

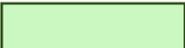
泊発電所3号機
耐震設計方針について
【概要版】

令和7年1月23日
北海道電力株式会社

耐震設計の基本方針

1. 施設の分類
 - 1.1 耐震重要度分類
 - 1.2 重大事故等対処施設の分類
2. 地震動
 - 2.1 基準地震動
 - 2.2 弾性設計用地震動
3. 耐震クラスと適用する地震力
4. 荷重の組合せと許容限界
5. 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

本資料における色分けは、以下を示します。

- | | |
|---|------------------------------|
|  | : 設計基準対象施設に係る事項 |
|  | : 重大事故等対処施設に係る事項 |
|  | : 設計基準対象施設及び重大事故等対処施設に係る共通事項 |

1. 1 耐震重要度分類

設計基準対象施設

設計基準対象施設の耐震重要度を以下のとおり分類する。

耐震重要度分類	該当する施設
Sクラス	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・津波防護機能を有する施設(以下「津波防護施設」という。)及び浸水防止機能を有する設備(以下「浸水防止設備」という。) ・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。)
Bクラス	<ul style="list-style-type: none"> ・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
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

1. 2 重大事故等対処施設の種類

重大事故等対処施設

重大事故等対処施設については、以下のとおり施設を区分し、施設区分に応じて耐震設計を行う。

◆ 常設耐震重要重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設

基準地震動による地震力に対して、重大事故に至るおそれがある事故に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないように設計する。

◆ 常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設

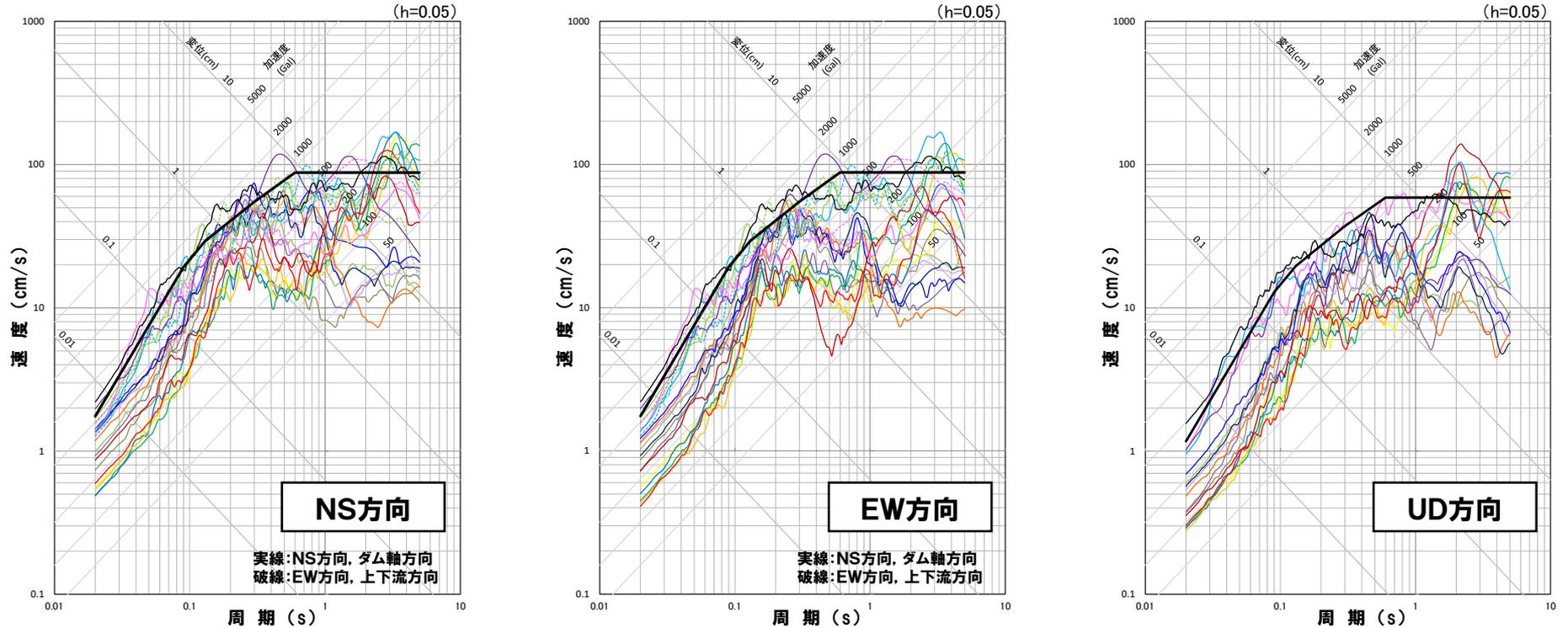
代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラスに適用される地震力に十分に耐えることができるように設計する。

◆ 常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設

基準地震動による地震力に対して、重大事故に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないように設計する。

設計基準対象施設及び重大事故等対処施設

基準地震動の応答スペクトルを以下に示す。



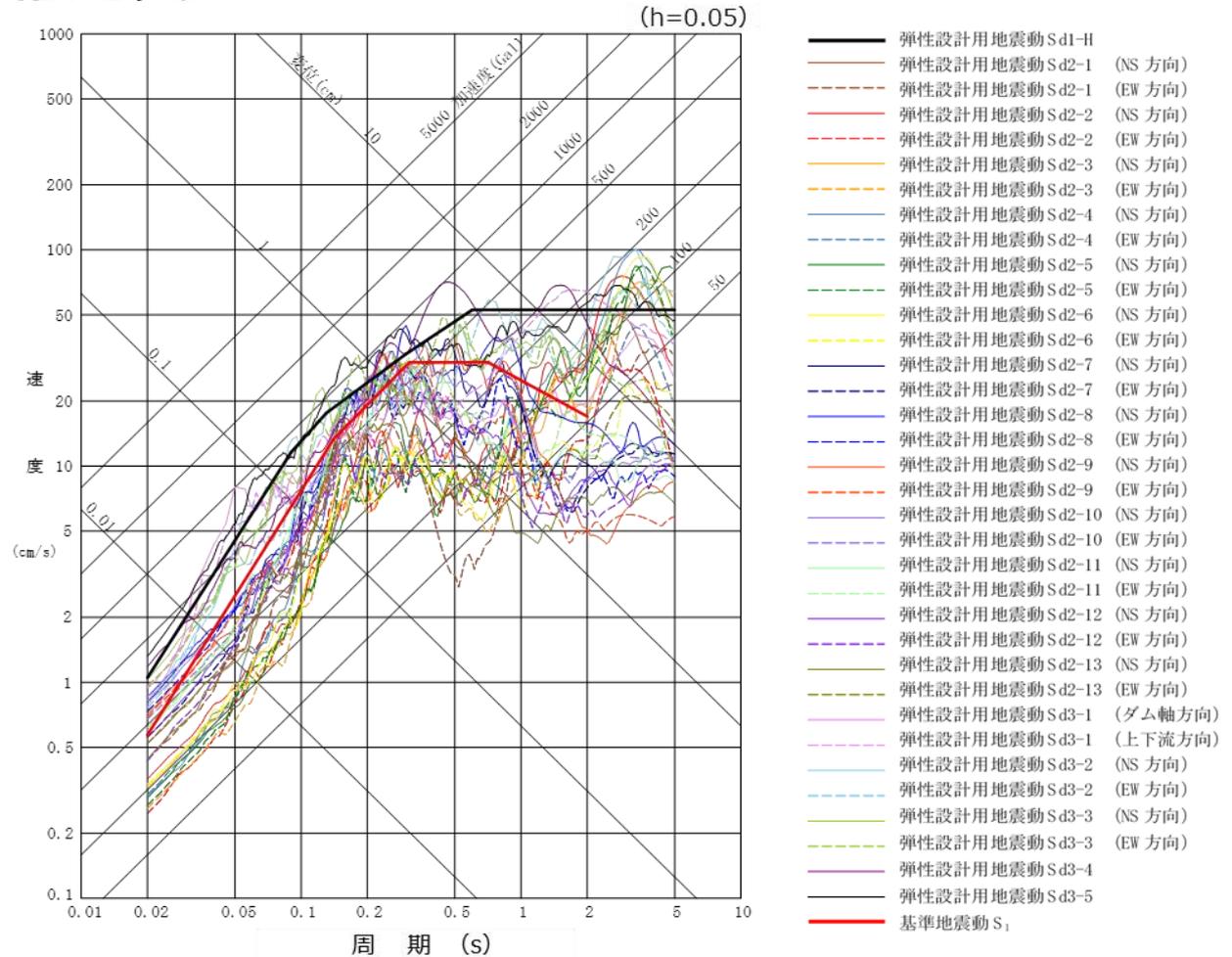
- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> — 基準地震動Ss1 — 基準地震動Ss2-1 尻別川断層(断層の傾斜角, 破壊開始点4) — 基準地震動Ss2-2 F_S-10断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜(断層の傾斜角, 破壊開始点1) — 基準地震動Ss2-3 F_S-10断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜(断層の傾斜角, 破壊開始点4) — 基準地震動Ss2-4 F_S-10断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜(破壊伝播速度, 破壊開始点1) — 基準地震動Ss2-5 F_S-10断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜(破壊伝播速度, 破壊開始点5) — 基準地震動Ss2-6 F_S-10断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜(破壊伝播速度, 破壊開始点6) — 基準地震動Ss2-7 積丹半島北西沖の断層 走向0° ケース(断層の傾斜角, 破壊開始点1) | <ul style="list-style-type: none"> — 基準地震動Ss2-8 積丹半島北西沖の断層 走向0° ケース(断層の傾斜角, 破壊開始点2) — 基準地震動Ss2-9 積丹半島北西沖の断層 走向0° ケース(断層の傾斜角, 破壊開始点3) — 基準地震動Ss2-10 積丹半島北西沖の断層 走向0° ケース(断層の傾斜角, 破壊開始点4) — 基準地震動Ss2-11 積丹半島北西沖の断層 走向20° ケース(断層の傾斜角, 破壊開始点4) — 基準地震動Ss2-12 積丹半島北西沖の断層 走向20° ケース(応力降下量, 破壊開始点2) — 基準地震動Ss2-13 積丹半島北西沖の断層 走向40° ケース(応力降下量, 破壊開始点2) |
| <ul style="list-style-type: none"> — 基準地震動Ss3-1 2008年岩手・宮城内陸地震(栗駒ダム[右岸地山]) — 基準地震動Ss3-2 2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net金ヶ崎) — 基準地震動Ss3-3 2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net一関東) | <ul style="list-style-type: none"> — 基準地震動Ss3-4 2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET港町) — 基準地震動Ss3-5 標準応答スペクトルを考慮した地震動 |

2. 2 弾性設計用地震動

設計基準対象施設及び重大事故等対処施設

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0.6を乗じて設定する。**

ここで、係数0.6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_1 の応答スペクトルをおおむね下回らないよう配慮した値とする。



弾性設計用地震動と基準地震動 S_1 の比較（水平方向の例）

設計基準対象施設

静的地震力は、Sクラスの施設、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。各施設の耐震重要度に応じて定める地震力について整理した表は9頁にて示す。

(1) 建物・構築物、土木構造物

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（Sクラスは3.0、Bクラスは1.5及びCクラスは1.0）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。

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。

(2) 機器・配管系

耐震重要度分類の各クラスの地震力は、上記（1）に示す地震層せん断力係数 C_i に施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度として、当該水平震度及び上記（1）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。

重大事故等対処施設

常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設について、上記に示すBクラス又はCクラスの施設に適用する静的地震力を適用する。

設計基準対象施設

動的地震力は、施設、地盤等の構造特性、振動等による施設の応答特性、施設と地盤との相互作用並びに施設及び地盤の非線形性を適切に考慮し、水平2方向及び鉛直方向を適切に組み合わせたものとして算定する。

(1) Sクラスの施設、屋外重要土木構造物

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。

(2) Bクラスの施設のうち共振のおそれのあるもの

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し、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。

上記(1)、(2)に示す地震力の算定に当たっては、以下を考慮する。

◆ 入力地震動

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FEM解析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。

◆ 地震応答解析

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、適切な解析条件を設定する。機器・配管系について、動的地震力を算定する地震応答解析においては、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。

重大事故等対処施設

重大事故等対処施設の動的地震力について、施設区分に応じて上記に示す入力地震動を用いた地震応答解析による地震力を適用する。

3. 耐震クラスと適用する地震力 (3 / 3)

設計基準対象施設

各施設の耐震重要度に応じて定める地震力は静的地震力並びに基準地震動及び弾性設計用地震動による動的地震力とし、下表のとおりとする。

	耐震クラス	静的地震力		動的地震力	
		水平 (注1)	鉛直 (注2)	水平	鉛直
建物・構築物	S	$3.0C_i$	$1.0C_v$ (0.240)	基準地震動 弾性設計用地震動	基準地震動 弾性設計用地震動
	B	$1.5C_i$	—	弾性設計用地震動 $\times 1/2$ (注3)	弾性設計用地震動 $\times 1/2$ (注3)
	C	$1.0C_i$	—	—	—
機器・配管系	S	$3.6C_i$	$1.2C_v$ (0.288)	基準地震動 弾性設計用地震動	基準地震動 弾性設計用地震動
	B	$1.8C_i$	—	弾性設計用地震動 $\times 1/2$ (注3)	弾性設計用地震動 $\times 1/2$ (注3)
	C	$1.2C_i$	—	—	—
土木構造物	C	$1.0C_i$	—	基準地震動 (注4)	基準地震動 (注4)
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

(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で次式に基づく。

$$C_i = R_t \cdot A_i \cdot C_0 \quad (R_t: \text{振動特性係数} 0.8, A_i: C_i \text{の分布係数}, C_0: \text{標準せん断力係数} 0.2)$$

(注2) 鉛直震度 C_v 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。

$$C_v = 0.3 \cdot R_v \quad (R_v: \text{振動特性係数} 0.8)$$

(注3) 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4) 屋外重要土木構造物のみに適用する。

重大事故等対処施設

重大事故等対処施設の耐震設計に用いる地震力は、施設区分に応じて上記の表に示す設計基準対象施設の地震力の算定法に基づく地震力を適用する。

4. 荷重の組合せと許容限界（1 / 6）

＜荷重の組合せ＞

地震による荷重は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時の荷重並びに設計上考慮すべき自然条件の荷重と適切に組み合わせて評価する。なお、この組合せの考え方はJEAG4601・補－1984に従う。

設計基準対象施設

a. 建物・構築物

(a) Sクラス

- i. 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。
- ii. 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。

(b) Bクラス及びCクラス

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

(a) Sクラス

- i. 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。
- ii. 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。
- iii. 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。

(b) Bクラス及びCクラス

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。

4. 荷重の組合せと許容限界（2 / 6）

設計基準対象施設（続き）

c. 土木構造物

(a) 屋外重要土木構造物

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

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，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

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

常時作用している荷重及び運転時の状態で設備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。

また，上記(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，必要に応じて地震力と津波による荷重の組合せを考慮する。

4. 荷重の組合せと許容限界（3 / 6）

重大事故等対処施設

a. 建物・構築物

- (a) 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重大事故等対処施設の建物・構築物
- i. 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地震力とを組み合わせる。
 - ii. 常時作用している荷重，設計基準事故時の状態及び重大事故等時の状態で施設に作用する荷重のうち，地震によって引き起こされるおそれのある事象によって作用する荷重と地震力とを組み合わせる。
 - iii. 常時作用している荷重，設計基準事故時の状態及び重大事故等時の状態で施設に作用する荷重のうち，地震によって引き起こされるおそれのない事象による荷重は，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（基準地震動又は弾性設計用地震動による地震力）と組み合わせる。
- (b) 常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設の建物・構築物
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

- (a) 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重大事故等対処施設の機器・配管系
- i. 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。
 - ii. 運転時の異常な過渡変化時の状態，設計基準事故時の状態及び重大事故等時の状態で施設に作用する荷重のうち，地震によって引き起こされるおそれのある事象によって作用する荷重と地震力とを組み合わせる。
 - iii. 運転時の異常な過渡変化時の状態，設計基準事故時の状態及び重大事故等時の状態で施設に作用する荷重のうち地震によって引き起こされるおそれのない事象による荷重は，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（基準地震動又は弾性設計用地震動による地震力）と組み合わせる。
- (b) 常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系
通常運転時の状態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動的地震力又は静的地震力とを組み合わせる。

4. 荷重の組合せと許容限界 (4 / 6)

<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、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。

設計基準対象施設

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。
- 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。

(b) Bクラス及びCクラスの建物・構築物

上記 (a) i. による許容応力度を許容限界とする。

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

- 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確認済加速度等を許容限界とする。

(b) Bクラス及びCクラスの機器・配管系

応答が全体的におおむね弾性状態にとどまることとする。

4. 荷重の組合せと許容限界（5 / 6）

設計基準対象施設（続き）

c. 土木構造物

(a) 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値を許容限界とする。

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、限界層間変形角等又は許容応力度、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等の許容限界に対しては妥当な安全余裕をもたせることとし、それぞれの安全余裕については、各施設の機能要求等を踏まえ設定する。

(b) その他の土木構造物

安全上適切と認められる規格及び基準による許容値を許容限界とする。

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

(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

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。

(b) 浸水防止設備及び津波監視設備

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。

4. 荷重の組合せと許容限界（6 / 6）

重大事故等対処施設

- a. **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重大事故等対処施設**
Sクラス施設の基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界を適用する。
- b. **常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備が設置される重大事故等対処施設**
Bクラス及びCクラスの施設の許容限界を適用する。

設計基準対象施設及び重大事故等対処施設

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評価の方針を以下に示す。

- ◆ **上位クラス施設※¹は、下位クラス施設※²の波及的影響によって、上位クラス施設の有する機能※³を損なわないように設計する。**
- ◆ 具体的には、下位クラス施設は原則、上位クラス施設に対して離隔をとり配置する、若しくは上位クラス施設の設計に用いる地震力に対して構造強度を保つ等して上位クラス施設の有する機能を損なわない設計とする。
波及的影響については、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して評価を行う。
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、敷地全体を俯瞰した調査・検討等を行い、上位クラス施設の有する機能への影響がないことを確認する。
 - ※1：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。），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重大事故等対処施設
 - ※2：耐震重要度分類の下位のクラスに属する施設
 - ※3：Sクラス施設等の安全機能と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重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能