

東海第二発電所 審査資料	
資料番号	PD-1-14 改1
提出年月日	平成29年5月23日

東海第二発電所

地震による損傷の防止

平成29年5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

下線部：今回提出範囲

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及び解析モデルについて

(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 応力解析における弾塑性解析の適用
- 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杭の健全性について

< 概 要 >

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

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

第 1 部

1. 基本方針

1.1 要求事項の整理

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

表 1 設置許可基準規則第 4 条及び技術基準規則第 5 条 要求事項

設置許可基準規則 第 4 条（地震による損傷の防止）	技術基準規則 第 5 条（地震による損傷の防止）	備 考
<p><u>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。</u></p> <p><u>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。</u></p> <p><u>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。</u></p> <p><u>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。</u></p>	<p><u>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。</u></p> <p><u>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。</u></p> <p><u>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。</u></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

□ 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。

() 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 - 74)】

- 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、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（昭和 56 年 7 月 20 日原子力安全委員会決定、平成 13 年 3 月 29 日一部改訂）」における基準地震動 S_1 を踏まえ、工学的判断から基準地震動 S_s に係数 0.5 を乗じて設定する。

【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。

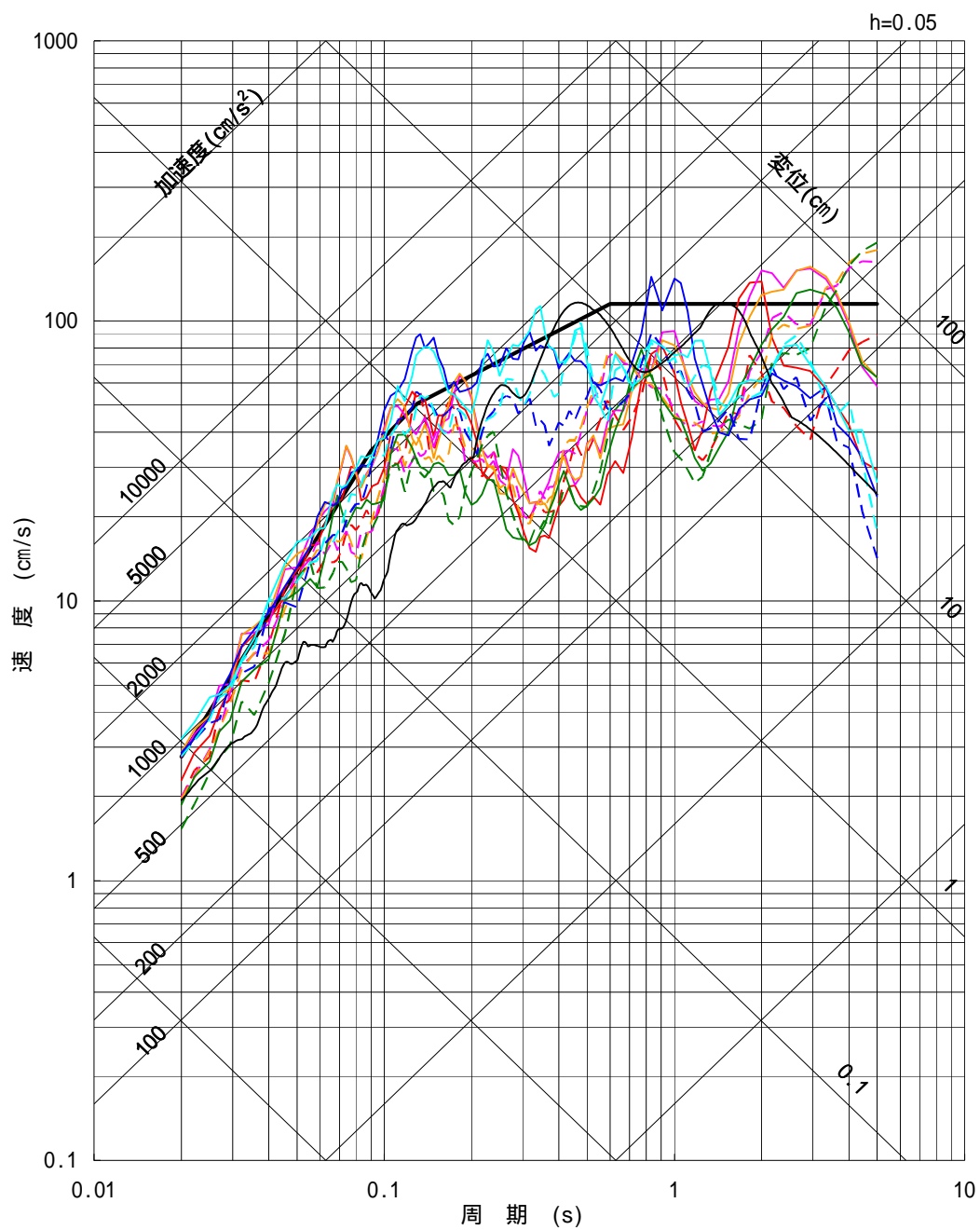
【説明資料（3.1(2)：P4 条 - 77）】

- 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) : P 4 条 - 71)(4.1(3) : P 4 条 - 81)
(4.1(4) : P 4 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。

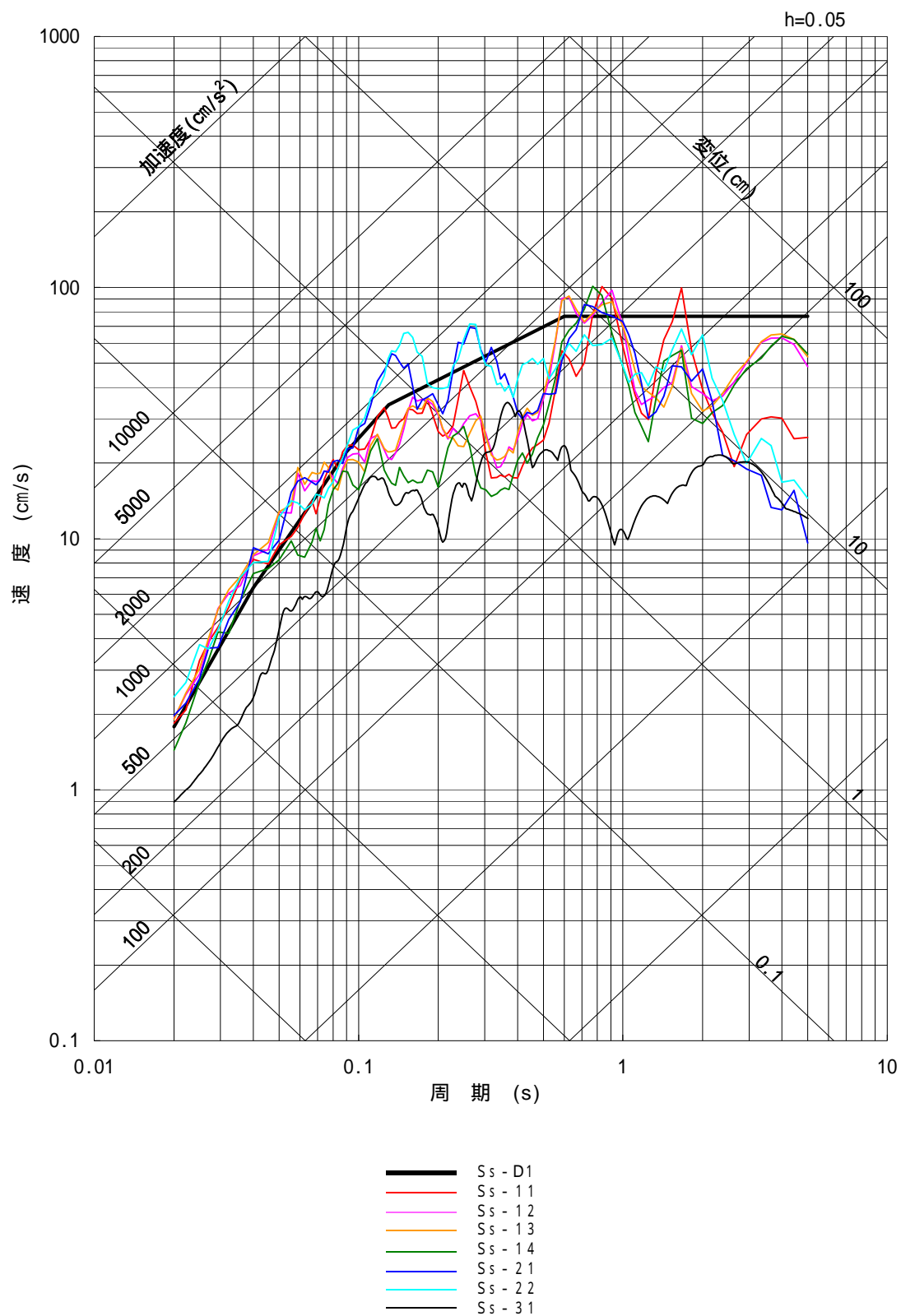
【説明資料 (1.1(9) : P 4 条 - 72)(7 : P 4 条 - 93)】



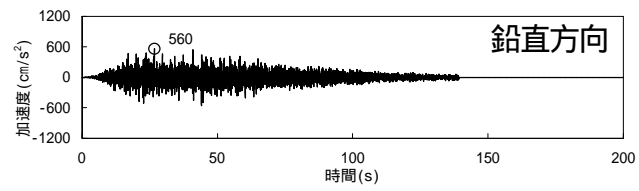
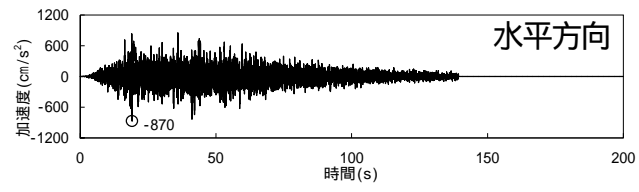
実線は NS 成分，破線は EW 成分を示す。

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

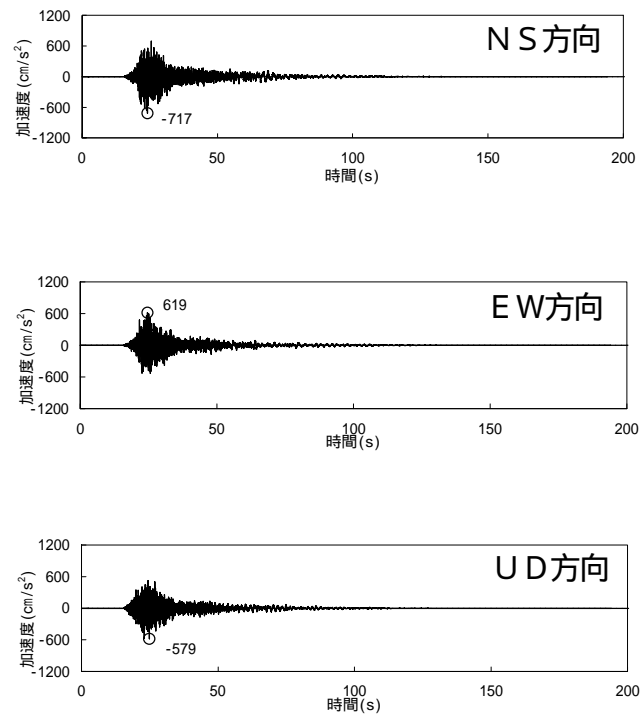
第 1 図 基準地震動 S_s の応答スペクトル (水平方向)



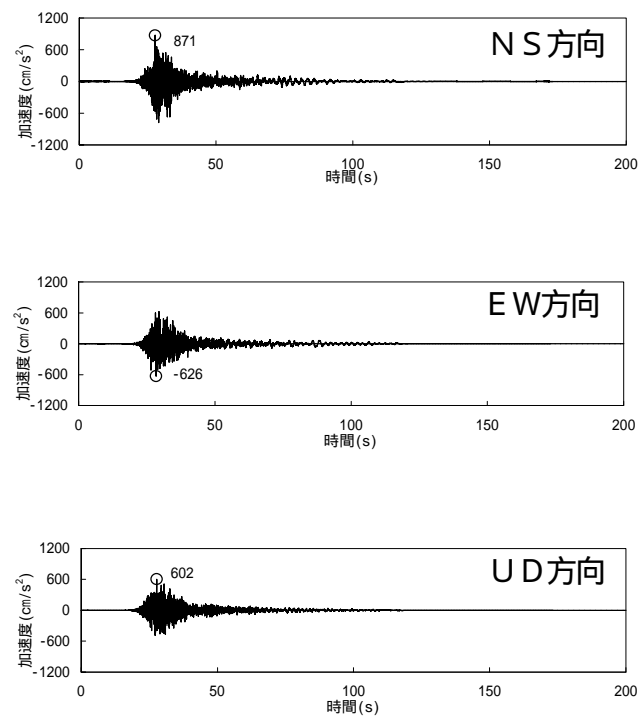
第 2 図 基準地震動 S_s の応答スペクトル (鉛直方向)



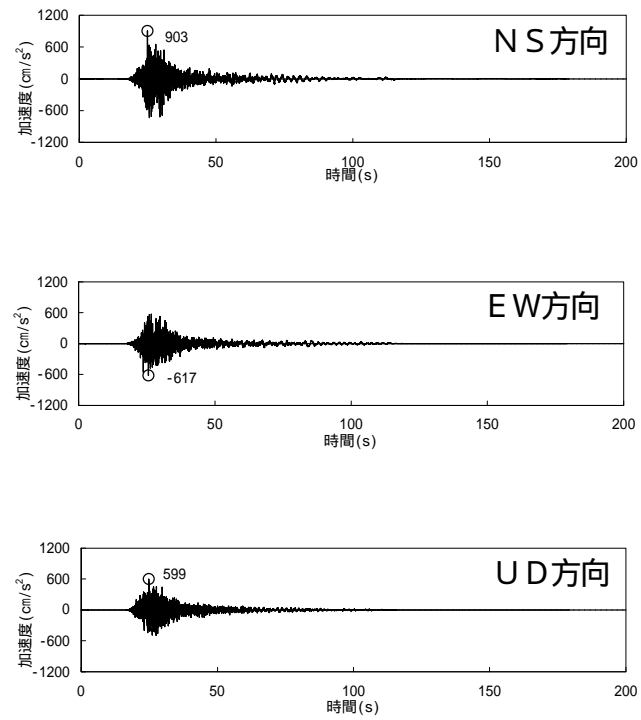
第3図 基準地震動 S_s の時刻歴波形 ($S_s - D1$)



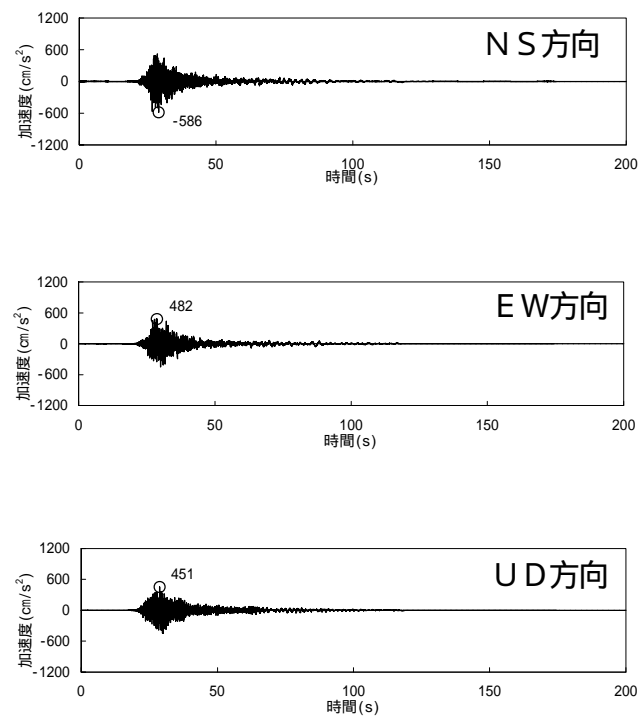
第4図 基準地震動 S_s の時刻歴波形 ($S_s - 11$)



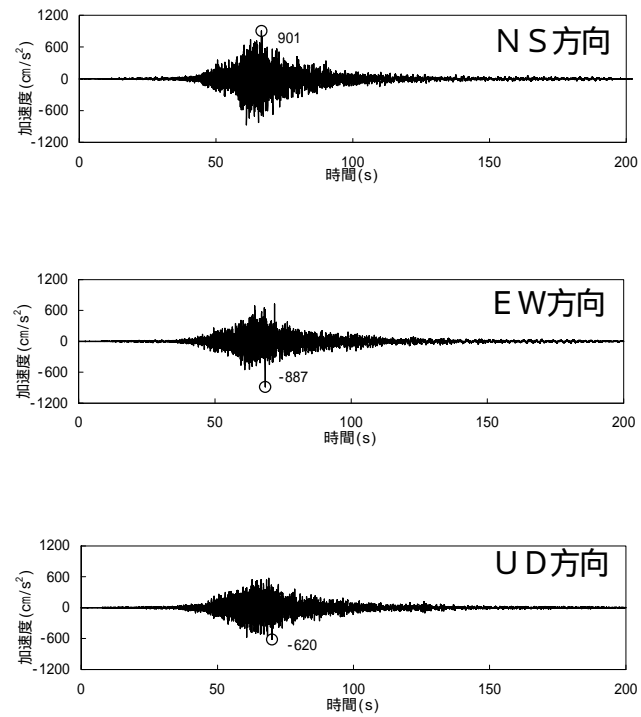
第5図 基準地震動 S_s の時刻歴波形 ($S_s - 12$)



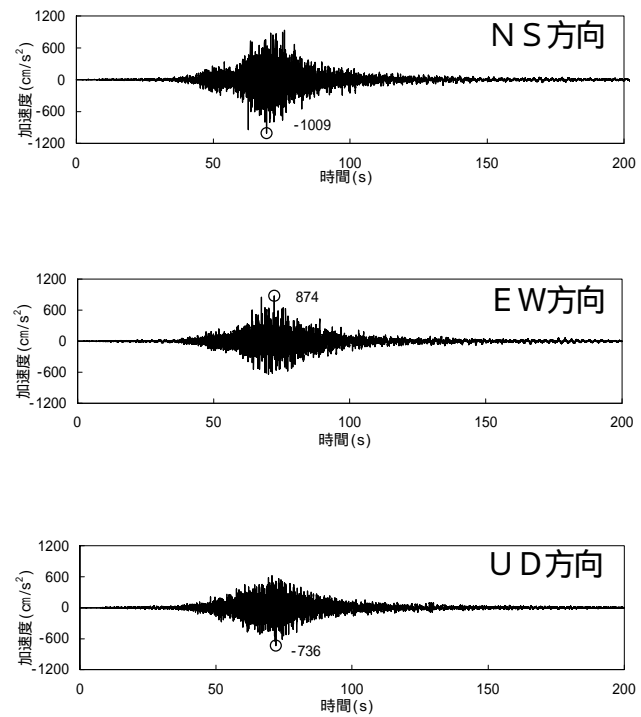
第 6 図 基準地震動 S_s の時刻歴波形 ($S_s - 13$)



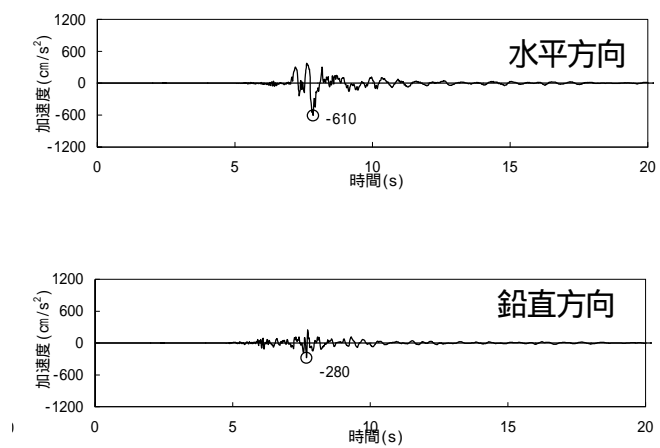
第 7 図 基準地震動 S_s の時刻歴波形 ($S_s - 14$)



第 8 図 基準地震動 S_s の時刻歴波形 (S_s - 2 1)



第 9 図 基準地震動 S_s の時刻歴波形 (S_s - 2 2)



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 - 74)】

(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設備に適用する地震

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

b．機器・配管系

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

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

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

【説明資料 (3.1(1) : P4 条 - 76)】

(2) 動的地震力

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

を確認する。

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

屋外重要土木構造物、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・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「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針(昭和56年7月20日原子力安全委員会決定、平成13年3月29日一部改訂)」における基準地震動 S_1 の応答スペクトルをおおむね下回らないよう配慮した値とする。また、建物・構築物及び機器・配管系ともに0.5を採用することで、弾性設計用地震動 S_d に対する設計に一貫性をとる。なお、弾性設計用地震動 S_d の年超過確率は、 10^{-3} 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) : P 4 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 F E M 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

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。

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。液状化の可能性を検討する場合には、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保守性を考慮して設定する。

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-91)】

機器・配管系

動的解析による地震力の算定にあたっては、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。

機器の解析にあたっては、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等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あたっては、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等の不確かさへの配慮をしつつ時刻歴応答解析法を用いる等、解析対象とする現象、対象設備の振動特性・構造特性等を考慮し適切に選定する。

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

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

【説明資料（5.2：P 4 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：P 4 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 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（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ダリの著しい損傷が生じるおそれがあるものとして安全設計上想定すべき事象が発生した状態。

(c) 設計基準事故時の状態

発生頻度が運転時の異常な過渡変化より低い異常な状態であって，当該状態が発生した場合には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 - 78）】

(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。）
 - (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。

【説明資料(4.1(3):P4条-81)】

(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。)

(a) Sクラスの建物・構築物

) 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) に示す許容限界を適用する。

) 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))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))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

）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。

）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，曲げ耐力，限界層間変形角，圧

縮縁コンクリート限界ひずみ又は終局曲率に対して妥当な安全余裕を持たせることとし、構造部材のせん断についてはせん断耐力又は終局せん断強度に対して妥当な安全余裕をもたせることを基本とする。ただし、構造部材の曲げ、せん断に対する上記の許容限界に代わり、許容応力度を適用することで、安全余裕を考慮する場合もある。

なお、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

) 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（格納容器、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)) に示す許容限界を適用する。

) 基準地震動 S_s による地震力との組合せに対する許容限界

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

また、地震時又は地震後に動的機能が要求される機器等につい

ては，基準地震動 S_s による応答に対して，実証試験等により確認されている機能確認済加速度等を許容限界とする。

(b) Bクラス及びCクラスの機器・配管系

応答が全体的におおむね弾性状態に留まることとする。

(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（(b)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。）の基礎地盤

) 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

よる地盤の短期許容支持力度を許容限界とする。

-) 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，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・構築物の基礎地盤

-) 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)) 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耐震重要施設に対して，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：P4条 - 93）】

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 - 97）】

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。

建物中央部には原子炉圧力容器および原子炉格納容器を囲むコンクリート生体遮蔽壁があり、その外側に外壁である原子炉建屋側壁がある。

これらは、原子炉建屋の主要な耐震壁を構成している。

これらの生体遮蔽壁と外壁の間を地下2階から地上6階までの床が一体に連絡し、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階建てで平面が約105m（南北方向）×約70m（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105m（南北方向）×約70m（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階建てで平面は、約41m（東西方向）×約69m（南北方向）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。

1.10.4.3.4 使用済燃料乾式貯蔵建屋

使用済燃料乾式建屋は、地上1階建てで平面が約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。スタビライザはブ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ブ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張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ブルは、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、リジットハンガ、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	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注6)	適用範囲	検討用 地震動 (注6)
Sクラス	() 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系	・原子炉圧力容器 ・原子炉冷却材圧力バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁	S S	・隔離弁を閉じるとともに必要な電気計装設備	S	・原子炉圧力容器スカーフト ・機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	S S	・原子炉本体の基礎 ・原子炉建屋	S _s S _s	・原子炉遮蔽壁 ・その他	S _s S _s
	() 使用済燃料を貯蔵するための施設	・使用済燃料プール ・使用済燃料貯蔵タンク ・使用済燃料乾式貯蔵容器	S S S	・使用済燃料プール水補給設備(残留熱除去系) ・非常用電源及び計装設備(非常用ディーゼル発電機及びその冷却系・補助施設を含む)	S S	・機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	S	・原子炉建屋 ・使用済燃料乾式貯蔵建屋 ・軽油貯蔵タンクの基礎	S _s S _s S _s	・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 ・その他	S _s S _s S _s S _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)	・制御棒、制御棒駆動機構及び制御棒駆動水圧系(スクラム機能に関する部分)	S	・炉心支持構造物 ・電気計装設備 ・チャネル・ボックス	S S S	・機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	S	・原子炉建屋	S _s	・その他	S _s
	() 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設	・原子炉隔離時冷却系 ・高圧炉心スプレイ系 ・残留熱除去系(原子炉停止時冷却モード運転に必要な設備) ・冷却水源としてのサプレッション・プール	S S S S	・残留熱除去系海水系 ・炉心支持構造物 ・高圧炉心スプレイ系 ・ディーゼル発電機及びその冷却系・補助施設 ・非常用電源及び計装設備(非常用ディーゼル発電機及びその冷却系・補助施設を含む)	S S S S	・機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	S	・原子炉建屋 ・海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物 ・軽油貯蔵タンクの基礎	S _s S _s S _s	・その他	S _s
	() 原子炉冷却材圧力バウンダリ破壊事故後、炉心から崩壊熱を除去するための施設	・非常用炉心冷却系 1) 高圧炉心スプレイ系 2) 低圧炉心スプレイ系 3) 残留熱除去系(低圧注入モード運転に必要な設備) 4) 自動減圧系 ・冷却水源としてのサプレッション・プール	S S	・残留熱除去系海水系 ・高圧炉心スプレイ系 ・ディーゼル発電機及びその冷却系・補助施設 ・中央制御室の遮蔽と空調設備 ・非常用電源及び計装設備(非常用ディーゼル発電機及びその冷却系・補助施設を含む)	S S S S	・機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	S	・原子炉建屋 ・海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物 ・軽油貯蔵タンクの基礎	S _s S _s S _s	・その他	S _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	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注6)	適用範囲	検討用 地震動 (注6)
Sクラス	() 原子炉冷却材圧力バウナ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ナダリに属する配管・弁	S S	-	-	・機器・配管等の支持構造物	S	・原子炉建屋	S _s	・原子炉ウエル用遮蔽ブロック ・その他	S _s S _s
	() 放射性物質の放出を伴うような事故の際に、その外部放散を抑制するための設備であり、()以外の施設	・残留熱除去系(格納容器スプレッド冷却モード運転に必要な設備) ・可燃性ガス濃度制御系 ・原子炉建屋 ・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・ブール	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	S	・原子炉建屋 ・海水ポンプ基礎等の構造物 ・排気筒 ・軽油貯蔵タンクの基礎	S _s S _s S _s S _s	・その他	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	・防潮堤 ・防潮扉 ・放水路ゲート ・構内排水路逆流防止設備 ・貯留堰 ・浸水防止蓋 ・貫通部止水処置	S S S S S S S	-	-	・機器等の支持構造物	S	・原子炉建屋 ・当該の屋外設備を支持する構造物	S _s S _s	・その他	S _s
	() 敷地における津波監視機能を有する施設	・取水ピット水位計 ・潮位計 ・津波監視カメラ	S S S	・非常用電源及び計装設備(非常用ディーゼル発電機及びその冷却系・補助施設を含む)	S	・機器・配管・電気計装設備等の支持構造物	S	・原子炉建屋 ・当該の屋外設備を支持する構造物	S _s S _s	・その他	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)		波及的影響を 考慮すべき施設(注5)	
		適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注6)	適用範囲	検討用 地震動 (注6)
Bクラス	() 原子炉冷却材圧 カバウンタリに直 接接続されている て、一次冷却材を 内蔵しているか又 は内蔵し得る施設	・主蒸気系(外側主 蒸気隔離弁より主塞 止弁まで) ・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)	-	-	・機器・配管等の支持 構造物	B	・原子炉建屋 ・タービン建屋(外側 主蒸気隔離弁より主 塞止弁までの配管・ 弁を支持する部分)	S_d S_d	-	-
	() 放射性廃棄物を 内蔵している施設 (ただし、内蔵量が 少ない又は貯蔵方式 により、その破損に よる公衆に与える放 射線の影響が周辺監 視区域外における年 間の線量限度に比べ 十分小さいものは除 く。)	・放射性廃棄物処理 施設(Cクラスに属 するものは除く)	B	-	-	・機器・配管等の支持 構造物	B	・原子炉建屋 ・廃棄物処理建屋	S_B S_B	-	-
	() 放射性廃棄物以 外の放射性物質に 関連した施設で、 その破損により、 公衆及び従事者に 過大な放射線被ば くを与える可能性 のある施設	・タービン、復水 器、給水加熱器及 びその主要配管 ・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 (放射生流体を内 蔵する部分) ・原子炉建屋クレーン ・燃料取替機 ・使用済燃料乾式貯 蔵建屋天井クレー ン ・制御棒貯蔵ラック ・燃料プール冷却浄 化系	B B B B B B B B B	-	-	・機器・配管等の支持 構造物	B	・原子炉建屋 ・タービン建屋 ・廃棄物処理建屋	S_B S_B S_B	-	-
	() 使用済燃料を冷 却するための施設		B	・原子炉補機冷却系 ・補機冷却海水系 ・電気計装設備	B B B	・機器・配管、電気計 装設備等の支持構造 物	B	・原子炉建屋 ・海水ポンプ基礎等の 海水系を支持する構 造物	S_B S_B	-	-

(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	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	耐震 クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注6)	適用範囲	検討用 地震動 (注6)
Bクラス	() 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	() 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	-	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋 	S _C	-	-
	() 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) 雑固体減溶処理設備 放射性廃棄物処理施設のうち濃縮装置の凝縮水側 新燃料貯蔵庫 その他 	C C C C C C C	-	-	<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 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)		波及的影響を 考慮すべき施設 (注5)	
		適 用 範 囲	耐 震 クラス	適 用 範 囲	耐 震 クラス	適 用 範 囲	耐 震 クラス	適 用 範 囲	検討用 地震動 (注6)	適 用 範 囲	検討用 地震動 (注6)
Cクラス	() 原子炉施設ではあるが、放射線安全に関係しない施設	・循環水系 ・タービン補機冷却系 ・所内ボイラ及び所内蒸気系 ・消火系 ・主発電機・変圧器 ・空調設備 ・タービン建屋クレーン ・所内用空気系及び計器用空気系 ・その他	C C C C C C C C C C	-	-	・機器・配管・電気計装設備等の支持構造物	C	・原子炉建屋 ・タービン建屋 ・廃棄物処理建屋	S _C S _C S _C	-	-

(注1) 主要設備とは、当該機能に直接的に関連する設備をいう。

(注2) 補助設備とは、当該機能に間接的に関連し、主要設備の補助的役割を持つ設備をいう。

(注3) 直接支持構造物とは、主要設備、補助設備に直接取り付けられる支持構造物，若しくはこれらの設備の荷重を直接的に受ける支持構造物をいう。

(注4) 間接支持構造物とは、直接支持構造物から伝達される荷重を受ける構造物（建物・構築物）をいう。

(注5) 波及的影響を考慮すべき施設とは、下位の耐震クラスに属する施設の破損によって上位クラスに属する施設に波及的影響を及ぼすおそれのある施設をいう。

(注6) S_S : 基準地震動 S_Sにより定まる地震力

S_d : 弾性設計用地震動 S_dにより定まる地震力

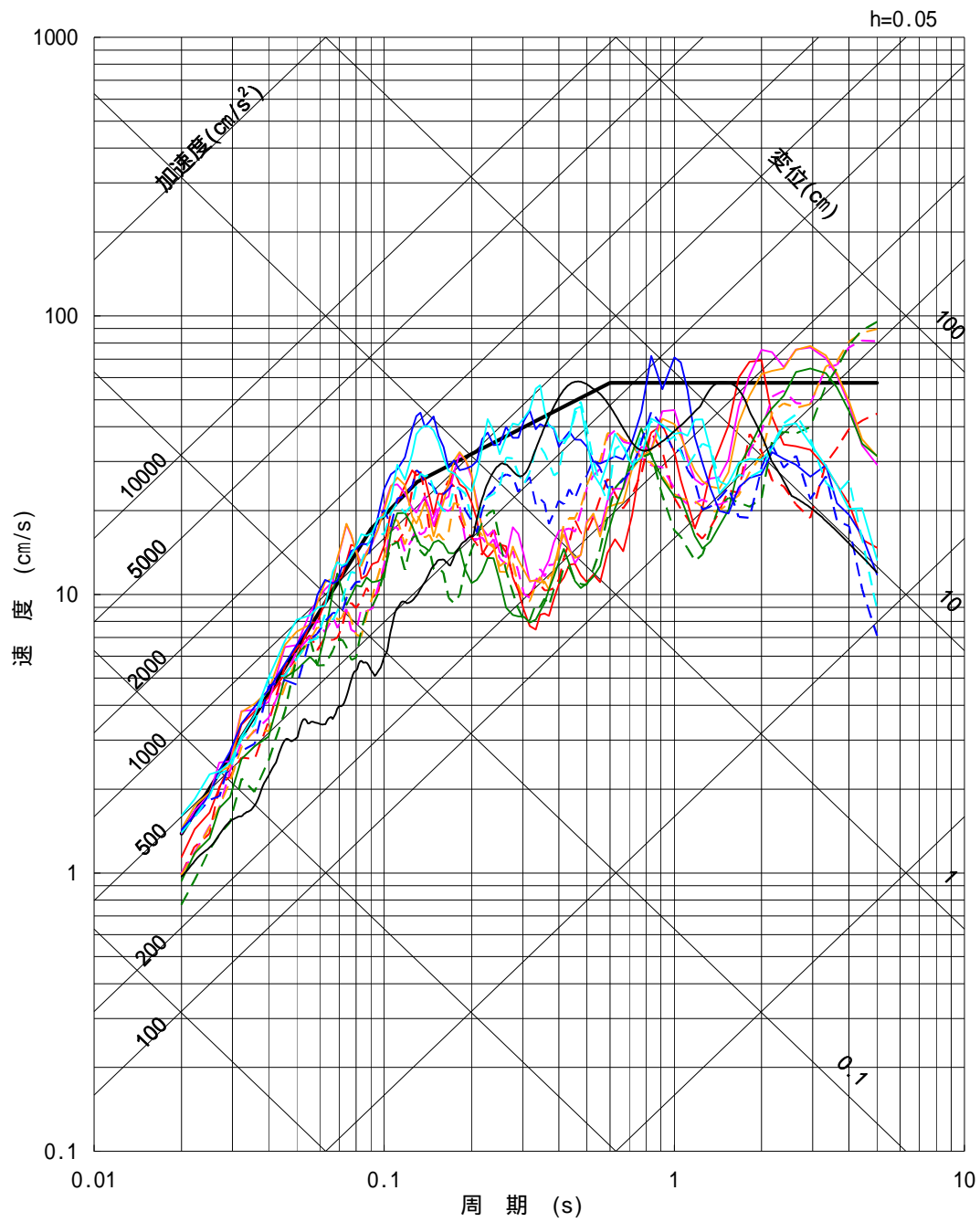
S_B : 耐震Bクラス施設に適用される地震力

S_C : 耐震Cクラス施設に適用される静的地震力

(注7) 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_dに対して破損しないことの検討を行うものとする。

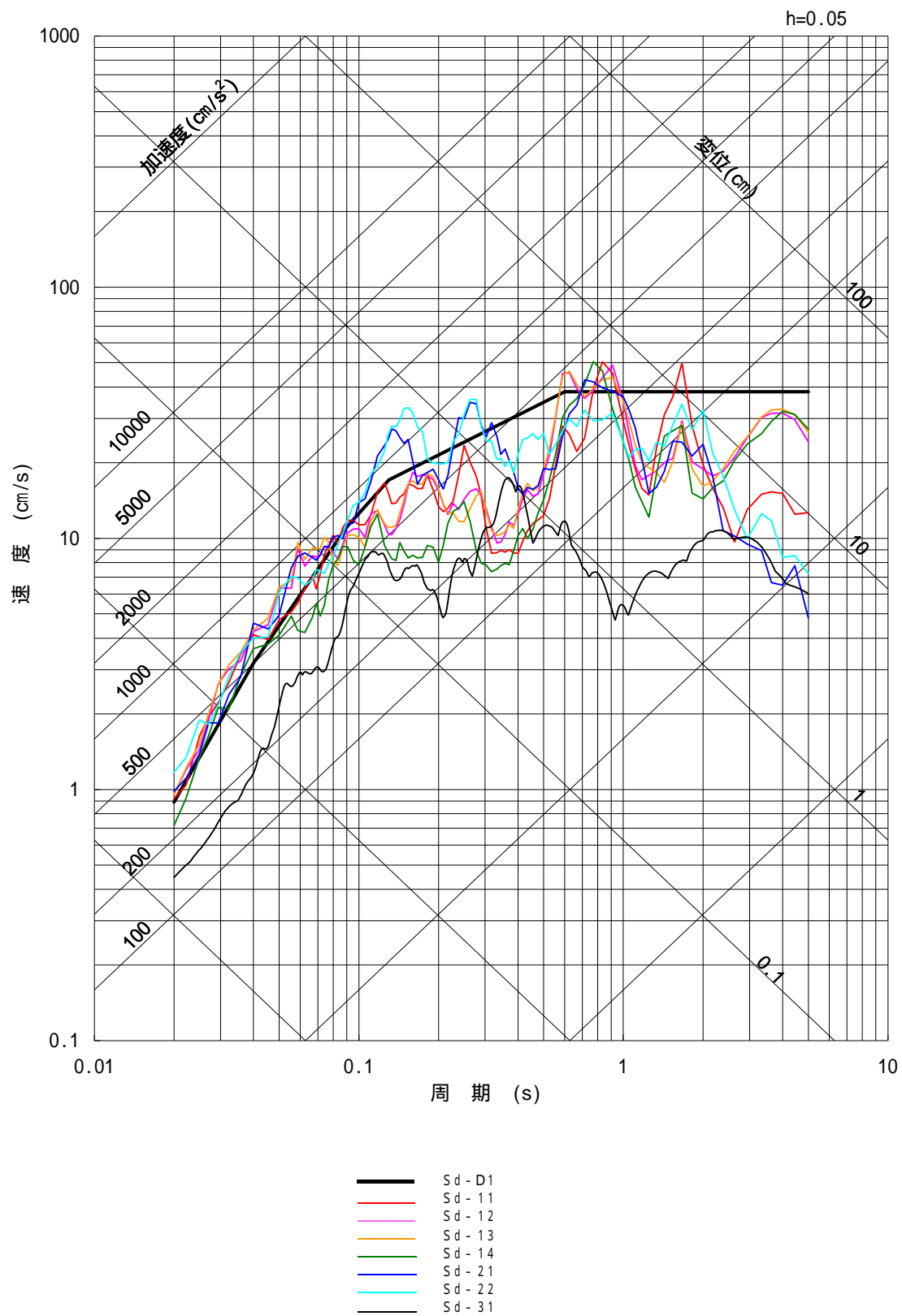
(注9) 地震により主蒸気逃がし安全弁排気管が破損したとしても、ドライウェル内に放出された蒸気はベント管を通してサブレッション・チェンバのプール水中に導かれて凝縮するため、格納容器の内圧が有意に上昇することはないと考えられるが、基準地震動 S_Sに対し破損しないことを確認する。



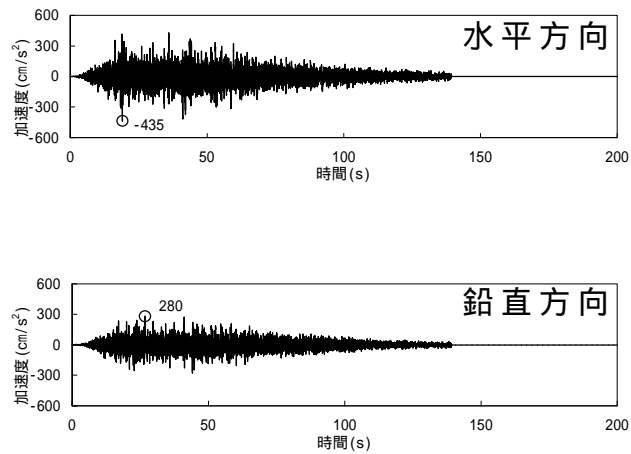
実線は NS 成分，破線は EW 成分を示す。

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

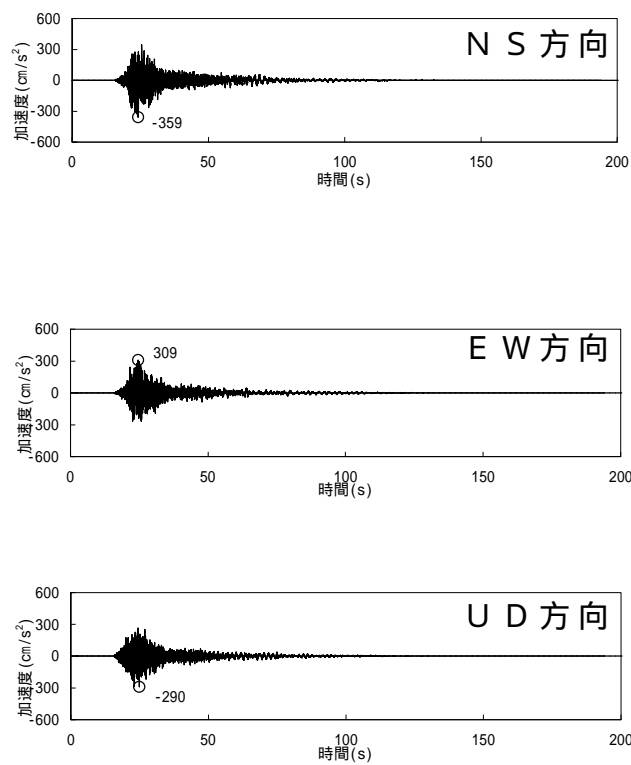
第 1.10.4.1 図弾性設計用地震動 S_d の応答スペクトル（水平方向）



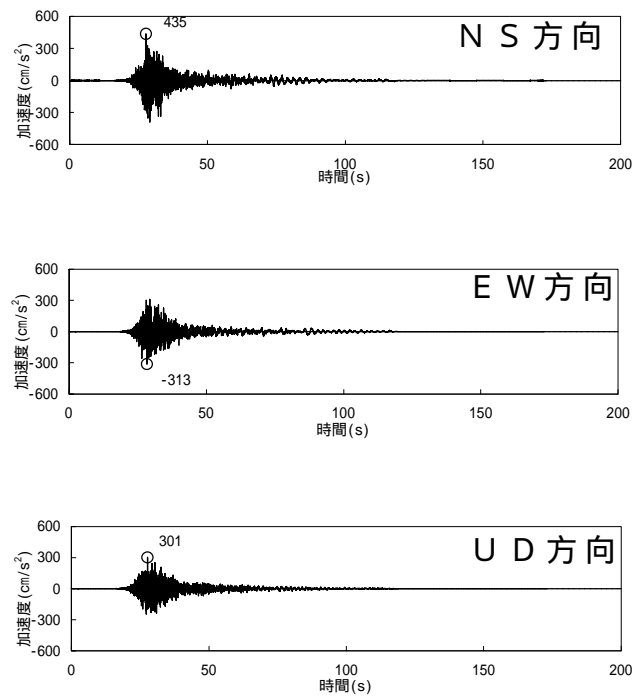
第 1.10.4.2 図 弾性設計用地震動 S_d の応答スペクトル（鉛直方向）



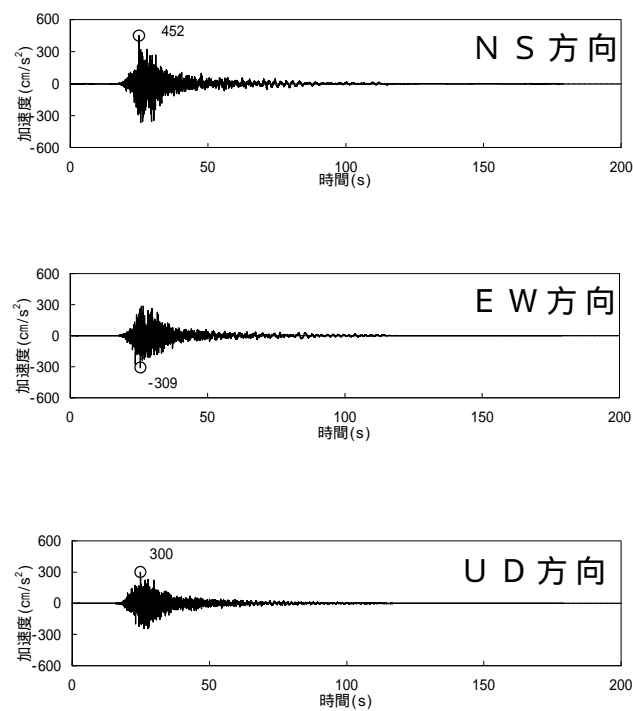
第 1.10.4.3 図 弾性設計用地震動 S_d の時刻歴波形 ($S_d - D 1$)



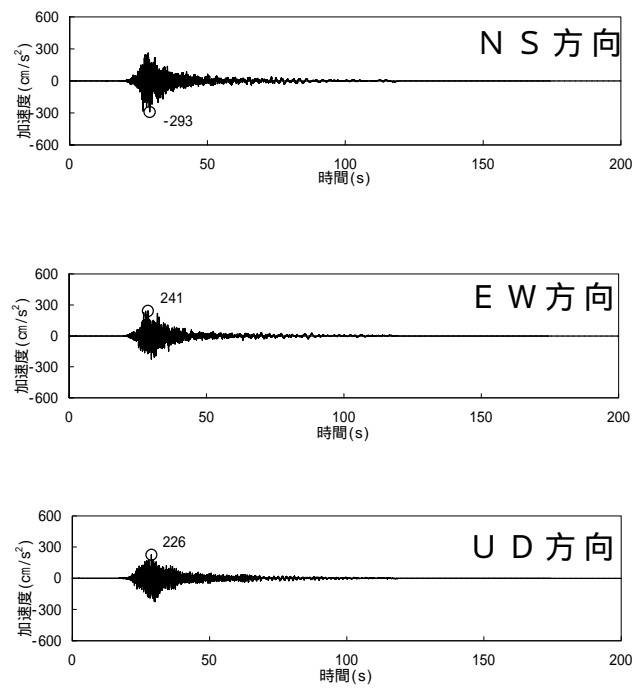
第 1.10.4.4 図 弾性設計用地震動 S_d の時刻歴波形 ($S_d - 1 1$)



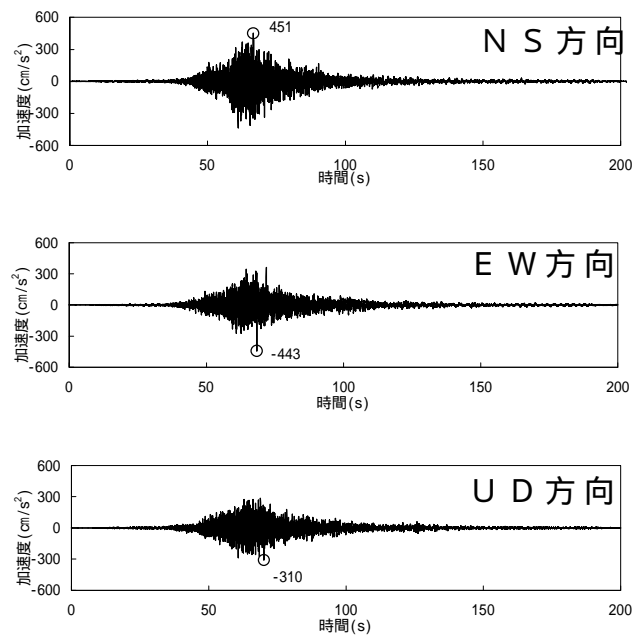
第 1.10.4.5 図 弾性設計用地震動 S_d の時刻歴波形 ($S_d - 12$)



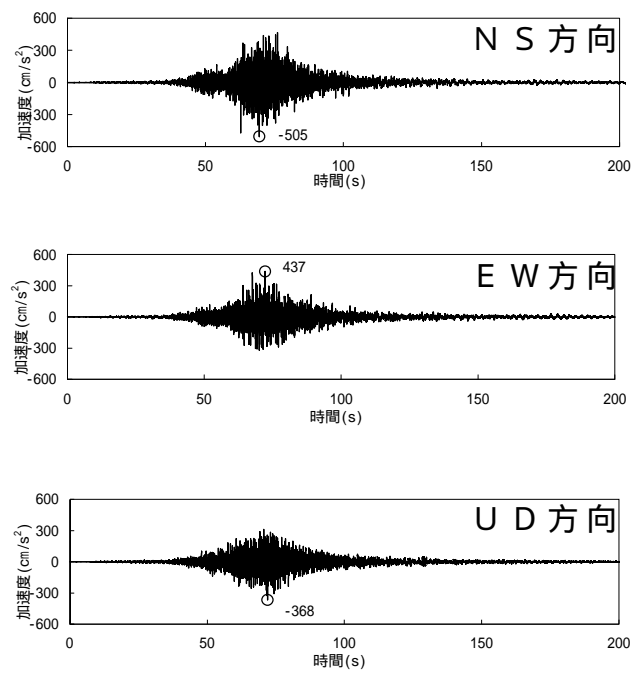
第 1.10.4.6 図 弾性設計用地震動 S_d の時刻歴波形 ($S_d - 13$)



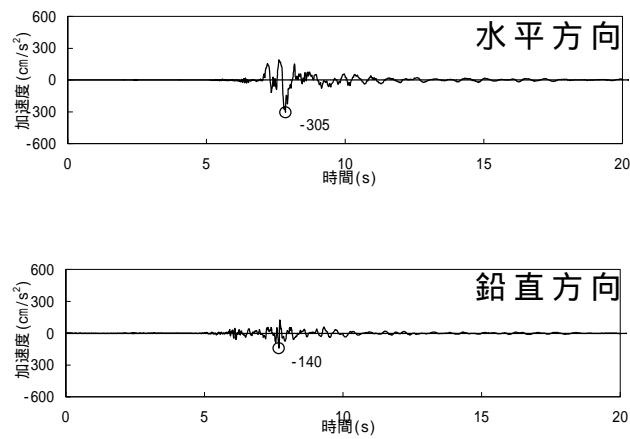
第 1.10.4.7 図 弾性設計用地震動 S_d の時刻歴波形 ($S_d - 14$)



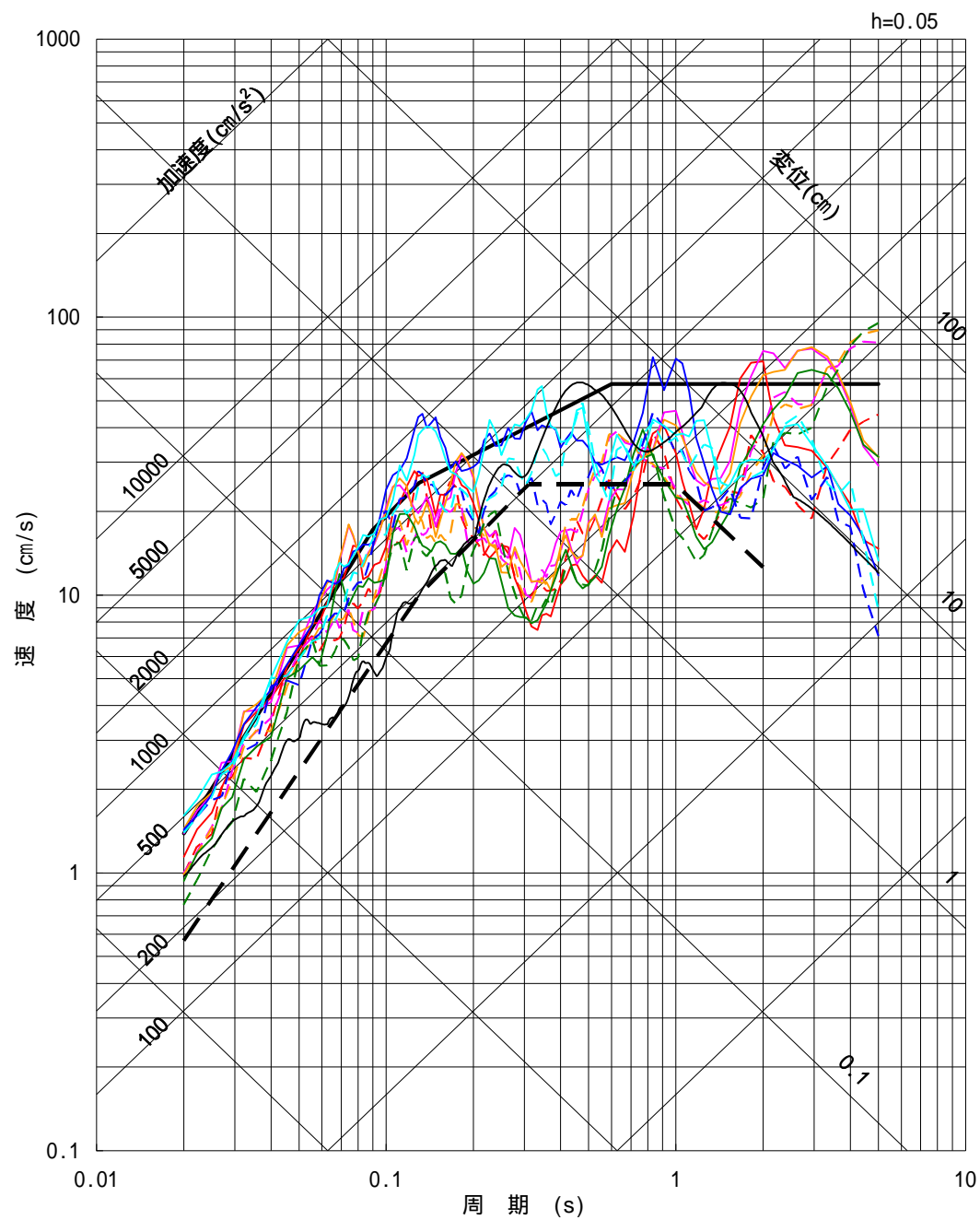
第 1.10.4.8 図 弾性設計用地震動 S_d の時刻歴波形 ($S_d - 21$)



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 ($S_d - 31$)

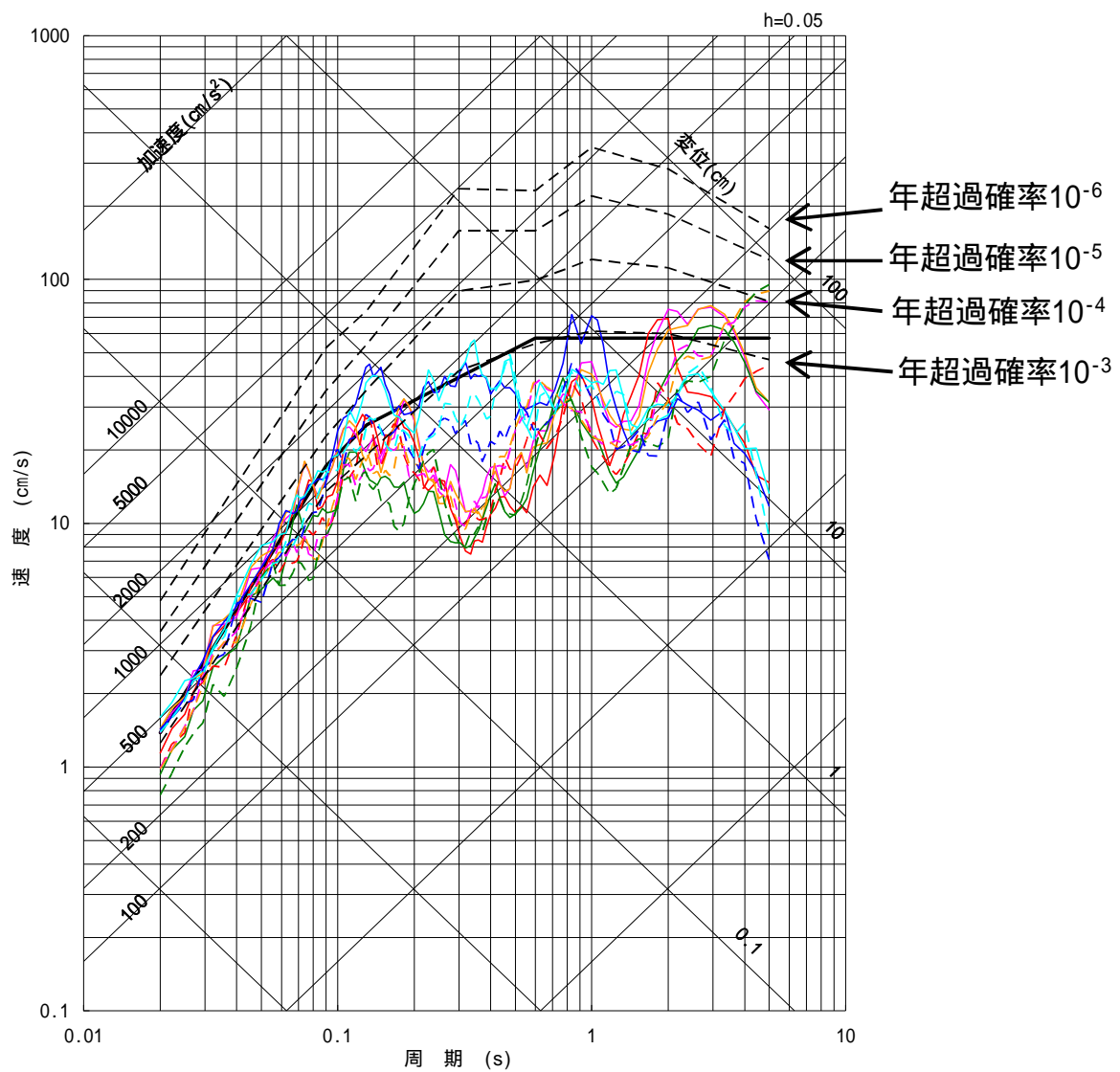


実線は NS 成分，破線は EW 成分を示す。

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

「発電用原子炉施設に関する耐震設計
審査指針(昭和 56 年 7 月 20 日原子力
安全委員会決定，平成 13 年 3 月 29 日
一部改訂)」における基準地震動 S₁

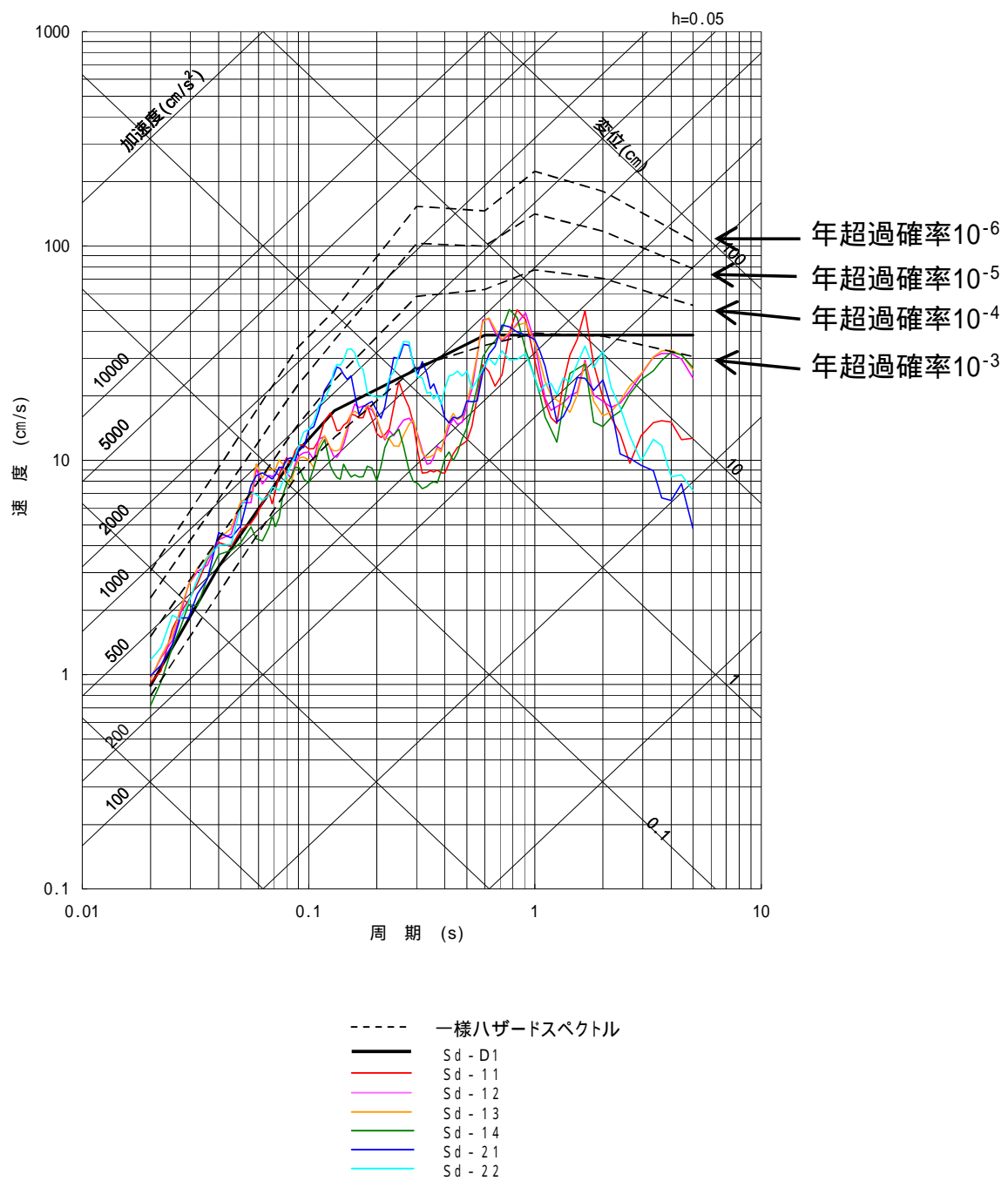
第 1.10.4.11 図 弾性設計用地震動 S_d と基準地震動 S₁ の
応答スペクトル (水平方向)



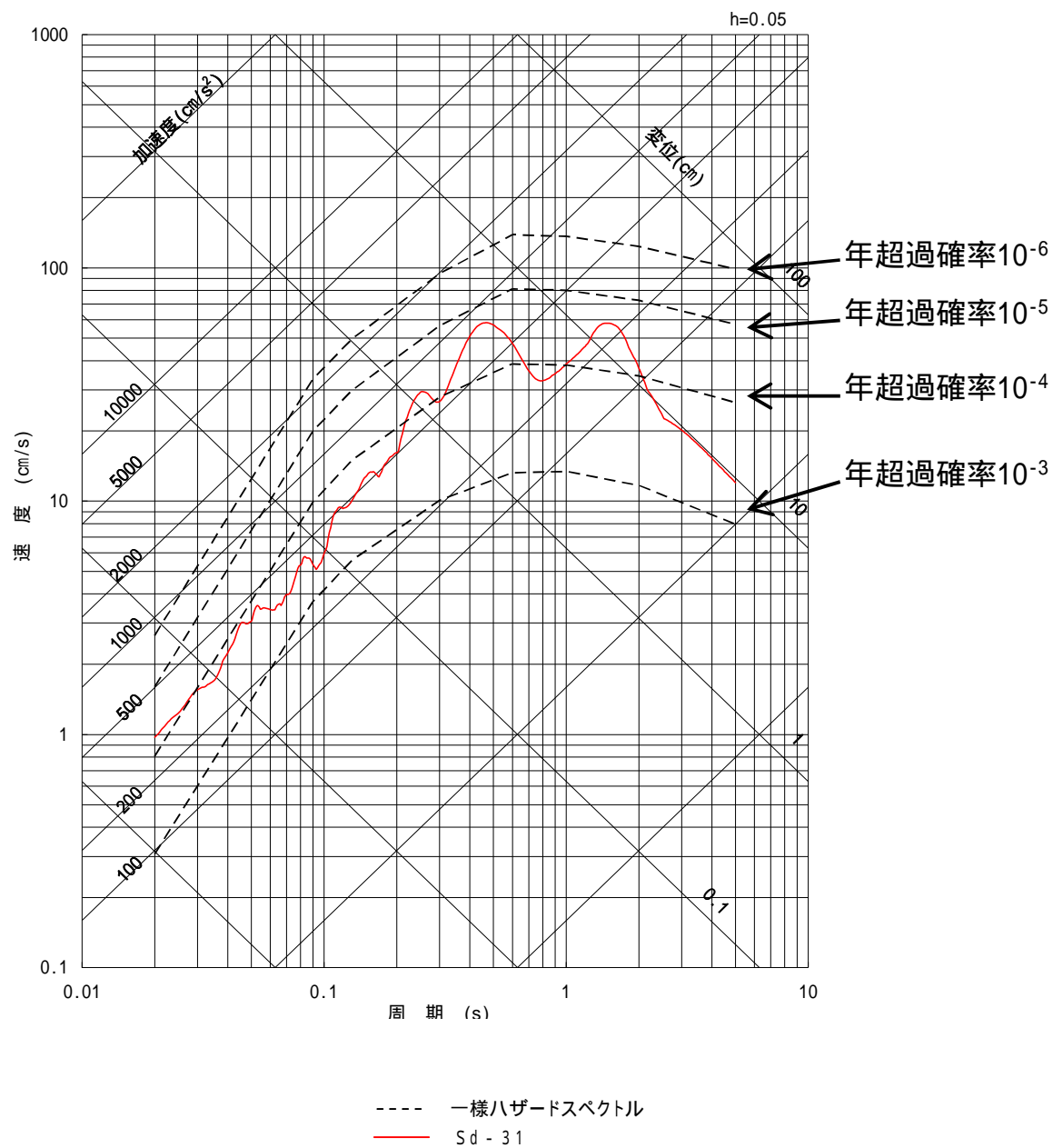
実線は NS 成分，破線は EW 成分を示す。

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

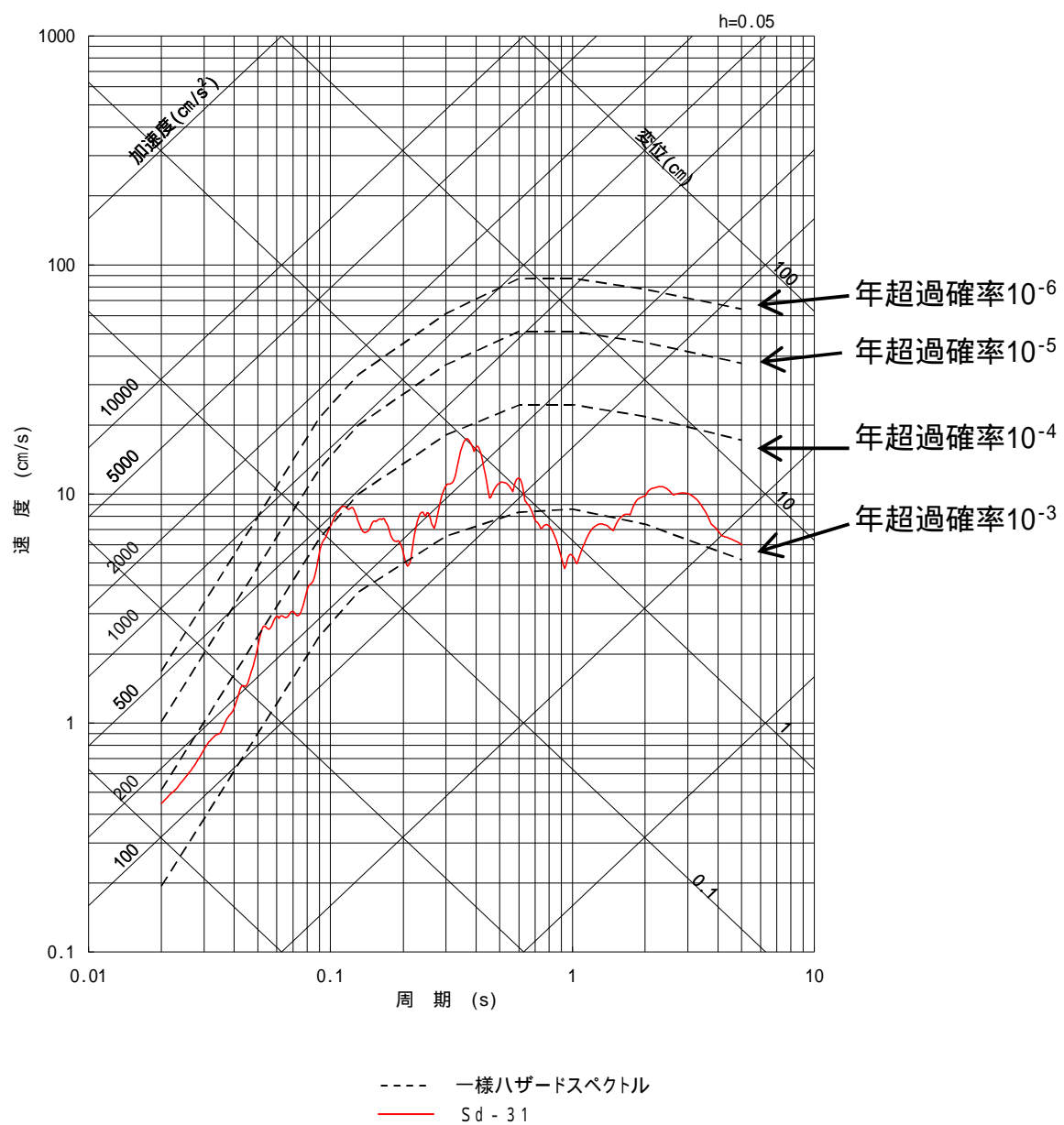
第 1.10.4.12 図 弾性設計用地震動 S_d の応答スペクトルと一様ハザードスペクトル (水平方向)



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) : P 4 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) : P 4 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) : P 4 条 - 71) (1.1(6) : P 4 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) : P 4 条 - 72)】

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) : P 4 条 - 94)】

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及び解析モデルについて

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（(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。）の施設は、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、構造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、曲げ耐力、限界層間変形角、圧縮縁コンクリート限界ひずみ又は終局曲率に対して妥当な安全裕度を持たせることとし、構造部材のせん断に

については、せん断耐力又は終局せん断強度に対して妥当な安全余裕を持たせることを基本とする。ただし、構造部材の曲げ、せん断に対する上記の許容限界に変わり、許容応力度を適用することで、安全余裕を考慮する場合もある。

なお、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、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、(5)に示す基準地震動 S_s に対する設計方針を適用する。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で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又は津波監視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で算定するものとし、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。

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（ 共通編・ 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（ 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。

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 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_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。

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、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（昭和 56 年 7 月 20 日原子力安全委員会決定、平成 13 年 3 月 29 日一部改訂）」

における基準地震動 S_1 を踏まえ、工学的判断から基準地震動 S_s に係数 0.5 を乗じて設定する。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(c)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，水压及び通常の気象条件による荷重

(b) 運転時の状態で施設に作用する荷重

(c) 設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重

(d) 地震力，風荷重，積雪荷重等

ただし，運転時の状態及び設計基準事故時の状態での荷重には，機器・配管系から作用する荷重が含まれるものとし，地震力には地震

時の土圧，機器・配管系からの反力，スロッシング等による荷重が含まれるものとする。

b. 機器・配管系

以下の(a)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)の荷重と考慮する。

- (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，水压及び通常の気象条件による荷重。
- (b) 運転時の状態で施設に作用する荷重。
- (c) 設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重。
- (d) 地震力，風荷重，積雪荷重等。

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

(3) 荷重の組合せ

(2)で定めた地震力と他の荷重との組合せは以下による。

- a. 建物・構築物（d.に記載のもののうち，津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）
 - (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、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又は津波監視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又は津波監視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で算定するものとする。
- (b) ある荷重の組合せ状態での評価が明らかに厳しい場合には、その妥当性を示した上で、その他の荷重の組合せ状態での評価は行わないものとする。
- (c) 複数の荷重が同時に作用し、それらの荷重による応力の各ピークの生起時刻に明らかなずれがある場合には、その妥当性を示した上で、

必ずしもそれぞれの応力のピーク値を重ねなくてもよいものとする。

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

第1部第1.10.4.1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。

(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。）

(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（格納容器における長期的荷重との組合せを除く。）に対しては、下記ロ．に示す許容限界を適用する。

ロ．基準地震動 S_s による地震力との組合せに対する許容限界

建物・構築物が構造物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有し、終局耐力に対して妥当な安全余裕をもたせることとする。なお、終局耐力は、建物・構築物に対する荷重

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

(b) Bクラス及びCクラスの建物・構築物

上記(a)イ.による許容応力度を許容限界とする。

(c) 耐震重要度の異なる施設を支持する建物・構築物

上記(a)ロ.の項を適用するほか，耐震重要度の異なる施設がそれを支持する建物・構築物が，変形等に対して，その支持機能が損なわないものとする。なお，当該施設を支持する建物・構築物の支持機能が維持されることを確認する際の地震動は，支持される施設に適用される地震動とする。

(d) 建物・構築物の保有水平耐力

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

b. 機器・配管系（d.に記載のものを除く）

(a) Sクラスの機器・配管系

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

応答が全体的におおむね弾性状態に留まることとする。

ただし，冷却材喪失事故時に作用する荷重との組合せ（格納容器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，曲げ耐力，限界層間変形角，圧縮縁コンクリート限界ひずみ又は終局曲率に対して妥当な安全裕度を持たせることとし，構造部材のせん断については，せん断耐力及び終局せん断強度に対して妥当な安全余裕を持たせることを基本とする。ただし，構造部材の曲げ，せん断に対する上記の許容限界に代わり，許容応力度を適用することで，安全余裕を考慮する場合もある。なお，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

津波防護施設及び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，当該施設及び建物・構築物が構造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（(b)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。）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，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)□．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，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
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。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のうち建物・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 F E M 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、評価にあたっては建物・構築物の剛性及び地盤物性等の不確かさを適切に考慮する。

機器の解析にあたっては、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等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場合には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。液状化の可能性を検討する場合には、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 - 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。

- ・影響検討にあたっては，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。

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。

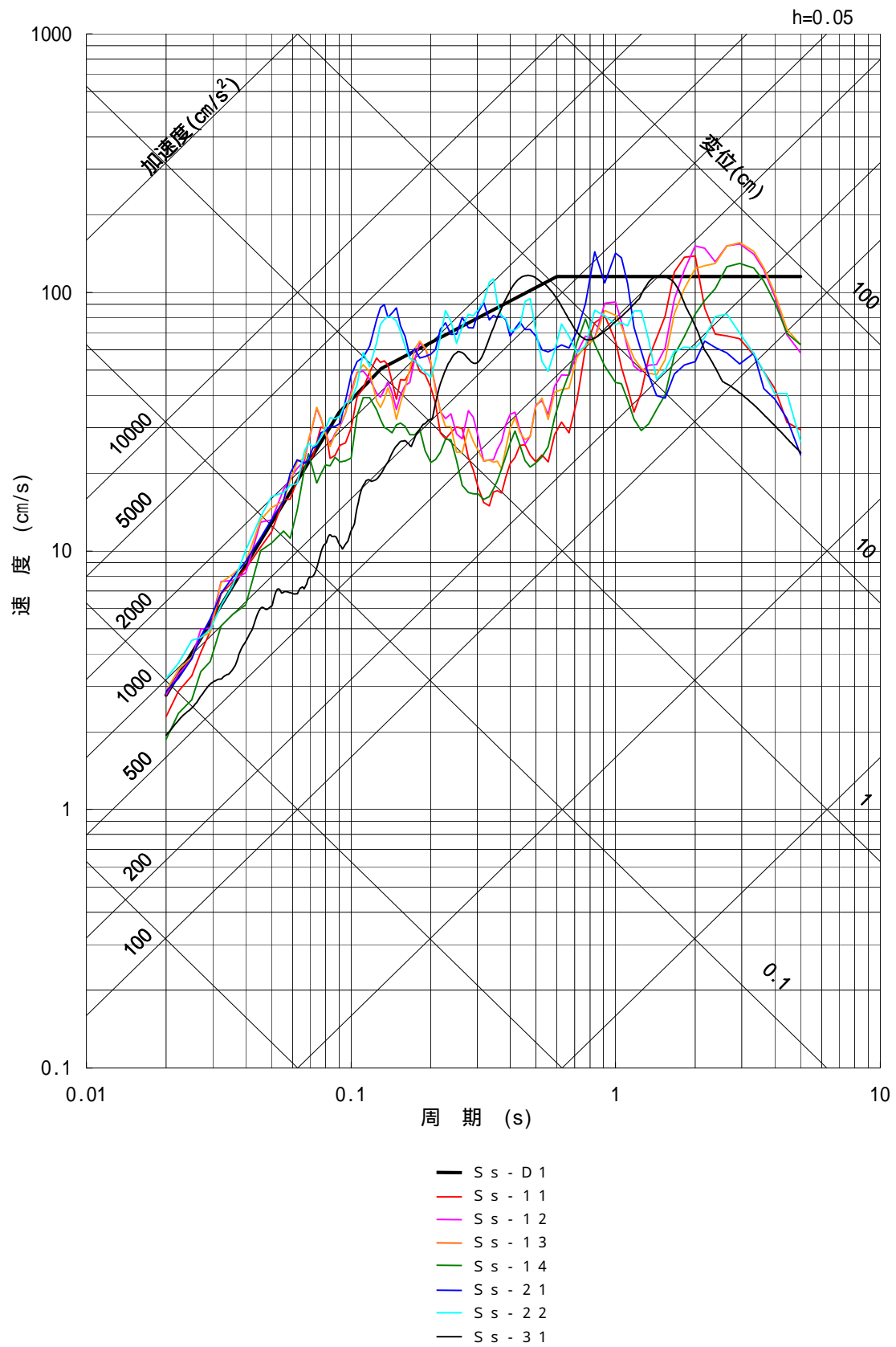
機器・配管系は，応答性状を適切に評価し，適用する地震力に対して構造強度を有する設計とする。配置に自由度のあるものは，耐震上の観点から出来る限り重心位置を低くし，かつ，安定性のよい据え付け状態になるよう配置する。

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。

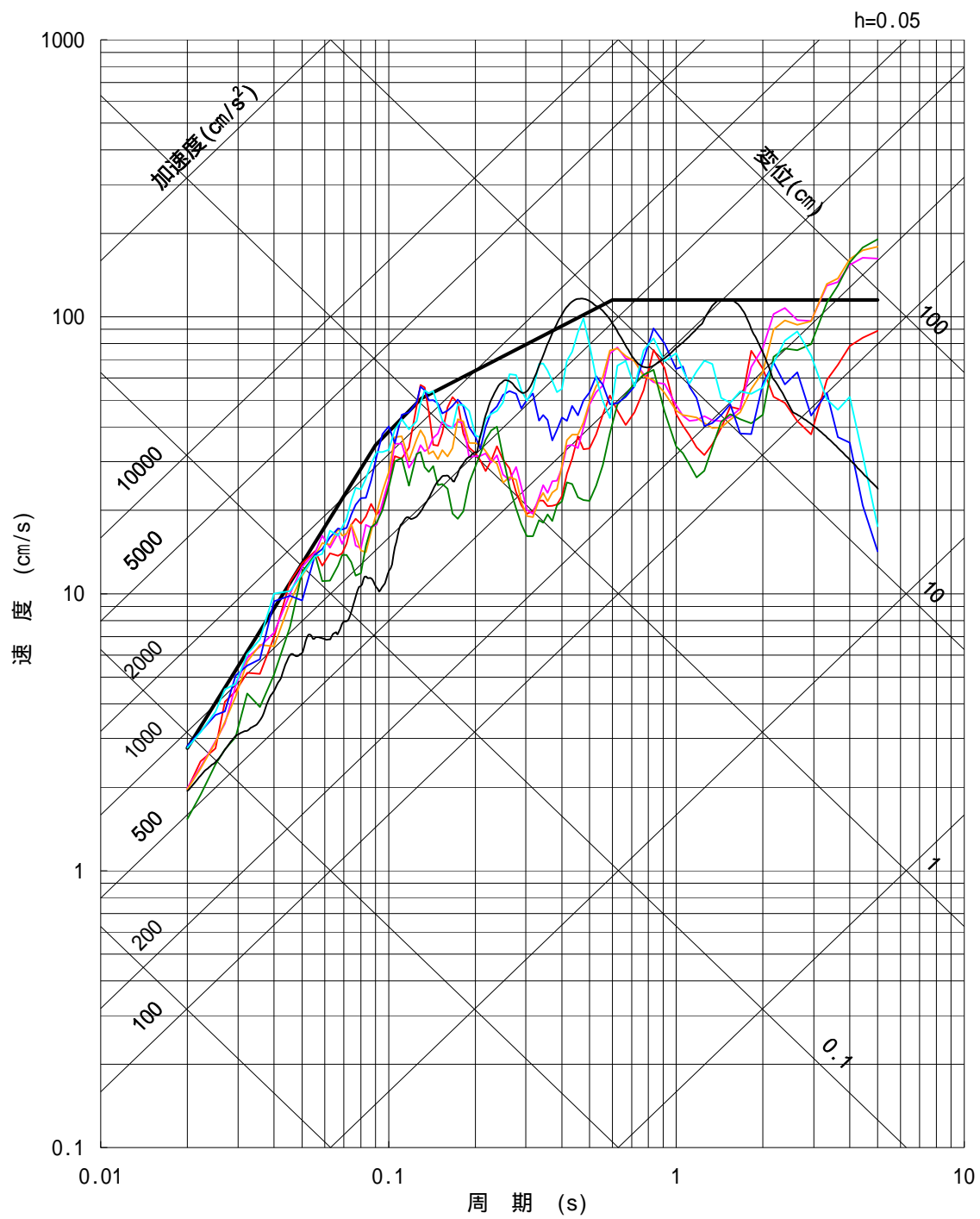
下位クラス施設は原則，耐震重要施設に対して離隔をとり配置するか，耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して耐震性を保持するか若しくは，下位クラス施設の波及的影響を想定しても耐震重要施設の有する機能を保持する設計とする。

第 1 表 基準地震動 S_s の最大加速度等一覧

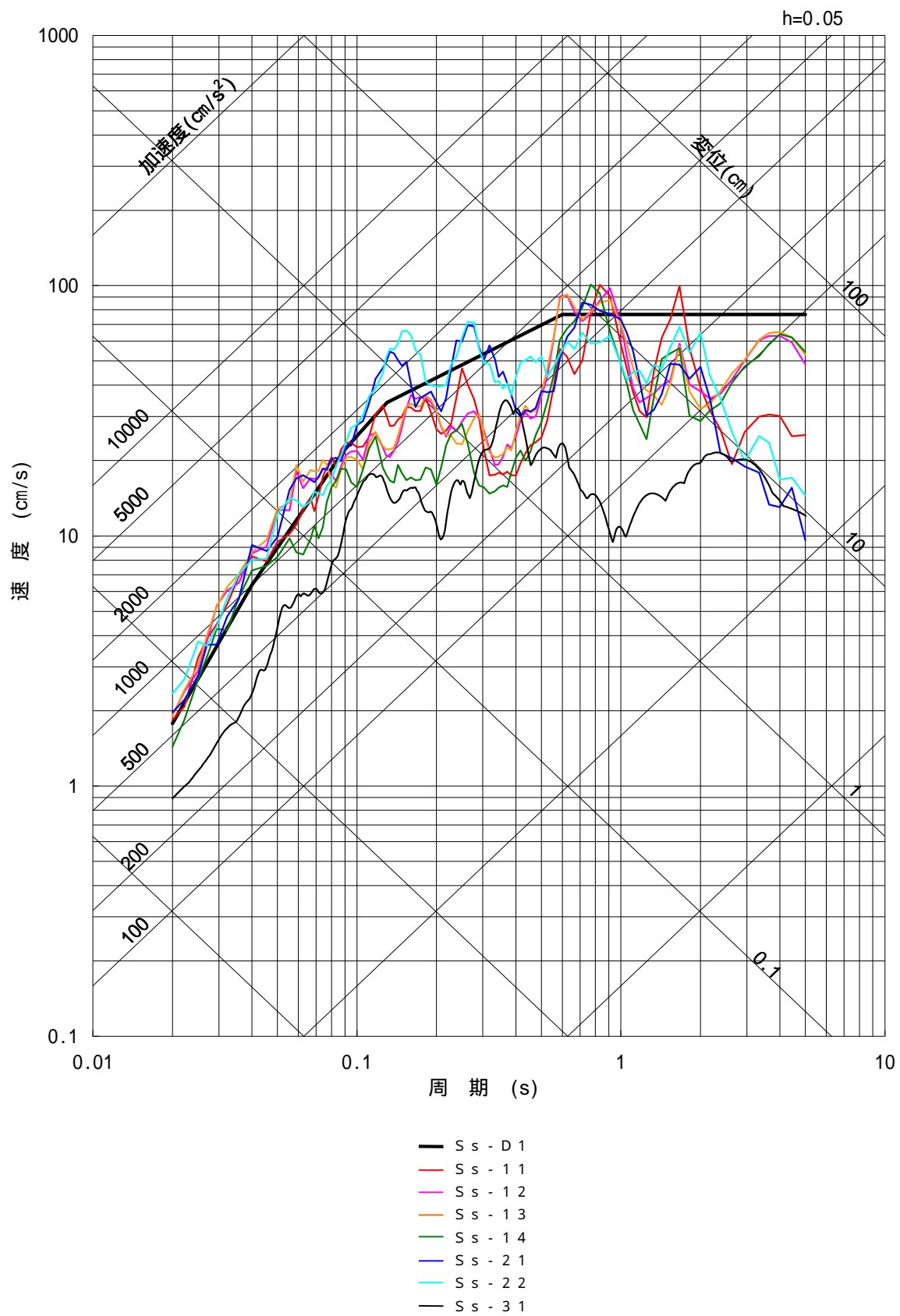
基準地震動 S_s		最大加速度 (cm/s^2)		
		N S 成分	E W 成分	U D 成分
$S_s - D 1$	応答スペクトル手法による基準地震動	870		
$S_s - 1 1$	F1 断層，北方陸域の断層，塩ノ平地震断層の連動による地震 (短周期レベルの不確かさ，破壊開始点 1)	717	619	579
$S_s - 1 2$	F1 断層，北方陸域の断層，塩ノ平地震断層の連動による地震 (短周期レベルの不確かさ，破壊開始点 2)	871	626	602
$S_s - 1 3$	F1 断層，北方陸域の断層，塩ノ平地震断層の連動による地震 (短周期レベルの不確かさ，破壊開始点 3)	903	617	599
$S_s - 1 4$	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
$S_s - 2 1$	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
$S_s - 2 2$	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
$S_s - 3 1$	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		



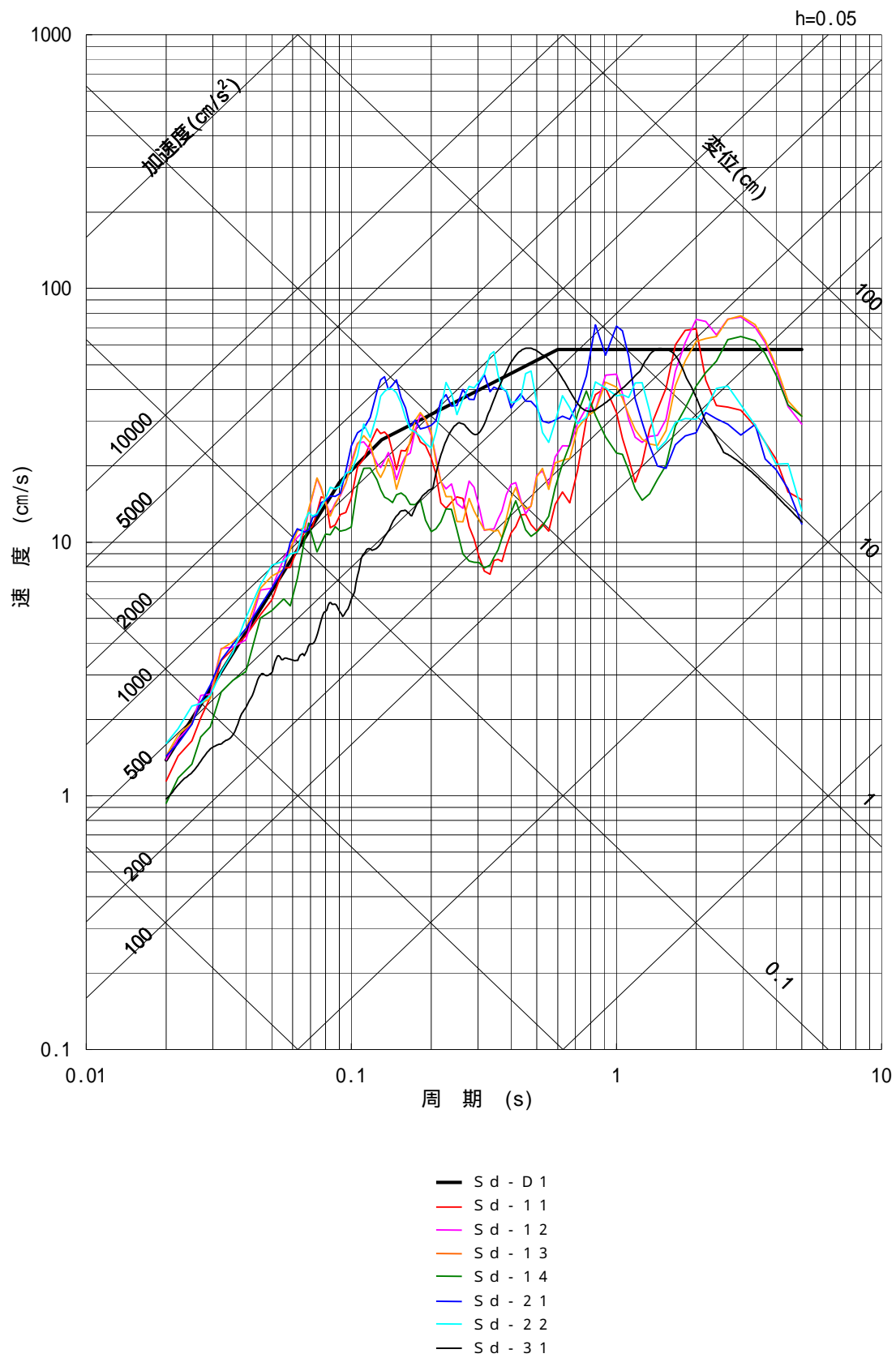
第1図 基準地震動 S_s の応答スペクトル (NS方向)



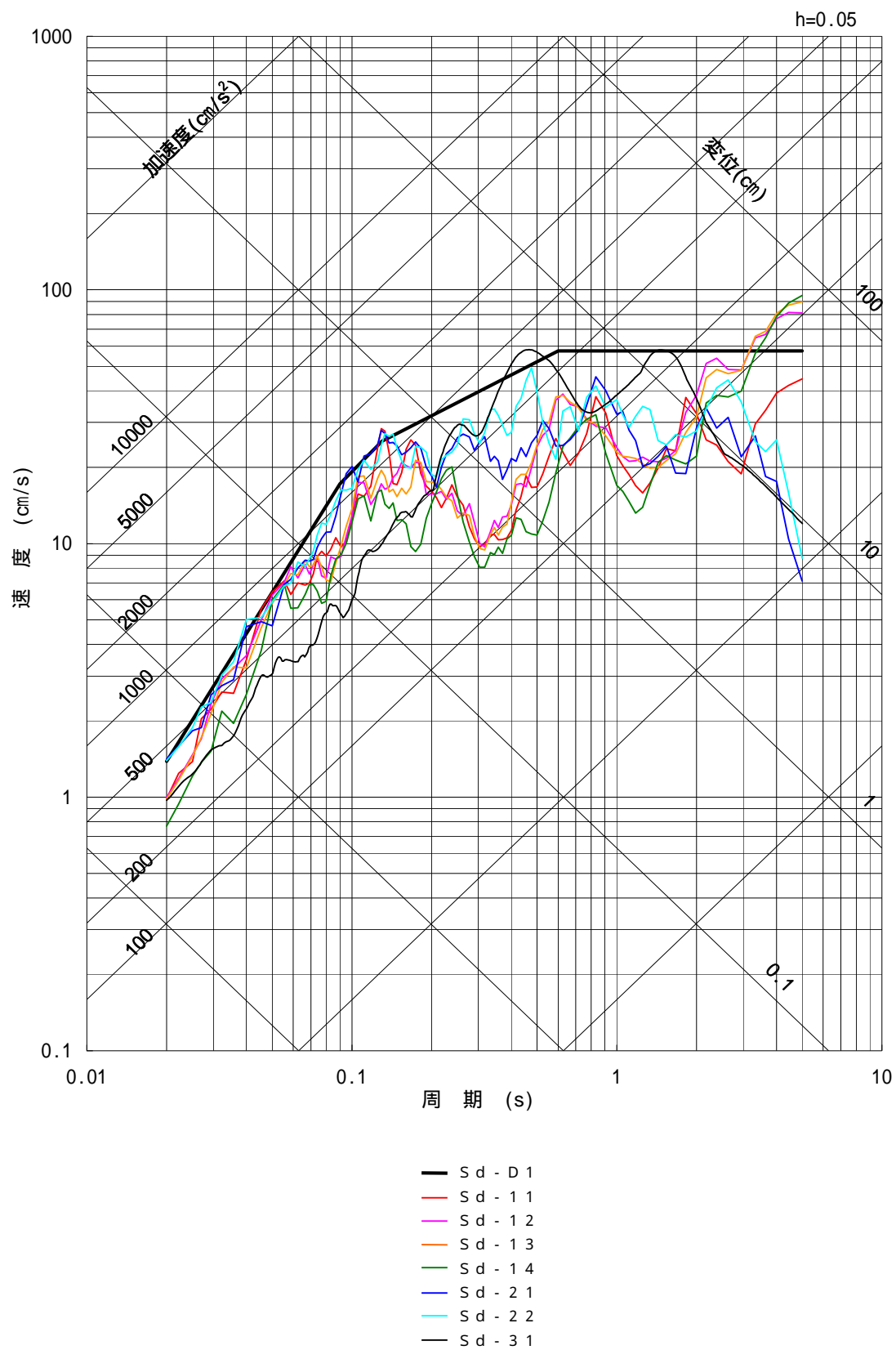
第2図 基準地震動 S_s の応答スペクトル (EW方向)



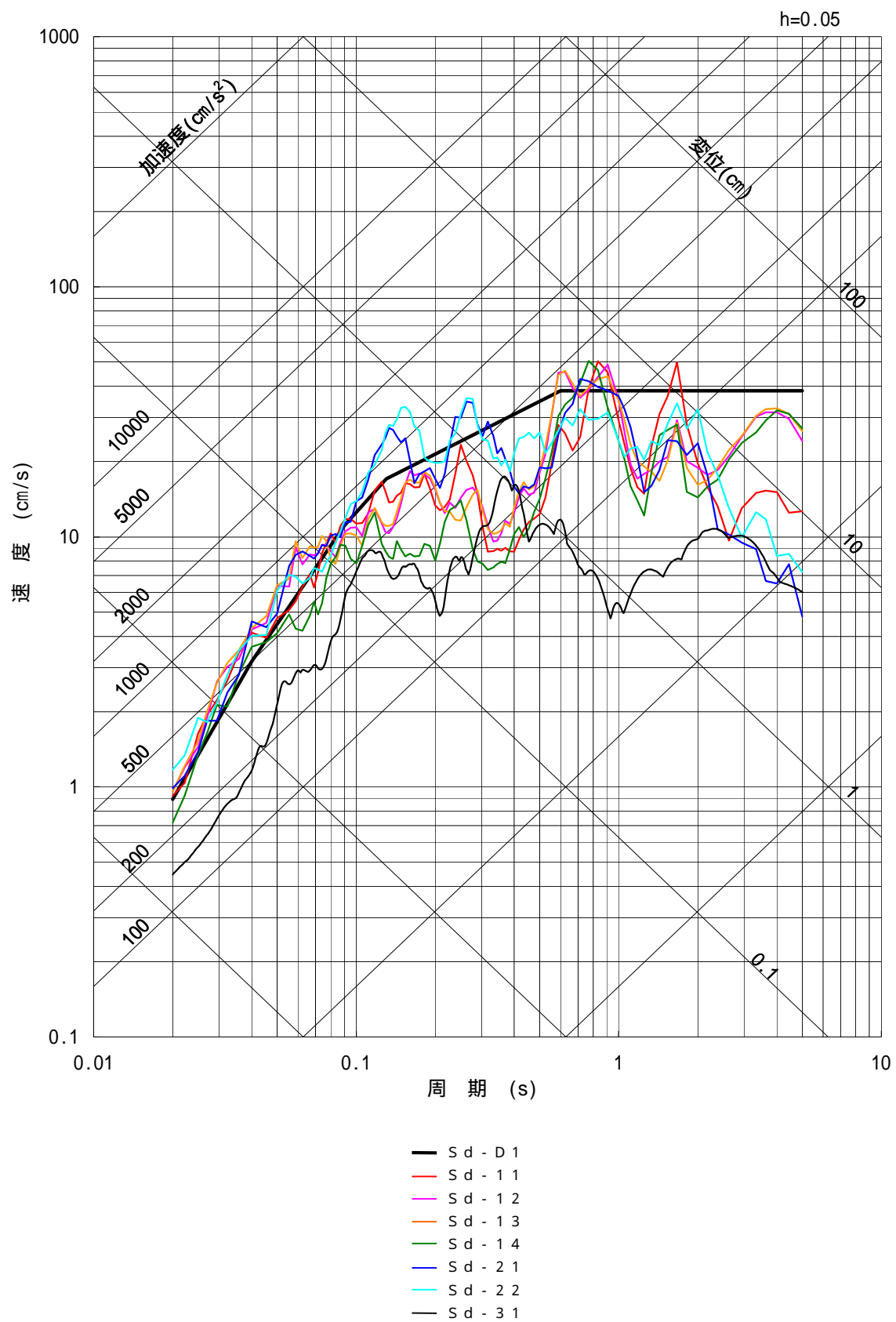
第 3 図 基準地震動 S_s の応答スペクトル (UD 方向)



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 (E W 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)

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、設備の構造から地震力の方向に対して弱軸及び強軸を明確にし、地震力に対して配慮した構造としている。

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

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

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

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

3. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価には、基準地震動 S_s を用いる。

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

4. 各施設における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

4.1 建物・構築物

4.1.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

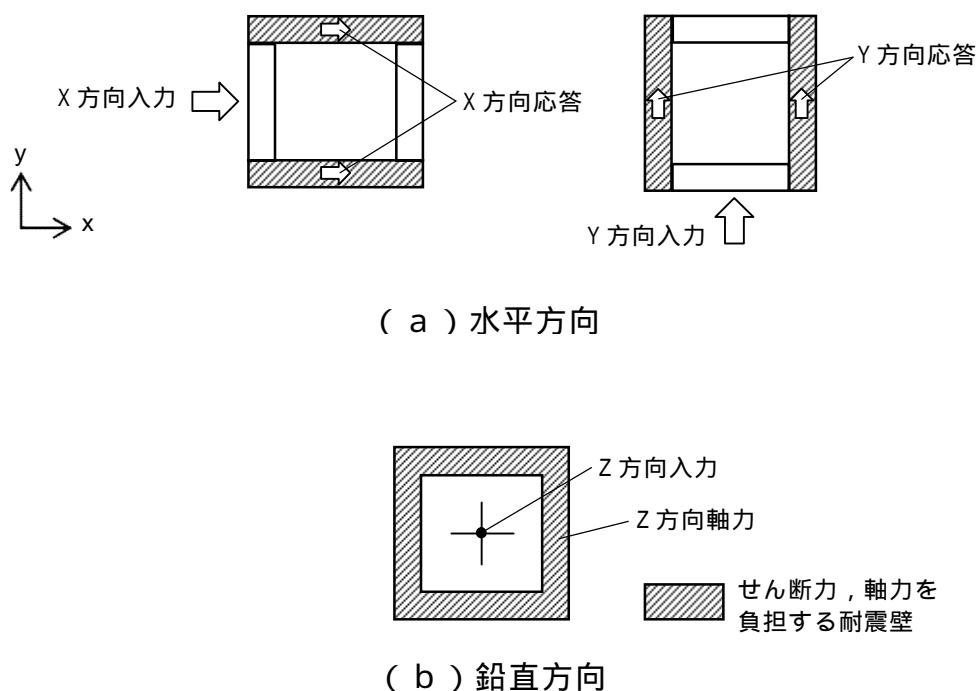
従来の設計手法では、建物・構築物の地震応答解析において、水平方向及び鉛直方向の地震動を質点系モデルにそれぞれ方向ごとに入力し、解析を行っている。また、原子炉施設における建物・構築物は、全体形状及び平面レイアウトから、地震力を主に耐震壁で負担する構造であり、剛性の高い設計としている。

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

鉛直方向の地震力に対しては、軸力について評価することを基本としてい

る。建物・構築物に生じる軸力は，鉄筋コンクリート造耐震壁を主な耐震要素として構造計画を行う。

入力方向ごとの耐震要素について，第4-1-1図に示す。



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等を水平 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

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。

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。

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。

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。

3次元 F E M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 F E M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 F E M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 F E M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。

3次元 F E Mモデルの概要を第4 - 1 - 3図に示す。

(2) 影響評価手法

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価においては，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等を用い，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。

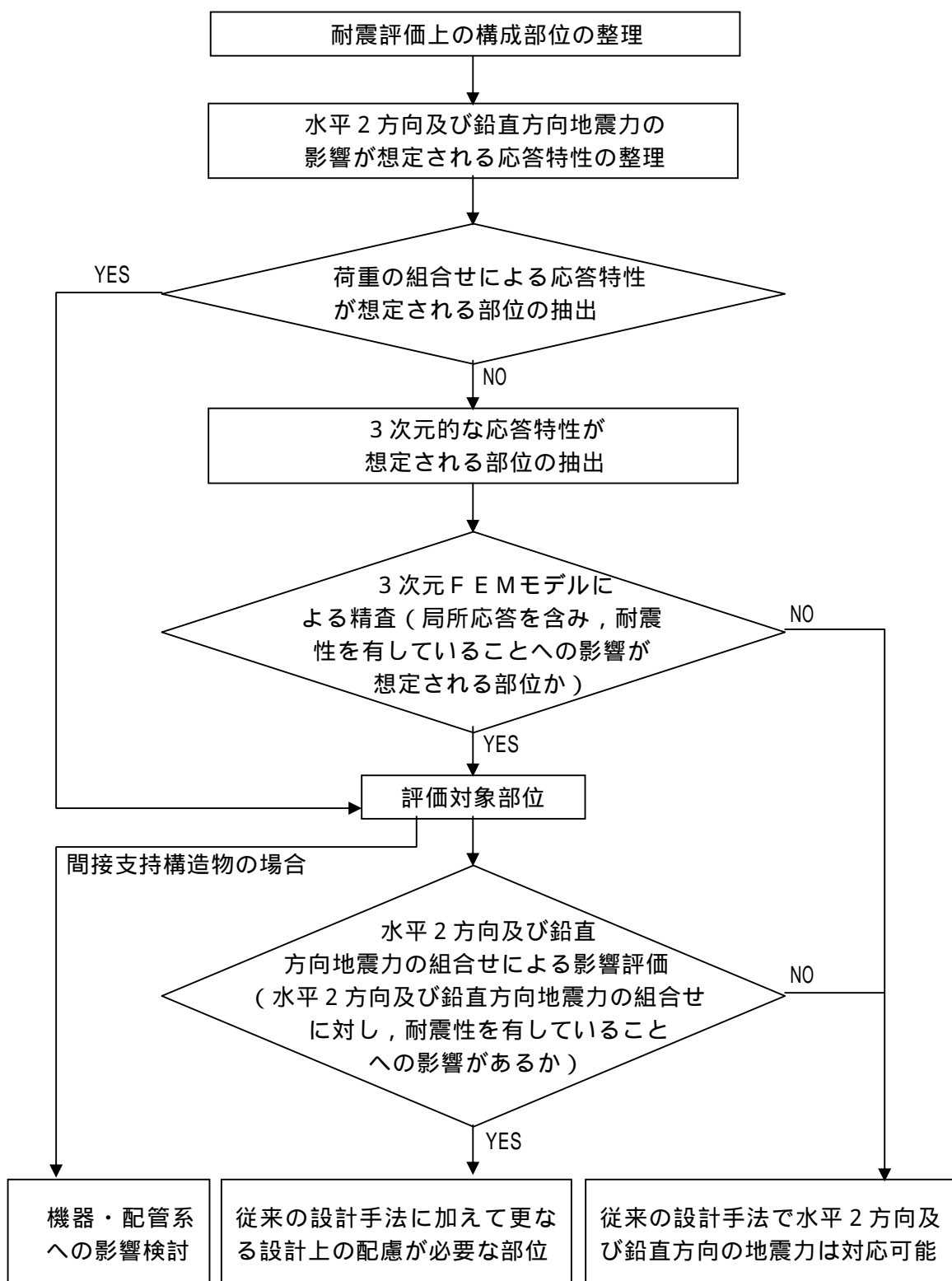
評価対象として抽出した耐震評価上の構成部位について、構造部材の発生応力等を適切に組み合わせることで、各部位の設計上の許容値に対する評価を実施し、各部位が有する耐震性への影響を評価する。

機器・配管系への影響検討

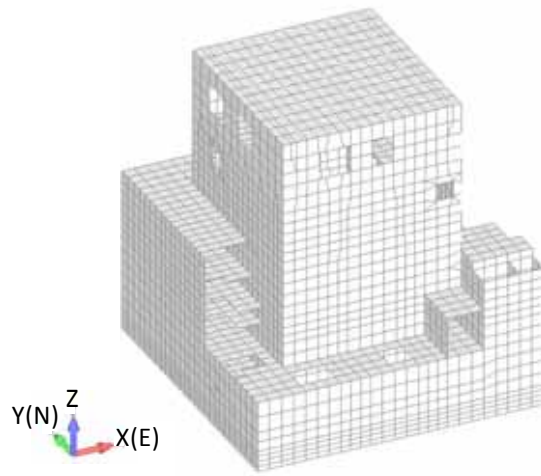
評価対象として抽出された部位が、耐震重要施設、常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系の間接支持機能を有する場合には、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

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。

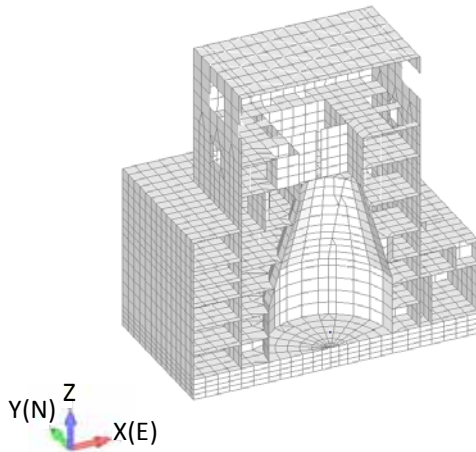
(注) Regulatory Guide (RG) 1.92 “Combining modal responses and Spatial components in seismic response analysis”



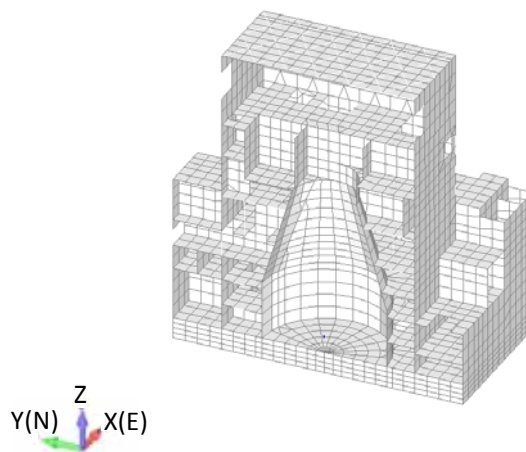
第 4 - 1 - 2 図 水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価のフロー



(a) 建屋全景



(b) E W断面図



(c) N S 断面図

第 4 - 1 - 3 図 建屋 3 次元 F E M モデル
4 条 - 別添 5 - 9

4.2 機器・配管系

4.2.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計の考え方

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

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

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

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

4.2.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

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

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

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

の地震力による影響を受ける可能性がある設備（部位）を抽出する。

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

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

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

4.2.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

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

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

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

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）

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）

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。

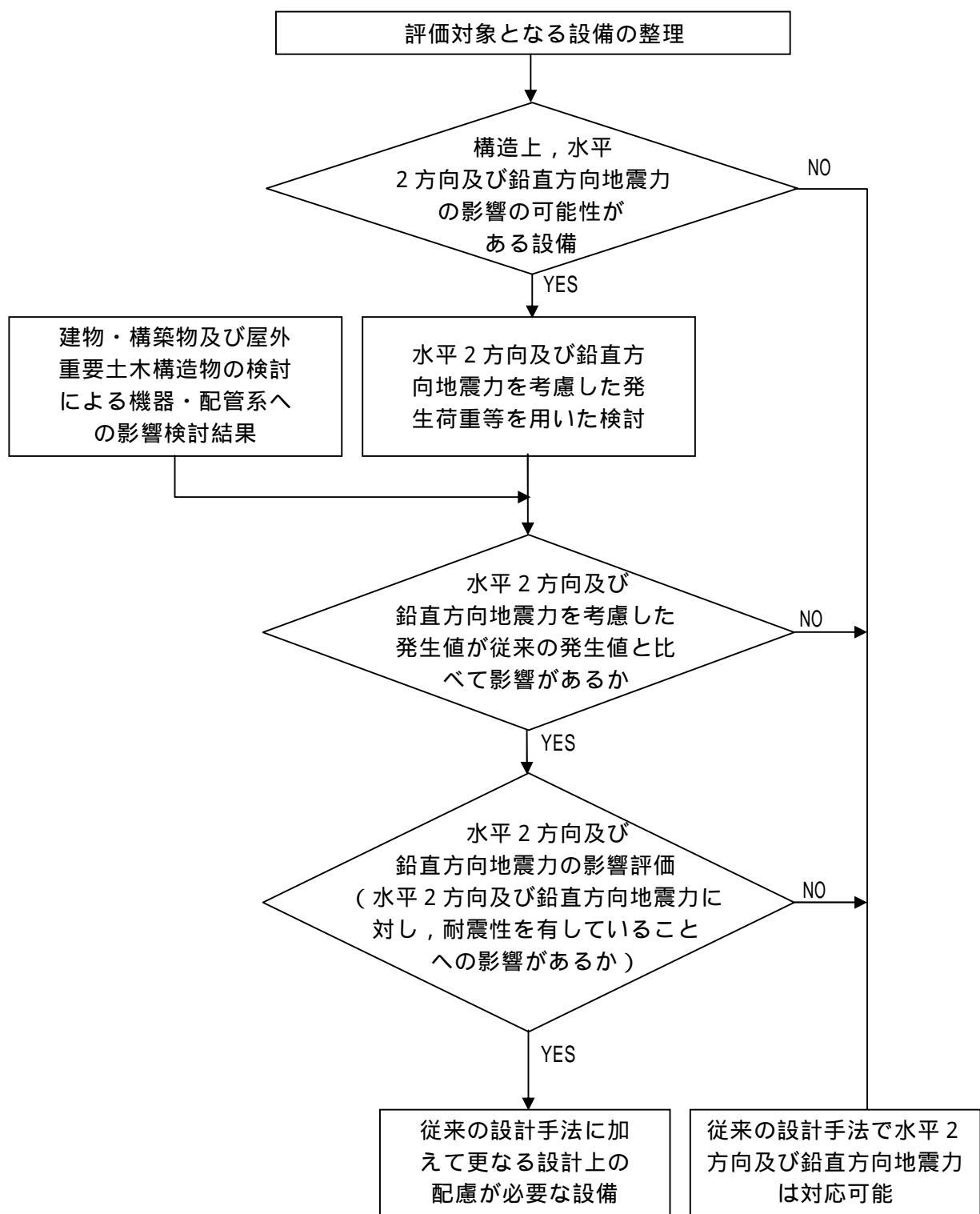
また、建物・構築物及び屋外重要土木構造物の検討により、機器・配

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

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

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価

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 ）



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，屋外重要土木構築物は，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，屋外重要土木構築物は，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。

屋外重要土木構築物は，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，屋外重要土木構築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。

ただし，代替淡水貯槽，S A用海水ピット取水塔及びS A用海水ピットについては，構造上明確な弱軸を有さないことから，直交する2方向に対して，それぞれ，水平1方向及び鉛直方向の地震力による断面力を求め，それらを組み合わせた設計としている。

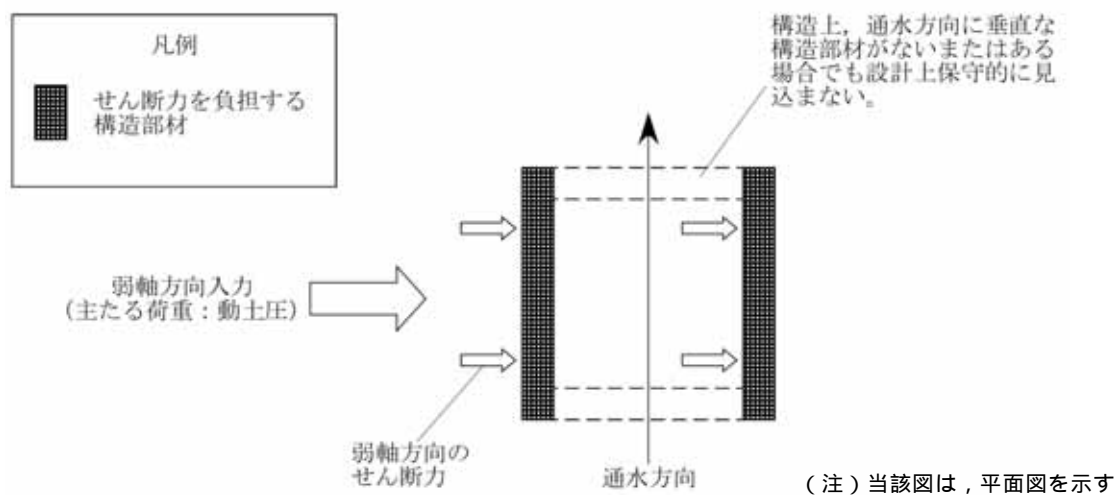
また，鋼管構造物である屋外二重管，海水引込み管及び緊急用海水取水管については，管周方向の発生応力に対し管軸方向の発生応力の影響が無視で

きないことから、管周方向の発生応力に加え、管軸方向の発生応力も同時に受け持つよう設計している。

屋外重要土木構造物の耐震評価では、代替淡水貯槽、S A用海水ピット取水塔、S A用海水ピット、屋外二重管、海水引込み管及び緊急用海水取水管を除いては弱軸方向を評価対象断面とし、水平 1 方向及び鉛直方向の地震力を同時に作用させて評価を行っている。

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>取水方向</p> <p>加振方向</p> <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>取水方向</p> <p>加振方向</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 S A 用海水ピット取水塔、海水引込み管、S A 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

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。

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。

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

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。

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

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。

従来設計手法の妥当性の確認

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

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価

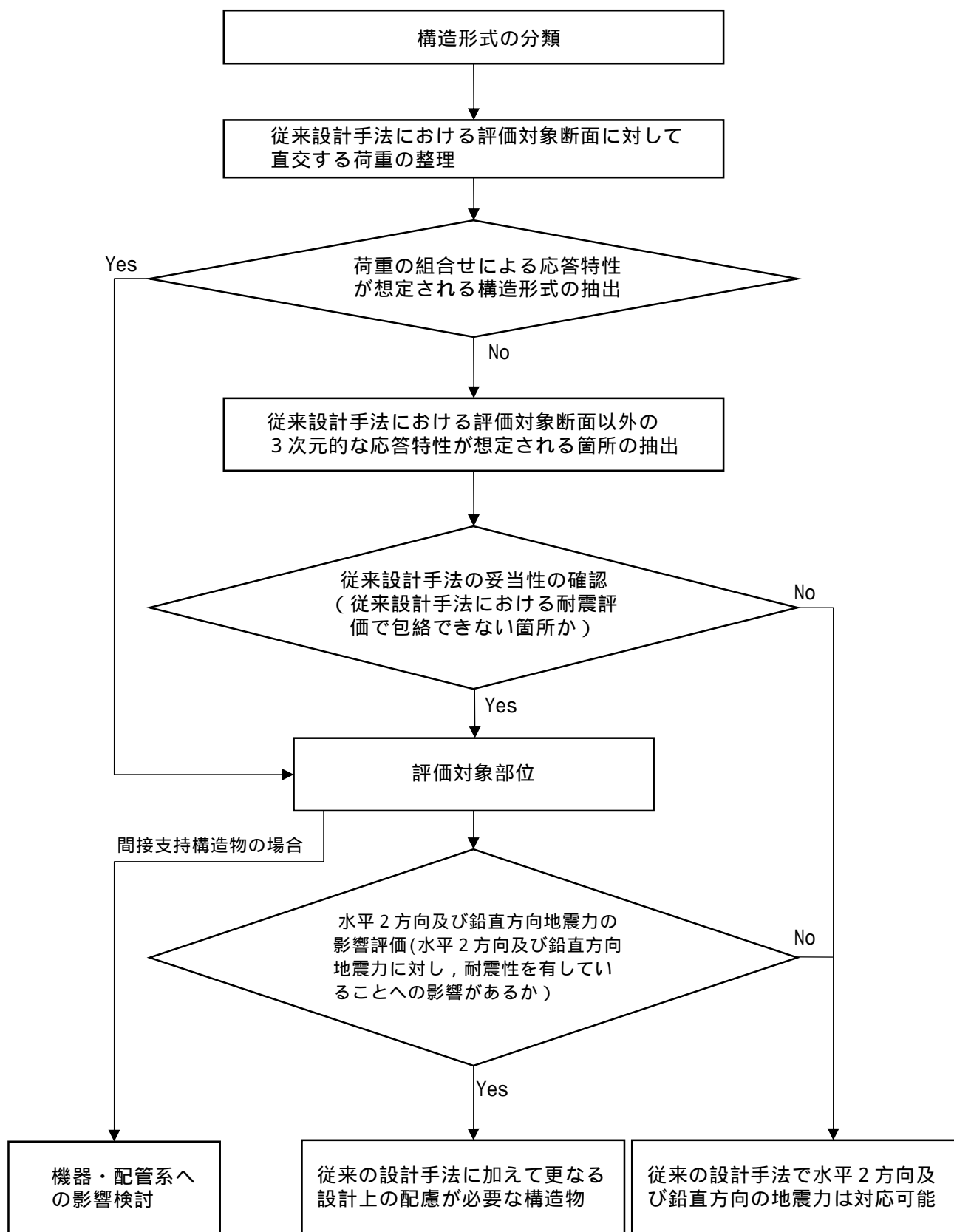
評価対象として抽出された構造物について、従来設計手法での評価対象断面（弱軸方向）の地震応答解析に基づく構造部材の照査において、評価対象断面（弱軸方向）に直交する断面（強軸方向）の地震応答解析に基づく構造部材の発生応力等を適切に組合せることで、水平 2 方向及び鉛直方向地震力による構造部材の発生応力を算出し、構造物が有する耐震性への影響を確認する。

評価対象部位については、屋外重要土木構築物が明確な弱軸・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。

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。



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

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

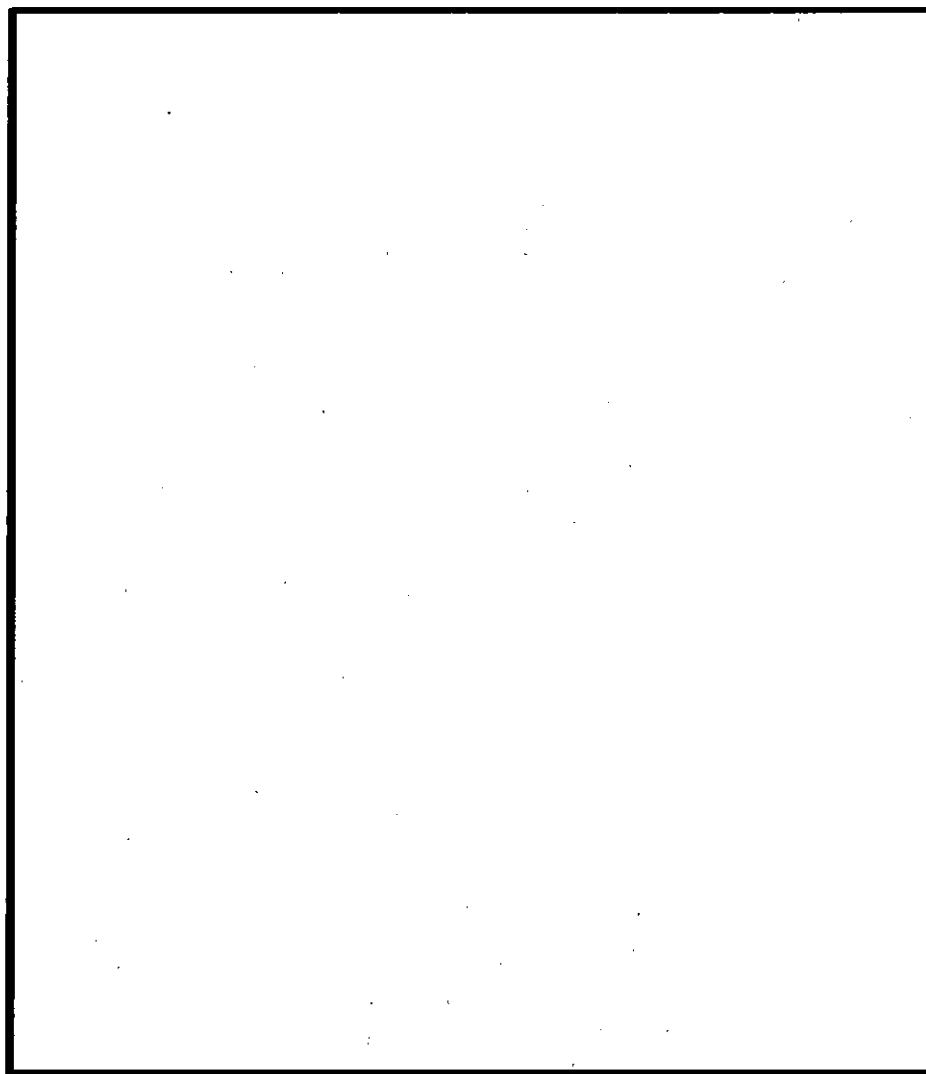
東海第二発電所での評価対象構造物は、屋外重要土木構造物である取水構造物及び屋外二重管、津波防護施設である防潮堤（放水路ゲート基礎を含む）及び貯留堰、常設耐震重要重大事故防止設備、重大事故緩和設備の間接支持構造物である常設代替高圧電源装置置場、常設代替高圧電源装置用カルバート、代替淡水貯槽、常設低圧代替注水系ポンプ室、常設低圧代替注水系配管カルバート、緊急用海水ポンプピット、格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート、緊急時対策所用発電機用燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎並びに重大事故時における海水の通水構造物のうちS A用海水ピット取水塔、海水引込み管、S A用海水ピット及び緊急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

対象構造物のうち、貯留堰、防潮堤、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、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、S A用海水ピット取水塔、海水引込み管、S A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、防潮堤、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

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

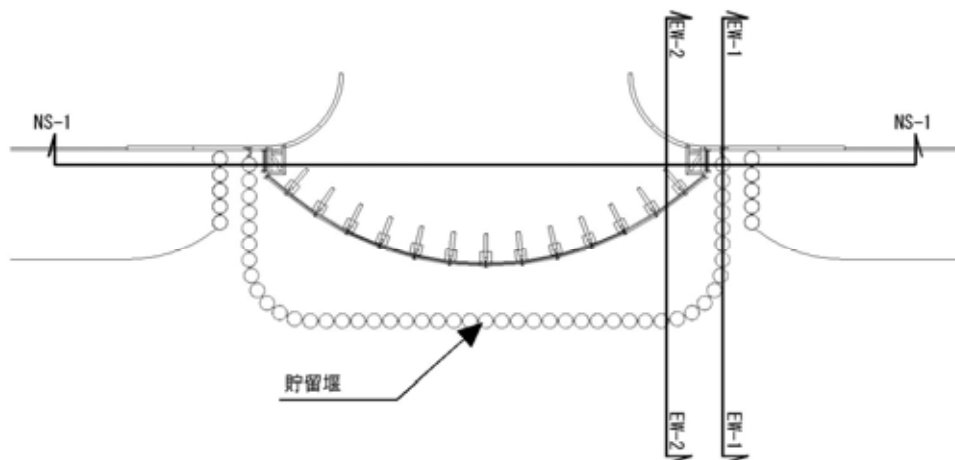
2. 貯留堰

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。

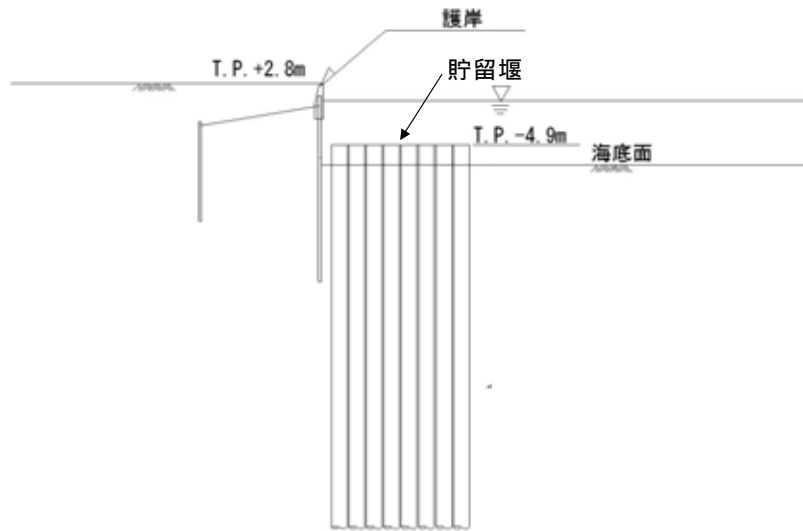
貯留堰は，取水口前面の海中に設置する鋼管矢板を連結した構造物であり，取水口護岸に接続する。また，鋼管矢板は，十分な支持性能を有する地盤に設置される。

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。

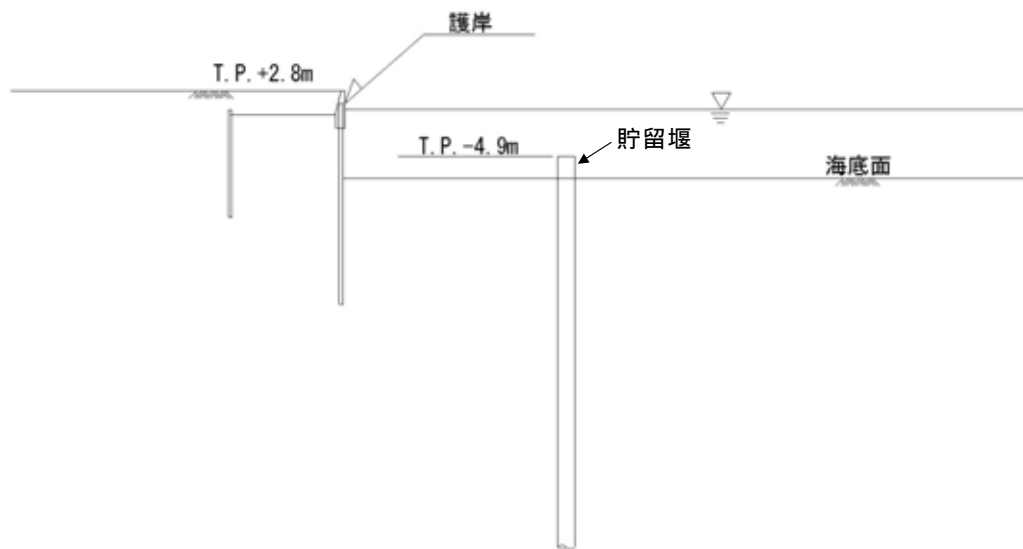
貯留堰の耐震評価は，構造物の構造的長や周辺の地盤条件も考慮して，構造の安全性に支配的な弱軸方向である横断方向の断面のうち，耐震安全上厳しくなる断面について基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。



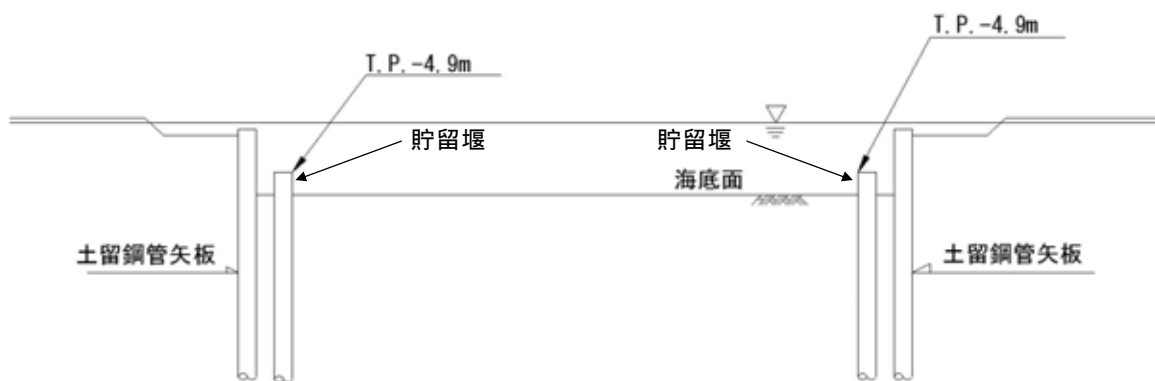
第 6 - 2 - 1 図 貯留堰 平面図



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. 防潮堤

【追而】

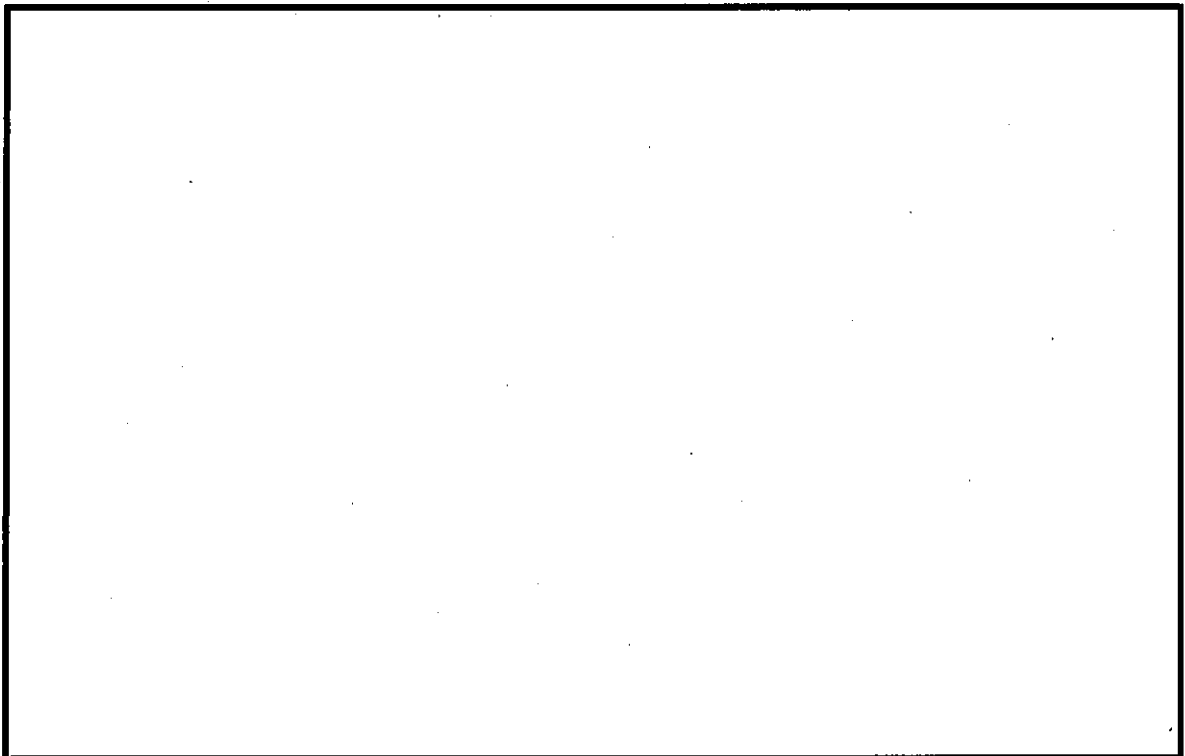
4. 常設代替高圧電源装置置場

常設代替高圧電源装置置場の平面図を第 6-4-1 図に，断面図を第 6-4-2 図に示す。

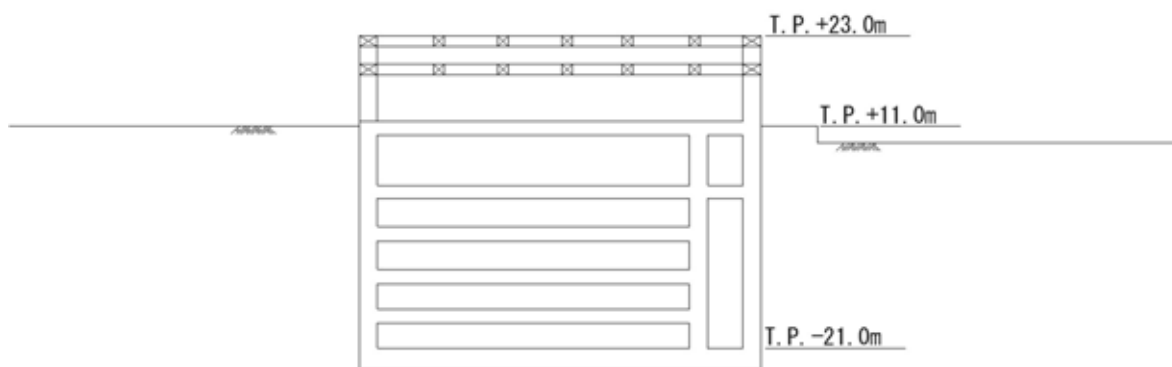
常設代替高圧電源装置置場は，鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，十分な支持性能を有する地盤に設置される。

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。

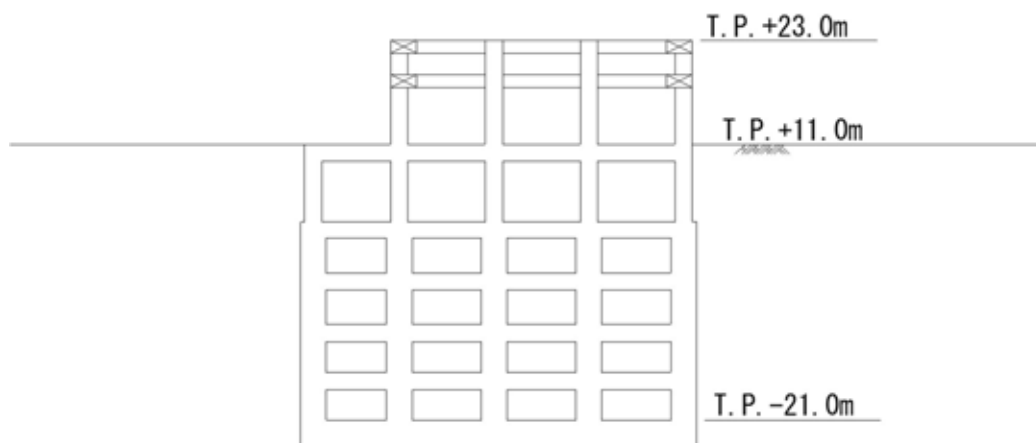
常設代替高圧電源装置置場の耐震評価は，構造物の構造的特长や周辺の地盤条件も考慮して，構造の安全性に支配的な弱軸方向である南北方向の断面のうち，耐震安全上厳しくなる断面について基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。



第 6-4-1 図 常設代替高圧電源装置置場 平面図



第 6 - 4 - 2 (1) 図 常設代替高圧電源装置置場 断面図 (東西断面)



第 6 - 4 - 2 (2) 図 常設代替高圧電源装置置場 断面図 (南北断面)

5. 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 - 5 - 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 - 5 - 2 図に，横断面図を第 6 - 5 - 3 図に示す。立坑部の断面図を第 6 - 5 - 4 図に示す。カルバート部の平面図を図 6 - 5 - 5 に，断面図を第 6 - 5 - 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地盤に設置される。

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物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地盤に設置される。

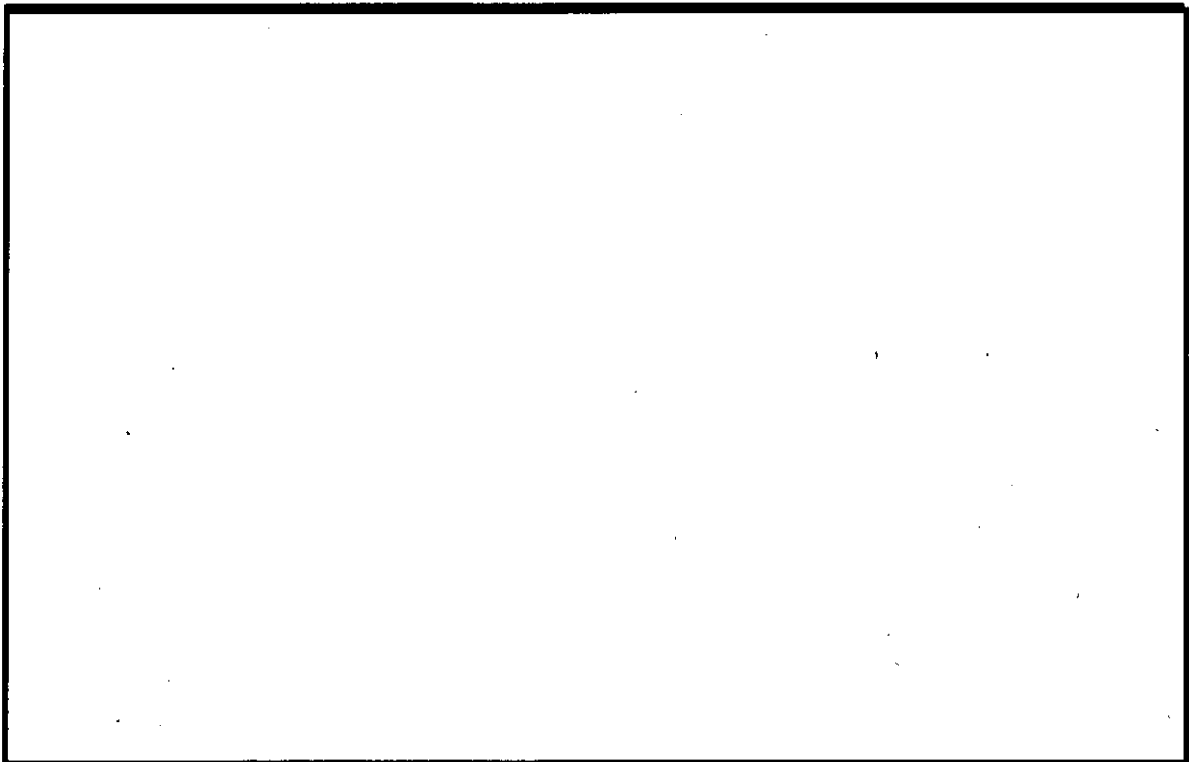
立坑部の耐震評価は，構造物の構造的長や周辺の地盤条件も考慮して，耐震安全上厳しくなる断面について基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。

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，十分な支持性能を有する地盤に設置される。

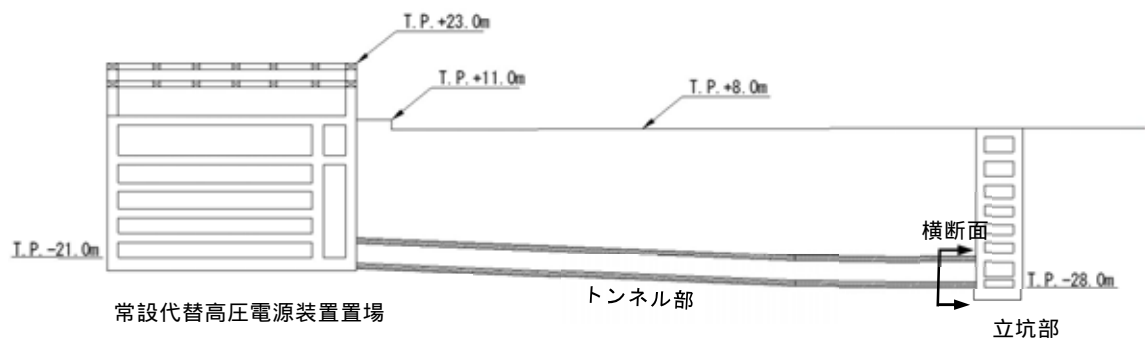
カルバート部の縦断方向（軸方向）は，カルバートの加振方向と平行に配置される側壁を耐震設計上見込むことができるため，強軸方向となる。一

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。

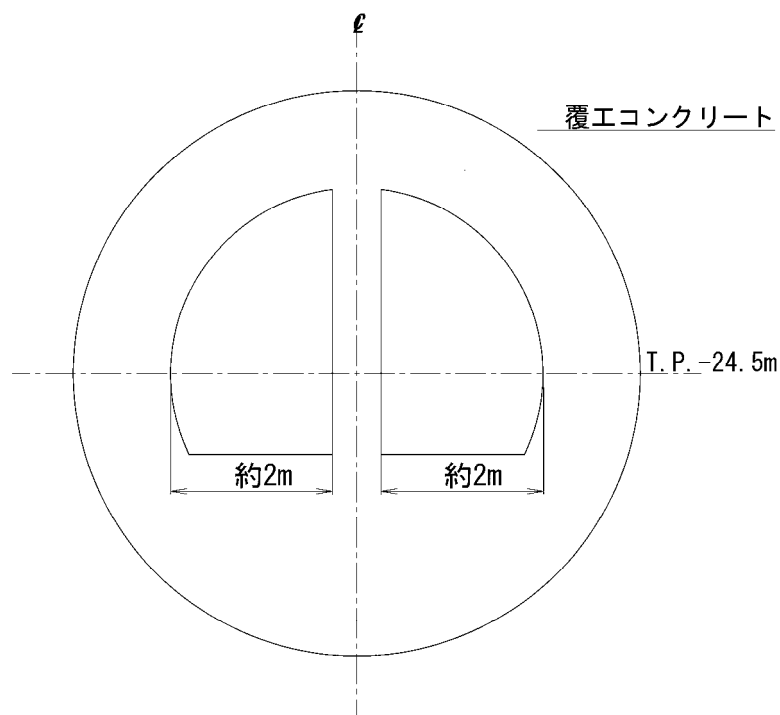
カルバート部の耐震評価は、構造物の構造的特长や周辺の地盤条件も考慮して、構造の安全性に支配的な弱軸方向である横断方向の断面のうち、耐震安全上厳しくなる断面について基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。



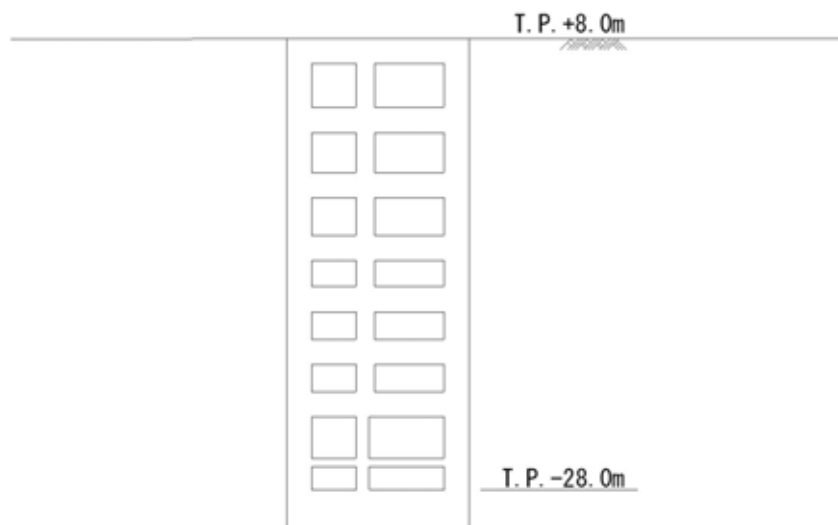
第 6-5-1 (1) 図 常設代替高圧電源装置用カルバート 平面図



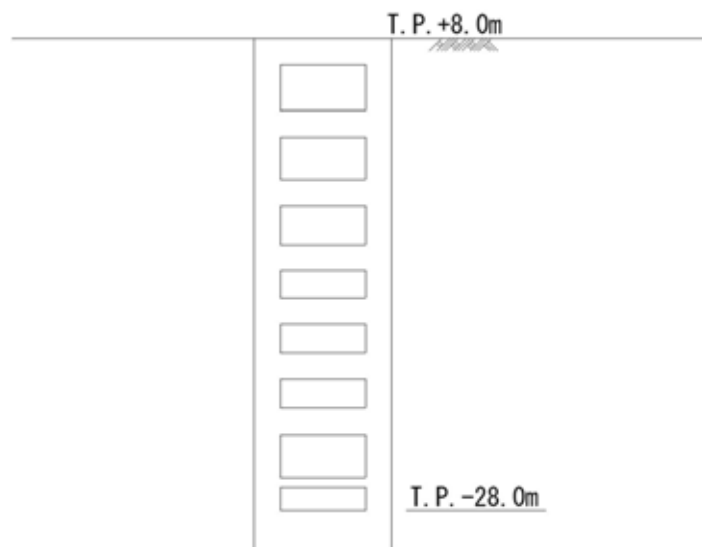
第 6 - 5 - 2 図 常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部） 縦断面図



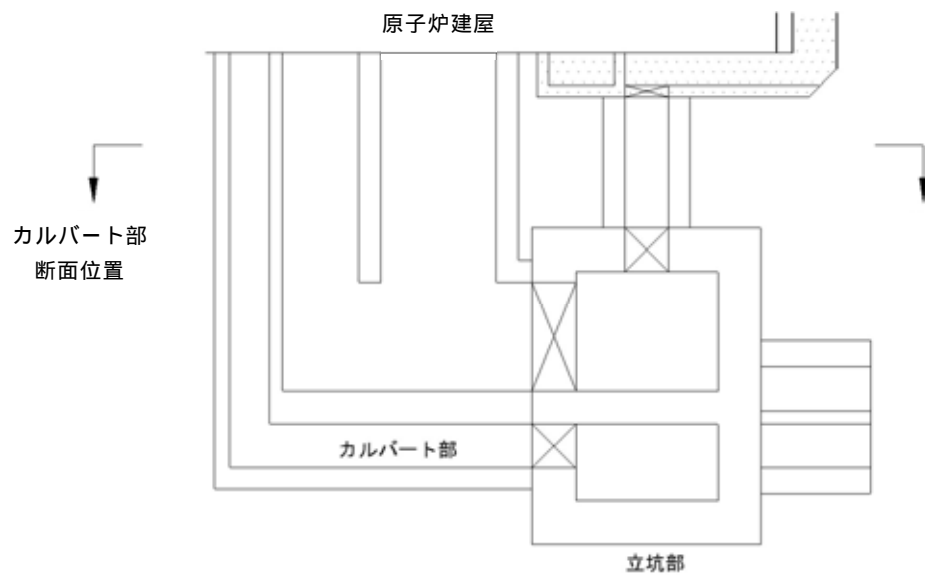
第 6 - 5 - 3 図 常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部） 横断面図



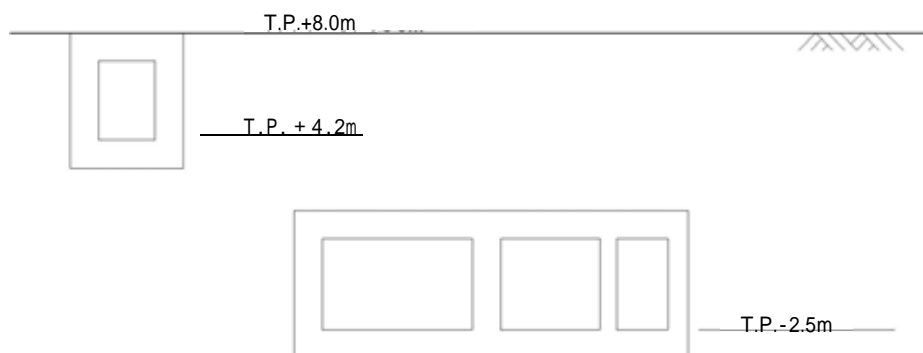
第 6 - 5 - 4 図 (1) 常設代替高圧電源装置用カルバート (立坑部) 断面図
(東西断面)



第 6 - 5 - 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 - 5 - 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 - 5 - 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

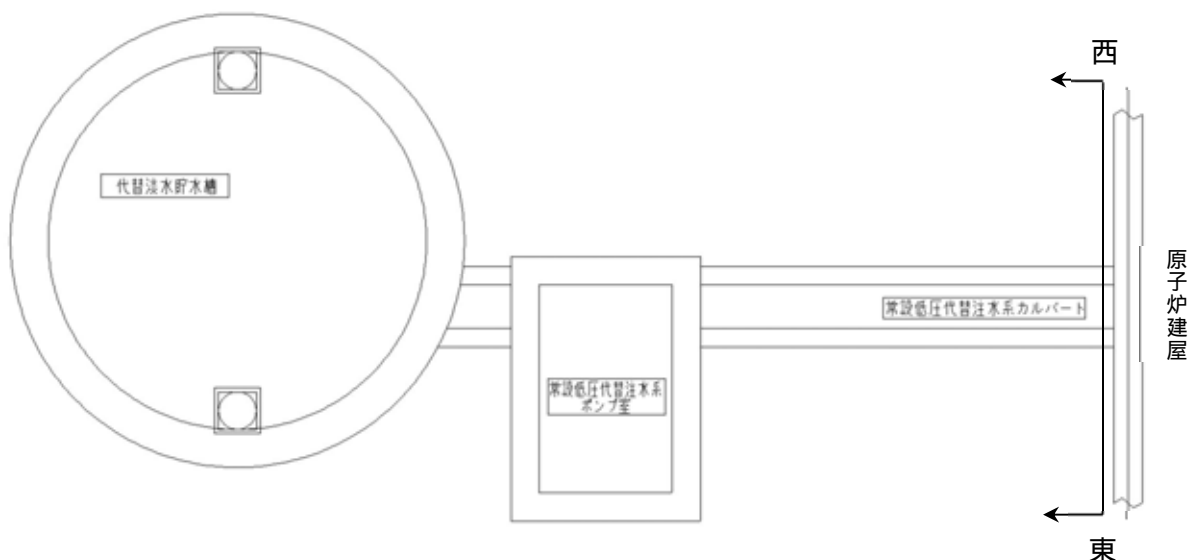
7. 常設低圧代替注水系配管カルバート

常設低圧代替注水系配管カルバートの平面図を第 6 - 7 - 1 図に，断面図を第 6 - 7 - 2 図に示す。

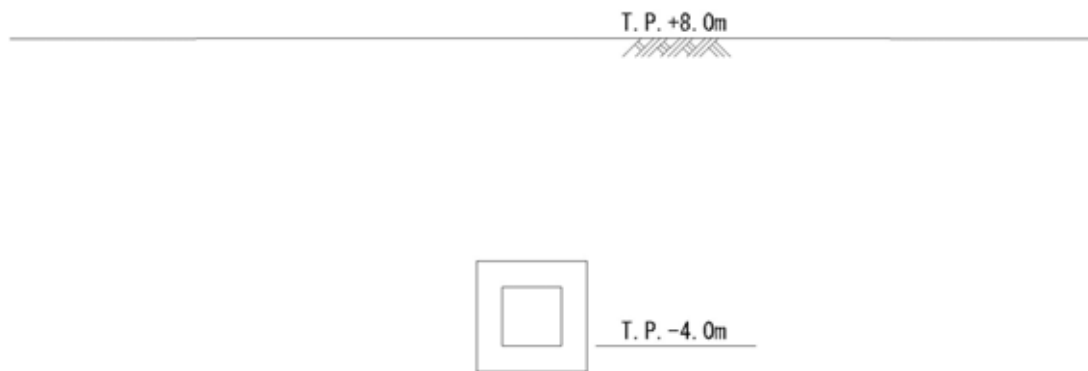
常設低圧代替注水系配管カルバートは，鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，十分な支持性能を有する地盤に設置される。

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，構造物の構造的特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 - 7 - 1 図 常設低圧代替注水系配管カルバート 平面図



第 6 - 7 - 2 図 常設低圧代替注水系配管カルバート 断面図

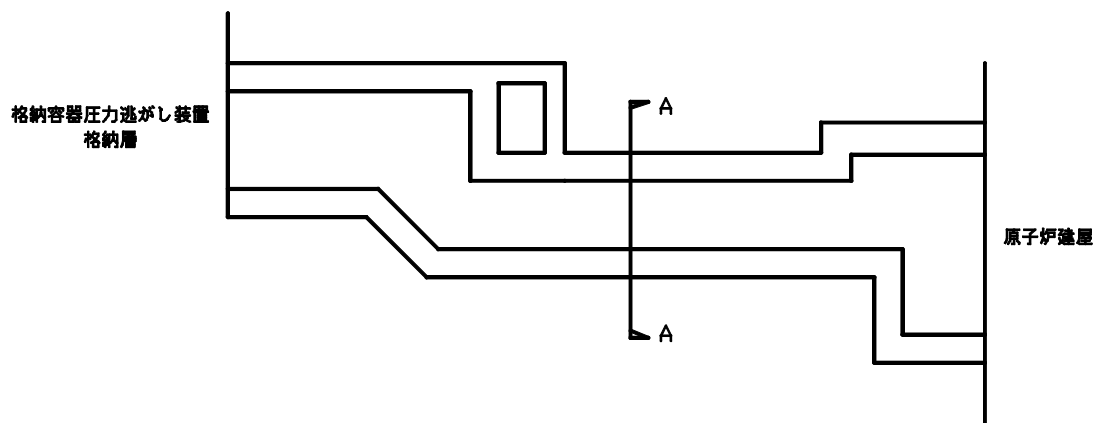
8. 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート

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 - 8 - 1 図に，断面図を第 6 - 8 - 2 図に示す。

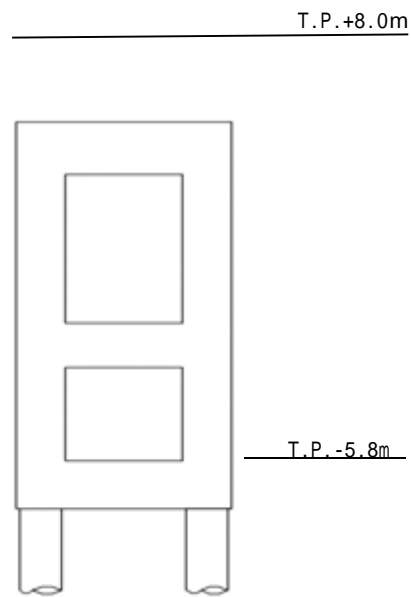
格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートは，鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，杭を介して十分な支持性能を有する地盤に設置される。

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 - 8 - 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 - 8 - 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)

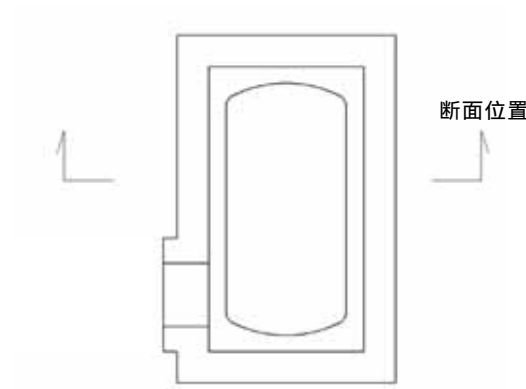
9. 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎

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 - 9 - 1 図に，断面図を第 6 - 9 - 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 - 9 - 3 図に，断面図を第 6 - 9 - 4 図に示す。

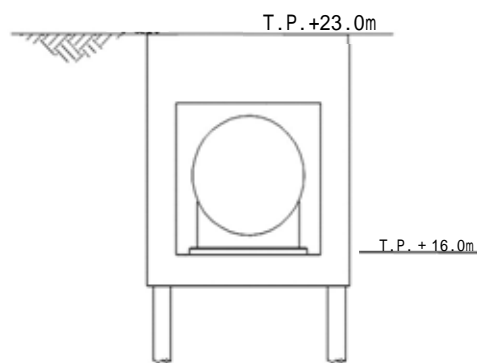
緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎は，鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，杭を介して十分な支持性能を有する地盤に設置される。

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。

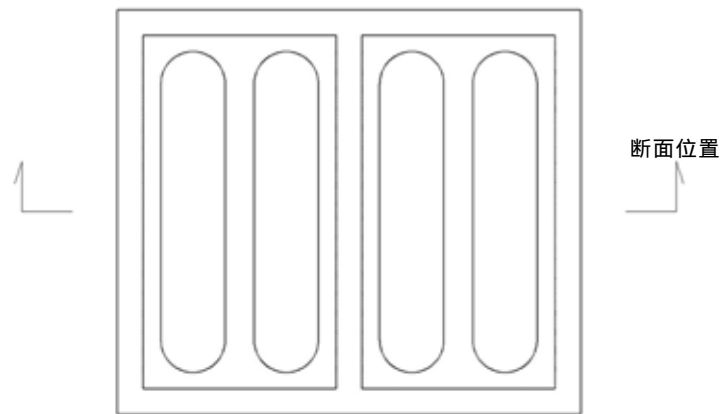
緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎の耐震評価は，構造物の構造的長や周辺の地盤条件も考慮した上で，構造物の安全性に支配的な弱軸方向である横断方向の断面のうち，耐震安全上厳しくなる断面について基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。



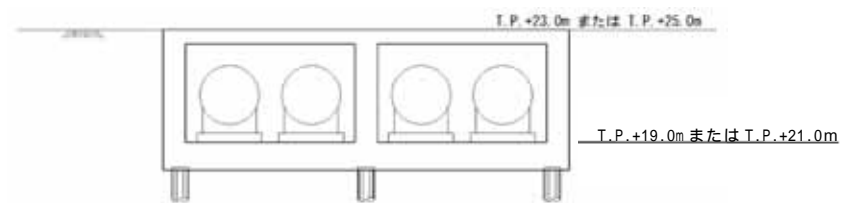
第 6 - 9 - 1 図 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎 平面図



第 6 - 9 - 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 - 9 - 3 図 可搬型設備用軽油タンク基礎 平面図



第 6 - 9 - 4 図 可搬型設備用軽油タンク基礎 断面図（弱軸方向）

東海第二発電所

主要建屋の構造概要及び解析モデルについて

主要建屋の構造概要及び解析モデルについて

1. 構造概要

本資料は、東海第二発電所の主要建屋として、耐震重要施設及びその間接支持構造物である原子炉建屋と使用済燃料乾式貯蔵建屋について纏めたものである。

(1) 原子炉建屋

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

最下階床面からの高さは約 68 m で地上高さは約 56 m である。

建物中央部には一次格納容器を囲む円型遮蔽壁があり、その外側に二次格納施設の外壁及び放射性廃棄物処理設備等を囲む外壁がある。

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。

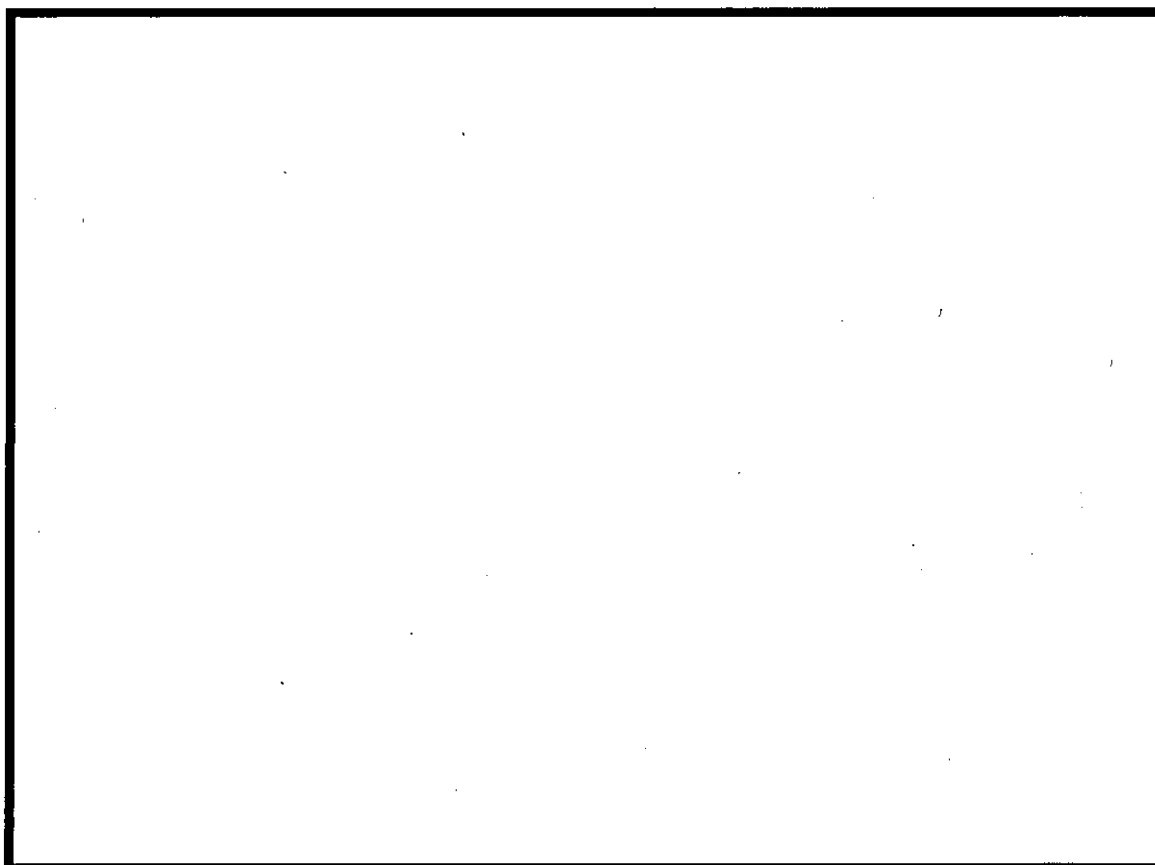
原子炉建屋の基礎は、平面が約 67 m（南北方向）× 約 67m（東西方向）、厚さ約 5 m のべた基礎で、人工岩盤を介して、砂質泥岩である久米層に岩着している。

(2) 使用済燃料乾式貯蔵建屋

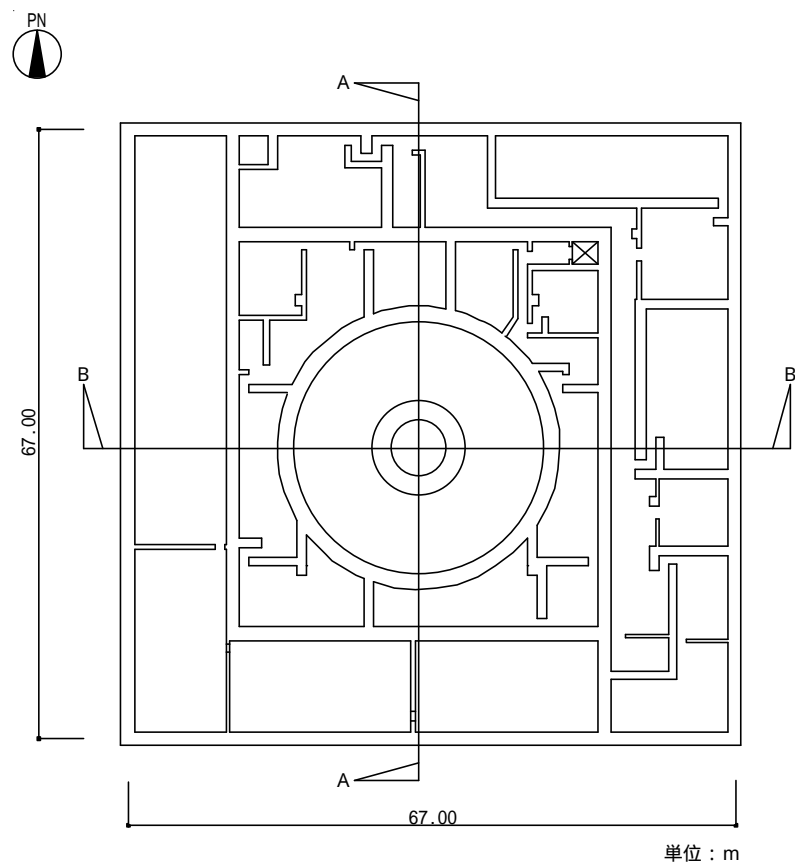
使用済燃料乾式貯蔵建屋は、地上 1 階建で平面が約 52 m（南北方向）× 約 24 m（東西方向）の鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）の建物であり、適切に配置された耐震壁で構成された剛な構造としている。

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

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 1-5 図に示す。

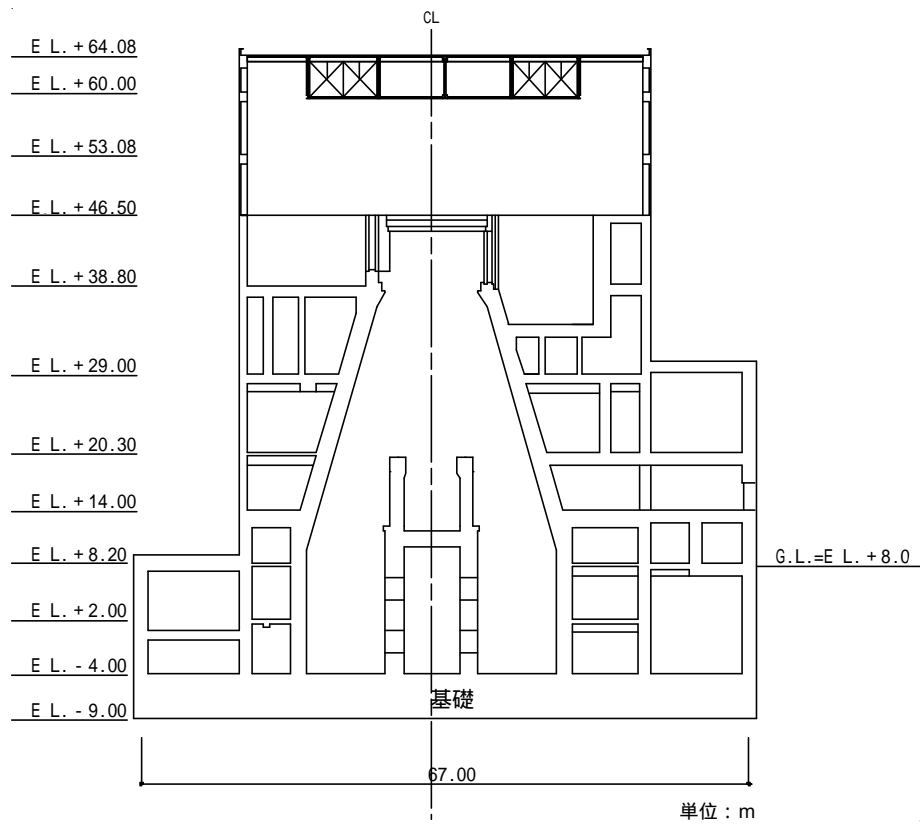


第 1-1 図 主要建屋の配置図

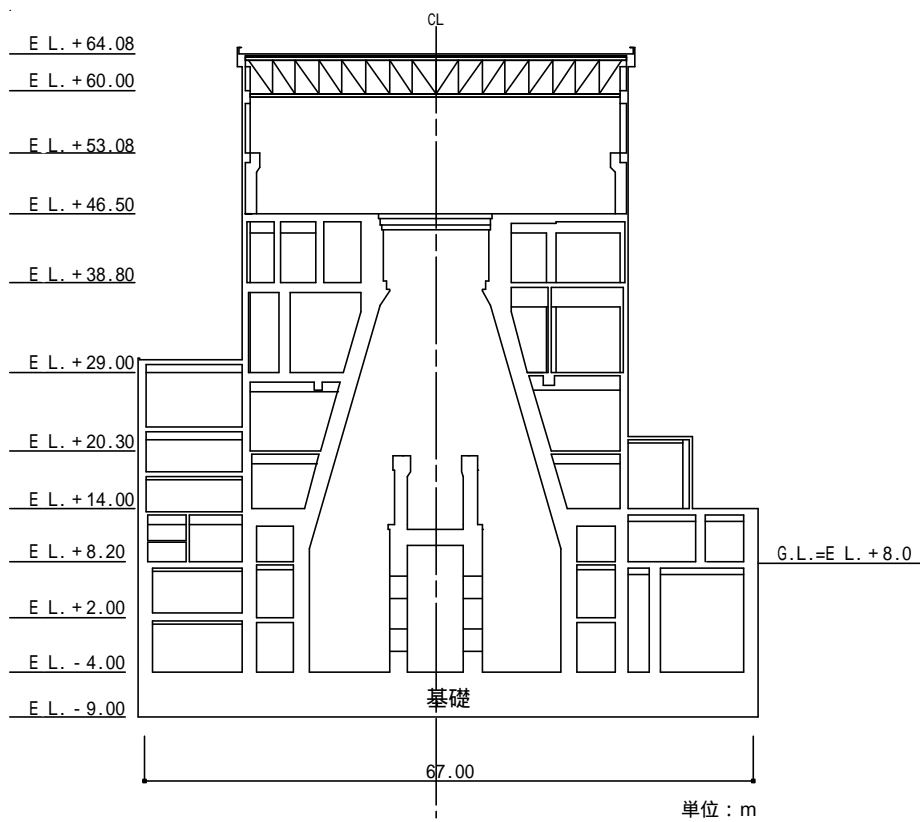


(EL. - 4.0 m)

第 1 - 2 図 原子炉建屋 概略平面図



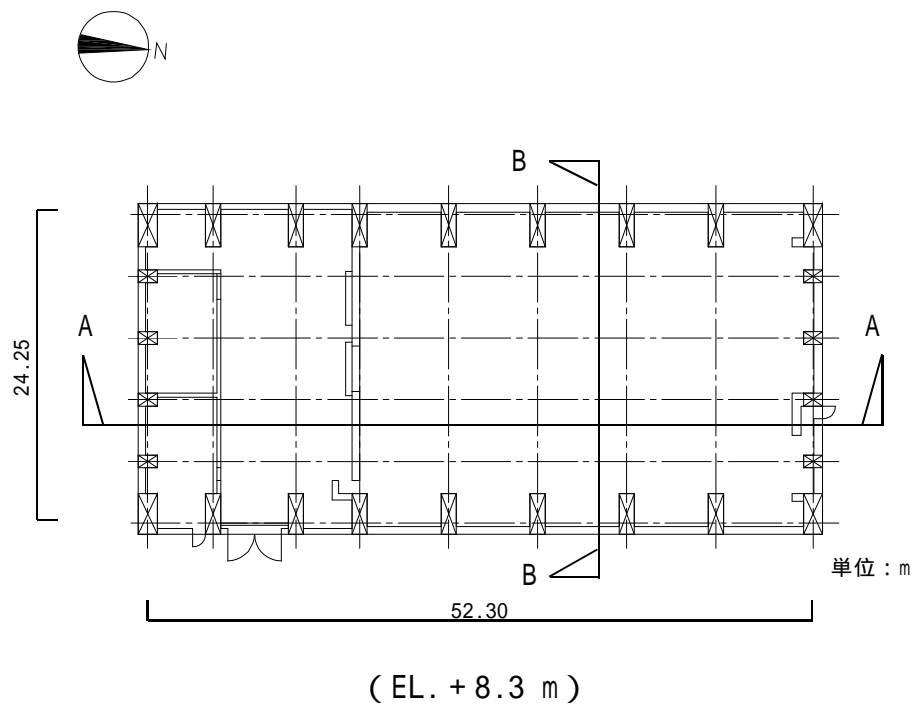
(N S 方向 , A - A 断面)



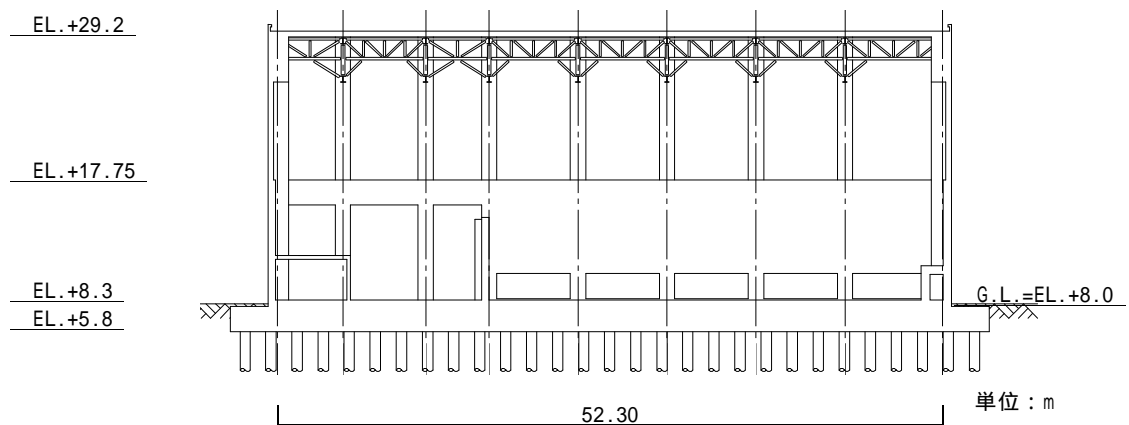
(E W 方向 , B - B 断面)

第 1 - 3 図 原子炉建屋 断面図

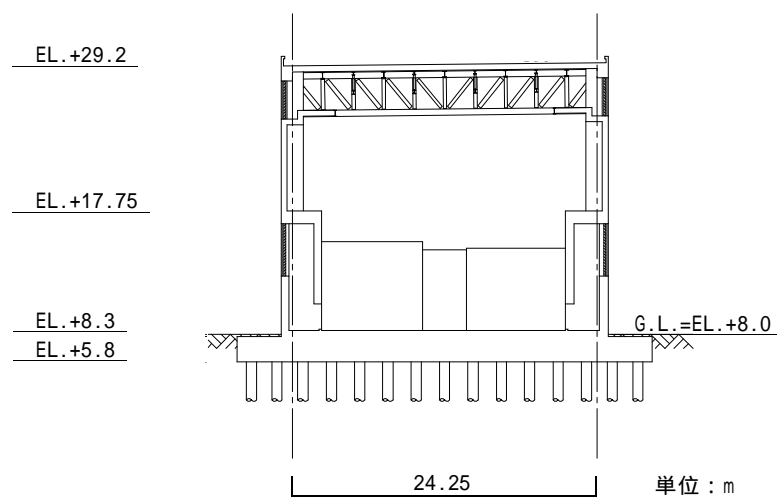
4 条 - 別添 7 - 5



第 1 - 4 图 使用済燃料乾式貯蔵建屋 概略平面図



(N S 方向 , A - A 断面)



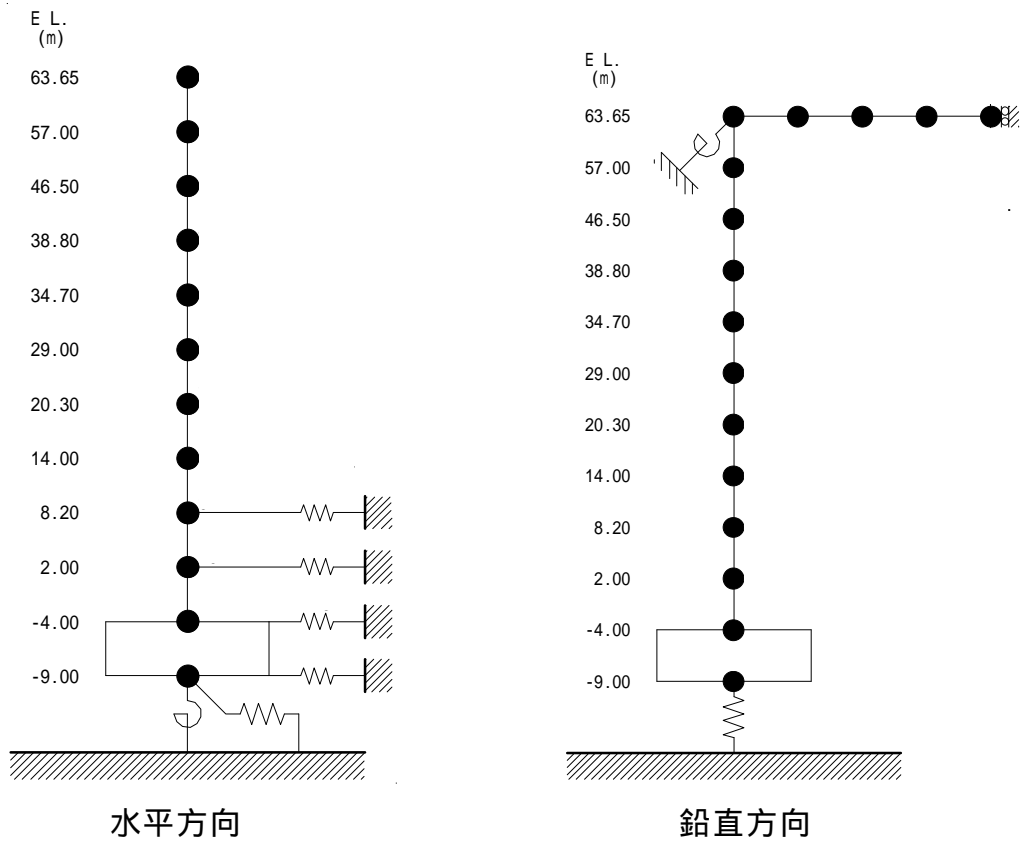
(E W 方向 , B - B 断面)

第 1 - 5 图 使用済燃料乾式貯蔵建屋 断面図

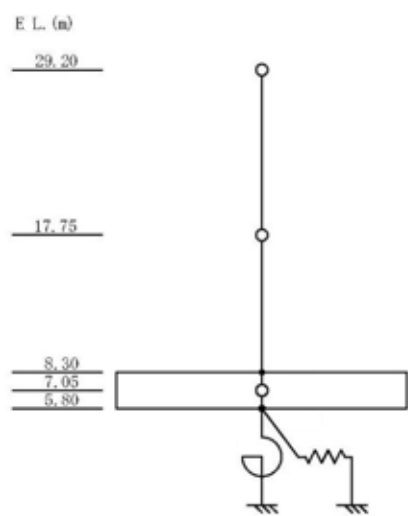
2. 解析モデル

(1) 地震応答解析モデル

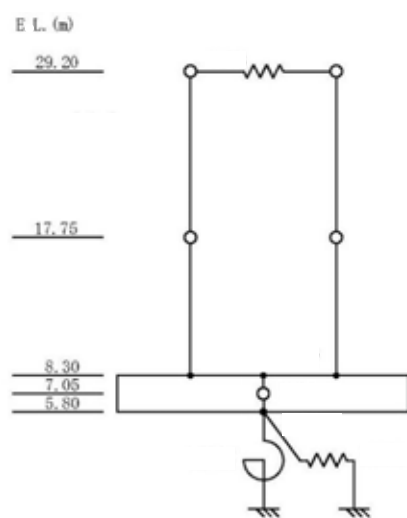
主要建屋の地震応答解析モデルとして、原子炉建屋及び使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震応答解析モデル図を第2-1図及び第2-2図に示す。



第2-1図 原子炉建屋の地震応答解析モデル図

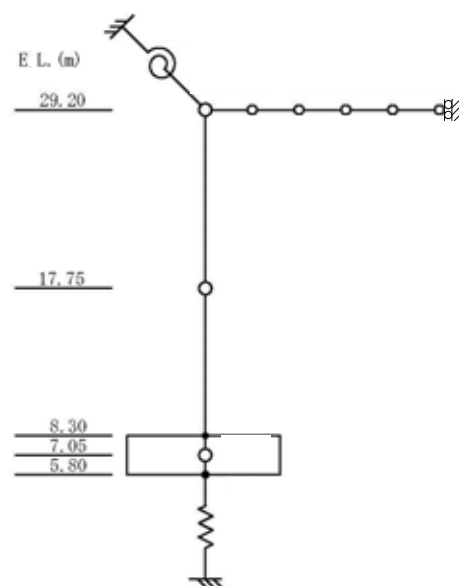


N S 方向



E W 方向

水平方向



鉛直方向

第 2 - 2 図 使用済燃料乾式貯蔵建屋の地震応答解析モデル図

東海第二発電所

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

1. はじめに

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

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。

既工認と今回工認との比較のための整理

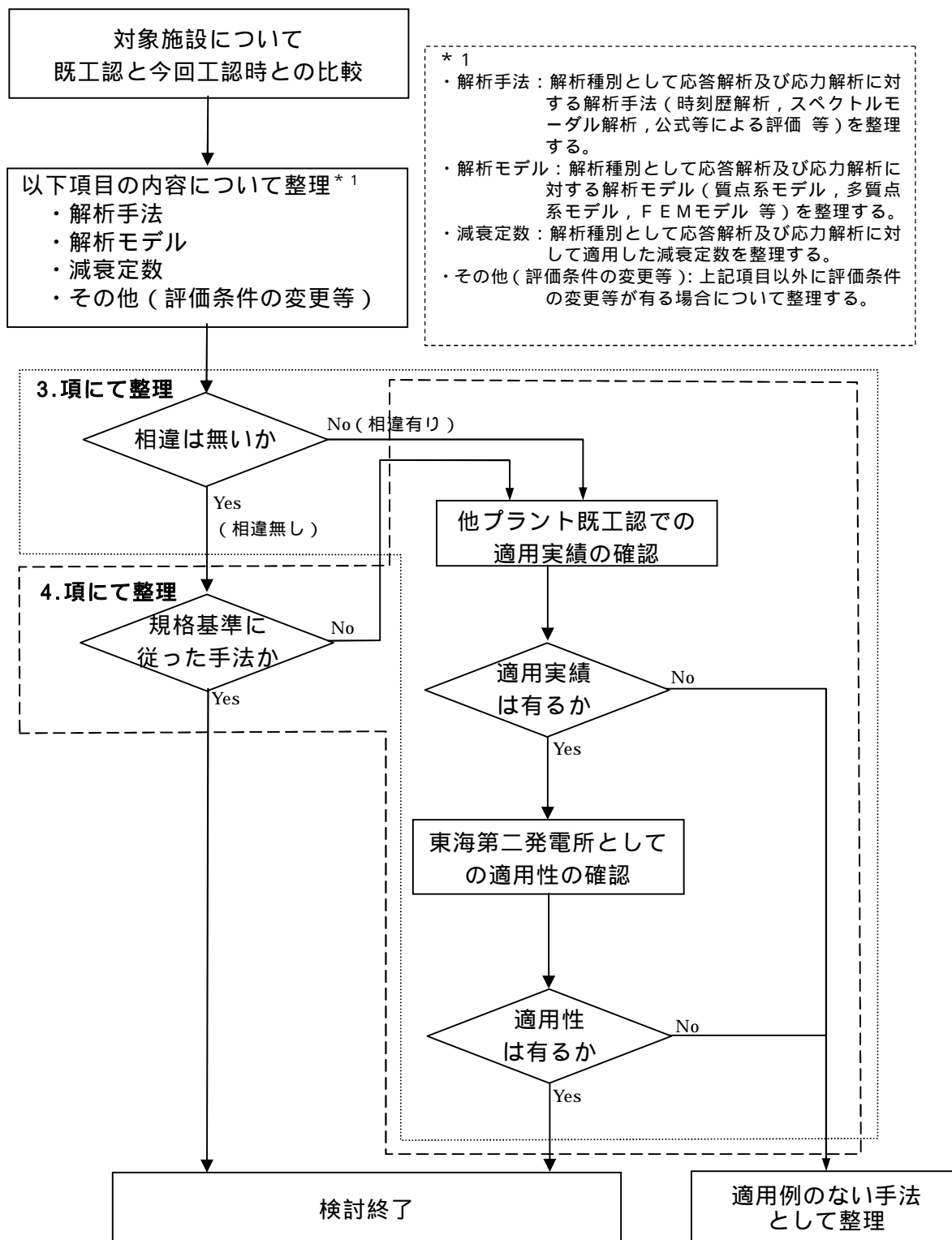
整理対象として抽出した設備について、既工認と今回工認時との比較を行うために、解析手法、解析モデル、減衰定数及びその他（評価条件の変更等）に対して、既工認の手法及び今回工認の手法について設備ごとに内容を整理する。

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、適用性がない場合には適用例の無い手法として整理する。

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、 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あ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) 原子炉压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压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。	原子炉压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，ブローアークラス）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）

評価対象設備			既工認と今回工認時との比較												備考 （左欄にて比較した自 プラント既工認）	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法 に相違	
			解析手法 （公式等による評価、スペクトルモーダル解析、時刻歴解析他）			解析モデル				減衰定数				その他 （評価条件の変更等）		（ 1 ） ：共通適用例あり ：個別適用例あり ×：適用例なし	内 容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり （適用可能であることの 理由も記載）		
			：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容		：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容		：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容		：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容								
				工認	解析種別		内 容	工認		解析種別	方向		内 容	工認							解析種別
耐震5 クラス 施設	原子炉 建屋	耐震壁	既工認	応答解析	時刻歴応答解析	既工認	応答解析	水平	【建物モデル】 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 -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） 基礎浮上り非線形及び復元力特性は、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ばねに基づき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き、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）						
		屋根トラス	既工認	応力解析	静的応力解析	既工認	応力解析	水平	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 -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号機のタービン建屋で適用例のある手法。 （減衰定数） 減衰定数は、川内1，2号機工認で共通適用例のある手法。 （その他） 非線形特性は、川内2号機のタービン建屋で適用例のある手法。	同じ設備及び川内1，2号機を参照	-	-		
			今回工認	応答解析 応力解析	弾塑性解析	今回工認	応答解析 応力解析	水平	3次元FEMモデル	今回工認	応答解析	水平	コンクリート：5% 鋼材：2%	今回工認						・非線形解析 基準地震動S _s に対しては、材料（鉄骨）の非線形特性を考慮した弾塑性解析を実施。 ・屋根トラス部の耐震裕度向上工事の内容を反映	
	原子炉格納施設の基礎	既工認	応力解析	原子炉建屋の地震応答解析結果を用いた静的応力解析	既工認	応力解析	水平	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 -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、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。	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5 クラス 設備の 間接支持 構造物	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：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	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 -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） 基礎浮上り非線形、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）
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 -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							

別表 2 既設 D B 施設の耐震評価条件整理一覧表（屋外重要土木構造物）

評価対象設備			既工認と今回工認時との比較														備 考 （左欄にて比較した自 プラント既工認）	他プラントを含めた既工認での適用例					既工認と今回工認の手法 に相違				
			解析手法 （公式等による評価，スペクトルモーダル解析，時刻歴解析他）			解析モデル				減衰定数				その他 （評価条件の変更等）				（ 1 ） ：共通適用例あり ：個別適用例あり ×：適用例なし	内 容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり （適用可能であることの理由も記載）						
			：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容		：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容			：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容																
				工認	解析種別		内 容	工認	解析種別		方向	内 容	工認	解析種別	方向	内 容						工認		内 容			
耐震 S クラス施設の 間接支持構造物	取水構造物	既工認	応答解析	時刻歴モーダル解析		既工認	応答解析	水平	質点系モデル		既工認	応答解析	水平	コンクリート：5%		既工認	許容応力度法	建設工認 第7回 添付書類 -2-1「申請設備にかかわる耐震設計の基本方針」 添付資料 -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		-				
								鉛直	-				鉛直	-													
		今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	地質データに基づく F E M モデル		今回工認	応答解析	水平	コンクリート：5% あるいは1%+履歴減衰		今回工認	非線形解析 限界状態設計法										
								鉛直	同上				鉛直														
		屋外二重管	既工認	応答解析		波動理論	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析		水平	地質データに基づく地盤モデル	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	-		既工認	許容応力度法		建設工認 第8回 添付書類 -2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付資料 -2-4「屋外海水配水管用外管の耐震性についての計算書」	（解析手法） ○（解析モデル） ○（減衰定数）	（解析手法） 解析手法は，高浜3,4号機工認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		-
											鉛直	-				鉛直	-										
	応力解析			公式等による評価	応力解析	水平			-	水平	-																
						鉛直			-	鉛直	-																
	今回工認		応答解析	時刻歴解析	今回工認	応答解析		水平	地質データに基づく F E M モデル	今回工認	応答解析	水平		鋼材：3% あるいは1%+履歴減衰	今回工認	許容応力度法											
								鉛直	同上			鉛直															
			応力解析	公式等による評価		応力解析		水平	-		水平	-															
								鉛直	-		鉛直	-															

評価対象設備		既工認と今回工認時との比較														備考 （左欄にて比較した自 プラント既工認）	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法 に相違				
		解析手法 （公式等による評価、スペクトルモーダル解析、時刻歴解析他）			解析モデル					減衰定数				その他 （評価条件の変更等）			（１） ：共通適用例あり ：個別適用例あり ×：適用例なし	内 容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり （適用可能であることの 理由も記載）					
		：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容		：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容				：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容			：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容										
			工認	解析種別		内 容	工認	解析種別	方向		内 容	工認	解析種別		方向							内 容	工認	内 容	
炉心支持構造物	シュラウド	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析）	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） -	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21回 添付書類 -2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 応答解析： 添付書類 -2-3「炉心 構造物の耐震性につい ての計算書」	（解析手法） 応答解析： （解析モデル） 応答解析： （減衰定数） 応答解析： （減衰定数） 応答解析：	-	-			
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-												
			応力解析	F E M解析及び公式等による評価	応力解析		水平	F E Mモデル	応力解析	水平		-	応力解析	水平	-										
				鉛直	F E Mモデル		鉛直	F E Mモデル	鉛直	-		鉛直	-												
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	今回工認		応答解析	水平	多質点系モデル（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		-	今回工認					-	添付書類 -2-3「炉心 構造物の耐震性につい ての計算書」	添付書類 -2-3「炉心 構造物の耐震性につい ての計算書」
			鉛直	多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）	鉛直		多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）	鉛直	1.0%	鉛直		-	鉛直	-											
	シュラウドサポート	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析）	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） -	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21回 添付書類 -2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 応答解析： 添付書類 -2-4「シュ ラウドサポートの耐震 性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析： （減衰定数） 応答解析： （その他） 解析コード：	-	-			
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-												
			応力解析	F E M解析及び公式等による評価	応力解析		水平	F E Mモデル	応力解析	水平		-	応力解析	水平	-										
				鉛直	F E Mモデル		鉛直	F E Mモデル	鉛直	-		鉛直	-												
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	今回工認		応答解析	水平	多質点系モデル（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		-	今回工認					-	添付書類 -2-3「炉心 構造物の耐震性につい ての計算書」	添付書類 -2-3「炉心 構造物の耐震性につい ての計算書」
			鉛直	多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）	鉛直		多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）	鉛直	1.0%	鉛直		-	鉛直	-											
	上部格子板	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析）	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） -	既工認	応答解析	水平	1.0%	-	既工認	-	建設工認 第21回 添付書類 -2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 応答解析： 添付書類 -2-3「炉心 構造物の耐震性につい ての計算書」	（解析モデル） 応答解析： （減衰定数） 応答解析：	-	-			
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-												
			応力解析	公式等による評価	応力解析		水平	-	応力解析	水平		-	応力解析	水平	-										
				鉛直	-		鉛直	-	鉛直	-		鉛直	-												
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	今回工認		応答解析	水平	多質点系モデル（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		-	今回工認					-	添付書類 -2-3「炉心 構造物の耐震性につい ての計算書」	添付書類 -2-3「炉心 構造物の耐震性につい ての計算書」
			鉛直	多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）	鉛直		多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）	鉛直	1.0%	鉛直		-	鉛直	-											
	炉心支持板	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析）	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） -	既工認	応答解析	水平	1.0%	-	既工認	-	建設工認 第21回 添付書類 -2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 応答解析： 添付書類 -2-3「炉心 構造物の耐震性につい ての計算書」	（解析モデル） 応答解析： （減衰定数） 応答解析：	-	-			
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-												
応力解析			公式等による評価	応力解析	水平		-	応力解析	水平	-		応力解析	水平	-											
			鉛直	-	鉛直		-	鉛直	-	鉛直		-													
今回工認		応答解析	時刻歴解析	今回工認	応答解析		水平	多質点系モデル（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	-		今回工認	-					添付書類 -2-3「炉心 構造物の耐震性につい ての計算書」	添付書類 -2-3「炉心 構造物の耐震性につい ての計算書」	
		鉛直	多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）	鉛直	多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）		鉛直	1.0%	鉛直	-		鉛直	-												
燃料支持金具	（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） -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	（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：	-	-					
			鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-													
		応力解析	-	応力解析		水平	-	応力解析	水平		-	応力解析	水平	-											
			鉛直	-		鉛直	-	鉛直	-		鉛直	-													
	今回工認	応答解析	時刻歴解析	今回工認		応答解析	水平	多質点系モデル（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		-	今回工認				-	添付書類 -2-3「炉心 構造物の耐震性につい ての計算書」	添付書類 -2-3「炉心 構造物の耐震性につい ての計算書」		
		鉛直	多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）	鉛直		多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）	鉛直	1.0%	鉛直		-	鉛直	-												
制御棒案内管	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析）	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） -	既工認	応答解析	水平	1.0%	-	既工認	-	建設工認 第21回 添付書類 -2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-7「制御 棒案内管の耐震性につ いての計算書」	（解析モデル） 応答解析： （減衰定数） 応答解析：	-	-				
			鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-													
		応力解析	公式等による評価	応力解析		水平	-	応力解析	水平		-	応力解析	水平	-											
			鉛直	-		鉛直	-	鉛直	-		鉛直	-													
	今回工認	応答解析	時刻歴解析	今回工認		応答解析	水平	多質点系モデル（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		-	今回工認					-	添付書類 -2-7「制御 棒案内管の耐震性につ いての計算書」	添付書類 -2-7「制御 棒案内管の耐震性につ いての計算書」	
		鉛直	多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）	鉛直		多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）	鉛直	1.0%	鉛直		-	鉛直	-												

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）		（ 1 ） ：共通適用例あり ：個別適用例あり ×：適用例なし	内 容		参照した設備名称	減衰定数の実績 ：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり （適用可能であることの理由も記載）	
		：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容			：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容			：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容		（ 左欄にて比較した自プラント既工認 ）								
			工認	解析種別	内 容		工認	解析種別	方向		内 容	工認		内 容							
原子炉本体	円筒胴	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（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，FEMR	建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類 -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） （その他） 解析コード：		
				応力解析	F E M解析及び公式等による評価			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-						
			今回工認	応答解析	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）	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		F E M解析及び公式等による評価	応力解析		鉛直	多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）	応力解析	鉛直		1.0%	応力解析	鉛直	-						
					応力解析		水平	F E Mモデル	応力解析	鉛直		-	応力解析	鉛直	-						
		下鏡	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析		時刻歴解析	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析		水平	多質点系モデル（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				
	応力解析				F E M解析及び公式等による評価	応力解析	鉛直			-	応力解析	鉛直	-								
	今回工認			応答解析	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）	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	F E M解析及び公式等による評価	応力解析	鉛直	多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）		応力解析	鉛直	1.0%	応力解析	鉛直		-						
					応力解析	水平	F E Mモデル		応力解析	鉛直	-	応力解析	鉛直		-						
	制御棒駆動機構 ハウジング貫通部		（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） （応力解析）		既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（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，FEMR	建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類 -2-5「制御棒駆動機構および中性子計測ハウジング貫通部の強度計算書」
		応力解析			F E M解析及び公式等による評価	応力解析		鉛直		-	応力解析	鉛直		-							
		今回工認		応答解析	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）	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	F E M解析及び公式等による評価	応力解析	鉛直		多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）	応力解析	鉛直	1.0%	応力解析		鉛直	-						
					応力解析	水平		F E Mモデル	応力解析	鉛直	-	応力解析		鉛直	-						
		中性子計測 ハウジング貫通部	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	時刻歴解析		（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（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	
	応力解析				F E M解析及び公式等による評価	応力解析	鉛直			-	応力解析	鉛直	-								
	今回工認			応答解析	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）	今回工認	応答解析	水平	1.0%		今回工認	-					
			応力解析	F E M解析及び公式等による評価	応力解析	鉛直	多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）		応力解析	鉛直	1.0%	応力解析	鉛直		-						
					応力解析	水平	F E Mモデル		応力解析	鉛直	-	応力解析	鉛直		-						
再循環水出口ノズル （ N 1 ）	（応答解析） （応力解析）		既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析（配管反力）	（応答解析） （応力解析）	既工認		応答解析	水平	3次元はりモデル	（応答解析） （応力解析） -	既工認		応答解析	水平	0.5%	既工認	解析コード：ASSAL，FEMR		建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類 -2-6「再循環水出口ノズルの強度計算書」
		応力解析		F E M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	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）	応答解析		水平	3次元はりモデル	今回工認	応答解析	水平		2.5%	今回工認	解析コード：ASHSD2						
	応力解析		F E M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	応力解析	鉛直	2.5%	応力解析		鉛直	-							
				応力解析	水平		F E Mモデル	応力解析	鉛直	-	応力解析		鉛直	-							
	再循環水入口ノズル （ N 2 ）	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析（配管反力）		（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	0.5%		既工認	解析コード：ASSAL，FEMR	
応力解析				F E M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	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）	応答解析	水平		3次元はりモデル	今回工認	応答解析	水平	2.5%		今回工認	解析コード：ASHSD2						
		応力解析	F E M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		応力解析	鉛直	2.5%	応力解析	鉛直		-							
				応力解析	水平	F E Mモデル		応力解析	鉛直	-	応力解析	鉛直		-							

評価対象設備		既工認と今回工認時との比較													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) ：共通適用例あり ：個別適用例あり ×：適用例なし	他プラントを含めた既工認での適用例			既工認と今回工認の手法 に相違 -：相違有り ：相違無し
		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				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)						
		：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	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		
原子炉本体	蒸気出口ノズル (N3)	(応答解析)	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析(配管反力)	(応答解析)	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	(応答解析) -	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 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-8「蒸気 出口ノズルの強度計算 書」	(減衰定数) 応答解析: (その他) 解析コード:					
				鉛直	3次元はりモデル			応答解析	鉛直	-														
				応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	水平	FEMモデル			応力解析	鉛直	-									
		(応力解析)	今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析(配管反力)	(応力解析)	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	(応力解析) -	今回工認	応答解析	水平	3.0%	今回工認	解析コード:ASHSD2							
				鉛直	3次元はりモデル			応力解析	鉛直	3.0%														
				応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	水平	FEMモデル			応力解析	鉛直	-									
	給水ノズル (N4)	(応答解析)	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析(配管反力)	(応答解析)	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	(応答解析) -	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 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-9「給水 ノズルの強度計算書」	(減衰定数) 応答解析: (その他) 解析コード:					
				鉛直	3次元はりモデル			応答解析	鉛直	-														
				応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	水平	FEMモデル			応力解析	鉛直	-									
		(応力解析)	今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析(配管反力)	(応力解析)	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	(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							
				鉛直	3次元はりモデル			応力解析	鉛直	2.0%														
				応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	水平	FEMモデル			応力解析	鉛直	-									
	低圧炉心スプレイノズル (N5A)	(応答解析)	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析(配管反力)	(応答解析)	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	(応答解析) -	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 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-10「炉 心スプレイノズル(N5) の強度計算書」	(減衰定数) 応答解析: (その他) 解析コード:					
				鉛直	3次元はりモデル			応答解析	鉛直	-														
				応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	水平	FEMモデル			応力解析	鉛直	-									
		(応力解析)	今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析(配管反力)	(応力解析)	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	(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							
				鉛直	3次元はりモデル			応力解析	鉛直	2.0%														
				応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	水平	FEMモデル			応力解析	鉛直	-									
	高圧炉心スプレイノズル (N5B)	(応答解析)	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析(配管反力)	(応答解析)	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	(応答解析) -	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 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-10「炉 心スプレイノズル(N5) の強度計算書」	(減衰定数) 応答解析: (その他) 解析コード:					
				鉛直	3次元はりモデル			応答解析	鉛直	-														
				応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	水平	FEMモデル			応力解析	鉛直	-									
		(応力解析)	今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析(配管反力)	(応力解析)	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	(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							
				鉛直	3次元はりモデル			応力解析	鉛直	2.0%														
				応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	水平	FEMモデル			応力解析	鉛直	-									
低圧注水ノズル (N17)	(応答解析)	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析(配管反力)	(応答解析)	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	(応答解析) -	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 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-13「低 圧注水ノズルの強度計 算書」	(減衰定数) 応答解析: (その他) 解析コード:						
			鉛直	3次元はりモデル			応答解析	鉛直	-															
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	水平	FEMモデル			応力解析	鉛直	-										
	(応力解析)	今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析(配管反力)	(応力解析)	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	(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								
			鉛直	3次元はりモデル			応力解析	鉛直	2.0%															
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	水平	FEMモデル			応力解析	鉛直	-										
上鏡スプレイノズル (N6)	(応答解析)	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析(配管反力)	(応答解析)	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	(応答解析) -	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 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-14「上 鏡スプレイノズル (N6A)の強度計算書」	(減衰定数) 応答解析: (その他) 解析コード:						
			鉛直	3次元はりモデル			応答解析	鉛直	-															
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	水平	FEMモデル			応力解析	鉛直	-										
	(応力解析)	今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析(配管反力)	(応力解析)	今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	(応力解析) -	今回工認	応答解析	水平	3.0%	今回工認	解析コード:ASHSD2								
			鉛直	3次元はりモデル			応力解析	鉛直	3.0%															
			応力解析	FEM解析及び公式等による評価			応力解析	水平	FEMモデル			応力解析	鉛直	-										

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）													
		：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	ベントノズル （N7）	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）			（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認	解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -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：											
				応力解析	F E M解析及び公式等による評価					応力解析	水平	F E Mモデル				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	2.0%		今回工認					解析コード：ASHSD2								
		応力解析		F E M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		応力解析	鉛直	2.0%																			
		応力解析					応力解析	水平		F E Mモデル		応力解析	鉛直	-																			
		（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）			（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認	解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -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：											
	応力解析	F E M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			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		2.0%					今回工認	解析コード：ASHSD2							
		応力解析	F E M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		応力解析	鉛直	2.0%																				
		（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）			（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		（応答解析） （応力解析） -	既工認		応答解析	水平	0.5%	既工認	解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -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：										
	（応答解析） （応力解析）	既工認		応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）					（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平			3次元はりモデル		（応答解析） （応力解析） -	既工認						応答解析		水平	0.5%	既工認	解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-18「円 筒胴計測ノズルの強度 計算書」	（減衰定数） 応答解析： （その他） 解析コード：	
	（応答解析） （応力解析）			既工認	応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）						（応答解析） （応力解析）	既工認			応答解析	水平				3次元はりモデル				（応答解析） （応力解析） -		既工認	応答解析					
	（応答解析） （応力解析）		既工認		応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）			（応答解析） （応力解析）					既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル			（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	0.5%		既工認		解析コード：ASSAL，FEMR		建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-20「ス タビライザブラケット の強度計算書」			
	（応答解析） （応力解析）	既工認			応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）				（応答解析） （応力解析）	既工認				応答解析	水平	3次元はりモデル		（応答解析） （応力解析） -			既工認	応答解析	水平					0.5%		既工認	解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-20「ス タビライザブラケット の強度計算書」
	（応答解析） （応力解析）			既工認	応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）						（応答解析） （応力解析）	既工認		応答解析	水平	3次元はりモデル						（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析		水平	0.5%	既工認				
	（応答解析） （応力解析）		既工認		応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）			（応答解析） （応力解析）					既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル			（応答解析） （応力解析） -	既工認				応答解析	水平	0.5%	既工認		解析コード：ASSAL，FEMR		建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-20「ス タビライザブラケット の強度計算書」	
	（応答解析） （応力解析）	既工認			応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）				（応答解析） （応力解析）	既工認				応答解析	水平	3次元はりモデル		（応答解析） （応力解析） -			既工認			応答解析	水平	0.5%				既工認		解析コード：ASSAL，FEMR
	（応答解析） （応力解析）			既工認	応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）						（応答解析） （応力解析）	既工認		応答解析	水平	3次元はりモデル						（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	0.5%		既工認	解析コード：ASSAL，FEMR			
	（応答解析） （応力解析）		既工認		応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）			（応答解析） （応力解析）					既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル			（応答解析） （応力解析） -	既工認				応答解析	水平	0.5%	既工認				解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-20「ス タビライザブラケット の強度計算書」
	（応答解析） （応力解析）	既工認			応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）				（応答解析） （応力解析）	既工認				応答解析	水平	3次元はりモデル		（応答解析） （応力解析） -			既工認			応答解析	水平	0.5%			既工認	解析コード：ASSAL，FEMR		
（応答解析） （応力解析）	既工認			応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）			（応答解析） （応力解析）				既工認	応答解析		水平	3次元はりモデル		（応答解析） （応力解析） -					既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認		解析コード：ASSAL，FEMR			建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-20「ス タビライザブラケット の強度計算書」	
（応答解析） （応力解析）			既工認	応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）				（応答解析） （応力解析）				既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル				（応答解析） （応力解析） -	既工認			応答解析	水平	0.5%		既工認			解析コード：ASSAL，FEMR		建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-20「ス タビライザブラケット の強度計算書」
（応答解析） （応力解析）		既工認		応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）					（応答解析） （応力解析）	既工認			応答解析	水平	3次元はりモデル			（応答解析） （応力解析） -			既工認		応答解析	水平	0.5%			既工認	解析コード：ASSAL，FEMR			
（応答解析） （応力解析）	既工認			応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）			（応答解析） （応力解析）				既工認		応答解析	水平	3次元はりモデル		（応答解析） （応力解析） -					既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認				解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-20「ス タビライザブラケット の強度計算書」	
（応答解析） （応力解析）			既工認	応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）				（応答解析） （応力解析）				既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル				（応答解析） （応力解析） -	既工認			応答解析	水平	0.5%		既工認		解析コード：ASSAL，FEMR			建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-20「ス タビライザブラケット の強度計算書」
（応答解析） （応力解析）		既工認		応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）					（応答解析） （応力解析）	既工認			応答解析	水平	3次元はりモデル			（応答解析） （応力解析） -			既工認		応答解析	水平	0.5%			既工認		解析コード：ASSAL，FEMR		
（応答解析） （応力解析）	既工認			応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）			（応答解析） （応力解析）				既工認		応答解析	水平	3次元はりモデル		（応答解析） （応力解析） -					既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認			解析コード：ASSAL，FEMR		建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-20「ス タビライザブラケット の強度計算書」	
（応答解析） （応力解析）			既工認	応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）				（応答解析） （応力解析）				既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル				（応答解析） （応力解析） -	既工認			応答解析	水平	0.5%		既工認			解析コード：ASSAL，FEMR		建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-20「ス タビライザブラケット の強度計算書」
（応答解析） （応力解析）		既工認		応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）					（応答解析） （応力解析）	既工認			応答解析	水平	3次元はりモデル			（応答解析） （応力解析） -			既工認		応答解析	水平	0.5%			既工認	解析コード：ASSAL，FEMR			
（応答解析） （応力解析）	既工認			応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）			（応答解析） （応力解析）				既工認		応答解析	水平	3次元はりモデル		（応答解析） （応力解析） -					既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認				解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-20「ス タビライザブラケット の強度計算書」	
（応答解析） （応力解析）			既工認	応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）				（応答解析） （応力解析）				既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル				（応答解析） （応力解析） -	既工認			応答解析	水平	0.5%		既工認		解析コード：ASSAL，FEMR			建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-20「ス タビライザブラケット の強度計算書」
（応答解析） （応力解析）		既工認		応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）					（応答解析） （応力解析）	既工認			応答解析	水平	3次元はりモデル			（応答解析） （応力解析） -			既工認		応答解析	水平	0.5%			既工認		解析コード：ASSAL，FEMR		
（応答解析） （応力解析）	既工認			応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）			（応答解析） （応力解析）				既工認		応答解析	水平	3次元はりモデル		（応答解析） （応力解析） -					既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認			解析コード：ASSAL，FEMR		建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-20「ス タビライザブラケット の強度計算書」	
（応答解析） （応力解析）			既工認	応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）				（応答解析） （応力解析）				既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル				（応答解析） （応力解析） -	既工認			応答解析	水平	0.5%		既工認			解析コード：ASSAL，FEMR		建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-20「ス タビライザブラケット の強度計算書」
（応答解析） （応力解析）		既工認		応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）					（応答解析） （応力解析）	既工認			応答解析	水平	3次元はりモデル			（応答解析） （応力解析） -			既工認		応答解析	水平	0.5%			既工認	解析コード：ASSAL，FEMR			
（応答解析） （応力解析）	既工認			応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）			（応答解析） （応力解析）				既工認		応答解析	水平	3次元はりモデル		（応答解析） （応力解析） -					既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認				解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-20「ス タビライザブラケット の強度計算書」	
（応答解析） （応力解析）			既工認	応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）				（応答解析） （応力解析）				既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル				（応答解析） （応力解析） -	既工認			応答解析	水平	0.5%		既工認		解析コード：ASSAL，FEMR			建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-20「ス タビライザブラケット の強度計算書」
（応答解析） （応力解析）		既工認		応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）					（応答解析） （応力解析）	既工認			応答解析	水平	3次元はりモデル			（応答解析） （応力解析） -			既工認		応答解析	水平	0.5%			既工認		解析コード：ASSAL，FEMR		
（応答解析） （応力解析）	既工認			応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）			（応答解析） （応力解析）				既工認		応答解析	水平	3次元はりモデル		（応答解析） （応力解析） -					既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認			解析コード：ASSAL，FEMR		建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-20「ス タビライザブラケット の強度計算書」	
（応答解析） （応力解析）			既工認	応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）				（応答解析） （応力解析）				既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル				（応答解析） （応力解析） -	既工認			応答解析	水平	0.5%		既工認			解析コード：ASSAL，FEMR		建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-20「ス タビライザブラケット の強度計算書」
（応答解析） （応力解析）		既工認		応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）					（応答解析） （応力解析）	既工認			応答解析	水平	3次元はりモデル			（応答解析） （応力解析） -			既工認		応答解析	水平	0.5%			既工認	解析コード：ASSAL，FEMR			
（応答解析） （応力解析）	既工認			応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）			（応答解析） （応力解析）				既工認		応答解析	水平	3次元はりモデル		（応答解析） （応力解析） -					既工認	応答解析	水平	0.5%	既工認				解析コード：ASSAL，FEMR	建設工認 第17回 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-20「ス タビライザブラケット の強度計算書」	
（応答解析） （応力解析）			既工認	応答解析	スペクトルモデル解析（配管反力）				（応答解析） （応力解析）				既工認	応答解析																			

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				
原子炉圧力容器支持構造物	支持スカート	(応答解析)	既工認	応答解析	時刻歴解析	(応答解析)	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)	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 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-4「下鏡 板と支持スカートの強 度計算書」	(解析モデル) 応答解析： (減衰定数) 応答解析： (その他) 解析コード：							
				応力解析	F E M解析及び公式等による評価			応力解析	水平	F E Mモデル			応力解析	鉛直	F E Mモデル								応力解析	鉛直	-	
		(応力解析)	今回工認	応答解析	時刻歴解析	(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)	(応力解析)	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	F E M解析及び公式等による評価			応力解析	鉛直	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)			応力解析	鉛直	1.0%											
原子炉圧力容器基礎ボルト	(応答解析) (応力解析)	既工認	応答解析	時刻歴解析	(応答解析)	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)	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 -2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-2「原子 炉圧力容器基礎ボルト の耐震性についての計 算書」	(解析モデル) 応答解析： (減衰定数) 応答解析：								
			応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			応力解析	鉛直	-								応力解析				
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	(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)	(応力解析)	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	鉛直	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)			応力解析	鉛直	1.0%												応力解析
原子炉本体	原子炉圧力容器 スタビライザ	(応答解析) (応力解析)	既工認	応答解析	時刻歴解析	(応答解析)	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)	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 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-22「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	-			応力解析	鉛直	-											
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	(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)	(応力解析)	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	鉛直	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)			応力解析	鉛直	1.0%											応力解析	
	格納容器 スタビライザ	(応答解析) (応力解析)	既工認	応答解析	時刻歴解析	(応答解析)	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)	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 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-22「ス タビライザの強度計算 書」	(解析モデル) 応答解析： (減衰定数) 応答解析：						
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			応力解析	鉛直	-											
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	(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)	(応力解析)	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	鉛直	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)			応力解析	鉛直	1.0%										応力解析		
	制御棒駆動機構ハウジン グ支持金具	(応答解析) (応力解析)	既工認	応答解析	時刻歴解析	(応答解析)	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)	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 -1-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-3「制御 棒駆動機構ハウジング 支持金具の強度計算 書」	(解析モデル) 応答解析： (減衰定数) 応答解析：					
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			応力解析	鉛直	-											
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	(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)	(応力解析)	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	鉛直	多質点系モデル(大型機器系連成解析モデル)			応力解析	鉛直	1.0%									応力解析			
差圧検出・ほう酸水注入 配管	(応答解析) (応力解析)	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	(応答解析)	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル	(応答解析)	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 -2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-5「炉内 配管およびスパージャ の耐震性についての計 算書」	(減衰定数) 応答解析： (その他) 解析コード：					
			応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	多質点系モデル			応力解析	鉛直	-												応力解析
	今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	(応力解析)	今回工認	応答解析	水平	多質点系モデル	(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:NSTRAN											
		応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	多質点系モデル			応力解析	鉛直	1.0%									応力解析				水平

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）											
		：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	蒸気乾燥器	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） （応力解析）	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21回 添付書類 -2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類 -2-3「炉心構造物の耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析： （減衰定数） 応答解析：					
				応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-			応力解析	水平	-								応力解析	鉛直
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	（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）	（応力解析） -	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	鉛直	多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）			応力解析	鉛直	1.0%										
							応力解析	水平	-			応力解析	水平	-								応力解析	鉛直	-
							応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-										
	気水分離器及びスタンドパイプ	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） （応力解析）	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21回 添付書類 -2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類 -2-3「炉心構造物の耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析： （減衰定数） 応答解析：					
				応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-			応力解析	水平	-								応力解析	鉛直
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	（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）	（応力解析） -	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	鉛直	多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）			応力解析	鉛直	1.0%										
							応力解析	水平	-			応力解析	水平	-								応力解析	鉛直	-
							応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-										
	シュラウドヘッド	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） （応力解析）	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21回 添付書類 -2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類 -2-3「炉心構造物の耐震性についての計算書」	（解析手法） 応力解析 （解析モデル） 応答解析： （減衰定数） 応答解析：					
				応力解析	F E M解析及び公式等による評価			応力解析	鉛直	-			応力解析	水平	-								応力解析	鉛直
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	（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）	（応力解析） -	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	鉛直	多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）			応力解析	鉛直	1.0%										
							応力解析	水平	-			応力解析	水平	-								応力解析	鉛直	-
							応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-										
	ジェットポンプ	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	-	既工認	-	建設工認 第21回 添付書類 -2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類 -2-6「ジェットポンプの耐震性についての計算書」	（解析手法） 応答解析： （解析モデル） 応答解析：					
				応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-			応力解析	水平	-								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	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平	多質点モデル	（応力解析） -	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	多質点モデル			応力解析	鉛直	-										
							応力解析	水平	-			応力解析	水平	-								応力解析	鉛直	-
							応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-										
給水スパーージャ	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	-	既工認	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 -2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類 -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」	（その他） 解析コード：						
			応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	多質点モデル			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	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平	多質点モデル	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平	-	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	鉛直	多質点モデル			応力解析	鉛直	-											
						応力解析	水平	-			応力解析	水平	-								応力解析	鉛直	-	
						応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-											
炉心スプレイスパーージャ	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	-	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	-	既工認	-	建設工認 第21回 添付書類 -2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類 -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」	（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			応力解析	鉛直	-			応力解析	水平	-								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	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平	多質点モデル	（応力解析） -	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	多質点モデル			応力解析	鉛直	-											
						応力解析	水平	-			応力解析	水平	-								応力解析	鉛直	-	
						応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-											

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	残留熱除去系配管（原子炉圧力容器内）	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	-	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	-	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	（解析手法） 応答解析： 応力解析： （解析モデル） 応答解析： 応力解析：		-										
				応力解析	-			応力解析	水平	-			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		（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平		多質点モデル	（応力解析） -	今回工認	応答解析		水平	-				-	今回工認	-	（減衰定数） 応答解析： （その他） 解析コード：		-				
				鉛直	多質点モデル				鉛直	多質点モデル		鉛直			-		鉛直	-													
				応力解析	公式等による評価				応力解析	水平		-			応力解析		水平	-						応力解析				水平	-		
				鉛直	-				鉛直	-		鉛直			-		鉛直	-													
		炉心スプレイ系配管（原子炉圧力容器内）	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	不明	-	既工認	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 -2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類 -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」	（減衰定数） 応答解析： （その他） 解析コード：		-								
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			応力解析	水平	-															
				鉛直	-	鉛直		-	鉛直	-	今回工認		応答解析	水平	1.0%	-		今回工認	解析コード：NSTRAN												
			今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平	多質点モデル	（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：NSTRAN											
				鉛直	多質点モデル			鉛直	多質点モデル	鉛直			1.0%	鉛直	-					鉛直			-								
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			応力解析	水平	-	応力解析		水平		-			鉛直	-							
	差圧検出・ほう酸水注入系配管（原子炉圧力容器内）	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	不明	-	既工認	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 -2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類 -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」	（解析モデル） 応答解析： （減衰定数） （その他） 解析コード：		-									
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			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		（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平		多質点系モデル	（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：NSTRAN						
				鉛直	多質点系モデル				鉛直	多質点系モデル		鉛直			1.0%		鉛直	-							鉛直			-			
				応力解析	公式等による評価				応力解析	水平		-			応力解析		水平	-							応力解析			水平	-	鉛直	-
				鉛直	-				鉛直	-		鉛直			-		鉛直	-													
		中性子計測案内管	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	1.0%	-	既工認	-	発管発144号 添付書類 -1-2「中性子計測案内管の耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析： （減衰定数） 応答解析：		-								
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			応力解析	水平	-															
				鉛直	-	鉛直		-	鉛直	-	今回工認		応答解析	水平	1.0%	-		今回工認	-												
			今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平	多質点モデル	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平	1.0%		-		今回工認	-											
				鉛直	多質点モデル			鉛直	多質点モデル	鉛直			1.0%	鉛直	-					鉛直			-								
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			応力解析	水平	-	応力解析		水平		-			鉛直	-							
原子炉本体の基礎	円筒部	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（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	5.0%	-	既工認	-	建設工認 第3回 添付書類 -3-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類 -4「原子炉本体の基礎に関する説明書」	（解析モデル） 応力解析： （減衰定数） 応答解析：		-									
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-																
			応力解析	F E M解析	応力解析		水平	シェルモデル	応力解析	水平		-	応力解析	水平	-		鉛直	-													
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	（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）		（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平		5.0%	-					今回工認	-							
			鉛直	多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）				鉛直	多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）	鉛直				5.0%	鉛直		-														
			応力解析	F E M解析				応力解析	水平	シェルモデル				応力解析	水平		-							応力解析			水平	-	鉛直	-	
	アンカ部	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（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	5.0%	-	既工認	-	建設工認 第3回 添付書類 -3-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類 -4「原子炉本体の基礎に関する説明書」	（解析手法） 応力解析： （解析モデル） 応答解析： （減衰定数） 応答解析：		-									
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-																
			応力解析	F E M解析及び公式等による評価	応力解析		水平	シェルモデル	応力解析	水平		-	応力解析	水平	-		鉛直	-													
		今回工認	応答解析	時刻歴解析	（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）		（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平		5.0%	-					今回工認	-							
			鉛直	多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）				鉛直	多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）	鉛直				5.0%	鉛直		-														
			応力解析	公式等による評価				応力解析	水平	-				応力解析	水平		-							応力解析			水平	-	鉛直	-	

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)		(1) : 共通適用例あり : 個別適用例あり ×: 適用例なし	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法 に相違 - : 相違有り : 相違無し												
		解析手法 (公式等による評価 , スペクトルモーダル解析 , 時刻歴解析他)			解析モデル				減衰定数				その他 (評価条件の変更等)																						
		: 同じ : 異なる - : 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														
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	使用済燃料貯蔵設備	使用済燃料貯蔵ラック	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	シェルモデル	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」	-	既工認	-	-	-	-															
				鉛直	シェルモデル		鉛直	-																											
			応力解析	F E M解析及び公式等による評価	応力解析		水平	シェルモデル	応力解析		水平	-																							
				鉛直			シェルモデル	鉛直			-																								
		今回工認	応答解析	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								-	-	-	-	-	-									
			鉛直	シェルモデル		鉛直	-																												
			応力解析	F E M解析及び公式等による評価		応力解析	水平	シェルモデル		応力解析	水平	-																							
				鉛直			シェルモデル	鉛直			-																								
	使用済燃料乾式貯蔵容器	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	-	-	-	-	-	-																
			鉛直	シェルモデル		鉛直	-																												
		応力解析	F E M解析及び公式等による評価	応力解析		水平	シェルモデル	応力解析		水平	-																								
			鉛直			シェルモデル	鉛直			-																									
核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	燃料取扱装置	燃料取扱機	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	-	発発発第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」	既工認	-	-	-	-	(解析手法) 応答解析: (解析モデル) 応力解析: (減衰定数) 応答解析:															
				鉛直	公式等による評価		鉛直	-	鉛直		-	鉛直	-																						
			応力解析	スペクトルモーダル解析	応力解析		水平	はりモデル	応力解析		水平	2.0%	今回工認								応力解析	水平	2.0%	今回工認	-	-	-	-	-						
				鉛直			はりモデル	鉛直			2.0%	鉛直										-													
		原子炉建屋クレーン	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	-	-	-	-	-	(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:								
				鉛直	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		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	-	-	-	-	-
				鉛直	公式等による評価			鉛直	多質点モデル		鉛直		2.0%															鉛直	-						
	使用済燃料乾式貯蔵建屋天井クレーン	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	-	-	-	-	-	-	(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:															
			鉛直	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		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	-	-	-	-	-							
			鉛直	公式等による評価			鉛直	多質点モデル		鉛直		2.0%									鉛直	-													
原子炉冷却系統施設	主蒸気系	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	-	-	-	-	-	-	(解析手法) 応答解析: 応力解析:															
			鉛直	-		鉛直	-	鉛直		-	鉛直	-																							
			今回工認	応答解析		各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	今回工認	応答解析		水平	-	今回工認									応答解析	水平	-	今回工認	-	-	-	-	-						
				鉛直		公式等による評価		鉛直		-	鉛直										-	鉛直	-												

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)											
			：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	
主蒸気系	主蒸気逃がし安全弁自動 減圧機能用アキュムレータ	(応答解析) (応力解析) -	既工認	応答解析	-	(応答解析) (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	(解析手法) 応答解析： 応力解析：	-	-	-		
				応力解析	-			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	-									
		残留熱除去設備	残留熱除去系熱交換器	(応答解析) (応力解析)	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) (応力解析) -	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： (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			応力解析	鉛直	-			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	多質点モデル	今回工認	応答解析		水平	1.0%									
	応力解析				公式等による評価		応力解析		鉛直	多質点モデル		応力解析		鉛直	1.0%									
残留熱除去系ポンプ	(応答解析) (応力解析)			既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	(応答解析) (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	(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			応力解析	鉛直	-			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	多質点モデル	今回工認		応答解析	水平	1.0%									
				応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	多質点モデル			応力解析	鉛直	1.0%									
	残留熱除去系ストレーナ		(応答解析) (応力解析)	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	(解析モデル) (減衰定数) 応答解析：	-	-	-	
					応力解析	F E M解析			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	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%									
				応力解析	F E M解析			応力解析	鉛直	ビームモデル			応力解析	鉛直	1.0%									
高圧炉心スプレイ系			高圧炉心スプレイ系ポンプ	(応答解析) (応力解析)	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	(応答解析) (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	1.0%	-	既工認	-	(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			応力解析	鉛直	-			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	多質点モデル	今回工認		応答解析	水平	1.0%								
					応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	多質点モデル			応力解析	鉛直	-								
	高圧炉心スプレイ系ストレーナ			(応答解析) (応力解析)	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	(解析モデル) (減衰定数) 応答解析：	-	-	-
						応力解析	F E M解析			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		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%									
			応力解析		F E M解析		応力解析		鉛直	ビームモデル		応力解析		鉛直	1.0%									

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		
低圧炉心スプレイ系	低圧炉心スプレイポンプ	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	-	建設工認 第9回 添付書類 -2-1「申請 設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類 -2-5「低圧 炉心スプレイ系ポンプの耐震性についての計算書」	（解析手法） 応答解析： （解析モデル） 応答解析： （減衰定数） 応答解析：								
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-										
			（応答解析）	応力解析	公式等による評価		（応答解析）	応力解析	水平	-		（応答解析）	応力解析	水平	-						（応答解析）	応力解析	水平	-	
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直		-	鉛直	-	鉛直						-				
		（応力解析）	今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	多質点モデル		今回工認	応答解析	水平	1.0%						今回工認	応答解析	水平	1.0%	
				鉛直	多質点モデル			鉛直	多質点モデル	-			鉛直	1.0%	-										
			（応力解析）	応力解析	公式等による評価		（応力解析）	応力解析	水平	-		（応力解析）	応力解析	水平	-						（応力解析）	応力解析	水平	-	
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-							鉛直	-		
	低圧炉心スプレイ系ストレート	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） （応力解析） -	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	-	発室発 623号 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類 -1-3-1「高圧炉心スプレイ系ストレートの耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析： （減衰定数） 応答解析：								
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-						鉛直	-			
			（応答解析）	応力解析	F E M解析		（応答解析）	応力解析	水平	シェルモデル		（応答解析）	応力解析	水平	-						（応答解析）	応力解析	水平	-	
				鉛直	シェルモデル			鉛直	シェルモデル	-		（応力解析）	鉛直	-	-										
		（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	ビームモデル		今回工認	応答解析	水平	1.0%						今回工認	応答解析	水平	1.0%	
				鉛直	ビームモデル			鉛直	ビームモデル	-			鉛直	1.0%	-										
			（応力解析）	応力解析	F E M解析		（応力解析）	応力解析	水平	シェルモデル		（応力解析）	応力解析	水平	-						（応力解析）	応力解析	水平	-	
				鉛直	-			鉛直	シェルモデル	-			鉛直	-	鉛直							-			
	原子炉冷却系統施設	原子炉隔離時冷却系ポンプ	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	-	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	-	建設工認 第9回 添付書類 -2-1「申請 設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類 -2-2「原子炉隔離時冷却系ポンプの耐震性についての計算書」	-							
					鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-						鉛直	-		
				（応答解析）	応力解析	公式等による評価		（応答解析）	応力解析	水平	-		（応答解析）	応力解析	水平	-						（応答解析）	応力解析	水平	-
					鉛直	-			鉛直	-	鉛直		-	鉛直	-	鉛直						-			
			（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	応答解析	水平	-
					鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-							鉛直	-	
				（応力解析）	応力解析	公式等による評価		（応力解析）	応力解析	水平	-		（応力解析）	応力解析	水平	-						（応力解析）	応力解析	水平	-
					鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-							鉛直	-	
原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用蒸気タービン		（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	-	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	-	建設工認 第9回 添付書類 -2-1「申請 設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類 -2-2「原子炉隔離時冷却系ポンプの耐震性についての計算書」	-								
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-						鉛直	-			
			（応答解析）	応力解析	公式等による評価		（応答解析）	応力解析	水平	-		（応答解析）	応力解析	水平	-						（応答解析）	応力解析	水平	-	
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直		-	鉛直	-	鉛直						-				
		（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	応答解析	水平	-	
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-							鉛直	-		
			（応力解析）	応力解析	公式等による評価		（応力解析）	応力解析	水平	-		（応力解析）	応力解析	水平	-						（応力解析）	応力解析	水平	-	
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-							鉛直	-		
残留熱除去系海水ポンプ		（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	1.0%	発室発149号 添付書類 -1-1「申請 設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類 -1-2-1「残留熱除去系海水系ポンプの耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析：								
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-						鉛直	-			
			（応答解析）	応力解析	公式等による評価		（応答解析）	応力解析	水平	-		（応答解析）	応力解析	水平	-						（応答解析）	応力解析	水平	-	
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直		-	鉛直	-	鉛直						-				
		（応力解析）	今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	多質点モデル		今回工認	応答解析	水平	1.0%						今回工認	応答解析	水平	-	
				鉛直	多質点モデル			鉛直	多質点モデル	-			鉛直	-	鉛直							-			
			（応力解析）	応力解析	公式等による評価		（応力解析）	応力解析	水平	-		（応力解析）	応力解析	水平	-						（応力解析）	応力解析	水平	-	
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-							鉛直	-		
残留熱除去系海水ストレート	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） （応力解析） -	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	-	建設工認 第14回 添付書類 -2-1「申請 設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類 -2-3「残留熱除去系海水系機器・配管の耐震性についての計算書」	-									
			鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-						鉛直	-				
		（応答解析）	応力解析	公式等による評価		（応答解析）	応力解析	水平	-		（応答解析）	応力解析	水平	-						（応答解析）	応力解析	水平	-		
			鉛直	-			鉛直	-	鉛直		-	鉛直	-	鉛直						-					
	（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	応答解析	水平	-		
			鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-							鉛直	-			
		（応力解析）	応力解析	公式等による評価		（応力解析）	応力解析	水平	-		（応力解析）	応力解析	水平	-						（応力解析）	応力解析	水平	-		
			鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-							鉛直	-			

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）							
		：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容			：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容			：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容						：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容						
			工認	解析種別	内 容		工認	解析種別	方向		内 容	工認	解析種別					方向	内 容	工認	内 容			
原子炉冷却系統施設	非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	1.0%	既工認	-	発室発574号 添付書類 -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 -1-7-1「非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプの耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析：					
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			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		応答解析	水平	多質点モデル	応答解析		水平	1.0%	今回工認	応答解析		水平							-
		鉛直		多質点モデル	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-														
		応力解析		公式等による評価	応力解析	水平	-	応力解析	水平	-														
		非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	-	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	-	既工認	-	建設工認 第16回 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 -2-10「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	応力解析			水平	-	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		水平	-	応答解析	水平		-	今回工認	応答解析	水平		-						
			鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-														
			応力解析	公式等による評価	応力解析	水平	-	応力解析	水平	-														
	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水系		高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	1.0%	既工認	-	発室発574号 添付書類 -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 -1-7-1「非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプの耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析：			
		応力解析				公式等による評価	応力解析			水平	-	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	応答解析	水平		多質点モデル	応答解析	水平	1.0%		今回工認	応答解析	水平	-							
		鉛直		多質点モデル	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-														
		応力解析		公式等による評価	応力解析	水平	-	応力解析	水平	-														
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ストレーナ		（応答解析） （応力解析）		既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	-	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	-	既工認	-	建設工認 第16回 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 -2-10「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	応力解析			水平	-	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		水平	-	応答解析	水平		-	今回工認	応答解析	水平		-						
		鉛直		-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-														
		応力解析		公式等による評価	応力解析	水平	-	応力解析	水平	-														
		計測制御系統施設	制御棒駆動装置	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	-	既工認	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 -2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類 -2-3「制御棒駆動水圧系機器配管の耐震性についての計算書」		（解析モデル） （その他） 解析コード：		
応力解析						公式等による評価	応力解析			水平	-	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	水平		多質点モデル	応答解析	水平	-		今回工認	応答解析	水平	-							
	鉛直			多質点モデル	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-														
	応力解析			公式等による評価	応力解析	水平	-	応力解析	水平	-														
ほう酸水注入系	（応答解析） （応力解析）			既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	-	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	-	既工認	-	建設工認 第18回 添付書類 -2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類 -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	応力解析			水平	-	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		水平	-	応答解析	水平		-	今回工認	応答解析	水平		-						
	鉛直			-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-														
	応力解析			公式等による評価	応力解析	水平	-	応力解析	水平	-														

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）																	
			：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								
ほう酸水注入系	ほう酸水貯蔵タンク	(応答解析)	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)	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18回 添付書類 -2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」	(1) ：共通適用例あり ：個別適用例あり ×：適用例なし															
				応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-								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	(応力解析)	今回工認	応答解析	水平	-	(応力解析)	今回工認	応答解析	水平	-	添付書類 -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			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-	今回工認	-																
計測制御系統施設		起動領域計装ドライチューブ	(応答解析)	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	(応答解析)	既工認	応答解析	水平	多質点モデル	(応答解析)	既工認	応答解析	水平	1.0%	発管業発第58号 1-1 届出設備に係る耐震設計の基本方針 1-2-1 起動領域計装ドライチューブ耐震性についての計算書	(その他) 解析コード：														
					応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-							既工認	解析コード：HISAC								
	(応力解析)			今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		(応力解析)	今回工認	応答解析	水平		多質点モデル	(応力解析)	今回工認	応答解析							水平	1.0%	解析コード：SAP-							
					応力解析	公式等による評価				応力解析	鉛直		-			応力解析							鉛直	-								
	出力領域計装検出器集合体		(応答解析)	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)	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21回 添付書類 -2-1「申請設備に係る耐震設計基本方針」 添付書類 -2-4「炉心構造物の耐震性についての計算書」	(解析手法) 応答解析： （解析モデル） 応答解析： （減衰定数） 応答解析：								
					応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-													既工認	-		
				(応力解析)	今回工認	応答解析		スペクトルモーダル解析	(応力解析)	今回工認	応答解析		水平	多質点モデル	(応力解析)	今回工認													応答解析	水平	1.0%	解析コード：SAP-
						応力解析		公式等による評価			応力解析		鉛直	-															応力解析	鉛直	-	
		ベンチ盤	(応答解析)	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)	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11回 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 -2-4「盤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	-													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	(応力解析)	今回工認	応答解析		水平	-	(応力解析)	今回工認													応答解析	水平	-	解析コード：SAP-
						応力解析		公式等による評価			応力解析		鉛直	-															応力解析	鉛直	-	
	直立盤		(応答解析)	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)	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11回 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 -2-4「盤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	-													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	(応力解析)	今回工認	応答解析		水平	-	(応力解析)	今回工認													応答解析	水平	-	解析コード：SAP-
						応力解析		公式等による評価			応力解析		鉛直	-															応力解析	鉛直	-	
		現場盤	(応答解析)	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)	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11回 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 -2-4「盤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	-													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	(応力解析)	今回工認	応答解析		水平	-	(応力解析)	今回工認													応答解析	水平	-	解析コード：SAP-
						応力解析		公式等による評価			応力解析		鉛直	-															応力解析	鉛直	-	

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）	（1） ：共通適用例あり ：個別適用例あり ×：適用例なし	他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法 に相違 -：相違有り ：相違無し
		解析手法 （公式等による評価，スペクトルモーダル解析，時刻歴解析他）				解析モデル				減衰定数				その他 （評価条件の変更等）								
		：同じ ：異なる -：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		
プロセスモニタリング設備	主蒸気管放射線モニタ	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） （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105号 添付書類1-1「届出設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類1-2「放射線管理設備の耐震性についての計算書」	-	-	-	-		
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-									
		応力解析	公式等による評価	-	応力解析	水平	-	応力解析	水平	-	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	-									
	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-										
	応力解析	公式等による評価	-	応力解析	水平	-	応力解析	水平	-	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	-										
	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-										
原子炉建屋放射線モニタ	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） （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105号 添付書類1-1「届出設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類1-2「放射線管理設備の耐震性についての計算書」	-	-	-	-			
			鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-										
	応力解析	公式等による評価	-	応力解析	水平	-	応力解析	水平	-	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	-										
鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-											
応力解析	公式等による評価	-	応力解析	水平	-	応力解析	水平	-	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	-											
鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-											
放射線管理施設	中央制御室換気系送風機	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	-	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	-	建設工認 第13回 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 -2-4「換気系機器の耐震性についての計算書」	-	-	-	-		
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-									
		応力解析	公式等による評価	-	応力解析	水平	-	応力解析	水平	-	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	-									
		鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-									
		応力解析	公式等による評価	-	応力解析	水平	-	応力解析	水平	-	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	-									
		鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-									
	中央制御室非常用排風機	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） （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	-	建設工認 第13回 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 -2-4「換気系機器の耐震性についての計算書」	-	-	-	-		
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-									
		応力解析	公式等による評価	-	応力解析	水平	-	応力解析	水平	-	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	-									
		鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-									
		応力解析	公式等による評価	-	応力解析	水平	-	応力解析	水平	-	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	-									
		鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-									
中央制御室換気系フィルタユニット	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） （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	-	建設工認 第13回 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 -2-4「換気系機器の耐震性についての計算書」	-	-	-	-			
			鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-										
	応力解析	公式等による評価	-	応力解析	水平	-	応力解析	水平	-	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	-										
	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-										
	応力解析	公式等による評価	-	応力解析	水平	-	応力解析	水平	-	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	-										
	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-										
原子炉建屋ガス処理系	（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	-	建設工認 第13回 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 -2-3「非常用ガス再循環系排風機の耐震性についての計算書」	-	-	-	-			
			鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-										
	応力解析	公式等による評価	-	応力解析	水平	-	応力解析	水平	-	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	-										
	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-										
	応力解析	公式等による評価	-	応力解析	水平	-	応力解析	水平	-	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	-										
	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-	鉛直	-										

評価対象設備			既工認と今回工認時との比較														備考 （左欄にて比較した自 プラント既工認）		他プラントを含めた既工認での適用例				既工認と今回工認の手法 に相違											
			解析手法 （公式等による評価、スペクトルモーダル解析、時刻歴解析他）				解析モデル				減衰定数				その他 （評価条件の変更等）				（ １ ） ：共通適用例あり ：個別適用例あり ×：適用例なし	内 容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり （適用可能であることの 理由も記載）												
			：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容			：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容			：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容		：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容																			
				工認	解析種別	内 容		工認	解析種別	方向		内 容	工認		解析種別	方向								内 容	工認	内 容								
放射線管理施設	原子炉建屋ガス処理系	非常用ガス再循環系フィルタトレイン 	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	-	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	-	既工認	-	建設工認 第13回 添付書類 -2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類 -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	水平	-			応力解析	水平	-																			
				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			（応力解析） -	既工認	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） -	今回工認	応答解析			鉛直	-	今回工認		応答解析						鉛直	-										
			（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	-	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	-	既工認	-	建設工認 第13回 添付書類 -2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類 -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） -			既工認	応答解析	鉛直			-	今回工認	応答解析		鉛直						-										
			（応答解析） （応力解析）		既工認	応答解析			各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） （応力解析） -	既工認			応答解析	水平	-		（応答解析） （応力解析） -						既工認	応答解析	水平	-	既工認	-	建設工認 第13回 添付書類 -2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類 -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） -					既工認	応答解析	鉛直									-	今回工認	応答解析		鉛直					
		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） （応力解析） -	既工認	応答解析			水平	-	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平		-	既工認	-	建設工認 第13回 添付書類 -2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類 -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） -			既工認	応答解析			鉛直	-		今回工認		応答解析								鉛直					
				（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析			各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平			-	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析		水平			-				既工認	-	建設工認 第13回 添付書類 -2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類 -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） -			既工認	応答解析			鉛直			-		今回工認			応答解析					鉛直					
原子炉格納施設	ドライウエル 		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 -1-1「耐震設計の基本方針」 添付書類 -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		F E M解析及び公式等による評価			（応力解析） -			既工認	応答解析			鉛直			-	今回工認		応答解析							鉛直					
				（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析			時刻歴解析	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平			多質点系モデル（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：NASTRAN	建設工認 第1回 添付書類 -1-1「耐震設計の基本方針」 添付書類 -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		F E M解析及び公式等による評価			（応力解析） -			既工認	応答解析			鉛直			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							鉛直					
		サ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 -1-1「耐震設計の基本方針」 添付書類 -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		F E M解析及び公式等による評価			（応力解析） -			既工認	応答解析			鉛直			シェルモデル	今回工認		応答解析							鉛直					
				（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析			時刻歴解析	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平			多質点系モデル（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：NASTRAN	建設工認 第1回 添付書類 -1-1「耐震設計の基本方針」 添付書類 -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		F E M解析及び公式等による評価			（応力解析） -			既工認	応答解析			鉛直			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							鉛直					
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 -1-1「耐震設計の基本方針」 添付書類 -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： （減衰定数） 応答解析：												
		応力解析	公式等による評価				（応力解析） -	既工認	応答解析					鉛直	-	今回工認				応答解析						鉛直	-							
		（応答解析） （応力解析）	既工認		応答解析		時刻歴解析	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平			多質点系モデル（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 -1-1「耐震設計の基本方針」 添付書類 -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： （減衰定数） 応答解析：					
		応力解析			F E M解析及び公式等による評価		（応力解析） -			既工認	応答解析			鉛直			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							鉛直						1.0%	

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）												
		：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		（ 1 ） ：共通適用例あり ×：個別適用例あり ×：適用例なし	内 容	参照した設備名称	減衰定数の実績 ：構造上の差異なし ×：構造上の差異あり （適用可能であることの 理由も記載）						
			工認	解析種別	内 容		工認	解析種別	方向		内 容	工認	解析種別		方向							内 容	工認	内 容		
原子炉格納施設	下部シアラグとダイヤ ラムブラケット	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（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 -1-1「耐震 設計の基本方針」 添付書類 -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：			-			
				鉛直	-			鉛直	-	-			鉛直	-	-											
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			応力解析	水平	-											
			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	-						-	-	-
				鉛直	多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）			鉛直	1.0%	-			-													
				応力解析	F E M解析及び公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	-											
	開アンカー部	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） （応力解析） -	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 -1-1「耐震 設計の基本方針」 添付書類 -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：			-			
				鉛直	-			鉛直	-	-			鉛直	-	-											
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			応力解析	水平	-											
			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	-						-	-	-
				鉛直	多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）			鉛直	1.0%	-			-													
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			応力解析	水平	-											
	イクイPMENTハッチ	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評 価	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	-	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	建設工認 第1回 添付書類 -1-1「耐震 設計の基本方針」 添付書類 -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：			-			
				鉛直	-			鉛直	-	-			鉛直	-	-											
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			応力解析	水平	-											
			今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評 価		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認	-						-	-	-
				鉛直	-			鉛直	-	-			鉛直	-	-											
				応力解析	F E M解析及び公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	-											
	パーソナルエアロック	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評 価	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	-	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	建設工認 第1回 添付書類 -1-1「耐震 設計の基本方針」 添付書類 -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：			-			
				鉛直	-			鉛直	-	-			鉛直	-	-											
応力解析				公式等による評価	応力解析			水平	-	応力解析			水平	-												
今回工認			応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評 価	今回工認		応答解析	水平	-	今回工認		応答解析	水平	-	今回工認		-	-						-	-	
			鉛直	-			鉛直	-	-			鉛直	-	-												
			応力解析	F E M解析及び公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	-												
サプレッションチェンバ アクセスハッチ	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評 価	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	-	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	建設工認 第1回 添付書類 -1-1「耐震 設計の基本方針」 添付書類 -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：			-				
			鉛直	-			鉛直	-	-			鉛直	-	-												
			応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			応力解析	水平	-												
		今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評 価		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認	-						-	-	-	
			鉛直	-			鉛直	-	-			鉛直	-	-												
			応力解析	F E M解析及び公式等による評価			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	-												
配管貫通部	（応答解析） （応力解析）	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	0.5%	-	既工認	-	建設工認 第20回 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 -2-6「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：			-				
			鉛直	3次元はりモデル			鉛直	-	-			鉛直	-	-												
			応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			応力解析	水平	-												
		今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析		今回工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5%～ 3.0%		今回工認	-						-	-	-	
			鉛直	3次元はりモデル			鉛直	0.5%～ 3.0%	-			-														
			応力解析	F E M解析			応力解析	水平	シェルモデル			応力解析	水平	-												

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）												
			：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容			：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容			：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容			：同じ ：異なる -：該当なし	相 違 内 容											
				工認	解析種別	内 容		工認	解析種別	方向		内 容	工認	解析種別		方向							内 容	工認	内 容		
原子炉格納施設	原子炉格納容器	電気配線貫通部	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	-	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	-	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	（解析手法） 応答解析： 応力解析： （解析モデル） 応答解析： 応力解析： （減衰定数） 応答解析：	-	-	-				
					応力解析	-			応力解析	水平	-			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	ビームモデル	今回工認		応答解析	水平	1.0%	今回工認		-	今回工認					-			
				応力解析	F E M解析			応力解析	鉛直	ビームモデル			応力解析	鉛直	1.0%												
			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	シェルモデル	今回工認		応答解析	水平	-	今回工認		-	今回工認					-			
				応力解析	F E M解析			応力解析	鉛直	シェルモデル			応力解析	鉛直	-												
	原子炉格納施設	圧力低減装置その他の安全設備	ダイヤフラムフロア	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル（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	5.0%	-	既工認	-	建設工認 第3回 添付書類 -3-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類 -3-2「申請設備の耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析： （減衰定数） 応答解析：	-	-	-		
						応力解析	F E M解析及び公式等による評価			応力解析	水平	F E Mモデル			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	5.0%	今回工認		-	今回工認						-	
					応力解析	F E M解析及び公式等による評価			応力解析	鉛直	多質点系モデル（大型機器系連成解析モデル）			応力解析	鉛直	5.0%											
				今回工認	応答解析	時刻歴解析	今回工認		応答解析	水平	F E Mモデル	今回工認		応力解析	水平	-	今回工認		-	今回工認						-	
					応力解析	F E M解析及び公式等による評価			応力解析	鉛直	F E Mモデル			応力解析	鉛直	-											
			ベント管	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	時刻歴解析	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	多質点系モデル	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	0.5%	-	既工認	-	建設工認 第3回 添付書類 -3-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類 -3-2「申請設備の耐震性についての計算書」	（応力解析） 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			応力解析	水平	-			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	ビームモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5%		今回工認	-						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	-										
					今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認	応力解析	水平	-		今回工認	-						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	-										
		原子炉格納施設	格納容器スプレイヘッド	（応答解析） （応力解析） -	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	ビームモデル	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	0.5%	-	既工認	-	建設工認 第3回 添付書類 -3-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類 -3-2「申請設備の耐震性についての計算書」	（解析モデル） 応答解析： （減衰定数） 応答解析：	-	-	-		
						応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			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	ビームモデル		今回工認	応答解析	水平	0.5%		今回工認	-						今回工認	-
						応力解析	公式等による評価			応答解析	鉛直	ビームモデル			応力解析	鉛直	0.5%										
					今回工認	応答解析	時刻歴解析		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認	応力解析	水平	-		今回工認	-						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	-										
可燃性ガス濃度制御系			再結合装置ブロー	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	-	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	建設工認 第24回 添付書類 -2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類 -2-3「可燃性ガス濃度制御系機器配管の耐震性についての計算書」	-	-	-	-		
						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	-		今回工認	-						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	-										
					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	-						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	-										
	再結合装置	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	-	（応答解析） （応力解析） -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	建設工認 第24回 添付書類 -2-1「申請設備に係る耐震設計の基本方針」 添付書類 -2-3「可燃性ガス濃度制御系機器配管の耐震性についての計算書」	-	-	-	-				
				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	-		今回工認	-						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	-												
			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	-						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	-												

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)												
		：同じ ：異なる ：該当なし	相 違 内 容			：同じ ：異なる ：該当なし	相 違 内 容			：同じ ：異なる ：該当なし	相 違 内 容			：同じ ：異なる ：該当なし	相 違 内 容											
			工認	解析種別	内 容		工認	解析種別	方向		内 容	工認	解析種別		方向			内 容	工認	内 容						
非常用電源設備	ディーゼル機関	(応答解析) (応力解析)	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) - (応力解析)	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) - (応力解析)	既工認	応答解析	水平	-	既工認	-	建設工認 第13回 添付書類 -2-1「申請 設備に係る耐震設計の 基本方針」 添付書類 -2-5「非常 用予備発電装置に關す る耐震計算書」	(1) ：共通適用例あり ：個別適用例あり ×：適用例なし							
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			応力解析	水平	-											
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-											
			今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認							水平	-	
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-											
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			応力解析	水平	-									応力解析	水平	-
	始動空気だめ	(応答解析) (応力解析)	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) - (応力解析)	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) - (応力解析)	既工認	応答解析	水平	-	既工認	-	建設工認 第13回 添付書類 -2-1「申請 設備に係る耐震設計の 基本方針」 添付書類 -2-5「非常 用予備発電装置に關す 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	水平	-			応力解析	水平	-									応力解析	水平	-
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-									鉛直	-	
			今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認							水平	-	
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-											
				応力解析	F E M解析			応力解析	水平	F E Mモデル			応力解析	水平	-									応力解析	鉛直	F E Mモデル
	燃料油デイトンク	(応答解析) (応力解析)	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) - (応力解析)	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) - (応力解析)	既工認	応答解析	水平	-	既工認	-	建設工認 第13回 添付書類 -2-1「申請 設備に係る耐震設計の 基本方針」 添付書類 -2-5「非常 用予備発電装置に關す 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	水平	-			応力解析	水平	-									応力解析	水平	-
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-									鉛直	-	
			今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認							水平	-	
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-											
				応力解析	F E M解析			応力解析	水平	F E Mモデル			応力解析	鉛直	F E Mモデル											
	発電機	(応答解析) (応力解析)	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) - (応力解析)	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) - (応力解析)	既工認	応答解析	水平	-	既工認	-	建設工認 第13回 添付書類 -2-1「申請 設備に係る耐震設計の 基本方針」 添付書類 -2-5「非常 用予備発電装置に關す 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	水平	-			応力解析	水平	-									応力解析	水平	-
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-									鉛直	-	
			今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認							水平	-	
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-											
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			応力解析	水平	-									応力解析	鉛直	-
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	(応答解析) (応力解析)	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) - (応力解析)	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) - (応力解析)	既工認	応答解析	水平	-	既工認	-	建設工認 第13回 添付書類 -2-1「申請 設備に係る耐震設計の 基本方針」 添付書類 -2-5「非常 用予備発電装置に關す 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	水平	-			応力解析	水平	-									応力解析	水平	-
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-									鉛直	-	
			今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認							水平	-	
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-											
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			応力解析	水平	-									応力解析	鉛直	-
	始動空気だめ	(応答解析) (応力解析)	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) - (応力解析)	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) - (応力解析)	既工認	応答解析	水平	-	既工認	-	建設工認 第13回 添付書類 -2-1「申請 設備に係る耐震設計の 基本方針」 添付書類 -2-5「非常 用予備発電装置に關す 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	水平	-			応力解析	水平	-									応力解析	水平	-
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-									鉛直	-	
			今回工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認	応答解析	水平	-		今回工認							水平	-	
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-	鉛直	-											
				応力解析	F E M解析			応力解析	水平	F E Mモデル			応力解析	鉛直	F E Mモデル											

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）								
			：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
非常用電源設備	高圧炉心スプレイス非常用ディーゼル発電機	燃料油デイトンク	(応答解析) (応力解析)	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) (応力解析)	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	建設工認 第13回 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 -2-5「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：					
					鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-									
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-	応力解析		水平	-									
					鉛直	-			鉛直	-			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	(応答解析) (応力解析)	今回工認	応答解析	水平	-	(応答解析) (応力解析) -	今回工認	応答解析	水平	-								
					鉛直				-	鉛直				-	応力解析	水平							-
				応力解析	F E M解析			応力解析	水平	F E Mモデル			応力解析	水平	-	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	(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	-	建設工認 第13回 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 -2-5「非常用予備発電装置に関する耐震計算書」	-	-	-	-		
					鉛直	-			鉛直	-	応力解析			水平	-								
					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		(応答解析) (応力解析)	今回工認	応答解析	水平		-	(応答解析) (応力解析) -	今回工認	応答解析						水平	-
						鉛直					-		鉛直									-	応力解析
					公式等による評価	-				鉛直	-		鉛直			-							
	その他の電源装置	バイタル交流電源	(応答解析) (応力解析)	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	建設工認 第13回 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 -2-6「その他の発電装置に関する耐震計算書」	-	-	-	-		
					鉛直	-			鉛直	-	応力解析			水平	-								
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			応力解析	水平	-								
					鉛直	-			鉛直	-	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	(応答解析) (応力解析)	今回工認	応答解析	水平	-	(応答解析) (応力解析) -	今回工認	応答解析	水平	-								
					鉛直				-	鉛直				-	応力解析	水平						-	
				公式等による評価	-			鉛直	-	鉛直			-										
	蓄電池	(応答解析) (応力解析)	既工認	応答解析	各設備の固有周期に基づく応答加速度による評価	(応答解析) (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	(応答解析) (応力解析) -	既工認	応答解析	水平	-	建設工認 第13回 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 -2-6「その他の発電装置に関する耐震計算書」	-	-	-	-			
					鉛直				-	鉛直				-	応力解析						水平	-	
				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		(応答解析) (応力解析)	今回工認	応答解析	水平		-	(応答解析) (応力解析) -	今回工認	応答解析						水平	-	
					鉛直					-		鉛直									-	応力解析	水平
				公式等による評価	-				鉛直	-		鉛直			-								

別表3（2） 既設D B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）

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）	：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	
				：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
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） -	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） 応答解析： （その他） 動的地震力の組合せ：						
					鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-												
					応力解析	-			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-										
				今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析		（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		水平	0.5%～3.0%					今回工認	動的地震力の組合せ： S R S 法	
					鉛直	3次元はりモデル				鉛直	0.5%～3.0%															
					応力解析	公式等による評価				応力解析	水平		-			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） -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	発室発第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： （解析モデル） （減衰定数） 応答解析：					
					鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-												
					応力解析	-			応力解析	鉛直	-			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）		（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%						今回工認	-
					鉛直	3次元はりモデル				鉛直	0.5%～3.0%															
					応力解析	公式等による評価				応力解析	水平		-			応力解析		鉛直	-							
原子炉冷却システム施設	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） -	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	（応答解析） -	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 -2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類 -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：					
					鉛直	3次元はりモデル			鉛直	-	鉛直			-												
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			応力解析	鉛直	-										
				今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析		（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		水平	0.5%～3.0%						今回工認	動的地震力の組合せ： S R S 法
					鉛直	3次元はりモデル				鉛直	0.5%～3.0%															
					応力解析	公式等による評価				応力解析	水平		-			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） -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	発室発第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： （解析モデル） （減衰定数） 応答解析：					
					鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-												
					応力解析	-			応力解析	鉛直	-			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）		（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%						今回工認	-
					鉛直	3次元はりモデル				鉛直	0.5%～3.0%															
					応力解析	公式等による評価				応力解析	水平		-			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） -	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	（応答解析） -	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11回 添付書類 -2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類 -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：					
					鉛直	3次元はりモデル			鉛直	-	鉛直			-												
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			応力解析	鉛直	-										
				今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析		（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		水平	0.5%～3.0%						今回工認	動的地震力の組合せ： S R S 法
					鉛直	3次元はりモデル				鉛直	0.5%～3.0%															
					応力解析	公式等による評価				応力解析	水平		-			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） -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	発室発第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： （解析モデル） （減衰定数） 応答解析：					
					鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-												
					応力解析	-			応力解析	鉛直	-			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）		（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%						今回工認	-
					鉛直	3次元はりモデル				鉛直	0.5%～3.0%															
					応力解析	公式等による評価				応力解析	水平		-			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） -	既工認	応答解析	水平	3次元はりモデル	（応答解析） -	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11回 添付書類 -2-1「申請設備に係る耐震設計方針」 添付書類 -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：						
				鉛直	3次元はりモデル			鉛直	-	鉛直			-													
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平	-			応力解析	鉛直	-											
			今回工認	応答解析	スペクトルモデル解析		（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		水平	0.5%～3.0%						今回工認	動的地震力の組合せ： S R S 法	
				鉛直	3次元はりモデル				鉛直	0.5%～3.0%																
				応力解析	公式等による評価				応力解析	水平		-			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） -	既工認	応答解析	水平	-	-	既工認	-	発室発第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： （解析モデル） （減衰定数） 応答解析：						
				鉛直	-			鉛直	-	鉛直			-													
				応力解析	-			応力解析	鉛直	-			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）		（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%						今回工認	-	
				鉛直	3次元はりモデル				鉛直	0.5%～3.0%																
				応力解析	公式等による評価				応力解析	水平		-			応力解析		鉛直	-								

別表3（2） 既設D B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）

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）	：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			
				：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	解析種別	方 向 内 容					工認	内 容	
原子炉冷却系統 施設	主 配 管	残留熱除去系	配管本体	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	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 -2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -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） 応答解析： （その他） 動的地震力の組合せ：						
					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	スペクトルモーダル解析	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	今回工認	動的地震力の組合せ： S R S 法								
					応力解析	公式等による評価			応力解析	水平 鉛直	- -			応力解析	鉛直 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 鉛直	- -	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	- -	既工認	-	発室発第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：						
					応力解析	-			応力解析	鉛直	-			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）	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	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	鉛直 鉛直	- -										
	主 配 管	高圧炉心スプレイ系	配管本体	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	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 -2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -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：						
					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	スペクトルモーダル解析	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	今回工認	動的地震力の組合せ： S R S 法								
					応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	- -			応力解析	鉛直 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 鉛直	- -	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	- -	既工認	-	発室発第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：						
					応力解析	-			応力解析	鉛直	-			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）	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	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	鉛直 鉛直	- -										
	主 配 管	低圧炉心スプレイ系	配管本体	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	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 -2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -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：						
					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	スペクトルモーダル解析	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	今回工認	動的地震力の組合せ： S R S 法								
					応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	- -			応力解析	鉛直 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 鉛直	- -	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	- -	既工認	-	発室発第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：						
					応力解析	-			応力解析	鉛直	-			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）	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	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	鉛直 鉛直	- -										
主 配 管	原子炉隔離時冷却系	配管本体	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	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 -2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -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） 応答解析： （その他） 動的地震力の組合せ：							
				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	スペクトルモーダル解析	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	今回工認	動的地震力の組合せ： S R S 法									
				応力解析	公式等による評価			応力解析	水平 鉛直	- -			応力解析	鉛直 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 鉛直	- -	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	- -	既工認	-	発室発第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：							
				応力解析	-			応力解析	鉛直	-			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）	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	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	鉛直 鉛直	- -											

別表3（2） 既設D B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）

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）		
				：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	解析種別	方 向 内 容					工認	内 容
原子炉冷却系統 施設	主 配 管	残留熱除去系海水系	配管本体	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	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 -2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -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」	（減衰定数） 応答解析： （その他） 動的地震力の組合せ：						
					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	スペクトルモーダル解析	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 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			応力解析	水平 鉛直	- -			応力解析	鉛直 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 鉛直	- -	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	- -	既工認	-	発室発第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：						
					応力解析	-			応力解析	鉛直	-			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）	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	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	鉛直 鉛直	- -										
	主 配 管	非常用ディーゼル発電機 用海水系	配管本体	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	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 -2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-6「非常 用予備発電装置内燃機 間冷却設備・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：						
					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	スペクトルモーダル解析	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 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			応力解析	鉛直	- -			応力解析	鉛直 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 鉛直	- -	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	- -	既工認	-	発室発第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：						
					応力解析	-			応力解析	鉛直	-			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）	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	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 鉛直	- -										
	主 配 管	高圧炉心スプレイ系非常 用ディーゼル発電機用海 水系	配管本体	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	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 -2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-6「非常 用予備発電装置内燃機 間冷却設備・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：						
					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	スペクトルモーダル解析	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 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			応力解析	鉛直	- -			応力解析	鉛直 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 鉛直	- -	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	- -	既工認	-	発室発第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：						
					応力解析	-			応力解析	鉛直	-			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）	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	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 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	スペクトルモーダル解析	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	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 -2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -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」	（減衰定数） 応答解析： （その他） 動的地震力の組合せ：						
					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	スペクトルモーダル解析	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 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			応力解析	鉛直	- -			応力解析	鉛直 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 鉛直	- -	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	- -	既工認	-	発室発第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：						
					応力解析	-			応力解析	鉛直	-			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）	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	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 鉛直	- -										

別表3（2） 既設D B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）

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）		：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							
				：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	解析種別	方 向 内 容				工認		内 容						
計測制御系統設備	主配管	制御棒駆動水圧系	配管本体	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	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 -2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-3「制御 棒駆動水圧機器配管の 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：											
					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						動的地震力の組合せ： S R S 法							
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応力解析）	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応力解析）	今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	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	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 鉛直	- -	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	- -	既工認	-	発室発第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：											
					応力解析	-			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-		今回工認		-											
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析 （配管反力）	（応力解析）	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応力解析）	今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	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	鉛直	- -															
	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	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	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 -2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -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」	（減衰定数） 応答解析： （その他） 動的地震力の組合せ：											
					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		動的地震力の組合せ： S R S 法											
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応力解析）	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応力解析）	今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	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	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 鉛直	- -	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	- -	既工認	-	発室発第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：											
					応力解析	-			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-		今回工認		-											
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析 （配管反力）	（応力解析）	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応力解析）	今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	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	鉛直	- -															
		主配管	制御用空気系	配管本体	既工認	応答解析	-	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	- -	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	- -	既工認	-					（減衰定数） 応答解析： （その他） 動的地震力の組合せ：							
						応力解析	-			応力解析	水平 鉛直	- -			応力解析	鉛直	- -		今回工認									-			
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応力解析）	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応力解析）	今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	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	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 鉛直	- -	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	- -	既工認	-	発室発第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：											
					応力解析	-			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-		今回工認		-											
				今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析 （配管反力）	（応力解析）	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応力解析）	今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	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	鉛直	- -															
放射性廃棄物の 廃棄施設	主配管	放射線ドレン移送系	配管本体	既工認	応答解析	-	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	- -	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	- -	既工認	-		（減衰定数） 応答解析： （その他） 動的地震力の組合せ：											
					応力解析	-			応力解析	水平 鉛直	- -			応力解析	鉛直	- -		今回工認						-							
			今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応力解析）	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応力解析）	今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	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	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 鉛直	- -	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	- -	既工認	-	発室発第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：												
				応力解析	-			応力解析	水平 鉛直	- -			応力解析	鉛直	- -		今回工認		-												
			今回工認	応答解析	スペクトルモーダル解析 （配管反力）	（応力解析）	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応力解析）	今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	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	鉛直	- -																

別表3（2） 既設D B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）

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）	：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
				：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	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	スペクトルモーダル解析	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	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 -2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -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」	（減衰定数） 応答解析： （その他） 動的地震力の組合せ：					
					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	スペクトルモーダル解析	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 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			応力解析	水平 鉛直	- -		応力解析	鉛直 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 鉛直	- -	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	- -	既工認	-	発室発第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：					
					応力解析	-			応力解析	鉛直	-			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）	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	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	鉛直 鉛直	- -									
	主 配 管	非常用ガス処理系	配管本体	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	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 -2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-8「非常 用ガス処理系配管の耐 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：					
					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	スペクトルモーダル解析	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 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			応力解析	水平 鉛直	- -		応力解析	鉛直 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 鉛直	- -	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	- -	既工認	-	発室発第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：					
					応力解析	-			応力解析	水平 鉛直	- -			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）	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	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	鉛直 鉛直	- -									
原子炉格納施設	主 配 管	可燃性ガス濃度制御系	配管本体	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	0.5% -	既工認	動的地震力の組合せ： 絶対値和法	建設工認 第24回 添付書類 -2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-3「可燃 性ガス濃度制御系機器 配管の耐震性について の計算書」	（減衰定数） 応答解析： （その他） 動的地震力の組合せ：					
					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	スペクトルモーダル解析	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 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			応力解析	水平 鉛直	- -		応力解析	鉛直 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 鉛直	- -	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	- -	既工認	-	発室発第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：					
					応力解析	-			応力解析	水平 鉛直	- -			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）	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	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	鉛直 鉛直	- -									
	主 配 管	不活性ガス系	配管本体	既工認	応答解析	スペクトルモーダル解析	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	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 -2-1「申請 設備に係る耐震設計方 針」 添付書類 -2-5「不活 性ガス系配管の耐震性 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：					
					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	スペクトルモーダル解析	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル	今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 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			応力解析	水平 鉛直	- -		応力解析	鉛直 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 鉛直	- -	（応答解析）	既工認	応答解析	水平 鉛直	- -	既工認	-	発室発第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：					
					応力解析	-			応力解析	水平 鉛直	- -			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）	（応力解析） -	今回工認	応答解析	水平 鉛直	3次元はりモデル 3次元はりモデル		今回工認	応答解析	水平 鉛直	0.5%～3.0% 0.5%～3.0%	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	鉛直 鉛直	- -									

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, スペクトルモダル解析, 時刻歴解析他)				解析モデル				減衰定数					その他 (評価条件の変更等)								
				: 同じ : 異なる - : 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		(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)	: 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
					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						
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) - (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	-	(減衰定数) 応答解析 : (その他) 動的地震力の組合せ :				
						応力解析	-			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-								
					今回 工認	応答解析	スペクトルモダル解析		今回 工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回 工認	応答解析	水平	0.5% ~ 3.0%		今回 工認	-					
						応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	3次元はりモデル			応力解析	鉛直	0.5% ~ 3.0%								
				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 :			
							応力解析	-			応力解析	鉛直	-			応力解析	鉛直	-							
						今回 工認	応答解析	スペクトルモダル解析 (配管反力)		今回 工認	応答解析	水平	3次元はりモデル		今回 工認	応答解析	水平	0.5% ~ 3.0%		今回 工認	-				
							応力解析	公式等による評価			応力解析	鉛直	3次元はりモデル			応力解析	鉛直	0.5% ~ 3.0%							

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)

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

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 - 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 - タに基づく F E M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 - 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 - タに基づく F E M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デル解析を採用し，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 - 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 - 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 - 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 - 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 - 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・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 $1/100$ は安全側であるとする。機能維持確保の観点からも耐荷性能が確保されることが担保できるため限界値として適切である。

参考に、建築学会における曲げ降伏先行型の部材について、復元力特性と限界状態（損傷度）の関係の概念図を第 4-2-3 図に、土木学会マニュアルにおける鉄筋コンクリートはり部材の荷重変位関係と損傷状態に対する概念図を第 4-2-4 図に示す。建築学会と土木学会マニュアルにおいて概ね対応が取れており、土木学会マニュアルの各損傷状態の設定は妥当であると考えられる。第 4-2-4 図において層間変形角 $1/100$ は第 4 折れ点よりも手前にあり、屋外重要土木構造物の限界状態に至っていないと考えられる。また、第 3 折れ点は層間変形角 $1/100$ よりもさらに手前にある。

耐震安全性評価では、当該許容限界値に対して、妥当な安全裕度を確保するため、構造部材の照査の過程において複数の安全係数を考慮する。安全係数は、材料係数、部材係数、荷重係数、構造解析係数及び構造物係数の 5 種に分けられる。それぞれの安全係数の考え方を第 4-2-5 図に示す。

曲げに対する照査において考慮している安全係数は第 4-2-1 表に示すとおり、材料係数、部材係数、荷重係数、構造解析係数、構造物係数がある。これらの安全係数は土木学会マニュアルにおいて以下の考えにより定められている。

(1) 材料係数

コンクリート強度の特性値は、製造において、その値を下回る強度が発現する確率が5%以内となるように設定する。また、鉄筋の機械的性質の特性値に関しても、日本工業規格(JIS)の規格範囲の下限値を設定してよいとしている。このように、双方とも特性値の段階で実強度に対して小さい値を設定しており、応答値・限界値ともに安全側の照査がなされているため、材料係数は1.0としている。

(2) 部材係数

安全側に配慮した設定を行っていることから、部材係数は1.0としている。

(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。

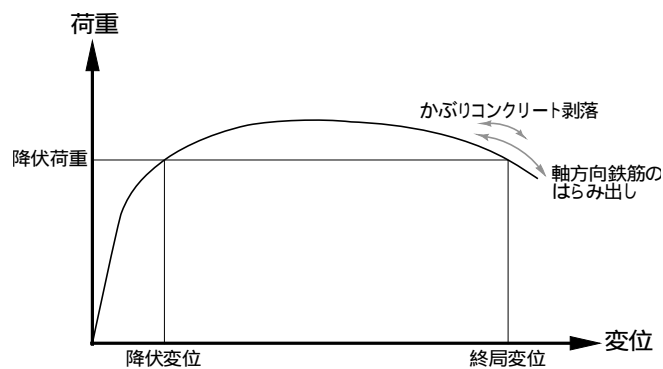
(5) 構造物係数

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。

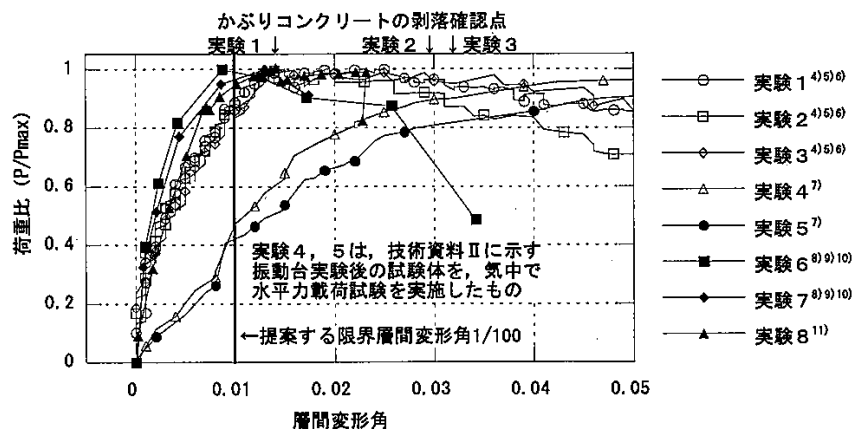
以上のことから、土木学会マニュアルによる曲げ照査手法は、コンクリート標準示方書による照査よりも安全側の評価を与えるため、技術的妥当性及び適用性を有するとともに適切な余裕が確保されていると判断できる。

第 4 - 2 - 1 表 曲げ評価において考慮している安全係数

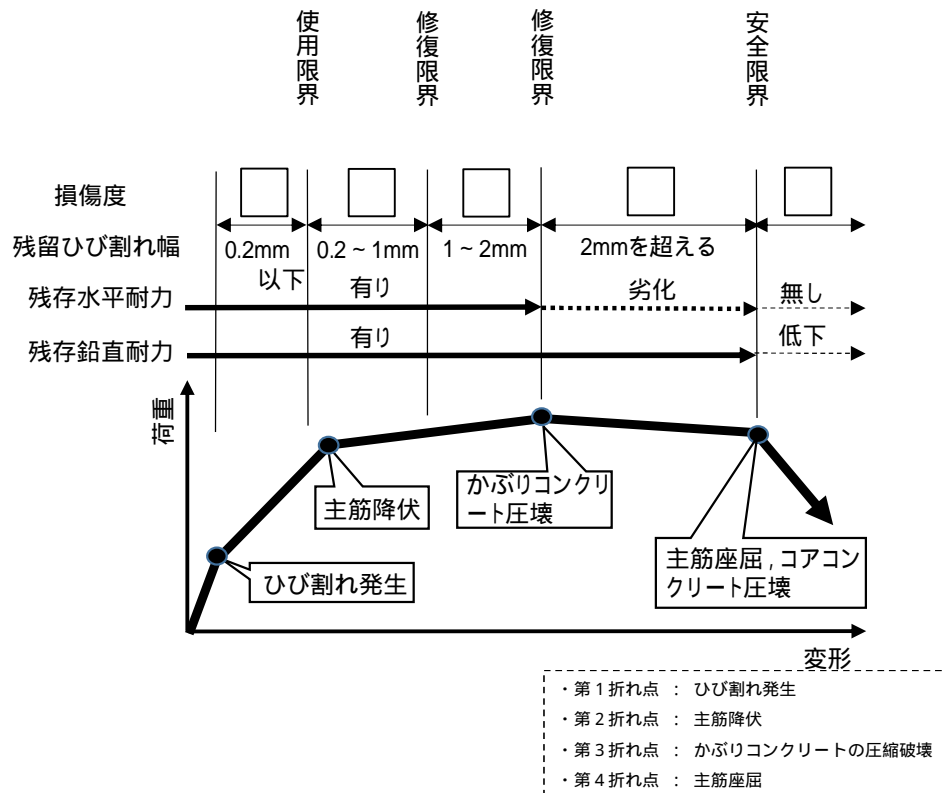
安全係数		曲げ照査	
		応答値算定	限界値算定
材料係数	コンクリート	1.0	1.0
	鉄筋	1.0	1.0
	地盤	1.0	-
部材係数		-	1.0
荷重係数		1.0	-
構造解析係数		1.2	-
構造物係数		1.0	



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

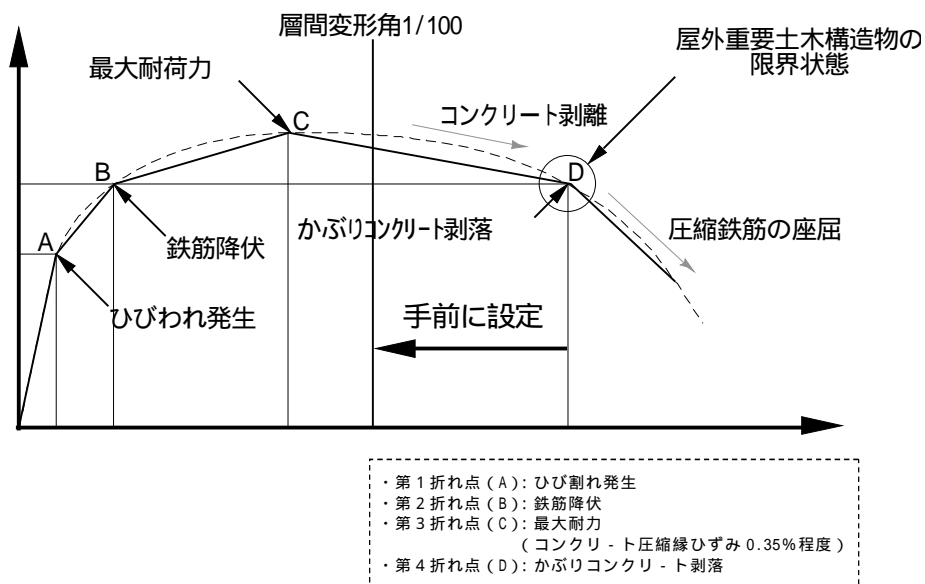


第 4 - 2 - 2 図 鉄筋コンクリート製ラメン構造の破壊実験^{(1),(2)}



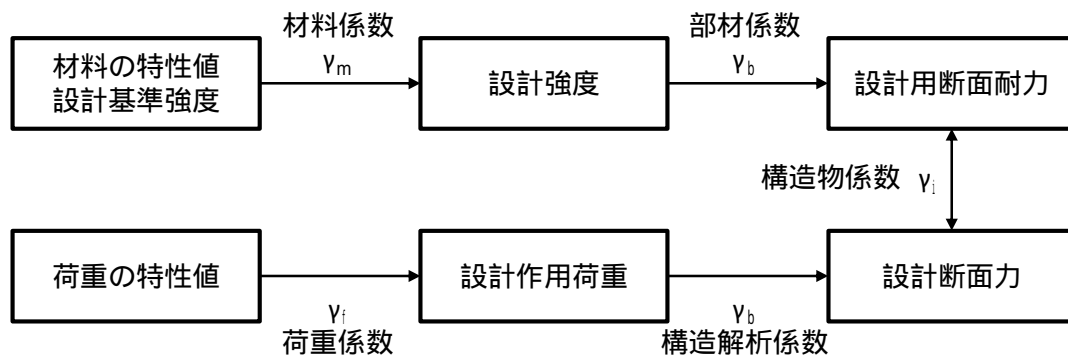
第 4 - 2 - 3 図 曲げ降伏先行型の部材の復元力特性と限界状態（損傷度）

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 セン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・プビ・ムについて第4-2-2表に示すと通りのせん断耐力式を定義している。このうち，ディ・プビ・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 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・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。

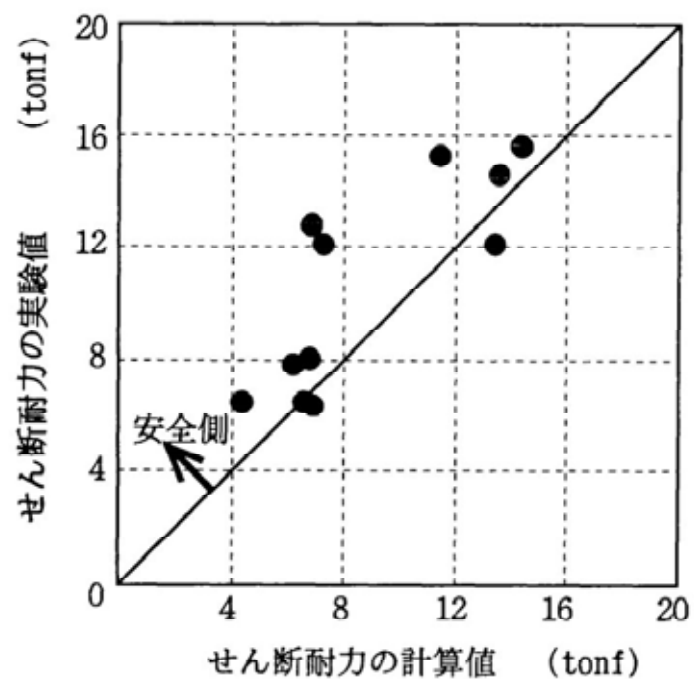
以上のことから、土木学会マニュアルによるせん断照査手法は、屋外重要土木構造物の構造的特徴を踏まえ設定された手法であるため、技術的妥当性及び適用性を有すると判断できる。

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
	<div>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</div>	
ディープビーム	$V_{ydd} = V_{cdd} + V_{sdd}$ 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 $V_{cdd} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot \beta_a \cdot f_{dd} \cdot b_w \cdot d / \gamma_b$ $\beta_a = \frac{5}{1 + (a_v / d)^2}$ a_v : 荷重作用点から支承前面までの距離 f_{dd} : 設計基準強度, 安全係数等で決まる	$V_{ydd} = V_{cdd} + V_{sdd}$ V_{ydd} : せん断耐力 V_{cdd} : コンクリート負担 V_{sdd} : せん断補強筋負担 $V_{cdd} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot \beta_a \cdot f_{dd} \cdot b_w \cdot d / \gamma_b$ $\beta_a = \frac{5}{1 + (a_v / d)^2}$ a_v : 荷重作用点から支承前面までの距離 f_{dd} : 設計基準強度, 安全係数等で決まる
	<div>同一の評価式</div>	

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、固有値解析にて求ま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。

$$[C] = [M] + [K]$$

$[C]$: 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, , : 係数

係数 , 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 , 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 , 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、時刻歴モデ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 / - 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 F E M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 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）。

天井クレーンの減衰定数

燃料取替機の減衰定数

配管系の減衰定数

(6) 水平方向と鉛直方向の動的地震力の二乗和平方根法による組合せ

今回工認の評価では，鉛直方向の動的地震力が導入されたことから，水平方向と鉛直方向の地震力の組み合わせとして，既往の研究等に基づき二乗和平方根（以下「SRSS」という。）法を用いる。SRSS法による荷重の組み合わせは，他プラントを含む既工認において適用実績がある手法である（詳細は添付資料 6 参照）。

(7) 鉛直方向応答解析モデルの追加

今回工認では，鉛直方向に動的地震動が導入されたことから，原子炉本体及び炉内構造物について，鉛直方向の応答を適切に評価する観点で，水平方向応答解析モデルとは別に鉛直方向応答解析モデルを新たに採用し鉛

直地震動に対する評価を実施する。鉛直方向応答解析モデルは他プラントを含む既工認にて適用実績があるモデルである。(詳細は添付資料 7 参照)。

3. 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 F E M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

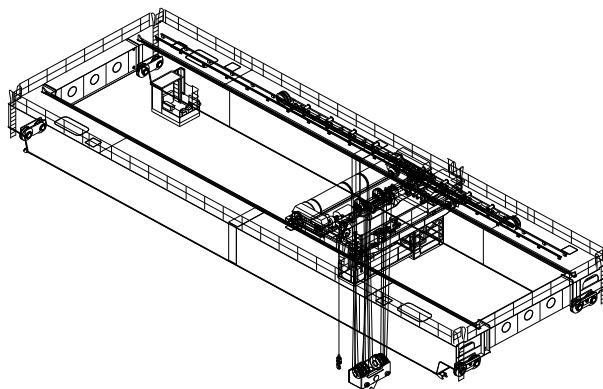
原子炉建屋クレーンへの非線形時刻歴応答解析の適用について

1. 概要

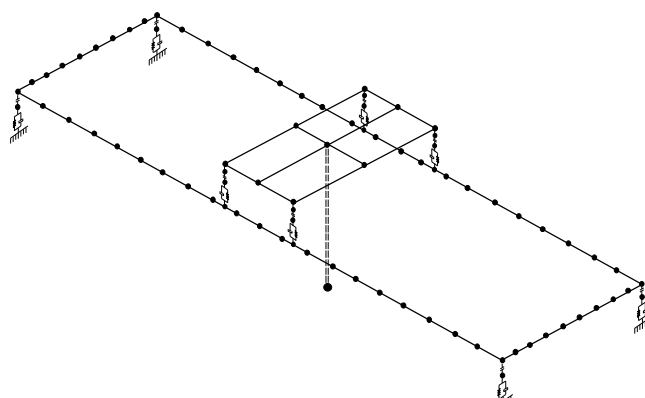
原子炉建屋クレーン（第 1-1 図）の耐震評価は，既工認では鉛直方向は静的地震力のみであったことから簡便に手計算により実施していた。

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

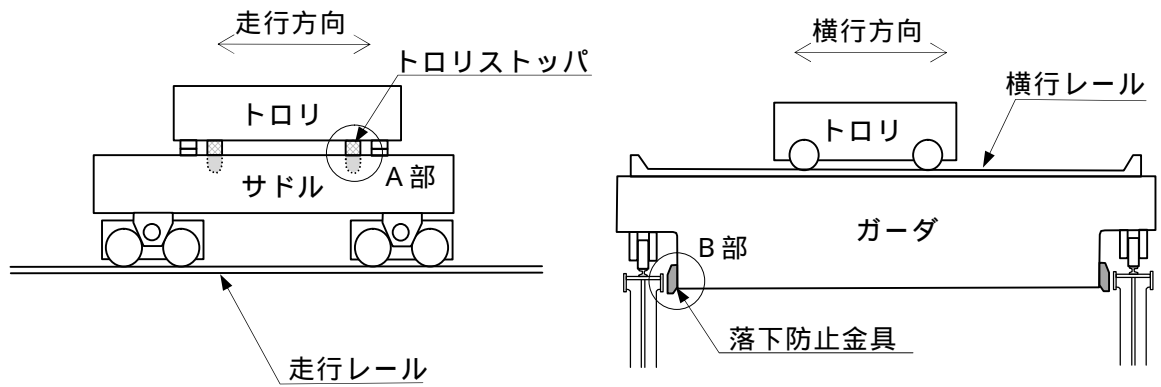
- a．ガーダ関係
 - (a) 横行方向は、走行レールに対して直角方向であるため、ガーダは建屋と固定されているものとし、水平力がそのままガーダに作用する。
- b．トロリ関係
 - (a) トロリはガーダの上に乗っているだけでガーダとは固定されていないため、水平力がトロリに加わっても、トロリはレール上をすべるだけで、トロリ自身にはレールと横行車輪間の最大静止摩擦力以上の水平力は加わらない。
 - (b) トロリの横行車輪は、駆動輪又は従動輪である。

(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の取り合い構造は、認可実績のある大間1号炉の原子炉建屋クレーンと同様の構造となることから、車輪まわりを含めた地震応答解析モデルは大間1号炉と同様にモデル化することができる（構造変更の概要は別紙2参照）。



	大間 1 号炉	東海第二発電所
A 部		
B 部		

第 1 - 3 図 車輪まわりの構造比較

3. 解析評価方針

(1) 評価方法

既工認と今回工認の評価方法を第 1-1 表に示す。今回工認では、鉛直方向の動的地震力を考慮する必要があること及びクレーンの車輪部の構造を変更しておりレール上に固定されていないという構造上の特徴を踏まえ、鉛直方向の地震力に対する車輪部の浮き上がり、衝突の挙動を考慮した 3 次元 F E M 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	動的地震力	同左
	鉛直	静的地震力		同左
減衰定数	水平	- ¹	2.0% ²	同左
	鉛直	-		同左
解析プログラム		-	Abaqus (Ver.6.5-4)	同左

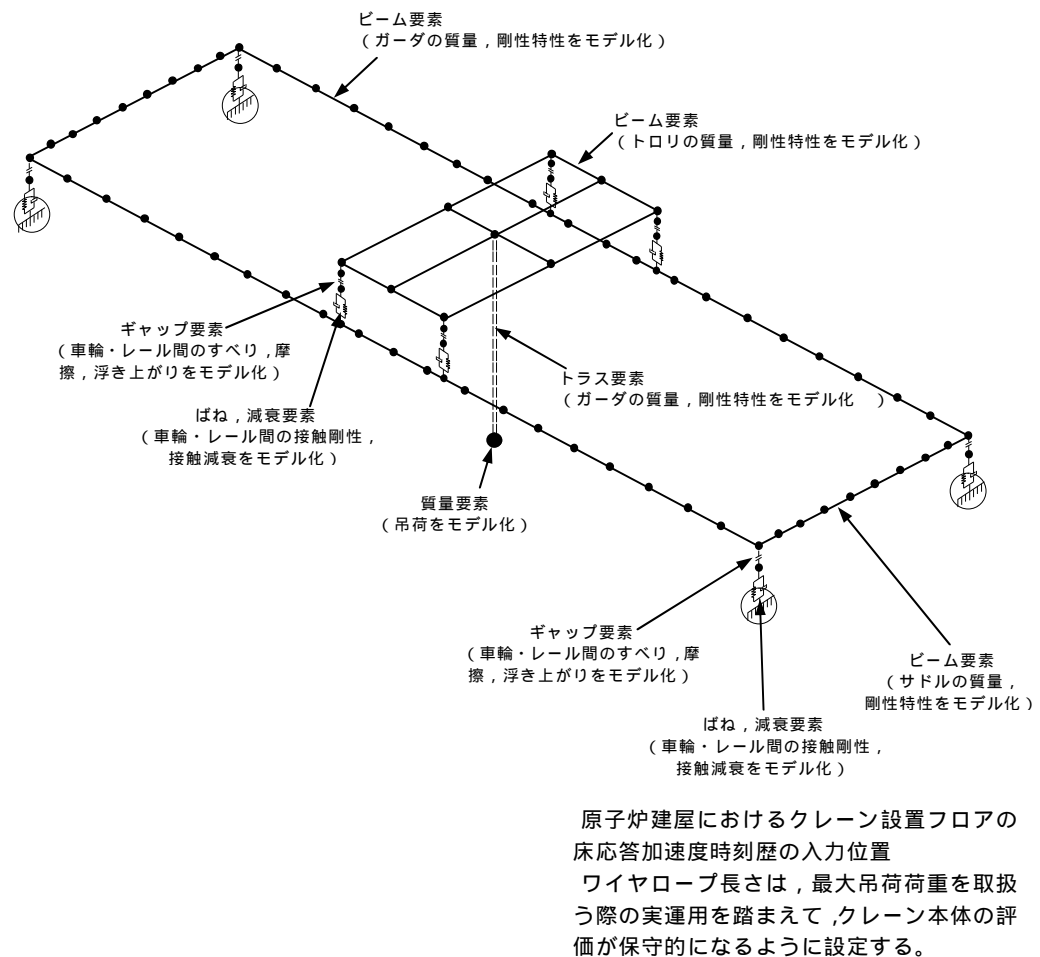
1：既工認では剛として耐震評価を実施しているため減衰定数は使用していない。

2：添付資料 5 にて適用性を説明。

(2) 地震応答解析モデル

クレーンを構成する主要部材をビーム要素でモデル化し，車輪部はレール上に乗っており固定されておらず，すべり，浮き上がり及び衝突の挙動を示す構造であることから，ギャップ要素，ばね要素及び減衰要素でモデル化する。クレーンの解析モデルを第 1-4 図に示す。

なお，今回工認の原子炉建屋クレーンのモデル化は，大間 1 号炉と同一の設定方法とする（車輪部の非線形要素については別紙 3 参照）。



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 $\pm 10\%$ 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 , 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 $\pm 10\%$ 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

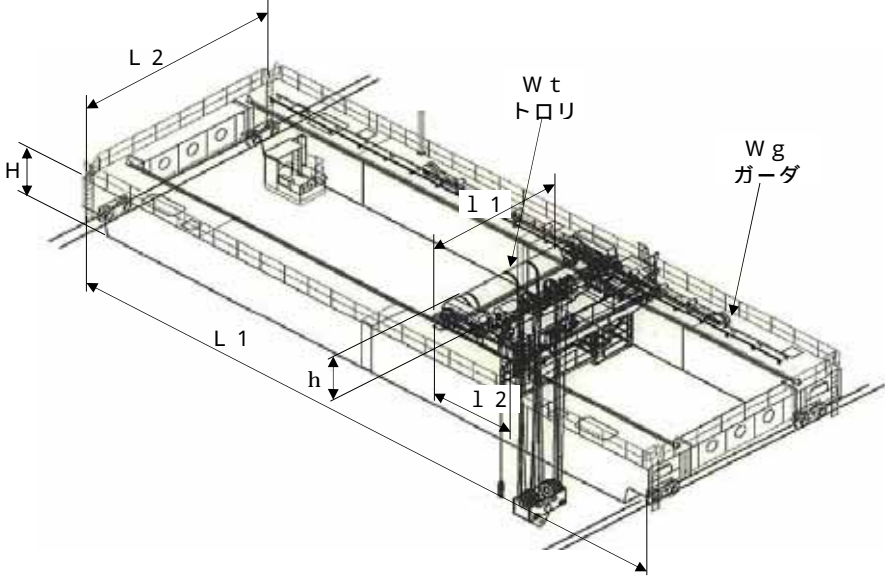
5. 参考文献

- (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

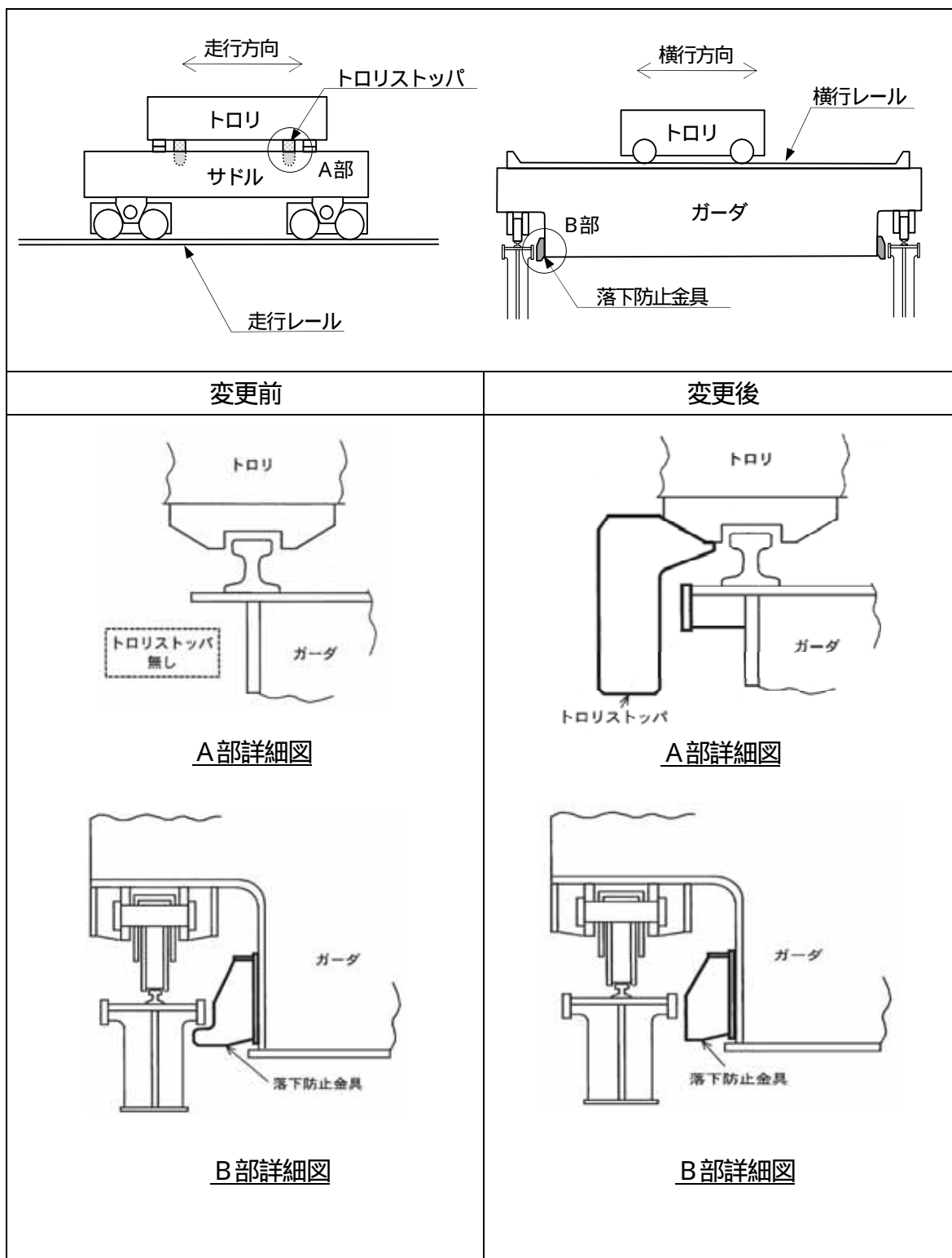
動的上下動耐震試験(クレーン類)に関わる報告書(08 耐部報-0021 (独)
原子力安全基盤機構)

- (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

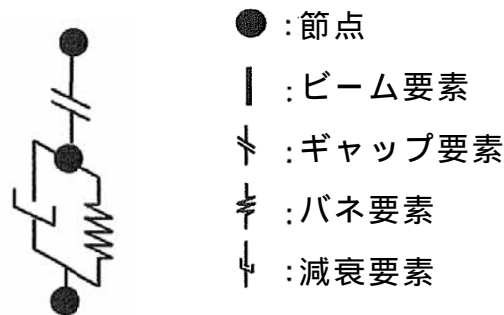
			
仕様		大間 1 号炉	東海第二発電所
トロリ	質量 W t (ton)	80.0	48.0
	高さ h (m)	2.815	2.280
	スパン l 1 (m)	7.7	5.6
	スパン l 2 (m)	4.6	4.1
ガーダ	質量 W g (ton)	190	118.0
	高さ H (m)	2.5	1.915
	スパン L 1 (m)	34.9	39.5
	スパン L 2 (m)	9.38	6.2
総質量	W (ton)	270.0	166.0

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）

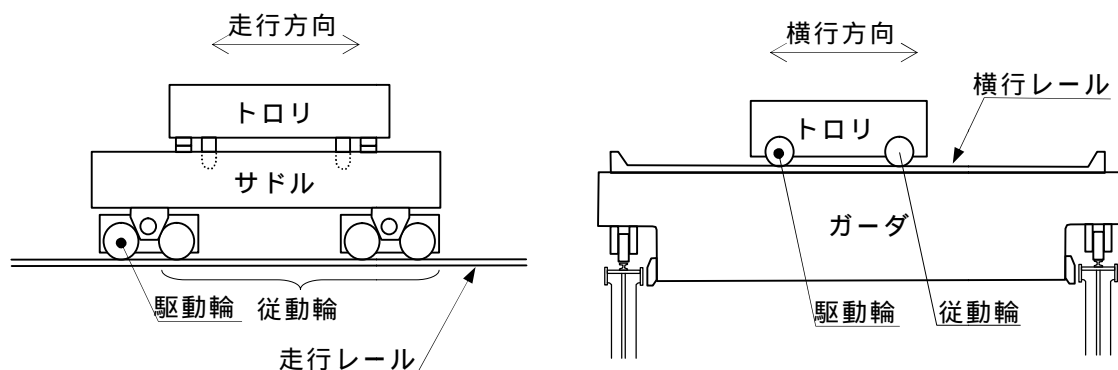
クレーン車輪部のモデル化では、すべり、浮き上がり及び衝突の挙動を模擬するためギャップ要素を用いる。また、接触部位の局所変形による接触剛性をバネ要素で、衝突による減衰効果を減衰要素で模擬し、別図 1-1 に示すように、ギャップ要素と直列に配置する。



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。



別図 1-2 概要図

2. 車輪とレールの接触剛性

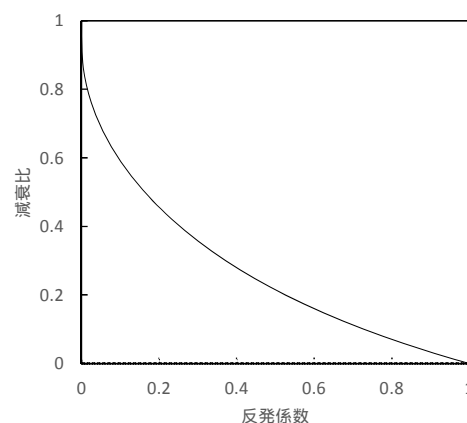
接触剛性は、「平成 20 年度 原子力施設等の耐震性評価技術に関する試験及び調査 動的上下動耐震試験（クレーン試験）に関わる報告書（09 耐部報-0008 , (独) 原子力安全基盤機構）」^(参2)を参照し、車輪とレールの衝突時の剛性を模擬するものとして接触剛性を考慮したばね要素とクレーン質量で構成される 1 自由度系の固有振動数が 20Hz 相当になるよう設定する。

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。

$$e = \exp\left(-\frac{h}{\sqrt{1-h^2}}\right)$$

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。

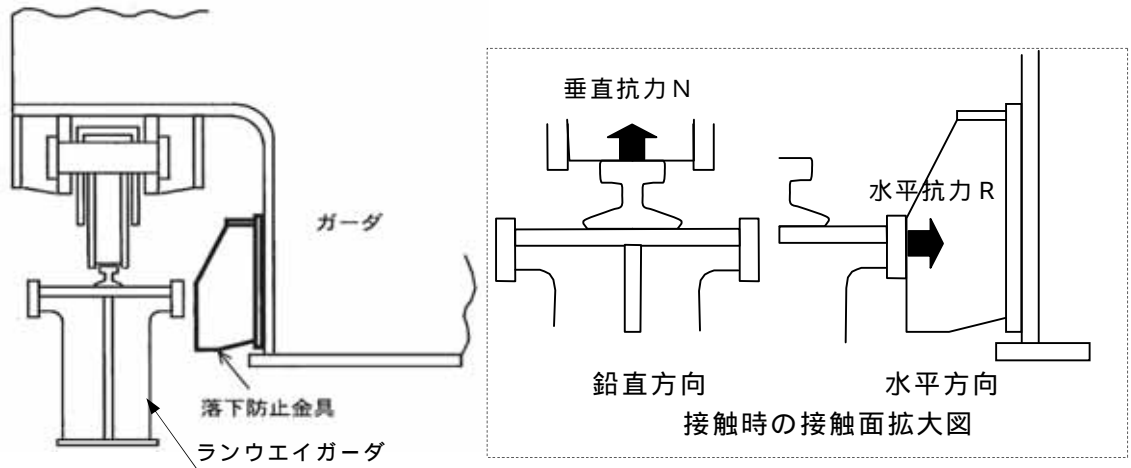
クレーン本体とランウェイガーダ間の取り合い部を例とすると、すべりを想定する面としては、鉛直方向（車輪からレール間）と水平方向（落下防止金具からランウェイガーダ間）が挙げられる（別図 1-4）。

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ダ側面に接触する際にのみ水平抗力 R が発生する。しかしながら、地震力は交番荷重であること及び、接触後も部材間の跳ね返りが発生することから、側面の接触時間はごく僅かな時間となる。また、大きな摩擦力が発生するためには、横行方向の地震力により瞬間的に水平抗力 R が発生する間に、走行方向の大きな地震力が同時に作用することが必要であることから、各方向地震動の非同時性を考慮し、側面の接触による摩擦力は考慮していない。

なお、基準地震動 S_s による地震力に対して、駆動輪に接続される電動機及び減速機等の回転部分が破損し駆動輪が自由に回転する可能性も考えられ

るが，その場合は駆動輪が回転することにより摩擦力は低減することから，上記のように摩擦力を考慮した評価を行うことで保守的な評価となると言える。



別図 1-4 鉛直方向と水平方向との接触面

2. レール等の破損による解析条件への影響について

クレーンのモデル化にあたっては，車輪がレール上にあり，レール直角方向に対しては落下防止金具又はトロリストッパが接触して機能することを前提としている。

ここでは，地震応答解析モデルの前提としている「レール上に車輪が乗っていること」が落下防止金具又はトロリストッパの健全性を確認することで満足されることを，クレーン本体とランウェイガーダ間の取り合い部を例として示す。

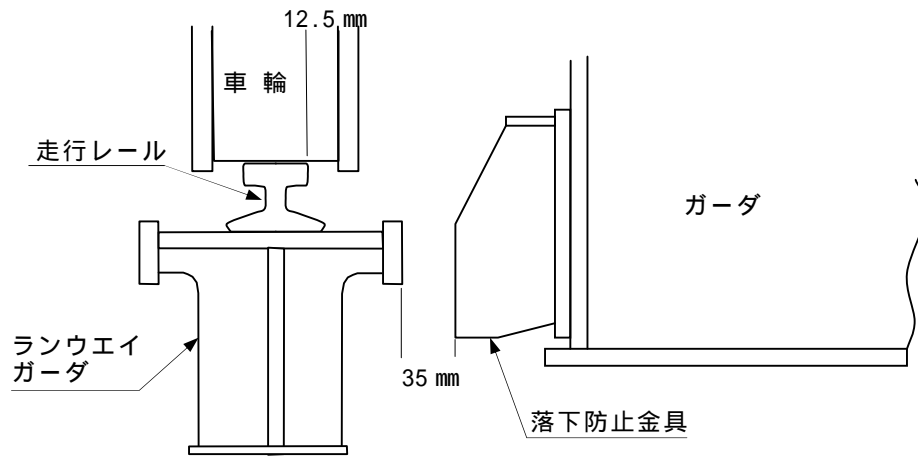
クレーン横行方向に地震力が作用する際は，車輪がレール上に乗り上がる挙動が想定されるが，落下防止金具がランウェイガーダに接触することで，横行方向の移動量は制限される。落下防止金具は構造強度部材として基準地震動 S_s によって生じる地震力に対して，許容応力を満足する設計としており，地震で破損することは無いため，落下防止金具とランウェイガーダ間の

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）。

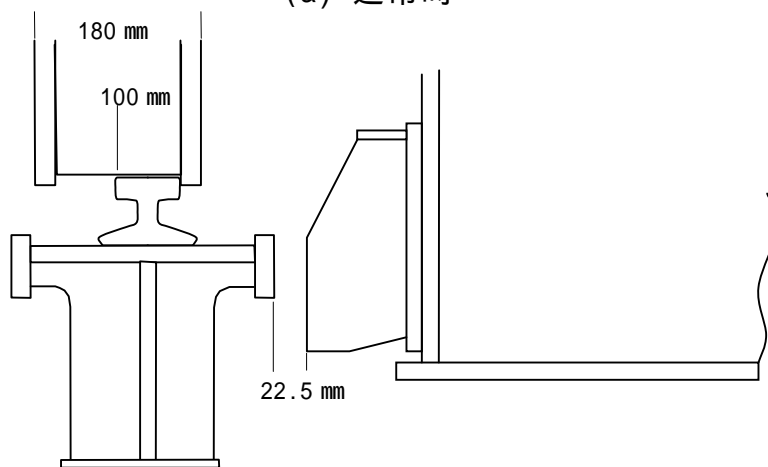
本体ガードとトロリストッパの寸法も同様の関係となっている。

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（ $= 35\text{mm} - 12.5\text{mm}$ ）程度であることから，落下防止金具が接触して機能する前に鋼製部材であるレールが大きく破損することは無いと考えられる。このように，車輪のつばの有無によらず構造強度部材である落下防止金具が機能することで車輪がレール上にとどまる設計であることから，車輪のつばは地震応答解析の前提条件に影響するものではない。

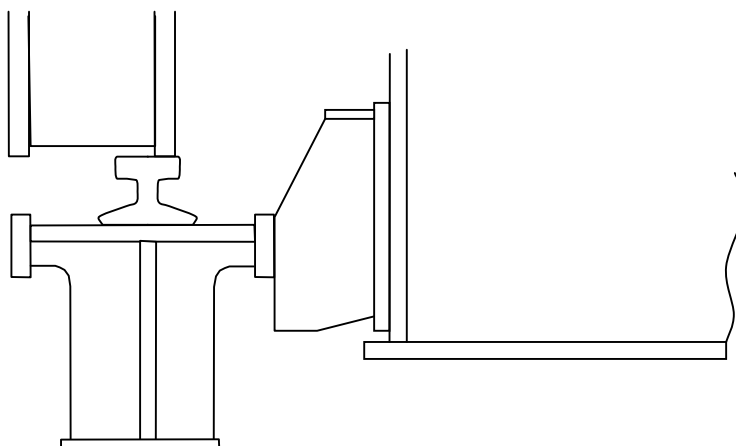
以上より，地震時に落下防止金具がランウェイガードに接触して機能する前に，車輪がすべり面であるレールから落下することや，レールが大きく破損することが無いことから，落下防止金具が機能する前に地震応答解析モデルの前提を満足しなくなるおそれは無いと言える。



(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ェイガードが接触
(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

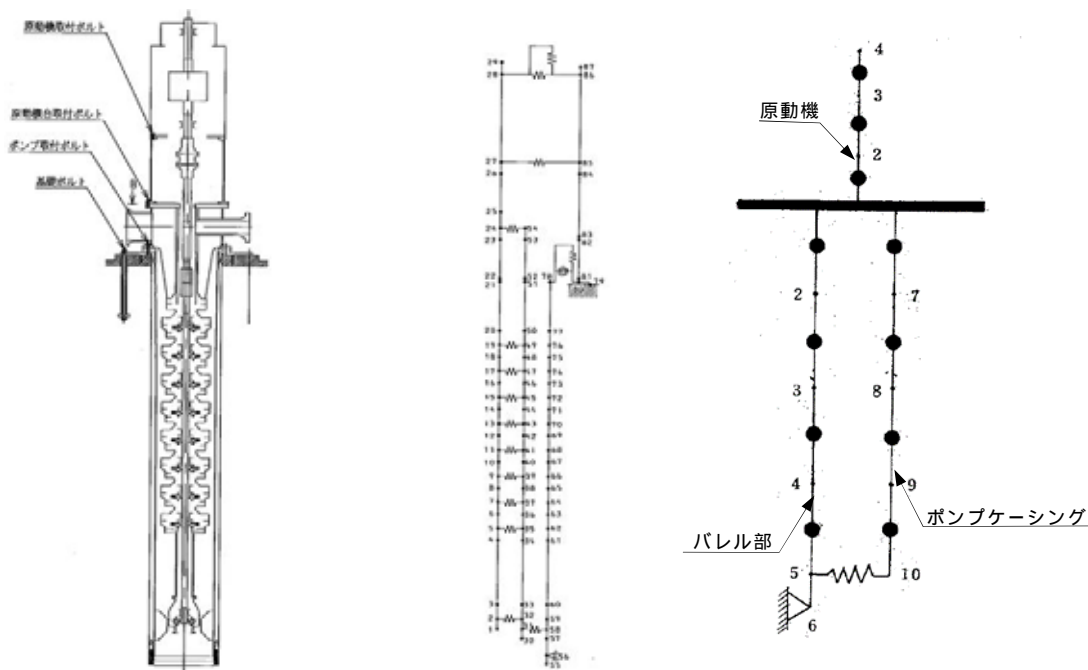
4 条 - 別紙 5 - 20

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）。



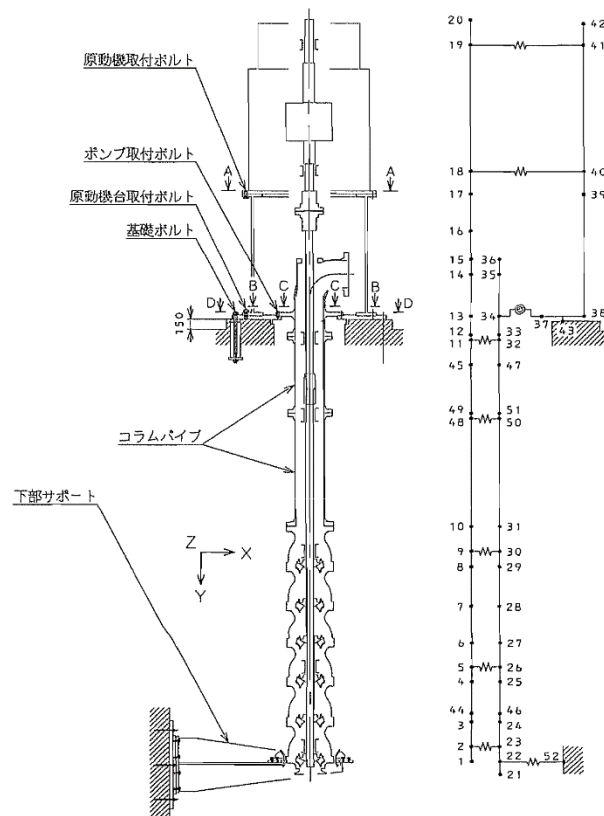
構造概要図

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

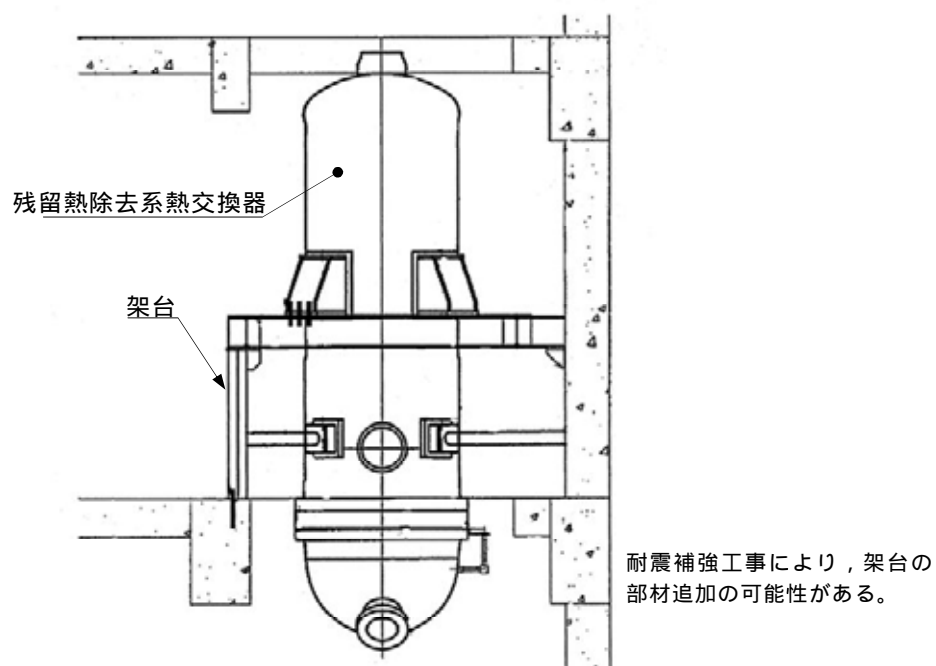
2. 残留熱除去系熱交換器の解析モデルの精緻化

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。

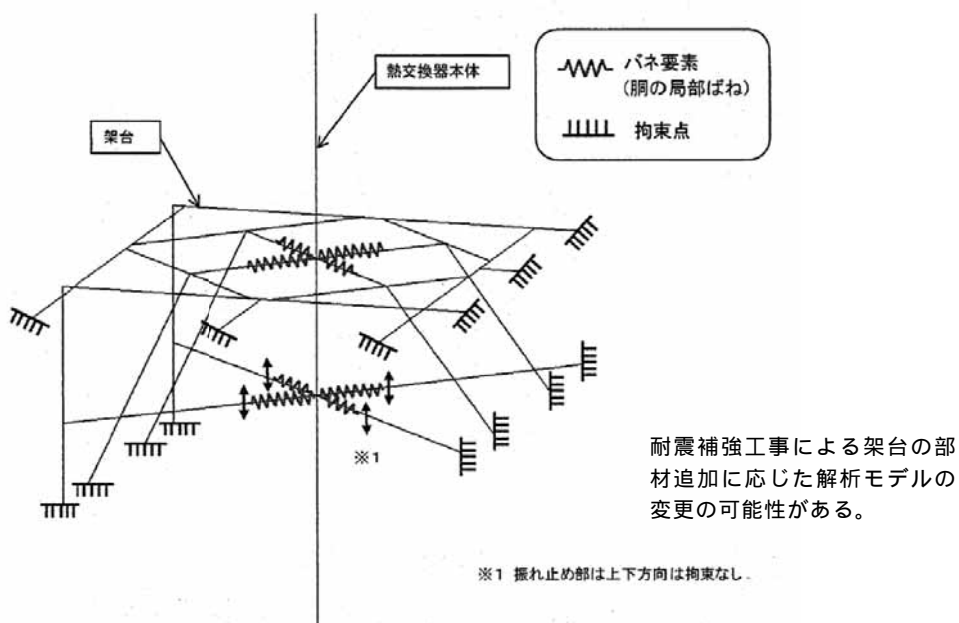
今回工認においては、架台及び熱交換器本体との相互影響を精緻に評価す

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

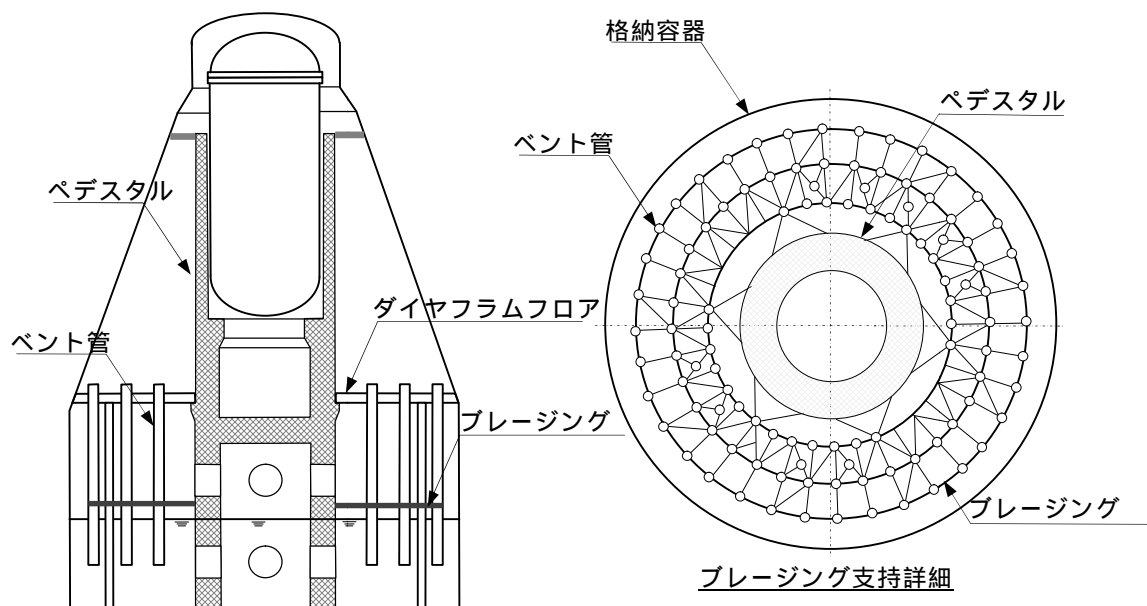


第 2-4 図 残留熱除去系熱交換器解析モデル図

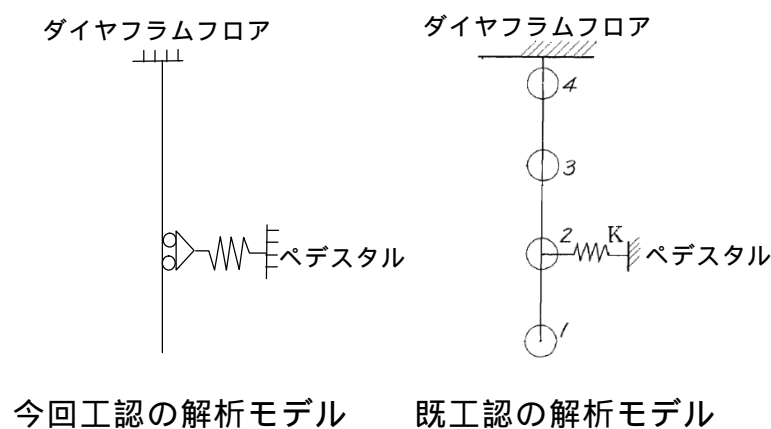
3. 格納容器ベント管の解析モデルの精緻化

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



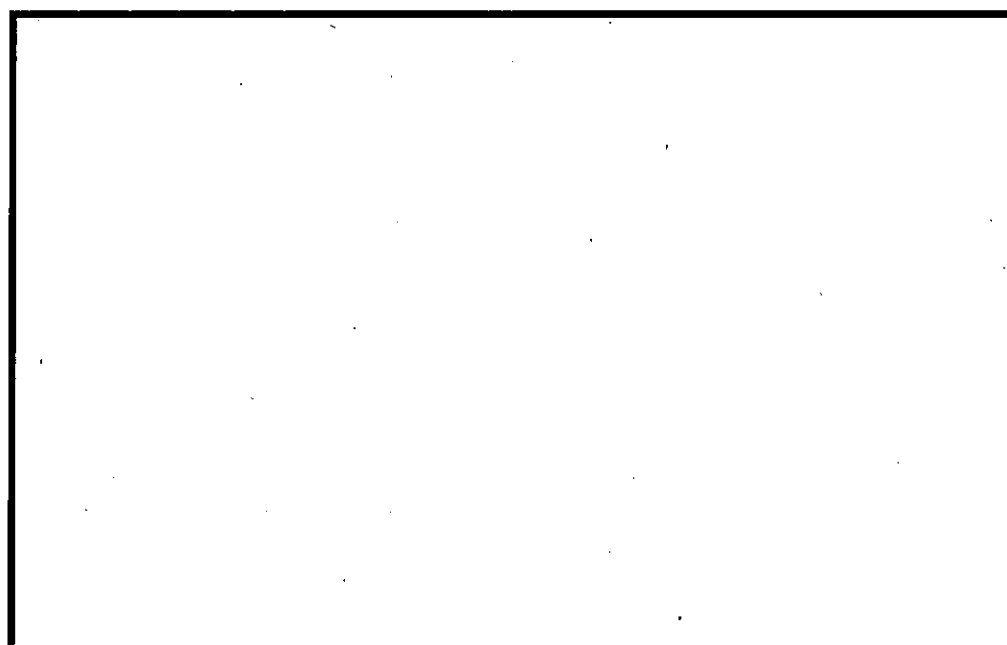
第 2-6 図 ベント管解析モデル図

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BWR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

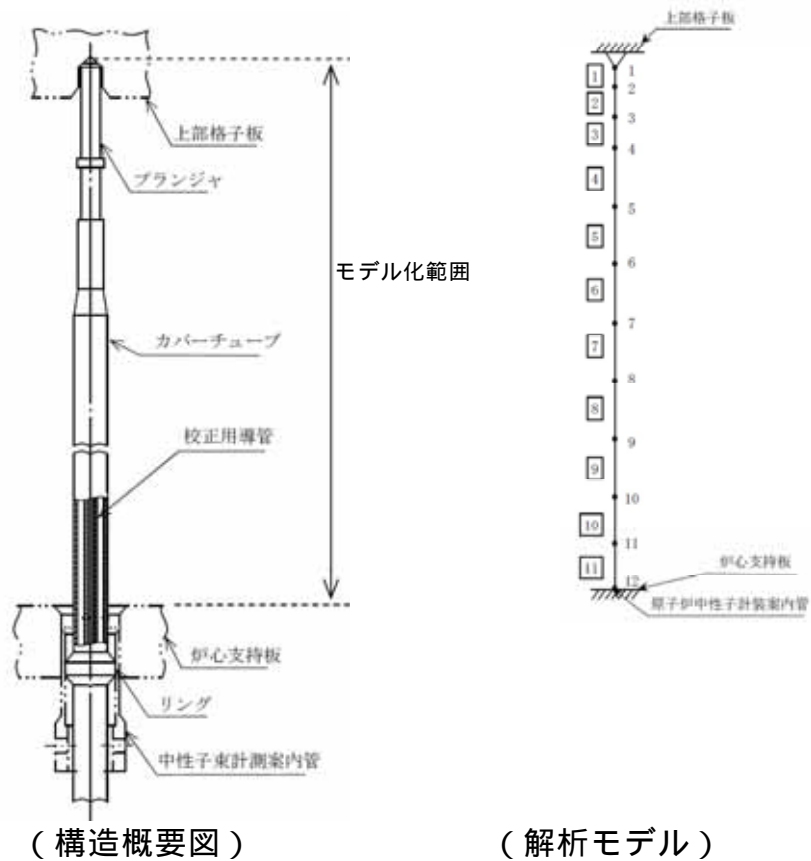
項 目	内 容
適用部位	パーソナルエアロック取付部 サプレッションチェンバアクセスハッチ取付部 イクイプメントハッチ取付部 配管貫通部取付部 電気配線貫通部取付部 上部シアラグ取付部 下部シアラグ取付部
解析コード	NASTRAN
地震条件	別途実施する地震応答解析から得られる地震力（荷重，加速度）を入力とする。

第 3-2 表 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トンク 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トンク
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、炉心スプレー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 - (* 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，原子炉压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，原子炉压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
原子炉压力容器	<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
	・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，原子炉压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 （压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（原子炉压力容器内） ・ 差圧検出・ほう酸水注入系配管（原子炉压力容器内）	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-	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-	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 号炉の建設工認において適用実績がある。

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

燃料取替機の減衰定数¹

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 ～ 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}
	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
	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 に属さないもの	1.0	同左	1.5	2.0
	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
	配管区分 , 及び 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 (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 に含まれる。

(適用条件)

- a. 適用対象がアンカからアンカまでの独立した振動系であること。
大口径管から分岐する小口径管は、その口径が大口径管の口径の 1/2 倍以下である場合、その分岐部をアンカ相当とする独立の振動系とみなしてよい。
- b. 配管系全体として、配管系支持具の位置及び方向が局所的に集中していないこと。
- c. 配管系の支持点間の間隔が次の条件を満たすこと。
配管系全長 / (配管区分ごとに定められた支持具の支持点数) 15 (m / 支持点)
ここで、支持点とは、支持具が取付けられている配管節点をいい、複数の支持具が取付けられている場合も 1 支持点とする。
- d. 配管と支持構造物の間のガタの状態等が施工管理規程に基づき管理されていること。ここで、施工管理規程とは、支持装置の設計仕様に要求される内容を反映した施工要領等をいう。

3. 設計用減衰定数の考え方

(1) 建屋クレーン及び燃料取替機の設計用減衰定数

- a. 原子力発電所耐震設計技術指針「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、燃料取替機のトリ位置が端部にある場合
() 内は、燃料取替機のトリ位置が中央部にある場合

建屋クレーンの振動試験～減衰比の検討～設計用減衰定数の設定

実機を試験体とした振動試験から得られた天井クレーン構造の減衰特性に基づき、設計用減衰定数の検討を行った。

1. 代表試験体の選定

原子炉建屋天井クレーン8タイプ、一般用2タイプの天井クレーンの基本仕様（トロリ及びガーダの重量、高さ、スパン）を調査。
各クレーンの、構成要素・基本構造、減衰に影響を与えると考えられるクレーン全重量とトロリ重量の比及び減衰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影響を確認するために、ガーダの断面形状が異なるタイプの同一仕様の試験体 1, 2 及びガーダの断面形状が同一タイプの試験体 3 を使用し、合計3機の試験体で実施。

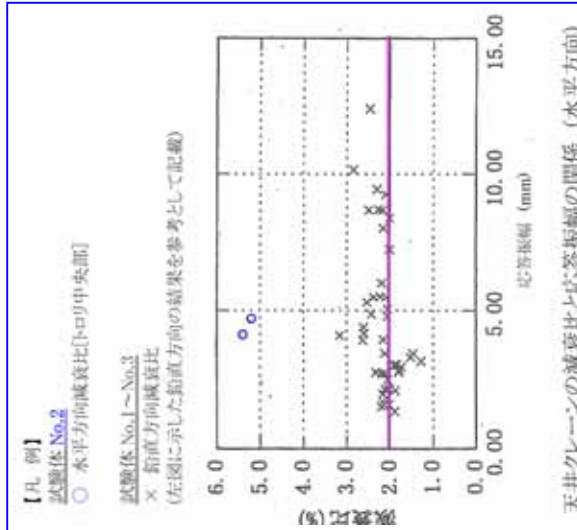
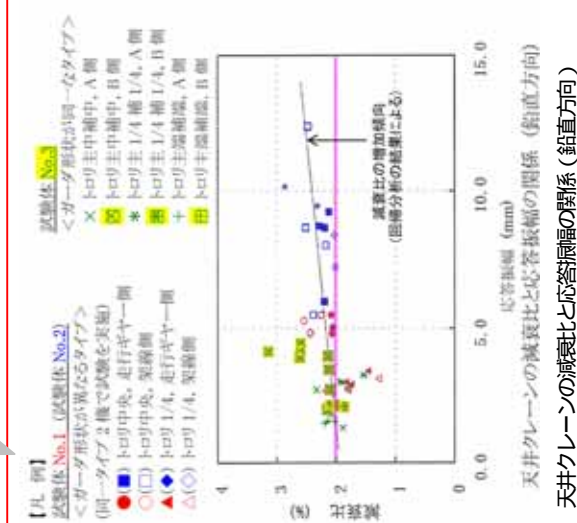
2. 振動試験

【鉛直方向の加振方法】
吊荷を床から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、応答振幅が大きくなると、減衰比の発生源となる構造減衰が増加し、減衰比が徐々に増加するとともに、そのばらつきが小さくなる。
応答振幅5.0mm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。

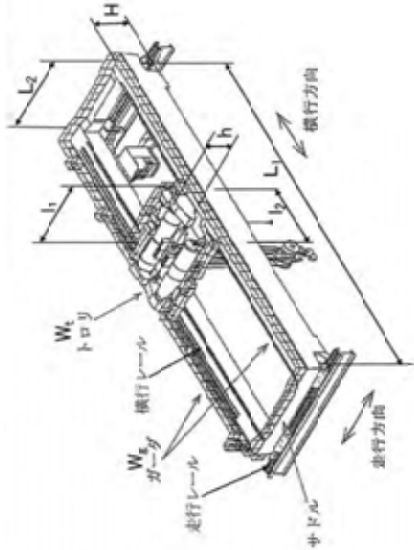
【設計用減衰定数（水平方向）】
水平方向の減衰比は、応答振幅レベル4.7mmにおいて5%程度の減衰比が得られているが、データ数が少ない（設計応答振幅8.9mmに達していない）ため、鉛直方向と同じ2.0%を水平方向の設計用減衰定数と設定した。

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 一般用天井クレーン		実機建屋クレーン			備 考
	試験体 No1,2	試験体 No3	東海第二		大間1号機	
			原子炉建屋 クレーン	使用済燃料 乾式貯蔵建屋 クレーン		
トロリ	重量 W_t (ton)	43.5	71.0	48.0	30.0	80.0
	高さ h (m)	2.265	3.0	2.280	0.975	2.815
	スパン L_1 (m)	5.8	6.8	5.6	4.0	7.7
	スパン L_2 (m)	4.1	3(主巻用) 2.5(補助巻用)	4.1	3.6	4.6
ガーダ	重量 W_g (ton)	104.5	191.5	118.0	67.0	190
	高さ H (m)	1.32	2.3	2.5	4.42	1.915
	スパン L_1 (m)	33.0	33.0	39.5	20.4	34.9
	スパン L_2 (m)	7.06	8.9	6.2	7.6	9.38
総重量	W_t (ton)	148.0	262.5	166.0	107.0	270.0
トロリ重量と 総重量の比	W_t / W_t	0.294	0.270	0.289	0.309	0.298



試験体と実機の比較の考え方

減衰比は、一般的に振動エネルギ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クレーンの振動質量に比例する。建屋クレーンは建屋に対して走行車輪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

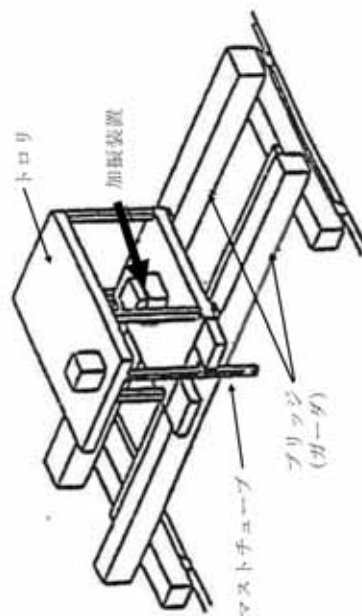
実機を試験体とした振動試験から得られた燃料取替機の減衰特性に基づき、設計用減衰定数の検討を行った。

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機の中から建設プラントの燃料取替機を代表試験体として選定。

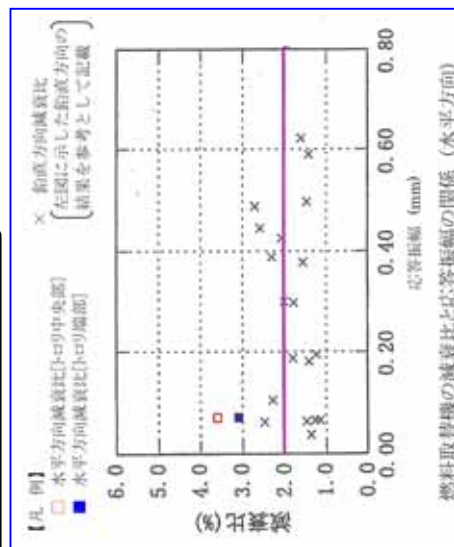
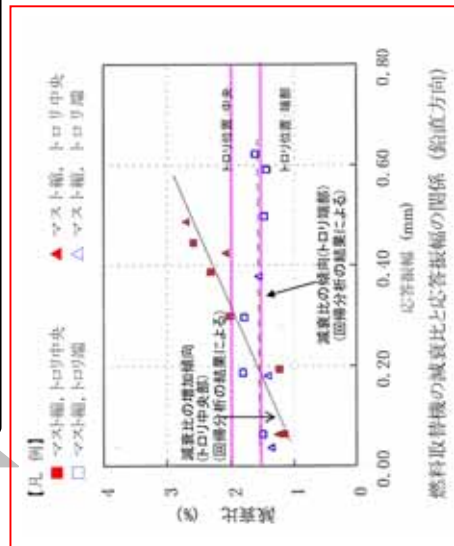
2. 振動試験



【加振方法（鉛直・水平方向）】
トロリ中央部に設置した加振装置による強制加振（正弦波 5Hz から 20Hz）

3. 計測データの処理

振動試験で得られた周波数応答曲線からハーフパワー法で減衰比を算定



4. 設計用減衰定数の設定

【試験結果（鉛直方向）】
トロリ位置が中央部の場合では、応答振幅の増加に従って減衰比は増加する傾向を示している。応答振幅0.40mm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。

【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（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10.40mm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。

【設計用減衰定数（水平方向）】
水平方向の減衰比は、応答振幅10.07mm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。

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

要素試験

Uボルト1個が有する減衰特性を把握

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。

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

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

配管解析に基づく設計用減衰定数の検討

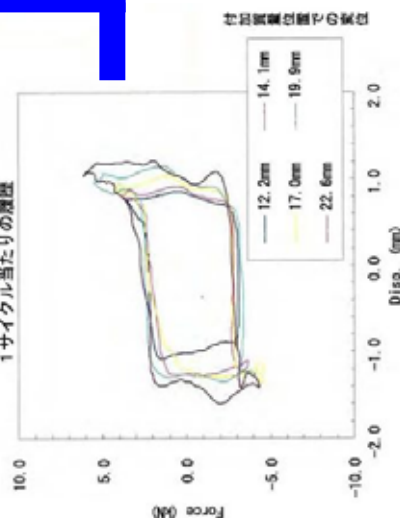
要素試験装置



付加質量
Uボルト
水平支持力と水平変位を測定

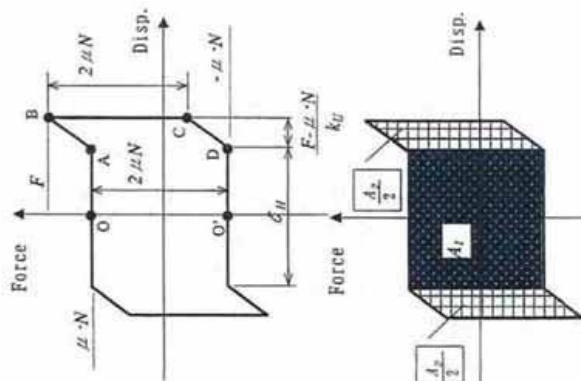


1サイクル当たりの履歴



(消散エネルギー評価式の策定)

変位 - 荷重履歴のモデル化



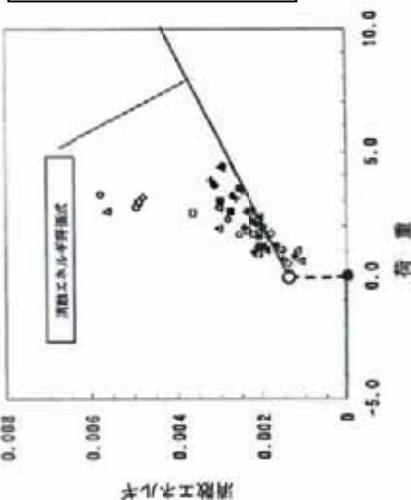
【消散エネルギー評価式の策定】

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): 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

要素試験

Uボルト1個が有する減衰特性を把握

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。

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

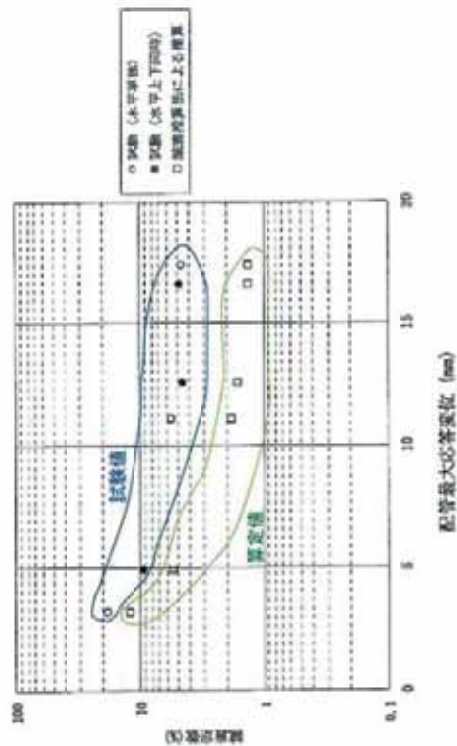
実規模配管系試験

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

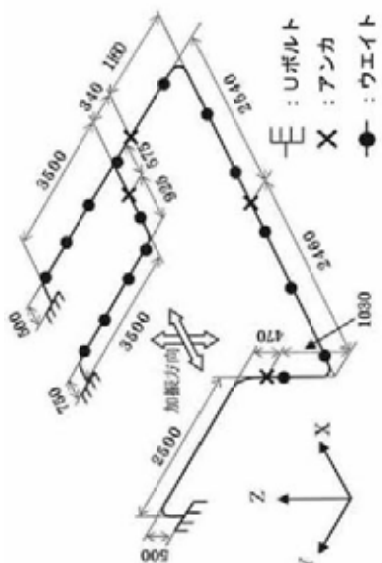
配管解析に基づく設計用減衰定数の検討



試験結果と消散エネルギー評価式による減衰定数の比較



試験結果と消散エネルギー評価式による減衰定数を比較した結果、消散エネルギー評価式の方が全変位領域で下回っており、消散エネルギー評価式の保守性が確認された。



Uボルト支持配管系の振動試験 - (3/3): 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レ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

要素試験

Uボルト1個が有する減衰特性を把握

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。

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

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

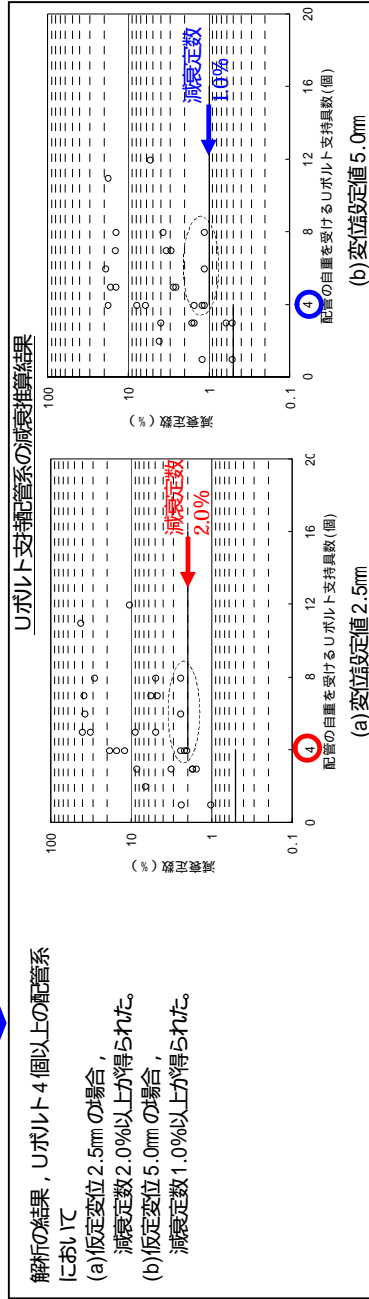
配管解析に基づく設計用減衰定数の検討

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 (各振動モードが全一の変位が生じると仮定)

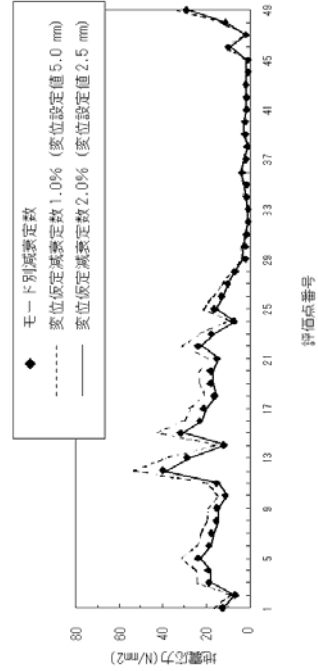
前項までに、実規模配管系試験にて消散エネルギー評価式の保守性を確認。設計用減衰定数を設定するにあたっては、Uボルト支持具数や配管レートなど様々な配管系について検討する必要がある。消散エネルギー評価式による減衰定数が配管変位に依存するため、配管系の振動モード変位を一定と仮定した状態で減衰定数(変位仮定減衰定数)を算出した。
対象はUボルト支持部を有する実規模配管系(28 モデル)とした。



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)

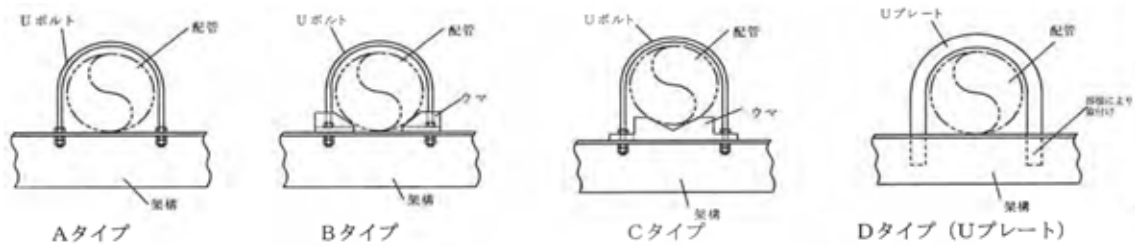
変位仮定減衰定数は計算結果からも判るように「仮定する変位」に依存する。
変位2.5mmの減衰定数及び変位5.0mmの減衰定数のそれぞれ2.0%及び1.0%を与える下限値を示した配管モデルに対して、より詳細な解析を行い、Uボルト支持配管系の設計用減衰定数を検討した。

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するとしている。
Uボルトは、連環状に配管とボルト頂部との間に隙間があるよう施工されること
今回、検討対象としたUボルトの据付状態であること(水平配管の自重を架構で受けるUボルト)。



【補足】要素試験に用いたUボルト支持構造物のタイプ

試験に用いたUボルトは、原子力発電所で採用されている代表的な4タイプを選定した。



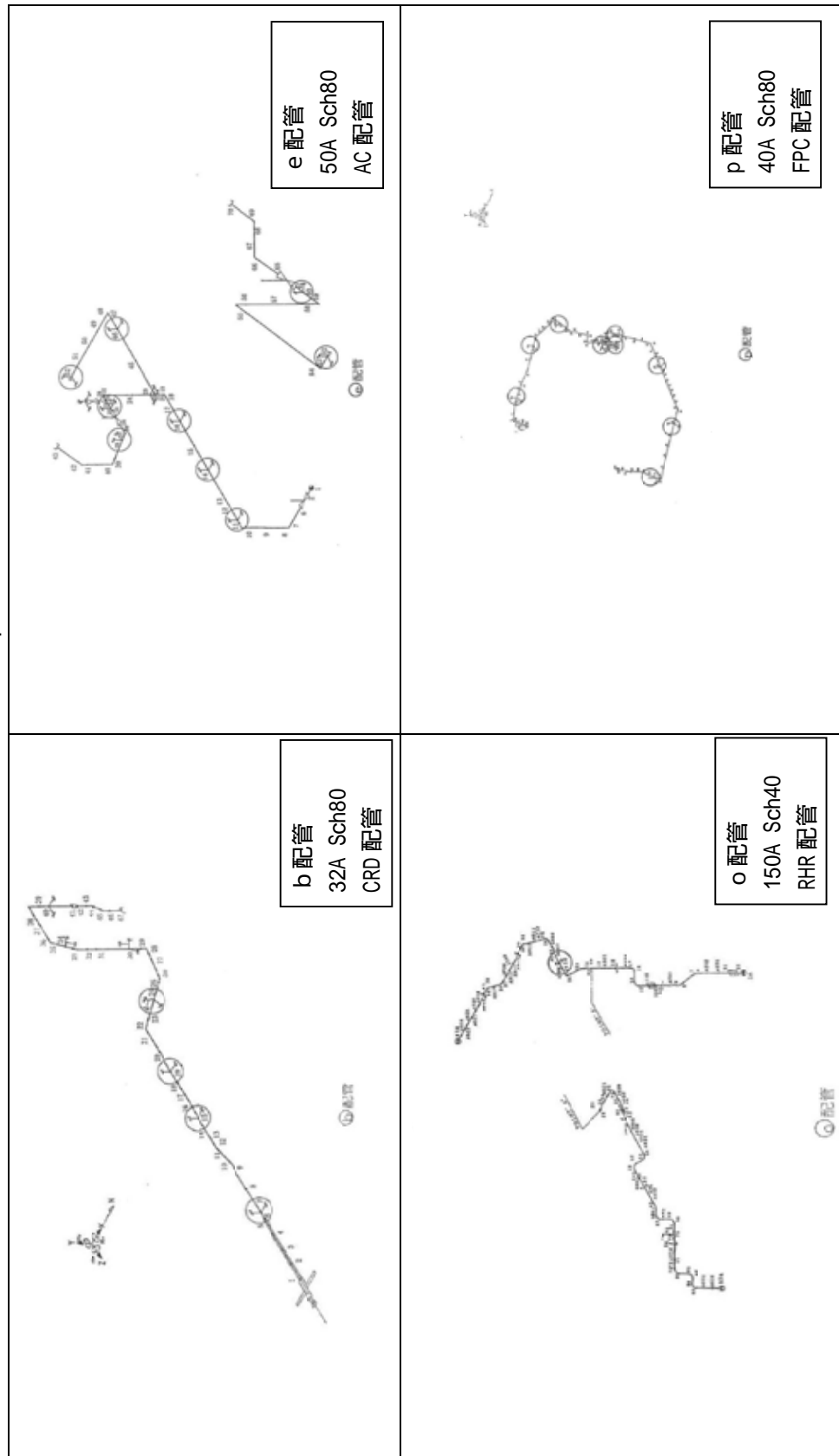
【解析を行った配管仕様】

- ・口径：20 A ~ 400 A
- ・材質：ステンレス鋼，炭素鋼


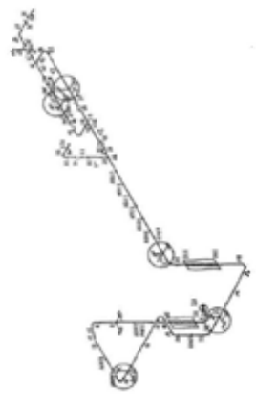
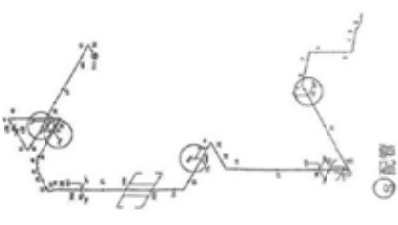
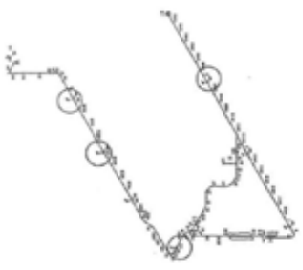
上記のうちBWR実機配管

	系統	口径
b 配管	C R D	3 2 A
e 配管	A C	5 0 A
o 配管	R H R	1 5 0 A
p 配管	F P C	4 0 A
q 配管	M U W C	1 0 0 A
r 配管	M U W C	1 5 0 A , 8 0 A
s 配管	R C W	2 0 0 A
t 配管	R C W	2 0 0 A , 8 0 A
u 配管	C R D	3 2 A

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)

 <p>q 配管 100A Sch40 MUWC 配管</p>	 <p>r 配管 150A Sch40 80Asch40 MUWC 配管</p>
 <p>s 配管 200A Sch40 RCW 配管</p>	 <p>t 配管 200A Sch40 80Asch40 RCW 配管</p>

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

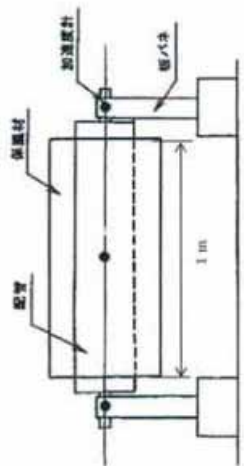
試験体を使用した振動試験から得られた配管系の保温材による付加減衰定数に基づき、設計用減衰定数の検討を行った。

1．試験体

配管口径の異なる3種類（8B(200A)，12B(300A)，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）

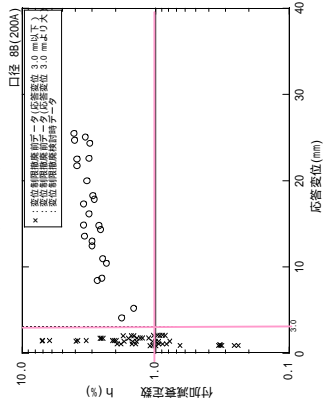


試験装置の概略図

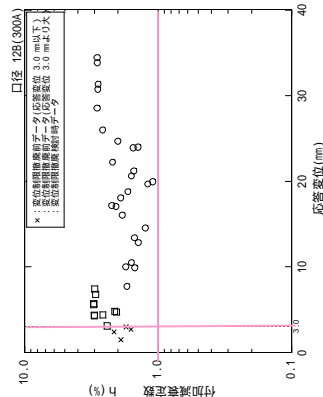
3．試験結果

（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。）

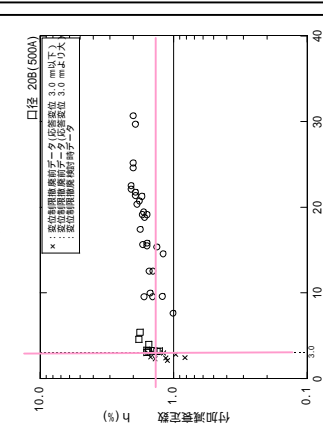
配管口径 8B(200A)



配管口径 12B(300A)



配管口径 20B(500A)



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に対して 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。

金属保温材が施工されている配管長さに対して 40% 以下の場合・・・1.0% を付加する

金属保温材が施工されている配管長さに対して 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。

従来の水平方向及び鉛直方向の荷重の組合せは、静的な地震力による鉛直方向の荷重には地震継続時間や最大加速度の生起時刻のような時間の概念がなかったことから、水平方向及び鉛直方向の地震力による荷重の最大値同士の絶対値の和としていた。(以下「絶対値和法」という。)

一方、水平方向及び鉛直方向の両者がともに動的な地震力である場合、両者の最大加速度の生起時刻に差があるという実挙動を踏まえると、従来と同じように絶対値和法を用いるのではなく、時間的な概念を取り入れた荷重の組み合わせ法を検討する必要がある。

本資料では、水平方向及び鉛直方向の動的地震力の組合せに関する既往研究⁽¹⁾をもとに、二乗和平方根法(以下「SRSS法(Square Root of the Sum of the Squares)」という。)による組合せ法の妥当性を説明するものである。

なお、SRSS法による組合せは、大間1号炉の既工認において適用実績のある手法である。

2. 東海第二発電所で用いる荷重の組合せ法

東海第二発電所では、静的な地震力による荷重の組合せについては、従来

どおり絶対値和法を用いて評価を行う。また、動的な地震力による荷重の組合せについては、既往知見に基づき、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。

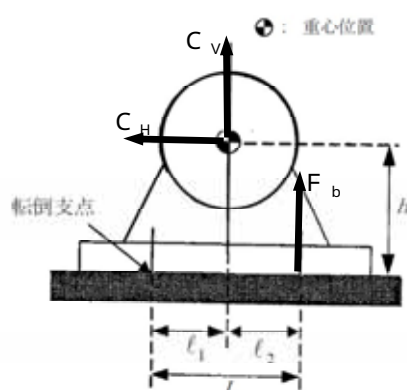
本手法については、非同時性を考慮する地震荷重についてのみ S R S S しており、実績のある妥当な手法である。

【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)

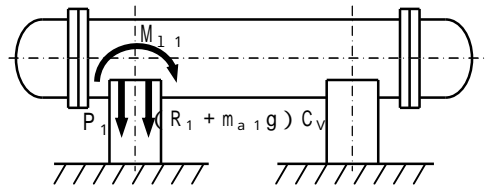


図 B - 1 横置円筒系容器の脚部に作用する荷重

水平方向地震力による応力 s_2 及び鉛直方向地震力による応力 s_4 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。

$$s_2 = \frac{M_{11}}{Z_{sy}} + \frac{P_1}{A_s} \quad \dots (\text{式 B - 1})$$

$$s_4 = \frac{R_1 + m_{s1}g}{A_s} C_V \quad \dots (\text{式 B - 2})$$

s_2 : 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

s_4 : 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】

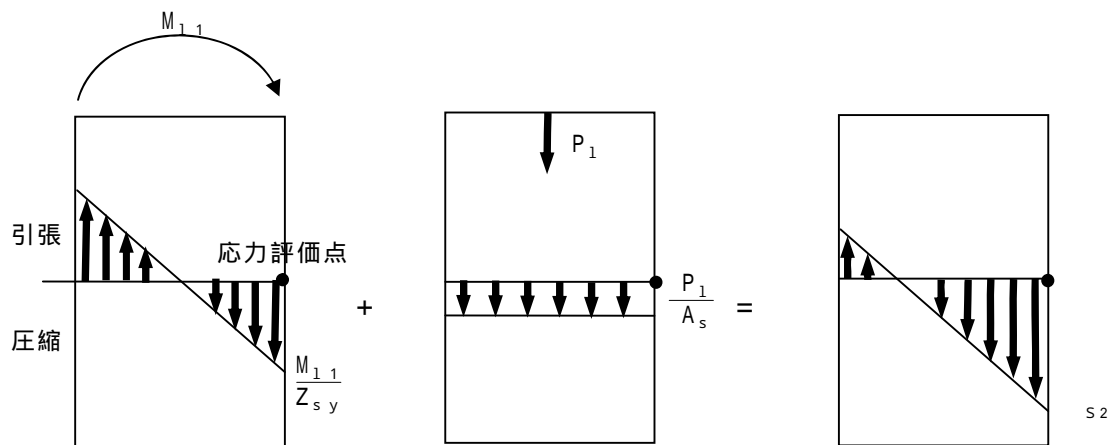
$$s_1 = \sqrt{(s_1 + s_2 + s_4)^2 + 3 s_2^2} \quad \dots (\text{式 B - 3})$$

【S R S S 法】

$$s_1 = \sqrt{s_1 + \sqrt{(s_2^2 + s_4^2)^2 + (3 s_2^2)}} \quad \dots (\text{式 B - 4})$$

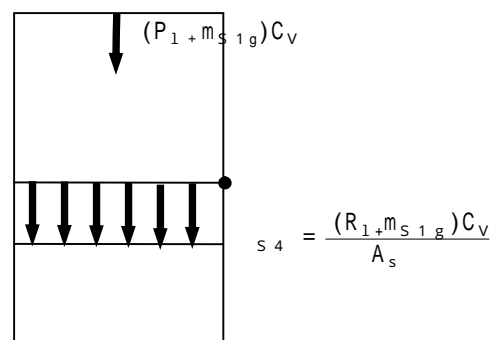
s_1 : 水平方向地震力及び鉛直方向地震力が作用した場合の脚部の組合せ応力
 s_1 : 運転時質量により脚部に生じる圧縮応力
 s_2 : 水平方向地震力により脚部に生じるせん断応力

ここで、水平方向地震力による応力 s_2 及び鉛直方向地震力による圧縮応力 s_4 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 S R S 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。

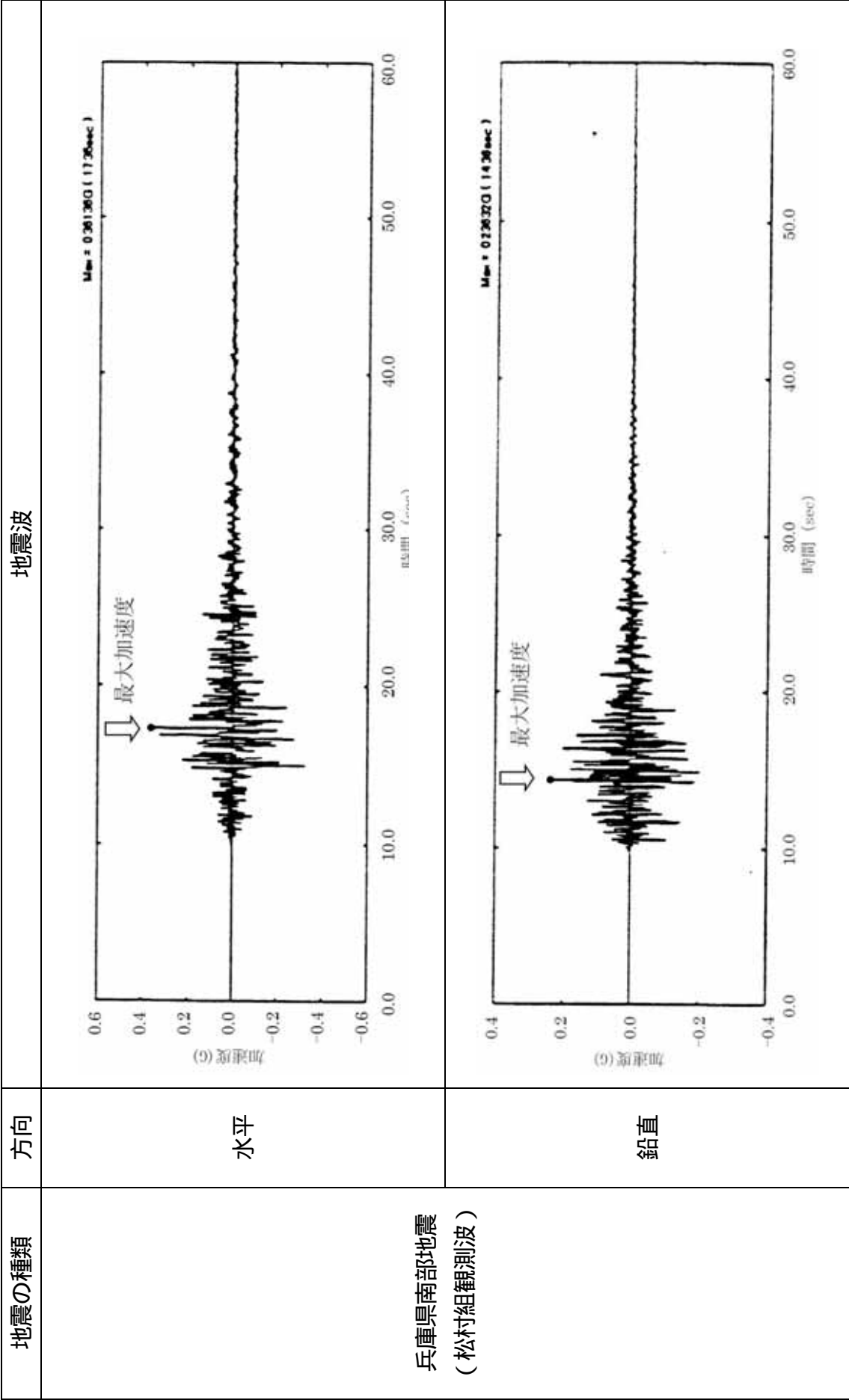
(3) 解析結果

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。

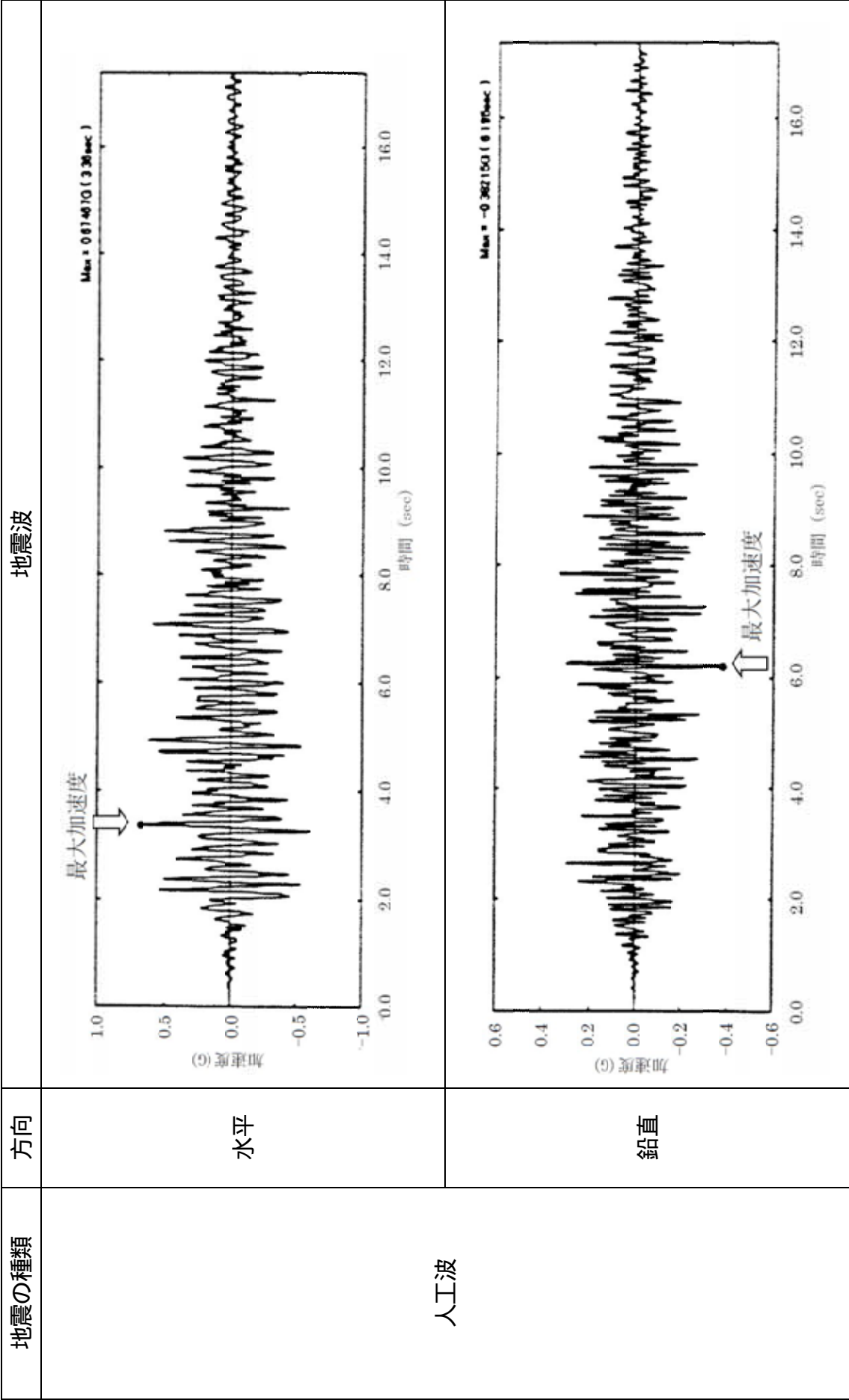
第 6-4 図から第 6-7 図より、いずれの配管系においても最大応力発生点においては、時刻歴応答解析法に対して S R S S 法の方が約 1.1 倍から約 1.4 倍の比率で上回る結果となった。最大応力発生点における S R S S 法と同時入力による時刻歴応答解析との評価結果の比較を第 6-1 表に示す。また、最大応力発生点の部位を第 6-8 図から第 6-11 図に示す。

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

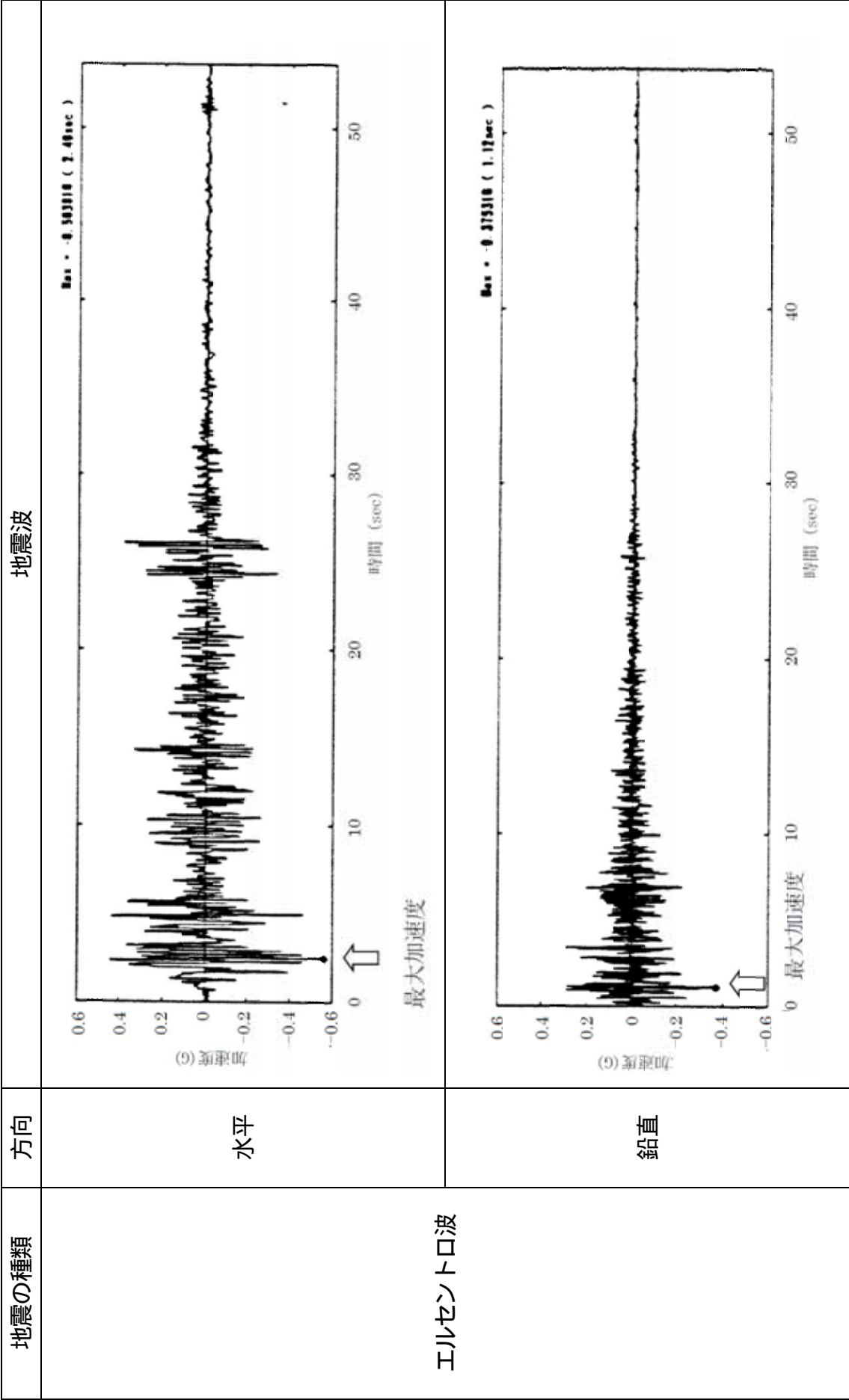
る発生応力の比較を第 6-12 図に示す。第 6-12 図は、第 6-4 図から第 6-7 図に基づき、各配管モデルの節点の応力値をプロットしたものである。第 6-12 図より、S R S S 法は発生応力の低い領域では同時入力による時刻歴応答解析法に対して平均的な結果を与え、発生応力の増加に伴い保守的な結果を与える傾向にあることが確認できる。



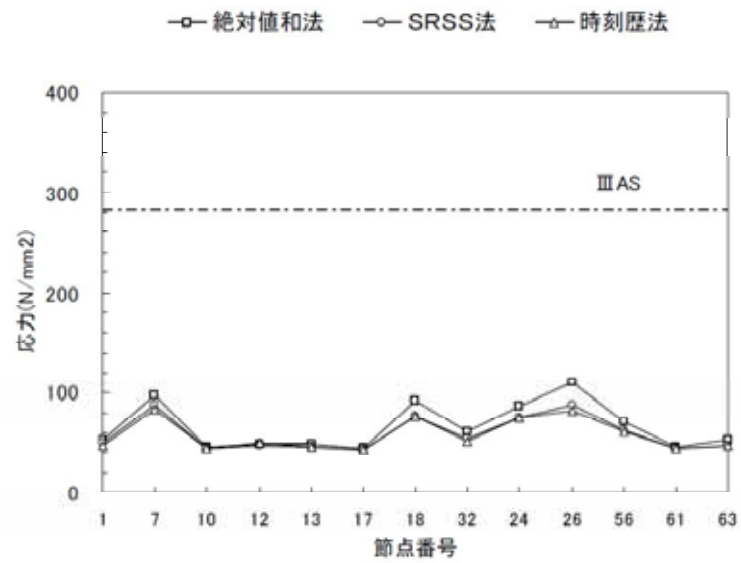
第 6-1 図 機器・配管系への入力地震動（兵庫県南部地震）



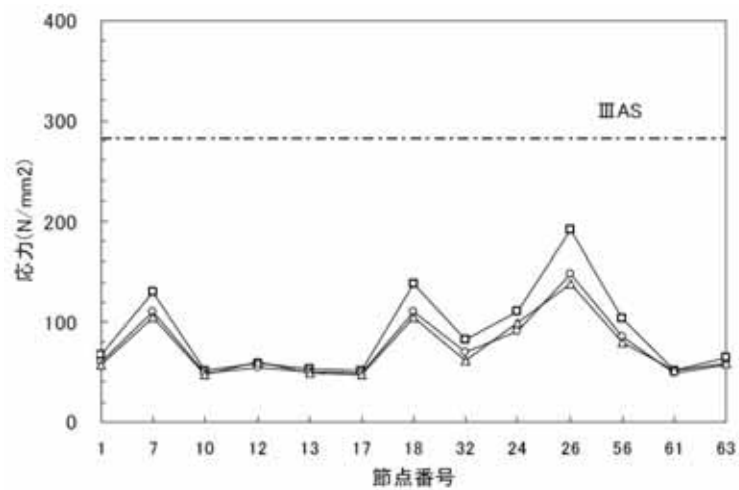
第 6-2 図 機器・配管系への入力地震動（人工波）



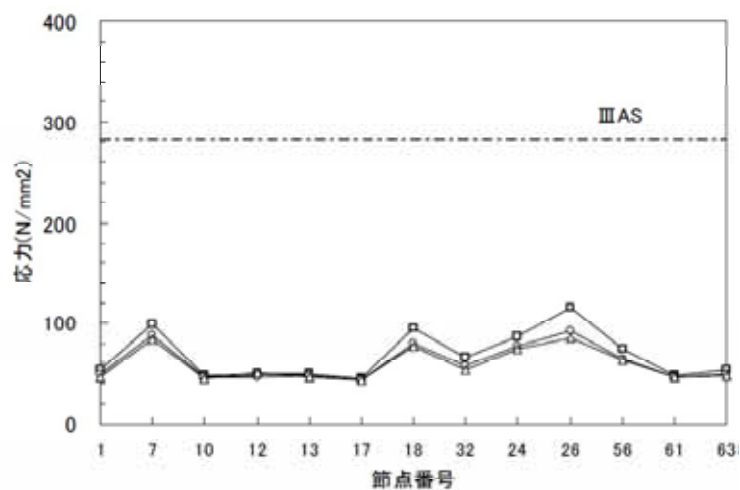
第 6-3 図 機器・配管系への入力地震動（エルセントロ波）



兵庫県南部地震（松村組観測波）

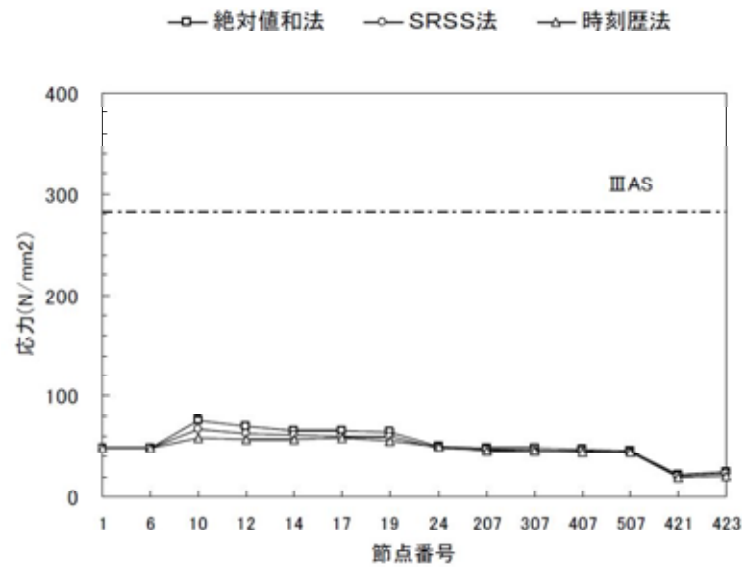


人工波

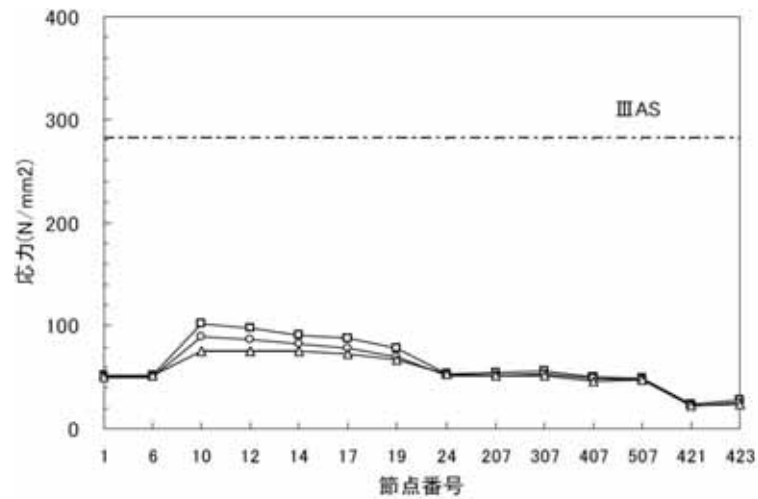


エルセントロ波

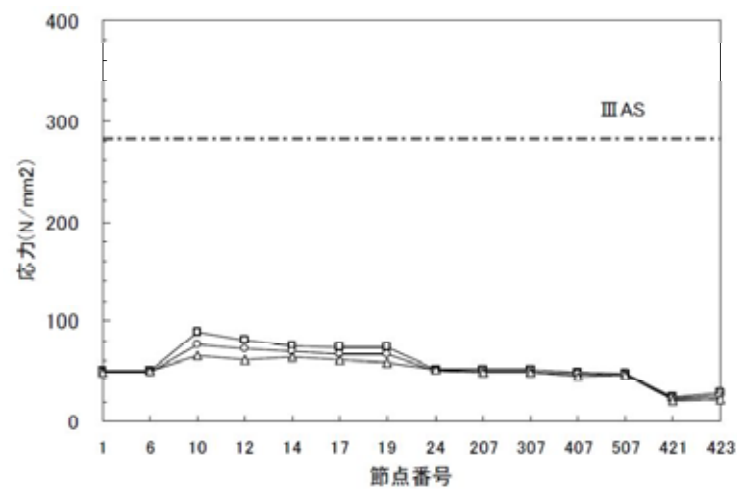
第 6-4 図 主要な部位における発生応力（FDW-001 A プラント）



兵庫県南部地震（松村組観測波）

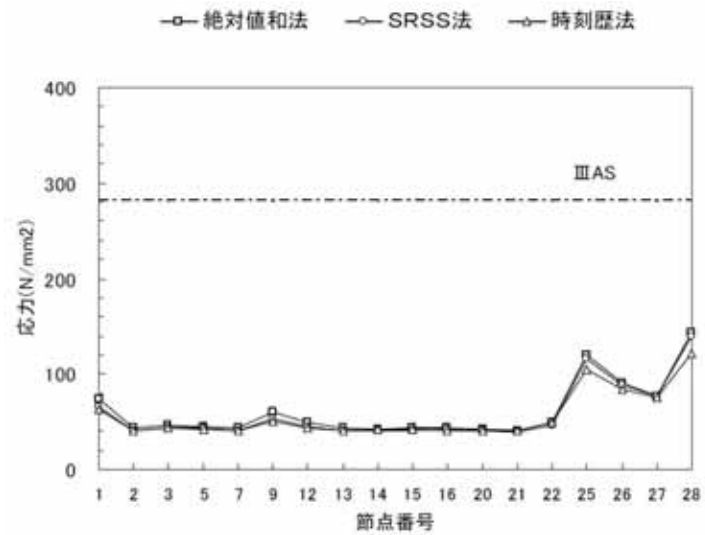


人工波

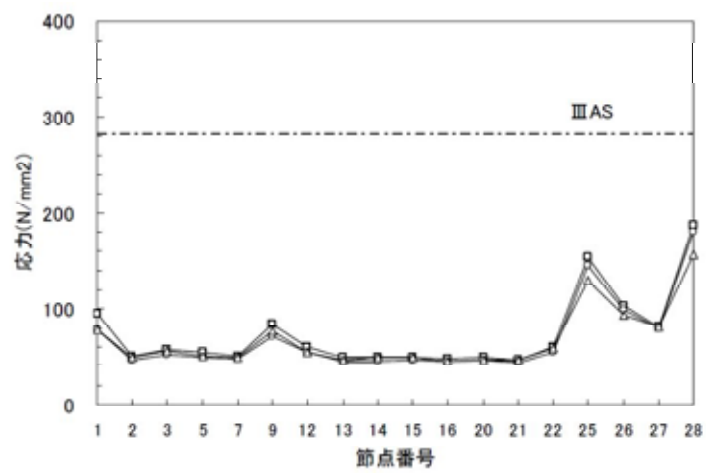


エルセントロ波

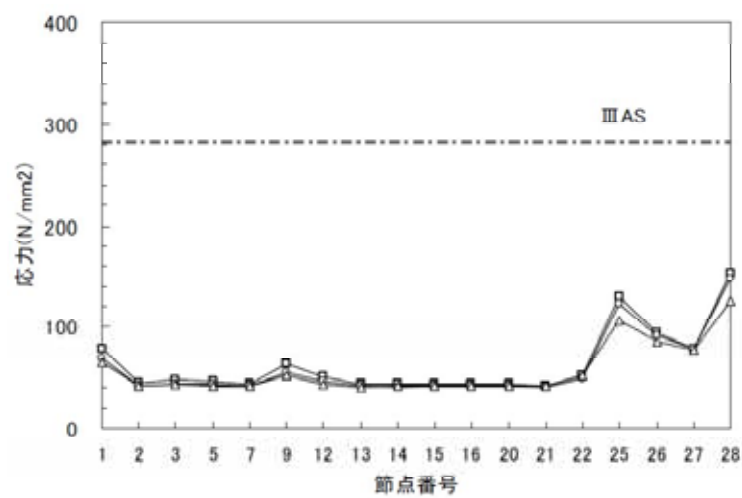
第 6-5 図 主要な部位における発生応力（MS-001 A プラント）



兵庫県南部地震（松村組観測波）

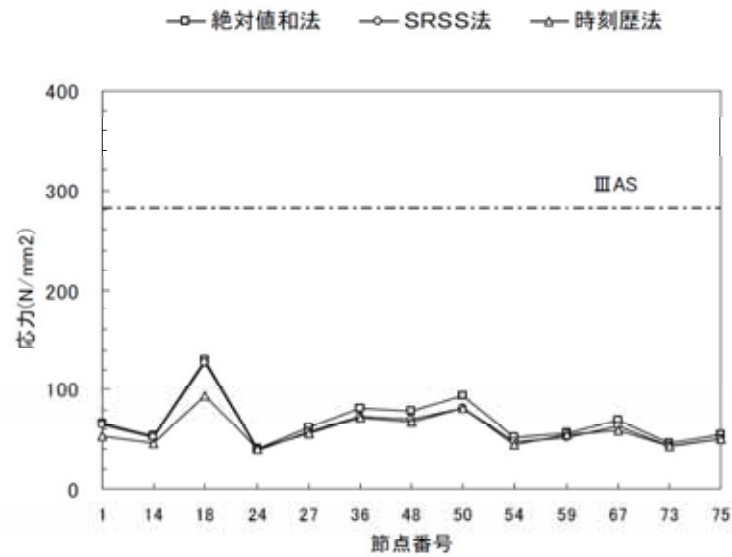


人工波

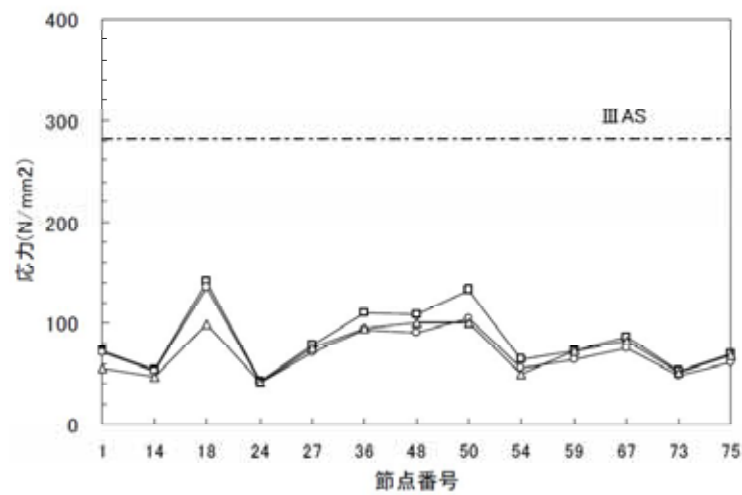


エルセントロ波

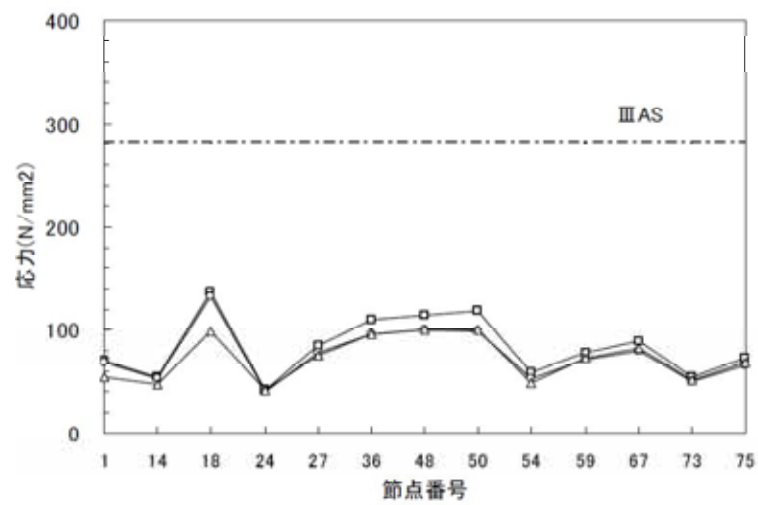
第 6-6 図 主要な部位における発生応力（RHR-001 A プラント）



兵庫県南部地震（松村組観測波）



人工波



エルセントロ波

第 6-7 図 主要な部位における発生応力 (FDW-001 B プラント)

第 6-1 表 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

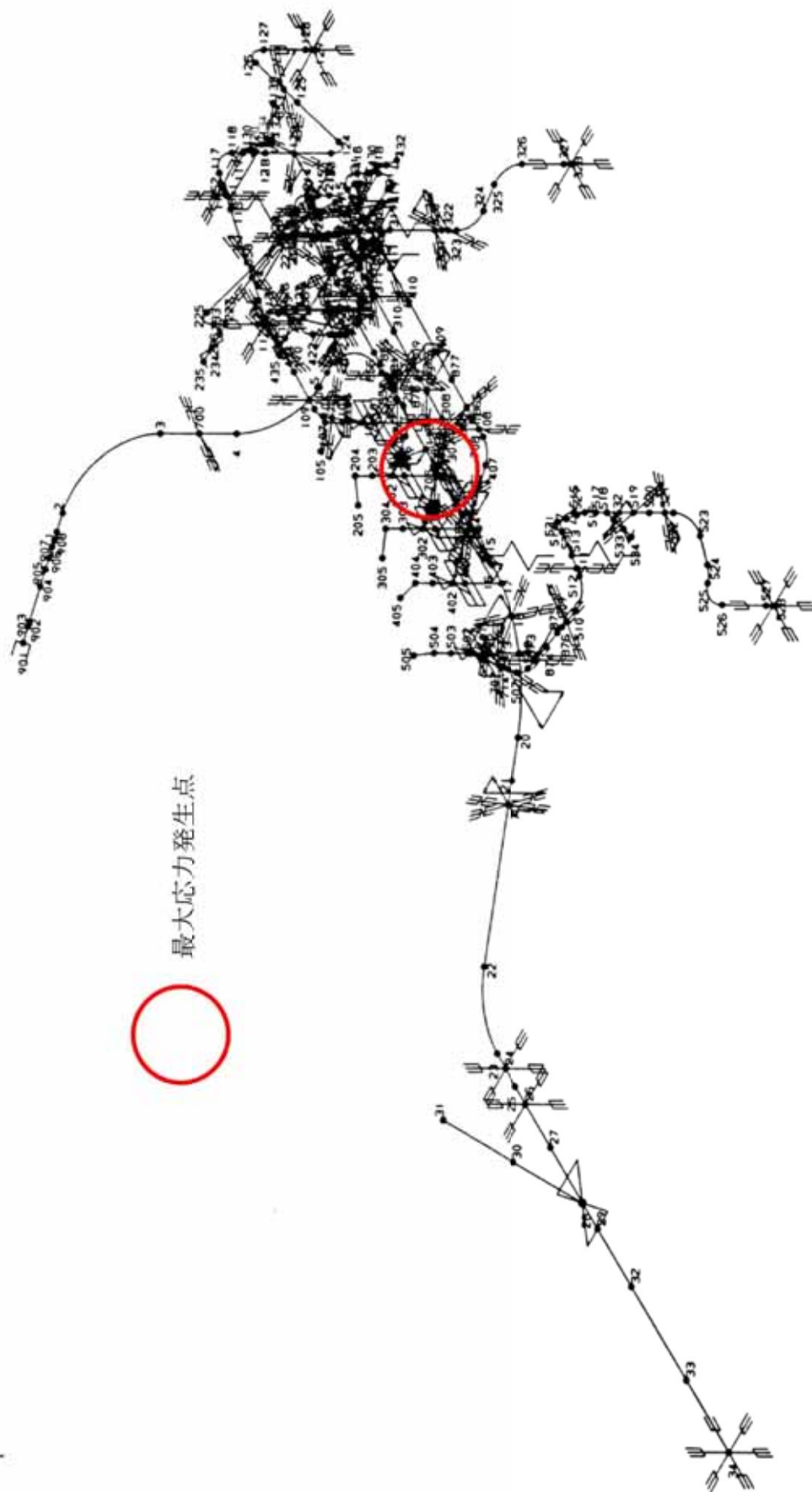
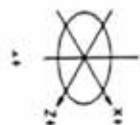
FDW：給水系配管

MS：主蒸気系配管

RHR：残留熱除去系配管

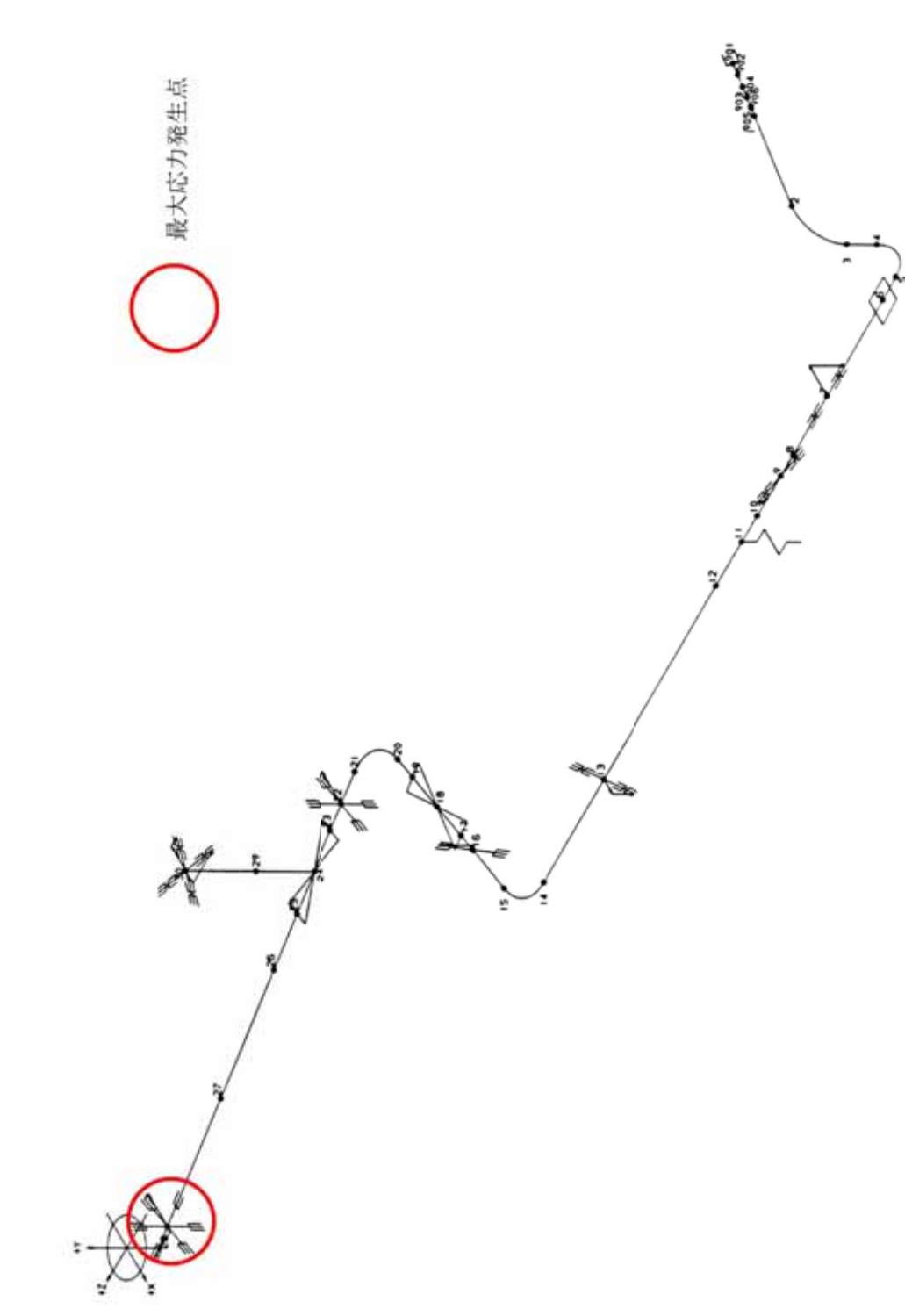


第 6-8 図 給水系配管 (FDW-001 A プラント)

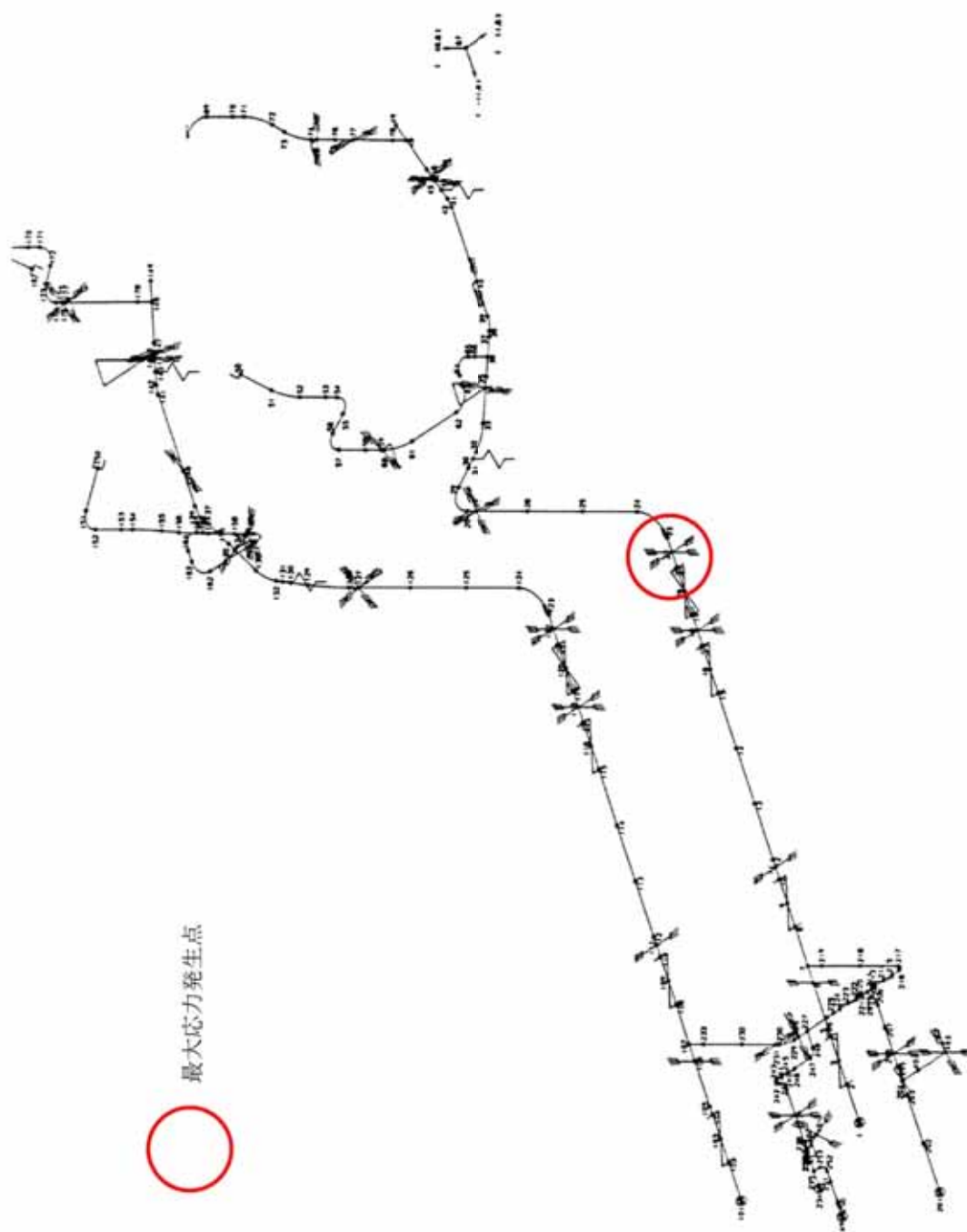


最大応力発生点

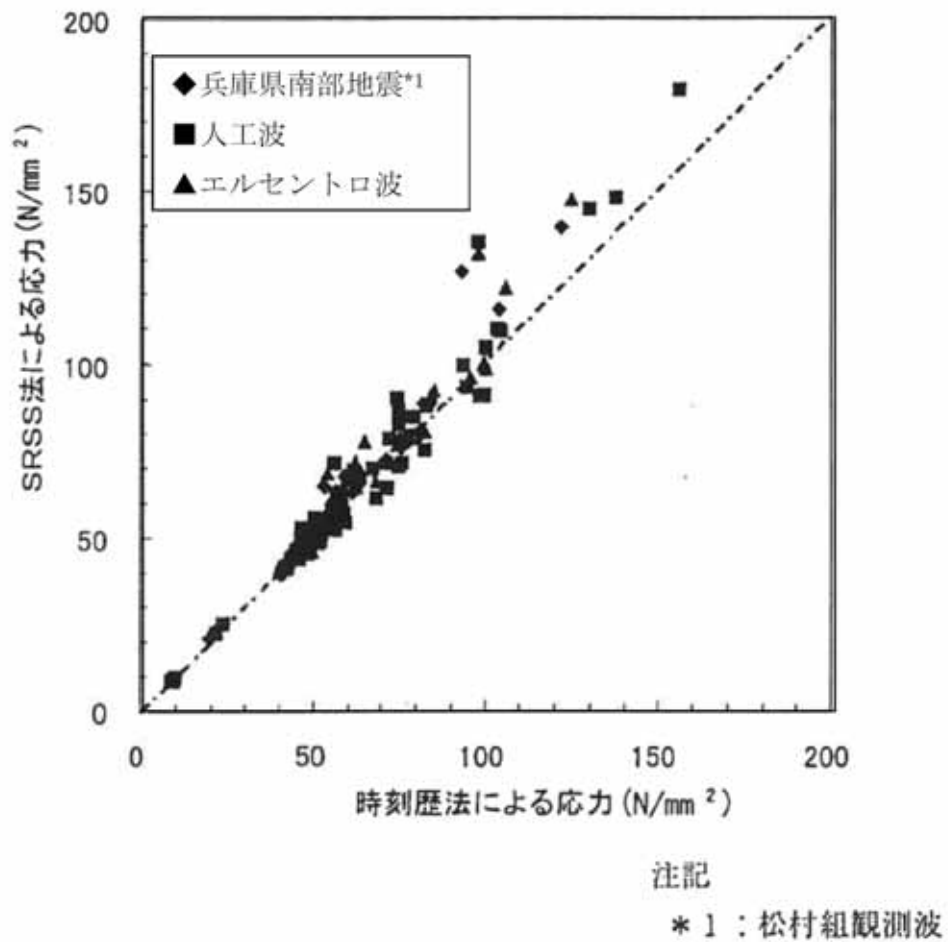
第 6-9 図 主蒸気系配管 (MS-001 A プラント)



第 6-10 図 残留熱除去系配管（RHR-001 A プラント）



第 6-11 図 給水系配管 (PDW-001 B プラント)

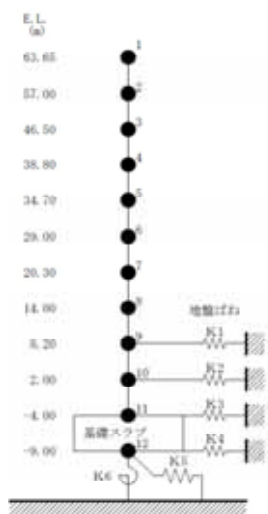


第 6-12 図 S R S S 法による応力と時刻歴応答解析による応力の比較（主要部位）

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

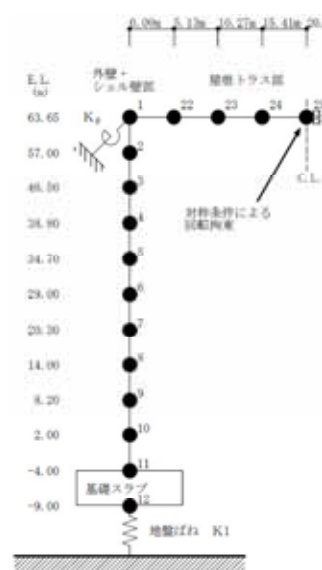
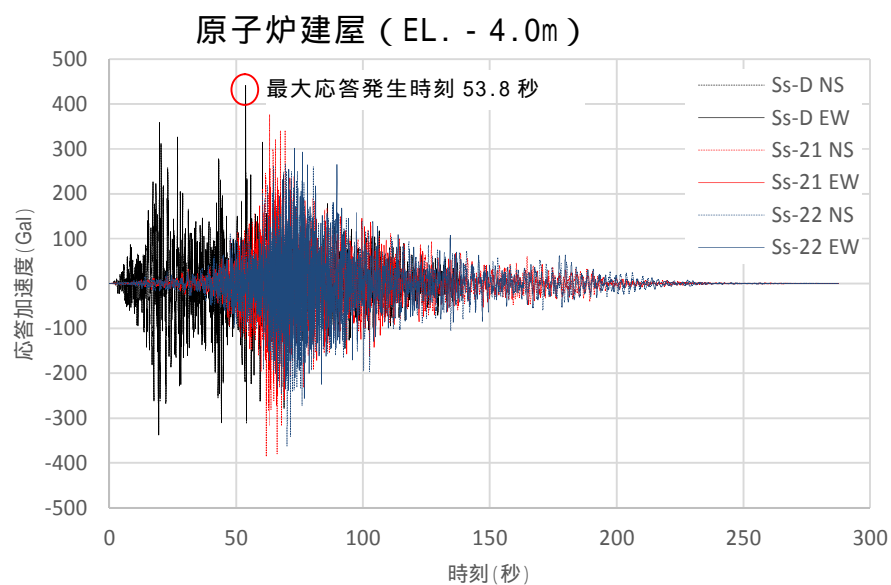
東海第二発電所における水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差について，原子炉建屋を例に，原子炉建屋の施設の耐震性評価において主要な地震動である基準地震動 $S_s - D$, $S_s - 21$ 及び $S_s - 22$ に対する水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差を確認した。ここで，機器・配管系の耐震評価に用いる水平方向の設計用震度は，全ての地震動に対する南北方向と東西方向の最大応答加速度を包絡した値を用いることを踏まえ，水平方向の最大応答値の生起時刻については，基準地震動 $S_s - D$, $S_s - 21$ 及び $S_s - 22$ における南北方向及び東西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。



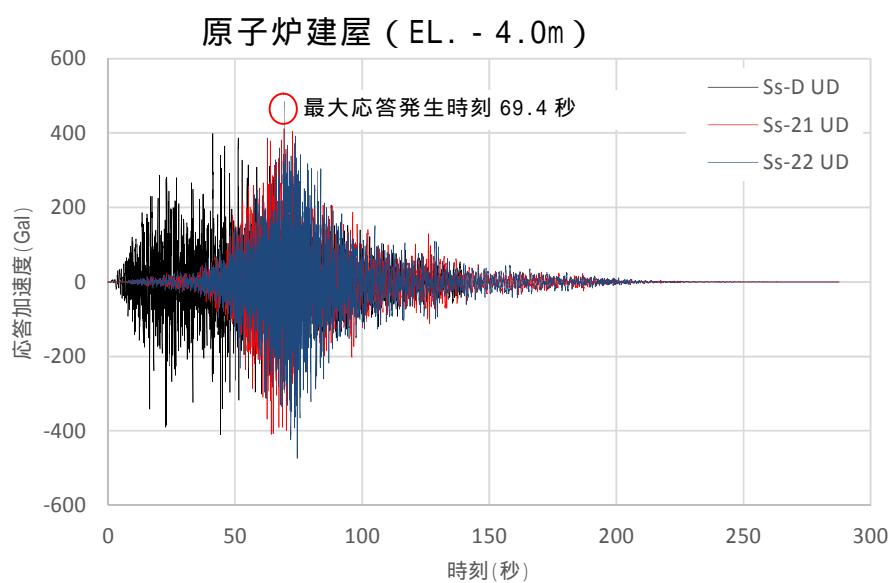
原子炉建屋モデル

(水平方向)



原子炉建屋モデル

(鉛直方向)



第 6-13 図 原子炉建屋の応答値 (EL. - 4.0m 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

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

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

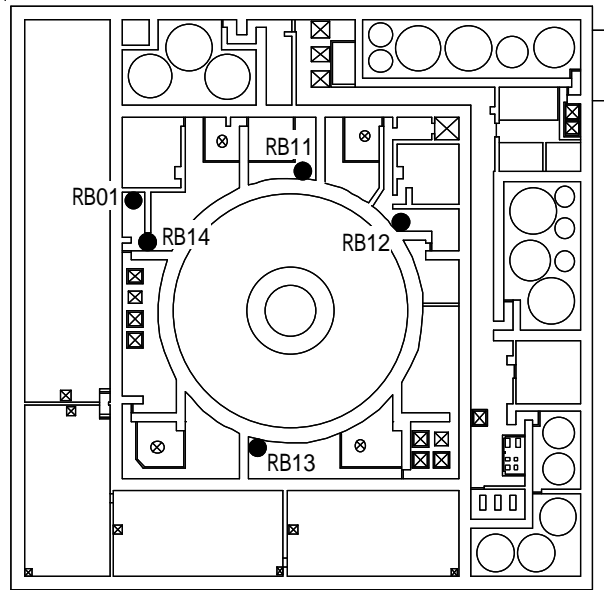
東海第二発電所では、平成 23 年 3 月 11 日に東北地方太平洋沖地震による観測記録が得られている。本資料では、東北地方太平洋沖地震による東海第二発電所の水平方向及び鉛直方向の最大応答値の生起時刻の差について参考として確認する。

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。

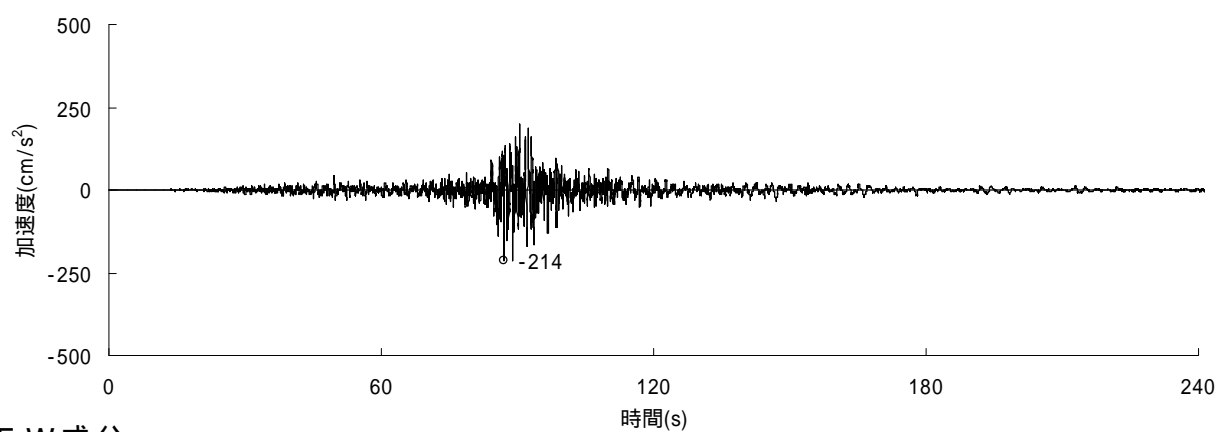
別表 6-1 東北地方太平洋沖地震の観測記録における最大応答値の生起時刻の差

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

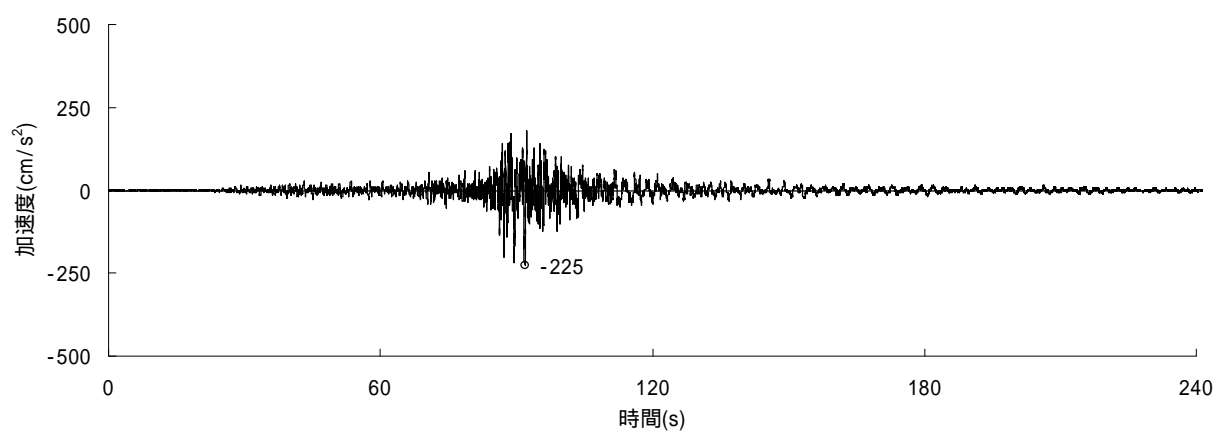


別図 6-1 原子炉建屋基礎上 (EL. -4.0m) 地震計設置位置

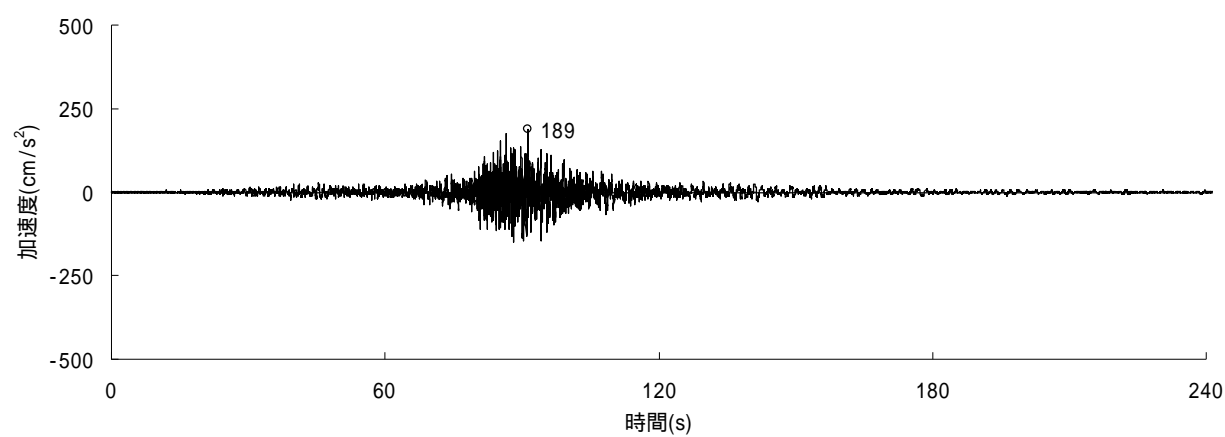
N S 成分



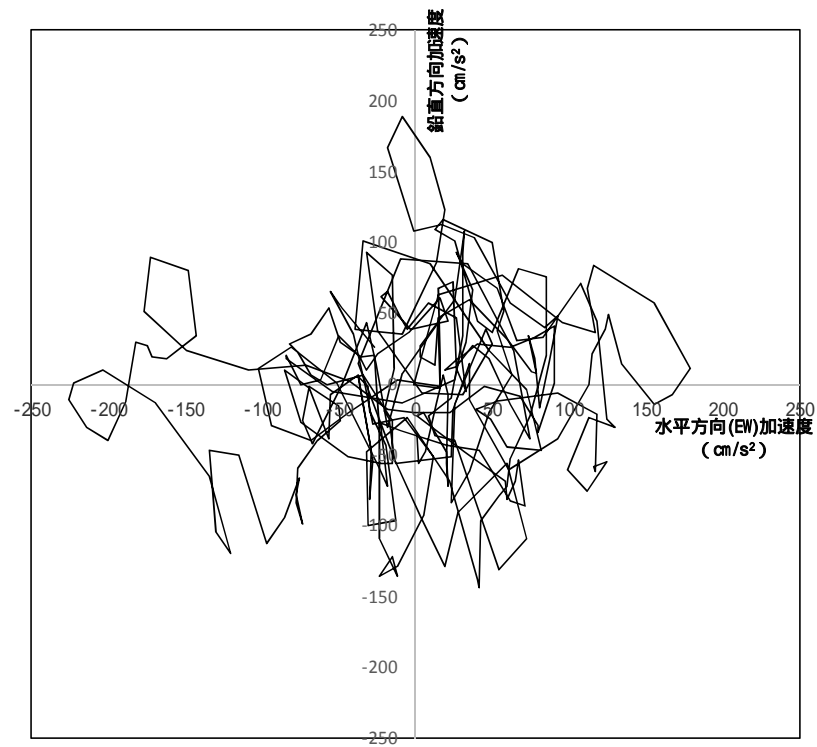
E W 成分



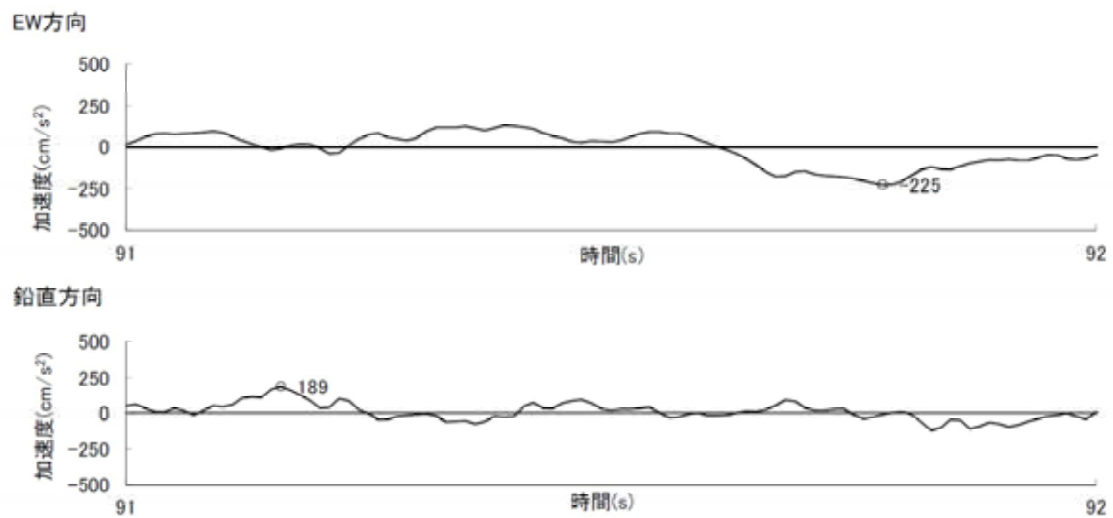
U D 成分



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

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压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、原子炉压力容器（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。

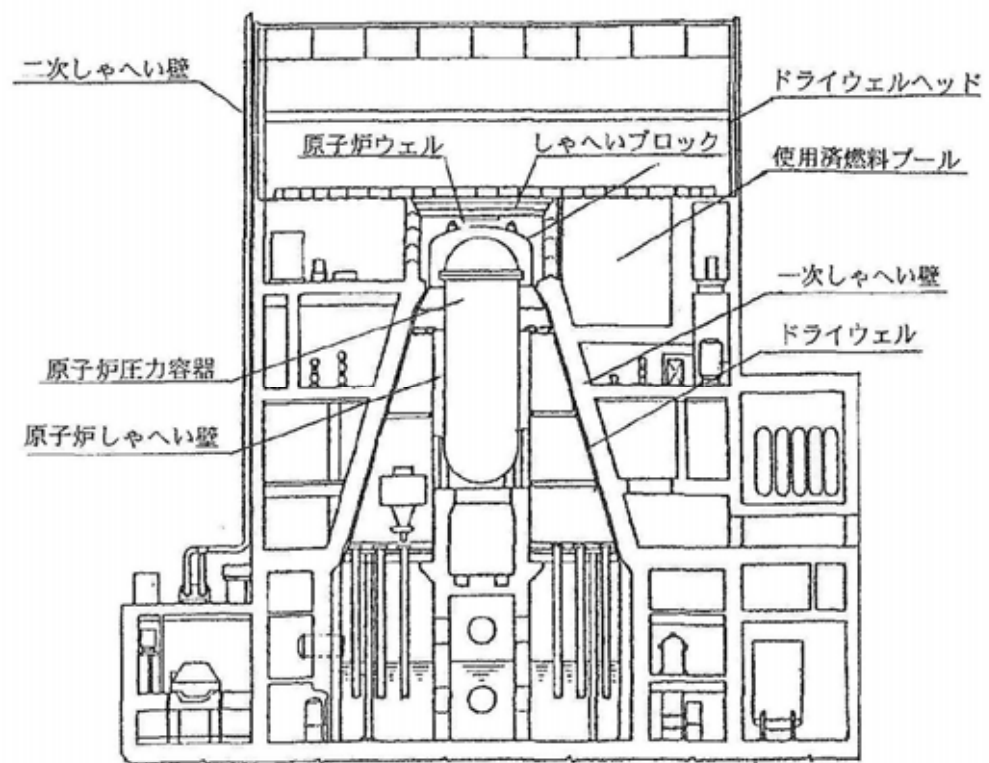
2. 地震応答解析モデルについて

原子炉建屋、格納容器の概略断面図を第 7-1 図、原子炉压力容器内部構造物の構造図を第 7-2 図に示す。

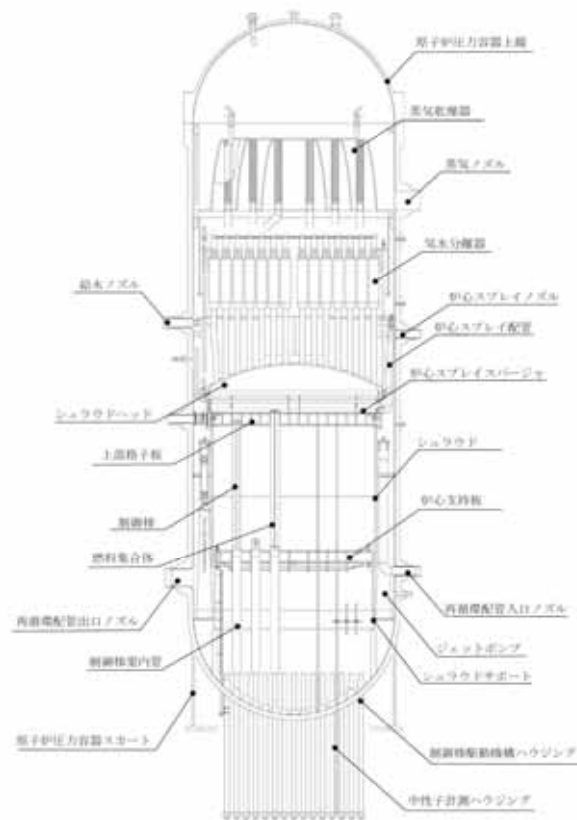
水平方向の解析モデルにおいては、原子炉压力容器、原子炉遮蔽壁、原子炉本体基礎は第 7-3 図に示すような多質点モデルにてモデル化する。原子炉压力容器は原子炉压力容器スタビライザと等価なばねで原子遮蔽壁と結ば

れ，原子炉本体基礎と剛に結合される。原子炉本体基礎はその下端において原子炉建屋基礎版上端と剛に結合され，さらにダイヤフラムフロアの剛性と等価なばねにより原子炉格納容器を介して原子炉建屋に支持される。

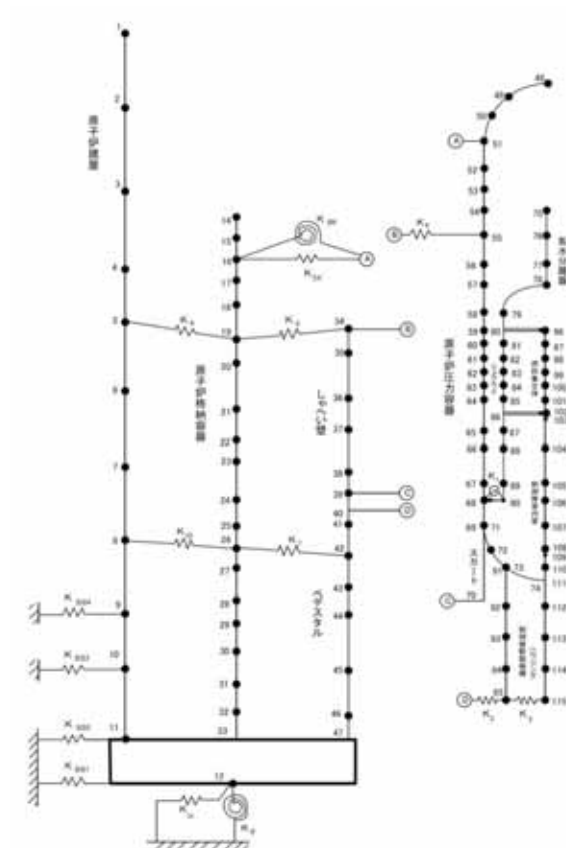
鉛直方向の解析モデルにおいても水平方向の解析モデルと同様に第 7-4 図に示すような多質点モデルにてモデル化する。原子炉圧力容器は，原子炉本体基礎と剛に結合される。原子炉本体基礎は，その下端において原子炉建屋基礎版上端と剛に結合され，原子炉建屋に支持される。



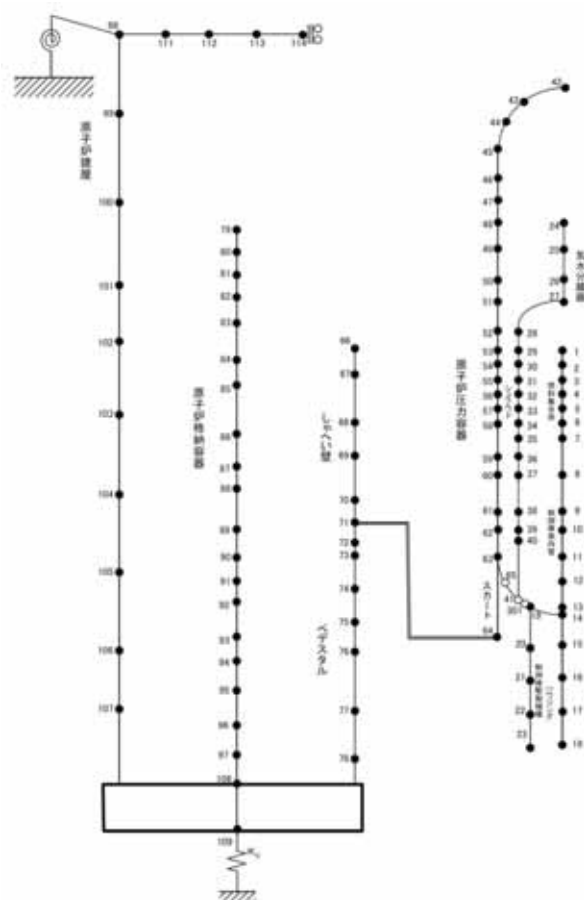
第 7-1 図 原子炉建屋，格納容器 概略断面図



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）

東海第二発電所

水平 2 方向及び鉛直方向の
適切な組合せに関する検討について
(耐震)

目 次

1. はじめに
2. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動
 - 2.1 東海第二発電所の基準地震動 S_s
 - 2.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動
3. 各施設における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価
 - 3.1 建物・構築物
 - 3.1.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方
 - 3.1.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法
 - 3.1.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価部位の抽出
 - 3.1.4 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価部位の抽出方針
 - 3.1.5 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針
 - 3.2 機器・配管系
 - 3.2.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計の考え方
 - 3.2.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価方針
 - 3.2.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法
 - 3.2.4 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価設備（部位）の抽出
 - 3.2.5 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの抽出結果及び今後の評価方針
 - 3.3 屋外重要土木構造物
 - 3.3.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計の考え方
 - 3.3.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針
 - 3.3.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法
 - 3.3.4 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出

3.3.5 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果

3.4 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備

3.4.1 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備における評価対象構造物の抽出及び整理

3.4.2 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計の考え方

3.4.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

3.4.4 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出

別紙 - 1 機器・配管系に関する説明資料

参考資料 - 1 方向性を考慮していない水平方向地震動における模擬地震波の作成方針

1. はじめに

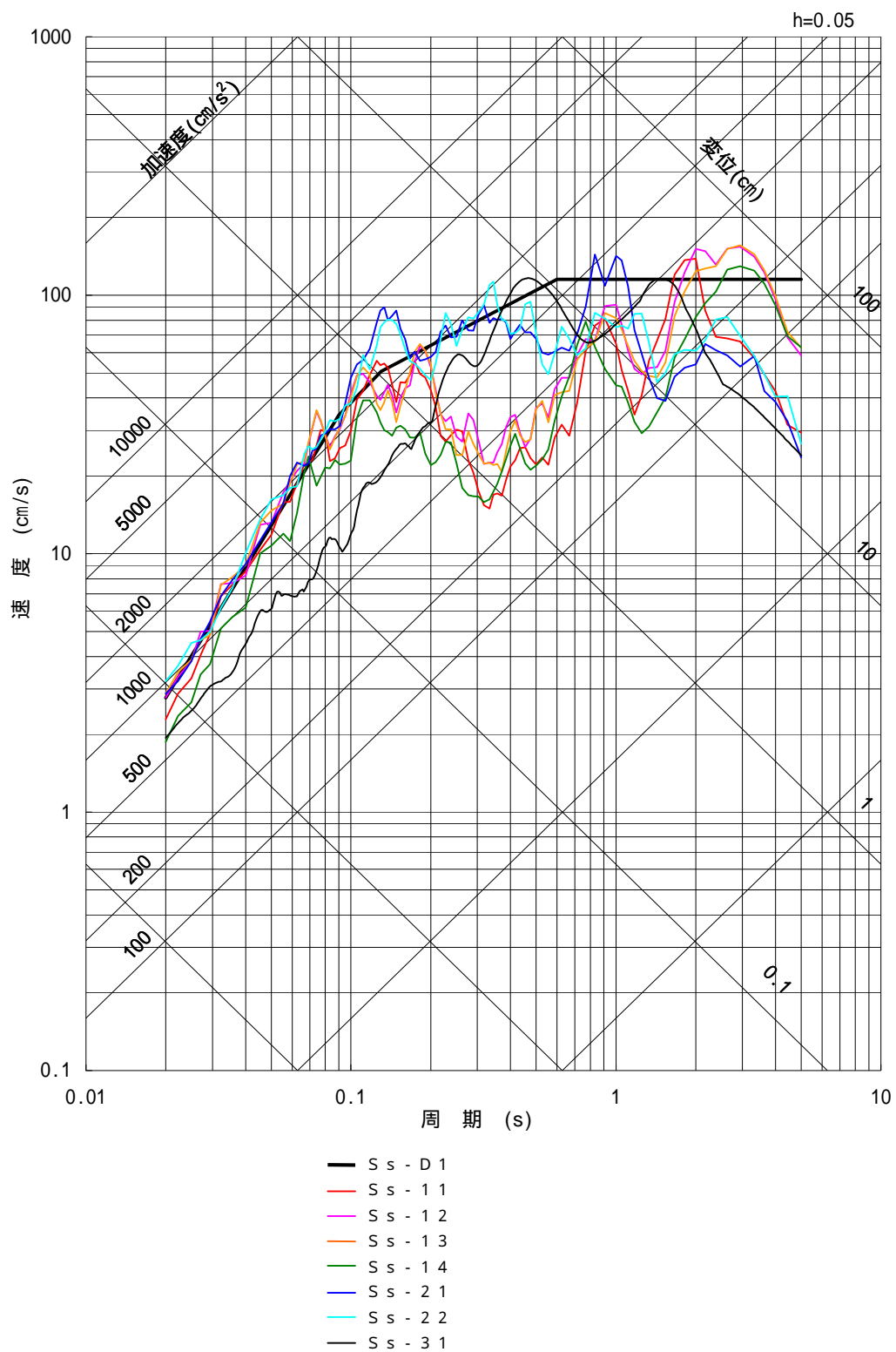
今回、新たに水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組み合わせによる耐震設計に係る技術基準が制定されたことから、従来の設計手法における水平 1 方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた耐震設計に対して、施設の構造特性から水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性があるものを抽出し、施設が有する耐震性に及ぼす影響を評価する。本資料は、検討対象施設における評価対象部位の抽出方法と抽出結果、並びに影響評価の方針について記すものである。

2. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動

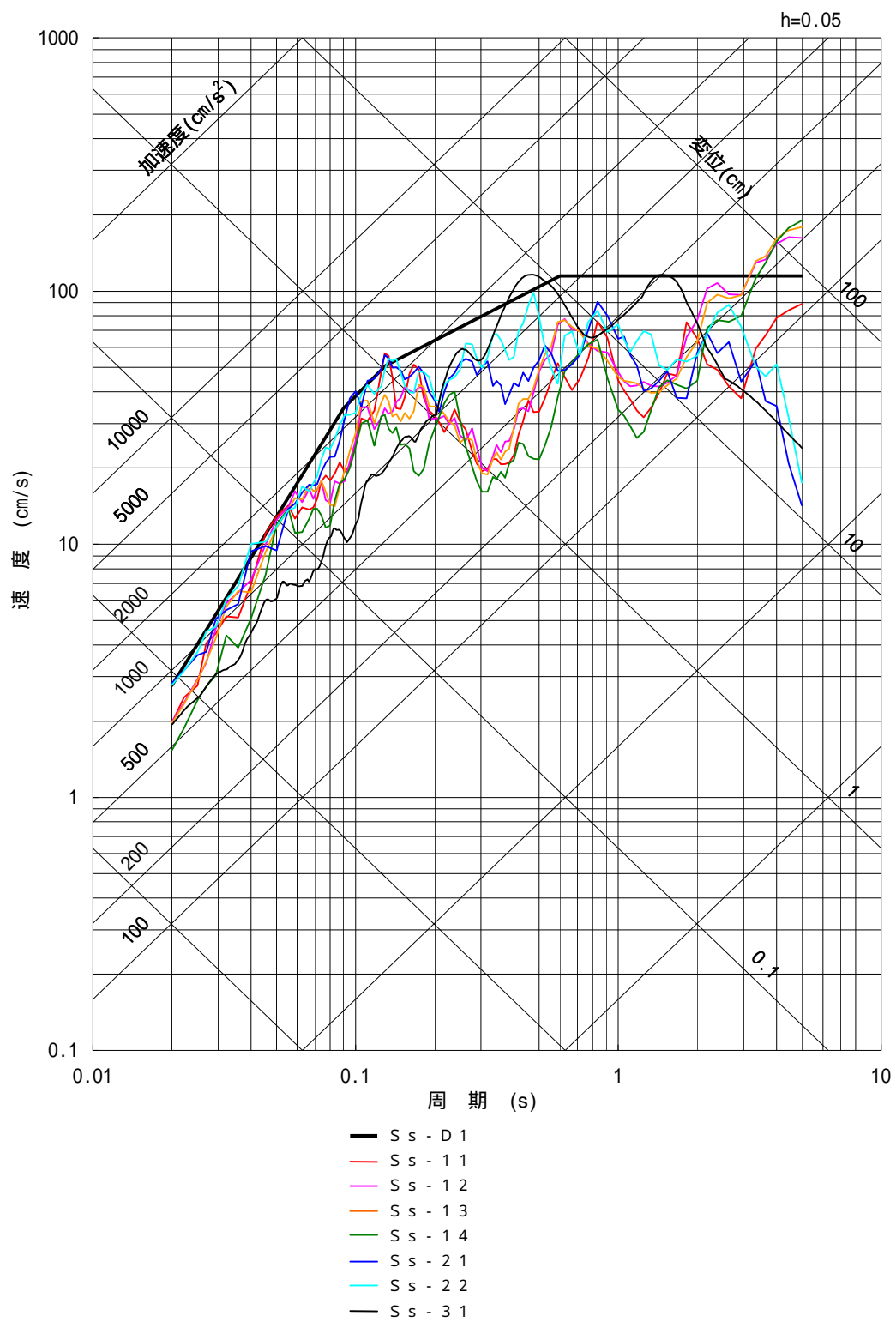
2.1 東海第二発電所の基準地震動 S_s

東海第二発電所の基準地震動 S_s は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」を評価して、これらの評価結果に基づき策定している。「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」としては、応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価を実施し、その結果を踏まえ、応答スペクトルに基づく地震動として基準地震動 $S_s - D1$ 、断層モデルを用いた地震動として $S_s - 11 \sim S_s - 14$ 、 $S_s - 21$ 、 $S_s - 22$ を策定している。また、「震源を特定せず策定する地震動」として基準地震動 $S_s - 31$ を策定している。

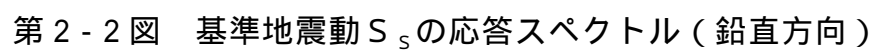
基準地震動 S_s の水平方向のスペクトル図を第 2 - 1 図に、鉛直方向のスペクトル図を第 2 - 2 図に示す。



第 2 - 1 図 (1 / 2) 基準地震動 S_s の応答スペクトル (NS 方向)



第 2 - 1 図 (2 / 2) 基準地震動 S_s の応答スペクトル (E W 方向)



2.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる基準地震動は、複数の基準地震動 S_s における地震動の特性及び包絡関係と施設の特性による影響も考慮した上で選定し、本影響評価に用いる。

3. 各施設における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価

3.1 建物・構築物

3.1.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

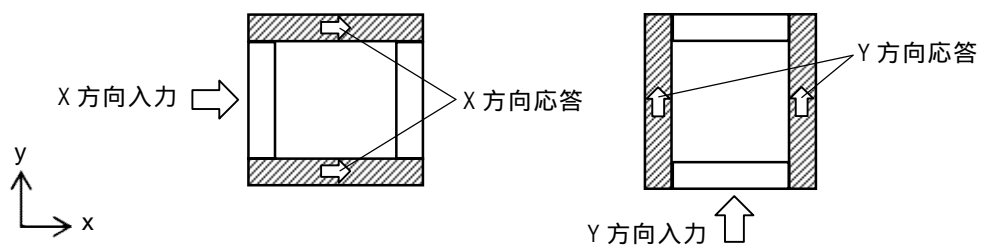
従来の設計手法では、建物・構築物の地震応答解析において、水平方向及び鉛直方向の地震動を質点系モデルに方向ごとに入力し、解析を行っている。また、原子炉施設における建物・構築物は、全体形状及び平面レイアウトから、地震力を主に耐震壁で負担する構造であり、剛性の高い設計としている。

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

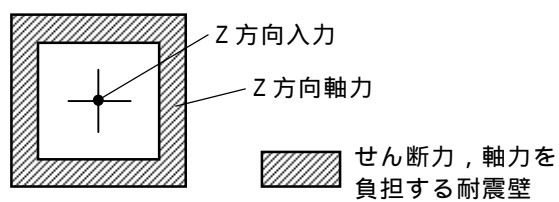
鉛直方向の地震力に対しては、軸力について評価することを基本としている。建物・構築物に生じる軸力に対して、鉄筋コンクリート造耐震壁を主な耐震要素として構造計画を行う。

入力方向ごとの耐震要素について、第 3 - 1 - 1 図及び第 3 - 1 - 2 図に示す。

従来設計手法における建物・構築物の応力解析による評価は、上記の考え方を踏まえた地震応答解析により算出された応答を、水平 1 方向及び鉛直方向に組み合わせて行っている。

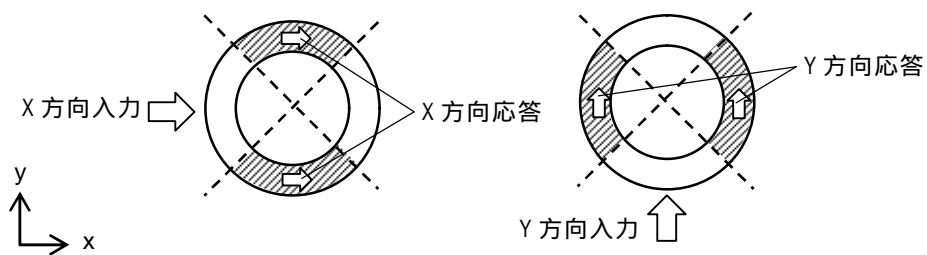


(a) 水平方向

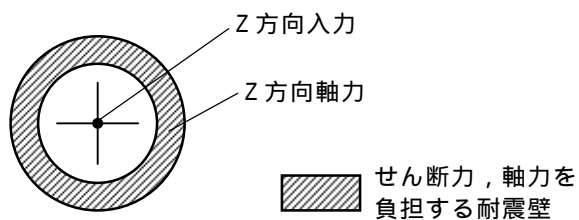


(b) 鉛直方向

第 3 - 1 - 1 図 入力方向ごとの耐震要素（矩形）



(a) 水平方向



(b) 鉛直方向

第 3 - 1 - 2 図 入力方向ごとの耐震要素（円筒形）

3.1.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

建物・構築物において、従来設計手法に対して水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した場合に影響を受ける可能性がある部位の評価を行う。

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

対象とする部位について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性から、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性のある部位を抽出する。

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

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

影響評価のフローを第 3 - 1 - 3 図に示す。

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。

応答特性の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性を整理する。応答特性は、荷重の組合せによる影響が想定されるもの及び 3 次元的な建屋挙動から影響が想定されるものに分けて整理する。

荷重の組合せによる応答特性が想定される部位の抽出

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

3 次元的な応答特性が想定される部位の抽出

従来設計手法における応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位について，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し，3 次元的な応答特性により，耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

3 次元 F E M 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 F E M モデルを用いた精査を実施し，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにより，耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

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

局所応答に対する 3 次元 F E M 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，原子炉建屋の 3 次元 F E M モデルを用いた地震応答解析又は応力解析による精査を代表させて行う。

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価においては，従来設計手法の水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる局部評価の荷重又は応力の算出結果等を用い，水平 2 方向及び鉛直方向地震力を組合せる方法として，米国 REGULATORY GUIDE 1.92(注)の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として，

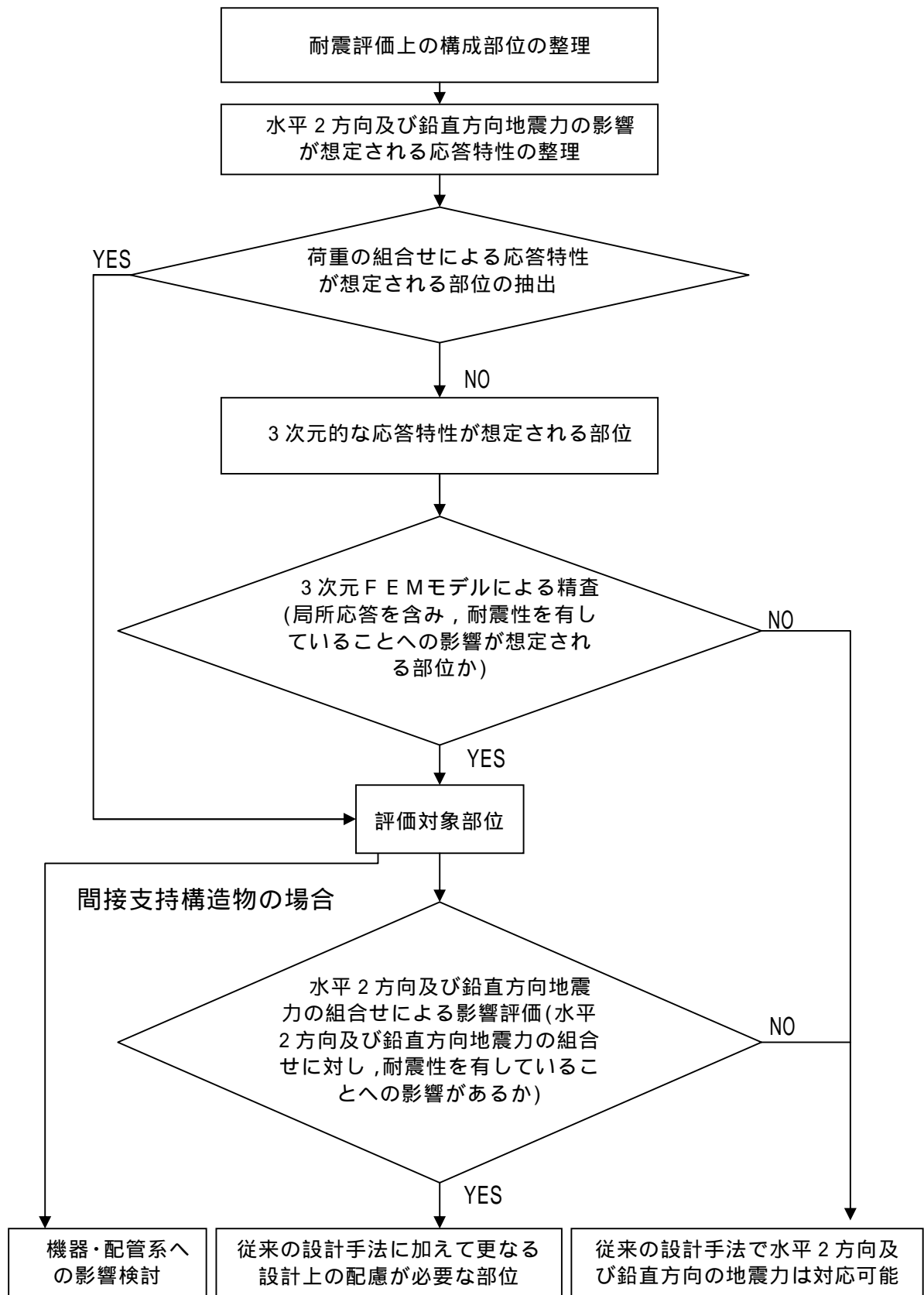
組合せ係数法（1.0：0.4：0.4）に基づいて地震力を設定する。

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合せることで，各部位の設計上の許容値に対する評価を実施し，各部位の耐震性への影響を評価する。

（注）REGULATORY GUIDE（RG）1.92 “COMBINING MODAL RESPONSES AND SPATIAL COMPONENTS IN SEISMIC RESPONSE ANALYSIS”

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，機器・配管系に対し，水平 2 方向及び鉛直方向入力時と水平 1 方向入力時の加速度応答スペクトルを比較するなど応答値への影響を確認する。



第 3 - 1 - 3 図 水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価のフロー

3.1.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価部位の抽出

(1) 耐震評価上の構成部位の整理

建物・構築物の耐震評価上の構成部位を整理し，該当する耐震評価上の構成部位を網羅的に確認した。確認した結果を第 3 - 1 - 1 表に示す。

第3-1-1表 建物・構築物における耐震評価上の構成部材の整理

耐震性評価部位	原子炉建屋	排気筒	使用済燃料 乾式貯蔵建屋	格納容器 圧力逃がし 装置格納槽	緊急時対策所	廃棄物処理 建屋	タービン建屋	サービス建屋
柱	一般部	-		-				
	隅部			-				
	地下部	-	-	-	-			-
梁	一般部			-				
	地下部	-	-	-	-			-
	鉄骨トラス	-		-	-	-		-
壁	一般部	-		-				
	地下部	-	-		-			-
	鉄骨ブレース	-	-	-	-	-	-	
床 屋根	一般部	-						
基礎	矩形	-						-
	杭基礎	-		-		-		

凡例 : 対象の構造部材有り, : 対象の部材なし

本表は、今後の審査進捗（詳細設計）に応じて見直しを行います。

(2) 応答特性の整理

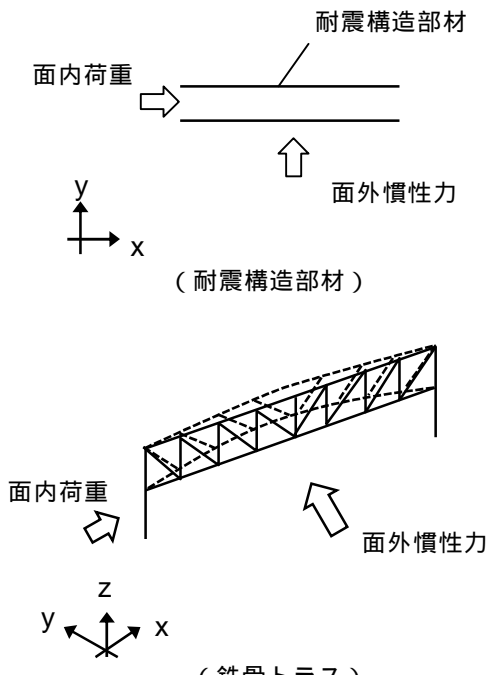
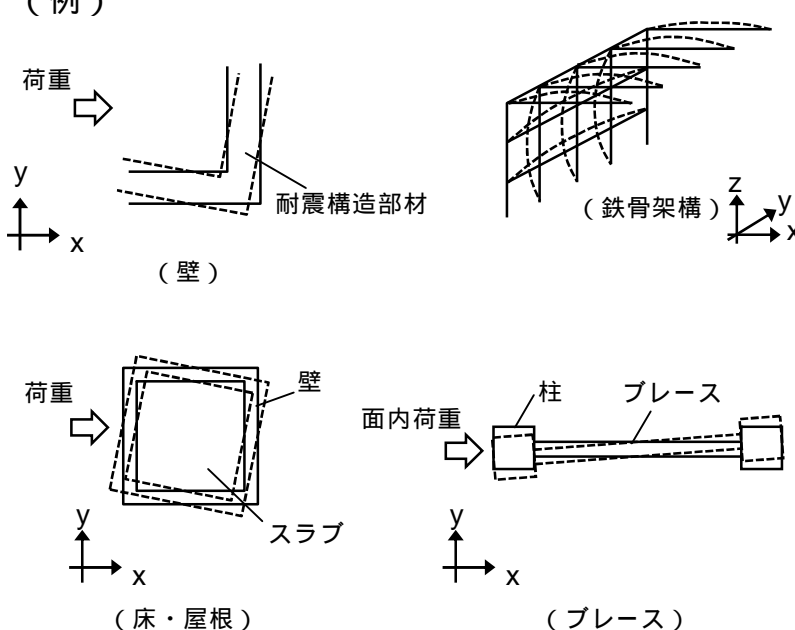
建物・構築物における耐震評価上の構成部位について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される応答特性を整理した。応答特性は、荷重の組合せによる影響が想定されるもの及び 3 次元的な建屋挙動から影響が想定されるものに分けて整理した。整理した結果を第 3 - 1 - 2 表及び第 3 - 1 - 3 表に示す。また、応答特性を踏まえ、耐震評価上の構成部位に対する水平 2 方向入力のかえ方を第 3 - 1 - 4 表に示す。

第 3 - 1 - 2 表 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される応答特性

(荷重の組合せによる応答特性)

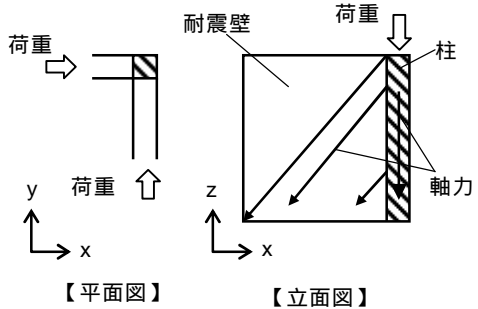
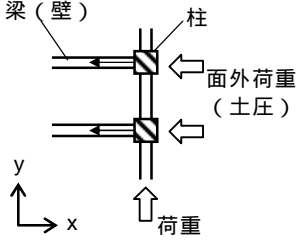
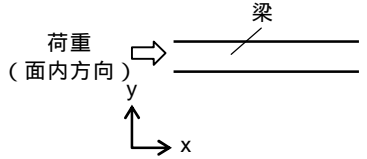
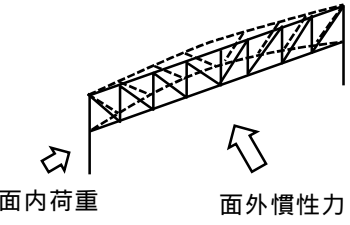
荷重の組合せによる 応答特性	影響想定部位
<p>- 1</p> <p>直交する水平 2 方向の荷重が，応力として集中</p>	<p>応力の集中する隅柱等</p> <p>(例)</p> <div data-bbox="606 604 845 929"> <p>(隅柱)</p> </div> <div data-bbox="973 582 1348 929"> <p>(円筒壁)</p> </div> <div data-bbox="606 1075 973 1377"> <p>(矩形の基礎版)</p> </div> <div data-bbox="1021 1052 1364 1332"> </div>
<p>- 2</p> <p>面内方向の荷重を負担しつつ，面外方向の荷重が作用</p>	<p>土圧を負担する地下耐震壁等 水压を負担するプール壁等</p> <p>(例)</p> <div data-bbox="718 1612 1228 1892"> <p>面内荷重</p> <p>耐震壁</p> <p>面外荷重 (土圧 , 水压等)</p> </div>

第 3 - 1 - 3 表 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される応答特性
(3 次元的な応答特性)

3 次元的な 応答特性	影響想定部位
<p>- 1</p> <p>面内方向の荷重に加え，面外慣性力の影響が大きい</p>	<p>大スパン又は吹き抜け部に設置された部位 (例)</p> 
<p>- 2</p> <p>加振方向以外の方に励起される振動</p>	<p>塔状構造物などを含む，ねじれ挙動が想定される建物・構築物 (例)</p> 

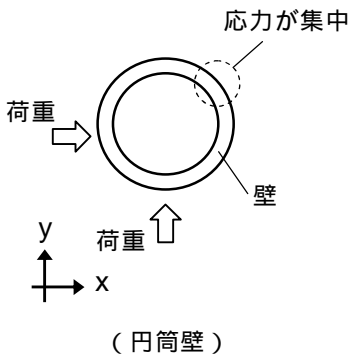
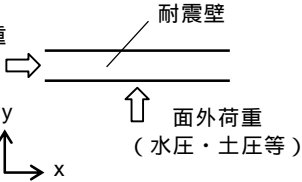
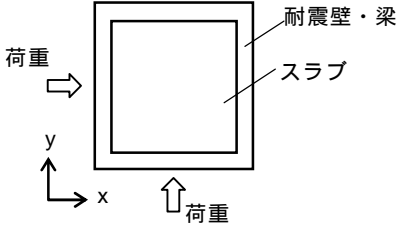
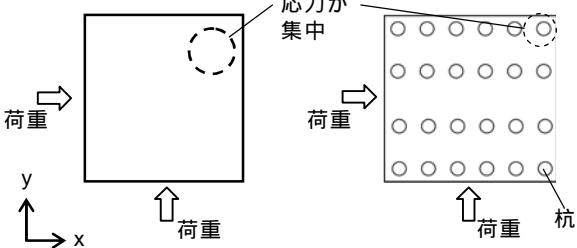
第 3 - 1 - 4 表 耐震評価上の構成部位に対する水平 2 方向入力のかえ方

(1 / 2)

耐震評価上の構成部材	水平 2 方向入力のかえ方	
柱	一般部	耐震壁付構造の場合、水平入力による影響は小さい。
	隅部 (端部を含む)	<p>独立した隅柱は、直交する地震荷重が同時に作用する。ただし、耐震壁付きの隅柱は、軸力が耐震壁に分散されることで影響は小さい。</p>  <p>【平面図】 【立面図】</p>
	地下部	<p>地下外周柱は面内方向の荷重を負担しつつ面外方向(土圧)の荷重が作用する。ただし、外周部耐震壁付のため、水平入力による影響は小さい。また、土圧が作用する方向にある梁及び壁が応力を負担することで、水平面外入力による影響は小さい。</p> 
梁	一般部	<p>大スパンや吹抜け部では面内方向の荷重に加え、面外慣性力が作用する。ただし、1 方向のみ地震荷重を負担することが基本であり、また、床及び壁の拘束により面外地震荷重負担による影響は小さい。</p> 
	地下部	<p>地下外周梁は面内方向の荷重を負担しつつ面外方向(土圧)の荷重が作用する。ただし、1 方向のみ地震荷重を負担することが基本であり、また、床及び壁の拘束により面外地震荷重負担による影響は小さい。</p>
	鉄骨トラス	<p>大スパンや吹抜け部では面内方向の荷重に加え、面外慣性力が作用する。ただし、1 方向のみ地震荷重を負担することが基本であり、また、床による拘束があるため、面外地震荷重負担による影響は小さい。</p> 

第 3 - 1 - 4 表 耐震評価上の構成部位に対する水平 2 方向入力のかえ方

(2 / 2)

耐震評価上の構成部材		水平 2 方向入力のかえ方
壁	一般部	<p>1 方向のみ地震荷重を負担することが基本である。 円筒壁は直交する水平 2 方向の地震力により、集中応力が作用する。</p>  <p>(円筒壁)</p>
	地下部 プール壁	<p>地下部分の耐震壁は、直交する方向からの地震時面外土圧荷重も受ける。同様にプール部の壁については水圧を面外方向から受ける。</p>  <p>(水圧・土圧等)</p>
	鉄骨 ブレース	<p>1 方向のみ地震荷重を負担することが基本であり、ねじれによる荷重増分は軽微と考えられ影響は小さい。</p>
床 屋根	一般部	<p>スラブは四辺が壁及び梁で拘束されており、水平方向に変形しにくい構造となっており、水平地震力の影響は小さい。</p> 
基礎	矩形 杭基礎	<p>直交する水平 2 方向の地震力により、集中応力が作用する。</p>  <p>(矩形基礎) (杭基礎)</p>

(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

第 3 - 1 - 1 表に示す耐震評価上の構成部位のうち，第 3 - 1 - 2 表に示す荷重の組合せによる応答特性により，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される部位を抽出した。抽出した結果を第 3 - 1 - 5 表に示す。

a . 柱

各建屋の隅柱は， - 1「直交する水平 2 方向の荷重が，応力として集中」の部位として抽出した。ただし，建屋の耐震壁付隅柱は，軸力が耐震壁に分散されることから応力集中による影響は小さいと考えられるため，該当しない。

排気筒の隅柱（主柱）は - 1 に該当するものとして抽出した。

- 2「面内方向の荷重を負担しつつ，面外方向の荷重が作用」の部位としては，土圧が作用する地下外周柱が考えられるが，耐震壁に囲まれており，面内の荷重を負担しないことから，影響は小さいと考えられるため，該当しない。

b . 梁

梁の一般部及び鉄骨トラス部については，地震力の負担について方向性を持っており， - 1「直交する水平 2 方向の荷重が，応力として集中」の部位は存在しない。

- 2「面内方向の荷重を負担しつつ，面外方向の荷重が作用」の部位としては，土圧が作用する地下外周梁が考えられるが，床及び壁による面外方向の拘束があるため，該当しない。

c . 壁

矩形の壁は，地震力の負担について方向性を持っており， - 1「直交する水平 2 方向の荷重が，応力として集中」の部位は存在しない。独立

した円筒壁は応力の集中が考えられるが、一次格納容器を囲む円型遮蔽壁は建屋の中央付近に位置し、その外側にある二次格納施設の外壁及び放射性廃棄物処理設備等を囲む外壁とスラブで一体化されているため、

- 1「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」の部位に該当しない。

- 2「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」の部位としては、土圧や水圧が作用するプール部や地下部が考えられ、各建屋の地下外壁及びプール側壁を、 - 2 に該当するものとして抽出した。

d．床及び屋根

床及び屋根については、地震力の負担について方向性を持っており、

- 1「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」の部位は存在しない。また - 2「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」の部位も存在しない。

e．基礎

- 1「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」の部位としては、矩形の基礎及び杭基礎が考えられる。

矩形の基礎を有する各建屋及び格納容器圧力逃がし装置格納槽については、隅部への応力集中が考えられるため、 - 1 に該当するものとして抽出した。また杭基礎を有する各建屋及び排気筒の基礎についても、

- 1 に該当するものとして抽出した。なお、隣接する上位クラス建屋への波及的影響防止のために耐震評価を実施する建屋については、壁式構造では耐震壁が、ラーメン構造では柱、梁が主となる評価対象部位であるため該当しない。

また、 - 2「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」の部位としては、基礎は該当しない。

第 3 - 1 - 5 表 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出
(荷重の組合せによる応答特性を踏まえたスクリーニング)

耐震性評価部位	原子炉建屋	排気筒	使用済燃料 乾式貯蔵建屋	格納容器 圧力逃がし 装置格納槽	緊急時対策所	廃棄物処理 建屋	タービン建屋	サービス建屋
柱	一般部	-	該当なし	-	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし
	隅部	- 1	該当なし	-	該当なし	該当なし	該当なし	- 1
	地下部	-	-	-	-	該当なし	該当なし	-
梁	一般部	該当なし	該当なし	-	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし
	地下部	-	-	-	-	該当なし	該当なし	-
	鉄骨トラス	-	該当なし	-	-	-	該当なし	-
壁	一般部	- ⁻² (フール側壁)	該当なし	-	該当なし	⁻² (フール側壁)	該当なし	該当なし
	地下部	- 2	-	- 2	-	- 2	- 2	-
	鉄骨ブレース	-	-	-	-	-	-	該当なし
床 屋根	一般部	-	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし
基礎	矩形	- 1	- 1	- 1	- 1	該当なし	該当なし	-
	杭基礎	-	- 1	-	- 1	-	該当なし	該当なし

凡例：「- 1」：応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が応力として集中」
「- 2」：応答特性「面内荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」
本表は、今後の審査進捗（詳細設計）に応じて見直しを行います。

(4) 3次元的な応答特性が想定される部位の抽出

第3-1-1表に示す耐震評価上の構成部位のうち、荷重の組合せによる応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位について、第3-1-3表に示す3次元的な応答特性により、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される部位を抽出した。

a. 柱

(3)で抽出されている以外の各建屋の柱は各部とも、両方向に対して断面算定を実施しており、面外慣性力の影響も考慮済みであるため、-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」の部位には該当しない。

各建屋は、鉄筋コンクリート造耐震壁又は鉄骨造ブレースを主な耐震要素として扱っており、地震力のほとんどを耐震壁又はブレースが負担する。ねじれ振動の影響が想定される部位についても、ねじれを加味した構造計画を行っており、-2「加振方向以外の方向に励起される振動」に関しても該当しない。

b. 梁

各建屋の梁一般部及び地下部は剛性の高い床や耐震壁が付帯するため、面外方向の変形を抑制することから、-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」及び-2「加振方向以外の方向に励起される振動」には該当しない。

各建屋の鉄骨トラス部は、面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きいと考えられることから、-1の挙動が発生する部位に該当するものとして抽出した。ただし、隣接する上位クラス建屋への波及的影響防止のために耐震評価を実施する建屋については、耐震壁が主となる評価対象部位であるため該当しない。また、排気筒の梁一般部(水平材)

については、塔状構造物としてねじれ挙動が想定されることから、 - 2 に該当するものとして抽出した。

c . 壁

(3)で抽出されている以外の各建屋の壁については、複数スパンにまたがって直交方向に壁及び大梁のない連続した壁が存在せず、ねじれのない構造であるため、 - 1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」及び - 2「加振方向以外の方向に励起される振動」に該当しない。

排気筒の鉄骨ブレース（斜材）については、塔状構造物としてねじれ挙動が想定されるため、 - 2 に該当するものとして抽出した。

d . 床及び屋根

各建屋の床及び屋根については、釣合いよく壁が配置されているため、 - 1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」及び - 2「加振方向以外の方向に励起される振動」に該当しない。

e . 基礎

矩形の基礎及び杭基礎は、(3)の荷重の組合せによる応答特性を踏まえたスクリーニングで抽出されている。

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た結果と併せて、3 次元的な応答特性が想定される部位の抽出結果を第 3 - 1 - 6 表に示す。

第 3 - 1 - 6 表 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出
(3 次元的な応答特性を踏まえたスクリーニングを追記)

耐震性評価部位	原子炉建屋	排気筒	使用済燃料 乾式貯蔵建屋	格納容器 圧力逃がし 装置格納槽	緊急時対策所	廃棄物処理 建屋	タービン建屋	サービス建屋
柱	一般部	-	該当なし	-	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし
	隅部	- 1	該当なし	-	該当なし	該当なし	該当なし	- 1
	地下部	-	-	-	-	該当なし	該当なし	-
梁	一般部	- 2	該当なし	-	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし
	地下部	-	-	-	-	該当なし	該当なし	-
	鉄骨トラス	- 1	- 1	-	-	-	該当なし	-
壁	一般部	- (7°-11°側壁)	該当なし	-	該当なし	- 2 (7°-11°側壁)	該当なし	該当なし
	地下部	- 2	-	- 2	-	- 2	- 2	-
	鉄骨ブレース	-	-	-	-	-	-	該当なし
床 屋根	一般部	-	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし
基礎	矩形	- 1	- 1	- 1	- 1	該当なし	該当なし	-
	杭基礎	-	- 1	-	- 1	-	該当なし	該当なし

凡例 ・ 「 - 1 」 : 応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が応力として集中」
・ 「 - 2 」 : 応答特性「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」
・ 「 - 2 」 : 応答特性「面内荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」
・ 「 - 2 」 : 応答特性「加振方向以外の方向に励起される振動」
本表は、今後の審査進捗（詳細設計）に応じて見直しを行います。

(5) 3次元FEMモデルを用いた精査が必要な部位

建物・構築物において、3次元FEMモデルを用いた精査が必要な部位を第3-1-7表に示す。また、各耐震評価部位の代表評価部位の抽出方法について下記に示す。

a．応答特性 - 1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい部位」

梁（鉄骨トラス）について、施設の重要性、建屋規模及び構造特性を考慮し、下部に上位クラス施設がある原子炉建屋鉄骨トラスの3次元的な応答特性について精査を行う。

b．応答特性 - 2「加振方向以外の方向に励起される振動」

梁（一般部）について、重要設備である非常用ガス処理系排気筒を支持する主排気筒鉄塔部の3次元的な応答特性について精査を行う。

c．局所的な応答

耐震評価部位全般に対して、局所的な応答について精査を行う。精査は、「3.1.2 (5) 3次元FEMモデルによる精査」に基づき、原子炉建屋を代表として評価する。

第 3 - 1 - 7 表 3 次元 F E M モデルを用いた精査が必要な部位

応答特性	耐震評価部位		対象建物・構築物	代表評価部位
- 1	梁	鉄骨トラス	・ 原子炉建屋 ・ 使用済燃料乾式貯蔵建屋	施設の重要性, 建屋規模及び構造特性を考慮し, 原子炉建屋鉄骨トラスを評価する。
- 2	梁	一般部	・ 排気筒	重要設備である非常用ガス処理系排気筒を支持する主排気筒鉄塔部の支柱材を評価する。
	壁	鉄骨ブレース	・ 排気筒	重要設備である非常用ガス処理系排気筒を支持する主排気筒鉄塔部の斜材を評価する。
局所的な応答	耐震評価部位全般		・ 原子炉建屋	施設の重要性, 建屋規模及び構造特性を考慮し, 原子炉建屋を代表として評価する。

(注) 下線部は代表として評価する建物・構築物を示す。

凡例 ・ 「 - 1 」 : 応答特性「面内方向の荷重に加え, 面外慣性力の影響が大きい」

・ 「 - 2 」 : 応答特性「加振方向以外の方向に励起される振動」

本表は, 今後の審査進捗(詳細設計) に応じて見直しを行います。

(6) 3次元 F E Mモデルによる精査の方針

3次元的な応答特性が想定される部位として抽出した代表評価部位について、3次元 F E Mモデルによる精査を行う。精査の方針を第3-1-8表に示す。

3次元 F E Mモデルを用いた精査方法として、水平2方向及び鉛直方向を同時入力時の応答の水平1方向入力時の応答に対する増分が小さい事を確認する。評価に用いる地震動については、「2.2 水平2方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動」に基づき、複数の基準地震動 S_s における地震動の特性及び包絡関係と施設の特性による影響も考慮した上で選定し、本影響評価に用いる。

第 3 - 1 - 8 表 3 次元 F E M モデルを用いた精査の方針

応答特性	耐震評価部位		対象 建物・構築物	3 次元 F E M モデル を用いた精査方法	3 次元 F E M モデル を用いた精査結果
- 1	梁	鉄骨トラス	・ 原子炉建屋	水平 2 方向及び鉛直方向入力時の応答の水平 1 方向入力時の応答に対する増分が小さいことを確認する。	工認の補足説明資料で準備
- 2	梁	一般部	・ 排気筒	同上	同上
	壁	鉄骨 ブレース	・ 排気筒	同上	同上
局所的な応答	耐震評価 部位全般		・ 原子炉建屋	同上	同上

凡例 ・ 「 - 1 」：応答特性「面内方向の荷重に加え，面外慣性力の影響が大きい」

・ 「 - 2 」：応答特性「加振方向以外の方向に励起される振動」

本表は，今後の審査進捗（詳細設計）に応じて見直しを行います。

3.1.4 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価部位の抽出方針

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の影響の確認が必要な部位の抽出結果を第 3 - 1 - 9 表に示す。抽出された各耐震評価部位の代表評価部位の抽出方法を第 3 - 1 - 10 表に示す。なお，3 次元的な応答特性が想定される部位 - 1， - 2 については，3 次元 F E M モデルを用いた精査の結果より確認が必要な部位を抽出する。

- (1) 応答特性 - 1「直交する水平 2 方向の荷重が，応力として集中する部位」

柱（隅部）については，重要設備である非常用ガス処理系排気筒を支持する主排気筒鉄塔部の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を行う。

基礎（矩形・杭基礎）について，対象建物・構築物の中で規模が比較的大きく，重要な設備を多く内包している原子炉建屋基礎の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を行う。

- (2) 応答特性 - 2「面内方向の荷重を負担しつつ，面外方向の荷重が作用する部位」

壁（水圧・土圧作用部）について，対象建物・構築物の中で，上部に床などの拘束がなく，面外荷重（水圧）の影響が大きいと考えられる使用済燃料プールの影響評価を行う。

第3-1-1-9表 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出結果

耐震性評価部位	原子炉建屋	排気筒	使用済燃料 乾式貯蔵建屋	格納容器 圧力逃がし 装置格納槽	緊急時対策所	廃棄物処理 建屋	タービン建屋	サービス建屋
柱	一般部	-	不要	-	不要	不要	不要	不要
	隅部	要 - 1	不要	-	不要	不要	不要	要 - 1
	地下部	-	-	-	-	不要	不要	-
梁	一般部	要 - 2	不要	-	不要	不要	不要	不要
	地下部	-	-	-	-	不要	不要	-
	鉄骨トラス	-	要 - 1	-	-	-	不要	-
壁	一般部	-	不要	-	不要	要 - 2 (ジャール側壁)	不要	不要
	地下部	-	-	要 - 2	-	要 - 2	要 - 2	-
	鉄骨ブレース	要 - 2	-	-	-	-	-	不要
床 屋根	一般部	-	不要	不要	不要	不要	不要	不要
	矩形	-	要 - 1	要 - 1	要 - 1	不要	不要	-
基礎	杭基礎	要 - 1	要 - 1	-	要 - 1	-	不要	不要

凡例 ・要：抽出済み ・不要：評価不要

・「 - 1」：応答特性「直交する水平2方向の荷重が応力として集中」
・「 - 1」：応答特性「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」

・「 - 2」：応答特性「面内荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」
・「 - 2」：応答特性「加振方向以外の方向に励起される振動」

本表は、今後の審査進捗（詳細設計）に応じて見直しを行います。

第 3 - 1 - 10 表 水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響の

確認が必要な部位

応答特性	耐震評価部位		対象建物・構築物	代表評価部位
- 1	柱	隅部	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>排気筒</u> ・ サービス建屋 	重要設備である非常用ガス処理系用内筒を支持する排気筒鉄塔部の主柱材を代表として評価する。
	基礎	矩形・杭基礎	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>原子炉建屋</u> ・ 排気筒 ・ 使用済燃料乾式貯蔵建屋 ・ 格納容器圧力逃がし装置格納層 ・ 緊急時対策所 	建物規模が比較的大きく、重要な設備を多く内包している等の留意すべき特徴を有している原子炉建屋の基礎を代表として評価する。
- 2	壁	水圧作用部 地下部	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>原子炉建屋（使用済燃料貯蔵プール）</u> ・ 原子炉建屋（壁地下部） ・ 格納容器圧力逃がし装置格納槽（壁地下部） ・ 廃棄物処理建屋（サイトバンカプール） ・ 廃棄物処理建屋（壁地下部） ・ タービン建屋（壁地下部） 	施設の重要性、建屋規模及び構造特性を考慮し、上部に床などの拘束がなく、面外荷重（水圧）が作用する使用済燃料貯蔵プールの壁を評価する。

（注）下線部は代表として評価する建物・構築物を示す。

なお、3 次元的な応答特性が想定される部位 - 1, - 2 については、3 次元 F E M モデルを用いた精査の結果より確認が必要な部位を抽出する。

凡例 - 1：応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」
 - 2：応答特性「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」
 本表は、今後の審査進捗（詳細設計）に応じて見直しを行います。

3.1.5 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価部位として抽出された部位について、基準地震動 S_s を用い、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を評価する。評価にあたっては、従来設計手法による各部位の解析モデル及び鉛直方向地震力の組合せによる評価結果を用いることとする。評価に用いる地震動を第 3 - 1 - 11 表に示す。

また影響評価は、水平 2 方向及び鉛直方向を同時に入力する時刻歴応答解析による評価又は基準地震動 S_s の各方向地震成分により、個別に計算した最大応答値を用い、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を組合せる方法として、米国 REGULATORY GUIDE1.92 の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考に、組合せ係数法 (1.0 : 0.4 : 0.4) に基づいた評価により実施する。

第 3 - 1 - 11 表 評価に用いる地震動

耐震評価部位		対象建物・構築物	評価に用いる地震動
柱	隅部	・排気筒	基準地震動 $S_s - D1$, $S_s - 11 \sim S_s - 14$, $S_s - 21$, $S_s - 22$, $S_s - 31$ を用いることを基本とする。なお, 代表波による検討を実施する場合は, 従来手法による解析結果の値に対する許容値の割合が最も小さい地震動を選定する。
基礎	矩形	・原子炉建屋	同上
壁	水圧作用部	・原子炉建屋(使用済燃料貯蔵プール)	同上

本表は, 今後の審査進捗(詳細設計)に応じて見直しを行います。

3.2 機器・配管系

3.2.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計の考え方

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

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

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

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

3.2.2 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価方針

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

評価対象は、耐震重要施設、常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故対処施設の機器・配管系並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備とする。また、耐震Bクラス設備については共振のおそれのあるものを評価対象とする。

対象とする設備を機種ごとに分類し，それぞれの構造上の特徴により荷重の伝達方向，その荷重を受ける構造部材の配置及び構成等により水平 2 方向の地震力による影響を受ける可能性のある設備（部位）を抽出する。

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

これらの検討により，水平 2 方向及び鉛直方向地震力を組み合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がある設備として抽出せず，従来の発生値を超えて耐震性への影響が懸念される場合は，設備が有する耐震性への影響を確認する。

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

水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価は，基準地震動 S_s を対象とするが，複数の基準地震動 S_s における地震動の特性及び包絡関係，地震力の包絡関係を確認し，代表可能である場合は代表の基準地震動 S_s にて評価する。また，水平各方向の地震動は，それぞれの位相を変えた地震動を用いることを基本とするが，保守的な手法を用いる場合もある。

3.2.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

機器・配管系において，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響を受ける可能性があり，水平 1 方向及び鉛直方向の従来評価に加え，更なる設計上の配

慮が必要な設備について，構造及び発生値の増分の観点から抽出し，影響を評価する。影響評価は従来設計で用いている質点系モデルによる評価結果を用いて行うことを基本とする。影響評価のフローを第3-2-1図に示す。

なお，耐震評価は基本的におおむね弾性範囲でとどまる体系であることに加え，国内と海外の機器の耐震解析は，基本的に線形モデルにて実施している等類似であり，水平2方向及び鉛直方向の位相差は機器の応答にも現れることから，米国Regulatory Guide 1.92の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を検討する際は，地震時に水平2方向及び鉛直方向それぞれの最大応答が同時に発生する可能性は極めて低いとした考え方であるSquare-Root-of-the-Sum-of-the-Squares法（以下「最大応答の非同時性を考慮したSRSS法」という。）又は組合せ係数法（1.0：0.4：0.4）を適用し，各方向からの地震入力による各方向の応答を組み合わせる。

評価対象となる設備の整理

耐震重要施設，常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備，共振のおそれのある耐震Bクラス施設を評価対象とし，代表的な機種ごとに分類し整理する（第3-2-1図）。

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3-2-1図）。

発生値の増分による抽出

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

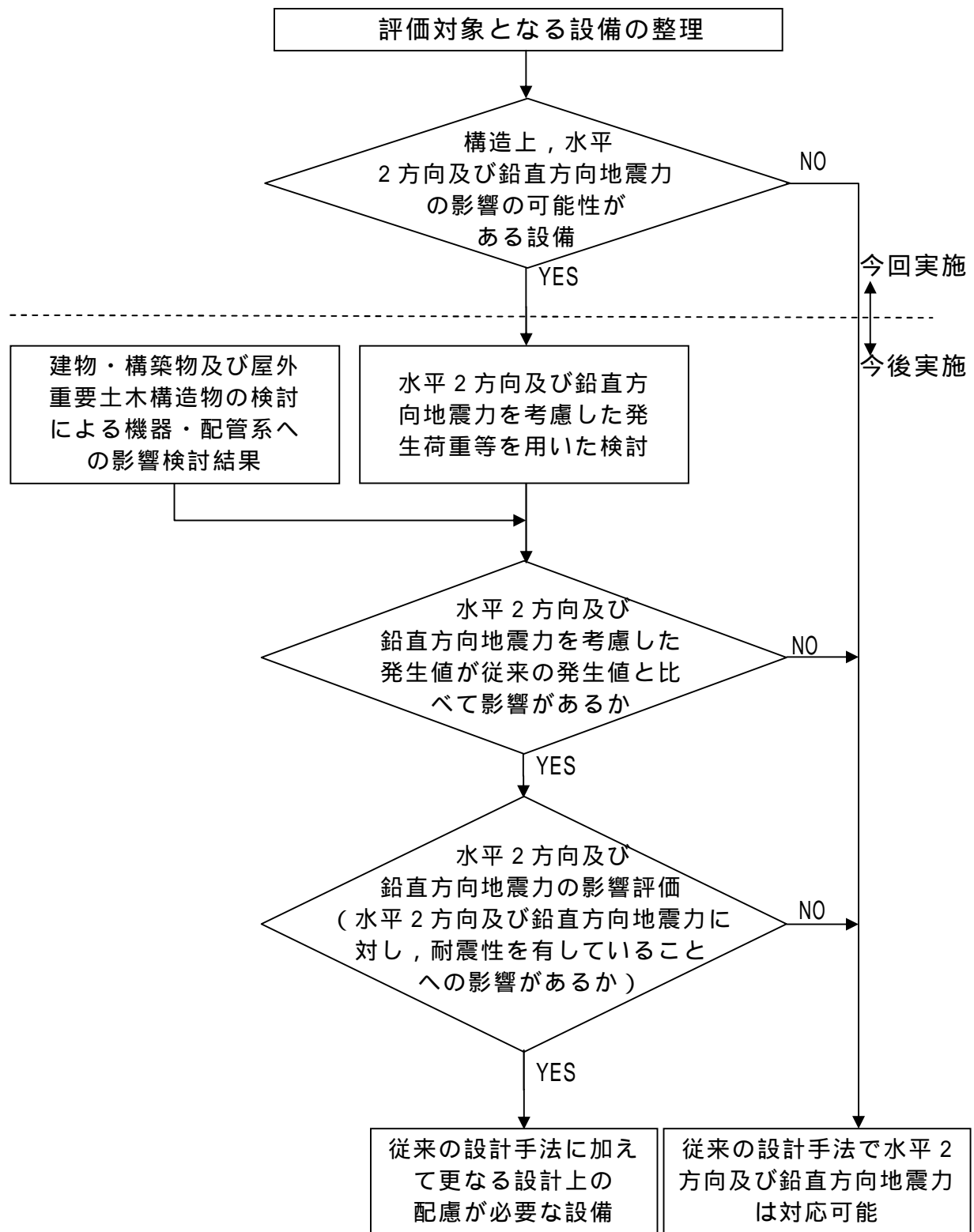
また、建物・構築物及び屋外重要土木構築物の検討により、機器・配管系への影響の可能性がある部位が抽出された場合は、機器・配管系への影響を評価し、耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。

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

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価

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

なお、現時点においては、各機器の耐震性に関する詳細検討が完了していないことから、上記 及び を実施し、今後、詳細検討の進捗に伴い 及び を実施することとする。



第3-2-1図 水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した影響評価フロー

3.2.4 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価設備（部位）の抽出

評価対象設備を機種ごとに分類した結果を，第 3 - 2 - 1 表に示す。機種ごとに分類した設備の各評価部位，応力分類に対し構造上の特徴から水平 2 方向の地震力による影響を水平 2 方向の地震力が重複する観点より検討し，影響の可能性がある設備を抽出した。

（１）水平 2 方向の地震力が重複する観点

水平 1 方向の地震力に加えて，さらに水平直交方向に地震力が重複した場合，水平 2 方向の地震力による影響を検討し，影響が軽微な設備以外の影響検討が必要となる可能性があるものを抽出する。以下の場合には，水平 2 方向の地震力により影響が軽微な設備であると整理した。なお，ここでの影響が軽微な設備とは，構造上の観点から発生応力への影響に着目し，その増分が 1 割程度以下となる機器を分類しているが，今後詳細検討においては水平 1 方向地震力による裕度（許容応力 / 発生応力）が 1.1 未満の機器については個別に検討を行うこととする。

a．水平 2 方向の地震力を受けた場合でも，その構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの

横置き of 容器等は，水平 2 方向の地震力を想定した場合，水平 1 方向を拘束する構造であることや水平各方向で振動特性及び荷重の負担断面が異なる構造であることにより，特定の方向の地震力の影響を受ける部位であるため，水平 1 方向の地震力しか負担しないものとして分類した（別紙 1 参照）。

b．水平 2 方向の地震力を受けた場合，その構造により最大応力の発生箇

所が異なるもの

一様断面を有する容器類の胴板等は、水平 2 方向の地震力を想定した場合、それぞれの水平方向地震力に応じて応力が最大となる箇所があることから、最大応力の発生箇所が異なり、水平 2 方向の地震力を組み合わせても影響が軽微であるものとして分類した。その他の設備についても同様の理由から最大応力の発生箇所が異なり、水平 2 方向の地震力を組み合わせても影響が軽微であるものとして分類した(別紙 1 参照)。

- c. 水平 2 方向の地震力を組み合わせても水平 1 方向の地震による応力と同等と言えるもの

原子炉圧力容器スタビライザ及び格納容器スタビライザは、周方向 8 箇所を支持する構造で配置されており、水平 1 方向の地震力を 6 体で支持する設計としており、水平 2 方向の地震力を想定した場合、地震力を負担する部位が増え、また、最大反力を受けもつ部位が異なることで、水平 1 方向の地震力による荷重と水平 2 方向の地震力を想定した場合における荷重が同等になるものであり、水平 2 方向の地震を組み合わせても 1 方向の地震による応力と同等のものと分類した。

スタビライザと同様の支持方式を有するその他の設備についても、同様の理由から水平 2 方向の地震を組み合わせても 1 方向の地震による応力と同様のものと分類した(別紙 1 参照)。

- d. 従来評価において、水平 2 方向の考慮をした評価を行っているもの

蒸気乾燥器支持ブラケット等は、従来評価において、水平 2 方向地震を考慮した評価を行っているため、水平 2 方向の影響を考慮しても影

響がないものとして分類した。

(2) 水平方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる 観点

水平方向とその直交方向が相関する振動モードが生じることで優位な影響が生じる可能性のある設備を抽出する。

機器・配管系設備のうち、水平方向の各軸方向に対して均等な構造となっている機器は、評価上有意なねじれ振動は生じない。

一方、3次元的な広がりを持つ配管系等は、系全体として考えた場合、有意なねじれ振動が発生する可能性がある。しかし、水平方向とその直交方向が相関する振動が想定される設備は、従来設計より3次元のモデル化を行っており、その振動モードは適切に考慮した評価としているため、この観点から抽出される機器は無かった。

3.2.5 水平2方向及び鉛直方向地震力の評価部位の抽出結果及び今後の評価 方針

3.2.4で抽出した結果を別紙1に示す。これらの設備に関して、今後3.2.3

「発生値の増分等による抽出」に記載の方法に従い発生値の増分から評価対象部位の抽出を行った上で、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を行う。また、建物・構築物及び屋外重要土木構造物の検討結果より機器・配管系の耐震性への影響を与えると判断された設備についても同様に発生値の増分の観点から評価対象部位の抽出を行った上で、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を行う。

第3 - 2 - 1表 水平 2 方向入力の影響検討対象設備

設 備		部 位	応力分類
炉心支持構造物	炉心シュラウド	下部胴	一次一般膜応力
			一次膜応力 + 一次曲げ応力
			支圧応力
	シュラウドサポート	レグ	一次一般膜応力
			一次膜応力 + 一次曲げ応力
			軸圧縮応力
	シリンダプレート下部胴	下部胴	一次一般膜応力
			一次膜応力 + 一次曲げ応力
	上部格子板	グリッドプレート	一次一般膜応力
			一次膜応力 + 一次曲げ応力
	炉心支持板	補強ビーム支持板	一次一般膜応力
			一次膜応力 + 一次曲げ応力
原子炉圧力容器	円筒胴下鏡	炉心回り円筒胴下鏡 下鏡と胴板の接合部 下鏡とスカートの接合部	一次一般膜応力
			一次膜応力 + 一次曲げ応力
			一次 + 二次応力
			一次 + 二次 + ピーク応力
	制御棒駆動機構ハウジング貫通部	スタブチューブハウジング	一次一般膜応力
			一次膜応力 + 一次曲げ応力
			一次 + 二次応力
			一次 + 二次 + ピーク応力
	中性子計測ハウジング貫通部	ハウジング	一次一般膜応力
			一次膜応力 + 一次曲げ応力
			一次 + 二次応力
			一次 + 二次 + ピーク応力
	ノズル	各部位	一次一般膜応力
			一次膜応力 + 一次曲げ応力
			一次 + 二次応力
			一次 + 二次 + ピーク応力
	ブラケット類	原子炉圧力容器スタビライザブラケット	一次一般膜応力
			一次膜応力 + 一次曲げ応力
		蒸気乾燥器支持ブラケット	一次一般膜応力
			一次膜応力 + 一次曲げ応力
		炉心スプレイブラケット	一次一般膜応力
			一次膜応力 + 一次曲げ応力
		給水スパーチャブラケット	一次一般膜応力
			一次膜応力 + 一次曲げ応力
原子炉圧力容器支持構造物	支持スカート	スカート	純せん断応力
			一次一般膜応力
			一次膜応力 + 一次曲げ応力
			一次 + 二次応力
			一次 + 二次 + ピーク応力
			座屈（軸圧縮）
	原子炉圧力容器基礎ボルト	基礎ボルト	引張応力
			せん断応力
			組合せ応力

1 本表は、詳細設計時等の進捗に応じて見直しを行う。

設 備		部 位	応力分類
原子炉圧力容器 付属構造物	格納容器スタビライザ 原子炉圧力容器スタビライザ	トラス ロッド ディスクスプリング支持板	引張応力
			せん断応力
			圧縮応力
			曲げ応力
			組合せ応力
	制御棒駆動機構ハウジングレ ストレイントビーム	レストレイントビーム	せん断応力
原子炉圧力容器 内部構造物	蒸気乾燥器ユニット	ユニット	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
	気水分離器及びスタンドバイ シュラウドヘッド	耐震用ブロック	せん断応力
		各部位	一次一般膜応力
	スパージャ 炉内配管	各部位	一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次一般膜応力
使用済燃料貯蔵ラック (共通ベース含む)	ラック部材		引張応力
			せん断応力
			組合せ応力
	基礎ボルト ラック取付ボルト		引張応力
			せん断応力
			組合せ応力
四脚たて置き円筒形容器	胴板		一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
	脚		組合せ応力
	基礎ボルト		引張応力
			せん断応力
横置円筒形容器	胴板		一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
	脚		組合せ応力
	基礎ボルト		引張応力
			せん断応力
立形ポンプ	コラムパイプ バレルケーシング		一次一般膜応力
	基礎ボルト 取付ボルト		引張応力
			せん断応力
ECCSストレーナ	各部位（ボルト以外）		一次膜応力＋一次曲げ応力
	ボルト		引張応力
横形ポンプ ポンプ駆動用タービン 海水ストレーナ 空調ファン 空調ユニット 空気圧縮機	基礎ボルト 取付ボルト		引張応力
			せん断応力
			組合せ応力

設 備		部 位	応力分類
水圧制御ユニット	フレーム		引張応力
			せん断応力
			圧縮応力
			曲げ応力
			組合せ応力
	取付ボルト		引張応力 せん断応力 組合せ応力
平底たて置円筒容器	胴板		一次一般膜応力
			一次＋二次応力
	基礎ボルト		引張応力
			せん断応力 組合せ応力
核計装設備	各部位		一次一般膜応力 一次膜応力＋一次曲げ応力
伝送器（壁掛）	取付ボルト		引張応力 せん断応力 組合せ応力
伝送器（円形壁掛）	取付ボルト		引張応力
伝送器（円形吊下）	取付ボルト		引張応力
制御盤	取付ボルト		引張応力 せん断応力 組合せ応力
原子炉格納容器	サブプレッションチェンバ底部ライナ	ライナプレート リングガータ部	圧縮ひずみ 引張ひずみ
	ドライウエルトップヘッド	頂部 不連続部 フランジ付根部	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
	ドライウエル円錐部及びサブプレッションチェンバ円筒部 シェル部及びサンドクッション部	各部位	一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
	ドライウエルビームシート	各部位	引張応力
			せん断応力
			圧縮応力
			曲げ応力 組合せ応力
	ビームシート		一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
	ドライウエル上部シアラグ及びスタビライザ ドライウエル下部シアラグ及びスタビライザ	各部位	引張応力
			せん断応力
			曲げ応力
			組合せ応力
		上部シアラグと格納容器胴との接合部	一次膜応力＋一次曲げ応力
		下部シアラグと格納容器胴との接合部	一次＋二次応力
	ドライウエルスプレイヘッダ	案内管直管部 案内管エルボ部	一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
	パーソナルエアロック イクイPMENTハッチ サブプレッションチェンバ・アクセスハッチ	パーソナルエアロック（イクイPMENTハッチ，サブプレッションチェンバアクセスハッチ）本体と補強板との接合部 補強板と格納容器胴一般部との接合部	一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力

設 備		部 位	応力分類
原子炉格納容器	原子炉格納容器胴アンカー部	各部位	引張応力
			曲げ応力
			圧縮応力
			組合せ応力
	原子炉格納容器配管貫通部	コンクリート	せん断応力度
		原子炉格納容器胴とスリーブ接合部	一次膜応力＋一次曲げ応力 一次＋二次応力
	原子炉格納容器電気配線貫通部	スリーブ付根部	一次膜応力＋一次曲げ応力
		補強板付根部	一次＋二次応力
ダイヤフラムフロア	構造用スラブ	大ばり 小ばり	引張応力度
			せん断応力度
			圧縮応力度
	柱	シヤーコネクタ	曲げ応力
			せん断応力
ベント管	上部 ブレイジング部		圧縮応力
			せん断応力
格納容器スプレイヘッダ	スプレイ管部 ティー部 案内管部		一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロウ	ブレース	ベース取付溶接部	圧縮応力
			引張応力
	基礎ボルト 取付ボルト		せん断応力
			引張応力
			せん断応力
			組合せ応力
非常用ディーゼル発電機	基礎ボルト 取付ボルト		引張応力
			せん断応力
			組合せ応力
スカート支持たて置円筒形容器	胴板		一次一般膜応力
			一次＋二次応力
	スカート		組合せ応力
			座屈
	基礎ボルト		引張応力
			せん断応力
プレート式熱交換器	側板		組合せ応力
			一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
	脚		一次＋二次応力
			組合せ応力
			引張応力
ラグ支持たて置き円筒形容器	基礎ボルト		せん断応力
			引張応力
			組合せ応力
	胴板		一次一般膜応力
			一次膜応力＋一次曲げ応力
			一次＋二次応力
ラグ			組合せ応力
			引張応力
			せん断応力
	基礎ボルト		組合せ応力
			引張応力
			せん断応力

設 備	部 位	応力分類
その他電源設備	取付ボルト	引張応力
		せん断応力
		組合せ応力
配管本体，サポート（多質点梁モデル解析）	配管，サポート	一次応力
		一次＋二次応力
矩形構造の架構設備（静的触媒式水素再結合装置，架台を含む）	各部位	各応力分類
通信連絡設備（アンテナ）	ボルト	引張応力
		せん断応力
		組合せ応力
水位計	取付ボルト	引張応力
		せん断応力
		組合せ応力
監視カメラ	取付ボルト	引張応力
		せん断応力
		組合せ応力
	据付部材	組合せ応力
貫通部止水処置	シーล材	シールに生じる変位
浸水防止蓋	蓋	曲げ応力
		せん断応力
		組合せ応力
	基礎ボルト	せん断応力
逆流防止逆止弁	各部位	各応力分類
原子炉ウェル遮へいプラグ	本体	せん断応力度
原子炉本体の基礎	円筒部 中間スラブ	引張応力度
		圧縮応力度
		せん断応力度
	下層円筒基部	引張応力度
		せん断応力度
		曲げ応力度
燃料取替機	燃料取替機構造物フレーム ブリッジ脱線防止ラグ(本体) トロリ脱線防止ラグ(本体) 走行レール 横行レール	引張応力
		せん断応力
		組合せ応力
	ブリッジ脱線防止ラグ(取付ボルト) トロリ脱線防止ラグ(取付ボルト)	せん断応力
	吊具	吊具荷重
建屋クレーン	クレーン本体ガーダ	せん断応力
		曲げ応力
		浮上り量
	落下防止金具	圧縮応力
	トロリストッパ	圧縮応力
		曲げ応力
		組合せ応力
	トロリ	浮上り量
	吊具	吊具荷重
原子炉遮へい壁	一般胴部 開口集中部	せん断応力
		圧縮応力
		曲げ応力
		組合せ応力

3.3 屋外重要土木構造物

3.3.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計の考え方

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

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

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

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

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

ただし、代替淡水貯槽、S A 用海水ピット取水塔及び S A 用海水ピットについては、構造上明確な弱軸を有さないことから、直交する 2 方向に対して、それぞれ水平 1 方向及び鉛直方向の地震力による断面力を求め、それらを組み合わせた設計としている。

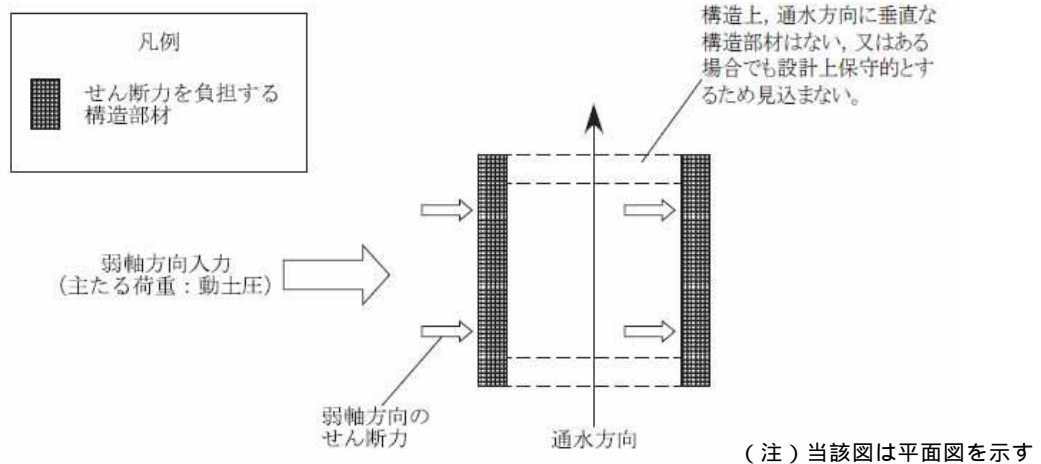
また、鋼管構造物である屋外二重管、海水引込み管及び緊急用海水取水管

については、管周方向の発生応力に対し管軸方向の発生応力の影響が無視できないことから、管周方向の発生応力に加え、管軸方向の発生応力も同時に受け持つよう設計している。

屋外重要土木構造物の耐震評価では、代替淡水貯槽、S A用海水ピット取水塔、S A用海水ピット、屋外二重管、海水引込み管及び緊急用海水取水管を除いては弱軸方向を評価対象断面とし、水平 1 方向及び鉛直方向の地震力を同時に作用させて評価を行っている。

第 3 - 3 - 1 表 従来設計における評価対象断面の考え方（取水構造物の例）

	横断方向の加振	縦断方向の加振
従来設計 の評価対 象断面の 考え方	<p>取水方向</p> <p>加振方向</p> <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>取水方向</p> <p>加振方向</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 3 - 3 - 1 図 従来設計手法の考え方

3.3.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

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

評価対象は、屋外重要土木構造物である、取水構造物及び屋外二重管並びに波及影響防止のために耐震評価する土木構造物とする。また、常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の間接支持構造物のうち常設代替高圧電源装置置場、常設代替高圧電源装置用カルバート、代替淡水貯槽、常設低圧代替注水系ポンプ室、常設低圧代替注水系配管カルバート、緊急用海水ポンプピット、格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート、緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎並びに重大事故時における海水の通水構造物のうち S A 用海水ピット取水塔、海水引込み管、S A 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の組合せ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の組合せによる構造部材の発生応力を算出し、構造物が有する耐震性への影響を確認する。

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

3.3.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

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

(1) 影響評価対象構造物の抽出

構造形式の分類

屋外重要土木構造物について、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。

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。

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

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組合せの影響が想定される構造形式を抽出する。

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

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組合せの影響により 3 次元的な応答が想定される箇所を抽出する。

従来設計手法の妥当性の確認

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

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価

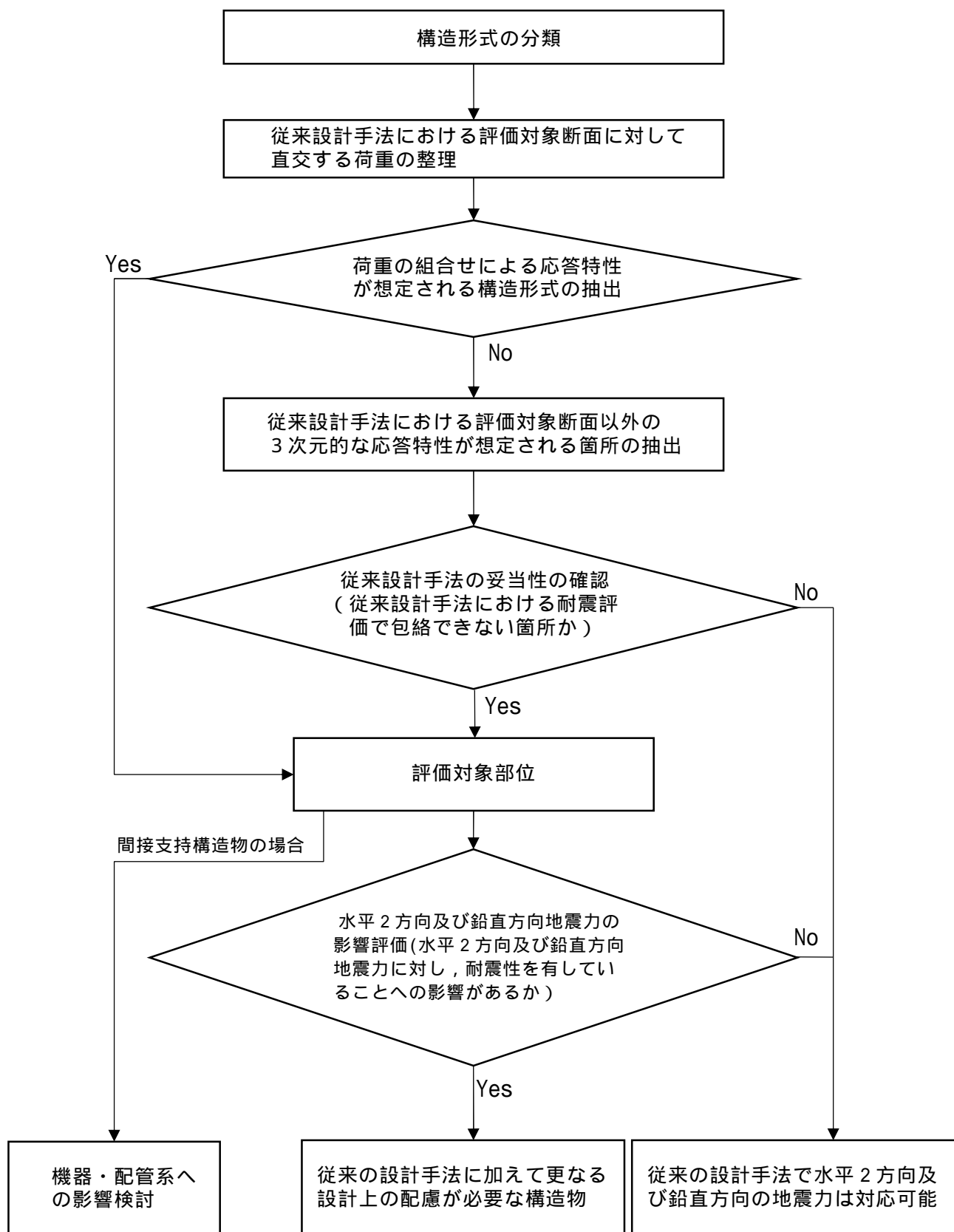
評価対象として抽出された構造物について、従来設計手法での評価対象断面（弱軸方向）の地震応答解析に基づく構造部材の照査において、評価対象断面（弱軸方向）に直交する断面（強軸方向）の地震応答解析に基づく構造部材の発生応力等を適切に組合せることで、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる構造部材の発生応力を算出し、構造物が有する耐震性への影響を確認する。

評価対象部位については、屋外重要土木構築物が明確な弱軸・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。

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。



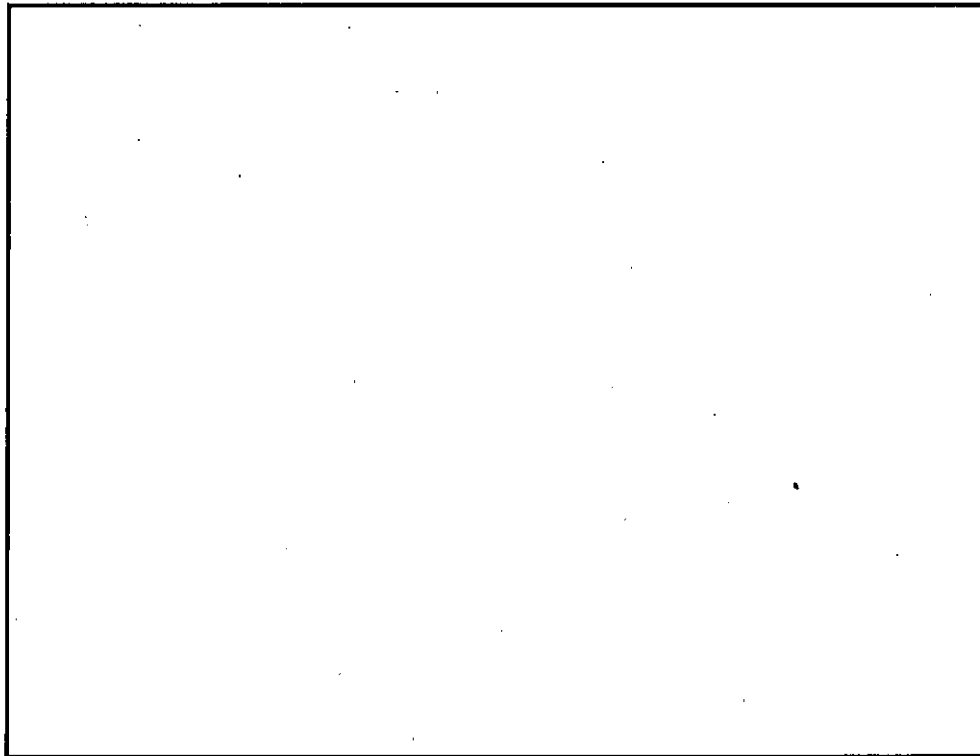
第 3 - 3 - 2 図 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響検討のフロー

3.3.4 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出

(1) 構造形式の分類

第3-3-3図に屋外重要土木構造物の配置図を示す。

屋外重要土木構造物は、その構造形式より①取水構造物、常設代替高圧電源装置置場、緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎のような箱型構造物、②常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部、カルバート部）、常設低圧代替注水系配管カルバート及び格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートのような線状構造物、③常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）、常設低圧代替注水系ポンプ室、緊急用海水ポンプピットのような角筒状構造物、④代替淡水貯槽、SA用海水ピット取水塔及びSA用海水ピットのような円筒状構造物並びに⑤屋外二重管、海水引込み管及び緊急用海水取水管のような鋼管構造物の5つに大別される。



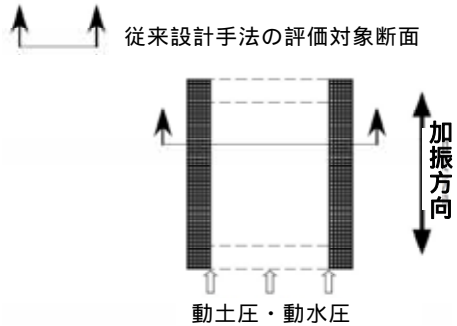
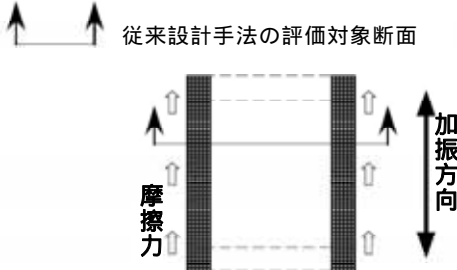
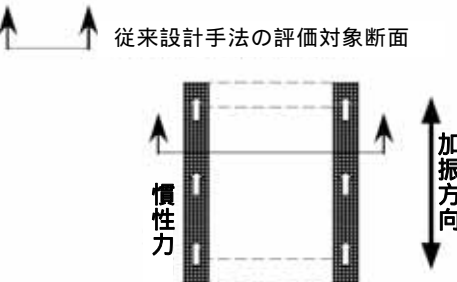
第3-3-3図 屋外重要土木構築物配置図

(2) 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の整理

第 3 - 4 - 1 表に，従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重を示す。

従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重として，動土圧及び動水圧，摩擦力，慣性力が挙げられる。

第 3 - 4 - 1 表 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重

作用荷重		作用荷重のイメージ（注）
動土圧及び動水圧	従来設計手法における評価対象断面に対して，平行に配置される構造部材に作用する動土圧及び動水圧	
摩擦力	周辺の埋戻土と躯体間で生じる相対変位に伴い発生する摩擦力	
慣性力	躯体に作用する慣性力	

（注）作用荷重のイメージ図は平面図を示す。

(3) 荷重の組合せによる応答特性が想定される構造形式の抽出

第 3 - 3 - 2 表に，3.3.4(1)で整理した構造形式毎に，3.3.4(2)で整理した荷重作用による影響程度を示す。

評価対象構造物の地震時の挙動は，躯体が主に地中に埋設されることから，周辺地盤の挙動に大きく影響される。3.3.4(2)で整理した荷重のうち摩擦力や 慣性力は，動土圧及び動水圧と比較するとその影響は小さいことから，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響検討の対象とする構造物の抽出では，動土圧及び動水圧による影響を考慮する。

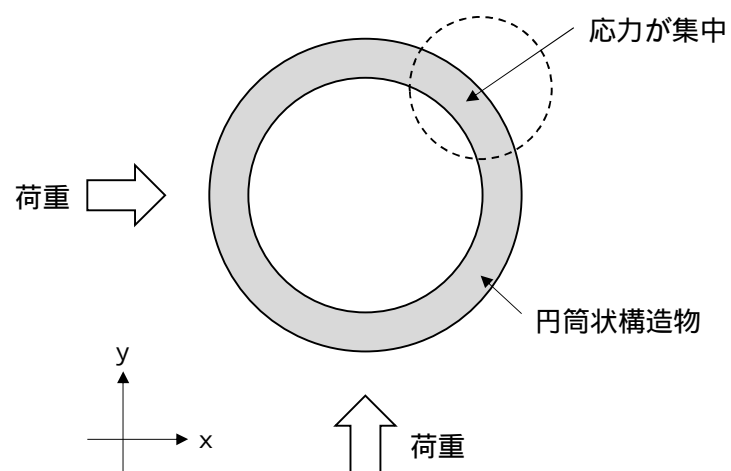
線状構造物については，その構造上の特徴として，妻壁（評価対象断面に対して平行に配置される壁部材）等を有さないことから，従来設計手法における評価対象断面に対して直交する 動土圧及び動水圧は作用しない。

角筒状構造物については，従来評価手法における評価対象断面に対して直交する 動土圧及び動水圧が作用するが，従来評価手法では，加振方向に対して直交に配置される配置される構造部材にて荷重を受け持つ設計としており，水平 2 方向の荷重に対してそれぞれ独立した構造部材で受け持つことから，従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の影響は小さい。

一方，箱型構造物は，妻壁等を有することから，従来設計手法における評価対象断面に対して直交する 動土圧及び動水圧が作用する。

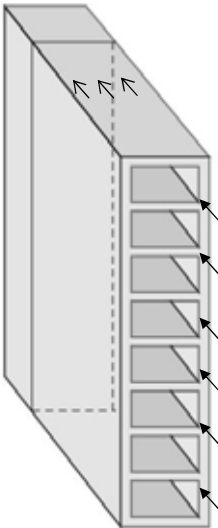
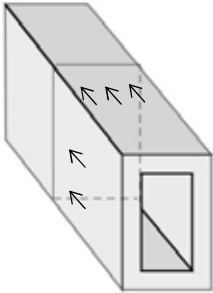
また，円筒状構造物は，第 3 - 3 - 4 図に示すように水平 2 方向入力による応力の集中が考えられる。

以上のことから，荷重の組合せによる応答特性が想定される構造形式として，従来評価手法における評価対象断面に対して直交する 動土圧が作用する箱型構造物及び水平 2 方向入力による応力の集中が考えられる円筒状構造物を抽出する。

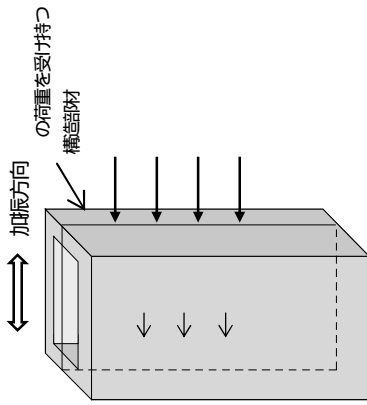
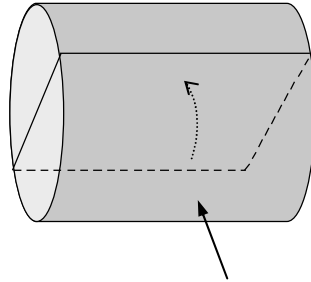


第 3 - 3 - 4 図 円筒状構造物に係る応答特性

第 3 - 3 - 2 表 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出 (1 / 2)

3.3.4(1)で整理した構造形式の分類		鉄筋コンクリート構造物	
3.3.4(1)で整理した構造形式の分類	箱型構造物 (取水構造物等)	線状構造物 (常設低圧代替注水系配管カルバート等)	
3.3.4(2)で整理した荷重の作用状況	<p>—— 従来設計手法における評価対象断面</p>  <p>(注) 慣性力はすべての構造部材に作用</p>	<p>—— 従来設計手法における評価対象断面</p>  <p>(注) 慣性力はすべての構造部材に作用</p>	
	動土圧及び動水圧	動土圧及び動水圧	作用しない
	摩擦力	摩擦力	側壁，頂版に作用
	慣性力	慣性力	全ての部材に作用
従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の影響程度	<p>従来設計手法における評価対象断面に対して平行に配置される構造部材（妻壁）を有し，動土圧及び動水圧による荷重が作用するため影響大</p>		<p>従来設計手法における評価対象断面に対して平行に配置される構造部材を有さず 動土圧及び動水圧による荷重が作用しないため影響小</p>
抽出結果 (: 影響検討実施)			x

第 3 - 3 - 2 表 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出 (2 / 2)

3.3.4 (1) で整理した 構造形式の分類	鉄筋コンクリート構造物		鋼管構造物 (屋外二重管等)
	角筒状構造物 (常設低圧代替注水系ポンプ室等)	円筒状構造物 (代替淡水貯槽等)	
3.3.4 (2) で整理した 荷重の作用状況	<p>—— 従来設計手法における評価対象断面</p>  <p>加振方向</p> <p>の荷重を受け持つ 構造部材</p> <p>(注) 慣性力はすべての構造部材に作用</p>	<p>—— 従来設計手法における評価対象断面</p>  <p>(注) 慣性力はすべての構造部材に作用</p>	<p>管周方向と管軸方向 の応力を合成した応 力評価を実施してお り，従来設計手法に おいて水平 2 方向及 び鉛直方向の地震力 の組合せが考慮され ている</p>
	動土圧及び動水圧	動土圧及び動水圧	
	摩擦力	摩擦力	
	慣性力	慣性力	
	加振方向に対して直交に配置され る構造部材に作用	主に胴体部に作用	
従来設計手法における 評価対象断面に対して 直交する荷重の影響度	加振方向に対して直交に配置され る構造部材で荷重を 受け持つ設計とするため，互いに直交する荷重はそれ ぞれ異なる構造部材で受け持つことから影響小	主に胴体部に作用	<p>胴体部において，従来設計手法で考慮している地震時 荷重と，動土圧及び動水圧による荷重が作用するた め影響大</p>
	抽出結果 (: 影響検討実施)	x	

(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

線状構造物として大別した常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）及び格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートは，構造物の配置上，屈曲部を有する。線状構造物の屈曲部では，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響として，弱軸方向のせん断変形や強軸方向の曲げ変形への影響が想定される。

以上のことから，常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）及び格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの屈曲部について水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を検討する。

(5) 従来設計手法の妥当性の確認

常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部）及び格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの従来設計では，第 3 - 3 - 3 表に示す通り，屈曲部又は隅角部における 3 次元的な拘束効果（評価対象断面のせん断変形を抑制する箇所や構造部材）を期待せず，評価対象断面に直交する部材のみで荷重を受け持たせる設計であり，十分に保守的な評価となっている。また，常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部），格納容器圧力逃がし装置配管カルバートは十分な支持性能を有する地盤に設置しており，躯体が底面で拘束されていることから，屈曲部における強軸方向の曲げの影響も受けない。

以上のことから，常設代替高圧電源装置用カルバート（カルバート部），格納容器圧力逃がし装置用配管カルバート及び防潮堤における屈曲部での水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は，従来設計手法における評価対象断面での耐震評価で担保される。

第 3 - 3 - 3 表 屈曲部における 3 次元的な拘束結果

(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 (カルバート部)
概要	<p>————— 評価対象断面</p> <p>評価対象断面のせん断変形を抑制する構造部材</p> <p>断面</p> <p>加振方向 (弱軸)</p> <p>断面</p>

図 3 - 4 - 2 屈曲部における 3 次元的な拘束効果

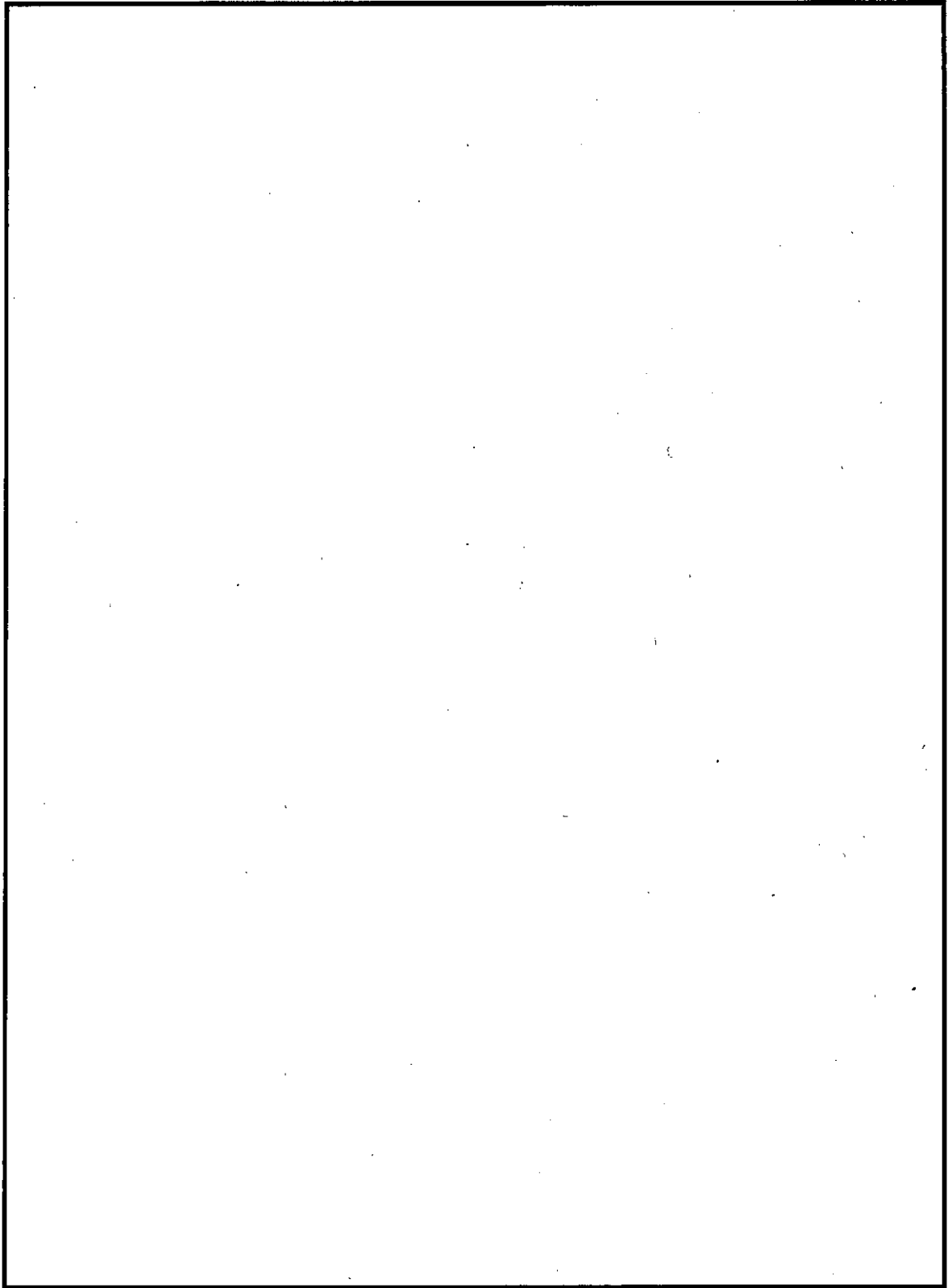
(常設代替高圧電源装置用カルバート)

3.4 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備

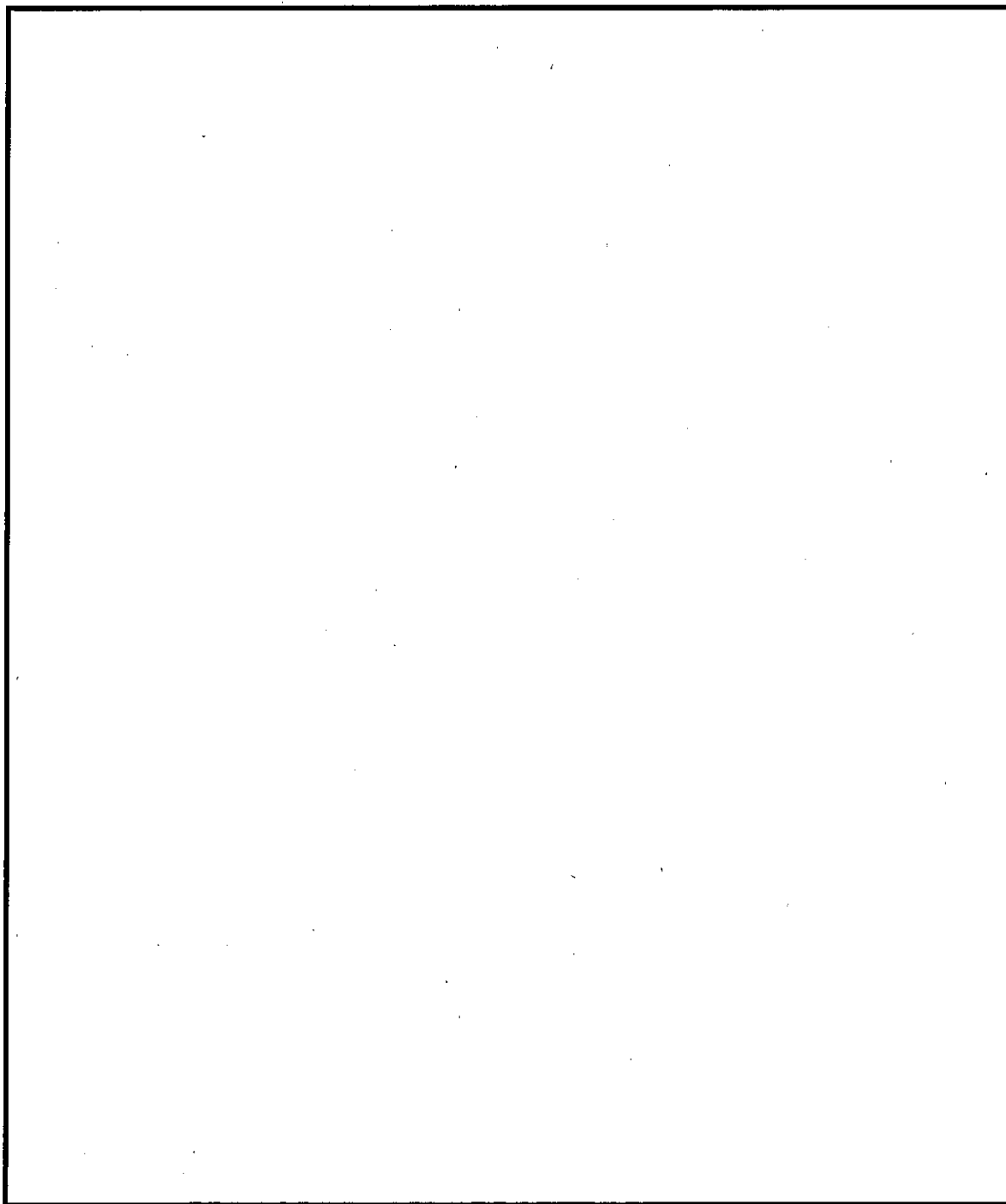
3.4.1 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備における評価対象構造物の抽出及び整理

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を実施する対象施設の設置位置図を第3 - 4 - 1図に示すとともに，各対象施設において，「3.1 建物・構築物」，「3.2 機器・配管系」，「3.3 屋外重要土木構造物」の何れの区分に基づき設計するものについては，その方針を第3 - 4 - 1表に示す。

津波防護施設は，評価対象施設の構造的な特徴を踏まえ，3.4.2項以降にて水平2方向及び鉛直方向地震の組合せ影響を整理する。浸水防止設備及び津波監視設備については，「3.2 機器・配管系」の水平2方向の設計方針に基づき影響評価を実施する。



第 3-4-1 図 (1/2) 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備位置図



第 3-4-2 図 (2/2) 津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備位置図

第 3 - 4 - 1 表 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備の分類

分 類	施設，設備名称	区 分
津波防護 施設	防潮堤及び防潮扉（防潮堤道路横断部に設置）	「3.4.2 項」以降にて検討を実施
	放水路ゲート	
	構内排水路逆流防止設備	
	貯留堰	
浸水防止 設備	取水路点検用開口部浸水防止蓋	「3.2 機器・配管系」の設計方針に基づく
	海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁	
	取水ピット空気抜き配管逆止弁	
	海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋	
	放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋	
	S A 用海水ピット開口部浸水防止蓋	
	緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋	
	緊急用海水ポンプグランド dren 排出口逆止弁	
	緊急用海水ポンプ室床 dren 排出口逆止弁	
	貫通部止水処置	
津波監視 設備	津波監視カメラ	「3.2 機器・配管系」の設計方針に基づく
	取水ピット水位計	
	潮位計	

3.4.2 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計の考え方

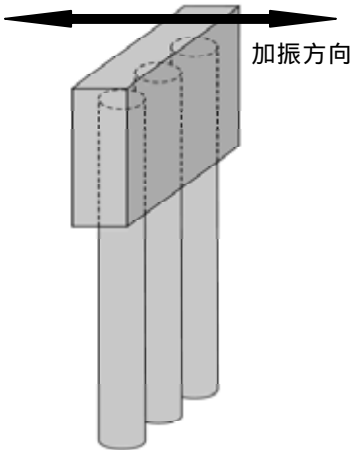
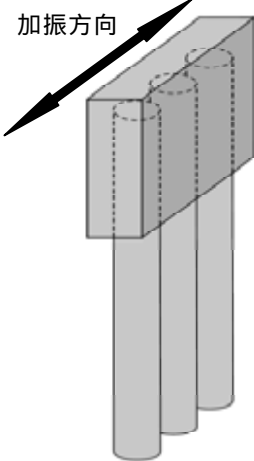
津波防護施設における従来設計手法の考え方について，防潮堤等を例に第 3 - 4 - 2 表に示す。津波防護施設は，地中構造物と地上構造物に分けられる。地上構造物は，躯体の慣性力や基礎部分に係る動土圧等が主たる荷重となる。地中構造物については，屋外重要土木構造物同様，比較的単純な構造部材の配置で構成される。地中構造物，地上構造物共にほぼ同一の断面が奥行方向に連続する構造的特徴を有することから，3 次元的な応答の影響は小さいため，2 次元断面での耐震評価を行っている。

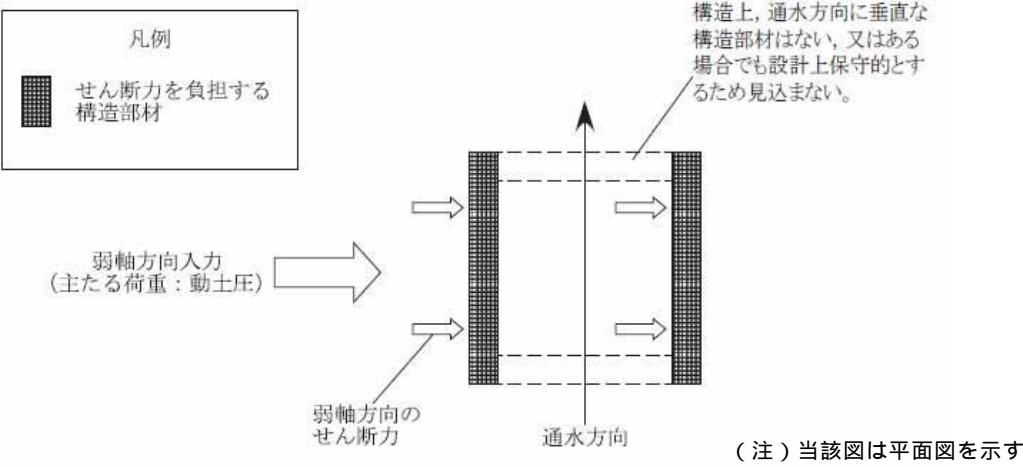
津波防護施設についても，地中構造物，地上構造物共にほぼ同一の断面が長手方向に連続する構造的な特徴を有しており，構造上の特徴として明確な弱軸，強軸を有する。

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

第 3 - 4 - 2 図に示す通り，従来設計手法では，津波防護施設の構造上の特徴から，弱軸方向の地震荷重に対して，保守的に加振方向に平行な壁部材を見込まず，垂直に配置された構造部材のみで受け持つよう設計している。

第 3 - 4 - 2 表 従来設計における評価対象断面の考え方（防潮堤）

	横断方向の加振	縦断方向の加振
従来設計 の評価対 象断面の 考え方	 <p>加振方向に対する抵抗力が少ない</p>	 <p>加振方向に同一構造が連続している</p>



第 3 - 4 - 2 図 従来設計手法の考え方

3.4.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

津波防護施設において，水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した場合に影響を受ける可能性がある構造物の評価を行う。

対象とする部位について，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される応答特性から，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性のある部位を抽出する。

応答特性が抽出された，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性のある部位は，既往の評価結果の荷重又は応力の算出結果等を水平 2 方向及び鉛直方向に組合せ，対象部位に発生する荷重や応力を算出し，各部位が有する耐震性への影響を確認する。

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

評価フローを第 3 - 4 - 3 図に示す。

評価対象となる設備の整理

設計基準対象施設のうち津波防護施設で耐震評価を実施する設備を評価対象とする。

耐震評価上の構成部位の整理

津波防護施設における耐震評価上の構成部位を整理し，各構造物において，該当する耐震評価上の構造部位を網羅的に確認する。

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整理

津波防護施設における耐震評価上の構成部位について，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性を整理する。応答特性は，荷重の組合せによる影響が想定されるもの及び 3 次元的な構造部位の挙動から影響が想定されるものに分けて整理する。

荷重の組合せの影響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の組合せに対し，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懸念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の抽出

従来設計手法における評価対象としなかった部位について，従来設計手法における評価対象部位以外の箇所では，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。

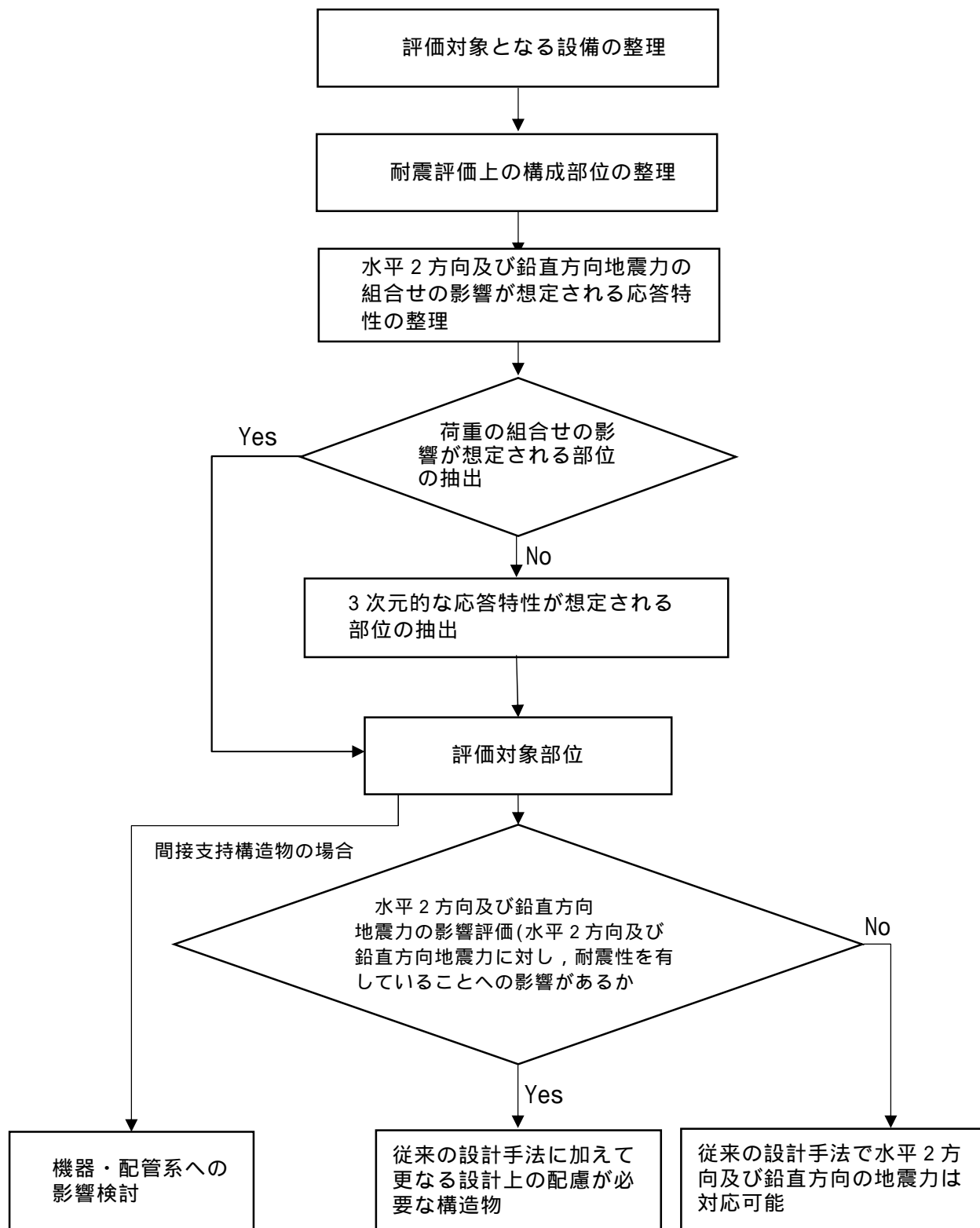
水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価においては，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，横断方向加振における部材照査において，縦断方向加振の影響を考慮し耐震評価を実施する。

機器・配管系への影響評価

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・配管系の間接支持構造物である場合は，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

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



第 3 - 4 - 2 図 水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価のフロー

3.4.4 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出
【追而】

表 1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ：影響あり ：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの B：水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平 2 方向の地震を組み合わせても 1 方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	-1 の影響有無の説明	-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ：発生する	左記の振動モードの理由 ことこの理由 新たな応力成分が発生しないことこの理由
炉心支持構造物	炉心シユラウド	一次一般膜応力		B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】	×		-
		一次膜応力＋一次曲げ応力		B	同上			
		支圧応力		C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平 2 方向入力の影響はない。	×		-
	シユラウドサポート	一次一般膜応力		B	評価部位は円周配置であるため、水平地震の方向毎に最大応力点異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】	×		-
		一次膜応力＋一次曲げ応力		B	同上			
		軸圧縮応力		B	同上			
	シリンドラプレート下部胴	一次一般膜応力		B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】	×		-
		一次膜応力＋一次曲げ応力		B	同上			
		一次一般膜応力		B	評価部位は格子構造であることから、水平地震の方向毎に最大応力点異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。	×		-
	上部格子板	一次一般膜応力		B	同上			
		一次膜応力＋一次曲げ応力		B	同上			
		一次一般膜応力		B	水平地震の方向毎に最大応力点異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。	×		-
原子炉圧力容器	炉心支持板	一次一般膜応力		B	同上			
		一次膜応力＋一次曲げ応力		B	同上			
		一次一般膜応力		B	水平地震の方向毎に最大応力点異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。	×		-
	燃料支持金具	一次一般膜応力		B	同上			
		一次膜応力＋一次曲げ応力		B	同上			
		一次一般膜応力		B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】	×		-
	制御棒案内管	一次一般膜応力		B	同上			
		一次膜応力＋一次曲げ応力		B	同上			
		一次一般膜応力		B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】	×		-
	炉心回り円筒胴下鏡と胴板の接合部 下鏡とスカーートの接合部	一次一般膜応力		B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】			
		一次膜応力＋一次曲げ応力		B	同上			
		一次一般膜応力		B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】	×		-

1 本表は、詳細設計時等の進捗に応じて見直しを行う。

設備	部位	応力分類	-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ：影響あり ：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの B：水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生面所が異なるもの C：水平 2 方向の地震を組み合わせても 1 方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	-1の影響有無の説明	-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ：発生する 左記の振動モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生しないこと の理由
原子炉圧力容器	制御棒駆動機構ハウジング貫通部	一次一般膜応力	-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ：影響あり ：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの B：水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生面所が異なるもの C：水平 2 方向の地震を組み合わせても 1 方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	-1の影響有無の説明	-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ：発生する 左記の振動モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生しないこと の理由
		一次膜応力＋一次曲げ応力					
		一次＋二次応力					
		一次＋二次＋ピーク応力					
		座屈（軸圧縮）					
原子炉圧力容器	中性子計測ハウジング貫通部	一次一般膜応力	-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ：影響あり ：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの B：水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生面所が異なるもの C：水平 2 方向の地震を組み合わせても 1 方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	-1の影響有無の説明	-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ：発生する 左記の振動モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生しないこと の理由
		一次膜応力＋一次曲げ応力					
		一次＋二次応力					
		一次＋二次＋ピーク応力					
		座屈（軸圧縮）					
原子炉圧力容器	各部位	一次一般膜応力	-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ：影響あり ：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの B：水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生面所が異なるもの C：水平 2 方向の地震を組み合わせても 1 方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	-1の影響有無の説明	-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ：発生する 左記の振動モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生しないこと の理由
		一次膜応力＋一次曲げ応力					
		一次＋二次応力					
		一次＋二次＋ピーク応力					
		座屈（軸圧縮）					
原子炉圧力容器	原子炉圧力容器スタライザブラケット	一次一般膜応力	-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ：影響あり ：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの B：水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生面所が異なるもの C：水平 2 方向の地震を組み合わせても 1 方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	-1の影響有無の説明	-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ：発生する 左記の振動モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生しないこと の理由
		一次膜応力＋一次曲げ応力					
		一次＋二次応力					
		一次＋二次＋ピーク応力					
		座屈（軸圧縮）					
原子炉圧力容器	蒸気乾燥器支持ブラケット	一次一般膜応力	-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ：影響あり ：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの B：水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生面所が異なるもの C：水平 2 方向の地震を組み合わせても 1 方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	-1の影響有無の説明	-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ：発生する 左記の振動モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生しないこと の理由
		一次膜応力＋一次曲げ応力					
		一次＋二次応力					
		一次＋二次＋ピーク応力					
		座屈（軸圧縮）					
原子炉圧力容器	炉心スプレイングケット	一次一般膜応力	-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ：影響あり ：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの B：水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生面所が異なるもの C：水平 2 方向の地震を組み合わせても 1 方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	-1の影響有無の説明	-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ：発生する 左記の振動モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生しないこと の理由
		一次膜応力＋一次曲げ応力					
		一次＋二次応力					
		一次＋二次＋ピーク応力					
		座屈（軸圧縮）					

設備	部位	応力分類	-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ：影響あり ：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの B：水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平 2 方向の地震を組み合わせても 1 方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	-1 の影響有無の説明	-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	左記の振動モードの影響がないこととの理由 新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ：発生する との理由
原子炉圧力容器	ブラケット類	給水スパージャブラケット		-	評価においては 3 次元的に配置されている炉内配管の応答を使用しており、炉内配管において地震入力方向に対する直交方向の応答が生じるため、水平 2 方向入力の影響がある。	×	-
		一次一般膜応力		-	同上		
		一次膜応力＋一次曲げ応力		-	同上		
原子炉圧力容器支持構造造物	支持スカート	純せん断応力		-	同上		
		一次一般膜応力		B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】		
		一次膜応力＋一次曲げ応力		B	同上		
		一次＋二次応力		B	同上	×	-
		一次＋二次＋ピーク応力		B	同上		
		座屈（軸圧縮）		B	同上		
原子炉圧力容器基礎ボルト	基礎ボルト	引張応力		B	ボルトは円周状に配置され、水平地震の方向毎に最大応力の発生点異なる。したがって水平 2 方向の影響は軽微である。		
		せん断応力		C	水平 2 方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平 2 方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。	×	-
		組合せ応力		C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。		
		引張応力		C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため、水平 2 方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向毎にその地震荷重は分担される。したがって、水平 2 方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料 1】		
原子炉圧力容器付属構造造物	格納容器スタビライザ 原子炉圧力容器スタビライザ	引張応力		C	同上	×	-
		せん断応力		C	同上		
		圧縮応力		C	同上		
		曲げ応力		C	同上		
		組合せ応力		C	同上		
		せん断応力		B	水平方向地震が作用する際に、加振軸上に最大応力が発生する。水平 2 方向の地震力が同時に作用した場合においても、それぞれの方向の加振軸上に最大応力が発生する。したがって、水平 2 方向入力の影響は軽微である。	×	-
原子炉圧力容器付属構造造物	制御棒駆動機構ハウジングレストレイントレーム	圧縮応力		B	同上		
		曲げ応力		B	同上		
		組合せ応力		B	同上		

設備	部位	応力分類	-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ：影響あり ：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの B：水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平 2 方向の地震を組み合わせても 1 方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	-1 の影響有無の説明	-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ：発生する 左記の振動モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生しないこと の理由
蒸気乾燥器ユニット	ユニット	一次一般膜応力		C	従来評価で評価が厳しくなる方向に地震荷重を与えているため、水平 2 方向入力を考慮しても水平 1 方向の地震荷重と同等となる。したがって水平 2 方向の影響は軽微である。	×	-
		一次膜応力＋一次曲げ応力		C	同上		
	耐震用ブロック	せん断応力		D	地震の水平力は 4 箇所の耐震用ブロックのうち相対する 2 箇所で受けるものとして評価しているが、水平 2 方向入力では 4 箇所の耐震用ブロックに荷重が分担されるため、水平 2 方向入力の影響は軽微である。	×	-
		一次一般膜応力		B	評価部位は円形の円断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点位置が異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】	×	-
		一次膜応力＋一次曲げ応力		B	同上		
原子炉圧力容器内部構造物	スパー ज्या 炉内配管	一次一般膜応力		-	3 次元的に配置されているため、水平それぞれの方向の地震力に対し、各方向で応力が発生する。したがって、水平 2 方向入力の影響がある。		従来より、3次元解析結果を用いて、耐震評価を実施しており、ねじれる状態についても耐震評価に用いている荷重として算出される。
		一次膜応力＋一次曲げ応力		-	同上		3次元FEMモデルを作成し、耐震評価を実施している。
		ラック部材		-	同上		
	基礎ボルト ラック取付ボルト	引張応力		C	ボルトは矩形配置であり、水平 2 方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平 2 方向地震力の最大応力の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料 6】	×	-
		せん断応力		C	水平 2 方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平 2 方向地震における最大応力の非同時性を考慮することにより、影響は軽微となる。【補足説明資料 6】		
四脚たて置き円筒形容器	胴板	組合せ応力		C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。		
		一次一般膜応力		-	評価点が脚付根部等の局所であり、1方向の地震においても軸直角方向の評価点へも影響が生じることから、2方向入力の影響がある。		
		一次膜応力＋一次曲げ応力		-	同上	×	-
	脚	一次＋二次応力		-	同上		
		組合せ応力		-	評価点が脚付根部等の局所であり、1方向の地震においても軸直角方向の評価点へも影響が生じることから、2方向入力の影響がある。		

設備	部位	応力分類	-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ：影響あり ：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの B：水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生面所が異なるもの C：水平 2 方向の地震を組み合わせても 1 方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	-1の影響有無の説明	-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点(3.2.4項(2)に対応)	
四脚たて置き円筒形容器	基礎ボルト	引張応力		-	1方向の地震においても軸垂直方向の評価点へも影響が生じることから、2方向入力の影響がある。		
		せん断応力		C	水平 2 方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平 2 方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料 6】	x	-
		組合せ応力			1方向の地震においても軸垂直方向の評価点へも影響が生じることから、2方向入力の影響がある。		
		一次一般膜応力		A	水平 2 方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。		
横置円筒形容器	銅板	一次膜応力＋一次曲げ応力		A	同上		
		一次＋二次応力		A	同上		
		組合せ応力		A	水平 2 方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。	x	-
	基礎ボルト	引張応力		A	水平 2 方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。		
		せん断応力		C	水平 2 方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平 2 方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料 6】		
		組合せ応力		C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。		
立形ポンプ	コラムパイプ バレルケーシング	一次一般膜応力		B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】		現在考慮している X、Y 方向振動モードではねじれ振動は現れない。よって、ねじれ振動モードが高次にて現れる可能性はあるが、有意な応答ではないため、影響がないと考えられる。
		引張応力		B	ボルトは円周状に配置され、水平地震の方向毎に最大応力の発生点異なる。		
	基礎ボルト 取付ボルト	せん断応力		C	水平 2 方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平 2 方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。		
		組合せ応力		C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。		
EGCSストレーナ	各部位（ボルト以外）	一次膜応力＋一次曲げ応力		D	水平 2 方向の組合せを考慮した評価を実施している。	x	-
	ボルト	引張応力		D	同上		
横形ポンプ ポンプ駆動用タービン 海水ストレーナ 空調ファン 空調ユニット 空気圧縮機	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力		C	ボルトは矩形配置であり、水平 2 方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平 2 方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料 6】		
		せん断応力		C	水平 2 方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平 2 方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微となる。【補足説明資料 6】	x	-
		組合せ応力		C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。		
		組合せ応力		C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。		

設備	部位	応力分類	-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ：影響あり ：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの。 B：水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの。 C：水平 2 方向の地震を組み合わせても 1 方向の地震による応力と同等といえるもの。 D：従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの。	-1の影響有無の説明	-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	
						振動モード及び応力成分の発生有無 ×：発生しない ：発生する	左記の振動モードの影響がないこと、理由 新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ：発生する との理由
水圧制御ユニット	フレーム	引張応力	-	非対象構造であるため 3 次元モデルを用いた解析を行っており、水平地震力に対する発生応力が入力方向毎に異なる。したがって、水平 2 方向入力の影響がある。			
		せん断応力	-		同上		
		圧縮応力	-		同上		
		曲げ応力	-		同上		
		組合せ応力	-		同上		
		引張応力	-	非対象構造であるため 3 次元モデルを用いた解析を行っており、水平地震力に対する発生応力が入力方向毎に異なる。したがって、水平 2 方向入力の影響がある。			
平底たて置円筒容器	基礎ボルト	せん断応力	-		同上		
		組合せ応力	-		同上		
		一次一般膜応力	B	評価部位は円形の円断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】			
		一次 + 二次応力	B		同上		
		引張応力	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震の方向毎に最大応力の発生点異なる。したがって水平 2 方向の影響は軽微である。			
		せん断応力	C	水平 2 方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平 2 方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。		×	-
核計装設備	各部位	組合せ応力	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。			
		一次一般膜応力	B	評価部位は円形の円断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】		×	-
		一次膜応力 + 一次曲げ応力	B	同上			
		引張応力	-	水平 2 方向入力の影響がある。			
		せん断応力	A	水平 1 方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平 2 方向入力の影響は軽微である。		×	-
		組合せ応力	-	水平 2 方向入力の影響がある。			
伝送器（円形壁掛）	取付ボルト	引張応力	A	水平 1 方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平 2 方向入力の影響は軽微である。		×	-
		せん断応力	C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平 2 方向の影響はない。		×	-
		引張応力					
		引張応力					

設備	部位	応力分類	-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ：影響あり ：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの B：水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平 2 方向の地震を組み合わせても 1 方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	-1の影響有無の説明	-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ：発生する	左記の振動モードの影響がないこととの理由 新たな応力成分が発生しないこととの理由
制御盤	取付ボルト	引張応力		C	ボルトは矩形配置であり、水平 2 方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平 2 方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料 6】		
		せん断応力		C	水平 2 方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平 2 方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微となる。【補足説明資料 6】	×	-
		組合せ応力		C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。		
原子炉格納容器	サブレッシュョン チェンバ底部ライ ナ	圧縮ひずみ		-	水平 2 方向入力の影響がある。	×	-
		引張ひずみ		-	同上		
		一次一般膜応力		B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点が変わる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】		
	ドライウェルトッ プヘッド	一次膜応力＋一次曲げ応力		B	同上	×	-
		一次＋二次応力		B	同上		
		一次一般膜応力		B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点が変わる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】		
	ドライウェル円錐 部及びサブレッ ションチェンバ円 筒部シエル部及び サンドクッション 部	一次膜応力＋一次曲げ応力		B	同上	×	-
		一次＋二次応力		B	同上		
		引張応力		C	多角形配置により水平地震力は分担されるため、水平 2 方向入力の影響は軽微である。		
	ドライウェルビー ムシート	せん断応力		C	同上	×	-
		圧縮応力		C	同上		
		曲げ応力		C	同上		
		組合せ応力		C	同上		
	ビームシート	一次膜応力＋一次曲げ応力		C	多角形配置により水平地震力は分担されるため、水平 2 方向入力の影響は軽微である。		
		一次＋二次応力		C	同上		

設備	部位	応力分類	-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ：影響あり ：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの B：水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生面所が異なるもの C：水平 2 方向の地震を組み合わせたも 1 方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	-1の影響有無の説明	-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ：発生する	左記の振動モードの影響がないこととの理由 新たな応力成分が発生しないこととの理由
原子や格納容器	ドライウエル上部シアラグ及びスタビライザ ドライウエル下部シアラグ及びスタビライザ	引張応力	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため、水平 2 方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向毎にその地震荷重は分散される。したがって、水平 2 方向入力の影響は軽微である。 【補足説明資料 1】	同上		
		せん断応力	C		同上		
		曲げ応力	C		同上		
		組合せ応力	C		同上	×	-
	上部シアラグと格納容器胴との接合部 下部シアラグと格納容器胴との接合部	一次膜応力＋一次曲げ応力	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため、水平 2 方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向毎にその地震荷重は分散される。したがって、水平 2 方向入力の影響は軽微である。 【補足説明資料 1】			
		一次＋二次応力	C		同上		
	ドライウエルスプレッド レイヘッド	一次膜応力＋一次曲げ応力	-	3 次元的に配置されているため、水平地震力に対する発生応力が入力方向毎に異なる。したがって、水平 2 方向入力の影響がある。	×		-
		一次＋二次応力	-	同上	同上		
	バーソナルエアロロック イクワイブメント ハッチ、サブレスハッチ サブレスハッチ セスハッチ チエンバ・アクセスハッチ	一次膜応力＋一次曲げ応力	-	評価部位は水平地震力に対する発生応力が入力方向毎に異なる。したがって、水平 2 方向入力の影響がある。		×	-
		一次＋二次応力	-	同上	同上		
	原子や格納容器胴アンカー部	引張応力	B	評価部位は円周上に配置されていることから、水平地震の方向毎に最大応力点異なる。従って、水平 2 方向入力の影響は軽微である。			
		曲げ応力	B	同上			
		圧縮応力	B	同上		×	-
		組合せ応力	B	同上			
原子や格納容器配管貫通部	コンクリート	せん断応力度	B	評価部位は円周上に配置されていることから、水平地震の方向毎に最大応力点異なる。従って、水平 2 方向入力の影響は軽微である。			
		一次膜応力＋一次曲げ応力	-	評価部位は水平地震力に対する発生応力が入力方向毎に異なる。したがって、水平 2 方向入力の影響がある。			3 次元はりモデルの応答解析結果（配管反力）を用い、耐震評価を実施している。
	スリーブ付根部 補強板付根部	一次＋二次応力	-	同上			
		一次膜応力＋一次曲げ応力	D	水平 2 方向を考慮した評価を実施している。	×		-

設備	部位	応力分類	-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ：影響あり ：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの	-1の影響有無の説明	-2 水平2方向とその直交方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点(3.2.4項(2)に対応)
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ：発生する 左記の振動モードの影響がないこととの理由 新たな応力成分が発生しないこととの理由
ダイヤフラムフロア	構造用スラブ	引張応力度		C	鉛直方向荷重が支配的であるため、水平2方向入力の影響は軽微である。 【補足説明資料4】	
		せん断応力度		C	同上	
		圧縮応力度		C	同上	
	大ばり 小ばり	曲げ応力		C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平2方向の影響はない。【補足説明資料4】	×
		せん断応力		C	同上	
		圧縮応力		C	同上	
ベント管	シャココネクタ	せん断応力		C	多角形配置により水平地震力は分担されるため、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料4】	
		一次膜応力＋一次曲げ応力		B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点がある。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料3】	×
	上部 ブレーシング部	一次＋二次応力		B	同上	
		一次膜応力＋一次曲げ応力		-	評価部位は、非対象構造であるため水平地震力に対する発生応力が入力方向毎に異なる。したがって、水平2方向入力の影響がある。	
格納容器スプレイヘッダ	スプレイ管部 ティアー部 案内管部	一次＋二次応力		-	同上	
		圧縮応力		A	ブレースはプロウの重心とサポートプレート設置位置のずれによる軸方向転倒防止のため設置している。そのためブレースが受け持つ荷重は現在評価対象としている軸方向の転倒モーメント分のみと考えられ、軸方向の水平地震荷重はベース溶接部のせん断で受け持つと考えられる。したがって、水平2方向入力の影響は受けない。	×
可燃性ガス濃度制御系再結合装置プロウ	ブレース	引張応力		A	溶接部の配置は矩形であり、水平2方向の入力で対角方向に転倒することはなく、2方向入力の影響は軽微である。	
		せん断応力		-	ベース溶接部で水平方向のそれぞれの水平荷重を負担する。したがって、水平2方向入力の影響がある。	×
	ベース取付溶接部	引張応力		C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	
		せん断応力		C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微となる。【補足説明資料6】	×
基礎ボルト 取付ボルト	基礎ボルト 取付ボルト	組合せ応力		C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。	
格納容器スプレイヘッダ	上部 ブレーシング部	一次＋二次応力		B	同上	
		一次膜応力＋一次曲げ応力		-	評価部位は、非対象構造であるため水平地震力に対する発生応力が入力方向毎に異なる。したがって、水平2方向入力の影響がある。	
可燃性ガス濃度制御系再結合装置プロウ	ベース取付溶接部	引張応力		A	溶接部の配置は矩形であり、水平2方向の入力で対角方向に転倒することはなく、2方向入力の影響は軽微である。	
		せん断応力		-	ベース溶接部で水平方向のそれぞれの水平荷重を負担する。したがって、水平2方向入力の影響がある。	×
基礎ボルト 取付ボルト	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力		C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	
		せん断応力		C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微となる。【補足説明資料6】	×
組合せ応力	組合せ応力	組合せ応力		C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。	

設備	部位	応力分類	-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ：影響あり ：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの B：水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生面所が異なるもの C：水平 2 方向の地震を組み合わせても 1 方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	-1の影響有無の説明	-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ：発生する	左記の振動モードの影響がないこととの理由 新たな応力成分の発生しないこととの理由
非常用ディーゼル発電機	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力		C	ボルトは矩形配置であり、水平 2 方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平 2 方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料 6】		
		せん断応力		C	水平 2 方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平 2 方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微となる。【補足説明資料 6】	×	-
		組合せ応力		C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。		
	銅板	一次一般膜応力		B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】		
		一次 + 二次応力		B	同上		
スカート支持たて置円筒形容器	スカート	組合せ応力		B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】		
		座屈		B	支配的な応力は水平地震による曲げ応力であり、曲げ応力の最大点は地震方向で異なるため影響は軽微である。	×	-
		引張応力		B	ボルトは円周状に配置され、水平地震の方向毎に最大応力の発生点異なる。したがって水平 2 方向の影響は軽微である。		
	基礎ボルト	せん断応力		C	水平 2 方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平 2 方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。		
		組合せ応力		C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。		
プレート式熱交換器	側板	一次一般膜応力		A	水平 2 方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。		
		一次膜応力 + 一次曲げ応力		A	同上		
		一次 + 二次応力		A	同上		
	脚	組合せ応力		A	水平 2 方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。	×	-
		引張応力		C	ボルトは矩形配置であり、水平 2 方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平 2 方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料 6】		
	基礎ボルト	せん断応力		C	水平 2 方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平 2 方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微となる。【補足説明資料 6】		
		組合せ応力		C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。		

設備	部位	応力分類	-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ：影響あり ：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの B：水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生面所が異なるもの C：水平 2 方向の地震を組み合わせても 1 方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	-1の影響有無の説明	-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点(3.2.4項(2)に対応)	振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ：発生する 左記の振動モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生しないこと の理由
ラグ支持たて置き円筒形容器	胴板	一次一応膜応力		B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】		
		一次膜応力 + 一次曲げ応力		B	同上		
		一次 + 二次応力		B	同上		
	ラグ	組合せ応力		B	水平 2 方向が同時に作用した場合においても、応力評価点が区別されるため、2 方向入力の影響は軽微である。		
		引張応力		B	ラグ構造は径方向にスライド可能であり、水平 2 方向が同時に作用した場合においても、応力評価点が区別されるため、2 方向入力の影響は軽微である。	×	-
		せん断応力		B	ラグ構造は径方向にスライド可能であり、荷重を分担する部材が地震方向により異なるため、荷重の重ね合わせが発生せず、影響は軽微である。		
その他電源設備	基礎ボルト	組合せ応力		B	上記引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組み合わせ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。		
		引張応力		C	ボルトは矩形配置であり、水平 2 方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平 2 方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料 6】		
		せん断応力		C	水平 2 方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平 2 方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微となる。【補足説明資料 6】	×	-
	取付ボルト	組合せ応力		C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組み合わせ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。		
		一次応力		-	水平 2 方向入力の影響がある。		3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次 + 二次応力		-	同上		
配管本体、サポート（多質点梁モデル解析）	配管、サポート	各応力分類		-	水平 2 方向入力の影響がある。	×	-
		引張応力		A	壁面に据付部材を介して支持される。構造上、壁に垂直な方向の地震入力では据付ボルトの応力成分は引張応力のみであるのに対し、壁面と平行な方向はせん断応力及び曲げモーメントによる引張応力が発生する。壁面と平行な応力が支配的であるため、水平 2 方向の影響は軽微である。		
		せん断応力		A	同上	×	-
	ボルト	組合せ応力		A	同上		
		引張応力		B	ボルトは円周状に配置され、水平地震の方向毎に最大応力の発生点が異なる。したがって水平 2 方向の影響は軽微である。		
		せん断応力		C	水平 2 方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平 2 方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。	×	-
通信連絡設備（アンテナ）	取付ボルト	組合せ応力		C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組み合わせ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。		
水位計							

設備	部位	応力分類	-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ：影響あり ：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの、 B：水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平 2 方向の地震を組み合わせても 1 方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	-1の影響有無の説明	-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ：発生する	左記の振動モードの影響がないこととの理由 新たな応力成分が発生しないこととの理由
監視カメラ	取付ボルト	引張応力		B	ボルトは円周状に配置され、水平地震の方向毎に最大応力の発生点が変わる。したがって水平 2 方向の影響は軽微である。		
		せん断応力		C	水平 2 方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平 2 方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。		
		組合せ応力		C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。	×	-
		組合せ応力		-	水平 2 方向入力の影響がある。		
貫通部止水処置	シール材	シールに生じる変位		C	対象となる貫通部は建屋軸に沿った配置となっておりことから、シール材に加わるせん断方向及び圧縮方向の変位は、水平 1 方向の地震力の応答が支配的であり、他の水平方向の地震力による応答は小さいため、水平 2 方向入力の影響は軽微である。	×	-
		曲げ応力		C	鉛直方向加速度のみを用いた評価であるため、水平 2 方向を考慮しても影響はない。		
浸水防止蓋	蓋	せん断応力		C	同上	×	-
		組合せ応力		C	同上		
逆流防止用逆止弁	基礎ボルト	せん断応力		C	水平 2 方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平 2 方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。		
		各応力分類		-	水平 2 方向入力の影響がある。	×	-
原子炉ウエル速へいブラグ	本体	せん断応力度		C	鉛直方向荷重が支配的であるため、水平 2 方向入力の影響は軽微である。	×	-
		引張応力度		B	評価部位は円形の円形断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点が変わる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】		
原子炉本体の基礎	円筒部 中間スラブ	圧縮応力度		B	同上		
		せん断応力度		B	同上		
		引張応力度		B	円周配置であり、水平地震の方向毎に最大応力の発生点が変わる。したがって水平 2 方向の影響は軽微である。	×	-
		せん断応力度		B	同上		
	下層円筒基部	曲げ応力度		B	同上		
		曲げ応力度		B	同上		

設備	部位	応力分類	-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ：影響あり ：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの B：水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生面所が異なるもの C：水平 2 方向の地震を組み合わせても 1 方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	-1の影響有無の説明	-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点(3.2.4項(2)に対応)	
燃料取替機	燃料取替機構造物フ レーム ブリッジ脱線防止ラ グ(本体) トロリ脱線防止ラ グ(本体) 走行レール 横行レール	引張応力	A	すべり方向とすべり直交方向では、それぞれの水平方向地震を受けた場合の挙動が異なるため、方向毎に発生応力が異なる。したがって、水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 5】	振動モード及び 振動モード成分 の発生有無 ×：発生しない ：発生する	左記の振動モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分 が発生しないこと の理由	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		せん断応力	A	同上			
		組合せ応力	A	同上			
		せん断応力	A	すべり方向とすべり直交方向では、それぞれの水平方向地震を受けた場合の挙動が異なるため、方向毎に発生応力が異なる。したがって、水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 5】			
	吊具	吊具荷重	C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平 2 方向入力の影響はない。	×	-	
建屋クレーン	クレーン本体ガード	せん断応力	D	水平 2 方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせさせた評価を実施している。			3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		曲げ応力	D	同上		×	
		浮上り量	D	同上			
	落下防止金具	圧縮応力	A	すべり方向とすべり直交方向では、それぞれの水平方向地震を受けた場合の挙動が異なるため、方向毎に発生応力が異なる。したがって、水平 2 方向の影響は軽微である。			
		圧縮応力	A	同上			
原子炉遮へい壁	トロリストッパ	曲げ応力	D	水平 2 方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせさせた評価を実施している。			3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		組合せ応力	D	同上			
		浮上り量	D	水平 2 方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせさせた評価を実施している。			
		吊具荷重	D	水平 2 方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせさせた評価を実施している。			
	一般胴部開口集中部	せん断応力	B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】			
原子炉遮へい壁	一般胴部開口集中部	圧縮応力	C	鉛直方向荷重のみ作用し、水平方向荷重が作用しない。したがって、水平 2 方向入力の影響は軽微である。	×		
		曲げ応力	B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】			
		組合せ応力	B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】			
		組合せ応力	B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】			

表2 動的 / 電氣的機能維持評価

機 種	-1 水平2方向の地震力の重複 による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ：影響あり ：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの	-1の影響有無の説明	-2 水平2方向とその直交方向が相関する振動モード (ねじれ振動等)が生じる観点(3.2.4項(2)に対応)	振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ：発生する 左記の振動モードの影響がないこと 新たな応力成分が発生しないこと の理由
立形ポンプ	-		軸受は円周に均等に地震力を受け持つため、水平2方向入力の影響を受ける。	×	-
楕形ポンプ	A		現行の機能維持確認済加速度における詳細評価で最弱部である軸系に対して、曲げに対して軸直角方向の水平1方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-
ポンプ駆動用タービン	B		現行の機能維持確認済加速度における詳細評価で最弱部である弁類(主蒸気止め弁・ヨーク部・立置き)に対して、水平2方向による最大応力の発生箇所が異なるため影響は軽微である。	×	-
立形機器用電動機	D		最弱部である軸受に対して、現行の機能維持確認済加速度における詳細評価において十分な裕度が増加されており、水平2方向入力による応答増加の影響は軽微である。	×	-
楕形機器用電動機	D		最弱部であるフレームに対して、現行の機能維持確認済加速度における詳細評価において十分な裕度が確認されており、水平2方向入力による応答増加の影響は軽微である。	×	-
空調ファン	A		現行の機能維持確認済加速度における詳細評価で最弱部である軸系に対して、曲げに対して軸直角方向の水平1方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-
非常用ディジーゼル発電機 (機組本体)	A		現行の機能維持確認済加速度における詳細評価で最弱部である軸系に対して、曲げに対して軸直角方向の水平1方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-
非常用ディジーゼル発電機 (カバナ)	-		カバナについては水平2方向合成による応答増加の影響がある。ただし、JEAG4601に記載の機能維持確認済加速度は1.8gであるが、JBUNESS試験より4Gまで機能維持を確認しているため、2方向合成加速度が4G未満であれば問題ない。	×	-
弁	-		弁については水平2方向合成による応答増加の影響があるが、2方向合成加速度が試験にて確認した機能維持確認済加速度未満であれば問題ない。	×	-
制御棒挿入性	-		水平2方向入力の影響がある。	×	-
電気盤	A		電気盤、制御盤等に取付けられているリレー、遮断器等の電気品は、基本的に二次元的な接点のON-OFFに關わる比較的単純な構造をしている。加えて、基本的には全て梁、盾等の強度部材に強固に固定されているため、器具の非線形応答はないと考えられる。したがって、電気品は水平1方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-
伝送器・指示計	A		伝送器・指示計の補引試験結果において、X、Y成分に共振点はなく、出力変動を生じないことを確認していることから、X、Y2方向成分にも共振点はないものと考えられる。	×	-
常設代替高圧電源装置	A		水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-
水位計	加振試験時の補引試験により水平2方向に対する影響有無を確認し、方針を決定する。				
監視カメラ	加振試験時の補引試験により水平2方向に対する影響有無を確認し、方針を決定する。				
通信連絡設備(アンテナ類)	-		水平2方向入力の影響がある。	×	-

：JEAG4601で定められた評価部位の裕度評価

別紙 1 補足説明資料

目 次

1. 水平2方向同時加振の影響評価について（原子炉圧力容器スタビライザ及び格納容器スタビライザ）
2. 水平2方向同時加振の影響評価について（蒸気乾燥器支持ブラケット）
3. 水平2方向同時加振の影響評価について（円筒形容器）
4. 水平2方向同時加振の影響評価について（ダイヤフラムフロア）
5. 水平2方向同時加振の影響評価について（燃料取替機）
6. 水平2方向同時加振の影響評価について（矩形配置されたボルト）
7. 水平2方向同時加振の影響評価について（電気盤）

1. 水平2方向同時加振の影響評価について（原子炉压力容器スタビライザ及び格納容器スタビライザ）

1.1 はじめに

本項は、原子炉压力容器スタビライザ（以下「RPVスタビライザ」という。）及び格納容器スタビライザ（以下「PCVスタビライザ」という。）に対する水平2方向同時加振の影響についてまとめたものである。

RPVスタビライザとPCVスタビライザは、地震時の水平方向荷重を周方向45°間隔で8体の構造部材にて支持する同様の設計であるため、以下水平2方向同時加振の影響については、RPVスタビライザを代表に記載する。

1.2 現行評価の手法

RPVスタビライザは、周方向45°間隔で8体配置されており、第1-1図に地震荷重と各RPVスタビライザが分担する荷重の関係を示す。

水平方向の地震荷重に関して現行評価では、RPVスタビライザ6体に各水平方向地震力（X方向、Y方向）の最大地震力が負荷されるものとしている。

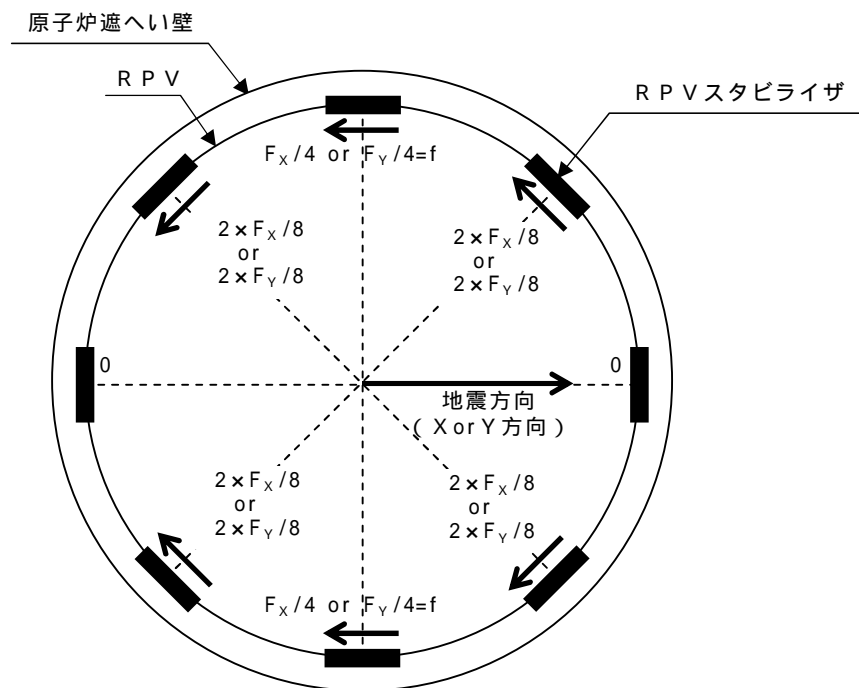
$$f = \text{MAX} \left(\frac{F_x}{4}, \frac{F_y}{4} \right)$$

ここで、

f : RRVスタビライザ1個が受けもつ最大地震荷重

F_x : X方向地震によりスタビライザ全体に発生する荷重

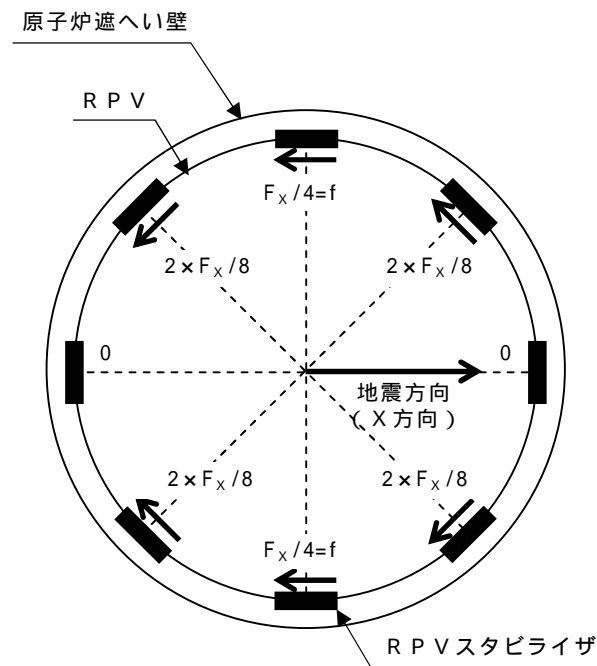
F_y : Y方向地震によりスタビライザ全体に発生する荷重



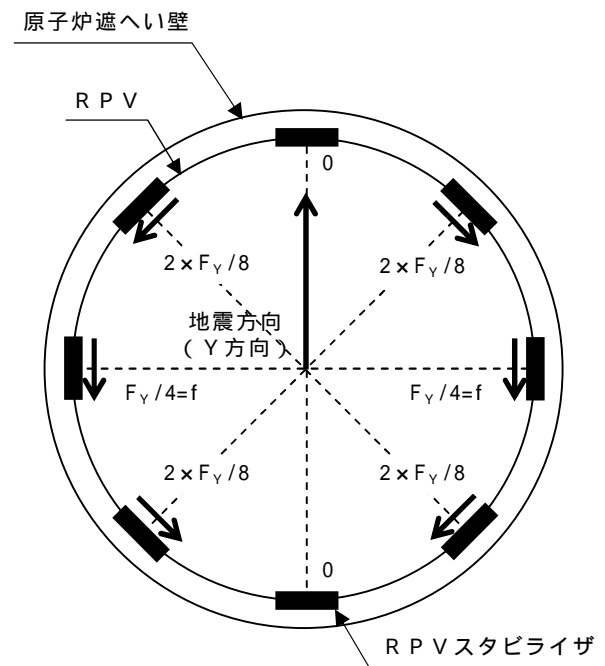
第 1 - 1 図 原子炉圧力容器スタビライザの水平地震荷重の分担（水平 1 方向）

1.3 水平2方向同時加振の影響

RPVスタビライザは、水平2方向の地震力を受けた場合における荷重分担について、第1 - 2図及び第1 - 1表に示す。第1 - 2図及び第1 - 1表に示すとおり、方向別地震荷重 F (F_x または F_y) に対する最大反力を受け持つ部位が異なることが分かる。



【 X 方向加振時 】



【 Y 方向加振時 】

第 1 - 2 図 原子炉压力容器スタビライザの水平地震荷重の分担（水平 2 方向）

第 1 - 1 表 原子炉压力容器スタビライザ各点での分担荷重

位置		方向別地震力 F に対する反力	
		X 方向	Y 方向
	0 °	$F_x/4$	0
	45 °	$2 \times F_x/8$	$2 \times F_y/8$
	90 °	0	$F_y/4$
	135 °	$2 \times F_x/8$	$2 \times F_y/8$
	180 °	$F_x/4$	0
	225 °	$2 \times F_x/8$	$2 \times F_y/8$
	270 °	0	$F_y/4$
	315 °	$2 \times F_x/8$	$2 \times F_y/8$
最大		$F_x/4$	$F_y/4$

水平2方向地震力の組合せの考慮については、第1 - 1表に示した水平方向反力を用いてX方向・Y方向同時には最大の地震力が発生しないと仮定し、以下の2つの方法にて検討を行った。

組合せ係数法： $F_Y = 0.4F_X$ と仮定し、X方向・Y方向のそれぞれの水平1方向応答結果を単純和する。

最大応答の非同時性を考慮したS R S S法： $F_Y = F_X$ と仮定し、X方向・Y方向のそれぞれの水平1方向応答結果をS R S S法にて合成する。

上記検討の結果を第1 - 2表に示す。いずれの検討方法を用いても、水平2方向反力の組合せ結果の最大値は f となり、これは水平1方向反力の最大値と同値である。

したがって、RPVスタビライザに対して水平2方向の影響はない。

第1 - 2表 RPV スタビライザ各点における水平2方向の考慮

		組合せ係数法を用いた 水平2方向反力の組合せ ($F_Y = 0.4 F_X$)	S R S S法を用いた 水平2方向反力の組合せ ($F_Y = F_X$)
	0°	$F_X/4 = f$	$F_X/4 = f$
	45°	$2 \times F_X/8 + 2 \times F_X/8 = 2 \times 1.4 \times F_X/8$ $= 0.990 \times F_X/4 < f$	$((2 \times F_X/8)^2 + (2 \times F_X/8)^2)$ $= F_X/4 < f$
	90°	$F_Y/4 = 0.4 \times F_X/4 < f$	$F_Y/4 = F_X/4 < f$
	135°	$2 \times F_X/8 + 2 \times F_X/8 = 2 \times 1.4 \times F_X/8$ $= 0.990 \times F_X/4 < f$	$((2 \times F_X/8)^2 + (2 \times F_X/8)^2)$ $= F_X/4 < f$
	180°	$F_X/4 = f$	$F_X/4 = f$
	225°	$2 \times F_X/8 + 2 \times F_X/8 = 2 \times 1.4 \times F_X/8$ $= 0.990 \times F_X/4 < f$	$((2 \times F_X/8)^2 + (2 \times F_X/8)^2)$ $= F_X/4 < f$
	270°	$F_Y/4 = 0.4 \times F_X/4 < f$	$F_Y/4 = F_X/4 < f$
	315°	$2 \times F_X/8 + 2 \times F_X/8 = 2 \times 1.4 \times F_X/8$ $= 0.990 \times F_X/4 < f$	$((2 \times F_X/8)^2 + (2 \times F_X/8)^2)$ $= F_X/4 < f$
	最大	$F_X/4 = f$	$F_Y/4 = f$

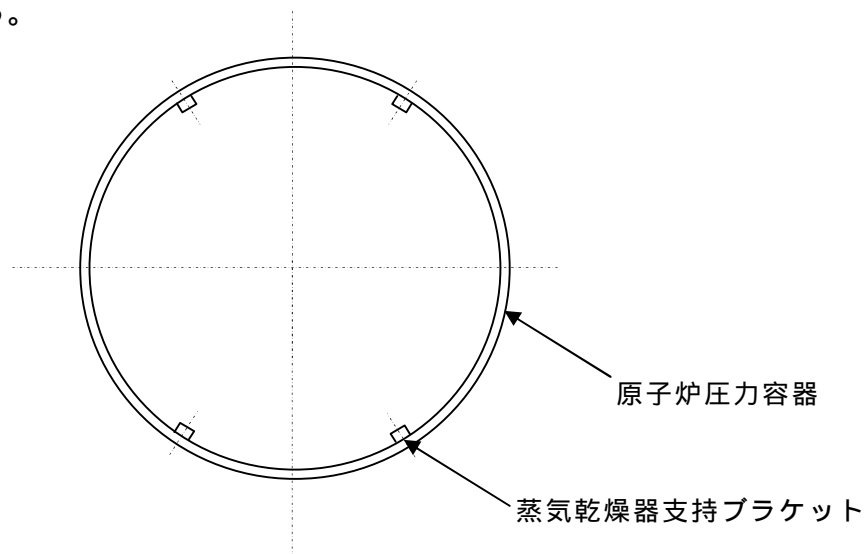
2. 水平2方向同時加振の影響評価について（蒸気乾燥器支持ブラケット）

2.1 はじめに

本項は、蒸気乾燥器支持ブラケットに対する水平2方向同時加振の影響についてまとめたものである。

2.2 現行評価の手法

蒸気乾燥器支持ブラケットは、4体配置されており、位置関係は第2 - 1図の通りとなる。



第2 - 1図 蒸気乾燥器支持ブラケット配置図

蒸気乾燥器支持ブラケットは、4体で耐震用ブロックを介し蒸気乾燥器ユニットを支持する設計である。しかし、耐震用ブロックと蒸気乾燥器支持ブラケットの間にはクリアランスが存在し、水平地震動の入力方向によっては、4体のうち対角のブラケット2体のみがその荷重を負担する可能性があるため、現行評価では対角のブラケット2体により、水平2方向の地震荷重を支持するものとして評価している。

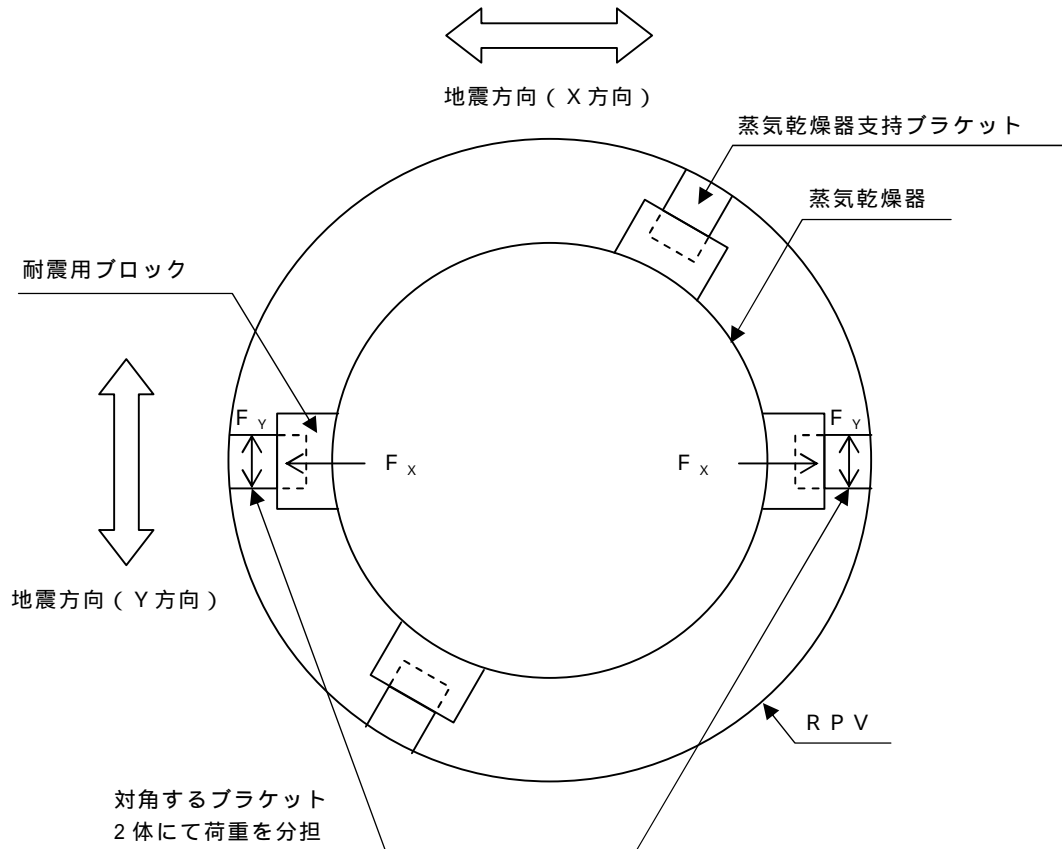
第2 - 2図に評価においてブラケットに負荷される水平方向の地震荷重を示す。

$$f = \text{MAX} \left(\frac{F_x}{2}, \frac{F_y}{2} \right)$$

f : 蒸気乾燥器ユニットから受ける地震荷重

F_x : X方向地震よりブラケット全体に発生する荷重

F_y : Y方向地震よりブラケット全体に発生する荷重



第2 - 2図 評価におけるブラケットの負荷状態

2.3 水平2方向同時加振の影響

蒸気乾燥器支持ブラケットは、現行評価において、水平2方向の地震荷重を同時に考慮し、ブラケットと耐震ブロックの接触状態として想定される最も厳しい状態として、4体のブラケットのうち2体で荷重を支持すると評価しており、水平2方向同時加振による現行の評価結果への影響はない。

3 水平2方向同時加振の影響評価について（円筒形容器）

3.1 はじめに

本項は、水平地震動が水平2方向に作用した場合の円筒形容器に対する影響検討をF E Mモデルを用いた解析で確認した結果をまとめたものである。

容器については、X方向地震とY方向地震とでは最大応力点が異なるため、それぞれの地震による応力を組み合わせても影響軽微としている。本項では解析にて影響確認することを目的として、円筒形容器のF E Mモデルを用いた解析を実施した結果を示す。ここで、本検討は軸方向応力、周方向応力及びせん断応力の組合せにより確認を行うため、胴の組合せ一次応力を対象としたものである。

具体的な確認項目として、以下2点を確認した。

X方向地震とY方向地震とで最大応力点が異なることへの確認

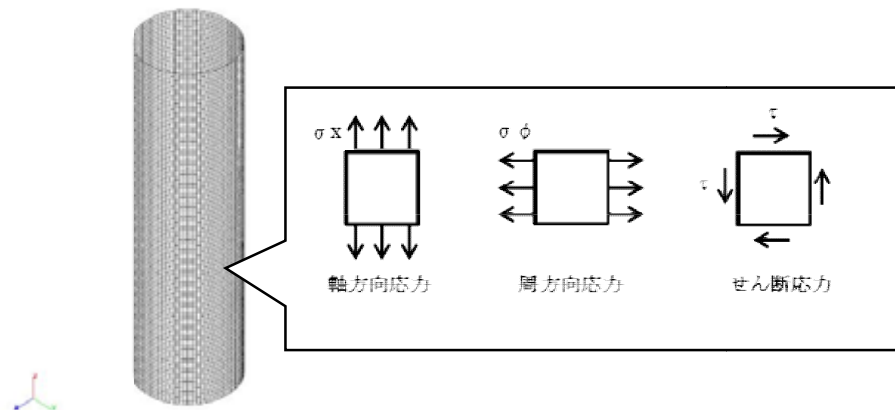
最大応力点以外に、X方向地震とY方向地震による応力を組み合わせた場合に影響のあるような点があるかを確認

3.2 影響評価検討

評価検討モデルを第3 - 1図に示す。検討方法を以下に示す

- ・ 検討方法 : 水平地震力1Gを、X方向（0°方向）へ入力し、周方向の0°方向から90°方向にかけて応力分布を確認する。また、水平1方向地震による応力を用いて水平2方向地震による応力を評価する。
- ・ 検討モデル : たて置き円筒形容器をシェル要素にてモデル化
- ・ 拘束点 : 容器基部を拘束
- ・ 荷重条件 : モデル座標のX方向に水平地震力1Gを負荷

- ・ 解析方法 ： 静的解析
- ・ 対象部位及び応力 ： 容器基部における応力
- ・ 水平2方向同時加振時の組合せ方法
 - 組合せ係数法（最大応答の非同時性を考慮）
 - S R S S 法（最大応答の非同時性を考慮）



第3 - 1図 評価検討モデル

3.3 検討結果

3.3.1 軸方向応力 σ_x

容器基部における水平地震時の軸方向応力コンター図を第3 - 2図に示す。

この結果により，最大応力点は $0^\circ / 180^\circ$ 位置に発生していることが分かる。円筒形容器のため評価部位が円形の一様断面であることから，Y方向から水平地震力を入力した場合においても，最大応力点は $90^\circ / 270^\circ$ 位置に発生することは明白であるため，水平方向地震動の入力方向により最大応力点は異なる。

また，第3 - 1表にX方向，Y方向，2方向入力時の軸方向応力分布を示す。

中間部($0^\circ / 90^\circ$ 方向以外)において2方向入力時の影響が確認できる。

なお，組合せ係数法及びS R S S法のそれぞれを用いた水平2方向入力時の応力 $\sigma_{x,c}$ ()及び $\sigma_{x,s}$ ()は，水平1方向入力時の軸方向応力解析結果 (X

方向入力時応力 $\sigma_{x,X}()$, Y方向入力時応力 $\sigma_{x,Y}()$)により , 以下のとおり算出する。

< 組合せ係数法 >

$$\sigma_{x,c}() = \max(\sigma_{x,c(X)}(), \sigma_{x,c(Y)}())$$

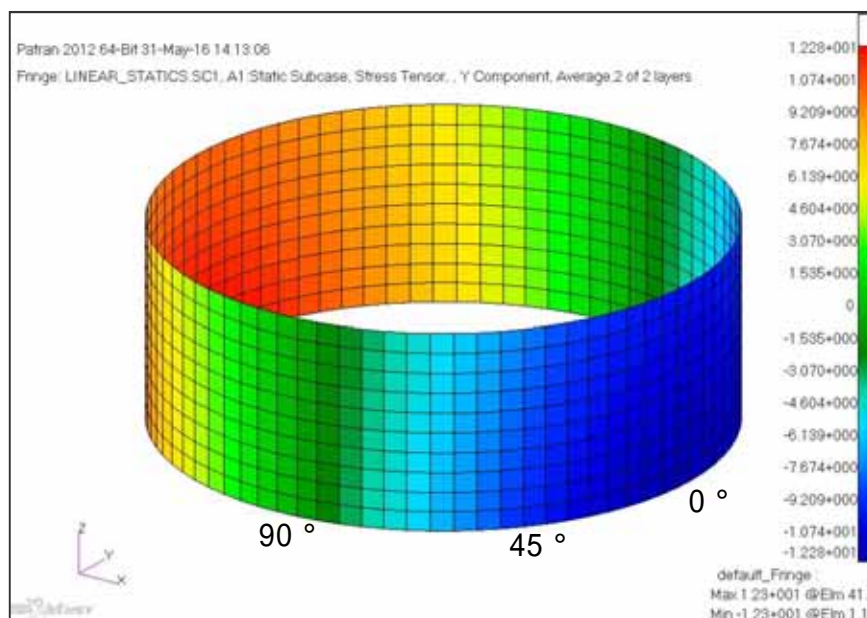
ただし , $\sigma_{x,c(X)}()$ は $\sigma_{x,X}()$ に 1 , $\sigma_{x,Y}()$ に 0.4 の係数を乗じて X・Y 方向入力時それぞれの軸応力を組み合わせた応力 , $\sigma_{x,c(Y)}()$ は $\sigma_{x,Y}()$ に 1 , $\sigma_{x,X}()$ に 0.4 の係数を乗じて X・Y 方向入力時それぞれの応力を組み合わせた応力であり , 以下のように表わされる。

$$\sigma_{x,c(X)}() = \sigma_{x,X}() + 0.4 \times \sigma_{x,Y}()$$

$$\sigma_{x,c(Y)}() = 0.4 \times \sigma_{x,X}() + \sigma_{x,Y}()$$

< S R S S 法 >

$$\sigma_{x,s}() = \sqrt{\sigma_{x,X}()^2 + \sigma_{x,Y}()^2}$$



第3 - 2図 水平地震時軸方向応力コンター図

第3 - 1表 水平地震時の軸方向応力分布

角度	X方向入力時 応力 (MPa) σ_x ()	Y方向入力時 応力 (MPa) σ_y ()	2方向入力時応力 (MPa)	
			組合せ係数法 $\sigma_{x,c}$ ()	S R S S 法 $\sigma_{x,s}$ ()
0 ° 方向	12.28	0.00	12.28 $\sigma_{x,c(X)}(0^\circ)=12.28$ $\sigma_{x,c(Y)}(0^\circ)=4.91$	12.28
22.5 ° 方向	11.34	4.70	13.22 $\sigma_{x,c(X)}(22.5^\circ)=13.22$ $\sigma_{x,c(Y)}(22.5^\circ)=9.24$	12.28
45 ° 方向	8.68	8.68	12.15 $\sigma_{x,c(X)}(45^\circ)=12.15$ $\sigma_{x,c(Y)}(45^\circ)=12.15$	12.28
67.5 ° 方向	4.70	11.34	13.22 $\sigma_{x,c(X)}(67.5^\circ)=9.24$ $\sigma_{x,c(Y)}(67.5^\circ)=13.22$	12.28
90 ° 方向	0.00	12.28	12.28 $\sigma_{x,c(X)}(90^\circ)=4.91$ $\sigma_{x,c(Y)}(90^\circ)=12.28$	12.28

3.3.2 周方向応力

容器基部における水平地震時の周方向応力コンター図を第3 - 3図に、周方向応力分布を第3 - 2表に示す。軸方向応力同様に最大応力点は0 ° / 180 ° 位置に発生しており、最大応力点が異なることについて確認できる。

また、2方向入力時の影響についても軸方向応力と同様に中間部 (0 ° / 90 ° 方向以外) において2方向入力時の影響が確認できる。なお、組合せ係数法及びS R S S法のそれぞれを用いた水平2方向入力時の応力 $\sigma_{x,c}$ () 及び $\sigma_{y,s}$ () は、水平1方向入力時の周方向応力解析結果 (X方向入力時応力 σ_x ()、Y方向入力時応力 σ_y ()) により、以下のとおり算出する。

< 組合せ係数法 >

$$\sigma_{x,c} () = \max (\sigma_{x,c(X)} () , \sigma_{x,c(Y)} ())$$

ただし、 $\sigma_{x,c(X)} ()$ は $\sigma_x ()$ に1、 $\sigma_y ()$ に0.4の係数を乗じてX・Y方向入力時それぞれの軸応力を組み合わせた応力、 $\sigma_{x,c(Y)} ()$ は

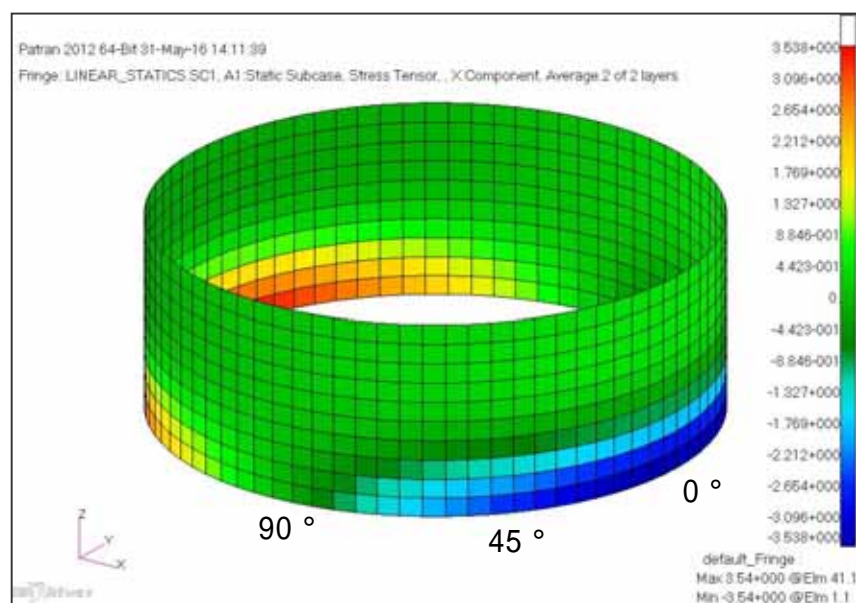
$\sigma_y(\theta)$ に0.4, $\sigma_x(\theta)$ に1の係数を乗じてX・Y方向入力時それぞれの応力を組み合わせた応力であり, 以下のように表わされる。

$$\sigma_c(X)(\theta) = \sigma_x(\theta) + 0.4 \times \sigma_y(\theta)$$

$$\sigma_c(Y)(\theta) = 0.4 \times \sigma_x(\theta) + \sigma_y(\theta)$$

< S R S S 法 >

$$\sigma_s(\theta) = \sqrt{\sigma_x(\theta)^2 + \sigma_y(\theta)^2}$$



第3 - 3図 水平地震時周方向応力コンター図

第3 - 2表 水平地震時の周方向応力分布

角度	X方向入力時 応力 (MPa) σ_x ()	Y方向入力時 応力 (MPa) σ_y ()	2方向入力時応力 (MPa)	
			組合せ係数法 σ_c ()	S R S S 法 σ_s ()
0 ° 方向	3.54	0.00	3.54 $\sigma_{c(X)}(0^\circ)=3.54$ $\sigma_{c(Y)}(0^\circ)=1.42$	3.54
22.5 ° 方向	3.27	1.35	3.81 $\sigma_{c(X)}(22.5^\circ)=3.81$ $\sigma_{c(Y)}(22.5^\circ)=2.66$	3.54
45 ° 方向	2.50	2.50	3.50 $\sigma_{c(X)}(45^\circ)=3.50$ $\sigma_{c(Y)}(45^\circ)=3.50$	3.54
67.5 ° 方向	1.35	3.27	3.81 $\sigma_{c(X)}(67.5^\circ)=2.66$ $\sigma_{c(Y)}(67.5^\circ)=3.81$	3.54
90 ° 方向	0.00	3.54	3.54 $\sigma_{c(X)}(90^\circ)=1.42$ $\sigma_{c(Y)}(90^\circ)=3.54$	3.54

3.3.3 セン断応力

容器基部における水平地震時のせん断応力コンター図を第3 - 4図に、周方向応力分布を第3 - 3表に示す。せん断応力は軸方向及び周方向応力とは異なり、最大応力は90 ° / 270 ° 位置に生じているが、最大応力最小応力の生じる点が回転しているのみで応力の傾向として最大応力点が異なることについて確認できる。

また、2方向入力時の影響についても同様に中間部(0 ° / 90 ° 方向以外)において2方向入力時の影響が確認できる。なお、組合せ係数法及びS R S S法のそれぞれを用いた水平2方向入力時の応力 σ_c () 及び σ_s () は、水平1方向入力時の周方向応力解析結果(X方向入力時応力 σ_x ()、Y方向入力時応力 σ_y ()) により、以下のとおり算出する。

< 組合せ係数法 >

$$c(\quad) = \max (\quad c_{(X)}(\quad) , \quad c_{(Y)}(\quad))$$

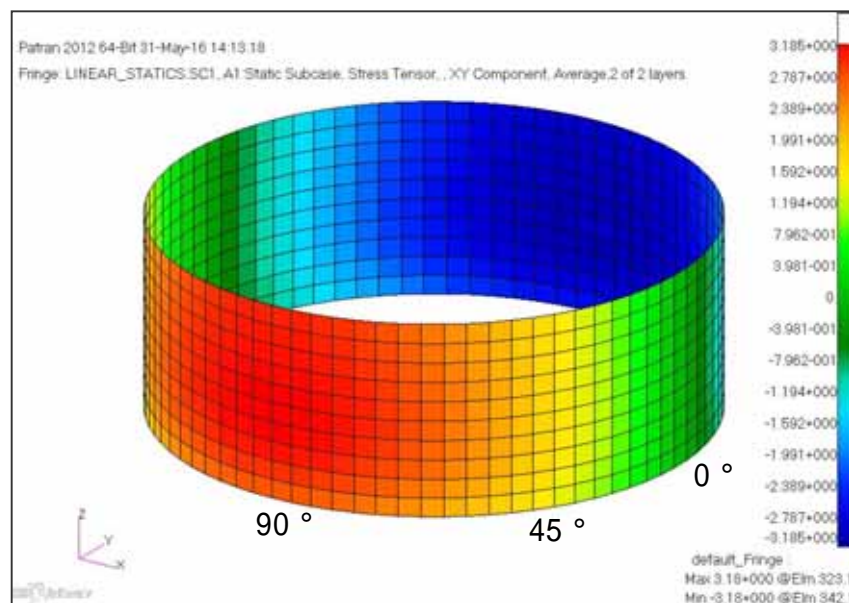
ただし， $c_{(X)}(\quad)$ は $x(\quad)$ に1， $y(\quad)$ に0.4の係数を乗じてX・Y方向入力時それぞれの軸応力を組み合わせた応力， $c_{(Y)}(\quad)$ は $y(\quad)$ に1， $x(\quad)$ に0.4の係数を乗じてX・Y方向入力時それぞれの応力を組み合わせた応力であり，以下のように表わされる。

$$c_{(X)}(\quad) = x(\quad) + 0.4 \times y(\quad)$$

$$c_{(Y)}(\quad) = 0.4 \times x(\quad) + y(\quad)$$

< S R S S 法 >

$$s(\quad) = \sqrt{x(\quad)^2 + y(\quad)^2}$$



第3 - 4図 水平地震時せん断応力コンタ図

第3 - 3表 水平地震時のせん断応力分布

角度	X方向入力時 応力 (MPa) $\sigma_x(\quad)$	Y方向入力時 応力 (MPa) $\sigma_y(\quad)$	2方向入力時応力 (MPa)	
			組合せ係数法 $c(\quad)$	S R S S 法 $s(\quad)$
0 ° 方向	0.00	2.70	2.70 $c_x(0^\circ)=1.08$ $c_y(0^\circ)=2.70$	2.70
22.5 ° 方向	1.03	2.49	2.91 $c_x(22.5^\circ)=2.03$ $c_y(22.5^\circ)=2.91$	2.70
45 ° 方向	1.91	1.91	2.67 $c_x(45^\circ)=2.67$ $c_y(45^\circ)=2.67$	2.70
67.5 ° 方向	2.49	1.03	2.91 $c_x(67.5^\circ)=2.91$ $c_y(67.5^\circ)=2.03$	2.70
90 ° 方向	2.70	0.00	2.70 $c_x(90^\circ)=2.70$ $c_y(90^\circ)=1.08$	2.70

3.3.4 組合せ応力強さ

胴の組合せ応力強さは、第3 - 1表から第3 - 3表に示したX方向、Y方向、2方向入力時それぞれの軸方向応力 σ_x 、周方向応力 σ_y 及びせん断応力 τ を用いて算出する。

< 水平1方向のうち、X方向入力時の組合せ応力強さ $\sigma_x(\quad)$ >

主応力 $\sigma_{1,X}(\quad)$ 、 $\sigma_{2,X}(\quad)$ 、 $\sigma_{3,X}(\quad)$ は以下のとおり表わされる。

$$\sigma_{1,X}(\quad) = \frac{1}{2} \left\{ \sigma_{x,X}(\quad) + \sigma_{y,X}(\quad) + \sqrt{(\sigma_{x,X}(\quad) - \sigma_{y,X}(\quad))^2 + 4\tau_X(\quad)^2} \right\}$$

$$\sigma_{2,X}(\quad) = \frac{1}{2} \left\{ \sigma_{x,X}(\quad) + \sigma_{y,X}(\quad) - \sqrt{(\sigma_{x,X}(\quad) - \sigma_{y,X}(\quad))^2 + 4\tau_X(\quad)^2} \right\}$$

$$\sigma_{3,X}(\quad) = 0$$

各主応力により、応力強さ $\sigma_x(\quad)$ は以下のとおりとなる。

$$\sigma_x(\quad) = \max(|\sigma_{1,X}(\quad) - \sigma_{2,X}(\quad)|, |\sigma_{2,X}(\quad) - \sigma_{3,X}(\quad)|, |\sigma_{3,X}(\quad) - \sigma_{1,X}(\quad)|)$$

なお、Y方向入力時の組合せ応力強さ $\sigma_y(\quad)$ は、上記の式におけるXをY

に置き換えた式により算出する。

ここで， $\theta = 0^\circ$ の場合，第3 - 1表より $\sigma_{1,x}(0^\circ) = 12.28$ ，第3 - 2表より

$\sigma_{2,x}(0^\circ) = 3.54$ ，第3 - 3表より $\sigma_{3,x}(0^\circ) = 0$ であるため，

$$\sigma_{1,x}(0^\circ) = \frac{1}{2} \{ 12.28 + 3.54 + \sqrt{(12.28 - 3.54)^2 + 4(0)^2} \} = 12.28$$

$$\sigma_{2,x}(0^\circ) = \frac{1}{2} \{ 12.28 + 3.54 - \sqrt{(12.28 - 3.54)^2 + 4(0)^2} \} = 3.54$$

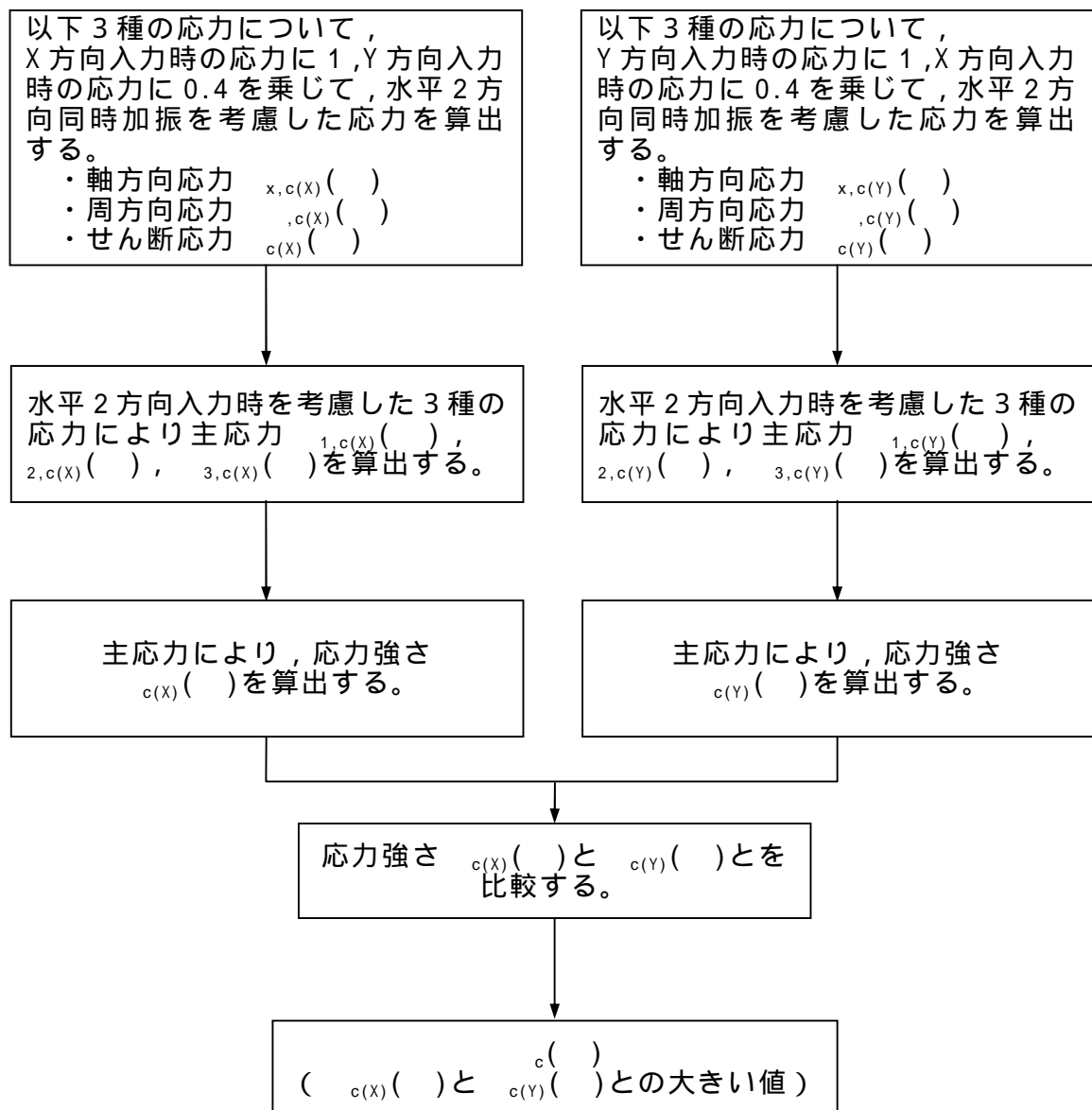
$$\sigma_{3,x}(0^\circ) = 0$$

となる。したがって，

$$\sigma_x(0^\circ) = \max(|12.28 - 3.54|, |3.54 - 0|, |0 - 12.28|) = 12.28$$

< 組合せ係数法による水平2方向入力時の組合せ応力強さ $\sigma_c(\theta)$ >

$\sigma_c(\theta)$ の算出フローを第3 - 5図に示す。



第3 - 5図 組合せ係数法による組合せ応力算出フロー

X方向入力時の応力に1，X方向入力時の応力に0.4を乗じて組み合わせた
水平2方向入力時を考慮した応力は以下の通りとする。

$$\sigma_{x,c(X)} = \sigma_{x,X} + 0.4 \times \sigma_{x,Y}$$

$$\sigma_{\theta,c(X)} = \sigma_{\theta,X} + 0.4 \times \sigma_{\theta,Y}$$

$$\sigma_c(X)(\theta) = \sigma_x(\theta) + 0.4 \times \sigma_y(\theta)$$

水平2方向入力時を考慮した各応力により主応力 $\sigma_{1,c(X)}(\theta)$, $\sigma_{2,c(X)}(\theta)$, $\sigma_{3,c(X)}(\theta)$ は以下のとおり表わされる。

$$\begin{aligned}\sigma_{1,c(X)}(\theta) &= \frac{1}{2} \{ \sigma_{x,c(X)}(\theta) + \sigma_{y,c(X)}(\theta) + \sqrt{(\sigma_{x,c(X)}(\theta) - \sigma_{y,c(X)}(\theta))^2 + 4\tau_{c(X)}(\theta)^2} \} \\ \sigma_{2,c(X)}(\theta) &= \frac{1}{2} \{ \sigma_{x,c(X)}(\theta) + \sigma_{y,c(X)}(\theta) - \sqrt{(\sigma_{x,c(X)}(\theta) - \sigma_{y,c(X)}(\theta))^2 + 4\tau_{c(X)}(\theta)^2} \} \\ \sigma_{3,c(X)}(\theta) &= 0\end{aligned}$$

各主応力により，応力強さ $\sigma_c(X)(\theta)$ は以下の通りとなる。

$$\sigma_c(X)(\theta) = \max(|\sigma_{1,c(X)}(\theta) - \sigma_{2,c(X)}(\theta)|, |\sigma_{2,c(X)}(\theta) - \sigma_{3,c(X)}(\theta)|, |\sigma_{3,c(X)}(\theta) - \sigma_{1,c(X)}(\theta)|)$$

同様に，Y方向入力時の応力に1，X方向入力時の応力に0.4を乗じて組み合わせた水平2方向入力時を考慮した応力により，応力強さ $\sigma_c(Y)(\theta)$ を算出する。

この応力強さ $\sigma_c(X)(\theta)$ と $\sigma_c(Y)(\theta)$ とを比較し，大きいほうの値を $\sigma_c(\theta)$ とする。

$$\sigma_c(\theta) = \max(\sigma_c(X)(\theta), \sigma_c(Y)(\theta))$$

ここで， $\theta = 0^\circ$ の場合，第3 - 1表より $\sigma_{x,c(X)}(0^\circ) = 12.28$ ，第3 - 2表より $\sigma_{y,c(X)}(0^\circ) = 3.54$ ，第3 - 3表より $\tau_{c(X)}(0^\circ) = 1.08$ であるため，

$$\begin{aligned}\sigma_{1,c(X)}(0^\circ) &= \frac{1}{2} \{ 12.28 + 3.54 + \sqrt{(12.28 - 3.54)^2 + 4(1.08)^2} \} = 12.41 \\ \sigma_{2,c(X)}(0^\circ) &= \frac{1}{2} \{ 12.28 + 3.54 - \sqrt{(12.28 - 3.54)^2 + 4(1.08)^2} \} = 3.41 \\ \sigma_{3,c(X)}(0^\circ) &= 0\end{aligned}$$

となる。したがって，応力強さ $\sigma_c(X)(0^\circ)$ は以下のとおり算出される。

$$\sigma_c(X)(0^\circ) = \max(|12.41 - 3.41|, |3.41 - 0|, |0 - 12.41|) = 12.41$$

同様に，第3 - 1表より $\sigma_{x,c(Y)}(0^\circ) = 4.91$ ，第3 - 2表より $\sigma_{y,c(Y)}(0^\circ) = 1.42$ ，第3 - 3表より $\tau_{c(Y)}(0^\circ) = 2.70$ であるため，

$$\begin{aligned}1, c(Y)(0^\circ) &= \frac{1}{2} \{ 4.91 + 1.42 + \sqrt{(4.91 - 1.42)^2 + 4(2.70)^2} \} = 6.38 \\2, c(Y)(0^\circ) &= \frac{1}{2} \{ 4.91 + 1.42 - \sqrt{(4.91 - 1.42)^2 + 4(2.70)^2} \} = -0.05 \\3, c(Y)(0^\circ) &= 0\end{aligned}$$

となる。したがって、応力強さ $c(Y)(0^\circ)$ は以下のとおり算出される。

$$c(Y)(0^\circ) = \max(|6.38 - (-0.05)|, |-0.05 - 0|, |0 - 6.38|) = 6.43$$

応力強さ $c(X)(0^\circ)$ と $c(Y)(0^\circ)$ により、組合せ係数法による水平2方向入力時を考慮した応力強さ $c(0^\circ)$ は、

$$c() = \max(12.41, 6.43) = 12.41$$

となる。

< S R S S 法による水平2方向入力時を考慮した組合せ応力強さ $s()$ >

主応力 $1, s()$, $2, s()$, $3, s()$ は以下のとおり表わされる。

$$\begin{aligned}1, s() &= \frac{1}{2} \{ \sigma_x() + \sigma_y() + \sqrt{(\sigma_x() - \sigma_y())^2 + 4\tau_{xy}()^2} \} \\2, s() &= \frac{1}{2} \{ \sigma_x() + \sigma_y() - \sqrt{(\sigma_x() - \sigma_y())^2 + 4\tau_{xy}()^2} \} \\3, s() &= 0\end{aligned}$$

各主応力により、応力強さ $s()$ は以下の通りとなる。

$$s() = \max(|1, s() - 2, s()|, |2, s() - 3, s()|, |3, s() - 1, s()|)$$

ここで、 $\theta = 0^\circ$ の場合、第3 - 1表より $\sigma_x(0^\circ) = 12.28$ 、第3 - 2表より

$\sigma_y(0^\circ) = 3.54$ 、第3 - 3表より $\tau_{xy}(0^\circ) = 2.70$ であるため、

$$\begin{aligned}1, s(0^\circ) &= \frac{1}{2} \{ 12.28 + 3.54 + \sqrt{(12.28 - 3.54)^2 + 4(2.70)^2} \} = 13.05 \\2, s(0^\circ) &= \frac{1}{2} \{ 12.28 + 3.54 - \sqrt{(12.28 - 3.54)^2 + 4(2.70)^2} \} = 2.77 \\3, s(0^\circ) &= 0\end{aligned}$$

となる。したがって、

$$s(0^\circ) = \max(|13.05 - 2.77|, |2.77 - 0|, |0 - 13.05|) = 13.05$$

= 0° の場合に , S R S S 法 , 組合せ係数法を用いて算出した応力強さを第3 - 4表に示す。

第3 - 4表 S R S S 法，組合せ係数法を用いて算出した応力強さ ($\theta = 0^\circ$)

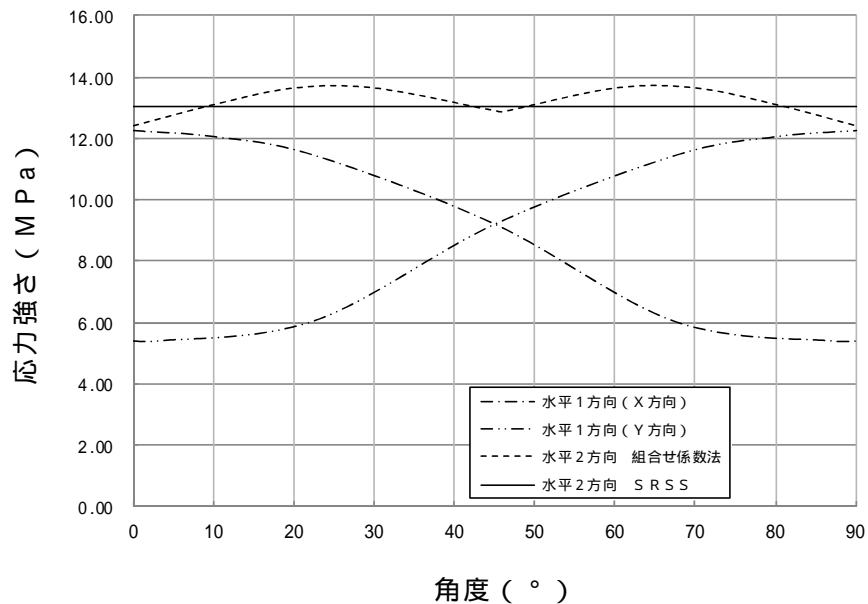
	X	Y	S R S S 法	組合せ係数法	
				$1.0 \times X + 0.4 \times Y$	$0.4 \times X + 1.0 \times Y$
$x()$	12.28	0.00	$(12.28^2 + 0.00^2) =$ 12.28	$12.28 \times 1.0 + 0.00 \times 0.4 =$ 12.28	$12.28 \times 0.4 + 0.00 \times 1.0 =$ 4.91
$()$	3.54	0.00	$(3.54^2 + 0.00^2) =$ 3.54	$3.54 \times 1.0 + 0.00 \times 0.4 =$ 3.54	$3.54 \times 0.4 + 0.00 \times 1.0 =$ 1.42
$()$	0.00	2.70	$(0.00^2 + 2.70^2) =$ 2.70	$0.00 \times 1.0 + 2.70 \times 0.4 =$ 1.08	$0.00 \times 0.4 + 2.70 \times 1.0 =$ 2.70
$1()$	-	-	$1/2 \times [12.28 + 3.54 +$ $\{(12.28 - 3.54)^2 + 4 \times 2.70^2\}] =$ 13.05	$1/2 \times [12.28 + 3.54 +$ $\{(12.28 - 3.54)^2 + 4 \times 1.08^2\}] =$ 3.41	$1/2 \times [4.91 + 1.42 +$ $\{(4.91 - 1.42)^2 + 4 \times 2.70^2\}] =$ 6.38
$2()$	-	-	$1/2 \times [12.28 + 3.54 -$ $\{(12.28 - 3.54)^2 + 4 \times 2.70^2\}] =$ 2.77	$1/2 \times [12.28 + 3.54 -$ $\{(12.28 - 3.54)^2 + 4 \times 1.08^2\}] =$ 12.41	$1/2 \times [4.91 + 1.42 -$ $\{(4.91 - 1.42)^2 + 4 \times 2.70^2\}] =$ -0.05
$3()$	-	-	0	0	0
$()$	-	-	MAX $(13.05 - 2.77 , 2.77 - 0 , 0 - 13.05) =$ 13.05	MAX $(3.41 - 12.41 , 12.41 - 0 , 0 - 3.41) =$ 12.41	MAX $(6.38 - (-0.05) , -0.05 - 0 , 0 - 6.38) =$ 6.43
			MAX (12.41, 6.43) = 12.41		

(注) 本表記載の数値は計算例を示すものであり，桁処理の関係上，他表の数値と一致しないことがある。

算出した応力強さの分布及び分布図を第3 - 5表及び第3 - 6図に示す。

第3 - 5表 水平地震時の組合せ応力強さ

角度	X方向入力時 応力強さ (MPa) σ_x ()	Y方向入力時 応力強さ (MPa) σ_y ()	2方向入力時応力強さ(MPa)	
			組合せ係数法 σ_c ()	S R S S 法 σ_s ()
0 ° 方向	12.28	5.40	12.41	13.04
22.5 ° 方向	11.47	6.03	13.64	13.04
45 ° 方向	9.22	9.22	12.91	13.04
67.5 ° 方向	6.03	11.47	13.64	13.04
90 ° 方向	5.40	12.28	12.41	13.04



第3 - 6図 水平地震時組合せ応力強さ分布図

組合せ応力強さは、S R S S 法では全方向において一定であるのに対して、組合せ係数法では24.75°及び65.25°にピークを持つ分布となった。組合せ応力強さは0°、45°及び90°付近ではS R S S 法のほうが組合せ係数法に比べ大きな値となるのに対して、組合せ係数法がピークを持つ24.75°及び65.25°付近ではS R S S 法を約5%上回る結果となった。

水平2方向入力時のS R S S 法による組合せ最大応力強さは、第3 - 6表に示すとおり水平1方向入力時の最大応力強さに対して6%上回る程度であり、水平2方向による影響は軽微といえる。

一方、水平2方向入力時の組合せ係数法による組合せ最大応力強さについては、水平1方向入力時の最大応力強さに対して11%上回る結果となった。これは水平2方向入力時の影響軽微と判断する基準(応力の増分が1割)を超えているが、本検討においては水平地震力のみを考慮しており、実際の耐震評価においては水平地震力以外に自重、内圧及び鉛直地震力等を考慮して評価を実施することから、水平2方向を考慮した際の応力強さの増分は小さくなる。このため、水平2方向による影響は軽微であると考えられる。

第3 - 6表 水平地震時の最大組合せ応力強さ及び水平2方向による影響

		最大組合せ応力強さ (MPa)	水平2方向 / 水平1方向 最大応力強さ比
水平1方向入力		12.28	1.00
水平2方向 入力	S R S S 法	13.05	1.06
	組合せ係数法	13.67	1.11

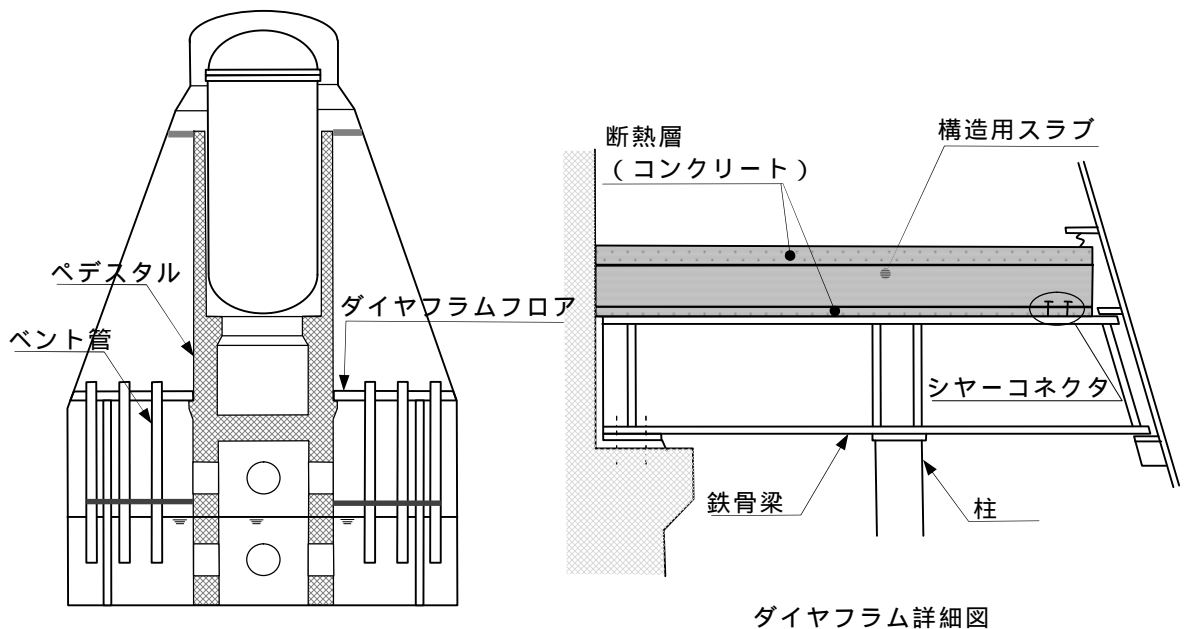
4. 水平 2 方向同時加振の影響評価について（ダイヤフラムフロア）

4.1 はじめに

本項は、ダイヤフラムフロアに対する水平 2 方向同時加振の影響についてまとめたものである。

4.2 ダイヤフラムフロアの構造

ダイヤフラムフロアは、格納容器をドライウェルとサプレッションチェンバとを隔離する構造物であり、上部及び下部に断熱層を持った鉄筋コンクリート製の構造用スラブで構成されている。垂直方向の荷重は、鉄筋コンクリート製スラブから鉄骨梁に伝えられ、その下部にあるペデスタル及び鉄骨の柱で支持されている。水平方向の荷重も同様に鉄骨梁から原子炉本体基礎及び格納容器周囲に設置されたシアラグを介して原子炉建屋に伝達される（第 4 - 1 図）。



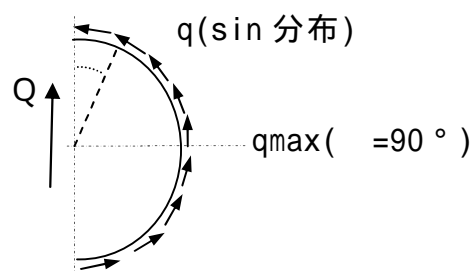
第 4 - 1 図 ダイヤフラムフロアの構造

4.3 水平 2 方向同時加振の影響

構造用スラブ及び鉄骨梁は，水平方向に広がりを持つことから，作用する荷重は鉛直方向の荷重が支配的であり，水平 2 方向の地震に対して影響は軽微である。また，同様に構造用スラブ及び鉄骨梁を支持する柱についても，各構造物からの鉛直方向の荷重を受ける構造であるため，水平 2 方向の地震に対する影響はない。

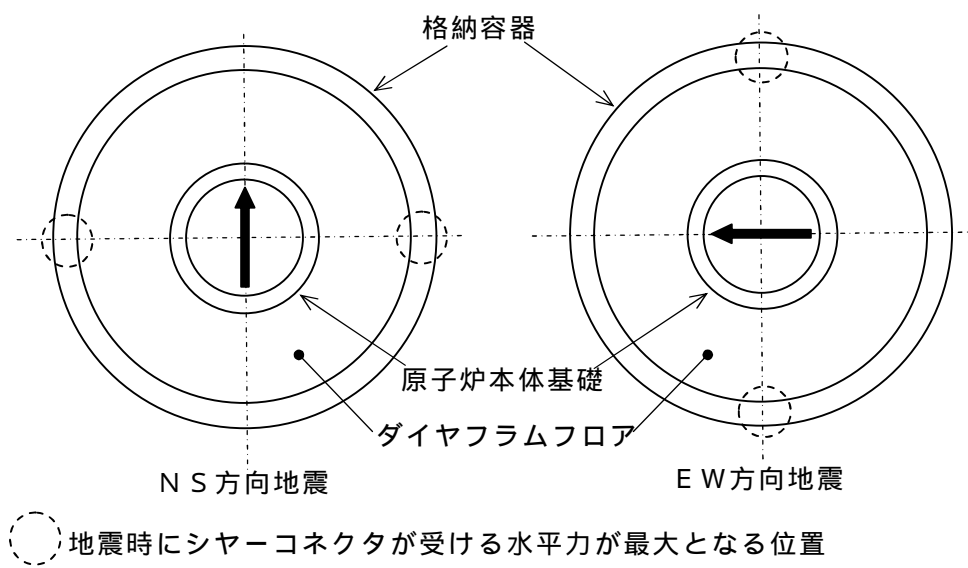
水平地震力を構造用スラブから鉄骨梁に伝達するシヤーコネクタに対する水平 2 方向の地震の影響について整理する。地震時にダイヤフラムフロア全体に加わる水平力 Q とした場合，シヤーコネクタが設置されているダイヤフラムフロア端部に加わる水平力 q は，第 4 - 2 図に示すとおり \sin 分布として与えられるため，地震方向との角度 が 90° の位置で最大となることから，NS，EW 方向 で最大となる地震力の位置は異なる(第 4 - 3 図)。

さらに，水平 2 方向同時加振時の水平力は，第 4 - 4 図に示すとおり水平 1 方向加振時の最大の水平力と比較し S R S S 法を用いた場合は同値，組合せ係数法を用いた場合は最大で約 1.08 倍の値となるため，水平 2 方向同時加振の影響は軽微である。

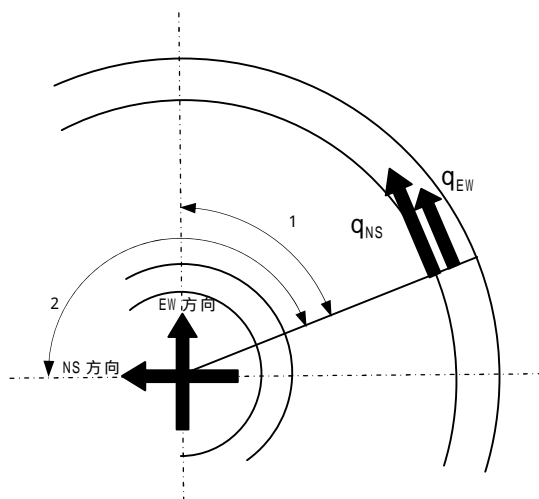


Q : 地震時にダイヤフラムフロア全体が受ける水平力
 q : ダイヤフラム端部に作用する水平力

第 4 - 2 図 ダイヤフラムフロア端部における水平力の分布



第 4 - 3 図 シヤーコネクタに与える水平 2 方向地震組合せの影響



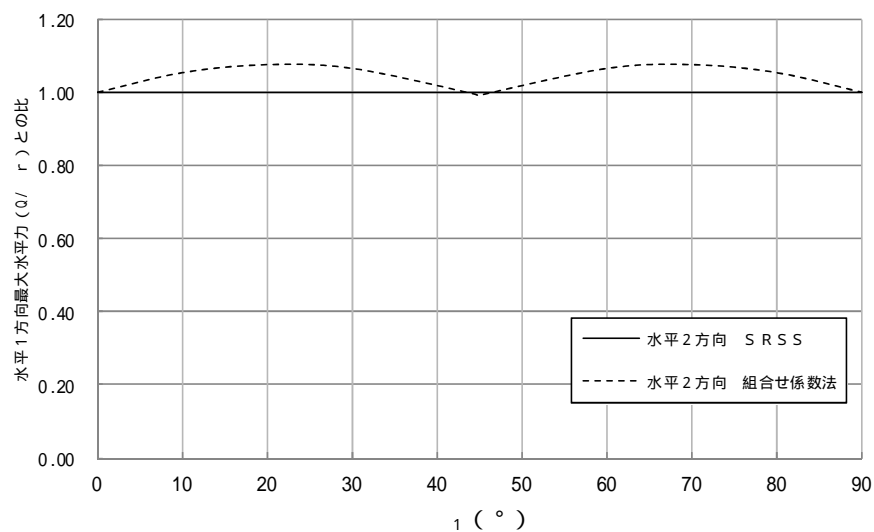
$$\begin{aligned} \text{NS 加振時水平力: } q_{NS} &= Q / r \times \sin \alpha_1 \\ \text{EW 加振時水平力: } q_{EW} &= Q / r \times \sin \alpha_2 \\ &= Q / r \times \sin(\alpha_1 / 2 + \alpha_1) \\ &= Q / r \times \cos \alpha_1 \end{aligned}$$

< 組合せ係数法を用いた2方向入力時水平力 >

$$\begin{aligned} q &= \max(q_{NS} + 0.4 \times q_{EW}, 0.4 \times q_{NS} + q_{EW}) \\ &= Q / r \times \max(\sin \alpha_1 + 0.4 \times \cos \alpha_1, 0.4 \times \sin \alpha_1 + \cos \alpha_1) \end{aligned}$$

< S R S S 法を用いた2方向入力時水平力 >

$$\begin{aligned} q &= \sqrt{(q_{NS}^2 + q_{EW}^2)} \\ &= \sqrt{((Q / r \times \sin \alpha_1)^2 + (Q / r \times \cos \alpha_1)^2)} \\ &= Q / r \end{aligned}$$



第4 - 4図 水平2方向同時加振時の水平力分布について

5 水平2方向同時加振の影響評価について（燃料取替機）

5.1 はじめに

本項は、燃料取替機（以下「F H M」という。）に対する水平2方向同時加振の影響についてまとめたものである。

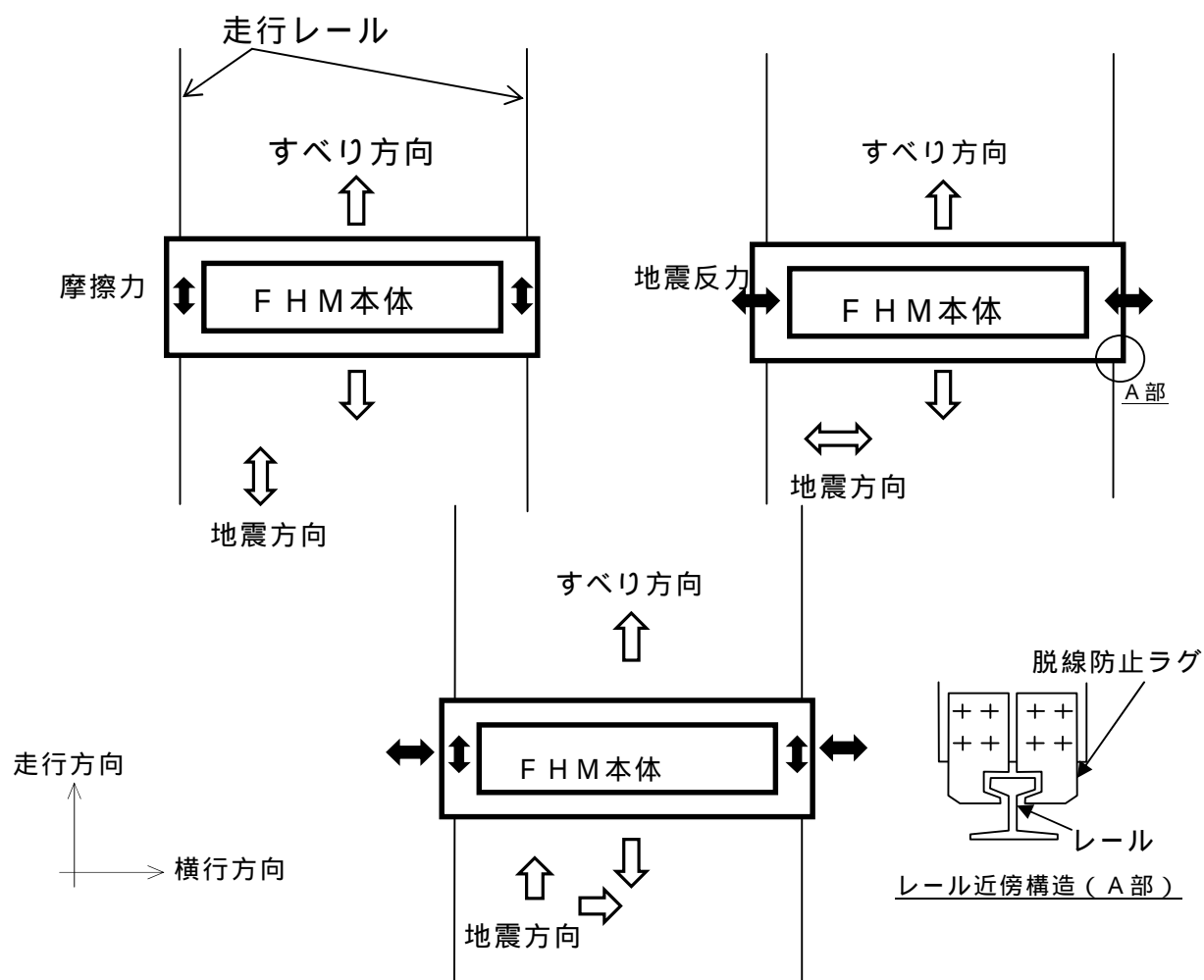
5.2 現行評価の手法

燃料取替機の負担する水平地震荷重の概念図を第5 - 1図に示す。

F H Mはレール上を車輪で移動する構造であるため、基本的には建屋との固定はないが、地震時に横行方向（走行レールに対し直角方向）にすべりが生じた場合は、レールに沿って取り付けられている脱線防止ラグがレールの側面と接触し、F H Mのすべりを制限する構造となっている。つまり、ラグとレールが接触し、F H Mが横行方向に建屋と固定された体系では、地震入力がF H M本体へそのまま伝達されることが想定される。

一方、走行方向（走行レールの長手方向）については、F H Mの車輪とレールの接触面(踏面)を介してF H M本体へと荷重が伝達される構造であり、その荷重は摩擦力により制限されるため、地震入力により生じる荷重は軽微（F H M本体への影響は軽微）と考えられる。

上記により、F H M本体の耐震評価では横行方向に対する地震応答が支配的であり、走行方向に対しては比較的軽微であると考えられるため、水平2方向同時加振の考慮として、耐震性評価で走行方向の地震応答を追加で組み合わせたとしても、従来評価の応答結果への影響は小さいと考えられる。



第 5 - 1 図 燃料取替機の負担する水平地震荷重

6. 水平 2 方向入力時の影響評価について（矩形配置されたボルト）

6.1 はじめに

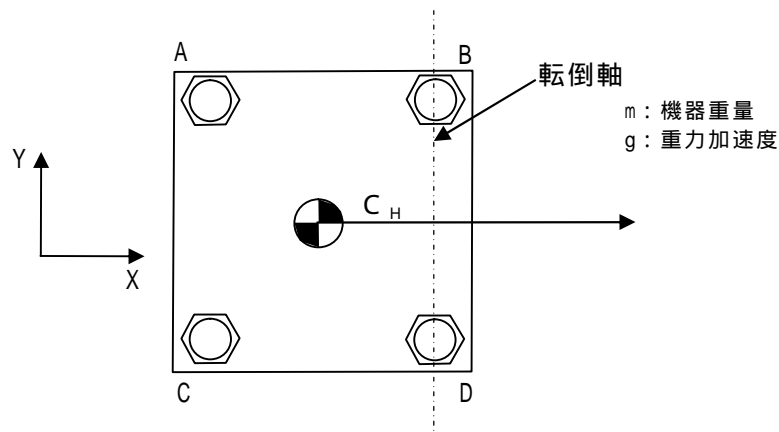
本項は，水平 2 方向に地震力が作用した場合の矩形配置されたボルトに対する影響検討結果をまとめたものである。強軸・弱軸が明確なものについては，弱軸方向に応答し水平 2 方向地震力による影響が軽微であるため，機器の形状を正方形として検討を行った。

6.2 引張応力への影響

水平 1 方向に地震力が作用する場合と水平 2 方向に地震力が作用する場合のボルトへの引張力の違いを考察する。なお，簡単のため機器の振動による影響は考えないこととする。

(1) 水平 1 方向に地震力が作用する場合

第 6 - 1 図のように X 方向に震度 C_H が与えられる場合を考慮する。



第 6 - 1 図 水平 1 方向の地震力による応答（概要）

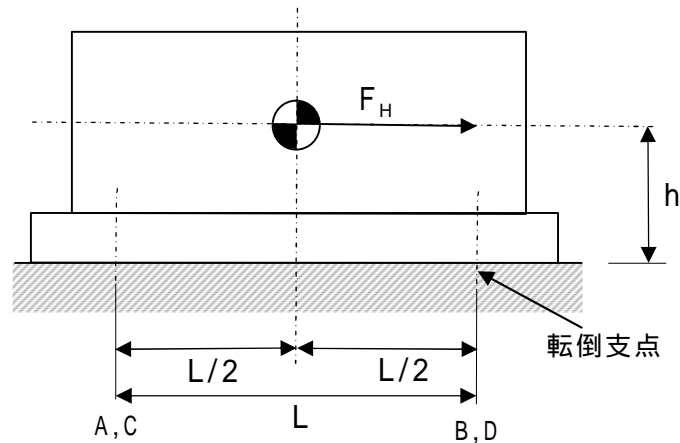
この場合，対象としている系の重心に作用する水平方向の力 F_H は，

$$F_H = mg C_H$$

と表せ， F_H によるボルト B とボルト D の中心を結んだ軸を中心に転倒

モーメントを生じる。この転倒モーメントはボルト A , C により負担される。

このとき，系の重心に生じる力は，第 6 - 2 図に示すとおりである。



第 6 - 2 図 水平 1 方向の地震力による力

第 6 - 2 図より，水平方向地震動による引張力は

$$F_b = \frac{1}{L} (mg C_H h)$$

である。

ボルトに発生する引張応力 σ_b は全引張力を断面積 A_b のボルト n_f 本で受けると考え，

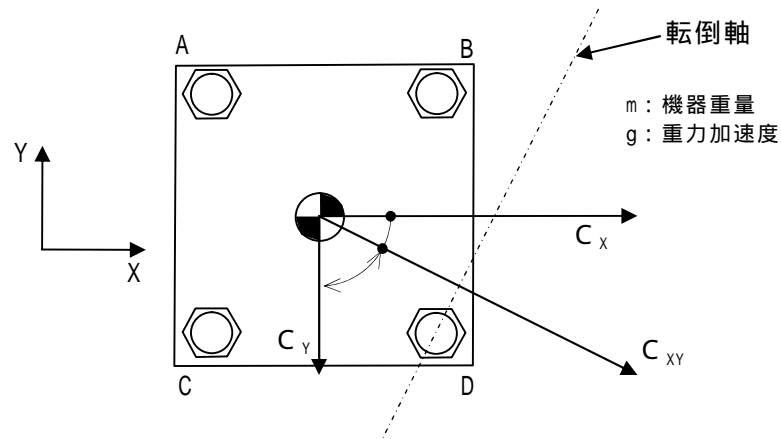
$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

となる。

(2) 水平 2 方向に地震力が作用する場合

第 6 - 3 図のように X 方向と Y 方向にそれぞれ震度 C_x , C_y が作用する場合を考慮する。なお，本検討においては，X 方向と Y 方向に同時に最大

震度が発生する可能性は低いと考え X 方向の震度と Y 方向の震度を 1:0.4
 $(0.4 C_X = C_Y)$ と仮定する。



第 6 - 3 図 水平 2 方向の地震力による応答（概要）

この時 $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{4}{10}\right)$ であることから，水平方向の震度 C_{XY} は

$$\begin{aligned} C_{XY} &= C_X \cos \theta + C_Y \sin \theta \\ &= \frac{5}{\sqrt{29}} C_X + 0.4 \times \frac{2}{\sqrt{29}} C_Y \\ &= \frac{5.8}{\sqrt{29}} C_X \end{aligned}$$

と表される。この時，対象としている系の重心に作用する水平方向の力 F_H は，

$$F_H = mg C_{XY} = mg \frac{5.8}{\sqrt{29}} C_X$$

となる。この F_H により，転倒軸を中心に転倒モーメントが生じ，ボルト A, B, C により負担される。

水平 2 方向の地震力を受け対角方向に応答する場合，各ボルトにかかる引

張力を F_A, F_B, F_C とし，第 6 - 4 図に示すようにボルト D の中心を通る直線を転倒軸とすると，

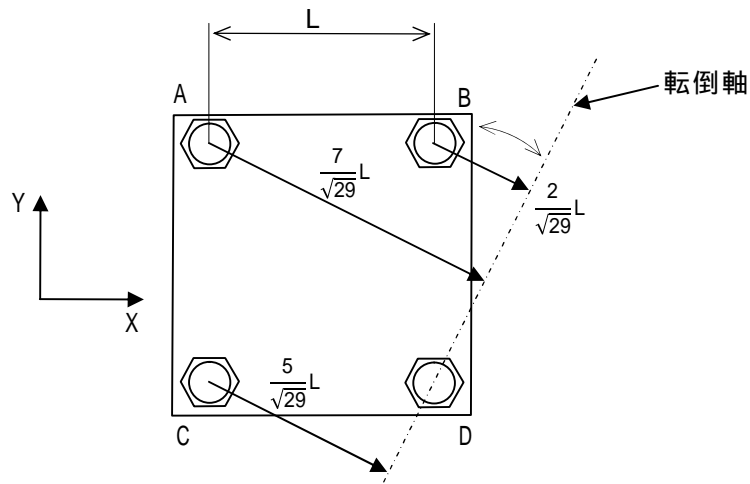
転倒軸からの距離により，

$$F_A : F_B : F_C = 7 : 2 : 5$$

であり，転倒軸周りのボルトの軸力により発生するモーメント M は，

$$\begin{aligned} M &= \frac{7}{\sqrt{29}} L F_A + \frac{2}{\sqrt{29}} L F_B + \frac{5}{\sqrt{29}} L F_C \\ &= \frac{7}{\sqrt{29}} L \times F_A + \frac{2}{\sqrt{29}} L \times \frac{2}{7} F_A + \frac{5}{\sqrt{29}} L \times \frac{5}{7} F_A \\ &= \frac{78}{7\sqrt{29}} L F_A \end{aligned}$$

である。



第 6 - 4 図 対角方向に応答する場合の転倒軸から距離

転倒しない場合，転倒軸周りのボルトの軸力により発生するモーメント M と水平方向地震力モーメントが釣り合っているので，

$$mg C_{XY} h = \frac{78}{7\sqrt{29}} L F_A$$

であり，引張力 F_A は以下のとおりとなる。

$$F_A = \frac{7\sqrt{29}}{78L} (mg C_{XY} h)$$

以上より，最も発生応力の大きいボルト A に発生する応力 σ_b は

$$\sigma_b = \frac{F_A}{A_b} = \frac{7\sqrt{29}}{78A_b L} (mg C_{XY} h)$$

であり，水平 1 方向地震動を考慮した場合のボルトにかかる応力 σ_b

$$\sigma_b = \frac{F_b}{2A_b} = \frac{1}{2A_b L} (mg C_H L)$$

に対して，震度 $C_{XY} = \frac{5.8}{\sqrt{29}} C_H$ であることから

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{7\sqrt{29}}{39 \times 2A_b L} (mg C_{XY} h) \\ &= \frac{7\sqrt{29}}{39 \times 2A_b L} \times \frac{5.8}{\sqrt{29}} (mg C_H h) \\ &= \frac{40.6}{39} \sigma_b \\ &= 1.04 \sigma_b \end{aligned}$$

となる。したがって，水平 2 方向入力時を考慮した場合，ボルトに発生する引張応力は増加するが，その影響は軽微である。

6.3 セン断応力への影響

せん断力は全基礎ボルト断面で負担するため，全ボルトに対するせん断力 F_b は，

$$F_b = F_H$$

であり，せん断応力 σ_b は断面積 A_b のボルト本数 n でせん断力 P_b を受けるため，

$$\sigma_b = \frac{P_b}{nA_b}$$

となる。

水平 1 方向の地震力を考慮した場合のせん断力 P_b 及び水平 2 方向の地震力を考慮した場合のせん断力 P'_b はそれぞれ，

$$P_b = mg C_x$$

$$P'_b = mg \frac{5.8}{\sqrt{29}} C_x = 1.08mg C_x$$

$$= 1.08 P_b$$

となる。水平 1 方向及び水平 2 方向地震時に断面積 A_b 及びボルト全本数 n は変わらないため，水平 2 方向地震を考慮した場合，ボルトに発生するせん断応力は増加するが，その影響は軽微である。

7. 水平 2 方向同時加振の影響について（電気盤）

7.1 はじめに

本資料は、電気盤に取り付けられている器具に対する水平 2 方向入力の影響をまとめたものである。

7.2 水平 2 方向加振の影響について

電気盤に取り付けられている器具については、1 次元的な接点の ON - OFF に関わる比較的単純な構造をしている。加えて、基本的にはすべて梁、扉等の強度部材に強固に固定されているため、器具の非線形応答もなく、水平 2 方向の加振に対しては独立に扱うことで問題ないものとする。さらに器具の誤動作モードは、水平 1 方向を起因としたモードであるため、水平 2 方向加振による影響は軽微であるとする。

なお、念のために既往研究等において、電気盤の器具取付位置の応答加速度に対し、器具の確認済加速度が十分に高いことも確認している。

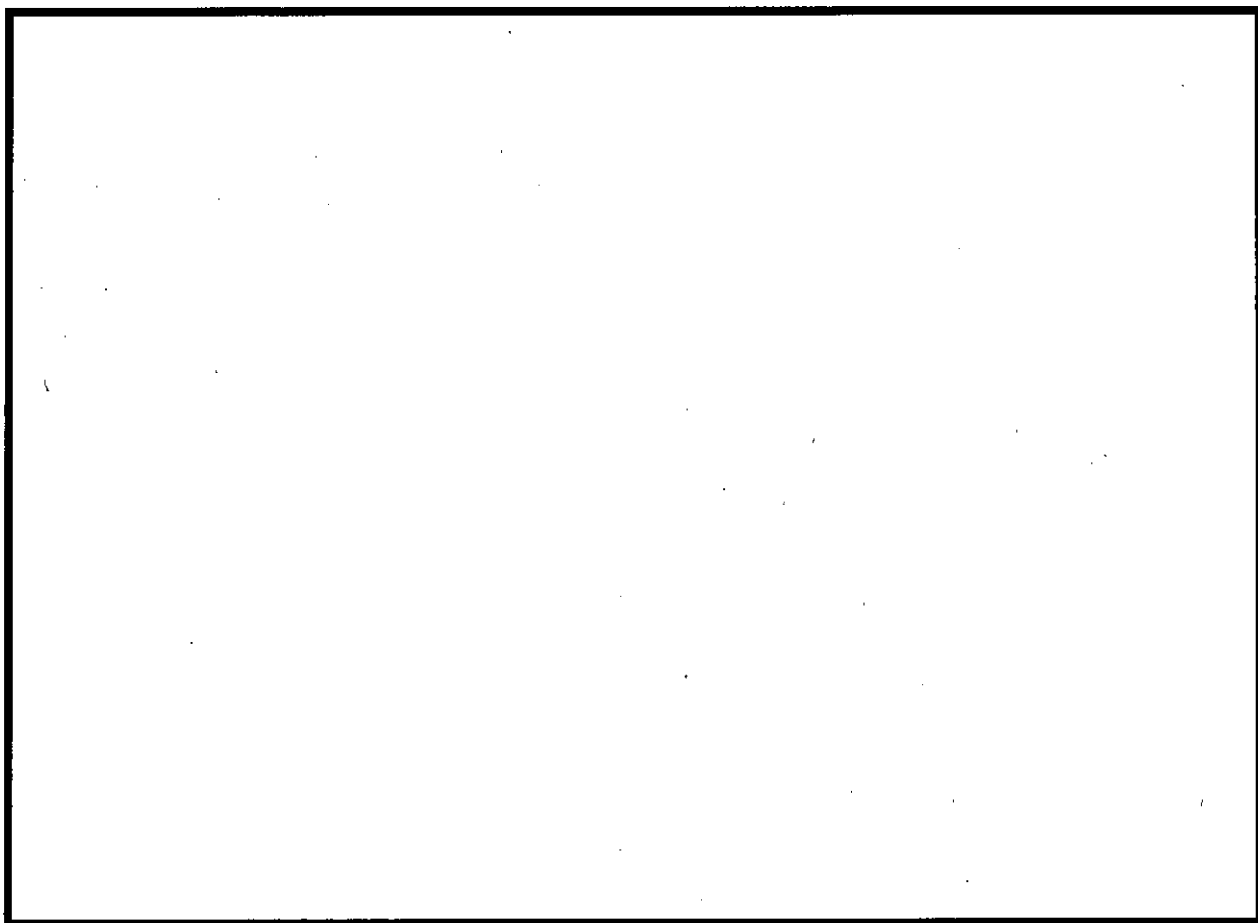
次頁より、メタクラ取付器具を代表とし、器具の構造から検討した結果をまとめる。

7.2.1 補助リレー

(1) 構造，作動機構の概要

第 7 - 1 図に補助リレーの構造及び作動機構を示す。補助リレーはコイルに通電されることにより生じる電磁力でアマチュア部を動作させ、接点の開閉を行うものである。

補助リレーのうち、固定鉄心、固定接点（A、B 接点）はいずれも強固に固定されており、可動鉄心は左右方向にのみ動くことのできる構造となっている。



第 7-1 図 補助リレー構造図

(2) 水平 2 方向地震力に対する影響検討

補助リレーの誤動作モードとして以下が考えられる。

- ・地震力で可動鉄心が振動することにより、接点が誤接触、又は誤開放（左右方向）

ただし、補助リレーは取付部をボルト固定していること、また、器具の可動部は左右方向にのみ振動することから、誤動作にいたる事象に多次元的な影響はないと考えられる。

(3) 機能確認済加速度

参考として、発生加速度と補助リレーの既往試験における確認済加速度及び試験結果を第7-1表に示す。

第7-1表 補助リレーの発生加速度及び機能確認済加速度

方 向	前 後	左 右	上 下
発生加速度 (G)	0.97	0.97	0.84
確認済加速度 (G)			

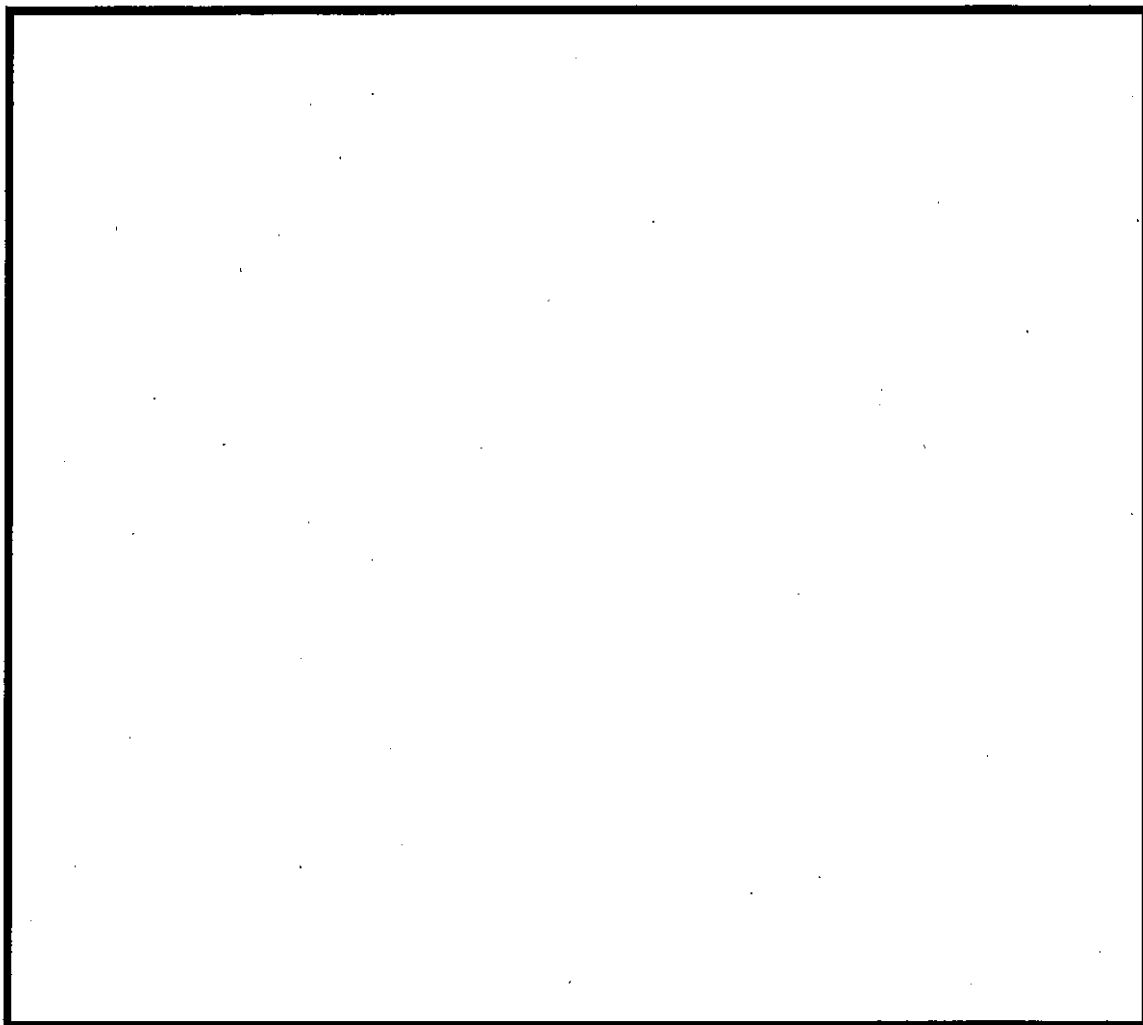
7.2.2 ノーヒューズブレーカ (MCCB)

(1) 構造、作動機構

第7-2図にMCCBの構造及び作動機構を示す。配線用遮断器には熱動電磁式と完全電磁式がある。下記に代表して熱動電磁式の動作原理と内部構造を示す。

熱動電磁式は、過電流が流れるとバイメタルが湾曲し、トリップ桿によりラッチの掛け合いが外れ、キャッチがバネにより回転し、リンクに連結された可動接点が作動し回路を遮断する。

また、短絡電流等の大電流が流れた場合は、固定鉄心の電磁力で可動鉄心が吸引されトリップ桿が作動し、以降は上述と同じ動作により回路を遮断する。



第 7-2 図 MCCB 構造図

(2) 水平 2 方向地震力に対する影響検討

MCCB の誤動作モードとして以下が考えられる。

- ・ ハンドルが逆方向へ動作する（上下方向）
- ・ 接点が乖離する（前後方向，左右方向）
- ・ ラッチが外れてトリップする（前後方向，上下方向）

上記より，MCCB の誤動作として 2 方向の振動の影響が考えられる。

ただし，ハンドルは 1 方向にしか振動できないこと，前後－左右の接点乖

離は各々独立であること（前後方向は接触－非接触，左右方向はずれによる）から，これらについては誤動作に至る事象に多次元的な影響はないものと考えられる。

ラッチ外れについては 2 軸の影響は無視できないと考えられるが，左右方向はラッチ外れに影響を与える誤動作モードではないため，水平 2 方向の影響はないものと考えられる。

(3) 機能確認済加速度

参考として，発生加速度と M C C B の既往試験における確認済加速度及び試験結果を第 7-2 表に示す。

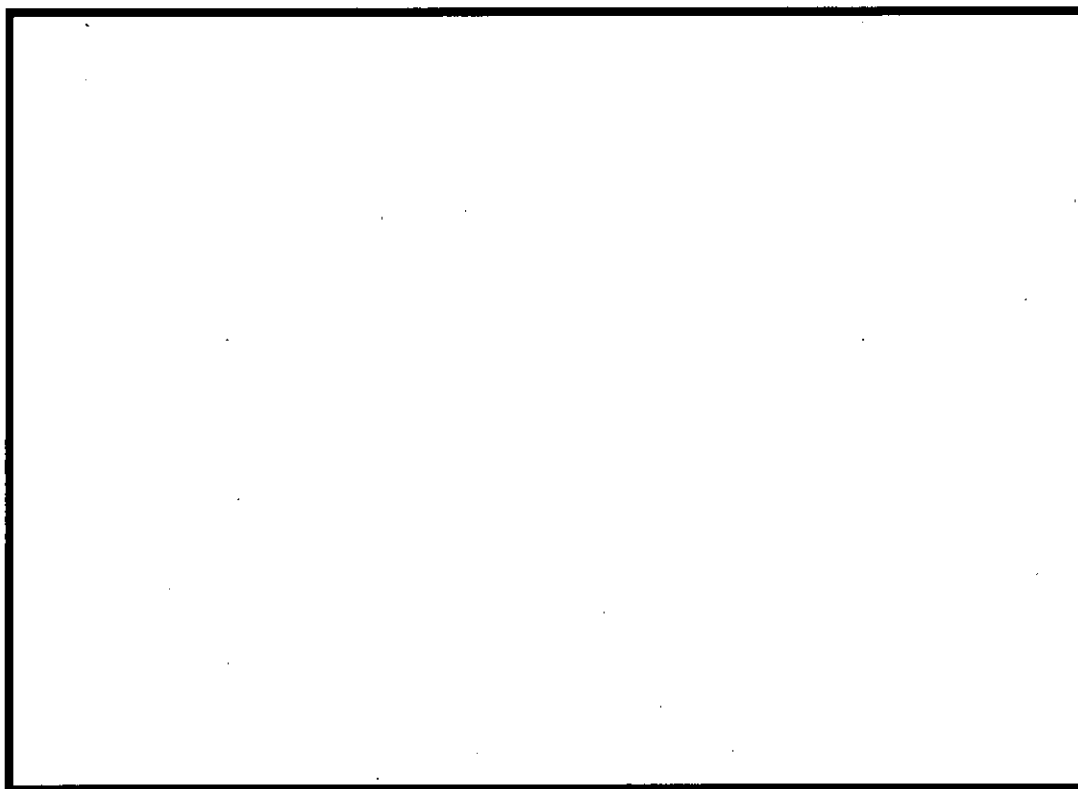
第 7-2 表 M C C B の発生加速度及び機能確認済加速度

方 向	前 後	左 右	上 下
発生加速度 (G)	0.97	0.97	0.84
確認済加速度 (G)			

7.2.3 過電流リレー（保護リレー）

(1) 構造，作動機構の概要

第 7-3 図に過電流リレー（保護リレー）の構造を示す。過電流リレーは，電流コイル 1 個を持つ電磁石が動作トルクを発生し，永久磁石の制動により限時特性を得る円板形リレーであり，タップ値以上の過電流が流れると接点が動作し，警報や遮断器引き外しを行う。なお，過電流リレーはボルトにて盤の扉面に強固に取り付けられている。



第7-3図 過電流リレー

(2) 水平2方向地震力に対する影響検討

過電流リレーの誤動作モードとして以下が考えられる。

- ・誘導円板が接触し、固渋する（上下方向）
- ・可動接点が振動し、接点の誤接触が生じる（前後、左右方向）

誘導円板の固渋については、昭和56年の日本機械学会講演論文集「誘導円板型リレーの地震時誤動作に関する研究」において、誘導円板が水平2方向入力により、回転し接点接触により、誤動作が生じることが報告されている。しかし、平成13年度に行われた電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究」において、水平2方向加振時に鉛直方向加振を加えた試験を実施しており、正弦波加振試験では誘導円板の回

転挙動が発生したが、地震波加振試験では誘導円板の回転挙動が発生しないことを確認している。したがって、地震波による水平 2 方向の影響はないものと考えられる。

(3) 機能確認済加速度

参考として、発生加速度と過電流リレーの既往試験における確認済加速度及び試験結果を第 7-3 表に示す。

第 7-3 表 過電流リレーの発生加速度及び機能確認済加速度

方 向	前 後	左 右	上 下
発生加速度 (G)	0.97	0.97	0.84
確認済加速度 (G)			

方向性を考慮していない水平方向地震動における模擬地震波の作成方針

1. はじめに

応答スペクトルに基づく地震動として策定された基準地震動 $S_s - D1$ (以下「 $S_s - D1$ 」という。)及び震源を特定せず策定する地震動として策定された基準地震動 $S_s - 31$ (以下「 $S_s - 31$ 」という。)については、水平方向の地震動に方向性を考慮していないことから、水平2方向及び鉛直方向地震力の同時入力による影響検討を行う場合、水平2方向のうち新たにもう1方向の模擬地震波を作成し入力する等の方法が考えられる。本資料では、水平2方向のうち新たにもう1方向の模擬地震波の作成方針を示すものである。

2. 模擬地震波の作成方針

応答スペクトルに基づく地震動及び震源を特定せず策定する地震動における模擬地震波の作成方針を示す。

(1) 応答スペクトルに基づく地震動における模擬地震波

応答スペクトルに基づく地震動として策定された基準地震動の模擬地震波については、全く同じ地震動が同時に水平2方向に入力されることは現実的に考えにくいことから、 $S_s - D1$ を作成した方法と同一の方法で、目標とする応答スペクトルに適合する位相の異なる模擬地震波を作成する。

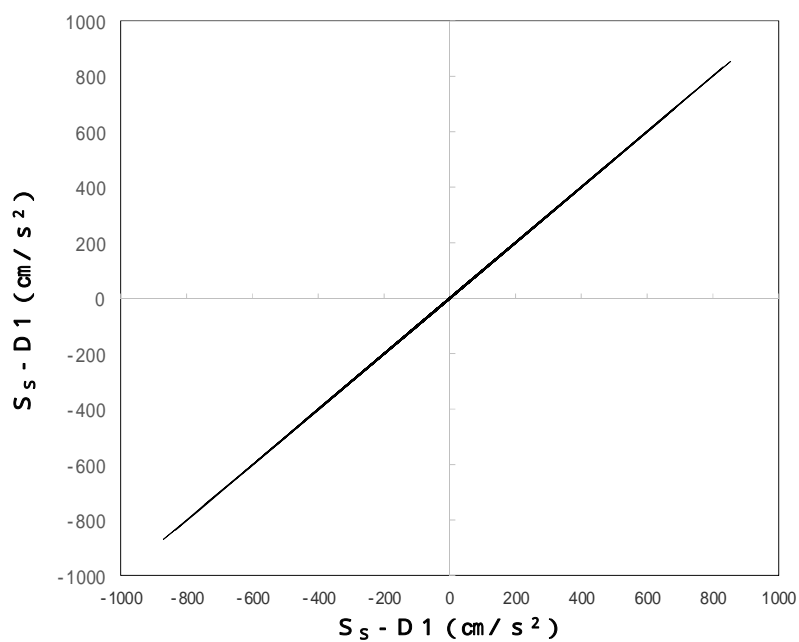
(2) 震源を特定せず策定する地震動における模擬地震波

$S_s - 31$ については、2004年北海道留萌支庁南部地震(以下「留萌地震」という。)の観測記録より策定された地震動である。水平方向の地震動は、EW方向の観測記録から推定される基盤相当位置の地震動に基づき敷地地盤の物性等を踏まえて作成されている。水平2方向の影響評価に用いる模擬地震波については、 $S_s - 31$ を作成した方法と同一の方法により、

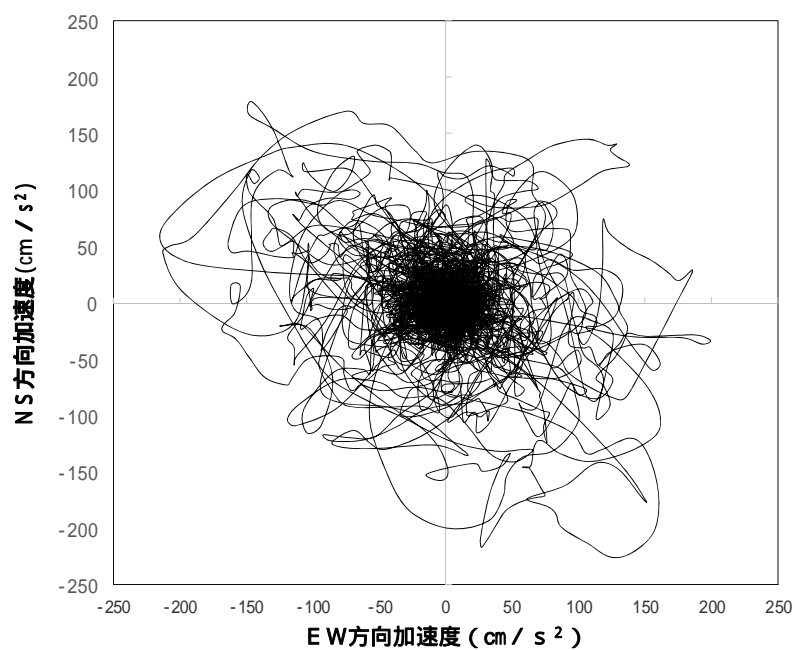
N S 方向の観測記録を用いて地震波を作成する。

同位相の模擬地震波を2方向に入力した場合の例として、 $S_s - D1$ を2方向に入力した場合のオービットを第1図に、位相の異なる地震波を2方向に入力した例として、東北地方太平洋沖地震における原子炉建屋での観測記録のオービットを第2図に示す。

第1図に示すように同位相の模擬地震波を入力した場合は、 45° 方向に直線的な軌跡を示すが、観測記録として得られた東北地方太平洋沖地震によるオービットは第2図に示すようにランダムな軌跡となる。模擬地震波の作成においては、第2図に示すような位相差によって生じるランダムな軌跡を示す模擬地震波を作成する。



第1図 $S_s - D 1$ を水平2方向に入力した場合のオービット
(同位相の模擬地震波を2方向入力した場合の傾向)



第2図 東北地方太平洋沖地震における原子炉建屋(EL.-4.0m)のオービット
(位相が異なる地震波を2方向入力した場合の傾向)

東海第二発電所

屋外重要土木構造物の耐震評価における
断面選定について
(耐震)

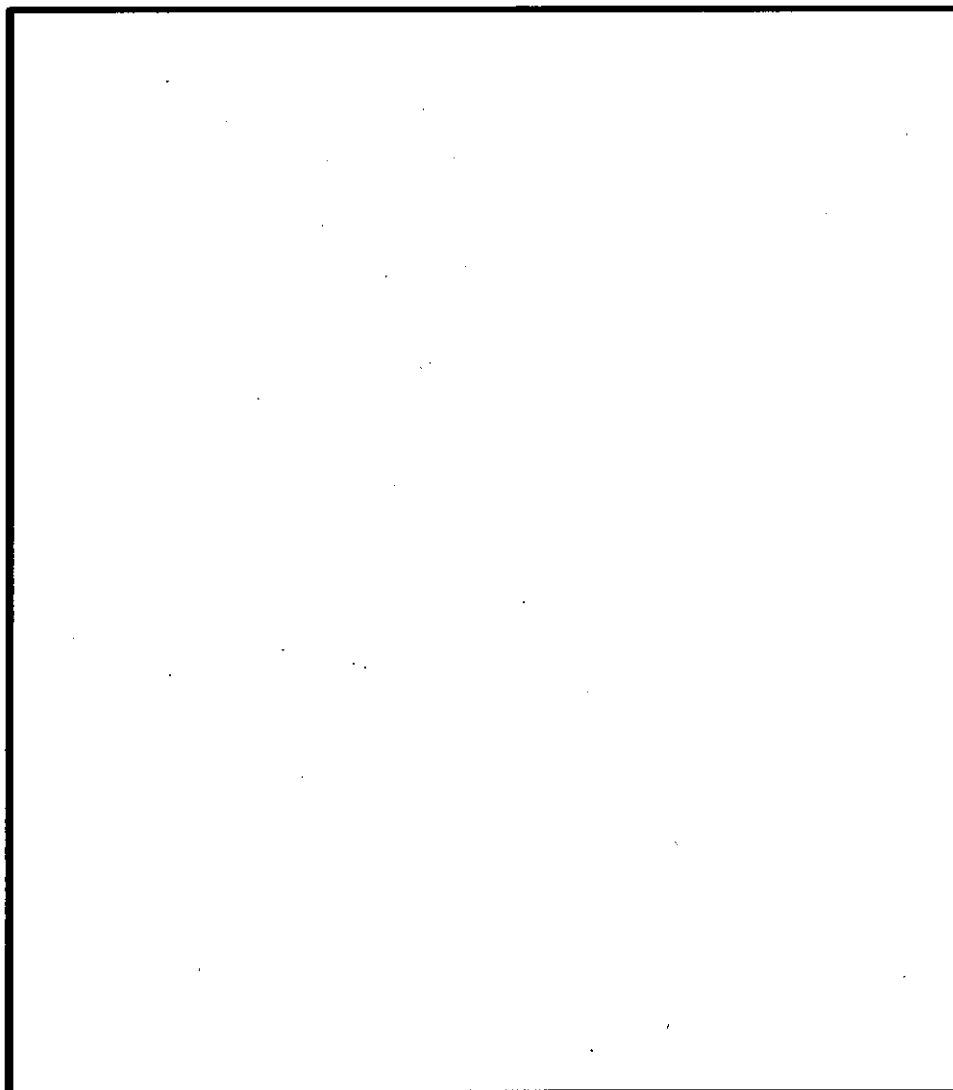
1. 屋外重要土木構造物の耐震評価における断面選定の考え方

1.1 方針

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。

東海第二発電所での対象構造物は、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）及び貯留堰である。各施設の平面配置図を第 8 - 1.1 - 1 図に示す。

なお、設計基準対応施設である軽油貯蔵タンク及び軽油移送配管等の間接支持構造物である常設代替高圧電源装置置場及び常設代替高圧電源装置用カールバートについては、「2. 重大事故等対処施設の土木構造物の耐震評価における断面選定の考え方」に示す。



第 8-1.1-1 図 平面配置図

1.2 取水構造物の断面選定の考え方

取水構造物の平面図を第 8 - 1.2 - 1 図に，縦断面図を第 8 - 1.2 - 2 図に，横断面図を第 8 - 1.2 - 3 図に示す。

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

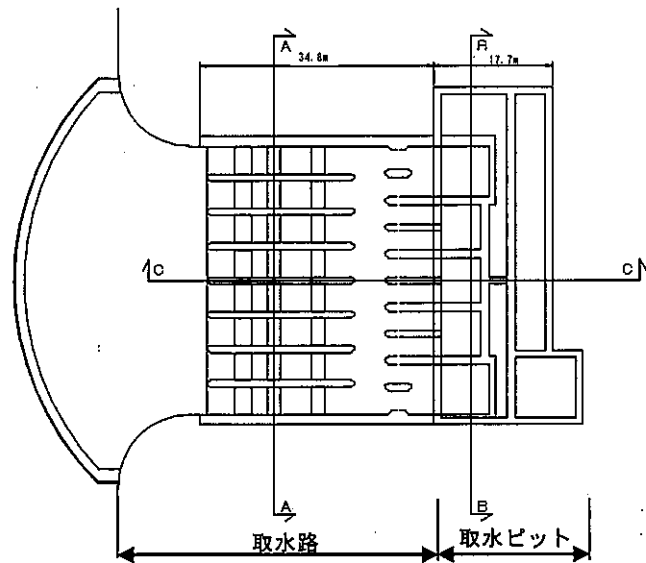
取水構造物の縦断方向（通水方向）は，加振方向と平行に配置される側壁又は隔壁を耐震設計上見込むことができるため，強軸方向となる。一方，横断方向（通水方向に対し直交する方向）は，通水機能を確保するため，加振方向と平行に配置される構造部材が少ないことから，弱軸方向となる。

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

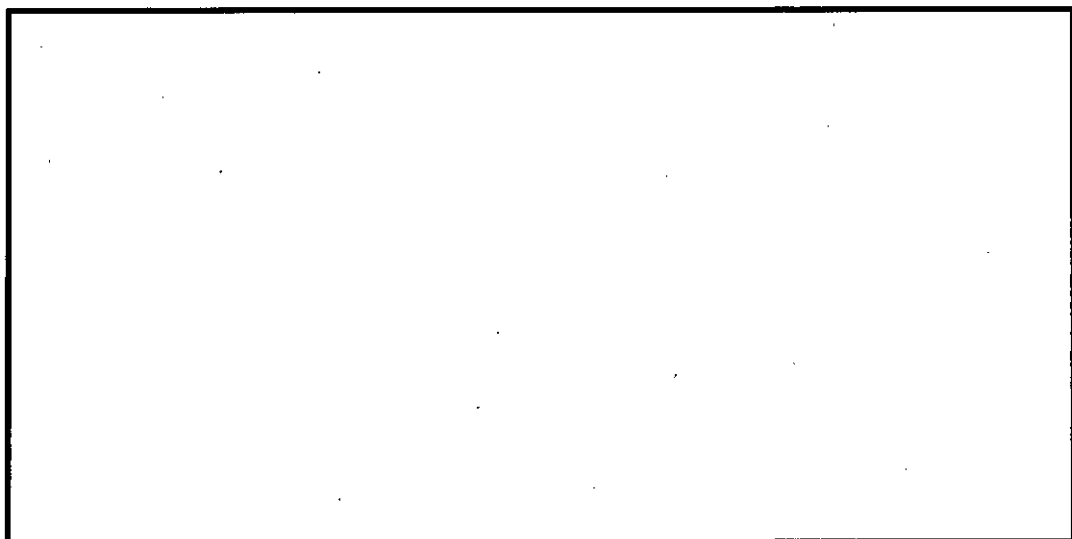
取水路である 8 連のボックスカルバート構造の区間においては，頂版には取水方向に概ね規則的に開口が存在する。このため，耐震評価は，同区間の取水方向全長で開口を含めた平均的な剛性及び上載荷重を考慮し，基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。

また，取水ピットである 5 連のボックスカルバート形状の区間においては，循環水ポンプ，残留熱除去系海水ポンプ等の非常用ポンプなどの重量物が設置される。このため，耐震評価は，これらのポンプ等が設置される取水方向の区間長で開口を含めた平均的な剛性及び上載荷重を考慮し，基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。

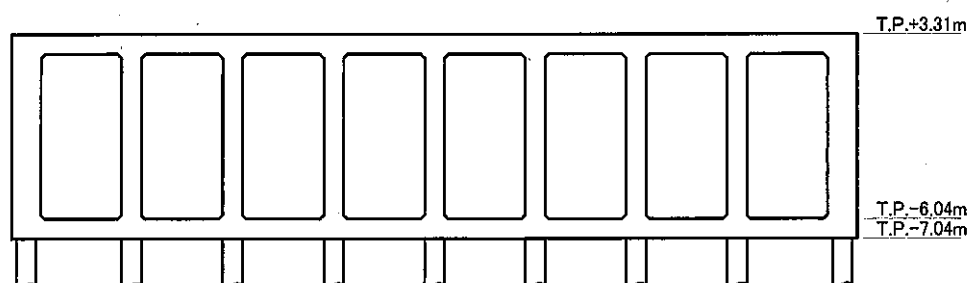
取水構造物の検討断面では，地下水位以下に，液状化検討対象層が分布することから，有効応力解析により液状化の可能性を検討し，耐震評価を実施する。



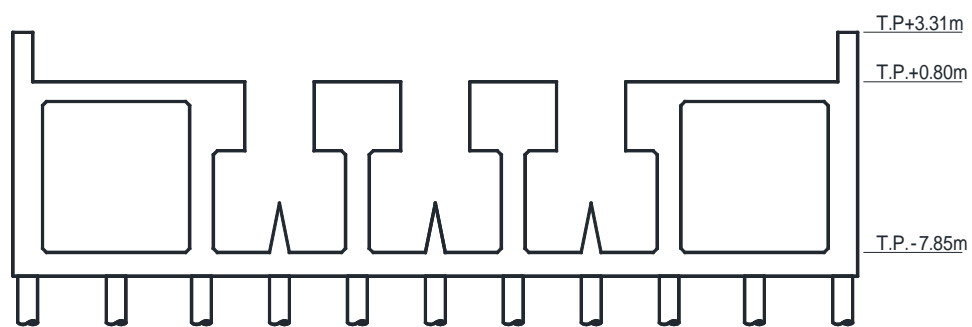
第 8-1.2-1 図 取水構造物 平面図



第 8-1.2-2 図 取水構造物 縦断面図 (C-C 断面)



第 8-1.2-3 (1) 図 取水構造物 横断面図 (A-A 断面：取水路)



第 8 - 1.2 - 3 (2) 図 取水構造物 横断面図 (B - B 断面 : 取水ピット)

1.3 屋外二重管の断面選定の考え方

屋外二重管の平面図を第 8 - 1.3 - 1 図に，縦断面図を第 8 - 1.3 - 2 図に，横断面図を第 8 - 1.3 - 3 図に示す。

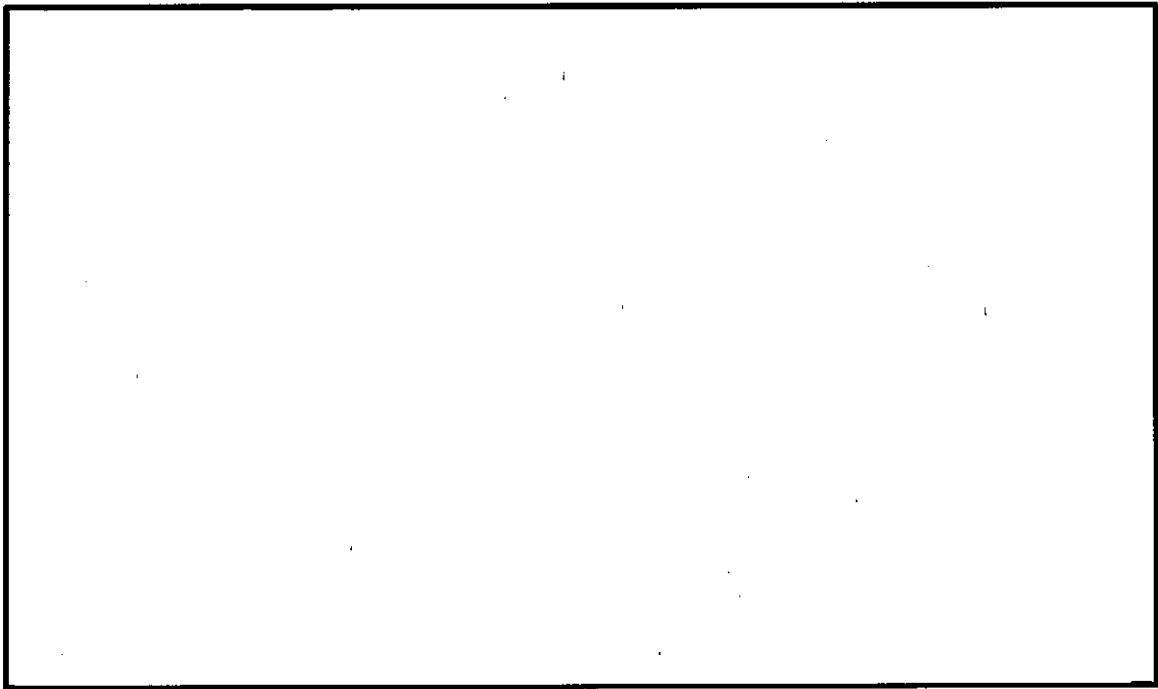
屋外二重管は，延長約 215m の鋼管の地中構造物であり，内径 2.0m 及び 1.8m の 2 本があり，取水構造物から原子炉建屋まで平行に，十分な支持性能を有する地盤に直接設置される。屋外二重管は，原地盤を掘削し設置されており，下方地盤は広範囲において改良されている。

屋外二重管は，可撓管の設置スパンが長い線状構造物であるため，管路全ての範囲を評価対象とする。また，カルバート構造物と同様に配管方向に対して一様の断面形状を示すことから，横断方向（管周方向）が弱軸方向と判断されるが，一般的な埋設管路（一様な埋戻土内に埋設された鋼製管路）の設計では管軸方向を弱軸として設計されることを考慮し，可撓管の設置スパンが長い区間について，管軸方向の発生応力を考慮した評価を行う。また，その他の区間については，管軸方向の延長が短く，管軸方向の発生応力はほとんど無視できることから，管周方向の発生応力を用いて評価を行う。

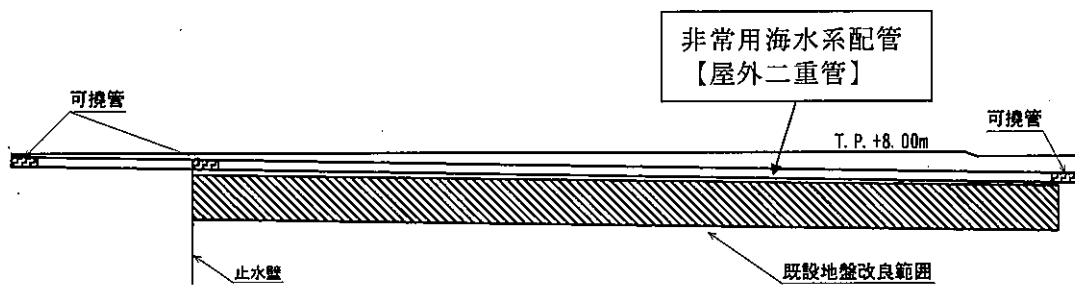
耐震評価では，構造物の構造的特徴や地盤条件等を考慮した上で断面を選定し，基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。

屋外二重管の設置場所の地質分布等に基づき，管軸方向に直交する代表的な断面を複数選定し，管軸直交方向の断面に対する基準地震動 S_s による応答を求めると共に，管軸方向の基準地震動 S_s による応答を求め，両者を考慮して，屋外二重管に発生する応力から耐震評価を実施する。

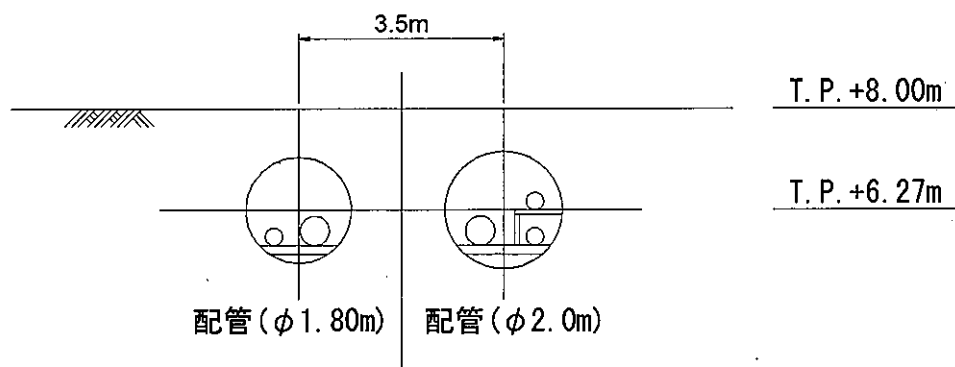
屋外二重管の検討断面では，地下水位以下に，液状化検討対象層が分布することから，有効応力解析により液状化の可能性を検討し，耐震評価を実施する。



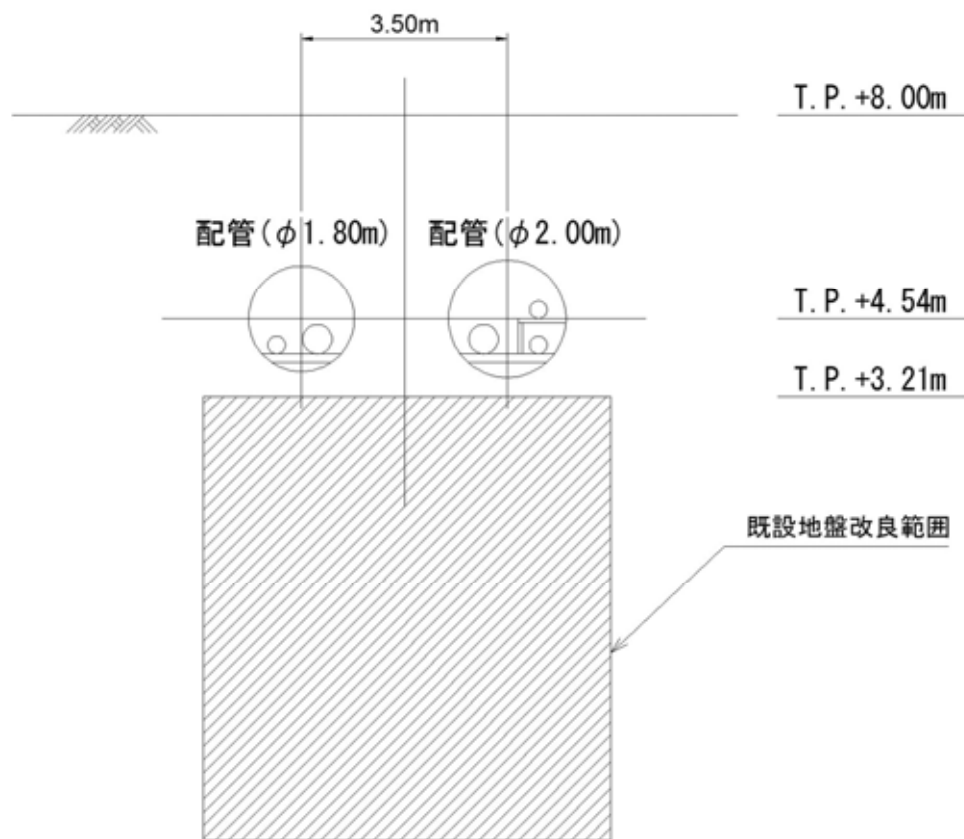
第 8-1.3-1 図 屋外二重管 平面図



第 8-1.3-2 図 屋外二重管 縦断面図 (C-C 断面)



第 8-1.3-3 図 (1) 屋外二重管 横断面図 (A-A 断面)



第 8 - 1.3 - 3 図 (2) 屋外二重管 横断面図 (B - B 断面)

1.4 貯留堰の断面選定の考え方

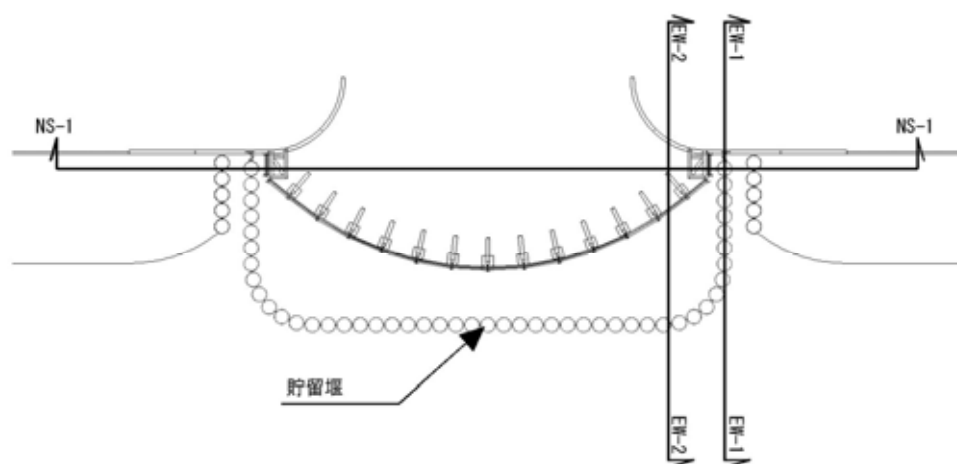
貯留堰の平面図を第 8 - 1.4 - 1 図に，断面図を第 8 - 1.4 - 2 図に示す。

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

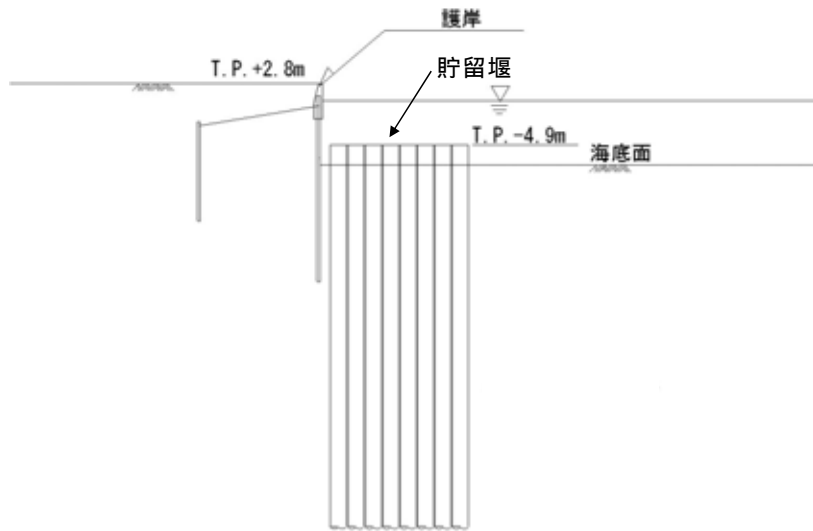
貯留堰の縦断方向（軸方向）は，加振方向に隣接する鋼管矢板を耐震設計上見込むことができるため，強軸方向となる。一方，横断方向（軸方向に対して直交する方向）は，加振方向に隣接する鋼管矢板がないことから，弱軸方向となる。

耐震評価では，構造物の構造的特徴や周辺の地盤条件も考慮して，構造の安全性に支配的な弱軸方向の断面について，耐震安全上厳しくなる断面を選定し，基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。

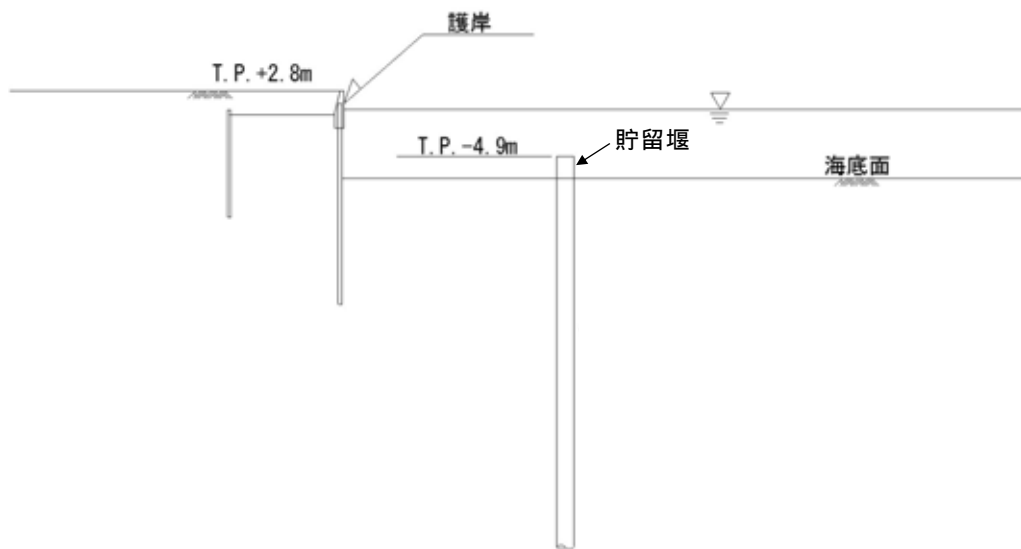
貯留堰の検討断面では，地下水位以下に，液状化検討対象層が分布することから，有効応力解析により液状化の可能性を検討し，耐震評価を実施する。



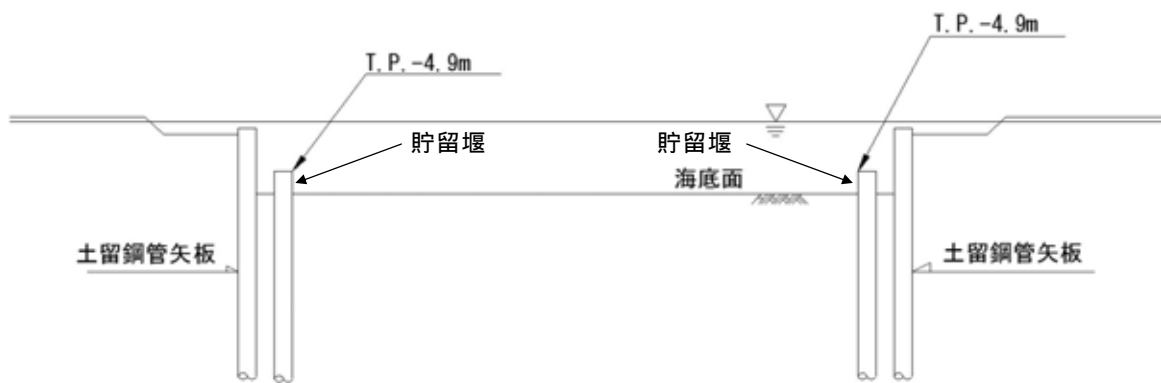
第 8 - 1.4 - 1 図 貯留堰 平面図



第 8 - 1.4 - 2 (1) 図 貯留堰 断面図 (EW - 1 断面)



第 8 - 1.4 - 2 (2) 図 貯留堰 断面図 (EW - 2 断面)



第 8 - 1.4 - 2 (3) 図 貯留堰 断面図 (NS - 1 断面)

1.5 防潮堤の断面選定の考え方

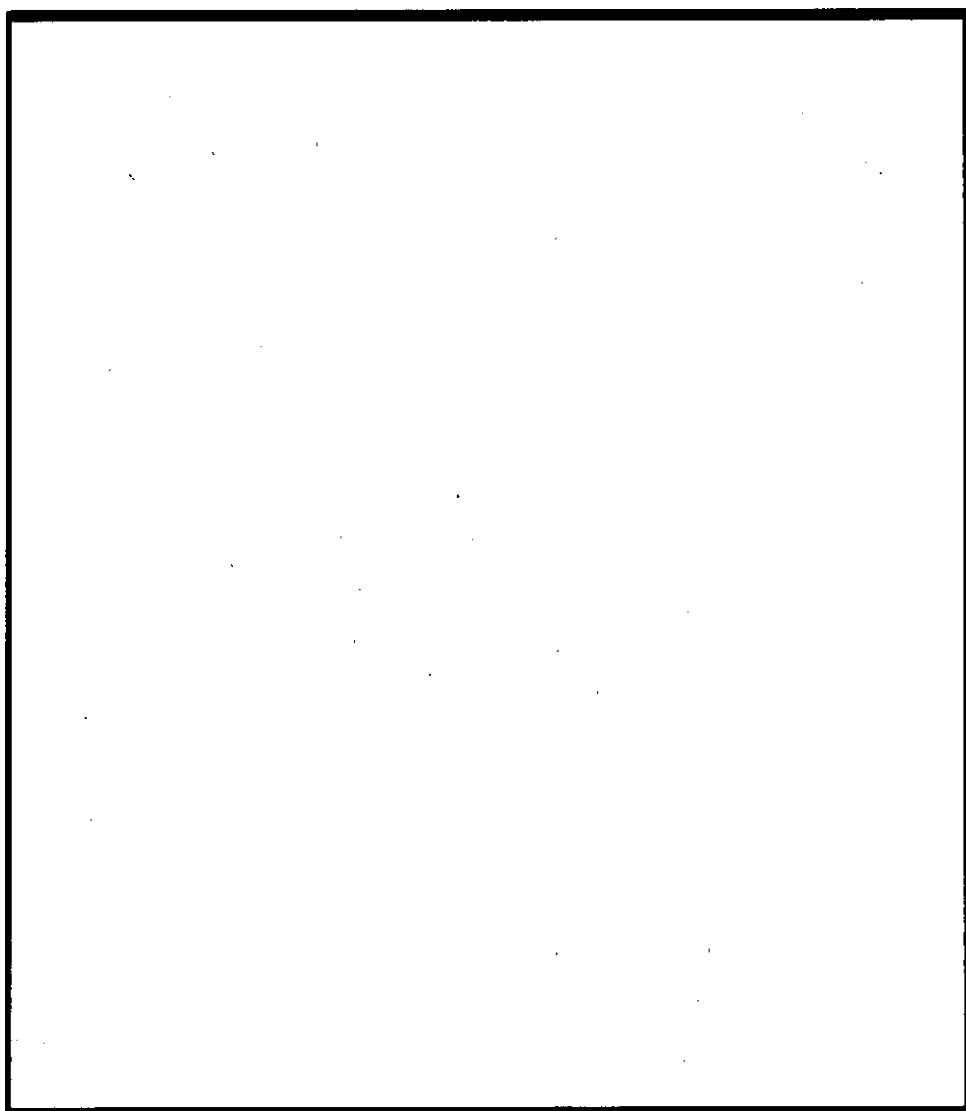
【追而】

2. 重大事故等対処施設の土木構造物の耐震評価における断面選定の考え方

2.1 方針

耐震重要重大事故防止設備又は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並びに重大事故時における海水の通水構造物の土木構造物の評価対象断面については、構造物の配置や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。

東海第二発電所での対象構造物は、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、緊急用海水取水管、S A用海水ピット、海水引込み管、S A用海水ピット取水塔、緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎がある。各施設の平面配置図を第8 - 2.1 - 1 図に示す。



第 8-2.1-1 図 平面配置図

2.2 常設代替高圧電源装置置場の断面選定の考え方

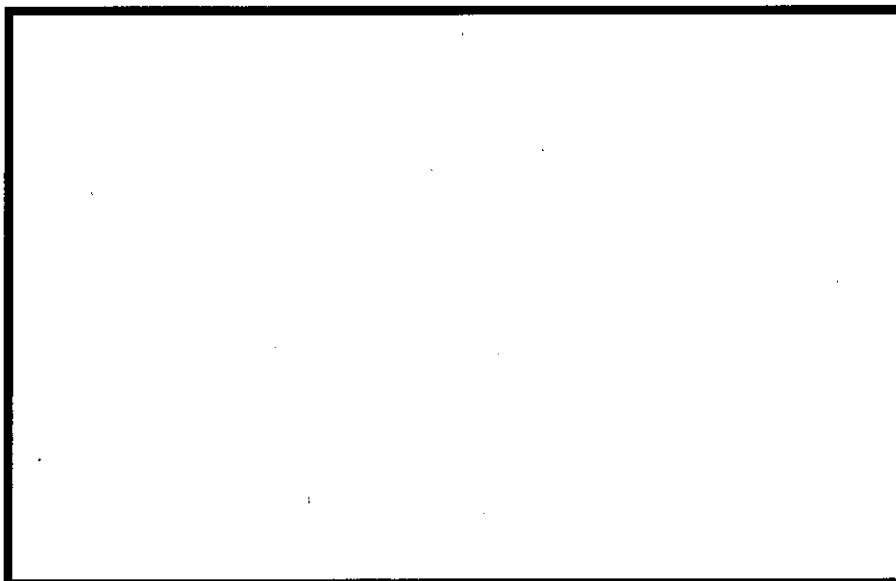
常設代替高圧電源装置置場の平面図を第8-2.2-1図に、断面図を第8-2.2-2図に示す。

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

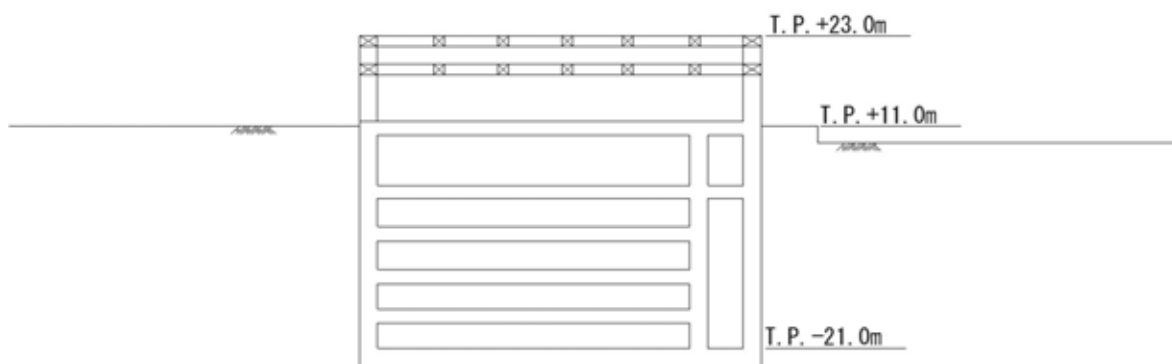
常設代替高圧電源装置置場の東西方向は加振と平行に配置される側壁又は隔壁を耐震設計上見込むことが出来るため、強軸方向となる。一方、南北方向は、設備の配置などから加振方向と平行に配置される構造部材が少ないことから弱軸方向となる。

耐震評価では、構造の安全性に支配的な弱軸方向である南北方向の断面を選定し、基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。

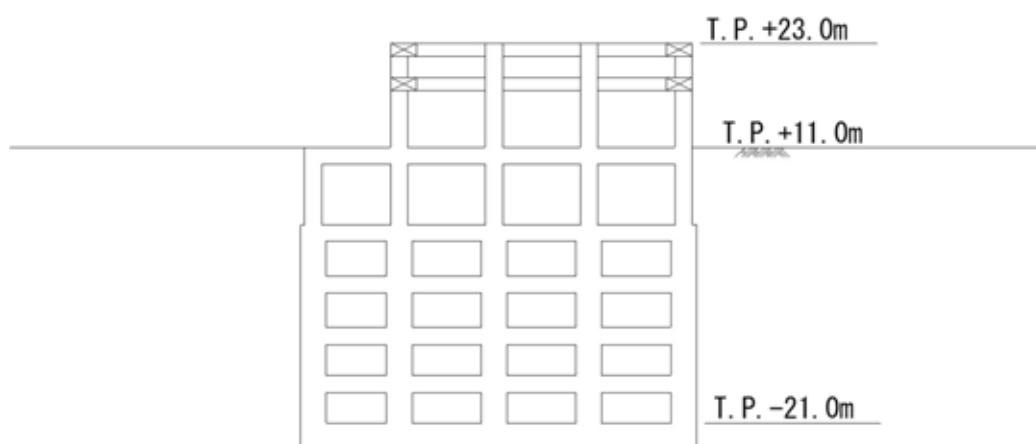
常設代替高圧電源装置置場の検討断面では、地下水位以下に、液状化検討対象層が分布することから、有効応力解析により液状化の可能性を検討し、耐震評価を実施する。



第8-2.2-1図 常設代替高圧電源装置置場 平面図



第 8 - 2.2 - 2 (1) 図 常設代替高圧電源装置置場 断面図 (東西断面)

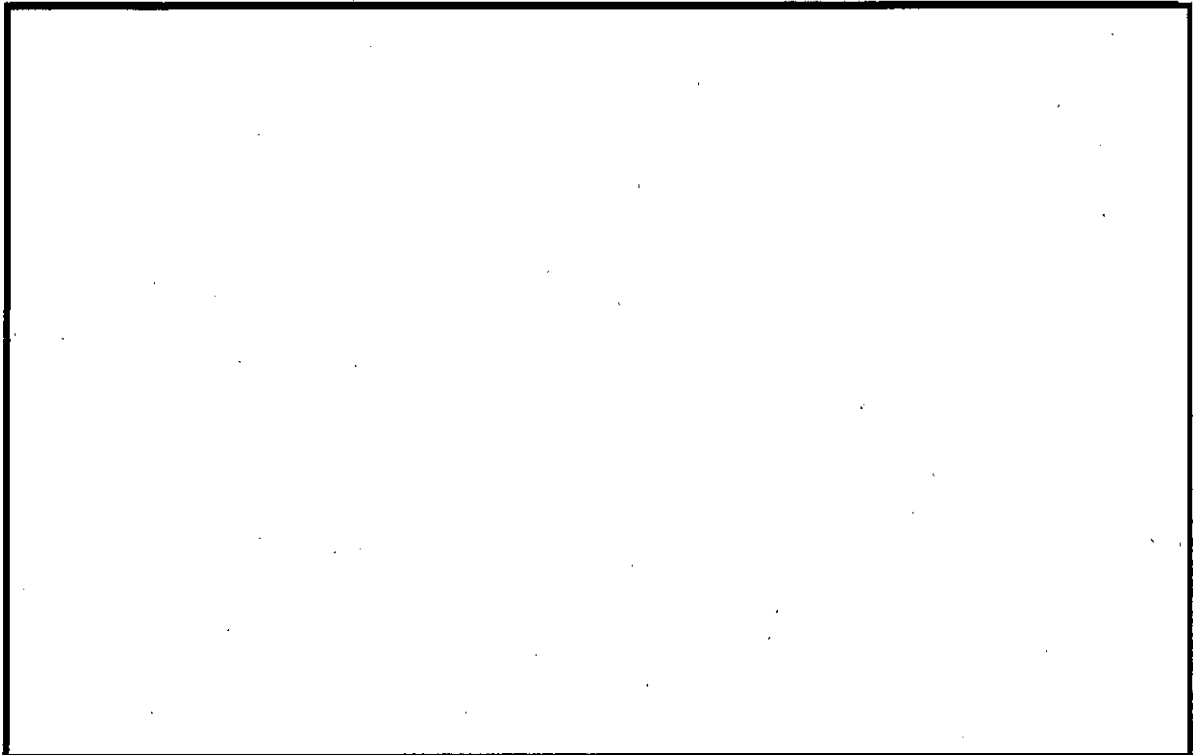


第 8 - 2.2 - 2 (2) 図 常設代替高圧電源装置置場 断面図 (南北断面)

2.3 常設代替高圧電源装置用カルバートの断面選定の考え方

常設代替高圧電源装置用カルバートの平面図を第8-2.3-1図に示す。

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



第8-2.3-1図 常設代替高圧電源装置用カルバート 平面図

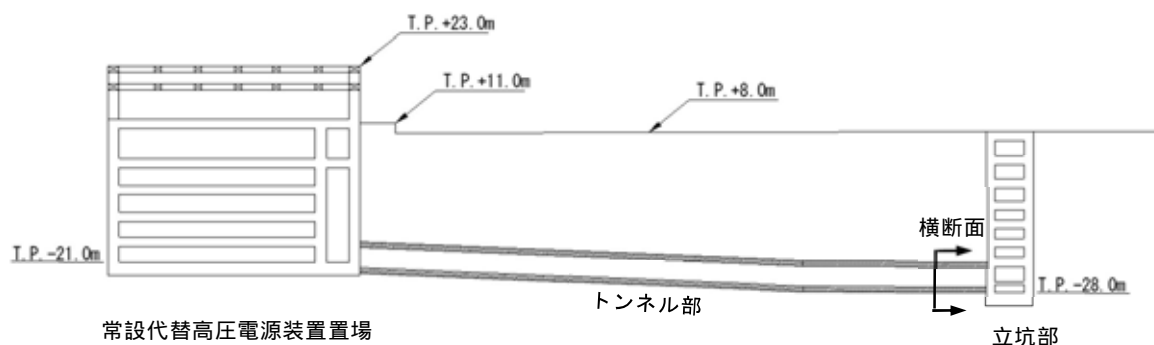
2.3.1 トンネル部

常設代替高圧電源装置用カルバートのうちトンネル部の縦断面図を第 8 - 2.3 - 2 図に，横断面図を第 8 - 2.3 - 3 図に示す。

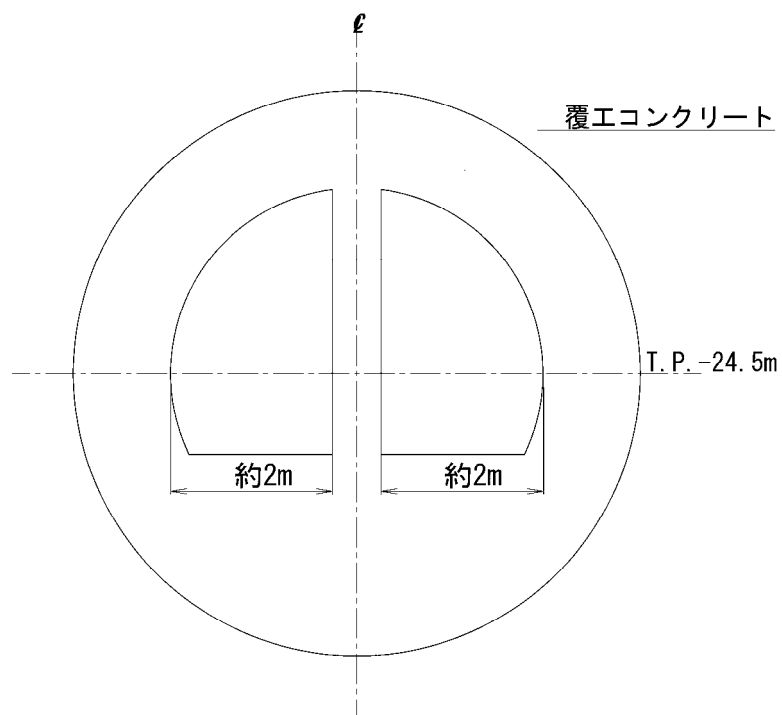
トンネル部は，延長約 150m，内径約 5m の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，トンネルの軸方向（配管方向）に対して内空寸法が一様で，十分な支持性能を有する地盤に設置される。

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

耐震評価では，構造の安全性に支配的な弱軸方向である横断方向（配管方向と直交する断面）を評価対象の断面方向とし，上載荷重に着目し，土被りが最も大きくなる位置を選定し，基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。



第 8 - 2.3 - 2 図 常設代替高圧電源装置カルバート（トンネル部）縦断面図



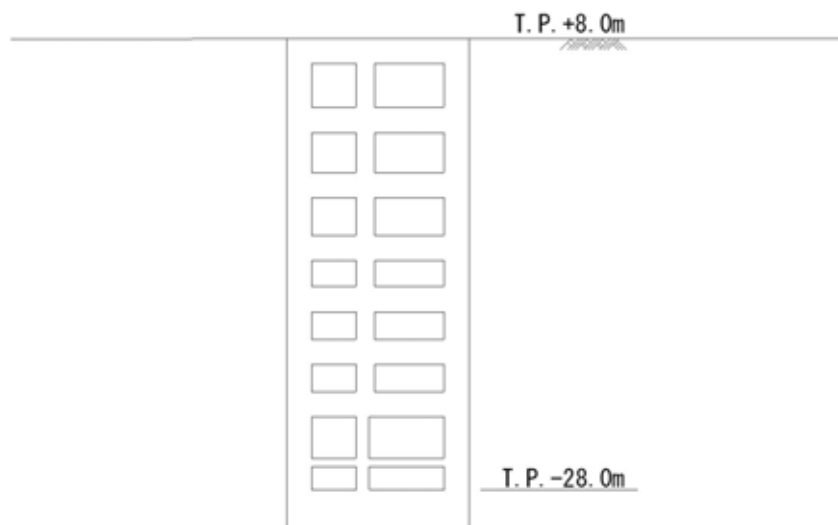
第 8 - 2.3 - 3 図 常設代替高圧電源装置用カルバート（トンネル部）
横断面図

2.3.2 立坑部

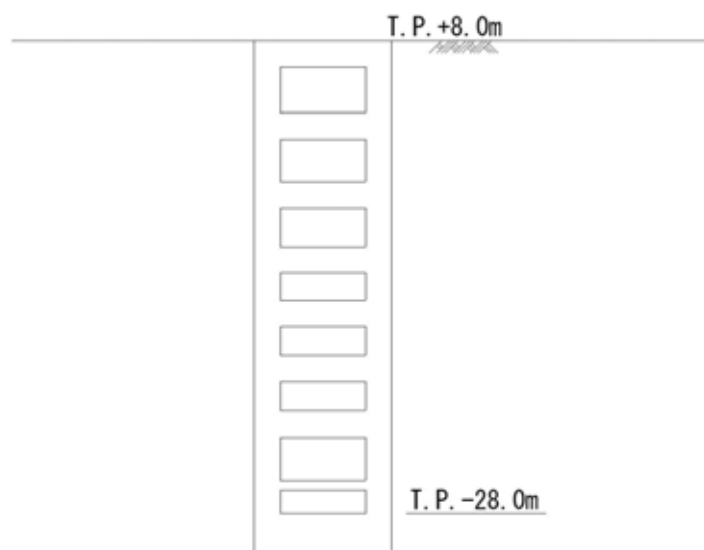
常設代替高圧電源装置用カルバートのうち立坑部の断面図を第 8 - 2.3 - 4 図に示す。

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

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



第 8 - 2.3 - 4 (1) 図 常設代替高圧電源装置用カルバート (立坑部) 断面図
(東西断面)



第 8 - 2.3 - 4 (2) 図 常設代替高圧電源装置用カルバート (立坑部) 断面図
(南北断面)

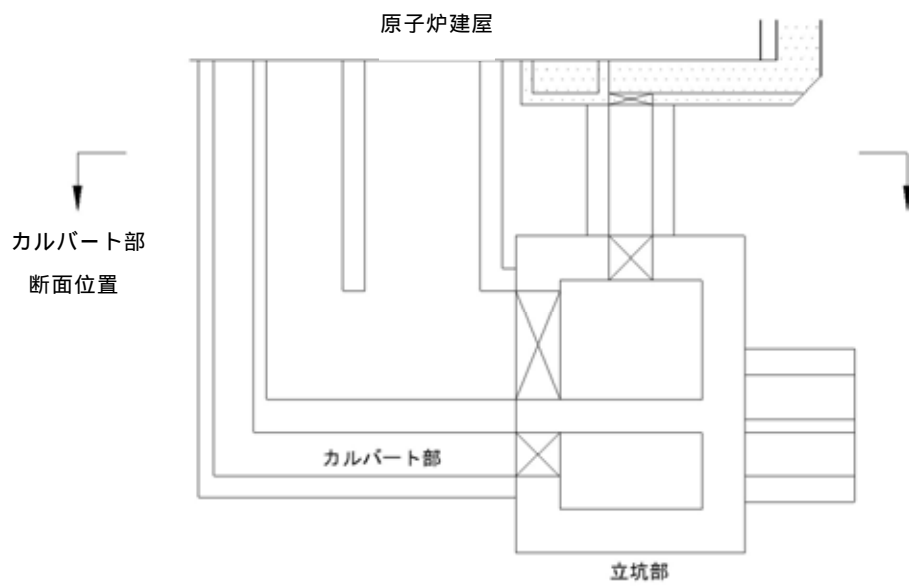
2.3.3 カルバート部

常設代替高圧電源装置用カルバートのうちカルバート部の平面図を第 8 - 2.3 - 5 図に，断面図を第 8 - 2.3 - 6 図に示す。

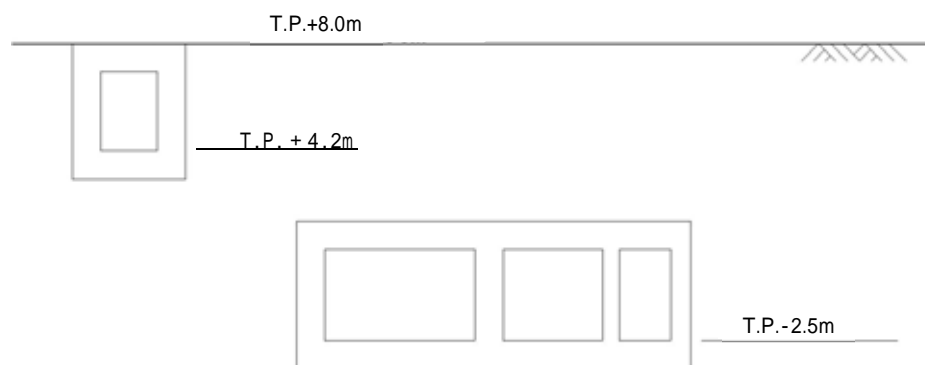
カルバート部は，延長約 29m，内空幅約 12m，内空高さ約 3m 及び延長約 6m，内空幅約 2m，内空高さ約 3m の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，カルバートの軸方向（配管方向）に対して内空寸法がほぼ一様で，十分な支持性能を有する地盤に設置される。

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

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



第 8 - 2.3 - 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 8 - 2.3 - 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

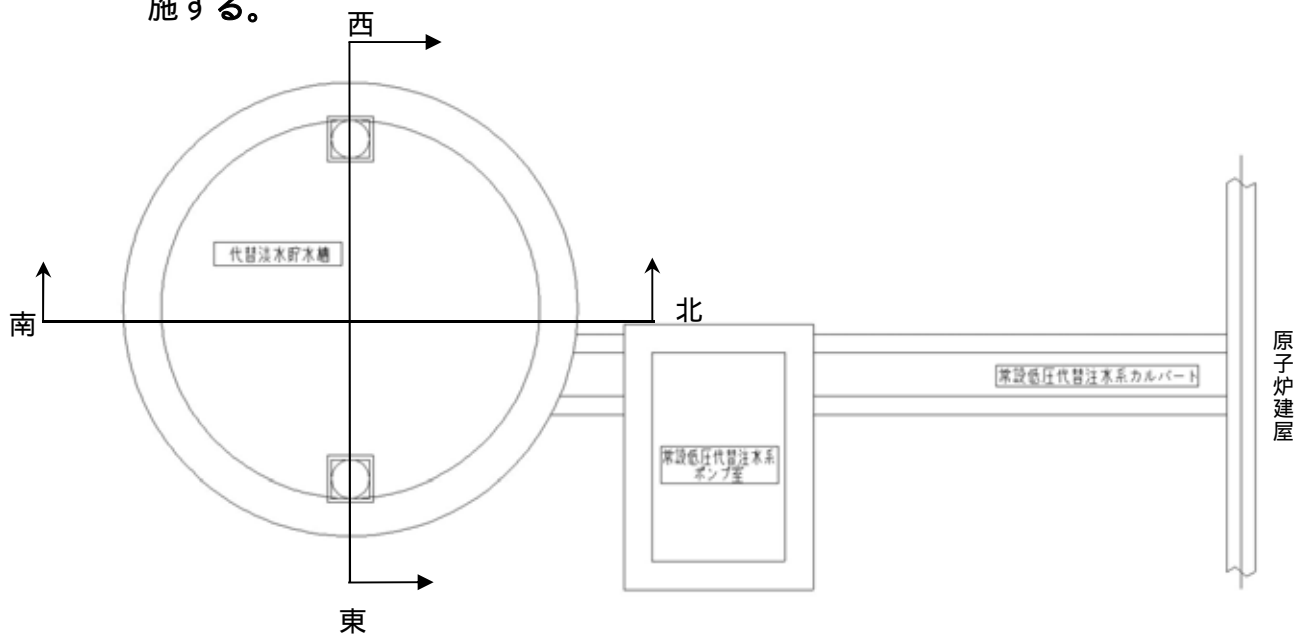
2.4 代替淡水貯槽の断面選定の考え方

代替淡水貯槽の平面図を第 8 - 2.4 - 1 図に，断面図を第 8 - 2.4 - 2 図に示す。

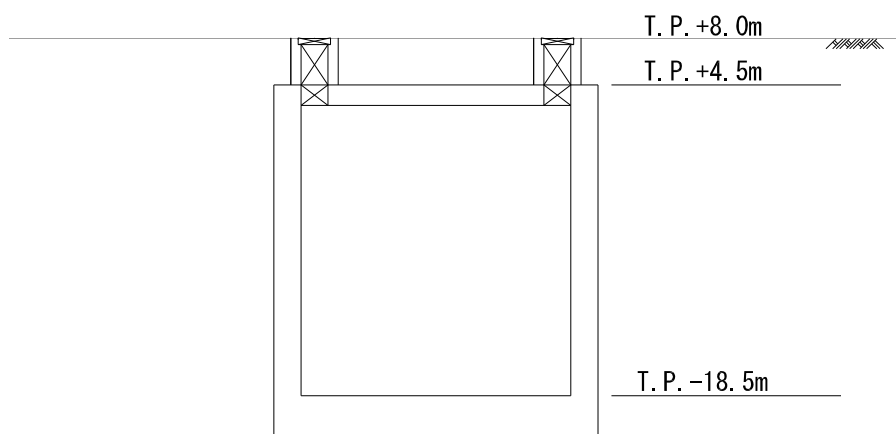
代替淡水貯槽は，内径約 20m，内空高さ約 22m の鉄筋コンクリート造の円筒形の地中構造物であり，十分な支持性能を有する地盤に設置される。

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

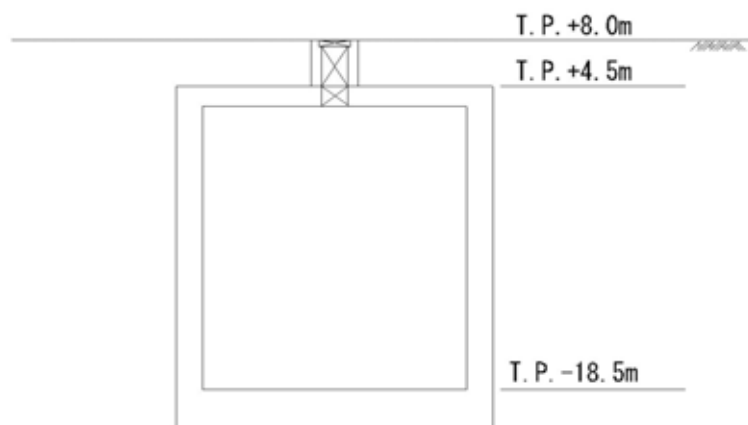
代替淡水貯槽の検討断面では，地下水位以下に，液状化検討対象層が分布することから，有効応力解析により液状化の可能性を検討し，耐震評価を実施する。



第 8 - 2.4 - 1 図 代替淡水貯槽 平面図



第 8 - 2.4 - 2 (1) 図 代替淡水貯槽 断面図 (東西断面)



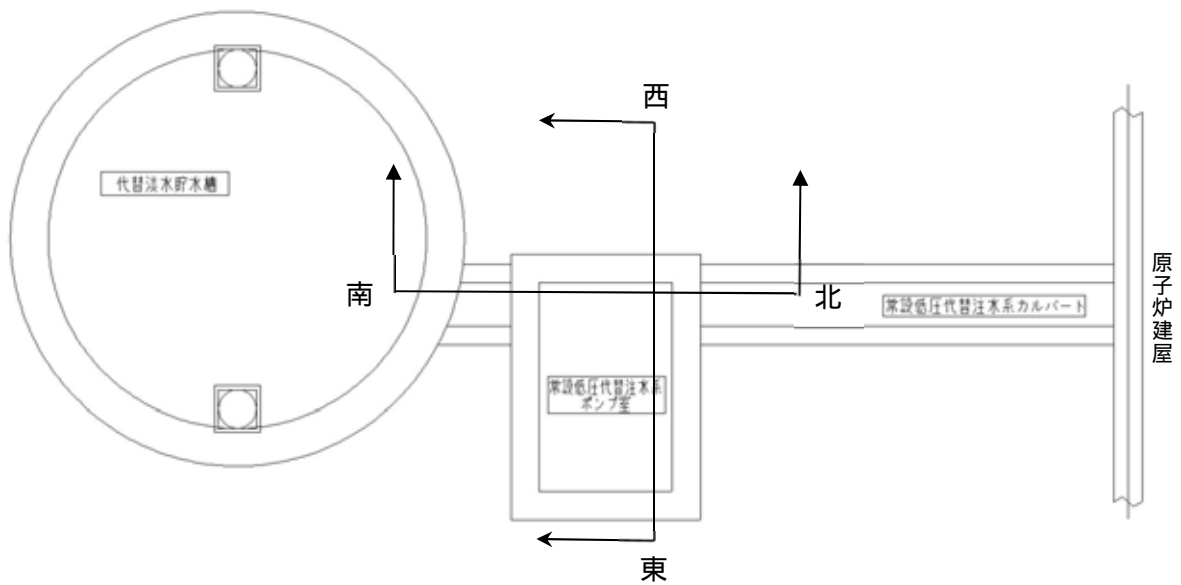
第 8 - 2.4 - 2 (2) 図 代替淡水貯槽 断面図 (南北断面)

2.5 常設低圧代替注水系ポンプ室の断面選定の考え方

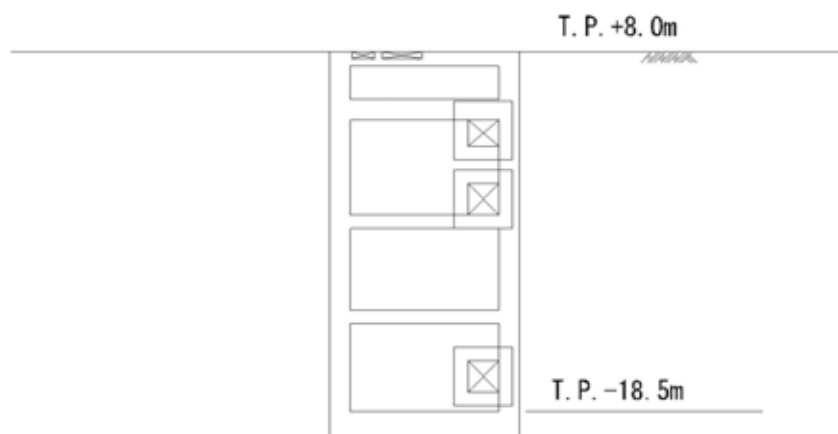
常設低圧代替注水系ポンプ室の平面図を第 8 - 2.5 - 1 図に，断面図を第 8 - 2.5 - 2 図に示す。

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

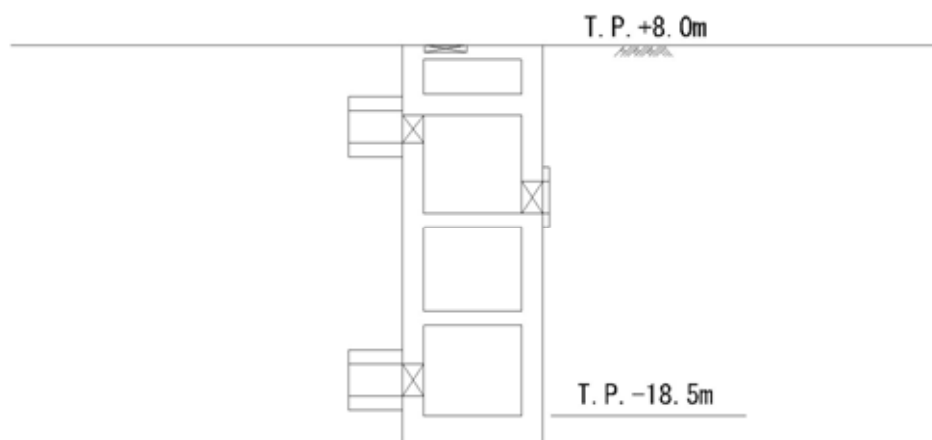
常設低圧代替注水系ポンプ室は，角筒形の鉄筋コンクリート構造物であり，互いに直交する荷重はそれぞれ異なる構造部材で受け持つ設計とすることから，耐震評価では，常設低圧代替注水系ポンプ室の東西方向及び南北方向の 2 断面を選定し，基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。また，南北断面においては，東西方向の幅で張出し部を含めた平均的な剛性及び上載荷重を考慮する。



第 8 - 2.5 - 1 図 常設低圧代替注水系ポンプ室 平面図



第 8 - 2.5 - 2 (1) 図 常設低圧代替注水系ポンプ室 断面図 (東西断面)



第 8 - 2.5 - 2 (2) 図 常設低圧代替注水系ポンプ室 断面図 (南北断面)

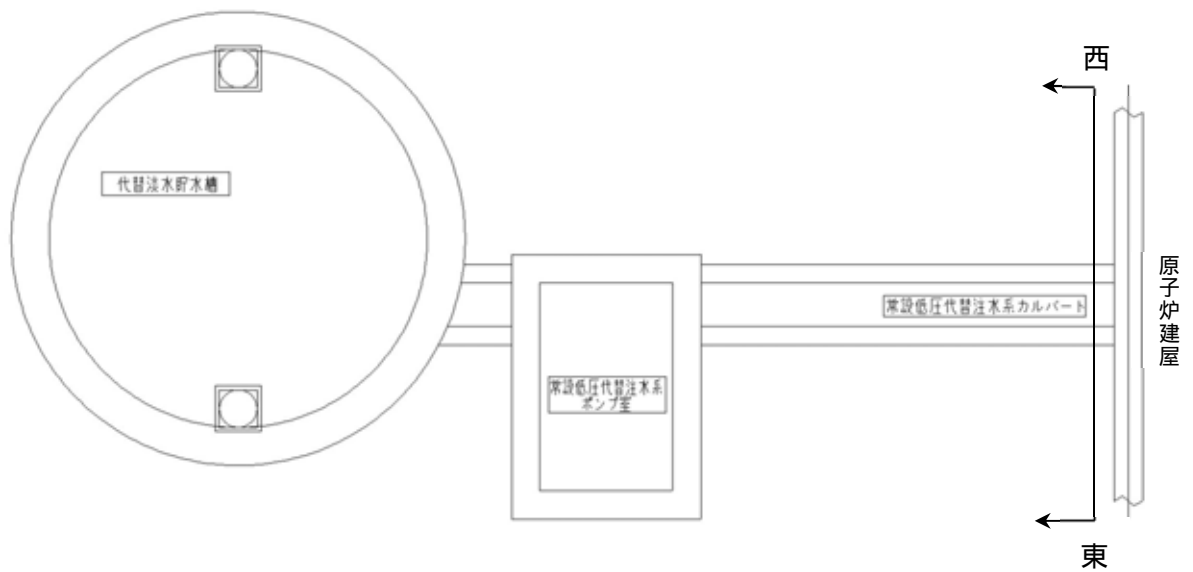
2.6 常設低圧代替注水系配管カルバートの断面選定の考え方

常設低圧代替注水系配管カルバートの平面図を第 8 - 2.6 - 1 図に，断面図を第 8 - 2.6 - 2 図に示す。

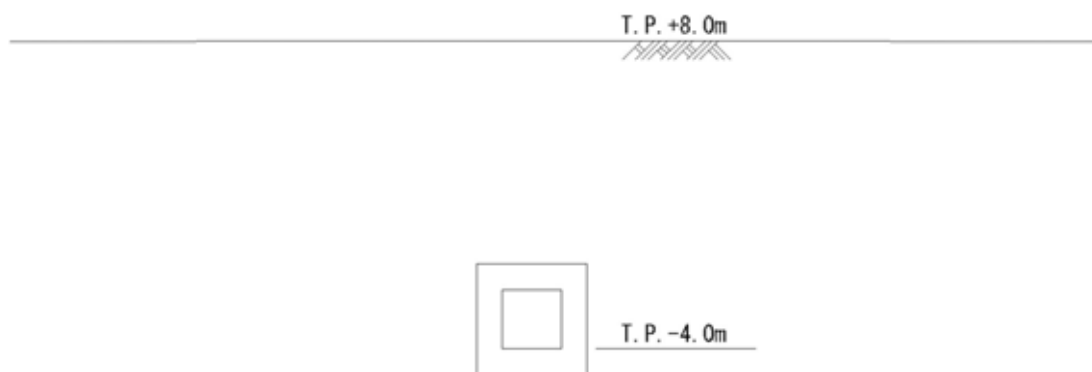
常設低圧代替注水系配管カルバートは，延長約 22m，内空幅約 2m，内空高さ約 2m の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，軸方向（配管方向）に対して内空寸法が一様で，十分な支持性能を有する地盤に設置される。

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

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



第 8 - 2.6 - 1 図 常設低圧代替注水系配管カルバート 平面図



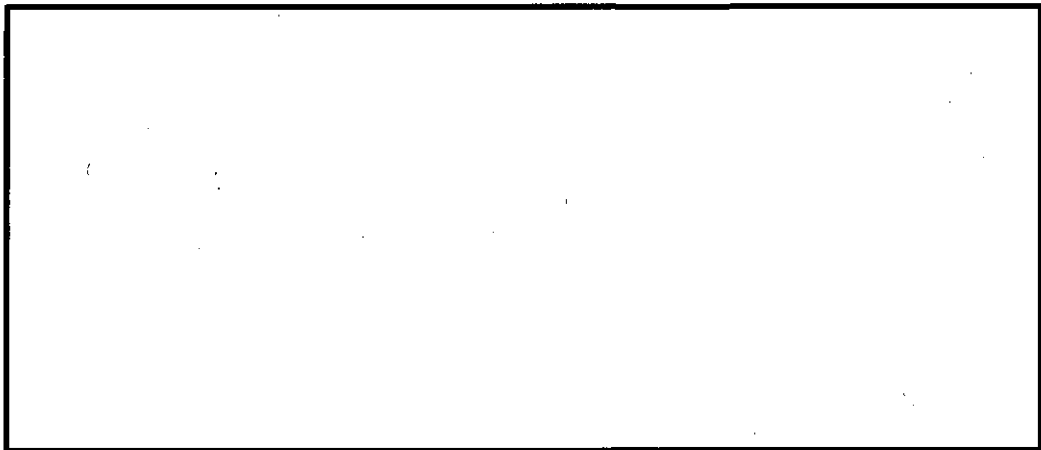
第 8 - 2.6 - 2 図 常設低圧代替注水系配管カルバート 断面図（東西断面）

2.7 緊急用海水ポンプピットの断面選定の考え方

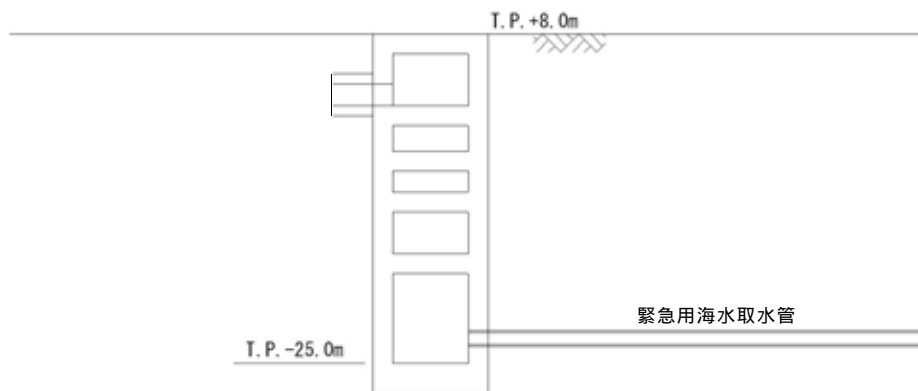
緊急用海水ポンプピットの平面図を第 8-2.7-1 図に、断面図を第 8-2.7-2 図に示す。

緊急用海水ポンプピットは、幅約 16m（東西方向）×約 17m（南北方向）、高さ約 38m の多層ラーメン構造の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、十分な支持性能を有する地盤に設置される。また、原子炉建屋内へ接続する配管を間接支持する内空幅約 3m、内空高さ約 2m の張出し部を有する。

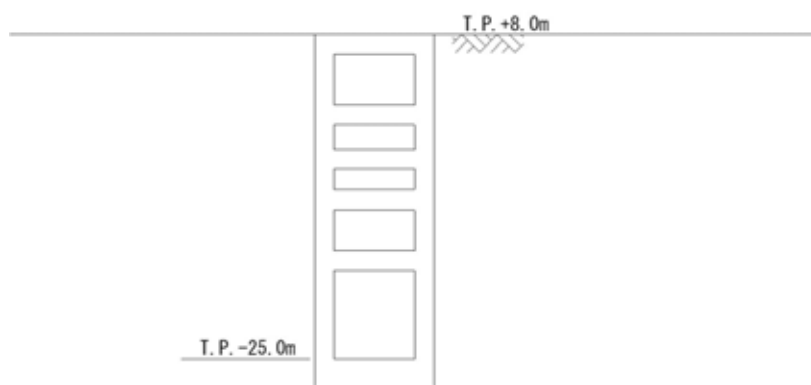
緊急用海水ポンプピットは、角筒形の鉄筋コンクリート構造物であり、互いに直交する荷重はそれぞれ異なる構造部材で受け持つ設計することから、耐震評価では、緊急用海水ポンプピットの東西方向及び南北方向の 2 断面を選定し、基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。また、東西断面においては、南北方向の幅で張出し部を含めた平均的な剛性及び上載荷重を考慮する。



第 8-2.7-1 図 緊急用海水ポンプピット 平面図



第 8 - 2.7 - 2 (1) 図 緊急用海水ポンプピット 断面図 (東西断面)



第 8 - 2.7 - 2 (2) 図 緊急用海水ポンプピット 断面図 (南北断面)

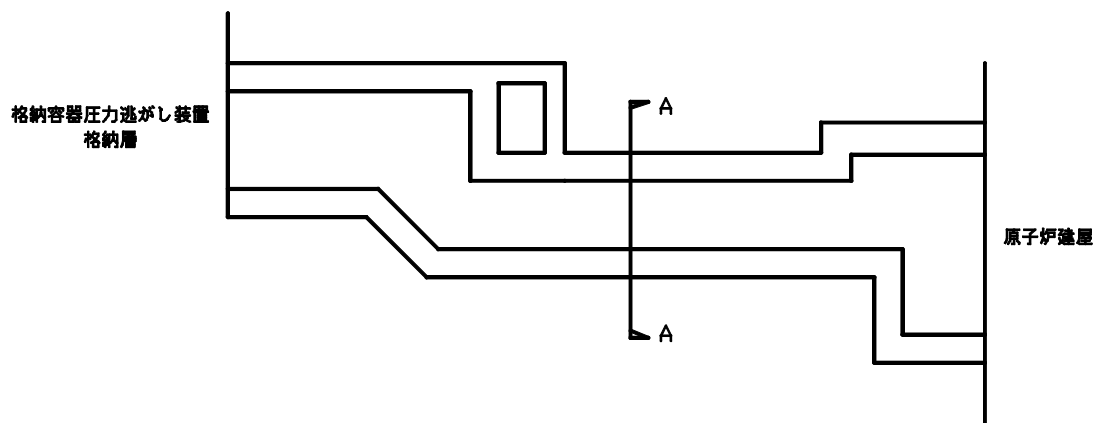
2.8 格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの断面選定の考え方

格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートの平面図を第 8 - 2.8 - 1 図に，断面図を第 8 - 2.8 - 2 図に示す。

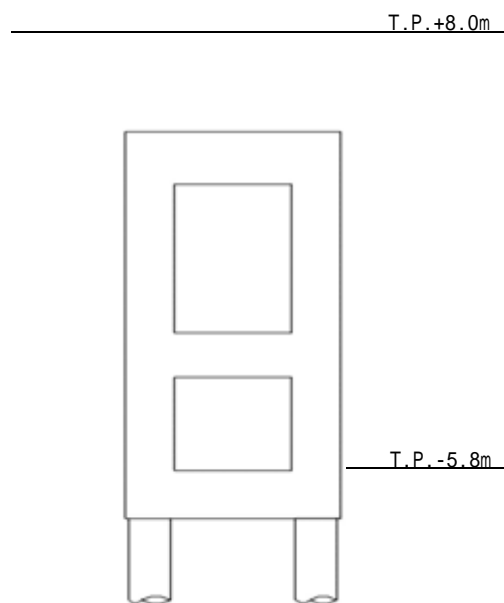
格納容器圧力逃がし装置用配管カルバートは，延長約 37m，内空幅約 3m（一部約 5m 及び約 9m），内空高さ約 8m の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり，杭を介して十分な支持性能を有する地盤に設置される。

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。

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



第 8 - 2.8 - 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 8 - 2.8 - 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)

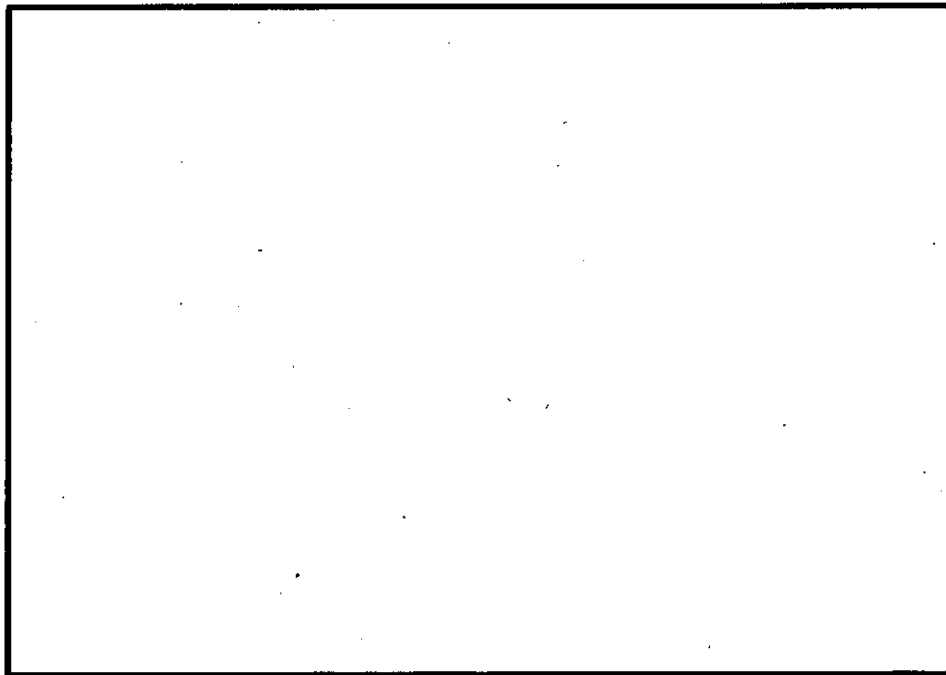
2.9 緊急用海水取水管の断面選定の考え方

緊急用海水取水管の平面図を第8-2.9-1図に、縦断面図を第8-2.9-2図に、横断面図を第8-2.9-3図に示す。

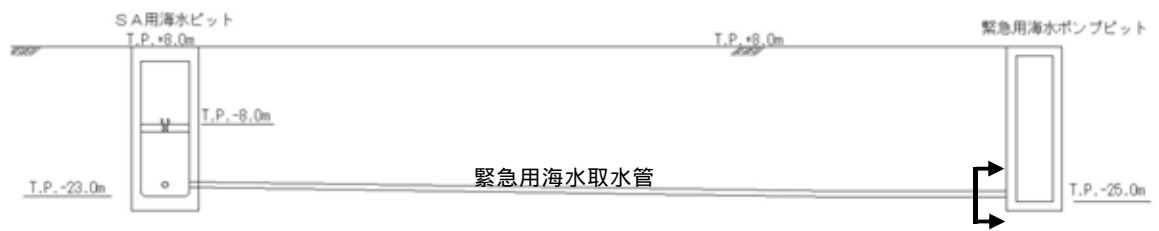
緊急用海水取水管は、SA用海水ピットと緊急用海水ポンプピットを接続する延長約167mで内径1.2mの鋼管の地中構造物であり、十分な支持性能を持つ地盤に設置される。

緊急用海水取水管は可撓管の設置スパンが長い線状構造物であるため、管路全ての範囲を評価対象とする。また、カルバート構造物と同様に管軸方向に対して一様の断面形状を示すことから、横断方向（管周方向）が弱軸方向と判断されるが、一般的な地中埋設管路の設計では管軸方向を弱軸として設計されることを考慮し、管軸方向の発生応力を考慮した評価を行う。

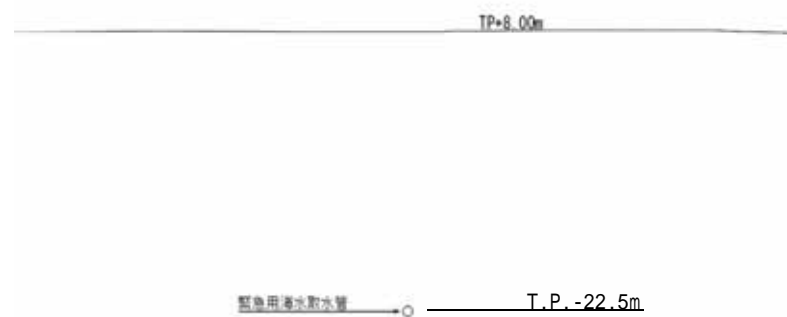
耐震評価では、上載荷重に着目し、土被りが最も大きくなるA-A断面を選定し、基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。



第8-2.9-1図 緊急用海水取水管 平面図



第 8 - 2.9 - 2 図 緊急用海水取水管 縦断面図



第 8 - 2.9 - 3 図 緊急用海水取水管 横断面図 (A - A 断面)

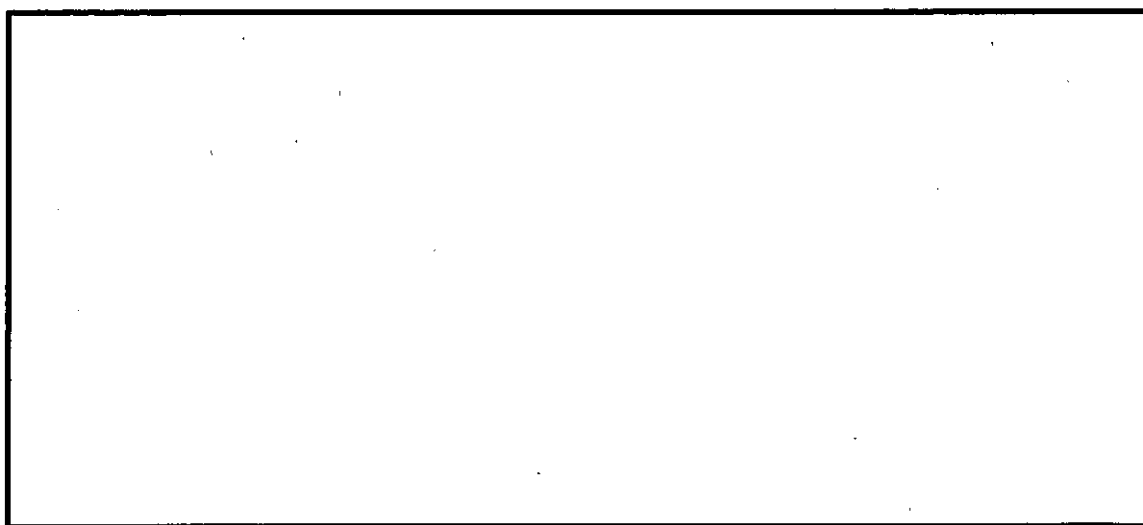
2.10 SA用海水ピットの断面選定の考え方

SA用海水ピットの平面図を第8-2.10-1図に、断面図を第8-2.10-2図に示す。

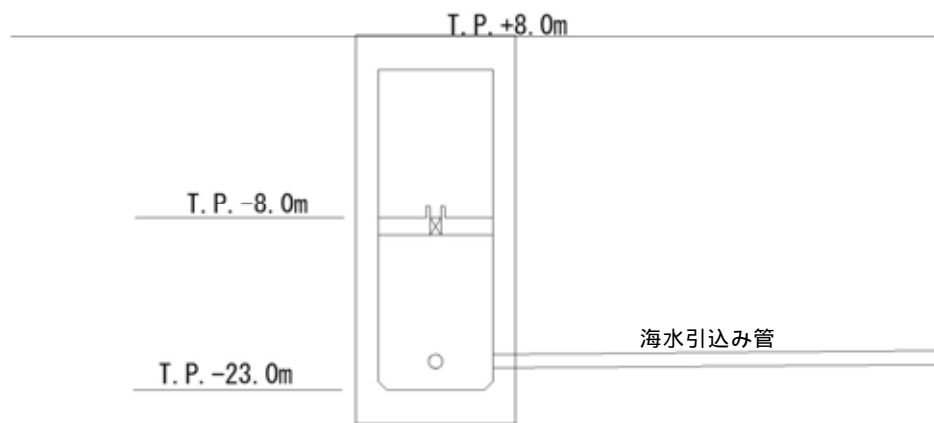
SA用海水ピットは、内径約10m、高さ約34mの円筒形の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、十分な支持性能を有する地盤に設置される。また、SA用海水ピットは、十分な支持性能を有する地盤内で海水引込み管及び緊急用海水取水管が接続する構造で、双方の管路はSA用海水ピットへ直交して接続される。

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

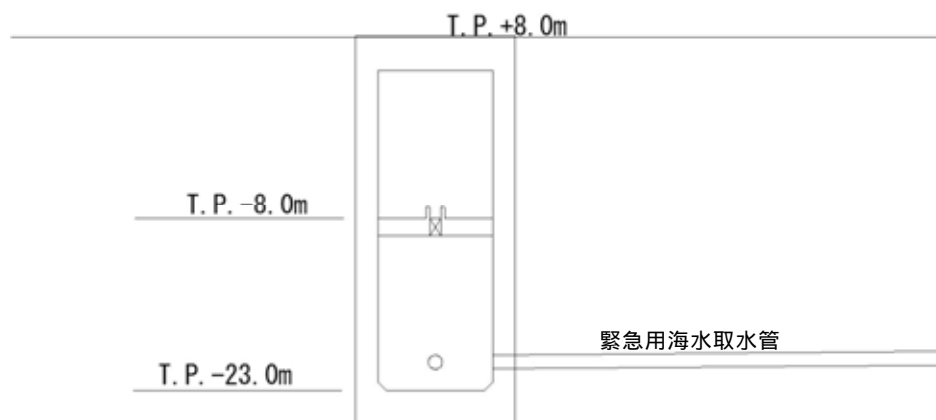
SA用海水ピットの検討断面では、地下水位以下に、液状化検討対象層が分布することから、有効応力解析により液状化の可能性を検討し、耐震評価を実施する。



第8-2.10-1図 SA用海水ピット 平面図



第 8 - 2.10 - 2 (1) 図 S A 用海水ピット 断面図
(- 断面)



第 8 - 2.10 - 2 (2) 図 S A 用海水ピット 断面図
(- 断面)

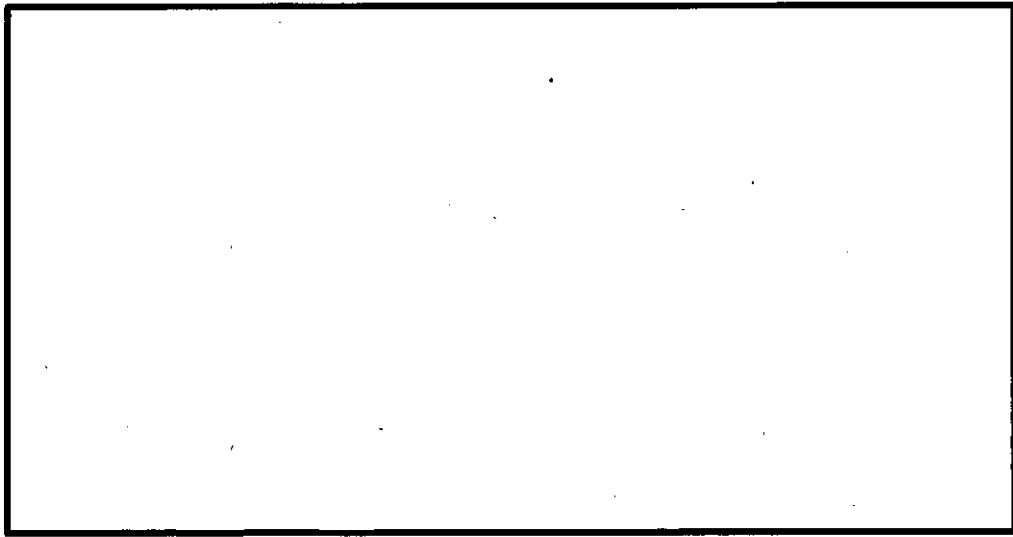
2.11 海水引込み管の断面選定の考え方

海水引込み管の平面図を第 8 - 2.11 - 1 図に，縦断面図を第 8 - 2.11 - 2 図に，横断面図を第 8 - 2.11 - 3 図に示す。

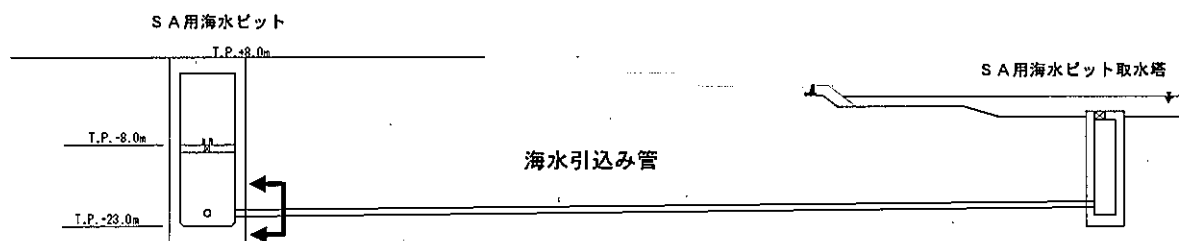
海水引込み管は，S A 用海水ピット取水塔と S A 用海水ピットを接続する延長約 156m, 内径 1.2m の鋼管の地中構造物であり，十分な支持性能を有する地盤に設置される。

海水引込み管は可撓管の設置スパンが長い線状構造物であるため，管路全ての範囲を評価対象とする。また，カルバート構造物と同様に管軸方向に対して一様の断面形状を示すことから，横断方向（管周方向）が弱軸方向と判断されるが，一般的な地中埋設管路の設計では管軸方向を弱軸として設計されることを考慮し，管軸方向の発生応力を考慮した評価を行う。

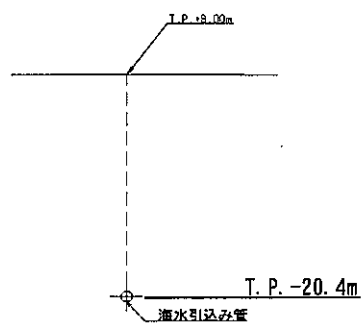
耐震評価では，上載荷重に着目し，土被りが最も大きくなる A - A 断面を選定し，基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。



第 8-2.11-1 図 海水引込み管 平面図



第 8-2.11-2 図 海水引込み管 縦断面図



第 8-2.11-3 図 海水引込み管 横断面図 (A-A 断面)

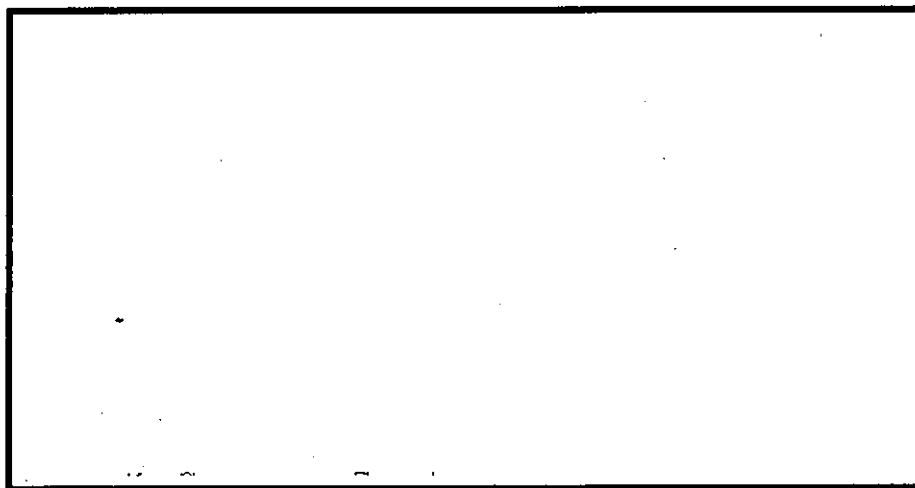
2.12 SA用海水ピット取水塔の断面選定の考え方

SA用海水ピット取水塔の平面図を第8-2.12-1図に、断面図を第8-2.12-2図に示す。

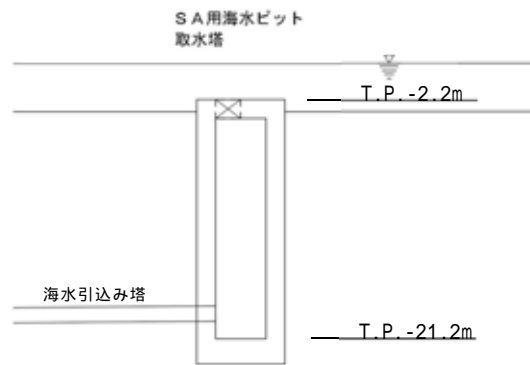
SA用海水ピット取水塔は、内径約4m、高さ約21mの円筒形の鉄筋コンクリート造の地中構造物であり、十分な支持性能を有する地盤に設置される。また、SA用海水ピット取水塔は海水引込み管が接続する構造である。

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

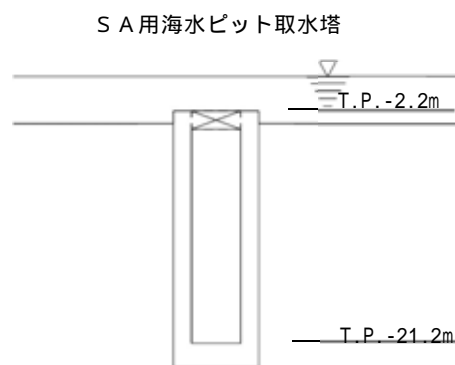
SA用海水ピット取水塔の検討断面では、海底下に液状化検討対象層が分布することから、有効応力解析により液状化の可能性を検討し、耐震評価を実施する。



第8-2.12-1図 SA用海水ピット取水塔 平面図



第 8 - 2.12 - 2 (1) 図 S A用海水ピット取水塔 断面図
(- 断面)



第 8 - 2.12 - 2 (2) 図 S A用海水ピット取水塔 断面図
(- 断面)

2.13 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

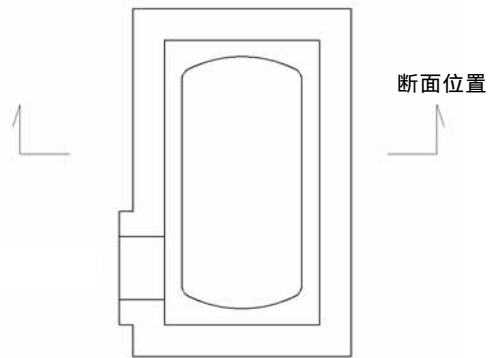
緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎の平面図を第 8 - 2.13 - 1 図に，断面図を第 8 - 2.13 - 2 図に示す。また，可搬型設備用軽油タンク基礎の平面図を第 8 - 2.13 - 3 図に，断面図を第 8 - 2.13 - 4 図に示す。

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

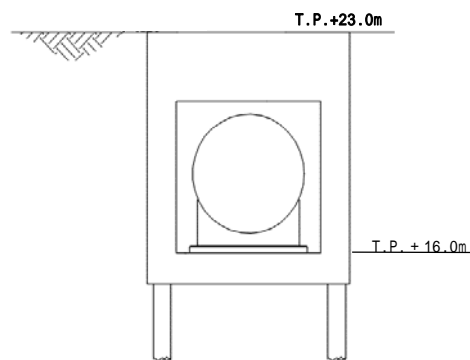
緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎の縦断方向（タンクの軸方向）は，加振方向と平行に配置される側壁又は隔壁を耐震設計上見込むことができるため，強軸方向となる。一方，横断方向（タンクの軸方向に対し直交する方向）は，タンクを格納するため，加振方向と平行に配置される構造部材がないことから，弱軸方向となる。

耐震評価では，構造の安全性に支配的な弱軸方向である横断方向（タンクの軸方向に対し直交する方向）の断面を選定し，基準地震動 S_s による耐震評価を実施する。

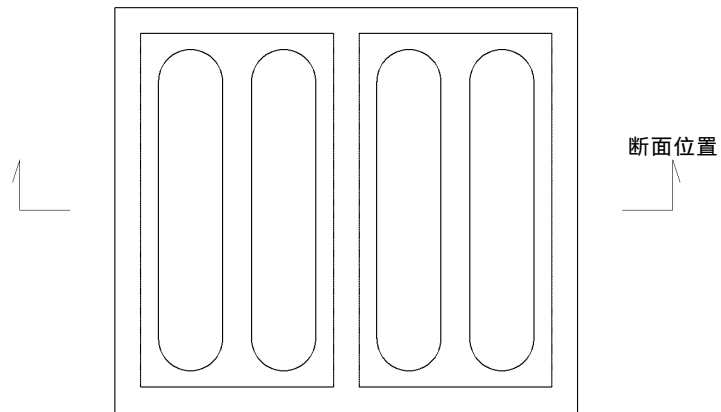
緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎及び可搬型設備用軽油タンク基礎の検討断面では，地下水位以下に，液状化検討対象層が分布することから，有効応力解析により液状化の可能性を検討し，耐震評価を実施する。



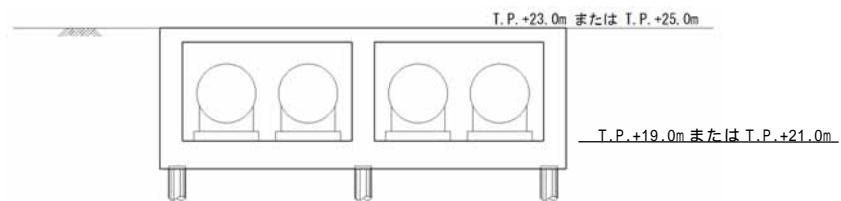
第 8 - 2.13 - 1 図 緊急時対策所用発電機燃料油貯蔵タンク基礎 平面図



第 8 - 2.13 - 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 8 - 2.13 - 3 図 可搬型設備用軽油タンク基礎 平面図



第 8 - 2.13 - 4 図 可搬型設備用軽油タンク基礎 断面図