

東海第二発電所 審査資料	
資料番号	PD-1-14 改18
提出年月日	平成29年10月10日

東海第二発電所

地震による損傷の防止

平成29年10月
日本原子力発電株式会社

本資料のうち、は商業機密又は核物質防護上の観点から公開できません。

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
- 別添－7 主要建屋の構造概要について

(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

< 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	技術基準規則	備考
<p>第 4 条 (地震による損傷の防止)</p> <p>設計基準対象施設は、地震力に十分に耐えることができなければならない。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>第 5 条 (地震による損傷の防止)</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>追加要求事項</p>

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」に適合する構造とする。

(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，発電用原子炉（以下「原子炉」という。）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-70）（2.1：P4条-75）】

- c. Sクラス（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 の設計用応答スペクトルを第 1 図及び第 2 図に、基準地震動 S_s の時刻歴波形を第 3 図から第 10 図に示す。

原子炉建屋設置位置付近は、地盤調査の結果、新第三紀の砂質泥岩からなる久米層が分布し、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。

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、「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。

【説明資料 (3.1(2) : P4 条-77)】

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-77)】

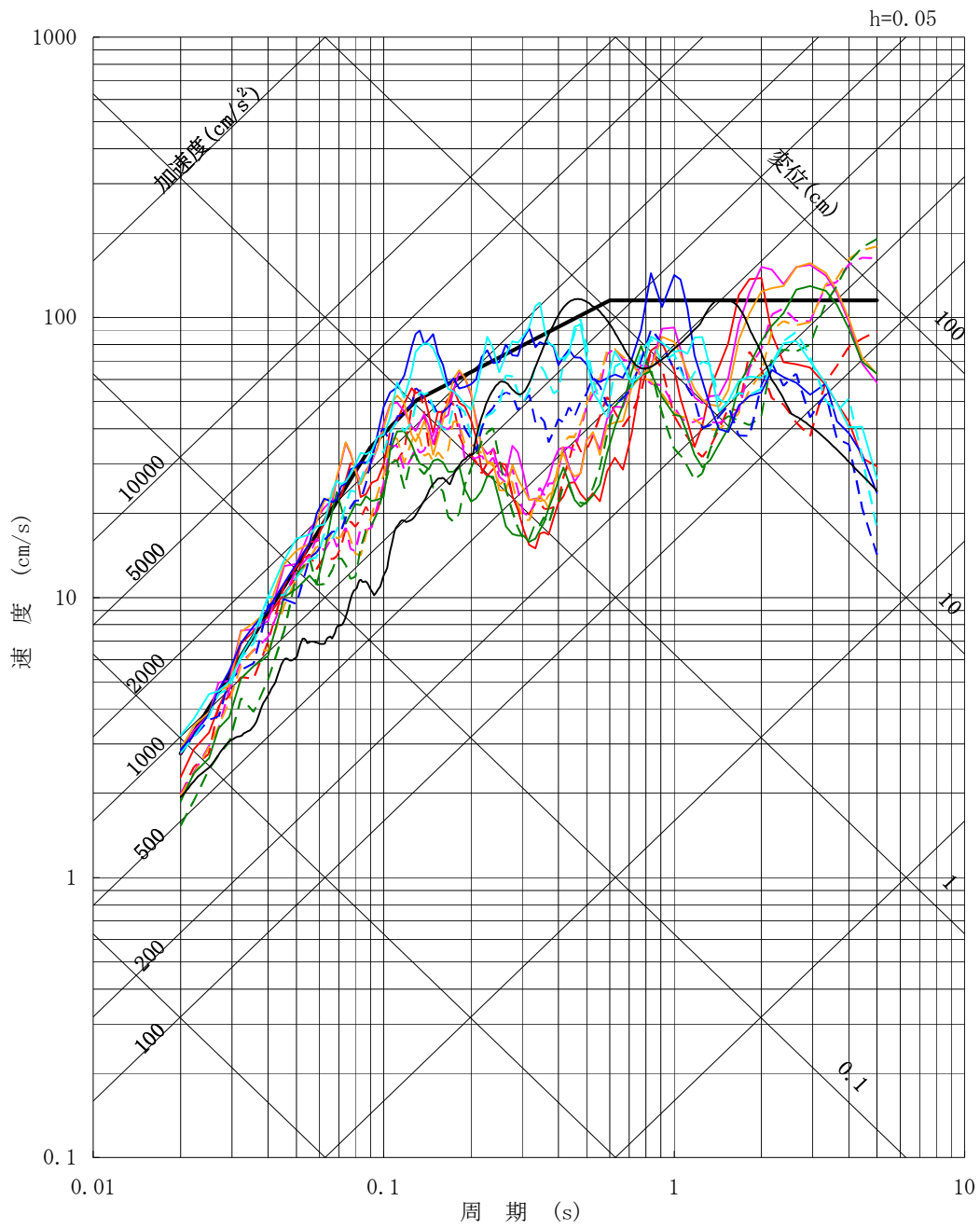
- e. 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物は、基準地震動 S_s による地震力に対して、それぞれの施設及び設備に要求される機能が保持できるように設計する。

【説明資料 (1.1(6) : P4 条-71) (4.1(3) : P4 条-82)

(4.1(4) : P4 条-84)】

- 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。

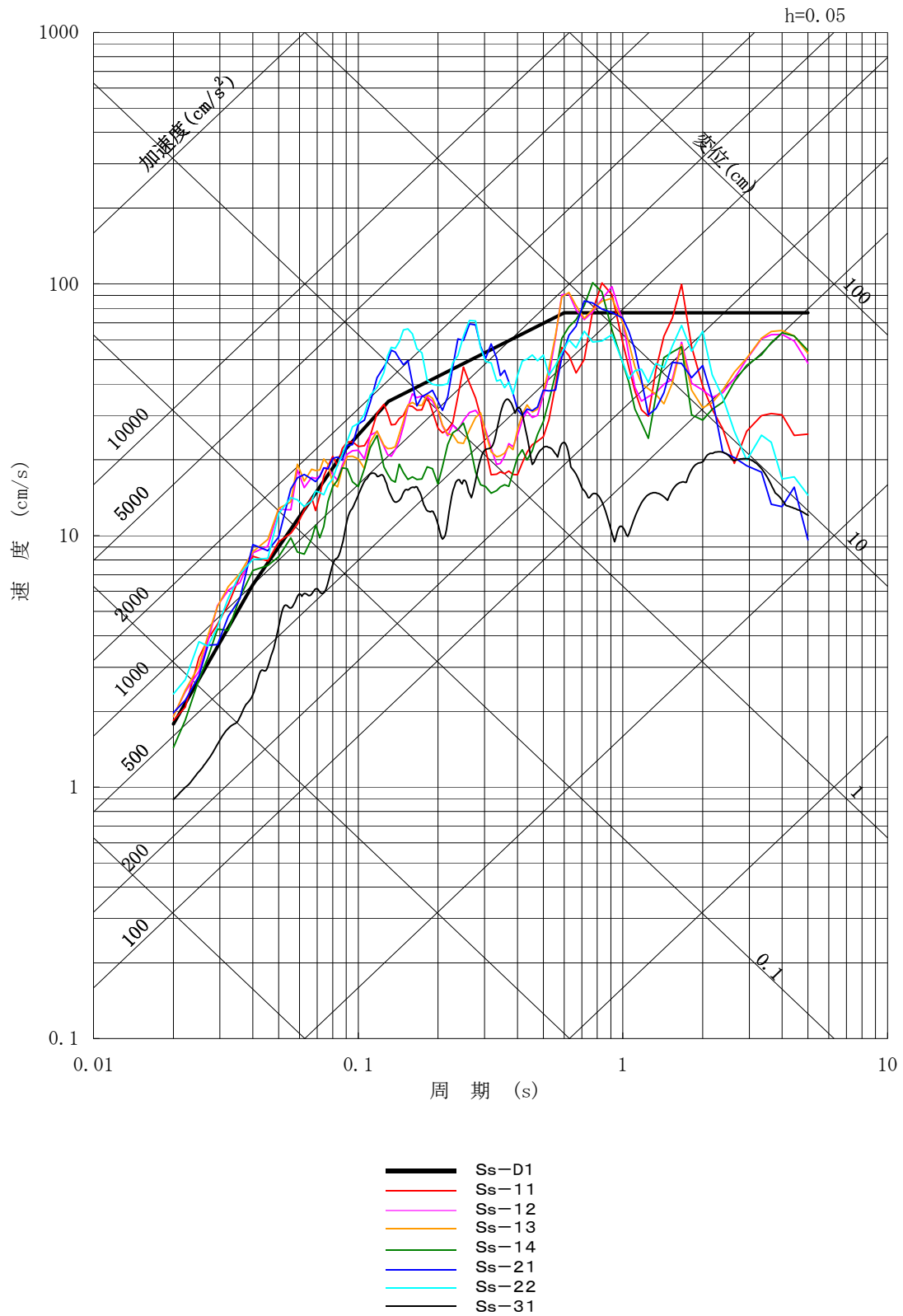
【説明資料 (1.1(9) : P4 条-73) (7 : P4 条-94)】



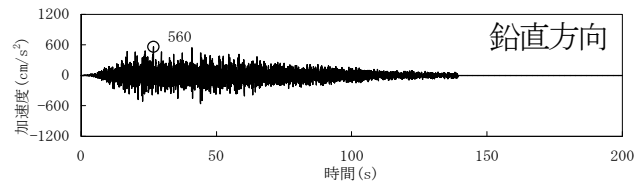
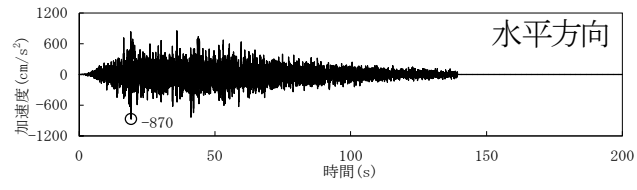
実線は NS 成分，破線は EW 成分を示す。

- Ss-D1
- Ss-11
- Ss-12
- Ss-13
- Ss-14
- Ss-21
- Ss-22
- Ss-31

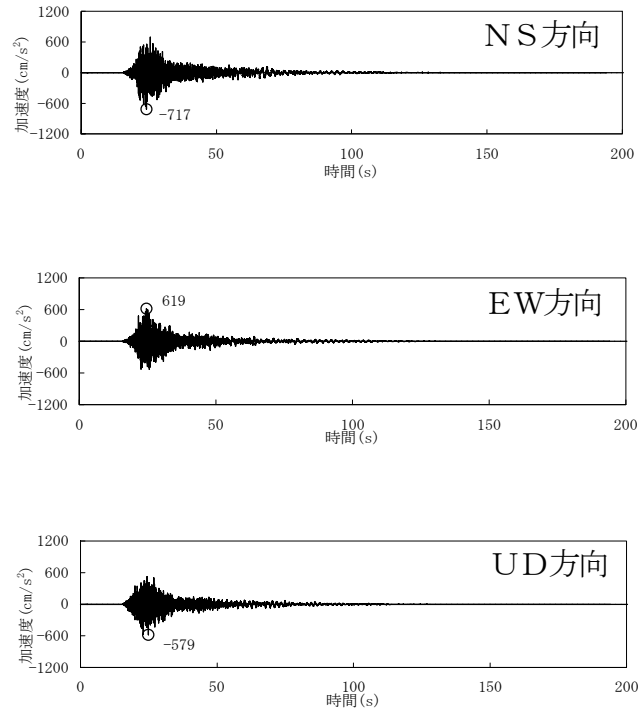
第 1 図 基準地震動 S_s の応答スペクトル (水平方向)



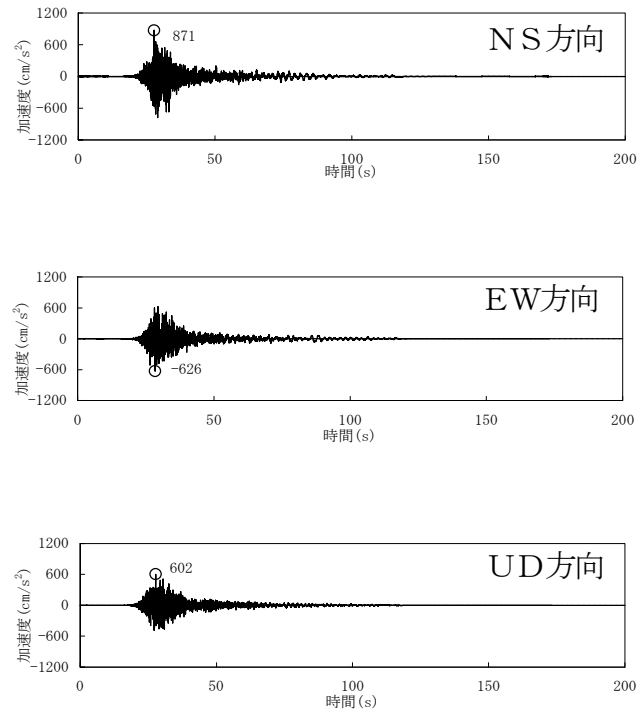
第2図 基準地震動 S_s の応答スペクトル (鉛直方向)



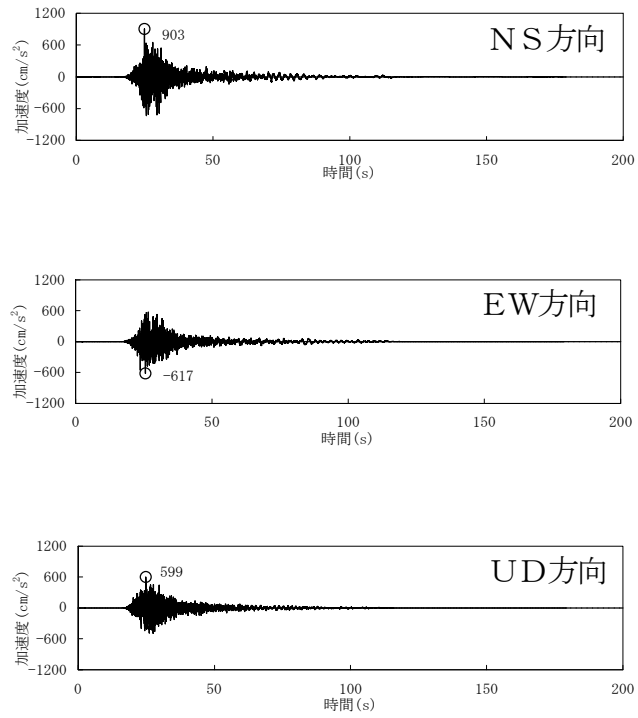
第3図 基準地震動 S_s の時刻歴波形 (S_s-D1)



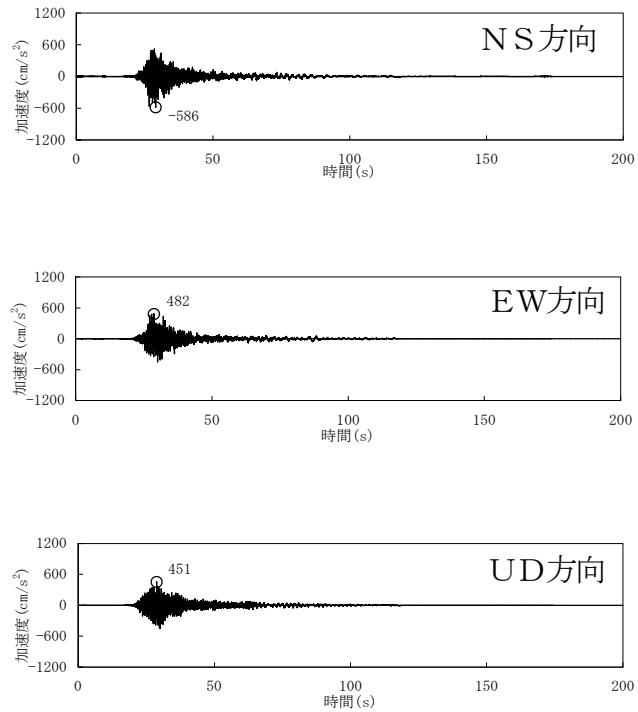
第4図 基準地震動 S_s の時刻歴波形 (S_s-11)



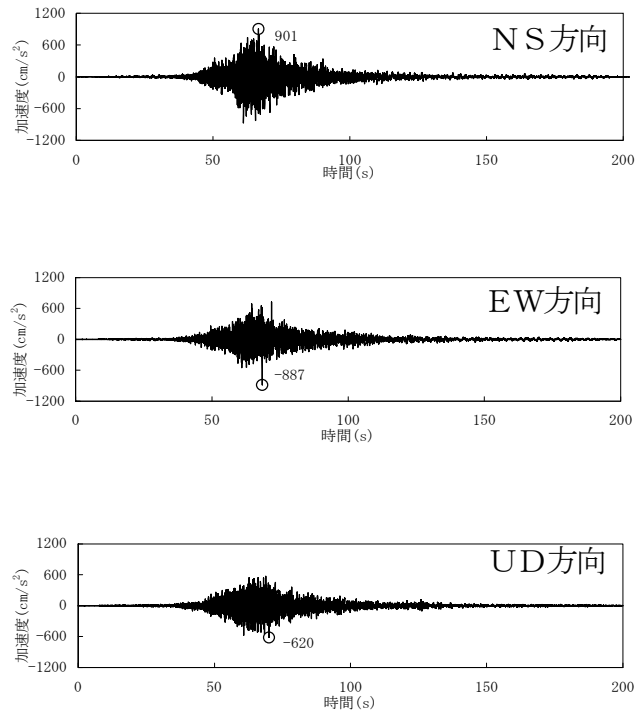
第5図 基準地震動 S_s の時刻歴波形 (S_s-12)



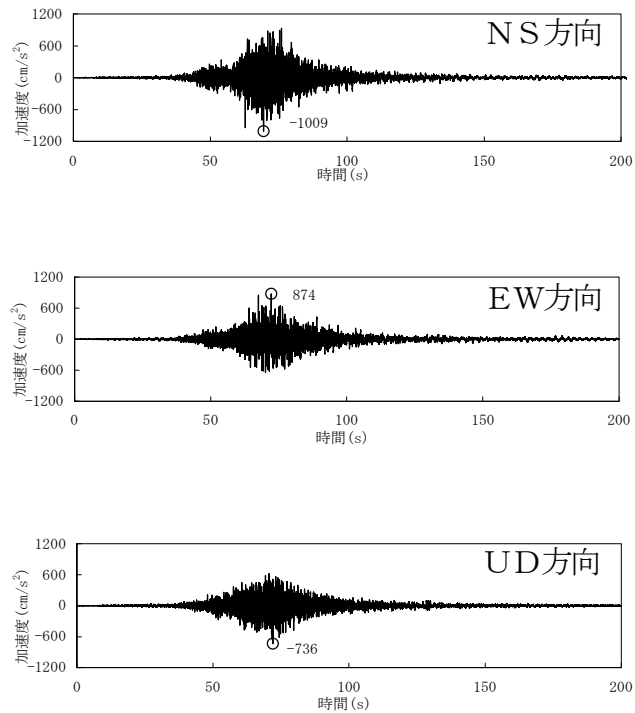
第6図 基準地震動 S_s の時刻歴波形 (S_s-13)



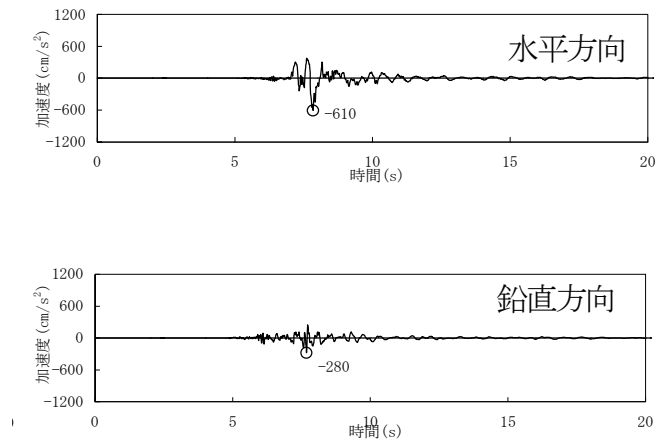
第7図 基準地震動 S_s の時刻歴波形 (S_s-14)



第8図 基準地震動 S_s の時刻歴波形 (S_s-21)



第9図 基準地震動 S_s の時刻歴波形 (S_s-22)



第 10 図 基準地震動 S_s の時刻歴波形 ($S_s - 31$)

(2) 安全設計方針

1.10.4 耐震設計

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」に適合するように、「1.10.4.1 設計基準対象施設の耐震設計」、「1.10.4.2 重大事故等対処施設の耐震設計」、「1.10.4.3 主要施設の耐震構造」及び「1.10.4.4 地震検知による耐震安全性の確保」に従って行う。

1.10.4.1 設計基準対象施設の耐震設計

1.10.4.1.1 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。

1.10.4.1.2 耐震設計上の重要度分類

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－75)】

(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-75)】

(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-75)】

上記に基づくクラス別施設を第1.10.4.1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。

1.10.4.1.3 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（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 に乘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、土木建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_1 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-76)】

(2) 動的地震力

動的地震力は、Sクラスの施設、屋外重要土木建造物及び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「6.4 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} から 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、「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} から 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1.10.4.1図及び第1.10.4.2図に、弾性設計用地震動 S_d の時刻歴

波形を第 1.10.4.3 図から第 1.10.4.10 図に、弾性設計用地震動 S_d と基準地震動 S_1 の比較を第 1.10.4.11 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樣ハザードスペクトルの比較を第 1.10.4.12 図から第 1.10.4.15 図に示す。

【説明資料 (3.1(2) : P4 条-77)】

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、新第三紀の砂質泥岩からなる久米層が分布し、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、振動エネルギー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て地震時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、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。

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－88）（5.3：P4条－92）】

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、適切なモデルを作成し、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次元的な広がりや踏まえ、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-90）】

(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、必要に応じて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-93）】

1.10.4.1.4 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

原子炉施設が運転状態にあり，通常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

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（積雪，風等）。

b. 機器・配管系

(a) 通常運転時の状態

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つ

て、当該状態が発生した場合には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（積雪，風等）

【説明資料（4.1(1)：P4条－79）】

(2) 荷重の種類

a. 建物・構築物

- (a) 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－80）】

(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の長時間
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に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 1.10.4.1 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現象として、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-82)】

(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。

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

構造部材の曲げについては限界層間変形角及び終局曲率又は許容応力度，構造部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の許容限界に対して妥当な安全余裕を持たせることとし，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。

ただし，冷却材喪失時の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_g 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。

(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。

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-84)】

1.10.4.1.5 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)から(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)から(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 1.10.4.1 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 : P 4 条-94)】

1. 10. 4. 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－98）】

1. 10. 4. 3 主要施設の耐震構造

1. 10. 4. 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。

1.10.4.3.2 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。

1.10.4.3.3 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41m（南北方向）×約69m（東西方向），厚さ約2.5m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。

1.10.4.3.4 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。

1.10.4.3.5 格納容器

格納容器は, 内径約 26m, 高さ約 16m, 厚さ約 3.2cm 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 2.8～約 3.8cm の鋼製円錐殻, 底部内径約 12m, 頂部内径約 9.7m, 高さ約 2m の鋼製円錐殻, その上に載る格納容器ヘッドおよ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の接続にはアンカーボルトを用いる。

円筒殻と円錐殻の接続部の高さに, 格納容器を上下に分けるダイヤフラムがあり, 下部はサプレッションプールになっている。

円錐殻頂部附近にはラジアルキーがあり, 原子炉圧力容器より格納容器に伝えられる水平力および格納容器にかかる水平力の一部を周囲の生体遮蔽壁に伝える構造となっている。

1.10.4.3.6 原子炉圧力容器

原子炉圧力容器は内径約 6.4m, 高さ約 23m, 重量は炉心水を含めて約 1,600 トンである。

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部に固定されたベヤリングプレートにボルトで止められている。

原子炉圧力容器は, さらにその外周の円筒壁頂部でスタビライザによって水平方向に支持されて, 円筒壁の頂部は鋼製フレームによって格納容器シェルに結合されている。スタビライザはプリテンションによって原子炉圧力容器を締めつけており, 原子炉圧力容器の熱膨脹によ

ってこのプリテンションが弛緩して締めつけ力がゼロにならないようにしてある。

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、スタビライザで上部ピン支持となっているので、きわめて剛な構造である。

1.10.4.3.7 圧力容器内構造物

炉心に作用する水平力はステンレス鋼のシュラウドによって支持されている。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炉心板および炉心支持板を通してシュラウドに伝えられ、燃料棒はジルカロイ製の細長い箱形チャンネル・ボックスに納められている。燃料棒はチャンネル・ボックス頂部と底部の燃料支持金具で止められ、中間もスペーサによっておさえられている。

このため、燃料棒は過度の変形を生ずることはない。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。乾燥器は原子炉圧力容器につけたリング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。ライザは圧力容器を貫通して立上り、上部において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・ポンプの下部はバッフル・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。制御棒駆動機構シンプルは、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もつように設計されている。

1.10.4.3.8 再循環系

再循環回路は 2 ループあって、外径約 610mm のステンレス鋼管で原子炉圧力容器から下方にのびその最下部に再循環ポンプを持ち再び立ち上がって、管寄せに入りそこから 5 本の外径約 320mm のステンレス鋼管に別れ、原子炉圧力容器に接続される。この系の支持方法は、熱膨張による動きを拘束せず、できる限り剛な系になるように、適当なスプリングアンカあるいはダンパを採用する。再循環ポンプはケーシングに取り付けられたコンスタント・ハンガによって支持される。

1.10.4.3.9 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パ、ハンガ、その他の支持装置を使用して耐震的にも熱的にも安全な設計とする。

1.10.4.4 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に配慮する。

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管理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

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。

第 1.10.4.1 表 耐震重要度分類表

耐震重要度分類	クラス別施設	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	耐クラス	適用範囲	耐クラス	適用範囲	耐クラス	適用範囲	耐クラス	適用範囲	耐クラス
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	S	隔離弁を閉じたために必要な電気計装設備	S	原子炉圧力容器スカート	S	原子炉本体の基礎	S	原子炉遮蔽壁	S
		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	機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	S	原子炉建屋	S	タービン建屋
	(ii) 使用済燃料を貯蔵するための施設	使用済燃料プール	S	使用済燃料プール水補給設備(残留熱除去系)	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	原子炉建屋クレーン	S
		使用済燃料貯蔵タンク	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	使用済燃料乾式貯蔵建屋	S	燃料取扱機	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(注7)	制御棒、制御棒駆動機構及び制御棒駆動機	S	制御棒、制御棒駆動機、電気計装設備、チャヤンネル・ボックス	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	タービン建屋	S
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(注7)	原子炉隔離時冷却系	S	残留熱除去系海水系	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	タービン建屋	S	
Sクラス	(iv) 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設	高圧炉心スプレイス	S	炉心支持構造物	S	機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	S	海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物	S	タービン建屋	S
		高圧炉心スプレイス(原子炉停止時冷却モード運転に必要な設備)	S	高圧炉心スプレイス	S	機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	S	海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物	S	タービン建屋	S
Sクラス	(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	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	S	タービン建屋	S
		1) 高圧炉心スプレイス	S	残留熱除去系海水系	S	機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	S	海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物	S	タービン建屋	S
		2) 低圧炉心スプレイス	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	海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物	S	タービン建屋	S
		3) 残留熱除去系(低圧注入モード運転に必要な設備)	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	海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物	S	タービン建屋	S
		4) 自動減圧系	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	海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物	S	タービン建屋	S
		冷却水源としてのサプレッション・プール	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	海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物	S	タービン建屋	S

(つづき)

耐震重要度 分類	クラス別施設	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	耐クラス	適用範囲	耐クラス	適用範囲	耐クラス	適用範囲	耐クラス	適用範囲	耐クラス
Sクラス	(vi) 原子炉冷却材圧力バウ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ダリに属する配管・弁	S S	—	—	S	機器・配管等の支持構造物	原子炉建屋	S S	原子炉ウェル用遮蔽ブロッック タービン建屋 廃棄物処理建屋 その他	S S S S
		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い設備) 可燃性ガス濃度制御系 原子炉建屋 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・プール	S S S S S S S S	—	残留熱除去系海水 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	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 排気筒 軽油貯蔵タンクの基礎	S S S S	タービン建屋 廃棄物処理建屋 その他	S S S S
		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	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)	—	機器等の支持構造物	原子炉建屋 当該の屋外設備を支持する構造物	S S	タービン建屋 廃棄物処理建屋 その他	S S S S
	(ix) 敷地における津波監視機能を有する施設	取水ビット水位計 潮位計 津波監視カメラ	S S S	—	S	機器・配管, 電気計装設備等の支持構造物	原子炉建屋 当該の屋外設備を支持する構造物	S S	タービン建屋 廃棄物処理建屋 その他	S S S S	

※ 炉内構造物は、炉内にあることの重要性からSクラスに準ずる。

(つづき)

耐震重要度 分類	クラス別施設	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) 原子炉冷却材圧力パ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	<ul style="list-style-type: none"> 主蒸気系(外側主蒸気隔離弁より主塞止弁まで) 主蒸気逃がし安全弁排気管 主蒸気系及び給水系 原子炉冷却材浄化系 	B (注8) B (注9) B B	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 機器・配管等の支持構造物 	B	<ul style="list-style-type: none"> 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) 原子炉建屋 タービン建屋 	S _d S _d	
		<ul style="list-style-type: none"> 放射性廃棄物処理施設(Cクラスに属するものは除く) 	B	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 機器・配管等の支持構造物 	B	<ul style="list-style-type: none"> 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線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	<ul style="list-style-type: none"> タービン、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(放射線流体を内蔵する部分) 原子炉建屋クレーン 燃料取扱機 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	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 機器・配管等の支持構造物 	B	<ul style="list-style-type: none"> 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
			(iv) 使用済燃料を冷却するための施設	<ul style="list-style-type: none"> 燃料プール冷却浄化系 	B	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉補機冷却系 補機冷却海水系 電気計装設備 	B B B	<ul style="list-style-type: none"> 機器・配管、電気計装設備等の支持構造物 	B	<ul style="list-style-type: none"> 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

(つづき)

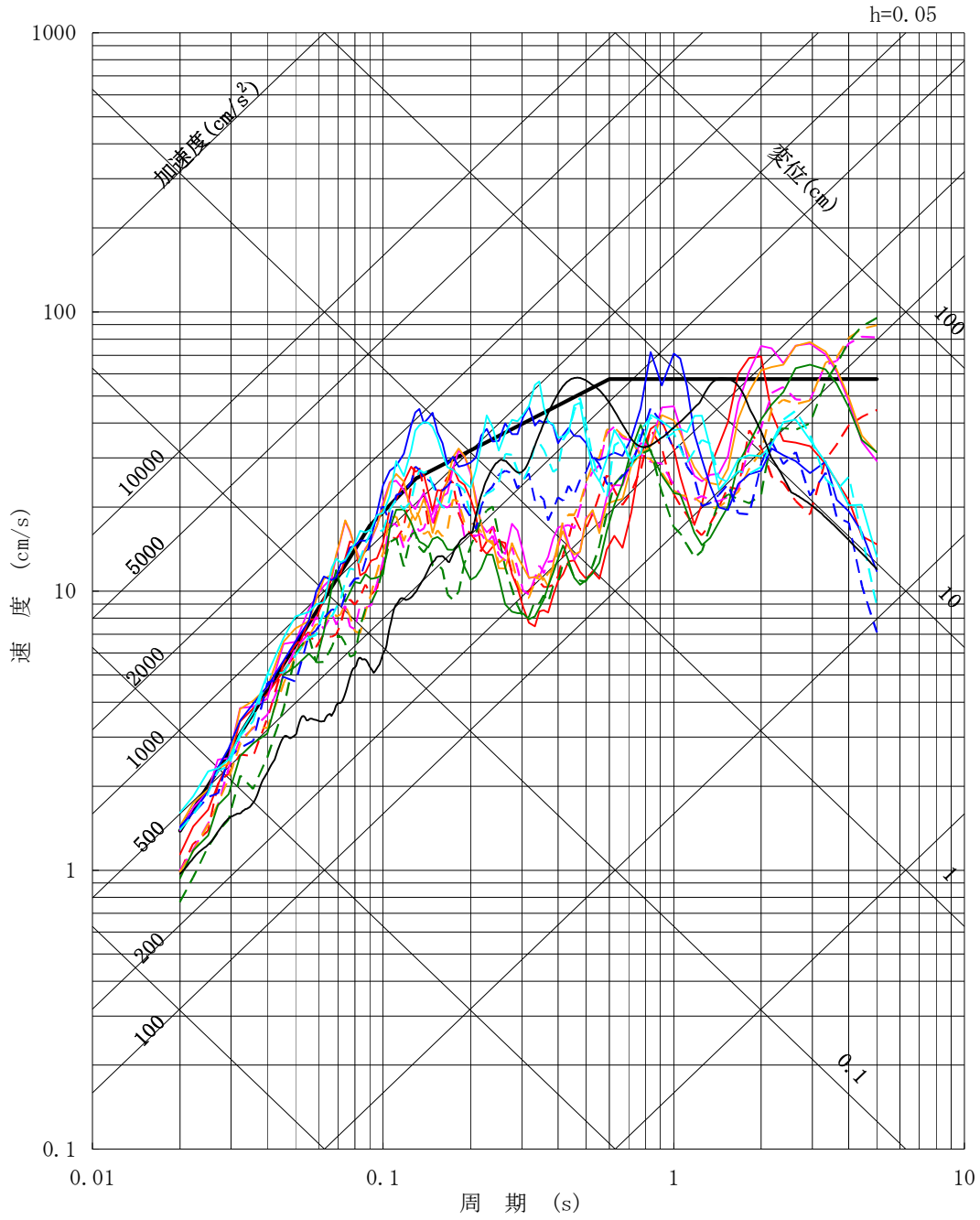
耐震重要度 分類	クラス別施設	主要設備(注1)		補助設備(注2)		直接支持構造物(注3)		間接支持構造物(注4)	
		適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	検討用地震動(注5)
Bクラス	(v) 放射性物質の放出を伴うような場合に、その外部放散を抑制するための施設で、Sクラスに属さない施設	—	—	—	—	—	—	—	—
Cクラス	(i) 原子炉の反応度を制御するための施設でSクラス及びBクラスに属さない施設	再循環流量制御系 制御棒駆動水圧系(Sクラス及びBクラスに属さない部分)	C C	—	—	—	—	原子炉建屋	S _C
	(ii) 放射線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	<ul style="list-style-type: none"> • 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) • 雑固体廃棄物処理設備 • 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	—	機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	C	<ul style="list-style-type: none"> • 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	クラス別施設	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	耐震クラス
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	<ul style="list-style-type: none"> 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			<ul style="list-style-type: none"> 機器・配管、電気計装設備等の支持構造物 	C	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋 タービン建屋 廃棄物処理建屋 	検討用 地震動 (注6) 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、若しくはこれらか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「1.10.4.1.5 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。

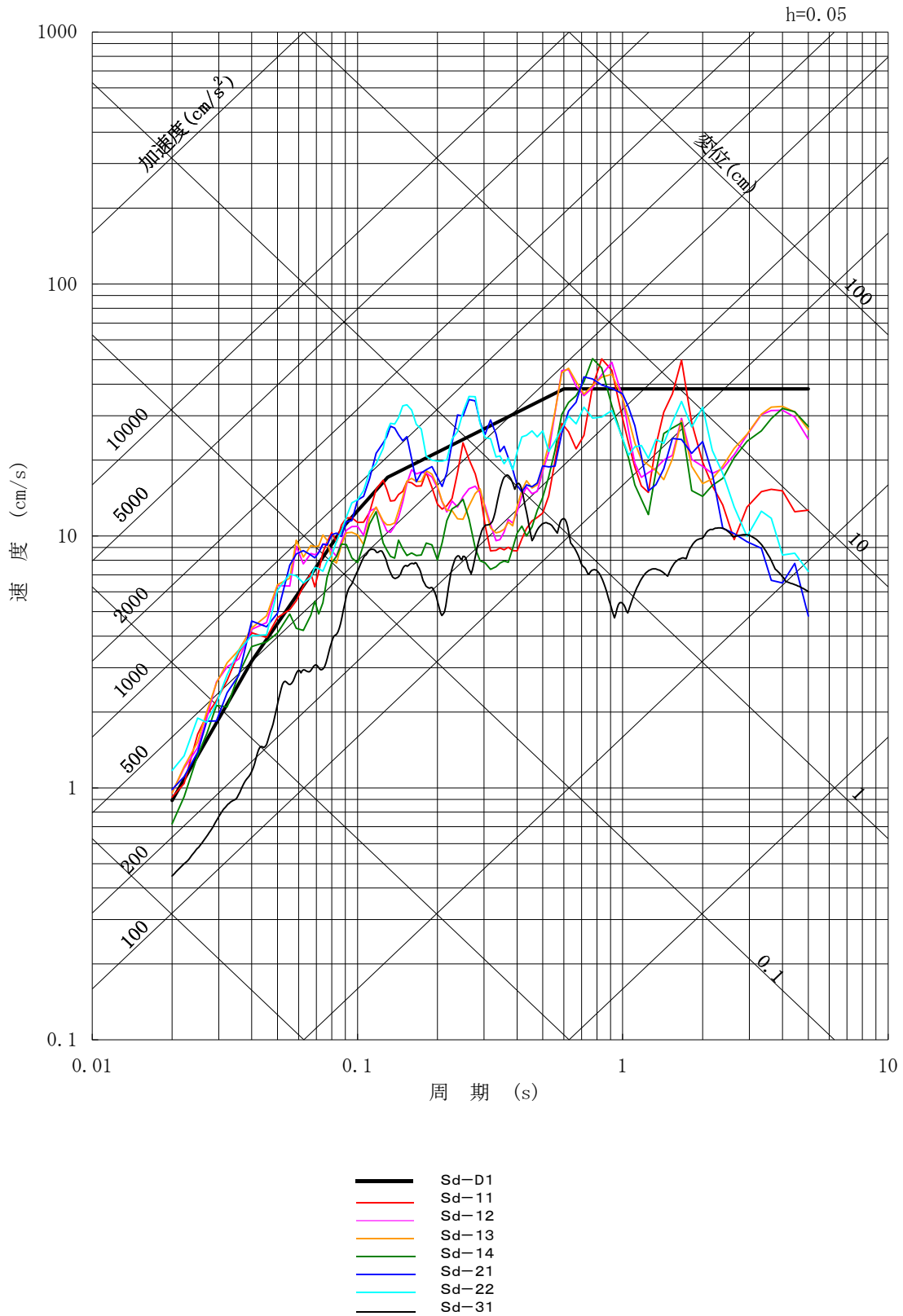
(注6) S_S : 基準地震動 S_S により定まる地震力
 S_A : 弾性設計用地震動 S_A により定まる地震力
 S_B : 耐震 B クラス施設に適用される地震力
 S_C : 耐震 C クラス施設に適用される静的地震力
 (注7) ほう酸水注入系は、安全機能の重要度を考慮して、構造強度については S クラスに準じて取り扱う。
 (注8) B クラスではあるが、弾性設計用地震動 S_A に対して破損しないことの検討を行うものとする。
 (注9) 地震により主蒸気逃がし安全弁排気管が破損したとしても、ドライウェル内に放出された蒸気はベント管を通してサブプレッション・チェンバのプール水中に導かれて凝縮するため、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 S_S に対し破損しないことを確認する。



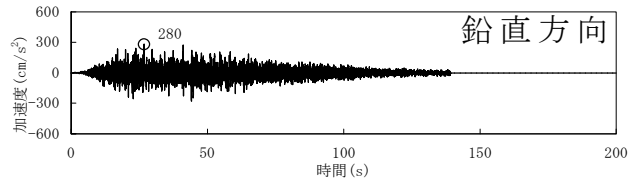
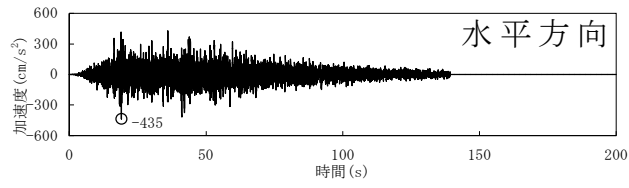
実線は NS 成分，破線は EW 成分を示す。

- Sd-D1
- Sd-11
- Sd-12
- Sd-13
- Sd-14
- Sd-21
- Sd-22
- Sd-31

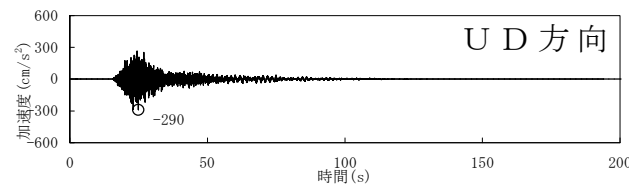
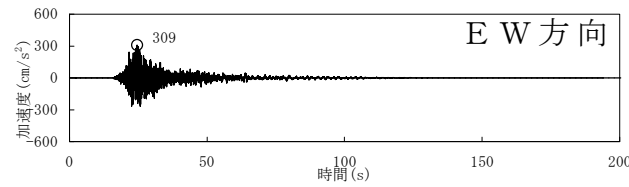
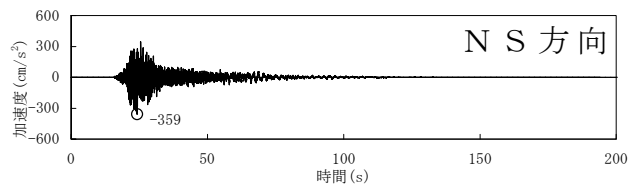
第 1.10.4.1 図 弾性設計用地震動 S_d の応答スペクトル (水平方向)



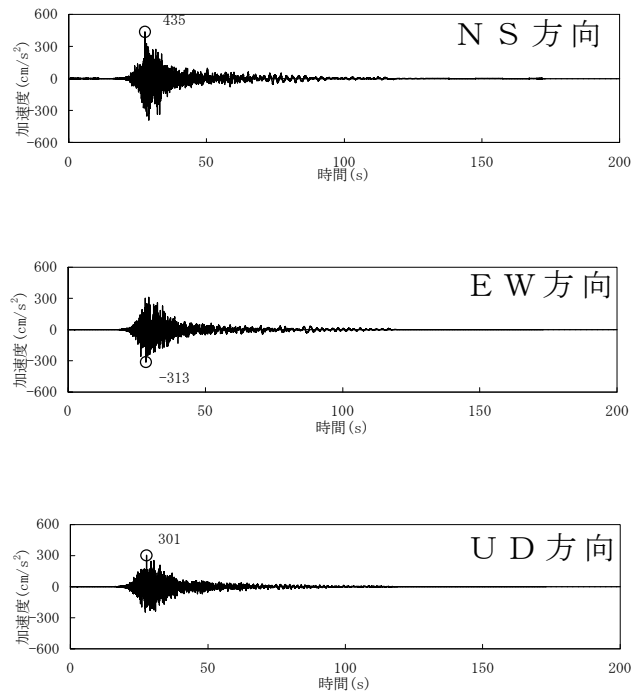
第 1.10.4.2 図 弾性設計用地震動 S_d の応答スペクトル (鉛直方向)



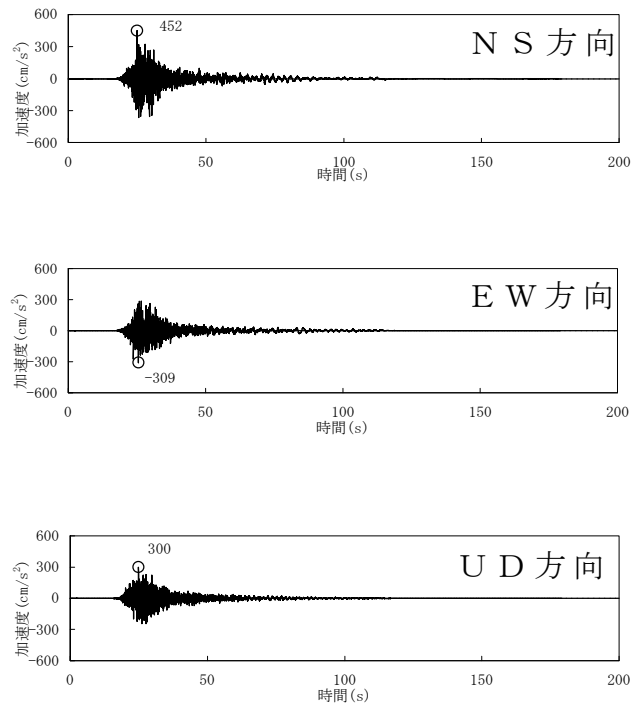
第 1.10.4.3 図 弾性設計用地震動 S_d の時刻歴波形 ($S_d - D1$)



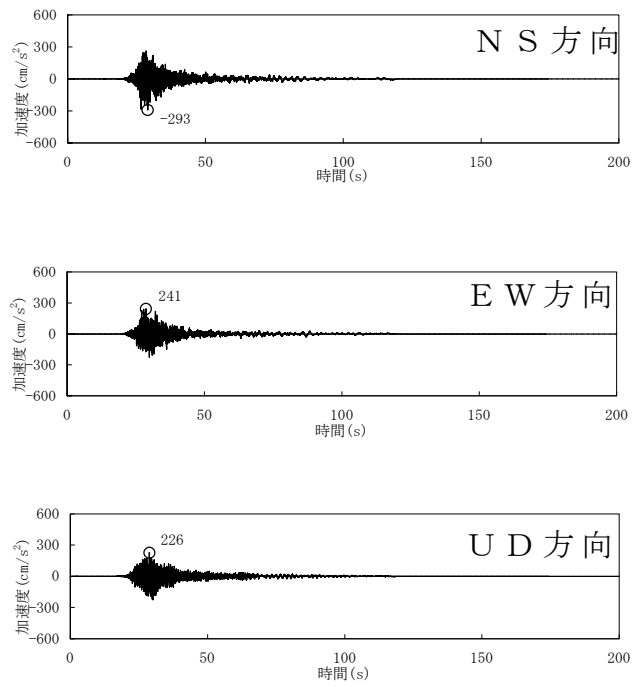
第 1.10.4.4 図 弾性設計用地震動 S_d の時刻歴波形 ($S_d - 11$)



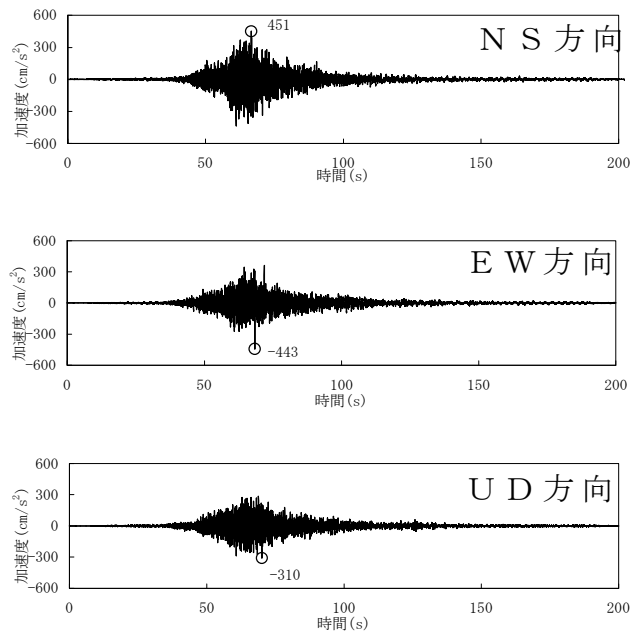
第 1.10.4.5 図 弾性設計用地震動 S_d の時刻歴波形 ($S_d - 12$)



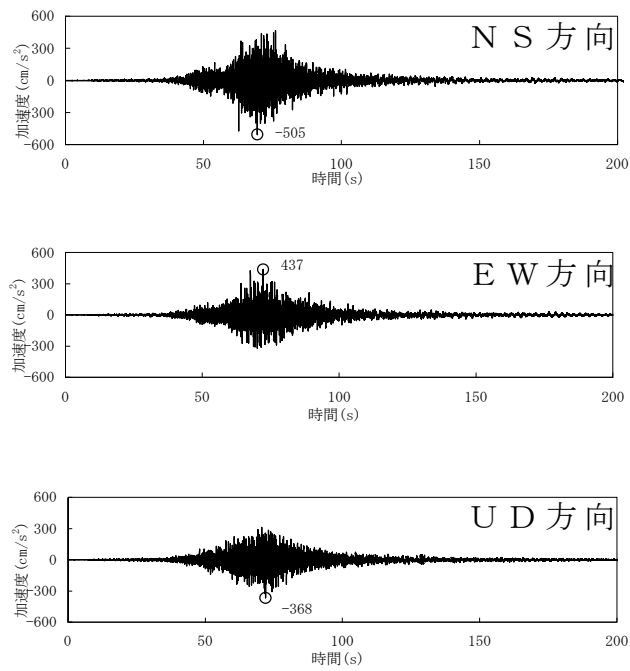
第 1.10.4.6 図 弾性設計用地震動 S_d の時刻歴波形 ($S_d - 13$)



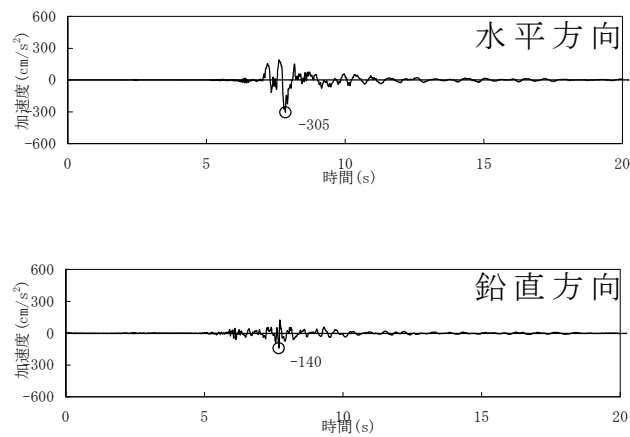
第 1.10.4.7 図 弾性設計用地震動 S_d の時刻歴波形 ($S_d - 14$)



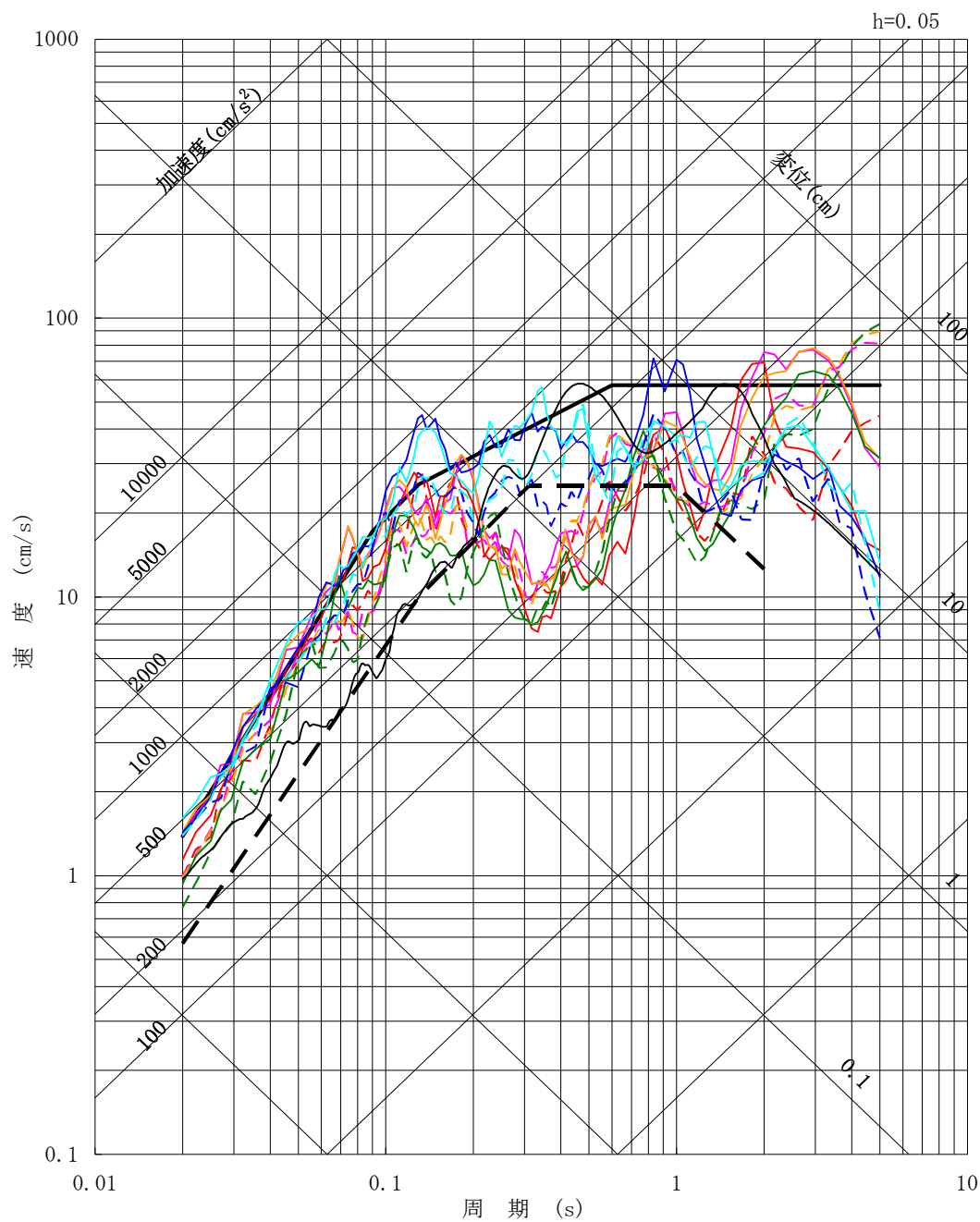
第 1.10.4.8 図 弾性設計用地震動 S_d の時刻歴波形 ($S_d - 21$)



第 1.10.4.9 図 弾性設計用地震動 S_d の時刻歴波形 ($S_d - 22$)



第 1.10.4.10 図 弾性設計用地震動 S_d の時刻歴波形 ($S_d - 31$)

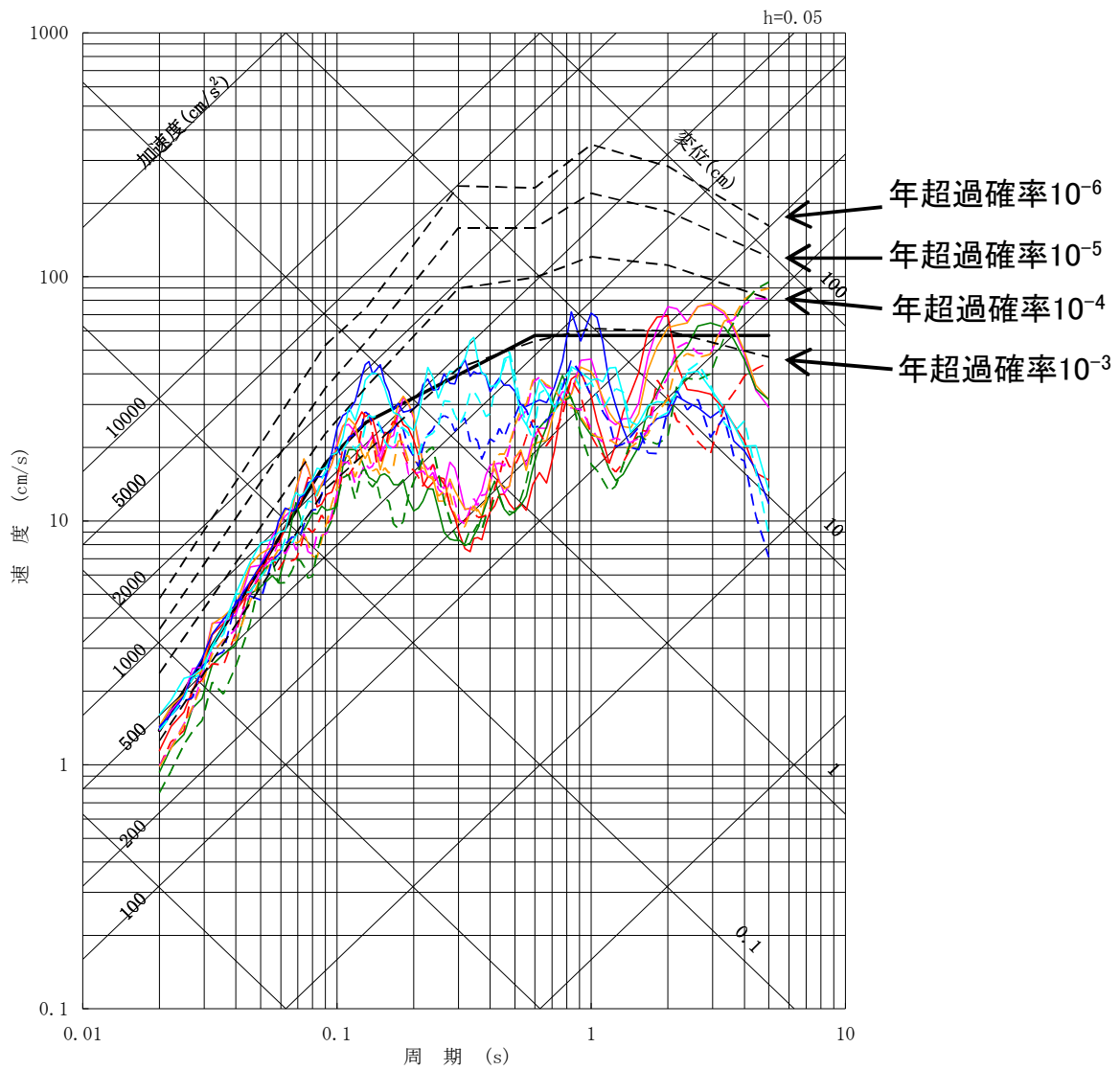


実線は NS 成分，破線は EW 成分を示す。

- - - S1*
- Sd-D1
- Sd-11
- Sd-12
- Sd-13
- Sd-14
- Sd-21
- Sd-22
- Sd-31

※ 「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）」における基準地震動 S₁

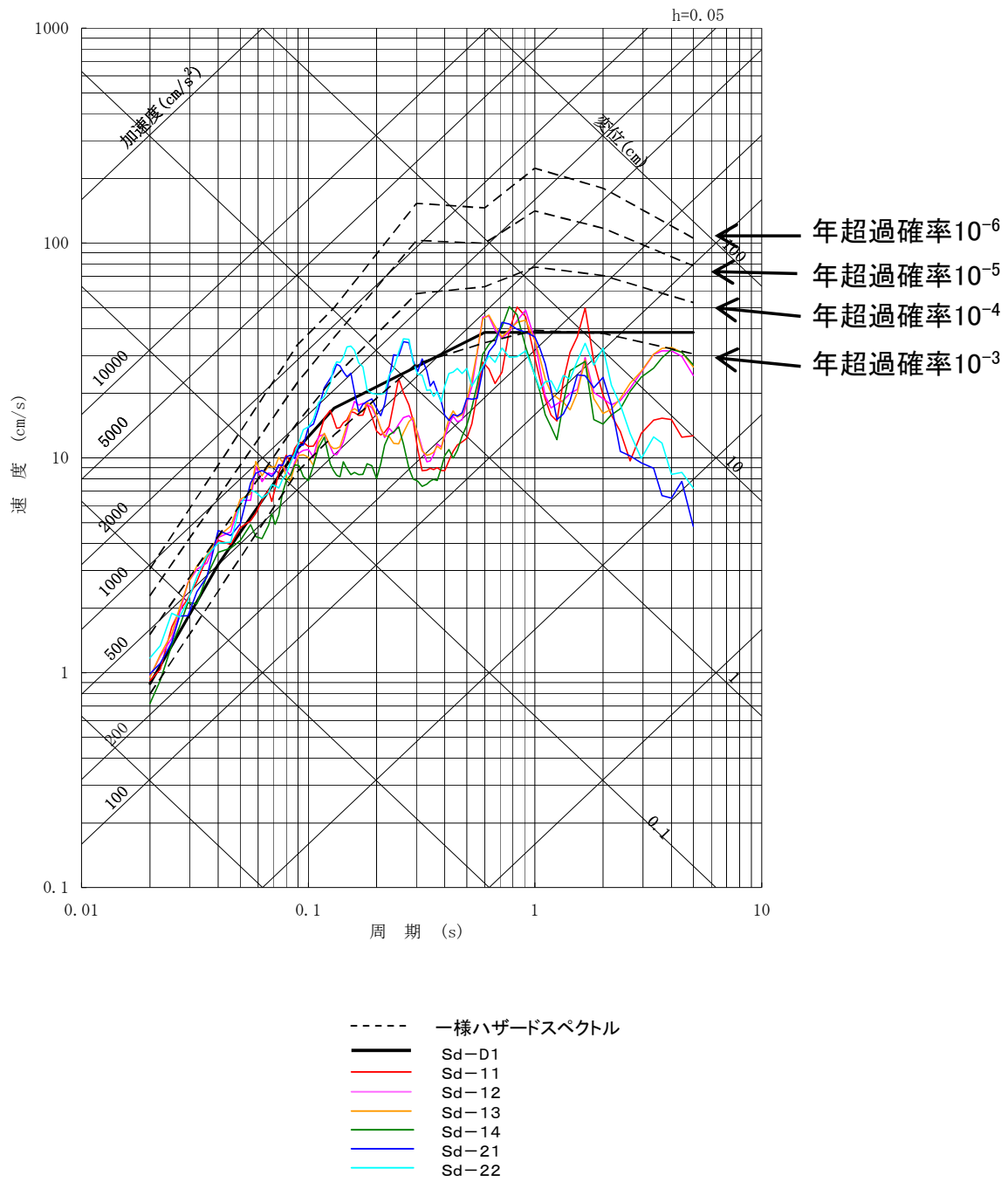
第 1.10.4.11 図 弾性設計用地震動 S_d と基準地震動 S₁ の
応答スペクトル（水平方向）



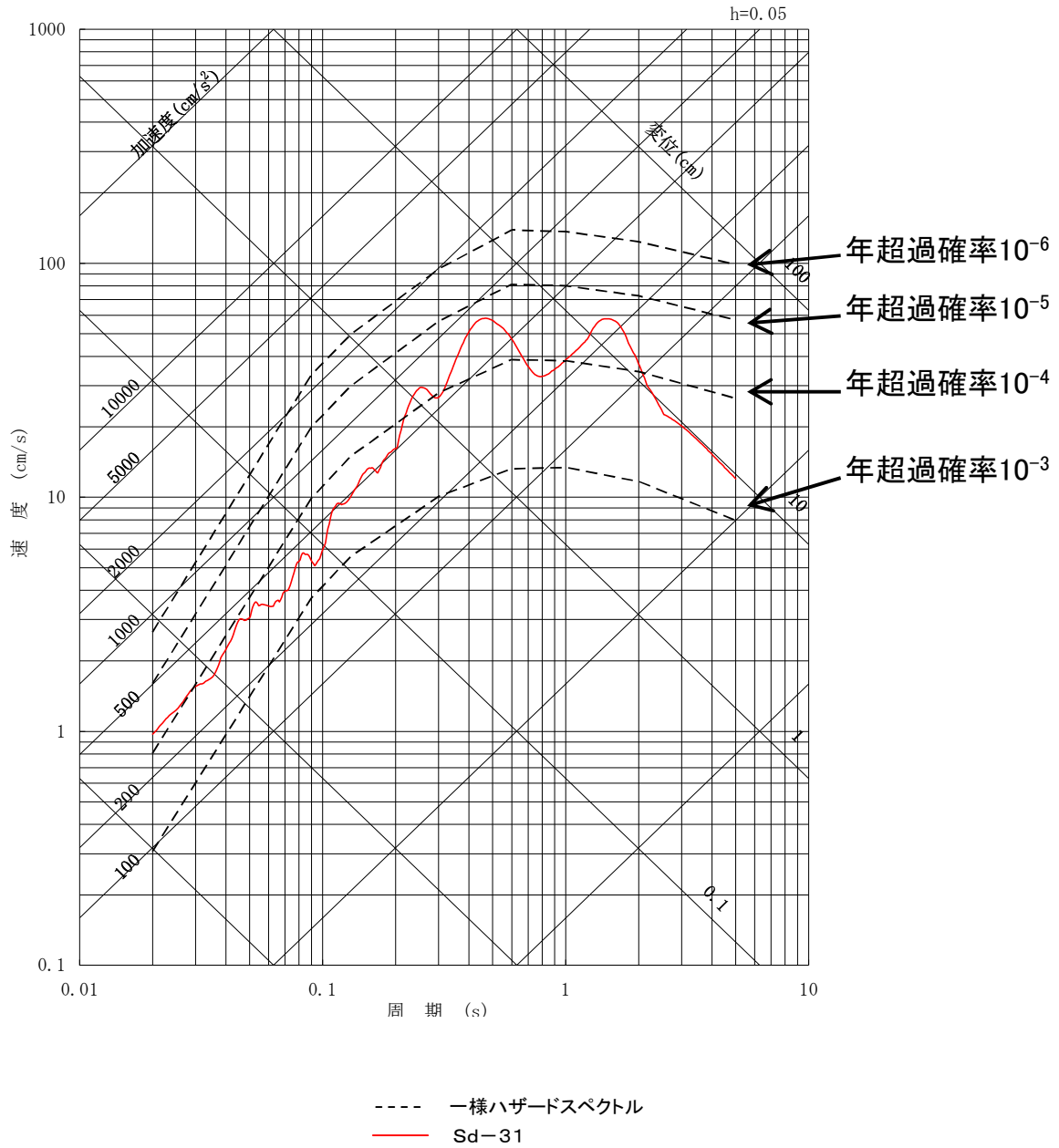
実線は NS 成分，破線は EW 成分を示す。

- 一様ハザードスペクトル
- Sd-D1
- Sd-11
- Sd-12
- Sd-13
- Sd-14
- Sd-21
- Sd-22

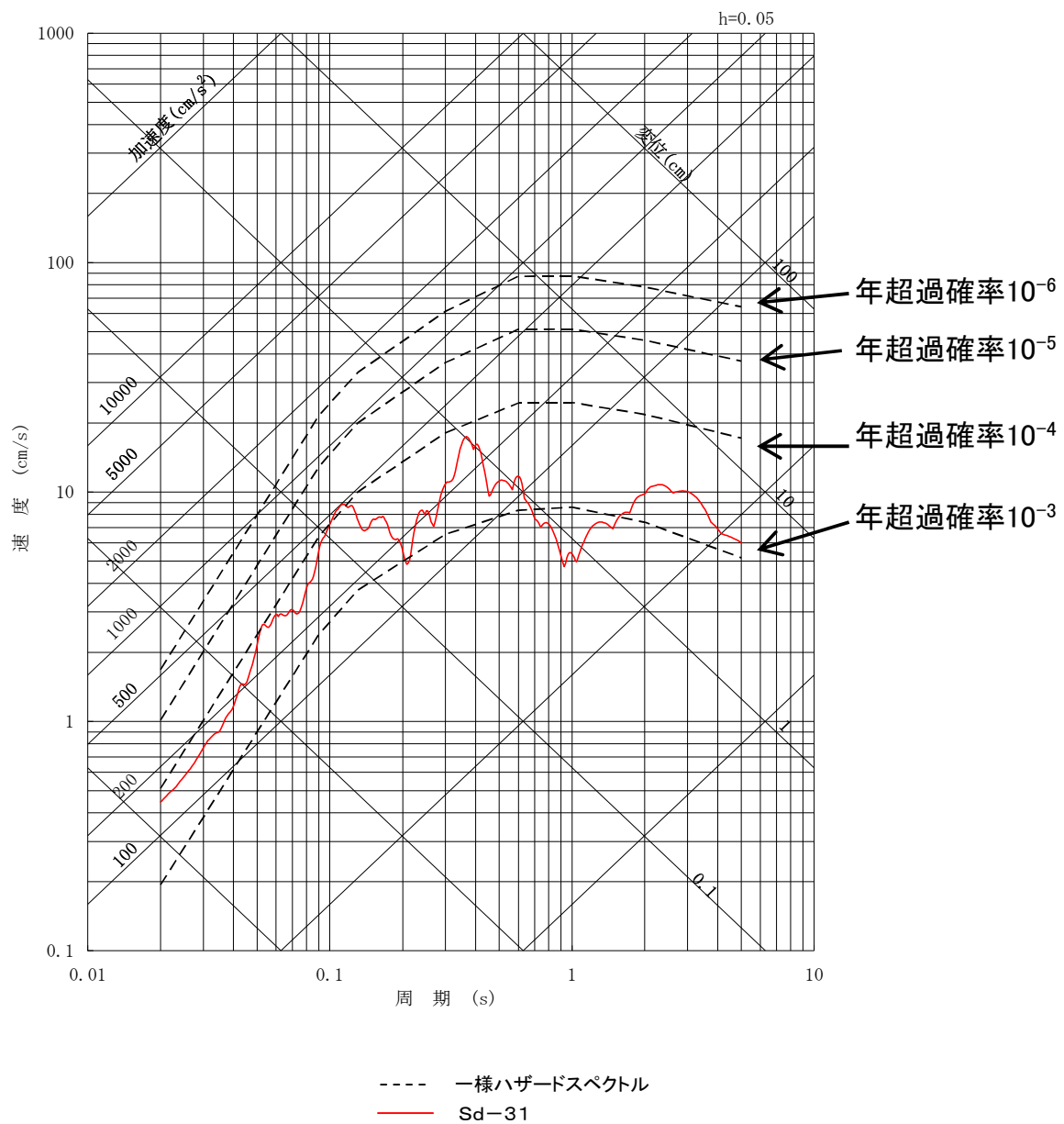
第 1.10.4.12 図 弾性設計用地震動 S_d の応答スペクトルと一様ハザードスペクトル（水平方向）



第 1.10.4.13 図 弾性設計用地震動 S_d の応答スペクトルと一様ハザードスペクトル（鉛直方向）



第 1.10.4.14 図 弾性設計用地震動 S_d の応答スペクトルと一様ハザードスペクトル (水平方向)



第 1.10.4.15 図 弾性設計用地震動 S_d の応答スペクトルと一様ハザードスペクトル（鉛直方向）

1.10.4.5 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）

(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-70)】

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-70）（1.1(2)：P4条-70）】

(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の

【説明資料（2.1(1)：P4条-75）】

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-75）】

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-75)】

(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-76)】

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 6.4 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-77)】

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 6.4 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-71)】

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-71)】

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-71) (1.1(6) : P4 条-71)】

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-73)】

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-95)】

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

別添－7 主要建屋の構造概要について

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（以下「原子炉施設」という。）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。

屋外重要土木構造物は、構造部材の曲げについては限界層間変形角及び終局曲率又は許容応力度、構造部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の許容限界に対し

て妥当な安全余裕を持たせることとし、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1.10.4.1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 に乘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、「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 図から第 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 図から第 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)から(c)の状態を考慮する。

(a) 運転時の状態

原子炉施設が運転状態にあり，通常 of 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

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)から(d)の状態を考慮する。

(a) 通常運転時の状態

原子炉の起動，停止，出力運転，高温待機及び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)から(c)の状態を考慮する。

(a) 運転時の状態

原子炉施設が運転状態にあり，通常 of 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

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)から(d)の荷重とする。

(a) 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 of 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)から(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。

c. 土木構造物

以下の(a)から(d)の荷重とする。

- (a) 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，水圧及び通常的气象条件による荷重。
- (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1.10.4.1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

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

構造部材の曲げについては限界層間変形角及び終局曲率又は許容応力度、構造部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の許容限界に対して妥当な安全余裕を持たせることとし、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、新第三紀の砂質泥岩からなる久米層が分布している。ボーリング孔で実施したP S 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 $0.38\text{km/s} \sim 0.79\text{km/s}$ 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。

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。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、適切なモデルを作成し、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。液地震時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、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。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一6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)から(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)から(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の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、浸水防止施設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。

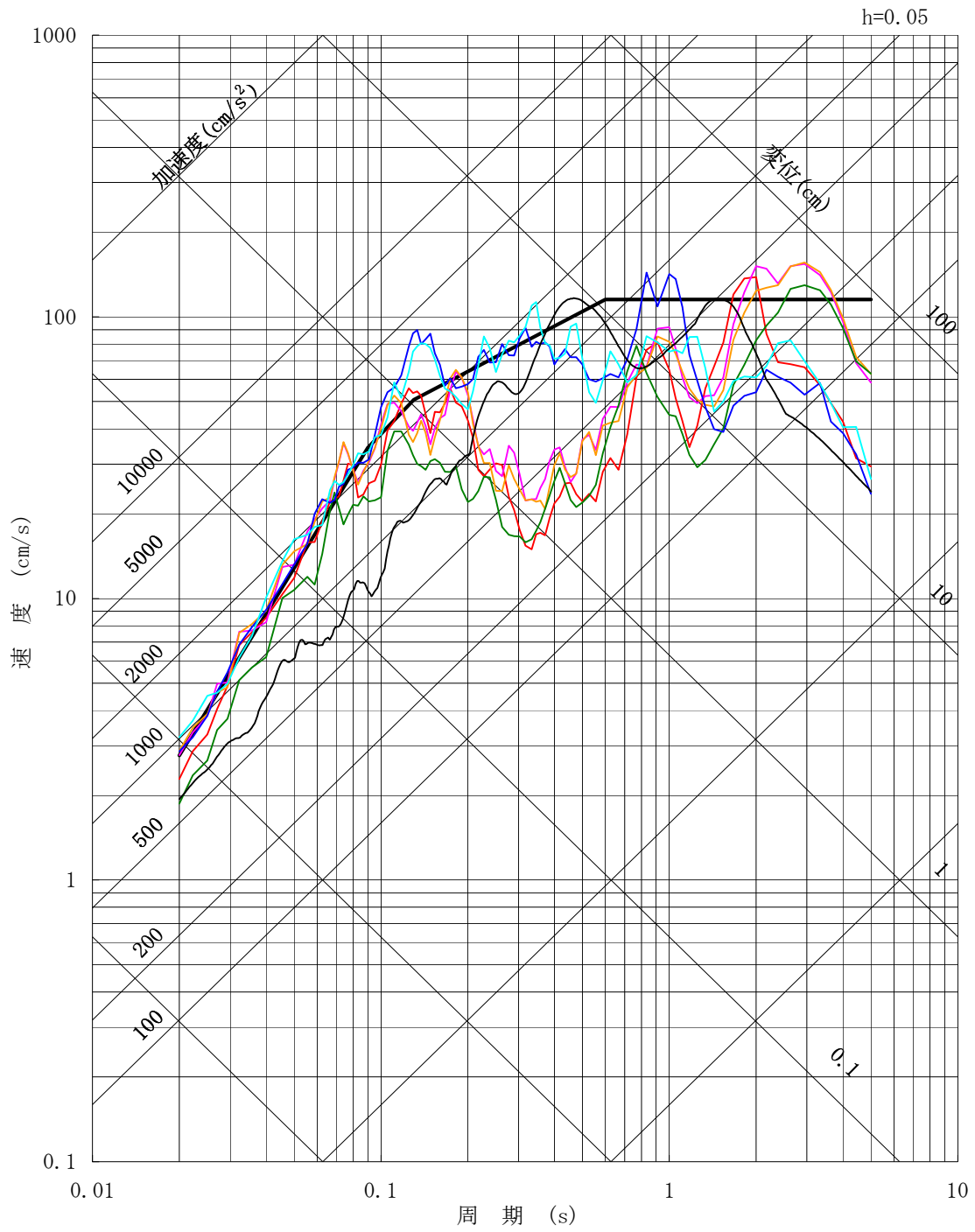
機器・配管系は、応答性状を適切に評価し、適用する地震力に対して構造強度を有する設計とする。配置に自由度のあるものは、耐震上の観点から出来る限り重心位置を低くし、かつ、安定性のよい据え付け状態になるよう配置する。

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。

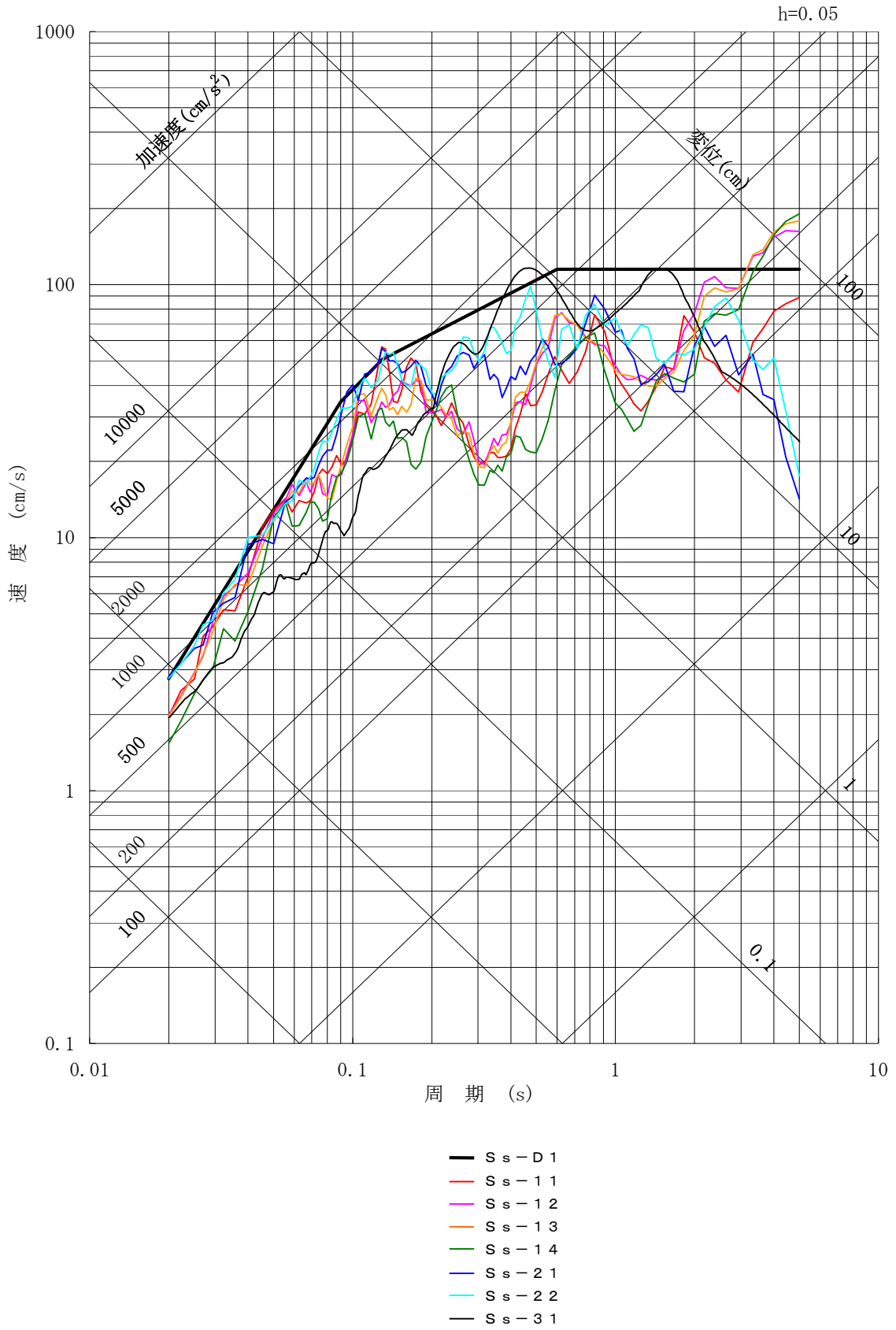
第1表 基準地震動 S_s の最大加速度等一覧

基準地震動 S_s		最大加速度 (cm/s ²)		
		NS成分	EW成分	UD成分
S_s-D1	応答スペクトル手法による基準地震動	870		
S_s-11	F1断層, 北方陸域の断層, 塩ノ平地震断層の連動による地震 (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, 塩ノ平地震断層の連動による地震 (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, 塩ノ平地震断層の連動による地震 (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, 塩ノ平地震断層の連動による地震 (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		

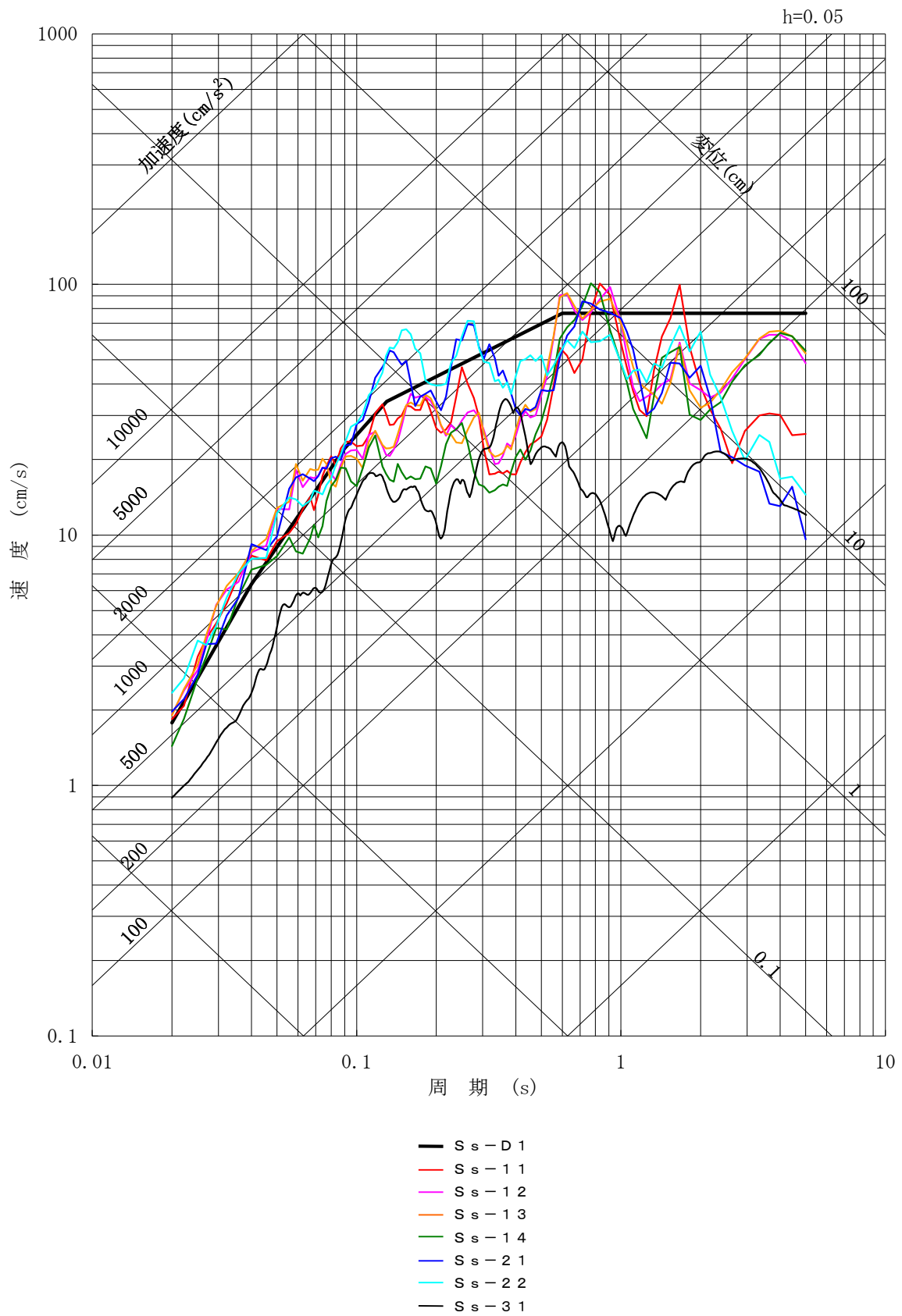


- S s - D 1
- S s - 1 1
- S s - 1 2
- S s - 1 3
- S s - 1 4
- S s - 2 1
- S s - 2 2
- S s - 3 1

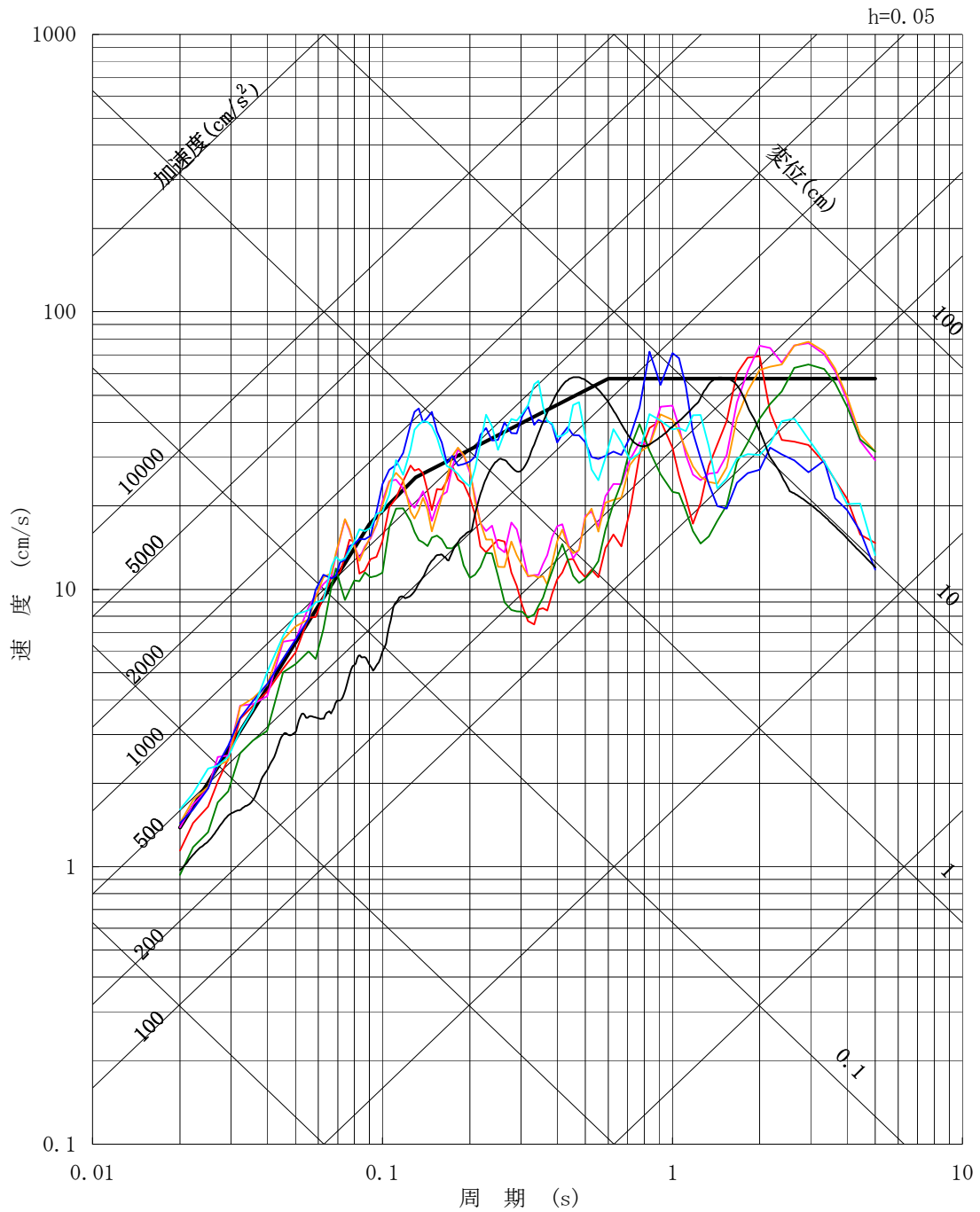
第 1 図 基準地震動 S_s の応答スペクトル (NS 方向)



第2図 基準地震動S_sの応答スペクトル (EW方向)

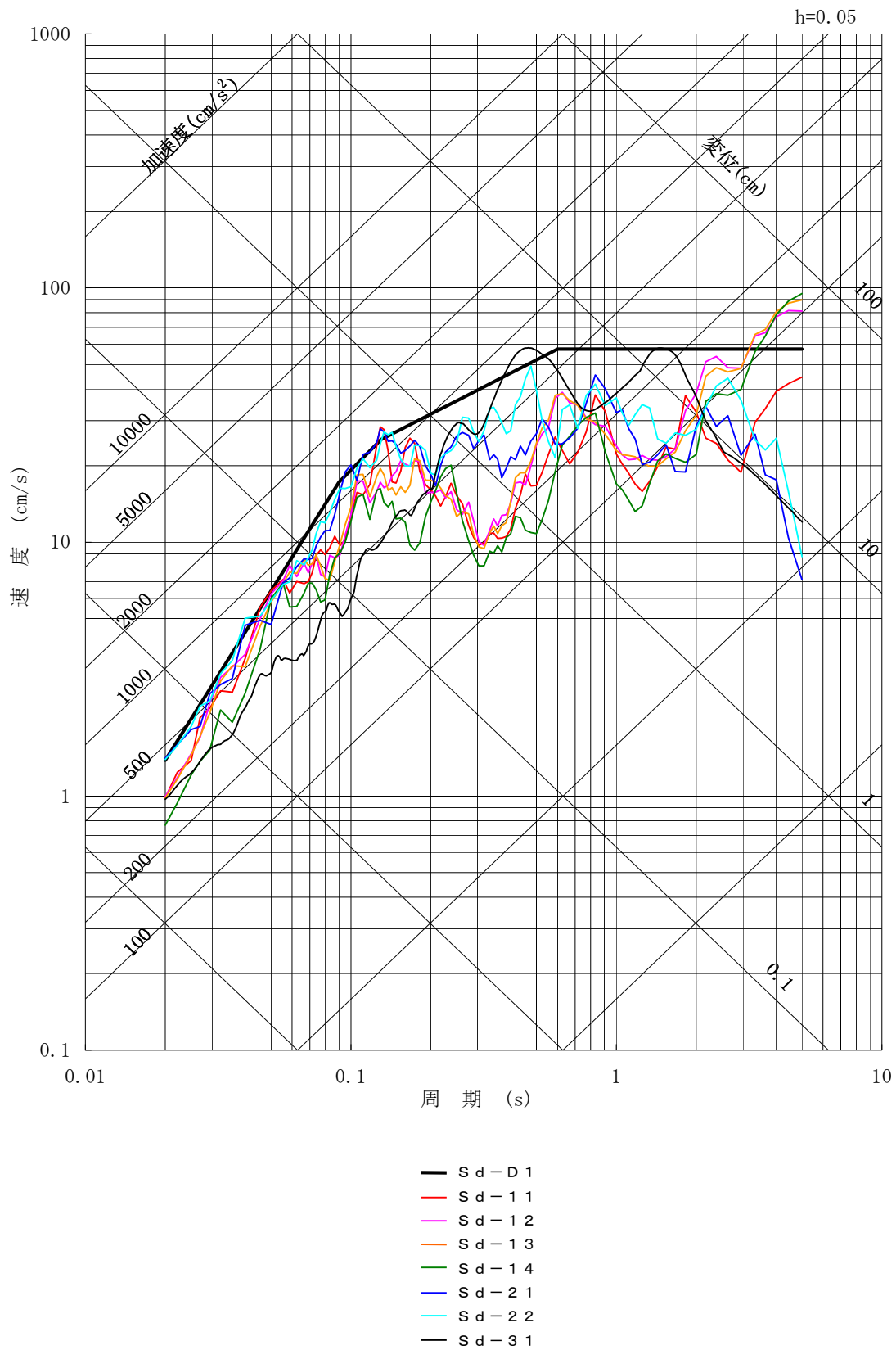


第3図 基準地震動 S_s の応答スペクトル (UD方向)

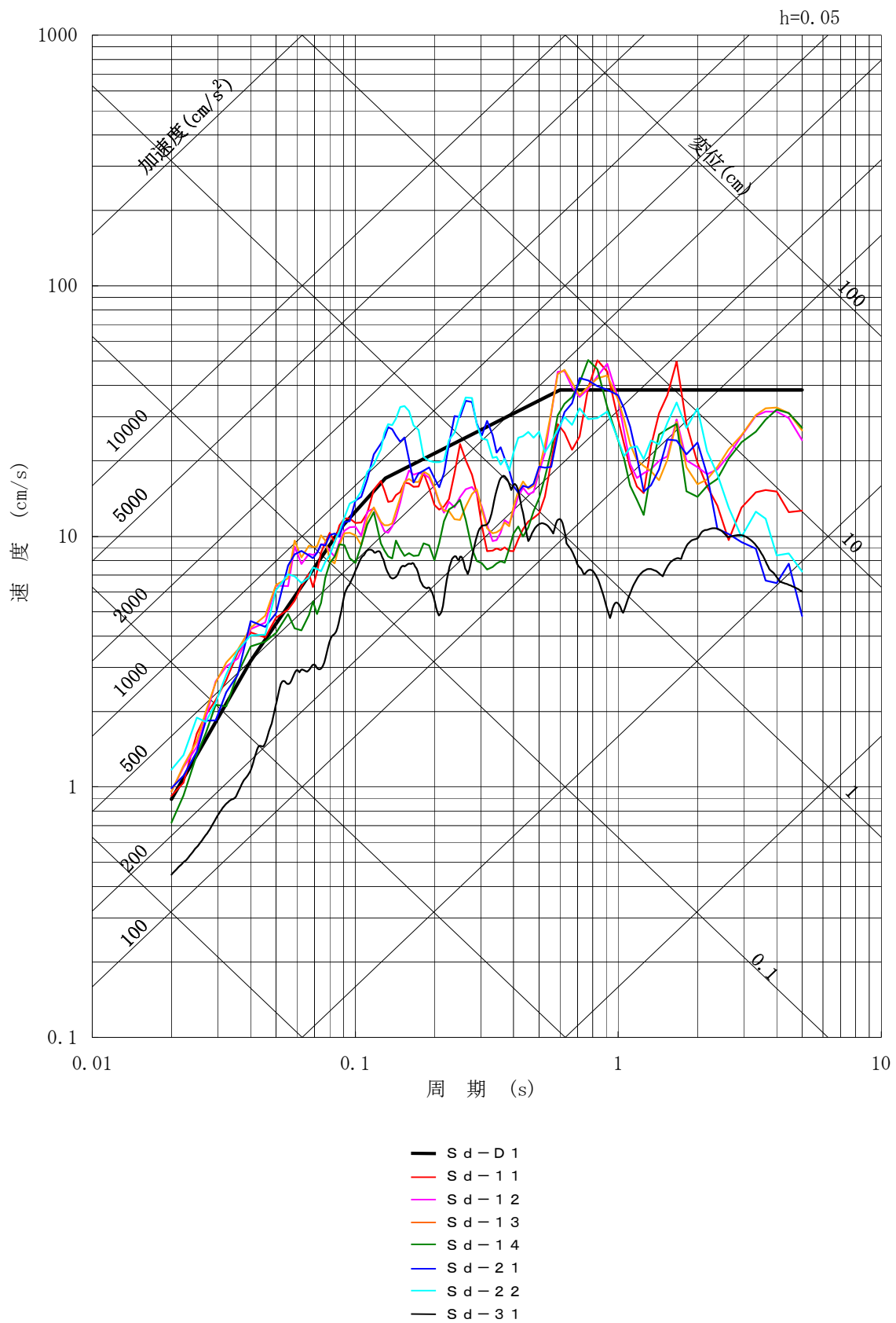


- S_d-D1
- S_d-11
- S_d-12
- S_d-13
- S_d-14
- S_d-21
- S_d-22
- S_d-31

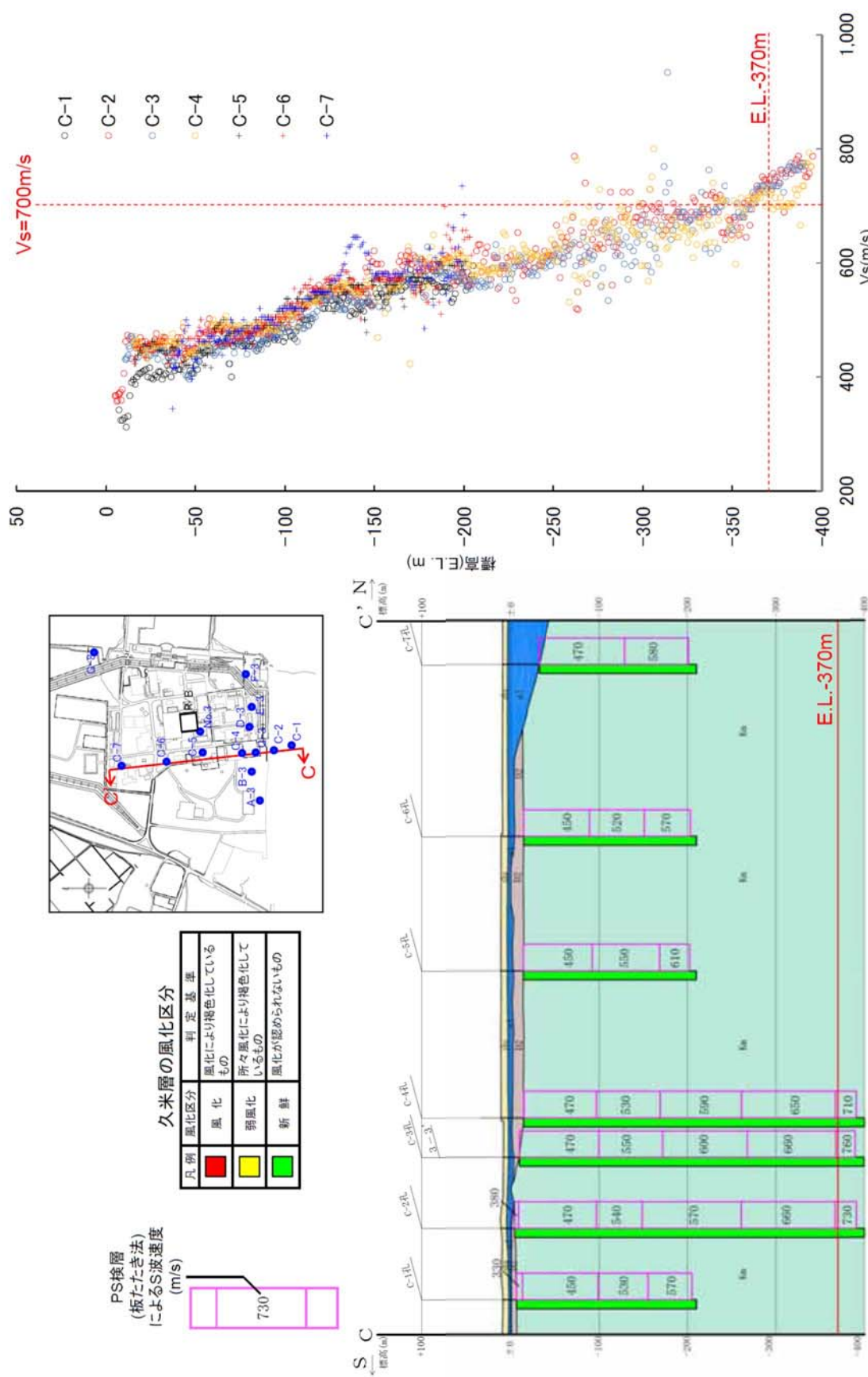
第4図 弾性設計用地震動 S_d の応答スペクトル (NS方向)



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 S_d 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)

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	$3.0 C_i$	$1.0 C_v$ (0.240)
	B	$1.5 C_i$	—
	C	$1.0 C_i$	—
機器・配管系	S	$3.6 C_i$	$1.2 C_v$ (0.288)
	B	$1.8 C_i$	—
	C	$1.2 C_i$	—
土木構造物	C	$1.0 C_i$	—

(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 $S_d \times \frac{1}{2}$ ^(注2)	弾性設計用地震動 $S_d \times \frac{1}{2}$ ^(注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 $S_d \times \frac{1}{2}$ ^(注2)	設計用床応答曲線 $S_d \times \frac{1}{2}$ ^(注2)
土木 構築物	屋外重要 土木 構築物	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	
	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。

種 別	耐震 クラス	水 平	鉛 直	摘 要
機器・ 配管系	S	静的震度 $3.6C_i$	静的震度 $1.2C_v$	(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に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には二乗和平方根 (SRSS) 法による。
		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	(注4) 荷重の組合せは、二乗和平方根 (SRSS) 法による。
	B	静的震度 $1.8C_i$	—	(注4) (注5) 水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合には、二乗和平方根 (SRSS) 法による。
		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)	
	C	静的震度 $1.2C_i$	—	静的地震力とする。
土木 構造物	C	静的震度 $1.0C_i$	—	静的地震力とする。
		基準地震動 S_s	基準地震動 S_s	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。
	C	静的震度 $1.0C_i$	—	静的地震力とする。

(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よいものとする。

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。

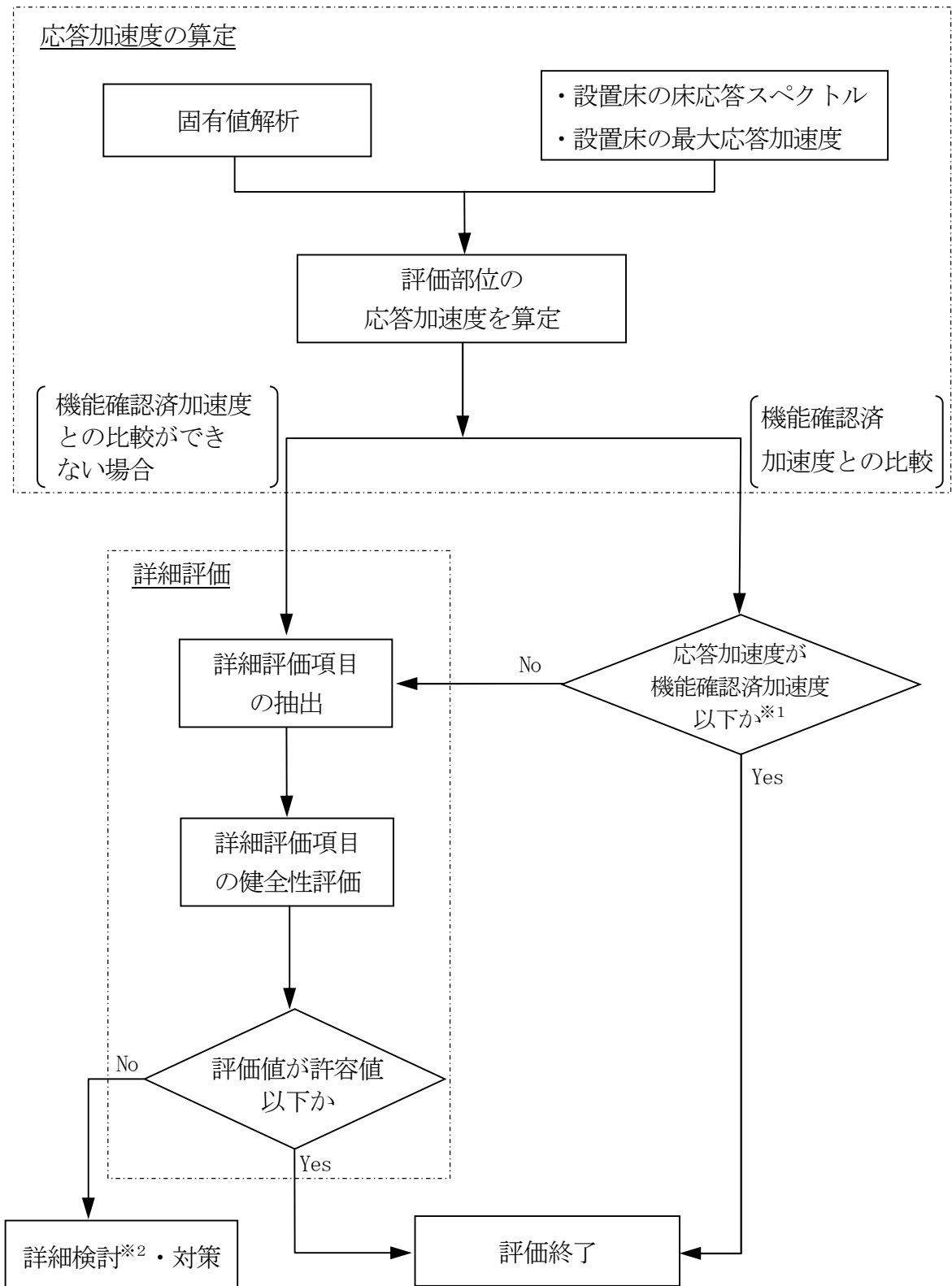
1. 機能確認済加速度との比較

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 J E A G 4601-1991 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

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、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 ($\text{III}_A S$) の比較

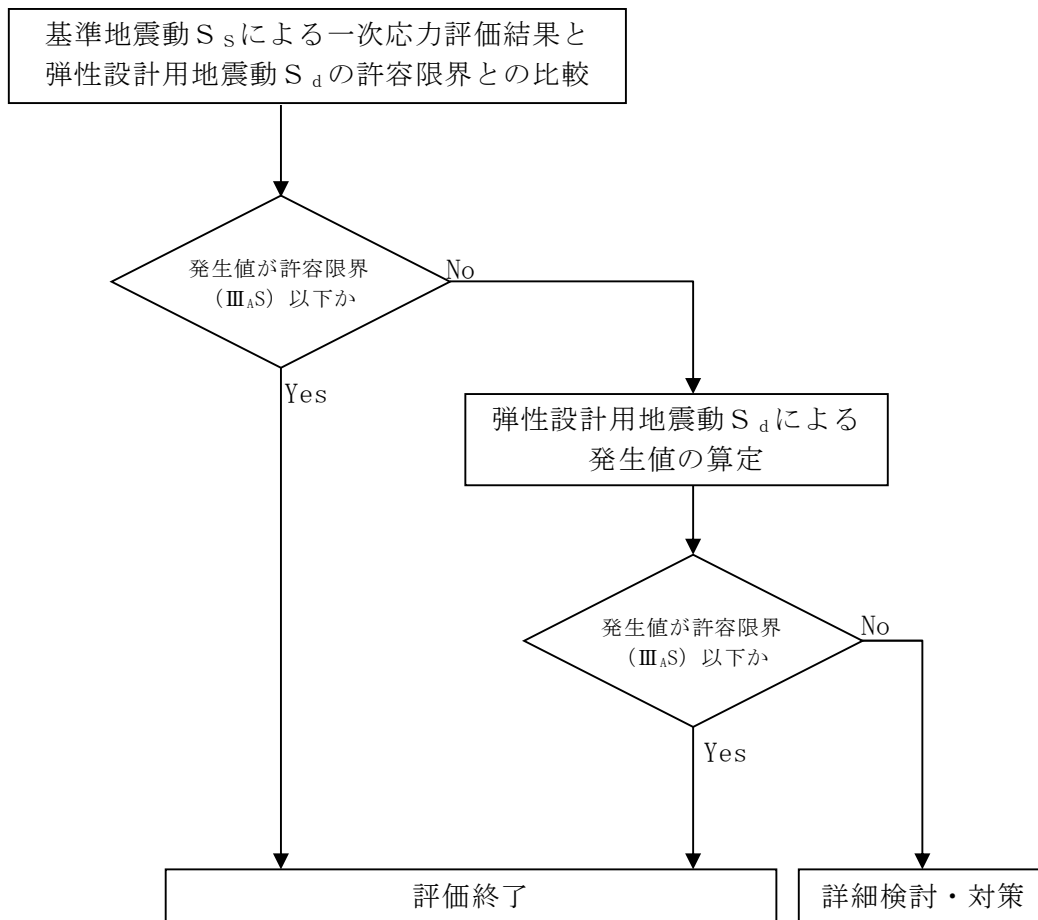
①項にて、評価対象設備の基準地震動 S_s による発生値が、許容限界 (許容応力状態 $\text{III}_A S$) を上回った設備については、弾性設計用地震動 S_d による発生値を詳細評価により算定し、その算定した発生値が許容限界 (許容応力状態 $\text{III}_A S$) 以下であることを確認する。

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 $\text{IV}_A S$ と $\text{III}_A S$ 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 $\text{IV}_A S$ と $\text{III}_A S$ 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 S_d 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_1) 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 \leq 許容限界を確認済み
- ・ 今回工認での S_d による発生値 \leq 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、 $C_0 \geq C_i$ 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*、 $S_s \geq 3.6C_i$ 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*、 $S_d \geq 3.6C_i$ 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 ($\text{III}_A S$ 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 \geq 必要となる設備は除外
- 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（Ⅲ_AS 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，既工認における裕度 $\geq C_i/C_0$ 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】

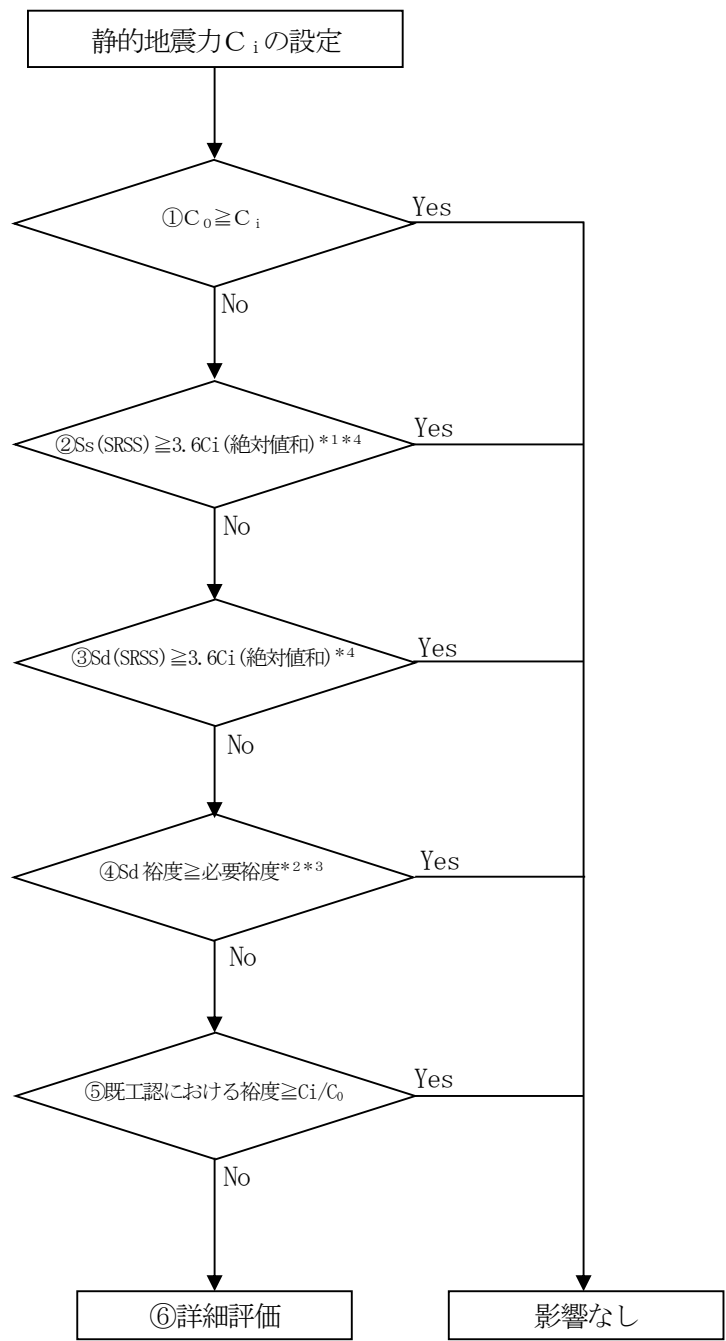
3.6C_i(3.6C₀)に対する裕度 = Ⅲ_AS 許容限界値／3.6C_i(3.6C₀)による発生値であり，発生値は静的震度に比例することから，次式のような関係となる。

$$3.6C_i \text{ に対する裕度} = 3.6C_0 \text{ に対する裕度} \div (C_i/C_0)$$

また，既工認における裕度は，3.6C₀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。

$$3.6C_i \text{ に対する裕度} \geq \text{既工認における裕度} \div (C_i/C_0)$$

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



* 1 S_d評価において、S_sにおける発生値を用いている場合
 * 2 必要裕度は3.6C_i(絶対和)/S_d(SRSS)の比
 * 3 S_d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、S_s、S_dはSRSS法による組合せ、
 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。

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S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。

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。

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」に読み替えて適用する。

- 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、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，ベアラ建屋，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，ベアラ建屋，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 ベアラ建屋 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，ベアラ建屋，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，ベアラ建屋，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 ベアラ建屋 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ッ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、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
格納容器	原子炉ウエル遮蔽ブロック
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ポンプ，残留熱除去系海水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，残留熱除去系海水ポンプ，残留熱除去系海水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，ベアラ建屋，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，ベアラ建屋，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
残留熱除去系海水ポンプ 残留熱除去系海水ストレーナ 残留熱除去系海水配管 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。

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

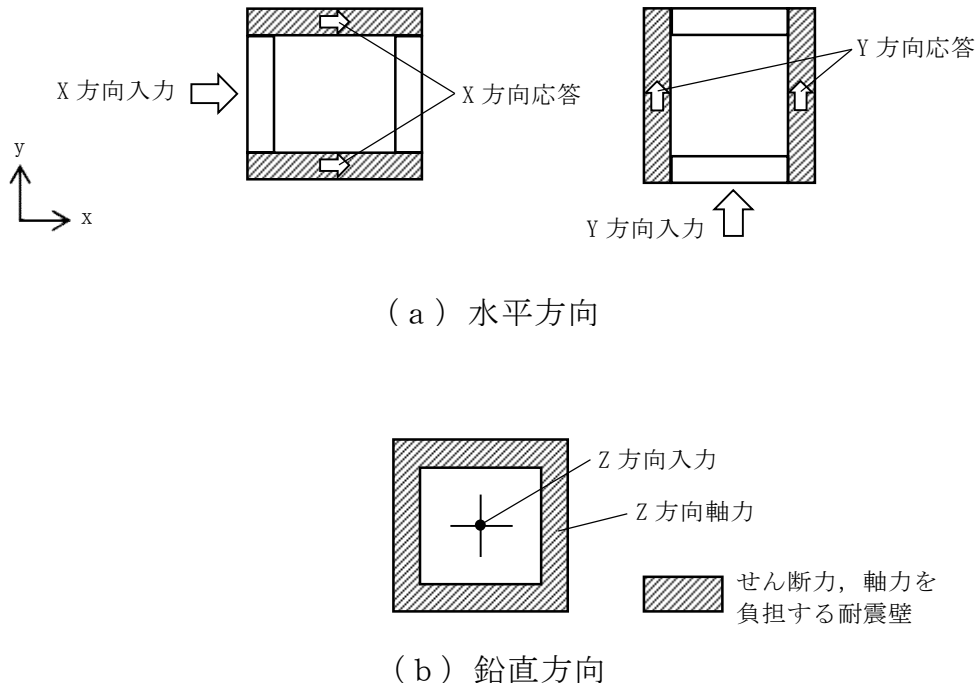
従来設計手法では、建物・構築物の地震応答解析において、水平方向及び鉛直方向の地震動を質点系モデルにそれぞれ方向ごとに入力し、解析を行っている。また、原子炉施設における建物・構築物は、全体形状及び平面レイアウトから、地震力を主に耐震壁で負担する構造であり、剛性の高い設計としている。

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。



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の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。

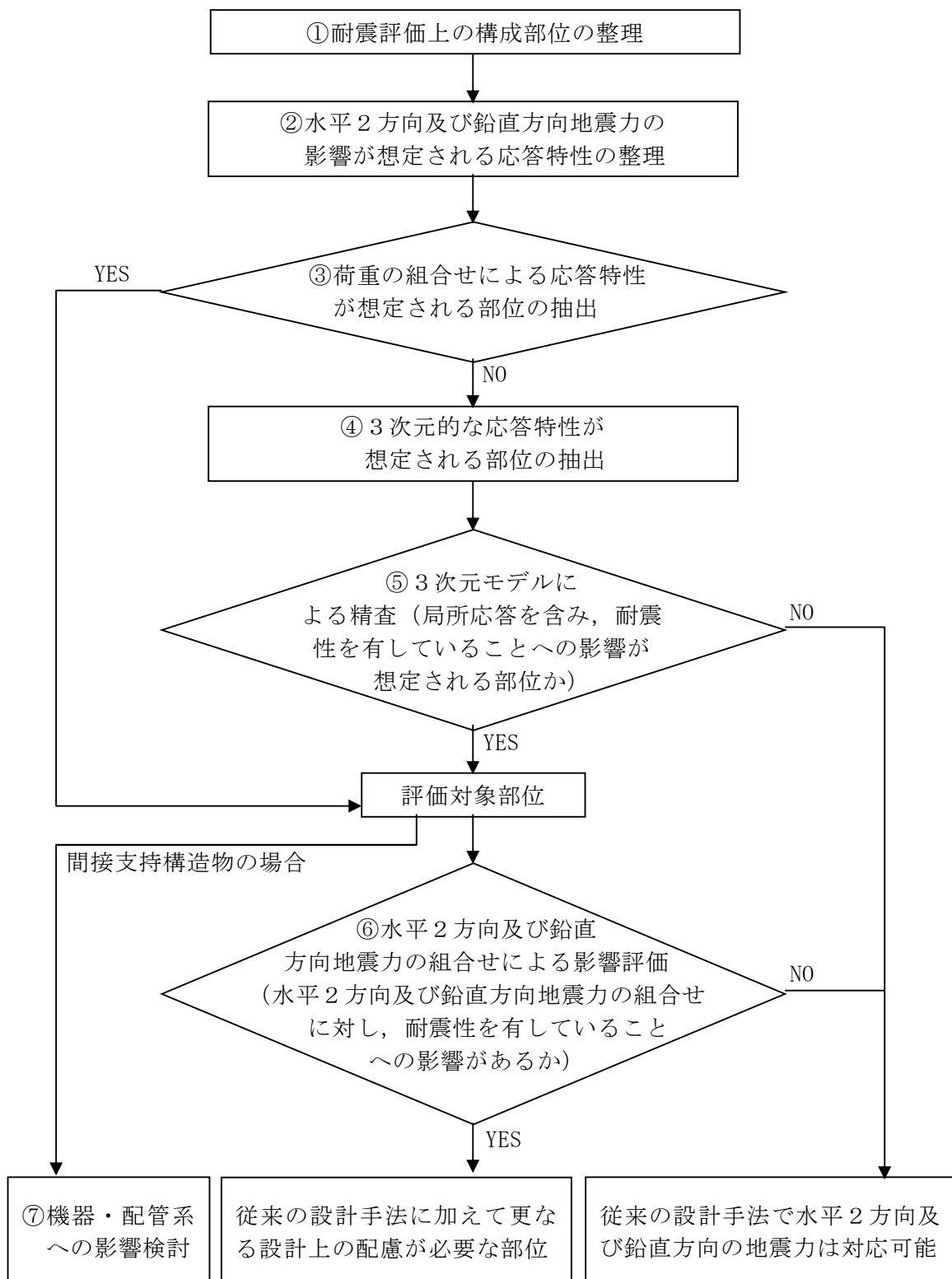
⑦ 機器・配管系への影響検討

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、3次元モデルによる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、耐震評価は基本的小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 Guide1.92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の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のある設備に対して、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。

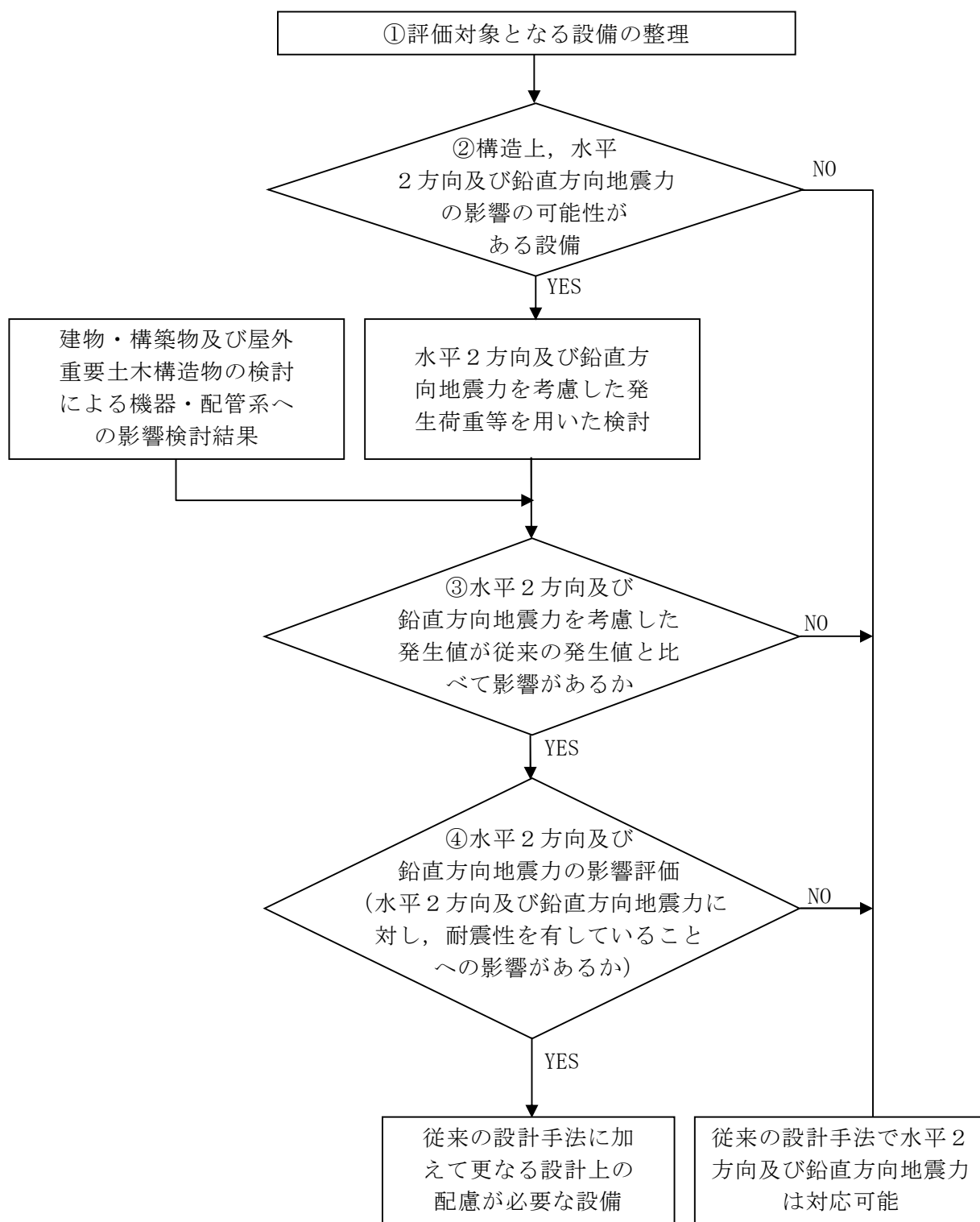
また、建物・構築物及び屋外重要土木構造物の検討により、機器・配

管系への影響の可能性の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を考慮した影響評価フロー

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。

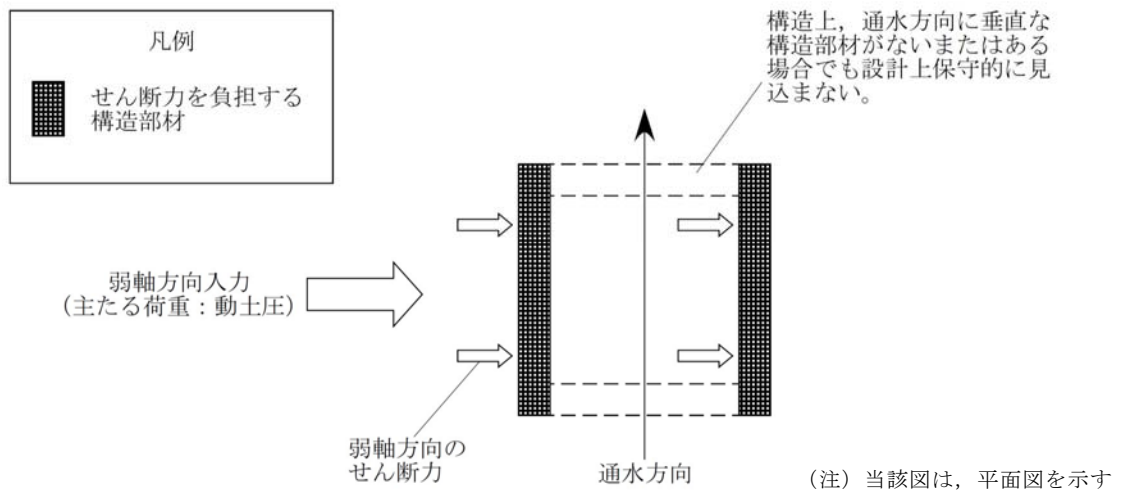
強軸方向の地震時挙動は、弱軸方向に対して顕著な影響を及ぼさないことから、従来設計手法では、弱軸方向を評価対象断面として、耐震設計上求められる水平1方向及び鉛直方向の地震力による耐震評価を実施している。

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。

表 5-4-1 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	<p>加振方向に平行な壁部材が少ない</p> <p>A-A 断面</p> <p>B-B 断面</p>	<p>加振方向に平行な側壁及び隔壁を耐震設計上見込むことができる</p> <p>A-A 断面</p> <p>B-B 断面</p>



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。

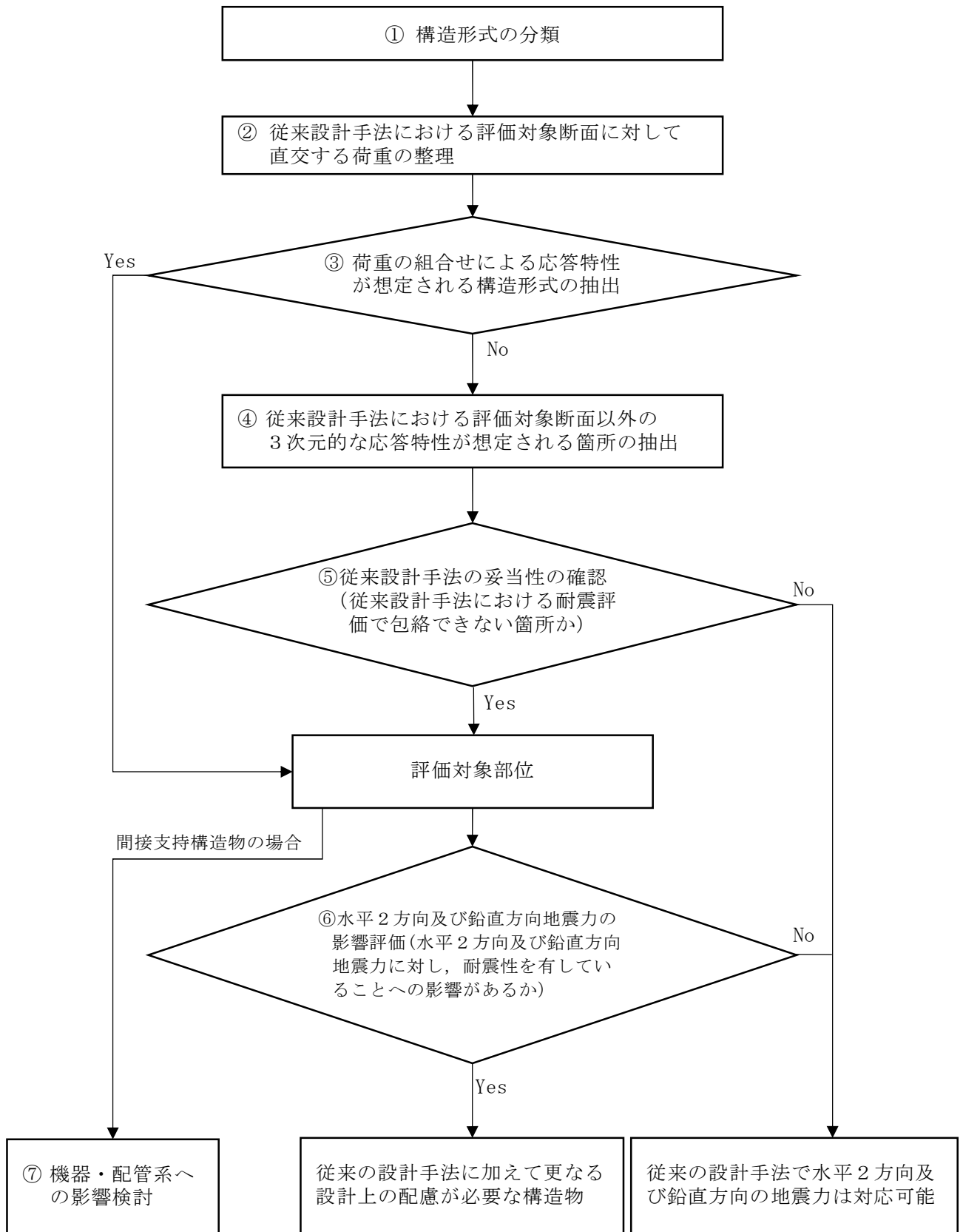
評価対象部位については、屋外重要土木構造物が明確な弱軸・強軸を示し、地震時における構造物のせん断変形方向が明確であることを考慮し、従来設計手法における評価対象断面（弱軸方向）における構造部材の耐震評価結果及び水平2方向の影響の程度を踏まえて選定する。

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。

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 (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. はじめに

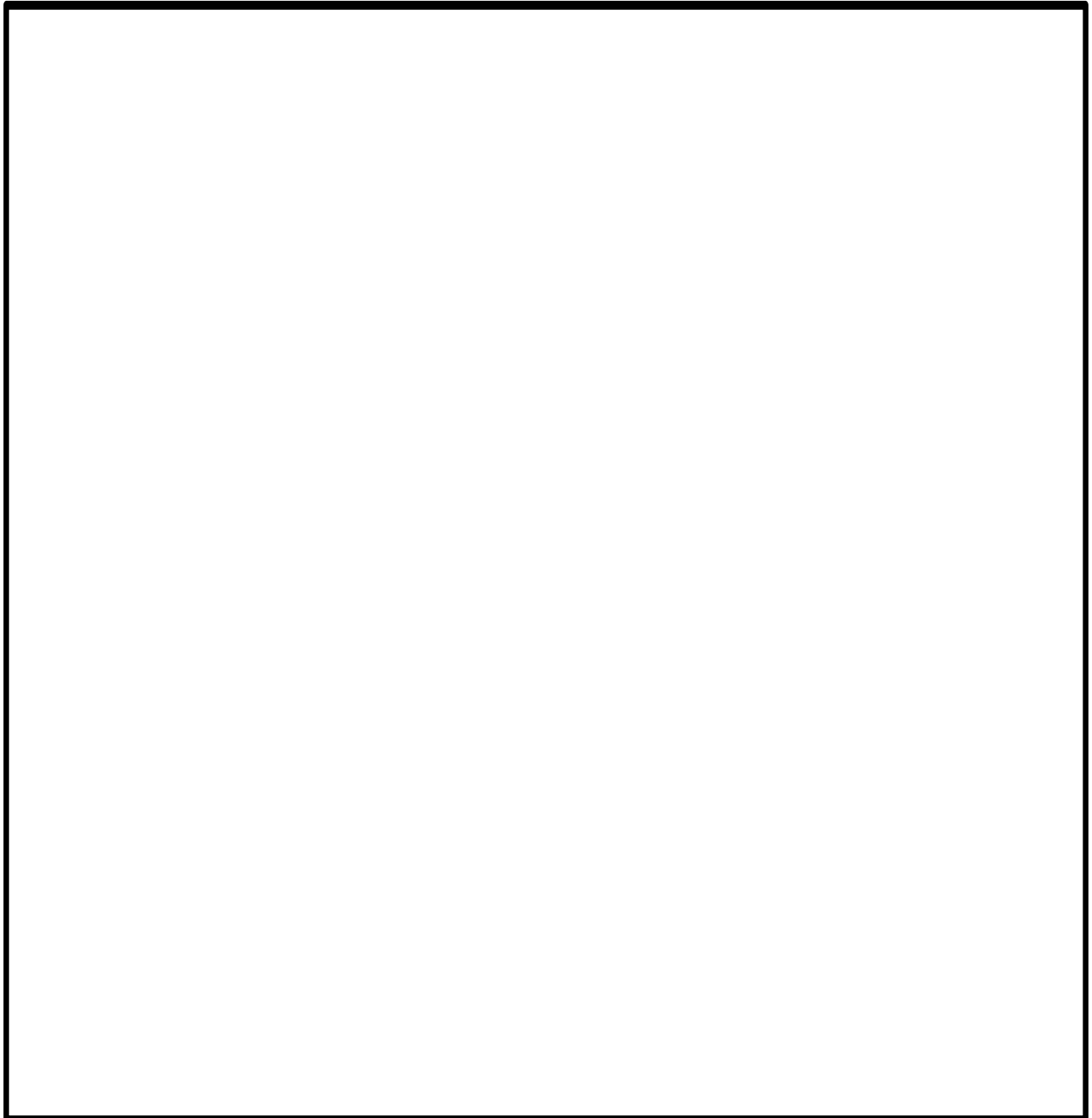
東海第二発電所での評価対象構造物は、屋外重要土木構造物である取水構造物及び屋外二重管、津波防護施設である防潮堤（放水路ゲート基礎を含む）及び貯留堰、常設耐震重要重大事故防止設備、重大事故緩和設備の間接支持構造物である常設代替高圧電源装置置場、常設代替高圧電源装置用カルバート、代替淡水貯槽、常設低圧代替注水系ポンプ室、常設低圧代替注水系配管カルバート、緊急用海水ポンプピット、格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート、緊急時対策所用発電機用燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎並びに重大事故時における海水の通水構造物のうちSA用海水ピット取水塔、海水引込み管、SA用海水ピット及び緊急用海水取水管である。

対象構造物のうち、貯留堰、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、常設低圧代替注水系配管カルバート、格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート、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については、構造物の配置、荷重条件及び地盤条件を考慮し、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。

取水構造物、屋外二重管、防潮堤（放水路横断部、放水路ゲート基礎含む）、代替淡水貯槽、常設低圧代替注水系ポンプ室、緊急用海水ポンプピット、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については、3次元的な構造を考慮した設計を行うことから、特定の評価対象断面はない。

以下に、貯留堰、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，常設低圧代替注水系配管カルバート，格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート，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評価対象断面選定の考え方を述べる。対象構造物の平面配置を図 6-1-1 図に示す。



第 6-1-1 図 平面配置図

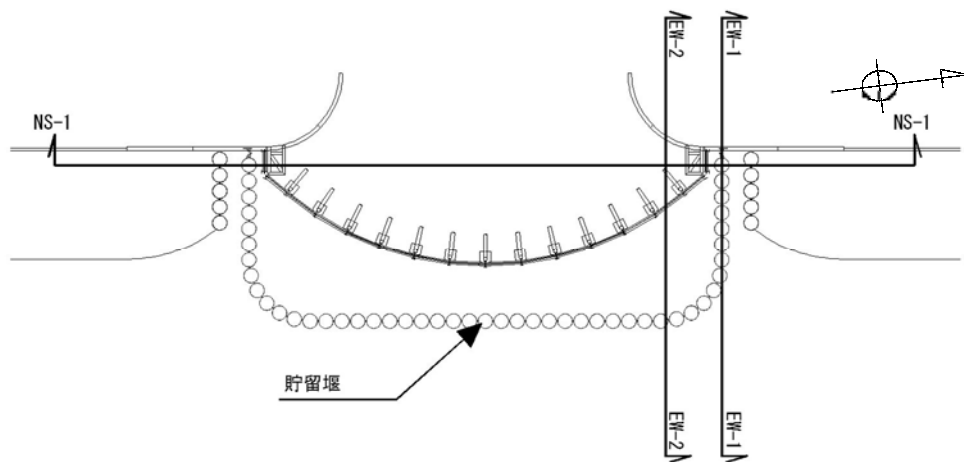
2. 貯留堰

貯留堰の平面図を第6-2-1図に、断面図を第6-2-2図に示す。

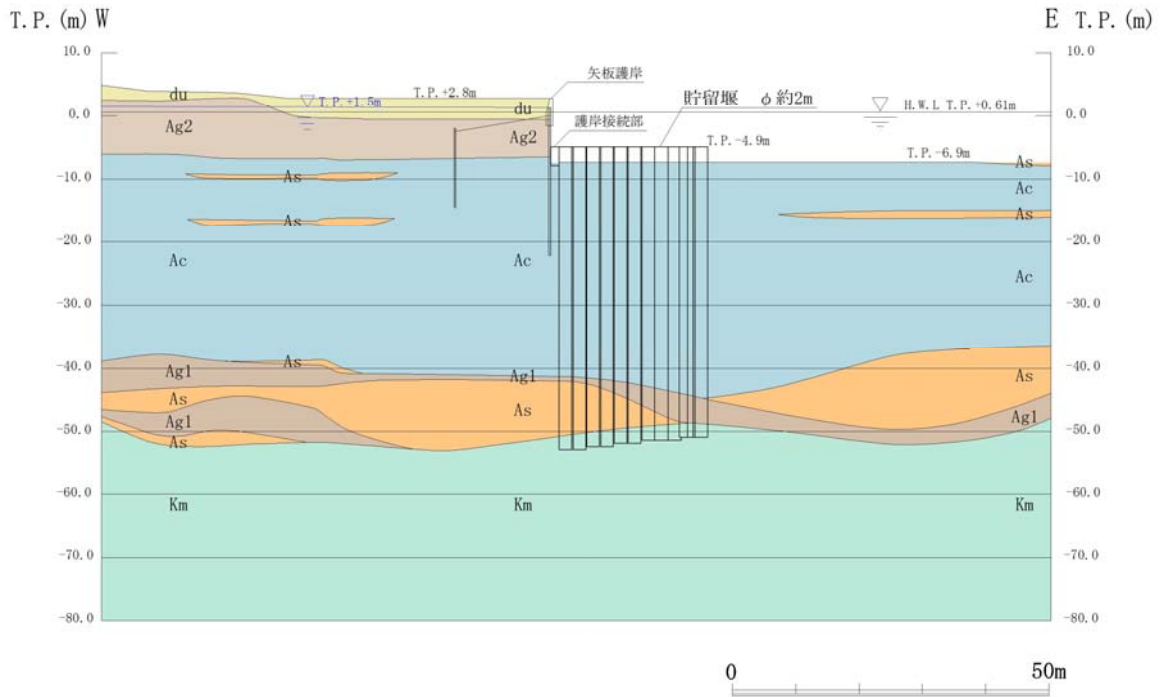
貯留堰は、取水口前面の海中に設置する鋼管矢板を連結した構造物であり、取水口護岸に接続する。鋼管矢板は、十分な支持性能を有する岩盤に直接設置される。

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。

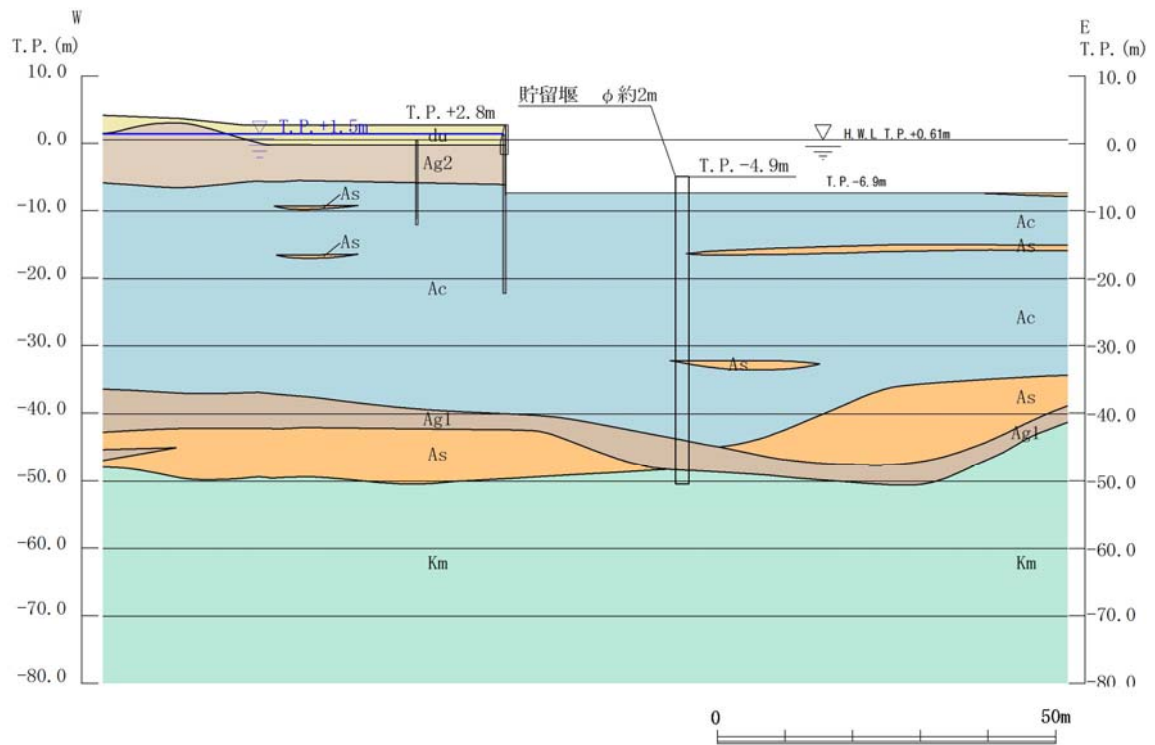
貯留堰の耐震評価は、構造物の構造的長や周辺の地盤条件も考慮して、構造の安全性に支配的な弱軸方向である横断方向の断面のうち、耐震安全上厳しくなる断面について基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。



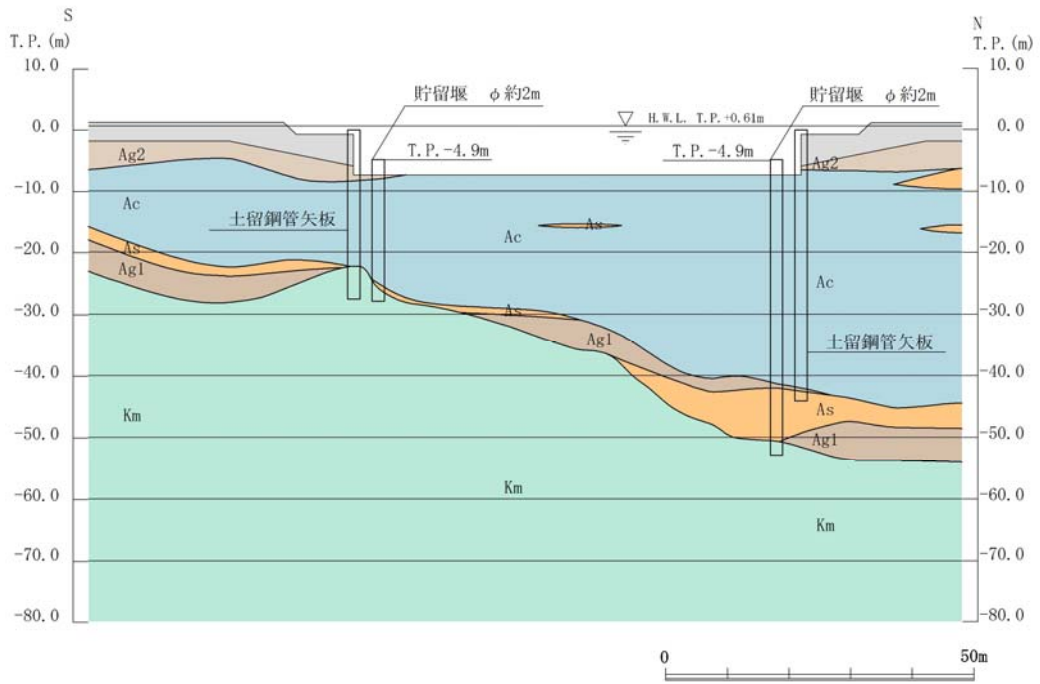
第6-2-1図 貯留堰 平面図



第6-2-2 (1) 図 貯留堰 断面図 (EW-1 断面)



第6-2-2 (2) 図 貯留堰 断面図 (EW-2 断面)



第 6-2-2 (3) 図 貯留堰 NS-1 断面

3. 常設代替高圧電源装置置場

常設代替高圧電源装置置場の平面図を第 6-3-1 図に，断面図を第 6-3-2 図に示す。

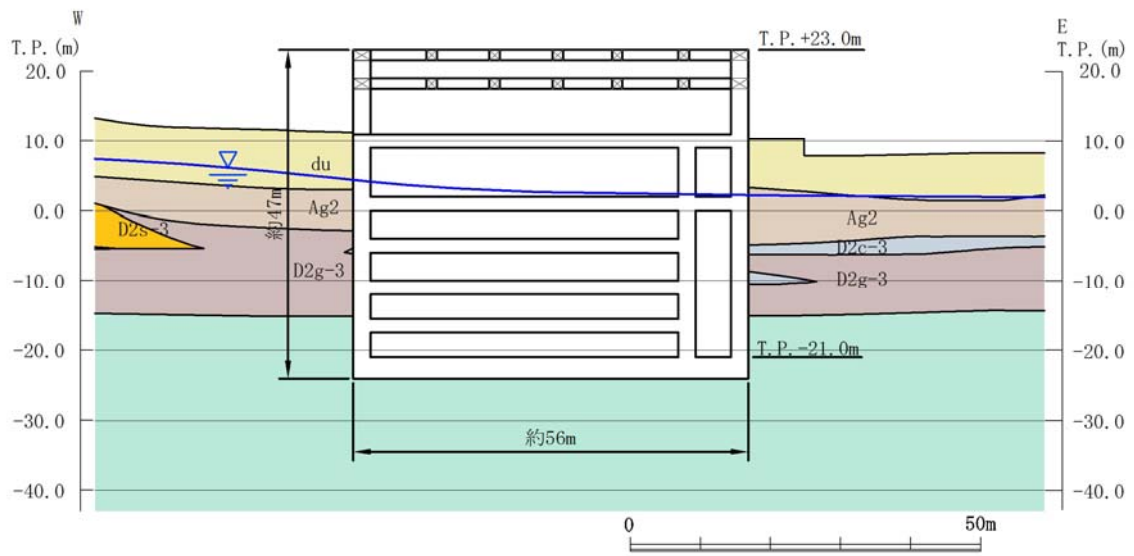
常設代替高圧電源装置置場は，鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，十分な支持性能を有する岩盤に直接設置される。

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できるため，強軸方向となる。一方，南北方向は，設備の配置等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。

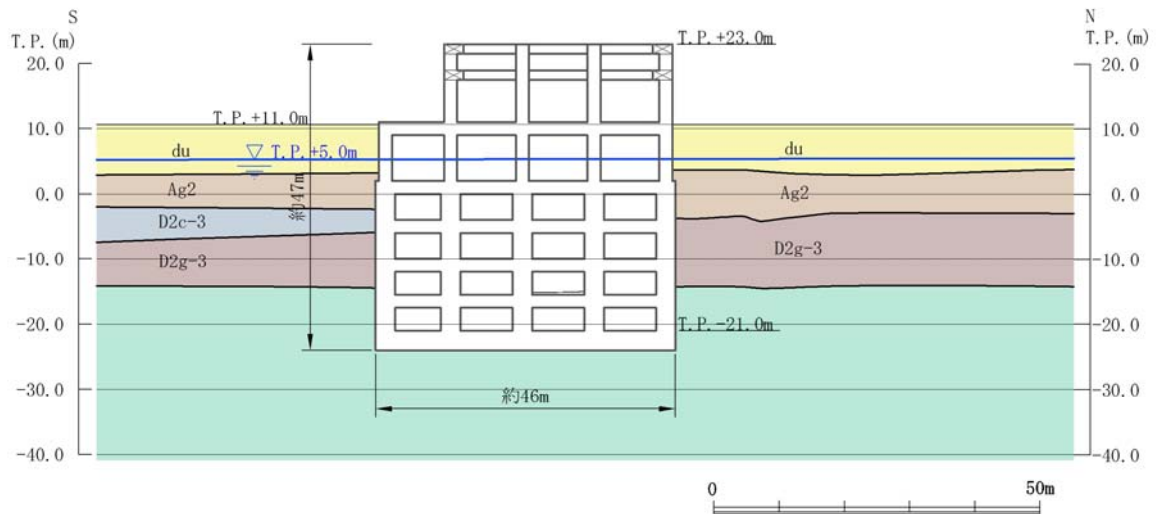
常設代替高圧電源装置置場の耐震評価は，構造物の構造的長や周辺の地盤条件も考慮して，構造の安全性に支配的な弱軸方向である南北方向の断面のうち，耐震安全上厳しくなる断面について基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。



第 6-3-1 図 常設代替高圧電源装置置場 平面図



第 6-3-2 (1) 図 常設代替高压電源装置置場 断面図 (東西断面)



第 6-3-2 (2) 図 常設代替高压電源装置置場 断面図 (南北断面)

4. 常設代替高圧電源装置用カルバート

常設代替高圧電源装置用カルバートの平面図を第 6-4-1 図に示す。

常設代替高圧電源装置用カルバートは、トンネル部、立坑部及びカルバート部に区分される。

トンネル部の縦断面図を第 6-4-2 図に、横断面図を第 6-4-3 図に示す。立坑部の断面図を第 6-4-4 図に示す。カルバート部の平面図を図 6-4-5 に、断面図を第 6-4-6 図に示す。

トンネル部は、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設置される。

トンネル部の縦断方向（軸方向）は、トンネルの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、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である。

トンネル部の耐震評価は、構造物の構造的長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のうち、耐震安全上厳しくなる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。

立坑部は、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。

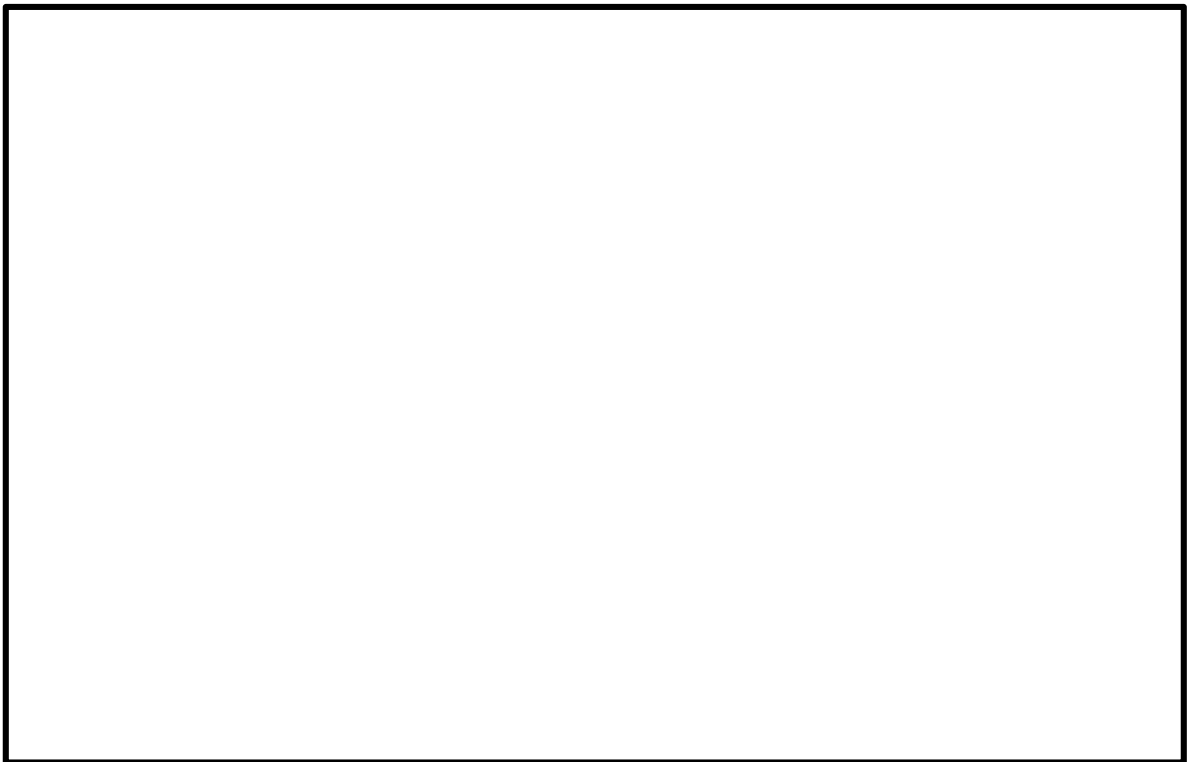
立坑部の耐震評価は、構造物の構造的長や周辺の地盤条件も考慮して、耐震安全上厳しくなる断面について基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。

カルバート部は、鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、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。

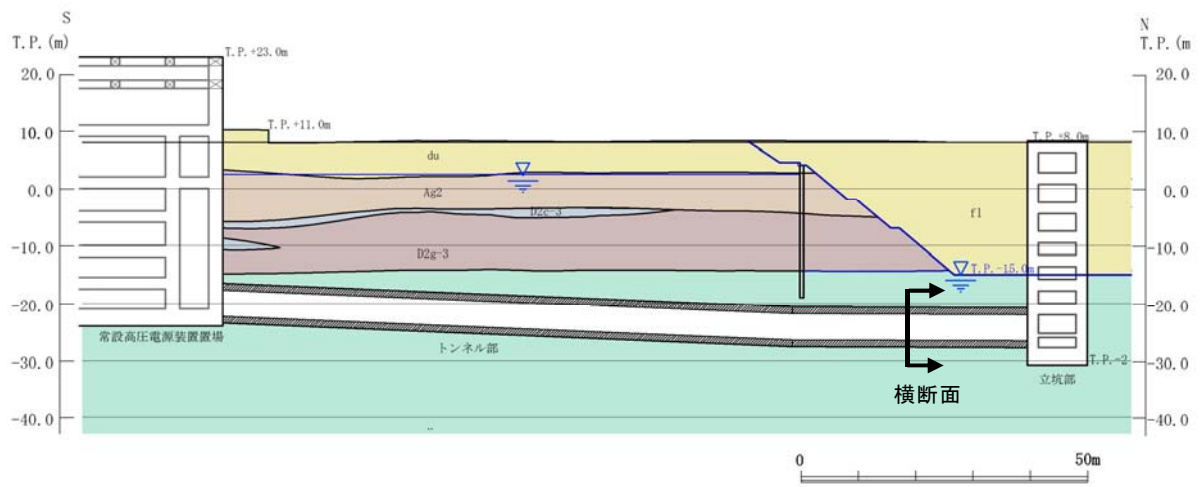
カルバート部の縦断方向（軸方向）は、カルバートの加振方向と平行に配置される側壁を耐震設計上見込むことができるため、強軸方向となる。一

方，横断方向（軸方向に対し直交する方向）は，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である。

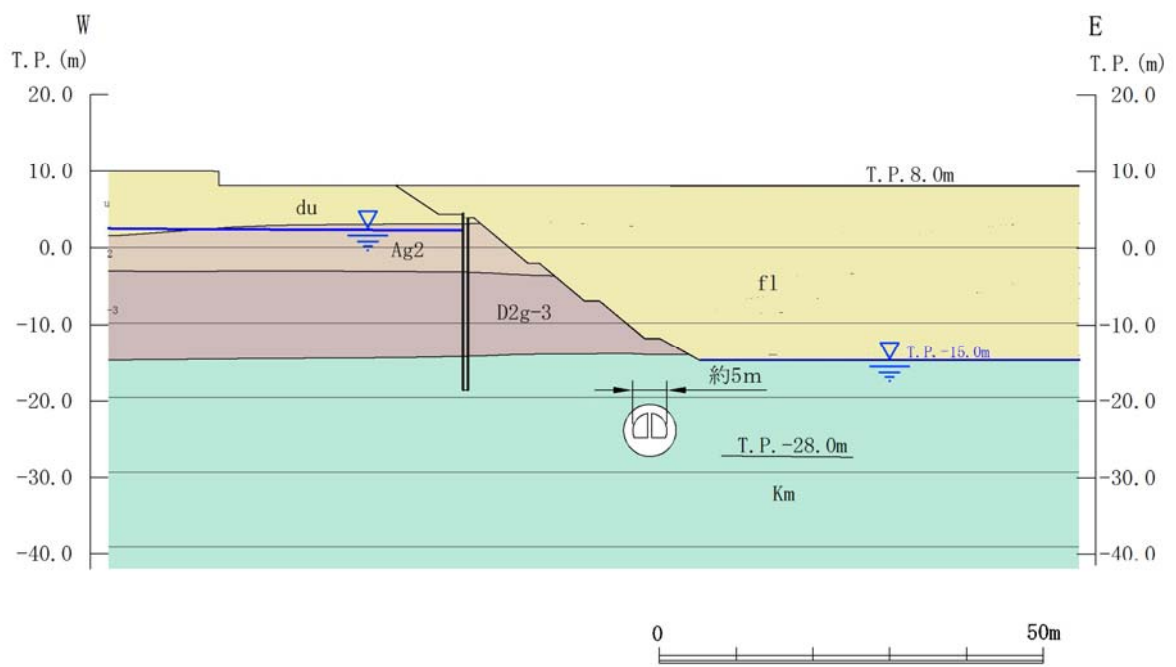
カルバート部の耐震評価は，構造物の構造的長や周辺の地盤条件も考慮して，構造の安全性に支配的な弱軸方向である横断方向の断面のうち，耐震安全上厳しくなる断面について基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。



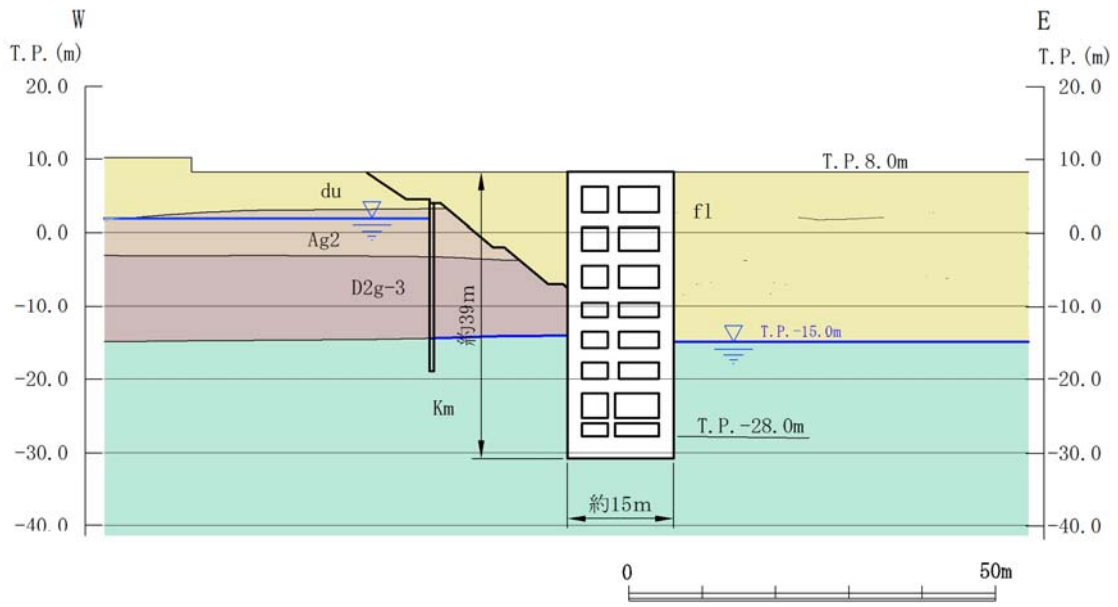
第 6-4-1 (1) 図 常設代替高圧電源装置用カルバート 平面図



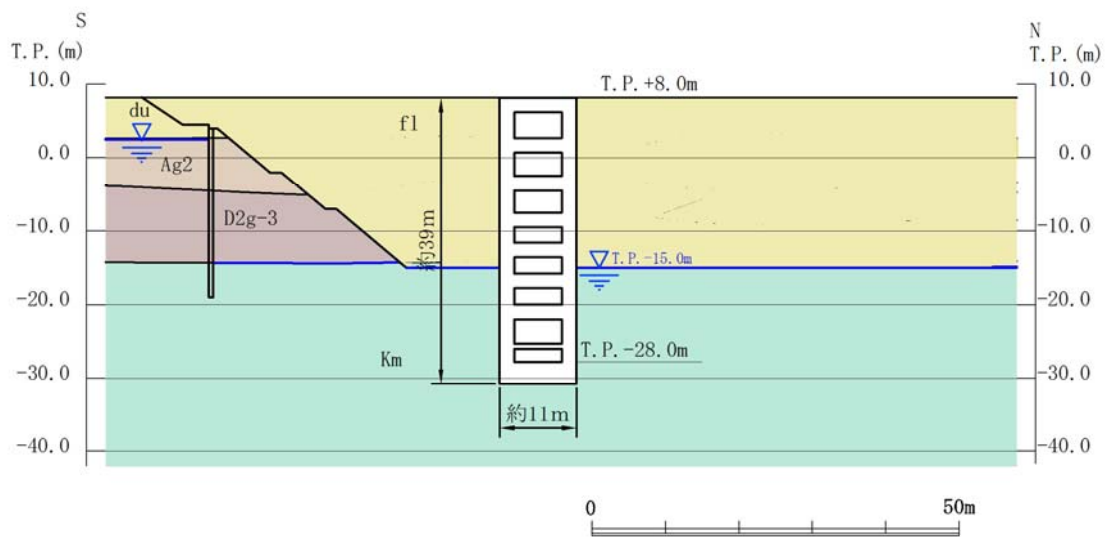
第 6-4-2 図 常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部） 縦断面図



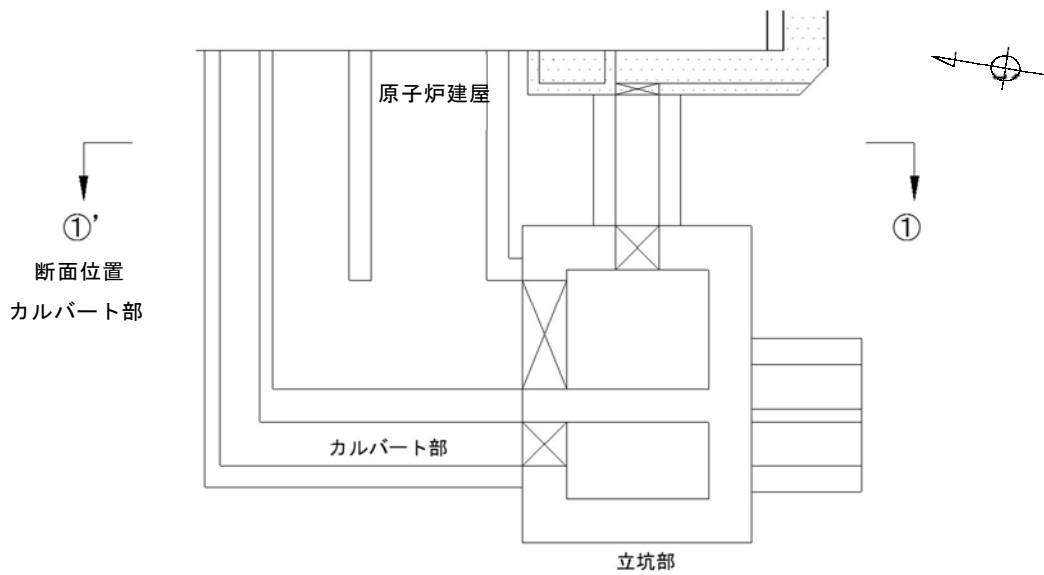
第 6-4-3 図 常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部） 横断面図



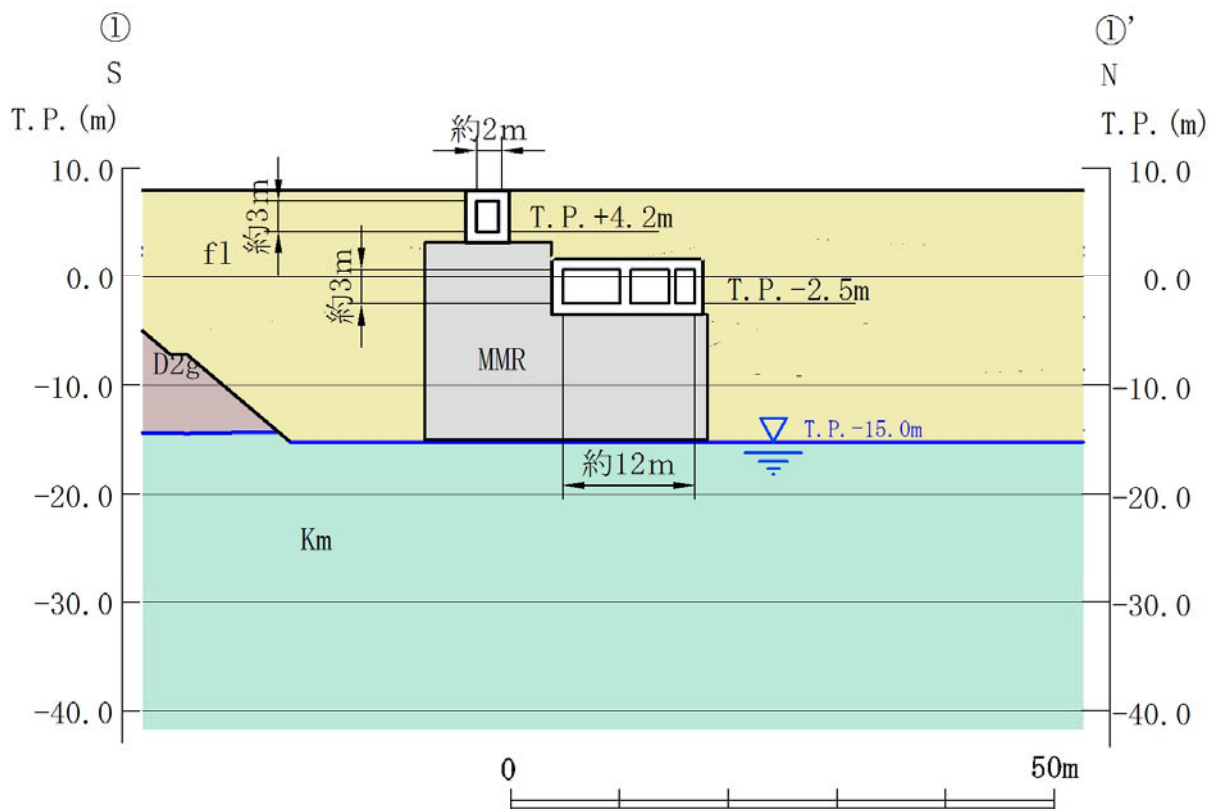
第 6-4-4 図 (1) 常設代替高圧電源装置用カルバート (立坑部) 断面図
(東西断面)



第 6-4-4 図 (2) 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)



第 6-4-5 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 6-4-6 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

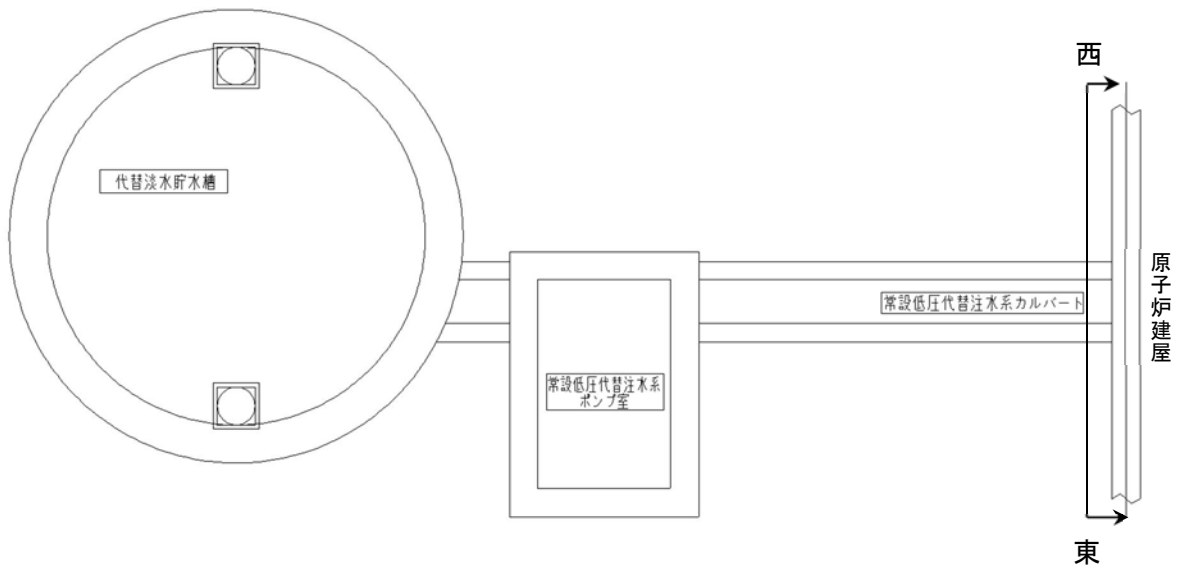
6. 常設低圧代替注水系配管カルバート

常設低圧代替注水系配管カルバートの平面図を第6-6-1図に、断面図を第6-6-2図に示す。

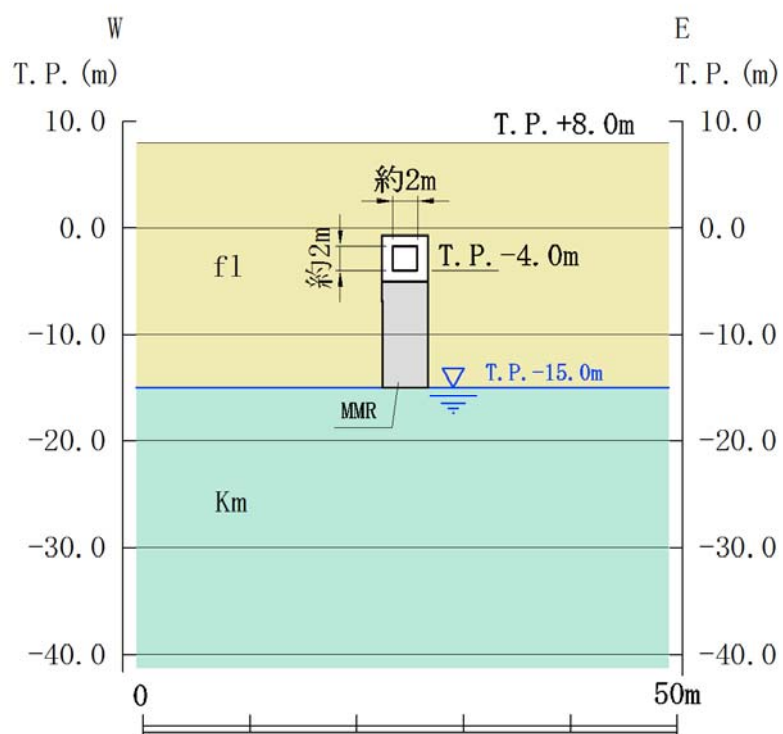
常設低圧代替注水系配管カルバートは、鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、マンメイドロックを介して十分な支持性能を有する岩盤に設置される。

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。

常設低圧代替注水系配管カルバートの耐震評価は、構造物の構造的長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のうち、耐震安全上厳しくなる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6-6-1図 常設低圧代替注水系配管カルバート 平面図



第 6-6-2 図 常設低圧代替注水系配管カルバート 断面図

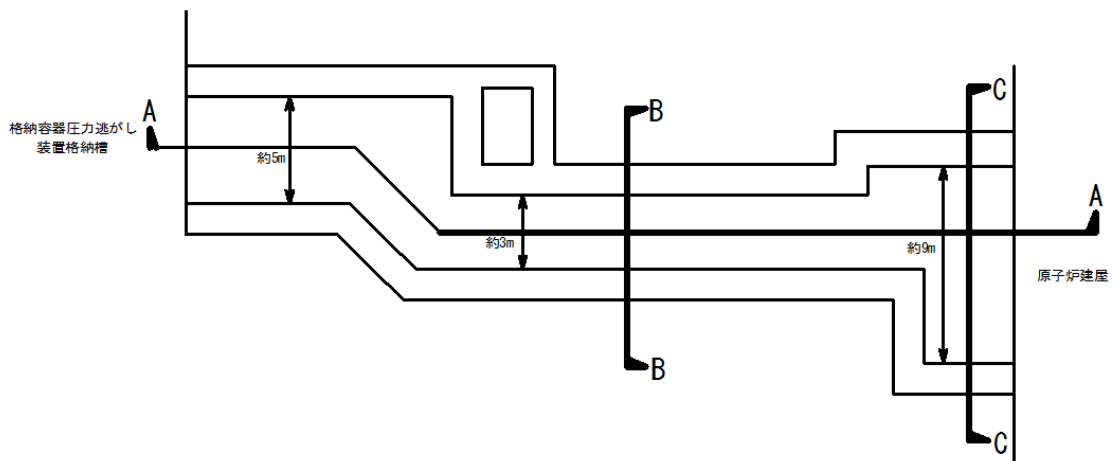
7. 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート

格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの平面図を第6-7-1図に、断面図を第6-7-2図に示す。

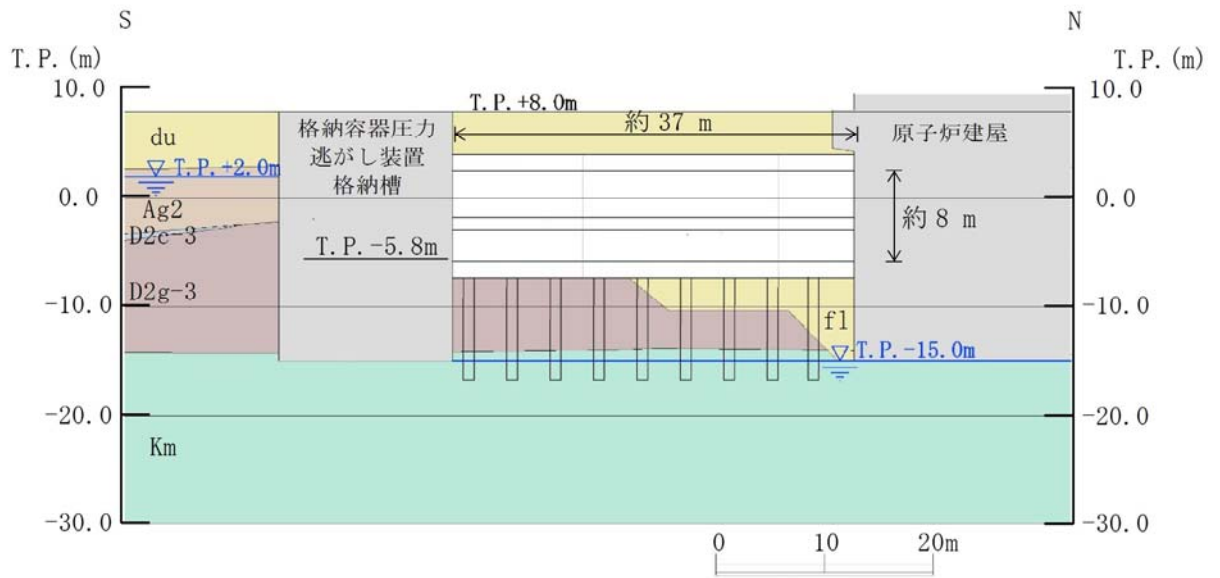
格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートは、鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、杭を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置される。

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の耐震評価は、構造物の構造的特徴や周辺の地盤条件も考慮して、構造物の安全性に支配的な弱軸方向である横断方向の断面のうち、耐震安全上厳しくなる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6-7-1図 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート 平面図



第 6-7-2 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)

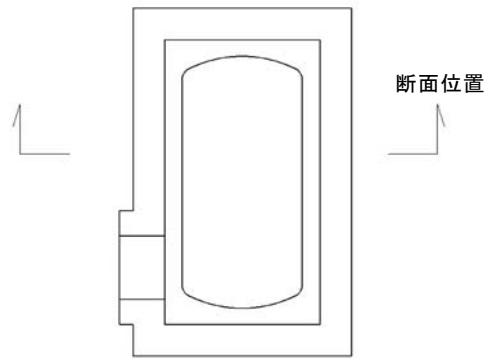
8. 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎

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6-8-1図に、断面図を第6-8-2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6-8-3図に、断面図を第6-8-4図に示す。

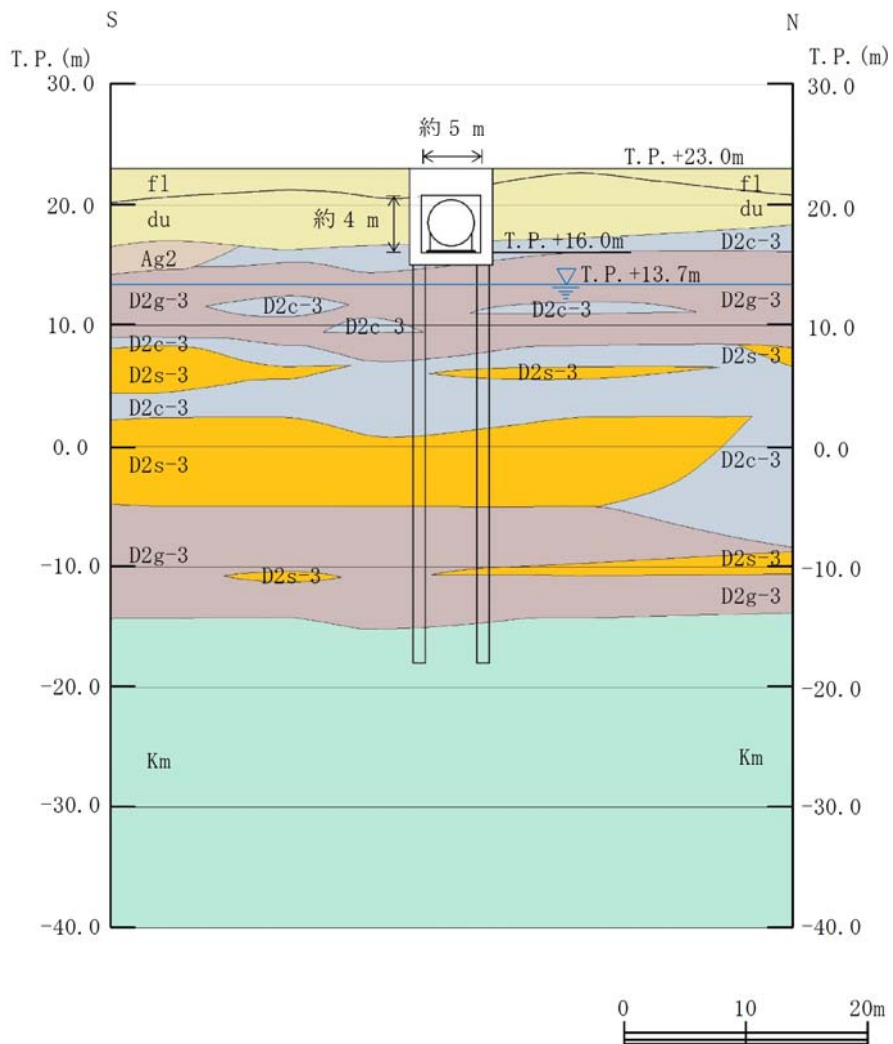
緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎は、鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、杭を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置される。

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の縦断方向（タンクの軸方向）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。

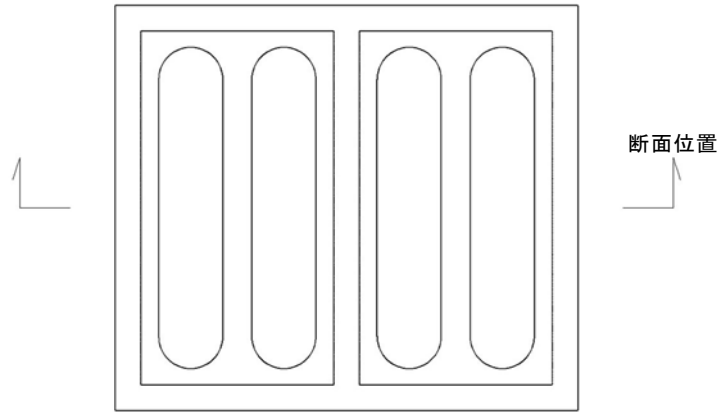
緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎の耐震評価は、構造物の構造的長や周辺の地盤条件も考慮した上で、構造物の安全性に支配的な弱軸方向である横断方向の断面のうち、耐震安全上厳しくなる断面について基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。



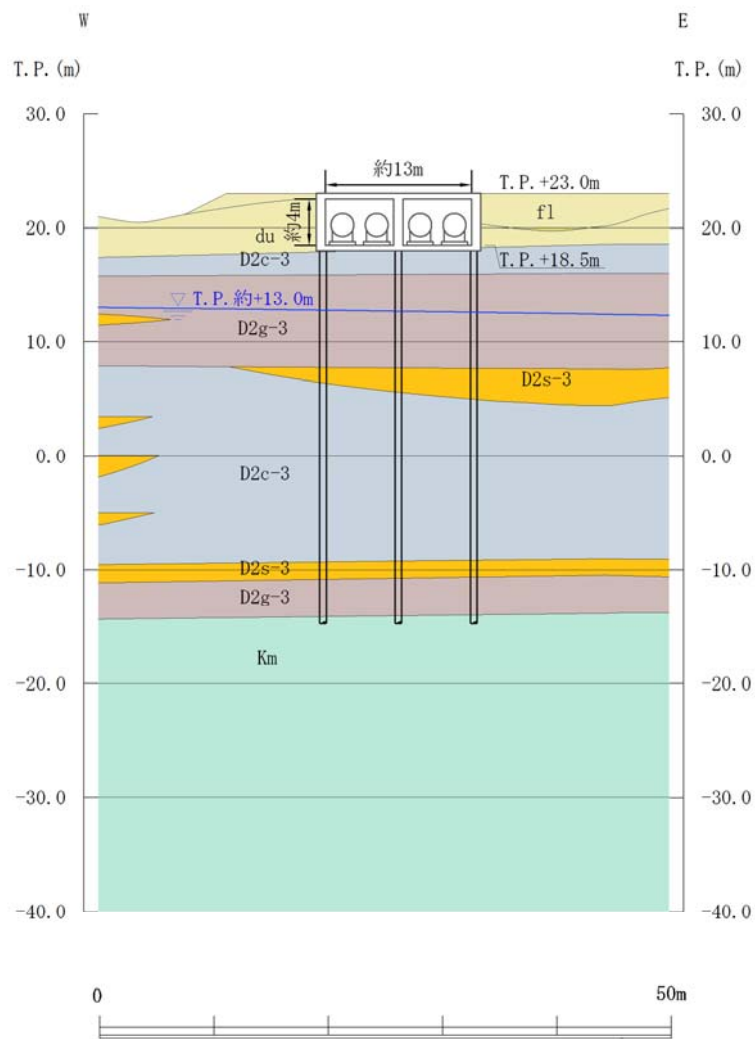
第 6-8-1 図 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎 平面図



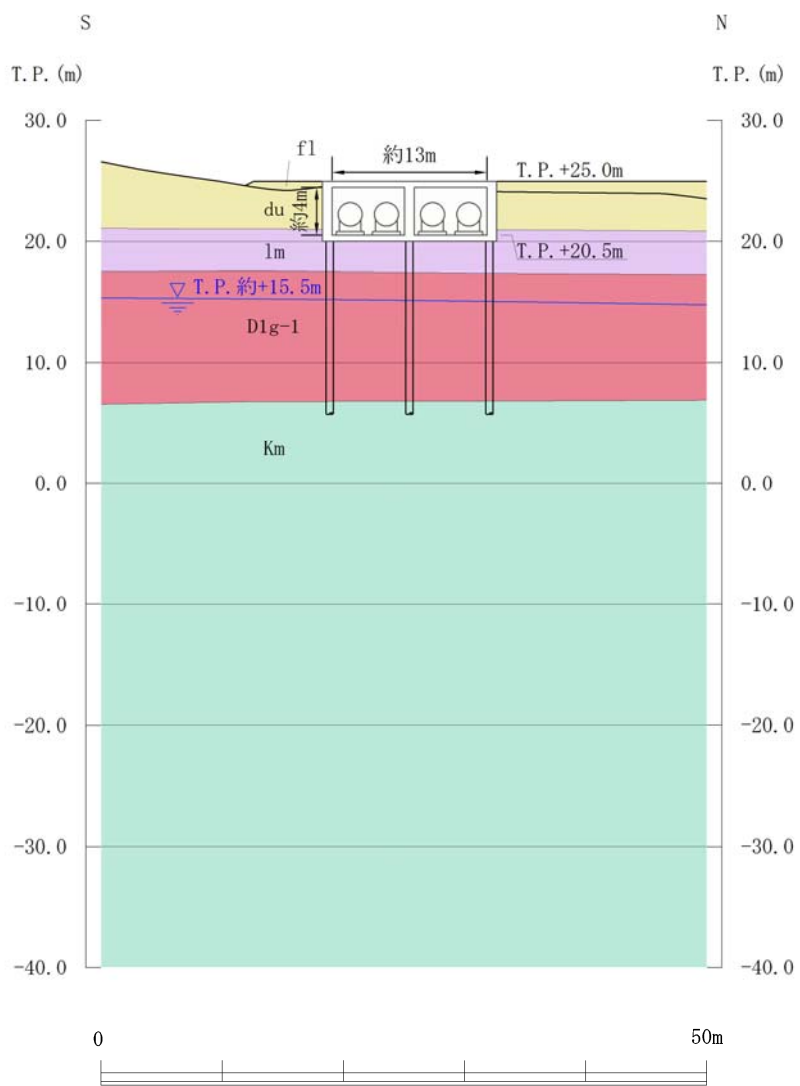
第 6-8-2 図 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎 断面図



第 6-8-3 図 可搬型設備用軽油タンク基礎 平面図



第 6-8-4 図 (1) 可搬型設備用軽油タンク基礎 (西側) 断面図



第 6-8-4 図 (2) 可搬型設備用軽油タンク基礎 (南側) 断面図

東海第二発電所

主要建屋の構造概要について

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階建てで、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階建てで平面が約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階建てで、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よう設計されている。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階建てで、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41m（南北方向）×約69m（東西方向）、厚さ約2.5m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。

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よう設計されている。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。

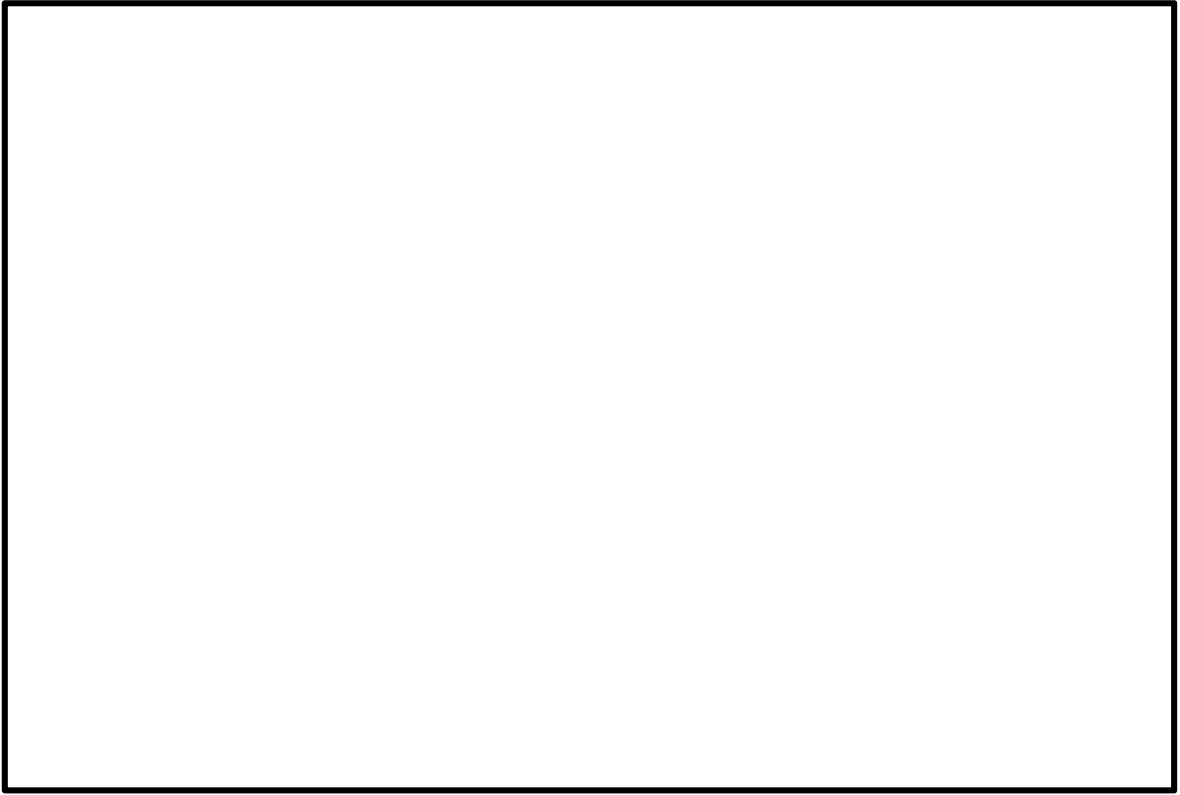
(5) サービス建屋

サービス建屋は、地上3階建てで平面が約40m（南北方向）×約33m（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。

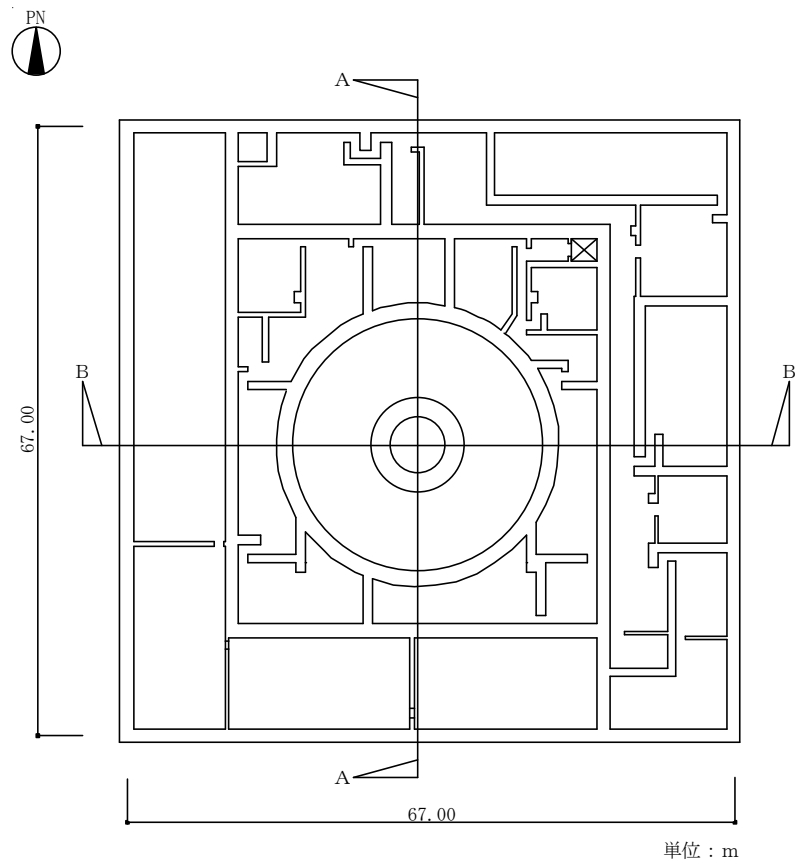
サービス建屋の基礎は、鉄筋コンクリート杭を介して、一部を除いて砂質泥岩である久米層に岩着している。

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。

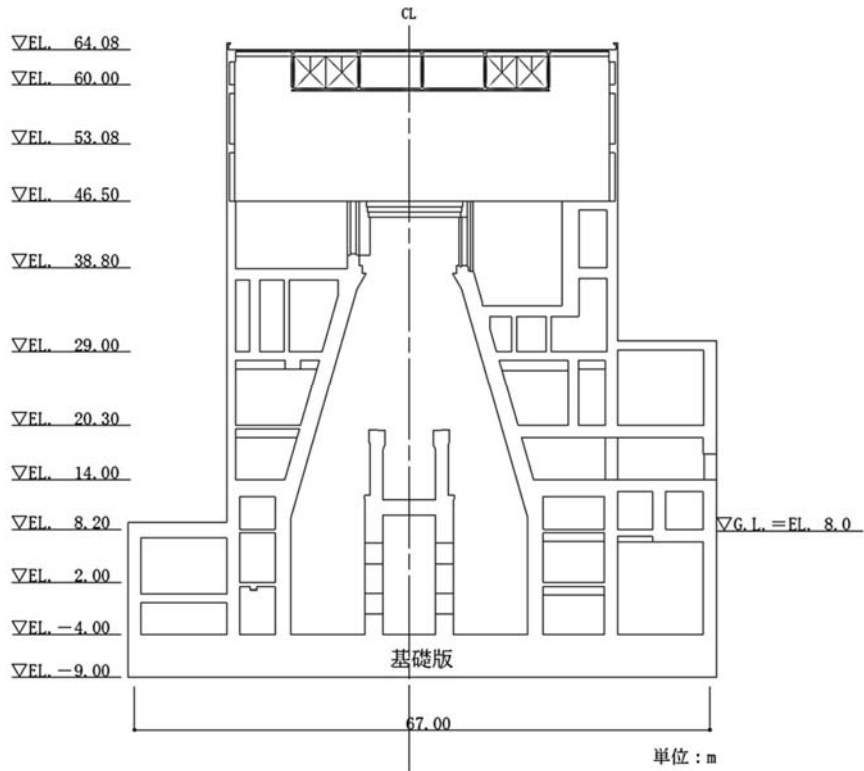


第 1-1 図 主要建屋の配置図

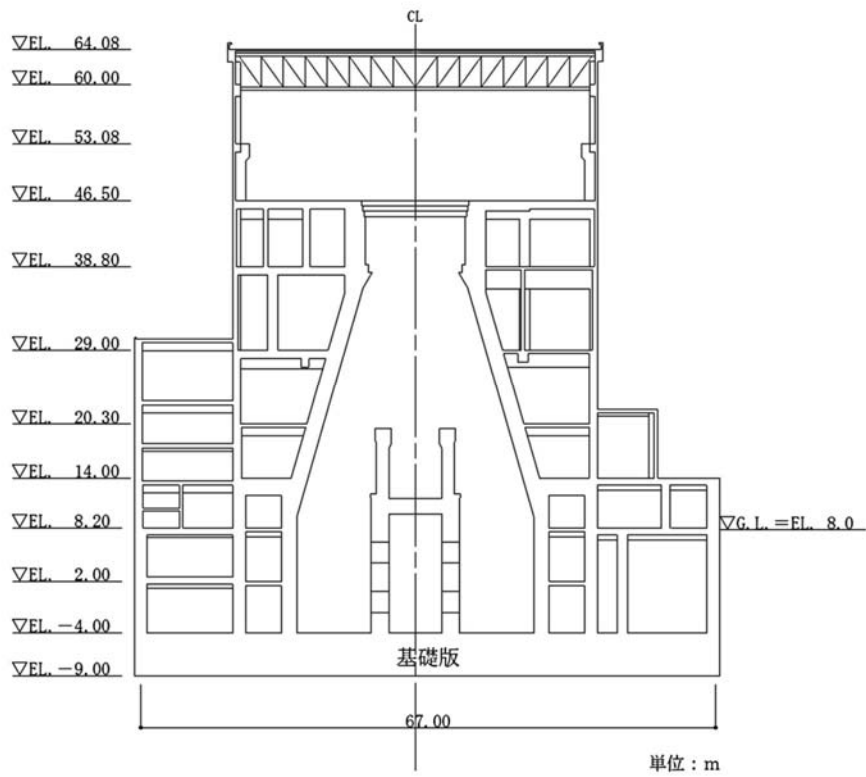


(EL. -4.0 m)

第 1-2 図 原子炉建屋 概略平面図



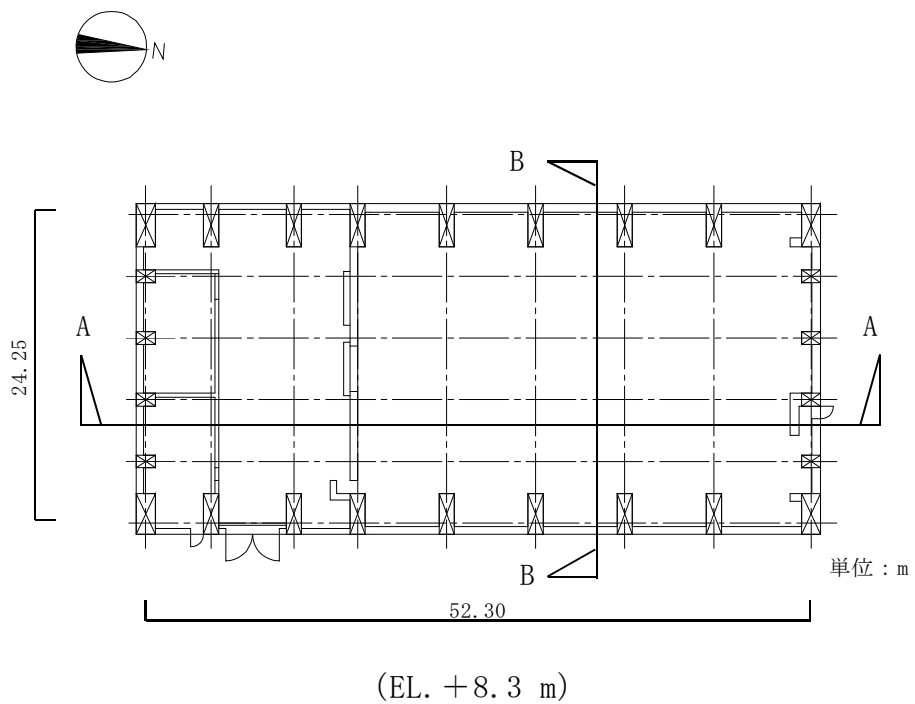
(N S 方向, A - A 断面)



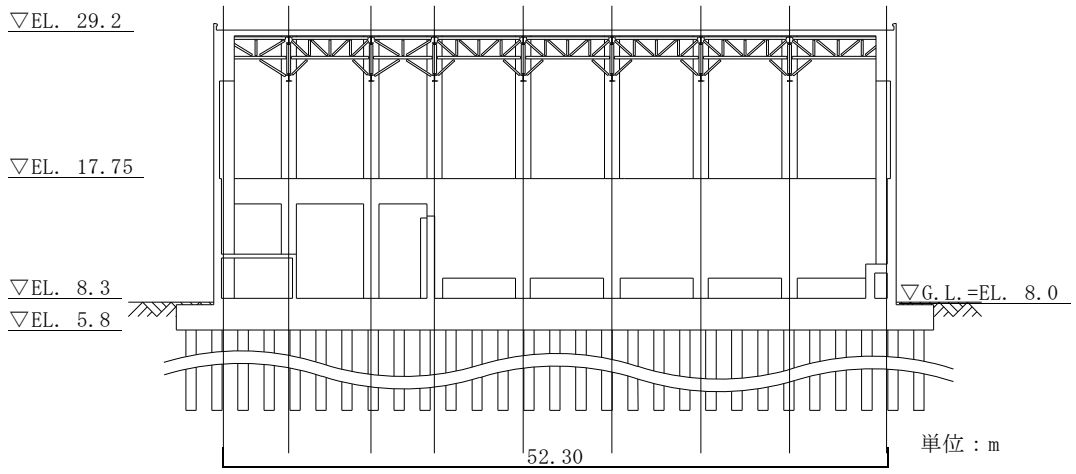
(E W 方向, B - B 断面)

第 1-3 图 原子炉建屋 断面图

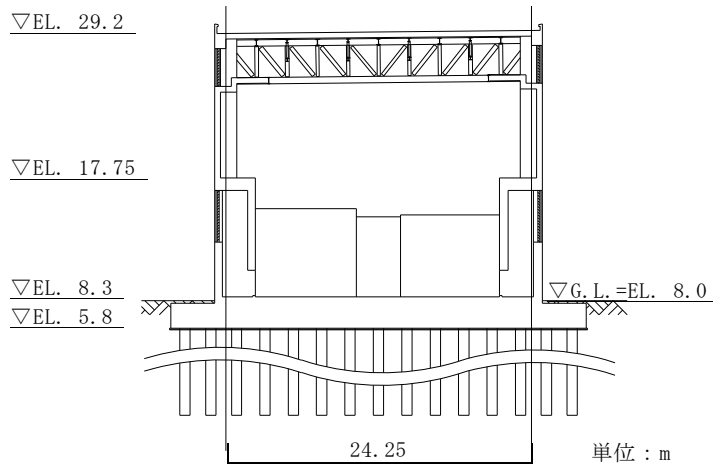
4 条一別添 7-7



第 1-4 图 使用液燃料乾式貯蔵建屋 概略平面图

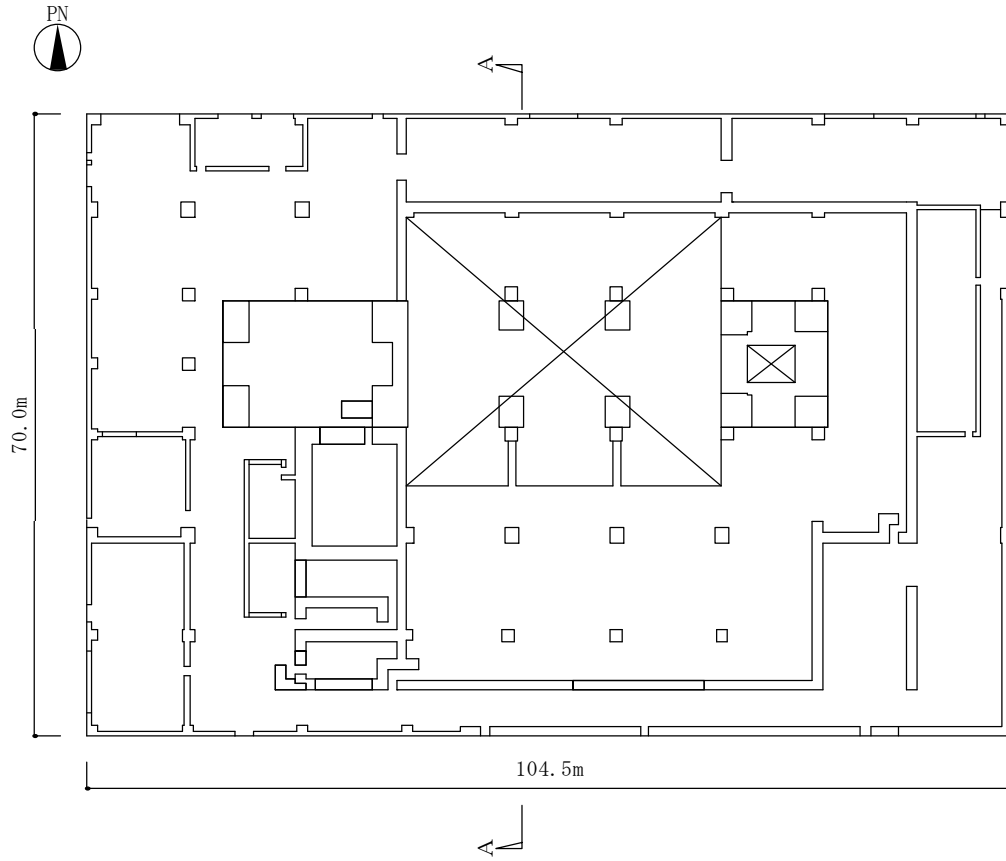


(NS方向, A-A断面)



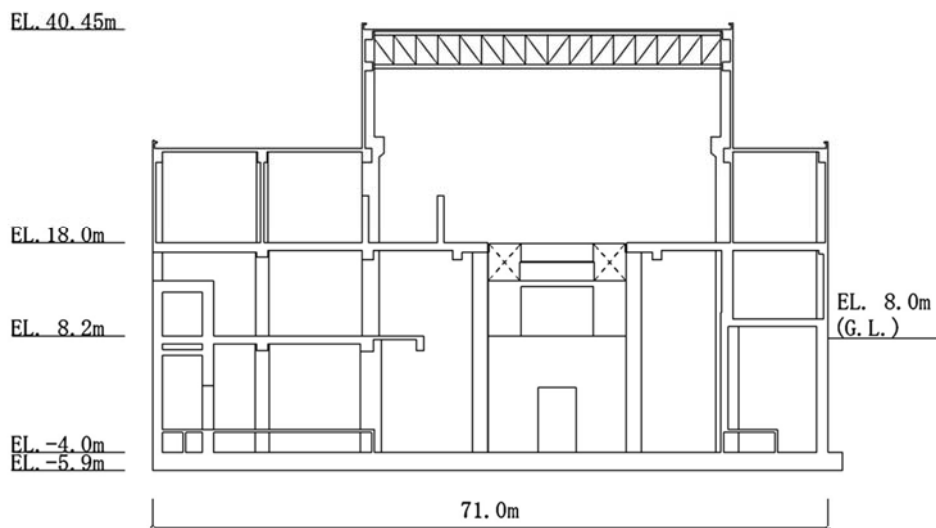
(EW方向, B-B断面)

第1-5图 使用済燃料乾式貯蔵建屋 断面图



(EL. +8.2 m)

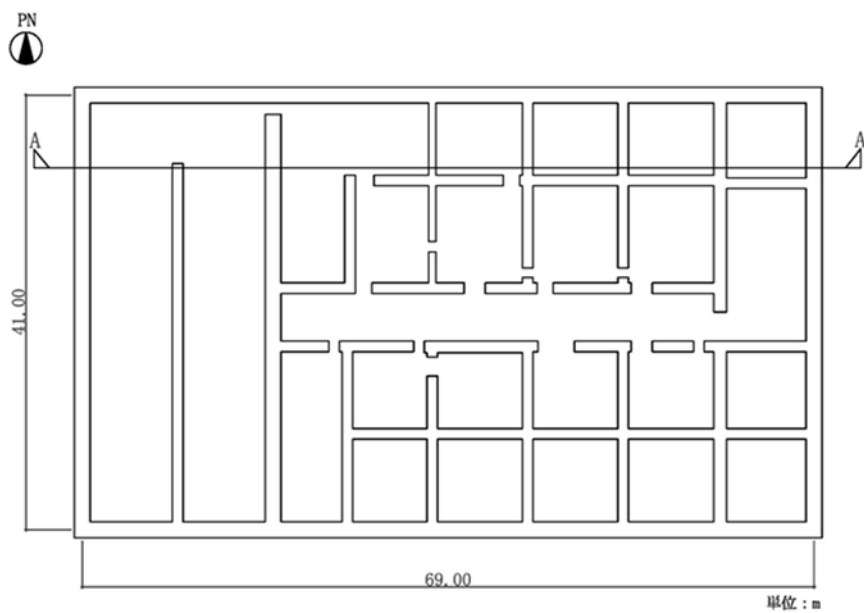
第1-6図 タービン建屋 概略平面図



(NS方向, A-A断面)

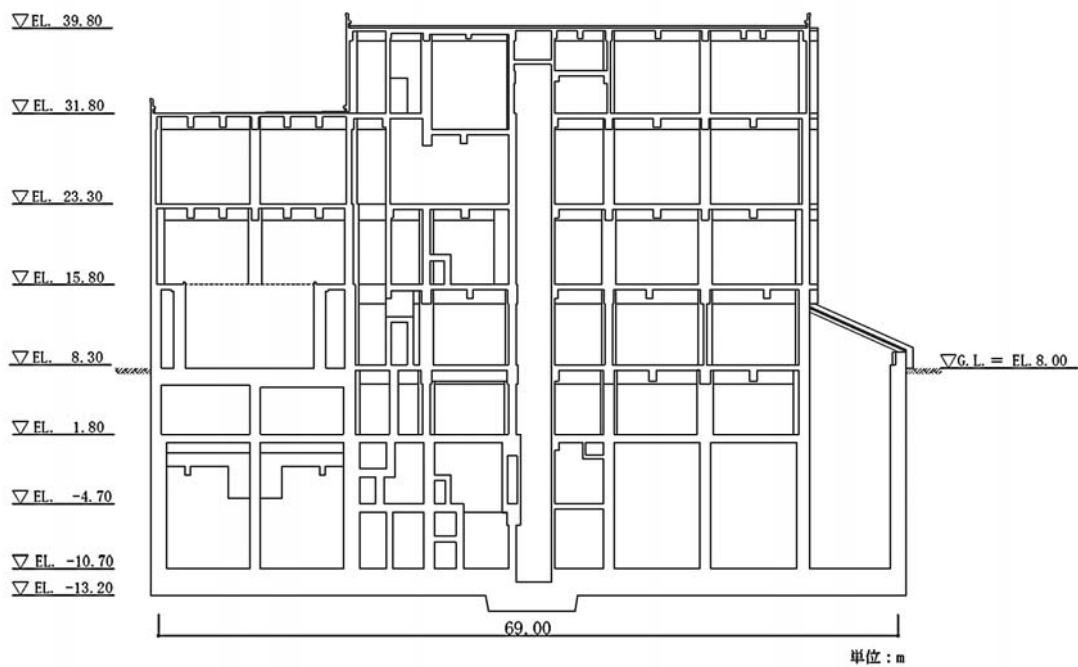
第1-7図 タービン建屋 断面図

4条一別添7-10



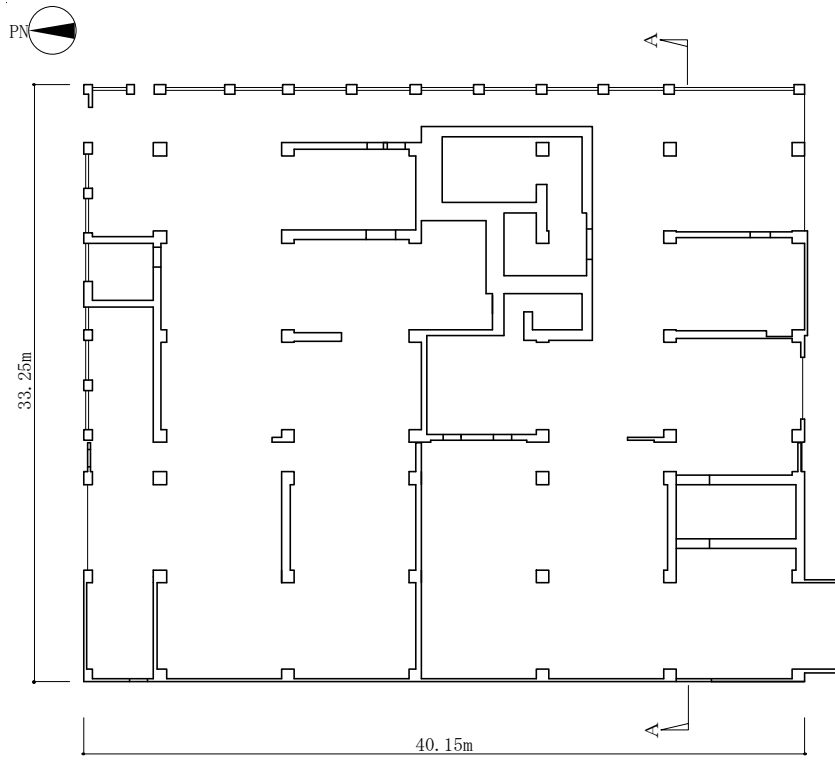
(EL. -10.7 m)

第 1-8 図 廃棄物処理建屋 概略平面図



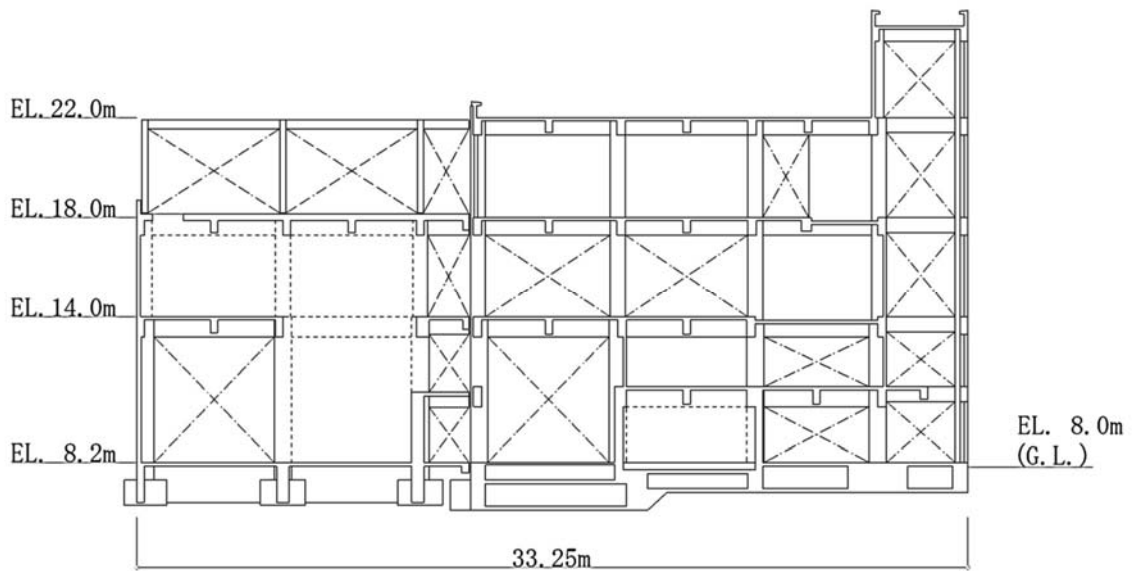
(EW方向, A-A断面)

第 1-9 図 廃棄物処理建屋 断面図



(EL. +8.2 m)

第1-10図 サービス建屋 概略平面図

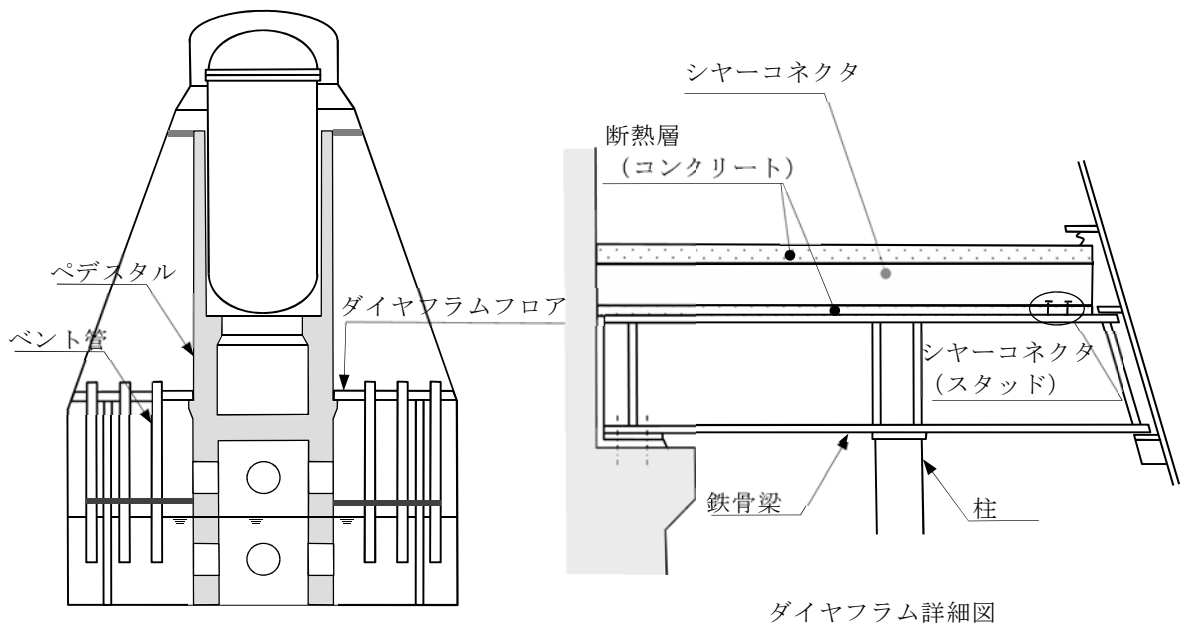


(EW方向, A-A断面)

第1-11図 サービス建屋 断面図

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	S クラス
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	

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)

1-1 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)

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。

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恐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。

(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 J E A G 4601-1987 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。

① 既工認と今回工認との比較のための整理

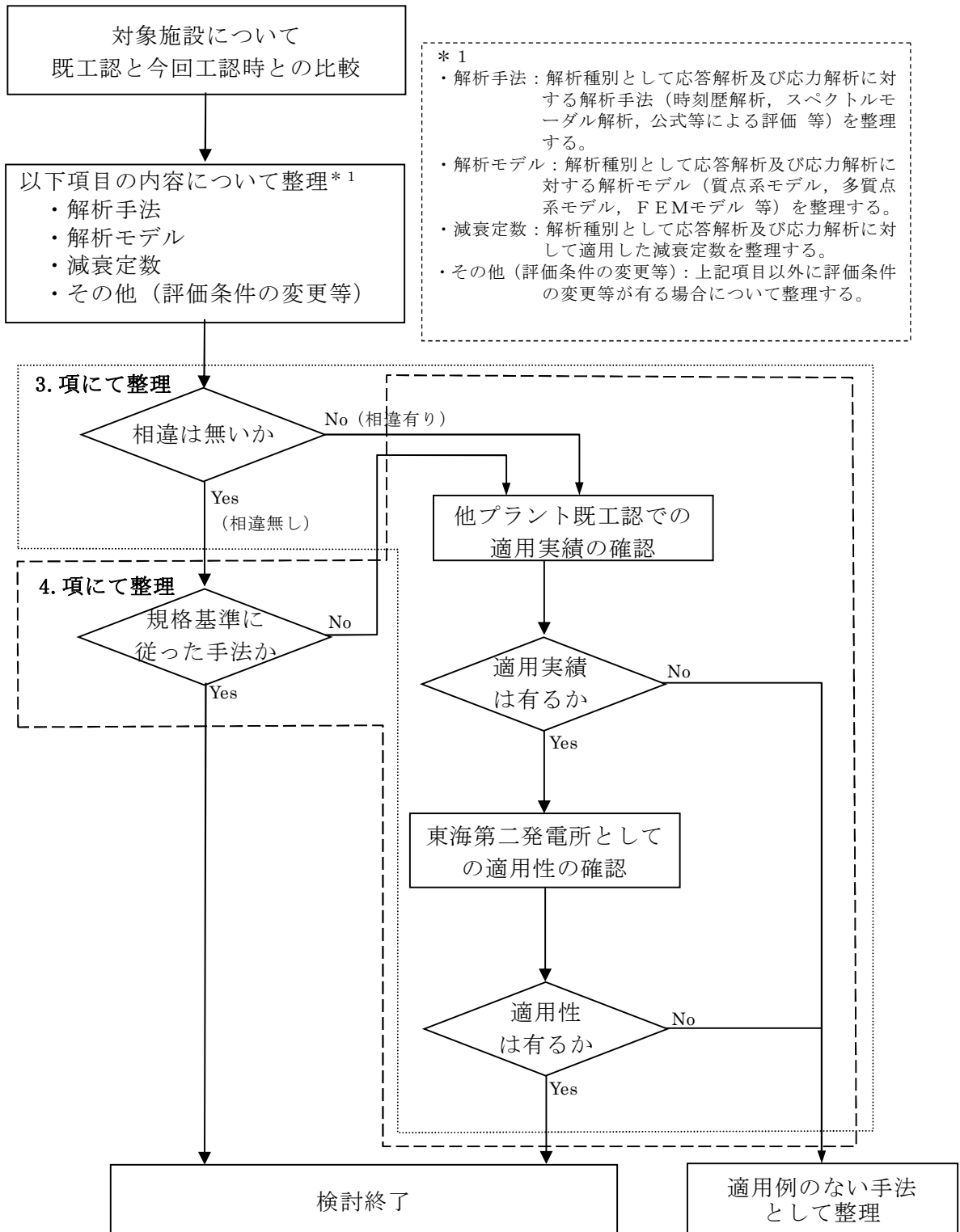
整理対象として抽出した設備について、既工認と今回工認時との比較を行うために、解析手法、解析モデル、減衰定数及びその他（評価条件の変更等）に対して、既工認の手法及び今回工認の手法について設備ごとに内容を整理する。

② 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

整理内容について、既工認の手法と今回工認の手法とに相違が有れば、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ある場合においても東海第二発電所として適用性を確認し、適用性が無い場合には適用例の無い手法として整理する。

③ 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 応力解析における弾塑性解析の適用

【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）と整理されたため、当該施設に対して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るが，今回工認においては JEAG4601-1987 のその他機器（ポンプ，ブローア類）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 ほう酸水注入系ポンプ 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るが，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るが，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・基準等に基づきプラントの仕様等により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)		備考 (※1) ○: 共通適用あり □: 個別適用あり ×: 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		
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: 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) 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 用例がある。 (その他) 復元力特性は, 高浜3, 4号機工認で共通適 用例がある手法。	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	【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	コンクリート: 5% 側面ばね: NOVAKばねに基 づくJEA4601-1991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 づく, JEA4601-1991の近似 法で評価		今回工認	非線形解析 (復元力特性を設定)						
	●	既工認	応力解析	静的応力解析	●	既工認	応力解析	水平	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号機のクービン建屋で 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号機のクービン建屋で 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	3次元フレームモデル		今回工認	応答解析	水平		コンクリート: 5% 鋼材: 2%								
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	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) 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) 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) 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	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) 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) 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) 線形解析は, 既工認で適用例のある手法。	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		3次元FEMモデル	今回工認	-		-	今回工認							線形解析	
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, JEA4601-1991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) 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 用例がある手法。	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	【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	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, JEA4601-1991の近似法で 評価		今回工認	非線形解析 (復元力特性を設定)						
	○	既工認	応力解析	静的応力解析	○	既工認	応力解析	水平	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) 減衰定数は, 既工認で適用例のある手法。 (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	3次元FEMモデル		今回工認	-	-		今回工認	線形解析							
基礎	○	既工認	応力解析	静的応力解析	○	既工認	応力解析	水平	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) 減衰定数は, 既工認で適用例のある手法。 (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	-	-	

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					
	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)		備考 (※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	相違内容		工認	相違内容			工認	相違内容		工認	相違内容												
		解析種別	内容		解析種別	方向	内容		解析種別	方向		内容						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 熱除去系海水系ポンプ 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(審査中) 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	○	-
	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	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										
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	● (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(審査中) 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	○	-	
			応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析			水平							-
		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	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									
			応力解析	応答変位法及び公式等による 評価	今回工認	応力解析	水平	-	今回工認	応力解析	水平	-												

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														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)				備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	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)
	相違内容				相違内容				相違内容				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	工認	内容					
原子炉本体	円筒胴	既工認	応答解析	時刻歴解析	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	水平	1.0%	●	既工認	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: ○ (減衰定数) 応答解析: ○ (その他) 解析コード: ○	○	-	
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価				鉛直	-			鉛直	-			鉛直					-
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	今回工認	水平	1.0%	水平	1.0%	鉛直	1.0%	水平	-	鉛直					-
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価	鉛直	FEMモデル	鉛直	FEMモデル	鉛直	-											
	下鏡	既工認	応答解析	時刻歴解析	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	水平	1.0%	●	既工認	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: ○ (減衰定数) 応答解析: ○ (その他) 解析コード: ○	○	-	
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価				鉛直	FEMモデル			鉛直	FEMモデル			鉛直					-
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	今回工認	水平	1.0%	水平	1.0%	鉛直	1.0%	水平	-	鉛直					-
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価	鉛直	FEMモデル	鉛直	FEMモデル	鉛直	-											
	制御棟駆動機構ハウジング貫通部	既工認	応答解析	時刻歴解析	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	水平	1.0%	●	既工認	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「制御棟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: ○ (減衰定数) 応答解析: ○ (その他) 解析コード: ○	○	-	
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価				鉛直	FEMモデル			鉛直	FEMモデル			鉛直					-
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	今回工認	水平	1.0%	水平	1.0%	鉛直	1.0%	水平	-	鉛直					-
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価	鉛直	FEMモデル	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	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	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: ○	○	-	
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価				鉛直	FEMモデル			鉛直	FEMモデル			鉛直					-
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	今回工認	水平	1.0%	水平	1.0%	鉛直	1.0%	水平	-	鉛直					-
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価	鉛直	FEMモデル	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)	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	水平	3次元はりモデル	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	水平	0.5%	●	既工認	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: ○ (その他) 解析コード: ○	○	-	
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価				鉛直	FEMモデル			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)	水平	3次元はりモデル	今回工認	水平	2.5%	水平	2.5%	鉛直	2.5%	水平	-	鉛直					-
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価	鉛直	FEMモデル	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)	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	水平	3次元はりモデル	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	水平	0.5%	●	既工認	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: ○ (その他) 解析コード: ○	○	-		
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価				鉛直	FEMモデル			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)	水平	3次元はりモデル	今回工認	水平	2.5%	水平	2.5%	鉛直	2.5%	水平	-	鉛直					-	
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価	鉛直	FEMモデル	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)				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この理由も記載)		
	○：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	蒸気出口ノズル (N3)	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析 (配管反力)	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	既工認	応答解析	水平	0.5%	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」	○	-			
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価		応力解析	鉛直	3次元はりモデル		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	FEMモデル	今回工認	応答解析	水平	-				解析コード：ASSAL, FEMR		
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価		応力解析	鉛直	FEMモデル		鉛直	-							
	給水ノズル (N4)	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析 (配管反力)	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	既工認	応答解析	水平	0.5%	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」	○	-			
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価		応力解析	鉛直	3次元はりモデル		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	FEMモデル	今回工認	応答解析	水平	2.0%				解析コード：ASSAL, FEMR		
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価		応力解析	鉛直	FEMモデル		鉛直	-							
	低圧炉心スプレインノズル (N5A)	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析 (配管反力)	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	既工認	応答解析	水平	0.5%	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「炉心スプレインノズル(N5)の強度計算書」	○	-			
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価		応力解析	鉛直	3次元はりモデル		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	FEMモデル	今回工認	応答解析	水平	2.0%				解析コード：ASSAL, FEMR		
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価		応力解析	鉛直	FEMモデル		鉛直	-							
	高圧炉心スプレインノズル (N5B)	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析 (配管反力)	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	既工認	応答解析	水平	0.5%	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「炉心スプレインノズル(N5)の強度計算書」	○	-			
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価		応力解析	鉛直	3次元はりモデル		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	FEMモデル	今回工認	応答解析	水平	2.0%				解析コード：ASSAL, FEMR		
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価		応力解析	鉛直	FEMモデル		鉛直	-							
	低圧注水ノズル (N17)	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析 (配管反力)	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	既工認	応答解析	水平	0.5%	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」	○	-			
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価		応力解析	鉛直	3次元はりモデル		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	FEMモデル	今回工認	応答解析	水平	2.0%				解析コード：ASSAL, FEMR		
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価		応力解析	鉛直	FEMモデル		鉛直	-							
上鏡スプレインノズル (N6)	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析 (配管反力)	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	既工認	応答解析	水平	0.5%	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「上鏡スプレインノズル(N6)の強度計算書」	○	-				
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価		応力解析	鉛直	3次元はりモデル		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	FEMモデル	今回工認	応答解析	水平	3.0%				解析コード：ASSAL, FEMR			
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価		応力解析	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												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)			備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	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)
	相違内容						相違内容						相違内容		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	内容						
原子炉本体	ベントノズル (N7)	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)	○ (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	解析コード: ASSAL, FEMR				
			鉛直	3次元はりモデル				鉛直	-	鉛直			-								
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価	既工認	応力解析	水平	FEMモデル	既工認	応力解析	水平	-	既工認	応力解析	水平	-	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR				
		鉛直	FEMモデル	既工認	応力解析	鉛直	FEMモデル	既工認	応力解析	鉛直	-	既工認	応力解析	鉛直	-	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR				
	今回工認	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)	○ (応答解析) ○ (応力解析)	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	○ (応答解析) ○ (応力解析)	今回工認	応答解析	水平	2.0%	今回工認	解析コード: ASHSD2	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: ○	○	-	
		鉛直	3次元はりモデル				鉛直	2.0%	鉛直			-	鉛直	-							
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価	今回工認	応力解析	水平	FEMモデル	今回工認	応力解析	水平	-	今回工認	応力解析	水平	-	今回工認					解析コード: ASHSD2
		鉛直	FEMモデル	今回工認	応力解析	鉛直	FEMモデル	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認					解析コード: ASHSD2
	ジェットポンプ計測管貫通部ノズル (N8)	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)	○ (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	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: ○	○	-
			鉛直	3次元はりモデル				鉛直	-	鉛直			-								
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価	既工認	応力解析	水平	FEMモデル	既工認	応力解析	水平	-	既工認	応力解析	水平	-	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR				
		鉛直	FEMモデル	既工認	応力解析	鉛直	FEMモデル	既工認	応力解析	鉛直	-	既工認	応力解析	鉛直	-	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR				
	今回工認	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)	○ (応答解析) ○ (応力解析)	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	○ (応答解析) ○ (応力解析)	今回工認	応答解析	水平	2.0%	今回工認	解析コード: ASHSD2	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: ○	○	-	
		鉛直	3次元はりモデル				鉛直	2.0%	鉛直			-	鉛直	-							
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価	今回工認	応力解析	水平	FEMモデル	今回工認	応力解析	水平	-	今回工認	応力解析	水平	-	今回工認					解析コード: ASHSD2
		鉛直	FEMモデル	今回工認	応力解析	鉛直	FEMモデル	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認					解析コード: ASHSD2
	液体ボイズン及び炉心差圧計測ノズル (N10)	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)	○ (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	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「液体ボ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: ○	○	-
			鉛直	3次元はりモデル				鉛直	-	鉛直			-								
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価	既工認	応力解析	水平	FEMモデル	既工認	応力解析	水平	-	既工認	応力解析	水平	-	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR				
		鉛直	FEMモデル	既工認	応力解析	鉛直	FEMモデル	既工認	応力解析	鉛直	-	既工認	応力解析	鉛直	-	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR				
今回工認	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)	○ (応答解析) ○ (応力解析)	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	○ (応答解析) ○ (応力解析)	今回工認	応答解析	水平	2.0%	今回工認	解析コード: ASHSD2	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「液体ボ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: ○	○	-		
	鉛直	3次元はりモデル				鉛直	2.0%	鉛直			-	鉛直	-								
	応力解析	FEM解析及び公式等による評価	今回工認	応力解析	水平	FEMモデル	今回工認	応力解析	水平	-	今回工認	応力解析	水平	-	今回工認					解析コード: ASHSD2	
	鉛直	FEMモデル	今回工認	応力解析	鉛直	FEMモデル	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認					解析コード: ASHSD2	
円筒計測ノズル (N11, N12, N16)	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)	○ (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	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: ○	○	-	
		鉛直	3次元はりモデル				鉛直	-	鉛直			-									
	応力解析	FEM解析及び公式等による評価	既工認	応力解析	水平	FEMモデル	既工認	応力解析	水平	-	既工認	応力解析	水平	-	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR					
	鉛直	FEMモデル	既工認	応力解析	鉛直	FEMモデル	既工認	応力解析	鉛直	-	既工認	応力解析	鉛直	-	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR					
今回工認	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)	○ (応答解析) ○ (応力解析)	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	○ (応答解析) ○ (応力解析)	今回工認	応答解析	水平	2.0%	今回工認	解析コード: ASHSD2	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: ○	○	-		
	鉛直	3次元はりモデル				鉛直	2.0%	鉛直			-	鉛直	-								
	応力解析	FEM解析及び公式等による評価	今回工認	応力解析	水平	FEMモデル	今回工認	応力解析	水平	-	今回工認	応力解析	水平	-	今回工認					解析コード: ASHSD2	
	鉛直	FEMモデル	今回工認	応力解析	鉛直	FEMモデル	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認					解析コード: ASHSD2	
ドレンノズル (N15)	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)	○ (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	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: ○	○	-	
		鉛直	3次元はりモデル				鉛直	-	鉛直			-									
	応力解析	FEM解析及び公式等による評価	既工認	応力解析	水平	FEMモデル	既工認	応力解析	水平	-	既工認	応力解析	水平	-	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR					
	鉛直	FEMモデル	既工認	応力解析	鉛直	FEMモデル	既工認	応力解析	鉛直	-	既工認	応力解析	鉛直	-	既工認	解析コード: ASSAL, FEMR					
今回工認	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)	○ (応答解析) ○ (応力解析)	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	○ (応答解析) ○ (応力解析)	今回工認	応答解析	水平	2.0%	今回工認	解析コード: ASHSD2	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: ○	○	-		
	鉛直	3次元はりモデル				鉛直	2.0%	鉛直			-	鉛直	-								
	応力解析	FEM解析及び公式等による評価	今回工認	応力解析	水平	FEMモデル	今回工認	応力解析	水平	-	今回工認	応力解析	水平	-	今回工認					解析コード: ASHSD2	
	鉛直	FEMモデル	今回工認	応力解析	鉛直	FEMモデル	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認					解析コード: ASHSD2	
ブラケット類	既工認	応答解析	時刻歴解析	○ (応答解析) ● (応力解析)	○ (応答解析) ● (応力解析)	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	● (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「スクラビラ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)	○	-	
		鉛直	-				鉛直	-	鉛直			-									
	応力解析	公式等による評価	既工認	応力解析	水平	-	既工認	応力解析	水平	-	既工認	応力解析	水平	-	既工認	-					
	鉛直	-	既工認	応力解析	鉛直	-	既工認	応力解析	鉛直	-	既工認	応力解析	鉛直	-	既工認	-					
今回工認	応答解析	時刻歴解析	○ (応答解析) ● (応力解析)	○ (応答解析) ● (応力解析)	今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル (大型機器系連成解析モデル)	● (応答解析) ● (応力解析)	今回工認	応答解析	水平	1.0%	今回工認	-	建設工認 第17回 添付書類Ⅲ-2-20「スクラビラ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)	○	-		
	鉛直	-				鉛直	-	鉛直			-										
	応力解析	公式等による評価	今回工認	応力解析	水平	-	今回工認	応力解析	水平	-	今回工認	応力解析	水平	-	今回工認					-	
	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認					-	

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				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)						
	相違内容						相違内容						相違内容				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				
原子炉圧力容器支持構造物	支持スカート	既工認	応答解析	時刻歴解析			既工認	応答解析	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	既工認	応答解析	水平	1.0%	既工認	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」	○: 共通適用あり □: 個別適用あり ×: 適用なし	○: 相違有り ○: 相違無し				
			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		鉛直	—	応力解析		水平				—	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(大型機器系連成解析モデル)	今回工認	応答解析	水平	1.0%	今回工認	解析コード: ASHSD2							
			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		鉛直	—	応力解析		水平				—	鉛直	—	
		原子炉圧力容器基礎ボルト	既工認	応答解析	時刻歴解析			既工認	応答解析	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	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」	○: 相違有り ○: 相違無し	
				応力解析	公式等による評価				応力解析	水平	—		鉛直	—	応力解析					水平			—
	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(大型機器系連成解析モデル)	今回工認	応答解析	水平	1.0%	今回工認	—							
			応力解析	公式等による評価				応力解析	水平	—		鉛直	—	応力解析		水平	—	鉛直	—				
	原子炉本体		原子炉圧力容器スタビライザ	既工認	応答解析	時刻歴解析			既工認	応答解析	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	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-2-2「スタビライザの強度計算書」	—			○
					応力解析	公式等による評価				応力解析	水平	—		鉛直	—	応力解析		水平					
		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(大型機器系連成解析モデル)	今回工認	応答解析	水平	1.0%	今回工認	—						
				応力解析	公式等による評価				応力解析	水平	—		鉛直	—	応力解析		水平	—			鉛直	—	
格納容器スタビライザ		既工認		応答解析	時刻歴解析			既工認	応答解析	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	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-2-2「スタビライザの強度計算書」			—	○	
				応力解析	公式等による評価				応力解析	水平	—		鉛直	—	応力解析		水平						
		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(大型機器系連成解析モデル)	今回工認	応答解析	水平	1.0%	今回工認	—							
			応力解析	公式等による評価				応力解析	水平	—		鉛直	—	応力解析		水平	—		鉛直	—			
		制御棒駆動機構ハウジング支持金具	既工認	応答解析	時刻歴解析			既工認	応答解析	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	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」	—			○
				応力解析	公式等による評価				応力解析	水平	—		鉛直	—	応力解析		水平						
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(大型機器系連成解析モデル)	今回工認	応答解析	水平	1.0%	今回工認	—							
			応力解析	公式等による評価				応力解析	水平	—		鉛直	—	応力解析		水平	—	鉛直			—		
差圧検出・ほう酸水注入配管	既工認		応答解析	スペクトルモーダル解析			既工認	応答解析	水平	多質点系モデル	既工認	応答解析	水平	不明	既工認	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ージャの耐震性についての計算書」	●			○		
			応力解析	公式等による評価				応力解析	水平	—		鉛直	—	応力解析		水平						—	
	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	解析コード: NSTRAN								
		応力解析	公式等による評価				応力解析	水平	—		鉛直	—	応力解析		水平	—			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												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)		備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	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	蒸気乾機	既工認	応答解析	時刻歴解析	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	既工認	応答解析	水平	1.0%	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」	○	-				
			応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	水平		-	既工認	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(大型機器系連成解析モデル)	今回工認	応答解析	水平	1.0%				今回工認	-		
			応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	水平		-	今回工認	鉛直						-	
	気水分離器及びスタンドパイプ	既工認	応答解析	時刻歴解析	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	既工認	応答解析	水平	1.0%	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」	○	-				
			応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	水平		-	既工認	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(大型機器系連成解析モデル)	今回工認	応答解析	水平	1.0%				今回工認	-		
			応力解析	FEM解析		今回工認	応力解析	水平		-	今回工認	鉛直						-	
	シュラウドヘッド	既工認	応答解析	時刻歴解析	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	既工認	応答解析	水平	1.0%	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」	○	-				
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価		既工認	応力解析	水平		-	既工認	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(大型機器系連成解析モデル)	今回工認	応答解析	水平	1.0%				今回工認	-		
			応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	水平		-	今回工認	鉛直						-	
ジェットポンプ	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	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	既工認	応答解析	水平	-	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」	○	-					
		応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	水平		-	既工認	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	-			
		応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	水平		-	今回工認	鉛直						-		
給水スパーージャ	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	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	既工認	応答解析	水平	-	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ージャの耐震性についての計算書」	○	-					
		応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	水平		-	既工認	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	-			
		応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	水平		-	今回工認	鉛直						-		
炉心スプレイスパーージャ	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	既工認	応答解析	水平	-	既工認	応答解析	水平	-	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ージャの耐震性についての計算書」	○	-					
		応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	水平		-	既工認	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	-			
		応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	水平		-	今回工認	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												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)		備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	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)					
	相違内容				相違内容				相違内容				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										
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) ○	既工認	応答解析	水平	1.0%			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」			-	-	-	○	
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価			既工認	応力解析	水平			シェルモデル	既工認	応力解析	水平	-								
		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	応答解析		水平	-					
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価		今回工認	応力解析	鉛直	シェルモデル		今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析		鉛直	-					
	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) ○ (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	-	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計算書」	-	-	-	○				
				応力解析	FEM解析及び公式等による評価			既工認	応力解析	水平			シェルモデル	既工認	応力解析						水平	-		
		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						応答解析	水平	-	
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価	今回工認		応力解析	鉛直	シェルモデル	今回工認		応力解析	鉛直	-	今回工認						応力解析	鉛直	-	
	核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	燃料取扱機	(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	-	発管発第18号 1-1「燃料取扱装置燃料取扱機の耐震性についての計算書」	-	-	-	-			
					応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析						水平	-	
			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						応答解析	鉛直	2.0%
				応力解析	公式等による評価	今回工認		応力解析	水平	-	今回工認		応力解析	水平	-	今回工認						応力解析	鉛直	-
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) ○	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	-	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」	-	-	-	-				
				応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析						水平	-		
		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						応答解析	鉛直	2.0%	
			応力解析	公式等による評価	今回工認		応力解析	水平	-	今回工認		応力解析	水平	-	今回工認						応力解析	鉛直	-	
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) ○	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	-	発管業発第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」	-	-	-	-				
				応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析						水平	-		
		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						応答解析	鉛直	2.0%	
			応力解析	公式等による評価	今回工認		応力解析	水平	-	今回工認		応力解析	水平	-	今回工認						応力解析	鉛直	-	
原子炉冷却系施設	主蒸気系	(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	-	-	-	-	-	-				
				応力解析	-			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析						水平	-		
	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	応答解析						鉛直	-		
		応力解析	公式等による評価	今回工認	応力解析		鉛直	-	今回工認	応力解析		鉛直	-	今回工認	応力解析						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												他プラントを含めた既工認での適用例												
	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)		備考 (左欄にて比較した自 プラント既工認)	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)	既工認と今回工認の手法 に相違						
	相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		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 主蒸気速がし安全弁自動 減圧機能用アキュムレータ	既工認	応答解析	—	既工認	応答解析	水平	—	既工認	応答解析	水平	—	既工認	—						(※1) ○：共通適用あり ×：個別適用あり ×：適用例なし	—	—	—		
			応力解析	—		既工認	応力解析	鉛直		—	既工認	応力解析		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	—	—	—	—	—	—						
			応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	鉛直		—	今回工認	応力解析		鉛直										—	
		残留熱除去系熱交換器	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	既工認	応答解析	水平	—	既工認	応答解析	水平	—	既工認	—	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：○	○	—					—	
				応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	鉛直		—	既工認	応力解析		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	—	—					—	—	—	—		
			応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	鉛直		多質点モデル	今回工認	応力解析		鉛直											1.0%
	残留熱除去系ポンプ		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	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	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-2-4「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：○	○	—		—
				応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	鉛直		—	既工認	応力解析		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	—	—	—	—	—	—						
			応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	鉛直		多質点モデル	今回工認	応力解析		鉛直										1.0%	
残留熱除去系ストレーナ		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	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	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-1-2-1「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：○	○	—	—						
			応力解析	FEM解析		既工認	応力解析	鉛直		シェルモデル	既工認	応力解析		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%	今回工認	—	—						—	—	—	—		
		応力解析	FEM解析		今回工認	応力解析	鉛直		ビームモデル	今回工認	応力解析		鉛直											1.0%	
	高圧炉心スプレイ系	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	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	既工認	応答解析	水平	1.0%	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-2-7「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：○	○	—	—	
			応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	鉛直		—	既工認	応力解析		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	—	—	—	—	—	—							
		応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	鉛直		多質点モデル	今回工認	応力解析		鉛直						—						
高圧炉心スプレイ系ストレーナ		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	既工認	応答解析	水平	—	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-1-4-1「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：○	○	—	—						
			応力解析	FEM解析		既工認	応力解析	鉛直		シェルモデル	既工認	応力解析		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%	今回工認	—	—						—	—	—	—		
		応力解析	FEM解析		今回工認	応力解析	鉛直		ビームモデル	今回工認	応力解析		鉛直											1.0%	
	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	—	今回工認	—	—						—	—	—	—	—	
		応力解析	FEM解析		今回工認	応力解析	鉛直		シェルモデル	今回工認	応力解析		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												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, スペクトルモデル解析, 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)		備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	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)	
	相違内容				相違内容				相違内容				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						
低圧炉心スプレイ系	低圧炉心スプレイポンプ	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	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	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」			○
			応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	水平		-	既工認	応力解析			水平	-				
		今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析	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	-						
			応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	水平		-	今回工認	応力解析			水平	-				
	低圧炉心スプレイ系ストレーナ	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	既工認	応答解析	水平	-	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」	○		-		
			応力解析	FEM解析		既工認	応力解析	水平		シェルモデル	既工認	応力解析							水平	
		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	-						
			応力解析	FEM解析		今回工認	応力解析	水平		シェルモデル	今回工認	応力解析							水平	
原子炉隔離時冷却系	原子炉隔離時冷却系ポンプ	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	既工認	応答解析	水平	-	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」		-	○
			応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	水平		-	既工認	応力解析								
		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	-						
			応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	水平		-	今回工認	応力解析								
	原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用蒸気タービン	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	既工認	応答解析	水平	-	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」	-		○		
			応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	水平		-	既工認	応力解析								
		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	-						
			応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	水平		-	今回工認	応力解析								
残留熱除去系海水系	残留熱除去系海水ポンプ	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	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」		○	-
			応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	水平		-	既工認	応力解析								
		今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析	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	-						
			応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	水平		-	今回工認	応力解析								
	残留熱除去系海水ストレーナ	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	既工認	応答解析	水平	-	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」	-		○		
			応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	水平		-	既工認	応力解析								
		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	-						
			応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	水平		-	今回工認	応力解析								

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												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)		備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	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
原子炉冷却系統施設	非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	○	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	○	既工認	応答解析	水平	1.0%	-	既工認	-	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」	○	-	
			応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析							水平
		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	-				
			応力解析	公式等による評価			今回工認	応力解析	水平			-	今回工認	応力解析							水平
	非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ	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	○	既工認	応答解析	水平	-	○	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	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」	-	-	○
			応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析							
		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	-				
			応力解析	公式等による評価			今回工認	応力解析	水平			-	今回工認	応力解析							
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	○	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	○	既工認	応答解析	水平	1.0%	-	既工認	-	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」	○	-	
			応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析							水平
		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	-				
			応力解析	公式等による評価			今回工認	応力解析	水平			-	今回工認	応力解析							水平
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	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	○	既工認	応答解析	水平	-	○	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	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」	-	-	○	
		応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析								水平
	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	-					
		応力解析	公式等による評価			今回工認	応力解析	水平			-	今回工認	応力解析								水平
制御制御系統施設	水圧制御ユニット	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	○	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	○	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	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「制御棟駆動水圧系機器配管の耐震性についての計算書」	○	-	
			応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析							水平
		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	解析コード：SAP-IV				
			応力解析	公式等による評価			今回工認	応力解析	水平			-	今回工認	応力解析							水平
	ほう酸水注入系	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	○	既工認	応答解析	水平	-	○	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」	-	-	○
			応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析							
		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	-				
			応力解析	公式等による評価			今回工認	応力解析	水平			-	今回工認	応力解析							

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														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)		備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	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		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	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	○	既工認	応答解析	水平	-	○	既工認	応答解析	水平	-	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」	-	-	-	○			
				応力解析	公式等による評価			既工認	応答解析	鉛直			-	既工認	応答解析						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	応答解析	水平	-	-	-	-	-
			応力解析	公式等による評価			今回工認	応答解析	鉛直			-	今回工認	応答解析			鉛直	-					
	起動領域計装ドライチェューブ	既工認	○	応答解析	スペクトルモーダル解析	○	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	○	既工認	応答解析	水平	1.0%	●	既工認	解析コード：HISAC	-	-	-	○	
				応力解析	公式等による評価			既工認	応答解析	鉛直			-	既工認	応答解析			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	解析コード：SAP-IV	-	-	-	-	
			○	応力解析	公式等による評価			今回工認	応答解析	鉛直			-	今回工認	応答解析			鉛直					-
出力領域計装検出器集合体	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	○	既工認	応答解析	水平	-	○	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	-	-	○			
			○	応力解析			公式等による評価	既工認	応答解析			鉛直	-	既工認							応答解析	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	-	-	-	-	-		
		○	応力解析	公式等による評価			今回工認	応答解析	鉛直			-	今回工認	応答解析								鉛直	-
ベンチ盤	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	○	既工認	応答解析	水平	-	○	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	-	-	○			
			○	応力解析			公式等による評価	既工認	応答解析			鉛直	-	既工認							応答解析	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	-	-	-	-	-		
		○	応力解析	公式等による評価			今回工認	応答解析	鉛直			-	今回工認	応答解析								鉛直	-
直立盤	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	○	既工認	応答解析	水平	-	○	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	-	-	○			
			○	応力解析			公式等による評価	既工認	応答解析			鉛直	-	既工認							応答解析	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	-	-	-	-	-		
		○	応力解析	公式等による評価			今回工認	応答解析	鉛直			-	今回工認	応答解析								鉛直	-
現場盤	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	○	既工認	応答解析	水平	-	○	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	-	-	○			
			○	応力解析			公式等による評価	既工認	応答解析			鉛直	-	既工認							応答解析	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	-	-	-	-	-		
		○	応力解析	公式等による評価			今回工認	応答解析	鉛直			-	今回工認	応答解析								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												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)		備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	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							内容	工認	内容		
放射線管理施設 非常用ガス再循環系フィルタトレイン	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) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) -	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」	-	-	○		
		応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-									
		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	水平	-			応答解析	水平	-			既工認					-	
		応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-			今回工認					-	
	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	(応答解析) -	今回工認	応答解析	水平	-	(応答解析) -	今回工認	応答解析	水平	-	-	今回工認	-	-	-	-	-	-	
		応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-									
		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	水平	-			応答解析	水平	-			既工認						-
		応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-			今回工認						-
	放射線管理施設 非常用ガス処理系排風機	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) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) -	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」	-	-	○	
応力解析			公式等による評価	応力解析			鉛直	-	応力解析			鉛直	-									
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			水平	-	応答解析			水平	-	既工認			-					
応力解析			公式等による評価	応力解析			鉛直	-	応力解析			鉛直	-	今回工認			-					
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	(応答解析) -	今回工認	応答解析	水平	-	(応答解析) -	今回工認	応答解析	水平	-	-	今回工認	-	-	-	-	-	-	
		応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-									
		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	水平	-			応答解析	水平	-			既工認						-
		応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-			今回工認						-
放射線管理施設 非常用ガス処理系フィルタトレイン		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) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) -	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」	-	-	○	
	応力解析		公式等による評価	応力解析			鉛直	-	応力解析			鉛直	-									
	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			水平	-	応答解析			水平	-	既工認			-					
	応力解析		公式等による評価	応力解析			鉛直	-	応力解析			鉛直	-	今回工認			-					
	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	(応答解析) -	今回工認	応答解析	水平	-	(応答解析) -	今回工認	応答解析	水平	-	-	今回工認	-	-	-	-	-	-	
		応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-									
		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	水平	-			応答解析	水平	-			既工認						-
		応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-			今回工認						-
	原子炉格納容器 ドライウエール	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(大型機器系連成解析モデル)	(応答解析) ● (応力解析) ○	既工認	応答解析	水平	1.0%	-	既工認	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：○	○	-	
応力解析			FEM解析及び公式等による評価	応力解析			鉛直	シェルモデル	応力解析			鉛直	-									
応答解析			時刻歴解析	応答解析			水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	応答解析			水平	1.0%	今回工認			解析コード：NASTRAN					
応力解析			FEM解析及び公式等による評価	応力解析			鉛直	シェルモデル	応力解析			鉛直	-									
今回工認		応答解析	時刻歴解析	(応答解析) ● (応力解析) ○	今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	(応答解析) ● (応力解析) ○	今回工認	応答解析	水平	1.0%	-	今回工認	解析コード：NASTRAN	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：○	○	-		
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	鉛直	シェルモデル			応力解析	鉛直	-									
		応答解析	時刻歴解析			応答解析	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)			応答解析	水平	1.0%			既工認					解析コード：ASSAL	
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	鉛直	シェルモデル			応力解析	鉛直	-									
原子炉格納容器 サブプレッションチェンバ		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(大型機器系連成解析モデル)	(応答解析) ● (応力解析) ○	既工認	応答解析	水平	1.0%	-	既工認	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：○	○	-	
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	鉛直	シェルモデル			応力解析	鉛直	-								
			応答解析	時刻歴解析			応答解析	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)			応答解析	水平	1.0%			今回工認					解析コード：NASTRAN
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	鉛直	シェルモデル			応力解析	鉛直	-								
	今回工認	応答解析	時刻歴解析	(応答解析) ● (応力解析) ○	今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	(応答解析) ● (応力解析) ○	今回工認	応答解析	水平	1.0%	-	今回工認	解析コード：NASTRAN	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：○	○	-		
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	鉛直	シェルモデル			応力解析	鉛直	-									
		応答解析	時刻歴解析			応答解析	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)			応答解析	水平	1.0%			既工認					解析コード：ASSAL	
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	鉛直	シェルモデル			応力解析	鉛直	-									
	原子炉格納容器 上部シアラグ及びスタビライザ	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(大型機器系連成解析モデル)	(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：○	○	-	
			応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-								
			応答解析	時刻歴解析			応答解析	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)			応答解析	水平	1.0%			今回工認					-
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	鉛直	シェルモデル			応力解析	鉛直	-								
今回工認		応答解析	時刻歴解析	(応答解析) ● (応力解析) ○	今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	(応答解析) ● (応力解析) ○	今回工認	応答解析	水平	1.0%	-	今回工認	-	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：○	○	-		
		応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-									
		応答解析	時刻歴解析			応答解析	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)			応答解析	水平	1.0%			既工認					-	
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	鉛直	シェルモデル			応力解析	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												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)		備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	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)	
	相違内容				相違内容				相違内容				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						
原子炉格納容器	下部シアラグとダイヤフラムブラケット	既工認	応答解析	時刻歴解析	○	●	-	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	○	●	-	水平	1.0%			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：○
			応力解析	公式等による評価				鉛直	-				鉛直	-						
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	○	●	-	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	○	●	-	水平	1.0%	-	-				
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価				鉛直	-				鉛直	-						
	剛アンカー部	既工認	応答解析	時刻歴解析	○	●	-	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	○	●	-	水平	1.0%	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：○ (解析モデル) 応答解析：○ (減衰定数) 応答解析：○	○	-		
			応力解析	公式等による評価				鉛直	-				鉛直	-						
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	○	●	-	水平	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)	○	●	-	水平	1.0%					-	-
			応力解析	公式等による評価				鉛直	-				鉛直	-						
	イクイメントハッチ	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	○	●	-	水平	-	○	●	-	水平	-	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：○ 応力解析：○	○	-		
			応力解析	公式等による評価				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	○	●	-	水平	-	○	●	-	水平	-					-	-
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価				鉛直	-				鉛直	-						
パーソナルエアロック	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	○	●	-	水平	-	○	●	-	水平	-	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：○ 応力解析：○	○	-			
		応力解析	公式等による評価				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	○	●	-	水平	-	○	●	-	水平	-					-	-	
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価				鉛直	-				鉛直	-							
サブプレッショントラップ	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	○	●	-	水平	-	○	●	-	水平	-	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：○ 応力解析：○	○	-			
		応力解析	公式等による評価				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	○	●	-	水平	-	○	●	-	水平	-					-	-	
		応力解析	FEM解析及び公式等による評価				鉛直	-				鉛直	-							
配管貫通部	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	○	●	-	水平	3次元はりモデル	○	●	-	水平	0.5%	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：○	○	-			
		応力解析	公式等による評価				鉛直	-				鉛直	-							
	今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	○	●	-	水平	3次元はりモデル	○	●	-	水平	0.5%~3.0%					-	-	
		応力解析	FEM解析				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												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)		備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	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)							
	相違内容				相違内容				相違内容				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	ディーゼル機関	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	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) -	既工認	応答解析	水平	-	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」	-	-	-	○							
			応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析						水平	-					
		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	(応答解析) -	今回工認	応答解析	水平	-	(応答解析) -	今回工認	応答解析	水平	-						今回工認	-	-	-	-	-	
			応力解析	公式等による評価			今回工認	応力解析	水平			-	今回工認	応力解析												水平
	始動空気だめ	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	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) -	既工認	応答解析	水平	-	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」	-	-	-	-	-						
			応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析							水平	-				
		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	(応答解析) ●	今回工認	応答解析	水平	-	(応答解析) -	今回工認	応答解析	水平	-							今回工認	-	-	-	-	-
			応力解析	FEM解析			今回工認	応力解析	水平			FEMモデル	今回工認	応力解析												
	燃料油デライタンク	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	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) -	既工認	応答解析	水平	-	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」	-	-	-	-	-						
			応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析							水平	-				
		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	(応答解析) ●	今回工認	応答解析	水平	-	(応答解析) -	今回工認	応答解析	水平	-							今回工認	-	-	-	-	-
			応力解析	FEM解析			今回工認	応力解析	水平			FEMモデル	今回工認	応力解析												
発電機	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	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) -	既工認	応答解析	水平	-	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」	-	-	-	-	-							
		応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析							水平	-					
	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	(応答解析) -	今回工認	応答解析	水平	-	(応答解析) -	今回工認	応答解析	水平	-							今回工認	-	-	-	-	-	
		応力解析	公式等による評価			今回工認	応力解析	水平			-	今回工認	応力解析													水平
高圧炉心スプレイス非常用ディーゼル発電機	ディーゼル機関	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	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) -	既工認	応答解析	水平	-	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」	-	-	-	-	○						
			応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析							水平	-				
		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	(応答解析) -	今回工認	応答解析	水平	-	(応答解析) -	今回工認	応答解析	水平	-							今回工認	-	-	-	-	-
			応力解析	公式等による評価			今回工認	応力解析	水平			-	今回工認	応力解析												
	始動空気だめ	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	○: 同じ ●: 異なる -: 該当なし	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) -	既工認	応答解析	水平	-	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」	-	-	-	-	-						
			応力解析	公式等による評価			既工認	応力解析	水平			-	既工認	応力解析							水平	-				
		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	(応答解析) ●	今回工認	応答解析	水平	-	(応答解析) -	今回工認	応答解析	水平	-							今回工認	-	-	-	-	-
			応力解析	FEM解析			今回工認	応力解析	水平			FEMモデル	今回工認	応力解析												

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														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)		備考 (左欄にて比較した自プラント既工認)	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		内容																		
非常用電源設備	高圧炉心スプレイス系非常用ディーゼル発電機	燃料油デイトンク	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	-	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	応答解析	水平	-	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：○	-	-	-											
				応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-			応力解析	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	-						-	-	-	-	-	-					
				応力解析	FEM解析			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-																
			発電機	-	-	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	-	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認						応答解析	水平	-	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」	-	-	-	-	○		
							応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-								応力解析	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	-	-	-	-	-	-	-									
		応力解析				公式等による評価			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-															
	バイタル交流電源	-				-	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	-	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	応答解析	水平	-	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」	-	-	-							-	○
								応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-			応力解析	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	-	-	-	-					-	-	-					
				応力解析	公式等による評価				応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-															
蓄電池			-	-	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	-	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	応答解析	水平	-	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」					-	-	-	-	○			
							応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-			応力解析	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	-	-	-	-		-	-	-									
		応力解析			公式等による評価			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-																

別表3(2) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち配管系の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり:規格・基準種等に基づきプラントの仕様等により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				規格基準 に沿った手法				
				解析手法 (公式等による評価、スペクトルモデル解析、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)					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))	規格基準 に沿った手法
				相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容			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))	規格基準 に沿った手法					
				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										
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	主配管	燃料プール冷却浄化系	配管本体	-	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) -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	(減衰定数) ○ (その他) 動的地震力の組合せ: ○	-	-		
					既工認	応力解析	-		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-								
					今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析		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	動的地震力の組合せ: S R S 法
					今回工認	応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	鉛直	-		今回工認	応力解析	鉛直	-								
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	主配管	燃料プール冷却浄化系	配管支持構造物	-	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: ○ (減衰定数) ○ 応答解析: ○	-	-		
					既工認	応力解析	-		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-								
					今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析 (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	0.5%~3.0%							今回工認	-
					今回工認	応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	鉛直	-		今回工認	応力解析	鉛直	-								
原子炉冷却系統施設	主配管	原子炉再循環系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	(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) -	既工認	応答解析	水平	0.5%	-	既工認	動的地震力の組合せ: 絶対値和法	建設工事 第16回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-3「再循 環系機器、配管の耐震 性についての計算書」	(減衰定数) ○ 応答解析: ○ (その他) 動的地震力の組合せ: ○	-	-	
					既工認	応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-								
					今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析		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
			今回工認	応力解析	公式等による評価	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-												
			配管支持構造物	-	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: ○ (減衰定数) ○ 応答解析: ○	-	-		
					既工認	応力解析	-		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-								
	今回工認	応答解析			スペクトルモデル解析 (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	0.5%~3.0%	今回工認	-								
	今回工認	応力解析	公式等による評価	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-														
	主配管	主蒸気系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	(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) -	既工認	応答解析	水平	0.5%	-	既工認	動的地震力の組合せ: 絶対値和法	建設工事 第11回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-2「主蒸 気配管の耐震性につ いての計算書」	(減衰定数) ○ 応答解析: ○ (その他) 動的地震力の組合せ: ○	-	-	
					既工認	応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-								
					今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析		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
			今回工認	応力解析	公式等による評価	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-												
配管支持構造物			-	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: ○ (減衰定数) ○ 応答解析: ○	-	-			
				既工認	応力解析	-		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-									
	今回工認	応答解析		スペクトルモデル解析 (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	0.5%~3.0%	今回工認	-									
今回工認	応力解析	公式等による評価	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-															
主配管	給水系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	(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) -	既工認	応答解析	水平	0.5%	-	既工認	動的地震力の組合せ: 絶対値和法	建設工事 第11回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-3-4「給 水系配管の耐震性につ いての計算書」	(減衰定数) ○ 応答解析: ○ (その他) 動的地震力の組合せ: ○	-	-		
				既工認	応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-									
				今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析		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	動的地震力の組合せ: S R S 法
今回工認	応力解析	公式等による評価	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-															
主配管	給水系	配管支持構造物	-	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: ○ (減衰定数) ○ 応答解析: ○	-	-			
				既工認	応力解析	-		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-									
				今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析 (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	0.5%~3.0%							今回工認	-	
今回工認	応力解析	公式等による評価	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-															

別表3(2) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち配管系の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり:規格・基準種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				他プラントを含めた既工認での適用例				規格基準に沿った手法	
				解析手法 (公式等による評価、スペクトルモデル解析、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)				備考 (左欄にて比較した自 プラント既工認)	(※1) ○:共通適用あり □: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)	規格基準 に沿った手法 ○:YES ×:NO(適用性を別 途検討) -:既工認から手法を 変更し他プラントで実 績がある手法
				相違内容				相違内容				相違内容				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							
○:同じ ●:異なる -:該当なし	○:同じ ●:異なる -:該当なし	工認	解析種別			方向	内容			工認	解析種別	方向	内容			工認	内容								
主配管	残留熱除去系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	(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) -	既工認	応答解析	水平	0.5%	●	既工認	動的地震力の組合せ: 絶対値和法	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方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-4「残留 熱除去系配管の耐震性 についての計算書」	(減衰定数) ○ (その他) 動的地震力の組合せ: ○	○	-		
				既工認	応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	-						
				今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析		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	動的地震力の組合せ: S R S S法						
		今回工認	応力解析	公式等による評価	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	-											
		配管支持 構造物	-	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	鉛直	-	-	既工認	-	築室発第474号 資料2-1-3「残留熱除 去系支持構造物の応力 計算書」	(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: ○	○	-		
				既工認	応力解析	-		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-									
	今回工認			応答解析	スペクトルモデル解析 (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	0.5~3.0%	今回工認		-							
	今回工認	応力解析	公式等による評価	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	-												
	主配管	高圧炉心スプレイ系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	(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) -	既工認	応答解析	水平	0.5%	●	既工認	動的地震力の組合せ: 絶対値和法	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方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-8「高圧 炉心スプレイ系配管の 耐震性についての計算 書」	(減衰定数) ○ 応答解析: ○ (その他) 動的地震力の組合せ: ○	○	-	
					既工認	応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-								
					今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析		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	動的地震力の組合せ: S R S S法					
			今回工認	応力解析	公式等による評価	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	-										
配管支持 構造物			-	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	鉛直	-	-	既工認	-	築室発第474号 資料2-1-3「残留熱除 去系支持構造物の応力 計算書」	(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: ○	○	-		
				既工認	応力解析	-		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-									
	今回工認	応答解析		スペクトルモデル解析 (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	0.5~3.0%	今回工認	-									
今回工認	応力解析	公式等による評価	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	-													
主配管	低圧炉心スプレイ系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	(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) -	既工認	応答解析	水平	0.5%	●	既工認	動的地震力の組合せ: 絶対値和法	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方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-6「高圧 炉心スプレイ系配管の 耐震性についての計算 書」	(減衰定数) ○ 応答解析: ○ (その他) 動的地震力の組合せ: ○	○	-		
				既工認	応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-									
				今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析		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	動的地震力の組合せ: S R S S法						
		今回工認	応力解析	公式等による評価	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	-											
		配管支持 構造物	-	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	鉛直	-	-	既工認	-	築室発第474号 資料2-1-3「残留熱除 去系支持構造物の応力 計算書」	(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: ○	○	-		
				既工認	応力解析	-		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-									
今回工認	応答解析			スペクトルモデル解析 (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	0.5~3.0%	今回工認	-									
今回工認	応力解析	公式等による評価	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	-													
主配管	原子炉隔離時冷却系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	(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) -	既工認	応答解析	水平	0.5%	●	既工認	動的地震力の組合せ: 絶対値和法	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方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-5「原子 炉隔離時冷却系配管の 耐震性についての計算 書」	(減衰定数) ○ (その他) 動的地震力の組合せ: ○	○	-		
				既工認	応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-									
				今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析		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	動的地震力の組合せ: S R S S法						
		今回工認	応力解析	公式等による評価	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	-											
		配管支持 構造物	-	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	鉛直	-	-	既工認	-	築室発第474号 資料2-1-3「残留熱除 去系支持構造物の応力 計算書」	(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: ○	○	-		
				既工認	応力解析	-		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-									
今回工認	応答解析			スペクトルモデル解析 (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	0.5~3.0%	今回工認	-									
今回工認	応力解析	公式等による評価	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	応力解析	鉛直	-	今回工認	-													

別表3 (2) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち配管系の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり：規格・基準等に基づきプラントの仕様等により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				規格基準 に沿った手法			
	解析手法 (公式等による評価、スペクトルモデル解析、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)							
	相違内容				相違内容				相違内容					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	工認	内容				
主配管 残留熱除去系海水系	配管本体	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	●	既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認	動的地震力の組合せ： 絶対値和法	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方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-2「残留 熱除去系海水系配管の 耐震性についての計算 書」	○	-		
			応力解析	公式等による評価			鉛直	3次元はりモデル	鉛直			-	鉛直	-							
		今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析	○	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	動的地震力の組合せ： S R S S法	-	-	-	-	
			応力解析	公式等による評価			鉛直	3次元はりモデル	鉛直			-	鉛直	-							
主配管 非常用ディーゼル発電機 用海水系	配管支持 構造物	既工認	応答解析	-	-	既工認	応答解析	水平	-	●	既工認	応答解析	水平	-	既工認	-	-	-	-	-	
			応力解析	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-							
		今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析 (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	0.5%~3.0%	今回工認	-	-	-	-	-	-
			応力解析	公式等による評価			鉛直	3次元はりモデル	鉛直			-	鉛直	-							
原子炉冷却系統 施設	配管本体	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	●	既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認	動的地震力の組合せ： 絶対値和法	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方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-6「非常 用予備発電装置内燃機 関係設備・配管の耐 震性についての計算 書」	○	-		
			応力解析	公式等による評価			鉛直	3次元はりモデル	鉛直			-	鉛直	-							
		今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析	○	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	動的地震力の組合せ： S R S S法	-	-	-	-	
			応力解析	公式等による評価			鉛直	3次元はりモデル	鉛直			-	鉛直	-							
主配管 高圧炉心スプレイス非常 用ディーゼル発電機用海 水系	配管支持 構造物	既工認	応答解析	-	-	既工認	応答解析	水平	-	●	既工認	応答解析	水平	-	既工認	-	-	-	-	-	
			応力解析	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-							
		今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析 (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	0.5%~3.0%	今回工認	-	-	-	-	-	-
			応力解析	公式等による評価			鉛直	3次元はりモデル	鉛直			-	鉛直	-							
主配管 原子炉冷却材浄化系	配管本体	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	●	既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認	動的地震力の組合せ： 絶対値和法	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方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-2「原子 炉冷却材浄化系配管の 耐震性についての計算 書」	○	-		
			応力解析	公式等による評価			鉛直	3次元はりモデル	鉛直			-	鉛直	-							
		今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析	○	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	動的地震力の組合せ： S R S S法	-	-	-	-	
			応力解析	公式等による評価			鉛直	3次元はりモデル	鉛直			-	鉛直	-							
主配管 原子炉冷却材浄化系	配管支持 構造物	既工認	応答解析	-	-	既工認	応答解析	水平	-	●	既工認	応答解析	水平	-	既工認	-	-	-	-	-	
			応力解析	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-							
		今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析 (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	0.5%~3.0%	今回工認	-	-	-	-	-	-
			応力解析	公式等による評価			鉛直	3次元はりモデル	鉛直			-	鉛直	-							

別表3(2) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち配管系の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり:規格・基準種等に基づきプラントの仕様等により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			規格基準 に沿った手法												
		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)		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))										
		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		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	解析種別 方向 内容																					
主配管	制御用駆動水圧系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	●	既工認	応答解析	水平	0.5%	○	建設工事 第18回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-3「制御 用駆動水圧機器配管の 耐震性についての計算 書」	○	-										
				今回工認	応答解析	公式等による評価		○	(応答解析) -	今回工認	応答解析		水平	3次元はりモデル	●	(応答解析) -					今回工認	応答解析	水平	0.5%~3.0%						
		配管支持 構造物	-	既工認	応答解析	-	○	既工認	応答解析	水平	-	●	既工認	応答解析	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)		○	(応答解析) -	今回工認	応答解析		水平	3次元はりモデル	●	(応答解析) -						今回工認	応答解析	鉛直	0.5%~3.0%					
				既工認	応答解析	-		○	既工認	応答解析	水平		-	●	既工認	応答解析						鉛直	-	-	-	-	-	-		
				今回工認	応答解析	公式等による評価			○	(応答解析) -	今回工認		応答解析		水平	-						●	(応答解析) -						今回工認	応答解析
	計測制御系統設備	主配管	ほう酸水注入系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	●	既工認	応答解析	水平	0.5%	○	建設工事 第18回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 (その他) 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」	○	-								
						今回工認	応答解析	公式等による評価		○	(応答解析) -	今回工認	応答解析		水平	3次元はりモデル	●	(応答解析) -					今回工認	応答解析	水平	0.5%~3.0%				
				配管支持 構造物	-	既工認	応答解析	-	○	既工認	応答解析	水平	-	●	既工認	応答解析	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)		○	(応答解析) -	今回工認	応答解析		水平	3次元はりモデル	●	(応答解析) -						今回工認	応答解析	鉛直	0.5%~3.0%			
						既工認	応答解析	-		○	既工認	応答解析	水平		-	●	既工認	応答解析						鉛直	-	-	-	-	-	-
						今回工認	応答解析	公式等による評価			○	(応答解析) -	今回工認		応答解析		水平	-						●	(応答解析) -					
主配管	制御用空気系	配管本体	-	既工認	応答解析	-	○	既工認	応答解析	水平	-	●	既工認	応答解析	鉛直	-	-	-	-	-	-									
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		○	(応答解析) -	今回工認	応答解析		水平	3次元はりモデル	●	(応答解析) -						今回工認	応答解析	鉛直	0.5%~3.0%					
		配管支持 構造物	-	既工認	応答解析	-	○	既工認	応答解析	水平	-	●	既工認	応答解析	鉛直	-	-	-	-	-	-	-								
				今回工認	応答解析	公式等による評価		○	(応答解析) -	今回工認	応答解析		水平	-	●	(応答解析) -							今回工認	応答解析	鉛直	-				
				既工認	応答解析	-		○	既工認	応答解析	水平		-	●	既工認	応答解析							鉛直	-	-	-	-	-	-	
				今回工認	応答解析	公式等による評価			○	(応答解析) -	今回工認		応答解析		水平	-							●	(応答解析) -						今回工認
放射性医薬物の 廃棄施設	主配管	配管本体	-	既工認	応答解析	-	○	既工認	応答解析	水平	-	●	既工認	応答解析	鉛直	-	-	-	-	-	-									
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		○	(応答解析) -	今回工認	応答解析		水平	3次元はりモデル	●	(応答解析) -						今回工認	応答解析	鉛直	0.5%~3.0%					
		配管支持 構造物	-	既工認	応答解析	-	○	既工認	応答解析	水平	-	●	既工認	応答解析	鉛直	-	-	-	-	-	-									
				今回工認	応答解析	公式等による評価		○	(応答解析) -	今回工認	応答解析		水平	-	●	(応答解析) -						今回工認	応答解析	鉛直	-					

別表3(2) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち配管系の構造強度評価)

(※1) 共通適用あり:規格・基準等に基づきプラントの仕様等により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			規格基準 に沿った手法 ○:YES ×:NO(適用性を別 途検討) -:既工認から手法を 変更し他プラントで実 績がある手法					
		解析手法 (公式等による評価、スペクトルモデル解析、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)		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))			
		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		工認	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	解析種別 方向 内容														
放射線管理施設	主配管	非常用ガス再循環系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	●	既工認	応答解析	水平	0.5%	●	既工認	動的地震力の組合せ: 絶対値和法	建設工認 第22回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-5「非常 用ガス再循環系配管の 耐震性についての計算 書」	○	-
					既工認	応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	鉛直	3次元はりモデル		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	動的地震力の組合せ: S R S S法			
					今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析		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	動的地震力の組合せ: S R S S法			
					今回工認	応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	鉛直	3次元はりモデル		今回工認	応力解析	鉛直	0.5~3.0%		今回工認	動的地震力の組合せ: S R S S法			
放射線管理施設	主配管	非常用ガス処理系	配管支持 構造物	-	既工認	応答解析	-	○	既工認	応答解析	水平	-	●	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	築室発第474号 資料2-1-3「残留熱除 去系支持構造物の応力 計算書」	○	-
					既工認	応力解析	-		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-						
					今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析 (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	0.5~3.0%		今回工認	-			
					今回工認	応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	鉛直	3次元はりモデル		今回工認	応力解析	鉛直	0.5~3.0%		今回工認	-			
放射線管理施設	主配管	非常用ガス処理系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	●	既工認	応答解析	水平	0.5%	●	既工認	動的地震力の組合せ: 絶対値和法	建設工認 第22回 添付書類Ⅲ-2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-8「非常 用ガス処理系配管の耐 震性についての計算 書」	○	-
					既工認	応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	鉛直	3次元はりモデル		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	動的地震力の組合せ: S R S S法			
					今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析		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	動的地震力の組合せ: S R S S法			
					今回工認	応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	鉛直	3次元はりモデル		今回工認	応力解析	鉛直	0.5~3.0%		今回工認	動的地震力の組合せ: S R S S法			
放射線管理施設	主配管	可燃性ガス濃度制御系	配管支持 構造物	-	既工認	応答解析	-	○	既工認	応答解析	水平	-	●	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	築室発第474号 資料2-1-3「残留熱除 去系支持構造物の応力 計算書」	○	-
					既工認	応力解析	-		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-						
					今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析 (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	0.5~3.0%		今回工認	-			
					今回工認	応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	鉛直	3次元はりモデル		今回工認	応力解析	鉛直	0.5~3.0%		今回工認	-			
原子炉格納施設	主配管	不活性ガス系	配管本体	○	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析	○	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	●	既工認	応答解析	水平	0.5%	●	既工認	動的地震力の組合せ: 絶対値和法	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方 針」 (その他) 添付書類Ⅲ-2-5「不活 性ガス系配管の耐震性 についての計算書」	○	-
					既工認	応力解析	公式等による評価		既工認	応力解析	鉛直	3次元はりモデル		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	動的地震力の組合せ: S R S S法			
					今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析		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	動的地震力の組合せ: S R S S法			
					今回工認	応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	鉛直	3次元はりモデル		今回工認	応力解析	鉛直	0.5~3.0%		今回工認	動的地震力の組合せ: S R S S法			
原子炉格納施設	主配管	不活性ガス系	配管支持 構造物	-	既工認	応答解析	-	○	既工認	応答解析	水平	-	●	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	築室発第474号 資料2-1-3「残留熱除 去系支持構造物の応力 計算書」	○	-
					既工認	応力解析	-		既工認	応力解析	鉛直	-		既工認	応力解析	鉛直	-						
					今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析 (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	0.5~3.0%		今回工認	-			
					今回工認	応力解析	公式等による評価		今回工認	応力解析	鉛直	3次元はりモデル		今回工認	応力解析	鉛直	0.5~3.0%		今回工認	-			

別表3(2) 既設DB施設の耐震評価条件整理一覧表(機器・配管系のうち配管系の構造強度評価)

(※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				規格基準 に沿った手法		
			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)						
			相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容		相違内容			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		解析種別	方向	内容				
その他発電用原子炉の付属施設	主配管	軽油移送系	配管本体	既工認	応答解析	—	(応答解析) —	既工認	応答解析	水平	—	(応答解析) —	既工認	応答解析	水平	—	—	(減衰定数) 応答解析：○ (その他) 動的地震力の組合せ： ○	—			
					応力解析	—		既工認	応力解析	鉛直	—		既工認	応力解析	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	3次元はりモデル	—	今回工認	応答解析	鉛直	0.5%~3.0%				—		
				今回工認	応力解析	公式等による評価	—	今回工認	応力解析	鉛直	—	—	今回工認	応力解析	鉛直	—				—		
			配管支持 構造物	既工認	応答解析	—	(応答解析) —	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	—				—	—	—
					応力解析	—		既工認	応力解析	鉛直	—		既工認	応力解析	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	鉛直	0.5%~3.0%				—		
				今回工認	応力解析	公式等による評価	—	今回工認	応力解析	鉛直	—	—	今回工認	応力解析	鉛直	—				—		

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

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

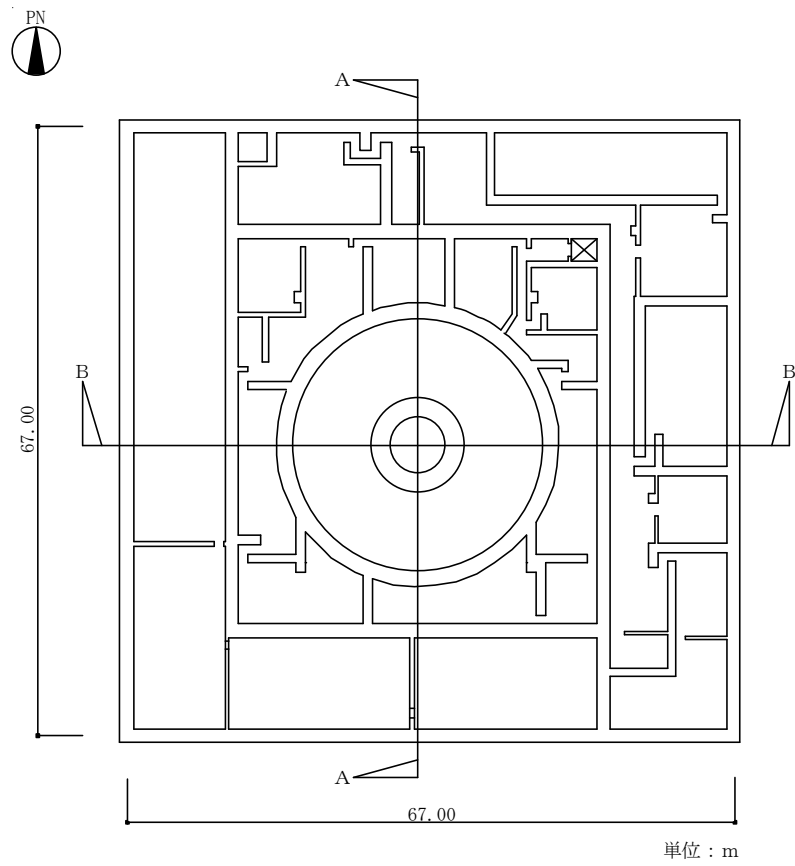
2.1 原子炉建屋の概要

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。

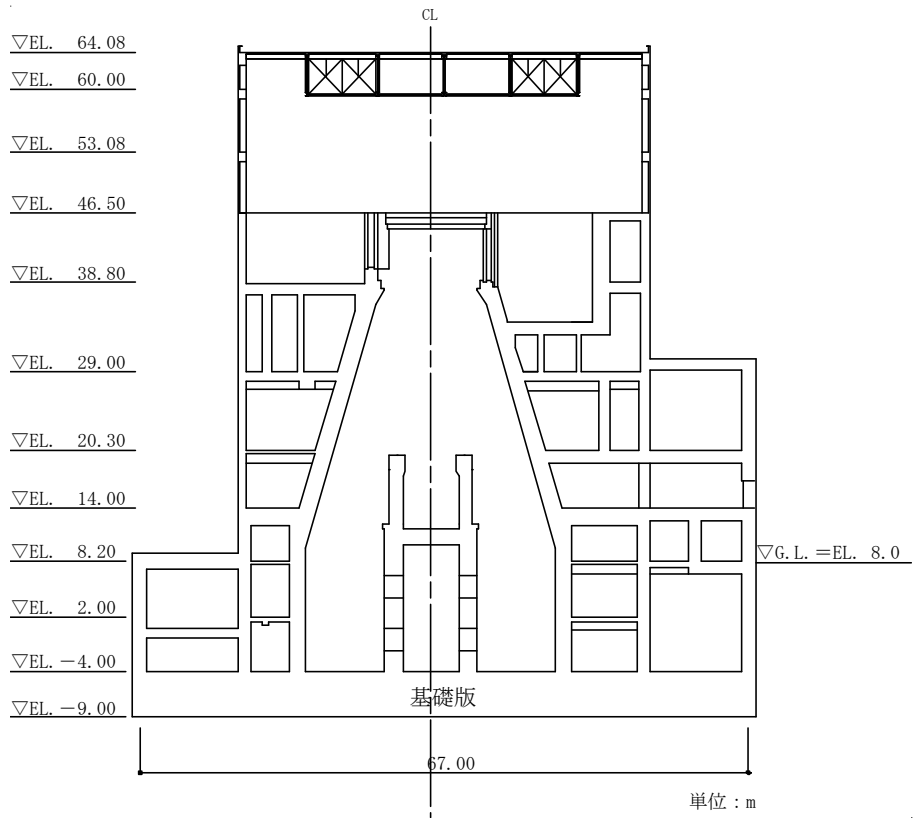
原子炉棟と付属棟とは同一基礎スラブ上に設置した一体構造であり、原子炉建屋の平面は、地下部分は約 67 m×約 67 m、地上部分は一部を除き約 41 m×約 44 m の矩形をしている。基礎底面からの高さは約 73 m であり、地上高さは約 56 m である。

原子炉建屋の基礎は、平面が約 67 m×約 67 m、厚さ 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。

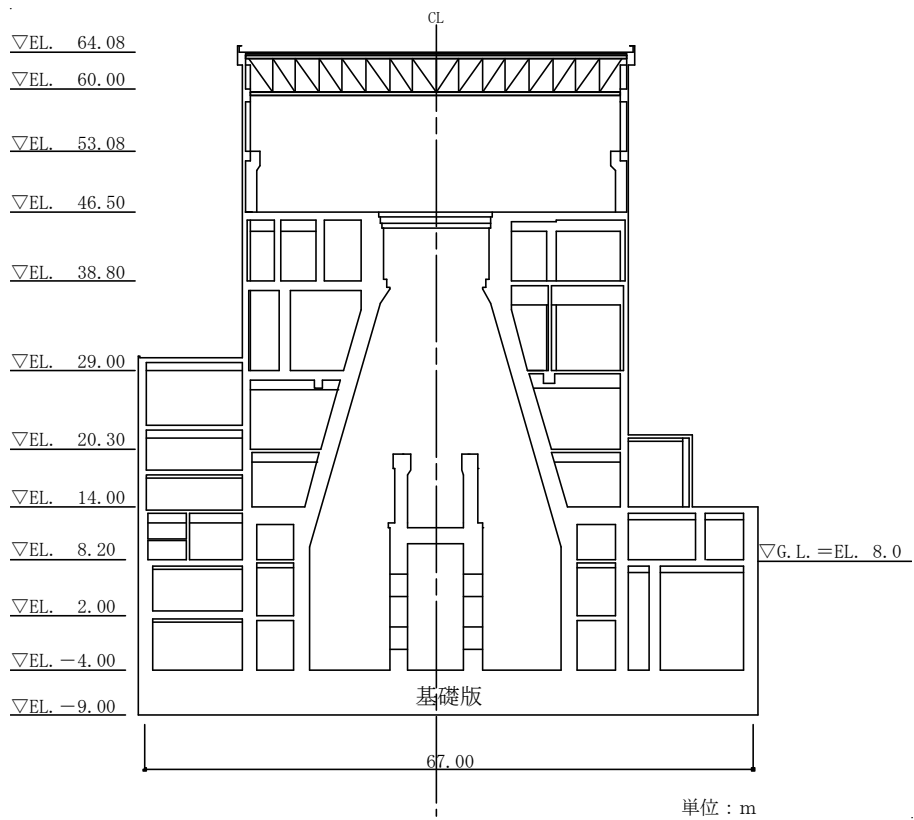


(EL. -4.0 m)

第 2-1 図 原子炉建屋の概要 (平面図)



(N S 方向, A - A 断面)



(E W 方向, B - B 断面)

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}

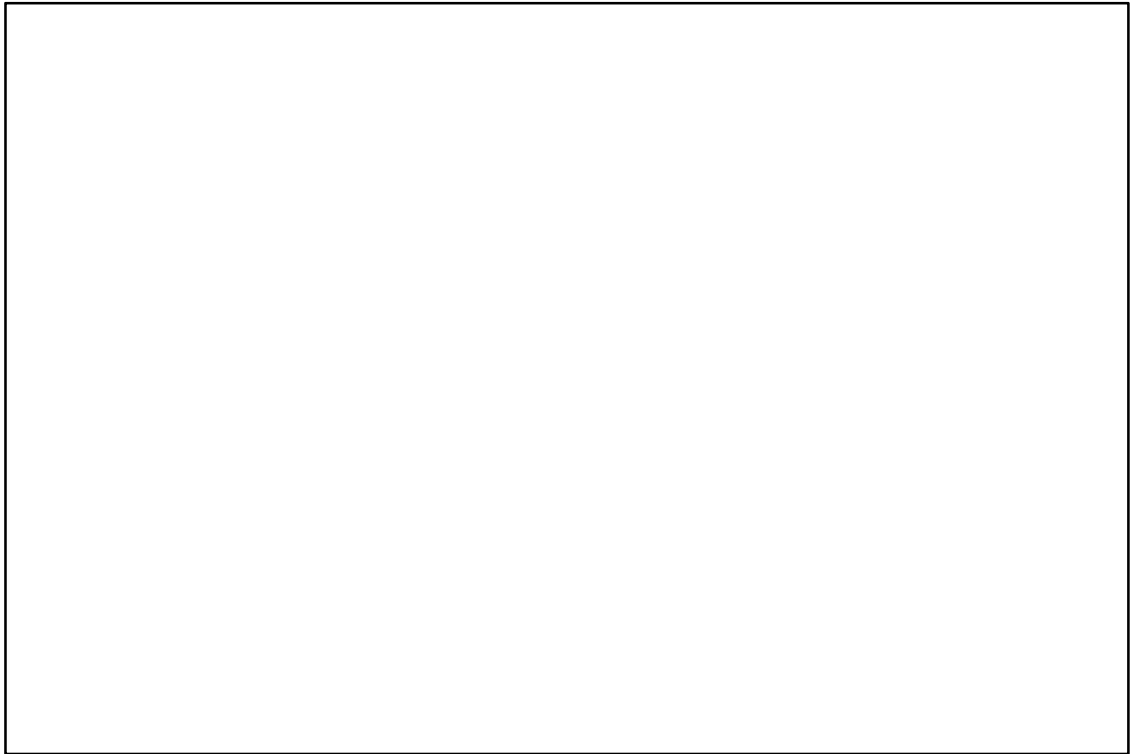
部位	設計基準強度		単位容積重量 γ kN/m ³	ポアソン比 ν	ヤング係数 E N/mm ²	せん断 弾性係数 G N/mm ²
	F c kgf/cm ²	F c ^{※2} N/mm ²				
建屋	225	22.1	24.0	0.2	2.21×10^4	9.21×10^3
人工岩盤	140	13.7	23.0	0.2	1.88×10^4	7.83×10^3
鋼材	-	-	77.1	0.3	2.05×10^5	7.9×10^4

※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 F c は 9.80665 m/s^2 を用いて換算した。

2.2 原子炉建屋の位置

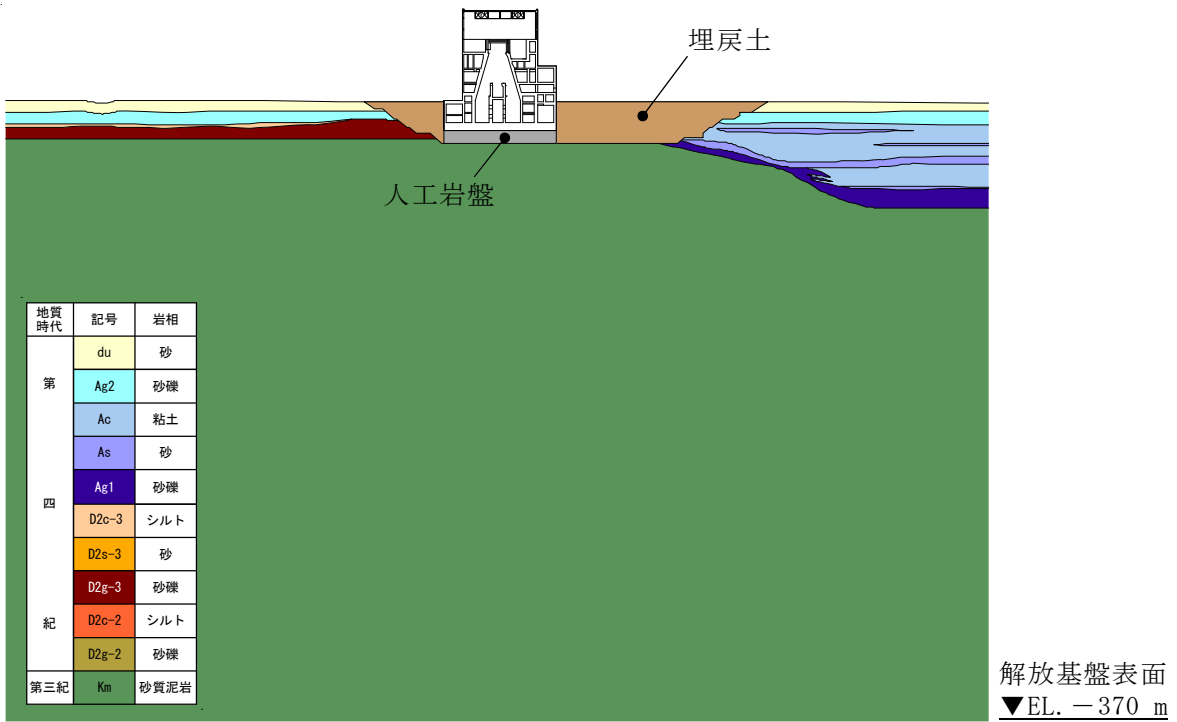
第 2-3 図の構内配置図に原子炉建屋の位置を示す。



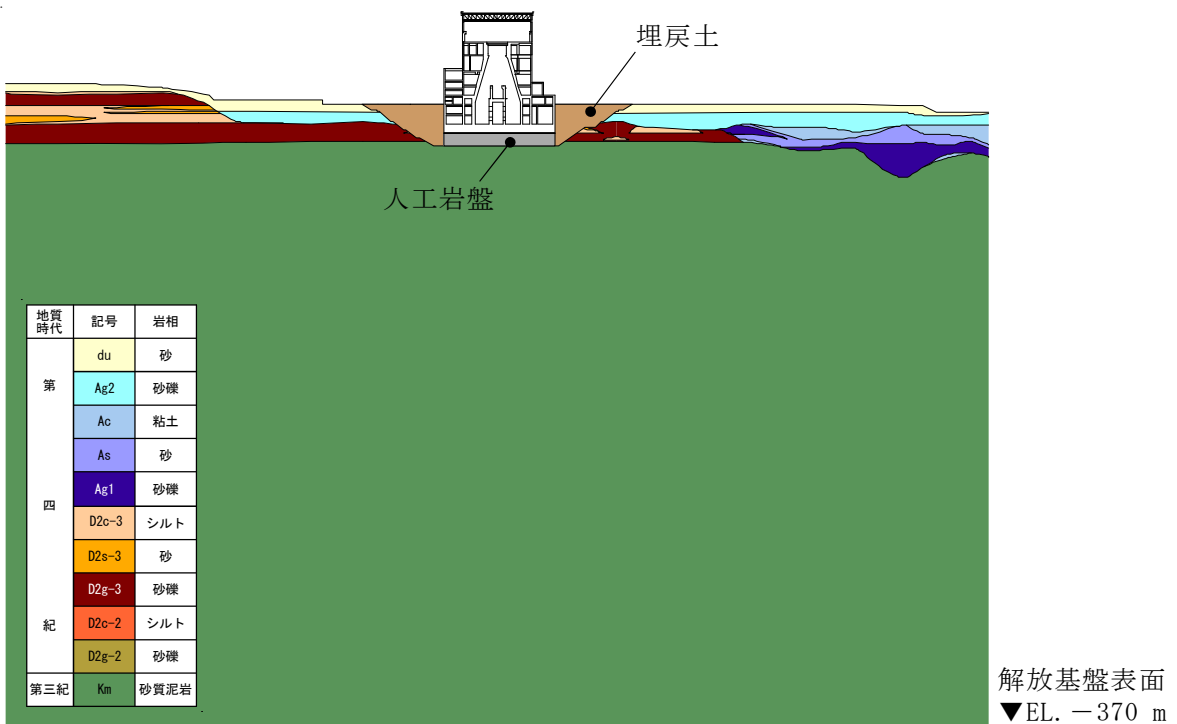
第 2-3 図 構内配置図

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。



(N S 方向)



(E W 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。

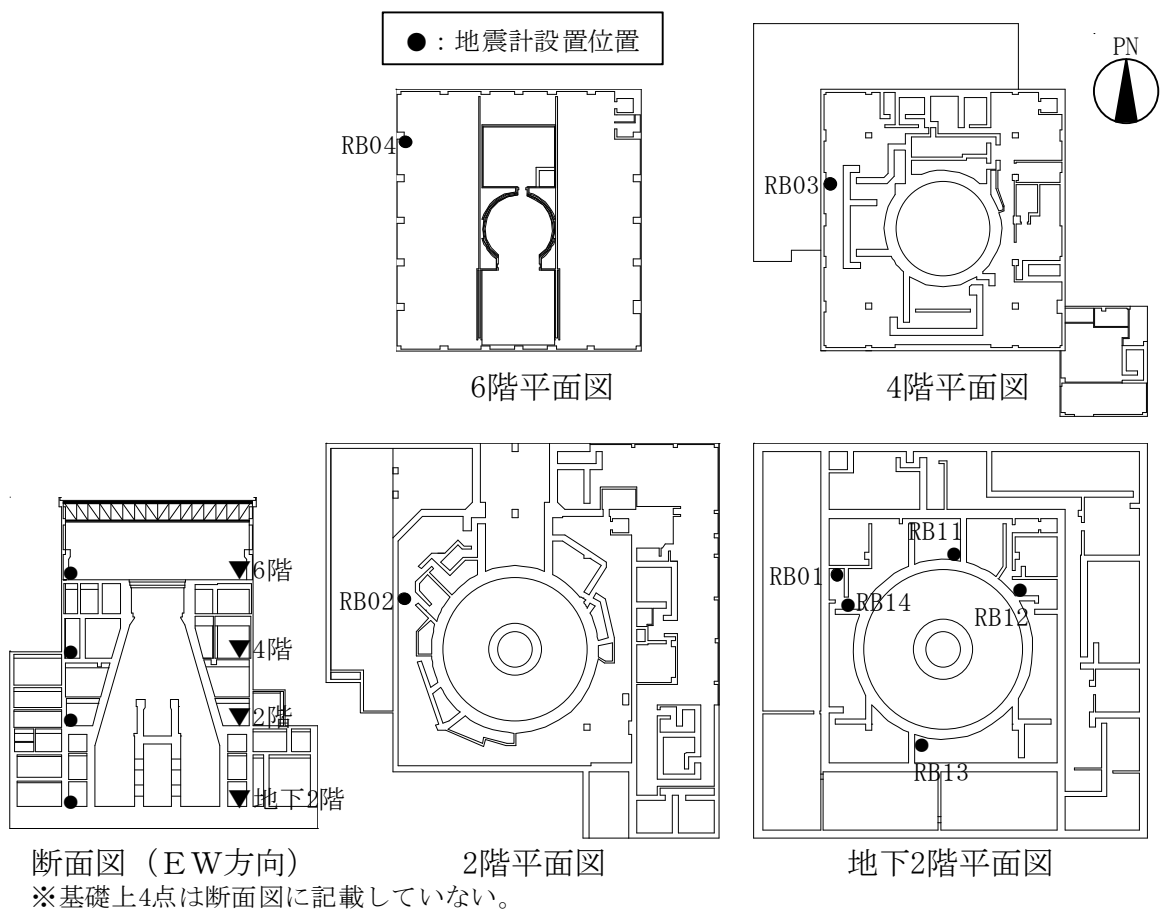
建設当時の工認（以下「既工認」という。）では、原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4601-1987〔社団法人日本電気協会〕（以下「J E A G 4601-1987」という。）制定前であったため、解放基盤表面という概念が無く、地盤応答解析を介さずに人工岩盤下端に設計波を直接入力していた。そのため人工岩盤を建屋モデル側にモデル化し、建屋と側面地盤の相互作用は考慮していなかった。

今回工認の地震応答解析モデルを検討するにあたり、「J E A G 4601-1987」及び原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4601-1991 追補版〔社団法人日本電気協会〕（以下「J E A G 4601-1991 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(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。



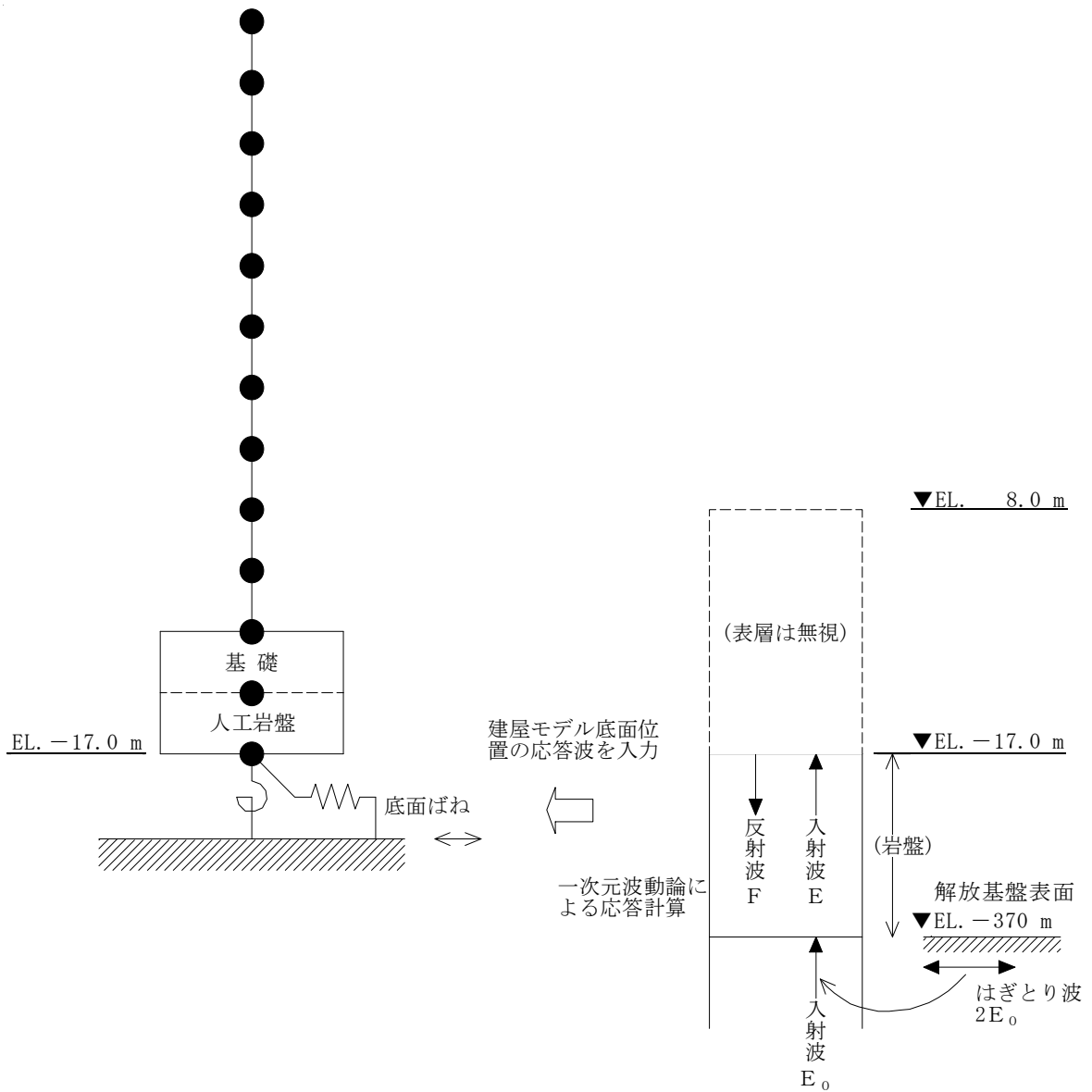
第3-1図 原子炉建屋の地震計設置位置

3.3 建屋－地盤動的相互作用の評価法について

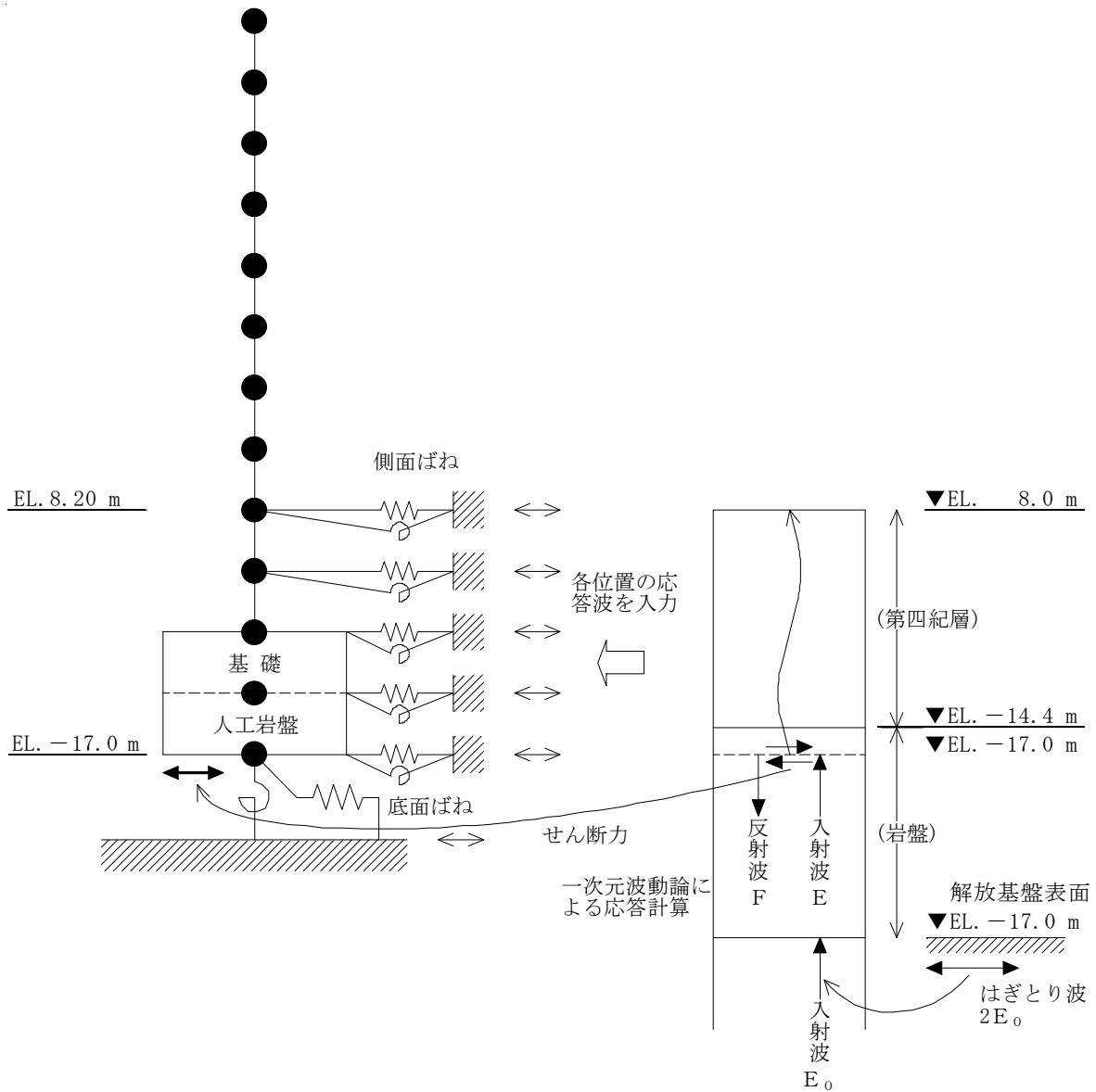
既工認では、埋込み効果を見逃した、スウェイ・ロッキングモデル（以下「SRモデル」という。）として、建屋と地盤の相互作用を考慮している。

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。

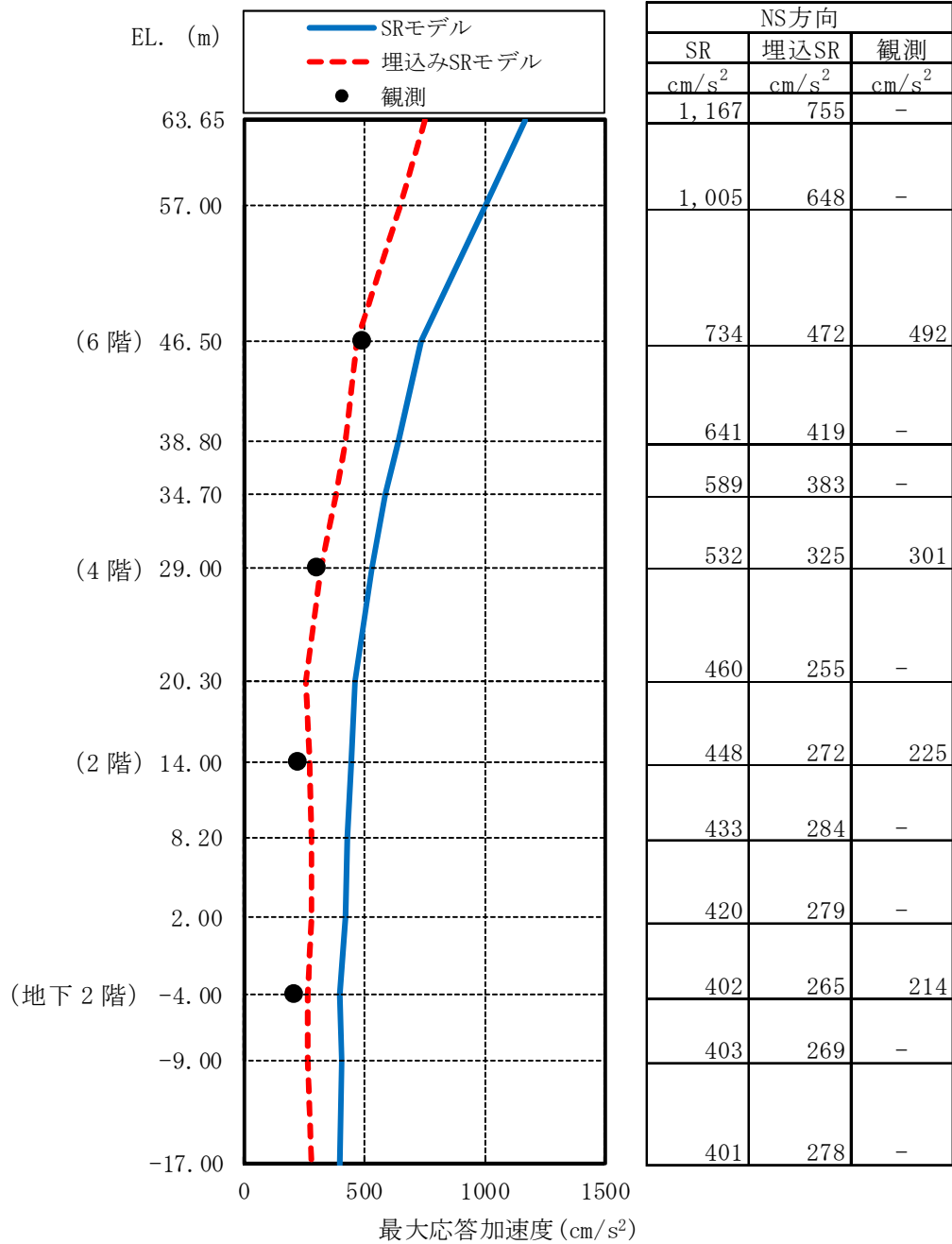
東北地方太平洋沖地震のシミュレーション解析結果として、両者の最大応答加速度分布の比較を第3-4図及び第3-5図に、床応答スペクトルの比較を第3-6図及び第3-7図に示す。これらの解析結果より埋込みSRモデルを用いた方が、SRモデルを用いた場合に比べ、観測記録との整合が改善しており、より実状に近い建屋の振動性状を評価できているものと考えられる。



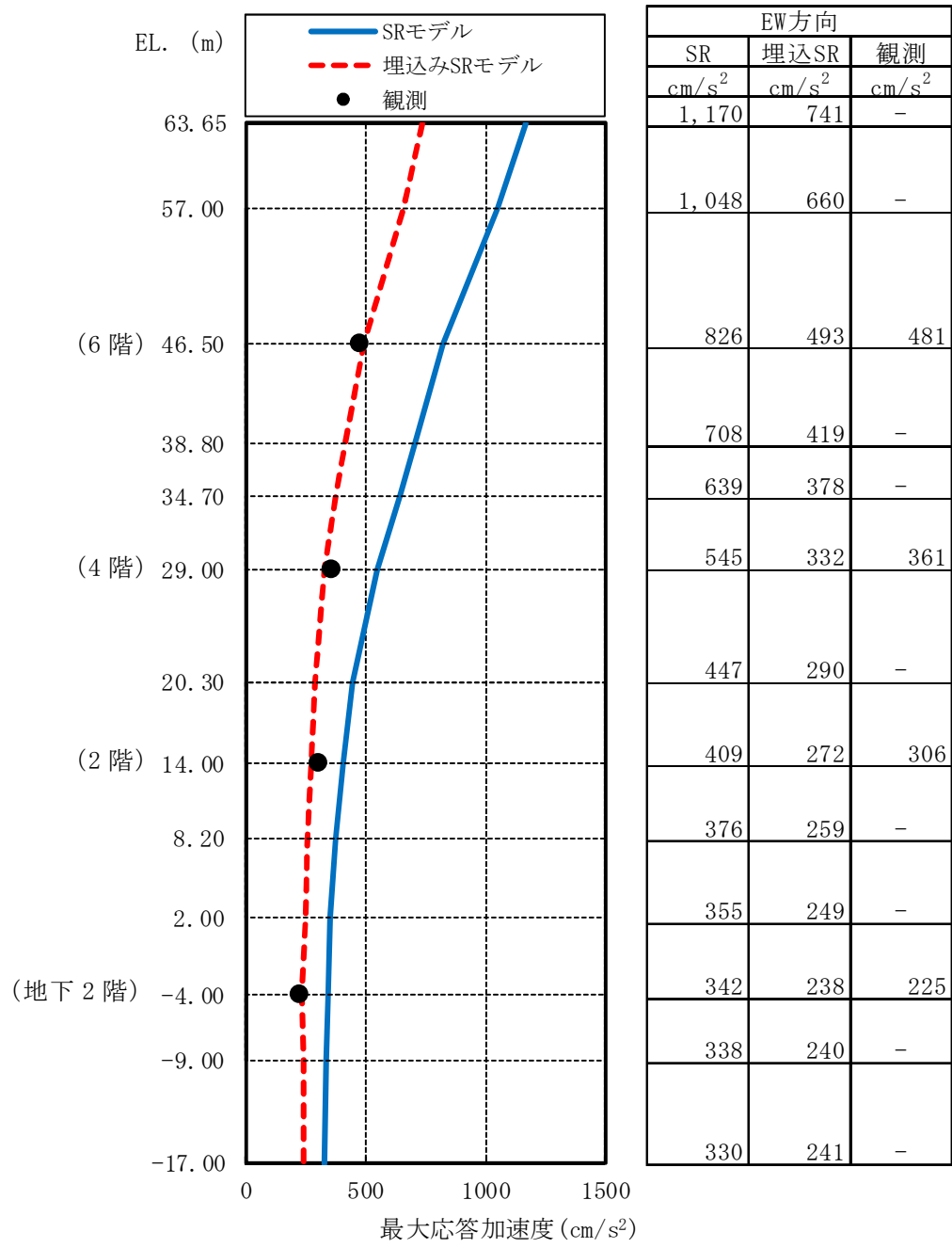
第 3-2 図 SRモデルによる地震応答解析の概要



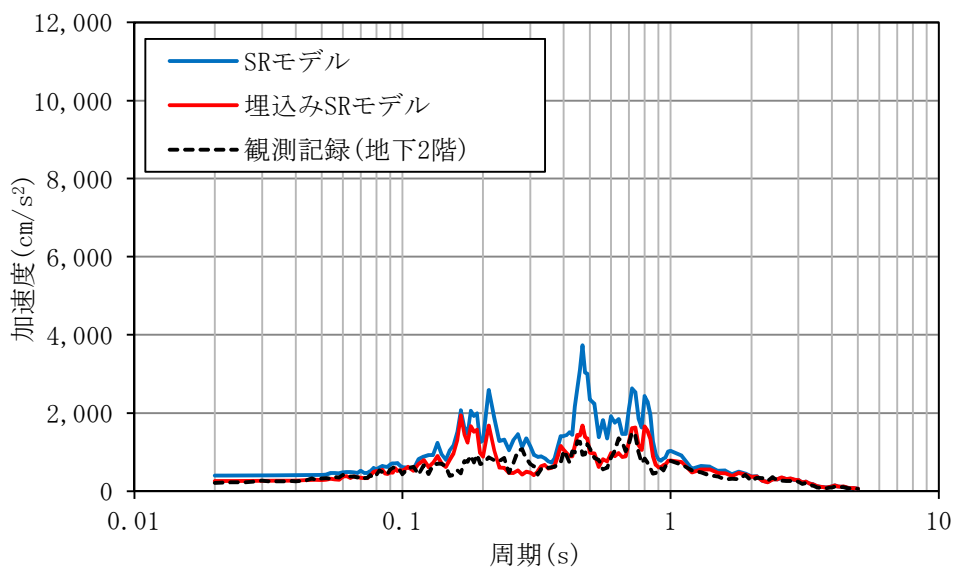
第 3-3 図 埋込み S R モデルによる地震応答解析の概要



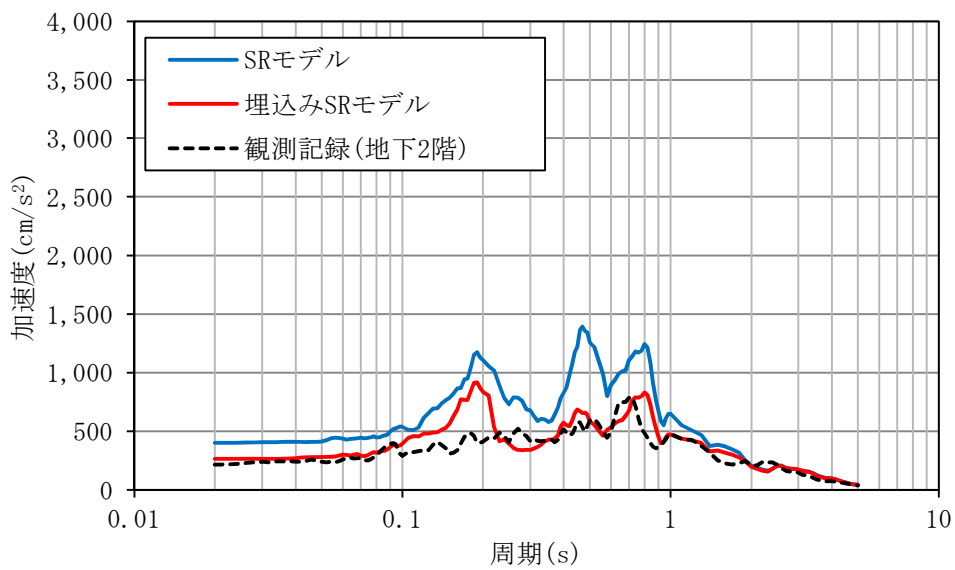
第3-4図 最大応答加速度分布の比較 (NS方向)



第 3-5 図 最大応答加速度分布の比較 (EW方向)



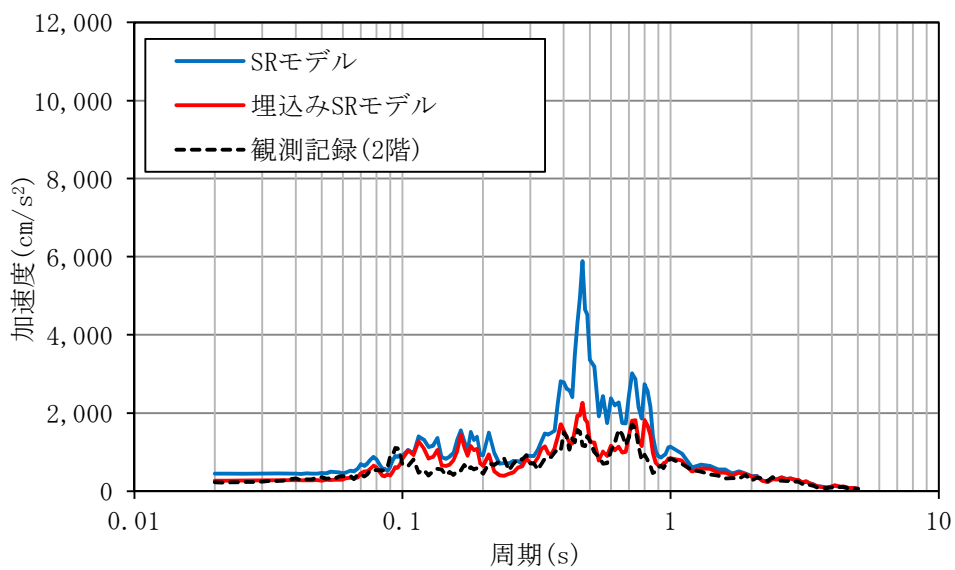
$h = 1\%$



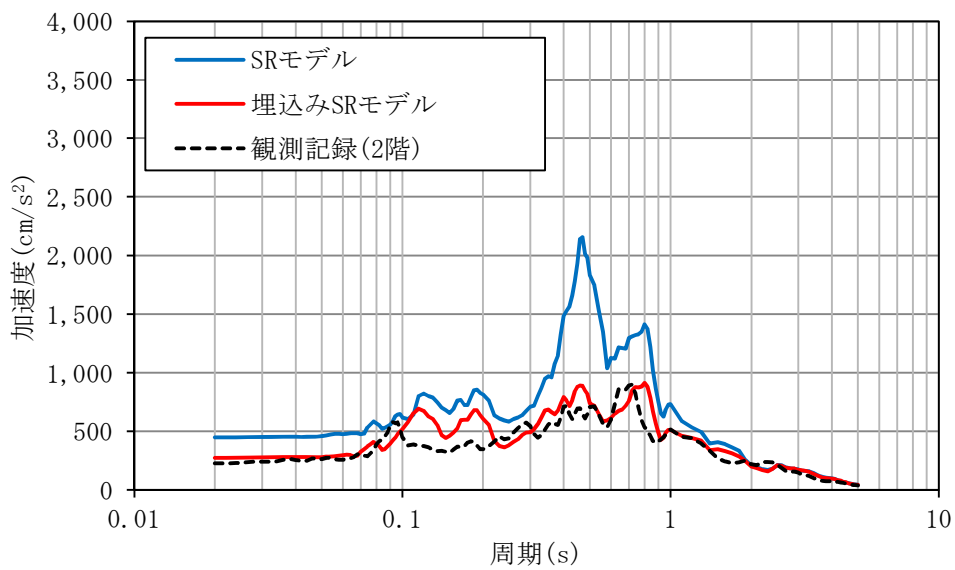
$h = 5\%$

地下 2 階

第 3-6 図 (1/4) 床応答スペクトルの比較 (NS 方向)



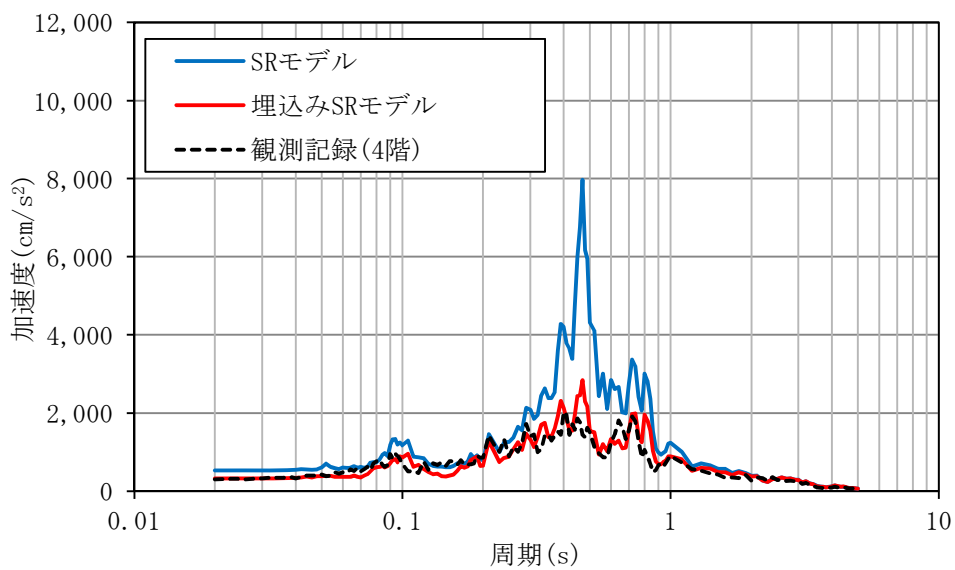
h = 1%



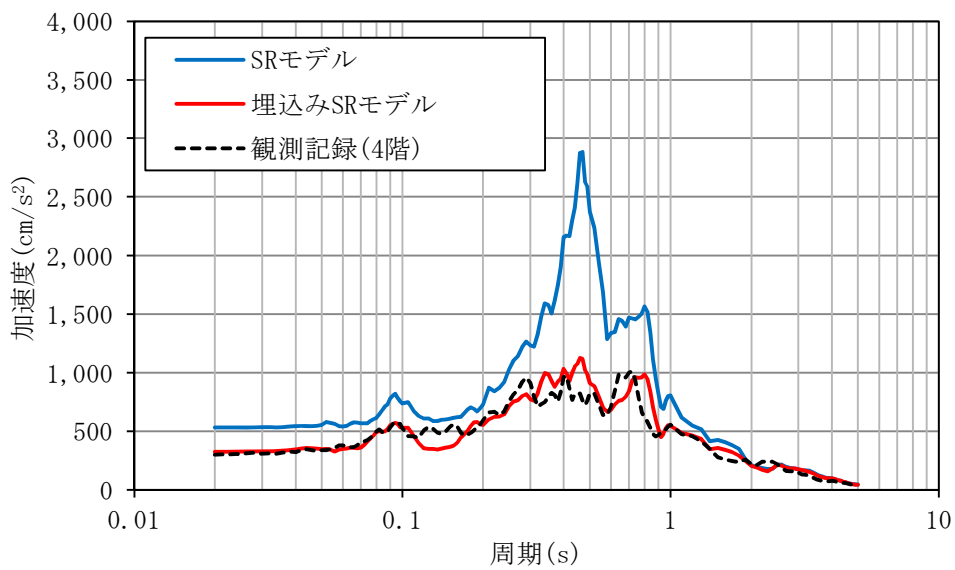
h = 5%

2 階

第 3-6 図 (2/4) 床応答スペクトルの比較 (NS 方向)



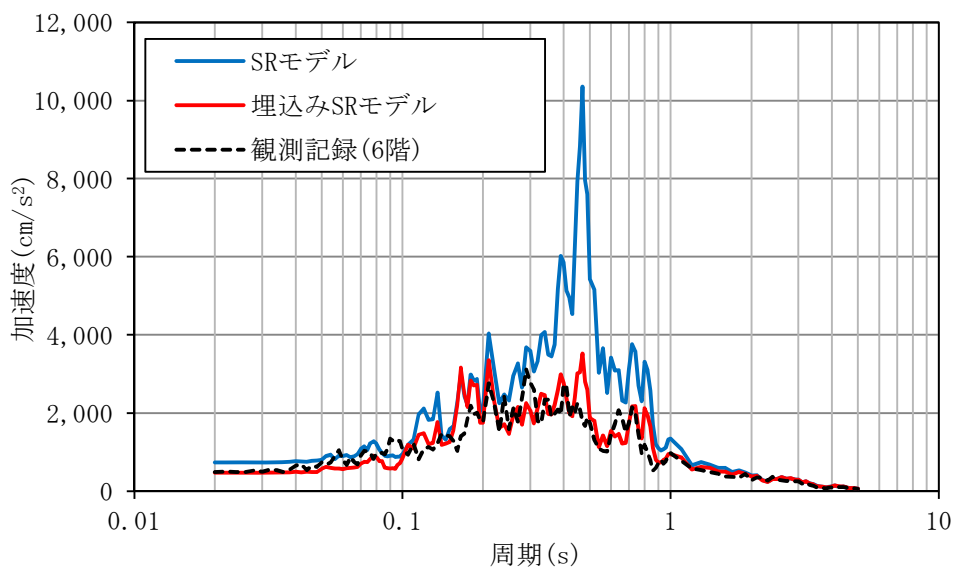
$h = 1\%$



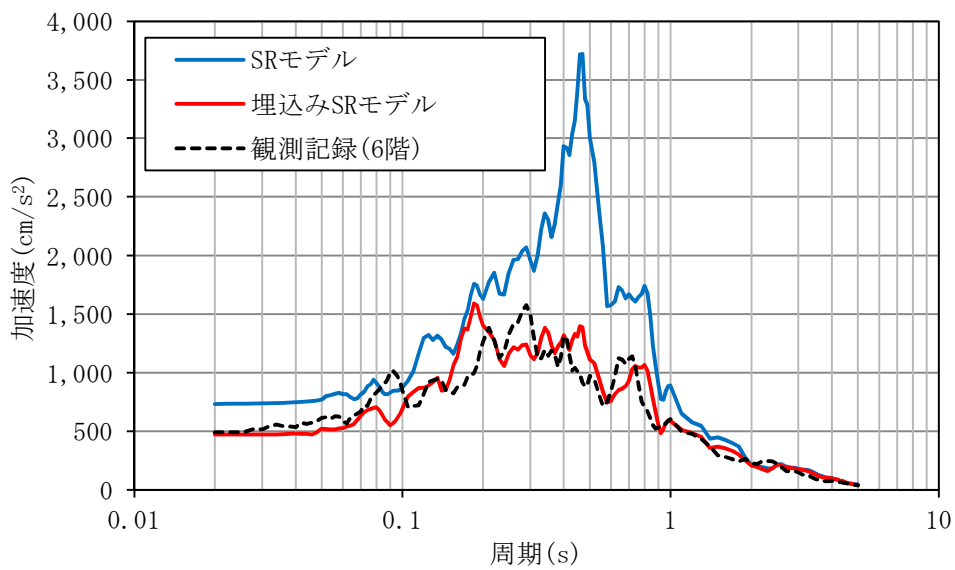
$h = 5\%$

4 階

第 3-6 図 (3/4) 床応答スペクトルの比較 (NS 方向)



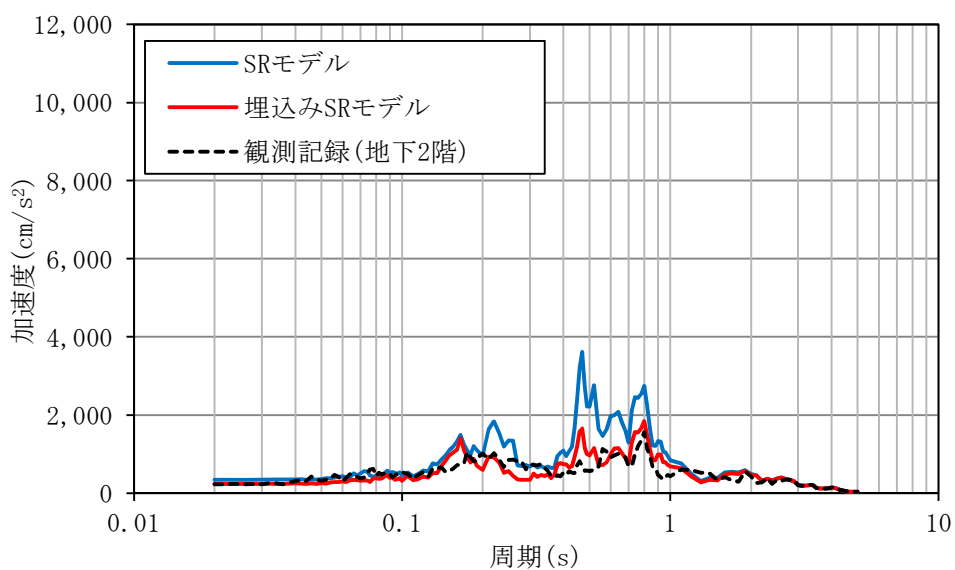
$h = 1\%$



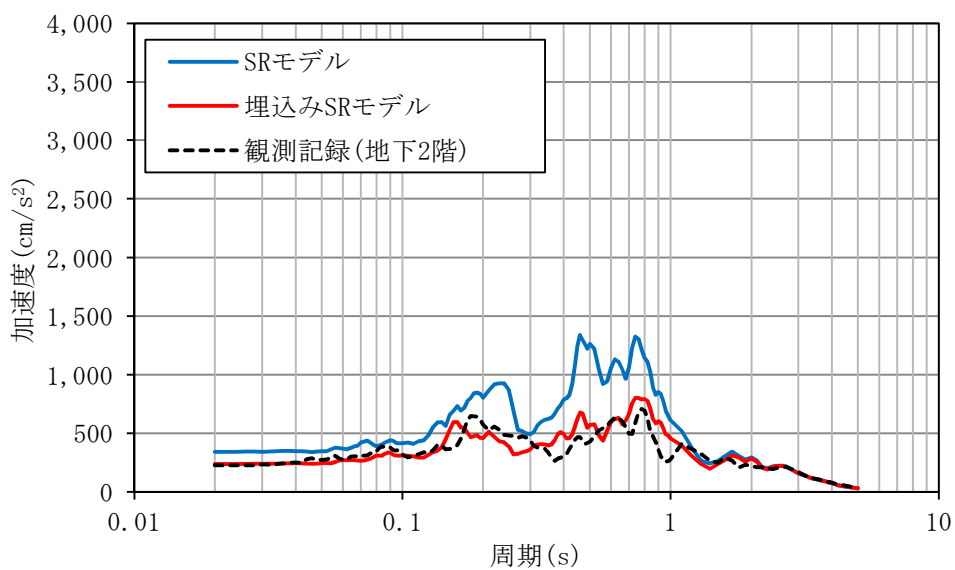
$h = 5\%$

6 階

第 3-6 図 (4/4) 床応答スペクトルの比較 (NS 方向)



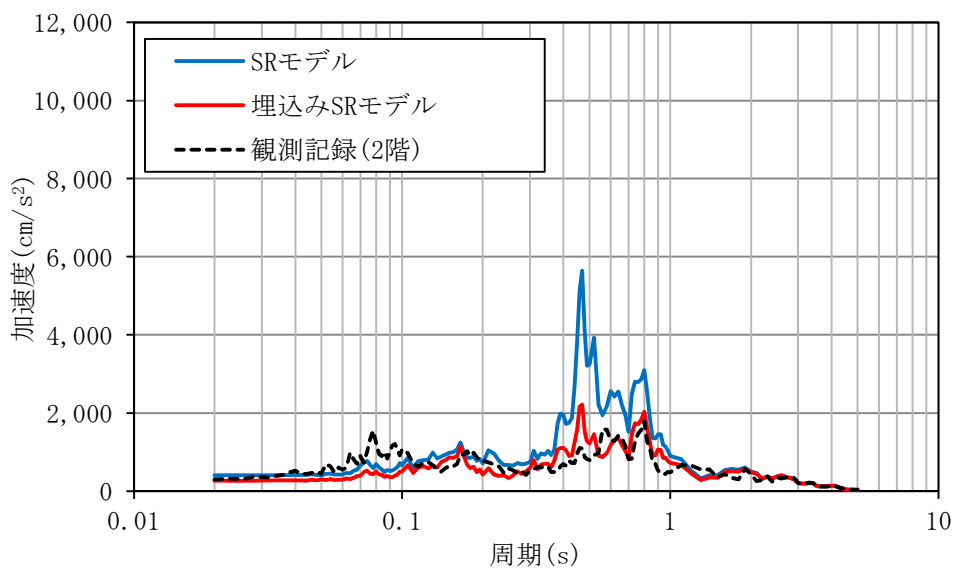
$h = 1\%$



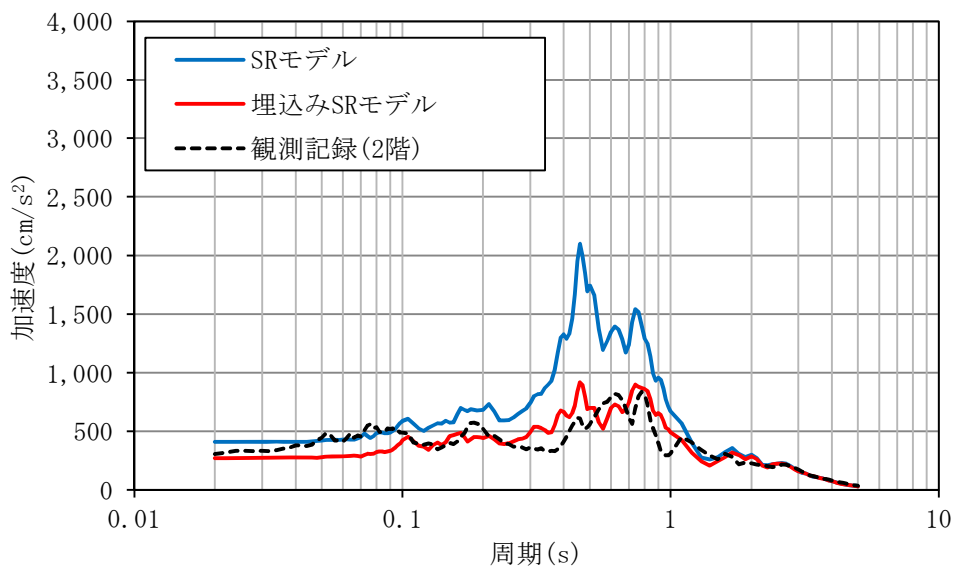
$h = 5\%$

地下 2 階

第 3-7 図 (1/4) 床応答スペクトルの比較 (E W 方向)



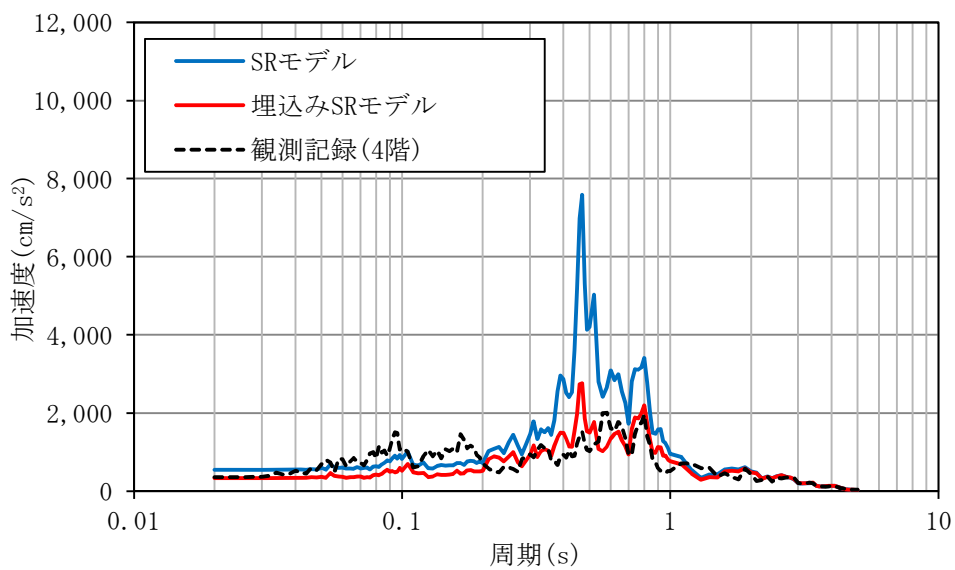
$h = 1\%$



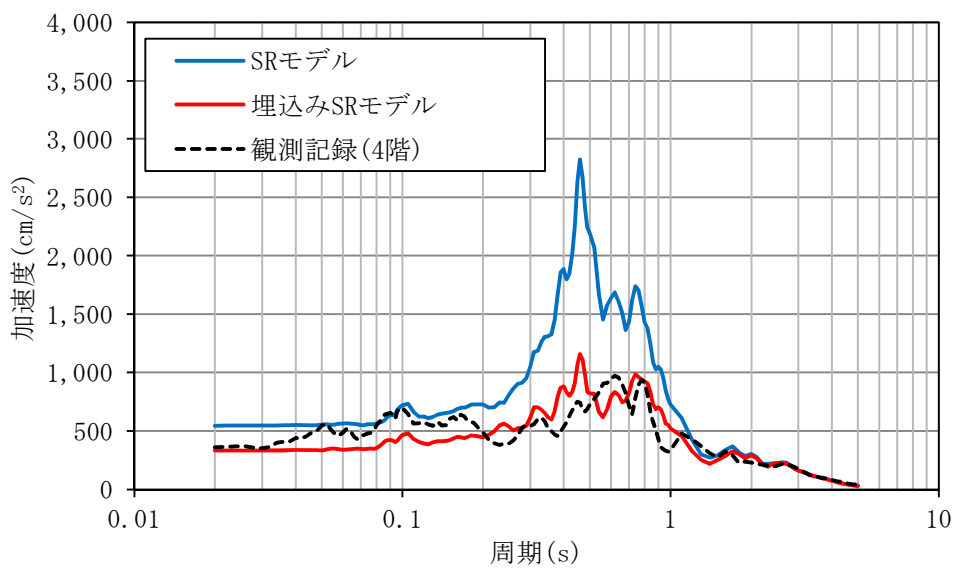
$h = 5\%$

2 階

第 3-7 図 (2/4) 床応答スペクトルの比較 (E W 方向)



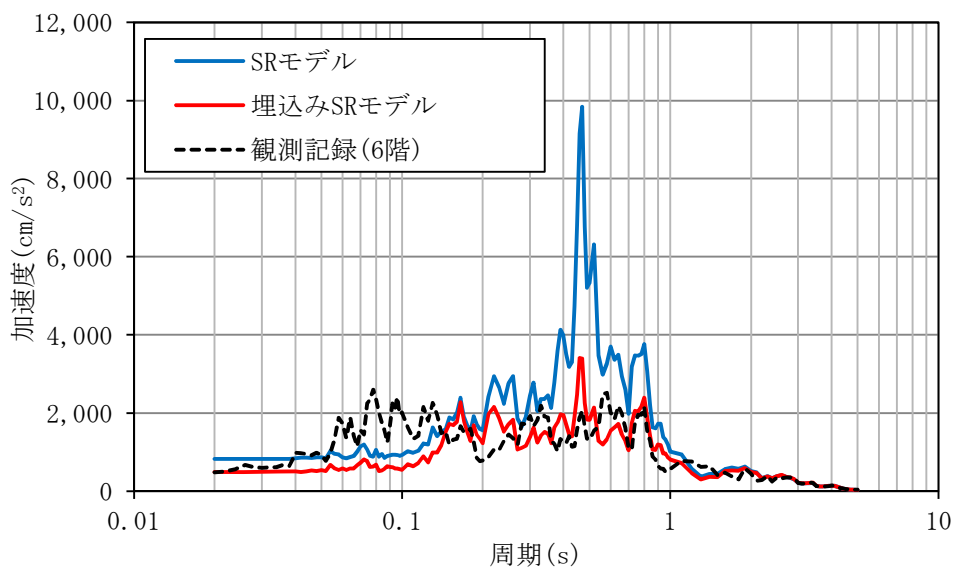
$h = 1\%$



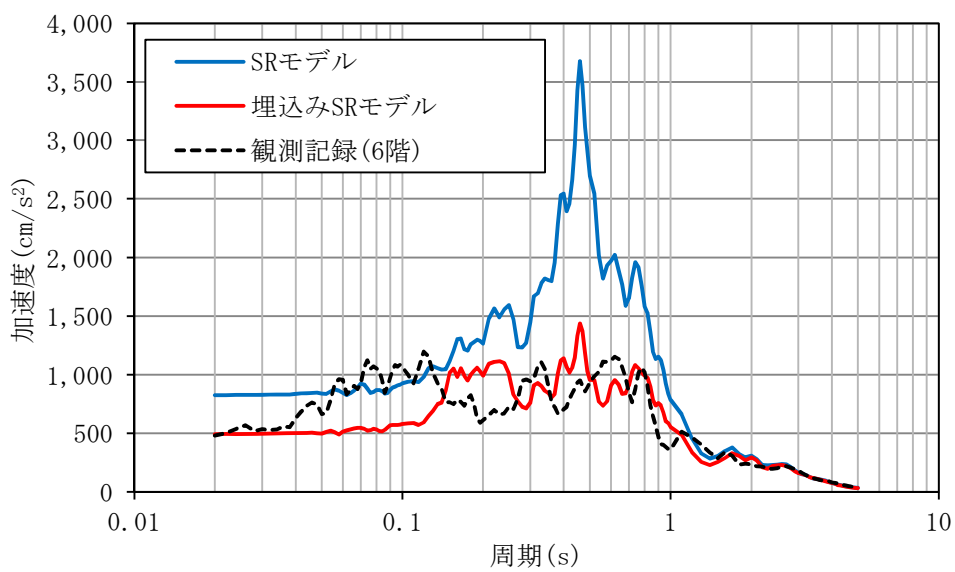
$h = 5\%$

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

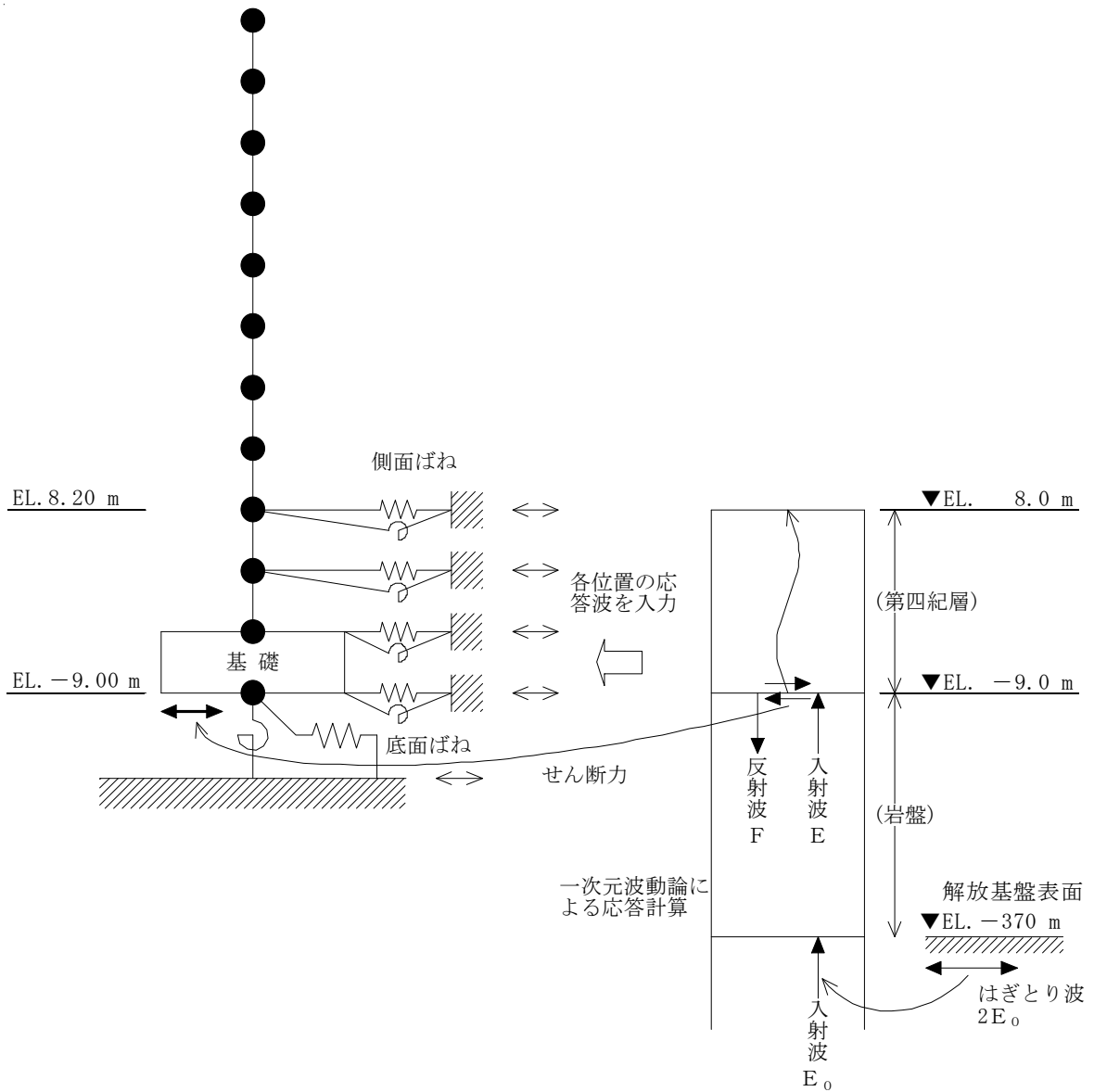
第 3-7 図 (4/4) 床応答スペクトルの比較 (EW 方向)

3.4 工認上の人工岩盤のモデル化について

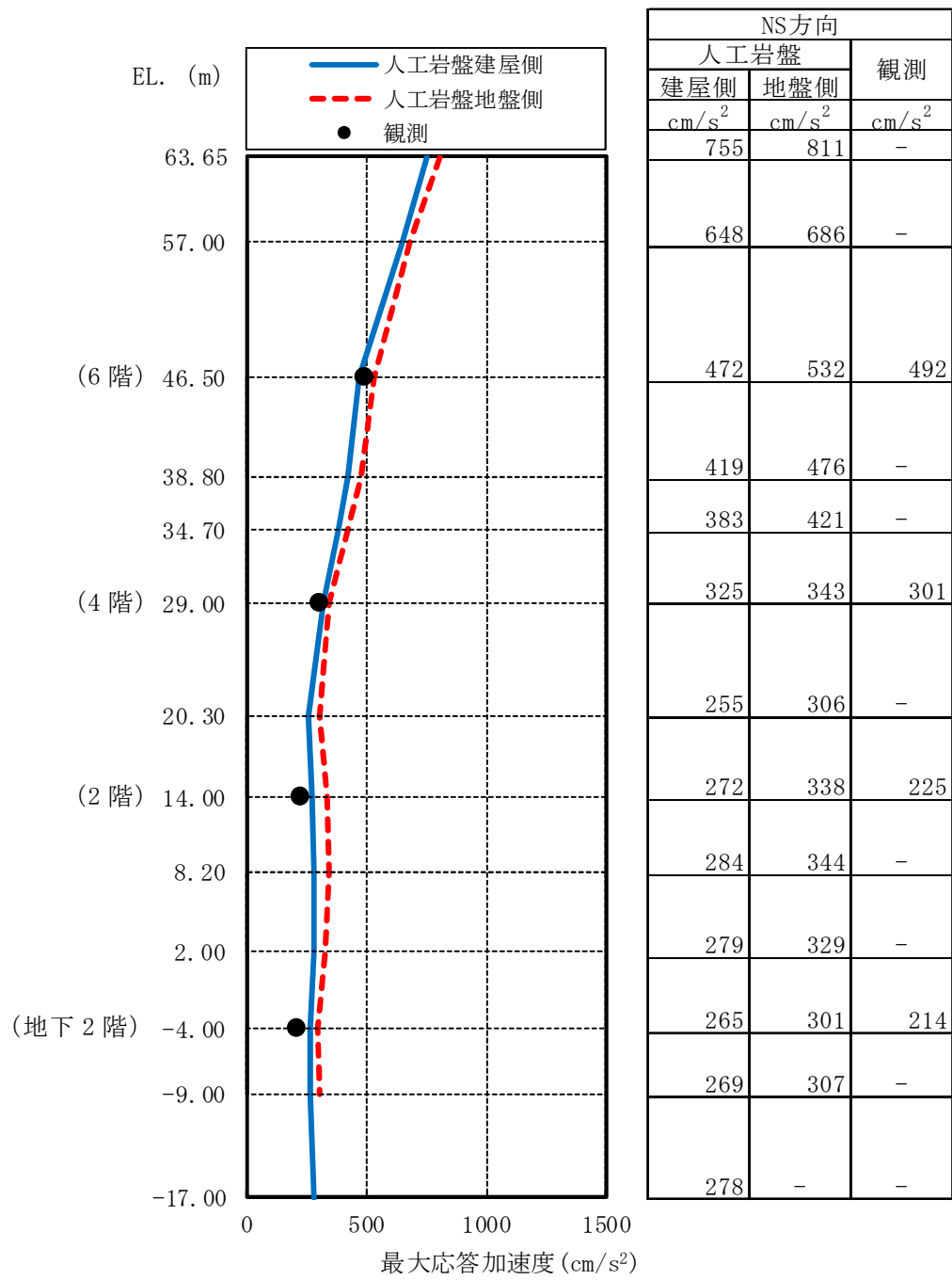
既工認では、人工岩盤を建屋モデル側にモデル化し、地震応答解析を行っていたが、ここでは、人工岩盤を地盤モデル側に岩盤としてモデル化した場合の建屋応答への影響について検討した。

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. -9.0 m 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 S R モデルを用いた。

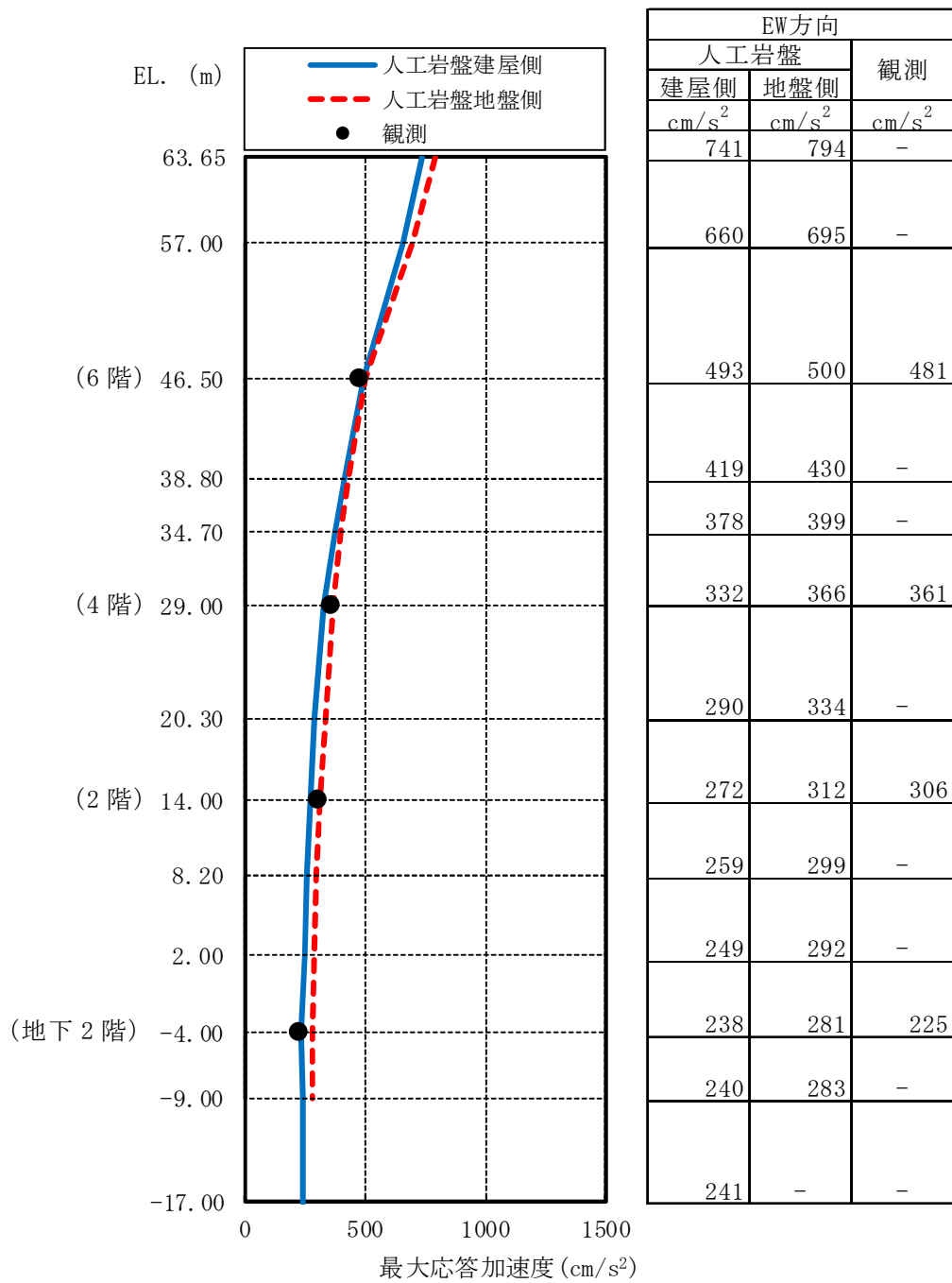
東北地方太平洋沖地震のシミュレーション解析結果として最大応答加速度分布の比較を第 3-9 図及び第 3-10 図に、床応答スペクトルの比較を第 3-11 図及び第 3-12 図に示す。人工岩盤を地盤モデル側に岩盤としてモデル化した場合は、建屋モデル側にモデル化した場合の応答に比べ、概ね同程度であるか一部の周期帯では若干大きくなることが確認できた。そのため今回の工認では、保守的に人工岩盤を地盤モデル側に岩盤としてモデル化する方針とした。



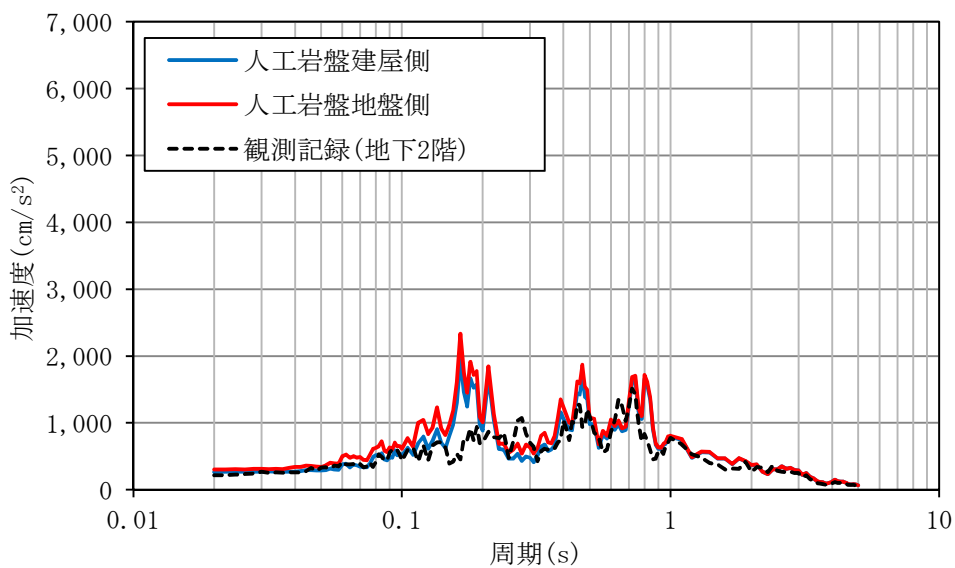
第 3-8 図 人工岩盤を岩盤としてモデル化した場合の地震応答解析の概要



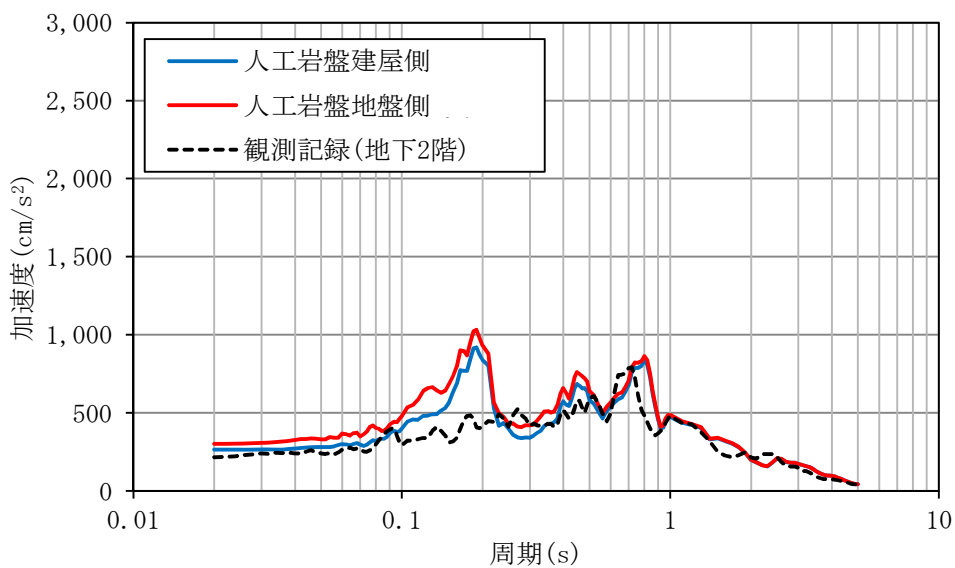
第 3-9 図 最大応答加速度分布の比較 (NS 方向)



第 3-10 図 最大応答加速度分布の比較 (EW方向)



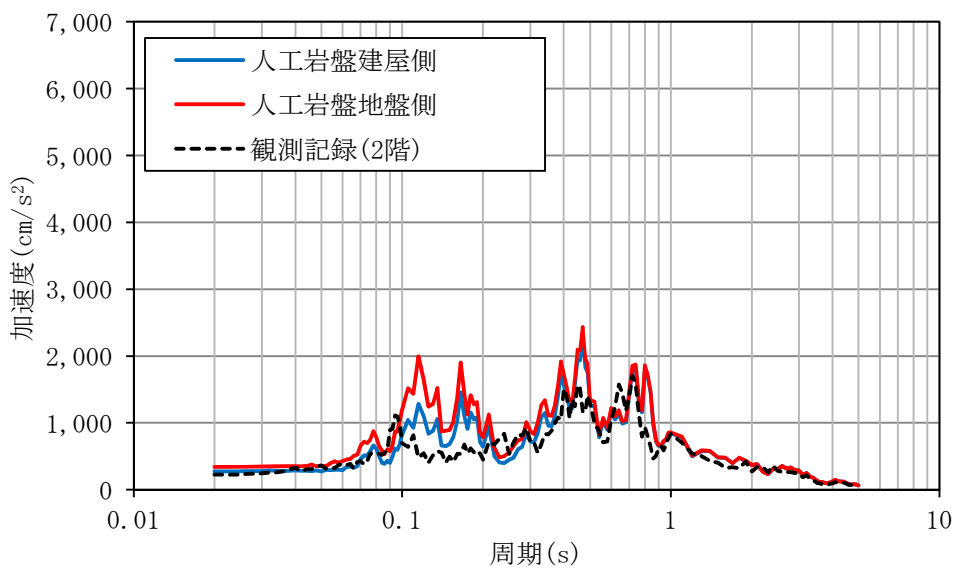
$h = 1\%$



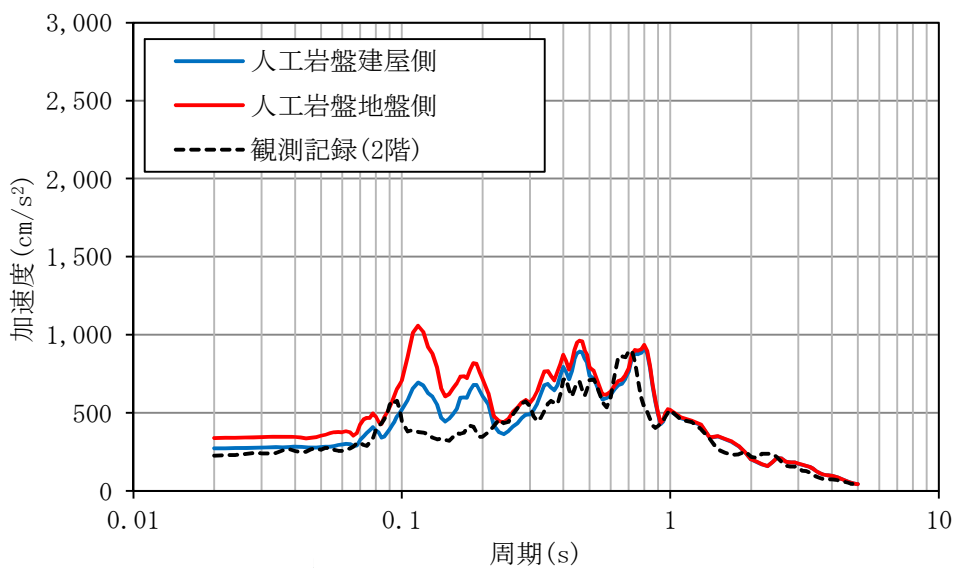
$h = 5\%$

地下 2 階

第 3-11 図 (1/4) 床応答スペクトルの比較 (N S 方向)



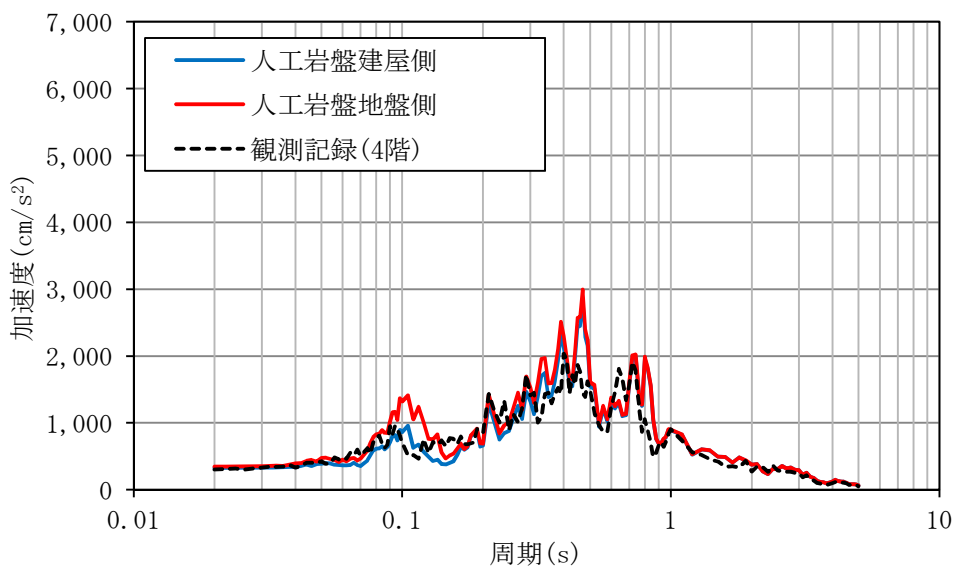
$h = 1\%$



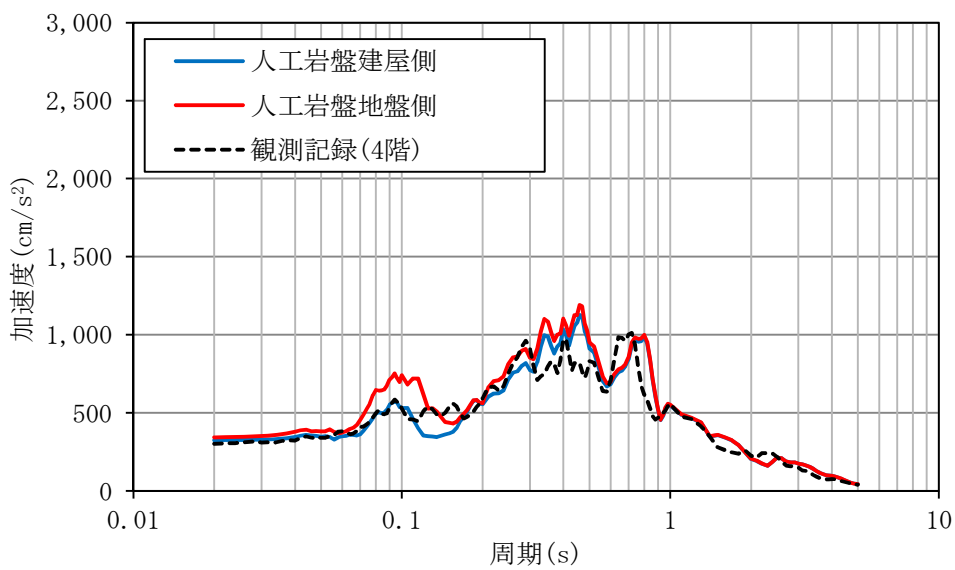
$h = 5\%$

2 階

第 3-11 図 (2/4) 床応答スペクトルの比較 (N S 方向)



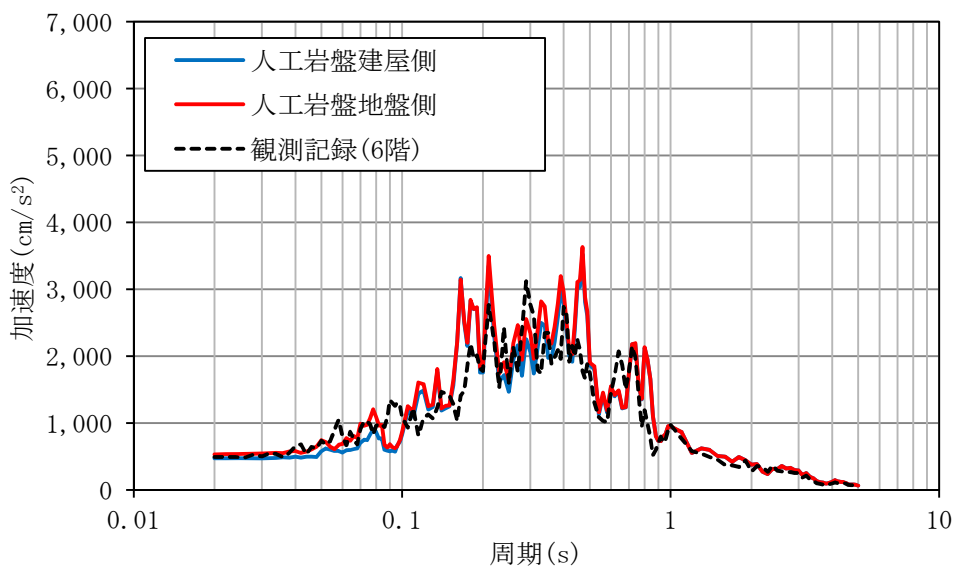
$h = 1\%$



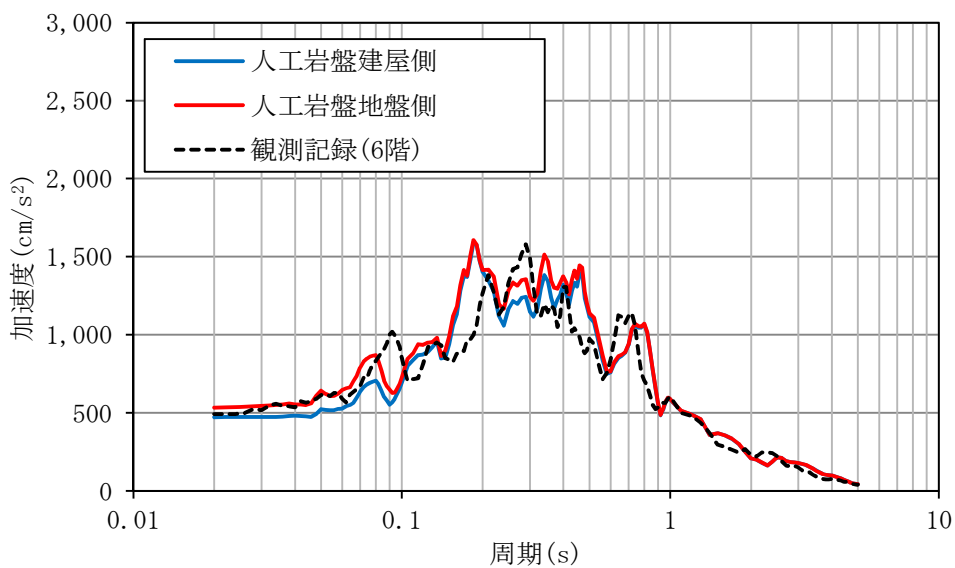
$h = 5\%$

4 階

第 3-11 図 (3/4) 床応答スペクトルの比較 (N S 方向)



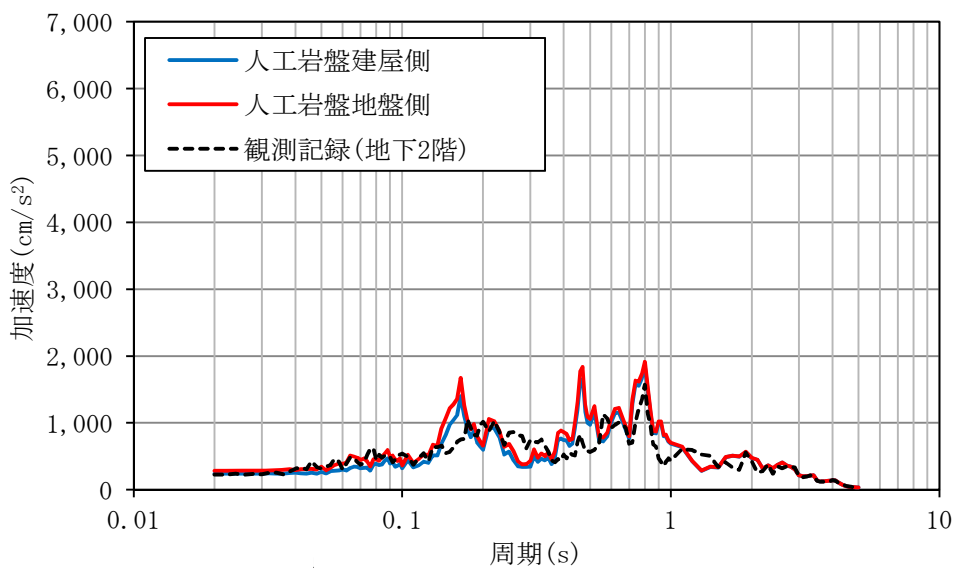
$h = 1\%$



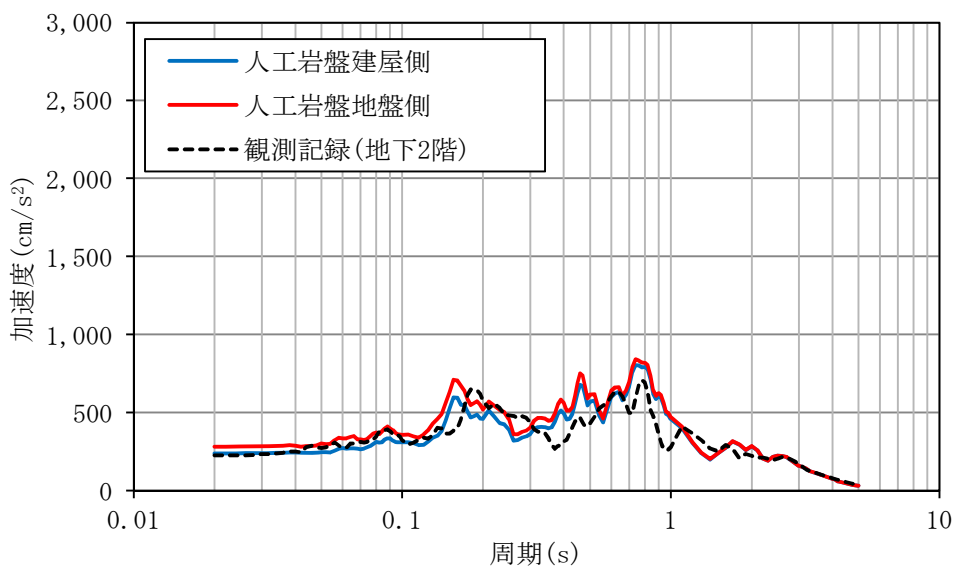
$h = 5\%$

6 階

第 3-11 図 (4/4) 床応答スペクトルの比較 (N S 方向)



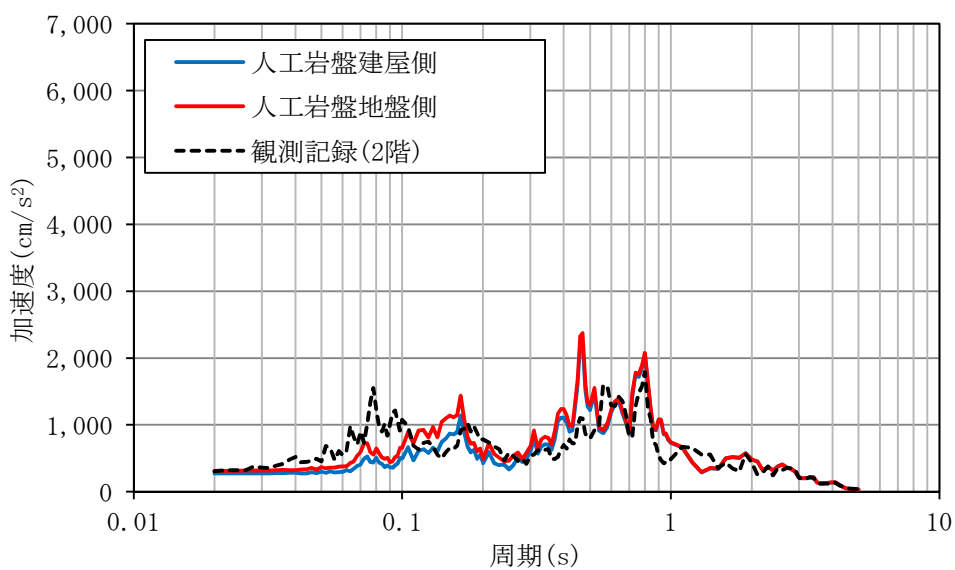
h = 1%



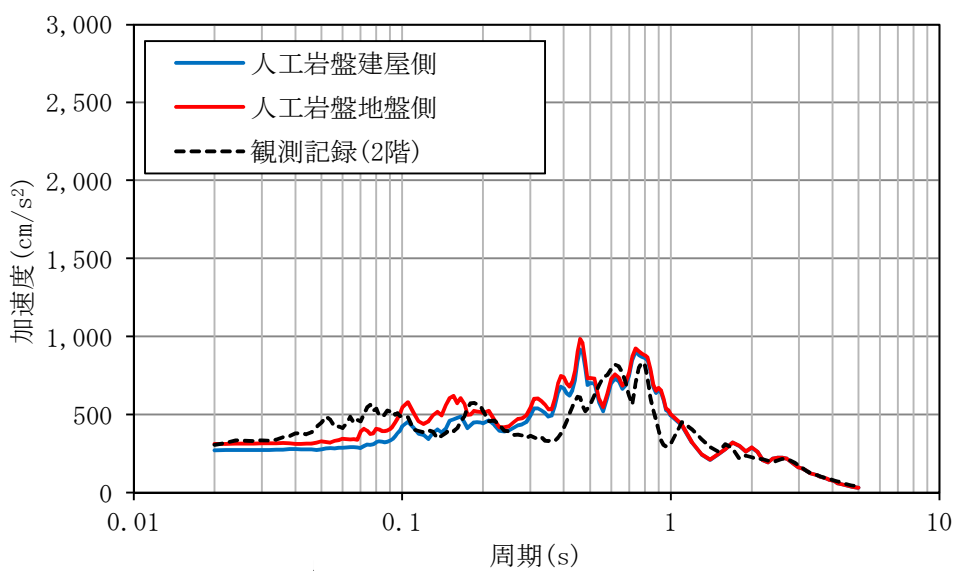
h = 5%

地下 2 階

第 3-12 図 (1/4) 床応答スペクトルの比較 (E W 方向)



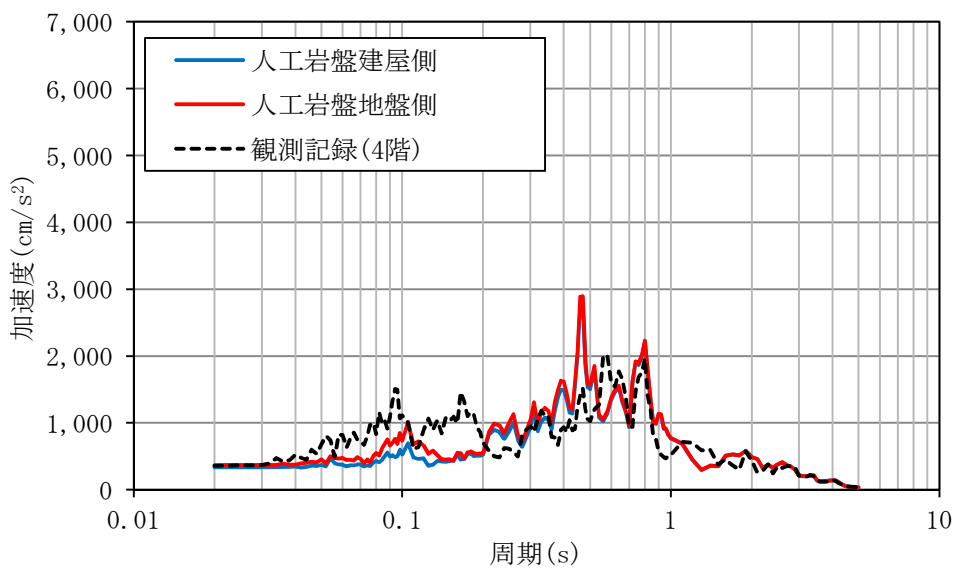
$h = 1\%$



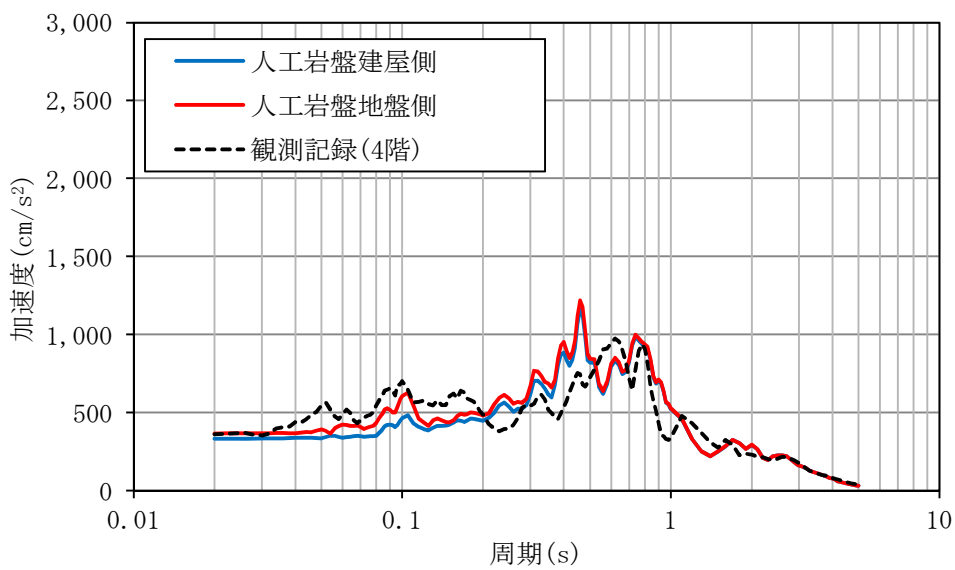
$h = 5\%$

2 階

第 3-12 図 (2/4) 床応答スペクトルの比較 (E W方向)



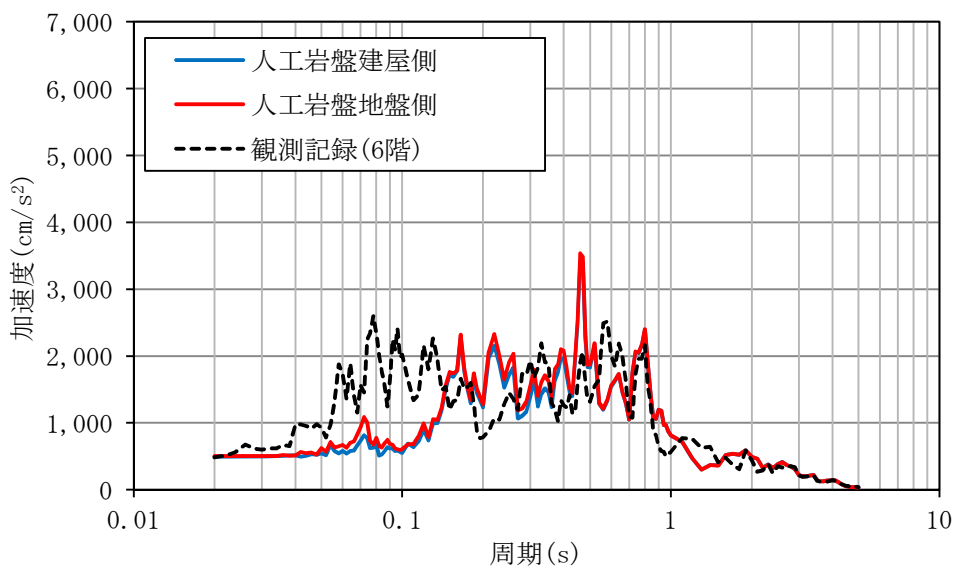
$h = 1\%$



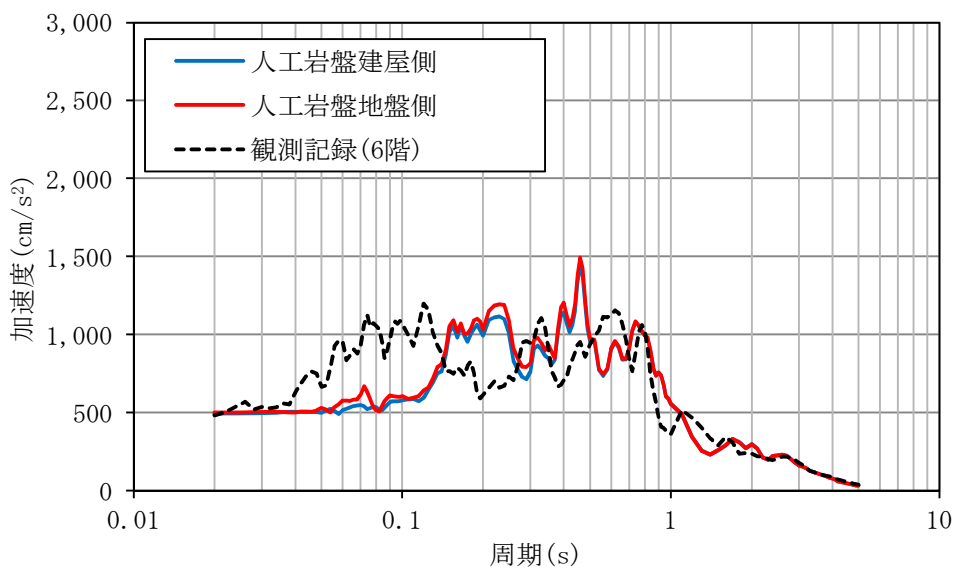
$h = 5\%$

4 階

第 3-12 図 (3/4) 床応答スペクトルの比較 (E W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 (E W 方向)

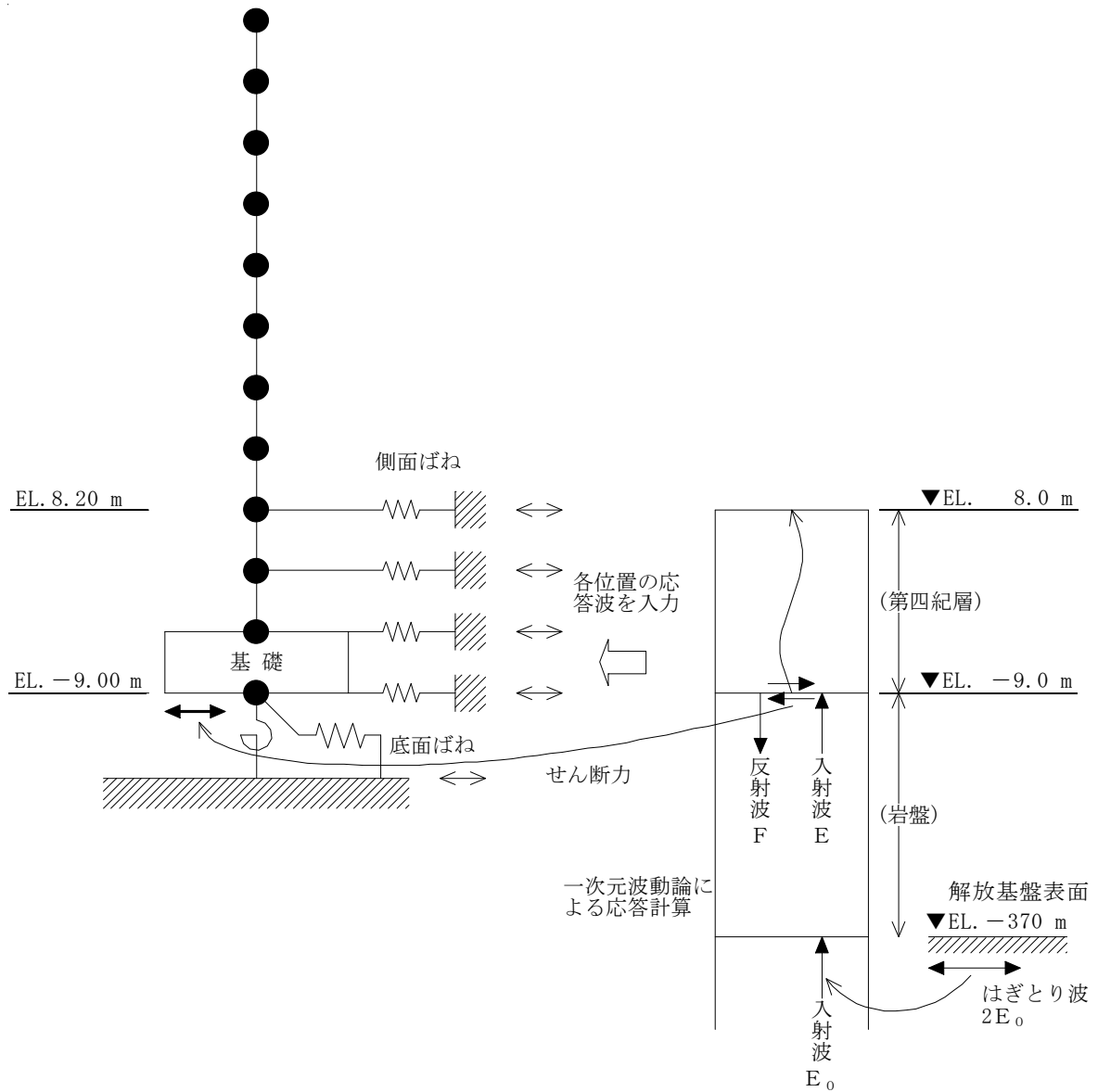
3.5 工認上の側面回転ばねの扱いについて

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。

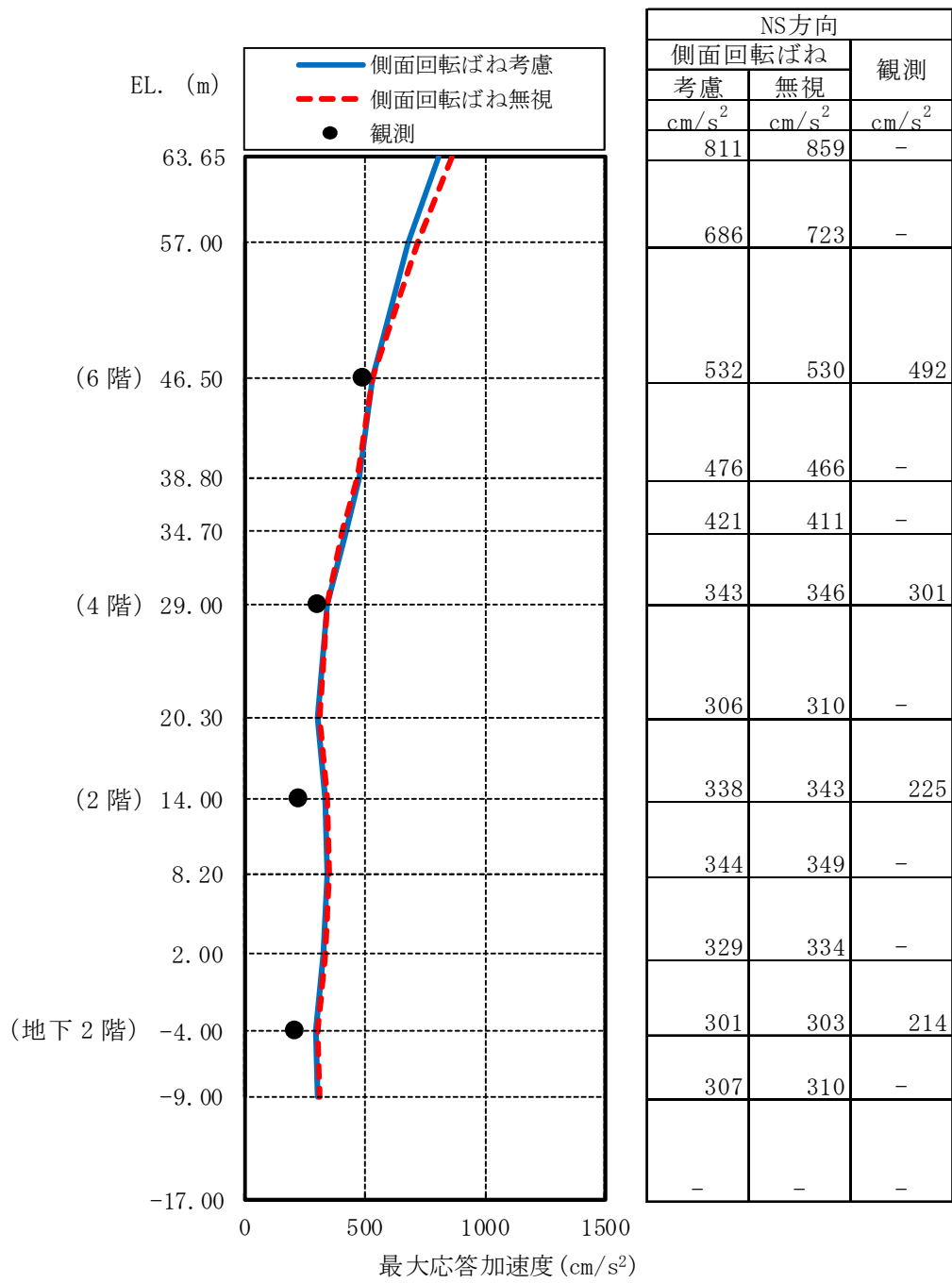
側面回転ばねを考慮しない場合の地震応答解析の概要を第 3-13 図に示す。

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。

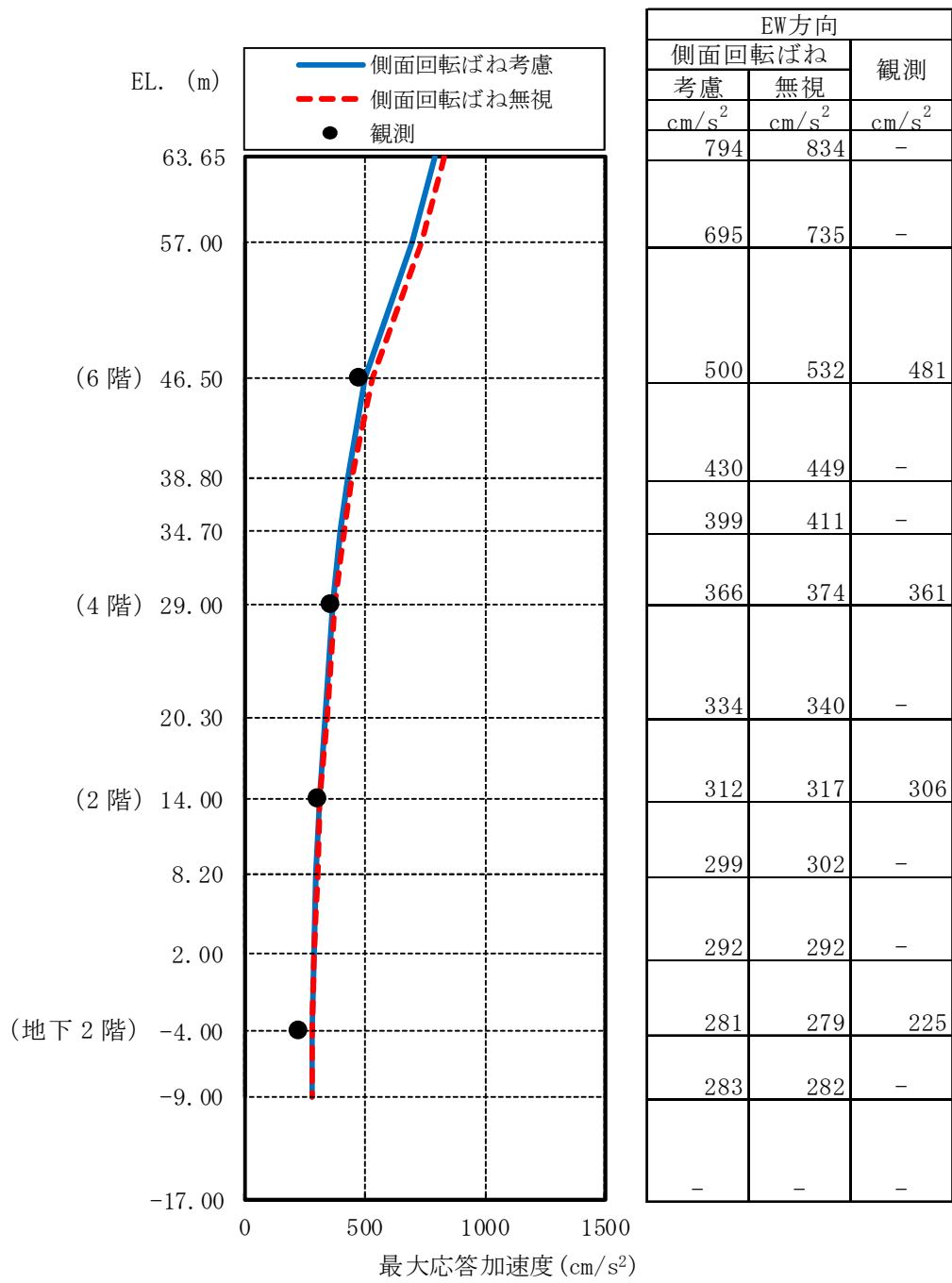
「3.3 建屋－地盤動的相互作用の評価法について」において示したように、埋込み効果として、側面地盤の水平ばね及び回転ばねを考慮した場合に、より実状に近い建屋の振動性状を評価できているものと考えられるが、今回工認において、当プラントでは保守的に側面回転ばねを採用しない方針とした。



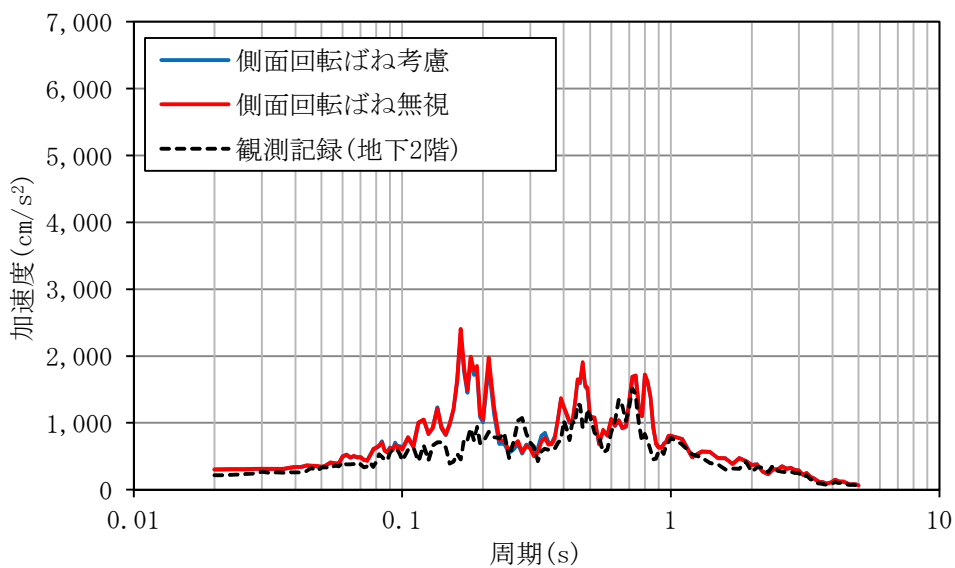
第 3-13 図 側面回転ばねを考慮しない場合の地震応答解析の概要



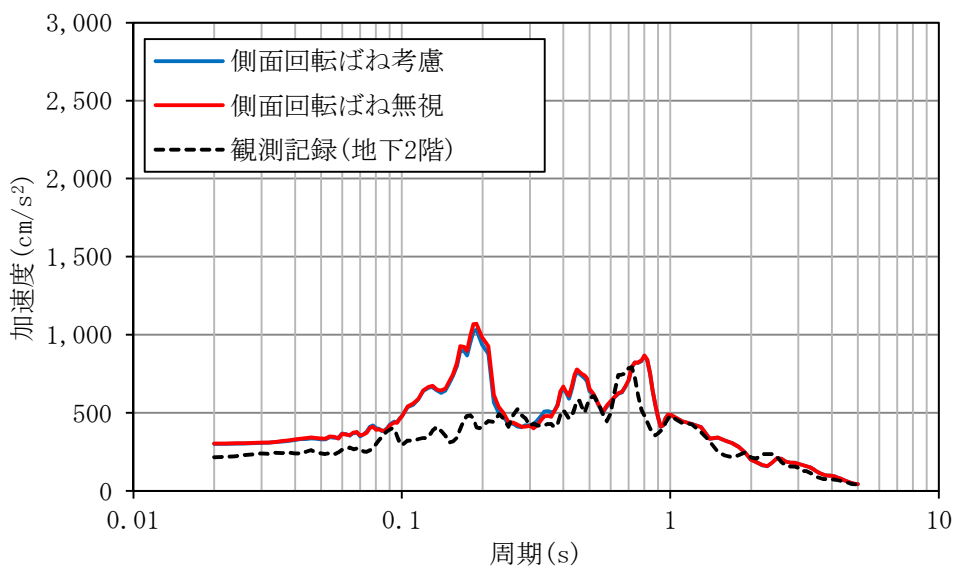
第 3-14 図 最大応答加速度分布の比較 (NS 方向)



第 3-15 図 最大応答加速度分布の比較 (EW方向)



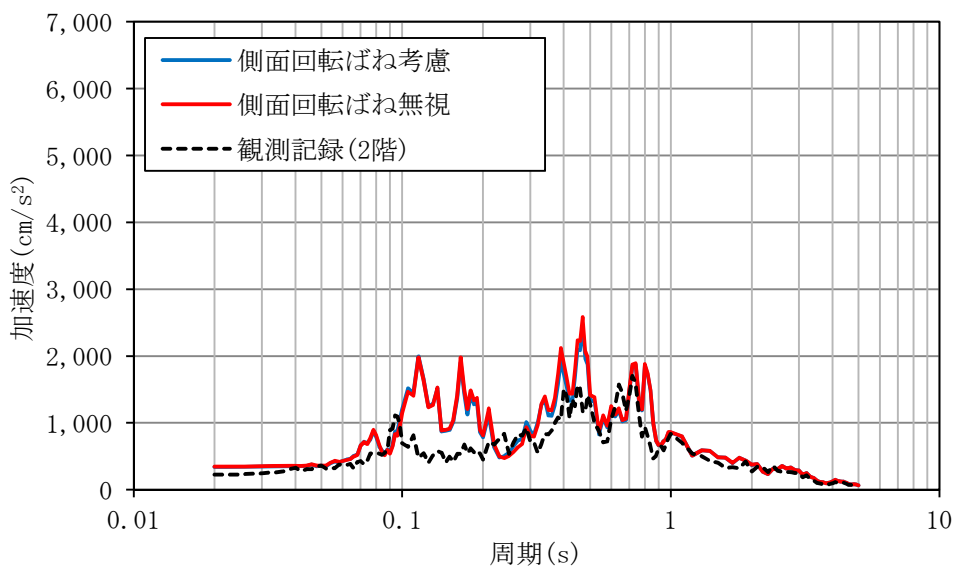
$h = 1\%$



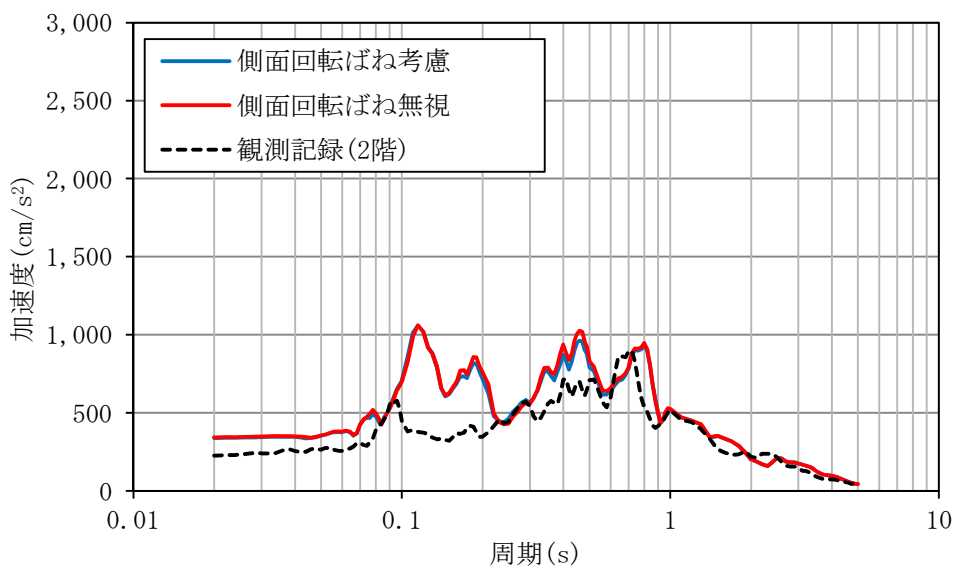
$h = 5\%$

地下 2 階

第 3-16 図 (1/4) 床応答スペクトルの比較 (N S 方向)



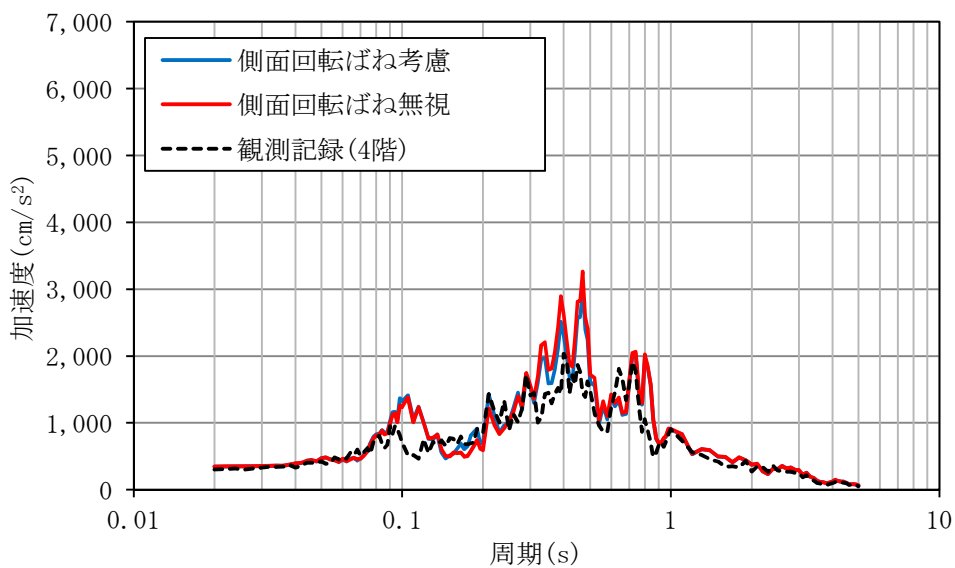
h = 1%



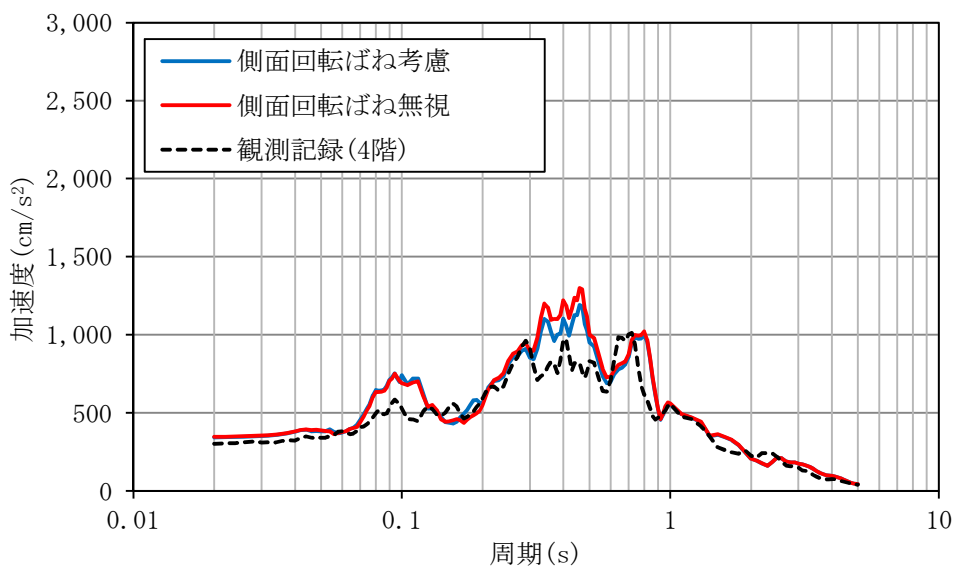
h = 5%

2 階

第 3-16 図 (2/4) 床応答スペクトルの比較 (N S 方向)



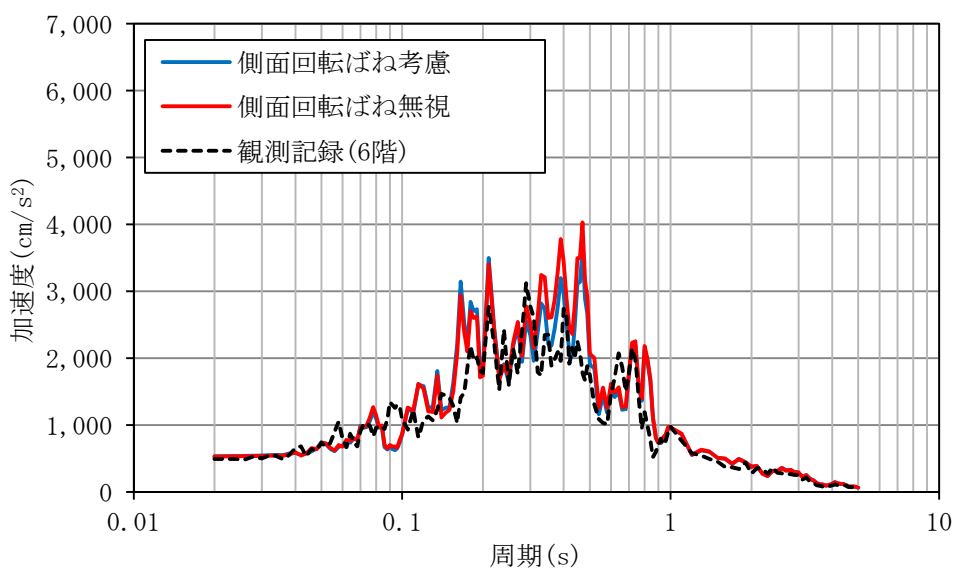
h = 1%



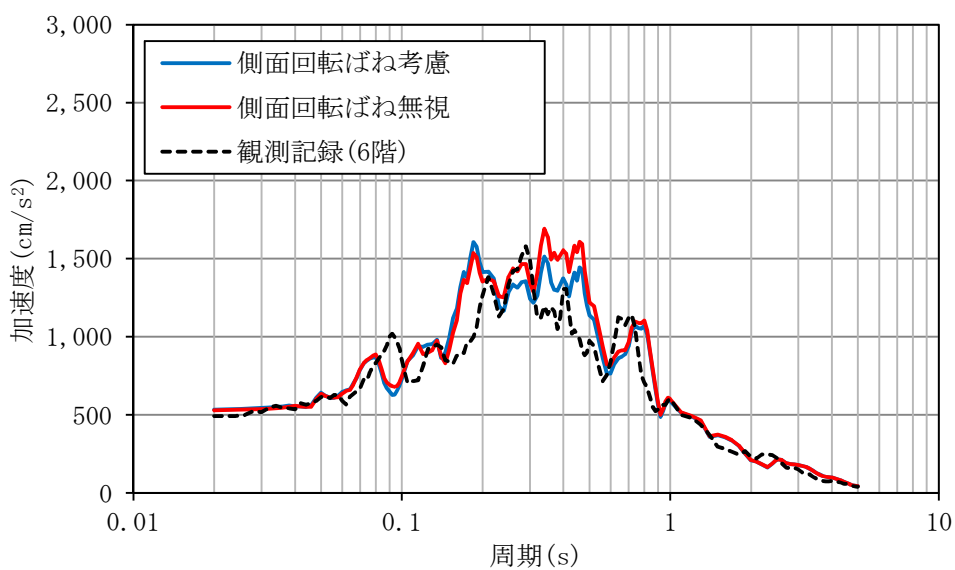
h = 5%

4 階

第 3-16 図 (3/4) 床応答スペクトルの比較 (N S 方向)



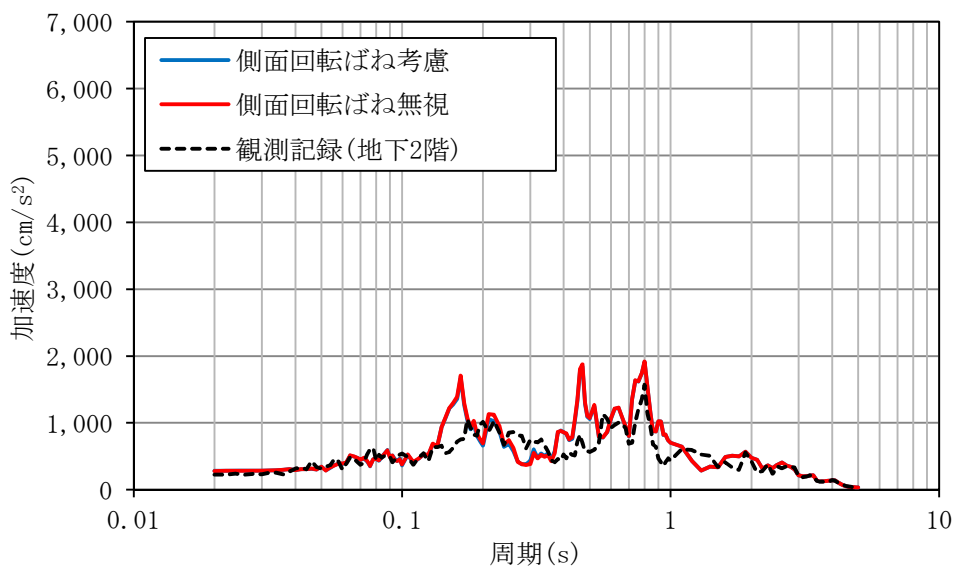
$h = 1\%$



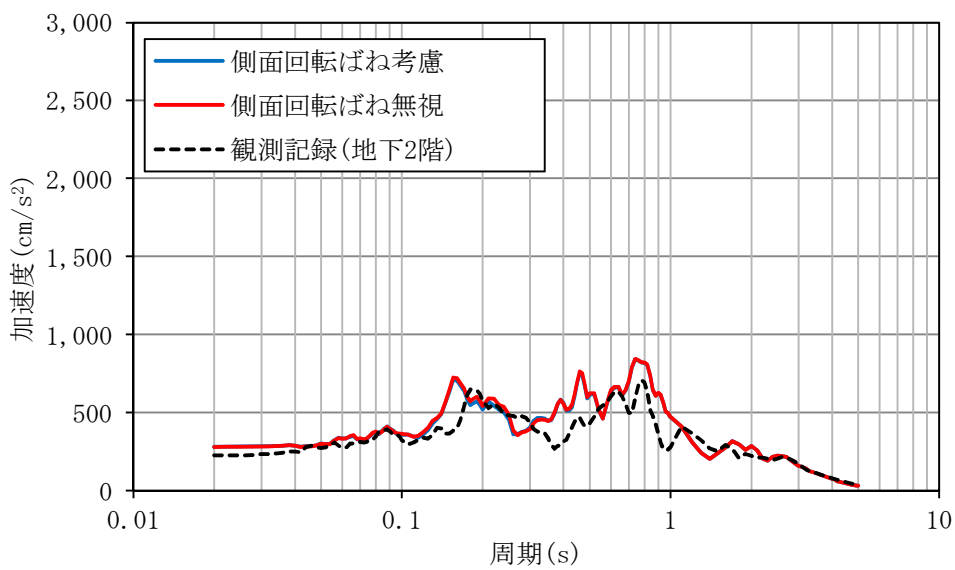
$h = 5\%$

6階

第3-16図 (4/4) 床応答スペクトルの比較 (NS方向)



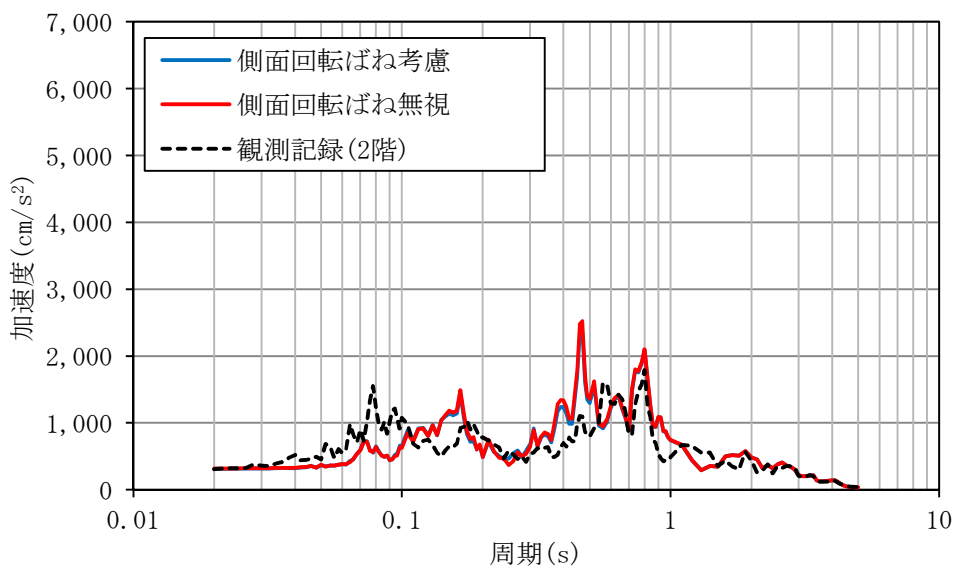
$h = 1\%$



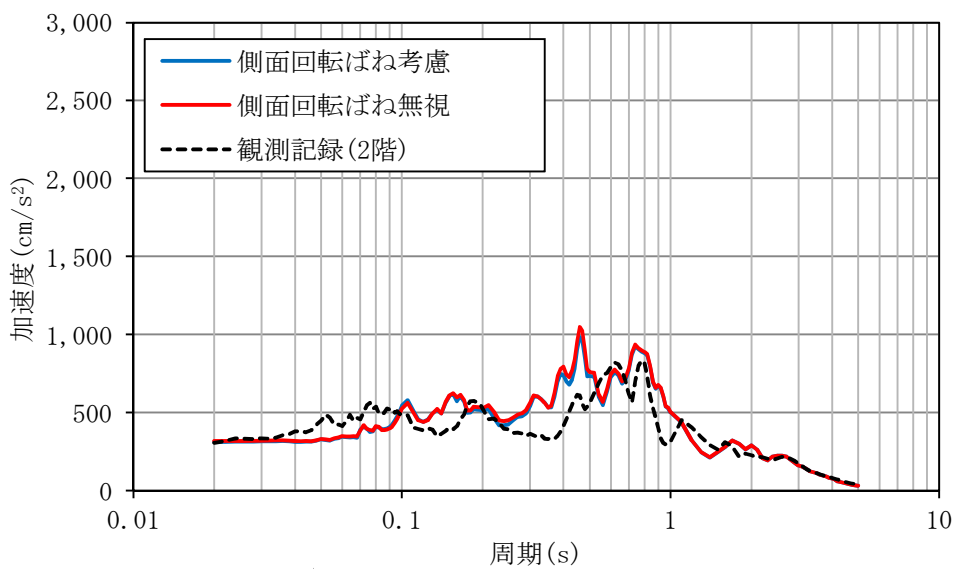
$h = 5\%$

地下 2 階

第 3-17 図 (1/4) 床応答スペクトルの比較 (E W 方向)



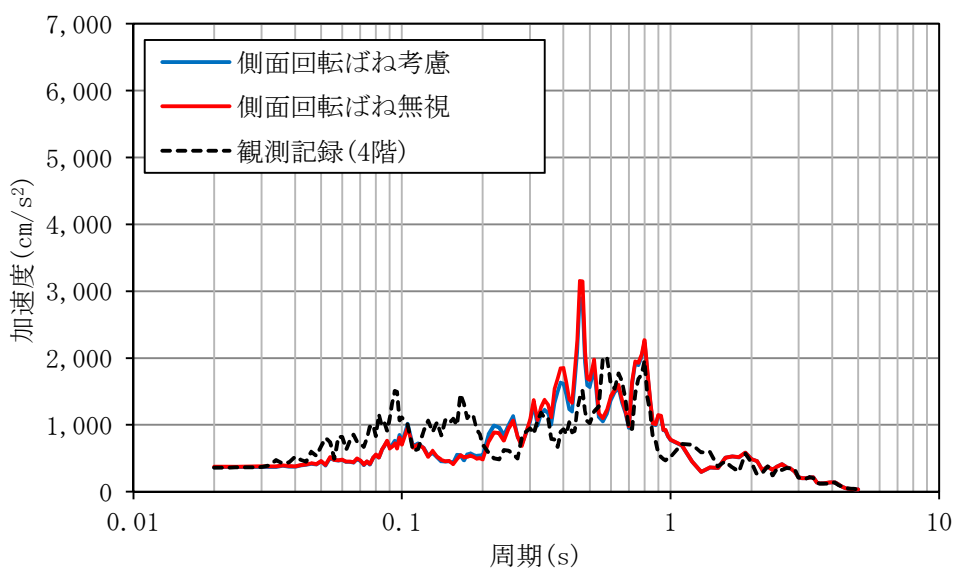
h = 1%



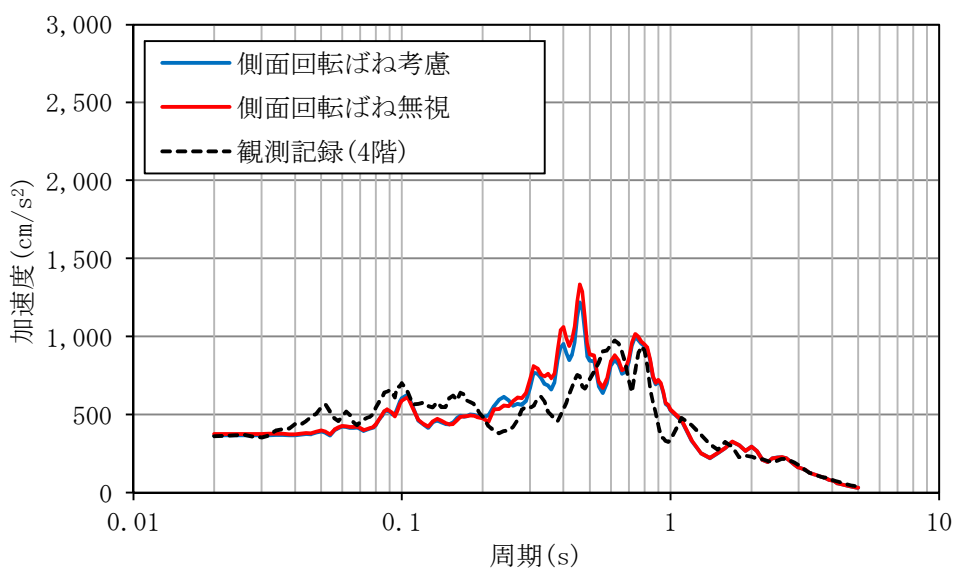
h = 5%

2 階

第 3-17 図 (2/4) 床応答スペクトルの比較 (E W方向)



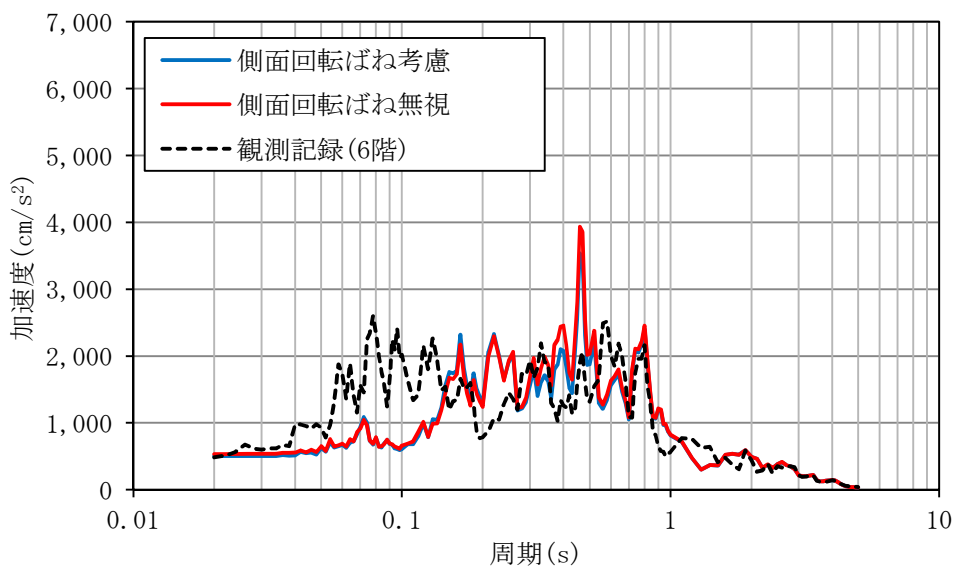
$h = 1\%$



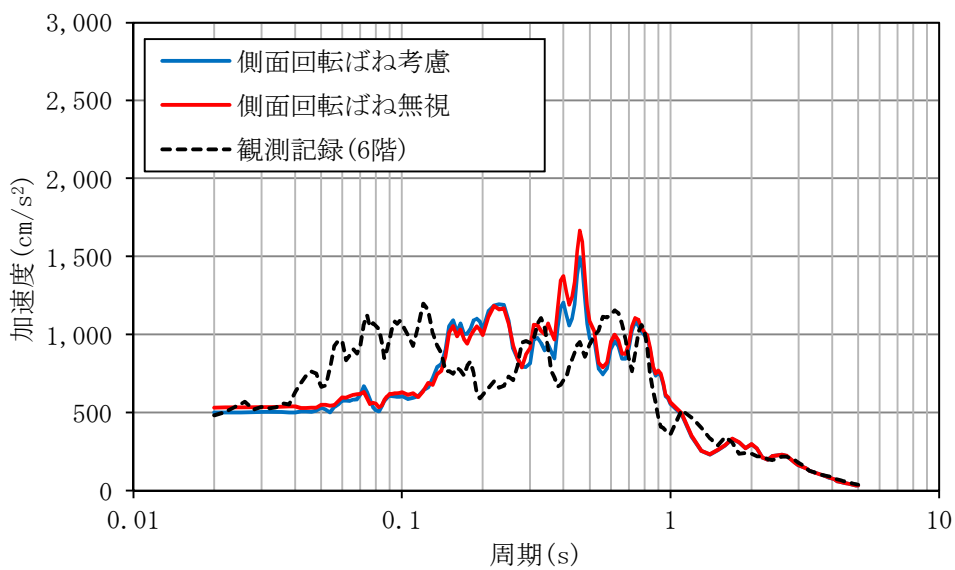
$h = 5\%$

4 階

第 3-17 図 (3/4) 床応答スペクトルの比較 (E W 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 (E W 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S R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S R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S Rモデルとする。

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	S R モデル 地盤ばねは Timoshenko, Barkan 等の式に基づき 評価	埋込み S R 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。

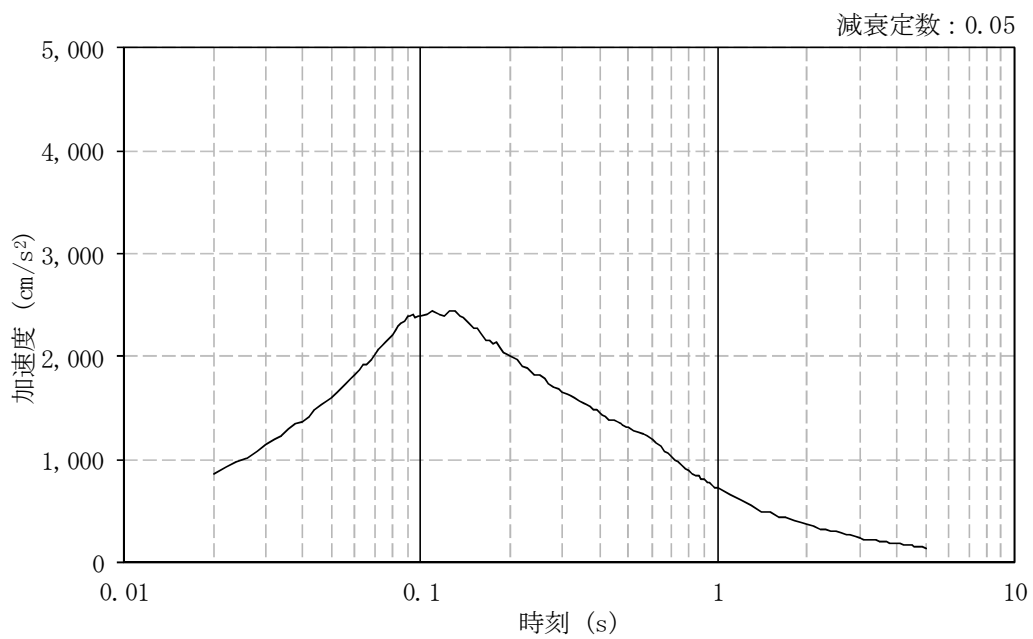
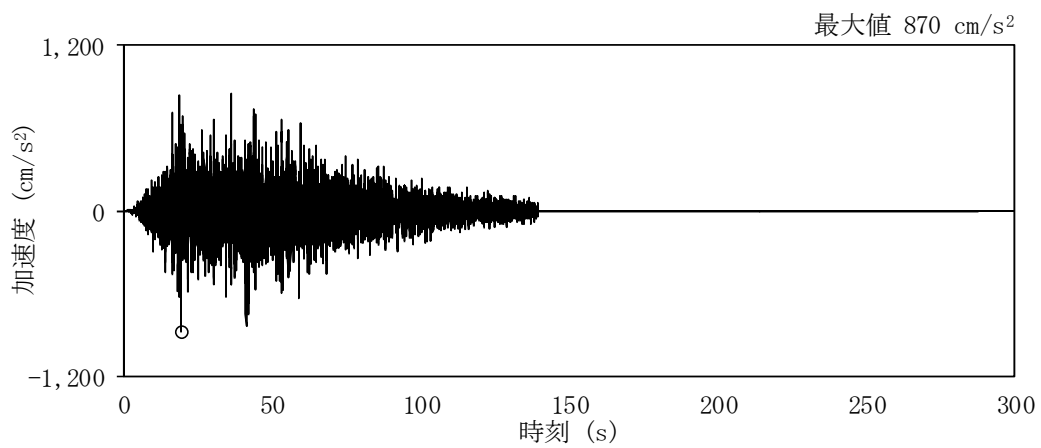
5.2 基準地震動 S_s

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

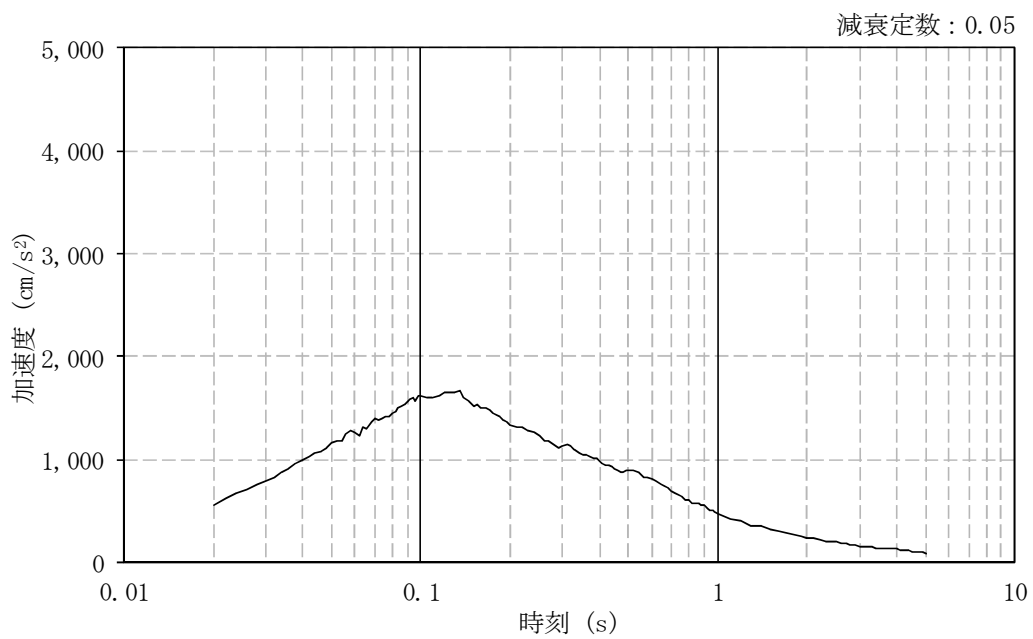
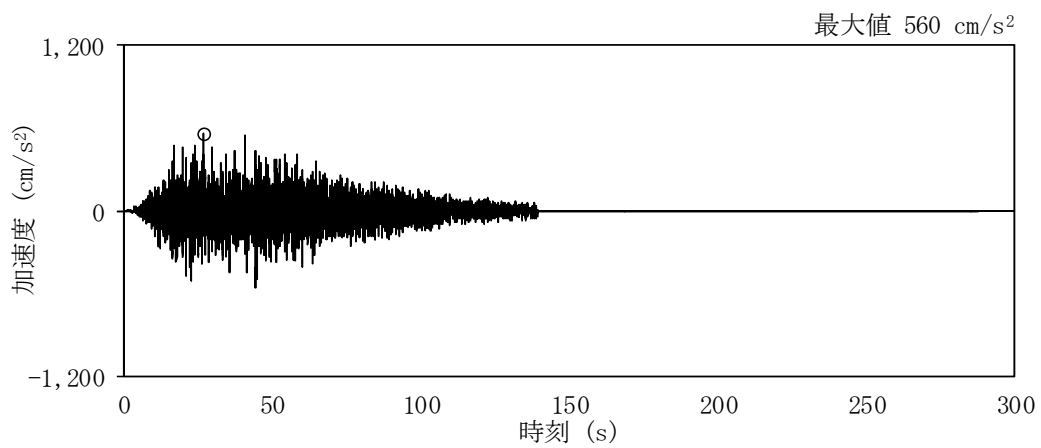
No.	名 称	継続時間 (s)	方 向	加速度最大値 (cm/s^2)
1	$S_s - D 1$	139.28	水平	870
			鉛直	560
2	$S_s - 1 1$	194.03	NS	717
			EW	619
			UD	579
3	$S_s - 1 2$	173.18	NS	871
			EW	626
			UD	602
4	$S_s - 1 3$	179.22	NS	903
			EW	617
			UD	599
5	$S_s - 1 4$	174.46	NS	586
			EW	482
			UD	451
6	$S_s - 2 1$	287.83	NS	901
			EW	887
			UD	620
7	$S_s - 2 2$	287.59	NS	1,009
			EW	874
			UD	736
8	$S_s - 3 1$	20.00	水平	610
			鉛直	280

注：いずれも時間刻みは 0.01 s



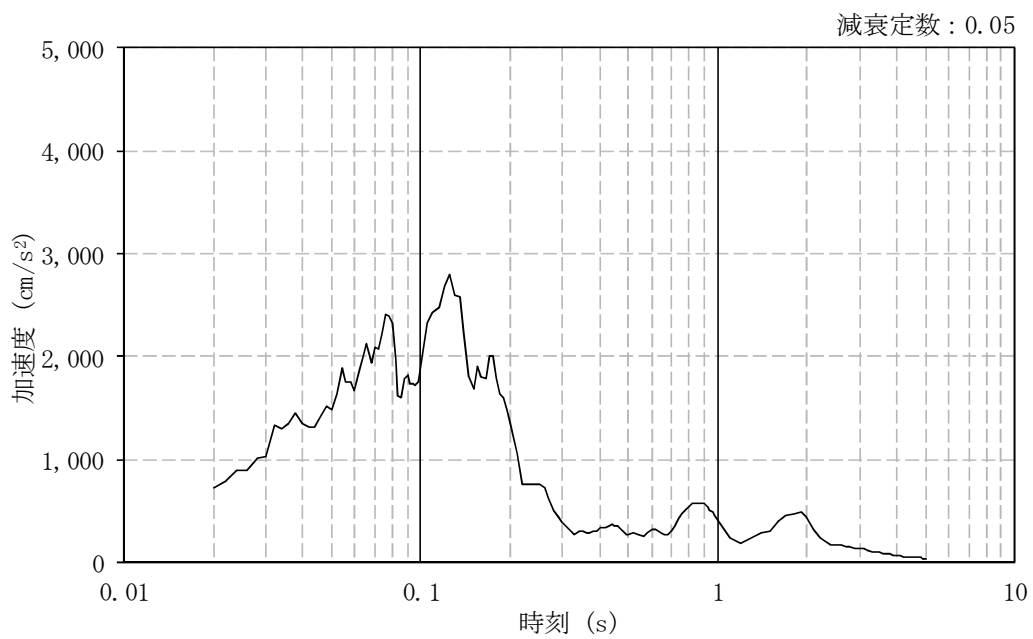
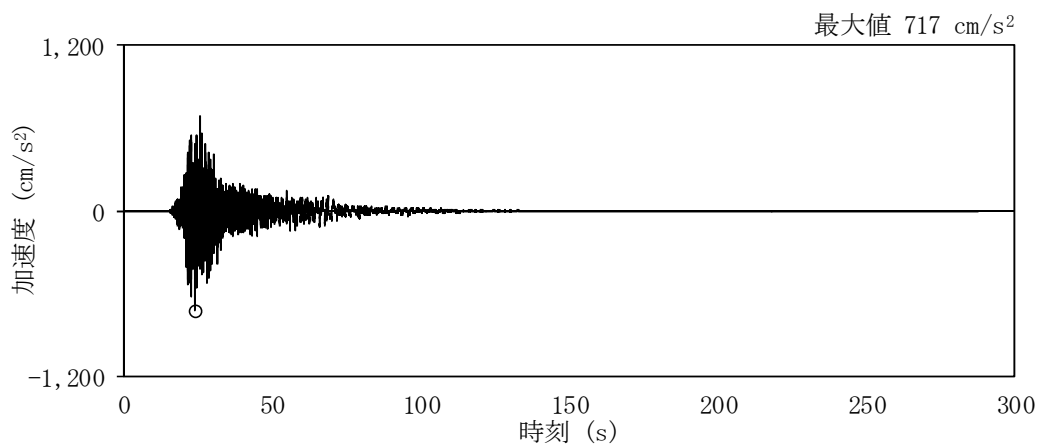
(a) 水平方向

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-D 1)



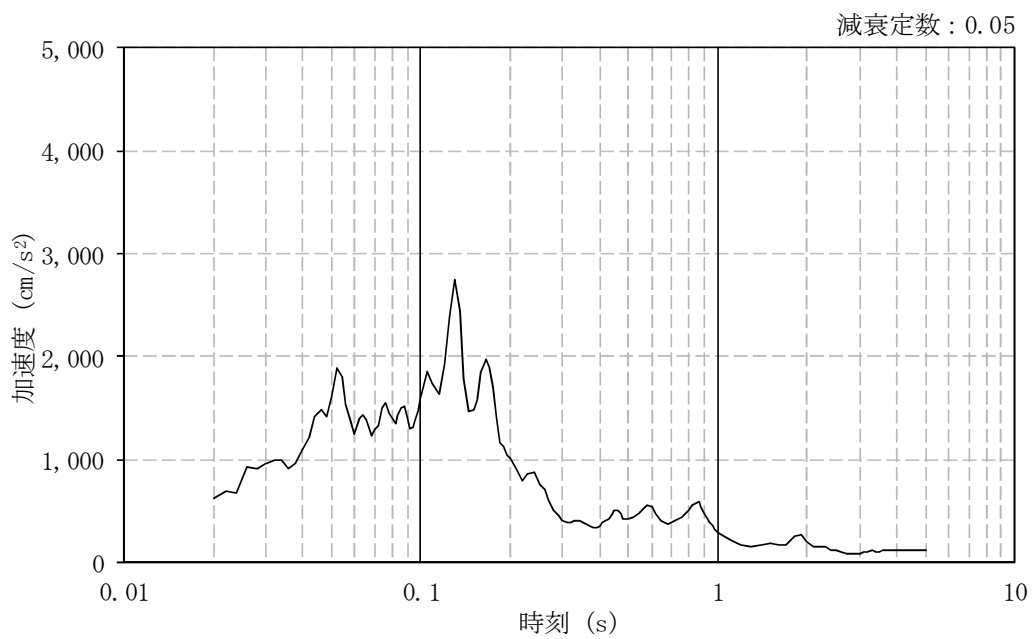
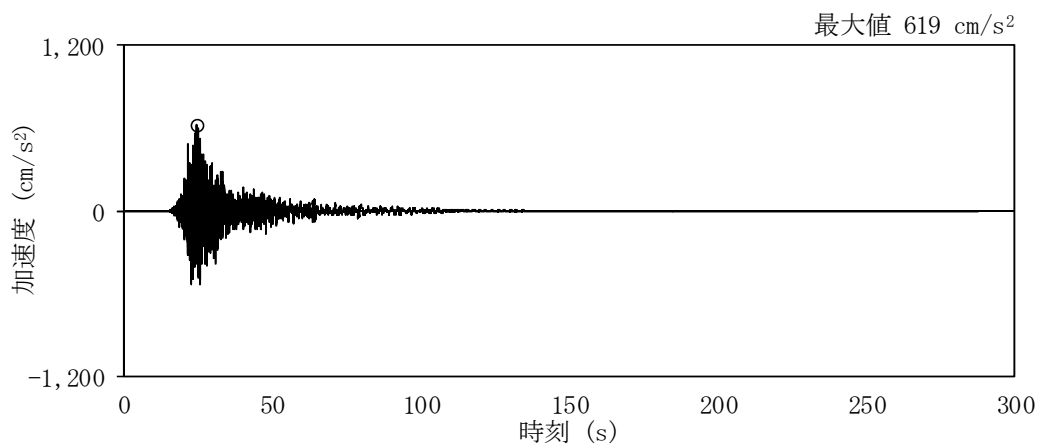
(b) 鉛直方向

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-D 1)



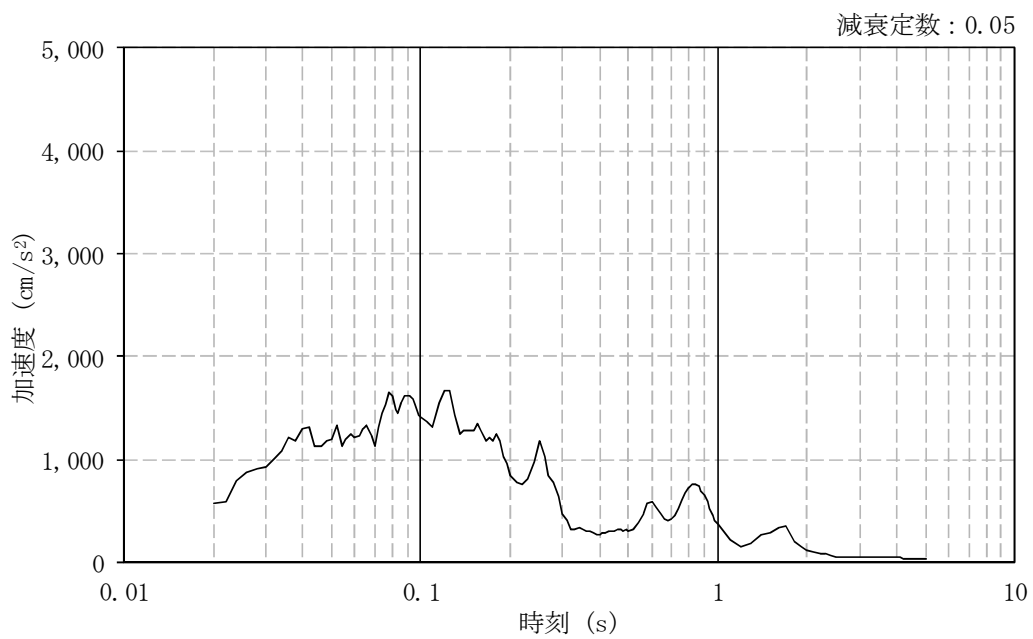
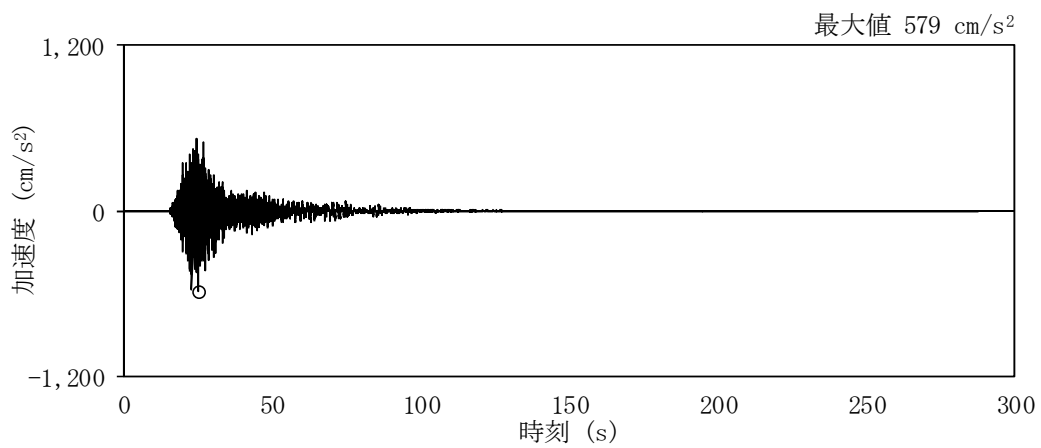
(a) N S 方向

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 - 1 1)



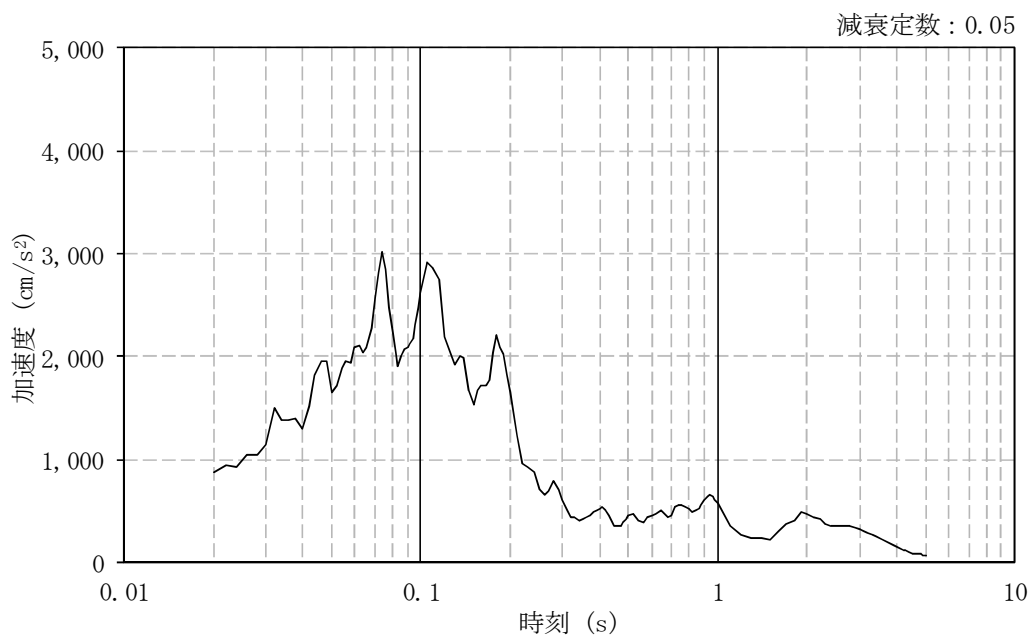
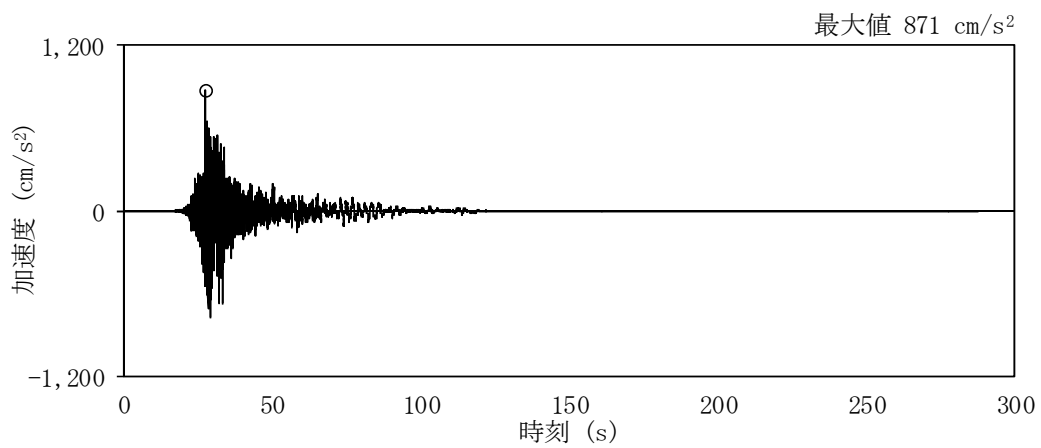
(b) EW direction

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 = 1.1)



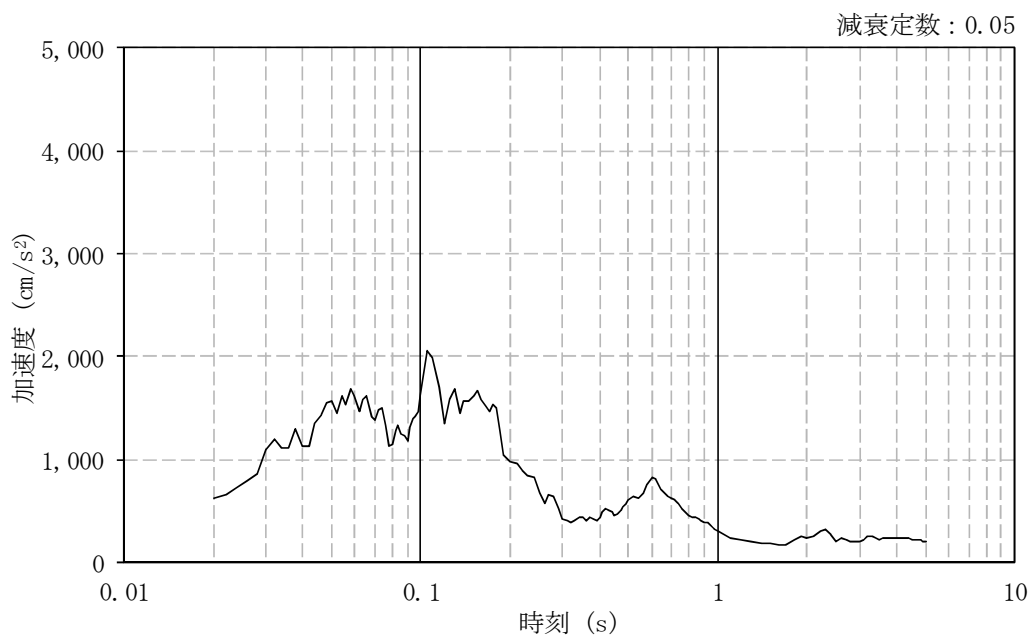
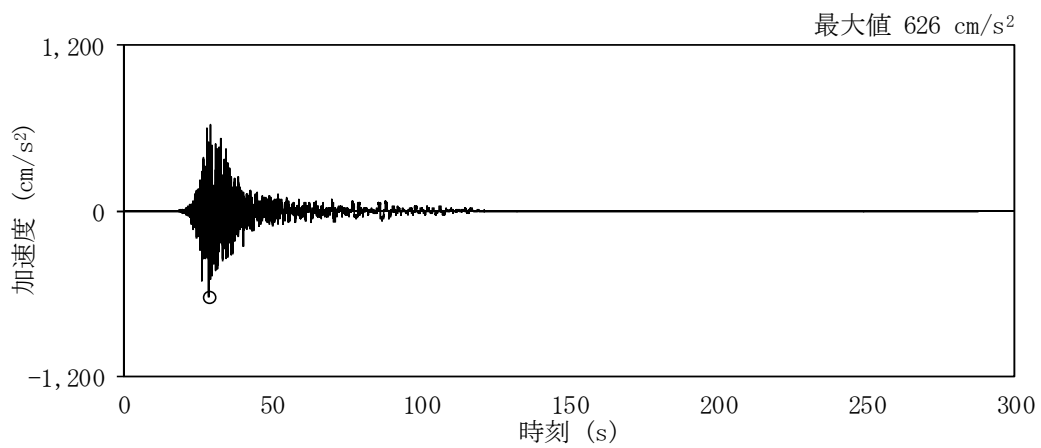
(c) UD direction

Figure 5-2 (3/3) Acceleration waveform and acceleration response spectrum (S_s = 1.1)



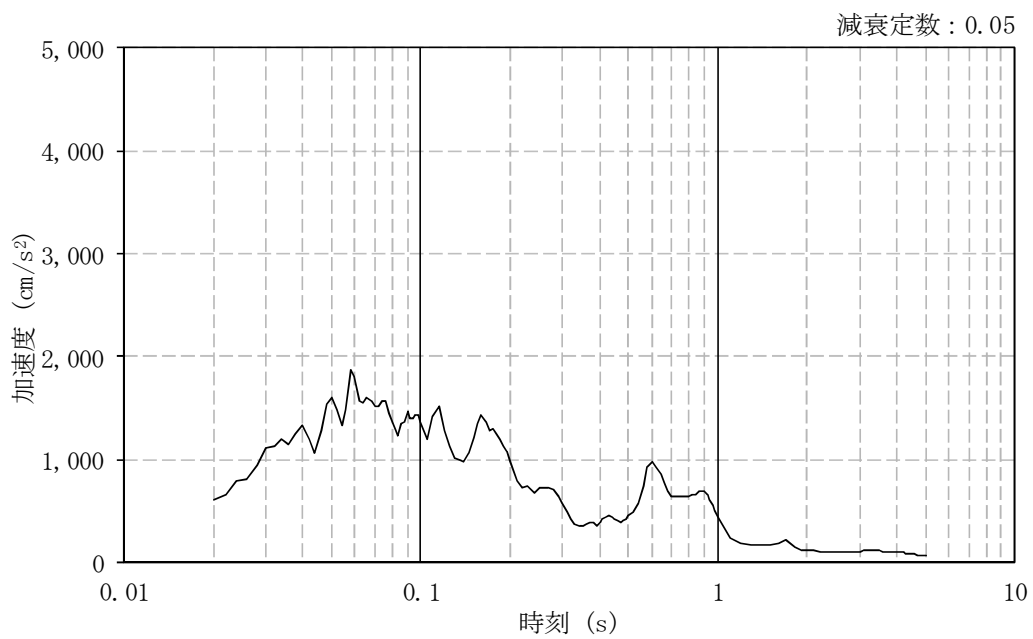
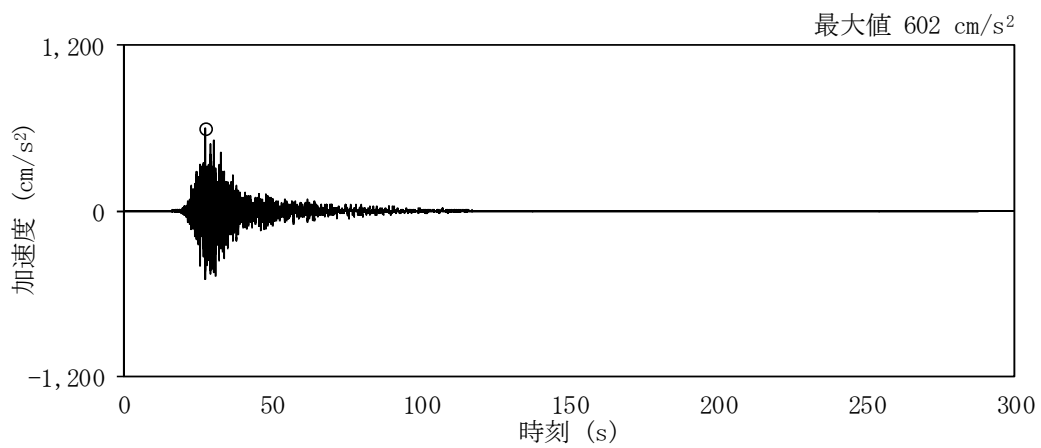
(a) N S 方向

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 - 1 2)



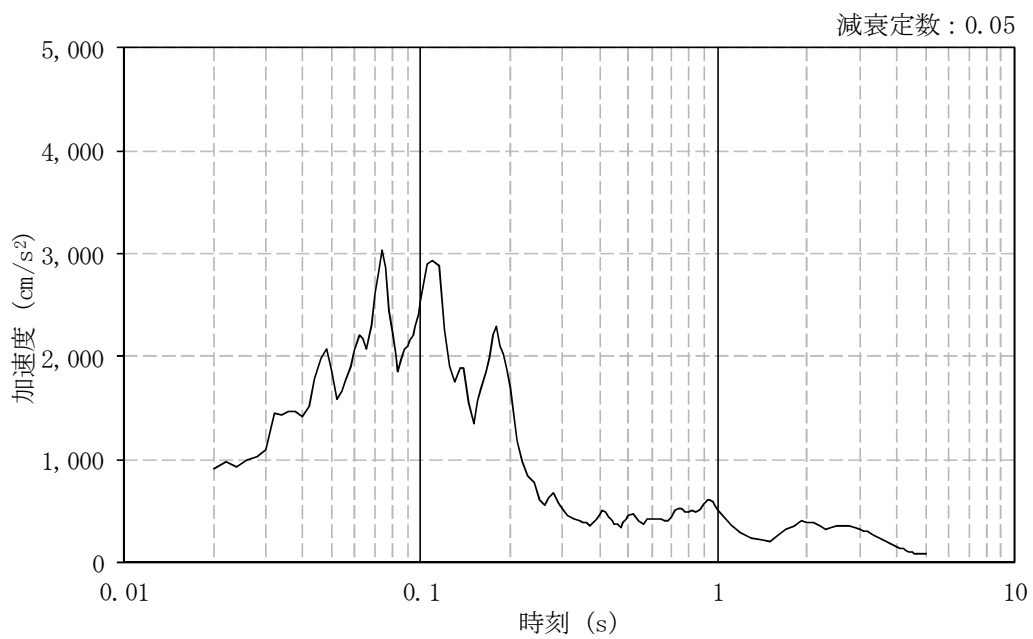
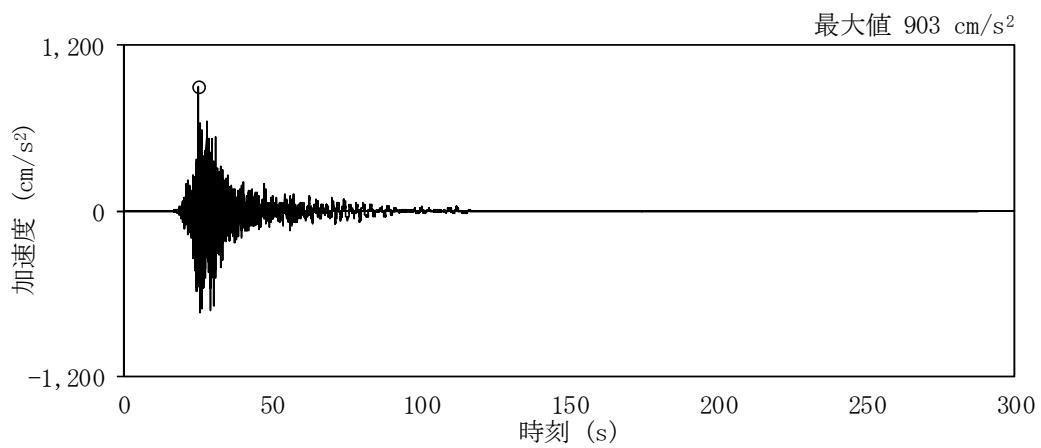
(b) EW方向

第 5-3 図 (2/3) 加速度波形及び加速度応答スペクトル (S_s - 1 2)



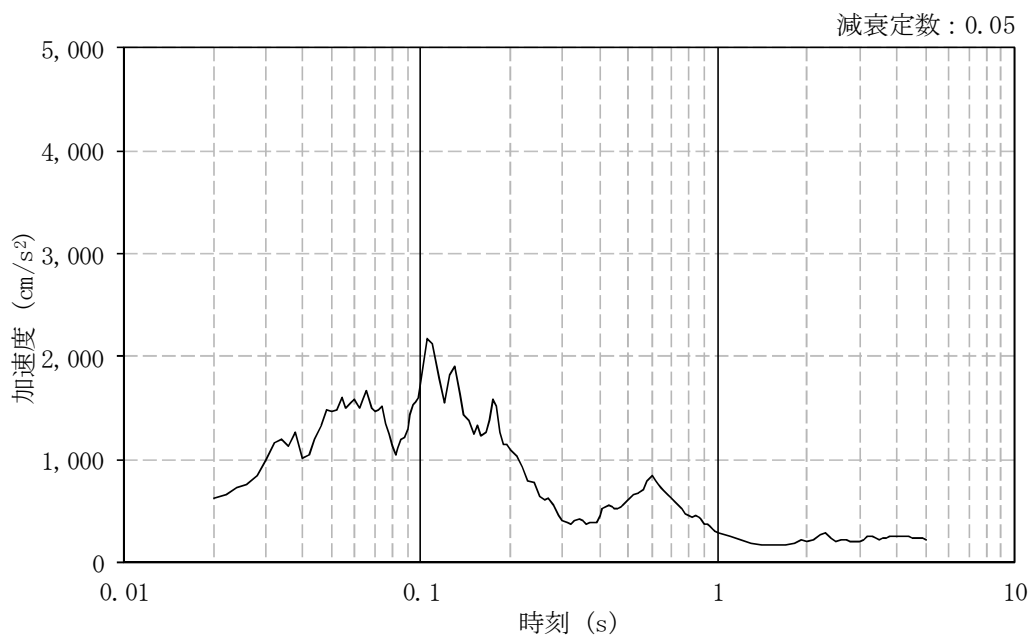
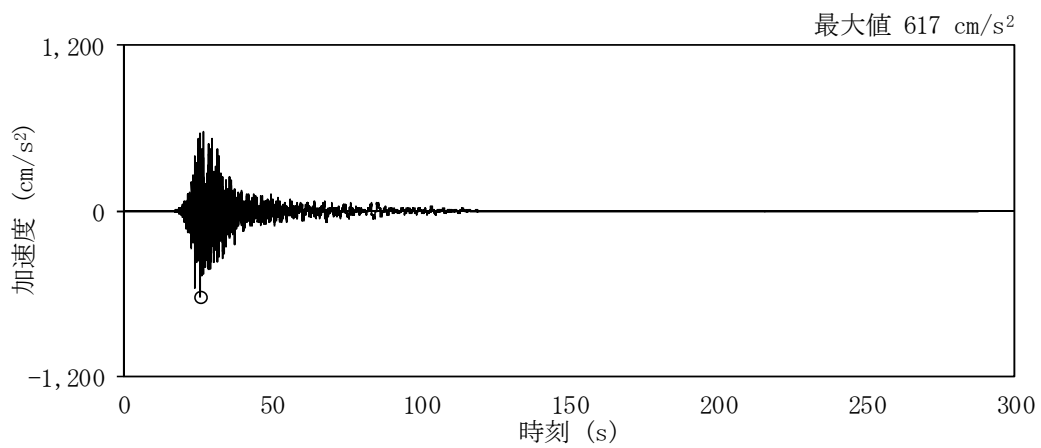
(c) UD direction

Figure 5-3 (3/3) Acceleration waveform and acceleration response spectrum (S_s - 1.2)



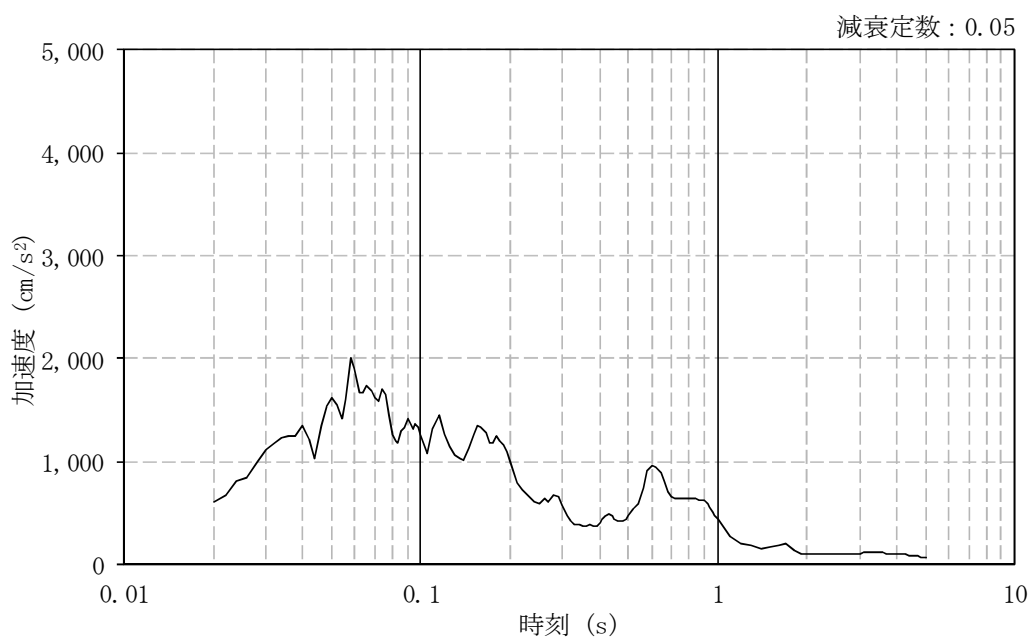
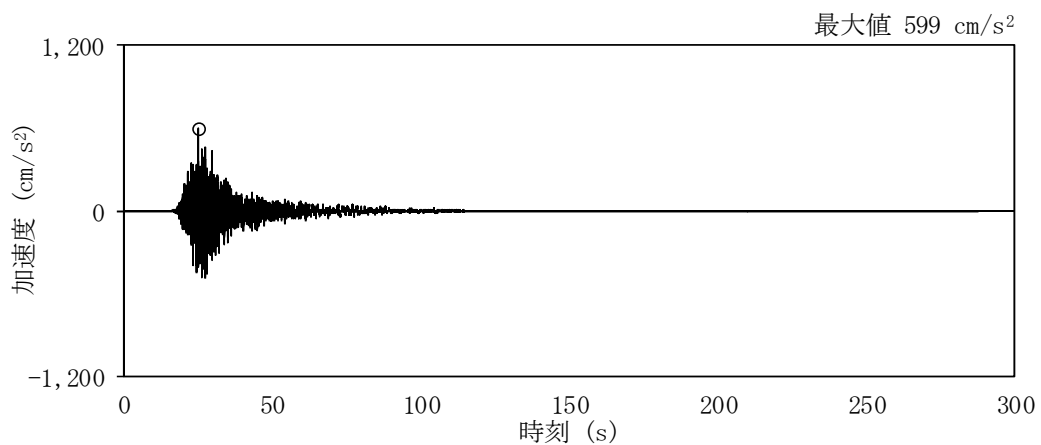
(a) N S 方向

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 - 1 3)



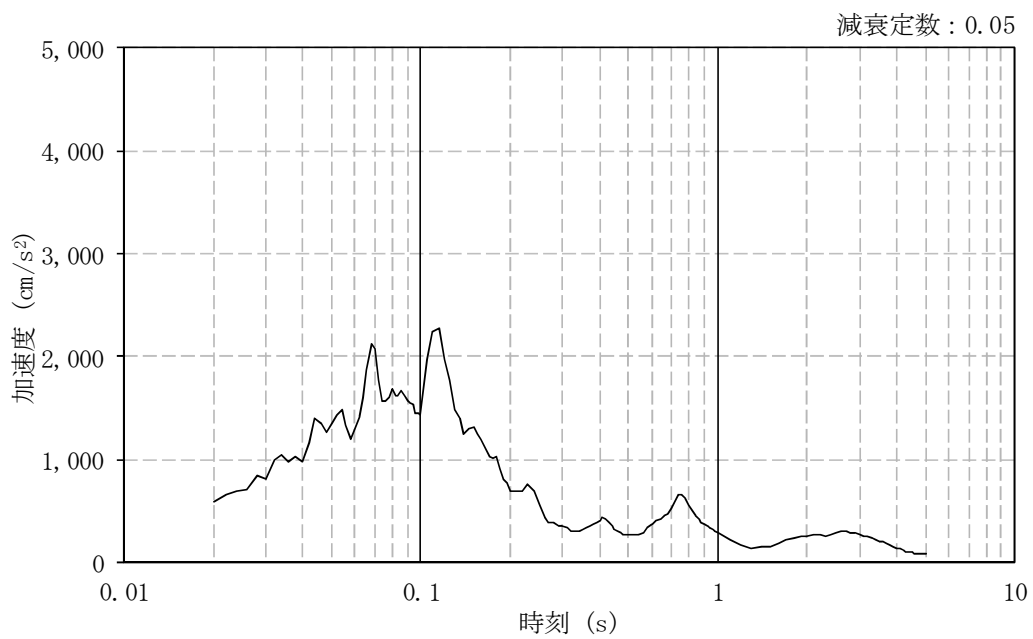
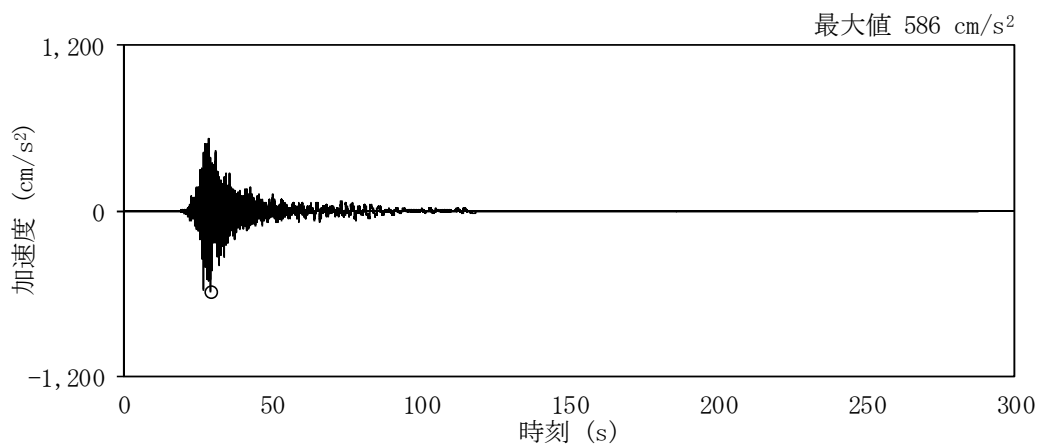
(b) EW方向

第5-4図 (2/3) 加速度波形及び加速度応答スペクトル (S_s-1.3)



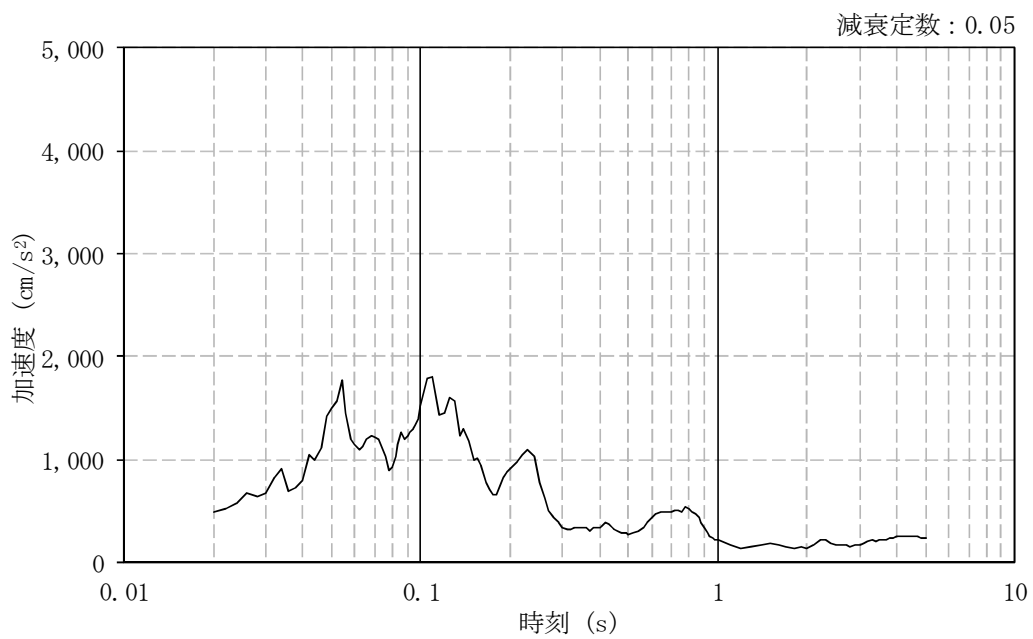
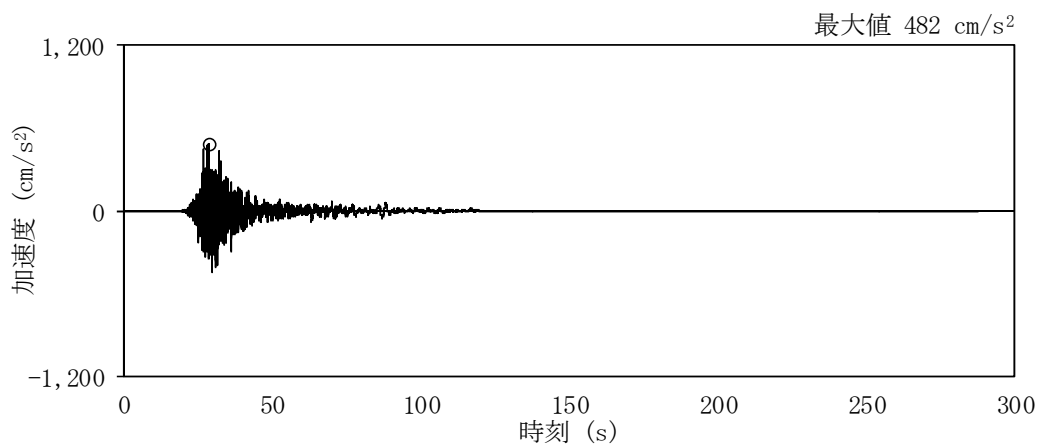
(c) UD方向

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)



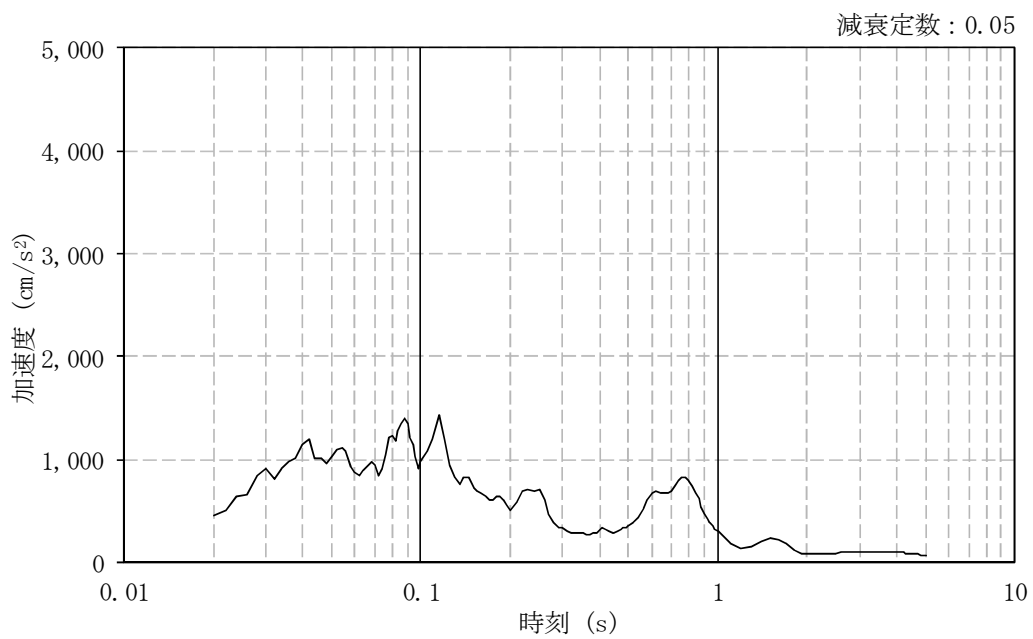
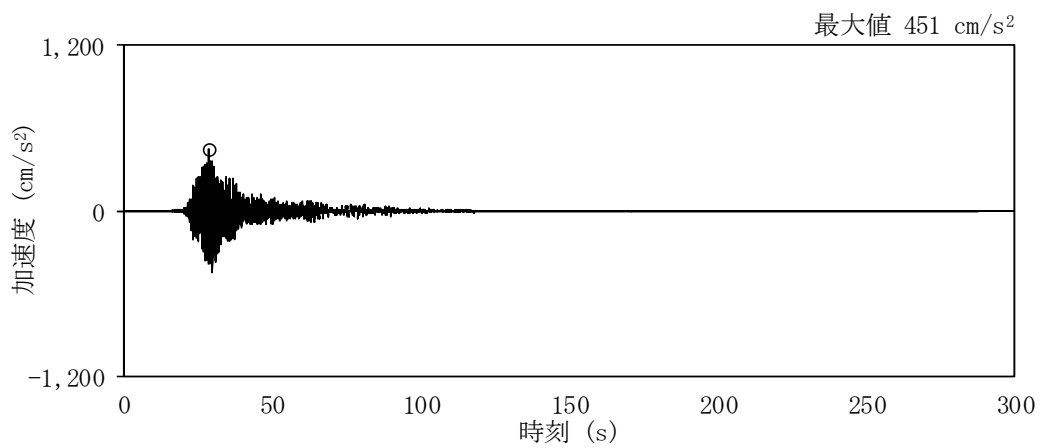
(a) N S 方向

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 - 1.4)



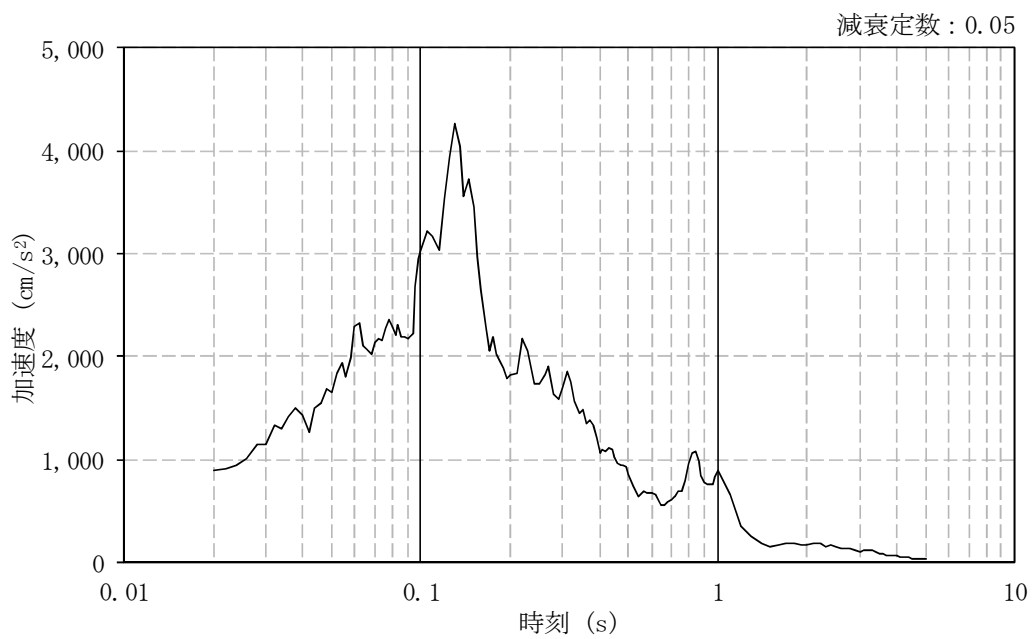
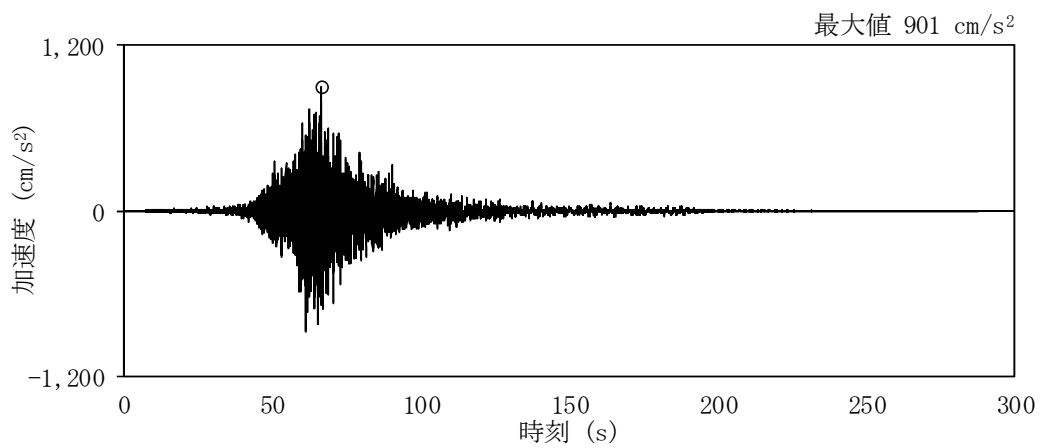
(b) EW方向

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 - 1.4)



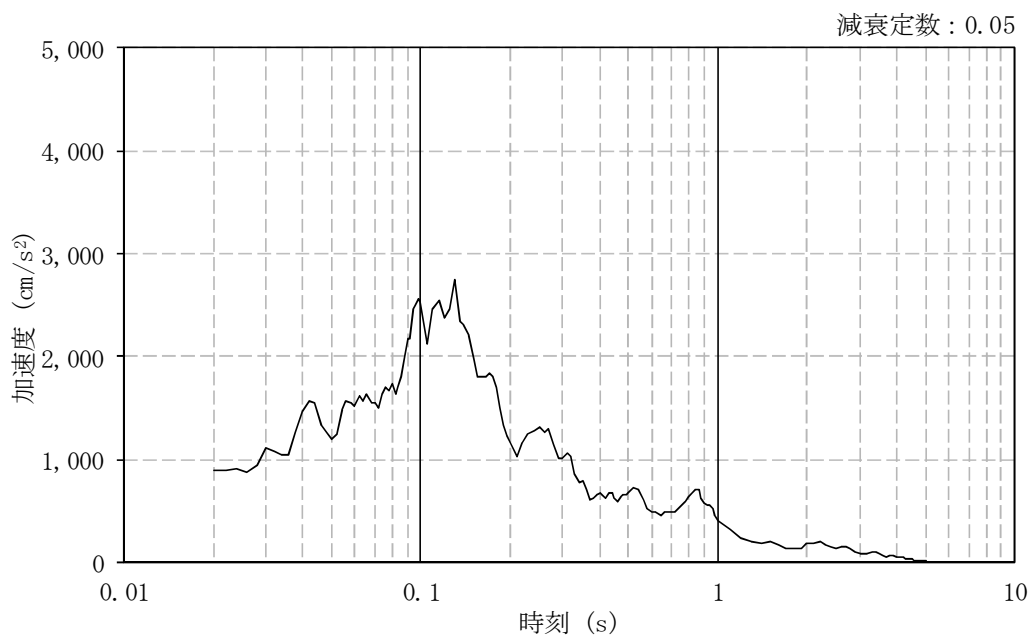
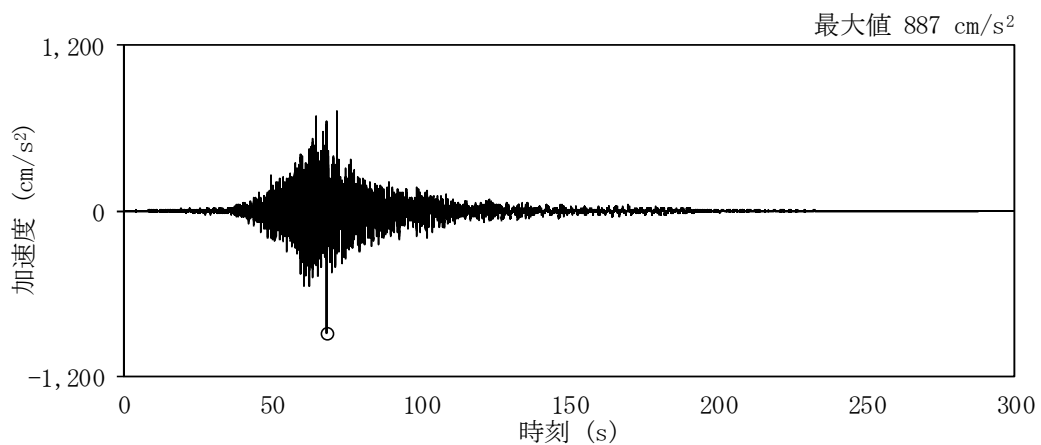
(c) UD方向

第5-5図 (3/3) 加速度波形及び加速度応答スペクトル (S_s - 1.4)



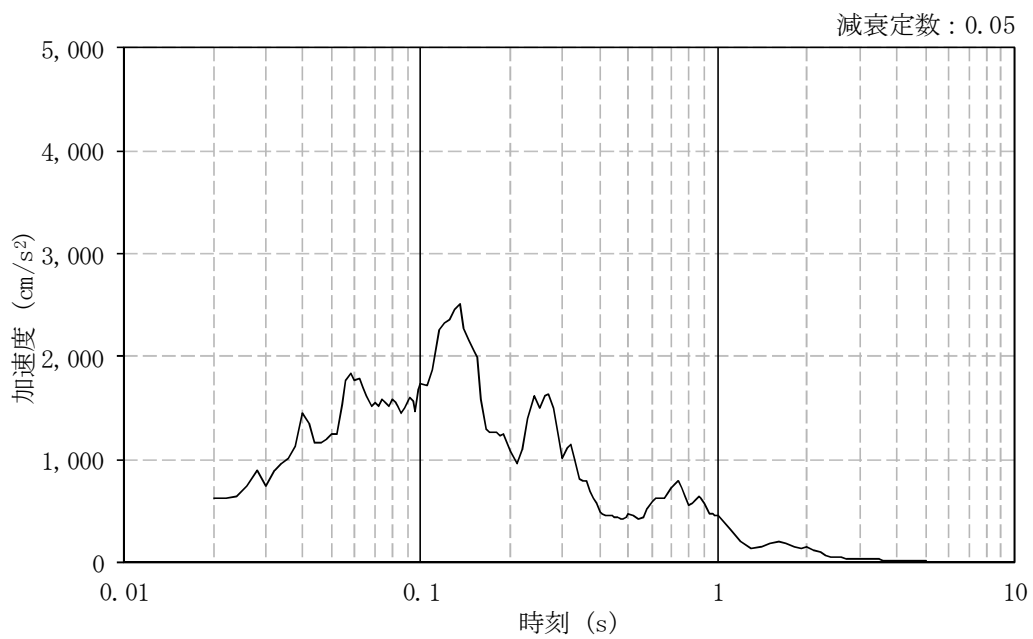
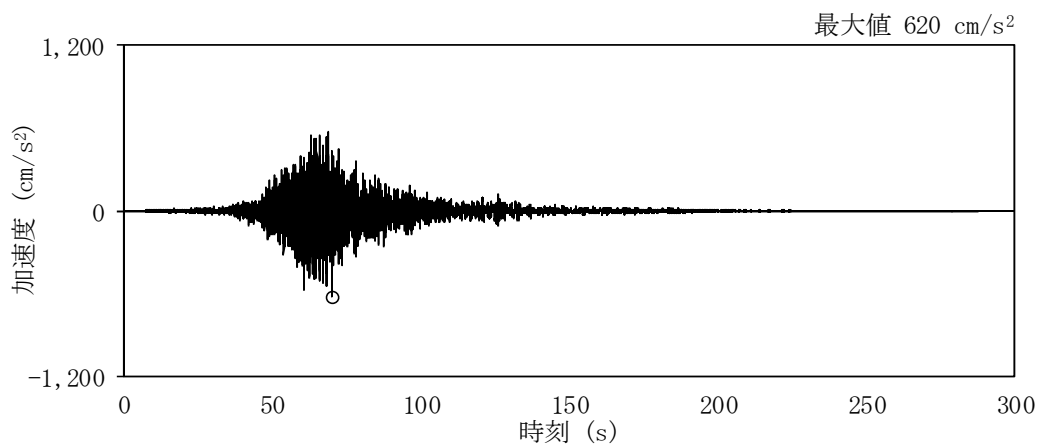
(a) N S 方向

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 - 2 1)



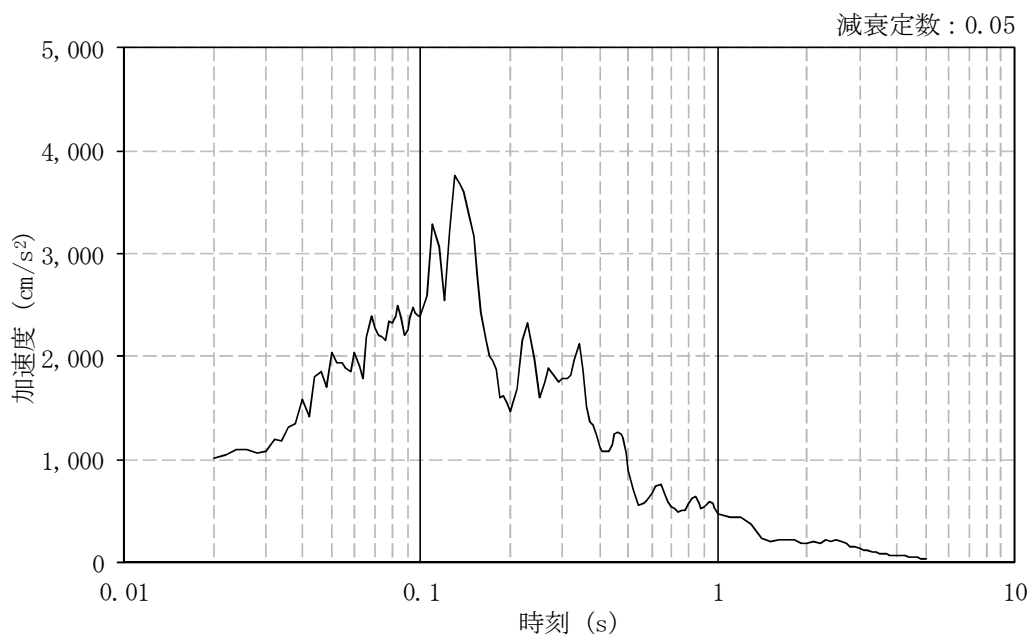
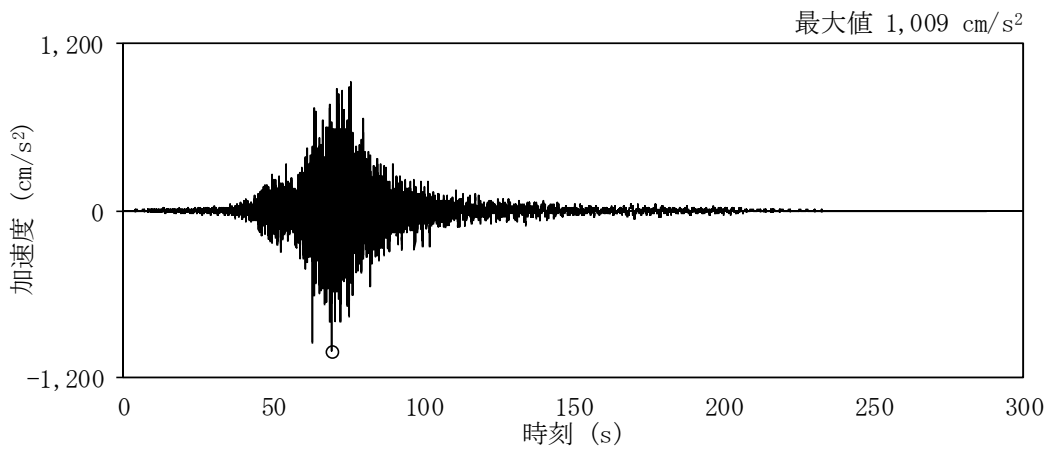
(b) EW方向

第5-6図 (2/3) 加速度波形及び加速度応答スペクトル (S_s-21)



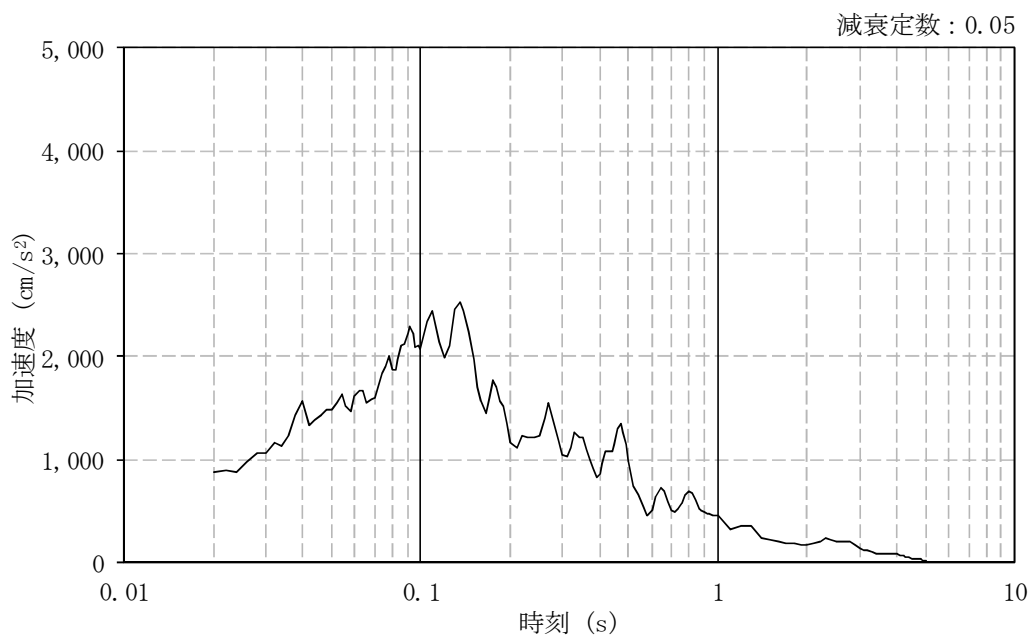
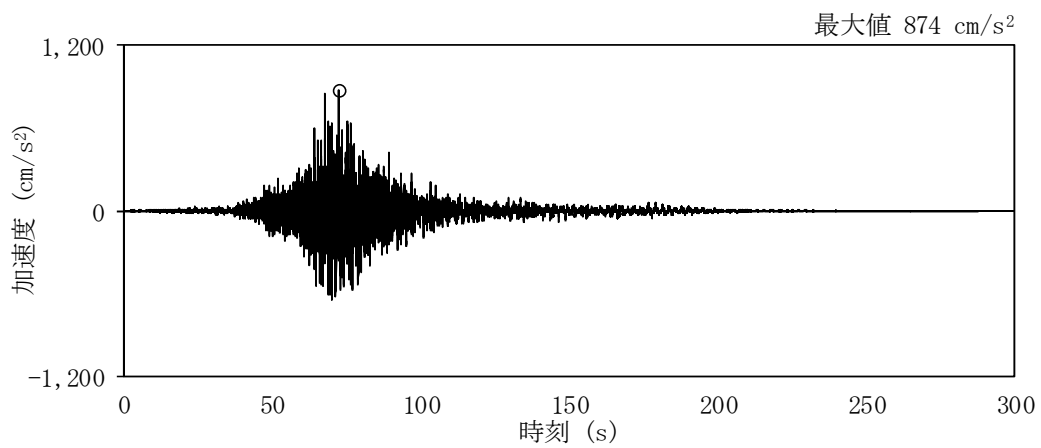
(c) UD方向

第5-6図 (3/3) 加速度波形及び加速度応答スペクトル (S_s-21)



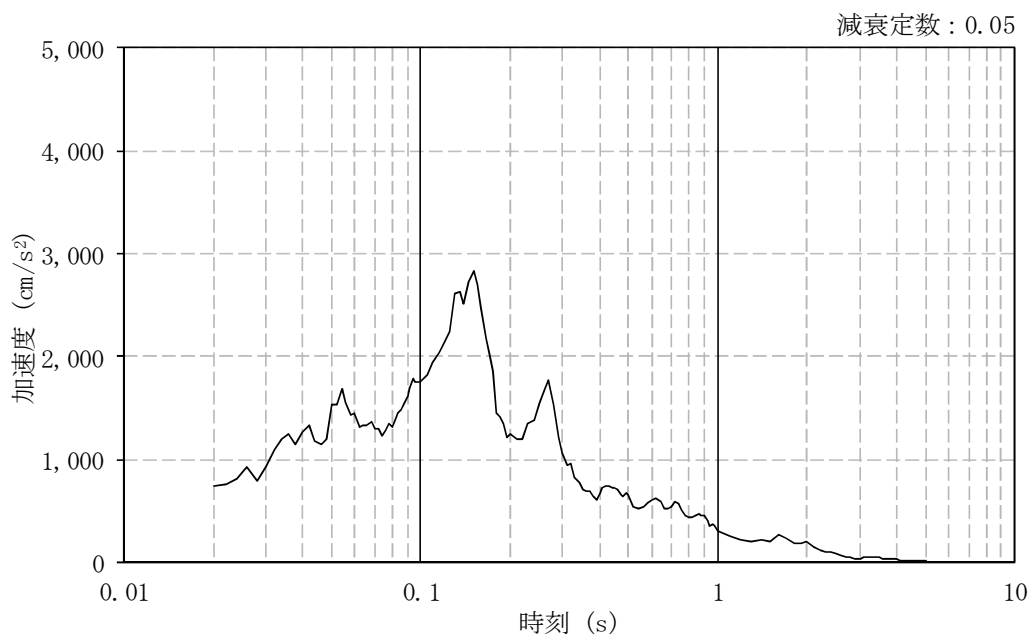
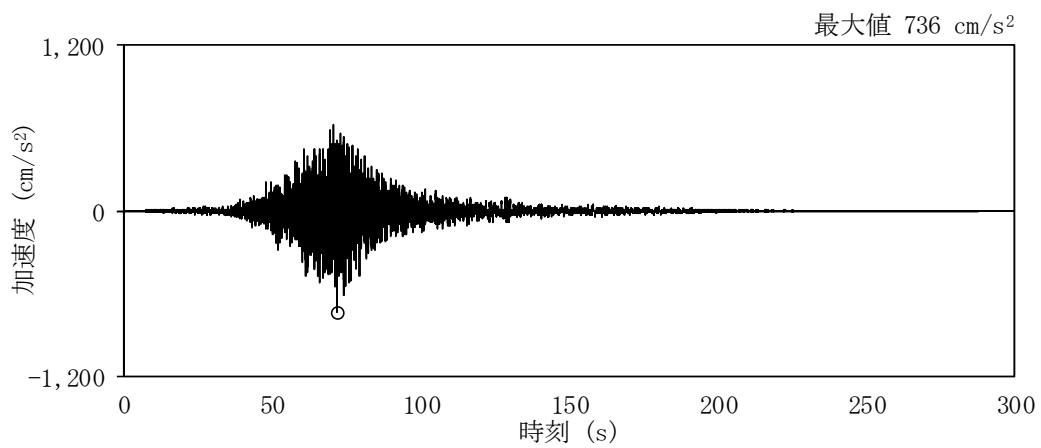
(a) N S 方向

第 5-7 図 (1/3) 加速度波形及び加速度応答スペクトル (S_s - 2.2)



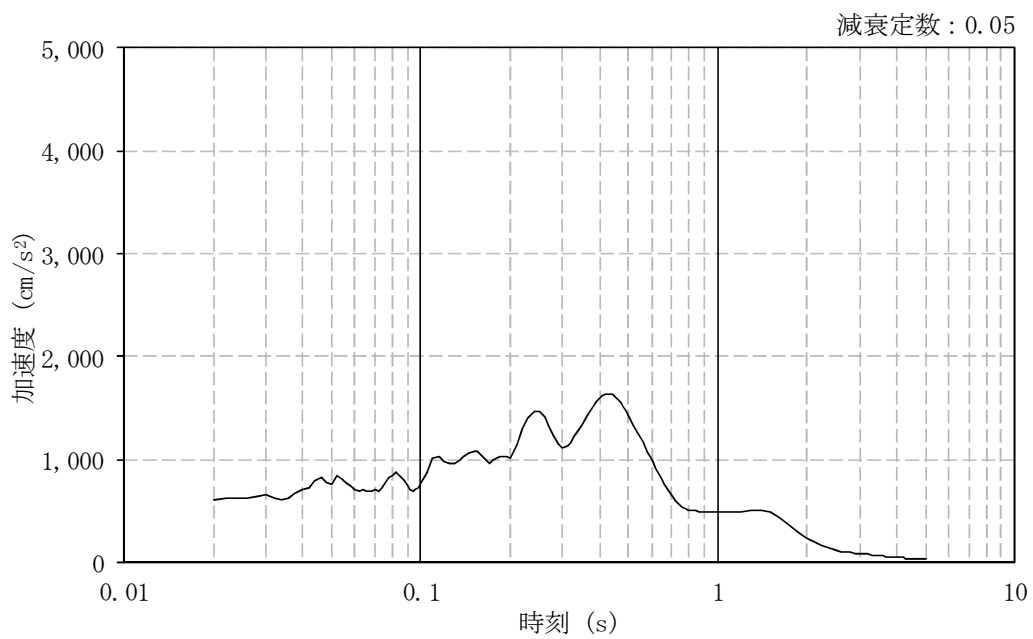
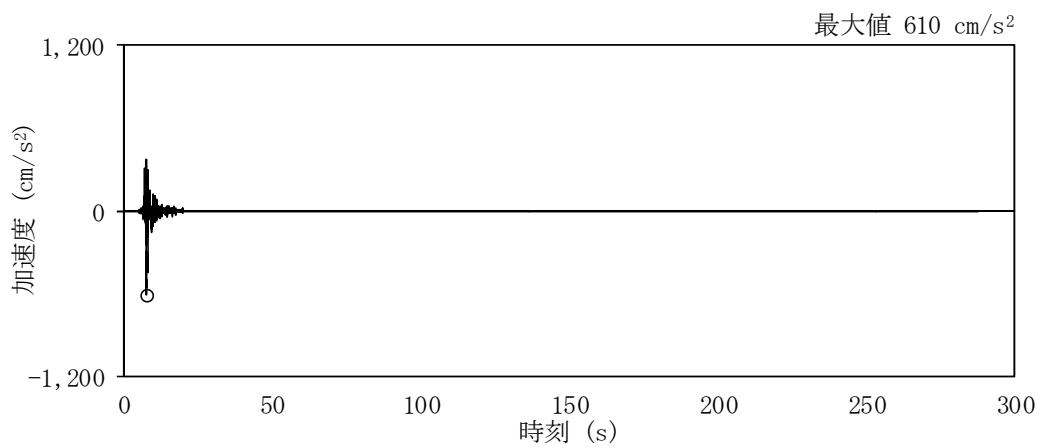
(b) EW方向

第5-7図 (2/3) 加速度波形及び加速度応答スペクトル (S_s-2.2)



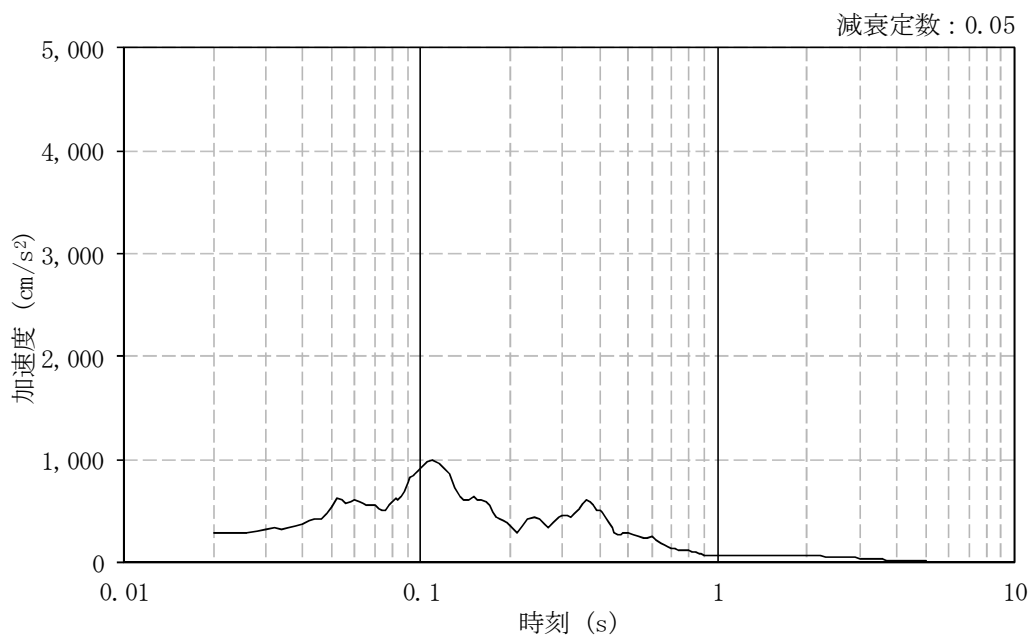
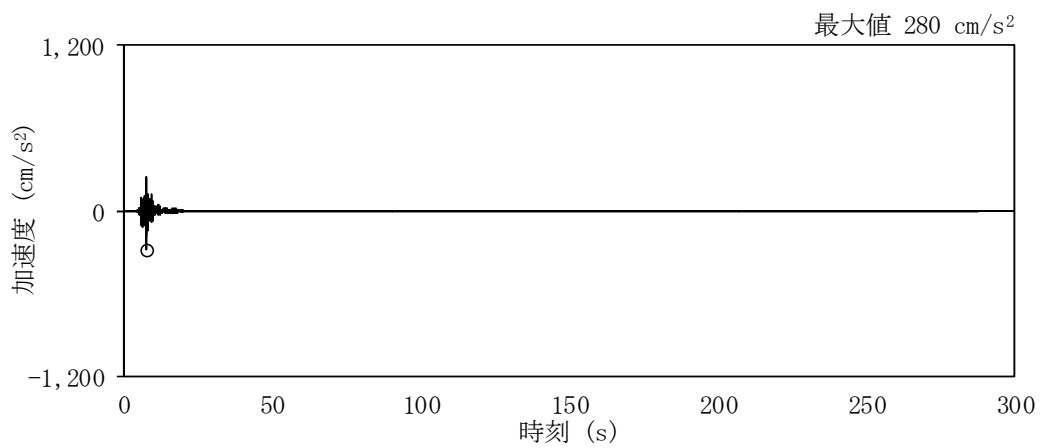
(c) UD direction

第 5-7 図 (3/3) 加速度波形及び加速度応答スペクトル (S_s - 2.2)



(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 - 3 1)



(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 - 3 1)

5.3 地盤応答解析による入力地震動の算定

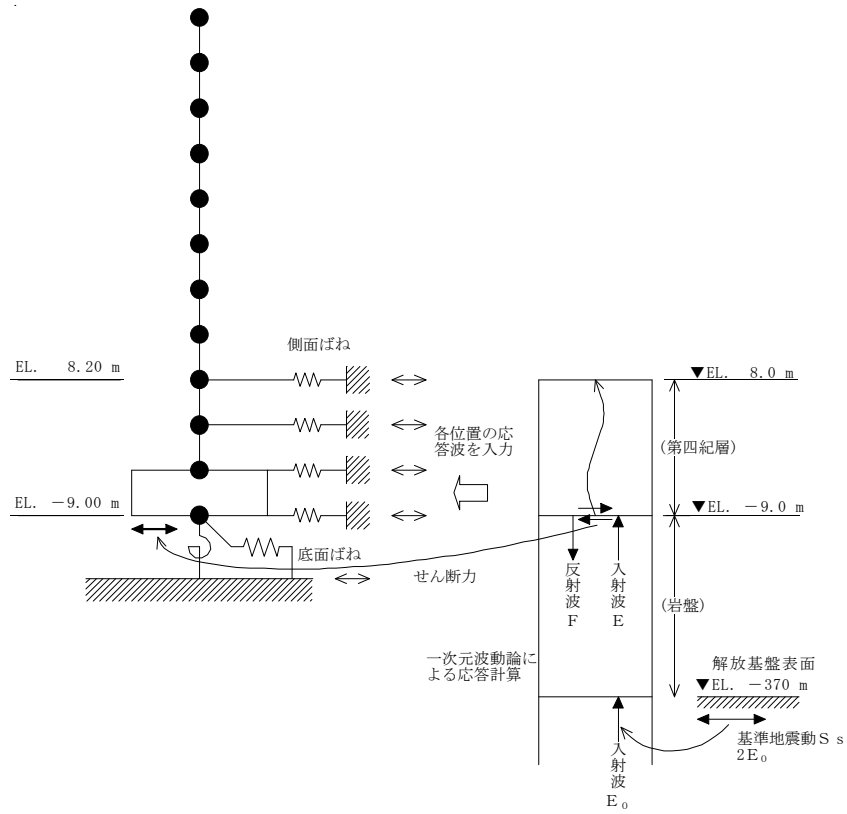
水平方向及び鉛直方向の解析概要を第 5-9 図及び第 5-10 図に示す。

水平方向の入力地震動は、解放基盤表面 (EL. -370m, $V_s \doteq 700 \text{ m/s}$) で定義される基準地震動 $S_s (2E_0)$ 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。

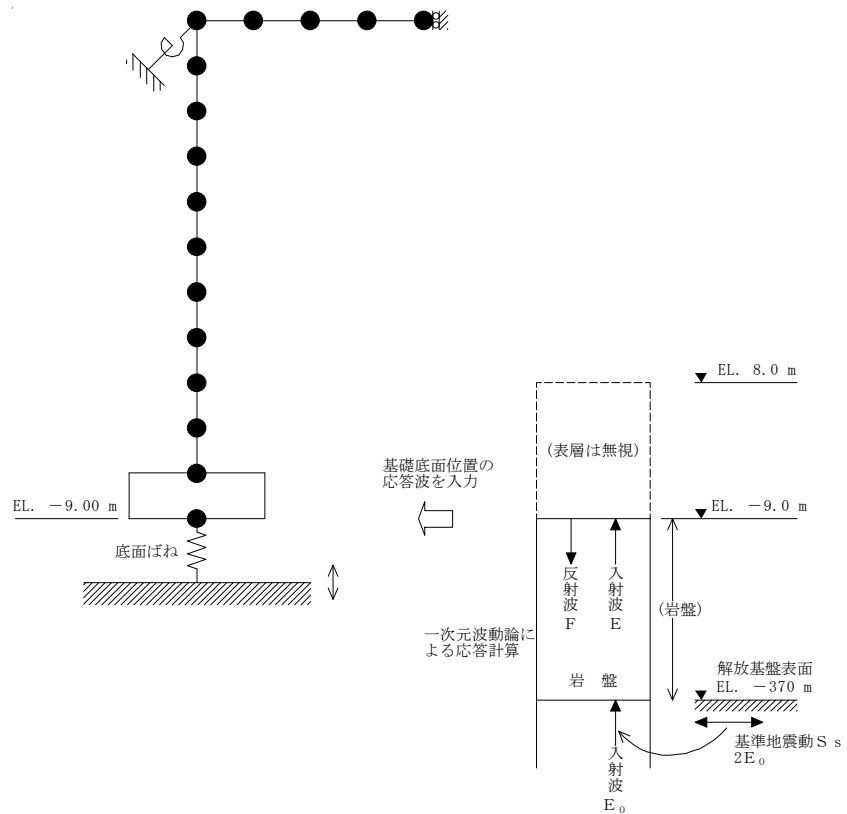
算定に用いる地盤モデルは、当該敷地の地層等を考慮して設定された水平成層地盤とし、等価線形化法により地盤の非線形を考慮した物性値を用いる。

鉛直方向の入力地震動は、解放基盤表面 (EL. -370m, $V_s \doteq 700 \text{ m/s}$) で定義される基準地震動 $S_s (2E_0)$ 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「J E A G 4601-1991 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。

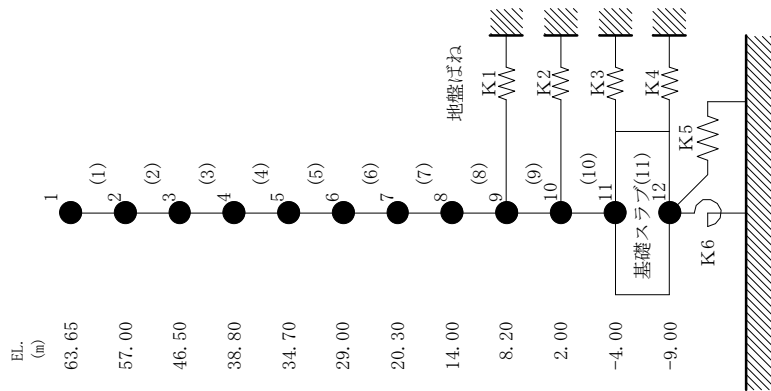
建屋の減衰定数は、鉄筋コンクリート部を 5%、鉄骨部を 2%とし、モード減衰として与えている。各次のモード減衰定数は、建屋各部のひずみエネルギーに比例した値として算定している。

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。

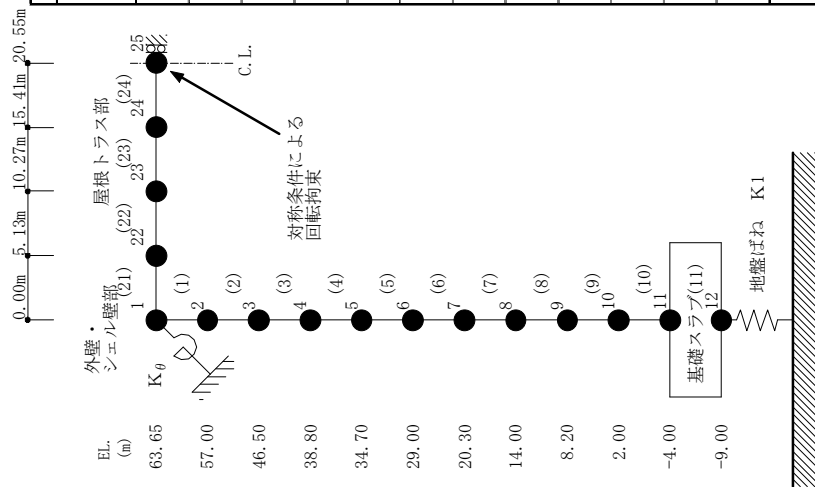
建物の非線形性については、耐震壁について設定しており、「J E A G 4601-1991 追補版」に基づき、トリリニア形スケルトン曲線としている。また、せん断力の履歴特性は最大点指向型としている。曲げモーメントの履歴特性は第2折点までは最大点指向型、それ以上ではディグレイディングトリリニア型としている。復元力特性のスケルトン曲線を第5-12図に、履歴特性を第5-13図に示す。原子炉建屋について算定したせん断及び曲げスケルトン曲線の諸数値を第5-12表及び第5-13表に示す。

第5-2表 水平方向解析モデル及び振動諸元

高さ m _EL.	質点 番号	質点重量 kN W	回転慣性重量 $\times 10^5 \text{ kN} \cdot \text{m}^2$		要素 番号	せん断断面積 m^2		断面2次モーメント $\times 10^3 \text{ m}^4$	
			I_{SNS}	I_{SEW}		A_{SNS}	A_{SEW}	I_{NS}	I_{EW}
63.65	1	15,870	35.7	31.5					
57.00	2	16,160	51.2	44.7	(1)	27.3	25.5	20.4	18.4
46.50	3	67,320	120.3	104.7	(2)	27.3	25.5	20.4	18.4
38.80	4	97,130	161.6	99.8	(3)	212	154	64.4	34.7
34.70	5	83,270	113.0	68.7	(4)	133	141	45.0	37.3
29.00	6	122,370	348.8	250.5	(5)	143	156	45.4	38.7
20.30	7	161,820	488.7	543.9	(6)	218	237	77.6	72.9
14.00	8	234,650	720.8	779.6	(7)	242	224	86.3	77.6
8.20	9	199,260	893.0	886.8	(8)	394	345	178.5	147.4
2.00	10	220,710	832.4	830.7	(9)	464	454	218.4	208.5
-4.00	11	439,290	1,724.6	1,712.1	(10)	464	454	218.8	208.9
-9.00	12	275,090	1,081.4	1,073.5	(11)	4,675	4,675	1,828.1	1,814.8
総重量		1,932,940							



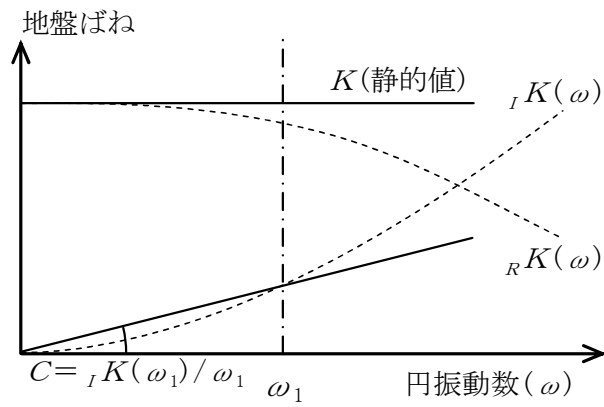
第5-3表 鉛直方向解析モデル及び振動諸元



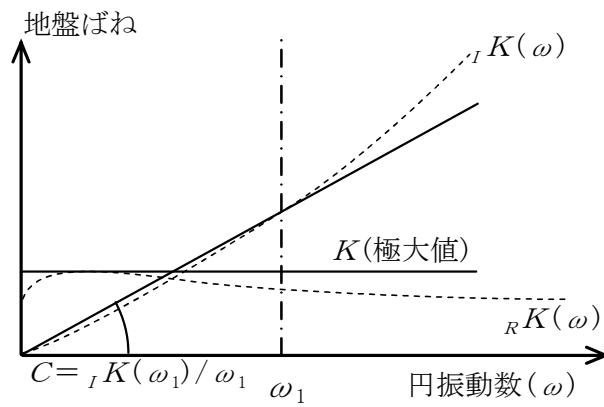
外壁・シエル壁部			
高さ m EL.	質点 番号	質点重量 kN W	軸断面積 m ² A _n
63.65	1	8,030	
57.00	2	16,160	52.4
46.50	3	67,320	58.8
38.80	4	97,130	331
34.70	5	83,270	243
29.00	6	122,370	297
20.30	7	161,820	451
14.00	8	234,650	461
8.20	9	199,260	727
2.00	10	220,710	900
-4.00	11	439,290	900
-9.00	12	275,090	4,675
総重量			1,932,940

屋根トラス部			
高さ m EL.	質点 番号	質点重量 kN W	せん断面積 ×10 ⁻² m ² A _s
63.65	25	1,120	
15.41	24	2,240	5.68
10.27	23	2,240	5.68
5.13	22	2,240	8.50
0.00	1	—	11.49

トラス端部回転拘束ばね
 $K_{\theta} = 5.62 \times 10^6 \text{ kN}\cdot\text{m}/\text{rad}$



(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 (S_s - 1 1)

(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 (S_s - 1 2)

(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 (S_s - 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 (S_s-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

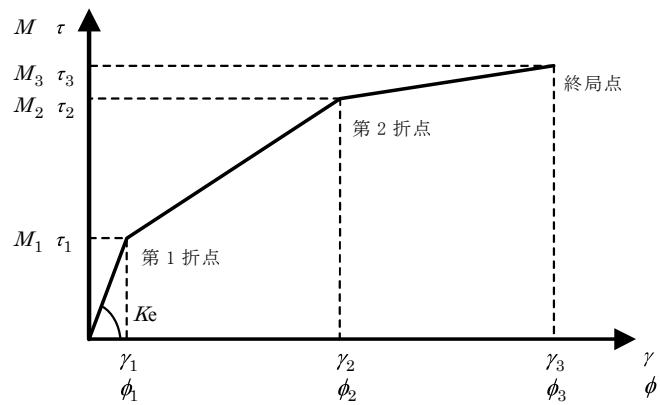
ばね 番号	質点 番号	地盤ばね 成分	ばね定数*1 K _c	減衰係数*2 C _c
K1	9	側面・並進	5.39×10^5	2.45×10^5
K2	10	側面・並進	1.18×10^6	4.00×10^5
K3	11	側面・並進	5.24×10^6	8.97×10^5
K4	12	側面・並進	1.86×10^7	8.57×10^5
K5	12	底面・並進	6.27×10^7	3.41×10^6
K6	12	底面・回転	8.91×10^{10}	1.55×10^9

*1: K1~K5 は kN/m, K6 は kN・m/rad

*2: K1~K5 は kN・s/m, K6 は kN・m・s/rad

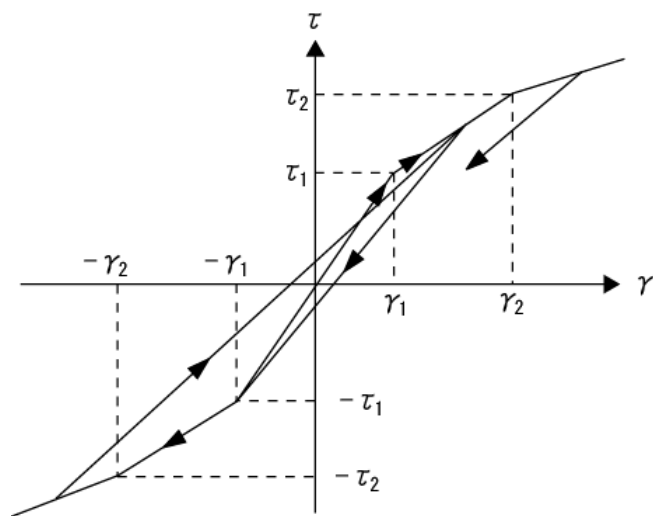
(c) UD 方向

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

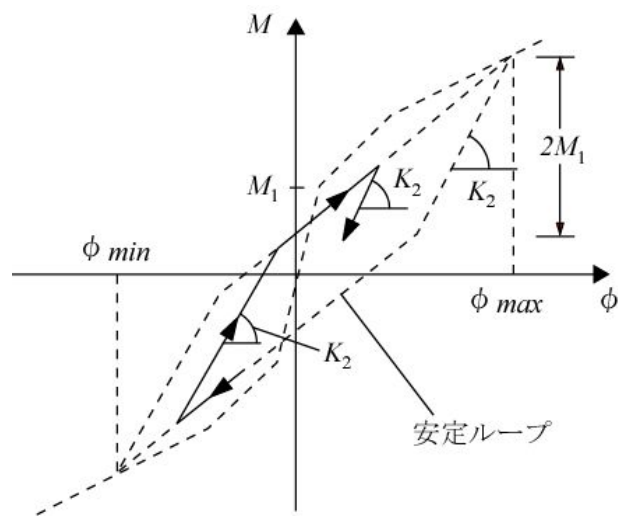


- τ_1 : 第1折れ点のせん断応力度
- τ_2 : 第2折れ点のせん断応力度
- τ_3 : 終局点のせん断応力度
- γ_1 : 第1折れ点のせん断ひずみ
- γ_2 : 第2折れ点のせん断ひずみ
- γ_3 : 終局点のせん断ひずみ
- M_1 : 第1折れ点の曲げモーメント
- M_2 : 第2折れ点の曲げモーメント
- M_3 : 終局点の曲げモーメント
- ϕ_1 : 第1折れ点の曲率
- ϕ_2 : 第2折れ点の曲率
- ϕ_3 : 終局点の曲率

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 せん断スケルトン数値表

(a) N S 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 ×10 ⁻³	γ_2 ×10 ⁻³	γ_3 ×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) E W 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 ×10 ⁻³	γ_2 ×10 ⁻³	γ_3 ×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 曲げスケルトン数値表

(a) N S 方向

EL. m	要素 番号	M ₁ ×10 ⁶ kN・m	M ₂ ×10 ⁶ kN・m	M ₃ ×10 ⁶ kN・m	φ ₁ ×10 ⁻⁵ 1/m	φ ₂ ×10 ⁻⁵ 1/m	φ ₃ ×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) E W 方向

EL. m	要素 番号	M ₁ ×10 ⁶ kN・m	M ₂ ×10 ⁶ kN・m	M ₃ ×10 ⁶ kN・m	φ ₁ ×10 ⁻⁵ 1/m	φ ₂ ×10 ⁻⁵ 1/m	φ ₃ ×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。

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} M_s & 0 \\ 0 & M_c \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{u}_s \\ \ddot{u}_c \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} C_{ss} & C_{sc} \\ C_{cs} & C_{cc} + C_c \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{u}_s \\ \dot{u}_c \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} K_{ss} & K_{sc} \\ K_{cs} & K_{cc} + K_c \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_s \\ u_c \end{Bmatrix} \\ = - \begin{bmatrix} M_s & 0 \\ 0 & M_c \end{bmatrix} \{ \alpha \} \ddot{u}_0 + \begin{Bmatrix} 0 \\ f_c \end{Bmatrix} \end{aligned} \quad (5-1)$$

ここで、

$$\begin{bmatrix} M_s & 0 \\ 0 & M_c \end{bmatrix} : \text{質量マトリクス}$$

$$\begin{bmatrix} C_{ss} & C_{sc} \\ C_{cs} & C_{cc} + C_c \end{bmatrix} : \text{減衰マトリクス}$$

$$\begin{bmatrix} K_{ss} & K_{sc} \\ K_{cs} & K_{cc} + K_c \end{bmatrix} : \text{剛性マトリクス}$$

$$[K_c], [C_c] : \text{地盤の剛性及び減衰マトリクス}$$

$$\begin{Bmatrix} u_s \\ u_c \end{Bmatrix} : \text{変位ベクトル}$$

$$\{ \alpha \} : \text{入力ベクトル}$$

$$\ddot{u}_0 : \text{入力加速度}$$

(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， $\{f_c\} = \mathbf{0}$ である。

$$\{f_c\} = [K_c]\{\tilde{u}_c\} + [C_c]\{\dot{\tilde{u}}_c\} + \{\tilde{p}_c\} \quad (5-2)$$

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。

$$\left(\begin{bmatrix} K_{ss} & K_{sc} \\ K_{cs} & K_{cc} + K_c \end{bmatrix} - \omega_i^2 \begin{bmatrix} M_s & 0 \\ 0 & M_c \end{bmatrix} \right) \{\phi_i\} = \{0\} \quad (5-3)$$

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ッ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ーに比例するものとして次式により求める。

$$h_i = \frac{\sum_j h_0^j E_i^j}{\sum_j E_i^j} \quad (5-4)$$

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。

$$\begin{bmatrix} C_{ss} & C_{sc} \\ C_{cs} & C_{cc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_s & 0 \\ 0 & M_c \end{bmatrix} \left(\sum_i \{\phi_i\} \eta_i \{\phi_i\}^T \right) \begin{bmatrix} M_s & 0 \\ 0 & M_c \end{bmatrix} \quad (5-5)$$

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。

$$[c] = \begin{bmatrix} C_{ss} & C_{sc} \\ C_{cs} & C_{cc} + C_c \end{bmatrix} \quad (5-6)$$

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 - D 1)

(a) N S 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

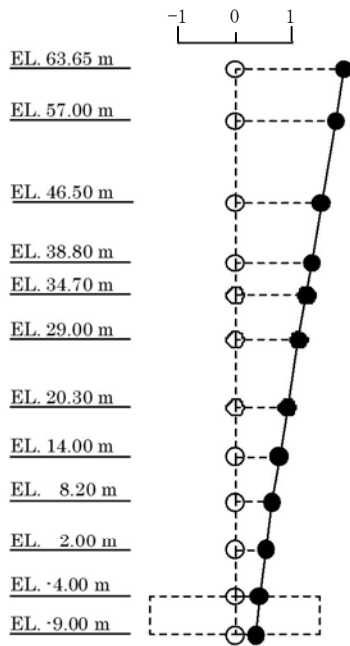
(b) E W 方向

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

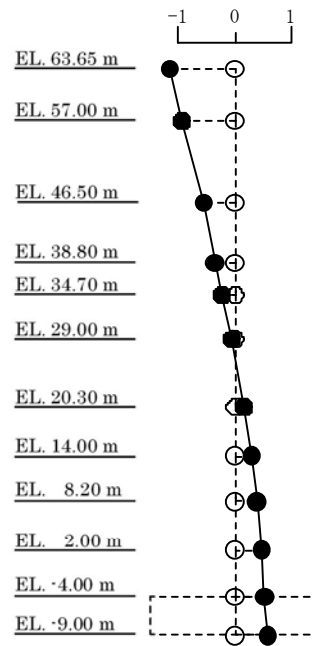
(c) U D 方向

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

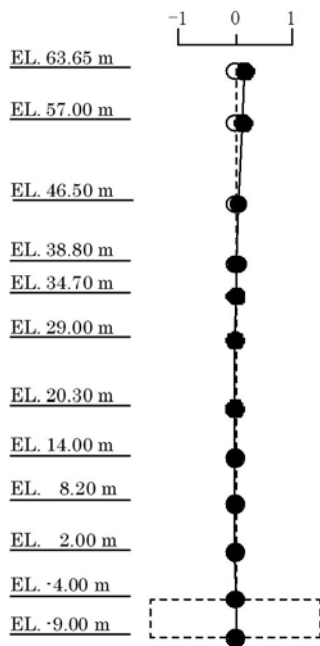
1次モード
 固有周期 : 0.409 (s)
 振動数 : 2.44 (Hz)
 刺激係数 : 1.916



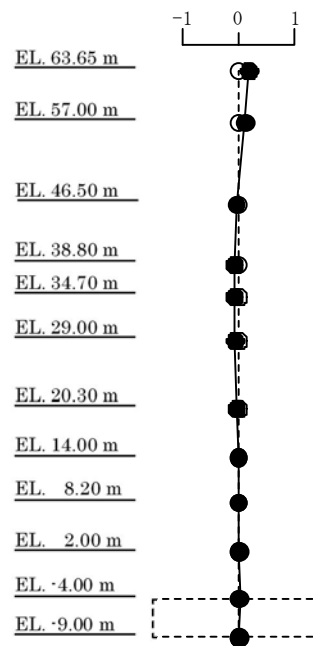
2次モード
 固有周期 : 0.202 (s)
 振動数 : 4.96 (Hz)
 刺激係数 : 1.154



3次モード
 固有周期 : 0.104 (s)
 振動数 : 9.60 (Hz)
 刺激係数 : 0.163



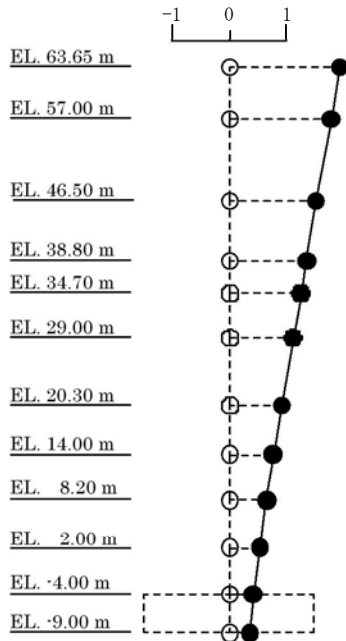
4次モード
 固有周期 : 0.085 (s)
 振動数 : 11.77 (Hz)
 刺激係数 : 0.194



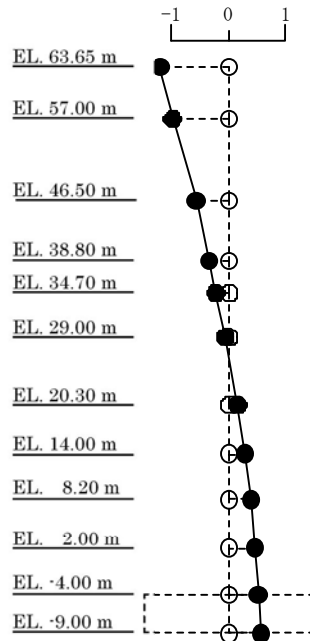
(a) N S 方向

第 5-14 図 (1/3) 刺激関数 (S_s-D 1)

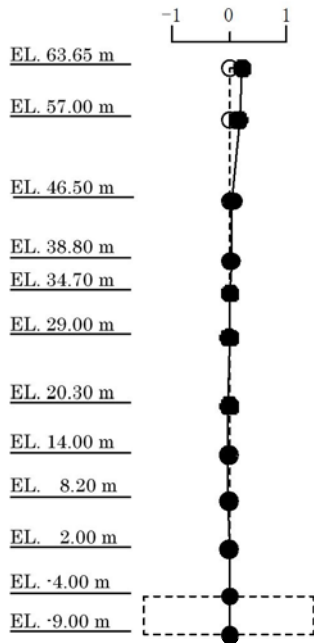
1次モード
 固有周期 : 0.411 (s)
 振動数 : 2.43 (Hz)
 刺激係数 : 1.941



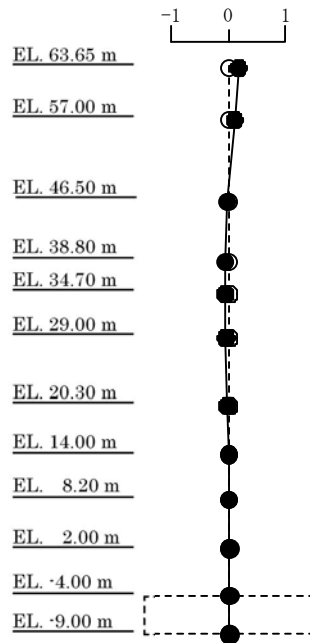
2次モード
 固有周期 : 0.202 (s)
 振動数 : 4.96 (Hz)
 刺激係数 : 1.213



3次モード
 固有周期 : 0.107 (s)
 振動数 : 9.32 (Hz)
 刺激係数 : 0.216

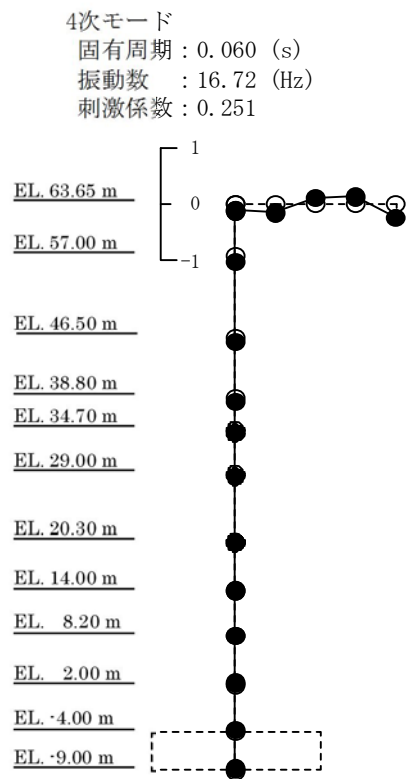
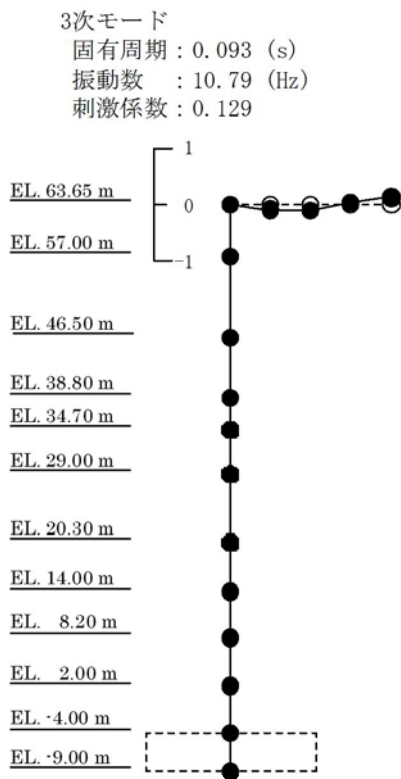
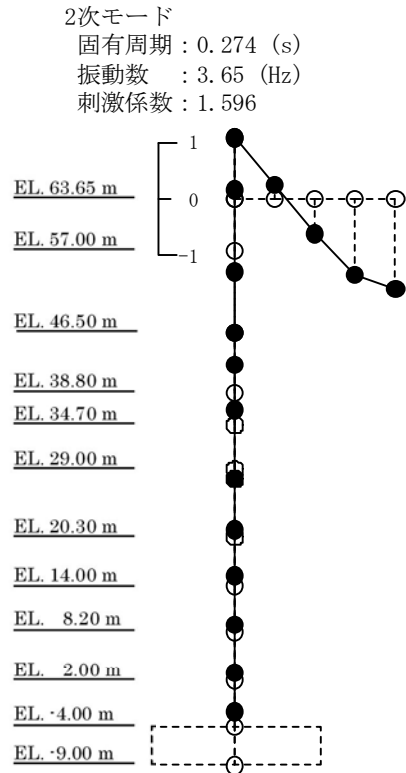
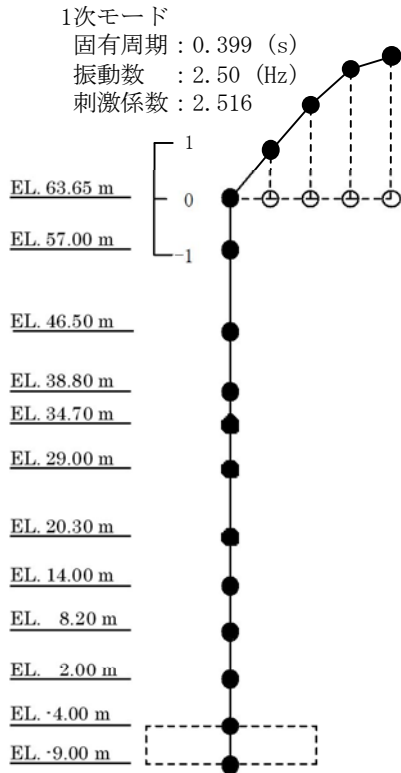


4次モード
 固有周期 : 0.086 (s)
 振動数 : 11.59 (Hz)
 刺激係数 : 0.172



(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-D 1)

第 5-15 表 固有値 (S_s - 1 1)

(a) N S 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

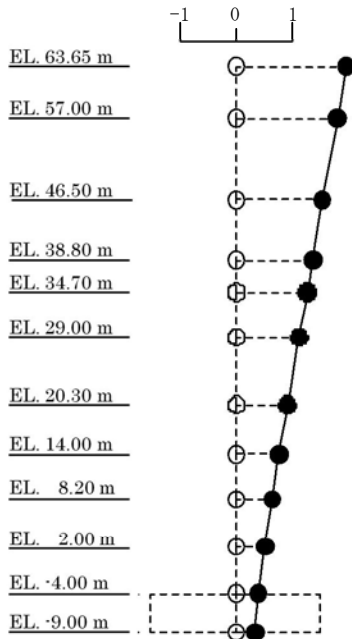
(b) E W 方向

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

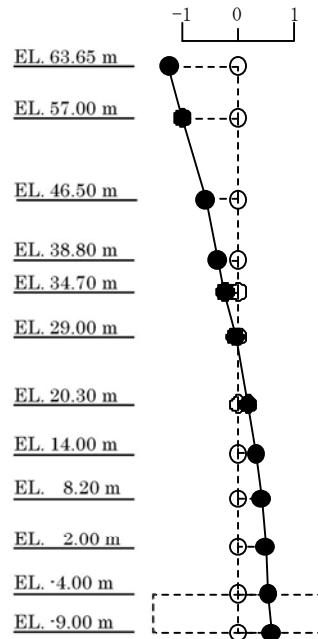
(c) U D 方向

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

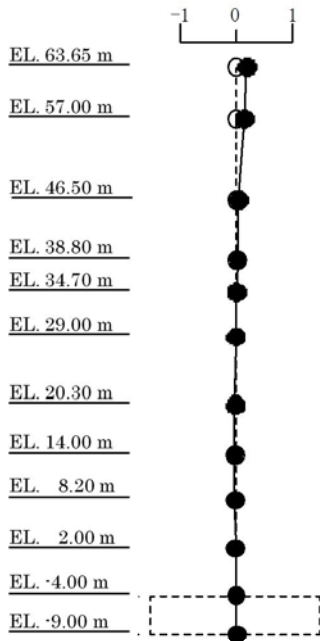
1次モード
 固有周期 : 0.392 (s)
 振動数 : 2.55 (Hz)
 刺激係数 : 1.938



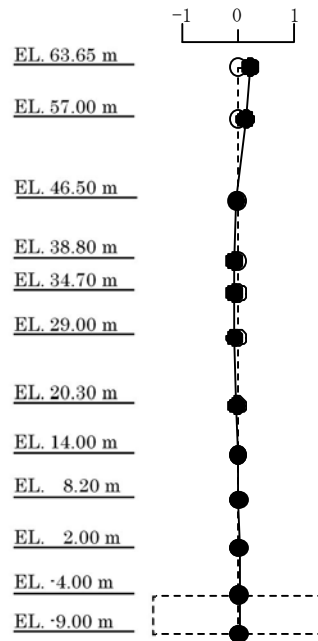
2次モード
 固有周期 : 0.193 (s)
 振動数 : 5.18 (Hz)
 刺激係数 : 1.213



3次モード
 固有周期 : 0.103 (s)
 振動数 : 9.70 (Hz)
 刺激係数 : 0.197



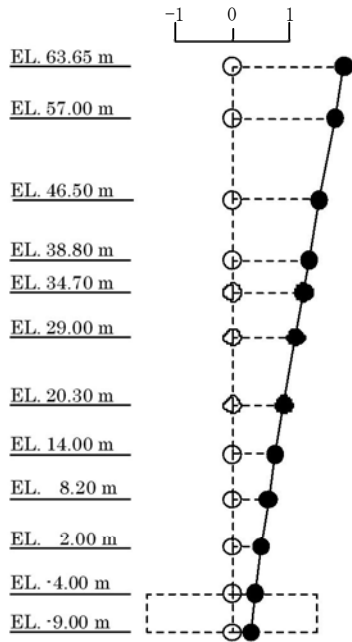
4次モード
 固有周期 : 0.085 (s)
 振動数 : 11.81 (Hz)
 刺激係数 : 0.214



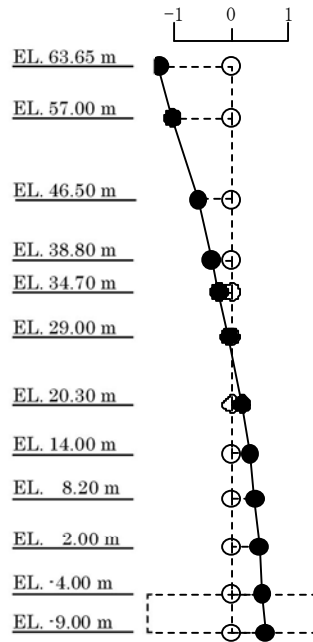
(a) N S 方向

第 5-15 図 (1/3) 刺激関数 ($S_s - 1 \ 1$)

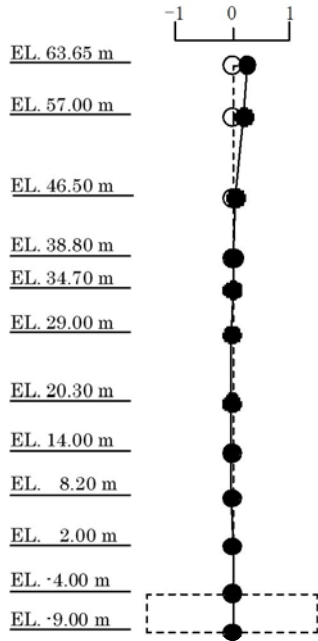
1次モード
 固有周期 : 0.395 (s)
 振動数 : 2.53 (Hz)
 刺激係数 : 1.964



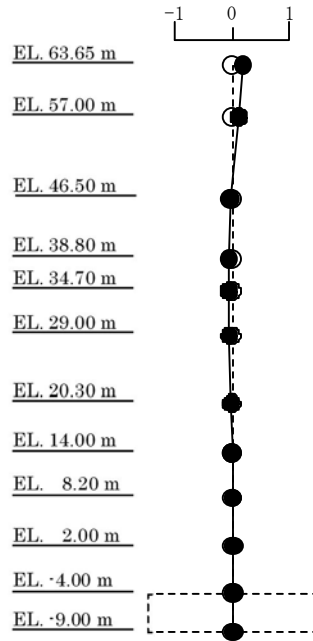
2次モード
 固有周期 : 0.193 (s)
 振動数 : 5.18 (Hz)
 刺激係数 : 1.281



3次モード
 固有周期 : 0.106 (s)
 振動数 : 9.42 (Hz)
 刺激係数 : 0.261

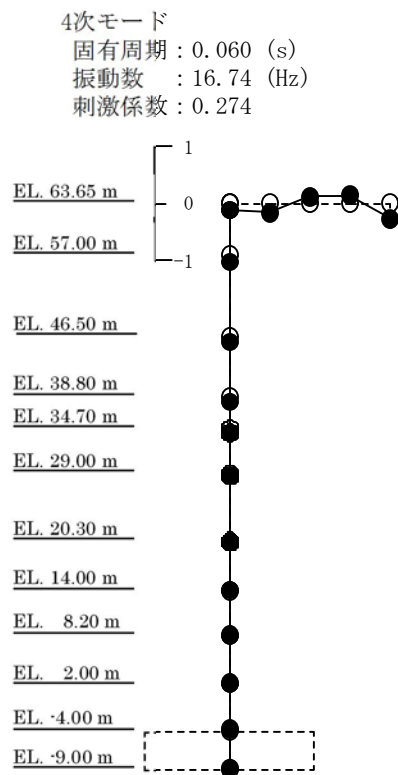
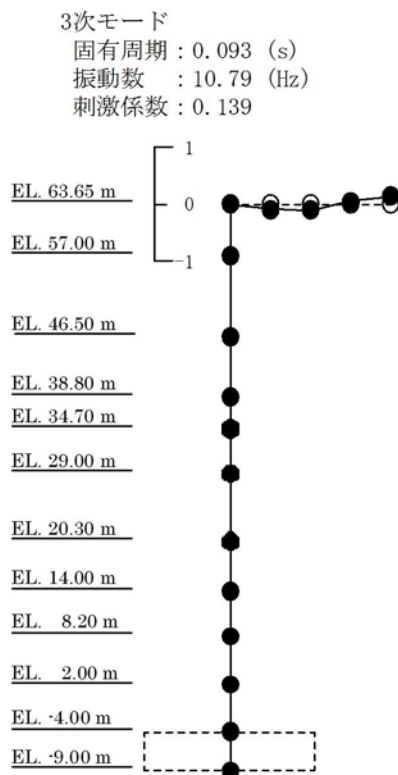
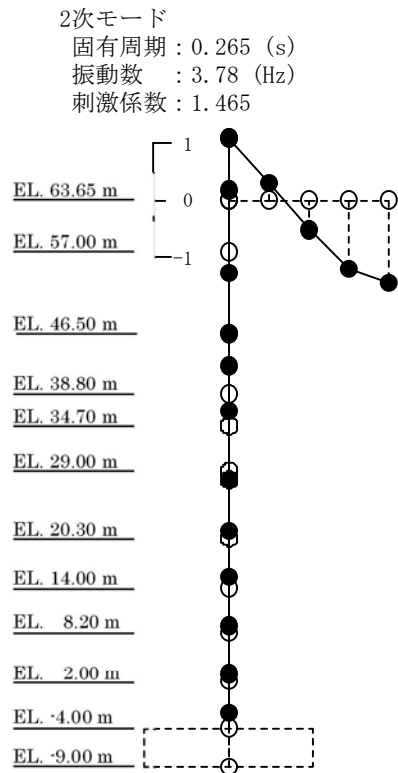
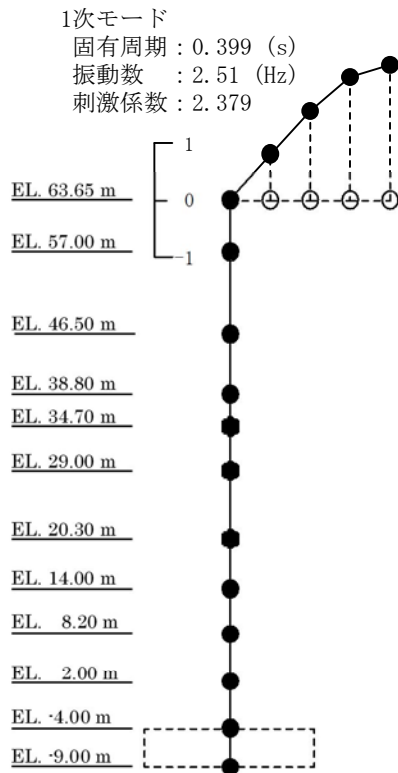


4次モード
 固有周期 : 0.086 (s)
 振動数 : 11.64 (Hz)
 刺激係数 : 0.187



(b) E W方向

第 5-15 図 (2/3) 刺激関数 ($S_s - 1 \ 1$)



(c) UD方向

第 5-15 図 (3/3) 刺激関数 ($S_s - 1 1$)

第 5-16 表 固有値 (S_s - 1 2)

(a) N S 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

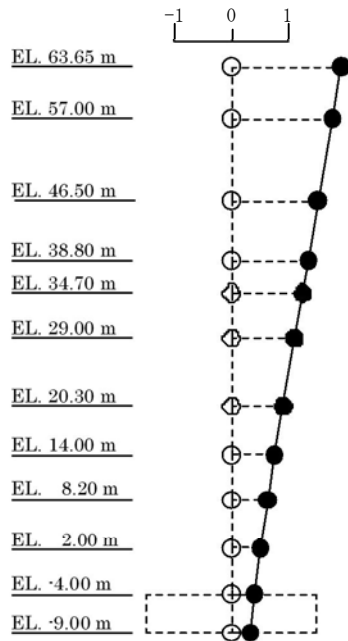
(b) E W 方向

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

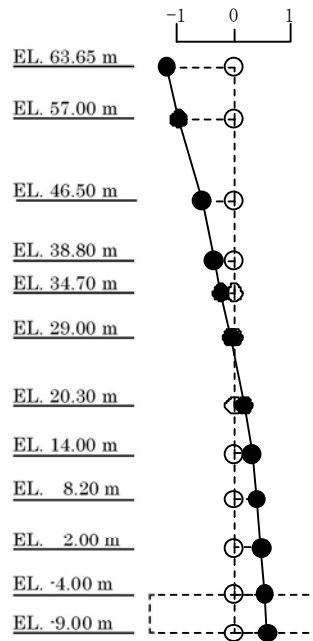
(c) U D 方向

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

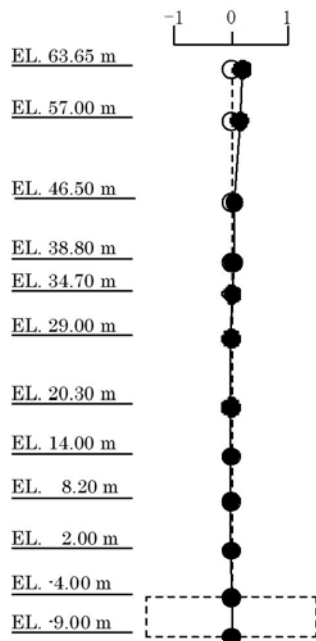
1次モード
 固有周期 : 0.398 (s)
 振動数 : 2.51 (Hz)
 刺激係数 : 1.931



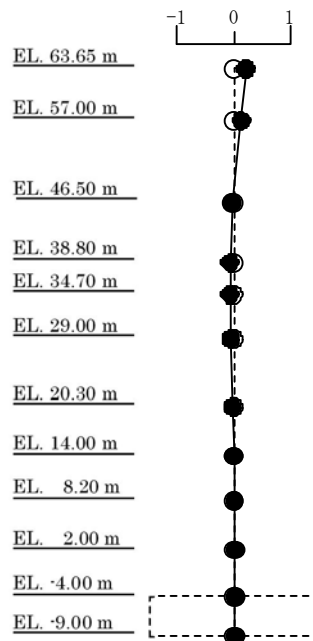
2次モード
 固有周期 : 0.196 (s)
 振動数 : 5.11 (Hz)
 刺激係数 : 1.194



3次モード
 固有周期 : 0.104 (s)
 振動数 : 9.65 (Hz)
 刺激係数 : 0.184



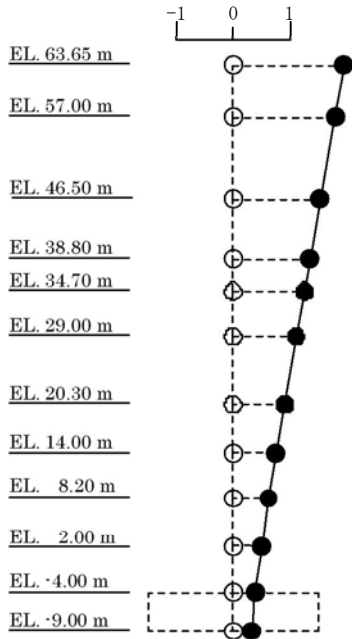
4次モード
 固有周期 : 0.085 (s)
 振動数 : 11.80 (Hz)
 刺激係数 : 0.211



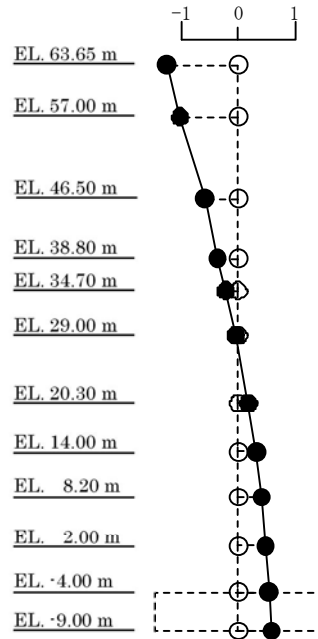
(a) N S 方向

第 5-16 図 (1/3) 刺激関数 ($S_s - 1 \ 2$)

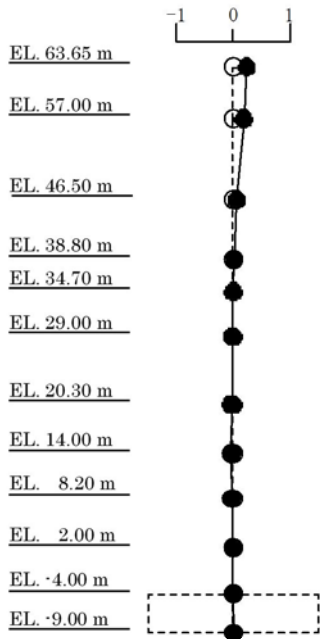
1次モード
 固有周期 : 0.400 (s)
 振動数 : 2.50 (Hz)
 刺激係数 : 1.957



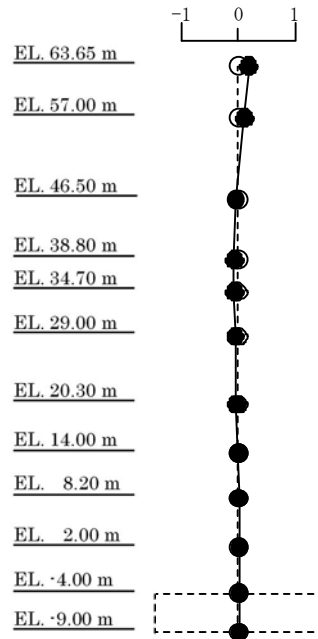
2次モード
 固有周期 : 0.195 (s)
 振動数 : 5.12 (Hz)
 刺激係数 : 1.260



3次モード
 固有周期 : 0.107 (s)
 振動数 : 9.38 (Hz)
 刺激係数 : 0.245

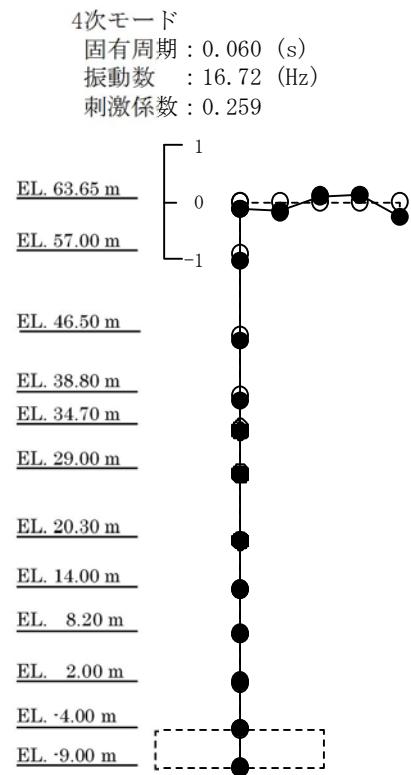
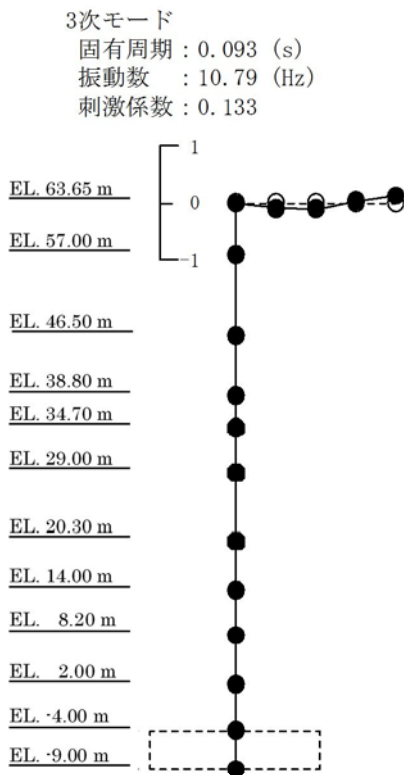
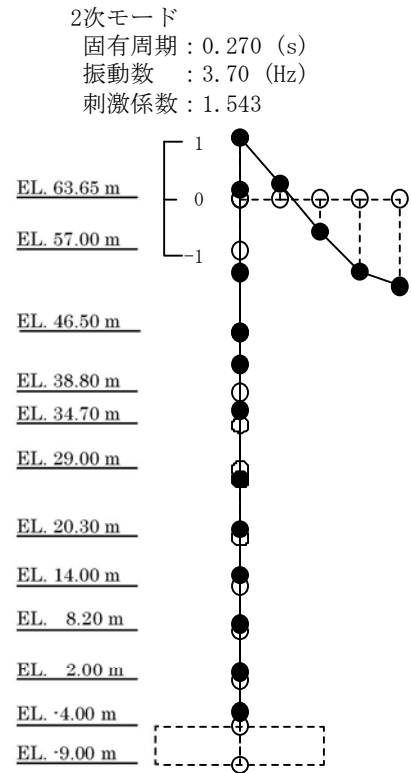
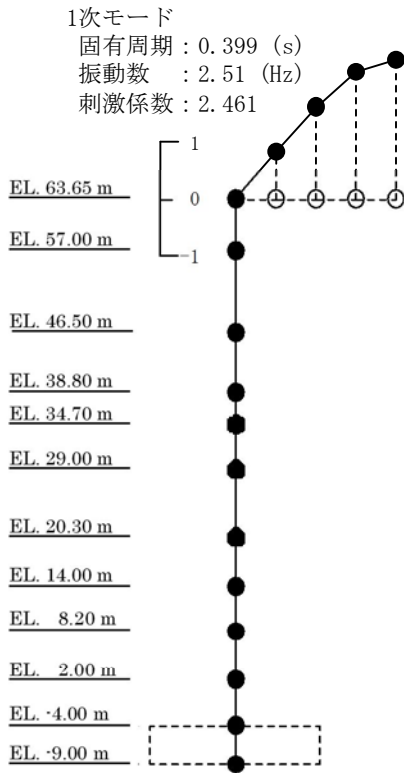


4次モード
 固有周期 : 0.086 (s)
 振動数 : 11.62 (Hz)
 刺激係数 : 0.185



(b) E W方向

第 5-16 図 (2/3) 刺激関数 ($S_s - 1 \ 2$)



(c) UD方向

第 5-16 図 (3/3) 刺激関数 ($S_s - 1 \ 2$)

第 5-17 表 固有値 (S_s - 1 3)

(a) N S 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

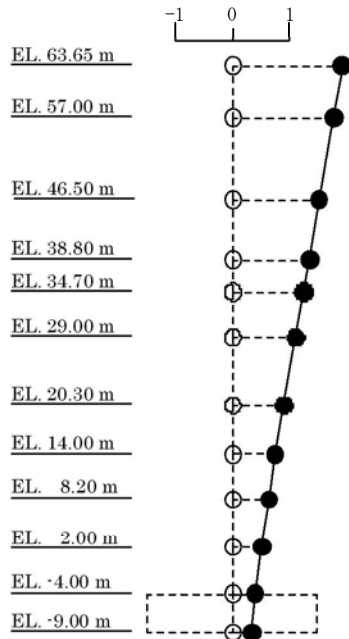
(b) E W 方向

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

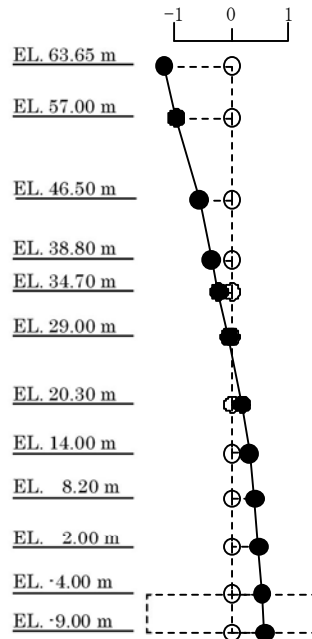
(c) U D 方向

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

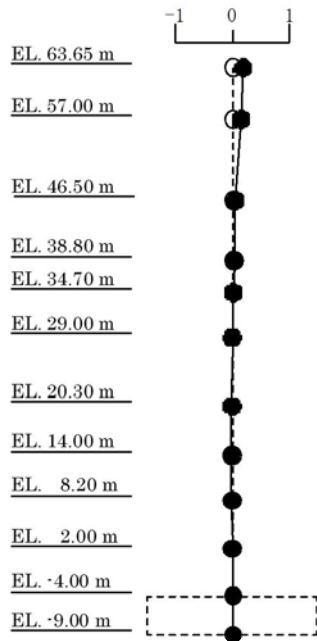
1次モード
 固有周期 : 0.397 (s)
 振動数 : 2.52 (Hz)
 刺激係数 : 1.932



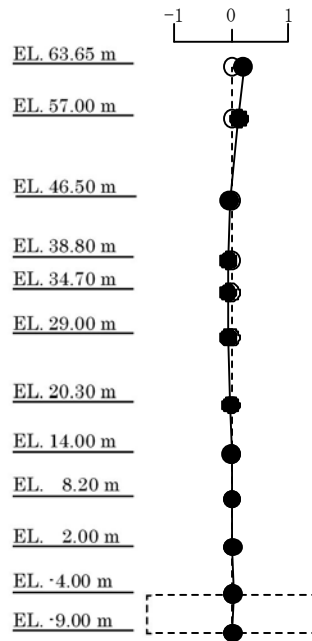
2次モード
 固有周期 : 0.195 (s)
 振動数 : 5.12 (Hz)
 刺激係数 : 1.197



3次モード
 固有周期 : 0.103 (s)
 振動数 : 9.66 (Hz)
 刺激係数 : 0.186



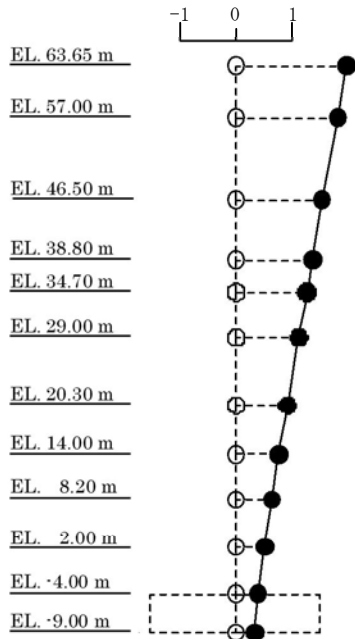
4次モード
 固有周期 : 0.085 (s)
 振動数 : 11.80 (Hz)
 刺激係数 : 0.211



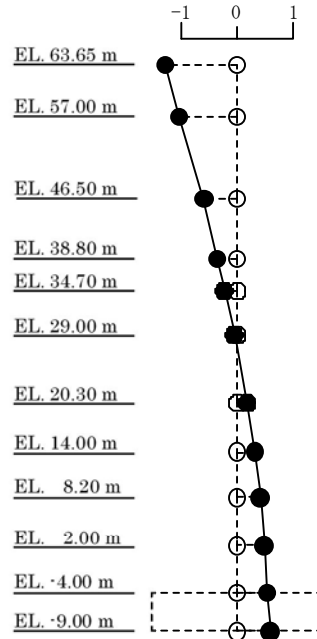
(a) N S 方向

第 5-17 図 (1/3) 刺激関数 ($S_s - 13$)

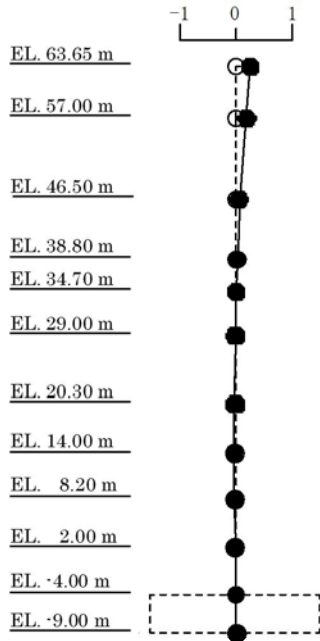
1次モード
 固有周期 : 0.399 (s)
 振動数 : 2.51 (Hz)
 刺激係数 : 1.958



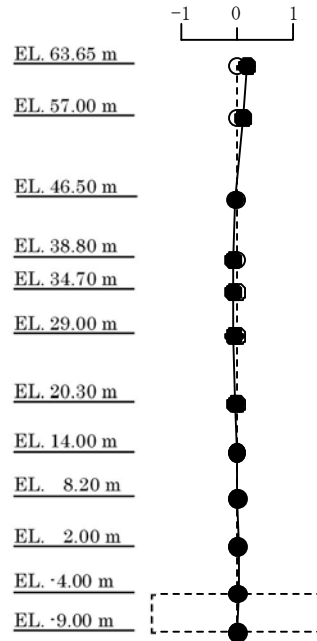
2次モード
 固有周期 : 0.195 (s)
 振動数 : 5.12 (Hz)
 刺激係数 : 1.263



3次モード
 固有周期 : 0.107 (s)
 振動数 : 9.39 (Hz)
 刺激係数 : 0.248

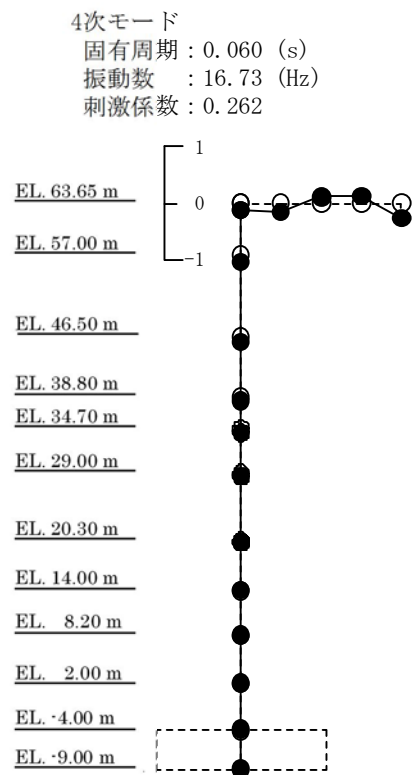
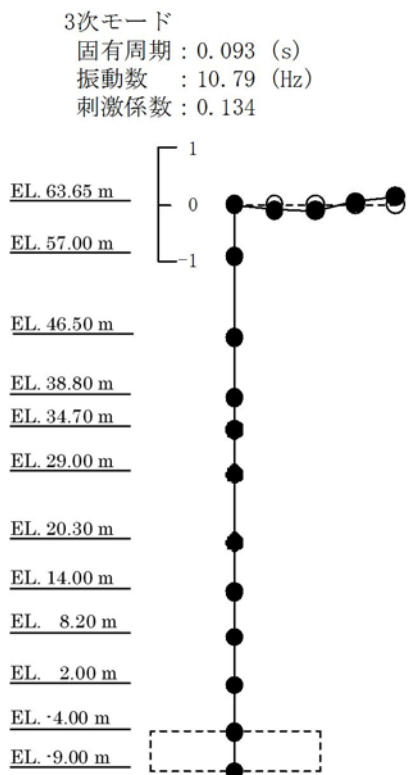
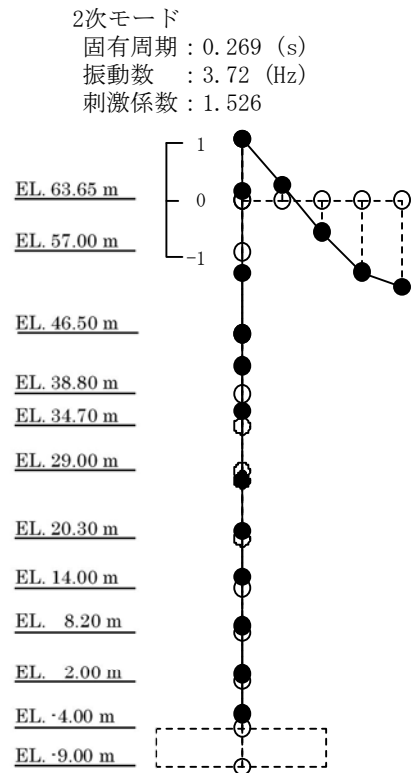
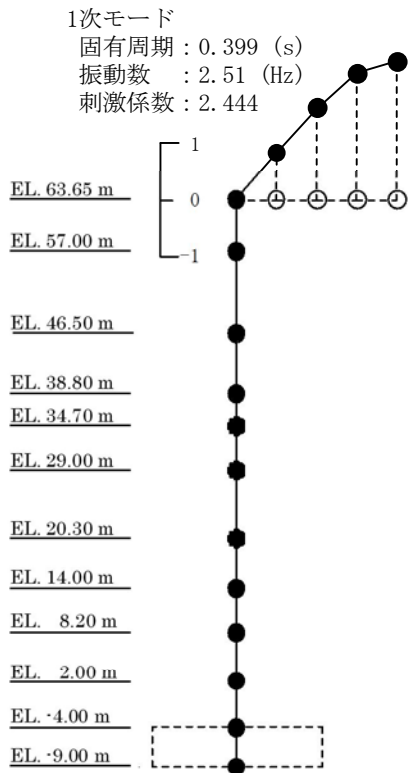


4次モード
 固有周期 : 0.086 (s)
 振動数 : 11.62 (Hz)
 刺激係数 : 0.184



(b) EW方向

第 5-17 図 (2/3) 刺激関数 ($S_s - 1.3$)



(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 - 1 4)

(a) N S 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

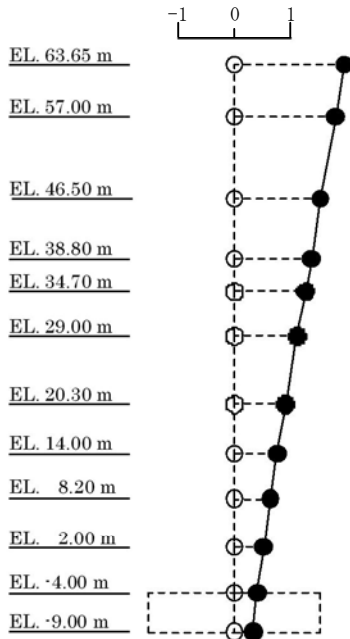
(b) E W 方向

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

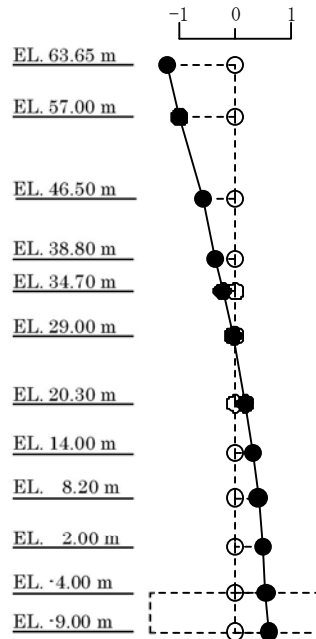
(c) U D 方向

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

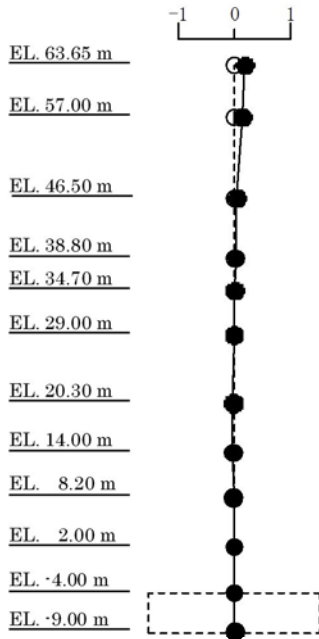
1次モード
 固有周期 : 0.394 (s)
 振動数 : 2.54 (Hz)
 刺激係数 : 1.936



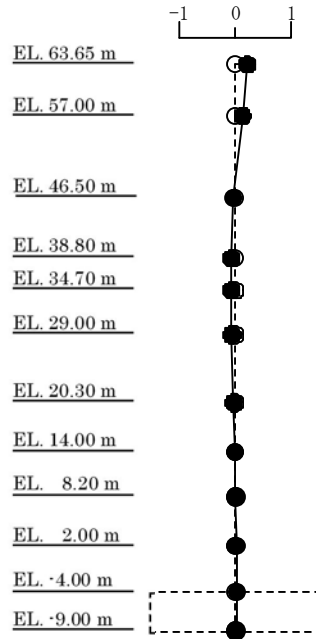
2次モード
 固有周期 : 0.194 (s)
 振動数 : 5.16 (Hz)
 刺激係数 : 1.207



3次モード
 固有周期 : 0.103 (s)
 振動数 : 9.68 (Hz)
 刺激係数 : 0.192



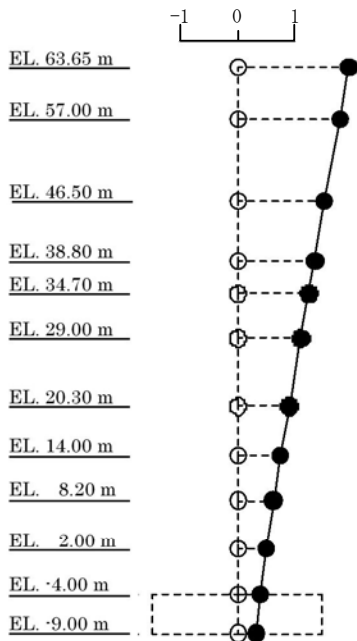
4次モード
 固有周期 : 0.085 (s)
 振動数 : 11.80 (Hz)
 刺激係数 : 0.215



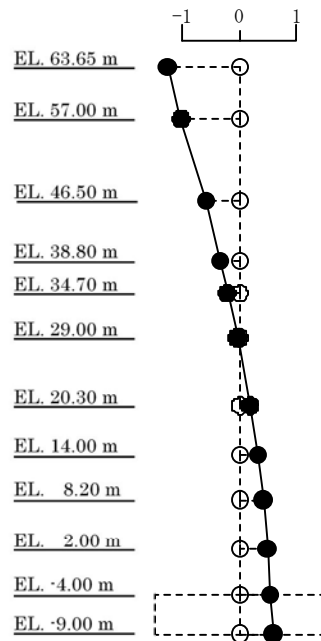
(a) N S 方向

第 5-18 図 (1/3) 刺激関数 ($S_s - 1.4$)

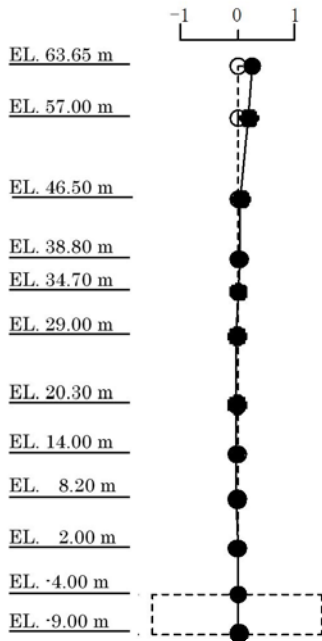
1次モード
 固有周期 : 0.396 (s)
 振動数 : 2.53 (Hz)
 刺激係数 : 1.962



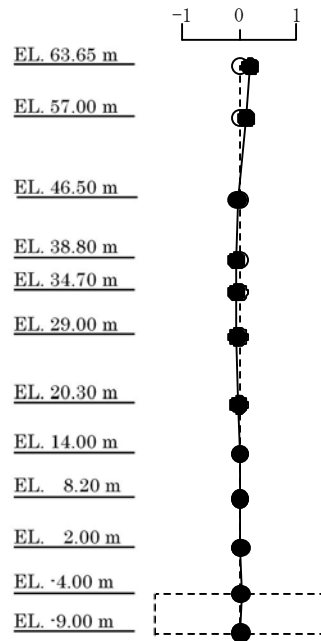
2次モード
 固有周期 : 0.194 (s)
 振動数 : 5.16 (Hz)
 刺激係数 : 1.274



3次モード
 固有周期 : 0.106 (s)
 振動数 : 9.41 (Hz)
 刺激係数 : 0.255

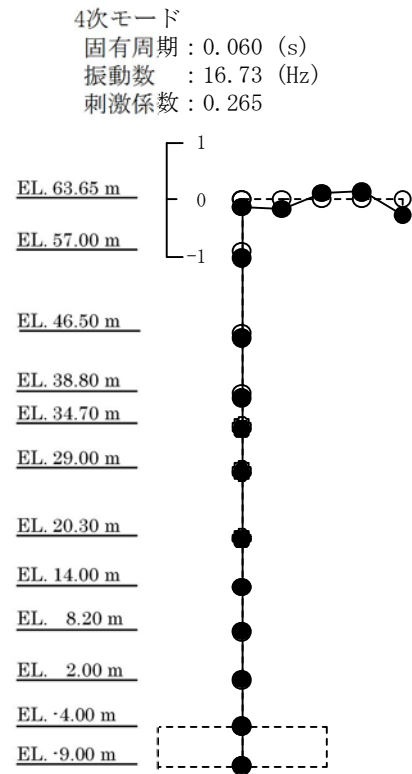
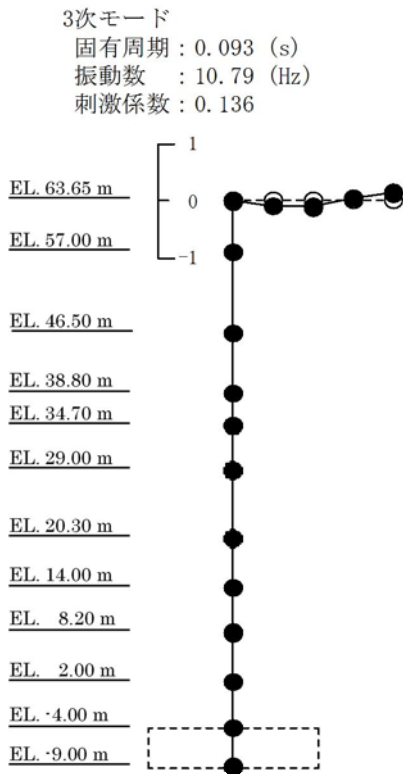
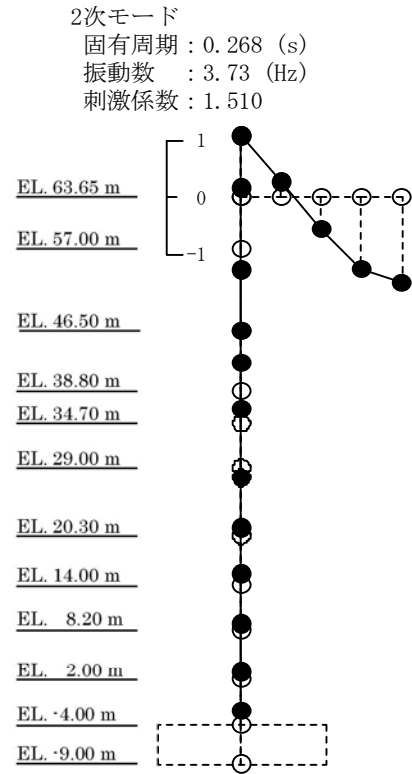
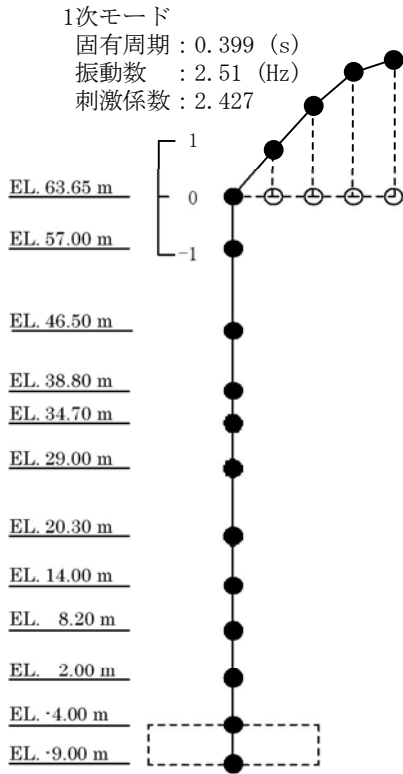


4次モード
 固有周期 : 0.086 (s)
 振動数 : 11.63 (Hz)
 刺激係数 : 0.187



(b) E W方向

第 5-18 図 (2/3) 刺激関数 ($S_s - 1.4$)



(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 - 2 1)

(a) N S 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

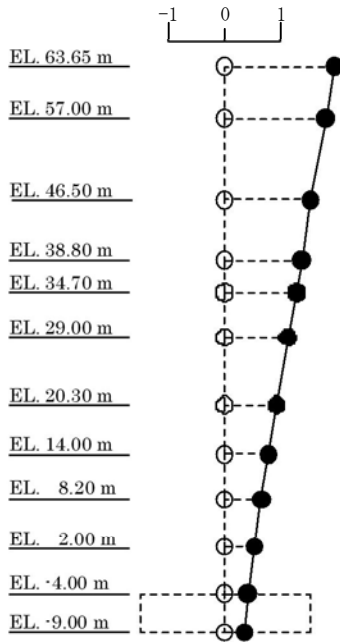
(b) E W 方向

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

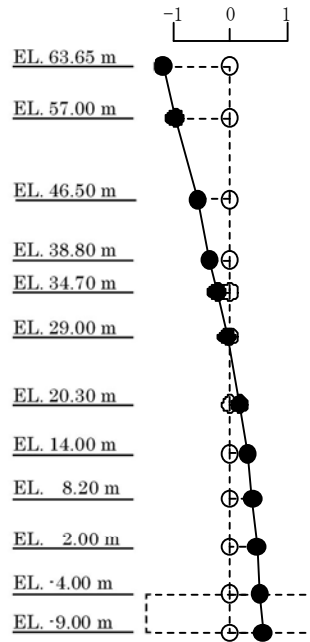
(c) U D 方向

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

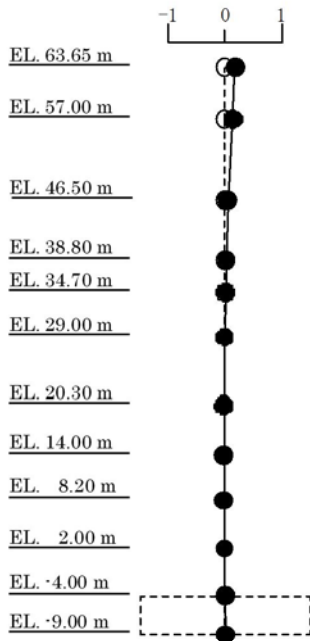
1次モード
 固有周期 : 0.399 (s)
 振動数 : 2.50 (Hz)
 刺激係数 : 1.929



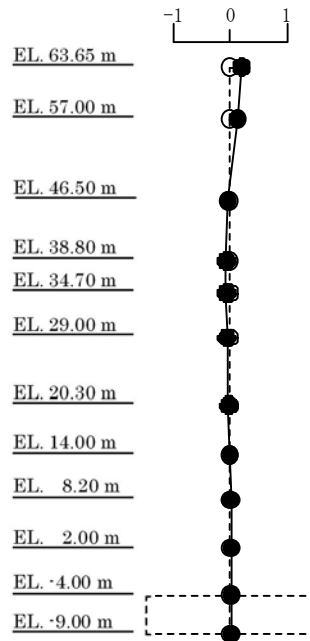
2次モード
 固有周期 : 0.196 (s)
 振動数 : 5.09 (Hz)
 刺激係数 : 1.188



3次モード
 固有周期 : 0.104 (s)
 振動数 : 9.66 (Hz)
 刺激係数 : 0.183



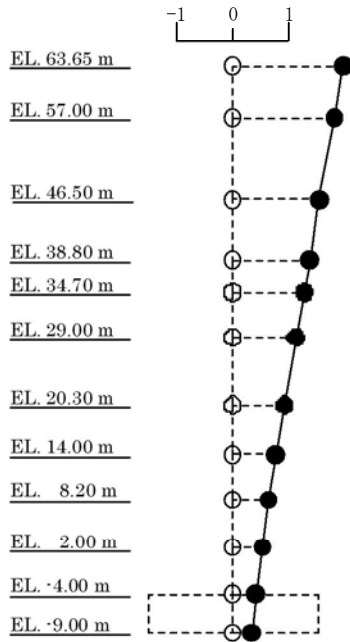
4次モード
 固有周期 : 0.085 (s)
 振動数 : 11.79 (Hz)
 刺激係数 : 0.205



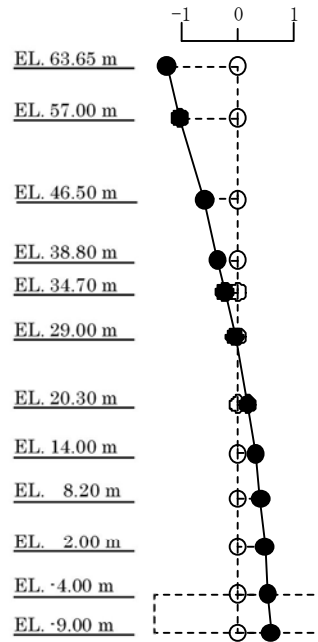
(a) N S 方向

第 5-19 図 (1/3) 刺激関数 ($S_s - 21$)

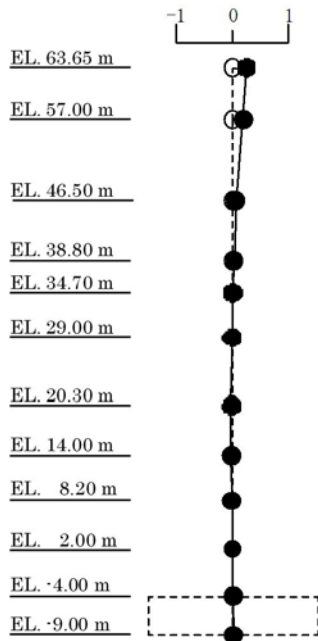
1次モード
 固有周期 : 0.401 (s)
 振動数 : 2.49 (Hz)
 刺激係数 : 1.954



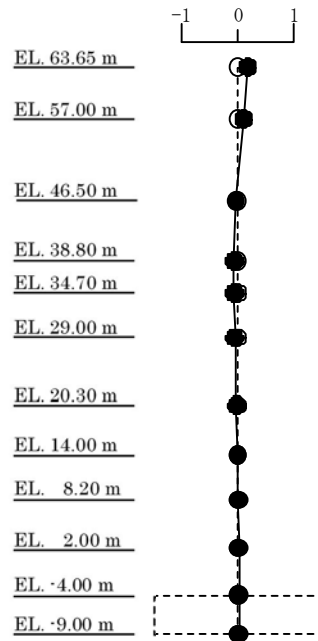
2次モード
 固有周期 : 0.196 (s)
 振動数 : 5.09 (Hz)
 刺激係数 : 1.252



3次モード
 固有周期 : 0.107 (s)
 振動数 : 9.38 (Hz)
 刺激係数 : 0.243

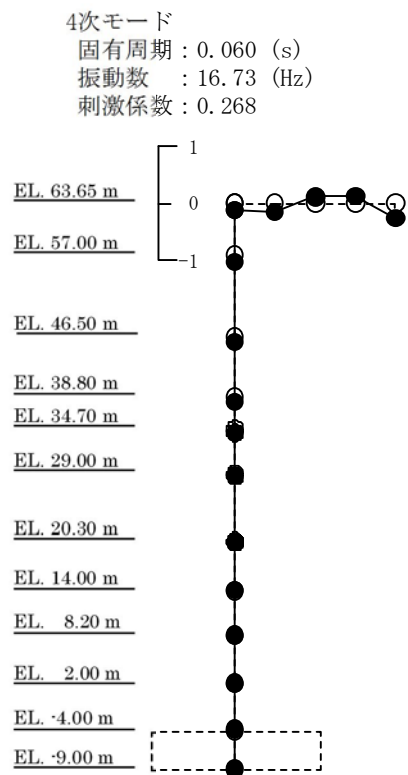
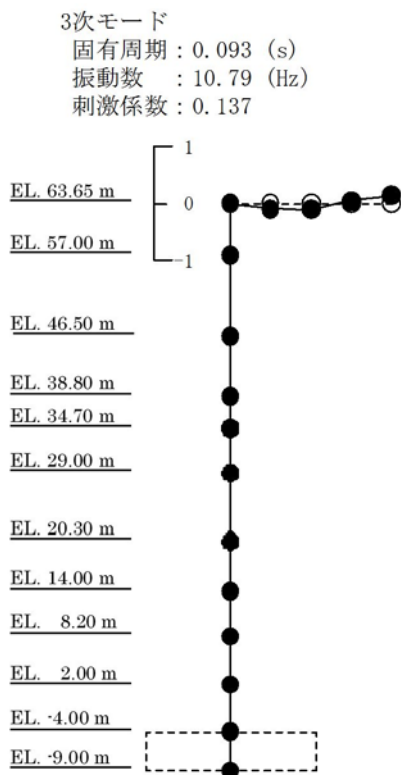
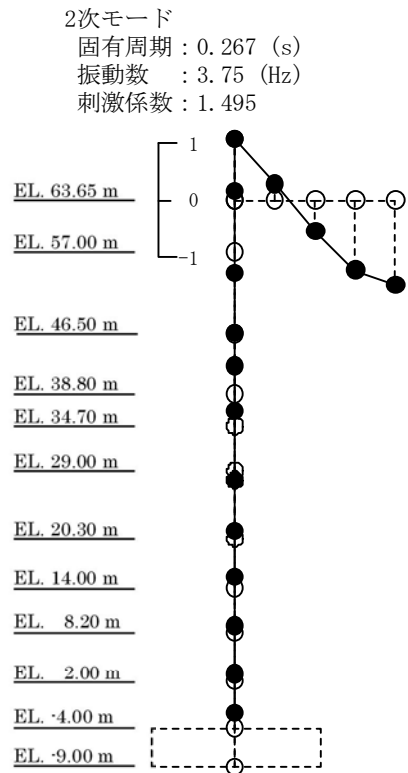
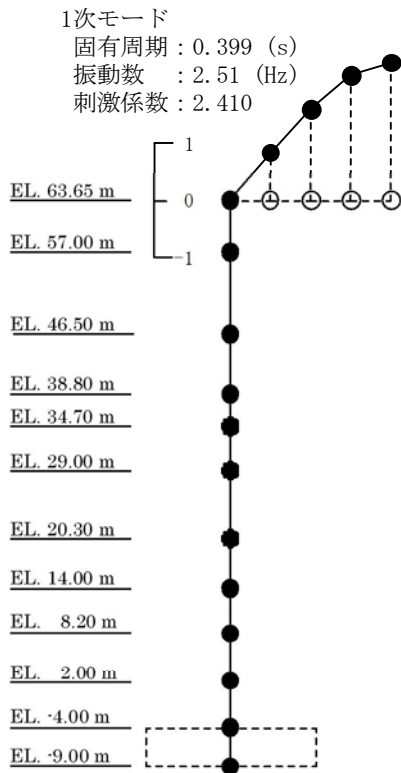


4次モード
 固有周期 : 0.086 (s)
 振動数 : 11.62 (Hz)
 刺激係数 : 0.179



(b) E W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 (S_s - 2 2)

(a) N S 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

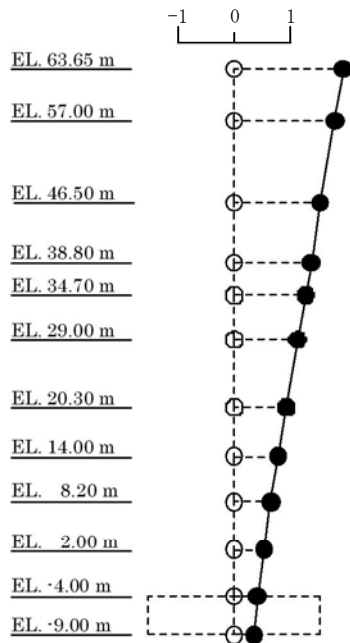
(b) E W 方向

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

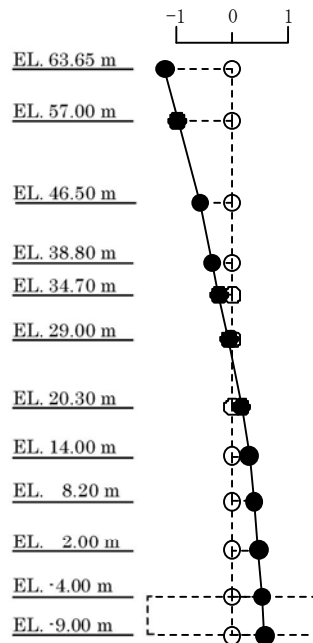
(c) U D 方向

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

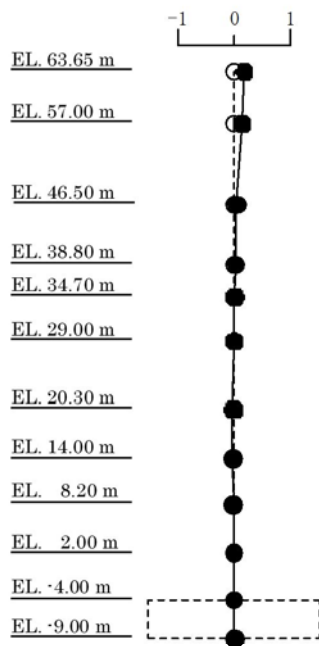
1次モード
 固有周期 : 0.400 (s)
 振動数 : 2.50 (Hz)
 刺激係数 : 1.928



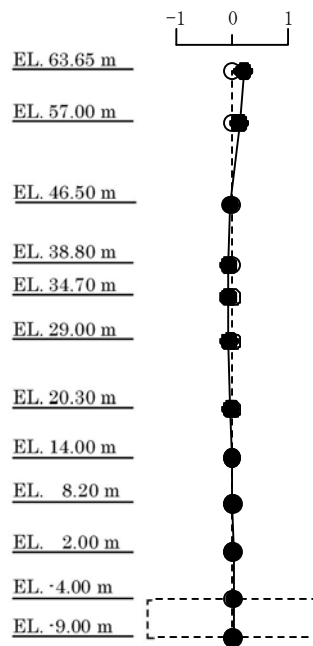
2次モード
 固有周期 : 0.197 (s)
 振動数 : 5.08 (Hz)
 刺激係数 : 1.185



3次モード
 固有周期 : 0.103 (s)
 振動数 : 9.66 (Hz)
 刺激係数 : 0.183



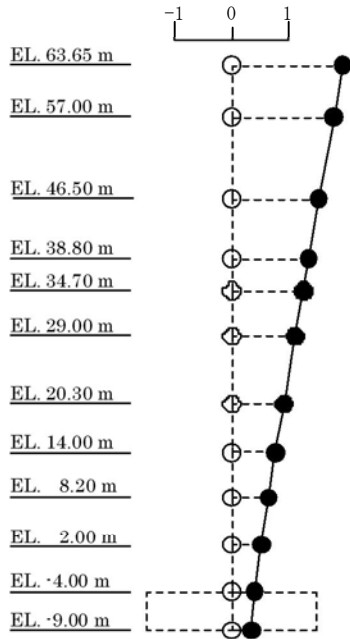
4次モード
 固有周期 : 0.085 (s)
 振動数 : 11.79 (Hz)
 刺激係数 : 0.202



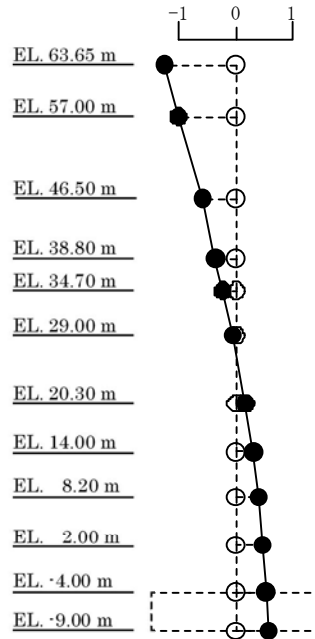
(a) N S 方向

第 5-20 図 (1/3) 刺激関数 ($S_s - 2.2$)

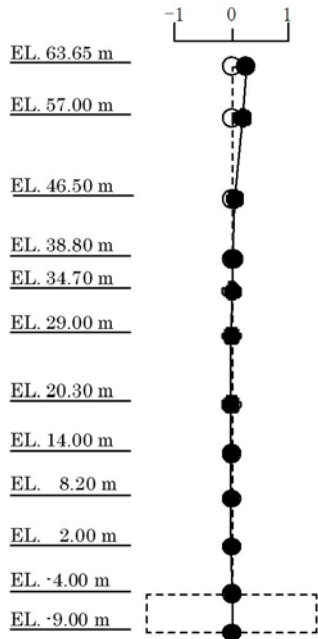
1次モード
 固有周期 : 0.402 (s)
 振動数 : 2.49 (Hz)
 刺激係数 : 1.953



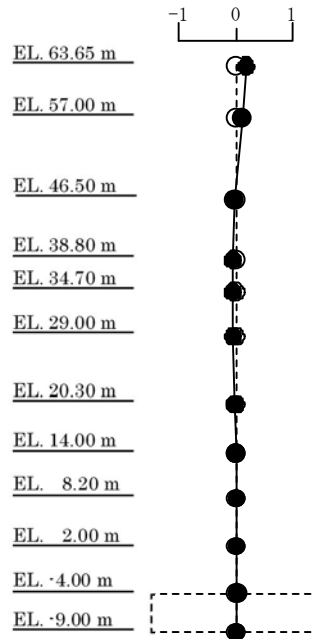
2次モード
 固有周期 : 0.197 (s)
 振動数 : 5.08 (Hz)
 刺激係数 : 1.249



3次モード
 固有周期 : 0.107 (s)
 振動数 : 9.39 (Hz)
 刺激係数 : 0.243

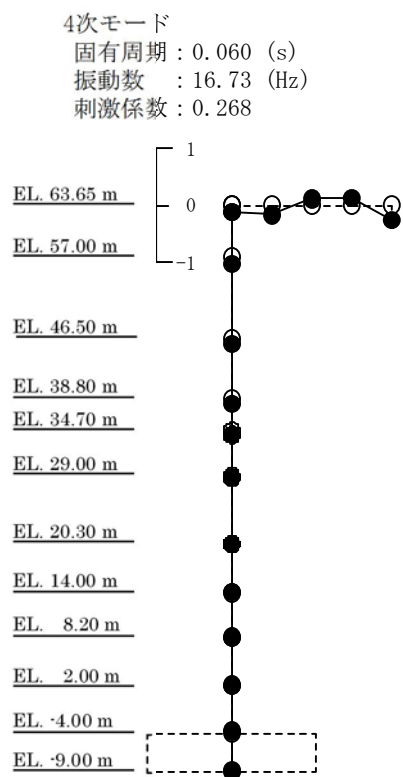
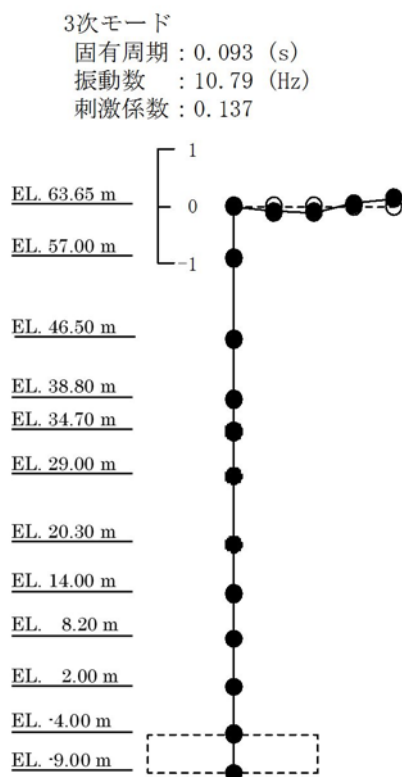
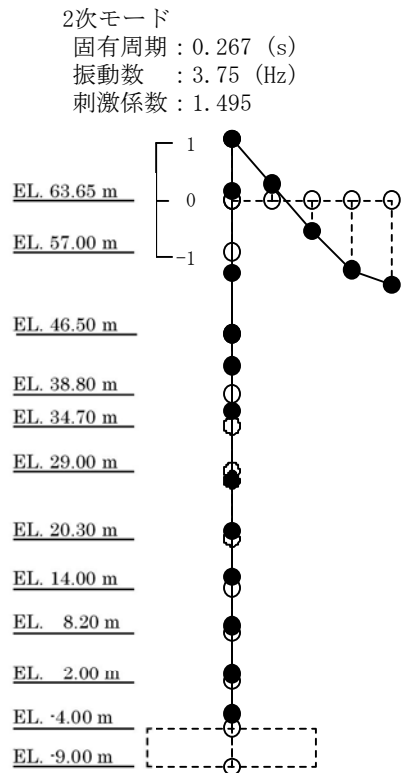
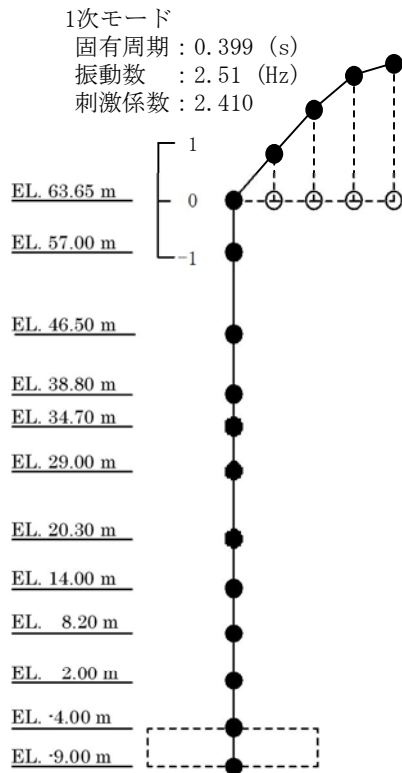


4次モード
 固有周期 : 0.086 (s)
 振動数 : 11.62 (Hz)
 刺激係数 : 0.176



(b) E W方向

第 5-20 図 (2/3) 刺激関数 (S_s - 2 2)



(c) UD方向

第 5-20 図 (3/3) 刺激関数 (S_s - 2 2)

第 5-21 表 固有値 (S_s - 3 1)

(a) N S 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

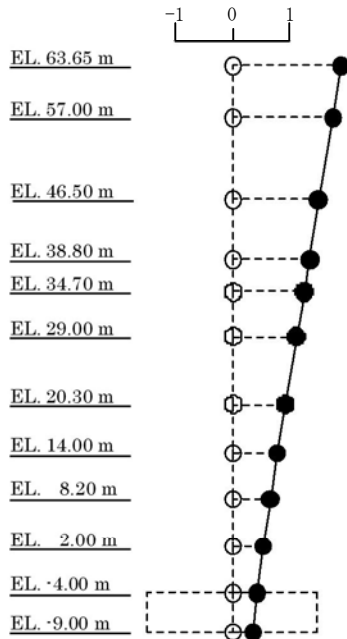
(b) E W 方向

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

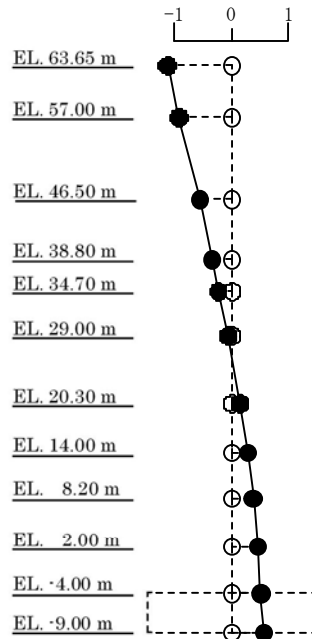
(c) U D 方向

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

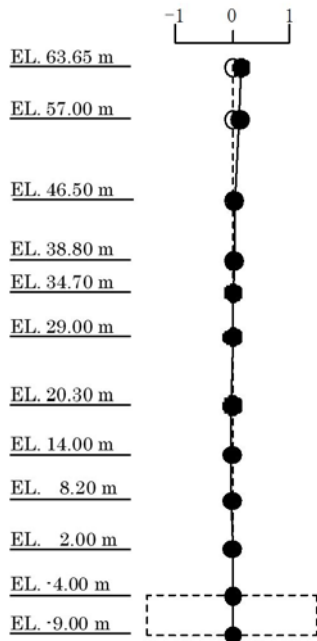
1次モード
 固有周期 : 0.415 (s)
 振動数 : 2.41 (Hz)
 刺激係数 : 1.909



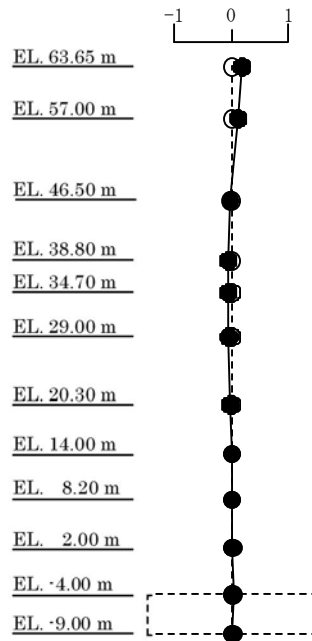
2次モード
 固有周期 : 0.205 (s)
 振動数 : 4.89 (Hz)
 刺激係数 : 1.135



3次モード
 固有周期 : 0.105 (s)
 振動数 : 9.56 (Hz)
 刺激係数 : 0.154



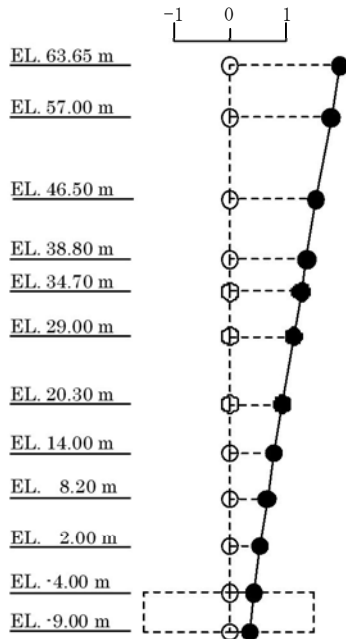
4次モード
 固有周期 : 0.085 (s)
 振動数 : 11.76 (Hz)
 刺激係数 : 0.188



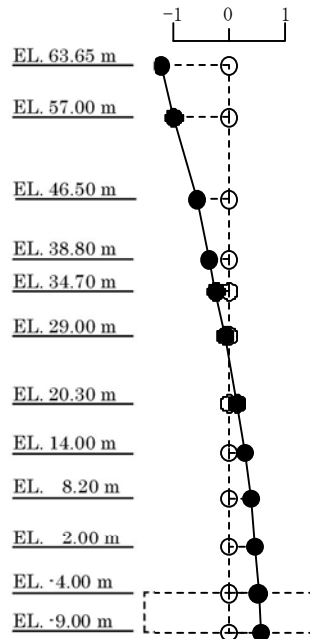
(a) N S 方向

第 5-21 図 (1/3) 刺激関数 ($S_s - 31$)

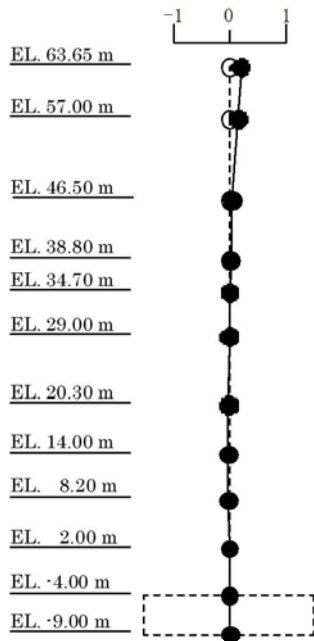
1次モード
 固有周期 : 0.417 (s)
 振動数 : 2.40 (Hz)
 刺激係数 : 1.933



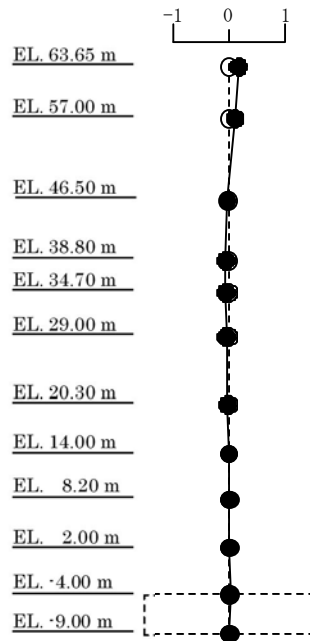
2次モード
 固有周期 : 0.205 (s)
 振動数 : 4.89 (Hz)
 刺激係数 : 1.193



3次モード
 固有周期 : 0.108 (s)
 振動数 : 9.29 (Hz)
 刺激係数 : 0.204

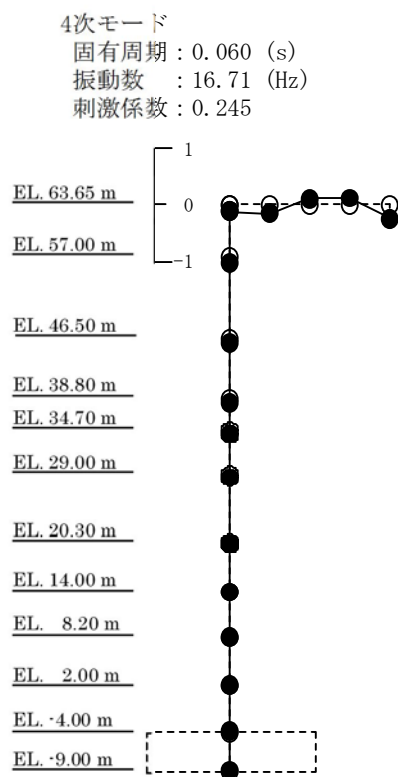
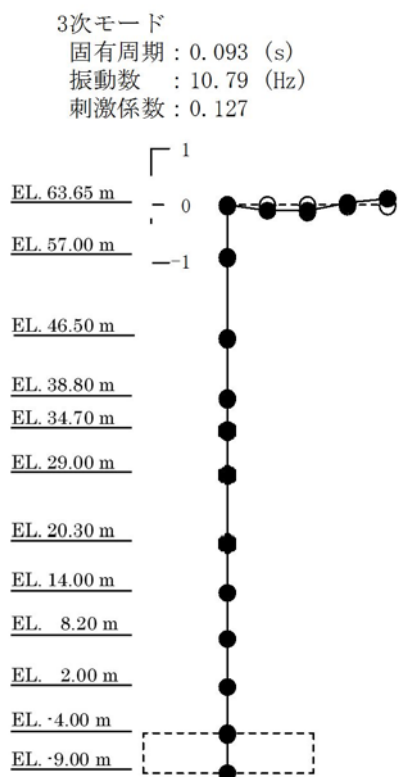
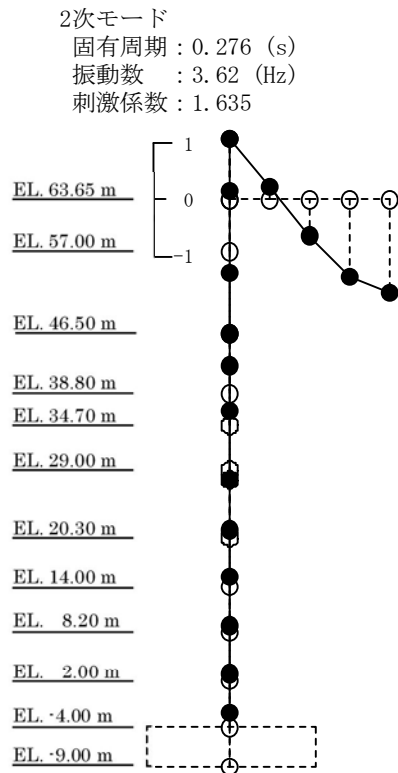
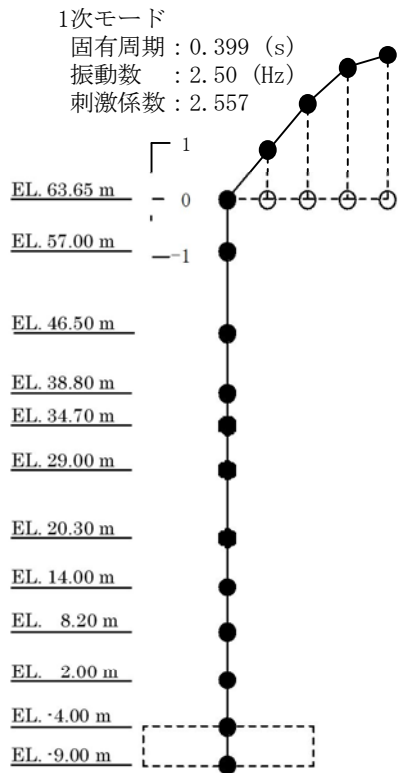


4次モード
 固有周期 : 0.086 (s)
 振動数 : 11.57 (Hz)
 刺激係数 : 0.167



(b) E W方向

第 5-21 図 (2/3) 刺激関数 (S_s - 3 1)

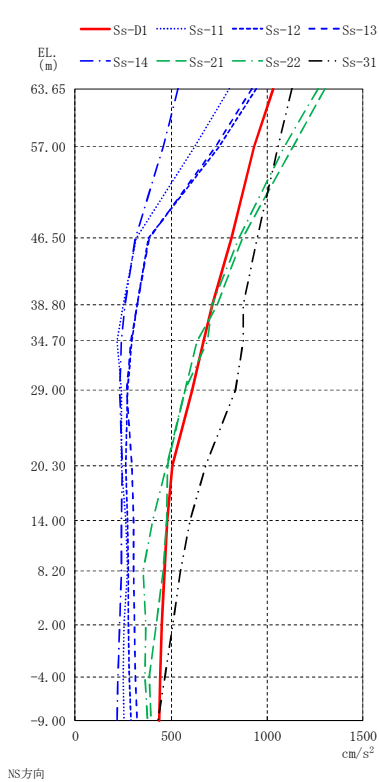


(c) UD方向

第 5-21 図 (3/3) 刺激関数 (S_s - 3 1)

(3) 最大応答値

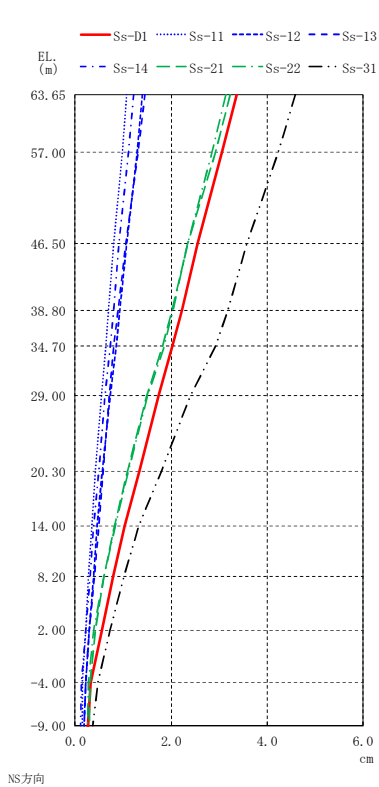
地震応答解析結果として、各質点位置の最大応答を第 5-22 図～第 5-29 図に示す。



(単位: cm/s^2)

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

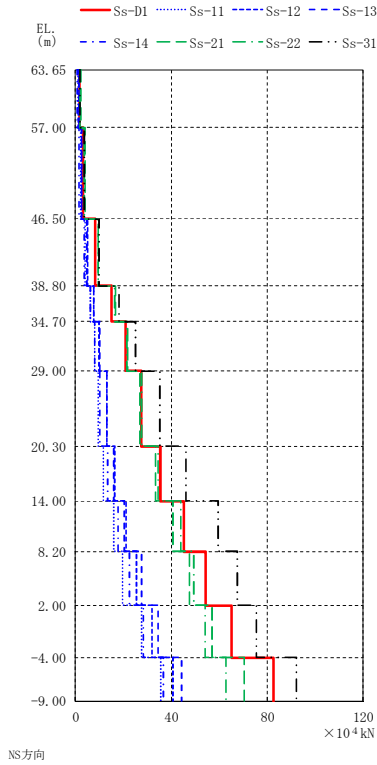
第 5-22 図 最大応答加速度 (NS 方向)



(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

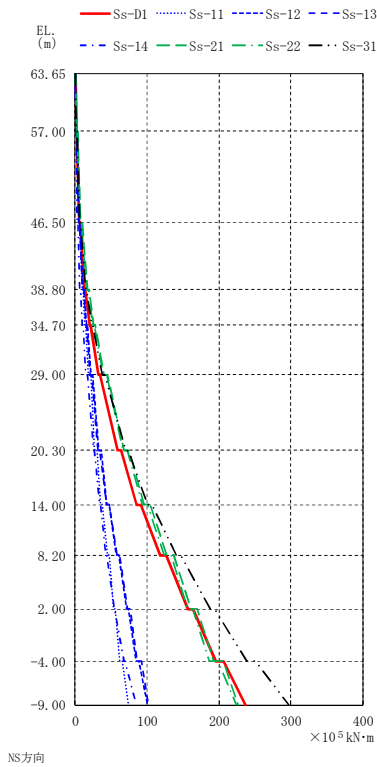
第 5-23 図 最大応答水平変位 (NS 方向)



(単位: $\times 10^4$ kN)

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)

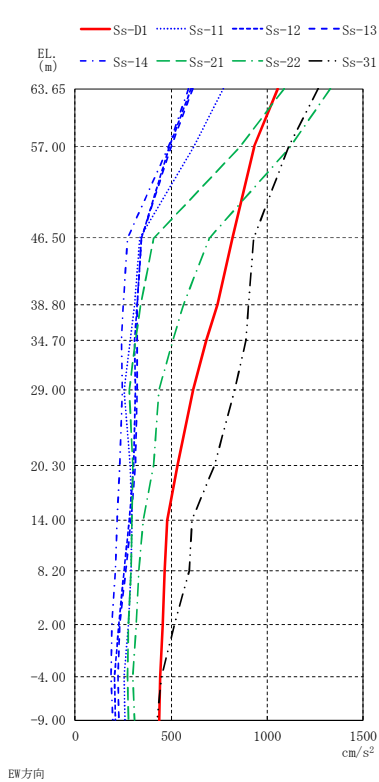


(単位: $\times 10^5$ kN·m)

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

(欄外の値は、底面地盤回転ばねの反力を示す。)

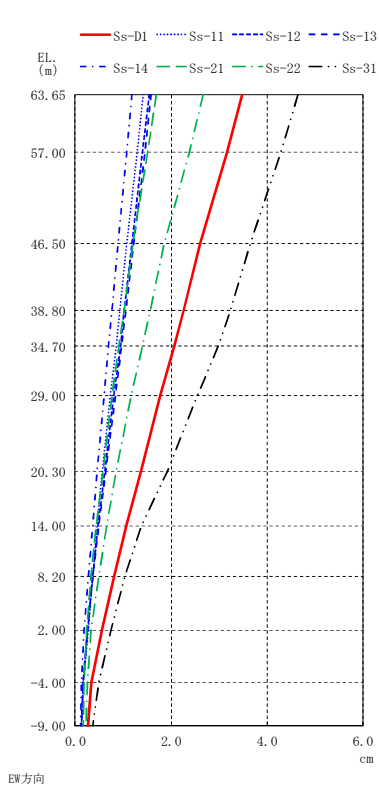
第 5-25 図 最大応答曲げモーメント (NS 方向)



(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

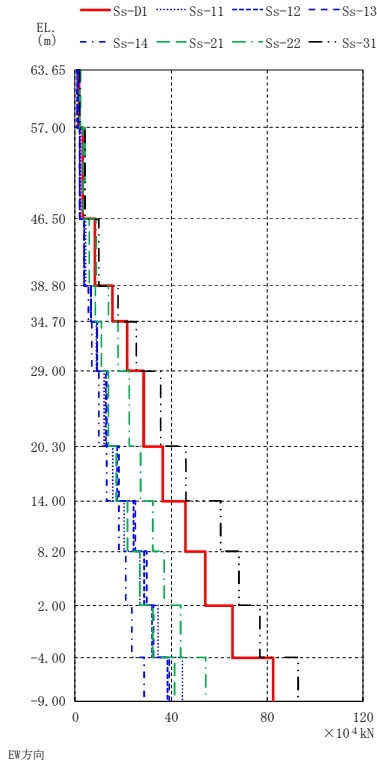
第 5-26 図 最大応答加速度 (E W方向)



(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

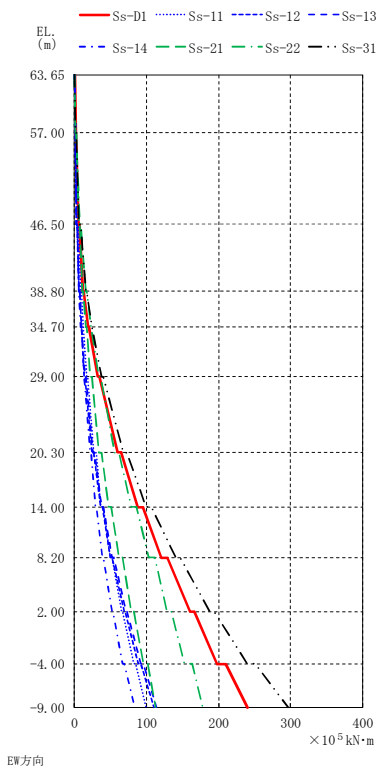
第 5-27 図 最大応答水平変位 (E W方向)



(単位: $\times 10^4$ kN)

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: $\times 10^5$ kN·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)

		N S 方向	E W 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)	$S_s - D 1$	23. 5	23. 7
	$S_s - 1 1$	7. 27	9. 88
	$S_s - 1 2$	10. 0	10. 9
	$S_s - 1 3$	10. 1	11. 3
	$S_s - 1 4$	8. 41	8. 30
	$S_s - 2 1$	22. 4	11. 2
	$S_s - 2 2$	22. 3	17. 7
	$S_s - 3 1$	29. 6	29. 7
接地率 η (%)	$S_s - D 1$	96. 8	96. 1
	$S_s - 1 1$	100. 0	100. 0
	$S_s - 1 2$	100. 0	100. 0
	$S_s - 1 3$	100. 0	100. 0
	$S_s - 1 4$	100. 0	100. 0
	$S_s - 2 1$	99. 2	100. 0
	$S_s - 2 2$	99. 5	100. 0
	$S_s - 3 1$	82. 9	82. 5

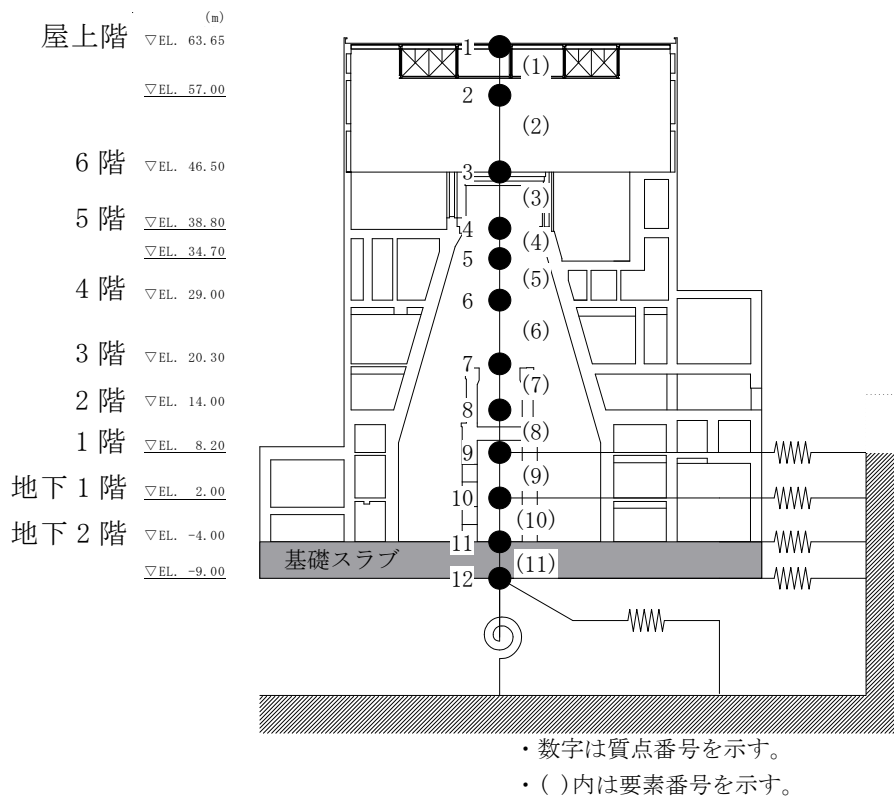
5.6 評価結果

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。

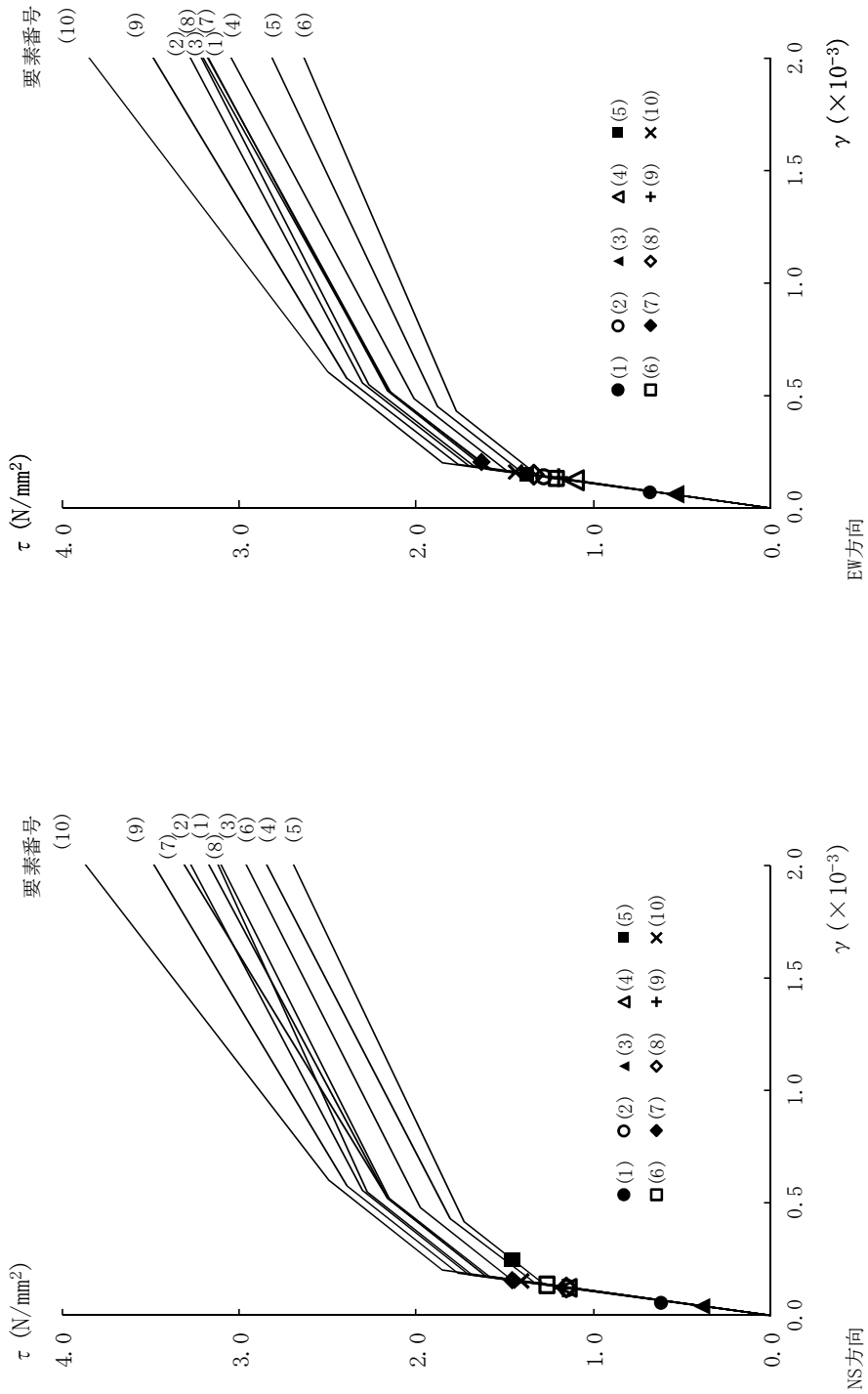
耐震壁のせん断ひずみは最大で 0.47×10^{-3} ($S_s - 31$, EW 方向, 2 階) であり、評価基準値 (2.0×10^{-3}) に対して十分な余裕がある。

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
$S_s - D 1$	N S	4 階 要素番号 (5)	0.25×10^{-3}	2.0×10^{-3}
$S_s - 1 1$	E W	6 階 要素番号 (2)	0.10×10^{-3}	
$S_s - 1 2$	N S	6 階 要素番号 (2)	0.11×10^{-3}	
$S_s - 1 3$	N S	6 階 要素番号 (2)	0.11×10^{-3}	
$S_s - 1 4$	E W	6 階 要素番号 (2)	0.08×10^{-3}	
$S_s - 2 1$	N S	4 階 要素番号 (5)	0.30×10^{-3}	
$S_s - 2 2$	N S	4 階 要素番号 (5)	0.27×10^{-3}	
$S_s - 3 1$	E W	2 階 要素番号 (7)	0.47×10^{-3}	

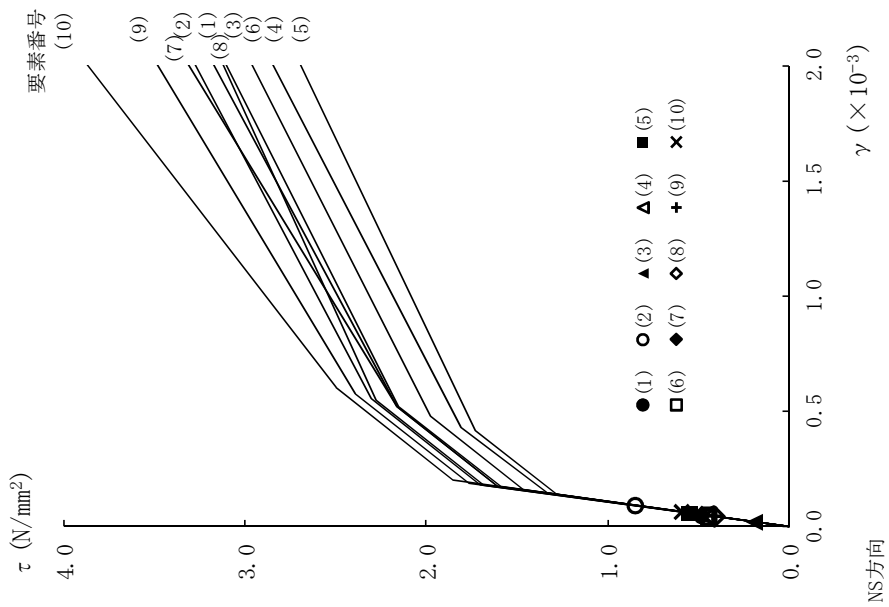
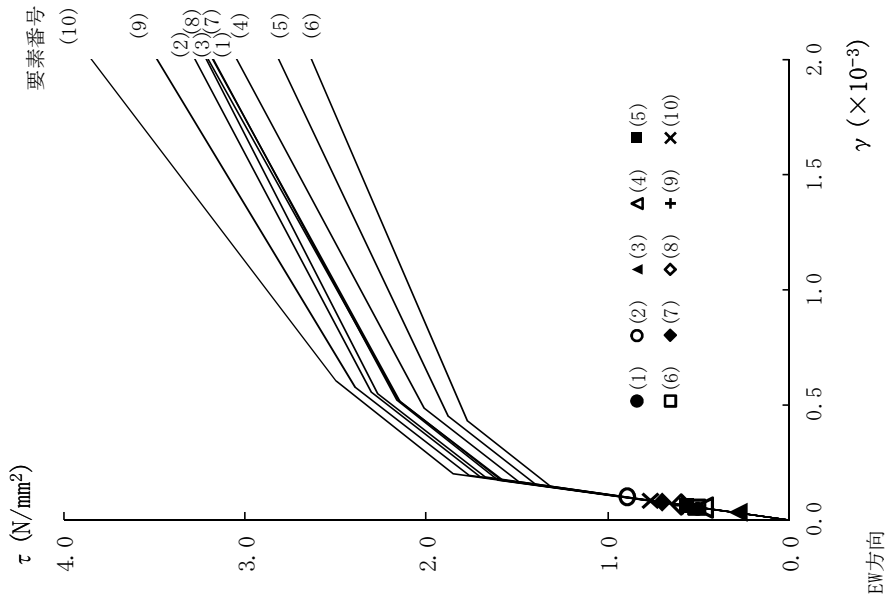


+



(a) NS方向 (b) EW方向

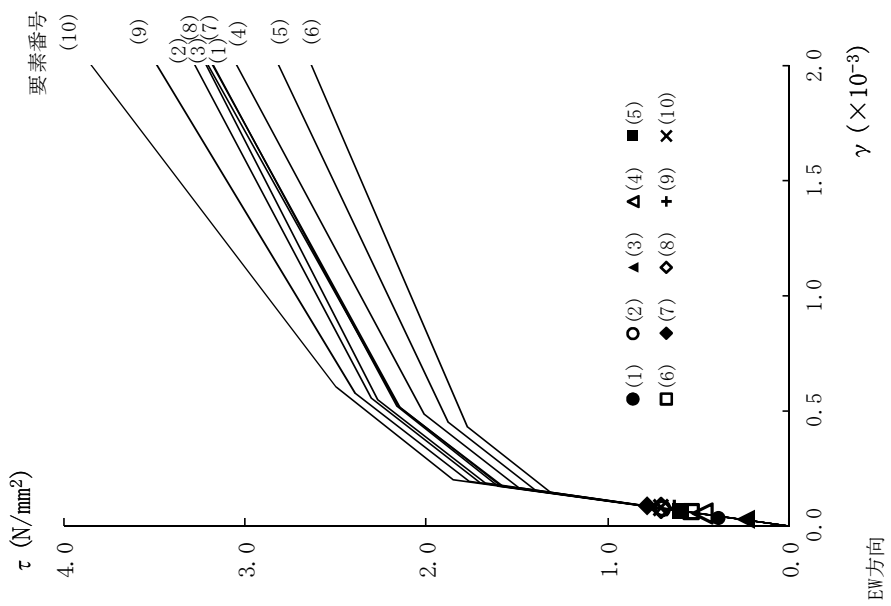
第5-30図 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (S_s-D1)



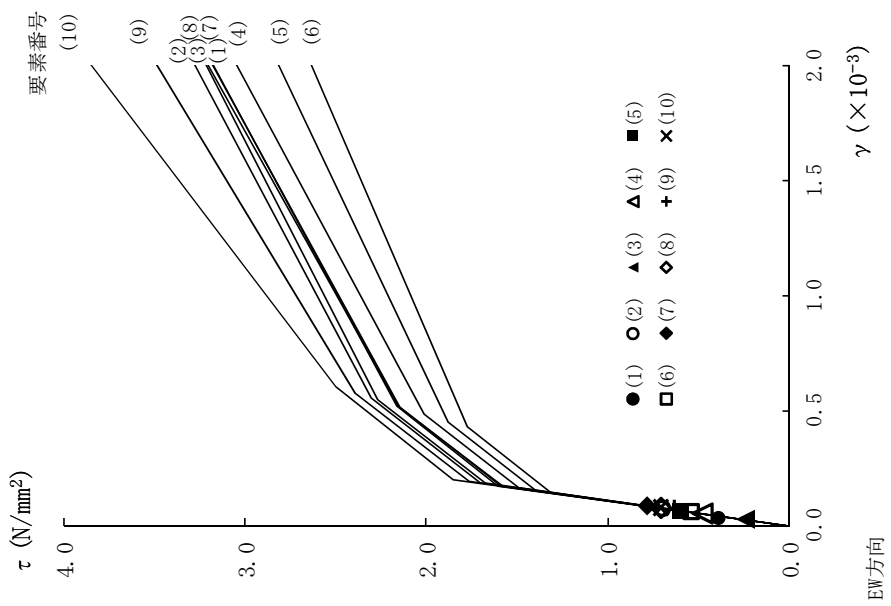
(a) NS方向

(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 ($S_s - 11$)

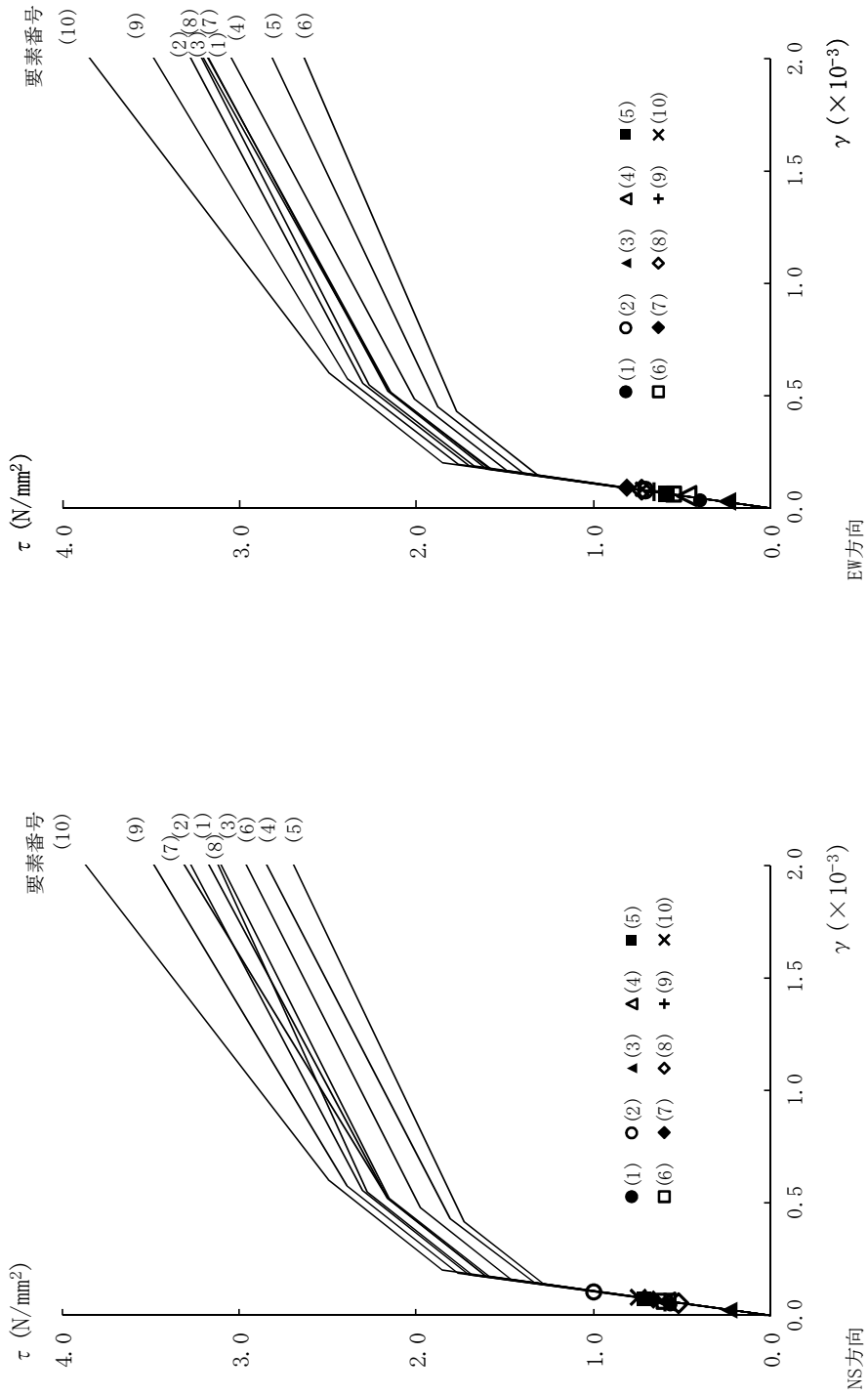


(a) NS方向



(b) EW方向

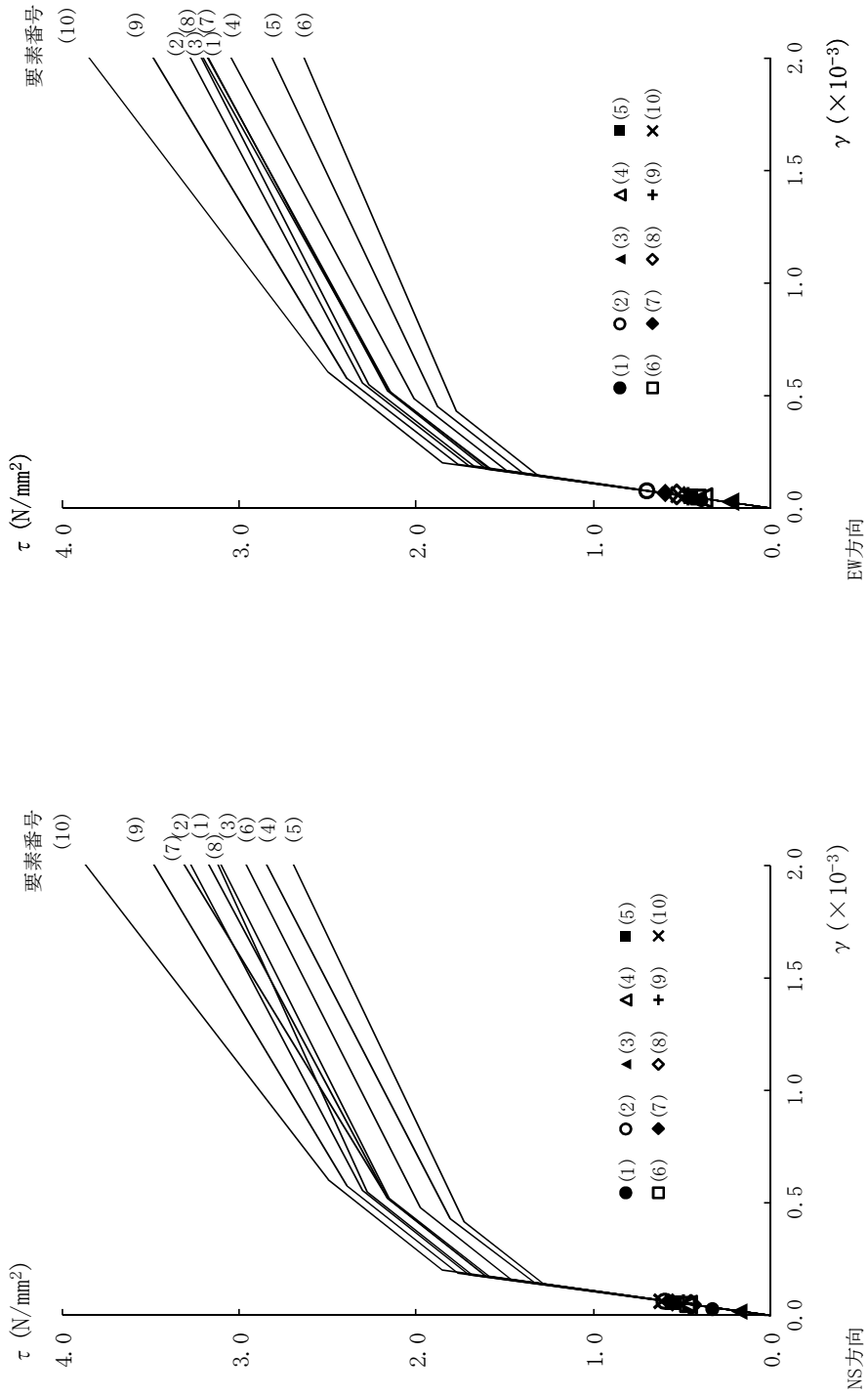
第5-32図 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (S_s-12)



(a) NS方向

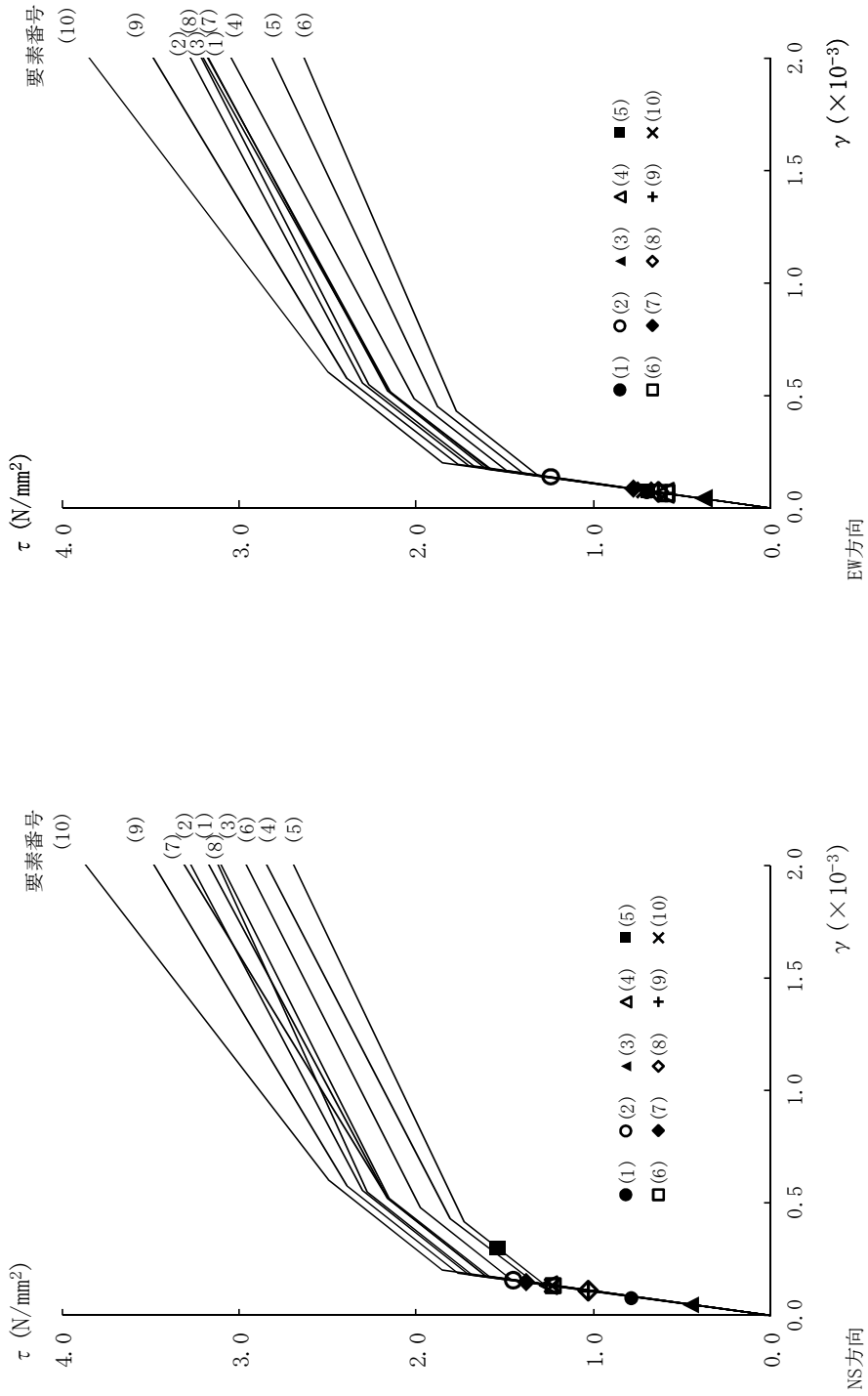
(b) EW方向

第5-33図 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (S_s-13)



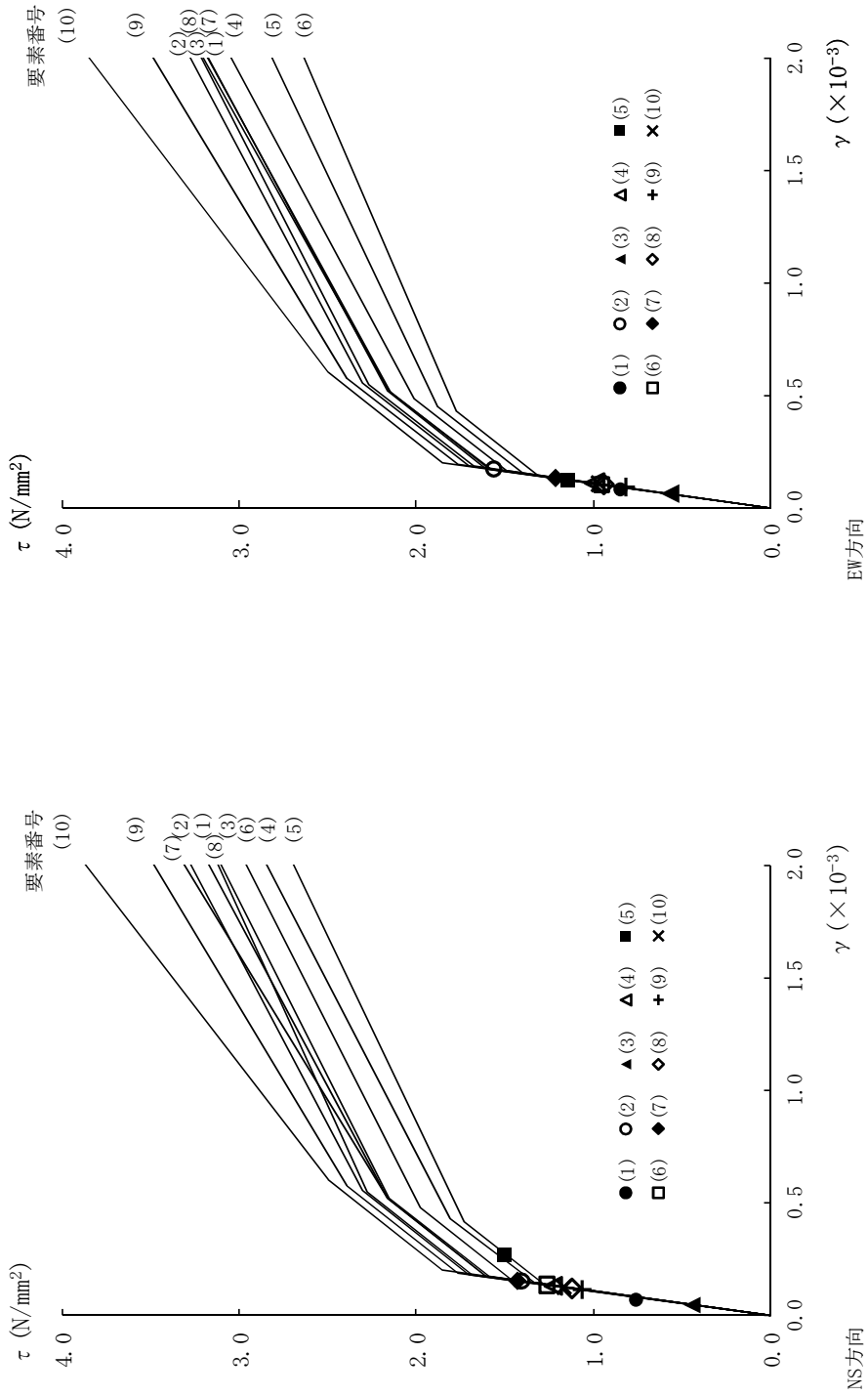
(a) NS方向 (b) EW方向

第5-34図 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (S_s-14)



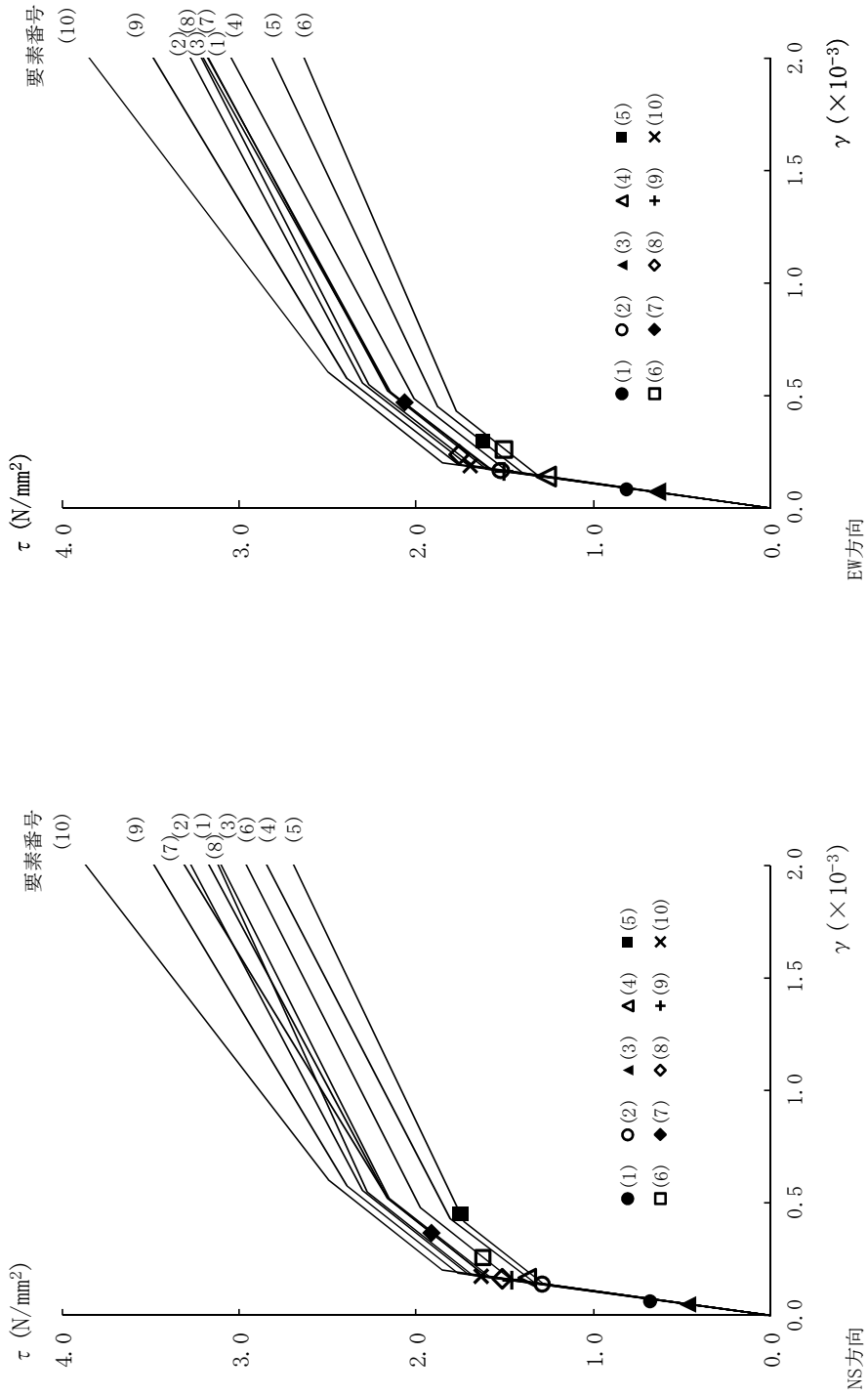
(a) NS方向 (b) EW方向

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 ($S_s - 2.2$)



(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、地盤等の不確かさを考慮した地震応答解析を実施する予定である。本検討結果から不確かさ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。

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

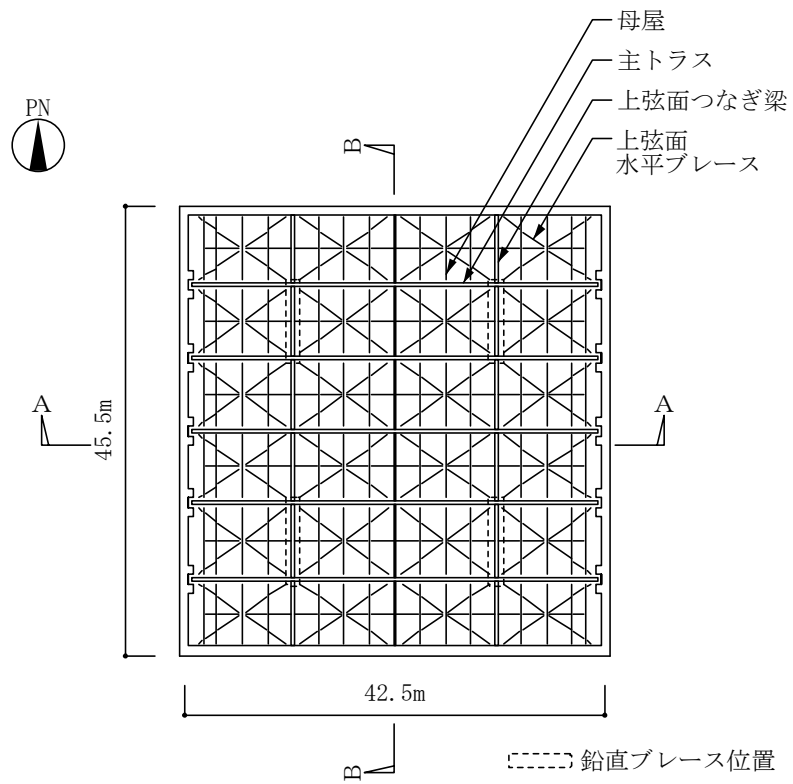
本資料は、東海第二発電所の建物・構築物のうち、鉄骨構造部の詳細評価モデルを構築して評価を実施する原子炉建屋屋根トラスの地震応答解析モデルに弾塑性解析を適用する目的とその適用性について説明するものである。

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

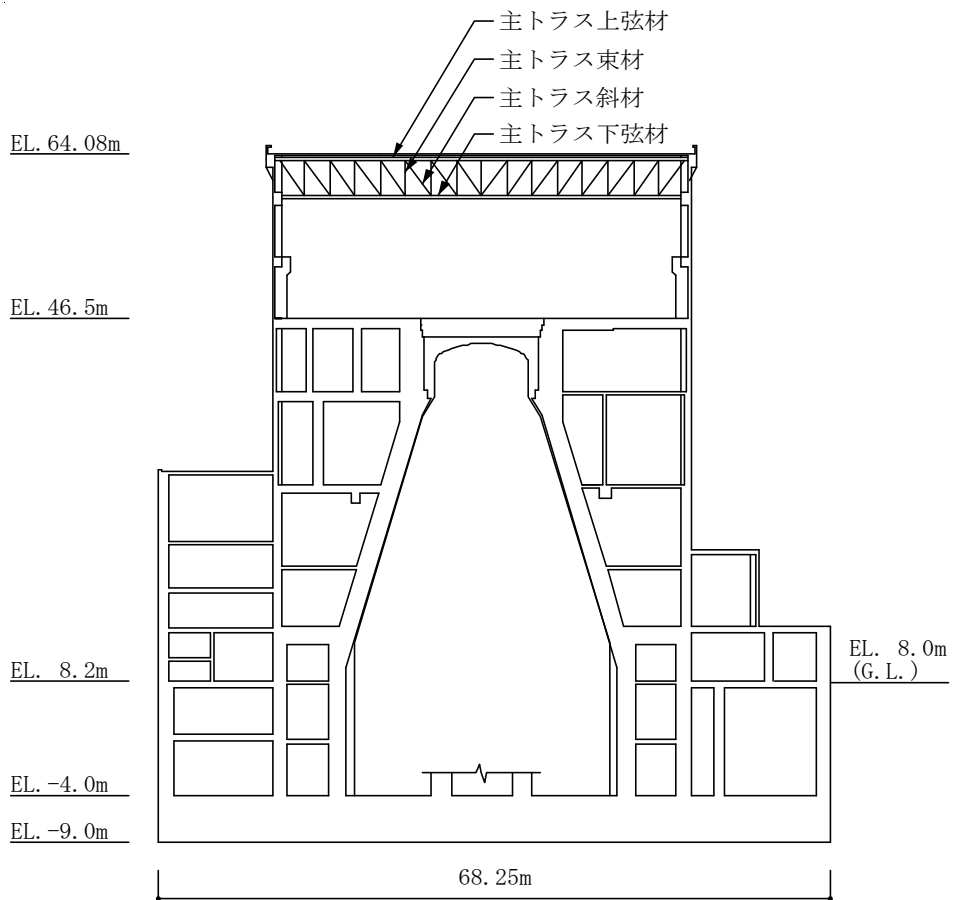
二次格納施設である原子炉棟の屋根は、鉄筋コンクリート造の屋根スラブと屋根トラスで構成されている。屋根トラスの平面は、45.5 m（南北）×42.5 m（東西）のほぼ正方形をなしており、燃料取替床レベル（EL. 46.5 m）からの高さは約 17.0 m である。屋根トラスの概要を第 3-2-1 図に示す。

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。



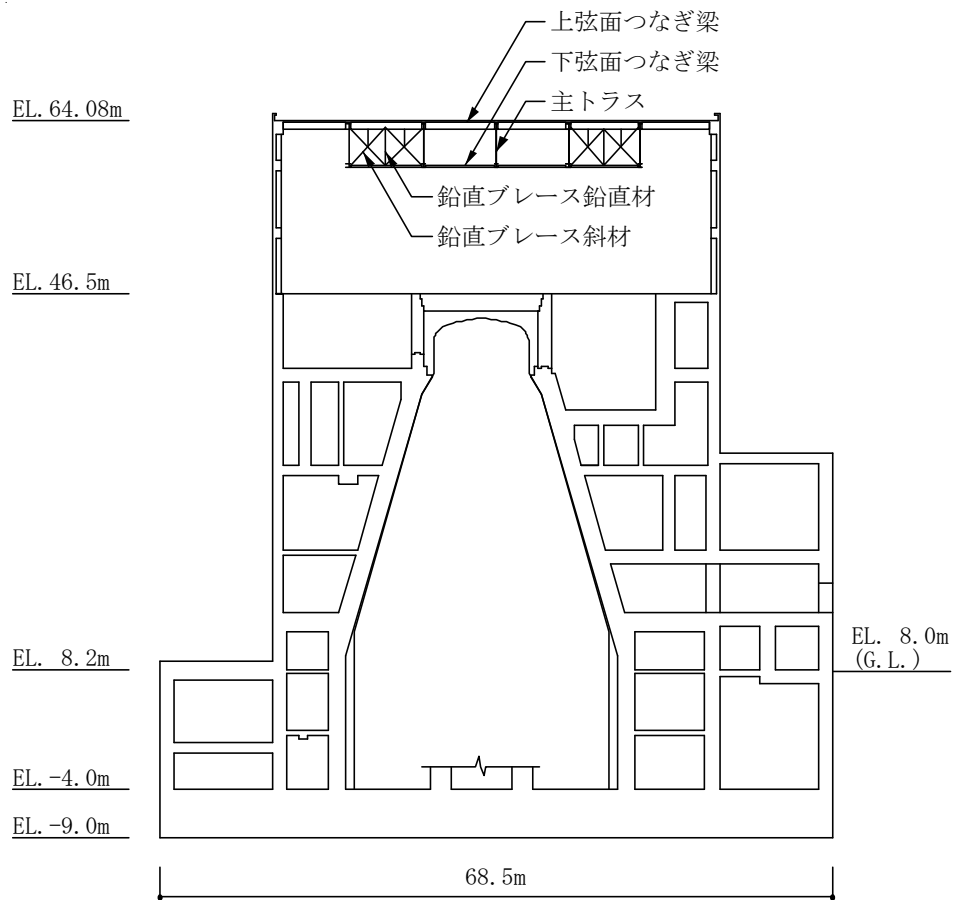
(屋根伏図)

第 3-2-1 図 (1/3) 原子炉建屋屋根トラスの概要



(A-A断面図)

第3-2-1図 (2/3) 原子炉建屋屋根トラスの概要



(B - B 断面図)

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

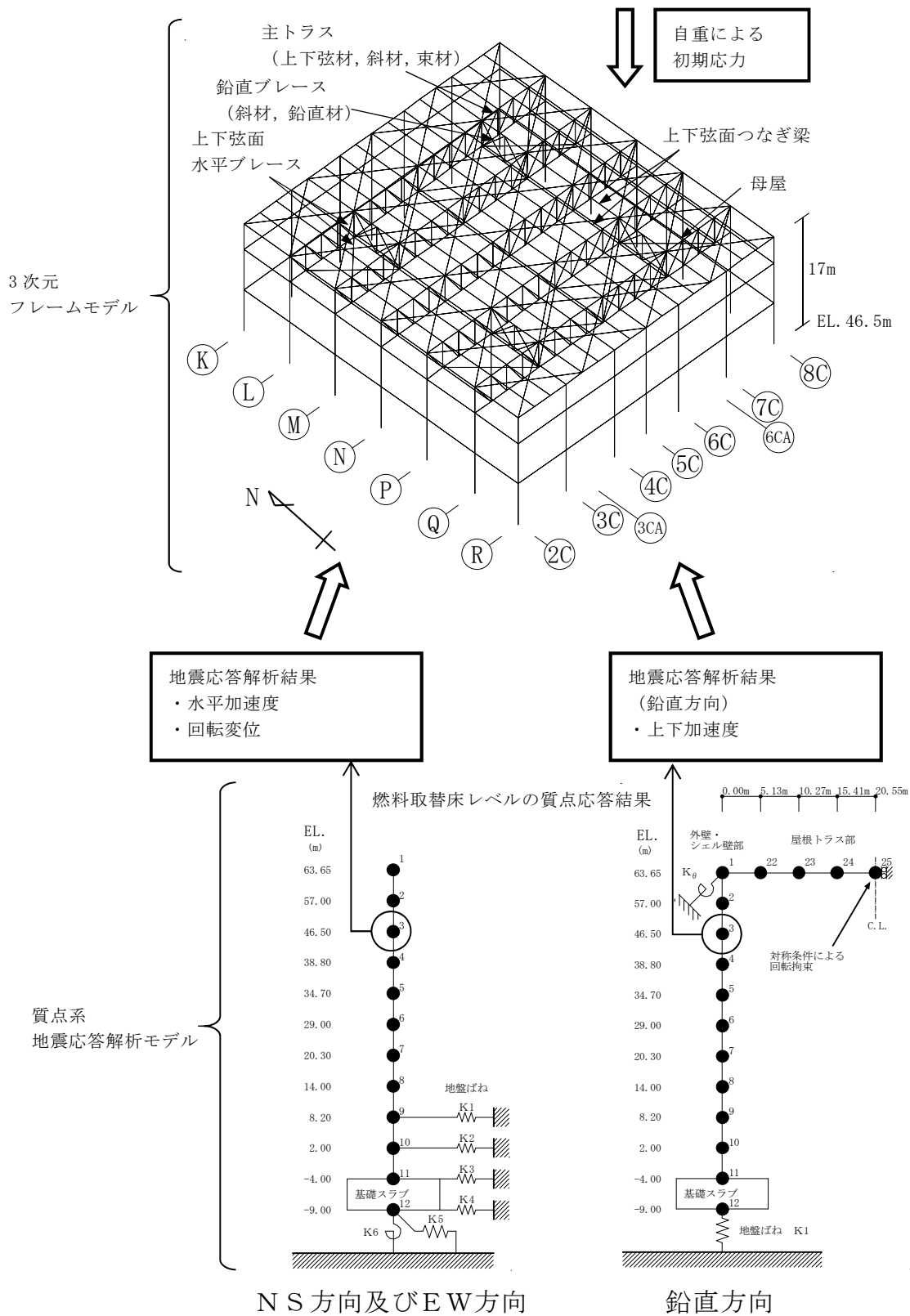
原子炉建屋屋根トラスは、鉛直方向の地震動の影響を受けやすいと考えられるため、水平 2 方向及び鉛直方向地震動の同時入力による評価を行うことができる 3 次元モデルによる地震応答解析を採用する。

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_g 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、繰り返し载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。

$$n/n_0 = 1/(\bar{\zeta} - Pn)^{1/6} \leq 1 \quad (3-2-1)$$

$$n = N/N_y \quad N: \text{軸力} \quad N_y: \text{降伏軸力}$$

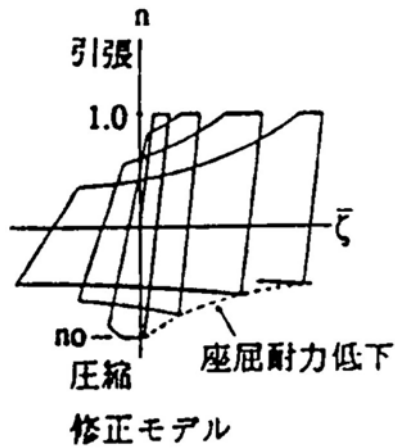
$$n_0: \text{無次元化初期座屈耐力}$$

$$\bar{\zeta}: \text{無次元化圧縮側累積塑性歪}$$

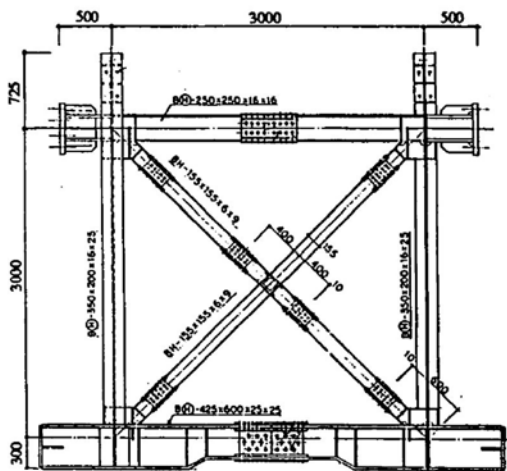
$$Pn = (n_E^2/4) - 5 \quad n_E = \pi^2 E / (\lambda e^2 \sigma_y) \quad \lambda e: \text{有効細長比}$$

修正若林モデルの弾塑性特性を第3-2-3図に示す。

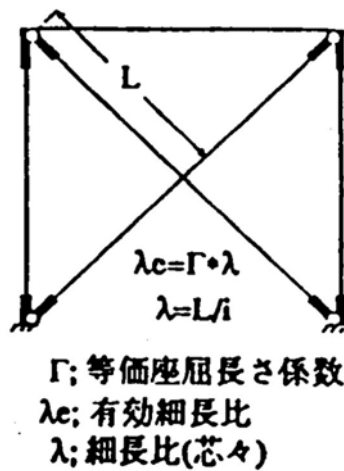
谷口らの研究^[1]においては、実機の特徴を反映したX型ブレース架構の静的繰り返し実験を実施している。また、修正若林モデルの妥当性を確認するにあたって、ブレース部材の弾塑性特性として修正モデルを適用した解析モデルによる実験のシミュレーション解析を実施しており、解析結果は実験結果をおおむねよく捉えているとしている。試験体の概要を第3-2-4図、解析モデルを第3-2-5図、解析結果と実験結果の比較を第3-2-6図に示す。



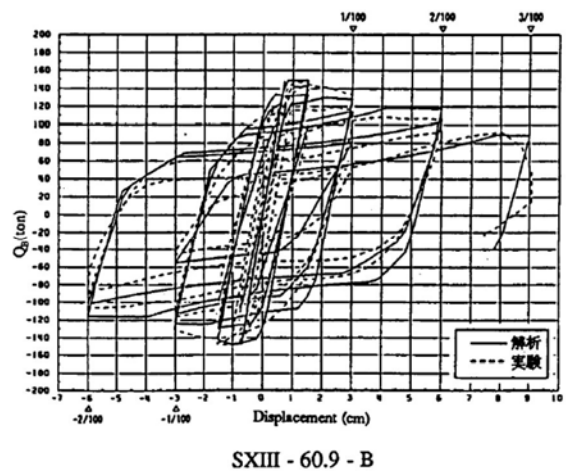
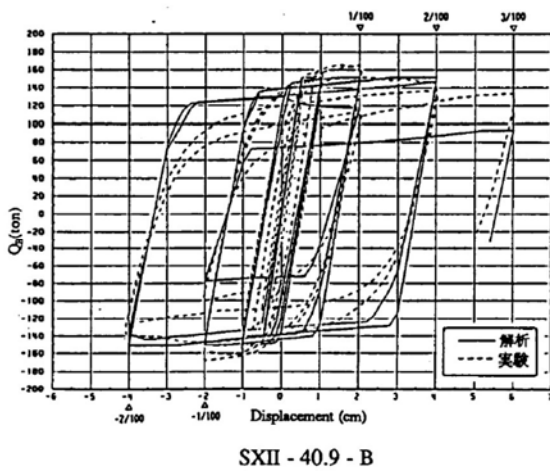
第 3-2-3 図 修正若林モデルの弾塑性特性 ([1]より引用)



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

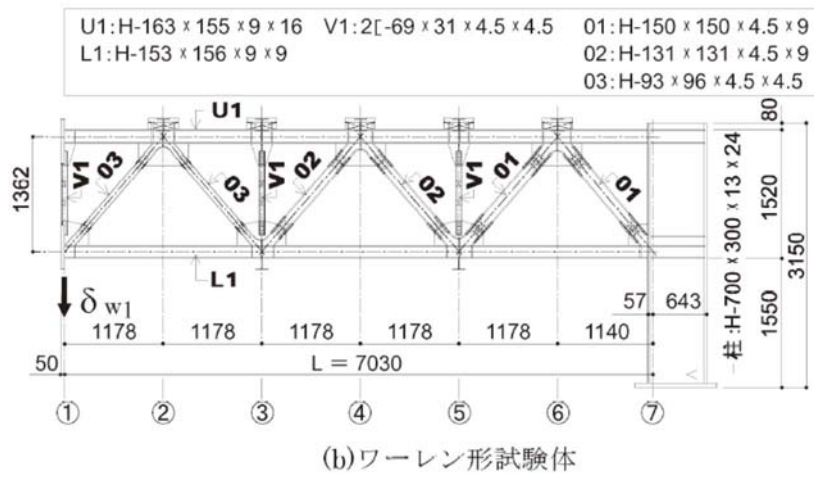
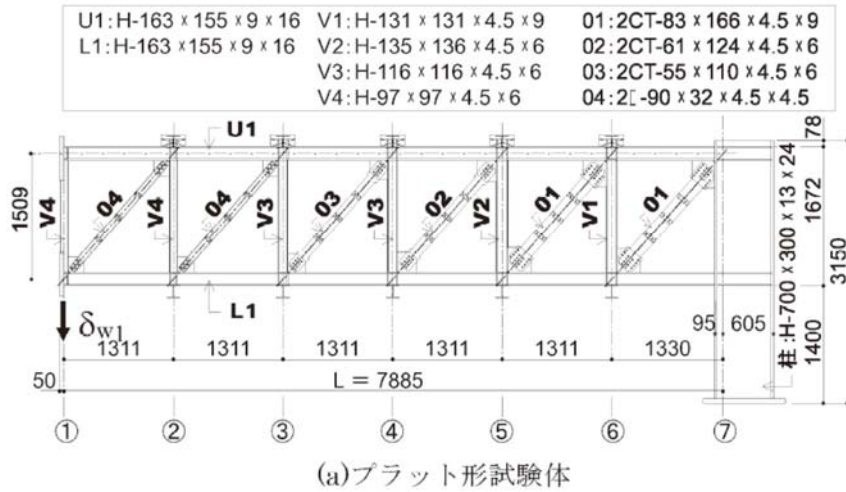
谷口らの研究^[1]は、X型ブレース架構を対象としたものであった。原子炉建屋屋根トラスに対して本弾塑性特性を適用した検討例としては、鈴木らの研究^[3]がある。

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。

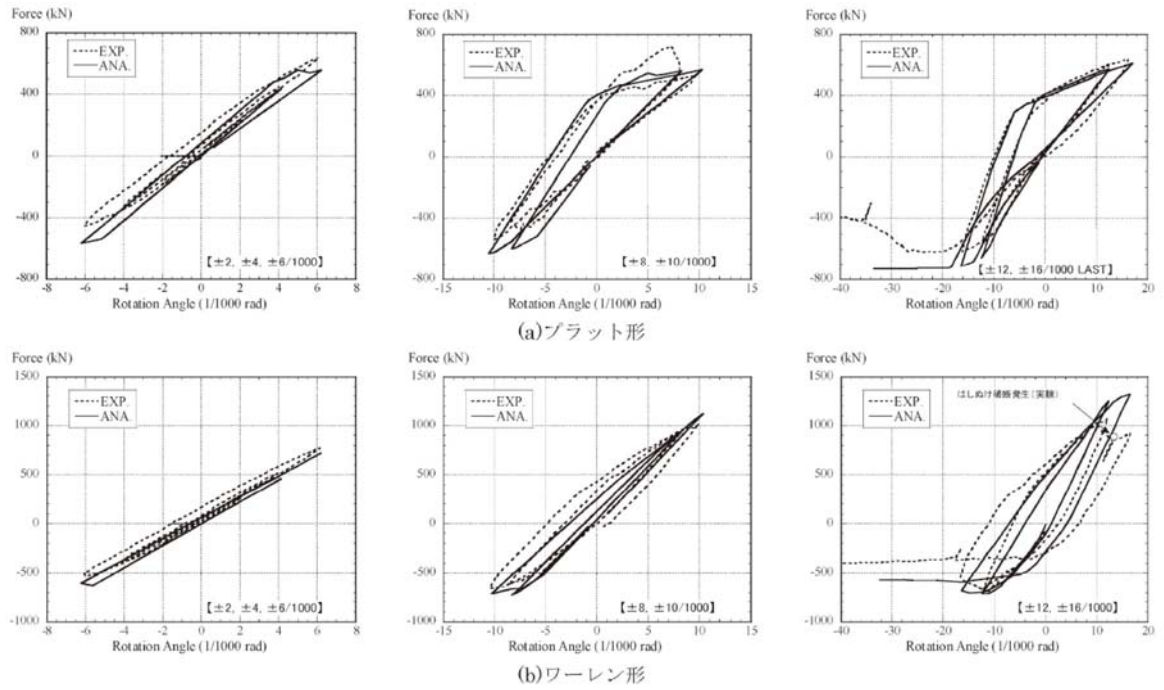
鈴木らの研究^[3]では、終局耐力を検討するにあたり原子炉建屋屋根トラスを模擬した縮小試験体を製作し、トラスの崩壊挙動に与える影響が大きい鉛直動的荷重を模擬した静的載荷試験により、その弾塑性挙動を確認している。なお、試験にあたっては、原子力発電所鉄骨屋根トラスがプラット形とワーレン形の2種類に分類されることを踏まえ、この2種類のトラス形式についての試験体を製作している。東海第二発電所原子炉建屋屋根トラスは、このうちプラット形に該当する。試験体の概要を第3-2-7図に示す。

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しており、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が、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。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られる。

【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
- [4] 中込ほか：繰返し力を受ける SM490 鋼の疲労性に関する研究，日本建築学会構造系論文集 No. 469，1995 年 3 月，pp. 127－136

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 限界状態設計法	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裕度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裕度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、圧縮縁コンクリート限界ひずみ又は許容応力度、せん断についてはせん断耐力又は許容応力度、杭の曲げについては終局曲率又は許容応力度、せん断については終局せん断強度又は許容応力度に対して妥当な裕度を持つことを確認することを基本とし、各設備の要求性能（支持性能、通水性能、貯水性能）を踏まえて照査項目・内容を追加する。また、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に対して妥当な裕度を持つことを確認する。

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

今回の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靱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）の規格範囲の下限值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

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。

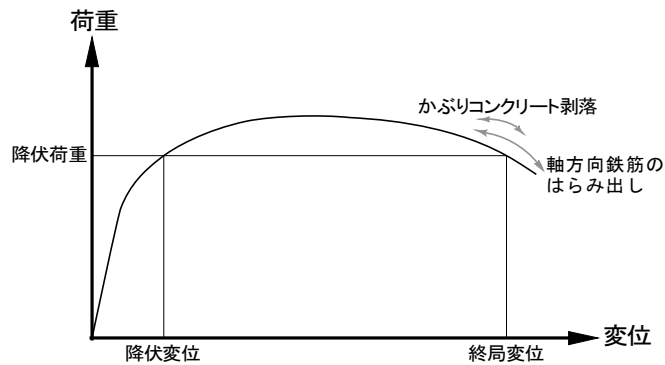
(5) 構造物係数

屋外重要土木構造物は重要度毎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。

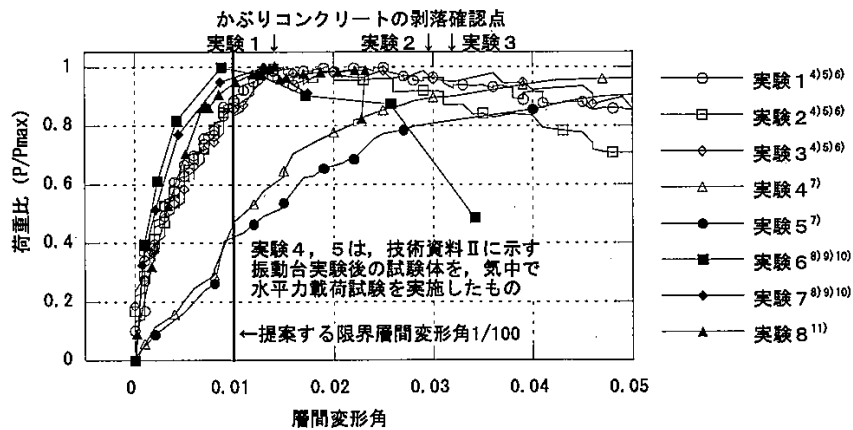
以上のことから、土木学会マニュアルによる曲げ照査手法は、コンクリート標準示方書による照査よりも安全側の評価を与えるため、技術的妥当性及び適用性を有するとともに適切な余裕が確保されていると判断できる。

第4-2-1表 曲げ評価において考慮している安全係数

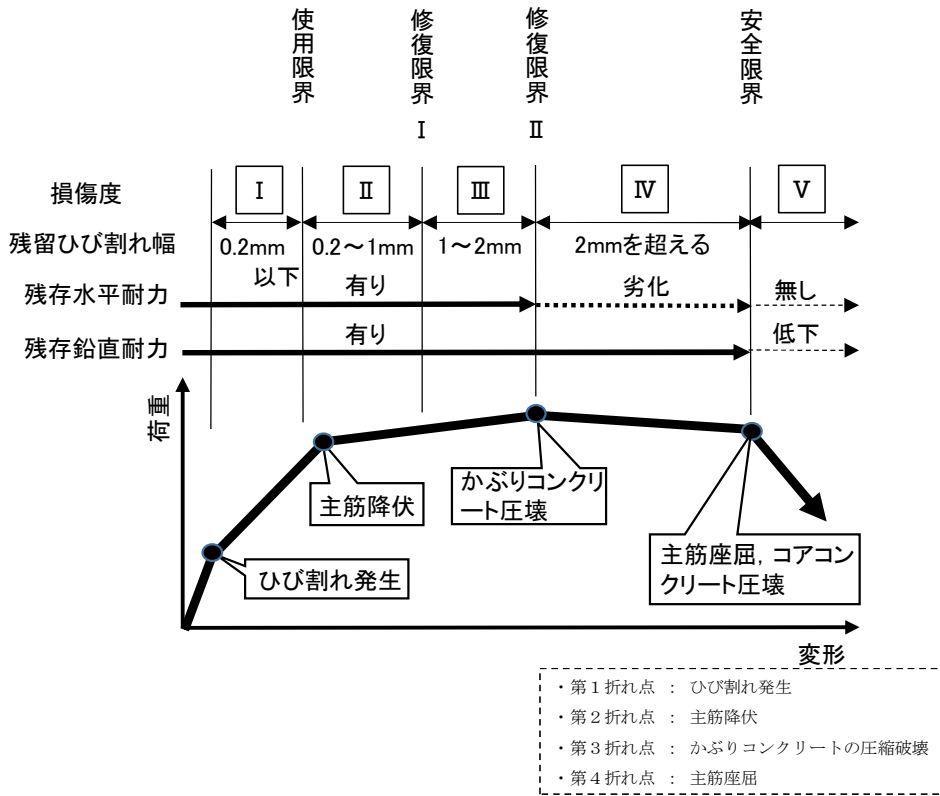
安全係数		曲げ照査	
		応答値算定	限界値算定
材料係数	コンクリート	1.0	1.0
	鉄筋	1.0	1.0
	地盤	1.0	—
部材係数		—	1.0
荷重係数		1.0	—
構造解析係数		1.2	—
構造物係数		1.0	



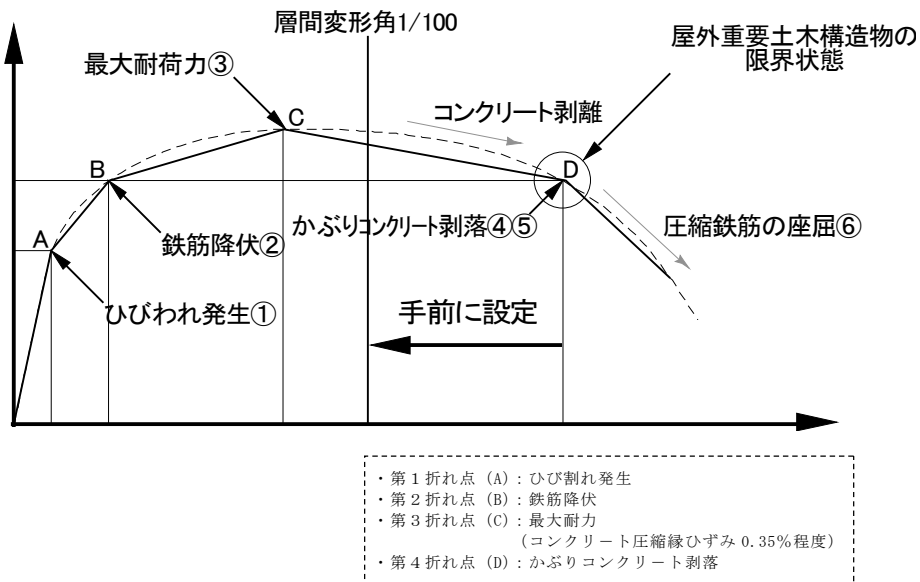
第4-2-1図 コンクリート標準示方書による構造部材の終局変位の考え方



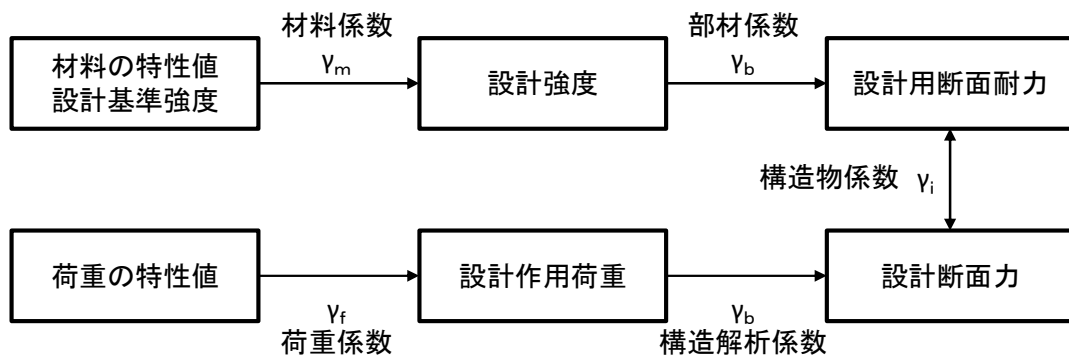
第4-2-2図 鉄筋コンクリート製ラーメン構造の破壊実験^{(1), (2)}



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

今回の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

基準地震動は地点毎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。

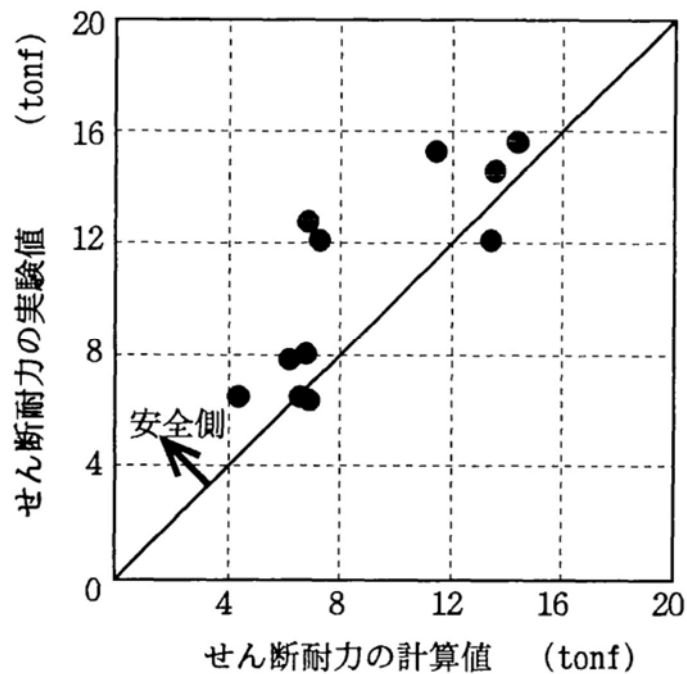
以上のことから、土木学会マニュアルによるせん断照査手法は、屋外重要土木構造物の構造的特徴を踏まえ設定された手法であるため、技術的妥当性及び適用性を有すると判断できる。

第 4-2-2 表 せん断耐力式の比較表

	コンクリート標準示方書	土木学会マニュアル
棒部材	$V_{yd} = V_{cd} + V_{sd}$ 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	$V_{yd} = V_{cd} + V_{sd}$ 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	
デュープビーム	$V_{ydd} = V_{cdd} + V_{sdd}$ 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 $V_{cdd} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot \beta_a \cdot f_{add} \cdot b_w \cdot d / \gamma_b$ $\beta_a = \frac{5}{1+(a_v/d)^2}$ a_v : 荷重作用点から支承前面までの距離 f_{add} : 設計基準強度, 安全係数等で決まる	$V_{ydd} = V_{cdd} + V_{sdd}$ 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 $V_{cdd} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot \beta_a \cdot f_{add} \cdot b_w \cdot d / \gamma_b$ $\beta_a = \frac{5}{1+(a_v/d)^2}$ a_v : 荷重作用点から支承前面までの距離 f_{add} : 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	

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

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「S R S S」という。）法を用いる。S R S S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、プラント毎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、JEAG 4 6 0 1 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

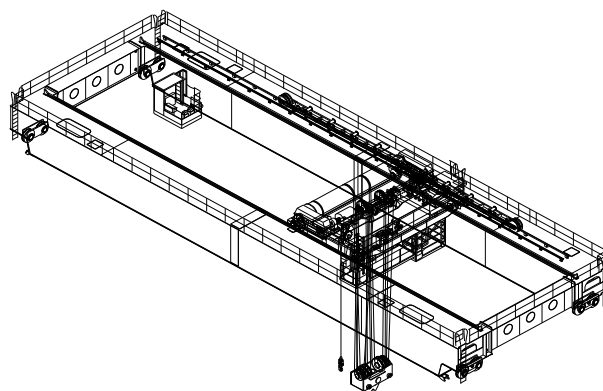
原子炉建屋クレーンへの非線形時刻歴応答解析の適用について

1. 概要

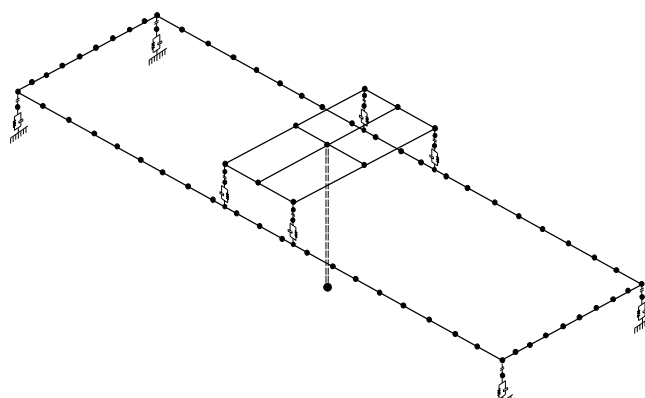
原子炉建屋クレーン（第 1-1 図）の耐震評価は、既工認では鉛直方向は静的地震力のみであったことから簡便に手計算により実施していた。

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 号炉の建設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従できず、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

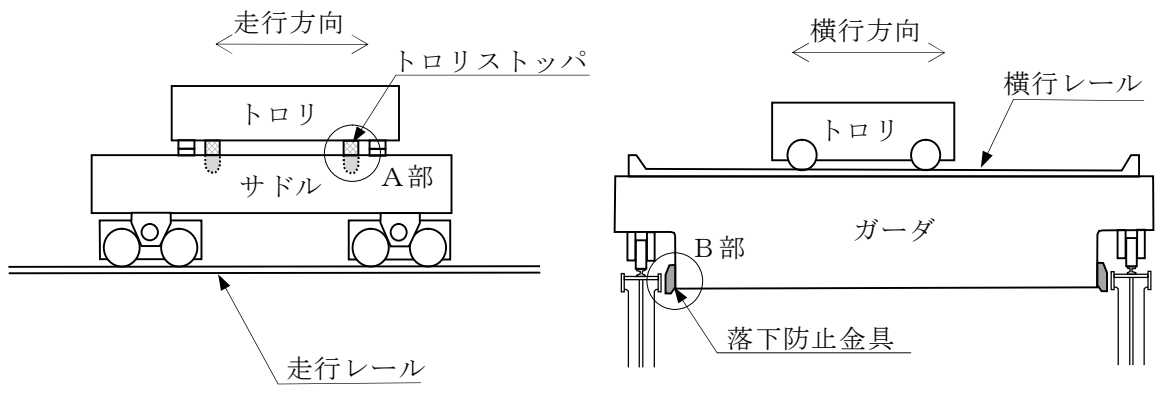
- a. ガーダ関係
 - (a) 横行方向は、走行レールに対して直角方向であるため、ガーダは建屋と固定されているものとし、水平力がそのままガーダに作用する。
- b. トロリ関係
 - (a) トロリはガーダの上に乗っているだけでガーダとは固定されていないため、水平力がトロリに加わっても、トロリはレール上をすべるだけで、トロリ自身にはレールと横行車輪間の最大静止摩擦力以上の水平力は加わらない。
 - (b) トロリの横行車輪は、駆動輪又は従動輪である。

(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従できず、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を取り合い構造は、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 F E M 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	同左
	鉛直	静的地震力	同左
減衰定数	水平	—※ ¹	同左
	鉛直	—	同左
解析プログラム	—	Abaqus (Ver. 6. 5-4)	同左

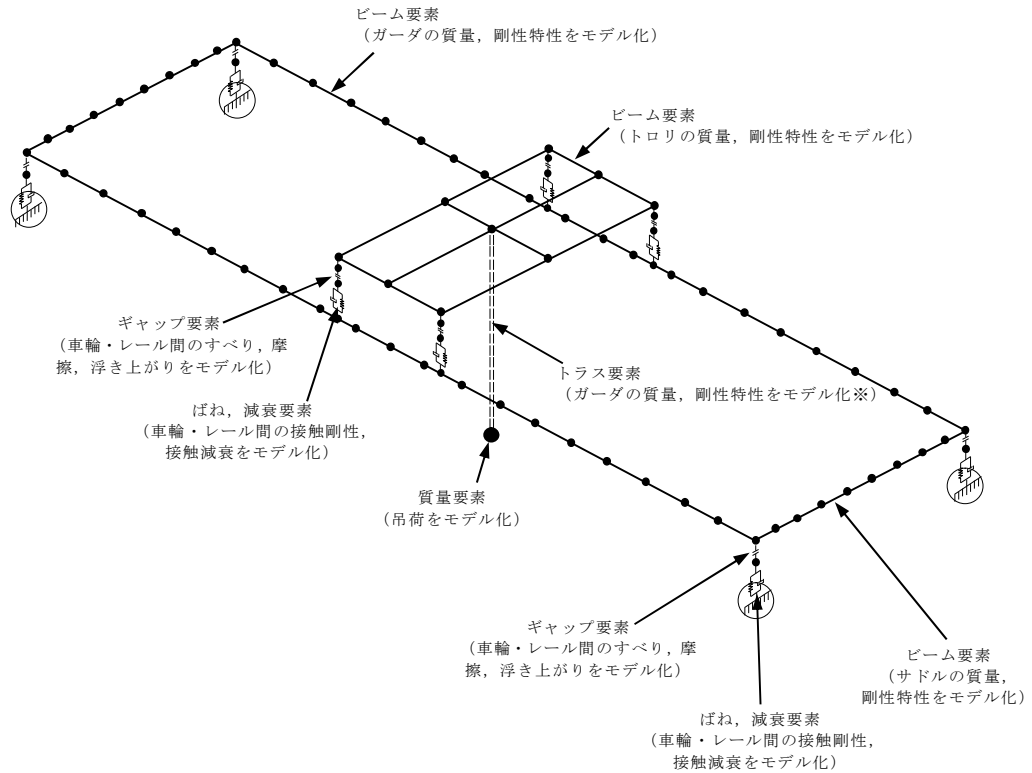
※ 1 : 既工認では剛として耐震評価を実施しているため減衰定数は使用していない。

※ 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、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。

なお、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。

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

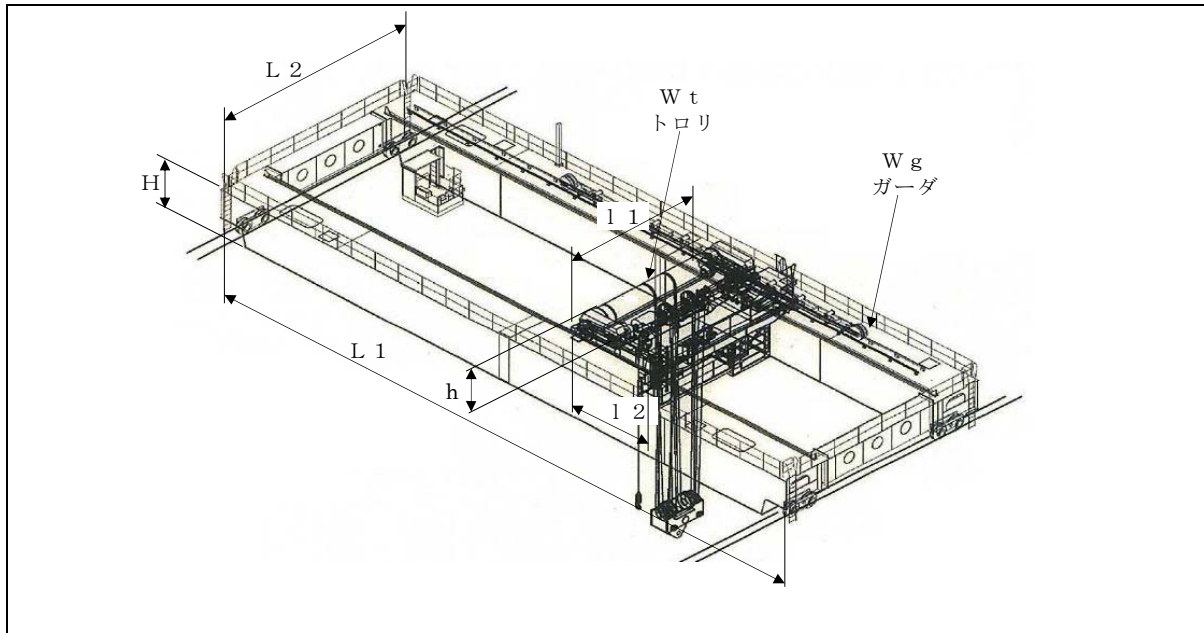
5. 参考文献

- (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)

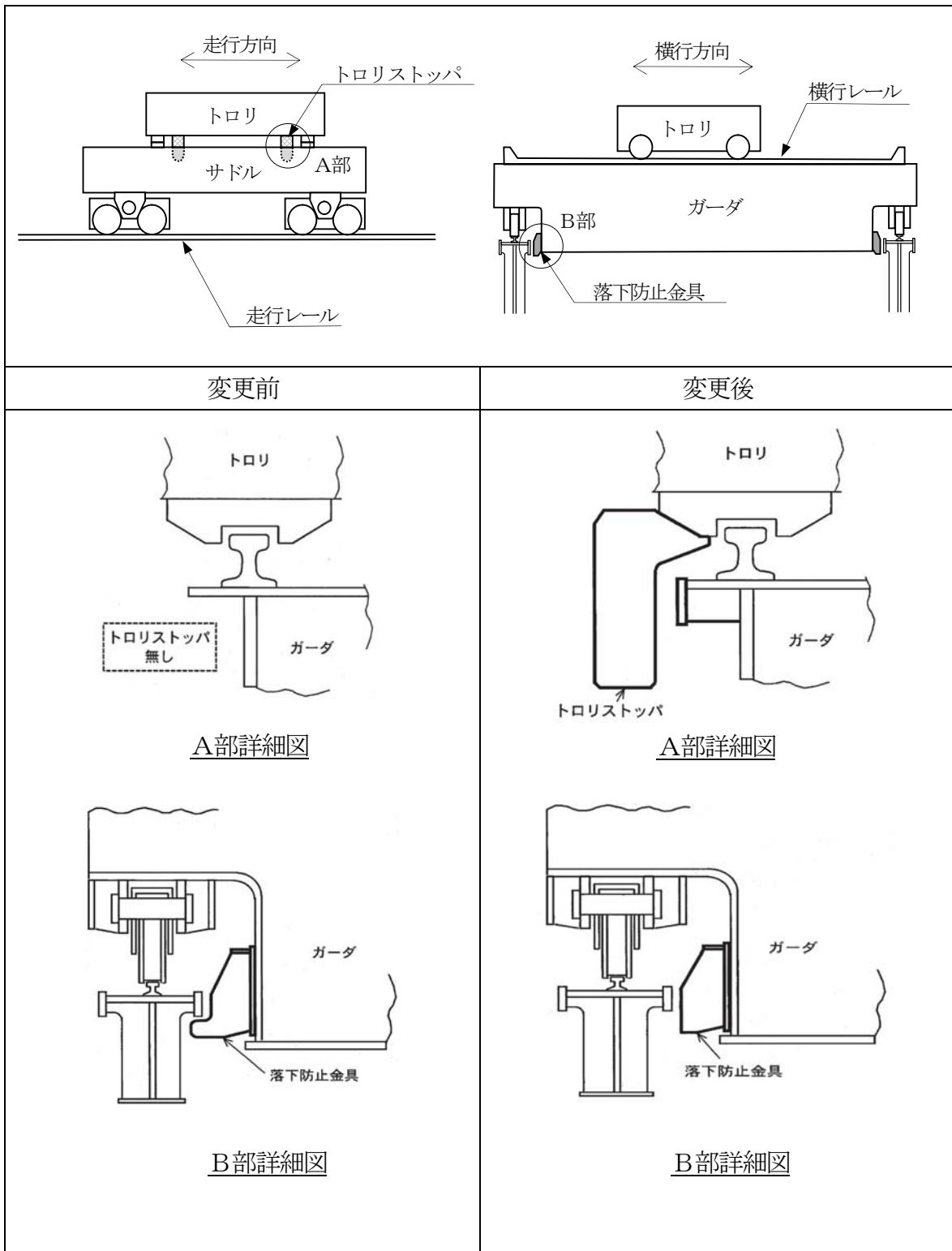
- (2) 平成 20 年度 原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査
動的上下動耐震試験(クレーン類)に関わる報告書(08 耐部報-0021, (独)
原子力安全基盤機構)

別紙 1 原子炉建屋クレーンの主要諸元



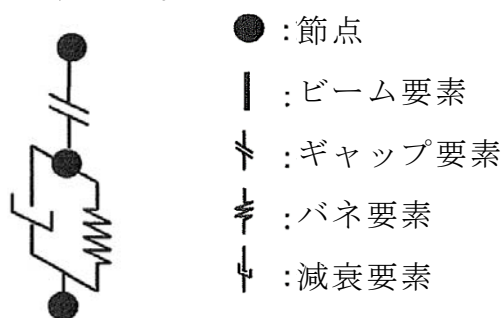
仕様		大間 1 号炉	東海第二発電所
トロリ	質量 W t (ton)	80.0	48.0
	高さ h (m)	2.815	2.280
	スパン l 1 (m)	7.7	5.6
	スパン l 2 (m)	4.6	4.1
ガーダ	質量 W g (ton)	190	118.0
	高さ H (m)	2.5	1.915
	スパン L 1 (m)	34.9	39.5
	スパン L 2 (m)	9.38	6.2
総質量	W (ton)	270.0	166.0

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



別紙3 クレーン車輪部の非線形要素（摩擦・接触・減衰）

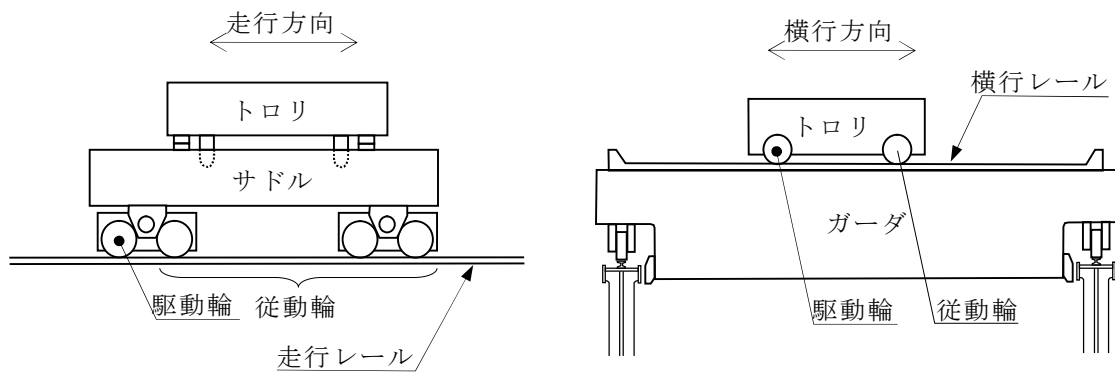
クレーン車輪部のモデル化では、すべり、浮き上がり及び衝突の挙動を模擬するためギャップ要素を用いる。また、接触部位の局所変形による接触剛性をバネ要素で、衝突による減衰効果を減衰要素で模擬し、別図 1-1 に示すように、ギャップ要素と直列に配置する。



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。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従できず、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

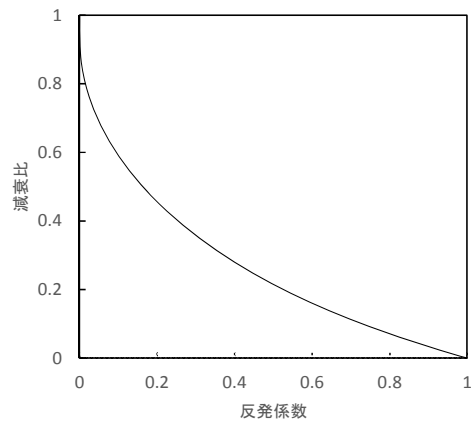
接触剛性は、「平成 20 年度 原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査 動的上下動耐震試験（クレーン試験）に関わる報告書（09 耐部報-0008,（独）原子力安全基盤機構）」^(参2)を参照し、車輪とレールの衝突時の剛性を模擬するものとして接触剛性を考慮したばね要素とクレーン質量で構成される 1 自由度系の固有振動数が 20Hz 相当になるよう設定する。

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。

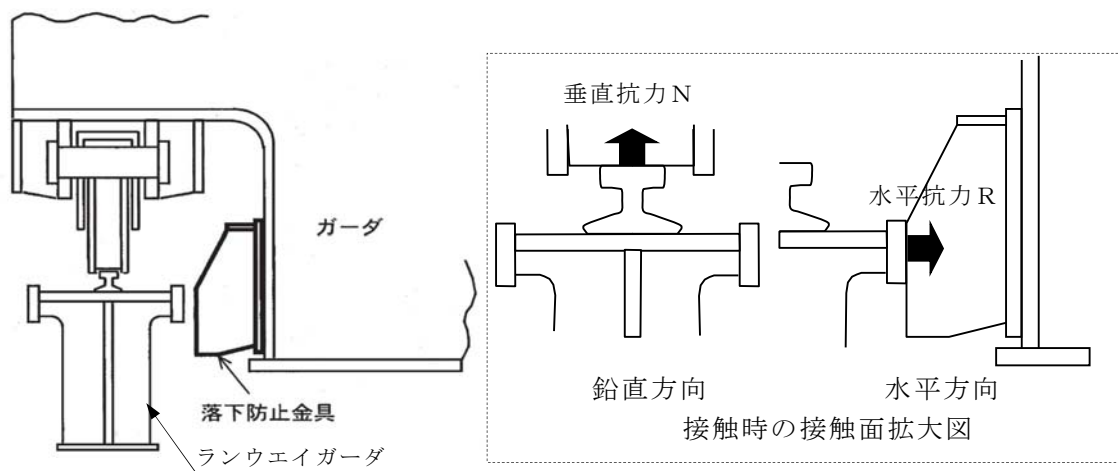
クレーン本体とランウェイガード間の取り合い部を例とすると、すべりを想定する面としては、鉛直方向（車輪からレール間）と水平方向（落下防止金具からランウェイガード間）が挙げられる（別図 1-4）。

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 1 G 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 ($=\mu N$) 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ェイガード側面に接触する際のみ水平抗力 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ェイガーダ間の取り合い部を例として示す。

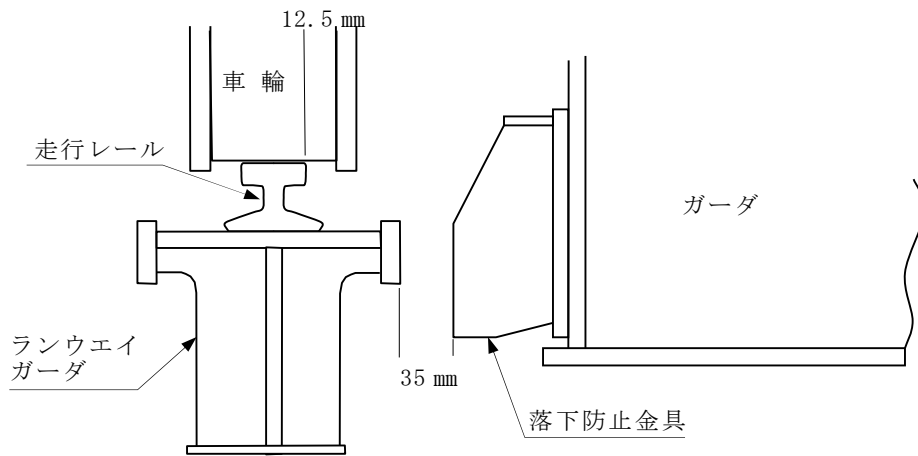
クレーン横行方向に地震力が作用する際は、車輪がレール上に乗り上がる挙動が想定されるが、落下防止金具がランウェイガーダに接触することで、横行方向の移動量は制限される。落下防止金具は構造強度部材として基準地震動 S_s によって生じる地震力に対して、許容応力を満足する設計としており、地震で破損することは無いため、落下防止金具とランウェイガーダ間の

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）。

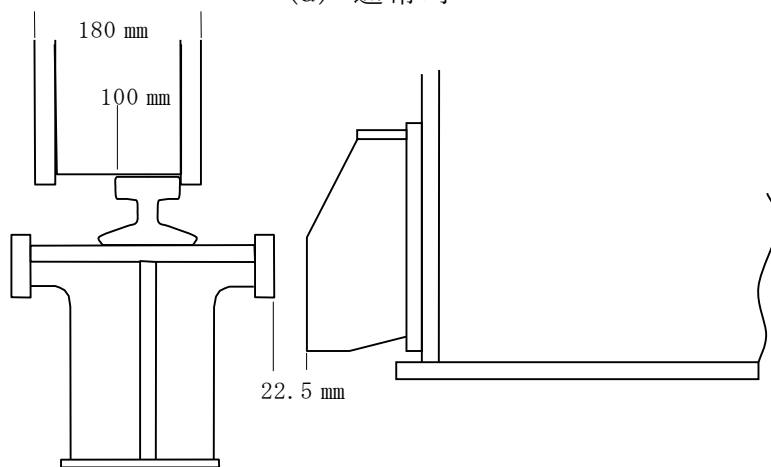
本体ガードとトロリストッパの寸法も同様の関係となっている。

また、落下防止金具とランウェイガード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 12.5mm）してから落下防止金具とランウェイガードが接触（移動量 35mm）し移動が制限されるまでの移動量は 22.5mm（=35mm-12.5mm）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ない。

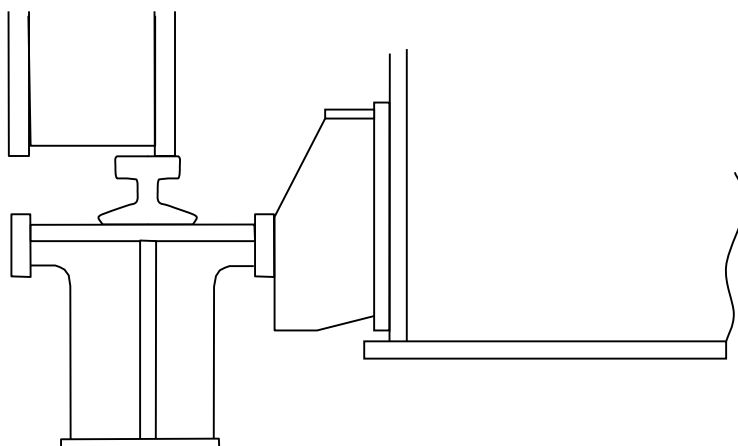
以上より、地震時に落下防止金具がランウェイガードに接触して機能する前に、車輪がすべり面であるレールから落下することや、レールが大きく破損することが無いことから、落下防止金具が機能する前に地震応答解析モデルの前提を満足しなくなるおそれは無いと言える。



(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 12.5mm)



(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 35mm)

(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

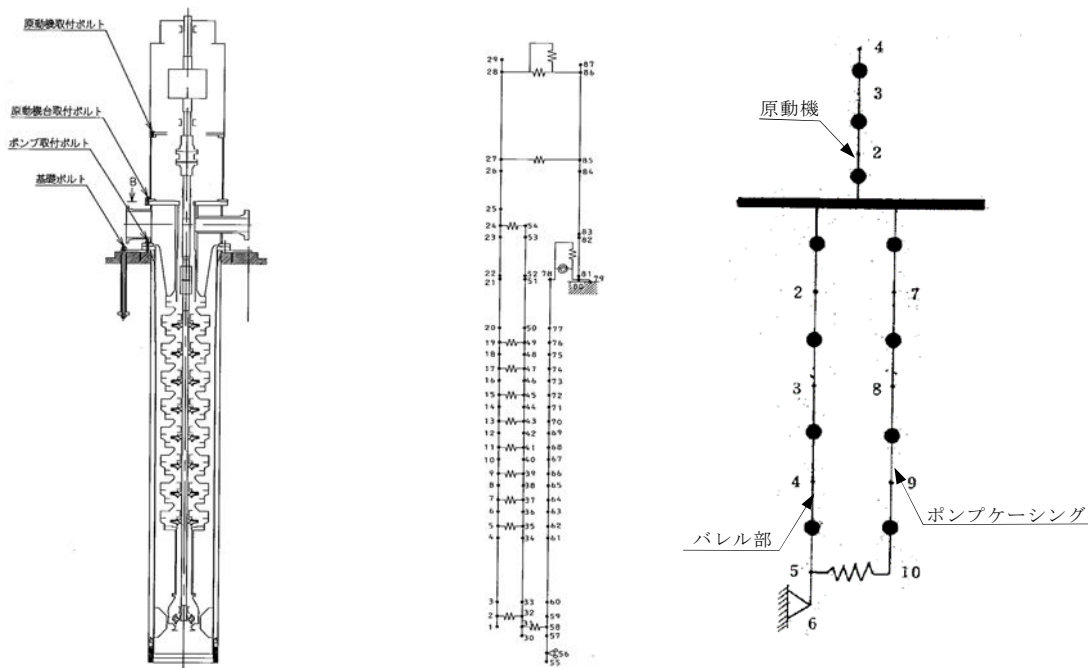
4条-別紙5-23

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、J E A G 4601-1981 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）。



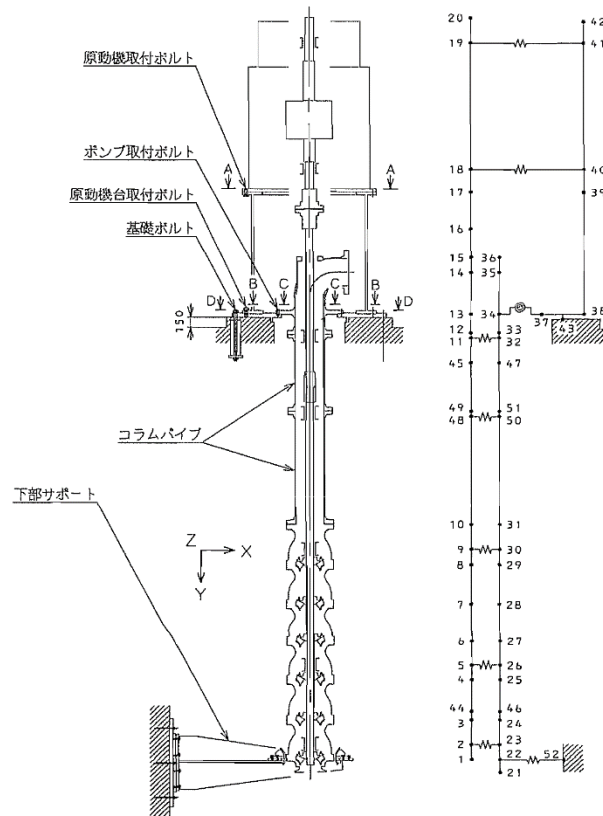
構造概要図

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

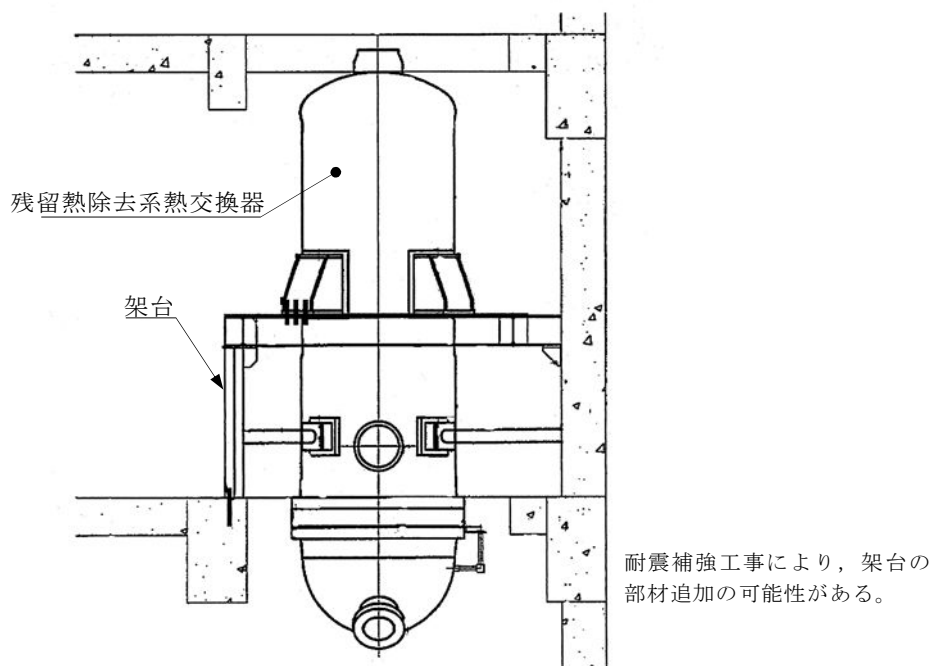
2. 残留熱除去系熱交換器の解析モデルの精緻化

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。

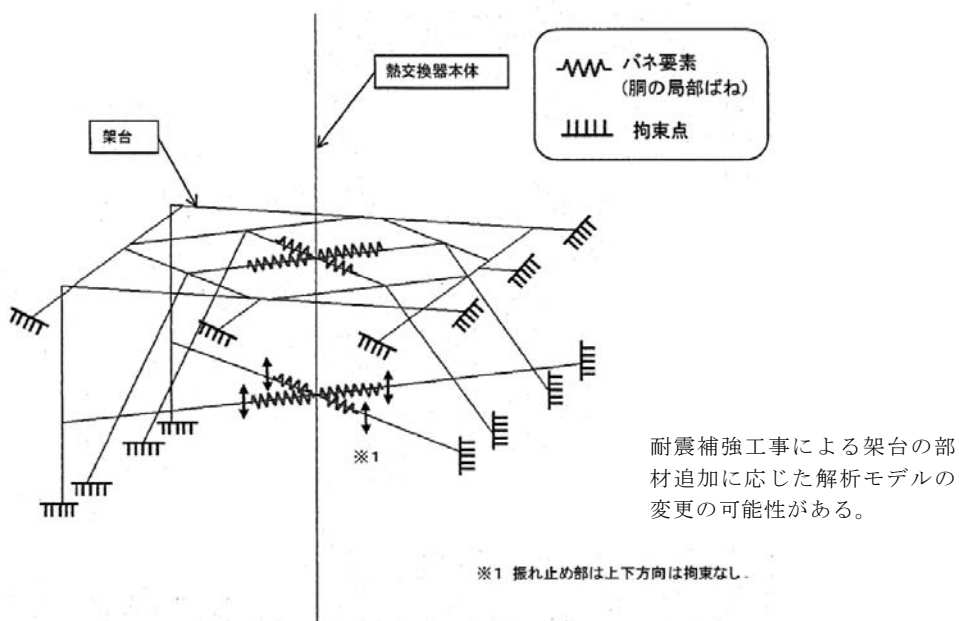
今回工認においては、架台及び熱交換器本体との相互影響を精緻に評価す

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

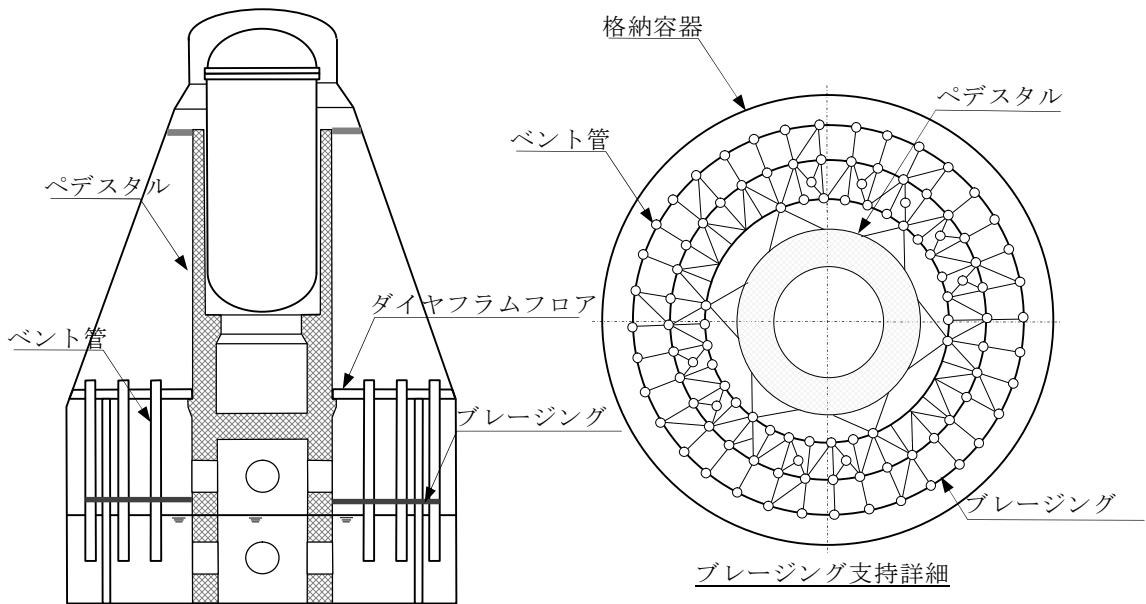


第2-4図 残留熱除去系熱交換器解析モデル図

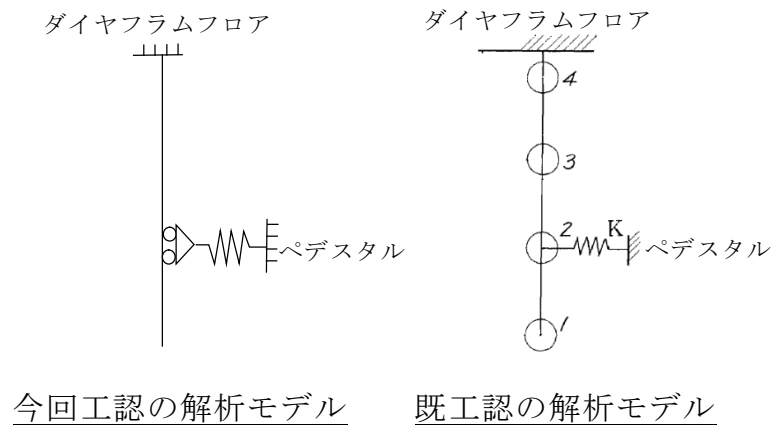
3. 格納容器ベント管の解析モデルの精緻化

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、ブレイ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、大間 1 号炉の既工認実績を踏まえて、質点モデルから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



第 2-6 図 ベント管解析モデル図

容器等の応力解析への F E M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 F E Mモデル、多質点モデルを適用した耐震評価を実施する。F E Mモデルを用いる手法等は、大間 1 号炉を含めて他 B W R での適用実績がある手法である。

1. 容器への F E M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トンクについて、実機の形状をシェル要素にて模擬し、J S M E 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 格納容器の F E Mモデル図
(パーソナルエアロックの F E Mモデルの例)

第 3-1 表 格納容器の F E M解析概要

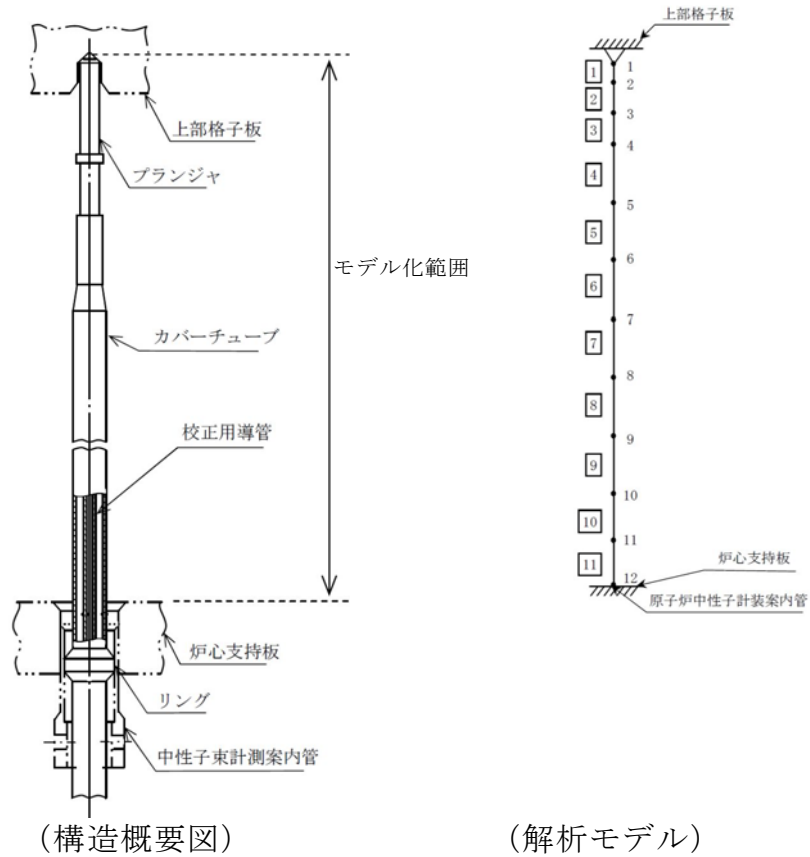
項 目	内 容
適用部位	パーソナルエアロック取付部 サプレッションチェンバアクセスハッチ取付部 イクイPMENTハッチ取付部 配管貫通部取付部 電気配線貫通部取付部 上部シアラグ取付部 下部シアラグ取付部
解析コード	NASTRAN
地震条件	別途実施する地震応答解析から得られる地震力（荷重，加速度）を入力とする。

第 3-2 表 D G用補機類容器の F E M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。

3. 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。



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 原子炉压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。

解析コードの変更について

今回工認における格納容器，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 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	
格納容器	<ul style="list-style-type: none"> ・ドライウエル ・サブ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	<ul style="list-style-type: none"> ・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
	<ul style="list-style-type: none"> ・差圧検出・ほう酸水注入配 管 	EBASCO 社 構造解析コード	NASTRAN	大間 1 号炉 既工認

第 4-1 表 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・ほう酸水注入系配管 (原子炉圧力容器内)	EBASCO 社 構造解析コード	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 構造解析コード	SAP-IV	大間 1 号炉 既工認

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	
		JEAG 4601* ³	東海 第二* ⁴	JEAG 4601* ³	東海 第二* ⁴
I	スナッパ及び架構レストレイント支持主体の配管系で、支持具(スナッパ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	スナッパ、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. 配管と支持構造物と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 J E A G 4601-1991 追補版（以下「J E A G 4601」という。）に基づく設計用減衰定数

J E A G 4601 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. J E A G 4601 に基づく設計用減衰定数

J E A G 4601 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、J E A G 4601 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

J E A G 4601 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

J E A G 4601 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も、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、J E A G 4601 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	
	JEAG4601	今回工認	JEAG4601	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

実験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

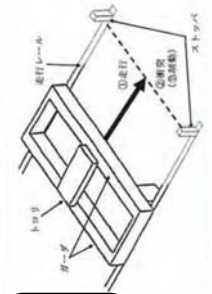
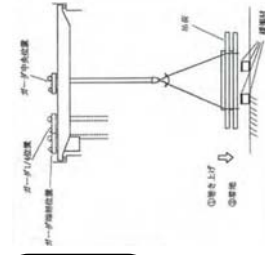
原子炉建屋天井クレーン8タイプ、一般用2タイプの天井クレーンの基本仕様（トロリ及びびガーダの高さ、スパン）を調査、各クレーンの構成要素・基本構造、減衰に影響を与えると考えられるクレーン全重量とトロリ重量の比及び振動特性が同等であることを確認。

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No.1、No.2及びガーダの断面形状が同じタイプの試験体No.3を使用し、合計3機の試験体で実施。

2. 振動試験

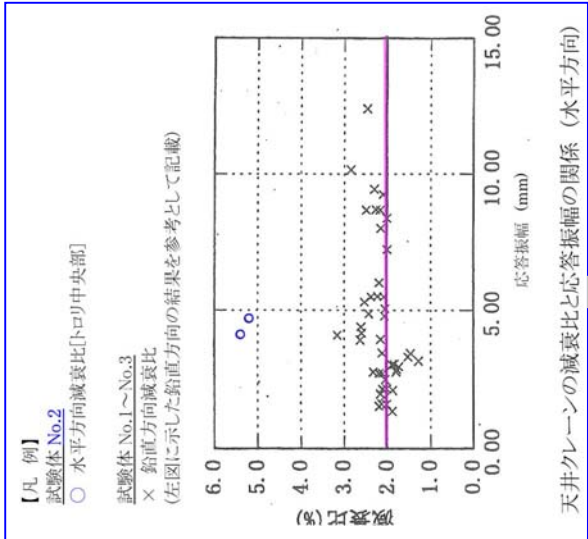
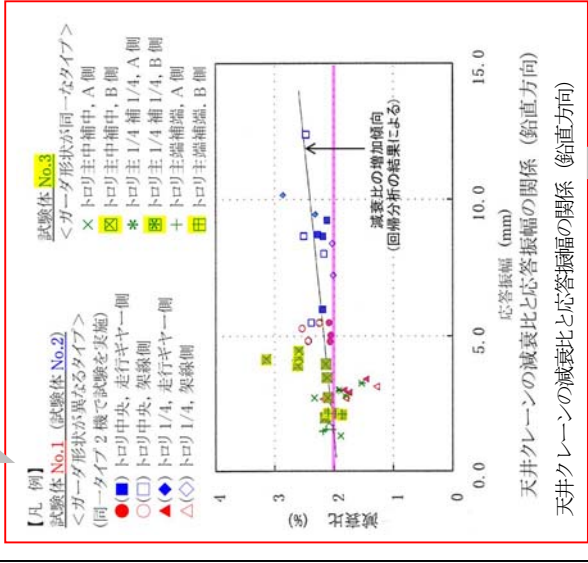
【鉛直方向の加振方法】
吊荷を床から50mm程度まで持ち上げた後、最大速度で下降させて床に着地させ、この時の自由振動を計測する。

【水平方向の加振方法】
クレーンを1m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



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もに、そのばらつきが小さくなる。
応答振幅5.0mmで減衰比2.0%以上が得られた。

【試験結果 (水平方向)】
水平方向の減衰比は、応答振幅4.7mmにおいて5.2%という結果が得られた。

【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12.2mm、端部6.0mm)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。

【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4.7mm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8.9mm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		実機建屋クレーン			備考
	試験体 No.1,2	試験体 No.3	東海第二	大間1号機	原子炉建屋クレーン	
トロリ	重量 W_t (ton)	43.5	71.0	48.0	80.0	
	高さ h (m)	2.265	3.0	2.280	2.815	
	スパン L_1 (m)	5.8	6.8	5.6	7.7	
	スパン L_2 (m)	4.1	3(主巻用) 2.5(補助巻用)	4.1	4.6	
ガーダ	重量 W_g (ton)	104.5	191.5	118.0	190	
	高さ H (m)	1.32	2.3	2.5	1.915	
	スパン L_1 (m)	33.0	33.0	39.5	34.9	
	スパン L_2 (m)	7.06	8.9	6.2	9.38	
総重量	W_T (ton)	148.0	282.5	166.0	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	

○ 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ーと消散エネルギーの比で表される。消散エネルギー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ー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ーはトロリ質量に比例し、振動エネルギーは建屋に比例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質量の比に影響を受けることになる。

上表とおり、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であ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

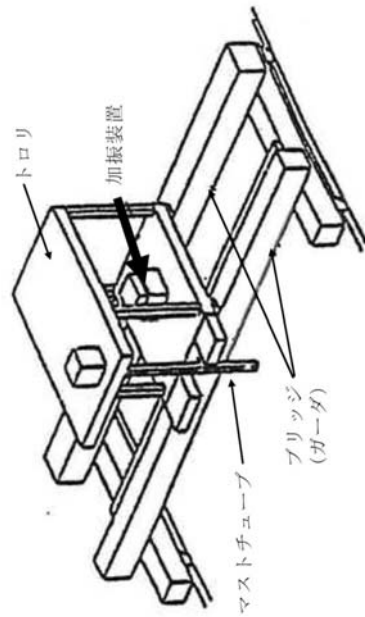
実機を試験体とした振動試験から得られた燃料取替機の減衰特性に基づき、設計用減衰定数の検討を行った。

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。

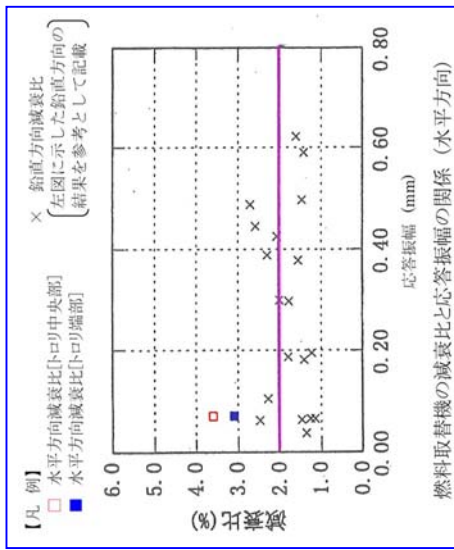
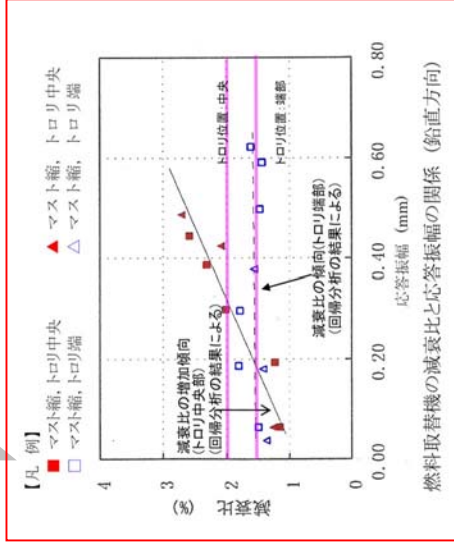
2. 振動試験



【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ブ法で減衰比を算定



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、応答振幅の増加に伴って減衰比は増加する傾向を示している。応答振幅 0.40mm 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 0.40mm 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 0.07mm において 3.6%、トロリ位置が端部では応答振幅 0.07mm 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 0.07mm 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	27.0	
	高さ h (m)	4.795	5.795	
	スパン L_1 (m)	3.0	3.0	
	スパン L_2 (m)	2.6	3.0	
ブリッジ	質量 W_g (ton)	23.6	40.0	
	高さ H (m)	2.005	2.075	
	スパン L_1 (m)	12.46	15.16	
	スパン L_2 (m)	4.6	4.43	
総質量		39.1	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らる。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 0.40mm 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 0.07mm 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。

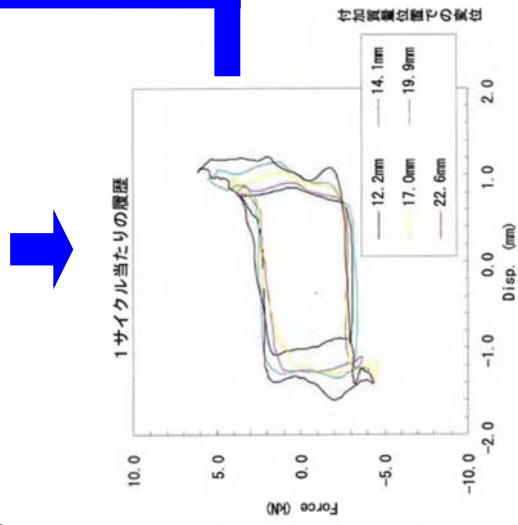
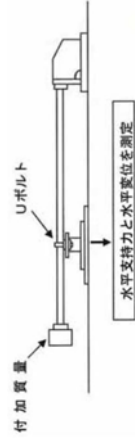
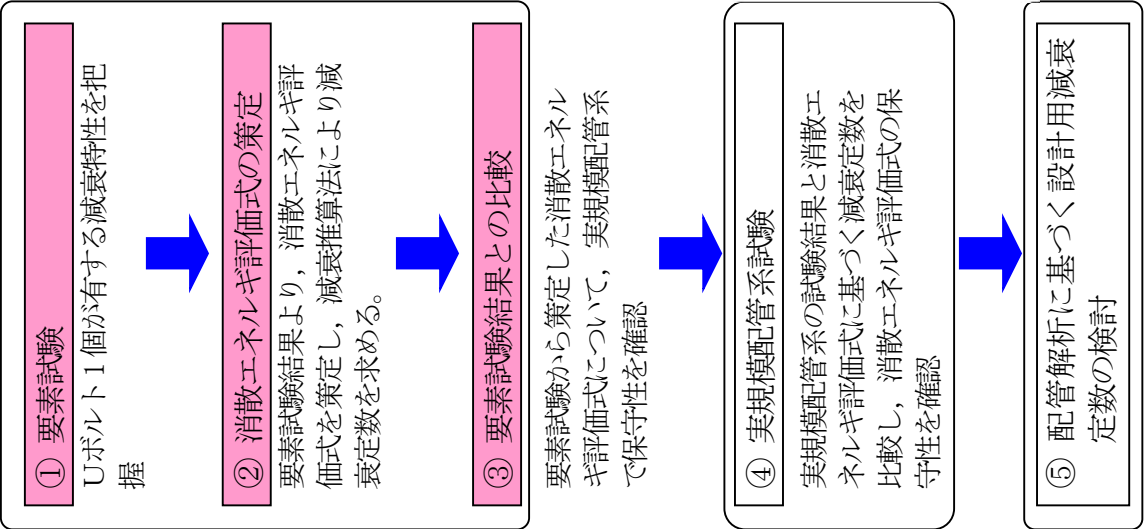
ブリッジ端部にトロリがある場合、鉛直方向に関しては、応答振幅に係らず 1.5%程度の減衰比が得られていることから、設計用減衰定数 1.5%とした。水平方向の減衰比は、応答振幅レベル 0.07mm で 3.1%の減衰比が得られているが、データ点数が少ないため、鉛直方向と同じ 2.0%を水平方向の設計用減衰定数とした。

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 100Gal、鉛直約 200Gal）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。

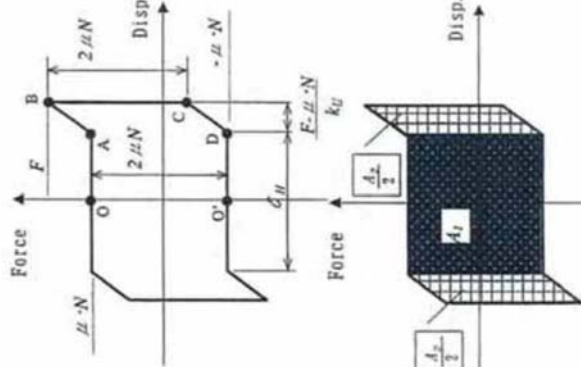
以上から、燃料取替機の設計用減衰定数として水平 2.0%、鉛直 1.5%（燃料取替機のトロリ位置が端部にある場合）、2.0%（燃料取替機のトロリ位置が中央部にある場合）を適用する。

Uボルト支持配管系の振動試験- (1/3) : ①要素試験～②消散エネルギー評価式の策定～③要素試験結果との比較

Uボルト支持配管系の研究の流れ



変位-荷重履歴のモデル化

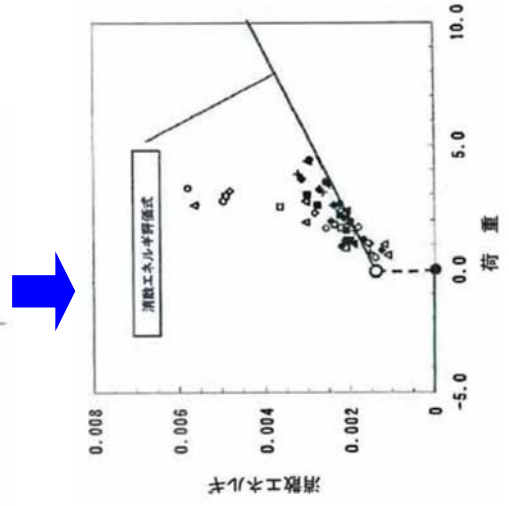


(消散エネルギー評価式の策定)

【消散エネルギー評価式の策定】
 ○モデル内部の面積が消散されるエネルギーであり、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ー評価式の結果の比較
 ↓
 消散エネルギー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ー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ー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 消散エネルギー評価式の策定

要素試験結果より、消散エネルギー評価式を策定し、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ー評価式について、実規模配管系で保守性を確認

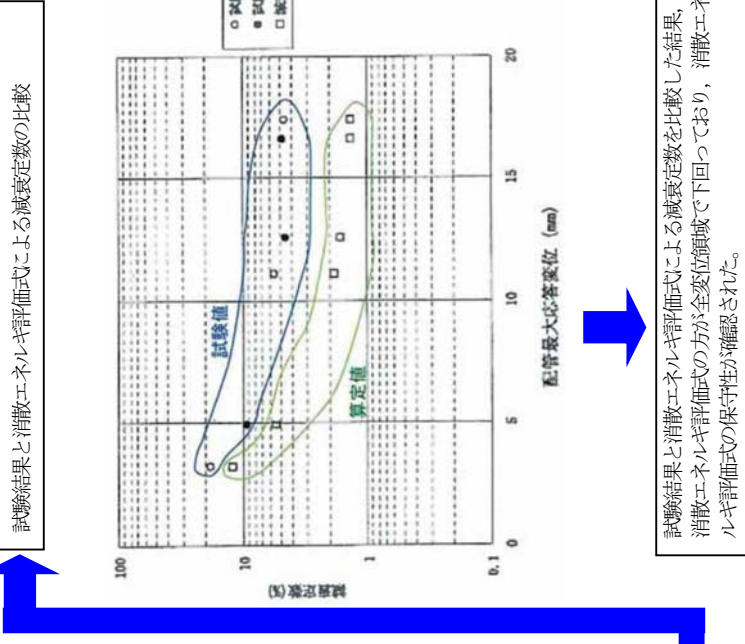
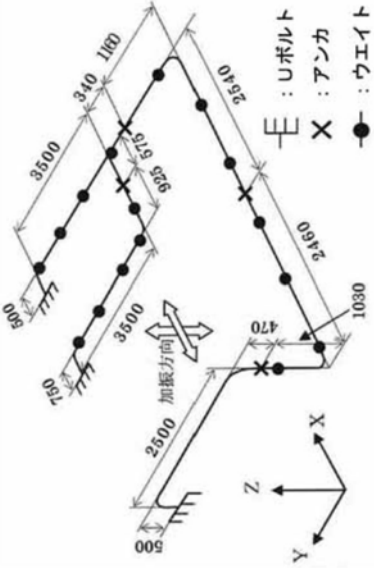
④ 実規模配管系試験

実規模配管系の試験結果と消散エネルギー評価式に基づく減衰定数を比較し、消散エネルギー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



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

実験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ー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 消散エネルギー評価式の策定

要素試験結果より、消散エネルギー評価式を策定し、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ー評価式について、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ー評価式に基づく減衰定数を比較し、消散エネルギー評価式の保守性を確認

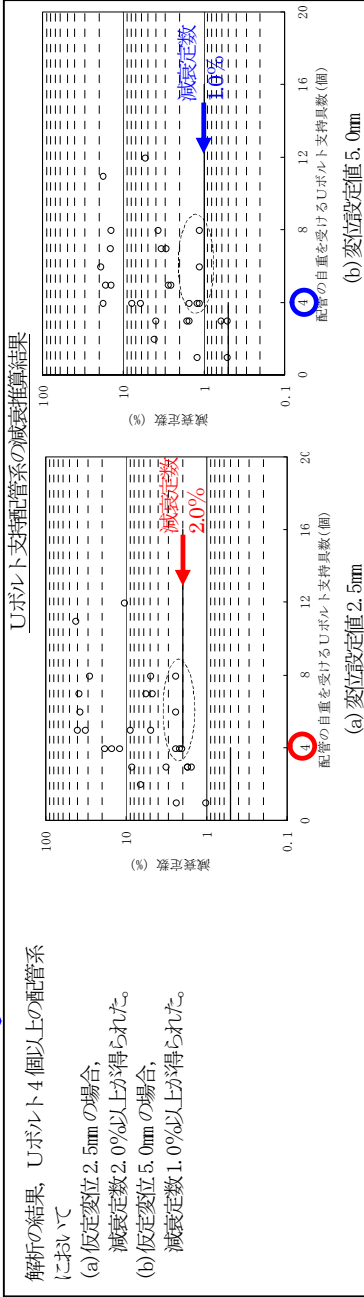
⑤ 配管解析に基づく設計用減衰定数の検討

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、実規模配管系試験にて消散エネルギー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。
 - 消散エネルギー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規模配管系(28 モデル)とした。

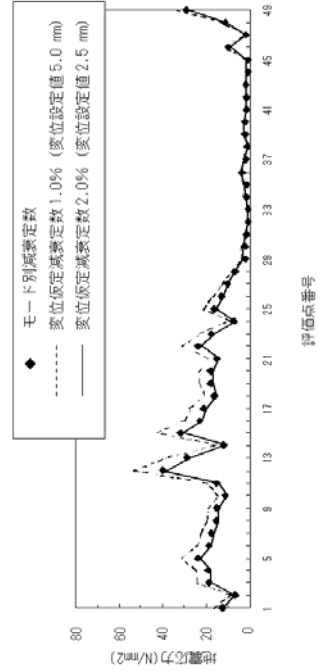


詳細計算による減衰定数の検討 (モード別減衰定数による検討)

- 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2.5mmの減衰定数及び変位5.0mm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。

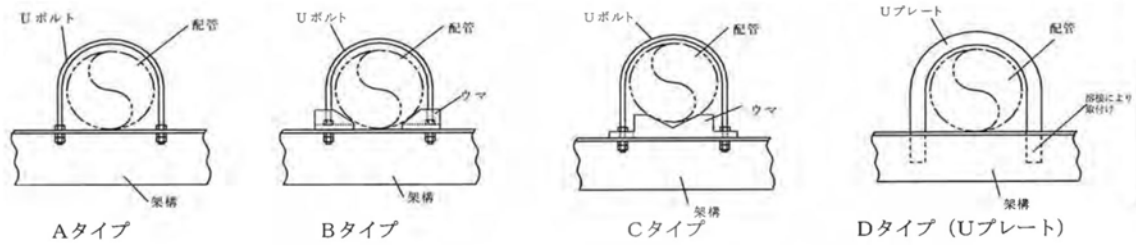
比較検討の結果、詳細計算結果と変位2.5mmを与えた場合の結果がよく一致していることがわかり、Uボルト支持配管系の設計用減衰定数を2.0%に設定した。なお、2.0%の適用に当たっては、以下の項目を条件ととしている。

- 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替で受ける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。



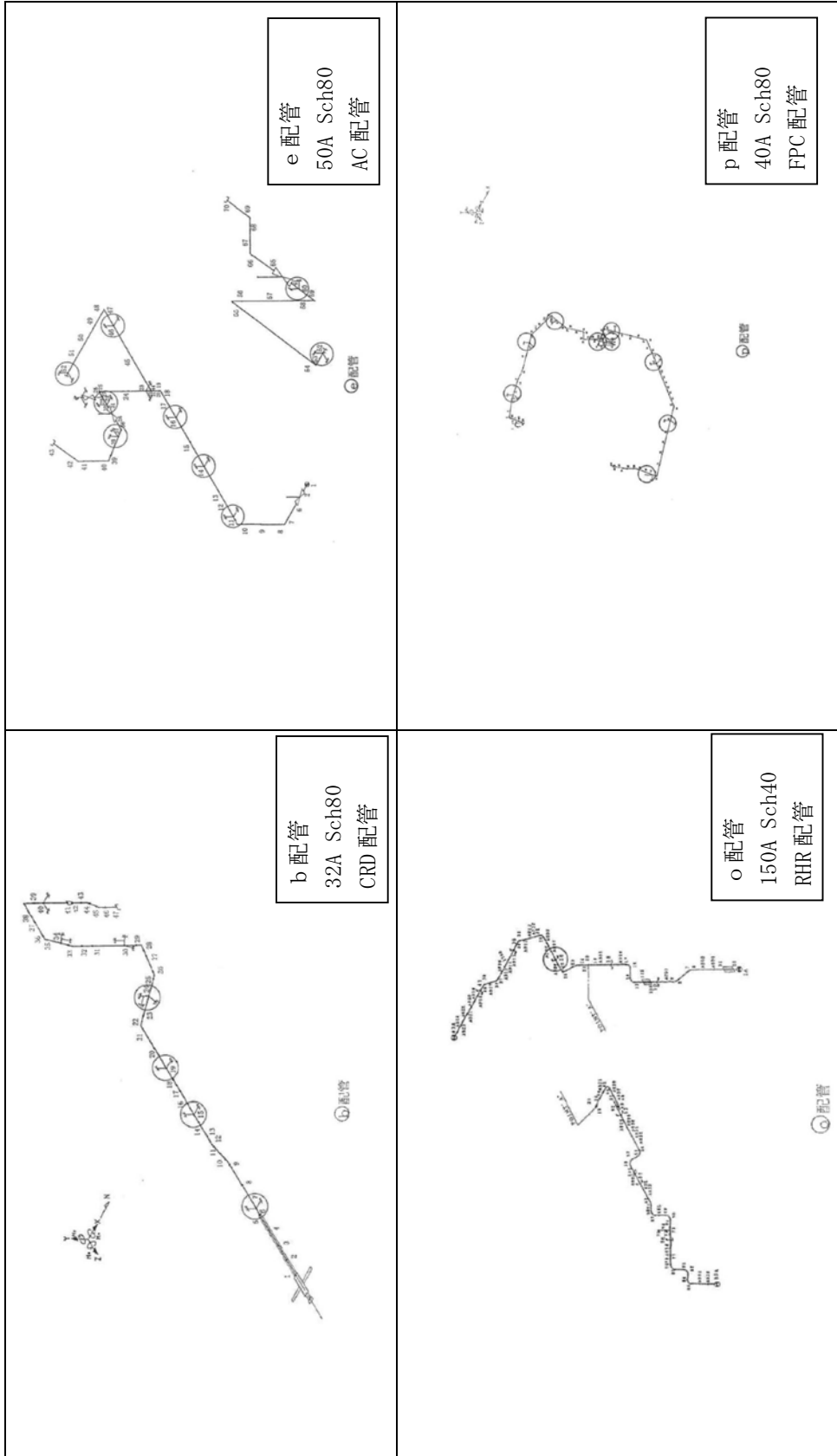
【解析を行った配管仕様】

- ・口径：20A～400A
- ・材質：ステンレス鋼，炭素鋼

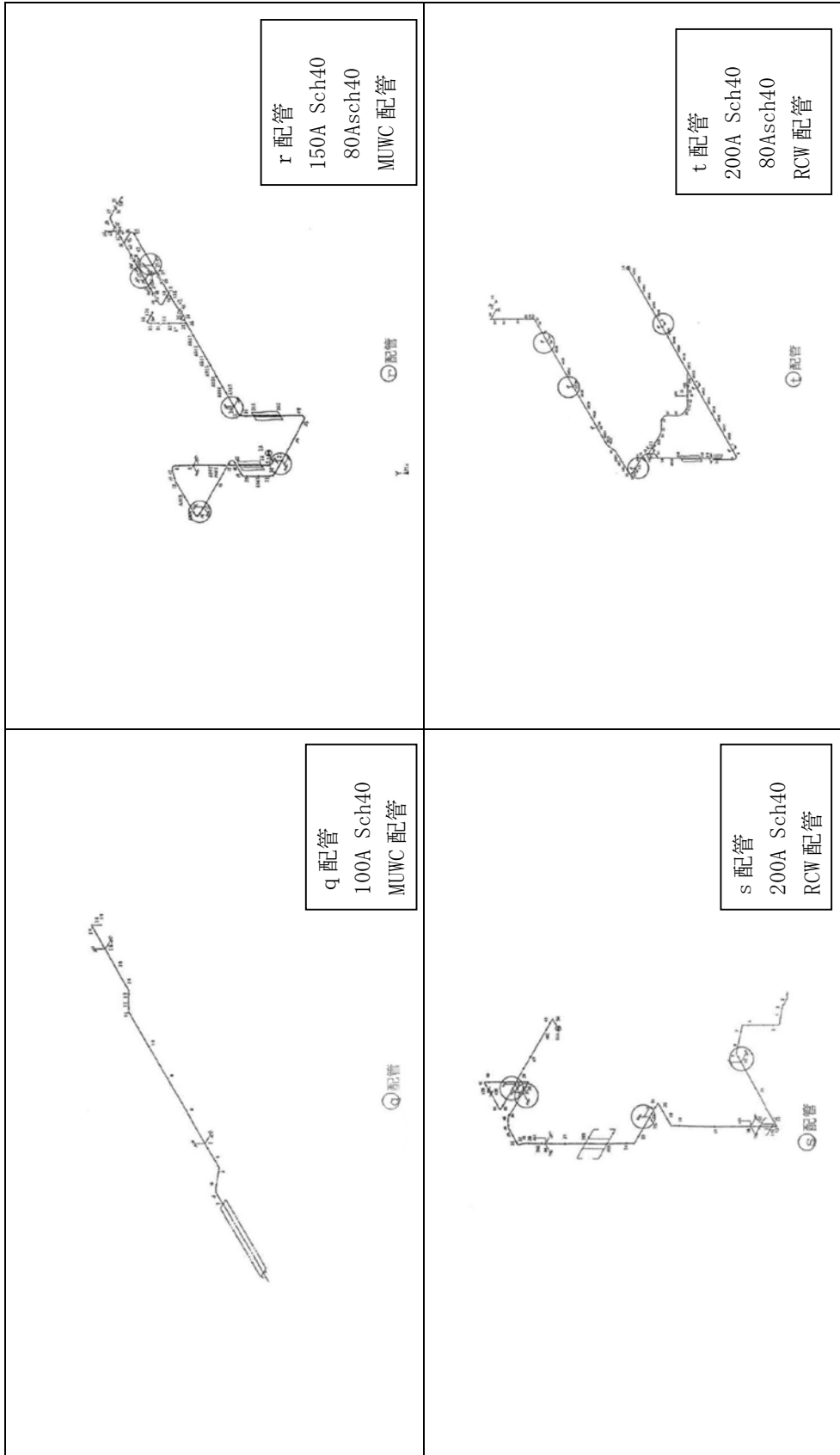
上記のうちBWR実機配管

	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

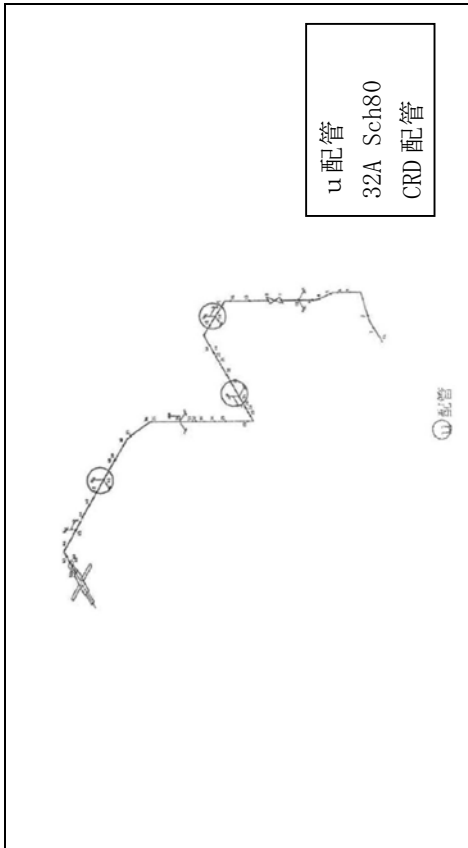
実機配管系の解析モデル図 (b・e・o・p 配管)



実機配管系の解析モデル図 (q・r・s・t 配管)



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

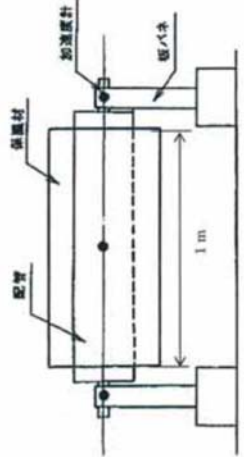
試験体を使用した振動試験から得られた配管系の保温材による付加減衰定数に基づき、設計用減衰定数の検討を行った。

1. 試験体

配管口径の異なる3種類 (① 8B (200A), ② 12B (300A), ③ 20B (500A)) の試験体を用いて振動試験を実施

2. 振動試験

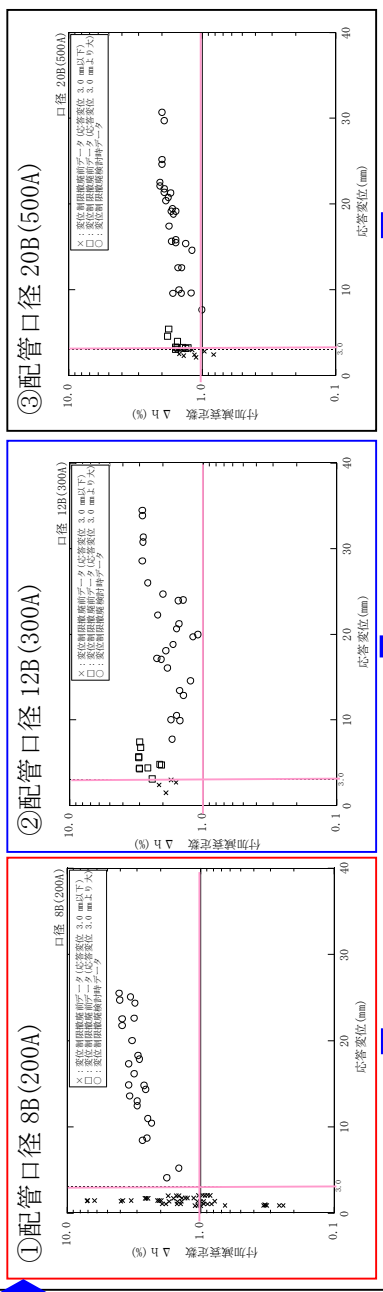
振動試験は保温材有り場合/保温材無しの場合について実施。(保温材厚さ 75mm)



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 3mm 以上の領域
保温材に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 3mm 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

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 of 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、S R S S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S R S S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。

$$\text{組合せ荷重（又は応力）} = |M_H|_{\max} + |M_V|_{\max}$$

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) S R S S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。

$$\text{組合せ荷重（又は応力）} = \sqrt{(M_H) \max^2 + (M_V) \max^2}$$

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。

(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 S R S S 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。

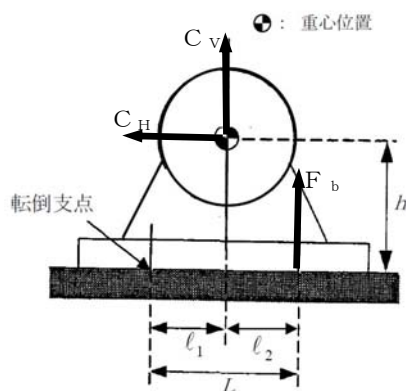
本手法については、非同時性を考慮する地震荷重についてのみ S R S S しており、実績のある妥当な手法である。

【絶対値和法】

$$F_b = \frac{1}{L} \{ m g (C_H h + C_V l_1) + m g C_p (h + l_2) + M_p - m g l_1 \}$$

【S R S S 法】

$$F_b = \frac{1}{L} \{ m g \sqrt{ (C_H h) ^ 2 + (C_V l_1) ^ 2 } + m g C_p (h + l_2) + M_p - m g l_1 \}$$



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_{11} 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)

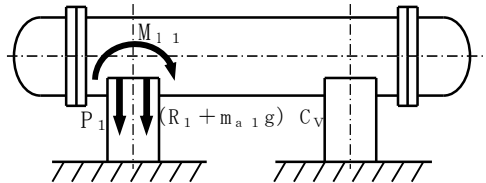


図 B-1 横置円筒系容器の脚部に作用する荷重

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 S R S S 法により組み合わせて式 B-4 を用いて評価を行う。

$$\sigma_{s2} = \frac{M_{11}}{Z_{sy}} + \frac{P_1}{A_s} \quad \dots \text{(式 B-1)}$$

$$\sigma_{s4} = \frac{R_1 + m_{s1}g}{A_s} C_V \quad \dots \text{(式 B-2)}$$

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_{11} : 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

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】

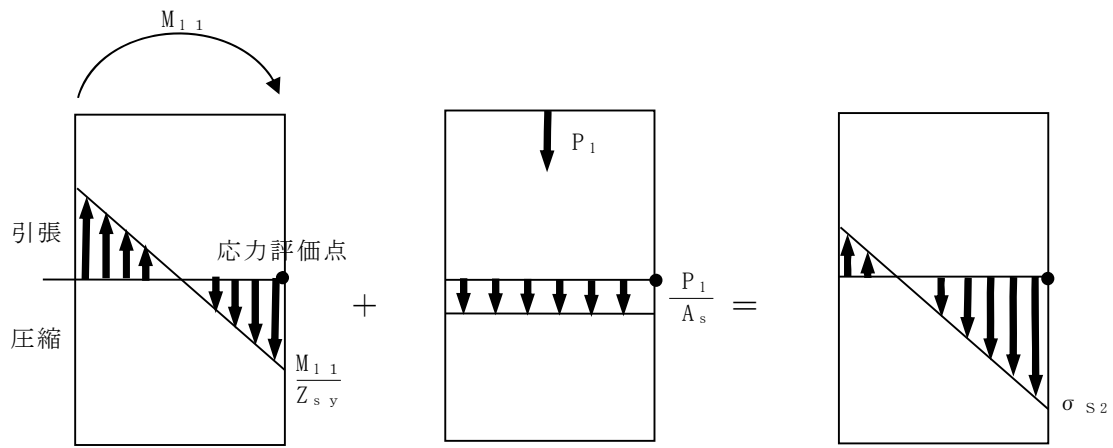
$$\sigma_{s1} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sigma_{s4})^2 + 3\tau_{s2}^2} \quad \dots \text{(式 B-3)}$$

【S R S S 法】

$$\sigma_{s1} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sqrt{(\sigma_{s2}^2 + \sigma_{s4}^2)})^2 + (3\tau_{s2}^2)} \quad \dots \text{(式 B-4)}$$

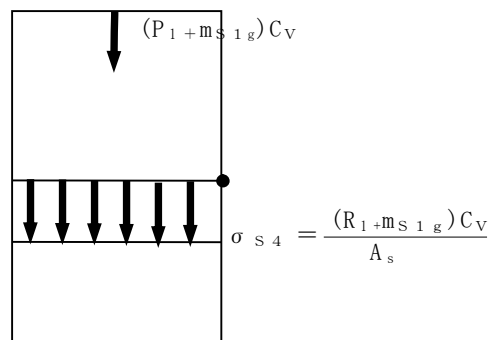
σ_{s1} : 水平方向地震力及び鉛直方向地震力が作用した場合の脚部の組合せ応力
 σ_{s1} : 運転時質量により脚部に生じる圧縮応力
 τ_{s2} : 水平方向地震力により脚に生じるせん断応力

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 SRS 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 S R S S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S R S S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。

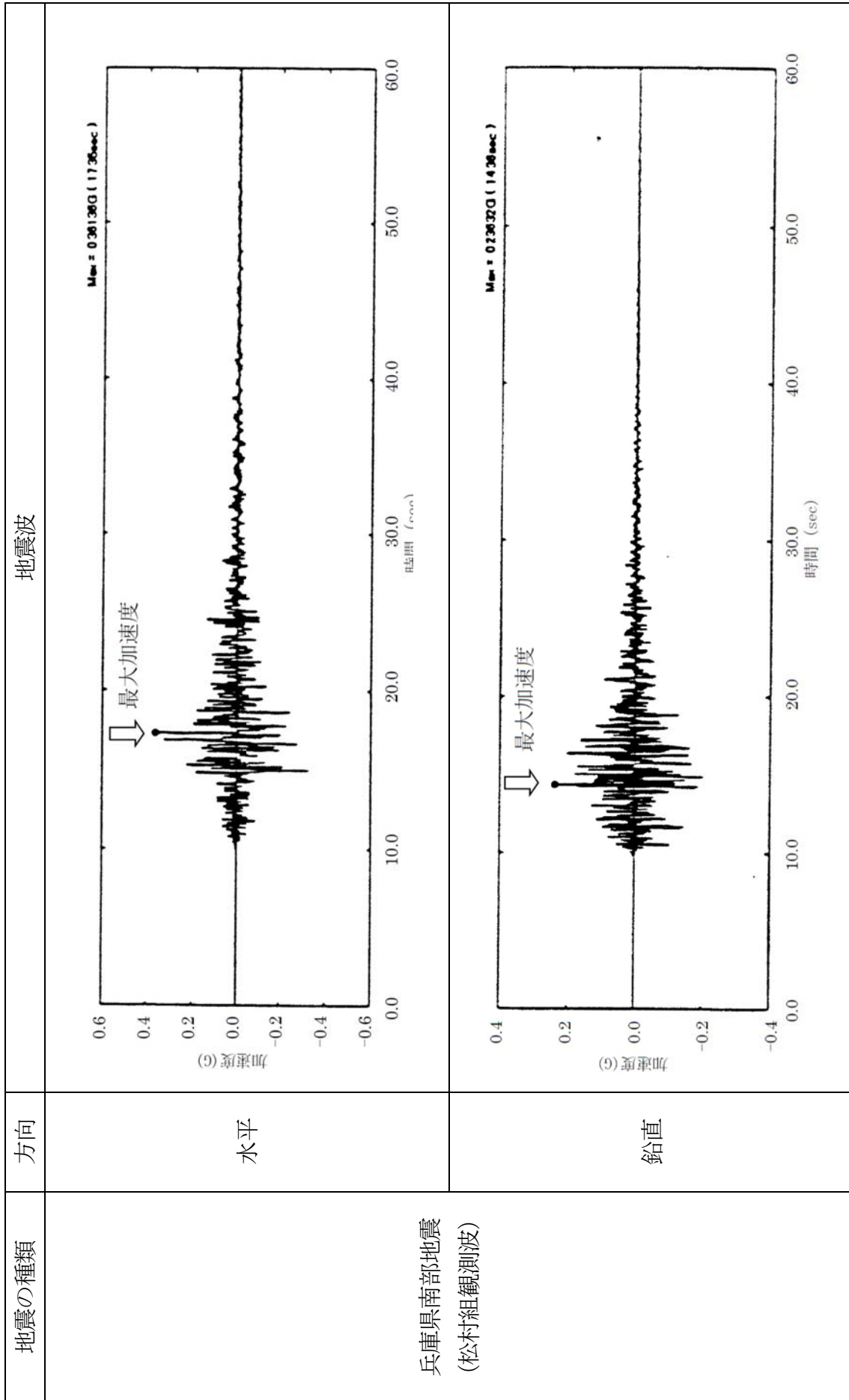
(3) 解析結果

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 S R S S 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。

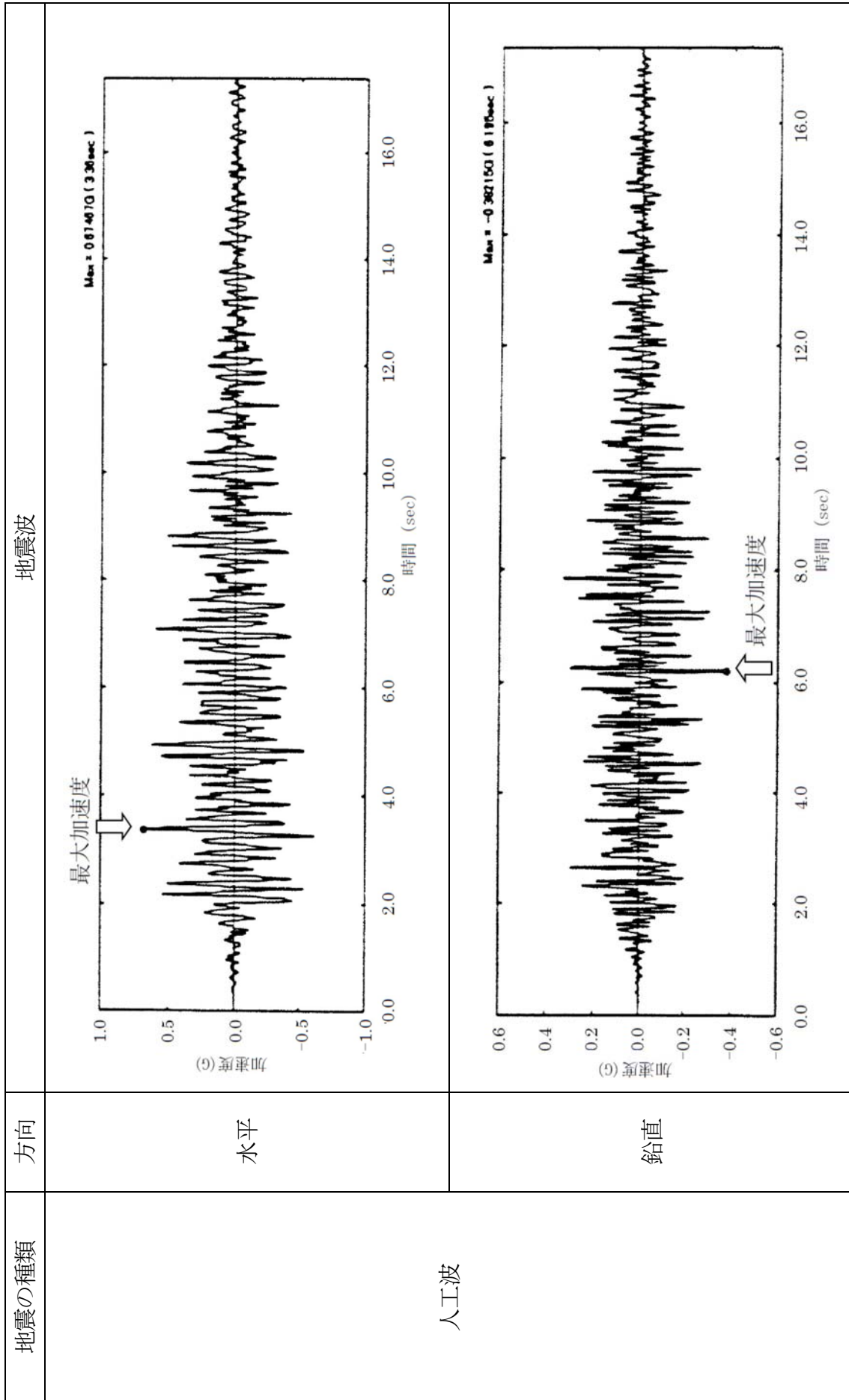
第 6-4 図から第 6-7 図より、いずれの配管系においても最大応力発生点においては、時刻歴応答解析法に対して S R S S 法の方が約 1.1 倍から約 1.4 倍の比率で上回る結果となった。最大応力発生点における S R S S 法と同時入力による時刻歴応答解析との評価結果の比較を第 6-1 表に示す。また、最大応力発生点の部位を第 6-8 図から第 6-11 図に示す。

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

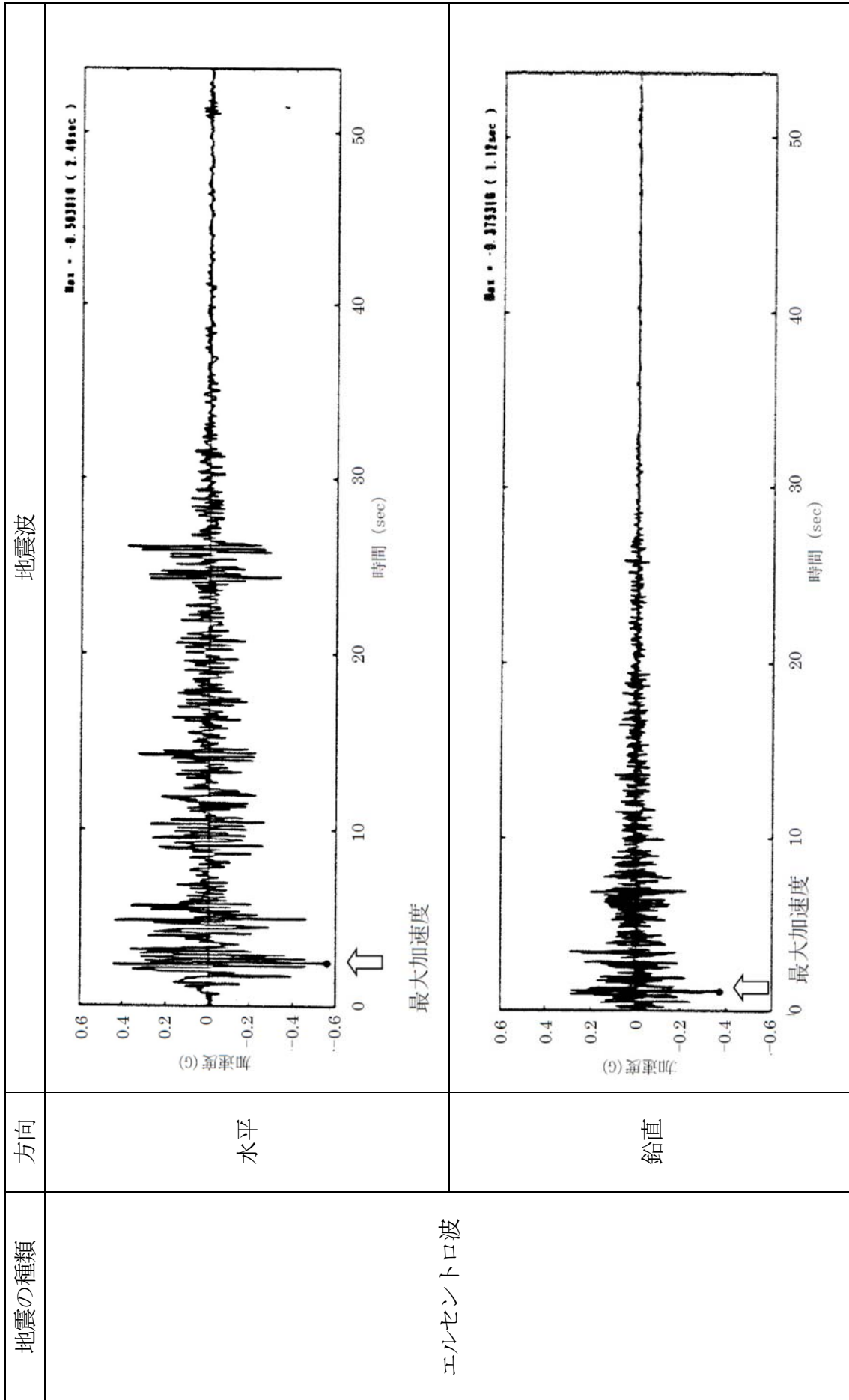
る発生応力の比較を第 6-12 図に示す。第 6-12 図は、第 6-4 図から第 6-7 図に基づき、各配管モデルの節点の応力値をプロットしたものである。第 6-12 図より、S R S S 法は発生応力の低い領域では同時入力による時刻歴応答解析法に対して平均的な結果を与え、発生応力の増加に伴い保守的な結果を与える傾向にあることが確認できる。



第6-1図 機器・配管系への入力地震動 (兵庫県南部地震)

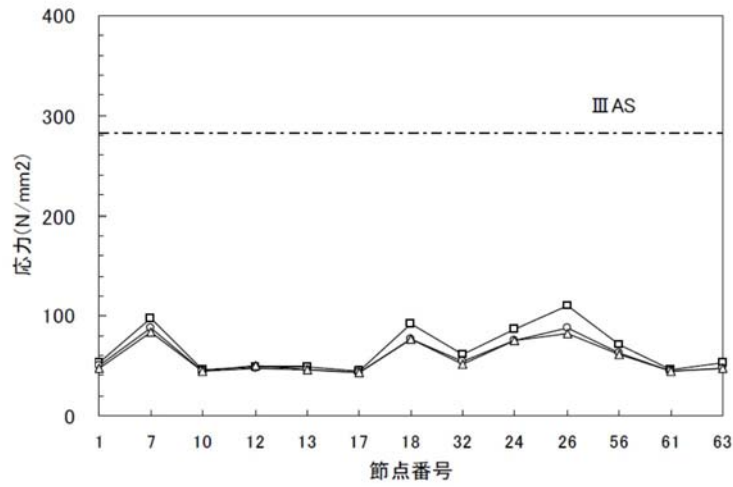


第6-2図 機器・配管系への入力地震動（人工波）

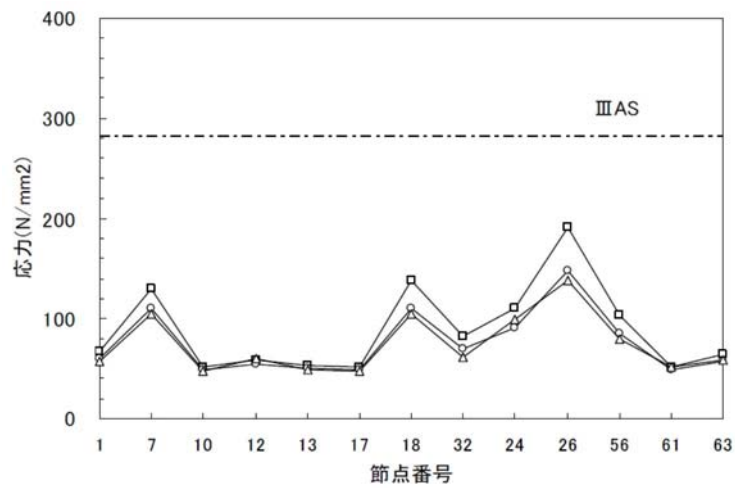


第6-3 図 機器・配管系への入力地震動 (エルセントロ波)

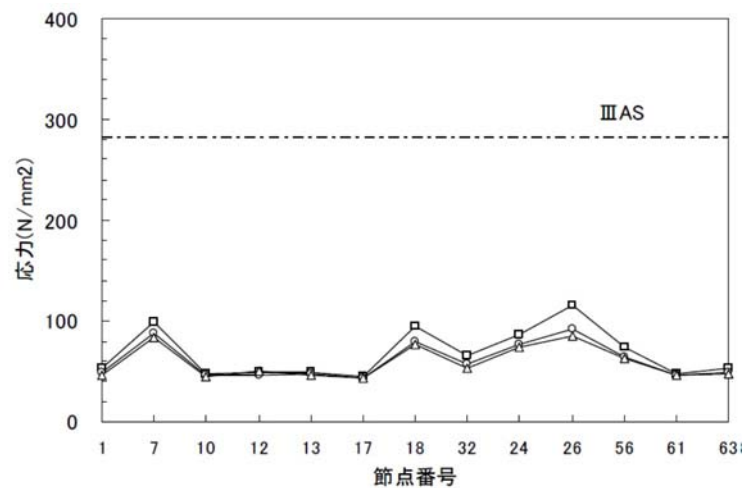
□ 絶対値和法 ○ SRSS法 △ 時刻歴法



兵庫県南部地震 (松村組観測波)



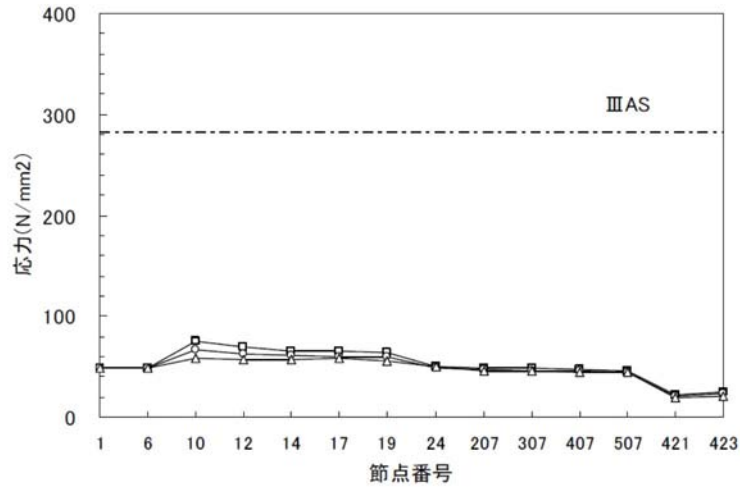
人工波



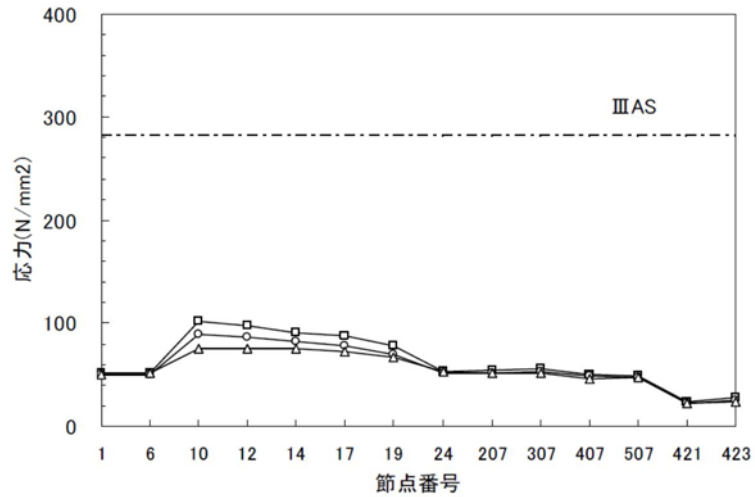
エルセントロ波

第6-4図 主要な部位における発生応力 (FDW-001 Aプラント)

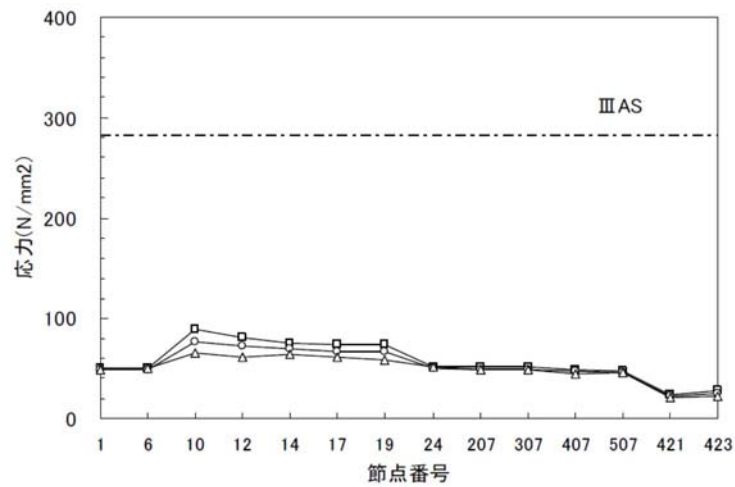
□—絶対値和法 ○—SRSS法 △—時刻歴法



兵庫県南部地震（松村組観測波）



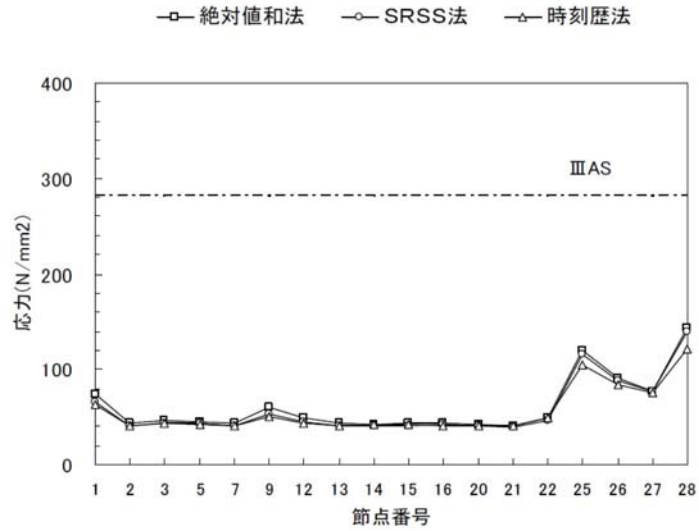
人工波



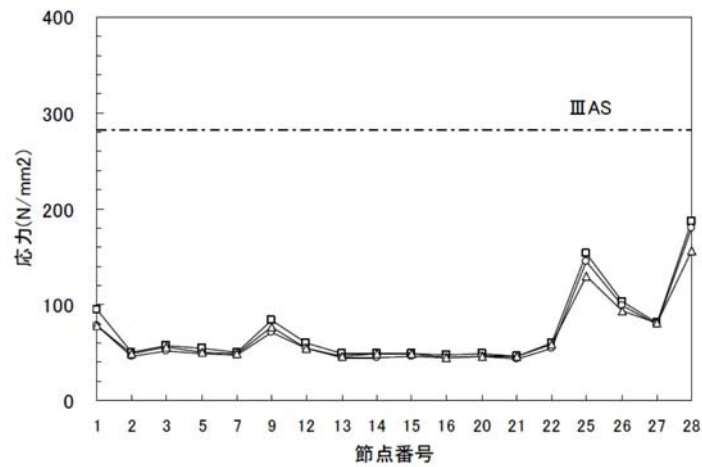
エルセントロ波

第6-5図 主要な部位における発生応力 (MS-001 Aプラント)

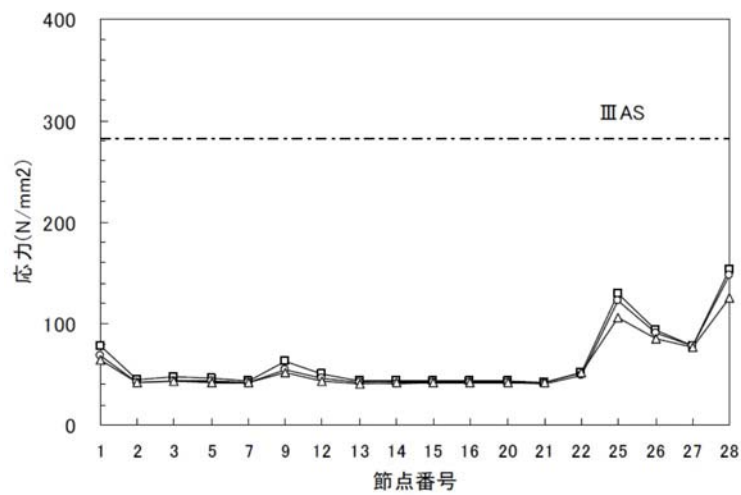
4条—別紙5—66



兵庫県南部地震 (松村組観測波)



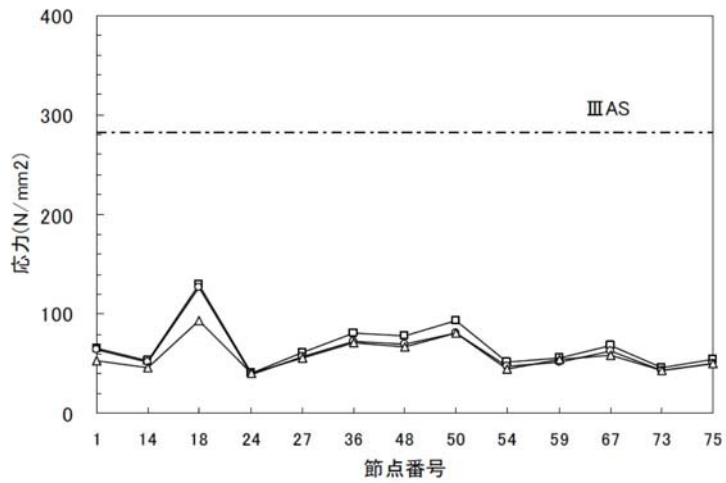
人工波



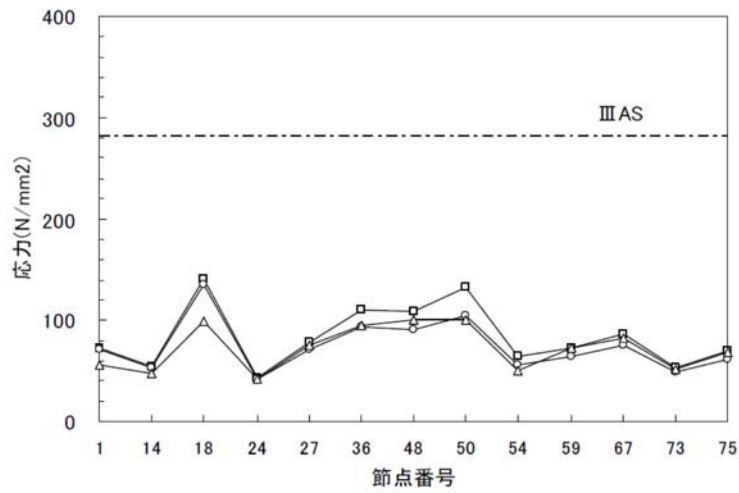
エルセントロ波

第6-6図 主要な部位における発生応力 (RHR-001 Aプラント)

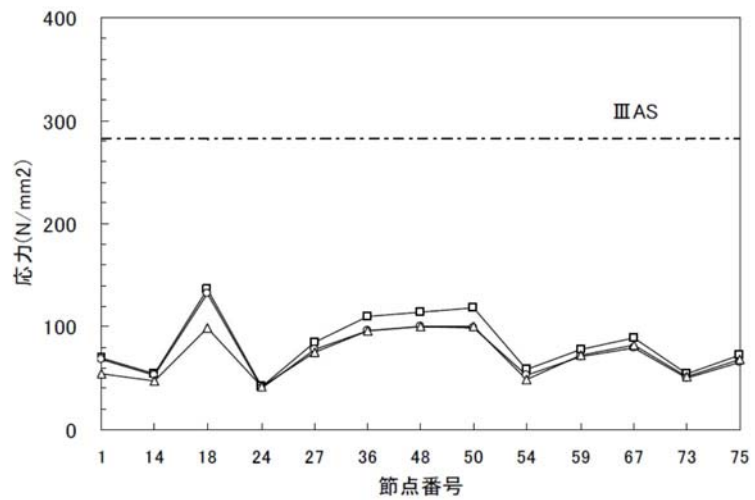
□—絶対値和法 ○—SRSS法 ▲—時刻歴法



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)

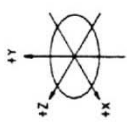
第6-1表 S R S S法と同時入力による時刻歴応答解析法との比較（最大応力発生点）

解析対象配管	入力地震波	最大応力発生点	S R S S/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

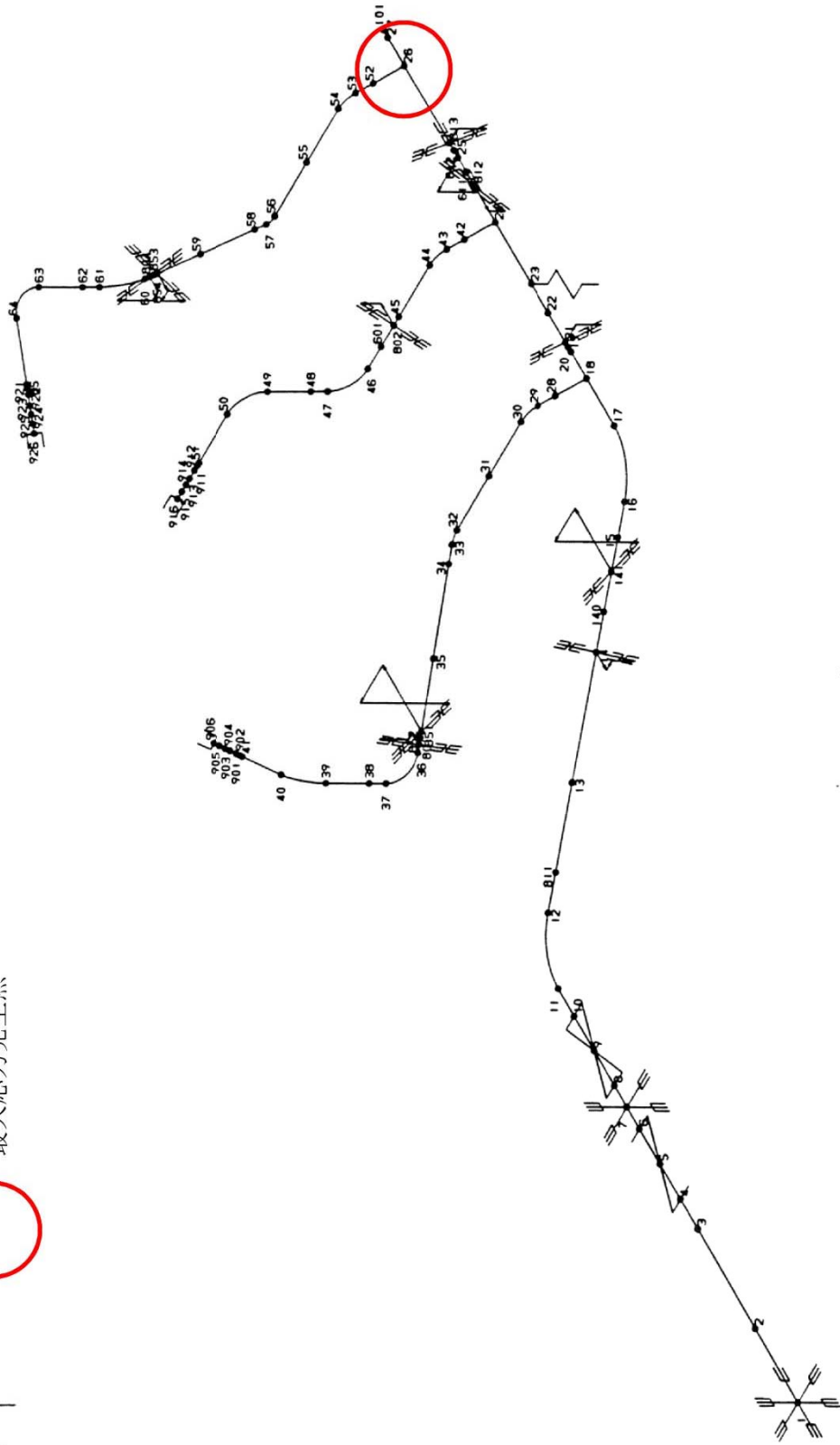
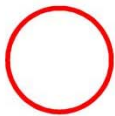
FDW：給水系配管

MS：主蒸気系配管

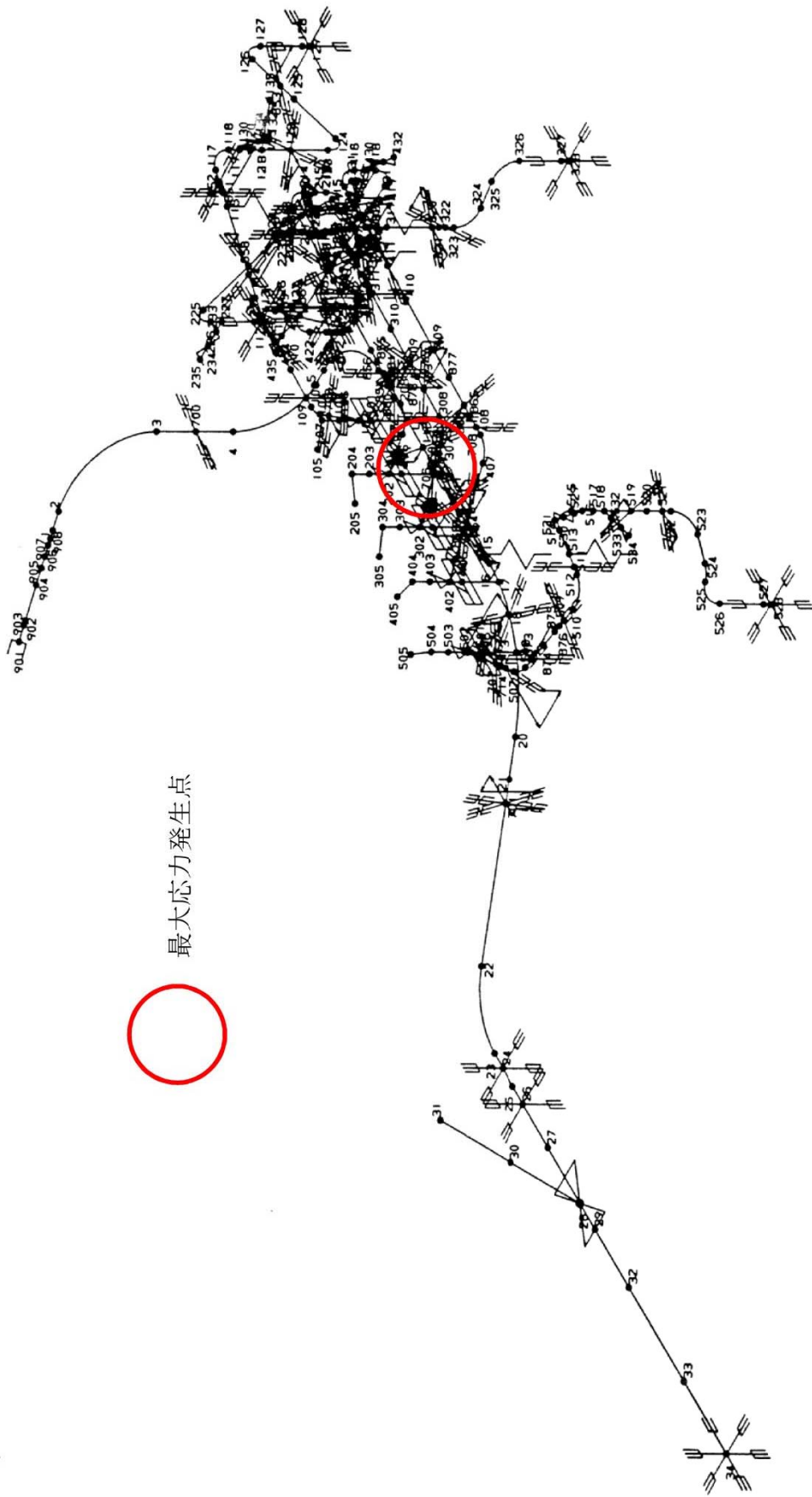
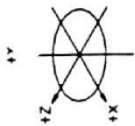
RHR：残留熱除去系配管



最大応力発生点

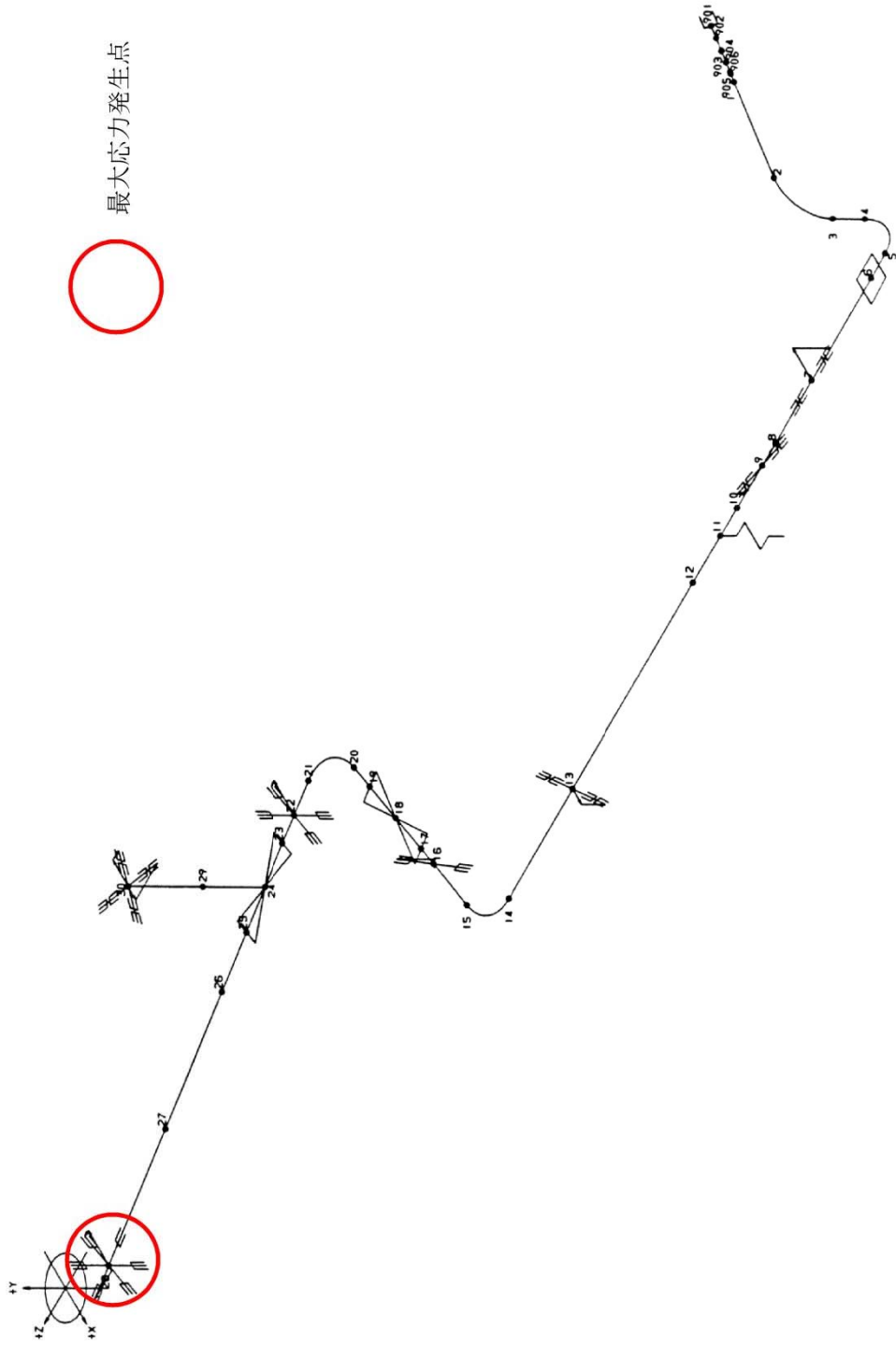


第6-8図 給水配管 (FDW-001 Aプラント)



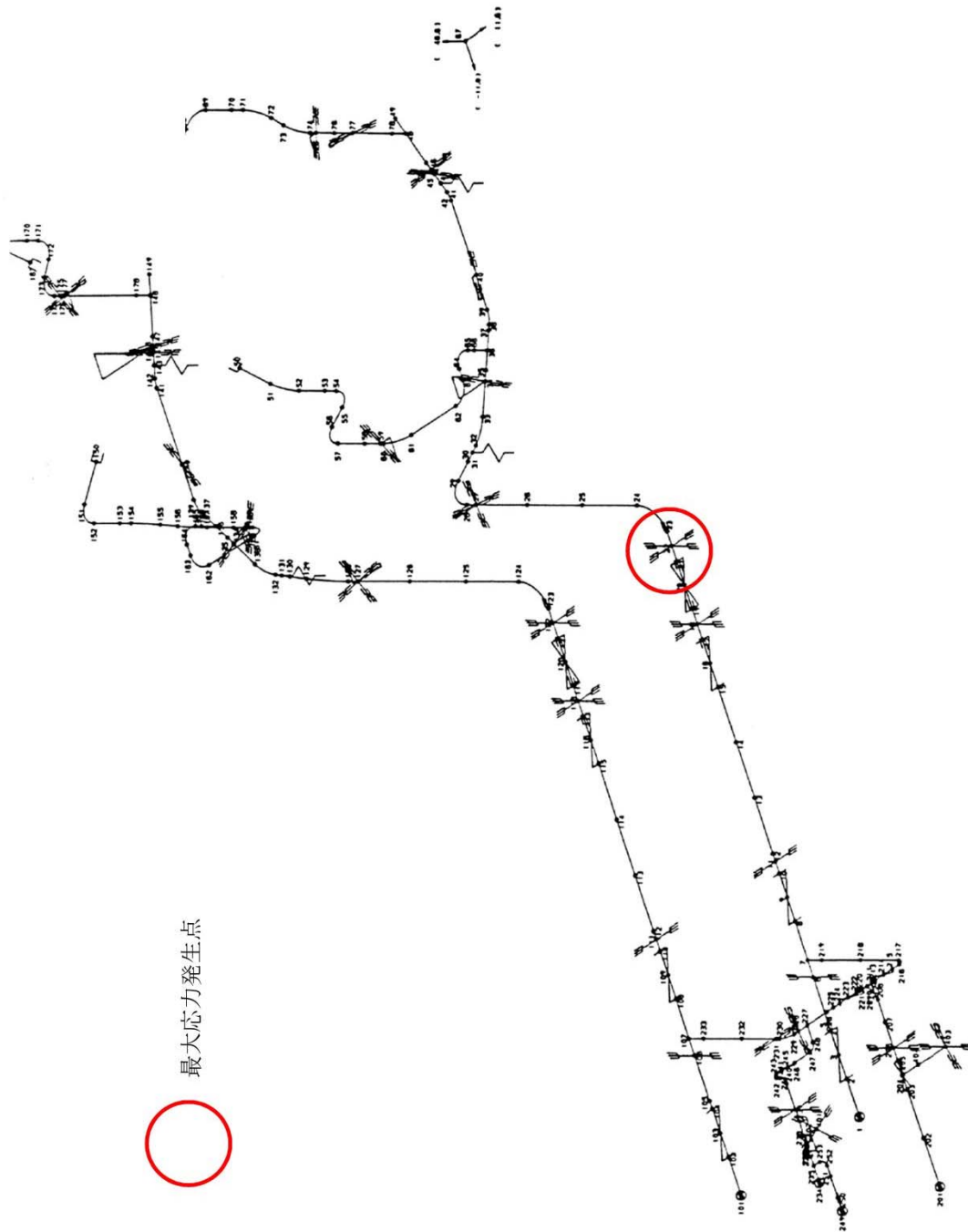
最大応力発生点

第 6-9 図 主蒸気系配管 (MS-001 A プラント)



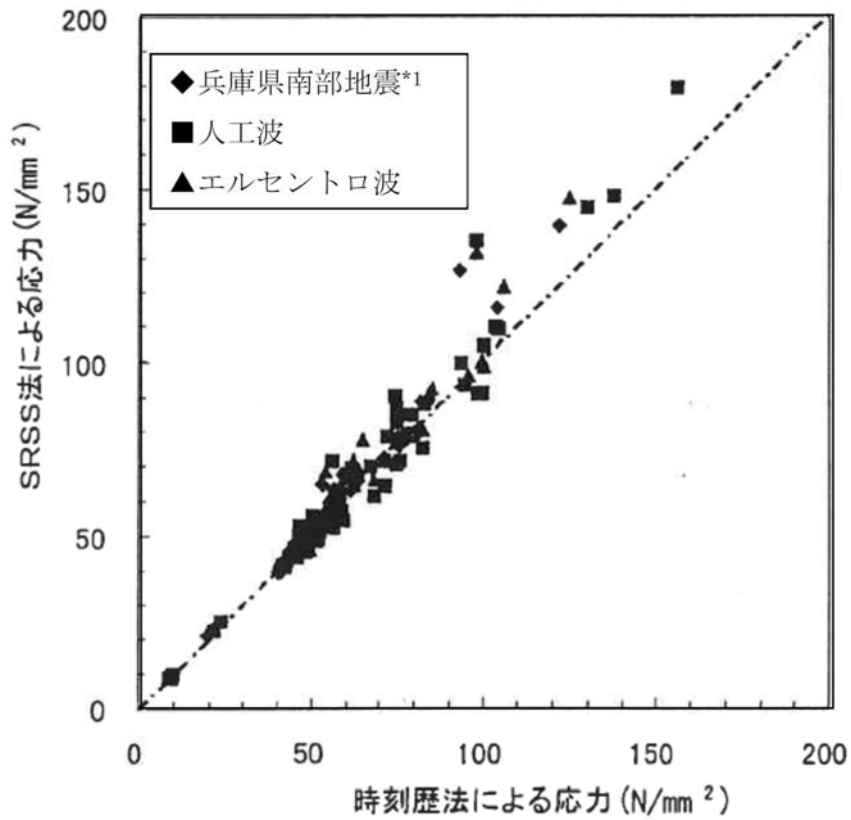
最大応力発生点

第6-10図 残留熱除去系配管 (RHR-001 Aプラント)



最大応力発生点

第6-11図 給水系配管 (PDW-001 Bプラント)



注記

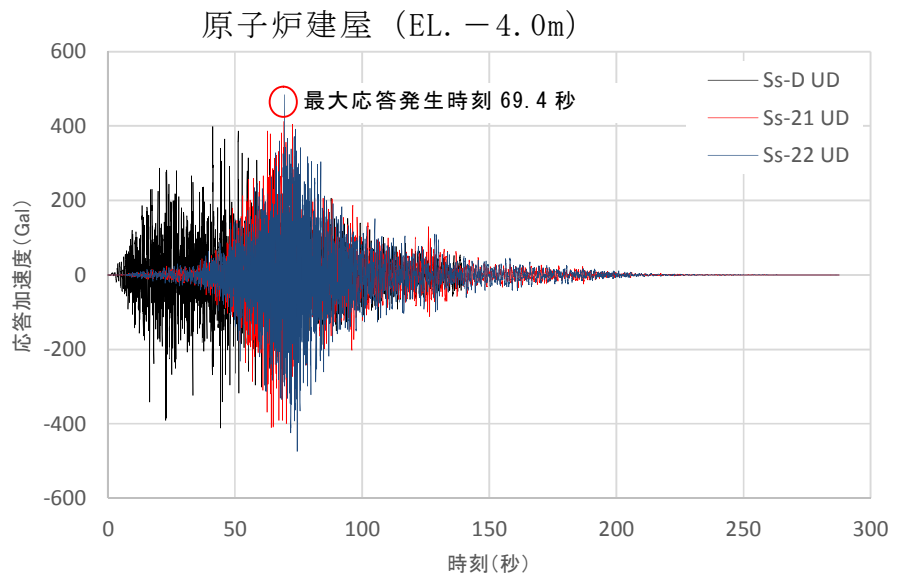
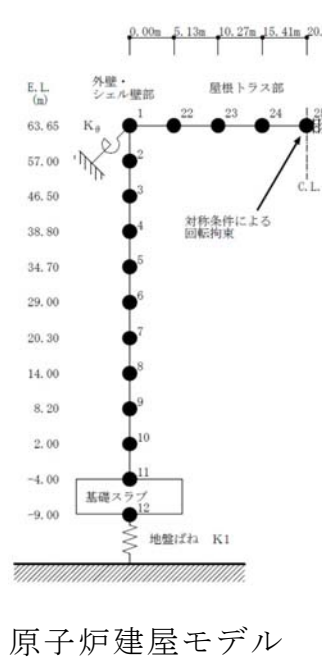
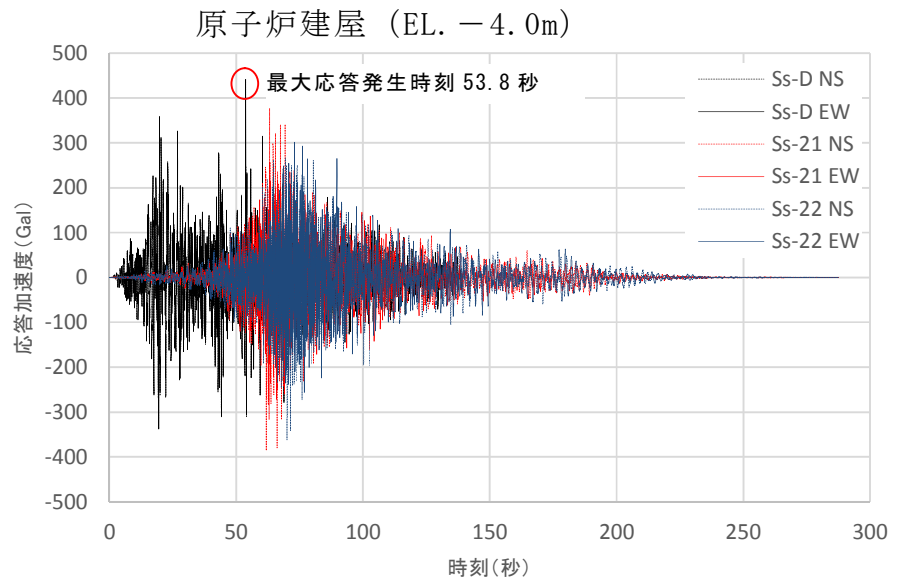
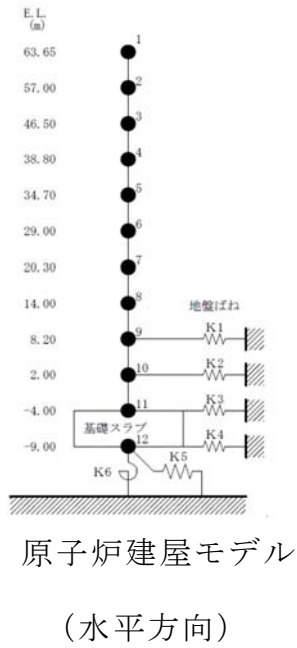
* 1 : 松村組観測波

第 6-12 図 S R S S 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。

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。



第 6-13 図 原子炉建屋の応答値 (EL. -4.0m 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S R S S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

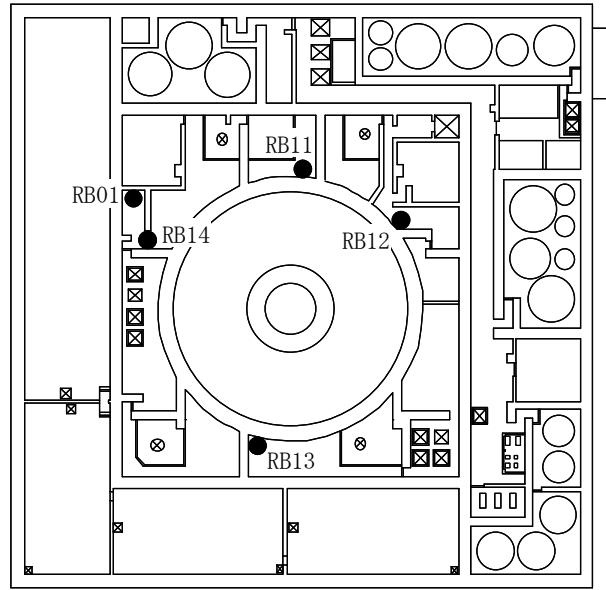
東海第二発電所では、平成 23 年 3 月 11 日に東北地方太平洋沖地震による観測記録が得られている。本資料では、東北地方太平洋沖地震による東海第二発電所の水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差について参考として確認する。

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。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。

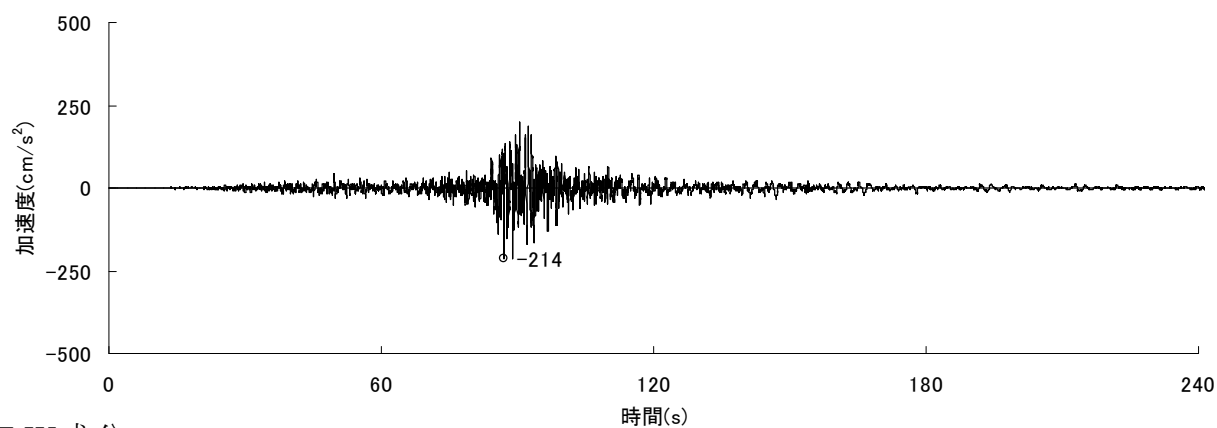
別表 6-1 東北地方太平洋沖地震の観測記録における最大応答値の生起時刻の差

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

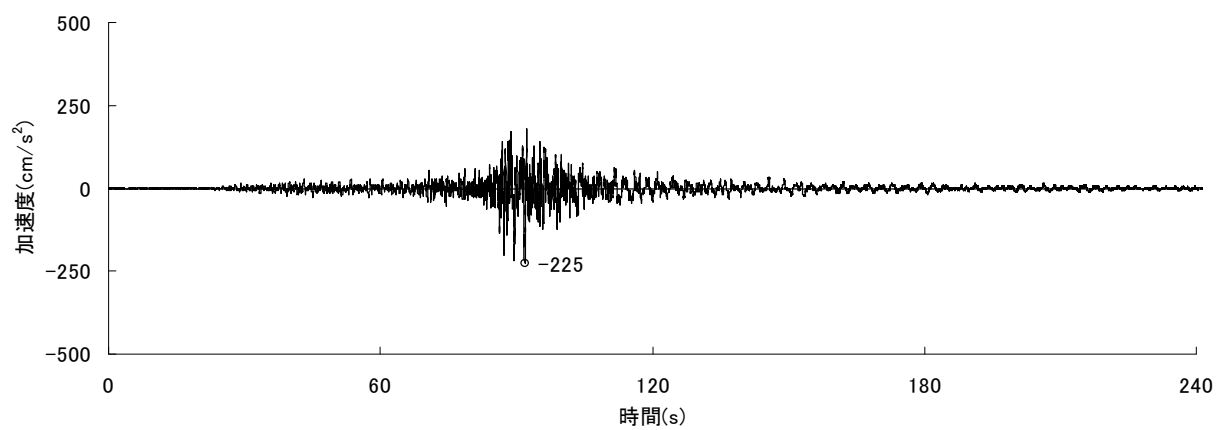


別図 6-1 原子炉建屋基礎上 (EL. -4.0m) 地震計設置位置

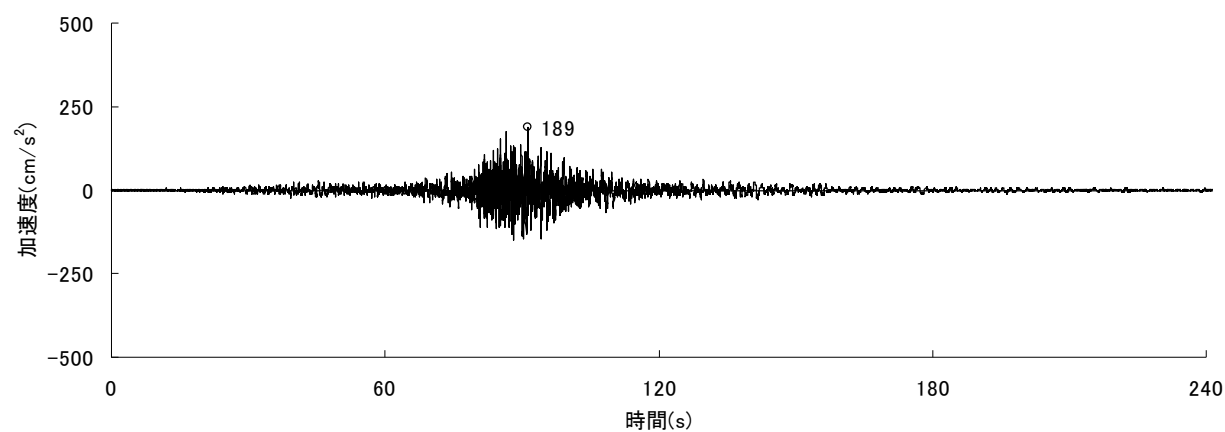
NS成分



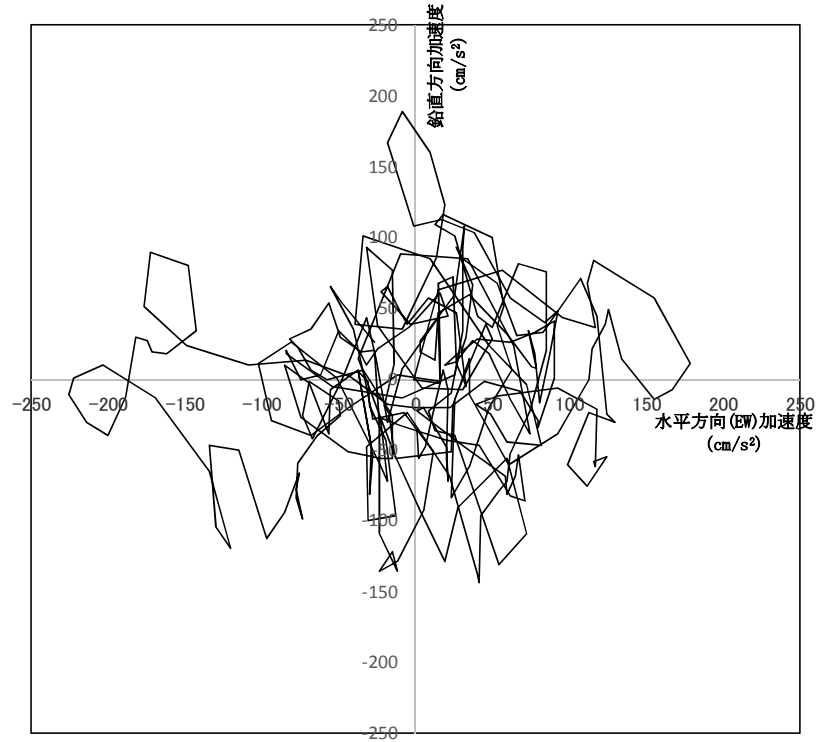
EW成分



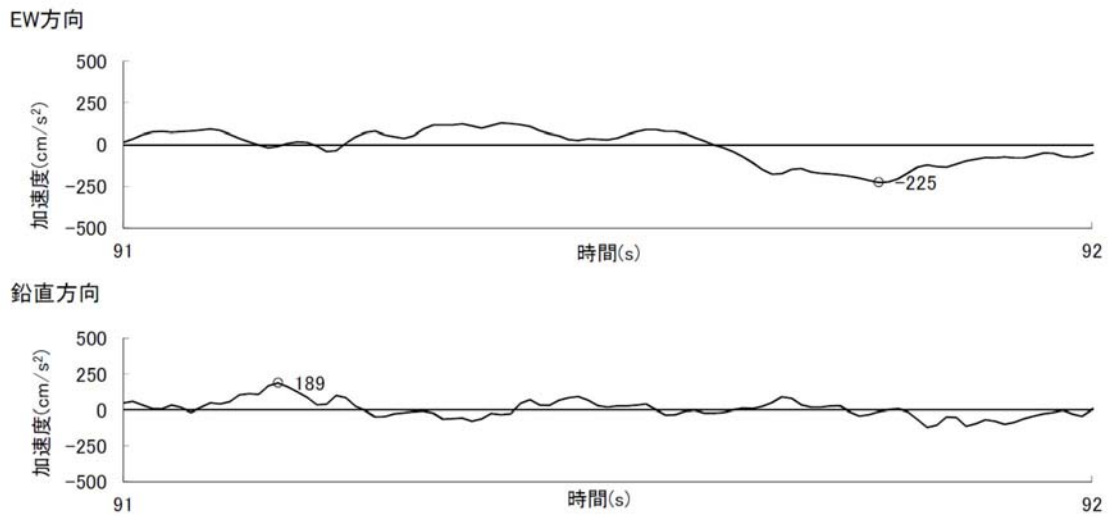
UD成分



別図 6-2 原子炉建屋基礎上 (EL. -4.0m) RB01 の観測記録加速度時刻歴波形



原子炉建屋基礎上 (EL. -4.0m) RB01 のリサーチ波形 (90秒から93秒)



原子炉建屋基礎上 (EL. -4.0m) RB01 の観測記録加速度時刻歴波形 (91秒から92秒)

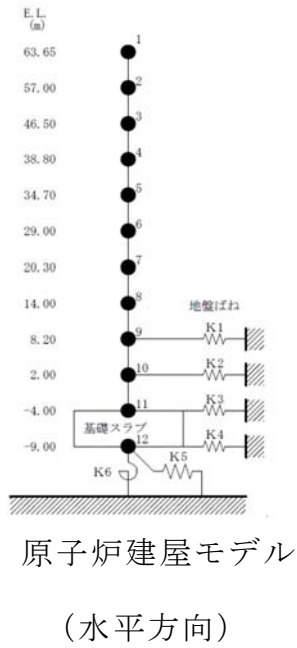
別図 6-3 最大応答値(EW-UD)における生起時刻の差

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）

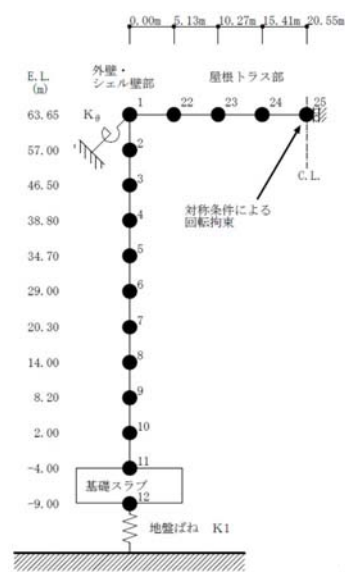
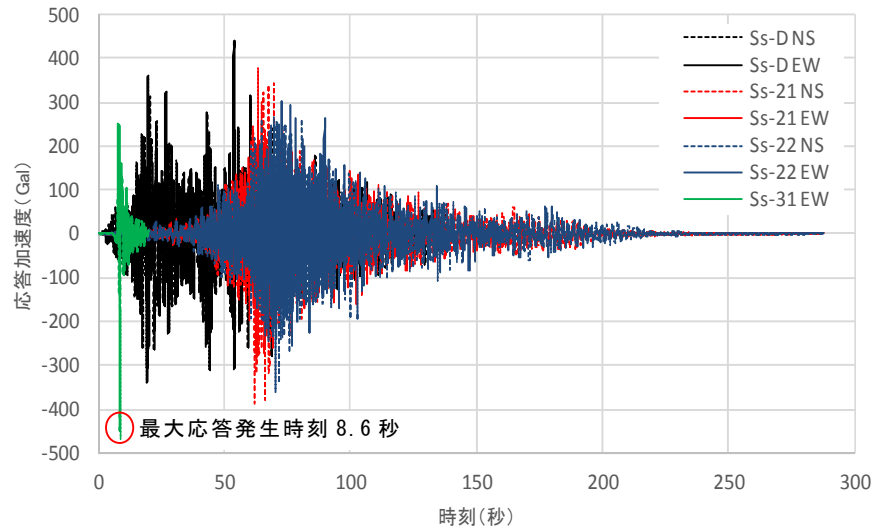
本資料では東海第二発電所における水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差について、4項で選定した基準地震動 S_s-D 、 S_s-21 及び S_s-22 の3波に加えて、基準地震動 S_s-31 も加えた場合の水平方向及び鉛直方向の生起時刻の差について説明する。

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 S_s-D 、 S_s-21 及び S_s-22 の3波で整理した生起時刻の差についても記載した。

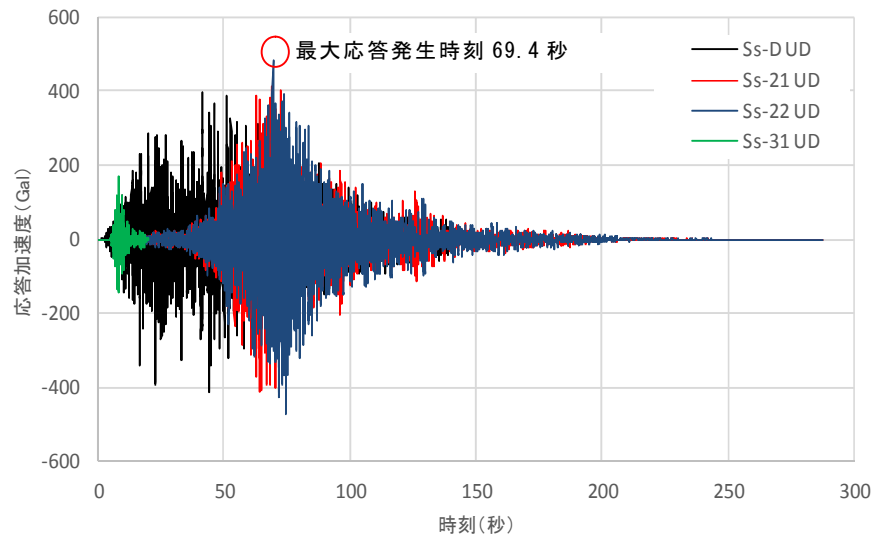
別図 6-4 に示すとおり S_s-31 は、地震継続時間が短く、水平方向の最大応答値の生起時刻は約 9 秒となり、他 S_s よりも早い時刻で最大応答値の生起時刻が生じる。また S_s-31 の鉛直方向については、他の S_s の応答加速度値と比べても小さな傾向を示す。このため S_s-31 の水平方向の最大応答値の生起時刻 9 秒と他 S_s の鉛直方向の最大応答値の生起時間を用いて評価すると、生起時刻の差として大きくなる傾向となる。



原子炉建屋 (EL. -4.0m)



原子炉建屋 (EL. -4.0m)



別図 6-4 原子炉建屋の応答値 (EL. -4.0m の例)

別表 6-2 S_s-31 考慮時の最大応答値の生起時刻の差

位置 (m)	S _s -31 考慮時の検討			S _s 3 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

鉛直方向応答解析モデルの追加について

1. 概要

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。

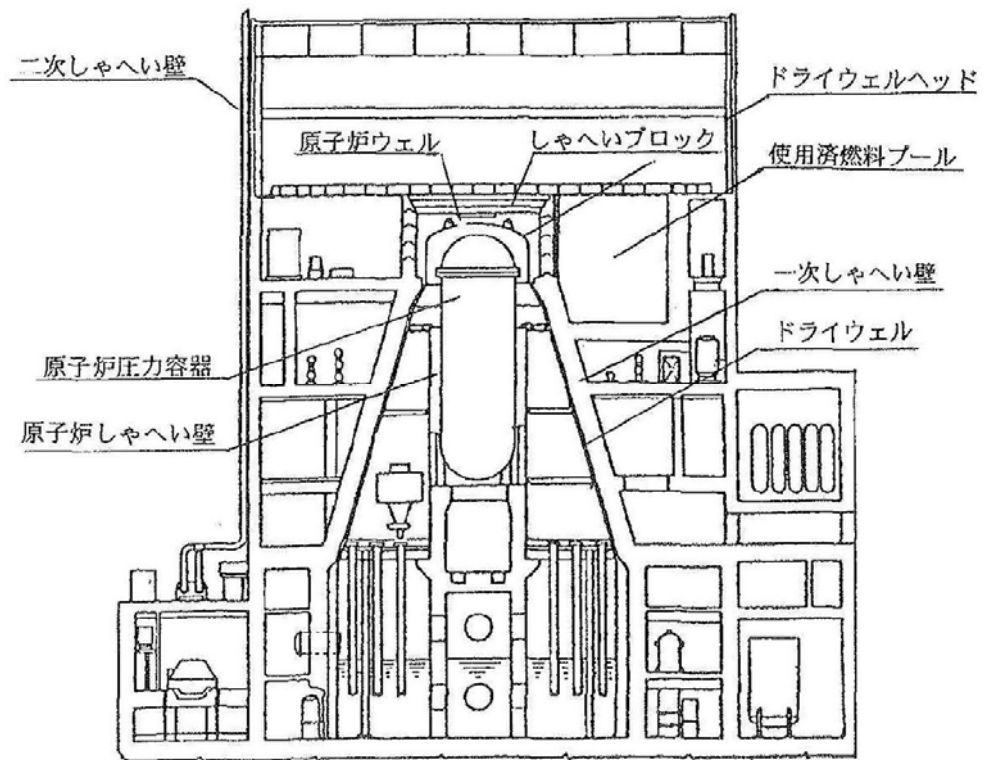
2. 地震応答解析モデルについて

原子炉建屋、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。

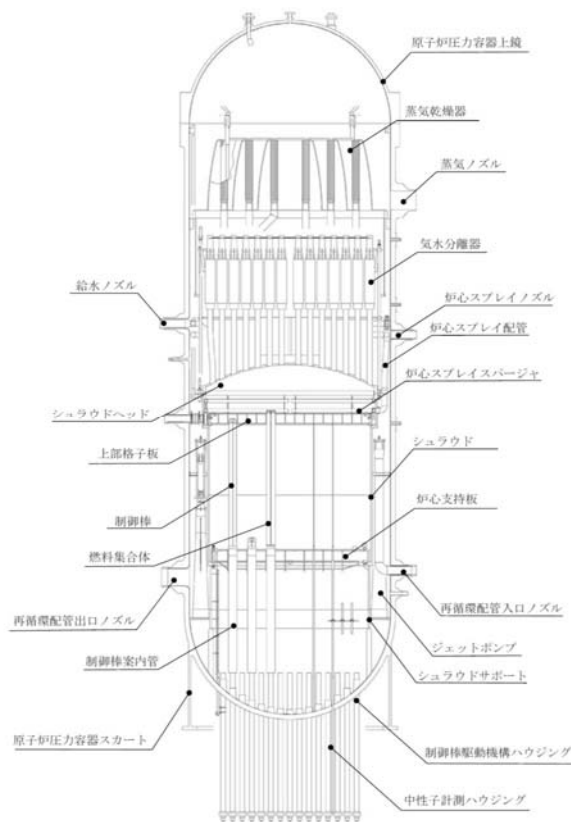
水平方向の解析モデルにおいては、原子炉圧力容器、原子炉遮蔽壁、原子炉本体基礎は第 7-3 図に示すような多質点モデルにてモデル化する。原子炉圧力容器は原子炉圧力容器スタビライザと等価なばねで原子遮蔽壁と結ば

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。

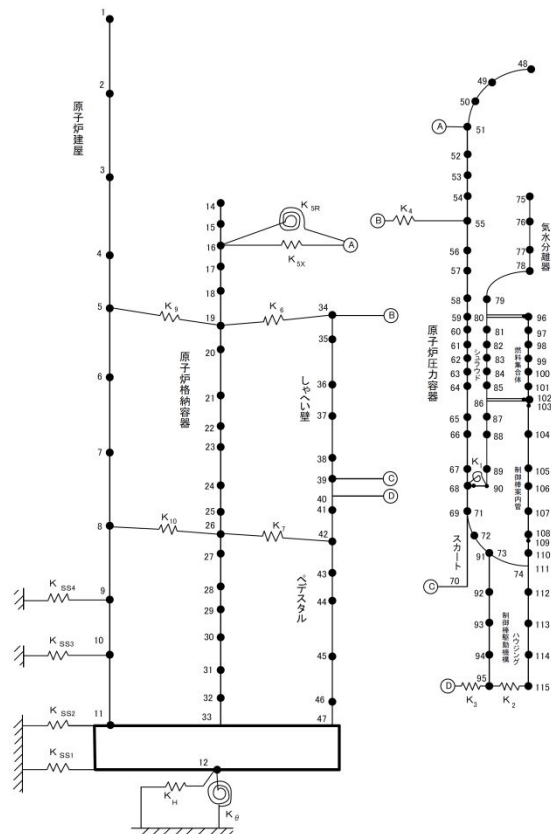
鉛直方向の解析モデルにおいても水平方向の解析モデルと同様に第 7-4 図に示すような多質点モデルにてモデル化する。原子炉压力容器は、原子炉本体基礎と剛に結合される。原子炉本体基礎は、その下端において原子炉建屋基礎版上端と剛に結合され、原子炉建屋に支持される。



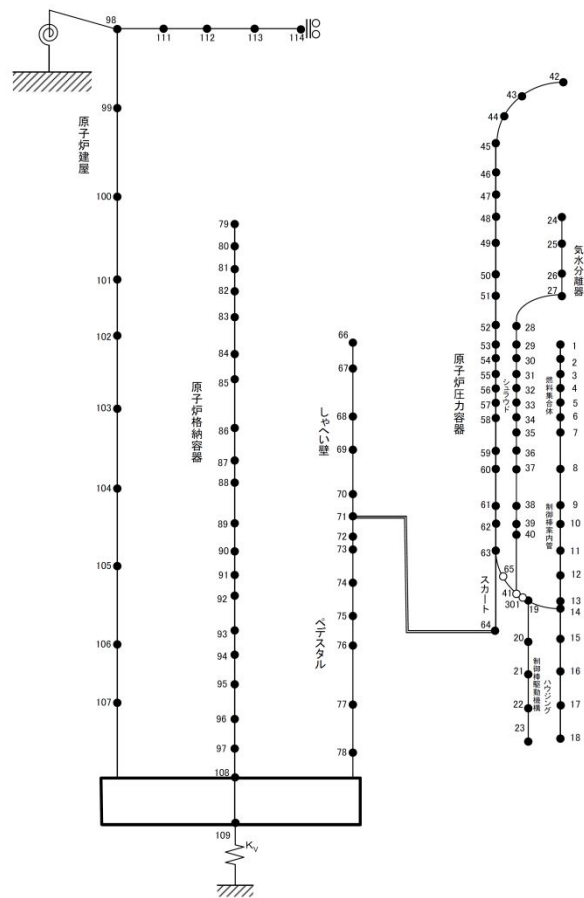
第 7-1 図 原子炉建屋，格納容器 概略断面図



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）

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、J E A G 4601、J S M E 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

J E A G 4601、J S M E 設計・建設規格の炉心支持構造物に関する抜粋を第 8-1, 2 図に示す。極限解析は、J E A G 4601、J S M E 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、J E A G 4601 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 J S M E 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
J E A G 4601	炉心支持構造物 炉内構造物	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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 J S M E 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 J S M E 設計・建設規格 炉心支持構造物の規格に対するスタンダー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	評価範囲はスタンダードパイプであり，共に炉内構造物であることと炉心支持構造物の境界が異なるため。	—
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對する要求はないため。	
CSS-2300	破壊靱性試験要求	—	—	—	—
CSS-2310	破壊靱性不要となる規定	使用する材料は破壊靱性試験を行い、適合することとを定めている。ただし、形状、材料によっては破壊靱性試験を要しない。	否	使用材料オーステナイト系ステンレス鋼であり、CSS-2310 に記載される破壊靱性試験は不要の条件を満たしているため。	
CSS-2320	破壊靱性試験における試験片数と組数	破壊靱性試験における試験片数と組数を定めている。	否	CSS-2310 を満足しており、破壊靱性試験を行わないため。	

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	確認結果
CSS-2330	破壊靱性試験の方法および判定基準	破壊靱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、破壊靱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PVC-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	—	PVC-2422に定められる超音波探傷試験の判定基準及びPVC-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。 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 L_e を求め、実際の荷重が許容荷重値を超えないこと。	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	—	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最大値と最小値の差を3 S m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い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	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。	—	—	—
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状の部材の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於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	外圧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、外圧を受けないため。	—
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ける許容圧力（外圧）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、外圧を受けないため。	—
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	—	—

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、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 3 S m 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り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。

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	—	—	$3 S_m^{(2)}$	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⁾	$0.6 S_m^{(4)}$	$S_y^{(5)}$ ($1.5 S_y$)	$0.8 S_m^{(7)}$
II _A	—	—			$0.6 S_m^{(4)}$	$S_y^{(5)}$ ($1.5 S_y$)	$0.8 S_m^{(7)}$
III _A	$1.5 S_m^{(1)}$	左欄の1.5倍の値 ⁽¹⁾	—	—	$0.9 S_m^{(4)}$	$1.5 S_y^{(5)}$ ($2.25 S_y$)	$1.2 S_m^{(7)}$
IV _A	$2/3 S_u^{(1)}$ 。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 $2/3 S_u$ と $2.4 S_m$ の小さい方。	左欄の1.5倍の値 ⁽¹⁾	—	—	$1.2 S_m^{(4)}$	$2 S_y^{(5)}$ ($3 S_y$)	$1.6 S_m^{(7)}$
III _A S	$1.5 S_m^{(1)}$	左欄の1.5倍の値 ⁽¹⁾	—	—	$0.9 S_m$	$1.5 S_y^{(6)}$ ($2.25 S_y$)	$1.2 S_m$
IV _A S	$2/3 S_u^{(1)}$ 。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 $2/3 S_u$ と $2.4 S_m$ の小さい方。	左欄の1.5倍の値 ⁽¹⁾	—	—	$1.2 S_m$	$2 S_y^{(6)}$ ($3 S_y$)	$1.6 S_m$

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) $3 S_m$ 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項第一号へによる。

(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 8-1 図 J E A G 4601 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)

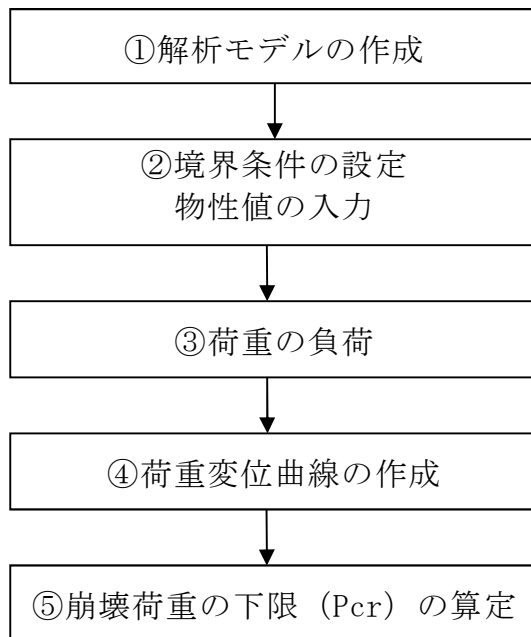
応力の分類 供用状態	一次応力		二次応力	ピーク応力	特別な応力限界
	一般膜応力	曲げ応力	膜応力と曲げ応力		
	P_m	P_b	Q	F	
設計条件	P_m S_m 弾性解析 または $\frac{2}{3}P_{cr}$ 極限解析(注1) または $0.44L_e$ 試験(注5)	P_m+P_b $1.5S_m$ 弾性解析 または $\frac{2}{3}P_{cr}$ 極限解析(注1) または $0.44L_e$ 試験(注5)	評価不要	評価不要	—
供用状態A およびB			P_m+P_b+Q $3S_m$ 弾性解析 または P_m+P_b+Q+F S_a 弾塑性解析	P_m+P_b+Q+F S_a 疲労解析	支圧荷重 S_y または $1.5S_y$ 平均支圧応力 せん断荷重 $0.6S_m$ 平均せん断応力 $0.8S_m$ 最大ねじりせん断応力
供用状態C	P_m $1.5S_m$ 弾性解析 または P_{cr} 極限解析(注1) または $0.6L_e$ 試験(注5)	P_m+P_b $2.25S_m$ 弾性解析 または P_{cr} 極限解析(注1) または $0.6L_e$ 試験(注5)	評価不要	評価不要	供用状態A およびB の1.5倍
供用状態D	P_m $2.4S_m/2/3S_u$ (注2,3) 弾性解析 $\frac{2}{3}S_u$ (注4) または $0.9P_{cr}$ (注1) 極限解析 または $0.8L_e$ (注5) 試験	P_m+P_b $3.6S_m/3S_u$ (注2,3) 弾性解析 S_u (注4) または $0.9P_{cr}$ (注1) 極限解析 または $0.8L_e$ (注5) 試験	評価不要	評価不要	供用状態A およびB の2倍

(備考)
 (注1) 供用状態D以外の P_{cr} 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 P_{cr} は $MIN[2.3S_m, 0.7Su]$ 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 8-2 図 J SME 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8-3図に示す。



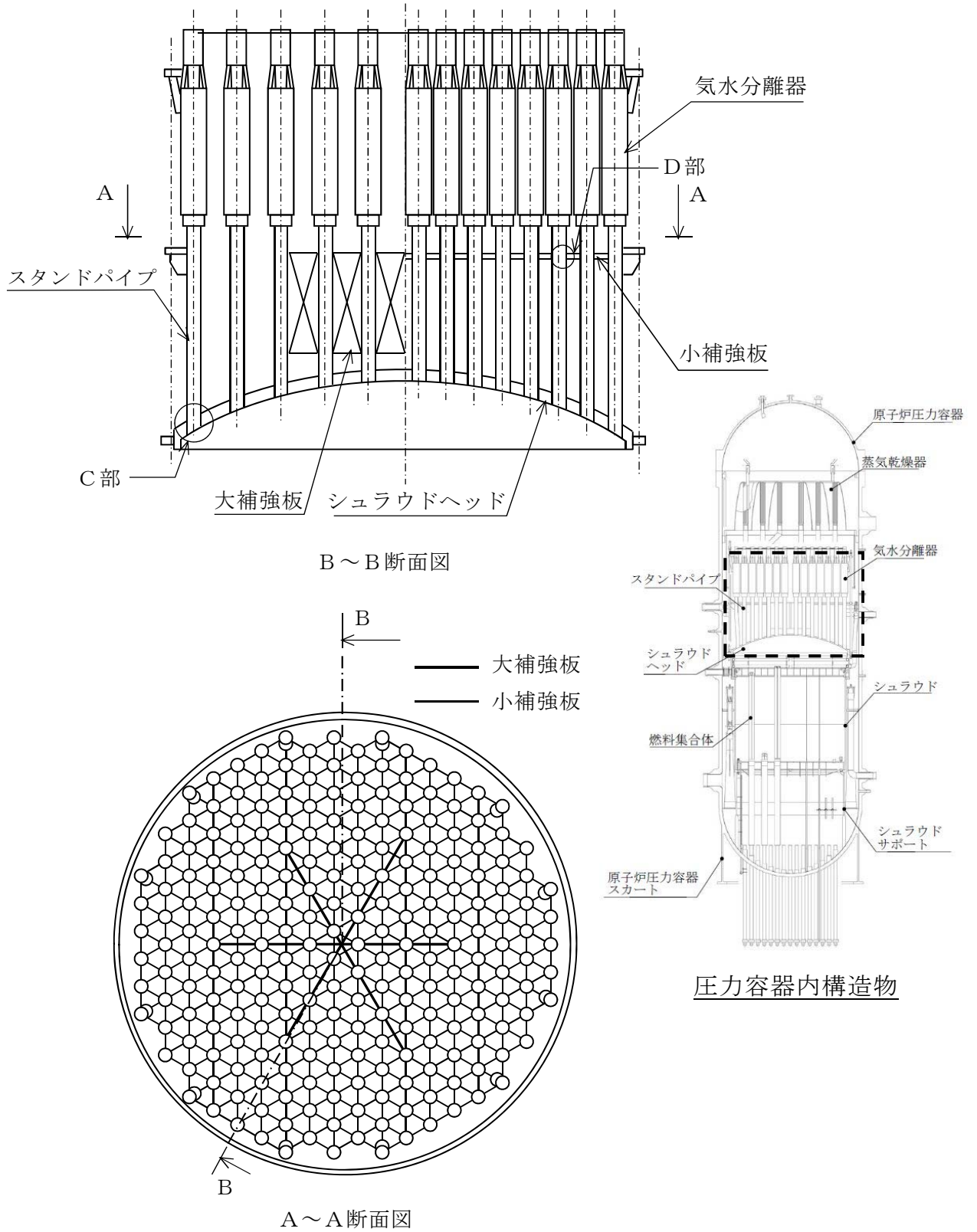
第8-3図 極限解析フロー

① 解析モデルの作成

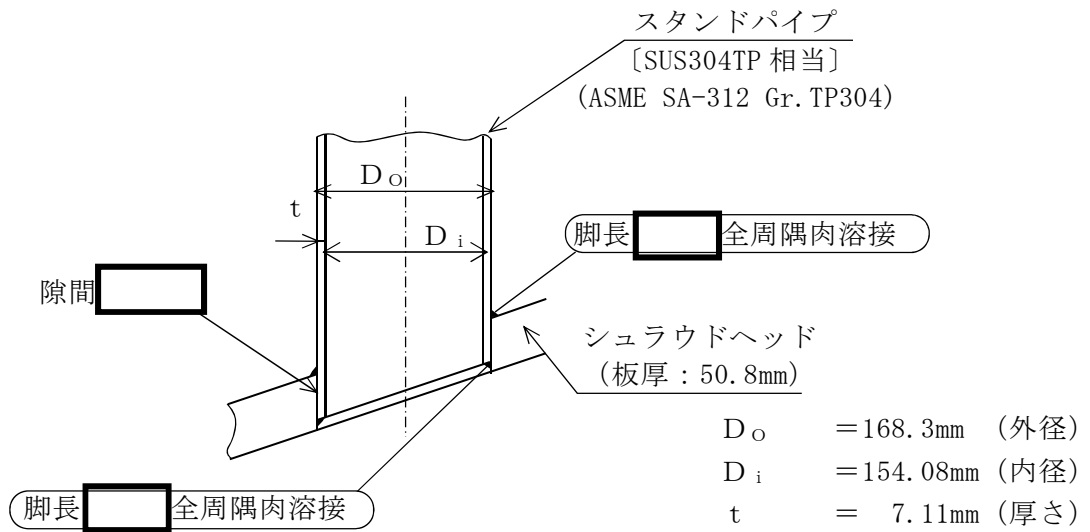
気水分離器及びスタンドパイプは、第8-4図に示すとおり、シュラウドヘッド穴部に差し込まれ内外面を溶接にて取り付けている。気水分離器に作用する地震時の荷重は、スタンドパイプを介してシュラウドヘッドへ伝達される構造となっている。各スタンドパイプは同一断面形状で曲げ剛性は等しいこと、及び補強板で連結されていることから、各スタンドパイプの地震時の応答変位は等しくなるため、解析においては、1本のスタンドパイプに着目してソリッド要素にてモデル化することとする。モデル図を第8-5図に示す。

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

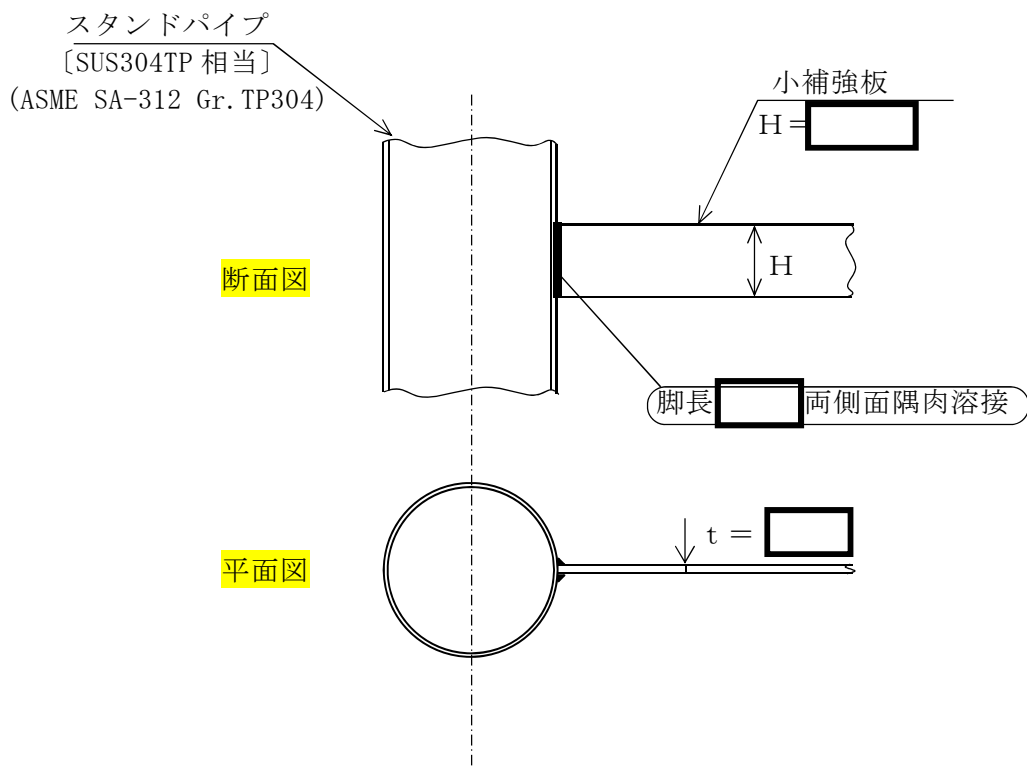
取り付く中央位置及び斜めに取り付く最外周位置の2種類のモデルとする。



第 8-4 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)

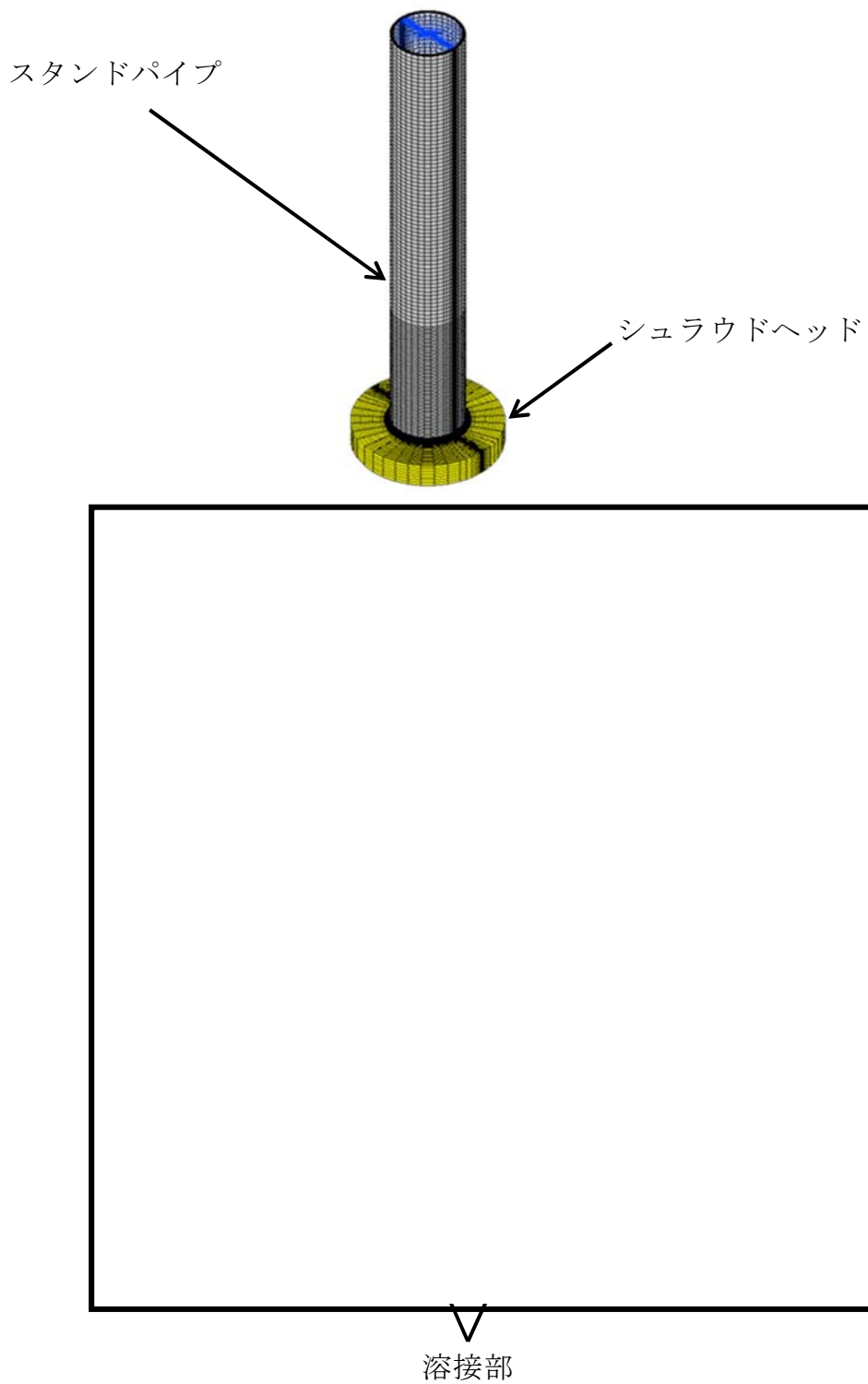


C部詳細図



D部詳細図

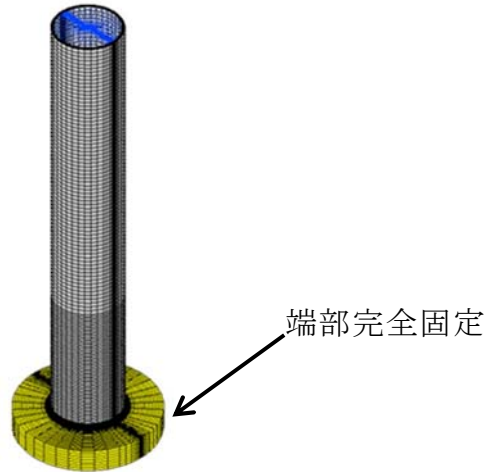
第 8-4 図 炉内構造物（気水分離器及びスタンドパイプ）構造概要図(2/2)



第 8-5 図 極限解析に用いる解析モデル概要図（中央位置）

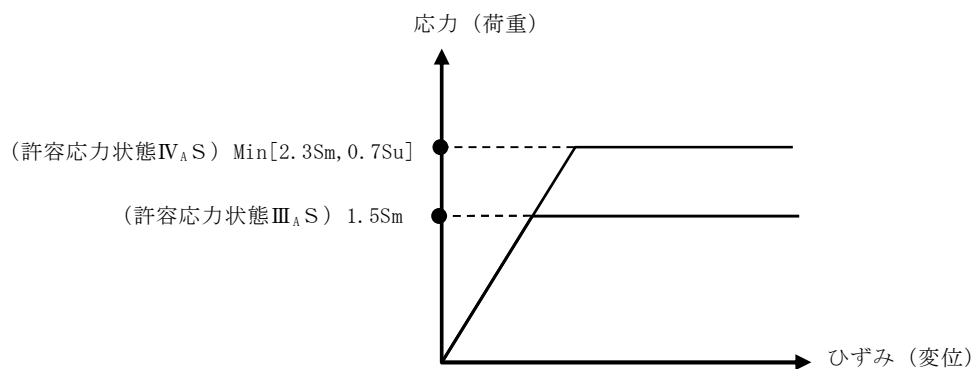
② 境界条件及び物性値

解析モデルの境界条件を第 8-6 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 8-6 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Ⅳ_AS における許容荷重を求める際には、J S M E 設計・建設規格 CSS-3160 に規定されているとおり、 $2.3S_m$ と $0.7S_u$ 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 8-7 図 参照)。なお、許容応力状態Ⅲ_AS における許容荷重を求める際には、同じく、 $1.5S_m$ 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。



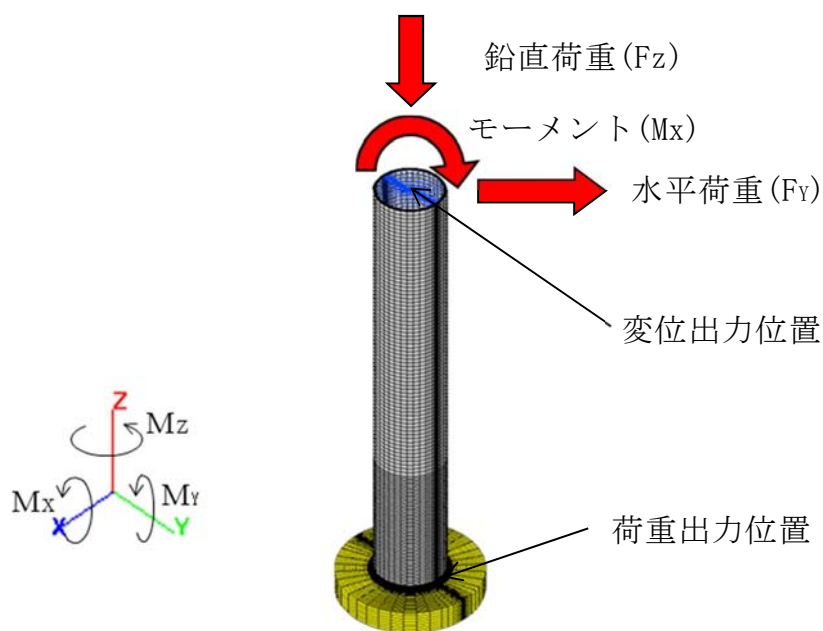
第 8-7 図 弾完全塑性体として応力とひずみの関係

③ 荷重の負荷

第 8-8 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本当たりが発生する地震荷重（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。

また、入力荷重として、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）。



S_s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		S _s 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]

※水平荷重の入力位置がモデル上端であり、取付部に地震荷重を負荷するため、取付部までの距離 (L (=1000mm)) により取付部に発生する荷重 (モーメント) 分を除いた値としている。

$$\text{入力荷重 (モーメント)} : M_{X (IN)} = M_{MX} + F_Y \cdot L$$

取付部に地震荷重を負荷するための考慮

$$\begin{aligned} \text{出力荷重 (モーメント)} : M_{X (OUT)} &= M_{X (IN)} - F_Y \cdot L \\ &= M_{MX} + F_Y \cdot L - F_Y \cdot L \\ &= M_{MX} \end{aligned}$$

S_s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		S _s 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]

M_{MX} : 地震応答解析にて得られてた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)

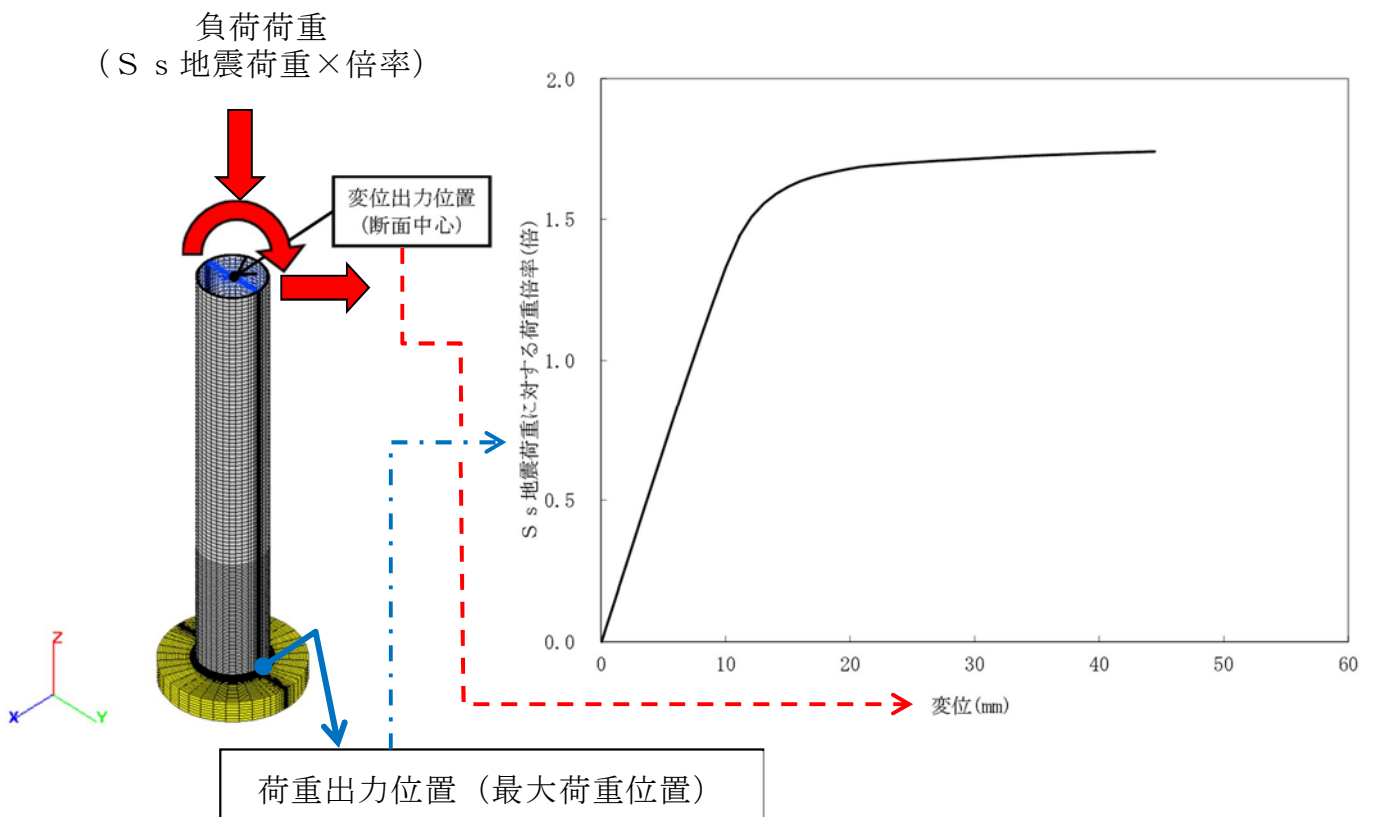
F_Y · L : 取付部までの距離 (L) により取付部に発生する荷重 (モーメント)

第8-8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 F E M 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 8-9 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 8-9 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 (P_{cr}) 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 (P_{cr}) を算定する。

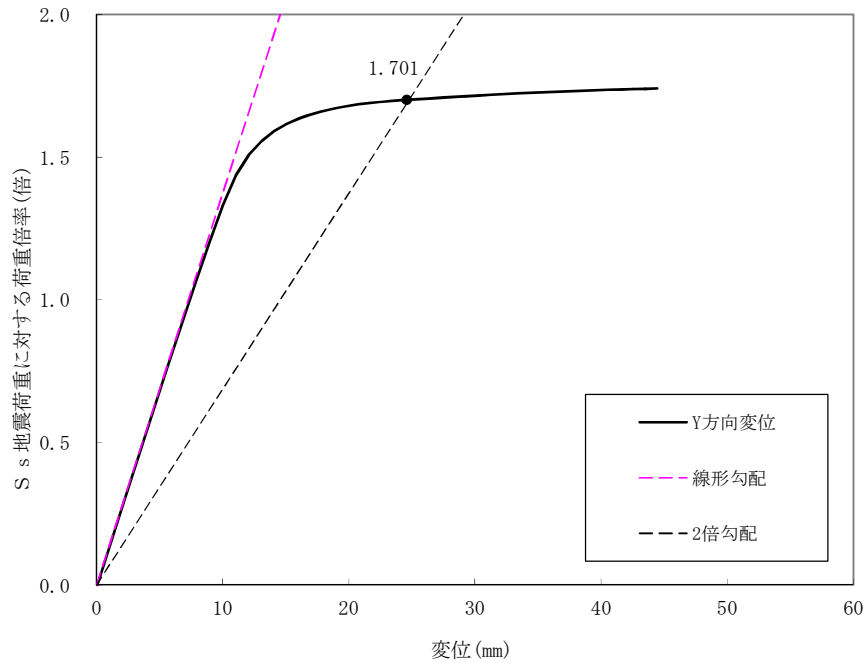
S_s 地震時及び S_d 地震時の崩壊荷重の下限 (P_{cr}) の算定結果を第 8-10 図に示す。

ここで、崩壊荷重の下限は、J S M E 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 8-11 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 1000mm とし、で荷重を負荷し、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。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 (P_{cr}) は同じとなる。

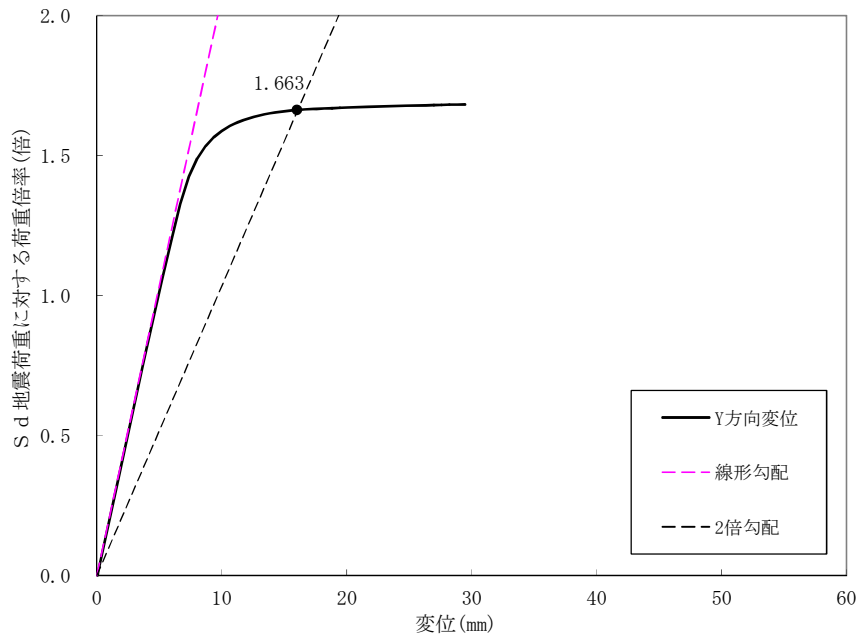
また、参考として崩壊荷重の下限 (P_{cr}) での応力・ひずみ分布図を第 8-13 図に示す。スタンドパイプとシュラウドヘッドの付け根部に最大応力・ひずみが発生している。スタンドパイプとシュラウドヘッド間での変位は微

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。



S_s地震時の荷重－変位曲線（中心位置）

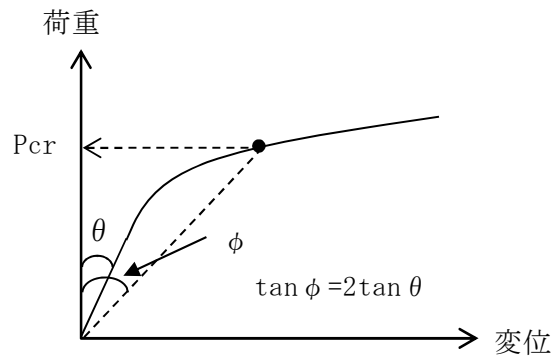
注：S_s地震荷重の許容値は $0.9 \cdot P_{cr}$ であるため、裕度は 1.53 である。



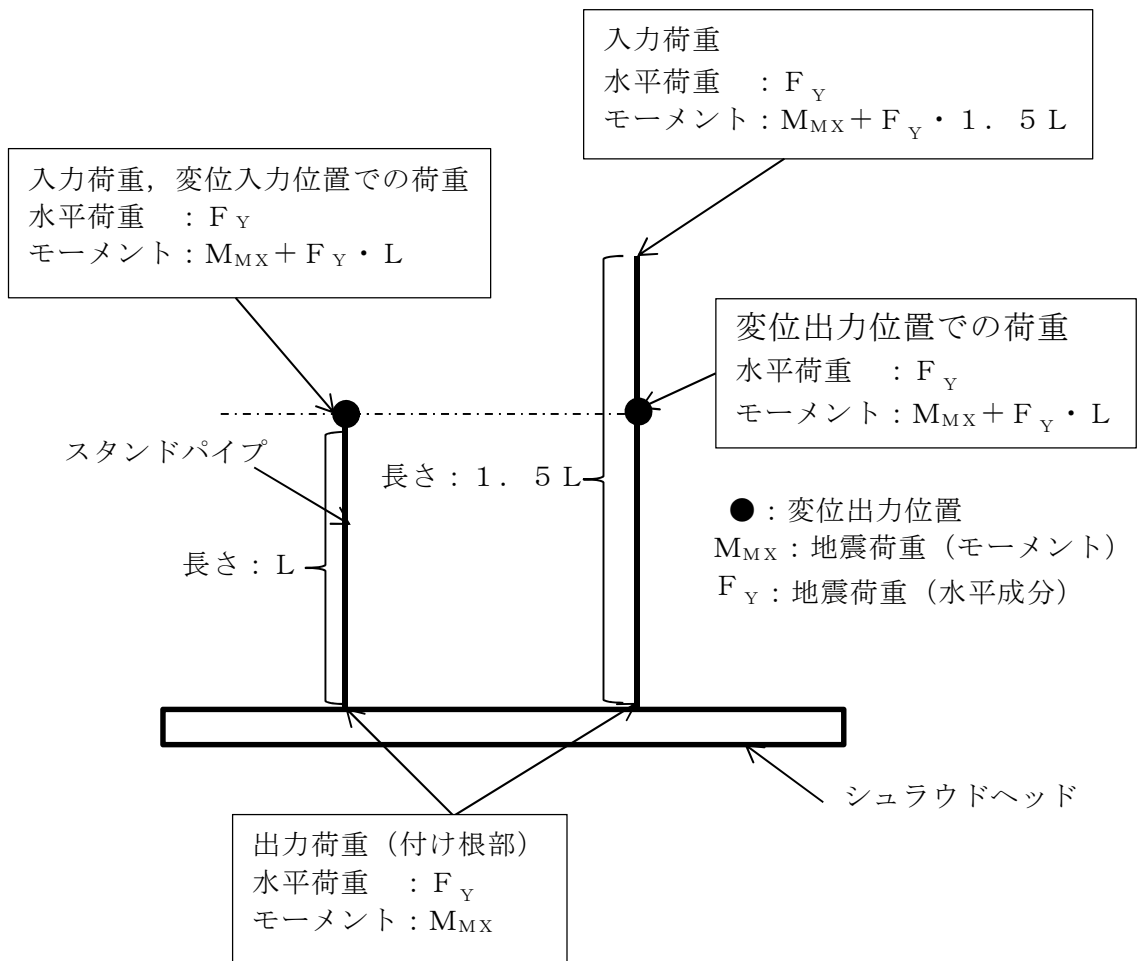
S_d地震時の荷重－変位曲線（中心位置）

注：S_d地震荷重の許容値は P_{cr} であるため、裕度は同じである。

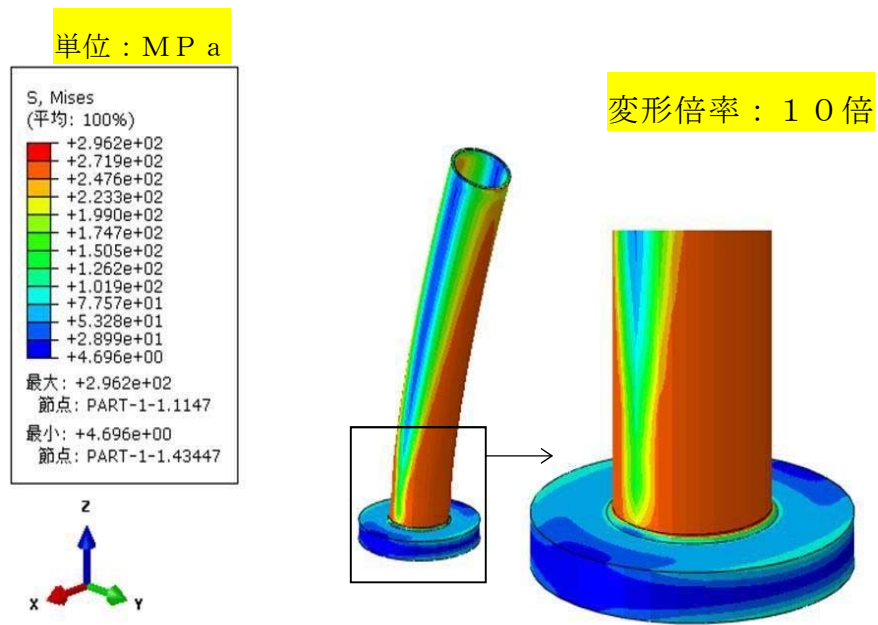
第 8-10 図 S_s地震時及びS_d地震時の崩壊荷重の下限の算定結果



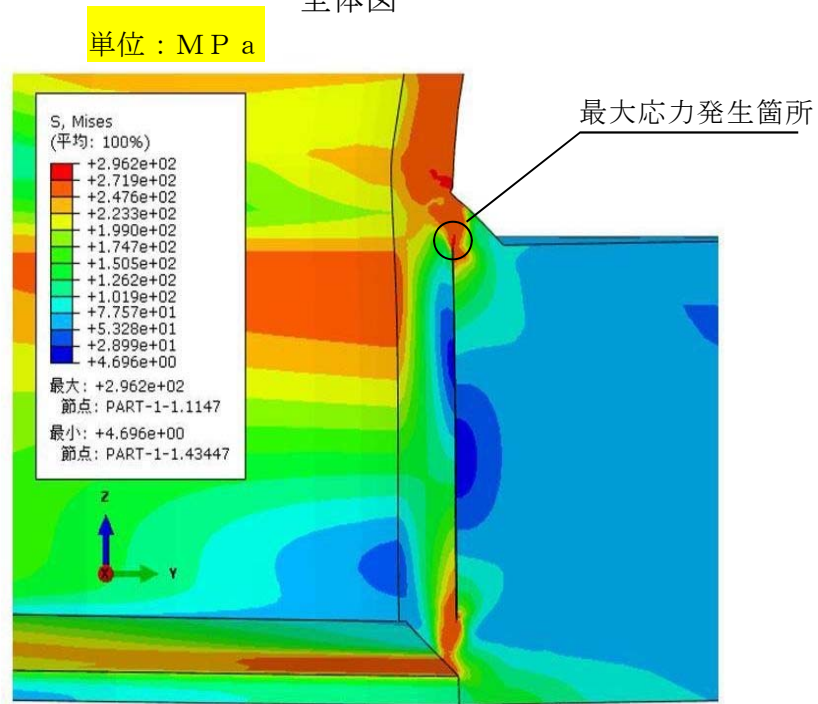
第 8-11 図 崩壊荷重の下限 (P_{cr}) の定義



第 8-12 図 スタンドパイプ長さを変化させた場合の影響 (概略図)



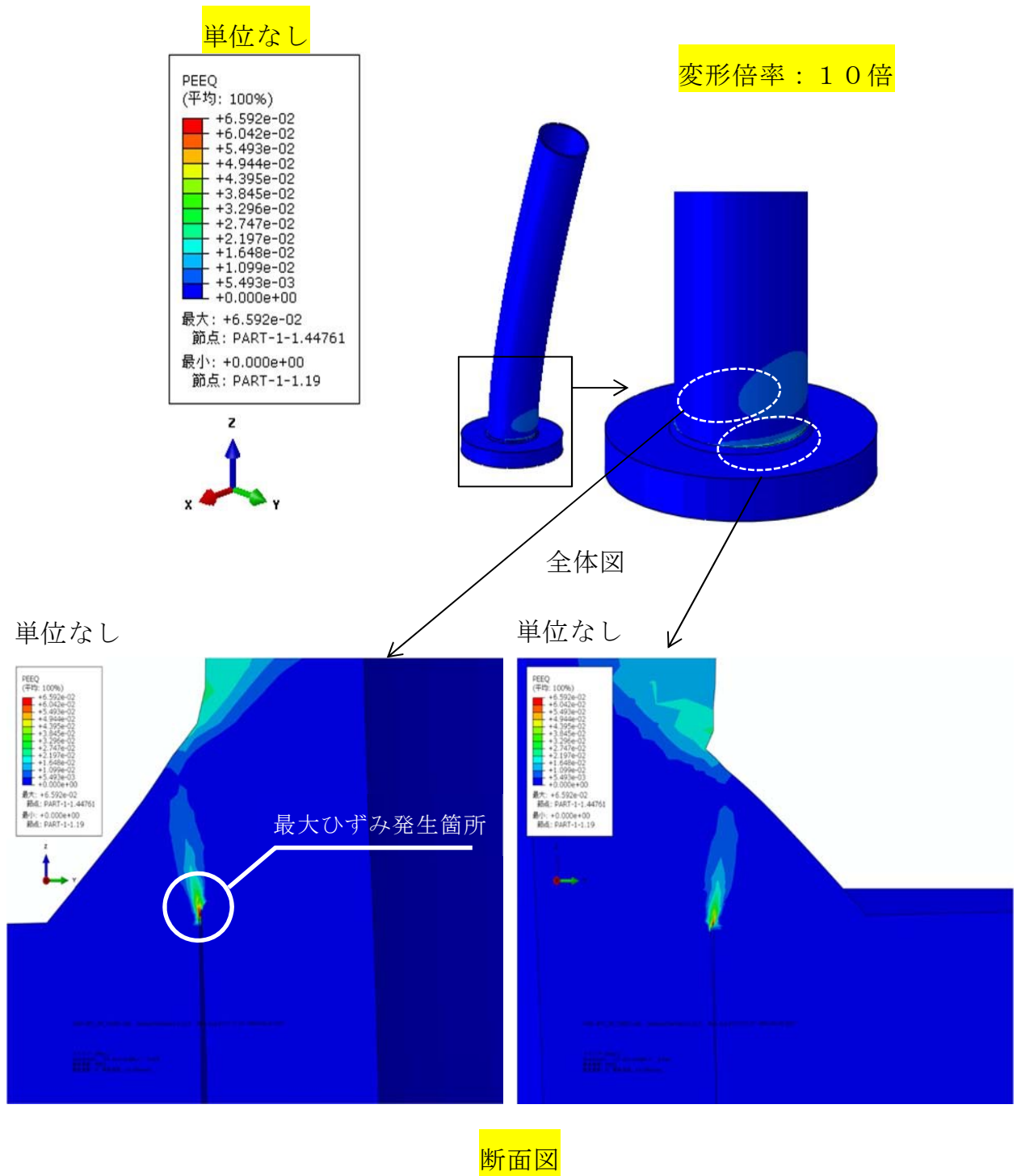
全体図



断面図

応力分布図

第 8-13 図 崩壊荷重の下限 (P_{cr}) での応力・ひずみ分布図(1/2)



ひずみ分布図

第 8-13 図 崩壊荷重の下限 (P_{cr}) での応力・ひずみ分布図 (2/2)

(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8-2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気水分離器及びスタンドパイプへの適用性を確認する観点から、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	J S M E 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(P_{cr})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8-14図に、試験装置の概略図を第8-15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°C （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。

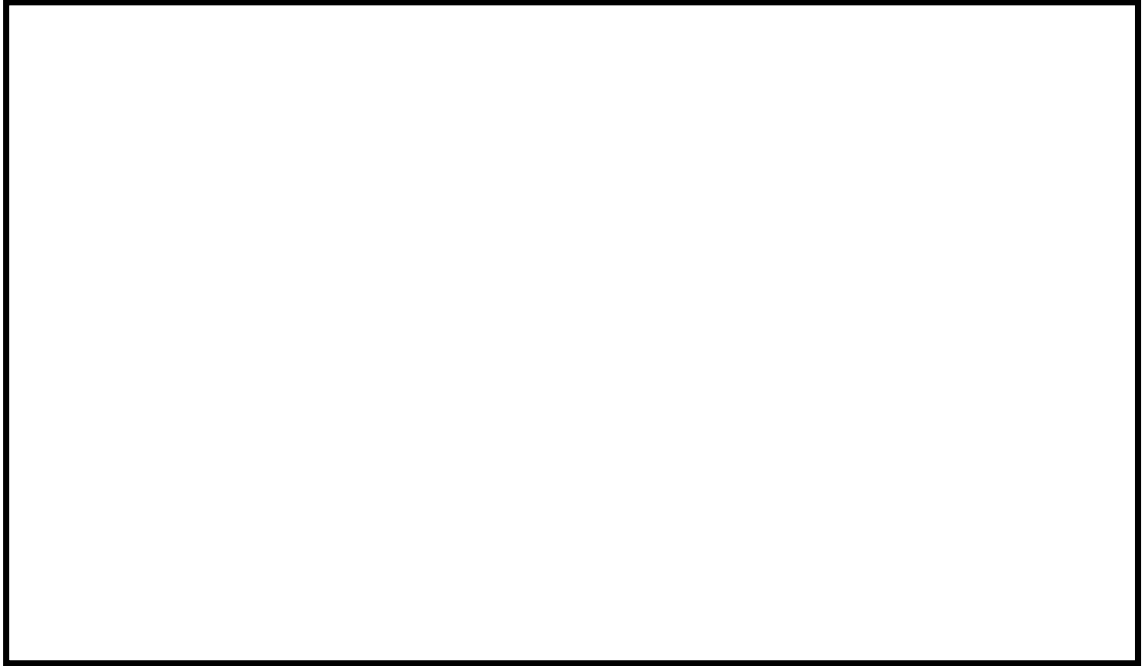
(4) 試験結果の評価

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。

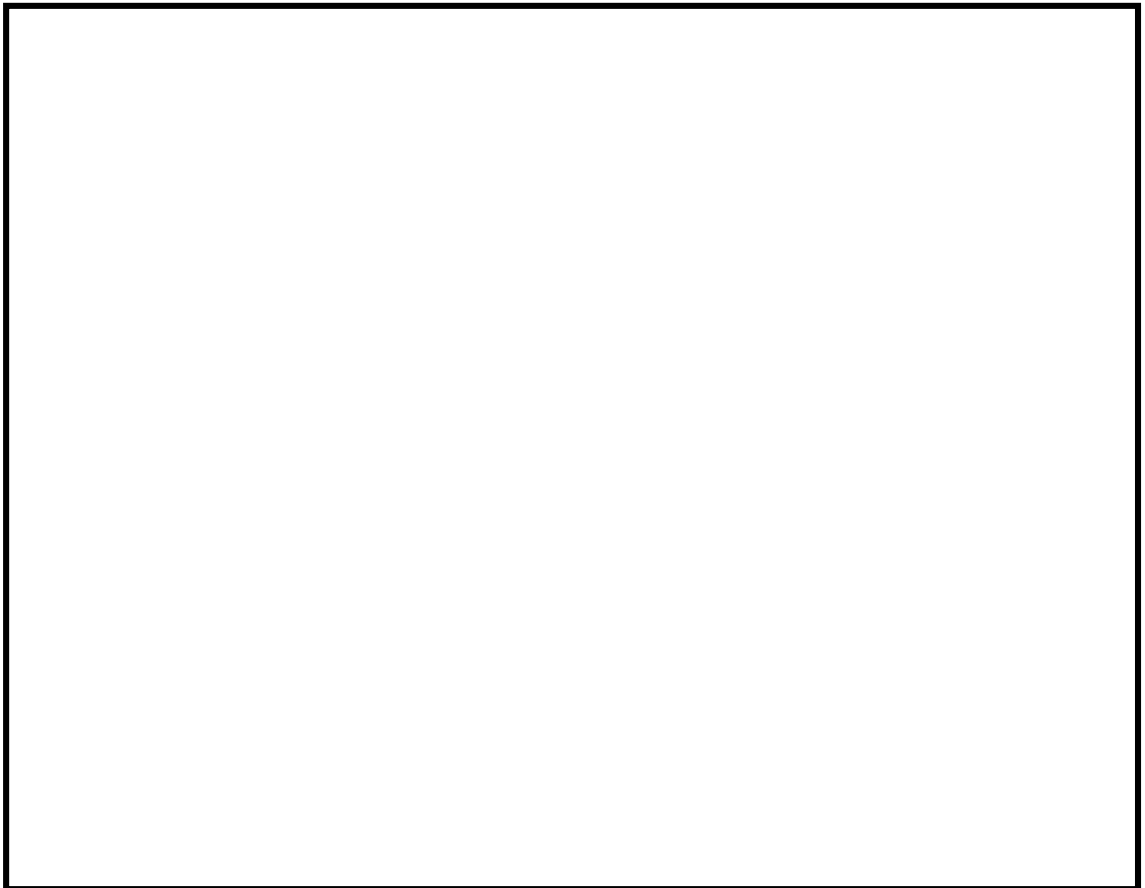
本試験は限界荷重が極限解析にて得られた崩壊荷重の下限(P_{cr})より大きいことを確認するものであり、試験での崩壊荷重を塑性断面係数の比を乗じて実機寸法における崩壊荷重（限界荷重）を算出することで、荷重の比較は可能であると考えられる。

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	56.10mm (1/3 スケール)	168.3mm
	板厚	2.37mm (1/3 スケール)	7.11mm
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	32mm	50.8mm
材料		SUS304	SUS304 相当 (ASME SA-240 TYPE304)
変位測定位置		鏡板表面から 148mm	鏡板表面から 1000mm (極限解析の変位出力位置)

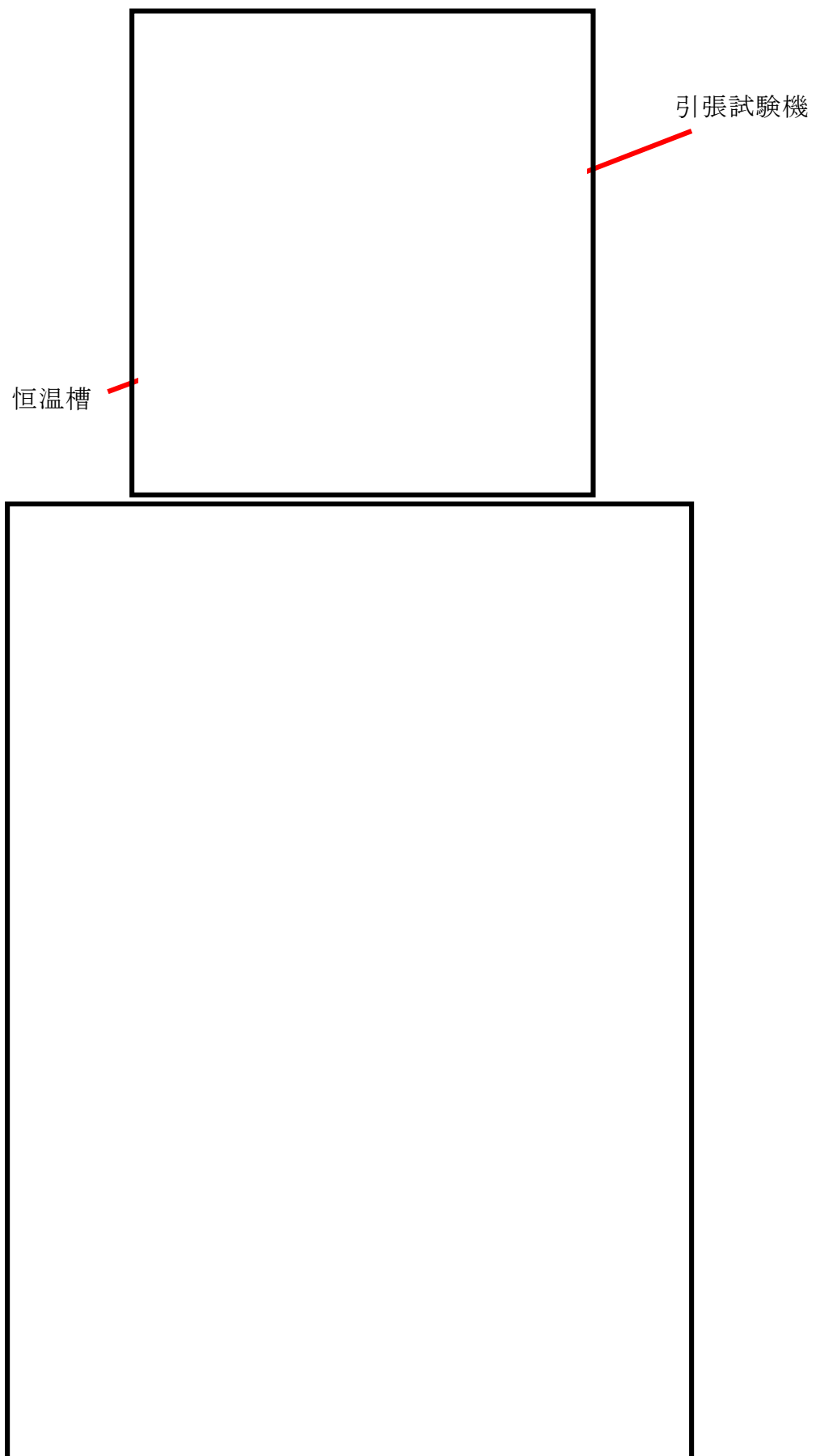


平面図



断面図

第 8-14 図 試験体の概略図



第 8-15 図 試験装置の概略図

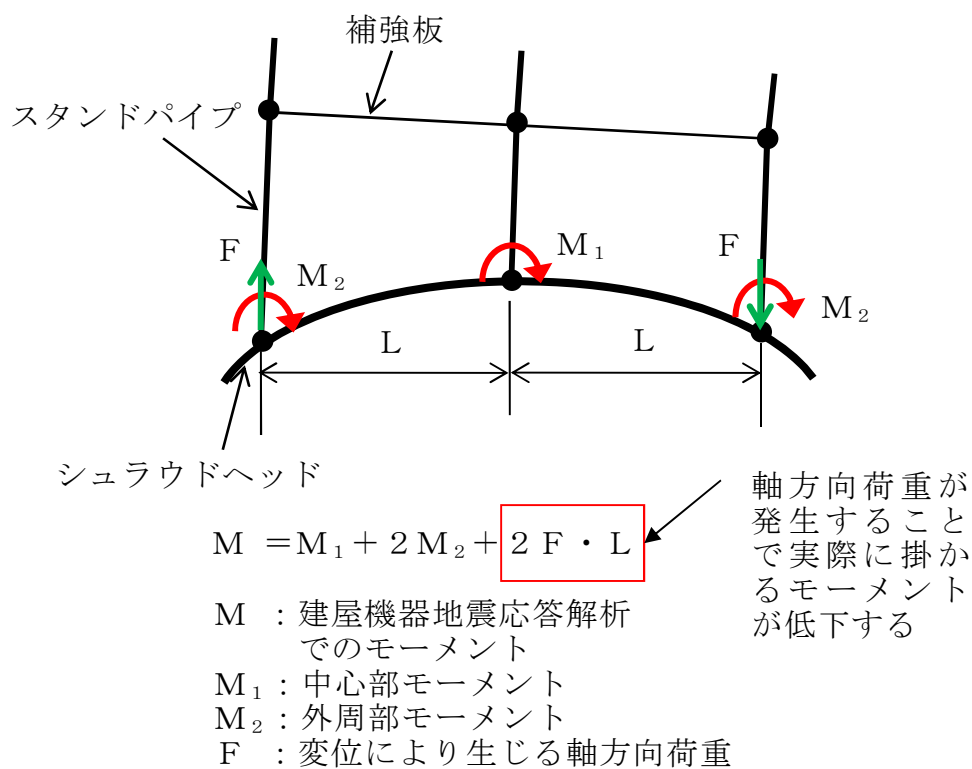
4 条-別紙 5-118

スタンドパイプの長さが異なること等の影響について

極限解析での入力荷重は、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の鏡板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）



別図1 変位に伴い発生する荷重挙動の概略図

このため、225本のスタンドパイプを梁要素にてモデル化し、応答解析を実施することで、実際の1本あたりの地震荷重を確認する。応答解析にて得られた1本の最大荷重（モーメント）が平均地震荷重より増加した場合には、増加分をした極限解析を実施する。

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
 - 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影響評価手法について
- 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。

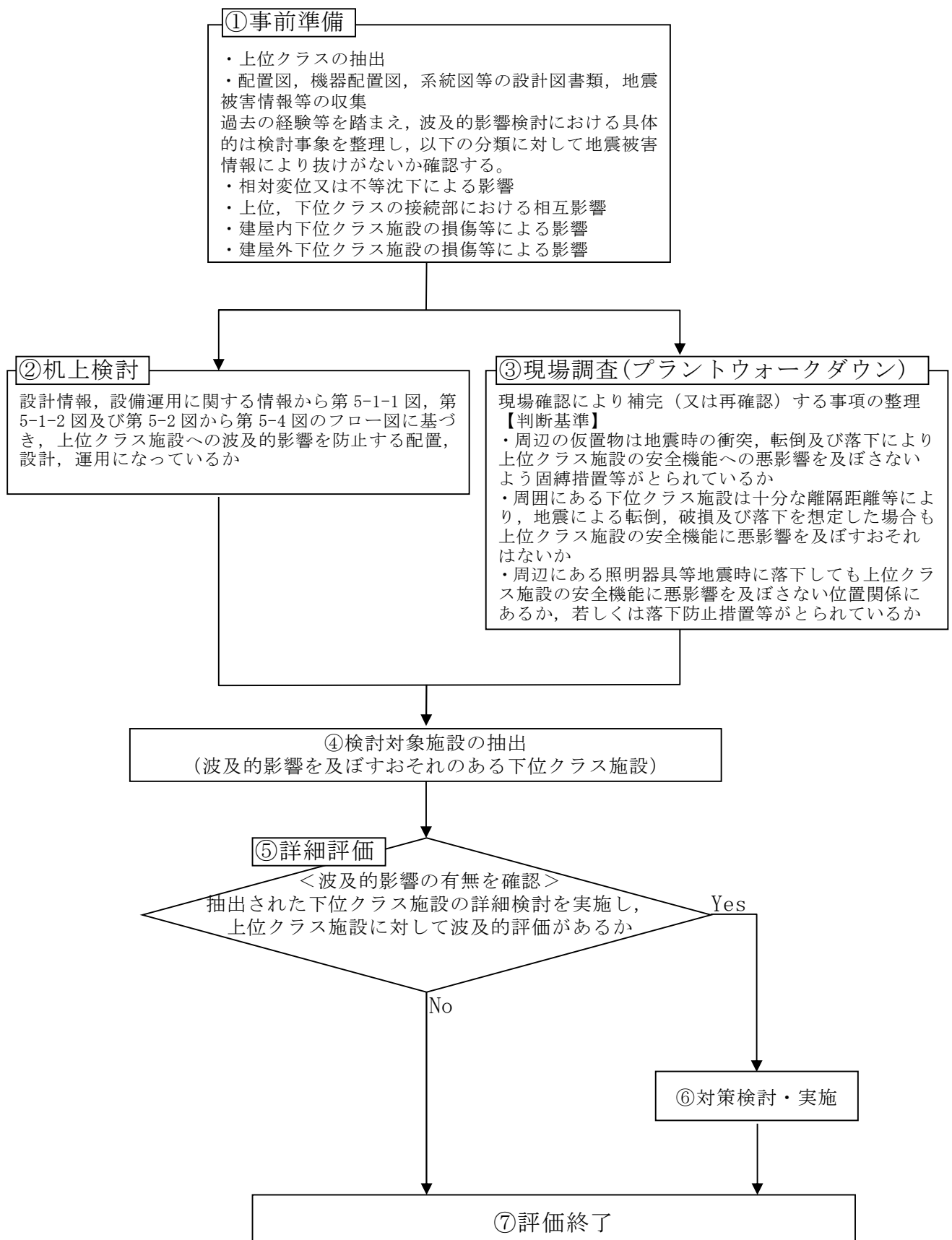
2. 波及的影響に関する評価方針

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	番号	建屋外上位クラス施設	設置場所	区分
A001	残留熱除去系海水ポンプ	屋外	S77s SA施設	A040	放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋	屋外	S77s
A002	残留熱除去系海水ストレーナ	屋外	S77s SA施設	A041	S A用海水ビット開口部浸水防止蓋	屋外	S77s
A003	残留熱除去系海水配管	屋外	S77s SA施設	A042	緊急用海水ポンプビット点検用開口部浸水防止蓋	屋外	S77s
A004	非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ	屋外	S77s SA施設	A043	緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁	屋外	S77s
A005	非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ	屋外	S77s SA施設	A044	緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁	屋外	S77s
A006	非常用ディーゼル発電機用海水配管	屋外	S77s SA施設	A045	貫通部止水処置	屋外	S77s
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	S77s SA施設	A046	津波監視カメラ	屋外	S77s
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	S77s SA施設	A047	取水ビット水位計	屋外	S77s
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	S77s SA施設	A048	潮位計	屋外	S77s
A010	非常用ガス処理系配管	屋外	S77s SA施設	A049	残留熱除去海水系ポンプD逆止弁	屋外	S77s
A011	原子炉建屋	屋外	S77s及びUSA施設 間接支持構造物	A050	残留熱除去海水系ポンプB逆止弁	屋外	S77s
A012	使用済燃料乾式貯蔵建屋	屋外	S77s 間接支持構造物	A051	残留熱除去海水系ポンプA逆止弁	屋外	S77s
A013	取水構造物	屋外	屋外重要度土木構造物 SA施設	A052	残留熱除去海水系ポンプC逆止弁	屋外	S77s
A014	屋外二重管	屋外	S77s及びUSA施設 間接支持構造物	A053	非常用ディーゼル発電機2 C海水ポンプ出口逆止弁	屋外	S77s
A015	非常用ガス処理系配管支持構造（排気筒、支持架構）	屋外	S77s及びUSA施設 間接支持構造物	A054	非常用ディーゼル発電機2 D海水ポンプ出口逆止弁	屋外	S77s
A016	常設代替高圧電源装置置場	屋外	S77s及びUSA施設 間接支持構造物	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	S77s
A017	常設代替高圧電源装置用カルバート	屋外	S77s及びUSA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	S A用海水ビット	屋外	SA施設				
A026	S A用海水ビット取水塔	屋外	SA施設				
A027	海水引込み管	屋外	SA施設				
A028	緊急用海水ポンプビット	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	S77s				
A033	放水路ゲート	屋外	S77s				
A034	構内排水路逆流防止設備	屋外	S77s				
A035	貯留堰	屋外	S77s及びUSA施設				
A036	取水路点検用開口部浸水防止蓋	屋外	S77s				
A037	海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁	屋外	S77s				
A038	取水ビット空気抜き配管逆止弁	屋外	S77s				
A039	海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋	屋外	S77s				

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)		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					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	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
B002	炉心支持構造物	Sクラス	R/B	6	4-L	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	-	-
B003	原子炉圧力容器内部構造物	Sクラス	R/B	6	4-L	B041	非常用ガス処理系/再循環系配管	Sクラス SA施設	R/B	-	-
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	B042	非常用ガス処理系排風機	Sクラス SA施設	R/B	6	5-B
B005	主蒸気系配管	Sクラス SA施設	R/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
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	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
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	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
B009	給水系配管	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	5	3-R, P, K, L
B010	主蒸気隔離弁漏えい抑制系配管	Sクラス	R/B	-	-	B047	ダクト (DG換気系)	Sクラス	R/B	2	B1-H, J, K
B011	低圧マニホールド (主蒸気隔離弁漏えい抑制系)	Sクラス	R/B	5	3-A	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
B012	フロー (主蒸気隔離弁漏えい抑制系)	Sクラス	R/B	5	3-A	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
B013	再循環系配管	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	R/B	5	3-K, L
B014	再循環ポンプ	Sクラス	R/B	4	2-J	B051	HPCSポンプ室空調ユニット	Sクラス	R/B	1	B2-E
B015	原子炉冷却材浄化系配管	Sクラス SA施設	R/B	-	-	B052	LPCSポンプ室空調ユニット	Sクラス	R/B	1	B2-D
B016	残留熱除去系配管	Sクラス SA施設	R/B	-	-	B053	RCICポンプ室空調ユニット	Sクラス	R/B	1	B2-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	B054	BHRポンプ室空調ユニット	Sクラス	R/B	1	B2-G, H, J
B017	残留熱除去系ポンプ	Sクラス SA施設	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
B018	残留熱除去海水系配管	Sクラス SA施設	R/B	-	-	B056	HPCS用DG室排気ファン	Sクラス	R/B	3	1-P
B019	原子炉隔離時冷却系配管	Sクラス SA施設	R/B	-	-	B057	バッテリー室給排気ファン	Sクラス	R/B	4	2-R
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	B058	中央制御室空調用冷水ポンプ	Sクラス	R/B	5	3-R
B021	高圧炉心スプレイス配管	Sクラス SA施設	R/B	-	-	B059	中央制御室空調ユニット	Sクラス	R/B	5	3-R
B022	高圧炉心スプレイスポンプ	Sクラス SA施設	R/B	1	B2-E	B060	格納容器 (ドライウエル部)	Sクラス SA施設	R/B	6	4-L
B023	低圧炉心スプレイス配管	Sクラス SA施設	R/B	-	-	B061	格納容器 (サブプレッジョンチェンバ部)	Sクラス SA施設	R/B	1	2B-M
B024	低圧炉心スプレイスポンプ	Sクラス SA施設	R/B	1	B2-D	B062	ベDESTAL (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
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	-	-	B063	格納容器配管貫通部	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	B064	格納容器電気配線貫通部	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	-	-	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
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	B066	可燃性ガス濃度制御系配管	Sクラス	R/B	-	-
B029	ほう酸水注入系配管	Sクラス SA施設	R/B	-	-	B067	不活性ガス系配管	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	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
B031	ほう酸水貯蔵タンク	Sクラス SA施設	R/B	6	5-C	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
B032	使用済燃料貯蔵ラック	Sクラス	R/B	7	6-A	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	-	-
B033	使用済燃料ブルー	Sクラス SA施設	R/B	7	6-A	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
B034	使用済燃料乾式貯蔵容器	Sクラス	DC/B	8	-	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
B035	原子炉建屋換気系放射線モニタ	Sクラス	R/B	7	6-A	B073	潤滑油ブライミングポンプ (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
B036	原子炉建屋排気筒モニタ	Sクラス	R/B	5	3-K	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
B037	中央制御室換気系送風機	Sクラス SA施設	R/B	5	3-R	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
B038	中央制御室換気系排風機	Sクラス SA施設	R/B	5	3-R	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)		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					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	B115	低圧代替注水系配管	SA施設	-	-	
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	B116	代替燃料プール注水系配管	SA施設	-	-	
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	B117	常設低圧代替注水系ポンプ	SA施設	-	-	
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	B118	代替燃料プール冷却系ポンプ	SA施設	-	-	
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	B119	緊急用海水ポンプ	SA施設	-	-	
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	B120	代替燃料プール冷却系熱交換器	SA施設	-	-	
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	B121	緊急用海水系配管	SA施設	-	-	
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	B122	常設高圧代替注水系ポンプ	SA施設	-	-	
B085	燃料油デイトンク (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	B123	高圧代替注水系配管	SA施設	-	-	
B086	内燃機関 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	Sクラス SA施設	R/B	2	B1-J	B124	衛星電話設備(固定型)	SA施設	-	-	
B087	発電機 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	Sクラス SA施設	R/B	2	B1-J	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	-	-	
B088	関連配管 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	Sクラス SA施設	R/B	-	-	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	-	-	
B089	始動空気圧縮機 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	Sクラス SA施設	R/B	1	B2-W	B127	耐圧強化ベント系放射線モニタ	SA施設	-	-	
B090	始動空気だめ (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	Sクラス SA施設	R/B	1	B2-W	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	-	-	
B091	潤滑油プライミングポンプ (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	Sクラス SA施設	R/B	1	B2-W	B129	中央制御室待避室遮蔽	SA施設	-	-	
B092	温水循環ポンプ (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	Sクラス SA施設	R/B	2	B1-J	B130	中央制御室待避室空気ボンベユニット(配管・弁)	SA施設	-	-	
B093	潤滑油冷却器 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	Sクラス SA施設	R/B	1	B2-W	B131	耐圧強化ベント系配管	SA施設	-	-	
B094	清水冷却器 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	Sクラス SA施設	R/B	1	B2-W	B132	遠隔人力操作機構	SA施設	-	-	
B095	燃料弁冷却油冷却器 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	Sクラス SA施設	R/B	2	B1-J	B133	フィルタ装置(格納容器圧力逃がし装置)	SA施設	-	-	
B096	潤滑油ヒータ (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	Sクラス SA施設	R/B	1	B2-W	B134	移送ポンプ(格納容器圧力逃がし装置)	SA施設	-	-	
B097	清水ヒータ (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	Sクラス SA施設	R/B	2	B1-J	B135	遠隔人力操作機構(格納容器圧力逃がし装置)	SA施設	-	-	
B098	潤滑油フィルタ (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	Sクラス SA施設	R/B	1	B2-W	B136	圧力開放板(格納容器圧力逃がし装置)	SA施設	-	-	
B099	燃料油フィルタ (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	Sクラス SA施設	R/B	2	B1-J	B137	フィルタ装置遮蔽(格納容器圧力逃がし装置)	SA施設	-	-	
B100	清水膨張タンク (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	Sクラス SA施設	R/B	2	B1-J	B138	配管遮蔽(格納容器圧力逃がし装置)	SA施設	-	-	
B101	シリンダ注油タンク (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	Sクラス SA施設	R/B	2	B1-J	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	-	-	
B102	潤滑油サンプタンク (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	Sクラス SA施設	R/B	1	B2-W	B140	二次隔離弁操作室 空気ボンベユニット(配管・弁)	SA施設	-	-	
B103	燃料油デイトンク (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	Sクラス SA施設	R/B	2	B1-J	B141	(格納容器圧力逃がし装置)	SA施設	-	-	
B104	250V系 蓄電池	Sクラス	R/B	3	1-V	B142	代替循環冷却系ポンプ	SA施設	-	-	
B105	250V系 充電器	Sクラス	R/B	3	1-S	B143	代替循環冷却系配管	SA施設	-	-	
B106	125V系 蓄電池	Sクラス SA施設	R/B	3	1-T 1-U	B144	静的触媒式水素再結合器	SA施設	-	-	
B107	125V系 充電器	Sクラス	R/B	3	1-S	B145	静的触媒式水素再結合器 動作監視装置	SA施設	-	-	
B108	125V HPCS蓄電池	Sクラス SA施設	R/B	3	1-V	B146	常設代替高圧電源装置	SA施設	-	-	
B109	125V HPCS充電器	Sクラス	R/B	3	1-S	B147	常設代替高圧電源装置用燃料移送ポンプ	SA施設	-	-	
B110	緊急用125V蓄電池	SA施設	R/B	5	3-R	B148	常設代替交流電源装置用燃料移送系配管	SA施設	-	-	
B111	直流±24V蓄電池	Sクラス SA施設	R/B	3	1-T 1-U	B149	緊急時対策所用発電機	SA施設	-	-	
B112	直流±24V充電器	Sクラス SA施設	R/B	3	1-S	B150	緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク	SA施設	-	-	
B113	バイタル交流電源装置	Sクラス	R/B	3	1-S	B151	緊急時対策所用発電機給油ポンプ	SA施設	-	-	
B114	常設スプレィヘッド	SA施設	-	-	-	B152	緊急時対策用遮蔽	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)		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						SHT No.	エリア 番号
C001	B22-F022A	主蒸気隔離弁第1弁A	S775	R/B	4	2-J	C039	B22-F065A	原子炉給水元弁	S775	R/B	4	2-E
C002	B22-F022B	主蒸気隔離弁第1弁B	S775	R/B	4	2-J	C040	B22-F065B	原子炉給水元弁	S775	R/B	4	2-E
C003	B22-F022C	主蒸気隔離弁第1弁C	S775	R/B	4	2-J	C041	E32-F002A	主蒸気隔離弁ブリードライン(A)入口弁	S775	R/B	4	2-E
C004	B22-F022D	主蒸気隔離弁第1弁D	S775	R/B	4	2-J	C042	E32-F002B	主蒸気隔離弁ブリードライン(B)入口弁	S775	R/B	4	2-E
C005	B22-F028A	主蒸気隔離弁第2弁A	S775	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	S775	R/B	4	2-E
C006	B22-F028B	主蒸気隔離弁第2弁B	S775	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	S775	R/B	4	2-E
C007	B22-F028C	主蒸気隔離弁第2弁C	S775	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	S775	R/B	4	2-E
C008	B22-F028D	主蒸気隔離弁第2弁D	S775	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	S775	R/B	4	2-E
C009	B22-F098A	主蒸気隔離弁第3弁A	S775	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	S775	R/B	4	2-E
C010	B22-F098B	主蒸気隔離弁第3弁B	S775	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	S775	R/B	4	2-E
C011	B22-F098C	主蒸気隔離弁第3弁C	S775	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	S775	R/B	4	2-E
C012	B22-F098D	主蒸気隔離弁第3弁D	S775	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	S775	R/B	4	2-E
C013	B22-F013A	主蒸気逃がし安全弁A	S775 SA施設	R/B	5	3-H	C051	E32-F004C	主蒸気隔離弁ブリードライン(C)ベント元弁	S775	R/B	4	2-E
C014	B22-F013B	主蒸気逃がし安全弁B	S775 SA施設	R/B	5	3-H	C052	E32-F004D	主蒸気隔離弁ブリードライン(D)ベント元弁	S775	R/B	4	2-E
C015	B22-F013C	主蒸気逃がし安全弁C	S775 SA施設	R/B	5	3-H	C053	E32-F004E	主蒸気隔離弁ブリードライン(E)ベント元弁	S775	R/B	4	2-E
C016	B22-F013D	主蒸気逃がし安全弁D	S775 SA施設	R/B	5	3-H	C054	E32-F004F	主蒸気隔離弁ブリードライン(F)ベント元弁	S775	R/B	4	2-E
C017	B22-F013E	主蒸気逃がし安全弁E	S775 SA施設	R/B	5	3-H	C055	E32-F004G	主蒸気隔離弁ブリードライン(G)ベント元弁	S775	R/B	4	2-E
C018	B22-F013F	主蒸気逃がし安全弁F	S775 SA施設	R/B	5	3-H	C056	E32-F004H	主蒸気隔離弁ブリードライン(H)ベント元弁	S775	R/B	4	2-E
C019	B22-F013G	主蒸気逃がし安全弁G	S775 SA施設	R/B	5	3-H	C057	G33-F001	原子炉冷却材浄化系内側隔離弁	S775	R/B	4	2-J
C020	B22-F013H	主蒸気逃がし安全弁H	S775 SA施設	R/B	5	3-H	C058	G33-F004	原子炉冷却材浄化系外側隔離弁	S775	R/B	4	2-G
C021	B22-F013J	主蒸気逃がし安全弁J	S775 SA施設	R/B	5	3-H	C059	E12-F003B	残留熱除去系熱交換器B出口弁	S775	R/B	2	B1-F
C022	B22-F013K	主蒸気逃がし安全弁K	S775 SA施設	R/B	5	3-H	C060	E12-F004B	残留熱除去系ポンプB入口弁	S775	R/B	1	B2-H
C023	B22-F013L	主蒸気逃がし安全弁L	S775 SA施設	R/B	5	3-H	C061	E12-F004C	残留熱除去系ポンプC入口弁	S775	R/B	1	B2-J
C024	B22-F013M	主蒸気逃がし安全弁M	S775 SA施設	R/B	5	3-H	C062	E12-F006B	残留熱除去系ポンプB停止時冷却ライン入口弁	S775	R/B	1	B2-H
C025	B22-F013N	主蒸気逃がし安全弁N	S775 SA施設	R/B	5	3-H	C063	E12-F016B	残留熱除去系B系格納容器スプレイ弁	S775	R/B	4	2-C
C026	B22-F013P	主蒸気逃がし安全弁P	S775 SA施設	R/B	5	3-H	C064	E12-F017B	残留熱除去系B系格納容器スプレイ弁	S775	R/B	4	2-C
C027	B22-F013R	主蒸気逃がし安全弁R	S775 SA施設	R/B	5	3-H	C065	E12-F024B	残留熱除去系B系テストライン弁	S775	R/B	5	3-A
C028	B22-F013S	主蒸気逃がし安全弁S	S775 SA施設	R/B	5	3-H	C066	E12-F027B	残留熱除去系B系サブプレッションプールスプレイ弁	S775	R/B	3	1-C
C029	B22-F013U	主蒸気逃がし安全弁U	S775 SA施設	R/B	5	3-H	C067	E12-F031B	残留熱除去系ポンプB出口逆止弁	S775	R/B	1	B2-H
C030	B22-F013V	主蒸気逃がし安全弁V	S775 SA施設	R/B	5	3-H	C068	E12-F031C	残留熱除去系ポンプC出口逆止弁	S775	R/B	1	B2-J
C031	B22-F016	主蒸気ドレン弁(内側隔離弁)	S775	R/B	4	2-J	C069	E12-F041B	残留熱除去系B系注入ラインテスト逆止弁	S775	R/B	5	3-H
C032	B22-F019	主蒸気ドレン弁(外側隔離弁)	S775	R/B	4	2-E	C070	E12-F041C	残留熱除去系C系注入ラインテスト逆止弁	S775	R/B	5	3-H
C033	B22-F037	主蒸気逃がし安全弁排気管真空破壊弁	S775	R/B	4	2-J	C071	E12-F042B	残留熱除去系B系注入弁	S775	R/B	5	3-G
C034	B22-F078	主蒸気逃がし安全弁排気管真空破壊弁	S775	R/B	4	2-J	C072	E12-F042C	残留熱除去系C系注入弁	S775	R/B	5	3-G
C035	B22-F010A	原子炉給水逆止弁	S775	R/B	4	2-J	C073	E12-F046B	残留熱除去系B系ミニフローライン逆止弁	S775	R/B	2	B1-D
C036	B22-F010B	原子炉給水逆止弁	S775	R/B	4	2-J	C074	E12-F046C	残留熱除去系C系ミニフローライン逆止弁	S775	R/B	2	B1-A
C037	B22-F032A	原子炉給水逆止弁	S775	R/B	4	2-E	C075	E12-F047B	残留熱除去系熱交換器B入口弁	S775	R/B	3	1-F
C038	B22-F032B	原子炉給水逆止弁	S775	R/B	4	2-E	C076	E12-F048B	残留熱除去系熱交換器Bバイパス弁	S775	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)		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						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	S77s	R/B	4	2-J	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	S77s	R/B	1	B2-B
C078	E12-F053B	残留熱除去系B系シャットダウン注入弁	S77s	R/B	4	2-D	C116	E51-F045	原子炉隔離時冷却系蒸気供給弁	S77s	R/B	1	B2-B
C079	E12-F064B	残留熱除去系B系ミニフロー弁	S77s	R/B	2	B1-D	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	S77s	R/B	1	B2-B
C080	E12-F064C	残留熱除去系C系ミニフロー弁	S77s	R/B	2	B1-A	C118	E51-F047	原子炉隔離時冷却系真空タンク復水戻り逆止弁	S77s	R/B	1	B2-B
C081	E12-F003A	残留熱除去系熱交換器A出口弁	S77s	R/B	2	B1-E	C119	E51-F063	原子炉隔離時冷却系内側隔離弁	S77s	R/B	5	3-H
C082	E12-F004A	残留熱除去系ポンプA入口弁	S77s	R/B	1	B2-G	C120	E51-F064	原子炉隔離時冷却系外側隔離弁	S77s	R/B	5	3-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	S77s	R/B	1	B2-G	C121	E51-F065	原子炉隔離時冷却系外側テスト逆止弁	S77s	R/B	6	4-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)	S77s	R/B	4	2-C	C122	E51-F066	原子炉隔離時冷却系内側テスト逆止弁	S77s	R/B	6	5-H
C085	E12-F009	残留熱除去系シャットダウンライン隔離弁(内側)	S77s	R/B	4	2-J	C123	E51-F068	原子炉隔離時冷却系タービン排気弁	S77s	R/B	2	B1-B
C086	E12-F016A	残留熱除去系A系格納容器スプレイ弁	S77s	R/B	6	4-A	C124	E51-F069	原子炉隔離時冷却系真空ポンプ出口弁	S77s	R/B	2	B1-A
C087	E12-F017A	残留熱除去系A系格納容器スプレイ弁	S77s	R/B	6	4-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	S77s	R/B	2	B1-G
C088	E12-F024A	残留熱除去系A系テストライン弁	S77s	R/B	3	1-A	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	S77s	R/B	2	B1-G
C089	E12-F027A	残留熱除去系A系サブプレッションプールスプレイ弁	S77s	R/B	3	1-A	C127	E22-F001	高圧炉心スプレイ系ポンプ入口弁(C/S T側)	S77s	R/B	2	B1-A
C090	E12-F031A	残留熱除去系ポンプA出口逆止弁	S77s	R/B	1	B2-G	C128	E22-F002	高圧炉心スプレイ系入口逆止弁(C/S T側)	S77s	R/B	1	B2-E
C091	E12-F041A	残留熱除去系A系注入ラインテスト逆止弁	S77s	R/B	5	3-H	C129	E22-F004	高圧炉心スプレイ系注入弁	S77s	R/B	5	3-C
C092	E12-F042A	残留熱除去系A系注入弁	S77s	R/B	5	3-B	C130	E22-F005	高圧炉心スプレイ系テストバブル逆止弁	S77s	R/B	5	3-H
C093	E12-F046A	残留熱除去系A系ミニフローライン逆止弁	S77s	R/B	2	B1-A	C131	E22-F012	高圧炉心スプレイ系ミニフロー弁	S77s	R/B	1	B2-E
C094	E12-F047A	残留熱除去系熱交換器A入口弁	S77s	R/B	3	1-E	C132	E22-F015	高圧炉心スプレイ系ポンプ入口弁(S/P側)	S77s	R/B	1	B2-E
C095	E12-F048A	残留熱除去系熱交換器Aバイパス弁	S77s	R/B	2	B1-E	C133	E22-F016	高圧炉心スプレイ系入口逆止弁(S/P側)	S77s	R/B	1	B2-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	S77s	R/B	4	2-J	C134	E22-F024	高圧炉心スプレイ系入口逆止弁	S77s	R/B	1	B2-E
C097	E12-F053A	残留熱除去系A系シャットダウン注入弁	S77s	R/B	4	2-B	C135	E21-F001	低圧炉心スプレイ系ポンプ入口弁	S77s	R/B	1	B2-D
C098	E12-F064A	残留熱除去系A系ミニフロー弁	S77s	R/B	2	B1-A	C136	E21-F003	低圧炉心スプレイ系出口逆止弁	S77s	R/B	1	B2-D
C099	2-16V12A	ドライウェルN2供給弁	S77s	R/B	3F	3-A	C137	E21-F005	低圧炉心スプレイ系注入弁	S77s	R/B	5	3-B
C100	2-16V12B	ドライウェルN2供給弁	S77s	R/B	3F	3-D	C138	E21-F006	低圧炉心スプレイ系テスト逆止弁	S77s	R/B	5	3-H
C101	2-16V13A	ドライウェルN2ボトルガス供給弁	S77s	R/B	3F	3-A	C139	E21-F011	低圧炉心スプレイ系ミニフロー弁	S77s	R/B	1	B2-D
C102	2-16V13B	ドライウェルN2ボトルガス供給弁	S77s	R/B	3F	3-D	C140-1	C12-117	スクラム弁用空気三方電磁弁	S77s	R/B	5	3-E
C103	E12-F068A	残留熱除去系熱交換器A海水出口流量調整弁	S77s	R/B	2	B1-E	C140-2			S77s	R/B	5	3-F
C104	E12-F068B	残留熱除去系熱交換器B海水出口流量調整弁	S77s	R/B	2	B1-F	C141-1	C12-118	スクラム弁用空気三方電磁弁	S77s	R/B	5	3-E
C105	E51-F010	原子炉隔離時冷却系復水貯蔵タンク水供給弁	S77s	R/B	1	B2-A	C141-2			S77s	R/B	5	3-F
C106	E51-F011	原子炉隔離時冷却系復水貯蔵タンク水供給逆止弁	S77s	R/B	1	B2-B	C142-1	C12-126	スクラム弁(加圧・流入側)	S77s	R/B	5	3-E
C107	E51-F012	原子炉隔離時冷却系ポンプ出口弁	S77s	R/B	1	B2-B	C142-2			S77s	R/B	5	3-F
C108	E51-F013	原子炉隔離時冷却系注入弁	S77s	R/B	6	4-B	C143-1	C12-127	スクラム弁(排出側)	S77s	R/B	5	3-E
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	S77s	R/B	1	B2-B	C143-2			S77s	R/B	5	3-F
C110	E51-F019	原子炉隔離時冷却系ミニフロー弁	S77s	R/B	1	B2-B	C144	SB2-4A	F R V S S G T S 系入口ダンパ	S77s	R/B	6	5-A
C111	E51-F028	原子炉隔離時冷却系真空ポンプ出口逆止弁	S77s	R/B	2	B1-A	C145	SB2-4B	F R V S S G T S 系入口ダンパ	S77s	R/B	6	5-A
C112	E51-F030	原子炉隔離時冷却系サブプレッションプール水供給ライン逆止弁	S77s	R/B	1	B2-B	C146	SB2-5A	非常用ガス再循環系トレインA入口ダンパ	S77s	R/B	6	5-B
C113	E51-F031	原子炉隔離時冷却系ポンプサブプレッションプール水供給弁	S77s	R/B	1	B2-B	C147	SB2-5B	非常用ガス再循環系トレインB入口ダンパ	S77s	R/B	6	5-B
C114	E51-F040	原子炉隔離時冷却系タービン排気逆止弁	S77s	R/B	2	B1-B	C148	SB2-6	F R V S トレイン連結弁	S77s	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)		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						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	S77s	R/B	6	5-B	C187	2-26B4	A C系・真空破壊逆止弁止め弁	S77s	R/B	3	1-A
C150	SB2-7B	非常用ガス再循環系トレインB出口ダンパ	S77s	R/B	6	5-B	C188	SB2-1A/1B/1C/1D	C/S給気隔離ダンパ	S77s	R/B	5	3-R, P
C151	SB2-13A	非常用ガス再循環系循環ダンパ	S77s	R/B	6	5-B	C189	SB2-2A/2B/2C/D	C/S排気隔離ダンパ	S77s	R/B	5	3-K, L
C152	SB2-13B	非常用ガス再循環系循環ダンパ	S77s	R/B	6	5-B	C190	3-13V24	非常用ディーゼル発電機2D海水系出口逆止弁	S77s	R/B	2	B1-K
C153	SB2-9A	非常用ガス処理系トレインA入口ダンパ	S77s	R/B	6	5-B	C191	3-13V26	非常用ディーゼル発電機2C海水系出口逆止弁	S77s	R/B	2	B1-H
C154	SB2-9B	非常用ガス処理系トレインB入口ダンパ	S77s	R/B	6	5-B	C192	2-16V11	ドライウェル制御用空気供給元	S77s	R/B	4	2-B
C155	SB2-10	S G T S トレイン連結弁	S77s	R/B	6	5-B	C193	3-13V25	高圧炉心スプレィディーゼル冷却系海水系出口逆止弁	S77s	R/B	2	B1-J
C156	SB2-11A	非常用ガス処理系トレインA出口ダンパ	S77s	R/B	6	5-B	C194	2-9V33	ドライウェル内機器原子炉補機冷却水戻り弁	S77s	R/B	4	2-A
C157	SB2-11B	非常用ガス処理系トレインB出口ダンパ	S77s	R/B	6	5-B	C195	2-9V30	ドライウェル内機器原子炉補機冷却水隔離弁	S77s	R/B	4	2-A
C158	2-43V1A	可燃性ガス濃度制御系A系入口管隔離弁	S77s	R/B	4	2-B	C196	SB2-18A	中央制御室給気隔離弁	SA施設	R/B	5	3-P
C159	2-43V1B	可燃性ガス濃度制御系B系入口管隔離弁	S77s	R/B	4	2-C	C197	SB2-18B	中央制御室給気隔離弁	SA施設	R/B	5	3-P
C160	FV-1A	可燃性ガス濃度制御系A系入口制御弁	S77s	R/B	5	3-B	C198	SB2-19A	中央制御室給気隔離弁	SA施設	R/B	5	3-R
C161	FV-1B	可燃性ガス濃度制御系A系入口制御弁	S77s	R/B	5	3-C	C199	SB2-19B	中央制御室給気隔離弁	SA施設	R/B	5	3-R
C162	2-43V2A	可燃性ガス濃度制御系A系出口弁	S77s	R/B	3	1-B	C200	SB2-20A	中央制御室排気隔離弁	SA施設	R/B	5	3-R
C163	2-43V2B	可燃性ガス濃度制御系B系出口弁	S77s	R/B	3	1-C	C201	SB2-20B	中央制御室排気隔離弁	SA施設	R/B	5	3-R
C164	2-43V3A	可燃性ガス濃度制御系A系出口管隔離弁	S77s	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	S77s	R/B	3	1-C							
C166	FV-2A	可燃性ガス濃度制御系再循環制御弁	S77s	R/B	5	3-B							
C167	FV-2B	可燃性ガス濃度制御系再循環制御弁	S77s	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	S77s	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	S77s	R/B	5	3-C							
C170	2-26V-40	ドライウェル真空破壊弁	S77s SA施設	R/B	1	B2-M							
C171	2-26V-41	ドライウェル真空破壊弁	S77s SA施設	R/B	1	B2-M							
C172	2-26V-42	ドライウェル真空破壊弁	S77s SA施設	R/B	1	B2-M							
C173	2-26V-43	ドライウェル真空破壊弁	S77s SA施設	R/B	1	B2-M							
C174	2-26V-44	ドライウェル真空破壊弁	S77s SA施設	R/B	1	B2-M							
C175	2-26V-45	ドライウェル真空破壊弁	S77s SA施設	R/B	1	B2-M							
C176	2-26V-46	ドライウェル真空破壊弁	S77s SA施設	R/B	1	B2-M							
C177	2-26V-47	ドライウェル真空破壊弁	S77s SA施設	R/B	1	B2-M							
C178	2-26V-48	ドライウェル真空破壊弁	S77s SA施設	R/B	1	B2-M							
C179	2-26V-49	ドライウェル真空破壊弁	S77s SA施設	R/B	1	B2-M							
C180	2-26V-56	ドライウェル真空破壊弁	S77s SA施設	R/B	1	B2-M							
C181	2-26B-10	サブレーション・チェンバント弁	S77s	R/B	3	1-C							
C182	2-26B-12	格納容器バント弁	S77s	R/B	6	4-A							
C183	2-26B-90	P C V S G T S 排気弁	S77s	R/B	6	5-B							
C184	2-26V1	サブレーションチェンバ真空破壊弁	S77s	R/B	3	1-A							
C185	2-26V2	サブレーションチェンバ真空破壊弁	S77s	R/B	3	1-A							
C186	2-26B3	A C系・真空破壊逆止弁止め弁	S77s	R/B	3	1-A							

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)		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					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	D039	RCICタービン制御盤	Sクラス SA施設	R/B	5	3-P
D002	原子炉補機操作盤	Sクラス SA施設	R/B	4	2-S	D040	非常用メタクラ 2C	Sクラス SA施設	R/B	1	B2-Y
D003	原子炉制御操作盤	Sクラス SA施設	R/B	4	2-S	D041	非常用メタクラ 2D	Sクラス SA施設	R/B	2	B1-L
D004	プロセス放射線モニタ計装盤	Sクラス	R/B	4	2-S	D042	非常用メタクラ HPCS	Sクラス SA施設	R/B	1	B2-Y
D005	原子炉保護系 (A) 継電器盤	Sクラス	R/B	4	2-S	D043	非常用パワーセンタ 2C	Sクラス SA施設	R/B	1	B2-Y
D006	原子炉保護系 (B) 継電器盤	Sクラス	R/B	4	2-S	D044	非常用パワーセンタ 2D	Sクラス SA施設	R/B	2	B1-L
D007	プロセス計装盤 (H13-P613)	Sクラス SA施設	R/B	4	2-S	D045	MCC 2C-3	Sクラス SA施設	R/B	2	B1-B
D008	プロセス計装盤 (H13-P617)	Sクラス SA施設	R/B	4	2-S	D046	MCC 2C-4	Sクラス SA施設	R/B	2	B1-H
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	D047	MCC 2C-5	Sクラス SA施設	R/B	2	B1-B
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	D048	MCC 2C-6	Sクラス SA施設	R/B	3	1-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	D049	MCC 2C-8	Sクラス SA施設	R/B	5	3-A
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	D050	MCC 2C-9	Sクラス SA施設	R/B	6	4-A
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	D051	MCC 2D-3	Sクラス SA施設	R/B	2	B1-C
D014	自動減圧系 (A) 継電器盤	Sクラス SA施設	R/B	4	2-S	D052	MCC 2D-4	Sクラス SA施設	R/B	2	B1-K
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	D053	MCC 2D-5	Sクラス SA施設	R/B	2	B1-C
D016	自動減圧系 (B) 継電器盤	Sクラス SA施設	R/B	4	2-S	D054	MCC 2D-6	Sクラス SA施設	R/B	3	1-S
D017	漏えい検出系操作盤 (H13-P632)	Sクラス	R/B	4	2-S	D055	MCC 2D-8	Sクラス SA施設	R/B	5	3-C
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	D056	MCC 2D-9	Sクラス SA施設	R/B	6	4-C
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	D057	MCC HPCS	Sクラス SA施設	R/B	2	B1-J
D020	漏えい検出系操作盤 (H13-P642)	Sクラス	R/B	4	2-S	D058	直流125V分電盤2A-1	Sクラス SA施設	R/B	3	1-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	D059	直流125V分電盤2A-2-1	Sクラス SA施設	R/B	1	B2-Y
D022	サブ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	D060	直流125V分電盤2A-2	Sクラス SA施設	R/B	3	1-S
D023	サブ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	D061	直流125V分電盤2B-1	Sクラス SA施設	R/B	3	1-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	D062	直流125V分電盤2B-2-1	Sクラス SA施設	R/B	3	1-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	D063	直流125V分電盤2B-2	Sクラス SA施設	R/B	3	1-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	D064	直流125V分電盤HPCS	Sクラス SA施設	R/B	3	1-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	D065	直流125V配電盤2A	Sクラス SA施設	R/B	3	1-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	D066	直流125V配電盤2B	Sクラス SA施設	R/B	3	1-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	D067	直流125V配電盤HPCS	Sクラス SA施設	R/B	3	1-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	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
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	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
D032	所内電気操作盤	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
D033	タービン補機盤 (CP-4)	Sクラス	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
D034	室素置換-空調換気制御盤	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
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	D073	直流125V MCC 2A-1	Sクラス SA施設	R/B	2	B1-A
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	D074	直流125V MCC 2A-2	Sクラス SA施設	R/B	6	4-A
D037	タービン補機盤 (CP-9)	Sクラス	R/B	4	2-S	D075	直流±24V分電盤2A	Sクラス SA施設	R/B	3	1-S
D038	タービン補機盤 (CP-11)	Sクラス	R/B	4	2-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)		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					SHT No.	エリア 番号
D077	可搬型整流器用変圧器	SA施設	—	—	—	D127	低圧代替注水系格納容器スプレイ流量	SA施設	—	—	—
D078	可搬型代替直流電源設備用電源切替盤	SA施設	—	—	—	D128	低圧代替注水系格納容器下部注水流量	SA施設	—	—	—
D079	緊急用断路器	SA施設	—	—	—	D129	ドライウェル雰囲気温度	SA施設	—	—	—
D080	緊急用M/C	SA施設	—	—	—	D130	サブプレッション・チェンバ雰囲気温度	SA施設	—	—	—
D081	緊急用動力変圧器	SA施設	—	—	—	D131	格納容器下部水位	Sクラス SA施設	—	—	—
D082	緊急用P/C	SA施設	—	—	—	D132	フィルタ装置水位	SA施設	—	—	—
D083	緊急用MCC	SA施設	—	—	—	D133	フィルタ装置圧力	SA施設	—	—	—
D084	緊急用電源切替盤	SA施設	—	—	—	D134	フィルタ装置スクラビング水温度	SA施設	—	—	—
D085	可搬型代替低圧電源車接続盤	SA施設	—	—	—	D135	フィルタ装置入口水素濃度	SA施設	—	—	—
D086	緊急用直流125V配電盤	SA施設	—	—	—	D136	代替循環冷却系ポンプ入口温度	SA施設	—	—	—
D087	緊急時対策用M/C	SA施設	—	—	—	D137	代替循環冷却系格納容器スプレイ流量	SA施設	—	—	—
D101	原子炉圧力	Sクラス SA施設	R/B	5	3-A, B, C, D	D138	緊急用海水系流量 (残留熱除去系熱交換器)	SA施設	—	—	—
D102	原子炉水位	Sクラス SA施設	R/B	4 5	2-B 3-A, C	D139	緊急用海水系流量 (残留熱除去系補機)	SA施設	—	—	—
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	D140	代替淡水貯槽水位	SA施設	—	—	—
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	D141	常設高圧代替注水系ポンプ吐出圧力	SA施設	—	—	—
D105	残留熱除去系系統流量	Sクラス SA施設	R/B	2	B1-B, D	D142	常設低圧代替注水系ポンプ吐出圧力	SA施設	—	—	—
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	D143	代替循環冷却系ポンプ吐出圧力	SA施設	—	—	—
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	D144	原子炉建屋水素濃度	SA施設	—	—	—
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	サブプレッション・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	サブプレッション・チェンバ圧力	Sクラス SA施設	R/B	3	1-C						
D118	サブプレッション・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	—	—	—						

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。

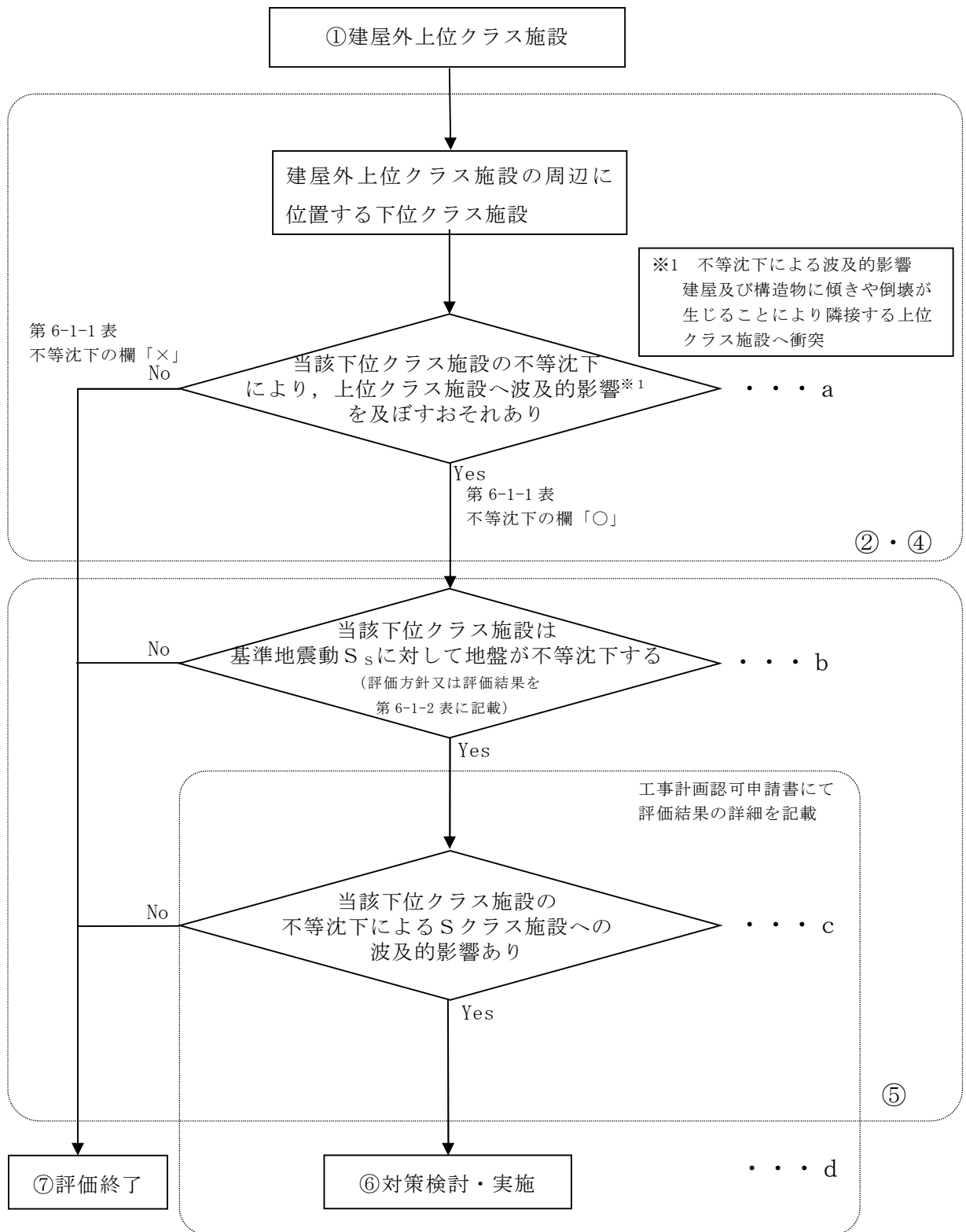
c. 不等沈下に伴う波及的影響の評価

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

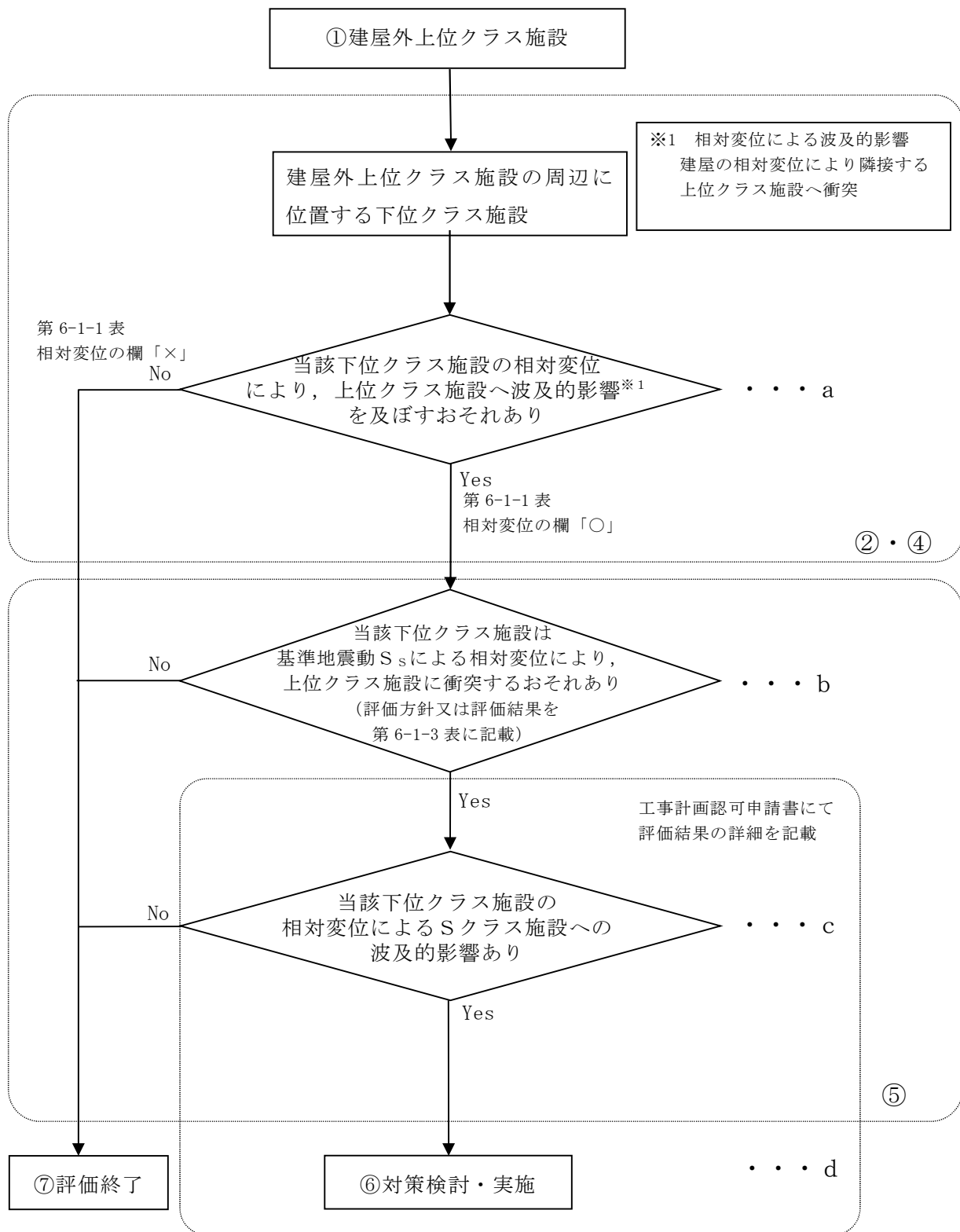
a. で抽出した下位クラス施設について、上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、建屋の相対変位による上位クラス施設への衝突がないことを確認する。

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

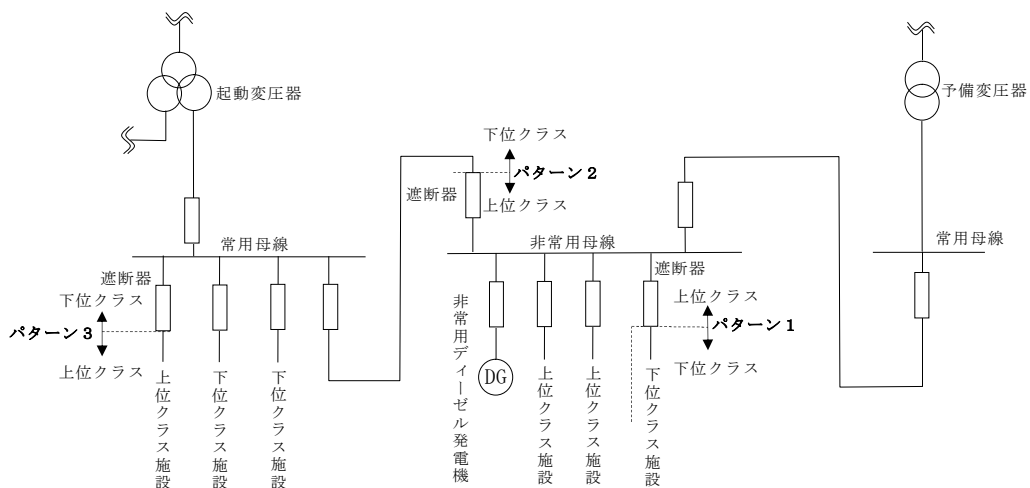
第5-2図のフローに従い、上位クラス施設と接続する下位クラス施設を抽出し、波及的影響を検討する。

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、格納容器貫通部、空気駆動弁（以下「A0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

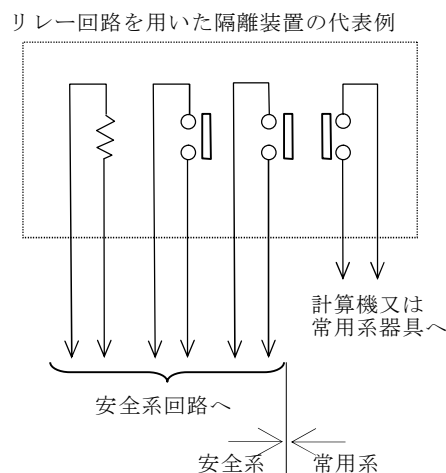
計測制御設備について、安全系（上位クラス施設）と常用系（下位クラス施設）は原則物理的に分離しているが、制御信号および計装配管の一部に上位クラス施設と下位クラス施設との接続部がある。このため、上位クラス施設と下位クラス施設との接続するパターンを下記のように整理した。

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、電氣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。

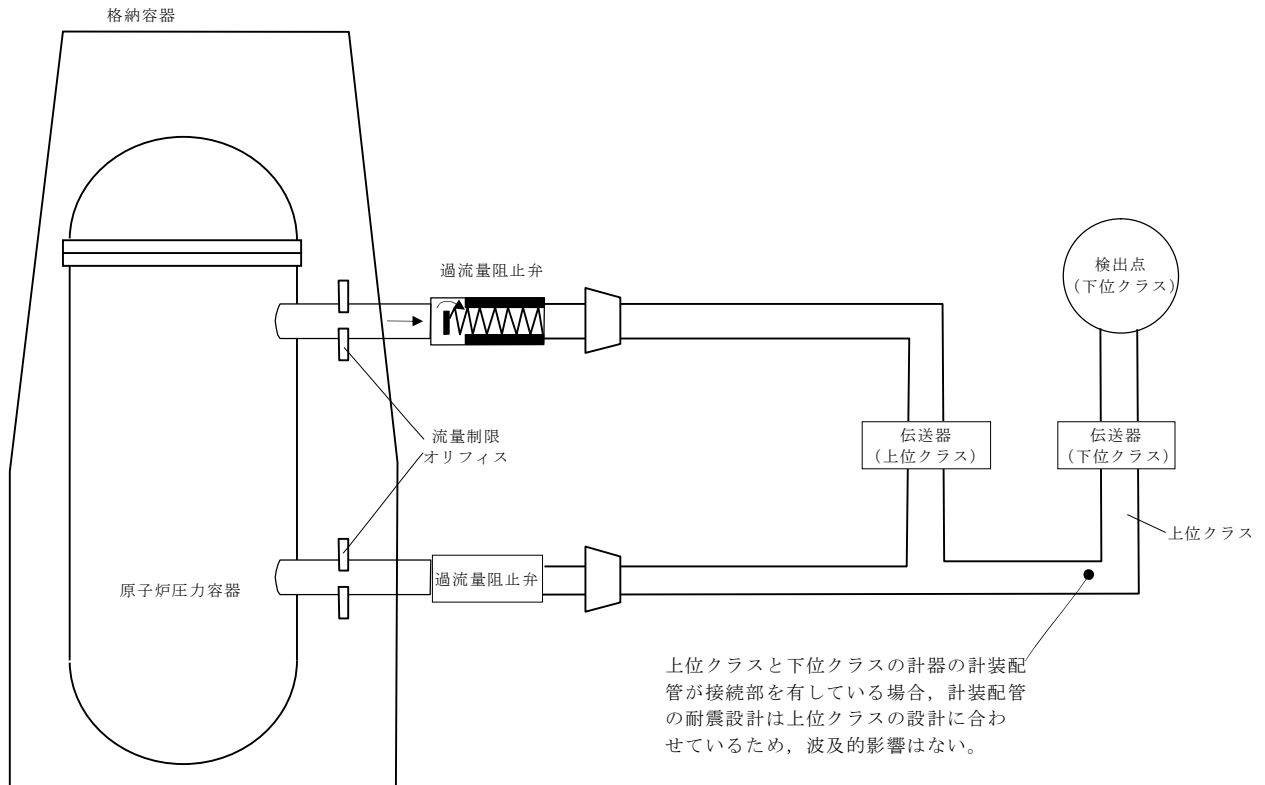
①上位クラスの機器に下位クラス計器の計装配管が接続されている

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>

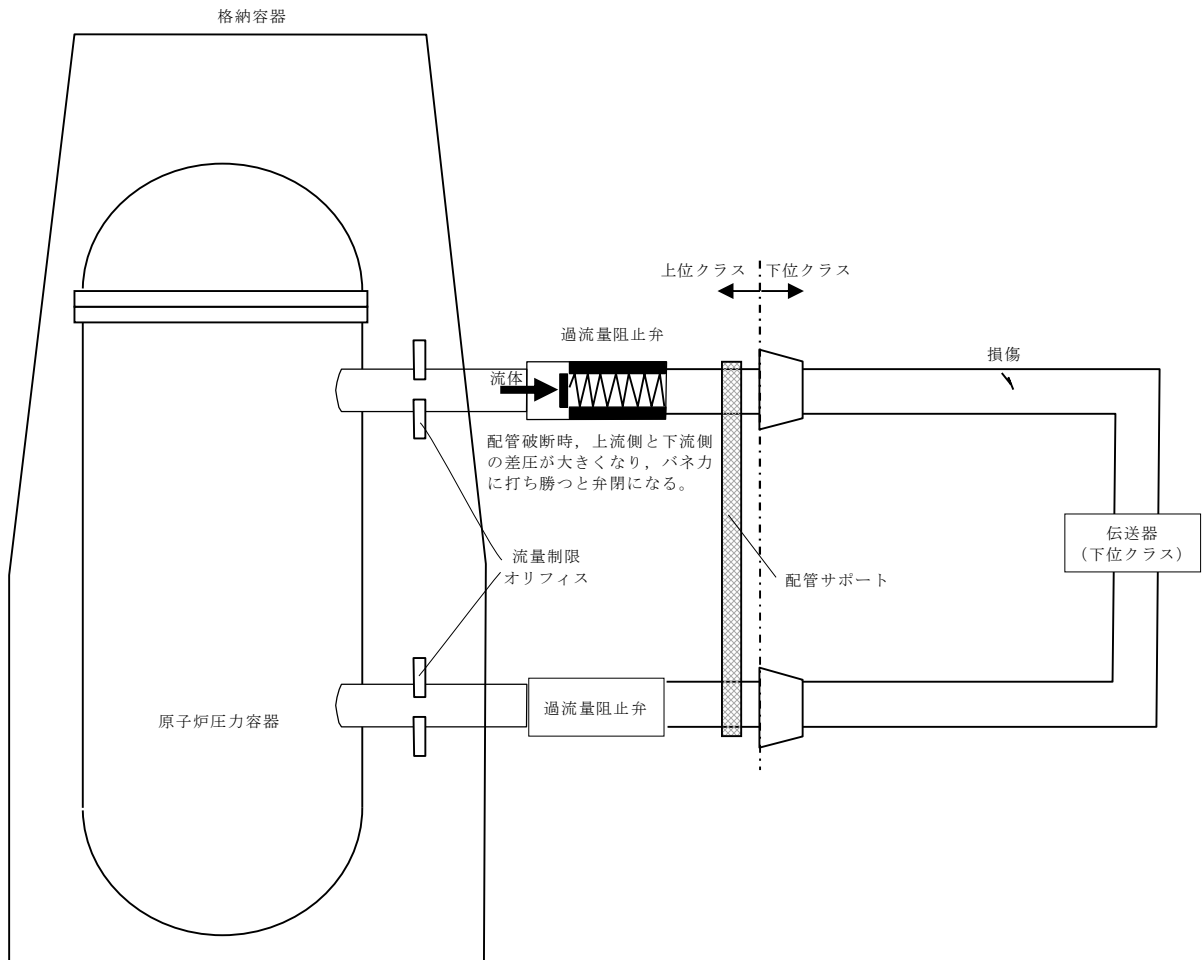
上位クラスと下位クラスの計装配管が接続部を有している場合、下記の概念図に示すとおり、計装配管の耐震設計は上位クラス的设计に合わせているため、波及的影響はない。



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

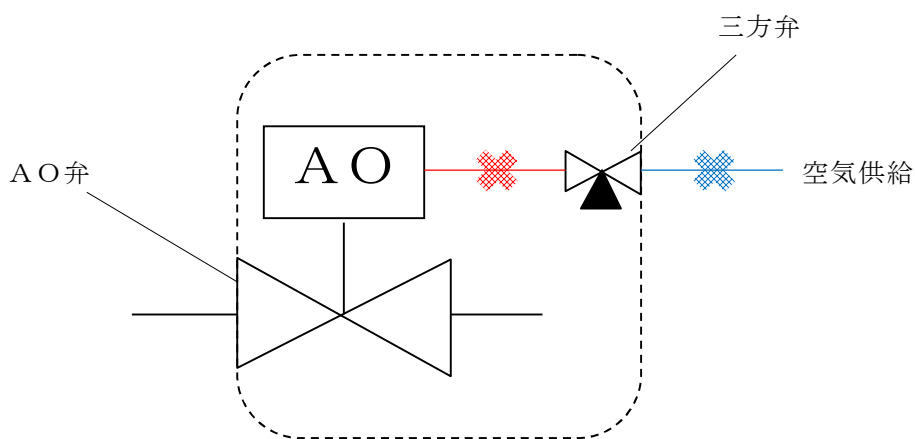
以上より、計装設備については上位クラス施設に接続する下位クラス施設の故障が上位クラス施設に波及することがない設計としている。

(c) 格納容器貫通部

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は保たれ、格納容器バウンダリとしての貫通部の機能に波及することがない設計としている。

(d) A0 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 A0 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 A0 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 A0 弁の機能に影響を与えない。また、空気供給配管の A0 弁側（下図赤色部）については上位クラスの A0 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

A0 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

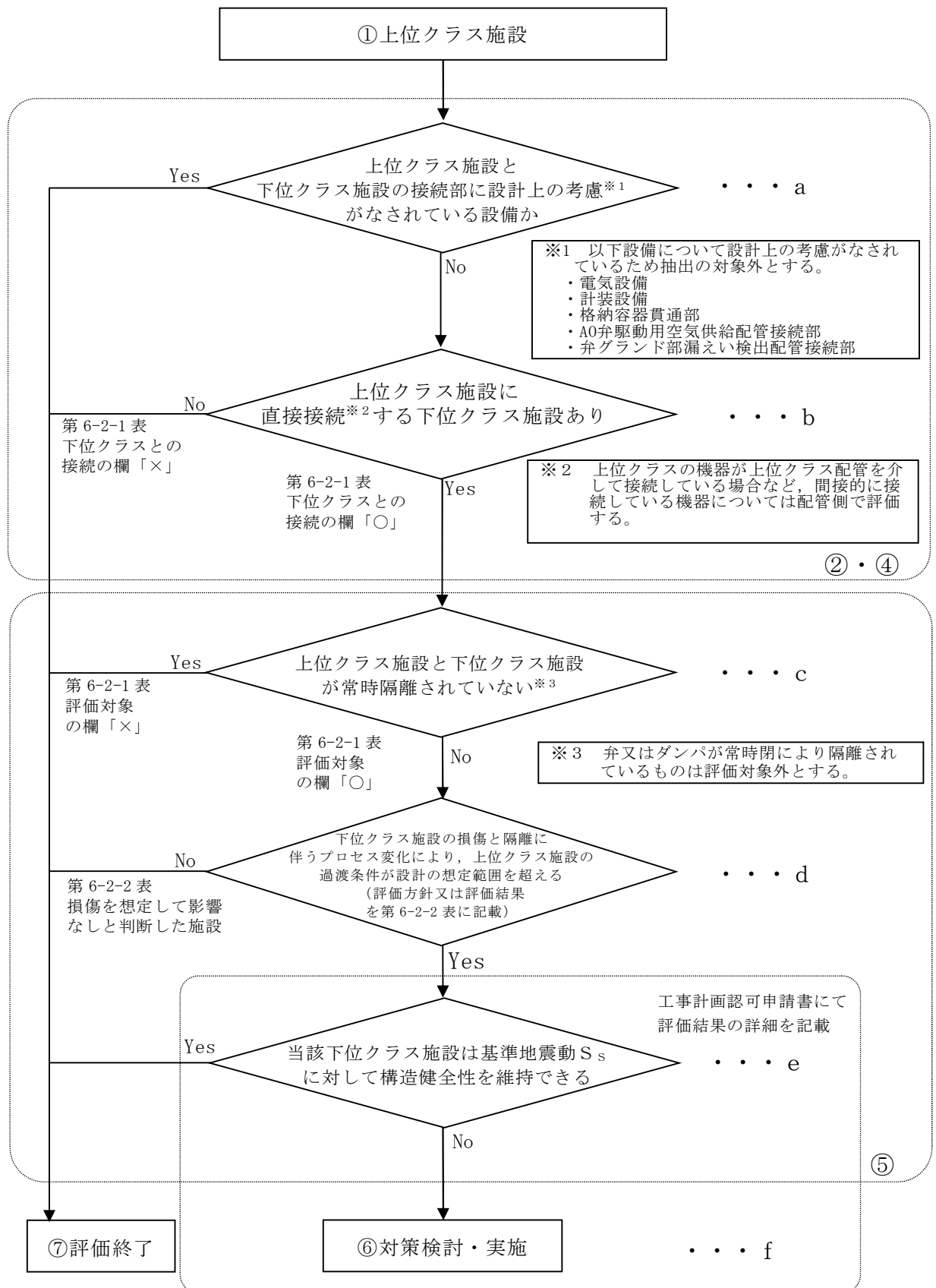
c. で抽出した下位クラス施設について、下位クラス施設が損傷した場合の系統隔離等に伴うプロセス変化により、上位クラス施設の過渡条件が設計の想定範囲内であることを確認する。ここで、下位クラス施設の損傷には破損と閉塞が考えられる。閉塞は配管等が相対変位による軸直交方向の大きな荷重を受けることによって折れ曲がり、流路を完全に遮断することで発生する。しかしながら、下位クラス施設が上位クラス施設と同一の間接支持構造物に支持されていれば、間接支持構造物の相対変位及び不等沈下による影響を受けないことから、閉塞はしないと考えられる。以上より、上位クラス施設と隔離されずに接続する下位クラス施設の支持状況を確認し、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。

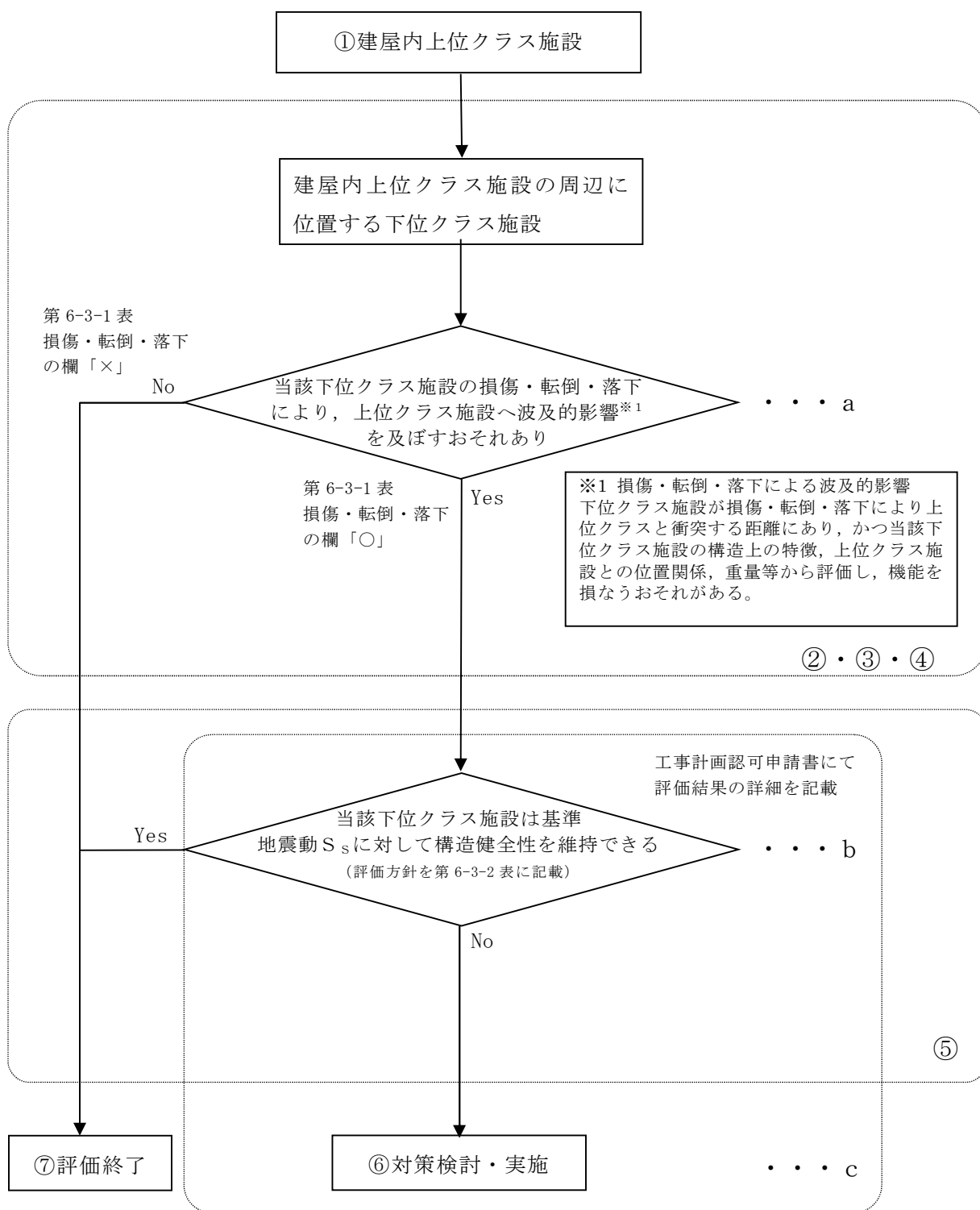
また，以上の確認ができなかった下位クラス施設について，構造上の特徴，上位クラス施設との位置関係，重量等を踏まえて，損傷，転倒及び落下等を想定した場合の上位クラス施設への影響を評価し，上位クラス施設の機能を損なうおそれがないことを確認する。

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。

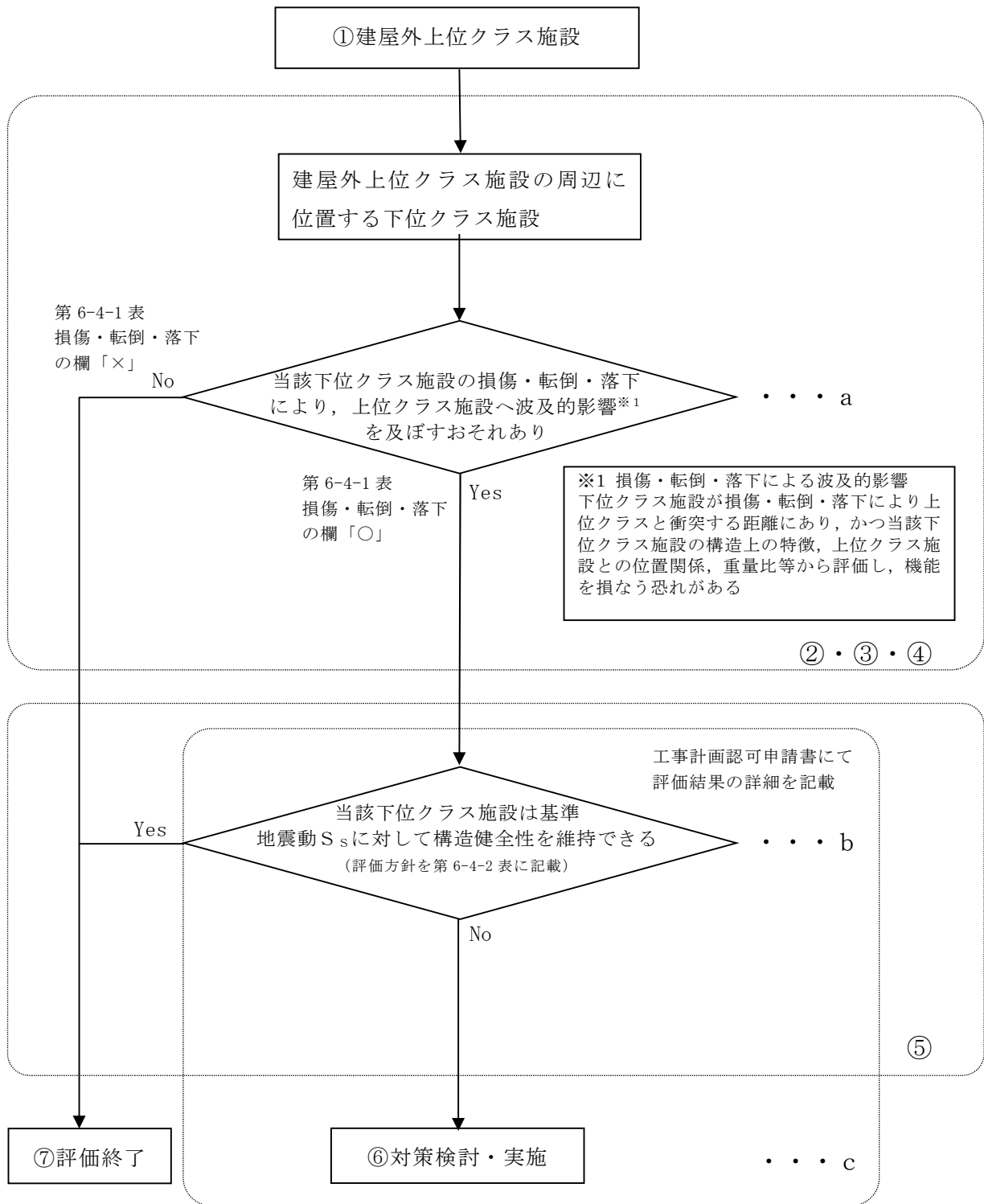
また，以上の確認ができなかった下位クラス施設について，構造上の特徴，上位クラス施設との位置関係，重量等を踏まえて，損傷，転倒及び落下等を想定した場合の上位クラス施設への影響を評価し，上位クラス施設の機能を損なうおそれがないことを確認する。

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。

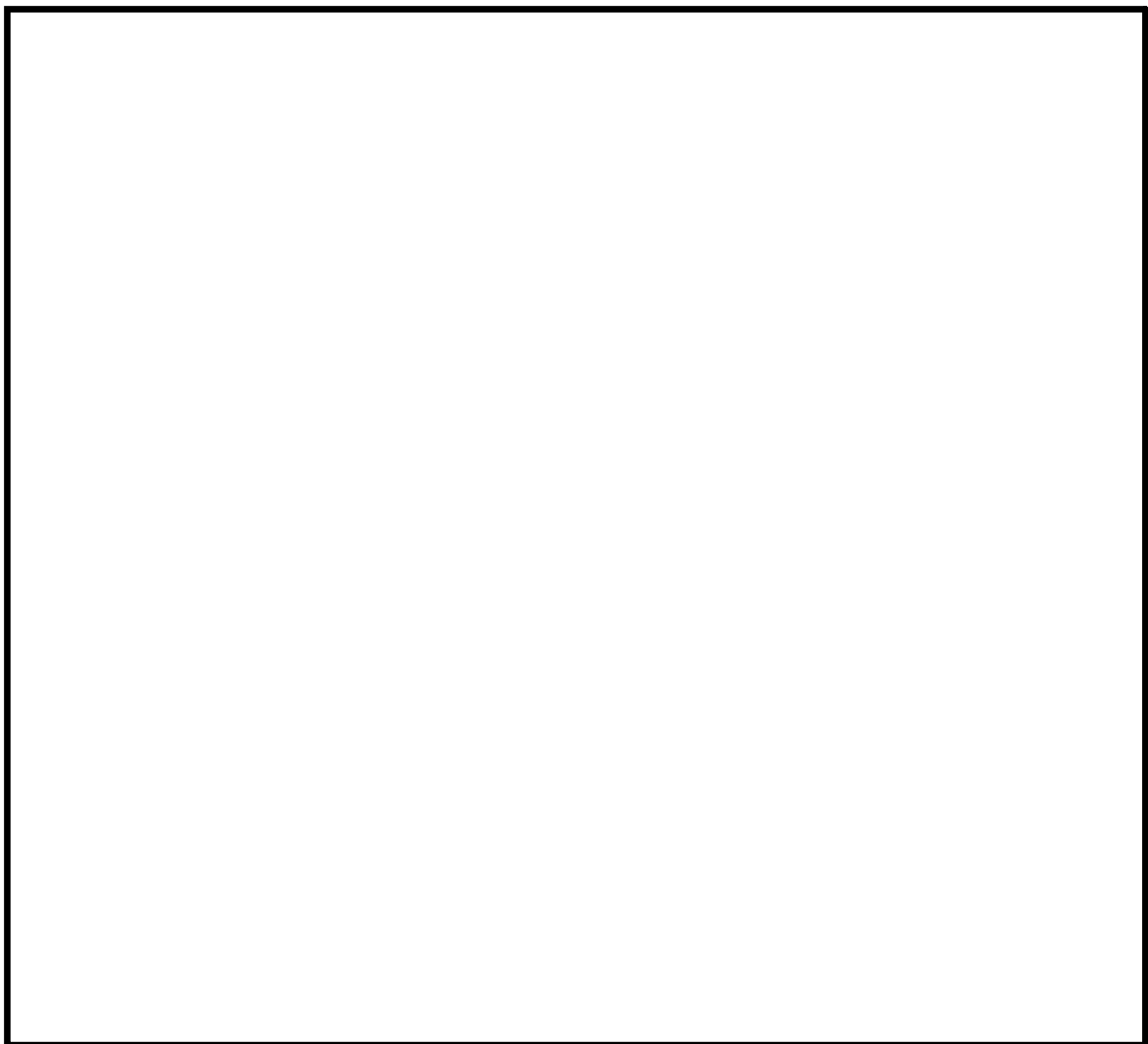
6.1.2 下位クラス施設の抽出結果



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

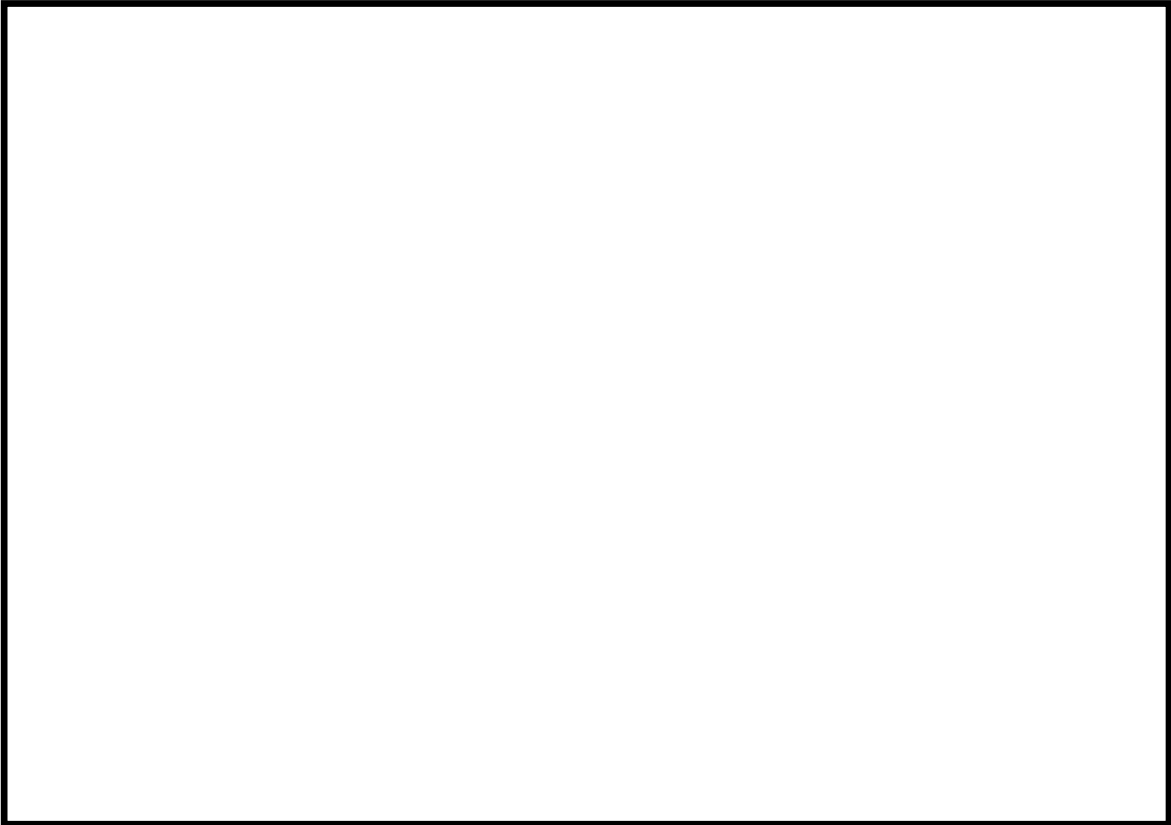
6.1.2で抽出した波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の評価方針又は評価結果を第6-1-2表及び第6-1-3表に示す。

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。

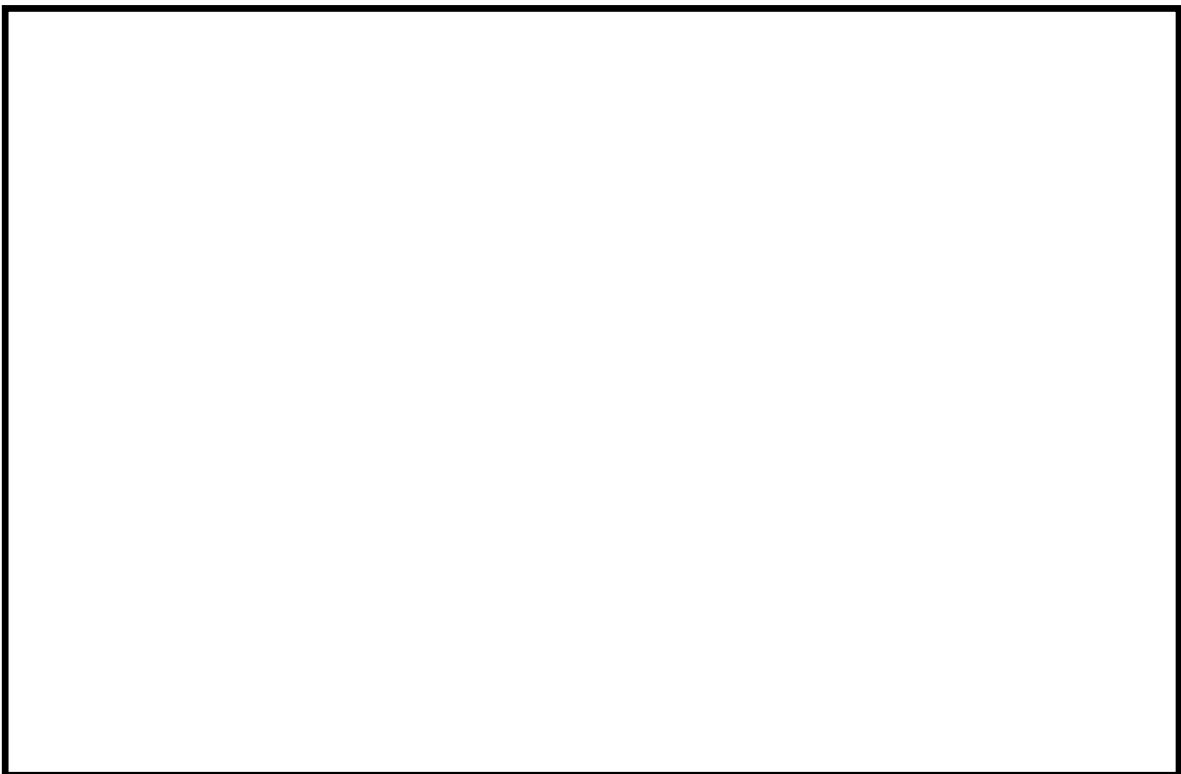


 : 上位クラス施設
 : 波及的影響を及ぼす可能性のある
下位クラス施設


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)

4条-別紙6-44

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	S7クラス SA施設	-	-	×	×	
A002	残留熱除去系海水系ストレーナ	屋外	S7クラス SA施設	-	-	×	×	
A003	残留熱除去系海水系配管	屋外	S7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	S7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	S7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	S7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	S7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	S7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	S7クラス SA施設	-	-	×	×	
A010	非常用ガス処理系配管	屋外	S7クラス SA施設	-	-	×	×	
A011	原子炉建屋	屋外	S7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 サンブルタンク室 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 サンブルタンク室 連絡通路 大物搬入口	○	○	
A012	使用済燃料乾式貯蔵建屋	屋外	S7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	S7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	S7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	S7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	S7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	S A用海水ピット	屋外	SA施設	-	-	-	-	設置予定施設 ^{※1}
A026	S A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	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}
A032	放水路ゲート	屋外	Sクラス	-	-	-	-	設置予定施設 ^{※1}
A033	構内排水路逆流防止設備	屋外	Sクラス	-	-	-	-	設置予定施設 ^{※1}
A034	貯留堰	屋外	Sクラス SA施設	-	-	-	-	設置予定施設 ^{※1}
A035	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}
A036	海水ポンプグラウンド dren 排水出口逆止弁	屋外	Sクラス	-	-	-	-	設置予定施設 ^{※1}
A037	取水ビット空気抜き配管逆止弁	屋外	Sクラス	-	-	-	-	設置予定施設 ^{※1}
A038	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}
A039	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}
A040	S A用海水ビット開口部浸水防止蓋	屋外	Sクラス	-	-	-	-	設置予定施設 ^{※1}
A041	緊急用海水ポンプビ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}
A042	緊急用海水ポンプグラウンド dren 排水出口逆止弁	屋外	Sクラス	-	-	-	-	設置予定施設 ^{※1}
A043	緊急用海水ポンプ室床 dren 排水出口逆止弁	屋外	Sクラス	-	-	-	-	設置予定施設 ^{※1}
A044	貫通部止水処置	屋外	Sクラス	-	-	-	-	設置予定施設 ^{※1}
A045	津波監視カメラ	屋外	Sクラス	-	-	-	-	設置予定施設 ^{※1}
A046	取水ビット水位計	屋外	Sクラス	-	-	-	-	設置予定施設 ^{※1}
A047	潮位計	屋外	Sクラス	-	-	-	-	設置予定施設 ^{※1}
A048	残留熱除去海水系ポンプD逆止弁	屋外	Sクラス	-	-	×	×	
A049	残留熱除去海水系ポンプB逆止弁	屋外	Sクラス	-	-	×	×	
A050	残留熱除去海水系ポンプA逆止弁	屋外	Sクラス	-	-	×	×	
A051	残留熱除去海水系ポンプC逆止弁	屋外	Sクラス	-	-	×	×	
A052	非常用ディーゼル発電機2 C海水ポンプ出口逆止弁	屋外	Sクラス	-	-	×	×	
A053	非常用ディーゼル発電機2 D海水ポンプ出口逆止弁	屋外	Sクラス	-	-	×	×	
A054	高圧炉心スプレィ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6-1-1-2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 サービスマン建屋 ベアラ建屋 サンプルームク室 ヘパフィルタールーム 大物搬入口 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

第6-1-3表 建屋外施設の評価結果（相対変位による影響）

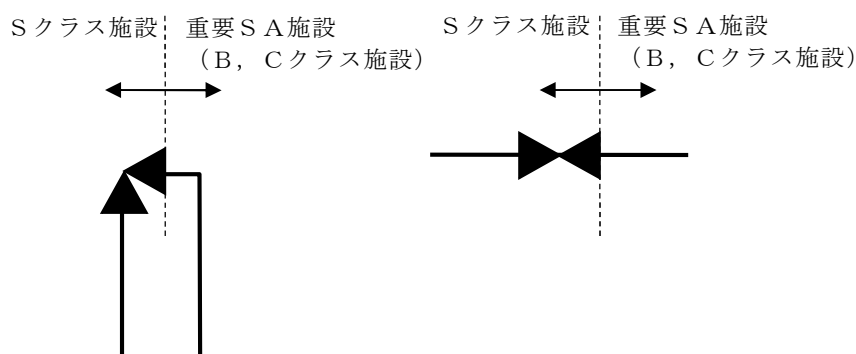
建屋外上位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	評価方針又は評価結果	備考
原子炉建屋	タービン建屋 サービシ建屋	原子炉建屋とサービシ建屋及びタービン建屋との最小となる離隔距離は約50mmと小さく、建屋間相対変位によって建屋同士が接触する可能性がある。このため、基準地震動 S_s に対する地震応答解析により、影響を確認する。	---
	ペーラ建屋 大物搬入口 連絡通路	原子炉建屋に対して各建屋の規模が小さく軽量であることから、建屋同士が接触したとしても影響は軽微であり建屋の耐震性を損なうことがないことを確認する。	---

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	残留熱除去系海水ポンプ	S775 SA施設	屋外	×	-		
A002	残留熱除去系海水ストレーナ	S775 SA施設	屋外	×	-		
A003	残留熱除去系海水配管	S775 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
					×	RHR S 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	S775 SA施設	屋外	×	-		
A005	非常用ディーゼル発電機海水ストレーナ	S775 SA施設	屋外	×	-		
A006	非常用ディーゼル発電機海水配管	S775 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
					×	DG S 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	高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機用海水ポンプ	S775 SA施設	屋外	×	-		
A008	高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機海水ストレーナ	S775 SA施設	屋外	×	-		
A009	高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機用海水配管	S775 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
					×	DG S 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	S775 SA施設	屋外	×	-		
B001	原子炉圧力容器	S775 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	S775 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	S775 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	S775 SA施設	R/B	×	-		
B009	給水系配管	S775 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	S775	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	低圧マニュアルド (主蒸気隔離弁漏えい抑制系)	S775	R/B	×	-		
B012	ブロウ (主蒸気隔離弁漏えい抑制系)	S775	R/B	×	-		
B013	再循環系配管	S775 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	再循環ポンプ	S775 SA施設	R/B	○	○	シールリークドレンライン	
					×	シールバージライン	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	S775 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	S775 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
					○	ウォータレグシールライン	
B016	残留熱除去系熱交換器	S775 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	S775 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	残留熱除去海水系配管	S775 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	S775 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
B020	原子炉隔離時冷却系ポンプ	S775 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
					×	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
B021	高圧炉心スプレイス配管	S775 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
B022	高圧炉心スプレイスポンプ	S775 SA施設	R/B	○	○	RHRドレンフラッシングライン	
					×	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
					×	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	低圧炉心スプレイス配管	S775 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	低圧炉心スプレィ系ポンプ	S775 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	S775 SA施設	R/B	○	×	スクラム排水ライン	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
					×	冷却水入ロライン	通常閉の弁を介して接続 されているため評価対象 外
					×	駆動水入ロライン	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	S775 SA施設	R/B	×	—		
B029	ほう酸水注入系配管	S775 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	S775 SA施設	R/B	×	—		
B031	ほう酸水貯蔵タンク	S775 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	S775	R/B	×	—		
B033	使用済燃料プール	S775 SA施設	R/B	×	—		
B034	使用済燃料乾式貯蔵容器	S775	D/C	×	—		
B035	原子炉建屋換気系放射線モニタ	S775	R/B	×	—		
B036	原子炉建屋排気筒モニタ	S775	R/B	×	—		
B037	中央制御室換気系送風機	S775 SA施設	R/B	×	—		
B038	中央制御室換気系排風機	S775 SA施設	R/B	×	—		
B039	中央制御室換気系フィルターユニット	S775 SA施設	R/B	×	—		
B040	中央制御室換気系 制御室内ダクト	S775 SA施設	R/B	×	—		
B041	非常用ガス処理系/再循環系配管	S775 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	S775 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ートレイン	S775 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	S775 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ートレイン	S775 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)	S775	R/B	○	○	原子炉建屋給排気ダクト	
B047	ダクト (DG換気系)	S775	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)	S775 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	S775 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	S775 SA施設	R/B	×	-		
B051	HPCSポンプ室空調ユニット	S775	R/B	×	-		
B052	LPCSポンプ室空調ユニット	S775	R/B	×	-		
B053	RCICポンプ室空調ユニット	S775	R/B	×	-		
B054	RHRポンプ室空調ユニット	S775	R/B	×	-		
B055	非常用DG室排気ファン	S775	R/B	×	-		
B056	HPCS用DG室排気ファン	S775	R/B	×	-		
B057	バッテリー室給排気ファン	S775	R/B	×	-		
B058	中央制御室空調用冷水ポンプ	S775	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	S775	R/B	○	×	ドレン/ペントライン	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)	S775 SA施設	R/B	×	-		
B061	格納容器 (サブプレッションチェンバ部)	S775 SA施設	R/B	×	-		
B062	ベダスタル (原子炉本体の基礎)	S775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	S775 SA施設	R/B	×	-		
B066	可燃性ガス濃度制御系配管	S775 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	S775 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)	S775 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					
B069	発電機 (非常用ディーゼル発電装置用)	S775 SA施設	R/B	×	-		
B070	関連配管 (非常用ディーゼル発電装置用)	S775 SA施設	R/B	○	×	ドレン/ペントライン	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)	S775 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)	S775 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)	S775 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)	S775 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)	S775 SA施設	R/B	○	×	ドレン/ペントライン	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)	S775 SA施設	R/B	○	×	ドレン/ペントライン	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)	S775 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)	S775 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)	S775 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)	S775 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)	S775 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)	S775 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)	S775 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	潤滑油サブタンク (非常用ディーゼル発電装置用)	S775 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	燃料油デイトンク (非常用ディーゼル発電装置用)	S775 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 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	S775 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
B087	発電機 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	S775 SA施設	R/B	×	-		
B088	関連配管 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	S775 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 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	S775 SA施設	R/B	×	-		
B090	始動空気だめ (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	S775 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	潤滑油フライングポンプ (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	S775 SA施設	R/B	×	-		
B092	温水循環ポンプ (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	S775 SA施設	R/B	×	-		
B093	潤滑油冷却器 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	S775 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 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	S775 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 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	S775 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 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	S775 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 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	S775 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 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	S775 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 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	S775 SA施設	R/B	×	-		
B100	清水膨張タンク (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	S775 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 (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	S775 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	潤滑油サブタンク (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	S775 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	燃料油デイトンク (高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電装置用)	S775 SA施設	R/B	○	○	ミスト排出ライン	通常閉の弁を介して接続されているため評価対象外
					○	オーバーフロー配管	
					×	ドレンライン	
D119	格納容器内水素濃度	S775 SA施設	R/B	×	—		
D120	格納容器内酸素濃度	S775 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。	
高圧炉心スプレイスディー 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パ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ド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。	
高圧炉心スプレイス配管	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、高圧炉心スプレイス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	ウォーターゲジールライン【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。	
燃料油ダイタンク (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。	
内燃機関 (高圧炉心スプレイスディーゼル発電装置用)	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、燃料油ダイタンクから内部油が流出することは無い。	
	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 (高圧炉心スプレイスライ 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 (高圧炉心スプレイスライ 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 (高圧炉心スプレイスライ 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。	
燃料油デイトタンク (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、燃料油デイトタンクから内部油 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。

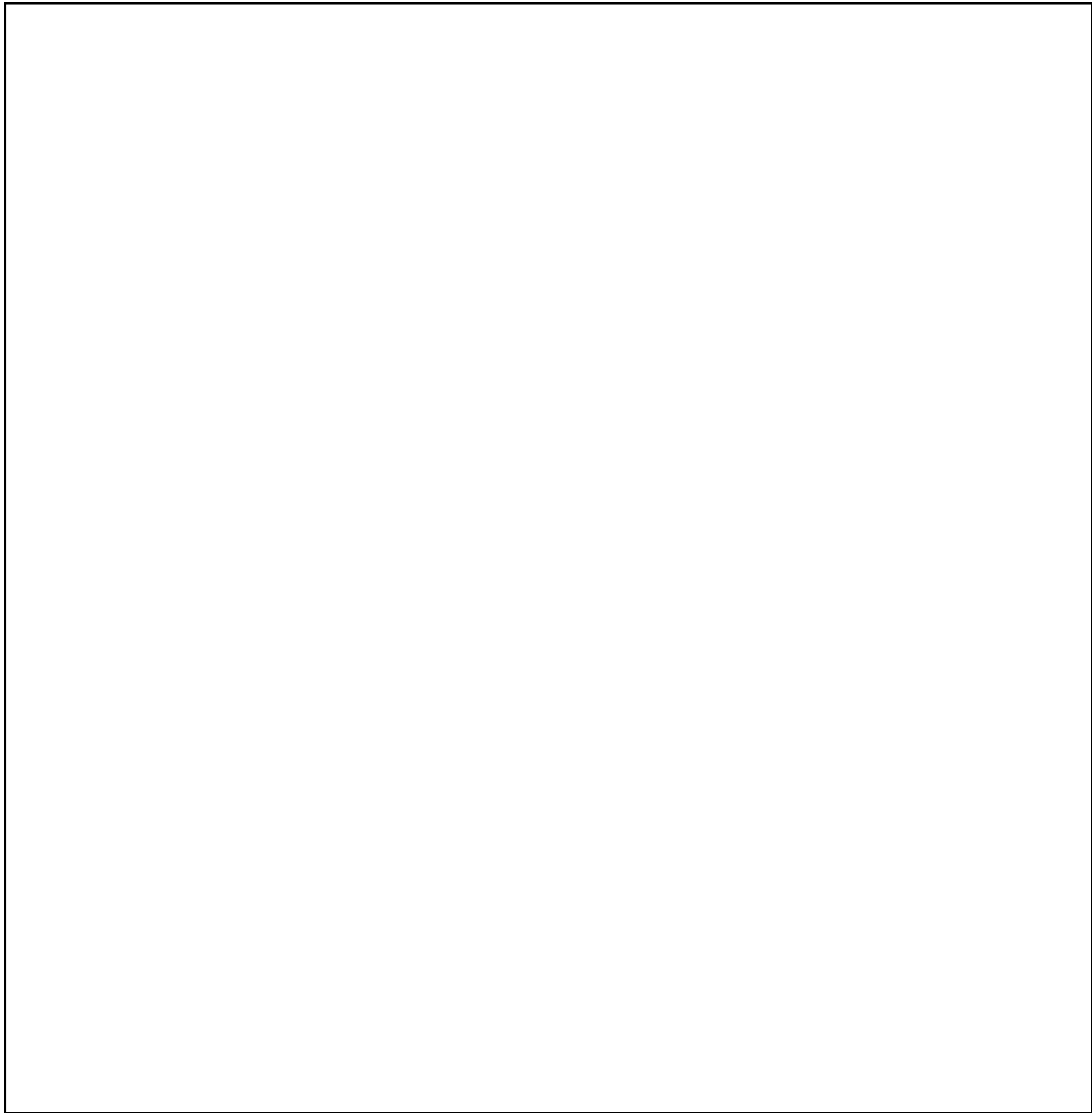


[凡例]

■	番号B*** (機器配管)
■	番号C*** (弁)
■	番号D*** (電気制御)

原子炉建屋地下2階

第6-3-1図 建屋内上位クラス施設配置図 (No.1)



[凡例]

- . . . 番号B*** (機器配管)
- . . . 番号C*** (弁)
- . . . 番号D*** (電気制御品)

原子炉建屋地下1階

第6-3-1図 建屋内上位クラス施設配置図 (No. 2)