。

また，第3－1表にX方向，Y方向，2方向入力時の軸方向応力分布を示す。

中間部(0°／90°方向以外)において2方向入力時の影響が確認できる。なお，組合せ係数法及びＳＲＳＳ法のそれぞれを用いた水平2方向入力時の応力$\sigma_{x,c}(\theta)$及び$\sigma_{x,s}(\theta)$は，水平1方向入力時の軸方向応力解析結果（X

方向入力時応力$\sigma_{x,X}(\theta)$，Y方向入力時応力$\sigma_{x,Y}(\theta)$）により，以下のとおり算出する。

＜組合せ係数法＞

$$\sigma_{x,c}(\theta)=\max\left(\sigma_{x,c(X)}(\theta),\ \sigma_{x,c(Y)}(\theta)\right)$$

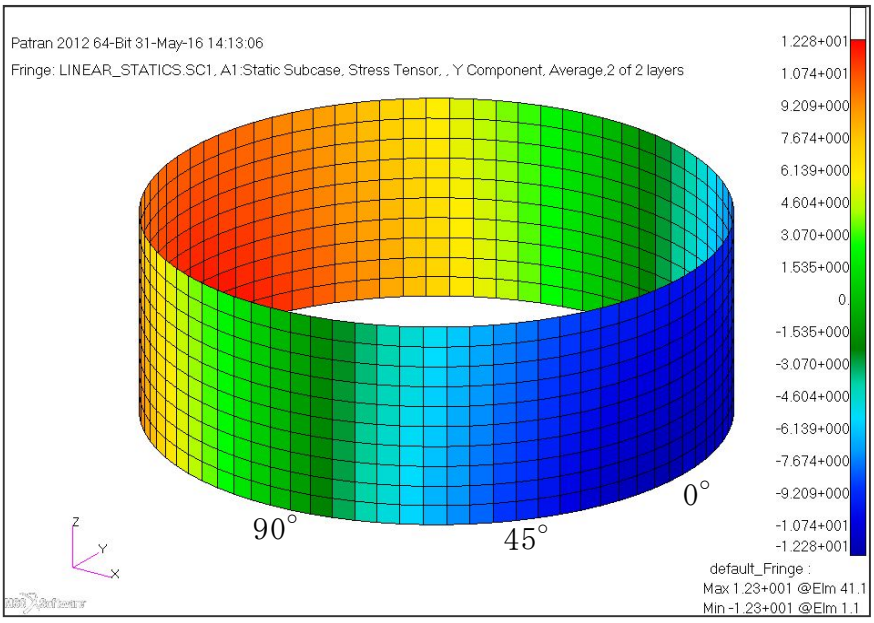
ただし，$\sigma_{x,c(X)}(\theta)$は$\sigma_{x,X}(\theta)$に１，$\sigma_{x,Y}(\theta)$に0.4の係数を乗じてX・Y方向入力時それぞれの軸応力を組み合わせた応力，$\sigma_{x,c(Y)}(\theta)$は$\sigma_{x,Y}(\theta)$に１，$\sigma_{x,X}(\theta)$に0.4の係数を乗じてX・Y方向入力時それぞれの応力を組み合わせた応力であり，以下のように表わされる。

$$\sigma_{x,c(X)}(\theta)=\sigma_{x,X}(\theta)+0.4\times\sigma_{x,Y}(\theta)$$

$$\sigma_{x,c(Y)}(\theta)=0.4\times\sigma_{x,X}(\theta)+\sigma_{x,Y}(\theta)$$

＜ＳＲＳＳ法＞

$$\sigma_{x,s}(\theta)=\sqrt{\sigma_{x,X}(\theta)^2+\sigma_{x,Y}(\theta)^2}$$



第3－2図　水平地震時軸方向応力コンタ図

第3－1表　水平地震時の軸方向応力分布

角度	X方向入力時応力(MPa) $\sigma_{x,X}(\theta)$	Y方向入力時応力(MPa) $\sigma_{x,Y}(\theta)$	2方向入力時応力(MPa)	
			組合せ係数法 $\sigma_{x,c}(\theta)$	ＳＲＳＳ法 $\sigma_{x,s}(\theta)$
0°方向	12.28	0.00	12.28 $\sigma_{x,c(X)}(0°)=12.28$ $\sigma_{x,c(Y)}(0°)=4.91$	12.28
22.5°方向	11.34	4.70	13.22 $\sigma_{x,c(X)}(22.5°)=13.22$ $\sigma_{x,c(Y)}(22.5°)=9.24$	12.28
45°方向	8.68	8.68	12.15 $\sigma_{x,c(X)}(45°)=12.15$ $\sigma_{x,c(Y)}(45°)=12.15$	12.28
67.5°方向	4.70	11.34	13.22 $\sigma_{x,c(X)}(67.5°)=9.24$ $\sigma_{x,c(Y)}(67.5°)=13.22$	12.28
90°方向	0.00	12.28	12.28 $\sigma_{x,c(X)}(90°)=4.91$ $\sigma_{x,c(Y)}(90°)=12.28$	12.28

3.3.2　周方向応力σ_{ϕ}

容器基部における水平地震時の周方向応力コンタ図を第3－3図に,周方向応力分布を第3－2表に示す。軸方向応力同様に最大応力点は0°／180°位置に発生しており，最大応力点が異なることについて確認できる。

また，2方向入力時の影響についても軸方向応力と同様に中間部（0°／90°方向以外）において2方向入力時の影響が確認できる。なお，組合せ係数法及びＳＲＳＳ法のそれぞれを用いた水平2方向入力時の応力$\sigma_{\phi,c}(\theta)$及び$\sigma_{\phi,s}(\theta)$は，水平1方向入力時の周方向応力解析結果（X方向入力時応力$\sigma_{\phi,X}(\theta)$),Y方向入力時応力$\sigma_{\phi,Y}(\theta)$)により,以下のとおり算出する。

＜組合せ係数法＞

$\sigma_{\phi,c}(\theta)=\max(\sigma_{\phi,c(X)}(\theta),\ \sigma_{\phi,c(Y)}(\theta))$

ただし，$\sigma_{\phi,c(X)}(\theta)$は$\sigma_{\phi,X}(\theta)$に１，$\sigma_{\phi,Y}(\theta)$に0.4の係数を乗じてX・Y方向入力時それぞれの軸応力を組み合わせた応力，$\sigma_{\phi,c(Y)}(\theta)$は$\sigma$

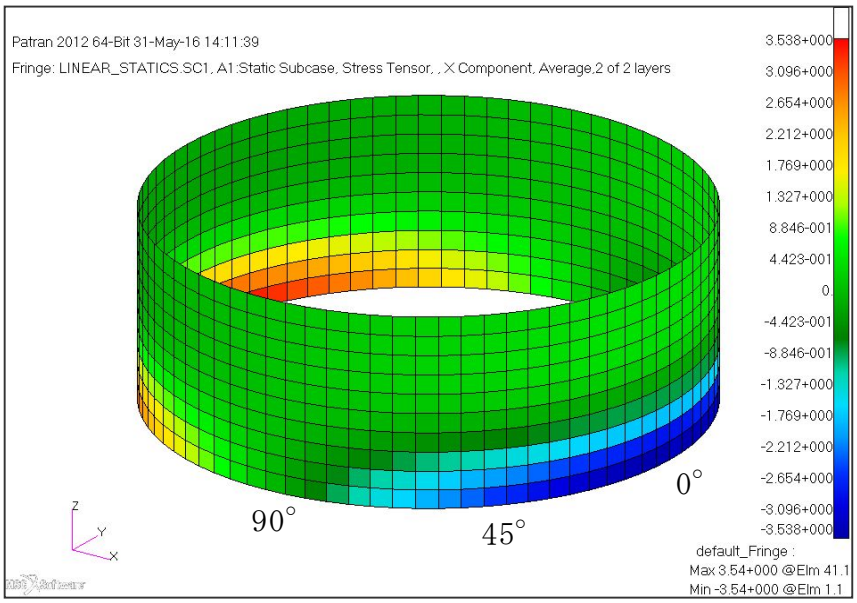
$\sigma_{\phi,Y}(\theta)$に0.4，$\sigma_{\phi,X}(\theta)$に1の係数を乗じてX・Y方向入力時それぞれの応力を組み合わせた応力であり，以下のように表わされる。

$$\sigma_{\phi,c(X)}(\theta)=\sigma_{\phi,X}(\theta)+0.4\times\sigma_{\phi,Y}(\theta)$$

$$\sigma_{\phi,c(Y)}(\theta)=0.4\times\sigma_{\phi,X}(\theta)+\sigma_{\phi,Y}(\theta)$$

＜ＳＲＳＳ法＞

$$\sigma_{\phi,s}(\theta)=\sqrt{\sigma_{\phi,X}(\theta)^2+\sigma_{\phi,Y}(\theta)^2}$$



第3－3図　水平地震時周方向応力コンタ図

第3－2表　水平地震時の周方向応力分布

角度	X方向入力時応力(MPa) $\sigma_{\phi,X}(\theta)$	Y方向入力時応力(MPa) $\sigma_{\phi,Y}(\theta)$	2方向入力時応力(MPa)	
			組合せ係数法 $\sigma_{\phi,c}(\theta)$	ＳＲＳＳ法 $\sigma_{\phi,s}(\theta)$
0° 方向	3.54	0.00	3.54 $\sigma_{\phi,c(X)}(0°)=3.54$ $\sigma_{\phi,c(Y)}(0°)=1.42$	3.54
22.5° 方向	3.27	1.35	3.81 $\sigma_{\phi,c(X)}(22.5°)=3.81$ $\sigma_{\phi,c(Y)}(22.5°)=2.66$	3.54
45° 方向	2.50	2.50	3.50 $\sigma_{\phi,c(X)}(45°)=3.50$ $\sigma_{\phi,c(Y)}(45°)=3.50$	3.54
67.5° 方向	1.35	3.27	3.81 $\sigma_{\phi,c(X)}(67.5°)=2.66$ $\sigma_{\phi,c(Y)}(67.5°)=3.81$	3.54
90° 方向	0.00	3.54	3.54 $\sigma_{\phi,c(X)}(90°)=1.42$ $\sigma_{\phi,c(Y)}(90°)=3.54$	3.54

3.3.3　せん断応力 τ

容器基部における水平地震時のせん断応力コンタ図を第3－4図に,周方向応力分布を第3－3表に示す。せん断応力は軸方向及び周方向応力とは異なり，最大応力は90°／270°位置に生じているが，最大応力最小応力の生じる点が回転しているのみで応力の傾向として最大応力点が異なることについて確認できる。

また,2方向入力時の影響についても同様に中間部(0°／90°方向以外)において2方向入力時の影響が確認できる。なお，組合せ係数法及びＳＲＳＳ法のそれぞれを用いた水平2方向入力時の応力 $\tau_c(\theta)$ 及び $\tau_s(\theta)$ は，水平1方向入力時の周方向応力解析結果（X方向入力時応力 $\tau_X(\theta)$），Y方向入力時応力 $\tau_Y(\theta)$）により，以下のとおり算出する。

＜組合せ係数法＞

$\tau_c(\theta) = \max\left(\tau_{c(X)}(\theta),\ \tau_{c(Y)}(\theta)\right)$

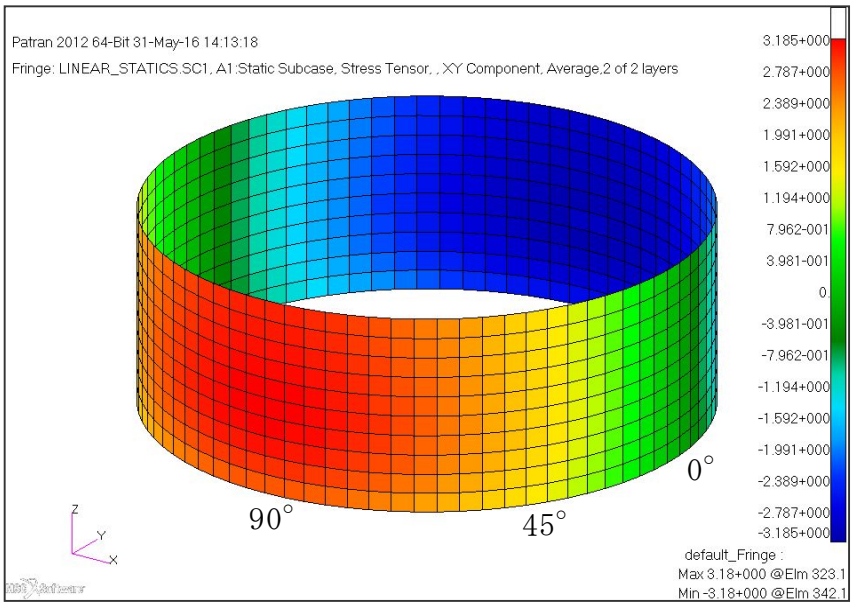
ただし，$\tau_{c(X)}(\theta)$は$\tau_X(\theta)$に１，$\tau_Y(\theta)$に0.4の係数を乗じてX・Y方向入力時それぞれの軸応力を組み合わせた応力，$\tau_{c(Y)}(\theta)$は$\tau_Y(\theta)$に１，$\tau_Y(\theta)$に0.4の係数を乗じてX・Y方向入力時それぞれの応力を組み合わせた応力であり，以下のように表わされる。

$\tau_{c(X)}(\theta) = \tau_X(\theta) + 0.4 \times \tau_Y(\theta)$

$\tau_{c(Y)}(\theta) = 0.4 \times \tau_X(\theta) + \tau_Y(\theta)$

＜ＳＲＳＳ法＞

$\tau_s(\theta) = \sqrt{\tau_X(\theta)^2 + \tau_Y(\theta)^2}$



第3－4図　水平地震時せん断応力コンタ図

第3－3表　水平地震時のせん断応力分布

角度	X方向入力時応力(MPa) $\tau_X(\theta)$	Y方向入力時応力(MPa) $\tau_Y(\theta)$	2方向入力時応力(MPa)	
			組合せ係数法 $\tau_c(\theta)$	ＳＲＳＳ法 $\tau_s(\theta)$
0° 方向	0.00	2.70	2.70 $\tau_{c(X)}(0°)=1.08$ $\tau_{c(Y)}(0°)=2.70$	2.70
22.5° 方向	1.03	2.49	2.91 $\tau_{c(X)}(22.5°)=2.03$ $\tau_{c(Y)}(22.5°)=2.91$	2.70
45° 方向	1.91	1.91	2.67 $\tau_{c(X)}(45°)=2.67$ $\tau_{c(Y)}(45°)=2.67$	2.70
67.5° 方向	2.49	1.03	2.91 $\tau_{c(X)}(67.5°)=2.91$ $\tau_{c(Y)}(67.5°)=2.03$	2.70
90° 方向	2.70	0.00	2.70 $\tau_{c(X)}(90°)=2.70$ $\tau_{c(Y)}(90°)=1.08$	2.70

3.3.4　組合せ応力強さσ

胴の組合せ応力強さσは,第3－1表から第3－3表に示したX方向,Y方向,2方向入力時それぞれの軸方向応力σ_x,周方向応力σ_ϕ及びせん断応力τを用いて算出する。

＜水平1方向のうち，X方向入力時の組合せ応力強さ$\sigma_X(\theta)$＞

主応力$\sigma_{1,X}(\theta)$，$\sigma_{2,X}(\theta)$，$\sigma_{3,X}(\theta)$は以下のとおり表わされる。

$$\sigma_{1,X}(\theta)=\frac{1}{2}\left\{\sigma_{x,X}(\theta)+\sigma_{\phi,X}(\theta)+\sqrt{(\sigma_{x,X}(\theta)-\sigma_{\phi,X}(\theta))^2+4\tau_X(\theta)^2}\right\}$$

$$\sigma_{2,X}(\theta)=\frac{1}{2}\left\{\sigma_{x,X}(\theta)+\sigma_{\phi,X}(\theta)-\sqrt{(\sigma_{x,X}(\theta)-\sigma_{\phi,X}(\theta))^2+4\tau_X(\theta)^2}\right\}$$

$$\sigma_{3,X}(\theta)=0$$

各主応力により，応力強さ$\sigma_X(\theta)$は以下のとおりとなる。

$$\sigma_X(\theta)=\max(|\sigma_{1,X}(\theta)-\sigma_{2,X}(\theta)|,\ |\sigma_{2,X}(\theta)-\sigma_{3,X}(\theta)|,\ |\sigma_{3,X}(\theta)-\sigma_{1,X}(\theta)|)$$

なお，Y方向入力時の組合せ応力強さ$\sigma_Y(\theta)$は，上記の式におけるXをY

に置き換えた式により算出する。

ここで，θ ＝0° の場合，第3－1表より $\sigma_{x,X}(0°)$=12.28，第3－2表より $\sigma_{\phi,X}(0°)$=3.54，第3－3表より $\tau_{X}(0°)$=0であるため，

$$\sigma_{1,X}(0°) = \frac{1}{2}\left\{12.28+3.54+\sqrt{(12.28-3.54)^2+4(0)^2}\right\} = 12.28$$

$$\sigma_{2,X}(0°) = \frac{1}{2}\left\{12.28+3.54-\sqrt{(12.28-3.54)^2+4(0)^2}\right\} = 3.54$$

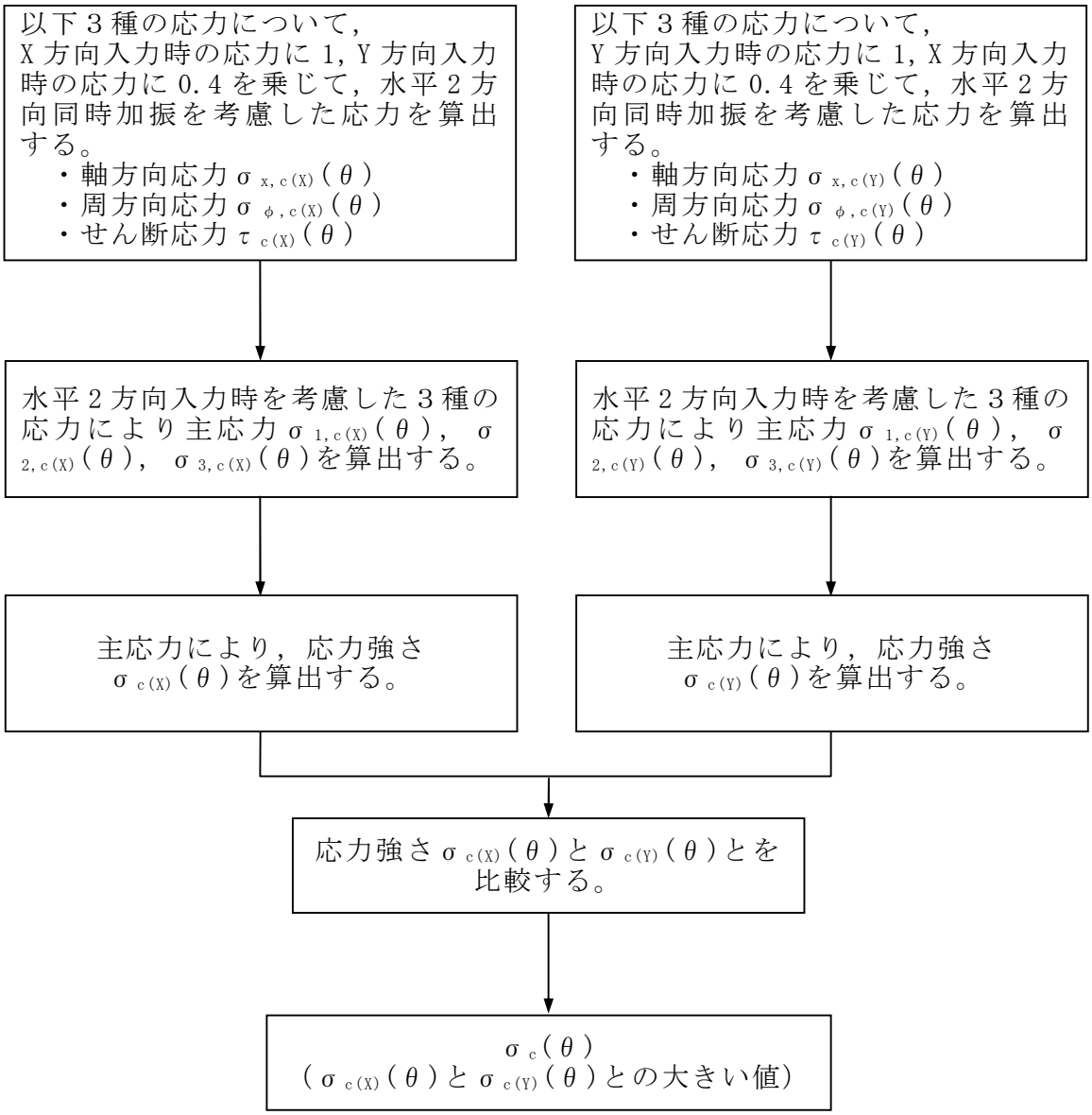
$$\sigma_{3,X}(0°) = 0$$

となる。したがって，

$$\sigma_{X}(0°) = \max(|12.28-3.54|,\ |3.54-0|,\ |0-12.28|) = 12.28$$

＜組合せ係数法による水平2方向入力時の組合せ応力強さ $\sigma_c(\theta)$＞

$\sigma_c(\theta)$の算出フローを第3－5図に示す。



第3－5図　組合せ係数法による組合せ応力算出フロー

X方向入力時の応力に1，X方向入力時の応力に0.4を乗じて組み合わせた水平2方向入力時を考慮した応力は以下の通りとする。

$$\sigma_{x,c(X)}(\theta)=\sigma_{x,X}(\theta)+0.4\times\sigma_{x,Y}(\theta)$$

$$\sigma_{\phi,c(X)}(\theta)=\sigma_{\phi,X}(\theta)+0.4\times\sigma_{\phi,Y}(\theta)$$

$\tau_{c(X)}(\theta) = \tau_X(\theta) + 0.4 \times \tau_Y(\theta)$

水平2方向入力時を考慮した各応力により主応力$\sigma_{1,c(X)}(\theta)$，$\sigma_{2,c(X)}(\theta)$，$\sigma_{3,c(X)}(\theta)$は以下のとおり表わされる。

$$\sigma_{1,c(X)}(\theta) = \frac{1}{2}\{\sigma_{x,c(X)}(\theta) + \sigma_{\phi,c(X)}(\theta) + \sqrt{(\sigma_{x,c(X)}(\theta) - \sigma_{\phi,c(X)}(\theta))^2 + 4\tau_{c(X)}(\theta)^2}\}$$

$$\sigma_{2,c(X)}(\theta) = \frac{1}{2}\{\sigma_{x,c(X)}(\theta) + \sigma_{\phi,c(X)}(\theta) - \sqrt{(\sigma_{x,c(X)}(\theta) - \sigma_{\phi,c(X)}(\theta))^2 + 4\tau_{c(X)}(\theta)^2}\}$$

$$\sigma_{3,c(X)}(\theta) = 0$$

各主応力により，応力強さ$\sigma_{c(X)}(\theta)$は以下の通りとなる。

$$\sigma_{c(X)}(\theta) = \max(|\sigma_{1,c(X)}(\theta) - \sigma_{2,c(X)}(\theta)|, |\sigma_{2,c(X)}(\theta) - \sigma_{3,c(X)}(\theta)|, |\sigma_{3,c(X)}(\theta) - \sigma_{1,c(X)}(\theta)|)$$

同様に，Y方向入力時の応力に1，X方向入力時の応力に0.4を乗じて組み合わせた水平2方向入力時を考慮した応力により，応力強さ$\sigma_{c(Y)}(\theta)$を算出する。

この応力強さ$\sigma_{c(X)}(\theta)$と$\sigma_{c(Y)}(\theta)$とを比較し，大きいほうの値を$\sigma_c(\theta)$とする。

$\sigma_c(\theta) = \max(\sigma_{c(X)}(\theta), \sigma_{c(Y)}(\theta))$

ここで，$\theta = 0°$の場合，第3－1表より$\sigma_{x,c(X)}(0°)$=12.28，第3－2表より$\sigma_{\phi,c(X)}(0°)$=3.54，第3－3表より$\tau_{c(X)}(0°)$=1.08であるため，

$$\sigma_{1,c(X)}(0°) = \frac{1}{2}\{12.28 + 3.54 + \sqrt{(12.28 - 3.54)^2 + 4(1.08)^2}\} = 12.41$$

$$\sigma_{2,c(X)}(0°) = \frac{1}{2}\{12.28 + 3.54 - \sqrt{(12.28 - 3.54)^2 + 4(1.08)^2}\} = 3.41$$

$$\sigma_{3,c(X)}(0°) = 0$$

となる。したがって，応力強さ$\sigma_{c(X)}(0°)$は以下のとおり算出される。

$$\sigma_{c(X)}(0°) = \max(|12.41 - 3.41|, |3.41 - 0|, |0 - 12.41|) = 12.41$$

同様に，第3－1表より$\sigma_{x,c(Y)}(0°)$=4.91，第3－2表より$\sigma_{\phi,c(Y)}(0°)$=1.42，第3－3表より$\tau_{c(Y)}(0°)$=2.70であるため，

$$\sigma_{1,c(Y)}(0^\circ)=\frac{1}{2}\left\{4.91+1.42+\sqrt{(4.91-1.42)^2+4(2.70)^2}\right\}=6.38$$

$$\sigma_{2,c(Y)}(0^\circ)=\frac{1}{2}\left\{4.91+1.42-\sqrt{(4.91-1.42)^2+4(2.70)^2}\right\}=-0.05$$

$$\sigma_{3,c(Y)}(0^\circ)=0$$

となる。したがって，応力強さ$\sigma_{c(Y)}(0^\circ)$は以下のとおり算出される。

$$\sigma_{c(Y)}(0^\circ)=\max(|6.38-(-0.05)|,\ |-0.05-0|,\ |0-6.38|)=6.43$$

応力強さ$\sigma_{c(X)}(0^\circ)$と$\sigma_{c(Y)}(0^\circ)$により，組合せ係数法による水平2方向入力時を考慮した応力強さ$\sigma_c(0^\circ)$は，

$$\sigma_c(\theta)=\max(12.41,\ 6.43)=12.41$$

となる。

＜ＳＲＳＳ法による水平2方向入力時を考慮した組合せ応力強さ$\sigma_s(\theta)$＞

主応力$\sigma_{1,s}(\theta)$，$\sigma_{2,s}(\theta)$，$\sigma_{3,s}(\theta)$は以下のとおり表わされる。

$$\sigma_{1,s}(\theta)=\frac{1}{2}\left\{\sigma_{x,s}(\theta)+\sigma_{\phi,s}(\theta)+\sqrt{(\sigma_{x,s}(\theta)-\sigma_{\phi,s}(\theta))^2+4\tau_s(\theta)^2}\right\}$$

$$\sigma_{2,s}(\theta)=\frac{1}{2}\left\{\sigma_{x,s}(\theta)+\sigma_{\phi,s}(\theta)-\sqrt{(\sigma_{x,s}(\theta)-\sigma_{\phi,s}(\theta))^2+4\tau_s(\theta)^2}\right\}$$

$$\sigma_{3,s}(\theta)=0$$

各主応力により，応力強さ$\sigma_s(\theta)$は以下の通りとなる。

$$\sigma_s(\theta)=\max(|\sigma_{1,s}(\theta)-\sigma_{2,s}(\theta)|,\ |\sigma_{2,s}(\theta)-\sigma_{3,s}(\theta)|,\ |\sigma_{3,s}(\theta)-\sigma_{1,s}(\theta)|)$$

ここで，$\theta=0^\circ$の場合，第3－1表より$\sigma_{x,s}(0^\circ)$=12.28，第3－2表より$\sigma_{\phi,s}(0^\circ)$=3.54，第3－3表より$\tau_s(0^\circ)$=2.70であるため，

$$\sigma_{1,s}(0^\circ)=\frac{1}{2}\left\{12.28+3.54+\sqrt{(12.28-3.54)^2+4(2.70)^2}\right\}=13.05$$

$$\sigma_{2,s}(0^\circ)=\frac{1}{2}\left\{12.28+3.54-\sqrt{(12.28-3.54)^2+4(2.70)^2}\right\}=2.77$$

$$\sigma_{3,s}(0^\circ)=0$$

となる。したがって，

$$\sigma_s(0^\circ)=\max(|13.05-2.77|,\ |2.77-0|,\ |0-13.05|)=13.05$$

θ ＝0° の場合に，ＳＲＳＳ法，組合せ係数法を用いて算出した応力強さを第3－4表に示す。

第3－4表　ＳＲＳＳ法，組合せ係数法を用いて算出した応力強さ（θ＝0°）

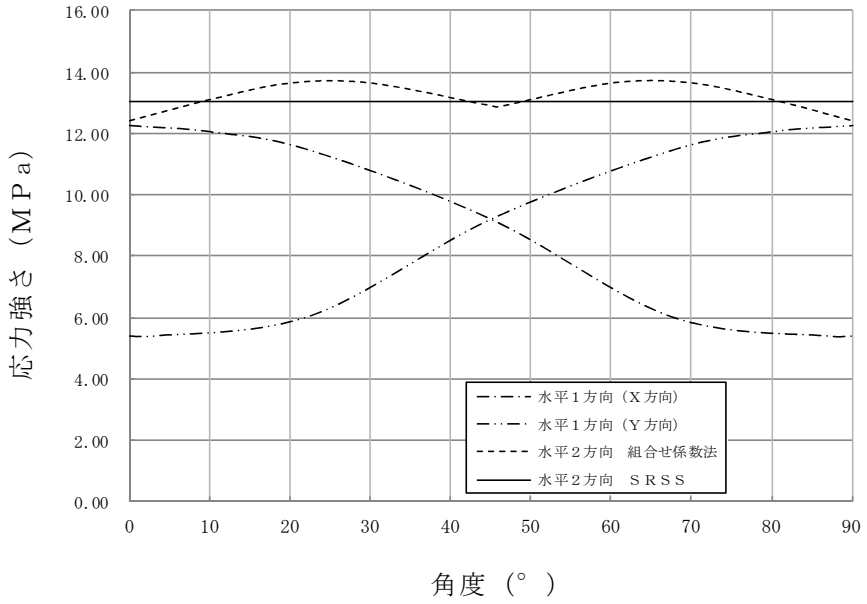
	X	Y	ＳＲＳＳ法	組合せ係数法	
				1.0×X＋0.4×Y	0.4×X＋1.0×Y
$\sigma_x(\theta)$	12.28	0.00	$\sqrt{(12.28^2+0.00^2)}$＝ 12.28	12.28×1.0＋0.00×0.4＝ 12.28	12.28×0.4＋0.00×1.0＝ 4.91
$\sigma_\phi(\theta)$	3.54	0.00	$\sqrt{(3.54^2+0.00^2)}$＝ 3.54	3.54×1.0＋0.00×0.4＝ 3.54	3.54×0.4＋0.00×1.0＝ 1.42
$\sigma_\tau(\theta)$	0.00	2.70	$\sqrt{(0.00^2+2.70^2)}$＝ 2.70	0.00×1.0＋2.70×0.4＝ 1.08	0.00×0.4＋2.70×1.0＝ 2.70
$\sigma_1(\theta)$	—	—	$1/2\times[12.28+3.54+\sqrt{\{(12.28-3.54)^2+4\times2.70^2\}}]$＝ 13.05	$1/2\times[12.28+3.54+\sqrt{\{(12.28-3.54)^2+4\times1.08^2\}}]$＝ 3.41	$1/2\times[4.91+1.42+\sqrt{\{(4.91-1.42)^2+4\times2.70^2\}}]$＝ 6.38
$\sigma_2(\theta)$	—	—	$1/2\times[12.28+3.54-\sqrt{\{(12.28-3.54)^2+4\times2.70^2\}}]$＝ 2.77	$1/2\times[12.28+3.54-\sqrt{\{(12.28-3.54)^2+4\times1.08^2\}}]$＝ 12.41	$1/2\times[4.91+1.42-\sqrt{\{(4.91-1.42)^2+4\times2.70^2\}}]$＝ -0.05
$\sigma_3(\theta)$	—	—	0	0	0
$\sigma(\theta)$	—	—	MAX (|13.05-2.77|,|2.77-0|,|0-13.05|＝ 13.05	MAX (|3.41-12.41|,|12.41-0|,|0-3.41|＝ 12.41	MAX (|6.38-(-0.05)|,|-0.05-0|,|0-6.38)|＝ 6.43
				MAX（12.41,6.43）=12.41	

（注）本表記載の数値は計算例を示すものであり，桁処理の関係上，他表の数値と一致しないことがある。

算出した応力強さの分布及び分布図を第3－5表及び第3－6図に示す。

第3－5表　水平地震時の組合せ応力強さ

角度	X方向入力時 応力強さ (MPa) $\sigma_X(\theta)$	Y方向入力時 応力強さ (MPa) $\sigma_Y(\theta)$	2方向入力時応力強さ(MPa)	
			組合せ係数法 $\sigma_c(\theta)$	ＳＲＳＳ法 $\sigma_s(\theta)$
0° 方向	12.28	5.40	12.41	13.04
22.5° 方向	11.47	6.03	13.64	13.04
45° 方向	9.22	9.22	12.91	13.04
67.5° 方向	6.03	11.47	13.64	13.04
90° 方向	5.40	12.28	12.41	13.04



第3－6図 水平地震時組合せ応力強さ分布図

組合せ応力強さは,ＳＲＳＳ法では全方向において一定であるのに対して,組合せ係数法では24.75°及び65.25°にピークを持つ分布となった。組合せ応力強さは0°,45°及び90°付近ではＳＲＳＳ法のほうが組合せ係数法に比べ大きな値となるのに対して，組合せ係数法がピークを持つ24.75°及び65.25°付近ではＳＲＳＳ法を約5%上回る結果となった。

水平2方向入力時のＳＲＳＳ法による組合せ最大応力強さは,第3－6表に示すとおり水平1方向入力時の最大応力強さに対して6%上回る程度であり，水平2方向による影響は軽微といえる。

一方,水平2方向入力時の組合せ係数法による組合せ最大応力強さについては，水平1方向入力時の最大応力強さに対して11%上回る結果となった。これは水平2方向入力時の影響軽微と判断する基準（応力の増分が１割）を超えているが，本検討においては水平地震力のみを考慮しており，実際の耐震評価においては水平地震力以外に自重，内圧及び鉛直地震力等を考慮して評価を実施することから，水平2方向を考慮した際の応力強さの増分は小さくなる。

このため，水平2方向による影響は軽微であると考えられるため，詳細設計段階で，影響軽微とした判断する基準（応力の増分が１割）以下であることを確認する。

第3－6表　水平地震時の最大組合せ応力強さ及び水平2方向による影響

		最大組合せ応力強さ (MPa)	水平2方向／水平1方向 最大応力強さ比
水平1方向入力		12.28	1.00
水平2方向入力	ＳＲＳＳ法	13.05	1.06
	組合せ係数法	13.67	1.11

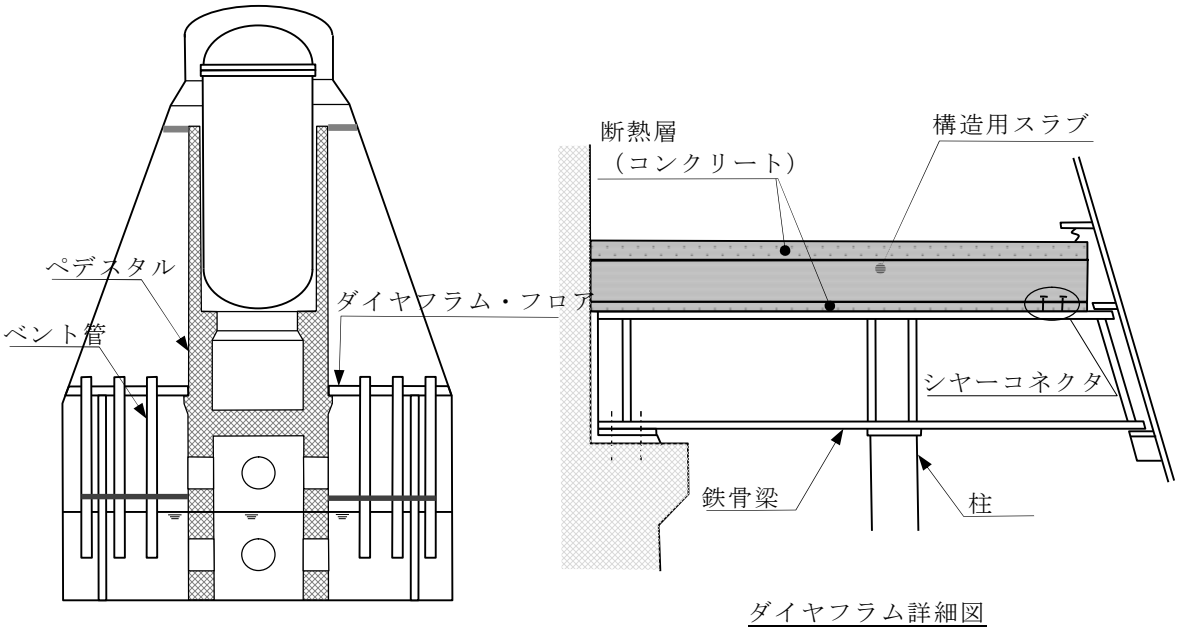
4.　水平 2 方向同時加振の影響評価について（ダイヤフラム・フロア）

4.1　はじめに

本項は，ダイヤフラム・フロアに対する水平 2 方向同時加振の影響についてまとめたものである。

4.2　ダイヤフラム・フロアの構造

ダイヤフラム・フロアは，原子炉格納容器をドライウェルとサプレッション・チェンバとを隔離する構造物であり，上部及び下部に断熱層を持った鉄筋コンクリート製の構造用スラブで構成されている。垂直方向の荷重は，鉄筋コンクリート製スラブから鉄骨梁に伝えられ，その下部にあるペデスタル及び鉄骨の柱で支持されている。水平方向の荷重も同様に鉄骨梁から原子炉本体基礎及び原子炉格納容器周囲に設置されたシアラグを介して原子炉建屋に伝達される（第 4－1 図）。



第 4－1 図　ダイヤフラム・フロアの構造

4.3　水平2方向同時加振の影響

構造用スラブ及び鉄骨梁は，水平方向に広がりを有することから，作用する荷重は鉛直方向の荷重が支配的であり，水平2方向の地震に対して影響は軽微である。また，同様に構造用スラブ及び鉄骨梁を支持する柱についても，各構造物からの鉛直方向の荷重を受ける構造であるため，水平2方向の地震に対する影響はない。

水平地震力を構造用スラブから鉄骨梁に伝達するシヤーコネクタに対する水平2方向の地震の影響について整理する。地震時にダイヤフラム・フロア全体に加わる水平力Qとした場合，シヤーコネクタが設置されているダイヤフラム・フロア端部に加わる水平力qは，第4－2図に示すとおりsin分布として与えられるため，地震方向との角度θが90°の位置で最大となることから，NS，EW方向 で最大となる地震力の位置は異なる(第4－3図)。

さらに，水平2方向同時加振時の水平力は，第4－4図に示すとおり水平1方向加振時の最大の水平力と比較しＳＲＳＳ法を用いた場合は同値，組合せ係数法を用いた場合は最大で約1.08倍の値となるため，水平2方向同時加振の影響は軽微である。

また，ダイヤフラム・フロアは，水平方向に広がりを持った構造物であることから，鉛直方向の地震力に対する影響を無視できないため，水平2方向に鉛直方向を加えた影響の確認を行う。

なお，地震応答解析結果から得られたダイヤフラム・フロアの評価に用いる既工認時の荷重及び今回工認の荷重の比較を第4－1表に，既工認におけるダイヤフラム・フロア主要部材における地震荷重の割合を第4－2表及び第4－3表に示す。今回工認の評価用荷重に比べ既工認の評価用荷重が大きいこと，また既工認の評価結果から事故時の温度，圧力等による荷重は評価

に一定の影響を与えることが分かる。以上より，水平２方向同時加振による影響は，ダイヤフラム・フロアにおける実際の評価では，事故時荷重として圧力，熱荷重等を考慮して評価するため，水平方向地震力の寄与度を踏まえると水平２方向同時加振における影響は軽微であるものと考えられるが，詳細設計段階で具体的な評価結果を用いた確認を行う。

第4－1表　ダイヤフラム・フロア評価用荷重の比較

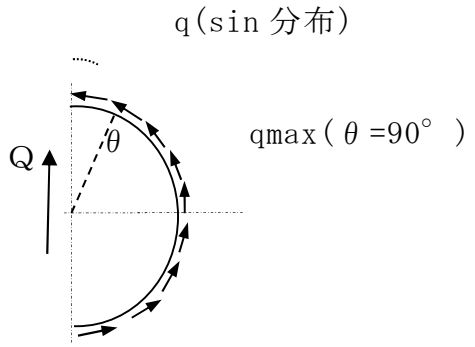
	既工認 （評価用地震×1.5）	今回工認 （S_S応答包絡値）
評価用荷重	9,530 kN	7,570 kN

第4－2表　ダイヤフラム・フロア（構造用スラブ）の既工認の応力度割合

	自重及び 鉛直地震	水平地震	事故時等
コンクリートの 圧縮応力度	0.4 %	11.9 %	87.7 %
鉄筋の 圧縮応力度	0.7 %	31.1 %	68.2 %
鉄筋の 引張応力度	0.6 %	68.2 %	31.2 %
面外せん断	1.8 %	－	98.2 %
面内せん断	－	100 %	－

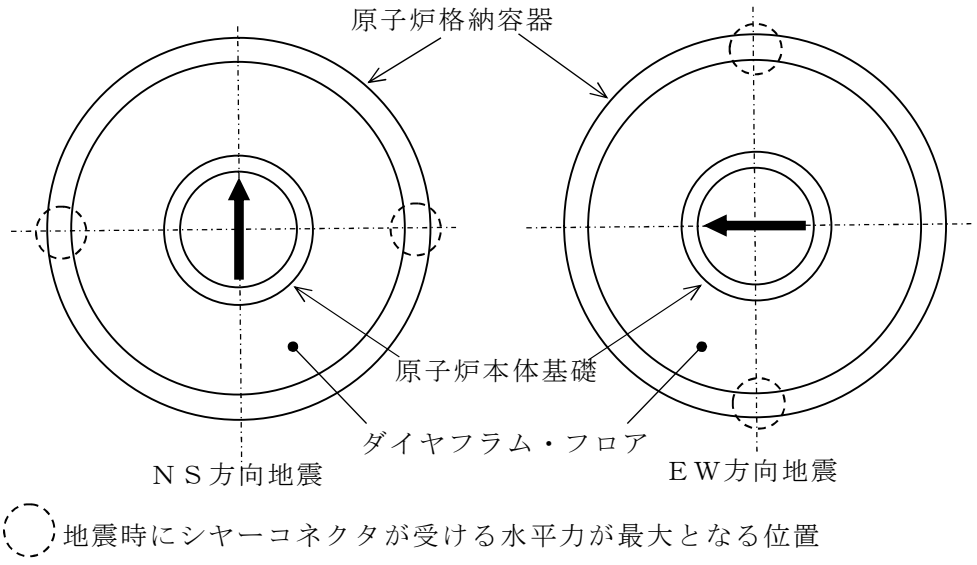
第4－3表　ダイヤフラム・フロア（柱）の既工認の荷重割合

	自重	鉛直地震	事故時差圧
圧縮荷重	10.8 %	2.6 %	86.6 %

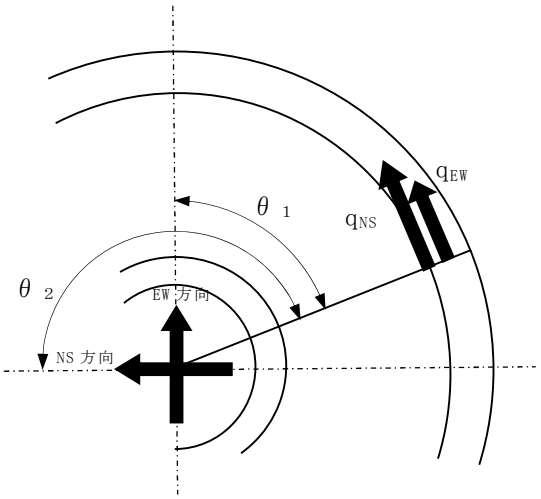


Q：地震時にダイヤフラム・フロア全体が受ける水平力
q：ダイヤフラム端部に作用する水平力

第4－2図　ダイヤフラム・フロア端部における水平力の分布



第 4－3 図　シヤーコネクタに与える水平 2 方向地震組合せの影響



NS 加振時水平力：$q_{NS}=Q/\pi r\times\sin\theta_1$

EW 加振時水平力：$q_{EW}=Q/\pi r\times\sin\theta_2$

$=Q/\pi r\times\sin(\pi/2+\theta_1)$

$=Q/\pi r\times\cos\theta_1$

＜組合せ係数法を用いた2方向入力時水平力＞

$$q = \max(q_{NS}+0.4\times q_{EW},\ 0.4\times q_{NS}+q_{EW})$$

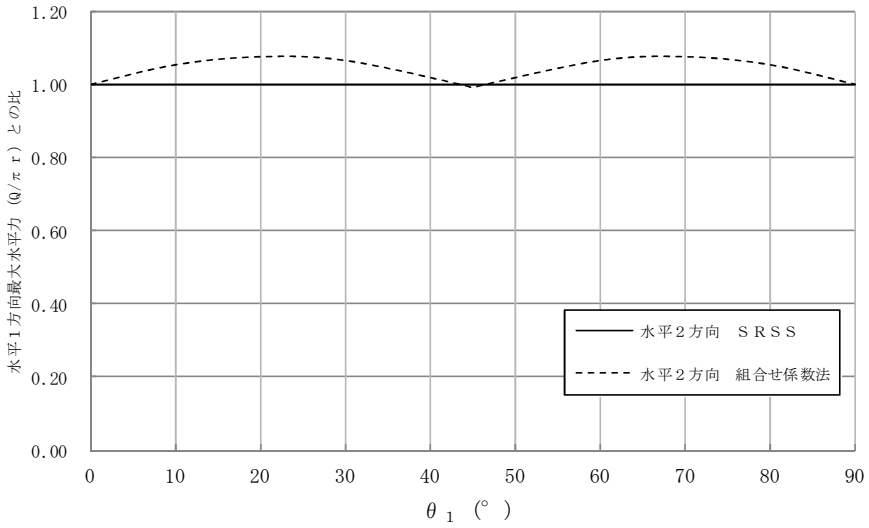
$$= Q/\pi r\times\max(\sin\theta_1+0.4\times\cos\theta_1,\ 0.4\times\sin\theta_1+\cos\theta_1)$$

＜ＳＲＳＳ法を用いた2方向入力時水平力＞

$$q = \sqrt{(q_{NS}^2+q_{EW}^2)}$$

$$= \sqrt{((Q/\pi r\times\sin\theta_1)^2+(Q/\pi r\times\cos\theta_1)^2)}$$

$$= Q/\pi r$$



第4－4図　水平2方向同時加振時の水平力分布について

5　水平2方向同時加振の影響評価について（燃料取替機）

5.1　はじめに

本項は，燃料取替機（以下「ＦＨＭ」という。）に対する水平2方向同時加振の影響についてまとめたものである。

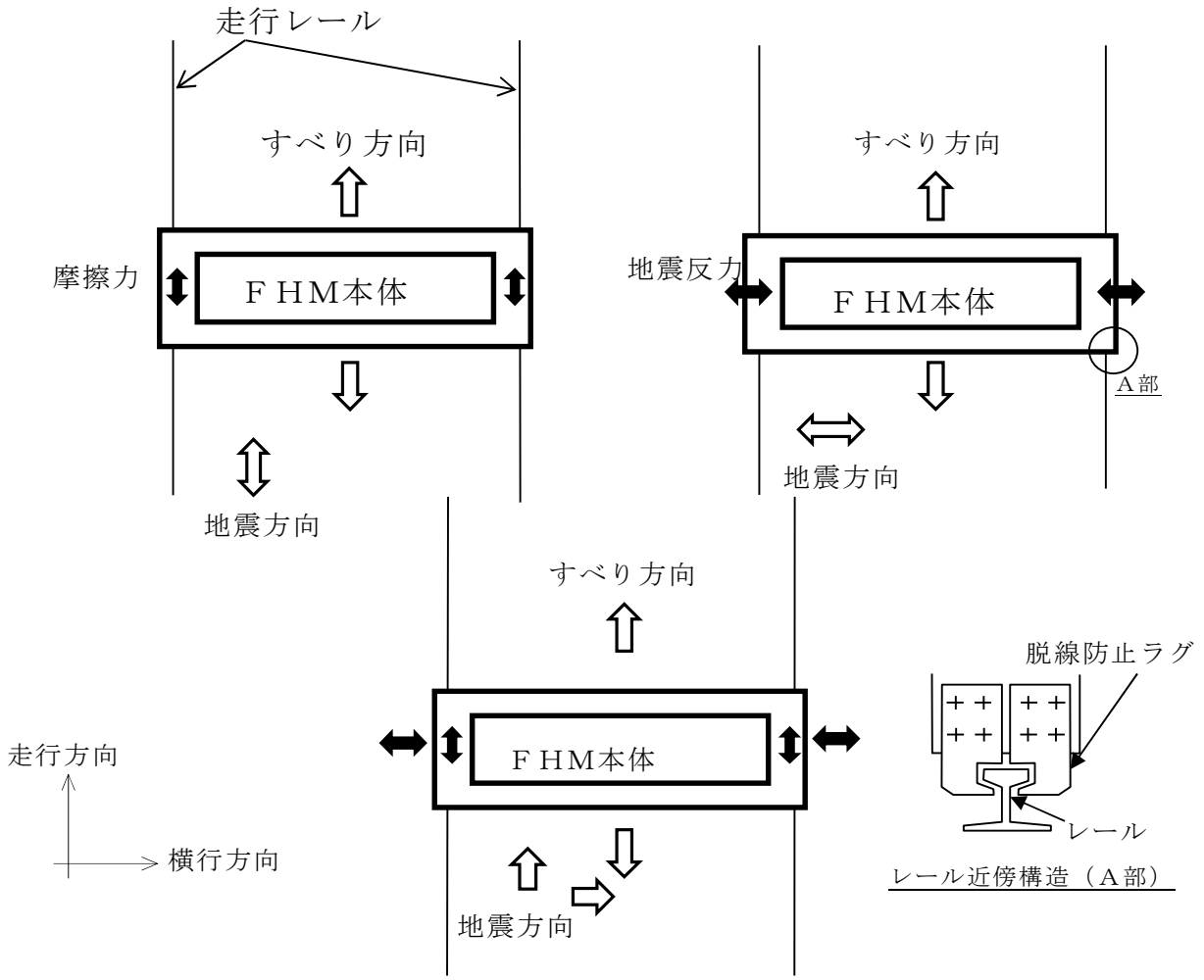
5.2　現行評価の手法

燃料取替機の負担する水平地震荷重の概念図を第5－1図に示す。

ＦＨＭはレール上を車輪で移動する構造であるため，基本的には建屋との固定はないが，地震時に横行方向（走行レールに対し直角方向）にすべりが生じた場合は，レールに沿って取り付けられている脱線防止ラグがレールの側面と接触し，ＦＨＭのすべりを制限する構造となっている。つまり，ラグとレールが接触し，ＦＨＭが横行方向に建屋と固定された体系では，地震入力がＦＨＭ本体へそのまま伝達されることが想定される。

一方，走行方向（走行レールの長手方向）については，ＦＨＭの車輪とレールの接触面(踏面)を介してＦＨＭ本体へと荷重が伝達される構造であり，その荷重は摩擦力により制限されるため，地震入力により生じる荷重は軽微（ＦＨＭ本体への影響は軽微）と考えられる。

上記により，ＦＨＭ本体の耐震評価では横行方向に対する地震応答が支配的であり，走行方向に対しては比較的軽微であると考えられるため，水平2方向同時加振の考慮として，耐震性評価で走行方向の地震応答を追加で組み合わせたとしても，従来評価の応答結果への影響は小さいと考えられる。



第 5－1 図　燃料取替機の負担する水平地震荷重

6.　水平2方向同時加振の影響評価について（矩形配置されたボルト）

6.1　はじめに

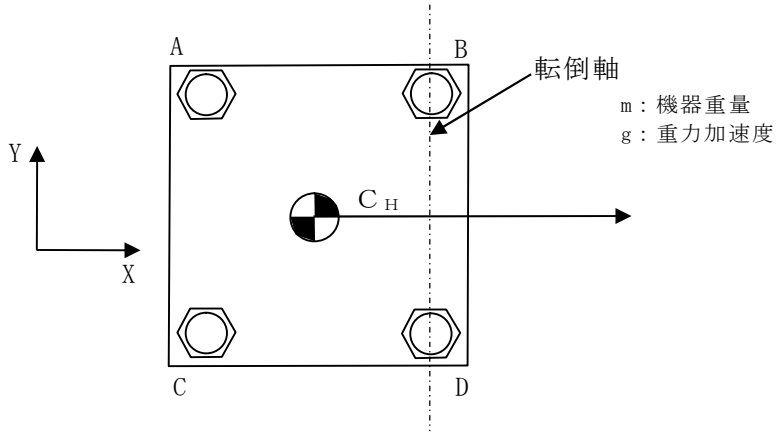
本項は，水平2方向に地震力が作用した場合の矩形配置されたボルトに対する影響検討結果をまとめたものである。強軸・弱軸が明確なものについては，弱軸方向に応答し水平2方向地震力による影響が軽微であるため，機器の形状を正方形として検討を行った。

6.2　引張応力への影響

水平1方向に地震力が作用する場合と水平2方向に地震力が作用する場合のボルトへの引張力の違いを考察する。なお，簡単のため機器の振動による影響は考えないこととする。

(1)　水平1方向に地震力が作用する場合

第6－1図のようにX方向に震度C_Hが与えられる場合を考慮する。



第6－1図　水平1方向の地震力による応答（概要）

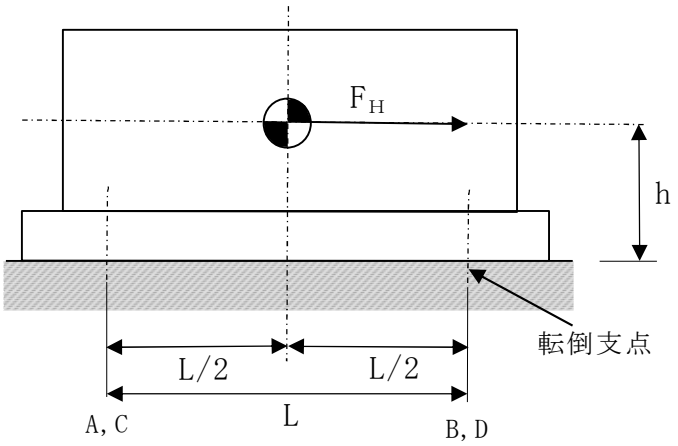
この場合，対象としている系の重心に作用する水平方向の力F_Hは，

$$F_H = mgC_H$$

と表せ，F_HによるボルトBとボルトDの中心を結んだ軸を中心に転倒

モーメントを生じる。この転倒モーメントはボルトＡ，Ｃにより負担される。

このとき，系の重心に生じる力は，第6－2図に示すとおりである。



第6－2図　水平1方向の地震力による力

第6－2図より，水平方向地震動による引張力は

$$F_b = \frac{1}{L}(mgC_Hh)$$

である。

ボルトに発生する引張応力σ_bは全引張力を断面積A_bのボルトn_f本で受けると考え，

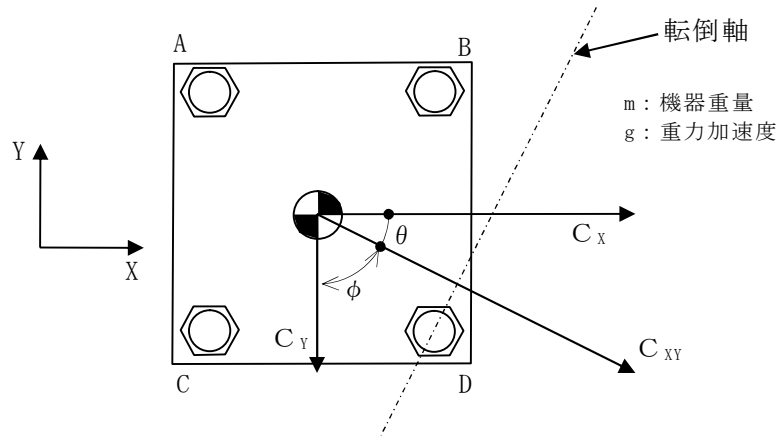
$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

となる。

(2)　水平2方向に地震力が作用する場合

第6－3図のようにX方向とY方向にそれぞれ震度C_X，C_Yが作用する場合を考慮する。なお，本検討においては，X方向とY方向に同時に最大

震度が発生する可能性は低いと考え,X 方向の震度と Y 方向の震度を 1:0.4（$0.4C_X = C_Y$）と仮定する。



第 6－3 図　水平 2 方向の地震力による応答（概要）

この時 $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{4}{10}\right)$ であることから，水平方向の震度 C_{XY} は

$$C_{XY} = C_X \cos\theta + C_Y \cos\phi$$

$$= \frac{5}{\sqrt{29}} C_X + 0.4 \times \frac{2}{\sqrt{29}} C_Y$$

$$= \frac{5.8}{\sqrt{29}} C_X$$

と表される。この時，対象としている系の重心に作用する水平方向の力 F_H は，

$$F_H = mgC_{XY} = mg\frac{5.8}{\sqrt{29}} C_X$$

となる。この F_H により，転倒軸を中心に転倒モーメントが生じ，ボルト A,B,C により負担される。

水平 2 方向の地震力を受け対角方向に応答する場合，各ボルトにかかる引

張力をF_A，F_B，F_Cとし，第6－4図に示すようにボルトDの中心を通る直線を転倒軸とすると，

転倒軸からの距離により，

$$F_A : F_B : F_C = 7 : 2 : 5$$

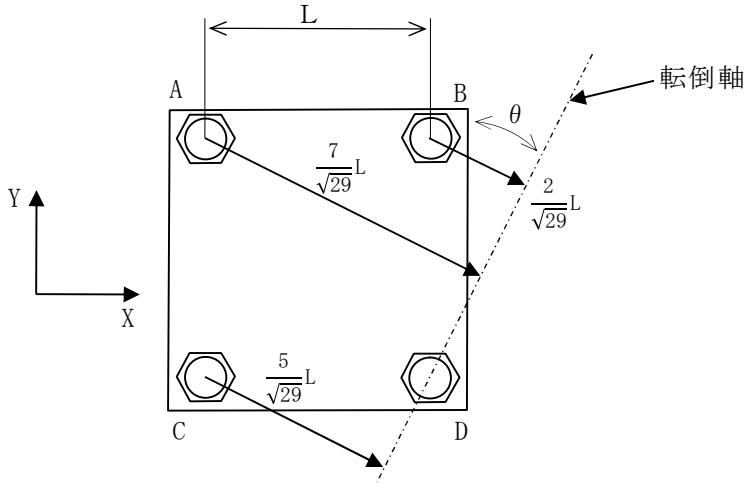
であり，転倒軸周りのボルトの軸力により発生するモーメントMは，

$$M = \frac{7}{\sqrt{29}}LF_A + \frac{2}{\sqrt{29}}LF_B + \frac{5}{\sqrt{29}}LF_C$$

$$= \frac{7}{\sqrt{29}}L \times F_A + \frac{2}{\sqrt{29}}L \times \frac{2}{7}F_A + \frac{5}{\sqrt{29}}L \times \frac{5}{7}F_A$$

$$= \frac{78}{7\sqrt{29}}LF_A$$

である。



第6－4図　対角方向に応答する場合の転倒軸から距離

転倒しない場合，転倒軸周りのボルトの軸力により発生するモーメントMと水平方向地震力モーメントが釣り合っているので，

$$mgC_{XY}h=\frac{78}{7\sqrt{29}}LF_A$$

であり，引張力F_Aは以下のとおりとなる。

$$F_A=\frac{7\sqrt{29}}{78L}\left(mgC_{XY}h\right)$$

以上より，最も発生応力の大きいボルトＡに発生する応力σ_b'は

$$\sigma_b'=\frac{F_A}{A_b}=\frac{7\sqrt{29}}{78A_bL}\left(mgC_{XY}h\right)$$

であり，水平１方向地震動を考慮した場合のボルトにかかる応力σ_b

$$\sigma_b=\frac{F_b}{2A_b}=\frac{1}{2A_bL}\left(mgC_HL\right)$$

に対して，震度$C_{XY}=\frac{5.8}{\sqrt{29}}C_H$であることから

$$\sigma_b'=\frac{7\sqrt{29}}{39\times 2A_bL}\left(mgC_{XY}h\right)$$

$$=\frac{7\sqrt{29}}{39\times 2A_bL}\times\frac{5.8}{\sqrt{29}}\left(mgC_Hh\right)$$

$$=\frac{40.6}{39}\sigma_b$$

$$=1.04\sigma_b$$

となる。したがって，水平２方向入力時を考慮した場合，ボルトに発生する引張応力は増加するが，その影響は軽微と考えられる。

6.3　せん断応力への影響

せん断力は全基礎ボルト断面で負担するため，全ボルトに対するせん断力T_bは，

$$T_b=F_H$$

であり，せん断応力τ_bは断面積A_bのボルト本数nでせん断力T_bを受けるため，

$$\tau_b = \frac{T_b}{nA_b}$$

となる。

水平1方向の地震力を考慮した場合のせん断力T_b及び水平2方向の地震力を考慮した場合のせん断力T_b'はそれぞれ，

$$T_b = mgC_X$$

$$T_b' = mg\frac{5.8}{\sqrt{29}}C_X = 1.08mgC_X$$

$$= 1.08T_b$$

となる。水平1方向及び水平2方向地震時に断面積A_b及びボルト全本数nは変わらないため，水平2方向地震を考慮した場合，ボルトに発生するせん断応力は増加するが，その影響は軽微と考えられる。

水平2方向の震度比として1:0.4を用いる場合は，本手法を適用することの妥当性を確認した上で適用する。

7.　水平2方向同時加振の影響評価について（電気盤）

7.1　はじめに

本項は，電気盤に取り付けられている器具に対する水平2方向入力の影響をまとめたものである。

7.2　水平2方向加振の影響について

電気盤に取り付けられている器具については，1次元的な接点のON－OFFに関わる比較的単純な構造をしている。加えて，基本的にはすべて梁，扉等の強度部材に強固に固定されているため，器具の非線形応答もなく，水平2方向の加振に対しては独立に扱うことで問題ないものと考える。さらに器具の誤動作モードは，水平1方向を起因としたモードであるため，水平2方向加振による影響は軽微であると考える。

なお，念のために既往研究等において，電気盤の器具取付位置の応答加速度に対し，器具の確認済加速度が十分に高いことも確認している。

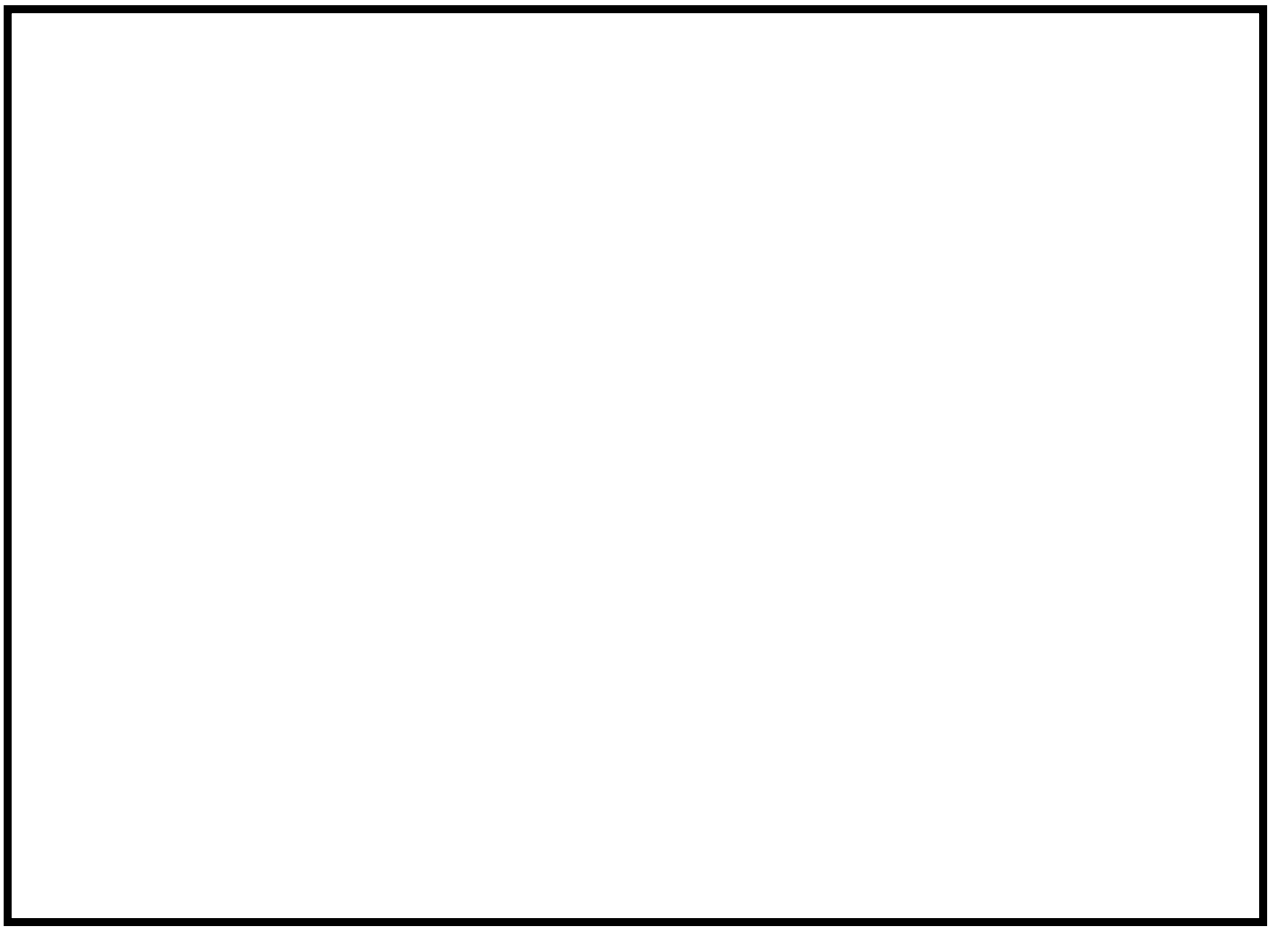
メタクラ取付器具を代表とし，器具の構造から検討した結果をまとめる。

7.2.1　補助リレー

(1)　構造，作動機構の概要

第7－1図に補助リレーの構造及び作動機構を示す。補助リレーはコイルに通電されることにより生じる電磁力でアマチュア部を動作させ，接点の開閉を行うものである。

補助リレーのうち，固定鉄心，固定接点（A，B接点）はいずれも強固に固定されており，可動鉄心は左右方向にのみ動くことのできる構造となっている。



第 7－1 図　補助リレー構造図

(2)　水平 2 方向地震力に対する影響検討

補助リレーの誤動作モードとして以下が考えられる。

・地震力で可動鉄心が振動することにより，接点が誤接触，又は誤開放（左右方向）

ただし，補助リレーは取付部をボルト固定していること，また，器具の可動部は左右方向にのみ振動することから，誤動作にいたる事象に多次元的な影響はないと考えられる。

(3)　機能確認済加速度

参考として，発生加速度と補助リレーの既往試験における確認済加速度

及び試験結果を第7－1表に示す。

第7－1表　補助リレーの発生加速度及び機能確認済加速度

方　向	前　後	左　右	上　下
発生加速度(G)	0.97	0.97	0.84
確認済加速度(G)			

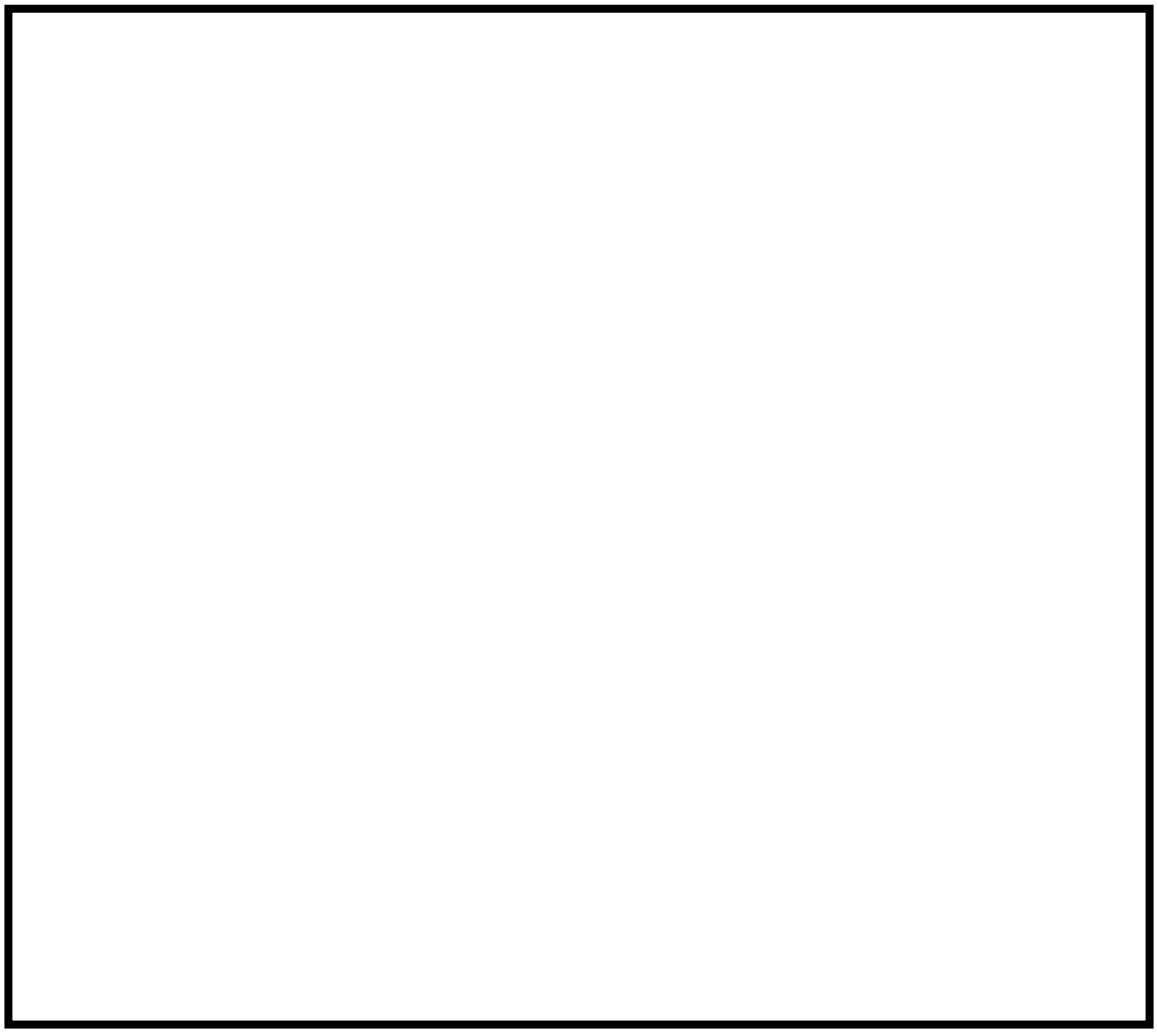
7.2.2　ノーヒューズブレーカ（ＭＣＣＢ）

(1)　構造，作動機構

第7－2図にＭＣＣＢの構造及び作動機構を示す。配線用遮断器には熱動電磁式と完全電磁式がある。下記に代表して熱動電磁式の動作原理と内部構造を示す。

熱動電磁式は，過電流が流れるとバイメタルが湾曲し，トリップ桿によりラッチの掛け合いが外れ，キャッチがバネにより回転し，リンクに連結された可動接点が作動し回路を遮断する。

また，短絡電流等の大電流が流れた場合は，固定鉄心の電磁力で可動鉄心が吸引されトリップ桿が作動し，以降は上述と同じ動作により回路を遮断する。



第 7－2 図　ＭＣＣＢ構造図

(2)　水平 2 方向地震力に対する影響検討

ＭＣＣＢの誤動作モードとして以下が考えられる。

・ハンドルが逆方向へ動作する（上下方向）

・接点が乖離する（前後方向，左右方向）

・ラッチが外れてトリップする（前後方向，上下方向）

上記より，ＭＣＣＢの誤動作として 2 方向の振動の影響が考えられる。ただし，ハンドルは 1 方向にしか振動できないこと，前後－左右の接点乖離は各々独立であること（前後方向は接触－非接触，左右方向はずれによ

る）から，これらについては誤動作に至る事象に多次元的な影響はないものと考えられる。

ラッチ外れについては2軸の影響は無視できないと考えられるが，左右方向はラッチ外れに影響を与える誤動作モードではないため，水平2方向の影響はないものと考えられる。

(3) 機能確認済加速度

参考として，発生加速度とＭＣＣＢの既往試験における確認済加速度及び試験結果を第7－2表に示す。

第7－2表　ＭＣＣＢの発生加速度及び機能確認済加速度

方　向	前　後	左　右	上　下
発生加速度(G)	0.97	0.97	0.84
確認済加速度(G)			

7.2.3 過電流リレー（保護リレー）

(1) 構造，作動機構の概要

第7－3図に過電流リレー(保護リレー)の構造を示す。過電流リレーは，電流コイル１個を持つ電磁石が動作トルクを発生し，永久磁石の制動により限時特性を得る円板形リレーであり，タップ値以上の過電流が流れると接点が動作し，警報や遮断器引き外しを行う。なお，過電流リレーはボルトにて盤の扉面に強固に取り付けられている。

第 7－3 図　過電流リレー

(2)　水平 2 方向地震力に対する影響検討

過電流リレーの誤動作モードとして以下が考えられる。

・誘導円板が接触し，固渋する（上下方向）

・可動接点が振動し，接点の誤接触が生じる（前後，左右方向）

誘導円板の固渋については，昭和 56 年の日本機械学会講演論文集「誘導円板型リレーの地震時誤動作に関する研究」において，誘導円板が水平 2 方向入力により，回転し接点接触により，誤動作が生じることが報告されている。しかし，平成 13 年度に行われた電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究」において，水平 2 方向加振時に鉛直方向加振を加えた試験を実施しており，正弦波加振試験では誘導円板の回

転挙動が発生したが，地震波加振試験では誘導円板の回転挙動が発生しないことを確認している。したがって，地震波による水平2方向の影響はないものと考えられる。

(3)　機能確認済加速度

参考として，発生加速度と過電流リレーの既往試験における確認済加速度及び試験結果を第7－3表に示す。

第7－3表　過電流リレーの発生加速度及び機能確認済加速度

方　向	前　後	左　右	上　下
発生加速度(G)	0.97	0.97	0.84
確認済加速度(G)			

方向性を考慮していない水平方向地震動における模擬地震波の作成方針

1. はじめに

応答スペクトルに基づく地震動として策定された基準地震動Ｓs－Ｄ１（以下「Ｓs－Ｄ１」という。）及び震源を特定せず策定する地震動として策定された基準地震動Ｓs－３１（以下「Ｓs－３１」という。）については，水平方向の地震動に方向性を考慮していないことから，水平2方向及び鉛直方向地震力の同時入力による影響検討を行う場合，水平2方向のうち新たにもう1方向の模擬地震波を作成し入力する等の方法が考えられる。本資料では，水平2方向のうち新たにもう1方向の模擬地震波の作成方針を示すものである。

2. 模擬地震波の作成方針

応答スペクトルに基づく地震動及び震源を特定せず策定する地震動における模擬地震波の作成方針を示す。

(1) 応答スペクトルに基づく地震動における模擬地震波

応答スペクトルに基づく地震動として策定された基準地震動の模擬地震波については，全く同じ地震動が同時に水平2方向に入力されることは現実的に考えにくいことから，Ｓs－Ｄ１を作成した方法と同一の方法で，目標とする応答スペクトルに適合する位相の異なる模擬地震波を作成する。

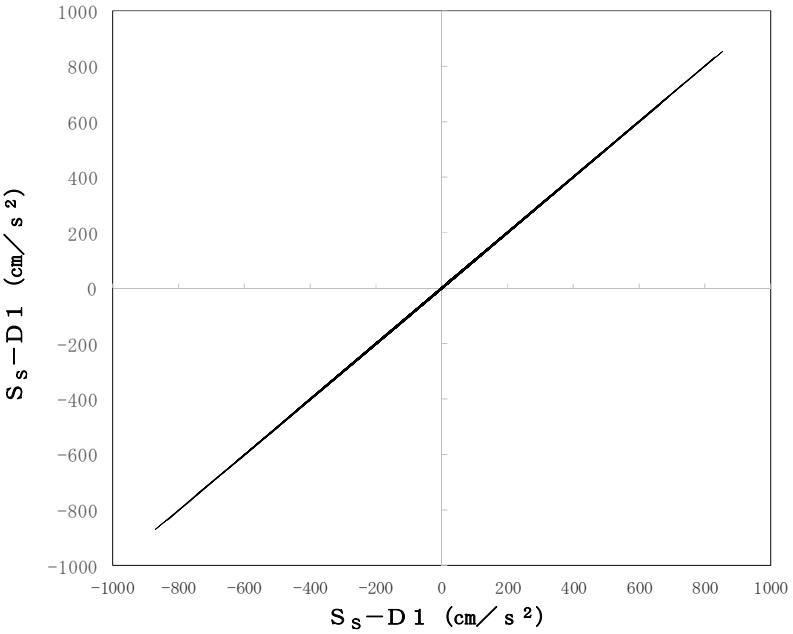
(2) 震源を特定せず策定する地震動における模擬地震波

Ｓs－３１については，2004年北海道留萌支庁南部地震（以下「留萌地震」という。）の観測記録より策定された地震動である。水平方向の地震動は，ＥＷ方向の観測記録から推定される基盤相当位置の地震動に基づき敷地地盤の物性等を踏まえて作成されている。水平2方向の影響評価に用いる模擬地震波については，Ｓs－３１を作成した方法と同一の方法により，

ＮＳ方向の観測記録を用いて地震波を作成する。

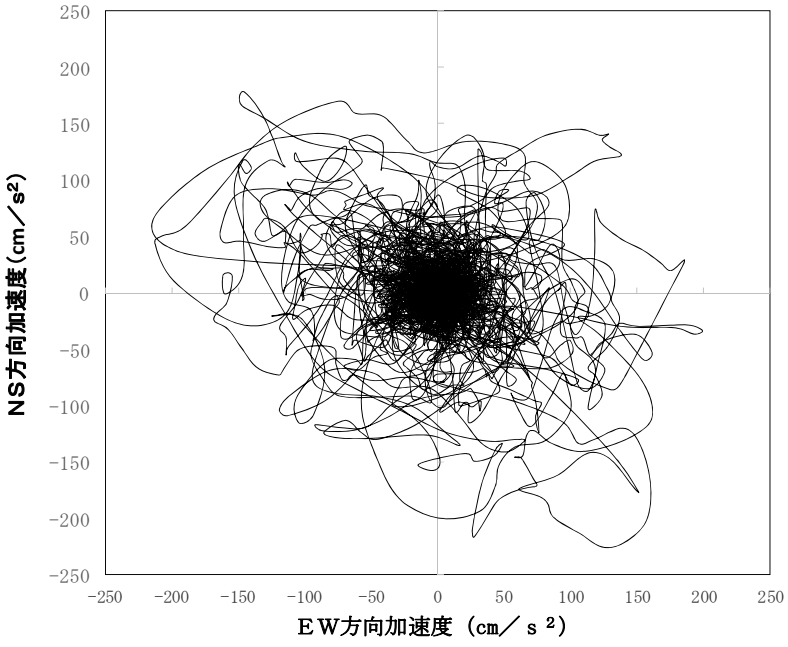
同位相の模擬地震波を2方向に入力した場合の例として，S_s－Ｄ１を2方向に入力した場合のオービットを第1図に，位相の異なる地震波を2方向に入力した例として，東北地方太平洋沖地震における原子炉建屋での観測記録のオービットを第2図に示す。

第1図に示すように同位相の模擬地震波を入力した場合は,45°方向に直線的な軌跡を示すが，観測記録として得られた東北地方太平洋沖地震によるオービットは第2図に示すようにランダムな軌跡となる。模擬地震波の作成においては,第2図に示すような位相差によって生じるランダムな軌跡を示す模擬地震波を作成する。



第1図　Ｓｓ－Ｄ１を水平2方向に入力した場合のオービット

（同位相の模擬地震波を2方向入力した場合の傾向）



第2図　東北地方太平洋沖地震における原子炉建屋(EL.-4.0m)のオービット

（位相が異なる地震波を2方向入力した場合の傾向）

別紙－８

東海第二発電所

屋外重要土木構造物の耐震評価における断面選定について（耐震）

1.　方針

本資料では，「屋外重要土木構造物」，「常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備」及び「常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く）（以後，「常設重大事故等対処施設」という。）」の耐震評価における断面選定の考え方について示す。

本資料で記載する屋外重要土木構造物等及びこれに設置される主要設備の一覧表を第 1 表に，全体配置図を第 1 図に示す。

耐震評価においては，構造物の配置，構造形状，周辺の地質構造等を考慮し，耐震評価上最も厳しくなると考えられる位置を評価対象断面とする。

上記を考慮した屋外重要土木構造物等の断面選定の考え方を第 2 表の通り整理する。

個々の施設の断面選定においては，上記の考え方に加え，杭基礎，可とう管，上載する機器・配管系への影響についても考慮する。

第１表　耐震重要施設等に設置される主要設備一覧表

	屋外重要土木構造物等					主要設備			
	名　　称	屋外重要土木構造物	津波防護施設	常設SA設備	常設SA施設	名　　称	耐震	津波	常設SA設備
第２章	取水構造物	○	－	○	○	残留熱除去系海水ポンプ	○	－	○
						非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ	○	－	○
						高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ	○	－	○
						潮位計，取水ピット水位計	－	○	－[注1]
	屋外二重管	○	－	－	○	残留熱除去系海水系配管	○	－	○
						非常用ディーゼル発電機用海水系配管	○	－	○
						高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水系配管	○	－	○
	貯留堰	○	○	○	－	－	－	－	－
	防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）	－	○	－[注1]	－	津波・構内監視カメラ（4台）	－	○	－[注1]
						防潮扉	－	○	－[注1]
	防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）	－	○	－[注1]	－	防潮扉	－	○	－[注1]
	防潮堤（鋼製防護壁）	－	○	－[注1]	－	－	－	－	－
	鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）	－	○	－[注1]	－	放水路ゲート	－	○	－[注1]
	常設代替高圧電源装置置場（西側淡水貯水設備）	○	－	○	○	軽油貯蔵タンク	○	－	○
						常設代替高圧電源装置他	－	－	○
	常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）	○	－	－	○	軽油移送配管	○	－	○
	常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）								
	常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）					常設代替高圧電源装置電路	－	－	○
第３章	代替淡水貯槽	－	－	○	－				
	常設低圧代替注水系ポンプ室	－	－	－	○	常設低圧代替注水系ポンプ	－	－	○
	常設低圧代替注水系配管カルバート	－	－	－	○	常設低圧代替注水系配管	－	－	○
	緊急用海水ポンプピット	－	－	○	○	緊急用海水ポンプ	－	－	○
	格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート	－	－	－	○	格納容器圧力逃がし装置用配管	－	－	○
	緊急用海水取水管	－	－	○	－	－	－	－	－
	SA用海水ピット	－	－	○	－	－	－	－	－
	海水引込み管	－	－	○	－	－	－	－	－
	SA用海水ピット取水塔	－	－	○	－	－	－	－	－
	緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎（A，B）	－	－	－	○	緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク（A，B）	－	－	○
	可搬型設備用軽油タンク基礎（西側）	－	－	－	○	可搬型設備用軽油タンク（西側）	－	－	○
	可搬型設備用軽油タンク基礎（南側）	－	－	－	○	可搬型設備用軽油タンク（南側）	－	－	○

常設SA設備　：　常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備

常設SA施設　：　常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設

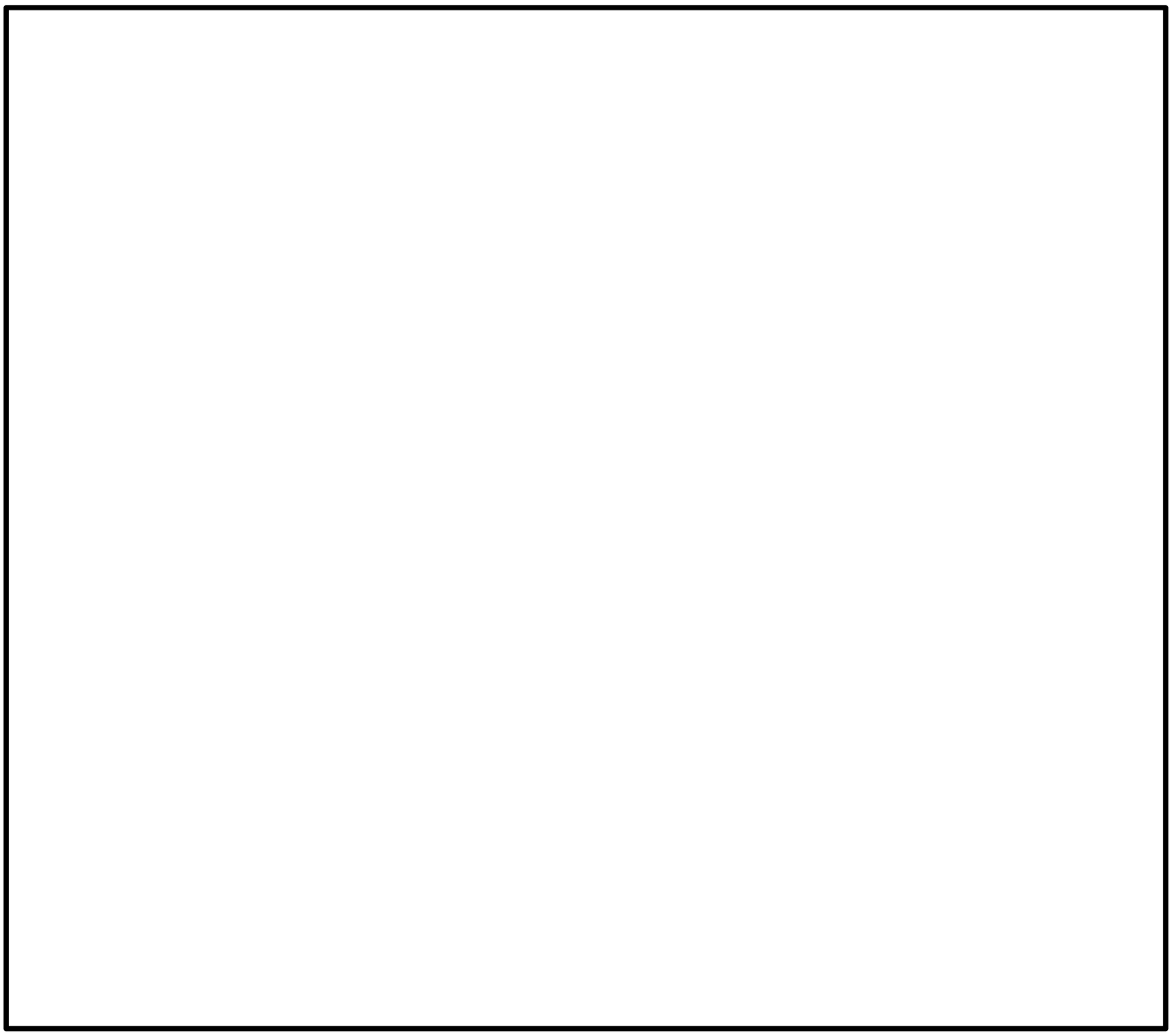
耐震　　：　耐震重要施設（津波防護施設，浸水防止設備，津波監視設備を除く）

津波　　：　津波防護施設，浸水防止設備，津波監視設備

注１：常設重大事故等対処設備に対する津波防護施設，浸水防止設備，津波監視設備

第２表　屋外重要土木構造物等の断面選定の考え方

	名　　称	断面選定の基本方針			
		A：構造形状，周辺の地質構造等の条件が比較的単純であり，耐震評価上厳しい断面が定性的に定まるもの	B：比較的長いトンネル又は鋼管であり，複数個所にて一次元波動論等による地震応答解析を実施し，耐震評価上厳しい断面を選定するもの	C：構造形状，周辺の地質構造等の条件から複数の断面を耐震評価断面として整理し，耐震評価上厳しい断面を選定するもの	D：複雑な設備構造，長大な設置範囲であることを考慮し，津波荷重等も踏まえた総合的な耐震評価，耐津波評価を行うもの
第２章	取水構造物			○	
	屋外二重管			○	
	貯留堰			○	
	防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）				○
	防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）			○	
	防潮堤（鋼製防護壁）				○
	鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）	○			
	常設代替高圧電源装置置場	○			
	常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル，立坑，カルバート）	○（立坑，カルバート）	○（トンネル）		
第３章	代替淡水貯槽	○			
	常設低圧代替注水系ポンプ室	○			
	常設低圧代替注水系配管カルバート	○			
	緊急用海水ポンプピット	○			
	格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート			○	
	緊急用海水取水管		○		
	SA用海水ピット	○			
	海水引込み管		○		
	SA用海水ピット取水塔	○			
	緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎（A，B）	○			
	可搬型設備用軽油タンク基礎（西側）	○			
	可搬型設備用軽油タンク基礎（南側）	○			



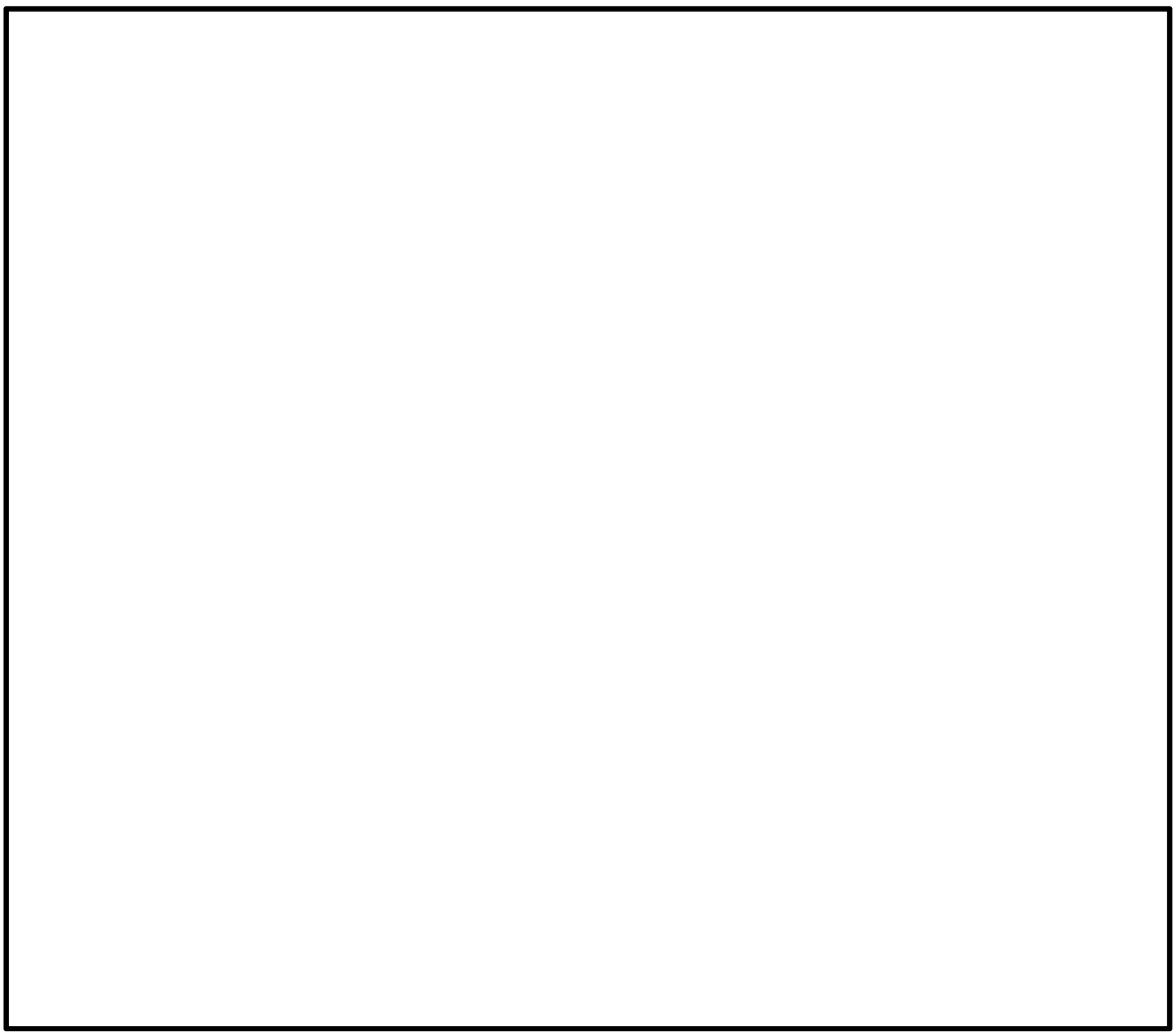
第１図　全体配置図

2.　屋外重要土木構造物の耐震評価における断面選定の考え方

2.1　各施設の配置

本章では屋外重要土木構造物である，取水構造物，屋外二重管，常設代替高圧電源装置置場及び常設代替高圧電源装置用カルバート，津波防護施設である防潮堤（放水路エリアを含む）及び貯留堰の断面選定の考え方を示す。

第 2.1-1 図に屋外重要土木構造物及び津波防護施設の平面配置図を示す。



第 2.1-1 図　屋外重要土木構造物及び津波防護施設の平面配置図

2.2　取水構造物の断面選定の考え方

取水構造物の平面図を第 2.2－1 図に，縦断面図を第 2.2－2 図に，横断面図を第 2.2－3 図に示す。

取水構造物は，Ｓクラス機器である残留熱除去系海水系ポンプ，非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ等の間接支持機能を有する。取水構造物は非常用取水設備であり，通水性能及び貯水性能が要求される。

取水構造物は，延長約 56m，幅約 43m，高さ約 12m の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，取水方向に対して複数の断面形状を示すが，基本的には取水路は 8 連のラーメン構造にて，取水ピットは 5 連のラーメン構造にて構成され，杭を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。

取水構造物の縦断方向（通水方向）は，加振方向に対して平行に配置される側壁又は隔壁の構造断面性能により抵抗することから，強軸断面方向となる。一方，横断方向（通水方向に対し直交する方向）は，通水機能を確保するため，加振方向と平行に配置される構造部材が少ないことから，弱軸断面方向となる。

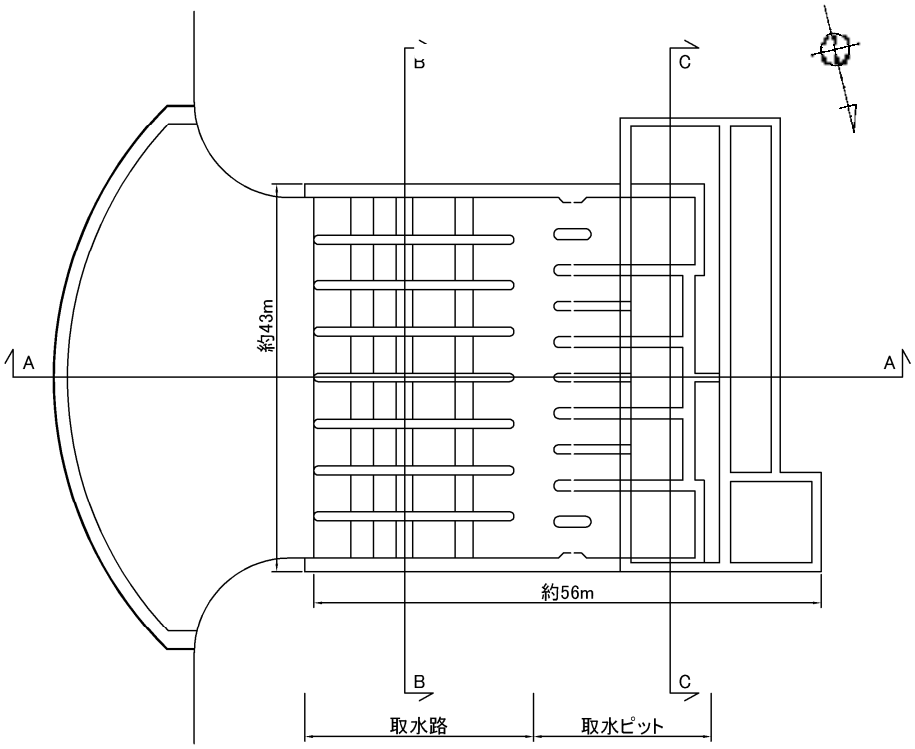
耐震評価では，構造の安全性に支配的な弱軸断面方向である横断方向を評価対象とする。

取水路である 8 連のボックスカルバート構造の区間（以下，「取水路区間」という。）においては，頂版には取水方向に概ね規則的に開口が存在する。このため，耐震評価においては，同区間の取水方向全長で開口を含めた平均的な剛性及び上載荷重を考慮した断面を設定する。

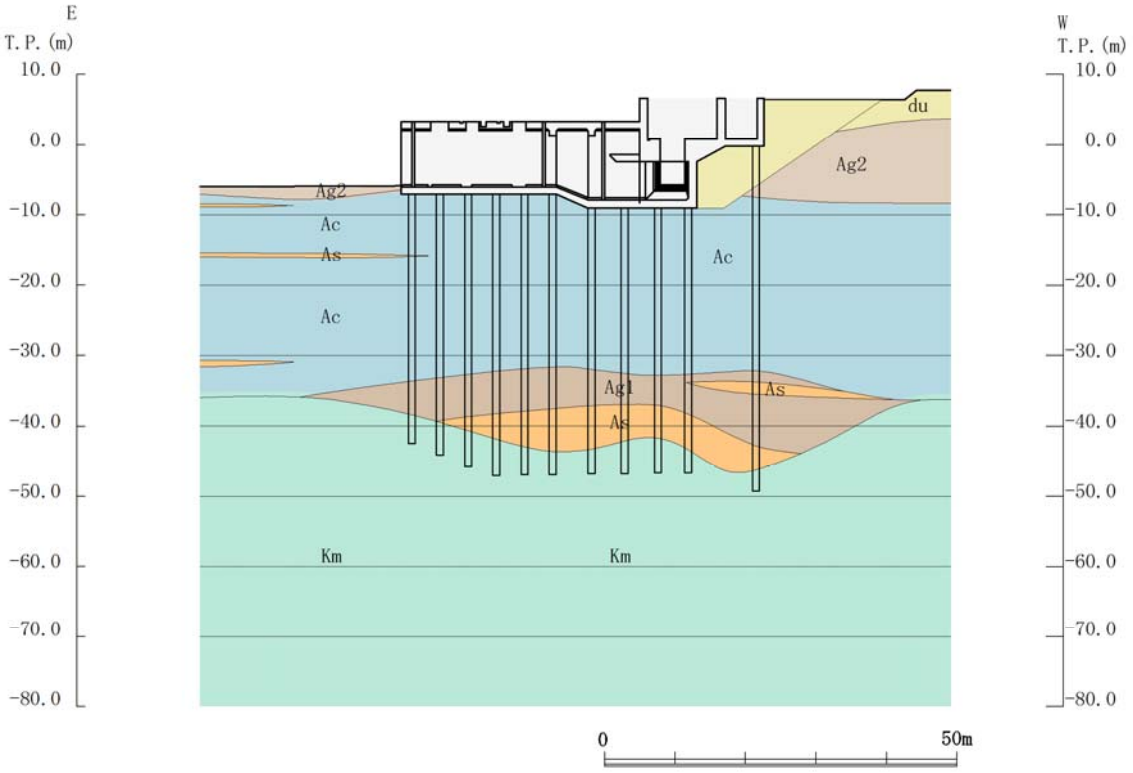
取水構造物の耐震評価においては，杭基礎への影響についても考慮し，上述の断面を含めた複数の断面を耐震評価候補断面として整理し，耐震安全上最も厳しくなる断面にて基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。

なお，取水ピットである 5 連のボックスカルバート形状の区間（以下，

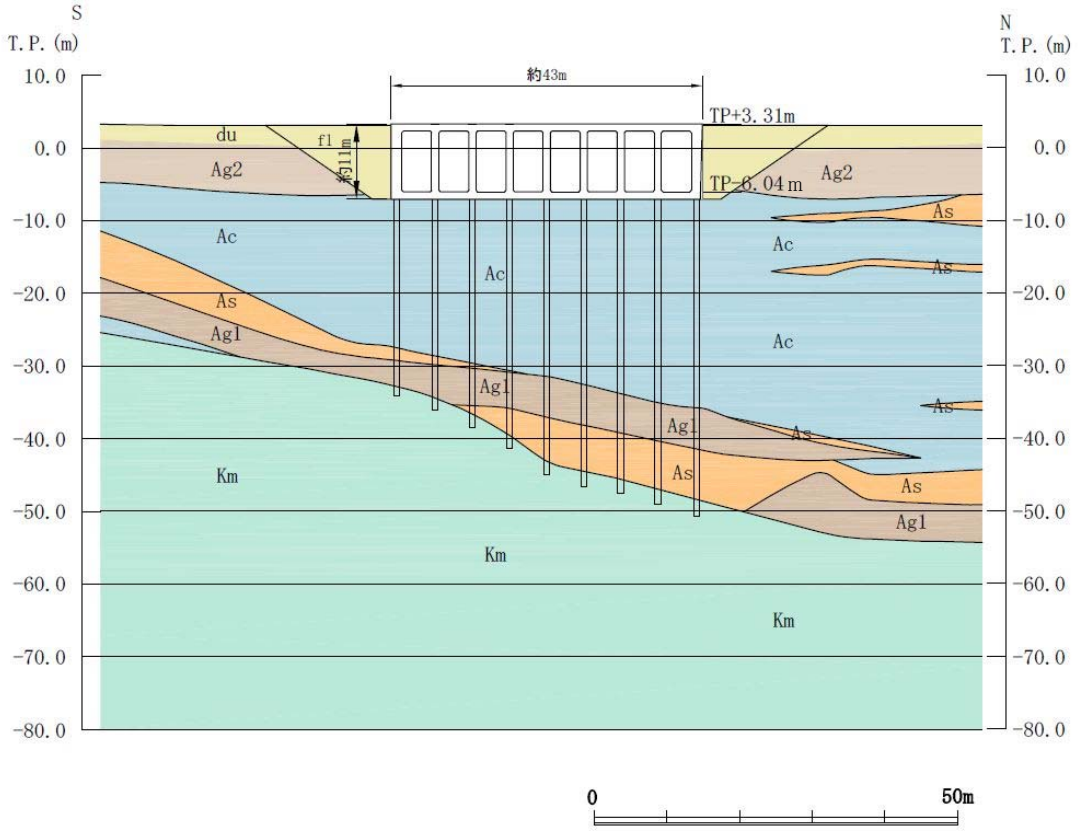
「取水ピット区間」という。）においては，循環水ポンプ，残留熱除去系海水系ポンプ等の非常用ポンプなどの重量物が設置される。これら機器・配管系に対しては，強軸断面方向の影響が大きい可能性も考慮して断面選定を行う。



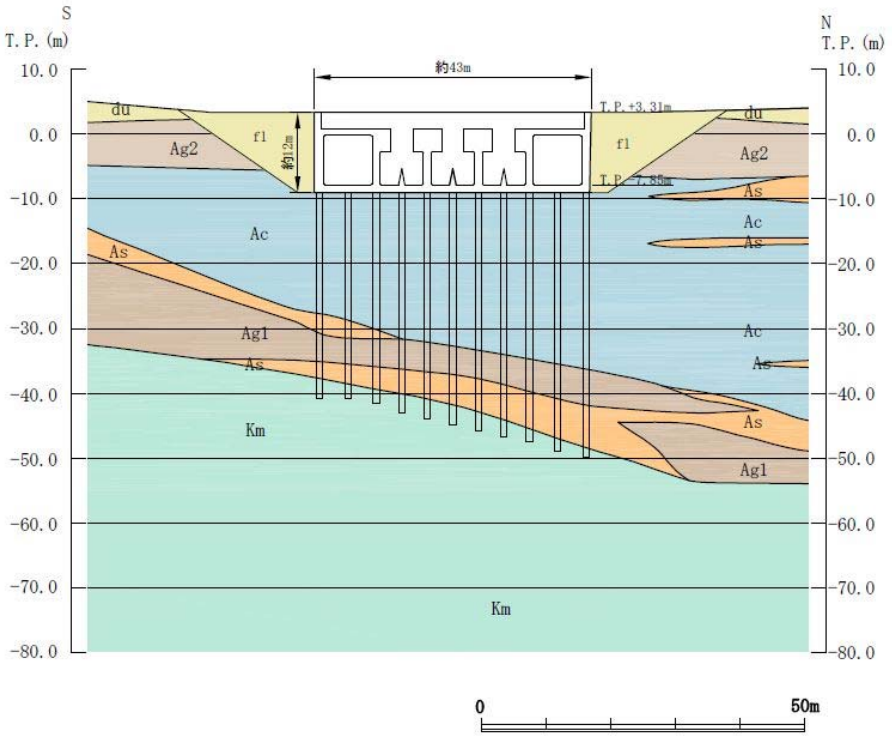
第 2.2－1 図　取水構造物　平面図



第 2.2－2 図　取水構造物　縦断面図（Ａ－Ａ断面）



第 2.2－3（1）図　取水構造物　横断面図（Ｂ－Ｂ断面：取水路）



第 2.2－3（2）図　取水構造物　横断面図（Ｃ－Ｃ断面：取水ピット）

2.3　屋外二重管の断面選定の考え方

屋外二重管は，Ｓクラス機器である残留熱除去系海水系配管，非常用ディーゼル発電機用海水系配管等の間接支持機能を有する。

屋外二重管は，延長約 215m，内径 2.0m 及び 1.8m の 2 本の鋼管の地中構造物である。また，地震時の相対変位を吸収するため，2 本の鋼管にはそれぞれ 3 箇所に可とう管が設定されている。構造物直下には液状化検討対象層である As 層，Ag1 層及び Ag2 層が分布している。なお，指針改訂に伴う耐震裕度向上工事として，平成 21 年に Ag2 層を対象とした地盤改良を実施している。

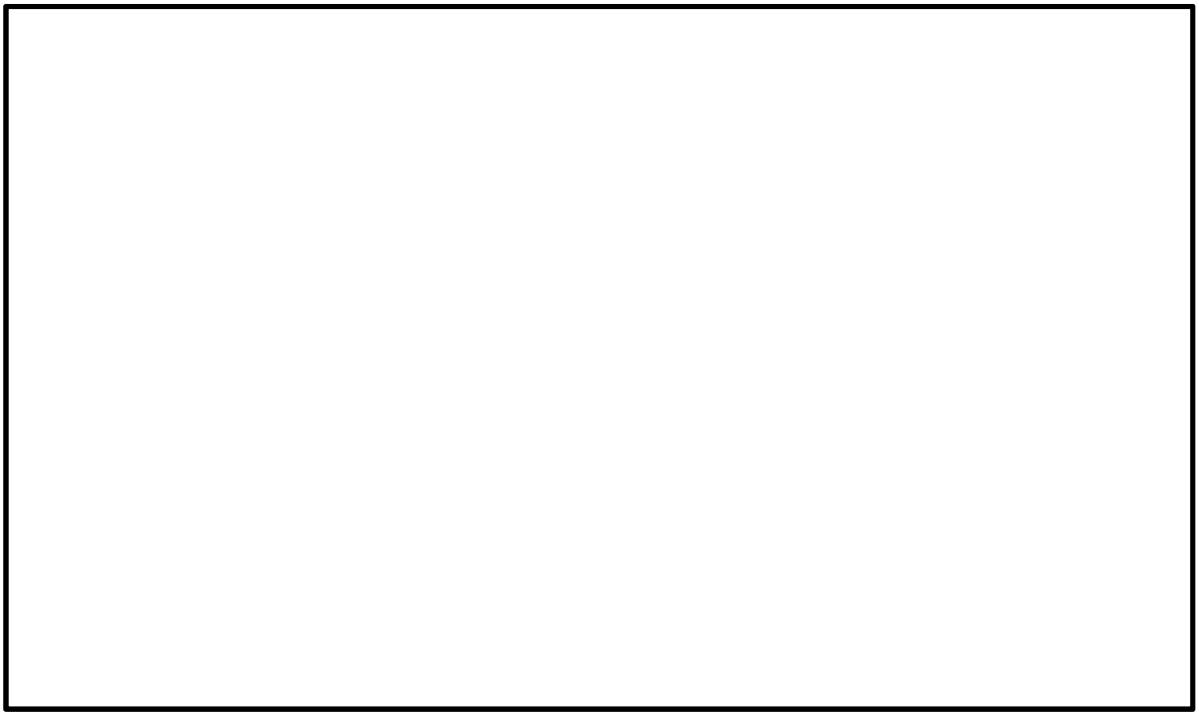
設置許可基準規則第 3 条第 1 項への適合性の観点から，本構造物は杭等を介して岩盤で支持する構造とする。

屋外二重管の平面図を第 2.3－1 図に，縦断面図を第 2.3－2 図に，横断図を第 2.3－3 図に示す。

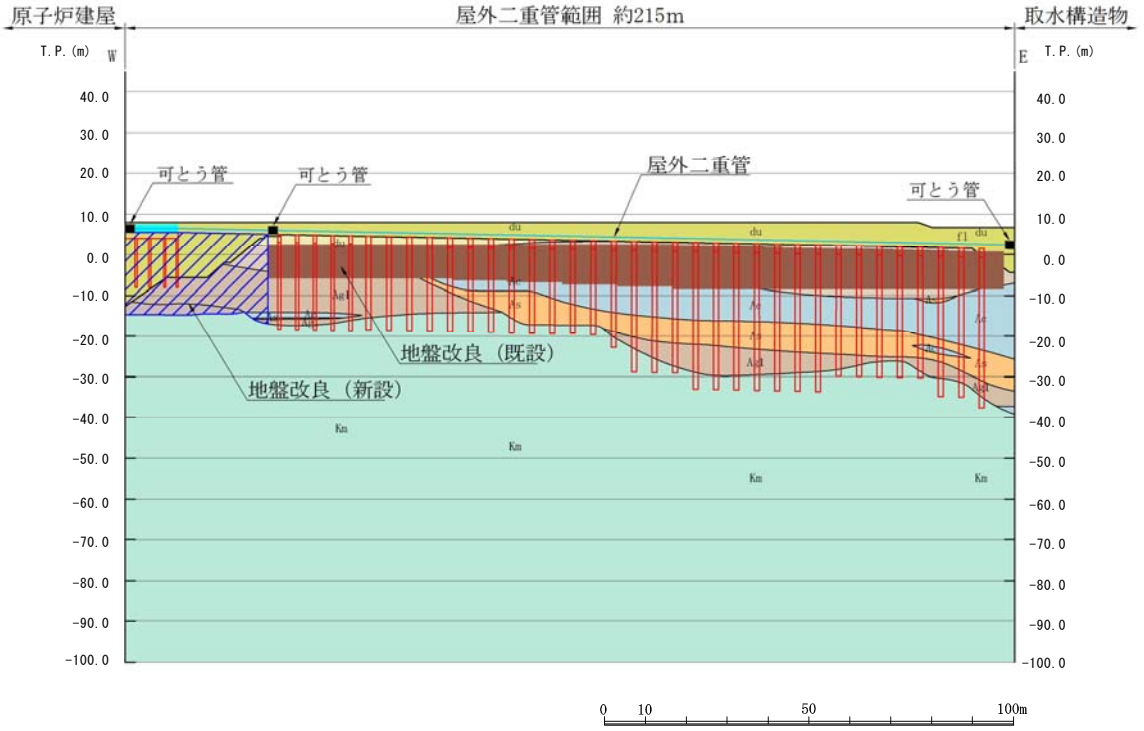
主な範囲においては，屋外二重管の直下に沈下防止を目的とした鋼製梁を設置して，鋼管杭を介して岩盤で支持させる。また，原子炉建屋近傍で，移設不可能な既設構造物（排気筒基礎等）や埋設物との干渉によって鋼管杭の打設が困難な箇所については，屋外二重管直下を地盤改良（セメント固化工法等）することにより補強する地盤に支持させる検討を行う。屋外二重管の基礎構造概要図を第 2.3－4 図に示す。

屋外二重管のうち二重管部分は任意の管軸直交方向断面において一様の形状を示す線状の構造物である。二重管部分の耐震評価では，一般的な地中埋設構造管路の設計を考慮し，管周方向応力と管軸方向応力の組合せを考慮した検討を行う。上記検討に当たっては，可とう管及び杭基礎への影響についても考慮し，耐震安全上最も厳しくなる断面にて基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。

また，屋外二重管には残留熱除去系海水系配管，非常用ディーゼル発電機用海水系配管等が設置されることから，これら配管系への影響も踏まえた評価を実施する。

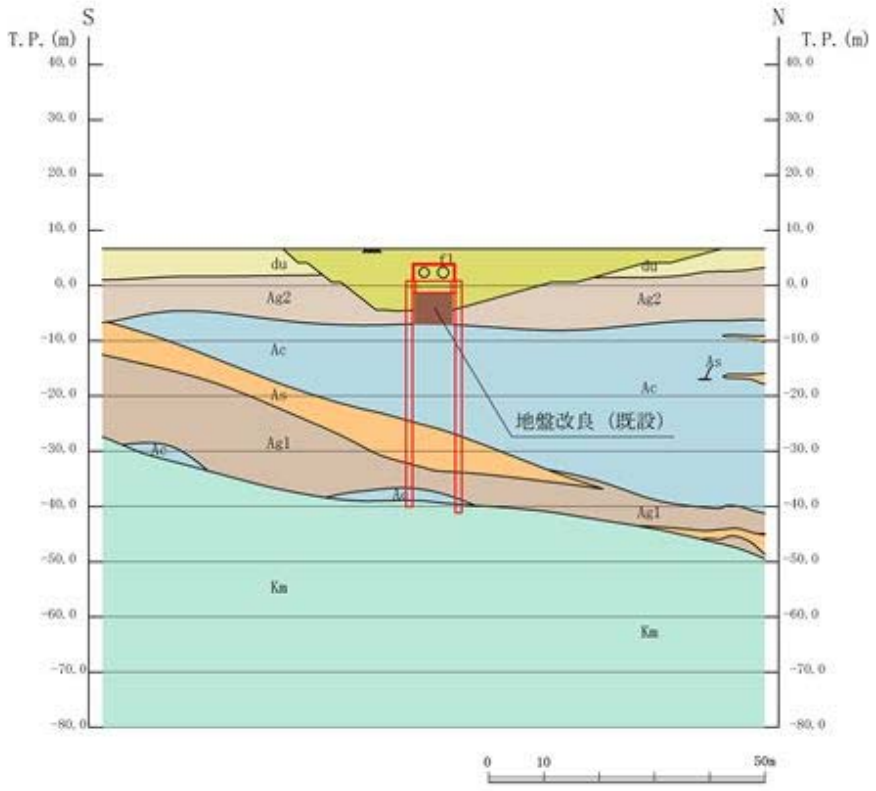


第 2.3－1 図　屋外二重管　平面図

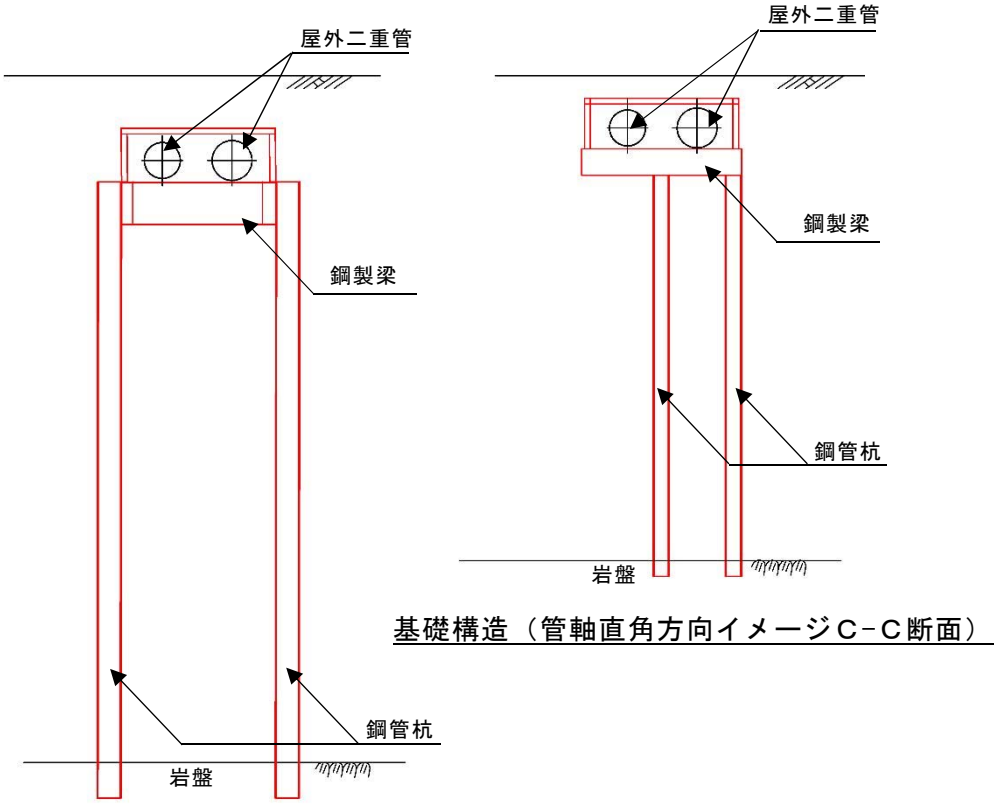


注：地盤改良の範囲については，今後の詳細設計により変更の可能性がある。

第 2.3－2 図　屋外二重管　縦断面図（Ａ－Ａ断面）



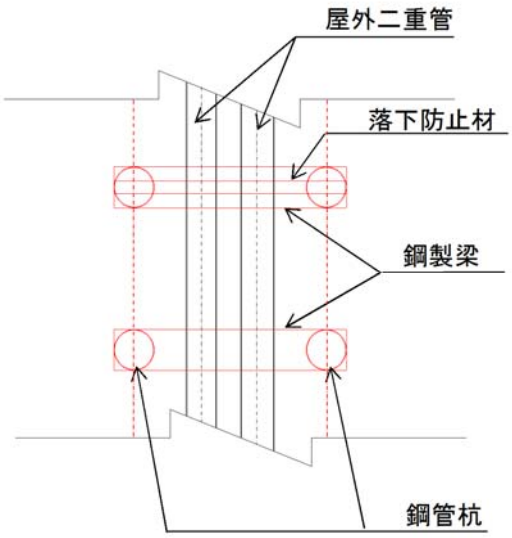
第 2.3－3 図　屋外二重管　横断面図（Ｂ－Ｂ断面）



基礎構造（管軸直角方向イメージＣ-Ｃ断面）

基礎構図（管軸直角方向イメージＢ－Ｂ断面）

第 2.3－4（1）図　基礎構造概要図（断面図）



基礎構造（平面イメージ）

第 2.3－4（2）図　基礎構造概要図（平面図）

2.4　貯留堰の断面選定の考え方

貯留堰の平面図を第 2.4－1 図に，断面図を第 2.4－2 図に示す。

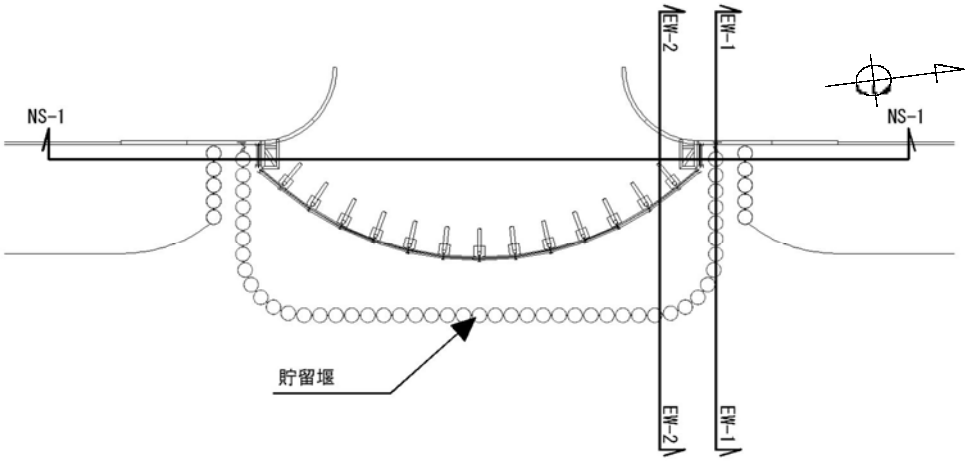
貯留堰は非常用取水設備であり，貯水性能が要求される。

貯留堰は，延長約 110m の海底面から約 2m 突出した鋼管矢板を連結した構造物であり，取水口護岸に接続する。鋼管矢板は十分な支持性能を有する岩盤に直接設置する。

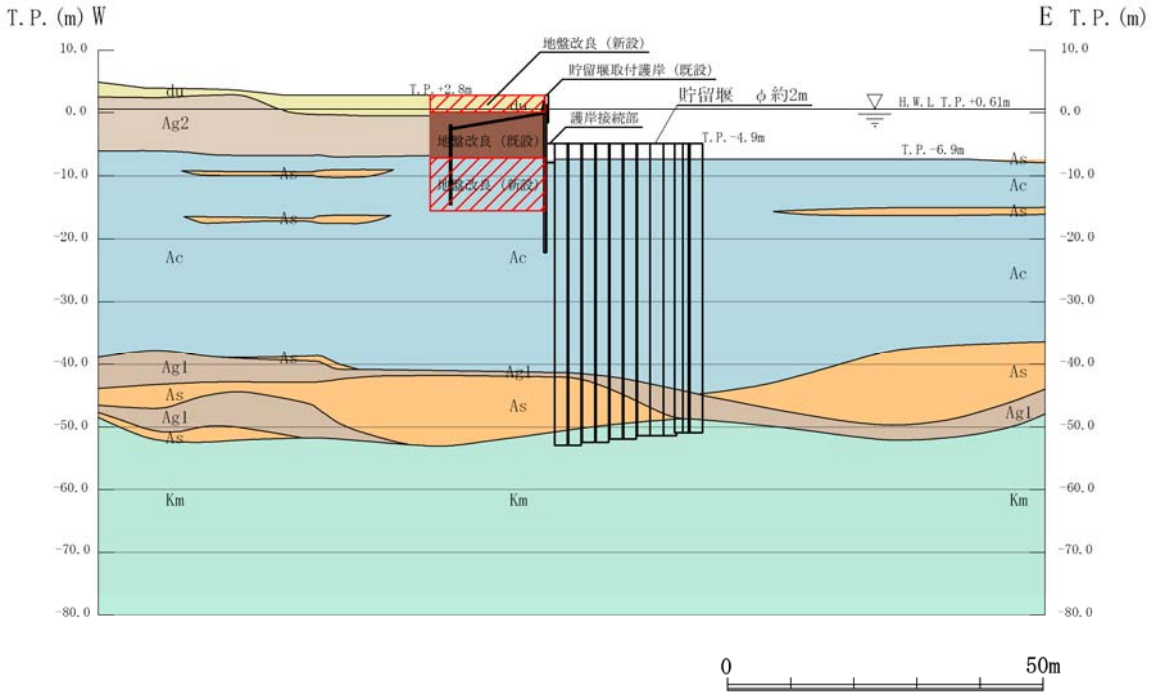
貯留堰の縦断方向は，加振方向に対して，鋼管が縦列に連結された鋼管矢板の構造断面性能により抵抗することから，強軸断面方向となる。一方，横断方向は，加振方向に連結された鋼管がないことから，弱軸断面方向となる。

NS－1 断面によれば，貯留堰の設置位置は，北に向かって堆積層の基底面が深くなっていることから，貯留堰の本体に着目した検討断面として，EW－2 断面を選定する。また，護岸との接続部については，北側の接続部に着目した検討断面として，EW－1 断面及び NS－1 断面を選定する。

今後，上述の断面を含めた複数の断面を耐震評価候補断面として整理し，耐震安全上最も厳しくなる断面にて基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。

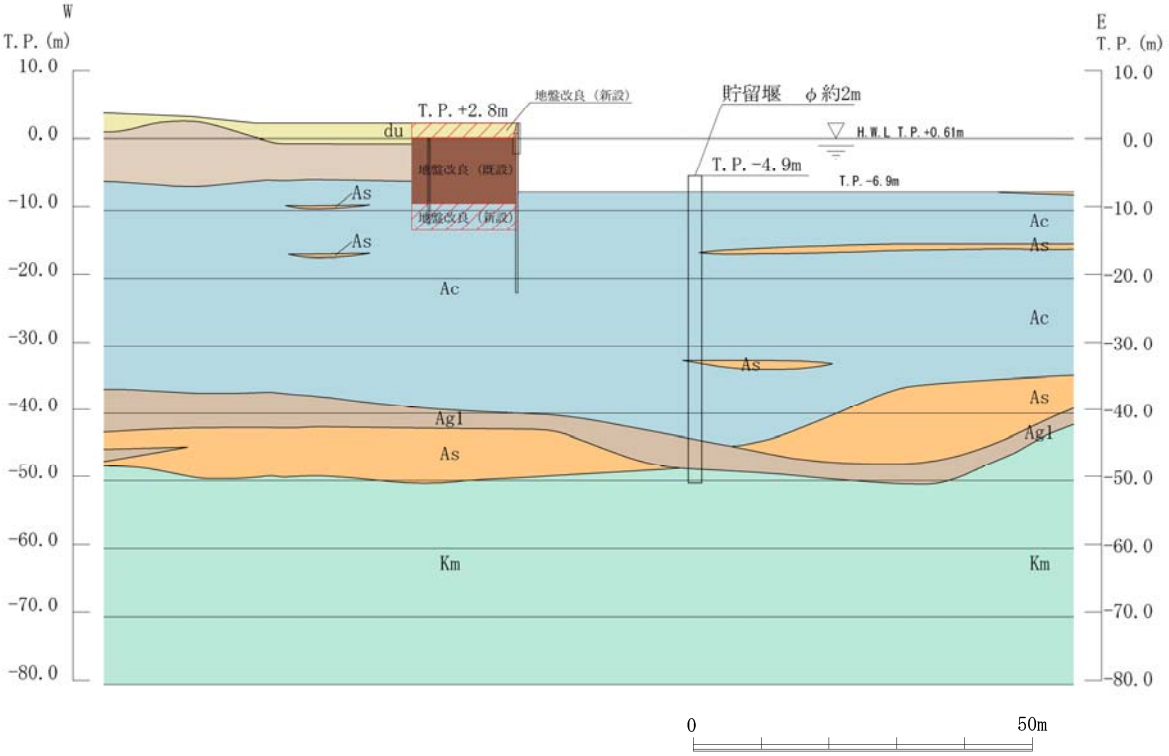


第 2.4－1 図　貯留堰　平面図



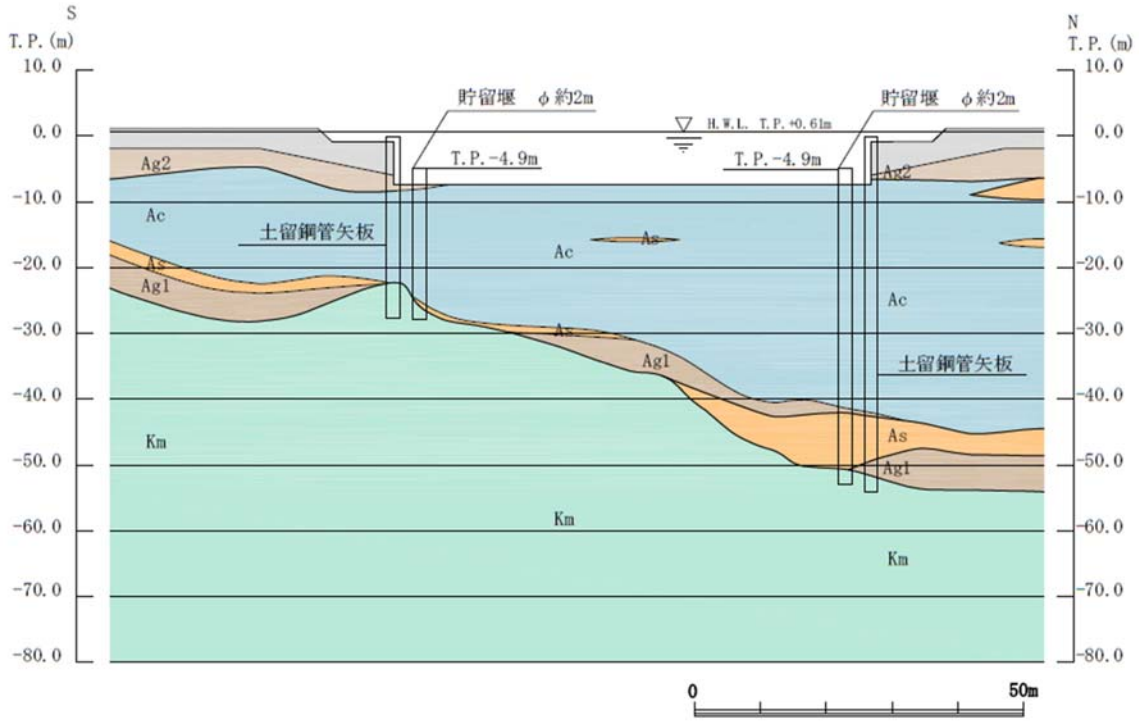
注：地盤改良の範囲については，今後の詳細設計により変更の可能性がある。

第 2.4－2（1）図　貯留堰　断面図（EW－1 断面）



注：地盤改良の範囲については，今後の詳細設計により変更の可能性がある。

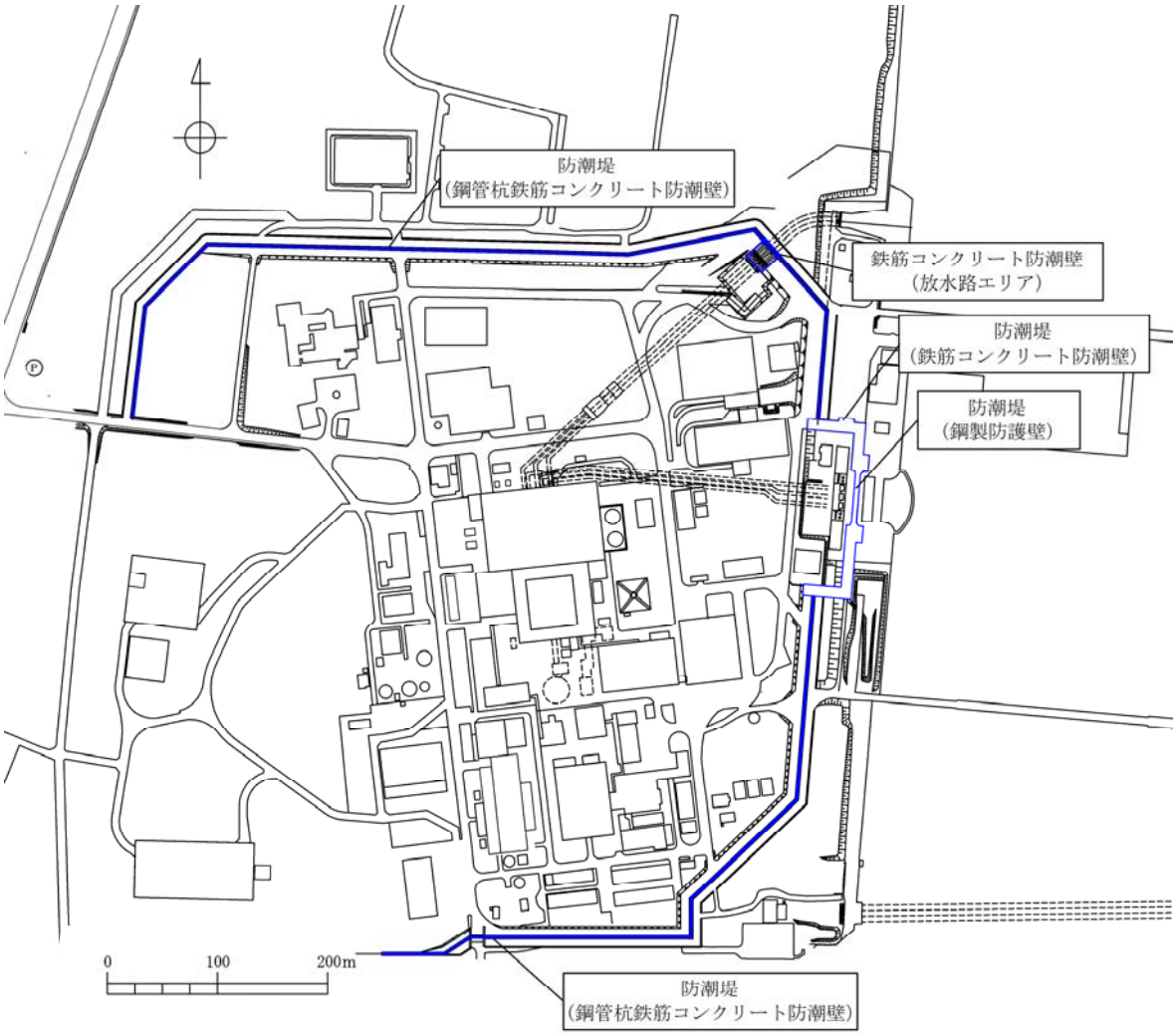
第 2.4－2（2）図　貯留堰　断面図（EW－2 断面）



第 2.4－2（3）図　貯留堰　断面図（NS－1 断面）

2.5　防潮堤の断面選定の考え方

防潮堤の平面図を第 2.5－1 図に示す。防潮堤は，鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁，鋼製防護壁及び鉄筋コンクリート防潮壁に区分され，総延長は約 2.3km，天端高さは T.P.＋20m（敷地前面東側）又は T.P＋18m（敷地側面北側及び敷地側面南側）からなる。以下に，それぞれの断面選定の考え方を示す。



第 2.5－1 図　防潮堤　平面図

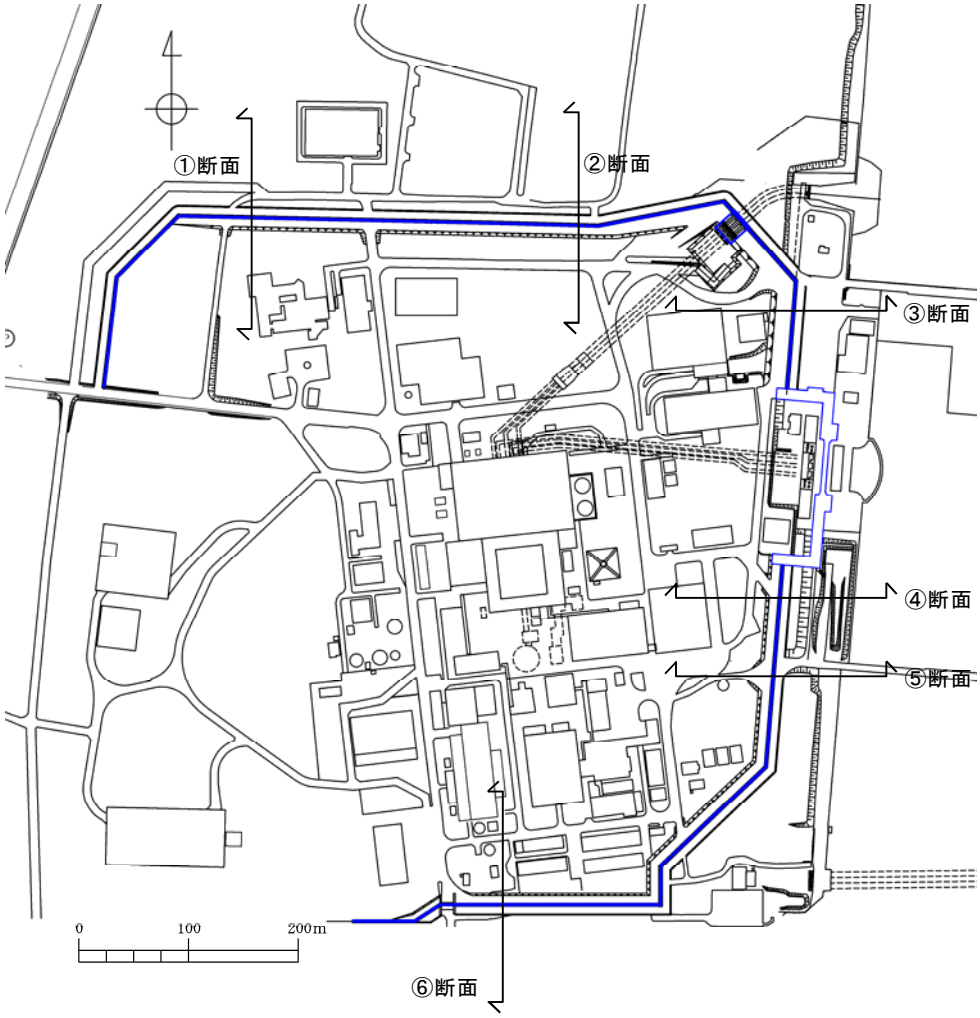
2.5.1　鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の平面図を第2.5－2図に，正面図及び断面図を第2.5－3図に，横断面図を第2.5－4～5図に示す。

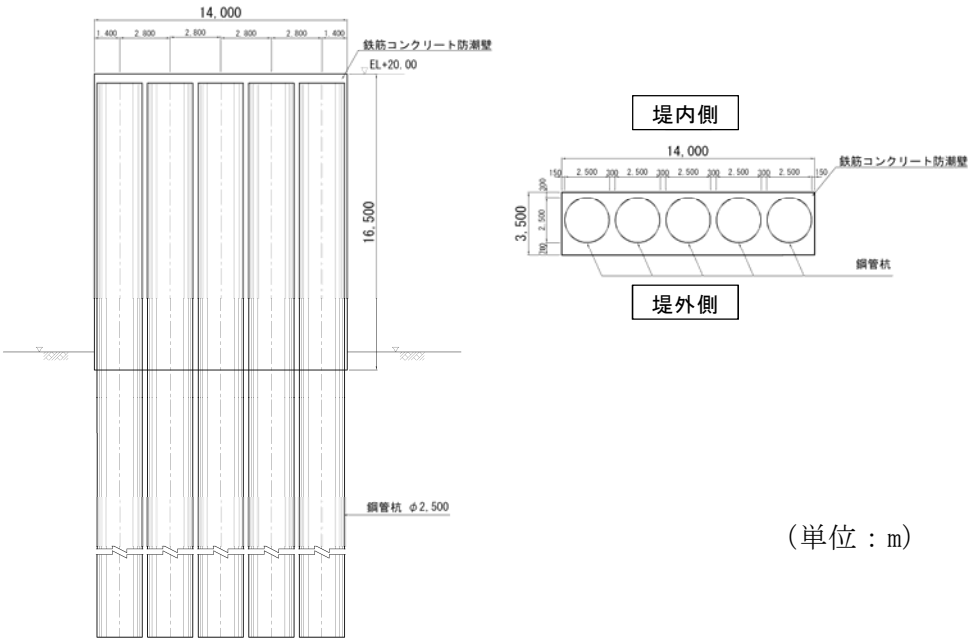
鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁は，延長約 2km，直径 2～2.5m の複数の鋼管杭を鉄筋コンクリートで巻き立てた鉄筋コンクリート造の防潮壁を１つのブロックとした構造物であり，鋼管杭を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の縦断方向は，加振方向に対して，長辺方向の躯体及び縦列の杭基礎の構造断面性能により抵抗することから，強軸断面方向となる。一方，横断方向は，加振方向に対して，短辺方向の躯体及び杭基礎の構造断面性能により抵抗するため，弱軸断面方向となる。耐震評価では，構造物の構造的特徴や周辺の地盤条件も考慮して，構造の安全性に支配的な弱軸断面方向である横断方向の断面について，基準地震動Ｓ$_s$による耐震評価を実施する。

なお，鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁は敷地の全域に渡り設置することから，敷地の地質・地質構造の特徴や遡上津波の特性等を踏まえ，それらを網羅的に考慮した検討断面を第2.5－1表，第2.5－6図，第2.5－2表，第2.5－7図に基づき選定した（①断面～⑥断面）。

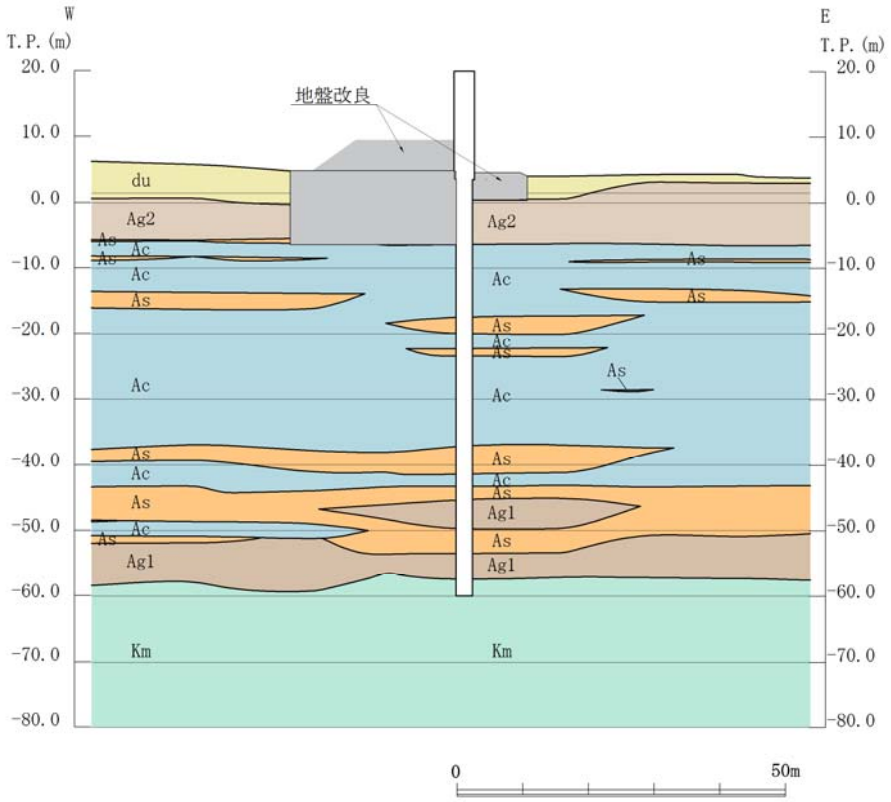


第 2.5－2 図　鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁　平面図



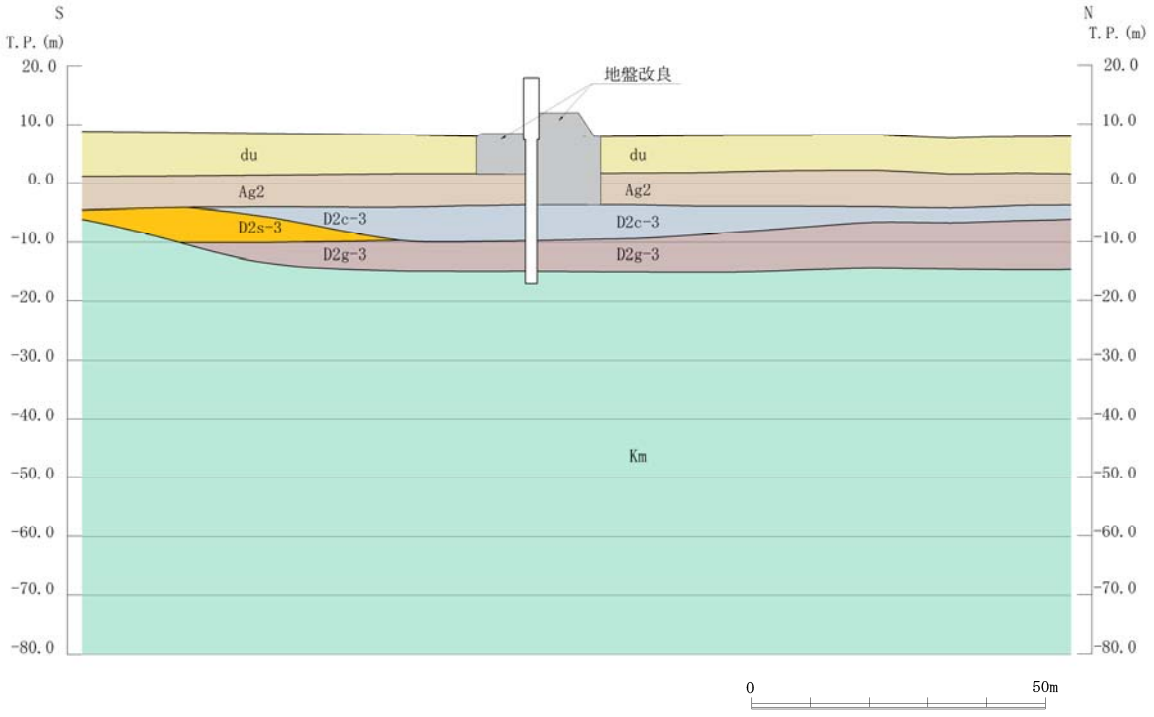
（単位：m）

第 2.5－3 図　鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁　正面図及び断面図



注：地盤改良の範囲については，今後の詳細設計により変更の可能性がある。

第 2.5－4 図　鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁　横断面図（③断面）

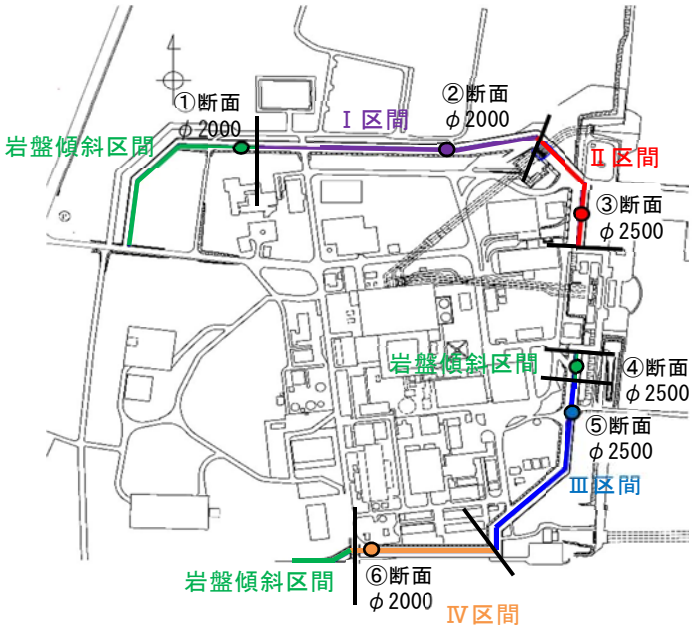


注：地盤改良の範囲については，今後の詳細設計により変更の可能性がある。

第 2.5－5 図　鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁　横断面図（⑥断面）

第 2.5－1 表　検討断面選定理由

検討断面	地質的特徴	区間名 （防潮堤天端高さ）	選定理由
①断面もしくは④断面	岩盤が傾斜する。	岩盤傾斜区間 （T.P.+18m もしくは T.P.+20m）	岩盤の傾斜角が最も大きい箇所
②断面	岩盤標高が低い（第四系の層厚が厚い）	Ⅰ区間 （T.P.+18m）	粘土層が最も厚く堆積する箇所（区間内で第四系の層厚はほぼ一定）
③断面		Ⅱ区間 （T.P.+20m）	全区間で防潮壁の壁高さが最も高い箇所（全区間で津波荷重が最も大きい箇所）
⑤断面	岩盤標高が高い（第四系の層厚が薄い） 更新統が存在する。	Ⅲ区間 （T.P.+20m）	当該区間で第四系の層厚が最も厚い箇所
⑥断面		Ⅳ区間 （T.P.+18m）	当該区間で第四系の層厚が最も厚い箇所

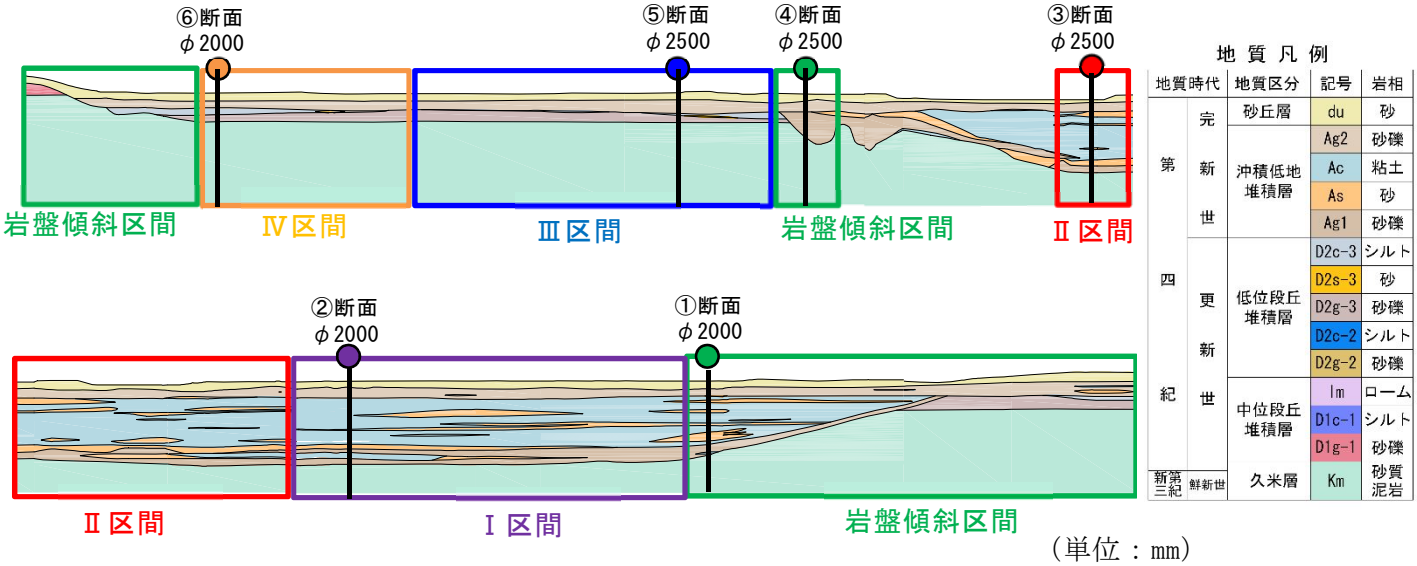


（単位：mm）

第 2.5－6 図　鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の区間割図

第 2.5－2 表　区間別の第四系層厚

凡例	区間	鋼管杭径(mm)	第四系の層厚(岩盤の出現深さ)
	岩盤傾斜区間	φ2,000 or φ2,500	薄い～厚い(傾斜)
	Ⅰ区間	φ2,000	一定の厚さで厚い(深い)
	Ⅱ区間	φ2,500	一定の厚さで厚い(深い)
	Ⅲ区間	φ2,500	一定の厚さで薄い(浅い)
	Ⅳ区間	φ2,000	一定の厚さで薄い(浅い)



（単位：mm）

第 2.5－7 図　検討断面位置図

2.5.2　鋼製防護壁

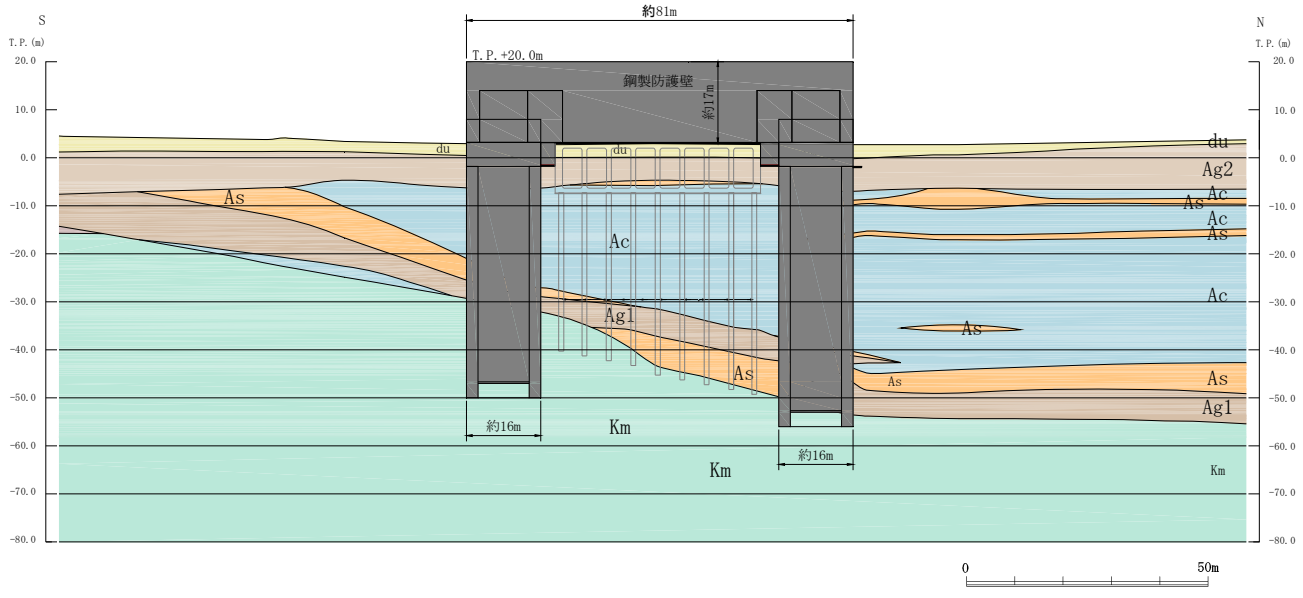
鋼製防護壁の平面図を第 2.5－8 図に，正面図を第 2.5－9 図に，断面図を第 2.5－10 図に示す。

鋼製防護壁は，幅約 81m，高さ約 17m，奥行約 5m の鋼製の構造物であり，幅約 50m の取水構造物を横断し，取水構造物の側方の地中連続壁基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。鋼製防護壁周辺の地盤は新第三系の岩盤上面が南側から北側に傾斜し，その上部に第四系の地層が堆積しているため，第四系の地層は北側で厚く分布している。

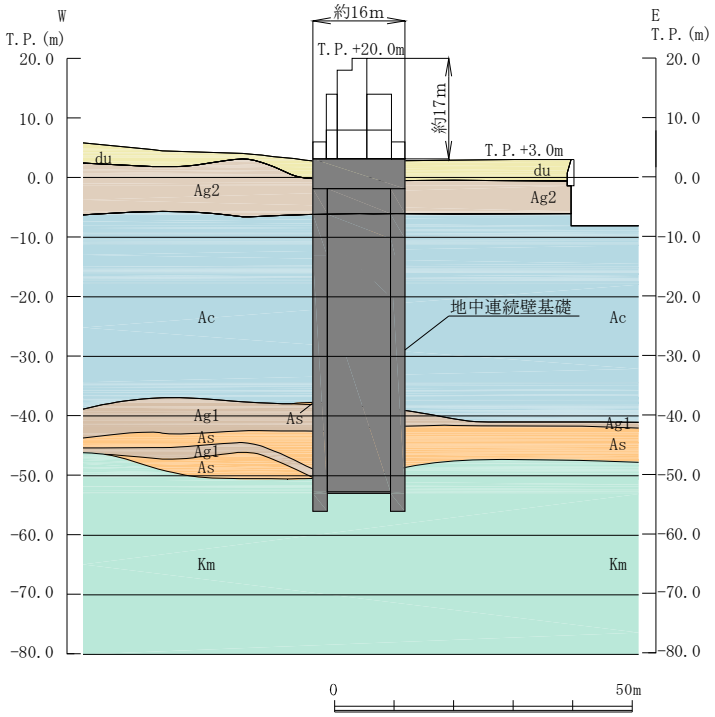
鋼製防護壁は，上部工では相対的に断面係数が大きい縦断方向が強軸断面方向となる。一方，鋼製防護壁の基礎は取水構造物を挟んで南北に分離されており，岩盤深さが北側と南側で異なる。

以上より，鋼製防護壁の耐震評価では，縦断方向 1 断面及び南北基礎の横断方向（堤軸に対して直交する方向）2 断面について，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。

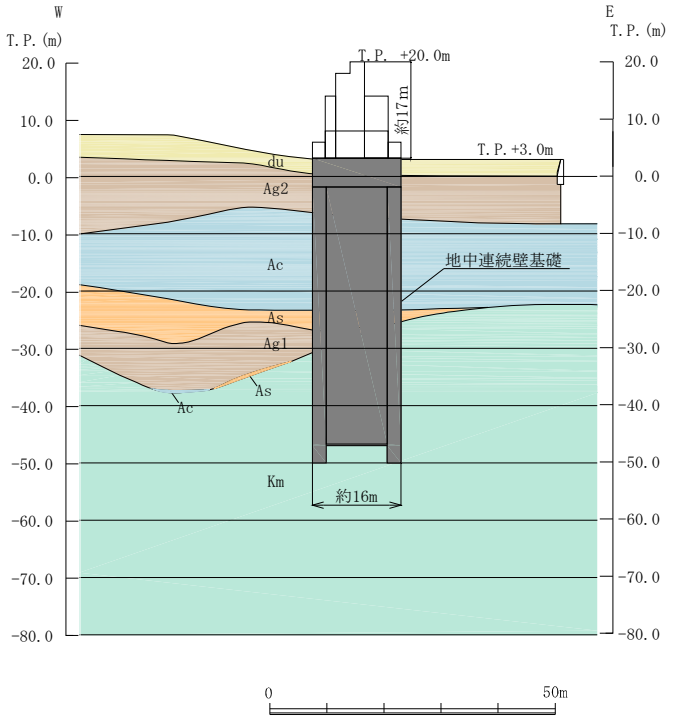
第 2.5－8 図　鋼製防護壁　平面図



第 2.5－9 図　鋼製防護壁　正面図（Ａ－Ａ断面）



第 2.5－10（1）図　鋼製防護壁　断面図（Ｂ－Ｂ断面）



第 2.5－10（2）図　鋼製防護壁　断面図（Ｃ－Ｃ断面）

2.5.3　鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリアを除く）

鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリアを除く）の平面図を第 2.5－11 図に，断面図を第 2.5－12 図に示す。

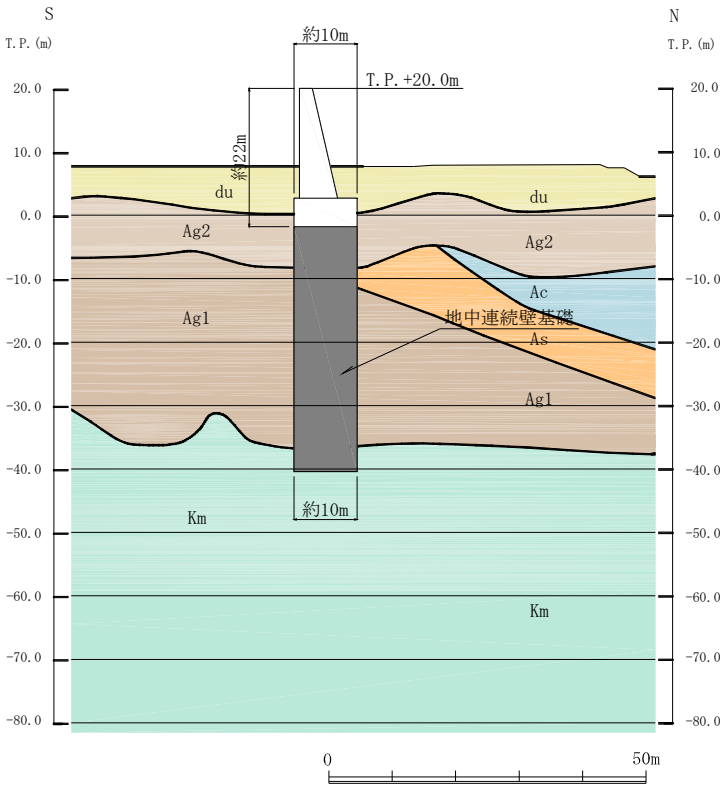
鉄筋コンクリート防潮壁は，幅 11m～20m 程度，高さ約 22m，奥行約 10m の鉄筋コンクリート造の構造物であり，ブロック間は止水ジョイントを施した構造である。鉄筋コンクリート防潮壁は，地中連続壁基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。

鉄筋コンクリート防潮壁の縦断方向は，加振方向に対して，長辺方向の躯体の構造断面性能により抵抗することから，強軸断面方向となる。横断方向（堤軸に対して直交する方向）は，加振方向に対して，短辺方向の躯体の構造断面性能により抵抗するため，弱軸断面方向となる。一方，地中連続壁基礎に着目すると防潮堤の縦断方向は加振方向と平行に配置される部材が少ないことから弱軸断面方向となる。

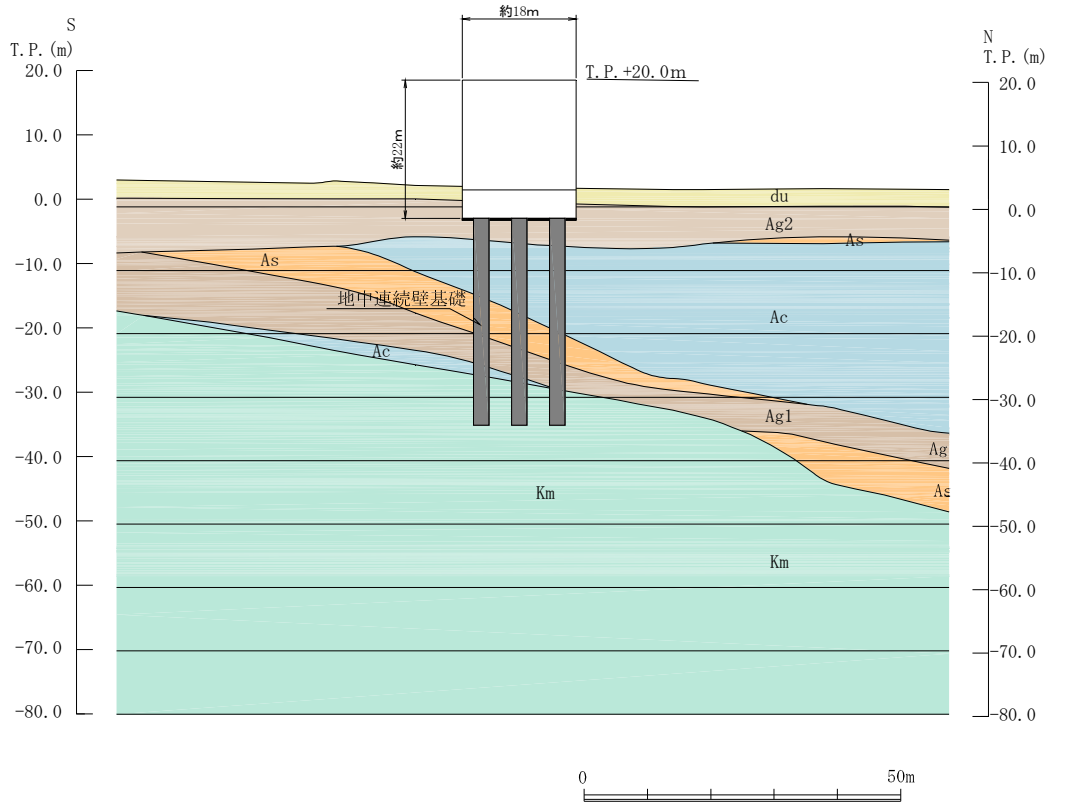
鉄筋コンクリート防潮壁周辺の地盤は新第三系の岩盤上面が南側から北側に傾斜し，その上部に第四系の地層が堆積しているため，第四系の地層は北側で厚く分布している。第四系の地層は，南側の東西方向では起伏に富み，北側の東西方向はほぼ水平に層をなしている。

耐震評価では，構造物の構造的特徴や周辺の地盤条件を考慮して，上部工については構造の安全性に支配的な弱軸断面方向である横断方向の 4 断面，基礎部については構造の安全性に支配的な弱軸断面方向である縦断方向の 4 断面を耐震評価候補断面として整理し，耐震安全上最も厳しくなる断面にて基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。

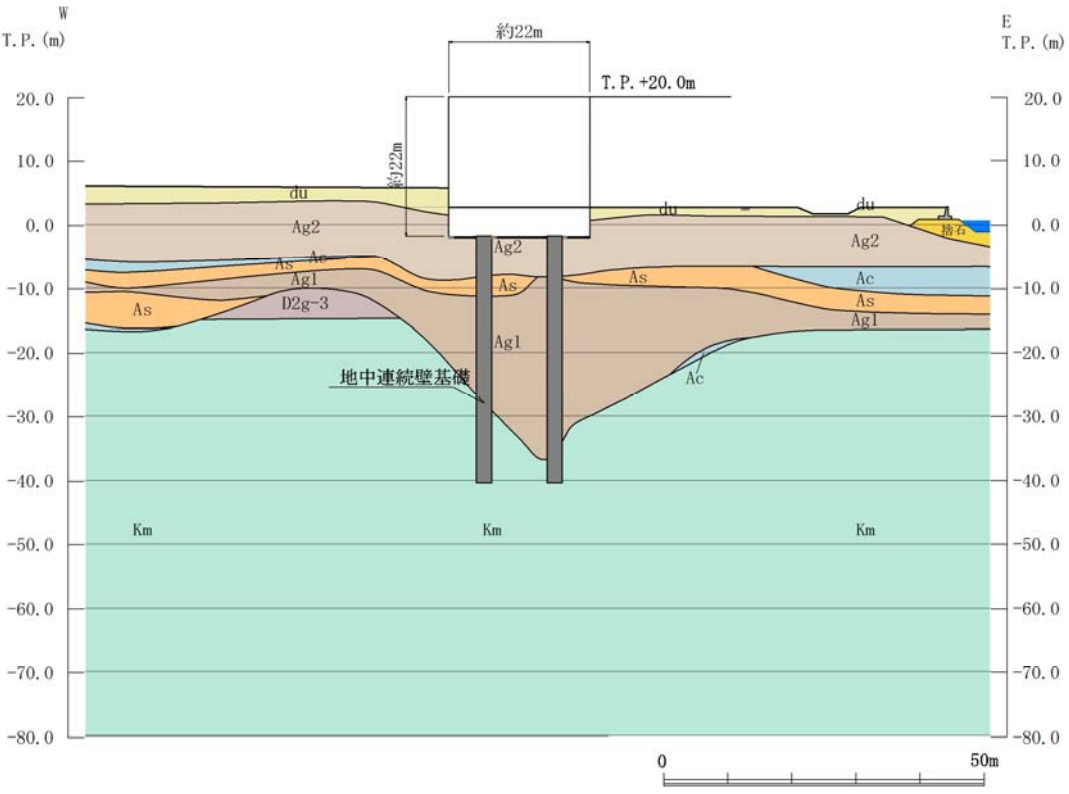
第 2.5－11 図　鉄筋コンクリート防潮壁　平面図



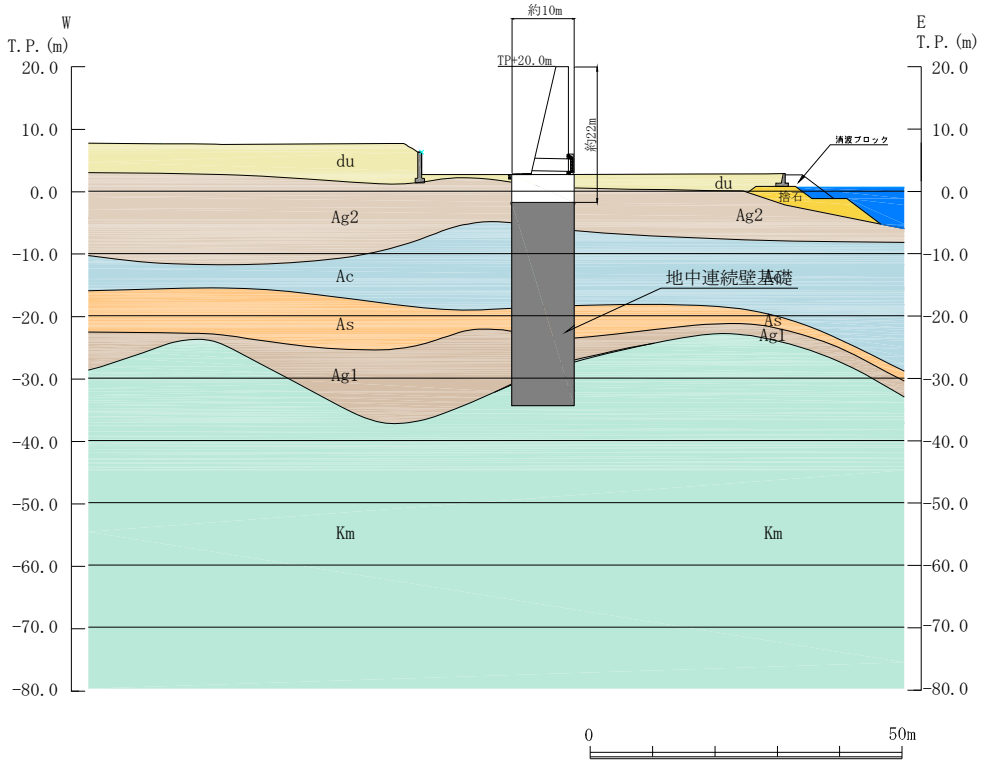
第 2.5－12（1）図　鉄筋コンクリート防潮壁　断面図（Ｄ－Ｄ断面）



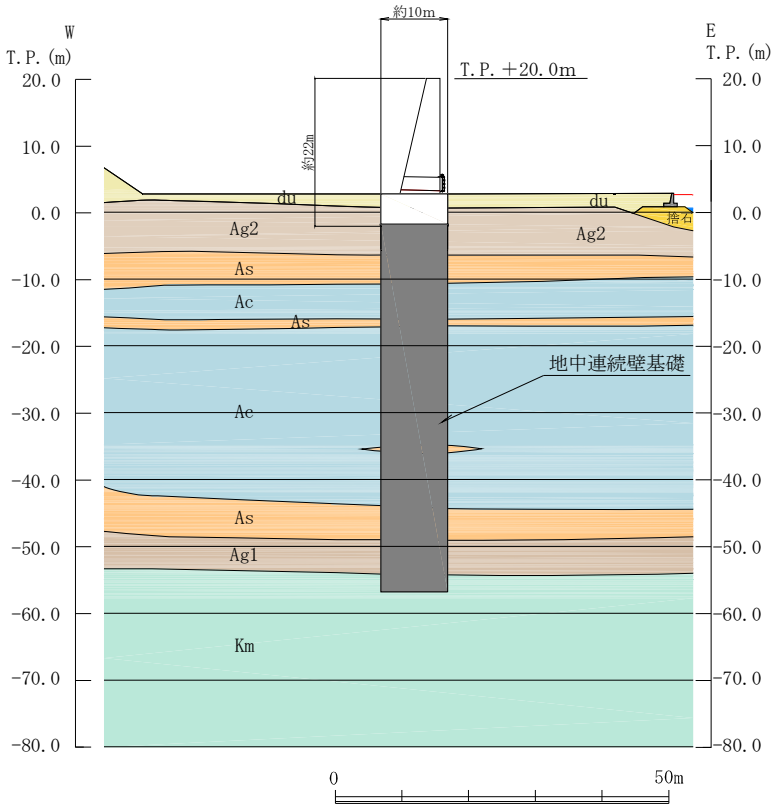
第 2.5－12（2）図　鉄筋コンクリート防潮壁　断面図（Ｅ－Ｅ断面）



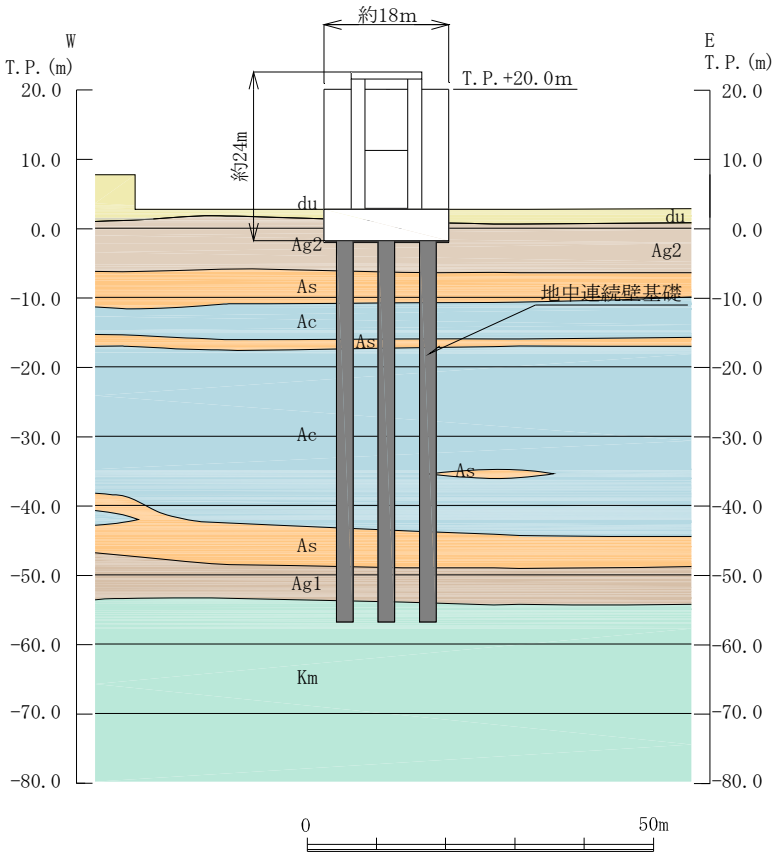
第 2.5－12（3）図　鉄筋コンクリート防潮壁　断面図（Ｆ－Ｆ断面）



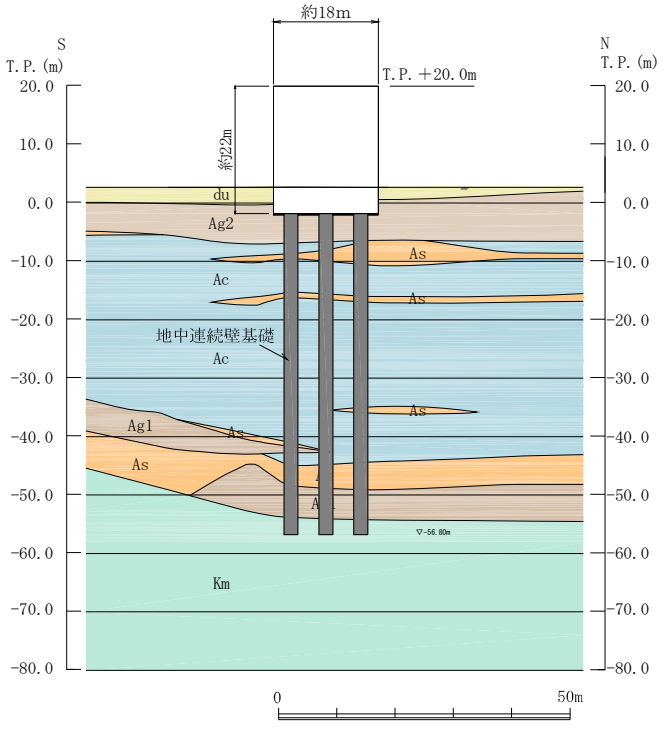
第 2.5－12（4）図　鉄筋コンクリート防潮壁　断面図（G－G断面）



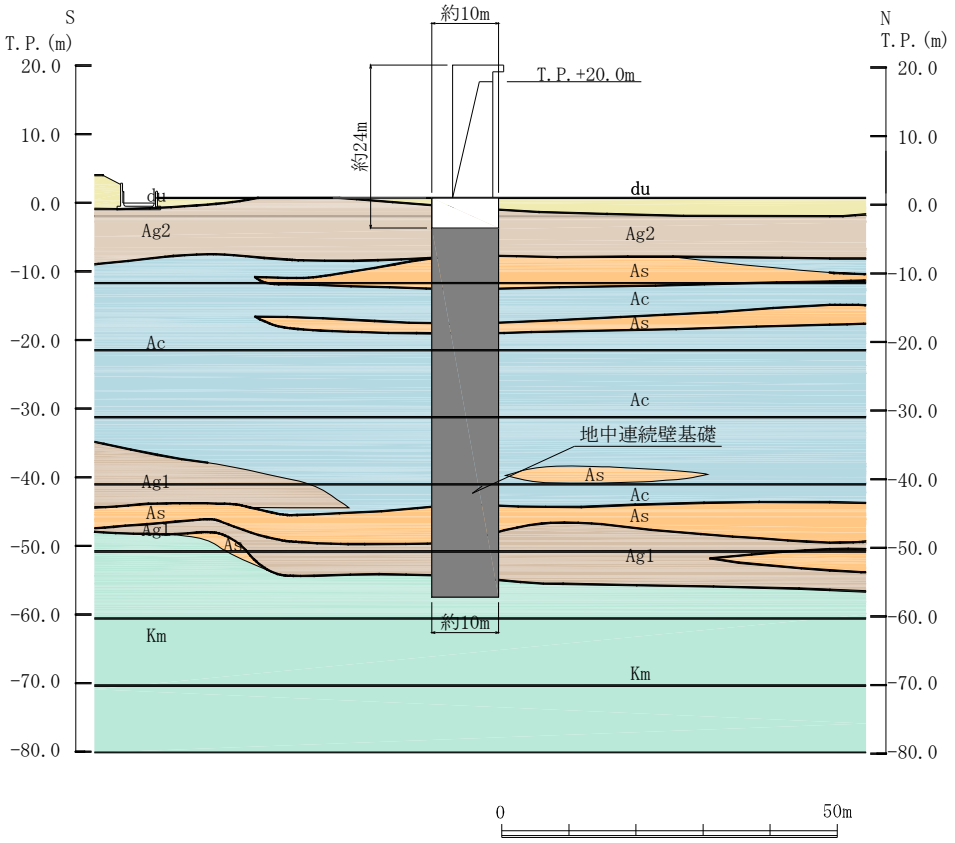
第 2.5－12（5）図　鉄筋コンクリート防潮壁　断面図（H－H断面）



第 2.5－12（6）図　鉄筋コンクリート防潮壁　断面図（Ⅰ－Ⅰ断面）



第 2.5－12（7）図　鉄筋コンクリート防潮壁　断面図（Ｊ－Ｊ断面）



第 2.5－12（8）図　鉄筋コンクリート防潮壁　断面図（Ｋ－Ｋ断面）

2.5.4　鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）

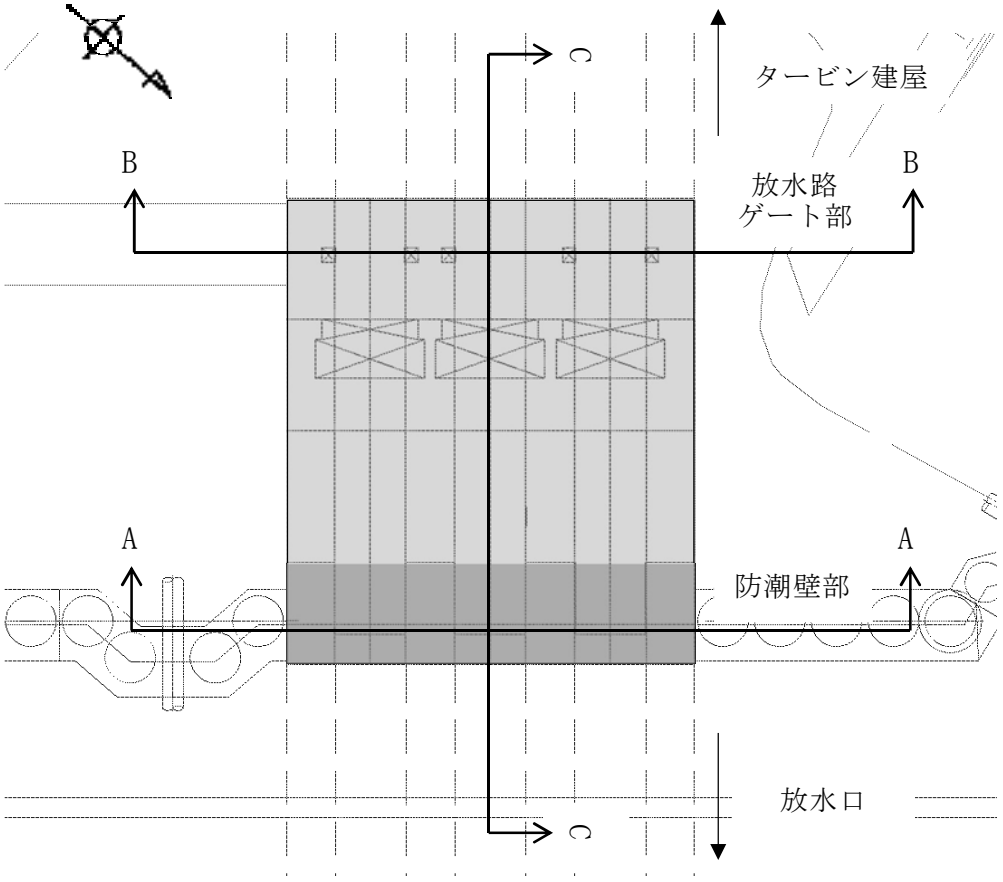
鉄筋コンクリート防潮壁のうち放水路横断部の平面図を第 2.5－13 図に，断面図を第 2.5－14 図に示す。

鉄筋コンクリート防潮壁は，縦断方向約 20m，高さ約 17m，横断方向約 23m の鉄筋コンクリート造の構造物であり，放水路，地中連続壁基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。

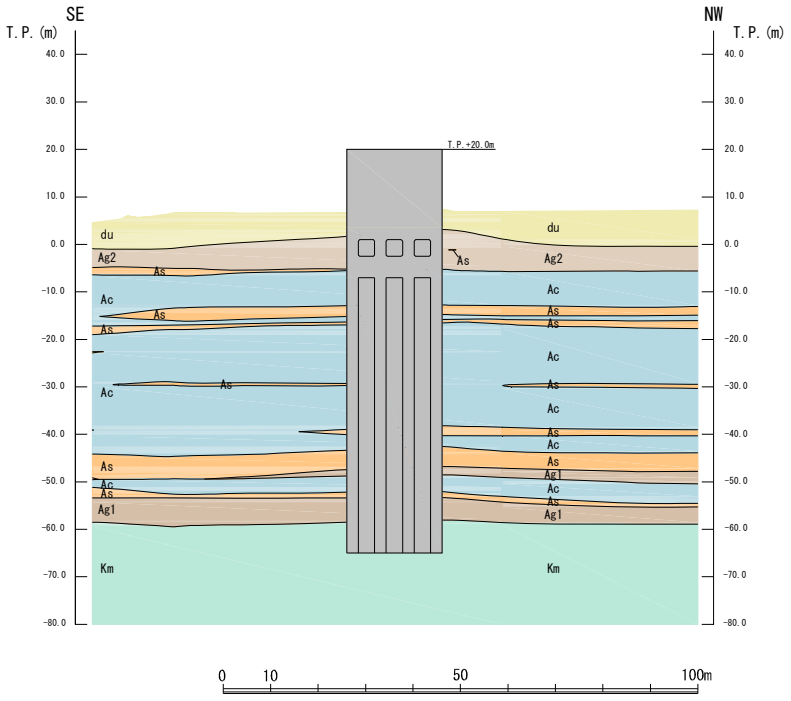
鉄筋コンクリート防潮壁の縦断方向では，防潮壁部は，加振方向に対して，長辺方向の躯体の構造断面性能により抵抗することから，強軸断面方向となり，防水路部及び放水路ゲート部は加振方向と平行に躯体が配置されないことから，弱軸断面方向となる。

鉄筋コンクリート防潮壁周辺の第四系の地層はほぼ水平な層をなし，Ac 層が厚く分布する。

耐震評価では，構造物の構造的特徴や周辺の地盤条件を考慮して，縦断方向 2 断面及び横断方向 1 断面について，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。縦断方向の断面位置は防潮壁部と放水路ゲート部に設定する。横断方向の断面位置は構造物の中心線位置とする。

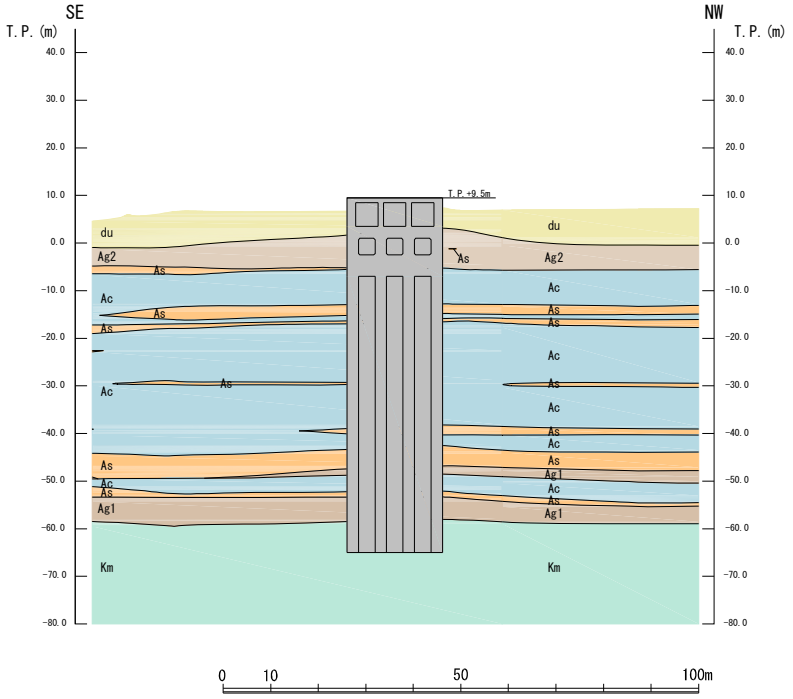


第 2.5－13 図　鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）　平面図



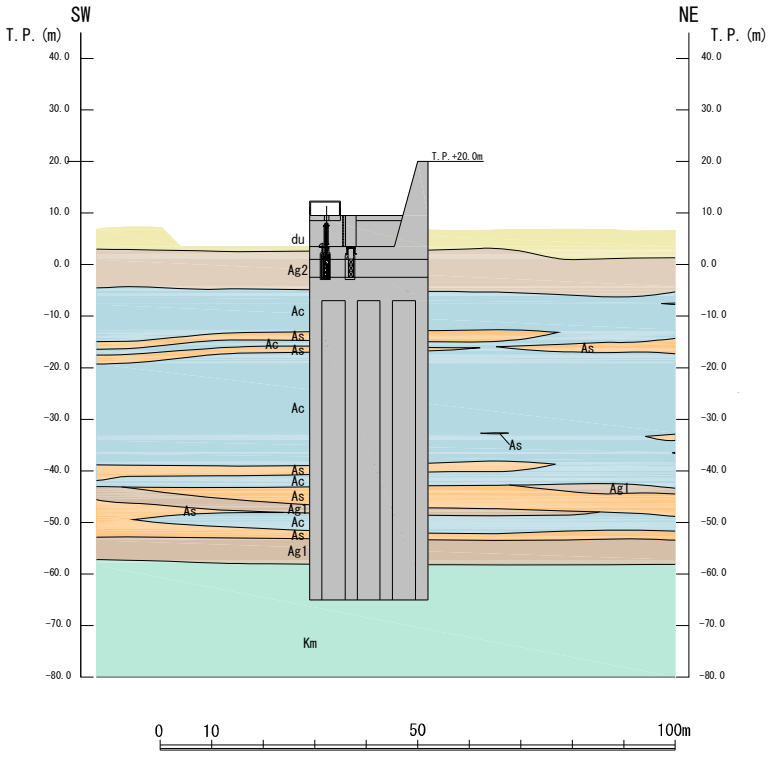
第 2.5－14（1）図　鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）

断面図（Ａ－Ａ断面）（防潮壁部）



第 2.5－14（2）図　鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）断面図

（Ｂ－Ｂ断面）（放水路ゲート部）



第 2.5－14（3）図　鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）断面図

（Ｃ－Ｃ断面）

2.6　常設代替高圧電源装置置場の断面選定の考え方

常設代替高圧電源装置置場の平面図を第 2.6－1 図に，断面図を第 2.6－2 図に示す。

常設代替高圧電源装置置場は常設重大事故等対処施設である常設代替高圧電源装置等を内包すると共に，Ｓクラス施設である軽油貯蔵タンクを間接支持する機能を有する。また，施設の下部を，常設代替高圧電源装置等である西側淡水貯水設備として使用する。

常設代替高圧電源装置置場は，幅約 46m（南北方向）×約 56m（東西方向），高さ約 47m の多層ラーメン構造の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，十分な支持性能を有する岩盤に直接設置する。

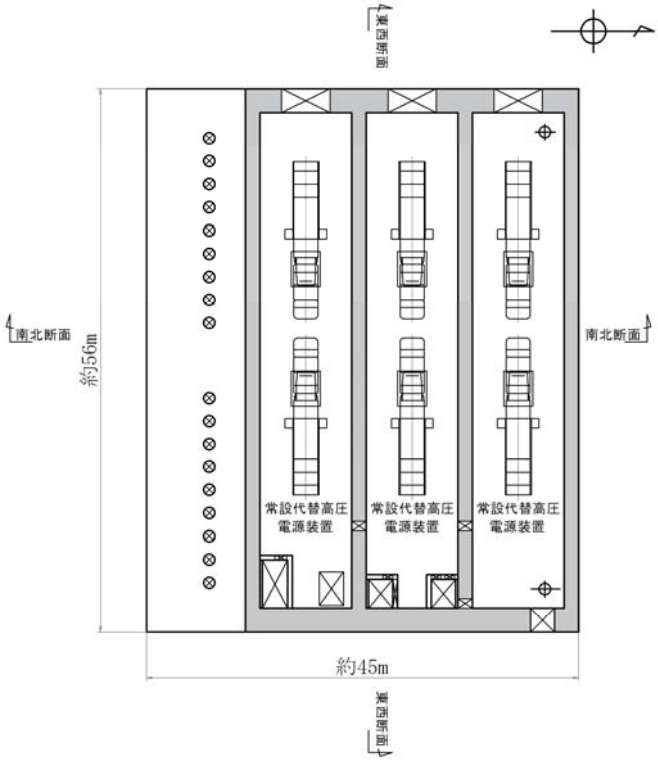
常設代替高圧電源装置置場では内包する常設代替高圧電源装置や間接支持するＳクラス施設が縦断方向（東西方向）に一様に設置されているため，機器・配管系の設置位置による影響を考慮する必要はない。

常設代替高圧電源装置置場の東西方向は加振方向に対して平行に配置される側壁又は隔壁の構造断面性能により抵抗することから，強軸断面方向となる。一方，南北方向は，設備の配置などから加振方向と平行に配置される構造部材が少ないことから弱軸断面方向となる。

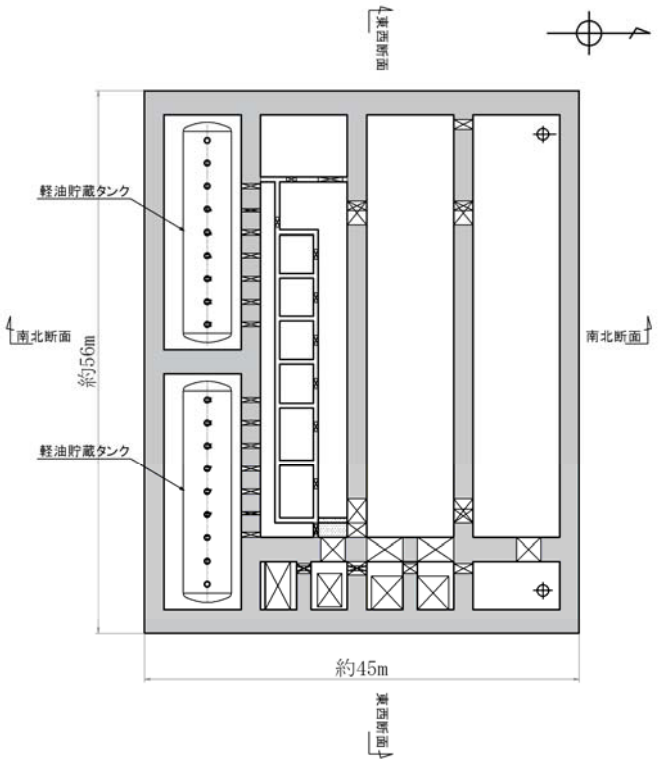
常設代替高圧電源装置置場については，土木構造物に対する影響が大きい弱軸断面方向である南北方向の断面を選定し，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。

また，機器・配管系に対しては，強軸断面方向の影響が大きい可能性も考慮して断面選定を行う。

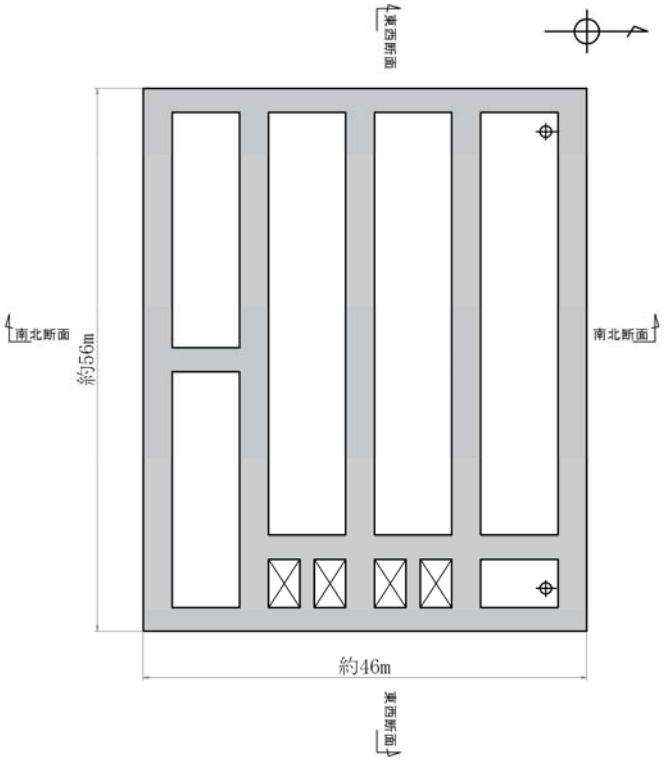
第 2.6－1（1）図　常設代替高圧電源装置置場　平面図



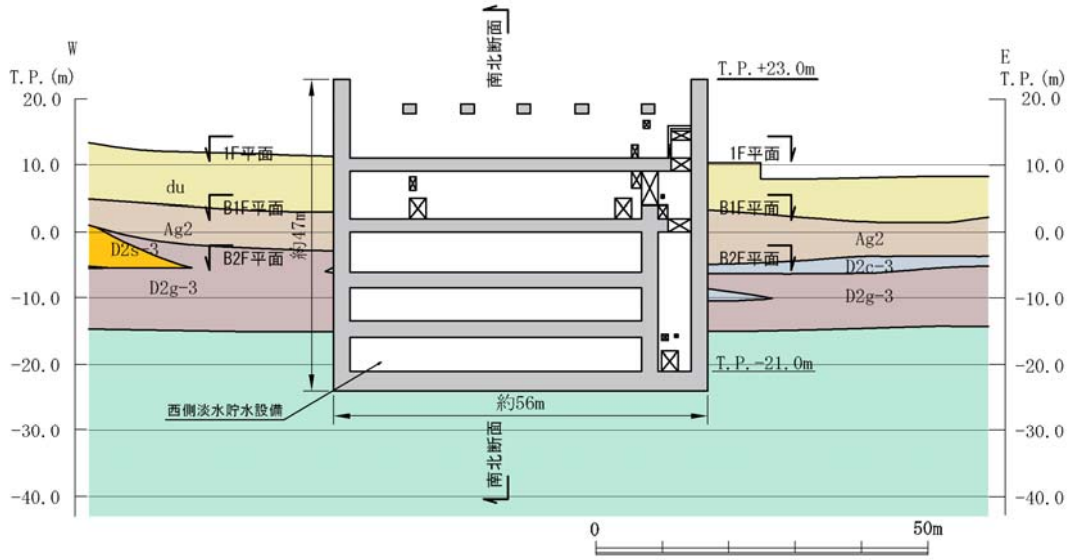
第 2.6－1（2）図　常設代替高圧電源装置置場　1F 平面図



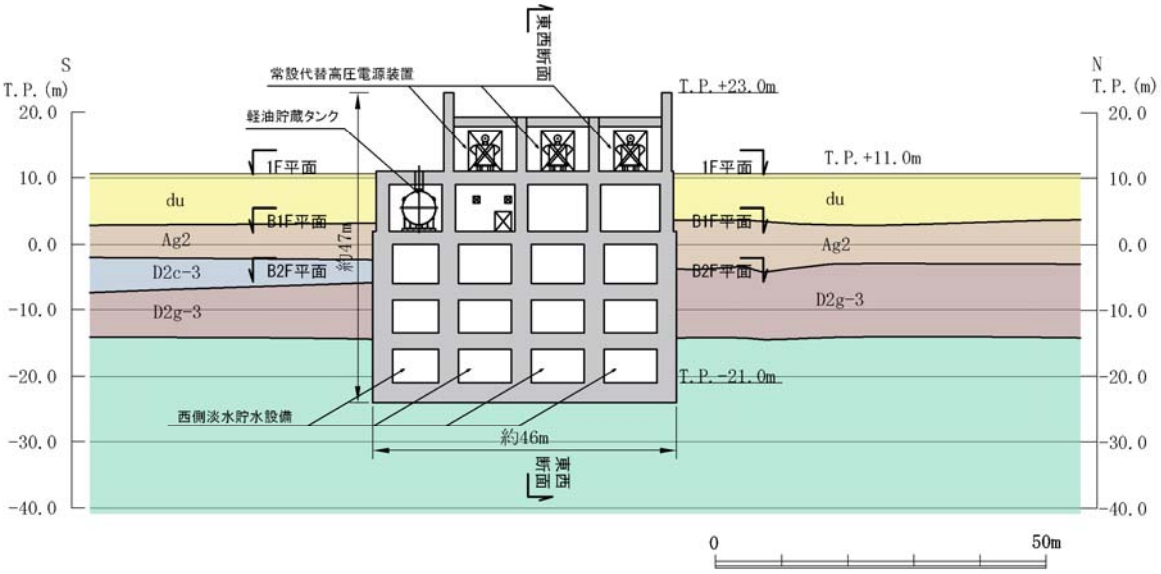
第 2.6－1（3）図　常設代替高圧電源装置置場　B1F 平面図



第 2.6－1（4）図　常設代替高圧電源装置置場　B2F 平面図



第 2.6－2（1）図　常設代替高圧電源装置置場　断面図（東西断面）

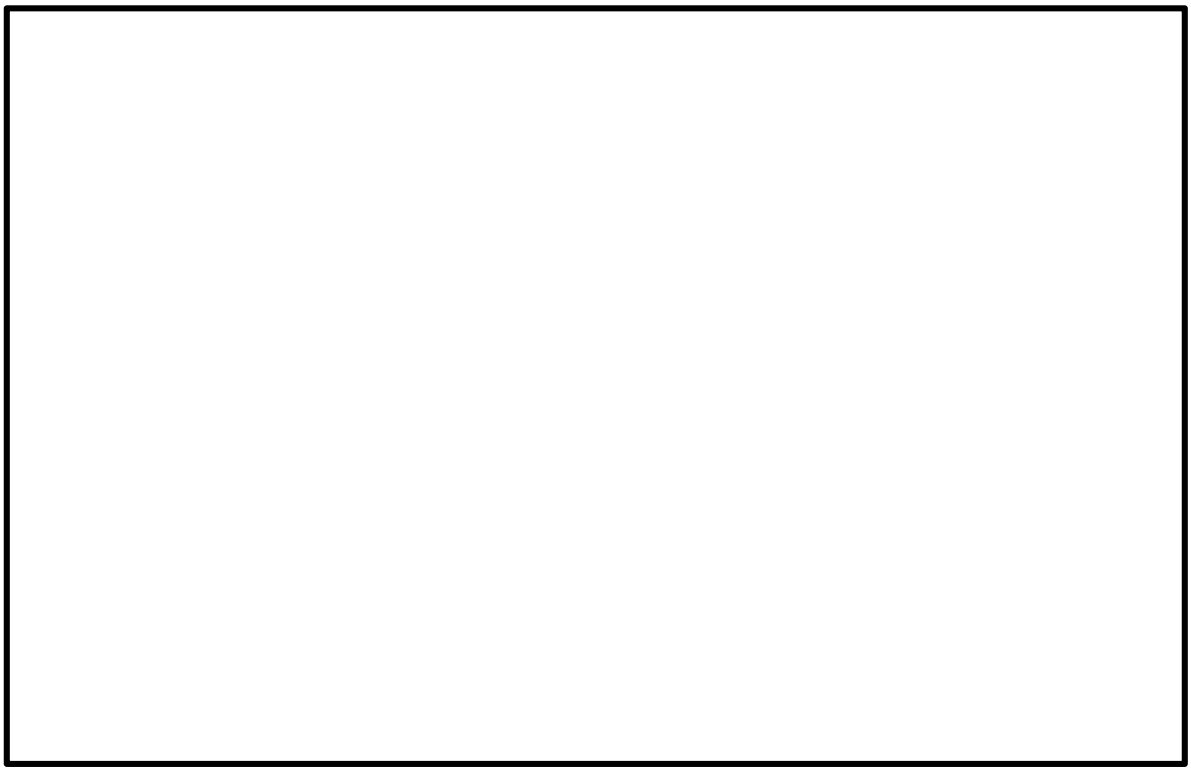


第 2.6－2（2）図　常設代替高圧電源装置置場　断面図（南北断面）

2.7　常設代替高圧電源装置用カルバートの断面選定の考え方

常設代替高圧電源装置用カルバートの平面図を第 2.7－1 図に示す。

常設代替高圧電源装置用カルバートは，鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，トンネル部，立坑部及びカルバート部に区分される。以下にそれぞれの断面選定の考え方を示す。



第 2.7－1 図　常設代替高圧電源装置用カルバート　平面図

2.7.1　トンネル部

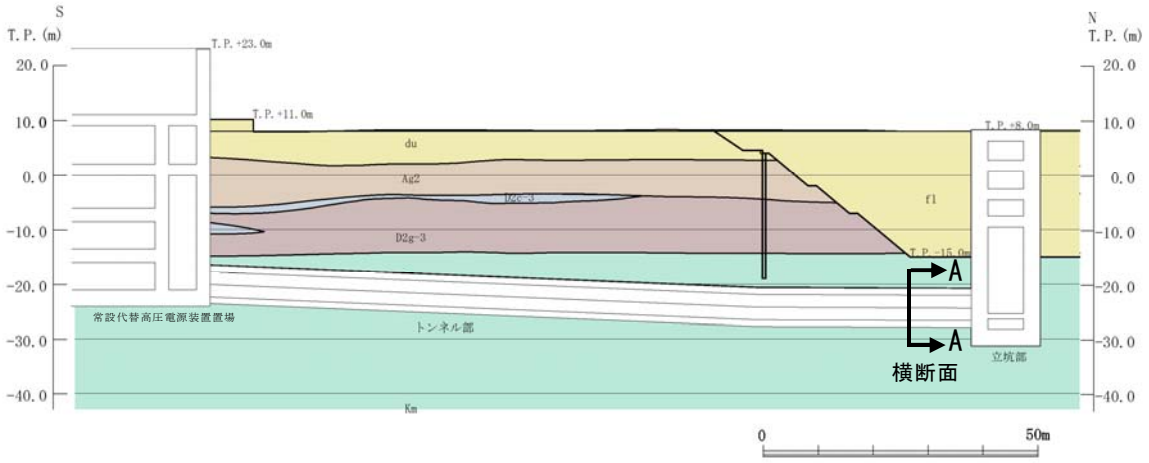
常設代替高圧電源装置用カルバートのうちトンネル部の縦断面図を第2.7－2図に，横断面図を第2.7－3図に示す。

常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部，立坑部，カルバート部）は常設重大事故等対処施設である常設代替高圧電源装置電路等を内包すると共に，Ｓクラス施設である軽油移送配管を間接支持する機能を有する。

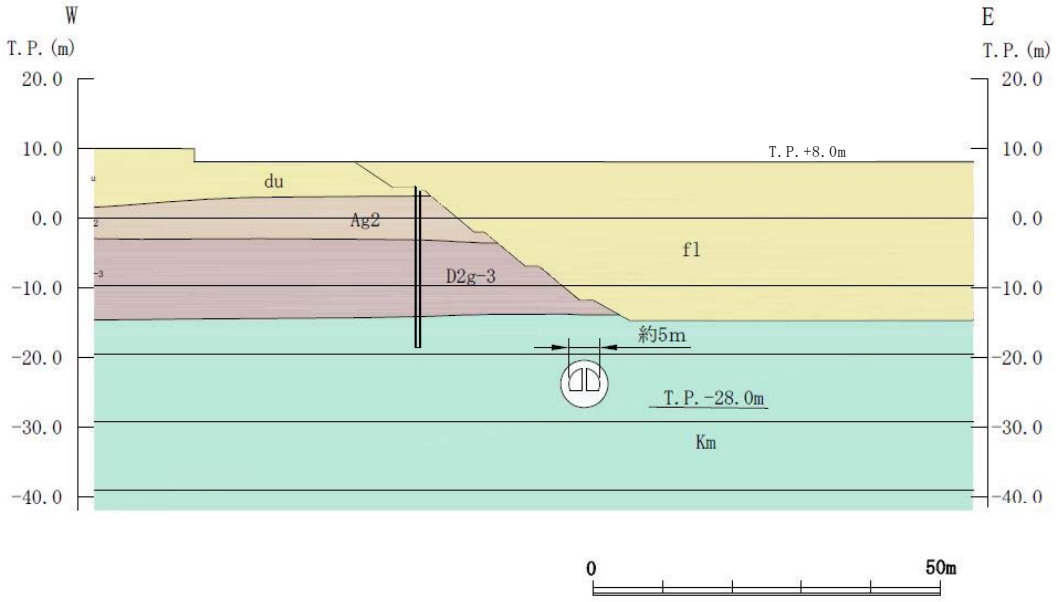
トンネル部は，延長約150m，内径約5mの鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，トンネルの縦断方向（配管方向）に対して内空寸法が一様で，十分な支持性能を有する岩盤に設置する。トンネル部は全線にわたり一定区間でブロック割を行う。

トンネルの縦断方向は，加振方向に対して，長辺方向の躯体の構造断面性能により抵抗することから，強軸断面方向となる。また，前述のとおりトンネル部は全線にわたり一定区間でブロック割されており，トンネル縦断方向の応力は区間毎に解放されること，トンネルは岩盤に設置されていることから縦断方向のブロック毎の相対変位は小さいと考えられる。一方，横断方向は，トンネル内に配管が配置されるため，加振方向と平行に配置される構造部材がないことから，弱軸断面方向となる。

トンネル部は，全長を岩盤に設置されており，周辺の地盤が構造物に与える影響はどの断面でも大きな差はなく，上載荷重の影響が支配的であると考えられることから，耐震評価では，構造の安全性に支配的な弱軸断面方向である横断方向のうち，土被りが最も大きくなるＡ－Ａ断面を選定し，基準地震動$Ｓ_{s}$による耐震評価を実施する。なお，周辺地質状況の相違による影響を確認するため，トンネル縦断方向における複数地点にて一次元波動論における地震応答解析を実施し，トンネルの上端と下端の相対変位を確認する。



第 2.7－2 図　常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）縦断面図



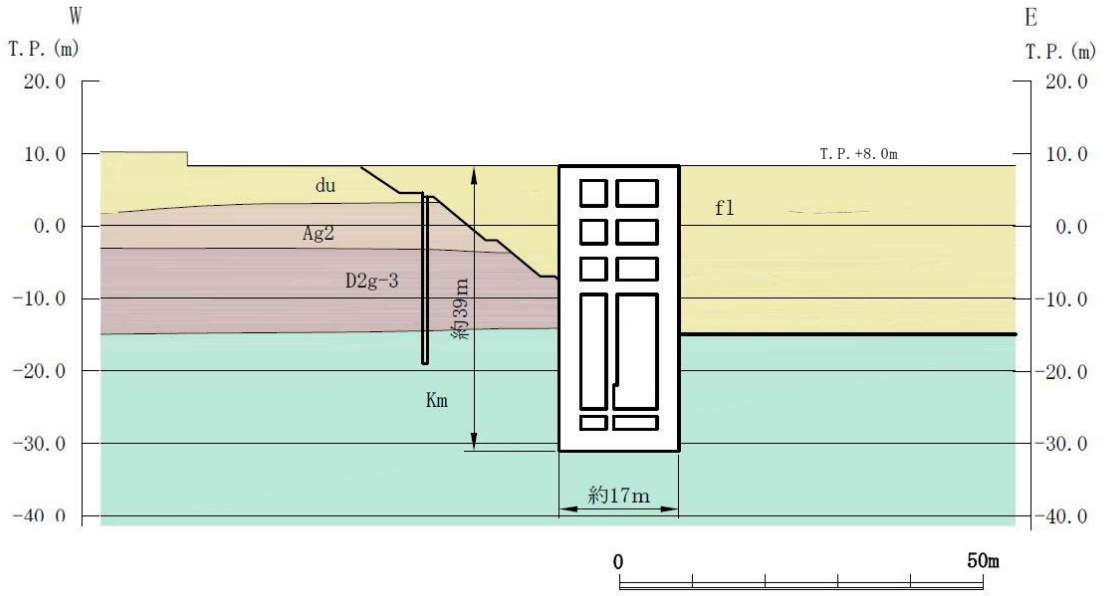
第 2.7－3 図　常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）横断面図

2.7.2　立坑部

常設代替高圧電源装置用カルバートのうち立坑部の断面図を第 2.7－4 図に示す。

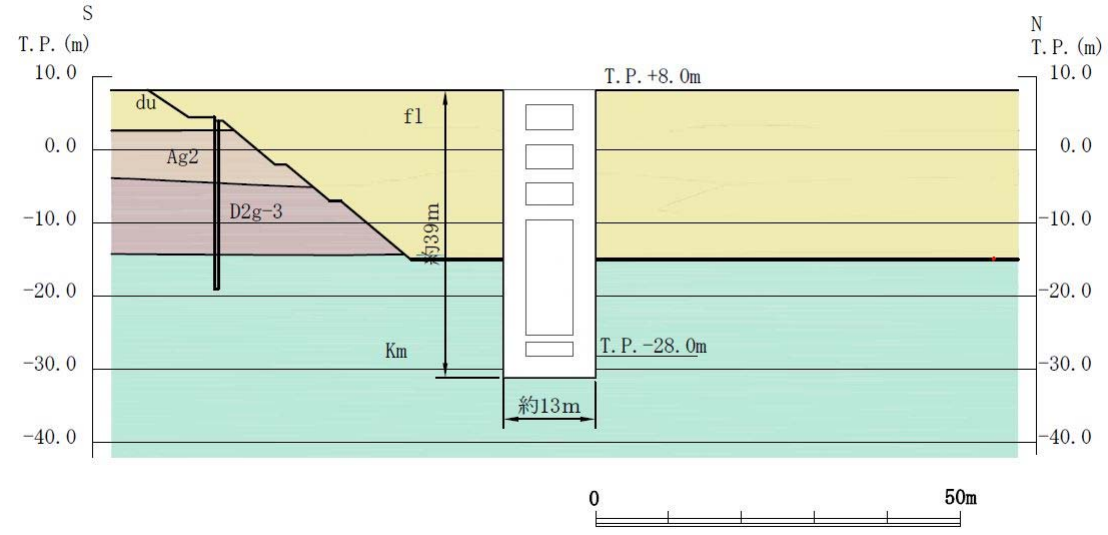
立坑部は，幅約 15m（東西方向）×約 11m（南北方向），高さ約 39m の多層ラーメン構造の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，十分な支持性能を有する岩盤に直接設置する。

立坑部は，角筒形の鉄筋コンクリート構造物であり，互いに直交する荷重はそれぞれ異なる構造部材で受け持つ設計とすることから，耐震評価では，立坑部の南北方向及び東西方向の 2 断面を選定し，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。



第 2.7－4（1）図　常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）断面図

（東西断面）



第 2.7－4（2）図　常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）断面図

（南北断面）

2.7.3　カルバート部

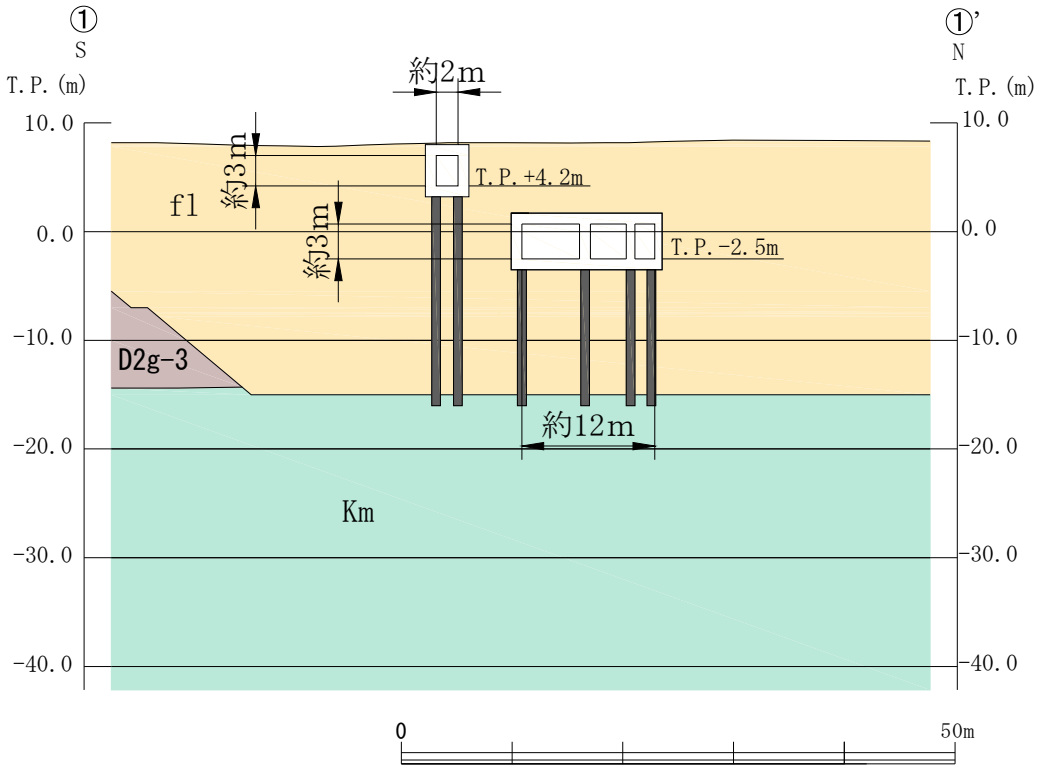
常設代替高圧電源装置用カルバートのうちカルバート部の平面図を第 2.7－5 図に，断面図を第 2.7－6 図に示す。

カルバート部は，延長約 29m，内空幅約 12m，内空高さ約 3m 及び延長約 6m，内空幅約 2m，内空高さ約 3m の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，カルバートの縦断方向（配管方向）に対して内空寸法がほぼ一様で，杭を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。

カルバートの縦断方向は，加振方向に対して，長辺方向の躯体の構造断面性能により抵抗することから，強軸断面方向となる。一方，横断方向は，加振方向に対して，短辺方向の躯体の構造断面性能により抵抗するため，弱軸断面方向となる。

耐震評価では，構造の安全性に支配的な弱軸断面方向である横断方向の断面を選定し，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。

第 2.7－5 図　常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）平面図



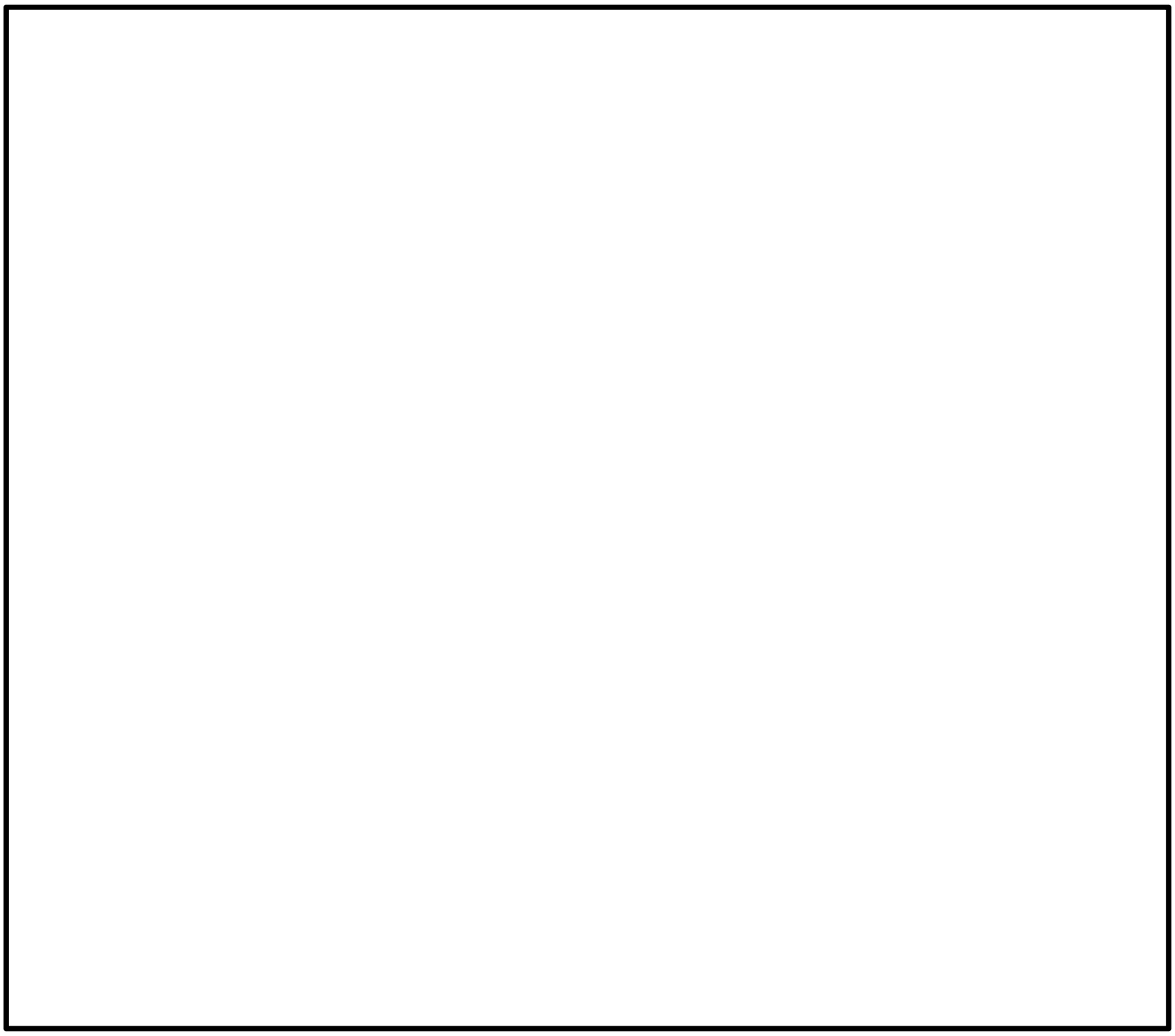
第 2.7－6 図　常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）

断面図（①－①’断面）

3.　常設重大事故等対処施設等の耐震評価における断面選定の考え方

3.1　各施設の配置

本章では常設重大事故等対処施設である，代替淡水貯槽，常設低圧代替注水系ポンプ室，常設低圧代替注水系配管カルバート，緊急用海水ポンプピット，格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート，緊急用海水取水管，ＳＡ用海水ピット，海水引込み管，ＳＡ用海水ピット取水塔，緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎の断面選定の考え方を示す。各施設の平面配置図を第 3.1－1 図に示す。



第 3.1－1 図　常設重大事故等対処施設の土木構造物　平面配置図

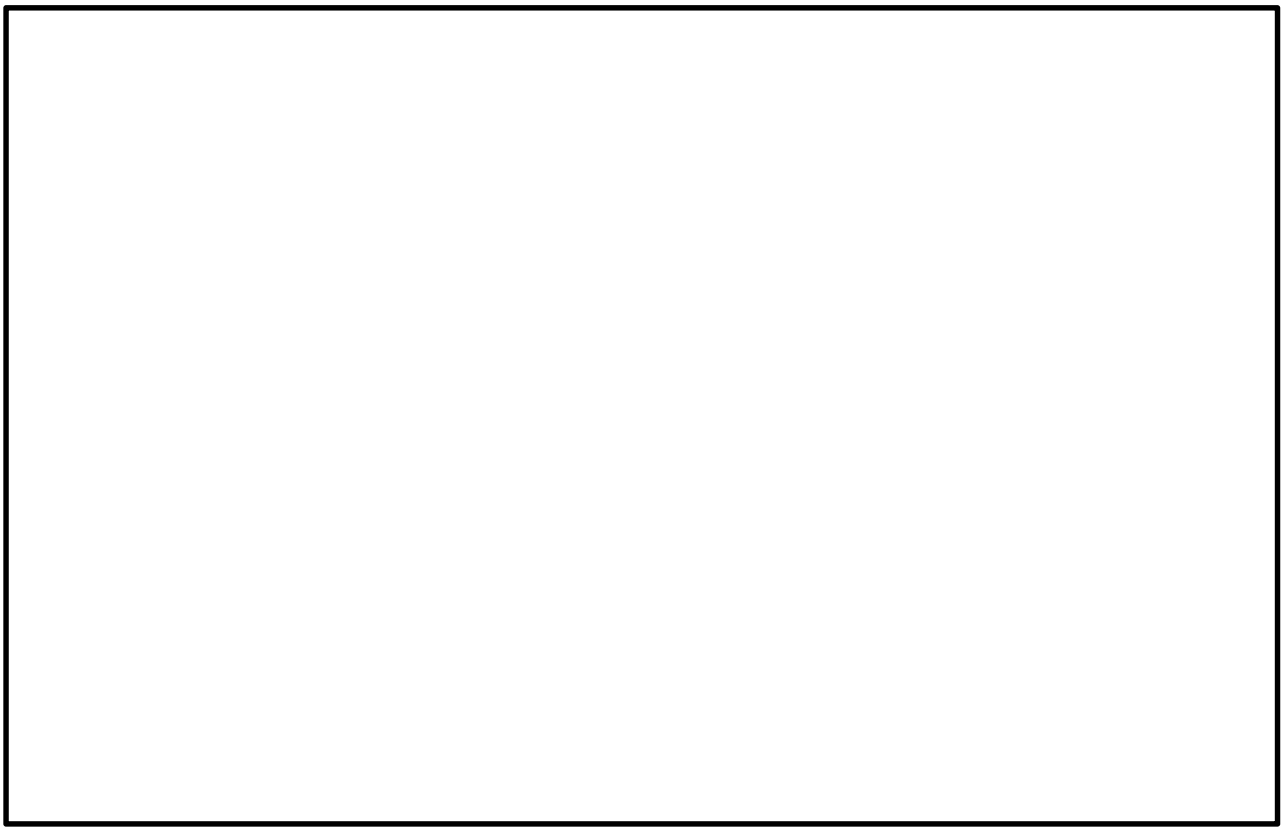
3.2　代替淡水貯槽の断面選定の考え方

代替淡水貯槽の平面図を第 3.2－1 図に，断面図を第 3.2－2 図に示す。

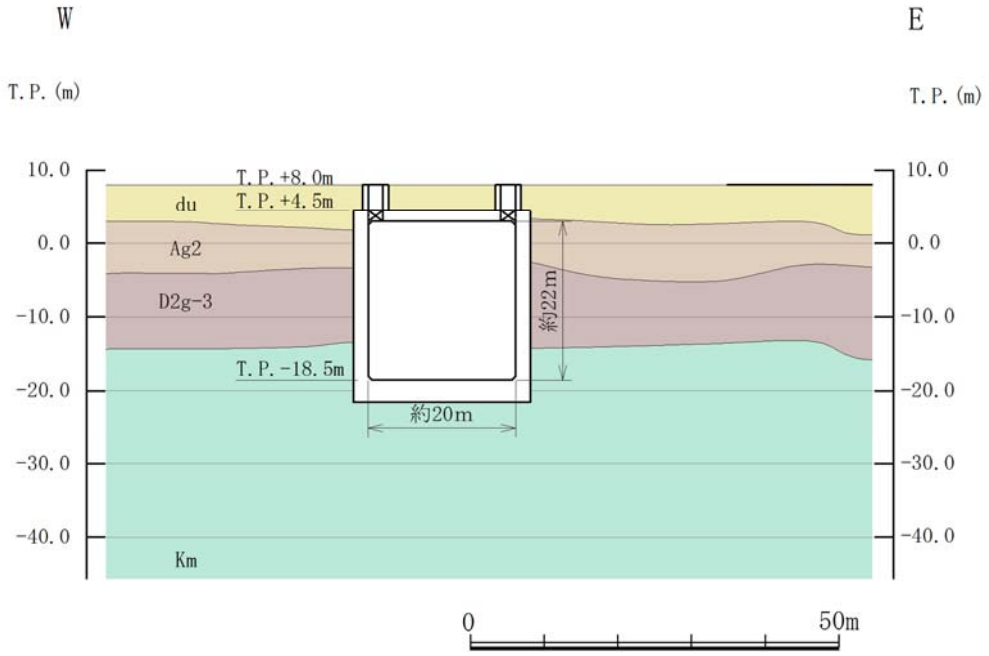
代替淡水貯槽は常設重大事故等対処施設である。

代替淡水貯槽は，内径約 20m，内空高さ約 22m の鉄筋コンクリート造の円筒形の地中構造物であり，十分な支持性能を有する岩盤に直接設置する。

代替淡水貯槽は，円筒形の鉄筋コンクリート構造物であり，明確な弱軸断面方向がないことから，東西及び南北方向の 2 断面を選定し，両者から得られた地震力による断面力を組み合わせ，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。



第 3.2－1 図　代替淡水貯槽　平面図



第 3.2－2（1）図　代替淡水貯槽　断面図（東西断面）

第 3.2－2（2）図　代替淡水貯槽　断面図（南北断面）

3.3　常設低圧代替注水系ポンプ室の断面選定の考え方

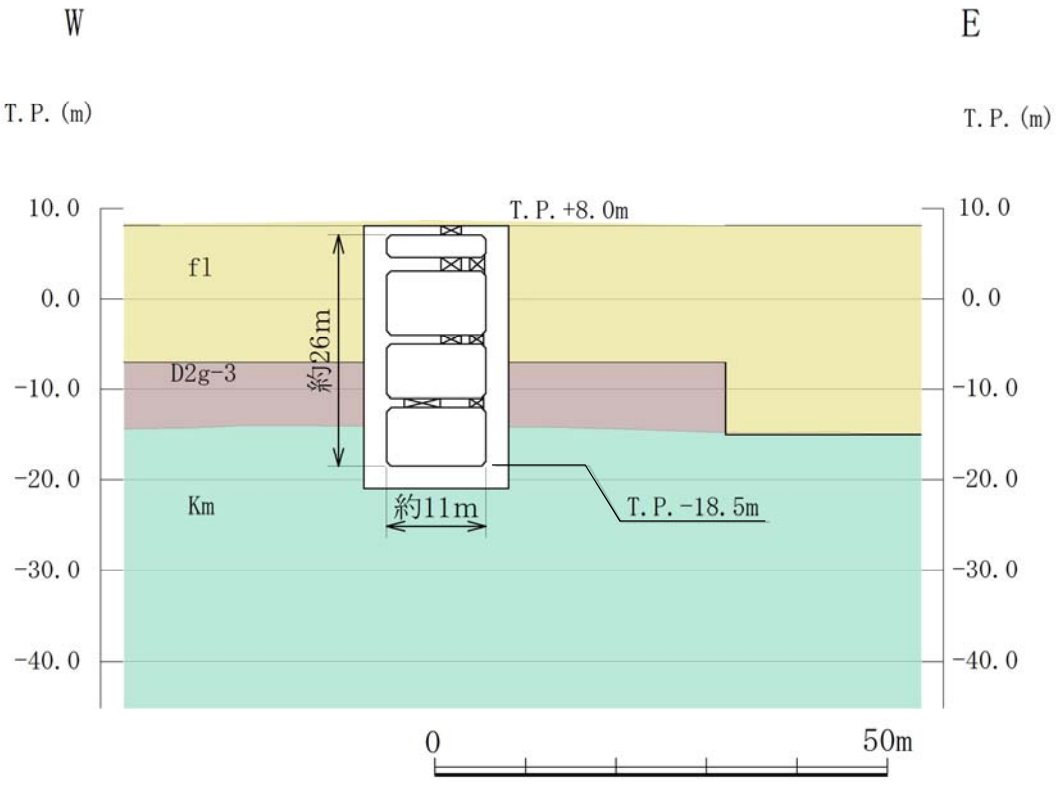
常設低圧代替注水系ポンプ室の平面図を第 3.3－1 図に，断面図を第 3.3－2 図に示す。

常設低圧代替注水系ポンプ室は常設重大事故等対処施設であり，常設低圧代替注水系ポンプ等を内包する。

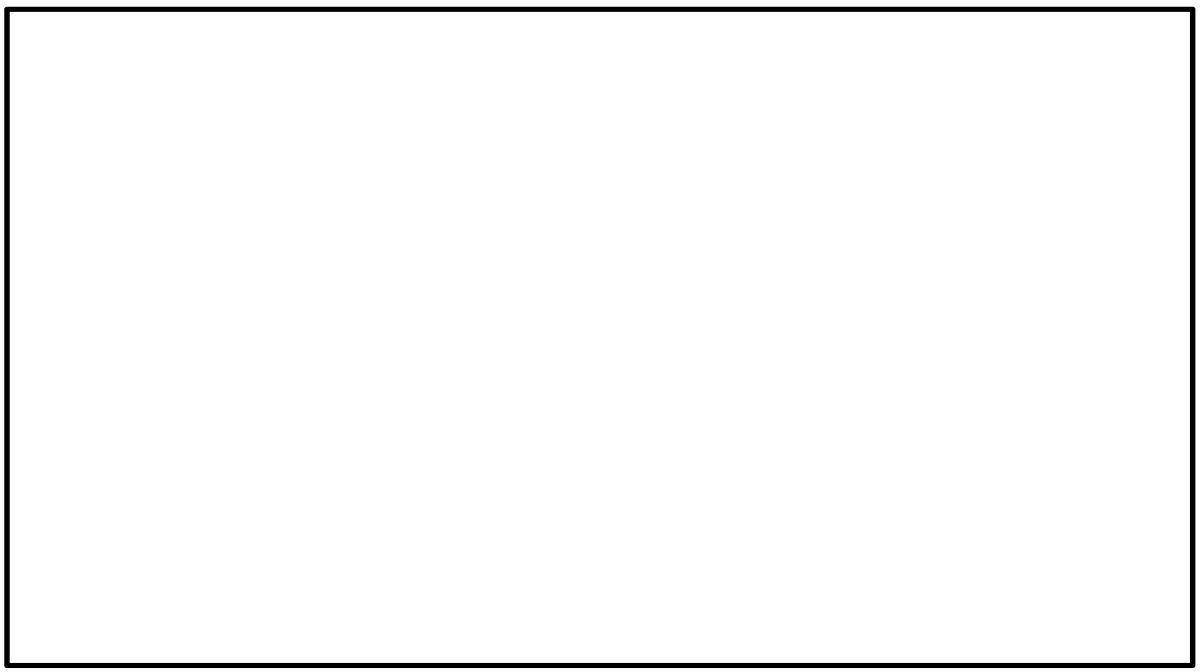
常設低圧代替注水ポンプ室は，内空幅約 11m（東西方向）×約 7m（南北方向），内空高さ約 26m の多層ラーメン構造の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，十分な支持性能を有する岩盤に直接設置する。また，代替淡水貯槽と接続する配管を支持する内空幅約 2m，内空高さ約 2m の張出し部を 2 箇所有する。

常設低圧代替注水系ポンプ室は，角筒形の鉄筋コンクリート構造物であり，互いに直交する荷重はそれぞれ異なる構造部材で受け持つ設計とすることから，耐震評価では，常設低圧代替注水系ポンプ室の東西方向及び南北方向の 2 断面を選定し，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。また，南北断面においては，東西方向の幅で張出し部を含めた剛性及び上載荷重を考慮する。

第 3.3－1 図　常設低圧代替注水系ポンプ室　平面図



第 3.3－2（1）図　常設低圧代替注水系ポンプ室　断面図（東西断面）



第 3.3－2（2）図　常設低圧代替注水系ポンプ室　断面図（南北断面）

3.4　常設低圧代替注水系配管カルバートの断面選定の考え方

常設低圧代替注水系配管カルバートの平面図を第 3.4－1 図に，断面図を第 3.4－2 図に示す。

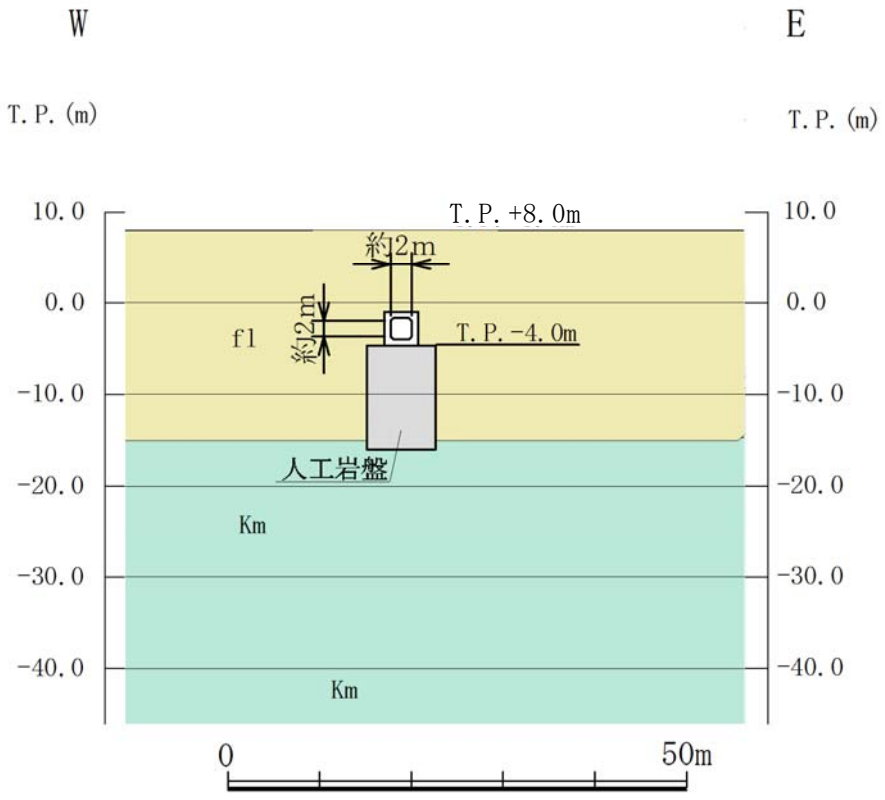
常設低圧代替注水系配管カルバートは常設重大事故等対処施設であり，常設低圧代替注水系配管を内包する。

常設低圧代替注水系配管カルバートは，延長約 22m，内空幅約 2m，内空高さ約 2m の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，縦断方向（配管方向）に対して内空寸法が一様で，人工岩盤を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。

常設低圧代替注水系配管カルバートの縦断方向は，加振方向に対して，長辺方向の躯体の構造断面性能により抵抗することから，強軸断面方向となる。一方，横断方向は，加振方向に対して，短辺方向の躯体の構造断面性能により抵抗するため，弱軸断面方向となる。

常設低圧代替注水系配管カルバートは全区間同一断面であり，周辺地盤も同じ構成であることから，耐震評価では，構造の安全性に支配的な弱軸断面方向である横断方向の断面を選定し，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。

第 3.4－1 図　常設低圧代替注水系配管カルバート 平面図



第 3.4－2 図　常設低圧代替注水系配管カルバート 断面図（東西断面）

3.5　緊急用海水ポンプピットの断面選定の考え方

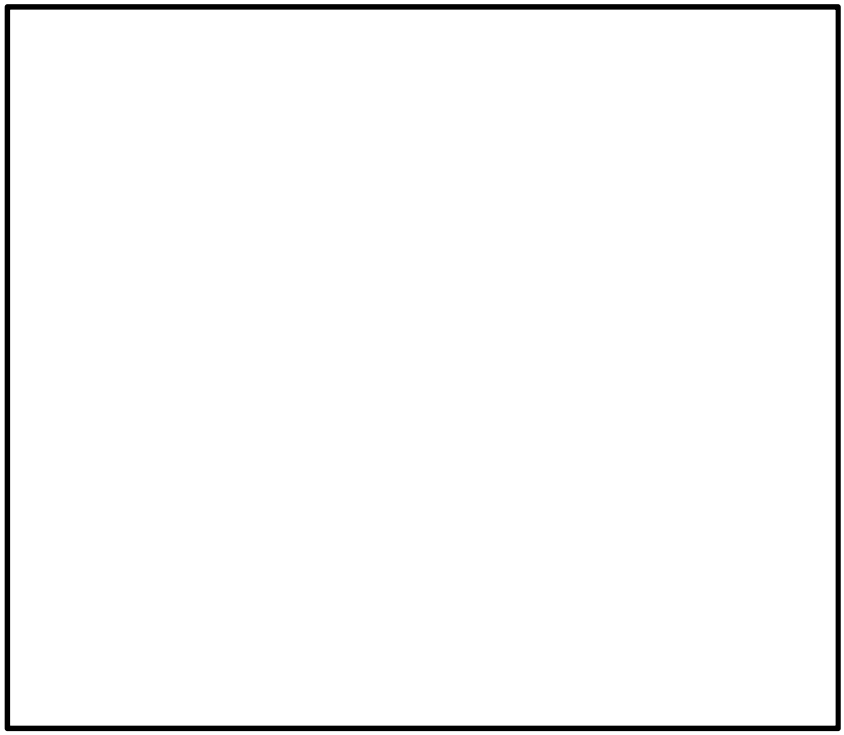
緊急用海水ポンプピットの平面図を第 3.5－1 図に，断面図を第 3.5－2 図に示す。

緊急用海水ポンプピットは常設重大事故等対処施設であり，緊急用海水ポンプ等を内包する。

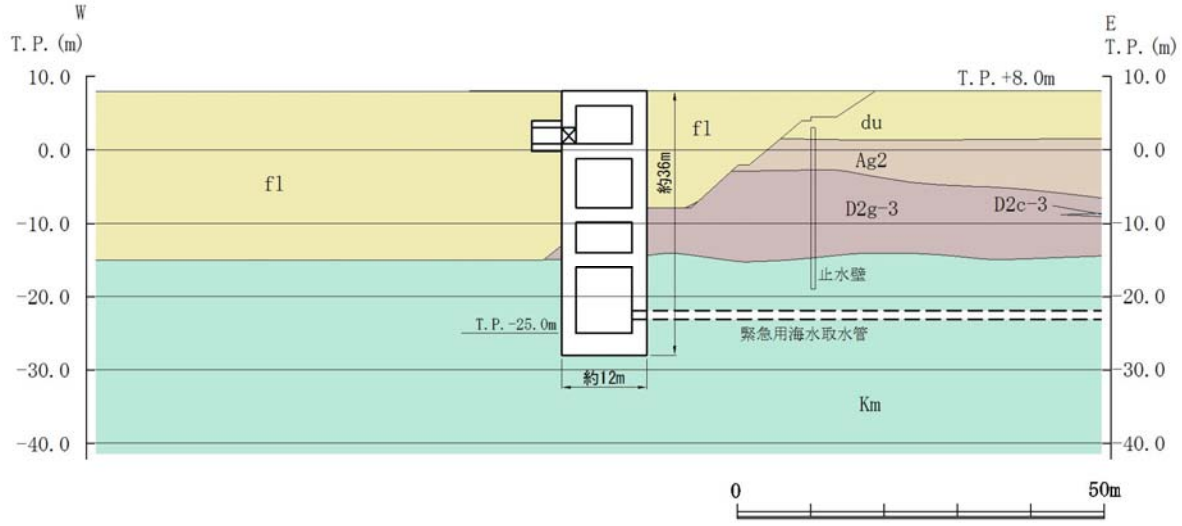
ＳＡ用海水ポンプピットは非常用取水設備であり，通水性能及び貯水性能が要求される。

緊急用海水ポンプピットは，幅約 12m（東西方向）×約 12m（南北方向），高さ約 36m の多層ラーメン構造の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，十分な支持性能を有する岩盤に直接設置する。また，原子炉建屋内へ接続する配管を間接支持する内空幅約 3m，内空高さ約 2m の張出し部を有する。

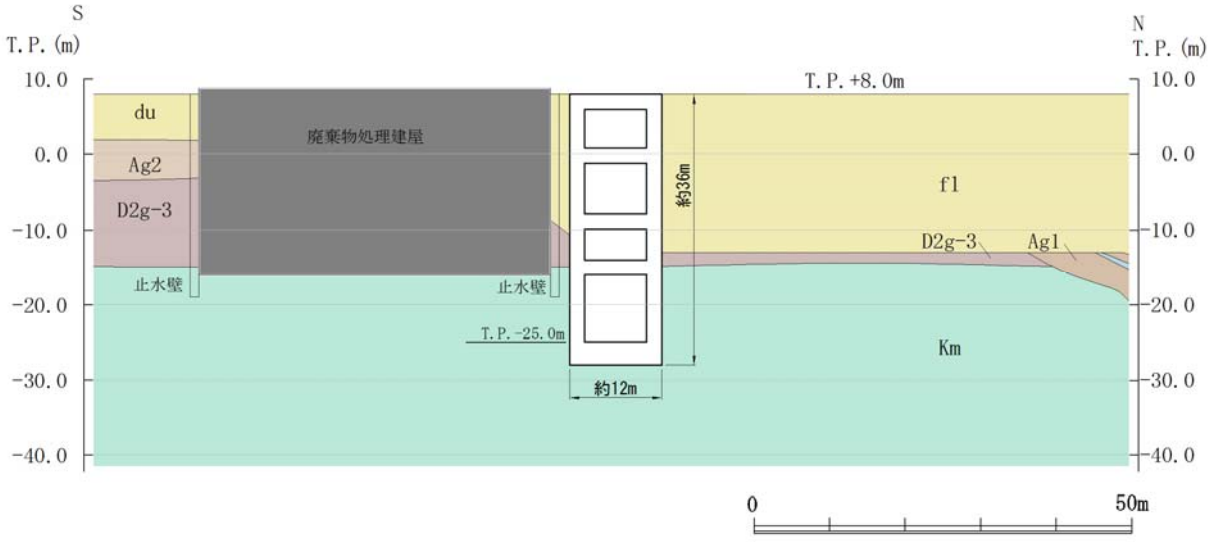
緊急用海水ポンプピットは，角筒形の鉄筋コンクリート構造物であり，互いに直交する荷重はそれぞれ異なる構造部材で受け持つ設計とすることから，耐震評価では，緊急用海水ポンプピットの東西方向及び南北方向の 2 断面を選定し，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。また，東西断面においては，南北方向の幅で張出し部を含めた剛性及び上載荷重を考慮する。



第 3.5－1 図　緊急用海水ポンプピット　平面図



第 3.5－2（1）図　緊急用海水ポンプピット　断面図（東西断面）



第 3.5－2（2）図　緊急用海水ポンプピット　断面図（南北断面）

3.6　格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの断面選定の考え方

格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの平面図を第 3.6－1 図に，縦断面図を第 3.6－2 図に，横断面図を第 3.6－3 図に示す。

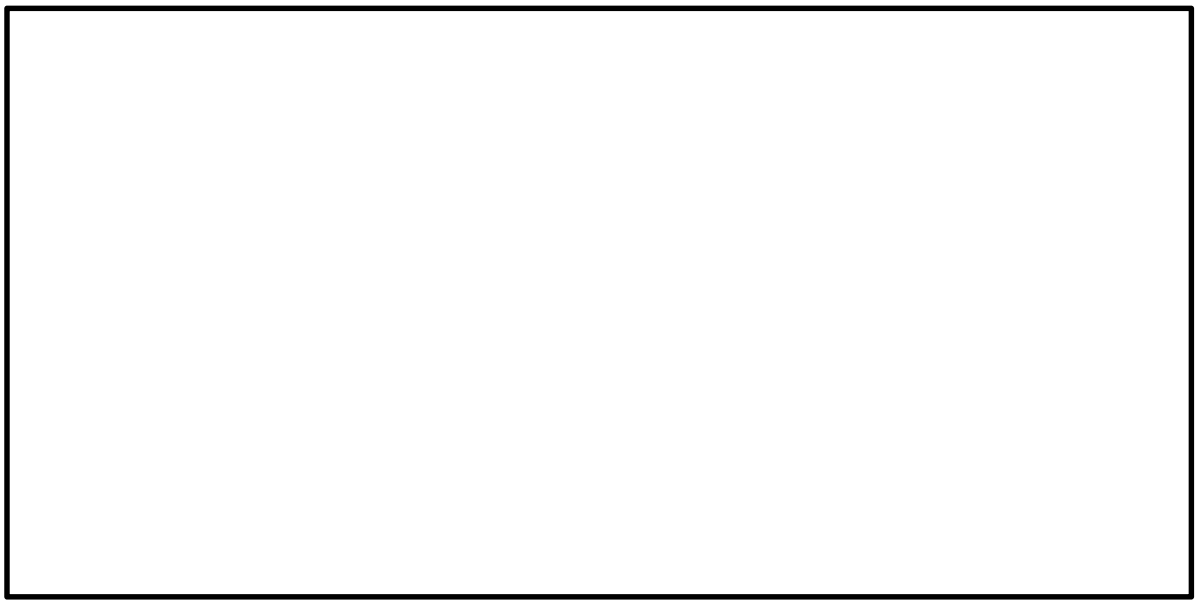
格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートは常設重大事故等対処施設であり，格納容器圧力逃がし装置用配管を内包する。

格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートは，延長約 37m，内空幅約 3m（一部約 5m 及び約 9m），内空高さ約 8m の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，人工岩盤を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。

格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの縦断方向は，加振方向に対して，長辺方向の躯体の構造断面性能により抵抗することから，強軸断面方向となる。一方，横断方向は，加振方向に対して，短辺方向の躯体の構造断面性能により抵抗するため，弱軸断面方向となる。

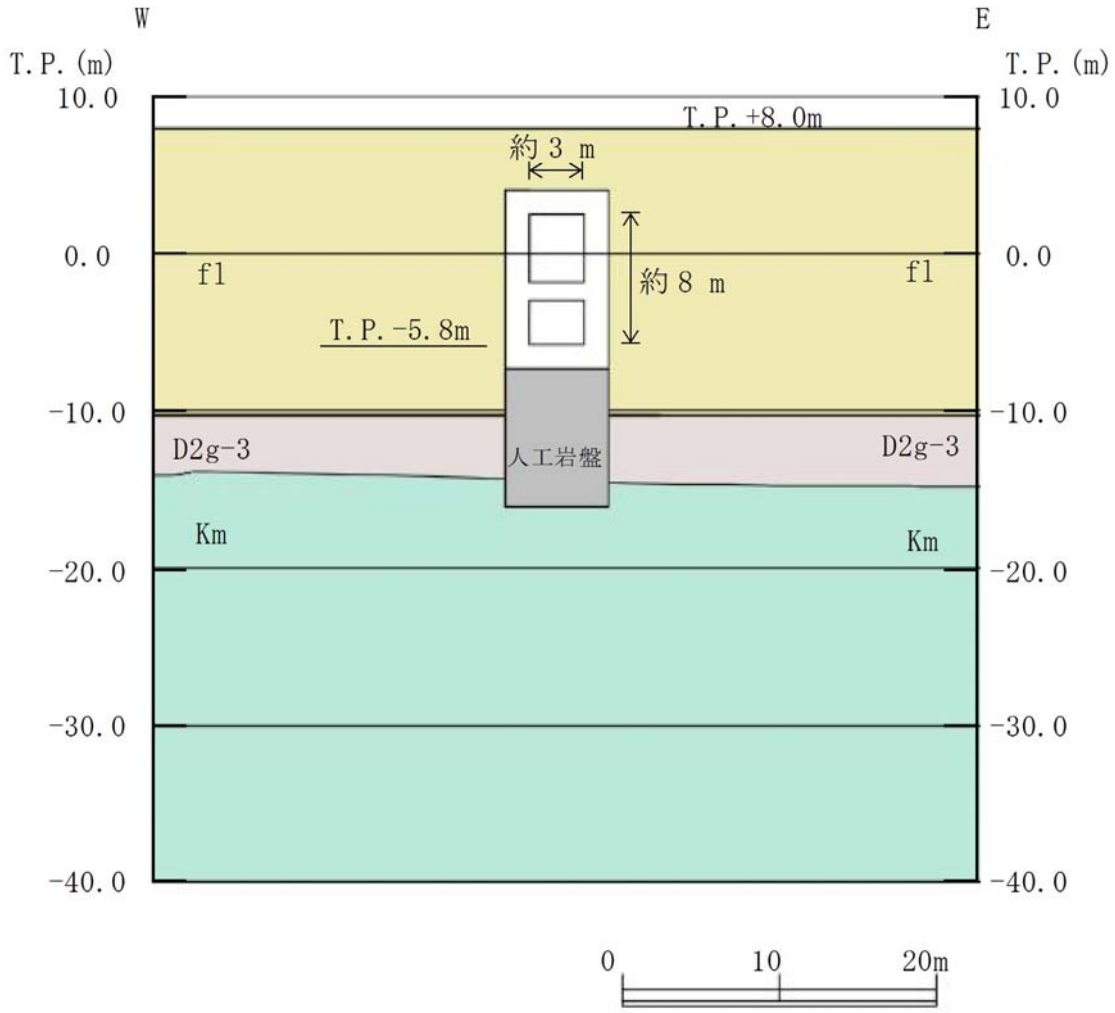
格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート周辺の地質構造は縦断方向に対して一様であるが，格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートは縦断方向に対して複数の断面形状を示すことから，上述の断面を含めた複数の断面を耐震評価候補断面として整理し，耐震安全上最も厳しくなる断面にて基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。

第 3.6－1 図　格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート　平面図



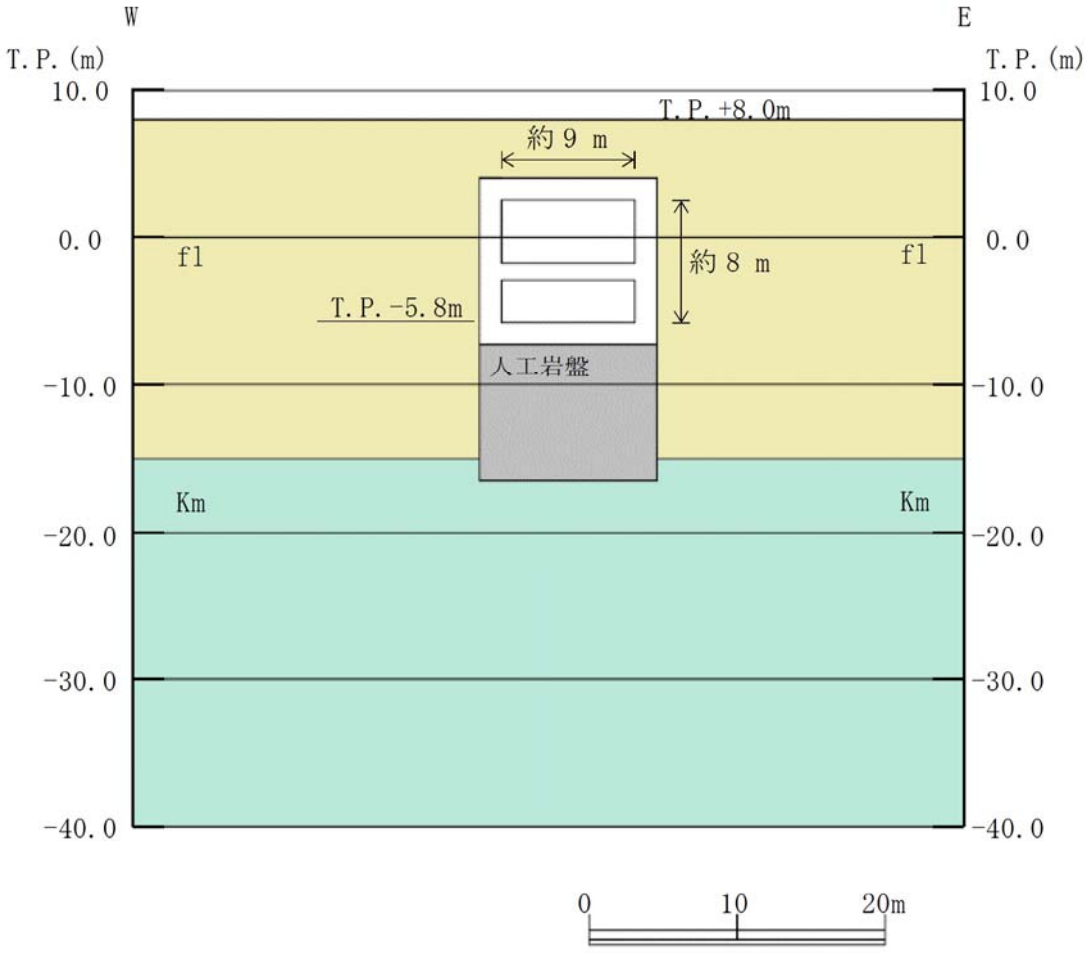
第 3.6－2 図　格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート　縦断面図

（Ａ－Ａ断面）



第 3.6－3（1）図　格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート　横断面図

（Ｂ－Ｂ断面）



第 3.6－3（2）図　格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート　横断面図

（Ｃ－Ｃ断面）

3.7　緊急用海水取水管の断面選定の考え方

緊急用海水取水管の平面図を第 3.7－1 図に，縦断面図を第 3.7－2 図に，横断面図を第 3.7－3 図に示す。

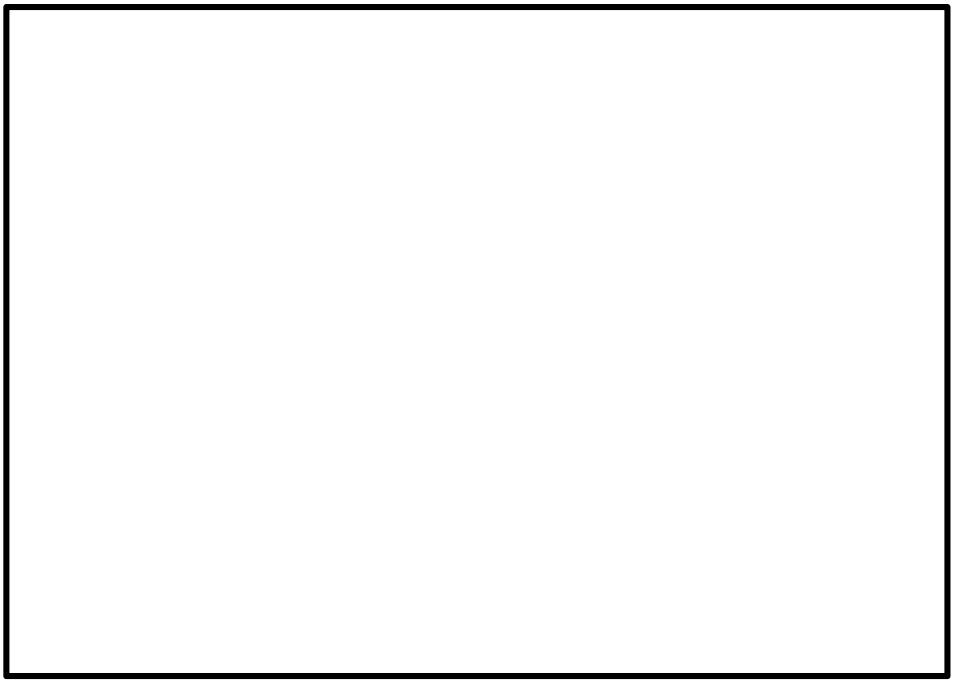
緊急用海水取水管は常設重大事故等対処施設であり，通水性能が要求される。

緊急用海水取水管は，ＳＡ用海水ピットと緊急用海水ポンプピットを接続する延長約 168m で内径 1.2m の鋼管の地中構造物であり，十分な支持性能を有する岩盤に設置する。また，地震時の相対変位を吸収するため，複数の可とう管を設定する。

緊急用海水取水管は任意の管軸直交方向断面において一様の断面形状を示す線状の構造物である。緊急用海水取水管の耐震評価では，一般的な地中埋設構造管路の設計を考慮し，管周方向応力と管軸方向応力の組合せを考慮した検討を行う。上記検討に当たっては，可とう管への影響についても考慮し，耐震安全上最も厳しくなる断面を選定し，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。

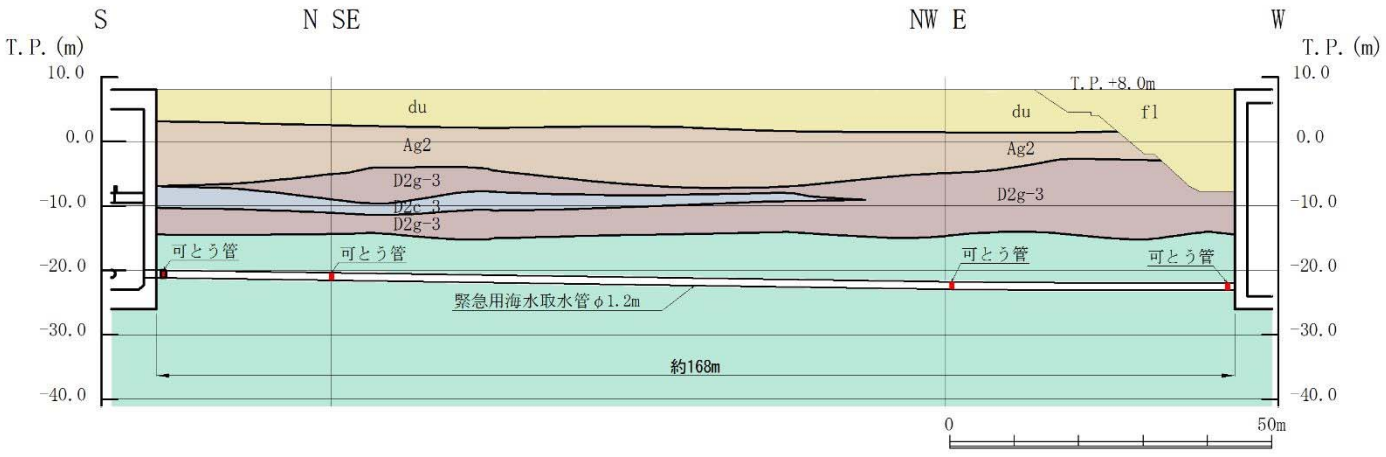
緊急用海水取水管は，全長を岩盤に設置されており，周辺の地盤が構造物に与える影響はどの断面でも大きな差はなく，上載荷重の影響が支配的であると考えられる。管軸直交方向の検討においては，土被りが最も大きくなるＡ－Ａ断面を選定し，耐震評価を実施する。

なお，周辺地質状況の相違による影響を確認するため，管軸方向における複数地点にて一次元波動論における地震応答解析を実施し，管路の上端と下端の相対変位を確認する。



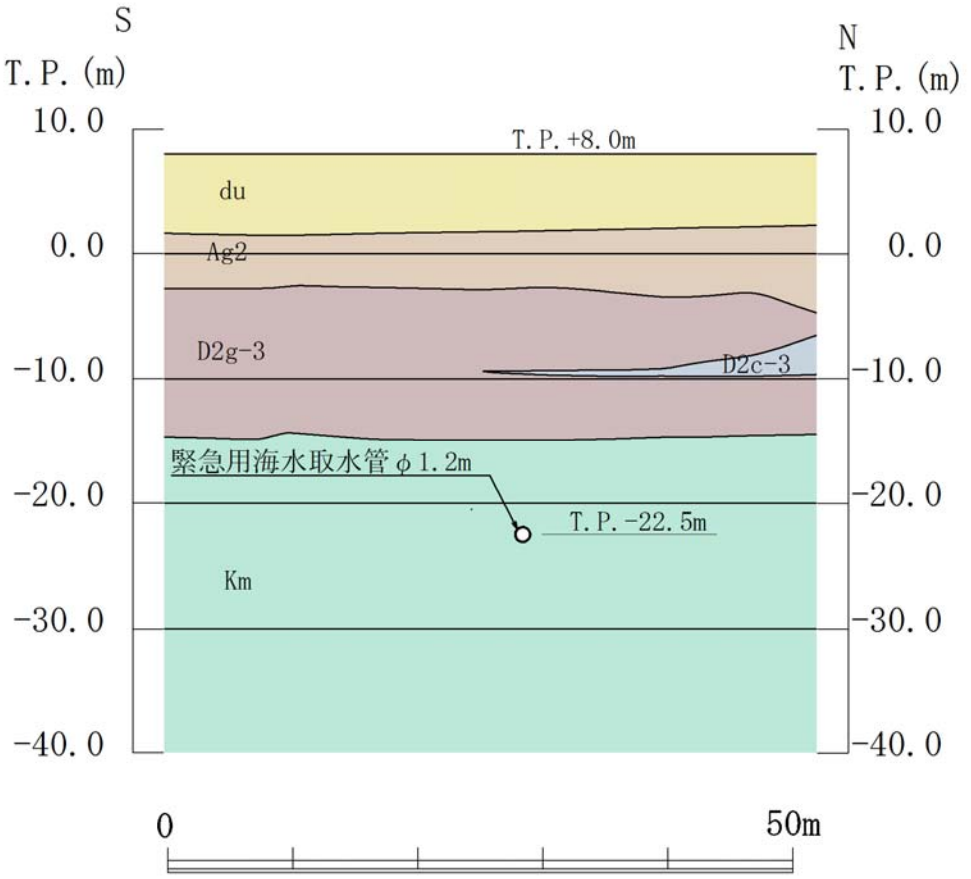
注：可とう管の配置については，今後の設計進歩により変更の可能性がある。

第 3.7－1 図　緊急用海水取水管　平面図



注：可とう管の配置については，今後の詳細設計により変更の可能性がある。

第 3.7－2 図　緊急用海水取水管　縦断面図



第 3.7－3 図　緊急用海水取水管　横断面図（Ａ－Ａ断面）

3.8　ＳＡ用海水ピットの断面選定の考え方

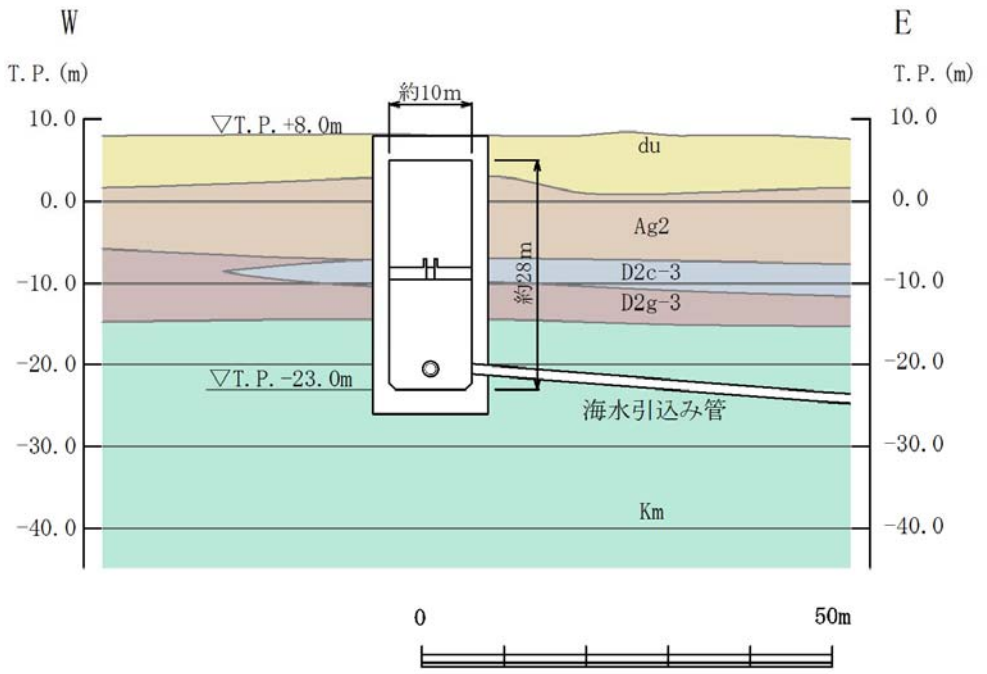
ＳＡ用海水ピットの平面図を第 3.8－1 図に，断面図を第 3.8－2 図に示す。

ＳＡ用海水ピットは常設重大事故等対処施設である。また，非常用取水設備であり，通水性能及び貯水性能が要求される。

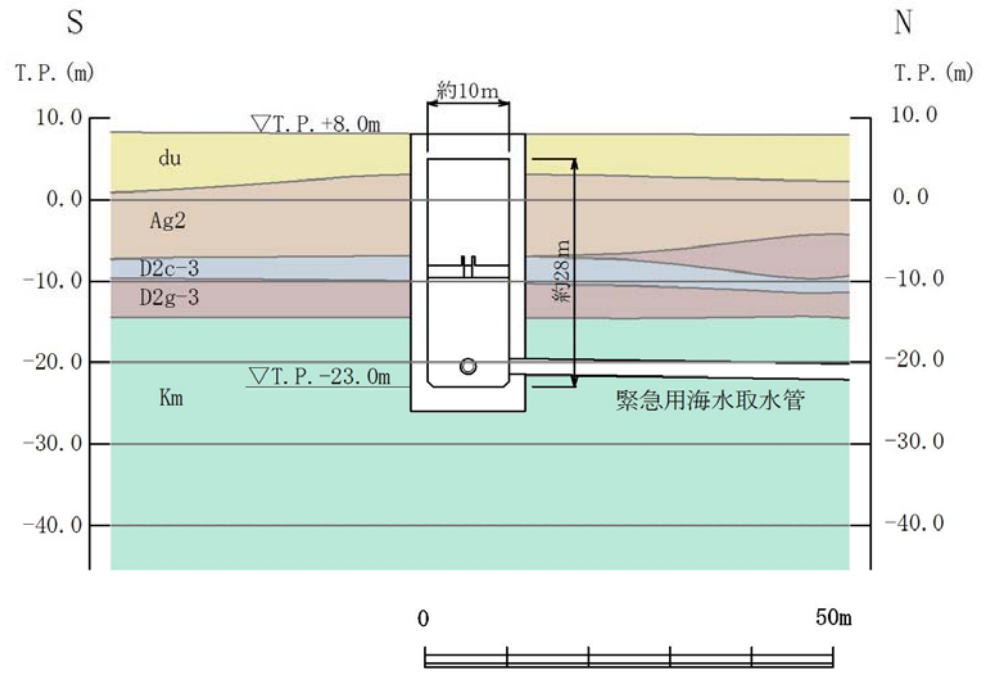
ＳＡ用海水ピットは，内径約 10m，内空高さ約 28m の円筒形の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，十分な支持性能を有する岩盤に直接設置する。また，ＳＡ用海水ピットは，十分な支持性能を有する地盤内で海水引込み管及び緊急用海水取水管が接続する構造で，双方の管路はＳＡ用海水ピットへ直交して接続される。

ＳＡ用海水ピットは，円筒形の鉄筋コンクリート構造物であり，明確な弱軸断面方向がないことから，ＳＡ用海水ピットに接続する海水引込み管及び緊急用海水取水管に着目し，直交する両管路の縦断方向の 2 断面を選定し，両者から得られた地震力による断面力を組み合わせ，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。

第 3.8－1 図　ＳＡ用海水ピット　平面図



第 3.8－2（1）図　ＳＡ用海水ピット　断面図（①－①断面）



第 3.8－2（2）図　ＳＡ用海水ピット　断面図（②－②断面）

3.9　海水引込み管の断面選定の考え方

海水引込み管の平面図を第 3.9－1 図に，縦断面図を第 3.9－2 図に，横断面図を第 3.9－3 図に示す。

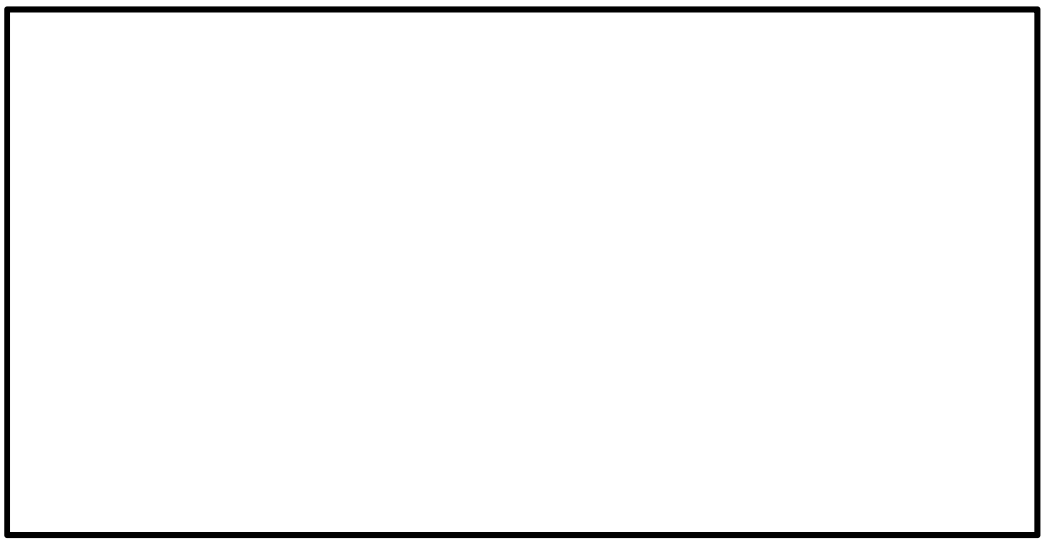
海水引込み管は常設重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備である。また，非常用取水設備であり，通水性能が要求される。

海水引込み管は，ＳＡ用海水ピット取水塔とＳＡ用海水ピットを接続する延長約 154m,内径 1.2m の鋼管の地中構造物であり，十分な支持性能を有する岩盤に設置する。また，地震時の相対変位を吸収するため，複数の可とう管を設定する。

海水引込み管は任意の管軸直交方向断面において一様の断面形状を示す線状の構造物である。海水引込み管の耐震評価では，一般的な地中埋設構造管路の設計を考慮し，管周方向応力と管軸方向応力の組合せを考慮した検討を行う。上記検討に当たっては，可とう管への影響についても考慮し，耐震安全上最も厳しくなる断面を選定し，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。

海水引込み管は，全長とも岩盤に設置されており，周辺の地盤が構造物に与える影響はどの断面でも大きな差はなく，上載荷重の影響が支配的であると考えられる。管軸直交方向の検討においては，土被りが最も大きくなるＡ－Ａ断面を選定し，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。

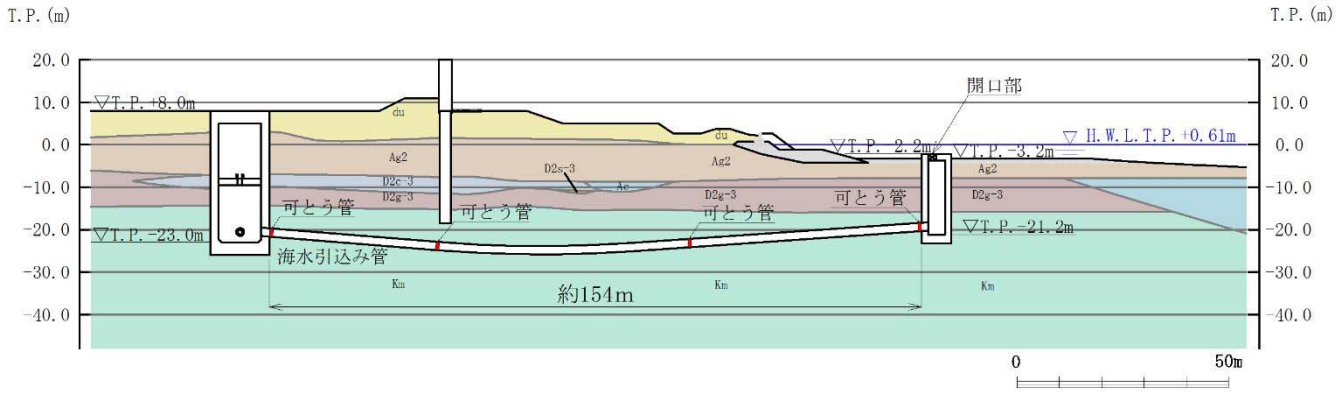
なお，周辺地質状況の相違による影響を確認するため，管軸方向における複数地点にて一次元波動論における地震応答解析を実施し，管路の上端と下端の相対変位を確認する。



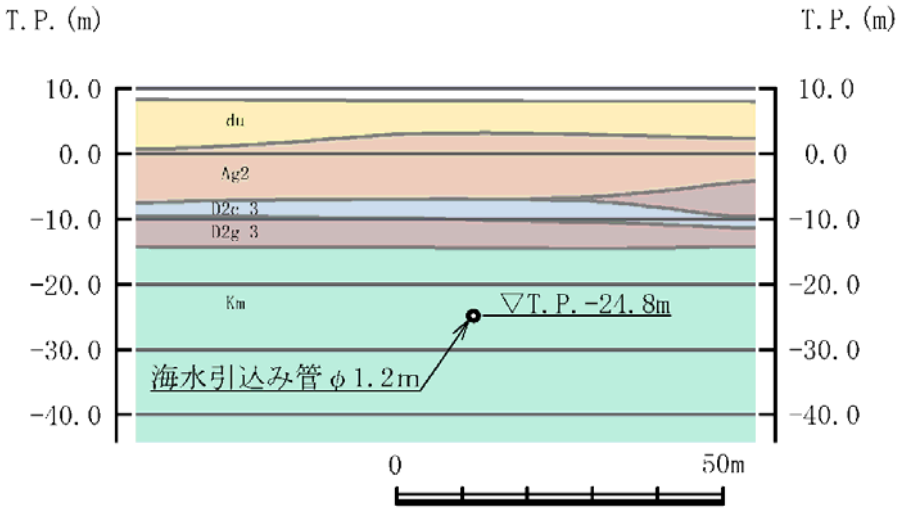
注：可とう管の配置については，今後の設計進歩により変更の可能性がある。

第 3.9－1 図　海水引込み管　平面図

注：可とう管の配置については，今後の詳細設計により変更の可能性がある。



第 3.9－2 図　海水引込み管　縦断面図



第 3.9－3 図　海水引込み管　横断面図（Ａ－Ａ断面）

3.10　ＳＡ用海水ピット取水塔の断面選定の考え方

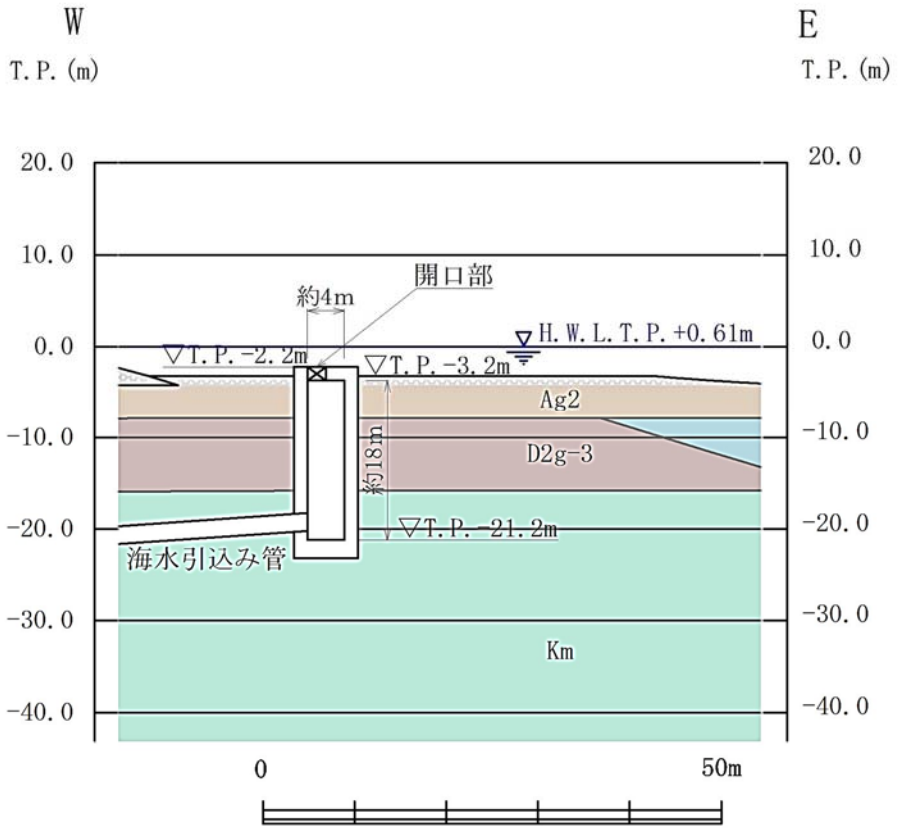
ＳＡ用海水ピット取水塔の平面図を第 3.10－1 図に，断面図を第 3.10－2 図に示す。

ＳＡ用海水ピット取水塔は常設重大事故等対処施設である。また，非常用取水設備であり，通水性能が要求される。

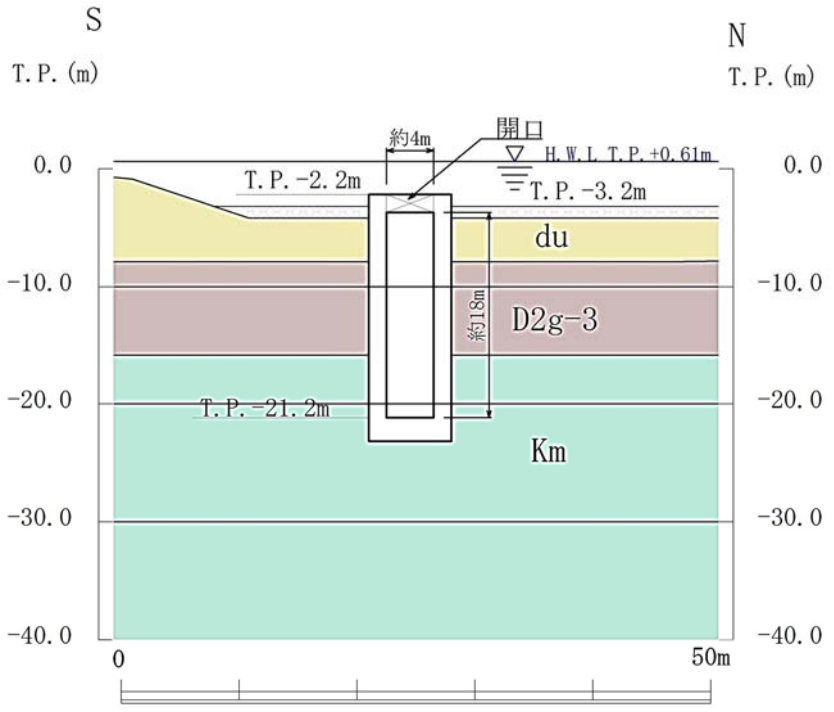
ＳＡ用海水ピット取水塔は，内径約 4m，内空高さ約 18m の円筒形の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，十分な支持性能を有する岩盤に直接設置する。また，ＳＡ用海水ピット取水塔は，十分な支持性能を有する地盤内で海水引込み管が接続する構造で，管路はＳＡ用海水ピット取水塔へ直交して接続される。

ＳＡ用海水ピット取水塔は，円筒形の鉄筋コンクリート構造物であり明確な弱軸断面方向がないことから，ＳＡ用海水ピット取水塔に接続される海水引込み管に着目し，海水引込み管を縦断する断面とこれに直交する断面の 2 断面を選定し，両者から得られた地震力による断面力を組み合わせ，基準地震動S_sによる耐震評価を実施する。

第 3.10－1 図　ＳＡ用海水ピット取水塔　平面図



第 3.10－2（1）図　ＳＡ用海水ピット取水塔　断面図（①－①断面）



第 3.10－2（2）図　ＳＡ用海水ピット取水塔　断面図（②－②断面）

3.11　緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎

緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の平面図を第 3.11－1 図に，断面図を第 3.11－2 図に示す。また，可搬型設備用軽油タンク基礎の平面図を第 3.11－3 図に，断面図を第 3.11－4 図に示す。

緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎はいずれも常設重大事故等対処施設であり，対応するタンク（緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク及び可搬型設備用軽油タンク）を内包する。

緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎は内空幅約 9m（タンク軸方向）×約 5m（タンク横断方向），内空高さ約 4m，可搬型設備用軽油タンク基礎は内空幅約 11m（タンク軸方向）×約 13m（タンク横断方向），内空高さ約 4m の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，杭を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。

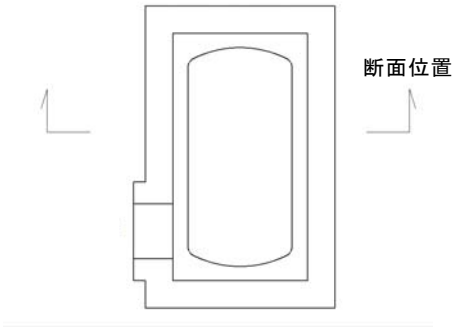
緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎はいずれも比較的単純な箱型構造物であり，縦断方向（タンクの軸方向）にほぼ一様な断面である。

緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎はいずれも内包するタンクが縦断方向に一様に設置されているため，機器・配管系の設置位置による影響を考慮する必要はない。

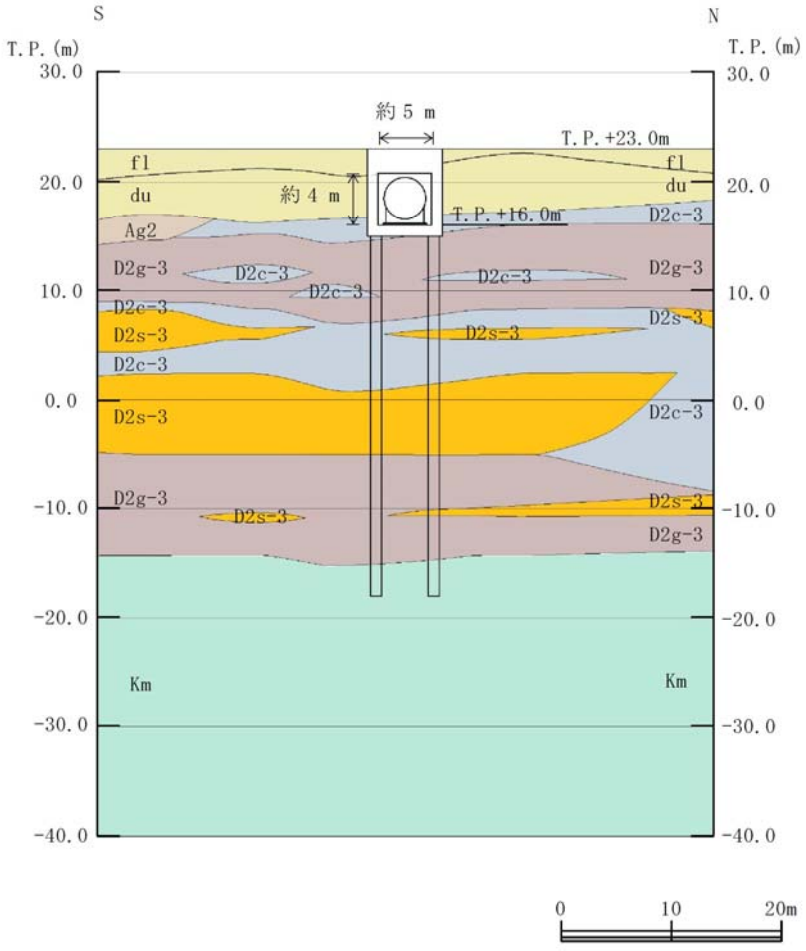
緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎の縦断方向は，加振方向に対して平行に配置される躯体又は隔壁の構造断面性能により抵抗することから，強軸断面方向となる。一方，横断方向（タンクの軸方向に対し直交する方向）は，加振方向に対して，短辺方向の躯体の構造断面性能により抵抗するため，弱軸断面方向となる。

耐震評価では，構造の安全性に支配的な弱軸断面方向である横断方向（タ

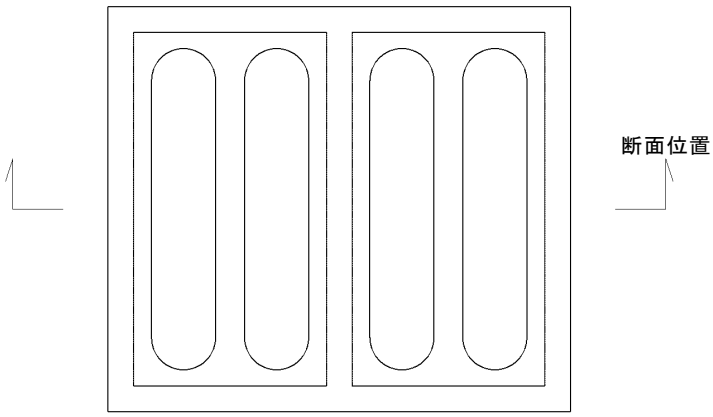
ンクの軸方向に対し直交する方向）の断面を選定し，基準地震動Ｓ$_{s}$による耐震評価を実施する。



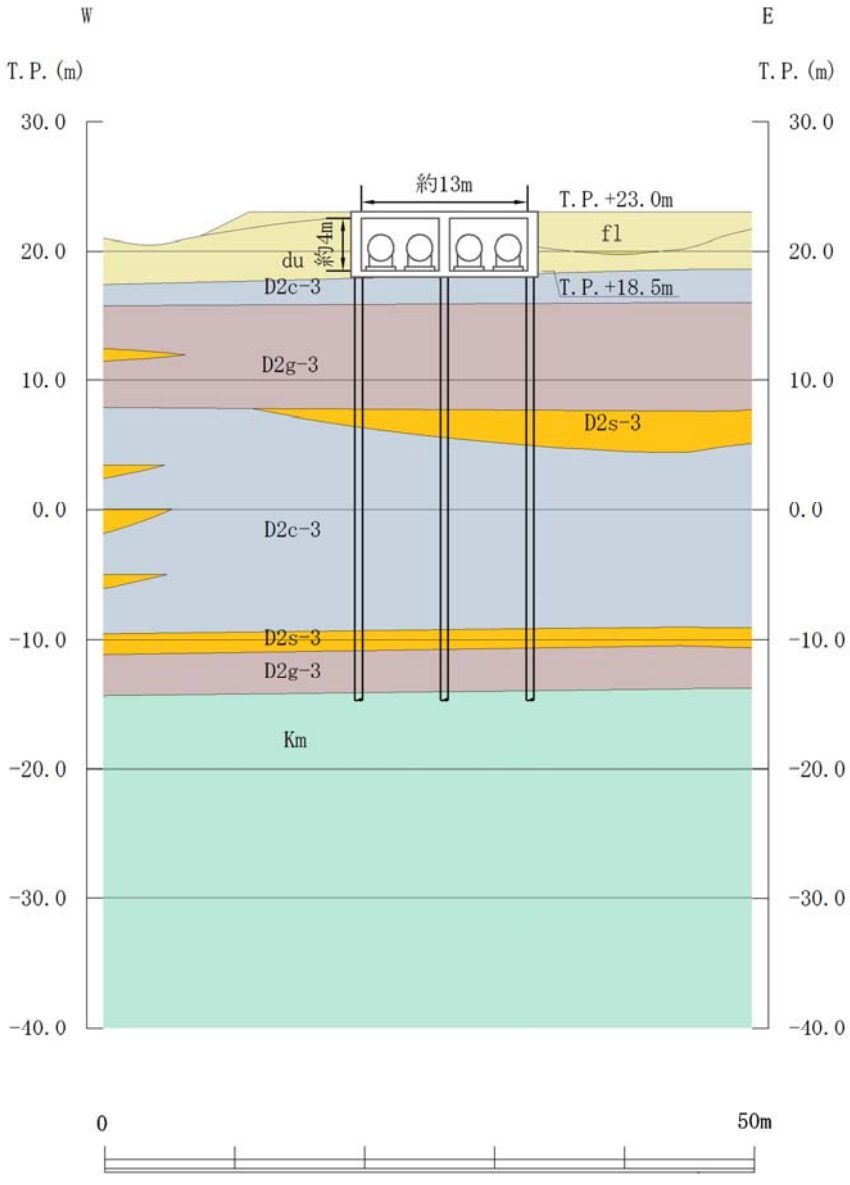
第 3.11－1 図　緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎　平面図



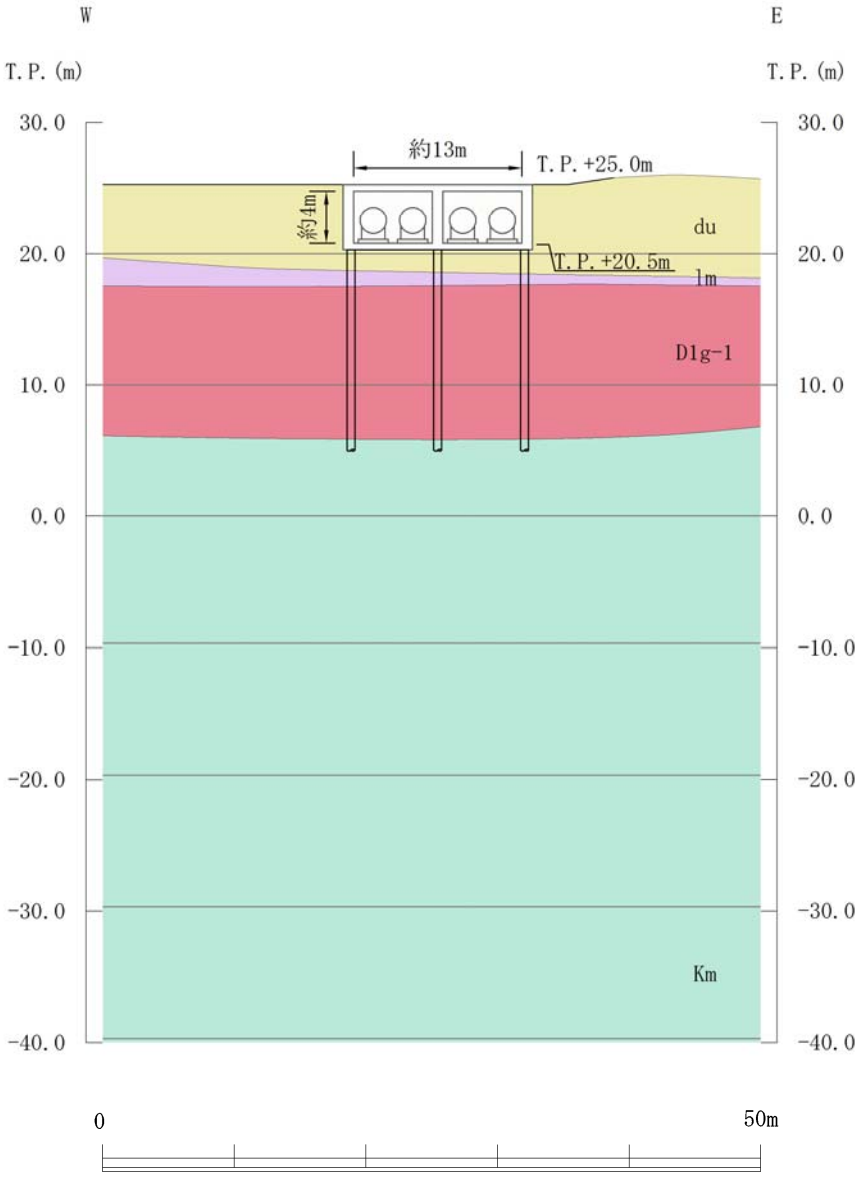
第 3.11－2 図　緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎　断面図



第 3.11－3 図　可搬型設備用軽油タンク基礎　平面図



第 3.11－4（1）図　可搬型設備用軽油タンク基礎（西側）　断面図



第 3.11－4 図（2）　可搬型設備用軽油タンク基礎（南側）　断面図

別紙－９

東海第二発電所

使用済燃料乾式貯蔵建屋の評価方針について
（耐震）

1.　はじめに

本資料の構成は，以下の 2 項目から成る。

「Ⅰ　使用済燃料乾式貯蔵建屋の概要」には，使用済燃料乾式貯蔵建屋の概要を示す。また今回工認においては，既工認から地震応答解析モデルを変更するため，その内容について「Ⅱ　使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震応答解析モデルの既工認からの変更について」に示す。

Ⅰ　使用済燃料乾式貯蔵建屋の概要

Ⅱ　使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震応答解析モデルの既工認からの変更について

Ⅰ　使用済燃料乾式貯蔵建屋の概要

使用済燃料乾式貯蔵建屋の設置位置を第1－1図に示す。

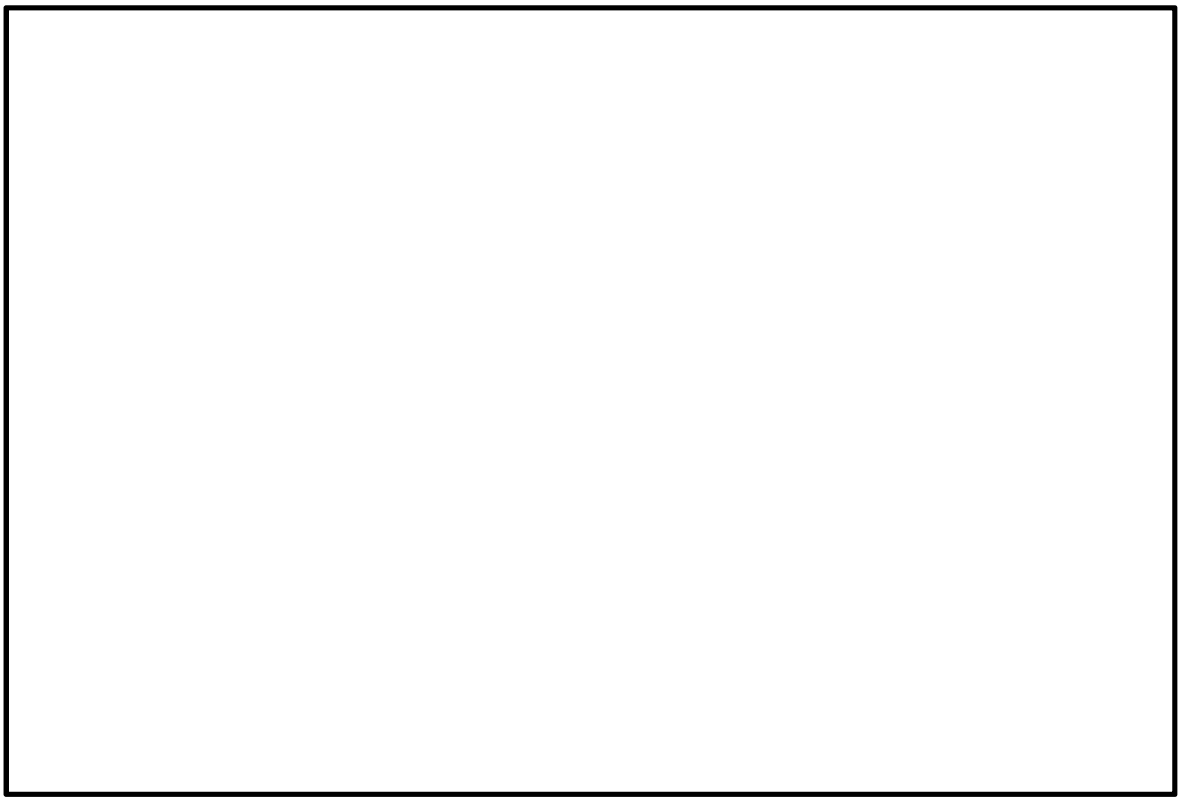
使用済燃料乾式貯蔵建屋は，使用済燃料乾式貯蔵容器を24基収納する地上1階建の鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート及び鉄骨造）の建物である。

使用済燃料乾式貯蔵建屋に加わる地震時の水平力は，外周部に配置された耐震壁と柱及び梁（屋根トラス）からなるフレーム構造で負担する。耐震壁には，冷却空気取り入れのための開口がある。

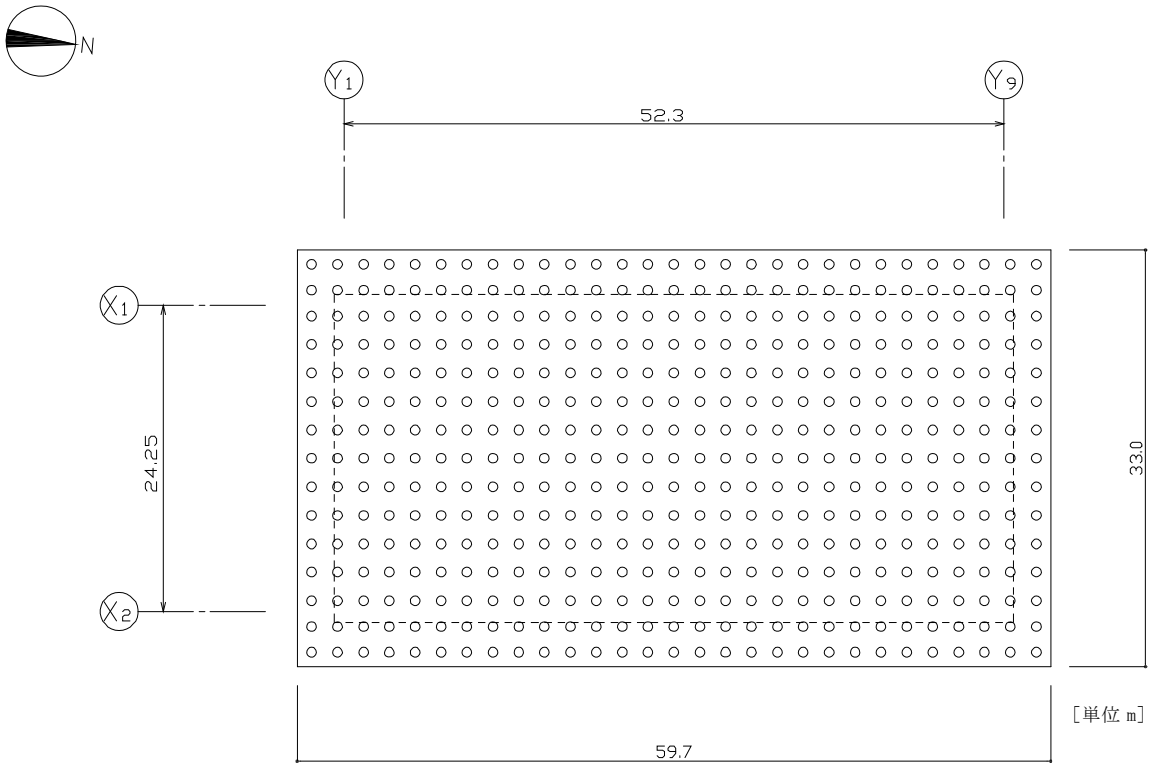
使用済燃料乾式貯蔵建屋の概要を第1－2図及び第1－3図に示す。

使用済燃料乾式貯蔵建屋は，地上1階建で平面が約52 m（南北方向）×約24 m（東西方向）の鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）の建物であり，適切に配置された耐震壁で構成された剛な構造としている。

使用済燃料乾式貯蔵建屋の基礎は，平面が約60 m（南北方向）×約33 m（東西方向），厚さ約2.5 m（一部約2.0 m）で，鋼管杭を介して，砂質泥岩である久米層に岩着している。



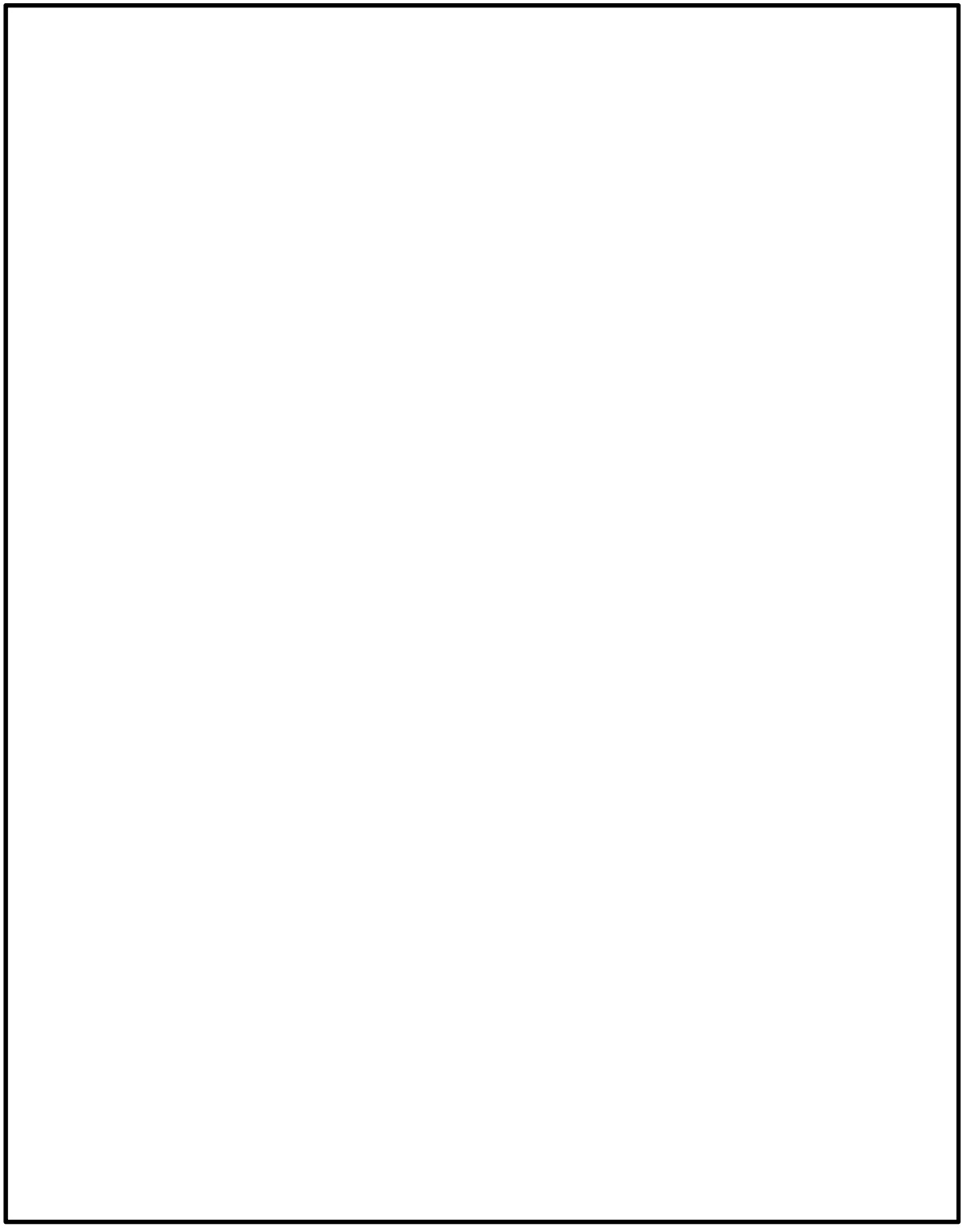
第1－1図　使用済燃料乾式貯蔵建屋の設置位置



（杭伏図：EL.－5.8 m）

杭仕様：鋼管杭 φ812.8，
t＝16（SKK400）

第1－2図　使用済燃料乾式貯蔵建屋の概要（平面図）



第1－3図　使用済燃料乾式貯蔵建屋の概要（断面図）

Ⅱ　使用済燃料乾式貯蔵建屋の
地震応答解析モデルの既工認からの変更について

1.　使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震応答解析モデルの既工認からの変更

1.1　目的

今回工認に用いる使用済燃料乾式貯蔵建屋のＳＲモデルについて検討する。使用済燃料乾式貯蔵建屋はＮＳ方向に細長い形状をしている。このような形状であるとＥＷ方向振動に対して，中央部の振動を含め，１本棒モデルに集約するのは難しい。設計当時は１本棒モデルであるが，３次元ＦＥＭの１次固有周期（中央部振動の固有周期）に整合するように剛性を設定していた。これは，耐震壁の剛性を小さく見積もることであり，クライテリアをせん断ひずみとした場合には保守的な設定と言える。また，設計当時の基準地震動$Ｓ_2$に対しては，この保守的なモデルを用いても弾性範囲に収まっていたため，耐震壁の復元力特性を作成していない。

今回工認では基準地震動$Ｓ_s$入力に対し，非線形領域に入ることが予想されるため，耐震壁の復元力特性を設定する必要がある。

上記を背景に，ＮＳ方向も含め，より実情に近い建屋の振動性状を評価できる耐震壁の復元力特性を考慮した解析モデルを設定することを目的とする。

1.2　今回工認モデルの設定方針

地震応答解析モデルは，以下の方針に基づいて，建設当時の工認（以下「既工認」という。）のモデルから変更する。ＮＳ方向の耐震壁には，金属キャスク冷却のために大開口が設けられている。既工認モデルでは，開口の影響を考慮したはり理論による等価剛性を設定しており，既工認モデルでは，３次元全体ＦＥＭと１次固有周期は整合していたものの，上階の方が下階よりも剛性が大きく評価されていた。今回は，より詳細に開口の影響を考慮するために，３次元全体ＦＥＭモデルによる剛性評価を採用することに修正する。復元力特性は，原子力発電所耐震設計技術指針ＪＥＡＧ4601-1991

追補版［社団法人日本電気協会］（以下「ＪＥＡＧ4601-1991 追補版」という。）に基づいて設定する。

ＥＷ方向の既工認モデルは，「1.1　目的」に記載したように，保守的に１本棒のモデルを構築していた。基準地震動Ｓ$_s$に対する今回工認では，非線形挙動を精度良く表現するために，妻側耐震壁と耐震壁間のフレーム部をそれぞれ１本棒でモデル化し，屋根スラブレベルで屋根スラブ剛性を模擬したせん断ばねで連結する２本棒多質点系モデルに変更する。

1.3　既工認との比較

地震応答解析モデルの変更点を第 1－1 表に示す。

既工認では，質点系モデルの基礎底面位置に杭と地盤との動的相互作用を考慮して評価したばね（水平ばね及び回転ばね）を取り付けてモデル化している。基礎底面ばねは，地盤の成層性と半無限性を考慮した三次元薄層要素法による加振解に基づく方法により算定している。

今回工認では，既工認から地盤ばね算出に用いていた三次元薄層要素法を入力動評価にも用いることにより，杭の拘束効果を考慮した。この入力動のことを以下「有効入力動」という。

第1－1表（1／3）　地震応答解析モデルの変更点（解析条件）

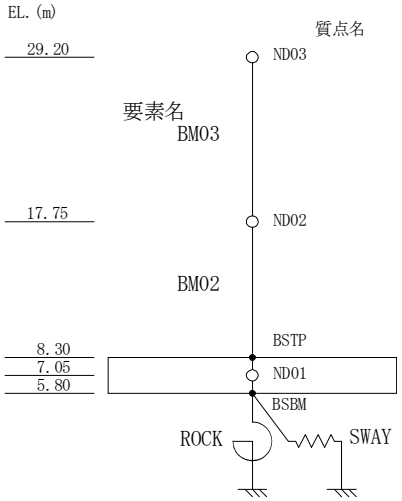
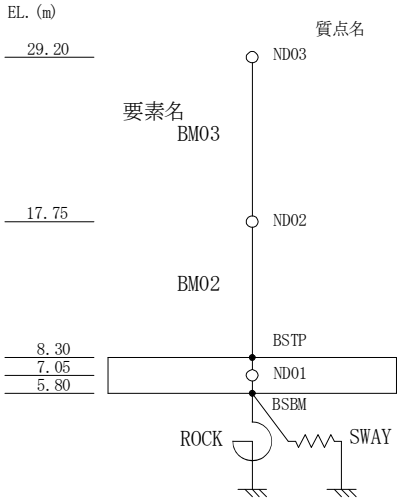
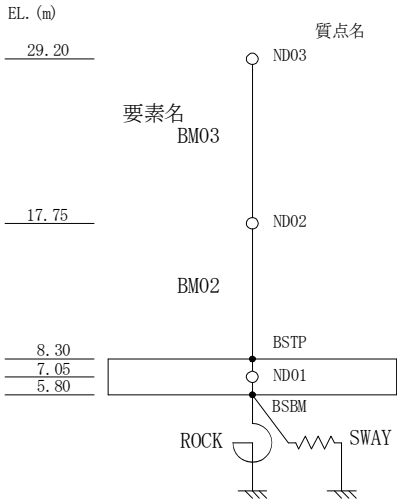
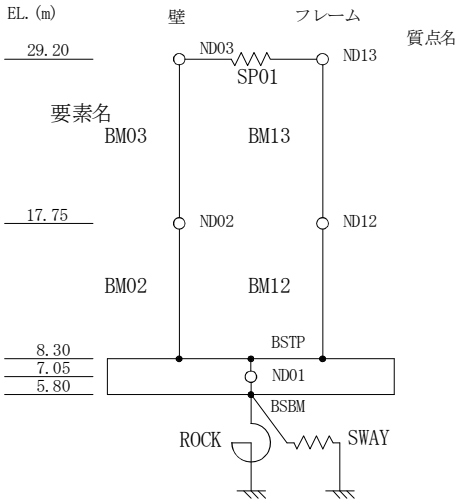
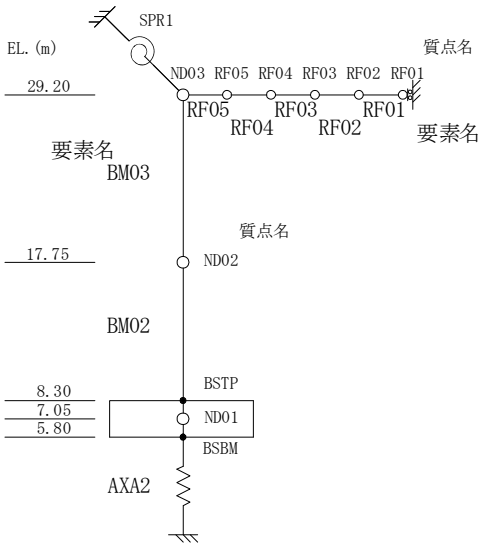
項目	既工認	今回工認
材料諸元	ＲＣ部：ヤング係数Ｅ・せん断弾性係数Ｇ（従来単位）	ＲＣ部：ＲＣ－Ｎ規準に基づくヤング係数Ｅ・せん断弾性係数Ｇ
モデル形状※1	ＮＳ方向，ＥＷ方向ともに１軸多質点系モデル	ＮＳ方向：１軸多質点系モデル ＥＷ方向：建屋振動特性を考慮した２軸多質点系モデル 鉛直方向：モデルを新設
耐震剛性※1	ＮＳ方向：剛床仮定に基づいた従来ベースの弾性剛性を設定 ＥＷ方向：３次元ＦＥＭモデルにより屋根スラブ剛性を考慮した等価剛性を設定 鉛直方向：モデル未設定	ＮＳ方向：３次元ＦＥＭモデルにより大開口の影響をより詳細に考慮した等価剛性を設定 ＥＷ方向：耐震壁と中間フレーム部を独立させ，それぞれ従来ベースの弾性剛性を設定 鉛直方向：耐震壁配置に応じ従来ベースで剛性を設定（単スパン集約モデル）
耐震重量	積雪荷重を未考慮	積雪荷重30 cm×0.35考慮 （30 tf増）

第 1－1 表（2／3）　地震応答解析モデルの変更点（解析条件）

項目	既工認	今回工認
解析手法	建屋剛性は線形としてモデル化 （線形応答解析）	せん断及び曲げの非線形性を考慮 （復元力特性の設定による非線形応答解析） ※鉛直方向は線形応答解析
入力地震動	一次元波動論を用いた地盤応答解析による基礎版底面レベルの応答波	三次元薄層要素法による杭の拘束効果を考慮した有効入力動

※1：解析モデルの妥当性は，観測記録シミュレーションより確認した。

第１－１表（3／3）　地震応答解析モデルの変更点（解析モデル形状）

	既工認	今回工認
ＮＳ方向		
ＥＷ方向		
鉛直方向		

【補足資料１】三次元薄層要素法とは

三次元薄層要素法とは，弾性地盤における正弦的な波動伝播を求めるのに際し，地盤を水平な薄層に分割して水平方向には均質な連続体とするが，深さ方向には分割面で離散的に扱う方法である。即ち，水平方向には弾性波動論，深さ方向には有限要素法で定式化したのが三次元薄層要素法である。三次元薄層要素法では，波動伝播の解が解析的に求められるため積分する必要がなく，計算効率の点で極めて有利となるため，地盤内部に多数の加振源を有する埋込み基礎や群杭の動的相互作用解析に広く適用されている。

【補足資料２】観測記録を用いた応答解析モデルの妥当性検討

建屋のモデル化における振動特性評価の妥当性確認として，2011年3月11日東北地方太平洋沖地震（以下「東北地方太平洋沖地震」という。）時の観測記録を用いたシミュレーション解析を実施した。

1. 地震計設置位置

使用済燃料乾式貯蔵建屋には，地震時の基本的な振動性状を把握する目的で基礎上端と屋根トラス上部に各1台の地震計を設置している。

使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震計設置位置を第1－1図に示す。

2. シミュレーション解析結果

既工認での地震応答解析の概要図を第2－1図に，今回の工認での評価の概要図を第2－2図に示す。観測記録を用いたシミュレーション解析は，既工認モデルと今回の工認モデルの両方を用いた。

東北地方太平洋沖地震のシミュレーション解析結果として，両者の最大応答加速度分布の比較を第2－3図に示す。今回工認モデルは既工認モデルとほぼ同等の応答となっており，観測記録に対しては両モデルともに観測記録よりも大きい結果となっている。

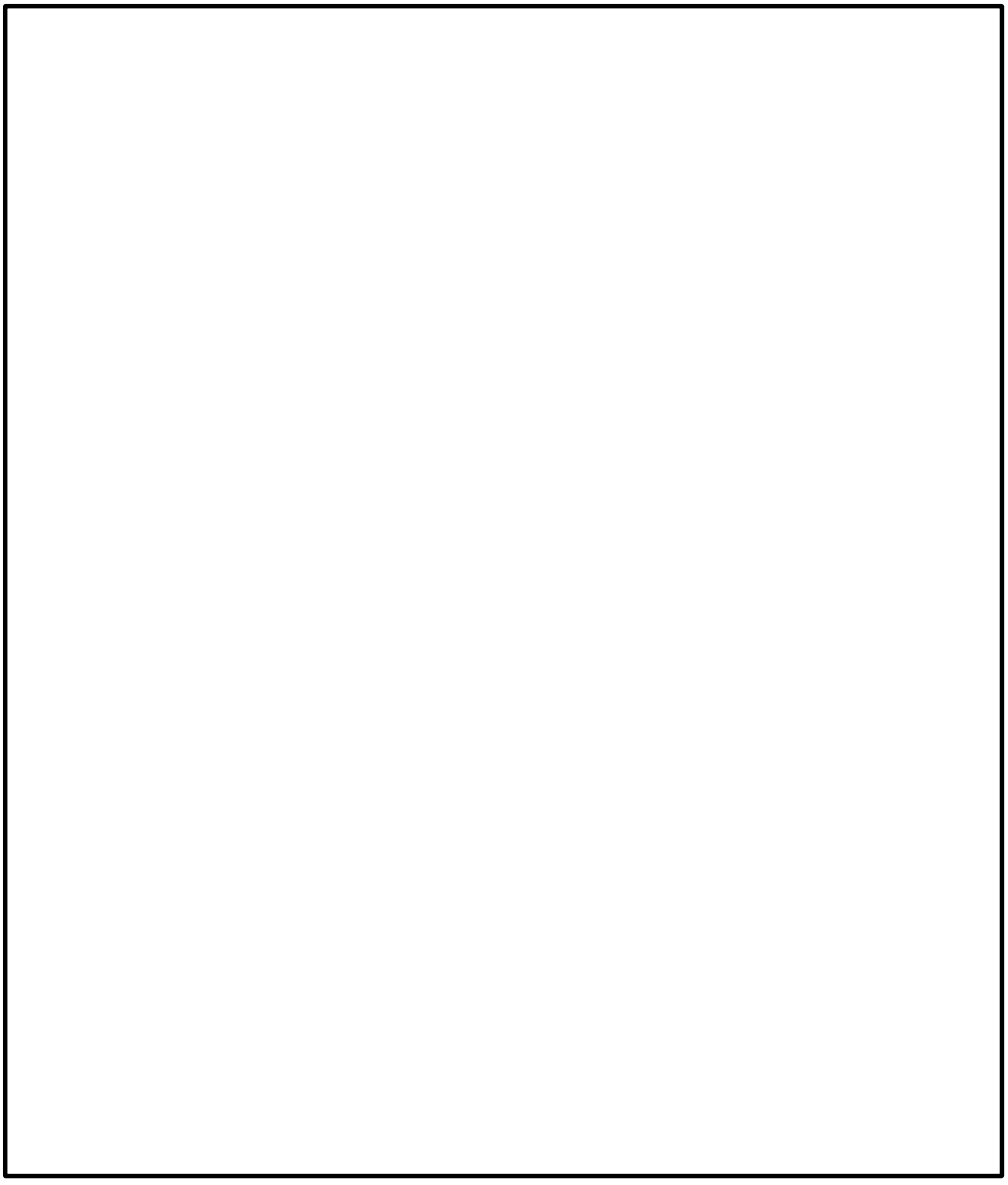
床応答スペクトルの比較を第2－4図に示す。観測記録，既工認モデル及び今回工認モデルのピークは，ほぼ同じ周期で生じていることから，建屋の剛性は適切に模擬できているものと考える。

3. 工認に用いる地震応答解析モデルの妥当性について

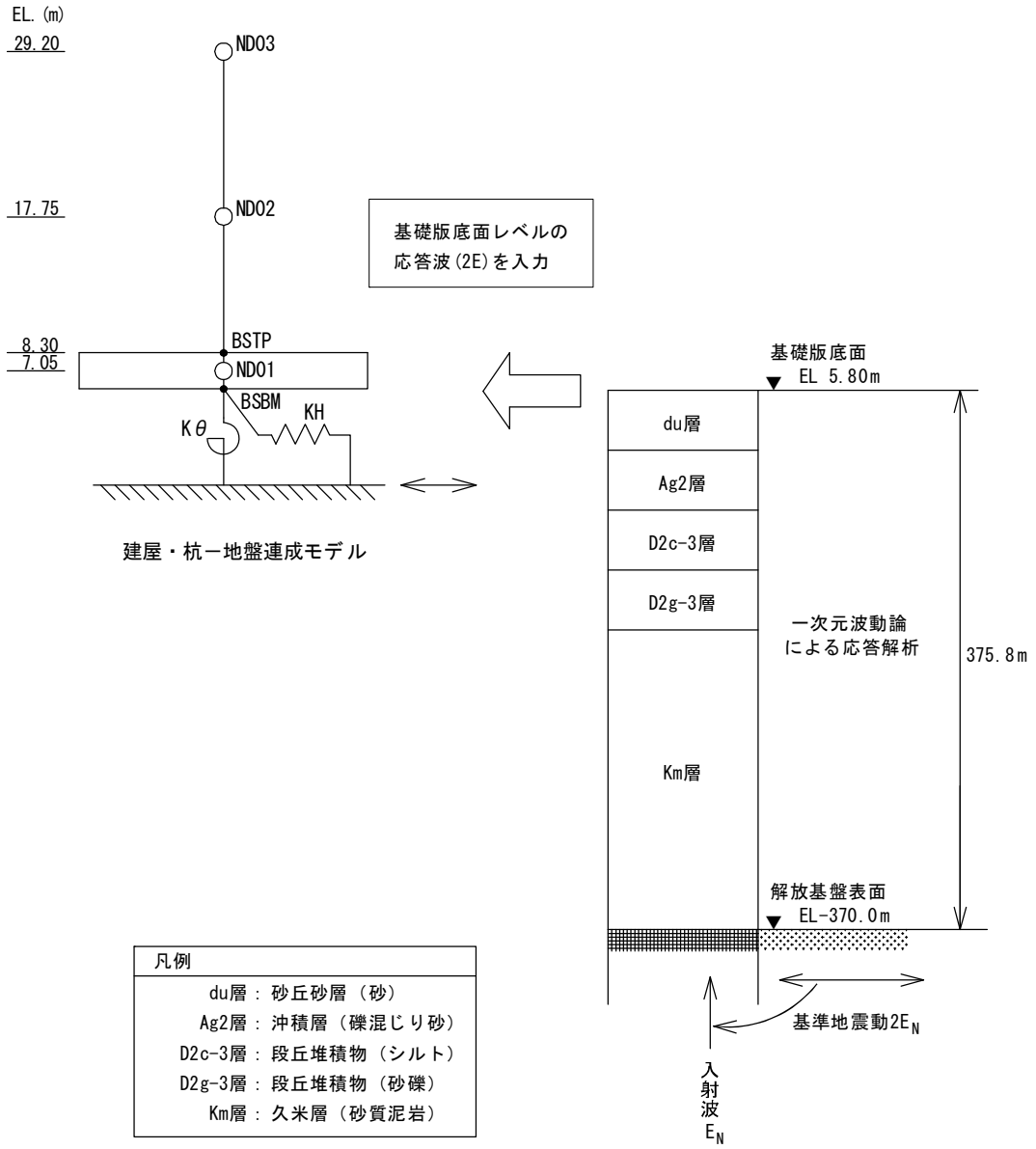
使用済燃料乾式貯蔵建屋が細長い形状をしていること等を考慮し，地震応答解析モデルを既工認から変更したが，東北地方太平洋沖地震のシミュレーション解析結果より，既工認モデルと今回工認モデルの観測記録の説明性は同程度であることを確認した。

以上の結果を踏まえ，使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震応答計算及び耐震計

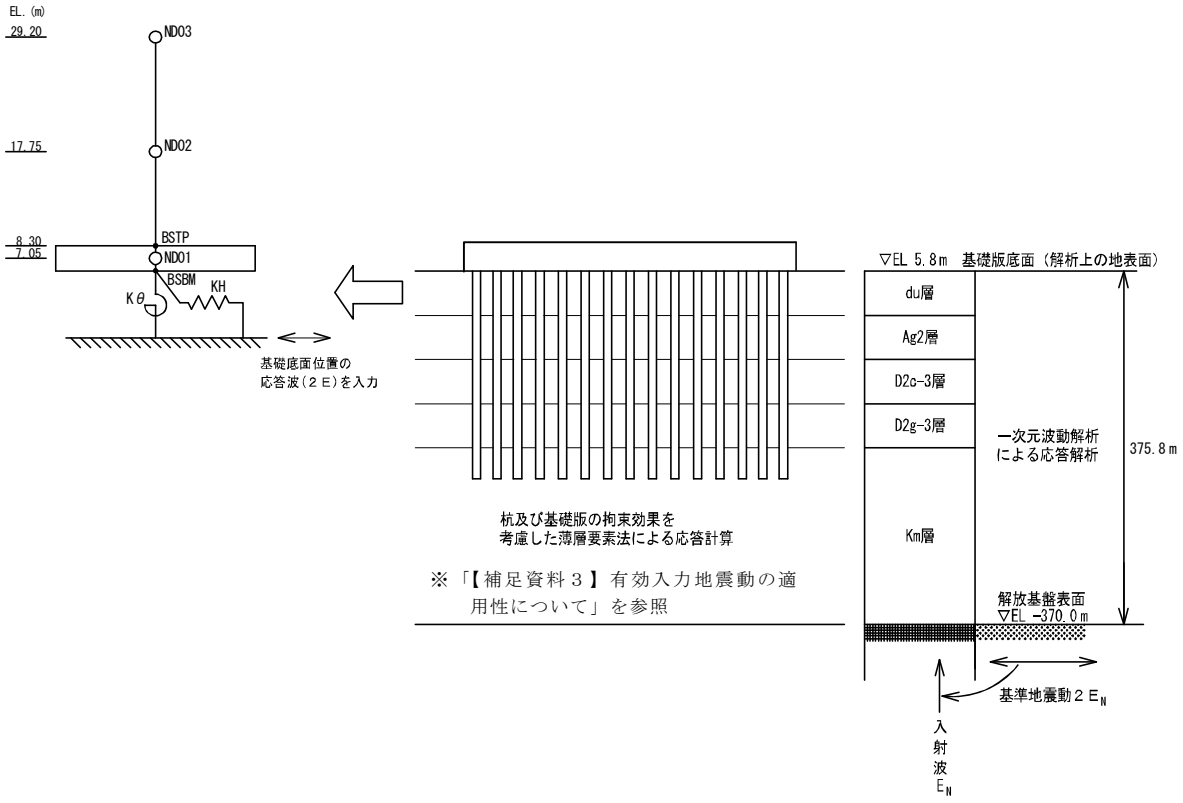
算書に用いる応答解析モデルには，今回工認モデルを用いることとした。



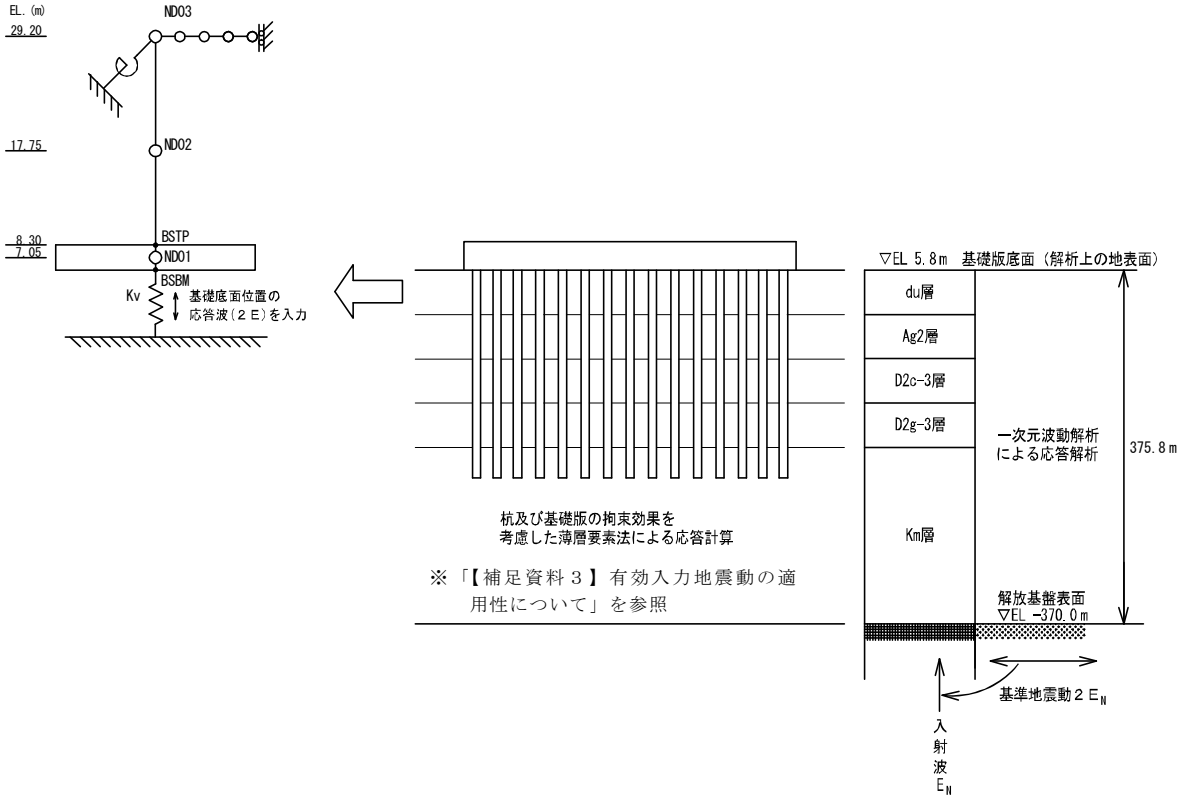
第1－1図　使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震計設置位置



第2－1図　地震応答解析の概要図（既工認）

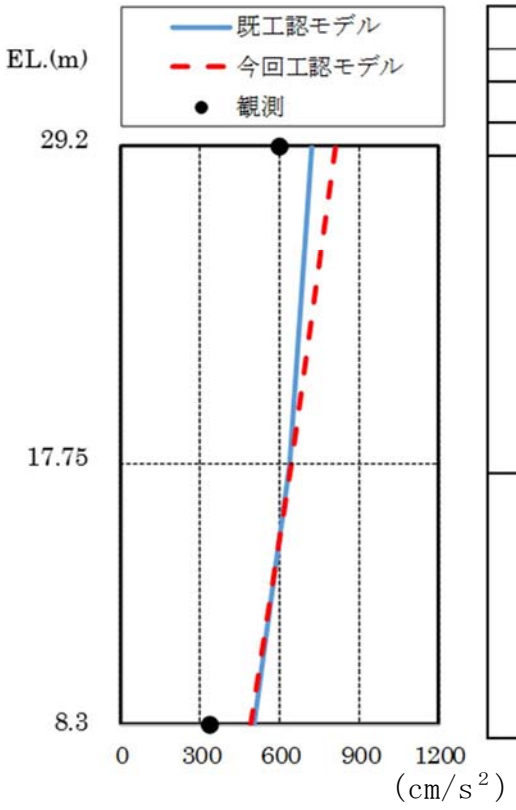


（水平方向）



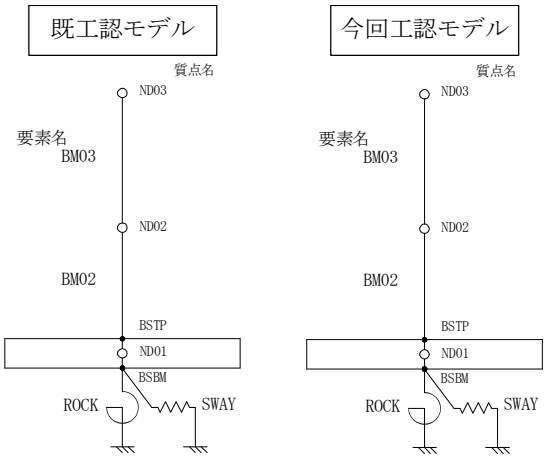
（鉛直方向）

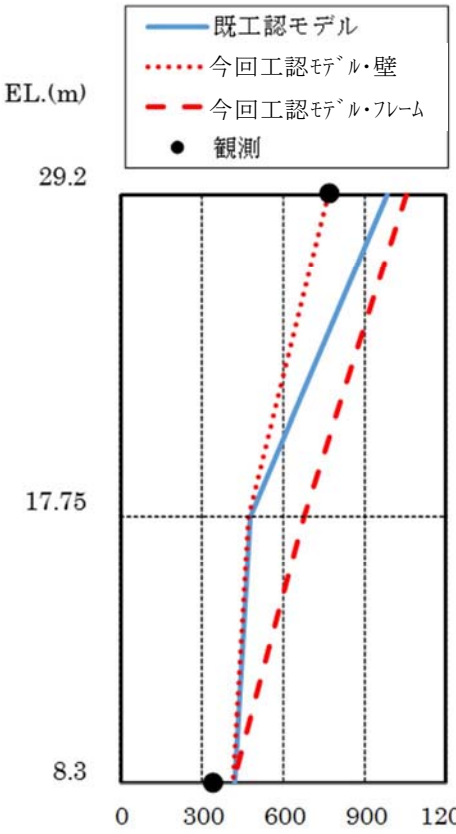
第2－2図　地震応答解析の概要図（今回工認での評価）



NS方向		
既工認モデル	今回工認モデル	観測
cm/s²	cm/s²	cm/s²
720	813	599
635	642	-
506	489	334

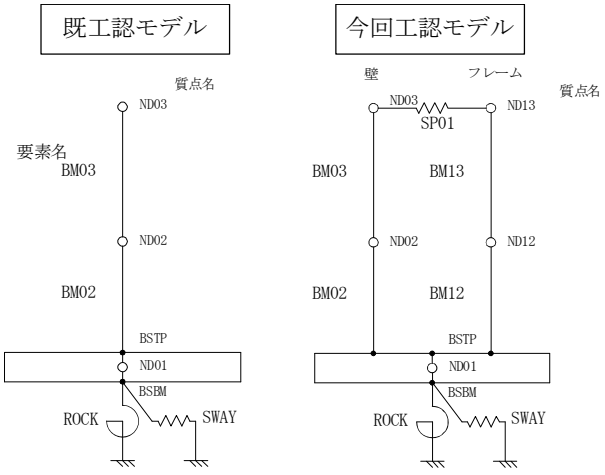
第2－3図（1／3）　最大応答加速度分布の比較（ＮＳ方向）

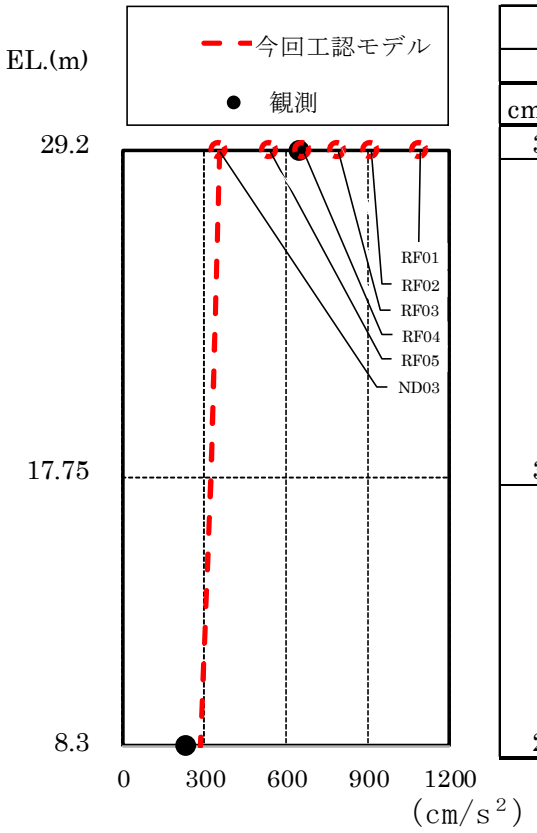




EW方向			
既工認モデル	今回工認モデル		観測
	壁	フレーム	
cm/s²	cm/s²	cm/s²	cm/s²
986	763	1052	772
480	469	674	-
417	416	416	342

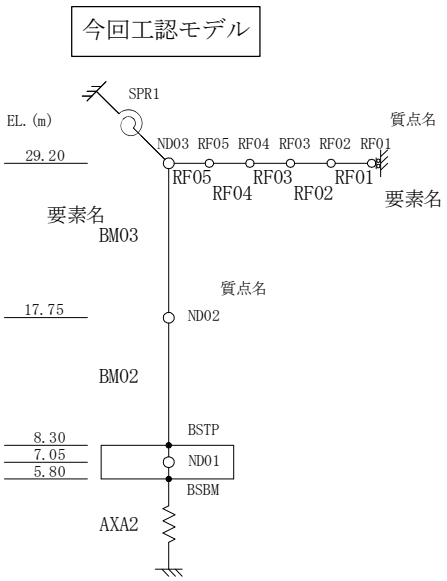
第2－3図（2／3）　最大応答加速度分布の比較（ＥＷ方向）

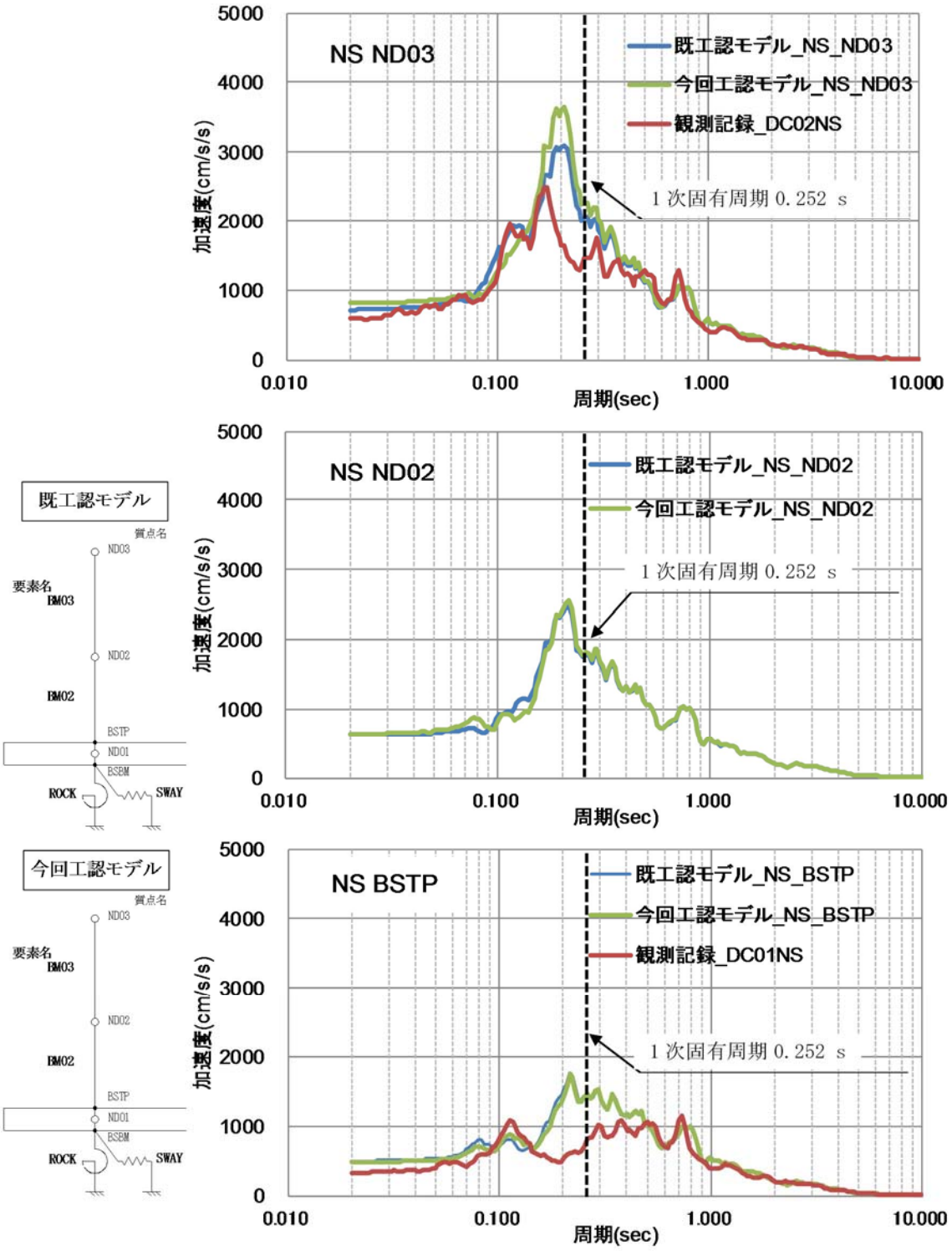




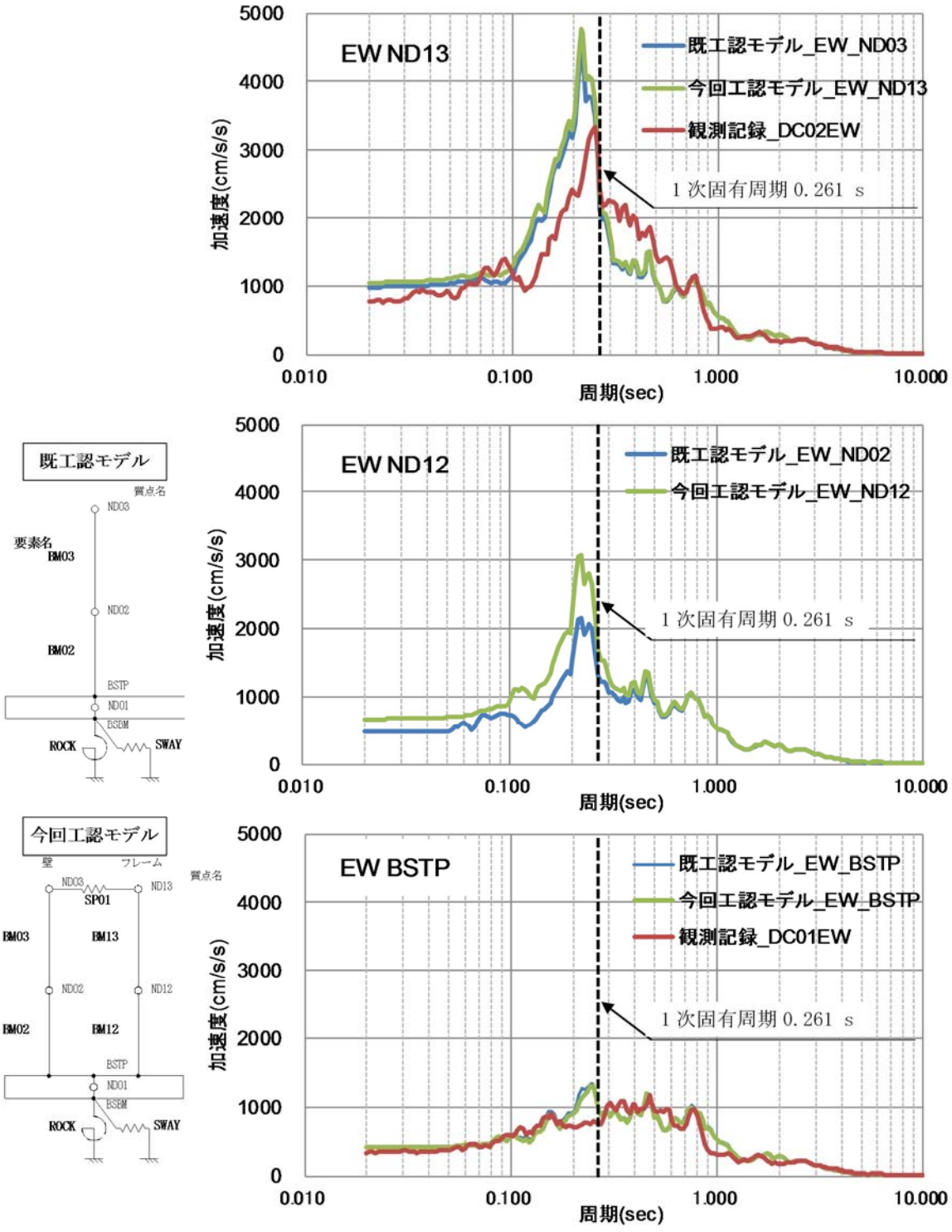
上下方向						
今回工認モデル						観測
cm/s²	cm/s²	cm/s²	cm/s²	cm/s²	cm/s²	cm/s²
358	539	662	793	915	1094	653
321	-	-	-	-	-	-
283	-	-	-	-	-	236

第2－3図（3／3）　最大応答加速度分布の比較（上下方向）

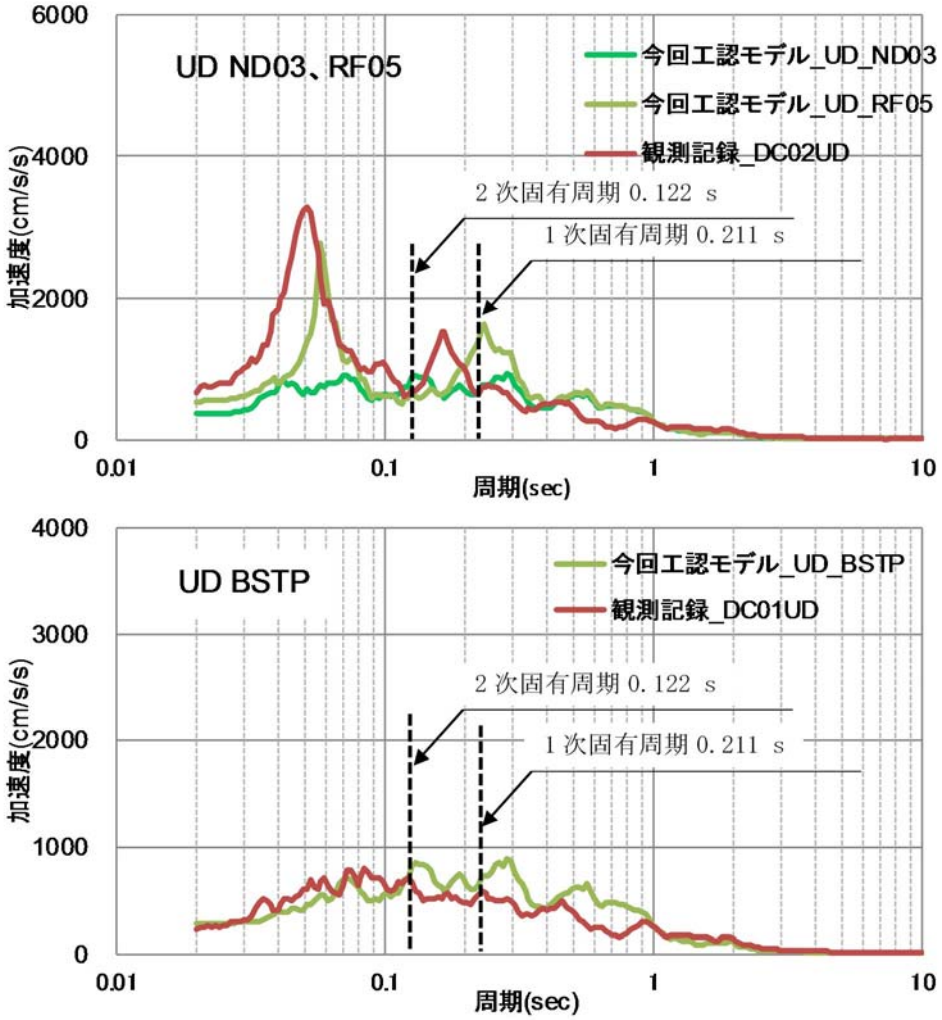




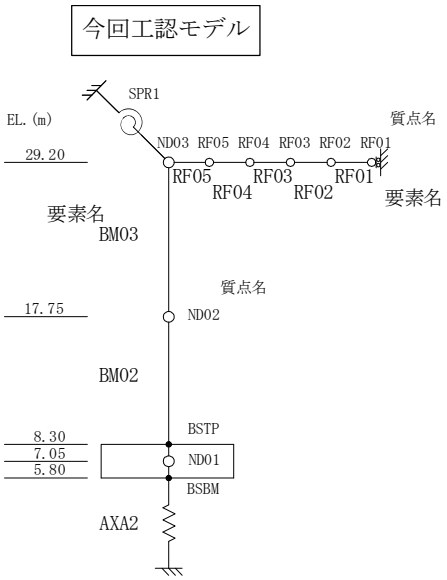
第2－4図（1／3）　床応答スペクトルの比較（ＮＳ方向，ｈ＝5%）



第2－4図（2／3）　床応答スペクトルの比較（ＥＷ方向，ｈ＝5%）



第2－4図（3／3）　床応答スペクトルの比較（上下方向，ｈ＝5％）

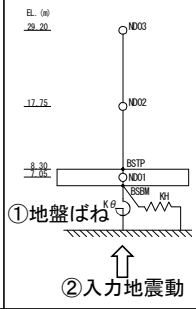
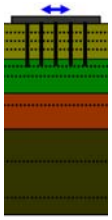
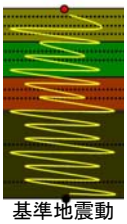
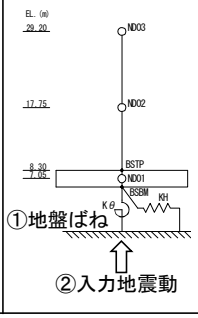
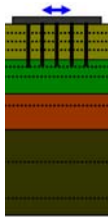
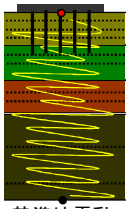


【補足資料３】有効入力動の適用性について

1.　既工認と今回工認における地盤ばね及び入力地震動算出方法の比較

既工認では，杭を考慮した地盤ばね算出に三次元薄層要素法を用いていたが，建屋地震応答解析モデルへの入力動には基礎版底面レベルにおける露頭波を用いていた。三次元薄層要素法とは，水平方向には弾性波動論，深さ方向には有限要素法で定式化した解析手法である。

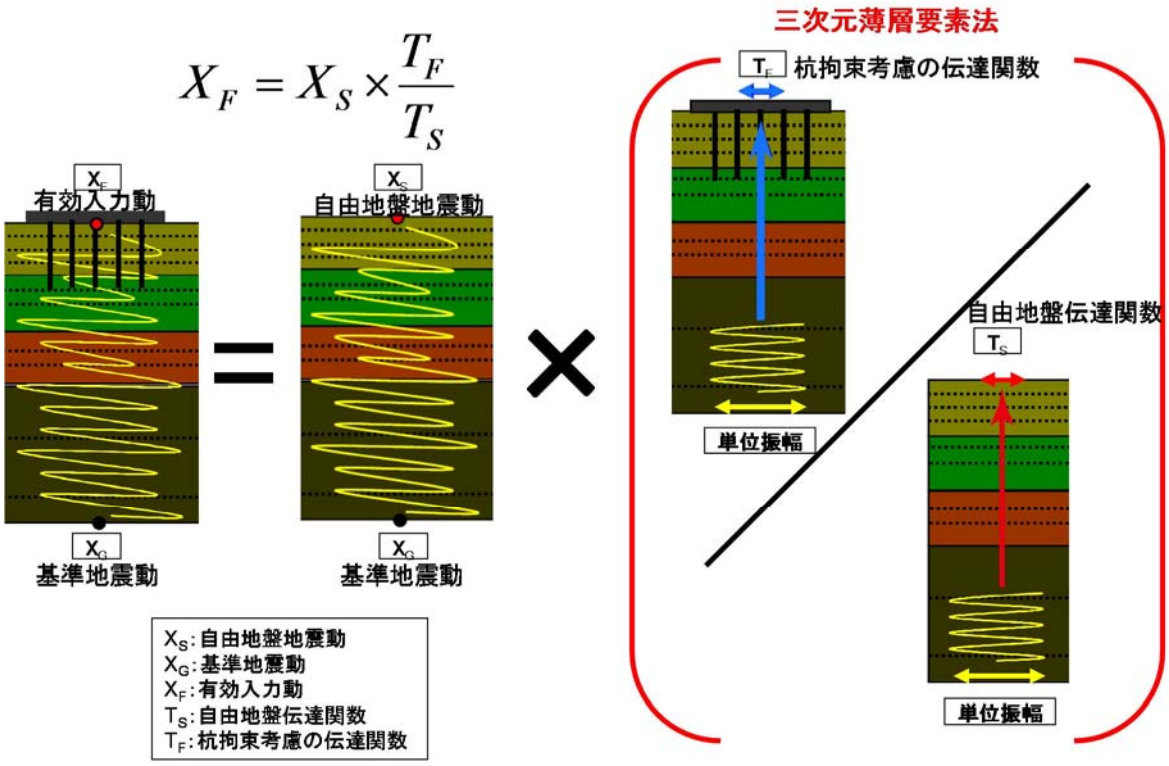
今回工認では，入力地震動評価にも同手法により杭の拘束効果を考慮した基礎版底面レベルにおける有効入力動を用いることにより，地盤ばねの設定との整合を図り，より実状に近い評価とする。第1－1図に既工認と今回工認における地盤ばね及び入力地震動算出方法の比較を示す。

	建屋モデル	①地盤ばね	②入力地震動
既工認		三次元薄層要素法により杭を考慮した地盤ばねを算出  杭の存在を考慮している範囲	一次元波動論により入力地震動を算出 自由地盤地震動  基準地震動
今回工認		三次元薄層要素法により杭を考慮した地盤ばねを算出 	三次元薄層要素法により杭の拘束効果を考慮した入力地震動を算出 有効入力動  基準地震動

第1－1図　既工認と今回工認における地盤ばね及び入力地震動算出方法の比較

2.　三次元薄層要素法による杭の拘束効果を考慮した有効入力動の算出方法

一次元波動論から算出される自由地盤地震動に三次元薄層要素法により算出した伝達関数比率を乗じて杭の拘束効果を考慮した有効入力動を算出する。算出方法を第2－1図に示す。

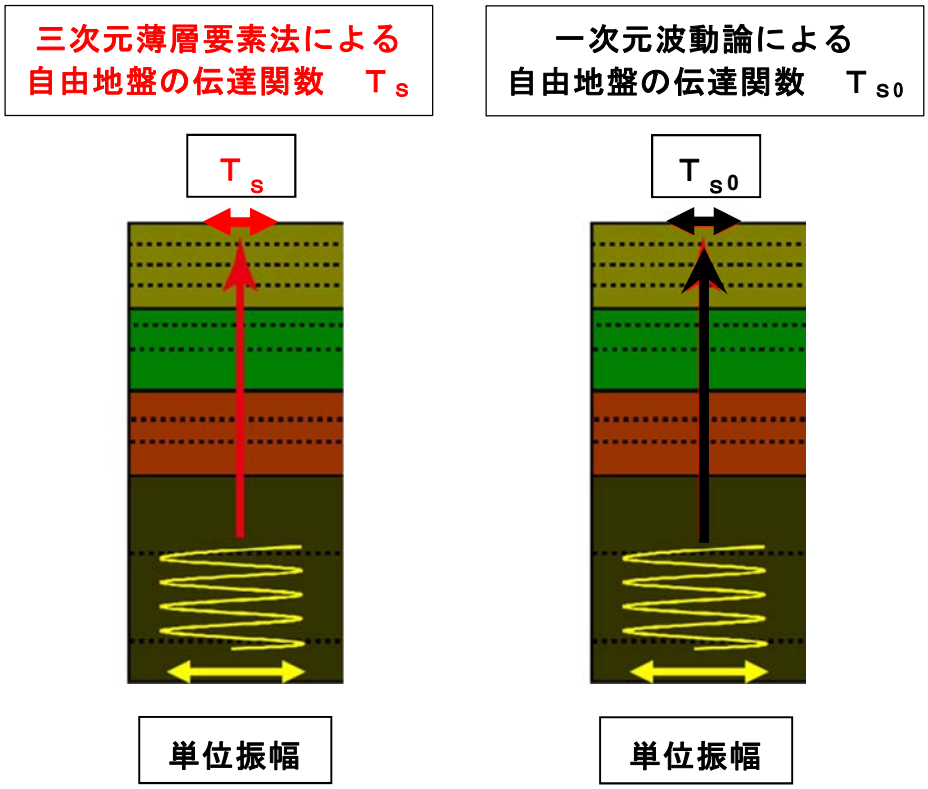


第2－1図　三次元薄層要素法による有効入力動の算出方法

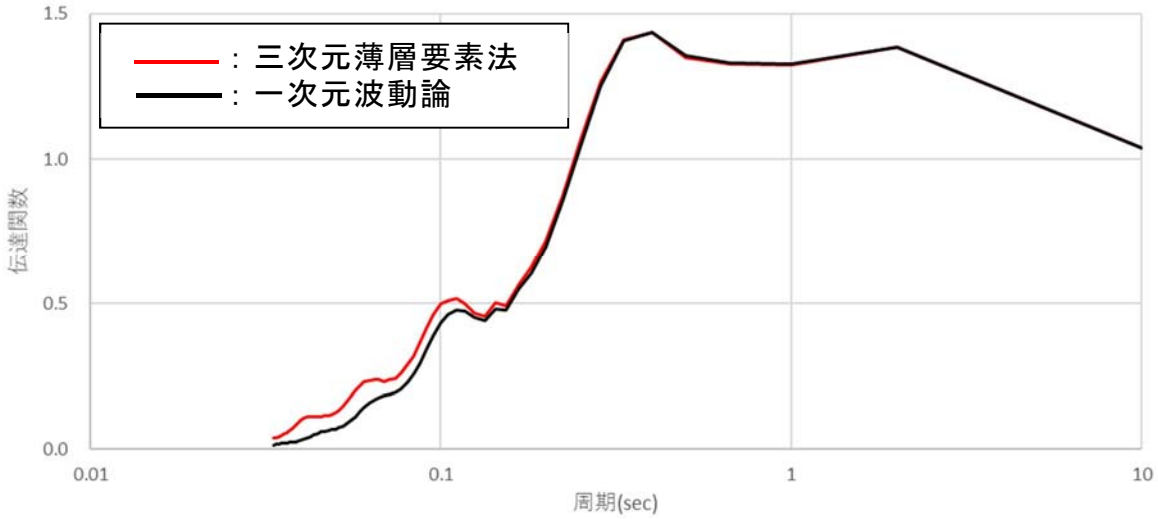
3.　三次元薄層要素法の妥当性確認

三次元薄層要素法による有効入力動の妥当性を規格基準等の記載より確認した。規格基準等には，杭基礎の拘束効果を考慮した有効入力動を設定すること及びその評価に三次元薄層要素法が用いられることが示されている。確認した規格基準等の抜粋を「補足資料４　規格基準等での有効入力動に関する記載」に示す。

また，三次元薄層要素法の妥当性を確認するため，三次元薄層要素法及び一次元波動論より算定した自由地盤の伝達関数を比較した。地盤物性はＳｓ－Ｄ１Ｈによる等価物性を代表として用いた。第3－1図に比較対象概要図，第3－2図に一次元波動論及び三次元薄層要素法による自由地盤の伝達関数を比較して示す。両者同様な結果が得られていることから三次元薄層要素法の妥当性を確認した。



第3－1図　比較対象概要図

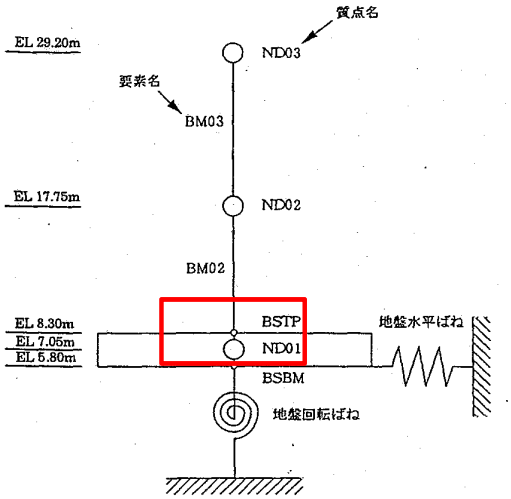


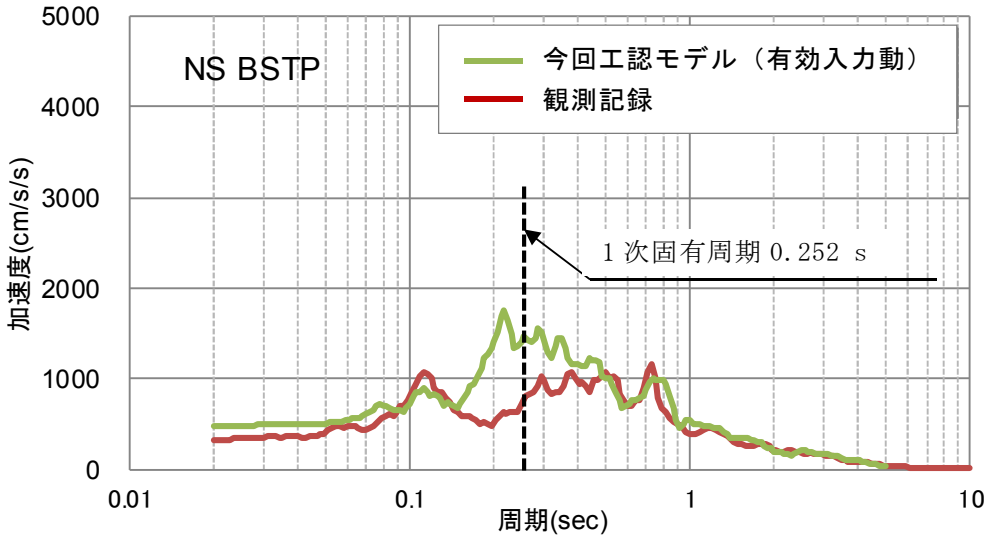
第3－2図　自由地盤伝達関数の比較

4.　杭の拘束効果を考慮した有効入力動の適用性の検討

使用済燃料乾式貯蔵建屋への杭の拘束効果を考慮した有効入力動の適用性を確認するため，東北地方太平洋沖地震の観測記録を用いたシミュレーション解析を行った。地震観測記録と有効入力動を用いた解析結果の基礎上の床応答スペクトルの比較を第4－1図に示す。

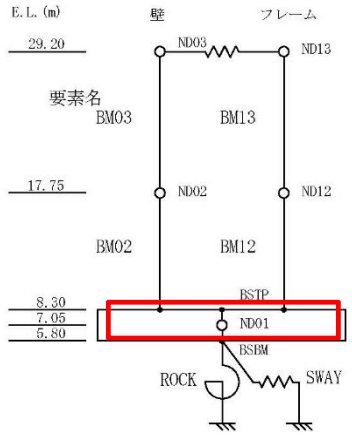
有効入力動を用いた解析結果は，建屋の１次固有周期近傍で観測記録より大きいことより，使用済燃料乾式貯蔵建屋への杭の拘束効果を考慮した有効入力動の適用性を確認した。

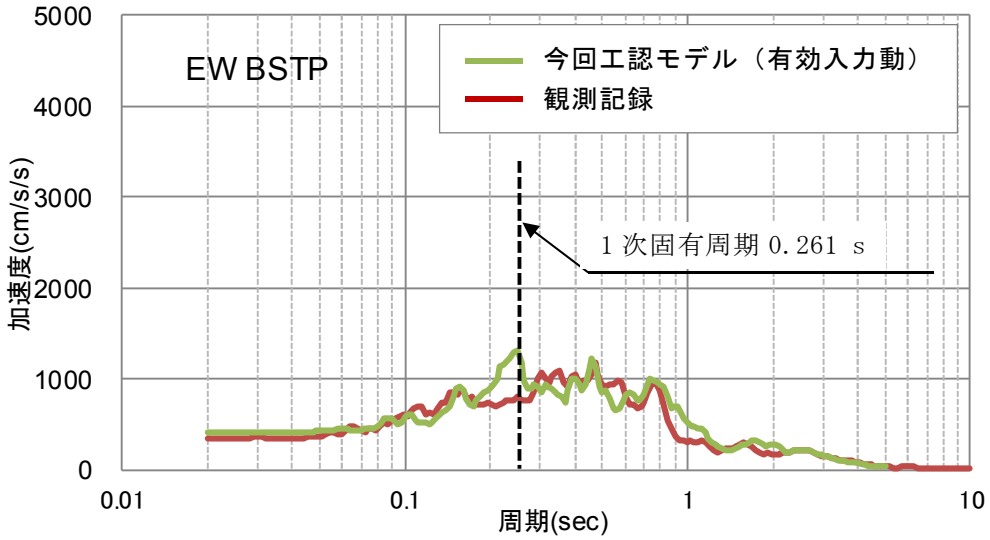




第4－1図（1／3）　床応答スペクトルの比較

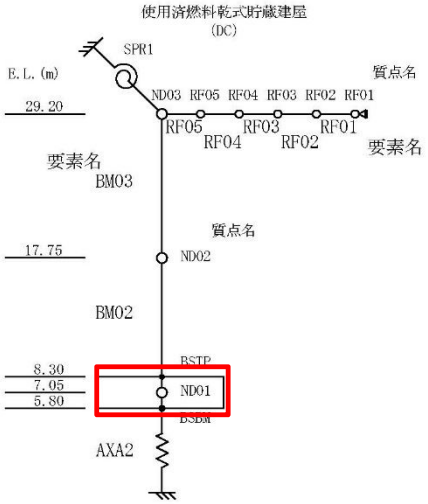
（ＮＳ方向，ｈ＝5%）

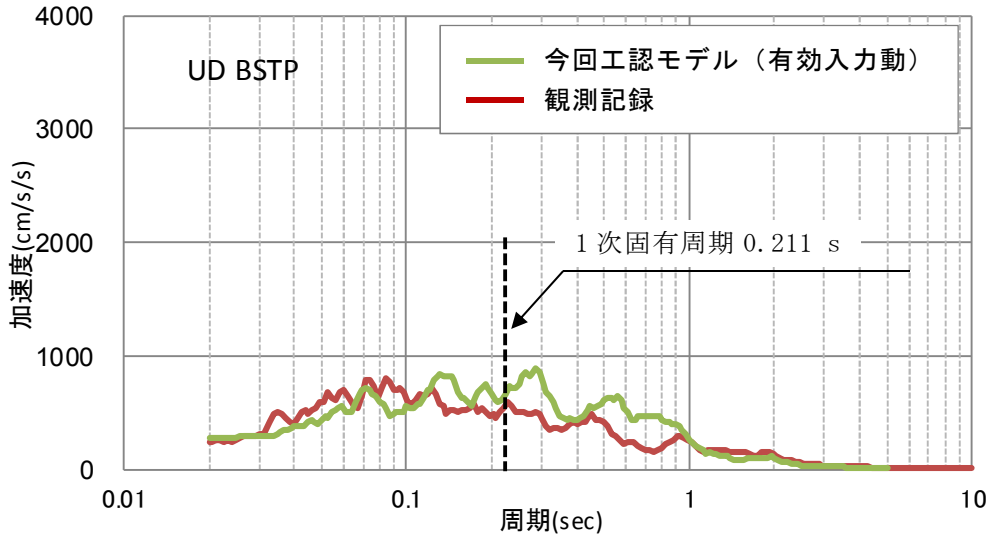




第4－1図（2／3）　床応答スペクトルの比較

（ＥＷ方向，ｈ＝5%）





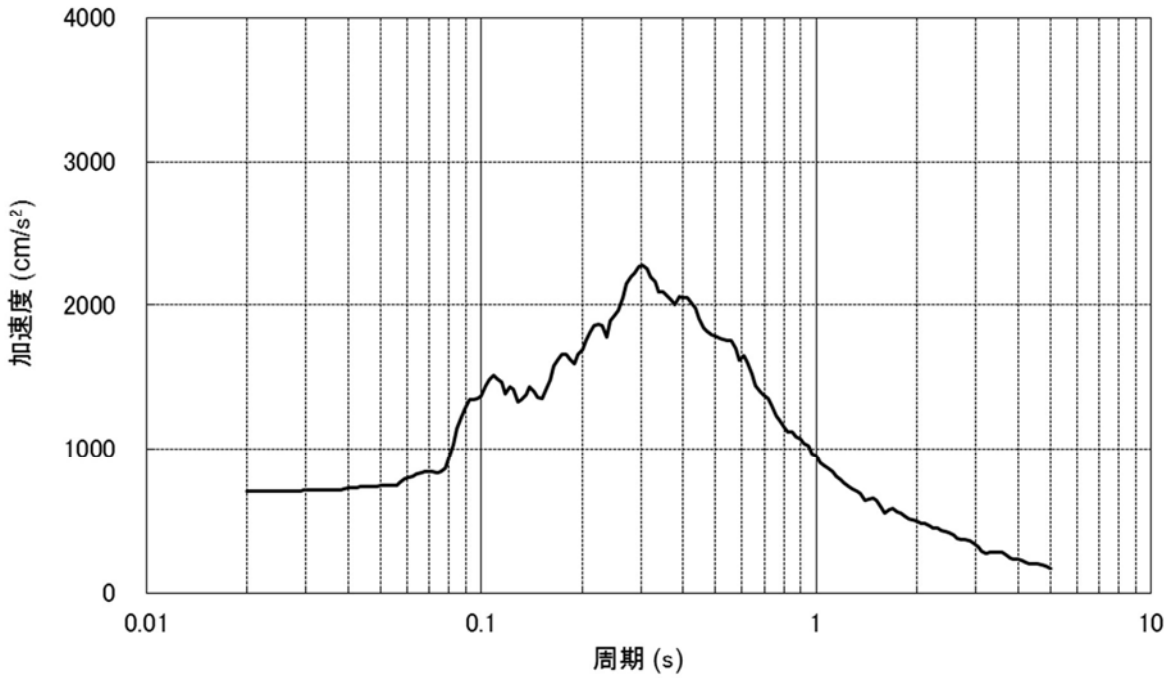
第 4－1 図（3／3）　床応答スペクトルの比較（上下方向，ｈ＝5%）

5.　基準地震動Ｓ$_S$に対する有効入力動と自由地盤地震動の比較

基準地震動Ｓ$_S$に対する杭の拘束効果を考慮した有効入力動を既工認手法による自由地盤地震動と比較を行った。比較は代表として基準地震動Ｓ$_S$－Ｄ１Ｈに対して行った。

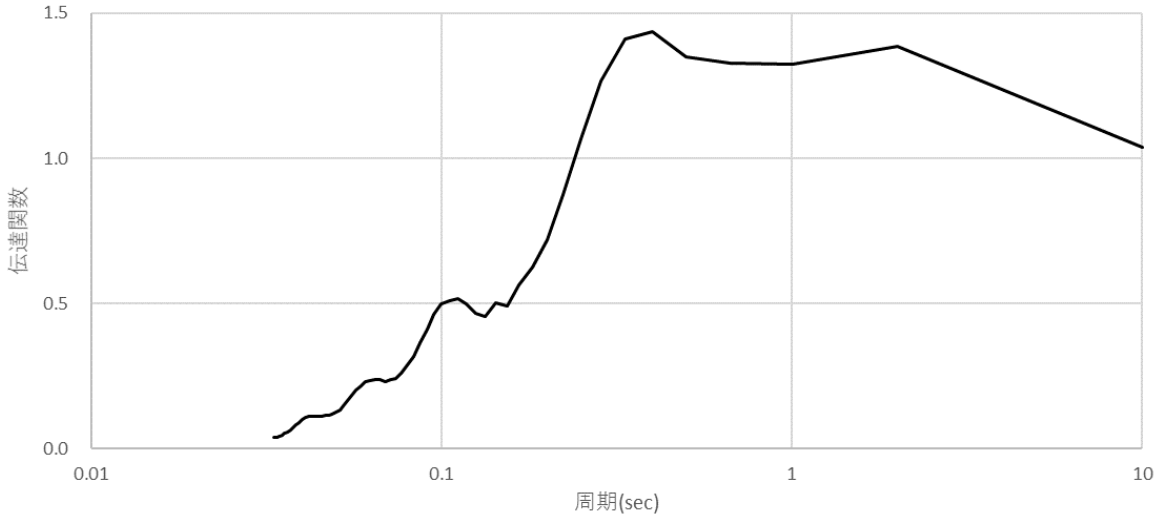
第5－1図に一次元波動論により算定した自由地盤地震動Ｘ$_S$の加速度応答スペクトルを示す。三次元薄層要素法により算定した自由地盤の伝達関数Ｔ$_S$，杭拘束考慮の伝達関数Ｔ$_F$を第5－2図，第5－3図にそれぞれ示す。また，Ｔ$_S$に対するＴ$_F$の比を第5－4図に示す。最終的に算定された，ＮＳ方向及びＥＷ方向の有効入力動の加速度応答スペクトルを自由地盤地震動の加速度応答スペクトルと比較して第5－5図に示す。

杭の拘束効果を考慮した有効入力動は自由地盤地震動よりやや小さいことを確認した。

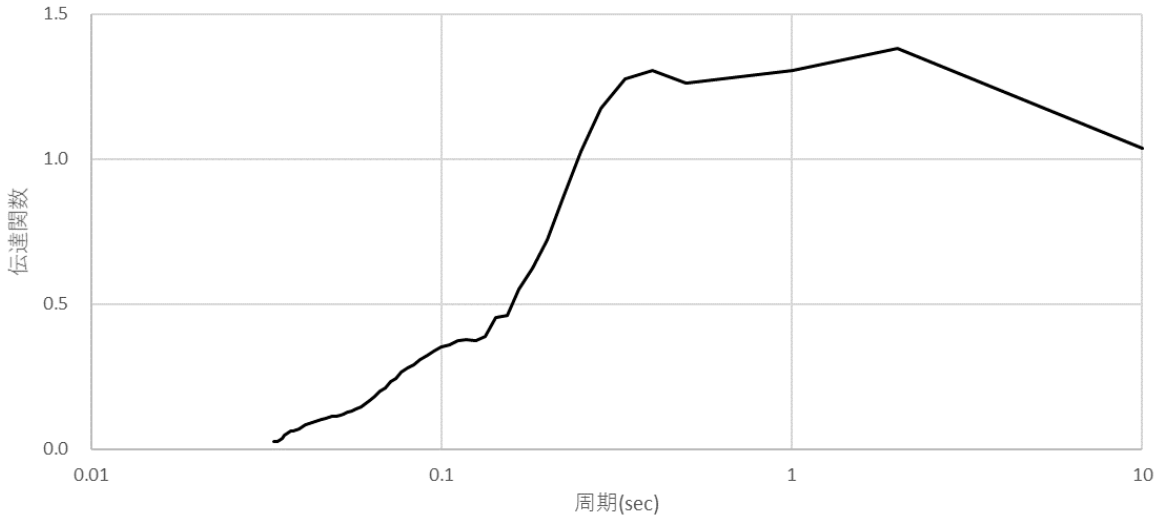


第5－1図　自由地盤地震動（X_S）の加速度応答スペクトル

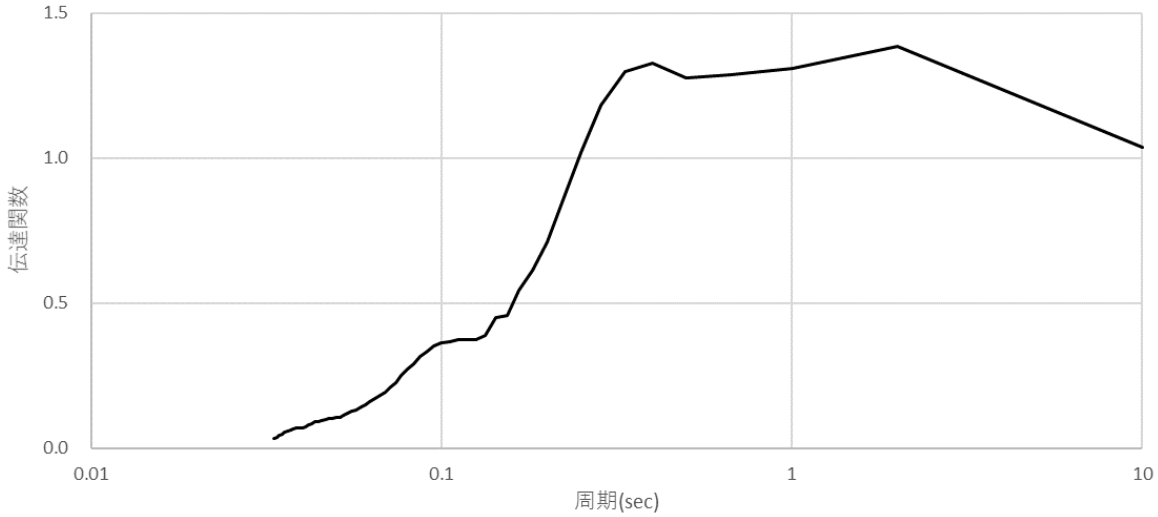
（S_S－Ｄ１Ｈ，ｈ＝5%）



第5－2図　自由地盤伝達関数（T_S）

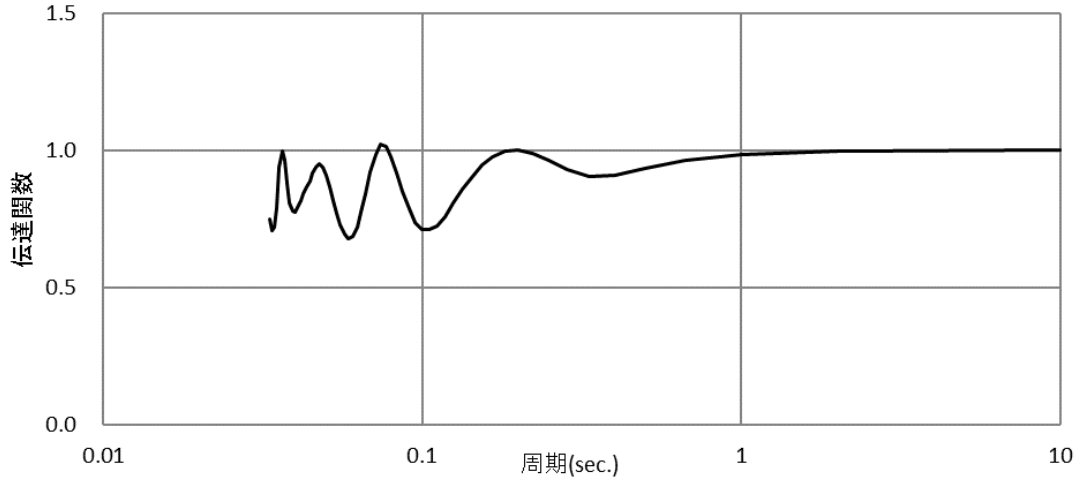


(a)　ＮＳ方向

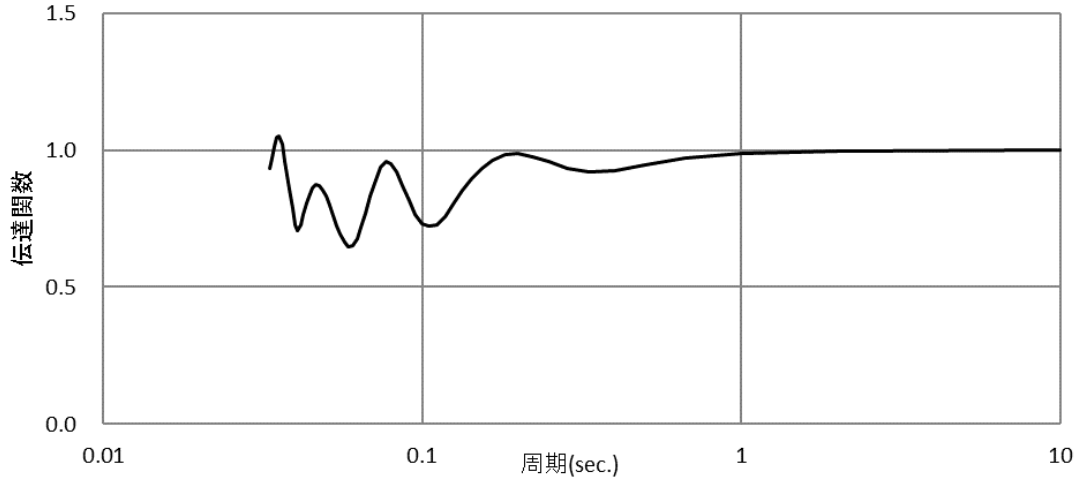


(b)　ＥＷ方向

第5－3図　杭拘束考慮の伝達関数（T_F）

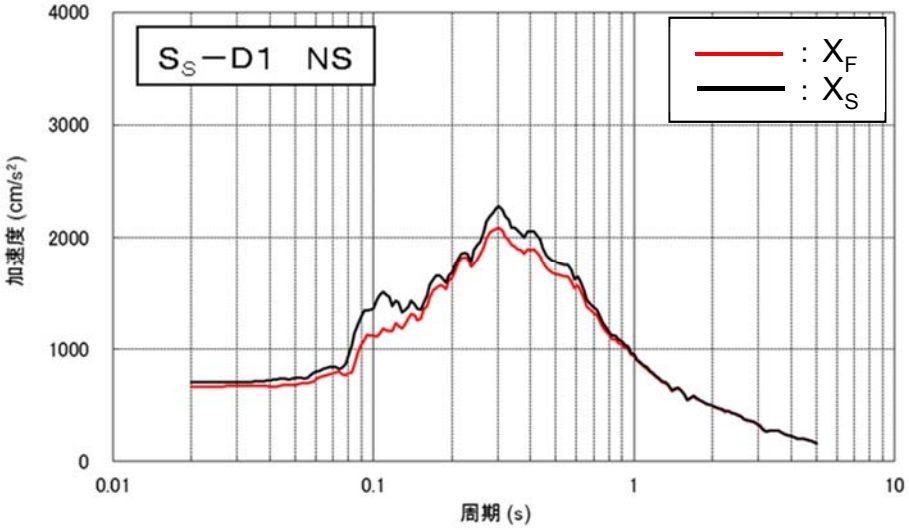


（a）　ＮＳ方向

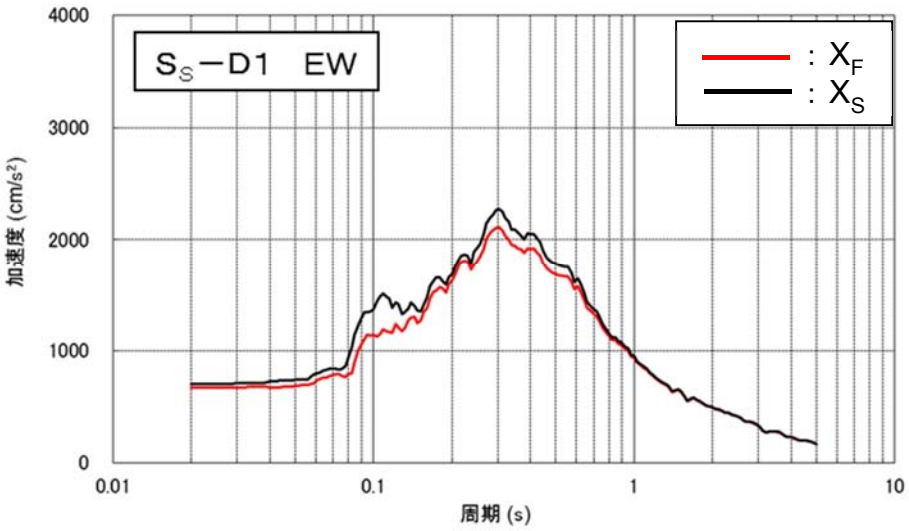


（b）　ＥＷ方向

第5－4図　T_Sに対するT_Fの比



(a)　ＮＳ方向



(b)　ＥＷ方向

第 5－5 図　加速度応答スペクトルの比較（ｈ＝5%）

【補足資料４】規格基準等での有効入力動に関する記載

1.　ＪＥＡＧ4616-2003 乾式キャスク貯蔵建屋基礎構造の設計に関する技術指針（日本電気協会，2003）

b) FEM モデル

FEM モデルは，一般に地盤及び杭基礎を二次元にモデル化し，杭基礎全体モデルとして応答解析を行う。FEM モデルでは，地盤を平面ひずみ要素，杭を梁要素，建屋を質点系あるいは平面ひずみ要素にモデル化する。また，地盤を軸対称要素，群杭をリング杭要素にモデル化した軸対称 FEM モデル(7.3.2-8)による応答解析も可能である。地盤モデルの側面と底面の境界には，波動エネルギーの逸散を考慮するため，エネルギー伝達境界あるいは粘性境界などを設けて地盤の半無限性を考慮する。FEM モデルでは，群杭と地盤を直接モデル化することが可能であり，群杭効果や埋込み効果を考慮できる。また，液状化対策などの目的で実施する地盤改良の効果を直接取り込むことができる。

杭体や地盤の非線形性は，それぞれの要素に非線形特性を組み込んだモデルによる時刻歴応答解析により考慮する。

なお，二次元 FEM モデルや軸対称 FEM モデルによる解析では，三次元的に配置されている群杭を適切に二次元又は軸対称にモデル化する必要がある。

c) SR モデル

SR モデルでは，建屋を質点系にモデル化し，基礎底面位置に群杭と地盤との動的相互作用を考慮して評価した群杭ばね（水平ばねと回転ばね）を取り付けてモデル化する。基礎底面の群杭ばねは，地盤の成層性と半無限性を考慮した三次元薄層法による加振解などを用いて，群杭効果を考慮して評価することができる。また，杭本数が多本数となる場合には，２本杭の柔性を重ね合わせる方法(7.3.2-9), (7.3.2-10)や群杭係数を用いる方法などの近似解法(7.3.2-11), (7.3.2-12), (7.3.2-13)により求めることができる。貯蔵建屋に埋込みが有る場合の側面地盤ばねは，質点系モデルと同様に Novak の方法などにより評価する。群杭ばねは，基礎スラブを剛体として評価した場合，水平ばね，回転ばね，水平・回転連成ばねの３成分が算定されるが，水平・回転連成ばねの影響は小さいため，通常考慮しなくてもよい。

群杭ばねは，複素数として振動数に依存した形で求められるが，時刻歴応答解析に用いる場合は「原子力発電所耐震設計技術指針 追補版（JEAG 4601）」（日本電気協会）による近似法と同様に，地盤ばねの剛性に相当する実数部は振動数 $\omega=0$ における値，すなわち，振動数に依存しない一定値として取扱うこととする。減衰に相当する虚数部は，建屋連成系の１次振動数 ω_1 における減衰定数 h_1 を通る ω の１次式とする。

[redacted]

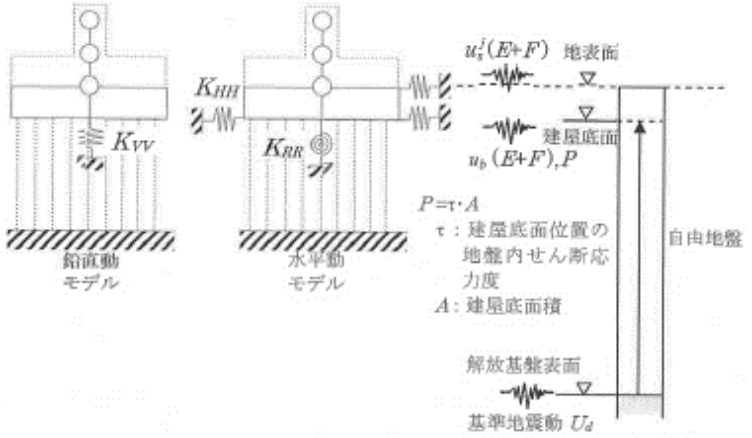
なお，SR モデルによって地震応答解析を行う場合には，杭体の応力と変形は

7－25

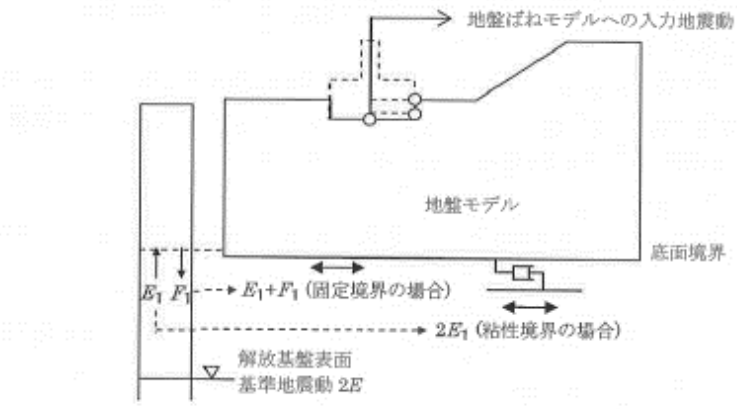
2.　ＪＥＡＣ4616-2009 乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程（日本電気協会，2010）

る。このとき，補正水平力Pは建屋底面位置における地盤のせん断応力度と建屋底面積との積として求める。

杭応答は，応答変位法により評価する。杭に作用する変動軸力は地震応答解析から得られる建屋の最大応答転倒モーメントを適切な方法により杭位置に配分して求める。杭の最大・最小軸力は，変動軸力に長期荷重による軸力及び鉛直方向の地震応答解析による軸力を組み合わせて評価する。



附図2.6-5　地盤ばねモデルへの入力地震動（一次元波動論による場合）

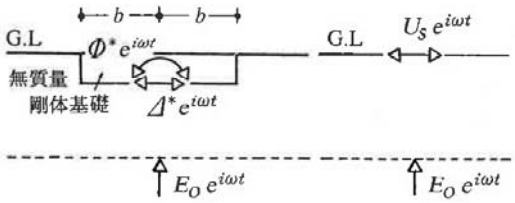


附図2.6-6　地盤ばねモデルへの入力地震動（離散系モデルによる場合）

3. 入門・建物と地盤との動的相互作用（日本建築学会，1996）

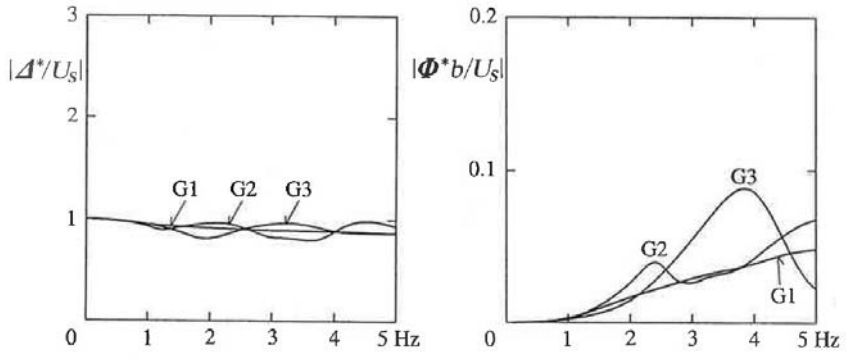
3.3.3 基礎入力動

基礎入力動は基礎の剛性が地盤震動を拘束する効果を考慮した建物-基礎系への入力地震動であり，解析的には図3.13に示すごとく入力地震動を受けたときの無質量・剛体基礎の応答として求めることができる．鉛直入射S波 $E_0\exp(i\omega t)$ に対するR1基礎の基礎入力動を図3.14に示す．縦軸は基礎入力動の水平成分 Δ^* および回転成分 Φ^* に基礎の半幅 b を掛けた基礎端での上下変位 $\Phi^* b$ を地表面の応答振幅 U_S で基準化した値である．R1基礎は地中梁程度の埋め込みを有する直接基礎であるが，埋め込みのない地表面基礎では水平の基礎入力動は振幅比 Δ^*/U_S が1で回転成分 Φ^* はゼロとなる．すなわち，基礎入力動は地表面の応答そのものになる．基礎が若干埋め込まれたことにより，上記の地表面基礎での基礎入力動の特性とは異なり，特に回転成分は振動数が高くなるにつれて大きくなる．水平成分の基礎入力動の振幅比は均質地盤G1においては振動数とともに減少するが，成層地盤G2とG3においては地盤の固有振動数の影響を受けて波打ち，固有振動数付近では谷になる．これは地盤の固有振動数で共振する地盤の応答を基礎が拘束していることに起因する．



(a) 基礎-地盤系　　(b) 地盤系

図3.13 基礎入力動



(a) 水平 Δ^*　　(b) 回転 Φ^*

図3.14 基礎入力動：R1基礎

6.3.4 プログラムの流れ

図 6.3.6 に，直接境界要素法による動的相互作用解析プログラムの流れを示し，前 3 項の数式および留意点の参照箇所を位置付けた．まず，問題の定義において地盤物性，基礎形状，ならびに擾乱の種類が定義される．次に，境界要素法の要素積分とマトリックス解の評価が行われ，目的とする動的相互作用基本物理量が求められる．

境界要素積分の評価においては，対象振動数範囲に相応しい要素分割，使用するグリーン関数の選択と評価，ならびに境界要素特異積分および非特異積分の手法の選択が行われる．評価された影響関数（境界積分結果）にマトリックス演算を行う際には，外部問題において発生する内部固有値の取り扱いに注意が必要となる．

6.4 薄層要素法

薄層要素法または薄層法とは，弾性地盤における正弦的な波動伝播を求めるのに際し，地盤を水平な薄層に分割して水平方向には均質な連続体とするが，深さ方向には分割面で離散的に扱う方法に対して名付けられたものである[177]．当初，この方法は有限要素法の普及とも関係して，地盤を規則領域と不規則領域とに分けたとき，規則領域の無限の広がりに代わるエネルギー伝達境界の設定に応用されてきた[178)~181)"など"]．その後，同じ薄層モデルを用いて，任意節面上に正弦的な点加振を与えたときの波動伝播の解が解析的に導きだされた[35),182),183)]．その結果，これを成層地盤のグリーン関数として用いることにより，サブストラクチャー法に基づいた三次元の動的相互作用解析が著しく簡易化されることになった．

一般に，弾性地盤における波動伝播の解は波数に関する無限積分で表され，その数値計算は極めて煩雑となる．しかしながら，薄層法ではこの無限積分が解析的に求められ，解がいわゆる Closed form で与えられる．したがって，計算効率の点で極めて有利となるため，地盤内部に多数の加振源を有する埋込み基礎や群杭の動的相互作用解析に広く適用され，最近では理論地震動の計算にも応用されている[184)~190)"など"]．本節では，この薄層法について，その基礎方程式と導出される解の最終表現を示し，解の精度を検討して薄層モデル設定の際の注意点を述べる．また，薄層法の適用例として，ここでは群杭の動的相互作用問題をとりあげ，若干の数値解析例を紹介する．

6.4.1 薄層モデルにおける加振解

まず，図 6.4.1 のような半無限成層地盤に対し，薄層モデルを以下のように設定する．

1) 地盤の深さ方向にモデル化領域を定め，その成層状況および解析精度を考慮して多数の水平な薄層に分割する．ここに，各薄層は均質とし，層内では深さ方向の変位分布を直線に仮定する．

2) 各薄層節面に対し，その節面番号を地表面より順次 1, 2, …, N と付す．この番号は節面下の層要素についても共用する．

3) 地盤の半無限性を考慮するため，最下層（第 N 層）をダッシュポットまたは半無限要素でモデル化する〔図 6.4.2 参照〕．

（2） 薄層領域の精度

10層モデルを用いて，最下層がダッシュポットの場合と半無限境界の場合について薄層領域による解の精度を検討する．ただし，前述の薄層分割による精度を考え，ここでは$r/H \geqq 3$および$n \geqq 5$をほぼ満足するようにモデルを設定してある．$r/L=1/2$，1の場合について，$\omega L/V_S$を変数として求めた変位関数の比較を図6.4.7に示す．ここでも同様に，せん断波の1波長：λとモデル深さ：Lの関係を考えると，

$$m=\frac{\lambda}{L} \quad \rightarrow \quad \frac{\omega L}{V_S}=\frac{2\pi}{m} \tag{6.4.21}$$

一般の離散化手法では，対象振動数に対してモデル深さを$m=1$程度に選ぶ．そこで，ここでも式（6.4.21）から$0<\omega L/V_S \leqq 6.0$の範囲を対象とし，図の横軸には上記の$m=\lambda/L$も示した．

まず，r/Lに着目してモデルの設定深さを考えると，図からはダッシュポットモデルの場合に$r/L \leqq 1/2$，半無限境界モデルでは$r/L \leqq 1$となるように薄層領域を設けるのが望ましいといえる．さらにこのとき，ダッシュポットモデルおよび半無限境界モデルとも，水平加振に対しては$m \leqq 4$（$\omega L/V_S \geqq 1.5$），上下加振に対しては少なくとも$m \leqq 2$（$\omega L/V_S \geqq 3.0$）となるように設定することも必要である．結局，ここでも加振点—受振点間距離：rとせん断波の1波長：λの両者に対するバランスが問題となる．

（3） 薄層モデルの設定方法

以上の精度検討をまとめると，薄層モデルを設定する際の指標として，薄層分割については表6.4.1が，薄層領域については表6.4.2が提唱できよう．もちろん，現実の地盤は層序が複雑なこともあって，このように単純には設定できない場合もある．しかしながら，同表は薄層モデル設定の際のめやすになろう．

表6.4.1 薄層分割（分割層厚）の設定指標

r/H		λ/H ($\omega H/V_s$)	
少なくとも	できれば	少なくとも	できれば
>3	≧4	>5 (≦1.25)	≧6 (≦1.0)

表6.4.2 薄層領域（モデル深さ）の設定指標

r/L		λ/L ($\omega L/V_s$)	
ダッシュポット	半無限境界	水平加振	上下加振
≦1/2	≦1	≦4 (≧1.5)	≦2 (≧3.0)

6.4.4 薄層モデルによる群杭の動的相互作用解析

計算効率や成層地盤への適用性などにより，薄層モデルは埋込み基礎や杭基礎の三次元動的相互作用解析に広く用いられている．ここでは，最近注目されている群杭の動的相互作用解析について数値計算例を紹介する．

いま，図6.4.8（a）のような構造物—杭—地盤系を考え，サブストラクチャー法を適用して同

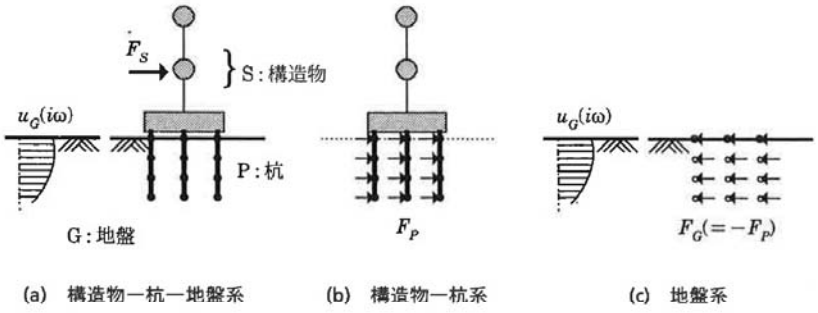


図 6.4.8 サブストラクチャー法による構造物—杭系と地盤系の分離

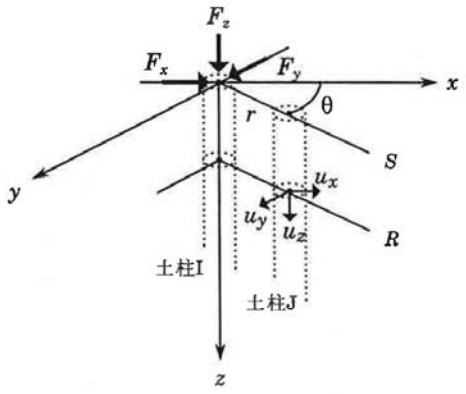


図 6.4.9 地盤系における加振力と変位の関係

図（b），（c）のように構造物—杭系と地盤系に分離する．分離にあたっては，容積法を採用するのがこの場合には便利である．まず，同図（c）の地盤系に着目して薄層モデルを設定し，杭と地盤とが連続する節点を薄層節面上に設ける．このように空間的に分布された節点群に対し，先の薄層解を適用して変位と加振力の関係式を求める．このとき，図 6.4.9 を参照して，杭と置き換わるすべての土柱に対し $I \neq J$ の場合には式 (6.4.8) を，$I=J$ の場合には式 (6.4.11) または式 (6.4.13) を適用すると，変位と加振力の関係は次式で表す．

$$\begin{Bmatrix} \{u_x\} \\ \{u_y\} \\ \{u_z\} \end{Bmatrix} = [A(i\omega)] \begin{Bmatrix} \{F_x\} \\ \{F_y\} \\ \{F_z\} \end{Bmatrix} \tag{6.4.22}$$

または，これを簡単に $\{u\}=[A]\{F\}$ と表す．この関係式が求められていれば，以後はサブストラクチャー法に従い定式化すればよい．すなわち，図 6.4.8 を参照して相互作用力：F_P，F_G の釣合い条件と変位の連続条件を考慮すると，最終的な運動方程式は以下のように導かれる．

$$\left(\begin{bmatrix} [K_{SS}] & [K_{SP}] \\ [K_{PS}] & [K_{PP}]-[K_{PP}^G]+[A]^{-1} \end{bmatrix} - \omega^2 \begin{bmatrix} [M_S] & \\ & [M_P]-[M_P^G] \end{bmatrix} \right) \begin{Bmatrix} \{u_S\} \\ \{u_P\} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \{F_S\} \\ \{F^*\} \end{Bmatrix} \tag{6.4.23}$$

ここに，

$$\{F^*\}=[A]^{-1}\{u_G\}$$

ただし，$[K_{SS}]$，$[K_{PP}]$,...および $[M_S]$，$[M_P]$,...は，それぞれ構造物：S と杭：P の離散化表示による剛性マトリックスと質量マトリックスを意味する．とくに，$[K_{PP}^G]$ と $[M_P^G]$ は杭と同体積の土柱の剛性マトリックスと質量マトリックスを表す．また，$\{F_S\}$ は構造物に外部から作用する加振力ベクトルで，$\{F^*\}$ は地震時に杭に作用するドライビングフォースベクトルである．構造物—杭—地盤系の解析では，式（6.4.23）の運動方程式が基本となる．例えば，群杭の動特性を論じるうえで重要な杭基礎のインピーダンスは，式（6.4.23）で構造物を無質量剛体とし，その上で加振問題（$\{F^*\}=\{0\}$）を解けばよい．また，同様に杭基礎の入力動は，同式で入射問題（$\{F_S\}=\{0\}$）を解けばよい．

数値例[195]として，杭径：B に対する杭中心間隔：S の比が $S/B=2.5$ の場合について，杭本数：N をパラメーターに求めた群杭の水平インピーダンスを図 6.4.10 に示す．同図には参考のため単

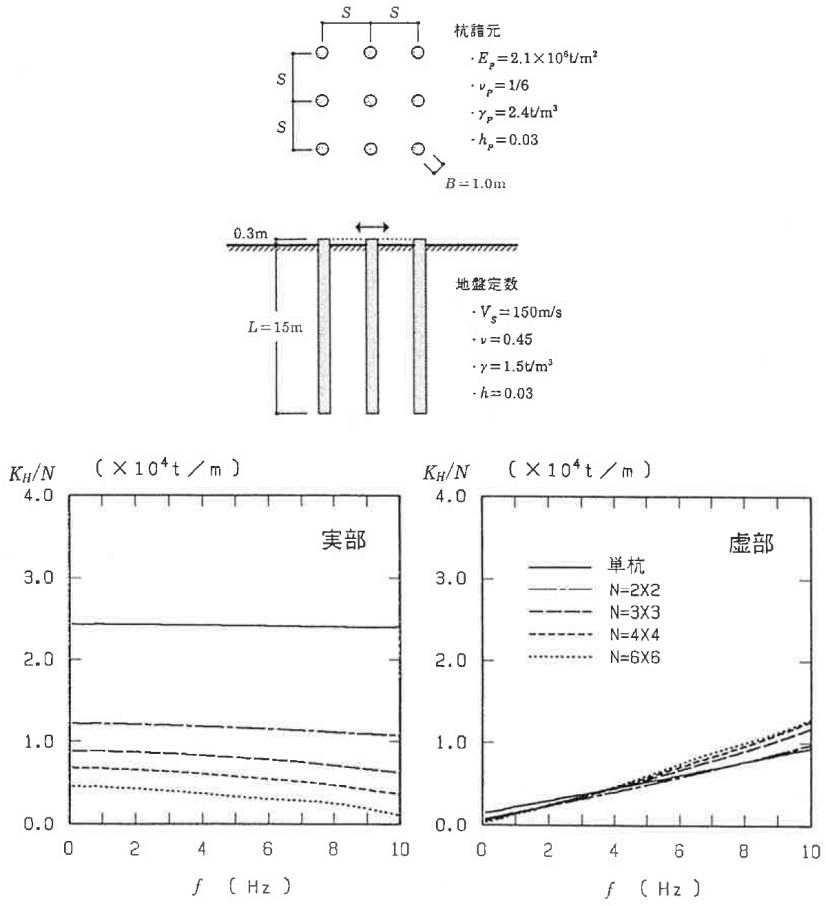


図 6.4.10 群杭の水平インピーダンス（杭間隔比：$S/B=2.5$）

4.　建物と地盤の動的相互作用を考慮した応答解析と耐震設計（日本建築学会，2006）

1.2.3　慣性の相互作用と入力の相互作用

相互作用を理解するには，図1.2.4に示すように，建物と地盤とを分離して考えると分かりやすい．この考え方は，後に，動的サブストラクチャー法として解説されているが，ここでは導入部としてその概要を示しておく．

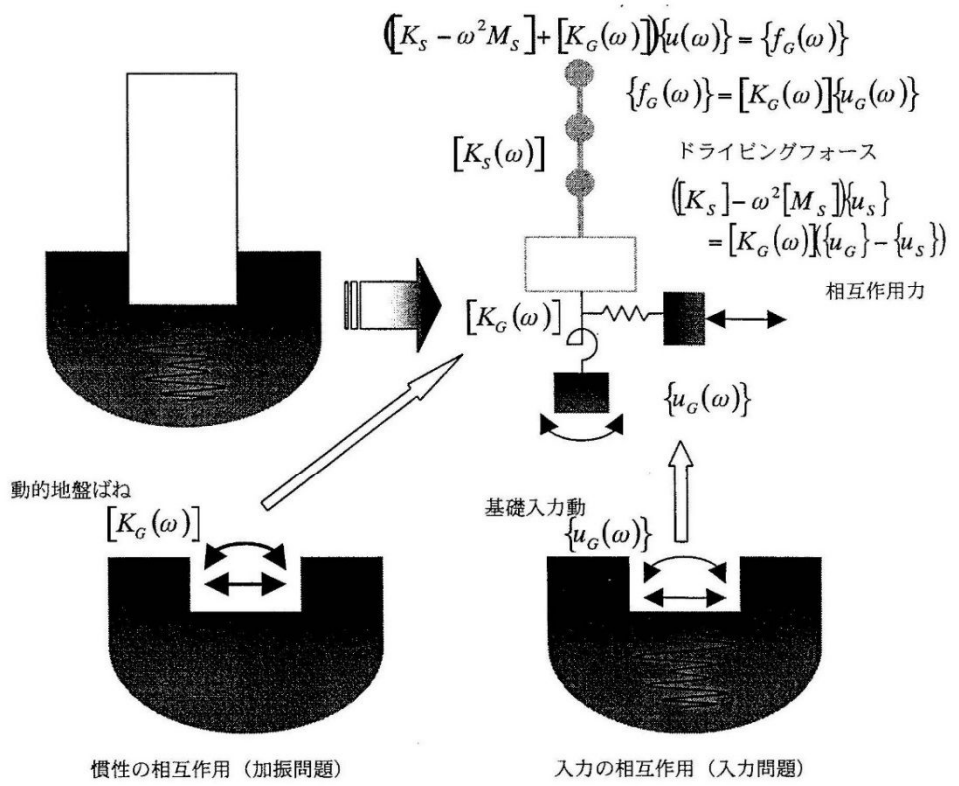


図 1.2.4　建物と地盤とを分離した解析

まず，建物が存在しない状態（建物部を切り欠いた地盤）を想定する．このときの建物と地盤との境界部での力－変位関係を，「動的地盤ばね」と呼んでいる（相互作用ばね，インピーダンスなどとも呼ぶ）．また，地震動が入射したときの建物－地盤境界部での動きを，「基礎入力動」と呼んでいる．基礎入力動は，地盤ばねを介して建物に作用する入力地震動に相当する．動的地盤ばねと基礎入力動を求める問題を，それぞれ，「加振問題」，「入力問題」と呼び，それぞれの相互作用効果を「慣性の相互作用」，「入力の相互作用」と呼ぶ．上に示した地盤ばねや地下逸散減衰は慣性の相互作用効果の一つ，入力損失は入力の相互作用効果の一つである．

動的地盤ばねと基礎入力動の積は「ドライビングフォース」と呼ばれる．ドライビングフォースは，地震動が入射したことによって生じた建物－地盤境界部の変位を，元に戻すために必要となる力である．この力が，作用・反作用の関係で上部構造に作用することになる．

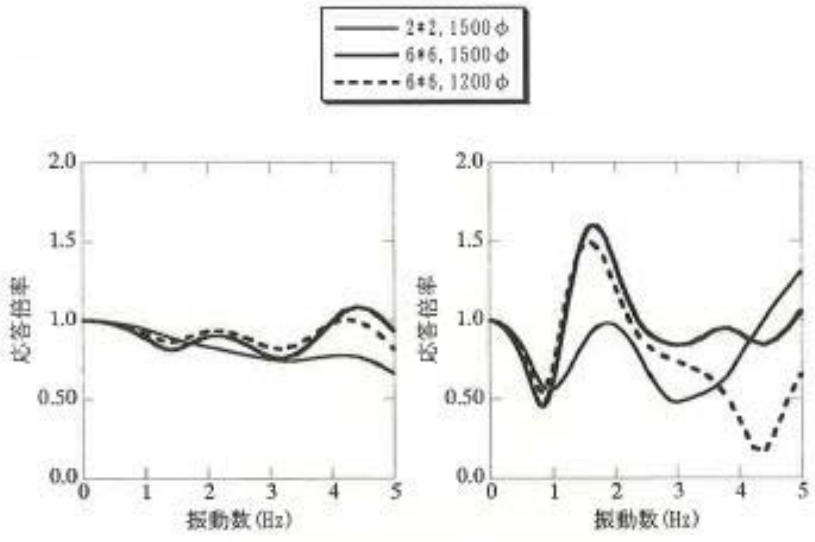
したがって，上部構造物の運動方程式には，剛性行列に動的地盤ばねが加わり，外力ベクトルにドライビングフォースが与えられることになる．動的地盤ばねは，建物の存在の有無による変位差（基礎の応答変位と基礎入力動との相対変位）に比例した抵抗力を生み出す．これが建物と地盤との間でやりとりされる「相互作用力」である．

6.4　基礎入力動の評価

6.4.1　杭基礎の基礎入力動の特徴

杭基礎建物の入力動は，直接基礎のように表層地盤の地表面応答波がそのまま上部構造に入力されるのではなく，地盤内に存在する群杭が表層地盤の挙動を拘束するため，自由地盤の応答波とは異なる．図 6.4.1 は薄層法を用いて求めた杭基礎の基礎入力動を，自由地表面の応答に対する比（応答倍率）として示している．地盤モデルは 3 章の図 3.3.3 に示した地盤-2 の地盤モデル（支持層 GL-25m）であり，液状化層がない場合と考慮した場合である．杭径は 1200mm と 1500mm，杭間距離は 6m とし，杭本数は 2×2=4 本と 6×6=36 本としている．

地盤の 1 次固有振動数に相当する 1Hz 以下の低振動数では，基礎入力動の振幅は自由地表面を下回り，いわゆる「入力損失効果」が見られる．その低減効果は，群杭が表層地盤の挙動を拘束する効果に応じて杭本数が多く，杭径が大きくなるほど大きくなる．また液状化層を考慮した地盤では入力損失効果が顕著に見られるが，杭本数が多い杭基礎では 2Hz 付近の高振動数域で自由地盤に比べ大きくなる場合がある．これは，液状化層をもつ自由地盤では地盤の非線形化による減衰効果により増幅が抑えられるのに対し，杭基礎では杭の支持層地盤から直接杭体を伝わり上部構造に入力する地震動成分があるためである．このような杭基礎への基礎入力動の性状は，群杭効果と同様に杭径，杭長，杭間距離，地盤剛性によって異なる．杭基礎と上部構造をモデル化した一体型モデルを用いた応答解析ではこのような基礎入力動の影響は自動的に考慮されるが，分離型モデルでは別途基礎入力動を評価して SR モデルに入力する必要がある．



(a)　液状化層が無い場合　　(b)　液状化層を考慮した場合

図 6.4.1　自由地表面の応答に対する杭基礎の基礎入力動の比

別紙－１０

東海第二発電所

液状化影響の検討方針について

目次

1.　液状化影響評価の検討方針の概要　・・・3

2.　敷地の地質について　・・・6

3.　液状化検討対象層の抽出　・・・20

3.1　液状化検討対象層の抽出

3.2　Ac 層の液状化強度試験結果

4.　液状化強度試験箇所とその代表性　・・・35

4.1　液状化強度試験箇所の選定

4.2　液状化強度試験選定箇所の代表性

4.3　室内液状化強度試験結果の R_{L20} と道路橋示方書式による R_L との比較検討

4.4　基準地震動Ｓ$_s$に対する液状化強度試験の有効性

5.　施設毎の液状化影響検討の組合せ　・・・63

6.　有効応力解析の検討方針　・・・69

7.　液状化強度特性（豊浦標準砂）の仮定　・・・82

8.　設置許可基準規則第三条第 1 項，第 2 項に対する条文適合方針について　・・・86

9.　参考資料

9.1　地下水位観測データについて　・・・88

9.2　土槽振動実験の再現シミュレーションについて　・・・94

1.　液状化影響評価の検討方針の概要

第 1.1.1 図に液状化影響評価のフローを示す。

東海第二発電所の液状化影響評価については道路橋示方書を基本とし，道路橋示方書では液状化検討対象外とされている G.L.－20m 以深及び更新統についても液状化検討対象層として扱う。

原地盤の各液状化検討対象層の試験結果に基づき，液状化強度特性を設定し，有効応力解析により構造物への影響評価を実施する。設定する原地盤の各液状化検討対象層の液状化強度特性は試験データのバラツキを考慮し，液状化強度試験データの最小二乗法による回帰曲線と，その回帰係数の自由度を考慮した不偏分散に基づく標準偏差を用いて適切に設定する。

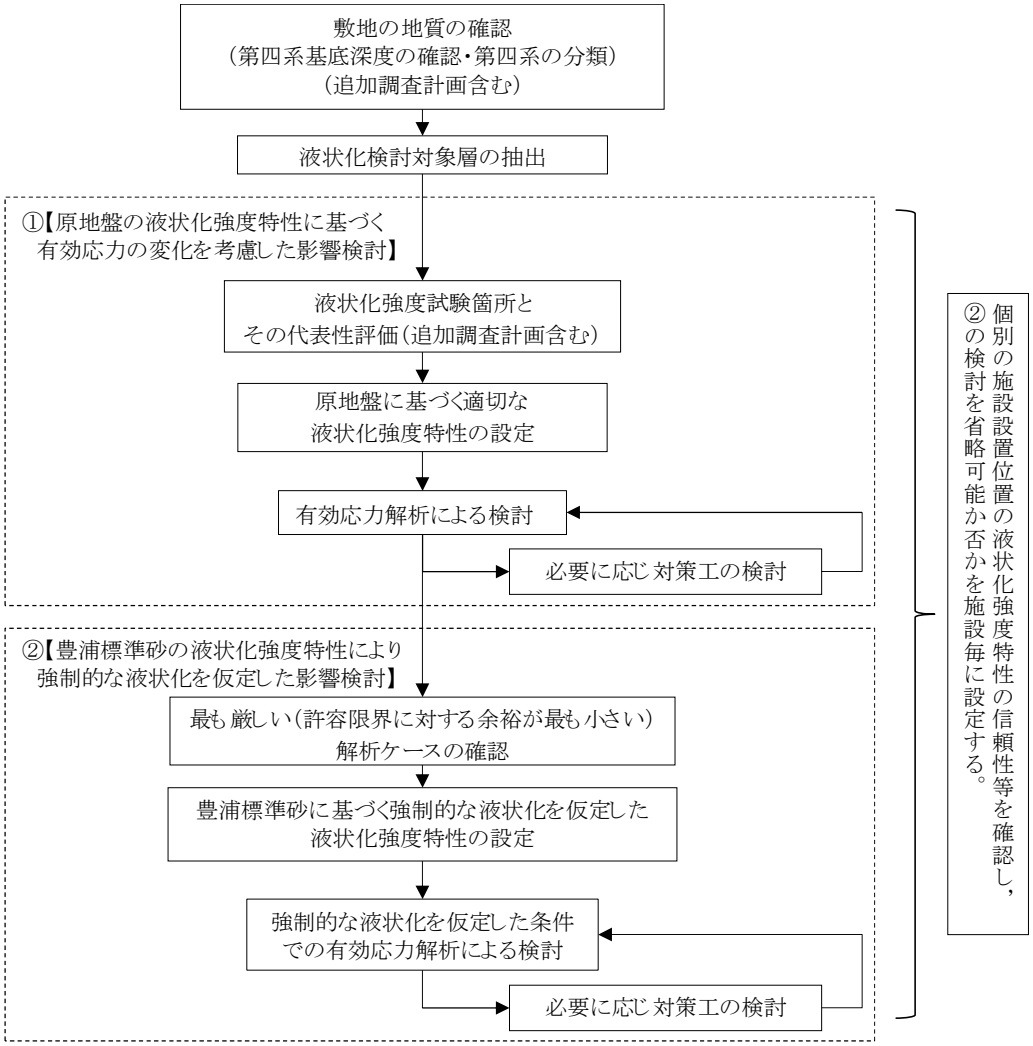
耐震重要施設等※1 及び波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計において液状化影響の検討を行う場合は，原地盤に基づく液状化強度特性を用いて基準地震動 S_s に対する有効応力解析による検討（①）を行うことを基本とし，更に，当該検討において最も厳しい（許容限界に対する余裕が最も小さい）解析ケースに対して，豊浦標準砂※2 の液状化強度特性により強制的な液状化を仮定した有効応力解析による検討（②）を追加で行う。上記の検討の組合せは，個別の施設設置位置の液状化強度特性の信頼性等を確認し，施設毎に設定する。

第 1.1.2 図に原地盤に基づく液状化強度特性と豊浦標準砂を仮定した液状化強度特性の比較を示す。豊浦標準砂の液状化強度特性は原地盤に基づく液状化強度特性の全てを包含している。豊浦標準砂は，敷地に存在しないものであるが，極めて液状化しやすい液状化強度特性を有していることから，豊浦標準砂の液状化強度特性を仮

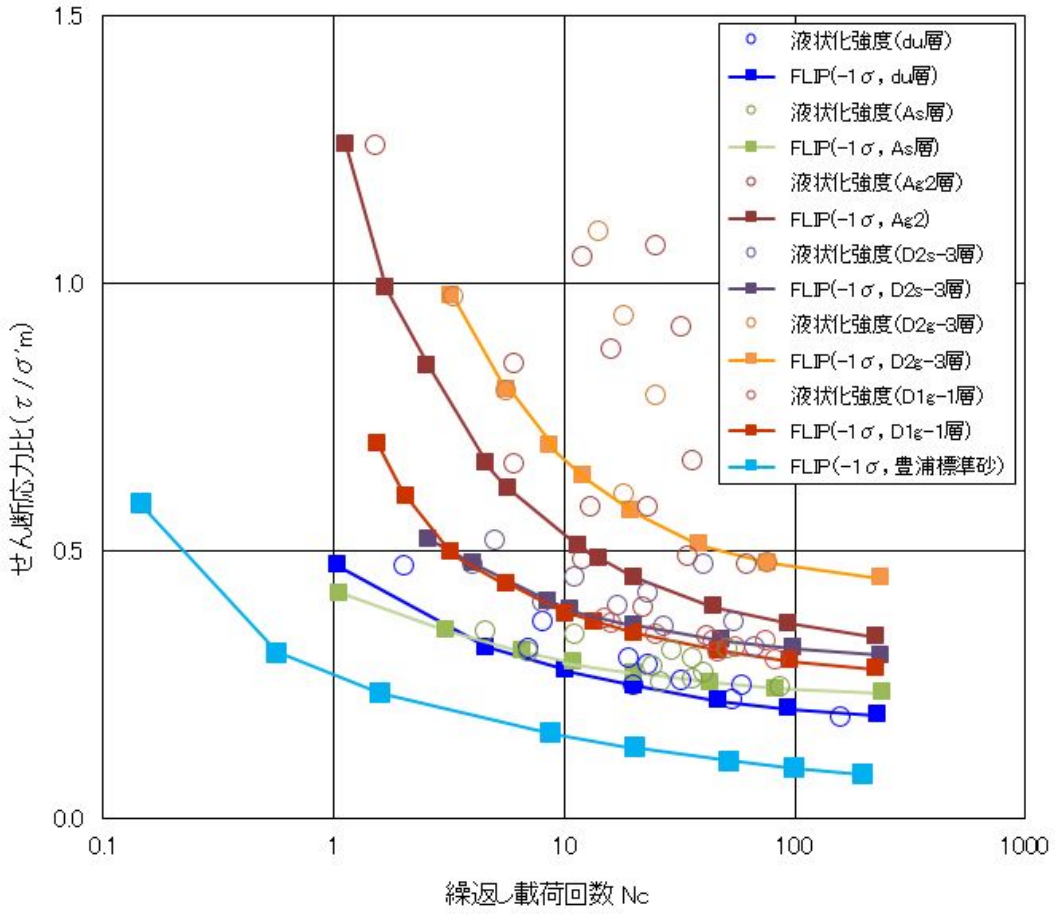
定した有効応力解析は，強制的に液状化させることを仮定した影響評価となる。

※1：常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く）を含む。

※2：豊浦標準砂は，山口県豊浦で産出される天然の珪砂であり，敷地には存在しないものである。豊浦標準砂は，淡黄色の丸みのある粒から成り，粒度が揃い均質で非常に液状化しやすい特性を有していることから，液状化強度特性に関する研究等における実験などで多く用いられている。



第 1.1.1 図　液状化影響評価のフロー



第 1.1.2 図　原地盤に基づく液状化強度特性と豊浦標準砂を仮定した液状化強度特性の比較

2.　敷地の地質について

敷地の地質層序を第 2.1.1 表に示す。敷地の地質は，下位から先白亜系の日立古生層(日立変成岩類)，白亜系の那珂湊層群，新第三系の離山層，新第三系鮮新統～第四系下部更新統の久米層，第四系更新統の東茨城層群及び段丘堆積物，第四系完新統の沖積層及び砂丘砂層からなる。

敷地の地質・地質構評価に係る地質調査のうち，ボーリング調査位置図を第 2.1.1 図に，敷地の地質平面図を第 2.1.2 図に示す。敷地に分布する地層のうち，最下位の日立古生層(日立変成岩類)は硬質な泥岩，砂岩及び礫岩からなる。那珂湊層群は硬質な泥岩，砂岩及び礫岩からなる。離山層は泥岩，凝灰岩からなる。久米層は砂質泥岩を主としている。東茨城層群と段丘堆積物は砂礫，砂及びシルトからなり，沖積層は粘土を主として砂及び礫混じり砂を挟む。各層は不整合関係で接 している。砂丘砂層は均質な細～中粒砂からなり，敷地全体に広く分布する。

敷地の第四系の主な層相及び代表的なコア写真の拡大を第 2.1.2 表に示す。以降，敷地の第四系をこの層相に基づき区分する。

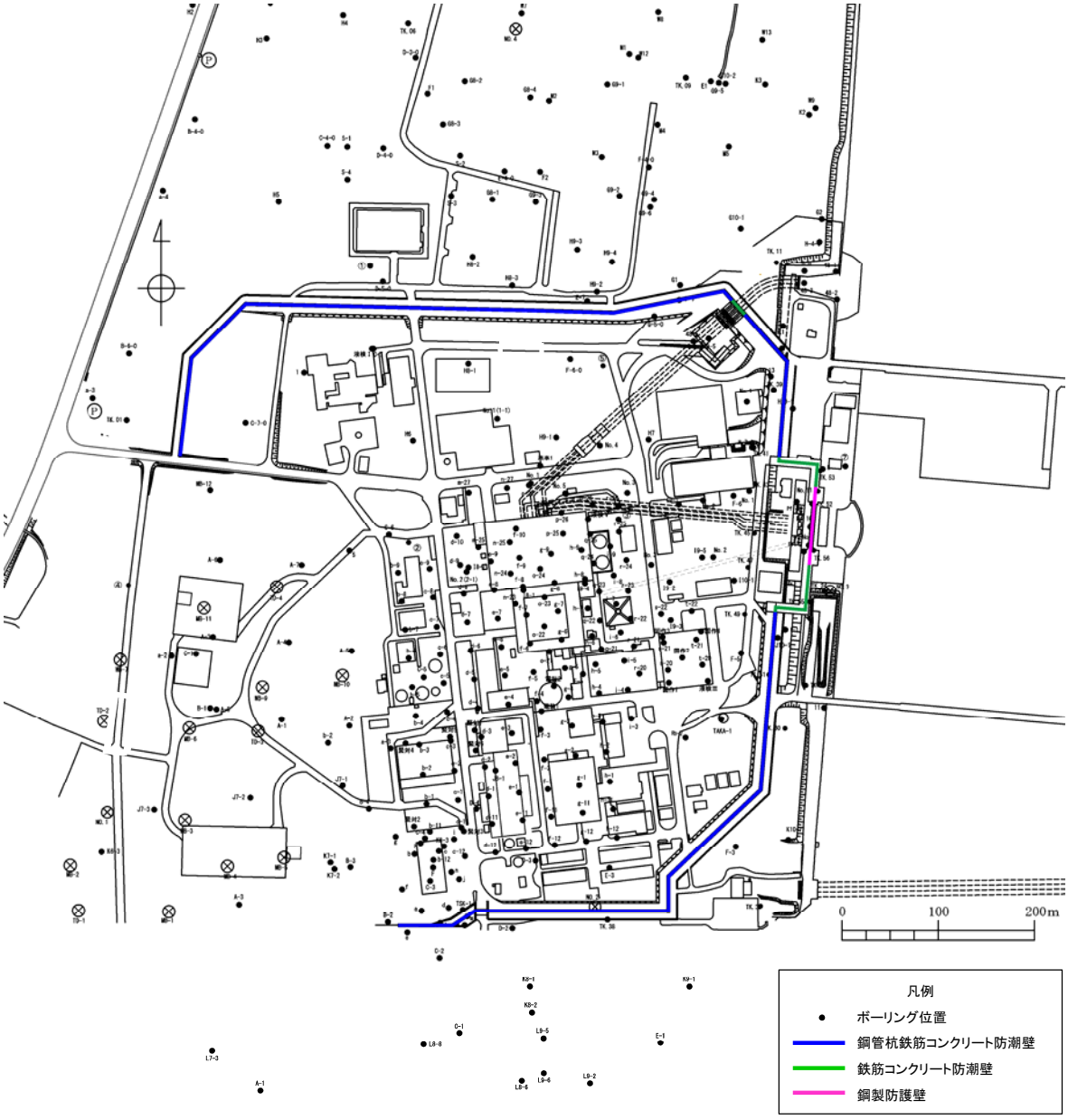
敷地の地質断面図を第 2.1.3 図に示す。敷地には，敷地全域にわたって新第三系鮮新統～第四系下部更新統の久米層が分布し，その上位に第四系更新統の段丘堆積物，第四系完新統の沖積層及び砂丘砂層が分布する。

防潮堤設置位置の地質断面図を第 2.1.4 図～第 2.1.6 図に示す。地質断面図は，断面線から最も近いボーリング調査の結果を重視するとともに，周辺のボーリング調査で確認された地層の走向・傾斜や分布の連続性を加味して作成した。

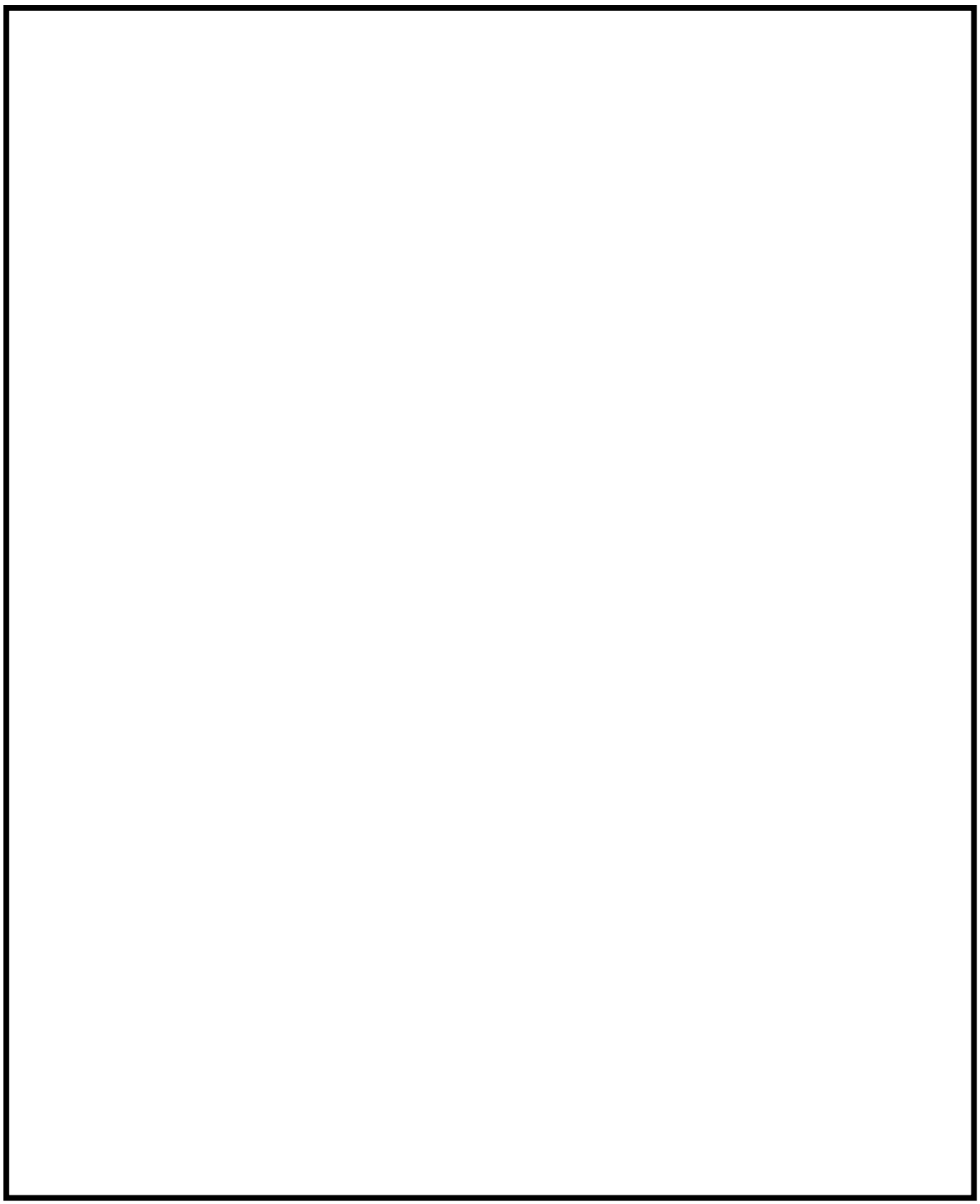
今後，追加ボーリング調査等を行い，第四系の地質構造，岩盤上面深度等について詳細に確認を行い，詳細設計にて用いられる地盤条件の精査をしていく。追加ボーリング調査計画を第 2.1.7～2.1.10 図に示す。

第 2.1.1 表　地質層序

年代層序区分			地層区分	地質記号		主な層相		備　考
新生界	第四系	完新統	砂丘砂層	du		灰褐色～黄灰色の砂～中粒砂		敷地全体に広く分布する。
			沖積層	al	Ag2	砂礫	暗青灰色～灰褐色の粘土・砂 灰褐色～黄褐色の礫混じり砂	最上位の砂層は敷地全体に広く分布する。 久慈川が侵食した凹状の谷を埋めて分布する。
					Ac	粘土		
					As	砂		
					Ag1	砂礫		
		更新統	段丘堆積物	D2	D2c-3	シルト	黄褐色～青灰色の砂礫・砂・シルト	敷地南部に分布する。 敷地周辺のL1段丘堆積物に対比される。 シルト層中の炭物質の年代： 40,830±2,670年BP～48,330±年BPオーバー （14C年代測定法）
					D2s-3	砂		
					D2g-3	砂礫		
					D2c-2	シルト		
					D2g-2	砂礫		
				D1	lm	ローム		敷地南西部に分布する。 敷地周辺のM2段丘堆積物に対比される。 本層上部に分布する風化火山灰層に含まれる テフラの年代： ・赤城鹿沼テフラ　＞45,000年BP ・赤城水沼1テフラ　55,000年BP～60,000BP
					D1c-1	シルト		
					D1g-1	砂礫		
			東茨城層群	Hi		暗灰色～褐色の砂及びシルト 灰褐色～青灰色の砂礫		敷地西部のごく一部に分布する。
	新第三系	鮮新統	久米層	Km		暗オリーブ灰色の砂質泥岩		敷地全体に広く分布する。 原子炉建屋等の基礎岩盤である。
			離山層	Hn		泥岩・凝灰岩		敷地では北部を中心に久米層の下位に認められる。
白亜系			那珂湊層群	Nk		泥岩・砂岩		敷地全体で久米層，離山層の下位に認められる。
先白亜系			日立古生層 （日立変成岩類）	Hp		泥岩・砂岩・礫岩		1孔のボーリングで那珂湊層群の下位に認められる。



第 2.1.1 図　ボーリング調査位置図

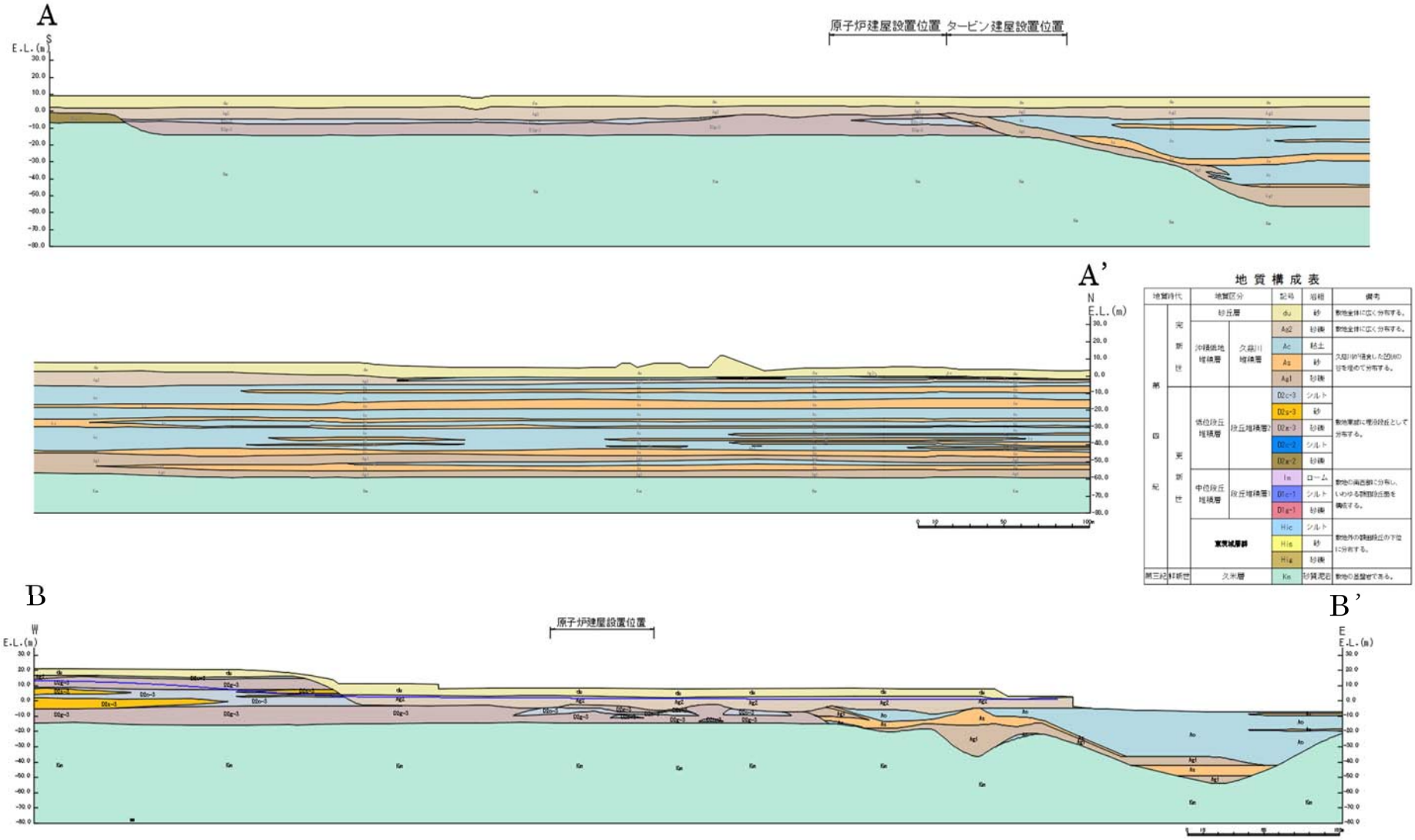


第 2.1.2 図　敷地の地質平面図

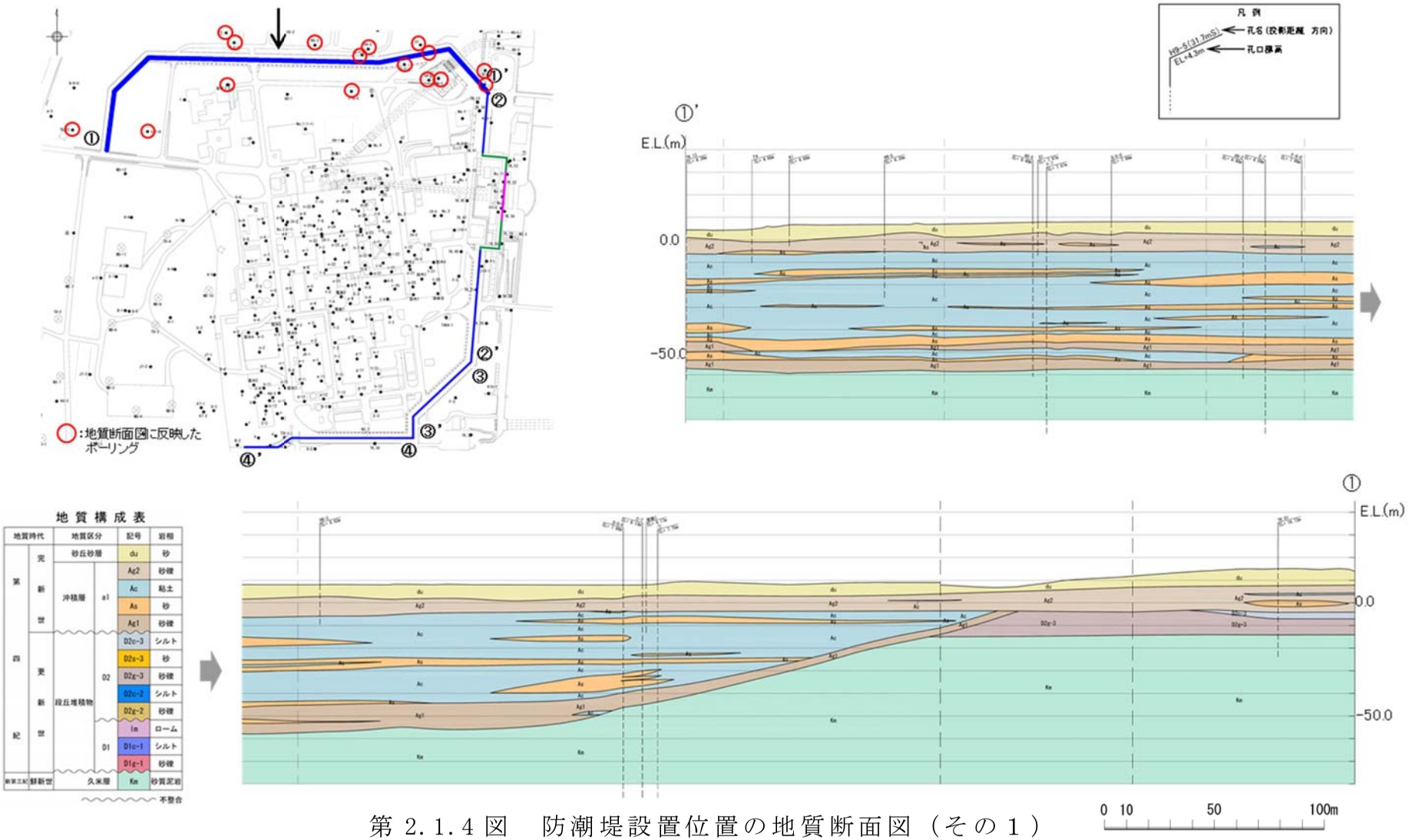
第 2.1.2 表　第四系の主な層相及び代表的なコア写真の拡大

年代層序区分			地層区分	地質記号		主な層相		代表的なコア写真
新生界	第四系	完新統	砂丘砂層	du		灰褐色～黄灰色の砂～中粒砂		
			沖積層	al	Ag2	砂礫	暗青灰色～灰褐色の粘土・砂 灰褐色～黄褐色の礫混じり砂	
					Ac	粘土		
					As	砂		
					Ag1	砂礫		
		更新統	段丘堆積物	D2	D2c-3	シルト	黄褐色～青灰色の砂礫・砂・シルト	
					D2s-3	砂		
					D2g-3	砂礫		
					D2c-2	シルト		
					D2g-2	砂礫		
				D1	lm	ローム		
					D1c-1	シルト		
					D1g-1	砂礫		

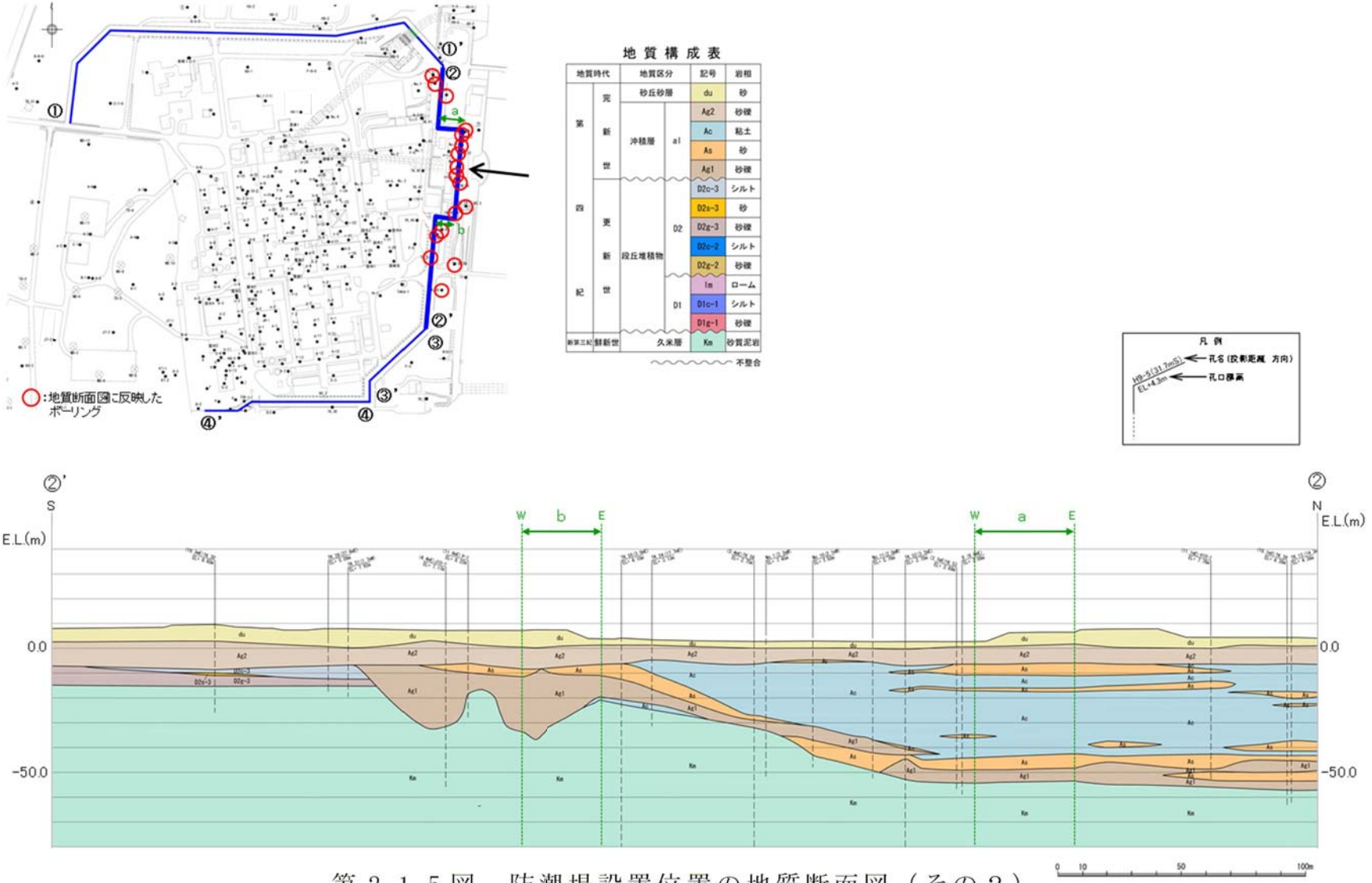
：不整合


A
S
E.L.(m)
原子炉建屋設置位置
タービン建屋設置位置
A'
N
E.L.(m)
地質構成表
B
W
E.L.(m)
原子炉建屋設置位置
B'
E
E.L.(m)

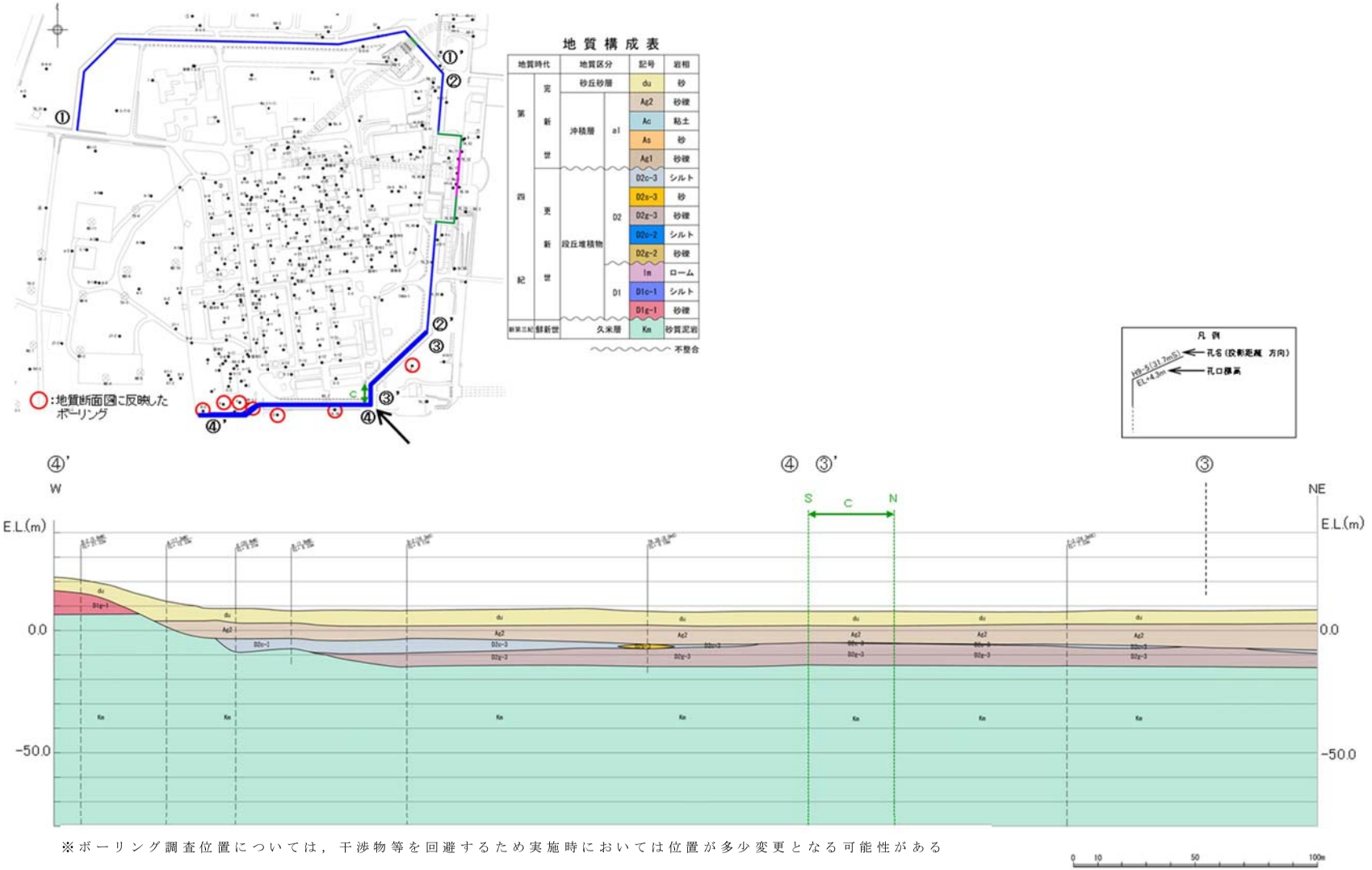
第 2.1.3 図　地質断面図



第 2.1.4 図　防潮堤設置位置の地質断面図（その１）

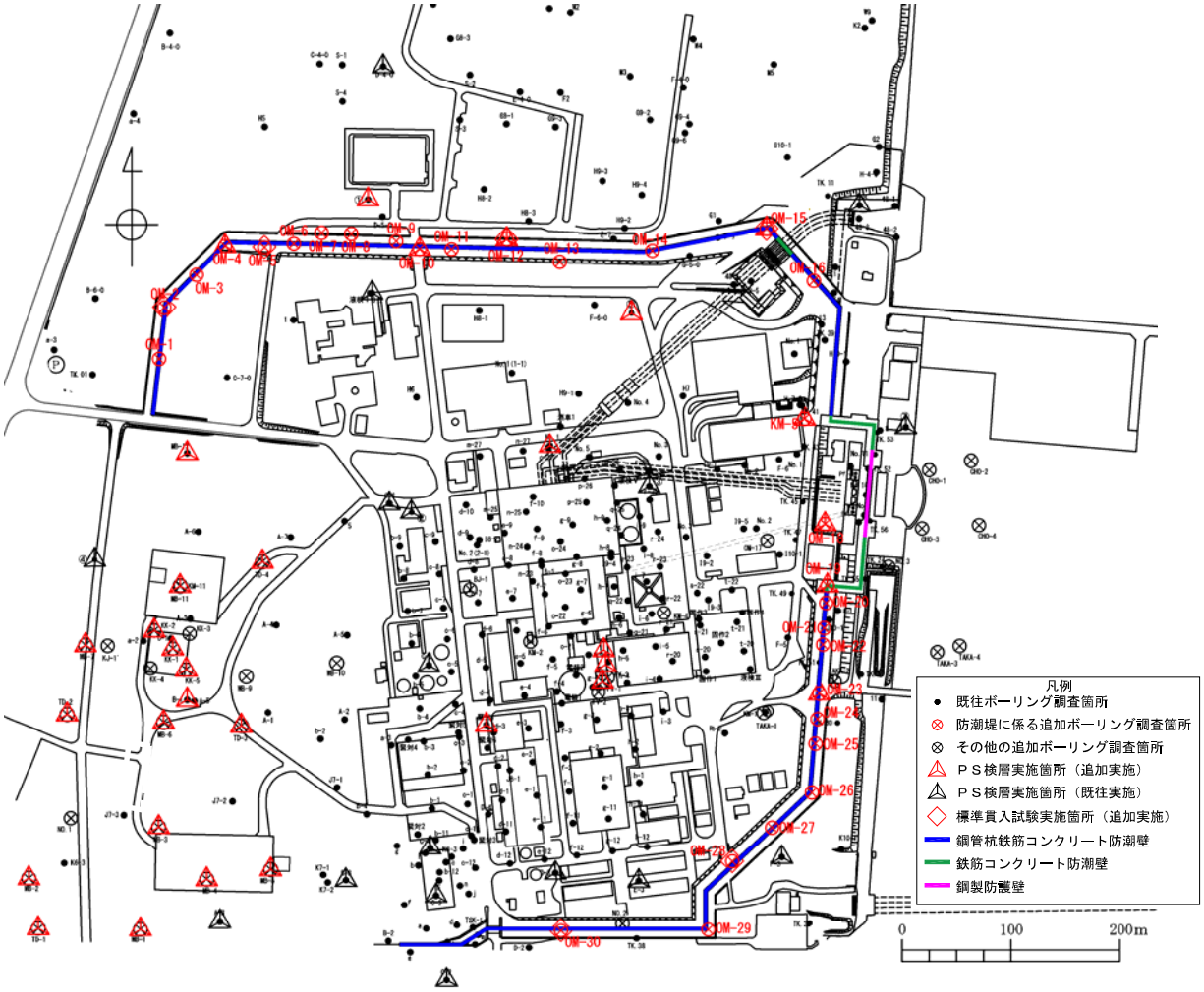


第 2.1.5 図　防潮堤設置位置の地質断面図（その２）



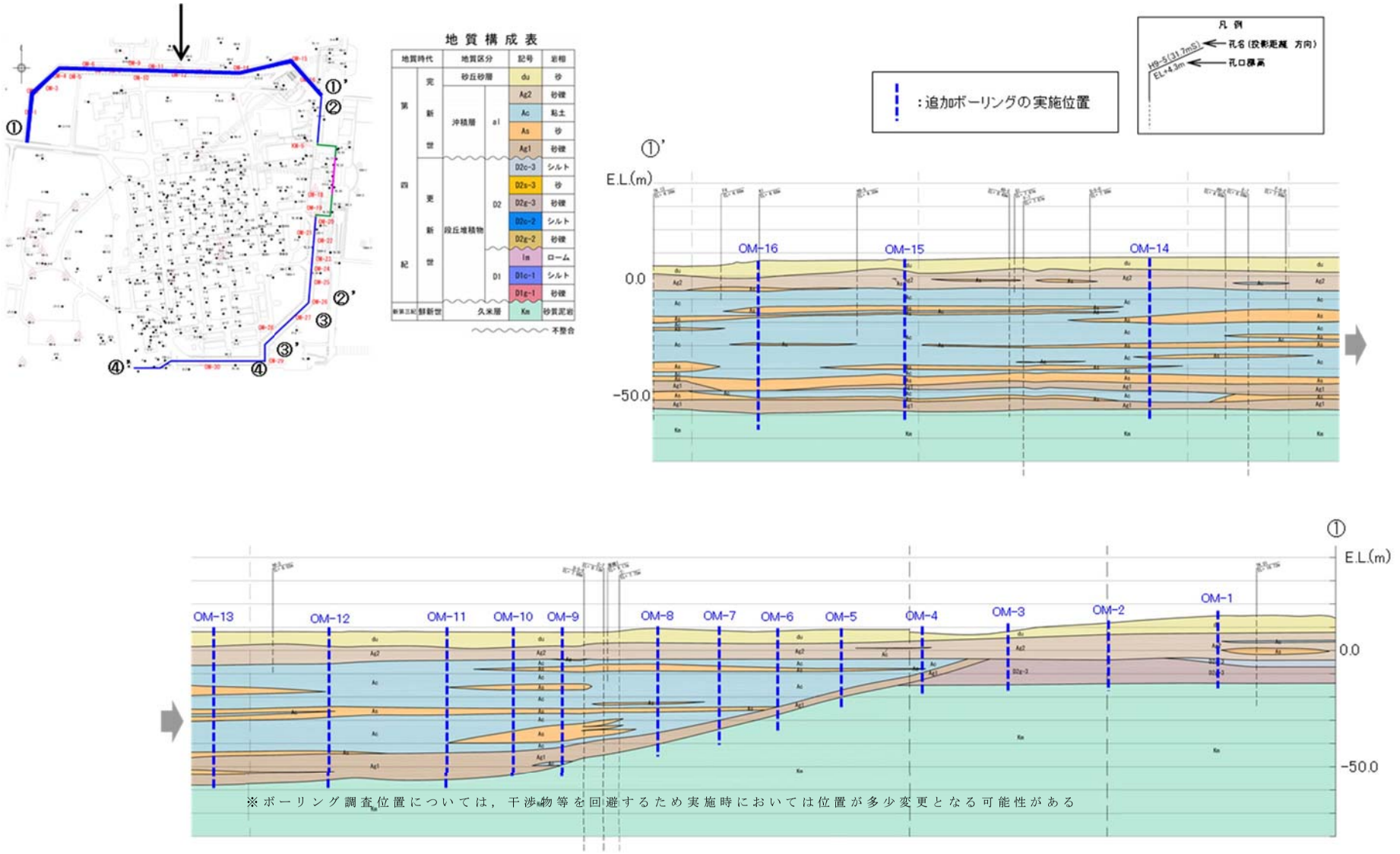
※ボーリング調査位置については，干渉物等を回避するため実施時においては位置が多少変更となる可能性がある

第 2.1.6 図　防潮堤設置位置の地質断面図（その３）

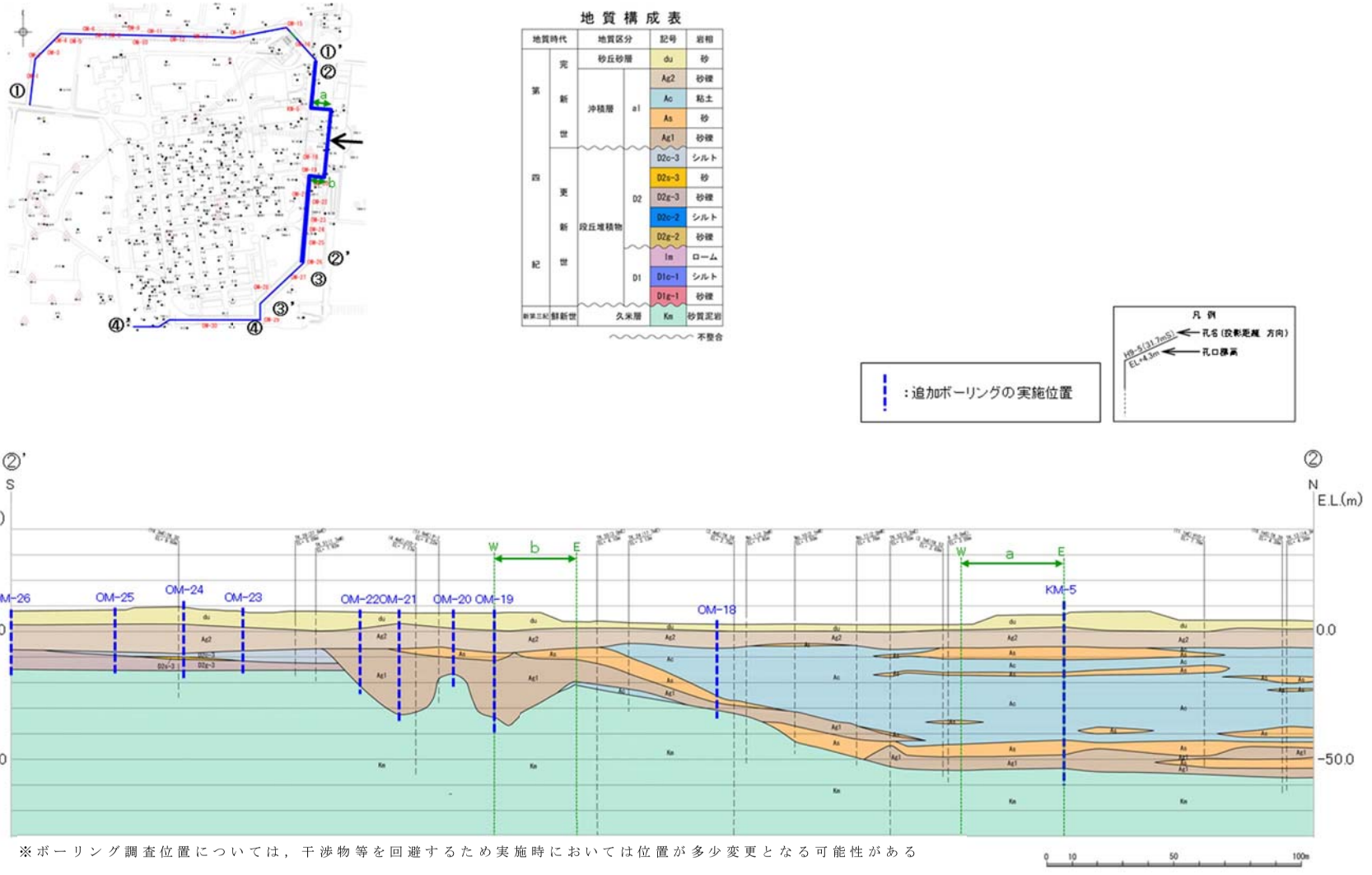


※ボーリング調査位置については，干渉物等を回避するため実施時においては位置が多少変更となる可能性がある

第 2.1.7 図　追加ボーリング調査計画（平面図）

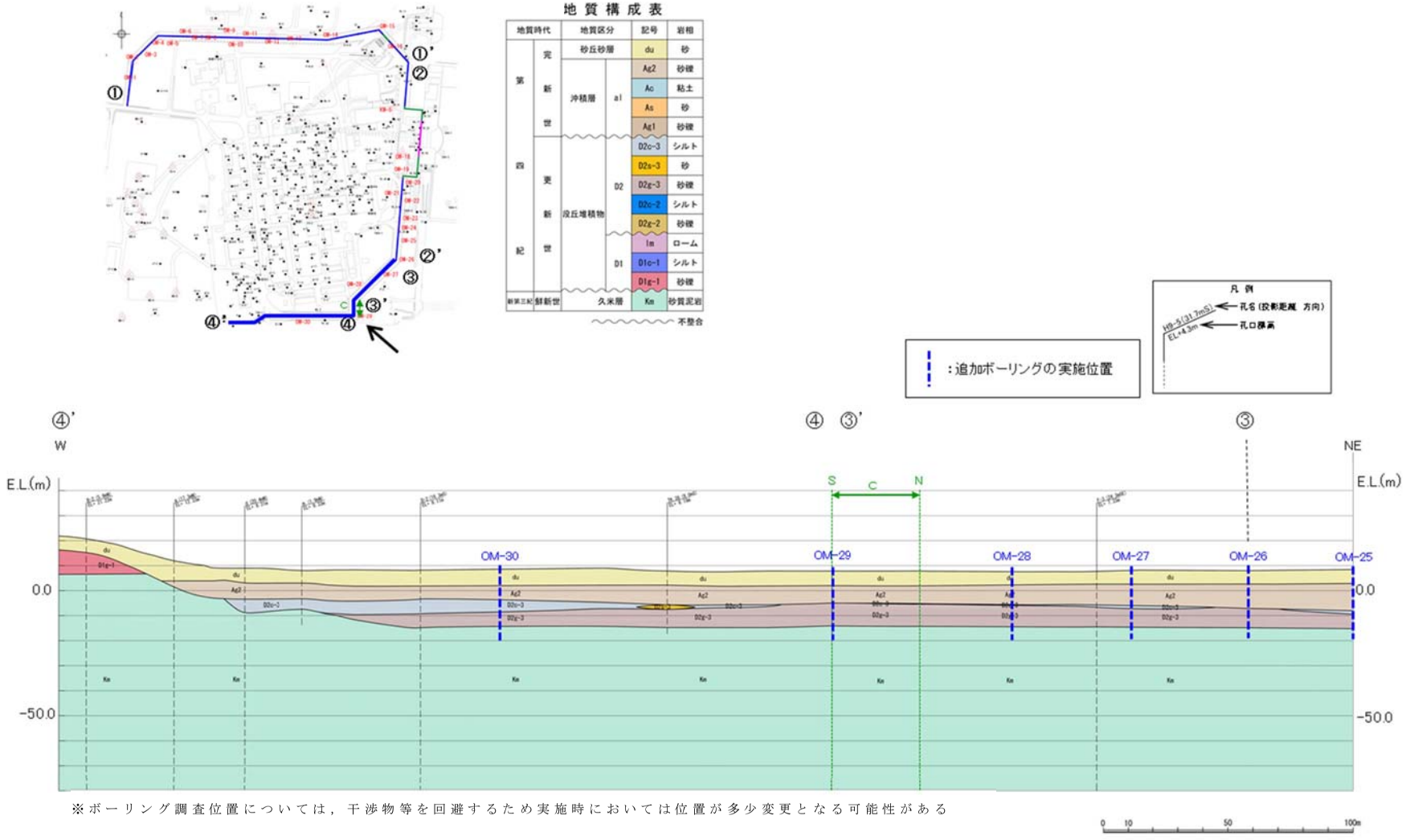


第 2.1.8 図　追加ボーリング調査計画（防潮堤地質断面図　その１）



※ボーリング調査位置については，干渉物等を回避するため実施時においては位置が多少変更となる可能性がある

第 2.1.9 図　　追加ボーリング調査計画（防潮堤地質断面図　その２）



第 2.1.10 図　追加ボーリング調査計画（防潮堤地質断面図　その３）

3.　液状化検討対象層の抽出

3.1　液状化検討対象層の抽出

道路橋示方書（道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編，平成 24 年 3 月）では液状化検討対象層を完新統の以下の条件全てに該当する土層と定めている。

①地下水位が G.L.－10m 以内であり，かつ G.L.－20m 以内の飽和土層

②細粒分含有率が 35%以下，又は細粒分含有率が 35%以上でも塑性指数が 15 以下の土層

③平均粒径が 10mm 以下で，かつ 10%粒径が 1mm 以下である土層

上記の条件は指針類（鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計編（平成 24 年 9 月),港湾の施設の技術上の基準･同解説(平成 19 年)）でほぼ共通している。

当該地での液状化検討対象層の抽出では，道路橋示方書で対象としている地層を基本とし，さらに，道路橋示方書では検討対象外としている更新統及び G.L.－20m 以深の土層も抽出対象とする。

第 3.1.1 図には敷地の液状化検討対象層抽出方針，第 3.1.1 表には液状化検討対象層の抽出結果を示す。

敷地における液状化検討対象層は，du 層，Ag2 層，As 層，Ag1 層，D2s-3 層，D2g-3 層及び D1g-1 層となった。

■道路橋示方書に基づく液状化検討対象層の抽出（Step①）

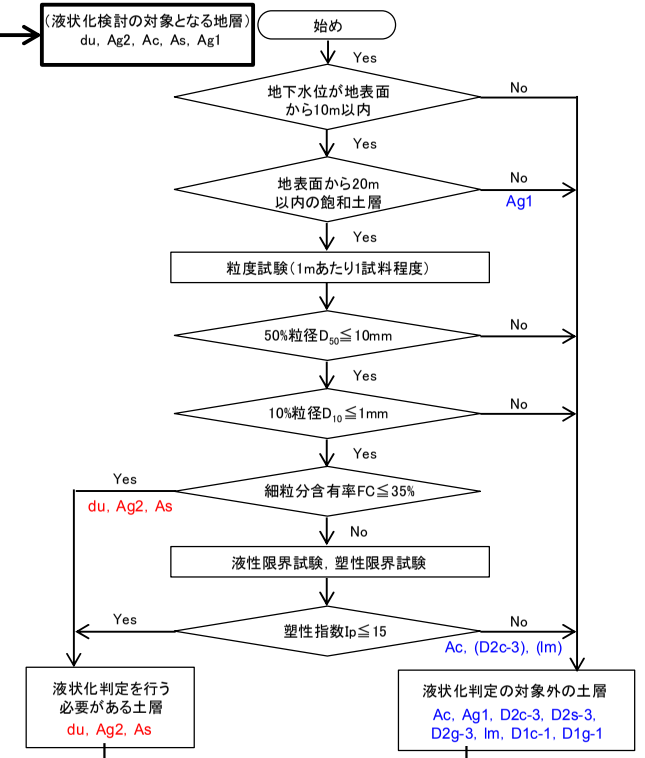
✓「道路橋示方書・同解説（Ⅴ耐震設計編）平成24年3月」のフローに基づき液状化検討対象層を抽出する。

液状化検討対象層の抽出根拠となる物理特性等

地層名	時代	地表面から20m以浅の分布の有無	細粒分含有率（%）			塑性指数 Ip		
			平均	標準偏差	データ数	平均	標準偏差	データ数
du	完新統	有	5.2	2.5	48	－	－	－
Ag2	完新統	有	5.2	4.8	121	－	－	－
Ac	完新統	有	90.3	12.2	222	38.5	12.8	81
As	完新統	有	27.2	15.0	73	－	－	－
Ag1	完新統	無	12.3	9.2	27	－	－	－
D2c-3	更新統	有	79	16.0	63	24.5	5.8	38
D2s-3	更新統	有	26.5	17.4	39	－	－	－
D2g-3	更新統	有	8.1	5.8	45	－	－	－
Im	更新統	有	88.8	4.6	4	72.8	20.1	4
D1c-1	更新統	有	－	－	－	－	－	－
D1g-1	更新統	有	12.7	6.5	6	－	－	－

道路橋示方書における液状化検討対象層

道路橋に基づき液状化検討対象外とした根拠となるデータ



■保守的な液状化検討対象層の設定（Step②）

✓ 道路橋示方書においては，液状化検討対象層を地表面から20m以内の完新統としているが，当社では以下のものも液状化検討対象層として考慮する。

⇒地表面から20m以深も考慮

⇒更新統（D1層 ～D2層）についても考慮

※道路橋の抽出フローにて，「更新統」と「20m以深」の項目で対象外と判定されているAg1，D2s-3，D2g-3，D1g-1を加える。

当社の液状化検討対象層

du，Ag2，As，Ag1，D2s-3，D2g-3，D1g-1

第 3.1.1 図　液状化検討対象層抽出方針

第 3.1.1 表　液状化検討対象層の抽出結果

地質記号		層相	道路橋示方書における液状化検討対象層	当社における液状化検討対象層	備　考
du		砂	○	○	
al	Ag2	砂礫	○	○	
	Ac	粘土	—	—	
	As	砂	○	○	G.L.-20m 以深に分布する範囲についても検討対象とする。
	Ag1	砂礫	—	□	G.L.-20m 以深に分布するが検討対象とする。
D2	D2c-3	シルト	—	—	
	D2s-3	砂	—	□	更新統であるが検討対象とする。
	D2g-3	砂礫	—	□	更新統であるが検討対象とする。 G.L.-20m 以深に分布する範囲についても検討対象とする。
D1	lm	ローム	—	—	
	D1c-1	シルト	—	—	
	D1g-1	砂礫	—	□	更新統であるが検討対象とする。

○:検討対象　　－:検討対象外
□:道路橋示方書では検討対象外だが検討対象とするもの　　□:液状化検討対象とするもの

3.2　Ac 層の液状化強度試験結果

敷地の北部には砂層を間に挟在している過圧密粘土層（Ac 層）が厚く堆積している。Ac 層は細粒分含有率が 90%以上，塑性指数 I_P は 30～60 を示す高塑性粘土である。前節の液状化検討対象層の抽出では Ac 層は液状化検討対象層外と分類されるが，敷地における分布範囲が広く，液状化影響検討における重要度が高いことから液状化の可能性の有無を定量的に検討することを目的として室内液状化強度試験を実施した。

室内液状化強度試験は，砂・礫質土で実施した中空繰返しねじりせん断試験により実施した。以下に試験条件を示す。

【室内液状化強度試験の試験条件】

試験方法：中空繰返しねじりせん断試験

地盤材料試験の方法と解説（公益社団法人地盤工学会，2009）に基づき，繰返し回数 200 回を上限とし，両振幅せん断ひずみ 7.5%に達するまで試験を実施した。

せん断応力比は（繰返し回数 5～50 回を目安）0.36～0.80 の間で設定した。

供試体寸法：外形 70mm×内径 30mm×高さ 100mm

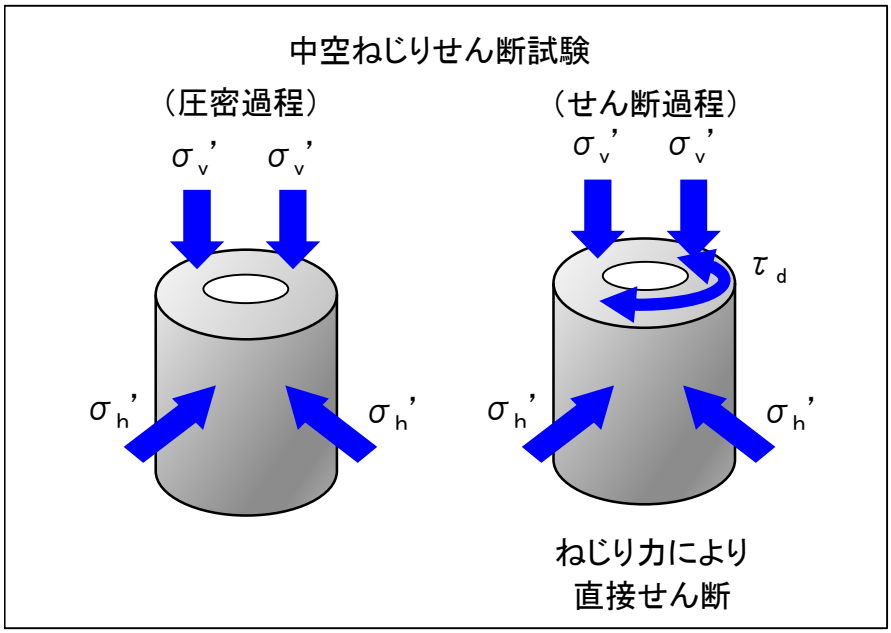
載荷波形：正弦波（0.02Hz）

圧密圧力：供試体採取深度の有効上載圧を考慮して設定

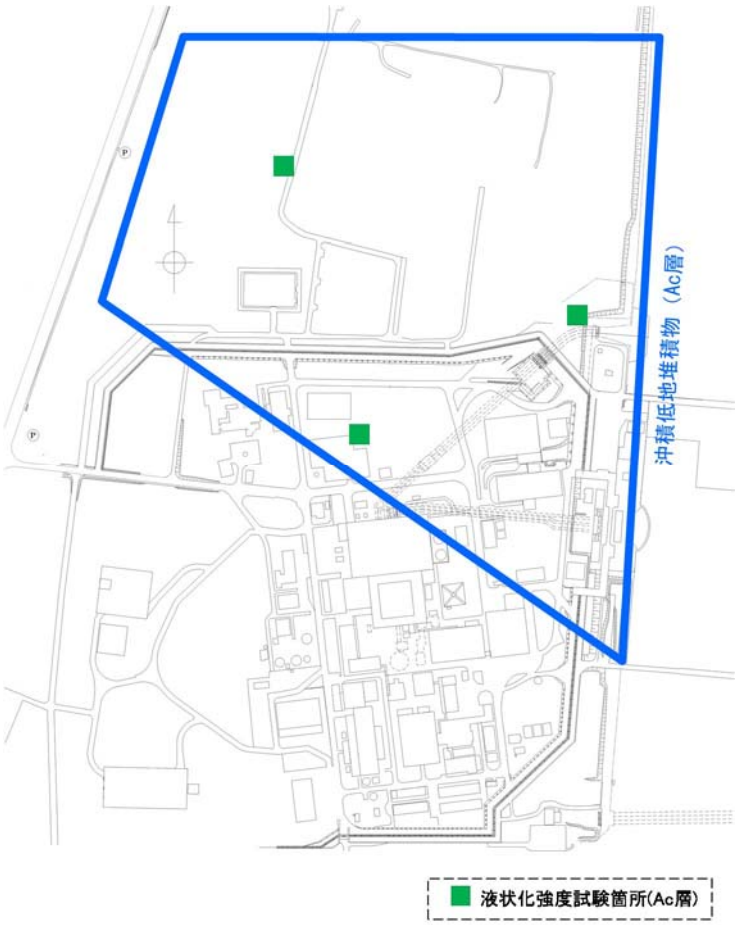
第 3.2.1 図に中空繰返しねじりせん断試験の概要及び第 3.2.2 図に液状化強度試験試料採取箇所（Ac 層）を示す。

第 3.2.3 図～第 3.2.11 図に中空繰返しねじりせん断試験結果を示す。

試験を行った全ての供試体において，過剰間隙水圧比は 0.95 に達せず，Ac 層は液状化しないものであることが確認された。



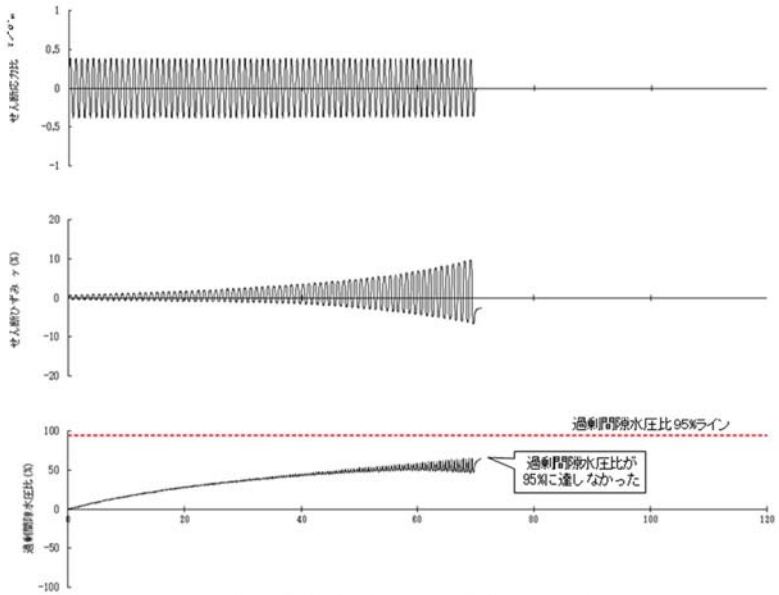
第 3.2.1 図　中空繰返しねじりせん断試験の概要



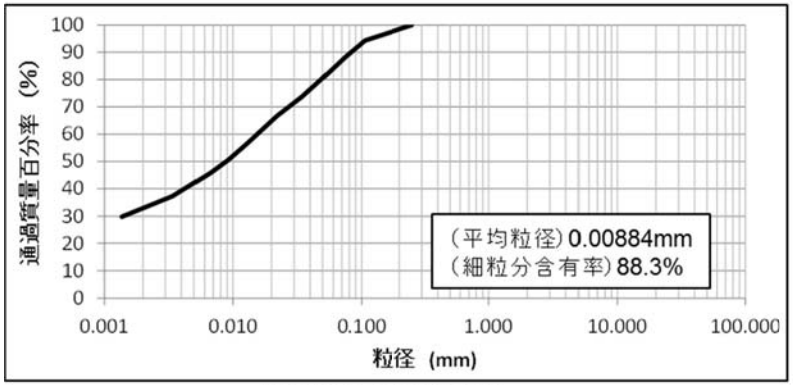
第 3.2.2 図　液状化強度試験試料採取箇所（Ac 層）

液状化強度試験実施位置図

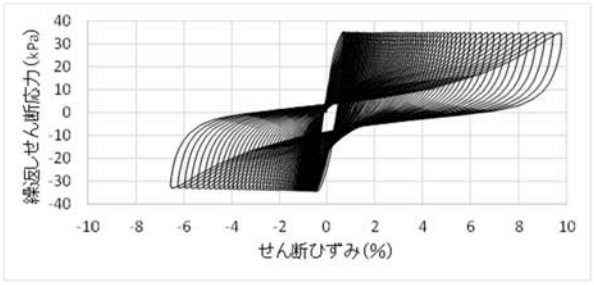
試料の写真



液状化強度試験における各計測値



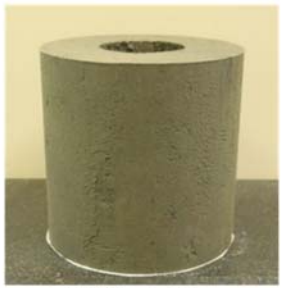
試料の粒径加積曲線



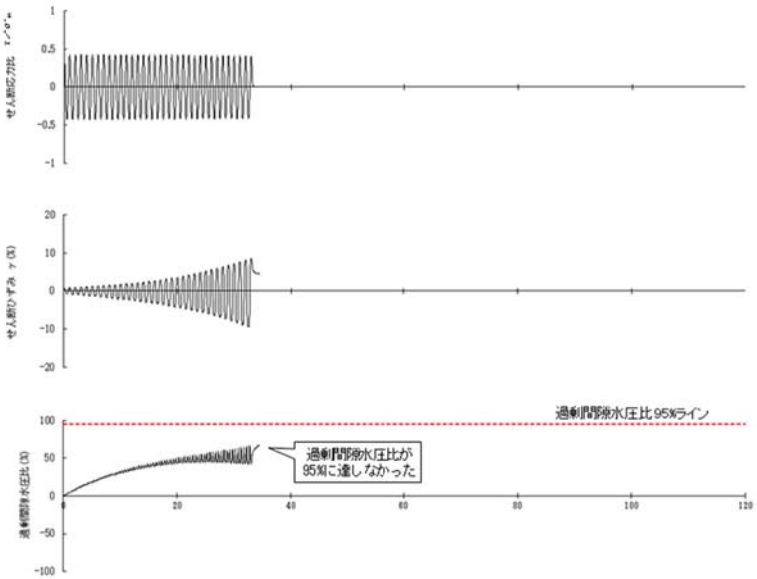
繰返しせん断応力～せん断ひずみ関係

第 3.2.3 図　中空繰返しねじりせん断試験結果（Ac 層，SC－9－25(4)）

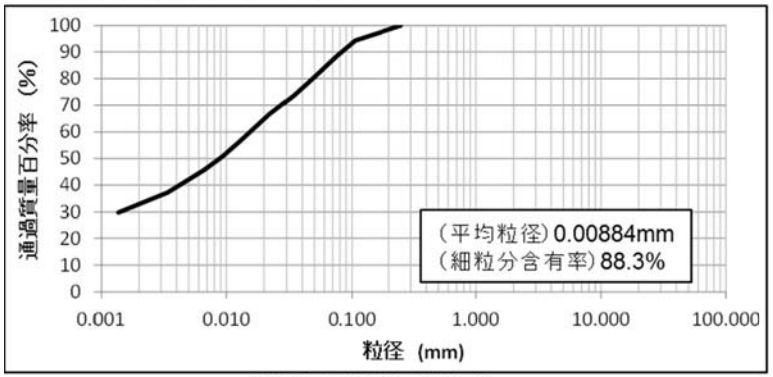
液状化強度試験実施位置図



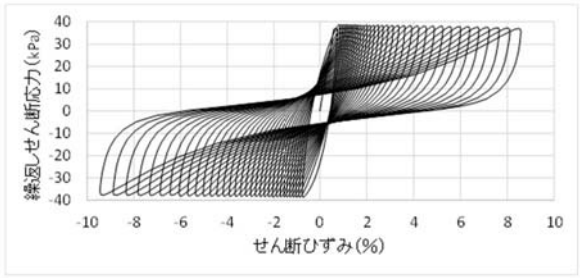
試料の写真



液状化強度試験における各計測値



試料の粒径加積曲線

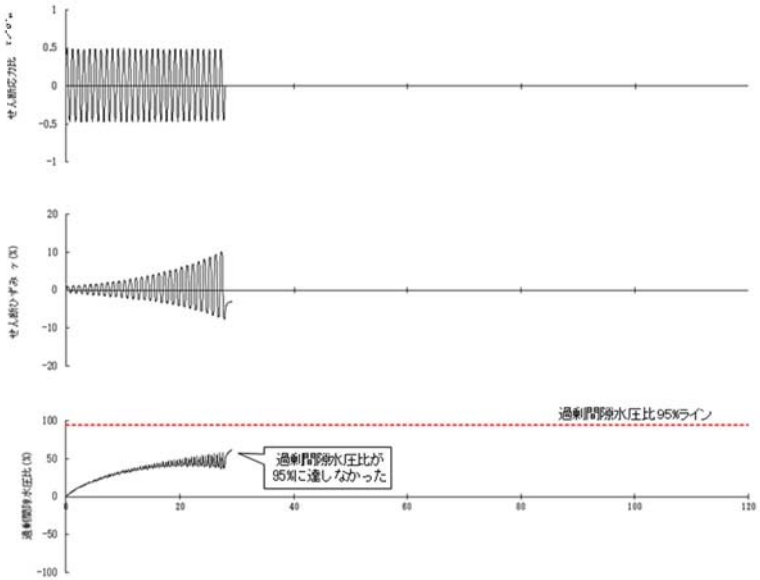


繰返しせん断応力～せん断ひずみ関係

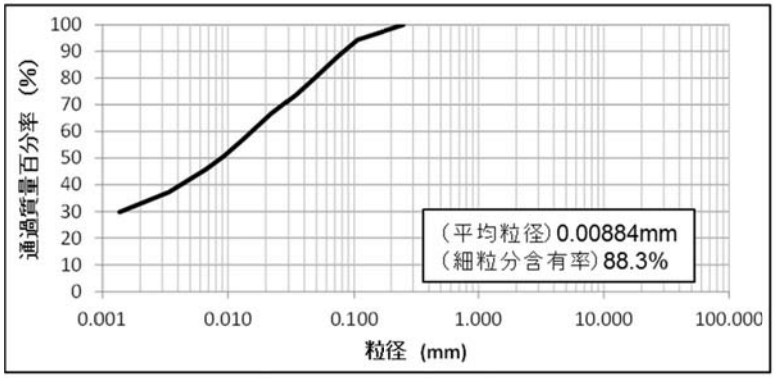
第 3.2.4 図　中空繰返しねじりせん断試験結果（Ac 層，SC－9－25(3)）

液状化強度試験実施位置図

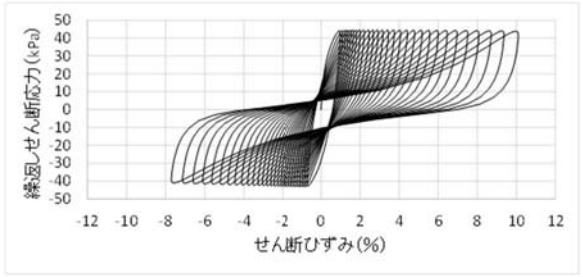
試料の写真



液状化強度試験における各計測値



試料の粒径加積曲線



繰返しせん断応力～せん断ひずみ関係

第 3.2.5 図　中空繰返しねじりせん断試験結果（Ac 層，SC－9－25(2)）