

泊発電所3号炉審査資料	
資料番号	DB04 r. 3. 0
提出年月日	令和4年5月19日

泊発電所3号炉  
設置許可基準規則等への適合状況について  
(設計基準対象施設等)

第4条 地震による損傷の防止

令和4年5月  
北海道電力株式会社



枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

## 第4条：地震による損傷の防止

### <目 次>

【今回提出】

#### 第1部

##### 1. 基本方針

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

#### 第2部

##### 1. 耐震設計の基本方針

- 1.1 基本方針
- 1.2 適用規格

##### 2. 耐震設計上の重要度分類

- 2.1 重要度分類の基本方針
- 2.2 耐震重要度分類

##### 3. 設計用地震力

- 3.1 地震力の算定法
- 3.2 設計用地震力

##### 4. 荷重の組合せと許容限界

- 4.1 基本方針

##### 5. 地震応答解析の方針

- 5.1 建物・構築物
- 5.2 機器・配管系
- 5.3 屋外重要土木構造物
- 5.4 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに  
これらが設置された建物・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・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等及び津波防護施設の耐震評価における断面選定の考え方

別添—7 主要建屋の図面集

別添—8 入力地震動について

(別 紙)

別紙—1 既工認との手法の相違点の整理（設置許可変更申請段階での整理）

別紙—2 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

別紙—3 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—4 規格適用範囲外の動的機能維持の評価

別紙—5 地震時における燃料被覆管の閉じ込め機能の維持について

別紙—6 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—7 後施工せん断補強筋による耐震補強について

別紙—8 屋外 重要土木構造物等及び津波防護施設の耐震評価における断面選定について

別紙—9 液状化影響の検討方針について

別紙—10 地下水位設定方針について

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

## 1.2 追加要求事項に対する適合性

### (1) 位置、構造及び設備

#### ロ. 発電用原子炉施設の一般構造

本原子炉施設は、発電用原子炉（以下「原子炉」という。）、1次冷却設備、2次冷却設備、その他関連設備等からなり、各設備は、原子炉建屋、原子炉補助建屋、タービン建屋等に収納する。

原子炉施設のうち、主要な建屋である原子炉建屋、原子炉補助建屋及びタービン建屋は、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）とする。海側の敷地整地面は、標高10mとする。

本原子炉施設は、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（以下「原子炉等規制法」という。）、「電気事業法」等の関連法令の要求を満足するとともに、適切と認められる規格、基準等に準拠するように設計する。また、以下の基本の方針の下に安全設計を行い、原子力規制委員会が決定した「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」（以下「設置許可基準規則」という。）及び関連する審査基準等に適合するように設計する。

#### (1) 耐震構造

本原子炉施設は、次の方針に基づき耐震設計を行い、「設置許可基準規則」に適合するように設計する。

##### (i) 設計基準対象施設の耐震設計

設計基準対象施設については、耐震設計上の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、以下のとおり、Sクラス、Bクラス及びCクラスに分類（以下「耐震重要度分類」という。）し、それぞれに応じた地震力に十分耐えられるように設計する。

Sクラス 地震により発生するおそれがある事象に対して、原子炉を停止し、炉心を冷却するために必要な機能を持つ施設、自ら放射性物質を内蔵している施設、当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設、これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し、放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設、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及び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-39)(2.1：P4条-43)】

- c. 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。)、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とど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クラスの施設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倍した鉛直震度から算定する。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。

- d. Sクラスの施設(e.に記載のものうち、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。)は、基準地震動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。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とど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とど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し、当該許容限界を超えないように設計する。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とどまるように設計する。

なお、基準地震動及び弾性設計用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。

基準地震動は、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の応答スペクトルを第●図及び第

●図に、時刻歴波形を第●図に示す。

基準地震動の策定位置について、敷地に広く分布する神恵内層は、S波速度が700m/s以上であることから、この神恵内層（原子炉建屋基礎底面付近）の標高0mを解放基盤表面として設定する。

また、弾性設計用地震動は、基準地震動との応答スペクトルの比率が目安として0.5を下回らないような値に余裕を持たせ、「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に係数●を乗じて設定する。

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とど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-45）】

- e. 津波防護機能を有する施設（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設備（以下「津波監視設備」という。）並びにこれらが設置された建物・構築物は、基準地震動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。

なお、基準地震動及び弾性設計用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(1.1(6)：P4条-40) (4.1(3)：P4条-47) 4.1(4)：P4条-49)】

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

【説明資料(1.1(9)：P4条-40) (7.：P4条-57)】

- g. 設計基準対象施設は、岩着構造の防潮堤設置により地下水の流れが遮断され敷地内の地下水位が地表面付近まで上昇するおそれがあることを踏まえ、地下水位を一定の範囲に保持する地下水排水設備に信頼性向上対策を施し、同設備の機能に期待する施設においては、その機能を考慮した設計地下水位を設定する。地下水排水設備の機能に期待しない施設においては、自然水位より保守的に設定した水位又は地表面にて設計地下水位を設定し水圧の影響を考慮する。

【説明資料（1.1(11)：P4条-40）】

- h. 炉心内の燃料被覆材（燃料被覆管）の放射性物質の閉じ込めの機能については、以下のとおり設計する。

弾性設計用地震動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、炉心内の燃料被覆管の応答が全体的におおむね弾性状態にとどまるように設計する。基準地震動による地震力に対して、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないように設計する。

【説明資料（1.1(13)：P4条-41）】



追而  
(基準地震動の審査を踏まえて記載する)

第●図 基準地震動の応答スペクトル (水平方向)

追而  
(基準地震動の審査を踏まえて記載する)

第●図 基準地震動の応答スペクトル (鉛直方向)

追而  
(基準地震動の審査を踏まえて記載する)

第●図 基準地震動●の時刻歴波形

## (2) 安全設計方針

### 1.4 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、「1.4.1 設計基準対象施設の耐震設計」、「1.4.2 重大事故等対処施設の耐震設計」、「1.4.3 主要施設の耐震構造」及び「1.4.4 地震検知による耐震安全性の確保」に従って行う。

#### 1.4.1 設計基準対象施設の耐震設計

##### 1.4.1.1 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、Sクラス、Bクラス及びCクラスに分類(以下「耐震重要度分類」という。)し、それぞれに応じた地震力に十分耐えられるように設計する。
- (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又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とどまる範囲で耐えられるように設計する。
- (5) Sクラスの施設((6)に記載のものうち、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。)については、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、基準地震動及び弾性設計用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。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及び設備については許容限界の範囲内にとどまることを確認する。

- (6) 屋外重要土木構造物、津波防護機能を有する施設（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設備（以下「津波監視設備」という。）並びに津波防護施設、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、基準地震動による地震力に対して、構造物全体として変形能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有するとともに、それぞれの施設及び設備に要求される機能が保持できるように設計する。なお、基準地震動の水平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これらが設置された建物・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とど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とど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とど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。

- (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。

- (11) 設計基準対象施設は、岩着構造の防潮堤設置により地下水の流れが遮断され敷地内の地下水位が地表面付近まで上昇するおそれがあることを踏まえ、地下水位を一定の範囲に保持する地下水排水設備に信頼性向上対策を施し、同設備の機能に期待する施設においては、その機能を考慮した設計地下水位を設定する。地下水排水設備の機能に期待しない施設においては、自然水位より保守的に設定した水位又は地表面にて設計地下水位を設定し水圧の影響を考慮する。

- (12) 耐震重要施設は、液状化、揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状を考慮した場合においても、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。

- (13) 炉心内の燃料被覆管の放射性物質の閉じ込めの機能については、以下のとおり設計する。弾性設計用地震動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、炉心内の燃料被覆管の応答が全体的におおむね弾性状態にとどまるように設計する。基準地震動による地震力に対して、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないように設計する。

【説明資料（1.1：P4条-39）（9：P4条-60）】

#### 1.4.1.2 耐震重要度分類

設計基準対象施設の耐震重要度を、次のように分類する。

##### (1) Sクラスの施設

地震により発生するおそれがある事象に対して、原子炉を停止し、炉心を冷却するために必要な機能を持つ施設、自ら放射性物質を内蔵している施設、当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設、これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し、放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設、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及び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-43）】

##### (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-43）】

(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-43）】

上記に基づくクラス別施設を第1.4.1表に示す。

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

#### 1.4.1.3 地震力の算定方法

設計基準対象施設の耐震設計に用いる地震力の算定は以下の方法による。

(1) 静的地震力

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

a. 建物・構築物

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

Sクラス 3.0

Bクラス 1.5

Cクラス 1.0

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

また、必要保有水平耐力の算定においては、地震層せん断力係数 $C_i$ に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クラスのいずれにおいても1.0とし、その際に用いる標準せん断力係数 $C_0$ は1.0以上とする。

Sクラスの施設については、水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。鉛直地震力は、震度0.3以上を基準とし、建物・構築物

の振動特性、地盤の種類等を考慮し、高さ方向に一定として求めた鉛直震度より算定するものとする。

ただし、土木建造物の静的地震力は、安全上適切と認められる規格及び基準を参考に、Cクラスの施設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、当該水平震度及び上記a. の鉛直震度をそれぞれ20%増しとした震度から求めるものとする。

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-44)】

(2) 動的地震力

動的地震力は、Sクラスの施設、屋外重要土木建造物及びBクラスの施設のうち共振のおそれのあるものに適用することとし、基準地震動及び弾性設計用地震動から定める入力地震動を入力として、動的解析により水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。なお、構造特性から水平2方向及び鉛直方向の地震力の影響が考えられる施設及び設備については、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とど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。

屋外重要土木建造物、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びに津波防護施設、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、基準地震動による地震力を適用する。

「添付書類六 5 地震」に示す基準地震動は、「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●程度である。

また、弾性設計用地震動は、基準地震動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に係数●を乗じて設定する。ここで、係数●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<sup>(1)</sup>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、余裕を持たせた値とする。また、建物・構築物及び機器・配管系ともに係数●を採用すること

で、弾性設計用地震動に対する設計に一貫性をとる。なお、弾性設計用地震動の年超過確率は●程度である。弾性設計用地震動の応答スペクトルを第1.4.●図及び第1.4.●図に、時刻歴波形を第1.4.●図に示す。弾性設計用地震動と基準地震動 $S_1$ の応答スペクトルの比較を第1.4.●図に、弾性設計用地震動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1.4.●図及び第1.4.●図に示す。

【説明資料（3.1(2)：P4条-45）】

a. 入力地震動

基準地震動の策定位置について、敷地に広く分布する神恵内層は、S波速度が700m/s以上であることから、この神恵内層（原子炉建屋基礎底面付近）の標高0m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及び弾性設計用地震動を基に、対象建物・構築物の地盤条件を適切に考慮した上で、必要に応じ二次元有限要素法又は一次元波動論により、地震応答解析モデルの入力位置で評価した入力地震動を設定する。地盤条件を考慮する場合には、地震動評価で考慮した敷地全体の地下構造との関係にも留意し、地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮する。また、必要に応じ敷地における観測記録による検証や最新の科学的・技術的知見を踏まえ設定する。

b. 地震応答解析

(a) 動的解析法

i. 建物・構築物

動的解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性、適用限界等を考慮の上、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、時刻歴応答解析法又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。

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

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

応答解析に用いる材料定数については、地盤の諸定数も含めて材料のばらつきによる変動幅を適切に考慮する。また、必要に応じて建物・構築物及び機器・配管系の設計用地震力に及ぼす影響を検討する。建物・構築物の動的解析において、地震時における地盤の有効応力の変化に伴う影響を考慮する場合には、有効応力解析等を実施する。有効応力解析に用いる液状化強度特性は、敷地の原地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で実施した液状化強度試験結果に基づき、保守性を考慮して設定する。

原子炉建屋については、三次元有限要素法解析等から、建物・構築物の三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、等価線形又は非線形解析のいずれかにて行う。

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

【説明資料 (5.1:P4条-52) (5.3:P4条-54)】

## ii. 機器・配管系

動的解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性、適用限界等を考慮の上、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試験等の結果に基づき設定する。

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

配管系については、熱的条件及び口径から高温配管又は低温配管に分類し、その仕様に応じて適切なモデルに置換し、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。

スペクトルモーダル解析法及び時刻歴応答解析法の選択に当たっては、衝突・すべり等の非線形現象を模擬する観点又は既往研究の知見を取り入れ実機の挙動を模擬する観点で、建物・構築物の剛性及び地盤物性のばらつき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、設備の三次元的な広がりや踏まえ、適切に応答を評価できるモデルを用い、水平2方向及び鉛直方向の応答成分について適切に組み合わせるものとする。

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

【説明資料（5.2：P4条-53）】

### (3) 設計用減衰定数

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

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

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

【説明資料（6.：P4条-56）】

#### 1.4.1.4 荷重の組合せと許容限界

設計基準対象施設の耐震設計における荷重の組合せと許容限界は以下による。

##### (1) 耐震設計上考慮する状態

地震以外に設計上考慮する状態を次に示す。

##### a. 建物・構築物

###### (a) 運転時の状態

原子炉施設が運転状態にあり、通常自然条件下におかれている状態。

ただし、運転状態には通常運転時、運転時の異常な過渡変化時を含むものとする。

###### (b) 設計基準事故時の状態

原子炉施設が設計基準事故時にある状態。

###### (c) 設計用自然条件

設計上基本的に考慮しなければならない自然条件（風、積雪等）。

##### 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器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原子炉施設から多量の放射性物質が放出するおそれがあるものとして安全設計上想定すべき事象が発生した状態。

(d) 設計用自然条件

設計上基本的に考慮しなければならない自然条件（風、積雪等）。

【説明資料（4.1(1)：P4条-46）】

(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，水圧及び通常的气象条件による荷重

(b) 運転時の状態で施設に作用する荷重

(c) 設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重

(d) 地震力，風荷重，積雪荷重等

ただし，運転時の状態及び設計基準事故時の状態での荷重には，機器・配管系から作用する荷重が含まれるものとし，地震力には，地震時土圧，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-47）】

(3) 荷重の組合せ

地震力と他の荷重との組合せは次による。

a. 建物・構築物（c.に記載のものを除く。）

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

(b) Sクラスの建物・構築物については，常時作用している荷重及び設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重のうち長時間その作用が続く荷重と弾性設計用地震動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、一旦事故が発生した場合、長時間継続する事象による荷重は、その事故事象の発生確率、継続時間及び地震動の年超過確率の関係を踏まえ、適切な地震力と組み合わせる。
  - (d) Bクラス及びCクラスの機器・配管系については、通常運転時の状態で施設に作用する荷重及び運転時の異常な過渡変化時の状態で施設に作用する荷重と、動的地震力又は静的地震力とを組み合わせる。
  - (e) 炉心内の燃料被覆管の放射性物質の閉じ込めの機能の確認においては、通常運転時の状態で燃料被覆管に作用する荷重及び運転時の異常な過渡変化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燃料被覆管に作用する荷重と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これらが設置された建物・構築物
  - (a) 津波防護施設並びに津波防護施設、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による地震力とを組み合わせる。

なお、上記c. (a)及び(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ピーク値を重ねなくてもよいものとする。

- (d) 耐震重要度分類の上位のクラスに属する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1.4.1表に対象となる建物・構築物及びその支持機能が維持されていることを検討すべき地震動等について記載する。

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

【説明資料 (4.1(3) : P4条-47)】

#### (4) 許容限界

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

##### a. 建物・構築物 (c. に記載のものを除く。)

##### (a) Sクラスの建物・構築物

- i. 弾性設計用地震動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。

##### ii. 基準地震動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て妥当な安全余裕を持たせることとする。

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

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

上記(a) i. による許容応力度を許容限界とする。

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

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

なお、当該施設を支持する建物・構築物の支持機能が損なわれないことを確認する際の地震動は、支持される施設に適用される地震動とする。

##### (d) 建物・構築物の保有水平耐力 ((e)及び(f)に記載のものを除く。)

建物・構築物については、当該建物・構築物の保有水平耐力が必要保有水平耐

力に対して耐震重要度分類に応じた安全余裕を有していることを確認する。

(e) 屋外重要土木構造物

i. 静的地震力との組合せに対する許容限界

安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

ii. 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界

構造部材の曲げについては、限界層間変形角又は許容応力度、構造部材のせん断についてはせん断耐力又は許容応力度を許容限界とする。なお、限界層間変形角及びせん断の許容限界に対しては妥当な安全余裕を持たせることとし、それぞれの安全余裕については、各施設の機能要求等を踏まえ設定する。

(f) その他の土木構造物

安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

b. 機器・配管系 (c. に記載のものを除く。)

(a) Sクラスの機器・配管系

i. 弾性設計用地震動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とどまることとする。

ただし、1次冷却材喪失事故時に作用する荷重との組合せ（原子炉格納容器バウンダリを構成する設備、非常用炉心冷却設備等における長期的荷重との組合せを除く。）に対しては、下記(a) ii. に示す許容限界を適用する。

ii. 基準地震動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とど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とどまることとする。

(c) 燃料集合体

地震時に作用する荷重に対して、燃料集合体の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。

(d) 燃料被覆管

炉心内の燃料被覆管の放射性物質の閉じ込めの機能についての許容限界は、以下のとおりとする。

i. 弾性設計用地震動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とどまることとする。

- ii. 基準地震動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とどまって破断延性限界に十分な余裕を有し、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないこととする。
- c. 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びにこれらが設置された建物・構築物  
津波防護施設並びに津波防護施設，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，基準地震動による地震力に対して，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，その施設に要求される機能（津波防護機能，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。  
浸水防止設備及び津波監視設備については，基準地震動による地震力に対して，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
    - i. 弾性設計用地震動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，基準等による地盤の短期許容支持力度を許容限界とする。
    - ii. 基準地震動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，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津波防護施設，浸水防止設備又は津波監視設備が設置された建物・構築物の基礎地盤
    - i. 基準地震動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，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) ii. 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-49）】

#### 1.4.1.5 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及び設備を選定し評価する。

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

なお、原子力発電所の地震被害情報をもとに、以下(1)～(4)以外に検討すべき事項がないか確認し、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が損傷、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

- ・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、施設の周辺地盤の液状化による影響を考慮したうえで、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。
- ・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「第8条 火災による損傷の防止」に、溢水については「第9条 溢水による損傷の防止等」に記載)

上記の観点で検討した波及的影響を考慮する施設を、第1.4.1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-57）】

#### 1.4.1.6 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ように設計する。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又は基準地震動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-60）】



### 1.4.3 主要施設の耐震構造

#### 1.4.3.1 原子炉建屋

原子炉建屋は、原子炉格納施設、周辺補機棟及び燃料取扱棟からなり、主要構造は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）の建物である。

原子炉格納施設、周辺補機棟及び燃料取扱棟は、岩盤上に設置する鉄筋コンクリート造の同一基礎版上に設置し、本建屋の平面は外側で約58m×約81mの長方形をなしている。

本建屋の全高は約85mで、標高10.0mの整地地盤からの高さは約73mである。

原子炉格納施設は原子炉格納容器、外部遮へい建屋、内部コンクリート等で構成する。原子炉格納容器は上部に半球形鏡、下部にさら形鏡を持つたて置円筒形の鋼板シェル構造である。外部遮へい建屋は上部に半球形ドームを持つたて置円筒形の鉄筋コンクリート造シェル構造である。また、内部コンクリートは原子炉格納容器内部に設け、その主要構造は壁式鉄筋コンクリート造である。

#### 1.4.3.2 原子炉補助建屋

原子炉補助建屋は、地上8階、地下2階で平面が約60m×約62mの鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造）の建物で、基礎は岩盤上に設置する。

原子炉補助建屋と原子炉建屋との間は、適切な間隙を設け建物相互の干渉を防ぐようにする。

#### 1.4.3.3 タービン建屋

タービン建屋は、地上2階（一部3階）、地下2階で平面が約49m×約107m（柱芯おさえ）の鉄骨造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造）の建物である。

#### 1.4.3.4 防潮堤

防潮堤は、敷地前面に設置するものであり、セメント改良土による堤体構造である。セメント改良土は岩盤又は人工岩盤に支持させる構造とする。

#### 1.4.3.5 原子炉容器

原子炉容器は、内径約4m、全高（内のり）約12mの上部及び底部が半球形のたて置円筒形の鋼製圧力容器であり、原子炉容器蓋はフランジで容器胴にボルト締めされており、それ自体厚肉の剛な構造である。重量は炉内構造物、1次冷却材及び燃料集合体を含めて約750tである。

原子炉容器は、原子炉容器入口ノズル及び原子炉容器出口ノズルの下部の鋼製支持パッドを介して、内部コンクリートに固定する鉄鋼構造物に支持させる。支持パッドは、容器の熱膨張を拘束しないように半径方向はフリーとし、下方向及び周方向を拘束する構造にして地震力に対しても支持する。

#### 1.4.3.6 制御棒駆動装置

制御棒駆動装置は、原子炉容器蓋に取付けられたラッチ式磁気ジャック駆動装置である。

制御棒駆動装置は、上部端を耐震サポートにより内部コンクリートで支持し、下部を原子炉容器蓋に固定し、それ自体も十分な剛性を持つので、地震力に対しても必要な強度を有する。

#### 1.4.3.7 燃料集合体及び炉内構造物

燃料集合体は、燃料要素、制御棒案内シンプル、支持格子、上部ノズル及び下部ノズル等により構成される。燃料集合体は、制御棒案内シンプルとそれに接合した支持格子とによって骨格を形成し、燃料要素を正方格子状の配列で支持格子のばねに支持させるため、過度の変形を生じることはない。

燃料集合体に作用する地震力は、上部ノズル及び下部ノズルを介して炉内構造物の上部炉心板及び下部炉心板に伝達する。

炉内構造物は、上部炉心構造物及び下部炉心構造物で構成する。上部炉心構造物は、上部炉心板、上部炉心支持柱、上部炉心支持板、制御棒クラスタ案内管等で構成し、下部炉心構造物は、下部炉心板、下部炉心支持柱、下部炉心支持板、炉心槽、炉心バッフル等で構成する。燃料集合体及び炉内構造物に作用する水平地震力は、炉心槽上部フランジを介して原子炉容器フランジに、また、炉心槽下端を介して原子炉容器胴内壁に取り付けた炉心支持金物にそれぞれ伝達する。さらに、炉内構造物に作用する鉛直地震力は、上部炉心支持板及び炉心槽上部フランジを介して原子炉容器フランジに伝達する。

#### 1.4.3.8 1次冷却設備

1次冷却設備は、原子炉容器、1次冷却材管、蒸気発生器、1次冷却材ポンプ、加圧器等で構成する。

1次冷却材管は、配管口径及び肉厚が大きく剛性が高いので熱膨張に対する考慮から配管の途中には支持構造物を設けていない。

蒸気発生器は、水平方向を上部胴支持構造物、中間胴支持構造物及び下部支持構造物により、また、鉛直方向を支持脚により支持する。支持構造物は、1次冷却設備の熱膨張を拘束しない構造となっており、水平地震力及び鉛直地震力は、各方向の支持構造物を介して内部コンクリートに伝達する。

1次冷却材ポンプは、水平方向を上部支持構造物及び下部支持構造物により、また、鉛直方向を支持脚により支持する。支持構造物は、1次冷却設備の熱膨張を拘束しない構造となっており、水平地震力及び鉛直地震力は、各方向の支持構造物を介して内部コンクリートに伝達する。

加圧器は、上部支持構造物及びスカートにより支持し、地震力はこれらの支持構造物

により内部コンクリートに伝達する。また、上部支持構造物は、加圧器の熱膨張を拘束しない構造となっている。

#### 1.4.3.9 その他

その他の機器・配管系については、運転荷重、地震荷重及び熱膨張による荷重のもとで不都合な応力が生じないように、必要に応じてリジッドハンガ、スナバ及びその他の装置を使用して耐震性に対しても熱的にも十分な設計を行う。

#### 1.4.4 地震検知による耐震安全性の確保

##### (1) 地震感知器

原子炉保護設備の1つとして地震感知器を設け、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。トリップ設定値は弾性設計用地震動の加速度レベルに余裕を持たせた値とする。原子炉保護設備は、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トリップさせないように配慮する。

地震感知器は、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及び原子炉補助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. 4. 1表 クラス別施設

耐震 重要度分類	機能別分類	主要設備 (注1)		補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4)		波及的影響を考慮すべき施設 (注5)	
		適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注6)
Sクラス	a. 「原子炉冷却材圧カバウンダリ」 (「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日告示)において記載されている定義と同様)を構成する機器・配管系	原子炉容器 原子炉冷却材圧カバウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁	S	隔離弁を閉とすに必要 な電気及び計装設備	S	原子炉容器、蒸気発生器・1次冷却材ポンプ・加圧器の支持構造物 機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	S	内部コンクリート 原子炉建屋 原子炉補助建屋	Ss Ss Ss	格納容器ポーラクレレン タービン建屋 電気建屋 出入管理建屋 1次冷却材ポンプモータ 中央制御室天井照明 その他	Ss Ss Ss Ss Ss Ss
	b. 使用済燃料を貯蔵するための施設	使用済燃料ピット 使用済燃料ラック	S S	-	-	-	原子炉建屋	Ss	使用済燃料ピットクレレン タービン建屋 電気建屋 燃料取扱棟(鉄骨部) その他	Ss Ss Ss Ss Ss	
	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	制御棒クラスタスタ及び制御棒駆動装置(トリップ機能に関する部分) 化学体積制御設備のうち、ほう酸注入ライン	S S	炉心支持構造物及び制御棒クラスタスタ案内管 非常用電源及び計装設備	S S	機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	S	内部コンクリート 原子炉建屋 原子炉補助建屋 ディーゼル発電機建屋 非常用電源の燃料油系を支持する構造物	Ss Ss Ss Ss Ss	格納容器ポーラクレレン タービン建屋 電気建屋 出入管理建屋 中央制御室天井照明 その他	Ss Ss Ss Ss Ss Ss

(つづき)

耐震 重要度分類	機能別分類	主要設備 (注1)		補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4)		波及的影響を考慮すべき施設 (注5)		
		適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	検査用 地震動 (注6)	
S クラス	d. 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設	主蒸気・主給水設備（主給水逆止弁より蒸気発生器2次側を経て、主蒸気隔離弁まで） 補助給水設備 余熱除去設備	S	原子炉補機冷却海水設備（当該主要設備に係るもの） 原子炉補機冷却海水設備 燃料取替用水ピット 炉心支持構造物（炉心冷却に直接影響するもの） 非常用電源及び計装設備	S	S	機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	S	内部コンクリート 原子炉建屋 原子炉補助建屋 海水ポンプ基礎等の海水ラインを支持する構造物 ディーゼル発電機建屋 非常用電源の燃料油系を支持する構造物	Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss	格納容器ポーラクラレーン タービン建屋 電気建屋 出入管理建屋 循環水ポンプ建屋 中央制御室天井照明 原子炉補機冷却海水ポンプ電巻防護ネット 原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ電巻防護ネット 原子炉補機冷却海水ポンプ用天井クラレーン その他	Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss
		安全注入設備 余熱除去設備（再循環用） 燃料取替用水ピット	S S S	原子炉補機冷却海水設備（当該主要設備に係るもの） 原子炉補機冷却海水設備 中央制御室の遮へいと空調設備 非常用電源及び計装設備	S S S S	S	機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	S	原子炉建屋 原子炉補助建屋 ディーゼル発電機建屋 海水ポンプ基礎等の海水ラインを支持する構造物 非常用電源の燃料油系を支持する構造物	Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss	格納容器ポーラクラレーン タービン建屋 電気建屋 出入管理建屋 循環水ポンプ建屋 中央制御室天井照明 耐火隔壁 原子炉補機冷却海水ポンプ電巻防護ネット 原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ電巻防護ネット 原子炉補機冷却海水ポンプ用天井クラレーン その他	Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss
S クラス	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	原子炉格納容器 原子炉格納容器バウンダリに属する配管・弁	S S	—	—	機器・配管等の支持構造物	S	原子炉建屋 原子炉補助建屋	Ss Ss	タービン建屋 電気建屋 出入管理建屋 中央制御室天井照明 その他	Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss	
		—	S	—	S	電気計装設備の支持構造物	S	原子炉建屋 原子炉補助建屋 ディーゼル発電機建屋	Ss Ss Ss	タービン建屋 電気建屋 出入管理建屋 中央制御室天井照明 その他	Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss Ss	

(つづき)

耐震 重要度分類	機能別分類	主要設備 (注1)		補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4)		波及的影響を考慮すべき施設 (注5)				
		適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	検討用 地震動 (注6)			
Sクラス	5. 放射線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f.以外の施設  6. 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  7. 敷地における津波監視機能を有する施設  8. その他	原子炉格納容器サブレイアウト 燃料取替用水ピット アニユラシール アニユラシール空気浄化設備 排気筒	S	原子炉補機冷却水設備 (当該主要設備に係るもの) 原子炉補機冷却海水設備 ・非常用電源及び計装設備	S	機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	S	原子炉建屋 原子炉補助建屋 原子炉格納容器 外部遮へい建屋 デイゼル発電機建屋 海水ポンプ基礎等の海水ラインを支持する構造物 ・非常用電源の燃料油系を支持する構造物	Ss	タービン建屋 電気建屋 出入管理建屋 循環水ポンプ建屋 中央制御室天井照明 原子炉補機冷却海水ポンプ電巻防護ネット 原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ電巻防護ネット 原子炉補機冷却海水ポンプ用天井クレーン その他	Ss	検討用 地震動 (注6)		
		貯留堰 防潮堤 水密扉 取水ピットスクリーン室 溢水防止壁 1, 2号取水ピットスクリーン室溢水防止壁 屋外排水路逆流防止設備 浸水防止蓋 ドレインライン逆止弁 貫通部止水処置	S						原子炉建屋 原子炉補助建屋 海水ポンプ基礎等の海水ラインを支持する構造物	Ss	タービン建屋 電気建屋 出入管理建屋 循環水ポンプ建屋 1, 2号循環水ポンプ建屋 その他	Ss	検討用 地震動 (注6)	
		津波監視カメラ 取水ピット水位計 潮位計	S	・非常用電源及び計装設備	S	機器、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ラインを支持する構造物 ・非常用電源の燃料油系を支持する構造物	Ss	タービン建屋 電気建屋 その他	Ss	検討用 地震動 (注6)		
		・使用済燃料ピット補給水ライン	S	・非常用電源及び計装設備	S	機器、電気計装設備等の支持構造物	S	原子炉建屋 原子炉補助建屋	Ss	タービン建屋 電気建屋 出入管理建屋 その他	Ss	検討用 地震動 (注6)		
		・炉内構造物 (注7)	S										検討用 地震動 (注6)	

(つづき)

耐震 重要度分類	機能別分類	主要設備 (E1)		補助設備 (E2)		直接支持構造物 (E3)		間接支持構造物 (E4)		検討用 地震動 (E6)
		適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	
B クラス	k. 原子炉炉冷却材にカ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	・化学体種制御設備のうち抽出ラインと余剰抽出ライン	B	—	—	・機器・配管等の支持構造物	B	・内部コンクリート ・原子炉建屋 ・原子炉補助建屋	S <sub>0</sub> S <sub>0</sub> S <sub>0</sub>	
	l. 放射性廃棄物を内蔵している施設(ただし、内蔵量が少いか又は貯蔵方式により、その破損による放射線の影響が周辺監視区域外における年間間の積算限度に比ベ十分小さいものは除く)	・放射性廃棄物廃棄施設、ただし、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 ・原子炉補助建屋 ・放射性廃棄物処理建屋	S <sub>0</sub> S <sub>0</sub> S <sub>0</sub>	
	m. 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	・使用済燃料ピット水浄化ライン ・化学体種制御設備のうち、Sクラス及びCクラスに属する以外のもの ・放射線低減効果の大きい遮へい ・燃料取扱棟クレーン ・使用済燃料ピットクレーン ・燃料取替クレーン ・燃料移送装置	B B B B B B B	—	—	・機器・配管等の支持構造物	B	・内部コンクリート ・原子炉建屋 ・原子炉補助建屋	S <sub>0</sub> S <sub>0</sub> S <sub>0</sub>	

(つづき)

耐震 重要度分類	機能別分類	(E.1)		(E.2)		(E.3)		(E.4)		検討用 地震動 (E.6)
		主要設備 適用範囲	クラス	補助設備 適用範囲	クラス	直接支持構造物 適用範囲	クラス	間接支持構造物 適用範囲	クラス	
Bクラス	使用済燃料を冷却するための施設	・使用済燃料ピット水冷却ライン	B	・原子炉補機冷却水設備 (当該主要設備に係るもの) ・原子炉補機冷却海水設備 ・電気計装設備	B	・機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	B	・原子炉建屋 ・原子炉補助建屋 ・海水ポンプ基礎等の海水ラインを支持する構造物	B	S <sub>0</sub> S <sub>8</sub> S <sub>0</sub>
	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	—	—	—	—	—	—	—	—	—



(つづき)

耐震 重要度分類	機能別分類	主要設備 (注1)		補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4)		検討用 地震動 (注6)
		適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	
Cクラス	D	原子炉の反応度を制御するための施設でS及びBクラスに属さない施設	C	・制御棒駆動装置(トリップ機能に関する部分を除く)	—	—	C	・内部コンクリート ・原子炉建屋 ・原子炉補助建屋	Sc Sc Sc	
	H	放射性物質を内蔵しているか、又はこれに関連した施設でS及びBクラスに属さない施設	C C C C	・試料採取設備 ・床ドレンライン ・洗浄排水処理系 ・セメント固化装置より下流の固体廃棄物処理設備(固体廃棄物貯蔵庫を含む) ・ペイラ ・化学体積制御設備のうち、ほう酸回収装置蒸留水側及びほう酸補給タンク廻り ・液体廃棄物処理設備のうち、廃液蒸発装置蒸留水側 ・原子炉補給水設備 ・新燃料貯蔵設備 ・その他	—	—	C	・電気計装設備の支持構造物 ・機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	Sc Sc Sc Sc	

(つづき)

耐震 重要度分類	機能別分類	主要設備 (注1)		補助設備 (注2)		直接支持構造物 (注3)		間接支持構造物 (注4)		検討用 地震動 (注6)
		適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	適用範囲	クラス	
Cクラス	E、原子炉施設ではあるが、放射線安全に関係しない施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・蒸気タービン設備</li> <li>・原子炉補機冷却水設備</li> <li>・補助ボイラー及び補助蒸気設備</li> <li>・消火設備</li> <li>・発電機</li> <li>・変圧器</li> <li>・開閉所</li> <li>・換気空調設備</li> <li>・蒸気発生器ブロアダウンライン</li> <li>・所内用圧縮空気設備</li> <li>・格納容器ボークレネン</li> <li>・その他</li> </ul>	C			<ul style="list-style-type: none"> <li>・機器・配管、電気計装設備等の支持構造物</li> </ul>	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>・タービン建屋</li> <li>・内部コンクリート</li> <li>・原子炉建屋</li> <li>・原子炉補助建屋</li> <li>・補助ボイラー建屋</li> </ul>		Sc
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・地下水排水設備</li> </ul>	C (注8)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電気計装設備</li> </ul>	C (注8)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機器・配管、電気計装設備等の支持構造物</li> </ul>	C (注8)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉建屋</li> <li>・原子炉補助建屋</li> </ul>		Sc Sc

(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又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、耐震重要度分類の下位のクラスに属するものの破損等によって上位のクラスに属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある施設をいう。

(注6) Ss：基準地震動により定まる地震力

S<sub>B</sub>：Bクラス施設に適用される地震力

S<sub>C</sub>：Cクラス施設に適用される静的地震力

(注7) 炉内構造物は、炉内にあることを考慮してSクラスに準じて取り扱う。

(注8) Cクラスであるが、基準地震動に対して機能維持することを確認する。

追而  
(基準地震動の審査を踏まえて記載する)

第1.4. ● 図 弾性設計用地震動の応答スペクトル (水平方向)

追而  
(基準地震動の審査を踏まえて記載する)

第1.4. ● 図 弾性設計用地震動の応答スペクトル (鉛直方向)

追而  
(基準地震動の審査を踏まえて記載する)

第1.4. ● 図 弾性設計用地震動●の時刻歴波形

追而  
(基準地震動の審査を踏まえて記載する)

第1.4. ● 図 弾性設計用地震動と基準地震動  $S_1$  の応答スペクトルの比較

追而

(基準地震動の審査を踏まえて記載する)

- 第1.4. ● 図 弾性設計用地震動の応答スペクトル及び解放基盤表面における地震動の  
一様ハザードスペクトルの比較 (水平方向)

追而

(基準地震動の審査を踏まえて記載する)

- 第1.4. ● 図 弾性設計用地震動の応答スペクトル及び解放基盤表面における地震動の  
一様ハザードスペクトルの比較 (鉛直方向)

#### 1.13 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) 日本電気協会 電気技術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

### (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。
- 5 炉心内の燃料被覆材は、基準地震動による地震力に対して放射性物質の閉じ込めの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、耐震重要度に応じて、Sクラス、Bクラス及び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。

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。

また、設計基準対象施設は、岩着構造の防潮堤設置により地下水の流れが遮断され敷地内の地下水位が地表面付近まで上昇するおそれがあることを踏まえ、地下水位を一定の範囲に保持する地下水排水設備に信頼性向上対策を施し、同設備の機能に期待する施設においては、その機能を考慮した設計地下水位を設定する。地下水排水設備の機能に期待しない施設においては、自然水位より保守的に設定した水位又は地表面にて設計地下水位を設定し水圧の影響を考慮する。

炉心内の燃料被覆管の放射性物質の閉じ込めの機能については、以下のとおり設計する。

通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と、弾性設計用地震動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組み合わせた荷重条件に対して、炉心内の燃料被覆管の応答が全体的におおむね弾性状態にとどまる設計とする。

【説明資料 (1.1 : P4条-39)】

##### 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、Sクラス、Bクラス及び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)(2) : P4条-39)】

(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、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及び地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって、その影響が大きいもの

【説明資料（2.1(1)：P4条-43）】

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

【説明資料（2.1(2)：P4条-43）】

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-43）】

(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%増しとした震度から求めるものとする。

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-44)】

## b. 弾性設計用地震動による地震力

弾性設計用地震動による地震力は、Sクラスの施設に適用する。

弾性設計用地震動は、添付資料六「7.5 地震」に示す基準地震動に工学的判断から求められる係数●を乗じて設定する。

また、弾性設計用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-45)】

## 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「7.5 地震」に示す基準地震動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(4) : P4条-39)】

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津波防護施設，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，基準地震動による地震力に対して，それぞれの施設及び設備に要求される機能が保持できるように設計する。

【説明資料 (1.1(6) : P4条-40)】

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

【説明資料 (1.1(5) : P4条-39)】

なお，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施設の波及的影響によって，その安全機能を損なわないように設計する。

【説明資料 (1.1(9) : P4条-40)】

耐震重要施設は、液状化、揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状を考慮した場合においても、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。

【説明資料 (1.1(12) : P4条-40)】

#### 第4項について

耐震重要施設については、基準地震動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、安全機能が損なわれるおそれがない場所に設置する。

【説明資料 (7. (4) : P4条-57)】

#### 第5項について

炉心内の燃料被覆管の放射性物質の閉じ込めの機能については、以下のとおり設計する。

通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件により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とどまって破断延性限界に十分な余裕を有し、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさない設計とする。

なお、燃料の機械設計においては、燃料中心最高温度、燃料要素内圧、燃料被覆管応力、燃料被覆管に生じる円周方向引張歪の変化量及び累積疲労サイクルに対する設計方針を満足するように燃料要素の設計を行うが、上記の設計方針を満足させるための設計に当たっては、これらのうち燃料被覆管への地震力の影響を考慮すべき項目として、燃料被覆管応力及び累積疲労サイクルを評価項目とする。評価においては、内外圧力差による応力、ペレットの接触圧による応力、熱応力、地震による応力及び水力振動による応力を考慮し、設計疲労曲線としては、Langer and O' Donnell の曲線を使用する。

【説明資料 (1.1. (13) : P4条-41)】

- 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  
これらが設置された建物・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)

- 別添一1 設計用地震力
- 別添一2 動的機能維持の評価
- 別添一3 弾性設計用地震動・静的地震力による評価
- 別添一4 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
- 別添一5 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
- 別添一6 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
- 別添一7 主要建屋の図面集
- 別添一8 入力地震動について

## 第2部

### 1. 耐震設計の基本方針

泊発電所3号炉の設計基準対象施設の耐震設計方針について説明する。

#### 1.1 基本方針

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

- (1) 地震により生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの（以下「耐震重要施設」という。）は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力に対して、その安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。
- (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、Sクラス、Bクラス及びCクラスに分類（以下「耐震重要度分類」という。）し、それぞれに応じた地震力に十分耐えられる設計とする。
- (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とど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設計とする。

また、弾性設計用地震動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とど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、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、基準地震動及び弾性設計用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。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及び設備については、許容限界の範囲内にと

どまることを確認する。

- (6) 屋外重要土木構造物，津波防護機能を有する施設（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設備（以下「津波監視設備」という。）並びに津波防護施設，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設計とする。

屋外重要土木構造物は，構造部材の曲げについては限界層間変形角又は許容応力度，構造部材のせん断についてはせん断耐力又は許容応力度を許容限界とする。なお，限界層間変形角及びせん断耐力の許容限界に対しては妥当な安全余裕を持たせることとし，それぞれの安全余裕については各施設の機能要求等を踏まえた設定とする。

津波防護施設並びに津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備が設置された建物・構築物については，(4)に示す基準地震動に対する設計方針を適用する。

浸水防止設備及び津波監視設備については，その施設に要求される機能が保持できる設計とする。

基準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。

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これらが設置された建物・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とど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クラスの施設と同様に許容限界の範囲内にとど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とど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施設（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。

- (11) 設計準対象施設の設計においては，岩着構造の防潮堤設置により地下水の流れが遮断され敷地内の地下水位が地表面付近まで上昇するおそれがあることを踏まえ，地下水位を一定の範囲に保持する地下水排水設備に信頼性向上対策を施し，同設備の機能に期待する施設においては，その機能を考慮した設計地下水位を設定する。地下水排水設備の機能に期待しない施設においては，自然水位より保守的に設定した水位又は地表面にて設計地下水位を設定し水圧の影響を考慮する。

- (12) 耐震重要施設は、液状化、揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状を考慮した場合においても、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。
- (13) 炉心内の燃料被覆管の放射性物質の閉じ込めの機能については、以下のとおり設計する。弾性設計用地震動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、炉心内の燃料被覆管の応答が全体的におおむね弾性状態にとどまるように設計する。基準地震動による地震力に対して、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないように設計する。

## 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上で適用可能とする。

なお、規格、基準等における規定によらない場合は、既往の研究等において試験、解析等により妥当性が確認されている手法、設定等について、適用条件、適用範囲に留意し、その適用性を確認した上で用いる。

既往工認で実績のある適用規格を以下に示す。

- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」(社)日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補-1984」(社)日本電気協会
- ・「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版」(社)日本電気協会  
(以降、「JEAG4601」と記載しているものは上記3指針を指す。)
- ・建築基準法・同施行令
- ・鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－（(社)日本建築学会、1999改定）
- ・原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（(社)日本建築学会、2005制定）
- ・鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（(社)日本建築学会、2005改定）
- ・建築耐震設計における保有耐力と変形性能（(社)日本建築学会、1990改定）
- ・建築基礎構造設計指針（(社)日本建築学会、2001改定）
- ・各種合成構造設計指針・同解説（(社)日本建築学会、2010）
- ・発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格（(社)日本機械学会、2003）
- ・コンクリート標準示方書 [構造性能照査編]（(社)土木学会、2002年制定）
- ・道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（(社)日本道路協会、平成14年3月）
- ・道路橋示方書（V 耐震設計編）・同解説（(社)日本道路協会、平成14年3月）
- ・水道施設耐震工法指針・解説（(社)日本水道協会、1997年版）
- ・地盤工学会基準（JGS1521-2003）地盤の平板載荷試験方法
- ・地盤工学会基準（JGS3521-2004）剛体載荷板による岩盤の平板載荷試験方法

ただし、JEAG4601に記載されているA<sub>s</sub>クラスを含むAクラスの施設をSクラスの施設とした上で、基準地震動S<sub>2</sub>、S<sub>1</sub>をそれぞれ基準地震動、弾性設計用地震動と読み替える。なお、Aクラスの施設をSクラスと読み替える際には基準地震動及び弾性設計用地震動を適用するものとする。

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

## 2. 耐震設計上の重要度分類

### 2.1 重要度分類の基本方針

設計基準対象施設の耐震設計上の重要度を、次のとおり分類する。

#### (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、発電用原子炉を停止し、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、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及び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1.4.1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クラスのいずれにおいても1.0とし、その際に用いる標準せん断力係数 $C_0$ は1.0以上とする。

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

##### b. 機器・配管系

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

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.、b.及びc.の標準せん断力係数 $C_0$ 等の割増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。

## (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が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、基準地震動及び弾性設計用地震動から定める入力地震動を適用する。

基準地震動は、「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た。

また、弾性設計用地震動は、基準地震動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に係数●を乗じて設定する。ここで、係数●は工学的判断として、発電用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<sub>1</sub>の応答スペクトルをおおむね下回らないよう配慮し、余裕を持たせた値とする。

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津波防護施設、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物性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一1を参照。



#### 4. 荷重の組合せと許容限界

##### 4.1 基本方針

耐震設計における荷重の組合せと許容限界は以下による。

##### (1) 耐震設計上考慮する状態

地震以外に設計上考慮する状態を以下に示す。

##### a. 建物・構築物

以下の(a)～(c)の状態を考慮する。

##### (a) 運転時の状態

発電用原子炉施設が運転状態にあり、通常自然条件下におかれている状態。

ただし、運転状態には通常運転時、運転時の異常な過渡変化時を含むものとする。

##### (b) 設計基準事故時の状態

発電用原子炉施設が設計基準事故時にある状態。

##### (c) 設計用自然条件

設計上基本的に考慮しなければならない自然条件（風、積雪等）。

##### b. 機器・配管系

以下の(a)～(d)の状態を考慮する。

##### (a) 通常運転時の状態

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

##### (c) 設計基準事故時の状態

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

##### (d) 設計用自然条件

設計上基本的に考慮しなければならない自然条件（風、積雪等）。

##### c. 土木構造物

以下の(a)～(c)の状態を考慮する。

##### (a) 運転時の状態

発電用原子炉施設が運転状態にあり、通常自然条件下におかれている状態。

ただし、運転状態には通常運転時、運転時の異常な過渡変化時を含むものとする。

##### (b) 設計基準事故時の状態

発電用原子炉施設が設計基準事故時にある状態。

(c) 設計用自然条件

設計上基本的に考慮しなければならない自然条件（風，積雪等）。

(2) 荷重の種類

a. 建物・構築物

以下の(a)～(d)の荷重とする。

- (a) 発電用原子炉のおかれている状態にかかわらず常時作用している荷重，すなわち固定荷重，積載荷重，土圧，水圧及び通常の気象条件による荷重
- (b) 運転時の状態で施設に作用する荷重
- (c) 設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重
- (d) 地震力，風荷重，積雪荷重等

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

b. 機器・配管系

以下の(a)～(d)の荷重とする。

- (a) 通常運転時の状態で施設に作用する荷重
- (b) 運転時の異常な過渡変化時の状態で施設に作用する荷重
- (c) 設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重
- (d) 地震力，風荷重，積雪荷重等

c. 土木構造物

以下の(a)～(d)の荷重とする。

- (a) 発電用原子炉のおかれている状態に関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。

(3) 荷重の組合せ

地震力と他の荷重との組合せは以下による。

a. 建物・構築物（d.に記載のものを除く。）

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

状態で施設に作用する荷重のうち長時間その作用が続く荷重と弾性設計用地震動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、一旦事故が発生した場合、長時間継続する事象による荷重は、その事故事象の発生確率、継続時間及び地震動の年超過確率の関係を踏まえ、適切な地震力と組み合わせる。

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

(e) 炉心内の燃料被覆管の放射性物質の閉じ込めの機能の確認においては、通常運転時の状態で燃料被覆管に作用する荷重及び運転時の異常な過渡変化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燃料被覆管に作用する荷重と地震力とを組み合わせる。

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）の状態では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これらが設置された建物・構築物

(a) 津波防護施設並びに津波防護施設、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による地震力とを組み合わせる。

上記d. (a)及び(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になずれがある場合は、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) 耐震重要度分類の上位のクラスに属する施設を支持する建物・構築物等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部第1.4.1表に対象となる建物・構築物等及びその支持性能が維持されていることを検討すべき地震動等について記載する。

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

(4) 許容限界

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

a. 建物・構築物（d. に記載のものを除く。）

(a) Sクラスの建物・構築物

i. 弾性設計用地震動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、1次冷却材喪失事故時等に作用する荷重との組合せ（原子炉格納容器バウダリを構成する施設における長期的荷重との組合せを除く。）に対しては、下記<sup>ロ</sup>に示す許容限界を適用する。

ロ. 基準地震動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) 耐震重要度分類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、耐震重要度分類の異なる施設を支持する建物・構築物の変形等に対して、その支持機能を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損なわれ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

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ものとする。

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とどまるものとする。

ただし、1次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とど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。

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を参照。

(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とどまるものとする。

(c) 燃料集合体

地震時に作用する荷重に対して、燃料集合体の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ものとする。

(d) 燃料被覆管

炉心内の燃料被覆管の放射性物質の閉じ込めの機能についての許容限界は、以下のとおりとする。

イ. 弾性設計用地震動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とどまることとする。

ロ. 基準地震動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とどまって破断延性限界に十分な余裕を有し、放射性物質の閉じ込めの機能に影響を及ぼさないこと

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. 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界

構造部材の曲げについては、限界層間変形角又は許容応力度、構造部材のせん断についてはせん断耐力又は許容応力度を許容限界とする。なお、限界層間変形角及びせん断の許容限界に対しては妥当な安全余裕をもたせることし、それぞれの安全余裕については各施設の機能要求等を踏まえ設定する。

(b) その他の土木構造物

安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

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

津波防護施設並びに津波防護施設、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の変形能力（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、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。

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、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、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津波防護施設、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、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)ロ.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

基準地震動の策定位置について、敷地に広く分布する神恵内層は、S波速度が700m/s以上であることから、この神恵内層（原子炉建屋基礎底面付近）の標高0m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及び弾性設計用地震動を基に、対象建物・構築物の地盤条件を適切に考慮した上で、必要に応じ一次元波動論により、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、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、弾性設計用地震動に2分の1を乗じたものを用いる。入力地震動の考え方については別添－8に示す。

#### (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、適用限界等を考慮の上、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、地盤の剛性等を考慮して定める。各入力地震動が接地率に与える影響を踏まえて、地盤ばねには、基礎浮上りによる非線形性又は誘発上下動を考慮できる浮上り非線形性を考慮するものとする。設計用地盤定数は、原則として、弾性波試験によるものを用いる。

地震応答解析に用いる材料定数については、地盤の諸定数も含めて材料のばらつきによる変動幅を適切に考慮する。

また、材料のばらつきによる変動のうち建物・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・構築物の三次元応答性状及び機器・配管系への影響については、建物・構築物の三次元有限要素法モデルによる解析等に基づき、施設の重要性、建屋規模及び構造特性を考慮して評価する。三次元応答性状等の評価は、時刻歴応答解析法又は線形解析に適用可能な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、基準地震動及び弾性設計用地震動若しくは当該機器・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。弾性設計用地震動による評価については別添—3に示す。

また、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、弾性設計用地震動に基づいた設計用床応答曲線の応答加速度に2分の1を乗じたものをを用いる。

### (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、適用限界等を考慮の上、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。

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

機器の解析に当たっては、形状、構造特性等を考慮して、代表的な振動モードを適切に表現できるよう1質点系、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、熱的条件及び口径から高温配管又は低温配管に分類し、その仕様に応じて適切なモデルに置換し、設計用床応答曲線を用いたスペクトルモーダル解析法（定ピッチスパン法含む）又は時刻歴応答解析法により応答を求める。

スペクトルモーダル解析法及び時刻歴応答解析法の選択に当たっては、衝突・すべり等の非線形現象を模擬する場合等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、応答解析モデルは当該設備の三次元的な広がりを踏まえ、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一次元モデルや二次元モデルを用い、三次元的な応答性状を把握する必要がある場合は三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を基に、対象構造物の地盤条件を適切に考慮した上で、必要に応じ二次元有限要素法又は一次元波動論により、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するとともに、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に示す。入力地震動の考え方については別添－8に示す。

#### (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、適用限界等を考慮の上、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、等価線形又は非線形解析のいずれかに行う。地震時における地盤の有効応力の変化に伴う影響を考慮する場合には、有効応力解析等を実施する。有効応力解析に用いる液状化強度特性は、敷地の原地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で実施した液状化強度試験結果に基づき、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これらが設置された建物・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これらが設置された建物・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を基に，構築物の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当たっては，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より、その妥当性を検討する。

また、地盤と屋外重要土木建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、地中建造物としての特徴及び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設計とする。

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及び設備を選定し評価する。

波及的影響評価に当たっては、以下(1)～(4)をもとに、敷地全体を俯瞰した調査・検討等を行い、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施設の設置地盤及び周辺地盤の液状化による影響を考慮した建屋外の下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による、耐震重要施設安全機能への影響及び周辺斜面の崩壊による耐震重要施設の安全機能への影響

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

上記の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のあるものを抽出し、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による影響を受ける可能性がある部位を抽出し、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、各建物・構築物において、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による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。
- ・三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、三次元有限要素法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。
- ・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、三次元有限要素法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。
- ・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又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。
- ・従来の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、おおむね地中に埋設された構造であり、周辺の埋戻土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、埋戻土による土圧が直接作用する部材について影響検討を行う。
  - ・影響検討に当たっては、構造形式等の観点から水平2方向及び鉛直方向の地震力による影響が大きい構造として抽出した評価対象構造物に対して、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、断面の地震応答解析に基づく地震時荷重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等を算出し、耐震性への影響を確認する。
- (4) 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びにこれらが設置された建物・構築物
- ・津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びにこれらが設置された建物・構築物について、各構造物の構造上の特徴を踏まえ、構造形式ごとに8.(1)、8.(2)及び8.(3)により影響を検討する。

## 9. 構造計画と配置計画

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

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

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

## 設計用地震力

## 1. 静的地震力

静的地震力は、以下の地震層せん断力係数及び震度に基づき算定する。

種別	耐震 クラス	地震層せん断力係数 <sup>(注1)</sup> 及び水平震度	鉛直震度 <sup>(注2)</sup>
建物・構築物	S	$3.0C_i$	$1.0C_v$ (0.240)
	B	$1.5C_i$	—
	C	$1.0C_i$	—
機器・配管系	S	$3.6C_i$	$1.2C_v$ (0.288)
	B	$1.8C_i$	—
	C	$1.2C_i$	—
土木構造物	C	$1.0C_i$	—

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

$$C_i = R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

$R_t$  : 振動特性係数 0.8

$A_i$  :  $C_i$  の分布係数

$C_0$  : 標準せん断力係数 0.2

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

$$C_v = 0.3 \cdot R_v$$

$R_v$  : 鉛直方向振動特性係数 0.8



2. 動的地震力

動的地震力は、以下の入力地震動に基づき算定する。

種別	耐震 クラス	入力地震動	
		水平地震動	鉛直地震動
建物・構築物	S	弾性設計用地震動	弾性設計用地震動
		基準地震動	基準地震動
	B	弾性設計用地震動 ×1/2 (注)	弾性設計用地震動 ×1/2 (注)
機器・配管系	S	弾性設計用地震動	弾性設計用地震動
		基準地震動	基準地震動
	B	弾性設計用地震動 ×1/2 (注)	弾性設計用地震動 ×1/2 (注)
津波防護施設 浸水防止設備 津波監視設備	S	基準地震動	基準地震動
屋外重要 土木構造物	C	基準地震動	基準地震動

(注) 水平及び鉛直方向の地震動に対して共振のおそれのある施設に適用する。

### 3. 設計用地震力

設計用地震力は、1.及び2.に基づき以下のとおり設定する。

種別	耐震 クラス	設計用地震力		備 考
		水 平	鉛 直	
建物・構築物	S	地震層せん断力係数 $3.0C_i$ に基づく地震力	静的震度 $1.0C_v$ に基づく地震力	荷重の組合せは、水平 方向及び鉛直方向が 静的地震力の場合は 同時に不利な方向に 作用するものとする。 水平方向及び鉛直方 向が動的地震力の場 合は組合せ係数法に よる。
		弾性設計用地震動 に基づく地震力	弾性設計用地震動 に基づく地震力	
		基準地震動 に基づく地震力	基準地震動 に基づく地震力	
	B	地震層せん断力係数 $1.5C_i$ に基づく地震力	—	静的地震力とする。
		弾性設計用地震動 $\times 1/2$ (注1) に基づく地震力	弾性設計用地震動 $\times 1/2$ (注1) に基づく地震力	荷重の組合せは、組合 せ係数法による。
	C	地震層せん断力係数 $1.0C_i$ に基づく地震力	—	静的地震力とする。

種別	耐震 クラス	設計用地震力		備 考
		水 平	鉛 直	
機器・配管系	S	静的震度 3. 6C <sub>i</sub> に基づく地震力	静的震度 1. 2C <sub>v</sub> に基づく地震力	(注2) (注3) 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。
		弾性設計用地震動 に基づく地震力	弾性設計用地震動 に基づく地震力	
		基準地震動 に基づく地震力	基準地震動 に基づく地震力	(注3) 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 <sub>i</sub> に基づく地震力	—	(注3) (注4) 荷重の組み合わせは、 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。
		弾性設計用地震動 ×1/2 (注1) に基づく地震力	弾性設計用地震動 ×1/2 (注1) に基づく地震力	
	C	静的震度 1. 2C <sub>i</sub> に基づく地震力	—	静的地震力とする。

種別	耐震 クラス	設計用地震力		備 考
		水 平	鉛 直	
津波防護施設 浸水防止設備 津波監視設備	S	基準地震動 に基づく地震力	基準地震動 に基づく地震力	荷重の組み合わせは、 組合せ係数又は二乗 和平方根 (SRSS) 法に よる。
土木 構造物	C	静的震度 1.0C <sub>i</sub> に基づく地震力	—	設計用地震力は、静的 地震力とする。
		基準地震動 に基づく地震力	基準地震動 に基づく地震力	設計用地震力は動的 地震力とする。 鉛直地震力は、水平地 震力と同時に作用す るものとする。
その他の 土木 構造物	C	静的震度 1.0C <sub>i</sub> に基づく地震力	—	静的地震力とする。

(注1) 水平方向及び鉛直方向の地震動に対して共振のおそれのある施設に適用する。

(注2) 水平方向における動的と静的の大きい方の地震力と、鉛直方向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3) 絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。

(注4) 水平方向における動的と静的の大きい方の地震力と、鉛直方向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。

## 動的機能維持の評価

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

動的機能維持の評価手順を第 2-1 図に示す。

### 1. JEAG4601の適用性確認

Sクラス設備並びに常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に対して、動的機能維持の要求の有無を確認し、要求がある設備については、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版（以下「JEAG4601」という。）」に規定の適用範囲内であるかを確認する。適用範囲から外れ、新たな検討又は加振試験が必要な設備については、動的機能維持のための検討を実施する。

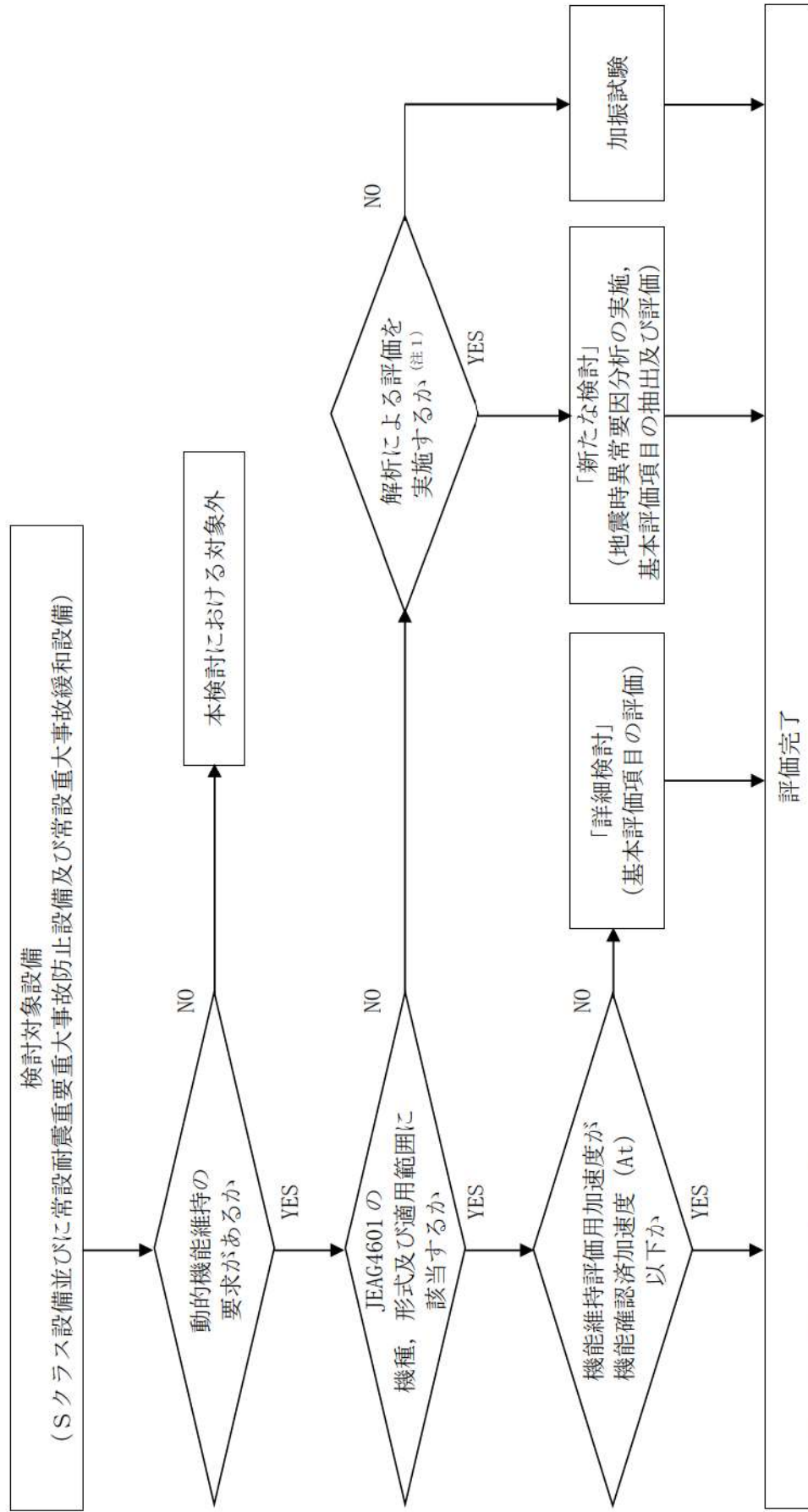
### 2. 機能確認済加速度との比較

JEAG4601 に定められた適用範囲に該当する設備については、基準地震動による評価対象設備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、機種ごと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して用いる。

### 3. 詳細評価

基準地震動による応答加速度が機能確認済加速度を上回る設備については、JEAG4601 等を参考に、動的機能維持を確認する上で評価が必要となる項目を抽出し、対象部位ごとの構造強度評価又は動的機能維持評価を行い、発生値が評価基準値を満足していることを確認する。



(注1) 構造強度評価等の解析実施が困難な場合はNO

第 2-1 図 動的機能維持の評価手順

## 弾性設計用地震動・静的地震力による評価

## 1. 建物・構築物

弾性設計用地震動及び静的地震力による評価は、建物・構築物が、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して評価結果がおおむね弾性状態であること及び地震時の最大接地圧が基礎地盤の短期許容支持力度を超えないことを確認する。また、建物・構築物の保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して安全余裕を有していることを確認する。

## 2. 機器・配管系

評価対象設備が弾性設計用地震動及び静的地震力に対しておおむね弾性状態にあることを確認するために、以下の手順で評価を実施する。

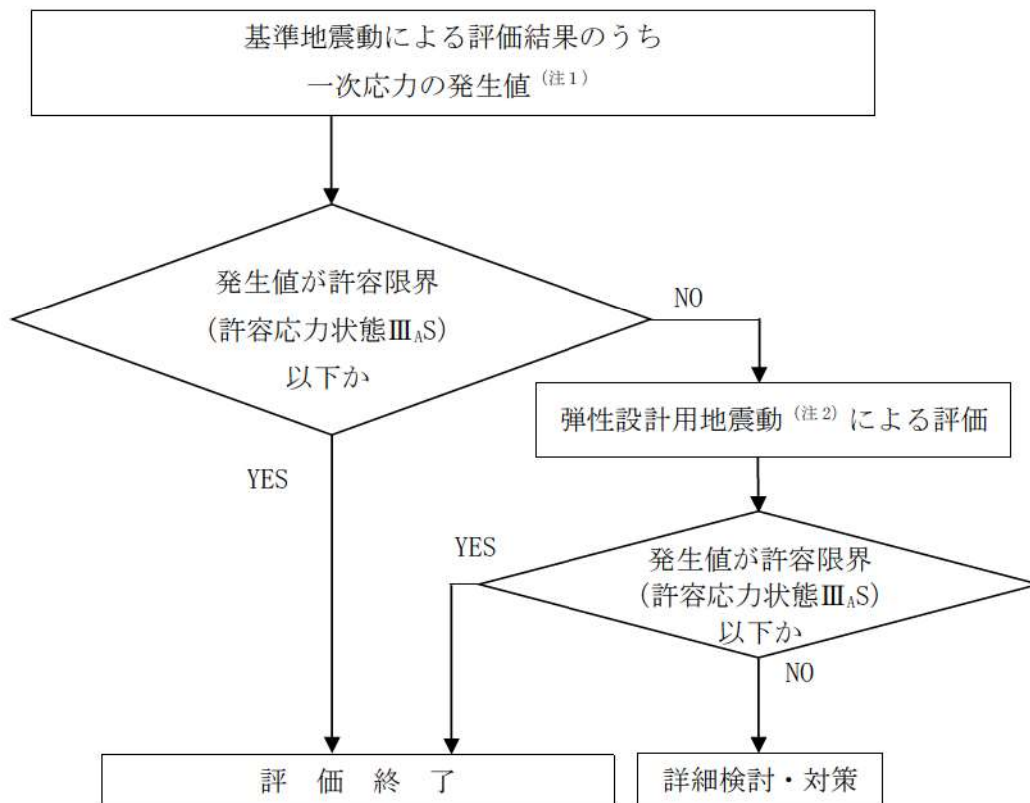
(1) 基準地震動による発生値と許容限界（Ⅲ<sub>A</sub>S）の比較

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

弾性設計用地震動は基準地震動の係数倍にて定義していること及び基準地震動による地震力が静的震度 $3.6C_i$ よりも大きいことを確認していることから、設備の基準地震動による発生値が、弾性設計用地震動の許容限界（許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>S）以下であれば、弾性設計用地震動による発生値についても、許容限界（許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>S）以下となる。

ただし、基準地震動評価では考慮しない事故時荷重（LOCA時荷重等）を考慮する必要がある評価ケースは、弾性設計用地震動と組み合わせるべき事故時荷重を考慮した評価を行い、発生値に考慮する。

なお、座屈の評価はJEAG4601に規定される評価式を用いるため、評価式中の許容限界をIV<sub>A</sub>SからⅢ<sub>A</sub>Sとし、評価を行う。評価手順を第3-1図に示す。



(注1) 弾性設計用地震動評価において、基準地震動評価では考慮していない事故時荷重 (LOCA 時荷重など) を考慮する必要がある評価ケースは、評価を行い、発生値に考慮している。

(注2) 静的地震力についても考慮する。

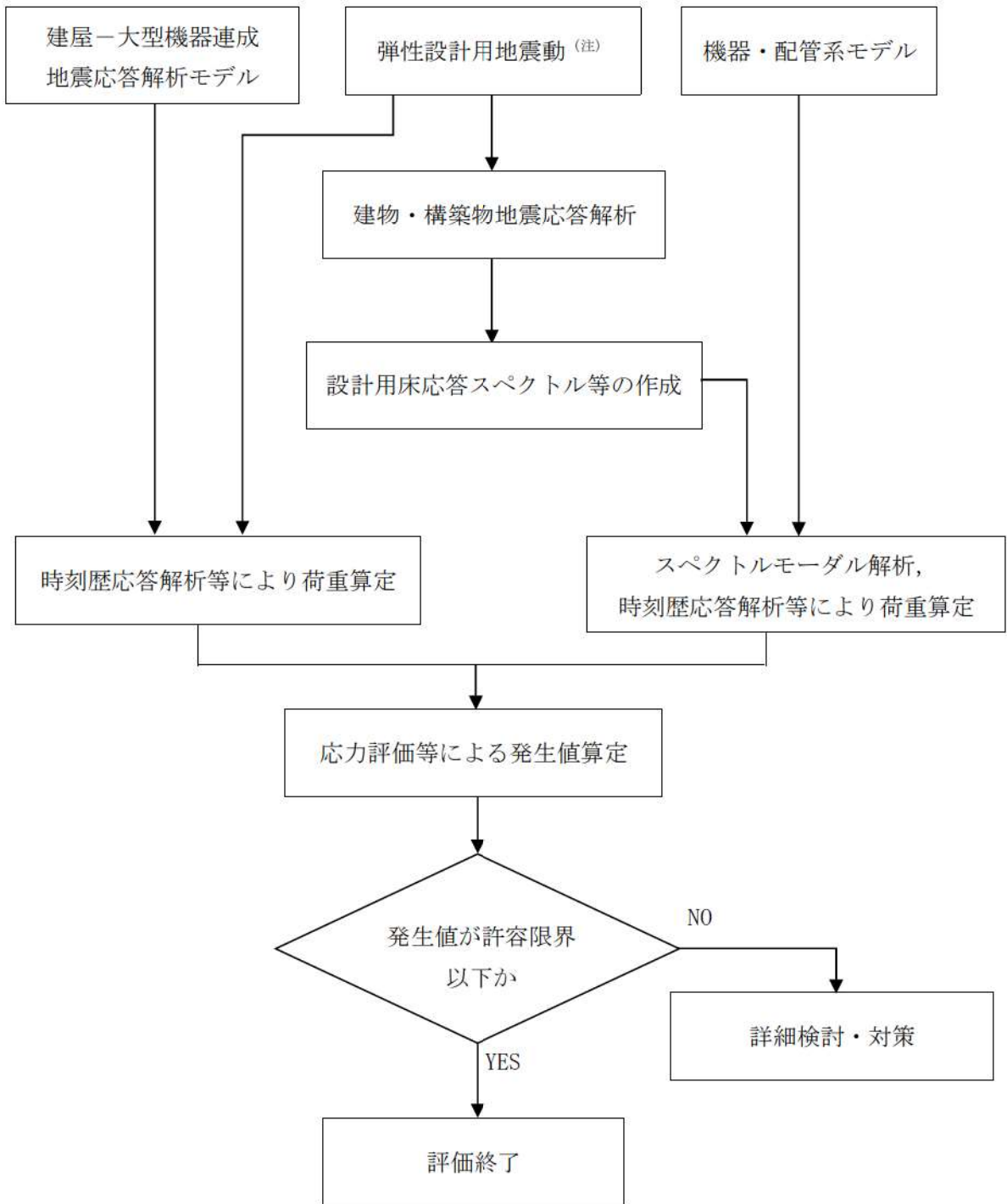
第3-1図 機器・配管系の弾性設計用地震動及び静的地震力に対する評価手順

## (2) 弾性設計用地震動による評価

(1)項にて、評価対象設備の基準地震動による発生値が許容限界 (許容応力状態ⅢAS) を上回った設備については、弾性設計用地震動による発生値を基準地震動による評価と同様に解析等により算定し、その算定した発生値が許容限界 (許容応力状態ⅢAS) 以下であることを確認する。評価手順を第3-2図に示す。その際、弾性設計用地震動による地震力と静的震度  $3.6C_i$ ,  $1.2C_v$  を比較し、静的震度の方が大きい場合は、静的震度についても考慮する。具体的には以下の比較を実施する。

- ・弾性設計用地震動による水平地震力 ( $Sd_h$ ) と  $3.6C_i$  の比較
- ・弾性設計用地震動による鉛直地震力 ( $Sd_v$ ) と  $1.2C_v$  の比較





(注) 静的地震力についても考慮する。

第 3-2 図 機器・配管系の弾性設計用地震動に対する評価手順

なお、弾性設計用地震動による評価において、一次＋二次応力評価を省略を可とするが、その理由について以下に示す。

一次＋二次応力評価については、JEAG4601・補-1984 許容応力編に規定されている許容応力状態Ⅳ<sub>A</sub>SとⅢ<sub>A</sub>Sの許容値は同一となる。許容値が同じであれば、弾性設計用地震動より大きな地震動である基準地震動で評価した結果の方が厳しいことは明らかであることから、基準地震動の評価を実施することで、弾性設計用地震動による評価は省略した。

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

### (3) 静的地震力による評価

建設時の申請において確認済み。静的地震力は建設時工認から変更がないことから、あらためて評価することは不要である。

## 3. 屋外重要土木構造物

従前より屋外重要土木構造物として取扱われている構造物については、既工認において、A<sub>S</sub>クラス又はAクラスの動的地震力（基準地震動S<sub>1</sub>、S<sub>2</sub>）に対して、許容応力度法による耐震評価を実施している。

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

荷重条件等の諸条件が既工認における諸条件よりも厳しい場合、又は今回工認において新たに屋外重要土木構造物として取扱うものについては、静的地震力による耐震評価を実施する。

## 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

### 1. 概要

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

本資料の適用範囲は、設計基準対象施設及び重大事故等対処施設である。

### 2. 基本方針

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

ここで、Sクラス施設等とSA施設を合わせて「上位クラス施設」と定義し、Sクラス施設等の安全機能とSA施設の重大事故等に対処するために必要な機能を合わせて「上位クラス施設の有する機能」と定義する。また、上位クラス施設に対する波及的影響の検討対象とする「下位クラス施設」とは、上位クラス施設以外の発電所内にある施設（資機材等含む）をいう。

### 3. 波及的影響を考慮した施設の設計方針

#### 3.1 設置許可基準規則に例示された事項に基づく事例の検討

Sクラス施設等の設計においては、「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の解釈別記2」（以下「別記2」という。）に記載の以下の4つの観点で実施する。

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

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

#### 3.2 地震被害事例に基づく事象の検討

3.1①～④の4つの観点の他に考慮すべき事項が抜け落ちているものがないかを確認する観点で、原子力施設情報公開ライブラリー（NUCIA）に登録された以下の地震を対象に被害情報を確認する。

(対象とした情報)

- ・宮城県沖地震（女川原子力発電所：平成17年8月）
- ・能登半島地震（志賀原子力発電所：平成19年3月）
- ・新潟県中越沖地震（柏崎刈羽原子力発電所：平成19年7月）
- ・駿河湾地震（浜岡原子力発電所：平成21年8月）
- ・東北地方太平洋沖地震（福島第二原子力発電所，女川原子力発電所，東海第二発電所，福島第一原子力発電所：平成23年3月）<sup>(注)</sup>

(注) NUCIA最終報告となっているものを対象とした。

その結果、これらの地震の被害要因のうち、3.1の検討事象に整理できないものとして、津波や警報発信等の設備損傷以外の要因が挙げられた。津波については、別途「津波による損傷の防止」への適合性評価を実施する。

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

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

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

以上の3.1①～④の具体的な設計方法を以下に示す。

### 3.3 不等沈下又は相対変位の観点による設計

建屋外に設置する設計基準対象施設及び重大事故等対処施設を対象に、3.1①「設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響」の観点で、上位クラス施設の有する機能を損なわないよう下位クラス施設を設計する。

#### (1) 地盤の不等沈下による影響

下位クラス施設が設置される地盤の不等沈下により、上位クラス施設の有する機能を損なわないよう、以下のとおり設計する。

離隔による防護を講じて設計する場合には、下位クラス施設の不等沈下を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか、下位クラス施設と上位クラス施設の間には波及的影響を防止するために、衝突に対する強度を有する障壁を設置する。

下位クラス施設を上位クラス施設への波及的影響を及ぼす可能性がある位置に設置する場合には、下位クラス施設を上位クラス施設と同等の支持性能を持つ地盤に、同等の基礎を設けて設置する。支持性能が十分でない地盤に下位クラス施設を設置する場合は、基礎

の補強や周辺の地盤改良等を行った上で、同等の支持性能を確保する。

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

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

## (2) 建屋間の相対変位による影響

下位クラス施設と上位クラス施設との相対変位により、上位クラス施設の有する機能を損なわないよう、以下のとおり設計する。

離隔による防護を講じて設計する場合には、下位クラス施設と上位クラス施設との相対変位を想定しても、下位クラス施設が上位クラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか、下位クラス施設と上位クラス施設との間に波及的影響を防止するために、衝突に対する強度を有する障壁を設置する。

下位クラス施設と上位クラス施設との相対変位により、下位クラス施設が上位クラス施設に衝突する位置にある場合には、衝突部分の接触状況の確認、建屋全体評価又は局部評価を実施し、衝突に伴い、上位クラス施設の有する機能が損なわれるおそれのないよう設計する。

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

## 3.4 接続部の観点による設計

建屋内外に設置する設計基準対象施設及び重大事故等対処施設を対象に、3.1②「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」の観点で、上位クラス施設の有する機能を損なわないよう下位クラス施設を設計する。

上位クラス施設と下位クラス施設との接続部には、原則、上位クラス施設の隔離弁等を設置することにより分離し、事故時等に隔離されるよう設計する。隔離されない接続部以降の下位クラス施設については、下位クラス施設が上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、内部流体の内包機能、機器の動的機能、構造強度等を確保するよう設計する。又は、これらが維持されなくなる可能性がある場合は、下位クラス施設の損傷と隔離によるプロセス変化により、上位クラス施設の内部流体の温度、圧力に影響を与えても、系統としての機能が設計の想定範囲内に維持されるよう設計する。

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

### 3.5 損傷、転倒及び落下等の観点による建屋内施設の設計

建屋内に設置する設計基準対象施設及び重大事故等対処施設を対象に、3.1③「建屋内における下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響」の観点で、上位クラス施設の有する機能を損なわないよう下位クラス施設を設計する。

離隔による防護を講じて設計する場合には、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか、下位クラス施設と上位クラス施設の間に波及的影響を防止するために、衝突に対する強度を有する障壁を設置する。

下位クラス施設を上位クラス施設への波及的影響を及ぼす可能性がある位置に設置する場合には、下位クラス施設が上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、損傷、転倒及び落下等に至らないよう構造強度設計を行う。

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

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

### 3.6 損傷、転倒及び落下等の観点による建屋外施設の設計

建屋外に設置する設計基準対象施設及び重大事故等対処施設を対象に、3.1④「建屋外における下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響」の観点で、上位クラス施設の有する機能を損なわないよう下位クラス施設を設計する。

離隔による防護を講じて設計する場合には、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置するか、下位クラス施設と上位クラス施設の間に波及的影響を防止するために、衝突に対する強度を有する障壁を設置する。

下位クラス施設を上位クラス施設への波及的影響を及ぼす可能性がある位置に設置する場合には、下位クラス施設が上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、損傷、転倒及び落下等に至らないよう構造強度設計を行う。

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

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

#### 4. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設

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

##### 4.1 不等沈下又は相対変位の観点

###### (1) 地盤の不等沈下による影響

下位クラス施設の不等沈下を想定しても上位クラス施設に衝突しない十分な離隔距離をとって配置されていること、又は十分な離隔距離がない場合でも下位クラス施設が堅固な岩盤に支持されていることから、不等沈下の観点で波及的影響を及ぼす下位クラス施設はない。

###### (2) 建屋間の相対変位による影響

###### a. タービン建屋

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

###### b. 電気建屋

下位クラス施設である電気建屋は、上位クラス施設である原子炉建屋及び原子炉補助建屋に隣接していることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う相対変位により衝突して、原子炉建屋及び原子炉補助建屋に対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

###### c. 出入管理建屋

下位クラス施設である出入管理建屋は、上位クラス施設である原子炉補助建屋に隣接していることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う相対変位により衝突して、原子炉補助建屋に対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

###### d. 循環水ポンプ建屋

下位クラス施設である循環水ポンプ建屋は、上位クラス施設である取水ピットスクリーン室溢水防止壁に隣接していることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う相対変位により衝突して、取水ピットスクリーン室溢水防止壁に対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

###### e. 1, 2号循環水ポンプ建屋

下位クラス施設である1, 2号循環水ポンプ建屋は、上位クラス施設である1, 2号

取水ピットスクリーン室溢水防止壁に隣接していることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う相対変位により衝突して、1, 2号取水ピットスクリーン室溢水防止壁に対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

f. 空調上屋

下位クラス施設である空調上屋は、上位クラス施設である緊急時対策所に隣接していることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う相対変位により衝突して、緊急時対策所に対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

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

第4-1表 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設（相対変位）

波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設	波及的影響の設計対象とする下位クラス施設
原子炉建屋	タービン建屋
原子炉建屋 原子炉補助建屋	電気建屋
原子炉補助建屋	出入管理建屋
取水ピットスクリーン室溢水防止壁	循環水ポンプ建屋
1, 2号取水ピットスクリーン室溢水防止壁	1, 2号循環水ポンプ建屋
緊急時対策所	空調上屋

(注) 詳細設計の段階で変更の可能性あり。

4.2 接続部の観点

a. 化学体積制御設備配管

上位クラス施設である化学体積制御設備配管と系統上接続されている下位クラス施設の化学体積制御設備配管の損傷により、上位クラス施設の化学体積制御設備配管の内部流体の内包機能等の喪失の可能性が否定できない。このため、上位クラス施設の化学体積制御設備配管と系統上接続する下位クラス施設の化学体積制御設備配管を波及的影響の設計対象とした。

b. 原子炉補機冷却水設備配管

上位クラス施設である原子炉補機冷却水設備配管と系統上接続されている下位クラス施設の原子炉補機冷却水設備配管の損傷により、上位クラス施設の原子炉補機冷却水設備配



管の内部流体の内包機能等の喪失の可能性が否定できない。このため、上位クラス施設の原子炉補機冷却水設備配管と系統上接続する下位クラス施設の原子炉補機冷却水設備配管を波及的影響の設計対象とした。

c. 原子炉補機冷却海水設備配管

上位クラス施設であるの原子炉補機冷却海水設備配管と系統上接続されている下位クラス施設の原子炉補機冷却海水設備配管の損傷により、上位クラス施設の原子炉補機冷却海水設備配管の内部流体の内包機能等の喪失の可能性が否定できない。このため、上位クラス施設の原子炉補機冷却海水設備配管と系統上接続する下位クラス施設の原子炉補機冷却海水設備配管を波及的影響の設計対象とした。

d. 燃料取替用水設備配管

上位クラス施設である燃料取替用水設備配管と系統上接続されている下位クラス施設の燃料取替用水設備配管の損傷により、上位クラス施設の燃料取替用水設備配管の内部流体の内包機能等の喪失の可能性が否定できない。このため、上位クラス施設の燃料取替用水設備配管と系統上接続する下位クラス施設の燃料取替用水設備配管を波及的影響の設計対象とした。

e. 1次冷却材ポンプモータ

下位クラス施設である1次冷却材ポンプモータは、上位クラス施設である1次冷却材ポンプに固定されていることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う損傷、転倒により1次冷却材ポンプの動的機能に波及的影響を及ぼすおそれがない。このため、1次冷却材ポンプモータを波及的影響の設計対象とした。

ここで選定した波及的影響の設計対象とする下位クラス施設との接続部の観点により波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設を第4-2表に示す。

第4-2表 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設（接続部）

波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設	波及的影響の設計対象とする下位クラス施設
化学体積制御設備配管	化学体積制御設備配管
原子炉補機冷却水設備配管	原子炉補機冷却水設備配管
原子炉補機冷却海水設備配管	原子炉補機冷却海水設備配管
燃料取替用水設備配管	燃料取替用水設備配管
1次冷却材ポンプ	1次冷却材ポンプモータ

(注) 詳細設計の段階で変更の可能性あり。

#### 4.3 建屋内施設の損傷、転倒及び落下等の観点

##### (1) 施設の損傷、転倒及び落下等による影響

###### a. 格納容器ポーラクレーン

下位クラス施設である格納容器ポーラクレーンは、上位クラス施設である蒸気発生器等の上部に設置されていることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う落下により衝突して、蒸気発生器等に対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

###### b. 使用済燃料ピットクレーン

下位クラス施設である使用済燃料ピットクレーンは、上位クラス施設である使用済燃料ピット等の上部に設置されることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う落下により衝突して、使用済燃料ピット等に対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

###### c. 耐火隔壁

下位クラス施設である耐火隔壁は、上位クラス施設であるほう酸ポンプに隣接して設置されていることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う損傷又は転倒により衝突して、ほう酸ポンプに対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

###### d. 中央制御室天井照明

下位クラス施設である中央制御室天井照明は、上位クラス施設である運転コンソールの上部に設置されていることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う落下により衝突して、運転コンソールに対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

###### e. 原子炉補機冷却海水ポンプ竜巻防護ネット

下位クラス施設である原子炉補機冷却海水ポンプ竜巻防護ネットは、上位クラス施設である原子炉補機冷却海水ポンプの上部に設置されていることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う落下により衝突して、原子炉補機冷却海水ポンプに対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

###### f. 原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ竜巻防護ネット

下位クラス施設である原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ竜巻防護ネットは、上位クラス施設である原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナの上部に設置されていることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う落下により衝突

して、原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナに対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

g. 原子炉補機冷却海水ポンプ用天井クレーン

下位クラス施設である原子炉補機冷却海水ポンプ用天井クレーンは、上位クラス施設である原子炉補機冷却海水ポンプの上部に設置されていることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う落下により衝突して、原子炉補機冷却海水ポンプに対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

h. 循環水ポンプ建屋

下位クラス施設である循環水ポンプ建屋は、上位クラス施設である原子炉補機冷却海水ポンプ等の上部に設置されていることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う損傷、転倒及び落下等により衝突して、原子炉補機冷却海水ポンプ等に対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

i. 燃料取扱棟（鉄骨部）

下位クラス施設である燃料取扱棟（鉄骨部）は、上位クラス施設である使用済燃料ピット等の上部に設置されていることから、上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う損傷、転倒及び落下等により衝突して、使用済燃料ピット等に対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

ここで選定した波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等により波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設を第4-3表に示す。

第4-3表 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設  
(建屋内施設の損傷, 転倒及び落下等)

波及的影響を受けるおそれのある 上位クラス施設	波及的影響の設計対象とする 下位クラス施設
原子炉容器 蒸気発生器	格納容器ポーラクレーン
使用済燃料ピット 使用済燃料ラック	使用済燃料ピットクレーン
ほう酸ポンプ	耐火隔壁
運転コンソール	中央制御室天井照明
原子炉補機冷却海水ポンプ	原子炉補機冷却海水ポンプ竜巻防護ネット
原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ	原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ竜巻防護ネット
原子炉補機冷却海水ポンプ	原子炉補機冷却海水ポンプ用天井クレーン
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	循環水ポンプ建屋
使用済燃料ピット 使用済燃料ラック	燃料取扱棟 (鉄骨部)

(注) 詳細設計の段階で変更の可能性あり。

#### 4.4 建屋外施設の損傷，転倒及び落下等の観点

##### (1) 施設の損傷，転倒及び落下等による影響

###### a. 避雷針

下位クラス施設である避雷針は，上位クラス施設である代替非常用発電機の周囲に設置されていることから，上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う損傷，転倒及び落下等により衝突して，代替非常用発電機に対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

###### b. 周辺斜面①（原子炉建屋等背後斜面）

下位クラス施設である周辺斜面①（原子炉建屋等背後斜面）は，上位クラス施設である原子炉建屋等の付近に位置しており，上位クラス施設の設計に適用する地震動により斜面が崩壊して，原子炉建屋等に対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため，波及的影響の検討対象とした。

###### c. 周辺斜面②（B1，B2－燃料油貯油槽タンク室背後斜面）

下位クラス施設である周辺斜面②（B1，B2－燃料油貯油槽タンク室背後斜面）は，上位クラス施設であるB1，B2－燃料油貯油槽タンク室等の付近に位置しており，上位クラス施設の設計に適用する地震動により斜面が崩壊して，B1，B2－燃料油貯油槽タンク室等に対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため，波及的影響の検討対象とした。

###### d. 護岸ケーソン

下位クラス施設である護岸ケーソンは，上位クラス施設である取水口の付近に位置しており，上位クラス施設の設計に適用する地震動又は地震力に伴う損傷により衝突して，取水口に対して波及的影響を及ぼすおそれが否定できない。このため波及的影響の設計対象とした。

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

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

波及的影響を受けるおそれのある 上位クラス施設	波及的影響の設計対象とする 下位クラス施設
代替非常用発電機	避雷針
原子炉建屋 原子炉補助建屋 ディーゼル発電機建屋 A1, A2-燃料油貯油槽タンク室 代替非常用発電機	周辺斜面①
B1, B2-燃料油貯油槽タンク室 B1, B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽ト レンチ	周辺斜面②
取水口	護岸ケーソン

(注) 詳細設計の段階で変更の可能性あり。

## 5. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震設計方針

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

### 5.1 耐震評価部位

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

### 5.2 地震応答解析

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

### 5.3 設計用地震動又は地震力

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

### 5.4 荷重の種類及び荷重の組合せ

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

荷重の設定においては、実運用・実事象上定まる範囲を考慮して設定する。

### 5.5 許容限界

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

#### 5.5.1 建物・構築物

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

また、施設の構造を保つことで、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等を防止する場合は、部材に発生する応力に対して終局耐力を基本として許容限界を設定する。

### 5.5.2 機器・配管系

機器・配管系について、施設の構造を保つことで、下位クラス施設の接続部における相互影響及び損傷、転倒及び落下等を防止する場合は、許容限界として、評価部位に塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルにとどまって破断延性限界に十分な余裕を有していることに相当する許容限界を設定する。機器の動的機能維持を確保することで、下位クラス施設の接続部における相互影響を防止する場合は、許容限界として動的機能維持確認済加速度を設定する。配管のうち、高温配管については耐震評価上影響のある下位クラス配管を上位クラス配管に含めて構造強度設計を行う。低温配管についても同様に、標準支持間隔法に従い設計する。

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

### 5.5.3 土木構造物

土木構造物について、施設の構造を保つことで、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等を防止する場合は、構造部材の終局耐力や基礎地盤の極限支持力度を下回ることを基本として許容限界を設定する。

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

## 6. 工事段階における下位クラス施設の調査・検討

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

工事段階における検討は、3.1①～④の4つの観点のうち、③及び④の観点、すなわち下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による影響について、プラントウォークダウンにより実施する。

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

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



以上を踏まえて、損傷、転倒及び落下等により、上位クラス施設に波及的影響を及ぼす可能性がある下位クラス施設が抽出されれば、必要に応じて、上記の確認事項と同じ観点で対策・検討する他、固縛等の転倒・落下防止措置等の対策についても検討する。すなわち、下位クラス施設の配置変更や、間に緩衝物等を設置する対策、固縛等の転倒・落下防止措置等を講じることで影響を防止する。

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

## 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以下の施設とする。

- ・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
- ・上記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
- ・Bクラスの施設のうち共振のおそれのある施設

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による影響を受ける可能性のある部位を抽出し、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は、複数の基準地震動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による影響評価方針

##### 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の設計手法の考え方

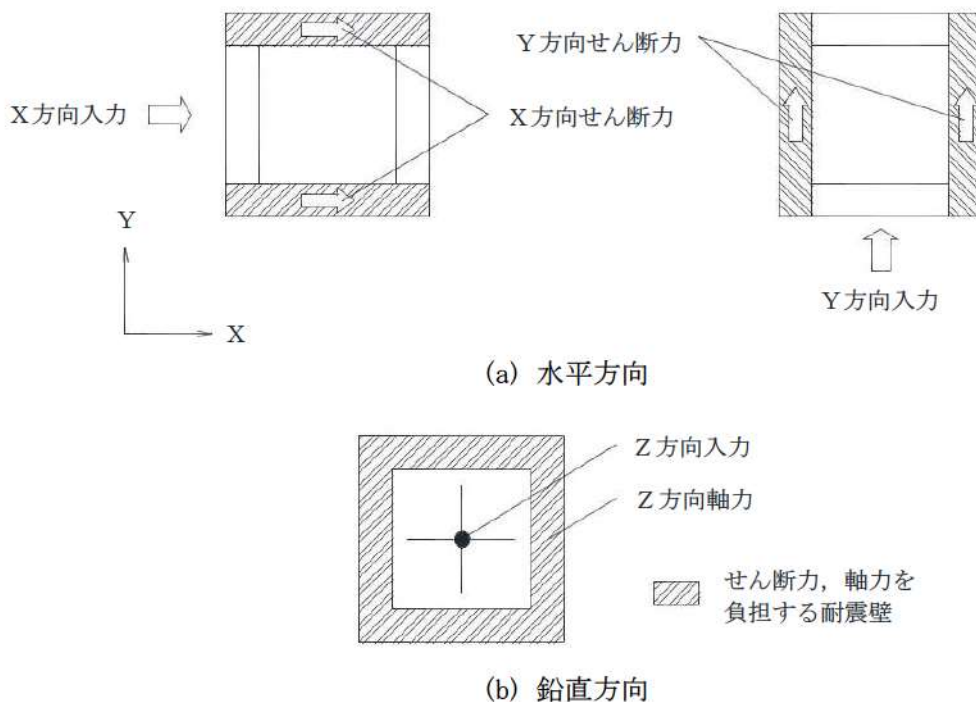
従来の設計手法では、建物・構築物の地震応答解析において、各水平方向及び鉛直方向の地震動を質点系モデルにそれぞれの方向ごとに入力し解析を行っている。また、原子炉施設における建物・構築物は、全体形状及び平面レイアウトから、地震力を主に耐震壁で負担する構造であり、剛性の高い設計としている。

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・構築物に作用するせん断力は、地震時に生じる力の流れが明解となるように、直交する2方向に鈎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・構築物に作用する軸力は、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5-1図に示す。

従来の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から算出された応答を、水平1方向及び鉛直方向に組み合わせて行っている。



第5-1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による影響評価方針

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による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評価部位とする。

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の組合せ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による影響評価方法

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を受ける可能性がある耐震評価上の構成部位について、応答特性から抽出し、影響を評価する。影響評価のフローを第5-2図に示す。

##### (1) 影響評価部位の抽出

###### ① 耐震評価上の構成部位の整理

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

###### ② 応答特性の整理

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

###### ③ 荷重の組合せによる応答特性が想定される部位の抽出

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

###### ④ 三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、三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、三次元的な応答特性により、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

###### ⑤ 三次元有限要素法モデルによる精査

三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、三次元有限要素法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、三次元的な応答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、三次元有限要素法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。

局所応答に対する三次元有限要素法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。三次元有限要素法モデルの概要を第 5-3 図に示す。

## (2) 影響評価手法

### ⑥ 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価

水平 2 方向及び鉛直方向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<sup>(注)</sup>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) 等の最大応答の非同時性を考慮した地震力を設定する。

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

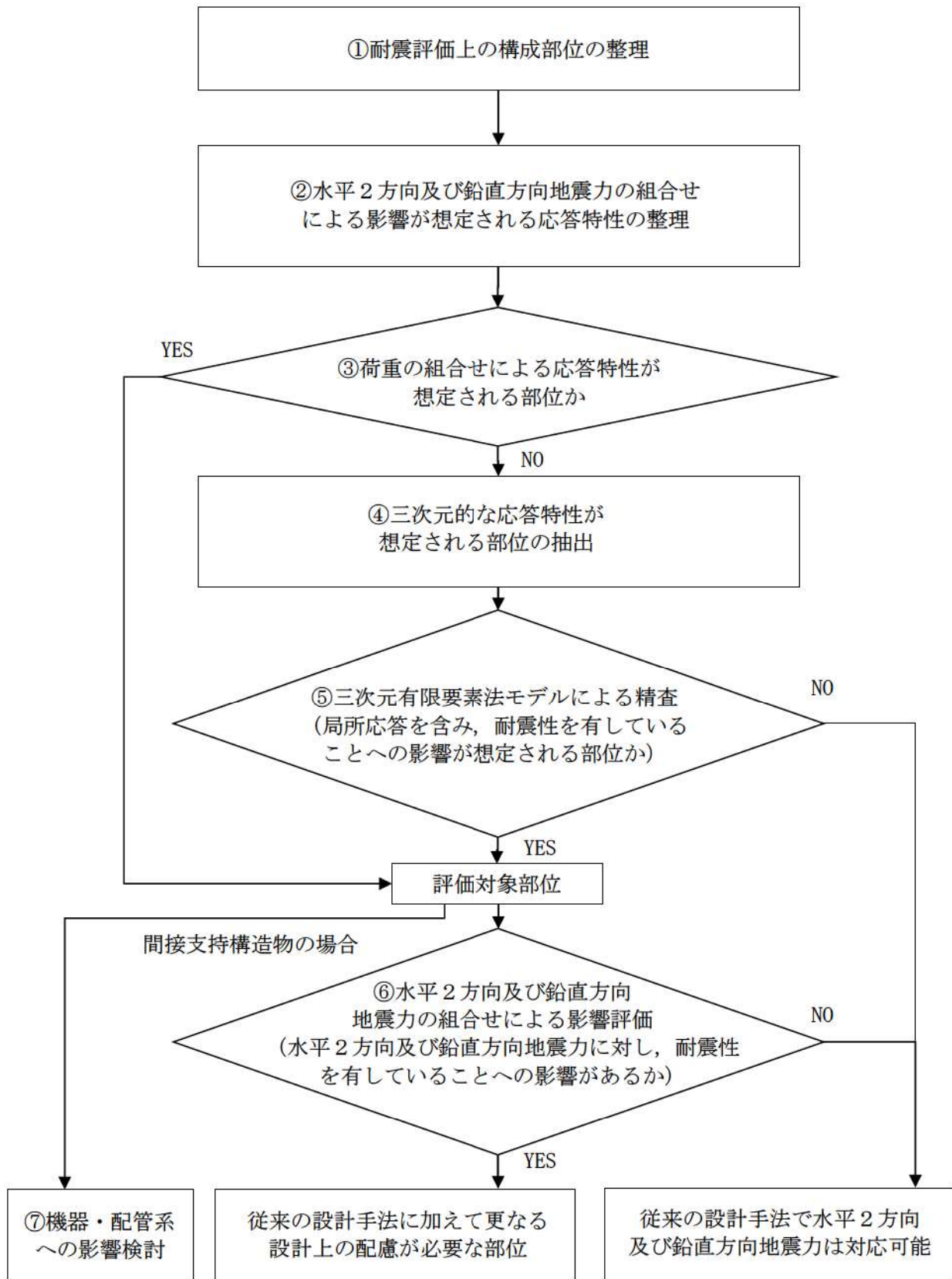
### ⑦ 機器・配管系への影響検討

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

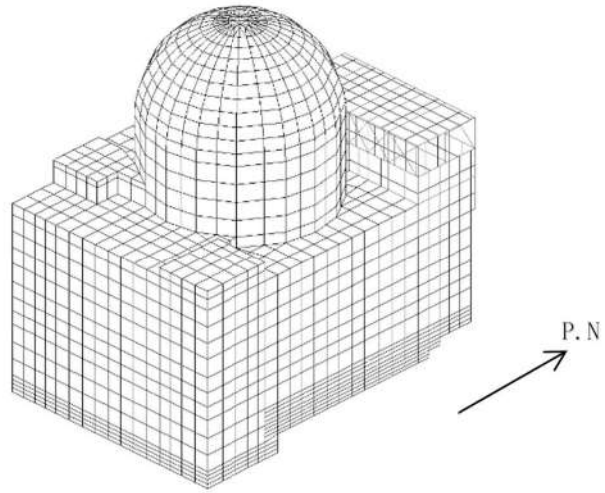
水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響が確認された場合、機器・配管系の影響評価に反映する。

なお、⑤の精査にて、建物・構築物の影響の観点から抽出されなかった部位であっても、三次元有限要素法モデルによる地震応答解析結果から、機器・配管系への影響の可能性が想定される部位について検討対象として抽出する。

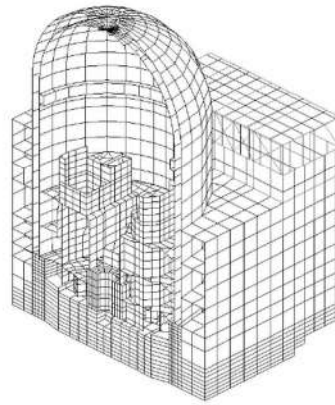
(注)Regulatory Guide (RG) 1.92 “Combining modal responses and spatial components in seismic response analysis”



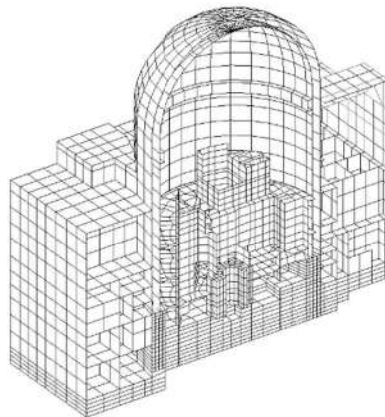
第5-2図 建物・構築物における水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価のフロー



(a) 建屋全景



(b) EW 方向断面図



(c) NS 方向断面図

第 5-3 図 建屋三次元有限要素法モデル



## 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の設計手法の考え方

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等、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三次元的な広がりを持つ設備の耐震評価においては、基本的に三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等、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による影響評価方針

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。Bクラスの設備については、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の組合せによる影響評価は、複数の基準地震動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にて評価する。

また、水平各方向の地震動については、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。

#### 4.2.3 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5-4図に示す。

なお、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）を適用する。この組合せ方法については、現状の耐震評価が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で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」を参考としているものである。

##### ① 評価対象となる設備の整理

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

##### ② 構造上の特徴による抽出

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

##### ③ 発生値の増分による抽出

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

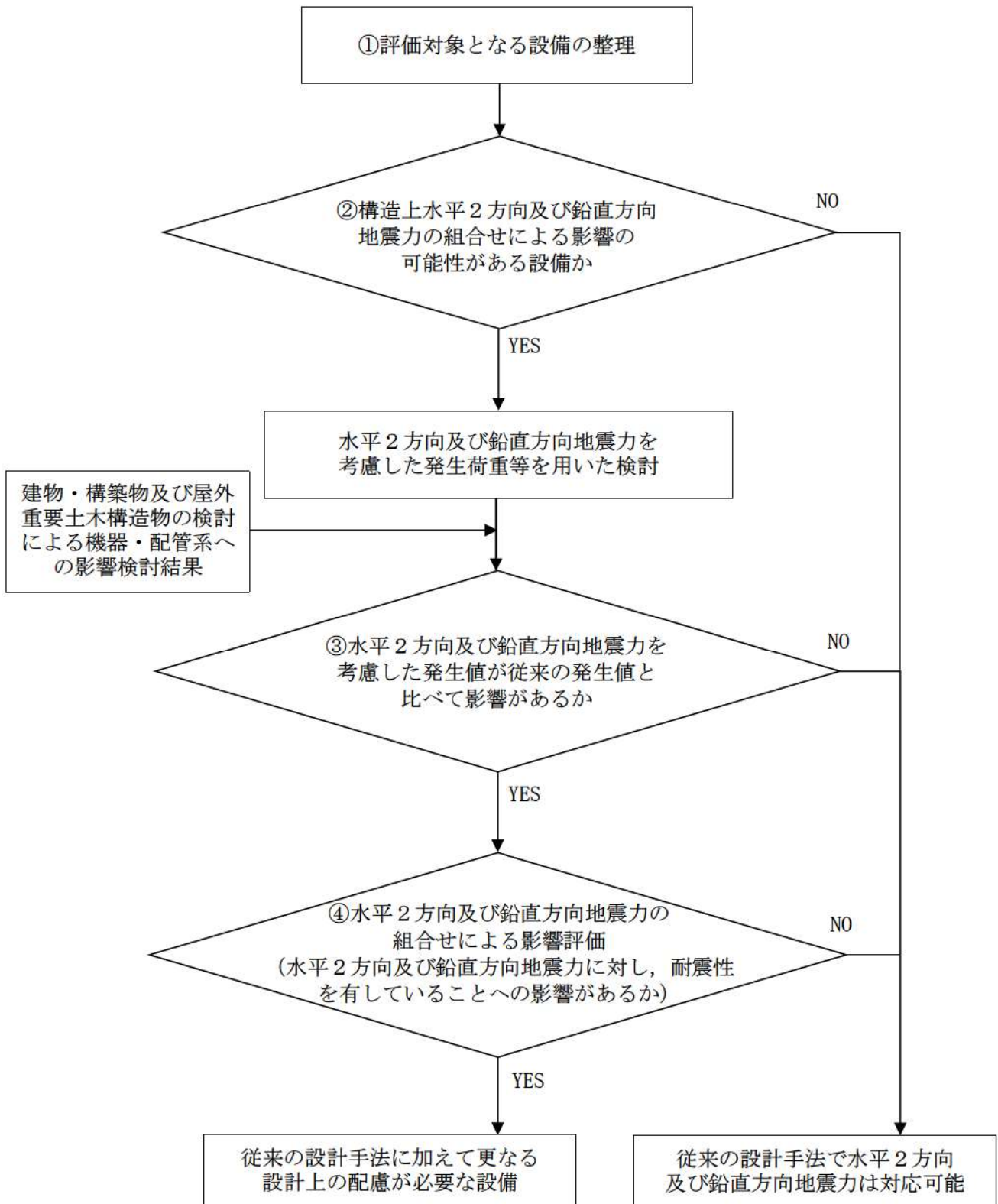
また、建物・構築物及び屋外重要土木建造物の検討により、機器・配管系への影響の可能性がある部位が抽出された場合は、機器・配管系への影響を評価し、耐震性への影響が懸念

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。

④ 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

③の検討において算出された荷重や応力を用いて、設備が有する耐震性への影響を確認する。



第 5-4 図 機器・配管系における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価のフロー

#### 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の設計手法の考え方

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、おおむ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。

屋外重要土木構造物のうち、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方向に連続する構造的特徴を有する構造物（以下「線状構造物」という。）は、三次元的な応答の影響は小さいため、二次元断面での耐震評価を実施している。

線状構造物の代表として、取水路を例として従来の設計手法の考え方を第5-1表に示す。線状構造物は、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、従来の設計手法では、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5-5図に示すとおり、線状構造物に関する従来の設計手法では、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。

一方、断面が奥行方向に一様ではなく、妻壁や隔壁を有する三次元的な構造を耐震設計にて考慮すべき構造物（以下「箱型構造物」という。）では、三次元モデルにより耐震評価を実施している。

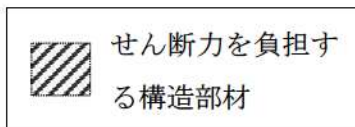
箱型構造物の代表として、取水ピットポンプ室を例として従来の設計手法の考え方を第5-2表に示す。箱型構造物は、耐震設計上見込むことができる加振方向に平行な壁部材の配置や間隔から弱軸となる方向を評価対象としている。

第5-6図に示すとおり、複雑な形状を有する箱型構造物に対して、三次元モデルを用いることにより、加振方向に平行な壁部材が地震時の応答に与える影響を考慮して耐震評価を実施している。

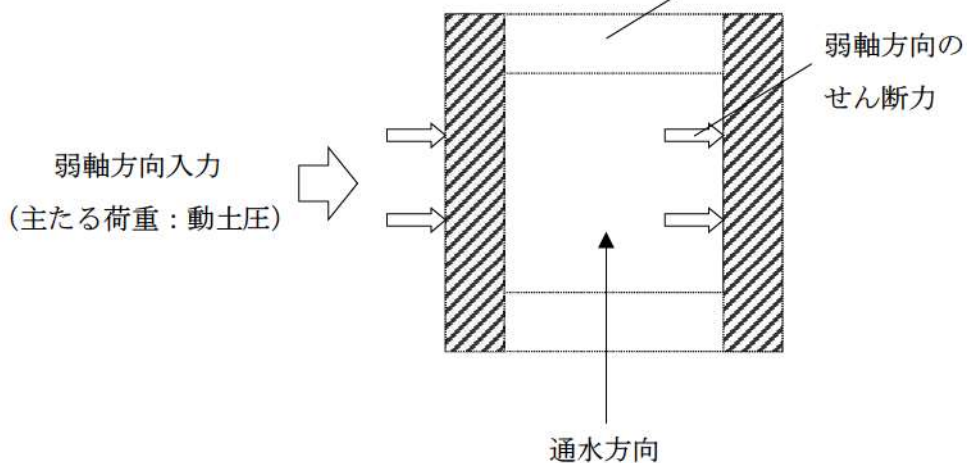
なお、箱型構造物のうち取水ピットスクリーン室については、横断方向に配置される壁部材は構造物南面の妻壁のみであるのに対し、縦断方向には側壁及び隔壁が多数設置されていることから、横断方向が弱軸となる。また、ほぼ同一の断面が縦断方向に連続しており、三次元的な応答の影響は小さいことから、妻壁を耐震部材として見込まず、二次元断面での耐震評価を実施している。

第 5-1 表 従来の設計手法における評価対象断面の考え方（取水路の例）

	横断方向の加振	縦断方向の加振
従来の設計手法における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ない</p>	<p>取水方向 →</p> <p>加振方向 ←</p> <p>加振方向に平行な壁部材及び隔壁を耐震設計上見込むことができる</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 横断方向は、加振方向に平行な壁部材がないため、弱軸方向にあたる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 縦断方向は、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、強軸方向にあたる。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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。</li> <li>・ 弱軸方向を評価対象断面とする。</li> </ul>	



構造上、通水方向に垂直な構造部材はない又はある場合でも設計上保守的に見込まない。

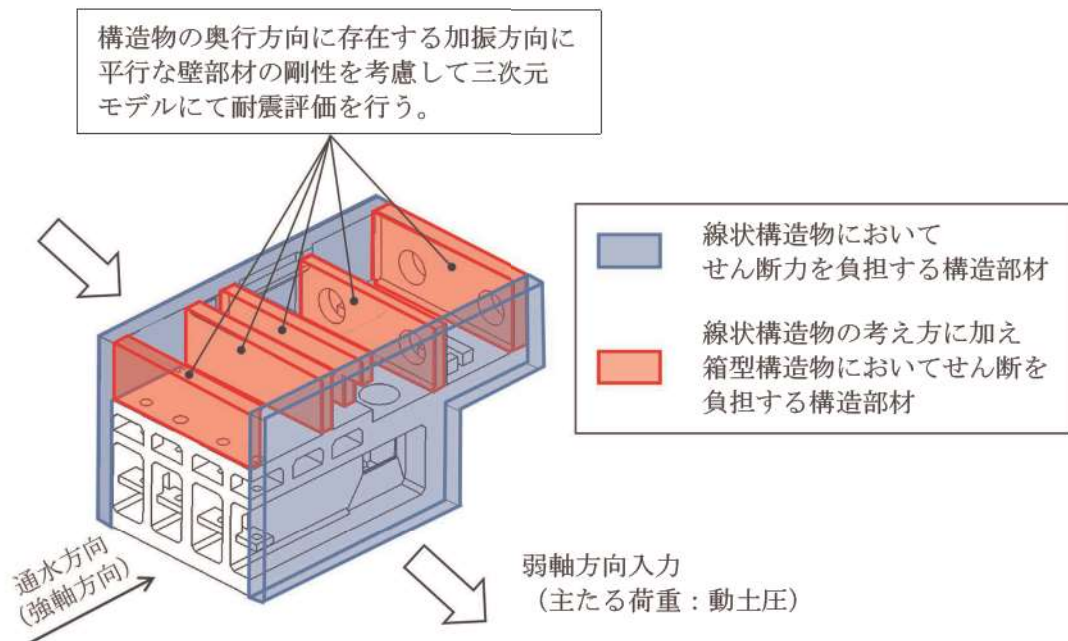


(注) 当該図は平面図を示す。

第 5-5 図 線状構造物に関する従来の設計手法の考え方

第 5-2 表 従来の設計手法における評価対象断面の考え方（取水ピットポンプ室の例）

	横断方向の加振	縦断方向の加振
従来の設計手法における評価対象断面の考え方	<p>構造が奥行方向に一樣ではなく、耐震設計上見込むことができる、加振方向に平行な妻壁及び隔壁が存在するが、設置箇所は限定される。</p>	<p>耐震設計上見込むことができる、加振方向に平行な側壁及び隔壁が多数配置されている。</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 横断方向は、加振方向に平行な壁部材の設置箇所が限定されるため、弱軸方向にあたる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 縦断方向は、加振方向に平行な側壁及び隔壁が多数配置されており、強軸方向にあたる。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 妻壁や隔壁を有する三次元的な構造を耐震設計にて考慮する。</li> <li>・ 耐震設計にて考慮する加振方向に平行な壁部材の配置や間隔等から、弱軸となる方向を評価対象とする。</li> </ul>	



第 5-6 図 箱型構造物に関する従来の設計手法の考え方（取水ピットポンプ室の例）



#### 4.3.2 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の組合せ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、取水口、取水路、取水ピットスクリーン室、取水ピットポンプ室、原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレナ室、原子炉補機冷却海水管ダクト、B1、B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチ及び波及的影響防止のために耐震評価を実施する土木構造物（護岸ケーソン）とする。

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。

箱型構造物（取水ピットスクリーン室を除く）は、加振方向に平行に配置される妻壁や隔壁を耐震部材として考慮して三次元モデルによる構造解析を実施している。これらの壁部材は、従来の設計手法では主たる荷重としては面内の荷重に抵抗していたが、水平2方向の地震力に対しては、面外荷重の影響も受けることになる。また、主に面外荷重に抵抗していた側壁等にも、直交する2方向の地震力の影響や、妻壁や隔壁の面外変形の影響が作用する。よって、箱型構造物については、加振方向に平行に配置された壁部材への影響等を確認するため、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実施することとする。

抽出された構造物については、従来の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。

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地震時荷重は、基準地震動による評価対象断面（弱軸方向）での地震時荷重算定時刻と同時刻の荷重を、位相の異なる地震動にて算出して用いることとする。

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による影響評価方法

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による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5-7図に示す。

##### (1) 影響評価対象構造物の抽出

###### ① 構造形式の分類

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の設計手法の考え方を踏まえ、構造形式ごとに大別する。

###### ② 従来の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

従来の設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重を抽出する。

###### ③ 荷重の組合せによる応答特性が想定される構造形式の抽出

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

###### ④ 従来の設計手法における評価対象断面以外の三次元的な応答特性が想定される箇所の抽出

③で抽出されなかった構造形式について、従来の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による影響により三次元的な応答が想定される箇所を抽出する。

###### ⑤ 従来の設計手法の妥当性の確認

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

##### (2) 影響評価手法

###### ⑥ 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価

評価対象として抽出された構造物について、従来の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、構造部材の設計上の許容値に対する評価を実施し、構造部材が有する耐震性への影響を確認する。

評価手法については、評価対象構造物の構造形式を考慮して選定する。

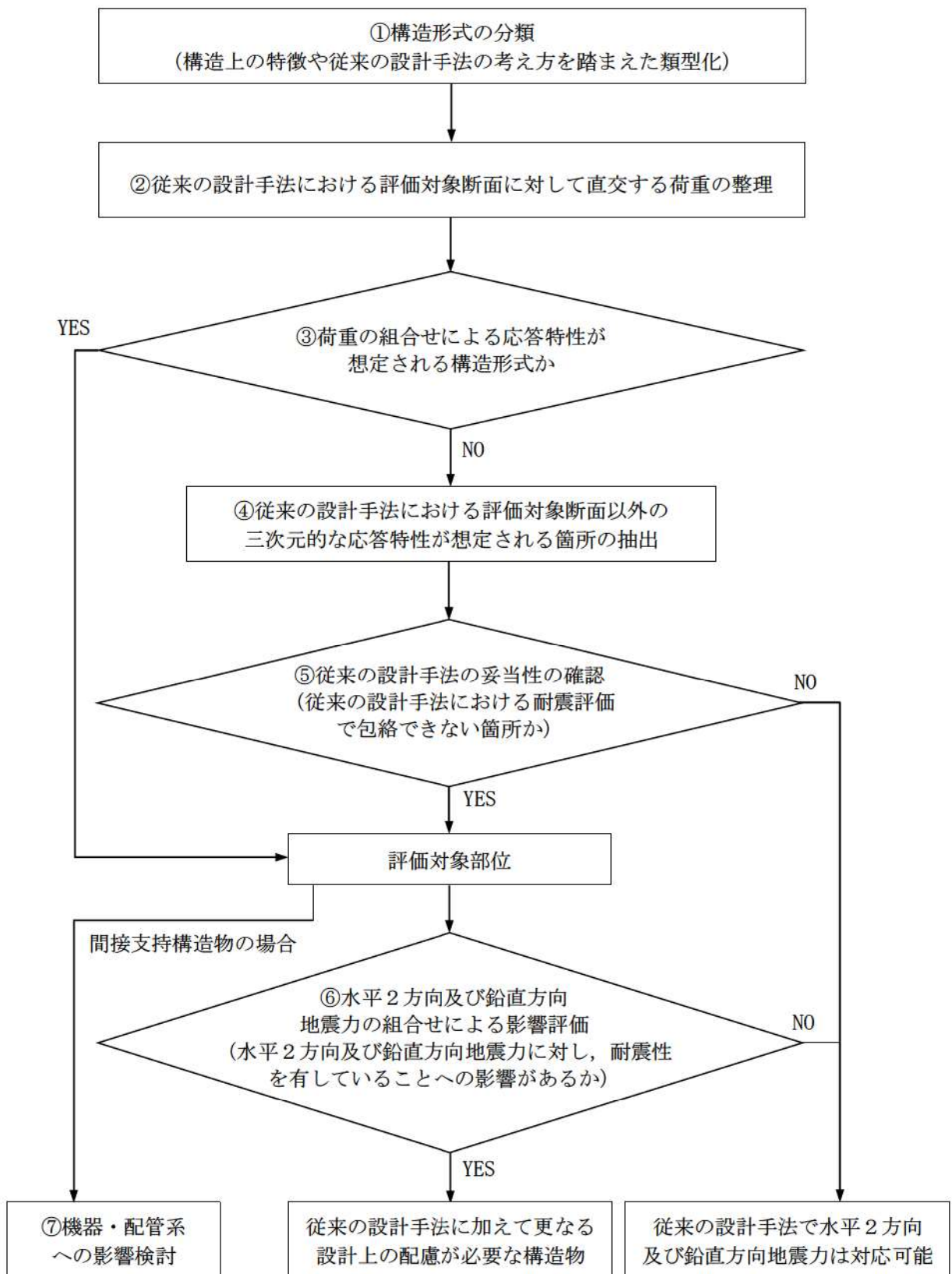
評価対象部位については、屋外重要土木構造物が明確な弱軸・強軸を示し、地震時における構造物のせん断変形方向が明確であることを考慮し、従来の設計手法における評価対象断面（弱軸方向）における構造部材の耐震評価結果及び水平2方向の影響の程度を踏まえて選定する。

#### ⑦ 機器・配管系への影響検討

評価対象として抽出された構造物が、耐震重要施設、常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大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には、機器・配管系に対して、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

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

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



第 5-7 図 屋外重要土木構造物における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる  
影響評価のフロー

#### 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による影響評価方針

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による影響評価は，施設又は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。

## 屋外重要土木構造物等及び津波防護施設の耐震評価における断面選定の考え方

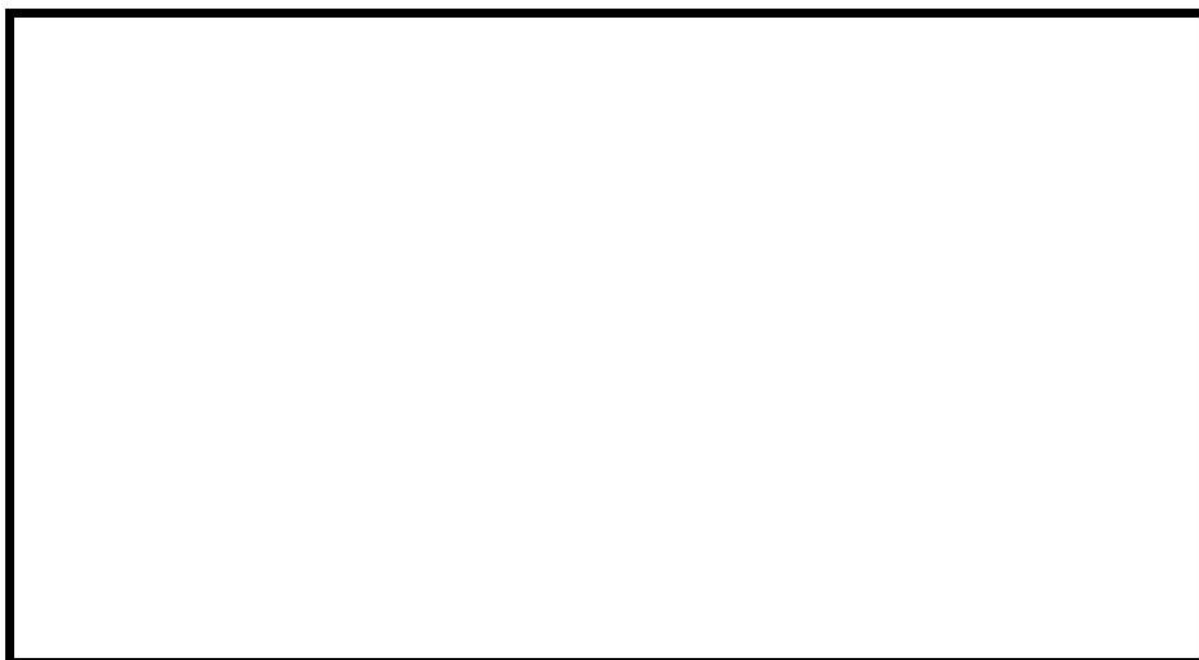
## 1. 方針

本資料では、屋外重要土木構造物等<sup>(注)</sup>の耐震評価における断面選定の考え方について示す。(津波防護施設については追而とする。)

(注) 以下のいずれかに該当するか、又は兼務する構造物を「屋外重要土木構造物等」という。

- ・ 屋外重要土木構造物
- ・ 常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備のうち土木構造物
- ・ 常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く）のうち土木構造物

本資料で記載する屋外重要土木構造物等及び津波防護施設（追而）に設置される設備の一覧表を第 6-1 表に、全体配置図を第 6-1 図に示す。



第 6-1 図 全体配置図（津波防護施設は追而）

：枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

第6-1表 屋外重要土木構造物等及び津波防護施設に設置される設備一覧表

名称	屋外重要土木構造物	津波防護施設	常設重大事故等対処設備	常設重大事故等対処施設	設置される設備		
					名称	耐震	耐津波
取水口	○	追而	○ (注)	○	貯留堰	-	○
取水路	○		○ (注)	-	-	-	-
原子炉補機冷却海水管ダクト	○	追而	-	○	原子炉補機冷却海水管	○	○
B1, B2-ディーゼル発電機燃料油貯槽トレンチ	○		-	○	ディーゼル発電機燃料油移送配管	○	○
取水ピットスクリーン室	○	追而	○ (注)	-	潮位計	-	-
取水ピットポンプ室	○		○ (注)	○	取水ピット水位計	-	-
					3号取水ピットスクリーン室溢水防止壁	-	-
					原子炉補機冷却海水ポンプ	○	○
					浸水防止蓋	-	-
					ドレンライン逆止弁	-	-
					貫通部止水処置	-	-
原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ室	○		-	○	原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ	○	○

屋外重要土木構造物 : 耐震上重要な機器・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  
 常設重大事故等対処設備 : 常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備  
 常設重大事故等対処施設 : 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 (特定重大事故等対処施設を除く)  
 耐震 : 耐震重要施設 (津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備を除く)  
 耐津波 (追而) : 津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備  
 (注) : 非常用取水設備

## 1.1 基本的な考え方

泊発電所の屋外重要土木構造物等には、二次元地震応答解析により得られる構造物の応答に対して耐震評価を行う構造物と、二次元地震応答解析により得られる土圧等の荷重を三次元モデルに作用させて耐震評価を行う構造物がある。以下に、構造形式毎の耐震評価手法を踏まえた断面選定の基本的な考え方を示す。

### ① 護岸構造物（取水口）

海水を取水するため護岸コンクリートで海水の流路を形成している構造物（以下「護岸構造物」という。）は、延長方向（通水方向）に同一構造が連続しており、横断方向（延長方向に直交する方向）は、前面に海水があり、背面には埋戻土が分布している。

横断方向加振による前面方向への滑動・転倒に対する抵抗が小さいことから、横断方向が明確に弱軸となるため、横断方向の二次元地震応答解析により耐震評価を行う。

よって、構造物の応答が耐震評価上最も厳しくなると考えられる断面を横断方向から評価対象断面として選定する。

### ② 線状構造物（取水路、原子炉補機冷却海水管ダクト、B1、B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチ）

延長方向への海水の通水機能や配管等の支持機能を維持するため、延長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構造物（以下「線状構造物」という。）は、横断方向（延長方向に直交する方向）に設置される構造部材が少なく、横断方向が明確に弱軸となることから、横断方向の二次元地震応答解析により耐震評価を行う。

よって、構造物の応答が耐震評価上最も厳しくなると考えられる断面を横断方向から評価対象断面として選定する。

### ③ 箱型構造物（取水ピットスクリーン室、取水ピットポンプ室、原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ室）

加振方向と平行に配置される妻壁や隔壁等を有する構造物（以下「箱型構造物」という。）は、加振直交方向の構造物長さと同様に加振方向と平行に配置される壁の総厚との比が小さい方が弱軸となり、大きい方が強軸となる。

箱型構造物のうち取水ピットスクリーン室は、横断方向（延長方向に直交する方向）に配置される壁部材は構造物南面の妻壁のみであるのに対し、延長方向には側壁及び隔壁が多数配置されていることから、横断方向が弱軸となる。また、ほぼ同一の断面が延長方向に連続しており、三次元的な応答の影響は小さいことから、妻壁を耐震部材として見込まず、弱軸方向の二次元地震応答解析により耐震評価を行う。よって、構造物の応答が耐震評価上最も厳しくなると考えられる断面を弱軸方向から評価対象断面として選定する。また、強軸方向についても間接支持する機器・配管の応答影響を評価する必要があることから、評価対象断面（床応答値算出断面）として選定する。

箱型構造物のうち取水ピットポンプ室及び原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ室は、延長方向に妻壁や隔壁等を複数有することから、妻壁や隔壁等の面部材を耐震部材として考慮することとし、三次元モデルを用いて水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの



影響を考慮して耐震評価を行う。よって、三次元モデルに作用させる荷重を適切に評価することが可能な断面を、直交する2方向から評価対象断面（地震時荷重算定断面）として選定する。

上記を考慮した屋外重要土木構造物等及び津波防護施設の断面選定の基本的な考え方を第6-2表に示す。

第 6-2 表 屋外重要土木構造物及び津波防護施設の断面選定の基本的な考え方

名称	断面選定の考え方			D：津波防護施設に対する考え方
	A：横断方向が明確に弱軸となることから、横断方向の二次元地震応答解析により耐震評価を行う線状構造物及び護岸構造物	B：妻壁や隔壁等の面材を耐震部材として考慮せず、弱軸方向の二次元地震応答解析による耐震評価及び強軸方向の二次元地震応答解析により床応答を算出する箱型構造物	C：妻壁や隔壁等の面材を耐震部材として考慮し、三次元モデルを用いて水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮して耐震評価を行う箱型構造物	
取水口	⇒ 構造物の応答が耐震評価上最も厳しくなると考えられる位置を傾断方向から評価対象断面に選定する。	⇒ 構造物の応答が耐震評価上最も厳しくなると考えられる位置を弱軸方向から評価対象断面に選定する。また、強軸方向についても床応答算出断面として評価対象断面に選定する。	⇒ 三次元モデルに作用させる荷重を適切に評価することが可能な断面を、直交する2方向から地震時荷重算定断面として評価対象断面に選定する。	
取水路	○	-	-	
原子炉補機冷却海水管ダクト	○	-	-	
B1、B2-ブローサー発電機燃料油貯油槽トレンチ	○	-	-	
取水ビットスクリーン室	-	○	-	
取水ビットポンプ室	-	-	○	
原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ室	-	-	○	
				追 而

## 1.2 評価対象断面の選定の流れ

評価対象断面の選定の流れを以下に示す。

### (1) 評価対象候補断面の整理

設置許可段階において、以下の観点にて、評価対象候補断面を整理する。(整理結果を別紙-8(追而)に示す。)

#### ① 要求機能並びに間接支持する機器・配管の有無及び設置状況

- ・要求機能に差異がある場合、耐震評価において要求機能に応じた許容限界を設定する必要があることから、要求機能の差異の有無により評価対象候補断面を整理する。
- ・間接支持する機器・配管系の種類及び設置状況に差異がある場合は、構造物に作用する荷重及び床応答特性が異なり、評価対象構造物及び機器・配管系の耐震評価に影響することから、間接支持する機器・配管系の種類や設置状況に係る差異の有無により評価対象候補断面を整理する。

#### ② 構造的特徴(部材厚、内空断面、断面急変部、構造物間の連結部等)

- ・構造的特徴に差異がある場合は、構造物に作用する土圧等の荷重及び床応答特性が異なり、評価対象構造物及び機器・配管系の耐震評価に影響することから、構造的特徴の差異の有無により評価対象候補断面を整理する。

#### ③ 周辺状況(上載荷重、土被り厚、周辺地質、周辺地質変化部、隣接構造物、地下水位)

- ・周辺地質や周辺地質変化部に差異がある場合は、構造物に作用する土圧等の荷重、地震波の伝播特性及び床応答特性が異なり、評価対象構造物及び機器・配管系の耐震評価に影響することから、周辺地質の差異の有無により評価対象候補断面を整理する。
- ・MMR(マンメイドロック)は、構造物を支持する又は構造物の周囲を埋め戻すコンクリートである。MMRの分布により、構造物に作用する土圧等の荷重、地震波の伝播特性及び床応答特性に影響を与えることから、周辺地質の中で整理する。
- ・隣接構造物による影響については、二次元FEMにてモデル化する隣接構造物の有無や種類に差異がある場合、構造物の地震時応答が異なり評価対象構造物及び機器・配管系の耐震評価に影響することから、モデル化する隣接構造物の差異の有無により評価対象候補断面を整理する。
- ・隣接構造物のモデル化方針は以下のとおりとし、評価対象構造物と隣接構造物の位置関係の例を第6-2図に示す。なお、モデル化対象とする隣接構造物は、耐震性を有し、岩着(MMRを介する場合も含む)で評価対象構造物と同等以上の大きさの構造物とする。

(a) 評価対象構造物と隣接構造物が接している場合

評価対象構造物と隣接構造物が接している場合、隣接構造物の地震時応答が隣接構造物に伝達することが考えられる。よって、隣接構造物の地震時応答を考慮するため隣接構造物をモデル化する。

(b) 評価対象構造物と隣接構造物との間が埋戻土の場合

地中構造物の耐震評価においては、埋戻土より剛性の大きい隣接構造物をモデル化することにより、周辺地盤の変形が抑制されると考えられる。よって、評価対象構造物に作用する土圧を保守的に評価するため、隣接構造物の設置範囲を埋戻土としてモデル化する。

- ・防潮堤は、地中部に大きなセメント改良土を有しており、これらの地震応答は周辺地盤の挙動に影響を及ぼすものと考えられる。よって、防潮堤が評価対象構造物の近傍（解析モデル化範囲内）に存在する場合は、防潮堤をモデル化する。

④ 地震波の伝播特性

- ・地震波の伝播特性は、周辺状況のうち評価対象構造物下部の岩盤等の周辺地質の状況により異なることから、観点③の整理を踏まえ、地震波の伝播特性に係る差異の有無により評価対象候補断面を整理する。

⑤ 床応答特性

- ・観点①～③の整理を踏まえ、床応答特性の差異の有無により評価対象候補断面を整理する。

(2) 評価対象断面の選定

(1)にて整理した評価対象候補断面を踏まえ、詳細設計段階において、以下に示す考えで評価対象断面を選定する。

⑥ 評価対象断面の選定

a. 構造的特徴による選定

横断方向の二次元地震応答解析により耐震評価を実施する構造物については、候補断面の部材厚や内空断面等の構造的特徴を比較し、他の候補断面より耐震評価上厳しくなることが想定される候補断面を評価対象断面として選定する。同一断面となる場合には、同一断面となる区間毎に後述する他の観点で評価対象断面を選定する。

三次元モデルで耐震評価を実施する構造物については、地震時荷重を算出する二次元地震応答解析を実施する断面を、構造的特徴を踏まえて選定する。

b. 周辺状況による選定

上載荷重、土被り厚、周辺地質、隣接構造物にて耐震評価上厳しくなる断面を選定する。

同一構造で延長方向に設置深さが異なる線状構造物は、上載荷重が最大となる断面や土被り厚が最大となる断面を評価対象断面として選定する。

耐震評価候補断面の中で、隣接構造物との位置関係により土圧が作用しない断面と、周辺地質が埋戻土となる断面がある場合のように、構造物に作用する土圧が大きく評価される候補断面が明確な場合には、その候補断面を評価対象断面として選定する。

⑦ 評価対象断面の絞り込み

- ・⑥においてそれぞれの観点から評価対象断面が複数抽出される場合、地震応答解析を実施して評価対象断面の絞り込みを行う場合もある。

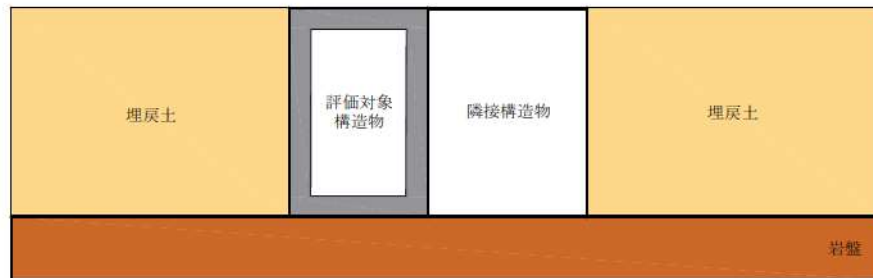
⑧ 床応答算出断面の選定

- ・耐震評価上の観点以外に機器・配管系の応答加速度及び応答変位の観点から、床応答算出用の断面を評価対象断面に選定する。

評価対象断面のモデル化範囲（二次元FEM解析モデル）については、以下に考え方を示す。

二次元FEMによる地震応答解析モデルの範囲は地盤及び構造物の応力状態に影響を及ぼさないよう、十分広い領域とする。具体的には、「原子力耐震設計技術指針 JEAG4601-1987」を適用し、モデル幅を構造物基礎幅の5倍以上、地盤モデルの入力基盤深さを構造物下端から構造物基礎幅の2倍以上確保する。

二次元FEMにおけるモデル化範囲の考え方を第6-3図に示す。

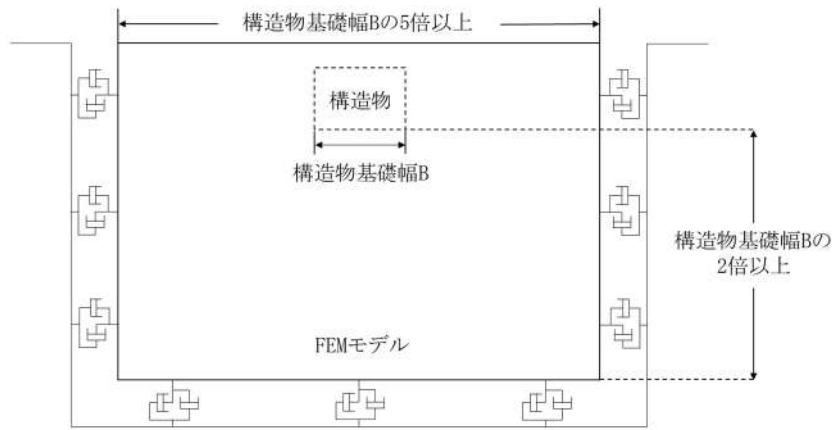


(a) 評価対象構造物と隣接構造物が接している場合



(b) 評価対象構造物と隣接構造物の間が埋戻土で埋め戻されている場合

第6-2図 隣接構造物との位置関係の例



第 6-3 図 2次元FEMにおけるモデル化範囲の考え方