

泊発電所 3 号機  
耐震設計に係る基本方針について  
補足説明資料

平成 26 年 1 月 14 日  
北海道電力株式会社

枠囲みの内容は商業機密に属しますので公開できません。

## 泊発電所 3 号機 耐震設計の基本方針

## 目 次

	頁
I. 申請設備に係る耐震設計の基本方針	1
1. 耐震設計の基本方針	1
1.1 基本方針	1
1.2 適用規格	3
2. 耐震設計上の重要度分類	4
2.1 耐震重要度分類の基本方針	4
2.2 申請設備の耐震重要度分類	6
3. 設計用地震力	15
3.1 地震力の算定法	15
3.2 設計用地震力	17
4. 荷重の組合せと許容限界	23
4.1 基本方針	23
4.2 荷重の組合せと許容限界	29
4.3 動的機能維持の評価基準	56
5. 地震応答解析の方針	59
5.1 建屋・構築物	59
5.2 機器・配管系	59
5.3 土木構造物	60
6. 設計用減衰定数	61
II. 既設施設の耐震設計基本方針	62
1. 耐震設計の基本方針	62
2. 耐震設計上の重要度分類	62
3. 設計用地震力	69
4. 荷重の組合せと許容限界	69
5. 地震応答解析の方針	69
6. Sクラス施設の耐震評価方針	70
6.1 建屋・構築物	70
6.2 機器・配管系	99
6.3 土木構造物	112
7. B, Cクラス施設の耐震評価方針	118
7.1 Bクラス施設	118
7.2 Cクラス施設	118
8. S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	119
＜参考資料＞	
参考資料-1 既設設備の耐震評価における建設工認との相違について	参1
参考資料-2 S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評価の検討について	参8
参考資料-3 3次元応答性状及び水平2方向の地震力による影響に関する検討について	参22

## I. 申請設備に係る耐震設計の基本方針

本資料は、「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）」（以下、「設置許可基準」という。）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）」（以下、「技術基準」という。）に基づく発電用原子炉施設（以下、「原子炉施設」という。）のうち、新たに設置する重大事故対処設備等及び既設施設の耐震設計について説明するものである。

### 1. 耐震設計の基本方針

#### 1.1 基本方針

原子炉施設の耐震設計は、設置許可基準及び技術基準に適合するよう以下の項目に従って行う。

- (1) 耐震設計上特に重要な施設（以下、「耐震重要施設」という。）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（以下、「基準地震動」という。）による地震力に対して、その安全機能が損なわれるおそれがないよう設計する。
- (2) 設計基準対象施設は、地震の発生によって生ず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クラス及びCクラスに分類し、それぞれの耐震重要度に応じた地震力に十分耐えられるよう設計する。
- (3) 建物・構築物は、耐震重要度に応じた設計荷重に対して十分な支持性能を持つ地盤に設置する。
- (4) Sクラスの施設（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備を除く。）は、基準地震動  $S_s$  による地震力に対してその安全機能が保持できる設計とする。

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) 津波防護施設，浸水防止設備，津波監視設備は，基準地震動  $S_s$  による地震力に対して，それぞれの施設等に要求される機能が保持できるようにする。
- (6) Sクラスの施設に対し，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，水平方向2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて作用するものとする。
- (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。
- なお，Bクラス施設のうち共振する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。
- (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) 耐震重要施設が，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) 原子炉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。
- (11) 重大事故等対処施設については，以下の項目に従って耐震設計を行う。
- 常設耐震重要重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設については，基準地震動  $S_s$  による地震力に対して，重大事故に至るおそれがある事故に対処するために必要な機能が損なわれないようにする。
- 常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設については，代替する機能を持つ設計基準事故対処設備に適用される地震力に十分耐えるようにする。
- 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については，基準地震動  $S_s$  による地震力に対して重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれないようにする。

## 1.2 適用規格

適用する規格は、以下に示す「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601」（日本電気協会）の他、適用実績がある規格及び基準等に基づき耐震設計を実施する。これらの規格及び基準等における規定によらない場合は、技術的な妥当性及び適用性を示した上で適用可能とする。

- ・ 「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  
（上記3指針を合わせて、以下「JEAG4601」という。）

なお、JEAG4601に記載されているA<sub>s</sub>クラスを含むAクラスの施設をSクラスの施設と、基準地震動S<sub>2</sub>、S<sub>1</sub>をそれぞれ基準地震動S<sub>s</sub>、弾性設計用地震動S<sub>d</sub>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I編 軽水炉規格〉JSME S NC1-2005/2007」（日本機械学会）（以下「設計・建設規格」という。）に従うものとする。

## 2. 耐震設計上の重要度分類

### 2.1 耐震重要度分類の基本方針

#### 2.1.1 設計基準対象施設

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、その影響が大きいものであり、次の施設を含む。

- a. 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系
- b. 使用済燃料を貯蔵するための施設
- c. 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
- d. 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設
- e. 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
- f. 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
- g. 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、前項以外の施設
- h. 津波防護機能を有する施設（以下、「津波防護施設」という。）及び浸水防止機能を有する設備（以下、「浸水防止設備」という。）
- i. 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。）

##### (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であり、次の施設を含む。

- a. 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていて、一次冷却

材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設

- b. 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に小さいものは除く。
- c. 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
- d. 使用済燃料を冷却するための施設
- e. 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

(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。

2.1.2 重大事故等対処施設

重大事故等対処施設を以下のとおり分類する。

- a. 常設重大事故防止設備  
重大事故対処設備のうち、重大事故に至るおそれがある事故が発生した場合であって、設計基準事故対処設備の安全機能又は、使用済燃料ピットの冷却機能若しくは注水機能が喪失した場合において、その喪失した機能（重大事故に至るおそれがある事故に対処するために必要な機能に限る）を代替することにより重大事故の発生を防止する機能を有する設備であって常設のもの
- b. 常設重大事故緩和設備  
重大事故等対処設備のうち、重大事故が発生した場合において、当該重大事故の拡大を防止し、又はその影響を緩和するための機能を有する設備であって常設のもの
- c. 可搬型重大事故等対処設備  
重大事故等対処設備であって可搬型のもの

## 2.2 申請設備の耐震重要度分類

新たに設置する重大事故等対処設備等の耐震重要度分類を表 1 に示す。

(この表は検討段階のものであるため、今後修正となる可能性がある)

表1 新たに設置する重大事故等対処設備等の耐震重要度分類 (1 / 8)

設備名称	区分	耐震重要度分類又は設備分類	備考
1. 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設			
・使用済燃料ピット温度 (AM用)	重大事故等対処施設	・常設重大事故防止設備	
・使用済燃料ピット水位 (AM用)	重大事故等対処施設	・常設重大事故防止設備	
・可搬型大型送水ポンプ車	重大事故等対処施設	・可搬型重大事故等対処設備	
・可搬型注水配管	重大事故等対処施設	・可搬型重大事故等対処設備	
2. 原子炉冷却系統施設			
・ <u>主蒸気逃がし弁</u>	設計基準対象施設 重大事故等対処施設	・ Sクラス ・常設重大事故防止設備	
・ <u>主蒸気設備配管</u>	設計基準対象施設 重大事故等対処施設	・ Sクラス ・常設重大事故防止設備	
・ <u>余熱除去ポンプ入口隔離弁</u>	設計基準対象施設	・ Sクラス	
・ <u>余熱除去設備配管</u>	設計基準対象施設	・ Sクラス	
・代替再循環配管	重大事故等対処施設	・常設重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	
・代替格納容器スプレイポンプ	重大事故等対処施設	・常設重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	
・可搬型注水ポンプ車	重大事故等対処施設	・可搬型重大事故等対処設備	

\*      : 今後、提出予定

表1 新たに設置する重大事故等対処設備等の耐震重要度分類（2/8）

設備名称	区分	耐震重要度分類又は設備分類	備考
2. 原子炉冷却系統施設			
・可搬型大型送水ポンプ車	重大事故等対処施設	・可搬型重大事故等対処設備	
・代替屋外給水タンク	重大事故等対処施設	・常設重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	
・代替再循環配管	重大事故等対処施設	・常設重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	
・燃料取替用水ピット 代替給水配管	重大事故等対処施設	・常設重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	
・代替注水配管	重大事故等対処施設	・常設重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	
・代替格納容器スプレイ ポンプ代替注水配管	重大事故等対処施設	・常設重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	
・可搬型注水配管	重大事故等対処施設	・可搬型重大事故等対処設備	
・ <u>燃料取替用水設備配管</u>	設計基準対象施設 重大事故等対処施設	・S, Cクラス ・常設重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	
・ <u>代替低圧注入・CVス プレイ配管</u>	設計基準対象施設 重大事故等対処施設	・Sクラス ・常設重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	
・ <u>代替注水用消火水配管</u>	設計基準対象施設 重大事故等対処施設	・Cクラス ・常設重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	
・ <u>原子炉補機冷却水冷却 器</u>	設計基準対象施設 重大事故等対処施設	・Sクラス ・常設重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	

\* \_\_ : 今後, 提出予定

表1 新たに設置する重大事故等対処設備等の耐震重要度分類（3／8）

設備名称	区分	耐震重要度分類又は設備分類	備考
2. 原子炉冷却系統施設			
・ <u>原子炉補機冷却水ポンプ</u>	設計基準対象施設 重大事故等対処施設	・ Sクラス ・ 常設重大事故防止設備 ・ 常設重大事故緩和設備	
・ C C Wサージタンク加圧用可搬型窒素ガスボンベ	重大事故等対処施設	・ 可搬型重大事故等対処設備	
・ <u>原子炉補機冷却海水ポンプ</u> <u>出口ストレーナ</u>	設計基準対象施設 重大事故等対処施設	・ Sクラス ・ 常設重大事故防止設備 ・ 常設重大事故緩和設備	
・ 格納容器再循環ユニット 他代替海水供給配管	重大事故等対処施設	・ 常設重大事故防止設備 ・ 常設重大事故緩和設備	
・ 可搬型窒素ガス供給管	重大事故等対処施設	・ 可搬型重大事故等対処設備	
・ 可搬型注水配管	重大事故等対処施設	・ 可搬型重大事故等対処設備	
・ <u>原子炉補機冷却水設備</u> <u>配管</u>	設計基準対象施設 重大事故等対処施設	・ Sクラス ・ 常設重大事故防止設備 ・ 常設重大事故緩和設備	
・ <u>原子炉補機冷却海水設備</u> <u>配管</u>	設計基準対象施設 重大事故等対処施設	・ S, Cクラス ・ 常設重大事故防止設備 ・ 常設重大事故緩和設備	

\*      : 今後, 提出予定

表1 新たに設置する重大事故等対処設備等の耐震重要度分類（4／8）

設備名称	区分	耐震重要度分類又は設備分類	備考
3. 計測制御系統施設			
・ <u>炉心出口温度</u>	設計基準対象施設 重大事故等対処施設	・ Cクラス ・ 常設重大事故防止設備	
・ <u>可搬型水素濃度計</u>	重大事故等対処施設	・ 可搬型重大事故等対処設備	
・ 代替格納容器スプレイ ポンプ出口積算流量	重大事故等対処施設	・ 常設重大事故緩和設備	
・ <u>格納容器再循環サンプ 水位計（広域）</u>	設計基準対象施設 重大事故等対処施設	・ Sクラス ・ 常設重大事故防止設備 ・ 常設重大事故緩和設備	
・ アニュラス水素濃度	重大事故等対処施設	・ 常設重大事故緩和設備	
・ 共通要因故障対策盤	重大事故等対処施設	・ 常設重大事故防止設備	
・ 加圧器逃がし弁作用 可搬型窒素ガスポンベ	重大事故等対処施設	・ 可搬型重大事故等対処設備	
・ 可搬型窒素ガス供給配 管	重大事故等対処施設	・ 可搬型重大事故等対処設備	
・ <u>制御用空気設備配管</u>	設計基準対象施設 重大事故等対処施設	・ Sクラス ・ 常設重大事故防止設備 ・ 常設重大事故緩和設備	

\* \_\_ : 今後、提出予定

表1 新たに設置する重大事故等対処設備等の耐震重要度分類（5／8）

設備名称	区分	耐震重要度分類又は設備分類	備考
4. 放射線管理施設			
・可搬型エリアモニタ	重大事故等対処施設	・可搬型重大事故等対処設備	
・ <u>使用済燃料ピット</u>	重大事故等対処施設	・可搬型重大事故等対処設備	
・ <u>可搬型エリアモニタ</u>			
・可搬型モニタリング ポスト	重大事故等対処施設	・可搬型重大事故等対処設備	
・可搬型緊急時対策所 空気浄化ファン	重大事故等対処施設	・可搬型重大事故等対処設備	
・可搬型緊急時対策所空気 浄化フィルタユニット	重大事故等対処施設	・可搬型重大事故等対処設備	
・ <u>緊急時対策所遮蔽</u>	設計基準対象施設 重大事故等対処施設	・Cクラス ・常設重大事故緩和設備	
5. 原子炉格納施設			
・ <u>原子炉格納容器配管貫 通部</u>	設計基準対象施設 重大事故等対処施設	・Sクラス ・常設重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	
・代替格納容器スプレイ ポンプ	重大事故等対処施設	・常設重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	
・可搬型注水ポンプ車	重大事故等対処施設	・可搬型重大事故等対処設備	
・可搬型大型送水ポンプ車	重大事故等対処施設	・可搬型重大事故等対処設備	
・代替屋外給水タンク	重大事故等対処施設	・常設重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	
・代替再循環配管	重大事故等対処施設	・常設重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	

\*      : 今後、提出予定

表1 新たに設置する重大事故等対処設備等の耐震重要度分類（6／8）

設備名称	区分	耐震重要度分類又は設備分類	備考
5. 原子炉格納施設			
・燃料取替用水ピット 代替給水配管	重大事故等対処施設	・常設重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	
・代替注水配管	重大事故等対処施設	・常設重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	
・代替格納容器スプレイ ポンプ代替注水配管	重大事故等対処施設	・常設重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	
・可搬型注水配管	重大事故等対処施設	・可搬型重大事故等対処設備	
・CCWサージタンク加圧用 可搬型窒素ガスポンペ	重大事故等対処施設	・可搬型重大事故等対処設備	
・格納容器再循環ユニッ ト他代替海水供給配管	重大事故等対処施設	・常設重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	
・可搬型窒素ガス供給配管	重大事故等対処施設	・可搬型重大事故等対処設備	
・可搬型注水配管	重大事故等対処施設	・可搬型重大事故等対処設備	
・ <u>燃料取替用水設備配管</u>	設計基準対象施設 重大事故等対処施設	・S, Cクラス ・常設重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	
・ <u>代替低圧注入・CVス プレイ配管</u>	設計基準対象施設 重大事故等対処施設	・Sクラス ・常設重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	
・ <u>代替注水用消火水配管</u>	設計基準対象施設 重大事故等対処施設	・Cクラス ・常設重大事故防止設備 ・常設重大事故緩和設備	

\* \_\_ : 今後、提出予定

表1 新たに設置する重大事故等対処設備等の耐震重要度分類（7／8）

設備名称	区分	耐震重要度分類又は設備分類	備考
5. 原子炉格納施設 ・ <u>格納容器再循環ユニット</u> ・ 原子炉格納容器内水素処理装置 ・ <u>アニュラス空気浄化系ダクト</u> ・ <u>格納容器再循環ユニットダクト</u>	設計基準対象施設 重大事故等対処施設 重大事故等対処施設 設計基準対象施設 重大事故等対処施設 設計基準対象施設 重大事故等対処施設	・ Cクラス ・ 常設重大事故防止設備 ・ 常設重大事故緩和設備 ・ 常設重大事故緩和設備 ・ Sクラス ・ 常設重大事故緩和設備 ・ Cクラス ・ 常設重大事故防止設備 ・ 常設重大事故緩和設備	
6. その他発電用原子炉の附属施設 ・ 代替非常用発電機 ・ 可搬型代替電源車 ・ 可搬型タンクローリ	重大事故等対処施設 重大事故等対処施設 重大事故等対処施設	・ 常設重大事故防止設備 ・ 常設重大事故緩和設備 ・ 可搬型重大事故等対処設備 ・ 可搬型重大事故等対処設備	

\*      : 今後, 提出予定

表1 新たに設置する重大事故等対処設備等の耐震重要度分類（8／8）

設備名称	区分	耐震重要度分類又は設備分類	備考
6. その他発電用原子炉 の附属施設			
・ディーゼル発電機燃料油 貯油槽	設計基準対象施設 重大事故等対処施設	・ Sクラス ・ 常設重大事故防止設備 ・ 常設重大事故緩和設備	新設
・ディーゼル発電機燃料油 <u>貯油槽</u>	設計基準対象施設 重大事故等対処施設	・ Sクラス ・ 常設重大事故防止設備 ・ 常設重大事故緩和設備	既設
・燃料設備配管	設計基準対象施設	・ Sクラス	新設
・ <u>燃料設備配管</u>	設計基準対象施設	・ Sクラス	既設
・ <u>可搬型直流電源設備</u>	重大事故等対処施設	・ 可搬型重大事故等対処設備	
・蓄電式直流電源設備	重大事故等対処施設	・ 常設重大事故防止設備 ・ 常設重大事故緩和設備	
・加圧器逃がし弁操作用 バッテリー	重大事故等対処施設	・ 可搬型重大事故等対処設備	
・タービン動補助給水ポンプ 非常用油ポンプ起 動用バッテリー	重大事故等対処施設	・ 可搬型重大事故等対処設備	
・水密扉	設計基準対象施設	・ Sクラス	

\*      : 今後, 提出予定

### 3. 設計用地震力

#### 3.1 地震力の算定法

##### 3.1.1 設計基準対象施設

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、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。

##### 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・構築物の振動特性及び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、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・構築物の振動特性及び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

各耐震クラスの地震力は、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、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。

c. 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、建物・構築物の C クラスに適用される静的地震力を考慮する。

(2) 動的地震力

動的地震力は、S クラスの施設に適用する。

基準地震動  $S_s$  による地震力は、基準地震動  $S_s$  から定める入力地震動を入力として、動的解析により水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。

また、弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力は、弾性設計用地震動  $S_d$  から定める入力地震動を入力として、動的解析により水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。

ここで、弾性設計用地震動  $S_d$  は、基準地震動  $S_s$  に工学的判断から求められる係数0.5以上を乗じて設定する。

なお、建物・構築物と地盤との相互作用、埋め込み効果及び周辺地盤との非線形性について、必要に応じ考慮する。

なお、B クラス施設のうち共振のおそれのあるものについては、上記 S クラスの施設に適用する弾性設計用地震動  $S_d$  から定める入力地震動の振幅を  $1/2$  にしたものを入力として、動的解析により算定される地震力を適用する。

屋外重要土木構造物については、基準地震動  $S_s$  による地震力を適用する。

3.1.2 重大事故等対処施設

重大事故対処等施設の耐震設計に用いる地震力の算定は3.1.1に定める地震力を準用し、その分類に応じて、以下の方法により適切に定めるものとする。

(1) 常設重大事故防止設備

常設重大事故防止設備は、代替する設備が S クラスの場合は基準地震動  $S_s$  による地震力、代替する設備が B, C クラスの場合は、各クラスに適用される地震力を適用する。

(2) 常設重大事故緩和設備

常設重大事故緩和設備は、基準地震動  $S_s$  による地震力を適用する。

### 3.2 設計用地震力

#### (1) 静的地震力

静的地震力は，次の震度に基づき算定する。

##### a. 建物・構築物

種別	耐震クラス	水平地震力	鉛直地震力
		層せん断力係数	鉛直震度
建物・構築物	S	$3.0 C_I$ (注1)	$1.0 C_V$ (注2)
	B	$1.5 C_I$ (注1)	—
	C	$1.0 C_I$ (注1)	—

(注1)  $C_I$  は次式より算出する。

$$C_I = R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

$C_I$  : 地震層せん断力係数

$R_t$  : 振動特性係数

$A_i$  :  $C_I$  の分布係数

$C_0$  : 標準せん断力係数

(注2)  $C_V$  は次式により算出する

$$C_V = R_V \cdot 0.3$$

$C_V$  : 鉛直震度

$R_V$  : 鉛直方向振動特性係数

b. 機器・配管系

種別	耐震クラス	水平震度	鉛直震度
機器・配管系	S	$3.6 C_I$ (注1)	$1.2 C_V$ (注2)
	B	$1.8 C_I$ (注1)	—
	C	$1.2 C_I$ (注1)	—

(注1)  $C_I$  は次式より算出する。

$$C_I = R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

$C_I$  : 地震層せん断力係数

$R_t$  : 振動特性係数

$A_i$  :  $C_I$  の分布係数

$C_0$  : 標準せん断力係数

(注2)  $C_V$  は次式により算出する。

$$C_V = R_v \cdot 0.3$$

$C_V$  : 鉛直震度

$R_v$  : 鉛直方向振動特性係数

c. 土木構造物

種別		耐震クラス	水平震度	鉛直震度
土木構造物	屋外重要土木構造物	(注1) —	$1.0 C_I$ (注2)	—
	その他の土木構造物	—	$1.0 C_I$ (注2)	—

(注1) 屋外重要土木構造物のうち非常用取水設備はCクラス

(注2)  $C_I$  は次式より算出する。

$$C_I = R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

$C_I$  : 地震層せん断力係数

$R_t$  : 振動特性係数

$A_i$  :  $C_I$  の分布係数

$C_0$  : 標準せん断力係数

(2) 動的地震力

動的地震力は、以下の入力地震動に基づき算定する。

a. 建物・構築物

種別	耐震 クラス	入力地震動	
		水平地震動	鉛直地震動
建物・ 構築物	S	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub>
		基準地震動 S <sub>s</sub>	基準地震動 S <sub>s</sub>
	B	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> × 1/2 (注1)	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> × 1/2 (注1)

(注1) 共振のおそれのある施設に適用する。

b. 機器・配管系

種別	耐震 クラス	入力地震動	
		水平地震動	鉛直地震動
機器・ 配管系	S	設計用床応答曲線 S <sub>d</sub>	設計用床応答曲線 S <sub>d</sub>
		設計用床応答曲線 S <sub>s</sub>	設計用床応答曲線 S <sub>s</sub>
	B	設計用床応答曲線 S <sub>d</sub> × 1/2 (注1)	設計用床応答曲線 S <sub>d</sub> × 1/2 (注1)

(注1) 共振のおそれのある設備に適用する。

c. 土木構造物

種別	耐震 クラス	入力地震動		
		水平地震動	鉛直地震動	
土木 構造物	屋外重要 土木構造物	(注1) —	基準地震動 S <sub>s</sub>	基準地震動 S <sub>s</sub>

(注1) 屋外重要土木構造物のうち非常用取水設備はCクラス

(3) 設計用地震力

a. 建物・構築物

種別	耐震クラス	入力地震動等		摘要
		水平	鉛直	
建物・構築物	S	層せん断力係数 $3.0C_I$ (注2)	鉛直震度 $1.0C_V$ (注2)	荷重の組合せは、水平方向及び鉛直方向が静的地震力の場合には同時に不利な方向に作用するものとする。水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合には二乗和平方根(SRSS)法又は組合せ係数法による。(注3)
		弾性設計用地震動 $S_d$ (注2)	弾性設計用地震動 $S_d$ (注2)	
		基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$	
	B (注1)	層せん断力係数 $1.5C_I$	—	
		弾性設計用地震動 $S_d \times 1/2$ (注4)	弾性設計用地震動 $S_d \times 1/2$ (注4)	
	C (注1)	層せん断力係数 $1.0C_I$	—	

(注1) 上位クラス施設の安全機能への波及的影響を考慮する場合は、上位クラスの地震力により確認する。

(注2) 静的地震力と動的地震力のいずれか大きい方の値とする。

(注3) 水平方向と鉛直方向を同時に考慮した解析結果を用いてもよいものとする。

(注4) 共振のおそれのある施設に適用する。

b. 機器・配管系

種別	耐震クラス	水 平	鉛 直	摘 要
(注1) (注2) 機器・配管系	S	静的震度 $3.6C_I$	静的震度 (0.288)	(注3)(注4) 荷重の組合せは、水平方向及び鉛直方向が静的地震力の場合は同時に不利な方向に作用するものとする。 水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は二乗和平方根(SRSS)法による。
		設計用 床応答曲線 $S_d$	設計用 床応答曲線 $S_d$	
		設計用 床応答曲線 $S_s$	設計用 床応答曲線 $S_s$	(注4) 荷重の組合せは、二乗和平方根(SRSS)法による。
	B	静的震度 $1.8C_I$	—	(注4)(注5) 水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は二乗和平方根(SRSS)法による。
		設計用 床応答曲線 $S_d \times 1/2$ (注6)	設計用 床応答曲線 $S_d \times 1/2$ (注6)	
	C	静的震度 $1.2C_I$	—	静的地震力とする。

(注1) 重大事故防止設備は、代替する設備がSクラスの場合は $S_s$ 地震に対して、代替する設備がB、Cクラスの場合は、各クラスに適用される地震力に対して必要な機能を喪失しないことを確認する。

(注2) 重大事故緩和設備は、 $S_s$ 地震に対して必要な機能を喪失しないことを確認する。

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

(注4) 絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。

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

(注6) 共振のおそれのある設備に適用する。

c. 土木構造物

種別		耐震 クラス	水 平	鉛 直	摘 要
土 木 構 造 物	屋外重要 土木構造物	(注1) —	静的震度 1.0C <sub>I</sub>	—	静的地震力と する。
			基準地震動 S <sub>s</sub>	基準地震動 S <sub>s</sub>	水平方向と鉛 直方向の同時 入力とする。
	その他の 土木構造物	—	静的震度 1.0C <sub>I</sub>	—	静的地震力と する。

(注1) 屋外重要土木構造物のうち非常用取水設備はCクラス

#### 4. 荷重の組合せと許容限界

##### 4.1 基本方針

###### (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

###### (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。

###### b. 機器・配管系

###### (a) 通常運転時の状態

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

###### (b) 運転時の異常な過渡変化時の状態

原子炉の運転状態において，原子炉施設の寿命期間中に予想される機器の単一故障若しくは誤動作又は運転員の単一誤操作によって外乱が加えられた状態及びこれらと類似の頻度で発生し，原子炉施設の運転状態が計画されていない状態。

###### (c) 設計基準事故時の状態

運転時の異常な過渡変化時の状態を超える異常な状態であって，発生する頻度はまれであるが，原子炉施設の安全性を評価する観点から想定される事象が発生した状態。

###### c. 土木構造物

###### (a) 通常運転時の状態

原子炉施設が運転状態にあり，通常 of 条件下におかれている状態。

(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係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。

ただし，運転時及び事故時の荷重には，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

- (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。

c. 土木構築物

- (a) 通常運転時の状態で施設に作用する荷重（固定荷重，積載荷重，土圧，水圧，積雪荷重等）。
- (b) 地震力。

(3) 荷重の組合せ

設計基準対象設備の地震力と他の荷重との組合せは以下による。

a. 建物・構築物（d.に記載のものを除く）

- (a) 地震力と常時作用している荷重及び運転時（通常運転時，運転時の異常な過渡変化時）に施設に作用する荷重とを組み合わせる。
- (b) 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を組み合わせる。

(c) B，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静的地震力を組み合わせる。

b. 機器・配管系（d.に記載のものを除く）

- (a) 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) 運転時の異常な過渡変化時の状態及び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) 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によって作用する荷重で、その作用が長時間続く原子炉冷却材喪失事故時の荷重がある場合には、その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。

なお、地震によって引き起こされるおそれがなく、かつ、その事象によって作用する荷重が短時間で終結する場合には地震力とは組み合わせない。

- (d) B, 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静的地震力を組み合わせる。

c. 土木構造物

- (a) 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。

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

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

- (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に作用する荷重等と基準地震動  $S_s$  による地震力を組み合わせる。

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み合わせを考慮する。また、津波以外による荷重については、(2)に準じるものとする。

e. 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は、水平2方向と鉛直方向の地震力とを適切に組み合わせて算定するものとする。

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

- (c) 複数の荷重が同時に作用する場合、それらの荷重による応力の各ピークの生起時刻に明らかになぜ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クラスに応じた地震力と、常時作用している荷重，運転時に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。

(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等の規格基準又は妥当性が確認されている値を用いる。

a. 設計基準対象施設（建物・構築物。但し，d.に記載のものを除く）

(a) Sクラスの建物・構築物

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

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

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十分変形能力（終局耐力時の変形）の余裕を有し，終局耐力に対して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，その変形又は歪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，模型実験結果等に加え，必要に応じ当該部分の構造特性を考慮した模型による実験を実施し，その結果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) 耐震クラス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，耐震クラスの異なる施設がそれを支持する建物・構築物の変形等に対して，その機能が損なわれないものとする。

(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重要度に応じた適切な安全余裕を有していることを確認する。

(e) Sクラスの建物・構築物の基礎地盤の支持性能

- イ．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により生じる建物・構築物の基礎地盤の接地圧に対する許容限界

JEAG4601等の安全上適切と認められる規格及び基準等による許容支持力を許容限界とする。

- ロ．基準地震動  $S_s$  により生じる建物・構築物の基礎地盤の接地圧に対する許容限界

JEAG4601等の安全上適切と認められる規格及び基準等に基づく限界値に対して妥当な余裕をもたせることとする。

(f) Bクラス及びCクラスの建物・構築物の基礎地盤の支持性能

上記(e)イによる許容支持力を許容限界とする。

b. 設計基準対象施設（機器・配管系。但し，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ように，降伏応力又はこれと同等の安全性を有する応力を許容限界とする。

ただし，原子炉冷却材喪失事故時の長時間作用する荷重との組み合わせに対しては，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，その量が少ないレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し，その施設の機能に影響を及ぼすことがない限度に応力を制限する。

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。

(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ように，降伏応力又はこれと同等の安全性を有する応力を許容限界とする。

(c) 燃料集合体

地震時に作用する荷重に対して，燃料体の1次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. 設計基準対象施設（土木構造物。但し，d.に記載のものを除く）

(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

構造部材の曲げ及びせん断については，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，又は部材の終局耐力及び変形等，基礎地盤の支持性能については，地盤の極限支持力度に対して，安全余裕をもたせることとする。

(b) その他の土木構造物

安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

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

津波防護施設及び浸水防止設備が設置された建物・構築物については，当該施設及び建物・構築物が構造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，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，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。

e. 重大事故等対処施設

(a) 常設重大事故防止設備

3.1.2(1)に定める地震力に対して，必要な機能が喪失しないことを確認する。

(b) 常設重大事故緩和設備

3.1.2(2)に定める地震力に対して，必要な機能が喪失しないことを確認する

(c) 可搬型重大事故等対処設備

適切な保管がなされていることを確認する。

なお，上記(a)，(b)に該当する重大事故等対処施設について，求められる地震力に対して，十分支持できる地盤に設置することとする。また，上記(a)，(b)，(c)に該当する重大事故等対処施設については，基準地震動  $S_s$  による地震力に対して，周辺斜面の崩壊による影響がない場所に設置または保管することとする。

## 4.2 荷重の組合せと許容限界

### (1) 建物・構築物

荷重の組合せ	許容限界
$G + P + S_{w3} + S_d$	原則として建築基準法に定める「短期許容応力度」とする。
$G + P + S_{w3} + S_s$	終局耐力に対して適切な安全余裕を持たせる。

G : 固定荷重

P : 積載荷重

$S_{w3}$  : 積雪荷重 (地震時)

$S_d$  : 弾性設計用地震動  $S_d$  による水平地震力及び鉛直地震力又は層せん断力係数 ( $3.0C_1$ ) による水平地震力及び鉛直震度による鉛直地震力

$S_s$  : 基準地震動  $S_s$  による水平地震力及び鉛直地震力

(2) 機器・配管系

a. 記号の説明

- D : 死荷重
- P : 地震と組み合わせすべきプラントの運転状態（冷却材喪失事故後の状態は除く）における圧力荷重
- M : 地震及び死荷重以外で地震と組み合わせべきプラントの運転状態（冷却材喪失事故後の状態は除く）で設備に作用している機械的荷重
- $P_L$  : 冷却材喪失事故直後を除き、その後に生じる圧力荷重
- $M_L$  : 冷却材喪失事故直後を除き、その後に生じる死荷重、地震荷重以外の機械的荷重
- $P_D$  : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ（運転状態Ⅲがある場合にはこれを含む）、又は当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重
- $M_D$  : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ（運転状態Ⅲがある場合にはこれを含む）、又は当該設備に設計上定められた機械的荷重
- $P_d$  : 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重
- $M_d$  : 当該設備に設計上定められた機械的荷重
- $S_d$  : 弾性設計用地震動  $S_d$  により定まる地震力又はSクラス設備に適用される静的地震力
- $S_s$  : 基準地震動  $S_s$  により定まる地震力
- $S_B$  : Bクラスの設備に適用される地震動より求まる地震力又は静的地震力
- $S_C$  : Cクラスの設備に適用される静的地震力
- $III_{AS}$  : JSME S NC1の供用状態C相当の許容応力を基準として、それに地震により生じる応力に対する特別な応力の制限を加えた許容応力状態
- $IV_{AS}$  : JSME S NC1の供用状態D相当の許容応力を基準として、それに地震により生じる応力に対する特別な応力の制限を加えた許容応力状態
- $B_{AS}$  : Bクラス設備の地震時の許容応力状態
- $C_{AS}$  : Cクラス設備の地震時の許容応力状態
- $S_y$  : 設計降伏点 JSME S NC1 付録材料図表Part5表8に規定される値

- $S_u$  : 設計引張強さ JSME S NC1 付録材料図表Part5表9に規定される値  
 $S_m$  : 設計応力強さ JSME S NC1 付録材料図表Part5表1に規定される値  
 $S$  : 許容引張応力 JSME S NC1 付録材料図表Part5表5又は表6に規定される値。ボルト等に対しては， JSME S NC1 付録材料図表Part5表7に規定される値  
 $F$  : JSME S NC1 SSB-3121.1(1)により規定される値  
 $f_t$  : 許容引張応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては， JSME S NC1 SSB-3121.1(1)により規定される値。ボルト等に対しては， JSME S NC1 SSB-3131(1)により規定される値  
 $f_s$  : 許容せん断応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては， JSME S NC1 SSB-3121.1(2)により規定される値。ボルト等に対しては， JSME S NC1 SSB-3131(2)により規定される値  
 $f_c$  : 許容圧縮応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては， JSME S NC1 SSB-3121.1(3)により規定される値  
 $f_b$  : 許容曲げ応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては， JSME S NC1 SSB-3121.1(4)により規定される値  
 $f_p$  : 許容支圧応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対しては， JSME S NC1 SSB-3121.1(5)により規定される値  
 $f_t^*$ ,  $f_s^*$ ,  $f_c^*$ ,  $f_b^*$ ,  $f_p^*$  : 上記の  $f_t$ ,  $f_s$ ,  $f_c$ ,  $f_b$ ,  $f_p$  の値を算出する際に JSME S NC1 SSB-3121.1(1)a本文中  $S_y$  及び  $S_y(RT)$  を  $1.2S_y$  及び  $1.2S_y(RT)$  と読み替えて算出した値（JSME S NC1 SSB-3121.3及び3133）  
ただし， その他の支持構造物の上記  $f_t \sim f_p^*$  においては， JSME S NC1 SSB-3121.1(1)aの  $F$  値は， 次に定める値とする。  
 $S_y$  及び  $0.7S_u$  のいずれか小さい方の値。ただし， 使用温度が  $40^\circ\text{C}$  を超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあっては，  $1.35S_y$ ,  $0.7S_u$  又は  $S_y(RT)$  のいずれか小さい方の値  
なお，  $S_y(RT)$  は  $40^\circ\text{C}$  における設計降伏点の値

b. Sクラスの機器・配管系

第 4.2-1 表 クラス 1 容器

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容 応力 状態	許 容 限 界					
			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	特別な応力限界	
							純せん断 応力	支圧応力
S	D+P+M+S <sub>d</sub>	Ⅲ <sub>A</sub> S	Sy と 2/3Su の小さい方。 ただし、オーステナイト系 ステンレス鋼及び高ニッケ ル合金については 1.2Sm とする。	左欄の 1.5 倍の値	$3S_m$ (注1) { S <sub>d</sub> 又は S <sub>s</sub> } 地震動のみに による応力振幅 について評価 する。	(注2)(注3) S <sub>d</sub> 又は S <sub>s</sub> 地震動のみに による疲労解析 を行い、運転 状態Ⅰ、Ⅱに における疲労累 積係数との和 を 1.0 以下と する。	0.6Sm	(注4) Sy (1.5Sy)
	D+P <sub>L</sub> +M <sub>L</sub> +S <sub>d</sub>	Ⅳ <sub>A</sub> S	2/3Su ただし、オーステナイト系 ステンレス鋼及び高ニッケ ル合金については 2/3Su と 2.4Sm の小さい方。	左欄の 1.5 倍の値			0.4Su	(注4) Su (1.5Su)
	D+P+M+S <sub>s</sub>							

(注1) 3Sm を超えるときは弾塑性解析を行うこと。この場合、JSME S NC1 PVB-3300 (同 PVB-3313 を除く) の簡易弾塑性解析を用いる。

(注2) JSME S NC1 PVB-3140(6)を満たすときは、疲労解析を行うことを要しない。ただし、「応力の全振幅」は「S<sub>d</sub> 又は S<sub>s</sub> 地震動による応力の全振幅」と読み替える。

(注3) 運転状態Ⅰ、Ⅱにおいて疲労解析を要しない場合は、地震動のみによる疲労累積係数が 1.0 以下とする。

(注4) ( ) 内は、支圧荷重の作用端から自由端までの距離が支圧荷重の作用幅より大きい場合の値。

第 4.2-2 表 クラス MC 容器

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容 応力 状態	許 容 限 界					
			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	特別な応力限界	
							純せん断 応力	支圧応力
S	D+P+M+S <sub>d</sub>	III <sub>A</sub> S	Sy と 0.6 Su の小さい方。 ただし、オーステナイト系 ステンレス鋼及び高ニッケル 合金については 1.2S と する。	左欄の 1.5 倍の値	3S (注 2) (S <sub>d</sub> 又は S <sub>s</sub> ) 地震動のみに よる応力振幅 について評価 する。	(注 3)(注 4) S <sub>d</sub> 又は S <sub>s</sub> 地震動のみに よる疲労解析 を行い、運転 状態 I, II に おける疲労累 積係数との和 を 1.0 以下と する。	0.6S	(注 5) Sy (1.5Sy)
	(注 1) D+P <sub>L</sub> +M <sub>L</sub> +S <sub>d</sub>							
	D+P+M+S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S	構造上の連続な部分は 0.6Su, 不連続な部分は Sy と 0.6Su の小さい方。 ただし、オーステナイト系 ステンレス鋼及び高ニッケル 合金については、構造上 の連続な部分は 2S と 0.6Su の小さい方, 不連続 な部分は 1.2S とする。	左欄の 1.5 倍の値			0.4Su	(注 5) Su (1.5Su)

(注 1) 原子炉格納容器は原子炉冷却材喪失時の最終障壁となることから、構造体全体としての安全裕度を確認する意味で、原子炉冷却材喪失後の最大内圧と S<sub>d</sub> 地震動 (又は静的地震力) との組合せを考慮するものとし、内圧は安全側に原子炉格納容器の最高使用圧力に置き換えるものとする。

この場合の評価は、許容応力状態 IV<sub>A</sub>S の許容限界を用いて行う。

(注 2) 3S を超えるときは弾塑性解析を行うこと。この場合、JSME S NC1 PVB-3300 (同 PVB-3313 を除く。また、S<sub>m</sub> は S に読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いることができる。

(注 3) JSME S NC1 PVB-3140(6) を満たすときは、疲労解析を行うことを要しない。ただし、「応力の全振幅」は「S<sub>d</sub> 又は S<sub>s</sub> 地震動による応力の全振幅」と読み替える。

(注 4) 運転状態 I, II において疲労解析を行わない場合は、地震動のみによる疲労累積係数を 1.0 以下とする。

(注 5) ( ) 内は、支圧荷重の作用端から自由端までの距離が支圧荷重の作用幅より大きい場合の値。

第 4.2-3 表 クラス 2, 3 容器

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状 態	許 容 限 界 (注 1)			
			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
S	$D + P_D + M_D + S_d$	III <sub>A</sub> S	Sy と 0.6 Su の小さい方。 ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と 1.2S との大きい方。	左欄の 1.5 倍の値	(注 2) S <sub>d</sub> 又は S <sub>s</sub> 地震動のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。 ただし、地震動のみによる一次 + 二次応力の変動値が 2Sy 以下であれば、疲労解析は行わない。	
	$D + P_D + M_D + S_s$	IV <sub>A</sub> S	0.6Su	左欄の 1.5 倍の値		

(注 1) 座屈に対する評価が必要な場合には、クラス MC 容器の座屈に対する評価式による。

(注 2) 2Sy を超えるときは弾塑性解析を行うこと。この場合、JSME S NC1 PVB-3300 (同 PVB-3313 を除く。また、Sm は 2/3Sy に読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

第 4.2-4 表 クラス 1 配管

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許 容 限 界			
			一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	D + P + M + S <sub>d</sub>	Ⅲ <sub>A</sub> S	1.5S <sub>m</sub> (注1)	2.25S <sub>m</sub> (注2) ただし、ねじりによる応力が 0.55S <sub>m</sub> を超える場合は、曲げとねじりによる応力について 1.8S <sub>m</sub> とする。	(注2)(注3) 3S <sub>m</sub> S <sub>d</sub> 又は S <sub>s</sub> 地震動のみによる	(注2) S <sub>d</sub> 又は S <sub>s</sub> 地震動のみによる疲労解析を行い、運転状態Ⅰ、Ⅱにおける疲労累積係数との和を 1.0 以下とする。
	D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S <sub>d</sub>	Ⅳ <sub>A</sub> S	2S <sub>m</sub> (注1)	3S <sub>m</sub> (注2) ただし、ねじりによる応力が 0.73S <sub>m</sub> を超える場合は、曲げとねじりによる応力について 2.4S <sub>m</sub> とする。		
	D + P + M + S <sub>s</sub>			応力振幅について評価する。		

(注1) 軸力による全断面平均応力については、許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>Sの一次一般膜応力の許容値の0.8倍の値とする。

(注2) サポート用ラグ等が配管に直接溶接されている場合、配管に発生する局部的応力についても応力評価を行う。

(注3) 3S<sub>m</sub> を超えるときは弾塑性解析を行う。この場合、JSME S NC1 PPB-3536 (同(3), (6)及び(7)を除く。)を用いる。

第 4.2-5 表 クラス 2, 3 配管

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状 態	許 容 限 界			
			一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	$D + P_D + M_D + S_d$	Ⅲ <sub>A</sub> S	(注1) Sy と 0.6Su の小さい 方。 ただし、オーステナイ ト系ステンレス鋼及び 高ニッケル合金につい ては上記値と 1.2S と の大きい方。	Sy ただし、オーステナイ ト系ステンレス鋼及び 高ニッケル合金につい ては上記値と 1.2S と の大きい方。	(注2) S <sub>d</sub> 又は S <sub>s</sub> 地震動のみによる疲 勞解析を行い、疲勞累積係数が 1.0 以下であること。 ただし、地震動のみによる一次+ 二次応力の変動値が 2Sy 以下であ れば、疲勞解析は行わない。	
	$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S	0.6Su (注1)	左欄の 1.5 倍の値		

(注1) 軸力による全断面平均応力については、許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>Sの一次一般膜応力の許容値の0.8倍の値とする。

(注2) 2Syを超えるときは弾塑性解析を行うこと。この場合、JSME S NC1 PPB-3536 (同(3), (6)及び(7)を除く。また、S<sub>m</sub>は2/3Syに読み替える。)の簡易弾塑性解析を用いる。

第 4.2-6 表 クラス 4 配管

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	許 容 限 界
			一次一般膜応力
S	$D + P_D + M_D + S_d$	Ⅲ <sub>A</sub> S	地震時の加速度及び相対変位に対し機能が保たれるようサポートのスパン長を最大許容ピッチ以下に確保すること。
	$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S	同 上

第 4.2-7 表 クラス 1 ポンプ（耐圧機能維持の評価）

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状 態	許 容 限 界			
			一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	$D + P_D + M_D + S_d$	III <sub>A</sub> S	S <sub>y</sub> と $2/3S_u$ の小さい方。 ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については $1.2S_m$ とする。	左欄の 1.5 倍の値	(注) $3S_m$ $\left[ S_d \text{ 又は } S_s \text{ 地} \right]$ 震動のみによる 応力振幅につい て評価する。	S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地 震動のみによる 疲労解析を行 い、疲労累積係 数が 1.0 以下で あること。
	$D + P_D + M_D + S_s$	IV <sub>A</sub> S	$2/3S_u$ ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については $2/3S_u$ と $2.4S_m$ の小さい方。	左欄の 1.5 倍の値		

(注)  $3S_m$  を超えるときは弾塑性解析を行う。この場合、JSME S NC1 PVB-3300 (同 PVB-3313 を除く。) 又は JSME S NC1 PPB-3536 (同(3), (6)及び(7)を除く。) を用いる。

第 4.2-8 表 クラス 2 ポンプ（耐圧機能維持の評価）

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状 態	許 容 限 界			
			一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	$D + P_D + M_D + S_d$	Ⅲ <sub>A</sub> S	Sy と 0.6 Su の小さい方。 ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と 1.2S との大きい方。	左欄の 1.5 倍の値	(注) S <sub>d</sub> 又は S <sub>s</sub> 地震動のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。 ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が 2Sy 以下であれば、疲労解析は行わない。	
	$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S	0.6Su	左欄の 1.5 倍の値		

(注) 2Sy を超えるときは弾塑性解析を行うこと。この場合、JSME S NC1 PVB-3300 (同 PVB-3313 を除く。また、Sm は 2/3Sy に読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

第 4.2-9 表 クラス 3 ポンプ, その他のポンプ (耐圧機能維持の評価)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状 態	許 容 限 界			
			一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	$D + P_D + M_D + S_d$	III <sub>A</sub> S	Sy と 0.6Su の小さい方。 ただし, オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と 1.2S との大きい方。	左欄の 1.5 倍の値	(注) S <sub>d</sub> 又は S <sub>s</sub> 地震動のみによる疲労解析を行い, 疲労累積係数が 1.0 以下であること。ただし, 地震動のみによる一次+二次応力の変動値が 2Sy 以下であれば, 疲労解析は行わない。	
	$D + P_D + M_D + S_s$	IV <sub>A</sub> S	0.6Su	左欄の 1.5 倍の値		

(注) 2Sy を超えるときは, 簡易弾塑性解析を行うこととする。この場合, JSME S NC1 PVB-3300 (同 PVB-3313 を除く。また, S<sub>m</sub> は 2/3Sy に読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いることができる。

第 4.2-10 表 クラス 1 弁（耐圧機能維持の評価（弁箱））

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状 態	許 容 限 界			
			一次一般膜応力	一次応力	一次 + 二次応力	一次 + 二次 + ピーク応力
S	$D + P_D + M_D + S_d$	Ⅲ <sub>A</sub> S	(注)			
	$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S				

(注) 外径が 115mm 以下の管に接続される弁のうち，特に大きな駆動部を有する電動弁，空気作動弁については，JSME S NC1 VVB-3330 の評価を行うこと。

ただし，地震時に過大な応力の発生を防ぐ処置が講じられているものは，この限りではない。

第 4.2-11 表 クラス 2 弁（耐圧機能維持の評価（弁箱））

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状 態	許 容 限 界			
			一次一般膜応力	一次応力	一次 + 二次応力	一次 + 二次 + ピーク応力
S	$D + P_D + M_D + S_d$	III <sub>A</sub> S	(注)			
	$D + P_D + M_D + S_s$	IV <sub>A</sub> S				

(注) バルブの肉厚が接続配管と同等の場合で、特に大きな駆動部を有する電動弁、空気作動弁については、JSME S NC1 VVB-3330 の評価を行うこと。

ただし、地震時に過大な応力の発生を防ぐ処置が講じられているものは、この限りではない。

第 4.2-12 表 炉心支持構造物

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容 応力 状態	許容限界（ボルト等以外）					許容限界（ボルト等）		
			一次一般膜 応力	一次膜応力＋ 一次曲げ応力	特別な応力限界			一次一般膜応力	一次膜応力＋ 一次曲げ応力	一次＋ 二次応力
					純せん 断応力	支圧 応力	ねじり 応力			
S	D + P + M + S <sub>d</sub>	Ⅲ <sub>A</sub> S	1.5Sm <sup>(注1)</sup>	(注1) 左欄の 1.5 倍の値	0.9Sm	(注2) 1.5Sy (2.25Sy)	1.2Sm	1.5Sm <sup>(注1)</sup>	(注1) 左欄の 1.5 倍の値	—
	D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S <sub>d</sub>	Ⅳ <sub>A</sub> S	2/3Su <sup>(注1)</sup> ただし、オ ーステナイ ト系ステン レス鋼及び 高ニッケル 合金につい ては 2/3Su と 2.4Sm の 小さい方。	(注1) 左欄の 1.5 倍の値	1.2Sm	(注2) 2Sy (3Sy)	1.6Sm	2/3Su <sup>(注1)</sup> ただし、オース テナイト系ス テンレス鋼及 び高ニッケル 合金につい ては 2/3Su と 2.4Sm の小さい 方。	(注1) 左欄の 1.5 倍の値	—
	D + P + M + S <sub>s</sub>									

(注 1) JSME S NC1 CSS-3160 の崩壊荷重の下限に基づく評価（ただし、Ⅲ<sub>A</sub>S については同(2)、Ⅳ<sub>A</sub>S については同(3)の評価）を満足する場合は、本規定によらない。

(注 2) ( ) 内は、支圧荷重の作用端から自由端までの距離が支圧荷重の作用幅より大きい場合の値。

第 4.2-13 表 炉内構造物

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容 応力 状態	許容限界（ボルト等以外）					許容限界（ボルト等）		
			一次一般膜 応力	一次膜応力＋ 一次曲げ応力	特別な応力限界			一次一般膜応力	一次膜応力＋ 一次曲げ応力	一次＋ 二次応力
					純せん 断応力	支圧 応力	ねじり 応力			
S	D + P + M + S <sub>d</sub>	Ⅲ <sub>A</sub> S	1.5Sm <sup>(注1)</sup>	(注1) 左欄の 1.5 倍の値	0.9Sm	(注2) 1.5Sy (2.25Sy)	1.2Sm	1.5Sm <sup>(注1)</sup>	(注1) 左欄の 1.5 倍の値	—
	D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S <sub>d</sub>	Ⅳ <sub>A</sub> S	2/3Su <sup>(注1)</sup> ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については 2/3Su と 2.4Sm の小さい方。	(注1) 左欄の 1.5 倍の値	1.2Sm	(注2) 2Sy (3Sy)	1.6Sm	2/3Su <sup>(注1)</sup> ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については 2/3Su と 2.4Sm の小さい方。	(注1) 左欄の 1.5 倍の値	—
	D + P + M + S <sub>s</sub>									

(注1) JSME S NC1 CSS-3160 の崩壊荷重の下限に基づく評価（ただし、Ⅲ<sub>A</sub>S については同(2)、Ⅳ<sub>A</sub>S については同(3)の評価）を満足する場合は、本規定によらない。

(注2) ( ) 内は、支圧荷重の作用端から自由端までの距離が支圧荷重の作用幅より大きい場合の値。

第 4.2-14 表 クラス 1 支持構造物

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容 応力 状態	許 容 限 界 (注 1)(注 2)(注 3) (ボルト等以外)										許容限界 (ボルト等)		形状試験に よる場合
			一 次 応 力					一 次 + 二 次 応 力					一 次 応 力		許 容 荷 重
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	(注 7) 座屈	引張	せん 断	
S	D + P + M + S <sub>d</sub>	Ⅲ <sub>A</sub> S	1.5f <sub>t</sub>	1.5f <sub>s</sub>	1.5f <sub>c</sub>	1.5f <sub>b</sub>	1.5f <sub>p</sub>	3f <sub>t</sub>	(注 4) 3f <sub>s</sub>	(注 5) 3f <sub>b</sub>	(注 6) 1.5f <sub>p</sub>	(注 5) (注 6) 1.5f <sub>b</sub>	1.5f <sub>t</sub>	1.5f <sub>s</sub>	T <sub>L</sub>
	D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S <sub>d</sub>	Ⅳ <sub>A</sub> S	1.5f <sub>t</sub>	1.5f <sub>s</sub>	1.5f <sub>c</sub>	1.5f <sub>b</sub>	1.5f <sub>p</sub>	〔 S <sub>d</sub> 又は S <sub>s</sub> 地震動のみによる応力振幅について評価する。 〕			(注 6) 1.5f <sub>p</sub>	1.5f <sub>s</sub> 又は 1.5f <sub>c</sub>	1.5f <sub>t</sub>	1.5f <sub>s</sub>	T <sub>L</sub>
	D + P + M + S <sub>s</sub>		*	*	*	*	*				*	*	*		

(注 1) 「鋼構造設計規準 SI 単位版」(2002 年日本建築学会)等の幅厚比の制限を満足させる。

(注 2) 応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

(注 3) 耐圧部に溶接等により直接取り付けられる支持構造物であって耐圧部と一体の応力解析を行うものについては、耐圧部と同じ許容応力とする。

(注 4) すみ肉溶接部にあっては最大応力に対して 1.5f<sub>s</sub> とする。

(注 5) JSME S NC1 SSB-3121.1(4)により求めた f<sub>b</sub> とする。

(注 6) 自重、熱膨張等により常時作用する荷重に、地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

(注 7) 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあっては、クラス MC 容器の座屈に対する評価式による。

第 4.2-15 表 クラス 2, 3 支持構造物

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容 応力 状態	許 容 限 界 (注 1) (注 2) (注 3) ( ボ ル ト 等 以 外 )										許容限界 (ボルト等)	形状試験に よる場合	
			一 次 応 力					一 次 + 二 次 応 力					一 次 応 力		許 容 荷 重
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	(注 7) 座屈	引張	せん断	
S	$D + P_D + M_D + S_d$	Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5f_t$	$1.5f_s$	$1.5f_c$	$1.5f_b$	$1.5f_p$	$3f_t$	(注 4) $3f_s$	(注 5) $3f_b$	(注 6) $1.5f_p$	(注 5) (注 6) $1.5f_{b'}$	$1.5f_t$	$1.5f_s$	$T_L$
	$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5f_t$ *	$1.5f_s$ *	$1.5f_c$ *	$1.5f_b$ *	$1.5f_p$ *	〔 $S_d$ 又は $S_s$ 地震動のみによる応力振幅について評価する。〕			(注 6) $1.5f_p$ *	$1.5f_s$ 又は $1.5f_c$	$1.5f_t$ *	$1.5f_s$ *	$T_L$

(注 1) 「鋼構造設計規準 SI 単位版」(2002 年日本建築学会) 等の幅厚比の制限を満足させる。

(注 2) 応力の組合せが考えられる場合には, 組合せ応力に対しても評価を行う。

(注 3) 耐圧部に溶接等により直接取り付けられる支持構造物であって耐圧部と一体の応力解析を行うものについては, 耐圧部と同じ許容応力とする。

(注 4) すみ肉溶接部にあっては最大応力に対して  $1.5f_s$  とする。

(注 5) JSME S NC1 SSB-3121.1(4)により求めた  $f_b$  とする。

(注 6) 自重, 熱膨張等により常時作用する荷重に, 地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

(注 7) 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあっては, クラス MC 容器の座屈に対する評価式による。

第 4.2-16 表 その他の支持構造物

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界 (注1)(注2)(注3) (ボルト等以外)										許容限界 (ボルト等)		形状試験による場合
			一次応力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	(注7) 座屈	引張	せん断	
S	$D + P_D + M_D + S_d$	Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5f_t$	$1.5f_s$	$1.5f_c$	$1.5f_b$	$1.5f_p$	$3f_t$	(注4) $3f_s$	(注5) $3f_b$	(注6) $1.5f_p$	(注5) (注6) $1.5f_{b'}$	$1.5f_t$	$1.5f_s$	$T_L$
	$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5f_t$ *	$1.5f_s$ *	$1.5f_c$ *	$1.5f_b$ *	$1.5f_p$ *	$\left[ \begin{array}{l} S_d \text{ 又は } S_s \\ \text{地震動のみによる} \\ \text{応力振幅について評価} \\ \text{する。} \end{array} \right.$			(注6) $1.5f_p$ *	$1.5f_s$ 又は $1.5f_c$	$1.5f_t$ *	$1.5f_s$ *	$T_L$

(注1) 「鋼構造設計規準 SI 単位版」(2002年日本建築学会)等の幅厚比の制限を満足させる。

(注2) 応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

(注3) 耐圧部に溶接等により直接取り付けられる支持構造物であって耐圧部と一体の応力解析を行うものについては、耐圧部と同じ許容応力とする。

(注4) すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して  $1.5f_s$  とする。

(注5) JSME S NC1 SSB-3121.1(4)により求めた  $f_b$  とする。

(注6) 自重、熱膨張等により常時作用する荷重に、地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

(注7) 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあつては、クラス MC 容器の座屈に対する評価式による。

第 4.2-17 表 クラス 1 耐圧部テンションボルト（容器以外）

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状 態	容 器
			許 容 限 界
			平均引張応力
S	$D + P_D + M_D + S_d$	III <sub>A</sub> S	(注 1) (注 2) (注 3) $1.5S_m$
	$D + P_D + M_D + S_s$	IV <sub>A</sub> S	(注 1) (注 2) (注 3) $2S_m$

(注 1) 使用圧力及び外荷重を考慮する。

(注 2) クラス 1 容器耐圧部テンションボルトと同等の詳細解析を行う場合，クラス 1 容器耐圧部テンションボルトの許容応力を用いることができる。

(注 3) クラス 1 ポンプの耐圧部テンションボルトにあたっては， $S_m$ を S と読み替える。

第 4.2-18 表 制御棒

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容 応力 状態	制御棒案内シンプル		支持格子
			許容限界		許容限界
			一次一般 膜 応 力	一次膜応力＋ 一次曲げ応力	—
S	$D + P + M + S_d$	Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5S_m$	左欄の 1.5 倍 の値	(注 2) 発生する 衝撃力を 限界変形 荷重以下 とする。
	$D + P_L + M_L + S_d$	Ⅳ <sub>A</sub> S	$2/3S_u$ と $2.4S_m$ の小さい方。	(注 1) 左欄の 1.5 倍 の値	
	$D + P + M + S_s$				

(注 1) 燃料集合体曲がりによる制御棒案内シンプル断面形状の変化が制御棒挿入に支障の無い範囲であることを確認する。

(注 2) 支持格子と剛体等とを衝突させ、支持格子の塑性変形により制御棒案内シンプル断面が変形しはじめる時、発生する荷重を限界変形荷重とする。

第 4.2-19 表 燃料被覆管

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状 態	許 容 限 界
			一 次 応 力
S	$D + P + M + S_d$	Ⅲ <sub>A</sub> S	$S_y$ (注 1) (注 2)
	$D + P + M + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S	

(注 1) せん断ひずみエネルギー説に基づく相当応力に対して評価する。

(注 2) 使用温度及び放射線照射の効果を考慮して許容値を設定する。

c. B, Cクラスの機器・配管系

第 4.2-20 表 クラス 2, 3 容器

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容 応力 状態	許 容 限 界	
			一 次 一 般 膜 応 力	一 次 応 力
B	$D + P + M + S_B$	$B_A S$	$S_y$ と $0.6S_u$ の小さい方。 ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と $1.2S$ との大きい方。	$S_y$ ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と $1.2S$ との大きい方。
C	$D + P + M + S_C$	$C_A S$		

第 4.2-21 表 クラス 2 配管

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状 態	許 容 限 界		
			一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力
B	$D+P+M+S_B$	$B_{AS}$	(注1) $S_y$ と $0.6S_u$ の小さい方。 ただし、オーステナイト 系ステンレス鋼及び高ニ ッケル合金については上 記値と $1.2S$ との大きい 方。	$S_y$ ただし、オーステナイト 系ステンレス鋼及び高ニ ッケル合金については上 記値と $1.2S$ との大きい 方。	— (注2)
C	$D+P+M+S_C$	$C_{AS}$			

- (注1) 軸力による全断面平均応力については、許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>Sの一次一般膜応力の許容値の0.8倍の値とする。  
 (注2) 異なる建屋間に設置される等、地震時相対変位を考慮する場合は、地震のみによる一次+二次応力の振幅に対して  $2S_y$  とする。

第 4.2-22 表 クラス 3 配管

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状 態	許 容 限 界	
			一次一般 膜 応 力	一次応力
B	$D+P+M+S_B$	$B_A S$	(注1) $S_y$ と $0.6S_u$ の小 さい方。 ただし、オーステ ナイト系ステンレ ス鋼及び高ニッ ケル合金につい ては上記値と $1.2S$ との大きい 方。	$S_y$ ただし、オース テナイト系ステ ンレス鋼及び高 ニッケル合金に ついては上記値 と $1.2S$ との大き い方。
C	$D+P+M+S_C$	$C_A S$		

(注) 軸力による全断面平均応力については本欄の 0.8 倍の値とする。

第 4.2-23 表 クラス 2, 3 ポンプ, その他のポンプ

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状 態	許 容 限 界	
			一次一般 膜 応 力	一次応力
B	$D+P+M+S_B$	$B_A S$	$S_y$ と $0.6S_u$ の小 さい方。 ただし、オーステ ナイト系ステンレ ス鋼及び高ニッ ケル合金につい ては上記値と $1.2S$ との大きい 方。	$S_y$ ただし、オース テナイト系ステ ンレス鋼及び高 ニッケル合金に ついては上記値 と $1.2S$ との大き い方。
C	$D+P+M+S_C$	$C_A S$		

第 4.2-24 表 クラス 2, 3 支持構造物

耐震 クラ ス	荷重の組合せ	許容 応力 状態	許 容 限 界 (注 1) (注 2) (ボルト等以外)										許容限界 (注 6) (ボルト等)	形状試験に よる場合	
			一 次 応 力					一 次 + 二 次 応 力					一 次 応 力		許容荷重
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈	引張	せん 断	
B	$D + P_D + M_D + S_B$	$B_A S$						$3f_t$	(注 3) $3f_s$	(注 4) $3f_b$		(注 4) (注 5) $1.5f_b$			$T_L \times \frac{1}{2} \times \frac{Sy_d}{Syt}$
C	$D + P_D + M_D + S_B$	$C_A S$	$1.5f_t$	$1.5f_s$	$1.5f_c$	$1.5f_b$	$1.5f_p$	(地震荷重のみ による応力振幅 について評価す る。)		(注 5) $1.5f_p$	$b$ , $1.5f_s$ 又は $1.5f_c$	$1.5f_t$	$1.5f_s$		

(注 1) 「鋼構造設計規準 SI 単位版」(2002 年日本建築学会)等の幅厚比の制限を満足させる。

(注 2) 応力の組合せが考えられる場合には, 組合せ応力に対しても評価を行う。

(注 3) すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して  $1.5f_s$  とする。

(注 4) JSME S NC1 SSB-3121.1(4)により求めた  $f_b$  とする。

(注 5) 自重, 熱膨張等により常時作用する荷重に, 地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

(注 6) コンクリートに埋込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであつて, トルク管理, 材料の照合等を行わないものについては, 材料の品質, 据付状態等のゆらぎ等を考慮して, 許容応力を一次引張応力に対しては  $f_t$ , 一次せん断応力に対しては  $f_s$  として応力評価を行う。

第 4.2-25 表 その他の支持構造物

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界 (注1)(注2) (ボルト等以外)										許容限界 (注6) (ボルト等)		形状試験による場合		
			一次応力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重		
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈	引張	せん断			
B	$D + P_D + M_D + S_B$	$B_{AS}$									$3f_t$	(注3) $3f_s$	(注4) $3f_b$	(注4) (注5) $1.5f_b$			$T_L \times \frac{1}{2} \times \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$
C	$D + P_D + M_D + S_B$	$C_{AS}$	$1.5f_t$	$1.5f_s$	$1.5f_c$	$1.5f_b$	$1.5f_p$	(地震荷重のみによる応力振幅について評価する。)			$1.5f_p$	(注5) $b$ , $1.5f_s$ 又は $1.5f_c$	$1.5f_t$	$1.5f_s$			

(注1) 「鋼構造設計規準 SI単位版」(2002年日本建築学会)等の幅厚比の制限を満足させる。

(注2) 応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

(注3) すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して  $1.5f_s$  とする。

(注4) JSME S NC1 SSB-3121.1(4)により求めた  $f_b$  とする。

(注5) 自重、熱膨張等により常時作用する荷重に、地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

(注6) コンクリートに埋込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであつて、トルク管理、材料の照合等を行わないものについては、材料の品質、据付状態等のゆらぎ等を考慮して、許容応力を一次引張応力に対しては  $f_t$ 、一次せん断応力に対しては  $f_s$  として応力評価を行う。

(3) 土木構造物

		荷重の組合せ	許容限界	
			曲げ・せん断	基礎地盤の支持性能
土木構造物	屋外重要土木構造物	$G + P + S_{w3} + S_s$	許容応力度 <sup>(注1)</sup> 又は終局耐力及び変形等 <sup>(注2)</sup>	地盤の 極限支持力度
		$G + P + S_{w3} + S_c$	許容応力度	地盤の短期 許容支持力度
	その他の土木構造物	$G + P + S_{w3} + S_c$	許容応力度	地盤の短期 許容支持力度

G : 固定荷重

P : 積載荷重

$S_{w3}$  : 積雪荷重 (地震時)

$S_s$  : 基準地震動  $S_s$  による水平地震力及び鉛直地震力

$S_c$  : Cクラスの設備に適用される静的地震力

(注1) 許容応力度法に基づく場合

(注2) 限界状態設計法に基づく場合

#### 4.3 動的機能維持の評価基準

機能確認済加速度は、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版」に準拠するとともに、試験等で妥当性が確認された値を用いる。機能確認済加速度を第 4.3-1 表に示す。

詳細評価における構造強度評価の評価基準値は、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版」等による。また、部位毎の動的機能維持の評価基準値は、個別に試験等で妥当性が確認されている値を用いる。

なお、制御棒挿入性の評価においては、安全評価解析条件である制御棒クラスタ落下開始から全ストロークの 85% 挿入までの時間を評価基準値とする。

第 4.3-1 表 機能確認済加速度 (1/2)

種別	機種	加速度 確認部位	機能確認済加速度	
			水平方向 (G※1)	鉛直方向 (G※1)
立形ポンプ	立形斜流ポンプ	コラム 先端部	10.0	1.0
横形ポンプ	横形単段遠心式ポンプ	軸位置	3.2 (軸直角方向)	1.0
	横形多段遠心式ポンプ		1.4 (軸方向)	
ポンプ駆動用 タービン	補助給水ポンプ用 タービン	重心位置	1.0	1.0
電動機	横形ころがり軸受電動機	軸受部	4.7	1.0
	横形すべり軸受電動機		2.6	
	立形ころがり軸受電動機		2.5	
	立形すべり軸受電動機			
ファン	遠心直結型ファン	軸受部及び メカニカルシールケーシング <sup>6</sup>	2.3	1.0
	遠心直動型ファン	軸受部	2.6	
	軸流式ファン		2.4	

※1  $G = 9.80665 (m/s^2)$

第 4.3-1 表 機能確認済加速度 (2/2)

種別	機種	加速度 確認部位	機能確認済加速度	
			水平方向 (G <sup>※1</sup> )	鉛直方向 (G <sup>※1</sup> )
非常用 ディーゼル 発電機	中速形 ディーゼル機関	機関 重心位置	1.1	1.0
		ガバナ 取付位置	1.8	
制御用 空気圧縮機	V型2気筒圧縮機	シリンダ部	2.2	1.0
弁 (一般弁及び特 殊弁)	一般弁 (グローブ弁, ゲート弁, バタフライ弁, 逆止弁)	駆動部	6.0	6.0
	ゴムダイヤフラム弁		2.7	
	主蒸気隔離弁操作用 電磁弁		6.1 <sup>※2</sup>	3.4 <sup>※2</sup>
	加圧器安全弁		13.0	3.0
	主蒸気安全弁		13.0 10.0 <sup>※3</sup>	3.0

※1  $G = 9.80665 (m/s^2)$

※2 独立行政法人 原子力安全基盤機構

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  
機器耐力その4 (弁) に係る報告書

※3 固有振動数 20Hz 未満の安全弁

## 5. 地震応答解析の方針

### 5.1 建物・構築物

#### (1) 入力地震動

(a) 建物・構築物の地震応答解析における入力地震動は，基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  を用い，原則として建物・構築物の設置レベル（解析モデルの基礎底面）に入力する。

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

#### (2) 解析方法及び解析モデル

(a) 建物・構築物の地震応答解析は，時刻歴応答解析による。

(b) 建物・構築物の地震応答解析に当たっては，その形状，構造特性等を十分考慮して剛性を評価し，集中質点系に置換した解析モデルを設定する。なお，地盤と建物・構築物の相互作用は，弾性波動論に基づく等価なばねでモデル化して考慮する。

(c) 地震応答解析に用いる材料定数は，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し，必要に応じて必要に応じて，建物・構築物の設計用地震力や機器・配管系の入力地震力に及ぼす影響を検討する。

(d) 原子炉建屋について，3次元 FEM モデルを作成し，建物・構築物の 3次元応答性状を確認する。

### 5.2 機器・配管系

#### (1) 入力地震動

機器・配管系の地震応答解析における入力地震動は，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（若しくは時刻歴応答波）とする。

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  $S_d$  に基づい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

機器・配管系の地震応答解析は，原則として設計用床応答曲線を用いるスペクトルモーダル解析法による。スペクトルモーダル解析法における最大値は，2乗和平方根法により求める。

機器・配管系の解析には，その構造・形状，振動特性及び支持方法に応じて，1質点系，多質点系又は分布質量はり系のモデルを用いる。

5.3 土木構造物

(1) 入力地震動

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  $S_s$  を用いて一次元波動論による地震応答解析を行い，地震応答解析モデル入力位置で評価したものを用いる。

(2) 解析方法及び解析モデル

土木構造物の地震応答解析は，構造物と地盤の動的相互作用を考慮できる二次元動的有限要素法解析を用いる。

地震応答解析モデルは，構造物を平面ひずみ要素又は梁要素でモデル化する。地盤は平面ひずみ要素でモデル化し，埋戻土については，動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性を考慮する。

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とする。

## 6. 設計用減衰定数

機器・配管系の地震応答解析に用いる減衰定数を表 6-1 に示す。

減衰定数は，原則として「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版」に規定された値とし，試験等で妥当性が確認された値も評価に用いる。

表 6-1 機器・配管系の減衰定数

対象設備	減衰定数 (%)	
	水平方向	鉛直方向
溶接構造物	1.0	1.0
ボルト及びリベット構造物	2.0	2.0
ポンプ・ファン等の機械装置	1.0	1.0
電気盤	4.0 (自立閉鎖形電気盤以外は 1.0%)	1.0
燃料集合体	※ 1	1.0
制御棒駆動装置	5.0	1.0
空調用ダクト	2.5	2.5
クレーン	2.0	2.0
1 次冷却設備	3.0	1.0
炉内計装引出管	2.5	2.5
蒸気発生器伝熱管	8.0 (面外) 15.0 (面内)	1.0
使用済燃料ラック	1.0	1.0
配管系	0.5～3.0	0.5～3.0
ケーブルトレイ	5.0	5.0

※ 1 振動試験結果に基づいて，設計用減衰定数は振幅依存性を持たせている。

## II. 既設施設の耐震設計基本方針

本章は、泊3号機において、基準地震動  $S_s$  が新たに策定されることから、その特徴を踏まえ、既設施設に対して適用する耐震設計方針を以下に示す。

### 1. 耐震設計の基本方針

耐震設計の基本方針については、「I. 申請設備に係る耐震設計の基本方針 1. 耐震設計の基本方針」のうち、設計基準対象施設に示す方針と同様である。

評価対象施設は、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則別表第二に該当する施設のうち全てのSクラス施設、Sクラス設備の間接支持構造物及び波及的影響に関する施設とし、これらについて耐震性を評価する上で必要な評価部位、評価項目について評価を実施する。

今回評価を行う既設施設は、プラント全体に亘ることから、評価対象施設及び評価内容が網羅されていることを確認するため、別表第二及び耐震重要度分類の区分に照らし、評価対象施設、評価部位及び評価項目の確認を行う。

加えて、それらの設備に適用した評価手法・評価条件について建設工認からの変更点を確認する。

### 2. 耐震設計上の重要度分類

各施設の耐震重要度分類については、「I. 申請設備に係る耐震設計の基本方針 2.1重要度分類の基本方針」のうち、2.1.1設計基準対象施設に示す基本方針と同様である。実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則別表第二に該当する設備のうち、Sクラス設備であるもの及びSクラス設備への波及的影響があるものについて表2に示す。

表2 既施設の耐震重要度分類（1／6）

耐震クラス 施設名称	設計基準対象設備			備考
	S	B	C	
1. 原子炉本体 (1) 炉心  (2) 熱遮蔽材  (3) 原子炉容器	<input type="checkbox"/> 燃料集合体 <input type="checkbox"/> 炉心支持構造物  <input type="checkbox"/> 炉内構造物 <input type="checkbox"/> 熱遮へい体  <input type="checkbox"/> 原子炉容器 <input type="checkbox"/> 原子炉容器支持構造物 <input type="checkbox"/> 原子炉容器支持構造物埋込金物 <input type="checkbox"/> 制御棒クラスター案内管 <input type="checkbox"/> 蓋用管台			
2. 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設 (1) 燃料取扱設備  (2) 使用済燃料貯蔵設備  (3) 燃料取替用水設備	<input type="checkbox"/> 使用済燃料ピット <input type="checkbox"/> キャスクピット <input type="checkbox"/> 使用済燃料ラック <input type="checkbox"/> 破損燃料保管容器ラック  <input type="checkbox"/> 燃料取替用水ポンプ <input type="checkbox"/> 関連配管	<input type="checkbox"/> 使用済燃料ピットクレーン【S s】 <input type="checkbox"/> 燃料取扱棟クレーン【S d】		
3. 原子炉冷却系統施設 (1) 一次冷却材の循環設備	<input type="checkbox"/> 蒸気発生器 <input type="checkbox"/> 蒸気発生器内部構造物 <input type="checkbox"/> 蒸気発生器支持構造物 <input type="checkbox"/> 蒸気発生器支持構造物埋込金物 <input type="checkbox"/> 1次冷却材ポンプ <input type="checkbox"/> 1次冷却材ポンプ支持構造物 <input type="checkbox"/> 1次冷却材ポンプ支持構造物埋込金物 <input type="checkbox"/> 加圧器 <input type="checkbox"/> 加圧器支持構造物 <input type="checkbox"/> 加圧器支持構造物埋込金物 <input type="checkbox"/> 加圧器ヒータ <input type="checkbox"/> 1次冷却材管			

【 】は検討用地震動を示す。

表 2 既施設の耐震重要度分類（2 / 6）

耐震クラス 施設名称	設計基準対象設備			備考
	S	B	C	
3. 原子炉冷却系統施設 (2) 主蒸気・主給水設備	○関連配管			
(3) 余熱除去設備	○余熱除去冷却器 ○余熱除去ポンプ ○関連配管			
(4) 非常用炉心冷却設備その他 原子炉注水設備	○高压注入ポンプ ○蓄圧タンク ○ほう酸注入タンク ○格納容器再循環サンプスクリーン ○格納容器再循環サンプ ○燃料取替用水ピット ○関連配管			
(5) 化学体積制御設備	○再生熱交換器 ○充てんポンプ ○封水注入フィルタ ○関連配管			
(6) 原子炉補機冷却設備	○原子炉補機冷却水冷却器 ○原子炉補機冷却水ポンプ ○原子炉補機冷却水サージタンク ○原子炉補機冷却海水ポンプ ○原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ ○関連配管			○取水ピットポンプ室【S s】 ○原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ室【S s】 ○原子炉補機冷却海水管ダクト【S s】
(7) 蒸気タービンの附属設備	○電動補助給水ポンプ ○タービン動補助給水ポンプ ○補助給水ピット ○関連配管			

【】は検討用地震動を示す。



表 2 既施設の耐震重要度分類（4 / 6）

耐震クラス 施設名称	設計基準対象設備			備考
	S	B	C	
4. 計測制御システム施設 (5) 原子炉非常用停止信号  (6) 工学的安全施設等の作動信号  (7) 制御用空気設備	○1次冷却材温度検出器(狭域) ○1次冷却材流量検出器 ○蒸気発生器水位検出器(狭域) ○水平方向加速度検出器 ○鉛直方向加速度検出器  ○加圧器圧力検出器 ○加圧器水位検出器 ○主蒸気ライン圧力検出器 ○格納容器圧力検出器  ○制御用空気圧縮機 ○制御用空気だめ ○制御用空気除湿装置除湿塔 ○関連配管			
5. 放射性廃棄物の廃棄施設 (1) 気体、液体又は固体廃棄物処理設備	○排気筒			
6. 放射線管理施設 (1) 放射線管理用計測装置  (2) 換気設備	○格納容器内高レンジエリアモニタ  ○アニュラス空気浄化ファン ○アニュラス空気浄化フィルタユニット ○中央制御室循環ファン ○中央制御室給気ファン			

\* \_ : 今後, 提出予定

表 2 既施設の耐震重要度分類（5 / 6）

耐震クラス 施設名称	設計基準対象設備			備考
	S	B	C	
6. 放射線管理施設 (2) 換気設備  (3) 生体遮蔽装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>○中央制御室非常用循環ファン</li> <li>○中央制御室非常用循環フィルタユニット</li> <li>○ダクト</li> <li>○外部遮へい</li> <li>○中央制御室遮へい</li> </ul>			
7. 原子炉格納施設 (1) 原子炉格納容器  (2) 二次格納施設  (3) 圧力低減設備その他安全設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>○原子炉容器本体</li> <li>○機器搬入入口</li> <li>○エアロック</li> <li>○原子炉格納容器貫通部</li> <li>○外部遮へい</li> <li>○アニュラスシール</li> <li>○格納容器スプレイ冷却器</li> <li>○格納容器スプレイポンプ</li> <li>○よう素除去薬品タンク</li> <li>○pH調整剤貯蔵タンク</li> <li>○真空逃がし装置</li> <li>○関連配管</li> </ul>			

表2 既施設の耐震重要度分類（6／6）

耐震クラス 施設名称	設計基準対象設備			備考
	S	B	C	
8. その他発電用原子炉の附属施設				
(1) 非常用発電装置	<input type="checkbox"/> ディーゼル機関 <input type="checkbox"/> 空気だめ <input type="checkbox"/> 燃料油サービスタンク <input type="checkbox"/> ディーゼル発電機			
(2) その他の電源装置	<input type="checkbox"/> 計装用インバータ盤 <input type="checkbox"/> 蓄電池			
(3) 非常用取水設備			<input type="checkbox"/> 取水ピットポンプ室【S s】 <input type="checkbox"/> 取水ピットスクリーン室【S s】 <input type="checkbox"/> 取水路【S s】 <input type="checkbox"/> 取水口【S s】	
8. その他			<input type="checkbox"/> 格納容器ポークレーン【S s】	

\*      : 今後、提出予定

【 】は検討用地震動を示す。

3. 設計用地震力

設計用地震力については、「Ⅰ.申請設備に係る耐震設計の基本方針 3.設計用地震力」のうち、設計基準対象施設に示す地震力と同様である。

4. 荷重の組合せと許容限界

荷重の組合せと許容限界については、「Ⅰ.申請設備に係る耐震設計の基本方針 4.荷重の組合せと許容限界」に従う。

5. 地震応答解析の方針

地震応答解析の方針について、「Ⅰ.申請設備に係る耐震設計の基本方針 5.地震応答解析の方針」に従う。

## 6 Sクラス施設の耐震評価方針

### 6.1 建物・構築物

#### (1) 評価方針

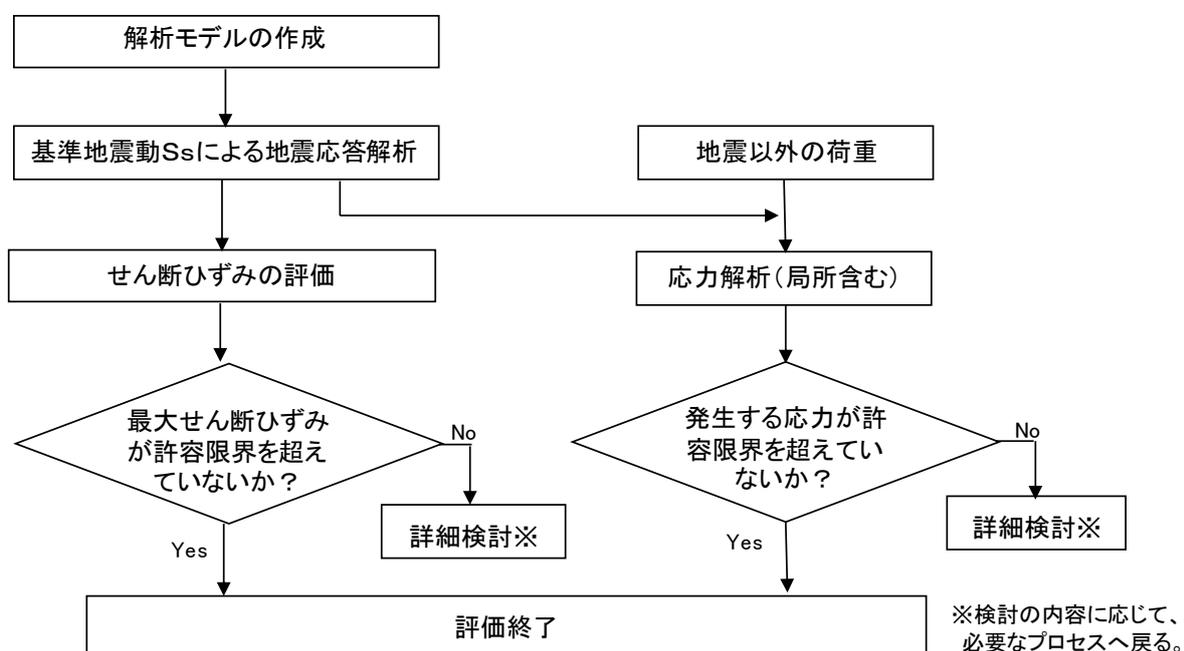
建物・構築物の耐震評価は，基準地震動  $S_s$  に対して耐震設計上重要な施設の安全機能を保持する観点及び弾性設計用地震動  $S_d$  に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられる観点から，それぞれ基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  を用いた地震応答解析（時刻歴応答解析法）によることとし，建物・構築物の応答性状を適切に表現できるモデルを設定した上で行う。

a. 基準地震動  $S_s$  による評価

(a) 建物・構築物（間接支持構造物を含む）に関する評価は、基準地震動  $S_s$  による鉄筋コンクリート造耐震壁の最大せん断ひずみを超えていないことを確認する。

(b) 地震力以外の荷重を考慮する必要がある場合は、基準地震動  $S_s$  による地震力と地震力以外の荷重を組み合わせる応力解析を行い、その結果発生する応力が許容限界を超えていないことを確認する。

評価手順を第 6.1-1 図に示す。



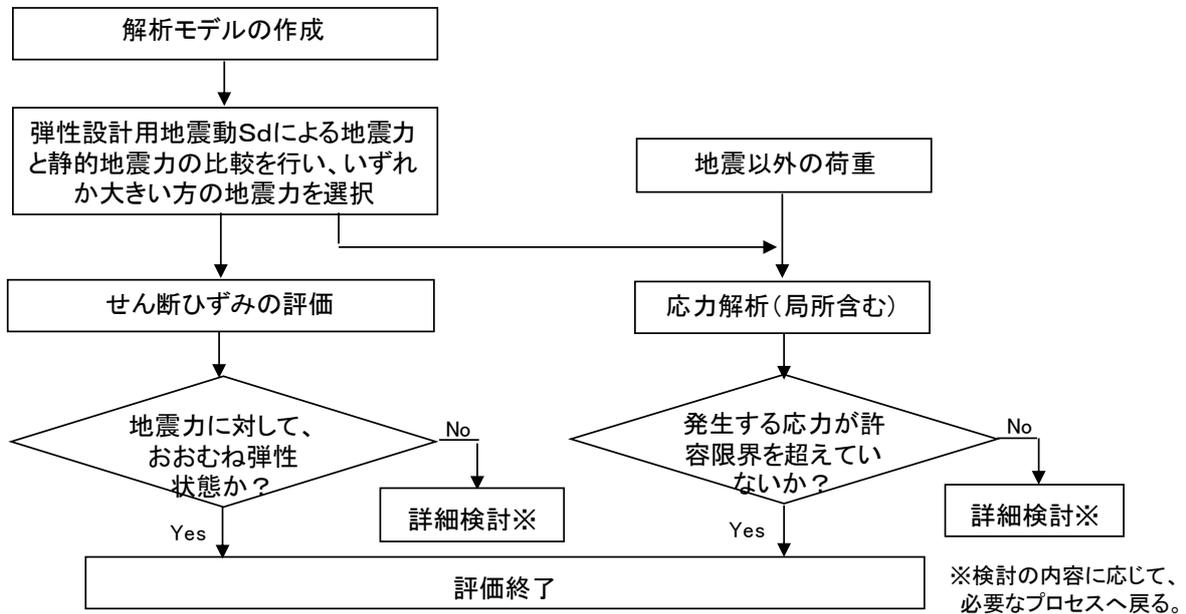
第 6.1-1 図 建物・構築物の基準地震動  $S_s$  に対する評価手順

b. 弾性設計用地震動  $S_d$  ・静的地震力による評価

(a) 弾性設計用地震動  $S_d$  ・静的地震力による評価は，建物・構築物が，弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力また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であることを確認する。

(b) 地震力以外の荷重を考慮する必要がある場合は，弾性設計用地震動  $S_d$  と静的地震力のいずれか大きい方の地震力と地震力以外の荷重を組み合わせる応力解析を行い，その結果発生する応力が許容限界を超えていないことを確認する。

評価手順を第 6.1-2 図に示す。



第 6.1-2 図 建物・構築物の基準地震動  $S_s$  に対する評価手順

## (2) 評価概要

### a. 原子炉建屋の地震応答解析

原子炉建屋は、原子炉格納施設（原子炉格納容器、外部遮へい建屋及び内部コンクリート）と周辺補機棟及び燃料取扱棟が同一基礎版上に設置されている。原子炉格納容器は、他施設とは構造的に独立しており、内部コンクリートも最下層で外部遮へい建屋と床で接続している部分以外は独立した構造である。また、周辺補機棟及び燃料取扱棟は剛性の高い外壁で一体化した構造であり、全ての床レベルで外部遮へい建屋と接続している。

#### (a) 水平方向の地震応答解析モデル

水平方向の地震応答解析モデルは、原子炉建屋を構成する構造物を原子炉格納容器 10 質点、外部遮へい建屋 13 質点、内部コンクリート 6 質点、燃料取扱棟・周辺補機棟 6 質点、蒸気発生器 9 質点及び基礎版 1 質点とする集中質点系に置換し、地盤と構造物との相互作用を考慮して基礎版底面に水平および回転ばねを設けた曲げせん断型の地盤－建屋連成系モデルとする。なお、当該モデルは、外部遮へい建屋および内部コンクリート等の振動特性の異なる構造体ごとに独立した質点系としており、各質点系が床により接続されている部分には、この床の面内剛性を考慮した水平ばねにより質点間を接続している。

地盤ばねは、地盤を半無限の弾性体とみなし、地反力分布は水平ばねに対して一様分布、回転ばねに対して三角分布と仮定して算出する。解析に用いる地盤ばねの剛性及び減衰は、「原子力発電所耐震設計技術指針」（日本電気協会 JEAG4601-1991 追補版）に示される近似法に準じて設定する。

建屋上部構造の減衰はモーダル減衰とし、建屋のひずみエネルギーに比例した値とする。

また、建屋および地盤の非線形特性は、「原子力発電所耐震設計技術指針」（日本電気協会 JEAG4601-1991 追補版）に基づき以下の項目を考慮している。

- ・鉄筋コンクリート造耐震壁
- ・鉄骨造
- ・地盤の回転ばね

#### (b) 鉛直方向の地震応答解析モデル

鉛直方向の地震応答解析モデルは、水平方向の地震応答解析モ

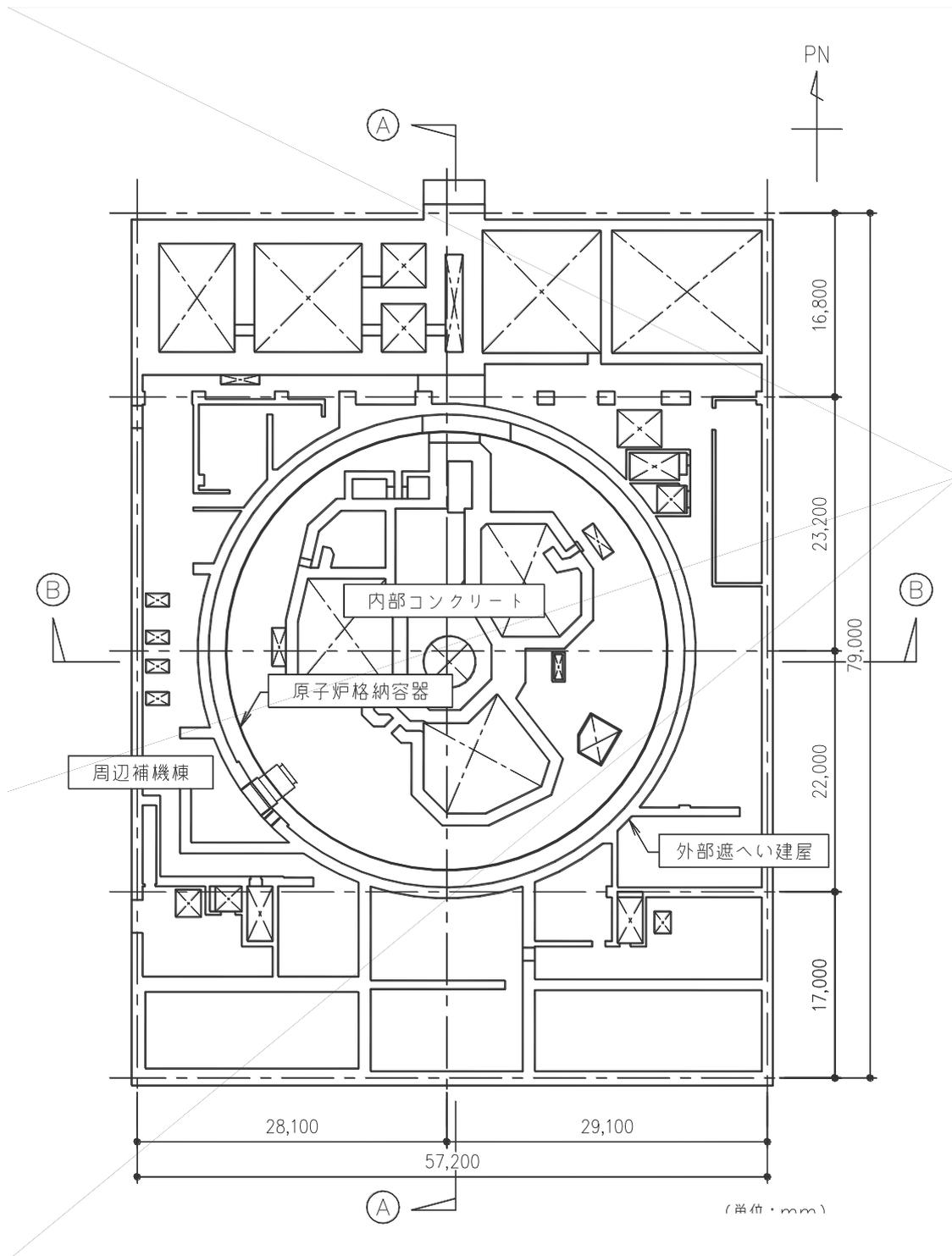
デルと同じ配置の質点間を鉛直支持部材の軸剛性を評価した軸ばねにより連結し，地盤と構造物との相互作用を考慮して基礎版底面に鉛直ばねを設けた地盤－建屋連成系モデルとする。

地盤ばねは，地盤を半無限の弾性体とみなし，地反力分布は水平ばねに対して一様分布，回転ばねに対して三角分布と仮定して算出する。解析に用いる地盤ばねの剛性及び減衰は，「原子力発電所耐震設計技術指針」（日本電気協会 JEAG4601-1991 追補版）に示される近似法に準じて設定する。

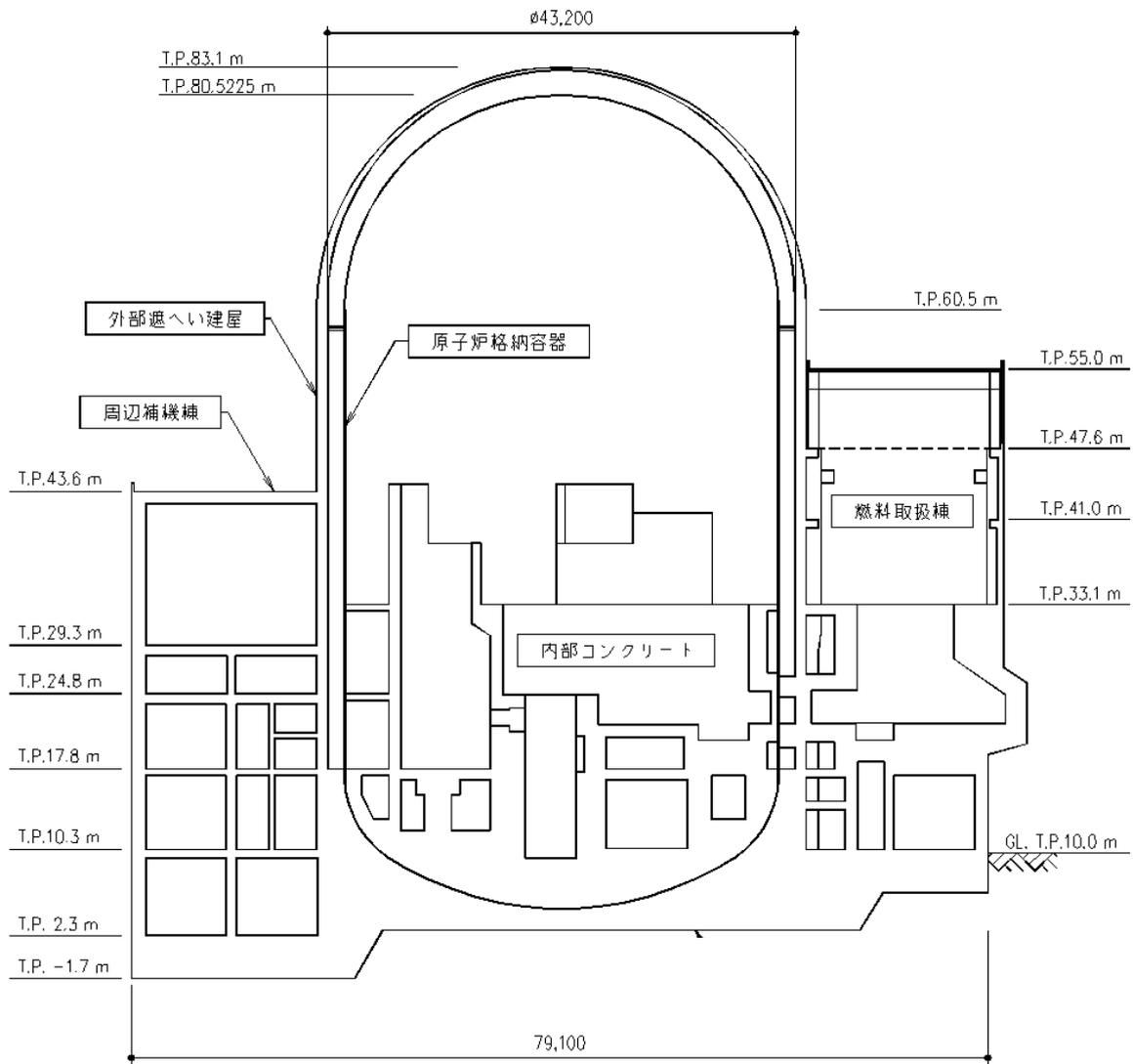
建屋上部構造の減衰はモーダル減衰とし，建屋のひずみエネルギーに比例した値とする。

原子炉建屋の概略平面図を第 6.1-3 図に，概略断面図を第 6.1-4 図及び第 6.1-5 図に示す。

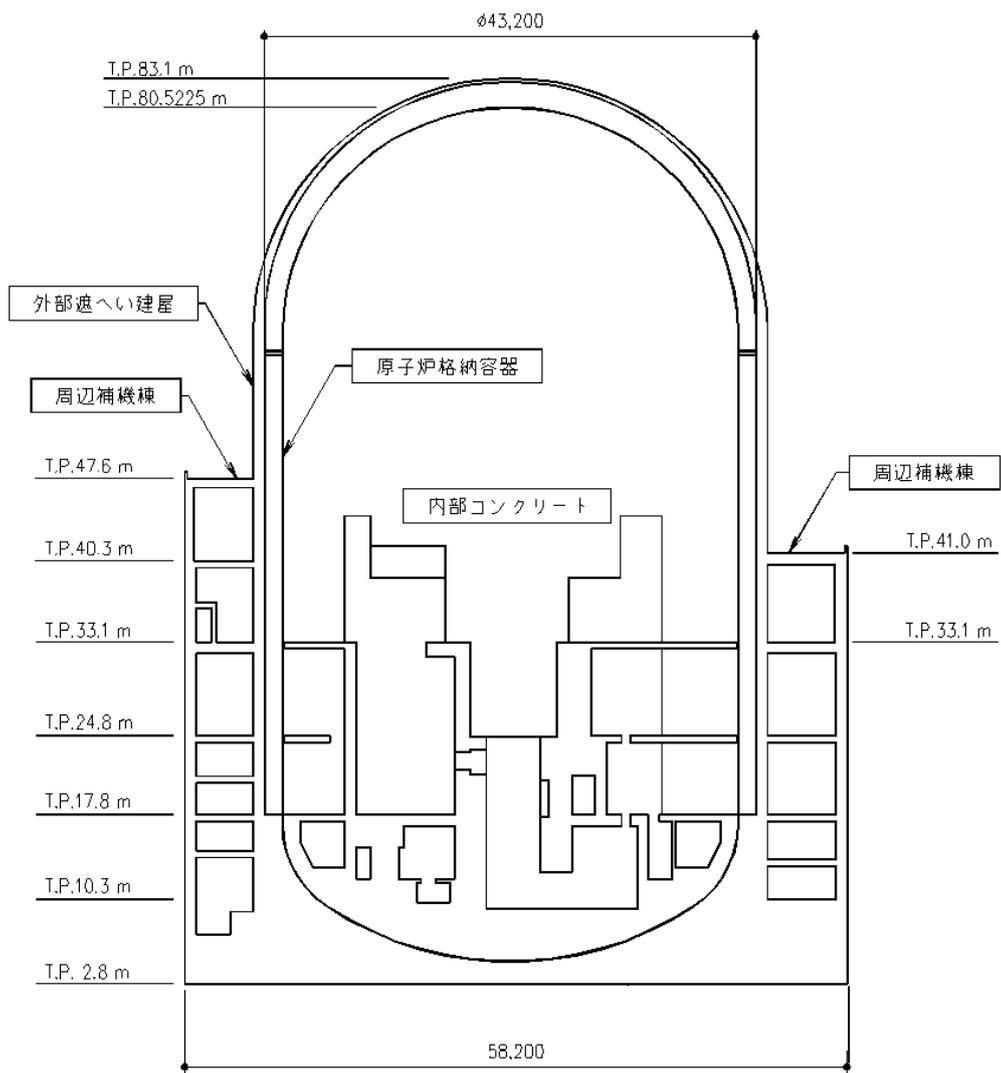
また，水平及び鉛直方向の地震応答解析モデルを第 6.1-6 図及び第 6.1-7 図に示す。



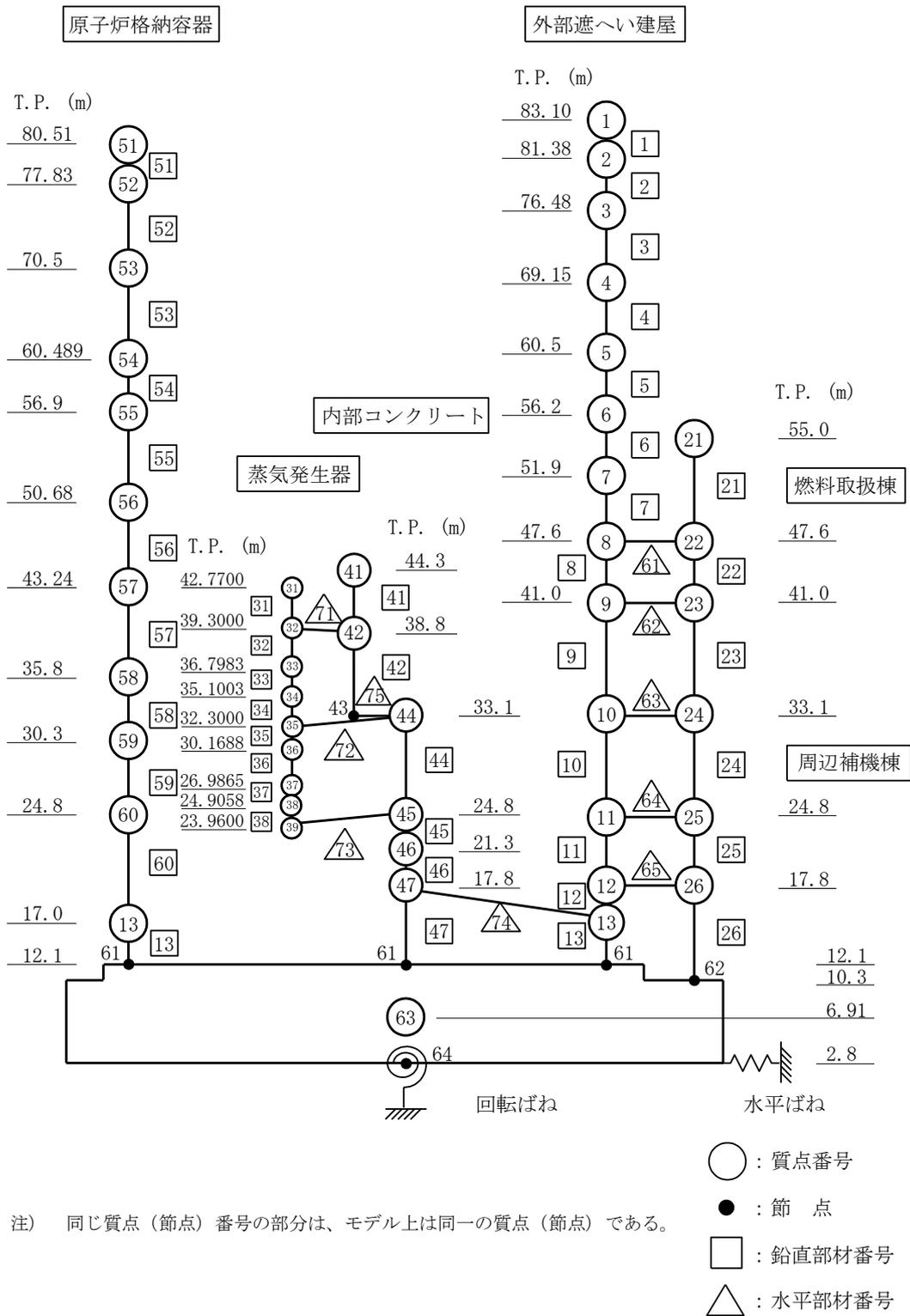
第 6.1-3 図 原子炉建屋の概略平面図 (T.P. 24.8m)



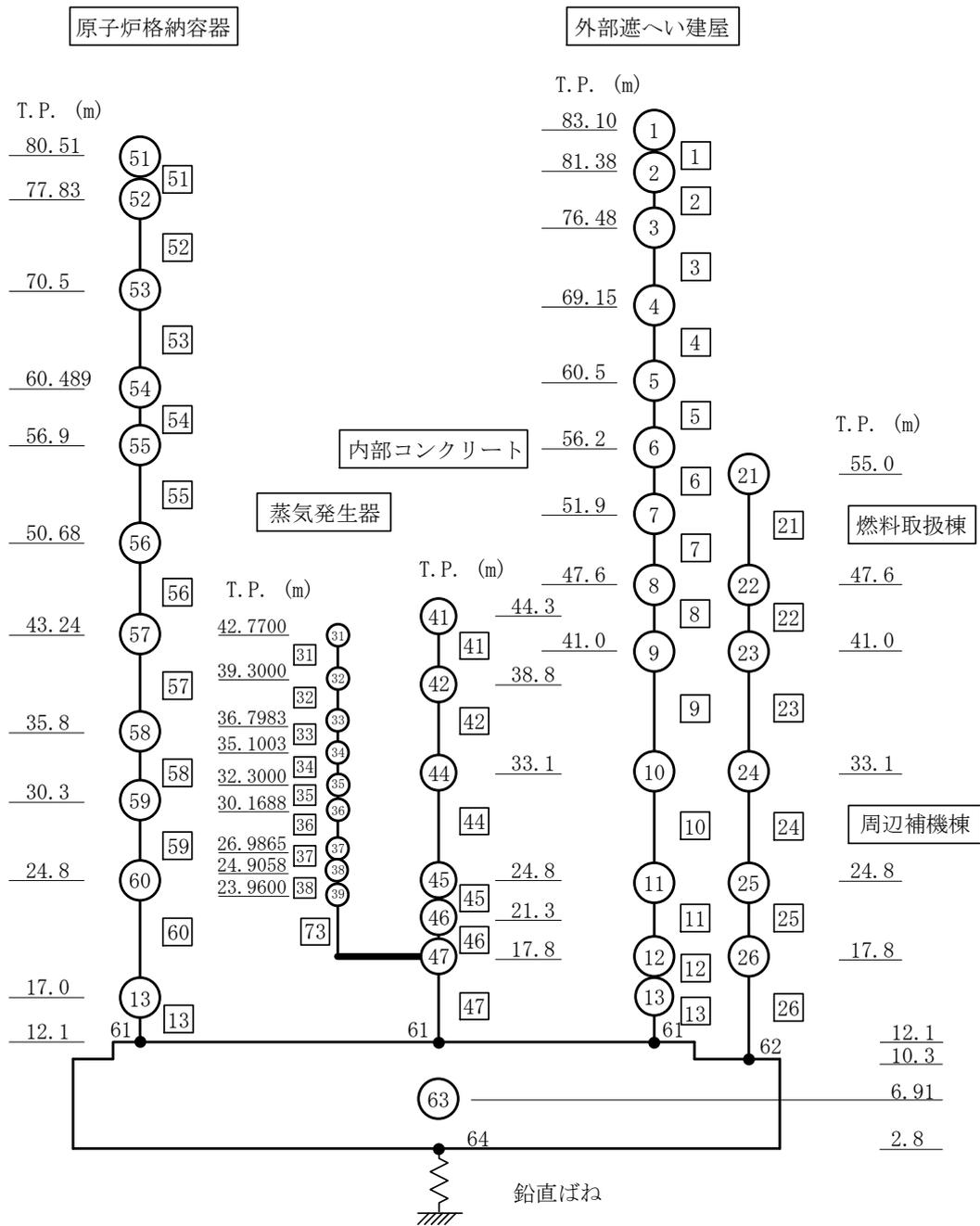
第 6.1-4 図 原子炉建屋の概略断面図 (A-A 断面)



第 6.1-5 図 原子炉建屋の概略断面図 (㊸-㊸ 断面)



第 6.1-6 図 原子炉建屋の地震応答解析モデル (水平方向)



注) 同じ質点(節点)番号の部分は、モデル上は同一の質点(節点)である。

第 6.1-7 図 原子炉建屋の地震応答解析モデル(鉛直方向)

## b. 原子炉補助建屋の地震応答解析

原子炉補助建屋は，原子炉建屋の西側に隣接する配置となっており，原子炉冷却系統設備，計測制御系統設備，放射線管理設備，廃棄設備，原子炉格納施設（原子炉格納容器スプレイ設備）および中央制御室等を収容している。

### (a) 水平方向の地震応答解析モデル

水平方向の地震応答解析モデルは，上部構造物 9 質点及び基礎版 1 質点とする集中質点系に置換し，地盤と構造物との相互作用を考慮して基礎版底面に水平及び回転ばねを設けた曲げせん断型の地盤－建屋連成系モデルとする。なお，原子炉補助建屋は，耐震壁が平面的にバランスよく配置され，かつ剛性の高い床で接続されていることから同一レベルの床が一体で挙動するものとし，各床レベルを剛床として，地震応答解析モデルを構築する。

地盤ばねは，地盤を半無限の弾性体とみなし，地反力分布は水平ばねに対して一様分布，回転ばねに対して三角分布と仮定して算出する。解析に用いる地盤ばねの剛性及び減衰は，「原子力発電所耐震設計技術指針」(日本電気協会 JEAG4601-1991 追補版) に示される近似法に準じて設定する。

建屋上部構造の減衰はモーダル減衰とし，建屋のひずみエネルギーに比例した値とする。

また，建屋および地盤の非線形特性は，「原子力発電所耐震設計技術指針」(日本電気協会 JEAG4601-1991 追補版) に基づき以下の項目を考慮している。

- ・鉄筋コンクリート造耐震壁
- ・地盤の回転ばね

### (b) 鉛直方向の地震応答解析モデル

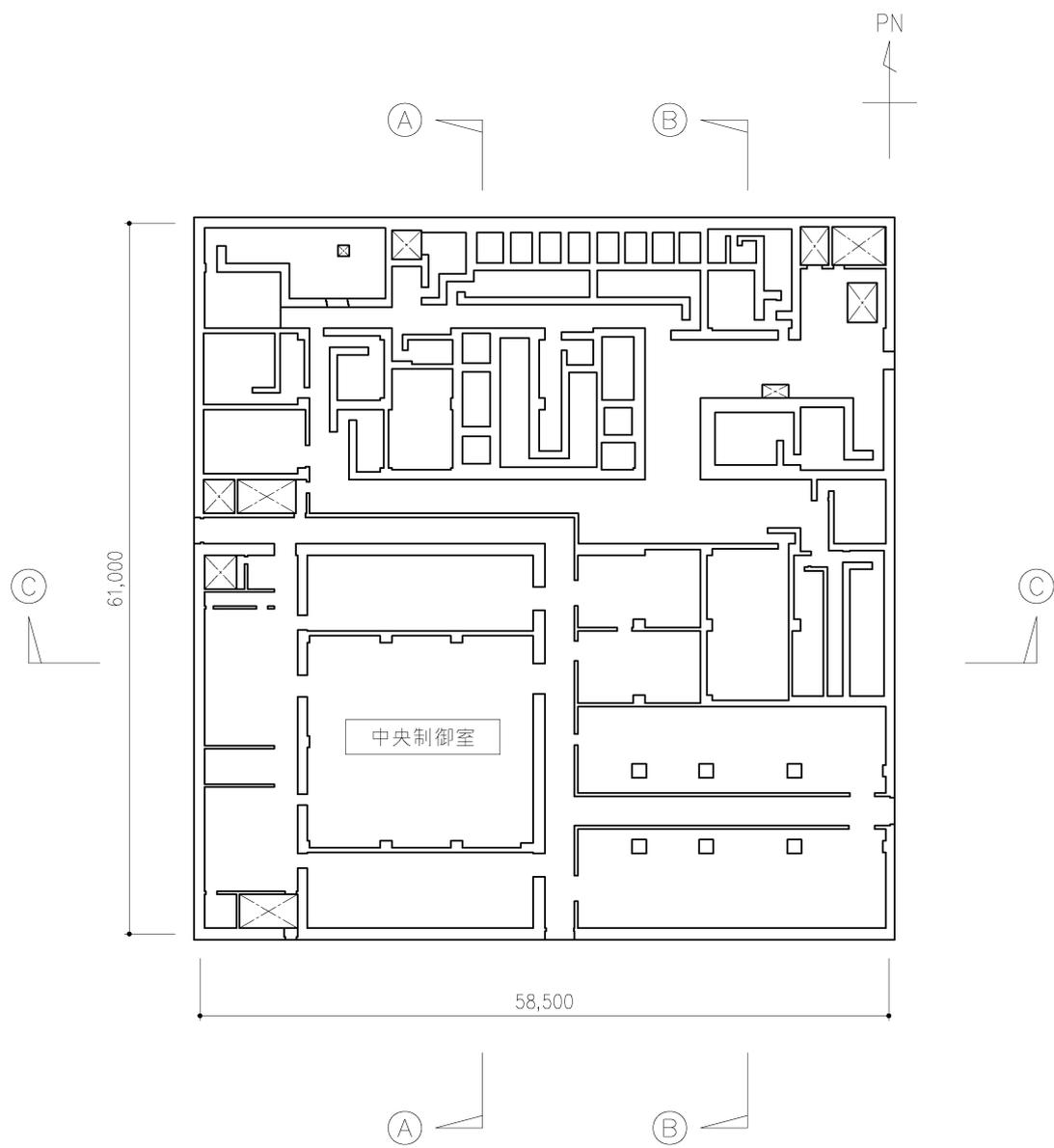
鉛直方向の地震応答解析モデルは，水平方向の地震応答解析モデルと同じ配置の質点間を鉛直支持部材の軸剛性を評価した軸ばねにより連結し，地盤と構造物との相互作用を考慮して基礎版底面に鉛直ばねを設けた地盤－建屋連成系モデルとする。

地盤ばねは，地盤を半無限の弾性体とみなし，地反力分布は水平ばねに対して一様分布，回転ばねに対して三角分布と仮定して算出する。解析に用いる地盤ばねの剛性及び減衰は，「原子力発電所耐震設計技術指針」(日本電気協会 JEAG4601-1991 追補

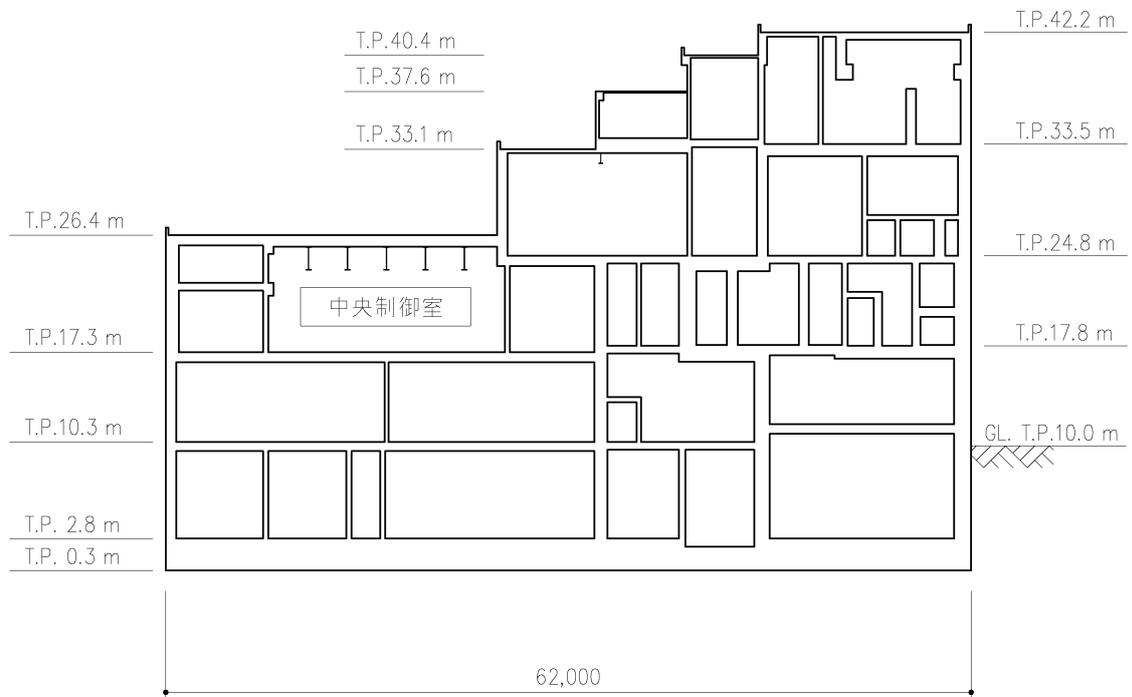
版) に示される近似法に準じて設定する。

建屋上部構造の減衰はモーダル減衰とし、建屋のひずみエネルギーに比例した値とする。

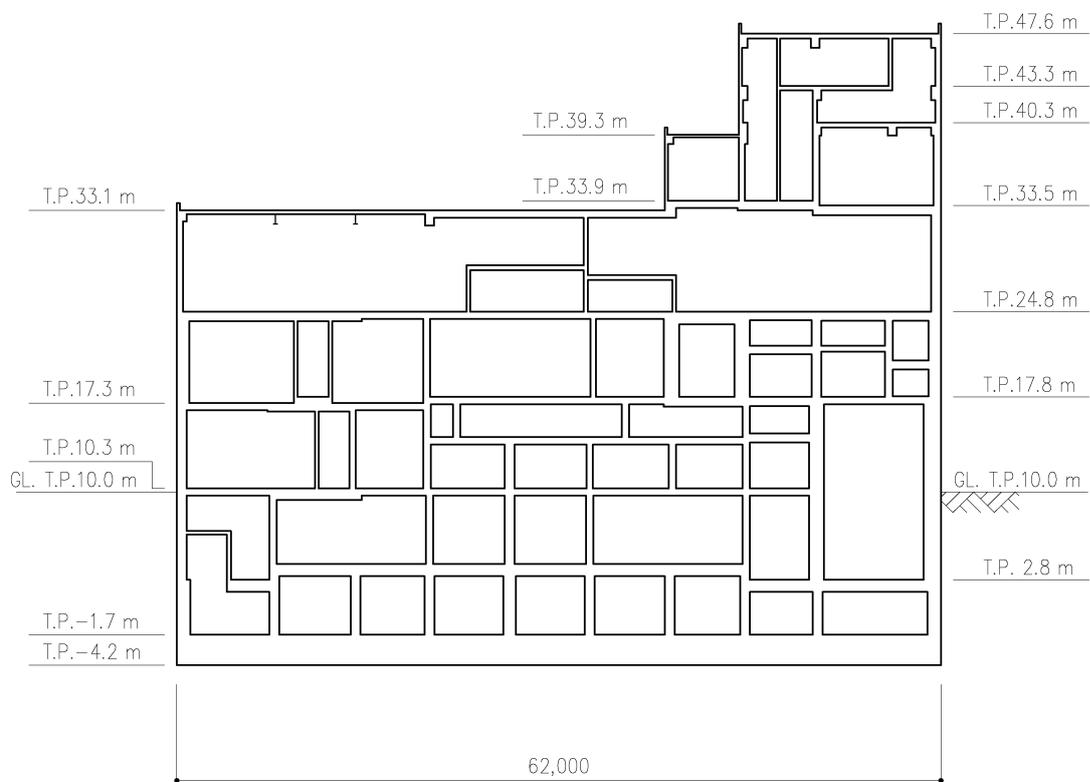
原子炉補助建屋の概略平面図を第 6.1-8 図に、概略断面図を第 6.1-9 図から第 6.1-11 図に示す。また、水平及び鉛直方向の地震応答解析モデルを第 6.1-12 図及び第 6.1-13 図に示す。



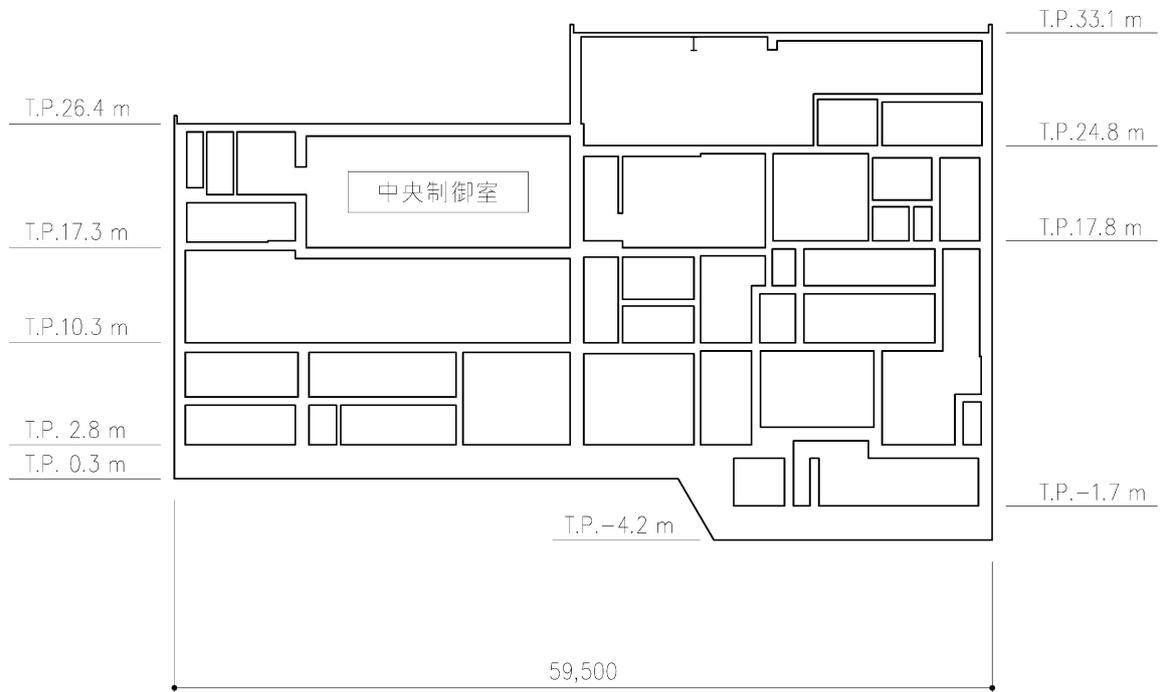
第 6.1-8 図 原子炉補助建屋の概略平面図 (T. P. 17.8m)



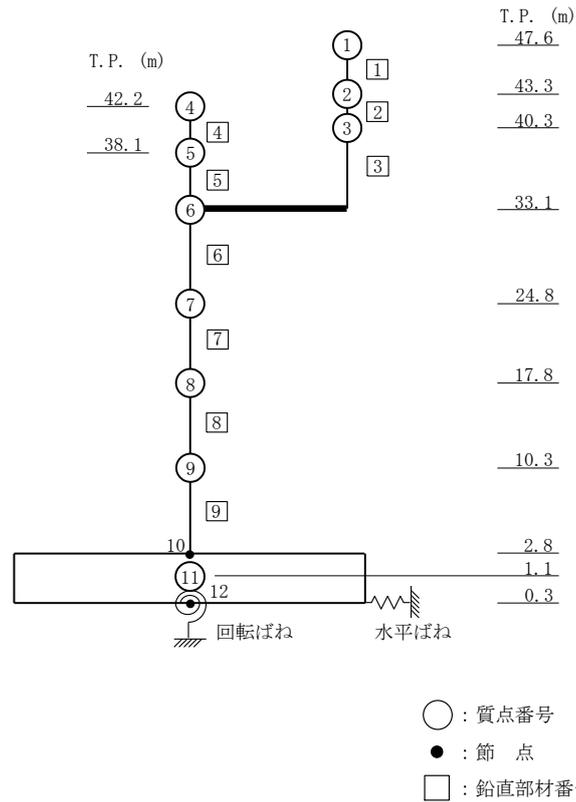
第 6.1-9 図 原子炉補助建屋の概略断面図 (A-A 断面)



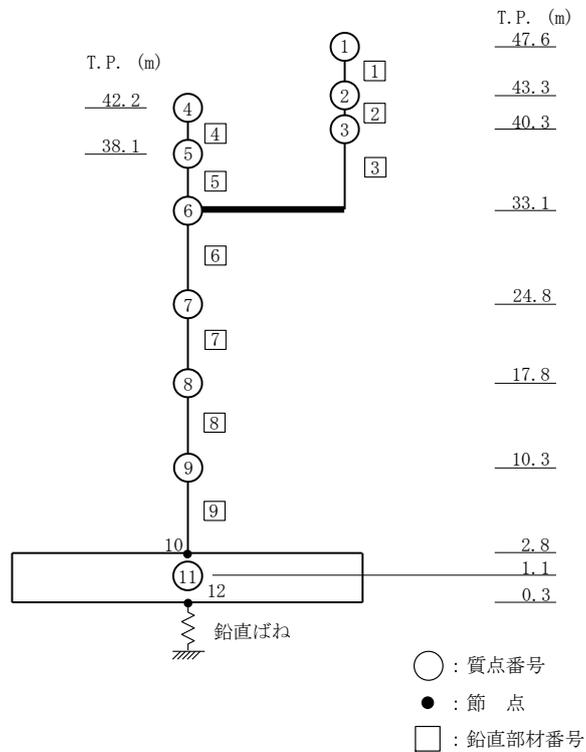
第 6.1-10 図 原子炉補助建屋の概略断面図 (㉔ - ㉔ 断面)



第 6.1-11 図 原子炉補助建屋の概略断面図 (© - © 断面)



第 6.1-12 図 原子炉補助建屋の地震応答解析モデル（水平方向）



第 6.1-13 図 原子炉補助建屋の地震応答解析モデル（鉛直方向）

### c. ディーゼル発電機建屋

ディーゼル発電機建屋は，原子炉建屋の南東側に隣接する配置となっており，非常用ディーゼル発電設備の内燃機関および発電機を収容している。

#### (a) 水平方向地震応答解析モデル

水平方向地震応答解析モデルは，上部構造物 2 質点及び基礎版 1 質点とする集中質点系に置換し，地盤と構造物との相互作用を考慮して基礎版底面に水平及び回転ばねを設けた曲げせん断型の地盤－建屋連成系モデルとする。なお，ディーゼル発電機建屋は，剛性の高い耐震壁および基礎と接続されていることから同一レベルの床が一体で挙動するものとし，剛床として地震応答解析モデルを構築する。

地盤ばねは，地盤を半無限の弾性体とみなし，地反力分布は水平ばねに対して一様分布，回転ばねに対して三角分布と仮定して算出する。解析に用いる地盤ばねの剛性及び減衰は，「原子力発電所耐震設計技術指針」(日本電気協会 JEAG4601-1991 追補版) に示される近似法に準じて設定する。

建屋上部構造の減衰はモーダル減衰とし，建屋のひずみエネルギーに比例した値とする。

また，建屋および地盤の非線形特性は，「原子力発電所耐震設計技術指針」(日本電気協会 JEAG4601-1991 追補版) に基づき以下の項目を考慮している。

- ・鉄筋コンクリート造耐震壁
- ・地盤の回転ばね

#### (b) 鉛直方向の地震応答解析モデル

鉛直方向の地震応答解析モデルは，水平方向の地震応答解析モデルと同じ配置の質点間を鉛直支持部材の軸剛性を評価した軸ばねにより連結し，地盤と構造物との相互作用を考慮して基礎版底面に鉛直ばねを設けた地盤－建屋連成系モデルとする。

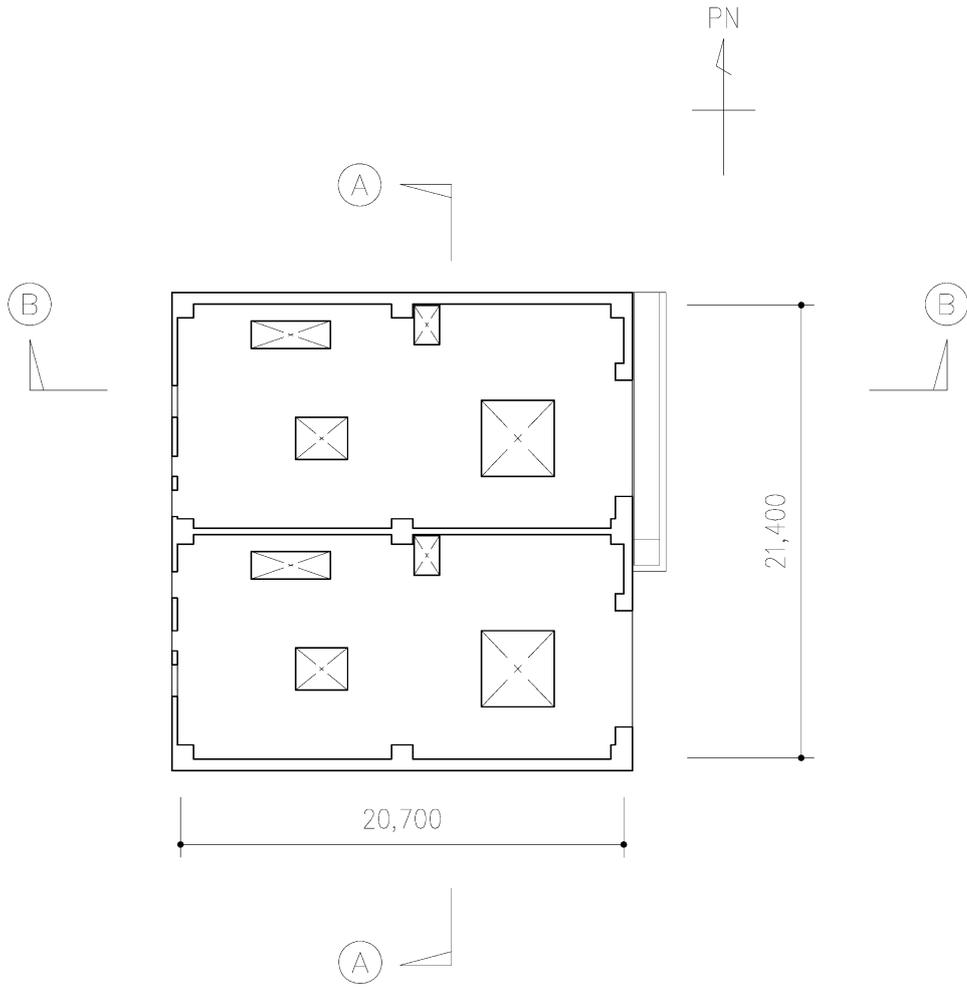
地盤ばねは，地盤を半無限の弾性体とみなし，地反力分布は水平ばねに対して一様分布，回転ばねに対して三角分布と仮定して算出する。解析に用いる地盤ばねの剛性及び減衰は，「原子力発電所耐震設計技術指針」(日本電気協会 JEAG4601-1991 追補版) に示される近似法に準じて設定する。

建屋上部構造の減衰はモーダル減衰とし，建屋のひずみエネ

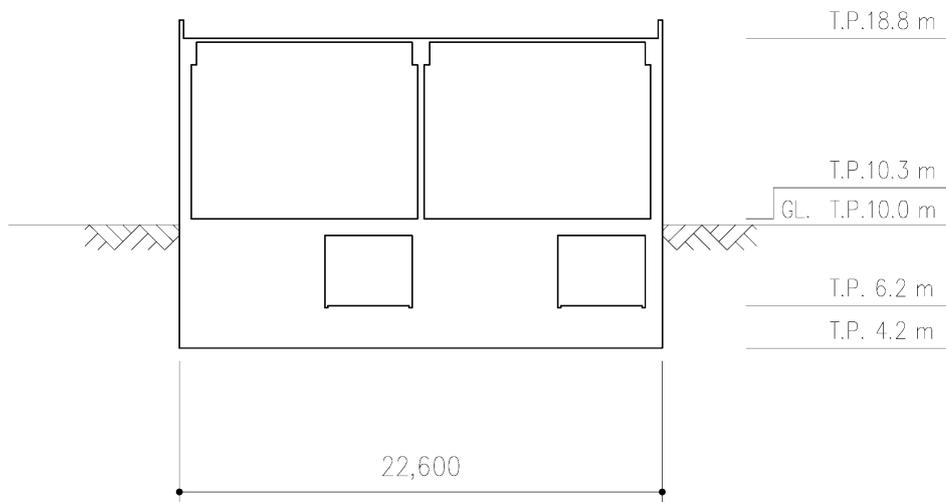
ルギーに比例した値とする。

ディーゼル発電機建屋の概略平面図を第 6.1-14 図に，概略断面図を第 6.1-15 図及び第 5.1-16 図に示す。

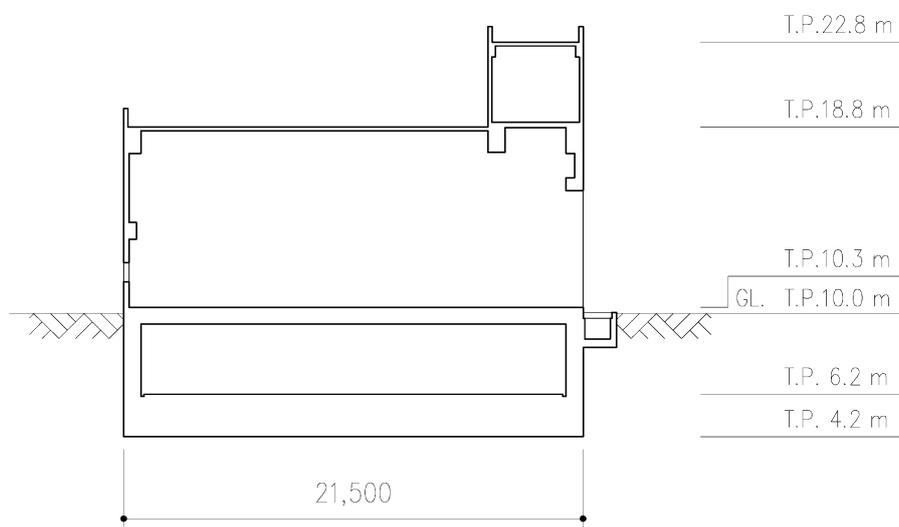
また，水平及び鉛直方向の地震応答解析モデルを第 6.1-17 図及び第 6.1-18 図に示す。



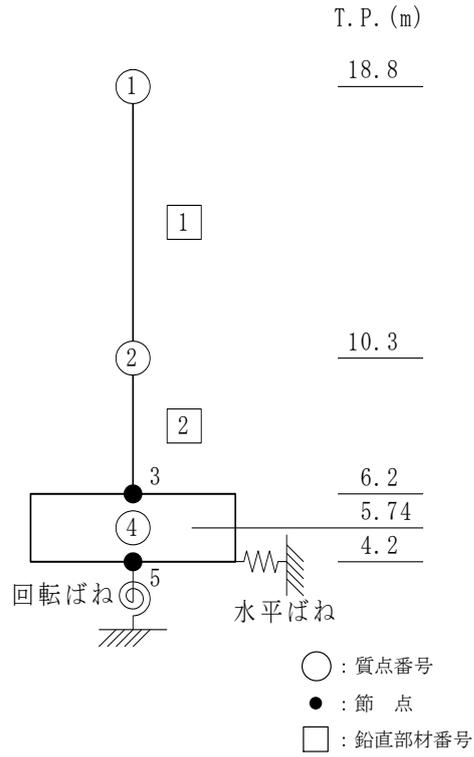
第 6.1-14 図 ディーゼル発電機建屋の概略平面図 (T.P.10.3m)



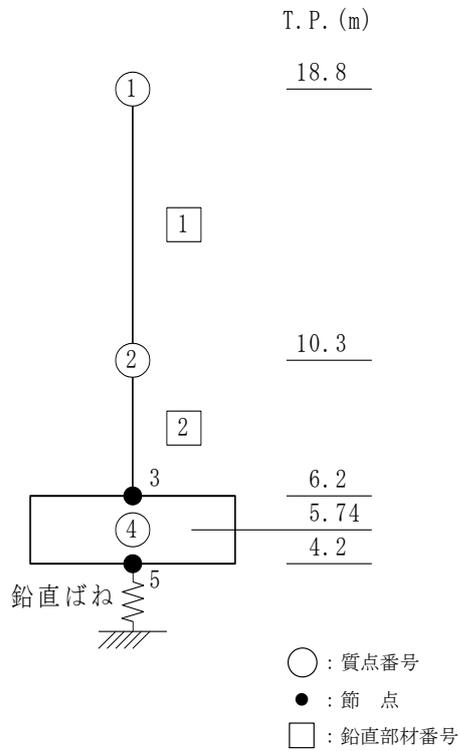
第 6.1-15 図 ディーゼル発電機建屋の概略断面図 (㉠-㉠ 断面)



第 6.1-16 図 ディーゼル発電機建屋の概略断面図 (㉡-㉡ 断面)



第 6.1-17 図    ディーゼル発電機建屋の地震応答解析モデル（水平方向）

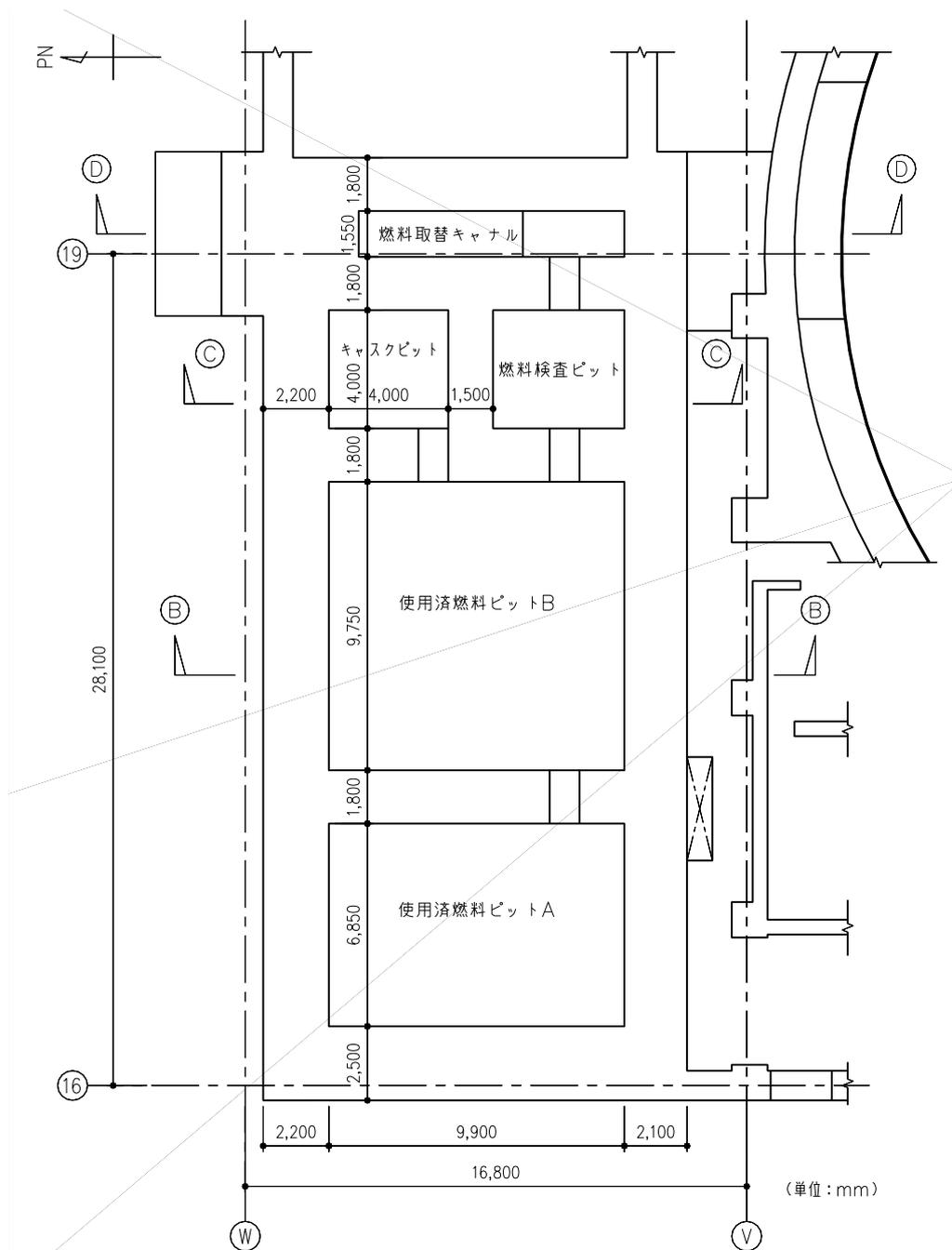


第 6.1-18 図    ディーゼル発電機建屋の地震応答解析モデル（鉛直方向）

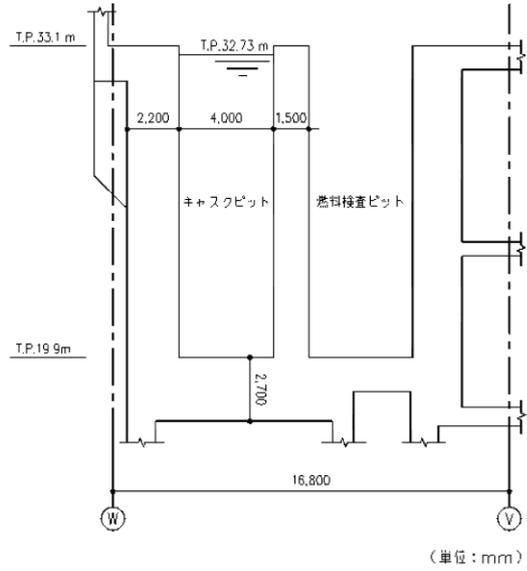
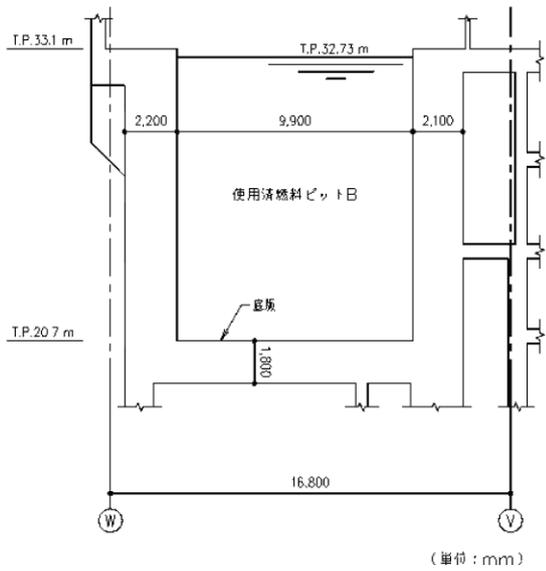
d. 使用済燃料ピット（燃料取替チャンネル及びキャスクピットを含む）

使用済燃料ピット及びキャスクピットは燃料取扱棟の西側に、燃料取替チャンネルは燃料取扱棟の中央部に位置し、これらのピットは構造上一体となっている。

使用済燃料ピット、燃料取替チャンネル及びキャスクピットの概略平面図及び概略断面図を第 6.1-19 図に、解析モデルを第 6.1-20 図に示す。

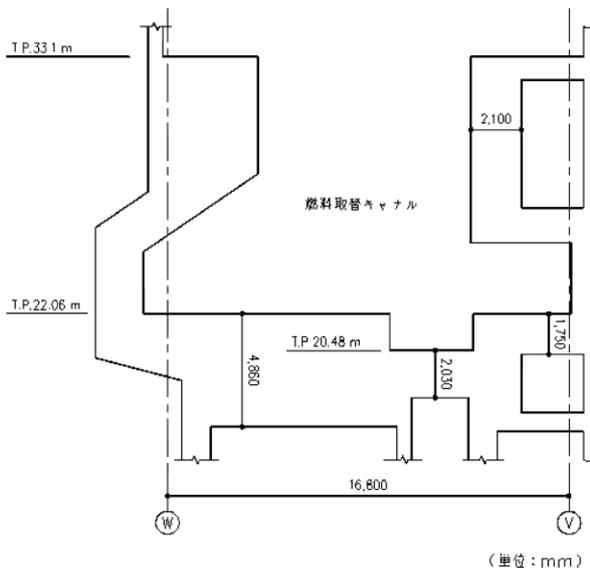


第 6.1-19 図 (1) 使用済燃料ピット、燃料取替チャンネル及びキャスクピット  
概略平面図



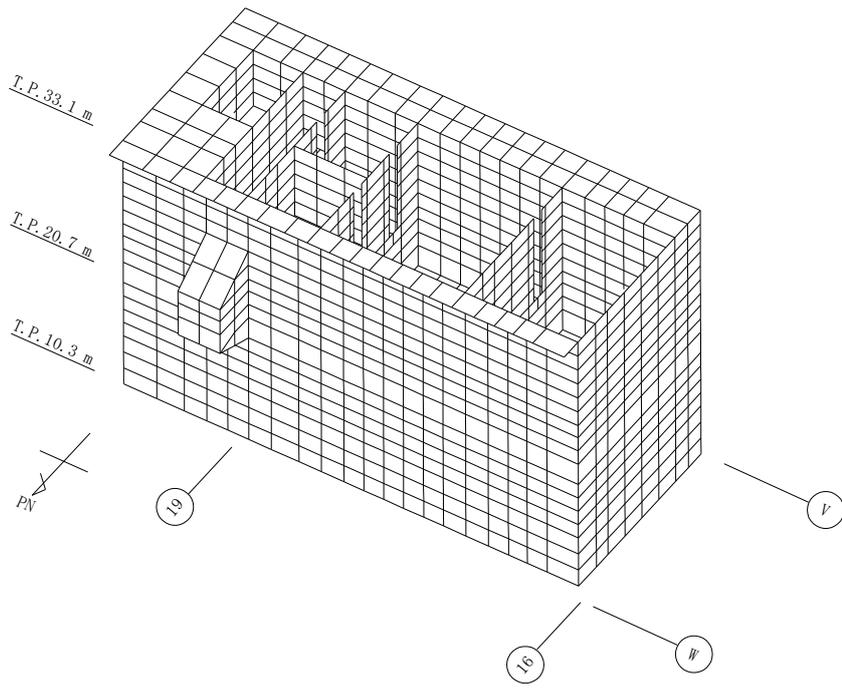
(使用済燃料ピット②-②断面図)

(キャスクピット③-③断面図)



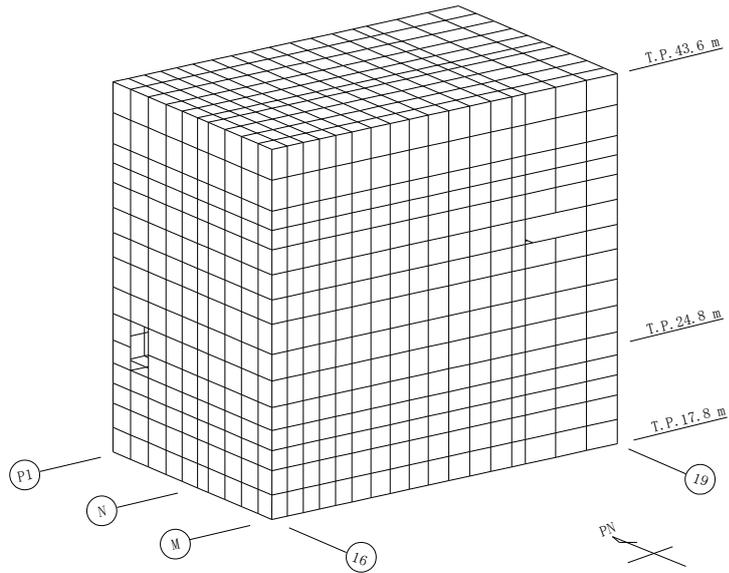
(燃料取替チャンネル④-④断面図)

第 6.1-19 図 (2) 使用済燃料ピット, 燃料取替チャンネル及びキャスクピット  
概略断面図



第 6.1-20 図 解析モデル



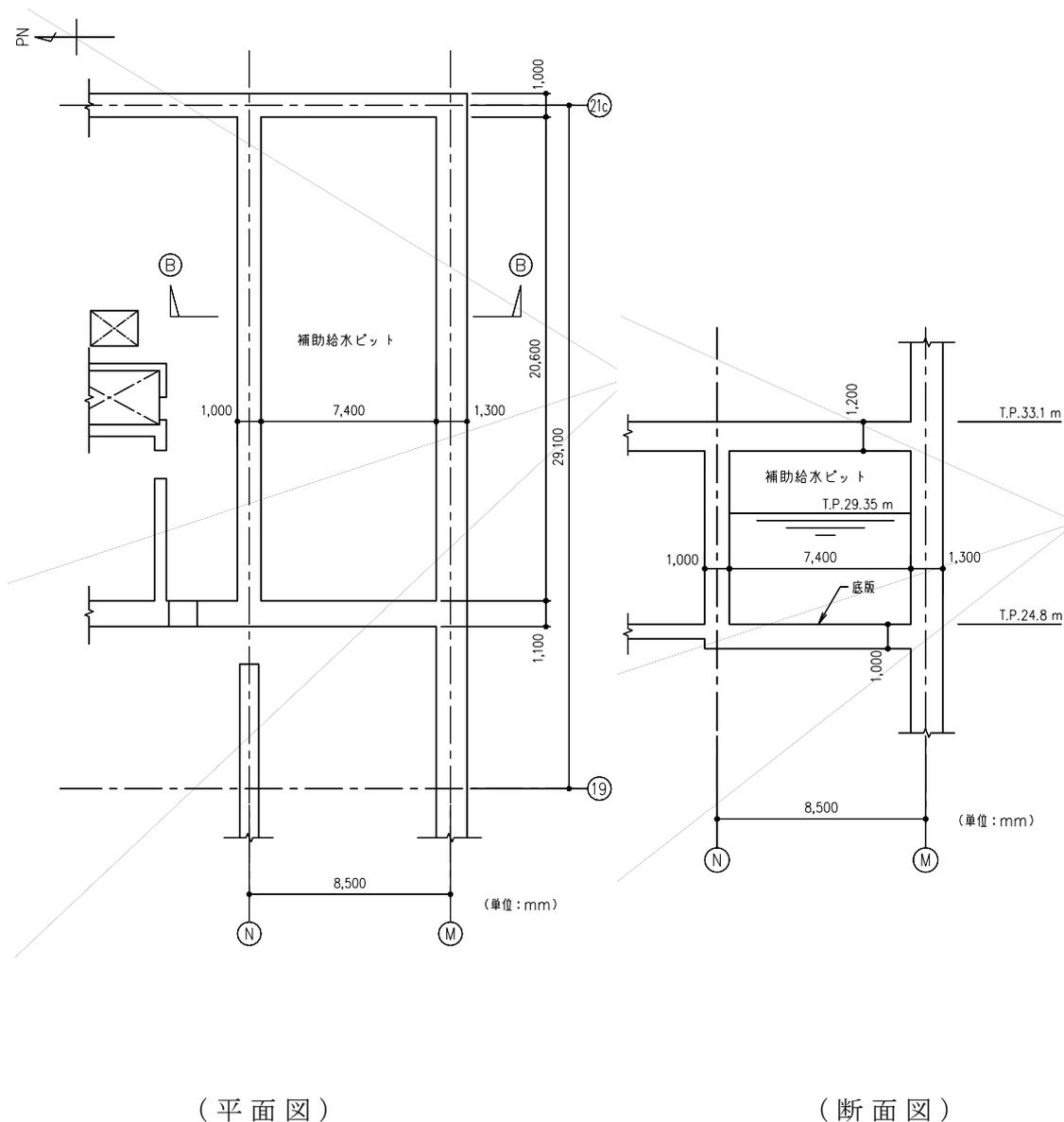


第 6.1-22 図 解析モデル

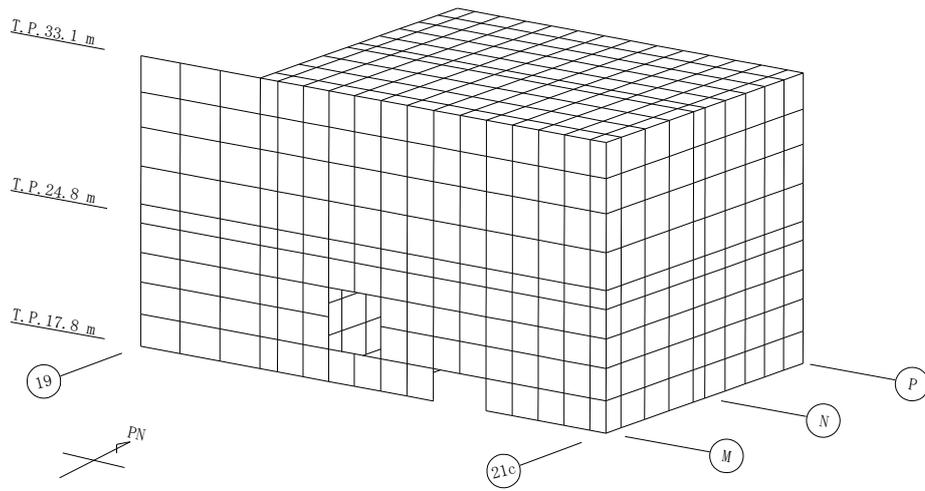
f. 補助給水ピット

補助給水ピットは、周辺補機棟の南東部に位置し、周辺補機棟の T.P. 24.8m より T.P. 33.1m の床まで、周辺補機棟と床及び壁を介して一体化された構造物となっている。

補助給水ピットの概略平面図及び概略断面図を第 6.1-23 図に、解析モデルを第 6.1-24 図に示す。



第 6.1-23 図 補助給水ピット概略平面図及び概略断面図



第 6.1-24 図 解析モデル

## 6.2 機器・配管系

### (1) 評価方針

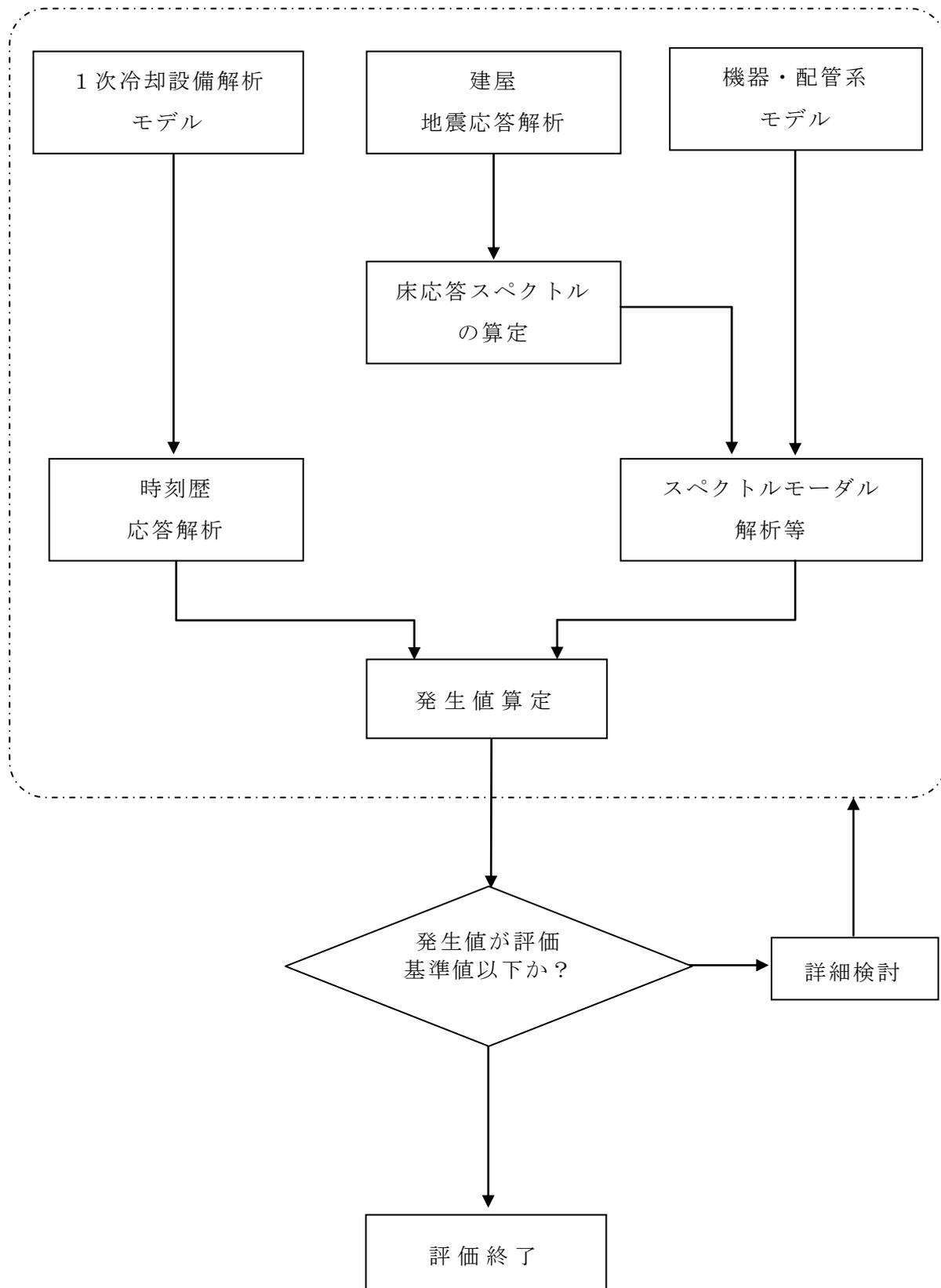
機器・配管系の耐震評価は、基準地震動  $S_s$  に対して耐震設計上重要な施設の安全機能を保持する観点及び弾性設計用地震動  $S_d$  に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられる観点から、それぞれ基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  を用いた地震応答解析によることとし、機器・配管系の応答性状を適切に表現できるモデルを設定した上で行う。

#### a. 基準地震動 $S_s$ による評価

構造強度に関する評価は、以下に示す解析法による詳細評価を行い、発生値を算定し、評価基準値と比較する。

- (a) スペクトルモーダル解析法
- (b) 時刻歴応答解析法
- (c) 定式化された評価式を用いた解析法（床置き機器等）

構造強度の評価手順を第 6.2-1 図に示す。



第 6.2-1 図 構造強度の評価手順

b. 弾性設計用地震動  $S_d$  に対する評価

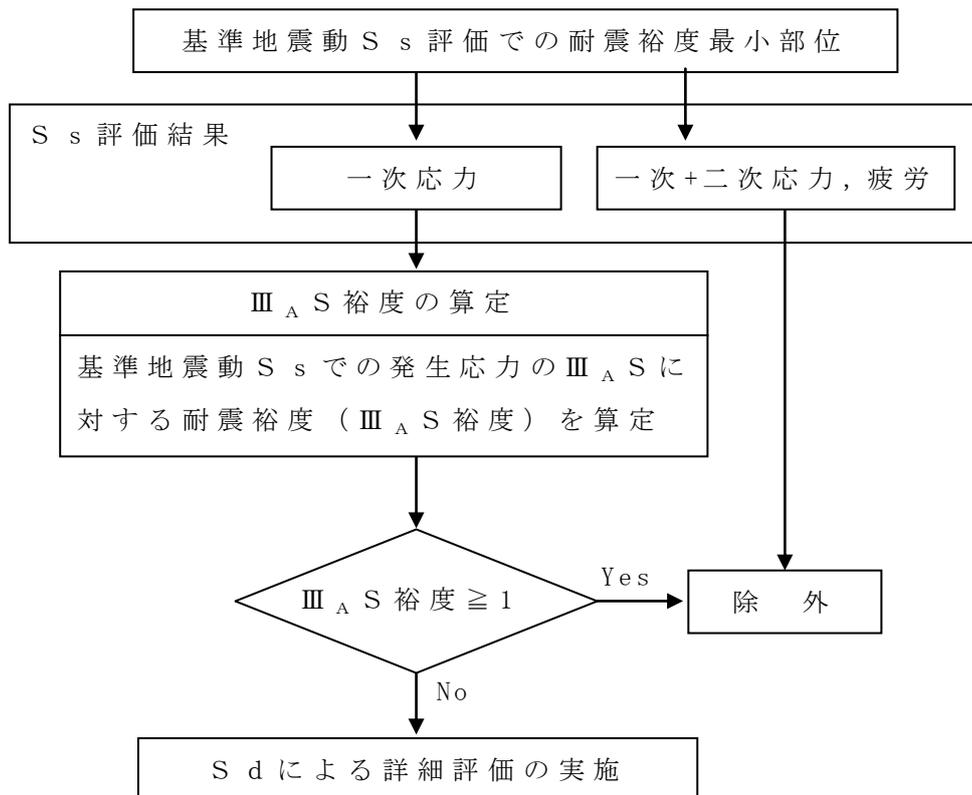
既施設の弾性設計用地震動  $S_d$  の評価としては、基準地震動  $S_s$  に対する詳細評価での一次応力の耐震裕度最小部位を対象とする。

基準地震動  $S_s$  での発生応力のうち、一次応力の許容応力状態  $III_A S$  に対する耐震裕度を算定し、許容応力状態  $III_A S$  を超えた設備について、弾性設計用地震動  $S_d$  による一次応力の詳細評価を実施する。

検討フローを第 6.2-2 図に示す。

なお、弾性設計用地震動  $S_d$  の検討を一次応力のみとした理由について以下に述べる。

- ・一次＋二次応力については、基準地震動  $S_s$  と弾性設計用地震動  $S_d$  の許容値が同一となることから、基準地震動  $S_s$  の評価で代表できる。
- ・一次＋二次応力＋ピーク応力に対しては、地震時の等価繰り返し回数を考慮した疲労評価を行う。現耐震指針での基準地震動  $S_s$  と弾性設計用地震動  $S_d$  の関係は、基準地震動  $S_s$  を係数倍することにより弾性設計用地震動  $S_d$  を算出することとしていることから、両者の等価繰り返し回数は同じであるといえる。この考え方から、弾性設計用地震動  $S_d$  の一次＋二次応力＋ピーク応力については、基準地震動  $S_s$  の評価で代表できる。



第 6.2-2 図 検討フロー

## (2) 評価の概要

### a. 地震応答解析

#### (a) 地震応答解析モデル

機器・配管系の地震応答解析モデルは，その振動特性に応じて，代表的な振動モードが表現でき，応力評価等に用いる地震荷重等を算定できるものを使用する。また，解析モデルは既往評価で用いられたもののほか，有限要素法など実績がある手法によるモデルを使用する。モデル化にあたって使用する物性値等については，既往評価で用いられたもののほか，施設運用上の管理値や実測値等を考慮して設定する。

#### (b) 1次冷却設備の地震応答解析

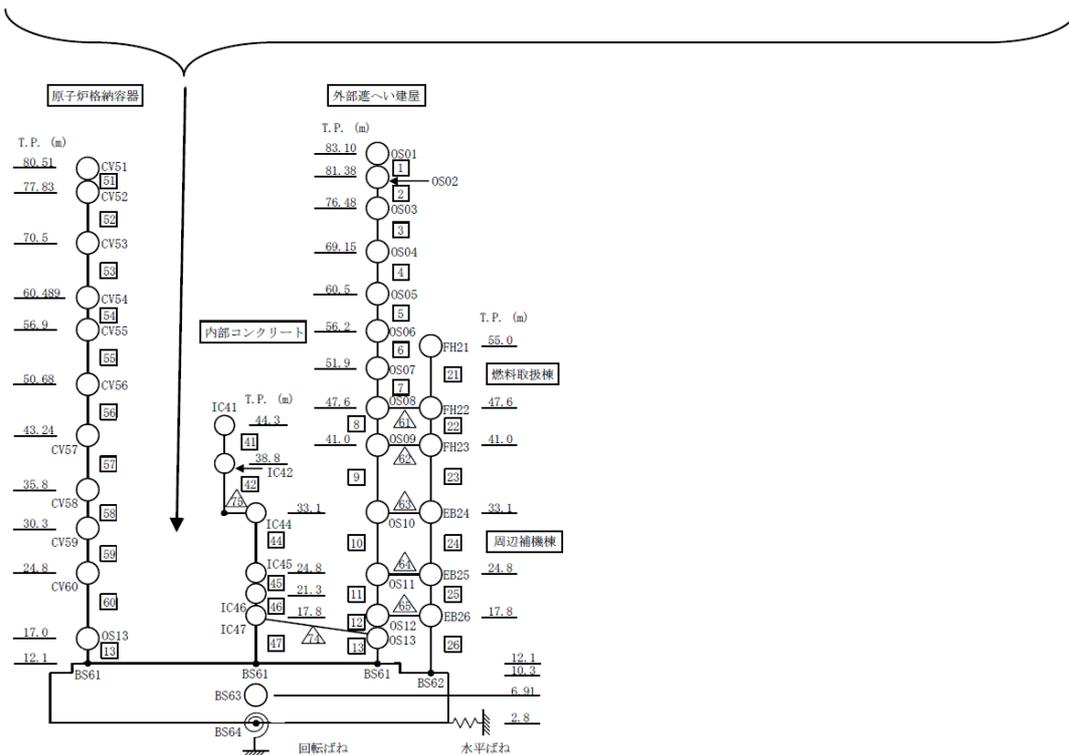
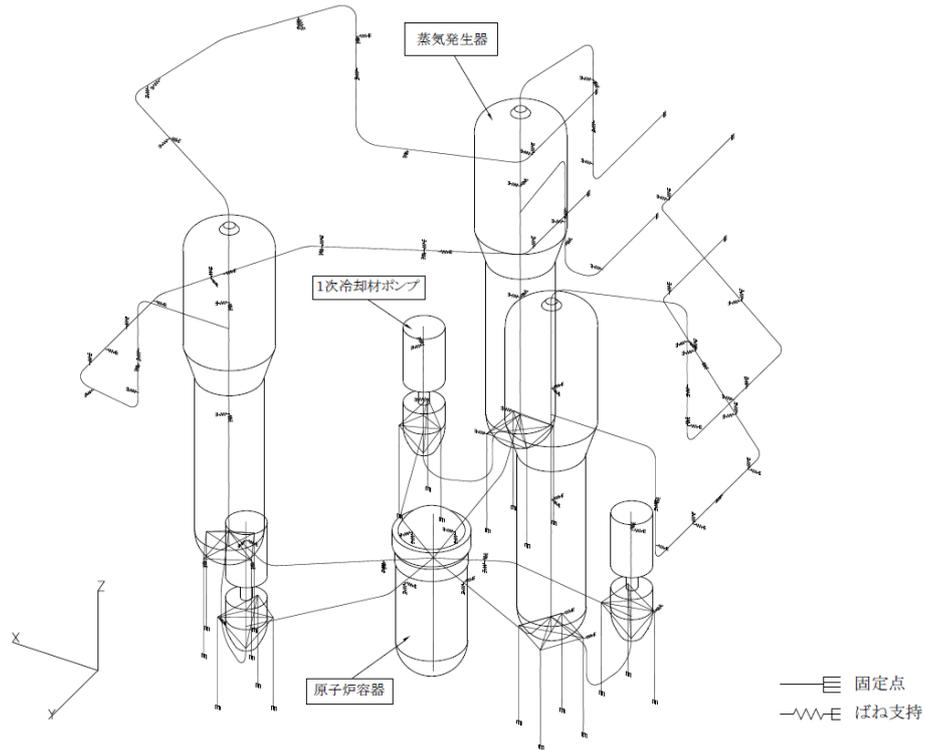
1次冷却設備は，原子炉容器を中心として蒸気発生器・一次冷却材ポンプ・一次冷却材管からなる複数の一次冷却ループから構成されており，また蒸気発生器には主蒸気管・主給水管が接続されている。さらに，これらの機器・配管は耐震性を考慮して内部コンクリートに設置された各支持構造物により支持されている。

したがって，1次冷却設備の地震応答解析では，上記の各設備を3次元はり質点系にモデル化し，建屋モデルと連成した解析モデルにより基準地震動  $S_s$  による時刻歴応答解析を実施する。

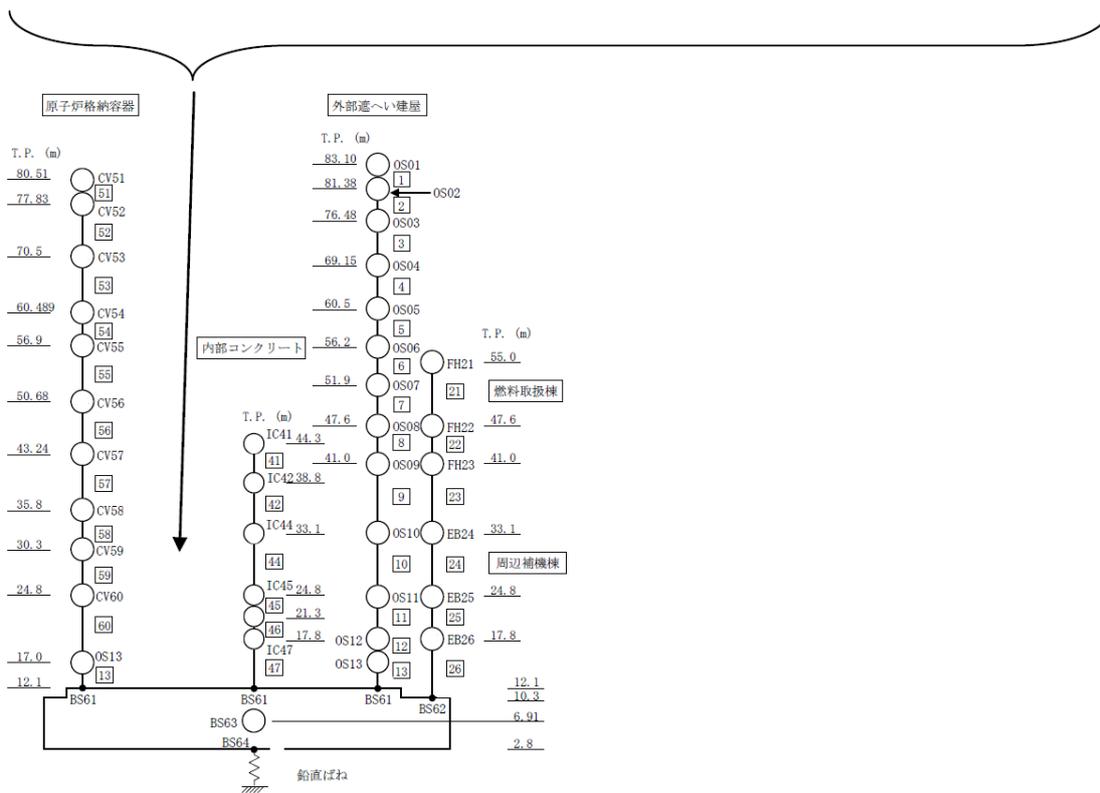
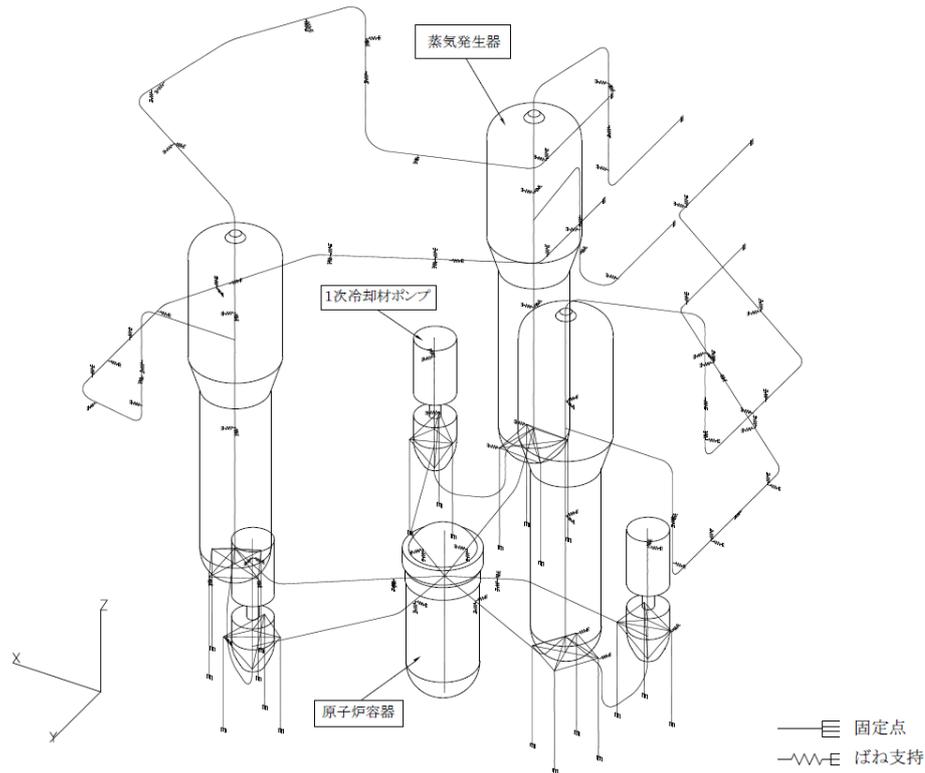
解析は水平方向（NS 及びEW の両方向）及び鉛直方向について実施する。

原子炉本体（原子炉容器）及び1次冷却設備（蒸気発生器・一次冷却材ポンプ・一次冷却材管）に作用する地震荷重を算定するための解析モデルを第6.2-3～4図に示す。

1次冷却設備や主蒸気管・主給水管については，配管要素及びはり要素により3次元はり質点系にモデル化し，支持構造物をモデル化した等価ばね等により建屋モデルとの連成を行う。



第 6.2-3 図 1 次冷却設備の建屋-機器連成解析モデル  
(泊発電所 3 号機 水平方向)

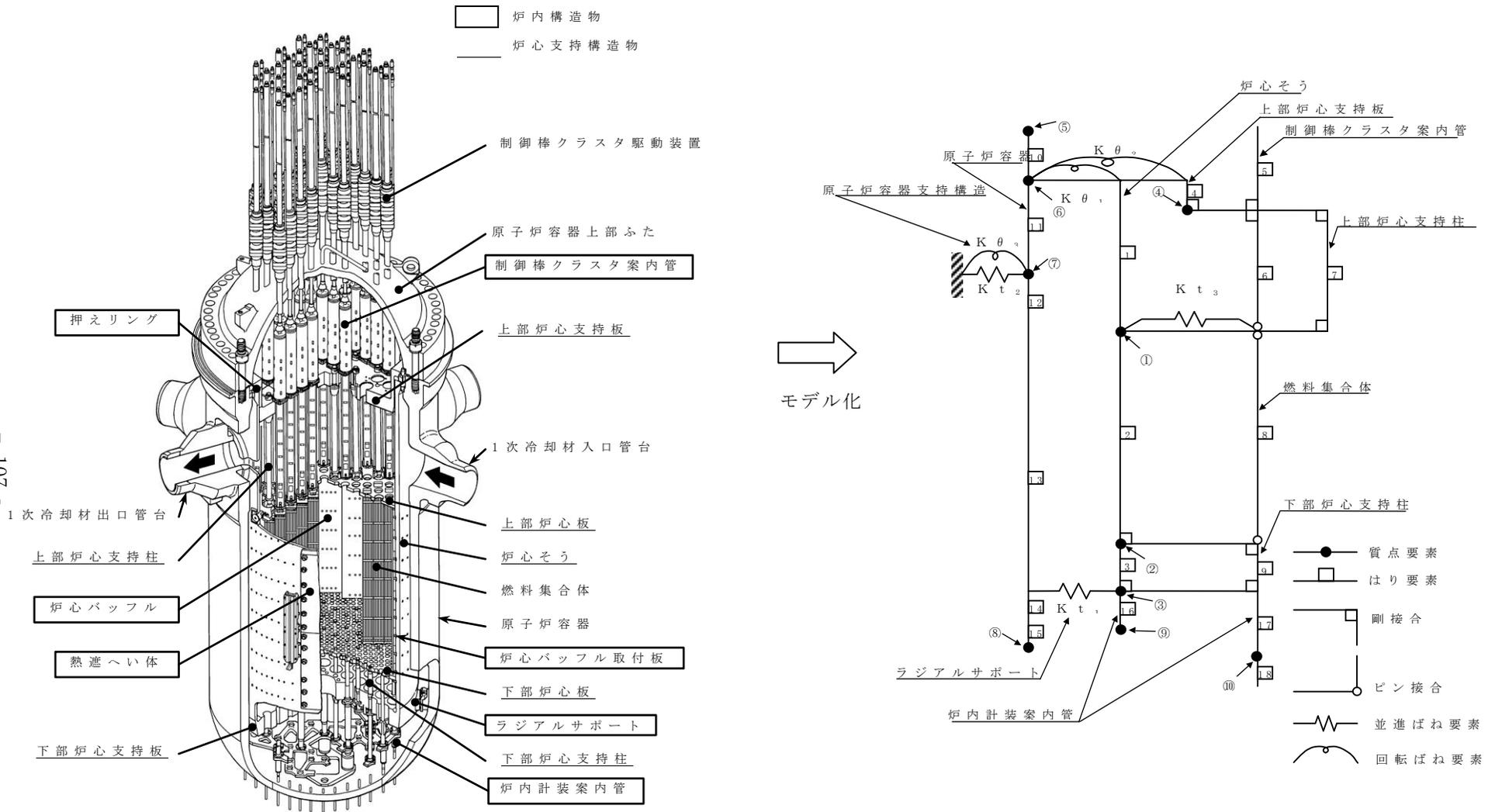


第 6.2-4 図 1 次冷却設備の建屋-機器連成解析モデル  
(泊発電所 3 号機 鉛直方向)

(c) 機器・配管系の地震応答解析

建屋と連成して地震応答解析を行うものの他，一般的な機器・配管系の地震応答解析では，振動特性等に応じたモデル化を行い，床応答スペクトル等を用いた地震応答解析を行う。

機器・配管系の地震応答解析モデル例を第 6.2-5～7 図に示す。

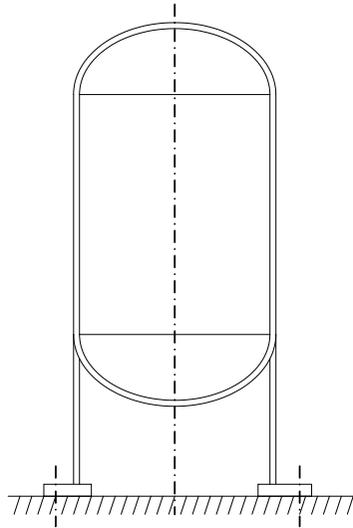


第 6.2-5 図 地震応答解析モデル（炉心支持構造物等の例）

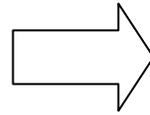
スカート支持たて置円筒形容器

- 108 -

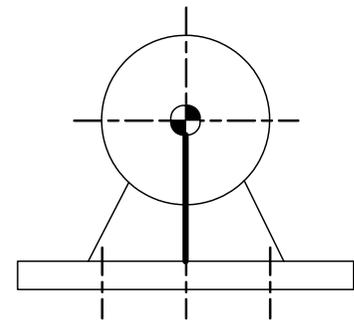
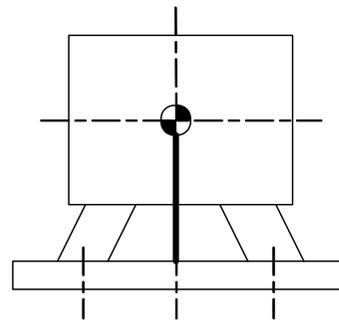
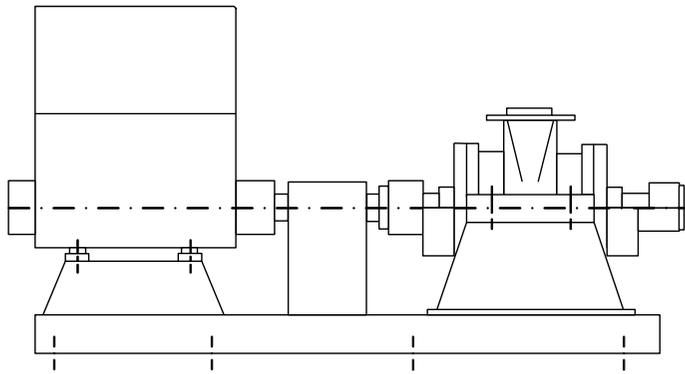
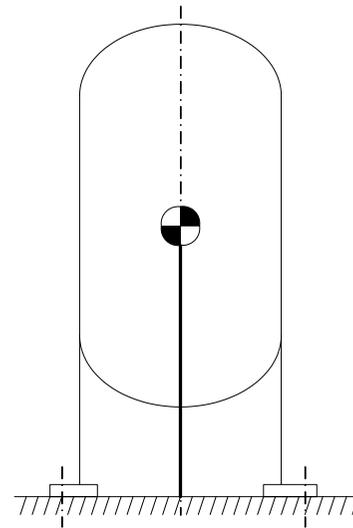
● : 重心位置  
 — : はり要素



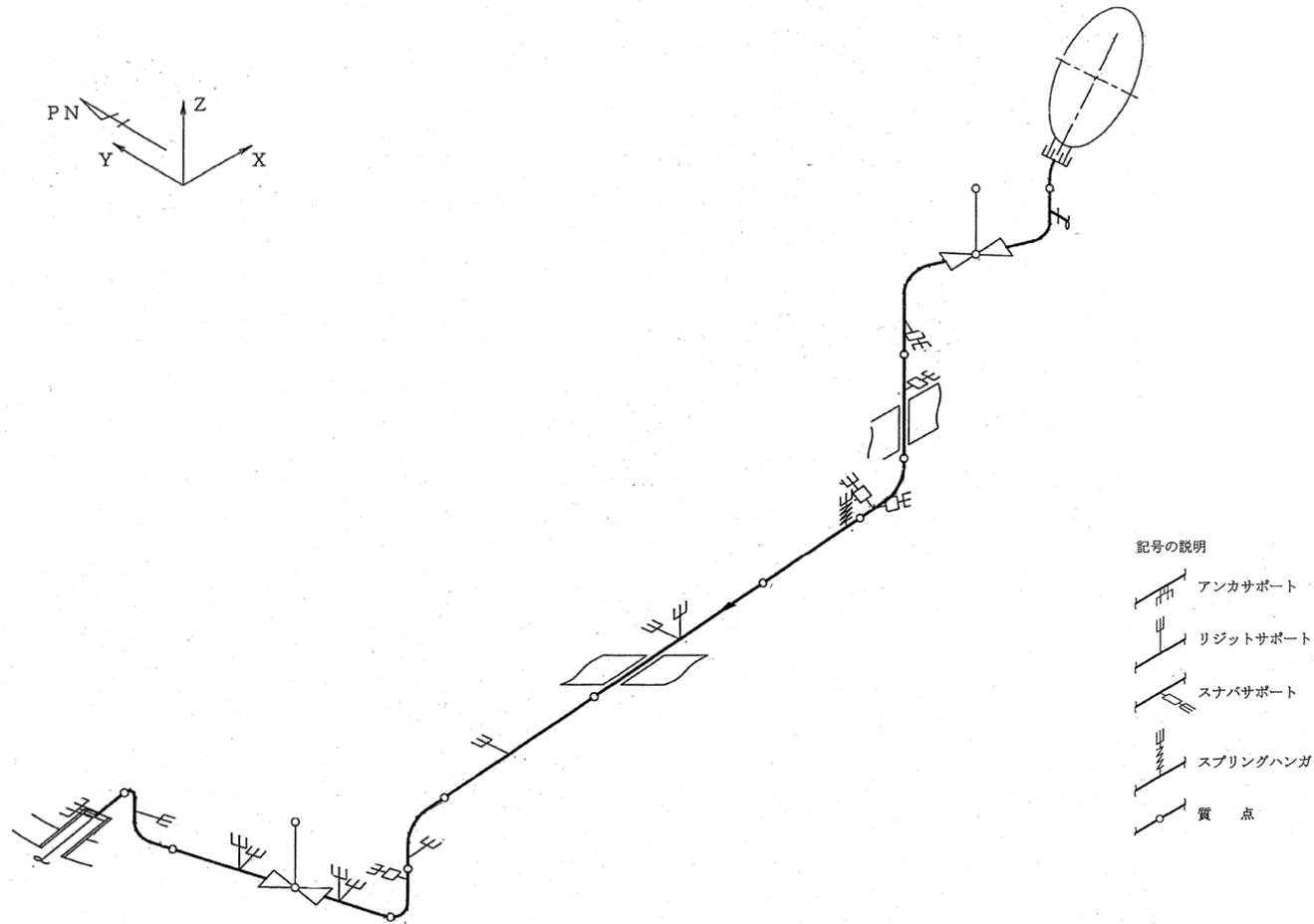
横形ポンプ



モデル化



第 6.2-6 図 地震応答解析モデル (補機の例)



第 6.2-7 図 地震応答解析モデル（配管系の例）

## b. 動的機能維持の評価方法

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

動的機能維持の評価手順を第 6.2-8 図に示す。

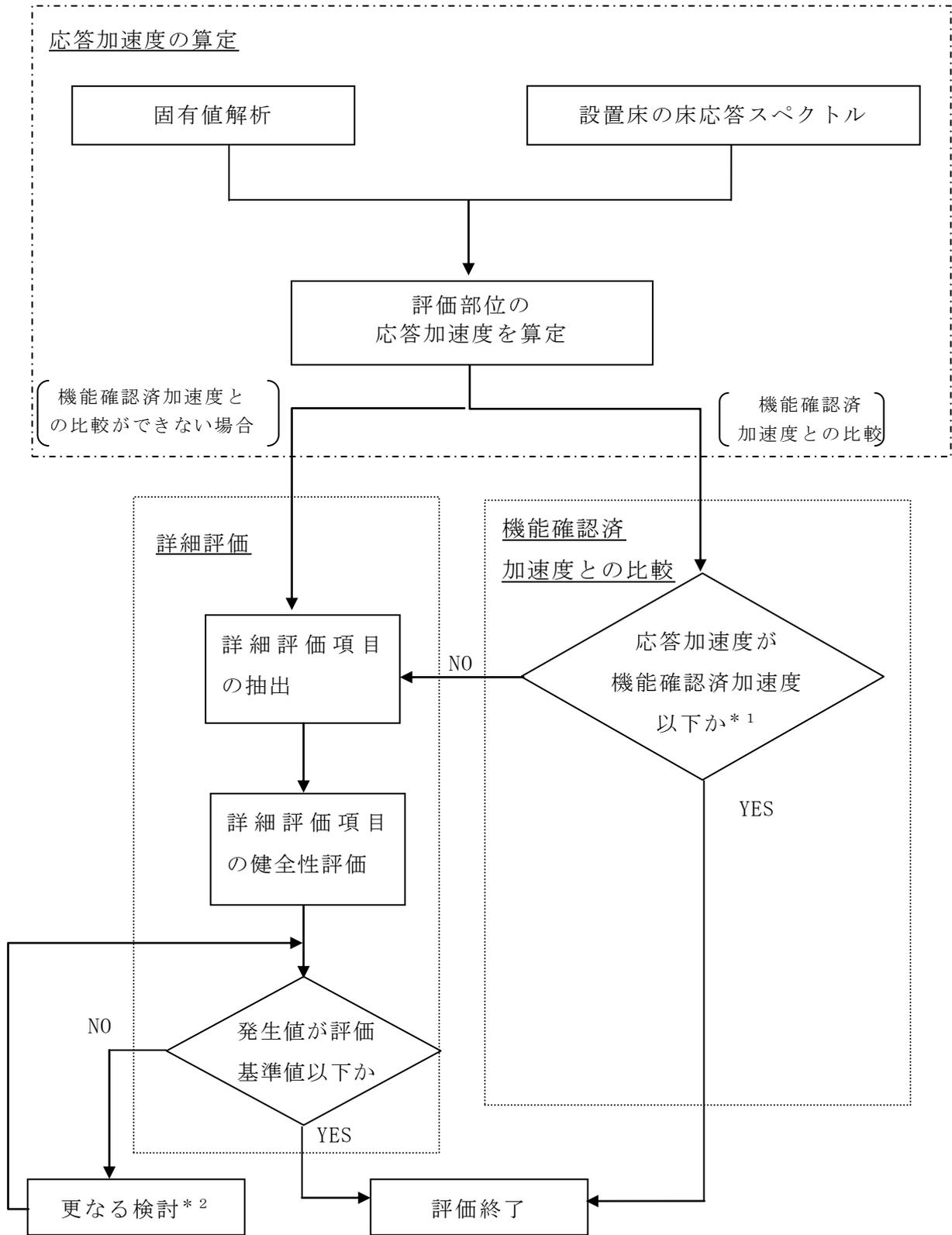
### (a) 機能確認済加速度との比較

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

制御棒の地震時挿入性については、基準地震動  $S_s$  による地震外力を考慮した挿入時間が規定時間以内であることを確認する。

### (b) 詳細評価

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



\* 1 制御棒の地震時挿入性については、基準地震動  $S_s$  による地震外力を考慮した挿入時間が規定時間以内であることを確認する。

\* 2 解析，試験等による検討。

第 6.2-8 図 動的機能維持の評価手順

### 6.3 土木構造物

屋外重要土木構造物はSクラス施設には該当しないが、耐震設計の設置許可基準及び技術基準への適合性を確認する施設として評価対象とすることから、本項では屋外重要土木構造物の耐震評価方針を示す。

#### (1) 評価方針

屋外重要土木構造物の耐震評価は、基準地震動 $S_s$ に対して耐震安全上重要な機器・配管系の間接支持機能、又は非常時における海水の通水機能を保持する観点から、基準地震動 $S_s$ を用いた地震応答解析により実施する。

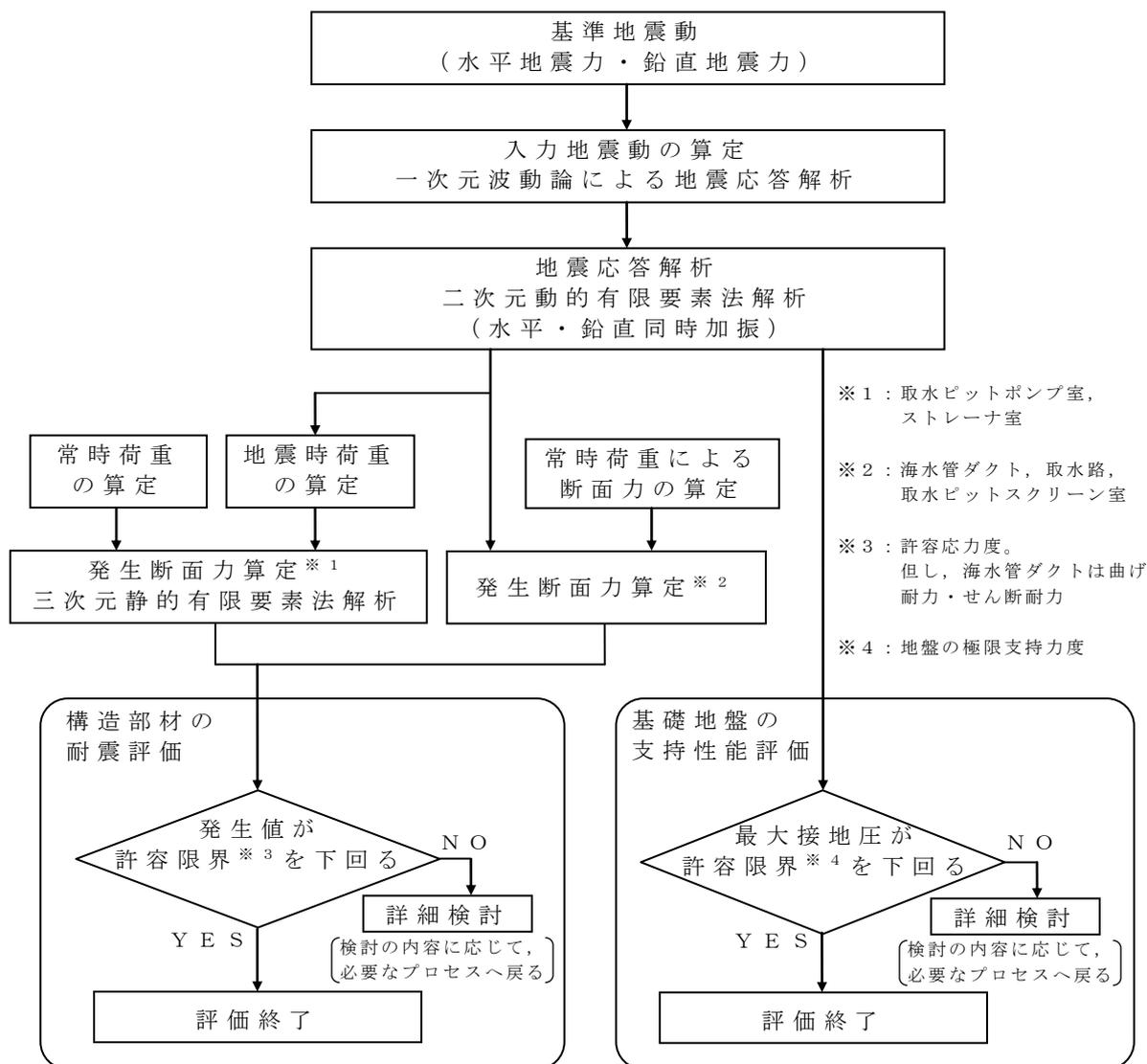
##### a. 基準地震動 $S_s$ に対する評価

基準地震動 $S_s$ を用いた地震応答解析を実施のうえ、常時荷重（又は常時断面力）及び地震応答解析により求めた地震時荷重（又は地震時増分断面力）をもとに発生断面力を算定し、許容応力度法又は限界状態設計法に基づき、構造物の発生値が許容限界を下回ることを確認する。また、基礎地盤の支持性能については、基準地震動 $S_s$ により生じる基礎地盤の最大接地圧が許容限界を下回ることを確認する。

屋外重要土木構造物の耐震評価手順を第6.3-1図に示す。

##### b. 静的地震力に対する評価

屋外重要土木構造物の静的地震力による評価は、土木構造物として求められる建物・構築物のCクラスに適用される静的地震力による土圧等の作用荷重が、基準地震動 $S_s$ による作用荷重よりも小さいことを確認することにより、静的地震力に対する耐震評価が基準地震動 $S_s$ による耐震評価で包含されることを確認する。



第 6.3-1 図 屋外重要土木構造物の耐震評価手順

## (2) 評価概要

### a. 地震応答解析

地震応答解析手法は、構造物と地盤の動的相互作用を考慮できる二次元動的有限要素法解析（等価線形解析）を用いる。等価線形解析では、水平地震動と鉛直地震動を考慮した周波数領域での解析により応答値を求める。

地震応答解析モデルは、構造物を平面ひずみ要素又は梁要素でモデル化する。地盤は平面ひずみ要素でモデル化し、埋戻土については、動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性を考慮する。海水管ダクトの解析にあたっては、部材の剛性を一様に低減させることにより、構造物の非線形性を考慮する。

地震応答解析モデルへの入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動  $S_s$  を用いて一次元波動論による地震応答解析を行い、地震応答解析モデル入力位置で評価したものをを用いる。

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とする。

### b. 許容限界

許容応力度法に基づく評価では、「コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕」（土木学会，2002）による許容応力度を許容限界とする。

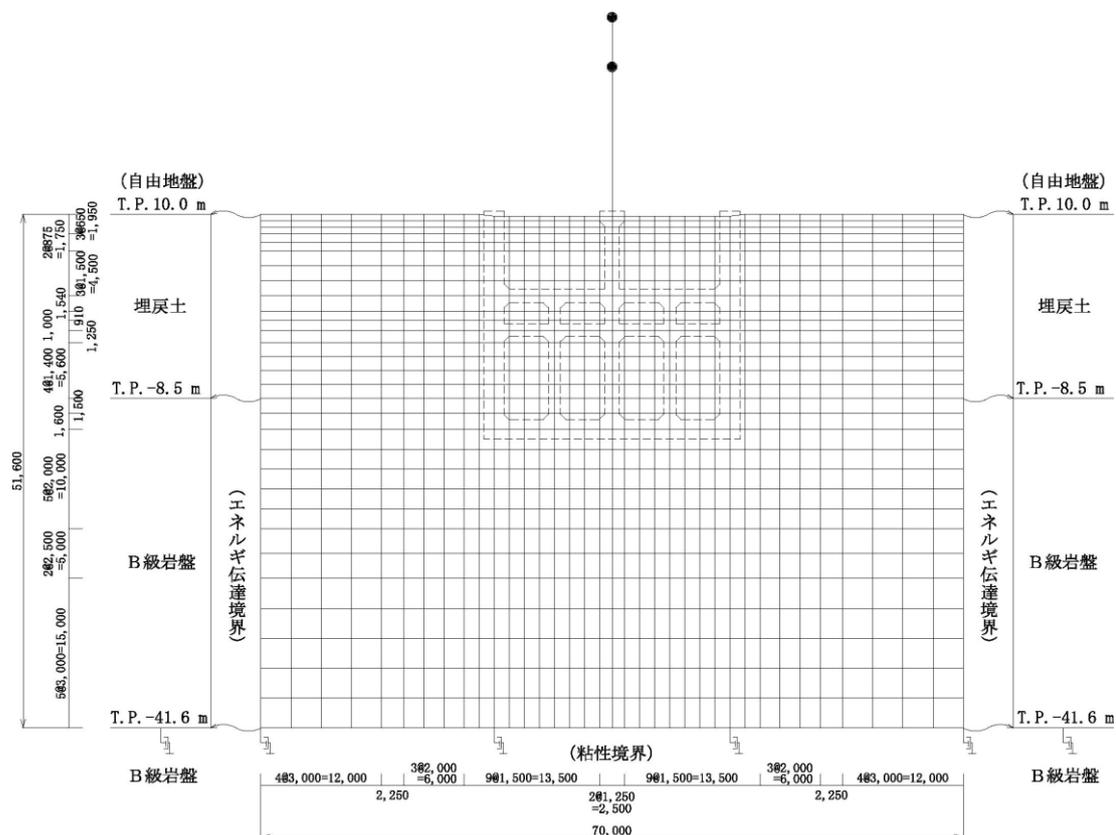
限界状態設計法に基づく評価では、曲げ系破壊に対しては、「コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕」（土木学会，2002）による曲げ耐力，せん断系破壊に対しては、「原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル」（土木学会，2005）によるせん断耐力を許容限界とする。

基礎地盤の支持性能の許容限界については、地盤の極限支持力度とする。

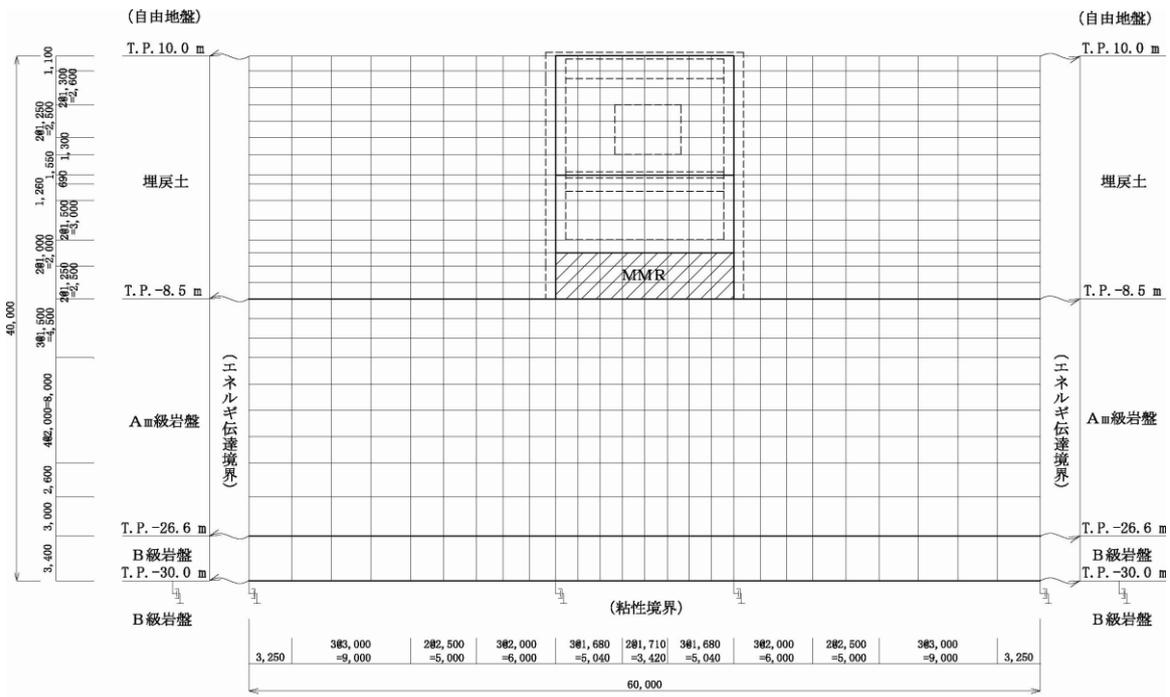
### c. 評価断面

屋外重要土木構造物は、縦断方向（通水方向）ほぼ同一形状のダクト系構造物又は各面を壁に囲まれた箱型構造物であり、いずれも側壁・隔壁の配置等により、横断方向の構造耐力は縦断方向に比べて小さくなることから、耐震評価における評価断面の加振方向は、弱軸となる横断方向とする。

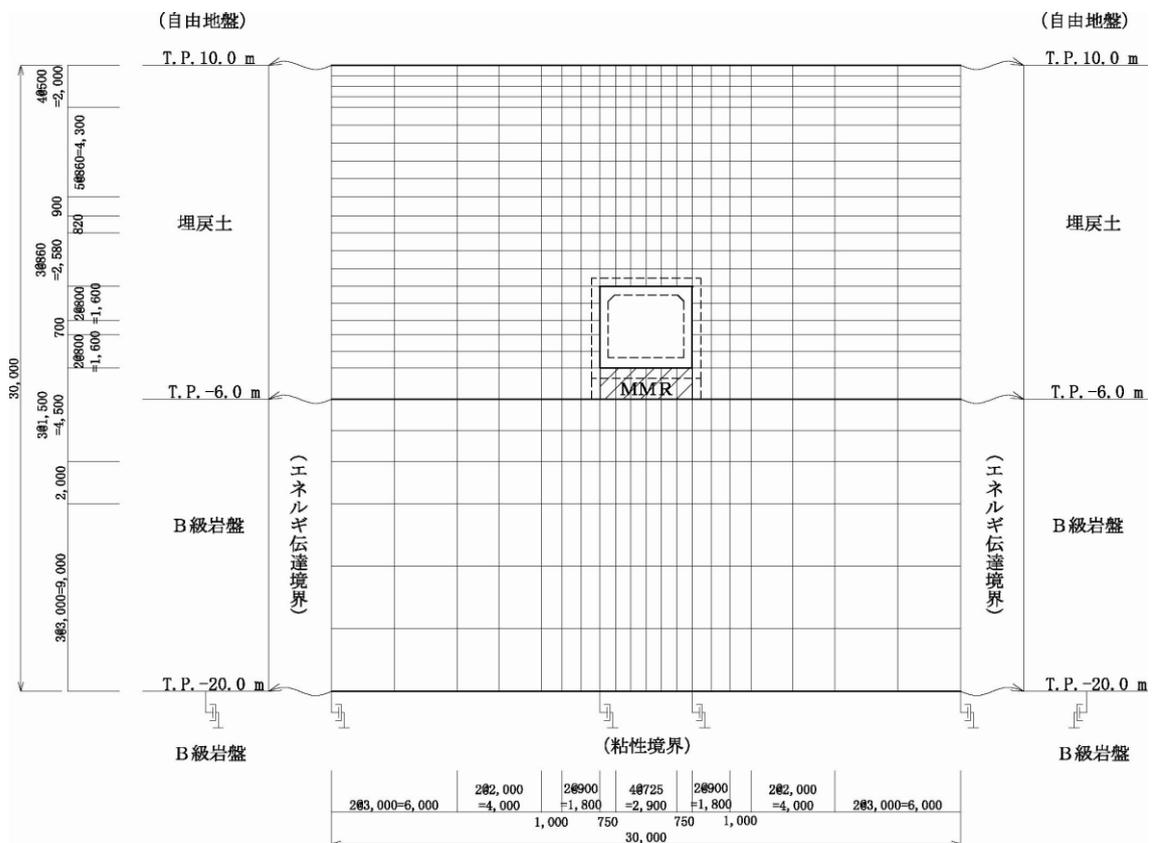
評価位置については，建設工認時の断面選定の考え方を踏まえ，構造物の耐震評価上の代表断面として，相対変位が大きくなる断面等を選定する。各構造物の地震応答解析モデルを第 6.3-2～6.3-6 図に示す。



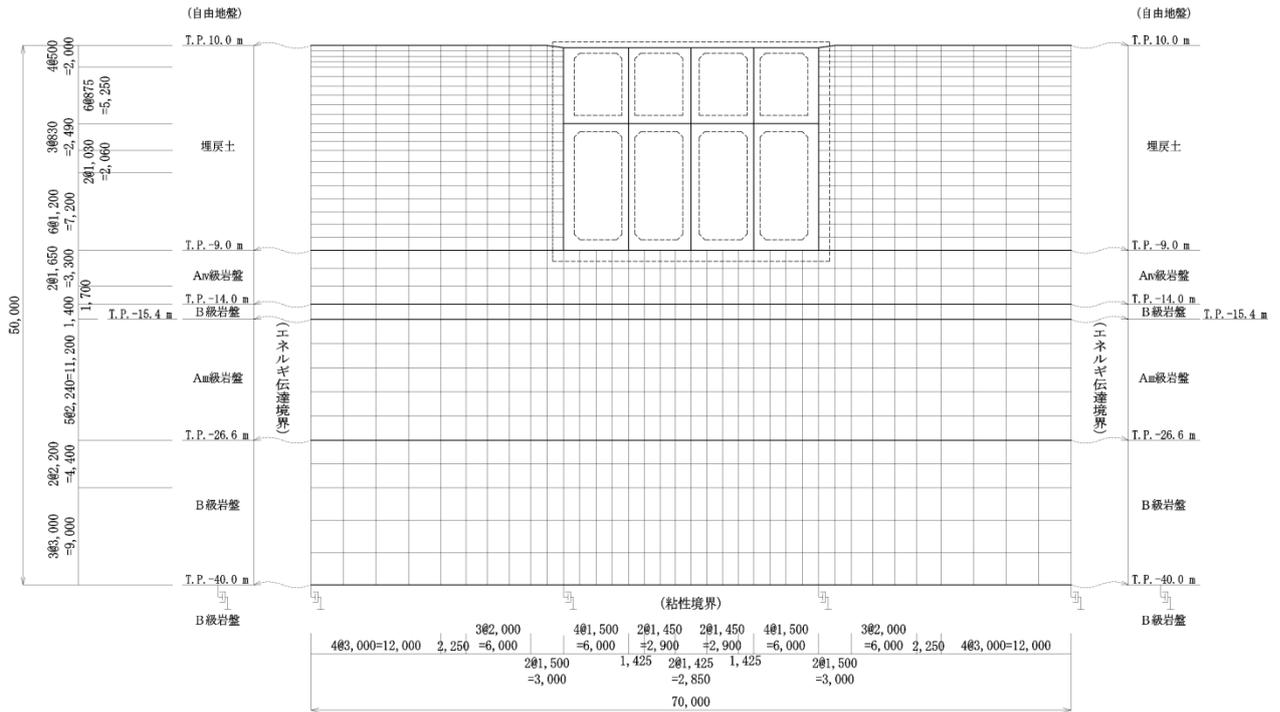
第 6.3-2 図 取水ピットポンプ室 地震応答解析モデル



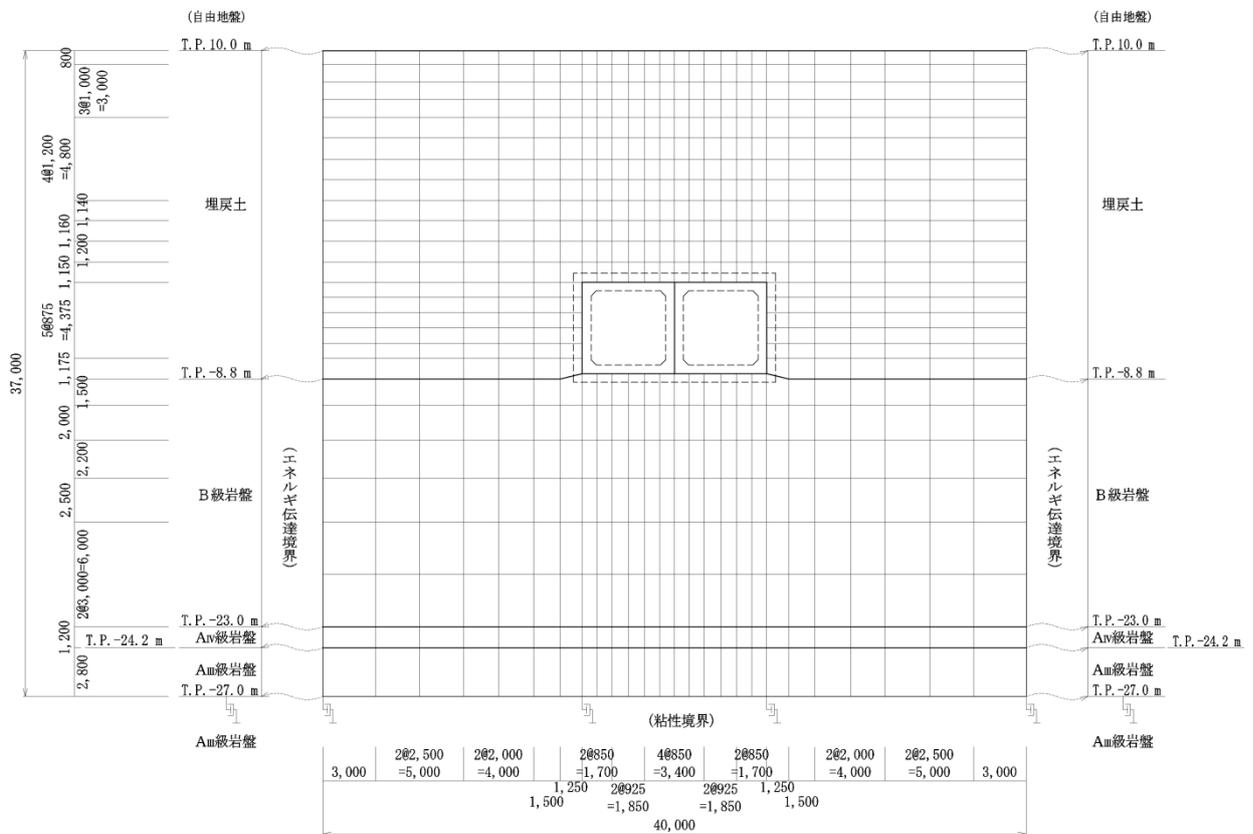
第 6.3-3 図 ストレータ室 地震応答解析モデル



第 6.3-4 図 海水管ダクト 地震応答解析モデル



第 6.3-5 図 取水ピットスクリーン室 地震応答解析モデル



第 6.3-6 図 取水路 地震応答解析モデル

## 7. B, Cクラス施設の耐震評価方針

### 7.1 Bクラス施設

Bクラス施設に要求される設計用地震力, 荷重の組合せと許容限界等を考慮し, 耐震評価を実施する。

なお, 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を乗じたものを用いて, 水平及び鉛直方向についてその影響を検討する。

### 7.2 Cクラス施設

Cクラス施設に要求される設計用地震力, 荷重の組合せと許容限界等を考慮し, 耐震評価を実施する。

8. S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

下位クラスの設備の波及的影響によって、Sクラス設備の安全機能に影響を及ぼすことがないことについて、「設置許可基準規則の解釈別記2」に記載の以下の4つの観点で評価を実施する。

a. 設置地盤，地震応答性状の相違等に起因する相対変位，不等沈下による影響（相対変位）

- ・ B, Cクラス設計の建屋とSクラス設計の建屋間での相対変位による，Sクラス設備の安全機能への影響が生じることがないかを確認する。

（不等沈下）

- ・ 地盤の不等沈下によりSクラス設備の安全機能への影響が生じることがないかを確認する。

b. Sクラスの施設と下位クラスの施設との接続部における相互影響

- ・ Sクラス設備と下位クラスの設備が接続されている場合に，下位クラス設備の破損によりSクラス設備の安全機能への影響が生じることがないかを確認する。

c. 建屋内における下位クラスの施設の損傷，転倒，落下することによりSクラスの施設への影響

- ・ 下位クラス設備が基準地震動  $S_s$  で転倒・落下することによりSクラス設備の安全機能への影響を生じさせることがないかを確認する。
- ・ 水・蒸気を内包する下位クラス設備が基準地震動  $S_s$  で破損することにより，Sクラス設備に被水，没水，蒸気による影響を及ぼすことがないかを確認する。

d. 建屋外における下位クラス施設の損傷，転倒，落下等によるSクラスの施設への影響

- ・ 下位クラス設備が基準地震動  $S_s$  で転倒・落下することによりSクラス設備の安全機能への影響を生じることがないかを確認する。
- ・ 周辺斜面の崩壊等により，Sクラス施設の安全機能へ影響が生じることがないかを確認する。
- ・ 水・蒸気を内包する下位クラス設備が基準地震動  $S_s$  で破損することにより，Sクラス設備の安全機能が被水，没水，蒸気により損なわれないことがないかを確認する。

## <既設設備の耐震評価における建設工認との相違について>

### 1. 目的

泊発電所3号機の既設設備の耐震性確認にあたっては、必要な施設及び必要な評価内容が網羅されていることを確認するため、評価対象設備、重要度分類、評価部位、評価項目（応力分類）の各観点から、既往の評価等と比べるなど、それぞれの観点に応じて整理を行う。

また、評価に適用した手法についても、適用実績のある規格・基準等によって実施されていることを確認するため、建設工認の手法と今回工認の手法の比較を網羅的に行い、評価手法の妥当性について確認を行う。

### 2. 評価内容の網羅性について

網羅性の確認及び評価手順について図2-1に示す。

#### (1) 別表第二に照らした設備の選定

- ・評価対象設備については、別表第二に対して網羅されていることを当該プラント建設工認に照らして確認した。
- ・今回抽出された、緊急対策所遮蔽、ディーゼル発電機燃料油貯油槽、計測装置等については、評価結果を提出することとする。

#### (2) 重要度分類表による整理

- ・重要度分類表の観点により、評価対象設備の補助設備、直接支持構造物、間接支持構造物、波及的影響を検討すべき設備に整理した。
- ・今回抽出された、間接支持構造物である燃料油貯油槽等については、評価結果を提出することとする。

#### (3) 評価部位の網羅性

- ・評価対象設備の評価部位について、当該プラント建設工認での評価部位と照らして網羅されていることを確認した。
- ・評価を省略している部位については、構造上、他の部位にて代表可能、過去の評価実績から裕度を十分に有する等の理由により評価を省略可能であることを確認している。

#### (4) 評価項目の網羅性

- ・JEAG4601に要求されている評価項目（応力分類）に基づき評価を実施し、当該プラントの建設工認における評価項目に照らして網羅されていることを確認した。
- ・評価を省略している項目はなく、必要な評価項目が網羅されており、適切な評価が実施されていることを確認した。

### 3. 建設工認との手法の整理について

#### (1) 建設工認との手法の整理

- ・評価結果算出に用いた手法と当該プラント建設工認との手法について、解析手法、解析モデル、減衰定数等の観点により相違点を抽出した。
- ・抽出された手法の相違点については、他プラントを含めた建設工認での実績の有無を確認した。

#### (2) 抽出された手法の適用性

- ・抽出された評価手法については、適用の実績の有無に併せて妥当性及び適用性を確認している。抽出された主な評価手法の変更点を表3-1に示す。

### 4. 評価内容及び手法の整理結果について

上記の検討により、別表第二、重要度分類表、JEAG4601等に対して、既施設における評価対象設備、評価部位、評価項目（応力分類）が網羅されたことを確認した。建設工認と異なる手法等の妥当性、適用性については、今後の審査でご確認いただく。

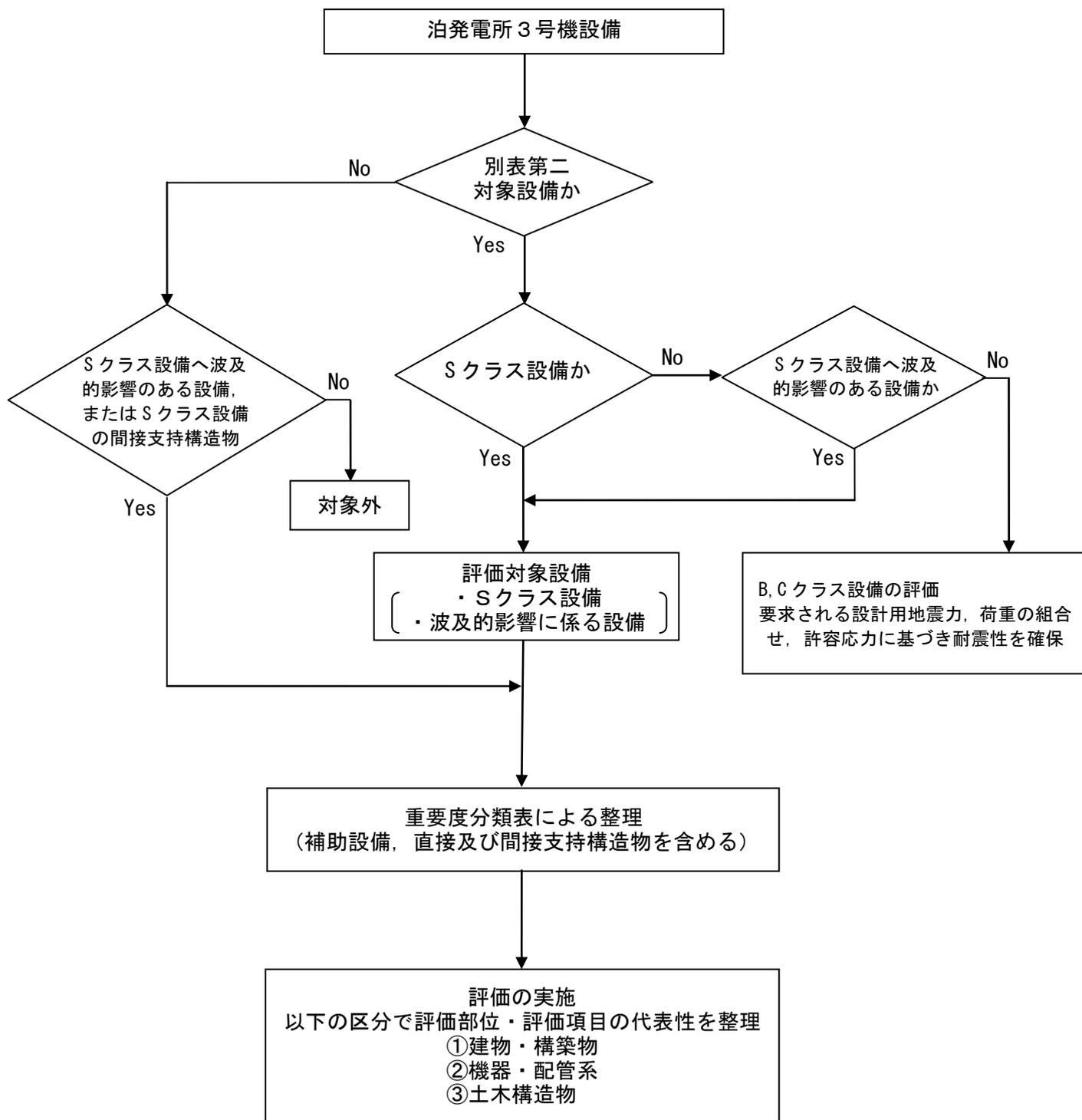


図 2 - 1 網羅性の確認及び評価手順

表 3-1 (1/5) 抽出された主な評価方法の変更点の整理 (機器・配管系)

評価方法の整理			
No.	大分類	小分類	概要
1	評価モデルを精緻化したもの	建屋-1次冷却材ループ-主蒸気/主給水管の連成モデル	<p>建設工認では、1次冷却材ループの応答解析モデルとして、建屋と1次冷却材ループを連成した評価モデルを用いて、時刻歴応答解析を行っていたが、今回工認ではより精緻化を図り主蒸気/主給水管(MS/FW)も連成させた「建屋-1次冷却材ループ-MS/FWモデル」を採用して時刻歴応答解析を行っている。</p> <p>基準地震動 <math>S_s</math> による鉛直方向の地震力を算定するため、鉛直方向モデルを作成し応答解析を実施している。</p>
		RV-CI 鉛直モデル	<p>建設工認では静的地震力が支配的であったため鉛直方向の解析モデルは不要であったが、基準地震動 <math>S_s</math> による鉛直方向の地震力を算定するため、RV-CI を他質点バネ-質点系に置換した鉛直方向モデルを作成し応答解析を実施している。</p>
		蒸気発生器の給水管台、及び内部構造物の減肉代の考慮	<p>蒸気発生器の給水管台及び内部構造物(管群外筒支持金物、湿分分離器支持環)については、建設工認にて安全側の評価結果となるよう板厚の最小値を用いた応力解析モデルとしているが、今回工認ではさらに安全側に減肉代 1mm を考慮した解析モデルを用い応力解析を実施している。</p>
		蒸気発生器 伝熱管の地震応答解析モデル	<p>蒸気発生器 伝熱管の建設工認では、伝熱管を1本梁モデルに置換した解析モデルを用い応力評価を実施しているが、今回工認では精緻化の観点から、伝熱管の面内及び面外方向の応答を適切に表現できる解析モデルを用いた応力評価を実施している。</p> <p>また、基準地震動 <math>S_s</math> による鉛直方向の評価用として、鉛直方向の解析モデルも作成し応力評価を実施している。</p>

表 3-1 (2/5) 抽出された主な評価方法の変更点の整理 (機器・配管系)

評価方法の整理			
No.	大分類	小分類	概要
1	評価モデルを精緻化したもの	原子炉補機冷却海水ポンプの地震応答解析	地震応答解析モデルは、建設工認時にはケーシング部とロータ部を一体としたモデルとしていたが、今回工認では振動特性をより適切に模擬するため、ケーシング部とロータ部に分けた二軸系の多質点系モデルとしている。 また、この二軸系の多質点系モデルは、部材の鉛直方向の剛性などの物性値も模擬しており、基準地震動 $S_s$ の鉛直方向の応答解析にも対応している。
		原子炉格納容器リングガード上端部の応力評価	建設工認では、原子炉格納容器リングガード上端部の応力算出の際、設置レベルの地震波を用いた格納容器ポーラクレーンの時刻歴応答解析を行い、リングガードに生じる荷重を算出した。今回工認では、原子炉格納容器と一体で時刻歴応答解析を行い、リングガードに生じる荷重を算出している。また、解析モデルについては、鉛直方向の動的地震力による地震応答も模擬できるように精緻化を図っている。 なお、建設工認ではポーラクレーン評価は対象外としていたが、今回工認では、上記のモデルにて格納容器ポーラクレーンの S クラスへの波及的影響評価も実施している。
2	評価手法を精緻化したもの	標準設計外力	建設工認における原子炉容器支持金物及び埋込金物、格納容器貫通部(取付部)の耐震評価については、まず安全側に設定した標準設計外力により応力評価を行い、その後の工認申請回次にて設備仕様を反映した詳細評価により外力を求め、標準設定外力に収まっていることを確認している。 今回の工認では、建設工事が完了しているため、設備の仕様等を反映した詳細評価により得られた外力を直接用いて評価している。
		運転コンソールの地震応答解析	建設工認では電氣的機能維持の確認の観点から実装集合体の振動試験を行い、これにより機械的構造強度の確認を併せて実施した。 今回工認における機械的構造強度の確認については、フレーム部を梁・板要素モデルに置換したモデルを用いたスペクトルモーダル解析を行い、具体的な応力計算値を算出している。なお、この際の減衰定数は JEAG4601 に基づき、水平方向 4.0%、鉛直方向 1.0%を用いた。

表 3 - 1 ( 3 / 5 ) 抽出された主な評価方法の変更点の整理 ( 機器・配管系 )

評価方法の整理			
No.	大分類	小分類	概要
2	評価手法を精緻化したもの	蓄電池の耐震評価	<p>建設工認では電氣的機能維持の確認の観点から実装集合体の振動試験を行い、これにより機械的構造強度の確認を併せて実施した。</p> <p>今回工認における機械的構造強度の確認については、フレーム部を梁・板要素モデルに置換したモデルを用いたスペクトルモーダル解析を行い、具体的な応力計算値を算出している。この際の減衰定数は JEAG4601 等に基づき、水平及び鉛直方向ともに 1.0%を用いた。</p> <p>また、今回工認における蓄電池の電氣的機能維持については、別途問題のないことを確認済みである。</p>
3	最新知見として得られた減衰定数を採用したもの	蒸気発生器伝熱管の減衰定数	<p>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ている。</p> <p>蒸気発生器伝熱管については、工認での適用実績がないことから、減衰定数の妥当性及び適用性を確認している。</p> <p>クレーン及び配管系については、他プラント建設工認にて採用実績があることから、泊 3 号機についても同条件が適用可能であることを確認しているところ。</p>
		クレーンの減衰定数	
		配管系の減衰定数	

表 3-1 (4/5) 抽出された主な評価方法の変更点の整理 (建物・構築物)

評価方法の整理			
No.	大分類	小分類	概要
1	最新規準に基づき材料物性を変更したものの	蒸気発生器の物性値	蒸気発生器の物性値を「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」(2005 年)に基づき変更している。また、合わせて蒸気発生器の質点数を変更している。

表 3-1 (5/5) 抽出された主な評価方法の変更点の整理 (屋外重要土木構築物)

評価方法の整理			
No.	大分類	小分類	概要
1	評価モデルを精緻化したもの	海水管ダクトの解析モデルにおける構造物の非線形性の考慮	海水管ダクトの解析モデルについては、「原子力発電所屋外重要土木構築物の耐震設計に関する安全性照査マニュアル (土木学会, 1992)」に基づき、部材の剛性を一様に低減させたモデルとし、構造物の非線形性を考慮する。
2	評価手法を精緻化したもの	海水管ダクトの耐震評価における限界状態設計法の適用	海水管ダクトの耐震評価は、二次元動的有限要素法解析により得られた応答値をもとに、限界状態設計法に基づく評価を実施する。 耐震評価は、「コンクリート標準示方書 [構造性能照査編]」(土木学会, 2002) 及び「原子力発電所屋外重要土木構築物の耐震性能照査指針・マニュアル」(土木学会, 2005) に基づき、曲げ及びせん断について評価を行う。上記マニュアルの許容限界 (せん断耐力) は、「コンクリート標準示方書 [構造性能照査編]」(土木学会, 2002) の許容限界を精緻化したものである。

## ＜Ｓ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評価の検討について＞

### １．はじめに

設置許可基準規則では、耐震重要施設が、耐震重要度分類の下位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よう要求されている。下位クラス施設は原則、Ｓクラス施設に対して離隔を取り配置されているかもしくは、基準地震動  $S_s$  に対して構造強度を保つようにしており、自らの損傷・転倒・落下等でＳクラス施設の安全機能を損なうことがないよう配慮されているが、今回、設計用地震動の見直し、接続部等の波及的影響評価の観点新しく追加されたことを受けて、同規則に基づき、改めて波及的影響の検討を実施する。

### ２．評価方法

耐震重要度分類下位クラス施設が上位のＳクラス施設の安全機能へ波及的影響を及ぼさないことについて、以下に示す設置許可基準規則の解釈別記２の観点をもとに、図面及び設計図書等による机上検討の他、敷地全体を俯瞰した建屋内外のプラントウォークダウンを行い、抽出した下位クラス施設に対して影響評価を実施する。

#### 設置許可基準規則の解釈別記２

- (1) 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響
- (2) 耐震重要施設と下位のクラスの施設との接続部における相互影響
- (3) 建屋内における下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響
- (4) 建屋外における下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響

また、机上検討及び現場調査における主な作業内容を以下に、机上検討で用いた図面の例を別紙１及び別紙２に示す。

#### ①机上検討

- 泊発電所構内配置図、機器配置図、系統図等を用いて、Ｓクラス施設周辺に位置する、又は、Ｓクラス施設に接続されている下位クラス施設を抽出する。
- 抽出された下位クラス施設について、その設計情報、設計図面等から、波及的影響を及ぼす可能性のあるものをさらに抽出し、当該下位クラス施設がＳクラス施設へ及ぼす影響について評価する。

## ②現場調査

- 机上にて評価した内容について、現場調査にて補完すべく、抽出された下位クラス施設の配置や設置状況を確認する。
- 設計図書等にて影響の有無を判別できない仮設設備、資機材等であって、波及的影響を及ぼす可能性のあるものについて、Sクラス施設周辺に不適切な状態で配置・保管されていないことを確認する。

## 3. 検討内容

### 3.1 相対変位又は不等沈下による影響（別記2(1)）

設計図書等による机上検討及びプラントウォークダウンを実施し、屋外におけるSクラス設備の間接支持機能を有する建物・構築物（以下、屋外Sクラス施設という）に対して、建屋間の相対変位又は不等沈下による波及的影響を与える可能性のある下位クラス施設を抽出のうえ、以下の確認を行う。

- 屋外Sクラス施設と下位クラス建物・構築物間で生じる建屋間の相対変位により、Sクラス施設の安全機能に波及的影響を及ぼさないことを確認する。
- 地盤の不等沈下により、Sクラス施設の安全機能に波及的影響を及ぼさないことを確認する。

屋外施設の相対変位・不等沈下による影響評価フローを図1に示す。

### 3.2 Sクラス施設と下位クラス施設との接続部における相互影響（別記2(2)）

設計図書等による机上検討を実施し、Sクラス施設と下位クラス施設の接続部を有する機械設備及び電気計装設備を抽出のうえ、以下の確認を行う。

- Sクラス設備に接続する下位クラス施設が破損した場合に、Sクラス設備の安全機能に波及的影響を及ぼさないことを確認する。

Sクラス施設と下位クラス施設の接続部の影響評価フローを図2に示す。

### 3.3 屋内下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等による影響（別記2(3)）

設計図書等による机上検討及びプラントウォークダウンを実施し，屋内におけるSクラス施設に対して，損傷，転倒及び落下等による波及的影響を与える可能性のある下位クラス施設を抽出のうえ，以下の確認を行う。

- 下位クラス設備が基準地震動 $S_s$ により転倒，落下した場合に，Sクラス設備の安全機能に波及的影響を及ぼさないことを確認する。
- 下位クラス設備がの基準地震動 $S_s$ により損傷した場合に，被水・没水・蒸気の影響によりSクラス設備の安全機能に波及的影響を及ぼさないことを確認する。

屋内施設の損傷，転倒及び落下等による影響評価フローを図3に示す。

### 3.4 屋外下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等による影響（別記2(4)）

設計図書等による机上検討及びプラントウォークダウンを実施し，屋外Sクラス施設に対して，損傷，転倒及び落下等による波及的影響を与える可能性のある下位クラス施設を抽出のうえ，以下の確認を行う。

- 下位クラス施設が基準地震動 $S_s$ により転倒，落下した場合に，Sクラス施設の安全機能に波及的影響を及ぼさないことを確認する。
- 周辺斜面の崩落等によりSクラス施設の安全機能に波及的影響を及ぼさないことを確認する。
- 下位クラス施設が基準地震動 $S_s$ により損傷した場合に，被水・没水・蒸気の影響によりSクラス設備の安全機能に波及的影響を及ぼさないことを確認する。

屋外施設の損傷，転倒及び落下等による影響評価フローを図4に示す。

## 4. 評価結果

基準地震動 $S_s$ による下位クラス施設の波及的影響によって，Sクラス施設の安全機能が損なわれないことを確認した。評価結果の一覧を表1～4に示す。

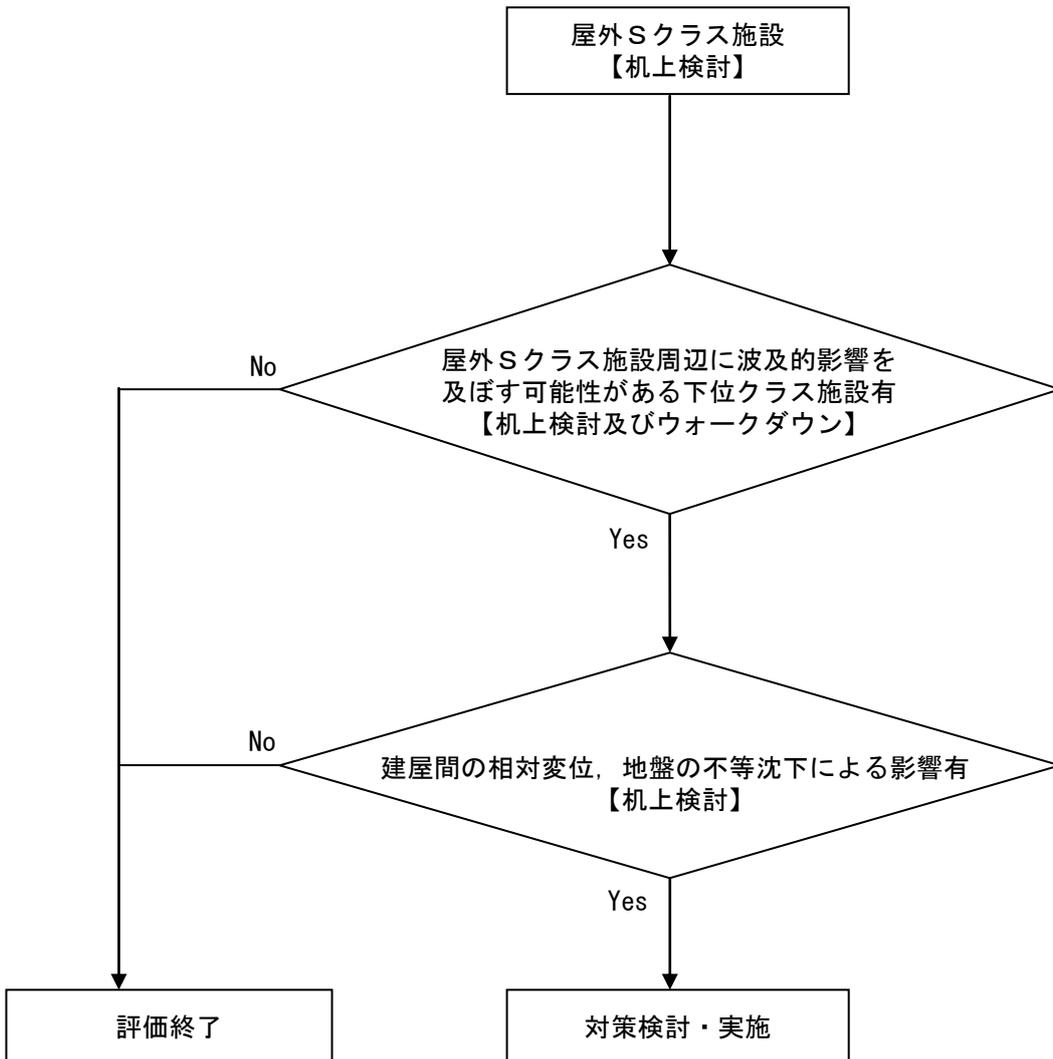


図1 屋外施設の相対変位・不等沈下による影響評価フロー

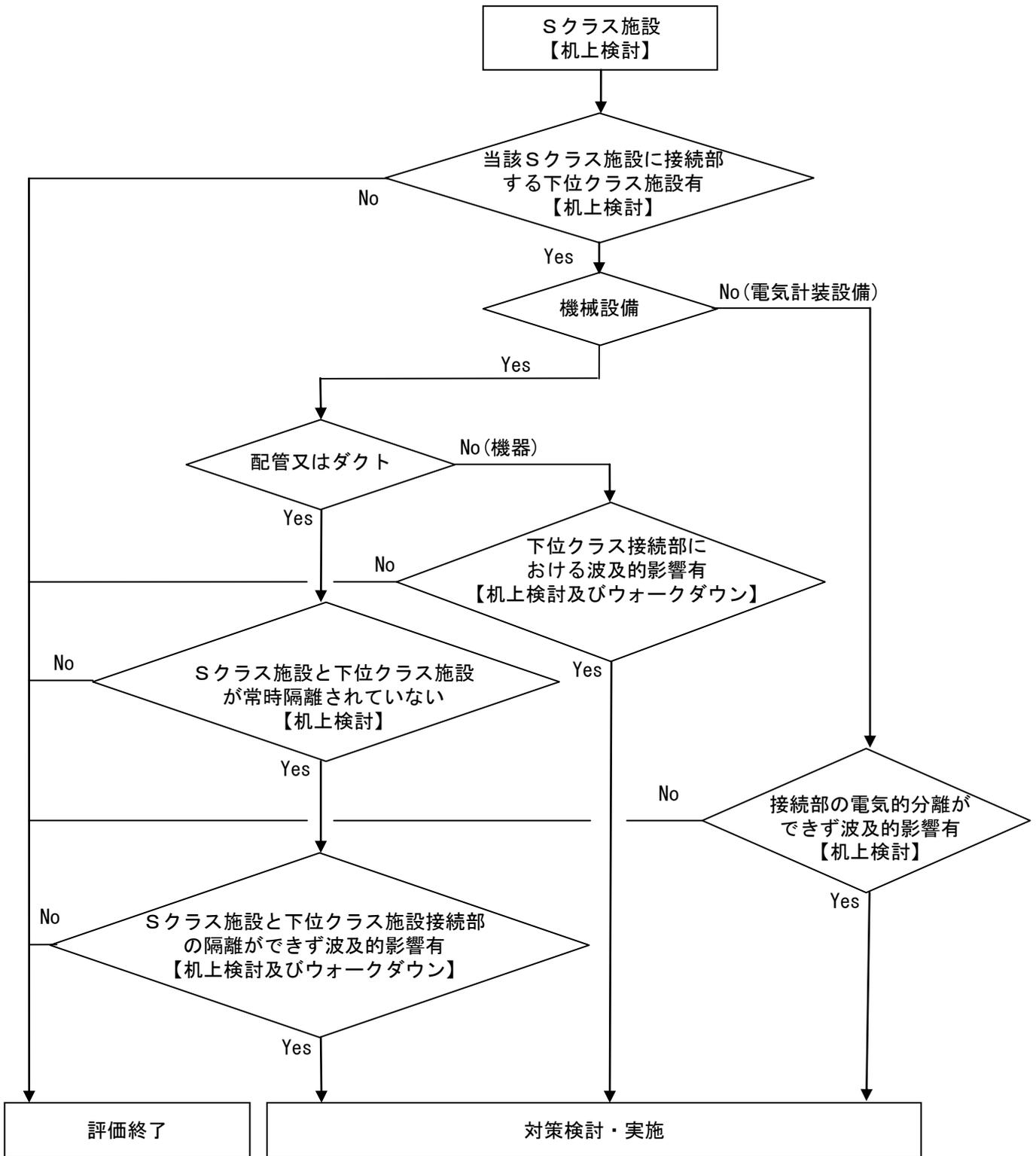


図2 Sクラス施設と下位クラス施設の接続部の影響評価フロー

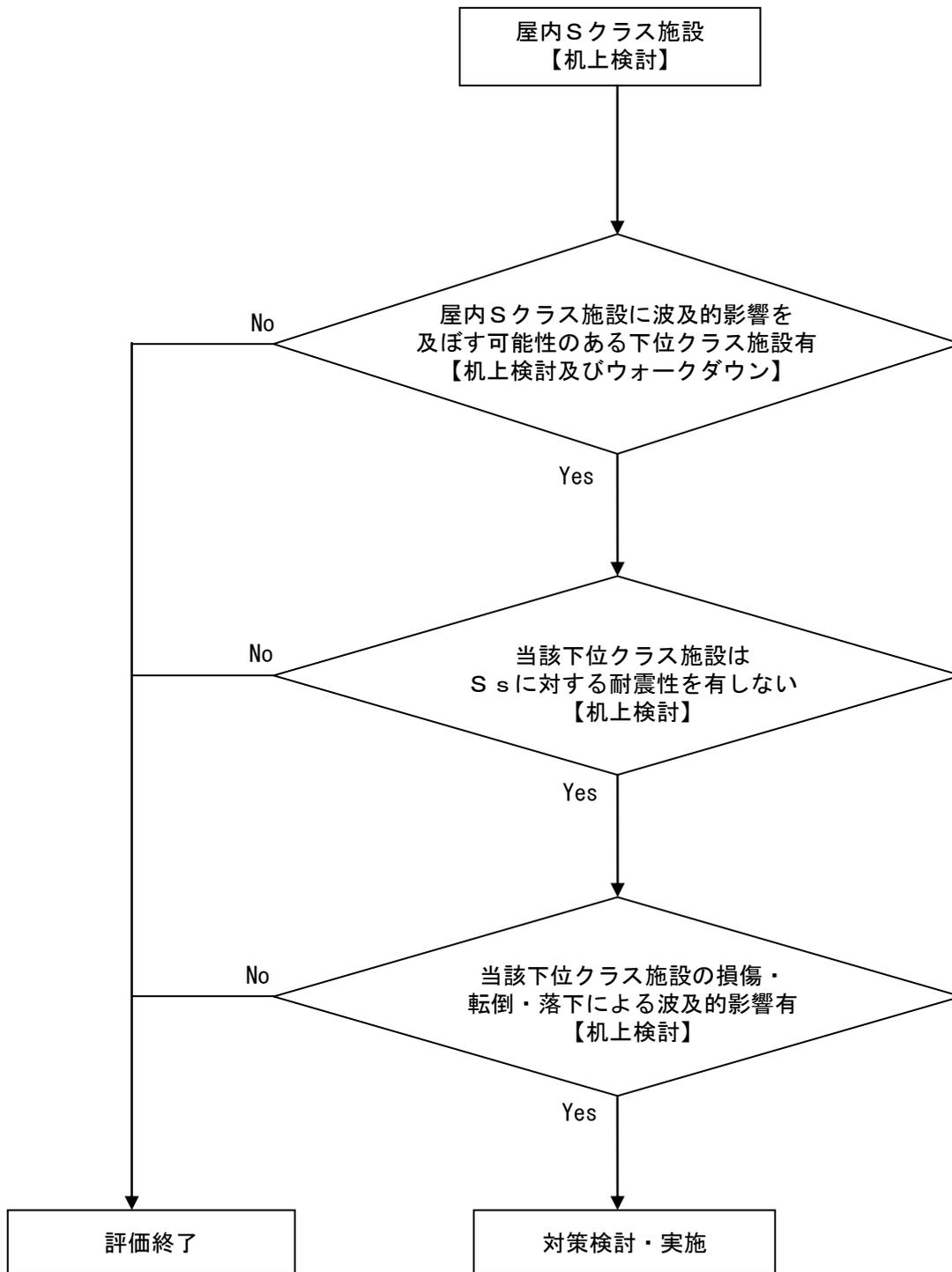


図3 屋内下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による影響評価フロー

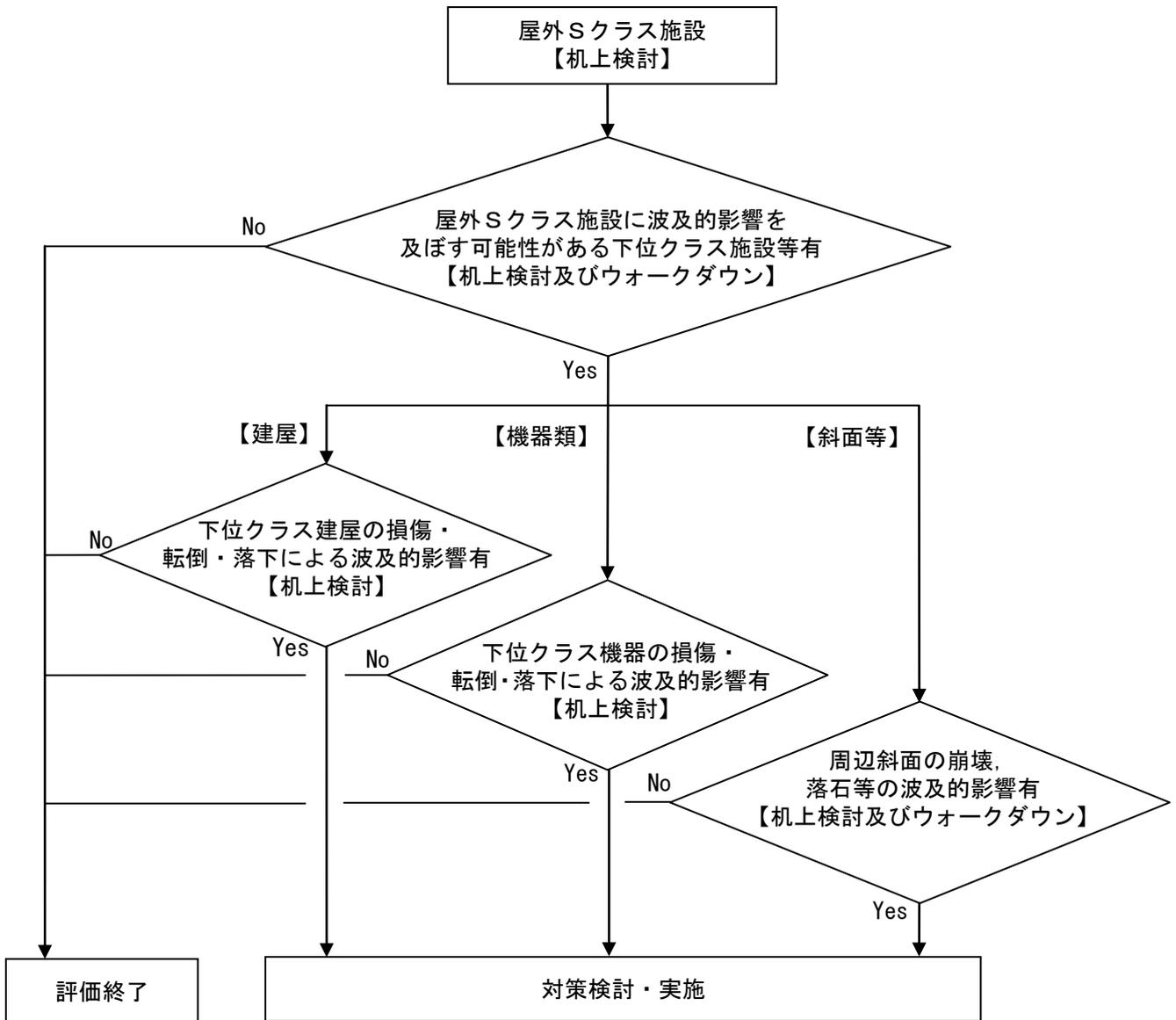


図4 屋外下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等による影響評価フロー

表 1 下位クラス施設抽出結果及び評価状況一覧表  
 (建屋間の相対変位及び地盤の不等沈下による影響)

別記 2 (1) : 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響

(相対変位)

波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	検討用地震動	下位クラス施設の評価結果	対象Sクラス施設
タービン建屋	Ss	基準地震動Ssによる変位を考慮しても衝突しない。	原子炉建屋
電気建屋	Ss	同 上	原子炉補助建屋
出入管理建屋	Ss	同 上	原子炉補助建屋

(不等沈下)

波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	検討用地震動	下位クラス施設の評価結果	対象Sクラス施設
タービン建屋	Ss	基準地震動Ssによる地震力に対して十分な支持性能を有する岩盤に支持されていることから、不等沈下の影響はない	原子炉建屋
電気建屋	Ss	同 上	原子炉補助建屋
出入管理建屋	Ss	同 上	原子炉補助建屋

表2 下位クラス施設抽出結果及び評価状況一覧表  
(接続部における相互影響)

別記2(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

波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設		検討用地震動	下位クラス施設の評価結果	対象Sクラス施設
機器	1次冷却材ポンプモータ	Ss	モータスタンド胴板及びモータスタンド取付ボルトについて、基準地震動Ssに対して構造健全性を確認しており、モータ部が損傷・転倒・落下に至らないことから、波及的影響の恐れはない	1次冷却材ポンプ
配管	化学体積制御設備配管	Ss	基準地震動Ssに対する構造健全性又は系統的に分離されることを確認しており、配管の状態に特に変化は生じないため、波及的影響の恐れはない(詳細確認中)	化学体積制御設備配管
	主蒸気設備配管	Ss	同上	主蒸気設備配管
	主給水設備配管	Ss	同上	主給水設備配管
	蒸気発生器ブローダウン設備配管	Ss	同上	蒸気発生器ブローダウン設備配管
	原子炉補機冷却水設備配管	Ss	同上	原子炉補機冷却水設備配管
	使用済燃料ピット冷却設備配管	Ss	同上	使用済燃料ピット冷却設備配管
	原子炉補機冷却海水設備配管	Ss	同上	原子炉補機冷却海水設備配管
	燃料取替用水設備配管	Ss	同上	燃料取替用水設備配管
	制御用空気設備配管	Ss	同上	制御用空気設備配管
空調用冷却水配管	Ss	同上	中央制御室空調装置	

表3 下位クラス施設抽出結果及び評価状況一覧表  
(建屋内における損傷, 転倒及び落下等による影響)

別記2(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

波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	検討用地震動	下位クラス施設の評価結果	対象Sクラス施設
格納容器ポーラクレーン	S <sub>s</sub>	基準地震動S <sub>s</sub> による構造強度評価により落下に至らないことを確認しており, Sクラス施設への波及的影響は生じない	原子炉容器, 制御棒クラスタ駆動装置, 蒸気発生器本体, 蒸気発生器支持構造物, 主蒸気設備配管, 主給水設備配管
使用済燃料ピットクレーン	S <sub>s</sub>	同 上	使用済燃料ピット (ピット内の燃料集合体, 制御棒クラスタ, バーナブルポイズン, 使用済燃料ラックを含む)
燃料取扱棟クレーン	S <sub>d</sub> <sup>注)</sup>	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> による構造強度評価により, 落下に至らないことを確認しており, Sクラス施設への波及的影響は生じない	同 上

注)・・・燃料取扱棟クレーンは, 通常時, 使用済燃料ピット上にはなく, 運転中に基準地震動S<sub>s</sub>が発生してSクラス施設を損傷する可能性は少ないため, 弾性設計用地震動S<sub>d</sub>に対し落下しないことを確認する。

表4 下位クラス施設抽出結果及び評価状況一覧表  
(建屋外における損傷, 転倒及び落下等による影響)

別記2(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

(屋外施設)

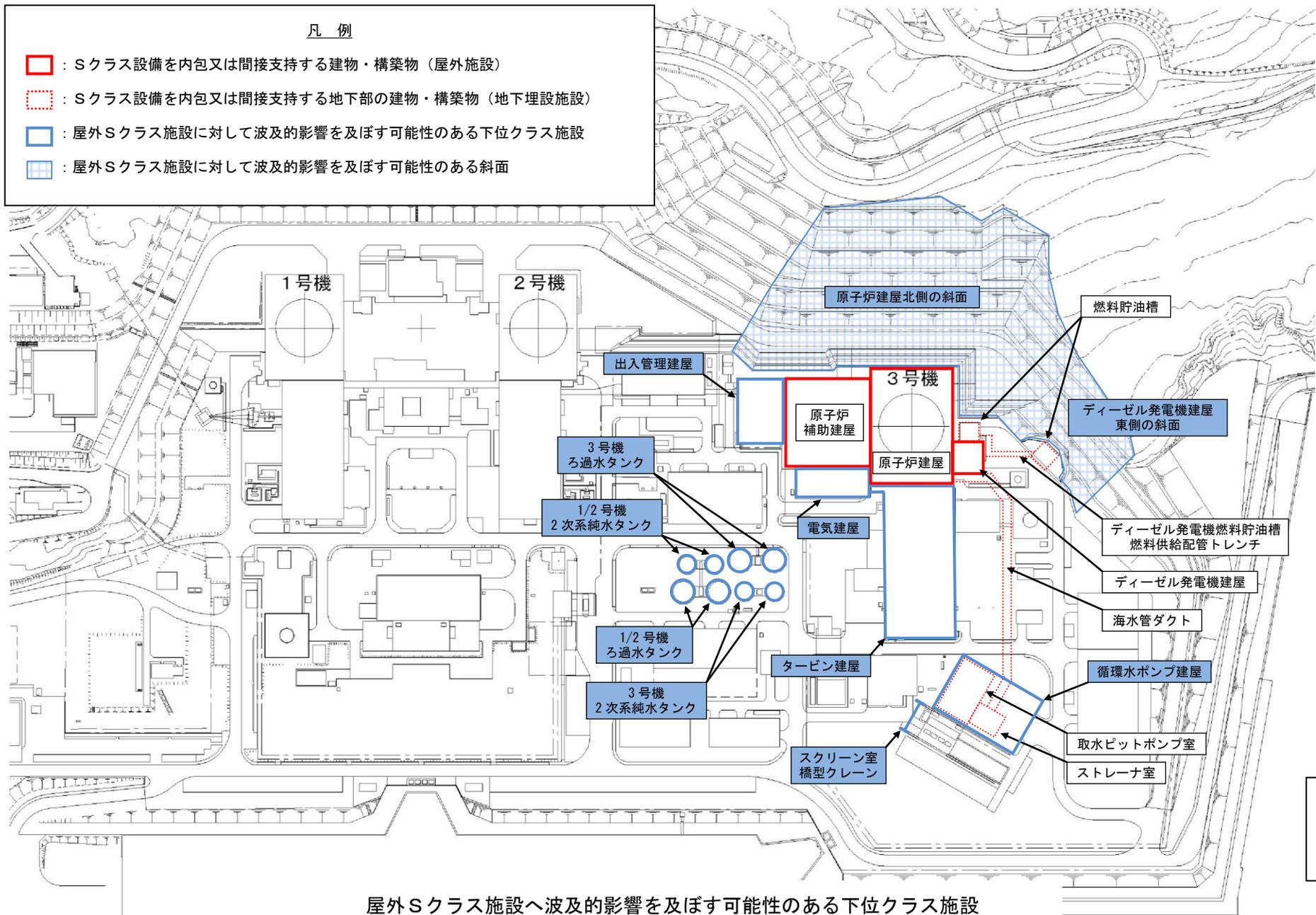
波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	検討用地震動	下位クラス施設の評価結果	対象Sクラス施設
1/2号機 2次系純水タンク	Ss	原子炉建屋等のSクラス施設を十分に離隔されており, 耐震上の波及的影響はない。なお, 溢水の影響については, 別途実施。	—
3号機 2次系純水タンク	Ss	同上	—
1/2号機 ろ過水タンク	Ss	同上	—
3号機 ろ過水タンク	Ss	同上	—
循環水ポンプ建屋	Ss	基準地震動Ssによる地震力に対しても, 倒壊することがないことから, 施設の安全機能に影響を与えることはない	原子炉補機冷却海水ポンプ, 原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレナ
スクリーン室 橋型クレーン	Ss	万一転倒したとしても, 循環水ポンプ建屋(取水ピットポンプ室)に平行した方向への転倒であり, 循環水ポンプ建屋(取水ピットポンプ室)に影響を与える可能性は低く, Sクラス設備の安全機能に影響を与えることはない。	原子炉補機冷却海水ポンプ, 原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレナ

(周辺斜面)

波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	検討用地震動	下位クラス施設の評価結果	対象Sクラス施設
原子炉建屋北側の斜面	Ss	基準地震動Ssによる地震力を作用させた安定解析を行った結果, 十分な安定性を有していることから, 崩壊による施設への波及的影響のおそれはない	原子炉建屋, 原子炉補助建屋, ディーゼル発電機建屋
ディーゼル発電機建屋東側の斜面	Ss	同上	ディーゼル発電機建屋

凡 例

- : Sクラス設備を内包又は間接支持する建物・構築物（屋外施設）
- : Sクラス設備を内包又は間接支持する地下部の建物・構築物（地下埋設施設）
- : 屋外Sクラス施設に対して波及的影響を及ぼす可能性のある下位クラス施設
- : 屋外Sクラス施設に対して波及的影響を及ぼす可能性のある斜面



屋外Sクラス施設へ波及的影響を及ぼす可能性のある下位クラス施設

参 20

## プラントウォークダウン結果（タービン動補助給水ポンプの例）

### <概要>

- ・ Sクラス施設への波及的影響について、以下のチェックシートを用いたPWDを実施。
- ・ 調査は耐震設計等に関する専門知識を有するもの及び保修担当者により行った。

### 泊3号機 プラントウォークダウンチェックシート

機器名称 : 3-タービン動補助給水ポンプ

機器ID : 3FWPI 耐震クラス : S(As)

建屋 : RE/B 床EL : 10.3m 区画 : RC02

波及的影響について		Y	N	U	N/A
1	建屋内における下位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はない。	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-1	B、Cクラス施設等との十分な離隔距離を取る等により、当該設備に影響を与えない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1-2	周辺に影響を及ぼしうる揚重機器、レーン、グレーティング、手すり等がある場合、転倒及び落下等により、当該設備に影響を与えない。	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-3	周辺に仮置き機器(点検用資材含む)がある場合、固持措置等により、当該設備に影響を与えない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1-4	上部に照明器具、天井・壁の簡易建築材がある場合、落下防止措置等により、当該設備に影響を与えない。	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-5	その他（特になし）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sクラス施設の健全性について		Y	N	U	N/A
3	対象機器と支持構造物との接合部付近に外見上の異常(ボルトの緩み、腐食・亀裂等)は無い。	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

火災影響について		Y	N	U	N/A
4	周辺に下位クラスの油タンク等がある場合、位置、構造等の延焼防止措置等により、火災による当該設備に影響を与えない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

(記号の説明) Y: YES, N: NO, U: 調査不可, N/A: 対象外

#### 所見 (機器周辺の状況についての記載)

- 1-2: 溶接及びボルト固定のためYと判断した(1-2-2, 1-2-3, 1-2-5~1-2-9)。  
 1-4: 上部に照明器具があるが、軽量物のためYと判断した(1-4-1)。  
 3: ボルトの緩み、腐食・亀裂等の異常なし(3-1~3-8)。  
 一部保温カバーで覆われており確認不可であるが系統図(H7-700053)にて下位クラス設備との接続が無いことを確認した(3-9)。



## ＜3次元応答性状及び水平2方向の地震力による影響に関する検討について＞

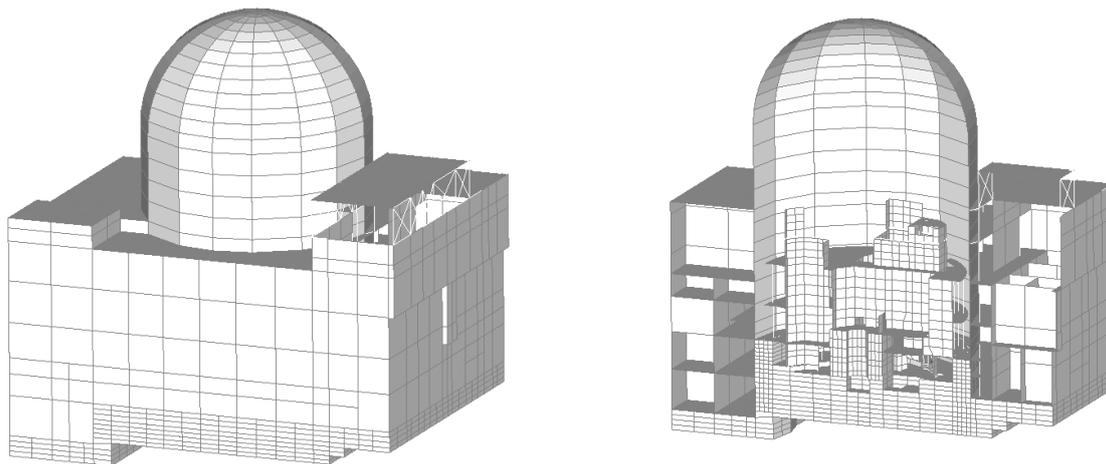
### 1. 検討目的

建屋の3次元FEMモデルを用いた解析を行い、その応答と今回の工認評価において用いている質点系モデルによる応答とを比較して、建屋の構造健全性評価への影響の確認を行うとともに、機器・配管系の応答への影響も検討する。

### 2. 3次元FEMモデルのモデル化方針

原子炉建屋について、建設工認時の応力解析モデルをベースに鉄筋コンクリート造部と鉄骨造部をモデル化し、重機器等はモデルの各要素に実態に即した重量を考慮する。原子炉建屋の3次元FEMモデルの概要図を第1図に示す。

3次元FEMモデルは、壁・床、柱及び基礎版を要素にてモデル化する。また、剛性評価は耐震壁を評価し、コンクリート強度は設計基準強度を用いる等、質点系モデルの諸元に合わせている。なお、非線形特性は考慮しない。



第1図 原子炉建屋の3次元FEMモデルの概要図

### 3. 評価方針

建屋の3次元的特性を確認するために、3次元FEMモデルの地震応答解析を実施し、建屋全体及び局所の応答性状の把握から、機器・配管系応答への影響及び水平2方向の地震力による影響を受ける部位について確認する。

3次元応答性状による施設の構造健全性への影響が想定される場合には、地震応答解析モデルへの適用方法等についても検討することとする。

なお、評価にあたっては、原子炉建屋の3次元FEMモデルによる地震応答解析において、建屋の3次元応答性状を考えた場合に、特に影響があると想定される以下の事象について確認する。

- ・ねじれ振動の影響
- ・床柔性の影響
- ・ロッキング振動の影響