

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-工-B-19-0014_改4
提出年月日	2021年10月7日

## VI-2-1-9 機能維持の基本方針

2021年10月

東北電力株式会社

## 目 次

1. 概要	1
2. 機能維持の確認に用いる設計用地震力	2
3. 構造強度	12
3.1 構造強度上の制限	12
3.2 変位，変形の制限	95
3.3 機器・配管系の疲労の制限	95
4. 機能維持	96
4.1 動的機能維持	96
4.2 電氣的機能維持	100
4.3 気密性の維持	100
4.4 止水性の維持	101
4.5 遮蔽性の維持	102
4.6 支持機能の維持	102
4.7 通水機能及び貯水機能の維持	103

## 1. 概要

本資料は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「4. 設計用地震力」に示す設計用地震力の算定法及び「5. 機能維持の基本方針」に示す機能維持の考え方に基づき、設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の機能維持に関する基本的な考え方を説明するものである。

## 2. 機能維持の確認に用いる設計用地震力

機能維持の確認に用いる設計用地震力については、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」の「4. 設計用地震力」に示す設計用地震力の算定法に基づくこととし、具体的な算定法は表 2-1 に示す。

表 2-1 設計用地震力

(1) 静的地震力

(設計基準対象施設)

静的地震力及び必要保有水平耐力は、次の地震層せん断力係数及び震度に基づき算定する。

種別	耐震クラス	地震層せん断力係数及び水平震度	地震層せん断力係数(必要保有水平耐力算出用)	鉛直震度
建物・構築物	S	$3.0 \cdot C_i^{*1}$	$1.0 \cdot C_i^{*2}$	$1.0 \cdot C_v^{*3}$ (0.24)
	B	$1.5 \cdot C_i^{*1}$	$1.0 \cdot C_i^{*2}$	—
	C	$1.0 \cdot C_i^{*1}$	$1.0 \cdot C_i^{*2}$	—
機器・配管系	S	$3.6 \cdot C_i^{*1}$	—	$1.2 \cdot C_v^{*3}$ (0.29)
	B	$1.8 \cdot C_i^{*1}$	—	—
	C	$1.2 \cdot C_i^{*1}$	—	—
土木構造物	C	$1.0 \cdot C_i^{*1}$	—	—

注記 \*1:  $C_i$  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

\*2:  $C_i$  は標準せん断力係数を 1.0 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 1.0

\*3: 震度 0.3 とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮し、高さ方向に一定とする。また次式より求めた値を表に記載した。

$$C_v = 0.3 \cdot R_v$$

$R_v$  : 振動特性係数 0.8

(重大事故等対処施設)

静的地震力は、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、常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がBクラス又はCクラスのもの）及び当該設備が設置される重大事故等対処施設に適用するものとし、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	*1 設備分類 施設区分	*2 耐震 クラス	地震層せん断力係数 及び水平震度	地震層せん断力係数 (必要保有水平耐力 算出用)	鉛直震度
建物・ 構築物	②	B	$1.5 \cdot C_i^{*3}$	$1.0 \cdot C_i^{*4}$	—
	②	C	$1.0 \cdot C_i^{*3}$	$1.0 \cdot C_i^{*4}$	—
機器・ 配管系	①	B	$1.8 \cdot C_i^{*3}$	—	—
	①	C	$1.2 \cdot C_i^{*3}$	—	—
土木構造物	①	C	$1.0 \cdot C_i^{*3}$	—	—

注記 \*1:重大事故等対処施設の設備分類及び施設区分

①: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又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がBクラス又はCクラスのもの）

②:①が設置される重大事故等対処施設

\*2:常設重大事故防止設備の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又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）が属する耐震重要度分類のクラス

\*3: $C_i$ 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

\*4: $C_i$ は標準せん断力係数を1.0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 1.0

(2) 動的地震力

(設計基準対象施設)

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	鉛直	
建物・ 構築物	S	弾性設計用地震動 $S_d$	弾性設計用地震動 $S_d$	
		基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$	
	B	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^*$	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^*$	
機器・ 配管系	S	弾性設計用地震動 $S_d$	弾性設計用地震動 $S_d$	
		基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$	
	B	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^*$	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^*$	
土木 構造 物	屋外重要 土木構造物	C	基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$
津波防護施設・ 浸水防止設備・ 津波監視設備	S	基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$	

注記 \* : 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。

(重大事故等対処施設)

動的地震力は、重大事故等対処施設の設備分類及び施設区分に応じて、以下の入力地震動に基づき算定する。

種別	*1 設備分類 施設区分	*2 耐震 クラス	入力地震動	
			水平	鉛直
建物・ 構築物	*3 ③, ④, ⑤, ⑥, ⑦	S	弾性設計用地震動 $S_d$	弾性設計用地震動 $S_d$
			基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$
	②	B	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*4}$	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*4}$
機器・ 配管系	*3 ③, ⑤	S	弾性設計用地震動 $S_d$	弾性設計用地震動 $S_d$
			基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$
	①	B	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*4}$	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*4}$
土木構造物	③, ⑤	S	基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$
	①, ④, ⑥	C	基準地震動 $S_s^{*5}$	基準地震動 $S_s^{*5}$

注記 \*1:重大事故等対処施設の設備分類及び施設区分

- ①: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又は常設重大事故防止設備(設計基準拡張)(当該設備が属する耐震重要度分類がBクラス又はCクラスのもの)
- ②:①が設置される重大事故等対処施設
- ③:常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故防止設備(設計基準拡張)(当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの)
- ④:③が設置される重大事故等対処施設
- ⑤:常設重大事故緩和設備又は常設重大事故緩和設備(設計基準拡張)
- ⑥:⑤が設置される重大事故等対処施設
- ⑦:緊急時対策所

\*2:常設重大事故防止設備の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又は常設重大事故防止設備(設計基準拡張)が属する耐震重要度分類のクラス

また、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故緩和設備(設計基準拡張)については、当該クラスをSと表記する。

\*3: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。



- \*4: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。
- \*5:屋外重要土木構造物の機能を代替する重大事故等対処施設に適用する。

(3) 設計用地震力  
(設計基準対象施設)

種別	耐震 クラス	水平	鉛直	摘要
建物・ 構築物	S	地震層せん断力係数 $3.0 \cdot C_i$	静的震度 $1.0 \cdot C_v (0.24)$	*1 荷重の組合せは、水平方向及び鉛直方向が静的地震力の場合には同時に不利な方向に作用するものとする。 水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合には組合せ係数法による。
		弾性設計用地震動 $S_d$	弾性設計用地震動 $S_d$	
		基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$	*1 荷重の組合せは、組合せ係数法による。
	B	地震層せん断力係数 $1.5 \cdot C_i$	—	—
		弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*2}$	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*2}$	水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合には組合せ係数法による。
	C	地震層せん断力係数 $1.0 \cdot C_i$	—	—
機器・ 配管系	S	静的震度 $3.6 \cdot C_i$	静的震度 $1.2 \cdot C_v (0.29)$	*3, *4 荷重の組合せは、水平方向及び鉛直方向が静的地震力の場合には同時に不利な方向に作用するものとする。 水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合には二乗和平方根 (SRSS) 法による。
		弾性設計用地震動 $S_d$	弾性設計用地震動 $S_d$	
	基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$	*4 荷重の組合せは、二乗和平方根 (SRSS) 法による。	

種別	耐震クラス	水平	鉛直	摘要
機器・配管系	B	静的震度 $1.8 \cdot C_i$	—	*4, *5 水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は二乗和平方根 (SRSS) 法による。
		弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*2}$	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*2}$	
	C	静的震度 $1.2 \cdot C_i$	—	—
土木構造物	C	静的震度 $1.0 \cdot C_i$	—	—
		基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$	鉛直地震力は、水平地震力と同時に作用するものとする。
	C	静的震度 $1.0 \cdot C_i$	—	—
津波防護施設・ 浸水防止設備・ 津波監視設備	S	基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$	荷重の組合せは、鉛直地震力と水平地震力の同時作用、組合せ係数法又は二乗和平方根 (SRSS) 法による。

注記 \*1:建物・構築物のうち原子炉格納容器については、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) 法又は絶対値和法を適用する。

\*2:水平及び鉛直方向の地震動に対して共振のおそれのある施設に適用する。

\*3: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。

\*4:絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。

\*5: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。

## (重大事故等対処施設)

種別	*1 設備 分類 施設 区分	*2 耐震 クラス	水 平	鉛 直	摘 要
建物・ 構築物	*4 ③, ④, ⑤, ⑥, ⑦	S	弾性設計用地震動 $S_d$	弾性設計用地震動 $S_d$	*3 荷重の組合せは, 組 合せ係数法による。
			基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$	
	①, ②	B	地震層せん断力係数 $1.5 \cdot C_i$	—	—
			弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*5}$	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*5}$	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 $1.0 \cdot C_i$	—	—
	機器・ 配管系	*4 ③, ⑤	S	基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$
弾性設計用地震動 $S_d$				弾性設計用地震動 $S_d$	
①		B	静的震度 $1.8 \cdot C_i$	—	*6, *7 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 $S_d \cdot 1/2^{*5}$	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*5}$	
		C	静的震度 $1.2 \cdot C_i$	—	
土木 構築物	③, ⑤	S	基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$	鉛直地震力は, 水平 地震力と同時に作 用するものとする。
	①, ④, ⑥	C	基準地震動 $S_s^{*8}$	基準地震動 $S_s^{*8}$	鉛直地震力は, 水平 地震力と同時に作 用するものとする。
	①	C	静的震度 $1.0 \cdot C_i$	—	—

注記\*1:重大事故等対処施設の設備分類及び施設区分

- ①: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又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がBクラス又はCクラスのもの）
  - ②:①が設置される重大事故等対処施設
  - ③:常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）
  - ④:③が設置される重大事故等対処施設
  - ⑤:常設重大事故緩和設備又は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）
  - ⑥:⑤が設置される重大事故等対処施設
  - ⑦:緊急時対策所
- \*2:常設重大事故防止設備の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又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）が属する耐震重要度分類のクラス  
また、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）については、当該クラスをSと表記する。
- \*3:建物・構築物のうち原子炉格納容器については、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）法又は絶対値和法を適用する。
- \*4: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。
- \*5: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。
- \*6:絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。
- \*7: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。
- \*8:屋外重要土木建造物の機能を代替する重大事故等対処施設に適用する。

### 3. 構造強度

#### 3.1 構造強度上の制限

発電用原子炉施設の耐震設計については、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.1 構造強度」に示す考え方にに基づき、設計基準対象施設における各耐震重要度及び重大事故等対処施設の施設区分に応じた設計用地震力が加わった場合、これらに生じる応力とその他の荷重によって生じる応力の合計値等を許容限界以下とする設計とする。

許容限界は、施設の種類及び用途を考慮し、安全機能が維持できるように十分に余裕を見込んだ値とする。

地震力による応力とその他の荷重による応力の組合せに対する許容値は、表 3-1 に示す通りとする。

また、建物・構築物の保有水平耐力は、必要保有水平耐力に対して、妥当な安全余裕を有する設計とする。支持性能が必要となる施設の基礎地盤については、接地圧が安全上適切と認められる規格及び基準等による地盤の支持力又は支持力度と比べて妥当な安全余裕を有する設計とし、設計基準対象施設における耐震重要度及び重大事故等対処施設の施設区分に応じた許容限界を設定する。

耐震設計においては、地震力に加えて、自然条件として積雪荷重及び風荷重を組合せる。

積雪荷重及び風荷重の設定フローを図 3-1 に示す。積雪荷重については、屋外に設置されている施設のうち、積雪による受圧面積が小さい施設、又は埋設構造物等常時の荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除き、地震力と組み合わせる。また、風荷重については、屋外に設置されている施設のうち、コンクリート構造物等の自重が大きい施設を除いて、風荷重の影響が地震力と比べて相対的に無視できないような構造、形状及び仕様の施設においては、地震力と組み合わせる。表 3-2 に施設の区分ごとの、積雪荷重及び風荷重の組合せを示す。

通常運転時の状態、運転時の異常な過渡変化時の状態及び事故時の状態については、次のように定義される運転状態Ⅰ、運転状態Ⅱ、運転状態Ⅲ、運転状態Ⅳ及び運転状態Ⅴのそれぞれの状態として考慮する。

- (1) 「運転状態Ⅰ」とは、発電用原子炉施設の通常運転時の状態をいう。ここで通常運転とは、運転計画等で定める起動、停止、出力運転、高温待機、燃料取替等の発電用原子炉施設の運転をいう。
- (2) 「運転状態Ⅱ」とは、運転状態Ⅰから逸脱した運転状態であって、運転状態Ⅲ、運転状態Ⅳ、運転状態Ⅴ及び試験状態以外の状態をいう。「試験状態」とは、耐圧試験により原子炉施設に最高使用圧力を超える圧力が加えられている状態をいう。
- (3) 「運転状態Ⅲ」とは、発電用原子炉施設の故障、異常な作動等により原子炉の運転の停止が緊急に必要とされる運転状態をいう。

- (4) 「運転状態Ⅳ」とは、発電用原子炉施設の安全性を評価する観点から異常な状態を想定した運転状態をいう。
- (5) 「運転状態Ⅴ」とは、発電用原子炉施設が重大事故に至るおそれがある事故、又は重大事故の状態、重大事故等対処施設の機能が必要とされる運転状態をいう。なお、添付書類「Ⅵ-3 強度に関する説明書」に記載の「運転状態Ⅳを超える事象」に相当するものである。

表 3-1 荷重の組合せ及び許容限界

(1) 建物・構築物

(設計基準対象施設)

	耐震クラス	荷重の組合せ	許容限界	
			建物・構築物	基礎地盤の支持性能
建物・構築物	Sクラス	<sup>*1</sup> G + P + S <sub>d</sub> *	質点系モデルによる地震応答解析の最大せん断ひずみがおおむね弾性状態に留まる範囲で耐えること又は部材に生じる応力が短期許容応力度に基づく許容値又は CCV 規格 <sup>*2</sup> における荷重状態Ⅲの許容値を超えないこととする。	地盤の短期許容支持力度とする。
		G + P + S <sub>s</sub>	質点系モデルによる地震応答解析の最大せん断ひずみが $2.0 \times 10^{-3}$ を超えないこと又は部材に生じる応力が終局耐力に対し妥当な安全余裕を有していることあるいは部材に生じる応力又はひずみが CCV 規格 <sup>*2</sup> における荷重状態Ⅳの許容値を超えないこととする。	地盤の極限支持力度に対して妥当な安全余裕を持たせる。
	Bクラス	G + P + S <sub>B</sub>	部材に生じる応力が短期許容応力度に基づく許容値を超えないこととする。	地盤の短期許容支持力度とする。
	Cクラス	G + P + S <sub>C</sub>	部材に生じる応力が短期許容応力度に基づく許容値を超えないこととする。	地盤の短期許容支持力度とする。

[記号の説明]

G : 固定荷重

P : 積載荷重

S<sub>d</sub> \* : 弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> により定まる地震力又は S クラス設備に適用される静的地震力のいずれか大きい方の地震力

S<sub>s</sub> : 基準地震動 S<sub>s</sub> による地震力

S<sub>B</sub> : 耐震 B クラスの施設に適用される静的地震力又は動的地震力

S<sub>C</sub> : 耐震 C クラスの施設に適用される静的地震力

注記 \*1: 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は、弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> による地震力又は静的地震力と組み合わせる。

\*2: 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)



(重大事故等対処施設)

	*1 設備分類 施設区分	*2 耐震クラス	荷重の組合せ	許容限界	
				建物・構築物	基礎地盤の 支持性能
建物・構築物	③, ④ ⑤, ⑥ ⑦	Sクラス	$G + P + A + S_s$	要求機能が維持されることとする。	地盤の極限支持力度に対して妥当な安全余裕を持たせる。
	①, ②	Bクラス	$G + P + S_B$	部材に生じる応力が短期許容応力度に基づく許容値を超えないこととする。	地盤の短期許容支持力度とする。
		Cクラス	$G + P + S_c$	部材に生じる応力が短期許容応力度に基づく許容値を超えないこととする。	地盤の短期許容支持力度とする。

[記号の説明]

G : 固定荷重

P : 積載荷重

A : 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る荷重、又は重大事故等時の状態で施設に作用する荷重のうち長期的な荷重

$S_s$  : 基準地震動  $S_s$  による地震力

$S_B$  : 耐震 B クラスの施設に適用される地震動より求まる地震力又は B クラス設備に適用される静的地震力

$S_c$  : 耐震 C クラスの施設に適用される静的地震力

注記\*1: 重大事故等対処施設の設備分類及び施設区分

①: 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又は常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) (当該設備が属する耐震重要度分類が B クラス又は C クラスのもの)

②: ①が設置される重大事故等対処施設

③: 常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) (当該設備が属する耐震重要度分類が S クラスのもの)

④: ③が設置される重大事故等対処施設

⑤: 常設重大事故緩和設備又は常設重大事故緩和設備 (設計基準拡張)

⑥: ⑤が設置される重大事故等対処施設

⑦: 緊急時対策所

\*2: 常設重大事故防止設備の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又は常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) が属す

る耐震重要度分類のクラス

また、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）については、当該クラスを S と表記する。

(2) 機器・配管系

a. 記号の説明

- D : 死荷重
- P : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態（地震との組合せが独立な運転状態Ⅳ，Ⅴは除く。）における圧力荷重
- M : 地震及び死荷重以外で地震と組み合わせべきプラントの運転状態（地震との組合せが独立な運転状態Ⅳ，Ⅴは除く。）で設備に作用している機械的荷重  
〔各運転状態におけるP及びMについては，安全側に設定された値（最高使用圧力，設計機械荷重等）を用いてもよい。〕
- P<sub>L</sub> : 地震との組合せが独立な運転状態Ⅳの事故の直後を除き，その後に生じている圧力荷重
- M<sub>L</sub> : 地震との組合せが独立な運転状態Ⅳの事故の直後を除き，その後に生じている死荷重及び地震荷重以外の機械的荷重
- P<sub>D</sub> : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ（運転状態Ⅲ及び地震従属事象として運転状態Ⅳに包絡する状態がある場合にはこれを含む。）又は当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重
- M<sub>D</sub> : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ（運転状態Ⅲ及び地震従属事象として運転状態Ⅳに包絡する状態がある場合にはこれを含む。）又は当該設備に設計上定められた機械的荷重
- P<sub>d</sub> : 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重
- M<sub>d</sub> : 当該設備に設計上定められた機械的荷重
- P<sub>SAL</sub> : 重大事故等時の状態（運転状態Ⅴ）で長期的（長期（L））に作用する圧力荷重
- M<sub>SAL</sub> : 重大事故等時の状態（運転状態Ⅴ）で長期的（長期（L））に作用する機械的荷重
- P<sub>SALL</sub> : 重大事故等時の状態（運転状態Ⅴ）で長期的（長期（L））より更に長期的（長期（LL））に作用する圧力荷重
- M<sub>SALL</sub> : 重大事故等時の状態（運転状態Ⅴ）で長期的（長期（L））より更に長期的（長期（LL））に作用する機械的荷重
- P<sub>SAD</sub> : 重大事故等時の状態（運転状態Ⅴ）における運転状態等を考慮して当該設備に設計上定められた設計圧力による荷重
- M<sub>SAD</sub> : 重大事故等時の状態（運転状態Ⅴ）における運転状態等を考慮して当該設備に設計上定められた機械的荷重
- S<sub>d</sub> : 弾性設計用地震動S<sub>d</sub>により定まる地震力
- S<sub>d</sub>\* : 弾性設計用地震動S<sub>d</sub>により定まる地震力又はSクラス設備に適用される静的地震力のいずれか大きい方の地震力
- S<sub>s</sub> : 基準地震動S<sub>s</sub>により定まる地震力

- S<sub>B</sub> : 耐震 B クラス設備に適用される地震動により定まる地震力又は静的地震力
- S<sub>C</sub> : 耐震 C クラス設備に適用される静的地震力
- III<sub>AS</sub> : 発電用原子力設備規格 (設計・建設規格 (2005 年版 (2007 年追補版含む。)) J S M E S N C 1 - 2005/2007) (日本機械学会 2007 年 9 月) (以下「設計・建設規格」という。) の供用状態 C 相当の許容応力を基準として、それに地震により生じる応力に対する特別な応力の制限を加えた許容応力状態
- IV<sub>AS</sub> : 設計・建設規格の供用状態 D 相当の許容応力を基準として、それに地震により生じる応力に対する特別な応力の制限を加えた許容応力状態
- V<sub>AS</sub> : 運転状態 V 相当の応力評価を行う許容応力状態を基本として、それに地震により生じる応力に対する特別な応力の制限を加えた許容応力状態
- B<sub>AS</sub> : 耐震 B クラス設備の地震時の許容応力状態
- C<sub>AS</sub> : 耐震 C クラス設備の地震時の許容応力状態
- S<sub>y</sub> : 設計降伏点 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に規定される値
- S<sub>u</sub> : 設計引張強さ 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に規定される値
- S<sub>m</sub> : 設計応力強さ 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 1 に規定される値。  
ただし、耐圧部テンションボルトにあつては設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 2 に規定される値
- S : 許容引張応力 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 5 又は表 6 に規定される値。ただし、クラス MC 容器にあつては設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 3 に規定される値。また、耐圧部テンションボルトについては、クラス MC にあつては設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 4 に規定される値。その他については設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 7 に規定される値
- F : 設計・建設規格 SSB-3121.1(1) により規定される値
- f<sub>t</sub> : 許容引張応力 支持構造物 (ボルト等を除く。) に対して設計・建設規格 SSB-3121.1(1) により規定される値。ボルト等に対して設計・建設規格 SSB-3131(1) により規定される値
- f<sub>s</sub> : 許容せん断応力 支持構造物 (ボルト等を除く。) に対して設計・建設規格 SSB-3121.1(2) により規定される値。ボルト等に対しては、設計・建設規格 SSB-3131(2) により規定される値
- f<sub>c</sub> : 許容圧縮応力 支持構造物 (ボルト等を除く。) に対して設計・建設規格 SSB-3121.1(3) により規定される値
- f<sub>b</sub> : 許容曲げ応力 支持構造物 (ボルト等を除く。) に対して設計・建設規格 SSB-3121.1(4) により規定される値
- f<sub>p</sub> : 許容支圧応力 支持構造物 (ボルト等を除く。) に対して設計・建設規格 SSB-3121.1(5) により規定される値

$f_t^*$ ,  $f_s^*$ ,  $f_c^*$ ,  $f_b^*$ ,  $f_p^*$  :

上記の  $f_t$ ,  $f_s$ ,  $f_c$ ,  $f_b$ ,  $f_p$  の値を算出する際に設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に規定する値とあるのを設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に規定する値の 1.2 倍の値と読み替えて計算した値。ただし、その他の支持構造物の上記  $f_t \sim f_p^*$  においては、設計・建設規格 SSB-3121.1(1)a の F 値は  $S_y$  及び  $0.7S_u$  のいずれか小さい方の値。ただし、使用温度が  $40^\circ\text{C}$  を超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつては、 $1.35S_y$ ,  $0.7S_u$  又は  $S_y(\text{RT})$  のいずれか小さい方の値。また、 $S_y(\text{RT})$  は  $40^\circ\text{C}$  における設計降伏点の値

$T_L$  : 形式試験により支持構造物が破損するおそれのある荷重(N)

(同一仕様につき 3 個の試験の最小値又は 1 個の試験の 90%)

$S_{y d}$  : 最高使用温度における設計降伏点 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に規定される値

$S_{y t}$  : 試験温度における設計降伏点 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に規定される値

A S S : オーステナイト系ステンレス鋼

H N A : 高ニッケル合金

b. 荷重の組合せ及び許容応力

(a) Sクラスの機器・配管系、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備、常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）及び常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）の機器・配管系

イ. クラス1容器及び重大事故等クラス2容器（クラス1容器）  
（クラス1容器）

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界					
			一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力	特別な応力限界	
							純せん 断応力	支圧応力
S	D+P+M+S <sub>d</sub> * <sup>*</sup>	Ⅲ <sub>A</sub> S	S <sub>y</sub> と $\frac{2}{3} \cdot S_u$ の小さい方。 ただし、ASS及びHNAについては1.2・S <sub>m</sub> とする。	左欄の α倍の値* <sup>6</sup>	3・S <sub>m</sub> * <sup>2</sup> S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動のみによる応力振幅について評価する。	* <sup>3</sup> , * <sup>4</sup> S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動のみによる疲労解析を行い、運転状態Ⅰ、Ⅱにおける疲労累積係数との和が1.0以下であること。	0.6・S <sub>m</sub>	S <sub>y</sub> * <sup>5</sup> (1.5・S <sub>y</sub> )
	D+P <sub>L</sub> +M <sub>L</sub> +S <sub>d</sub> * <sup>*1</sup>	Ⅳ <sub>A</sub> S	$\frac{2}{3} \cdot S_u$ ただし、ASS及びHNAについては $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と2.4・S <sub>m</sub> の小さい方。	左欄の α倍の値* <sup>6</sup>			0.4・S <sub>u</sub>	S <sub>u</sub> * <sup>5</sup> (1.5・S <sub>u</sub> )
	D+P+M+S <sub>s</sub>							

注記\*1：非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては、許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>Sとする。

\*2：3・S<sub>m</sub>を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3300（PVB-3313を除く）の簡易弾塑性解析を用いる。

\*3：設計・建設規格 PVB-3140(6)を満たすときは疲労解析不要。

ただし、PVB-3140(6)の「応力の全振幅」は「S<sub>d</sub>又はS<sub>s</sub>地震動による応力の全振幅」と読み替える。

\*4：運転状態Ⅰ、Ⅱにおいて疲労解析を要しない場合は、地震動のみによる疲労累積係数を1.0以下とする。

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

\*6：設計・建設規格 PVB-3111に基づき、純曲げによる全断面降伏荷重と初期降伏荷重の比または1.5のいずれか小さい方の値(α)を用いる。

(重大事故等クラス2容器(クラス1容器))

荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界					
		一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力	特別な応力限界	
						純せん断応力	支圧応力
D + P + M + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S	$\frac{2}{3} \cdot S_u$ ただし、ASS及び HNAについては $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と2.4・S <sub>m</sub> の小さい方とする。	左欄の α倍の値*6	3・S <sub>m</sub> *2 S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動 のみによる応力振幅 について評価する。	*3、*4 S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動 のみによる疲労解析 を行い、運転状態I、 IIにおける疲労累積 係数との和が1.0以 下であること。	0.4・S <sub>u</sub>	S <sub>u</sub> *5 (1.5・S <sub>u</sub> )
D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S <sub>d</sub> * *1							
D + P <sub>SAL</sub> + M <sub>SAL</sub> + S <sub>d</sub>	V <sub>A</sub> S (V <sub>AS</sub> として右に示す IV <sub>A</sub> Sの許容 限界を用いる。)						
D + P <sub>SALL</sub> + M <sub>SALL</sub> + S <sub>s</sub>							

21

注記\*1 : 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては、許容応力状態III<sub>A</sub>Sとする。

\*2 : 3・S<sub>m</sub>を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3300 (PVB-3313を除く) の簡易弾塑性解析を用いる。

\*3 : 設計・建設規格 PVB-3140(6)を満たすときは疲労解析不要。

ただし、PVB-3140(6)の「応力の全振幅」は「S<sub>d</sub>又はS<sub>s</sub>地震動による応力の全振幅」と読み替える。

\*4 : 運転状態I、IIにおいて疲労解析を要しない場合は、地震動のみによる疲労累積係数を1.0以下とする。

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

\*6 : 設計・建設規格 PVB-3111に基づき、純曲げによる全断面降伏荷重と初期降伏荷重の比または1.5のいずれか小さい方の値(α)を用いる。

ロ. クラスMC容器及び重大事故等クラス2容器 (クラスMC容器)  
(クラスMC容器)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界					
			一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力	特別な応力限界*8	
							純せん 断応力	支圧応力
S	D+P+M+S <sub>d</sub> * <sup>*</sup>	III <sub>A</sub> S	S <sub>y</sub> と0.6・S <sub>u</sub> の小さい方。 ただし、ASS及びHNA については1.2・Sとする。	左欄の α倍の値*7	3・S* <sup>2</sup> S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震 動のみによる応力 振幅について評価 する。	*3, *4 S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震 動のみによる疲労 解析を行い、運転 状態Ⅰ、Ⅱにおけ る疲労累積係数と の和が1.0以下で あること。	0.6・S	S <sub>y</sub> * <sup>5</sup> (1.5・S <sub>y</sub> )
	D+P <sub>L</sub> +M <sub>L</sub> +S <sub>d</sub> * <sup>*1</sup>							
	D+P+M+S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S	構造上の連続な部分は0.6・ S <sub>u</sub> 、不連続な部分はS <sub>y</sub> と 0.6・S <sub>u</sub> の小さい方。 ただし、ASS及びHNA については、構造上の連続 な部分は2・Sと0.6・S <sub>u</sub> の小さい方、不連続な部分 は1.2・Sとする。	左欄の α倍の値*7			0.4・S <sub>u</sub>	S <sub>u</sub> * <sup>5</sup> (1.5・S <sub>u</sub> )
	D+P <sub>L</sub> +M <sub>L</sub> +S <sub>d</sub> * <sup>*6</sup>							



注記\*1 :  $P_L$ は、冷却材喪失事故後  $10^{-1}$ 年後の最大内圧を考慮する。

\*2 :  $3 \cdot S$ を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3300 (PVB-3313を除く。 $S_m$ は $S$ と読み替える。)の簡易弾塑性解析を用いる。

\*3 : 設計・建設規格 PVB-3140(6)を満たすときは疲労解析不要。

ただし、PVB-3140(6)の「応力の全振幅」は「 $S_d$ 又は $S_s$ 地震動による応力の全振幅」と読み替える。

\*4 : 運転状態 I, IIにおいて疲労解析を要しない場合は、地震動のみによる疲労累積係数を 1.0 以下とする。

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

\*6 : 原子炉格納容器は冷却材喪失事故後の最終障壁となることから、構造体全体としての安全裕度を確保する意味で、冷却材喪失事故後の最大内圧との組合せを考慮する。

\*7 : 設計・建設規格 PVB-3111 に基づき、純曲げによる全断面降伏荷重と初期降伏荷重の比または 1.5 のいずれか小さい方の値( $\alpha$ )を用いる。

\*8 : 座屈に対する評価は、JEAG4601-1984 の第 2 種容器の軸圧縮荷重及び曲げモーメントによる座屈に対する評価式を用いる。

(重大事故等クラス2容器 (クラスMC容器))

荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界					特別な応力限界 <sup>*9</sup>	
		一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力	純せん 断応力	支圧応力	
$D + P_L + M_L + S_d^{*1}$	III <sub>A</sub> S	$S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし、ASS及びHNAについては $1.2 \cdot S$ とする。	左欄の $\alpha$ 倍の値 <sup>*8</sup>			$0.6 \cdot S$	$S_y^{*7}$ ( $1.5 \cdot S_y$ )	
$D + P + M + S_s$	IV <sub>A</sub> S	構造上の連続な部分は $0.6 \cdot S_u$ 、不連続な部分は $S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし、ASS及びHNAについては、	左欄の $\alpha$ 倍の値 <sup>*8</sup>	$3 \cdot S^{*4}$ $S_d$ 又は $S_s$ 地震動のみによる応力振幅について評価する。	<sup>*5, *6</sup> $S_d$ 又は $S_s$ 地震動のみによる疲労解析を行い、運転状態I、IIにおける疲労累積係数との和が1.0以下であること。	$0.4 \cdot S_u$	$S_u^{*7}$ ( $1.5 \cdot S_u$ )	
$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d^{*2, *3}$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてIV <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)	構造上の連続な部分は $2 \cdot S$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方、不連続な部分は $1.2 \cdot S$ とする。						
$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s^{*3}$								

注記\*1 :  $P_L$ は、冷却材喪失事故後  $10^{-1}$ 年後の最大内圧を考慮する。

\*2 : 重大事故等後の最高圧力、最高温度（最高圧力時の飽和温度）との組合せを考慮する。

\*3 : 原子炉格納容器バウンダリ設備に対しても本荷重の組合せを適用する。

\*4 :  $3 \cdot S$ を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3300（PVB-3313を除く。 $S_m$ は $S$ と読み替える。）の簡易弾塑性解析を用いる。

\*5 : 設計・建設規格 PVB-3140(6)を満たすときは疲労解析不要。

ただし、PVB-3140(6)の「応力の全振幅」は「 $S_d$ 又は $S_s$ 地震動による応力の全振幅」と読み替える。

\*6 : 運転状態 I, IIにおいて疲労解析を要しない場合は、地震動のみによる疲労累積係数を 1.0 以下とする。

\*7 : ( )内は、支圧荷重の作用端から自由端までの距離が支圧荷重の作用幅より大きい場合の値。

\*8 : 設計・建設規格 PVB-3111 に基づき、純曲げによる全断面降伏荷重と初期降伏荷重の比または 1.5 のいずれか小さい方の値( $\alpha$ )を用いる。

\*9 : 座屈に対する評価は、JEAG4601-1984 の第 2 種容器の軸圧縮荷重及び曲げモーメントによる座屈に対する評価式を用いる。

ハ. クラス 2, 3 容器及び重大事故等クラス 2 容器 (クラス 2, 3 容器)  
(クラス 2 容器及びクラス 3 容器)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界*1			
			一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	$D + P_D + M_D + S_d^{*2}$	III <sub>A</sub> S	$S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし, ASS及びHNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	左欄の 1.5 倍の値	*3 $S_d$ 又は $S_s$ 地震動のみによる疲労解析を行い, 疲労累積 係数が 1.0 以下であること。ただし, 地震動のみによる一 次+二次応力の変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば疲労解析は不 要。	
	$D + P_D + M_D + S_s$	IV <sub>A</sub> S	$0.6 \cdot S_u$	左欄の 1.5 倍の値		

26

注記\*1 : 座屈に対する評価が必要な場合には, クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

\*2 :  $P_D$ 及び $M_D$ について, 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては運転状態IV (L) の荷重を含むものとする。

\*3 :  $2 \cdot S_y$ を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合, 設計・建設規格 PVB-3300 (PVB-3313 を除く。  $S_m$ は  $2/3 \cdot S_y$ と読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

(重大事故等クラス2容器 (クラス2, 3容器))

荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界*1			
		一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
$D + P_D + M_D + S_s$	$IV_A S$	$0.6 \cdot S_u$	左欄の1.5倍の値	<sup>*2</sup> $S_s$ 地震動のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が1.0以下であること。ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば疲労解析は不要。	
$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ <sup>*3</sup>	$V_A S$ ( $V_A S$ として右に示す $IV_A S$ の許容限界を用いる。)				

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

\*2 :  $2 \cdot S_y$  を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3300 (PVB-3313 を除く。  $S_m$  は  $2/3 \cdot S_y$  と読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

\*3 : 原子炉格納容器内の設備については、原子炉格納容器の最高使用圧力を考慮する。

ニ. クラス 1 管及び重大事故等クラス 2 管 (クラス 1 管)  
(クラス 1 管)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界			
			一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	D + P + M + S <sub>d</sub> * <sup>*</sup>	III <sub>A</sub> S	1.5 · S <sub>m</sub> <sup>*2</sup>	2.25 · S <sub>m</sub> <sup>*3</sup> ただし、ねじりによる応力が 0.55 · S <sub>m</sub> を超える場合は、曲げとねじりによる応力について 1.8 · S <sub>m</sub> とする。	3 · S <sub>m</sub> <sup>*3, *4</sup> S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動のみによる応力振幅について評価する。	*3 S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動のみによる疲労解析を行い、運転状態 I, IIにおける疲労累積係数との和が 1.0 以下であること。
	D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S <sub>d</sub> * <sup>*1</sup>	IV <sub>A</sub> S	2 · S <sub>m</sub> <sup>*2</sup>	3 · S <sub>m</sub> <sup>*3</sup> ただし、ねじりによる応力が 0.73 · S <sub>m</sub> を超える場合は、曲げとねじりによる応力について 2.4 · S <sub>m</sub> とする。		
	D + P + M + S <sub>s</sub>					

注記\*1 : 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては、許容応力状態III<sub>A</sub>Sとする。

\*2 : 軸力による全断面平均応力については、許容応力状態III<sub>A</sub>Sの一次一般膜応力の許容値の 0.8 倍の値とする。

\*3 : サポート用ラグ等が配管に直接溶接されている場合、配管に発生する局部的応力についても応力評価を行う。

\*4 : 3 · S<sub>m</sub>を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3300 (同 PVB-3313 を除く)又は PPB-3536(1), (2), (4)及び(5)の簡易弾塑性解析を用いる。

(重大事故等クラス2管 (クラス1管))

荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界			
		一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
D + P + M + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S	2・S <sub>m</sub> <sup>*2</sup>	3・S <sub>m</sub> <sup>*3</sup> ただし、ねじりによる応力が0.73・S <sub>m</sub> を超える場合は、曲げとねじりによる応力について2.4・S <sub>m</sub> とする。	3・S <sub>m</sub> <sup>*3, *4</sup> S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動のみによる応力振幅について評価する。	*3 S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動のみによる疲労解析を行い、運転状態Ⅰ、Ⅱにおける疲労累積係数との和が1.0以下であること。
D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S <sub>d</sub> <sup>*1</sup>					
D + P <sub>SAL</sub> + M <sub>SAL</sub> + S <sub>d</sub>	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして右に示すIV <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)				
D + P <sub>SALL</sub> + M <sub>SALL</sub> + S <sub>s</sub>					

29

注記\*1 : 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては、許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>Sとする。

\*2 : 軸力による全断面平均応力については、許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>Sの一次一般膜応力の許容値(1.5・S<sub>m</sub>)の0.8倍の値とする。

\*3 : サポート用ラグ等が配管に直接溶接されている場合、配管に発生する局部的応力についても応力評価を行う。

\*4 : 3・S<sub>m</sub>を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格PVB-3300(同PVB-3313を除く)又はPPB-3536(1),(2),(4)及び(5)の簡易弾塑性解析を用いる。

ホ. クラス 2, 3 管及び重大事故等クラス 2 管 (クラス 2, 3 管)  
(クラス 2, 3 管)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界			
			一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	$D + P_D + M_D + S_d^*$ <sup>*1</sup>	III <sub>A</sub> S	$S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし, ASS 及び HNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。 <sup>*2</sup>	$S_y$ ただし, ASS 及び HNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	<sup>*3</sup> $S_d$ 又は $S_s$ 地震動のみによる疲労解析を行い, 疲労累積 係数が 1.0 以下であること。 ただし, 地震動のみによる一次+二次応力の変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば疲労解析は不要。	
	$D + P_D + M_D + S_s$	IV <sub>A</sub> S	$0.6 \cdot S_u$ <sup>*2</sup>	左欄の 1.5 倍の値		

注記\*1 :  $P_D$ 及び $M_D$ について, 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては運転状態IV (L) の荷重を含むものとする。

\*2 : 軸力による全断面平均応力については, 許容応力状態III<sub>A</sub>S の一次一般膜応力の許容値の 0.8 倍の値とする。

\*3 :  $2 \cdot S_y$ を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合, 設計・建設規格 PPB-3536(1), (2), (4)及び(5) (ただし,  $S_m$ は  $2/3 \cdot S_y$ と読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。



(重大事故等クラス2管 (クラス2, 3管))

荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界			
		一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力	一次+二次+ピーク応力
$D + P_D + M_D + S_s$	$IV_A S$	$0.6 \cdot S_u^{*1}$	左欄の 1.5 倍の値	<sup>*2</sup> $S_s$ 地震動のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。 ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば疲労解析は不要。	
$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s^{*3}$	$V_A S$ ( $V_A S$ として右に示す $IV_A S$ の許容限界を用いる。)				

31

注記\*1 : 軸力による全断面平均応力については、許容応力状態  $III_A S$  の一次一般膜応力の許容値 ( $S_y$  と  $0.6 \cdot S_u$  の小さい方。ただし、 $ASS$  及び  $HNA$  については上記値と  $1.2 \cdot S$  との大きい方) の 0.8 倍の値とする。

\*2 :  $2 \cdot S_y$  を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3536(1), (2), (4) 及び (5) (ただし、 $S_m$  は  $2/3 \cdot S_y$  と読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

\*3 : 原子炉格納容器内の設備については、原子炉格納容器の最高使用圧力を考慮する。

へ. クラス 4 管及び重大事故等クラス 2 管 (クラス 4 管)  
(クラス 4 管)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界
			一次一般膜応力
S	$D + P_D + M_D + S d^{*1}$	III <sub>A</sub> S	地震時の加速度及び相対変位に対し機能が保たれるようサポートの <span style="float: right;">*2</span> スパン長を最大許容ピッチ以下に確保すること。
	$D + P_D + M_D + S s$	IV <sub>A</sub> S	

注記\*1 :  $P_D$ 及び $M_D$ について、非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては運転状態IV (L) の荷重を含むものとする。

\*2 : クラス 4 管であって非常用ガス処理系のように管を使用する場合、クラス 2 管の規定によることができる。

(重大事故等クラス2管 (クラス4管))

荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界
		一次一般膜応力
$D + P_D + M_D + S_s$	$IV_A S$	* 地震時の加速度及び相対変位に対し機能が保たれるようサポートのスパン長を最大許容ピッチ以下に確保すること。
$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ( $V_A S$ として右に示す $IV_A S$ の許容限界を用いる。)	

注記\* : クラス4管であって非常用ガス処理系のように管を使用する場合, クラス2管の規定によることができる。

ト. クラス 1 ポンプ及び重大事故等クラス 2 ポンプ (クラス 1 ポンプ)  
(クラス 1 ポンプ)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界			
			一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	D+P+M+S <sub>d</sub> * <sup>*</sup>	III <sub>A</sub> S	S <sub>y</sub> と $\frac{2}{3} \cdot S_u$ の小さい方。 ただし、ASS及びHNAに ついては $1.2 \cdot S_m$ とする。	左欄の 1.5 倍の値	3・S <sub>m</sub> * <sup>2</sup> S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動のみに よる応力振幅について評価 する。	S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動のみに よる疲労解析を行い、疲労 累積係数が 1.0 以下である こと。
	D+P <sub>L</sub> +M <sub>L</sub> +S <sub>d</sub> * <sup>*1</sup>	IV <sub>A</sub> S	$\frac{2}{3} \cdot S_u$ ただし、ASS及びHNAに ついては $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小さい方。	左欄の 1.5 倍の値		
	D+P+M+S <sub>s</sub>					

34

注記\*1 : 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては、許容応力状態III<sub>A</sub>Sとし、それ以外の設備に対しては許容応力状態IV<sub>A</sub>Sとする。

\*2 : 3・S<sub>m</sub>を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3300 (PVB-3313 を除く。)の簡易弾塑性解析を用いる。

(重大事故等クラス2ポンプ (クラス1ポンプ))

荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界			
		一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
$D + P_L + M_L + S_d^{*1}$	IV <sub>A</sub> S	$\frac{2}{3} \cdot S_u$ ただし、ASS及びHNAに ついては $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小さい方。	左欄の1.5倍の値	$3 \cdot S_m^{*2}$ S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動のみに よる応力振幅について評価 する。	S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動のみに よる疲労解析を行い、疲労累 積係数が1.0以下であるこ と。
$D + P + M + S_s$					
$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして右 に示すIV <sub>A</sub> Sの許 容限界を用い る。)				
$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$					

35

注記\*1 : 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては、許容応力状態III<sub>A</sub>Sとし、それ以外の設備に対しては許容応力状態IV<sub>A</sub>Sとする。

\*2 :  $3 \cdot S_m$ を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格PVB-3300 (PVB-3313を除く。)の簡易弾塑性解析を用いる。

チ. クラス2ポンプ, クラス3ポンプ, その他のポンプ及び重大事故等クラス2ポンプ (クラス2, 3, その他のポンプ)  
(クラス2ポンプ, クラス3ポンプ, その他のポンプ)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界			
			一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	$D + P_D + M_D + S_d^*$ <sup>*1</sup>	III <sub>A</sub> S	$S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし, ASS及びHNAに ついては上記値と $1.2 \cdot S$ と の大きい方。	左欄の1.5倍の値	*2 $S_d$ 又は $S_s$ 地震動のみによる疲労解析を行い, 疲労累積 係数が1.0以下であること。ただし, 地震動のみによる一 次+二次応力の変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば疲労解析は不 要	
	$D + P_D + M_D + S_s$	IV <sub>A</sub> S	$0.6 \cdot S_u$	左欄の1.5倍の値		

36 注記\*1 :  $P_D$ 及び $M_D$ について, 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては運転状態IV (L) の荷重を含むものとする。

\*2 :  $2 \cdot S_y$ を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合, 設計・建設規格 PVB-3300 (PVB-3313 を除く。 $S_m$ は $2/3 \cdot S_y$ と読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

(重大事故等クラス2ポンプ (クラス2ポンプ, クラス3ポンプ, その他のポンプ))

荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界			
		一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
$D + P_D + M_D + S_s$	$IV_A S$	$0.6 \cdot S_u$	左欄の 1.5 倍の値	* $S_s$ 地震動のみによる疲労解析を行い, 疲労累積係数が 1.0 以下であること。ただし, 地震動のみによる一次+二 次応力の変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば疲労解析は不要。	
$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ( $V_A S$ として右 に示す $IV_A S$ の許 容限界を用い る。)				

注記\* :  $2 \cdot S_y$  を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合, 設計・建設規格 PVB-3300 (PVB-3313 を除く。  $S_m$  は  $2/3 \cdot S_y$  と読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

リ. クラス1弁（弁箱）及び重大事故等クラス2弁（クラス1弁（弁箱））  
（クラス1弁（弁箱））

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界			
			一次一般膜応力	一次応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	D + P + M + S d *	III <sub>A</sub> S				
	D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S d * <sup>*1</sup>	IV <sub>A</sub> S		_____		*2
	D + P + M + S s					

注記\*1 : 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては、許容応力状態III<sub>A</sub>Sとし、それ以外の設備に対しては許容応力状態IV<sub>A</sub>Sとする。

88

\*2 : 外径が 115mm 以下の管に接続される弁のうち、特に大きな駆動部を有する電動弁、空気作動弁については、設計・建設規格 VVB-3330 の評価を行う。ただし、地震時に過大な応力の発生を防ぐ処置が講じられているものは、この限りではない。



(重大事故等クラス2弁 (クラス1弁 (弁箱)))

荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界			
		一次一般膜応力	一次応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
$D + P_L + M_L + S d^{*1}$	IV <sub>A</sub> S				
$D + P + M + S s$					
$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S d$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして右 に示すIV <sub>A</sub> Sの許 容限界を用い る。)				
$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S s$					

注記\*1 : 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては、許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>Sとし、それ以外の設備に対しては許容応力状態IV<sub>A</sub>Sとする。

\*2 : 外径が 115mm 以下の管に接続される弁のうち、特に大きな駆動部を有する電動弁、空気作動弁については、設計・建設規格 VVB-3330 の評価を行う。ただし、地震時に過大な応力の発生を防ぐ処置が講じられているものは、この限りではない。

ヌ. クラス 2 弁（弁箱）及び重大事故等クラス 2 弁（クラス 2 弁（弁箱））  
（クラス 2 弁（弁箱））

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界			
			一次一般膜応力	一次応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	$D + P_D + M_D + S d^*$ <sup>*1</sup>	III <sub>A</sub> S	_____ <sup>*2</sup>			
	$D + P_D + M_D + S s$	IV <sub>A</sub> S				

注記\*1 :  $P_D$ 及び $M_D$ について、非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては運転状態IV (L) の荷重を含むものとする。

\*2 : バルブの肉厚が接続配管と同等の場合で、特に大きな駆動部を有する電動弁、空気作動弁については、設計・建設規格 VVB-3330 の評価を行う。ただし、地震時に過大な応力の発生を防ぐ処置が講じられているものは、この限りではない。

(重大事故等クラス2弁 (クラス2弁 (弁箱)))

荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界			
		一次一般膜応力	一次応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
$D + P_D + M_D + S_s$	$IV_{AS}$				
$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ <sup>*2</sup>	$V_{AS}$ ( $V_{AS}$ として右 に示す $IV_{AS}$ の許 容限界を用い る。)				

注記\*1 : バルブの肉厚が接続配管と同等の場合で、特に大きな駆動部を有する電動弁、空気作動弁については、設計・建設規格 VVB-3330 の評価を行う。ただし、地震時に  
過大な応力の発生を防ぐ処置が講じられているものは、この限りではない。

\*2 : 原子炉格納容器内の設備については、原子炉格納容器の最高使用圧力を考慮する。

ル. 炉心支持構造物  
(設計基準対象施設)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界 (ボルト等以外) *4					許容限界 (ボルト等)		
			一次一般膜応力	一次一般膜応力 +一次曲げ応力	特別な応力限界			一次一般 膜応力	一次一般膜 応力+一次 曲げ応力	一次+ 二次応力
					純せん断 応力	支圧応力	ねじり 応力			
S	D + P + M + S d *	III <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot S_m^{*1}$	左欄の 1.5 倍の値*1	$0.9 \cdot S_m$	$1.5 \cdot S_y$ ( $2.25 \cdot S_y$ )	$1.2 \cdot S_m$	$1.5 \cdot S_m^{*1}$	*1 左欄の 1.5 倍の値	—
	D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S d *	IV <sub>A</sub> S	$\frac{2}{3} \cdot S_u^{*3}$ ただし, ASS及び HNAについては $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小さい方。	左欄の 1.5 倍の値*3	$1.2 \cdot S_m$	$2 \cdot S_y$ ( $3 \cdot S_y$ )	$1.6 \cdot S_m$	$\frac{2}{3} \cdot S_u^{*3}$ ただし, ASS 及びHNAにつ いては $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小さい方。	*3 左欄の 1.5 倍の値	—
	D + P + M + S s									

注記\*1 : 設計・建設規格 CSS-3160(2)の崩壊荷重の下限に基づく評価を適用する場合は、この限りではない。

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

\*3 : 設計・建設規格 CSS-3160(3)の崩壊荷重の下限に基づく評価を適用する場合は、この限りではない。

\*4 : 座屈に対する評価が必要な場合、柱状の炉心支持構造物にあつては、クラス1支持構造物の座屈評価による。また、円筒形状の炉心支持構造物にあつては、クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

(重大事故等対処施設)

荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界 (ボルト等以外) *3					許容限界 (ボルト等)		
		一次一般膜応力	一次一般膜応力 +一次曲げ応力	特別な応力限界			一次一般膜応力	一次一般膜 応力+一次 曲げ応力	一次+ 二次応力
				純せん断 応力	支圧応力	ねじり 応力			
D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S <sub>d</sub> *	IV <sub>A</sub> S	$\frac{2}{3} \cdot S_u^{*1}$ ただし、ASS及び HNAについては $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小さい方。	*1 左欄の 1.5 倍の値	1.2 · S <sub>m</sub>	*2 2 · S <sub>y</sub> (3 · S <sub>y</sub> )	1.6 · S <sub>m</sub>	$\frac{2}{3} \cdot S_u^{*1}$ ただし、ASS 及びHNAにつ いては $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小さい方。	*1 左欄の 1.5 倍の値	—
D + P + M + S <sub>s</sub>									
D + P <sub>SAL</sub> + M <sub>SAL</sub> + S <sub>d</sub>	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとし て右に示す IV <sub>A</sub> Sの許容 限界を用い る。)	*1 左欄の 1.5 倍の値	*1 左欄の 1.5 倍の値	1.2 · S <sub>m</sub>	*2 2 · S <sub>y</sub> (3 · S <sub>y</sub> )	1.6 · S <sub>m</sub>	$\frac{2}{3} \cdot S_u^{*1}$ ただし、ASS 及びHNAにつ いては $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小さい方。	*1 左欄の 1.5 倍の値	—
D + P <sub>SALL</sub> + M <sub>SALL</sub> + S <sub>s</sub>									

43

注記\*1 : 設計・建設規格 CSS-3160(3)の崩壊荷重の下限に基づく評価を適用する場合は、この限りではない。

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

\*3 : 座屈に対する評価が必要な場合、柱状の炉心支持構造物にあつては、クラス1支持構造物の座屈評価による。また、円筒形状の炉心支持構造物にあつては、クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

フ. 炉内構造物  
(設計基準対象施設)

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界 (ボルト等以外)					許容限界 (ボルト等)		
			一次一般膜応力	一次一般膜応力 +一次曲げ応力	特別な応力限界			一次一般膜応力	一次一般膜 応力+一次 曲げ応力	一次+ 二次応力
					純せん断 応力	支圧応力	ねじり 応力			
S	$D + P_D + M_D + S_d^{*1}$	III <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot S_m^{*2}$	左欄の 1.5 倍の値 <sup>*2</sup>	$0.9 \cdot S_m$	$1.5 \cdot S_y$ ( $2.25 \cdot S_y$ ) <sup>*3</sup>	$1.2 \cdot S_m$	$1.5 \cdot S_m^{*2}$	<sup>*2</sup> 左欄の 1.5 倍の値	—
	$D + P_D + M_D + S_s$	IV <sub>A</sub> S	$\frac{2}{3} \cdot S_u^{*4}$ ただし, ASS 及び HNA については $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小 さい方。	左欄の 1.5 倍の値 <sup>*4</sup>	$1.2 \cdot S_m$	$2 \cdot S_y$ ( $3 \cdot S_y$ ) <sup>*3</sup>	$1.6 \cdot S_m$	$\frac{2}{3} \cdot S_u^{*4}$ ただし, ASS 及び HNA に ついては $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の 小さい方。	<sup>*4</sup> 左欄の 1.5 倍の値	—

44

注記\*1 :  $P_D$ 及び $M_D$ について, 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては運転状態IV (L) の荷重を含むものとする。

\*2 : 設計・建設規格 CSS-3160(2) の崩壊荷重の下限に基づく評価を適用する場合は, この限りではない。

\*3 : ( )内は, 支圧荷重の作用端から自由端までの距離が支圧荷重の作用幅より大きい場合の値。

\*4 : 設計・建設規格 CSS-3160(3) の崩壊荷重の下限に基づく評価を適用する場合は, この限りではない。

(重大事故等対処施設)

荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界 (ボルト等以外)					許容限界 (ボルト等)		
		一次一般膜応力	一次一般膜応力 +一次曲げ応力	特別な応力限界			一次一般膜応力	一次一般膜 応力+一次 曲げ応力	一次+ 二次応力
				純せん断 応力	支圧応力	ねじり 応力			
D + P <sub>D</sub> + M <sub>D</sub> + S <sub>S</sub>	IV <sub>AS</sub>	$\frac{2}{3} \cdot S_u^{*1}$ ただし, ASS及び HNAについては $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小さい方。	$^{*1}$ 左欄の 1.5倍の値	$1.2 \cdot S_m$	$^{*2}$ $2 \cdot S_y$ ( $3 \cdot S_y$ )	$1.6 \cdot S_m$	$\frac{2}{3} \cdot S_u^{*1}$ ただし, ASS 及びHNAに ついては $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の 小さい方。	$^{*1}$ 左欄の 1.5倍の値	—
D + P <sub>SAD</sub> + M <sub>SAD</sub> + S <sub>S</sub>	V <sub>AS</sub> (V <sub>AS</sub> として 右に示すIV <sub>AS</sub> の許容限界を 用いる。)								

注記\*1 : 設計・建設規格 CSS-3160(3)の崩壊荷重の下限に基づく評価を適用する場合は、この限りではない。

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

ワ. クラス 1 支持構造物及び重大事故等クラス 2 支持構造物 (クラス 1 支持構造物)  
(クラス 1 支持構造物)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界*1, *2, *3 (ボルト等以外)										許容限界*2, *4 (ボルト等)		形式試験に よる場合
			一次応力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	*5 座屈	引張	せん断	
S	D+P+M+S <sub>d</sub> * <sup>*</sup>	III <sub>A</sub> S	1.5・f <sub>t</sub>	1.5・f <sub>s</sub>	1.5・f <sub>c</sub>	1.5・f <sub>b</sub>	1.5・f <sub>p</sub>	3・f <sub>t</sub>	*6 3・f <sub>s</sub>	*7 3・f <sub>b</sub>	*8 1.5・f <sub>p</sub>	*5 *7, *8 1.5・f <sub>b</sub> , 1.5・f <sub>s</sub>	1.5・f <sub>t</sub>	1.5・f <sub>s</sub>	$T_L \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$
	D+P <sub>L</sub> +M <sub>L</sub> +S <sub>d</sub> * <sup>*9</sup>	IV <sub>A</sub> S	1.5・f <sub>t</sub> * <sup>*</sup>	1.5・f <sub>s</sub> * <sup>*</sup>	1.5・f <sub>c</sub> * <sup>*</sup>	1.5・f <sub>b</sub> * <sup>*</sup>	1.5・f <sub>p</sub> * <sup>*</sup>	〔 S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動の みによる応力振幅につ いて評価する 〕			*8 1.5・f <sub>p</sub> * <sup>*</sup>	又は 1.5・f <sub>c</sub>	1.5・f <sub>t</sub> * <sup>*</sup>	1.5・f <sub>s</sub> * <sup>*</sup>	$T_L \cdot 0.6 \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$
	D+P+M+S <sub>s</sub>														

46

注記\*1 : 鋼構造設計規準 (日本建築学会 2005 改定) 等の幅厚比の制限を満足させる。

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

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

\*4 : コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって, トルク管理, 材料の照合等を行わないものについては, 材料の品質, 据付状態等のゆらぎ等を考慮して, III<sub>A</sub>S の許容応力を一次引張応力に対しては f<sub>t</sub>, 一次せん断応力に対しては f<sub>s</sub> として, また IV<sub>A</sub>S→III<sub>A</sub>S として応力評価を行う。

\*5 : 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあつては, クラス MC 容器の座屈に対する評価式による。

\*6 : すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5・f<sub>s</sub> とする。

\*7 : 設計・建設規格 SSB-3121.1(4)により求めた f<sub>b</sub> とする。

\*8 : 自重, 熱膨張等により常時作用する荷重に, 地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*9 : 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては, 許容応力状態 III<sub>A</sub>S とする。



(重大事故等クラス 2 支持構造物 (クラス 1 支持構造物))

荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界*1, *2, *3 (ボルト等以外)										許容限界*2, *4 (ボルト等)		形式試験による場合		
		一次応力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重		
		引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張圧縮	せん断	曲げ	支圧	*5 座屈	引張	せん断			
D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S <sub>d</sub> * <sup>*9</sup>	IV <sub>A</sub> S						3・f <sub>t</sub>	3・f <sub>s</sub> <sup>*6</sup>	3・f <sub>b</sub> <sup>*7</sup>							$T_L \cdot 0.6 \cdot \frac{S_{y d}}{S_{y t}}$
D + P + M + S <sub>s</sub>												1.5・f <sub>b</sub> , <sup>*7, *8</sup>				
D + P <sub>SAL</sub> + M <sub>SAL</sub> + S <sub>d</sub>	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> S として右に示す IV <sub>A</sub> S の許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>t</sub> * <sup>*</sup>	1.5・f <sub>s</sub> * <sup>*</sup>	1.5・f <sub>c</sub> * <sup>*</sup>	1.5・f <sub>b</sub> * <sup>*</sup>	1.5・f <sub>p</sub> * <sup>*</sup>	$\left[ \begin{array}{l} S_d \text{ 又は } S_s \text{ 地震動の} \\ \text{みによる応力振幅につ} \\ \text{いて評価する} \end{array} \right]$					1.5・f <sub>p</sub> * <sup>*</sup>	1.5・f <sub>s</sub> <sup>*</sup>	1.5・f <sub>t</sub> * <sup>*</sup>	1.5・f <sub>s</sub> * <sup>*</sup>	
D + P <sub>SALL</sub> + M <sub>SALL</sub> + S <sub>s</sub>																

47

注記\*1 : 鋼構造設計規準 (日本建築学会 2005 改定) 等の幅厚比の制限を満足させる。

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

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

\*4 : コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって、トルク管理、材料の照合等を行わないものについては、材料の品質、据付状態等のゆらぎ等を考慮して、IV<sub>A</sub>S→III<sub>A</sub>S (一次引張応力に対しては 1.5・f<sub>t</sub>、一次せん断応力に対しては 1.5・f<sub>s</sub>) として応力評価を行う。

\*5 : 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあつては、クラス MC 容器の座屈に対する評価式による。

\*6 : すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5・f<sub>s</sub> とする。

\*7 : 設計・建設規格 SSB-3121.1(4)により求めた f<sub>b</sub> とする。

\*8 : 自重、熱膨張等により常時作用する荷重に、地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*9 : 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては、許容応力状態 III<sub>A</sub>S とする。

カ. クラスMC支持構造物及び重大事故等クラス2支持構造物（クラスMC支持構造物）  
（クラスMC支持構造物）

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界*1, *2, *3 (ボルト等以外)										許容限界*2, *4 (ボルト等)		形式試験に よる場合
			一次応力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	*5 座屈	引張	せん断	
S	D + P + M + S <sub>d</sub> * *6	Ⅲ <sub>A</sub> S	1.5 · f <sub>t</sub>	1.5 · f <sub>s</sub>	1.5 · f <sub>c</sub>	1.5 · f <sub>b</sub>	1.5 · f <sub>p</sub>	3 · f <sub>t</sub>	3 · f <sub>s</sub> *7	3 · f <sub>b</sub> *8	1.5 · f <sub>p</sub> *9	1.5 · f <sub>b</sub> , 1.5 · f <sub>s</sub>	1.5 · f <sub>t</sub>	1.5 · f <sub>s</sub>	$T_L \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$
	D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S <sub>d</sub> * *10		1.5 · f <sub>t</sub> *	1.5 · f <sub>s</sub> *	1.5 · f <sub>c</sub> *	1.5 · f <sub>b</sub> *	1.5 · f <sub>p</sub> *	〔 S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動の みによる応力振幅につ いて評価する 〕					1.5 · f <sub>t</sub> *	1.5 · f <sub>s</sub> *	
	D + P + M + S <sub>s</sub>	Ⅳ <sub>A</sub> S	1.5 · f <sub>t</sub> *	1.5 · f <sub>s</sub> *	1.5 · f <sub>c</sub> *	1.5 · f <sub>b</sub> *	1.5 · f <sub>p</sub> *						1.5 · f <sub>p</sub> *9	又は 1.5 · f <sub>c</sub>	1.5 · f <sub>t</sub> *
	D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S <sub>d</sub> * *10	Ⅳ <sub>A</sub> S	1.5 · f <sub>t</sub> *	1.5 · f <sub>s</sub> *	1.5 · f <sub>c</sub> *	1.5 · f <sub>b</sub> *	1.5 · f <sub>p</sub> *	1.5 · f <sub>p</sub> *9	又は 1.5 · f <sub>c</sub>	1.5 · f <sub>t</sub> *	1.5 · f <sub>s</sub> *				

48

注記\*1 : 鋼構造設計規準（日本建築学会 2005 改定）等の幅厚比の制限を満足させる。

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

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

\*4 : コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって、トルク管理、材料の照合等を行わないものについては、材料の品質、据付状態等のゆらぎ等を考慮して、Ⅲ<sub>A</sub>S の許容応力を一次引張応力に対しては f<sub>t</sub>、一次せん断応力に対しては f<sub>s</sub>として、またⅣ<sub>A</sub>S→Ⅲ<sub>A</sub>S として応力評価を行う。

\*5 : 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあつては、クラスMC 容器の座屈に対する評価式による。

\*6 : P<sub>L</sub>は、冷却材喪失事故後 10<sup>1</sup>年後の最大内圧を考慮する。

\*7 : すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5 · f<sub>s</sub>とする。

\*8 : 設計・建設規格 SSB-3121.1(4)により求めた f<sub>b</sub>とする。

\*9 : 自重、熱膨張等により常時作用する荷重に、地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*10 : 原子炉格納容器は冷却材喪失事故後の最終障壁となることから、構造体全体としての安全裕度を確保する意味で、冷却材喪失事故後の最大内圧との組合せを考慮する。

(重大事故等クラス2支持構造物 (クラスMC支持構造物))

荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界*1, *2, *3 (ボルト等以外)										許容限界*2, *4 (ボルト等)		形式試験による場合	
		一次応力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重	
		引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	*5 座屈	引張	せん断		
$D + P_L + M_L + S_d^{*6}$	Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p$					$1.5 \cdot f_p^{*9}$		$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$T_L \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$
$D + P + M + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S						$3 \cdot f_t$	$3 \cdot f_s^{*7}$	$3 \cdot f_b^{*8}$			$1.5 \cdot f_b^{*8, *9}$ $1.5 \cdot f_s$			
$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d^{*10}$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして右に示す)	$1.5 \cdot f_t^{*10}$	$1.5 \cdot f_s^{*10}$	$1.5 \cdot f_c^{*10}$	$1.5 \cdot f_b^{*10}$	$1.5 \cdot f_p^{*10}$	S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動のみによる応力振幅について評価する				$1.5 \cdot f_p^{*9}$	又は $1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_t^{*10}$	$1.5 \cdot f_s^{*10}$	$T_L \cdot 0.6 \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$
$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。) )														

49

注記\*1 : 鋼構造設計規準 (日本建築学会 2005 改定) 等の幅厚比の制限を満足させる。

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

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

\*4 : コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって, トルク管理, 材料の照合等を行わないものについては, 材料の品質, 据付状態等のゆらぎ等を考慮して, Ⅳ<sub>A</sub>S→Ⅲ<sub>A</sub>S (一次引張応力に対しては  $1.5 \cdot f_t$ , 一次せん断応力に対しては  $1.5 \cdot f_s$ ) として応力評価を行う。

\*5 : 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあつては, クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

\*6 : P<sub>L</sub>は, 冷却材喪失事故後 10<sup>-1</sup>年後の最大内圧を考慮する。

\*7 : すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して  $1.5 \cdot f_s$ とする。

\*8 : 設計・建設規格 SSB-3121.1(4)により求めた f<sub>b</sub>とする。

\*9 : 自重, 熱膨張等により常時作用する荷重に, 地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*10 : 重大事故等後の最高圧力, 最高温度 (最高圧力時の飽和温度) との組合せを考慮する。

ヨ. クラス 2, 3 支持構造物及び重大事故等クラス 2 支持構造物 (クラス 2, 3 支持構造物)  
(クラス 2, 3 支持構造物)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界*1, *2, *3 (ボルト等以外)										許容限界*2, *4 (ボルト等)		形式試験に よる場合
			一次応力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	*5 座屈	引張	せん断	
S	$D + P_D + M_D + S_d^{*9}$	III <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p$	$3 \cdot f_t$	$3 \cdot f_s^{*6}$	$3 \cdot f_b^{*7}$	$1.5 \cdot f_p^{*8}$	*5 座屈 $1.5 \cdot f_b,$ $1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$T_L \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$
	$D + P_D + M_D + S_s$	IV <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^{*1}$	$1.5 \cdot f_s^{*1}$	$1.5 \cdot f_c^{*1}$	$1.5 \cdot f_b^{*1}$	$1.5 \cdot f_p^{*1}$	$\left( S_d \text{ 又は } S_s \text{ 地震動のみによる応力振幅について評価する} \right)$				$1.5 \cdot f_p^{*8}$	又は $1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_t^{*1}$	$1.5 \cdot f_s^{*1}$

50

注記\*1 : 鋼構造設計規準 (日本建築学会 2005 改定) 等の幅厚比の制限を満足させる。

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

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

\*4 : コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって, トルク管理, 材料の照合等を行わないものについては, 材料の品質, 据付状態等のゆらぎ等を考慮して, III<sub>A</sub>S の許容応力を一次引張応力に対しては  $f_t$ , 一次せん断応力に対しては  $f_s$  として, また IV<sub>A</sub>S → III<sub>A</sub>S として応力評価を行う。

\*5 : 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあつては, クラス MC 容器の座屈に対する評価式による。

\*6 : すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して  $1.5 \cdot f_s$  とする。

\*7 : 設計・建設規格 SSB-3121.1(4) により求めた  $f_b$  とする。

\*8 : 自重, 熱膨張等により常時作用する荷重に, 地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*9 :  $P_D$  及び  $M_D$  について, 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては, 運転状態 IV (L) の荷重を含むものとする。

(重大事故等クラス2支持構造物 (クラス2, 3支持構造物))

荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界*1, *2, *3 (ボルト等以外)										許容限界*2, *4 (ボルト等)		形式試験による場合		
		一次応力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重		
		引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	*5 座屈	引張	せん断			
D + P <sub>D</sub> + M <sub>D</sub> + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S															
D + P <sub>SAD</sub> + M <sub>SAD</sub> + S <sub>s</sub> *9	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして右に示すIV <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>t</sub> *	1.5・f <sub>s</sub> *	1.5・f <sub>c</sub> *	1.5・f <sub>b</sub> *	1.5・f <sub>p</sub> *	3・f <sub>t</sub>	3・f <sub>s</sub> <sup>*6</sup>	3・f <sub>b</sub> <sup>*7</sup>	1.5・f <sub>p</sub> <sup>*8</sup>	1.5・f <sub>b</sub> , 1.5・f <sub>s</sub> 又は1.5・f <sub>c</sub>	1.5・f <sub>t</sub> *	1.5・f <sub>s</sub> *	$T_L \cdot 0.6 \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$		

51

注記\*1 : 鋼構造設計規準 (日本建築学会 2005 改定) 等の幅厚比の制限を満足させる。

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

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

\*4 : コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって、トルク管理、材料の照合等を行わないものについては、材料の品質、据付状態等のゆらぎ等を考慮して、IV<sub>A</sub>S→III<sub>A</sub>S (一次引張応力に対しては1.5・f<sub>t</sub>、一次せん断応力に対しては1.5・f<sub>s</sub>) として応力評価を行う。

\*5 : 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあつては、クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

\*6 : すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して1.5・f<sub>s</sub>とする。

\*7 : 設計・建設規格 SSB-3121.1(4)により求めたf<sub>b</sub>とする。

\*8 : 自重、熱膨張等により常時作用する荷重に、地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*9 : 原子炉格納容器内の設備については、原子炉格納容器の最高使用圧力を考慮する。

タ. その他の支持構造物  
(設計基準対象施設)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界*1, *2, *3, *10 (ボルト等以外)										*2, *4, *10 許容限界 (ボルト等)		形式試験に よる場合
			一次応力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	*5 座屈	引張	せん断	
S	$D + P_D + M_D + S_d^{*9}$	Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p$	$3 \cdot f_t$	$3 \cdot f_s^{*6}$	$3 \cdot f_b^{*7}$	$1.5 \cdot f_p^{*8}$	$1.5 \cdot f_b^{*7, *8}$ $1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$T_L \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$
	$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^{*1}$	$1.5 \cdot f_s^{*1}$	$1.5 \cdot f_c^{*1}$	$1.5 \cdot f_b^{*1}$	$1.5 \cdot f_p^{*1}$	$\left[ \begin{array}{l} S_d \text{ 又は } S_s \text{ 地震動の} \\ \text{みによる応力振幅につ} \\ \text{いて評価する} \end{array} \right]$				$1.5 \cdot f_p^{*8}$	又は $1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_t^{*1}$	$1.5 \cdot f_s^{*1}$

52

注記\*1 : 鋼構造設計規準 (日本建築学会 2005 改定) 等の幅厚比の制限を満足させる。

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

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

\*4 : コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって, トルク管理, 材料の照合等を行わないものについては, 材料の品質, 据付状態等のゆらぎ等を考慮して, Ⅲ<sub>A</sub>S の許容応力を一次引張応力に対しては,  $f_t$ , 一次せん断応力に対しては  $f_s$  とし, また Ⅳ<sub>A</sub>S → Ⅲ<sub>A</sub>S とし応力評価を行う。

\*5 : 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあつては, クラスMC 容器の座屈に対する評価式による。

\*6 : すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して  $1.5 \cdot f_s$  とする。

\*7 : 設計・建設規格 SSB-3121.1(4) により求めた  $f_b$  とする。

\*8 : 自重, 熱膨張等により常時作用する荷重に, 地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*9 :  $P_D$  及び  $M_D$  について, 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては, 運転状態Ⅳ (L) の荷重を含むものとする。

\*10 : 電気計装設備, 換気空調設備の評価においても準用する。

(重大事故等対処施設)

荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界*1, *2, *3, *10 (ボルト等以外)										*2, *4, *10 許容限界 (ボルト等)	形式試験による場合		
		一次応力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重	
		引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	*5 座屈	引張	せん断		
D + P <sub>D</sub> + M <sub>D</sub> + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S														
D + P <sub>SAD</sub> + M <sub>SAD</sub> + S <sub>s</sub> <sup>*9</sup>	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして右に示すIV <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>t</sub> *	1.5・f <sub>s</sub> *	1.5・f <sub>c</sub> *	1.5・f <sub>b</sub> *	1.5・f <sub>p</sub> *	3・f <sub>t</sub>	3・f <sub>s</sub> <sup>*6</sup>	3・f <sub>b</sub> <sup>*7</sup>	1.5・f <sub>p</sub> <sup>*8</sup>	1.5・f <sub>b</sub> , 1.5・f <sub>s</sub> 又は1.5・f <sub>c</sub>	1.5・f <sub>t</sub> *	1.5・f <sub>s</sub> *	T <sub>L</sub> ・0.6・ $\frac{S_{y d}}{S_{y t}}$	

53

注記\*1 : 鋼構造設計規準 (日本建築学会 2005 改定) 等の幅厚比の制限を満足させる。

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

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

\*4 : コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって, トルク管理, 材料の照合等を行わないものについては, 材料の品質, 据付状態等のゆらぎ等を考慮して, IV<sub>A</sub>S→III<sub>A</sub>S (一次引張応力に対しては 1.5・f<sub>t</sub>, 一次せん断応力に対しては 1.5・f<sub>s</sub>) として応力評価を行う。

\*5 : 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあつては, クラスMC 容器の座屈に対する評価式による。

\*6 : すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5・f<sub>s</sub>とする。

\*7 : 設計・建設規格 SSB-3121.1(4)により求めた f<sub>b</sub>とする。

\*8 : 自重, 熱膨張等により常時作用する荷重に, 地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*9 : 原子炉格納容器内の設備については, 原子炉格納容器の最高使用圧力を考慮する。

\*10 : 電気計装設備, 換気空調設備の評価においても準用する。

レ. クラス 1 耐圧部テンションボルト (容器以外) 及び重大事故等クラス 2 耐圧部テンションボルト (容器以外) (クラス 1 耐圧部テンションボルト (容器以外))

(クラス 1 耐圧部テンションボルト (容器以外))

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界
			平均引張応力
S	$D + P + M + S d^*$	III <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot S_m$ *2, *3, *4
	$D + P_L + M_L + S d^*$ *1		
	$D + P + M + S s$	IV <sub>A</sub> S	$2 \cdot S_m$ *2, *3, *4

注記 \*1 : 非常用炉心冷却系等に属する設備に対して評価を行う。

\*2 : 使用圧力及び外荷重を考慮する。

\*3 : クラス 1 容器耐圧部テンションボルトと同等の詳細解析を行う場合, クラス 1 容器耐圧部テンションボルトの許容応力を用いることができる。

\*4 : クラス 1 ポンプの耐圧部テンションボルトにあっては,  $S_m$ をSと読み替える。



(重大事故等クラス 2 耐圧部テンションボルト (容器以外) (クラス 1 耐圧部テンションボルト (容器以外)))

荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界
		平均引張応力
$D + P + M + S_s$	$IV_{AS}$	$2 \cdot S_m$ <small>*1, *2, *3</small>
$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$	$V_{AS}$ ( $V_{AS}$ として右に 示す $IV_{AS}$ の許容限 界を用いる。)	
$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$		

注記 \*1 : 使用圧力及び外荷重を考慮する。

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

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

ソ. クラス 2, 3 耐圧部テンションボルト及び重大事故等クラス 2 耐圧部テンションボルト (クラス 2, 3 耐圧部テンションボルト)  
(クラス 2, 3 耐圧部テンションボルト)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界
			平均引張応力
S	$D + P_D + M_D + S d^{*1}$	III <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot S^{*2, *3}$
	$D + P_D + M_D + S s$	IV <sub>A</sub> S	$2 \cdot S^{*2, *3}$

注記 \*1 :  $P_D$ 及び $M_D$ について, 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては運転状態IV (L) の荷重を含むものとする。

\*2 : 使用圧力及び外荷重を考慮する。

\*3 : 継手接続部 (配管等) の許容応力から定まる荷重が作用するものと仮定した場合において, 耐圧部テンションボルトの応力が上記の許容応力を満たすことを確認するときは, 発生応力に対する評価を行うことを要しない。  
評価方法としては, 「配管の応力解析を用いる方法」等がある。

(重大事故等クラス 2 耐圧部テンションボルト (クラス 2, 3 耐圧部テンションボルト))

荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界
		平均引張応力
$D + P_D + M_D + S_s$	$IV_{AS}$	$*1, *2$ $2 \cdot S$
$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_{AS}$ ( $V_{AS}$ として右 に示す $IV_{AS}$ の許 容限界を用い る。)	

注記 \*1 : 使用圧力及び外荷重を考慮する。

\*2 : 継手接続部 (配管等) の許容応力から定まる荷重が作用するものと仮定した場合において、耐圧部テンションボルトの応力が上記の許容応力を満たすことを確認するときは、発生応力に対する評価を行うことを要しない。  
 評価方法としては、「配管の応力解析を用いる方法」等がある。

ツ. 埋込金物

荷重の組合せに対する許容応力状態は、埋込金物が支持する支持構造物と同等とする。また、以下では、設計基準対象施設の許容限界を示すが、重大事故等対処施設における許容応力状態  $V_{AS}$  の許容限界については、許容応力状態  $IV_{AS}$  の許容限界と読み替える。

(イ) 鋼構造物の許容応力

鋼構造物の許容応力は次による。

- i. 埋込板、アンカーフレーム、スタッド等は、その他の支持構造物（ボルト等以外）の規定による。
- ii. アンカボルトは、その他の支持構造物（ボルト等）の規定による。

(ロ) コンクリート部の許容基準

コンクリート部の強度評価における許容荷重は J E A G 4 6 0 1 - 1991 追補版に基づき、次の通りとする。また、アンカ部にじん性が要求される場合にあつては、原則として基礎ボルトが先に降伏するような設計とする。

i. 基礎ボルトが引張荷重を受ける場合のコンクリートの評価

(i) コンクリートにせん断補強筋がない場合

荷重の算定で得られた基礎ボルトの引張荷重は、以下に示すコンクリート部の引張荷重に対する許容値以下となるようにする。

$$p \leq p_a = \min(p_{a1}, p_{a2})$$

ここに、

$$p_{a1} = 0.31 \cdot K_1 \cdot A_c \sqrt{F_c}$$

$$p_{a2} = K_2 \cdot \alpha_c \cdot A_0 \cdot F_c$$

- $p$  : 基礎ボルト 1 本当たりの引張荷重 (N)
- $p_a$  : 基礎ボルト 1 本当たりのコンクリート部の許容引張荷重 (N)
- $p_{a1}$  : コンクリート躯体がコーン状破壊する場合の基礎ボルト 1 本当たりの許容引張荷重 (N)
- $p_{a2}$  : 基礎ボルト頭部に接するコンクリート部が支圧破壊する場合の基礎ボルト 1 本当たりの許容引張荷重 (N)
- $K_1$  : コーン状破壊する場合の引張耐力の低減係数
- $K_2$  : 支圧破壊する場合の引張耐力の低減係数
- $F_c$  : コンクリートの設計基準強度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $A_c$  : コンクリートのコーン状破壊面の有効投影面積 (mm<sup>2</sup>)
- $\alpha_c$  : 支圧面積と有効投影面積から定まる定数,  $= \sqrt{A_c/A_0}$  かつ 10 以下
- $A_0$  : 支圧面積 (mm<sup>2</sup>)

また、各許容応力状態に対するコーン状破壊耐力及び支圧破壊耐力の低減係数（ $K_1$ 及び $K_2$ ）の値を以下に示す。

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	コーン状破壊する場合の引張耐力の低減係数（ $K_1$ ）	支圧破壊する場合の引張耐力の低減係数（ $K_2$ ）
S	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>AS</sub>	0.45	2/3
	$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>AS</sub>	0.6	0.75

(ii) コンクリートにせん断補強筋を配する場合

コンクリートのコーン状破壊面の有効投影面積の範囲内にせん断補強筋を配する場合、鉄筋比が0.4%以上あれば許容応力状態Ⅳ<sub>AS</sub>におけるコンクリート部の引張強度は、(i)の場合の1.5倍の強度を有するものとして評価することができる。

$$\text{鉄筋比} : P_t = \frac{\Sigma A_w}{A_c}$$

$A_w$  : せん断補強筋断面積 (mm<sup>2</sup>)

$A_c$  : 有効投影面積 (mm<sup>2</sup>)

ii. 基礎ボルトがせん断荷重を受ける場合のコンクリートの評価

荷重の算定で得られた基礎ボルトのせん断荷重は、以下に示すコンクリート部のせん断荷重に対する許容値以下になるようにする。

$$q \leq q_a = \min(q_{a1}, q_{a2})$$

ここに、

$$q_{a1} = 0.5 \cdot K_3 \cdot A_b \sqrt{E_c F_c}$$

$$q_{a2} = 0.31 \cdot K_4 \cdot A_{c1} \cdot \sqrt{F_c}$$

$q$  : 基礎ボルト1本当たりのせん断荷重 (N)

$q_a$  : 基礎ボルト1本当たりのコンクリート部の許容せん断荷重 (N)

$q_{a1}$  : 基礎ボルトと基礎ボルト周辺のコンクリートが圧壊して破壊（複合破壊）する場合の基礎ボルト1本当たりの許容せん断荷重 (N)

$q_{a2}$  : へり側コンクリートが破壊する場合の基礎ボルト1本当たりの許容せん断荷重 (N)

$K_3$  : 複合破壊の場合のせん断耐力の低減係数

$K_4$  : へり側コンクリート破壊の場合のせん断耐力の低減係数

$A_b$  : 基礎ボルトの谷径断面積(スタッドの場合は軸部断面積) (mm<sup>2</sup>)

$E_c$  : コンクリートのヤング率 (N/mm<sup>2</sup>)

$F_c$  : コンクリートの設計基準強度 (N/mm<sup>2</sup>)

$a$  : へりあき距離 (mm)

$A_{c1}$  : コンクリートのコーン状破壊面の有効投影面積 (mm<sup>2</sup>) =  $\pi a^2/2$

ただし、 $\sqrt{E_c \cdot F_c}$ の値は、500N/mm<sup>2</sup>以上、880N/mm<sup>2</sup>以下とする。880N/mm<sup>2</sup>を超える場合は、 $\sqrt{E_c \cdot F_c} = 880\text{N/mm}^2$ として計算する。また、各許容応力状態に対するせん断耐力の低減係数 ( $K_3$ 及び $K_4$ )の値を以下に示す。

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	複合破壊の場合のせん断耐力の低減係数 ( $K_3$ )	へり側コンクリート破壊の場合の低減係数 ( $K_4$ )
S	$D + P_D + M_D + S_{d^*}$	III <sub>AS</sub>	0.6	0.45
	$D + P_D + M_D + S_s$	IV <sub>AS</sub>	0.8	0.6

iii. 基礎ボルトが引張、せん断の組合せ荷重を受ける場合のコンクリートの評価

基礎ボルトが引張、せん断の組合せ荷重を受ける場合、それらの組合せ荷重が以下に示すコンクリート部の引張荷重及びせん断荷重の組合せに対する許容値以下となるようにする。

$$\left(\frac{p}{p_a}\right)^2 + \left(\frac{q}{q_a}\right)^2 \leq 1$$

ここに、

$p_a$  : 引張荷重のみに対する基礎ボルト 1 本当たりのコンクリート部の許容引張荷重 (N)

$$= \min(p_{a1}, p_{a2})$$

$q_a$  : せん断荷重のみに対する基礎ボルト 1 本当たりのコンクリート部の許容せん断荷重 (N)

$$= \min(q_{a1}, q_{a2})$$

$p$  : 基礎ボルト 1 本当たりの引張荷重 (N)

$q$  : 基礎ボルト 1 本当たりのせん断荷重 (N)

iv. コンクリート部の面内せん断力が大きい場合の評価

鉄筋コンクリート造建物・構築物において、耐震要素として地震時に生じる力を負担させる壁（以下「耐震壁」という。）において地震力による各層の面内せん断ひずみ度又は面内せん断力が著しく大きい場合は、鉄筋コンクリート造壁の機器・配管に対する支持機能の評価に、下記の許容限界を用いることとする。

(i) 耐震壁の面内せん断ひずみ度と基礎ボルトの面外引張力に関する許容限界の目安値

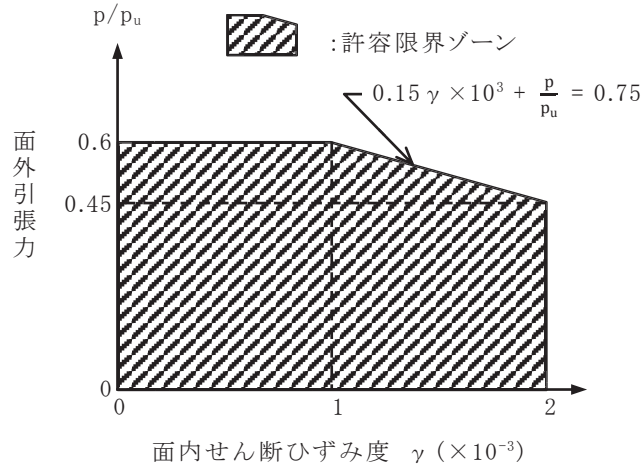
地震力による各層の面内せん断ひずみ度  $\gamma$  と機器・配管のアンカ部に作用する面外の引張力  $p$  を  $p_u$  で除した値  $p/p_u$  が、以下に示す図の網掛け部の許容限界ゾーン内にあることとする。

ここで、 $p_u$  は定着部のコンクリートのコーン状破壊耐力で、下記の式による。また、面内せん断ひずみ度  $\gamma$  は、J E A G 4 6 0 1 で定まる復元力特性を用いた応答解析結果に基づく値とする。

$$p_u = 0.31 \cdot A_c \cdot \sqrt{F_c}$$

ここに、

- $p_u$  : 定着部のコンクリートのコーン状破壊耐力 (N)
- $A_c$  : 有効投影面積 (「i. 基礎ボルトが引張荷重を受ける場合のコンクリートの評価」参照) ( $\text{mm}^2$ )
- $F_c$  : コンクリートの設計基準強度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )



面内せん断ひずみ度と面外引張力に関する許容限界ゾーン

(ii) 耐震壁の面内せん断力と基礎ボルトの面外引張力に関する許容限界の目安値

地震力による各層の面内せん断力  $Q$  を終局せん断耐力  $Q_u$  で除した値  $Q/Q_u$  と前記の  $p/p_u$  が、以下に示す図の網掛け部の許容限界ゾーン内にあることを目安とする。

ここで、 $Q_u$  は各層の終局せん断耐力で、下記の式による。

$$Q_u = \tau_u \cdot A_s$$

ここに、

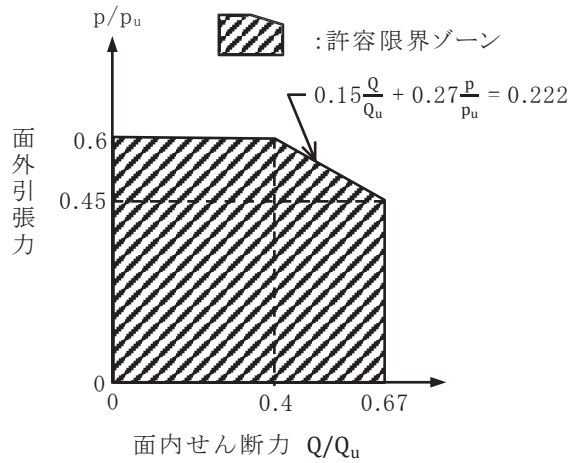
$$\tau_u = \begin{cases} \left\{ 1 - \tau_s / (1.4 \cdot \sqrt{F_c}) \right\} \cdot \tau_0 + \tau_s & (\tau_s < 1.4 \cdot \sqrt{F_c}) \\ 1.4 \cdot \sqrt{F_c} & (\tau_s \geq 1.4 \cdot \sqrt{F_c}) \end{cases}$$

$$\tau_0 = (0.94 - 0.56M/QD) \cdot \sqrt{F_c}$$

ただし、 $M/QD > 1$  のとき、 $M/QD = 1$  とする。

$$\tau_s = (P_V + P_H) \cdot \sigma_y / 2 + (\sigma_V + \sigma_H) / 2$$

- $Q_u$  : 終局せん断耐力 (N)
- $\tau_u$  : 終局せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $A_s$  : 有効せん断断面積 (mm<sup>2</sup>)
- $F_c$  : コンクリートの圧縮強度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $P_V$  : 縦筋比
- $P_H$  : 横筋比
- $\sigma_V$  : 縦軸応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_H$  : 横軸応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_y$  : 鉄筋の降伏応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $D$  : 引張、圧縮フランジの芯々間距離 (mm)  
(ボックス壁であれば地震荷重加力方向の壁長、円筒壁の場合は外径)
- $Q$  : 当該耐震壁面内せん断力 (N)
- $M$  : 当該耐震壁曲げモーメント (N・mm)



面内せん断力と面外引張力に関する許容限界ゾーン



v. コンクリートの許容圧縮応力度

コンクリートの許容圧縮応力度は下表に示す値とする。

(N/mm<sup>2</sup>)

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	許容圧縮応力度*1
S	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S	$2/3 \cdot F_C$
	$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S	$0.75 \cdot F_C$

注記\*1:  $F_C$  = コンクリートの設計基準強度 (N/mm<sup>2</sup>)

vi. コンクリートの許容せん断応力度

コンクリートの許容せん断応力度は下表に示す値とする。

(N/mm<sup>2</sup>)

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	許容せん断応力度
S	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot \min \left[ \frac{1}{30} \cdot F_C, \left( 0.49 + \frac{1}{100} \cdot F_C \right) \right]$
	$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot \min \left[ \frac{1}{30} \cdot F_C, \left( 0.49 + \frac{1}{100} \cdot F_C \right) \right]$

vii. 異形鉄筋を用いる場合のコンクリートに対する許容付着応力度

異形鉄筋を用いる場合のコンクリートに対する許容付着応力度は下表に示す値とする。

(N/mm<sup>2</sup>)

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	許容付着応力度*1
S	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot \min \left[ \frac{1}{10} \cdot F_C, \left( 1.32 + \frac{1}{25} \cdot F_C \right) \right]$
	$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot \min \left[ \frac{1}{10} \cdot F_C, \left( 1.32 + \frac{1}{25} \cdot F_C \right) \right]$

注記\*1: コンクリートの沈下により異形鉄筋下面の付着が悪くなると考えられる場合は許容付着応力度を 2/3 の値とする。

viii. コンクリートの許容支圧応力度

コンクリートの許容支圧応力度は下表に示す値とする。

(N/mm<sup>2</sup>)

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	許容支圧応力度*1
S	D + P <sub>D</sub> + M <sub>D</sub> + S <sub>d</sub> *	III <sub>AS</sub>	$f'_c = f_c \sqrt{A_c/A_1}$ かつ
	D + P <sub>D</sub> + M <sub>D</sub> + S <sub>s</sub>	IV <sub>AS</sub>	$f'_c \leq 2f_c$ 及び $f'_c \leq F_c$

注記\*1:  $f_c$  = コンクリートの許容圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$A_1$  = 局部圧縮を受ける面積 (支圧面積)

$A_c$  = 支圧端から離れて応力が一様分布となったところの面積 (支承面積)

ix. 引抜き力及び押抜き力に対するコンクリートの許容せん断応力度

スタッド、アンカボルト等の引抜き力及びベースプレートの押抜き (パンチング) 力によってコンクリートに生じる各許容応力状態におけるせん断応力度  $\tau_p$  は次式により計算し, vi. に示す許容せん断応力度より低いことを確認する。

また, 本評価法以外に, 「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1・補-1984」の「2.9.4章 埋込金物の許容応力」の解説(7).b に示される米国コンクリート学会の規定を用いる場合もある。

$$\tau_p = \frac{P}{\alpha_D \cdot b_o \cdot j}$$

ここで,

P = 引抜き力又は押抜き力 (N)

$\alpha_D$  = 1.5 (定数)

$b_o$  = せん断力算定断面の延べ幅 (mm)

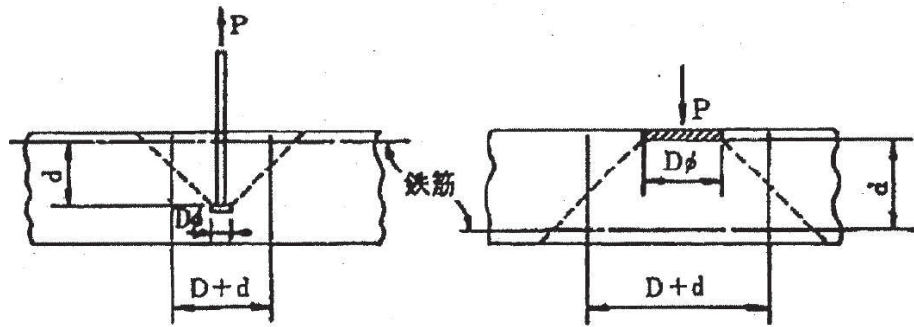
j = (7/8) d (mm)

d = せん断力算定断面の有効せい (mm)

ただし、せん断力算定断面は次のように考える。

スタッド、アンカボルトの引抜き  
 の例、ただし  $b_0 = \pi \cdot (D + d)$ 


 ベースプレートの押抜きの例、  
 ただし  $b_0 = \pi \cdot (D + d)$



(ハ) 形式試験による場合

埋込金物に対し形式試験により標準設計荷重を求める場合は次による。

- i. 試験個数は、同一仕様のものを、荷重種別（引張、曲げ、せん断）ごとに最低3個とする。
- ii. 埋込金物の変形により支持構造物としての機能を喪失する限界の荷重を  $T_L$  (Test-Load) とする。ただし、埋込板のごとく荷重による変形の発生と破壊との判別がつきにくいものにあつては破壊荷重を  $T_L$  とする。
- iii. 許容荷重は、3個の  $T_L$  のうち最小値を  $(T_L)_{min}$  とし下の表により求める。ただし、最小値が他の2個の  $T_L$  に比べ過小な場合は、新たに3個の  $T_L$  を求め、合計6個の  $T_L$  の中で後から追加した3個の  $T_L$  の最小値が最初の3個の  $T_L$  の最小値を上回った場合は、合計6個の  $T_L$  の最小値をはぶき2番目に小さい  $T_L$  を  $(T_L)_{min}$  とする。ただし、下回った場合は、最小値を  $(T_L)_{min}$  とする。

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	許容荷重
S	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>AS</sub>	$(T_L)_{min} \cdot 1/2$
	$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>AS</sub>	$(T_L)_{min} \cdot 0.6$

(ニ) スタッドの評価

スタッドの評価においては、せん断耐力の評価式を規定している日本建築学会「各種合成構造設計指針・同解説」設計式(AIJ式)を用いることができる。

(ホ) メカニカルアンカ、ケミカルアンカの許容応力

建物施工後に設置する後打ちアンカには、メカニカルアンカ及びケミカルアンカがあり、その許容値は、「各種合成構造設計指針・同解説」（日本建築学会、2010年改定）又はJ E A G 4 6 0 1・補-1984に基づき設計する。

i. メカニカルアンカ

「各種合成構造設計指針・同解説 第4編 各種アンカーボルト設計指針・解説 資料5 金属拡張アンカーボルトの設計」に基づき設計する。また、J E A G 4 6 0 1・補-1984に基づく場合は、前記ツ.(イ),(ロ)の許容値に更に20%の低減を行うものとする。

(i) 引張力を受ける場合

荷重の算定で得られた基礎ボルトの引張荷重は以下に示す許容荷重  $p_a$  以下となるようにする。

$$p_a = \min(p_{a1}, p_{a2})$$

$$p_{a1} = \phi_1 \cdot s \sigma_{pa} \cdot s c a$$

$$p_{a2} = \phi_2 \cdot \alpha_c \cdot c \sigma_t \cdot A_c$$

ここで、

$p_{a1}$  : ボルトの降伏により決まる許容引張荷重 (N)

$p_{a2}$  : コンクリートのコーン状破壊により決まる許容引張荷重 (N)

$\alpha_c$  : 施工のバラツキを考慮した低減係数で、 $\alpha_c = 0.75$  とする。

$\phi_1, \phi_2$  : 低減係数であり、以下の表に従う。

\	$\phi_1$	$\phi_2$
短期荷重用	1.0	2/3

$s \sigma_{pa}$  : ボルトの引張強度で、 $s \sigma_{pa} = s \sigma_y$  とする。(N/mm<sup>2</sup>)

$s \sigma_y$  : ボルトの降伏点強度であり、 $s \sigma_y = S_y$  とする。(N/mm<sup>2</sup>)

$s c a$  : ボルト各部の最小断面積 (mm<sup>2</sup>) 又はこれに接合される鋼材の断面積で危険断面における値

$c \sigma_t$  : コーン状破壊に対するコンクリートの割裂強度で  $c \sigma_t = 0.31 \sqrt{F_c}$  とする。

$F_c$  : コンクリートの設計基準強度 (N/mm<sup>2</sup>)

$A_c$  : コーン状破壊面の有効水平投影面積で、 $A_c = \pi \cdot \ell_{ce} (\ell_{ce} + D)$  とする。(mm<sup>2</sup>)

$D$  : アンカボルト本体の直径 (mm)

$\ell$  : アンカボルトの埋込み深さで、母材表面から拡張面先端までの距離 (mm)

$$\ell_{ce} : \text{強度算定用埋込み深さで } \ell_{ce} = \begin{cases} \ell, & \ell < 4D \\ 4D, & \ell \geq 4D \end{cases} \quad (\text{mm})$$

(ii) せん断力を受ける場合

荷重の算定で得られた基礎ボルトのせん断荷重は以下に示す許容荷重  $q_a$  以下となるようにする。

$$q_a = \min(q_{a1}, q_{a2}, q_{a3})$$

$$q_{a1} = \phi_1 \cdot s \sigma_{qa} \cdot s c a$$

$$q_{a2} = \phi_2 \cdot \alpha_c \cdot c \sigma_{qa} \cdot s c a$$

$$q_{a3} = \phi_2 \cdot \alpha_c \cdot c \sigma_t \cdot A_{qc}$$

ここで、

- $q_{a1}$  : ボルトのせん断強度により決まる許容せん断荷重 (N)
- $q_{a2}$  : コンクリートの支圧強度により決まる許容せん断荷重 (N)
- $q_{a3}$  : コンクリートのコーン状破壊により決まる許容せん断荷重 (N)
- $\alpha_c$  : 施工のバラツキを考慮した低減係数で、 $\alpha_c = 0.75$  とする。
- $\phi_1, \phi_2$  : 低減係数であり、(i) において示す表に従う。
- $s \sigma_{qa}$  : ボルトのせん断強度で、 $s \sigma_{qa} = 0.7 \cdot s \sigma_y$  とする。(N/mm<sup>2</sup>)
- $s c a$  : ボルトのコンクリート表面における断面積 (mm<sup>2</sup>)
- $c \sigma_{qa}$  : コンクリートの支圧強度で  $c \sigma_{qa} = 0.5 \sqrt{F_c \cdot E_c}$  とする。(N/mm<sup>2</sup>)
- $E_c$  : コンクリートのヤング係数 (N/mm<sup>2</sup>)
- $A_{qc}$  : せん断荷重方向の側面におけるコーン状破壊面の有効投影面積で  $A_{qc} = \pi c^2 / 2$  とする。(mm<sup>2</sup>)
- $c$  : へりあき寸法 (mm)

(iii) 組合せ

基礎ボルトが引張荷重  $p$  及びせん断荷重  $q$  の組合せ荷重を受ける場合、以下となるようにする。

$$\left(\frac{p}{p_a}\right)^2 + \left(\frac{q}{q_a}\right)^2 \leq 1$$

ii. ケミカルアンカ

「各種合成構造設計指針・同解説 第4編 各種アンカーボルト設計指針・解説 4.5 接着系アンカーボルトの設計」又は J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 に基づき設計する。「各種合成構造設計指針・同解説」に基づく場合は以下の通りである。また、J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 に基づく場合は、前記ツ.(イ)、(ロ)の許容値に更に 20%の低減を行うものとする。

(i) 引張力を受ける場合

荷重の算定で得られた基礎ボルトの引張荷重は以下に示す許容荷重  $p_a$  以下となるようにする。

$$p_a = \min(p_{a1}, p_{a3})$$

$$p_{a1} = \phi_1 \cdot s \sigma_{pa} \cdot s c a$$

$$p_{a3} = \phi_3 \cdot \tau_a \cdot \pi \cdot d_a \cdot \ell_{ce}$$

ここで、

$p_{a1}$  : ボルトの降伏により決まる許容引張荷重 (N)

$p_{a3}$  : ボルトの付着力により決まる許容引張荷重 (N)

$\phi_1, \phi_3$  : 低減係数であり、以下の表に従う。

	$\phi_1$	$\phi_3$
短期荷重用	1.0	2/3

$s \sigma_{pa}$  : ボルトの引張強度で、 $s \sigma_{pa} = s \sigma_y$ とする。ただし、ボルトの降伏を保証する場合の上限引張力を算定するときは、 $s \sigma_{pa} = \alpha_{yu} \cdot s \sigma_y$ とする。(N/mm<sup>2</sup>)

$s \sigma_y$  : ボルトの降伏点強度であり、 $s \sigma_y = S_y$ とする。(N/mm<sup>2</sup>)

$\alpha_{yu}$  : ボルトの材料強度のばらつきを考慮した降伏点強度に対する割増係数であり、1.25以上を用いる。

$s c a$  : ボルトの断面積で、軸部断面積とねじ部有効断面積の小さい方の値 (mm<sup>2</sup>)

$d_a$  : ボルトの径 (mm)

$\ell_{ce}$  : ボルトの強度算定用埋込み深さで $\ell_{ce} = \ell_e - 2d_a$ とする。(mm)

$\ell_e$  : ボルトの有効埋込み深さ(mm)

$\tau_a$  : ボルトの付着強度で $\tau_a = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \tau_{bavg}$ とする。(N/mm<sup>2</sup>)

ここで、

$\alpha_n$  : へりあき及びボルトピッチによる付着強度の低減係数で  
 $\alpha_n = 0.5(c_n/\ell_e) + 0.5$ とする。(n=1, 2, 3)  
 ただし、 $(c_n/\ell_e) \geq 1.0$ の場合は $(c_n/\ell_e) = 1.0$ 、 $\ell_e \geq 10d_a$ の場合は $\ell_e = 10d_a$ とする。

$c_n$  : へりあき寸法又はボルトピッチ a の 1/2 で、最も小さくなる寸法 3 面までを考慮する。

$\tau_{bavg}$  : ボルトの基本平均付着強度であり、接着剤及び充填方式により以下の表に従う。

	カプセル方式		注入方式
	有機系	無機系	有機系
普通コンクリート	$10\sqrt{F_c/21}$	$5\sqrt{F_c/21}$	$7\sqrt{F_c/21}$

$F_c$  : コンクリートの設計基準強度 (N/mm<sup>2</sup>)

(ii) せん断力を受ける場合

荷重の算定で得られた基礎ボルトのせん断荷重は以下に示す許容荷重  $q_a$  以下となるようにする。

$$q_a = \min(q_{a1}, q_{a2}, q_{a3})$$

$$q_{a1} = \phi_1 \cdot s \sigma_{qa} \cdot s_{ca}$$

$$q_{a2} = \phi_2 \cdot c \sigma_{qa} \cdot s_{ca}$$

$$q_{a3} = \phi_2 \cdot c \sigma_t \cdot A_{qc}$$

ここで、

$q_{a1}$  : ボルトのせん断強度により決まる許容せん断荷重 (N)

$q_{a2}$  : コンクリートの支圧強度により決まる許容せん断荷重 (N)

$q_{a3}$  : コンクリートのコーン状破壊により決まる許容引張荷重 (N)

$\phi_1, \phi_2$  : 低減係数であり、(i)において示す表に従う。

$s \sigma_{qa}$  : ボルトのせん断強度で  $s \sigma_{qa} = 0.7 \cdot s \sigma_y$  とする。(N/mm<sup>2</sup>)

$c \sigma_{qa}$  : コンクリートの支圧強度で  $c \sigma_{qa} = 0.5 \sqrt{E_c \cdot F_c}$  とする。

$c \sigma_t$  : コーン状破壊に対するコンクリートの引張強度で  $c \sigma_t = 0.31 \sqrt{F_c}$  とする。(N/mm<sup>2</sup>)

$E_c$  : コンクリートのヤング係数 (N/mm<sup>2</sup>)

$A_{qc}$  : せん断荷重方向の側面におけるコーン状破壊面の有効投影面積で  $A_{qc} = \pi c^2 / 2$  とする。

$c$  : へりあき寸法 (mm)

また、ボルトの有効埋込み長さが  $\ell_e$  以下となるようにする。

$$\ell_e \geq \frac{s \sigma_{pa} \cdot d_a}{4\tau_a}$$

(iii) 組合せ

基礎ボルトが引張荷重  $p$  及びせん断荷重  $q$  の組合せ荷重を受ける場合、以下となるようにする。

$$\left(\frac{p}{p_a}\right)^2 + \left(\frac{q}{q_a}\right)^2 \leq 1$$

ネ. 燃料集合体（燃料被覆管）

荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界
		一次応力
D + P + M + S <sub>d</sub> * <sup>*</sup>	III <sub>A</sub> S	0.7・S <sub>u</sub> * <sup>1, *2</sup>
D + P + M + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S	

注記\*1：せん断ひずみエネルギー説に基づく相当応力に対して評価する。

\*2：使用温度及び照射の効果を考慮して許容値を設定する。



(b) B, Cクラスの機器・配管系, 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及び常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) (当該設備が属する耐震重要度分類がBクラス又はCクラスのもの) の機器・配管系

イ. クラス2, 3容器及び重大事故等クラス2容器 (クラス2, 3容器)  
(クラス2, 3容器)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界	
			一次一般膜応力	一次応力
B	$D + P_d + M_d + S_B$	$B_A S$	$S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし, ASS及びHNAについては上記 の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	$S_y$ ただし, ASS及びHNAについては上記 の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。
C	$D + P_d + M_d + S_C$	$C_A S$		

71

(重大事故等クラス2容器 (クラス2, 3容器))

*1 耐震 クラス	荷重の組合せ*2	許容応力 状態	許容限界	
			一次一般膜応力	一次応力
B	$D + P_d + M_d + S_B$	$B_A S$	$S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし, ASS及びHNAについては上記 の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	$S_y$ ただし, ASS及びHNAについては上記 の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。
C	$D + P_d + M_d + S_C$	$C_A S$		

注記\*1: 常設重大事故防止設備の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又は常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) が属する耐震重要度分類のクラス。

\*2: 設計基準事故時の状態で作用する荷重を除く。

ロ. クラス2管及び重大事故等クラス2管 (クラス2管)  
(クラス2管)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界		
			一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力
B	$D + P_d + M_d + S_B$	$B_A S$	<sup>*1</sup> $S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし、ASS及びHNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	$S_y$ ただし、ASS及びHNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	— <sup>*2</sup>
C	$D + P_d + M_d + S_C$	$C_A S$			

注記\*1: 軸力による全断面平均応力については、本欄の0.8倍の値とする。

\*2: 異なる建屋間に設置される等、地震時相対変位を考慮する場合は、地震のみによる一次+二次応力の振幅に対して $2 \cdot S_y$ とする。

(重大事故等クラス2管 (クラス2管))

*1 耐震 クラス	荷重の組合せ*2	許容応力 状態	許容限界		
			一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力
B	$D + P_d + M_d + S_B$	$B_A S$	*3 $S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし、ASS及びHNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	$S_y$ ただし、ASS及びHNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	— *4
C	$D + P_d + M_d + S_C$	$C_A S$			

注記\*1：常設重大事故防止設備の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又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）が属する耐震重要度分類のクラス。

\*2：設計基準事故時の状態で作用する荷重を除く。

\*3：軸力による全断面平均応力については、本欄の0.8倍の値とする。

\*4：異なる建屋間に設置される等、地震時相対変位を考慮する場合は、地震のみによる一次+二次応力の振幅に対して $2 \cdot S_y$ とする。

ハ. クラス 3 管及び重大事故等クラス 2 管(クラス 3 管)  
(クラス 3 管)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界			
			一次一般膜応力	一次応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
B	$D + P_d + M_d + S_B$	$B_A S$	$S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし, ASS 及び HNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。 <sup>*1</sup>	$S_y$ ただし, ASS 及び HNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	—	
	$D + P_d + M_d + S_d$ <sup>*4</sup>	$IV_A S$	$0.6 \cdot S_u$ <sup>*2</sup>	左欄の 1.5 倍の値	<sup>*3</sup> $S_s$ 又は $S_d$ 地震動のみによる疲労解析を行い, 疲労累積係数が 1.0 以下であること。 ただし, 地震動のみによる一次+二次応力の変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば疲労解析は不要。	
	$D + P_d + M_d + S_s$ <sup>*5</sup>					
C	$D + P_d + M_d + S_C$	$C_A S$	$S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし, ASS 及び HNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。 <sup>*1</sup>	$S_y$ ただし, ASS 及び HNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	—	

注記\*1: 軸力による全断面平均応力については本欄の 0.8 倍の値とする。

\*2: 軸力による全断面平均応力については, 許容応力状態  $B_A S$  の一次一般膜応力の許容値 ( $S_y$  と  $0.6 \cdot S_u$  の小さい方) の 0.8 倍の値とする。

\*3:  $2 \cdot S_y$  を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合, 設計・建設規格 PPB-3536(1), (2), (4) 及び(5) (ただし,  $S_m$  は  $2/3 \cdot S_y$  と読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

\*4: 主蒸気系主配管 (弾性設計用地震動  $S_d$  に対し破損しないことの確認を行う範囲) について適用する。

\*5: 主蒸気逃がし安全弁排気管について適用する。

(重大事故等クラス2管 (クラス3管))

*1 耐震 クラス	荷重の組合せ*2	許容応力 状態	許容限界			
			一次一般膜応力	一次応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
B	$D + P_d + M_d + S_B$	B <sub>A</sub> S	*3 S <sub>y</sub> と $0.6 \cdot S_u$ の小さい 方。 ただし、ASS及びHNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方と する	S <sub>y</sub> ただし、ASS及びHNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方と する	—	—
C	$D + P_d + M_d + S_C$	C <sub>A</sub> S	*3 S <sub>y</sub> と $0.6 \cdot S_u$ の小さい 方。 ただし、ASS及びHNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方と する	S <sub>y</sub> ただし、ASS及びHNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方と する。	—	—

注記\*1：常設重大事故防止設備の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又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）が属する耐震重要度分類のクラス。

\*2：設計基準事故時の状態で作用する荷重を除く。

\*3：軸力による全断面平均応力については、本欄の0.8倍の値とする。

ニ. クラス4管及び重大事故等クラス2管 (クラス4管)  
(クラス4管)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界
			一次一般膜応力
B	$D + P_d + M_d + S_B$	$B_A S$	地震時の加速度及び相対変位に対し機能が保たれるようサポートのスパン長を最大許容ピッチ以下に確保すること。
C	$D + P_d + M_d + S_C$	$C_A S$	

(重大事故等クラス2管 (クラス4管))

*1 耐震 クラス	荷重の組合せ*2	許容応力 状態	許容限界
			一次一般膜応力
B	$D + P_d + M_d + S_B$	$B_A S$	地震時の加速度及び相対変位に対し機能が保たれるようサポートのスパン長を最大許容ピッチ以下に確保すること。
C	$D + P_d + M_d + S_C$	$C_A S$	

注記\*1：常設重大事故防止設備の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又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）が属する耐震重要度分類のクラス。

\*2：設計基準事故等の状態で作用する荷重を除く。

ホ. クラス 2, 3 ポンプ, その他のポンプ及び重大事故等クラス 2 ポンプ (クラス 2, 3 ポンプ, その他のポンプ)  
(クラス 2, 3 ポンプ, その他のポンプ)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界*1	
			一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)
B	$D + P_d + M_d + S_B$	$B_A S$	$S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし, ASS 及び HNA については上記 の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする	$S_y$ ただし, ASS 及び HNA については上記 の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする
C	$D + P_d + M_d + S_C$	$C_A S$		

(重大事故等クラス 2 ポンプ (クラス 2, 3 ポンプ, その他のポンプ))

77

*1 耐震 クラス	荷重の組合せ*2	許容応力 状 態	許容限界*1	
			一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)
B	$D + P_d + M_d + S_B$	$B_A S$	$S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし, ASS 及び HNA については上記 の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする	$S_y$ ただし, ASS 及び HNA については上記 の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする
C	$D + P_d + M_d + S_C$	$C_A S$		

注記\*1: 常設重大事故防止設備の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又は常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) が属する耐震重要度分類のクラス。

\*2: 設計基準事故等の状態で作用する荷重を除く。

へ. クラス 2 支持構造物及び重大事故等クラス 2 支持構造物 (クラス 2 支持構造物)  
(クラス 2 支持構造物)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界*1,*2 (ボルト等以外)										許容限界*2,*6 (ボルト等)		形式試験に よる場合
			一次応力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈	引張	せん断	
B	$D + P_d + M_d + S_B$	$B_A S$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p$	$3 \cdot f_t$	$3 \cdot f_s^{*3}$	$3 \cdot f_b^{*4}$	$1.5 \cdot f_p^{*5}$	$1.5 \cdot f_b^{*4,*5}$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$T_L \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{y d}}{S_{y t}}$
C	$D + P_d + M_d + S_C$	$C_A S$						地震荷重のみによる応力振幅について評価する。				$1.5 \cdot f_s$			

注記\*1: 鋼構造設計規準 (日本建築学会 2005 改定) 等の幅厚比の制限を満足させる。

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

\*3: すみ肉溶接部にあっては最大応力に対して  $1.5 \cdot f_s$  とする。

\*4: 設計・建設規格 SSB-3121.1(4)により求めた  $f_b$  とする。

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

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



(重大事故等クラス 2 支持構造物 (クラス 2 支持構造物))

耐震 クラス <sup>*1</sup>	荷重の組合せ <sup>*2</sup>	許容応力 状態	許容限界 <sup>*3,*4</sup> (ボルト等以外)										許容限界 <sup>*4,*8</sup> (ボルト等)		形式試験に よる場合  許容荷重
			一次応力					一次+二次応力					一次応力		
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈	引張	せん断	
B	D + P <sub>d</sub> + M <sub>d</sub> + S <sub>B</sub>	B <sub>A</sub> S	1.5 · f <sub>t</sub>	1.5 · f <sub>s</sub>	1.5 · f <sub>c</sub>	1.5 · f <sub>b</sub>	1.5 · f <sub>p</sub>	3 · f <sub>t</sub>	<sup>*5</sup> 3 · f <sub>s</sub>	<sup>*6</sup> 3 · f <sub>b</sub>	1.5 · f <sub>p</sub> <sup>*7</sup>	<sup>*6,*7</sup> 1.5 · f <sub>b</sub> , 1.5 · f <sub>s</sub> 又は 1.5 · f <sub>c</sub>	1.5 · f <sub>t</sub>	1.5 · f <sub>s</sub>	$T_L \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$
C	D + P <sub>d</sub> + M <sub>d</sub> + S <sub>C</sub>	C <sub>A</sub> S						地震荷重のみによる応力振幅について評価する。							

注記\*1: 常設重大事故防止設備の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又は常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) が属する耐震重要度分類のクラス。

\*2: 設計基準事故時の状態で作用する荷重を除く。

\*3: 鋼構造設計規準 (日本建築学会 2005 改定) 等の幅厚比の制限を満足させる。

\*4: 応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

\*5: すみ肉溶接部にあっては最大応力に対して 1.5 · f<sub>s</sub> とする。

\*6: 設計・建設規格 SSB-3121.1(4)により求めた f<sub>b</sub> とする。

\*7: 自重、熱膨張等により常時作用する荷重に、地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*8: コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって、トルク管理、材料の照合等を行わないものについては、材料の品質、据付状態等のゆらぎ等を考慮して、一次引張応力に対しては f<sub>t</sub>、一次せん断応力に対しては f<sub>s</sub> として応力評価を行う。

ト. その他の支持構造物及び重大事故クラス2支持構造物 (その他の支持構造物)  
(その他の支持構造物)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界*1,*2 (ボルト等以外)										許容限界*2,*6 (ボルト等)		形式試験に よる場合			
			一次応力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重			
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈	引張	せん断				
B	$D + P_d + M_d + S_B$	$B_A S$																
C	$D + P_d + M_d + S_C$	$C_A S$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p$	$\left( \begin{array}{l} 3 \cdot f_t \quad *3 \quad *4 \\ 3 \cdot f_s \\ 3 \cdot f_b \end{array} \right)$ 地震荷重のみによる応力振幅について評価する。			$1.5 \cdot f_p$ *5	$1.5 \cdot f_b$ , $1.5 \cdot f_s$ 又は $1.5 \cdot f_c$ *4,*5	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$T_L \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{y d}}{S_{y t}}$			

注記\*1: 鋼構造設計規準 (日本建築学会 2005 改定) 等の幅厚比の制限を満足させる。

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

\*3: すみ肉溶接部にあっては最大応力に対して  $1.5 \cdot f_s$  とする。

\*4: 設計・建設規格 SSB-3121.1(4)により求めた  $f_b$  とする。

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

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

(重大事故等クラス2支持構造物 (その他の支持構造物))

耐震 クラス	荷重の組合せ*2	許容応力 状態	許容限界*3,*4,*9 (ボルト等以外)										許容限界*4,*8 (ボルト等)		形式試験に よる場合		
			一次応力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重		
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈	引張	せん断			
B	$D + P_d + M_d + S_B$	B <sub>A</sub> S															
C	$D + P_d + M_d + S_C$	C <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p$	$3 \cdot f_t$ $3 \cdot f_s$ $3 \cdot f_b$ <small>*5                      *6</small> (地震荷重のみによる応力振幅について評価する。)			$1.5 \cdot f_p$	$1.5 \cdot f_b$ , $1.5 \cdot f_s$ 又は $1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$T_L \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{y,d}}{S_{y,t}}$		

注記\*1: 常設重大事故防止設備の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又は常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) が属する耐震重要度分類のクラス。

\*2: 設計基準事故時の状態で作用する荷重を除く。

\*3: 鋼構造設計規準 (日本建築学会 2005 改定) 等の幅厚比の制限を満足させる。

\*4: 応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

\*5: すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して  $1.5 \cdot f_s$  とする。

\*6: 設計・建設規格 SSB-3121.1(4)により求めた  $f_b$  とする。

\*7: 自重、熱膨張等により常時作用する荷重に、地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*8: コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであつて、トルク管理、材料の照合等を行わないものについては、材料の品質、据付状態等のゆらぎ等を考慮して、一次引張応力に対しては  $f_t$ 、一次せん断応力に対しては  $f_s$  として応力評価を行う。

\*9: 電気計装設備、換気空調設備の評価においても準用する。

(3) 土木構造物

(設計基準対象施設)

		荷重の組合せ	許容限界		
			曲げ	せん断	基礎地盤の支持性能
土木構造物	屋外重要土木構造物	$G + P + S_s$	限界層間変形角* <sup>1</sup> , 限界ひずみ* <sup>1</sup> , * <sup>3</sup> , 降伏曲げモーメント* <sup>1</sup> , * <sup>3</sup> 又は許容応力度とする。	せん断耐力* <sup>1</sup> , * <sup>2</sup> , 許容応力度又は限界ひずみ* <sup>1</sup> , * <sup>3</sup> とする。	地盤の極限支持力に対して妥当な安全余裕を持たせる。
		$G + P + S_c$	許容応力度とする。	許容応力度とする。	地盤の短期許容支持力とする。
	その他の土木構造物	$G + P + S_c$	許容応力度とする。	許容応力度とする。	地盤の短期許容支持力とする。

注記\*<sup>1</sup>: 各種安全係数を見込むことで, 妥当な安全余裕を持たせる。

\*<sup>2</sup>: 後施工によるせん断補強筋を考慮したせん断耐力及び増厚部によるせん断耐力を用いる場合は, その適用性及び設計の妥当性を確認の上, 許容限界を設定する。

\*<sup>3</sup>: 止水性の維持が要求される部位については, 基準地震動  $S_s$  による地震力に伴い生じる荷重又は応力に対して, おおむね弾性状態に留まることを計算により確認する。

[記号の説明]

G : 固定荷重

P : 積載荷重

$S_s$  : 基準地震動  $S_s$  による地震力

$S_c$  : 耐震 C クラスの施設に適用される静的地震力

(重大事故等対処施設)

	*1 設備分類 施設区分	荷重の組合せ	許容限界		
			曲げ	せん断	基礎地盤の 支持性能
土木 構造物	①*2, ③, ④*2 ⑤, ⑥*2	G + P + S <sub>s</sub>	限界層間変形角*3, 限界ひずみ*3, 降伏 曲げモーメント*3 又は許容応力度と する。	せん断耐力*3,* 4, 許容応力度又 は限界ひずみ*3 とする。	地盤の極限支持 力に対して妥当 な安全余裕を持 たせる。
	①	G + P + S <sub>c</sub>	許容応力度とす る。	許容応力度とす る。	地盤の短期許容 支持力とする。

注記\*1：重大事故等対処施設の設備分類及び施設区分

- ①：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又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がBクラス又はCクラスのもの）
- ②：①が設置される重大事故等対処施設
- ③：常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）
- ④：③が設置される重大事故等対処施設
- ⑤：常設重大事故緩和設備又は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）
- ⑥：⑤が設置される重大事故等対処施設

\*2：屋外重要土木構造物の機能を代替する重大事故等対処施設に適用する。

\*3：各種安全係数を見込むことで、妥当な安全余裕を持たせる。

\*4：後施工によるせん断補強筋を考慮したせん断耐力及び増厚部によるせん断耐力を用いる場合は、その適用性及び設計の妥当性を確認の上、許容限界を設定する。

[記号の説明]

G：固定荷重

P：積載荷重

S<sub>s</sub>：基準地震動S<sub>s</sub>による地震力

S<sub>c</sub>：耐震Cクラスの施設に適用される静的地震力

(4) 津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備

(a) 土木構造物

津波防護施設

	荷重の組合せ	許容限界		
		構造部材の健全性	基礎地盤の支持性能	構造物の変形性
防潮堤 (鋼管式鉛直壁)	G + P + S <sub>s</sub>	短期許容応力度又はすべり安全率 1.2 以上とする。	地盤の極限支持力に基づき設定する。	有意な漏洩が生じないことを確認した変位量とする。
防潮堤 (盛土堤防)	G + P + S <sub>s</sub>	すべり安全率 1.2 以上とする。	地盤の極限支持力に基づき設定する。	—
防潮壁 (第 2 号機海水ポンプ室)	G + S <sub>s</sub>	短期許容応力度又は降伏強度及びせん断強度とする。	地盤の極限支持力に基づき設定する。	有意な漏洩が生じないことを確認した変位量とする。
防潮壁 (第 2 号機放水立坑)	G + S <sub>s</sub>	短期許容応力度又は降伏強度及びせん断強度とする。	地盤の極限支持力に基づき設定する。	有意な漏洩が生じないことを確認した変位量とする。
防潮壁 (第 3 号機海水ポンプ室)	G + S <sub>s</sub>	短期許容応力度又は降伏強度及びせん断強度とする。	地盤の極限支持力に基づき設定する。	有意な漏洩が生じないことを確認した変位量とする。
防潮壁 (第 3 号機放水立坑)	G + S <sub>s</sub>	短期許容応力度又は降伏強度及びせん断強度とする。	地盤の極限支持力に基づき設定する。	有意な漏洩が生じないことを確認した変位量とする。
防潮壁 (第 3 号機海水熱交換器建屋)	G + S <sub>s</sub>	短期許容応力度又は降伏強度及びせん断強度とする。	—	—
取放水路流路縮小工 (第 1 号機取水路) (No. 1), (No. 2)	G + P + S <sub>s</sub>	引張強度及びせん断強度とする。	地盤の極限支持力に基づき設定する。	—
取放水路流路縮小工 (第 1 号機放水路)	G + P + S <sub>s</sub>	引張強度及びせん断強度とする。	地盤の極限支持力に基づき設定する。	—
貯留堰* <sup>1</sup>	G + S <sub>s</sub>	限界ひずみ* <sup>2</sup> , せん断耐力* <sup>2</sup> とする* <sup>1</sup> 。	地盤の極限支持力に基づき設定する。	—

注記\*1: 非常時における海水の通水機能及び貯水機能を要求機能としている。

\*2: 各種安全係数を見込むことで妥当な安全余裕を持たせ, 部材が概ね弾性状態に留まることを確認する。

[記号の説明] G : 固定荷重, P : 積載荷重, S<sub>s</sub> : 基準地震動 S<sub>s</sub> による地震力

(b) 建物・構築物

浸水防止設備

		荷重の組合せ	許容限界
			部材
浸水防止設備	水密扉 浸水防止蓋 浸水防止壁	$G + P + S_s$	短期許容応力度を基本とする。

〔記号の説明〕

G : 固定荷重

P : 積載荷重

$S_s$  : 基準地震動  $S_s$  による地震力

(c) 機器・配管系

イ. 記号の説明

D : 死荷重

$P_D$  : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ（運転状態Ⅲ及び地震従属事象として運転状態Ⅳに包絡する状態がある場合にはこれを含む）、又は当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重

$M_D$  : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ（運転状態Ⅲ及び地震従属事象として運転状態Ⅳに包絡する状態がある場合にはこれを含む）、又は当該設備に設計上定められた機械的荷重

$S_s$  : 基準地震動  $S_s$  により定まる地震力

ロ. 荷重の組合せ及び許容応力

浸水防止設備（浸水防止蓋（ボルト以外））

		耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界 <sup>*1,*2</sup>			
					一次応力			
					引張	曲げ	せん断	圧縮
浸水防止設備	浸水防止蓋	S	$D + S_s$	Ⅲ <sub>A</sub> S <sup>*3</sup>	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：その他の支持構造物（設計基準対象施設）に対する許容限界に準じて設定する。

\*3：地震後、津波後の再使用性や津波の繰返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して浸水防護機能として十分な余裕を有するよう、設備を構成する材料が弾性域内に収まることを基本とする。



浸水防止設備（浸水防止蓋（ボルト））

		耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状 態	許容限界*1*2	
					一次応力	
					引張	せん断
浸水 防止 設備	浸水防止蓋	S	D + S s	Ⅲ <sub>A</sub> S*3	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：その他の支持構造物（設計基準対象施設）に対する許容限界に準じて設定する。

\*3：地震後、津波後の再使用性や津波の繰返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して浸水防護機能として十分な余裕を有するよう、設備を構成する材料が弾性域内に収まることを基本とする。

87

浸水防止設備（逆止弁付ファンネル）

		耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状 態	許容限界*1*2	
					一次応力	
					引張	曲げ
浸水 防止 設備	逆止弁付ファンネル	S	D + S s	Ⅲ <sub>A</sub> S*3	$1.2 \cdot S$	$1.2 \cdot S$

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：クラス2，3配管に対する許容限界に準じて設定する。

\*3：地震後、津波後の再使用性や津波の繰返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して浸水防護機能として十分な余裕を有するよう、設備を構成する材料が弾性域内に収まることを基本とする。

浸水防止設備（貫通部止水処置）

貫通部止水処置にモルタルを用いる場合の許容荷重は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）に準じて、次の通りとする。

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界	
			付着荷重* <sup>1</sup>	圧縮荷重* <sup>2</sup>
S	D + S <sub>s</sub>	短期許容応力度 とする。	f <sub>s</sub>	f <sub>c</sub>

注記\*1：貫通部がせん断荷重を受ける場合のモルタルの評価

荷重の算定で得られた貫通物のせん断荷重は、以下に示す貫通部の周囲に充填したモルタルの付着強度に対する許容値以下となるようにする。

$$F_s \leq f_s = f'_{bok} \cdot S \cdot L / \gamma_c$$

ここに、

$$f'_{bok} = 0.28 \times f'_{ck}{}^{2/3} \cdot 0.4$$

F<sub>s</sub> : 貫通物によるせん断荷重 (kN)

f<sub>s</sub> : モルタルの許容付着荷重 (kN)

f'<sub>bok</sub> : モルタルの付着強度 (N/mm<sup>2</sup>)

S : 貫通物の周長 (mm)

L : モルタルの充てん深さ (mm)

f'<sub>ck</sub> : モルタル圧縮強度であり設計値として 30 (N/mm<sup>2</sup>) を用いる

γ<sub>c</sub> : 材料係数として 1.3 を用いる

\*2：貫通物が圧縮荷重を受ける場合のモルタルの評価

荷重の算定で得られた貫通物の圧縮荷重は、以下に示す貫通部の周囲に充填したモルタルの圧縮強度に対する許容値以下となるようにする。

$$F_c \leq f_c = f'_{ck} \cdot A_p / \gamma_c$$

ここに、

F<sub>c</sub> : 貫通物による圧縮荷重 (kN)

f<sub>c</sub> : モルタルの許容圧縮荷重 (kN)

f'<sub>ck</sub> : モルタル圧縮強度であり設計値として 30 (N/mm<sup>2</sup>) を用いる

A<sub>p</sub> : 貫通物の投影面積 (mm<sup>2</sup>)

γ<sub>c</sub> : 材料係数として 1.3 を用いる

津波監視設備

		耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界*2*3 (ボルト以外)				許容限界*2*3 (ボルト)	
					一次応力				一次応力	
					引張	せん断	圧縮	曲げ	引張	せん断
津波監視 設備	津波監視 カメラ	S	$D + P_D + M_D + S_S$	Ⅲ <sub>A</sub> S*1	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
	取水ピット 水位計	S	$D + P_D + M_D + S_S$	Ⅲ <sub>A</sub> S*1	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$

注記\*1:地震後、津波後の再使用性や津波の繰返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して浸水防護機能として十分な余裕を有するよう、設備を構成する材料が弾性域内に収まることを基本とする。

\*2:応力の組み合わせが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

\*3:その他の支持構造物（設計基準対象施設）に対する許容限界に準じて設定する。

(5) 地盤

(設計基準対象施設)

	荷重の組合せ	許容限界
Sクラス	$G + P + S_d^*$	短期許容支持力とする。
	$G + P + S_s$	極限支持力に対して妥当な安全余裕を持たせる。
Bクラス	$G + P + S_B$	短期許容支持力とする。
Cクラス	$G + P + S_C$	短期許容支持力とする。

[記号の説明]

G : 固定荷重

P : 積載荷重

$S_d^*$  : 弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力

$S_s$  : 基準地震動  $S_s$  による地震力

$S_B$  : 耐震 B クラスの施設に適用される静的地震力

$S_C$  : 耐震 C クラスの施設に適用される静的地震力

(重大事故等対処施設)

	設備分類* <sup>1</sup> 施設区分	耐震* <sup>2</sup> クラス	荷重の組合せ	許容限界
基礎地盤	③, ④, ⑤, ⑥, ⑦	S	$G + P + S_s$	極限支持力に対して妥当な安全余裕を持たせる。
	①, ②	B	$G + P + S_B$	短期許容支持力とする。
	①, ②	C	$G + P + S_C$	短期許容支持力とする。

[記号の説明]

G : 固定荷重

P : 積載荷重

$S_s$  : 基準地震動  $S_s$  による地震力

$S_B$  : 耐震 B クラスの施設に適用される静的地震力

$S_C$  : 耐震 C クラスの施設に適用される静的地震力

注記\*1: 重大事故等対処施設の設備分類及び施設区分

- ①: 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又は常設重大事故防止設備(設計基準拡張)(当該設備が属する耐震重要度分類が B クラス又は C クラスのもの)
- ②: ①が設置される重大事故等対処施設
- ③: 常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故防止設備(設計基準拡張)(当該設備が属する耐震重要度分類が S クラスのもの)
- ④: ③が設置される重大事故等対処施設
- ⑤: 常設重大事故緩和設備又は常設重大事故緩和設備(設計基準拡張)

⑥：⑤が設置される重大事故等対処施設

⑦：緊急時対策所

\*2：常設重大事故防止設備の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又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）が属する耐震重要度分類のクラス

また、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）については、当該クラスをSと表記する。

表 3-2 地震力と積雪荷重及び風荷重の組合せ

(1) 考慮する荷重の組合せ

(○：考慮する荷重を示す。)

	施設の配置	荷重	
		風荷重 ( $P_k$ )	積雪荷重 ( $P_s$ )
建物・構築物	屋外	○*1	○*2
機器・配管系	屋内	—	—
	屋外	○*1	○*2
土木構造物	屋外	○*1	○*2
津波防護施設，浸水防止 設備及び津波監視設備	屋内	—	—
	屋外	○*1	○*2

注記\*1：屋外に設置されている施設のうち，コンクリート構造物などの自重が大きい施設を除く。

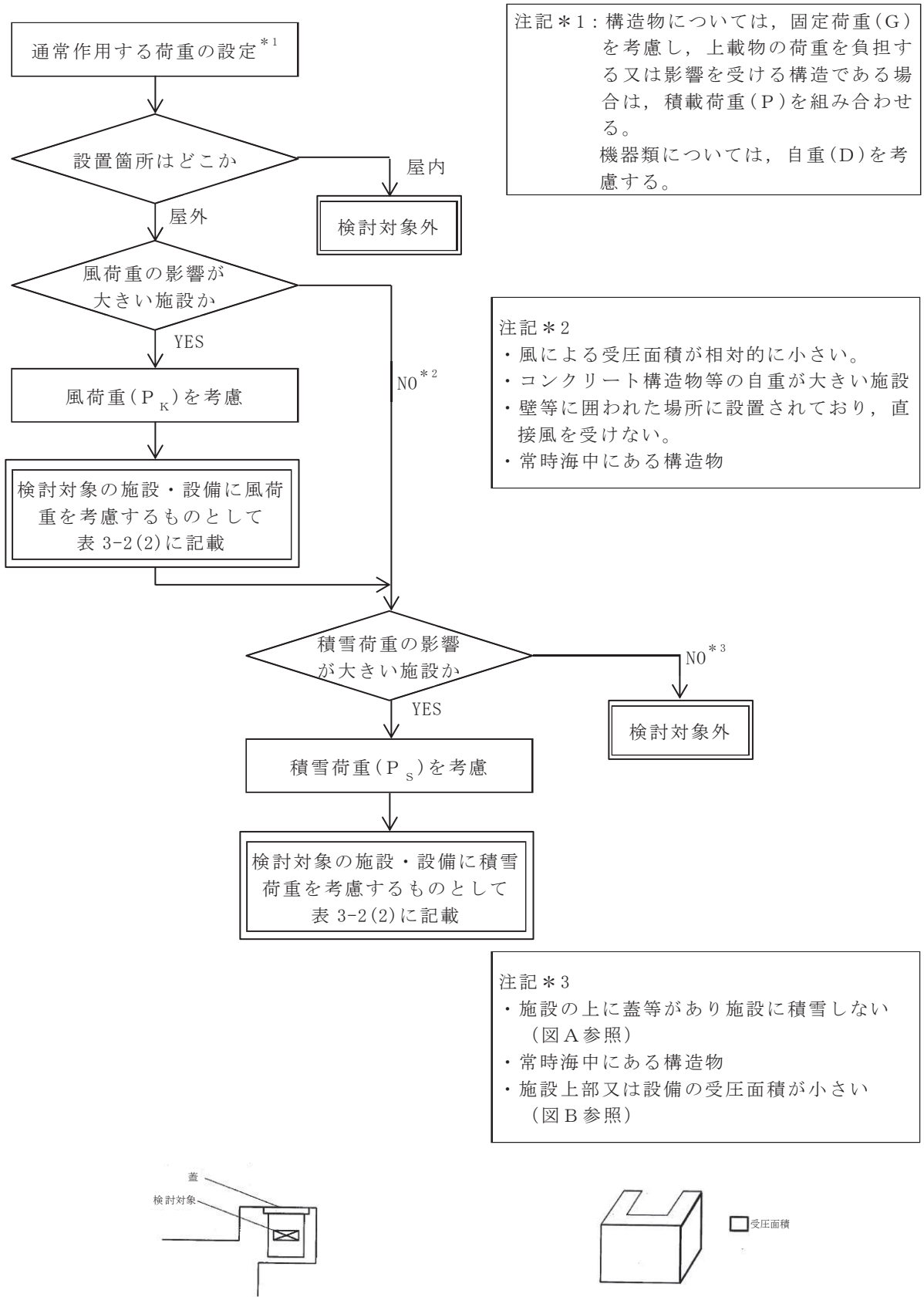
\*2：積雪による受圧面積が小さい施設，又は埋設構造物など常時の荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除く。

(2) 検討対象の施設・設備

	施設・設備	
	風荷重*1	積雪荷重*1
建物・構築物	・排気筒*2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉建屋</li> <li>・緊急時対策建屋</li> <li>・制御建屋</li> <li>・タービン建屋</li> <li>・緊急用電気品建屋</li> <li>・第3号機海水熱交換器建屋</li> <li>・第1号機制御建屋</li> <li>・補助ボイラー建屋</li> <li>・排気筒基礎</li> </ul>
機器・配管系	<ul style="list-style-type: none"> <li>・屋外アンテナ（緊急時対策所）</li> <li>・屋外アンテナ（中央制御室）</li> <li>・復水貯蔵タンク</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・屋外アンテナ（緊急時対策所）</li> <li>・屋外アンテナ（中央制御室）</li> <li>・竜巻防護ネット</li> <li>・海水ポンプ室門型クレーン</li> <li>・復水貯蔵タンク</li> </ul>
土木構造物	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・取水口</li> <li>・取水路</li> <li>・海水ポンプ室</li> <li>・原子炉機器冷却海水配管ダクト</li> <li>・軽油タンク室</li> <li>・軽油タンク室（H）</li> <li>・ガスタービン発電設備軽油タンク室</li> <li>・軽油タンク連絡ダクト</li> <li>・排気筒連絡ダクト</li> <li>・第3号機海水ポンプ室</li> <li>・復水貯蔵タンク基礎</li> </ul>
津波防護施設、 浸水防止設備 及び津波監視設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・防潮堤</li> <li>・防潮壁</li> <li>・浸水防止壁</li> <li>・津波監視カメラ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・防潮堤</li> <li>・防潮壁</li> <li>・浸水防止蓋</li> <li>・津波監視カメラ</li> </ul>

注記\*1：風荷重については、建築基準法施行令第87条第2項及び第4項に基づく建設省告示第1454号に、積雪荷重については、女川原子力発電所の最寄りの気象官署（石巻特別地域気象観測所）における観測記録（1887年～2017年）に基づくこととし、添付書類「VI-1-1-2 発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうち、添付書類「VI-1-1-2-1-1 発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「4. 組合せ」のとおり、風荷重については30m/s、積雪荷重については43cmに平均的な積雪荷重を与えるための係数0.35を考慮し、適切に算出する。

\*2：風荷重の影響が大きいと考えられる鉄塔構造物について、組合せを考慮する。



図A: 蓋等により積雪しない場合の例      図B: 上部の受圧面積が小さい場合の例

図 3-1 耐震計算における風荷重及び積雪荷重の設定フロー



### 3.2 変位，変形の制限

発電用原子炉施設として設置される建物・構築物，機器・配管系の設計に当たっては，剛構造とすることを原則としており，地震時にこれらに生じる応力を許容応力値以内に抑えることにより，変位，変形に対しては特に制限を設けなくても機能は十分維持されることが考えられる。

しかしながら，地震により生起される変位，変形に対し設計上の注意を要する部分については以下のような配慮を行い，設備の機能維持が十分果たされる設計とする。

#### (1) 建物間相対変位に対する配慮

原子炉格納容器を貫通する配管，ダクト等，又は異なった建物間を渡る配管等の設計においては，十分安全側に算定された建物間相対変位に対し，配管ルート，支持方法又は伸縮継手の採用等でこれを吸収できるように配慮する。

#### (2) 燃料集合体の変位に対する配慮

地震時における原子炉スクラム時，燃料集合体の地震応答変位は制御棒の挿入時間に影響を与える。そのため，炉心を模擬した実物大の部分モデルによる加振時制御棒挿入試験結果から挿入機能に支障を与えない最大燃料集合体変位を求め，地震応答解析から求めた燃料集合体変位がその最大燃料集合体変位を下回ることを確認する。

### 3.3 機器・配管系の疲労の制限

#### (1) 疲労評価に用いる等価繰返し回数

機器・配管系の基準地震動  $S_s$  又は弾性設計用地震動  $S_d$  のみによる疲労解析に用いる等価繰返し回数は，設置場所等に関係なく複数の設備に対して適用が可能になるように設定した値（基準地震動  $S_s$  : 340 回，弾性設計用地震動  $S_d$  : 590 回），又は設備ごとに個別に設定した値を用いる。 $S_d$  地震動の疲労解析は， $S_d$  地震動の等価繰返し回数又は設備ごとに個別に設定した  $S_d$  地震動の等価繰返し回数と  $S_s$  地震動による応力を用いた疲労解析が許容限界以下であれば省略できる。

#### (2) 東北地方等太平洋沖地震等を踏まえた疲労評価の配慮

東北地方太平洋沖地震等による設備に対する疲労影響は十分に小さいことを踏まえ，疲労累積係数による疲労評価を実施する場合の配慮として，疲労累積係数に 0.01 を見込んだ評価を実施する。

#### 4. 機能維持

##### 4.1 動的機能維持

動的機能が要求される機器は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(1) 動的機能維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、その機器に要求される安全機能を維持するため、設計基準対象施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分に応じた地震動に対して、その機能種別により制御棒挿入機能に係る機器、回転機器及び弁に分類し、それぞれについて、以下の方法により機能維持を満足する設計とする。

###### (1) 制御棒挿入機能に係る機器

地震時における制御棒の挿入性（制御棒が目安とする設計時間内に挿入できること）については、炉心を模擬した実物大の部分モデルによる加振時制御棒挿入試験結果、**制御棒挿入解析**等から駆動機能が地震時にも維持されることを確認する。

###### (2) 回転機器及び弁

地震時及び地震後に動作機能の維持が要求される回転機器及び弁については、設計基準対象施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分に応じた地震動による応答加速度が、加振試験等の既往の研究によって機能維持を確認した加速度（以下「動的機能確認済加速度」という。）以下とするか、もしくは応答加速度による解析等により機能維持を満足する設計とする。動的機能確認済加速度を超える場合には、詳細検討により機能維持を満足する設計とする。標準的な機種の動的機能確認済加速度を表 4-1 に、弁の詳細検討に適用する駆動部の動作機能確認済加速度を表 4-2 に示す。

表 4-1 の適用形式を外れる場合は、地震時の応答加速度が地震動を模擬した加振試験又は設備が十分に剛であることを踏まえ、地震動による応答を模擬した静的荷重試験によって得られる、機能維持を確認した加速度以下であること、又は既往知見に基づいた解析により機能維持を満足する設計とする。

具体的な動的機能維持評価について、以下に示す。

###### a. クラス 2 ポンプ、クラス 3 ポンプ、その他のポンプ及び重大事故等クラス 2 ポンプ（クラス 2，3，その他のポンプ）について

地震時及び地震後に動的機能維持を要求されるポンプについては、次のいずれかにより、必要な機能を有することを確認する。また、クラス 1 ポンプについては、地震時及び地震後において、動的機能を必要としないが、地震によって軸固着が生じないことを同様の方法で確認する。

(a) 計算による機能維持の評価

静的若しくは動的解析により地震荷重を求め、軸受に負荷する荷重が、軸受の許容荷重以内であることを確認する。また、その他の必要な機能についても計算により確認する。

(b) 実験による機能維持の評価

地震を模擬した加振試験又は地震時に作用する相当荷重を模擬した静的実験により、機能維持の確認をする。

b. クラス1弁、クラス2弁及び重大事故等クラス2弁(クラス1弁、クラス2弁)について

地震時及び地震後に動的機能維持を要求される弁については、次のいずれかにより、必要な機能を有することを確認する。

(a) 計算による機能維持の評価

次にいずれかにより、弁の設計荷重を決める。

イ. 配管系の解析により、弁の最大加速度を求める。

ロ. あらかじめ弁に対して許容設計加速度を定める。

これらのいずれかにより、与えられた設計荷重により、ヨーク、弁本体、ステム等のうち、もっとも機能に影響の強い部分(一般にはボンネット付根部)の応力等が降伏点、又は機能維持に必要な限界値を超えないことを確認する。

(b) 実験による機能維持の評価

地震を模擬した加振試験又は地震時に作用する相当荷重を模擬した静的実験により、機能維持の確認をする。

表 4-1 動的機能確認済加速度

種別	機種	加速度 確認部位	機能確認済加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )	
			水平方向	鉛直方向
立形ポンプ	ピットバレル形ポンプ	コラム 先端部	10.0	1.0
	立形斜流ポンプ			
横形ポンプ	横形単段遠心式ポンプ	軸位置	3.2 (軸直角方向)	1.0
	横形多段遠心式ポンプ		1.4 (軸方向)	
ポンプ駆動用 タービン	原子炉隔離時冷却系ポンプ 駆動用蒸気タービン	重心位置	2.4	1.0
電動機	横形ころがり軸受電動機	軸受部	4.7	1.0
	横形すべり軸受電動機		2.6	
	立形ころがり軸受電動機		2.5	
	立形すべり軸受電動機			
ファン	遠心直結型ファン	軸受部及び メカニカル シールケー シング	2.3	1.0
	遠心直動型ファン	軸受部	2.6	
	軸流式ファン		2.4	
非常用ディー ゼル発電機	中速形ディーゼル機関	機関 重心位置	1.1	1.0
		ガバナ 取付位置	1.8	1.0
	高速形ディーゼル機関	機関 重心位置	1.1	1.0
		ガバナ 取付位置	1.8	1.0
往復動式ポン プ	横形3連往復動式ポンプ	重心位置	1.6	1.0
弁（一般弁及 び特殊弁）	一般弁（グローブ弁，ゲー ト弁，バタフライ弁，逆止 弁）	駆動部	6.0	6.0
	ゴムダイヤフラム弁		2.7	6.0
	主蒸気隔離弁		10.0	6.2
	主蒸気逃がし安全弁		9.6	6.1
	制御棒駆動系スクラム弁		6.0	6.0

(参考文献)

電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究（H10～H13）」

表 4-2 弁の詳細検討に適用する駆動部の動作機能確認済加速度

種別	機種	加速度 確認部 位	駆動部の動作機能確認済加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )	
			水平方向	鉛直方向
弁（一般弁及び特殊弁）	一般弁（グローブ弁，ゲート弁，バタフライ弁）のうち電動弁	駆動部	20.0	20.0
	一般弁のうち空気作動グローブ弁		20.0	20.0
	一般弁のうち空気作動バタフライ弁		15.0	20.0
	主蒸気隔離弁		15.0	15.0
	主蒸気逃がし安全弁		20.0	20.0

(参考文献)

- 電力共通研究「電動弁駆動部の動作機能確認済加速度向上に関する研究  
(2013年2月～2016年2月)」
- 電力共通研究「空気作動弁駆動部の動作機能確認済加速度向上に関する研究  
(2017年3月～2021年3月)」
- 電力共通研究「主蒸気逃がし安全弁の機能維持確認済加速度向上に関する研究  
(2012年12月～2016年3月)」
- 電力共通研究「主蒸気隔離弁の機能維持確認済加速度向上に関する研究  
(2017年2月～2021年3月)」

#### 4.2 電氣的機能維持

電氣的機能が要求される機器については、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(2) 電氣的機能維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、その機器に要求される安全機能を維持するため、設計基準対象施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分に応じた地震動による応答加速度が各々の盤、器具等に対する加振試験等により機能維持を確認した加速度（以下「電氣的機能確認済加速度」という。）以下であること、あるいは解析による最大発生応力が許容応力以下であることにより、機能維持を満足する設計とする。

上記加振試験では、まず、掃引試験により固有振動数を確認する。その後、加振試験を実施し、当該機器が設置される床における加速度以上での動作確認を実施する。または、実機を模擬した機器を当該機器が設置される床における模擬地震波により加振して、動作確認を実施する。

#### 4.3 気密性の維持

気密性の維持が要求される施設は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(3) 気密性の維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、放射線業務従事者の放射線障害防止、発電所周辺の空間線量率の低減、居住性の確保及び放射線障害から公衆を守るため、事故時に放射性気体の放出、流入を防ぐことを目的として、設計基準対象施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分に応じた地震動に対して、「3.1 構造強度上の制限」等による構造強度を確認すること、及び同じく地震動に対して機能を維持できる設計とする換気設備とあいまって、気密性維持の境界において気圧差を確保することで必要な気密性を維持する設計とする。

気密性の維持が要求される施設のうち、鉄筋コンクリート造の施設は、施設区分に応じた地震動に対して、地震時及び地震後において、耐震壁のせん断ひずみがおおむね弾性状態にとどまることを基本とする。その状態にとどまらない場合は、地震応答解析による耐震壁のせん断ひずみから算定した空気漏えい量が、設置する換気設備の性能を下回することで必要な気密性を維持する設計とする。

気密性の維持が要求される施設のうち、鋼製の構造物を含む原子炉格納容器バウンダリは、設計基準事故及び重大事故等時における内圧と地震力との組合せを考慮した荷重に対しても、「3.1 構造強度上の制限」による構造強度を確保する設計とする。この場合、格納容器貫通部においては相対変位量を考慮した処置を施す等、相対変位量を考慮した設計を行う。また、使用材料、製作及び保守に関しても管理を行うことで、地震時及び地震後において、気密性維持の境界において気圧差を確保し十分な気密性を維持する設計とする。

原子炉建屋原子炉棟の鉄筋コンクリート造の部分において、耐震壁については、「3.1 構造強度」に定める建物・構築物の許容限界であるせん断ひずみを用いて空気漏えい量を算定し、事故時に原子炉格納容器から漏えいした空気を非常用ガス処理系で処理できることを確認することで、スラブについては、地震時に生じる応力に対して弾性域内にとどまる設計とすることで、気密性維持の境界において気圧差を確保し、気密

性を維持する設計とする。

緊急時対策所，中央制御室待避所及び中央制御室は，地震時及び地震後においてもその機能を維持できるように，耐震壁については，「3. 構造強度」に定める建物・構築物の許容限界であるせん断ひずみを用いて空気漏えい量を算定し，設置する換気設備の性能以下であることを確認する。また，スラブについては，地震時に生じる応力に対して弾性域内にとどまる設計とすることで，気密性維持の境界において気圧差を確保し，居住性を維持する設計とする。

#### 4.4 止水性の維持

止水性の維持が要求される施設は，津波防護施設及び浸水防止設備であり，添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(4) 止水性の維持」の考え方に基づき，地震時及び地震後において，防護対象設備を設置する建物及び区画に，津波に伴う浸水による影響を与えないことを目的として，基準地震動  $S_s$  による地震力に対し，「3.1 構造強度上の制限」に示す構造強度の確保に加え，主要な構造体の境界部に設置する材料については，有意な漏えいが生じない変形に留めることで，止水性を維持する設計とする。

具体的には，止水性の維持が要求される施設の母材部については，基準地震動  $S_s$  による地震力に伴い生じる荷重又は応力に対して，おおむね弾性状態に留まることを計算により確認する。加えて，止水性の維持が要求される施設の取付部及び閉止部等のうち，間隙が生じる可能性のある境界部に設置した材料については，境界部において基準地震動  $S_s$  による地震力に伴い生じる相対変位量が，材料の試験により確認した止水性が維持できる変位量未満であることを計算により確認する。また，止水性の維持が要求される施設が取付けられた，建物・構築物及び土木構造物の壁など，止水性の維持が要求される部位については，断面が降伏に至らない状態であれば，漏水が生じるような顕著な（部材を貫通するような）ひび割れは発生しないことから，基準地震動  $S_s$  による地震力に伴い生じる荷重又は応力に対して，おおむね弾性状態に留まることを計算により確認する。

各施設の母材部並びに取付部及び閉止部等の境界部は，使用材料，製作及び保守に関しても十分な管理を行い，止水性が維持できるよう考慮する。

#### 4.5 遮蔽性の維持

遮蔽性の維持が要求される施設は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(5) 遮蔽性の維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、放射線業務従事者の放射線障害防止、発電所周辺の空間線量率の低減、居住性の確保及び放射線障害から公衆を守るため、鉄筋コンクリート造として設計することを基本とし、遮蔽性の維持が要求される生体遮蔽装置については、設計基準対象施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分に応じた地震動に対して、「3.1 構造強度上の制限」による構造強度を確保し、遮蔽体の形状及び厚さを確保することで、地震後における残留ひずみを小さくし、ひび割れがほぼ閉鎖し、貫通するひび割れが直線的に残留しないこととすることで、遮蔽性を維持する設計とする。

#### 4.6 支持機能の維持

機器・配管系等の設備を支持する機能の維持が要求される施設は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(6) 支持機能の維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、被支持設備が設計基準対象施設の場合は耐震重要度分類、重大事故等対処施設の場合は施設区分に応じた地震動に対して、以下に示す通り、支持機能を維持する設計とする。

##### (1) 建物・構築物の支持機能の維持

建物・構築物の支持機能の維持については、地震動に対して、被支持設備の機能を維持できる構造強度を確保する設計とする。

具体的には、S クラス設備等の支持機能の維持が要求される建物・構築物が鉄筋コンクリート造の場合は、基準地震動  $S_s$  に対して、耐震壁の最大せん断ひずみが「3.1 構造強度上の制限」による許容限界を超えない設計とすること、又は基礎等を構成する部材に生じる応力若しくはひずみが「3.1 構造強度上の制限」による許容限界を超えない設計とすることで、S クラス設備等の支持機能が維持できる設計とする。鉄骨造の場合は、基準地震動  $S_s$  に対して、部材に発生する応力が「3.1 構造強度上の制限」による許容限界を超えない設計とすることでSクラス設備等の支持機能が維持できる設計とする。

耐震壁以外の建物・構築物の部位に関しても、耐震壁がせん断ひずみの許容限界を満足している場合は、耐震壁の変形に追従する建物・構築物の部位の健全性も確保されており、支持機能を確保していると考えられることができる。

また、各建物間に生じる地震時相対変位について、各建物が相互に干渉しないよう適切な間隔を設けると同時に、各建物に渡る設備からの反力に対しても十分な構造強度を確保する設計とする。



(2) 屋外重要土木構造物の支持機能の維持

Sクラスの機器・配管系の間接支持機能を求められる屋外重要土木構造物については、部材が終局状態に至らず、アンカ定着部周辺においては、損傷が部材降伏程度であれば定着性能に影響を及ぼさないことから、地震動に対して、構造部材の曲げについては限界層間変形角、限界ひずみ、降伏曲げモーメント及び許容応力度、面外せん断についてはせん断耐力又は許容応力度、面内せん断については限界せん断ひずみを許容限界とする。なお、限界層間変形角、限界ひずみ、限界せん断ひずみ及びせん断耐力に対しては妥当な安全余裕を持たせることとし、機器・配管系の支持機能が維持できる設計とする。

(3) 車両型の間接支持構造物における支持機能の維持

車両型の間接支持構造物については、地震動に対して、被支持設備の機能を維持できる構造強度を確保する設計とする。

また、地震時に車両等の転倒を防止するよう、加振試験等で車両全体が安定性を有し、転倒しないことを確認する設計、若しくは地震応答解析から得られた重心相対変位が転倒条件の相対変位以下となるよう設計することで、設置箇所における機能維持を満足する設計とする。

4.7 通水機能及び貯水機能の維持

通水機能及び貯水機能の維持が要求される施設は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(7) 通水機能及び貯水機能の維持」の考え方にに基づき、非常時に冷却する海水を確保するための通水機能及び貯水機能の維持が要求される非常用取水設備は、地震時及び地震後において、通水機能及び貯水機能を維持するため、基準地震動 $S_s$ による地震力に対して、構造強度を確保することで、通水機能及び貯水機能が維持できる設計とする。

通水機能については、通水断面の閉塞を防ぐため、部材が終局状態に至らないこと、貯水機能については、構造物周囲が透水性の十分小さい盛土であるものの、保守的に漏水が生じるような顕著な（部材を貫通するような）ひび割れが発生しないことを想定し、許容限界を設定する。

地震力が作用した場合において、構造部材の曲げについては限界層間変形角、限界ひずみ、降伏曲げモーメント又は許容応力度、面外せん断についてはせん断耐力及び許容応力度、面内せん断については限界せん断ひずみを許容限界とする。なお、限界層間変形角、限界ひずみ、限界せん断ひずみ及びせん断耐力に対しては妥当な安全余裕を持たせることとし、通水機能及び貯水機能が維持できる設計とする。