

VI-2-9-2-1-3 原子炉格納容器シヤラグの耐震性についての計算書

目次

1.	概要	1
2.	一般事項	1
2.1	構造計画	1
2.2	評価方針	3
2.3	適用基準	3
2.4	記号の説明	4
3.	評価部位	6
4.	固有周期	10
5.	構造強度評価	11
5.1	構造強度評価方法	11
5.2	荷重の組合せ及び許容応力	11
5.2.1	荷重の組合せ及び許容応力状態	11
5.2.2	許容応力	11
5.2.3	使用材料の許容応力評価条件	11
5.2.4	設計荷重	19
5.3	設計用地震力	20
5.4	計算方法	24
5.4.1	応力評価点	24
5.4.2	内側フィメールシヤラグ（応力評価点 P1, P2）	25
5.4.3	外側メイルシヤラグ（応力評価点 P3, P4）	29
5.4.4	外側フィメールシヤラグ（応力評価点 P5～P10）	33
5.4.5	原子炉格納容器シヤラグ取付部（応力評価点 P11）	44
5.5	計算条件	46
5.6	応力の評価	46
6.	評価結果	47
6.1	設計基準対象施設としての評価結果	47
6.2	重大事故等対処設備としての評価結果	61
7.	参照図書	71

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、原子炉格納容器シヤラグが設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

原子炉格納容器シヤラグは、設計基準対象施設においては S クラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

原子炉格納容器シヤラグの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>原子炉格納容器シヤラグは、地震時の原子炉圧力容器及び原子炉しゃへい壁に生じる荷重及び変位を小さくするためにドライウエル上部に設置される。</p> <p>前記荷重は、原子炉格納容器シヤラグを介し原子炉建屋に伝達させる。</p>	<p>内側フィメイルシヤラグ、外側メイルシヤラグ、外側フィメイルシヤラグで構成される鋼製構造物である。</p>	<p>原子炉格納容器シヤラグ</p> <p>外側メイルシヤラグ</p> <p>外側フィメイルシヤラグ</p> <p>内側フィメイルシヤラグ</p> <p>A~A断面図</p>

2.2 評価方針

原子炉格納容器シヤラグの応力評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所に作用する設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することを実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

原子炉格納容器シヤラグの耐震評価フローを図 2-1 に示す。

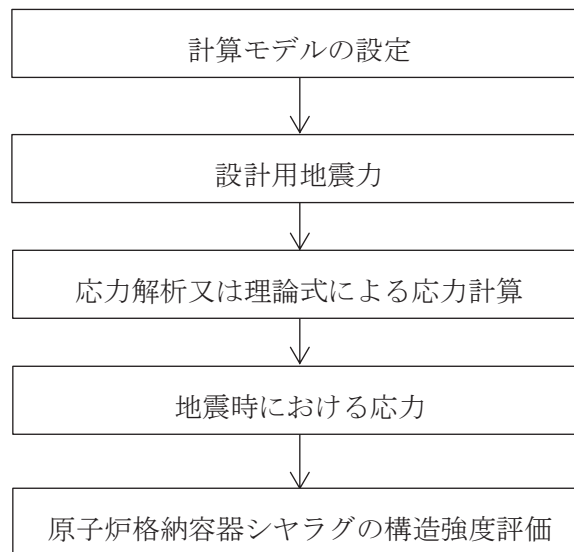


図 2-1 原子炉格納容器シヤラグの耐震評価フロー

2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- (2) 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 ((社) 日本電気協会)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- (4) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

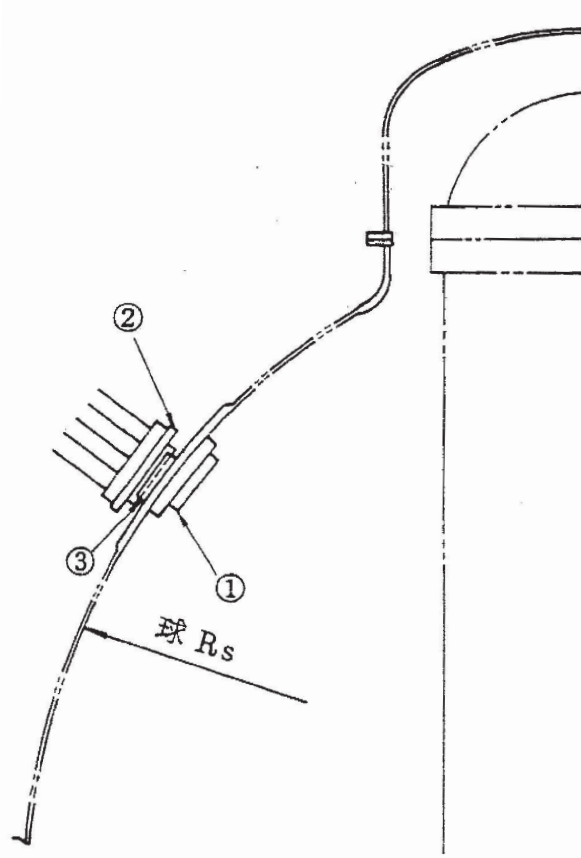
2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_i	断面積 ($i = 1, 2, 3 \dots$)	mm^2
C_v	鉛直方向設計震度	—
D	死荷重	—
E	縦弾性係数	MPa
f_b	許容曲げ応力度	MPa
f_c	許容圧縮応力度	MPa
f_p	許容支圧応力度	MPa
f_s	許容せん断応力度	MPa
f_t	許容引張応力度	MPa
F_c	コンクリートの設計基準強度	kg/cm^2
K_e	弾塑性解析に用いる繰返しピーク応力強さの補正係数	—
l_i	長さ ($i = 1, 2, 3 \dots$)	mm
L	活荷重	—
M	機械的荷重, 曲げモーメント	—, $\text{N}\cdot\text{mm}$
M_L	地震と組み合わせる機械的荷重	—
M_{SAL}	機械的荷重 (SA 後長期 (L) 機械的荷重)	—
M_{SALL}	機械的荷重 (SA 後長期 (LL) 機械的荷重)	—
N_a	地震時の許容繰返し回数	—
N_c	地震時の実際の繰返し回数	—
P	圧力	kPa
P_L	地震と組み合わせる圧力	kPa
P_{SAL}	圧力 (SA 後長期 (L) 圧力)	kPa
P_{SALL}	圧力 (SA 後長期 (LL) 圧力)	kPa
R_s	半径	mm

記号	記号の説明	単位
S	許容引張応力	MPa
S _d	弾性設計用地震動 S _d により定まる地震力	—
S _d *	弾性設計用地震動 S _d により定まる地震力又は静的地震力	—
S _ℓ	繰返しピーク応力強さ	MPa
S _ℓ '	補正繰返しピーク応力強さ	MPa
S _n	地震動による応力振幅	MPa
S _p	地震荷重のみにおける一次+二次+ピーク応力の応力差範囲	MPa
S _s	基準地震動 S _s により定まる地震力	—
S _u	設計引張強さ	MPa
S _y	設計降伏点	MPa
S _y (RT)	40℃における設計降伏点	MPa
t _i	厚さ (i = 1, 2, 3…)	mm
T	温度	℃
T _L	地震と組み合わせる温度	℃
T _{SAL}	温度 (SA 後長期 (L) 温度)	℃
T _{SALL}	温度 (SA 後長期 (LL) 温度)	℃
W _i	荷重 (i = 1, 2)	N
W _L	荷重	N
W _H	荷重	N
W _S	荷重	N
Z _i	断面係数 (i = 1, 2, 3…)	mm ³
σ _b	曲げ応力	—
σ _c	圧縮応力	—
σ _p	支圧応力	—
τ	せん断応力	—
ASS	オーステナイト系ステンレス鋼	—
HNA	高ニッケル合金	—

3. 評価部位

原子炉格納容器シヤラグの形状及び主要寸法を図 3-1 に，使用材料及び使用部位を表 3-1 に示す。



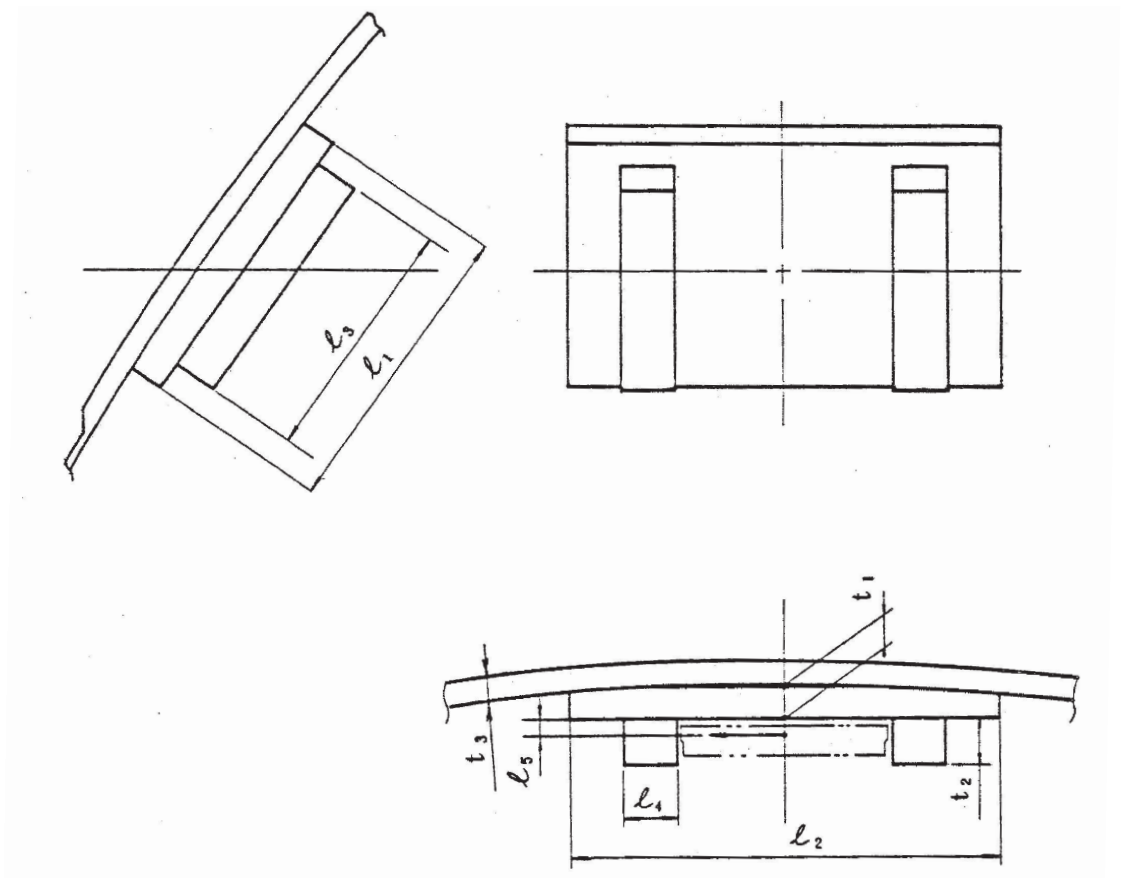
- ①内側フィメイルシヤラグ ②外側フィメイルシヤラグ
- ③外側メイルシヤラグ

球 $R_s =$

(単位：mm)

図 3-1 原子炉格納容器シヤラグの形状及び主要寸法 (その 1)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



内側フィメイルシヤラグ

$$\begin{array}{cccc}
 l_1 = \boxed{} & l_2 = \boxed{} & l_3 = \boxed{} & l_4 = \boxed{} \\
 t_1 = \boxed{} & t_2 = \boxed{} & t_3 = \boxed{} &
 \end{array}$$

各荷重の組合せに対する l_5 の値を以下に示す。

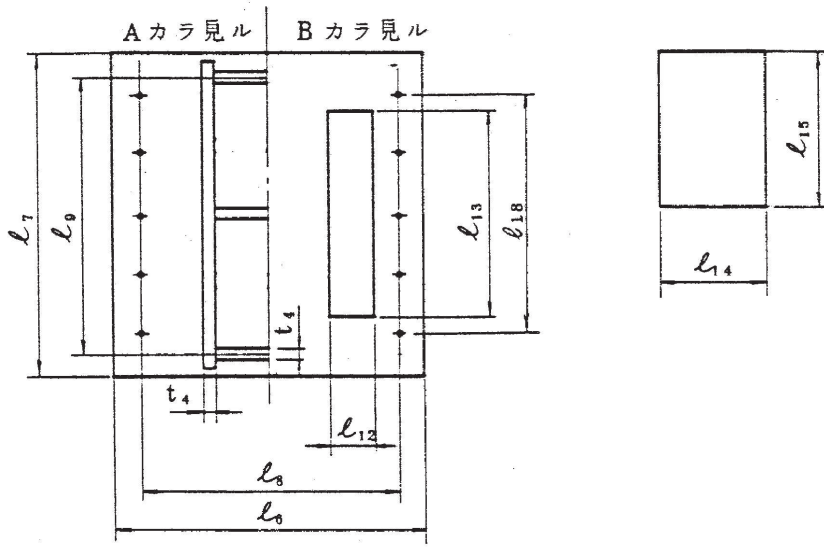
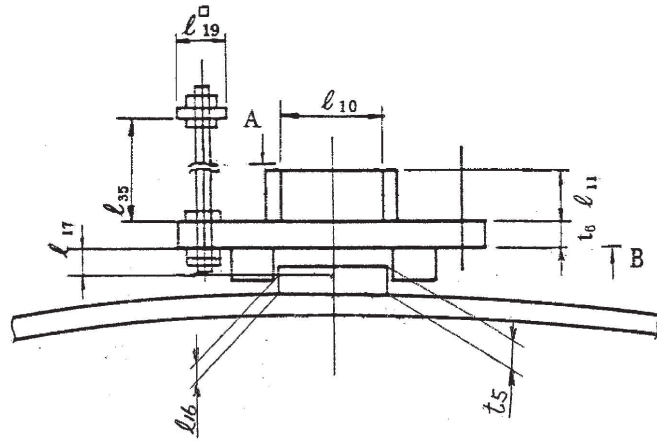
$$\begin{array}{ll}
 l_5 = \boxed{} & : D + P + M + S d^*, D + P + M + S s \\
 l_5 = \boxed{} & : D + P_L + M_L + S d^* \\
 l_5 = \boxed{} & : D + P_{SAL} + M_{SAL} + S d \\
 l_5 = \boxed{} & : D + P_{SALL} + M_{SALL} + S s
 \end{array}$$

注記 : 各荷重の組合せは表 5-1 及び表 5-2 参照

(単位 : mm)

図 3-1 原子炉格納容器シヤラグの形状及び主要寸法 (その 2)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



外側フィメールシヤラグ

外側メイルシヤラグ

$l_6 =$ <input type="text"/>	$l_7 =$ <input type="text"/>	$l_8 =$ <input type="text"/>	$l_9 =$ <input type="text"/>	$l_{10} =$ <input type="text"/>
$l_{11} =$ <input type="text"/>	$l_{12} =$ <input type="text"/>	$l_{13} =$ <input type="text"/>	$l_{14} =$ <input type="text"/>	$l_{15} =$ <input type="text"/>
$l_{18} =$ <input type="text"/>	$l_{19} =$ <input type="text"/>	$l_{35} =$ <input type="text"/>		
$t_4 =$ <input type="text"/>	$t_5 =$ <input type="text"/>	$t_6 =$ <input type="text"/>		

各荷重の組合せに対する l_{16} 及び l_{17} の値を以下に示す。

$l_{16} =$ <input type="text"/>	$l_{17} =$ <input type="text"/>	: D + P + M + S d*, D + P + M + S s
$l_{16} =$ <input type="text"/>	$l_{17} =$ <input type="text"/>	: D + P _L + M _L + S d*
$l_{16} =$ <input type="text"/>	$l_{17} =$ <input type="text"/>	: D + P _{SAL} + M _{SAL} + S d
$l_{16} =$ <input type="text"/>	$l_{17} =$ <input type="text"/>	: D + P _{SALL} + M _{SALL} + S s

注記 : 各荷重の組合せは表 5-1 及び表 5-2 参照

(単位 : mm)

図 3-1 原子炉格納容器シヤラグの形状及び主要寸法 (その 3)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-1 使用材料表

使用部位	使用材料	備考
原子炉格納容器本体	SGV49 (SGV480)	
外側メイルシヤラグ	[Redacted]	
内側フィメイルシヤラグ		
外側フィメイルシヤラグ ベースプレート		
外側フィメイルシヤラグ (ベースプレートを除く)		
基礎ボルト		
コンクリート部	コンクリート ($F_c = 330\text{kg/cm}^2$)	

4. 固有周期

原子炉格納容器シヤラグのうち、内側フィメールシヤラグ及び外側メイルシヤラグは、ドレイウエルからの突出し長さが短いため、固有周期は十分に小さく剛となる。また、外側フィメールシヤラグは、ベースプレート及び基礎ボルトがコンクリートに埋め込まれた構造であり、埋め込み部からの突出し長さが短いため、固有周期は十分に小さく剛となる。

よって、固有周期の計算は省略する。

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

- (1) 原子炉格納容器シヤラグは、内側フィメールシヤラグ及び外側メイルシヤラグがドライウェルに溶接され、また、外側フィメールシヤラグが生体遮蔽壁コンクリートに埋め込まれた構造であり、地震荷重はドライウェル底部及び生体遮蔽壁コンクリートを介して原子炉建屋に伝達される。

原子炉格納容器シヤラグの耐震評価として、添付書類「VI-2-3-2 炉心，原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉格納容器及び原子炉本体の基礎の地震応答計算書」において計算された荷重を用いて、「5.4 計算方法」にて示す方法に従い、構造強度評価を行う。

- (2) 構造強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。
(3) 概略構造図を表 2-1 に示す。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉格納容器シヤラグの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-2 に示す。

詳細な荷重の組合せは、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」に従い、対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお、考慮する荷重の組合せは、組み合わせる荷重の大きさを踏まえ、評価上厳しくなる組合せを選定する。

5.2.2 許容応力

原子炉格納容器シヤラグの許容応力及び許容応力度は添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 5-3～表 5-5 に示すとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

原子炉格納容器シヤラグの使用材料の許容応力評価条件のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-6 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-7 に示す。

表5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度 分類	機器等 の区分	荷重の組合せ*1, *2, *3		許容応力状態*1
—	—	原子炉 格納容器 シヤラグ	S	その他の支 持構造物	$D + P + M + S_d^*$	—	Ⅲ _A S
					$D + P + M + S_s$	—	Ⅳ _A S
原子炉格納 施設	原子炉格納 容器	原子炉格納 容器シヤラ グ取付部	S	クラスMC 容器	$D + P + M + S_d^*$	(9) (10) (13) (15)	Ⅲ _A S
					$D + P + M + S_s$	(11) (12) (14)	Ⅳ _A S
					$D + P_L + M_L + S_d^{**3}$	(16)	Ⅳ _A S

注記*1：内側フィメールシヤラグ，外側メイルシヤラグ及び外側フィメールシヤラグはその他の支持構造物であるが，冷却材喪失事故後地震時の原子炉圧力容器及び原子炉しゃへい壁に生じる荷重を原子炉建屋に伝達させる機能の維持を確認する意味で，クラスMC支持構造物に準じた許容応力状態及び荷重の組合せを適用する。

*2：（ ）内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-6の荷重の組合せのNo.を示す。

*3：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認する意味で，冷却材喪失事故後の最大内圧との組合せを考慮する。

表 5-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ*2, *3		許容応力状態
—	—	原子炉格納容器 シヤラグ	—	その他の支持構造物	$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S d^{*4}$	—	V_{AS}^{*5}
					$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S s$	—	V_{AS}^{*5}
原子炉格納施設	原子炉格納容器	原子炉格納容器 シヤラグ 取付部	常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等 クラス2容器	$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S d^{*4}$	(V(L)-1)	V_{AS}^{*5}
					$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S s$	(V(LL)-1)	V_{AS}^{*5}

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：内側フィメールシヤラグ，外側メイルシヤラグ及び外側フィメールシヤラグは重大事故等クラス2支持構造物（その他の支持構造物）であるが，重大事故等後地震時の原子炉圧力容器及び原子炉しゃへい壁に生じる荷重を原子炉建屋に伝達させる機能の維持を確認する意味で，重大事故等クラス2支持構造物（クラスMC支持構造物）に準じた許容応力状態及び荷重の組合せを適用する。

*3：（ ）内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-7の荷重の組合せのNo.を示す。

*4：重大事故等後の最高内圧及び最高温度との組合せを考慮する。

*5： V_{AS} として IV_{AS} の許容限界を用いる。

表5-3 クラスMC容器及び重大事故等クラス2容器の許容応力

応力分類 許容 応力状態	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
Ⅲ _A S	S _y と0.6・S _u の小さい方。ただし、AS S及びHNAについては1.2・Sとする。	左欄の 1.5倍の値*4	3・S*1 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。	*2, *3 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。
Ⅳ _A S	構造上の連続な部分は0.6・S _u , 不連続な 部分はS _y と0.6・S _u の小さい方。ただ し、ASS及びHNAについては、構造上	左欄の 1.5倍の値*4		
V _A S*5	の連続な部分は2・Sと0.6・S _u の小さい 方, 不連続な部分は1.2・Sとする。			

注記*1: 3・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。また、S_mはSと読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

*2: 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。

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

*4: 設計・建設規格 PVB-3111に準じる場合は、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。

*5: V_ASとしてⅣ_ASの許容限界を用いる。

表5-4 クラスMC支持構造物及び重大事故等クラス2支持構造物の許容応力度*1

応力分類 許容 応力状態	ボルト等以外										ボルト等
	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
Ⅲ _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p$	$3 \cdot f_t$	$3 \cdot f_s^{*2}$	$3 \cdot f_b^{*3}$	$1.5 \cdot f_p$		$1.5 \cdot f_t$
Ⅳ _{AS} *4	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_c^*$	$1.5 \cdot f_b^*$	$1.5 \cdot f_p^*$	$\left[\begin{array}{l} S_d \text{ 又は } S_s \text{ 地震動のみ} \\ \text{による応力範囲について} \\ \text{評価する} \end{array} \right]$			$1.5 \cdot f_p^*$	$1.5 \cdot f_b^{*3},$ $1.5 \cdot f_s$ 又は $1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_t^*$
V _{AS} *4, *5											

注記*1：本表の対象部としては、内側フィメールシヤラグ、外側メイルシヤラグ及び外側フィメールシヤラグが該当する。

*2：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。

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

4： f_t^ 、 f_s^* 、 f_c^* 、 f_b^* 、 f_p^* は、設計・建設規格 SSB-3133に定める S_y から $1.2 \cdot S_y$ への読み替えを考慮する。

*5：V_{AS}としてⅣ_{AS}の許容限界を用いる。

表5-5 コンクリート部の許容応力度

許容応力状態	コンクリート部 (単位: N/mm ²)	
	圧縮応力度	せん断応力度
Ⅲ _{AS}	$\frac{2}{3} \cdot F_c$	$1.5 \cdot \min\left(\frac{F_c}{30}, 0.49 + \frac{F_c}{100}\right)$
Ⅳ _{AS}	$0.75 \cdot F_c$	
V _{AS} *		

注記* : V_{AS}としてⅣ_{AS}の許容限界を用いる。

表5-6 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		温度	(°C)				
内側フィメイルシヤラグ本体（溶接部）， 内側フィメイルシヤラグ取付部（溶接部）， 外側メイルシヤラグ取付部（溶接部）及び 外側メイルシヤラグ本体		周囲環境 温度	171				—
原子炉格納容器シヤラグ取付部	SGV49 (SGV480)	周囲環境 温度	171	131	229	423	—
外側フィメイルシヤラグベースプレート		周囲環境 温度	171	—			—
外側フィメイルシヤラグ本体（溶接部）， 外側フィメイルシヤラグ本体 及び 外側フィメイルシヤラグ本体（溶接部）		周囲環境 温度	171	—			—
外側フィメイルシヤラグ基礎ボルト		周囲環境 温度	171	—			—

17

表5-7 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境 温度					
内側フィメイルシヤラグ本体（溶接部）， 内側フィメイルシヤラグ取付部（溶接部）， 外側メイルシヤラグ取付部（溶接部）及び 外側メイルシヤラグ本体	□	周囲環境 温度	111/178* ¹ (200)* ²	□	□	□	—
原子炉格納容器シヤラグ取付部	SGV49 (SGV480)	周囲環境 温度	111/178* ¹ (200)* ²	131	226	422	—
外側フィメイルシヤラグベースプレート	□	周囲環境 温度	111/178* ¹ (200)* ²	—	□	□	—
外側フィメイルシヤラグ本体（溶接部）， 外側フィメイルシヤラグ本体 及び 外側フィメイルシヤラグ本体（溶接部）		周囲環境 温度	111/178* ¹ (200)* ²	—	□	□	—
外側フィメイルシヤラグ基礎ボルト		周囲環境 温度	111/178* ¹ (200)* ²	—	□	□	—

注記*1：SA 後長期（L）の時 178°C，SA 後長期（LL）の時 111°C。

*2：重大事故等時の評価温度として，保守的に限界温度を適用する。

5.2.4 設計荷重

(1) 設計基準対象施設としての設計荷重

設計基準対象施設としての評価圧力，評価温度，死荷重及び活荷重は，以下のとおりとする。

外圧 P	13.7kPa (最高使用圧力)
内圧 P_L	324kPa (冷却材喪失事故後の最大内圧)
温度 T	171°C (最高使用温度)
温度 T_L	146°C (冷却材喪失事故後の最高温度)
死荷重 D	原子炉格納容器シヤラグより上部の原子炉格納容器本体及び 付属物の自重を死荷重とする。
活荷重 L	燃料交換時に，ドライウェル主フランジウォーターシール部 に作用する水荷重を活荷重とする。

(2) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は，以下のとおりとする。

内圧 P_{SAL}	640kPa (SA 後長期 (L))
内圧 P_{SALL}	427kPa (SA 後長期 (LL))
温度 T_{SAL}	178°C (SA 後長期 (L))
温度 T_{SALL}	111°C (SA 後長期 (LL))

5.3 設計用地震力

原子炉格納容器本体に作用する設計用地震力を表 5-8～表 5-11 に示す。また，原子炉格納容器シヤラグに作用する設計用地震力を表 5-12 及び表 5-13 に示す。

「弾性設計用地震動 S d 又は静的震度」及び「基準地震動 S s」による地震力は，添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

表 5-8 原子炉格納容器本体に作用する設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所 及び 設置高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉 格納容器 O.P. 21.55	—*	—*	—	C _v =0.57	—	C _v =0.98

注記*：固有周期は十分に小さく，計算を省略する。

表 5-9 原子炉格納容器本体に作用する設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 設置高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d		基準地震動 S s	
	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉 格納容器 O.P. 21.55	—*	—*	—	C _v =0.57	—	C _v =0.98

注記*：固有周期は十分に小さく，計算を省略する。

表 5-10 原子炉格納容器本体に作用する設計用地震力（設計基準対象施設）

応力評価点*	水平荷重 S d *		水平荷重 S s	
	せん断力 ($\times 10^3$ N)	モーメント ($\times 10^6$ N・mm)	せん断力 ($\times 10^3$ N)	モーメント ($\times 10^6$ N・mm)
P11	[Redacted]			

注記*：応力評価点の位置は，図 5-2 参照のこと。

表 5-11 原子炉格納容器本体に作用する設計用地震力（重大事故等対処設備）

応力評価点* ¹	水平荷重 S d * ²		水平荷重 S s	
	せん断力 ($\times 10^3$ N)	モーメント ($\times 10^6$ N・mm)	せん断力 ($\times 10^3$ N)	モーメント ($\times 10^6$ N・mm)
P11	[Redacted]			

注記*1：応力評価点の位置は，図 5-2 参照のこと。

*2：重大事故等対処設備に対し，弾性設計用地震動 S d に加えて静的地震力を考慮する。

表 5-12 原子炉格納容器シヤラグに作用する設計用地震力（設計基準対象施設）

応力評価点*	水平荷重 S d *	水平荷重 S s
	($\times 10^3$ N)	($\times 10^3$ N)
P1 及び P2	[Redacted]	
P3～P10	[Redacted]	

注記*：応力評価点の位置は，図 5-2 参照のこと。

表 5-13 原子炉格納容器シヤラグに作用する設計用地震力（重大事故等対処設備）

応力評価点* ¹	水平荷重 S d * ²	水平荷重 S s
	($\times 10^3$ N)	($\times 10^3$ N)
P1 及び P2	[Redacted]	
P3～P10	[Redacted]	

注記*1：応力評価点の位置は，図 5-2 参照のこと。

*2：重大事故等対処設備に対し，弾性設計用地震動 S d に加えて静的地震力を考慮する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-12 及び表 5-13 の荷重を用いて、原子炉格納容器シヤラグの 1 個あたりの荷重を求める。

(i) シヤラグの荷重分布

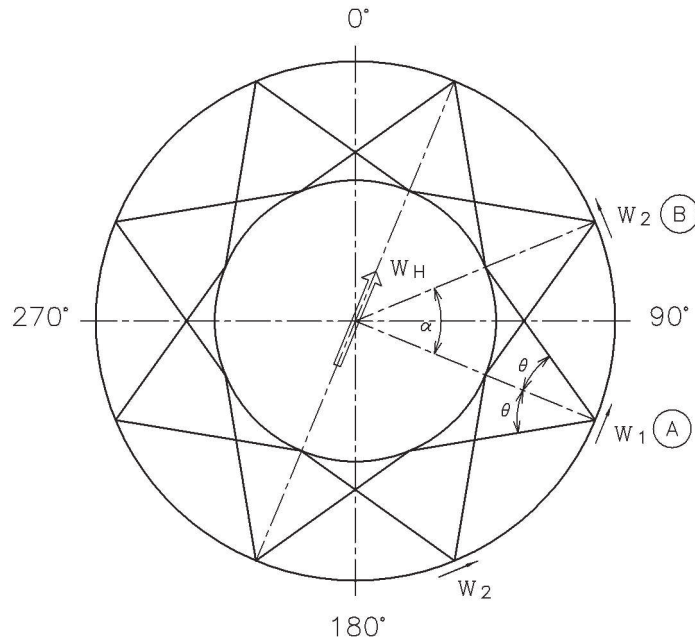


図 5-1 シヤラグにおける荷重の分布

原子炉格納容器シヤラグに最大反力が生じる図 5-1 に示す方向に水平地震荷重が作用する場合の各位置における荷重の分布は次式によって得られる。

$$W_H = 2(W_1 + 2W_2 \cos \alpha)$$

ここに、

W_1 : 図 5-1 の①点に作用する力

W_2 : 図 5-1 の②点に作用する力

α : 45°

$$W_2 = W_1 \cos \alpha \quad \text{ゆえ、}$$

$$W_H = 2W_1(1 + 2\cos^2 \alpha) = 2W_1(1 + 2\cos^2 45^\circ) = 4W_1$$

$$\therefore W_1 = \frac{1}{4}W_H$$

(ii) 原子炉格納容器シヤラグ 1 個あたりの荷重

表 5-12 及び表 5-13 に示す荷重を用いて、(i) に示す方法にて計算した原子炉格納容器シヤラグ 1 個に作用する最大地震荷重を表 5-14 及び表 5-15 に示す。

表 5-14 原子炉格納容器シヤラグ 1 個の最大荷重 (設計基準対象施設)

応力評価点*	水平荷重 S d * ($\times 10^3$ N)	水平荷重 S s ($\times 10^3$ N)
P1 及び P2	$W_{S1} = \boxed{}$	$W_{S2} = \boxed{}$
P3~P10	$W_{L1} = \boxed{}$	$W_{L2} = \boxed{}$

注記* : 応力評価点の位置は、図 5-2 参照のこと。

表 5-15 原子炉格納容器シヤラグ 1 個の最大荷重 (重大事故等対処設備)

応力評価点* ¹	水平荷重 S d * ² ($\times 10^3$ N)	水平荷重 S s ($\times 10^3$ N)
P1 及び P2	$W_{S1} = \boxed{}$	$W_{S2} = \boxed{}$
P3~P10	$W_{L1} = \boxed{}$	$W_{L2} = \boxed{}$

注記*1 : 応力評価点の位置は、図 5-2 参照のこと。

*2 : 重大事故等対処設備に対し、弾性設計用地震動 S d に加えて静的地震力を考慮する。

5.4 計算方法

5.4.1 応力評価点

原子炉格納容器シヤラグの応力評価点は、原子炉格納容器シヤラグを構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 5-16 及び図 5-2 に示す。

応力評価点 P11 は参照図書 (3) に示す方法により計算された応力を、各荷重により比倍(圧力比、震度比等)し評価する。

表 5-16 応力評価点

応力評価点番号	応力評価点	
P1	内側フィメイルシヤラグ	本体 (溶接部)
P2	内側フィメイルシヤラグ	取付部 (溶接部)
P3	外側メイルシヤラグ	取付部 (溶接部)
P4	外側メイルシヤラグ	本体
P5	外側フィメイルシヤラグ	本体 (溶接部)
P6	外側フィメイルシヤラグ	本体
P7	外側フィメイルシヤラグ	ベースプレート
P8	外側フィメイルシヤラグ	基礎ボルト
P9	外側フィメイルシヤラグ	本体 (溶接部)
P10	コンクリート	
P11	原子炉格納容器シヤラグ取付部	

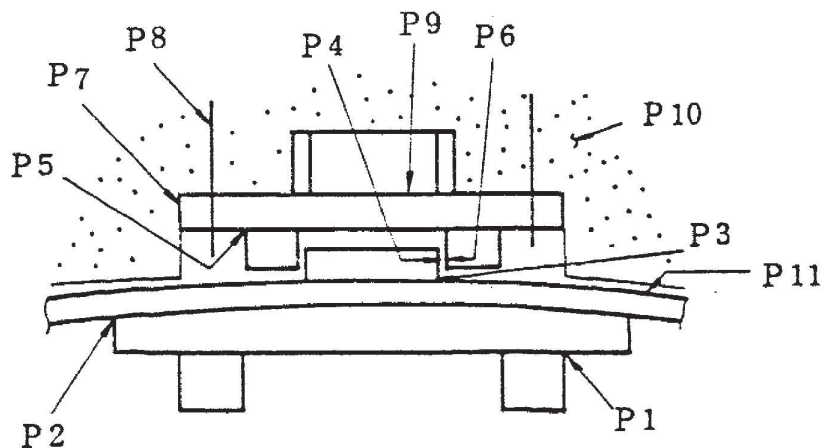


図 5-2 原子炉格納容器シヤラグの応力評価点

5.4.2 内側フィメールシヤラグ (応力評価点 P1, P2)

内側フィメールシヤラグに作用する荷重の状態を図 5-3 に示す。

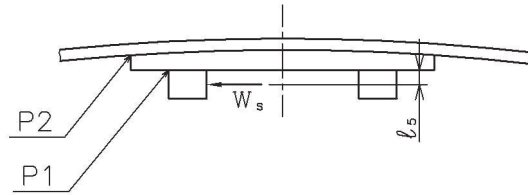


図 5-3 内側フィメールシヤラグに作用する荷重の状態

(1) 荷 重

荷重は表 5-14 及び表 5-15 に示す W_{S1} または W_{S2} を用いる。

図 5-3 の応力評価点 P1, P2 に作用する荷重の計算方法を表 5-17 に示す。

表 5-17 内側フィメールシヤラグに作用する荷重の計算方法

P1	P2	P1, P2
曲げモーメント M_1	曲げモーメント M_2	せん断力 W_S
$M_1 = W_{S1} \cdot l_5$ または $M_1 = W_{S2} \cdot l_5$	$M_2 = W_{S1} \cdot (l_5 + t_1)$ または $M_2 = W_{S2} \cdot (l_5 + t_1)$	W_{S1} または W_{S2}

(2) 断面性能
 応力評価点 P1

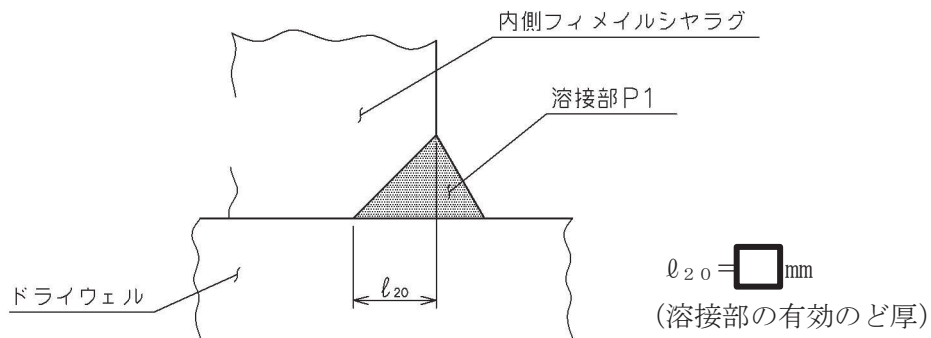


図 5-4 内側フィメイルシヤラグ取付部

図 5-4 に示す溶接部（応力評価点 P1）において、応力計算では安全側に l_{20} のみを考える。この場合、溶接部の断面は図 5-4 となる。

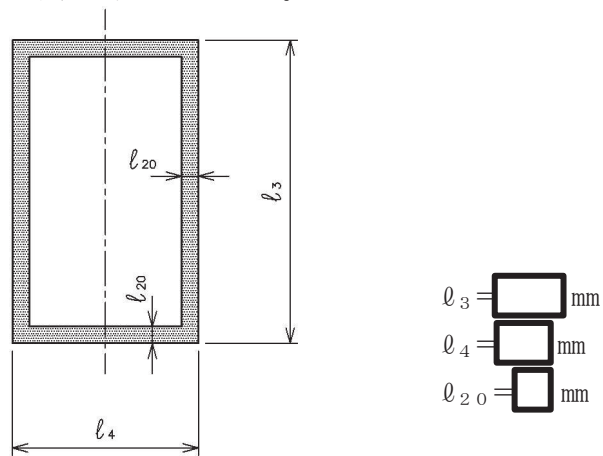


図 5-5 応力評価点 P1 断面

図 5-5 の形状による断面性能は以下のようなになる。

断面積は、

$$A_1 = l_3 \cdot l_4 - (l_3 - 2l_{20})(l_4 - 2l_{20})$$

$$= \square \text{ mm}^2$$

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

断面係数は、

$$Z_1 = \frac{\ell_3 \cdot \ell_4^3 - (\ell_3 - 2\ell_{20})(\ell_4 - 2\ell_{20})^3}{6\ell_4}$$

$$= \text{[]}$$

$$= \text{[] mm}^3$$

応力評価点 P2

応力評価点 P2 は脚長 [] mm のすみ肉溶接部であり，その断面図は図 5-6 に示すとおりである。

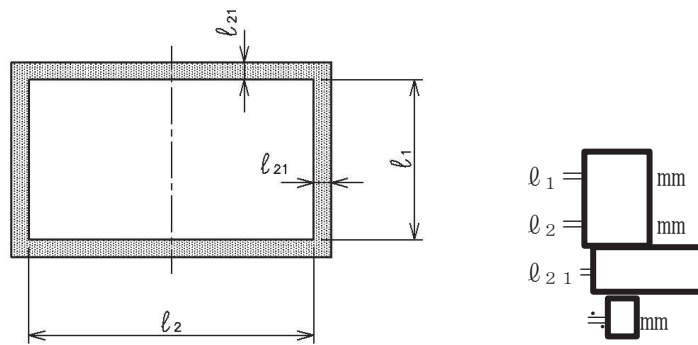


図 5-6 応力評価点 P2 断面

断面積は、

$$A_2 = (\ell_1 + 2\ell_{21})(\ell_2 + 2\ell_{21}) - \ell_1 \cdot \ell_2$$

$$= \text{[]}$$

$$= \text{[] mm}^2$$

断面係数は、

$$Z_2 = \frac{(\ell_1 + 2\ell_{21})(\ell_2 + 2\ell_{21})^3 - \ell_1 \cdot \ell_2^3}{6(\ell_2 + 2\ell_{21})}$$

$$= \text{[]}$$

$$= \text{[] mm}^3$$

(3) 応力計算

表 5-17 における荷重作用時の応力計算方法を示す。

応力評価点 P1

せん断応力

$$\tau = \frac{W_s}{A_1}$$

曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{M_1}{Z_1}$$

応力評価点 P2

せん断応力

$$\tau = \frac{W_s}{A_2}$$

曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{M_2}{Z_2}$$

5.4.3 外側マイルシヤラグ (応力評価点 P3, P4)

外側マイルシヤラグに作用する荷重の状態を図 5-7 に示す。

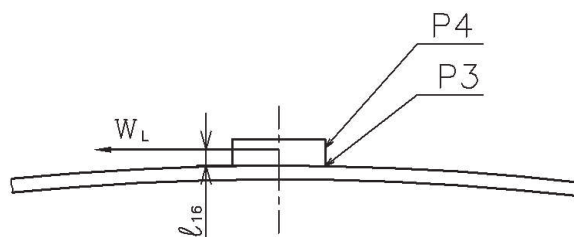


図 5-7 外側マイルシヤラグに作用する荷重の状態

(1) 荷 重

荷重は表 5-14 及び表 5-15 に示す W_{L1} または W_{L2} を用いる。

図 5-7 の応力評価点 P3, P4 に作用する荷重の計算方法を表 5-18 に示す。

表 5-18 外側マイルシヤラグに作用する荷重の計算方法

P3	P3	P4
曲げモーメント M_3	せん断力 W_L	支圧荷重 W_L
$M_3 = W_{L1} \cdot l_{16}$ または $M_3 = W_{L2} \cdot l_{16}$	W_{L1} または W_{L2}	W_{L1} または W_{L2}

(2) 断面性能
 応力評価点 P3

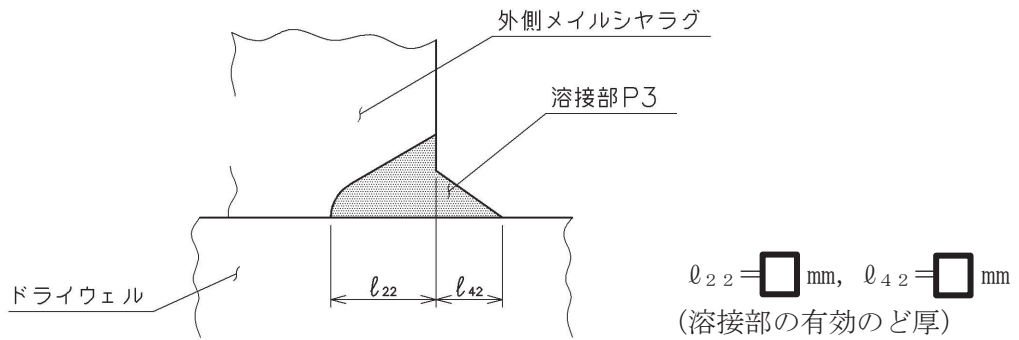


図 5-8 外側メイルシヤラグ取付部

図 5-8 に示す溶接部（応力評価点 P3）において、溶接部の断面は図 5-9 となる。

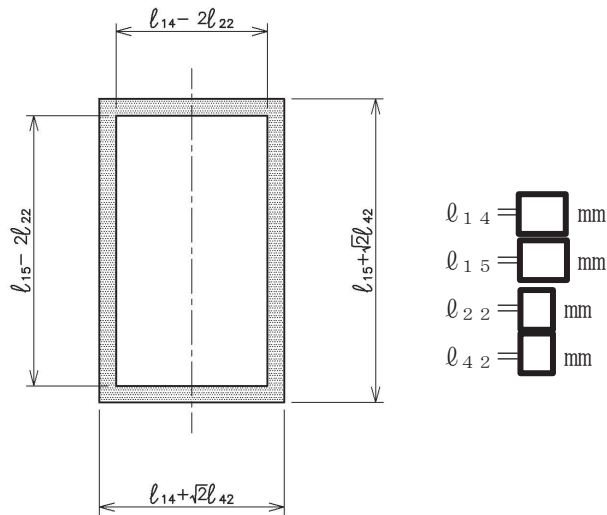


図 5-9 応力評価点 P3 断面

図 5-9 の形状による断面性能は以下のようなになる。

断面積は、

$$\begin{aligned}
 A_3 &= (\ell_{15} + \sqrt{2}\ell_{42})(\ell_{14} + \sqrt{2}\ell_{42}) - (\ell_{15} - 2\ell_{22})(\ell_{14} - 2\ell_{22}) \\
 &= [] \\
 &= [] \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

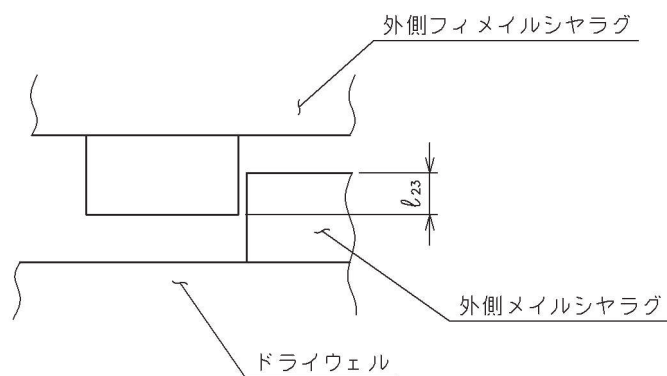
断面係数は、

$$Z_3 = \frac{(\ell_{15} + \sqrt{2}\ell_{42})(\ell_{14} + \sqrt{2}\ell_{42})^3 - (\ell_{15} - 2\ell_{22})(\ell_{14} - 2\ell_{22})^3}{6(\ell_{14} + \sqrt{2}\ell_{42})}$$

=

= mm³

応力評価点 P4



各荷重の組合せに対する l_{23} の値を以下に示す。

- $l_{23} =$: D + P + M + S d *, D + P + M + S s
- $l_{23} =$: D + P L + M L + S d *
- $l_{23} =$: D + P SAL + M SAL + S d
- $l_{23} =$: D + P SALL + M SALL + S s

(単位 : mm)

図 5-10 外側メイルシヤラグと外側フィメールシヤラグ

応力評価点 P4 では、支圧応力の評価を行うので外側メイル、フィメールシヤラグ間の接触面積を求める。(図 5-10 参照)

接触面積の計算方法を以下に示す。

$$A_4 = \ell_{15} \cdot \ell_{23}$$

(3) 応力計算

表 5-18 における荷重作用時の応力計算方法を示す。

応力評価点 P3

せん断応力

$$\tau = \frac{W_L}{A_3}$$

曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{M_3}{Z_3}$$

応力評価点 P4

支圧応力

$$\sigma_p = \frac{W_L}{A_4}$$

5.4.4 外側フィメイルシヤラグ (応力評価点 P5~P10)

外側フィメイルシヤラグに作用する荷重の状態を図 5-11 に示す。

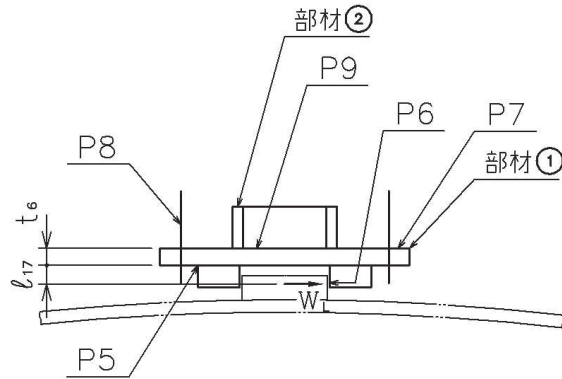


図 5-11 外側フィメイルシヤラグに作用する荷重の状態

以下応力評価点ごとに荷重及び応力計算方法を示す。なお、応力評価点 P6 については、支圧応力の計算であり、応力評価点 P4 と同じ支圧応力となる。

(1) 応力評価点 P5

(a) 荷重

荷重は表 5-14 及び表 5-15 に示す W_{L1} または W_{L2} を用いる。

図 5-11 の応力評価点 P5 に作用する荷重の計算方法を表 5-19 に示す。

表 5-19 外側フィメイルシヤラグに作用する荷重の計算方法

P5	P5
曲げモーメント	せん断力
M_5	W_L
$M_5 = W_{L1} \cdot \ell_{17}$	W_{L1}
または	または
$M_5 = W_{L2} \cdot \ell_{17}$	W_{L2}

(b) 断面性能

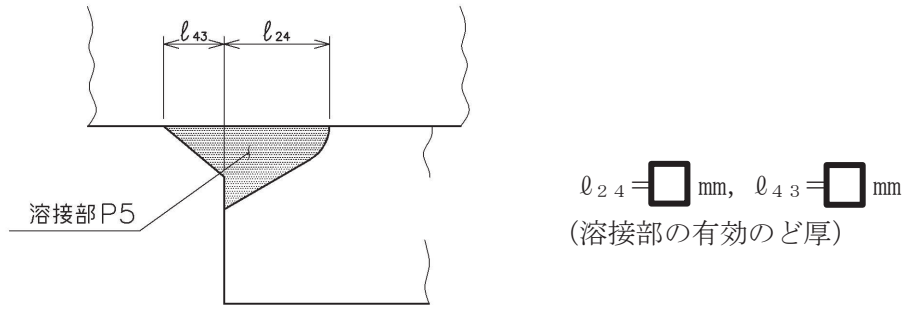


図 5-12 外側フィメイルシヤラグ取付部

図 5-12 に示す溶接部（応力評価点 P5）において，溶接部の断面は図 5-13 となる。

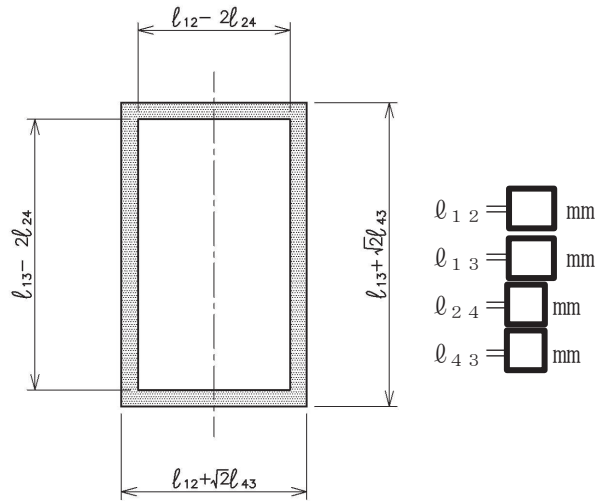


図 5-13 応力評価点 P4 断面

図 5-13 の形状による断面性能は以下のようなになる。

断面積は，

$$A_5 = (\ell_{13} + \sqrt{2}\ell_{43})(\ell_{12} + \sqrt{2}\ell_{43}) - (\ell_{13} - 2\ell_{24})(\ell_{12} - 2\ell_{24})$$

$$= \text{[]} \text{ mm}^2$$

断面係数は、

$$Z_5 = \frac{(\ell_{13} + \sqrt{2}\ell_{43})(\ell_{12} + \sqrt{2}\ell_{43})^3 - (\ell_{13} - 2\ell_{24})(\ell_{12} - 2\ell_{24})^3}{6(\ell_{12} + \sqrt{2}\ell_{43})}$$

$$= \boxed{\hspace{15em}}$$

$$= \boxed{\hspace{2em}} \text{ mm}^3$$

(c) 応力計算

表 5-19 における荷重作用時の応力計算方法を示す。

せん断応力

$$\tau = \frac{W_L}{A_5}$$

曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{M_5}{Z_5}$$

(2) コンクリート及び基礎ボルトの応力計算

応力計算は参考文献(1)の10章の手法に従って行う。

(a) 計算モデル

図5-11より計算モデルとして図5-14を考える。

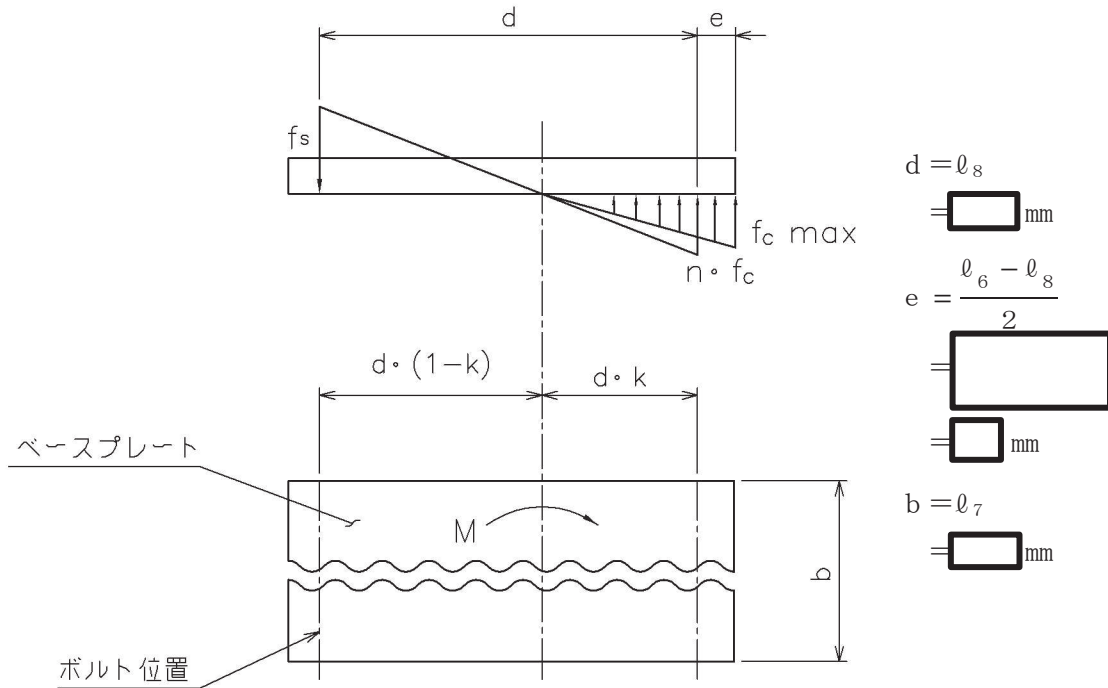


図5-14 計算モデル

(b) 使用記号

本計算において使用する記号

M : 曲げモーメントで図5-11より,

$$M = W_L \cdot \left(\ell_{17} + \frac{t_6}{2} \right)$$

f_s : ボルトの引張応力

f_c : コンクリートの圧縮応力

f_{cmax} : コンクリートの最大圧縮応力

k : 係数で $k = 1 / (1 + f_s / n \cdot f_c)$ (3)

n : $n = E_s / E_c = \boxed{}$

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

- E_s : ボルトの縦弾性係数
- E_c : コンクリートの縦弾性係数
- N : ボルトの本数 (片側) $N = \square$
- A_b : ボルト一本の断面積 (呼び径 \square)
 $A_b = \square \text{ mm}^2$
- A_c : 圧縮側のベースプレートの面積
 $A_c = (k \cdot d + e) b$
- d, b, e : 図 5-14 に示すベースプレートの寸法

(c) 荷重のつり合い条件式

参考文献(1)の10章より以下の荷重のつり合い条件式が成立する。

力のつり合い条件より,

$$N \cdot A_b \cdot f_s - N \cdot A_b (n \cdot f_c) - \frac{1}{2} f_{c\max} \cdot A_c = 0 \dots\dots\dots (1)$$

モーメントのつり合い条件より,

$$M - N \cdot A_b \cdot f_s (1-k)d - N \cdot A_b (n \cdot f_c) k \cdot d - \frac{1}{3} (k \cdot d + e) f_{c\max} \cdot A_c = 0 \dots\dots\dots (2)$$

ここに,

$$f_{c\max} = \frac{(d \cdot k + e) f_c}{d \cdot k}$$

(d) 応力計算

$$\square$$

$$A_c = (k \cdot d + e) b$$

$$f_{c\max} = \frac{(d \cdot k + e) f_c}{d \cdot k}$$

$$M = W_{L1} \cdot \left(\ell_{17} + \frac{t_6}{2} \right)$$

または,

$$M = W_{L2} \cdot \left(\ell_{17} + \frac{t_6}{2} \right)$$

これらの値を(1)及び(2)式に代入すると, f_s , f_c 及び $f_{c\max}$ の各応力値を求めることが出来る。
 \square

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(3) ベースプレート (部材①) (応力評価点 P7)

(a) 計算モデルと荷重条件

図 5-11, 図 5-14 及び図 5-15 に示す計算モデルを考え, ①及び②点における強度を検討する。

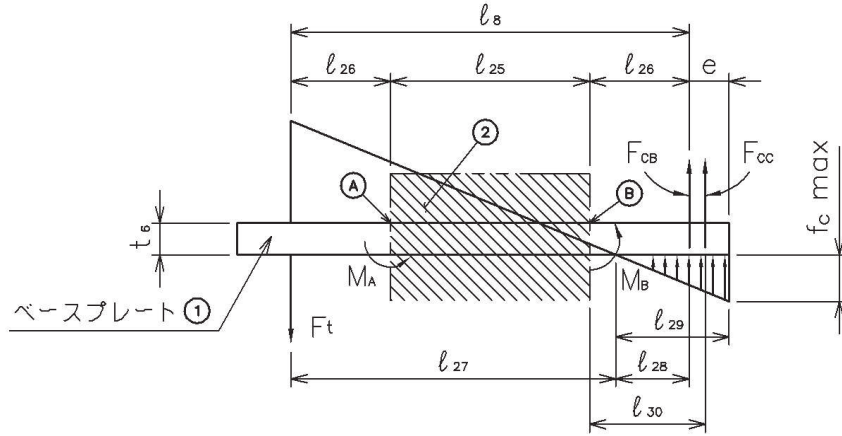


図 5-15 計算モデル

$l_8 = \square$ mm $l_{25} = \square$ mm $l_{26} = \square$ mm
 $e = \square$ mm $t_6 = \square$ mm
 $l_{27}, l_{28}, l_{29}, l_{30}$: 前項(2)で求めた k に対して定まる長さ
 (図 5-14 及び図 5-15 参照)

(b) 力, モーメント及びせん断力

基礎ボルトよりベースプレートが受ける引張力は,

$$F_t = N \cdot A_b \cdot f_s$$

基礎ボルトよりベースプレートが受ける圧縮力は,

$$F_{CB} = N \cdot A_b \cdot n \cdot f_c$$

ベースプレートがコンクリートより受ける圧縮力は,

$$F_{CC} = f_{cmax} \cdot l_{29} \cdot l_7 / 2$$

以上より,

①点に生じるモーメントは,

$$M_A = F_t \cdot l_{26}$$

②点に生じる曲げモーメントは,

$$M_B = F_{CB} \cdot l_{26} + F_{CC} \cdot l_{30}$$

①点に生じるせん断力は,

$$V_A = F_t$$

②点に生じるせん断力は,

$$V_B = F_{CB} + F_{CC}$$

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(c) 応力計算方法

ベースプレートの断面性能は、以下のようになる。

断面積は、

$$A_6 = l_7 \cdot t_6$$

$$= \boxed{}$$

$$= \boxed{} \text{ mm}^2$$

断面係数は、

$$Z_6 = l_7 \cdot t_6^2 / 6$$

$$= \boxed{}$$

$$= \boxed{} \text{ mm}^3$$

ゆえに、曲げ応力は、

$$\sigma_b = \frac{M_B}{Z_6}$$

せん断応力は、

$$\tau = \frac{V_B}{A_6}$$

または、

$$\tau = \frac{V_A}{A_6}$$

(4) 応力評価点 P9

(a) 荷重

図 5-16 に示す計算モデルを用いて、部材①と部材②の溶接部に作用する荷重を求める。

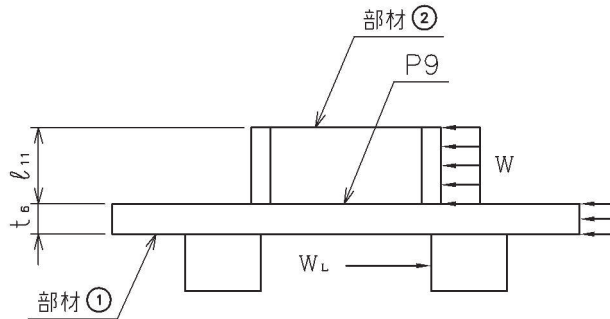


図 5-16 計算モデル

部材②に作用する荷重 W は、部材①と部材②の側面積の比に比例すると考える。

$$W = W_{L1} \times \frac{l_9 \cdot l_{11}}{l_9 \cdot l_{11} + t_6 \cdot l_7}$$

または、

$$W = W_{L2} \times \frac{l_9 \cdot l_{11}}{l_9 \cdot l_{11} + t_6 \cdot l_7}$$

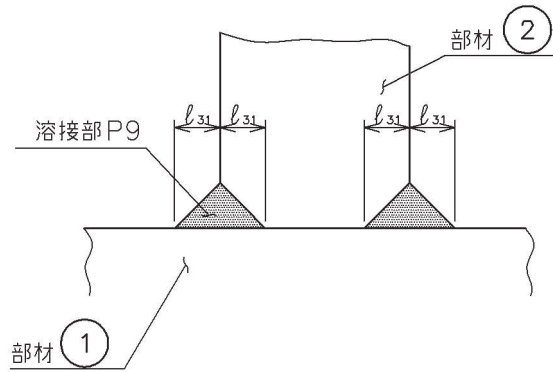
せん断力 V は、

$$V = W$$

曲げモーメント M は、

$$M = \frac{1}{2} W \cdot l_{11}$$

(b) 断面性能



溶接部の有効のど厚 l_{32} は,

$$l_{32} = (l_{31} - 3) + l_{31} / \sqrt{2}$$

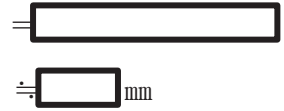
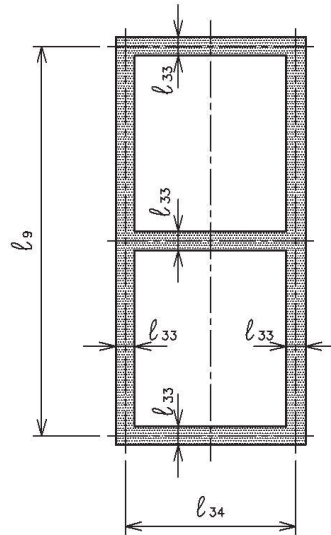


図 5-17 外側フィメイルシヤラグ取付部

部材①と部材②の溶接部の断面は図 5-18 となる。



$$l_9 = \text{[box]} \text{ mm}$$

$$l_{33} = 2l_{32}$$

$$= \text{[box]}$$

$$= \text{[box]} \text{ mm}$$

$$l_{34} = l_{10} + 2 \times \frac{t_4}{2}$$

$$= \text{[box]}$$

$$= \text{[box]} \text{ mm}$$

図 5-18 応力評価点 P9 断面

図 5-18 の形状による断面性能は以下のようになる。

断面積 A_7 は,

$$A_7 = 2l_{33} \cdot (l_9 + l_{33}) + 3l_{33} \cdot (l_{34} - l_{33})$$

$$= \text{[redacted]}$$

$$= \text{[redacted]} \text{ mm}^2$$

断面係数 Z_7 は,

$$Z_7 = \frac{(l_9 + l_{33}) \cdot (l_{34} + l_{33})^3 - (l_9 - 2l_{33}) \cdot (l_{34} - l_{33})^3}{6(l_{33} + l_{34})}$$

$$= \text{[redacted]}$$

$$= \text{[redacted]} \text{ mm}^3$$

(c) 応力計算方法

せん断応力

$$\tau = \frac{V}{A_7}$$

曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{M}{Z_7}$$

(5) 基礎ボルト埋込部のコンクリート（応力評価点 P10）

(a) 基礎ボルトの寸法

基礎ボルトの寸法は以下のとおりである。

ねじの呼び径：

ボルト長さ： $l_{35} =$ mm

(b) ボルト 1 本当たりの引張荷重

ボルト 1 本に作用する引張荷重は、

$$F_b = f_s \cdot A_b$$

ここに、

f_s ：ボルト 1 本に生じる引張応力（5.4.4(2) (d) 項参照）

(c) 応力計算

基礎ボルトの引張力によるコンクリートのせん断応力は、

$$\tau = \frac{N \cdot F_b}{2 \cdot l_{18} \cdot l_{36}}$$

ここに、

l_{36} ：有効長さ

N：ボルト本数（片側）

$l_{36} =$ mm

N =

(6) 外側フィメールシヤラグの側面におけるコンクリート（応力評価点 P10）

(a) 計算モデルと作用する荷重

計算モデルとして図 5-16 を考え、外側フィメールシヤラグの側面のコンクリート面に作用する荷重として W_L を用いる。

(b) 応力計算

コンクリートの圧縮応力は次式で求める。

$$\sigma_c = \frac{W_{L1}}{t_6 \cdot l_7 + l_9 \cdot l_{11}}$$

または、

$$\sigma_c = \frac{W_{L2}}{t_6 \cdot l_7 + l_9 \cdot l_{11}}$$

5.4.5 原子炉格納容器シヤラグ取付部（応力評価点 P11）

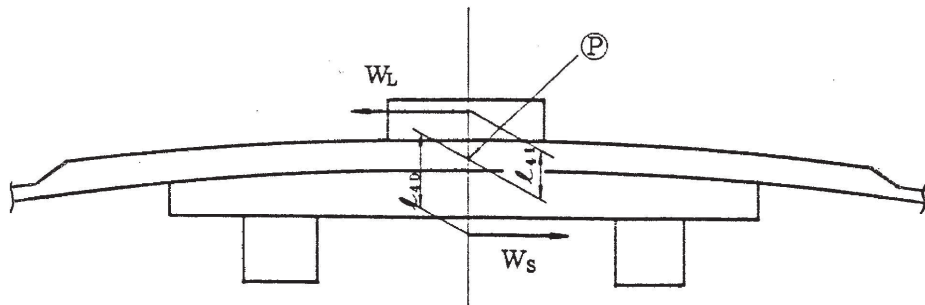
(1) ドライウェルに作用する荷重による応力

応力計算方法は参照図書(3)に示す既工認と同じであり，原子炉格納容器シヤラグ高さにおける断面性能等を考慮する。

(2) 原子炉格納容器シヤラグに作用する荷重による応力

原子炉格納容器シヤラグに作用する荷重として，図 5-19 に示す水平地震荷重を考慮する。

(a) 水平地震荷重によるモーメント



各荷重の組合せに対する l_{40} ， l_{41} の値を以下に示す。

$l_{40} =$	$l_{41} =$: $D + P + M + S d^*$ ， $D + P + M + S s$
$l_{40} =$	$l_{41} =$: $D + P_L + M_L + S d^*$
$l_{40} =$	$l_{41} =$: $D + P_{SAL} + M_{SAL} + S d$
$l_{40} =$	$l_{41} =$: $D + P_{SALL} + M_{SALL} + S s$

(単位：mm)

図 5-19 原子炉格納容器シヤラグに作用する水平地震荷重

ドライウェルの中心，すなわち図 5-19 のⓐ点のモーメント M_P は，表 5-14 及び表 5-15 に示す W_{S1} ， W_{S2} ， W_{L1} 及び W_{L2} を用い，次式で計算する。

$$M_P = W_{S1} \cdot l_{40} + W_{L1} \cdot l_{41}$$

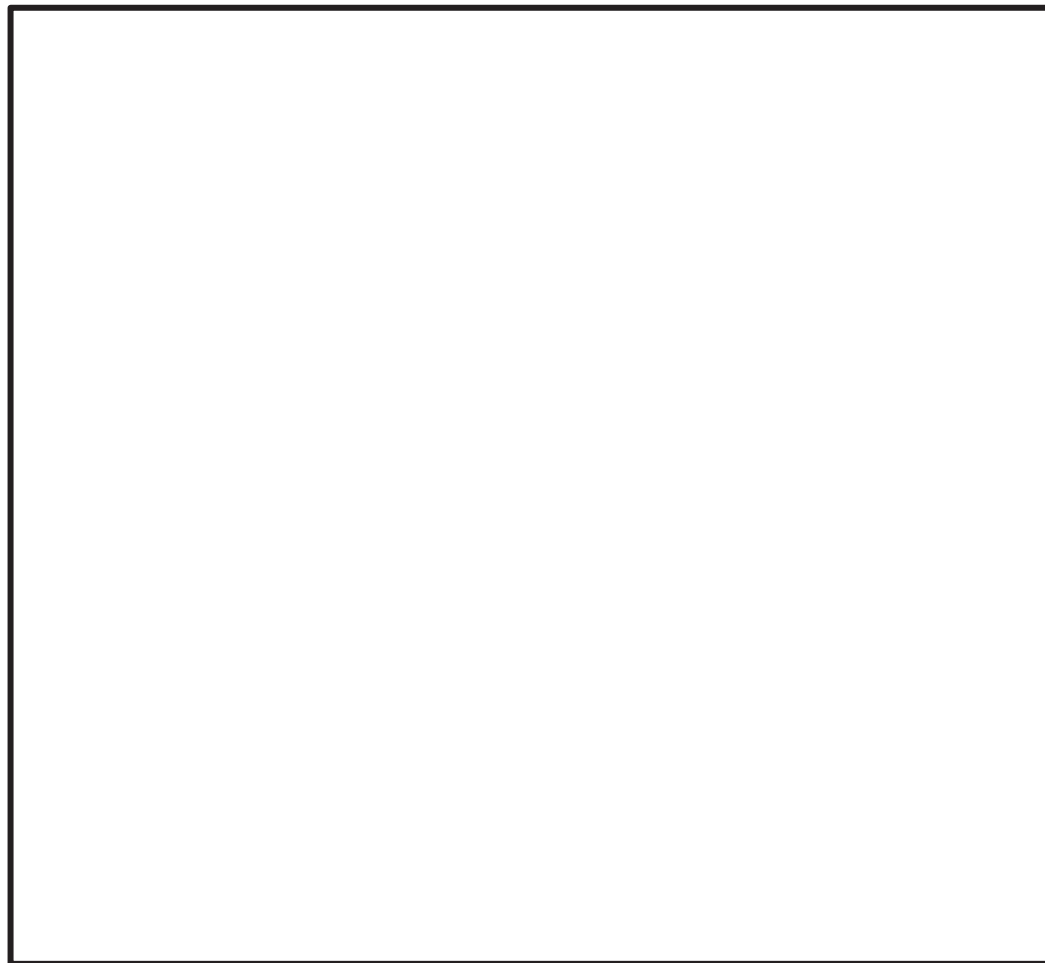
または，

$$M_P = W_{S1} \cdot l_{40} + W_{L2} \cdot l_{41}$$

(b) 応力計算

原子炉格納容器シヤラグ取付部に生じる応力を，参照図書(2)に基づき計算する。この場合，内側フィニッシュシヤラグには周方向の荷重のみが作用するので図 5-20 の応力評価点 P11 についてのみ応力計算を行う。

なお，ここで使用する記号はすべて参照図書(2)に従う。



荷重 M_1 による応力



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

5.5 計算条件

応力解析に用いる荷重を、「5.2 荷重の組合せ及び許容応力」及び「5.3 設計用地震力」に示す。

5.6 応力の評価

「5.4 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。ただし、一次＋二次応力が許容値を満足しない場合は、設計・建設規格 PVB-3300 に基づいて疲労評価を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

原子炉格納容器シヤラグの設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を表 6-1 及び表 6-2 に示す。

(2) 疲労評価結果

疲労評価結果を表 6-3 に示す。

表 6-1 許容応力状態Ⅲ_AS に対する評価結果 (D+P+M+S d*) (その1)

評価対象設備	評価部位		応力分類		Ⅲ _A S		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
原子炉 格納容器 シヤラグ	P1	内側フィメイルシヤラグ 本体 (溶接部)	一次応力	せん断	43		○	
				曲げ	20		○	
				組合せ	78		○	
			一次応力+二次応力	せん断	43		○	
				曲げ	20		○	
				座屈	43		○	
	P2	内側フィメイルシヤラグ 取付部 (溶接部)	一次応力	せん断	47		○	
				曲げ	15		○	
				組合せ	83		○	
			一次応力+二次応力	せん断	47		○	
				曲げ	30*4		○	
				座屈	47		○	
				組合せ	166		○	

注記*1: すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5 f_s とする。

*2: せん断に対する許容座屈応力を示す。

*3: 許容引張応力の値を用いる。

*4: 応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

表 6-1 許容応力状態Ⅲ_AS に対する評価結果 (D+P+M+S d*) (その2)

評価対象設備	評価部位		応力分類		Ⅲ _A S		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
原子炉 格納容器 シヤラグ	P3	外側メイルシヤラグ 取付部 (溶接部)	一次応力	せん断	35		○	
				曲げ	24		○	
				組合せ	66		○	
			一次応力+二次応力	せん断	35		○	
				曲げ	48*4		○	
				座屈	35		○	
	P4	外側メイルシヤラグ 本体	一次応力	支圧	122		○	
			一次応力+二次応力	支圧	122		○	
	P5	外側フィメイルシヤラグ 本体 (溶接部)	一次応力	せん断	54		○	
				曲げ	69		○	
				組合せ	117		○	
			一次応力+二次応力	せん断	54		○	
				曲げ	69		○	
				座屈	54		○	
				組合せ	117		○	

注記*1: すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5 f_s とする。

*2: せん断に対する許容座屈応力を示す。

*3: 許容引張応力の値を用いる。

*4: 応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 6-1 許容応力状態Ⅲ_AS に対する評価結果 (D+P+M+S d*) (その 3)

評価対象設備	評価部位		応力分類		Ⅲ _A S		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
原子炉 格納容器 シヤラグ	P6	外側フィメイルシヤラグ 本体	一次応力	支圧	122		○	
			一次応力+二次応力	支圧	122		○	
	P7	外側フィメイルシヤラグ ベースプレート	一次応力	せん断	6		○	
				曲げ	109		○	
				組合せ	110		○	
			一次応力+二次応力	せん断	12* ⁴		○	
				曲げ	218* ⁴		○	
				座屈	109* ¹		○	
	P8	外側フィメイルシヤラグ 基礎ボルト	引張応力		108		○	

注記*1：応力の最大圧縮値を示す。

*2：曲げに対する許容座屈応力を示す。

*3：許容引張応力の値を用いる。

*4：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

表 6-1 許容応力状態Ⅲ_AS に対する評価結果 (D+P+M+S d*) (その4)

評価対象設備	評価部位		応力分類		Ⅲ _A S		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
原子炉 格納容器 シヤラグ	P9	外側フィメイルシヤラグ 本体 (溶接部)	一次応力	せん断	26	344	○	
				曲げ	26		○	
				組合せ	52		○	
			一次応力+二次応力	せん断	26		○	
				曲げ	52*4		○	
				座屈	26		○	
				組合せ	104		○	
	P10	コンクリート	ベースプレート部	圧縮	2.5	○		
			外側フィメイル シヤラグ側面	圧縮	11.9	○		
			基礎ボルト	せん断	0.46	○		
	P11	原子炉格納容器シヤラグ 取付部	一次膜応力+一次曲げ応力		50	344	○	
一次+二次応力			242	393	○			

注記*1：すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5 f_s とする。

*2：せん断に対する許容座屈応力を示す。

*3：許容引張応力の値を用いる。

*4：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

表 6-2(1) 許容応力状態IV_AS に対する評価結果 (D + P + M + S s) (その 1)

評価対象設備	評価部位		応力分類		IV _A S		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
原子炉 格納容器 シヤラグ	P1	内側フィメイルシヤラグ 本体 (溶接部)	一次応力	せん断	72		○	
				曲げ	33		○	
				組合せ	129		○	
			一次応力+二次応力	せん断	72		○	
				曲げ	33		○	
				座屈	72		○	
	P2	内側フィメイルシヤラグ 取付部 (溶接部)	一次応力	せん断	78		○	
				曲げ	24		○	
				組合せ	138		○	
			一次応力+二次応力	せん断	78		○	
				曲げ	48*4		○	
				座屈	78		○	
				組合せ	275		○	

注記*1：すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5 f_s とする。

*2：せん断に対する許容座屈応力を示す。

*3：許容引張応力の値を用いる。

*4：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

表 6-2(1) 許容応力状態IV_AS に対する評価結果 (D + P + M + S_s) (その 2)

評価対象設備	評価部位		応力分類		IV _A S		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
原子炉 格納容器 シヤラグ	P3	外側メイルシヤラグ 取付部 (溶接部)	一次応力	せん断	63		○	
				曲げ	43		○	
				組合せ	118		○	
			一次応力+二次応力	せん断	63		○	
				曲げ	86*4		○	
				座屈	63		○	
	P4	外側メイルシヤラグ 本体	一次応力	支圧	222		○	
			一次応力+二次応力	支圧	222		○	
	P5	外側フィメイルシヤラグ 本体 (溶接部)	一次応力	せん断	97		○	
				曲げ	126		○	
				組合せ	211		○	
			一次応力+二次応力	せん断	97		○	
				曲げ	126		○	
				座屈	97		○	
				組合せ	211		○	

注記*1: すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5 f_s とする。

*2: せん断に対する許容座屈応力を示す。

*3: 許容引張応力の値を用いる。

*4: 応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

表 6-2(1) 許容応力状態IV_AS に対する評価結果 (D + P + M + S s) (その 3)

評価対象設備	評価部位		応力分類		IV _A S		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
原子炉 格納容器 シヤラグ	P6	外側フィメイルシヤラグ 本体	一次応力	支圧	222		○	
			一次応力+二次応力	支圧	222		○	
	P7	外側フィメイルシヤラグ ベースプレート	一次応力	せん断	11		○	
				曲げ	198		○	
				組合せ	199		○	
			一次応力+二次応力	せん断	22* ⁴		○	
				曲げ	396* ⁴		○	
				座屈	198* ¹		○	
	P8	外側フィメイルシヤラグ 基礎ボルト	引張応力		196		○	

注記*1：応力の最大圧縮値を示す。

*2：曲げに対する許容座屈応力を示す。

*3：許容引張応力の値を用いる。

*4：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

表 6-2(1) 許容応力状態IV_AS に対する評価結果 (D + P + M + S_s) (その 4)

評価対象設備	評価部位		応力分類		IV _A S		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
原子炉格納容器シヤラグ	P9	外側フィメイルシヤラグ本体 (溶接部)	一次応力	せん断	47	380	○	
				曲げ	47		○	
				組合せ	94		○	
			一次応力+二次応力	せん断	47		○	
				曲げ	94* ⁴		○	
				座屈	47		○	
				組合せ	188		○	
	P10	コンクリート	ベースプレート部	圧縮	4.6	○		
			外側フィメイルシヤラグ側面	圧縮	21.6	○		
			基礎ボルト	せん断	0.84	○		
	P11	原子炉格納容器シヤラグ取付部	一次膜応力+一次曲げ応力		82	380	○	
一次+二次応力			420	393	×* ⁵			

注記*1：すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5 f_s とする。

*2：せん断に対する許容座屈応力を示す。

*3：許容引張応力の値を用いる。

*4：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*5：P11 の一次+二次応力評価は許容値を満足しないが、設計・建設規格 PVB-3300 に基づいて疲労評価を行い、十分な構造強度を有していることを確認した。

表 6-2(2) 許容応力状態IV_{AS} に対する評価結果 (D + P_L + M_L + S d*) (その1)

評価対象設備	評価部位		応力分類		IV _{AS}		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
原子炉 格納容器 シヤラグ	P1	内側フィメイルシヤラグ 本体 (溶接部)	一次応力	せん断	43		○	
				曲げ	39		○	
				組合せ	85		○	
			一次応力+二次応力	せん断	43		○	
				曲げ	39		○	
				座屈	43		○	
	P2	内側フィメイルシヤラグ 取付部 (溶接部)	一次応力	せん断	47		○	
				曲げ	18		○	
				組合せ	84		○	
			一次応力+二次応力	せん断	47		○	
				曲げ	36*4		○	
				座屈	47		○	
				組合せ	167		○	

注記*1: すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5 f_s とする。

*2: せん断に対する許容座屈応力を示す。

*3: 許容引張応力の値を用いる。

*4: 応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

表 6-2(2) 許容応力状態IV_AS に対する評価結果 (D + P_L + M_L + S d *) (その 2)

評価対象設備	評価部位		応力分類		IV _A S		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
原子炉 格納容器 シヤラグ	P3	外側メイルシヤラグ 取付部 (溶接部)	一次応力	せん断	35		○	
				曲げ	19		○	
				組合せ	64		○	
			一次応力+二次応力	せん断	35		○	
				曲げ	38*4		○	
				座屈	35		○	
	P4	外側メイルシヤラグ 本体	一次応力	支圧	78		○	
			一次応力+二次応力	支圧	78		○	
	P5	外側フィメイルシヤラグ 本体 (溶接部)	一次応力	せん断	54		○	
				曲げ	55		○	
				組合せ	109		○	
			一次応力+二次応力	せん断	54		○	
				曲げ	55		○	
				座屈	54		○	
				組合せ	109		○	

注記*1: すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5 f_s とする。

*2: せん断に対する許容座屈応力を示す。

*3: 許容引張応力の値を用いる。

*4: 応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 6-2(2) 許容応力状態IV_AS に対する評価結果 (D + P_L + M_L + S d *) (その 3)

評価対象設備	評価部位		応力分類		IV _A S		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
原子炉 格納容器 シヤラグ	P6	外側フィメイルシヤラグ 本体	一次応力	支圧	78		○	
			一次応力+二次応力	支圧	78		○	
	P7	外側フィメイルシヤラグ ベースプレート	一次応力	せん断	5		○	
				曲げ	94		○	
				組合せ	95		○	
			一次応力+二次応力	せん断	10* ⁴		○	
				曲げ	188* ⁴		○	
				座屈	94* ¹		○	
	P8	外側フィメイルシヤラグ 基礎ボルト	引張応力		94		○	

注記*1：応力の最大圧縮値を示す。

*2：曲げに対する許容座屈応力を示す。

*3：許容引張応力の値を用いる。

*4：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

表 6-2(2) 許容応力状態IV_AS に対する評価結果 (D + P_L + M_L + S d *) (その 4)

評価対象設備	評価部位		応力分類		IV _A S		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
原子炉 格納容器 シヤラグ	P9	外側フィメイルシヤラグ 本体 (溶接部)	一次応力	せん断	26		○	
				曲げ	26		○	
				組合せ	52		○	
			一次応力+二次応力	せん断	26		○	
				曲げ	52*4		○	
				座屈	26		○	
	P10	コンクリート	ベースプレート部	圧縮	2.2	○		
			外側フィメイル シヤラグ側面	圧縮	11.9	○		
			基礎ボルト	せん断	0.40	○		
	P11	原子炉格納容器シヤラグ 取付部	一次膜応力+一次曲げ応力		90	380	○	
			一次+二次応力		240	393	○	

注記*1：すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5 f_s とする。

*2：せん断に対する許容座屈応力を示す。

*3：許容引張応力の値を用いる。

*4：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

表 6-3 許容応力状態IV_AS に対する疲労評価結果

評価部位	S _n (MPa)	K _e	S _p (MPa)	S _σ (MPa)	S _{σ'} * (MPa)	N _a (回)	N _c (回)	疲労累積係数 N _c /N _a
P11								0.485

注記* : S_σに (/ E) を乗じた値である。

E = MPa

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉格納容器シヤラグの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価結果を表 6-4 に示す。

(2) 疲労評価結果

疲労評価結果を表 6-5 に示す。

表 6-4(1) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$) (その1)

評価対象設備	評価部位		応力分類		V_{AS}		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
原子炉 格納容器 シヤラグ	P1	内側フィメイルシヤラグ 本体 (溶接部)	一次応力	せん断	43		○	
				曲げ	45		○	
				組合せ	88		○	
			一次応力+二次応力	せん断	43		○	
				曲げ	45		○	
				座屈	43		○	
	P2	内側フィメイルシヤラグ 取付部 (溶接部)	一次応力	せん断	47		○	
				曲げ	19		○	
				組合せ	84		○	
			一次応力+二次応力	せん断	47		○	
				曲げ	38*4		○	
				座屈	47		○	
				組合せ	168		○	

注記*1：すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して $1.5 f_s$ とする。

*2：せん断に対する許容座屈応力を示す。

*3：許容引張応力の値を用いる。

*4：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

表 6-4(1) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$) (その 2)

評価対象設備	評価部位		応力分類		V_{AS}		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
原子炉 格納容器 シヤラグ	P3	外側メイルシヤラグ 取付部 (溶接部)	一次応力	せん断	35		○	
				曲げ	18		○	
				組合せ	64		○	
			一次応力+二次応力	せん断	35		○	
				曲げ	36*4		○	
				座屈	35		○	
	P4	外側メイルシヤラグ 本体	一次応力	支圧	69		○	
			一次応力+二次応力	支圧	69		○	
	P5	外側フィメイルシヤラグ 本体 (溶接部)	一次応力	せん断	54		○	
				曲げ	51		○	
				組合せ	107		○	
			一次応力+二次応力	せん断	54		○	
				曲げ	51		○	
				座屈	54		○	
				組合せ	107		○	

注記*1: すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して $1.5 f_s$ とする。

*2: せん断に対する許容座屈応力を示す。

*3: 許容引張応力の値を用いる。

*4: 応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

表 6-4(1) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$) (その 3)

評価対象設備	評価部位		応力分類		V_{AS}		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
原子炉 格納容器 シヤラグ	P6	外側フィメイルシヤラグ 本体	一次応力	支圧	69		○	
			一次応力+二次応力	支圧	69		○	
	P7	外側フィメイルシヤラグ ベースプレート	一次応力	せん断	5		○	
				曲げ	89		○	
				組合せ	90		○	
			一次応力+二次応力	せん断	10 ^{*4}		○	
				曲げ	178 ^{*4}		○	
				座屈	89 ^{*1}		○	
	P8	外側フィメイルシヤラグ 基礎ボルト	引張応力		89		○	

注記*1：応力の最大圧縮値を示す。

*2：曲げに対する許容座屈応力を示す。

*3：許容引張応力の値を用いる。

*4：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

表 6-4(1) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$) (その 4)

評価対象設備	評価部位		応力分類		V_{AS}		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
原子炉 格納容器 シヤラグ	P9	外側メイルシヤラグ 本体 (溶接部)	一次応力	せん断	26	[Redacted]	○	
				曲げ	26		○	
				組合せ	52		○	
			一次応力+二次応力	せん断	26		○	
				曲げ	52*4		○	
				座屈	26		○	
				組合せ	104		○	
	P10	コンクリート	ベースプレート部	圧縮	2.1	○		
			外側フィメイル シヤラグ側面	圧縮	11.9	○		
			基礎ボルト	せん断	0.38	○		
	P11	原子炉格納容器シヤラグ 取付部	一次膜応力+一次曲げ応力		143	379	○	
一次+二次応力			240	393	○			

注記*1：すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して $1.5 f_s$ とする。

*2：せん断に対する許容座屈応力を示す。

*3：許容引張応力の値を用いる。

*4：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

表 6-4(2) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$) (その1)

評価対象設備	評価部位		応力分類		V_{AS}		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
原子炉 格納容器 シヤラグ	P1	内側フィメイルシヤラグ 本体 (溶接部)	一次応力	せん断	72		○	
				曲げ	57		○	
				組合せ	138		○	
			一次応力+二次応力	せん断	72		○	
				曲げ	57		○	
				座屈	72		○	
	P2	内側フィメイルシヤラグ 取付部 (溶接部)	一次応力	せん断	78		○	
				曲げ	28		○	
				組合せ	138		○	
			一次応力+二次応力	せん断	78		○	
				曲げ	56*4		○	
				座屈	78		○	
				組合せ	276		○	

注記*1：すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して $1.5 f_s$ とする。

*2：せん断に対する許容座屈応力を示す。

*3：許容引張応力の値を用いる。

*4：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

表 6-4(2) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$) (その2)

評価対象設備	評価部位		応力分類		V_{AS}		判定	備考		
					算出応力	許容応力				
					MPa	MPa				
原子炉 格納容器 シヤラグ	P3	外側メイルシヤラグ 取付部 (溶接部)	一次応力	せん断	63	○	○			
				曲げ	37					
				組合せ	116					
			一次応力+二次応力	せん断	63					
				曲げ	74*4					
				座屈	63					
	P4	外側メイルシヤラグ 本体	一次応力	支圧	154				○	
			一次応力+二次応力	支圧	154				○	
	P5	外側フィメイルシヤラグ 本体 (溶接部)	一次応力	せん断	97				○	
				曲げ	106				○	
				組合せ	199				○	
			一次応力+二次応力	せん断	97				○	
				曲げ	106				○	
				座屈	97				○	
	組合せ	199	○							

注記*1: すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して $1.5 f_s$ とする。

*2: せん断に対する許容座屈応力を示す。

*3: 許容引張応力の値を用いる。

*4: 応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

表 6-4(2) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$) (その 3)

評価対象設備	評価部位		応力分類		V_{AS}		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
原子炉 格納容器 シヤラグ	P6	外側フィメイルシヤラグ 本体	一次応力	支圧	154		○	
			一次応力+二次応力	支圧	154		○	
	P7	外側フィメイルシヤラグ ベースプレート	一次応力	せん断	10		○	
				曲げ	178		○	
				組合せ	179		○	
			一次応力+二次応力	せん断	20*4		○	
				曲げ	356*4		○	
				座屈	178*1		○	
	P8	外側フィメイルシヤラグ 基礎ボルト	引張応力		176		○	

注記*1：応力の最大圧縮値を示す。

*2：曲げに対する許容座屈応力を示す。

*3：許容引張応力の値を用いる。

*4：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

表 6-4(2) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$) (その 4)

評価対象設備	評価部位		応力分類		V_{AS}		判定	備考	
					算出応力	許容応力			
					MPa	MPa			
原子炉 格納容器 シヤラグ	P9	外側メイルシヤラグ 本体 (溶接部)	一次応力	せん断	47		○		
				曲げ	47		○		
				組合せ	94		○		
			一次応力+二次応力	せん断	47		○		
				曲げ	94*4		○		
				座屈	47		○		
	P10	コンクリート	ベースプレート部	圧縮	4.1		○		
			外側フィメイル シヤラグ側面	圧縮	21.6		○		
			基礎ボルト	せん断	0.75		○		
	P11	原子炉格納容器シヤラグ 取付部	一次膜応力+一次曲げ応力		131		379	○	
			一次+二次応力		416		393	×*5	

注記*1：すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して $1.5 f_s$ とする。

*2：せん断に対する許容座屈応力を示す。

*3：許容引張応力の値を用いる。

*4：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*5：P11 の一次+二次応力評価は許容値を満足しないが、設計・建設規格 PVB-3300 に基づいて疲労評価を行い、十分な構造強度を有していることを確認した。

表 6-5 許容応力状態 V_AS に対する疲労評価結果

評価部位	S _n (MPa)	K _e	S _p (MPa)	S _ℓ (MPa)	S _ℓ ' * (MPa)	N _a (回)	N _c (回)	疲労累積係数 N _c /N _a
P11								0.467

注記* : S_ℓに (/ E) を乗じた値である。

E = MPa

7. 参照図書

- (1) L. E. BROWNELL AND E. H. YOUNG :
PROCESS EQUIPMENT DESIGN, JOHN WILEY & SONS, INC. APRIL, 1968.
- (2) K. R. WICHMAN, A. G. HOPPER AND J. L. MERSHON :
LOCAL STRESSES IN SPHERICAL AND CYLINDRICAL SHELLS DUE TO EXTERNAL LOADINGS.
WELDING RESEARCH COUNCIL BULLETIN, #107 AUGUST 1965
- (3) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書
添付書類「IV-3-1-1-4 ドライウエルの強度計算書」

VI-2-9-2-1-5 ボックスサポートの耐震性についての計算書

目次

1.	概要	1
2.	一般事項	1
2.1	構造計画	1
2.2	評価方針	3
2.3	適用基準	3
2.4	記号の説明	4
3.	評価部位	6
4.	固有周期	9
5.	構造強度評価	10
5.1	構造強度評価方法	10
5.2	荷重の組合せ及び許容応力	10
5.2.1	荷重の組合せ及び許容応力状態	10
5.2.2	許容応力	10
5.2.3	使用材料の許容応力評価条件	10
5.2.4	設計荷重	17
5.3	設計用地震力	20
5.4	計算方法	22
5.4.1	応力評価点	22
5.4.2	ボックスプレート（応力評価点 P1）	24
5.4.3	ボックスプレート取付部（応力評価点 P2）	26
5.4.4	ボックスプレート（上側）取付部（応力評価点 P2'）	27
5.4.5	フランジプレートとシヤラグ接触部及びシヤラグ取付部 （応力評価点 P3, P4）	28
5.4.6	基礎ボルト（応力評価点 P5）	30
5.4.7	フランジプレート（応力評価点 P6）	31
5.4.8	フランジプレート（外側）（応力評価点 P6'）	38
5.4.9	ベースプレート（応力評価点 P7）	41
5.4.10	シヤコネクタ（外側）取付部（応力評価点 P8）	43
5.4.11	コンクリート（応力評価点 P9, P10, P11）	45
5.4.12	パッド取付部（応力評価点 P12）	47
6.	評価結果	48
6.1	設計基準対象施設としての評価結果	48
6.2	重大事故等対処設備としての評価結果	61
7.	参照図書	74

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、ボックスサポートが設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

ボックスサポートは、設計基準対象施設においては S クラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、本計算書においては、新規制対応工認対象となる設計用地震力及び重大事故等時に対する評価について記載するものとし、前述の荷重を除く荷重によるボックスサポートの評価は、平成 2 年 5 月 24 日付け元資庁第 14466 号にて認可された工事計画の添付書類（参照図書(1)）による（以下「既工認」という。）。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ボックスサポートの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>ボックスサポートは、原子炉建屋基礎版に拘束支持される。サブプレッションチェンバの荷重は、ボックスサポートを介し原子炉建屋に伝達させる。</p>	<p>ボックスプレート、フランジプレート、シヤラグ、ベースプレート、シヤコネクタ、基礎ボルト等からなる鋼製構造物である。</p>	

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.2 評価方針

ボックスサポートの応力評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」及び「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所に作用する設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

ボックスサポートの耐震評価フローを図 2-1 に示す。

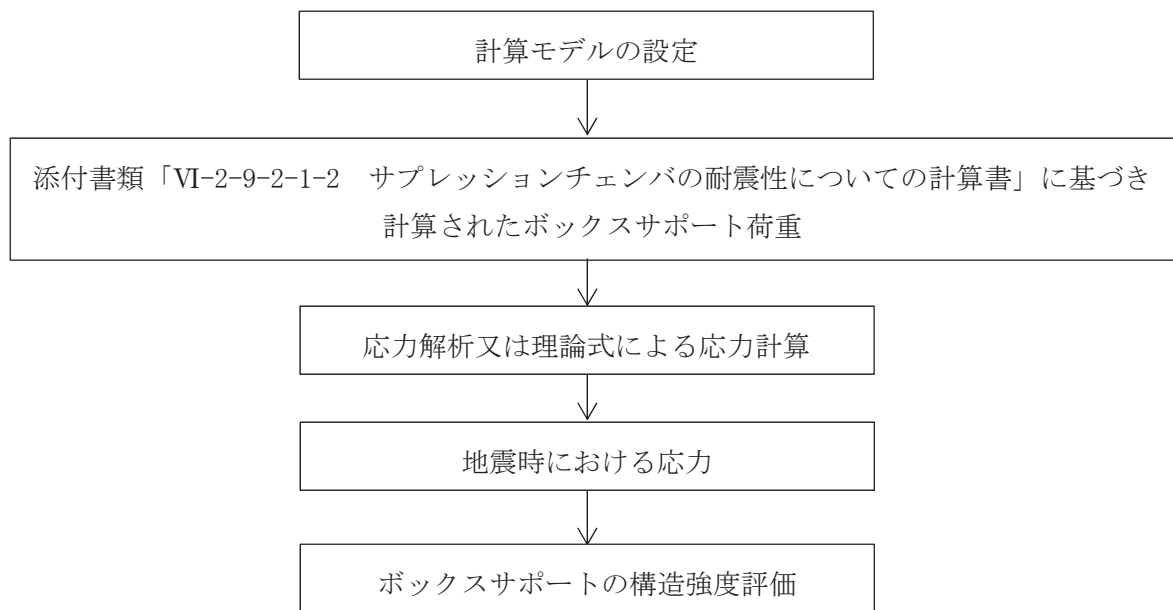


図 2-1 ボックスサポートの耐震評価フロー

2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- (2) 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 ・補一
1984 ((社) 日本電気協会)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- (4) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

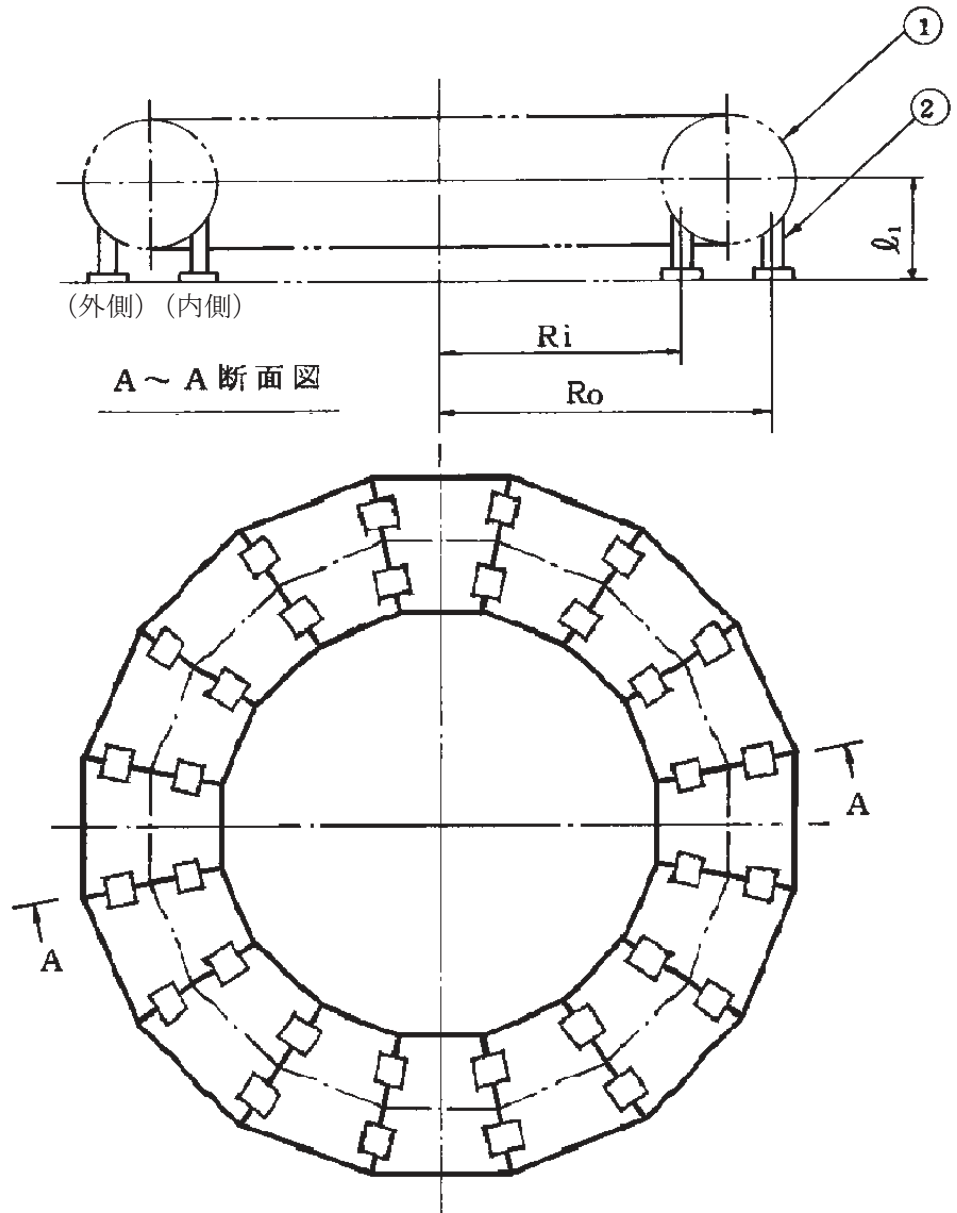
2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	断面積	mm ²
A _b	ボルトの断面積	mm ²
D	死荷重	—
E _c	コンクリートの縦弾性係数	MPa
E _s	ボルトの縦弾性係数	MPa
f _b	許容曲げ応力	MPa
f _c	許容圧縮応力	MPa
f _p	許容支圧応力	MPa
f _s	許容せん断応力	MPa
f _t	許容引張応力	MPa
F	荷重	N
F _c	コンクリートの設計基準強度	kg/cm ²
F _t	荷重	N
F _{t b}	ボルトに作用する軸方向荷重	N
ℓ _i	長さ (i = 1, 2, 3…)	mm
L	活荷重	—
M	機械的荷重, モーメント	—, N・mm
M _L	地震と組み合わせる機械的荷重	—
M _{SAL}	機械的荷重 (S A後長期 (L) 機械的荷重)	—
M _{SALL}	機械的荷重 (S A後長期 (LL) 機械的荷重)	—
n	ボルトの縦弾性係数とコンクリートの縦弾性係数の比	—
N	ボルトの本数	—
P	圧力	—
P _L	地震と組み合わせる圧力	—
P _{SAL}	圧力 (S A後長期 (L) 圧力)	kPa
P _{SALL}	圧力 (S A後長期 (LL) 圧力)	kPa
R _i	半径	mm
R _o	半径	mm
S	許容引張応力	MPa
S _d	弾性設計用地震動 S _d により定まる地震力	—
S _d *	弾性設計用地震動 S _d により定まる地震力又は静的地震力	—
S _s	基準地震動 S _s により定まる地震力	—
S _u	設計引張強さ	MPa
S _y	設計降伏点	MPa
S _y (R T)	40℃における設計降伏点	MPa

記号	記号の説明	単位
t_i	厚さ ($i = 1, 2, 3 \dots$)	mm
T	温度	°C
T_{SAL}	温度 (SA後長期 (L) 温度)	°C
T_{SALL}	温度 (SA後長期 (LL) 温度)	°C
W_s	荷重	N
Z	断面係数	mm ³
σ_b	曲げ応力	MPa
σ_c	圧縮応力	MPa
σ_p	支圧応力	MPa
σ_t	引張応力	MPa
τ	せん断応力	MPa

3. 評価部位

ボックスサポートの形状及び主要寸法を図 3-1 に，使用材料及び使用部位を表 3-1 に示す。



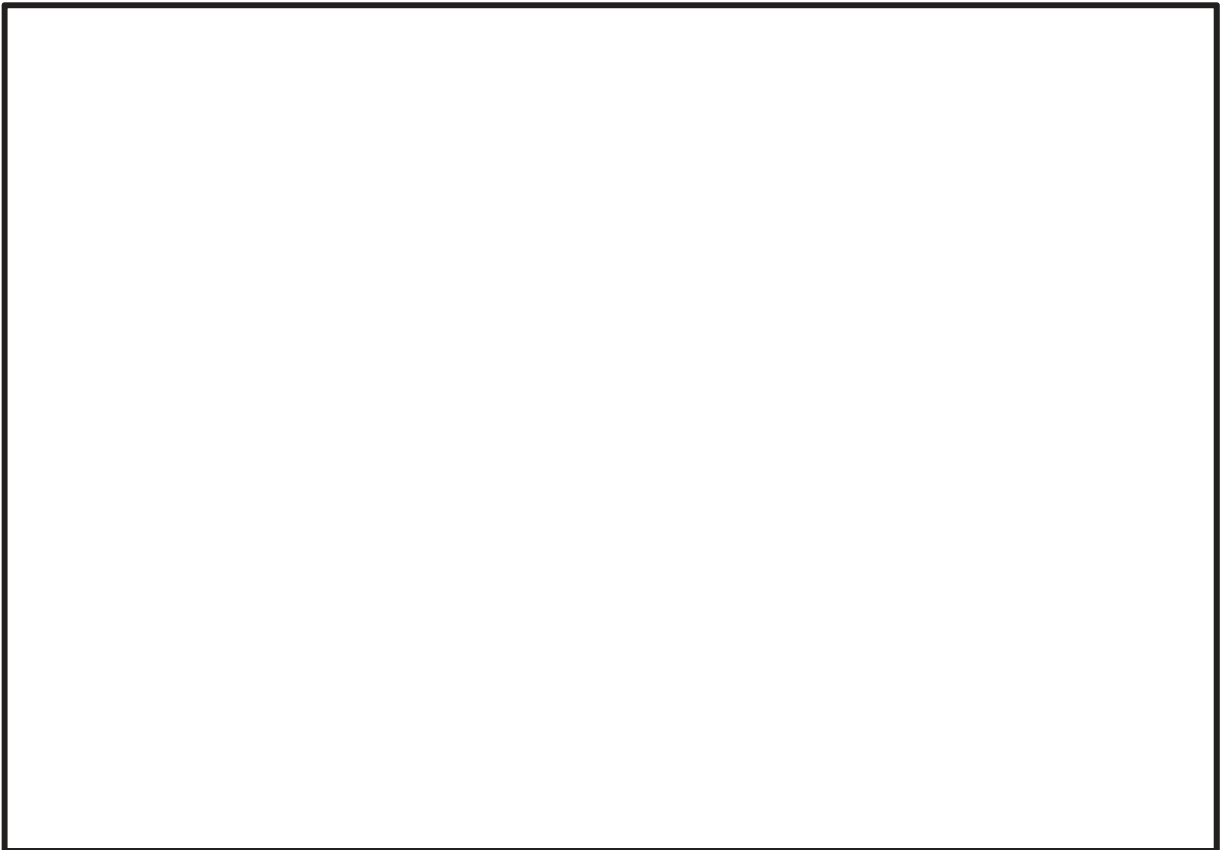
① サプレッションチェンバ ② ボックスサポート

$R_i = \square$ $R_o = \square$ $l_1 = \square$

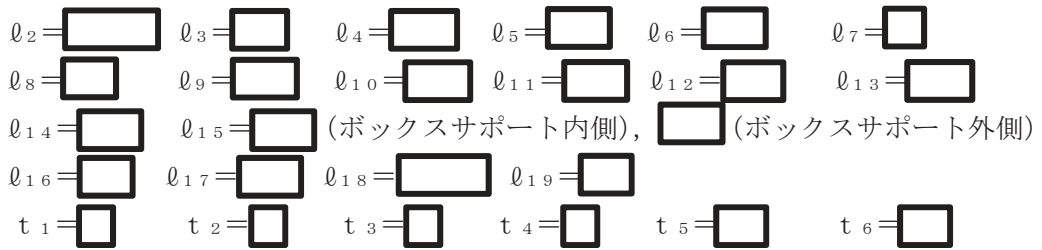
(単位：mm)

図 3-1 ボックスサポートの形状及び主要寸法 (その 1)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



- ① ボックスプレート ② フランジプレート ③ シヤラグ ④ 基礎ボルト
- ⑤ ベースプレート ⑥ シヤコネクタ ⑦ シヤプレート
- ⑧ 補強リブ ⑨ ベースプレート (外側) ⑩ シヤコネクタ (外側)
- ⑪ パッド



(単位：mm)

図 3-1 ボックスサポートの形状及び主要寸法 (その 2)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-1 使用材料表

使用部位	使用材料	備考
ボックスプレート	SM41B (SM400B)	
フランジプレート	SM41B (SM400B)	
シヤラグ	SM41B (SM400B)	
ベースプレート	SM41B (SM400B)	
シヤコネクタ (外側)		
補強リブ		
パッド		
基礎ボルト		
コンクリート	コンクリート ($F_c = 330 \text{ kg/cm}^2$)	

4. 固有周期

ボックスサポートは，添付書類「VI-2-9-2-1-2 サプレッションチェンバの耐震性についての計算書」に示すサプレッションチェンバ及びボックスサポートの地震応答解析で計算された荷重を用いて評価することとし，固有周期の計算は省略する。

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

- (1) ボックスサポートは、サブプレッションチェンバに溶接された箱型の支持構造であり、地震荷重は、ボックスプレート、フランジプレート、シヤラグ、ベースプレート、シヤコネクタ及び基礎ボルト等を介して原子炉建屋に伝達される。

ボックスサポートの耐震評価として、添付書類「VI-2-9-2-1-2 サブプレッションチェンバの耐震性についての計算書」に示すサブプレッションチェンバ及びボックスサポートの応力解析で計算された、ボックスサポートに作用する荷重を用いて、「5.4 計算方法」にて示す方法に従い、構造強度評価を行う。

- (2) 構造強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。
(3) 概略構造図を表 2-1 に示す。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ボックスサポートの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-2 に示す。

詳細な荷重の組合せは、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」に従い、対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお、考慮する荷重の組合せは、組み合わせる荷重の大きさを踏まえ、評価上厳しくなる組合せを選定する。

5.2.2 許容応力

ボックスサポートの許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 5-3 及び表 5-4 に示すとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ボックスサポートの使用材料の許容応力評価条件のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-5 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-6 に示す。

表5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度 分類	機器等 の区分	荷重の組合せ ^{*1, *2, *3}		許容応力状態 ^{*1}
原子炉格納 施設	原子炉格納 容器	ボックス サポート	S	クラスMC 支持構造物	D + P + M + S _d [*]	(9) (10) ^{*4} (13) (15)	III _A S
						D + P + M + S _s	(11) (12) ^{*4} (14)
					D + P _L + M _L + S _d ^{**3}	(16) ^{*5}	IV _A S

注記*1：シヤラグ，ベースプレート，シヤコネクタ，基礎ボルトはその他の支持構造物であるが，冷却材喪失事故後地震時のサブプレッションチェンバに生じる荷重を原子炉建屋に伝達させる機能の維持を確認する意味で，クラスMC支持構造物に準じた許容応力状態及び荷重の組合せを適用する。

*2：（ ）内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-6の荷重の組合せのNo.を示す。

*3：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認する意味で，冷却材喪失事故後の最大内圧との組合せを考慮する。

*4：燃料交換時の組合せは荷重の組合せとして考慮しないので評価しない。

5：ボックスサポートに対しては，荷重の組合せD + P + M + S_d^{}に包絡されるため，評価しない。

表 5-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ*2, *3		許容応力状態*2
原子炉格納施設	原子炉格納容器	ボックスサポート	常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等 クラス2 支持構造物	$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$ *4	(V(L)-1)	V_{AS} *5
					$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_S$	(V(LL)-1)	V_{AS} *5

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：シヤラグ，ベースプレート，シヤコネクタ，基礎ボルトは重大事故等クラス2支持構造物（その他の支持構造物）であるが，重大事故等後地震時のサプレッションチェンバに生じる荷重を原子炉建屋に伝達させる機能の維持を確認する意味で，重大事故等クラス2支持構造物（クラスMC支持構造物）に準じた許容応力状態及び荷重の組合せを適用する。

*3：（ ）内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-7の荷重の組合せのNo.を示す。

*4：重大事故等後の最高内圧及び最高温度との組合せを考慮する。

*5： V_{AS} として IV_{AS} の許容限界を用いる。

表5-3 クラスMC支持構造物及び重大事故等クラス2支持構造物の許容応力

応力分類 許容 応力状態	ボルト等以外										ボルト等
	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
Ⅲ _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p$	$3 \cdot f_t$	$3 \cdot f_s^{*1}$	$3 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p$		$1.5 \cdot f_t$
Ⅳ _{AS}						$\left[\begin{array}{l} S_d \text{ 又は } S_s \text{ 地震動のみ} \\ \text{による応力範囲について} \\ \text{評価する} \end{array} \right]$				$1.5 \cdot f_b,$ $1.5 \cdot f_s$ 又は $1.5 \cdot f_c$	
V _{AS} *2	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_c^*$	$1.5 \cdot f_b^*$	$1.5 \cdot f_p^*$					$1.5 \cdot f_p^*$	

注記*1：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。










*2：V_{AS}としてⅣ_{AS}の許容限界を用いる。

表5-4 コンクリート部の許容応力度

許容応力状態	コンクリート部 (単位：N/mm ²)	
	圧縮応力度	せん断応力度
Ⅲ _A S	$\frac{2}{3} \cdot F_c$	$1.5 \cdot \min\left(\frac{F_c}{30}, 0.49 + \frac{F_c}{100}\right)$
Ⅳ _A S	$0.75 \cdot F_c$	
V _A S*		









注記*：V_ASとしてⅣ_ASの許容限界を用いる。

表5-5 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件*		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		温度	(°C)				
ボックスプレート, ボックスプレート（上側）取付部, フランジプレート, シヤラグ, シヤラグ取付部, ベースプレート	SM41B (SM400B)	周囲環境 温度	104	—	192	373	—
シヤコネクタ（外側）取付部		周囲環境 温度	104	—			—
パッド		周囲環境 温度	104	—			—
基礎ボルト		周囲環境 温度	104	—			—

注記*：参照図書(1)の既工認と同様とする。

表5-6 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
ボックスプレート, ボックスプレート（上側）取付部, フランジプレート, シヤラグ, シヤラグ取付部, ベースプレート	SM41B (SM400B)	周囲環境 温度	111/178* ¹ (200)* ²	—	170	373	—
シヤコネクタ（外側）取付部		周囲環境 温度	111/178* ¹ (200)* ²	—			—
パッド		周囲環境 温度	111/178* ¹ (200)* ²	—			—
基礎ボルト		周囲環境 温度	100* ³	—			—
			130* ⁴	—			—

注記*1 : S A後長期 (L) の時 178°C, S A後長期 (LL) の時 111°C。

*2 : 重大事故等時の評価温度として, 保守的に限界温度を適用する。

*3 : 重大事故等後の基準地震動 S s 作用時の温度を示す。

*4 : 重大事故等後の弾性設計用地震動 S d 作用時の温度を示す。

5.2.4 設計荷重

(1) 設計基準対象施設としての設計荷重

設計基準対象施設としての設計荷重である，最高使用温度及び水力学的動荷重は，参照図書(1)に定めるとおりである。死荷重として，サプレッションチェンバ，ボックスサポート，サプレッションプール水の自重を考慮する。

添付書類「VI-2-9-2-1-2 サプレッションチェンバの耐震性についての計算書」に示すサプレッションチェンバ及びボックスサポートの応力解析で計算された，ボックスサポート1個あたりに作用する鉛直方向荷重を表5-7に，基礎ボルト1本あたりに作用する軸方向荷重を表5-8に示す。

(2) 重大事故等対処設備としての設計荷重

a. 重大事故等対処設備としての評価温度

重大事故等対処設備としての評価温度は，以下のとおりとする。

温度 T_{SAL} 178°C (SA後長期 (L))

温度 T_{SALL} 111°C (SA後長期 (LL))

b. 水力学的動荷重

重大事故等対処設備としての水力学的動荷重は，参照図書(1)に示すとおりである。

c. ボックスサポート1個あたりに作用する鉛直方向荷重

前記 a 及び b の条件を基に，添付書類「VI-2-9-2-1-2 サプレッションチェンバの耐震性についての計算書」に示すサプレッションチェンバ及びボックスサポートの応力解析で計算された，ボックスサポート1個あたりに作用する鉛直方向荷重を表5-9に，基礎ボルト1本あたりに作用する軸方向荷重を表5-10に示す。

表 5-7 ボックスサポート 1 個あたりに作用する鉛直方向荷重 (設計基準対象施設)

荷重	鉛直方向荷重 ^{*1}	
	(N)	
	F	
	内側 ^{*2}	外側 ^{*2}
死荷重		
チャギング荷重 (最大上向)		
チャギング荷重 (最大下向)		
逃がし安全弁作動時の荷重 (最大上向)		
逃がし安全弁作動時の荷重 (最大下向)		

注記*1: +は上向き (引張), -は下向き (圧縮) 荷重であることを示す。

*2: 内側はサプレッションチェンバ大円の内側に設置されたボックスサポート, 外側はサプレッションチェンバ大円の外側に設置されたボックスサポートを示す。

表 5-8 基礎ボルト 1 本あたりに作用する軸方向荷重 (設計基準対象施設)

荷重	軸方向荷重 ^{*1}	
	(N)	
	F_{tb}	
	内側 ^{*2}	外側 ^{*2}
死荷重		
チャギング荷重 (最大上向)		
チャギング荷重 (最大下向)		
逃がし安全弁作動時の荷重 (最大上向)		
逃がし安全弁作動時の荷重 (最大下向)		

注記*1: +は上向き (引張), -は下向き (圧縮) 荷重であることを示す。

*2: 内側はサプレッションチェンバ大円の内側に設置されたボックスサポート, 外側はサプレッションチェンバ大円の外側に設置されたボックスサポートを示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-9 ボックスサポート 1 個あたりに作用する鉛直方向荷重 (重大事故等対処設備)

荷重	鉛直方向荷重 ^{*1}	
	(N)	
	F	
	内側 ^{*2}	外側 ^{*2}
死荷重		
チャギング荷重 (最大上向)		
チャギング荷重 (最大下向)		
逃がし安全弁作動時の荷重 (最大上向)		
逃がし安全弁作動時の荷重 (最大下向)		

注記*1: +は上向き (引張), -は下向き (圧縮) 荷重であることを示す。

*2: 内側はサプレッションチェンバ大円の内側に設置されたボックスサポート, 外側はサプレッションチェンバ大円の外側に設置されたボックスサポートを示す。

表 5-10 基礎ボルト 1 本あたりに作用する軸方向荷重 (重大事故等対処設備)

荷重	軸方向荷重 ^{*1}	
	(N)	
	F _{t b}	
	内側 ^{*2}	外側 ^{*2}
死荷重		
チャギング荷重 (最大上向)		
チャギング荷重 (最大下向)		
逃がし安全弁作動時の荷重 (最大上向)		
逃がし安全弁作動時の荷重 (最大下向)		

注記*1: +は上向き (引張), -は下向き (圧縮) 荷重であることを示す。

*2: 内側はサプレッションチェンバ大円の内側に設置されたボックスサポート, 外側はサプレッションチェンバ大円の外側に設置されたボックスサポートを示す。

5.3 設計用地震力

添付書類「VI-2-9-2-1-2 サプレッションチェンバの耐震性についての計算書」に示すサプレッションチェンバ及びボックスサポートの地震応答解析で計算された、ボックスサポート1個当たりに作用する設計用地震力を表5-11及び表5-13に、基礎ボルト1本当たりに作用する設計用地震力を表5-12及び表5-14に示す。

表5-11 ボックスサポート1個当たりに作用する設計用地震力*2 (設計基準対象施設)

*1 応力評価点	地震荷重	水平方向荷重	鉛直方向荷重	モーメント
		(N)	(N)	(N・mm)
		W_s	F	M
P1~P4, P6~P11, 及びP6'	地震荷重 S_d^* 作用時			
	地震荷重 S_s 作用時			
P2', P12	地震荷重 S_d^* 作用時			
	地震荷重 S_s 作用時			

注記*1：応力評価点の位置は、図5-1参照のこと。

*2：設計用地震力のうち、上段はサプレッションチェンバ大円の内側に設置されたボックスサポート1個当たり、下段はサプレッションチェンバ大円の外側に設置されたボックスサポート1個当たりを示す。

表5-12 基礎ボルト1本当たりに作用する設計用地震力*2 (設計基準対象施設)

*1 応力評価点	地震荷重	軸方向荷重
		(N)
		F_{tb}
P5	地震荷重 S_d^* 作用時	
	地震荷重 S_s 作用時	

注記*1：応力評価点の位置は、図5-1参照のこと。

*2：設計用地震力のうち、上段はサプレッションチェンバ大円の内側に設置されたボックスサポートの基礎ボルト1本当たり、下段はサプレッションチェンバ大円の外側に設置されたボックスサポートの基礎ボルト1本当たりを示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-13 ボックスサポート 1 個あたりに作用する設計用地震力*2 (重大事故等対処設備)

*1 応力評価点	地震荷重	水平方向荷重 (N)	鉛直方向荷重 (N)	モーメント (N・mm)
		W_s	F	M
P1~P4, P6~P11, 及び P6'	地震荷重 S d 作用時			
	地震荷重 S s 作用時			
P2', P12	地震荷重 S d 作用時			
	地震荷重 S s 作用時			

注記*1：応力評価点の位置は，図 5-1 参照のこと。

注記*2：設計用地震力のうち，上段はサプレッションチェンバ大円の内側に設置されたボックスサポート 1 個あたり，下段はサプレッションチェンバ大円の外側に設置されたボックスサポート 1 個あたりを示す。

表 5-14 基礎ボルト 1 本あたりに作用する設計用地震力*2 (重大事故等対処設備)

*1 応力評価点	地震荷重	軸方向荷重 (N)
		F_{tb}
P5	地震荷重 S d 作用時	
	地震荷重 S s 作用時	

注記*1：応力評価点の位置は，図 5-1 参照のこと。

注記*2：設計用地震力のうち，上段はサプレッションチェンバ大円の内側に設置されたボックスサポートの基礎ボルト 1 本あたり，下段はサプレッションチェンバ大円の外側に設置されたボックスサポートの基礎ボルト 1 本あたりを示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

5.4 計算方法

5.4.1 応力評価点

ボックスサポートの応力評価点は、ボックスサポートを構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 5-15 及び図 5-1 に示す。

表 5-15 応力評価点

応力評価点番号	応力評価点
P1	ボックスプレート
P2	ボックスプレート取付部
P2'	ボックスプレート（上側）取付部
P3	フランジプレートとシヤラグ接触部
P4	シヤラグ取付部
P5	基礎ボルト
P6	フランジプレート
P6'	フランジプレート（外側）
P7	ベースプレート
P8	シヤコネクタ（外側）取付部
P9	コンクリート（ベースプレート下面）
P10	コンクリート（シヤコネクタ（外側）側面）
P11	コンクリート（シヤプレート上面）
P12	パッド取付部

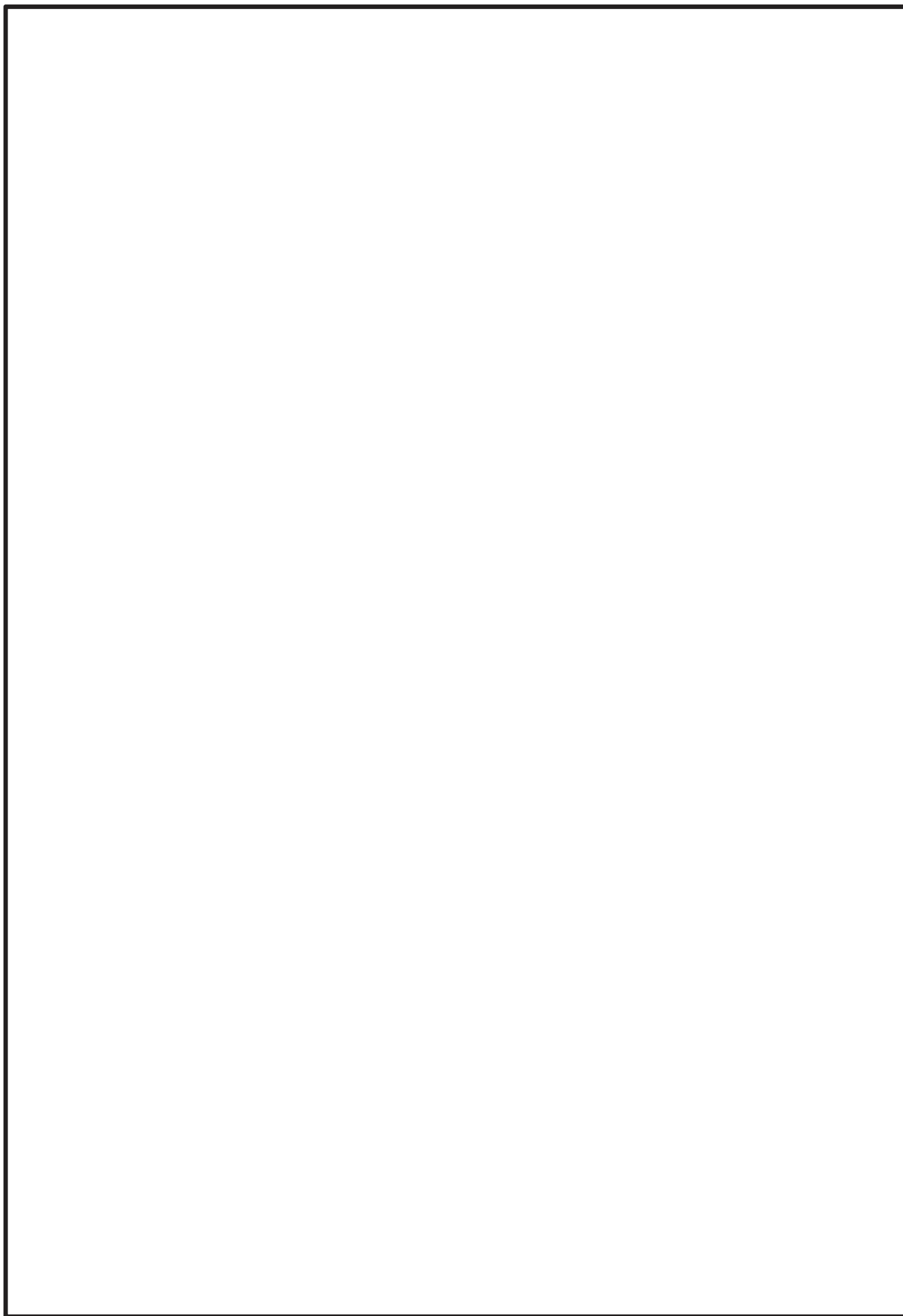


図 5-1 ボックスサポートの応力評価点

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

5.4.2 ボックスプレート（応力評価点 P1）

ボックスプレートに作用する荷重の状態を図 5-2 に示す。

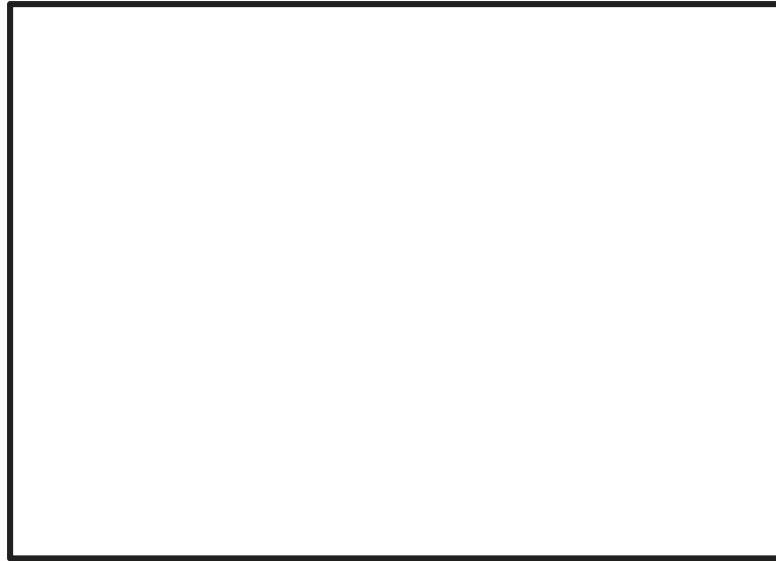


図 5-2 ボックスプレートに作用する荷重の状態

(1) 荷重

図 5-2 の応力評価点 P1 に作用する荷重は，表 5-7，表 5-9，表 5-11 及び表 5-13 に示す鉛直方向荷重 F ，水平方向荷重 W_s ，モーメント M を用いる。

(2) 断面性能

応力評価点 P1 における断面性能を表 5-16 に示す。

表 5-16 ボックスプレートの断面性能

位置	断面積 A	断面係数 Z
内側ボックスサポート		
外側ボックスサポート		

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(3) 応力計算

前記(1)の荷重作用時の応力計算方法を示す。

応力評価点 P1 (内側ボックスサポート及び外側ボックスサポート)

せん断応力

$$\tau = \frac{W_S}{A}$$

曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

圧縮応力

$$\sigma_c = \frac{F}{A}$$

ここに,

F : 下向き最大の鉛直方向荷重

引張応力

$$\sigma_t = \frac{F}{A}$$

ここに,

F : 上向き最大の鉛直方向荷重

5.4.3 ボックスプレート取付部（応力評価点 P2）

ボックスプレート取付部に作用する荷重の状態は，図 5-2 と同様である。

(1) 荷重

図 5-2 の応力評価点 P2 に作用する荷重は，表 5-7，表 5-9，表 5-11 及び表 5-13 に示す鉛直方向荷重 F，水平方向荷重 W_s，モーメント M を用いる。

(2) 断面性能

応力評価点 P2 における断面性能を表 5-17 に示す。

表 5-17 ボックスプレート取付部の断面性能

位置	断面積 A	断面係数 Z
内側ボックスサポート		
外側ボックスサポート		

(3) 応力計算

前記 (1) における荷重作用時の応力計算方法を示す。

応力評価点 P2

せん断応力

$$\tau = \frac{W_s}{A}$$

曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

引張応力

$$\sigma_t = \frac{F}{A}$$

5.4.4 ボックスプレート（上側）取付部（応力評価点 P2'）

ボックスプレート上端の取付部に作用する荷重の状態は，図 5-2 と同様である。

(1) 荷重

図 5-2 の応力評価点 P2' に作用する荷重は，表 5-7，表 5-9，表 5-11 及び表 5-13 に示す鉛直方向荷重 F，水平方向荷重 W_S，モーメント M を用いる。

(2) 断面性能

応力評価点 P2' における断面性能を表 5-18 に示す。

表 5-18 ボックスプレート（上側）取付部の断面性能

位置	断面積 A	断面係数 Z
内側ボックスサポート		
外側ボックスサポート		

(3) 応力計算

前記 (1) における荷重作用時の応力計算方法を示す。

応力評価点 P2'

せん断応力

$$\tau = \frac{W_s}{A}$$

曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

引張応力

$$\sigma_t = \frac{F}{A}$$

5.4.5 フランジプレートとシヤラグ接触部及びシヤラグ取付部（応力評価点 P3, P4）

フランジプレートとシヤラグ接触部及びシヤラグ取付部に作用する荷重の状態を図 5-3 に示す。



図 5-3 フランジプレートとシヤラグ接触部及びシヤラグ取付部に作用する荷重の状態

(1) 荷重

図 5-3 の応力評価点 P3 及び P4 に作用する荷重は、表 5-11 及び表 5-13 に示す水平方向荷重 W_s と、以下に示すモーメントを用いる。

応力評価点 P4 に生じるモーメント

$$M = W_s \cdot (l_7 + t_4 / 2)$$

(2) 断面性能

応力評価点 P3, P4 における断面性能を表 5-19 に示す。

表 5-19 フランジプレートとシヤラグ接触部及びシヤラグ取付部の断面性能

位置	断面積 A	断面係数 Z
フランジプレートとシヤラグ接触部 (P3)		
シヤラグ取付部 (P4)		

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(3) 応力計算

前記(1)における荷重作用時の応力計算方法を示す。

応力評価点 P3

支圧応力

$$\sigma_p = \frac{W_s}{A}$$

応力評価点 P4

せん断応力

$$\tau = \frac{W_s}{A}$$

曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

5.4.6 基礎ボルト（応力評価点 P5）

(1) 荷 重

図 5-1 の応力評価点 P5 に作用する荷重は、表 5-8、表 5-10、表 5-12 及び表 5-14 に示す基礎ボルト 1 本あたりに作用する軸方向荷重 F_{tb} を用いる。

(2) 断面性能

応力評価点 P5 における断面性能を以下に示す。

断面積

$$A_b = \boxed{} \text{ mm}^2$$

(3) 応力計算

前記(1)における荷重作用時の応力計算方法を示す。

応力評価点 P5

引張応力

$$\sigma_t = \frac{F_{tb}}{A_b}$$

ここに、

F_{tb} : 基礎ボルト 1 本あたりに作用する軸方向引張荷重

5.4.7 フランジプレート(応力評価点 P6)

(1) 計算モデル

計算モデルとして図 5-4 を考える。図 5-4 におけるA点, すなわち引張側のフランジプレートに対し, 応力計算は「5.4.6 基礎ボルト (応力評価点 P5)」に示す基礎ボルトの引張荷重を用いる。

図 5-4 におけるB点, すなわち圧縮側のフランジプレートに対し, 応力計算は 7. 参照図書(2)の 10 章に基づいて行う。使用記号は特記以外, 7. 参照図書(2)に従う。

(a) 中立軸がボルト間にある場合

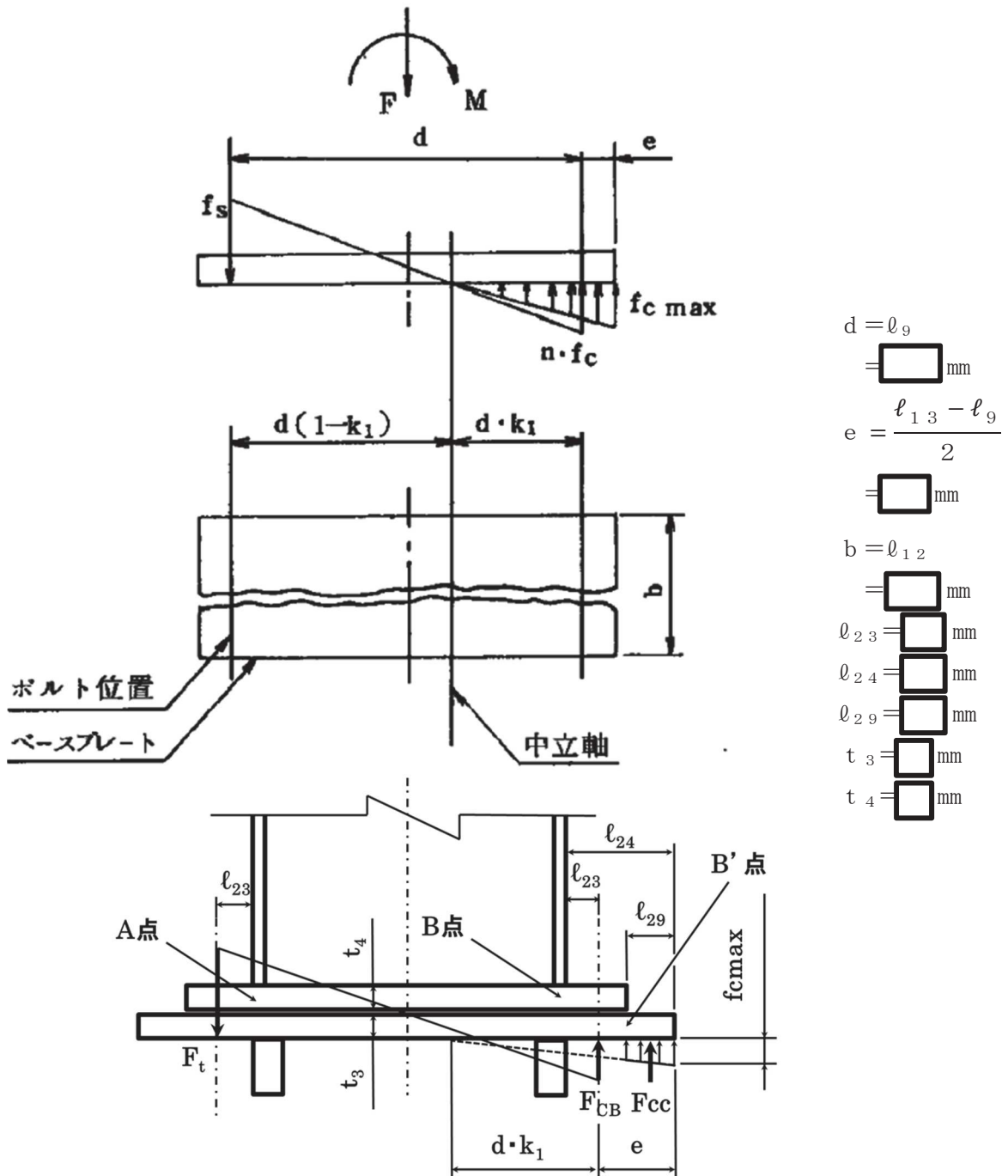


図 5-4 フランジプレートの計算モデル (その 1)

(b) 中立軸がボルトとベースプレート端部間にある場合

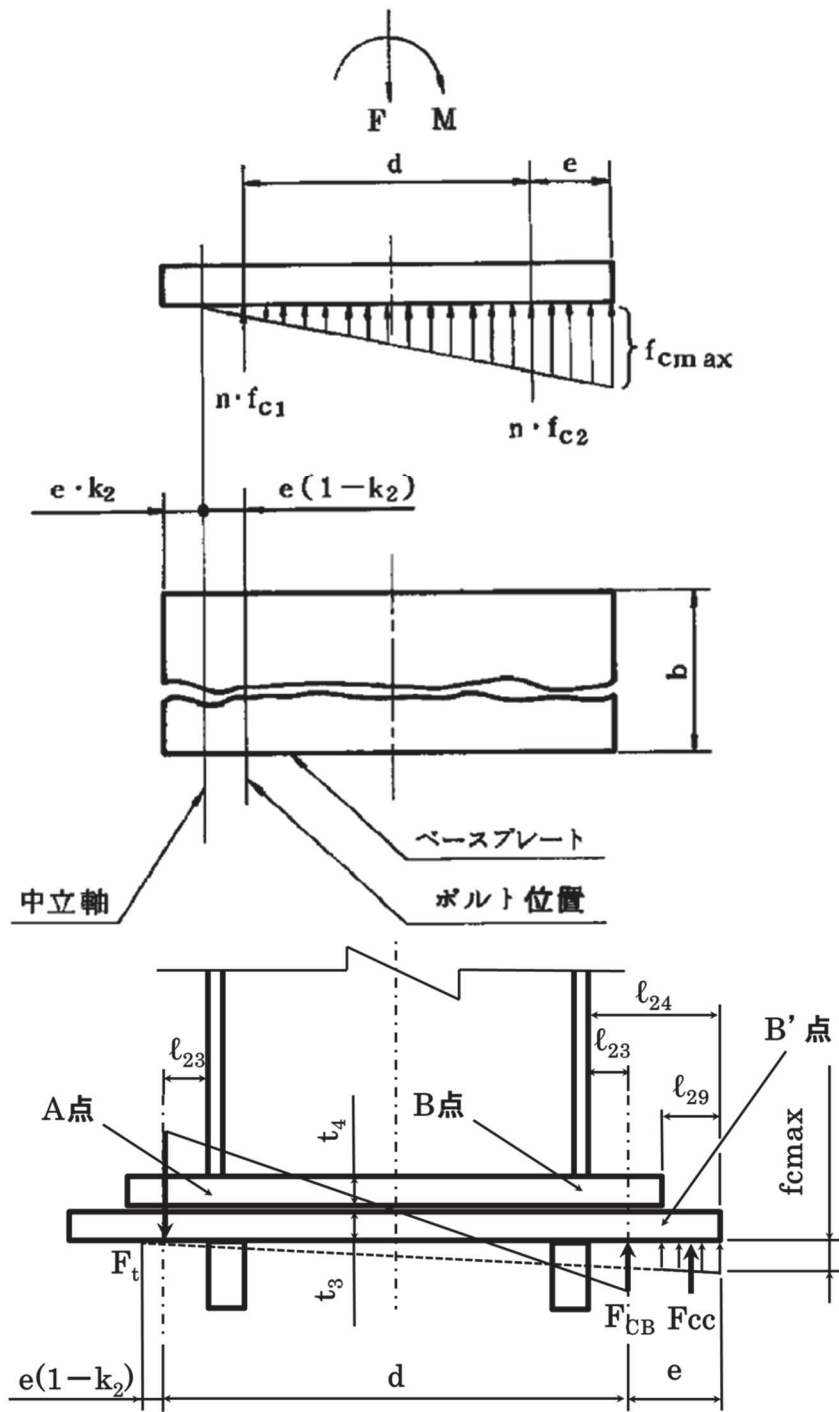


図 5-4 フランジプレートの計算モデル (その 2)

(c) 中立軸がベースプレート端部より外にある場合

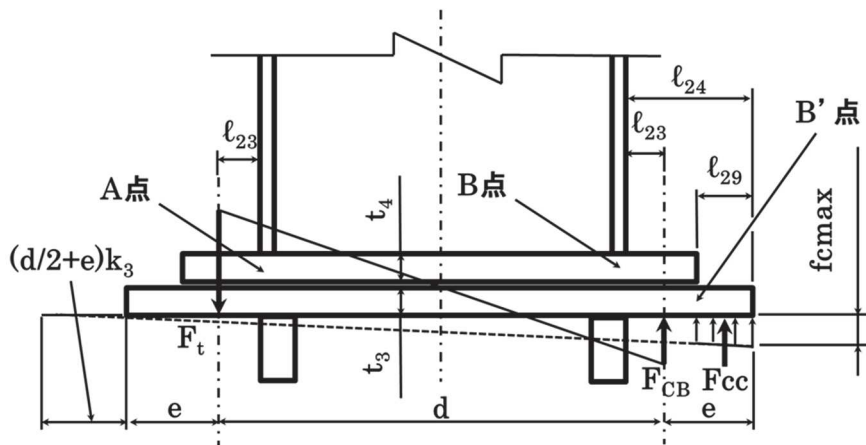
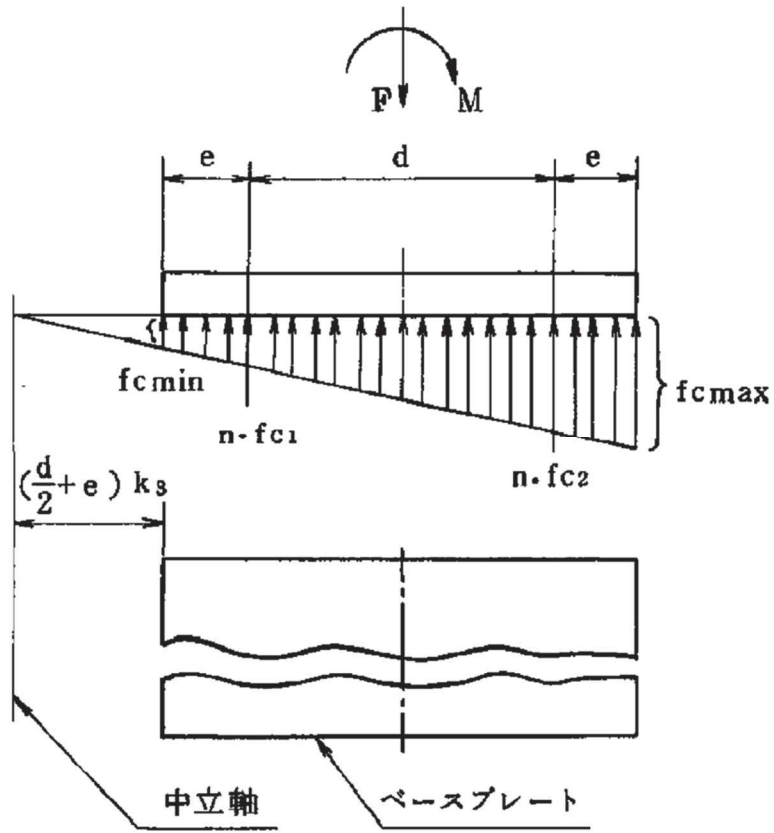


図 5-4 フランジプレートの計算モデル (その 3)

(2) 使用記号

B点における圧縮側のフランジプレートに対する計算において使用する記号

M : 曲げモーメント

F : 鉛直荷重

f_s : ボルトの引張応力

f_c : コンクリートの圧縮応力

f_{cmax} : コンクリートの最大圧縮応力

k : 係数で

$$k_1 = 1 / \{ 1 + f_s / (n \cdot f_c) \}$$

(中立軸がボルト間にある場合)

$$k_2 = \frac{f_{cmax} \cdot e - f_{c1} (d + 2e)}{e (f_{cmax} - f_{c1})}$$

(中立軸がボルトとベースプレート端部間にある場合)

$$k_3 = \frac{f_{cmax} \cdot e - f_{c1} (d + 2e)}{(\frac{d}{2} + e) (f_{c1} - f_{cmax})}$$

(中立軸がボルトとベースプレート端部より外にある場合)

n : $n = E_s / E_c = 15$

E_s : ボルトの縦弾性係数

E_c : コンクリートの縦弾性係数

N : ボルトの本数 (片側) $N = 4$

A_b : ボルト一本の断面積 (呼び径)

$$A_b = \text{} \text{ mm}^2$$

A_c : 圧縮側のベースプレートの面積

$$A_{c1} = (k_1 \cdot d + e) b$$

(中立軸がボルト間にある場合)

$$A_{c2} = (d + 2 \cdot e - e \cdot k_2) b$$

(中立軸がボルトとベースプレート端部間にある場合)

$$A_{c3} = (d + 2 \cdot e) b$$

(中立軸がベースプレート端部より外にある場合)

b, d, e : 図 5-4 に示すベースプレートの寸法

A点 : 図 5-4 に示すフランジプレートにおいて、曲げモーメントが作用した場合に引張側 (中立軸がボルトとベースプレート端部間またはベースプレート端部より外にある場合は圧縮側) となる箇所

B点 : 図 5-4 に示すフランジプレートにおいて、曲げモーメントが作用した場合に圧縮側となる箇所

B'点 : 図 5-4 に示すベースプレートにおいて、曲げモーメントが作用した場合に圧縮側となる箇所

F_t : 「5.4.6 基礎ボルト（応力評価点 P5）」を基に、1 列の基礎ボルトよりフランジプレートが受ける引張力

$$F_t = N \cdot F_{tb}$$

F_{CB} : 基礎ボルトよりベースプレートが受ける圧縮力

$$F_{CB} = N \cdot A_b \cdot n \cdot f_c$$

F_{CC} : コンクリートよりベースプレートが受ける圧縮力

$$F_{CC} = \frac{f_{cmax}}{2} \left(1 + \frac{d \cdot k_1 - \ell_{23}}{d \cdot k_1 + e} \right) \cdot \ell_{24} \cdot \ell_{12}$$

(中立軸がボルト間にある場合)

$$F_{CC} = \frac{f_{cmax}}{2} \left(1 + \frac{d + (1 - k_2) e - \ell_{23}}{d + (1 - k_2) e + e} \right) \cdot \ell_{24} \cdot \ell_{12}$$

(中立軸がボルトとベースプレート端部間にある場合)

$$F_{CC} = \frac{f_{cmax}}{2} \left(1 + \frac{\left(\frac{d}{2} + e \right) k_3 + d + e - \ell_{23}}{\left(\frac{d}{2} + e \right) k_3 + d + 2e} \right) \cdot \ell_{24} \cdot \ell_{12}$$

(中立軸がボルトとベースプレート端部より外にある場合)

(3) 荷重のつり合い条件式

B点における圧縮側のフランジプレートに対し、7.参照図書(2)の10章より、既工認同様に荷重のつり合い条件式を用いて荷重を算出する。

(4) 断面性能

応力評価点 P6 における断面性能を以下に示す。

(a) 引張側のフランジプレート (A点)

フランジプレートの断面剛性に加え、補強リブの剛性を考慮する。

断面積

$$A = \boxed{} \text{ mm}^2$$

断面係数

$$Z = \boxed{} \text{ mm}^3$$

(b) 圧縮側のフランジプレート (B点)

前記(a)に加え、ベースプレートの剛性を考慮する。

断面積

$$A = \boxed{} \text{ mm}^2$$

断面係数

$$Z = \boxed{} \text{ mm}^3$$

(5) 応力計算

前記(3)における荷重作用時の応力計算方法を示す。

応力評価点 P6

(a) 引張側のフランジプレート

せん断応力

$$\tau = \frac{F_t}{A}$$

曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

ここに、

M : A点に生じるモーメント

$$M = F_t \cdot \ell_{23}$$

(b) 圧縮側のフランジプレート

せん断応力

$$\tau = \frac{F_{CB} + F_{CC}}{A}$$

曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

ここに,

M : B点に生じるモーメント

$$M = F_{CB} \cdot \ell_{23} + F_{CC} \cdot \frac{\ell_{24}}{3} \cdot \frac{3d \cdot k_1 + 2e - \ell_{23}}{2d \cdot k_1 + e - \ell_{23}}$$

(中立軸がボルト間にある場合)

$$M = F_{CB} \cdot \ell_{23} + F_{CC} \cdot \frac{\ell_{24}}{3} \cdot \frac{3d + 3(1 - k_2)e + 2e - \ell_{23}}{2d + 2(1 - k_2)e + e - \ell_{23}}$$

(中立軸がボルトとベースプレート端部間にある場合)

$$M = F_{CB} \cdot \ell_{23} + F_{CC} \cdot \frac{\ell_{24}}{3} \cdot \frac{3\left(\frac{d}{2} + e\right)k_3 + 3d + 5e - \ell_{23}}{(d + 2e)k_3 + 2d + 3e - \ell_{23}}$$

(中立軸がボルトとベースプレート端部より外にある場合)

5.4.8 フランジプレート（外側）（応力評価点 P6'）

(1) 計算モデル

計算モデルとして図 5-5 を考える。



なお、荷重の組合せ $D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$ (V(LL)-1) における内側ボックスサポートに限り、上述の曲げ応力の計算方法に代え、実機構造を反映した境界条件を設定するために、(2)に示す有限要素法を用いた応力解析を行う。

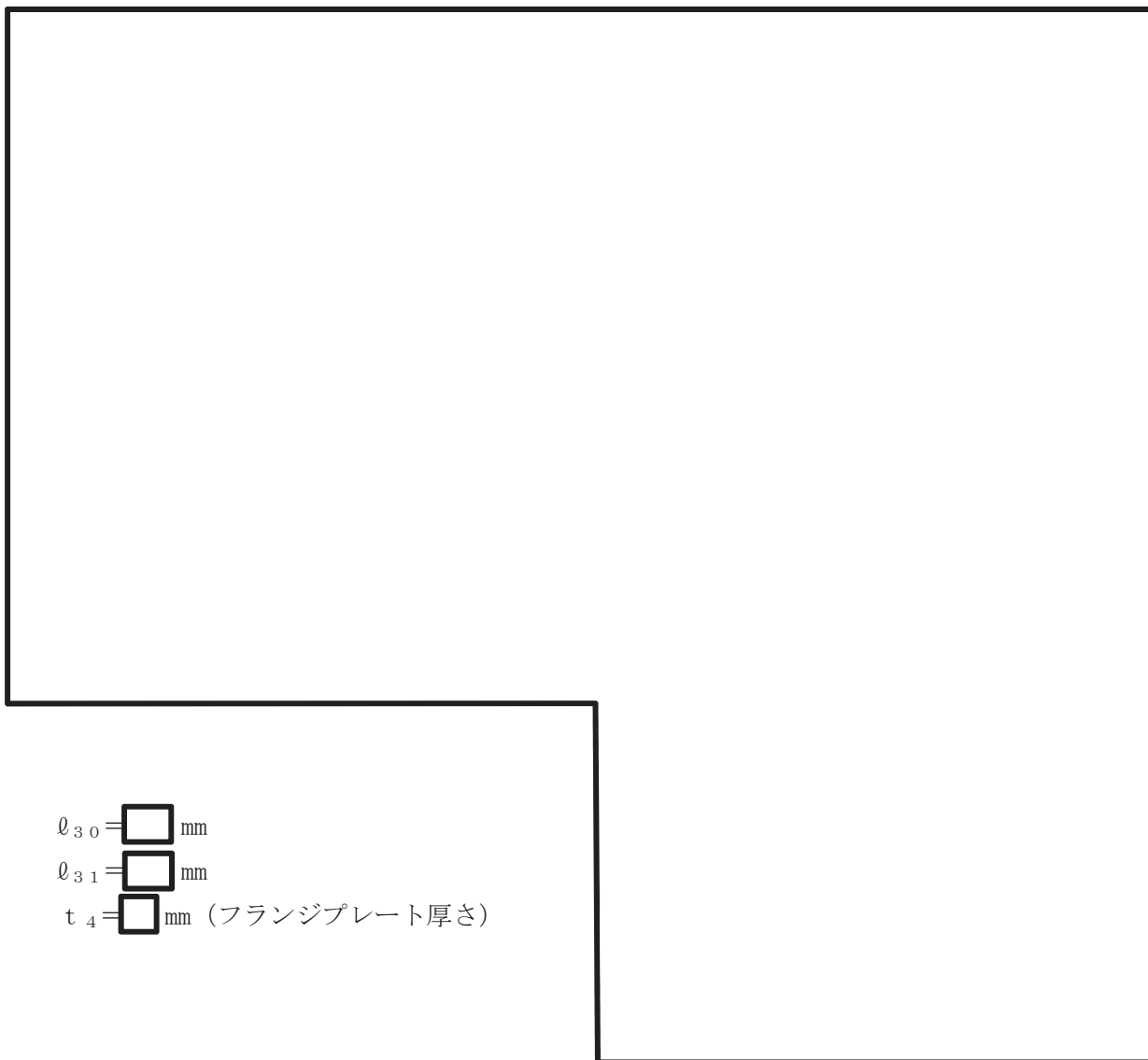


図 5-5 フランジプレート（外側）の構造

(2) 解析モデル及び諸元

荷重の組合せ $D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$ (V(LL)-1) における内側ボックスサポート (フランジプレート (外側)) の応力計算に用いる解析モデルの概要を以下に示す。

- a. フランジプレート (外側) に対し, 3次元シェル要素による有限要素解析手法を適用する。



- d. 解析コードは「MSC NASTRAN」を使用する。

(3) 応力計算

前記(1)における荷重作用時の応力計算方法を示す。

応力評価点 P6'

せん断応力

$$\tau = \frac{F_{tb}}{A}$$

ここに,

F_{tb} : 「5.4.6 基礎ボルト (応力評価点 P5)」に示す基礎ボルト1本よりフランジプレート (外側) が受ける荷重

A : 断面積

$$A = (\ell_{30} + 2\ell_{31}) \cdot t_4$$

曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{\beta \cdot q \cdot \ell_{31}^2}{t_4^2}$$

ここに,

β : 7. 参照図書(3)より求められる係数

q : 「5.4.6 基礎ボルト (応力評価点 P5)」に示す基礎ボルトよりフランジプレート (外側) が受ける等分布荷重

$$q = \frac{F_{tb}}{\ell_{30} \cdot \ell_{31}}$$

ただし、荷重の組合せ $D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$ (V(LL)-1) における内側ボックスサポート (フランジプレート (外側)) の曲げ応力は、(2)の解析モデルで計算した最大曲げ応力とする。

5.4.9 ベースプレート(応力評価点 P7)

応力計算は、参照図書(2)の10章に基づいて行う。

(1) 計算モデル

計算モデルは、「5.4.7 フランジプレート(応力評価点 P6)」の図 5-4 と同様とし、B' 点における圧縮側のベースプレートに対して計算する。

(2) 使用記号

下記を除いて、使用記号は、「5.4.7 フランジプレート(応力評価点 P6)」(2)と同様である。

F_{CC} : コンクリートよりベースプレートが受ける圧縮力 (B' 点)

$$F_{CC} = \frac{f_{c \max}}{2} \left(1 + \frac{d \cdot k_1 + e - \ell_{29}}{d \cdot k_1 + e} \right) \cdot \ell_{29} \cdot \ell_{12}$$

(中立軸がボルト間にある場合)

$$F_{CC} = \frac{f_{c \max}}{2} \left(1 + \frac{d + (1 - k_2) e + e - \ell_{29}}{d + (1 - k_2) e + e} \right) \cdot \ell_{29} \cdot \ell_{12}$$

(中立軸がボルトとベースプレート端部間にある場合)

$$F_{CC} = \frac{f_{c \max}}{2} \left(1 + \frac{\left(\frac{d}{2} + e \right) k_3 + d + 2e - \ell_{29}}{\left(\frac{d}{2} + e \right) k_3 + d + 2e} \right) \cdot \ell_{29} \cdot \ell_{12}$$

(中立軸がボルトとベースプレート端部より外にある場合)

(3) 荷重のつり合い条件式

荷重のつり合い条件式は、「5.4.7 フランジプレート(応力評価点 P6)」(3)と同様である。

(4) 断面性能

応力評価点 P7 における断面性能を以下に示す。なお、有効幅として安全側にフランジプレートの幅 ℓ_{10} を考慮する。

断面積

$$A = \boxed{} \text{ mm}^2$$

断面係数

$$Z = \boxed{} \text{ mm}^3$$

(5) 応力計算

せん断応力

$$\tau = \frac{F_{CC}}{A}$$

曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

ここに,

M : B' 点に生じるモーメント

$$M = F_{CC} \cdot \frac{\ell_{29}}{3} \cdot \left(3 - \frac{3d \cdot k_1 + 3e - 2\ell_{29}}{2d \cdot k_1 + 2e - \ell_{29}} \right)$$

(中立軸がボルト間にある場合)

$$M = F_{CC} \cdot \frac{\ell_{29}}{3} \cdot \left(3 - \frac{3d + 3(1 - k_2)e + 3e - 2\ell_{29}}{2d + 2(1 - k_2)e + 2e - \ell_{29}} \right)$$

(中立軸がボルトとベースプレート端部間にある場合)

$$M = F_{CC} \cdot \frac{\ell_{29}}{3} \cdot \left(3 - \frac{3\left(\frac{d}{2} + e\right)k_3 + 3d + 6e - 2\ell_{29}}{(d + 2e)k_3 + 2d + 4e - \ell_{29}} \right)$$

(中立軸がボルトとベースプレート端部より外にある場合)

5.4.10 シヤコネクタ（外側）取付部（応力評価点 P8）

シヤコネクタ（外側）取付部に作用する荷重の状態を図 5-6 に示す。

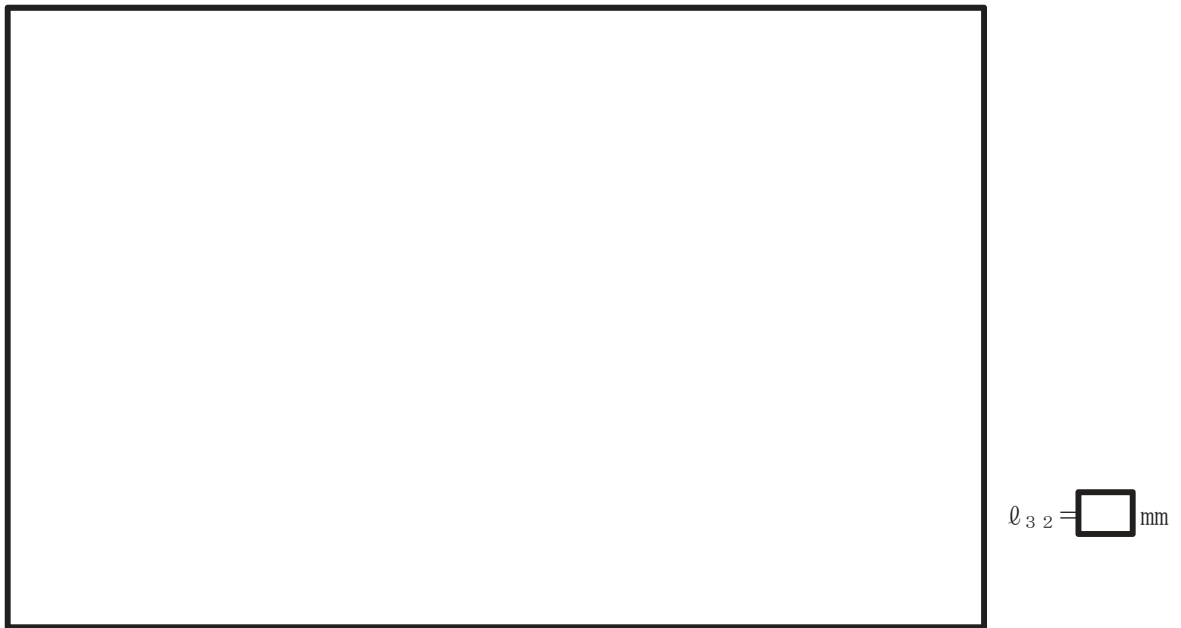


図 5-6 シヤコネクタ（外側）取付部に作用する荷重の状態

(1) 荷重

図 5-7 の応力評価点 P8 に作用する荷重は，表 5-11 及び表 5-13 に示す水平方向荷重 W_s と，以下に示すモーメントを用いる。

モーメント

$$M = W_s \cdot l_{32} / 2$$

(2) 断面性能

応力評価点 P8 における断面性能を表 5-20 に示す。

表 5-20 シヤコネクタ（外側）取付部の断面性能

位置	断面積 A	断面係数 Z
内側ボックスサポート		
外側ボックスサポート		

(3) 応力計算

表 5-20 における荷重作用時の応力計算方法を示す。

せん断応力

$$\tau = \frac{W_s}{A}$$

曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

5.4.11 コンクリート（応力評価点 P9, P10, P11）

(1) コンクリート（ベースプレート下面）（応力評価点 P9）

ベースプレート下面コンクリートの圧縮応力は、「5.4.7 フランジプレート（応力評価点 P6）」で求めた f_{cmax} とする。

(2) コンクリート（シヤコネクタ（外側）側面）（応力評価点 P10）

シヤコネクタ（外側）側面コンクリートの支圧応力 σ_p は、表 5-11 及び表 5-13 に示す水平方向荷重 W_s と、図 5-7 より、

$$\sigma_p = \frac{W_s}{l_{32} \cdot l_{15}}$$

- (3) コンクリート（シヤプレート上面）（応力評価点 P11）
 計算モデルとして図 5-7 を考える。

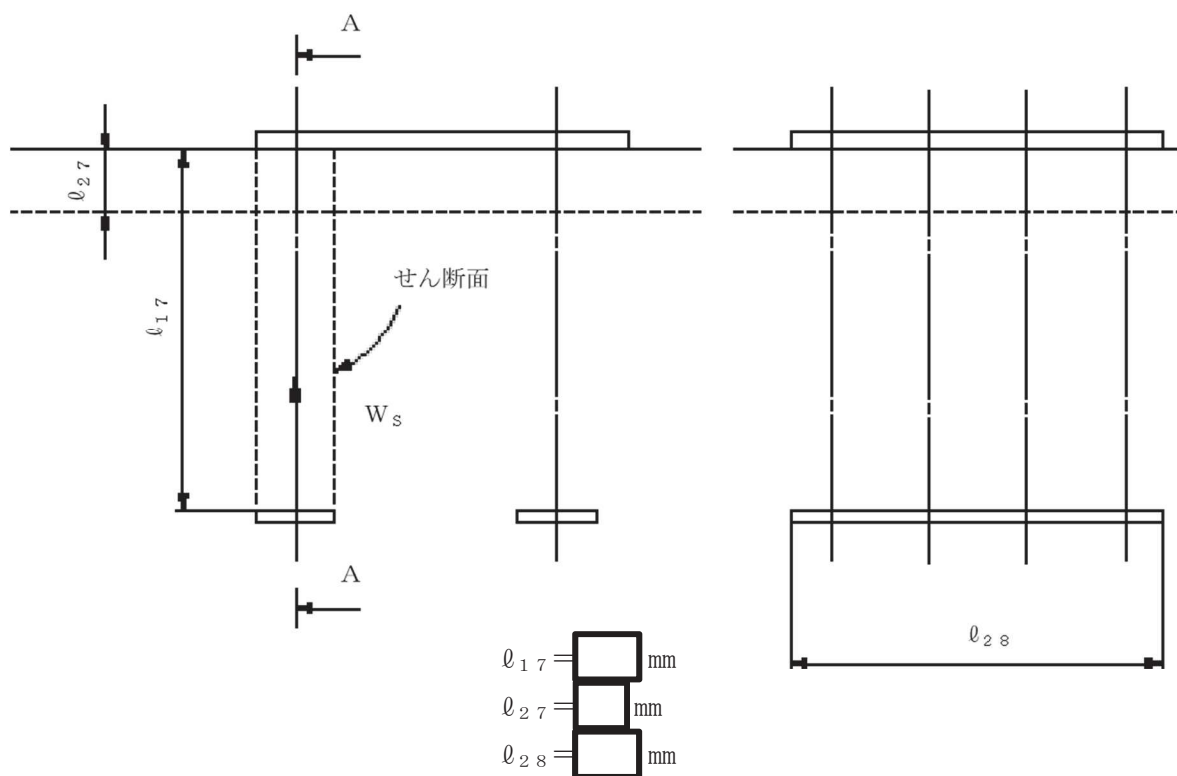


図 5-7 シヤプレート上面コンクリートの計算モデル

基礎ボルトに作用する引張力により，シヤプレート上面コンクリートに生じるせん断応力は，

$$\tau = \frac{F_t}{A}$$

ここに，

F_t : 「5.4.7 フランジプレート（応力評価点 P6）」に示す，1列の基礎ボルトより受ける引張力

A : コンクリートせん断有効面積

$$A = 2 (l_{17} - l_{27}) \cdot l_{28}$$

5.4.12 パッド取付部（応力評価点 P12）

パッドの取付部に作用する荷重の状態は、図 5-2 と同様である。

(1) 荷重

応力評価点 P12 に作用する荷重は、表 5-7、表 5-9、表 5-11 及び表 5-13 に示す鉛直方向荷重 F、水平方向荷重 W_s 、モーメント M を用いる。

(2) 断面性能

応力評価点 P12 における断面性能を表 5-21 に示す。

表 5-21 パッド取付部（上側）の断面性能

位置	断面積 A	断面係数 Z
内側ボックスサポート		
外側ボックスサポート		

(3) 応力計算

前記 (1) における荷重作用時の応力計算方法を示す。

応力評価点 P12

せん断応力

$$\tau = \frac{W_s}{A}$$

曲げ応力

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

引張応力

$$\sigma_t = \frac{F}{A}$$

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

ボックスサポートの設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を表 6-1 及び表 6-2 に示す。

表 6-1 許容応力状態Ⅲ_AS に対する評価結果 (D+P+M+S d *) (その 1)

評価対象設備	評価部位		応力分類	Ⅲ _A S		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
ボックス サポート	P1	ボックスプレート	一次応力	引張	12		○
				せん断	12		○
				圧縮	28		○
				曲げ	35		○
				組合せ	64		○
			一次応力+二次応力	引張・圧縮	25* ³		○
				せん断	23* ³		○
				曲げ	70* ³		○
				座屈	35		○
				組合せ	99		○
	P2	ボックスプレート取付部	一次応力	引張	13		○
				せん断	12		○
				曲げ	37		○
				組合せ	53		○
一次応力+二次応力			引張・圧縮	13* ³	○		
			せん断	23* ³	○		
			曲げ	74* ³	○		
			座屈	37	○		
			組合せ	94	○		

注記*1：許容引張応力の値を用いる。

*2：すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5 f_s とする。

*3：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4：せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5：曲げに対する許容座屈応力を示す。

表 6-1 許容応力状態Ⅲ_AS に対する評価結果 (D+P+M+S d *) (その 2)

評価対象設備	評価部位		応力分類		Ⅲ _A S		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
ボックス サポート	P2'	ボックスプレート (上側) 取付部	一次応力	引張	15		○	
				せん断	14		○	
				曲げ	1		○	
				組合せ	28		○	
			一次応力+二次応力	引張・圧縮	15* ³		○	
				せん断	28* ³		○	
				曲げ	2* ³		○	
				座屈	14		○	
	P3	フランジプレートと シヤラグ接触部	一次応力	支圧	20		○	
			一次応力+二次応力	支圧	20		○	

注記*1: 許容引張応力の値を用いる。

*2: すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5 f_s とする。

*3: 応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4: せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5: 曲げに対する許容座屈応力を示す。

表 6-1 許容応力状態Ⅲ_AS に対する評価結果 (D+P+M+S d *) (その 3)

評価対象設備	評価部位		応力分類		Ⅲ _A S		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
ボックス サポート	P4	シヤラグ取付部	一次応力	せん断	14		○	
				曲げ	30		○	
				組合せ	39		○	
			一次応力+二次応力	せん断	14 ^{*3}		○	
	曲げ	30 ^{*3}		○				
	座屈	30		○				
	組合せ	39		○				
	P5	基礎ボルト	引張応力		145		○	

注記*1：許容引張応力の値を用いる。

*2：すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5 f_s とする。

*3：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4：せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5：曲げに対する許容座屈応力を示す。

表 6-1 許容応力状態Ⅲ_AS に対する評価結果 (D+P+M+S d *) (その 4)

評価対象設備	評価部位		応力分類		Ⅲ _A S		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
ボックス サポート	P6	フランジプレート	一次応力 (ボルト反力側)	せん断	13		○	
				曲げ	34		○	
				組合せ	41		○	
			一次応力 (コンクリート反力側)	せん断	10		○	
				曲げ	54		○	
				組合せ	57		○	
			一次応力+二次応力	せん断	21 ^{*3}		○	
				曲げ	81 ^{*3}		○	
				座屈	54		○	
	組合せ	89		○				
	P6'	フランジプレート (外側)	一次応力	せん断	9		○	
				曲げ	81		○	
				組合せ	83		○	
			一次応力+二次応力	せん断	9 ^{*3}		○	
曲げ				81 ^{*3}	○			
座屈				81	○			
組合せ				83	○			

注記*1: 許容引張応力の値を用いる。

*2: すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5 f_s とする。

*3: 応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4: せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5: 曲げに対する許容座屈応力を示す。

表 6-1 許容応力状態Ⅲ_AS に対する評価結果 (D+P+M+S d *) (その 5)

評価対象設備	評価部位		応力分類		Ⅲ _A S		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
ボックス サポート	P7	ベースプレート	一次応力	せん断	8		○	
				曲げ	51		○	
				組合せ	53		○	
			一次応力+二次応力	せん断	8* ³		○	
				曲げ	51* ³		○	
				座屈	51		○	
	P8	シヤコネクタ (外側) 取付部	一次応力	せん断	15		○	
				曲げ	23		○	
				組合せ	35		○	
			一次応力+二次応力	せん断	15* ³		○	
				曲げ	23* ³		○	
				座屈	15		○	
			組合せ	35	○			

注記*1: 許容引張応力の値を用いる。

*2: すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5 f_s とする。

*3: 応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4: せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5: 曲げに対する許容座屈応力を示す。

表 6-1 許容応力状態Ⅲ_AS に対する評価結果 (D+P+M+S d *) (その 6)

評価対象設備	評価部位		応力分類		Ⅲ _A S		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
ボックス サポート	P9	コンクリート (ベースプレート下面)	圧縮応力		3.57		○	
	P10	コンクリート (シヤコネクタ (外側) 側面)	圧縮応力		6.63		○	
	P11	コンクリート (シヤプレート上面)	せん断応力		0.29		○	
	P12	パッド取付部	一次応力	引張	13		○	
				せん断	12		○	
				曲げ	1		○	
				組合せ	24		○	
			一次応力+二次応力	引張・圧縮	13 ^{*3}		○	
				せん断	23 ^{*3}		○	
				曲げ	2 ^{*3}		○	
座屈				12	○			
組合せ	42	○						

注記*1: 許容引張応力の値を用いる。

*2: すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5 f_s とする。

*3: 応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4: せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5: 曲げに対する許容座屈応力を示す。

表 6-2 許容応力状態IV_AS に対する評価結果 (D+P+M+S_s) (その 1)

評価対象設備	評価部位		応力分類		IV _A S		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
ボックス サポート	P1	ボックスプレート	一次応力	引張	23		○	
				せん断	19		○	
				圧縮	39		○	
				曲げ	60		○	
				組合せ	100		○	
			一次応力+二次応力	引張・圧縮	47 ^{*3}		○	
				せん断	38 ^{*3}		○	
				曲げ	119 ^{*3}		○	
				座屈	60		○	
				組合せ	171		○	
	P2	ボックスプレート取付部	一次応力	引張	24		○	
				せん断	20		○	
				曲げ	63		○	
				組合せ	90		○	
一次応力+二次応力			引張・圧縮	24 ^{*3}	○			
			せん断	39 ^{*3}	○			
			曲げ	125 ^{*3}	○			
			座屈	63	○			
			組合せ	160	○			

注記*1：許容引張応力の値を用いる。

*2：すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5 f_s とする。

*3：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4：せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5：曲げに対する許容座屈応力を示す。

表 6-2 許容応力状態IV_AS に対する評価結果 (D + P + M + S_s) (その 2)

評価対象設備	評価部位		応力分類		IV _A S		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
ボックス サポート	P2'	ボックスプレート (上側) 取付部	一次応力	引張	29		○	
				せん断	24		○	
				曲げ	2		○	
				組合せ	49		○	
			一次応力+二次応力	引張・圧縮	29* ³		○	
				せん断	47* ³		○	
				曲げ	4* ³		○	
				座屈	24		○	
	P3	フランジプレートと シヤラグ接触部	一次応力	支圧	34		○	
			一次応力+二次応力	支圧	34		○	

注記*1: 許容引張応力の値を用いる。

*2: すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5 f_s とする。

*3: 応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4: せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5: 曲げに対する許容座屈応力を示す。

表 6-2 許容応力状態IV_AS に対する評価結果 (D + P + M + S_s) (その 3)

評価対象設備	評価部位		応力分類		IV _A S		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
ボックス サポート	P4	シヤラグ取付部	一次応力	せん断	24		○	
				曲げ	50		○	
				組合せ	65		○	
			一次応力+二次応力	せん断	24 ^{*3}		○	
	曲げ	50 ^{*3}		○				
	座屈	50		○				
	組合せ	65		○				
	P5	基礎ボルト	引張応力		255		○	

注記*1：許容引張応力の値を用いる。

*2：すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5 f_s とする。

*3：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4：せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5：曲げに対する許容座屈応力を示す。

表 6-2 許容応力状態IV_AS に対する評価結果 (D + P + M + S_s) (その 4)

評価対象設備	評価部位		応力分類		IV _A S		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
ボックス サポート	P6	フランジプレート	一次応力 (ボルト反力側)	せん断	22		○	
				曲げ	59		○	
				組合せ	71		○	
			一次応力 (コンクリート反力 側)	せん断	16		○	
				曲げ	87		○	
				組合せ	92		○	
			一次応力+二次応力	せん断	36 ^{*3}		○	
				曲げ	140 ^{*3}		○	
				座屈	87		○	
	組合せ	154		○				
	P6'	フランジプレート (外側)	一次応力	せん断	16		○	
				曲げ	143		○	
				組合せ	146		○	
			一次応力+二次応力	せん断	16 ^{*3}		○	
曲げ				143 ^{*3}	○			
座屈				143	○			
組合せ				146	○			

注記*1：許容引張応力の値を用いる。

*2：すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5 f_s とする。

*3：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4：せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5：曲げに対する許容座屈応力を示す。

表 6-2 許容応力状態IV_AS に対する評価結果 (D + P + M + S_s) (その 5)

評価対象設備	評価部位		応力分類		IV _A S		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
ボックス サポート	P7	ベースプレート	一次応力	せん断	13		○	
				曲げ	83		○	
				組合せ	86		○	
			一次応力+二次応力	せん断	13* ³		○	
				曲げ	83* ³		○	
				座屈	83		○	
	P8	シヤコネクタ (外側) 取付部	一次応力	せん断	25		○	
				曲げ	39		○	
				組合せ	59		○	
			一次応力+二次応力	せん断	25* ³		○	
				曲げ	39* ³		○	
				座屈	25		○	
			組合せ	59	○			

注記*1：許容引張応力の値を用いる。

*2：すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して1.5 f_sとする。

*3：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4：せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5：曲げに対する許容座屈応力を示す。

表 6-2 許容応力状態IV_AS に対する評価結果 (D + P + M + S_s) (その 6)

評価対象設備	評価部位		応力分類		IV _A S		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
ボックス サポート	P9	コンクリート (ベースプレート下面)	圧縮応力		5.99		○	
	P10	コンクリート (シヤコネクタ (外側) 側面)	圧縮応力		11.25		○	
	P11	コンクリート (シヤプレート上面)	せん断応力		0.50		○	
	P12	パッド取付部	一次応力	引張	24		○	
				せん断	20		○	
				曲げ	2		○	
				組合せ	41		○	
			一次応力+二次応力	引張・圧縮	24 ^{*3}		○	
				せん断	39 ^{*3}		○	
				曲げ	3 ^{*3}		○	
座屈				20	○			
組合せ	72	○						

注記*1: 許容引張応力の値を用いる。

*2: すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5 f_s とする。

*3: 応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4: せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5: 曲げに対する許容座屈応力を示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

ボックスサポートの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価結果を表 6-3 に示す。

表 6-3(1) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$) (その 1)

評価対象設備	評価部位		応力分類		V_{AS}		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
ボックス サポート	P1	ボックスプレート	一次応力	引張	15		○	
				せん断	20		○	
				圧縮	37		○	
				曲げ	61		○	
				組合せ	99		○	
			一次応力+二次応力	引張・圧縮	49 ^{*3}		○	
				せん断	39 ^{*3}		○	
				曲げ	121 ^{*3}		○	
				座屈	61		○	
				組合せ	175		○	
	P2	ボックスプレート取付部	一次応力	引張	15		○	
				せん断	20		○	
				曲げ	64		○	
				組合せ	84		○	
一次応力+二次応力			引張・圧縮	15 ^{*3}	○			
			せん断	40 ^{*3}	○			
			曲げ	127 ^{*3}	○			
			座屈	64	○			
			組合せ	156	○			

注記*1：許容引張応力の値を用いる。

*2：すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して $1.5 f_s$ とする。

*3：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4：せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5：曲げに対する許容座屈応力を示す。

表 6-3(1) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$) (その 2)

評価対象設備	評価部位		応力分類		V_{AS}		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
ボックス サポート	P2'	ボックスプレート (上側) 取付部	一次応力	引張	18		○	
				せん断	24		○	
				曲げ	2		○	
				組合せ	45		○	
			一次応力+二次応力	引張・圧縮	18*3		○	
				せん断	48*3		○	
				曲げ	4*3		○	
				座屈	24		○	
	P3	フランジプレートと シヤラグ接触部	一次応力	支圧	34		○	
			一次応力+二次応力	支圧	34		○	

注記*1: 許容引張応力の値を用いる。

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

*3: 応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4: せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5: 曲げに対する許容座屈応力を示す。

表 6-3(1) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$) (その 3)

評価対象設備	評価部位		応力分類		V_{AS}		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
ボックス サポート	P4	シヤラグ取付部	一次応力	せん断	24		○	
				曲げ	51		○	
				組合せ	66		○	
			一次応力+二次応力	せん断	24 ^{*3}		○	
	曲げ	51 ^{*3}		○				
	座屈	51		○				
	組合せ	66		○				
	P5	基礎ボルト	引張応力		201		○	

注記*1：許容引張応力の値を用いる。

*2：すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して $1.5 f_s$ とする。

*3：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4：せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5：曲げに対する許容座屈応力を示す。

表 6-3(1) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$) (その 4)

評価対象設備	評価部位		応力分類		V_{AS}		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
ボックス サポート	P6	フランジプレート	一次応力 (ボルト反力側)	せん断	17		○	
				曲げ	47		○	
				組合せ	56		○	
			一次応力 (コンクリート反力側)	せん断	16		○	
				曲げ	87		○	
				組合せ	92		○	
			一次応力+二次応力	せん断	32 ^{*3}		○	
				曲げ	133 ^{*3}		○	
				座屈	87		○	
	組合せ	144		○				
	P6'	フランジプレート (外側)	一次応力	せん断	13		○	
				曲げ	113		○	
				組合せ	116		○	
			一次応力+二次応力	せん断	13 ^{*3}		○	
曲げ				113 ^{*3}	○			
座屈				113	○			
組合せ				116	○			

注記*1: 許容引張応力の値を用いる。

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

*3: 応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4: せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5: 曲げに対する許容座屈応力を示す。

表 6-3(1) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$) (その 5)

評価対象設備	評価部位		応力分類		V_{AS}		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
ボックス サポート	P7	ベースプレート	一次応力	せん断	13		○	
				曲げ	84		○	
				組合せ	87		○	
			一次応力+二次応力	せん断	13 ^{*3}		○	
				曲げ	84 ^{*3}		○	
				座屈	84		○	
	P8	シヤコネクタ (外側) 取付部	一次応力	せん断	25		○	
				曲げ	39		○	
				組合せ	59		○	
			一次応力+二次応力	せん断	25 ^{*3}		○	
				曲げ	39 ^{*3}		○	
				座屈	25		○	
			組合せ	59	○			

注記*1：許容引張応力の値を用いる。

*2：すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して $1.5 f_s$ とする。

*3：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4：せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5：曲げに対する許容座屈応力を示す。

表 6-3(1) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$) (その 6)

評価対象設備	評価部位		応力分類		V_{AS}		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
ボックス サポート	P9	コンクリート (ベースプレート下面)	圧縮応力		6.01		○	
	P10	コンクリート (シヤコネクタ (外側) 側面)	圧縮応力		11.43		○	
	P11	コンクリート (シヤプレート上面)	せん断応力		0.40		○	
	P12	パッド取付部	一次応力	引張	15		○	
				せん断	20		○	
				曲げ	2		○	
				組合せ	37		○	
			一次応力+二次応力	引張・圧縮	15 ^{*3}		○	
				せん断	39 ^{*3}		○	
				曲げ	4 ^{*3}		○	
座屈				20	○			
組合せ	69	○						

注記*1: 許容引張応力の値を用いる。

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

*3: 応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4: せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5: 曲げに対する許容座屈応力を示す。

表 6-3(2) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$) (その 1)

評価対象設備	評価部位		応力分類		V_{AS}		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
ボックス サポート	P1	ボックスプレート	一次応力	引張	36		○	
				せん断	38		○	
				圧縮	58		○	
				曲げ	118		○	
				組合せ	179		○	
			一次応力+二次応力	引張・圧縮	94 ^{*3}		○	
				せん断	75 ^{*3}		○	
				曲げ	235 ^{*3}		○	
				座屈	118		○	
				組合せ	337		○	
	P2	ボックスプレート取付部	一次応力	引張	37		○	
				せん断	39		○	
				曲げ	124		○	
				組合せ	168		○	
一次応力+二次応力			引張・圧縮	37 ^{*3}	○			
			せん断	77 ^{*3}	○			
			曲げ	248 ^{*3}	○			
			座屈	124	○			
			組合せ	308	○			

注記*1：許容引張応力の値を用いる。

*2：すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して $1.5 f_s$ とする。

*3：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4：せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5：曲げに対する許容座屈応力を示す。

表 6-3(2) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$) (その 2)

評価対象設備	評価部位		応力分類		V_{AS}		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
ボックス サポート	P2'	ボックスプレート（上側） 取付部	一次応力	引張	45		○	
				せん断	47		○	
				曲げ	4		○	
				組合せ	90		○	
			一次応力+二次応力	引張・圧縮	45*3		○	
				せん断	93*3		○	
				曲げ	8*3		○	
				座屈	47		○	
	P3	フランジプレートと シヤラグ接触部	一次応力	支圧	67		○	
			一次応力+二次応力	支圧	67		○	

注記*1：許容引張応力の値を用いる。

*2：すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して $1.5 f_s$ とする。

*3：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4：せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5：曲げに対する許容座屈応力を示す。

表 6-3(2) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$) (その 3)

評価対象設備	評価部位		応力分類		V_{AS}		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
ボックス サポート	P4	シヤラグ取付部	一次応力	せん断	47		○	
				曲げ	99		○	
				組合せ	129		○	
			一次応力+二次応力	せん断	47 ^{*3}		○	
	曲げ	99 ^{*3}		○				
	座屈	99		○				
	組合せ	129		○				
	P5	基礎ボルト	引張応力		438		○	

注記*1：許容引張応力の値を用いる。

*2：すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して $1.5 f_s$ とする。

*3：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4：せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5：曲げに対する許容座屈応力を示す。

表 6-3(2) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$) (その 4)

評価対象設備	評価部位		応力分類		V_{AS}		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
ボックス サポート	P6	フランジプレート	一次応力 (ボルト反力側)	せん断	37		○	
				曲げ	101		○	
				組合せ	120		○	
			一次応力 (コンクリート反力 側)	せん断	29		○	
				曲げ	165		○	
				組合せ	173		○	
			一次応力+二次応力	せん断	66 ^{*3}		○	
				曲げ	266 ^{*3}		○	
				座屈	165		○	
	組合せ	290		○				
	P6'	フランジプレート (外側)	一次応力	せん断	27		○	
				曲げ	182		○	
				組合せ	187		○	
			一次応力+二次応力	せん断	27 ^{*3}		○	
曲げ				182 ^{*3}	○			
座屈				182	○			
組合せ				187	○			

注記*1: 許容引張応力の値を用いる。

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

*3: 応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4: せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5: 曲げに対する許容座屈応力を示す。

表 6-3(2) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$) (その 5)

評価対象設備	評価部位		応力分類		V_{AS}		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
ボックス サポート	P7	ベースプレート	一次応力	せん断	25		○	
				曲げ	163		○	
				組合せ	169		○	
			一次応力+二次応力	せん断	25 ^{*3}		○	
				曲げ	163 ^{*3}		○	
				座屈	163		○	
	P8	シヤコネクタ (外側) 取付部	一次応力	せん断	49		○	
				曲げ	76		○	
				組合せ	114		○	
			一次応力+二次応力	せん断	49 ^{*3}		○	
				曲げ	76 ^{*3}		○	
				座屈	49		○	
			組合せ	114	○			

注記*1：許容引張応力の値を用いる。

*2：すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して $1.5 f_s$ とする。

*3：応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4：せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5：曲げに対する許容座屈応力を示す。

表 6-3(2) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$) (その 6)

評価対象設備	評価部位		応力分類		V_{AS}		判定	備考
					算出応力	許容応力		
					MPa	MPa		
ボックス サポート	P9	コンクリート (ベースプレート下面)	圧縮応力		11.76		○	
	P10	コンクリート (シヤコネクタ (外側) 側面)	圧縮応力		22.21		○	
	P11	コンクリート (シヤプレート上面)	せん断応力		0.86		○	
	P12	パッド取付部	一次応力	引張	37		○	
				せん断	38		○	
				曲げ	4		○	
				組合せ	73		○	
			一次応力+二次応力	引張・圧縮	37* ³		○	
				せん断	76* ³		○	
				曲げ	7* ³		○	
座屈				38	○			
組合せ	136	○						

注記*1: 許容引張応力の値を用いる。

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

*3: 応力サイクルにおける最大値と最小値の差を示す。

*4: せん断に対する許容座屈応力を示す。

*5: 曲げに対する許容座屈応力を示す。

7. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書
添付書類「IV-3-1-1-15 ボックスサポートの強度計算書」
- (2) L. E. BROWNELL AND E. H. YOUNG :
PROCESS EQUIPMENT DESIGN, JOHN WILEY & SONS, INC. APRIL, 1968.
- (3) WARREN C. YOUNG, RICHARD G. BUDYNAS:
ROARK'S FORMULAS FOR STRESS AND STRAIN. SEVENTH EDITION

VI-2-9-2-2 機器搬出入口の耐震性についての計算書

目 次

- VI-2-9-2-2-1 機器搬出入用ハッチの耐震性についての計算書
- VI-2-9-2-2-2 逃がし安全弁搬出入口の耐震性についての計算書
- VI-2-9-2-2-3 制御棒駆動機構搬出入口の耐震性についての計算書
- VI-2-9-2-2-4 サプレッションチェンバ出入口の耐震性についての計算書

VI-2-9-2-2-1 機器搬出入用ハッチの耐震性についての計算書

目次

1.	概要	1
2.	一般事項	1
2.1	構造計画	1
2.2	評価方針	3
2.3	適用基準	3
2.4	記号の説明	4
3.	評価部位	5
4.	固有周期	7
5.	構造強度評価	8
5.1	構造強度評価方法	8
5.2	荷重の組合せ及び許容応力	8
5.2.1	荷重の組合せ及び許容応力状態	8
5.2.2	許容応力	8
5.2.3	使用材料の許容応力評価条件	8
5.2.4	設計荷重	13
5.3	設計用地震力	14
5.4	計算方法	16
5.5	計算条件	18
5.6	応力の評価	18
6.	評価結果	19
6.1	設計基準対象施設としての評価結果	19
6.2	重大事故等対処設備としての評価結果	23
7.	参照図書	26

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、機器搬出入用ハッチが設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

機器搬出入用ハッチは、設計基準対象施設においては S クラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、本計算書においては、新規制対応工認対象となる設計用地震力及び重大事故等時に対する評価について記載するものとし、前述の荷重を除く荷重による機器搬出入用ハッチの評価は、平成 2 年 5 月 24 日付け元資庁第 14466 号にて認可された工事計画の添付書類（参照図書(1)）による（以下「既工認」という。）。

2. 一般事項

2.1 構造計画

機器搬出入用ハッチの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>機器搬出入用ハッチはドライウエルに支持される。</p> <p>水平方向荷重は原子炉格納容器シヤラグ及び基部を介して、鉛直方向荷重は基部を介して原子炉建屋に伝達される。</p>	<p>内径 <input type="text"/> mm, 板厚 <input type="text"/> mm, 長さ <input type="text"/> mm の円筒胴及び板厚 <input type="text"/> mm の鏡板, 蓋フランジで構成される鋼製構造物である。</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: right;">(単位 : mm)</p>

2.2 評価方針

機器搬出入用ハッチの応力評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」にて算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

機器搬出入用ハッチの耐震評価フローを図 2-1 に示す。

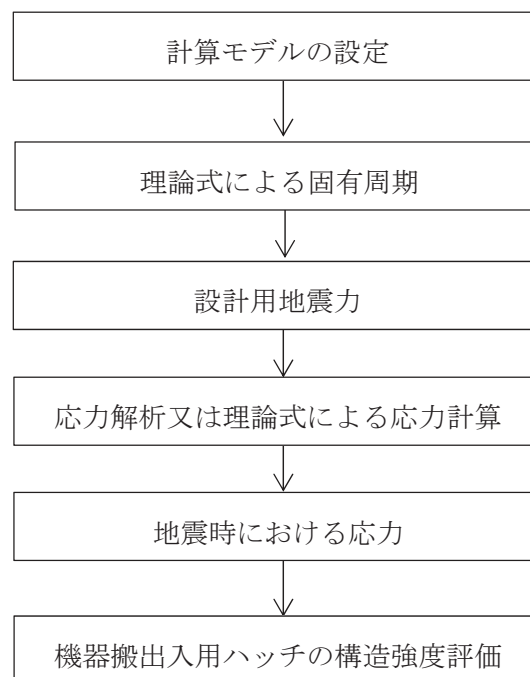


図 2-1 機器搬出入用ハッチの耐震評価フロー

2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

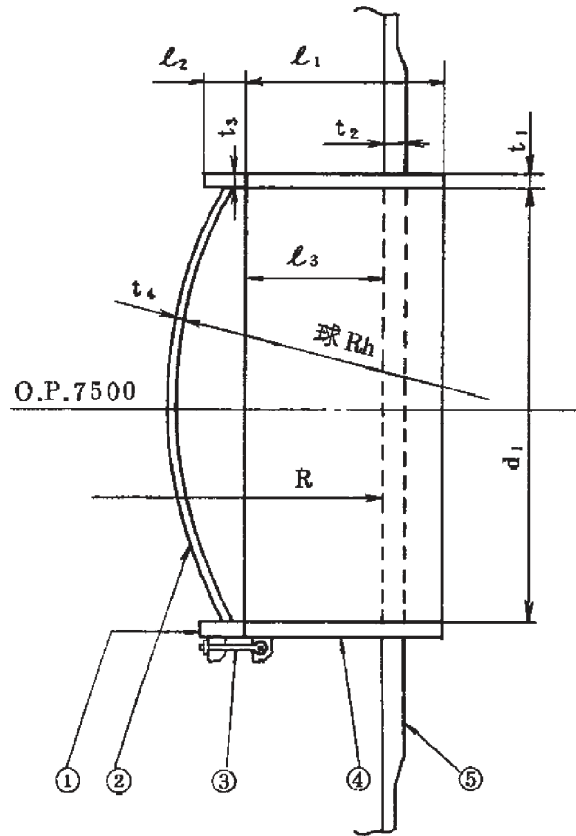
- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ((社) 日本電気協会)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- (4) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
D	死荷重	—
d_i	直径	mm
l_i	長さ ($i = 1, 2, 3$)	mm
M	機械的荷重	—
M_L	地震と組み合わせる機械的荷重	—
M_{SAL}	機械的荷重 (SA 後長期 (L) 機械的荷重)	—
M_{SALL}	機械的荷重 (SA 後長期 (LL) 機械的荷重)	—
P	圧力	—
P_L	地震と組み合わせる圧力	—
P_{SAL}	圧力 (SA 後長期 (L) 圧力)	kPa
P_{SALL}	圧力 (SA 後長期 (LL) 圧力)	kPa
R	半径	mm
R_h	半径	mm
S	許容引張応力	MPa
S_d	弾性設計用地震動 S_d により定まる地震力	—
S_d^*	弾性設計用地震動 S_d により定まる地震力又は静的地震力	—
S_s	基準地震動 S_s により定まる地震力	—
S_u	設計引張強さ	MPa
S_y	設計降伏点	MPa
$S_y (RT)$	40°Cにおける設計降伏点	MPa
t_i	厚さ ($i = 1, 2, 3 \dots$)	mm
T_{SAL}	温度 (SA 後長期 (L) 温度)	°C
T_{SALL}	温度 (SA 後長期 (LL) 温度)	°C
ASS	オーステナイト系ステンレス鋼	—
HNA	高ニッケル合金	—

3. 評価部位

機器搬出入用ハッチの形状及び主要寸法を図 3-1 に、使用材料及び使用部位を表 3-1 に示す。



- ① 蓋フランジ ②鏡板 ③ヒンジボルト ④円筒胴 ⑤補強板

$d_1 =$ <input type="text"/>	$R =$ <input type="text"/>	球 $R_h =$ <input type="text"/>	
$l_1 =$ <input type="text"/>	$l_2 =$ <input type="text"/>	$l_3 =$ <input type="text"/>	
$t_1 =$ <input type="text"/>	$t_2 =$ <input type="text"/>	$t_3 =$ <input type="text"/>	$t_4 =$ <input type="text"/>

(単位：mm)

図 3-1 機器搬出入用ハッチの形状及び主要寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-1 使用材料表

使用部位	使用材料	備考
蓋フランジ	SGV49 (SGV480)	
鏡板	SGV49 (SGV480)	
円筒胴	SGV49 (SGV480)	
補強板	SPV50 (SPV490)	

4. 固有周期

(1) 設計基準対象施設としての固有周期

設計基準対象施設における固有周期は、「5.2.4 設計荷重」に示す設計基準対象施設としての評価温度を考慮し算出する。固有周期を表 4-1 に示す。水平方向（軸）に対し、固有周期は 0.05 秒を超えており、柔であることを確認した。また、水平方向（軸直角）及び鉛直方向（軸直角）に対し、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 4-1 固有周期（設計基準対象施設）

卓越方向	固有周期 (s)
水平方向（軸）	0.075
水平方向（軸直角）	0.022
鉛直方向（軸直角）	0.011

(2) 重大事故等対処設備としての固有周期

重大事故等対処設備における固有周期は、「5.2.4 設計荷重」に示す重大事故等時における評価温度を考慮し算出する。固有周期を表 4-2 に示す。水平方向（軸）に対し、固有周期は 0.05 秒を超えており、柔であることを確認した。また、水平方向（軸直角）及び鉛直方向（軸直角）に対し、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 4-2 固有周期（重大事故等対処設備）

卓越方向	固有周期 (s)
水平方向（軸）	0.075
水平方向（軸直角）	0.022
鉛直方向（軸直角）	0.011

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

- (1) 機器搬出入用ハッチは、円筒胴がドライウェルに支持された構造であり、水平方向荷重は原子炉格納容器シヤラグ及び基部を介して、鉛直方向荷重は基部を介して原子炉建屋に伝達される。

機器搬出入用ハッチの耐震評価として、添付書類「VI-2-3-2 炉心，原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉格納容器及び原子炉本体の基礎の地震応答計算書」において計算された荷重を用いて，参照図書(1)に示す既工認の手法に従い構造強度評価を行う。

- (2) 構造強度評価に用いる寸法は，公称値を用いる。
- (3) 概略構造図を表 2-1 に示す。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

機器搬出入用ハッチの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち，設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-1 に，重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-2 に示す。

詳細な荷重の組合せは，添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」に従い，対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお，考慮する荷重の組合せは，組み合わせる荷重の大きさを踏まえ，評価上厳しくなる組合せを選定する。

5.2.2 許容応力

機器搬出入用ハッチの許容応力は，添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 5-3 に示すとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

機器搬出入用ハッチの使用材料の許容応力評価条件のうち，設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-4 に，重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-5 に示す。

表5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度 分類	機器等 の区分	荷重の組合せ*1		許容応力状態
原子炉格納 施設	原子炉格納 容器	機器搬出入 用ハッチ	S	クラスMC 容器	D + P + M + S _d *	(9)	Ⅲ _A S
						(10)	
					(13)		
					D + P + M + S _s	(11)	Ⅳ _A S
						(12)	
						(13)	
						(14)	
					D + P _L + M _L + S _d **2	(16)	Ⅳ _A S

注記*1：（ ）内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-6の荷重の組合せのNo.を示す。

*2：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認する意味で、冷却材喪失事故後の最大内圧との組合せを考慮する。

表 5-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ*2		許容応力状態
原子炉格納施設	原子炉格納容器	機器搬出入用ハッチ	常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等 クラス2容器	$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$ *3	(V(L)-1)	V_{AS} *4
					$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$	(V(LL)-1)	V_{AS} *4

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：() 内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-7の荷重の組合せのNo.を示す。

*3：重大事故等後の最高内圧及び最高温度との組合せを考慮する。

*4： V_{AS} として IV_{AS} の許容限界を用いる。

表5-3 クラスMC容器及び重大事故等クラス2容器の許容応力

応力分類 許容 応力状態	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
Ⅲ _A S	S _y と0.6・S _u の小さい方。ただし、AS S及びHNAについては1.2・Sとする。	左欄の 1.5倍の値*4	3・S*1 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。	*2, *3 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。
Ⅳ _A S	構造上の連続な部分は0.6・S _u , 不連続な 部分はS _y と0.6・S _u の小さい方。ただ し、ASS及びHNAについては、構造上	左欄の 1.5倍の値*4		
V _A S*5	の連続な部分は2・Sと0.6・S _u の小さい 方, 不連続な部分は1.2・Sとする。			

注記*1: 3・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。また、S_mはSと読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

*2: 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。

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

*4: 設計・建設規格PVB-3111に準じる場合は、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。

*5: V_ASとしてⅣ_ASの許容限界を用いる。

表5-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境 温度					
機器搬出入用ハッチ取付部	SPV50 (SPV490)	周囲環境 温度	171	167	429	550	—

表5-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境 温度					
機器搬出入用ハッチ取付部	SPV50 (SPV490)	周囲環境 温度	111/178* ¹ (200)* ²	167	417	545	—

注記*1：SA 後長期 (L) の時 178°C，SA 後長期 (LL) の時 111°C。

*2：重大事故等時の評価温度として，保守的に限界温度を適用する。

5.2.4 設計荷重

(1) 設計基準対象施設としての設計荷重

設計基準対象施設としての設計荷重である，最高使用圧力，最高使用温度，死荷重及び活荷重は，既工認からの変更はなく，参照図書(1)に定めるとおりである。

(2) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は，以下のとおりとする。

内圧 P_{SAL}	640kPa (SA 後長期 (L))
内圧 P_{SALL}	427kPa (SA 後長期 (LL))
温度 T_{SAL}	178℃ (SA 後長期 (L))
温度 T_{SALL}	111℃ (SA 後長期 (LL))

5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 5-6～表 5-9 に示す。

「弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度」及び「基準地震動 S_s」による地震力は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

表 5-6 設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所 及び 設置高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉 格納容器 O.P. 7.50	0.075	0.011		C _v =0.57		C _v =0.98

表 5-7 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 設置高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d		基準地震動 S _s	
	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉 格納容器 O.P. 7.50	0.075	0.011		C _v =0.57		C _v =0.98

表 5-8 設計用地震力（設計基準対象施設）

応力評価点*	水平荷重 S d *		水平荷重 S s	
	せん断力 ($\times 10^3$ N)	モーメント ($\times 10^6$ N・mm)	せん断力 ($\times 10^3$ N)	モーメント ($\times 10^6$ N・mm)
P3				
P4				
P5				

注記*：応力評価点の位置は，図 5-1 参照のこと。

表 5-9 設計用地震力（重大事故等対処設備）

応力評価点* ¹	水平荷重 S d * ²		水平荷重 S s	
	せん断力 ($\times 10^3$ N)	モーメント ($\times 10^6$ N・mm)	せん断力 ($\times 10^3$ N)	モーメント ($\times 10^6$ N・mm)
P3				
P4				
P5				

注記*1：応力評価点の位置は，図 5-1 参照のこと。

*2：重大事故等対処設備に対し，弾性設計用地震動 S d に加えて静的地震力を考慮する。

5.4 計算方法

機器搬出入用ハッチの応力評価点は、機器搬出入用ハッチを構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 5-10 及び図 5-1 に示す。

応力計算方法は既工認から変更はなく、参照図書(1)に示すとおりである。

応力評価点 P3～P5 は既工認の各荷重による応力を比倍（圧力比，震度比等）し評価する。

表 5-10 応力評価点

応力評価点番号	応力評価点
P1*	鏡板中央部
P2*	蓋フランジ
P3～P5	機器搬出入用ハッチ取付部

注記*：応力評価点 P1 及び P2 については、地震荷重は荷重値が小さく無視できるので評価を行わない。

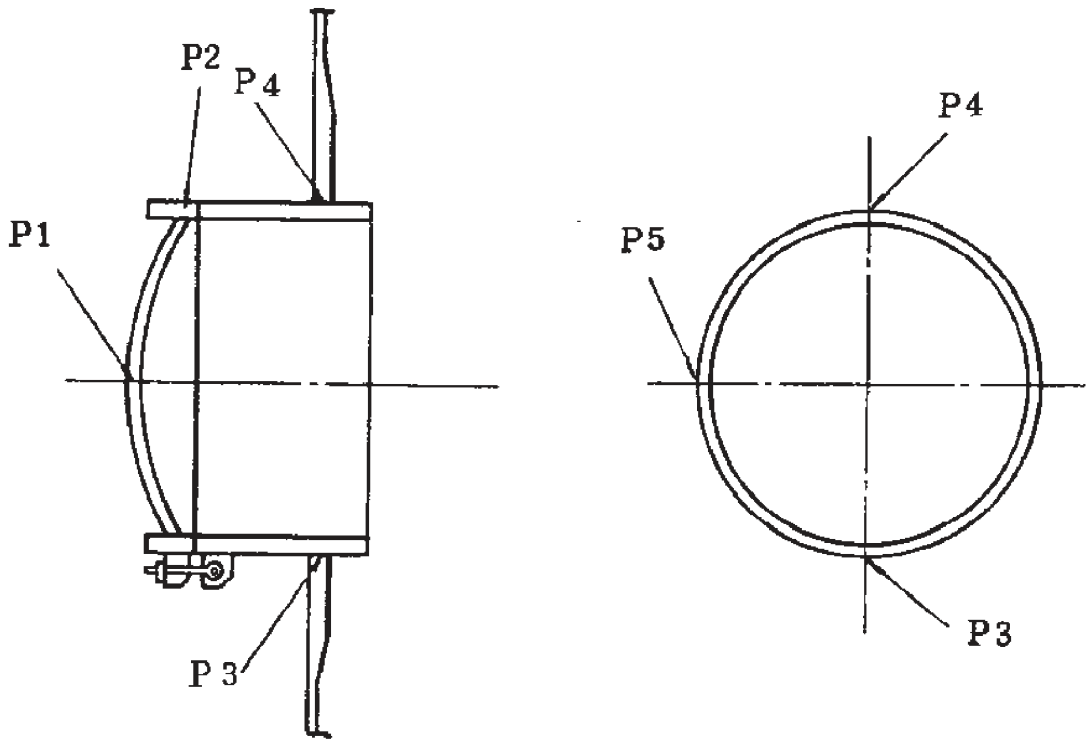


図 5-1 機器搬出入用ハッチの応力評価点

5.5 計算条件

応力解析に用いる荷重を、「5.2 荷重の組合せ及び許容応力」及び「5.3 設計用地震力」に示す。

5.6 応力の評価

「5.4 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。ただし、一次＋二次応力が許容値を満足しない場合は、設計・建設規格 PVB-3300 に基づいて疲労評価を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

機器搬出入用ハッチの設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を表 6-1 及び表 6-2 に示す。

表 6-1 許容応力状態Ⅲ_AS に対する評価結果 (D + P + M + S d *)

評価対象設備	評価部位		応力分類	Ⅲ _A S		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
機器搬出入用 ハッチ	P3	機器搬出入用ハッチ取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	63	495	○	
			一次+二次応力	206	501	○	
	P4	機器搬出入用ハッチ取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	62	495	○	
			一次+二次応力	206	501	○	
	P5	機器搬出入用ハッチ取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	69	495	○	
			一次+二次応力	254	501	○	

表 6-2(1) 許容応力状態IV_AS に対する評価結果 (D + P + M + S_s)

評価対象設備	評価部位		応力分類	IV _A S		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
機器搬出入用 ハッチ	P3	機器搬出入用ハッチ取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	104	495	○	
			一次+二次応力	360	501	○	
	P4	機器搬出入用ハッチ取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	102	495	○	
			一次+二次応力	360	501	○	
	P5	機器搬出入用ハッチ取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	115	495	○	
			一次+二次応力	446	501	○	

表 6-2(2) 許容応力状態IV_AS に対する評価結果 (D + P_L + M_L + S d *)

評価対象設備	評価部位		応力分類	IV _A S		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
機器搬出入用 ハッチ	P3	機器搬出入用ハッチ取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	119	495	○	
			一次+二次応力	102	501	○	
	P4	機器搬出入用ハッチ取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	117	495	○	
			一次+二次応力	94	501	○	
	P5	機器搬出入用ハッチ取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	116	495	○	
			一次+二次応力	110	501	○	

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

機器搬出入用ハッチの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。
発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価結果を表 6-3 に示す。

表 6-3(1) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SAL} + M_{SAL} + S d$)

評価対象設備	評価部位		応力分類	V_{AS}		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
機器搬出入用 ハッチ	P3	機器搬出入用ハッチ取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	215	490	○	
			一次+二次応力	102	501	○	
	P4	機器搬出入用ハッチ取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	213	490	○	
			一次+二次応力	94	501	○	
	P5	機器搬出入用ハッチ取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	210	490	○	
			一次+二次応力	110	501	○	

表 6-3(2) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$)

評価対象設備	評価部位		応力分類	V_{AS}		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
機器搬出入用 ハッチ	P3	機器搬出入用ハッチ取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	166	490	○	
			一次+二次応力	172	501	○	
	P4	機器搬出入用ハッチ取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	163	490	○	
			一次+二次応力	160	501	○	
	P5	機器搬出入用ハッチ取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	162	490	○	
			一次+二次応力	182	501	○	

7. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書
添付書類「IV-3-1-1-7 機器搬出入用ハッチの強度計算書」

VI-2-9-2-2-2 逃がし安全弁搬出入口の耐震性についての計算書

目次

1.	概要	1
2.	一般事項	1
2.1	構造計画	1
2.2	評価方針	3
2.3	適用基準	3
2.4	記号の説明	4
3.	評価部位	5
4.	固有周期	7
5.	構造強度評価	8
5.1	構造強度評価方法	8
5.2	荷重の組合せ及び許容応力	8
5.2.1	荷重の組合せ及び許容応力状態	8
5.2.2	許容応力	8
5.2.3	使用材料の許容応力評価条件	8
5.2.4	設計荷重	13
5.3	設計用地震力	14
5.4	計算方法	16
5.5	計算条件	18
5.6	応力の評価	18
6.	評価結果	19
6.1	設計基準対象施設としての評価結果	19
6.2	重大事故等対処設備としての評価結果	23
7.	参照図書	26

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、逃がし安全弁搬出入口が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

逃がし安全弁搬出入口は、設計基準対象施設においては S クラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、本計算書においては、新規制対応工認対象となる設計用地震力及び重大事故等時に対する評価について記載するものとし、前述の荷重を除く荷重による逃がし安全弁搬出入口の評価は、平成 2 年 5 月 24 日付け元資庁第 14466 号にて認可された工事計画の添付書類（参照図書 (1)）による（以下「既工認」という。）。

2. 一般事項

2.1 構造計画

逃がし安全弁搬出入口の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>逃がし安全弁搬出入口はドライウェルに支持される。</p> <p>水平方向荷重は原子炉格納容器シヤラグ及び基部を介して、鉛直方向荷重は基部を介して原子炉建屋に伝達される。</p>	<p>内径 <input type="text"/> mm, 板厚 <input type="text"/> mm, 長さ <input type="text"/> mm の円筒胴及び板厚 <input type="text"/> mm の鏡板, 蓋フランジで構成される鋼製構造物である。</p>	<p style="text-align: center;">逃がし安全弁搬出入口 拡大図</p> <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>

2.2 評価方針

逃がし安全弁搬出入口の応力評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」及び「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」にて算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

逃がし安全弁搬出入口の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

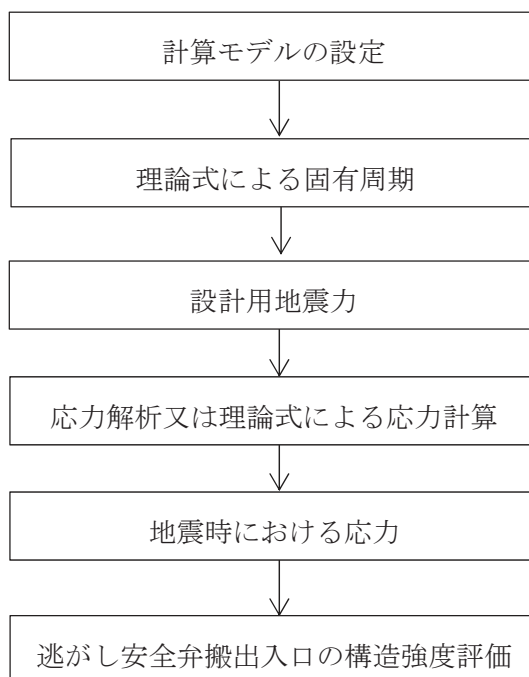


図 2-1 逃がし安全弁搬出入口の耐震評価フロー

2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

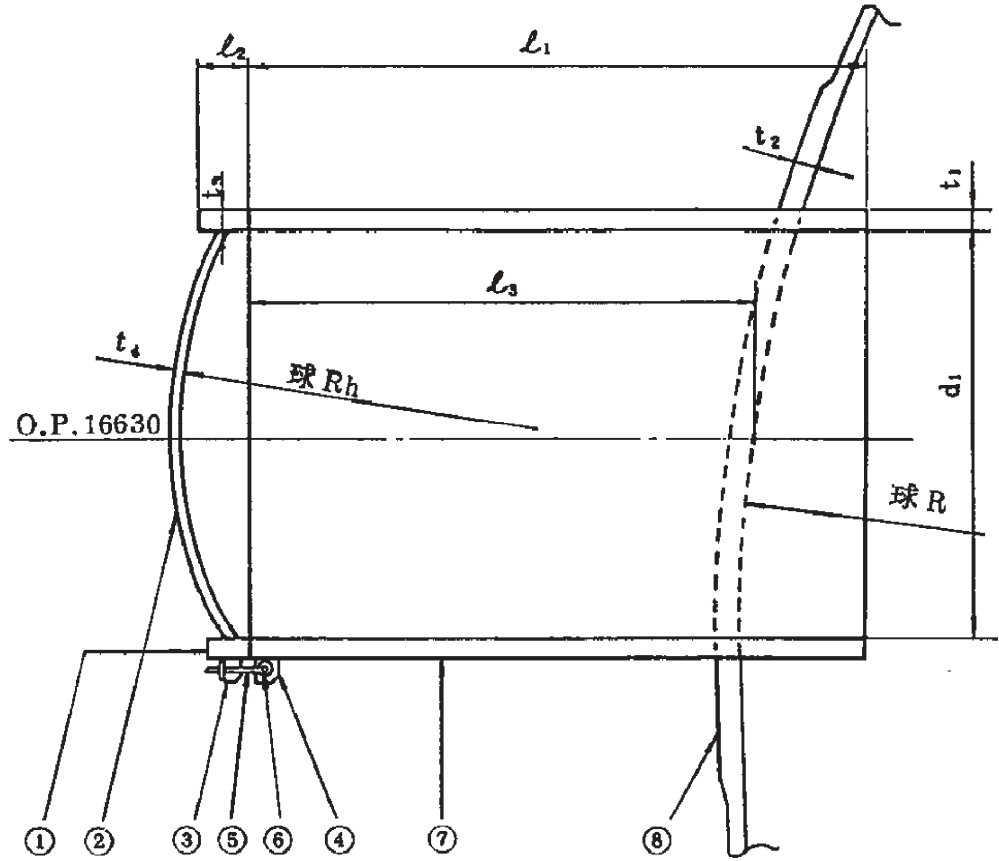
- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ((社) 日本電気協会)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- (4) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
D	死荷重	—
d_1	直径	mm
d_h	直径	mm
d_p	直径	mm
l_i	長さ ($i = 1, 2, 3 \dots$)	mm
M	機械的荷重	—
M_L	地震と組み合わせる機械的荷重	—
M_{SAL}	機械的荷重 (SA 後長期 (L) 機械的荷重)	—
M_{SALL}	機械的荷重 (SA 後長期 (LL) 機械的荷重)	—
P	圧力	—
P_L	地震と組み合わせる圧力	—
P_{SAL}	圧力 (SA 後長期 (L) 圧力)	kPa
P_{SALL}	圧力 (SA 後長期 (LL) 圧力)	kPa
R	半径	mm
R_h	半径	mm
r_b	半径	mm
S	許容引張応力	MPa
S_d	弾性設計用地震動 S_d により定まる地震力	—
S_d^*	弾性設計用地震動 S_d により定まる地震力又は静的地震力	—
S_s	基準地震動 S_s により定まる地震力	—
S_u	設計引張強さ	MPa
S_y	設計降伏点	MPa
$S_y (RT)$	40°Cにおける設計降伏点	MPa
t_i	厚さ ($i = 1, 2, 3 \dots$)	mm
T_{SAL}	温度 (SA 後長期 (L) 温度)	°C
T_{SALL}	温度 (SA 後長期 (LL) 温度)	°C
ASS	オーステナイト系ステンレス鋼	—
HNA	高ニッケル合金	—

3. 評価部位

逃がし安全弁搬出入口の形状及び主要寸法を図 3-1 に、使用材料及び使用部位を表 3-1 に示す。



- | | | | |
|---------|-----|--------|--------|
| ①蓋フランジ | ②鏡板 | ③ブラケット | ④ブラケット |
| ⑤ヒンジボルト | ⑥ピン | ⑦円筒胴 | ⑧補強板 |

$d_1 =$ <input type="text"/>	球 R = <input type="text"/>	球 R _h = <input type="text"/>	
$l_1 =$ <input type="text"/>	$l_2 =$ <input type="text"/>	$l_3 =$ <input type="text"/>	
$t_1 =$ <input type="text"/>	$t_2 =$ <input type="text"/>	$t_3 =$ <input type="text"/>	$t_4 =$ <input type="text"/>

(単位：mm)

図 3-1 逃がし安全弁搬出入口の形状及び主要寸法

表 3-1 使用材料表

使用部位	使用材料	備考
蓋フランジ	SGV49 (SGV480)	
鏡板	SGV49 (SGV480)	
ブラケット	SGV49 (SGV480)	
ヒンジボルト		
ピン		
円筒胴	SGV49 (SGV480)	
補強板	SPV50 (SPV490)	

4. 固有周期

(1) 設計基準対象施設としての固有周期

設計基準対象施設における固有周期は、「5.2.4 設計荷重」に示す設計基準対象施設としての評価温度を考慮し算出する。固有周期を表 4-1 に示す。固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 4-1 固有周期（設計基準対象施設）

卓越方向	固有周期 (s)
水平方向（軸）	0.022
水平方向（軸直角）	0.030
鉛直方向（軸直角）	0.030

(2) 重大事故等対処設備としての固有周期

重大事故等対処設備における固有周期は、「5.2.4 設計荷重」に示す重大事故等時における評価温度を考慮し算出する。固有周期を表 4-2 に示す。固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 4-2 固有周期（重大事故等対処設備）

卓越方向	固有周期 (s)
水平方向（軸）	0.022
水平方向（軸直角）	0.030
鉛直方向（軸直角）	0.030

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

- (1) 逃がし安全弁搬出入口は、円筒胴がドライウェルに支持された構造であり、水平方向荷重は原子炉格納容器シヤラグ及び基部を介して、鉛直方向荷重は基部を介して原子炉建屋に伝達される。

逃がし安全弁搬出入口の耐震評価として、添付書類「VI-2-3-2 炉心，原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉格納容器及び原子炉本体の基礎の地震応答計算書」において計算された荷重を用いて、参照図書(1)に示す既工認の手法に従い構造強度評価を行う。

- (2) 構造強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。
- (3) 概略構造図を表 2-1 に示す。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

逃がし安全弁搬出入口の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-2 に示す。

詳細な荷重の組合せは、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」に従い、対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお、考慮する荷重の組合せは、組み合わせる荷重の大きさを踏まえ、評価上厳しくなる組合せを選定する。

5.2.2 許容応力

逃がし安全弁搬出入口の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 5-3 に示すとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

逃がし安全弁搬出入口の使用材料の許容応力評価条件のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-5 に示す。

表5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度 分類	機器等 の区分	荷重の組合せ*1		許容応力状態
原子炉格納 施設	原子炉格納 容器	逃がし安全 弁搬出入口	S	クラスMC 容器	D + P + M + S _d *	(9)	Ⅲ _A S
						(10)	
					(13)		
					D + P + M + S _s	(11)	Ⅳ _A S
						(12)	
						(14)	
					D + P _L + M _L + S _d **2	(16)	Ⅳ _A S

注記*1：（ ）内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-6 の荷重の組合せのNo.を示す。

*2：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認する意味で、冷却材喪失事故後の最大内圧との組合せを考慮する。

表 5-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ*2		許容応力状態
原子炉格納施設	原子炉格納容器	逃がし安全弁搬出入口	常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等 クラス2容器	$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$ *3	(V(L)-1)	V_{AS} *4
					$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$	(V(LL)-1)	V_{AS} *4

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：() 内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-7の荷重の組合せのNo.を示す。

*3：重大事故等後の最高内圧及び最高温度との組合せを考慮する。

*4： V_{AS} として IV_{AS} の許容限界を用いる。

表5-3 クラスMC容器及び重大事故等クラス2容器の許容応力

応力分類 許容 応力状態	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
Ⅲ _A S	S _y と0.6・S _u の小さい方。ただし、AS S及びHNAについては1.2・Sとする。	左欄の 1.5倍の値*4	3・S*1 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。	*2, *3 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。
Ⅳ _A S	構造上の連続な部分は0.6・S _u 、不連続な 部分はS _y と0.6・S _u の小さい方。ただ し、ASS及びHNAについては、構造上	左欄の 1.5倍の値*4		
V _A S*5	の連続な部分は2・Sと0.6・S _u の小さい 方、不連続な部分は1.2・Sとする。			

注記*1: 3・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。また、S_mはSと読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

*2: 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。

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

*4: 設計・建設規格 PVB-3111に準じる場合は、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。

*5: V_ASとしてⅣ_ASの許容限界を用いる。

表5-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境 温度					
逃がし安全弁搬出入口取付部	SPV50 (SPV490)	周囲環境 温度	171	167	429	550	—

表5-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境 温度					
逃がし安全弁搬出入口取付部	SPV50 (SPV490)	周囲環境 温度	111/178* ¹ (200)* ²	167	417	545	—

注記*1：SA 後長期（L）の時 178°C，SA 後長期（LL）の時 111°C。

*2：重大事故等時の評価温度として，保守的に限界温度を適用する。

5.2.4 設計荷重

(1) 設計基準対象施設としての設計荷重

設計基準対象施設としての設計荷重である，最高使用圧力，最高使用温度，死荷重及び活荷重は，既工認からの変更はなく，参照図書(1)に定めるとおりである。

(2) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は，以下のとおりとする。

内圧 P_{SAL}	640kPa (SA 後長期 (L))
内圧 P_{SALL}	427kPa (SA 後長期 (LL))
温度 T_{SAL}	178℃ (SA 後長期 (L))
温度 T_{SALL}	111℃ (SA 後長期 (LL))

5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 5-6～表 5-9 に示す。

「弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度」及び「基準地震動 S_s」による地震力は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

表 5-6 設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所 及び 設置高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉 格納容器 O.P. 16.63	0.030	0.030	C _H =0.93	C _V =0.57	C _H =1.68	C _V =0.98

表 5-7 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 設置高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d		基準地震動 S _s	
	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉 格納容器 O.P. 16.63	0.030	0.030	C _H =0.93	C _V =0.57	C _H =1.68	C _V =0.98

表 5-8 設計用地震力（設計基準対象施設）

応力評価点*	水平荷重 S d *		水平荷重 S s	
	せん断力 ($\times 10^3$ N)	モーメント ($\times 10^6$ N・mm)	せん断力 ($\times 10^3$ N)	モーメント ($\times 10^6$ N・mm)
P9				
P10				
P11				

注記*：応力評価点の位置は，図 5-1 参照のこと。

表 5-9 設計用地震力（重大事故等対処設備）

応力評価点* ¹	水平荷重 S d * ²		水平荷重 S s	
	せん断力 ($\times 10^3$ N)	モーメント ($\times 10^6$ N・mm)	せん断力 ($\times 10^3$ N)	モーメント ($\times 10^6$ N・mm)
P9				
P10				
P11				

注記*1：応力評価点の位置は，図 5-1 参照のこと。

*2：重大事故等対処設備に対し，弾性設計用地震動 S d に加えて静的地震力を考慮する。

5.4 計算方法

逃がし安全弁搬出入口の応力評価点は、逃がし安全弁搬出入口を構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 5-10 及び図 5-1 に示す。

応力計算方法は既工認から変更はなく、参照図書(1)に示すとおりである。

応力評価点 P9～P11 は既工認の各荷重による応力を比倍（圧力比，震度比等）し評価する。

表 5-10 応力評価点

応力評価点番号	応力評価点
P1*	鏡板中央部
P2*	蓋フランジ
P3*	蓋フランジのブラケット取付部
P4*	円筒胴のブラケット取付部
P5*	ピン取付部
P6*	ヒンジボルトのねじ部
P7*	ヒンジボルトのピン貫通部
P8*	ピン
P9～P11	逃がし安全弁搬出入口取付部

注記*：応力評価点 P1～P8 については、地震荷重は荷重値が小さく無視できるので評価を行わない。

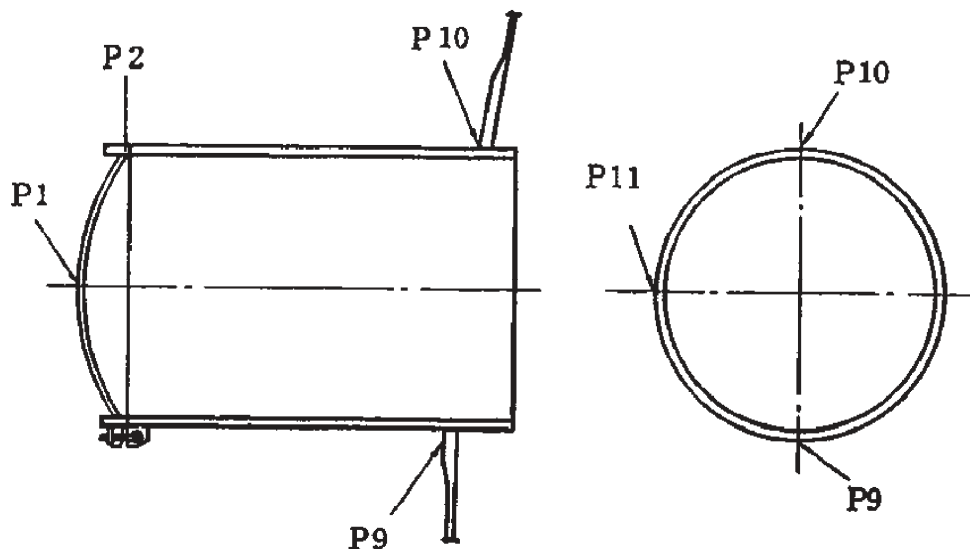
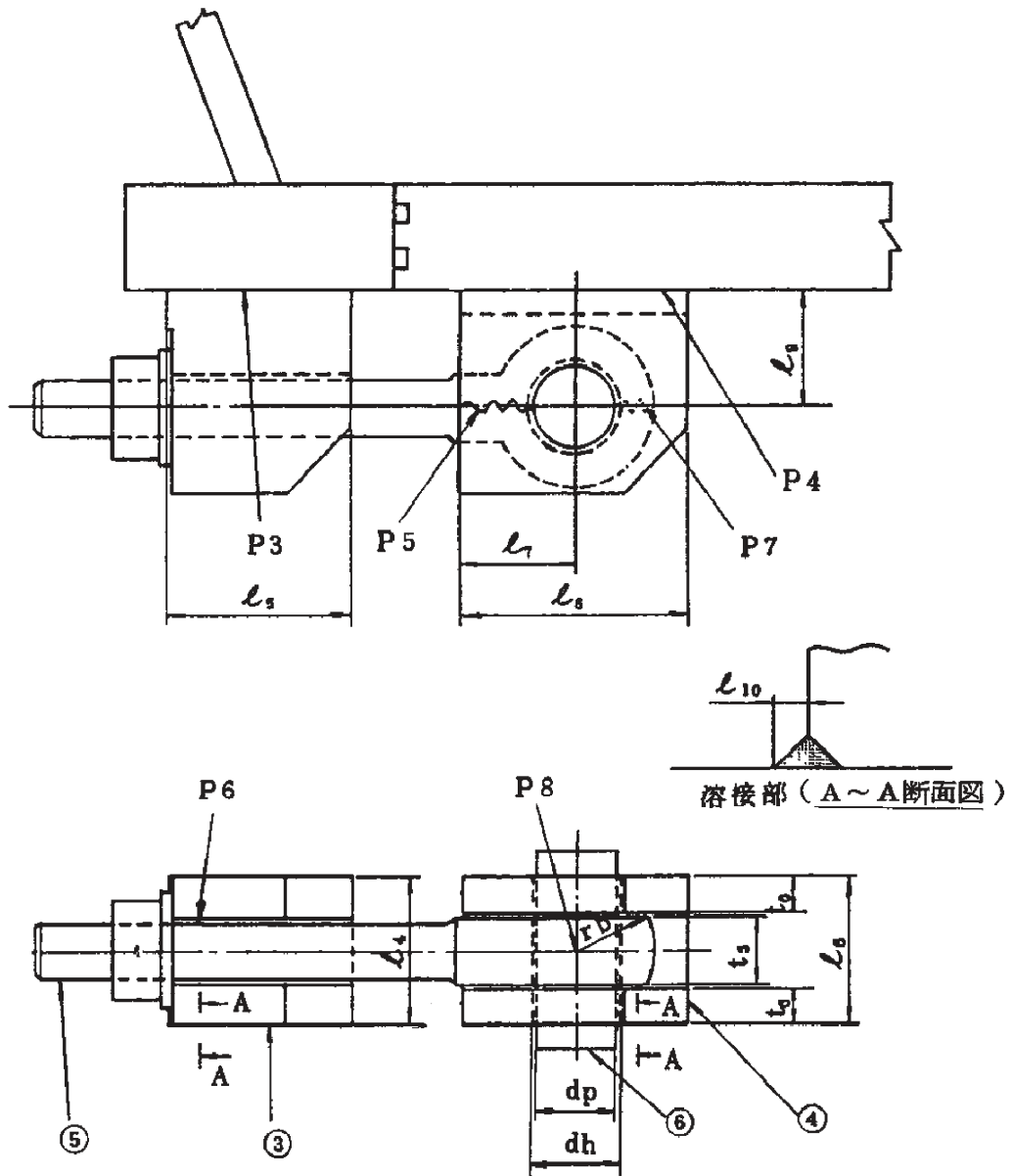


図 5-1 逃がし安全弁搬出入口の応力評価点（その 1）



③ブラケット ④ブラケット ⑤ヒンジボルト ⑥ピン

$d_h =$ <input type="text"/>	$d_p =$ <input type="text"/>	$r_b =$ <input type="text"/>	$l_4 =$ <input type="text"/>
$l_5 =$ <input type="text"/>	$l_6 =$ <input type="text"/>	$l_7 =$ <input type="text"/>	$l_8 =$ <input type="text"/>
$l_9 =$ <input type="text"/>	$l_{10} =$ <input type="text"/>	$t_5 =$ <input type="text"/>	$t_6 =$ <input type="text"/>

(単位：mm)

図 5-1 逃がし安全弁搬出入口の応力評価点 (その 2)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

5.5 計算条件

応力解析に用いる荷重を、「5.2 荷重の組合せ及び許容応力」及び「5.3 設計用地震力」に示す。

5.6 応力の評価

「5.4 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。ただし、一次＋二次応力が許容値を満足しない場合は、設計・建設規格 PVB-3300 に基づいて疲労評価を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

逃がし安全弁搬出入口の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を表 6-1 及び表 6-2 に示す。

表 6-1 許容応力状態Ⅲ_AS に対する評価結果 (D + P + M + S d *)

評価対象設備	評価部位		応力分類	Ⅲ _A S		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
逃がし安全弁 搬出入口	P9	逃がし安全弁搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	39	495	○	
			一次+二次応力	122	501	○	
	P10	逃がし安全弁搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	46	495	○	
			一次+二次応力	114	501	○	
	P11	逃がし安全弁搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	45	495	○	
			一次+二次応力	138	501	○	

表 6-2(1) 許容応力状態IV_AS に対する評価結果 (D + P + M + S_s)

評価対象設備	評価部位		応力分類	IV _A S		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
逃がし安全弁 搬出入口	P9	逃がし安全弁搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	64	495	○	
			一次+二次応力	206	501	○	
	P10	逃がし安全弁搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	73	495	○	
			一次+二次応力	196	501	○	
	P11	逃がし安全弁搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	72	495	○	
			一次+二次応力	244	501	○	

表 6-2(2) 許容応力状態IV_AS に対する評価結果 (D + P_L + M_L + S d *)

評価対象設備	評価部位		応力分類	IV _A S		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
逃がし安全弁 搬出入口	P9	逃がし安全弁搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	78	495	○	
			一次+二次応力	96	501	○	
	P10	逃がし安全弁搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	84	495	○	
			一次+二次応力	96	501	○	
	P11	逃がし安全弁搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	83	495	○	
			一次+二次応力	110	501	○	

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

逃がし安全弁搬出入口の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価結果を表 6-3 に示す。

表 6-3(1) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SAL} + M_{SAL} + S d$)

評価対象設備	評価部位		応力分類	V_{AS}		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
逃がし安全弁 搬出入口	P9	逃がし安全弁搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	131	490	○	
			一次+二次応力	96	501	○	
	P10	逃がし安全弁搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	138	490	○	
			一次+二次応力	96	501	○	
	P11	逃がし安全弁搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	137	490	○	
			一次+二次応力	110	501	○	

表 6-3(2) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$)

評価対象設備	評価部位		応力分類	V_{AS}		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
逃がし安全弁 搬出入口	P9	逃がし安全弁搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	114	490	○	
			一次+二次応力	162	501	○	
	P10	逃がし安全弁搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	120	490	○	
			一次+二次応力	162	501	○	
	P11	逃がし安全弁搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	122	490	○	
			一次+二次応力	186	501	○	

7. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書
添付書類「IV-3-1-1-8 逃がし安全弁搬出入口の強度計算書」

VI-2-9-2-2-3 制御棒駆動機構搬出入口の耐震性についての計算書

目次

1.	概要	1
2.	一般事項	1
2.1	構造計画	1
2.2	評価方針	3
2.3	適用基準	3
2.4	記号の説明	4
3.	評価部位	5
4.	固有周期	7
5.	構造強度評価	8
5.1	構造強度評価方法	8
5.2	荷重の組合せ及び許容応力	8
5.2.1	荷重の組合せ及び許容応力状態	8
5.2.2	許容応力	8
5.2.3	使用材料の許容応力評価条件	8
5.2.4	設計荷重	13
5.3	設計用地震力	14
5.4	計算方法	16
5.5	計算条件	18
5.6	応力の評価	18
6.	評価結果	19
6.1	設計基準対象施設としての評価結果	19
6.2	重大事故等対処設備としての評価結果	23
7.	参照図書	26

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、制御棒駆動機構搬出入口が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

制御棒駆動機構搬出入口は、設計基準対象施設においては S クラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、本計算書においては、新規制対応工認対象となる設計用地震力及び重大事故等時に対する評価について記載するものとし、前述の荷重を除く荷重による制御棒駆動機構搬出入口の評価は、平成 2 年 5 月 24 日付け元資庁第 14466 号にて認可された工事計画の添付書類（参照図書(1)）による（以下「既工認」という。）。

2. 一般事項

2.1 構造計画

制御棒駆動機構搬出入口の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>制御棒駆動機構搬出入口はドライウエルに支持される。</p> <p>水平方向荷重は原子炉格納容器シヤラグ及び基部を介して、鉛直方向荷重は基部を介して原子炉建屋に伝達される。</p>	<p>内径 <input type="text"/> mm, 板厚 <input type="text"/> mm, 長さ <input type="text"/> mm の円筒胴及び板厚 <input type="text"/> mm の鏡板, 蓋フランジで構成される鋼製構造物である。</p>	<p style="text-align: right;">(単位 : mm)</p>

2.2 評価方針

制御棒駆動機構搬出入口の応力評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」にて算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

制御棒駆動機構搬出入口の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

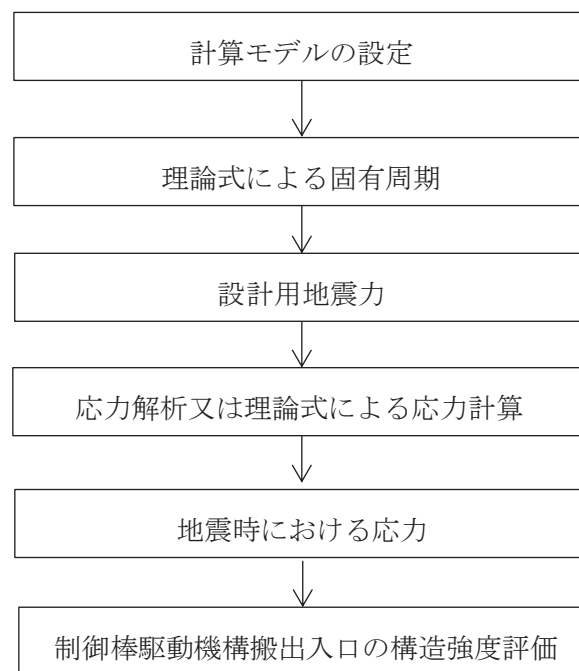


図 2-1 制御棒駆動機構搬出入口の耐震評価フロー

2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

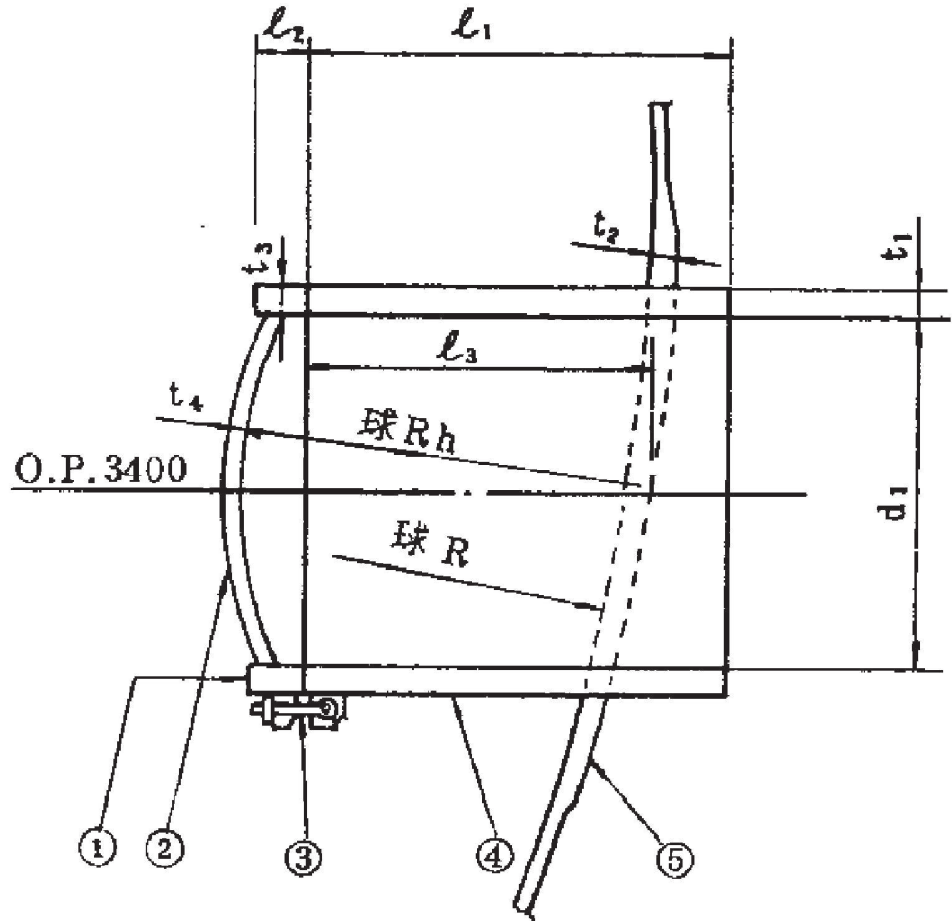
- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ((社) 日本電気協会)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- (4) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
D	死荷重	—
d_i	直径	mm
ℓ_i	長さ ($i = 1, 2, 3$)	mm
M	機械的荷重	—
M_L	地震と組み合わせる機械的荷重	—
M_{SAL}	機械的荷重 (SA 後長期 (L) 機械的荷重)	—
M_{SALL}	機械的荷重 (SA 後長期 (LL) 機械的荷重)	—
P	圧力	—
P_L	地震と組み合わせる圧力	—
P_{SAL}	圧力 (SA 後長期 (L) 圧力)	kPa
P_{SALL}	圧力 (SA 後長期 (LL) 圧力)	kPa
R	半径	mm
R_h	半径	mm
S	許容引張応力	MPa
S_d	弾性設計用地震動 S_d により定まる地震力	—
S_d^*	弾性設計用地震動 S_d により定まる地震力又は静的地震力	—
S_s	基準地震動 S_s により定まる地震力	—
S_u	設計引張強さ	MPa
S_y	設計降伏点	MPa
$S_y (RT)$	40°Cにおける設計降伏点	MPa
t_i	厚さ ($i = 1, 2, 3 \dots$)	mm
T_{SAL}	温度 (SA 後長期 (L) 温度)	°C
T_{SALL}	温度 (SA 後長期 (LL) 温度)	°C
ASS	オーステナイト系ステンレス鋼	—
HNA	高ニッケル合金	—

3. 評価部位

制御棒駆動機構搬出入口の形状及び主要寸法を図 3-1 に、使用材料及び使用部位を表 3-1 に示す。



- ①蓋フランジ ②鏡板 ③ヒンジボルト ④円筒胴
⑤補強板

$d_1 =$ <input type="text"/>	球 R = <input type="text"/>	球 R _h = <input type="text"/>	
$l_1 =$ <input type="text"/>	$l_2 =$ <input type="text"/>	$l_3 =$ <input type="text"/>	
$t_1 =$ <input type="text"/>	$t_2 =$ <input type="text"/>	$t_3 =$ <input type="text"/>	$t_4 =$ <input type="text"/>

(単位：mm)

図 3-1 制御棒駆動機構搬出入口の形状及び主要寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-1 使用材料表

使用部位	使用材料	備考
蓋フランジ	SGV49 (SGV480)	
鏡板	SGV49 (SGV480)	
円筒胴	SGV49 (SGV480)	
補強板	SPV50 (SPV490)	

4. 固有周期

(1) 設計基準対象施設としての固有周期

設計基準対象施設における固有周期は、「5.2.4 設計荷重」に示す設計基準対象施設としての評価温度を考慮し算出する。固有周期を表 4-1 に示す。固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 4-1 固有周期（設計基準対象施設）

卓越方向	固有周期 (s)
水平方向（軸）	0.016
水平方向（軸直角）	0.009
鉛直方向（軸直角）	0.009

(2) 重大事故等対処設備としての固有周期

重大事故等対処設備における固有周期は、「5.2.4 設計荷重」に示す重大事故等時における評価温度を考慮し算出する。固有周期を表 4-2 に示す。固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 4-2 固有周期（重大事故等対処設備）

卓越方向	固有周期 (s)
水平方向（軸）	0.016
水平方向（軸直角）	0.009
鉛直方向（軸直角）	0.009

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

- (1) 制御棒駆動機構搬出入口は、円筒胴がドライウエルに支持された構造であり、水平方向荷重は原子炉格納容器シヤラグ及び基部を介して、鉛直方向荷重は基部を介して原子炉建屋に伝達される。

制御棒駆動機構搬出入口の耐震評価として、添付書類「VI-2-3-2 炉心，原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉格納容器及び原子炉本体の基礎の地震応答計算書」において計算された荷重を用いて、参照図書(1)に示す既工認の手法に従い構造強度評価を行う。

- (2) 構造強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。
- (3) 概略構造図を表 2-1 に示す。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

制御棒駆動機構搬出入口の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-2 に示す。

詳細な荷重の組合せは、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」に従い、対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお、考慮する荷重の組合せは、組み合わせる荷重の大きさを踏まえ、評価上厳しくなる組合せを選定する。

5.2.2 許容応力

制御棒駆動機構搬出入口の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 5-3 に示すとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

制御棒駆動機構搬出入口の使用材料の許容応力評価条件のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-5 に示す。

表5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度 分類	機器等 の区分	荷重の組合せ*1		許容応力状態
原子炉格納 施設	原子炉格納 容器	制御棒駆動 機構搬出入 口	S	クラスMC 容器	D + P + M + S _d *	(9)	Ⅲ _A S
						(10)	
					(13)		
					D + P + M + S _s	(11)	Ⅳ _A S
						(12)	
						(13)	
					D + P _L + M _L + S _d **2	(14)	Ⅳ _A S
						(15)	
						(16)	

注記*1：（ ）内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-6の荷重の組合せのNo.を示す。

*2：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認する意味で、冷却材喪失事故後の最大内圧との組合せを考慮する。

表 5-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ*2		許容応力状態
原子炉格納施設	原子炉格納容器	制御棒駆動機構搬出入口	常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等 クラス2容器	$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$ *3	(V(L)-1)	$V_A S$ *4
					$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$	(V(LL)-1)	$V_A S$ *4

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：() 内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-7の荷重の組合せのNo.を示す。

*3：重大事故等後の最高内圧及び最高温度との組合せを考慮する。

*4： $V_A S$ として $IV_A S$ の許容限界を用いる。

表5-3 クラスMC容器及び重大事故等クラス2容器の許容応力

応力分類 許容 応力状態	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
Ⅲ _A S	S _y と0.6・S _u の小さい方。ただし、AS S及びHNAについては1.2・Sとする。	左欄の 1.5倍の値*4	3・S*1 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。	*2, *3 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。
Ⅳ _A S	構造上の連続な部分は0.6・S _u , 不連続な 部分はS _y と0.6・S _u の小さい方。ただ し、ASS及びHNAについては、構造上	左欄の 1.5倍の値*4		
V _A S*5	の連続な部分は2・Sと0.6・S _u の小さい 方, 不連続な部分は1.2・Sとする。			

注記*1: 3・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。また、S_mはSと読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

*2: 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。

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

*4: 設計・建設規格 PVB-3111に準じる場合は、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。

*5: V_ASとしてⅣ_ASの許容限界を用いる。

表5-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境 温度					
制御棒駆動機構搬出入口 取付部	SPV50 (SPV490)	周囲環境 温度	171	167	429	550	—

表5-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境 温度					
制御棒駆動機構搬出入口 取付部	SPV50 (SPV490)	周囲環境 温度	111/178* ¹ (200)* ²	167	417	545	—

注記*1：SA 後長期 (L) の時 178°C，SA 後長期 (LL) の時 111°C。

*2：重大事故等時の評価温度として，保守的に限界温度を適用する。

5.2.4 設計荷重

(1) 設計基準対象施設としての設計荷重

設計基準対象施設としての設計荷重である，最高使用圧力，最高使用温度，死荷重及び活荷重は，既工認からの変更はなく，7.参照図書(1)に定めるとおりである。

(2) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は，以下のとおりとする。

内圧 P_{SAL}	640kPa (SA 後長期 (L))
内圧 P_{SALL}	427kPa (SA 後長期 (LL))
温度 T_{SAL}	178℃ (SA 後長期 (L))
温度 T_{SALL}	111℃ (SA 後長期 (LL))

5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 5-6～表 5-9 に示す。

「弾性設計用地震動 S d 又は静的震度」及び「基準地震動 S s」による地震力は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

表 5-6 設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所 及び 設置高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉 格納容器 O.P. 3.40	0.016	0.009	$C_H=0.56$	$C_V=0.57$	$C_H=1.09$	$C_V=0.98$

表 5-7 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 設置高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d		基準地震動 S s	
	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉 格納容器 O.P. 3.40	0.016	0.009	$C_H=0.56$	$C_V=0.57$	$C_H=1.09$	$C_V=0.98$

表 5-8 設計用地震力（設計基準対象施設）

応力評価点*	水平荷重 S d *		水平荷重 S s	
	せん断力 ($\times 10^3$ N)	モーメント ($\times 10^6$ N・mm)	せん断力 ($\times 10^3$ N)	モーメント ($\times 10^6$ N・mm)
P3				
P4				
P5				

注記*：応力評価点の位置は，図 5-1 参照のこと。

表 5-9 設計用地震力（重大事故等対処設備）

応力評価点* ¹	水平荷重 S d * ²		水平荷重 S s	
	せん断力 ($\times 10^3$ N)	モーメント ($\times 10^6$ N・mm)	せん断力 ($\times 10^3$ N)	モーメント ($\times 10^6$ N・mm)
P3				
P4				
P5				

注記*1：応力評価点の位置は，図 5-1 参照のこと。

*2：重大事故等対処設備に対し，弾性設計用地震動 S d に加えて静的地震力を考慮する。

5.4 計算方法

制御棒駆動機構搬出入口の応力評価点は，制御棒駆動機構搬出入口を構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し，発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 5-10 及び図 5-1 に示す。

応力計算方法は既工認から変更はなく，参照図書(1)に示すとおりである。

応力評価点 P3～P5 は既工認の各荷重による応力を比倍（圧力比，震度比等）し評価する。

表 5-10 応力評価点

応力評価点番号	応力評価点
P1*	鏡板中央部
P2*	蓋フランジ
P3～P5	制御棒駆動機構搬出入口取付部

注記*：応力評価点 P1 及び P2 については，地震荷重は荷重値が小さく無視できるので評価を行わない。

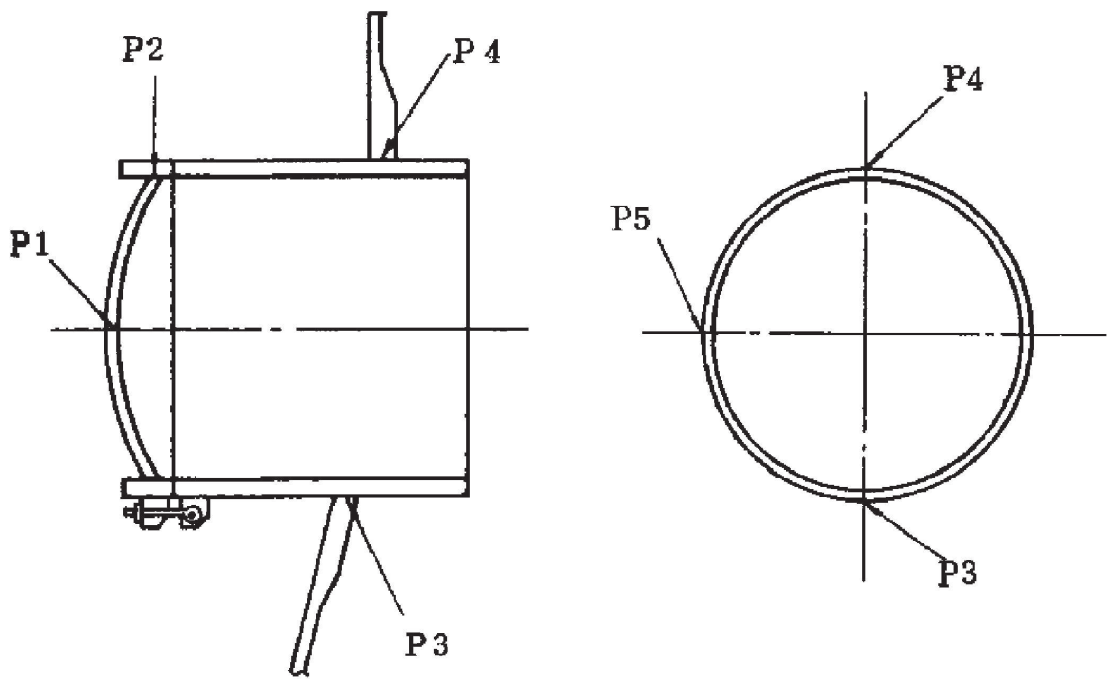


図 5-1 制御棒駆動機構搬出入口の応力評価点

5.5 計算条件

応力解析に用いる荷重を、「5.2 荷重の組合せ及び許容応力」及び「5.3 設計用地震力」に示す。

5.6 応力の評価

「5.4 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。ただし、一次＋二次応力が許容値を満足しない場合は、設計・建設規格 PVB-3300 に基づいて疲労評価を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

制御棒駆動機構搬出入口の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を表 6-1 及び表 6-2 に示す。

表 6-1 許容応力状態Ⅲ_AS に対する評価結果 (D + P + M + S d*)

評価対象設備	評価部位		応力分類	Ⅲ _A S		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
制御棒駆動機構搬出入口	P3	制御棒駆動機構搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	68	495	○	
			一次+二次応力	126	501	○	
	P4	制御棒駆動機構搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	59	495	○	
			一次+二次応力	112	501	○	
	P5	制御棒駆動機構搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	63	495	○	
			一次+二次応力	120	501	○	

表 6-2(1) 許容応力状態IV_AS に対する評価結果 (D + P + M + S_s)

評価対象設備	評価部位		応力分類	IV _A S		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
制御棒駆動機構搬出入口	P3	制御棒駆動機構搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	107	495	○	
			一次+二次応力	212	501	○	
	P4	制御棒駆動機構搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	92	495	○	
			一次+二次応力	184	501	○	
	P5	制御棒駆動機構搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	97	495	○	
			一次+二次応力	198	501	○	

表 6-2(2) 許容応力状態IV_{AS} に対する評価結果 (D + P_L + M_L + S d *)

評価対象設備	評価部位		応力分類	IV _{AS}		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
制御棒駆動機構搬出入口	P3	制御棒駆動機構搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	98	495	○	
			一次+二次応力	118	501	○	
	P4	制御棒駆動機構搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	94	495	○	
			一次+二次応力	106	501	○	
	P5	制御棒駆動機構搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	95	495	○	
			一次+二次応力	112	501	○	

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

制御棒駆動機構搬出入口の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価結果を表 6-3 に示す。

表 6-3(1) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$)

評価対象設備	評価部位		応力分類	V_{AS}		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
制御棒駆動機構搬出入口	P3	制御棒駆動機構搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	151	490	○	
			一次+二次応力	118	501	○	
	P4	制御棒駆動機構搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	149	490	○	
			一次+二次応力	106	501	○	
	P5	制御棒駆動機構搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	147	490	○	
			一次+二次応力	112	501	○	

表 6-3(2) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$)

評価対象設備	評価部位		応力分類	V_{AS}		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
制御棒駆動機構搬出入口	P3	制御棒駆動機構搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	144	490	○	
			一次+二次応力	198	501	○	
	P4	制御棒駆動機構搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	138	490	○	
			一次+二次応力	174	501	○	
	P5	制御棒駆動機構搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	138	490	○	
			一次+二次応力	182	501	○	

7. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書
添付書類「IV-3-1-1-9 制御棒駆動機構搬出入口の強度計算書」

VI-2-9-2-2-4 サプレッションチェンバ出入口の
耐震性についての計算書

目次

1.	概要	1
2.	一般事項	1
2.1	構造計画	1
2.2	評価方針	3
2.3	適用基準	3
2.4	記号の説明	4
3.	評価部位	5
4.	固有周期	7
5.	構造強度評価	8
5.1	構造強度評価方法	8
5.2	荷重の組合せ及び許容応力	8
5.2.1	荷重の組合せ及び許容応力状態	8
5.2.2	許容応力	8
5.2.3	使用材料の許容応力評価条件	8
5.2.4	設計荷重	13
5.3	設計用地震力	14
5.4	計算方法	15
5.5	計算条件	20
5.6	応力の評価	20
6.	評価結果	21
6.1	設計基準対象施設としての評価結果	21
6.2	重大事故等対処設備としての評価結果	25
7.	参照図書	28

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、サブプレッションチェンバ出入口が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

サブプレッションチェンバ出入口は、設計基準対象施設においては S クラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

サブプレッションチェンバ出入口の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>サプレッションチェンバ 出入口はサプレッション チェンバに支持される。 鉛直方向荷重及び水平方 向荷重は、サプレッショ ンチェンバ及びボックス サポートを介して原子炉 建屋に伝達させる。</p>	<p>内径 <input type="text"/> mm, 板厚 <input type="text"/> mm の円筒胴及び板厚 <input type="text"/> mm の蓋板, フランジで 構成される鋼製構造物 である。</p>	<p>概略構造図</p> <p>サプレッションチェンバ出入口 拡大図</p> <p>サプレッションチェンバ出入口</p> <p>(単位 : mm)</p>

2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.2 評価方針

サブプレッションチェンバ出入口の応力評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」にて算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

サブプレッションチェンバ出入口の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

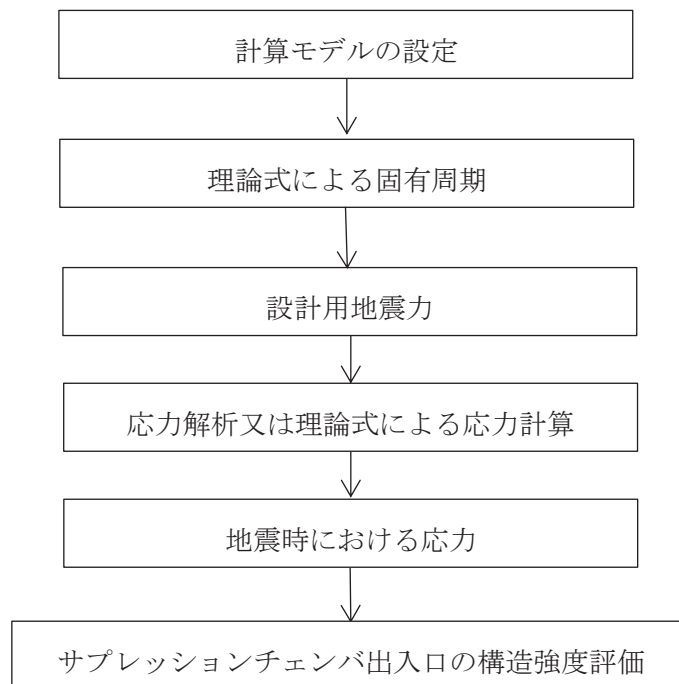


図 2-1 サブプレッションチェンバ出入口の耐震評価フロー

2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

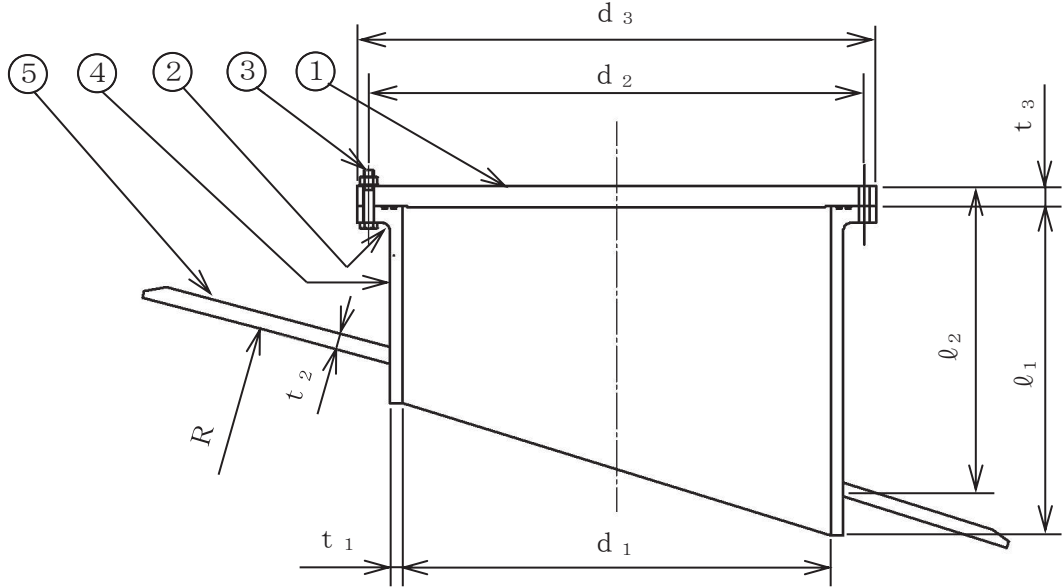
- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ((社) 日本電気協会)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版) ((社) 日本電気協会)
- (4) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
D	死荷重	—
d_i	直径 ($i = 1, 2, 3$)	mm
ℓ_i	長さ ($i = 1, 2$)	mm
M	機械的荷重	—
M_C	モーメント	N・mm
M_L	地震と組み合わせる機械的荷重, モーメント	—, N・mm
M_{SAL}	機械的荷重 (SA 後長期 (L) 機械的荷重)	—
M_{SALL}	機械的荷重 (SA 後長期 (LL) 機械的荷重)	—
P	圧力, 荷重	—, N
P_L	地震と組み合わせる圧力	—
P_{SAL}	圧力 (SA 後長期 (L) 圧力)	kPa
P_{SALL}	圧力 (SA 後長期 (LL) 圧力)	kPa
R	半径	mm
S	許容引張応力	MPa
S_d	弾性設計用地震動 S_d により定まる地震力	—
S_d^*	弾性設計用地震動 S_d により定まる地震力又は静的地震力	—
S_s	基準地震動 S_s により定まる地震力	—
S_u	設計引張強さ	MPa
S_y	設計降伏点	MPa
$S_y (RT)$	40°Cにおける設計降伏点	MPa
t_i	厚さ ($i = 1, 2, 3$)	mm
T_{SAL}	温度 (SA 後長期 (L) 温度)	°C
T_{SALL}	温度 (SA 後長期 (LL) 温度)	°C
W	荷重	N
ASS	オーステナイト系ステンレス鋼	—
HNA	高ニッケル合金	—

3. 評価部位

サプレッションチェンバ出入口の形状及び主要寸法を図 3-1 に、使用材料及び使用部位を表 3-1 に示す。



- ①蓋板
- ②フランジ
- ③ボルト
- ④円筒胴
- ⑤補強板

$d_1 =$ <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	$d_2 =$ <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	$d_3 =$ <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	$R =$ <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>
$l_1 =$ <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	$l_2 =$ <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>		
$t_1 =$ <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	$t_2 =$ <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	$t_3 =$ <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/>	

(単位 : mm)

図 3-1 サプレッションチェンバ出入口の形状及び主要寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-1 使用材料表

使用部位	使用材料	備考
蓋板	SGV49 (SGV480)	
フランジ	SFVC2B	
ボルト		
円筒胴	SGV49 (SGV480)	
補強板	SGV49 (SGV480)	

4. 固有周期

(1) 設計基準対象施設としての固有周期

設計基準対象施設における固有周期は、「5.2.4 設計荷重」に示す設計基準対象施設としての評価温度を考慮し算出する。固有周期を表 4-1 に示す。鉛直方向（軸）及び水平方向（軸直角）のうちサプレッションチェンバ周方向に対し、固有周期は 0.05 秒を超えており、柔であることを確認した。また、水平方向（軸直角）のうちサプレッションチェンバ軸方向に対し、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 4-1 固有周期（設計基準対象施設）

卓越方向	固有周期 (s)
鉛直方向（軸）	0.102
水平方向（軸直角）	0.045* ¹
	0.122* ²

注記*1：サプレッションチェンバ軸方向を示す。

*2：サプレッションチェンバ周方向を示す。

(2) 重大事故等対処設備としての固有周期

重大事故等対処設備における固有周期は、「5.2.4 設計荷重」に示す重大事故等時における評価温度を考慮し算出する。固有周期を表 4-2 に示す。鉛直方向（軸）及び水平方向（軸直角）のうちサプレッションチェンバ周方向に対し、固有周期は 0.05 秒を超えており、柔であることを確認した。また、水平方向（軸直角）のうちサプレッションチェンバ軸方向に対し、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 4-2 固有周期（重大事故等対処設備）

卓越方向	固有周期 (s)
鉛直方向（軸）	0.103
水平方向（軸直角）	0.045* ¹
	0.123* ²

注記*1：サプレッションチェンバ軸方向を示す。

*2：サプレッションチェンバ周方向を示す。

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

- (1) サプレッションチェンバ出入口は、円筒胴がサプレッションチェンバに支持された構造であり、地震荷重はサプレッションチェンバ及びボックスサポートを介して原子炉建屋に伝達される。

サプレッションチェンバ出入口の耐震評価として、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」において計算された荷重を用いて、「5.4 計算方法」にて示す方法に従い、構造強度評価を行う。

- (2) 構造強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。
- (3) 概略構造図を表 2-1 に示す。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

サプレッションチェンバ出入口の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-2 に示す。

詳細な荷重の組合せは、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」に従い、対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお、考慮する荷重の組合せは、組み合わせる荷重の大きさを踏まえ、評価上厳しくなる組合せを選定する。

5.2.2 許容応力

サプレッションチェンバ出入口の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 5-3 に示すとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

サプレッションチェンバ出入口の使用材料の許容応力評価条件のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-5 に示す。

表5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度 分類	機器等 の区分	荷重の組合せ*1		許容応力状態
原子炉格納 施設	原子炉格納 容器	サブレッシ ョンチェン バ出入口	S	クラスMC 容器	D + P + M + S _d *	(9)	Ⅲ _A S
						(10) *3	
					(13)		
					D + P + M + S _s	(11)	Ⅳ _A S
						(12) *3	
						(14)	
					D + P _L + M _L + S _d **2	(16)	Ⅳ _A S

注記*1：（ ）内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-6の荷重の組合せのNo.を示す。

*2：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認する意味で、冷却材喪失事故後の最大内圧との組合せを考慮する。

*3：荷重の組合せとして考慮しないので評価しない。

表 5-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ*2		許容応力状態
原子炉格納施設	原子炉格納容器	サブプレッションチェンバ出入口	常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等 クラス2容器	$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$ *3	(V(L)-1)	$V_A S$ *4
					$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$	(V(LL)-1)	$V_A S$ *4

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：() 内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-7の荷重の組合せのNo.を示す。

*3：重大事故等後の最高内圧及び最高温度との組合せを考慮する。

*4： $V_A S$ として $IV_A S$ の許容限界を用いる。

表5-3 クラスMC容器及び重大事故等クラス2容器の許容応力

応力分類 許容 応力状態	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
Ⅲ _A S	S _y と0.6・S _u の小さい方。ただし、AS S及びHNAについては1.2・Sとする。	左欄の 1.5倍の値*4	3・S*1 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。	*2, *3 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。
Ⅳ _A S	構造上の連続な部分は0.6・S _u 、不連続な 部分はS _y と0.6・S _u の小さい方。ただ し、ASS及びHNAについては、構造上	左欄の 1.5倍の値*4		
V _A S*5	の連続な部分は2・Sと0.6・S _u の小さい 方、不連続な部分は1.2・Sとする。			

注記*1：3・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。また、S_mはSと読み替える。）の簡易弾塑性解析を用いる。

*2：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。

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

*4：設計・建設規格 PVB-3111に準じる場合は、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。

*5：V_ASとしてⅣ_ASの許容限界を用いる。

表5-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境 温度	104				
サプレッションチェンバ出入口円筒胴, サプレッションチェンバ出入口取付部	SGV49 (SGV480)	周囲環境 温度	104	131	237	430	—

表5-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境 温度	111/178* ² (200)* ³				
サプレッションチェンバ出入口円筒胴, サプレッションチェンバ出入口取付部	SGV49 (SGV480)	周囲環境 温度	111/178* ² (200)* ³	131	226	422	—

注記*1：SA 後長期 (L) の時 178°C，SA 後長期 (LL) の時 111°C。

*2：重大事故等時の評価温度として，保守的に限界温度を適用する。

5.2.4 設計荷重

(1) 設計基準対象施設としての設計荷重

設計基準対象施設としての評価圧力，評価温度及び死荷重は，以下のとおりとする。

外圧 P	13.7kPa (最高使用圧力)
内圧 P _L	206 kPa (冷却材喪失事故後の最大内圧)
温度 T	104℃ (最高使用温度)
死荷重 D	サプレッションチェンバ出入口の自重を死荷重とする。

$$W = \boxed{} \text{ N}$$

(2) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は，以下のとおりとする。

内圧 P _{SAL}	640kPa (SA 後長期 (L))
内圧 P _{SALL}	427kPa (SA 後長期 (LL))
温度 T _{SAL}	178℃ (SA 後長期 (L))
温度 T _{SALL}	111℃ (SA 後長期 (LL))

5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 5-6 及び表 5-7 に示す。

「弾性設計用地震動 S d 又は静的震度」及び「基準地震動 S s」による地震力は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

表 5-6 設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所 及び 設置高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉 格納容器 O.P. 1.49	0.122	0.102	$C_H=2.15$	$C_V=1.74$	$C_H=3.42$	$C_V=3.01$

表 5-7 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 設置高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d		基準地震動 S s	
	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉 格納容器 O.P. 1.49	0.123	0.103	$C_H=2.15$	$C_V=1.74$	$C_H=3.42$	$C_V=3.01$

5.4 計算方法

サプレッションチェンバ出入口の応力評価点は，サプレッションチェンバ出入口を構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し，発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 5-8 及び図 5-1 に示す。

表 5-8 応力評価点

応力評価点番号	応力評価点
P1*	蓋板中央部
P2*	フランジ
P3*	ボルト
P4	サプレッションチェンバ出入口円筒胴
P5	サプレッションチェンバ出入口取付部

注記*：応力評価点 P1～P3 については，地震荷重は荷重値が小さく無視できるので評価を行わない。

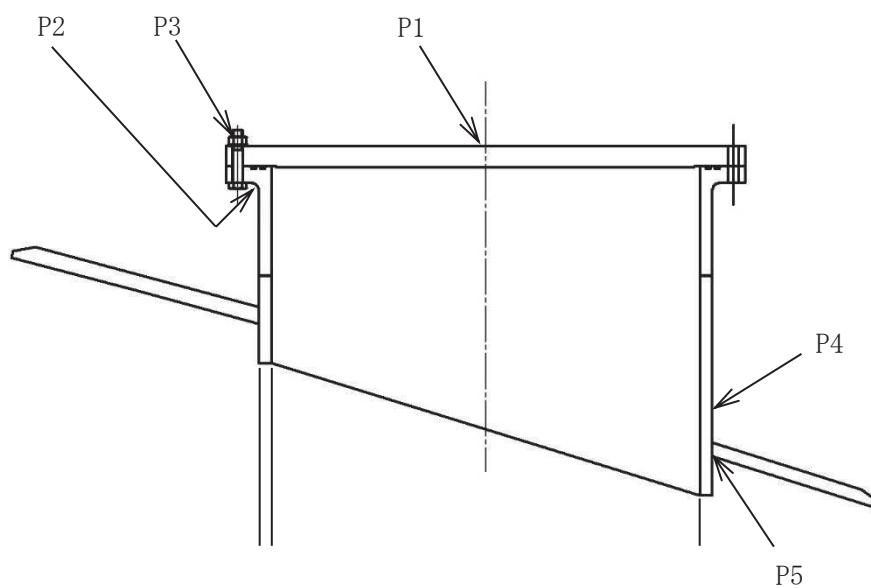


図 5-1 サプレッションチェンバ出入口の応力評価点

(1) サプレッションチェンバに作用する荷重による応力

応力計算方法は、添付書類「VI-2-9-2-1-2 サプレッションチェンバの耐震性についての計算書」に示す方法と同じであり、サプレッションチェンバ出入口の取付位置を考慮する。水平 2 方向及び鉛直方向の設計用地震力による応力は、二乗和平方根により組み合わせる。

(2) サプレッションチェンバ出入口に作用する荷重による応力

応力計算方法は、7. 参照図書(1)に示す方法と同じであり、サプレッションチェンバ出入口の自重、寸法等を考慮する。応力評価点 P4, P5 に作用する荷重を表 5-9 に示す。

表 5-9 応力評価点 P4, P5 に作用する荷重*2

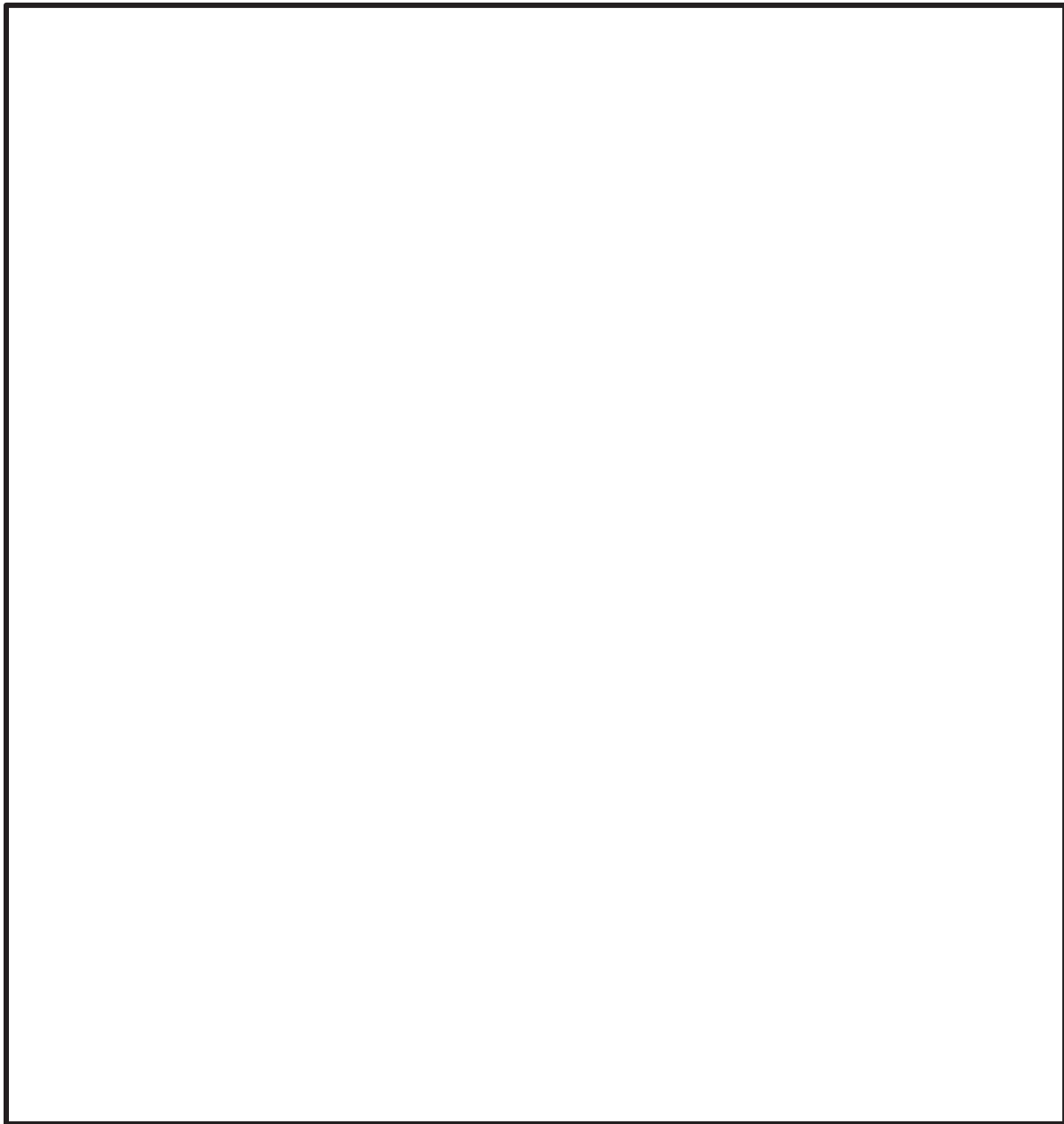
荷重の種類*1	死荷重	地震荷重
P	W	$W \cdot C_V$
M_L	—	$W \cdot \ell_2 \cdot C_H$
M_C	—	$W \cdot \ell_2 \cdot C_H$

注記*1：図 5-2 に示す荷重の記号による。

*2：応力評価点 P4 に対し、「5.2.4 設計荷重」に示す圧力も作用する。

表 5-9 の荷重によりサプレッションチェンバ出入口取付部に生じる応力を、参照図書(2)に基づき計算する方法を以下に示す。

なお、ここで使用する記号はすべて参照図書(2)に従う。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

荷重Pによる応力

方向	応力 評価点	位置	図の 番号	図からの 読取値	図からの読取値に 乗じる値	応力の 絶対値

02 ③ VI-2-9-2-2-4 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

荷重 M_L による応力

方向	応力 評価点	位置	図の 番号	図からの 読取值	図からの読取值に 乗じる値	応力の 絶対値

荷重 M_C による応力

方向	応力 評価点	位置	図の 番号	図からの 読取值	図からの読取值に 乗じる値	応力の 絶対値

O 2 ③ VI-2-9-2-2-4 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

5.5 計算条件

応力解析に用いる荷重を、「5.2 荷重の組合せ及び許容応力」及び「5.3 設計用地震力」に示す。

5.6 応力の評価

「5.4 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。ただし、一次＋二次応力が許容値を満足しない場合は、設計・建設規格 PVB-3300 に基づいて疲労評価を行い、疲労累積係数が1.0以下であること。

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

サブレーションチェンバ出入口の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。
発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を表 6-1 及び表 6-2 に示す。

表 6-1 許容応力状態Ⅲ_AS に対する評価結果 (D + P + M + S d*)

評価対象設備	評価部位		応力分類	Ⅲ _A S		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
サプレッション ンチェンバ出 入口	P4	サプレッションチェンバ出入口円筒胴	一次一般膜応力	5	237	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	5	356	○	
			一次+二次応力	8	393	○	
	P5	サプレッションチェンバ出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	33	356	○	
			一次+二次応力	138	393	○	

表 6-2(1) 許容応力状態IV_AS に対する評価結果 (D + P + M + S s)

評価対象設備	評価部位		応力分類	IV _A S		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
サプレッションチェンバ出入口	P4	サプレッションチェンバ出入口円筒胴	一次一般膜応力	8	258	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	8	387	○	
			一次+二次応力	14	393	○	
	P5	サプレッションチェンバ出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	53	387	○	
			一次+二次応力	228	393	○	

表 6-2(2) 許容応力状態IV_AS に対する評価結果 (D + P_L + M_L + S d *)

評価対象設備	評価部位		応力分類	IV _A S		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
サプレッションチェンバ出入口	P4	サプレッションチェンバ出入口円筒胴	一次一般膜応力	7	258	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	7	387	○	
			一次+二次応力	8	393	○	
	P5	サプレッションチェンバ出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	72	387	○	
			一次+二次応力	138	393	○	

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

サブプレッションチェンバ出入口の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価結果を表 6-3 に示す。

表 6-3(1) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 (D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d)

評価対象設備	評価部位		応力分類	V_{AS}		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
サプレッションチェンバ出入口	P4	サプレッションチェンバ出入口円筒胴	一次一般膜応力	11	253	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	11	379	○	
			一次+二次応力	8	393	○	
	P5	サプレッションチェンバ出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	184	379	○	
			一次+二次応力	148	393	○	

表 6-3(2) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$)

評価対象設備	評価部位		応力分類	V_{AS}		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
サプレッションチェンバ出入口	P4	サプレッションチェンバ出入口円筒胴	一次一般膜応力	12	253	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	12	379	○	
			一次+二次応力	14	393	○	
	P5	サプレッションチェンバ出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	153	379	○	
			一次+二次応力	248	393	○	

7. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書
添付書類「IV-3-1-2-4 原子炉格納容器配管貫通部の強度計算書」
- (2) K. R. WICHMAN, A. G. HOPPER AND J. L. MERSHON :
LOCAL STRESSES IN SPHERICAL AND CYLINDRICAL SHELLS DUE TO EXTERNAL LOADINGS.
WELDING RESEARCH COUNCIL BULLETIN, #107 AUGUST 1965

VI-2-9-2-3 エアロックの耐震性についての計算書

目 次

VI-2-9-2-3-1 所員用エアロックの耐震性についての計算書

VI-2-9-2-3-1 所員用エアロックの耐震性についての計算書

目次

1.	概要	1
2.	一般事項	1
2.1	構造計画	1
2.2	評価方針	3
2.3	適用基準	3
2.4	記号の説明	4
3.	評価部位	5
4.	固有周期	7
5.	構造強度評価	8
5.1	構造強度評価方法	8
5.2	荷重の組合せ及び許容応力	8
5.2.1	荷重の組合せ及び許容応力状態	8
5.2.2	許容応力	8
5.2.3	使用材料の許容応力評価条件	8
5.2.4	設計荷重	13
5.3	設計用地震力	14
5.4	計算方法	16
5.5	計算条件	18
5.6	応力の評価	18
6.	評価結果	19
6.1	設計基準対象施設としての評価結果	19
6.2	重大事故等対処設備としての評価結果	23
7.	参照図書	26

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、所員用エアロックが設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

所員用エアロックは、設計基準対象施設においては S クラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、本計算書においては、新規制対応工認対象となる設計用地震力及び重大事故等時に対する評価について記載するものとし、前述の荷重を除く荷重による所員用エアロックの評価は、平成 2 年 5 月 24 日付け元資庁第 14466 号にて認可された工事計画の添付書類（参照図書(1)）による（以下「既工認」という。）。

2. 一般事項

2.1 構造計画

所員用エアロックの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>所員用エアロックはドライウェルに支持される。 水平方向荷重は原子炉格納容器シヤラグ及び基部を介して、鉛直方向荷重は基部を介して原子炉建屋に伝達される。</p>	<p>内径 <input type="text"/> mm, 板厚 <input type="text"/> mm, 長さ <input type="text"/> mm の円筒胴及び板厚 <input type="text"/> mm の扉及び板厚 <input type="text"/> mm の隔壁構成される鋼製構造物である。</p>	<p>所員用エアロック</p> <p>所員用エアロック 拡大図</p> <p>(単位：mm)</p>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.2 評価方針

所員用エアロックの応力評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」にて算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。所員用エアロックの耐震評価フローを図 2-1 に示す。

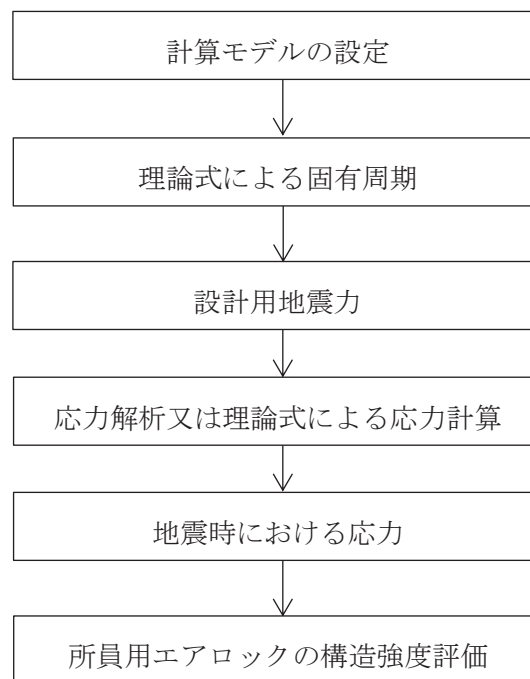


図 2-1 所員用エアロックの耐震評価フロー

2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

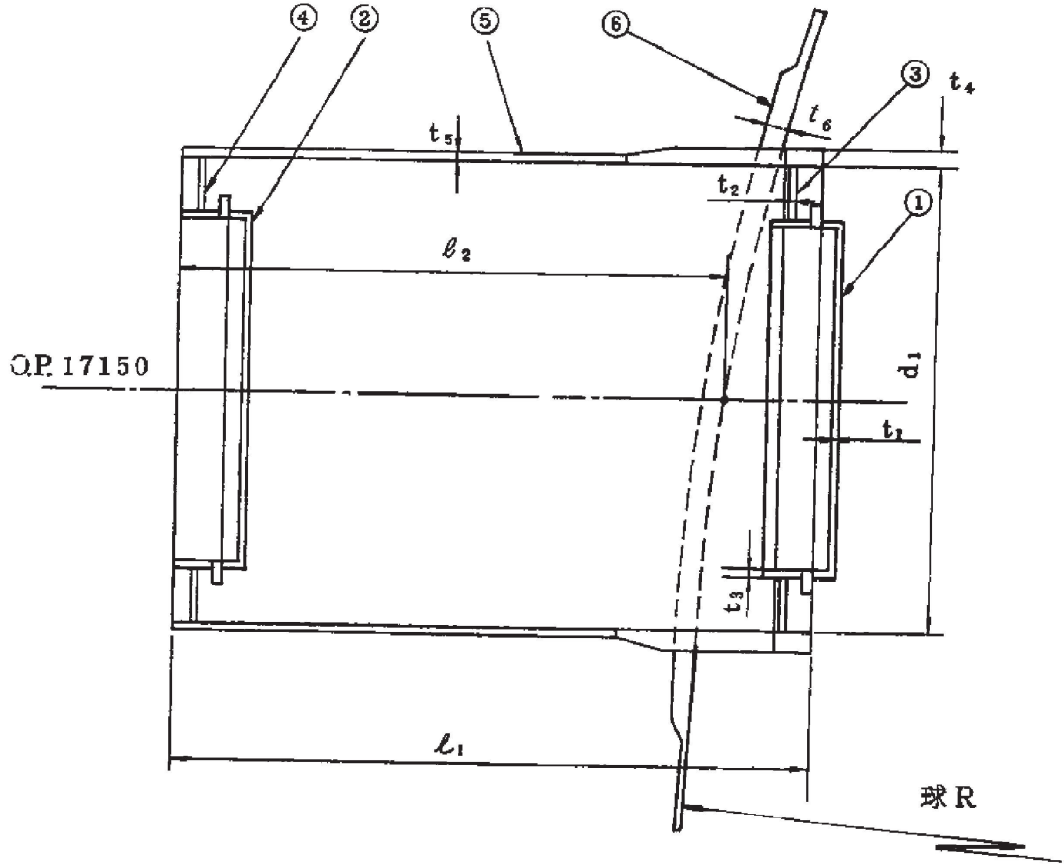
- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・ 補 -1984 ((社) 日本電気協会)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- (4) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
D	死荷重	—
d_i	直径	mm
ℓ_i	長さ ($i = 1, 2$)	mm
M	機械的荷重	—
M_L	地震と組み合わせる機械的荷重	—
M_{SAL}	機械的荷重 (SA 後長期 (L) 機械的荷重)	—
M_{SALL}	機械的荷重 (SA 後長期 (LL) 機械的荷重)	—
P	圧力	—
P_L	地震と組み合わせる圧力	—
P_{SAL}	圧力 (SA 後長期 (L) 圧力)	kPa
P_{SALL}	圧力 (SA 後長期 (LL) 圧力)	kPa
R	半径	mm
S	許容引張応力	MPa
S_d	弾性設計用地震動 S_d により定まる地震力	—
S_d^*	弾性設計用地震動 S_d により定まる地震力又は静的地震力	—
S_s	基準地震動 S_s により定まる地震力	—
S_u	設計引張強さ	MPa
S_y	設計降伏点	MPa
$S_y (RT)$	40°Cにおける設計降伏点	MPa
t_i	厚さ ($i = 1, 2, 3 \dots$)	mm
T_{SAL}	温度 (SA 後長期 (L) 温度)	°C
T_{SALL}	温度 (SA 後長期 (LL) 温度)	°C
ASS	オーステナイト系ステンレス鋼	—
HNA	高ニッケル合金	—

3. 評価部位

所員用エアロックの形状及び主要寸法を図 3-1 に、使用材料及び使用部位を表 3-1 に示す。



- ①内側扉 ②外側扉 ③内側隔壁 ④外側隔壁 ⑤円筒胴 ⑥補強板

$d_1 =$ <input type="text"/>	球 R = <input type="text"/>	
$l_1 =$ <input type="text"/>	$l_2 =$ <input type="text"/>	
$t_1 =$ <input type="text"/>	$t_2 =$ <input type="text"/>	$t_3 =$ <input type="text"/>
$t_4 =$ <input type="text"/>	$t_5 =$ <input type="text"/>	$t_6 =$ <input type="text"/>

(単位：mm)

図 3-1 所員用エアロックの形状及び主要寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-1 使用材料表

使用部位	使用材料	備考
内側扉	SGV49 (SGV480)	
外側扉	SGV49 (SGV480)	
内側隔壁	SGV49 (SGV480)	
外側隔壁	SGV49 (SGV480)	
水平及び垂直ビーム	SGV49 (SGV480)	
円筒胴	SGV49 (SGV480)	
補強板	SPV50 (SPV490)	

4. 固有周期

(1) 設計基準対象施設としての固有周期

設計基準対象施設における固有周期は、「5.2.4 設計荷重」に示す設計基準対象施設としての評価温度を考慮し算出する。固有周期を表 4-1 に示す。固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 4-1 固有周期（設計基準対象施設）

卓越方向	固有周期 (s)
水平方向（軸）	0.022
水平方向（軸直角）	0.023
鉛直方向（軸直角）	0.023

(2) 重大事故等対処設備としての固有周期

重大事故等対処設備における固有周期は、「5.2.4 設計荷重」に示す重大事故等時における評価温度を考慮し算出する。固有周期を表 4-2 に示す。固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 4-2 固有周期（重大事故等対処設備）

卓越方向	固有周期 (s)
水平方向（軸）	0.022
水平方向（軸直角）	0.023
鉛直方向（軸直角）	0.023

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

- (1) 所員用エアロックは、円筒胴がドライウエルに支持された構造であり、水平方向荷重は原子炉格納容器シヤラグ及び基部を介して、鉛直方向荷重は基部を介して原子炉建屋に伝達される。

所員用エアロックの耐震評価として、添付書類「VI-2-3-2 炉心、原子炉压力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉格納容器及び原子炉本体の基礎の地震応答計算書」において計算された荷重を用いて、参照図書(1)に示す既工認の手法に従い構造強度評価を行う。

- (2) 構造強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。
- (3) 概略構造図を表 2-1 に示す。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

所員用エアロックの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-2 に示す。

詳細な荷重の組合せは、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」に従い、対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお、考慮する荷重の組合せは、組み合わせる荷重の大きさを踏まえ、評価上厳しくなる組合せを選定する。

5.2.2 許容応力

所員用エアロックの許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 5-3 に示すとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

所員用エアロックの使用材料の許容応力評価条件のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-5 に示す。

表5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度 分類	機器等 の区分	荷重の組合せ*1		許容応力状態
原子炉格納 施設	原子炉格納 容器	所員用 エアロック	S	クラスMC 容器	D + P + M + S _d * [*]	(9)	Ⅲ _A S
						(10)	
					(13)		
					D + P + M + S _s	(11)	Ⅳ _A S
						(12)	
						(13)	
						(14)	
					D + P _L + M _L + S _d **2	(16)	Ⅳ _A S

注記*1：（ ）内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-6の荷重の組合せのNo.を示す。

*2：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認する意味で、冷却材喪失事故後の最大内圧との組合せを考慮する。

表 5-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ*2		許容応力状態
原子炉格納施設	原子炉格納容器	所員用エアロック	常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等 クラス2容器	$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$ *3	(V(L)-1)	$V_A S$ *4
					$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$	(V(LL)-1)	$V_A S$ *4

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：() 内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-7の荷重の組合せのNo.を示す。

*3：重大事故等後の最高内圧及び最高温度との組合せを考慮する。

*4： $V_A S$ として $IV_A S$ の許容限界を用いる。

表5-3 クラスMC容器及び重大事故等クラス2容器の許容応力

応力分類 許容 応力状態	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
Ⅲ _A S	S _y と0.6・S _u の小さい方。ただし、AS S及びHNAについては1.2・Sとする。	左欄の 1.5倍の値*4	3・S*1 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。	*2, *3 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。
Ⅳ _A S	構造上の連続な部分は0.6・S _u , 不連続な 部分はS _y と0.6・S _u 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 _u の小さい 方, 不連続な部分は1.2・Sとする。	左欄の 1.5倍の値*4		
V _A S*5				

II

注記*1: 3・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。また、S_mはSと読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

*2: 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。

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

*4: 設計・建設規格 PVB-3111に準じる場合は、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。

*5: V_ASとしてⅣ_ASの許容限界を用いる。

表5-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境 温度	171				
所員用エアロック取付部	SPV50 (SPV490)	周囲環境 温度	171	167	429	550	—

表5-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境 温度	111/178* ¹ (200)* ²				
所員用エアロック取付部	SPV50 (SPV490)	周囲環境 温度	111/178* ¹ (200)* ²	167	417	545	—

注記*1：SA 後長期（L）の時 178°C，SA 後長期（LL）の時 111°C。

*2：重大事故等時の評価温度として，保守的に限界温度を適用する。

5.2.4 設計荷重

(1) 設計基準対象施設としての設計荷重

設計基準対象施設としての設計荷重である，最高使用圧力，最高使用温度，死荷重及び活荷重は，既工認からの変更はなく，参照図書(1)に定めるとおりである。

(2) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は，以下のとおりとする。

内圧 P_{SAL}	640kPa (SA 後長期 (L))
内圧 P_{SALL}	427kPa (SA 後長期 (LL))
温度 T_{SAL}	178°C (SA 後長期 (L))
温度 T_{SALL}	111°C (SA 後長期 (LL))

5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 5-6～表 5-9 に示す。

「弾性設計用地震動 S d 又は静的震度」及び「基準地震動 S s」による地震力は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

表 5-6 設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所 及び 設置高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉 格納容器 O.P. 17.15	0.023	0.023	$C_H=0.93$	$C_V=0.57$	$C_H=1.68$	$C_V=0.98$

表 5-7 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 設置高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d		基準地震動 S s	
	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉 格納容器 O.P. 17.15	0.023	0.023	$C_H=0.93$	$C_V=0.57$	$C_H=1.68$	$C_V=0.98$

表 5-8 設計用地震力（設計基準対象施設）

応力評価点*	水平荷重 S d *		水平荷重 S s	
	せん断力 ($\times 10^3$ N)	モーメント ($\times 10^6$ N・mm)	せん断力 ($\times 10^3$ N)	モーメント ($\times 10^6$ N・mm)
P6				
P7				
P8				

注記*：応力評価点の位置は，図 5-1 参照のこと。

表 5-9 設計用地震力（重大事故等対処設備）

応力評価点* ¹	水平荷重 S d * ²		水平荷重 S s	
	せん断力 ($\times 10^3$ N)	モーメント ($\times 10^6$ N・mm)	せん断力 ($\times 10^3$ N)	モーメント ($\times 10^6$ N・mm)
P6				
P7				
P8				

注記*1：応力評価点の位置は，図 5-1 参照のこと。

*2：重大事故等対処設備に対し，弾性設計用地震動 S d に加えて静的地震力を考慮する。

5.4 計算方法

所員用エアロックの応力評価点は、所員用エアロックを構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 5-10 及び図 5-1 に示す。

応力計算方法は既工認から変更はなく、参照図書(1)に示すとおりである。

応力評価点 P6～P8 は既工認の各荷重による応力を比倍（圧力比，震度比等）し評価する。

表 5-10 応力評価点

応力評価点番号	応力評価点
P1*	内外扉垂直部材
P2*	内外扉水平部材
P3*	内外隔壁外側水平部材
P4*	内外隔壁内側垂直部材
P5*	内外隔壁内側水平部材
P6～P8	所員用エアロック取付部

注記*：応力評価点 P1～P5 については、地震荷重は荷重値が小さく無視できるので評価を行わない。

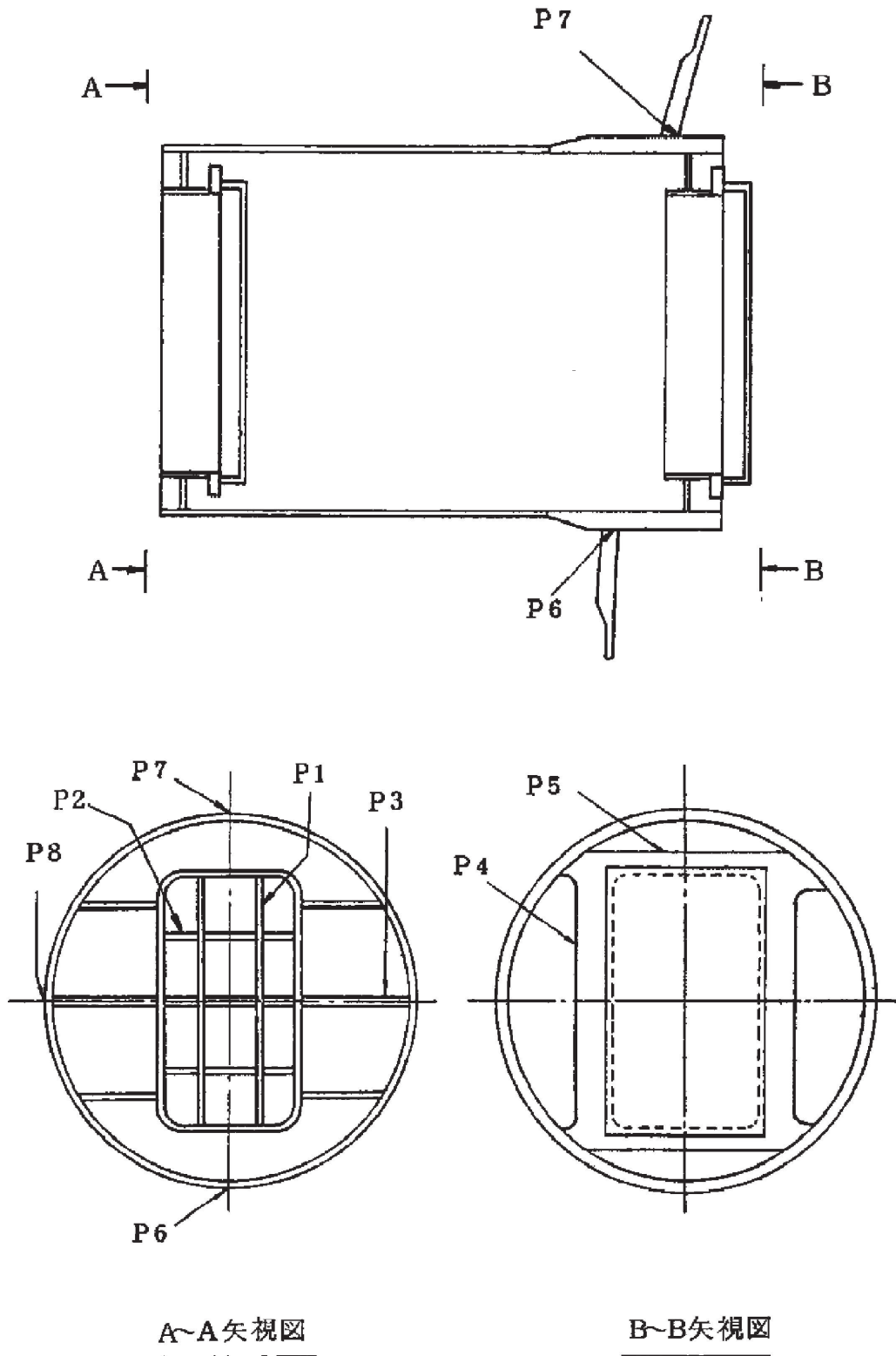


図 5-1 所員用エアロックの応力評価点

5.5 計算条件

応力解析に用いる荷重を、「5.2 荷重の組合せ及び許容応力」及び「5.3 設計用地震力」に示す。

5.6 応力の評価

「5.4 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。ただし、一次+二次応力が許容値を満足しない場合は、設計・建設規格 PVB-3300 に基づいて疲労評価を行い、疲労累積係数が1.0以下であること。

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

所員用エアロックの設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を表 6-1 及び表 6-2 に示す。

表 6-1 許容応力状態Ⅲ_AS に対する評価結果 (D + P + M + S d*)

評価対象設備	評価部位		応力分類	Ⅲ _A S		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
所員用 エアロック	P6	所員用エアロック取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	39	495	○	
			一次+二次応力	96	501	○	
	P7	所員用エアロック取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	47	495	○	
			一次+二次応力	96	501	○	
	P8	所員用エアロック取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	46	495	○	
			一次+二次応力	114	501	○	

表 6-2(1) 許容応力状態IV_AS に対する評価結果 (D + P + M + S_s)

評価対象設備	評価部位		応力分類	IV _A S		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
所員用 エアロック	P6	所員用エアロック取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	65	495	○	
			一次+二次応力	164	501	○	
	P7	所員用エアロック取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	73	495	○	
			一次+二次応力	160	501	○	
	P8	所員用エアロック取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	74	495	○	
			一次+二次応力	196	501	○	

表 6-2(2) 許容応力状態IV_{AS} に対する評価結果 (D + P_L + M_L + S d *)

評価対象設備	評価部位		応力分類	IV _{AS}		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
所員用 エアロック	P6	所員用エアロック取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	78	495	○	
			一次+二次応力	86	501	○	
	P7	所員用エアロック取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	88	495	○	
			一次+二次応力	90	501	○	
	P8	所員用エアロック取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	86	495	○	
			一次+二次応力	100	501	○	

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

所員用エアロックの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価結果を表 6-3 に示す。

表 6-3(1) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SAL} + M_{SAL} + S d$)

評価対象設備	評価部位		応力分類	V_{AS}		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
所員用 エアロック	P6	所員用エアロック取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	130	490	○	
			一次+二次応力	86	501	○	
	P7	所員用エアロック取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	141	490	○	
			一次+二次応力	90	501	○	
	P8	所員用エアロック取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	139	490	○	
			一次+二次応力	100	501	○	

表 6-3(2) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$)

評価対象設備	評価部位		応力分類	V_{AS}		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
所員用 エアロック	P6	所員用エアロック取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	114	490	○	
			一次+二次応力	146	501	○	
	P7	所員用エアロック取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	123	490	○	
			一次+二次応力	146	501	○	
	P8	所員用エアロック取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	125	490	○	
			一次+二次応力	170	501	○	

7. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書
添付書類「IV-3-1-1-6 所員用エアロックの強度計算書」

VI-2-9-2-4 原子炉格納容器配管貫通部及び電気配線貫通部の耐震性について
の計算書

目 次

VI-2-9-2-4-1 原子炉格納容器配管貫通部の耐震性についての計算書

VI-2-9-2-4-2 原子炉格納容器電気配線貫通部の耐震性についての計算書

VI-2-9-2-4-1 原子炉格納容器配管貫通部の耐震性についての計算書

目次

1.	概要	1
2.	一般事項	1
2.1	構造計画	1
2.2	評価方針	3
2.3	適用基準	3
2.4	記号の説明	4
3.	評価部位	5
4.	構造強度評価	7
4.1	構造強度評価方法	7
4.2	荷重の組合せ及び許容応力	7
4.2.1	荷重の組合せ及び許容応力状態	7
4.2.2	許容応力	7
4.2.3	使用材料の許容応力評価条件	7
4.2.4	設計荷重	13
4.3	設計用地震力	15
4.4	計算方法	16
4.5	計算条件	18
4.6	応力の評価	18
5.	評価結果	19
5.1	設計基準対象施設としての評価結果	19
5.2	重大事故等対処設備としての評価結果	23
6.	参照図書	26

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、原子炉格納容器配管貫通部が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

表 2-1 に示す貫通部形式のうち、形式 1 は管口径が大きく反力の大きい配管類の貫通部に用いている。この形式の貫通部は、原子炉格納容器外側で原子炉建屋にアンカされ、ベローズによって建屋とドライウエルの相対変位を吸収する構造となっている。このため貫通部への反力は極めて小さい。したがって、貫通部の構造強度評価は省略する。

形式 2 及び 3 の貫通部は配管の反力が直接作用する。したがって、貫通部の構造強度評価を実施する。本計算書では、口径が大きく、荷重の大きくなる X-81 及び X-230 を代表貫通部として構造強度評価を実施する。

原子炉格納容器配管貫通部は、設計基準対象施設においては S クラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての代表的な貫通部に対する構造強度評価を示す。

なお、本計算書においては、新規制対応工認対象となる設計用地震力及び重大事故等時に対する評価について記載するものとし、前述の荷重を除く荷重による原子炉格納容器配管貫通部の評価は、平成 2 年 5 月 24 日付け元資庁第 14466 号にて認可された工事計画の添付書類（参照図書(1)）による（以下「既工認」という。）。

2. 一般事項

2.1 構造計画

原子炉格納容器配管貫通部の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>原子炉格納容器配管貫通部は原子炉格納容器（ドライウエルまたはサプレッションチェンバ）に支持される。形式 1 にベローズ、形式 1 と形式 2 に端板を備える。</p> <p>原子炉格納容器配管貫通部は、原子炉格納容器と一体構造となっており、鉛直方向荷重及び水平方向荷重は、原子炉格納容器シヤラグ、ドライウエル底部またはサプレッションチェンバボックスサポートを介して原子炉建屋に伝達される。</p>	<p>鋼製のスリーブ（貫通部管台）が原子炉格納容器に溶接支持される構造である。形式 1 にベローズ、形式 1 と形式 2 に端板を備える。</p>	

2.2 評価方針

原子炉格納容器配管貫通部の応力評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所に作用する設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することを実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

原子炉格納容器配管貫通部の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

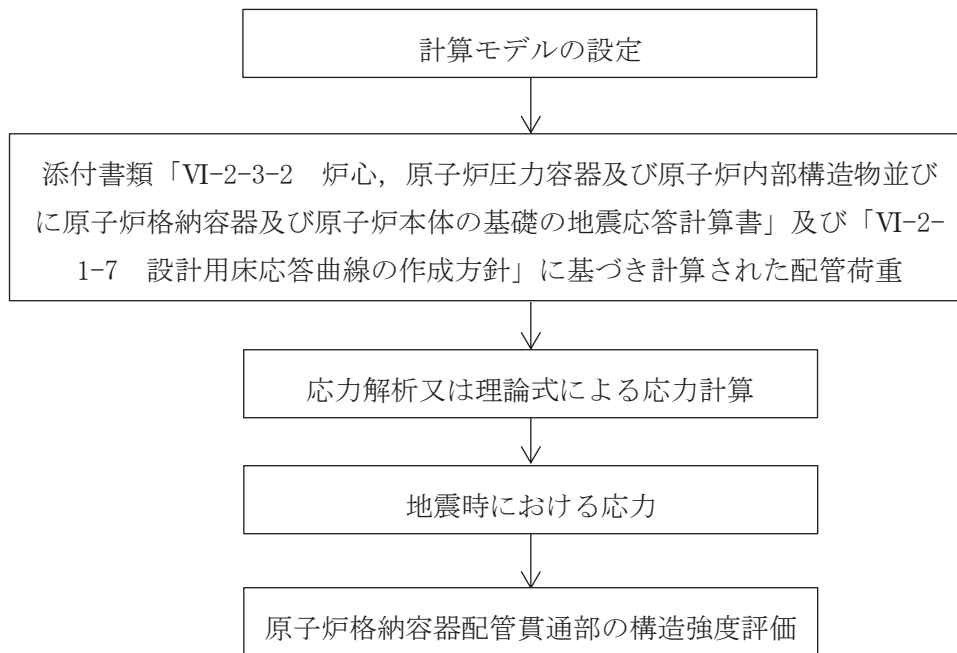


図 2-1 原子炉格納容器配管貫通部の耐震評価フロー

2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

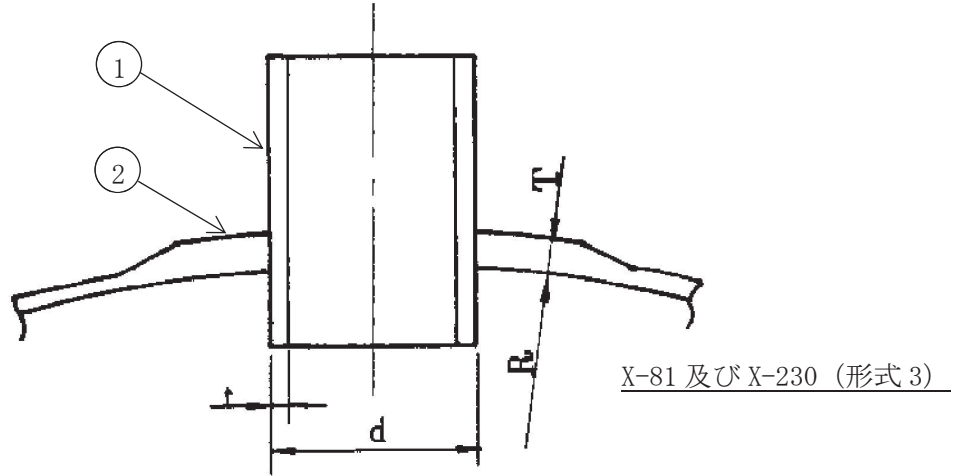
- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・ 補 -1984 ((社) 日本電気協会)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- (4) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
d	直径	mm
D	死荷重	—
M	機械的荷重	—
M_i	モーメント ($i = 1, 2$)	N・mm
M_L	地震と組み合わせる機械的荷重	—
M_{SAL}	機械的荷重 (SA 後長期 (L) 機械的荷重)	—
M_{SALL}	機械的荷重 (SA 後長期 (LL) 機械的荷重)	—
P	圧力, 軸力	—, N
P_L	地震と組み合わせる圧力	—
P_{SAL}	圧力 (SA 後長期 (L) 圧力)	kPa
P_{SALL}	圧力 (SA 後長期 (LL) 圧力)	kPa
R	半径	mm
S	許容引張応力	MPa
S_d	弾性設計用地震動 S_d により定まる地震力	—
S_d^*	弾性設計用地震動 S_d により定まる地震力又は静的地震力	—
S_s	基準地震動 S_s により定まる地震力	—
S_u	設計引張強さ	MPa
S_y	設計降伏点	MPa
$S_y (RT)$	40°Cにおける設計降伏点	MPa
t	厚さ	mm
T	厚さ	mm
T_{SAL}	温度 (SA 後長期 (L) 温度)	°C
T_{SALL}	温度 (SA 後長期 (LL) 温度)	°C
ASS	オーステナイト系ステンレス鋼	—
HNA	高ニッケル合金	—

3. 評価部位

代表的な原子炉格納容器配管貫通部 X-81 及び X-230 の形状及び主要寸法を図 3-1 に、使用材料及び使用部位を表 3-1 に示す。



①貫通部管台

②補強板

貫通部 番号	形式	名称	d	t	T	R
			(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
X-81	3					
X-230	3					

図 3-1 代表的な原子炉格納容器配管貫通部の形状及び主要寸法

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 3-1 使用材料表

使用部位	貫通部番号	使用材料	備考
貫通部管台	X-81	STS42 (STS410)	
	X-230	STS42 (STS410)	
補強板	X-81	SPV50 (SPV490)	
	X-230	SGV49 (SGV480)	

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

- (1) 原子炉格納容器配管貫通部は、貫通部管台が原子炉格納容器に支持された構造であり、鉛直方向荷重及び水平方向荷重は、原子炉格納容器シヤラグ、ドライウェル底部またはサプレッションチェンバボックスサポートを介して原子炉建屋に伝達される。

原子炉格納容器配管貫通部の耐震評価として、添付書類「VI-2-3-2 炉心，原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉格納容器及び原子炉本体の基礎の地震応答計算書」及び「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」において計算された荷重を用いて、参照図書(1)に示す既工認の手法に従い構造強度評価を行う。

- (2) 構造強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。
- (3) 概略構造図を表 2-1 に示す。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉格納容器配管貫通部の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

詳細な荷重の組合せは、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」に従い、対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお、考慮する荷重の組合せは、組み合わせる荷重の大きさを踏まえ、評価上厳しくなる組合せを選定する。

4.2.2 許容応力

原子炉格納容器配管貫通部の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 に示すとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

原子炉格納容器配管貫通部の使用材料の許容応力評価条件のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

表4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度 分類	機器等 の区分	荷重の組合せ*1		許容応力状態
原子炉格納 施設	原子炉格納 容器	原子炉格納 容器配管貫 通部	S	クラスMC 容器	D + P + M + S _d *	(9)	III _A S
						(10)	
					(13)		
					D + P + M + S _s	(11)	IV _A S
						(12)	
						(13)	
					D + P _L + M _L + S _d **2	(14)	IV _A S
						(15)	
						(16)	

注記*1：（ ）内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-6の荷重の組合せのNo.を示す。

*2：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認する意味で、冷却材喪失事故後の最大内圧との組合せを考慮する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ*2		許容応力状態
原子炉格納施設	原子炉格納容器	原子炉格納容器配管貫通部	常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等 クラス2容器	$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S d^{*3}$	(V(L)-1)	$V_A S^{*4}$
					$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S s$	(V(LL)-1)	$V_A S^{*4}$

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：() 内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表3-7の荷重の組合せのNo. を示す。

*3：重大事故等後の最高内圧及び最高温度との組合せを考慮する。

*4： $V_A S$ として $IV_A S$ の許容限界を用いる。

表4-3 クラスMC容器及び重大事故等クラス2容器の許容応力

応力分類 許容 応力状態	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
Ⅲ _A S	S _y と0.6・S _u の小さい方。ただし、AS S及びHNAについては1.2・Sとする。	左欄の 1.5倍の値*4	3・S*1 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。	*2, *3 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。
Ⅳ _A S	構造上の連続な部分は0.6・S _u , 不連続な 部分はS _y と0.6・S _u の小さい方。ただ し、ASS及びHNAについては、構造上	左欄の 1.5倍の値*4		
V _A S*5	の連続な部分は2・Sと0.6・S _u の小さい 方、不連続な部分は1.2・Sとする。			

注記*1: 3・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。また、S_mはSと読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

*2: 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。

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

*4: 設計・建設規格 PVB-3111に準じる場合は、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。

*5: V_ASとしてⅣ_ASの許容限界を用いる。

表4-4 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	貫通部番号	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
			周囲環境 温度					
貫通部管台取付部	X-81	SPV50 (SPV490)	周囲環境 温度	171	167	429	550	—
貫通部管台取付部	X-230	SGV49 (SGV480)	周囲環境 温度	104	131	237	430	—
貫通部管台	X-81	STS42 (STS410)	周囲環境 温度	171	114	211	404	—
貫通部管台	X-230	STS42 (STS410)	周囲環境 温度	104	114	219	404	—

表4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	貫通部番号	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
			周囲環境 温度	111/178* ¹ (200)* ²				
貫通部管台取付部	X-81	SPV50* ¹ (SPV490)	周囲環境 温度	111/178* ¹ (200)* ²	167	—	545	—
貫通部管台取付部	X-230	SGV49 (SGV480)	周囲環境 温度	111/178* ¹ (200)* ²	131	—	422	—
貫通部管台	X-81 X-230	STS42 (STS410)	周囲環境 温度	111/178* ¹ (200)* ²	114	—	404	—

注記*1：SA 後長期 (L) の時 178°C，SA 後長期 (LL) の時 111°C。

*2：重大事故等時の評価温度として，保守的に限界温度を適用する。

4.2.4 設計荷重

(1) 設計基準対象施設としての設計荷重

設計基準対象施設としての設計荷重である，圧力及び最高使用温度は既工認（参照図書(1)）からの変更はなく，次のとおりである。

内圧（冷却材喪失事故後の最大内圧）	324 kPa（ドライウエル）
内圧（冷却材喪失事故後の最大内圧）	206 kPa（サプレッションチェンバ）
外圧	13.7 kPa
温度（最高使用温度）	171 °C（ドライウエル）
温度（最高使用温度）	104 °C（サプレッションチェンバ）

(2) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は，以下のとおりとする。

内圧 P_{SAL}	640kPa（SA 後長期（L））
内圧 P_{SALL}	427kPa（SA 後長期（LL））
温度 T_{SAL}	178°C（SA 後長期（L））
温度 T_{SALL}	111°C（SA 後長期（LL））

(3) 配管荷重

図 3-1 の原子炉格納容器配管貫通部に作用する配管荷重による設計荷重を表 4-6 及び表 4-7 に示す。原子炉格納容器配管貫通部の荷重作用方向を図 4-1 に示す。

表 4-6 原子炉格納容器配管貫通部の設計荷重（設計基準対象施設）

貫通部 番号	最高使用圧力 (kPa)		地震荷重	死荷重			地震荷重		
				軸力 (N)	モーメント (N・mm)		軸力 (N)	モーメント (N・mm)	
	内圧	外圧		P	M ₁	M ₂	P	M ₁	M ₂
X-81	427	13.7	地震荷重 S _d *作用時 地震荷重 S _s 作用時						
X-230	427	13.7	地震荷重 S _d *作用時 地震荷重 S _s 作用時						

表 4-7 原子炉格納容器配管貫通部の設計荷重（重大事故等対処設備）

貫通部 番号	最高使用圧力 (kPa)		地震荷重	死荷重			地震荷重		
				軸力 (N)	モーメント (N・mm)		軸力 (N)	モーメント (N・mm)	
	内圧	外圧		P	M ₁	M ₂	P	M ₁	M ₂
X-81	854	—	地震荷重 S _d 作用時 地震荷重 S _s 作用時						
X-230	854	—	地震荷重 S _d 作用時 地震荷重 S _s 作用時						

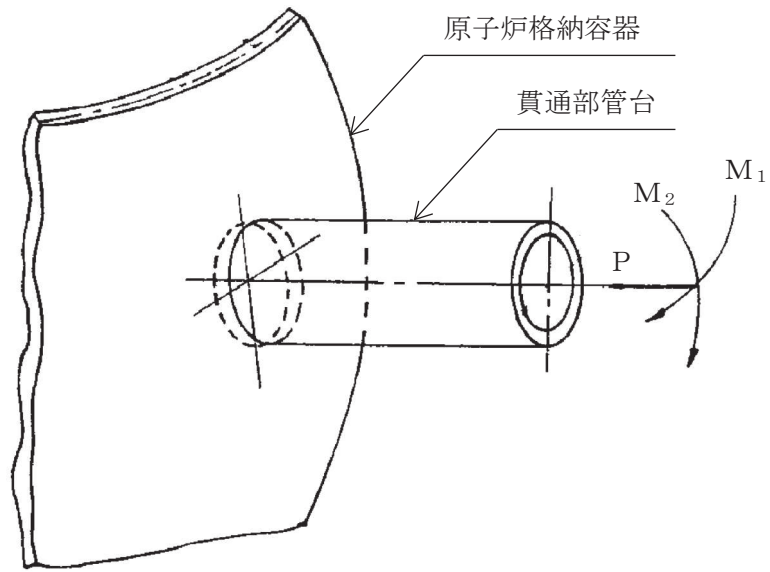


図 4-1 原子炉格納容器配管貫通部の荷重作用方向

4.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力は、「4.2.4(3) 配管荷重」に示す配管の地震応答解析で計算された荷重、または荷重値に対し余裕を考慮した値を用いる。

4.4 計算方法

原子炉格納容器配管貫通部の応力評価点は、原子炉格納容器配管貫通部を構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 4-8 及び図 4-2 に示す。

応力計算方法は既工認から変更はなく、参照図書(1)に示すとおりである。貫通部 X-81 高さにおける断面性能等を考慮する。

応力評価点 P1 は 6.参照図書 (1) に示す方法により計算された応力を、各荷重により比倍(圧力比、震度比等)し評価する。

表 4-8 応力評価点

応力評価点番号	応力評価点
P1	X-81 貫通部管台取付部
P2	X-230 貫通部管台取付部
P3	X-81 貫通部管台
P4	X-230 貫通部管台

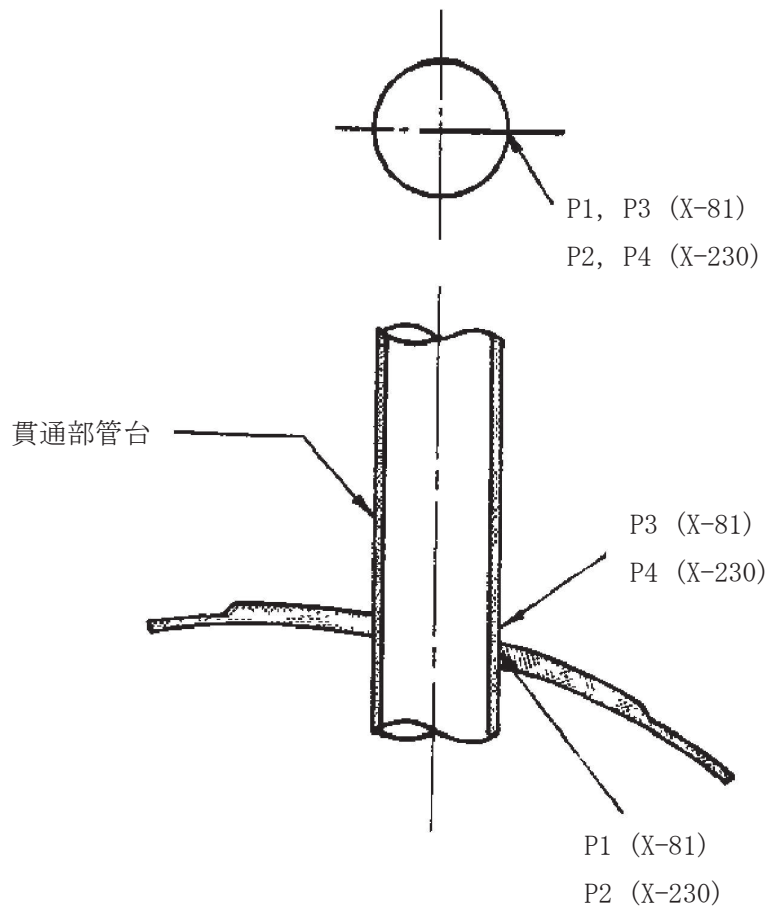


図 4-2 原子炉格納容器配管貫通部の応力評価点

4.5 計算条件

応力解析に用いる荷重を、「4.2 荷重の組合せ及び許容応力」及び「4.3 設計用地震力」に示す。

4.6 応力の評価

「4.4 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。ただし、一次＋二次応力が許容値を満足しない場合は、設計・建設規格 PVB-3300 に基づいて疲労評価を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。

5. 評価結果

5.1 設計基準対象施設としての評価結果

原子炉格納容器配管貫通部の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を表 5-1 及び表 5-2 に示す。

表 5-1 許容応力状態Ⅲ_AS に対する評価結果 (D + P + M + S d*)

評価対象設備	評価部位		応力分類	Ⅲ _A S		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
原子炉 格納容器 配管貫通部	P1	X-81 貫通部管台取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	34	495	○	
			一次+二次応力	148	501	○	
	P2	X-230 貫通部管台取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	34	356	○	
			一次+二次応力	180	393	○	
	P3	X-81 貫通部管台	一次一般膜応力	7	211	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	7	316	○	
			一次+二次応力	10	342	○	
	P4	X-230 貫通部管台	一次一般膜応力	7	219	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	7	329	○	
			一次+二次応力	10	342	○	

表 5-2(1) 許容応力状態IV_AS に対する評価結果 (D + P + M + S_s)

評価対象設備	評価部位		応力分類	IV _A S		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
原子炉 格納容器 配管貫通部	P1	X-81 貫通部管台取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	71	495	○	
			一次+二次応力	272	501	○	
	P2	X-230 貫通部管台取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	47	387	○	
			一次+二次応力	240	393	○	
	P3	X-81 貫通部管台	一次一般膜応力	11	242	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	11	363	○	
			一次+二次応力	18	342	○	
	P4	X-230 貫通部管台	一次一般膜応力	9	242	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	9	364	○	
			一次+二次応力	14	342	○	

表 5-2(2) 許容応力状態IV_AS に対する評価結果 (D + P_L + M_L + S d *)

評価対象設備	評価部位		応力分類	IV _A S		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
原子炉 格納容器 配管貫通部	P1	X-81 貫通部管台取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	80	495	○	
			一次+二次応力	146	501	○	
	P2	X-230 貫通部管台取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	71	387	○	
			一次+二次応力	180	393	○	
	P3	X-81 貫通部管台	一次一般膜応力	8	242	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	8	363	○	
			一次+二次応力	10	342	○	
	P4	X-230 貫通部管台	一次一般膜応力	7	242	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	7	364	○	
			一次+二次応力	10	342	○	

5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉格納容器配管貫通部の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価結果を表 5-3 に示す。

表 5-3(1) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 (D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d)

評価対象設備	評価部位		応力分類	V_{AS}		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
原子炉 格納容器 配管貫通部	P1	X-81 貫通部管台取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	134	490	○	
			一次+二次応力	146	501	○	
	P2	X-230 貫通部管台取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	183	379	○	
			一次+二次応力	190	393	○	
	P3	X-81 貫通部管台	一次一般膜応力	9	242	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	9	363	○	
			一次+二次応力	10	342	○	
	P4	X-230 貫通部管台	一次一般膜応力	9	242	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	9	363	○	
			一次+二次応力	10	342	○	

表 5-3(2) 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$)

評価対象設備	評価部位		応力分類	V_{AS}		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
原子炉 格納容器 配管貫通部	P1	X-81 貫通部管台取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	128	490	○	
			一次+二次応力	272	501	○	
	P2	X-230 貫通部管台取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	147	379	○	
			一次+二次応力	262	393	○	
	P3	X-81 貫通部管台	一次一般膜応力	12	242	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	12	363	○	
			一次+二次応力	18	342	○	
	P4	X-230 貫通部管台	一次一般膜応力	10	242	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	10	363	○	
			一次+二次応力	14	342	○	

6. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書
添付書類「IV-3-1-2-4 原子炉格納容器配管貫通部の強度計算書」

VI-2-9-2-4-2 原子炉格納容器電気配線貫通部の耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用基準	3
2.4 記号の説明	4
3. 評価部位	5
4. 固有周期	6
5. 構造強度評価	7
5.1 構造強度評価方法	7
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	7
5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	7
5.2.2 許容応力	7
5.2.3 使用材料の許容応力評価条件	7
5.2.4 設計荷重	13
5.3 設計用地震力	15
5.4 計算方法	17
5.5 計算条件	18
5.6 応力の評価	18
6. 評価結果	19
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	19
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	22
7. 参照図書	25

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、原子炉格納容器電気配線貫通部が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

原子炉格納容器電気配線貫通部は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

なお、本計算書においては、新規制対応工認対象となる設計用地震力及び重大事故等時に対する評価について記載するものとし、前述の荷重を除く荷重による原子炉格納容器電気配線貫通部の評価は、平成2年5月24日付け元資庁第14466号にて認可された工事計画の添付書類（参照図書(1)）による（以下「既工認」という。）。

2. 一般事項

2.1 構造計画

原子炉格納容器電気配線貫通部の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>原子炉格納容器電気配線貫通部は原子炉格納容器（ドライウエルまたはサブプレッションチェンバ）に支持される。</p> <p>原子炉格納容器電気配線貫通部は、原子炉格納容器と一体構造となっており、鉛直方向荷重及び水平方向荷重は、原子炉格納容器シヤラグ、ドライウエル底部またはサブプレッションチェンバボックスサポートを介して原子炉建屋に伝達される。</p>	<p>原子炉格納容器に円筒形スリーブ、アダプタ及びヘッダが取り付けられた鋼製構造物である。</p>	<p>原子炉格納容器電気配線貫通部</p> <p>原子炉格納容器内側</p> <p>原子炉格納容器</p> <p>アダプタ</p> <p>スリーブ</p> <p>ヘッダ</p> <p>フランジ</p> <p>端子箱</p> <p>端子箱</p> <p>原子炉格納容器電気配線貫通部 拡大図</p>

2.2 評価方針

原子炉格納容器電気配線貫通部の応力評価は、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」及び「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」にて算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することを実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

原子炉格納容器電気配線貫通部の耐震評価フローを図 2-1 に示す

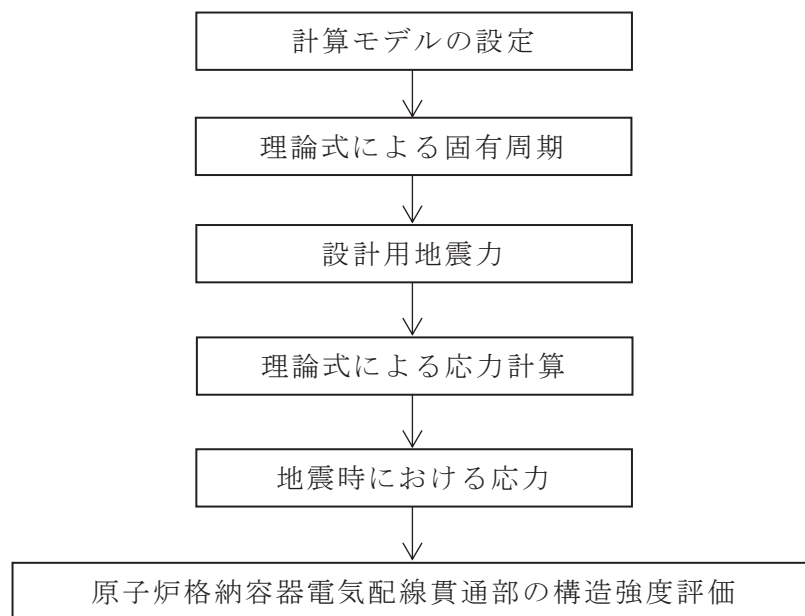


図 2-1 原子炉格納容器電気配線貫通部の耐震評価フロー

2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 - 1987 ((社) 日本電気協会)
- (2) 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 ((社) 日本電気協会)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 - 1991 追補版) ((社) 日本電気協会)
- (4) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
D	死荷重	—
D _o	スリーブ外径	mm
D _i	スリーブ内径	mm
L	スリーブ長さ	mm
M	機械的荷重	—
M _L	地震と組み合わせる機械的荷重	—
M _{SAL}	機械的荷重 (SA 後長期 (L) 機械的荷重)	—
M _{SALL}	機械的荷重 (SA 後長期 (LL) 機械的荷重)	—
P	圧力	—
P _L	地震と組み合わせる圧力	—
P _{SAL}	圧力 (SA 後長期 (L) 圧力)	kPa
P _{SALL}	圧力 (SA 後長期 (LL) 圧力)	kPa
T _{SAL}	温度 (SA 後長期 (L) 温度)	℃
T _{SALL}	温度 (SA 後長期 (LL) 温度)	℃
S _s	基準地震動 S _s により定まる地震力	—
S _d	弾性設計用地震動 S _d により定まる地震力	—
S _d *	弾性設計用地震動 S _d により定まる地震力又は静的地震力	—
S	許容引張応力	MPa
S _u	設計引張強さ	MPa
S _y	設計降伏点	MPa
S _y (RT)	40℃における設計降伏点	MPa
ASS	オーステナイト系ステンレス鋼	—
HNA	高ニッケル合金	—

3. 評価部位

原子炉格納容器電気配線貫通部の形状を図 3-1 に，仕様を表 3-1 に示す。

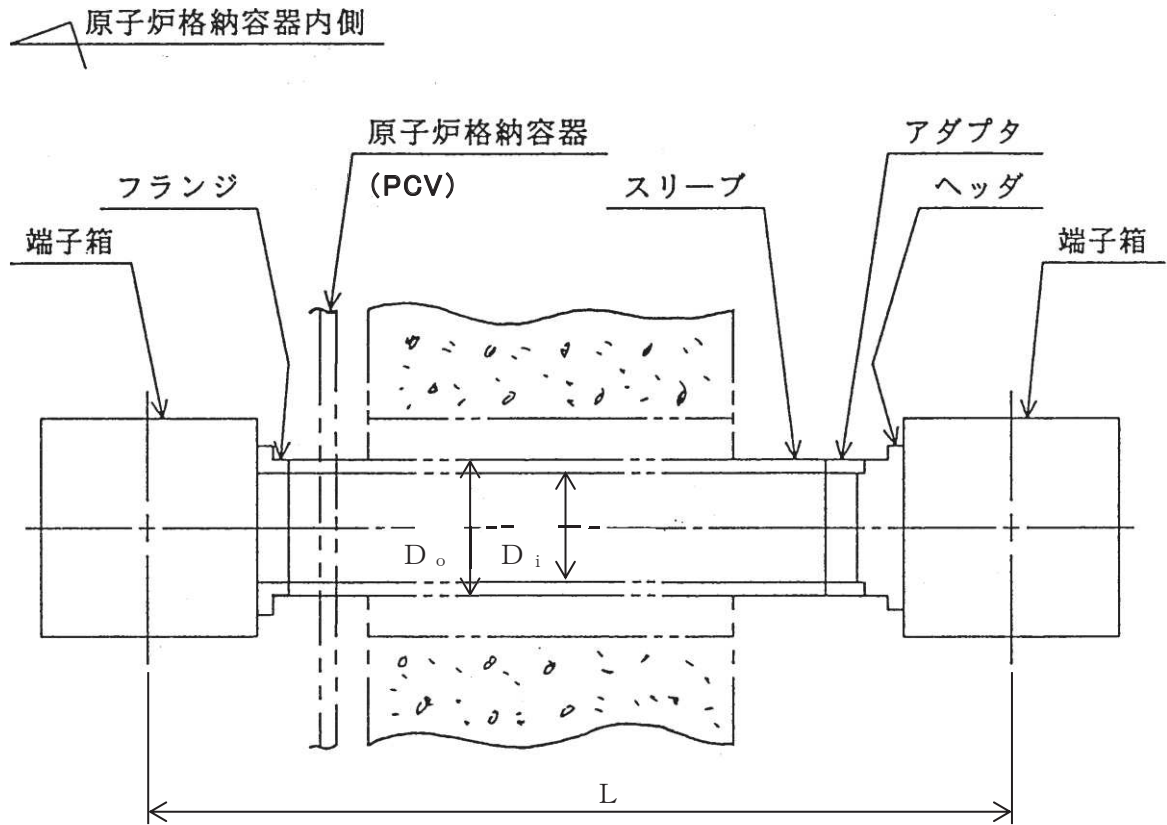


図 3-1 原子炉格納容器電気配線貫通部の形状

表 3-1 原子炉格納容器電気配線貫通部の仕様 (mm)

貫通部番号	スリーブ外形 D_o	スリーブ内径 D_i	スリーブ長さ L
X-101A			
X-105A			

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4. 固有周期

(1) 設計基準対象施設としての固有周期

設計基準対象施設における固有周期は、「5.2.4 設計荷重」に示す設計基準対象施設としての評価温度を考慮し算出する。固有周期を表 4-1 に示す。X-101A の固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。X-105A の固有周期は 0.05 秒を超えており、柔であることを確認した。

表 4-1 固有周期（設計基準対象施設）

貫通部番号	水平方向
X-101A	
X-105A	

(2) 重大事故等対処設備としての固有周期

重大事故等対処設備における固有周期は、「5.2.4 設計荷重」に示す重大事故等時における評価温度を考慮し算出する。固有周期を表 4-2 に示す。X-101A の固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。X-105A の固有周期は 0.05 秒を超えており、柔であることを確認した。

表 4-2 固有周期（重大事故等対処設備）

貫通部番号	水平方向
X-101A	
X-105A	

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

- (1) 原子炉格納容器電気配線貫通部は、スリーブが原子炉格納容器に支持された構造であり、鉛直方向荷重及び水平方向荷重は、原子炉格納容器シヤラグ、ドライウェル底部またはサプレッションチェンバボックスサポートを介して原子炉建屋に伝達される。

原子炉格納容器電気配線貫通部の耐震評価として、添付書類「VI-2-3-2 炉心、原子炉圧力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉格納容器及び原子炉本体の基礎の地震応答計算書」及び「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」において計算された荷重を用いて、参照図書(1)に示す既工認の手法に従い構造強度評価を行う。

- (2) 構造強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。
- (3) 概略構造図を表 2-1 に示す。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉格納容器電気配線貫通部の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-2 に示す。

詳細な荷重の組合せは、添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」に従い、対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお、考慮する荷重の組合せは、組み合わせる荷重の大きさを踏まえ、評価上厳しくなる組合せを選定する。

5.2.2 許容応力

原子炉格納容器電気配線貫通部の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 5-3 に示すとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

原子炉格納容器電気配線貫通部の使用材料の許容応力評価条件のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-5 に示す。

表 5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度 分類	機器等 の区分	荷重の組合せ*1		許容応力状態
原子炉 格納施設	原子炉 格納容器	原子炉格納容器 電気配線貫通部	S	クラスMC容器	D + P + M + S _d * [*]	(9)	III _A S
						(10)	
					(13)		
					D + P + M + S _s	(11)	IV _A S
						(12)	
						(14)	
					D + P _L + M _L + S _d **2	(16)	

注記 *1: () 内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表 3-6 の荷重の組合せ No. を示す。

*2: 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認する意味で、冷却材喪失事故後の最大内圧との組合せを考慮する。

表 5-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ*2		許容応力状態
原子炉 格納施設	原子炉 格納容器	原子炉格納容器 電気配線貫通部	常設耐震 ／防止 常設／緩和	重大事故等 クラス 2 容器	$D + P_{SAL}$ $+ M_{SAL} + S_d$ *3	V(L)-1	V_{AS}
					$D + P_{SALL}$ $+ M_{SALL} + S_s$	V(LL)-1	

注記 *1: 「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備, 「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2: () 内は添付書類「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」における表 3-7 の荷重の組合せ No. を示す。

*3: 重大事故等後の最高内圧及び最高温度との組合せを考慮する。

*4: V_{AS} として IV_{AS} の許容限界を用いる。

表 5-3 クラスMC 容器及び重大事故等クラス 2 容器の許容応力

応力分類 許容 応力状態	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
III _{AS}	S_y と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については $1.2 \cdot S$ とする。	左欄の 1.5 倍の値 ^{*1}	$3 \cdot S$ ^{*2} 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。	^{*3, *4} 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。
IV _{AS}	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。	左欄の 1.5 倍の値 ^{*1}		
V _{AS} ^{*5}	ただし、ASS 及び HNA については、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。			

注記 *1: 設計・建設規格 PVB-3111 に準じる場合は、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。

*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: V_{AS} として IV_{AS} の許容限界を用いる。

表 5-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境 温度	171				
ヘッド	SUS304	周囲環境 温度	171	125	150	413	—
アダプタ	STS42 (STS410)	周囲環境 温度	171	114	211	404	—
スリーブ	STS42 (STS410)	周囲環境 温度	171	114	211	404	—
フランジ	STS42 (STS410)	周囲環境 温度	171	114	211	404	—

表 5-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境 温度	111/ 178* ¹ (200)* ²				
ヘッド	SUS304	周囲環境 温度	111/ 178* ¹ (200)* ²	123	144	402	—
アダプタ	STS42 (STS410)	周囲環境 温度	111/ 178* ¹ (200)* ²	114	207	404	—
スリーブ	STS42 (STS410)	周囲環境 温度	111/ 178* ¹ (200)* ²	114	207	404	—
フランジ	STS42 (STS410)	周囲環境 温度	111/ 178* ¹ (200)* ²	114	207	404	—

注記 *1：SA 後長期（L）の時 178°C，SA 後長期（LL）の時 111°C。

*2：重大事故等時の評価温度として，保守的に限界温度を適用する。

5.2.4 設計荷重

(1) 設計基準対象施設としての評価圧力及び評価温度

設計基準対象施設としての設計荷重である，最高使用圧力，最高使用温度，死荷重及び活荷重は，既工認からの変更はなく，参照図書(1)に定めるとおりである。

(2) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は，以下のとおりとする。

内圧 P_{SAL}	640kPa (SA 後長期 (L))
内圧 P_{SALL}	427kPa (SA 後長期 (LL))
温度 T_{SAL}	178°C (SA 後長期 (L))
温度 T_{SALL}	111°C (SA 後長期 (LL))

(3) 原子炉格納容器電気配線貫通部の設計荷重

図 5-1 の荷重点に作用する原子炉格納容器電気配線貫通部の設計荷重を表 5-6 に示す。

表 5-6 原子炉格納容器電気配線貫通部の設計荷重

貫通部 番号	応力 評価点*	荷重(N)又は 曲げモーメント(N・mm)	自重のみに 起因	地震のみに起因	
				弾性設計用 地震動 S d 又は静的震 度	基準地震動 S s
X-101A	P1	荷重			
		曲げモーメント			
	P2	荷重			
		曲げモーメント			
	P3	荷重			
		曲げモーメント			
X-105A	P1	荷重			
		曲げモーメント			
	P2	荷重			
		曲げモーメント			
	P3	荷重			
		曲げモーメント			

注記 * : 応力評価点の位置は、図 5-1 参照のこと。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力は、「5.2.4(3) 原子炉格納容器電気配線貫通部の設計荷重」に示された荷重を用いる。

評価に用いる設計用地震力を表 5-7 及び表 5-8 に示す。

「弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度」及び「基準地震動 S_s」による地震力は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

表 5-7 設計用地震力（設計基準対象施設）

貫通部 番号	据付場所 及び 設置高さ (m)	固有周期 (s)	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		
		水平 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
X-101A	原子炉 格納容器 O.P. <input type="text"/>						
X-105A	原子炉 格納容器 O.P. <input type="text"/>						

O 2 ③ VI-2-9-2-4-2 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-8 設計用地震力（重大事故等対処設備）

貫通部 番号	据付場所 及び 設置高さ (m)	固有周期 (s)	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
X-101A	原子炉 格納容器 O.P. <input type="text"/>					
X-105A	原子炉 格納容器 O.P. <input type="text"/>					

02 ③ VI-2-9-2-4-2 R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

5.4 計算方法

原子炉格納容器電気配線貫通部の応力評価点は、原子炉格納容器電気配線貫通部を構成する部材の形状及び荷重伝達経路を考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 5-9 及び図 5-1 に示す。

応力計算方法は既工認から変更はなく、参照図書(1)に示すとおりである。評価の概要を以下に示す。

一端固定，他端自由の片持はりとしてモデル化し評価する。

表 5-9 応力評価点

応力評価点番号	応力評価点
P 1	フランジとスリーブの継手
P 2	スリーブとアダプタの継手
P 3	アダプタとヘッダの継手

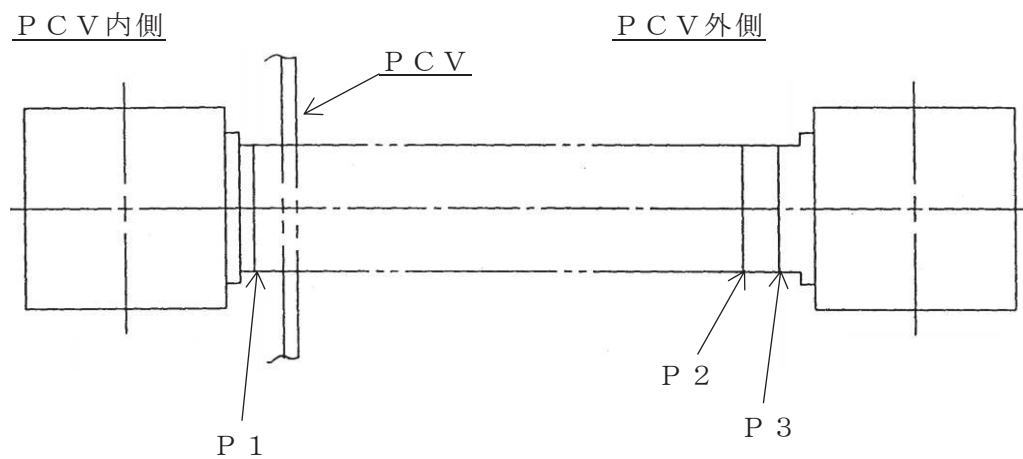


図 5-1 原子炉格納容器電気配線貫通部の応力評価点

5.5 計算条件

応力計算に用いる荷重を「5.2 荷重の組合せ及び許容応力」及び「5.3 設計用地震力」に示す。

5.6 応力の評価

「5.4 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。ただし、一次＋二次応力が許容値を満足しない場合は、設計・建設規格 PVB-3300 に基づいて疲労評価を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

原子炉格納容器電気配線貫通部の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を表 6-1 及び表 6-2 に示す。

表6-1 許容応力状態 III_AS に対する評価結果 (D+P+M+S d*)

評価対象設備	評価部位		応力分類	III _A S		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
原子炉 格納容器 電気配線 貫通部 (X-101A)	P1	フランジとスリーブの 継手	一次一般膜応力	2	211	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	2	316	○	
			一次+二次応力	1	342	○	
	P2	スリーブとアダプタの 継手	一次一般膜応力	9	211	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	9	316	○	
			一次+二次応力	2	342	○	
	P3	アダプタとヘッドの継 手	一次一般膜応力	—	150	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	9	225	○	
			一次+二次応力	2	342	○	
原子炉 格納容器 電気配線 貫通部 (X-105A)	P1	フランジとスリーブの 継手	一次一般膜応力	12	211	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	12	316	○	
			一次+二次応力	18	342	○	
	P2	スリーブとアダプタの 継手	一次一般膜応力	19	211	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	19	316	○	
			一次+二次応力	24	342	○	
	P3	アダプタとヘッドの継 手	一次一般膜応力	—	150	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	15	225	○	
			一次+二次応力	18	342	○	

表 6-2 許容応力状態 IV_AS に対する評価結果 (D+P+M+S s)

評価対象設備	評価部位		応力分類	IV _A S		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
原子炉 格納容器 電気配線 貫通部 (X-101A)	P1	フランジとスリーブの 継手	一次一般膜応力	2	242	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	2	363	○	
			一次+二次応力	2	342	○	
	P2	スリーブとアダプタの 継手	一次一般膜応力	9	242	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	9	363	○	
			一次+二次応力	4	342	○	
	P3	アダプタとヘッドの継 手	一次一般膜応力	—	242	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	9	363	○	
			一次+二次応力	3	342	○	
原子炉 格納容器 電気配線 貫通部 (X-105A)	P1	フランジとスリーブの 継手	一次一般膜応力	20	242	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	20	363	○	
			一次+二次応力	34	342	○	
	P2	スリーブとアダプタの 継手	一次一般膜応力	30	242	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	30	363	○	
			一次+二次応力	46	342	○	
	P3	アダプタとヘッドの継 手	一次一般膜応力	—	242	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	23	363	○	
			一次+二次応力	33	342	○	

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉格納容器電気配線貫通部の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を表 6-3 及び表 6-4 に示す。

表 6-3 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D+P_{SAL}+M_{SAL}+S_d$)

評価対象設備	評価部位		応力分類	V_{AS}		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
原子炉 格納容器 電気配線 貫通部 (X-101A)	P1	フランジとスリーブの 継手	一次一般膜応力	2	242	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	2	363	○	
			一次+二次応力	1	342	○	
	P2	スリーブとアダプタの 継手	一次一般膜応力	13	242	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	13	363	○	
			一次+二次応力	2	342	○	
	P3	アダプタとヘッドの継 手	一次一般膜応力	—	241	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	13	361	○	
			一次+二次応力	2	342	○	
原子炉 格納容器 電気配線 貫通部 (X-105A)	P1	フランジとスリーブの 継手	一次一般膜応力	12	242	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	12	363	○	
			一次+二次応力	18	342	○	
	P2	スリーブとアダプタの 継手	一次一般膜応力	21	242	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	21	363	○	
			一次+二次応力	24	342	○	
	P3	アダプタとヘッドの継 手	一次一般膜応力	—	241	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	17	361	○	
			一次+二次応力	18	342	○	

表6-4 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D+P_{SALL}+M_{SALL}+S_s$)

評価対象設備	評価部位		応力分類	V_{AS}		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
原子炉 格納容器 電気配線 貫通部 (X-101A)	P1	フランジとスリーブの 継手	一次一般膜応力	2	242	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	2	363	○	
			一次+二次応力	2	342	○	
	P2	スリーブとアダプタの 継手	一次一般膜応力	9	242	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	9	363	○	
			一次+二次応力	4	342	○	
	P3	アダプタとヘッドの継 手	一次一般膜応力	—	241	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	9	361	○	
			一次+二次応力	3	342	○	
原子炉 格納容器 電気配線 貫通部 (X-105A)	P1	フランジとスリーブの 継手	一次一般膜応力	20	242	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	20	363	○	
			一次+二次応力	34	342	○	
	P2	スリーブとアダプタの 継手	一次一般膜応力	30	242	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	30	363	○	
			一次+二次応力	46	342	○	
	P3	アダプタとヘッドの継 手	一次一般膜応力	—	241	○	
			一次膜応力+一次曲げ応力	23	361	○	
			一次+二次応力	33	342	○	

7. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書
添付書類「IV-3-1-2-5 原子炉格納容器電気配線貫通部の強度計算書」

VI-2-9-3 原子炉建屋の耐震性についての計算書

目 次

VI-2-9-3-3 原子炉建屋エアロックの耐震性についての計算書

VI-2-9-3-1-1 原子炉建屋ブローアウトパネルの耐震性
についての計算書

目次

1.	概要	1
2.	一般事項	2
2.1	配置概要	2
2.2	構造概要	3
2.3	評価方針	5
2.3.1	S d 閉機能維持	5
2.3.2	S s 開機能維持	5
2.4	適用規格・基準等	6
3.	S d 閉機能維持評価	7
3.1	固有周期の確認方法	7
3.1.1	水平方向	7
3.1.2	鉛直方向	7
3.2	固有周期の確認結果	7
3.3	設計用地震力	8
3.4	評価方法	9
3.4.1	地震荷重	9
3.4.2	開放荷重	9
3.5	評価結果	9
4.	S s 開機能維持評価	10
4.1	取付状況	10
4.2	層間変位の算定	11
4.3	評価結果	11

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」のうち「VI-1-1-6-別添4 ブローアウトパネル関連設備の設計方針」に基づき、原子炉建屋原子炉棟（二次格納施設）に設置されている原子炉建屋ブローアウトパネル（以下「原子炉建屋 BOP」という。）が、弾性設計用地震動 S_d による地震力に対し開放しないこと、基準地震動 S_s による地震力に対し開放機能が維持できる構造強度を有していることを説明するものである。

原子炉建屋 BOP は、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設」に、重大事故等対処設備においては「常設耐震重要重大事故防止設備」に分類される。

2. 一般事項

2.1 配置概要

原子炉建屋 BOP の設置位置を図 2-1 に示す。

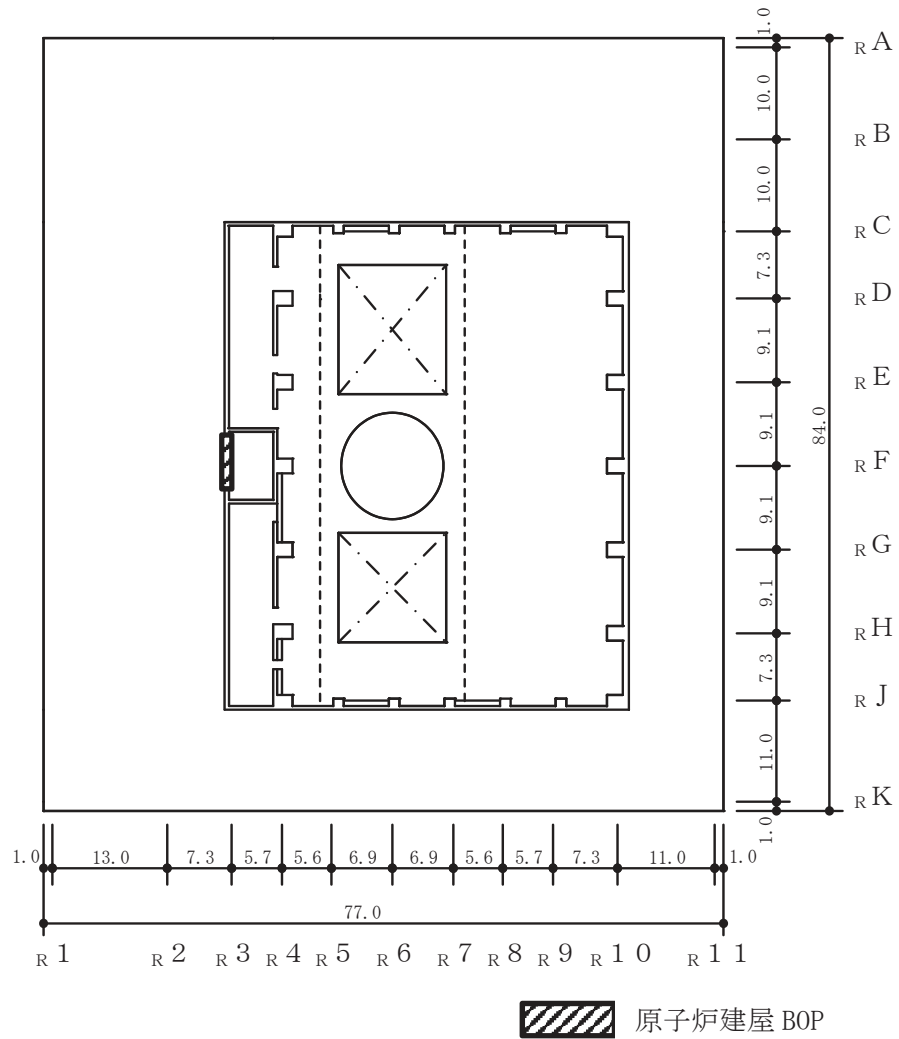


図 2-1 原子炉建屋 BOP の設置位置図 (単位 : m)

(O.P. *33.2m)

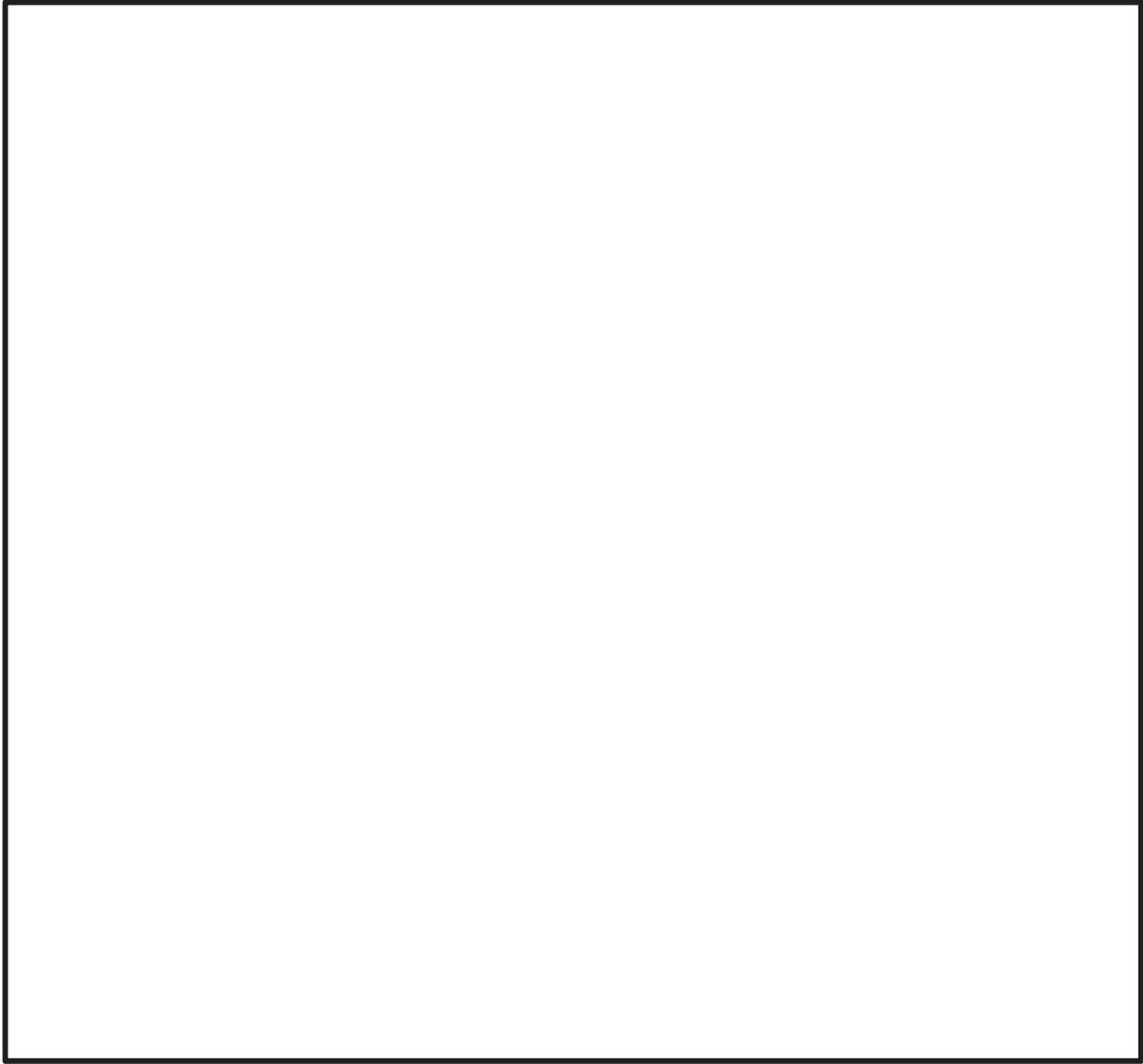
注記* : O.P. は女川原子力発電所工事用基準面であり, 東京湾平均海面 (T.P.)-0.74m である。

2.2 構造概要

原子炉建屋 BOP は、原子炉建屋原子炉棟（二次格納施設）の一部（地上 3 階）に配置され、差圧により開放するパネル本体部、パネルを建屋外壁内に設置する枠部及び差圧により変形する止め板及び地震による止め板の変形を防止するテンションリングより構成される設備である。

原子炉建屋 BOP の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 原子炉建屋 BOP 構造計画

計画の概要	
主体構造	支持構造
<ul style="list-style-type: none"> ・ パネル本体部 ・ 枠部 <p>原子炉建屋 BOP は、パネル本体部、パネルを原子炉建屋原子炉棟（二次格納施設）の壁に設置する枠部より構成される設備である。</p>	<p>原子炉建屋 BOP は、十分な強度を有する構造とし、原子炉建屋原子炉棟（二次格納施設）の壁に枠と止め板並びにテンションリングにより据付けられる。</p>
材料	SS400
作動方式	止め板式（48 個）
止め板仕様	材質 SS400
概略構造図（単位：m）	
	

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.3 評価方針

原子炉建屋 BOP の地震時の構造強度及び機能維持評価は、添付書類「VI-1-1-6 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」のうち「VI-1-1-6 別添 4 ブローアウトパネル関連設備の設計方針」に基づき、以下の評価方針とする。

原子炉建屋 BOP の評価フローを図 2-2 に示す。

2.3.1 S_d 閉機能維持

弾性設計用地震動 S_d による地震力に相当する荷重で原子炉建屋 BOP が開放しないこと（以下「S_d 閉機能維持」という。）を確認する。具体的には、3次元 FEM 解析による固有値解析にて固有振動数を確認し、弾性設計用地震動 S_d による地震荷重が、原子炉建屋 BOP の開放荷重を下回ることを確認する。

2.3.2 S_s 開機能維持

基準地震動 S_s による地震力に対し開放機能が維持できる構造強度を有していること（以下「S_s 開機能維持」という。）を確認する。具体的には、基準地震動 S_s による地震力に対し、設置個所の原子炉建屋原子炉棟（二次格納施設）躯体の層間変位が、パネル本体と枠部の間隙より小さいことを確認することにより、パネル本体には支持躯体の変形に伴う地震時応力が生じず、パネル本体が開放機能を維持できることを確認する。

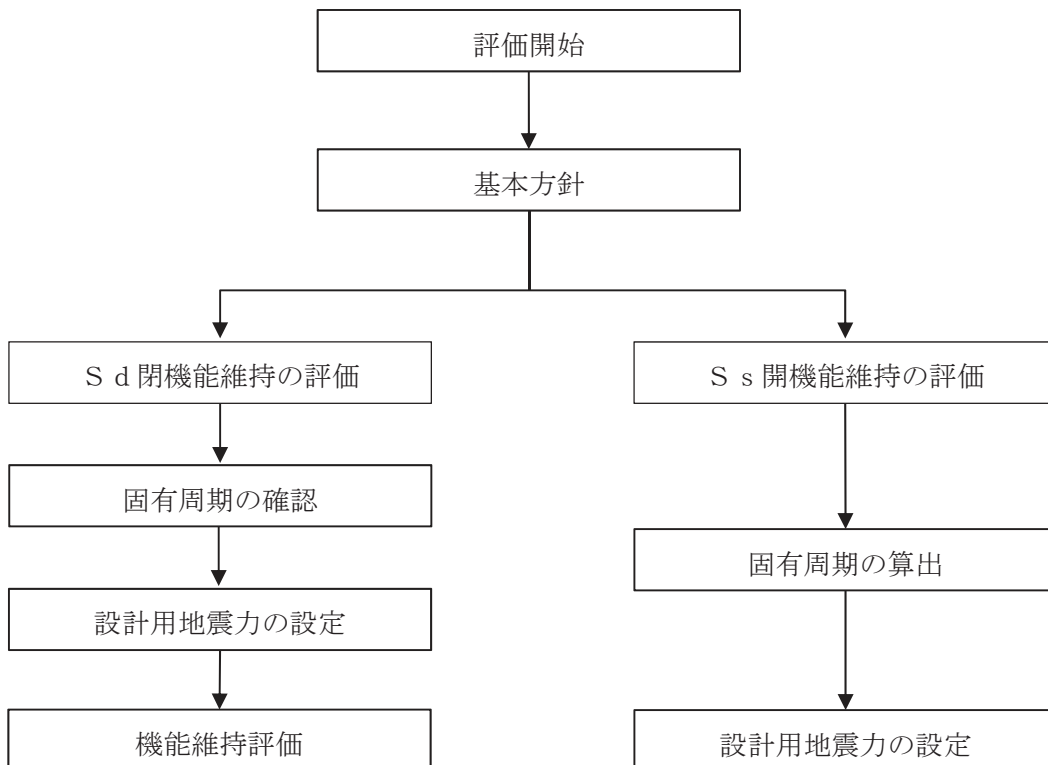


図 2-2 原子炉建屋 BOP の耐震評価フロー

2.4 適用規格・基準等

本評価において適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，1999）
- ・ 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会，2005 改定）
- ・ 鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005 改定）
- ・ 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（（社）日本電気協会）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 －1987（（社）日本電気協会）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 －1991 追補版（（社）日本電気協会）

3. S d 閉機能維持評価

3.1 固有周期の確認方法

3.1.1 水平方向

原子炉建屋 BOP の閉機能維持評価に係る面外方向 (NS 方向) について固有周期を確認する。固有周期は、図 3-1 に示す 3 次元 FEM モデルを作成し、固有値解析により確認する。

なお、面内方向 (EW 方向) については十分な剛性を有しており閉機能維持評価に影響しないことから、固有周期の確認を省略する。

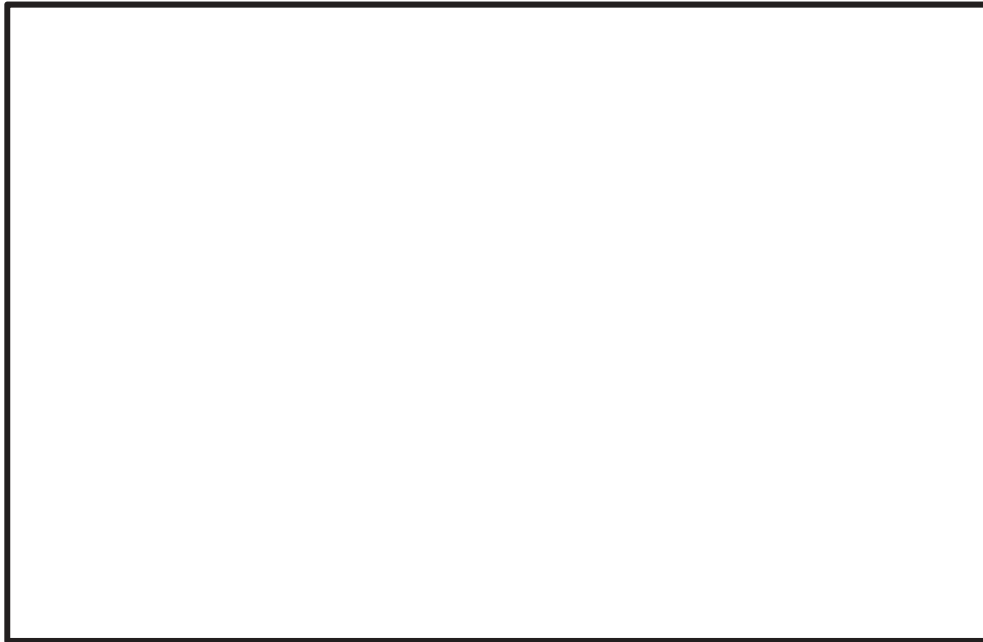


図 3-1 解析モデル(室内側全体図)

3.1.2 鉛直方向

鉛直方向は十分な剛性を有しており閉機能維持評価に影響しないことから、固有周期の確認を省略する。

3.2 固有周期の確認結果

固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。面外方向 (NS 方向) の固有周期は 秒 (Hz) であり、20Hz を下回ることを確認した。そのため、「3.3 設計用地震力」では、応答増幅を考慮して検討する。

表 3-1 固有周期

方向	固有振動数 (Hz)	固有周期 (s)
NS 方向	<input type="text"/>	<input type="text"/>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 3-2 に示す。

弾性設計用地震動 S d による地震力及び静的震度による地震力は、添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」に基づき設定する。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数 2% (鉄骨) を用いる。評価に用いる震度は、原子炉建屋 BOP 頂部 (O.P. 38.5m) の値とする。

なお、原子炉建屋 BOP を閉止する止め板は、枠部に作用する鉛直震度により応力が発生しない機構であるため、鉛直震度に対する S d 閉機能維持評価は行わない。

表 3-2 設計用地震力 (設計基準対象施設)

据付場所及び床面高さ (m)		原子炉建屋 O.P. 38.5		
固有周期 (s)		NS 方向 : <input type="text"/> * ¹ EW 方向 : 0.05 以下 鉛直 : 0.05 以下		
減衰定数 (%)		NS 方向 : 2.0 EW 方向 : — 鉛直 : —		
地震力		弾性設計用地震動 S d または静的震度		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度* ²		応答鉛直震度* ²
		NS 方向	EW 方向	
1 次	<input type="text"/>	2.98	—	—
2 次	0.049	—	—	—
動的地震力* ³		1.41	—	0.90
静的地震力* ⁴		1.53	—	0.24

注記*1 : 1 次固有周期について記載。

*2 : 各モードの固有周期に対し、弾性設計用地震動 S d に基づく加速度応答スペクトルより得られる震度を示す。

*3 : 弾性設計用地震動 S d に基づく最大応答加速度より定めた震度を示す。

*4 : 静的震度 (3.0・C_i 及び 1.0・C_v) を示す。

3.4 評価方法

3.4.1 地震荷重

弾性設計用地震動 S_d による地震荷重は、「3.3 設計用地震力」で示した水平震度を用いて、次式により算定する。

$$F_H = W \cdot C_H \cdot g$$

F_H : 地震荷重 (N)

W : 原子炉建屋 BOP の質量 (=1773 kg)

C_H : 水平震度 (=2.98)

g : 重力加速度 (=9.80665m/s²)

3.4.2 開放荷重

原子炉建屋 BOP の開放荷重は、添付書類「VI-1-1-7 安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」のうち「VI-1-1-6-別添 4 ブローアウトパネル関連設備の設計方針」に示す3次元FEM解析にて得られた開放荷重とする。

3.5 評価結果

原子炉建屋 BOP の地震荷重と開放荷重を比較した評価結果を表 3-3 に示す。

原子炉建屋 BOP は、弾性設計用地震動 S_d による地震力に対し、開放しないことを確認した。

表 3-3 評価結果

項目	荷重 (kN)	判定値 地震荷重 (kN)	判定
開放時	□	51.9	○
(参考) テンションリング 破断時	□	51.9	○

4. S s 開機能維持評価

4.1 取付状況

原子炉建屋 BOP は、止め板により枠部に取り付けられている。パネル本体と枠部の取付状況を図 4-1 に示す。パネル本体と枠部とは左右及び上下に 50 mm の間隙がある。

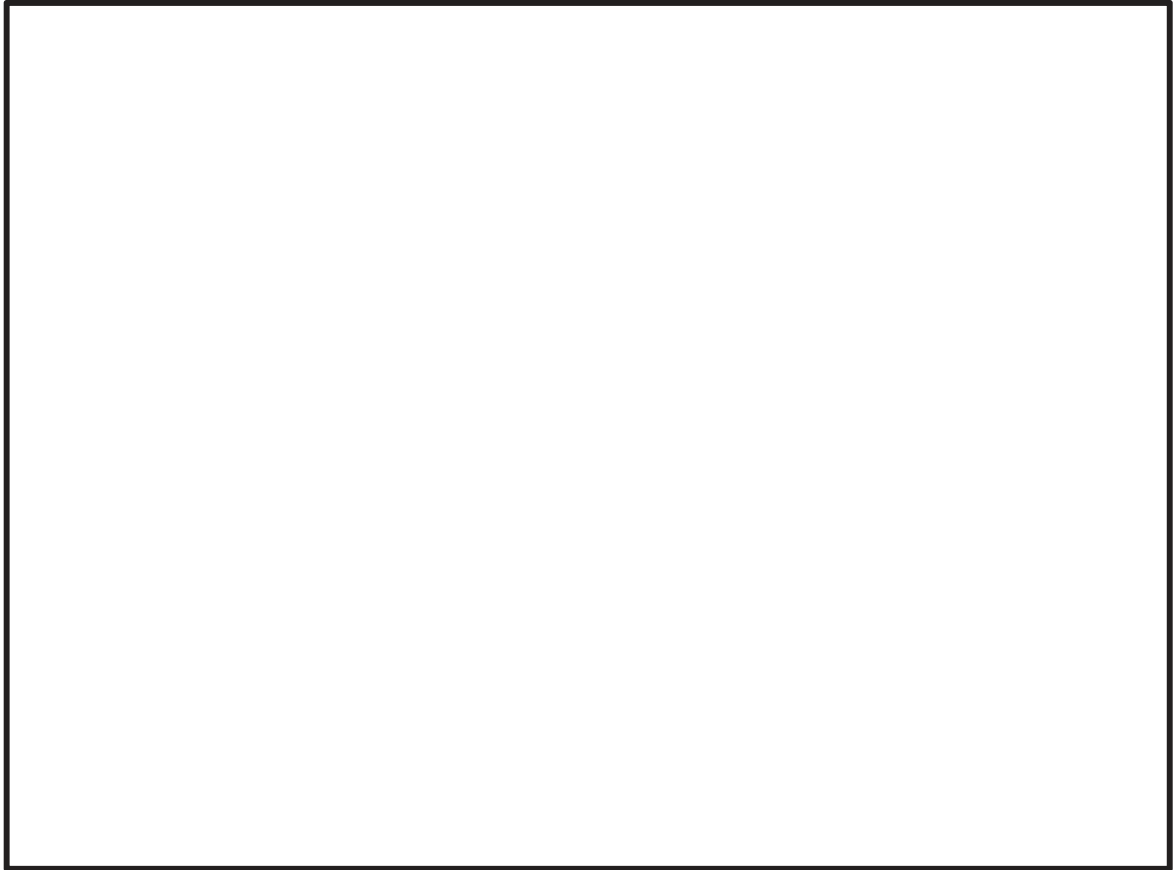


図 4-1 パネル本体と枠部の取付け状況（単位：m）

4.2 層間変位の算定

地震時の躯体の層間変位について図 4-2 に示す。層間変位は、添付書類「VI-2-9-3-1 原子炉建屋原子炉棟（二次格納施設）の耐震性についての計算書」にて設定している耐震壁のせん断ひずみの許容限界を層間変形角として、以下の式により算定する。

$$\delta = h \times \theta$$

h : 開口高さ (=4.2m)

θ : 層間変形角 (=2.0×10⁻³rad)

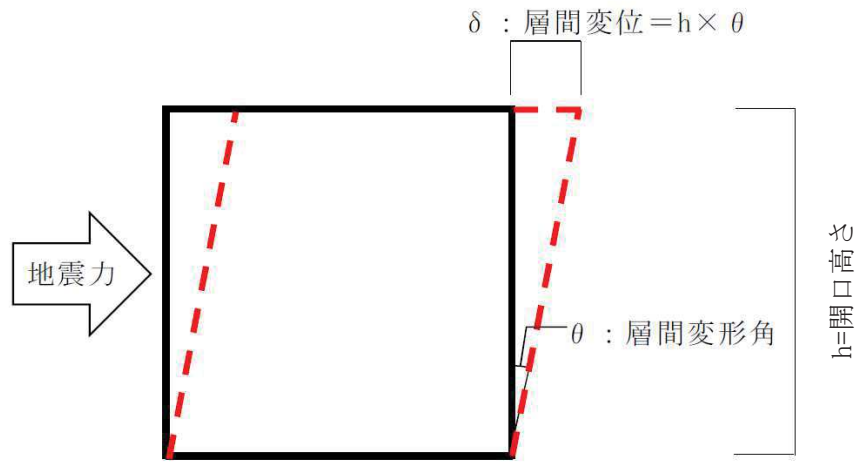


図 4-2 層間変位

4.3 評価結果

評価結果を表 4-1 に示す。枠部の層間変位は 8.4mm であり、原子炉建屋 BOP 本体側面と枠部と 50mm の隙間があることから変形に対し追従できる。以上のことから、原子炉建屋 BOP は、基準地震動 S_s を受けたとしても開放機能に影響はないことを確認した。

表 4-1 評価結果

層間変位 (mm)	間隙 (mm)	判定
8.4	50	○

VI-2-9-3-3 原子炉建屋エアロックの耐震性についての計算書

目次

1.	概要	1
2.	一般事項	1
2.1	配置概要	1
2.2	構造計画	3
2.3	評価方針	4
2.4	適用規格・基準等	5
2.5	記号の説明	6
3.	固有周期	8
3.1	固有周期の計算方法	8
3.1.1	水平方向	8
3.1.2	鉛直方向	9
3.2	固有周期の計算条件	10
3.3	固有周期の計算結果	11
4.	構造強度評価	12
4.1	評価部位	12
4.2	荷重及び荷重の組合せ	14
4.2.1	耐震評価上考慮する荷重	14
4.2.2	荷重の設定	15
4.3	許容限界	17
4.3.1	使用材料	17
4.3.2	許容限界	18
4.4	計算方法	19
4.5	計算条件	28
5.	評価結果	29

1. 概要

本資料は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、原子炉建屋エアロックが設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

原子炉建屋エアロックは、原子炉建屋原子炉棟の一部施設として扱うため、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備として構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 配置概要

原子炉建屋エアロックの設置位置を図 2-1 に示す。

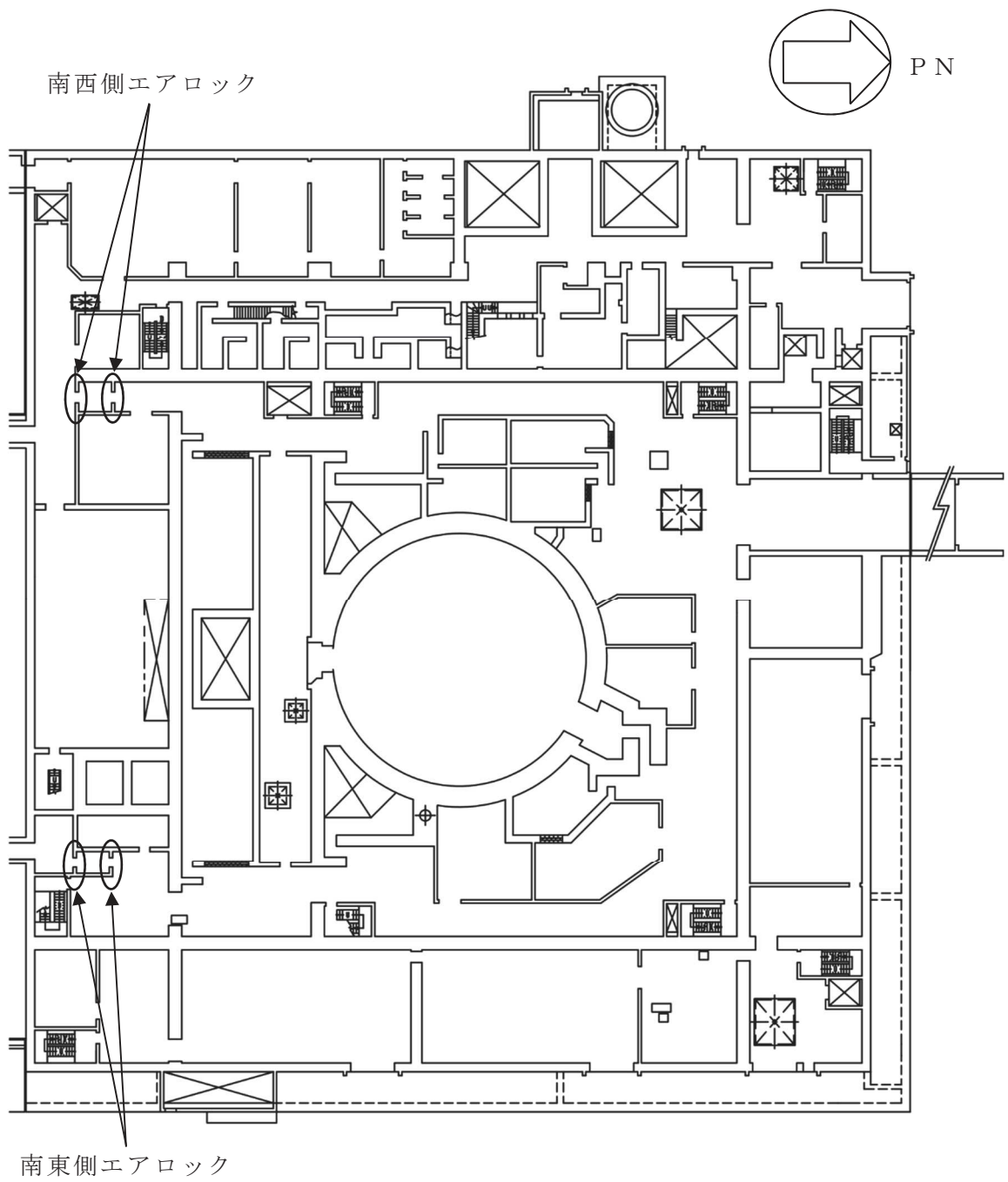


図 2-1 設置位置図 (O.P. *15.0m)

注記* : O.P. は女川原子力発電所工事用基準面であり, 東京湾平均海面 (T.P.)-0.74m である。

2.2 構造計画

原子炉建屋エアロックの構造計画を表 2-1、概略構造図を図 2-2 に示す。

表 2-1 構造計画（開き戸形式）

計画の概要	
基礎・支持構造	主体構造
エアロックを閉止する際に、カンヌキにより扉が扉枠に固定される構造とする。また、扉枠を躯体の開口部周辺に、スタッドにより固定する構造とする。	開き戸形式の鋼製扉とし、鋼製の芯材に表側鋼板を取付け、扉に設置されたカンヌキを鋼製の扉枠に差し込み、扉を扉枠と一体化させる構造とする。また、扉と扉枠の接続はヒンジを介する構造とする。

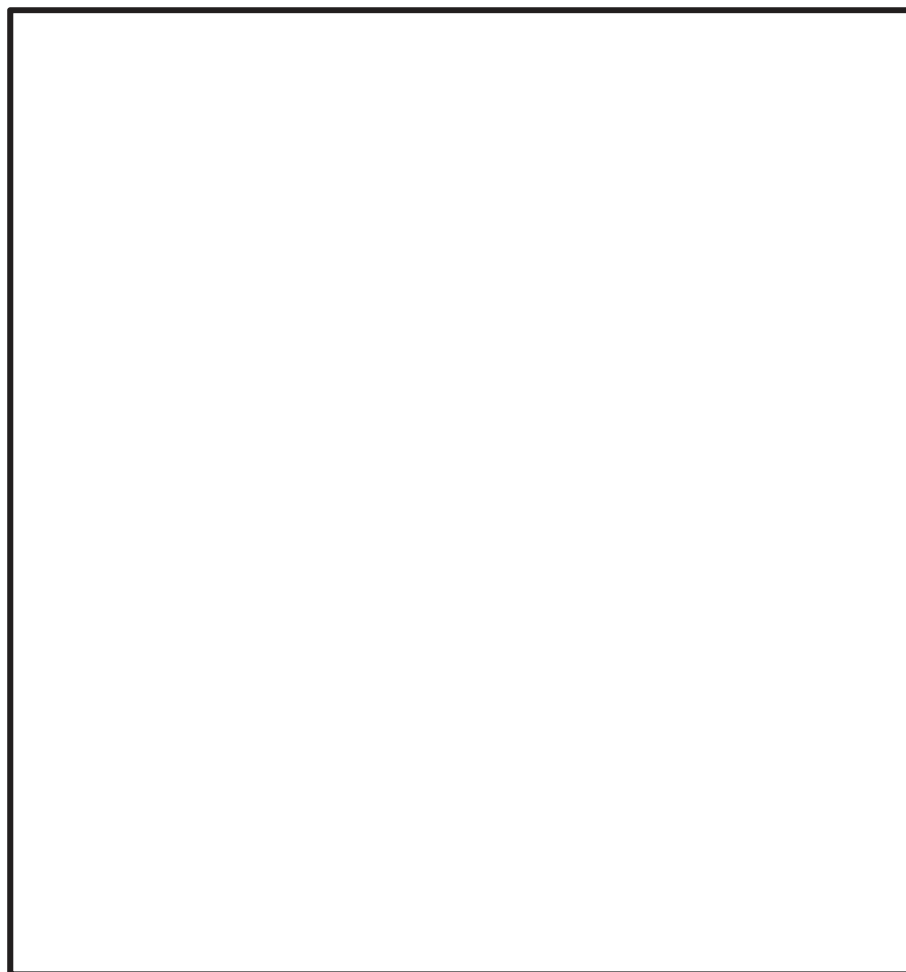


図 2-2 概略構造図（開き戸形式）

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.3 評価方針

原子炉建屋エアロックの耐震評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」の「3.1 構造強度上の制限」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき「2.2 構造計画」にて示す原子炉建屋エアロックの部位を踏まえ、「4.1 評価部位」にて設定する部位において、設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを「4. 構造強度評価」に示す方法にて確認することで実施する。

原子炉建屋エアロックの耐震評価は、添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」の結果を踏まえたものとする。評価にあたっては材料物性の不確かさを考慮する。

なお、図 2-1 で示すように、原子炉建屋内には開き戸形式のエアロック扉が 4 箇所あるが、いずれも同一構造の扉であることから、開き戸形式のエアロック扉 1 箇所について評価を実施する。

原子炉建屋エアロックの耐震評価フローを図 2-3 に示す。

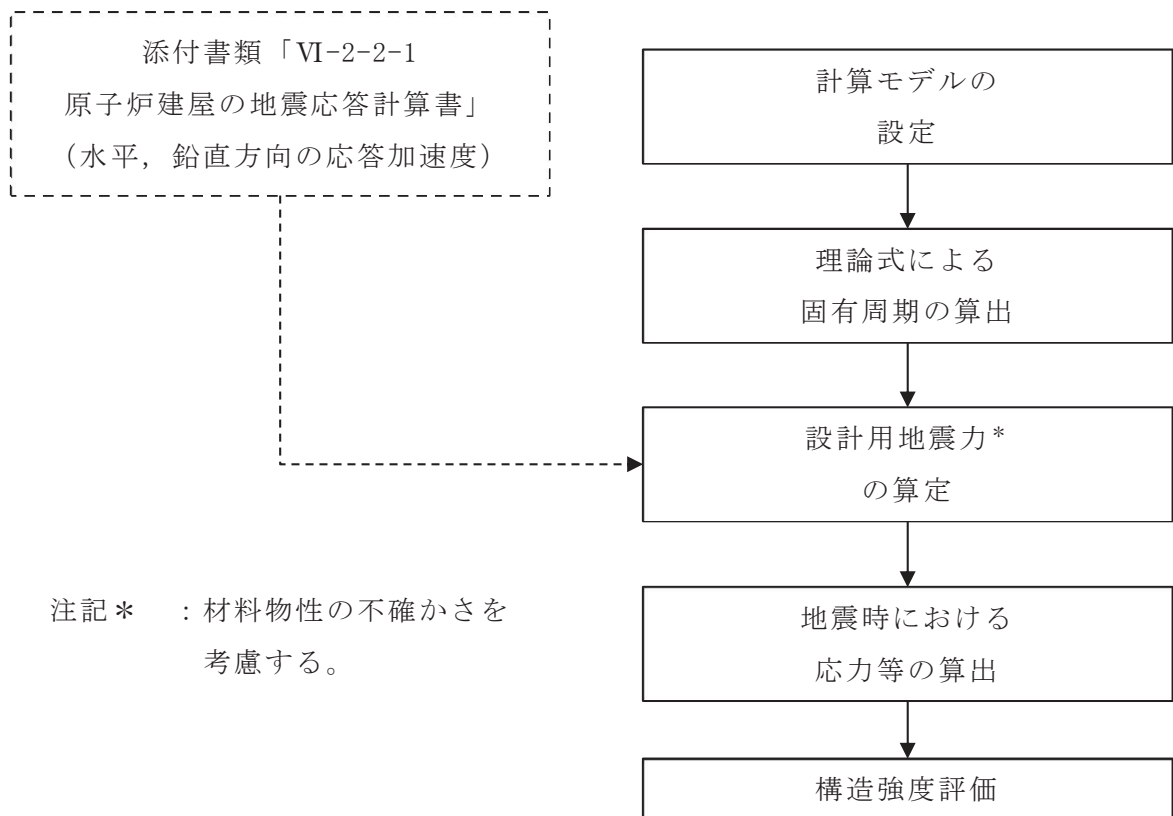


図 2-3 耐震評価フロー

2.4 適用規格・基準等

適用規格・基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会，2010 改定）
- ・ 鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005 改定）
- ・ J I S G 3 1 0 1-2015 一般構造用圧延鋼材
- ・ J I S G 4 0 5 1-2016 機械構造用炭素鋼鋼材
- ・ J I S G 4 0 5 3-2016 機械構造用合金鋼鋼材
- ・ J I S G 4 3 0 4-2012 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯

2.5 記号の説明

原子炉建屋エアロックの耐震評価に用いる記号を表 2-2 に示す。

表 2-2 耐震評価に用いる記号（開き戸形式）（1/2）

項目	記号	定義	単位	
共通	E	ヤング率	N/m ²	
	F _H	水平地震力	N	
	F _V	鉛直地震力	N	
	T	固有周期	s	
	f	原子炉建屋エアロックの 1 次固有振動数	Hz	
	I	断面二次モーメント	m ⁴	
	ℓ	はり長さ	m	
	m	質量分布	kg/m	
	C _H	水平震度	—	
	C _V	鉛直震度	—	
	W _X	扉体自重	kN	
	W ₁	扉体幅	mm	
	H ₁	扉体高	mm	
	P _{E1}	圧力荷重（内圧）	kN/m ²	
P _{E2}	圧力荷重（外圧）	kN/m ²		
ヒンジ部	共通	L _j	ヒンジ中心間距離	mm
		L _r	扉体重心～ヒンジ芯間距離（扉体幅方向）	mm
		L _t	扉体重心～ヒンジ芯間距離（扉体厚方向）	mm
		R _r	扉体幅方向自重反力	N
		R _t	扉体厚方向自重反力	N
	ヒンジアーム	A ₁	ヒンジアームの断面積	mm ²
		L ₁	ヒンジアームの作用点間距離	mm
		M ₁	ヒンジアームの曲げモーメント	N・mm
		Q ₁	ヒンジアームのせん断力	N
		Z ₁	ヒンジアームの断面係数	mm ³
		σ _{b1}	ヒンジアームの曲げ応力度	N/mm ²
		σ _{x1}	ヒンジアームの組合せ応力度	N/mm ²
	τ ₁	ヒンジアームのせん断応力度	N/mm ²	
	ヒンジピン	A ₂	ヒンジピンの断面積	mm ²
L ₂		ヒンジピンの軸支持間距離	mm	

表 2-2 耐震評価に用いる記号（開き戸形式）（2/2）

項目	記号	定義	単位	
ヒンジ部	ヒンジ ピン	M_2	ヒンジピンの曲げモーメント	$N \cdot mm$
		Q_2	ヒンジピンのせん断力	N
		Z_2	ヒンジピンの断面係数	mm^3
		σ_{b2}	ヒンジピンの曲げ応力度	N/mm^2
		σ_{x2}	ヒンジピンの組合せ応力度	N/mm^2
		τ_2	ヒンジピンのせん断応力度	N/mm^2
	ヒンジ ボルト	A_{b3}	ヒンジボルトの断面積	mm^2
		n_{b3}	ヒンジボルトの本数	本
		Q_3	ヒンジボルトのせん断力	N
		T_3	ヒンジボルトの引張力	N
		σ_{t3}	ヒンジボルトの引張応力度	N/mm^2
		τ_3	ヒンジボルトのせん断応力度	N/mm^2
カンヌキ部	共通	F_H'	水平面外方向の慣性力	N
	カンヌキ	A_4	カンヌキの断面積	mm^2
		L_4	カンヌキの作用点間距離	mm
		M_4	カンヌキの曲げモーメント	$N \cdot mm$
		n	カンヌキの本数	本
		Q_4	カンヌキのせん断力	N
		Z_4	カンヌキの断面係数	mm^3
		σ_{b4}	カンヌキの曲げ応力度	N/mm^2
		σ_{x4}	カンヌキの組合せ応力度	N/mm^2
	τ_4	カンヌキのせん断応力度	N/mm^2	
	カンヌキ 受け ピン	A_5	カンヌキ受けピンの断面積	mm^2
		L_5	カンヌキ受けピンの作用点間距離	mm
		M_5	カンヌキ受けピンの曲げモーメント	$N \cdot mm$
		Q_5	カンヌキ受けピンのせん断力	N
		Z_5	カンヌキ受けピンの断面係数	mm^3
		σ_{b5}	カンヌキ受けピンの曲げ応力度	N/mm^2
		τ_5	カンヌキ受けピンのせん断応力度	N/mm^2
	カンヌキ 受け ボルト	A_{b6}	カンヌキ受けボルトの断面積	mm^2
		n_{b6}	カンヌキ受けボルトの本数	本
		T_6	カンヌキ受けボルトの引張力	N
σ_{t6}		カンヌキ受けボルトの引張応力度	N/mm^2	

3. 固有周期

3.1 固有周期の計算方法

固有周期は、扉閉止時及び扉開放時について、図 3-1 及び図 3-2 に示すはりモデルとして、「土木学会 構造力学公式集」に基づき計算する。

ここで、扉閉止時は、開き戸形式のエアロックはカンヌキにより扉枠に固定される構造であることから端部の境界条件を固定支持とする。

扉開放時は開き戸形式のエアロックは片側ヒンジ、片側自由端のはりとしてモデル化する。

また、モデル化に用いる芯材の長さは扉幅とする。

3.1.1 水平方向

(1) 扉閉止時

扉閉止時の水平方向の固有周期は、図 3-1 に示す固有値計算モデルにより、扉体面外方向について算出する。

$$T = \frac{1}{f}$$

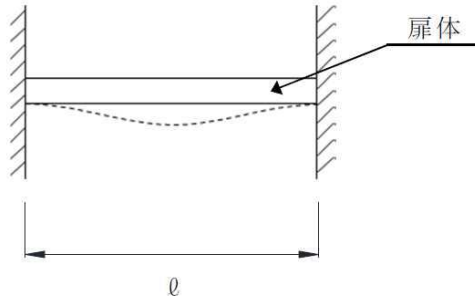
$$f = \frac{4.7300^2}{2\pi\ell^2} \sqrt{\frac{E I}{m}}$$


図 3-1 固有値計算モデル（扉閉止時）

(2) 扉開放時

扉開放時の水平方向の固有周期は、図 3-2 に示す固有値計算モデルにより、扉体面外方向について算出する。

$$T = \frac{1}{f}$$

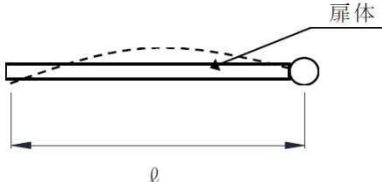
$$f = \frac{3.9266^2}{2\pi\ell^2} \sqrt{\frac{E I}{m}}$$


図 3-2 固有値計算モデル（扉開放時）

3.1.2 鉛直方向

鉛直方向については、扉に配された鉛直方向の芯材等の軸剛性が、「3.1.1 水平方向」で検討した面外方向の剛性に比べて十分に大きいことから、固有周期の計算を省略する。

3.2 固有周期の計算条件

固有周期の計算に用いる数値を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期の計算条件

項目	記号	単位	数値
モデル化に用いる芯材の長さ	l	m	
ヤング率	E	N/m ²	
断面二次モーメント	I	m ⁴	
質量分布	m	kg/m	

3.3 固有周期の計算結果

固有周期の計算結果を表 3-2 に示す。計算結果より、剛であることを確認した。

表 3-2 固有周期

エアロック名称	扉の開閉状況	固有振動数 (Hz)	固有周期 (s)
南東側エアロック 南西側エアロック	閉止時		
	開放時		

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4. 構造強度評価

4.1 評価部位

原子炉建屋エアロックの評価対象部位は、「2.2 構造計画」に示すエアロックの構造を踏まえ、エアロックに作用する荷重の作用方向及び伝達経路を考慮し、設定する。

開き戸形式のエアロックに生じる地震力及び圧力荷重は、ヒンジ部及びカンヌキ部から扉枠に伝達しているため、評価部位をヒンジ部及びカンヌキ部とする。

なお、扉枠からは直接躯体に荷重の伝達をしているため、扉枠と躯体を接合しているスタッドについては、評価対象としないこととする。

原子炉建屋エアロックの地震荷重の作用イメージと評価部位を図 4-1 に示す。

←--- : 評価対象部位に作用する荷重
--- : 評価対象部位



図 4-1 地震荷重の作用イメージと評価部位

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.2 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、添付書類「VI-2-9-1 機能維持の基本方針」の「3.1 構造強度上の制限」にて設定している荷重の組合せに準じて設定する。

添付書類「VI-2-9-1 機能維持の基本方針」の「3.1 構造強度上の制限」にて設定している荷重の組合せを以下に示す。なお、添付書類「VI-2-9-1 機能維持の基本方針」の「3.1 構造強度上の制限」に従い、設計基準対象施設と重大事故等対処施設の評価に用いる荷重の組合せは同一とする。

なお、本資料において基準地震動 S_s による評価として短期許容応力度を超えないことを確認するため、弾性設計用地震動 S_d による評価は行わないこととする。

$$G + P + S_s$$

4.2.1 耐震評価上考慮する荷重

原子炉建屋エアロックの耐震評価に用いる荷重を以下に示す。

G : 固定荷重 (kN)

P : 圧力荷重 (kN/m²)

S_s : 基準地震動 S_s による地震力 (kN)

4.2.2 荷重の設定

(1) 固定荷重 (G)

原子炉建屋エアロックの固定荷重を表 4-1 に示す。

表 4-1 固定荷重

エアロック名称	固定荷重 (kN)
南東側エアロック 南西側エアロック	□

(2) 圧力荷重 (P)

原子炉建屋エアロックにかかる圧力荷重を表 4-2 に示す。ここで、圧力荷重は原子炉建屋エアロックの建設時に設定した設計条件を基に設定するものであり、外圧 (負圧) はエアロックに対し外側から内側へ作用するものとする。

表 4-2 圧力荷重

種類	圧力荷重 (kN/m ²)
内圧 (P _{E1})	0.000
外圧 (P _{E2})	0.295

(3) 地震荷重 (S_s)

基準地震動 S_s による荷重は、表 4-3 で示した設計震度を用いて、次式により算定する。ただし、耐震評価に用いる震度は、材料物性の不確かさを考慮したものであるとして添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」によることとし、設置階の上階の値とする。

$$S_s = G \cdot K$$

ここで、 S_s : 基準地震動 S_s による地震力 (kN)

G : 固定荷重 (kN)

K : 設計震度

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 4-3 設計震度

エアロック名称	設置場所 (抽出位置)	設計震度	
		水平方向	鉛直方向
南東側エアロック	0. P. 15. 0m	1. 77	1. 30
南西側エアロック	(0. P. 22. 5m)		

4.3 許容限界

許容限界は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している許容限界を踏まえて設定する。

4.3.1 使用材料

原子炉建屋エアロックを構成するヒンジ部及びカンヌキ部の使用材料を表 4-4 に示す。

表 4-4 使用材料

部位		材質	仕様
ヒンジ部	ヒンジアーム		
	ヒンジピン		
	ヒンジボルト		
カンヌキ部	カンヌキ		
	カンヌキ受けピン		
	カンヌキ受けボルト		

4.3.2 許容限界

ヒンジ部及びカンヌキ部を構成する部材の許容限界は、「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005 改定）」（以下「S規準」という。）及びJ I S規格に基づき設定する。各部材の許容限界を表 4-5 に示す。

表 4-5 ヒンジ部及びカンヌキ部の許容限界

材質	許容限界 (N/mm ²)		
	曲げ	引張	せん断
	215	215	124
	205	205	118
	345	345	199
	651	651	375

4.4 計算方法

原子炉建屋エアロックの耐震評価は、地震により生じる応力度または荷重が、「4.3 許容限界」で設定した許容限界を超えないことを確認する。ヒンジ部は水平地震力及び扉体自重反力（鉛直地震力を含む）を負担し、カンヌキ部は水平地震力及び圧力荷重（外圧）を負担する。

(1) 荷重計算方法

a. ヒンジ部

ヒンジ部は、ヒンジアーム、ヒンジピン及びヒンジボルトで構成されており、次式により算定する水平地震力及び扉体自重反力（鉛直地震力を含む）から、各部材に発生する応力度を算定する。ヒンジ部に生じる荷重を図 4-2 に示す。

$$F_H = W_X \cdot C_H$$

$$F_V = W_X \cdot C_V$$

$$R_r = (W_X + F_V) \cdot \frac{L_r}{L_j}$$

$$R_t = (W_X + F_V) \cdot \frac{L_t}{L_j}$$

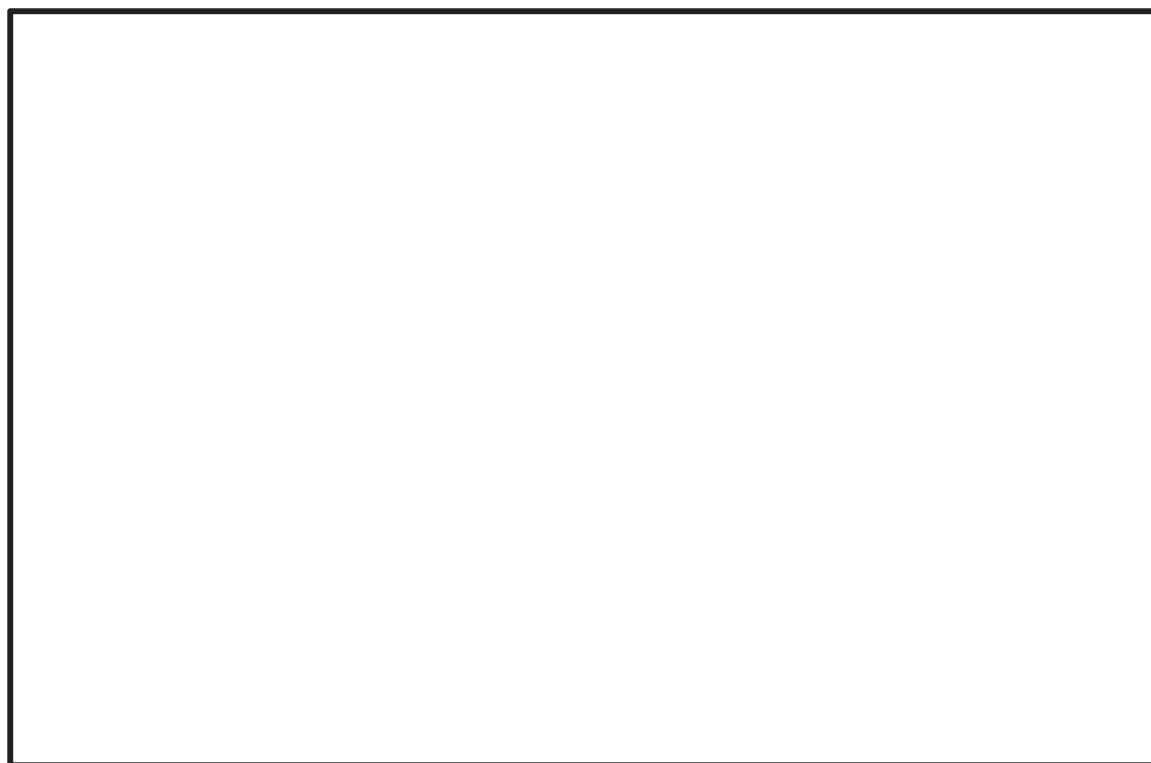


図 4-2 ヒンジ部に生じる荷重

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(a) ヒンジアーム

ヒンジアームは、曲げ応力度とせん断応力度の組合せについて評価する。

図 4-3 にヒンジアームに生じる荷重を示す。

イ. 曲げモーメント

ヒンジアームに生じる曲げモーメント及び曲げ応力度を次式により算定する。

$$M_1 = (W_X + F_V) \cdot L_1$$

$$\sigma_{b1} = \frac{M_1}{Z_1}$$

ロ. せん断力

ヒンジアームに生じるせん断力及びせん断応力度を次式により算定する。

$$Q_1 = W_X + F_V$$

$$\tau_1 = \frac{Q_1}{A_1}$$

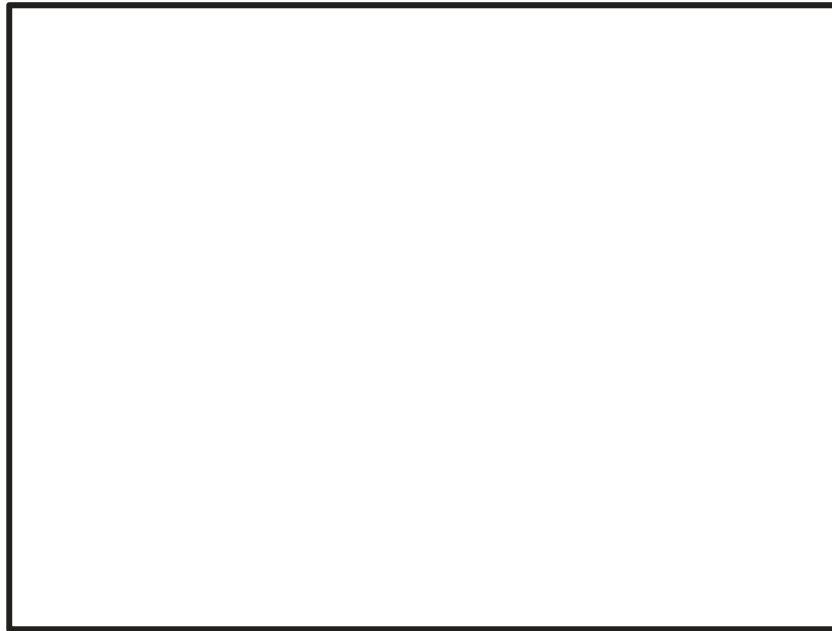


図 4-3 ヒンジアームに生じる荷重

(b) ヒンジピン

ヒンジピンは、曲げ応力度とせん断応力度の組合せについて評価する。図 4-4 にヒンジピンに生じる荷重を示す。

イ. 曲げモーメント

ヒンジピンに生じる曲げモーメント及び曲げ応力度を次式により算定する。

$$M_2 = \sqrt{\left(R_r + \frac{F_H}{2}\right)^2 + R_t^2} \cdot L_2$$

$$\sigma_{b2} = \frac{M_2}{Z_2}$$

ロ. せん断力

ヒンジピンに生じるせん断力及びせん断応力度を次式により算定する。

$$Q_2 = \sqrt{\left(R_r + \frac{F_H}{2}\right)^2 + R_t^2}$$

$$\tau_2 = \frac{Q_2}{A_2}$$

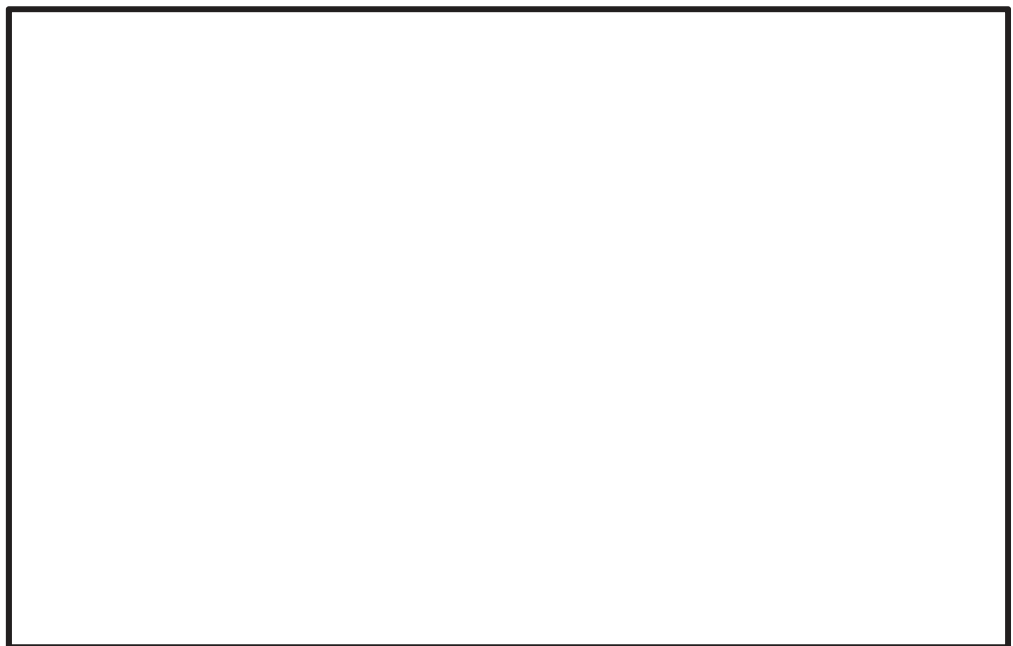


図 4-4 ヒンジピンに生じる荷重

(c) ヒンジボルト

ヒンジボルトは、引張応力度及びせん断応力度について評価する。ヒンジボルトに生じる荷重は、扉の開放角度が 90° の時には引張力として作用し、扉の開放角度が 180° の時には、せん断力として作用することから次式により算定する。なお、 45° や 135° 等の上記以外の開放状況下においては、ヒンジボルトに生じる引張力とせん断力はそれぞれ 90° 開放時の引張力、 180° 開放時のせん断力に包絡されるため開放状況は 90° と 180° を想定するものとする。また、2 か所設置しているヒンジ部のうち、上部のヒンジ部は水平方向の荷重のみ負担するのに対して、下部のヒンジ部は鉛直方向の荷重と水平方向の荷重を負担することから、下部のヒンジボルトを対象に評価する。図 4-5 にヒンジボルトに生じる荷重を示す。

$$T_3 = Q_3 = \sqrt{\left(R_r + \frac{F_H}{2}\right)^2 + (W_X + F_V)^2}$$

$$\sigma_{t3} = \frac{T_3}{n_{b3} \cdot A_{b3}}$$

$$\tau_3 = \frac{Q_3}{n_{b3} \cdot A_{b3}}$$



図 4-5 ヒンジボルトに生じる荷重

b. カンヌキ部

カンヌキ部は、カンヌキ、カンヌキ受けピン及びカンヌキ受けボルトで構成されており、次式により算定する水平地震力及び圧力荷重（外圧）から、各部位に発生する荷重を算定する。扉体に生じる荷重を図 4-6 に、カンヌキ部に生じる荷重を図 4-7 に示す。

$$F_{H'} = W_X \cdot C_H + P_{E2} \cdot W_1 \cdot H_1$$



図 4-6 扉体に生じる荷重



(a) 平面図

(b) A-A 断面図

図 4-7 カンヌキ部に生じる荷重

(a) カンヌキ

カンヌキは、曲げ応力度とせん断応力度の組合せについて評価する。

イ. 曲げモーメント

カンヌキに生じる曲げモーメント及び曲げ応力度を次式により算定する。

$$M_4 = \frac{F_H'}{2 \cdot n} \cdot L_4$$

$$\sigma_{b4} = \frac{M_4}{Z_4}$$

ロ. せん断力

カンヌキに生じるせん断力及びせん断応力度を次式により算定する。

$$Q_4 = \frac{F_H'}{2 \cdot n}$$

$$\tau_4 = \frac{Q_4}{A_4}$$

(b) カンヌキ受けピン

カンヌキ受けピンは，曲げ応力度及びせん断応力度について評価する。なお，端部を単純支持として評価するため，曲げとせん断の組合せについては評価を行わないものとする。

イ. 曲げモーメント

カンヌキ受けピンに生じる曲げモーメント及び曲げ応力度を次式により算定する。

$$M_5 = \frac{1}{4} \cdot \frac{F_H'}{2 \cdot n} \cdot L_5$$

$$\sigma_{b5} = \frac{M_5}{Z_5}$$

ロ. せん断力

カンヌキ受けピンに生じるせん断力及びせん断応力度を次式により算定する。

$$Q_5 = \frac{1}{2} \cdot \frac{F_H'}{2 \cdot n}$$

$$\tau_5 = \frac{Q_5}{A_5}$$

(c) カンヌキ受けボルト

カンヌキ受けボルトは，引張応力度について評価する。カンヌキ受けボルトに生じる引張力及び引張応力度を次式により算定する。

$$T_6 = \frac{F_H'}{2 \cdot n}$$

$$\sigma_{t6} = \frac{T_6}{n_{b6} \cdot A_{b6}}$$

(2) 応力の評価

各部材に生じる応力度等が、許容限界以下であることを確認する。なお、異なる荷重が同時に作用する部材については、荷重の組合せを考慮する。

a. ヒンジ部

(a) ヒンジアーム

ヒンジアームに生じる曲げ応力度及びせん断応力度から、組合せ応力度を次式により算定し、ヒンジアームに生じる組合せ応力度が許容限界以下であることを確認する。

$$\sigma_{x1} = \sqrt{\left(\frac{M_1}{Z_1}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{Q_1}{A_1}\right)^2}$$

(b) ヒンジピン

ヒンジピンに生じる曲げ応力度及びせん断応力度から、組合せ応力度を次式により算定し、ヒンジピンに生じる組合せ応力度が許容限界以下であることを確認する。

$$\sigma_{x2} = \sqrt{\left(\frac{M_2}{Z_2}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{Q_2}{A_2}\right)^2}$$

(c) ヒンジボルト

ヒンジボルトに生じる引張応力度及びせん断応力度を次式により算定し、ボルトの許容限界以下であることを確認する。

$$\sigma_{t3} = \frac{T_3}{n_{b3} \cdot A_{b3}}$$

$$\tau_3 = \frac{Q_3}{n_{b3} \cdot A_{b3}}$$

b. カンヌキ部

(a) カンヌキ

カンヌキに生じる曲げ応力度及びせん断応力度から，組合せ応力度を次式により算定し，カンヌキに生じる組合せ応力度が許容限界以下であることを確認する。

$$\sigma_{x4} = \sqrt{\left(\frac{M_4}{Z_4}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{Q_4}{A_4}\right)^2}$$

(b) カンヌキ受けピン

カンヌキ受けピンに生じる曲げ応力度及びせん断応力度を次式により算定し，カンヌキ受けピンの許容限界以下であることを確認する。

$$\sigma_{b5} = \frac{M_5}{Z_5}$$

$$\tau_5 = \frac{Q_5}{A_5}$$

(c) カンヌキ受けボルト

カンヌキ受けボルトに生じる引張応力度を次式により算定し，ボルトの許容限界以下であることを確認する。

$$\sigma_{t6} = \frac{T_6}{n_{b6} \cdot A_{b6}}$$

4.5 計算条件

「4.4 計算方法」に用いる計算条件を表 4-6 に示す。

表 4-6 耐震評価に用いる計算条件

対象部位		記号	単位	定義	数値
共通		C_H	—	水平震度	1.77
		C_V	—	鉛直震度	1.30
		W_X	kN	扉体自重	
		W_1	mm	扉体幅	
		H_1	mm	扉体高	
		P_{E1}	kN/m ²	圧力荷重(内圧)	0.000
		P_{E2}	kN/m ²	圧力荷重(外圧)	0.295
ヒンジ部	共通	L_j	mm	ヒンジ中心間距離	
		L_r	mm	扉体重心～ヒンジ芯間距離 (扉体幅方向)	
		L_t	mm	扉体重心～ヒンジ芯間距離 (扉体厚方向)	
	ヒンジアーム	A_1	mm ²	断面積	
		L_1	mm	作用点間距離	
		Z_1	mm ³	断面係数	
	ヒンジピン	A_2	mm ²	断面積	
		L_2	mm	軸支持間距離	
		Z_2	mm ³	断面係数	
	ヒンジボルト	A_{b3}	mm ²	断面積	
n_{b3}		本	本数		
カンヌキ部	カンヌキ	A_4	mm ²	断面積	
		L_4	mm	作用点間距離	
		n	本	本数	
		Z_4	mm ³	断面係数	
	カンヌキ受け ピン	A_5	mm ²	断面積	
		L_5	mm	作用点間距離	
		Z_5	mm ³	断面係数	
	カンヌキ受け ボルト	A_{b6}	mm ²	断面積	
		n_{b6}	本	本数	

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

5. 評価結果

原子炉建屋エアロックの評価結果を表 5-1 に示す。発生値は許容限界を下回っており、設計用地震力に対して十分な耐震性を有していることを確認した。

表 5-1 耐震評価結果

評価部位		分類	発生値	許容限界
ヒンジ部	ヒンジ アーム	曲げ (N/mm ²)	28	215
		せん断 (N/mm ²)	3	124
		組合せ (N/mm ²)	28	215
	ヒンジ ピン	曲げ (N/mm ²)	182	345
		せん断 (N/mm ²)	17	199
		組合せ (N/mm ²)	184	345
ヒンジ ボルト	引張 (N/mm ²)	39	651	
	せん断 (N/mm ²)	39	375	
カンヌキ部	カンヌキ	曲げ (N/mm ²)	7	205
		せん断 (N/mm ²)	2	118
		組合せ (N/mm ²)	7	205
	カンヌキ受け ピン	曲げ (N/mm ²)	42	205
		せん断 (N/mm ²)	4	118
	カンヌキ受け ボルト	引張 (N/mm ²)	19	651

VI-2-9-4 圧力低減設備その他の安全設備の耐震性についての計算書

目 次

- VI-2-9-4-1 ダウンカマの耐震性についての計算書
- VI-2-9-4-2 ベント管の耐震性についての計算書
- VI-2-9-4-3 原子炉格納容器安全設備の耐震性についての計算書
- VI-2-9-4-4 放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに格納容器再循環設備の耐震性についての計算書
- VI-2-9-4-6 圧力逃がし装置の耐震性についての計算書

VI-2-9-4-3 原子炉格納容器安全設備の耐震性についての計算書

目 次

- VI-2-9-4-3-1 原子炉格納容器スプレイ冷却系の耐震性についての計算書
- VI-2-9-4-3-2 原子炉格納容器下部注水系の耐震性についての計算書
- VI-2-9-4-3-3 原子炉格納容器代替スプレイ冷却系の耐震性についての計算書
- VI-2-9-4-3-4 代替循環冷却系の耐震性についての計算書

VI-2-9-4-3-1 原子炉格納容器スプレイ冷却系の耐震性についての計算書

目 次

VI-2-9-4-3-1-1 管の耐震性についての計算書（原子炉格納容器スプレイ冷却系）

VI-2-9-4-3-1-1 管の耐震性についての計算書
(原子炉格納容器スプレイ冷却系)

目次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用基準	3
2.4 記号の説明	4
3. 評価部位	5
4. 地震応答解析及び構造強度評価	6
4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法	6
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	6
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	6
4.2.2 許容応力	6
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	6
4.2.4 設計荷重	10
4.3 解析モデル及び諸元	11
4.4 固有周期	15
4.5 設計用地震力	19
4.6 計算方法	24
4.7 計算条件	25
4.8 応力の評価	25
5. 評価結果	26
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	26
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	29
6. 参照図書	31

1. 概要

本計算書は、添付資料「VI-1-8-1 原子炉格納施設の設計条件に関する説明書」及び「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、ドライウェルスプレイ管及びサブプレッションチェンバスプレイ管が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

ドライウェルスプレイ管及びサブプレッションチェンバスプレイ管は設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

本計算書においては、新規制対応工認対象となる設計用地震力及び重大事故等時に対する評価について記載するものとし、前述の荷重を除く荷重によるサブプレッションチェンバスプレイ管の評価は、平成2年5月24日付け元資庁第14466号にて認可された工事計画の添付書類（6. 参照図書(1)）による（以下「既工認」という。）。

なお、ドライウェルスプレイ管はドライウェル及びスプレイ管サポートと一体の構造であり、ドライウェルスプレイ管の設計用地震力に対する評価はドライウェルの設計用地震力に対する評価に包絡されることから、評価は省略するものとする。

2. 一般事項

2.1 構造計画

サブプレッションチェンバスプレイ管の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>サブプレッションチェンバ スプレイ管の配管サポ ートは、サブプレッショ ンチェンバ強め輪に支持され る。 サブプレッショ ンチェンバ スプレイ管案内管はサブ プレッショ ンチェンバ貫通 部に支持される。 鉛直方向荷重及び水平方 向荷重は、サブプレッショ ンチェンバ及びボックス サポートを介して原子炉 建屋に伝達させる。</p>	<p>サブプレッショ ンチェン バスプレイ管及びサブ プレッショ ンチェンバス プレイ管案内管は、外 径 114.3 mm 及び板厚 □ mm の鋼製パイプを 直径 □ mm の円環 状に接合した構造物で ある。</p>	<p>サブプレッショ ンチェンバスプレイ管 案内管</p> <p>原子炉格納容器内側</p> <p>B</p> <p>C~C断面</p> <p>サブプレッショ ンチェンバスプレイ管</p> <p>B部詳細図</p> <p>φD</p> <p>t</p> <p>90°</p> <p>180°</p> <p>270°</p> <p>0°</p> <p>AAから見る</p> <p>ドライウエル</p> <p>A</p> <p>A</p> <p>サブプレッショ ンチェンバ</p> <p>(単位: mm)</p>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.2 評価方針

サブプレッションチェンバスプレイ管の応力評価は、添付資料「VI-1-8-1 原子炉格納施設的设计条件に関する説明書」及び「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4.4 固有周期」にて算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 地震応答解析及び構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

サブプレッションチェンバスプレイ管の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

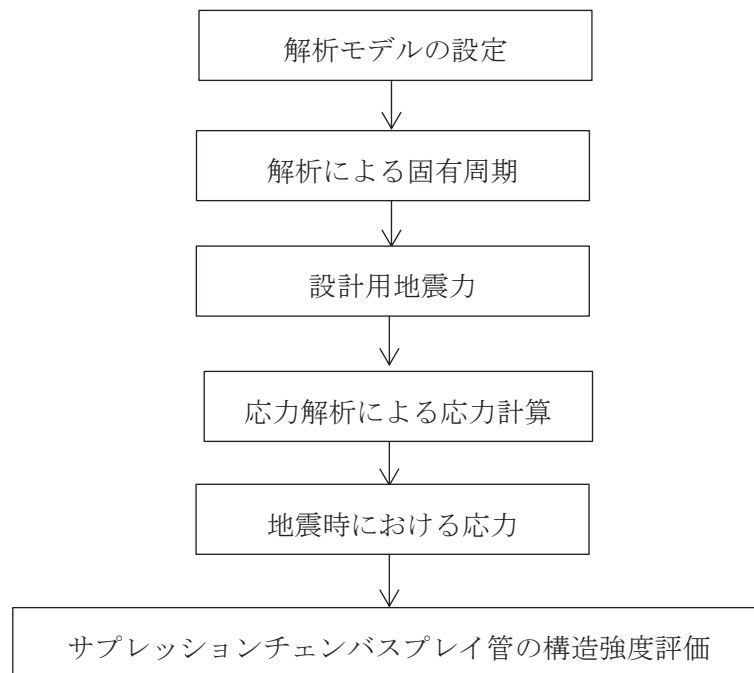


図 2-1 サブプレッションチェンバスプレイ管の耐震評価フロー

2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

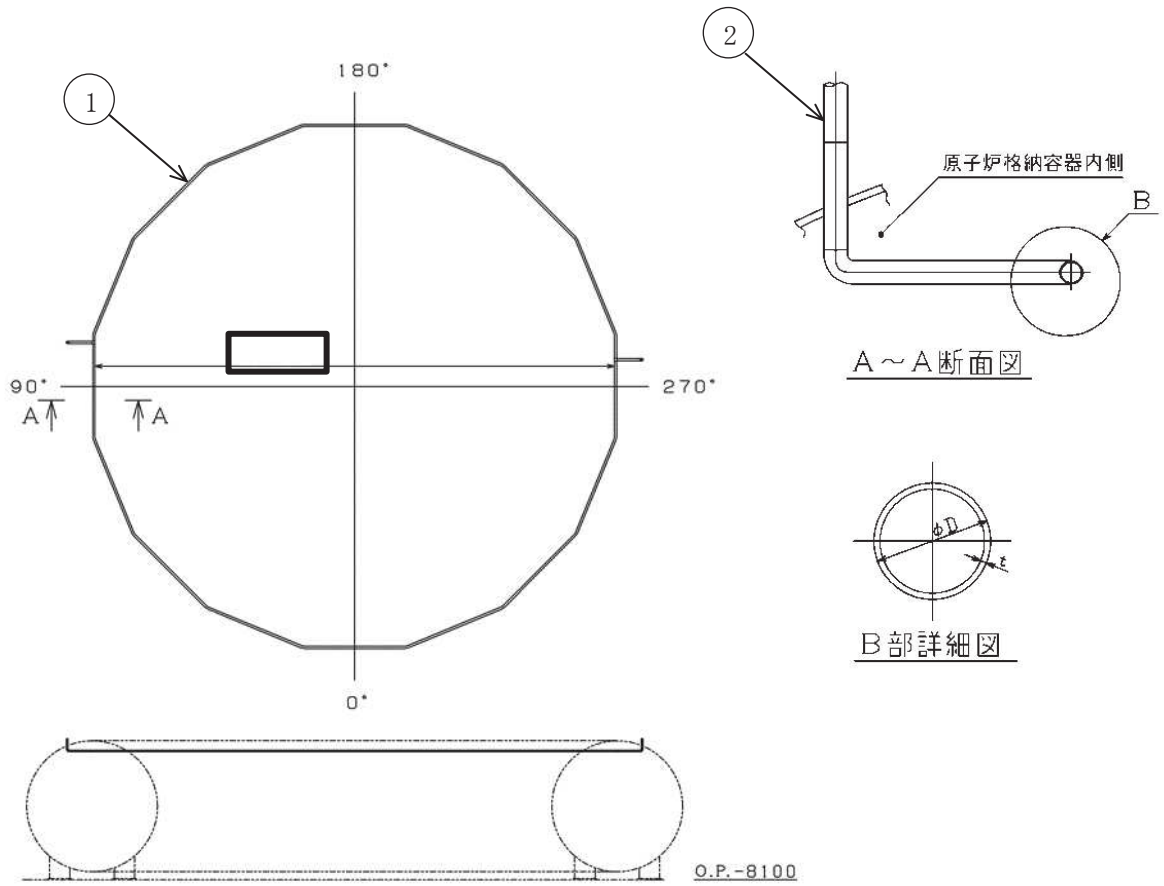
- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ((社) 日本電気協会)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- (4) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
C_i	水平方向設計震度（静的震度）	—
C_v	鉛直方向設計震度	—
D	死荷重, 直径	—, mm
M_D	機械的荷重	—
M_{SAD}	機械的荷重（S A時）	—
P_D	圧力	—
P_{SAD}	圧力（S A時）	MPa
S_h	許容引張応力	MPa
S_d	弾性設計用地震動 S_d により定まる地震力	—
S_d^*	弾性設計用地震動 S_d により定まる地震力又は静的地震力	—
S_m	設計応力強さ	MPa
S_s	基準地震動 S_s により定まる地震力	—
S_u	設計引張強さ	MPa
S_y	設計降伏点	MPa
T	厚さ	mm
T_{SAD}	温度（S A時）	°C

3. 評価部位

サプレッションチェンバスプレイ管の形状及び主要寸法を図 3-1 に、使用材料及び使用部位を表 3-1 に示す。



- ① サプレッションチェンバスプレイ管 ② スプレイ管案内管

D = 114.3 t =

(単位：mm)

図 3-1 サプレッションチェンバスプレイ管の形状及び主要寸法

表 3-1 使用材料表

使用部位	使用材料
サプレッションチェンバスプレイ管 及びスプレイ管案内管	STS42 (STS410)

4. 地震応答解析及び構造強度評価

4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法

- (1) サプレッションチェンバスプレイ管に作用する地震力は、水平及び鉛直の固有周期に応じた応答加速度に基づき算出する。サプレッションチェンバスプレイ管の耐震評価として、上記の応答解析に基づき算出した地震力を用いて、6. 参照図書(1)に示す既工認の手法に従い構造強度評価を行う。
- (2) 構造強度評価に用いる寸法は、公称値を用いる。
- (3) 概略構造図を表 2-1 に示す。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

サプレッションチェンバスプレイ管の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

詳細な荷重の組合せは、対象機器の設置位置等を考慮し決定する。なお、考慮する荷重の組合せは、組み合わせる荷重の大きさを踏まえ、評価上厳しくなる組合せを選定する。

4.2.2 許容応力

サプレッションチェンバスプレイ管の許容応力は、添付資料「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 に示すとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

サプレッションチェンバスプレイ管の使用材料の許容応力評価条件のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

表4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		設備名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉格納施設	圧力低減設備 その他の安全設備	原子炉格納容器 スプレイ管 (サブプレッション チェンバ側)	S	クラス2管	$D + P_D + M_D + S d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S s$	Ⅳ _A S

表4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉格納施設	圧力低減設備 その他の安全設備	原子炉格納容器 スプレイ管 (サブプレッション チェンバ側)	常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等 クラス2管	$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S s$	V _A S*2

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：V_ASとしてⅣ_ASの許容限界を用いる。

表4-3 クラス2管及び重大事故等クラス2管の許容応力

応力分類 許容 応力状態	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
III_{AS}	S_y ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高 ニッケル合金については、 $1.2 \cdot S$ としてもよ い。	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、疲労解析は不要である。	
IV_{AS}	$0.9 \cdot S_u$		
V_{AS}^{*2}			

注記*1: $2 \cdot S_y$ を超える場合、設計・建設規格 PPB-3536(1), (2), (4)及び(5)の簡易弾塑性解析を用いることができる。

(ただし、 S_m は $2/3 \cdot S_y$ と読み替える。)

*2: V_{AS} として IV_{AS} の許容限界を用いる。

∞

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _m (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _h (MPa)
		周囲環境 温度					
サプレッションチェンバ スプレイ管 及びスプレイ管案内管	STS42 (STS410)	周囲環境 温度	104	—	219	404	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _m (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _h (MPa)
		周囲環境 温度					
サプレッションチェンバ スプレイ管 及びスプレイ管案内管	STS42 (STS410)	周囲環境 温度	200	—	207	404	—

4.2.4 設計荷重

(1) 設計基準対象施設としての設計荷重

設計基準対象施設としての設計荷重である，最高使用圧力，最高使用温度及び死荷重は，既工認からの変更はなく，6. 参照図書(1)に定めるとおりである。

(2) 重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度

重大事故等対処設備としての評価圧力及び評価温度は，以下のとおりとする。

原子炉格納容器内圧	P_{SAD}	854kPa (SA 後)
温度	T_{SAD}	200°C (SA 後)

注：重大事故等時においては，サプレッションチェンバースプレイ管の最高使用圧力（3.73MPa）を用いて評価する。

4.3 解析モデル及び諸元

(1) 設計基準対象施設としての解析モデル及び諸元

設計基準対象施設としての評価は、サプレッションチェンバスプレイ管質量及び内部水質を考慮して固有値解析及び構造強度評価を実施する。動的解析手法としては、スペクトルモーダル解析法を用いる。

解析モデルの概要を以下に示す。

- a. サプレッションチェンバスプレイ管は、3次元はり要素による有限要素解析手法を適用する。解析モデルを図4-1に、機器の諸元を表4-6に示す。
- b. サプレッションチェンバスプレイ管及びスプレイ管案内管をモデル化し、固有値解析及び構造強度評価を実施する。

c.



- d. 解析コードは「ISAP」を使用する。なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

(2) 重大事故等対処設備としての解析モデル及び諸元

重大事故等時のドライウェルスプレイ管の解析モデルは、設計基準対象施設と同じとする。機器の諸元を表4-8に示す。

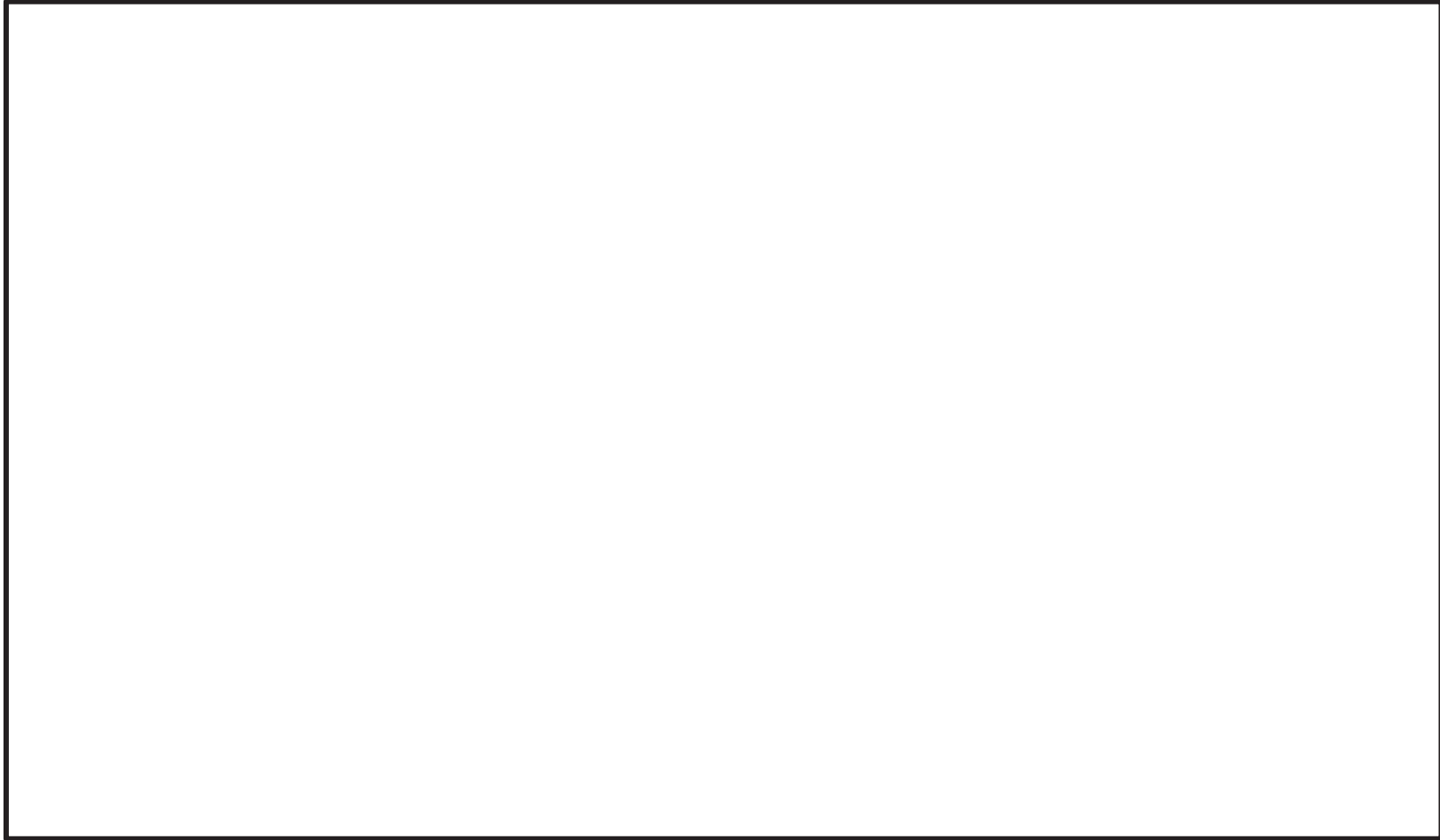


図 4-1 サプレッションチェンバスプレイ管の解析モデル

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 4-6 機器諸元 (設計基準対象施設)

項目		単位	入力値
質量	サブプレッションチェンバスプレイ管	kg/m	
	スプレイ管案内管	kg/m	
温度条件		℃	
縦弾性係数		MPa	
ポアソン比		—	
要素数		—	
節点数		—	

表 4-7 拘束方法一覧表

拘束方法	拘束点番号*

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 4-8 機器諸元（重大事故等対処設備）

項目		単位	入力値
質量	サブプレッションチェンバスプレイ管	kg/m	
	スプレイ管案内管	kg/m	
温度条件		℃	
縦弾性係数		MPa	
ポアソン比		—	
要素数		—	
節点数		—	

O 2 ③ VI-2-9-4-3-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.4 固有周期

設計基準対象施設及び重大事故等対処設備における固有周期を表 4-9 及び表 4-10 に、振動モード図を 3 次まで代表して図 4-2 及び図 4-3 にそれぞれ示す。固有周期は 0.05 秒を超えており、柔構造であることを確認した。

表 4-9 固有周期（設計基準対象施設）

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次	0.266	0.198	0.000	0.440
2次	0.263	0.211	0.001	0.437
3次	0.231	0.000	0.351	0.001
4次	0.225	0.011	0.071	0.007
5次	0.219	0.282	0.022	0.222
6次	0.219	0.005	0.561	0.003
7次	0.215	0.005	0.449	0.000
8次	0.212	0.326	0.032	0.217
9次	0.175	0.001	0.318	0.000
10次	0.173	0.001	0.272	0.000
11次	0.155	0.335	0.002	0.227
12次	0.153	0.285	0.001	0.265
13次	0.152	0.200	0.002	0.313
14次	0.151	0.004	0.022	0.006
15次	0.151	0.003	0.047	0.001
16次	0.146	0.314	0.008	0.252
17次	0.117	0.178	0.001	0.096
18次	0.115	0.182	0.003	0.059
19次	0.109	0.001	0.134	0.004
20次	0.108	0.001	0.090	0.002
21次	0.102	0.003	0.132	0.007
22次	0.102	0.003	0.027	0.006
23次	0.099	0.186	0.000	0.209
24次	0.098	0.190	0.006	0.174
25次	0.076	0.004	0.333	0.028

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

表 4-10 固有周期（重大事故等対処設備）

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次	0.270	0.198	0.000	0.441
2次	0.268	0.210	0.001	0.437
3次	0.235	0.000	0.351	0.001
4次	0.229	0.011	0.071	0.007
5次	0.223	0.282	0.021	0.222
6次	0.222	0.005	0.561	0.003
7次	0.219	0.005	0.449	0.000
8次	0.216	0.326	0.032	0.217
9次	0.178	0.001	0.318	0.000
10次	0.176	0.001	0.272	0.000
11次	0.158	0.335	0.002	0.227
12次	0.156	0.285	0.001	0.265
13次	0.154	0.200	0.002	0.312
14次	0.154	0.004	0.022	0.006
15次	0.153	0.003	0.047	0.001
16次	0.148	0.314	0.008	0.252
17次	0.119	0.179	0.001	0.096
18次	0.117	0.182	0.003	0.059
19次	0.111	0.001	0.134	0.004
20次	0.109	0.001	0.090	0.002
21次	0.104	0.003	0.132	0.007
22次	0.103	0.003	0.027	0.005
23次	0.101	0.186	0.000	0.209
24次	0.099	0.190	0.006	0.174
25次	0.077	0.004	0.333	0.028

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。



1次モード



2次モード



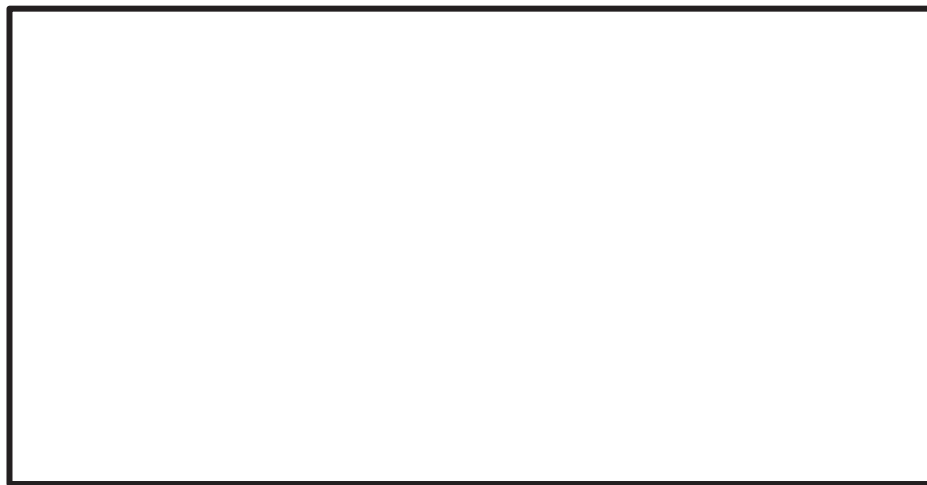
3次モード

図 4-2 振動モード図 (設計基準対象施設)

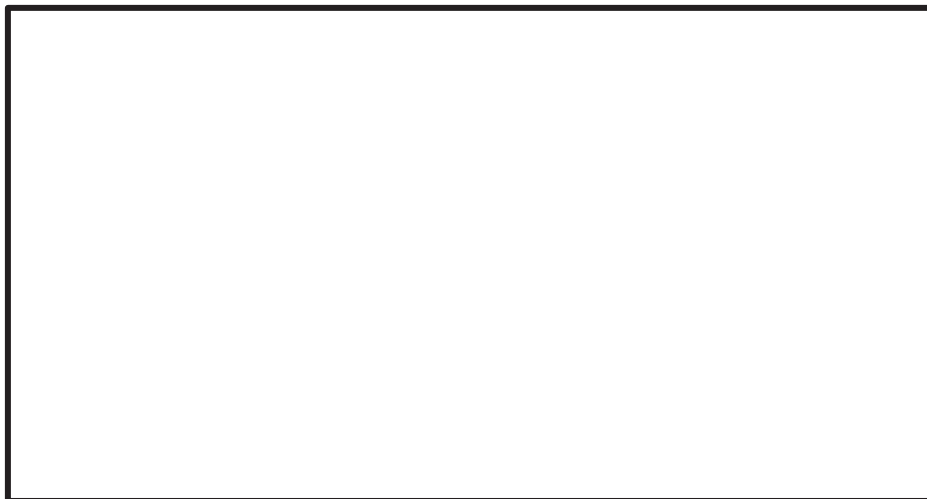
枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



1次モード



2次モード



3次モード

図 4-3 振動モード図（重大事故等対処設備）

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.5 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 4-11 及び表 4-12 に示す。

「弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度」及び「基準地震動 S_s 」による地震力は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。また、減衰定数は添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

表 4-11 設計用地震力 (設計基準対象施設)

据付場所及び 設置高さ (m)		原子炉建屋 0. P. -8. 10 ^{*1}					
減衰定数 (%)		水平 : 0. 5 ^{*2} 鉛直 : 0. 5 ^{*2}					
地震力		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度			基準地震動 S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度 ^{*3}		応答鉛直 震度 ^{*3}	応答水平震度 ^{*3}		応答鉛直 震度 ^{*3}
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向
1次	0. 266						
2次	0. 263						
3次	0. 231						
4次	0. 225						
5次	0. 219						
6次	0. 219						
7次	0. 215						
8次	0. 212						
9次	0. 175						
10次	0. 173						
11次	0. 155						
12次	0. 153						
13次	0. 152						
14次	0. 151						
15次	0. 151						
16次	0. 146						
17次	0. 117						
18次	0. 115						
19次	0. 109						
20次	0. 108						
21次	0. 102						
22次	0. 102						
23次	0. 099						
24次	0. 098						
25次	0. 076						
26次 ^{*4}	0. 035	—	—	—	—	—	—
動的地震力 ^{*5}							
静的地震力 ^{*6}					—	—	—

注記*1：サプレッションチェンバが設置される原子炉建屋 O.P. -8.10m の震度を適用する。

*2：サプレッションチェンバスプレイ管は配管に区分されるため，添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の配管の減衰定数を用いる。

*3：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

*4：25 次までは固有周期が 0.050s より長いモード，26 次は固有周期 0.050s 以下のモードを示す。

*5：S_d 又は S_s 地震動に基づく設計用最大応答加速度より定めた震度を示す。

*6：静的震度 (3.6C_i 及び 1.2C_v) を示す。

表 4-12 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所及び 設置高さ (m)		原子炉建屋 0. P. -8. 10* ¹					
減衰定数 (%)		水平 : 0. 5* ² 鉛直 : 0. 5* ²					
地震力		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度			基準地震動 S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度* ³		応答鉛直 震度* ³	応答水平震度* ³		応答鉛直 震度* ³
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向
1次	0. 270	—	—	—			
2次	0. 268	—	—	—			
3次	0. 235	—	—	—			
4次	0. 229	—	—	—			
5次	0. 223	—	—	—			
6次	0. 222	—	—	—			
7次	0. 219	—	—	—			
8次	0. 216	—	—	—			
9次	0. 178	—	—	—			
10次	0. 176	—	—	—			
11次	0. 158	—	—	—			
12次	0. 156	—	—	—			
13次	0. 154	—	—	—			
14次	0. 154	—	—	—			
15次	0. 153	—	—	—			
16次	0. 148	—	—	—			
17次	0. 119	—	—	—			
18次	0. 117	—	—	—			
19次	0. 111	—	—	—			
20次	0. 109	—	—	—			
21次	0. 104	—	—	—			
22次	0. 103	—	—	—			
23次	0. 101	—	—	—			
24次	0. 099	—	—	—			
25次	0. 077	—	—	—			
26次* ⁴	0. 036	—	—	—			
動的地震力* ⁵		—	—	—			
静的地震力* ⁶		—	—	—	—	—	—

注記*1：サプレッションチェンバが設置される原子炉建屋 O.P. -8.10m の震度を適用する。

*2：サプレッションチェンバスプレイ管は配管に区分されるため，添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の配管の減衰定数を用いる。

*3：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

*4：25 次までは固有周期が 0.050s より長いモード，26 次は固有周期 0.050s 以下のモードを示す。

*5：S_d 又は S_s 地震動に基づく設計用最大応答加速度より定めた震度を示す。

*6：静的震度 (3.6C_i 及び 1.2C_v) を示す。

4.6 計算方法

サブプレッションチェンバスプレイ管の応力評価点は、サブプレッションチェンバスプレイ管を構成する部材の形状及び応力レベルを考慮し、発生応力が大きくなる部位を選定する。選定した応力評価点を表 4-13 に示す。

応力計算方法は既工認から変更はなく、6. 参照図書(1)に示すとおりである。

表 4-13 応力評価点

応力評価点番号*	応力評価点
15, 47	スプレイ管 (拘束点)
26, 4	ティー部
2034, 1025	コーナ部
49	スプレイ管 (一般部)

注記* : 応力評価点番号については、図 4-1 参照。

4.7 計算条件

応力解析に用いる荷重を、「4.2 荷重の組合せ及び許容応力」及び「4.5 設計用地震力」に示す。

4.8 応力の評価

「4.6 計算方法」で求めた応力が許容応力以下であること。ただし、一次＋二次応力が許容値を満足しない場合は、設計・建設規格 PPB-3536 に基づいて疲労評価を行い、疲労累積係数が1.0以下であること。

5. 評価結果

5.1 設計基準対象施設としての評価結果

サブレッションチェンバスプレイ管の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を表 5-1 及び表 5-2 に示す。

表 5-1 許容応力状態Ⅲ_AS に対する評価結果 (D + P_D + M_D + S d *)

評価対象設備	応力評価点		応力分類	Ⅲ _A S		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
サプレッション チェンバ スプレイ管	4	スプレイ管とスプレイ管案内管との接続部	一次応力	86	219	○	
			一次+二次応力	94	439	○	
	15	スプレイ管	一次応力	65	219	○	スプレイ管拘束点
			一次+二次応力	80	439	○	
	26	スプレイ管とスプレイ管案内管との接続部	一次応力	76	219	○	
			一次+二次応力	86	439	○	
	47	スプレイ管	一次応力	157	219	○	スプレイ管拘束点
			一次+二次応力	224	439	○	
	49	スプレイ管	一次応力	132	219	○	スプレイ管一般部
			一次+二次応力	180	439	○	
	1025	スプレイ管	一次応力	131	219	○	スプレイ管 コーナ部
			一次+二次応力	174	439	○	
	2034	スプレイ管	一次応力	78	219	○	スプレイ管 コーナ部
			一次+二次応力	94	439	○	

表 5-2 許容応力状態IV_{AS} に対する評価結果 (D + P_D + M_D + S_s)

評価対象設備	応力評価点		応力分類	IV _{AS}		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
サプレッション チェンバ スプレイ管	4	スプレイ管とスプレイ管案内管との接続部	一次応力	122	364	○	
			一次+二次応力	166	439	○	
	15	スプレイ管	一次応力	100	364	○	スプレイ管拘束点
			一次+二次応力	150	439	○	
	26	スプレイ管とスプレイ管案内管との接続部	一次応力	109	364	○	
			一次+二次応力	152	439	○	
	47	スプレイ管	一次応力	243	364	○	スプレイ管拘束点
			一次+二次応力	396	439	○	
	49	スプレイ管	一次応力	201	364	○	スプレイ管一般部
			一次+二次応力	318	439	○	
	1025	スプレイ管	一次応力	198	364	○	スプレイ管 コーナ部
			一次+二次応力	308	439	○	
	2034	スプレイ管	一次応力	122	364	○	スプレイ管 コーナ部
			一次+二次応力	182	439	○	

5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

サブプレッションチェンバスプレイ管の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を表 5-3 に示す。

表 5-3 許容応力状態 V_{AS} に対する評価結果 ($D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$)

評価対象設備	応力評価点		応力分類	V_{AS}		判定	備考
				算出応力	許容応力		
				MPa	MPa		
サプレッション チェンバ スプレイ管	4	スプレイ管とスプレイ管案内管との接続部	一次応力	126	363	○	
			一次+二次応力	174	414	○	
	15	スプレイ管	一次応力	100	363	○	スプレイ管拘束点
			一次+二次応力	150	414	○	
	26	スプレイ管とスプレイ管案内管との接続部	一次応力	109	363	○	
			一次+二次応力	152	414	○	
	47	スプレイ管	一次応力	243	363	○	スプレイ管拘束点
			一次+二次応力	396	414	○	
	49	スプレイ管	一次応力	201	363	○	スプレイ管一般部
			一次+二次応力	318	414	○	
	1025	スプレイ管	一次応力	198	363	○	スプレイ管 コーナ部
			一次+二次応力	308	414	○	
	2034	スプレイ管	一次応力	121	363	○	スプレイ管 コーナ部
			一次+二次応力	180	414	○	

6. 参照図書

- (1) 女川原子力発電所第2号機 第2回工事計画認可申請書
添付書類「IV-3-1-3-7 サプレッションチェンバस्पレイ管の強度計算書」

VI-2-9-4-3-2 原子炉格納容器下部注水系の耐震性についての計算書

目 次

VI-2-9-4-3-2-1 管の耐震性についての計算書（原子炉格納容器下部注水系）

VI-2-9-4-3-2-1 管の耐震性についての計算書
(原子炉格納容器下部注水系)

重大事故等対処設備

目次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	7
3. 計算条件	14
3.1 計算方法	14
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	15
3.3 設計条件	16
3.4 材料及び許容応力	22
3.5 設計用地震力	23
4. 解析結果及び評価	24
4.1 固有周期及び設計震度	24
4.2 評価結果	25
4.2.1 管の応力評価結果	25
4.2.2 支持構造物評価結果	26
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	27
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	28

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全1モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。






(3) 弁

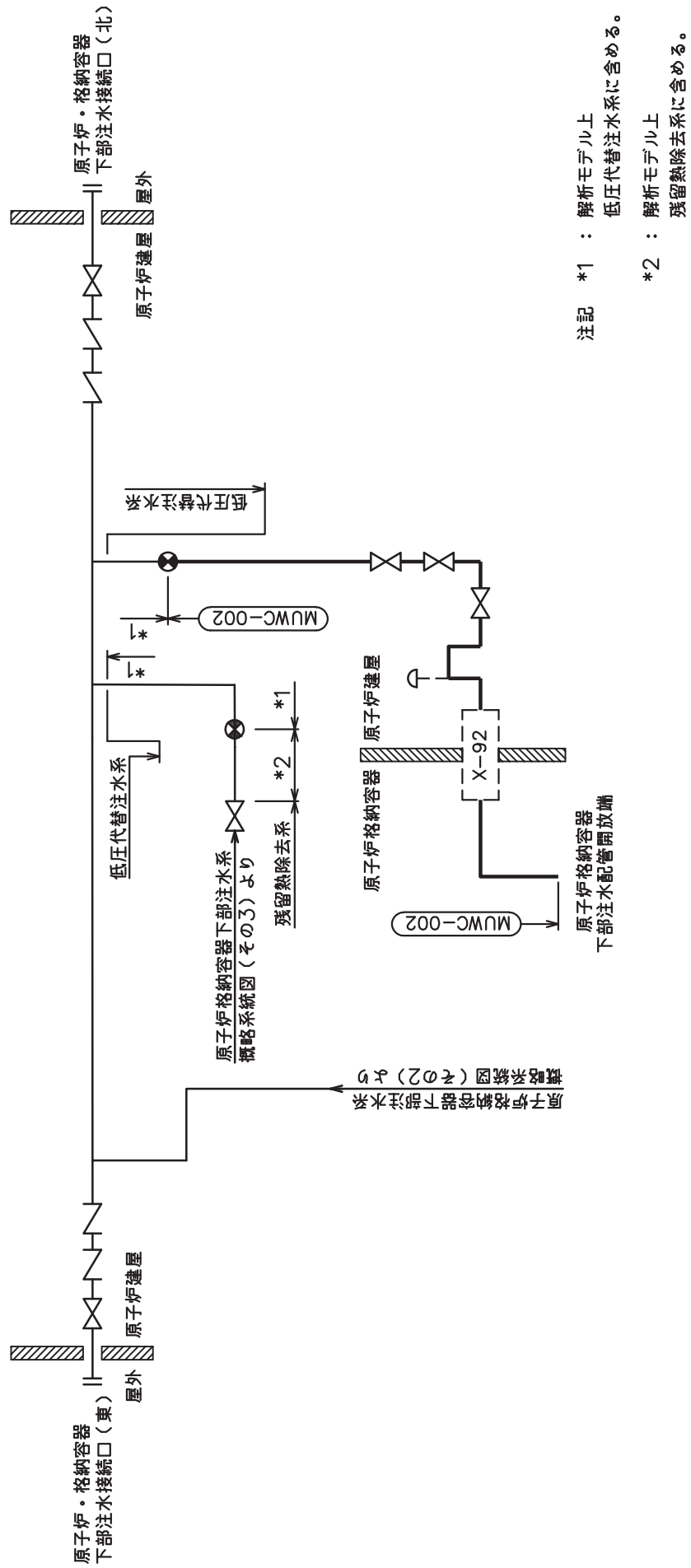
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

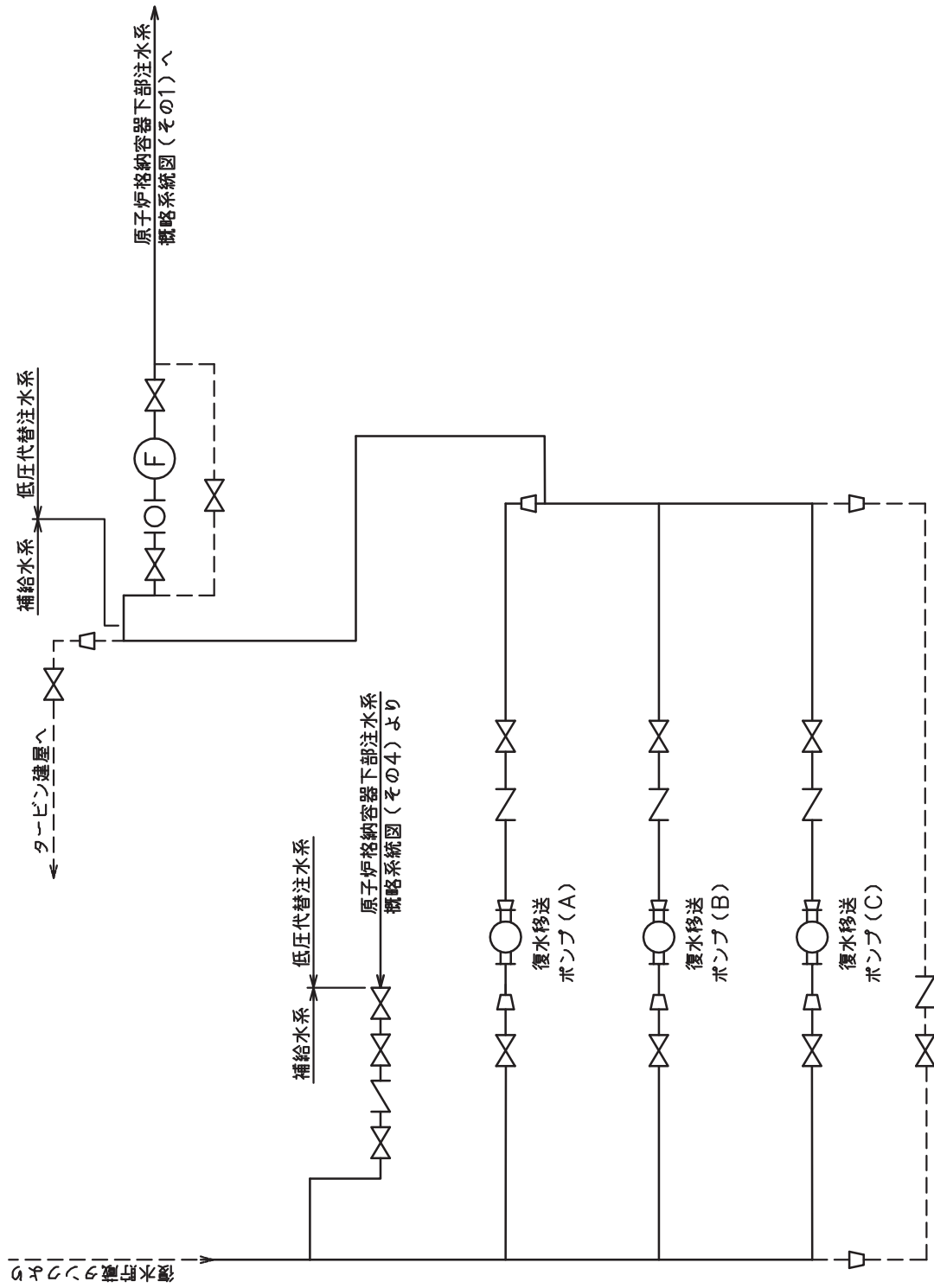
2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

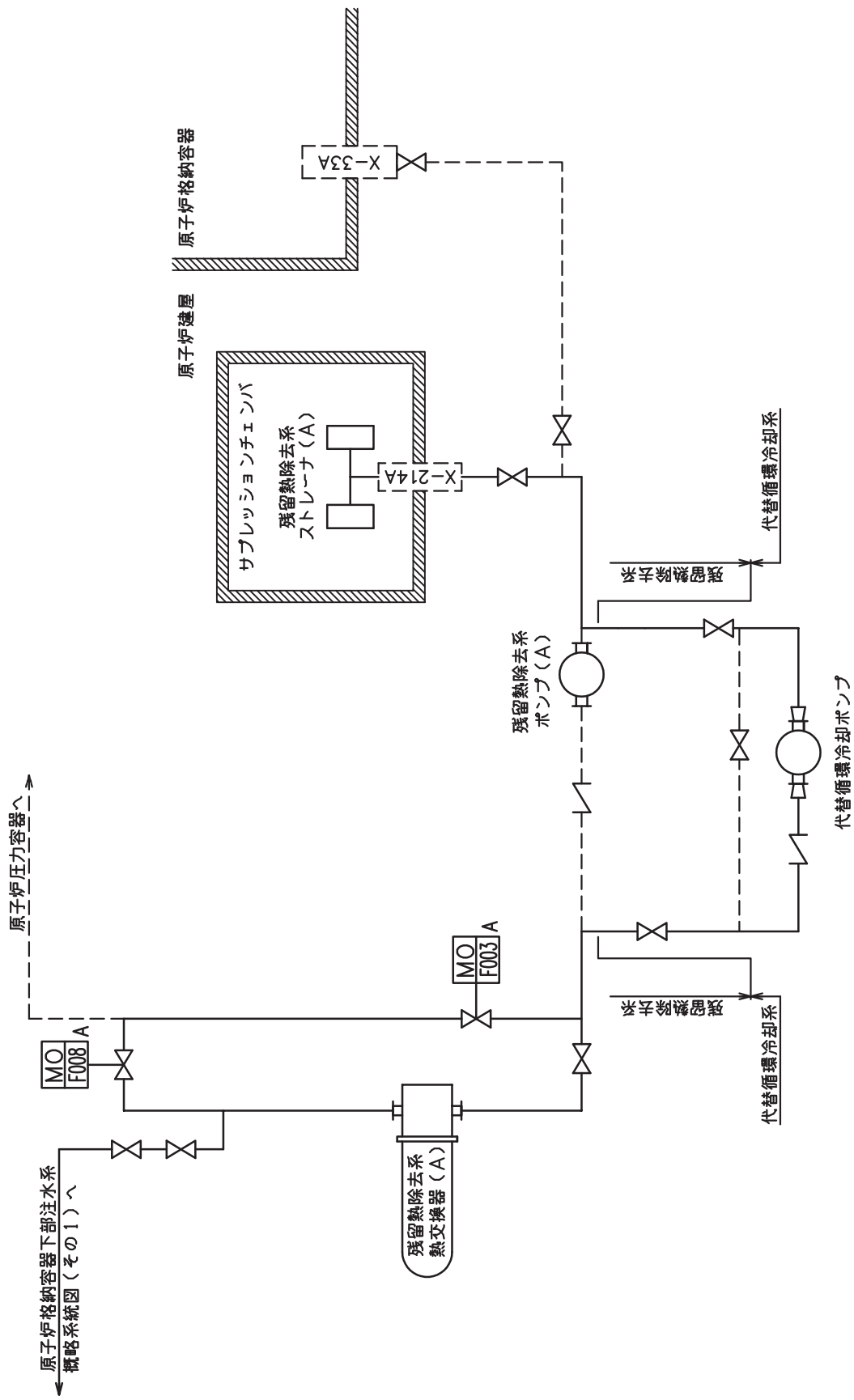
記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ



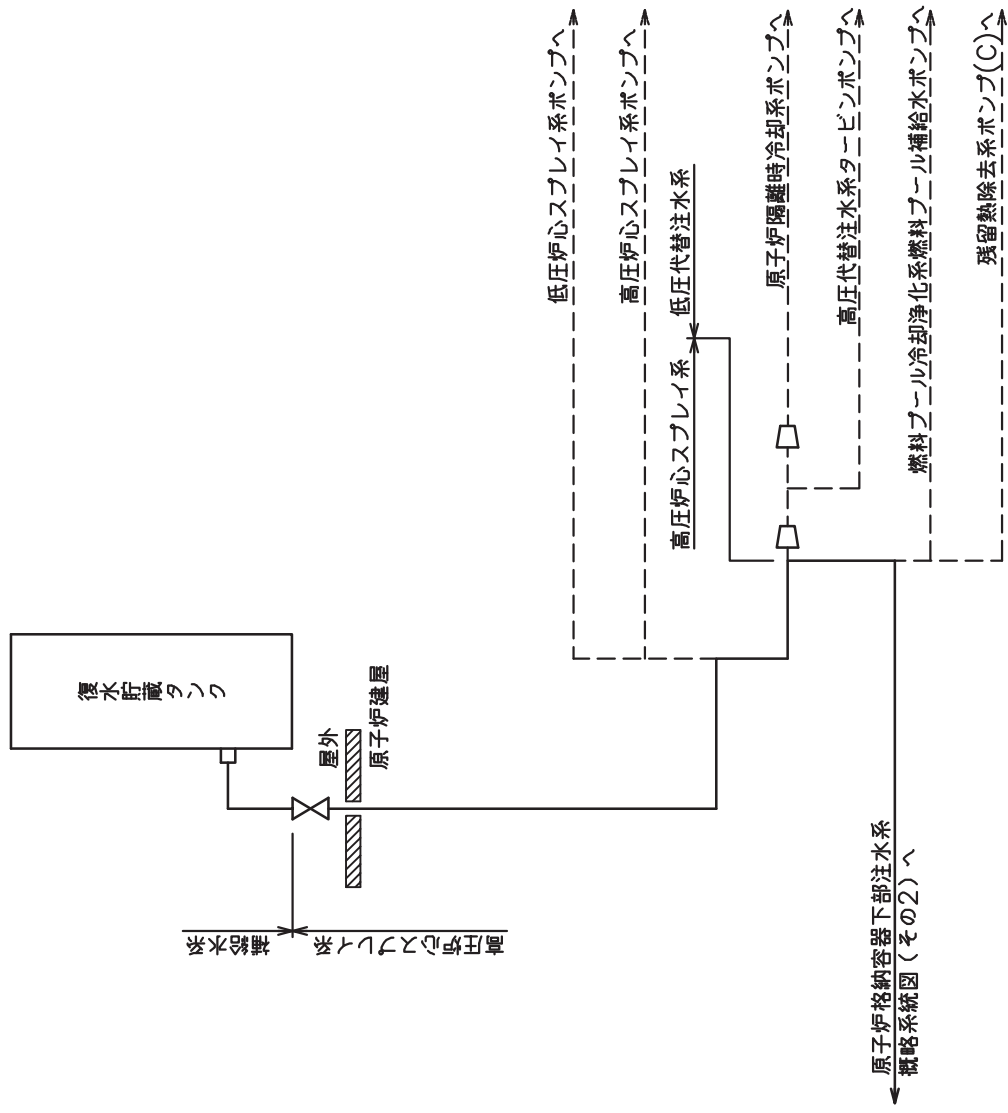
原子炉格納容器下部注水系概略系統図(その1)



原子炉格納容器下部注水系概略系統図 (その2)




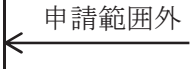




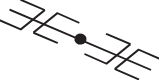

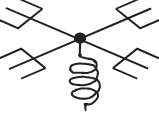
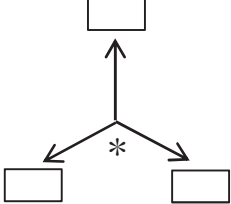
原子炉格納容器下部注水系概略系統図(その3)

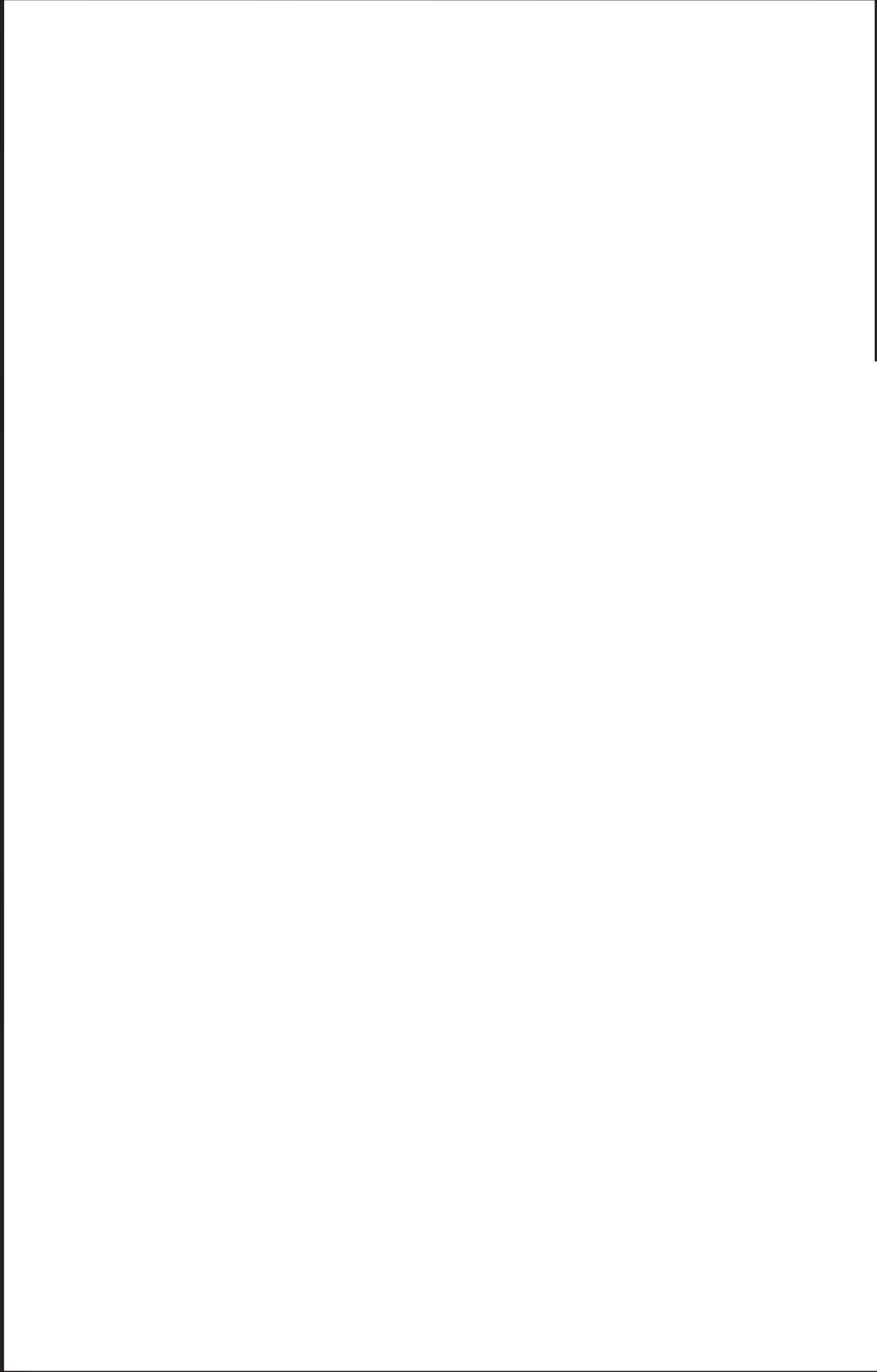


原子炉格納容器下部注水系概略系統図(その4)

2.2 鳥瞰図

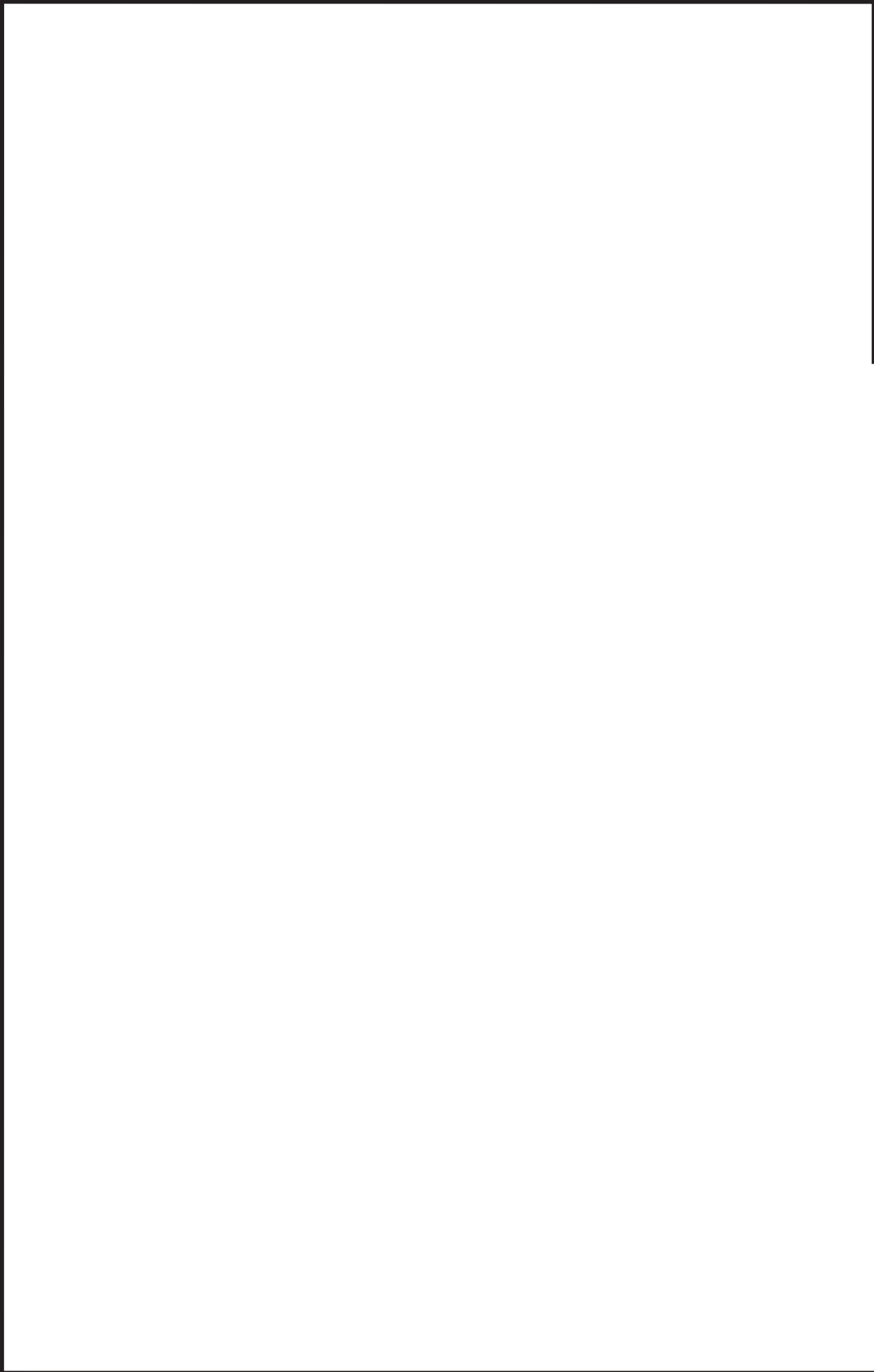
鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	<p>工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管</p>
	<p>工事計画記載範囲外の管</p>
	<p>工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管</p>
	<p>質点</p>
	<p>アンカ</p>
	<p>レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)</p>
	<p>スナップ</p>
	<p>ハンガ</p>
	<p>ガイド</p>
	<p>拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, 内に変位量を記載する。)</p>



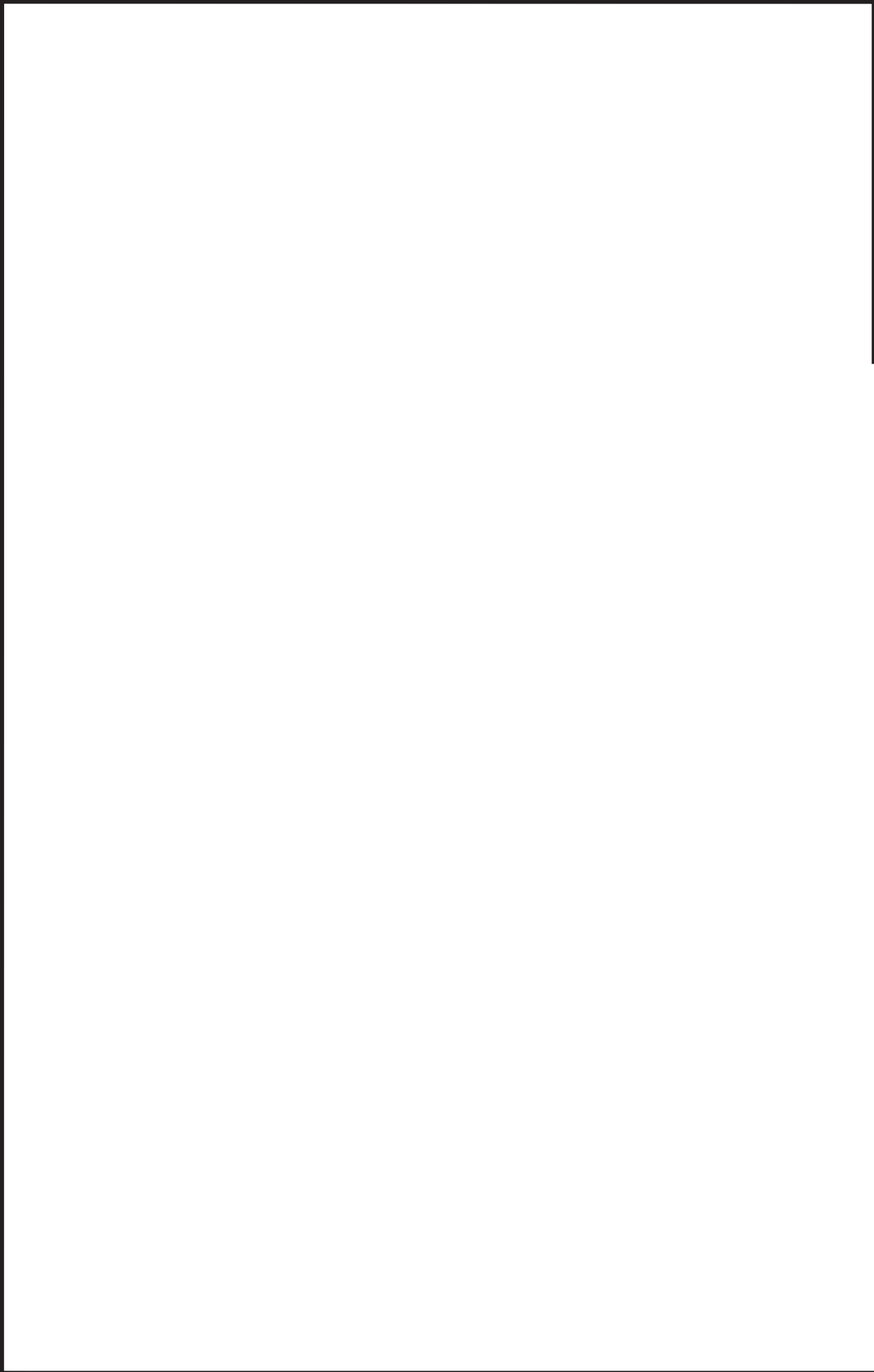
鳥瞰図 MUWC-002-1/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



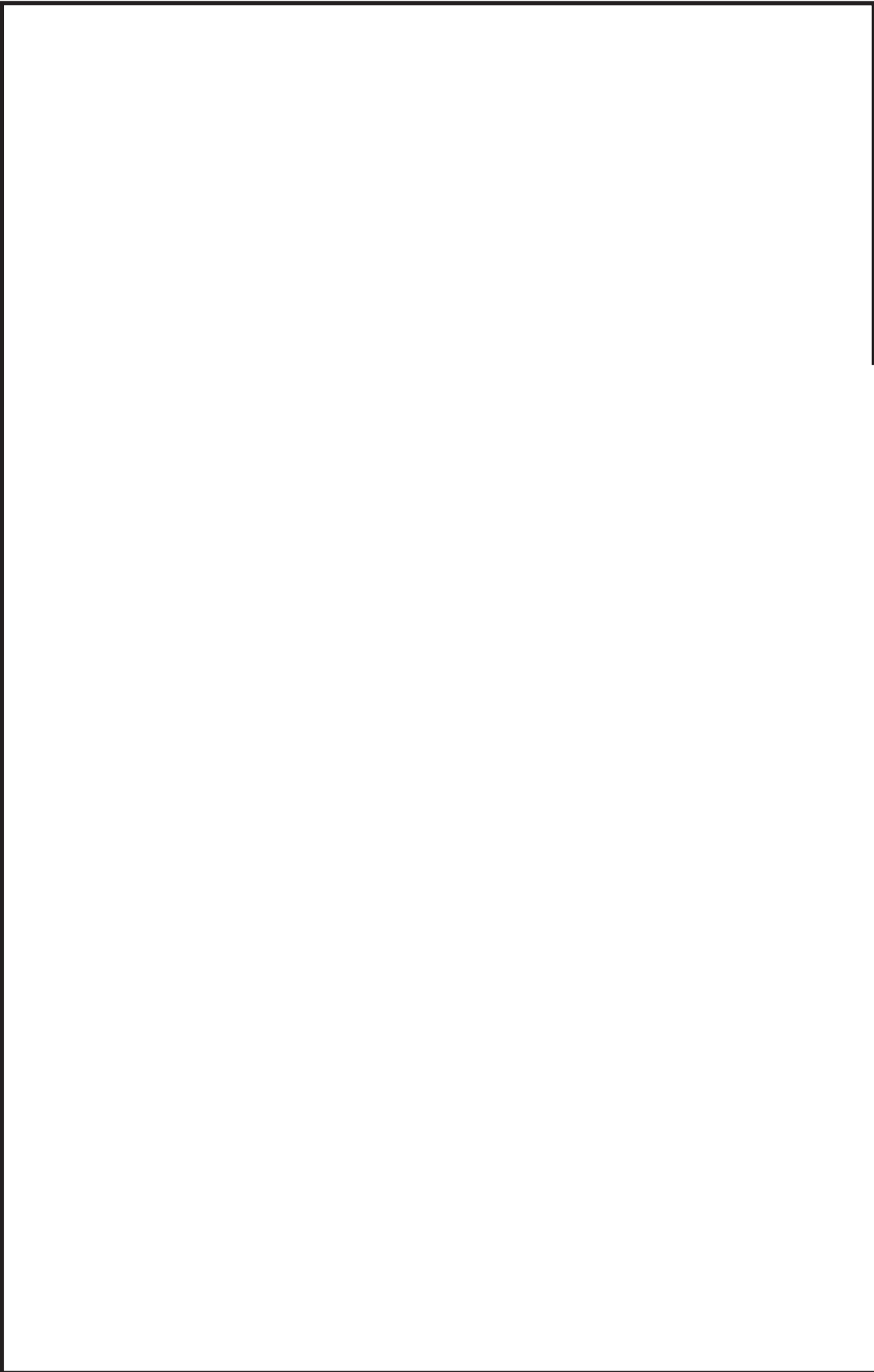
鳥瞰図 | MUWC-002-2/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



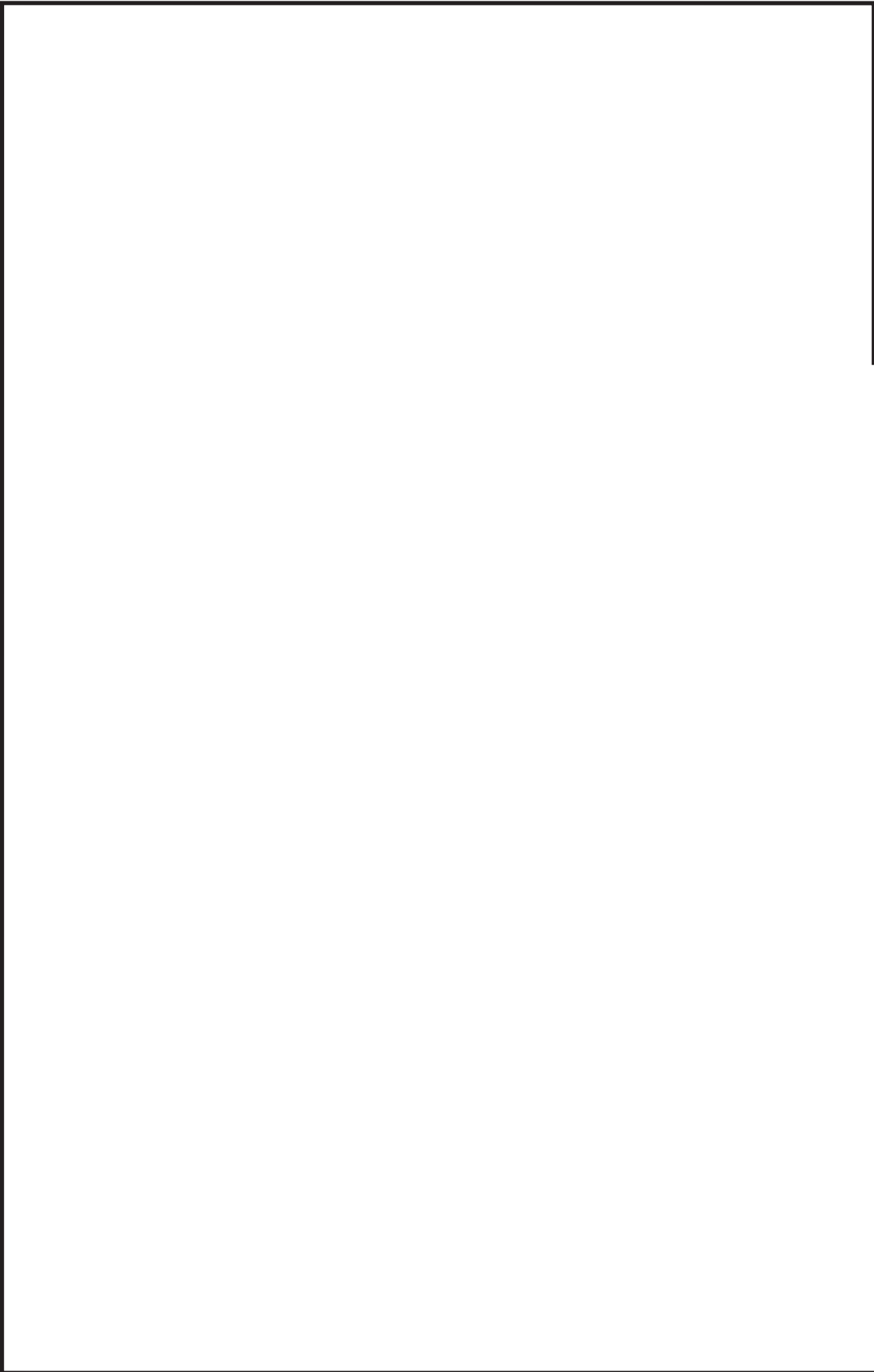
鳥瞰図 | MUWC-002-3/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



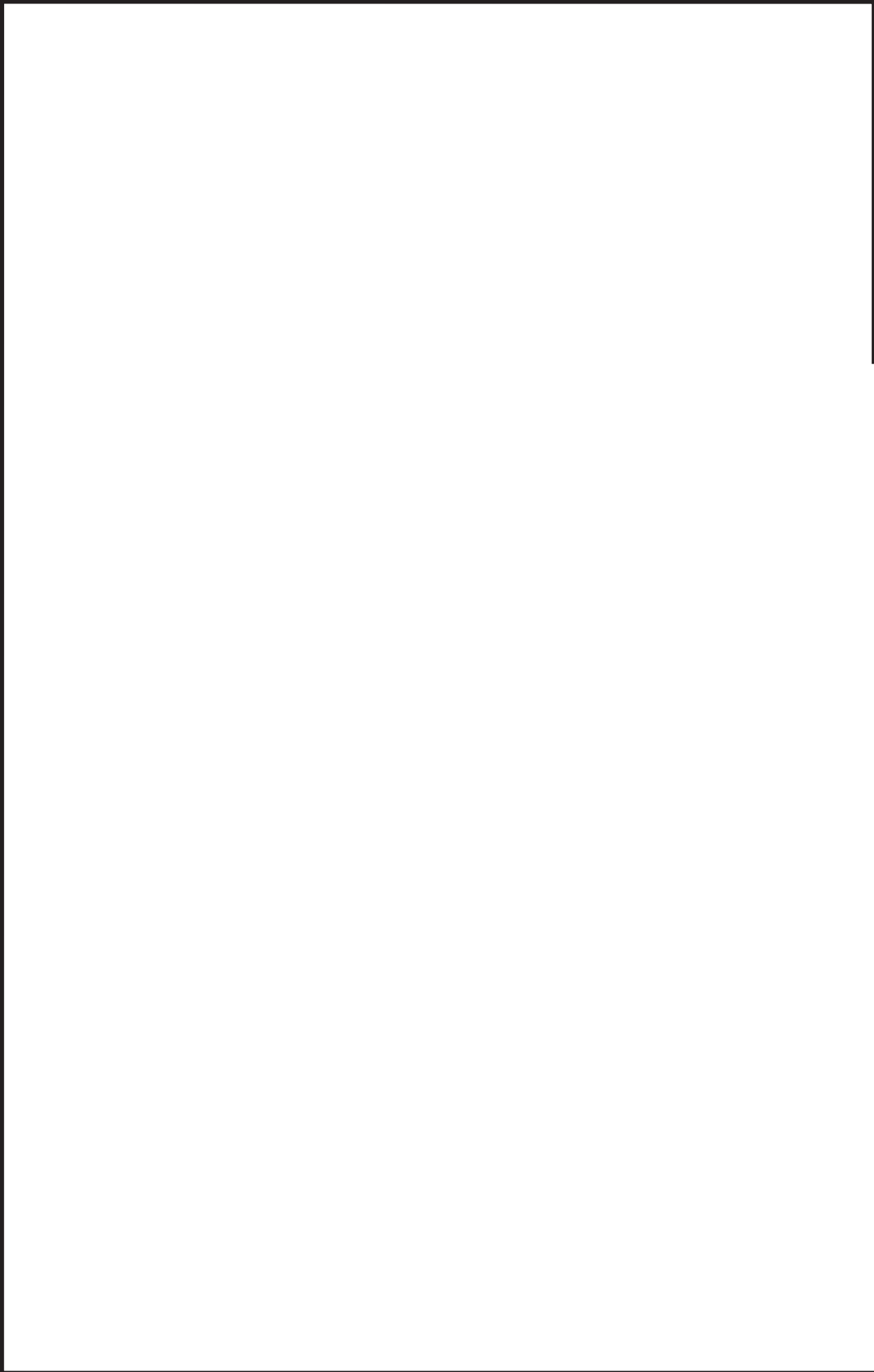
鳥瞰図 | MUWC-002-4/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MUWC-002-5/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 MUWC-002-6/6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類*2	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*3, *4	許容応力状態*5
原子炉格納施設	圧力低減設備 その他の安全設備	原子炉格納容器 下部注水系	S A	常設/緩和	重大事故等 クラス2管	-	$V_L(L) + S d$	$V_A S$
							$V_L(LL) + S s$	
							$V_L + S s$	

注記*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対応設備を示す。

*2：「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*3：運転状態の添字Lは荷重，(L)は荷重が長期間作用している状態，(LL)は(L)より更に長時間荷重が作用している状態を示す。

*4：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

*5：許容応力状態 $V_A S$ は許容応力状態 $IV_A S$ の許容限界を使用し，許容応力状態 $IV_A S$ として評価を実施する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 MUWC-002

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	1.37	66	114.3	6.0	STS410	—	200360
2	1.37	200	114.3	6.0	STS410	—	191000
3	854kPa (0.854MPa)	200	114.3	6.0	STS410	—	191000
4	854kPa (0.854MPa)	200	114.3	6.0	STS410	—	191000
5	1.37	66	114.3	6.0	STS410	—	200360

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 MUWC-002

管名称	対 応 す る 評 価 点															
1	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	
	47	48	49	50	51	52	53									
2	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69						
3	71	72	73	76	77	78	79	80	215	216	217					
4	80	81	82	83	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	
	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	
	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	
	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	
	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	
	159	160	161	162	163	164	165	166	167	174						
5	53	54	55	56	57	58										

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 MUWC-002

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
1		36		76		112		144	
2		37		77		113		145	
3		38		78		114		146	
4		39		79		115		147	
5		40		80		116		148	
6		41		81		117		149	
7		42		82		118		150	
11		43		83		119		151	
12		44		88		120		152	
13		45		89		121		153	
14		46		90		122		154	
15		47		91		123		155	
16		48		92		124		156	
17		49		93		125		157	
18		50		94		126		158	
19		51		95		127		159	
20		52		96		128		160	
21		53		97		129		161	
22		54		98		130		162	
23		55		99		131		163	
24		56		100		132		164	
25		57		101		133		165	
26		61		102		134		166	
27		62		103		135		167	
28		63		104		136		174	
29		64		105		137		215	
30		65		106		138		216	
31		66		107		139		217	
32		67		108		140			
33		68		109		141			
34		72		110		142			
35		73		111		143			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1		弁 2		弁 3	
評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
8		58		69	
9		59		70	
10		60		71	
		168		170	
		169		171	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1	9			
弁2	59			
弁3	70			

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MUWC-002

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1						
4						
6						
11						
** 11 **						
17						
** 17 **						
** 20 **						
25						
28						
33						
38						
43						
46						
48						
53						
61						
64						
** 68 **						
73						
77						
89						
99						
** 99 **						
103						
** 103 **						
105						
** 105 **						
109						
** 109 **						

[Redacted area]

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MUWC-002

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
112						
** 112 **						
115						
** 115 **						
120						
** 120 **						
123						
** 123 **						
131						
** 131 **						
138						
** 138 **						
140						
** 140 **						
143						
** 143 **						
** 146 **						
149						
** 152 **						
** 154 **						
157						
** 157 **						



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 MUWC-002

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
** 160 **						
163						
** 163 **						
165						
** 165 **						
** 169 **						
** 171 **						
** 172 **						
172						
** 172 **						
174						
** 174 **						

[Empty rectangular box]

O 2 ③ VI-2-9-4-3-2-1 (重) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3.4 材料及び許容応力






使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
STS410	66	—	231	407	—
	200	—	207	404	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
M U W C - 0 0 2	原子炉しゃへい壁		
	原子炉本体基礎		
	原子炉格納容器		
	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 MUWC-002

適用する地震動等		S d 及び静的震度			S s		
		応答水平震度*1	応答鉛直震度*1	応答水平震度*1	応答水平震度*1	応答鉛直震度*1	
モード	固有周期 (s)	X 方向	Z 方向	Y 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次*2							
動的震度*3							
静的震度*4							

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

*2：固有周期が0.050s以下であることを示す。

*3：S d 又はS s 地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。

*4：3.6C_I及び1.2C_Vより定めた震度を示す。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 Sprm(Ss)	許容応力 0.9・Su	計算応力 Sn(Ss)	許容応力 2・Sy	
MUWC-002	V _A S V _A S	64 83	Spr m(S s) S n(S s)	45 —	363 —	— 158	— 414	— — U S s

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
MUWC-002-068S	メカニカルスナッパ	SMS-1-100	添付書類「VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐 震計算について」参照		5	27
MUWC-002-171SB	メカニカルスナッパ	SMS-06-100			5	18
MUWC-002-025B	ロッドレストレイント	RTS-1			1	15

支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重							評価結果		
					反力(kN)			モーメント (kN・m)				応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z				
MUWC-002-073R	レストレイント	Uブレード	SS400	66	0	9	31	—	—	—	—	せん断	121	135
MUWC-002-001A	アソカ	ラゲ	SGV410	66	3	9	30	3	1	2	曲げ	168	490	

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態 VAS												
		一次応力					一次+二次応力					疲労評価		
		評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労 累積 係数	代表
1	MUWC-002	64	45	363	8.06	○	83	158	414	2.62	○	—	—	—

VI-2-9-4-3-3 原子炉格納容器代替スプレイ冷却系の耐震性についての計算書

目 次

VI-2-9-4-3-3-1 管の耐震性についての計算書（原子炉格納容器代替スプレイ冷却系）

VI-2-9-4-3-3-1 管の耐震性についての計算書
(原子炉格納容器代替スプレイ冷却系)

重大事故等対処設備

目次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	7
3. 計算条件	13
3.1 計算方法	13
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	14
3.3 設計条件	15
3.4 材料及び許容応力	22
3.5 設計用地震力	23
4. 解析結果及び評価	25
4.1 固有周期及び設計震度	25
4.2 評価結果	27
4.2.1 管の応力評価結果	27
4.2.2 支持構造物評価結果	29
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	30
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	31

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全3モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。


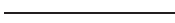

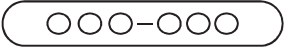

(3) 弁

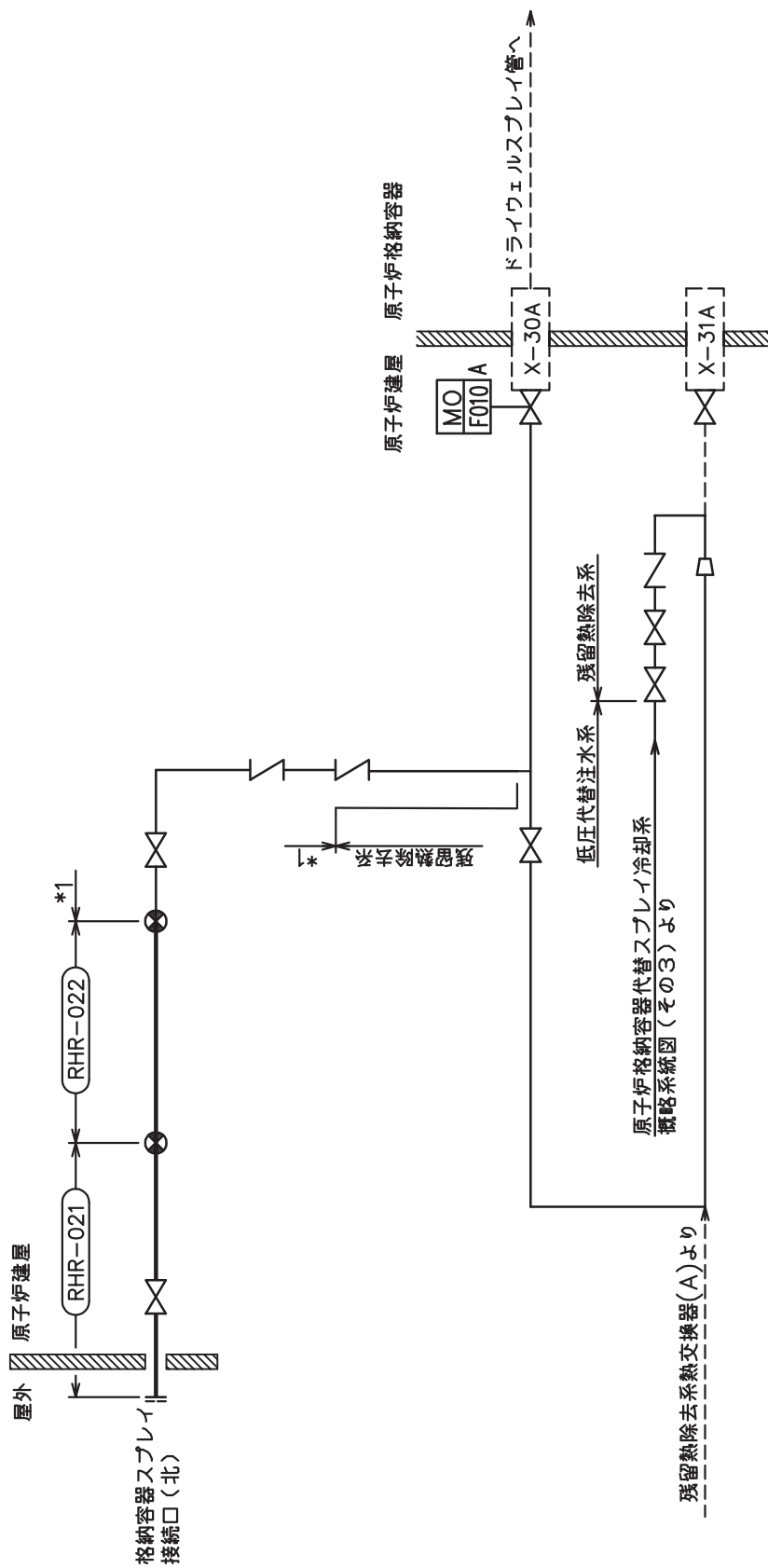
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

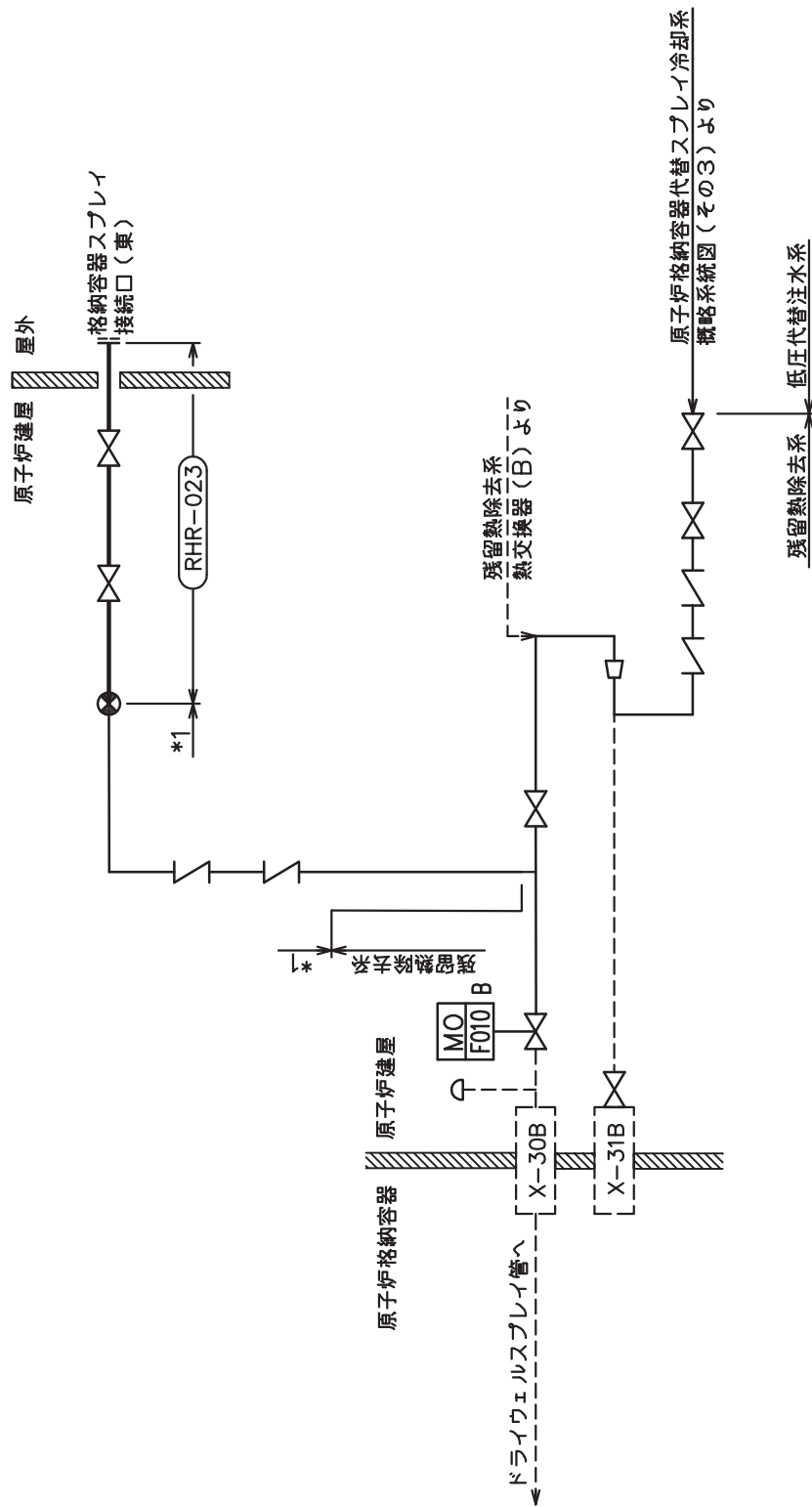
概略系統図記号凡例

記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ



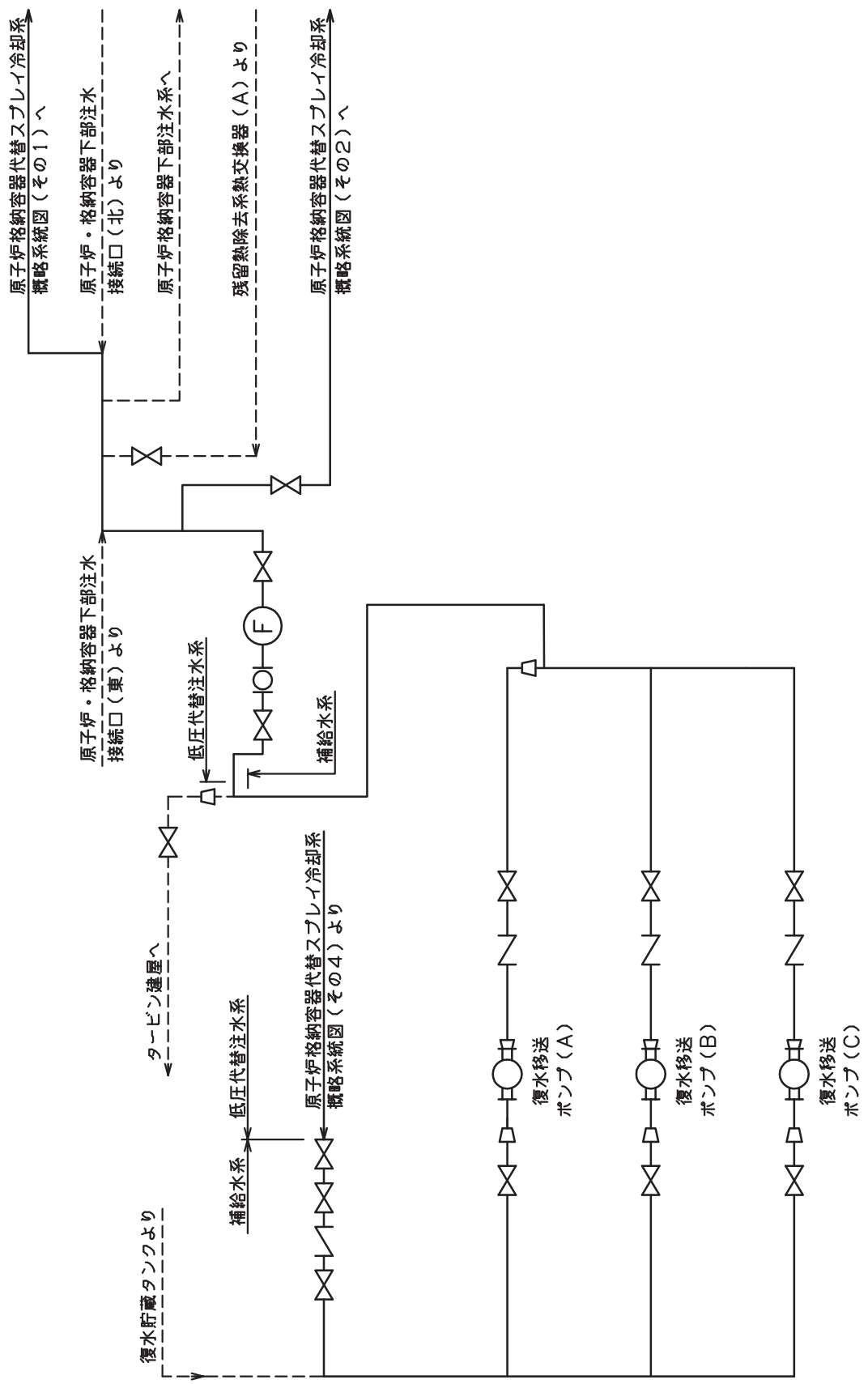
注記 *1: 解析モデル上
残留熱除去系に含める。

原子炉格納容器代替スプレー冷却系概略系統図(その1)

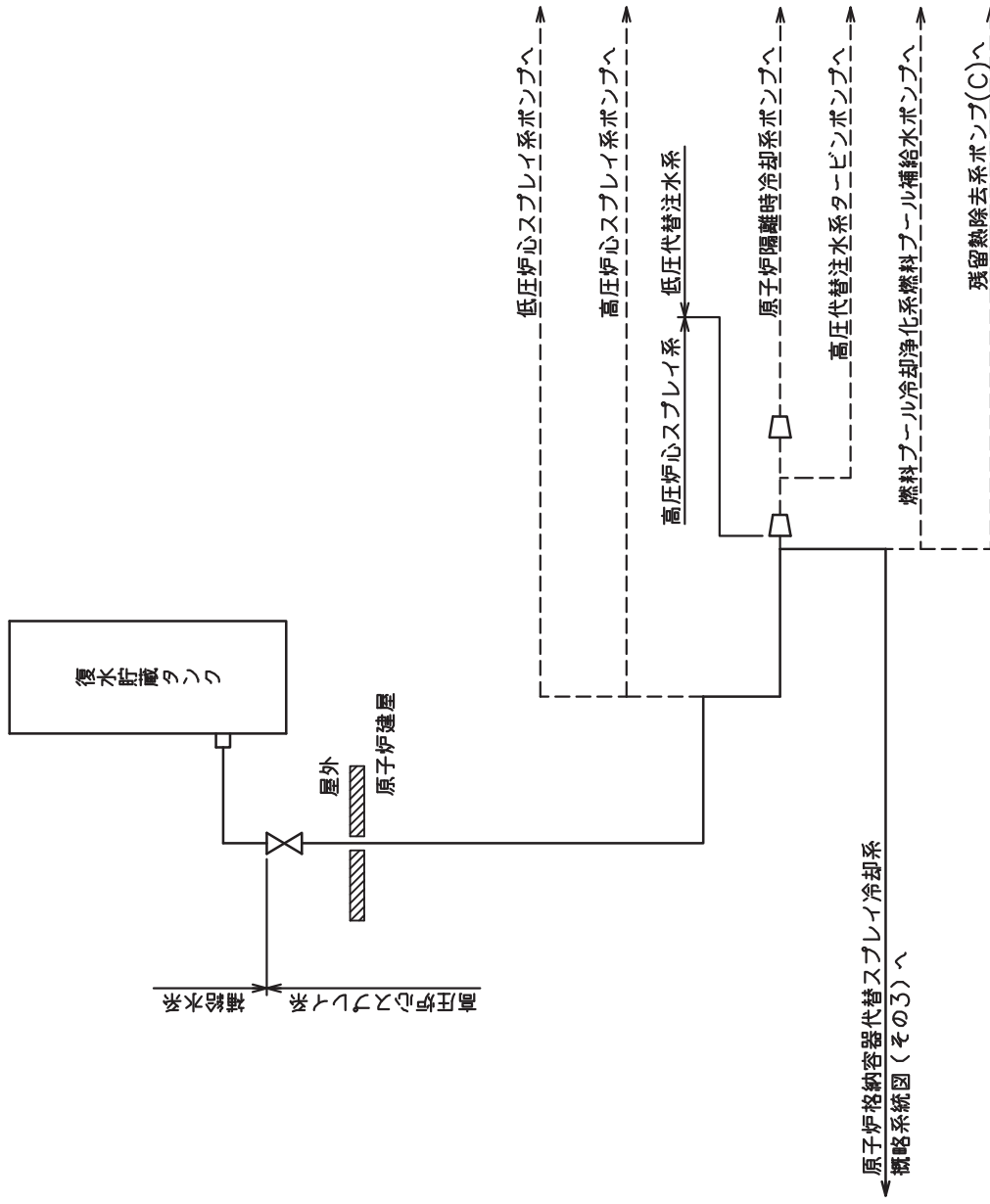


注記 *1: 解析モデル上
残留熱除去系に含める。

原子炉格納容器代替スプレイ冷却系概略系統図(その2)




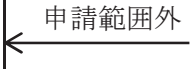



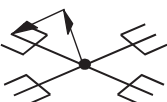
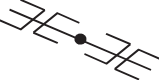

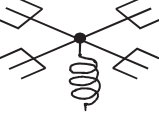
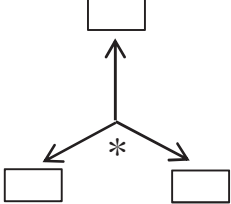
原子炉格子容器代替スプレイ冷却系概略系統図 (その3)

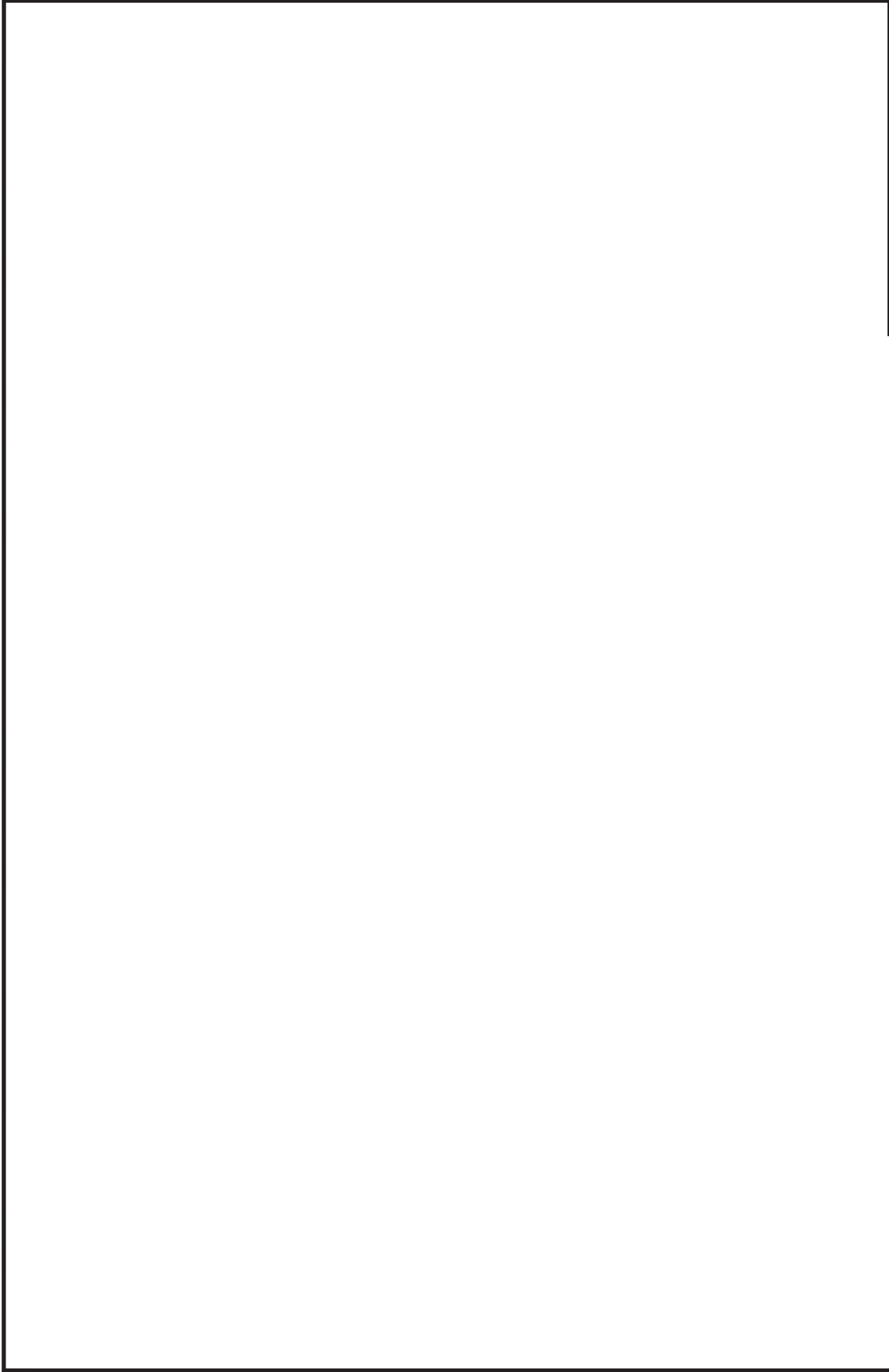


原子炉格納容器代替スプレイ冷却系概略系統図(その4)

2.2 鳥瞰図

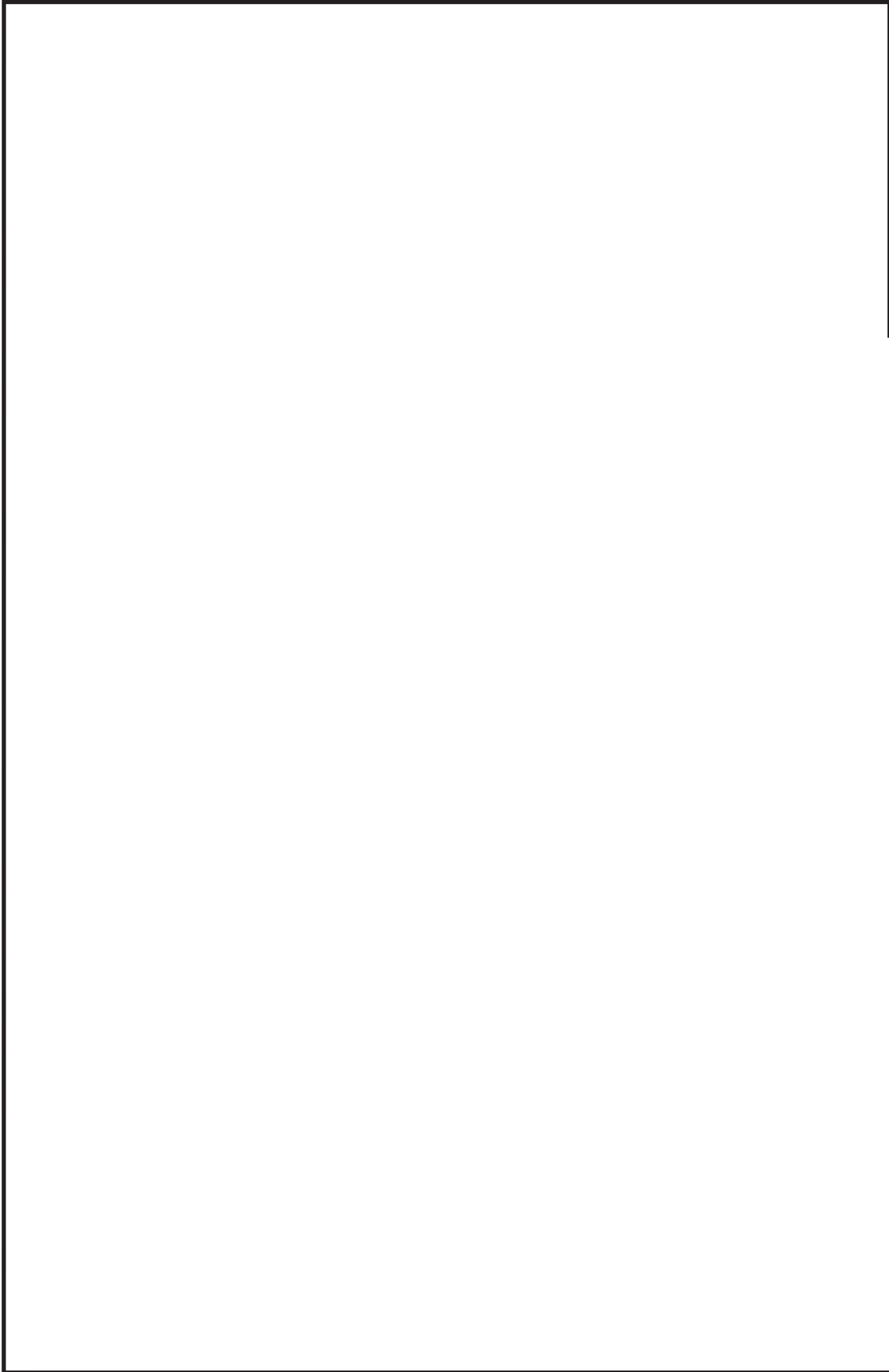
鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
	工事計画記載範囲外の管
	工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管
	質点
	アンカ
	レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)
	スナップ
	ハンガ
	ガイド
	拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, 内に変位量を記載する。)



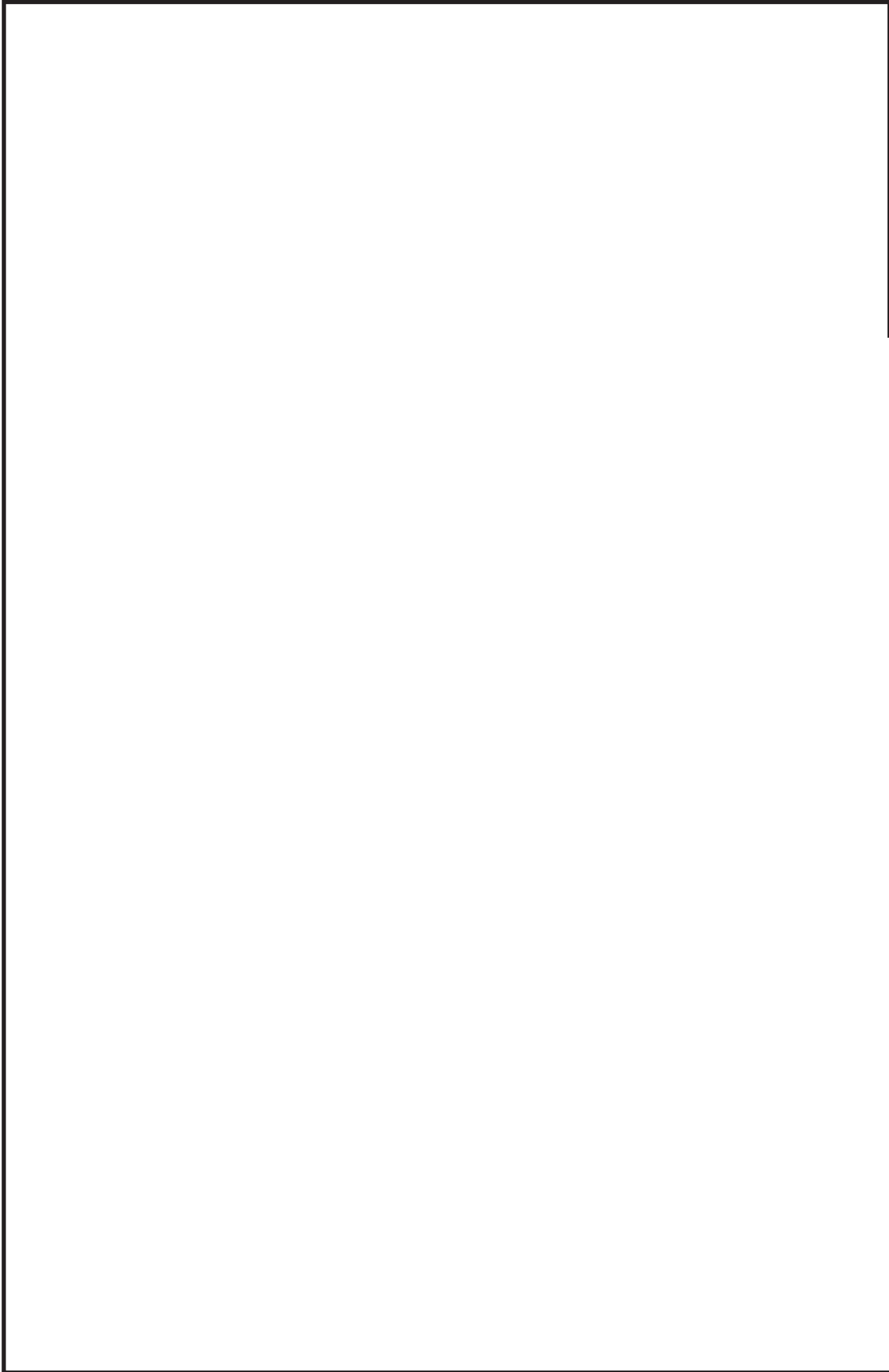
鳥瞰図 RHR-022-1/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



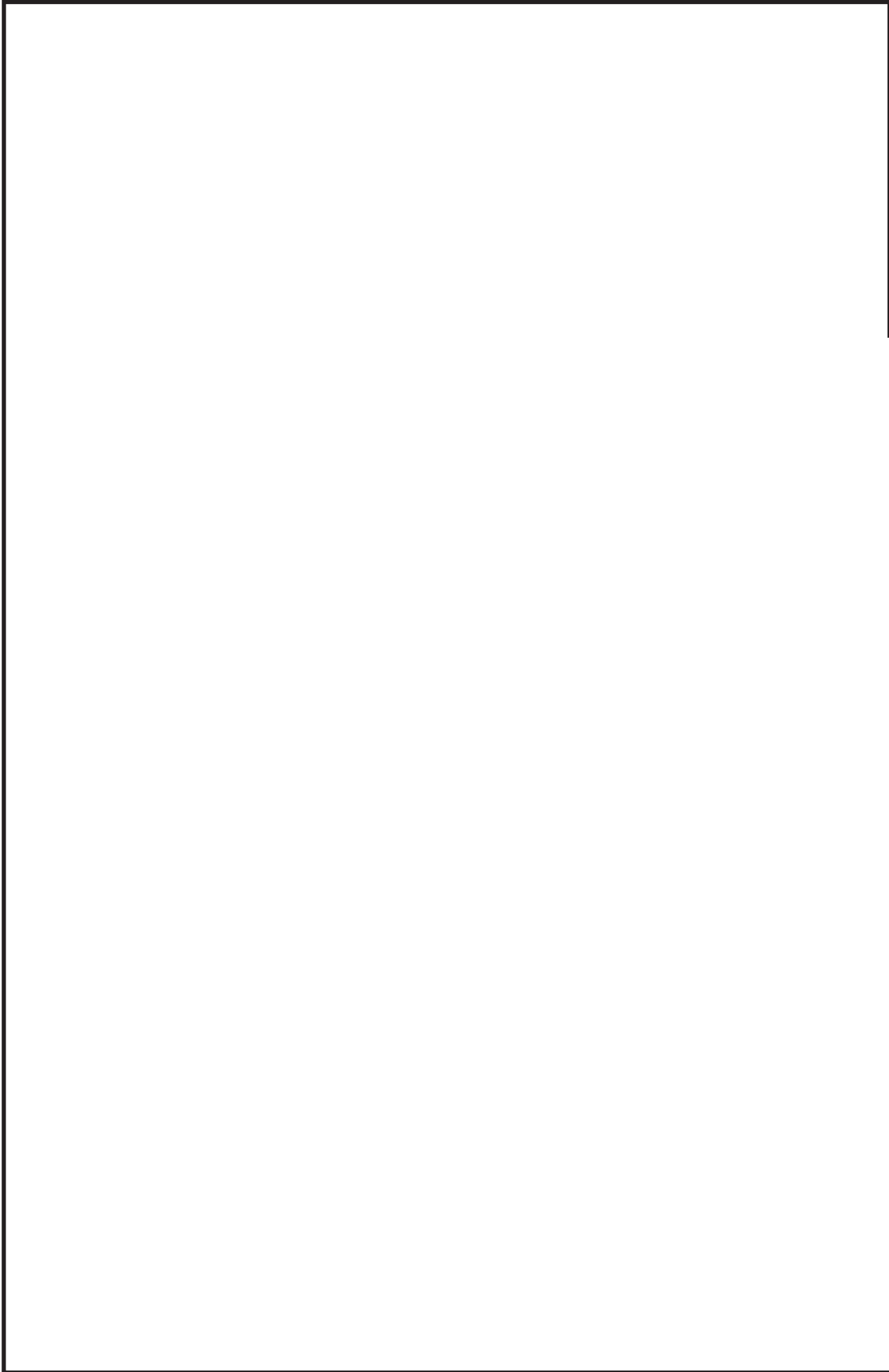
鳥瞰図 RHR-022-2/2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



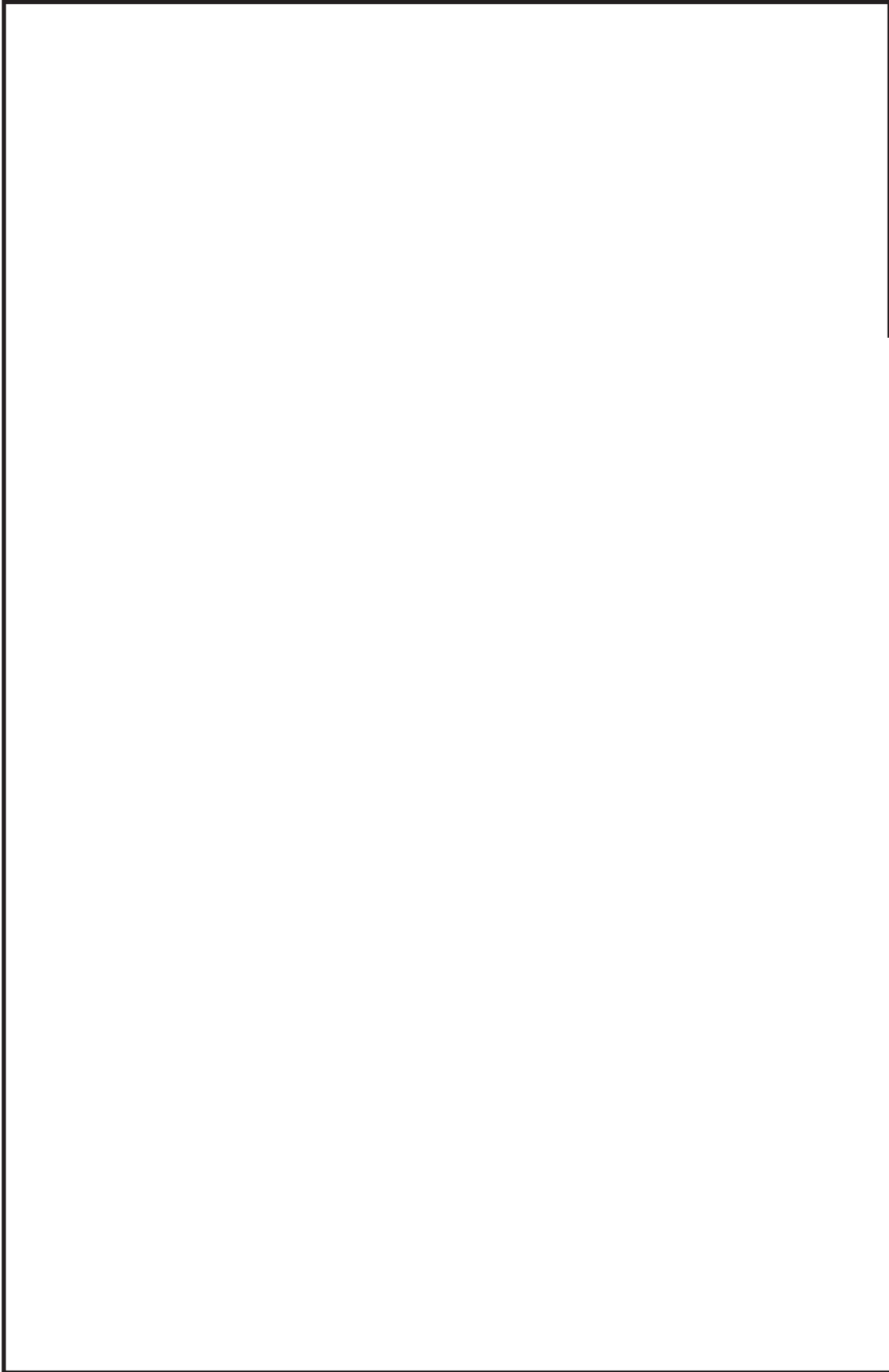
鳥瞰図 RHR-023-1/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-023-2/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-023-3/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類*2	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*3, *4	許容応力状態*5
原子炉格納施設	圧力低減設備 その他の安全設備	原子炉格納容器 代替スプレイ冷却系	S A	常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等 クラス2管	—	V _L + S s	V _A S

注記*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

*2：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*3：運転状態の添字Lは荷重を示す。

*4：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

*5：許容応力状態V_ASは許容応力状態IV_ASの許容限界を使用し，許容応力状態IV_ASとして評価を実施する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-022

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	1.37	60	165.2	7.1	STS410	—	200600

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 RHR-022

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57			

配管の質量（付加質量含む）

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
1		13		25		37		49	
2		14		26		38		50	
3		15		27		39		51	
4		16		28		40		52	
5		17		29		41		53	
6		18		30		42		54	
7		19		31		43		55	
8		20		32		44		56	
9		21		33		45		57	
10		22		34		46			
11		23		35		47			
12		24		36		48			

O2 ③ VI-2-9-4-3-3-1 (重) R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-022

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1						
4						
** 4 **						
7						
9						
12						
16						
18						
20						
22						
26						
31						
33						
36						
40						
42						
45						
** 45 **						
48						
54						
57						

[Redacted box]

O2 ③ VI-2-9-4-3-3-1 (重) R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-023

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	1.37	60	165.2	7.1	STS410	—	200600
2	1.37	60	165.2	7.1	STS410	—	200600

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 RHR-023

管名称	対 応 す る 評 価 点															
1	1	2														
2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17	
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	
	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	
	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	
	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	
	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	
	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	104	105	106	107	108	
	109	201	202													

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 RHR-023

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
1		25		46		67		88	
2		26		47		68		89	
3		27		48		69		90	
4		28		49		70		91	
5		29		50		71		92	
6		30		51		72		93	
7		31		52		73		94	
8		32		53		74		95	
9		33		54		75		96	
10		34		55		76		97	
11		35		56		77		98	
12		36		57		78		99	
13		37		58		79		100	
17		38		59		80		101	
18		39		60		81		105	
19		40		61		82		106	
20		41		62		83		107	
21		42		63		84		108	
22		43		64		85		109	
23		44		65		86		201	
24		45		66		87		202	

弁部の質量を下表に示す。

弁1 弁2

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
14		102	
15		103	
16		104	
110			
111			

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1	15			
弁2	103			

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-023

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
2						
4						
10						
12						
18						
20						
23						
** 23 **						
28						
31						
33						
38						
41						
45						
53						
57						
60						
63						
66						
70						
75						
78						
80						
83						
88						
90						
93						
95						
99						
109						
** 111 **						

O2 ③ VI-2-9-4-3-3-1 (重) R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
STS410	60	—	234	408	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
R H R - 0 2 2	原子炉建屋		

設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
R H R - 0 2 3	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価
 4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 RHR-022

適用する地震動等		S d 及び静的震度			S s			
		応答水平震度*1	応答鉛直震度*1	応答水平震度*1	応答鉛直震度*1			
モード	固有周期 (s)	X 方向	Z 方向	Y 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向	Y 方向
1 次*2								
動的震度*3								
静的震度*4								

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C_I及び1.2C_Vより定めた震度を示す。

固有周期及び設計震度

鳥瞰図 RHR-023

適用する地震動等		S d 及び静的震度			S s	
		応答水平震度*1	応答鉛直震度*1	応答水平震度*1	応答鉛直震度*1	応答鉛直震度*1
モード	固有周期 (s)	X 方向	Z 方向	Y 方向	X 方向	Y 方向
1 次*2						
動的震度*3						
静的震度*4						

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

*2：固有周期が0.050s以下であることを示す。

*3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。

*4：3.6C_I及び1.2C_Vより定めた震度を示す。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 Sprm(Ss)	許容応力 0.9・Su	計算応力 Sn(Ss)	許容応力 2・Sy	
RHR-022	V _A S V _A S	22 1	Spr m(S s) S n(S s)	37 —	367 —	— 266	— 468	— — U S s

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 Sprm(Ss)	許容応力 0.9・Su	計算応力 Sn(Ss)	許容応力 2・Sy	
RHR-023	V _A S	109	Spr m(Ss)	53	367	—	—	—
	V _A S	109	Sn(Ss)	—	—	223	468	—

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
RHR-021-149B	ロッドレストレイント	RSA-1	添付書類「VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐 震計算について」参照		4	15

支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力(kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z			
RHR-022-022R	レストレイント	ラグ	SGV410	60	4	5	21	-	-	-	組合せ	99	258
RHR-022-057A	アンカ	ラグ	SGV410	60	45	18	11	8	9	12	曲げ	155	496
RHR-023-109A	アンカ	サポート部材	STKR400	66	35	49	25	27	3	33	曲げ	126	433

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態 VAS														
		一次応力						一次+二次応力						疲労評価		
		評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労 累積 係数	代表		
1	RHR-021	15	44	367	8.34	—	147	468	3.18	—	—	—	—			
2	RHR-022	22	37	367	9.91	—	1	468	1.75	○	—	—	—			
3	RHR-023	109	53	367	6.92	○	109	468	2.09	—	—	—	—			

VI-2-9-4-3-4 代替循環冷却系の耐震性についての計算書

目 次

- VI-2-9-4-3-4-1 代替循環冷却ポンプの耐震性についての計算書
- VI-2-9-4-3-4-2 管の耐震性についての計算書（代替循環冷却系）

VI-2-9-4-3-4-1 代替循環冷却ポンプの耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 構造強度評価	3
3.1 構造強度評価方法	3
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	3
3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	3
3.2.2 許容応力	3
3.2.3 使用材料の許容応力評価条件	3
3.3 計算条件	3
4. 機能維持評価	7
4.1 動的機能維持評価方法	7
5. 評価結果	8
5.1 重大事故等対処設備としての評価結果	8

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、代替循環冷却ポンプが設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

代替循環冷却ポンプは、重大事故等対処設備においては常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び動的機能維持評価を示す。

なお、代替循環冷却ポンプは、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の横軸ポンプであるため、添付書類「VI-2-1-13-4 横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

代替循環冷却ポンプの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>ポンプはポンプベースに固定され、ポンプベースは基礎ボルトで基礎に据え付ける。</p>	<p>ターボ形</p>	<p>(単位：mm)</p>

3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

代替循環冷却ポンプの構造は横軸ポンプであるため、構造強度評価は添付書類「VI-2-1-13-4 横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

代替循環冷却ポンプの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-1 に示す。

3.2.2 許容応力

代替循環冷却ポンプの許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 3-2 のとおりとする。

3.2.3 使用材料の許容応力評価条件

代替循環冷却ポンプの使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-3 に示す。

3.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【代替循環冷却ポンプの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 3-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉冷却 系統施設	非常用炉心 冷却設備 その他原子 炉注水設備	代替循環冷却 ポンプ	常設／緩和	重大事故等 クラス2ポンプ*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限界 を用いる。)

注記*1：「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：重大事故等クラス2ポンプの支持構造物を含む。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 3-2 許容応力（重大事故等クラス 2 支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _A S	1.5・f _t *	1.5・f _s *
V _A S (V _A S としてIV _A S の許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 3-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
基礎ボルト		周囲環境温度	60			—
ポンプ取付ボルト		最高使用温度	186			—
原動機取付ボルト		周囲環境温度	60			—

4. 機能維持評価

4.1 動的機能維持評価方法

代替循環冷却ポンプの動的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-4 横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

代替循環冷却ポンプは地震時動的機能維持が確認された機種と類似の構造及び振動特性であるため、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に記載の機能確認済加速度を適用する。機能確認済加速度を表 4-1 に示す。

表 4-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	形式	方向	機能確認済加速度	
ポンプ	横形単段遠心式 ポンプ	水平	軸直角方向	3.2
			軸方向	1.4
		鉛直	1.0	
原動機	横形ころがり 軸受電動機	水平	4.7	
		鉛直	1.0	

5. 評価結果

5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

代替循環冷却ポンプの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【代替循環冷却ポンプの耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		ポンプ振動による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
代替循環冷却ポンプ	常設/緩和	原子炉建屋 O.P. -8.10 ^{*1}	— ^{*2}	— ^{*2}	—	—	C _H =0.99	C _V =0.69		186	60

注記 *1: 基準床レベルを示す。

*2: 固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*3} (mm)	ℓ _{2i} ^{*3} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*3}
基礎ボルト (i=1)							10	5
ポンプ取付ボルト (i=2)								4
原動機取付ボルト (i=3)							4	2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向		M _p (N・mm)
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	
基礎ボルト (i=1)					—	軸	—
ポンプ取付ボルト (i=2)					—	軸	—
原動機取付ボルト (i=3)					—	軸直角	5.730 × 10 ⁵

予想最大両振幅 (μm)	回転速度 (rpm)

注記 *1: 最高使用温度で算出
 *2: 周囲環境温度で算出
 *3: 各ボルトの機器要目における上段は軸直角方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)				
ポンプ取付ボルト (i=2)				
原動機取付ボルト (i=3)				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)		引張り	—	—	σ _{b1} =13	f _{ts1} =204*
		せん断	—	—	τ _{b1} =14	f _{sb1} =157
ポンプ取付ボルト (i=2)		引張り	—	—	—	f _{ts2} =444*
		せん断	—	—	τ _{b2} =7	f _{sb2} =342
原動機取付ボルト (i=3)		引張り	—	—	σ _{b3} =13	f _{ts3} =344*
		せん断	—	—	τ _{b3} =11	f _{sb3} =265

すべて許容応力以下である。

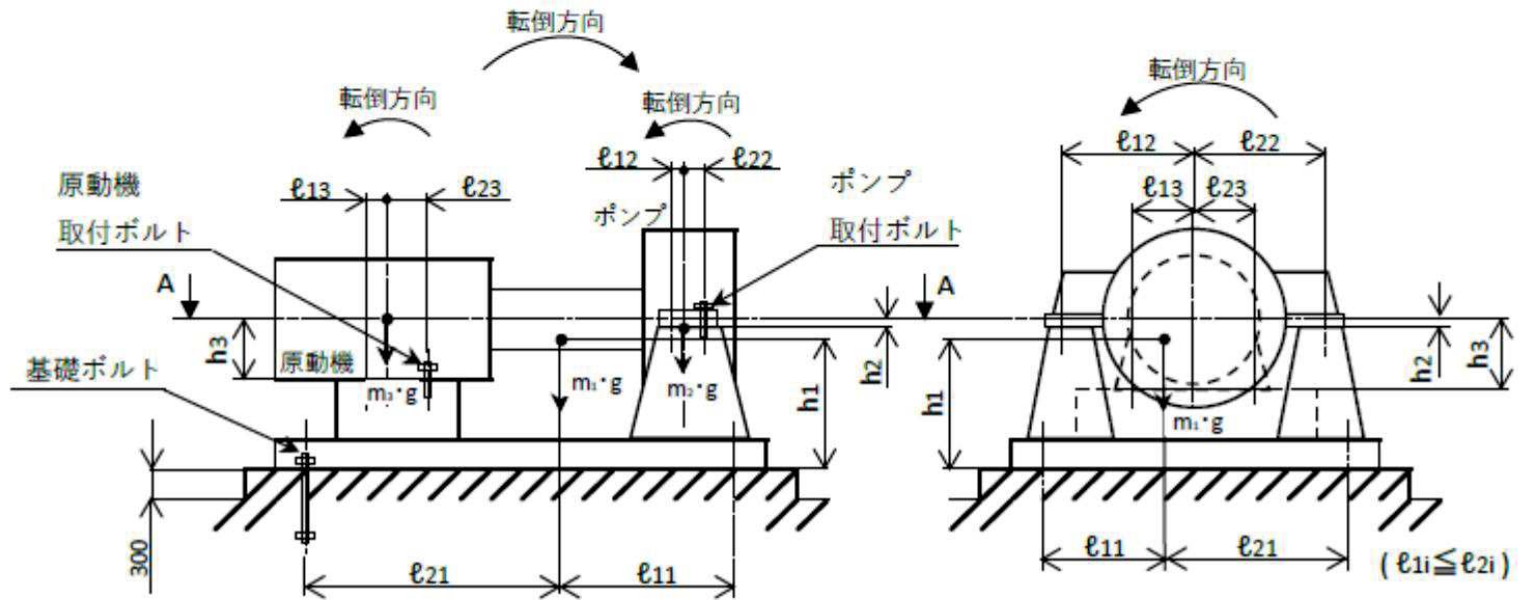
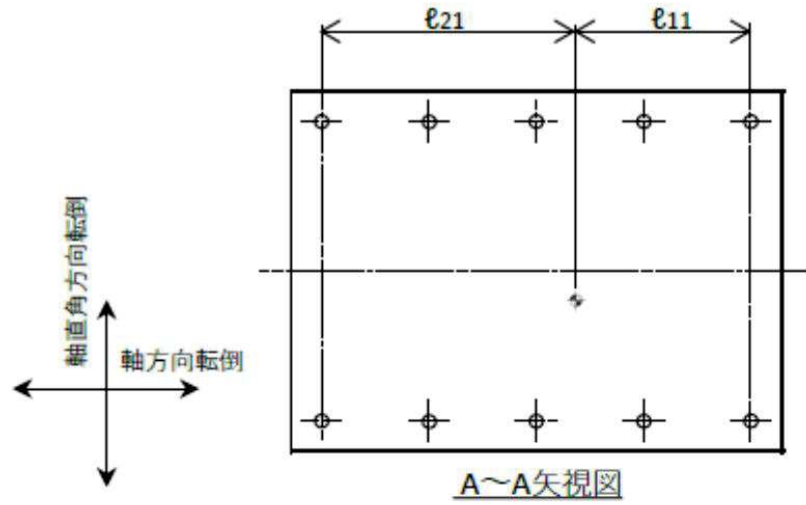
注記 * : f_{tsi} = Min[1.4 · f_{toi} - 1.6 · τ_{bi}, f_{toi}]より算出

1.4.2 動的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ポンプ	水平方向	0.82	3.2(軸直角)
			1.4(軸)
原動機	鉛直方向	0.57	1.0
	水平方向	0.82	4.7
	鉛直方向	0.57	1.0

注記 * : 基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)は、すべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-9-4-3-4-2 管の耐震性についての計算書
(代替循環冷却系)

重大事故等対処設備

目次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	5
3. 計算条件	9
3.1 計算方法	9
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	10
3.3 設計条件	11
3.4 材料及び許容応力	15
3.5 設計用地震力	16
4. 解析結果及び評価	17
4.1 固有周期及び設計震度	17
4.2 評価結果	23
4.2.1 管の応力評価結果	23
4.2.2 支持構造物評価結果	24
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	25
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	26

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全1モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。






(3) 弁

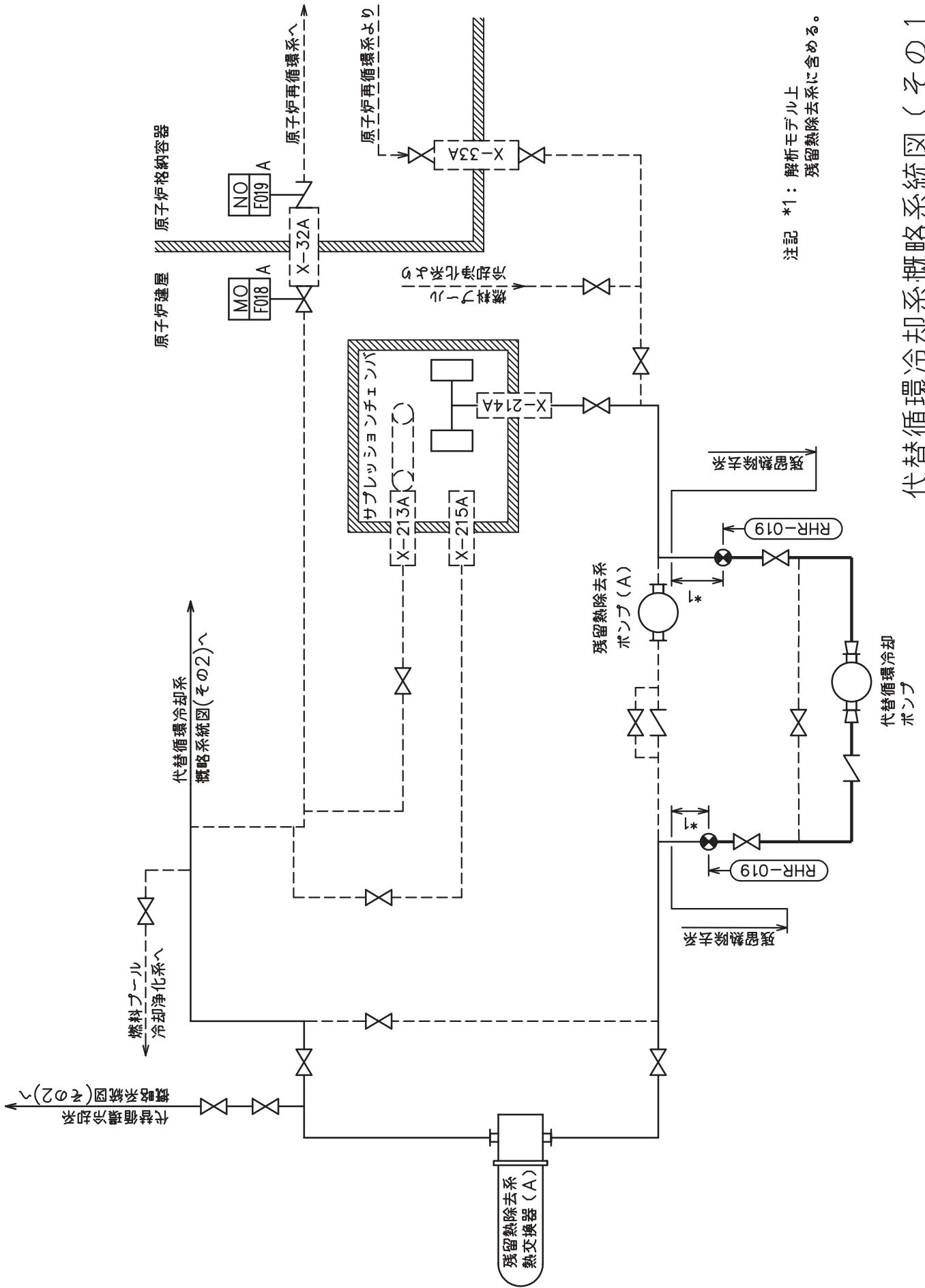
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

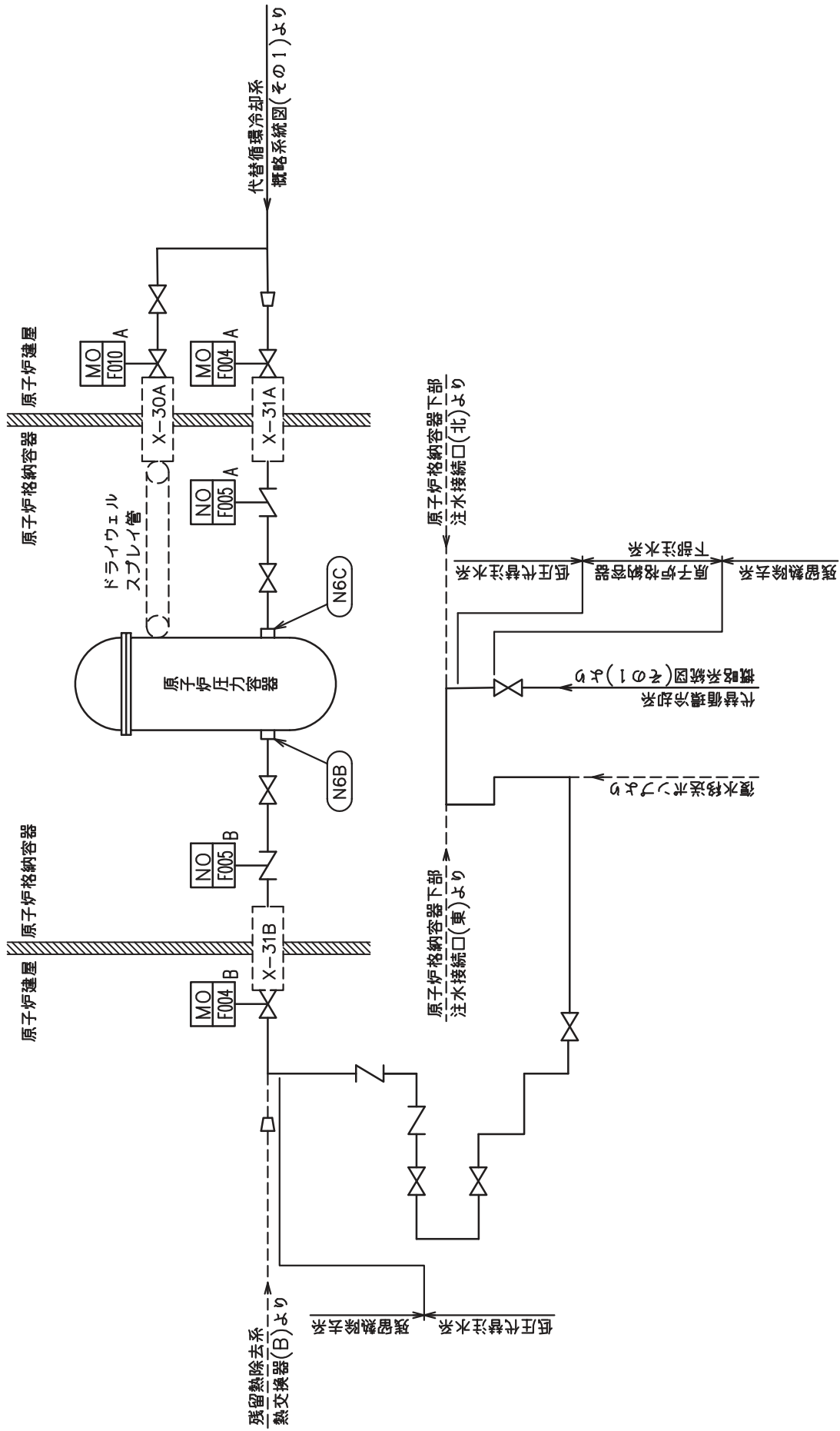
2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ




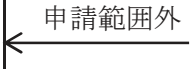




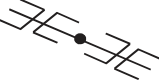

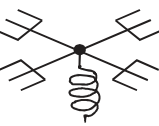
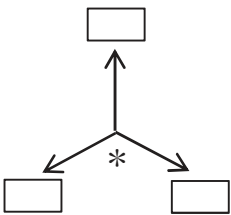
代替循環冷却系概略系統図(その1)

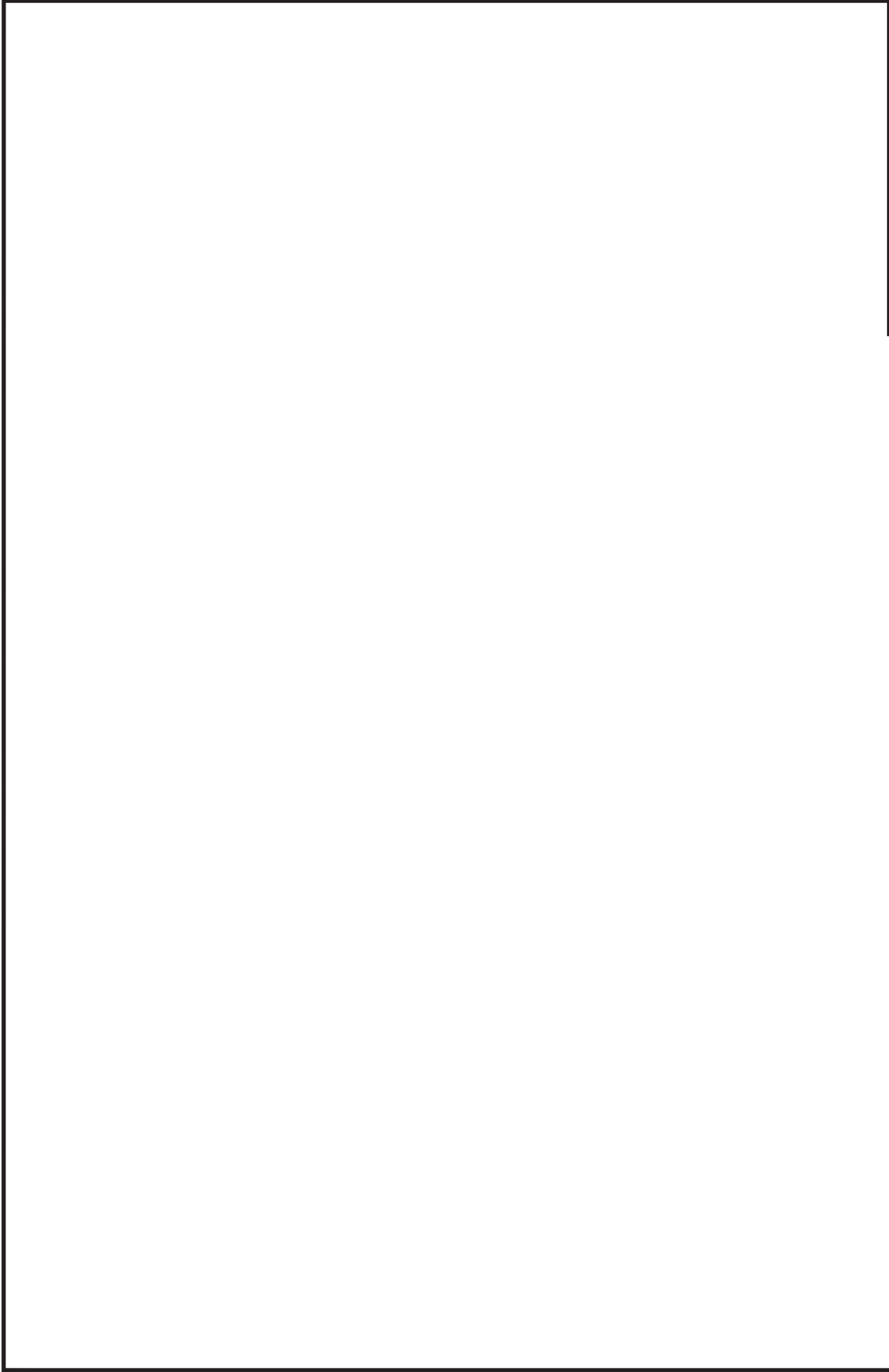


代替循環冷却系概略系統図(その2)

2.2 鳥瞰図

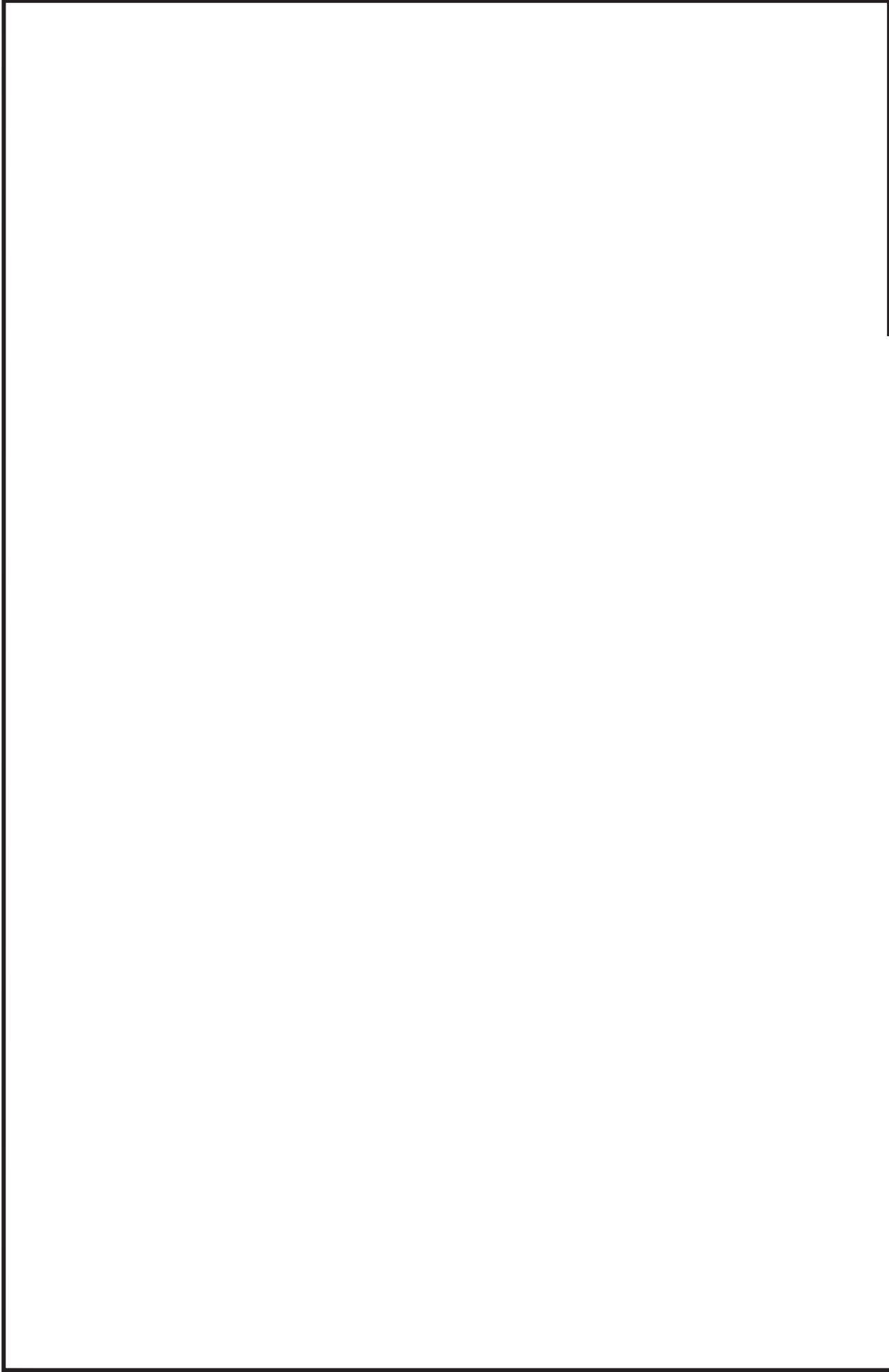
鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	<p>工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管</p>
	<p>工事計画記載範囲外の管</p>
	<p>工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管</p>
	<p>質点</p>
	<p>アンカ</p>
	<p>レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)</p>
	<p>スナップ</p>
	<p>ハンガ</p>
	<p>ガイド</p>
	<p>拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, 内に変位量を記載する。)</p>



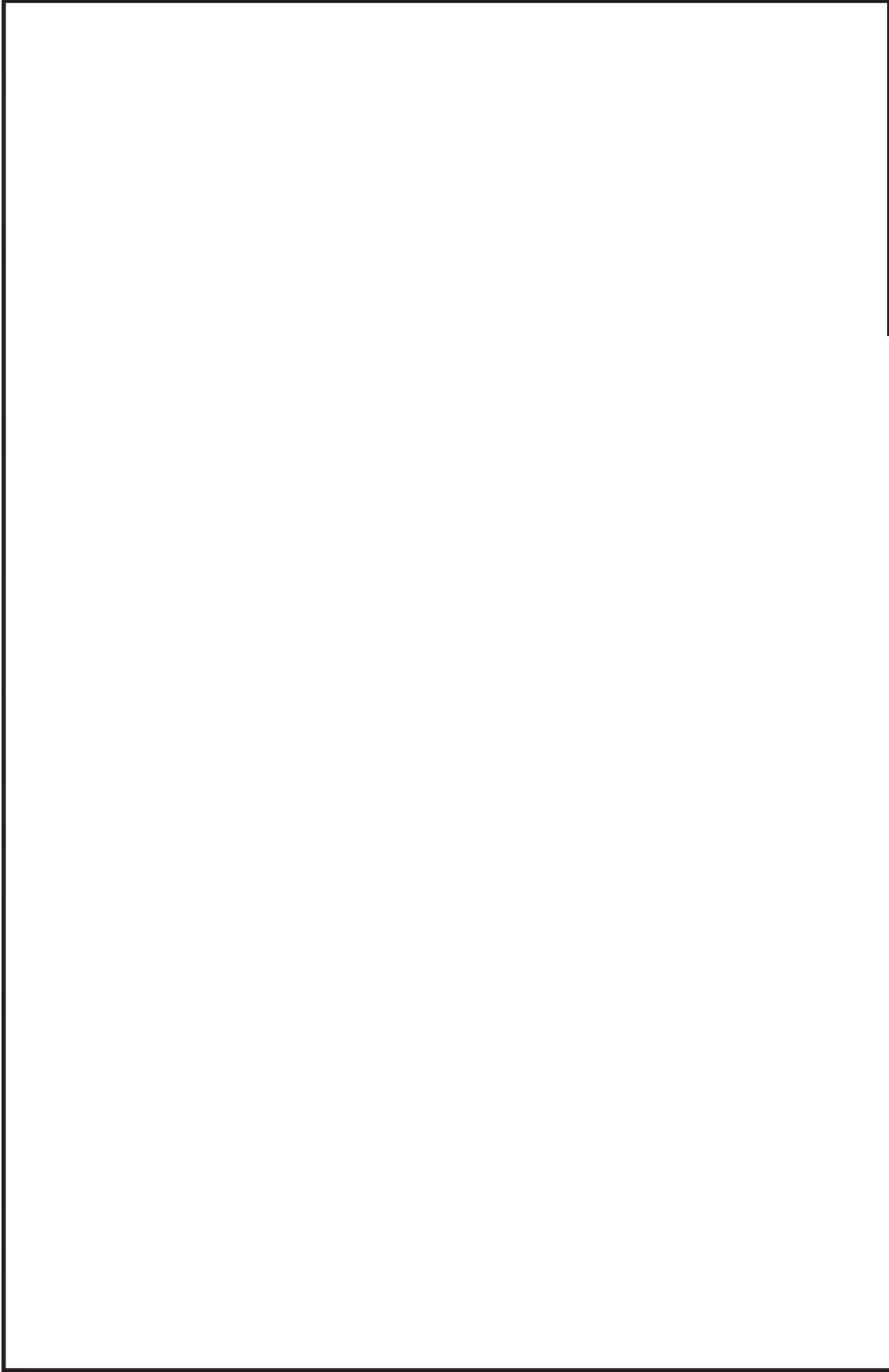
鳥瞰図 RHR-019-1/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-019-2/3

特開みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-019-3/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類*2	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*3,*4	許容応力状態*5
原子炉格納施設	圧力低減設備 その他の安全設備	代替循環冷却系	S A	常設/緩和	重大事故等 クラス2管	—	$V_L + S S$	$V_A S$
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	代替循環冷却系	S A	常設/緩和	重大事故等 クラス2管	—	$V_L + S S$	$V_A S$
原子炉格納施設	圧力低減設備 その他の安全設備	原子炉格納容器下部注水系	S A	常設/緩和	重大事故等 クラス2管	—	$V_L + S S$	$V_A S$

注記*1：D Bは設計基準対象施設，S Aは重大事故等対処設備を示す。

*2：「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*3：運転状態の添字Lは荷重を示す。

*4：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

*5：許容応力状態 $V_A S$ は許容応力状態IV_ASの許容限界を使用し，許容応力状態IV_ASとして評価を実施する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 RHR-019

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	1.37	186	267.4	9.3	STS410	—	192120
2	1.37	186	267.4	9.3	STS410	—	192120
3	1.37	186	165.2	7.1	STS410	—	192120
4	3.73	186	114.3	6.0	STS410	—	192120
5	3.73	186	165.2	7.1	STS410	—	192120
6	3.73	186	165.2	7.1	STS410	—	192120

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 RHR-019

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	1	2	3	4	5	6									
2	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29								
3	29	30	100												
4	33	34	101												
5	34	35	36	37	38	39	41	42	43	44	45	46	47	48	49
	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
	65	66	67	68	69	70	71	72	73						
6	75	76	77	78	79	80	81								

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 RHR-019

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
1		19		36		54		69	
2		20		37		55		70	
3		21		38		56		71	
4		22		42		57		72	
5		23		43		58		76	
9		24		44		59		77	
10		25		45		60		78	
11		26		46		61		79	
12		27		47		62		80	
13		28		48		63		81	
14		29		49		64		100	
15		30		50		65		101	
16		33		51		66			
17		34		52		67			
18		35		53		68			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1		弁 2		弁 3	
評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
6		39		73	
7		40		74	
8		41		75	
31				82	
32				83	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1	7			
弁2	40			
弁3	74			

O2 ③ VI-2-9-4-3-4-2(重) R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 RHR-019

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1						
5						
** 5 **						
15						
18						
25						
30						
32						
33						
42						
47						
50						
60						
63						
70						
72						
** 72 **						
76						
** 76 **						
81						
** 83 **						



O2 ③ VI-2-9-4-3-4-2 (重) R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
STS410	186	—	208	404	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
R H R - 0 1 9	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 RHR-019

適用する地震動等		S d 及び静的震度			S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向
1次							
2次							
3次							
4次							
5次							
6次							
7次							
8次*2							
動的震度*3							
静的震度*4							

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C₁及び1.2C_Vより定めた震度を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 RHR-019

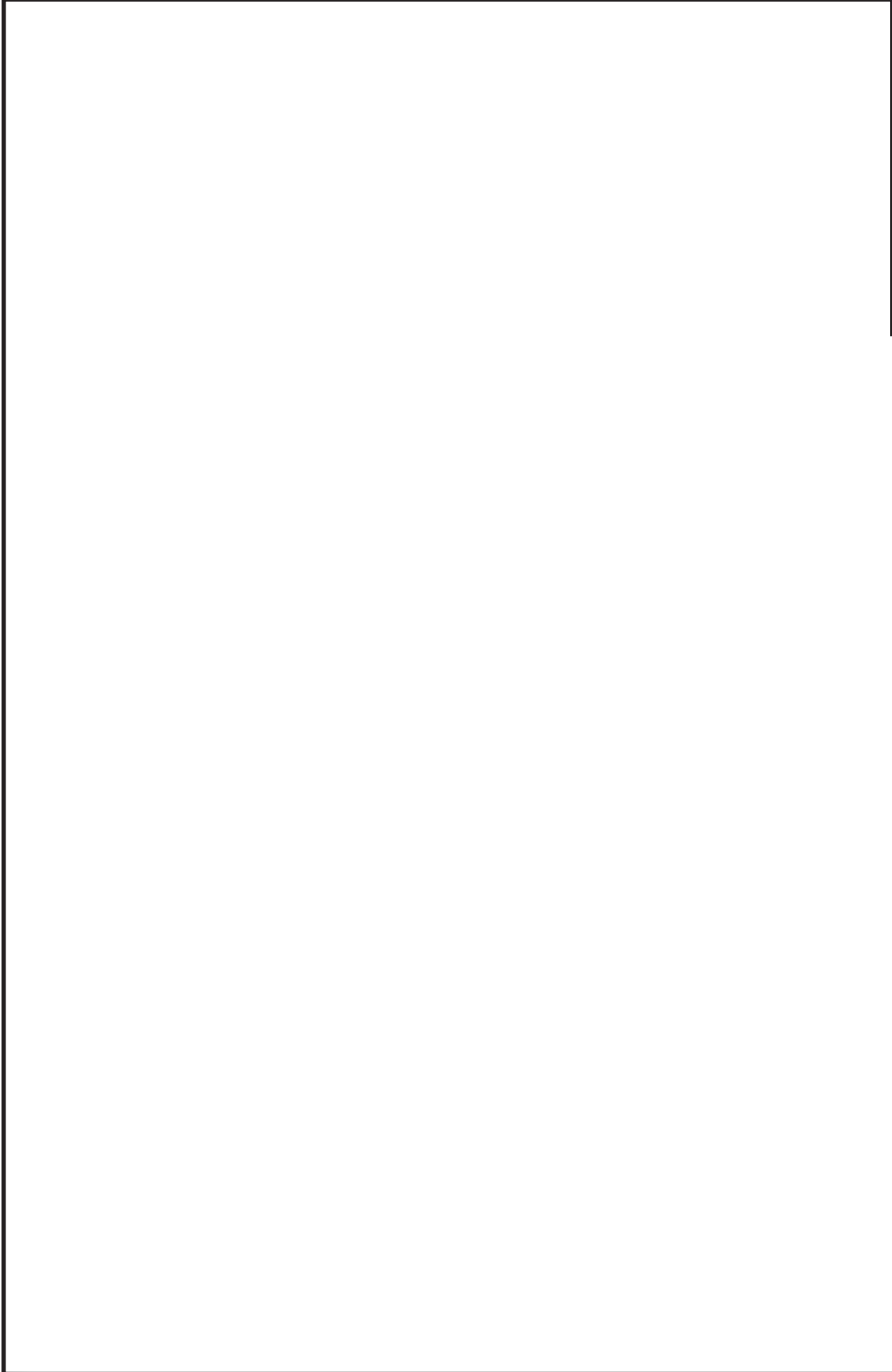
モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

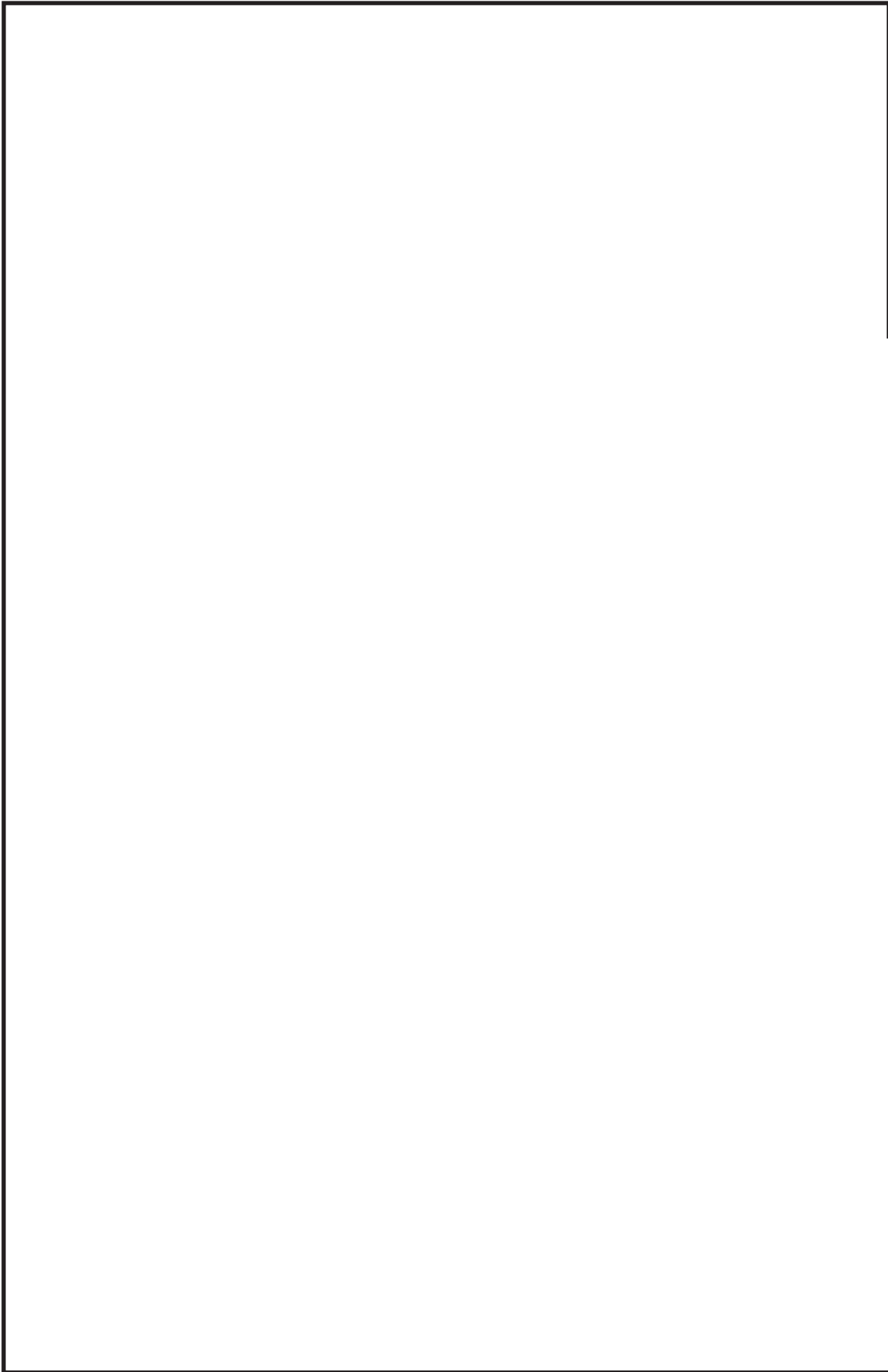
代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



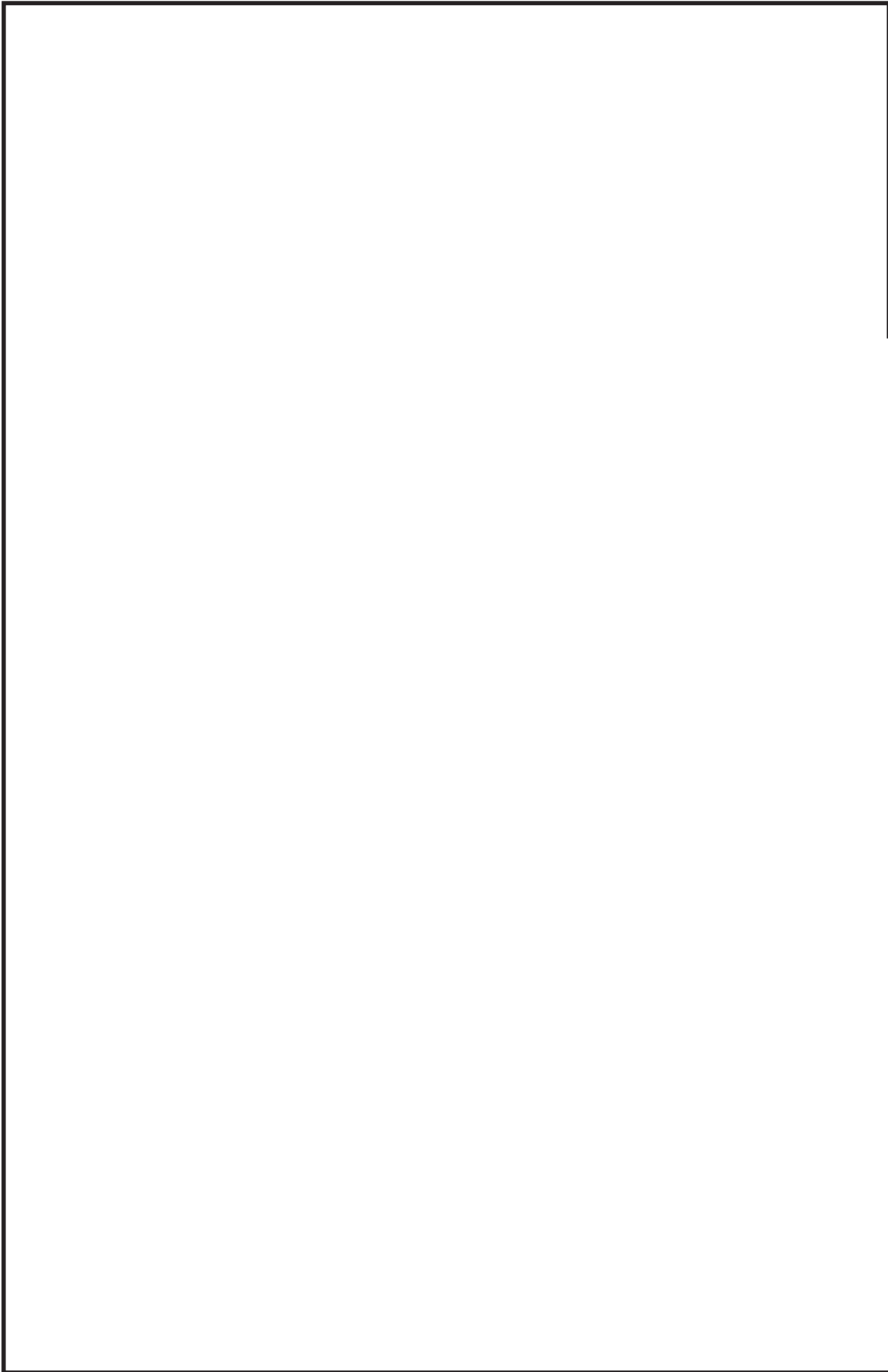
鳥瞰図 RHR-019

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-019

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 RHR-019

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 S p r m (S s)	許容応力 0.9・S u	計算応力 S n (S s)	許容応力 2・S y	
RHR-019	V _A S	33	S p r m (S s)	138	363	—	—	—
	V _A S	33	S n (S s)	—	—	249	416	—

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
RHR-019-083SA	メカニカルスナッパ	SMS-1-100	添付書類「VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐 震計算について」参照		5	27
RHR-019-032BB	ロッドレストレイント	RSA-3			8	45

支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重							評価結果		
					反力 (kN)			モーメント (kN・m)				応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z				
RHR-019-005R	レストレイント	架構	STKR400	130	17	38	17	-	-	-	-	組合せ	48	225
RHR-019-001A	アンカ	架構	STKR400	130	65	31	50	26	38	18	18	曲げ	151	375

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	型式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態 VAS												
		一次応力					一次+二次応力					疲労評価		
		評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労 累積 係数	代表
1	RHR-019	33	138	363	2.63	○	33	249	416	1.67	○	—	—	—

VI-2-9-4-4 放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに
格納容器再循環設備の耐震性についての計算書

目 次

- VI-2-9-4-4-1 非常用ガス処理系の耐震性についての計算書
- VI-2-9-4-4-2 可燃性ガス濃度制御系の耐震性についての計算書
- VI-2-9-4-4-3 原子炉建屋水素濃度制御系の耐震性についての計算書

VI-2-9-4-4-1 非常用ガス処理系の耐震性についての計算書

目 次

- VI-2-9-4-4-1-1 非常用ガス処理系空気乾燥装置の耐震性についての計算書
- VI-2-9-4-4-1-3 非常用ガス処理系排風機の耐震性についての計算書
- VI-2-9-4-4-1-4 非常用ガス処理系フィルタ装置の耐震性についての計算書
- VI-2-9-4-4-1-5 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の耐震性についての計算書

VI-2-9-4-4-1-1 非常用ガス処理系空気乾燥装置の耐震性
についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用基準	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	7
3. 評価部位	8
4. 固有周期	9
4.1 固有周期の計算方法	9
4.2 固有周期の計算条件	10
4.3 固有周期の計算結果	10
5. 構造強度評価	11
5.1 構造強度評価方法	11
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	11
5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	11
5.2.2 許容応力	11
5.2.3 使用材料の許容応力評価条件	11
5.3 設計用地震力	15
5.4 計算方法	16
5.4.1 応力の計算方法	16
5.5 計算条件	20
5.6 応力の評価	20
5.6.1 ボルトの応力評価	20
6. 評価結果	21
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	21
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	21

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、非常用ガス処理系空気乾燥装置が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

非常用ガス処理系空気乾燥装置は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

非常用ガス処理系空気乾燥装置の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
非常用ガス処理系空気乾燥装置は架台にスライドボルトで固定され、架台は基礎ボルト及び固定ボルトで基礎に据え付ける。	電気式（角形ダクト式）	<p>(単位：mm)</p>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.2 評価方針

非常用ガス処理系空気乾燥装置の応力評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示す非常用ガス処理系空気乾燥装置の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」にて算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

非常用ガス処理系空気乾燥装置の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

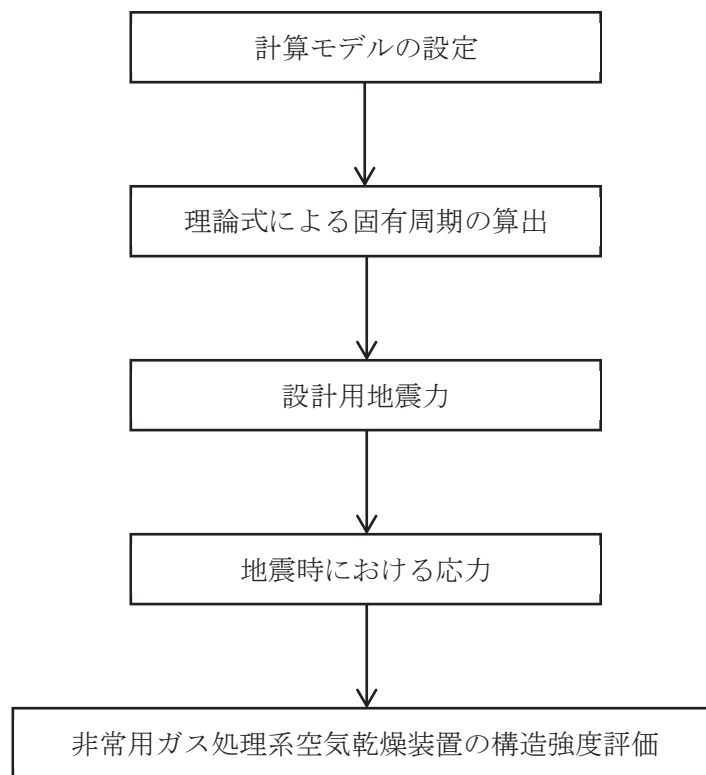


図 2-1 非常用ガス処理系空気乾燥装置の耐震評価フロー

2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 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, J E A G 4 6 0 1 -1987 及び J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版）（日本電気
協会 電気技術基準調査委員会 昭和 59 年 9 月, 昭和 62 年 8 月及び平成 3 年 6
月）
- (2) 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。）

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_{bi}	ボルトの軸断面積* ¹	mm ²
A_e	有効せん断断面積	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d_i	ボルトの呼び径* ¹	mm
E	縦弾性係数	MPa
F_i	設計・建設規格 SSB-3121. 1(1)に定める値* ¹	MPa
F_i^*	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* ¹	MPa
F_{bi}	ボルトに作用する引張力（1本当たり）* ¹	N
f_{sbi}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* ¹	MPa
f_{toi}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* ¹	MPa
f_{tsi}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力* ¹	MPa
G	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度（=9.80665）	m/s ²
h_i	架台上面，固定面又は据付面から重心までの距離* ²	mm
I	断面二次モーメント	mm ⁴
K_H	水平方向ばね定数	N/m
K_V	鉛直方向ばね定数	N/m
l_{1i}	重心とボルト間の水平方向距離* ¹ , * ³	mm
l_{2i}	重心とボルト間の水平方向距離* ¹ , * ³	mm
m_i	運転時質量* ²	kg
n_i	ボルトの本数* ¹	—
n_{fi}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数* ¹	—
n_{qi}	せん断力を受けるボルトの本数* ¹	—
Q_{bi}	ボルトに作用するせん断力* ¹	N
S_{ui}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に定める値* ¹	MPa
S_{yi}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める値* ¹	MPa
$S_{yi}(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める材料の40℃における値* ¹	MPa
T_H	水平方向固有周期	s
T_V	鉛直方向固有周期	s
π	円周率	—
σ_{bi}	ボルトに生じる引張応力* ¹	MPa
τ_{bi}	ボルトに生じるせん断応力* ¹	MPa

注記*1 : A_{bi} , d_i , F_i , F_i^* , F_{bi} , f_{sbi} , f_{toi} , f_{tsi} , ℓ_{1i} , ℓ_{2i} , n_i ,
 n_{fi} , n_{qi} , Q_{bi} , S_{ui} , S_{yi} , $S_{yi}(RT)$, σ_{bi} 及び τ_{bi} の添字 i の意
味は、以下のとおりとする。

$i=1$: スライドボルト

$i=2$: 固定ボルト

$i=3$: 基礎ボルト

*2 : h_i 及び m_i の添字 i の意味は、以下のとおりとする。

$i=1$: 架台上面

$i=2$: 固定面

$i=3$: 据付面

*3 : $\ell_{1i} \leq \ell_{2i}$

2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表 2-2 に示すとおりとする。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数 値 の 種 類	単 位	処 理 桁	処 理 方 法	表 示 桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
断面二次モーメント	mm ⁴	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*3}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1 : 設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2 : 絶対値が 1000 以上のときはべき数表示とする。

*3 : 設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

3. 評価部位

非常用ガス処理系空気乾燥装置の耐震評価は、「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる基礎ボルト、固定ボルト及びスライドボルトについて実施する。非常用ガス処理系空気乾燥装置の耐震評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

4. 固有周期

4.1 固有周期の計算方法

非常用ガス処理系空気乾燥装置の固有周期の計算方法を以下に示す。

(1) 計算モデル

- a. 非常用ガス処理系空気乾燥装置の質量は重心に集中するものとする。
- b. 変形は非常用ガス処理系空気乾燥装置をはりと考えたときの曲げ及びせん断変形を考慮する。
- c. 非常用ガス処理系空気乾燥装置は架台上にあり、架台は固定ボルトで基礎に固定されており、固定端とする。
- d. 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

非常用ガス処理系空気乾燥装置は、図 4-1 に示す下端固定の 1 質点系振動モデルとして考える。

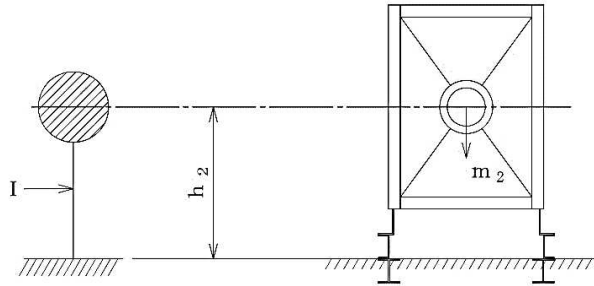


図 4-1 固有周期の計算モデル

(2) 固有周期

曲げ及びせん断変形によるばね定数Kは次式で表される。

$$\text{水平方向} \quad K_H = \frac{1000}{\frac{h_2^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{h_2}{G \cdot A_e}} \quad \dots\dots\dots (4.1.1)$$

$$\text{鉛直方向} \quad K_V = \frac{1000}{\frac{h_2}{E \cdot A_e}} \quad * \dots\dots\dots (4.1.2)$$

注記* : 断面積には、固有周期が大きく算出される有効せん断断面積A_eを用いる。

したがって、固有周期は次式で求められる。

$$\text{水平方向} \quad T_H = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_2}{K_H}} \quad \dots\dots\dots (4.1.3)$$

$$\text{鉛直方向} \quad T_v = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_2}{K_v}} \dots\dots\dots (4.1.4)$$

4.2 固有周期の計算条件

固有周期の計算に用いる計算条件は、本計算書の【非常用ガス処理系空気乾燥装置の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

4.3 固有周期の計算結果

固有周期の計算結果を表 4-1 に示す。計算の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 4-1 固有周期 (単位：s)

水平		
鉛直		

O 2 ③ VI-2-9-4-4-1-1 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

4.1 項 a. ～d. のほか、次の条件で計算する。

- (1) 地震力は非常用ガス処理系空気乾燥装置に対して水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。
- (2) 転倒方向は図 5-1 及び図 5-2 における長辺方向及び短辺方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。
- (3) 基礎ボルト及び固定ボルトに対するせん断力はボルト全本数で受けるものとする。
また、スライドボルトに対するせん断力は、長辺方向にスライドできるものとし、固定部（2 本）のボルト本数のみで受けるものとする。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

非常用ガス処理系空気乾燥装置の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-2 に示す。

5.2.2 許容応力

非常用ガス処理系空気乾燥装置の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 5-3 のとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

非常用ガス処理系空気乾燥装置の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-5 に示す。

表 5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉 格納施設	放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに格納容器再循環設備	非常用ガス処理系 空気乾燥装置	S	— *1	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*1：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 5-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉 格納施設	放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに格納容器再循環設備	非常用ガス処理系 空気乾燥装置	常設／緩和	重大事故等 クラス 2 管*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A S としてⅣ _A S の許容限界を用いる。)

注記*1：「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：重大事故等クラス 2 管の支持構造物を含む。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 5-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
III _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
IV _{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の許容限界を用いる。)		

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 : 当該の応力が生じない場合, 規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 5-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		最高使用温度				
スライドボルト	□	最高使用温度	140	□		—
固定ボルト		最高使用温度	140			—
基礎ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	65	225	386	—

表 5-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		最高使用温度				
スライドボルト	□	最高使用温度	140	□		—
固定ボルト		最高使用温度	140			—
基礎ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	65	225	386	—

5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 5-6 及び表 5-7 に示す。

「弾性設計用地震動 S d 又は静的震度」及び「基準地震動 S s」による地震力は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

表 5-6 設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建屋 O. P. 22.50*			$C_H=1.13$	$C_V=0.91$	$C_H=2.12$	$C_V=1.56$

注記*：基準床レベルを示す。

表 5-7 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建屋 O. P. 22.50*			—	—	$C_H=2.12$	$C_V=1.56$

注記*：基準床レベルを示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

基礎ボルト、固定ボルト及びスライドボルトの応力は、地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

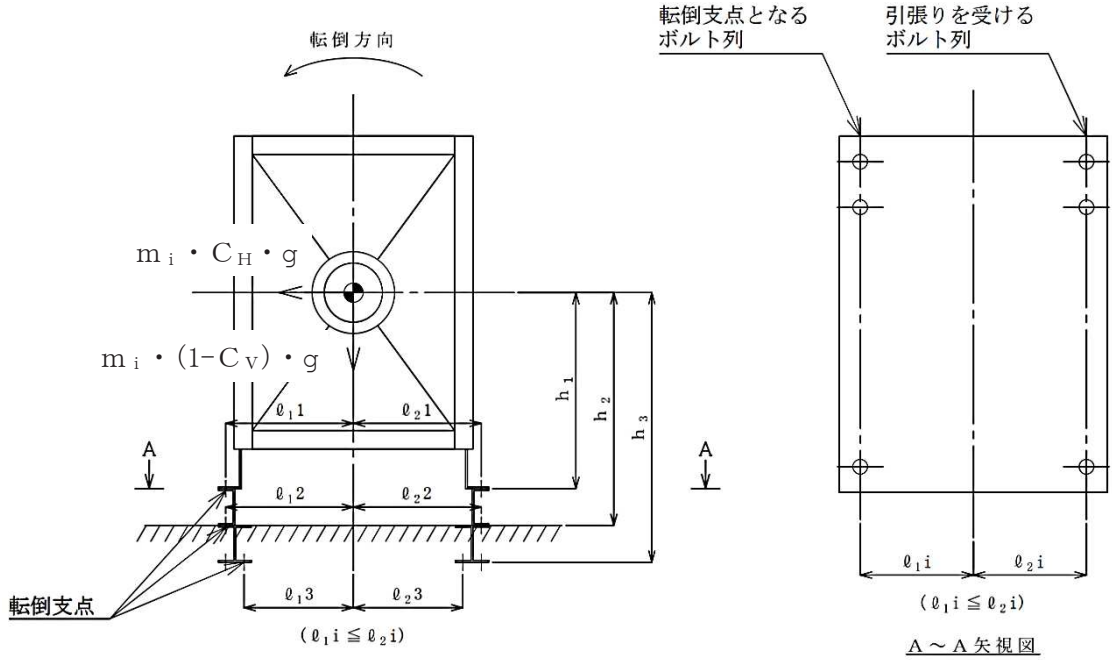


図 5-1(1) 計算モデル

(短辺方向転倒-1 $(1 - C_V) \ge 0$ の場合)

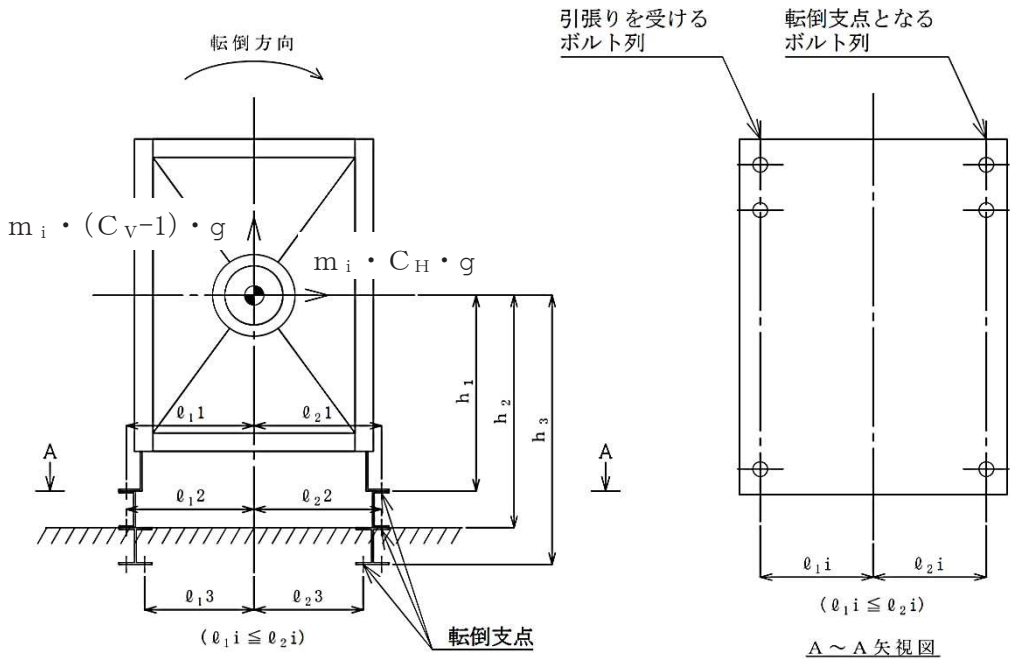


図 5-1(2) 計算モデル

(短辺方向転倒-2 $(1 - C_V) < 0$ の場合)

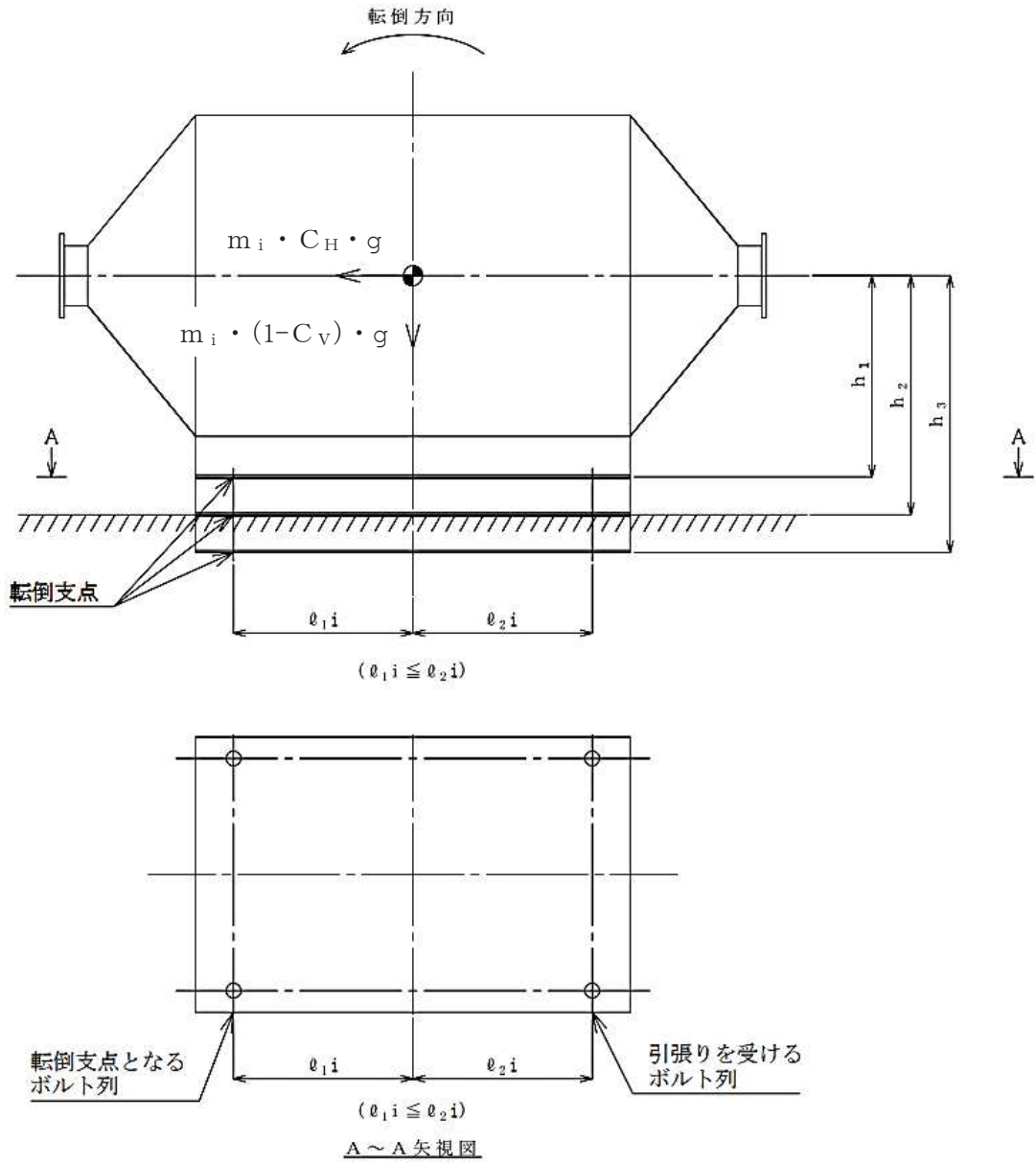


図 5-2(1) 計算モデル
 (長辺方向転倒-1 $(1 - C_V) \geq 0$ の場合)

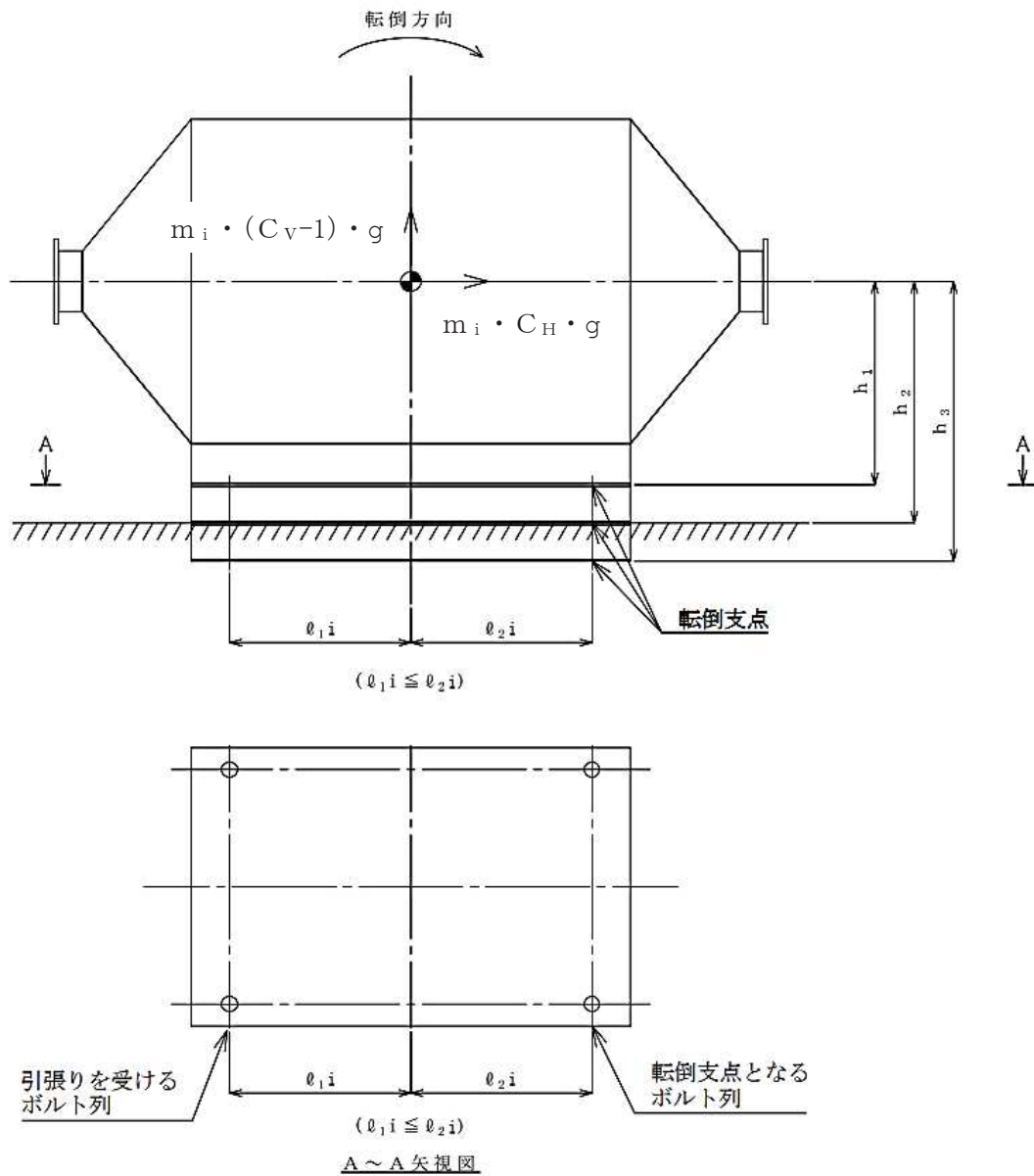


図 5-2(2) 計算モデル
 (長辺方向転倒-2 $(1 - C_V) < 0$ の場合)

(1) 引張応力

ボルトに対する引張力は最も厳しい条件として、図 5-1 及び図 5-2 に示すボルトを支点とする転倒を考え、これを片側のボルトで受けるものとして計算する。

引張力

計算モデル図 5-1(1) 及び図 5-2(1) の場合の引張力

【絶対値和】

$$F_{b i} = \frac{m_i \cdot g \cdot C_H \cdot h_i - m_i \cdot g \cdot (1 - C_v) \cdot \ell_{1 i}}{n_{f i} \cdot (\ell_{1 i} + \ell_{2 i})} \dots\dots\dots (5.4.1.1)$$

計算モデル図 5-1(2) 及び図 5-2(2) の場合の引張力

【絶対値和】

$$F_{b i} = \frac{m_i \cdot g \cdot C_H \cdot h_i - m_i \cdot g \cdot (1 - C_v) \cdot \ell_{2 i}}{n_{f i} \cdot (\ell_{1 i} + \ell_{2 i})} \dots\dots\dots (5.4.1.2)$$

引張応力

$$\sigma_{b i} = \frac{F_{b i}}{A_{b i}} \dots\dots\dots (5.4.1.3)$$

ここで、ボルトの軸断面積 $A_{b i}$ は次式より求める。

$$A_{b i} = \frac{\pi}{4} \cdot d_i^2 \dots\dots\dots (5.4.1.4)$$

(2) せん断応力

基礎ボルト及び固定ボルトに対するせん断力はボルト全本数で受けるものとして計算する。

また、スライドボルトに対するせん断力は固定部 (2 本) のボルト本数のみで受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b i} = m_i \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.5)$$

せん断応力

$$\tau_{b i} = \frac{Q_{b i}}{n_{q i} \cdot A_{b i}} \dots\dots\dots (5.4.1.6)$$

5.5 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【非常用ガス処理系空気乾燥装置の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

5.6 応力の評価

5.6.1 ボルトの応力評価

5.4 項で求めたボルトの引張応力 σ_{bi} は次式より求めた許容引張応力 f_{tsi} 以下であること。ただし、 f_{toi} は下表による。

$$f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}] \quad \dots\dots\dots (5.6.1.1)$$

せん断応力 τ_{bi} はせん断力のみ受けるボルトの許容せん断応力 f_{sbi} 以下であること。ただし、 f_{sbi} は下表による。

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S s による荷重との 組合せの場合
許容引張応力 f_{toi}	$\frac{F_i}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F_i^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sbi}	$\frac{F_i}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F_i^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

非常用ガス処理系空気乾燥装置の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

非常用ガス処理系空気乾燥装置の重大事故時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

【非常用ガス処理系空気乾燥装置の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度		
非常用ガス処理系 空気乾燥装置	S	原子炉建屋 O.P. 22.50*			C _H = 1.13	C _V = 0.91	C _H = 2.12	C _V = 1.56	140	65

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1	n _{qi}
スライドボルト (i=1)							6	3	2
固定ボルト (i=2)							6	3	6
基礎ボルト (i=3)							12	6	12

部材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
スライドボルト (i=1)					長辺	長辺
固定ボルト (i=2)					長辺	長辺
基礎ボルト (i=3)	225*3 (16mm<径≤40mm)	386*3	225	270	短辺	短辺

E (MPa)	G (MPa)	I (mm ⁴)	A _e (mm ²)
		1.594×10 ¹⁰	1.820×10 ⁴

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

*2：最高使用温度で算出

*3：周囲環境温度で算出

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
スライドボルト (i=1)				
固定ボルト (i=2)				
基礎ボルト (i=3)				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
スライドボルト (i=1)		引張り	$\sigma_{b1} = 19$	$f_{ts1} = 444^*$	$\sigma_{b1} = 48$	$f_{ts1} = 444^*$
		せん断	$\tau_{b1} = 38$	$f_{sb1} = 342$	$\tau_{b1} = 72$	$f_{sb1} = 342$
固定ボルト (i=2)		引張り	$\sigma_{b2} = 25$	$f_{ts2} = 444^*$	$\sigma_{b2} = 60$	$f_{ts2} = 444^*$
		せん断	$\tau_{b2} = 14$	$f_{sb2} = 342$	$\tau_{b2} = 26$	$f_{sb2} = 342$
基礎ボルト (i=3)	SS400	引張り	$\sigma_{b3} = 17$	$f_{ts3} = 169^*$	$\sigma_{b3} = 37$	$f_{ts3} = 202^*$
		せん断	$\tau_{b3} = 8$	$f_{sb3} = 130$	$\tau_{b3} = 14$	$f_{sb3} = 156$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

【非常用ガス処理系空気乾燥装置の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度		
非常用ガス処理系 空気乾燥装置	常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 22.50*			—	—	C _H = 2.12	C _V = 1.56	140	65

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1	n _{qi}
スライドボルト (i=1)							6	3	2
								2	
固定ボルト (i=2)							6	3	6
	2								
基礎ボルト (i=3)	12	6	12						
		4							

部材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
スライドボルト (i=1)			—		—	長辺
固定ボルト (i=2)			—		長辺	
基礎ボルト (i=3)	225*3 (16mm<径≤40mm)	386*3	—	270	—	短辺

E (MPa)	G (MPa)	I (mm ⁴)	A _e (mm ²)
		1.594×10 ¹⁰	1.820×10 ⁴

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

*2：最高使用温度で算出

*3：周囲環境温度で算出

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
スライドボルト (i=1)	—		—	
固定ボルト (i=2)	—		—	
基礎ボルト (i=3)	—		—	

2.4 結論

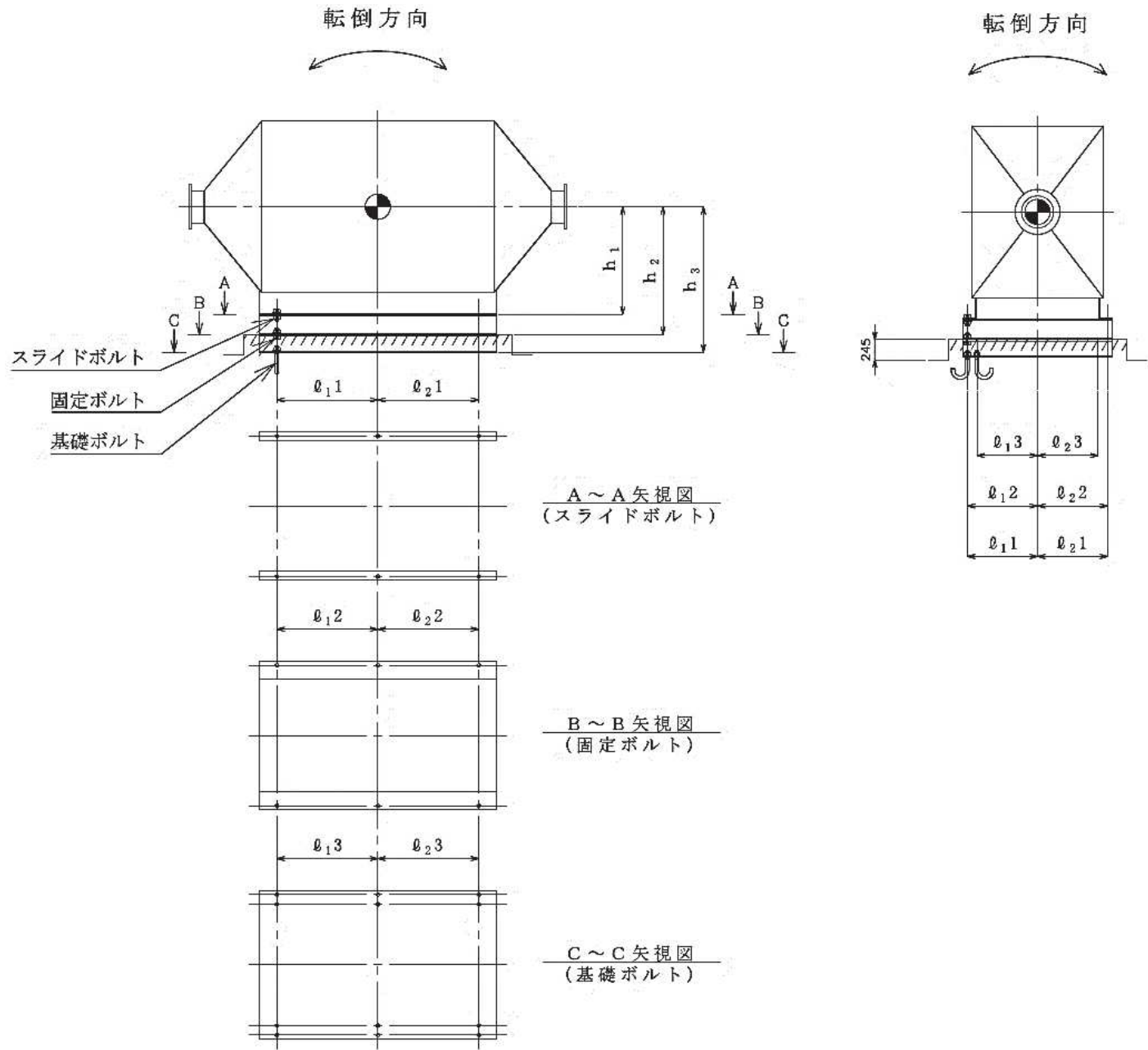
2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
スライドボルト (i=1)		引張り	—	—	$\sigma_{b1} = 48$	$f_{ts1} = 444^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1} = 72$	$f_{sb1} = 342$
固定ボルト (i=2)		引張り	—	—	$\sigma_{b2} = 60$	$f_{ts2} = 444^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2} = 26$	$f_{sb2} = 342$
基礎ボルト (i=3)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b3} = 37$	$f_{ts3} = 202^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b3} = 14$	$f_{sb3} = 156$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$



VI-2-9-4-4-1-3 非常用ガス処理系排風機の耐震性
についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 構造強度評価	3
3.1 構造強度評価方法	3
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	3
3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	3
3.2.2 許容応力	3
3.2.3 使用材料の許容応力評価条件	3
3.3 計算条件	3
4. 機能維持評価	7
4.1 動的機能維持評価方法	7
5. 評価結果	8
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	8
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	8

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、非常用ガス処理系排風機が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

非常用ガス処理系排風機は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び動的機能維持評価を示す。

なお、非常用ガス処理系排風機は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の横軸ポンプと類似の構造であるため、添付書類「VI-2-1-13-4 横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

非常用ガス処理系排風機の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
排風機及び原動機は架台に取付ボルトにより固定され、架台は基礎ボルトで基礎に据え付ける。	遠心式（遠心直結型ファン）	<p>(単位：mm)</p>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

非常用ガス処理系排風機の構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-4 横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

非常用ガス処理系排風機の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-2 に示す。

3.2.2 許容応力

非常用ガス処理系排風機の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 3-3 のとおりとする。

3.2.3 使用材料の許容応力評価条件

非常用ガス処理系排風機の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-5 に示す。

3.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【非常用ガス処理系排風機の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 3-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉 格納施設	放射性物質濃 度制御設備及 び可燃性ガス 濃度制御設備 並びに格納容 器再循環設備	非常用ガス処理系 排風機	S	—*1	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
	$D + P_D + M_D + S_s$				Ⅳ _A S	

注記*1：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 3-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉 格納施設	放射性物質濃 度制御設備及 び可燃性ガス 濃度制御設備 並びに格納容 器再循環設備	非常用ガス処理系 排風機	常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
	$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$				V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許 容限界を用いる。)	

注記*1：「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 3-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
III _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
IV _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A S としてIV _A S の許容限界を用いる。)		

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 : 当該の応力が生じない場合, 規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 3-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (16mm<径≦40mm)	周囲環境温度	65	225	386	—
排風機取付 ボルト	SS400 (16mm<径≦40mm)	最高使用温度	140	200	373	—
原動機取付 ボルト	SS400 (16mm<径≦40mm)	周囲環境温度	65	225	386	—

表 3-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (16mm<径≦40mm)	周囲環境温度	65	225	386	—
排風機取付 ボルト	SS400 (16mm<径≦40mm)	最高使用温度	140	200	373	—
原動機取付 ボルト	SS400 (16mm<径≦40mm)	周囲環境温度	65	225	386	—

4. 機能維持評価

4.1 動的機能維持評価方法

非常用ガス処理系排風機の動的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-4 横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

非常用ガス処理系排風機は地震時動的機能維持が確認された機種と類似の構造及び振動特性であるため、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に記載の機能確認済加速度を適用する。機能確認済加速度を表 4-1 に示す。

表 4-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	形式	方向	機能確認済加速度
ファン	遠心直結型ファン	水平	2.6
		鉛直	2.0
原動機	横形ころがり軸受電動機	水平	7.0
		鉛直	2.0

5. 評価結果

5.1 設計基準対象施設としての評価結果

非常用ガス処理系排風機の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

非常用ガス処理系排風機の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【非常用ガス処理系排風機の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		排風機振動 による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
非常用ガス処理系 排風機	S	原子炉建屋 O.P. 22.50*1 (O.P. 23.255)	—*2	—*2	C _H = 1.17	C _V = 0.92	C _H = 2.16	C _V = 1.58		140	65

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	Q _{1i} *1 (mm)	Q _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
基礎ボルト (i=1)							8	4
排風機取付ボルト (i=2)							4	2
原動機取付ボルト (i=3)							4	2

部材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向		M _P (N・mm)
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	
基礎ボルト (i=1)	225*2 (16mm<径≤40mm)	386*2	225	270	軸直角	軸	—
排風機取付ボルト (i=2)	200*3 (16mm<径≤40mm)	373*3	200	240	軸	軸	—
原動機取付ボルト (i=3)	225*2 (16mm<径≤40mm)	386*2	225	270	軸直角	軸直角	7.003×10 ⁴

予想最大両振幅 (μm)	回転速度 (rpm)

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は軸直角方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。

*2：周囲環境温度で算出

*3：最高使用温度で算出

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)				
排風機取付ボルト (i=2)				
原動機取付ボルト (i=3)				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	$\sigma_{b1} = 28$	$f_{ts1} = 169^*$	$\sigma_{b1} = 53$	$f_{ts1} = 202^*$
		せん断	$\tau_{b1} = 12$	$f_{sb1} = 130$	$\tau_{b1} = 20$	$f_{sb1} = 156$
排風機取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2} = 45$	$f_{ts2} = 150^*$	$\sigma_{b2} = 80$	$f_{ts2} = 180^*$
		せん断	$\tau_{b2} = 6$	$f_{sb2} = 115$	$\tau_{b2} = 11$	$f_{sb2} = 139$
原動機取付ボルト (i=3)	SS400	引張り	$\sigma_{b3} = 9$	$f_{ts3} = 169^*$	$\sigma_{b3} = 17$	$f_{ts3} = 202^*$
		せん断	$\tau_{b3} = 6$	$f_{sb3} = 130$	$\tau_{b3} = 10$	$f_{sb3} = 156$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 動的機能の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ファン	水平方向	1.81	2.6
	鉛直方向	1.32	2.0
原動機	水平方向	1.81	7.0
	鉛直方向	1.32	2.0

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) は、すべて機能確認済加速度以下である。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【非常用ガス処理系排風機の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		排風機振動 による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
非常用ガス処理系 排風機	常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 22.50*1 (O.P. 23.255)	—*2	—*2	—	—	C _H = 2.16	C _V = 1.58		140	65

注記*1 : 基準床レベルを示す。

*2 : 固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	Q _{1i} *1 (mm)	Q _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1	
基礎ボルト (i=1)								8	4
排風機取付ボルト (i=2)								4	2
原動機取付ボルト (i=3)								4	2

部材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向		M _P (N・mm)
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	
基礎ボルト (i=1)	225*2 (16mm<径≤40mm)	386*2	—	270	—	軸	—
排風機取付ボルト (i=2)	200*3 (16mm<径≤40mm)	373*3	—	240	—	軸	—
原動機取付ボルト (i=3)	225*2 (16mm<径≤40mm)	386*2	—	270	—	軸直角	7.003×10 ⁴

予想最大両振幅 (μm)	回転速度 (rpm)

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は軸直角方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。

*2 : 周囲環境温度で算出

*3 : 最高使用温度で算出

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	—		—	
排風機取付ボルト (i=2)	—		—	
原動機取付ボルト (i=3)	—		—	

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1} = 53$	$f_{ts1} = 202^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1} = 20$	$f_{sb1} = 156$
排風機取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2} = 80$	$f_{ts2} = 180^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2} = 11$	$f_{sb2} = 139$
原動機取付ボルト (i=3)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b3} = 17$	$f_{ts3} = 202^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b3} = 10$	$f_{sb3} = 156$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 動的機能の評価結果

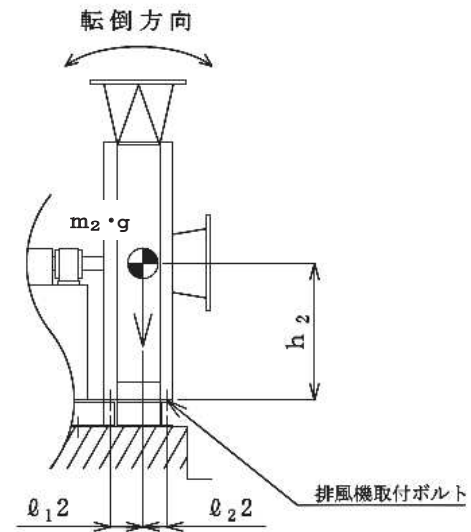
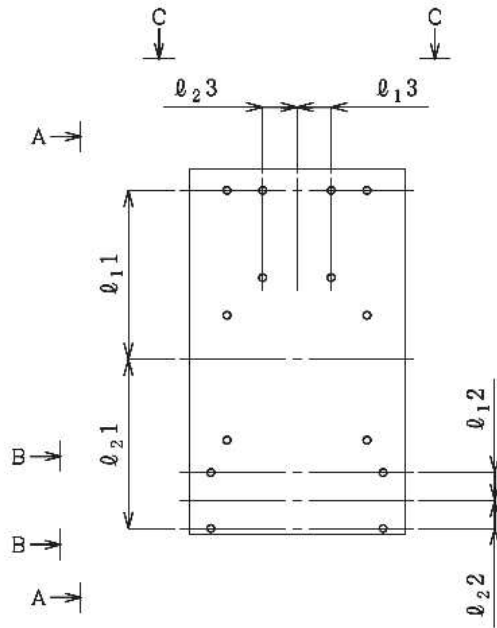
($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ファン	水平方向	1.81	2.6
	鉛直方向	1.32	2.0
原動機	水平方向	1.81	7.0
	鉛直方向	1.32	2.0

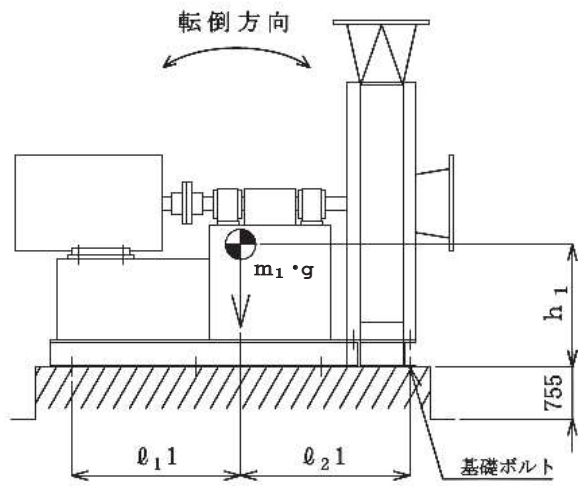
注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) は、すべて機能確認済加速度以下である。

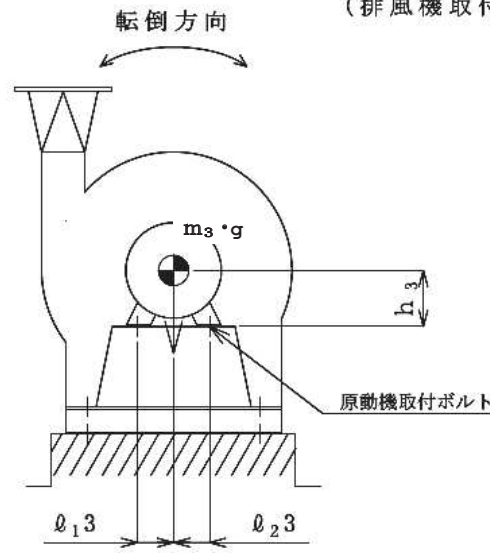
枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



B ~ B 矢視図
(排風機取付ボルト)



A ~ A 矢視図
(基礎ボルト)



C ~ C 矢視図
(原動機取付ボルト)

VI-2-9-4-4-1-4 非常用ガス処理系フィルタ装置の耐震性
についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用基準	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	7
3. 評価部位	8
4. 固有周期	9
4.1 固有周期の計算方法	9
4.2 固有周期の計算条件	10
4.3 固有周期の計算結果	10
5. 構造強度評価	11
5.1 構造強度評価方法	11
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	11
5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	11
5.2.2 許容応力	11
5.2.3 使用材料の許容応力評価条件	11
5.3 設計用地震力	15
5.4 計算方法	16
5.4.1 応力の計算方法	16
5.5 計算条件	20
5.6 応力の評価	20
5.6.1 ボルトの応力評価	20
6. 評価結果	21
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	21
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	21

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、非常用ガス処理系フィルタ装置が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

非常用ガス処理系フィルタ装置は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

非常用ガス処理系フィルタ装置の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
非常用ガス処理系フィルタ装置は架台にスライドボルトで固定され、架台は基礎ボルト及び固定ボルトで基礎に据え付ける。	高性能エアフィルタ及び活性炭エアフィルタ（角形ダクト式）	<p>(単位：mm)</p>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.2 評価方針

非常用ガス処理系フィルタ装置の応力評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示す非常用ガス処理系フィルタ装置の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」にて算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

非常用ガス処理系フィルタ装置の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

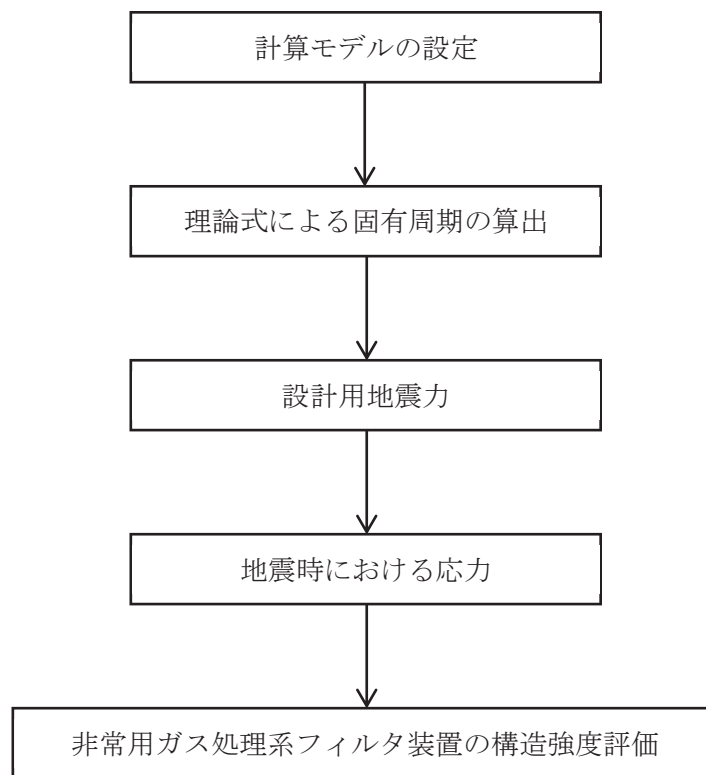


図 2-1 非常用ガス処理系フィルタ装置の耐震評価フロー

2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 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, J E A G 4 6 0 1 -1987 及び J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版）（日本電気
協会 電気技術基準調査委員会 昭和 59 年 9 月, 昭和 62 年 8 月及び平成 3 年 6
月）
- (2) 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。）

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_{bi}	ボルトの軸断面積* ¹	mm ²
A_e	有効せん断断面積	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d_i	ボルトの呼び径* ¹	mm
E	縦弾性係数	MPa
F_i	設計・建設規格 SSB-3121. 1(1)に定める値* ¹	MPa
F_i^*	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* ¹	MPa
F_{bi}	ボルトに作用する引張力（1本当たり）* ¹	N
f_{sbi}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* ¹	MPa
f_{toi}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* ¹	MPa
f_{tsi}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力* ¹	MPa
G	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度（=9.80665）	m/s ²
h_i	架台上面，固定面又は据付面から重心までの距離* ²	mm
I	断面二次モーメント	mm ⁴
K_H	水平方向ばね定数	N/m
K_V	鉛直方向ばね定数	N/m
l_{1i}	重心とボルト間の水平方向距離* ¹ , * ³	mm
l_{2i}	重心とボルト間の水平方向距離* ¹ , * ³	mm
m_i	運転時質量* ²	kg
n_i	ボルトの本数* ¹	—
n_{fi}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数* ¹	—
n_{qi}	せん断力を受けるボルトの本数* ¹	—
Q_{bi}	ボルトに作用するせん断力* ¹	N
S_{ui}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に定める値* ¹	MPa
S_{yi}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める値* ¹	MPa
$S_{yi}(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める材料の40℃における値* ¹	MPa
T_H	水平方向固有周期	s
T_V	鉛直方向固有周期	s
π	円周率	—
σ_{bi}	ボルトに生じる引張応力* ¹	MPa
τ_{bi}	ボルトに生じるせん断応力* ¹	MPa

注記*1 : A_{bi} , d_i , F_i , F_i^* , F_{bi} , f_{sbi} , f_{toi} , f_{tsi} , ℓ_{1i} , ℓ_{2i} , n_i ,
 n_{fi} , n_{qi} , Q_{bi} , S_{ui} , S_{yi} , $S_{yi}(RT)$, σ_{bi} 及び τ_{bi} の添字 i の意
味は、以下のとおりとする。

$i=1$: スライドボルト

$i=2$: 固定ボルト

$i=3$: 基礎ボルト

*2 : h_i 及び m_i の添字 i の意味は、以下のとおりとする。

$i=1$: 架台上面

$i=2$: 固定面

$i=3$: 据付面

*3 : $\ell_{1i} \leq \ell_{2i}$

2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表 2-2 に示すとおりとする。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数 値 の 種 類	単 位	処 理 桁	処 理 方 法	表 示 桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
断面二次モーメント	mm ⁴	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*3}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときはべき数表示とする。

*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

3. 評価部位

非常用ガス処理系フィルタ装置の耐震評価は、「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる基礎ボルト、固定ボルト及びスライドボルトについて実施する。非常用ガス処理系フィルタ装置の耐震評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

4. 固有周期

4.1 固有周期の計算方法

非常用ガス処理系フィルタ装置の固有周期の計算方法を以下に示す。

(1) 計算モデル

- a. 非常用ガス処理系フィルタ装置の質量は重心に集中するものとする。
- b. 変形は非常用ガス処理系フィルタ装置をはりと考えたときの曲げ及びせん断変形を考慮する。
- c. 非常用ガス処理系フィルタ装置は架台上にあり、架台は固定ボルトで基礎に固定されており、固定端とする。
- d. 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

非常用ガス処理系フィルタ装置は、図 4-1 に示す下端固定の 1 質点系振動モデルとして考える。

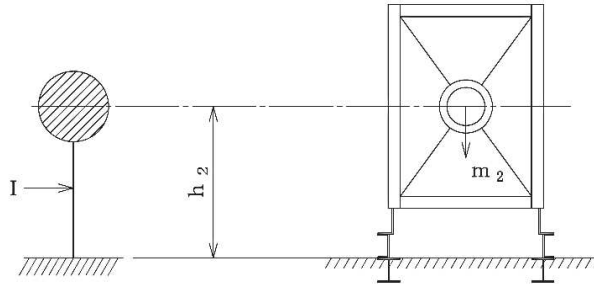


図 4-1 固有周期の計算モデル

(2) 固有周期

曲げ及びせん断変形によるばね定数Kは次式で表される。

$$\text{水平方向} \quad K_H = \frac{1000}{\frac{h_2^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{h_2}{G \cdot A_e}} \quad \dots\dots\dots (4.1.1)$$

$$\text{鉛直方向} \quad K_V = \frac{1000}{\frac{h_2}{E \cdot A_e}} \quad * \dots\dots\dots (4.1.2)$$

注記* : 断面積には、固有周期が大きく算出される有効せん断断面積A_eを用いる。

したがって、固有周期は次式で求められる。

$$\text{水平方向} \quad T_H = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_2}{K_H}} \quad \dots\dots\dots (4.1.3)$$

$$\text{鉛直方向} \quad T_v = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_2}{K_v}} \quad \dots\dots\dots (4.1.4)$$

4.2 固有周期の計算条件

固有周期の計算に用いる計算条件は、本計算書の【非常用ガス処理系フィルタ装置の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

4.3 固有周期の計算結果

固有周期の計算結果を表 4-1 に示す。計算の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 4-1 固有周期 (単位：s)

水平		
鉛直		

O 2 ③ VI-2-9-4-4-1-4 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

4.1 項 a. ～d. のほか、次の条件で計算する。

- (1) 地震力は非常用ガス処理系フィルタ装置に対して水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。
- (2) 転倒方向は図 5-1 及び図 5-2 における長辺方向及び短辺方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。
- (3) 基礎ボルト及び固定ボルトに対するせん断力はボルト全本数で受けるものとする。
また、スライドボルトに対するせん断力は、長辺方向にスライドできるものとし、固定部（2 本）のボルト本数のみで受けるものとする。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

非常用ガス処理系フィルタ装置の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-2 に示す。

5.2.2 許容応力

非常用ガス処理系フィルタ装置の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 5-3 のとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

非常用ガス処理系フィルタ装置の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-5 に示す。

表 5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉 格納施設	放射性物質濃 度制御設備及 び可燃性ガス 濃度制御設備 並びに格納容 器再循環設備	非常用ガス処理系 フィルタ装置	S	—*1	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
	$D + P_D + M_D + S_s$				Ⅳ _A S	

注記*1：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 5-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉 格納施設	放射性物質濃 度制御設備及 び可燃性ガス 濃度制御設備 並びに格納容 器再循環設備	非常用ガス処理系 フィルタ装置	常設／緩和	重大事故等 クラス 2 管*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許 容限界を用いる。)

注記*1：「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：重大事故等クラス 2 管の支持構造物を含む。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 5-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
III _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
IV _{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の許容限界を用いる。)		

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 : 当該の応力が生じない場合, 規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 5-4 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		最高使用温度				
スライドボルト	□	最高使用温度	140	□		—
固定ボルト		最高使用温度	140			—
基礎ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	65	225	386	—

表 5-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		最高使用温度				
スライドボルト	□	最高使用温度	140	□		—
固定ボルト		最高使用温度	140			—
基礎ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	65	225	386	—

5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 5-6 及び表 5-7 に示す。

「弾性設計用地震動 S d 又は静的震度」及び「基準地震動 S s」による地震力は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

表 5-6 設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建屋 O. P. 22.50*			$C_H=1.13$	$C_V=0.91$	$C_H=2.12$	$C_V=1.56$

注記*：基準床レベルを示す。

表 5-7 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建屋 O. P. 22.50*			—	—	$C_H=2.12$	$C_V=1.56$

注記*：基準床レベルを示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

基礎ボルト、固定ボルト及びスライドボルトの応力は、地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

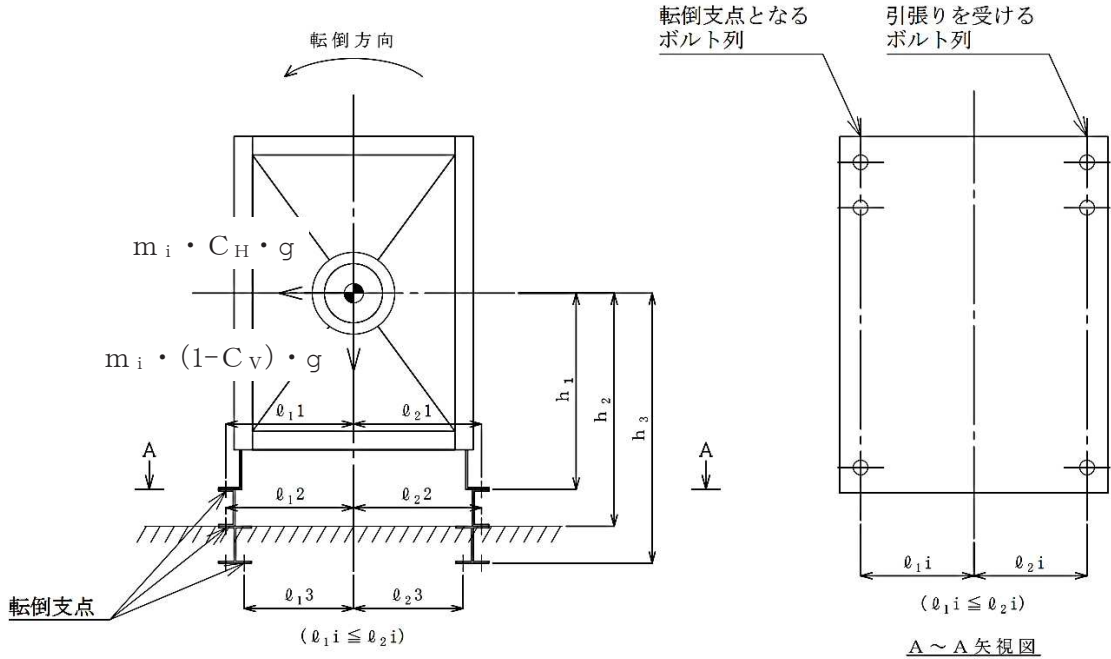


図 5-1(1) 計算モデル

(短辺方向転倒-1 $(1-C_V) \geq 0$ の場合)

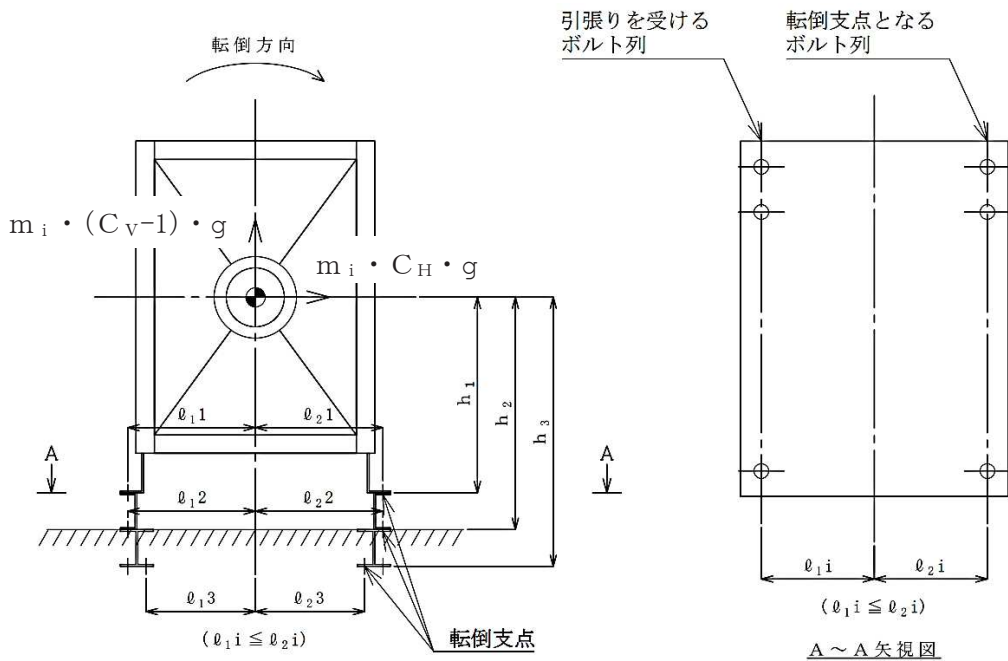


図 5-1(2) 計算モデル

(短辺方向転倒-2 $(1-C_V) < 0$ の場合)

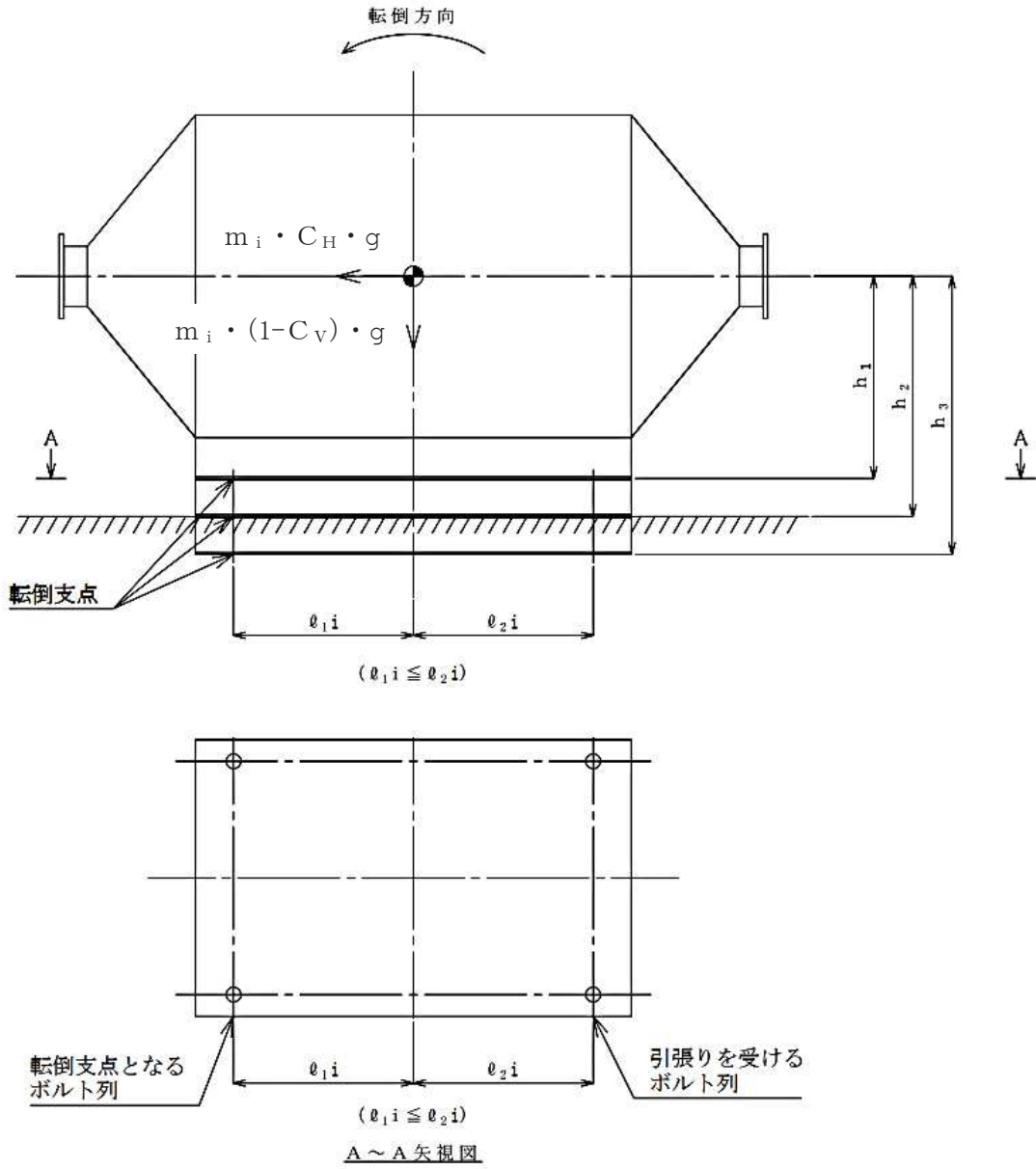


図 5-2(1) 計算モデル
 (長辺方向転倒-1 $(1 - C_V) \geq 0$ の場合)

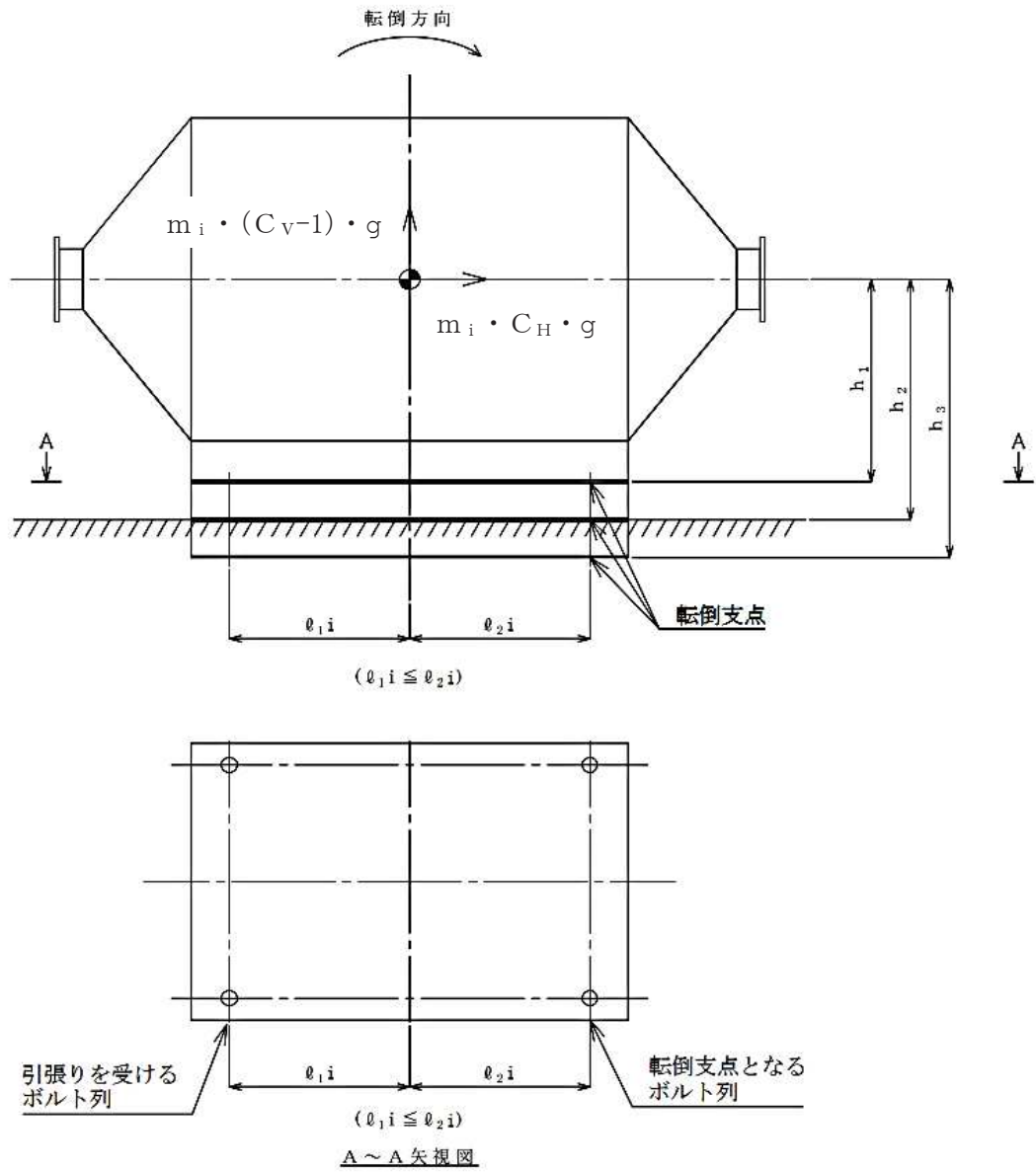


図 5-2(2) 計算モデル
 (長辺方向転倒-2 $(1 - C_V) < 0$ の場合)

(1) 引張応力

ボルトに対する引張力は最も厳しい条件として、図 5-1 及び図 5-2 に示すボルトを支点とする転倒を考え、これを片側のボルトで受けるものとして計算する。

引張力

計算モデル図 5-1(1) 及び図 5-2(1) の場合の引張力

【絶対値和】

$$F_{b i} = \frac{m_i \cdot g \cdot C_H \cdot h_i - m_i \cdot g \cdot (1 - C_v) \cdot \ell_{1 i}}{n_{f i} \cdot (\ell_{1 i} + \ell_{2 i})} \dots\dots\dots (5.4.1.1)$$

計算モデル図 5-1(2) 及び図 5-2(2) の場合の引張力

【絶対値和】

$$F_{b i} = \frac{m_i \cdot g \cdot C_H \cdot h_i - m_i \cdot g \cdot (1 - C_v) \cdot \ell_{2 i}}{n_{f i} \cdot (\ell_{1 i} + \ell_{2 i})} \dots\dots\dots (5.4.1.2)$$

引張応力

$$\sigma_{b i} = \frac{F_{b i}}{A_{b i}} \dots\dots\dots (5.4.1.3)$$

ここで、ボルトの軸断面積 $A_{b i}$ は次式より求める。

$$A_{b i} = \frac{\pi}{4} \cdot d_i^2 \dots\dots\dots (5.4.1.4)$$

(2) せん断応力

基礎ボルト及び固定ボルトに対するせん断力はボルト全本数で受けるものとして計算する。

また、スライドボルトに対するせん断力は固定部 (2 本) のボルト本数のみで受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b i} = m_i \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.5)$$

せん断応力

$$\tau_{b i} = \frac{Q_{b i}}{n_{q i} \cdot A_{b i}} \dots\dots\dots (5.4.1.6)$$

5.5 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【非常用ガス処理系フィルタ装置の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

5.6 応力の評価

5.6.1 ボルトの応力評価

5.4 項で求めたボルトの引張応力 σ_{bi} は次式より求めた許容引張応力 f_{tsi} 以下であること。ただし、 f_{toi} は下表による。

$$f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}] \quad \dots\dots\dots (5.6.1.1)$$

せん断応力 τ_{bi} はせん断力のみ受けるボルトの許容せん断応力 f_{sbi} 以下であること。ただし、 f_{sbi} は下表による。

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S s による荷重との 組合せの場合
許容引張応力 f_{toi}	$\frac{F_i}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F_i^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sbi}	$\frac{F_i}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F_i^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

非常用ガス処理系フィルタ装置の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

非常用ガス処理系フィルタ装置の重大事故時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

【非常用ガス処理系フィルタ装置の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度		
非常用ガス処理系 フィルタ装置	S	原子炉建屋 O.P. 22.50*			C _H = 1.13	C _V = 0.91	C _H = 2.12	C _V = 1.56	140	65

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1	n _{qi}
スライドボルト (i=1)							20	10 2	2
固定ボルト (i=2)							20	10 2	20
基礎ボルト (i=3)							40	20 4	40

部材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
スライドボルト (i=1)					短辺	長辺
固定ボルト (i=2)					短辺	長辺
基礎ボルト (i=3)	225*3 (16mm<径≤40mm)	386*3	225	270	短辺	長辺

E (MPa)	G (MPa)	I (mm ⁴)	A _e (mm ²)
		8.015×10 ¹⁰	2.240×10 ⁴

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

*2：最高使用温度で算出

*3：周囲環境温度で算出

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
スライドボルト (i=1)				
固定ボルト (i=2)				
基礎ボルト (i=3)				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
スライドボルト (i=1)		引張り	$\sigma_{b1} = 17$	$f_{ts1} = 401^*$	$\sigma_{b1} = 70$	$f_{ts1} = 208^*$
		せん断	$\tau_{b1} = 138$	$f_{sb1} = 342$	$\tau_{b1} = 259$	$f_{sb1} = 342$
固定ボルト (i=2)		引張り	$\sigma_{b2} = 22$	$f_{ts2} = 444^*$	$\sigma_{b2} = 82$	$f_{ts2} = 444^*$
		せん断	$\tau_{b2} = 15$	$f_{sb2} = 342$	$\tau_{b2} = 28$	$f_{sb2} = 342$
基礎ボルト (i=3)	SS400	引張り	$\sigma_{b3} = 15$	$f_{ts3} = 169^*$	$\sigma_{b3} = 47$	$f_{ts3} = 202^*$
		せん断	$\tau_{b3} = 8$	$f_{sb3} = 130$	$\tau_{b3} = 15$	$f_{sb3} = 156$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

【非常用ガス処理系フィルタ装置の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度		
非常用ガス処理系 フィルタ装置	常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 22.50*			—	—	C _H = 2.12	C _V = 1.56	140	65

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1	n _{qi}
スライドボルト (i=1)							20	10	2
固定ボルト (i=2)							20	10	20
基礎ボルト (i=3)							40	20	40

部材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
スライドボルト (i=1)			—		—	長辺
固定ボルト (i=2)			—		—	長辺
基礎ボルト (i=3)	225*3 (16mm<径≤40mm)	386*3	—	270	—	長辺

E (MPa)	G (MPa)	I (mm ⁴)	A _e (mm ²)
		8.015×10 ¹⁰	2.240×10 ⁴

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

*2：最高使用温度で算出

*3：周囲環境温度で算出

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
スライドボルト (i=1)	—		—	
固定ボルト (i=2)	—		—	
基礎ボルト (i=3)	—		—	

2.4 結論

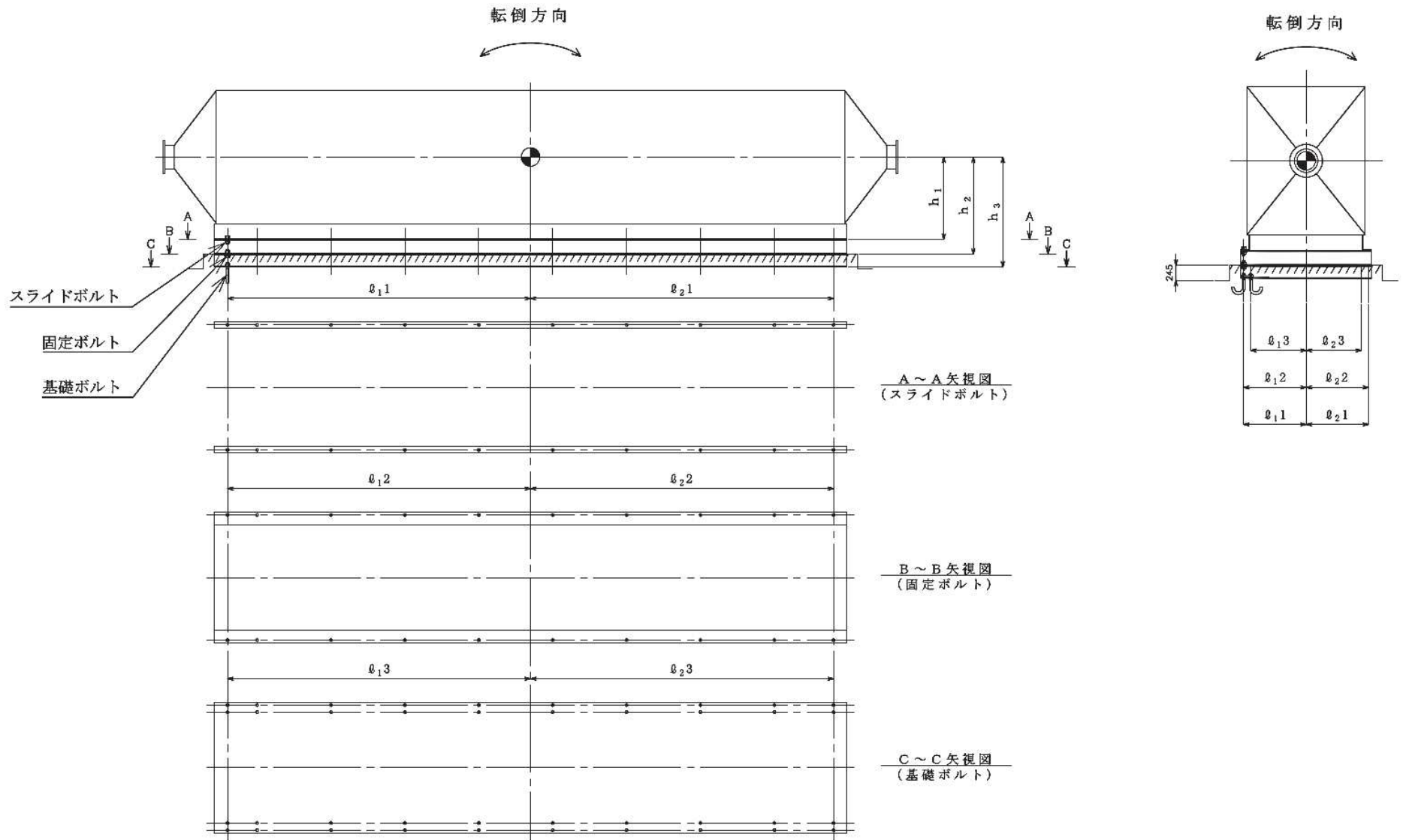
2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
スライドボルト (i=1)		引張り	—	—	$\sigma_{b1} = 70$	$f_{ts1} = 208^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1} = 259$	$f_{sb1} = 342$
固定ボルト (i=2)		引張り	—	—	$\sigma_{b2} = 82$	$f_{ts2} = 444^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2} = 28$	$f_{sb2} = 342$
基礎ボルト (i=3)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b3} = 47$	$f_{ts3} = 202^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b3} = 15$	$f_{sb3} = 156$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$



VI-2-9-4-4-1-5 原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	7
3. 評価部位	8
4. 地震応答解析及び構造強度評価	8
4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法	8
4.1.1 扉の構造強度評価方法	8
4.1.2 支持部材の構造強度評価方法	8
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	9
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	9
4.2.2 許容応力	9
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	9
4.3 解析モデル及び諸元	13
4.4 固有周期	14
4.5 設計用地震力	15
4.6 計算方法	16
4.6.1 応力の計算方法	16
4.7 計算条件	21
4.8 応力の評価	21
4.8.1 扉及び支持部材の応力評価	21
5. 機能維持評価	22
5.1 機能維持評価用加速度	22
5.2 機能確認済加速度	22
6. 評価結果	23
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	23
7. 引用文献	23

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-1-1-6-別添 4 ブローアウトパネル関連設備の設計方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置（以下「BOP 閉止装置」という。）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

BOP 閉止装置は、重大事故等対処設備においては常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び動的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

BOP 閉止装置の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>BOP 閉止装置は、原子炉建屋原子炉棟に設置しており、杵板は、据付ボルトにより装置取付架台に固定される。</p> <p>扉は門及び丁番を介して杵板に支持される。</p>	<p>BOP 閉止装置は、扉、門、丁番、杵板及び扉を駆動する駆動部から構成される。</p>	

2.2 評価方針

BOP 閉止装置の応力評価は、添付書類「VI-1-1-6-別添 4 ブローアウトパネル関連設備の設計方針」に基づき、「2.1 構造計画」にて示す BOP 閉止装置の部位を踏まえ、「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4.3 解析モデル及び諸元」及び「4.4 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 地震応答解析及び構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、BOP 閉止装置の機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した動的機器の機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が動的機能確認済加速度以下であることを、「5. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

BOP 閉止装置の構造強度評価フローを図 2-1 に、機能維持評価フローを図 2-2 に示す。

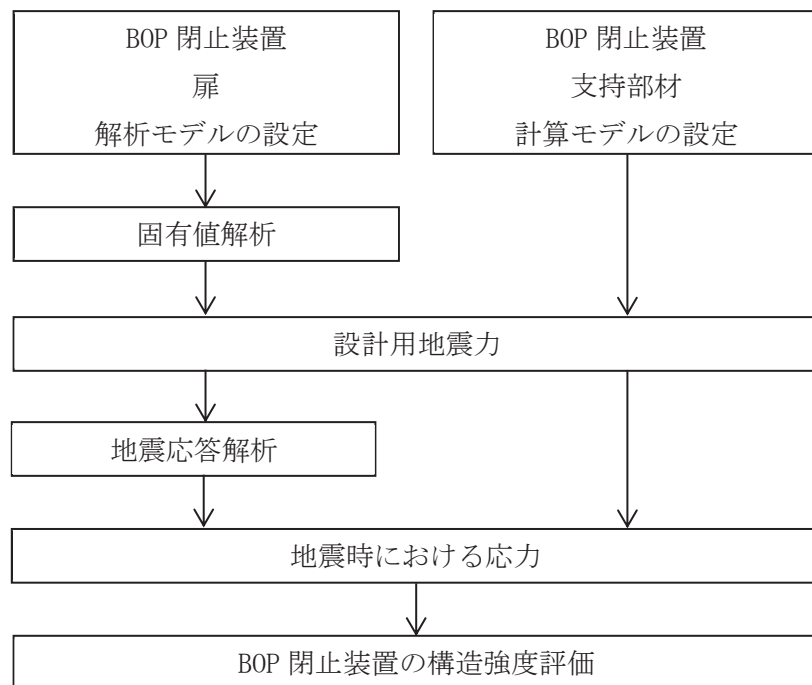


図 2-1 BOP 閉止装置の構造強度評価フロー

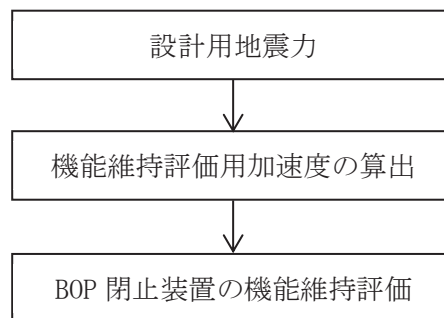


図 2-2 BOP 閉止装置の機能維持評価フロー

2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1987 ((社)日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG 4601・補-1984 ((社)日本電気協会)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1991 追補版 ((社)日本電気協会)
- (4) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社)日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_H	丁番ブラケットの断面積	mm^2
A_P	門ピンの断面積	mm^2
A	内梁の断面積	mm^2
E	扉の縦弾性係数	MPa
C_{H1}	BOP閉止装置の面外方向設計震度	—
C_{H2}	BOP閉止装置の面内方向設計震度	—
C_V	BOP閉止装置の鉛直方向設計震度	—
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格 SSB-3121.3又はSSB-3133に定める値	MPa
F_P	門ピンに作用する引張力	N
F_x	内梁に作用する力 (x 方向)	N
F_y	内梁に作用する力 (y 方向)	N
F_z	内梁に作用する力 (z 方向)	N
F_{XH}	丁番ブラケットに作用する力 (X方向)	N
F_{YH}	丁番ブラケットに作用する力 (Y方向)	N
F_{ZH}	丁番ブラケットに作用する力 (Z方向)	N
f_s	許容せん断応力	MPa
f_t	許容引張応力	MPa
L_H	丁番ブラケットの長さ	mm
L_P	門ピンの長さ	mm
m	扉の質量	kg
M_P	門ピンに作用するモーメント	$\text{N}\cdot\text{mm}$
M_x	内梁に作用するモーメント (x 軸周り)	$\text{N}\cdot\text{mm}$
M_y	内梁に作用するモーメント (y 軸周り)	$\text{N}\cdot\text{mm}$
M_z	内梁に作用するモーメント (z 軸周り)	$\text{N}\cdot\text{mm}$
M_{XH}	丁番ブラケットに作用するモーメント (X軸周り)	$\text{N}\cdot\text{mm}$
M_{ZH}	丁番ブラケットに作用するモーメント (Z軸周り)	$\text{N}\cdot\text{mm}$
N_{YH}	丁番ブラケットに作用する垂直力 (Y方向)	N
P	原子炉建屋内外差圧条件	Pa
P_W	風圧力条件	Pa
Q_P	門ピンに作用するせん断力	N
Q_{XH}	丁番ブラケットに作用するせん断力 (X方向)	N
Q_{ZH}	丁番ブラケットに作用するせん断力 (Z方向)	N
S_u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
S_y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa

記号	記号の説明	単位
S_y (R T)	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の 40°Cにおける値	MPa
Z_P	門ピンの断面係数	mm ³
Z_x	内梁のねじり断面係数	mm ³
Z_y	内梁の y 軸周り断面係数	mm ³
Z_z	内梁の z 軸周り断面係数	mm ³
Z_{XH}	丁番ブラケットのX軸周り断面係数	mm ³
Z_{ZH}	丁番ブラケットのZ軸周り断面係数	mm ³
ν	ポアソン比	—
σ_{cH}	丁番ブラケットに生じる組合せ応力	MPa
σ_{tH}	丁番ブラケットに生じる引張応力	MPa
σ_{cP}	門ピンに生じる組合せ応力	MPa
σ_{tP}	門ピンに生じる引張応力	MPa
σ_c	内梁に生じる組合せ応力	MPa
σ_t	内梁に生じる引張応力	MPa
σ_x	内梁に生じる引張応力 (x 方向)	MPa
σ_y	内梁に生じる引張応力 (y 方向)	MPa
σ_z	内梁に生じる引張応力 (z 方向)	MPa
τ_H	丁番ブラケットに生じるせん断応力	MPa
τ_P	門ピンに生じるせん断応力	MPa
τ	内梁に生じるせん断応力	MPa
τ_x	内梁に生じるせん断応力 (x 方向)	MPa
τ_y	内梁に生じるせん断応力 (y 方向)	MPa
τ_z	内梁に生じるせん断応力 (z 方向)	MPa

2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表 2-2 に示すとおりとする。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
断面係数	mm ³	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位 ^{*3}

注記*1 : 設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2 : 絶対値が 1000 以上のときはべき数表示とする。

*3 : 設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切捨て、整数位までの値とする。

3. 評価部位

BOP 閉止装置の耐震評価は、「4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法」に示す条件に基づき、扉開状態及び扉閉状態それぞれの場合において、扉のうち耐震評価上厳しくなる内梁、支持部材のうち門ピン及び丁番ブラケットについて実施する。

評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

4. 地震応答解析及び構造強度評価

4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法

「3. 評価部位」にて設定した各評価部材の構造強度評価方法を以下に示す。なお、耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

4.1.1 扉の構造強度評価方法

- (1) 扉は門及び丁番により支持される構造であるため、その構造に応じた方向の変位を拘束するものとする。
- (2) 地震力は扉に対して面外方向、面内方向及び鉛直方向の3方向から作用するものとし、強度評価において組み合わせるものとする。
- (3) 扉閉状態において原子炉建屋内外差圧及び風圧力は、扉に対して面外方向に等分布に作用するものとし、評価において4辺を面外方向に拘束するものとする。また、強度評価において地震力と組み合わせるものとする。

4.1.2 支持部材の構造強度評価方法

- (1) 門ピン
 - a. 扉からの地震荷重は、面外方向に作用するものとする。
 - b. 扉閉状態において扉からの原子炉建屋内外差圧及び風圧力は、面外方向に作用するものとする。
 - c. 門ピンの構造強度評価は、集中荷重が先端に作用する片持ち梁モデルを適用する。
- (2) 丁番ブラケット
 - a. 扉からの地震荷重は、面外方向、面内方向及び鉛直方向に作用するものとする。
 - b. 扉閉状態において扉からの原子炉建屋内外差圧及び風圧力は、面外方向に作用するものとする。
 - c. 丁番ブラケットの構造強度評価は、集中荷重による引張応力、せん断応力及び組合せ応力を評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

BOP 閉止装置の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

BOP 閉止装置の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、表 4-2 に示す。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

BOP 閉止装置の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3（扉開状態）及び表 4-4（扉閉状態）に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉格納施設	その他	BOP 閉止装置	常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅲ _A S*3
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして、 Ⅳ _A Sの許容限界を 用いる。)

注記*1：「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

10

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：閘ピンについては、基準地震動 S_s により定まる地震力が作用した後においても、扉固定の機能を維持する設計とすることから許容応力状態をⅢ_ASとする。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等以外)		
	一次応力		
	引張り	せん断	組合せ
Ⅲ _A S*3	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_t$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_t^*$
V _A S (V _A S としてⅣ _A S の許容限界を用いる。)	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_t^*$

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 : 当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

*3 : 門ピンについては、基準地震動S_sにより定まる地震力が作用した後においても、扉固定の機能を維持する設計とすることから許容応力状態をⅢ_AS とする。

表 4-3 扉開状態における使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
内梁	<input type="text"/>	周囲環境温度	55	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
門ピン	<input type="text"/>	周囲環境温度	55	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
丁番ブラケット	<input type="text"/>	周囲環境温度	55	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

表 4-4 扉閉状態における使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
内梁	<input type="text"/>	周囲環境温度	66	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
門ピン	<input type="text"/>	周囲環境温度	66	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
丁番ブラケット	<input type="text"/>	周囲環境温度	66	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

4.3 解析モデル及び諸元

BOP 閉止装置の解析モデルを図 4-1 に、解析モデルの概要を以下に示す。また、機器の諸元を本計算書の【BOP 閉止装置の耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

- (1) BOP 閉止装置の耐震計算に用いる解析モデルは、はり要素及びシェル要素を用いた有限要素モデルとする。はり要素及びシェル要素は板厚中心位置でモデル化する。
- (2) 質量は、扉を構成する部材の質量を考慮する。
- (3) 拘束条件は、門及び丁番の並進方向拘束とする。
- (4) 計算機コードは、「MSC NASTRAN」を使用し、固有値と各要素に発生する荷重及びモーメントを求める。なお、評価に用いる計算機コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

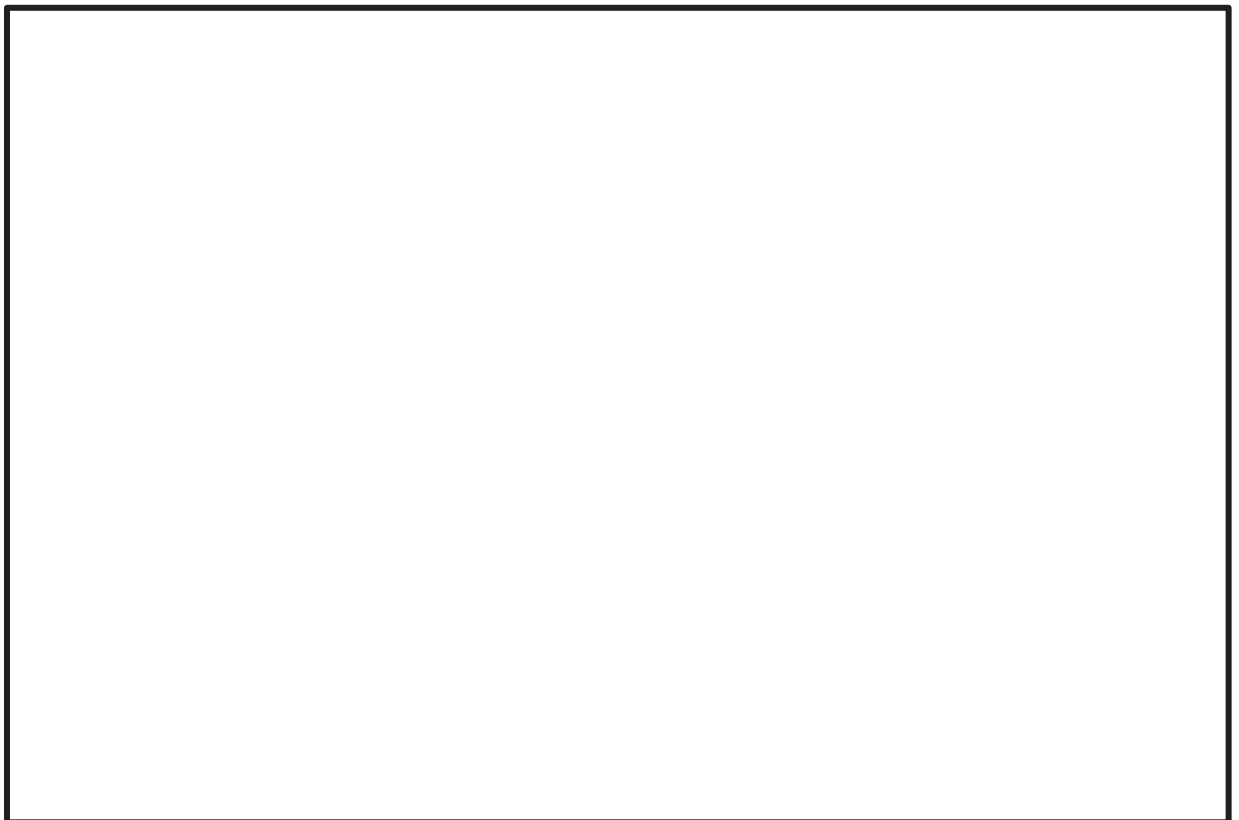


図 4-1 解析モデル

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.4 固有周期

扉開状態における固有値解析結果を表 4-5 に、扉閉状態における固有値解析結果を表 4-6 に示す。扉開状態及び扉閉状態において、面外方向、面内方向及び鉛直方向の固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 4-5 扉開状態の固有値解析結果

モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向 刺激係数
			面外方向	面内方向	
1 次	面外	0.027	—	—	—

表 4-6 扉閉状態の固有値解析結果

モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向 刺激係数
			面外方向	面内方向	
1 次	面外	0.027	—	—	—

4.5 設計用地震力

扉閉状態における耐震評価に用いる設計用地震力を表 4-7 に、扉閉状態における耐震評価に用いる設計用地震力を表 4-8 に示す。

「弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度」及び「基準地震動 S_s」による地震力は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

表 4-7 扉閉状態の設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)			弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度			基準地震動 S _s		
	面外 方向	面内 方向	鉛直 方向	面外方向 設計震度	面内方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	面外方向 設計震度	面内方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建屋 O.P. 33.20* (O.P. 38.25)	0.027	0.05 以下	0.05 以下	—	—	—	C _{H1} =3.15	C _{H2} =3.15	C _V =1.85

注記*：基準床レベルを示す。

表 4-8 扉閉状態の設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)			弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度			基準地震動 S _s		
	面外 方向	面内 方向	鉛直 方向	面外方向 設計震度	面内方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	面外方向 設計震度	面内方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建屋 O.P. 33.20* (O.P. 38.25)	0.027	0.05 以下	0.05 以下	—	—	—	C _{H1} =3.15	C _{H2} =3.15	C _V =1.85

注記*：基準床レベルを示す。

4.6 計算方法

4.6.1 応力の計算方法

(1) 扉の計算方法

a. 内梁

内梁に加わる荷重は、解析による計算で得られる値を使用し、応力を図 4-2 を用いて計算する。負担力は、並進力 F_x , F_y , F_z , モーメント力 M_x , M_y , M_z とする。ただし、添字 x , y , z は要素に与えられた座標軸で、 x 軸は常に要素の長手方向にとる。応力は、「7. 引用文献」より、下記の計算式にて求める。

(a) 応力成分

上記荷重による応力成分は次式となる。

$$\sigma_x = \frac{F_x}{A}, \quad \sigma_y = \frac{M_y}{Z_y}, \quad \sigma_z = \frac{M_z}{Z_z} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1)$$

$$\tau_x = \frac{M_x}{Z_x}, \quad \tau_y = \frac{F_y}{A}, \quad \tau_z = \frac{F_z}{A} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2)$$

(b) 引張応力

引張応力は次式となる。

$$\sigma_t = \sigma_x + \sigma_y + \sigma_z \quad \dots\dots\dots (4.6.1.3)$$

(c) せん断応力

せん断応力は次式となる。

$$\tau = \left. \begin{array}{l} \sqrt{(\tau_x + \tau_y)^2 + \tau_z^2} \\ \sqrt{\tau_y^2 + (\tau_x + \tau_z)^2} \end{array} \right\} \text{大きい方} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.4)$$

(d) 組合せ応力

組合せ応力は次式となる。

$$\sigma_c = \sqrt{\sigma_t^2 + 3 \cdot \tau^2} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.5)$$

内梁の最大応力発生部位を図 4-1 の ㉑ に示す。

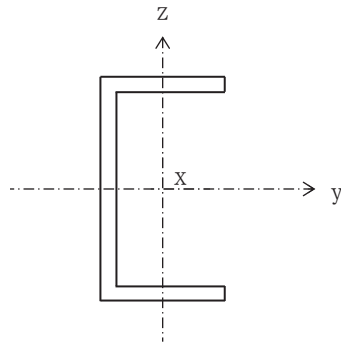


図 4-2 扉内梁の部材断面

(2) 支持部材の計算方法

a. 門ピン

門ピンに作用する荷重によるせん断力及び曲げモーメントを算出し、門ピンに生じる応力を計算する。計算モデルは図 4-3 に示すとおり、集中荷重が先端に作用する片持ち梁モデルとする。



図 4-3 門ピン計算モデル

(a) 引張応力

門ピンに作用する曲げモーメントは次式により求める。

$$M_P = F_P \cdot L_P \dots\dots\dots (4.6.1.6)$$

門ピンに生じる引張応力は次式により求める。

$$\sigma_{tP} = \frac{M_P}{Z_P} \dots\dots\dots (4.6.1.7)$$

(b) せん断応力

門ピンに作用するせん断力は次式により求める。

$$Q_P = F_P \dots\dots\dots (4.6.1.8)$$

門ピンに生じるせん断応力は次式により求める。

$$\tau_P = \frac{Q_P}{A_P} \dots\dots\dots (4.6.1.9)$$

(c) 組合せ応力

門ピンに生じる組合せ応力は次式により求める。

$$\sigma_{cP} = \sqrt{\sigma_{tP}^2 + 3 \cdot \tau_P^2} \dots\dots\dots (4.6.1.10)$$

b. 丁番ブラケット

丁番ブラケットに作用する荷重による垂直力，せん断力及び曲げモーメントを算出し，丁番ブラケットに生じる応力を計算する。計算モデルは図 4-4 に示すとおりとする。

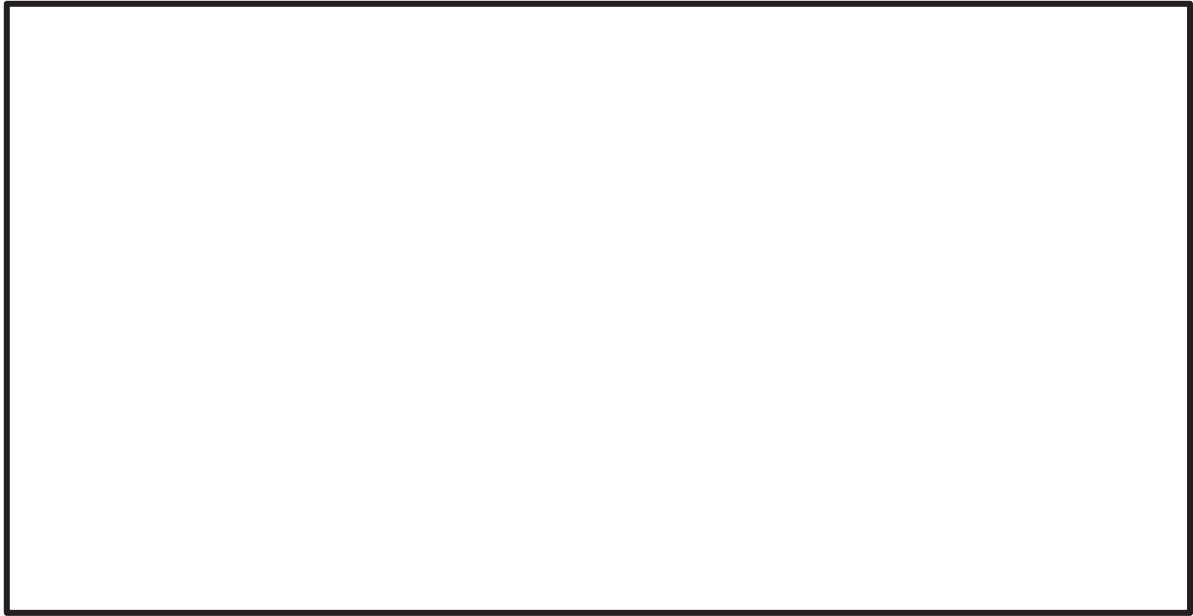


図 4-4 丁番ブラケット計算モデル

(a) 引張応力

丁番ブラケットに作用する垂直力は次式により求める。

$$N_{YH} = F_{YH} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.11)$$

丁番ブラケットに作用する曲げモーメントは次式により求める。

$$M_{XH} = F_{ZH} \cdot L_H \quad \dots\dots\dots (4.6.1.12)$$

$$M_{ZH} = F_{XH} \cdot L_H \quad \dots\dots\dots (4.6.1.13)$$

丁番ブラケットに生じる引張応力は次式により求める。

$$\sigma_{tH} = \frac{N_{YH}}{A_H} + \frac{M_{XH}}{Z_{XH}} + \frac{M_{ZH}}{Z_{ZH}} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.14)$$

(b) せん断応力

丁番ブラケットに作用するせん断力は次式により求める。

$$Q_{XH} = F_{XH} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.15)$$

$$Q_{ZH} = F_{ZH} \quad \dots\dots\dots (4.6.1.16)$$

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

丁番ブラケットに生じるせん断応力は次式により求める。

$$\tau_H = \sqrt{\left(\frac{Q_{XH}}{A_H}\right)^2 + \left(\frac{Q_{ZH}}{A_H}\right)^2} \dots\dots\dots (4.6.1.17)$$

(c) 組合せ応力

丁番ブラケットに生じる組合せ応力は次式により求める。

$$\sigma_{cH} = \sqrt{\sigma_{tH}^2 + 3 \cdot \tau_H^2} \dots\dots\dots (4.6.1.18)$$

4.7 計算条件

応力計算に用いる自重（扉）及び荷重（地震荷重，原子炉建屋内外差圧及び風圧力）は，本計算書の【BOP 閉止装置の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

4.8 応力の評価

4.8.1 扉及び支持部材の応力評価

4.6.1 項で求めた各応力が下表で定めた許容応力以下であること。

	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S _s による 荷重との組合せの場合*
許容引張応力 f _t	$\frac{F}{1.5} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f _s	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$
許容組合せ応力 f _t	$\frac{F}{1.5} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$

注記*：門ピンについては，基準地震動 S_sにより定まる地震力が作用した後においても，扉固定の機能を維持する設計とすることから許容応力状態をⅢ_AS とする。

5. 機能維持評価

BOP 閉止装置の動的機能維持評価について、以下に示す。

5.1 機能維持評価用加速度

BOP 閉止装置は原子炉建屋原子炉棟に取り付けられることから、機能維持評価用加速度は、添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」に示す原子炉建屋の地震応答解析で評価した、BOP 閉止装置の重心位置に生じる加速度とする。機能維持評価用加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能維持評価用加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	対象機器設置箇所 (m)	方向	機能維持 評価用加速度
BOP 閉止装置	原子炉建屋 O.P. 38.25	面外	2.62
		面内	2.62
		鉛直	1.54

5.2 機能確認済加速度

BOP 閉止装置について、実機の据付状態を模擬し、加振台上に架台を設置し、架台に BOP 閉止装置を取り付けた上で、設置される床における設備評価用床応答曲線を包絡する模擬地震波により加振試験を行う。BOP 閉止装置の機能確認済加速度には、水平 2 方向と鉛直方向の 3 方向同時加振試験において、BOP 閉止装置の作動性及び気密性を保持できることを確認した最大加速度を適用する。機能確認済加速度を表 5-2 に示す。

表 5-2 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
BOP 閉止装置	面外	□
	面内	□
	鉛直	□

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

BOP 閉止装置の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して構造強度及び動的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

7. 引用文献

引用文献を以下に示す。

- ・機械工学便覧（改訂第6版）（日本機械学会編 1987年4月）（(社)日本機械学会）

【BOP 閉止装置の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

1.1.1 扉開状態の設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)			弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度			基準地震動 S _s			周囲環境温度 (℃)
			面外方向	面内方向	鉛直方向	面外方向 設計震度	面内方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	面外方向 設計震度	面内方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
BOP 閉止装置	常設／緩和	原子炉建屋 O.P. 33.20* (O.P. 38.25)	0.027	0.05 以下	0.05 以下	—	—	—	C _{H1} =3.15	C _{H2} =3.15	C _V =1.85	55

注記*：基準床レベルを示す。

1.1.2 扉閉状態の設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)			弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度			基準地震動 S _s			周囲環境温度 (℃)
			面外方向	面内方向	鉛直方向	面外方向 設計震度	面内方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	面外方向 設計震度	面内方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
BOP 閉止装置	常設／緩和	原子炉建屋 O.P. 33.20* (O.P. 38.25)	0.027	0.05 以下	0.05 以下	—	—	—	C _{H1} =3.15	C _{H2} =3.15	C _V =1.85	66

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 内梁

(1) 扉開状態

m (kg)	A (mm ²)	Z _x (mm ³)	Z _y (mm ³)	Z _z (mm ³)
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

材料	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)	E (MPa)	ν
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

(2) 扉閉状態

m (kg)	A (mm ²)	Z _x (mm ³)	Z _y (mm ³)	Z _z (mm ³)	P _w (Pa)	P (Pa)
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

材料	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)	E (MPa)	ν
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1.2.2 閃ピン

(1) 扉開状態

L_P (mm)	A_P (mm ²)	Z_P (mm ³)
□	□	□

材料	S_y (MPa)	S_u (MPa)	S_y (R T) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
□	□	□	□	□	—

(2) 扉閉状態

L_P (mm)	A_P (mm ²)	Z_P (mm ³)	P_w (Pa)	P (Pa)
□	□	□	□	□

材料	S_y (MPa)	S_u (MPa)	S_y (R T) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
□	□	□	□	□	—

1.2.3 丁番ブラケット

(1) 扉開状態

L_H (mm)	A_H (mm ²)	Z_{XH} (mm ³)	Z_{ZH} (mm ³)
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

材料	S_y (MPa)	S_u (MPa)	$S_y (RT)$ (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

(2) 扉閉状態

L_H (mm)	A_H (mm ²)	Z_{XH} (mm ³)	Z_{ZH} (mm ³)	P_w (Pa)	P (Pa)
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

材料	S_y (MPa)	S_u (MPa)	$S_y (RT)$ (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.3 計算数値

1.3.1 内梁の荷重

(1) 扉開状態

(単位 : N)

F _x		F _y		F _z	
弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
—	28.31	—	8.994×10 ⁻²	—	8.923

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

(2) 扉閉状態

(単位 : N)

F _x		F _y		F _z	
弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
—	28.31	—	8.994×10 ⁻²	—	11.67

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.2 内梁のモーメント

(1) 扉開状態

(単位：N・mm)

M _x		M _y		M _z	
弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
—	3.055	—	1.944×10 ⁵	—	95.38

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

(2) 扉閉状態

(単位：N・mm)

M _x		M _y		M _z	
弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
—	3.886	—	2.577×10 ⁵	—	95.38

注：添字 x, y, z は要素に与えられた座標軸で, x 軸は常に要素の長手方向にとる。

1.3.3 門ピンの荷重

(1) 扉開状態

(単位：N)

F _P		Q _P	
弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
—	1.158×10 ³	—	1.158×10 ³

(2) 扉閉状態

(単位：N)

F _P		Q _P	
弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
—	1.546×10 ³	—	1.546×10 ³

1.3.4 門ピンのモーメント

(1) 扉開状態

(単位：N・mm)

M_p	
弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
—	8.109×10^4

(2) 扉閉状態

(単位：N・mm)

M_p	
弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
—	1.082×10^5

1.3.5 丁番ブラケットの荷重

(1) 扉開状態

(単位 : N)

F_{XH}		F_{YH}		F_{ZH}	
弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
—	1.158×10^3	—	2.317×10^3	—	4.192×10^3

(2) 扉閉状態

(単位 : N)

F_{XH}		F_{YH}		F_{ZH}	
弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
—	1.546×10^3	—	2.317×10^3	—	4.192×10^3

1.3.6 丁番ブラケットに作用する力

(1) 扉開状態

(単位：N)

N_{YH}		Q_{XH}		Q_{ZH}	
弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
—	2.317×10^3	—	1.158×10^3	—	4.192×10^3

(単位：N・mm)

M_{XH}		M_{ZH}	
弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
—	5.660×10^5	—	1.564×10^5

(2) 扉閉状態

(単位 : N)

N_{YH}		Q_{XH}		Q_{ZH}	
弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
—	2.317×10^3	—	1.546×10^3	—	4.192×10^3

(単位 : N・mm)

M_{XH}		M_{ZH}	
弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
—	5.660×10^5	—	2.087×10^5

1.4 結論

1.4.1 固有周期

(1) 扉開状態

(単位：s)

モード	卓越方向	固有周期
1次	面外	0.027

(2) 扉閉状態

(単位：s)

モード	卓越方向	固有周期
1次	面外	0.027

1.4.2 応力
 (1) 扉開状態

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
内梁	□	引張り	—	—	$\sigma_t = 29$	□
		せん断	—	—	$\tau = 0$	□
		組合せ	—	—	$\sigma_c = 29$	□
門ピン	□	引張り	—	—	$\sigma_{tP} = 38$	□
		せん断	—	—	$\tau_P = 2$	□
		組合せ	—	—	$\sigma_{cP} = 38$	□
丁番ブラケット	□	引張り	—	—	$\sigma_{tH} = 22$	□
		せん断	—	—	$\tau_H = 2$	□
		組合せ	—	—	$\sigma_{cH} = 22$	□

すべて許容応力以下である。

(2) 扉閉状態

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
内梁	[]	引張り	—	—	$\sigma_t=38$	[]
		せん断	—	—	$\tau=0$	[]
		組合せ	—	—	$\sigma_c=38$	[]
門ピン	[]	引張り	—	—	$\sigma_{tP}=51$	[]
		せん断	—	—	$\tau_P=3$	[]
		組合せ	—	—	$\sigma_{cP}=51$	[]
丁番ブラケット	[]	引張り	—	—	$\sigma_{tH}=24$	[]
		せん断	—	—	$\tau_H=2$	[]
		組合せ	—	—	$\sigma_{cH}=25$	[]

すべて許容応力以下である。

1.4.3 動的機能の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
BOP 閉止装置	面外方向	2.62	[]
	面内方向	2.62	[]
	鉛直方向	1.54	[]

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

VI-2-9-4-4-2 可燃性ガス濃度制御系の耐震性についての計算書

目 次

- VI-2-9-4-4-2-2 可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワの耐震性についての計算書
- VI-2-9-4-4-2-3 可燃性ガス濃度制御系再結合装置の耐震性についての計算書

VI-2-9-4-4-2-2 可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワの耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用基準	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	7
3. 評価部位	8
4. 固有周期	9
4.1 固有周期の計算方法	9
4.2 固有周期の計算条件	10
4.3 固有周期の計算結果	10
5. 構造強度評価	11
5.1 構造強度評価方法	11
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	12
5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	12
5.2.2 許容応力	12
5.2.3 使用材料の許容応力評価条件	12
5.3 設計用地震力	16
5.4 計算方法	17
5.4.1 応力の計算方法	17
5.5 計算条件	19
5.5.1 ブレースの応力計算条件	19
5.5.2 ベース取付溶接部の応力計算条件	19
5.6 応力の評価	20
5.6.1 ブレースの応力評価	20
5.6.2 ベース取付溶接部の応力評価	20
6. 機能維持評価	21
6.1 機能維持評価方法	21
7. 評価結果	22
7.1 設計基準対象施設としての評価結果	22

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ（以下「ブロワ」という。）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

ブロワは、設計基準対象施設においてはSクラス施設に分類される。以下、設計基準対象施設としての構造強度評価及び動的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ブロワの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>遠心式ブロワと原動機は、これを収めるキャンと共にサポートプレートに固定される。サポートプレートはスキッドベース上にベース及びブレースにより支持される構造となっている。よって、キャン及びその内側の遠心式ブロワと原動機の荷重は、サポートプレート、ベース取付溶接部を経てスキッドベースに伝達する。また、サポートプレートからはブレース、ベースを経てもスキッドベースに荷重が伝達される。</p>	<p>キャンド形遠心式(キャンに遠心式ブロワと原動機を収めた構造)</p>	<p>（単位：mm）</p>

2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.2 評価方針

ブロワの構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」のうち「3.1 構造強度上の制限」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示すブロワの部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」にて算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、ブロワの機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」のうち「4.1 動的機能維持 (2) 回転機器及び弁」にて設定した動的機器の機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が動的機能確認済加速度以下であることを、「6. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「7. 評価結果」に示す。

ブロワの耐震評価フローを図 2-1 に示す。

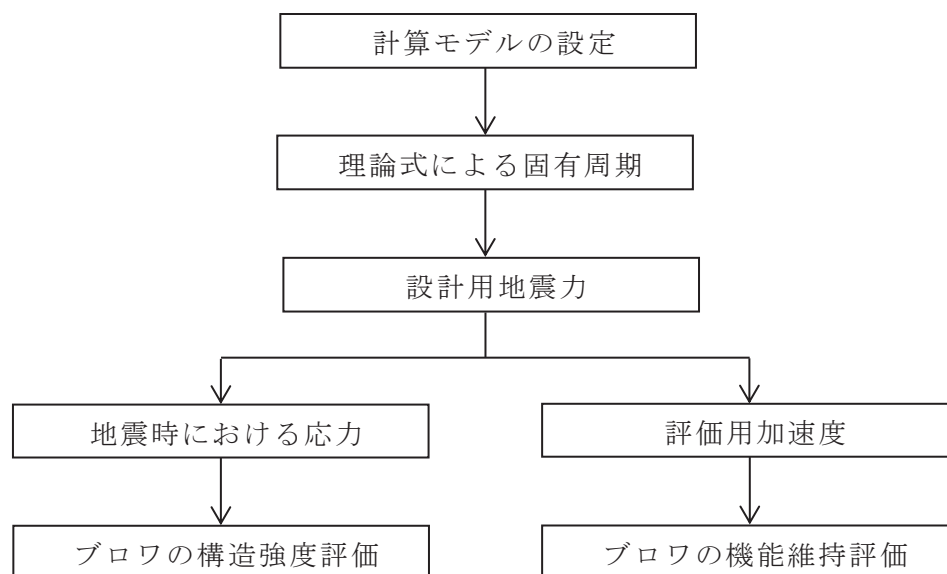


図 2-1 ブロワの耐震評価フロー

2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- (2) 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 ((社) 日本電気協会)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版
((社) 日本電気協会)
- (4) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007)
(以下「設計・建設規格」という。)

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	鉛直方向荷重を受ける支持構造物の断面積	mm ²
A _b	ブレースの断面積	mm ²
A _s	水平方向荷重を受ける支持構造物の有効せん断断面積	mm ²
A _{s b}	ブレースの有効せん断断面積	mm ²
A _{s s}	サポートプレートの有効せん断断面積	mm ²
A _{HW}	水平方向荷重を受ける溶接部の有効断面積	mm ²
A _{VW}	鉛直方向荷重を受ける溶接部の有効断面積	mm ²
C _H	水平方向設計震度	—
C _V	鉛直方向設計震度	—
C _P	ブロワ振動による震度	—
E	支持構造物の縦弾性係数	MPa
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3121.3に定める値	MPa
F _C	ブレースに作用する圧縮力	N
F _H	ブレースに作用する水平方向反力	N
F _{HW}	ベース取付溶接部に作用する水平方向せん断荷重	N
F _V	ブレースに作用する鉛直方向反力	N
F _{VW}	ベース取付溶接部に作用する鉛直方向せん断荷重	N
f _{b c}	ブレースの許容圧縮応力	MPa
f _{w s}	ベース取付溶接部の許容せん断応力	MPa
G	支持構造物のせん断弾性係数	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
H _P	予想最大両振幅	μ m
h	ブロワ水平方向重心位置	mm
I _H	水平方向荷重を受ける支持構造物の断面二次モーメント	mm ⁴
I _b	ブレースの断面二次モーメント	mm ⁴
I _V	サポートプレート（鉛直方向荷重を受ける支持構造物）の断面二次モーメント	mm ⁴
i	座屈軸についての断面二次半径	mm
L	ブロワ中心高さおよび重心高さ	mm
ℓ	ブロワベース長さ	mm
ℓ _b	ブレース水平方向投影長さ	mm
ℓ _k	ブレース長さ	mm
m	ブロワ質量	kg
N	回転速度（原動機の同期回転速度）	rpm
P	ブレースに作用する水平方向荷重	N

記号	記号の説明	単位
S_u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に定める値	MPa
S_y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める値	MPa
$S_y(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める材料の 40℃における値	MPa
T_H	水平方向固有周期	s
T_V	鉛直方向固有周期	s
τ_w	ベース取付溶接部に作用する最大せん断応力	MPa
τ_{w1}	ベース取付溶接部に作用する水平方向せん断応力	MPa
τ_{w2}	ベース取付溶接部に作用する鉛直方向せん断応力	MPa
σ_c	ブレースに生じる圧縮応力	MPa
Λ	圧縮材の限界細長比	—
λ	圧縮材の有効細長比	—
ν	設計・建設規格 SSB-3121.1(3)に定める値	—
π	円周率	—

2.5 計算精度と数値の丸め方

計算精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表 2-2 に示すとおりである。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
縦弾性係数 ^{*1}	MPa	有効数字 4 桁目	四捨五入	有効数字 3 桁 ^{*2}
せん断弾性係数	MPa	有効数字 4 桁目	四捨五入	有効数字 3 桁 ^{*2}
断面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
断面二次モーメント	mm ⁴	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
設計震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*3}
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*4}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における縦弾性係数は、比例法により補間した値の有効数字 4 桁目を四捨五入し、有効数字 3 桁までの値とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときはべき数表示とする。

*3：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*4：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

3. 評価部位

ブロワの耐震評価は、「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなるブレース及びベース取付溶接部について実施する。ブロワの耐震評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

4. 固有周期

4.1 固有周期の計算方法

ブロワの固有周期の計算方法を以下に示す。

(1) 計算モデル

- a. ブロワの質量は重心に集中するものとする。
- b. ブロワは溶接によりスキッドベースに固定されており，固定端とする。ここで，スキッドベースについて剛となるよう設計する。
- c. 耐震計算に用いる寸法は，公称値を使用する。

ブロワは，図 4-1 及び図 4-2 に示す下端固定の 1 質点系振動モデルとして考える。

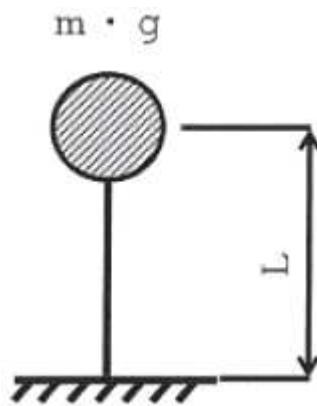


図 4-1 水平方向固有周期の計算モデル

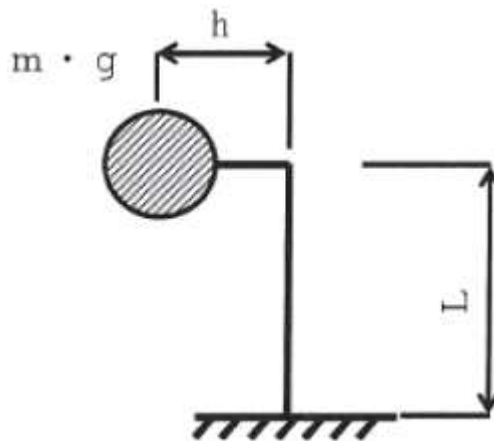


図 4-2 鉛直方向固有周期の計算モデル

(2) 水平方向固有周期

水平方向固有周期は次式で求める。

$$T_H = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{1000} \cdot \left(\frac{L^3}{3 \cdot E \cdot I_H} + \frac{L}{G \cdot A_S} \right)} \dots\dots\dots (4.1.1)$$

ここで、水平方向荷重を受ける支持構造物の断面二次モーメントは、

$$I_H = I_V + 2 \cdot I_b \dots\dots\dots (4.1.2)$$

水平方向荷重を受ける支持構造物の有効せん断断面積は、

$$A_S = A_{SS} + 2 \cdot A_{Sb} \dots\dots\dots (4.1.3)$$

(3) 鉛直方向固有周期

鉛直方向固有周期は次式で求める。

$$T_V = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{1000} \cdot \left(\frac{L \cdot h^2}{E \cdot I_V} + \frac{L}{E \cdot A} \right)} \dots\dots\dots (4.1.4)$$

4.2 固有周期の計算条件

固有周期の計算に用いる計算条件は、本計算書の【ブロワの耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

4.3 固有周期の計算結果

固有周期の計算結果を表 4-1 に示す。計算結果より、0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 4-1 固有周期 (s)

水平方向	鉛直方向

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

4.1 項 a. ～ c. のほか、次の条件で評価する。

(1) 地震力はブローに対して水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。

(2) ブレース

- a. ブローの質量は、2本のブレースに均等にかかるため、1本のブレースについて計算する。
- b. 荷重方向はブレースの応力が最も厳しい方向として図 5-1 の方向を計算する。

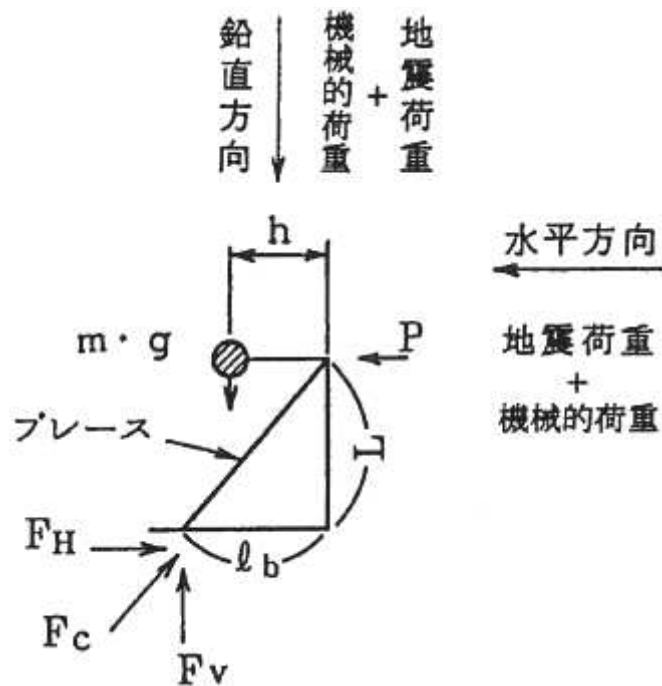


図 5-1 ブレースに作用する荷重

(3) ベース取付溶接部

- a. 荷重がベース取付溶接部に水平方向せん断荷重として作用する場合と、転倒モーメントによる鉛直方向せん断荷重として作用する場合について計算する。
- b. 転倒方向はベース取付溶接部に対する鉛直方向せん断荷重が最も厳しい方向として図 5-2 の転倒支点を支点とする方向を計算する。

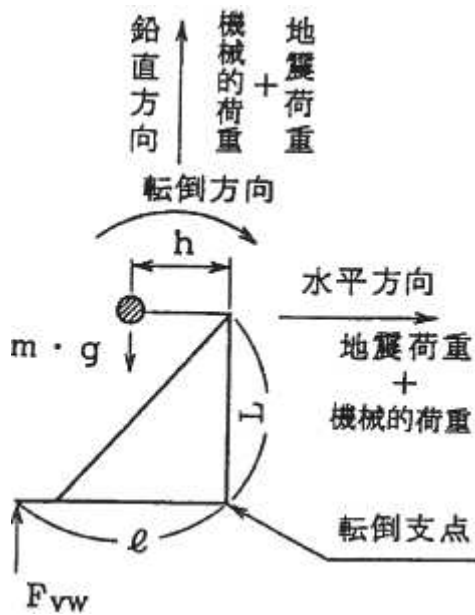


図 5-2 ベース取付溶接部に作用する荷重

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ブローの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-1 に示す。

5.2.2 許容応力

ブローの許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 5-2 のとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ブローの使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-3 に示す。

表 5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉 格納施設	放射性物質濃 度制御設備及 び可燃性ガス 濃度制御設備 並びに格納容 器再循環設備	可燃性ガス濃度制御系 再結合装置ブロワ	S	—*1	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _{AS}
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _{AS}

注記*1：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 5-2 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等以外)	
	一次応力	
	圧縮	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_c^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 5-3 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		最高使用温度	171			
ブレース		最高使用温度	171	201	373	—
ベース取付溶接部		最高使用温度	171	201	373	—

5.3 設計用地震力

「弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度」及び「基準地震動 S_s 」による地震力は添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

耐震評価に用いる設計用地震力を表 5-4 に示す。

表 5-4 設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建屋 O.P. 22.50*			$C_H = 1.13$	$C_V = 0.91$	$C_H = 2.12$	$C_V = 1.56$

注記*：基準床レベルを示す。

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 ブレースの応力

(1) 圧縮応力

ブレースに作用する水平方向反力は

$$F_H = P = \frac{1}{2} \cdot (C_H + C_P) \cdot m \cdot g \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.1)$$

ここで、 C_P はブロワ振動による振幅及び原動機の同期回転速度を考慮して定める値である。

$$C_P = \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{H_P}{1000} \cdot \left(2 \cdot \pi \cdot \frac{N}{60}\right)^2}{g \cdot 1000} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.2)$$

ブレースに作用する鉛直方向反力は

$$F_V = \frac{\frac{1}{2} \cdot (1 + C_V + C_P) \cdot m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \cdot (C_H + C_P) \cdot m \cdot g \cdot L}{l_b} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.3)$$

ブレースに作用する圧縮力は

$$F_C = \sqrt{F_H^2 + F_V^2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

圧縮応力

$$\sigma_c = \frac{F_C}{A_b} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.5)$$

5.4.1.2 ベース取付溶接部の応力

(1) 水平方向せん断応力

水平方向せん断荷重はベース取付溶接部に作用するものとして計算する。

水平方向せん断荷重

$$F_{HW} = (C_H + C_P) \cdot m \cdot g \quad \dots\dots\dots (5.4.1.2.1)$$

水平方向せん断応力

$$\tau_{W1} = \frac{F_{HW}}{A_{HW}} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.2.2)$$

(2) 鉛直方向せん断応力

転倒方向はベース取付溶接部に対する鉛直方向せん断荷重が最も厳しい方向として表 5-2 の転倒支点を支点とする方向を計算する。

鉛直方向せん断荷重

$$F_{VW} = \frac{(C_V + C_P - 1) \cdot m \cdot g \cdot h + (C_H + C_P) \cdot m \cdot g \cdot L}{\ell} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.2.3)$$

鉛直方向せん断応力

$$\tau_{W2} = \frac{F_{VW}}{A_{VW}} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.2.4)$$

(3) ベース取付溶接部の応力

$$\tau_W = \text{Max} [\text{水平方向せん断力} (\tau_{W1}), \text{鉛直方向せん断力} (\tau_{W2})] \quad \dots\dots\dots (5.4.1.2.5)$$

5.5 計算条件

5.5.1 ブレースの応力計算条件

ブレースの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ブローの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

5.5.2 ベース取付溶接部の応力計算条件

ベース取付溶接部の応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ブローの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

5.6 応力の評価

5.6.1 ブレースの応力評価

5.4.1.1 項で求めたブレースの圧縮応力 σ_c は許容圧縮応力 f_{bc} 以下であること。ただし、 f_{bc} は下表による。

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度による荷重との組合せの場合	基準地震動 S s による荷重との組合せの場合
許容圧縮 応力 f_{bc}	$\left\{ 1 - 0.4 \cdot \left(\frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2 \right\} \cdot \frac{F}{\nu} \cdot 1.5$	$\left\{ 1 - 0.4 \cdot \left(\frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2 \right\} \cdot \frac{F^*}{\nu} \cdot 1.5$

ここで、 λ は、圧縮材の有効細長比で、次の計算式による。

$$\lambda = \frac{l_k}{i} \dots\dots\dots (5.6.1.1)$$

Λ は、圧縮材の限界細長比で、次の計算式による。

$$\Lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E}{0.6 \cdot F}} \dots\dots\dots (5.6.1.2)$$

注：基準地震動 S s 評価の場合は、F を F * に置き換える。

ν は、次の計算式による。

$$\nu = 1.5 + \frac{2}{3} \left(\frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2 \dots\dots\dots (5.6.1.3)$$

5.6.2 ベース取付溶接部の応力評価

5.4.1.2 項で求めたベース取付溶接部に作用するせん断応力 τ_w は許容せん断応力 f_{ws} 以下であること。ただし、 f_{ws} は下表による。

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度による荷重との組合せの場合	基準地震動 S s による荷重との組合せの場合
許容せん断 応力 f_{ws}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 機能維持評価

6.1 機能維持評価方法

ブロワの地震後の動的機能維持評価について以下に示す。

なお、評価用加速度は添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき、基準地震動 S_s により定まる応答加速度を設定する。

ブロワは地震時動的機能維持が確認された機種と類似の構造及び振動特性を持っているため、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に記載の機能確認済加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 6-1 に示す。

表 6-1 機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)

評価部位	形式	方向	機能確認済加速度
ブロワ	遠心直動型ファン	水平	5.2
		鉛直	2.0
原動機	横型ころがり軸受電動機	水平	7.0
		鉛直	2.0

7. 評価結果

7.1 設計基準対象施設としての評価結果

ブロワの設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ブロワの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		ブロワ振動 による震度	最高使用 温度 (°C)	周囲環 境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
可燃性ガス濃度制御系 再結合装置ブロワ	S	原子炉建屋 O.P. 22.50*			C _H =1.13	C _V =0.91	C _H =2.12	C _V =1.56		171	—

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m (kg)	L (mm)	h (mm)	ℓ (mm)	ℓ _b (mm)	ℓ _k (mm)	A _b (mm ²)	A _{s s} (mm ²)	A _{s b} (mm ²)
ブレース及び ベース取付溶接部									

部材	A _{HW} (mm ²)	A _{VW} (mm ²)	A (mm ²)	i (mm)	E (MPa)	G (MPa)	I _b (mm ⁴)	I _V (mm ⁴)
ブレース及び ベース取付溶接部								

部材	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
ブレース及び ベース取付溶接部	201*1	373*1	201	241	軸	軸

H _p (μm)	N (rpm)

注記*1：最高使用温度で算出。

1.3 計算数値

1.3.1 ブレースに作用する力

(単位：N)

部材	F_H		F_V		F_C	
	弾性設計用地震動 Sd 又は静的震度	基準地震動 Ss	弾性設計用地震動 Sd 又は静的震度	基準地震動 Ss	弾性設計用地震動 Sd 又は静的震度	基準地震動 Ss
ブレース						

1.3.2 ベース取付溶接部に作用する力

(単位：N)

部材	F_{HW}		F_{VW}	
	弾性設計用地震動 Sd 又は静的震度	基準地震動 Ss	弾性設計用地震動 Sd 又は静的震度	基準地震動 Ss
ベース取付溶接部				

1.4 結論

1.4.1 応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 Sd 又は静的震度		基準地震動 Ss	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
ブレース		圧縮	$\sigma_c=6$	$f_{bc}=179$	$\sigma_c=10$	$f_{bc}=210$
ベース取付溶接部		せん断	$\tau_w=20$	$f_{ws}=116$	$\tau_w=40$	$f_{ws}=139$

すべて許容応力以下である。

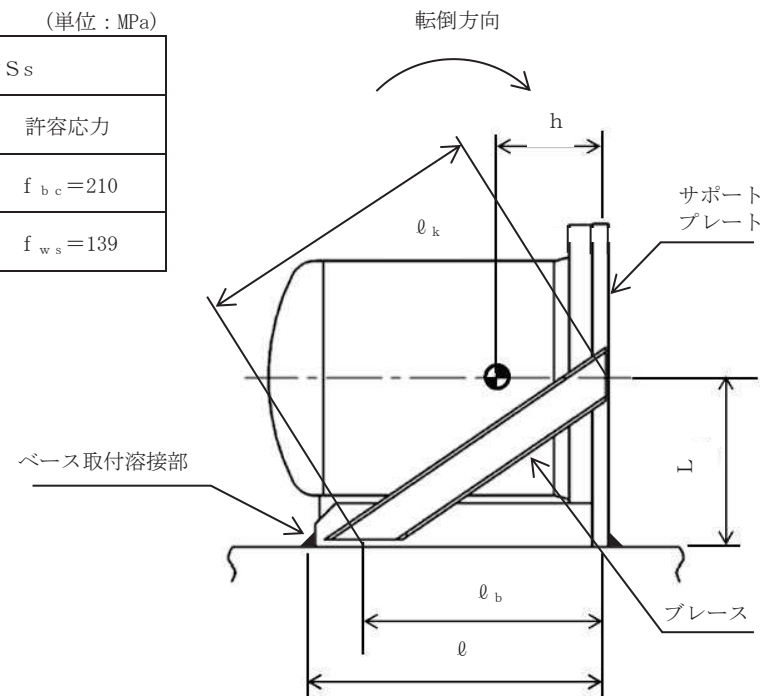
1.4.2 動的機能の評価結果

($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
プロウ	水平方向	1.77	5.2
	鉛直方向	1.30	2.0
原動機	水平方向	1.77	7.0
	鉛直方向	1.30	2.0

注記*：基準地震動 Ss により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-2-9-4-4-2-3 可燃性ガス濃度制御系再結合装置の耐震性についての計算書

目次

1.	概要	1
2.	一般事項	1
2.1	構造計画	1
2.2	評価方針	3
2.3	適用基準	3
2.4	記号の説明	4
2.5	計算精度と数値の丸め方	5
3.	評価部位	5
4.	固有周期	6
4.1	固有値解析方法	6
4.2	解析モデル及び諸元	6
4.3	固有値解析結果	8
5.	構造強度評価	9
5.1	構造強度評価方法	9
5.2	荷重の組合せ及び許容応力	9
5.2.1	荷重の組合せ及び許容応力状態	9
5.2.2	許容応力	9
5.2.3	使用材料の許容応力評価条件	9
5.3	設計用地震力	12
5.4	計算方法	13
5.4.1	応力の計算方法	13
5.5	計算条件	16
5.5.1	基礎ボルトの応力計算条件	16
5.6	応力の評価	16
5.6.1	ボルトの応力評価	16
6.	評価結果	17
6.1	設計基準対象施設としての評価結果	17

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、可燃性ガス濃度制御系再結合装置が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

可燃性ガス濃度制御系再結合装置は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に分類される。以下、設計基準対象施設としての構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

可燃性ガス濃度制御系再結合装置の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
可燃性ガス濃度制御系再結合装置は、基礎に基礎ボルトにより据付ける。	熱反応式 (スキッドベース上にブロワ及びヒータボックスを取付けた構造)	<p>(単位：mm)</p>

2.2 評価方針

可燃性ガス濃度制御系再結合装置の応力評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」のうち「3.1 構造強度上の制限」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示す可燃性ガス濃度制御系再結合装置の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

可燃性ガス濃度制御系再結合装置の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

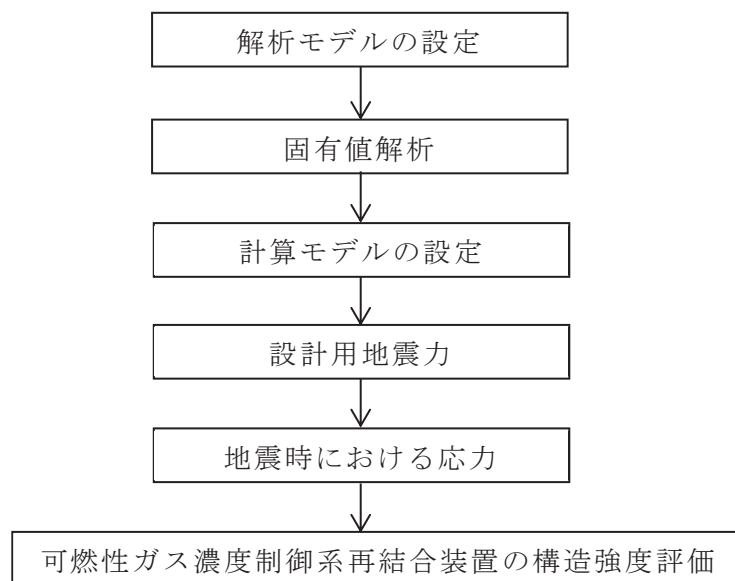


図 2-1 可燃性ガス濃度制御系再結合装置の耐震評価フロー

2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- (2) 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 ((社) 日本電気協会)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版
((社) 日本電気協会)
- (4) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007)
(以下「設計・建設規格」という。)

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	基礎ボルトの軸断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d	基礎ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格 SSB-3131 に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値	MPa
F_b	基礎ボルトに作用する引張力 (1本当たり)	N
$f_{s b}$	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力 (f_s を1.5倍した値又は f_{s^*} を1.5倍した値)	MPa
$f_{t o}$	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力 (f_t を1.5倍した値又は f_{t^*} を1.5倍した値)	MPa
$f_{t s}$	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s^2
h	取付面から重心までの距離	mm
l_1	重心と基礎ボルト間の水平方向距離*1	mm
l_2	重心と基礎ボルト間の水平方向距離*1	mm
m	可燃性ガス濃度制御系再結合装置の荷重	kg
n	せん断力を受ける基礎ボルトの本数	—
n_f	評価上引張力を受けるとして期待する基礎ボルトの本数	—
Q_b	基礎ボルトに作用するせん断力	N
S_u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
S_y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
$S_y(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の40℃における値	MPa
π	円周率	—
σ_b	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
τ_b	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa

注記*1: $l_1 \leq l_2$

2.5 計算精度と数値の丸め方

計算精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-2 に示すとおりとする。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
設計震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
断面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*3}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

3. 評価部位

可燃性ガス濃度制御系再結合装置の耐震評価は、「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる基礎ボルトについて実施する。可燃性ガス濃度制御系再結合装置の耐震評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

4. 固有周期

4.1 固有値解析方法

可燃性ガス濃度制御系再結合装置の固有値解析方法を「4.2 解析モデル及び諸元」に示す。

4.2 解析モデル及び諸元

可燃性ガス濃度制御系再結合装置の解析モデルを3次元はり及び板モデルとして図4-1に、解析モデルの概要を以下に示す。機器の諸元を表4-1に示す。

- (1) 解析モデルは、はり部材をはり要素、板部材を板要素でモデル化し、各要素の自重は要素荷重として各々の要素で考慮し、配管等の荷重は集中荷重として該当する節点に作用させる。
- (2) 可燃性ガス濃度制御系再結合装置は基礎ボルトで基礎に固定する。拘束条件として、スキッドベースの並進を拘束する。なお、基礎ボルトは、剛体として評価する。
- (3) 耐震計算に用いる寸法は公称値を使用する。
- (4) 解析コードは、「KSAP」を使用し、固有値を求める。なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

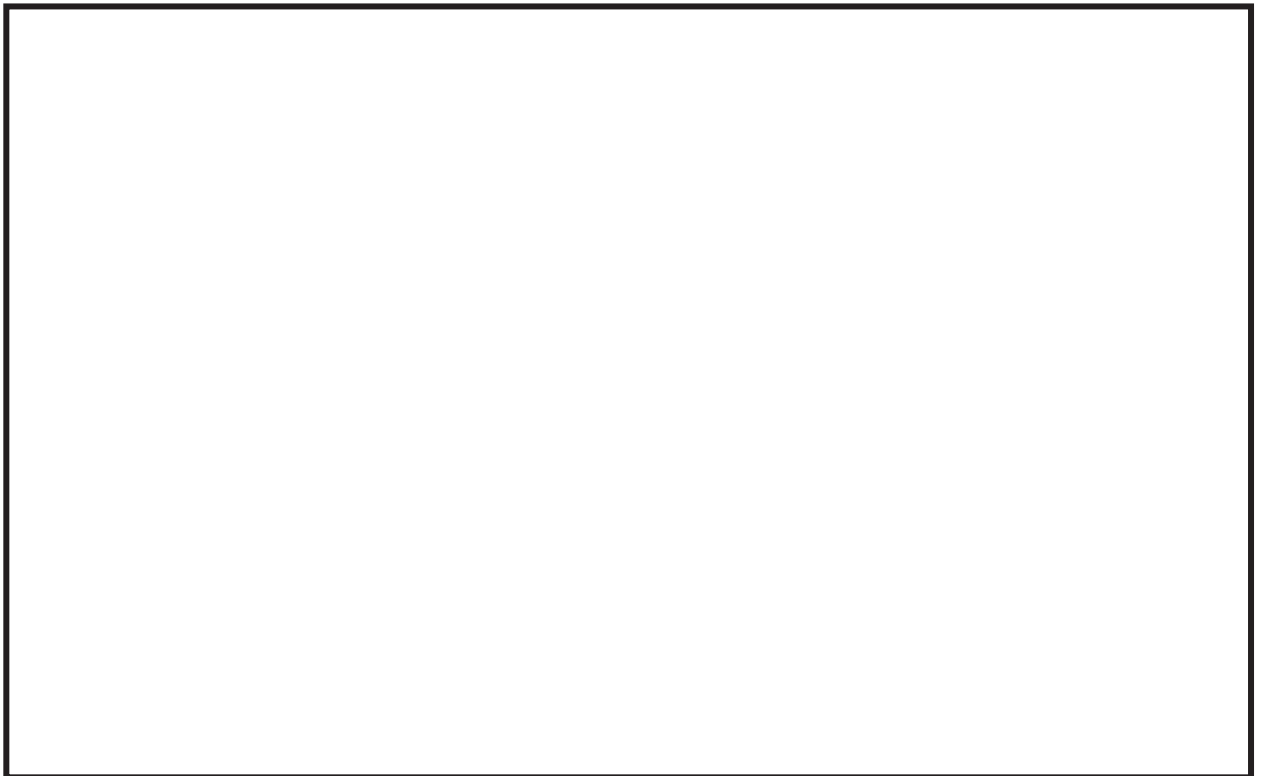


図 4-1(1) 解析モデル（鳥瞰図）

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

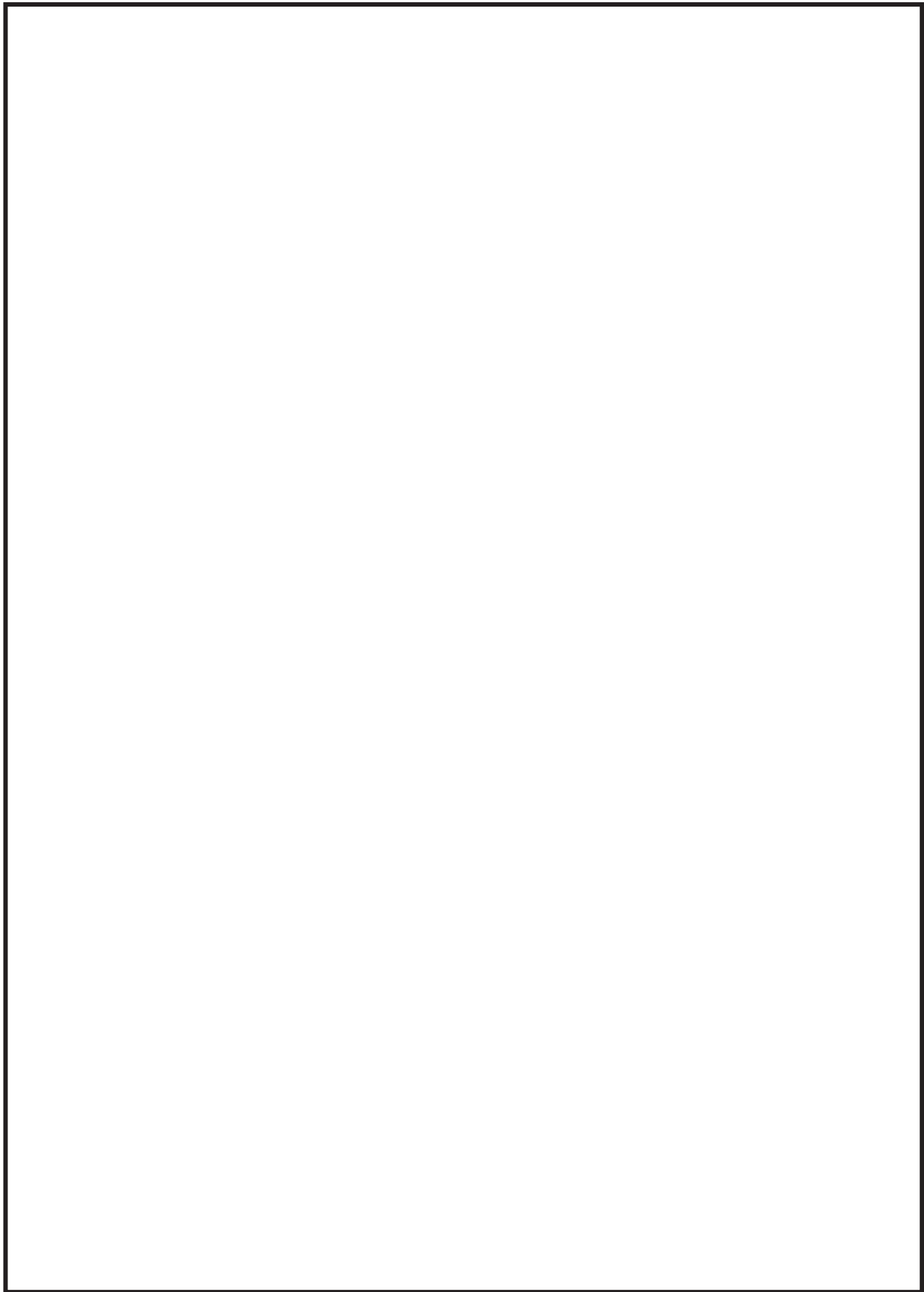


図 4-1(2) 解析モデル (説明図)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 4-1 機器諸元

項目	記号	単位	入力値
主要材質	—	—	SS400 (スキッドベース) SS400 (ヒータボックス) SS400/SM400B (ブロワ)
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	
縦弾性係数	E	MPa	2.00×10 ⁵ (スキッドベース) 2.00×10 ⁵ (ヒータボックス) 2.00×10 ⁵ (ブロワ)
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	
節点数	—	個	

4.3 固有値解析結果

固有値解析結果を表 4-2 に示す。

1 次モードは水平方向に卓越し、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。また、鉛直方向は 2 次モード以降で卓越し、固有周期は 0.05 秒以下であり剛であることを確認した。

表 4-2 固有値解析結果 (s)

モード	固有周期	卓越方向
1 次		水平方向
3 次		鉛直方向

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

4.2 項(3)のほか、次の条件で計算する。

- (1) 可燃性ガス濃度制御系再結合装置の質量は重心に集中するものとする。
- (2) 地震力は、可燃性ガス濃度制御系再結合装置に対して、水平方向及び鉛直方向から同時に作用するものとする。
- (3) 可燃性ガス濃度制御系再結合装置全体の構造強度評価に対するブロワの運転による影響は微小であるため、ブロワの振動は考慮しないものとする。
- (4) 可燃性ガス濃度制御系再結合装置は基礎ボルトで基礎に固定された固定端とする。ここで、基礎については剛となるように設定する。
- (5) 転倒方向は図 5-1 及び図 5-2 における長辺方向及び短辺方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方を記載する。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

可燃性ガス濃度制御系再結合装置基礎ボルトの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-1 に示す。

5.2.2 許容応力

可燃性ガス濃度制御系再結合装置の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 5-2 のとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

可燃性ガス濃度制御系再結合装置の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-3 に示す。

表 5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉格納施設	放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに格納容器再循環設備	可燃性ガス濃度制御系再結合装置	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 5-2 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
III _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
IV _{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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。

注記*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 5-3 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
基礎ボルト		周囲環境温度	730	868	—

5.3 設計用地震力

「弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度」及び「基準地震動 S_s 」による地震力は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。耐震評価に用いる設計用地震力を表 5-4 に示す。

表 5-4 設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建屋 O.P. 22.50*			$C_H=1.13$	$C_V=0.91$	$C_H=2.12$	$C_V=1.56$

注記*：基準床レベルを示す。

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 基礎ボルトの計算方法

基礎ボルトの応力は、地震による震度によって生じる引張力とせん断力について計算する。

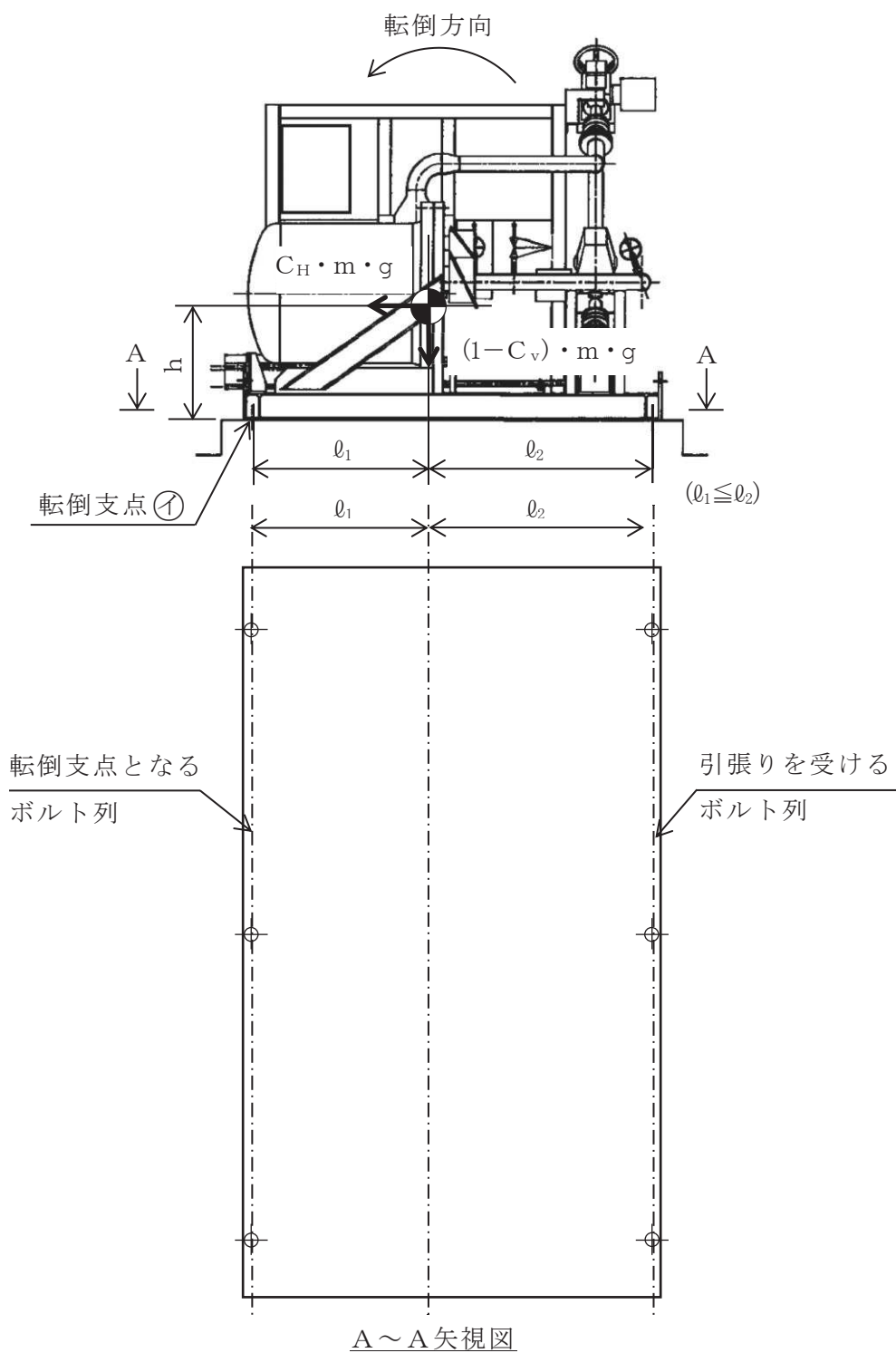


図 5-1 計算モデル（短辺方向転倒 $C_V \leq 1$ の場合）

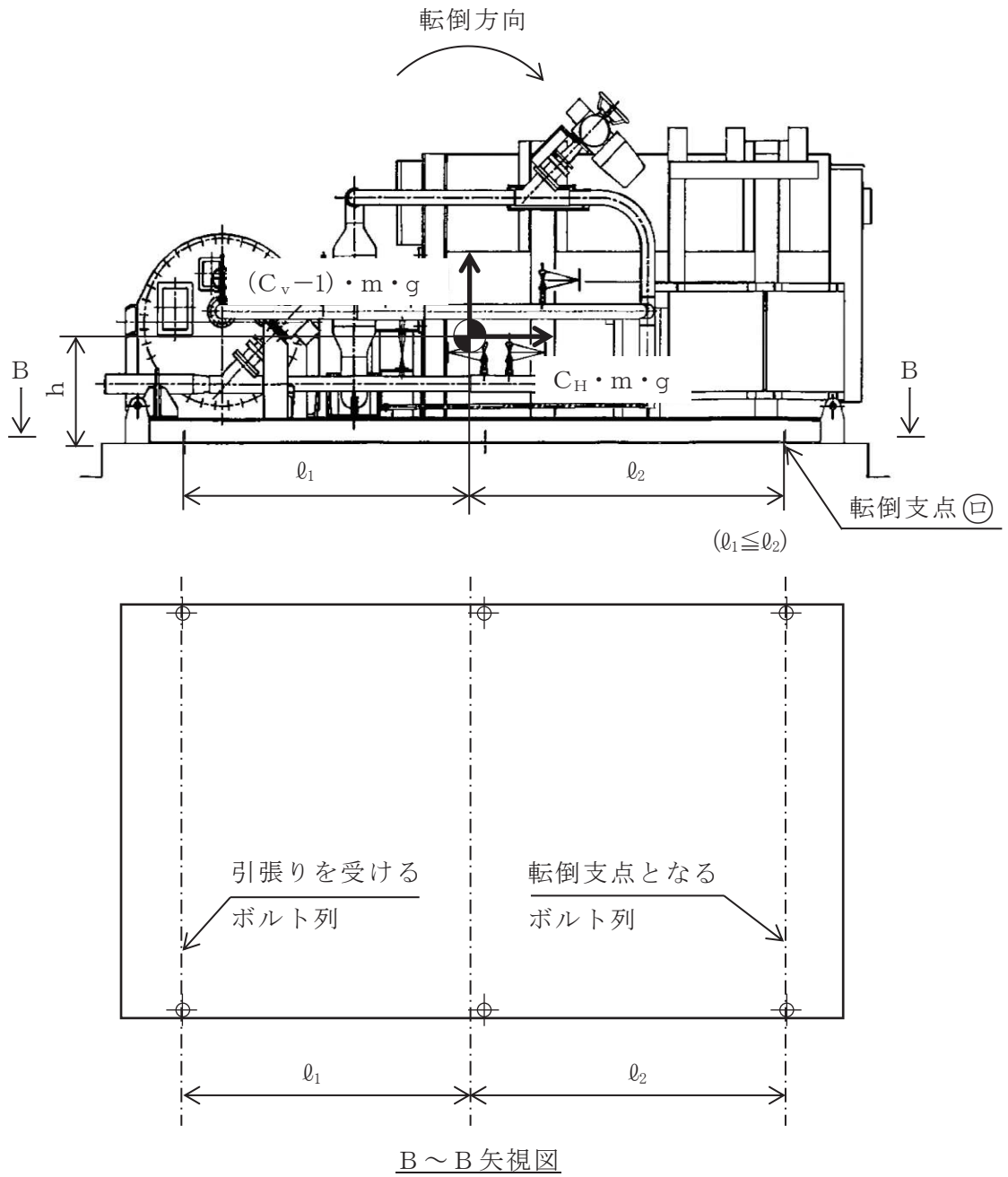


図 5-2 計算モデル (長辺方向転倒 $C_v > 1$ の場合)

(1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は、最も厳しい条件として、図 5-1 及び図 5-2 に示すモデルにより ㊶点 ($C_v \leq 1$) 及び ㊷点 ($C_v > 1$) を支点とする転倒を考え、これを片側の最外列の基礎ボルトで受けるものとして計算する。

引張力

($C_v \leq 1$)

$$F_b = \frac{C_H \cdot m \cdot g \cdot h - (1 - C_v) \cdot m \cdot g \cdot \ell_1}{n_f \cdot (\ell_1 + \ell_2)} \dots\dots\dots (5.4.1.1.1)$$

($C_v > 1$)

$$F_b = \frac{C_H \cdot m \cdot g \cdot h - (1 - C_v) \cdot m \cdot g \cdot \ell_2}{n_f \cdot (\ell_1 + \ell_2)} \dots\dots\dots (5.4.1.1.2)$$

引張応力

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots\dots\dots (5.4.1.1.3)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

ただし、 F_b が負のとき基礎ボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

(2) せん断応力

基礎ボルトに対するせん断力は、基礎ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_b = C_H \cdot m \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.1.5)$$

せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (5.4.1.1.6)$$

5.5 計算条件

5.5.1 基礎ボルトの応力計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【可燃性ガス濃度制御系再結合装置の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

5.6 応力の評価

5.6.1 ボルトの応力評価

5.4.1.1 項で求めた基礎ボルトの引張応力 σ_b は次式より求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。ただし、 f_{to} は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \dots\dots\dots (5.6.1.1)$$

せん断応力 τ_b はせん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。ただし、 f_{sb} は下表による。

	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{to}	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sb}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

可燃性ガス濃度制御系再結合装置の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。

発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

【可燃性ガス濃度制御系再結合装置の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度		
可燃性ガス濃度制御系再結合装置	S	原子炉建屋 O.P. 22.50*			C _H = 1.13	C _V = 0.91	C _H = 2.12	C _V = 1.56	—	

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	l ₁ * ¹ (mm)	l ₂ * ¹ (mm)	A _b (mm ²)	n	n _f * ¹
基礎ボルト							

部材	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	730	868	607	607	短辺方向	長辺方向

注記*1：基礎ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、

下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト				

1.4 結論

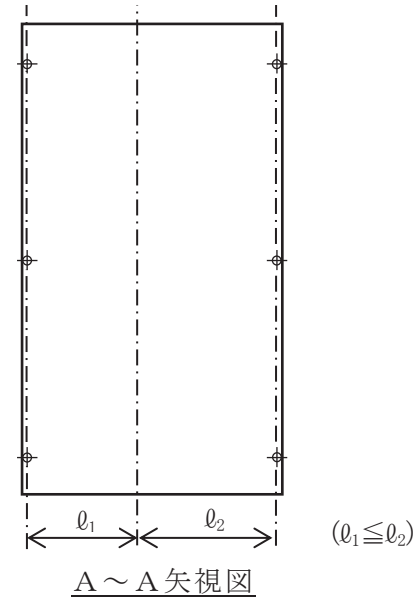
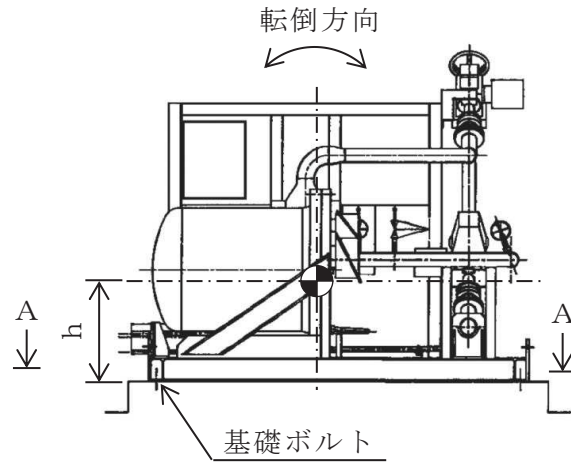
1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

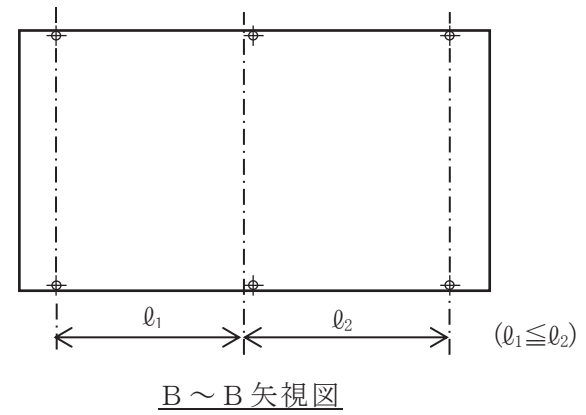
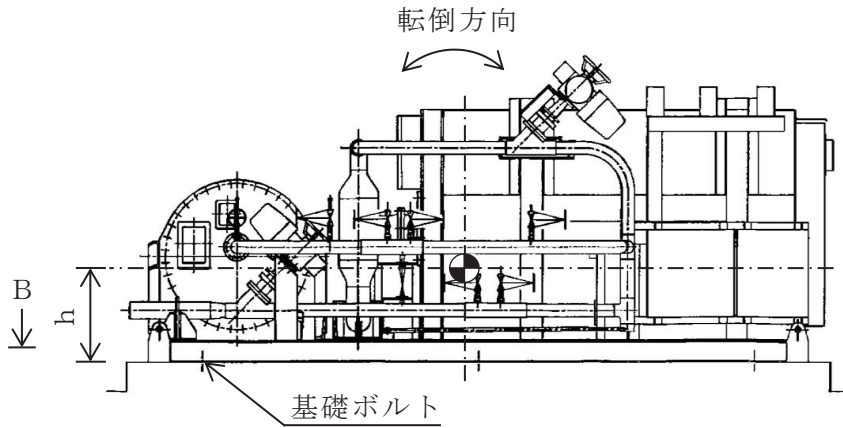
部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト		引張り	$\sigma_b = 22$	$f_{ts} = 455^*$	$\sigma_b = 79$	$f_{ts} = 455^*$
		せん断	$\tau_b = 45$	$f_{sb} = 350$	$\tau_b = 84$	$f_{sb} = 350$

すべて許容応力以下である。

注記* : $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$ より算出



側面 (短辺方向)



正面 (長辺方向)

VI-2-9-4-4-3 原子炉建屋水素濃度制御系の耐震性についての計算書

目 次

VI-2-9-4-4-3-1 静的触媒式水素再結合装置の耐震性についての計算書

VI-2-9-4-4-3-1 静的触媒式水素再結合装置の耐震性についての計算書

目次

1.	概要	1
2.	一般事項	1
2.1	構造計画	1
2.2	評価方針	4
2.3	適用基準	5
2.4	記号の説明	6
2.5	計算精度と数値の丸め方	8
3.	評価部位	9
4.	地震応答解析及び構造強度評価	9
4.1	地震応答解析及び構造強度評価方法	9
4.2	荷重の組合せ及び許容応力	9
4.2.1	荷重の組合せ及び許容応力状態	9
4.2.2	許容応力	9
4.2.3	使用材料の許容応力評価条件	9
4.3	解析モデル及び諸元	13
4.4	固有周期	16
4.5	設計用地震力	16
4.6	計算方法	17
4.6.1	静的触媒式水素再結合装置本体	17
4.6.2	架台	17
4.6.3	取付ボルト	17
4.6.4	基礎ボルト	20
4.7	計算条件	23
4.8	応力の評価	23
4.8.1	静的触媒式水素再結合装置本体及び架台の応力評価	23
4.8.2	取付ボルト及び基礎ボルトの応力評価	23
5.	評価結果	24
5.1	重大事故等対処設備としての評価結果	24

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、静的触媒式水素再結合装置が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

静的触媒式水素再結合装置は、重大事故等対処設備においては常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

静的触媒式水素再結合装置の構造計画を表 2-1 及び表 2-2 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>静的触媒式水素再結合装置本体はそれぞれ取付ボルト 4 本で架台に固定する。 取付ボルトは熱膨張を逃がす構造となっている。 架台はプレートを通じて基礎ボルトにて床面に固定する。 1 つの架台につき静的触媒式水素再結合装置本体 1 台を取付ける。</p>	<p>静的触媒式水素再結合装置本体は、鋼板を角形に組み立てたハウジングの内部に触媒カートリッジを装荷した構造である。</p>	
		<p>静的触媒式水素再結合装置 (その 1)</p> <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>

2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-2 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>静的触媒式水素再結合装置本体はそれぞれ取付ボルト 4 本で架台に固定する。 取付ボルトは熱膨張を逃がす構造となっている。 架台はプレートを通じて基礎ボルトにて壁面に固定する。 1 つの架台につき静的触媒式水素再結合装置本体 1 台を取付ける。</p>	<p>静的触媒式水素再結合装置本体は、鋼板を角形に組み立てたハウジングの内部に触媒カートリッジを装荷した構造である。</p>	<p style="text-align: center;">静的触媒式水素再結合装置 (その 2)</p> <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>

3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.2 評価方針

静的触媒式水素再結合装置の応力評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示す静的触媒式水素再結合装置の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4.3 解析モデル及び諸元」及び「4.4 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 地震応答解析及び構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

静的触媒式水素再結合装置の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

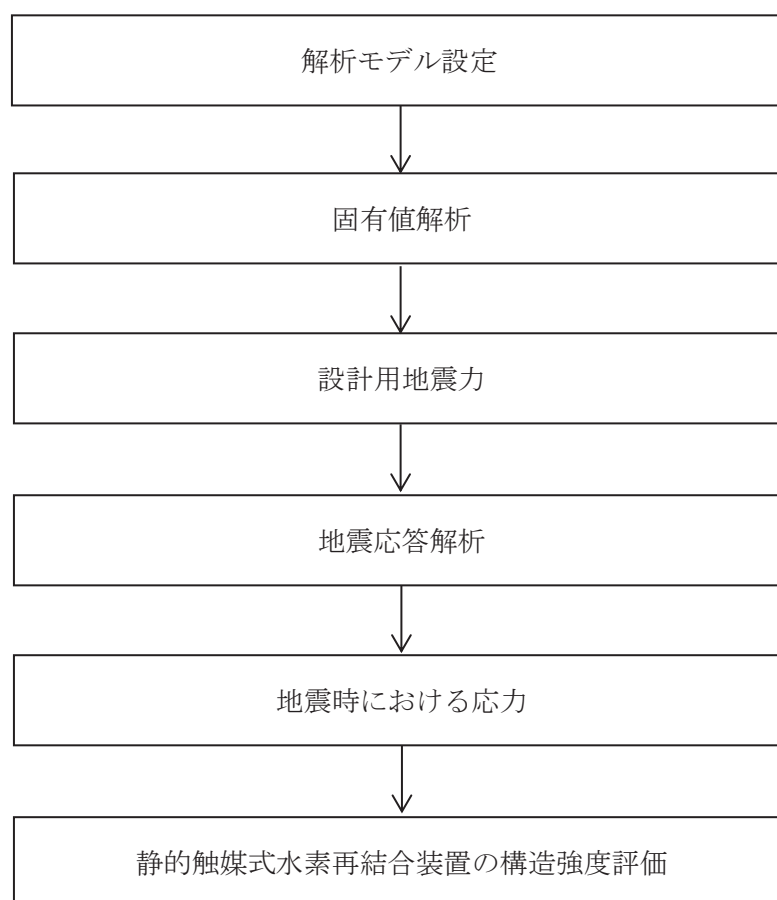


図 2-1 静的触媒式水素再結合装置の耐震評価フロー

2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 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, J E A G 4 6 0 1-1987 及び J E A G 4 6 0 1-1991 追補版）（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 昭和 59 年 9 月, 昭和 62 年 8 月及び平成 3 年 6 月）
- (2) 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。）

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_{b1}	取付ボルトの軸断面積	mm^2
A_{b2}	基礎ボルトの軸断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d_1	取付ボルトの呼び径	mm
d_2	基礎ボルトの呼び径	mm
E	静的触媒式水素再結合装置本体の縦弾性係数	MPa
E_S	架台の縦弾性係数	MPa
F^*	設計・建設規格 SSB-3121.3又はSSB-3133に定める値	MPa
F_{bp}	取付ボルトに作用する引張力	N
F_x	架台に作用する力 (X方向)	N
F_y	架台に作用する力 (Y方向)	N
F_z	架台に作用する力 (Z方向)	N
f_{sb}	ボルトの許容せん断応力	MPa
f_t	静的触媒式水素再結合装置本体及び架台の許容引張応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力	MPa
f_{ts}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力	MPa
m_o	静的触媒式水素再結合装置本体 1 台あたりの質量	kg
m_{o1}	架台を含めた全体の質量	kg
ℓ	基礎ボルト間距離	mm
M_x	架台に作用するモーメント (X軸周り)	$\text{N} \cdot \text{mm}$
M_y	架台に作用するモーメント (Y軸周り)	$\text{N} \cdot \text{mm}$
M_z	架台に作用するモーメント (Z軸周り)	$\text{N} \cdot \text{mm}$
n_1	せん断力を受ける取付ボルトの本数	—
n_2	せん断力を受ける基礎ボルトの本数	—
n_{f1}	引張力を受ける取付ボルトの本数	—
n_{f2}	架台に作用する力 (F_x , F_z) により引張力を受ける 基礎ボルトの本数	—
n_{f3}	架台に作用するモーメント (M_y) により引張力を受ける 基礎ボルトの本数	—
Q_{bp}	取付ボルトに作用するせん断力	N
S_u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
S_y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
$S_y(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の 40°Cにおける値	MPa

記号	記号の説明	単位
T	温度条件	°C
ν	ポアソン比	—
$\sigma_{b a}$	基礎ボルトに作用する引張応力	MPa
$\sigma_{b p}$	取付ボルトに作用する引張応力	MPa
σ_p	静的触媒式水素再結合装置本体に作用する組合せ応力	MPa
σ_s	架台に作用する組合せ応力	MPa
$\tau_{b a}$	基礎ボルトに作用するせん断応力	MPa
$\tau_{b p}$	取付ボルトに作用するせん断応力	MPa

2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-3 に示すとおりとする。

表 2-3 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*3}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

3. 評価部位

静的触媒式水素再結合装置の耐震評価は、「4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる静的触媒式水素再結合装置本体、架台、取付ボルト、基礎ボルトについて実施する。

静的触媒式水素再結合装置の耐震評価部位については、表 2-1 及び表 2-2 の概略構造図に示す。

4. 地震応答解析及び構造強度評価

4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法

- (1) 地震力は、静的触媒式水素再結合装置に対して水平方向及び鉛直方向から作用するものとし、原則として、強度評価において組み合わせるものとする。なお、取付ボルト及び基礎ボルトにおいては、作用する荷重の算出において組み合わせるものとする。
- (2) 触媒カートリッジは、静的触媒式水素再結合装置本体と一体として評価する。なお、解析モデルでは触媒カートリッジが補強材として作用しないよう、静的触媒式水素再結合装置本体に質量のみを付加する。
- (3) 静的触媒式水素再結合装置本体は、床または壁に設置した架台に熱膨張を逃がすために設置したベアリングを介して、それぞれ 4 本の取付ボルトで取り付ける。静的触媒式水素再結合装置本体は取付ボルト 4 本で固定されているが、熱膨張を逃がす構造となっていることから、引張力及びせん断力を受けるボルトは、保守的に 1 本とする。
- (4) 架台は、床または壁に基礎ボルトで取り付ける。
- (5) 基礎ボルト部及び取付ボルト部は、剛体として評価する。
- (6) 静的触媒式水素再結合装置本体及び架台は、三次元のシェル要素を用いてモデル化する。
- (7) 取付ボルト及び基礎ボルトの強度評価については、解析結果で得られた荷重を用いて、理論式により応力を算出する。
- (8) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

静的触媒式水素再結合装置の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

静的触媒式水素再結合装置の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 に示す。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

静的触媒式水素再結合装置の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉 格納施設	放射性物質濃 度制御設備及 び可燃性ガス 濃度制御設備 並びに格納容 器再循環設備	静的触媒式 水素再結合装置	常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV _{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _{AS} (V _{AS} として IV _{AS} の許容 限界を用いる。)

注記*1：「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力状態を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等以外)	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	一次応力	
	組合せ	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t * (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)	1.5・f _t *	1.5・f _s *
V _{AS}			

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		最高使用温度	300			
静的触媒式水素 再結合装置本体		最高使用温度	300			
架台	SS400 (厚さ ≤ 16mm)	最高使用温度	300	170	373	—
	STKR400	最高使用温度	300	145	373	—
取付ボルト	SUS316	最高使用温度	300	131	427	205
基礎ボルト	SS400 (40mm < 径 ≤ 100mm)	周囲環境温度	66 (300*)	150	373	—

注記*：周囲環境温度は 66°C であるが，保守的に機器の最高使用温度である 300°C を使用する。

4.3 解析モデル及び諸元

静的触媒式水素再結合装置の解析モデルを図 4-1 及び図 4-2 に、解析モデルの概要を以下に示す。また、機器の諸元を本計算書の【静的触媒式水素再結合装置の耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

- (1) 静的触媒式水素再結合装置本体及び架台を三次元のシェル要素でモデル化する。
- (2) 拘束条件として、架台は床または壁への取付部を固定端とする。また、静的触媒式水素再結合装置本体は、架台に取付ボルトで固定する。なお、基礎ボルト部及び取付ボルト部は、剛体として評価する。
- (3) 静的触媒式水素再結合装置本体及び架台の質量は、密度にて与えるものとする。ただし、触媒カートリッジの質量は、静的触媒式水素再結合装置本体の前後面に分布荷重として与える。
- (4) 取付ボルト及び基礎ボルトの応力は、解析結果で得られた荷重（反力，モーメント）を用いて理論式により算出する。
- (5) 計算機コードは、「MSC NASTRAN」を使用し、固有値，静的触媒式水素再結合装置本体及び架台の応力を求める。なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

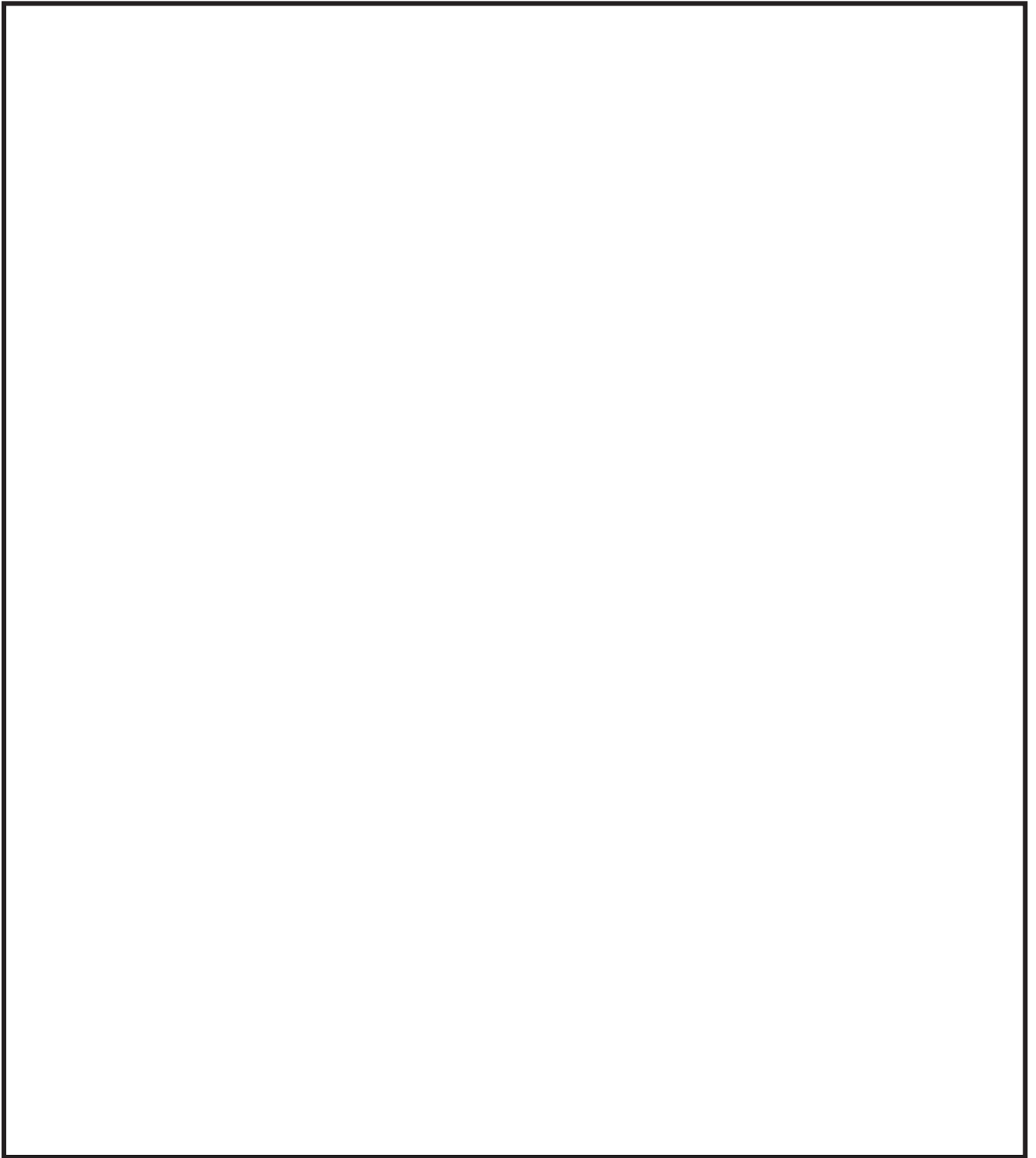


図 4-1 解析モデル（静的触媒式水素再結合装置（その1））

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

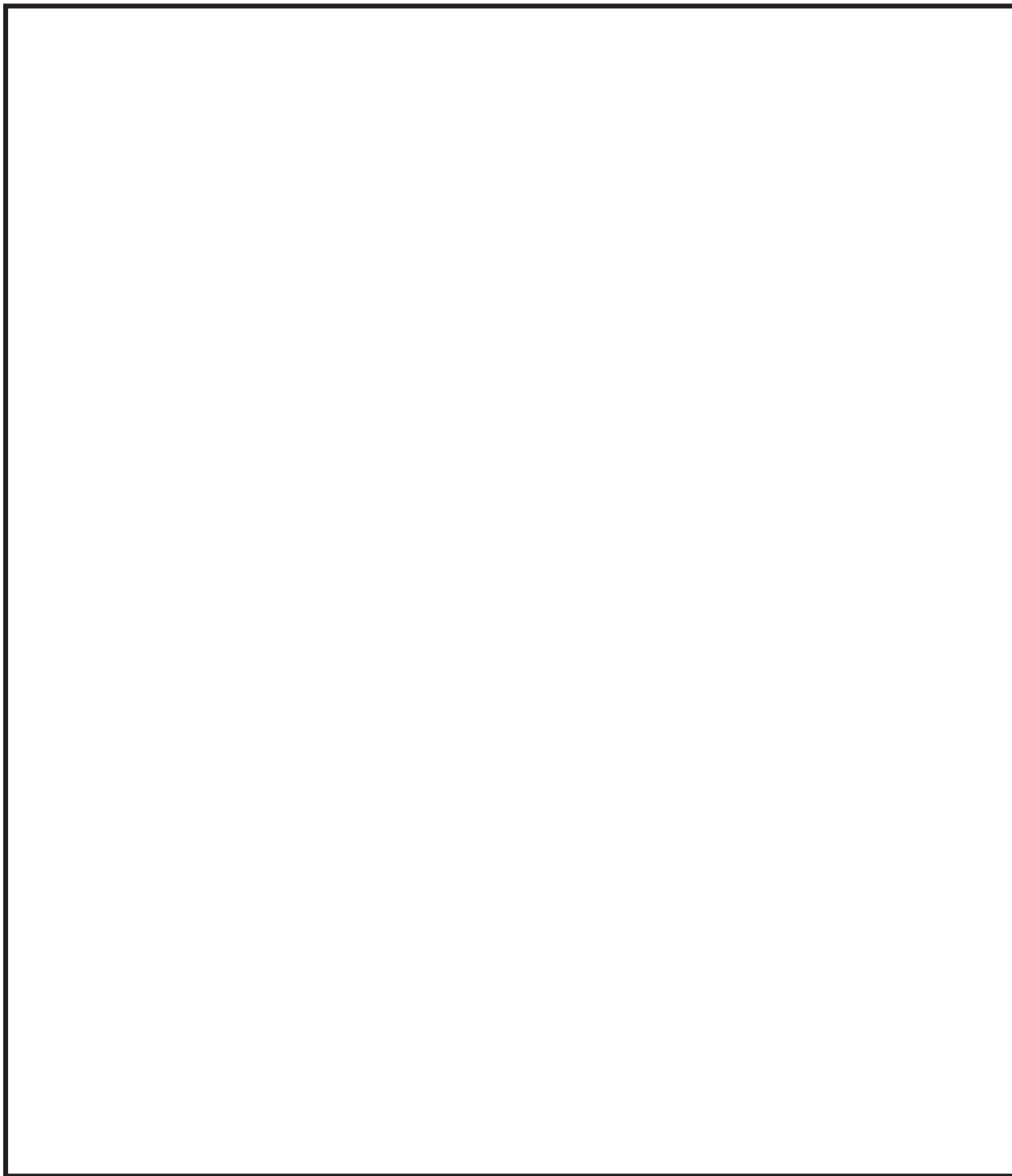


図 4-2 解析モデル（静的触媒式水素再結合装置（その2））

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.4 固有周期

計算機コード「MSC NASTRAN」により求めた固有値解析の結果を表 4-4 に示す。固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 4-4 固有周期

形状	モード	卓越方向	固有周期 (s)	刺激係数		
				水平方向		鉛直方向
				X方向	Y方向	
その 1	1 次	鉛直	0.040	—	—	—
	2 次	水平	0.031	—	—	—
その 2	1 次	鉛直	0.040	—	—	—
	2 次	水平	0.027	—	—	—

4.5 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 4-5 に示す。

「基準地震動 S_s」による地震力は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

表 4-5 設計用地震力（重大事故等対処設備）

形状	据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震力 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
		水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
その 1	原子炉建屋 O.P. 33.20* (O.P. 33.81)	0.031	0.040	—	—	C _H =2.71	C _V =1.78
その 2	原子炉建屋 O.P. 33.20* (O.P. 41.911)	0.027	0.040	—	—	C _H =3.73	C _V =1.91

注記*：基準床レベルを示す。

4.6 計算方法

4.6.1 静的触媒式水素再結合装置本体

静的触媒式水素再結合装置本体の応力は、自重、鉛直方向地震及び水平方向地震（X、Y）を考慮し、三次元シェル要素による解析結果を用いる。ここで、応力の算出式は下記による。

応力の種類	単位	応力算出式
組合せ応力	MPa	$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3 \tau_{xy}^2}$

4.6.2 架台

架台の応力は、静的触媒式水素再結合装置本体と同様に、自重、鉛直方向地震及び水平方向地震（X、Y）を考慮し、三次元シェル要素による解析結果を用いる。応力の算出式は静的触媒式水素再結合装置本体と同様である。

4.6.3 取付ボルト

取付ボルトの応力は、解析結果で得られた反力から理論式により引張応力及びせん断応力を算出する。

解析で得られた取付ボルトの反力を表 4-6 に示す。

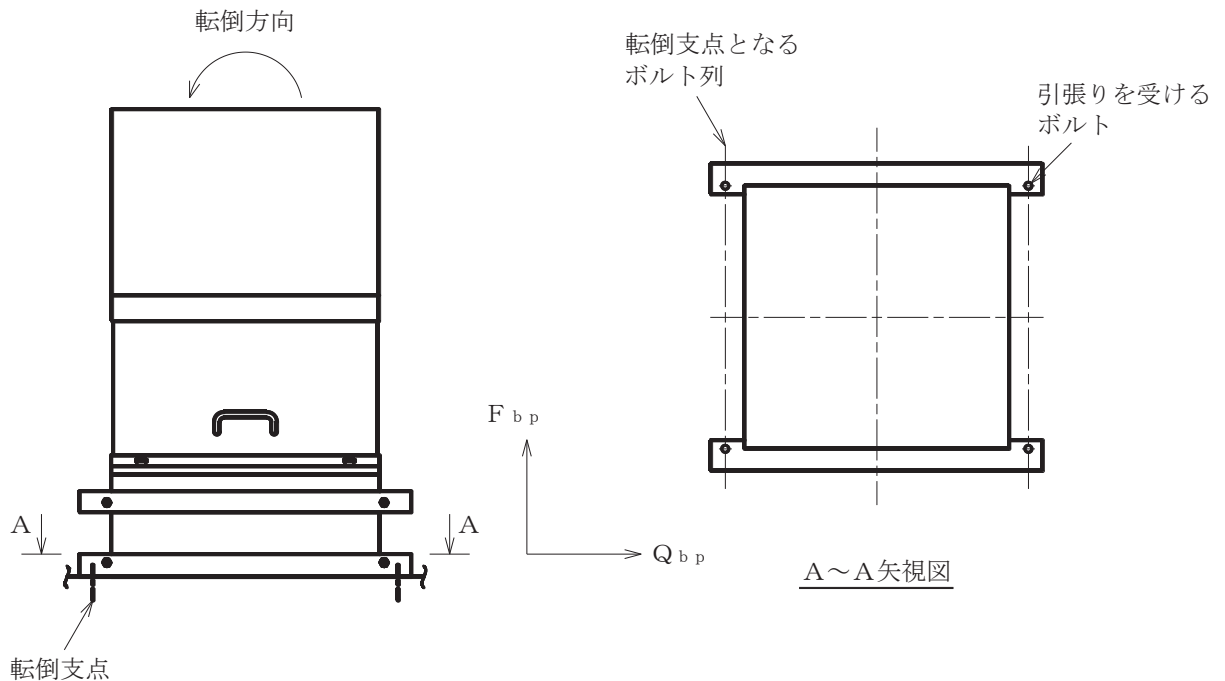


図 4-3 計算モデル（長辺方向転倒）

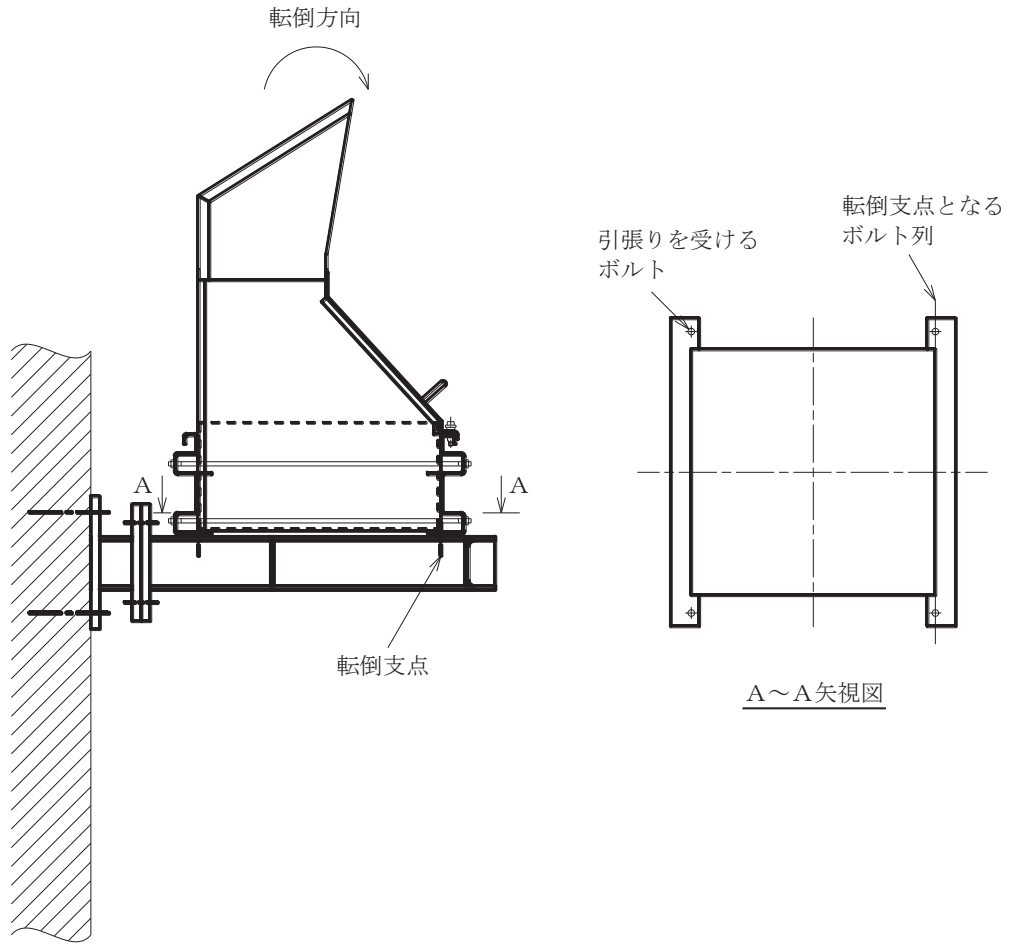


図 4-4 計算モデル（短辺方向転倒）

表 4-6 取付ボルト発生反力 (単位：N)

形状	対象機器	反力	
		F_{bp}	Q_{bp}
その 1	静的触媒式 水素再結合装置	1.858×10^3	1.841×10^3
その 2	静的触媒式 水素再結合装置	2.201×10^3	2.401×10^3

(1) 引張応力

取付ボルトに対する引張力は図 4-3 及び図 4-4 で取付ボルトを支点とする転倒を考え、この片側の取付ボルト 1 本で受けるものとして計算する。

引張応力

$$\sigma_{b p} = \frac{F_{b p}}{A_{b 1}} \dots\dots\dots (4.6.3.1)$$

取付ボルトの軸断面積 $A_{b 1}$ は、次式により求める。

$$A_{b 1} = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \dots\dots\dots (4.6.3.2)$$

(2) せん断応力

取付ボルトに対するせん断力は、取付ボルト 1 本で受けるものとして計算する。

せん断応力

$$\tau_{b p} = \frac{Q_{b p}}{A_{b 1}} \dots\dots\dots (4.6.3.3)$$

4.6.4 基礎ボルト

基礎ボルトの応力は、解析で得られた反力及びモーメントから理論式により、引張応力及びせん断応力を算出する。

解析で得られた架台基礎ボルト部の反力及びモーメントを表 4-7 に示す。

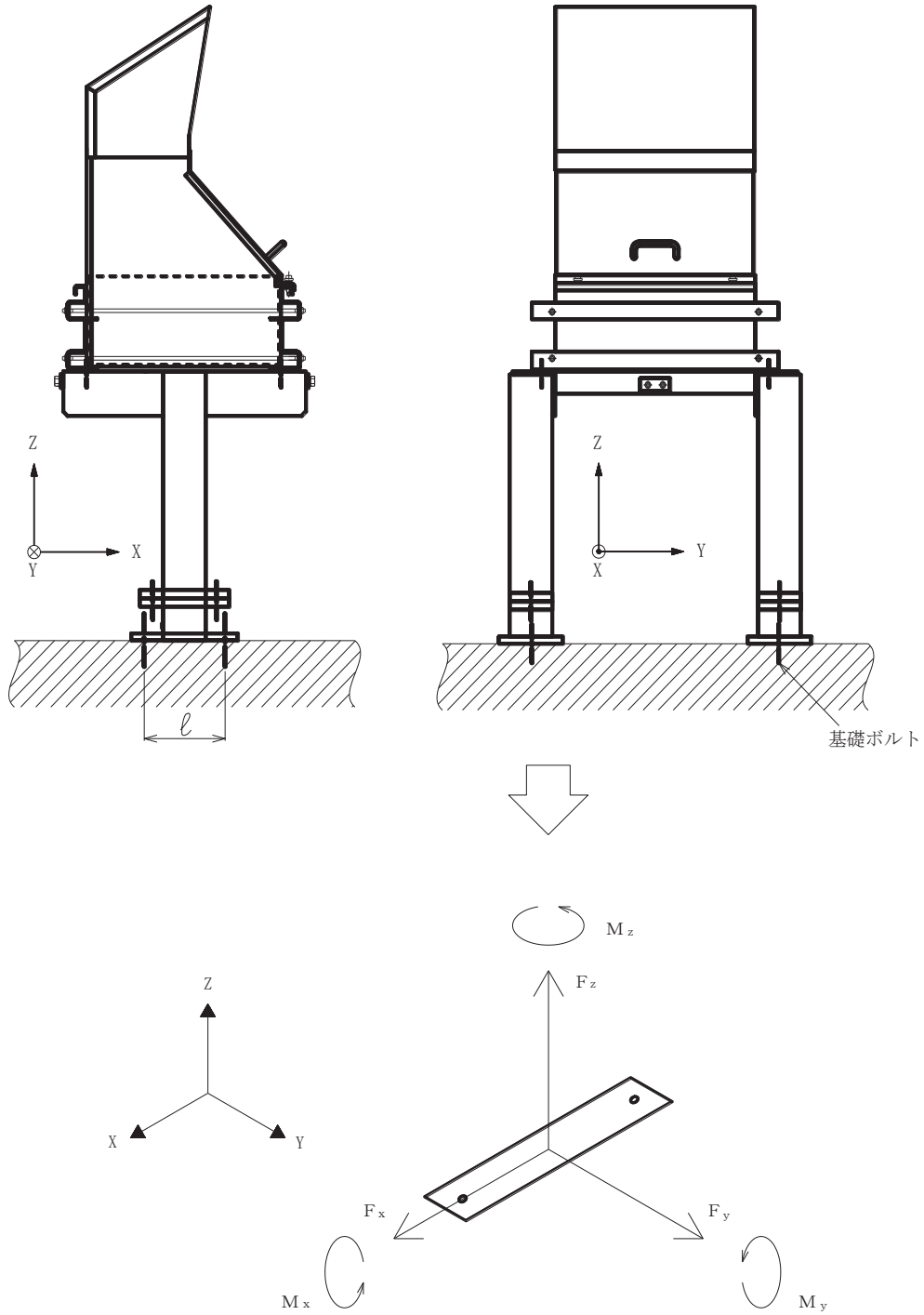


図 4-5 計算モデル (架台基礎ボルト部 (その 1))

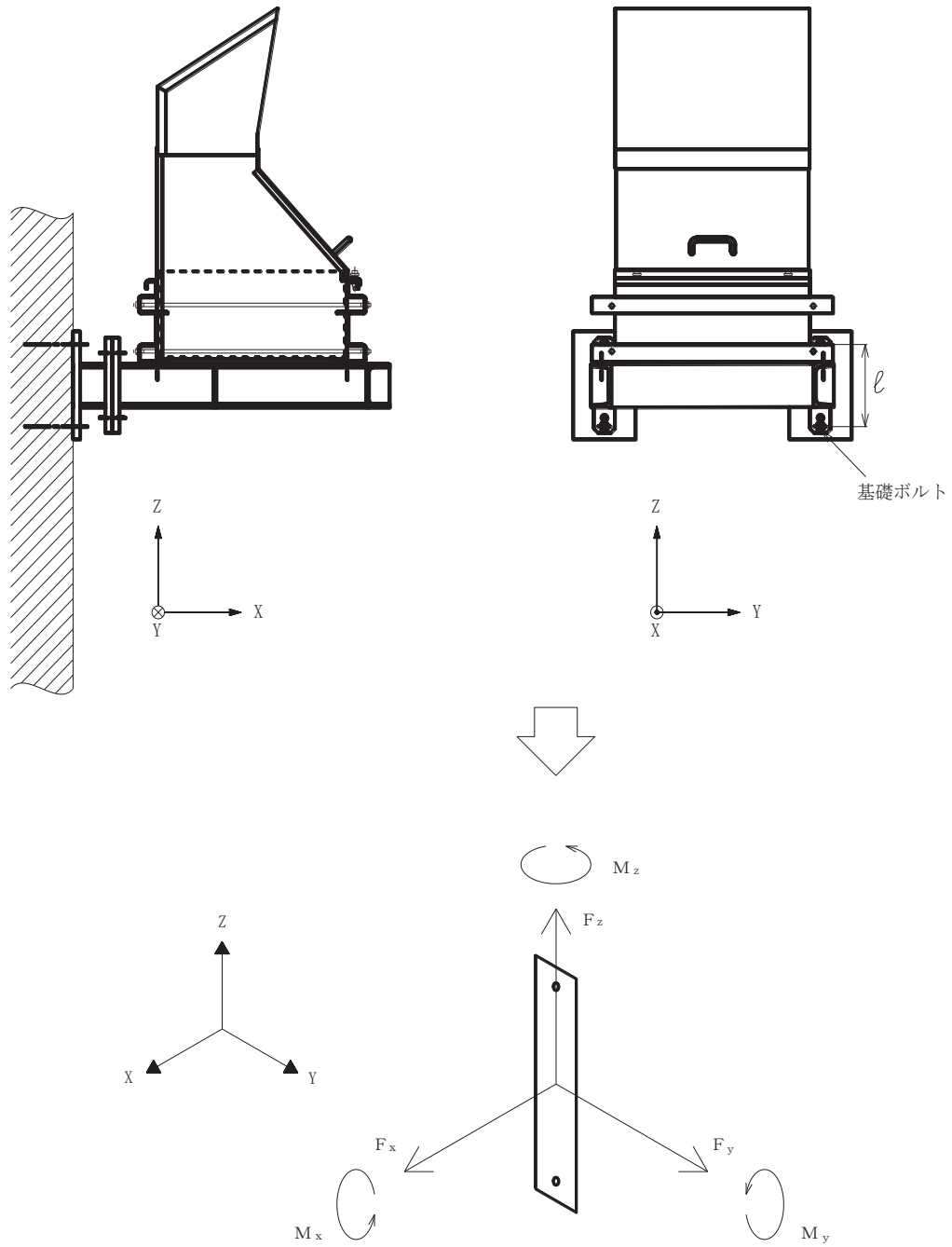


図 4-6 計算モデル（架台基礎ボルト部（その 2））

表 4-7 基礎ボルトの発生反力，モーメント

形状	対象機器	反力 (N)			モーメント (N・mm)		
		F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
その 1	静的触媒式水素再結合装置	1.382×10^3	53.95	1.418×10^3	8.904×10^3	7.099×10^5	8.796×10^3
その 2	静的触媒式水素再結合装置	1.519×10^3	28.67	1.185×10^3	3.860×10^4	4.642×10^5	2.484×10^4

(1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張応力は、次式により求める。

引張応力 (その 1)

$$\sigma_{ba} = \frac{F_z}{n_{f2} \cdot A_{b2}} + \frac{M_y}{n_{f3} \cdot \ell \cdot A_{b2}} \quad \dots\dots\dots (4.6.4.1)$$

引張応力 (その 2)

$$\sigma_{ba} = \frac{F_x}{n_{f2} \cdot A_{b2}} + \frac{M_y}{n_{f3} \cdot \ell \cdot A_{b2}} \quad \dots\dots\dots (4.6.4.2)$$

基礎ボルトの軸断面積 A_{b2} は、次式により求める。

$$A_{b2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \quad \dots\dots\dots (4.6.4.3)$$

(2) せん断応力

基礎ボルトに対するせん断応力は、次式により求める。

せん断応力 (その 1)

$$\tau_{ba} = \frac{\sqrt{F_x^2 + F_y^2}}{n_2 \cdot A_{b2}} + \frac{M_z}{n_2 \cdot \frac{\ell}{2} \cdot A_{b2}} \quad \dots\dots\dots (4.6.4.4)$$

せん断応力 (その 2)

$$\tau_{ba} = \frac{\sqrt{F_y^2 + F_z^2}}{n_2 \cdot A_{b2}} + \frac{M_x}{n_2 \cdot \frac{\ell}{2} \cdot A_{b2}} \quad \dots\dots\dots (4.6.4.5)$$

4.7 計算条件

応力解析に用いる自重（静的触媒式水素再結合装置本体及び架台）及び荷重（地震荷重）は、本計算書の【静的触媒式水素再結合装置の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

4.8 応力の評価

4.8.1 静的触媒式水素再結合装置本体及び架台の応力評価

4.6.1 項及び 4.6.2 項で求めた静的触媒式水素再結合装置本体及び架台の組合せ応力が許容応力 f_t 以下であること。

ただし、 f_t は下表による。

	基準地震動 S_s による荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_t	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$

4.8.2 取付ボルト及び基礎ボルトの応力評価

4.6.3 項で求めた取付ボルトの引張応力 σ_{bp} 及び 4.6.4 項で求めた基礎ボルトの引張応力 σ_{ba} は次式より求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。

ただし、 f_{ts} は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \dots\dots\dots (4.8.2.1)$$

せん断応力 τ_{bp} 及び τ_{ba} はせん断力のみを受ける取付ボルト及び基礎ボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。

ただし、 f_{sb} は下表による。

	基準地震動 S_s による荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{to}	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sb}	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

5. 評価結果

5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

静的触媒式水素再結合装置の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

【静的触媒式水素再結合装置（その1）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度		
静的触媒式 水素再結合装置 (その1)	常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 33.20* ¹ (O.P. 33.81)	0.031	0.040	—	—	C _H =2.71	C _V =1.78	300	66 (300* ²)

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：周囲環境温度は66°Cであるが、保守的に機器の最高使用温度である300°Cを使用する。

1.2 機器要目

m _o (kg)	m _{o1} (kg)	ℓ (mm)	E (MPa)	E _s (MPa)	ν	d ₁ (mm)	A _{b1} (mm ²)	d ₂ (mm)	A _{b2} (mm ²)	n ₁	n _{f1} *	n ₂	n _{f2}	n _{f3}
					0.3	12 (M12)	113.1	12 (M12)	113.1	1	1	2	2	1
											1			

注記*：上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

部材	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F* (MPa)
静的触媒式 水素再結合装置本体			
架台* ¹	170 (厚さ≤16mm)	373	204
	145	373	174
取付ボルト	131	427	176
基礎ボルト	150 (40mm<径≤100mm)	373	180

注記*1：上段はSS400、下段はSTKR400の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 取付ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F_{bp}		Q_{bp}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト	—	1.858×10^3	—	1.841×10^3

1.3.2 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F_x		F_y		F_z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—	1.382×10^3	—	53.95	—	1.418×10^3

1.3.3 基礎ボルトに作用するモーメント

(単位：N・mm)

部材	M_x		M_y		M_z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—	8.904×10^3	—	7.099×10^5	—	8.796×10^3

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位：s)

モード	固有周期	卓越方向
1次	0.040	鉛直

1.4.2 応力及び許容荷重 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
静的触媒式 水素再結合装置本体		組合せ	—	—	$\sigma_p = 121$	$f_t = 171$
架台	STKR400 *1	組合せ	—	—	$\sigma_s = 32$	$f_t = 174$
取付ボルト	SUS316	引張り	—	—	$\sigma_{bp} = 17$	$f_{ts} = 132$ *2
		せん断	—	—	$\tau_{bp} = 17$	$f_{sb} = 102$
基礎ボルト	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{ba} = 40$	$f_{ts} = 135$ *2
		せん断	—	—	$\tau_{ba} = 7$	$f_{sb} = 103$

すべて許容応力以下である。

注記*1：最大応力発生部の材料を示す。

*2： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

【静的触媒式水素再結合装置（その2）の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度		
静的触媒式 水素再結合装置 (その2)	常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 33.20* ¹ (O.P. 41.911)	0.027	0.040	—	—	C _H =3.73	C _V =1.91	300	66 (300* ²)

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：周囲環境温度は66°Cであるが、保守的に機器の最高使用温度である300°Cを使用する。

2.2 機器要目

m _o (kg)	m _{o1} (kg)	ℓ (mm)	E (MPa)	E _s (MPa)	ν	d ₁ (mm)	A _{b1} (mm ²)	d ₂ (mm)	A _{b2} (mm ²)	n ₁	n _{f1} * 1 1	n ₂	n _{f2}	n _{f3}
						0.3	12 (M12)	113.1	12 (M12)	113.1	1	2	2	1

注記*：上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

部材	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F* (MPa)
静的触媒式 水素再結合装置本体			
架台	170 (厚さ≤16mm)	373	204
取付ボルト	131	427	176
基礎ボルト	150 (40mm<径≤100mm)	373	180

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.3 計算数値

2.3.1 取付ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{bp}		Q _{bp}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト	—	2.201×10 ³	—	2.401×10 ³

2.3.2 基礎ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _x		F _y		F _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—	1.519×10 ³	—	28.67	—	1.185×10 ³

2.3.3 基礎ボルトに作用するモーメント (単位：N・mm)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—	3.860×10 ⁴	—	4.642×10 ⁵	—	2.484×10 ⁴

2.4 結論

2.4.1 固有周期 (単位：s)

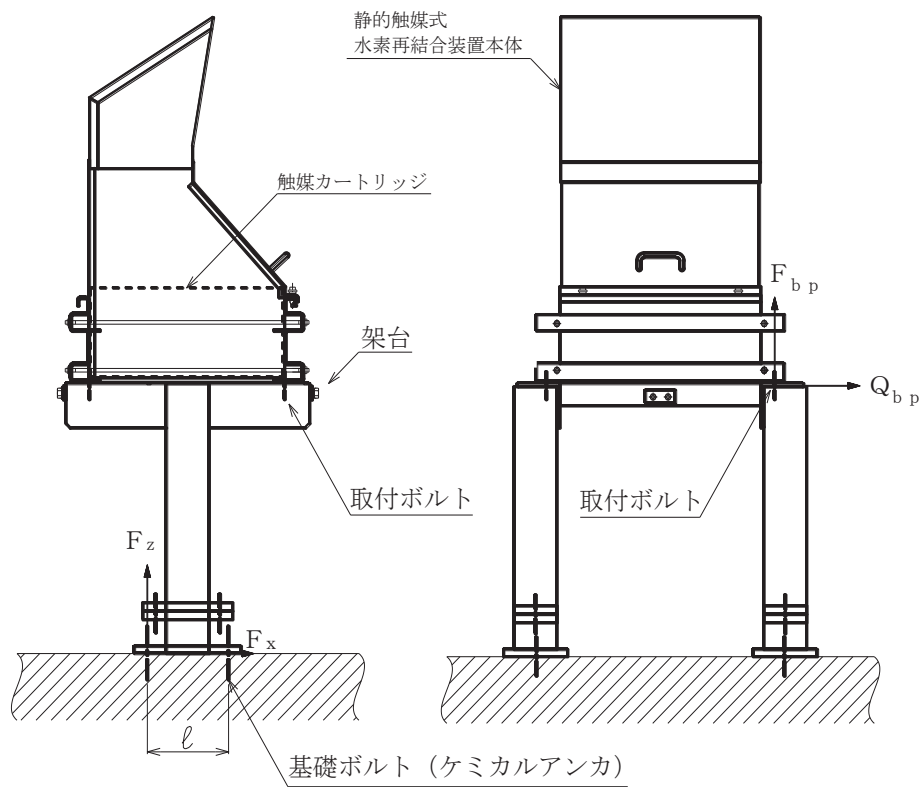
モード	固有周期	卓越方向
1次	0.040	鉛直

2.4.2 応力及び許容荷重 (単位：MPa)

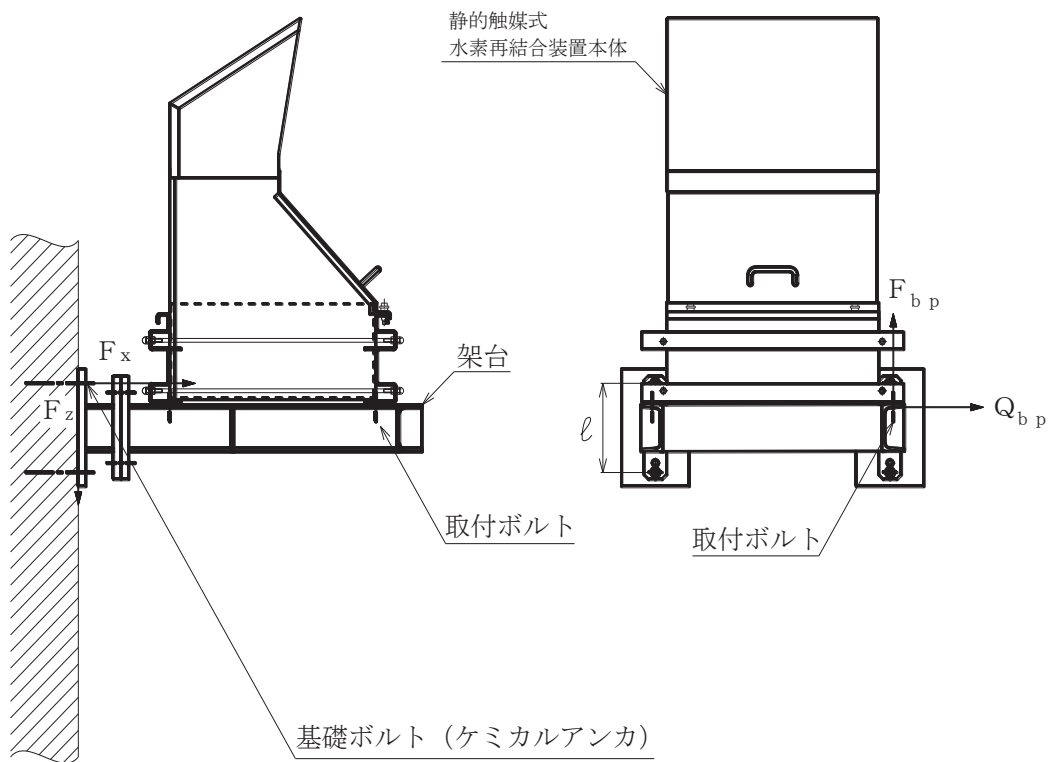
部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
静的触媒式 水素再結合装置本体		組合せ	—	—	$\sigma_p = 141$	$f_t = 171$
架台	SS400	組合せ	—	—	$\sigma_s = 46$	$f_t = 204$
取付ボルト	SUS316	引張り	—	—	$\sigma_{bp} = 20$	$f_{ts} = 132^*$
		せん断	—	—	$\tau_{bp} = 22$	$f_{sb} = 102$
基礎ボルト	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{ba} = 29$	$f_{ts} = 135^*$
		せん断	—	—	$\tau_{ba} = 7$	$f_{sb} = 103$

すべて許容応力以下である。

注記* : $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$



静的触媒式水素再結合装置 (その1)



静的触媒式水素再結合装置 (その2)

VI-2-9-4-6 圧力逃がし装置の耐震性についての計算書

目 次

VI-2-9-4-6-1 原子炉格納容器フィルタベント系の耐震性についての計算書

VI-2-9-4-6-1 原子炉格納容器フィルタベント系の耐震性についての
計算書

目 次

- VI-2-9-4-6-1-1 管の耐震性についての計算書（原子炉格納容器フィルタベント系）
- VI-2-9-4-6-1-2 フィルタ装置の耐震性についての計算書

VI-2-9-4-6-1-1 管の耐震性についての計算書
(原子炉格納容器フィルタベント系)

重大事故等対処設備

目次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	5
3. 計算条件	9
3.1 計算方法	9
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	10
3.3 設計条件	11
3.4 材料及び許容応力	15
3.5 設計用地震力	16
4. 解析結果及び評価	17
4.1 固有周期及び設計震度	17
4.2 評価結果	23
4.2.1 管の応力評価結果	23
4.2.2 支持構造物評価結果	24
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	25
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	26

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全 10 モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を 4.2.4 に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。






(3) 弁

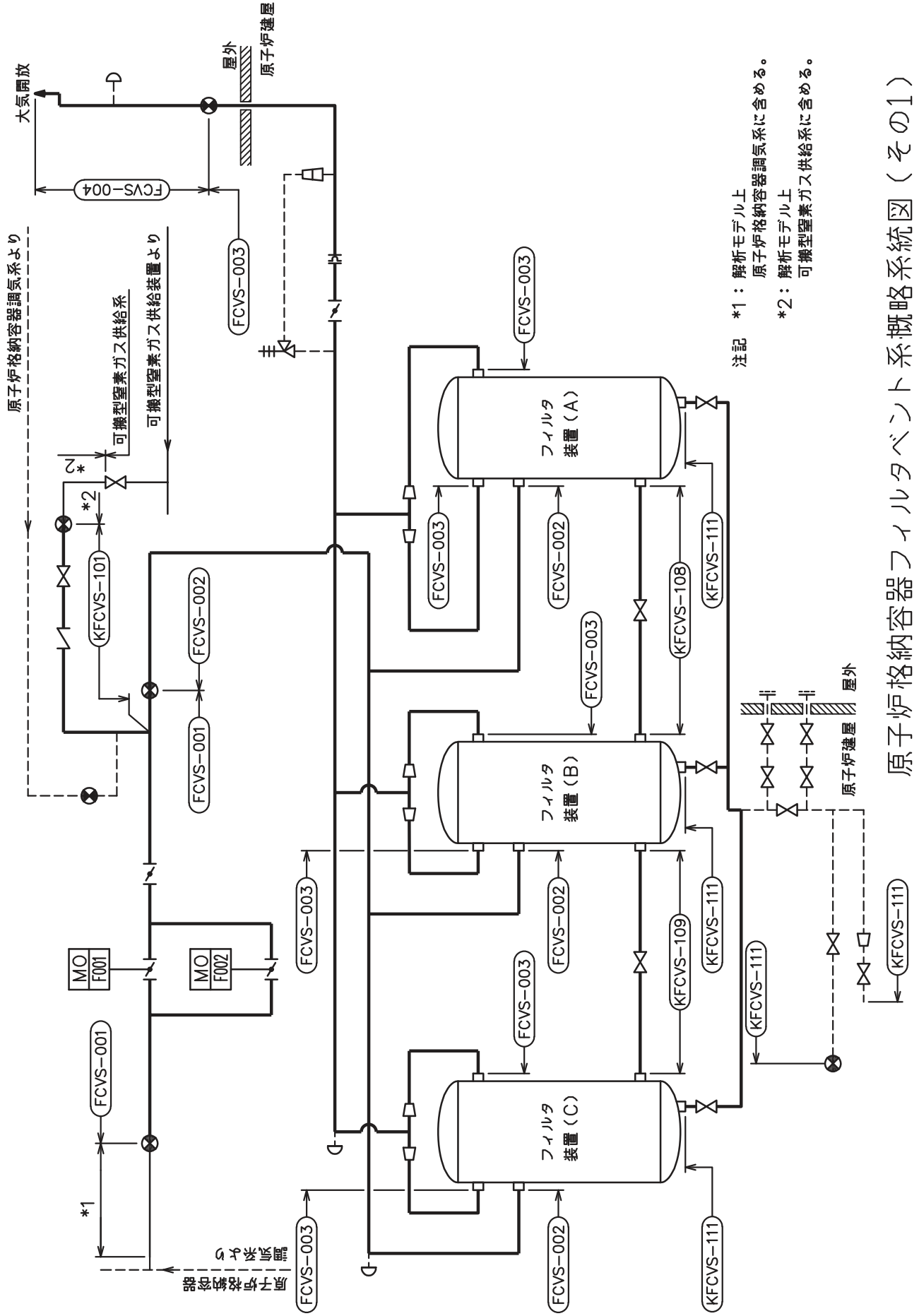
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

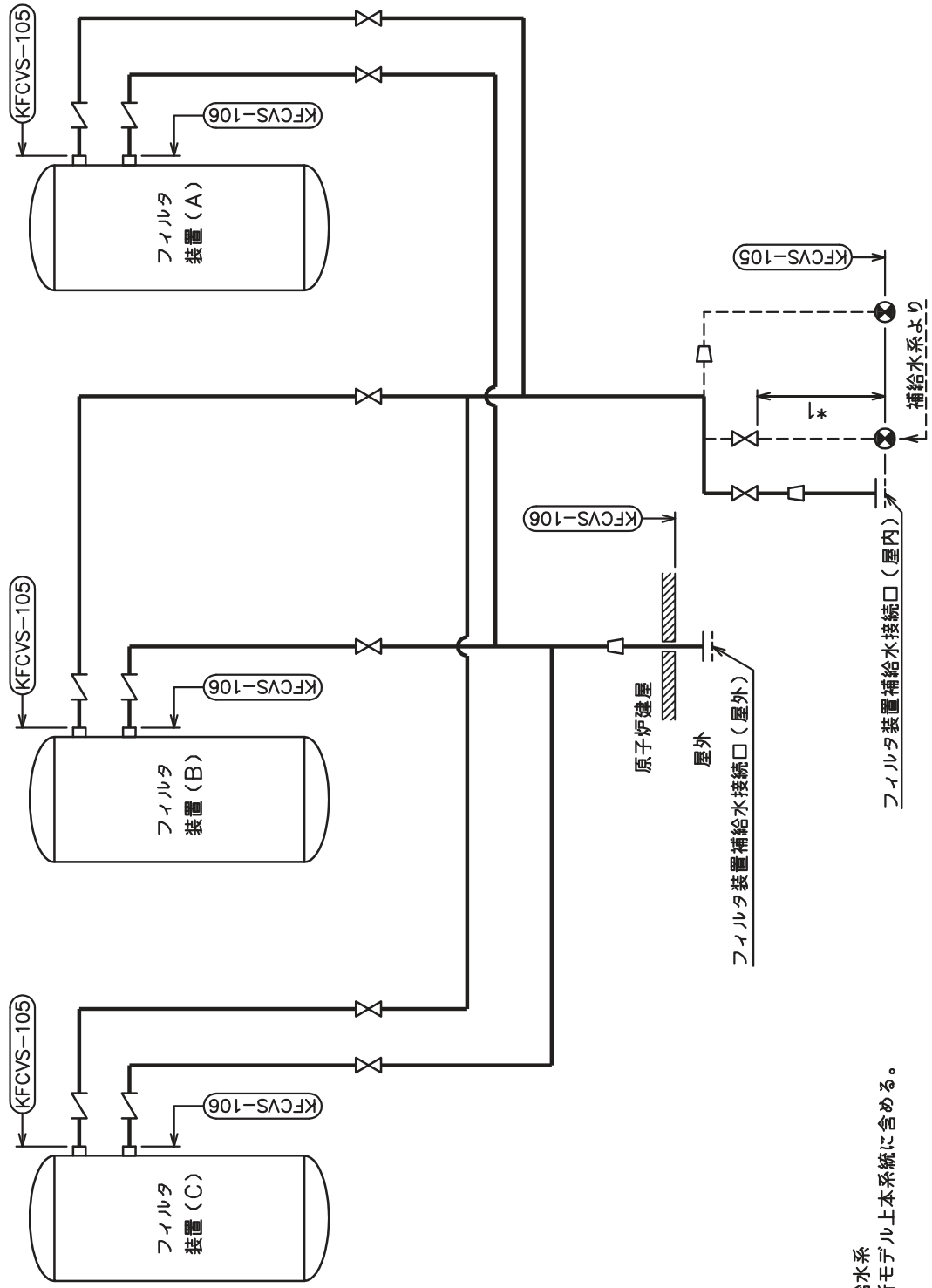
概略系統図記号凡例

記 号	内 容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ



注記 *1: 解析モデル上
原子炉格納容器調気系に含める。
*2: 解析モデル上
可搬型窒素ガス供給系に含める。

原子炉格納容器フィルタバント系概略系統図 (その1)


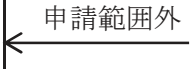




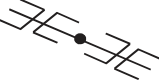

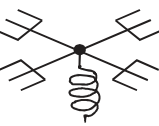
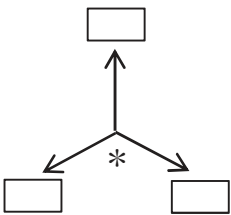


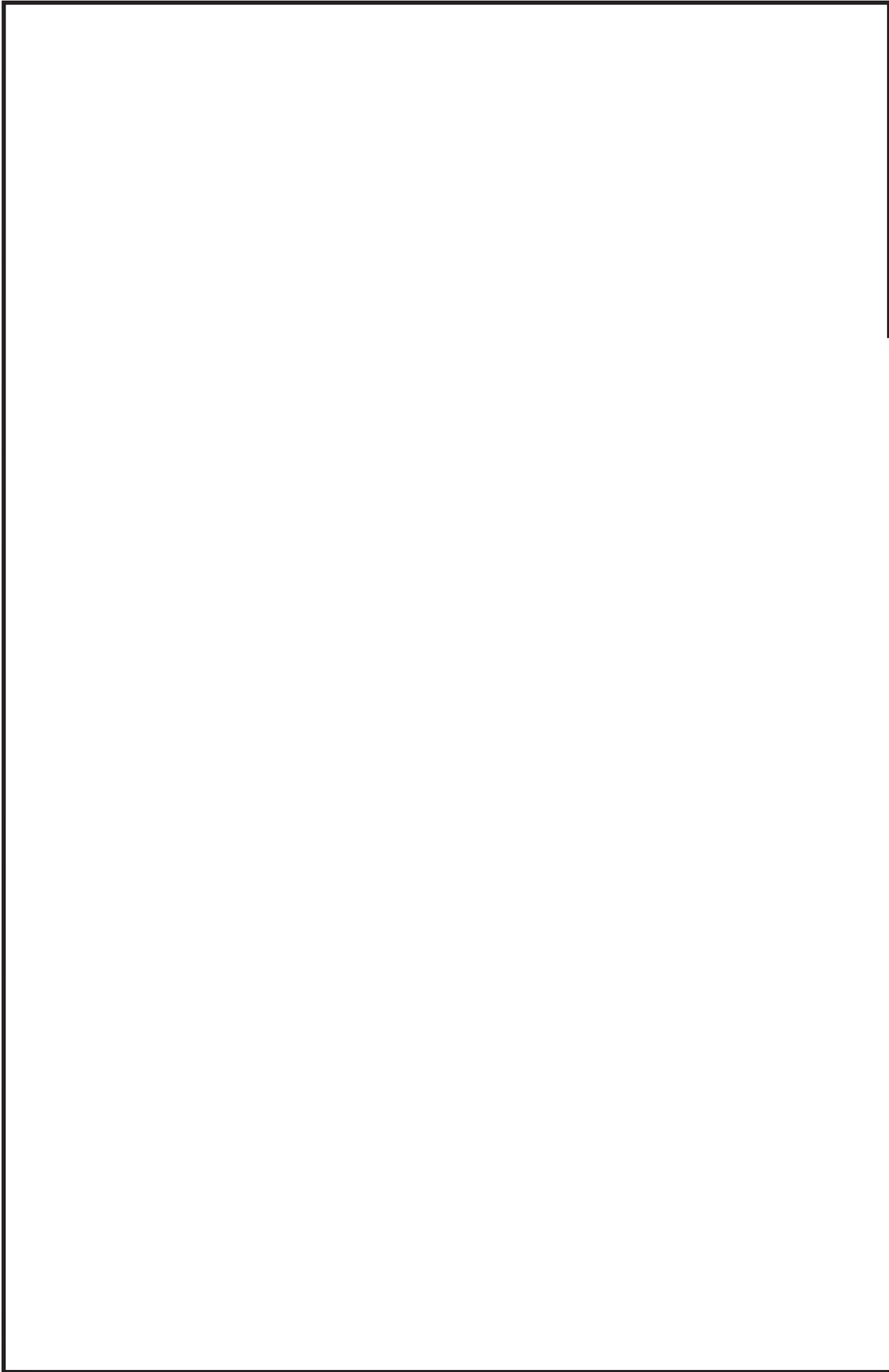
注記 *1: 補給水系
解析モデル上本系統に含める。

原子炉格納容器フィルタベント系概略系統図 (その2)

2.2 鳥瞰図

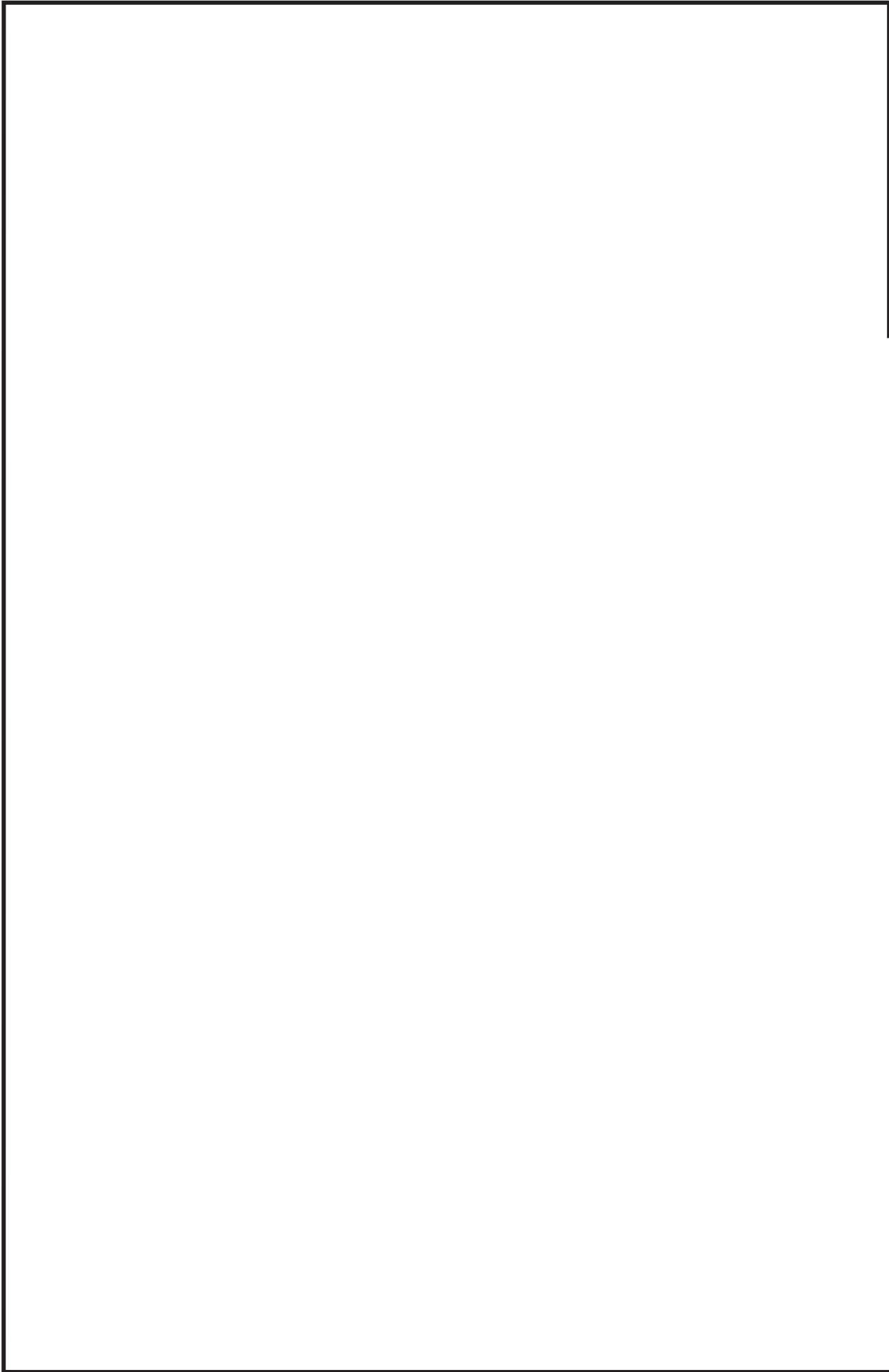
鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	<p>工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管</p>
	<p>工事計画記載範囲外の管</p>
	<p>工事計画記載範囲の管のうち，他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管</p>
	<p>質点</p>
	<p>アンカ</p>
	<p>レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)</p>
	<p>スナップ</p>
	<p>ハンガ</p>
	<p>ガイド</p>
	<p>拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号，矢印は拘束方向を示す。また，内に変位量を記載する。)</p>



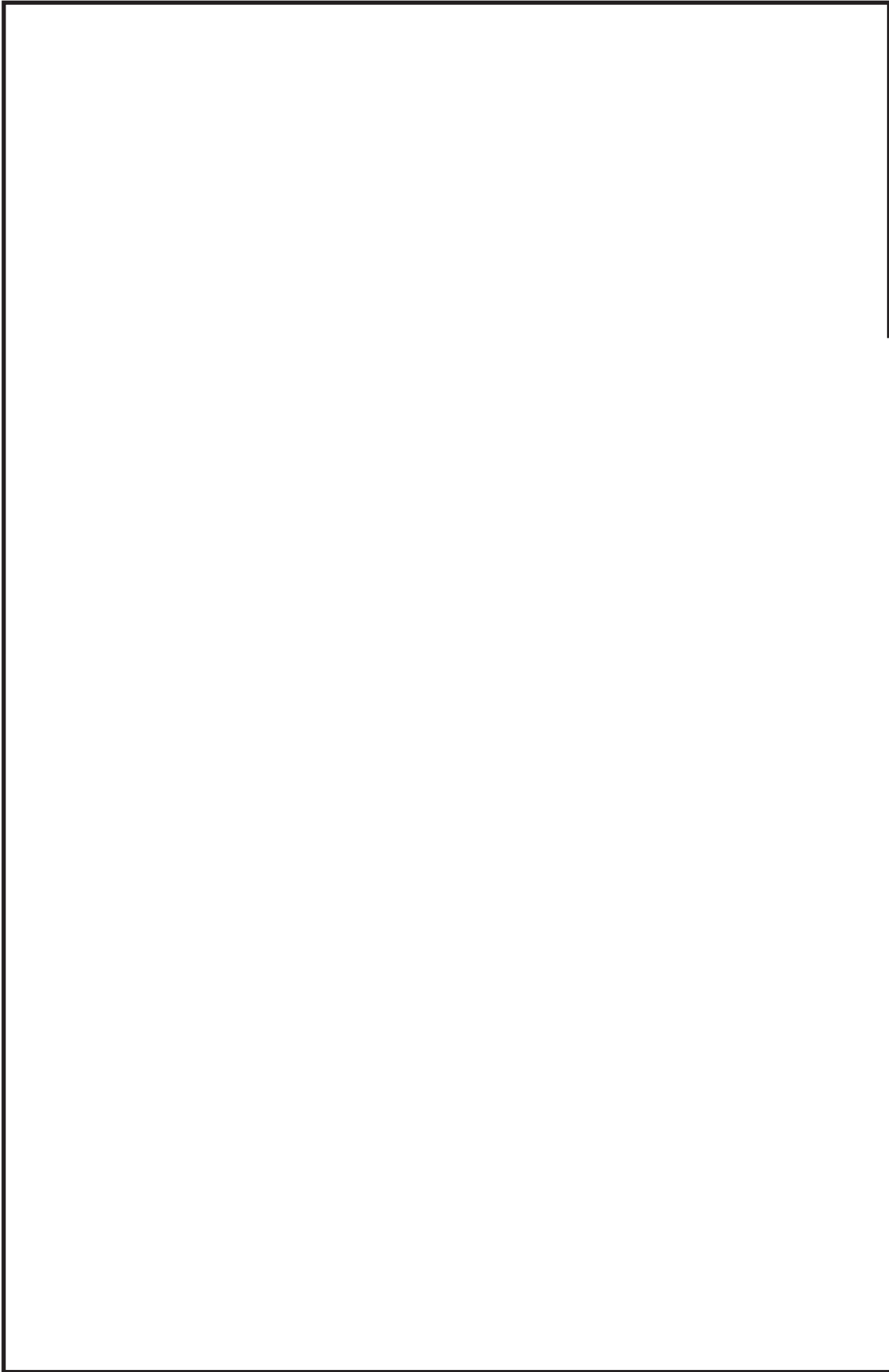
鳥瞰図 FCVS-003-1/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 FCVS-003-2/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 FCVS-003-3/3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類*2	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*3,*4	許容応力状態*5
原子炉格納施設	圧力逃がし装置	原子炉格納容器 フィルタベント 系	S A	常設/緩和	重大事故等 クラス2管	—	V _L (L) + S d	V _A S
							V _L (LL) + S s	
	V _L + S s							
原子炉格納施設	放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに格納容器再循環設備	原子炉格納容器 フィルタベント 系	S A	常設/緩和	重大事故等 クラス2管	—	V _L (L) + S d	V _A S
							V _L (LL) + S s	
							V _L + S s	
原子炉冷却系統施設	残留熱除去設備	原子炉格納容器 フィルタベント 系	S A	常設耐震/防止	重大事故等 クラス2管	—	V _L (L) + S d	V _A S
							V _L (LL) + S s	
							V _L + S s	

注記*1：DBは設計基準対象施設，S Aは重大事故等対処設備を示す。

*2：「常設耐震/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を，「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*3：運転状態の添字Lは荷重，(L)は荷重が長期間作用している状態，(LL)は(L)より更に長時間荷重が作用している状態を示す。

*4：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

*5：許容応力状態V_ASは許容応力状態IV_ASの許容限界を使用し，許容応力状態IV_ASとして評価を実施する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し、管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 F C V S - 0 0 3

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	854kPa (0.854MPa)	200	406.4	12.7	SUS316L	—	183000
2	854kPa (0.854MPa)	200	406.4	12.7	STS410	—	191000
3	854kPa (0.854MPa)	200	508.0	15.1	STS410	—	191000
4	854kPa (0.854MPa)	200	508.0	15.1	SM400C	—	191000
5	854kPa (0.854MPa)	200	508.0	15.1	SUS316L	—	183000
6	854kPa (0.854MPa)	200	508.0	26.2	SUSF316L	—	183000

設計条件

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 F C V S - 0 0 3

管名称	対 応 す る 評 価 点														
1	1	2	10	11	22	23	31	32	42	43	51	52			
2	2	3	4	5	6	7	11	12	13	14	15	16	23	24	25
	26	27	28	32	33	34	35	36	37	43	44	45	46	47	48
	52	53	54	55	56	57									
3	7	8	9	16	17	18	20	21	28	29	30	37	38	39	40
	41	48	49	50	57	58	59	60	61	62	63	64	65	67	69
	70	71	72	76	77	79	80	81	82	83	84	86	87	89	90
	92	93													
4	18	19	20	39	40	59	60	61	62	63	64	67	68	69	70
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	84	85	86	87
	88	89	90	91	92	93	94	95	97	98	131				
5	100	101	102	103	104	105	106	107	108	132					
6	108	109													

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 F C V S - 0 0 3

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
1		23		45		68		90	
2		24		46		69		91	
3		25		47		70		92	
4		26		48		71		93	
5		27		49		72		94	
6		28		50		73		98	
7		29		51		74		100	
8		30		52		75		101	
9		31		53		76		102	
10		32		54		77		103	
11		33		55		78		104	
12		34		56		79		105	
13		35		57		80		106	
14		36		58		81		107	
15		37		59		82		108	
16		38		60		83		109	
17		39		61		84		131	
18		40		62		85		132	
19		41		63		86			
20		42		64		87			
21		43		65		88			
22		44		67		89			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

評価点	質量(kg)
95	
96	
97	
128	
129	
130	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁1	96			

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 F C V S - 0 0 3

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1						
10						
22						
31						
42						
51						
68						
** 73 **						
** 75 **						
** 78 **						
85						
** 88 **						
91						
98						
104						
106						
109						

[Redacted]

02 ③ VI-2-9-4-6-1-1 (重) R0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
SM400C	200	—	193	373	—
STS410	200	—	207	404	—
SUS316L	200	—	120	407	—
SUSF316L	200	—	120	382	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥 瞰 図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)
F C V S - 0 0 3	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 FCVS-003

適用する地震動等		S d 及び静的震度			S s		
		応答水平震度*1	応答鉛直震度*1	応答水平震度*1	応答水平震度*1	応答鉛直震度*1	応答鉛直震度*1
モード	固有周期 (s)	X 方向	Z 方向	Y 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次							
2 次							
3 次							
4 次							
5 次*2							
動的震度*3							
静的震度*4							

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050s以下であることを示す。
 *3：S d又はS s地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C_I及び1.2C_Vより定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

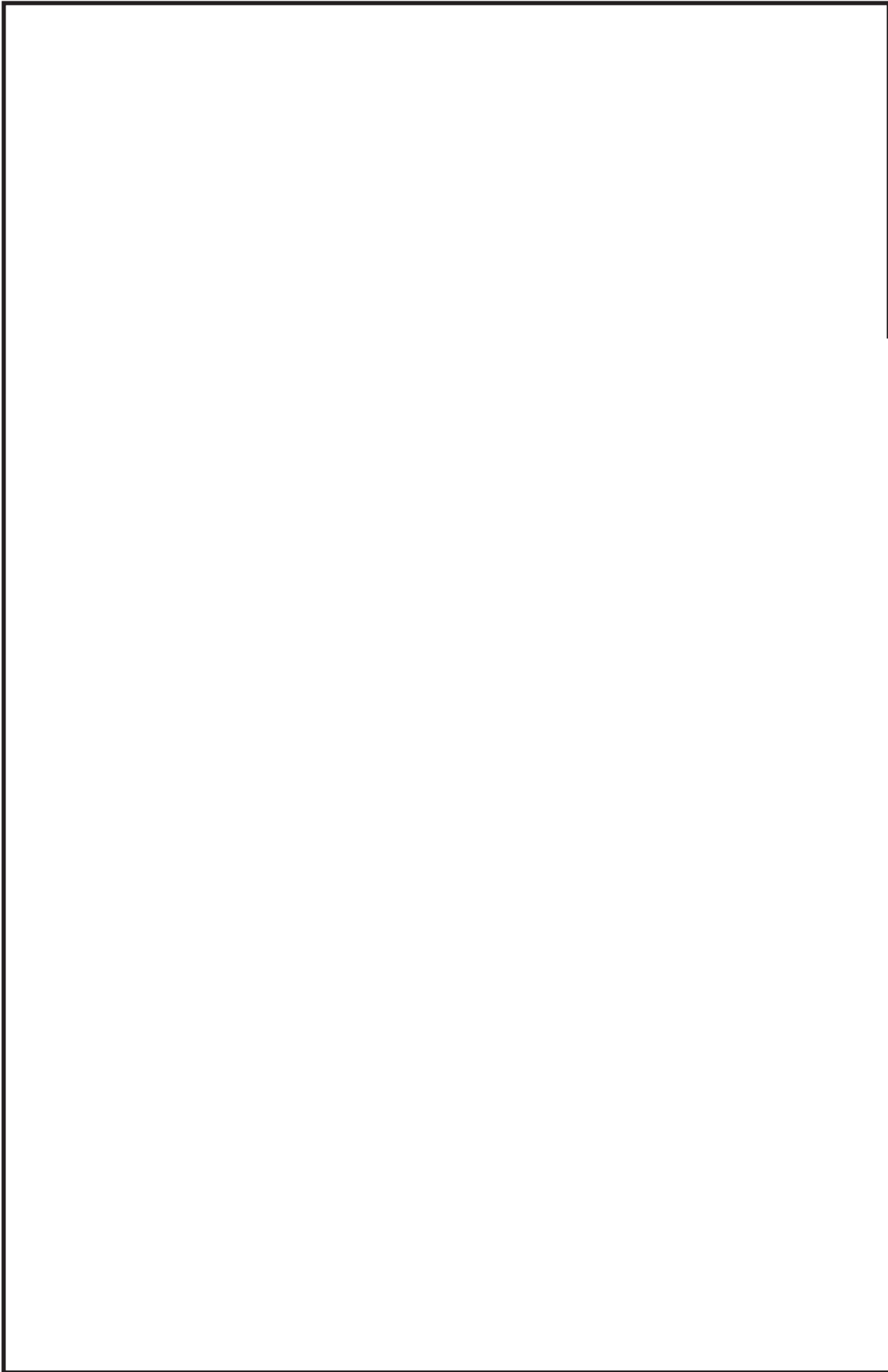
鳥瞰図 FCVS-003

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				

注記*: 刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

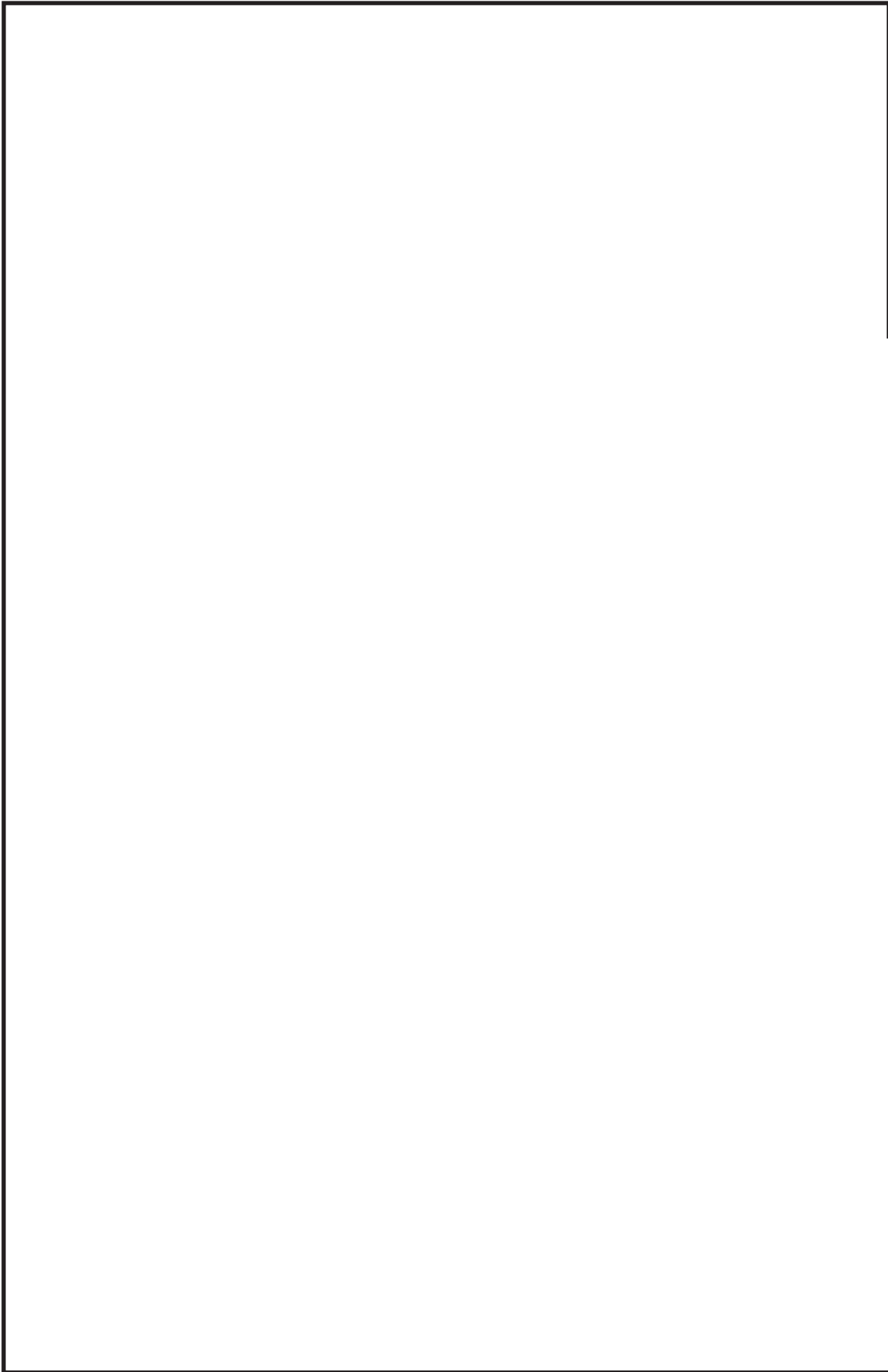
代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



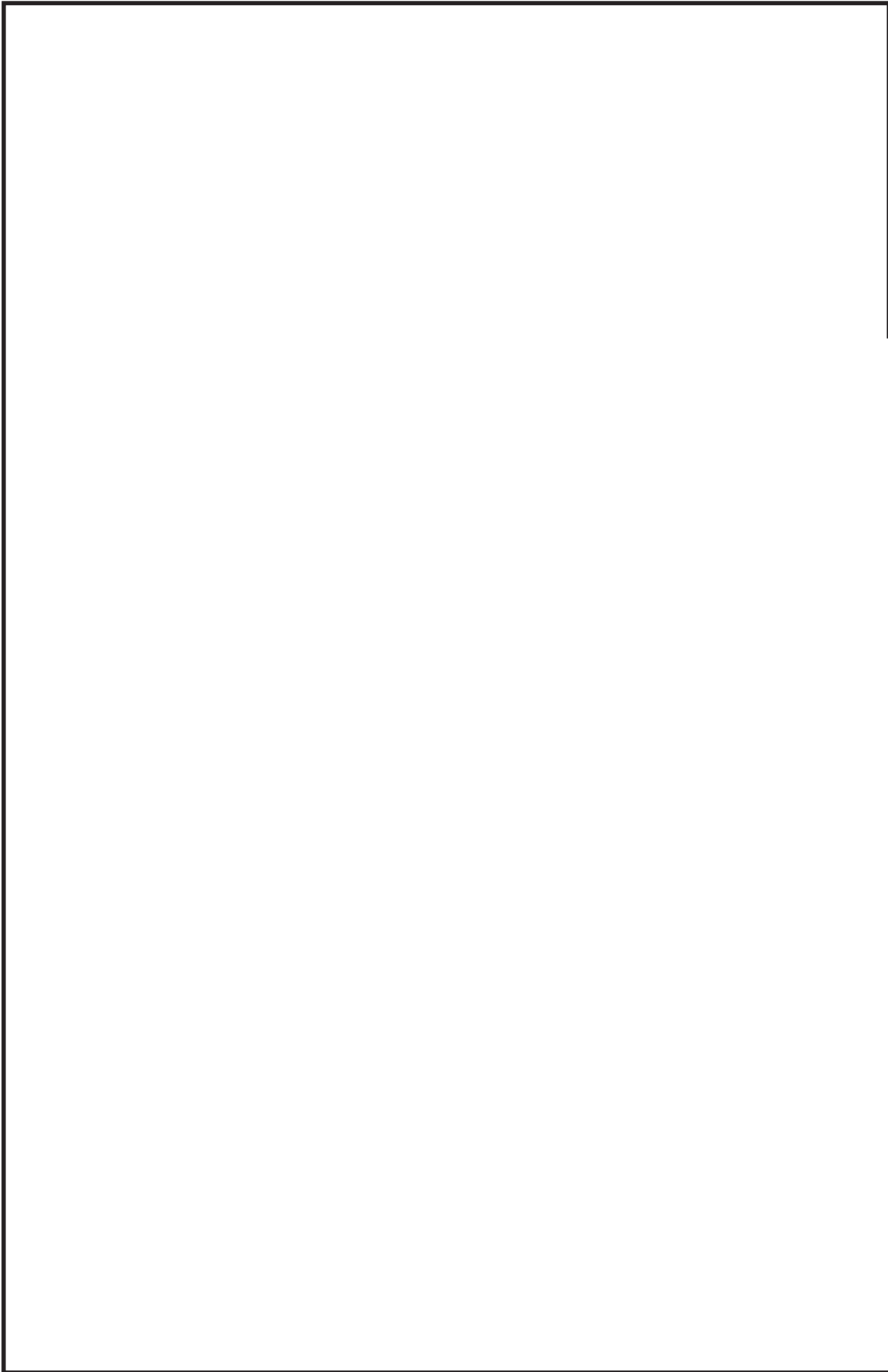
鳥瞰図 FCVS-003

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 FCVS-003

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 FCVS-003

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 Sprm(Ss)	許容応力 0.9・Su	計算応力 Sn(Ss)	許容応力 2・Sy	
FCVS-003	V _A S	10	Spr m(Ss)	136	366	—	—	—
	V _A S	1	Sn(Ss)	—	—	302*	240	0.3849

注記*：許容応力を超える計算応力に対して付記する。

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
T63-F002	電動バタフライ弁	β (S s)	4.8	1.3	6.0	6.0	—	—

* 応答加速度は、打ち切り振動数を 50Hz として計算した結果を示す。

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と余裕を算出し、応力分類ごとに余裕が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態 VAS														
		一次応力						一次+二次応力						疲労評価		
		評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	余裕 裕度	代表	評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	余裕 裕度	代表	評価点	疲労 累積 係数	代表		
1	FCVS-001	31	114	363	3.18	—	31	218	414	1.89	—	—	—	—		
2	FCVS-002	73	127	363	2.85	—	70	226	414	1.83	—	—	—	—		
3	FCVS-003	10	136	366	2.69	○	1	302	240	0.79	○	1	0.3849	○		
4	FCVS-004	3	132	366	2.77	—	3	274	240	0.87	—	3	0.3833	—		
5	KFCVS-101	37	113	363	3.21	—	35	204	414	2.02	—	—	—	—		
6	KFCVS-105	59	70	366	5.22	—	84	213	240	1.12	—	—	—	—		
7	KFCVS-106	6	76	413	5.43	—	60	232	318	1.37	—	—	—	—		
8	KFCVS-108	10	41	366	8.92	—	1	90	240	2.66	—	—	—	—		
9	KFCVS-109	8	93	366	3.93	—	8	171	240	1.40	—	—	—	—		
10	KFCVS-111	11	91	366	4.02	—	11	163	240	1.47	—	—	—	—		

VI-2-10 その他発電用原子炉の附属施設の耐震性についての計算書

目 次

- VI-2-10-1 非常用電源設備の耐震性についての計算書
- VI-2-10-2 浸水防護施設の耐震性についての計算書
- VI-2-10-3 補機駆動用燃料設備の耐震性についての計算書
- VI-2-10-5 緊急時対策所の耐震性についての計算書

VI-2-10-1 非常用電源設備の耐震性についての計算書

目 次

- VI-2-10-1-1 非常用電源設備の耐震性についての計算結果
- VI-2-10-1-2 非常用電源装置の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-3 その他の電源装置の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4 その他の非常用電源設備の耐震性についての計算書

VI-2-10-1-1 非常用電源設備の耐震性についての計算結果

目 次

1. 概要	1
2. 耐震評価条件整理	1

1. 概要

本説明書は、非常用電源設備の耐震計算の手法及び条件の整理について説明するものである。

2. 耐震評価条件整理

非常用電源設備に対して、設計基準対象施設の耐震重要度分類，重大事故等対処設備の設備分類を整理した。既設の設計基準対象施設については、耐震評価における手法及び条件について、既に認可を受けた実績との差異の有無を整理した。また、重大事故等対処設備のうち、設計基準対象施設であるものについては、重大事故等対処設備の評価条件と設計基準対象施設の評価条件との差異の有無を整理した。結果を表1に示す。

非常用電源設備の耐震計算は表1に示す計算書に記載することとする。

表 1 耐震評価条件整理一覧表 (1/11)

評価対象設備				設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
				耐震重要度 分類	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類*1	設計基準対 象施設との 評価条件の 差異	耐震計算の 記載箇所
その他発電用原子炉の 附属施設	非常用電源設備	非常用ディーゼル発電設備	非常用ディーゼル機 関*2	S	無	VI-2-10-1-2-1-1	常設／防止 (DB 拡張) 常設／緩和 (DB 拡張)	無	VI-2-10-1-2-1-1
			非常用ディーゼル発 電機	S	無	VI-2-10-1-2-1-1	常設／防止 (DB 拡張) 常設／緩和 (DB 拡張)	無	VI-2-10-1-2-1-1
			空気だめ*3	S	無	VI-2-10-1-2-1-2	常設／防止 (DB 拡張) 常設／緩和 (DB 拡張)	無	VI-2-10-1-2-1-2
			燃料デイタンク	S	無	VI-2-10-1-2-1-3	常設／防止 (DB 拡張) 常設／緩和 (DB 拡張)	無	VI-2-10-1-2-1-3
			燃料移送ポンプ	S	無	VI-2-10-1-2-1-4	常設／防止 (DB 拡張) 常設／緩和 (DB 拡張)	無	VI-2-10-1-2-1-4
			非常用ディーゼル発 電設備軽油タンク	S	有	VI-2-10-1-2-1-5	常設耐震／防止 常設／緩和	無	VI-2-10-1-2-1-5

表 1 耐震評価条件整理一覧表 (2/11)

評価対象設備				設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
				耐震重要度 分類	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類*1	設計基準対 象施設との 評価条件の 差異	耐震計算の 記載箇所
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	非常用ディーゼル	主配管	S	有	VI-2-10-1-2-1-6	常設／防止 (DB 拡張) 常設／緩和 (DB 拡張)	有	VI-2-10-1-2-1-6
			非常用ディーゼル発電設備制御盤*4	S	無	VI-2-10-1-2-1-7	常設耐震／防止 常設／緩和	無	VI-2-10-1-2-1-7
	高圧炉心系 非常用電源設備	ディーゼル	高圧炉心スプレイ系 ディーゼル機関*5	S	無	VI-2-10-1-2-2-1	常設／防止 (DB 拡張)	無	VI-2-10-1-2-2-1
			高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機	S	無	VI-2-10-1-2-2-1	常設／防止 (DB 拡張)	無	VI-2-10-1-2-2-1
			空気だめ*6	S	無	VI-2-10-1-2-2-2	常設／防止 (DB 拡張)	無	VI-2-10-1-2-2-2

表 1 耐震評価条件整理一覧表 (3/11)

評価対象設備				設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
				耐震重要度 分類	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類*1	設計基準対 象施設との 評価条件の 差異	耐震計算の 記載箇所
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備	燃料デイトンク	S	無	VI-2-10-1-2-2-3	常設／防止 (DB 拡張)	無	VI-2-10-1-2-2-3
			燃料移送ポンプ	S	無	VI-2-10-1-2-2-4	常設／防止 (DB 拡張)	無	VI-2-10-1-2-2-4
			高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 軽油タンク	S	有	VI-2-10-1-2-2-5	常設耐震／防止 常設／緩和	無	VI-2-10-1-2-2-5
			主配管	S	有	VI-2-10-1-2-2-6	常設／防止 (DB 拡張)	有	VI-2-10-1-2-2-6
							常設耐震／防止 常設／緩和		
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 制御盤*7	S	無	VI-2-10-1-2-2-7	常設／防止 (DB 拡張)	無	VI-2-10-1-2-2-7			

表 1 耐震評価条件整理一覧表 (4/11)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備			
			耐震重要度 分類	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類*1	設計基準対 象施設との 評価条件の 差異	耐震計算の 記載箇所	
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	ガスタービン発電設備	ガスタービン機関	—	—*8	VI-2-10-1-2-3-1	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-2-3-1
			ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ	—	—*8	VI-2-10-1-2-3-2	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-2-3-2
			ガスタービン発電設備軽油タンク	—	—*8	VI-2-10-1-2-3-3	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-2-3-3
			ガスタービン発電設備燃料小出槽	—	—*8	VI-2-10-1-2-3-4	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-2-3-4
			非常用ディーゼル発電設備軽油タンク	S	有	VI-2-10-1-2-1-5	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-2-1-5
			高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備軽油タンク	S	有	VI-2-10-1-2-2-5	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-2-2-5
			主配管	—	—*8	VI-2-10-1-2-3-5	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-2-3-5
			ガスタービン発電機*9	—	—*8	VI-2-10-1-2-3-1	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-2-3-1
			ガスタービン発電設備制御盤*10	—	—*8	VI-2-10-1-2-3-6	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-2-3-6

表 1 耐震評価条件整理一覧表 (5/11)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備			
			耐震重要度 分類	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類*1	設計基準対 象施設との 評価条件の 差異	耐震計算の 記載箇所	
その他 の附属施設	非常用 電源設備	緊急時 対策所 デ ィ ー ゼ ル 発 電 設 備	緊急時対策所 軽油タンク	C	—*8	VI-2-10-1-2-4-1	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-2-4-1
			主配管	C	—*8	VI-2-10-1-2-4-2	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-2-4-2
その他 発電用 原子炉 の附属 施設	非常用 電源設備	その他 の電源 装置	無停電交流電源用 静止形無停電電源 装置	S	無	VI-2-10-1-3-1-1	—	—	—
			125V 蓄電池 2A 及び 2B	S	有	VI-2-10-1-3-2-1	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-3-2-1
			125V 蓄電池 2H	S	無	VI-2-10-1-3-2-1	常設/防止 (DB 拡張)	無	VI-2-10-1-3-2-1
			125V 代替蓄電池	—	—*8	VI-2-10-1-3-2-2	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-3-2-2
			250V 蓄電池	—	—*8	VI-2-10-1-3-2-3	常設耐震/防止	—	VI-2-10-1-3-2-3

表 1 耐震評価条件整理一覧表 (6/11)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備			
			耐震重要度 分類	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類*1	設計基準対 象施設との 評価条件の 差異	耐震計算の 記載箇所	
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	その他	メタルクラッドスイッチギア (非常用)	S	無	VI-2-10-1-4-1	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-4-1
			メタルクラッドスイッチギア (高圧炉心スプレイ系用)	S	無	VI-2-10-1-4-2	常設/防止 (DB 拡張)	無	VI-2-10-1-4-2
			パワーセンタ (非常用)	S	無	VI-2-10-1-4-3	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-4-3
			モータコントロールセンタ (非常用)	S	無	VI-2-10-1-4-4	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-4-4
			モータコントロールセンタ (高圧炉心スプレイ系用)	S	無	VI-2-10-1-4-5	常設/防止 (DB 拡張)	無	VI-2-10-1-4-5
			動力変圧器 (非常用)	S	無	VI-2-10-1-4-6	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-4-6
			動力変圧器 (高圧炉心スプレイ系用)	S	無	VI-2-10-1-4-7	常設/防止 (DB 拡張)	無	VI-2-10-1-4-7
			460V 原子炉建屋交流電源切替盤 (非常用)	S	—*8	VI-2-10-1-4-8	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-8

表 1 耐震評価条件整理一覧表 (7/11)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備			
			耐震重要度 分類	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類*1	設計基準対 象施設との 評価条件の 差異	耐震計算の 記載箇所	
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	その他	中央制御室 120V 交流分電盤 (非常用)	S	—*8	VI-2-10-1-4-9	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-9
			ガスタービン発電機接続盤	—	—*8	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-10
			メタルクラッドスイッチギア (緊急用)	—	—*8	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-11
			動力変圧器 (緊急用)	—	—*8	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-12
			パワーセンタ (緊急用)	—	—*8	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-13
			モータコントロールセンタ (緊急用)	—	—*8	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-14
			ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤	—	—*8	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-15
			460V 原子炉建屋交流電源切替盤 (緊急用)	—	—*8	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-16

表 1 耐震評価条件整理一覧表 (8/11)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備			
			耐震重要度 分類	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類*1	設計基準対 象施設との 評価条件の 差異	耐震計算の 記載箇所	
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	その他	120V 原子炉建屋交流電源切替盤(緊急用)	—	—*8	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-17
			中央制御室 120V 交流分電盤 (緊急用)	—	—*8	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-18
			メタルクラッドスイッチギア(緊急時対策所用)	C	—*8	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-19
			動力変圧器(緊急時対策所用)	C	—*8	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-20
			モータコントロールセンタ(緊急時対策所用)	C	—*8	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-21
			105V 交流電源切替盤 (緊急時対策所用)	C	—*8	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-22
			105V 交流分電盤(緊急時対策所用)	C	—*8	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-23
			120V 交流分電盤(緊急時対策所用)	C	—*8	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-24

表 1 耐震評価条件整理一覧表 (9/11)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
			耐震重要度 分類	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類*1	設計基準対 象施設との 評価条件の 差異	耐震計算の 記載箇所
その他 非常用電源設備	その他	210V 交流分電盤(緊急時対策所用)	C	—*8	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-25
		125V 直流主母線盤 (緊急時対策所用)	C	—*8	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-26
		125V 充電器 2A 及び 2B	S	無	VI-2-10-1-4-27	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-4-27
		125V 直流主母線盤 2A 及び 2B	S	無	VI-2-10-1-4-28	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-4-28
		125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1	—	—*8	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-29
		125V 直流分電盤 2A-1, 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B- 3	S	無	VI-2-10-1-4-30	常設耐震/防止 常設/緩和	無	VI-2-10-1-4-30
		125V 直流電源切替 盤 2A 及び 2B	S	—*8	VI-2-10-1-4-31	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-31

表 1 耐震評価条件整理一覧表 (10/11)

評価対象設備				設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
				耐震重要度 分類	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類*1	設計基準対 象施設との 評価条件の 差異	耐震計算の 記載箇所
その他 発電用原子炉の 附属施設	非常用電源設備	その他	125V 直流 RCIC モータコントロール センタ	S	無	VI-2-10-1-4-32	常設/防止 (DB 拡張)	無	VI-2-10-1-4-32
			125V 充電器 2H	S	無	VI-2-10-1-4-33	常設/防止 (DB 拡張)	無	VI-2-10-1-4-33
			125V 直流主母線盤 2H	S	無	VI-2-10-1-4-34	常設/防止 (DB 拡張)	無	VI-2-10-1-4-34
			125V 直流分電盤 2H	S	無	VI-2-10-1-4-35	常設/防止 (DB 拡張)	無	VI-2-10-1-4-35
			125V 代替充電器	—	—*8	—	常設耐震/防止 常設/緩和	—	VI-2-10-1-4-36

表 1 耐震評価条件整理一覧表 (11/11)

評価対象設備				設計基準対象施設			重大事故等対処設備		
				耐震重要度 分類	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類*1	設計基準対 象施設との 評価条件の 差異	耐震計算の 記載箇所
その他 附属施設	非常用電源設備	その他	250V 充電器	—	—*8	—	常設耐震/防止	—	VI-2-10-1-4-37
			250V 直流主母線盤	—	—*8	—	常設耐震/防止	—	VI-2-10-1-4-38

注記*1: 「常設耐震/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備, 「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備, 「常設/防止 (DB 拡張)」は常設重大事故防止設備 (設計基準拡張), 「常設/緩和 (DB 拡張)」は常設重大事故緩和設備 (設計基準拡張) を示す。

*2: 非常用ディーゼル発電設備調速装置, 非常調速装置及び機関付清水ポンプはディーゼル機関付きであるため, ディーゼル機関の評価に包絡される。

*3: 非常用ディーゼル発電設備空気だめの安全弁は空気だめ付きであるため, 空気だめの評価に包絡される。

*4: 非常用ディーゼル発電設備の励磁装置及び保護継電装置は非常用ディーゼル発電設備制御盤付きであるため, 非常用ディーゼル発電設備制御盤の評価に包絡される。

*5: 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備調速装置, 非常調速装置及び機関付清水ポンプは高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関付きであるため, 高圧炉心スプレイ系ディーゼル機関の評価に包絡される。

*6: 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備空気だめの安全弁は空気だめ付きであるため, 空気だめの評価に包絡される。

*7：高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備の励磁装置及び保護継電装置は高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備制御盤付きであるため、高圧炉心スプレイ系ディーゼル設備制御盤の評価に包絡される。

*8：本工事計画で新規に申請する設備であることから、差異比較の対象外。

*9：ガスタービン発電設備の励磁装置はガスタービン発電機付きであるため、ガスタービン発電機の評価に包絡される。

*10：ガスタービン発電設備調速装置、非常調速装置及び保護継電装置はガスタービン発電設備制御盤付きであるため、ガスタービン発電設備制御盤の評価に包絡される。

VI-2-10-1-2 非常用電源装置の耐震性についての計算書

目 次

- VI-2-10-1-2-1 非常用ディーゼル発電設備の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-2-2 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-2-3 ガスタービン発電設備の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-2-4 緊急時対策所ディーゼル発電設備の耐震性についての計算書

VI-2-10-1-2-3 ガスタービン発電設備の耐震性についての計算書

目 次

VI-2-10-1-2-3-1	ガスタービン発電設備	機関・発電機の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-2-3-2	ガスタービン発電設備	燃料移送ポンプの耐震性についての計算書
VI-2-10-1-2-3-3	ガスタービン発電設備	軽油タンクの耐震性についての計算書
VI-2-10-1-2-3-4	ガスタービン発電設備	燃料小出槽の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-2-3-5	ガスタービン発電設備	管の耐震性についての計算書
VI-2-10-1-2-3-6	ガスタービン発電設備	制御盤の耐震性についての計算書

VI-2-10-1-2-3-1 ガスタービン発電設備 機関・発電機の
耐震性についての計算書

目次

1.	概要	1
2.	一般事項	1
2.1	構造計画	1
2.2	評価方針	6
2.2.1	ガスタービン機関, ガスタービン発電機及び共通架台	6
2.2.2	車両フレーム(発電機車・制御車)	6
2.3	適用基準	9
2.4	記号の説明	10
2.4.1	ガスタービン機関の記号の説明	10
2.4.2	ガスタービン発電機の記号の説明	12
2.4.3	共通架台の記号の説明	13
2.4.4	車両フレーム(発電機車・制御車)の記号の説明	15
2.5	計算精度と数値の丸め方	17
3.	評価部位	18
4.	加振試験	19
4.1	基本方針	19
4.2	試験構成	19
4.3	入力地震動	19
4.4	許容限界	19
4.5	加振試験結果	19
5.	構造強度評価	22
5.1	ガスタービン機関, ガスタービン発電機及び共通架台	22
5.1.1	構造強度評価方法	22
5.1.2	荷重の組合せ及び許容応力	22
5.1.3	設計用加速度	26
5.1.4	計算方法	27
5.1.5	計算条件	36
5.1.6	応力の評価	37
5.2	車両フレーム(発電機車・制御車)	40
5.2.1	構造強度評価方法	40
5.2.2	荷重の組合せ及び許容応力	40
5.2.3	設計用加速度	43
5.2.4	計算方法	45
5.2.5	計算条件	53

5.2.6	応力の評価	53
6.	機能維持評価	54
6.1	機能維持評価方法	54
7.	評価結果	55
7.1	重大事故等対処設備としての評価結果	55
7.1.1	構造強度評価結果	55
7.1.2	機能維持評価結果	55

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ガスタービン発電設備 機関・発電機が設計用地震力に対して十分な構造強度及び機能を有していることを説明するものである。

また、ガスタービン発電設備 機関・発電機のうち間接支持構造物である共通架台、車両フレーム（発電機車・制御車）が設計用地震力に対して十分な支持機能を有していることを説明するものである。

ガスタービン発電設備 機関・発電機は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ガスタービン発電設備のガスタービン機関、ガスタービン発電機、共通架台、車両フレーム（発電機車・制御車）の構造計画を表 2-1、表 2-2、表 2-3 及び表 2-4 に示す。

表 2-1 構造計画

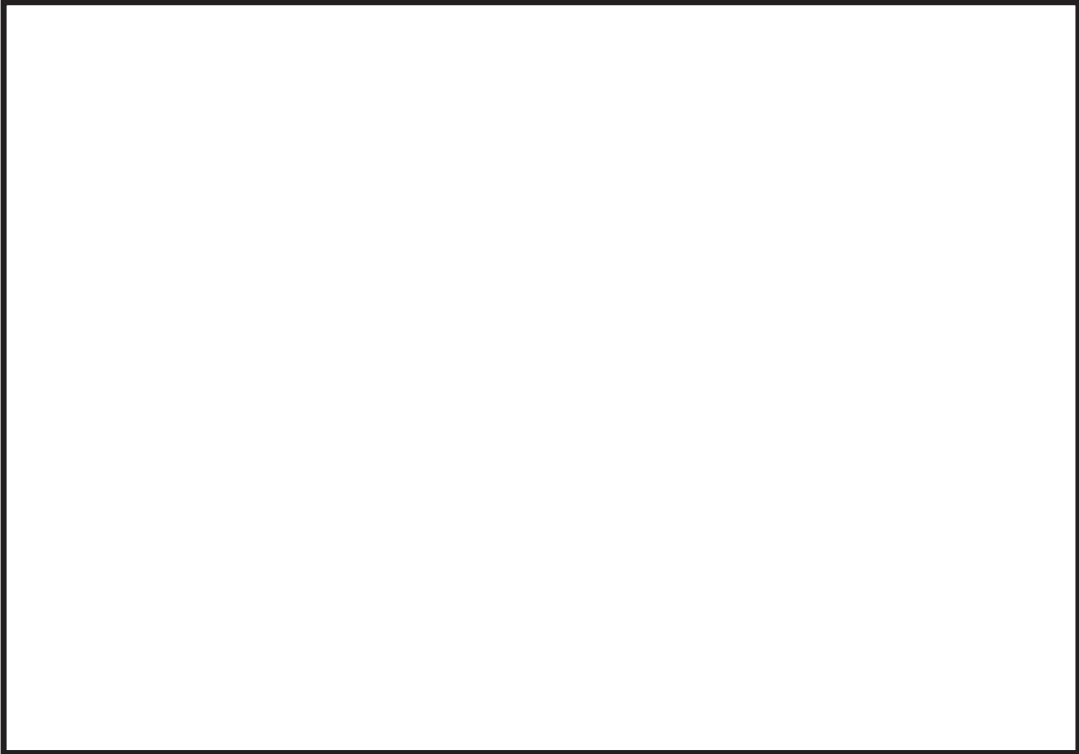
計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
ガスタービン機関は、共通架台に取付ボルトにより固定される。	単純開放サイクル 1軸式 ガスタービン機関	<p>【ガスタービン機関】</p> 

表 2-2 構造計画

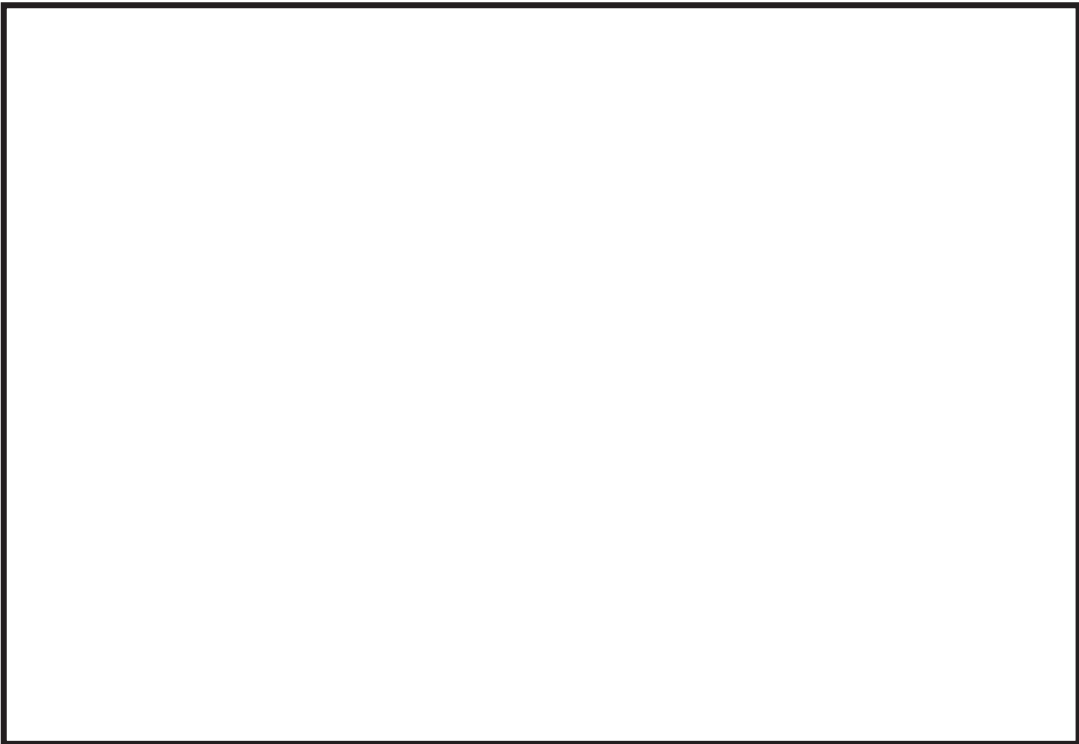
計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
ガスタービン発電機は、共通架台に取付ボルトにより固定される。	三相交流同期発電機	<p>【ガスタービン発電機】</p> 

表 2-3 構造計画

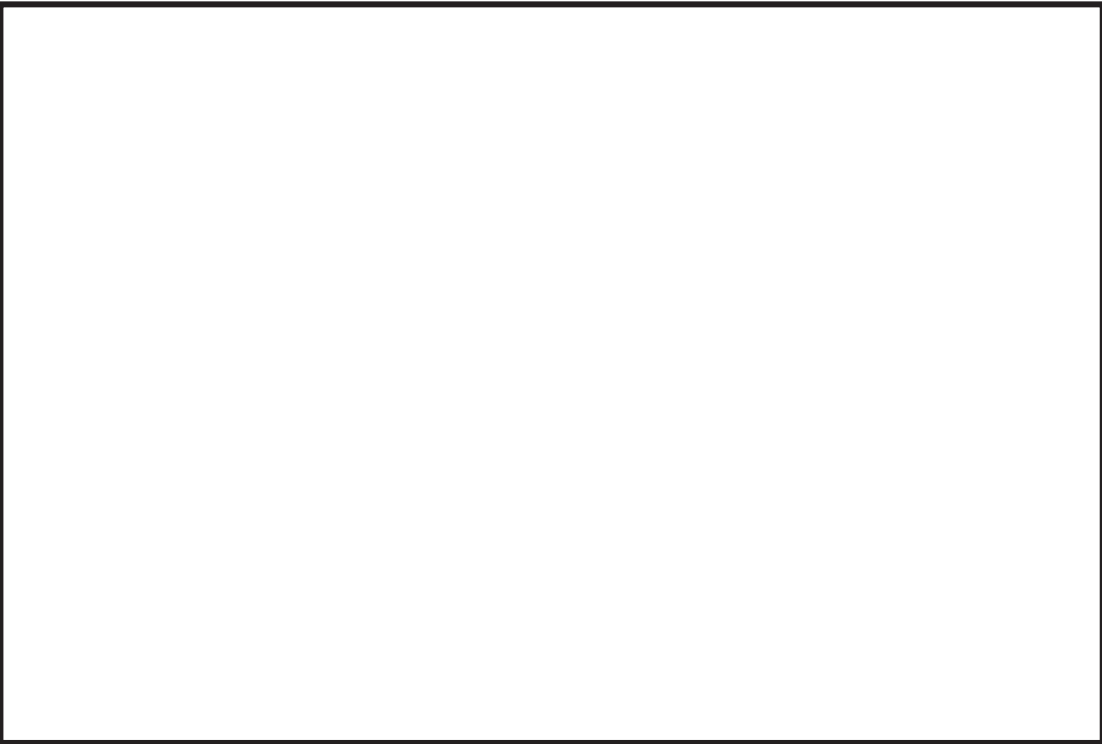
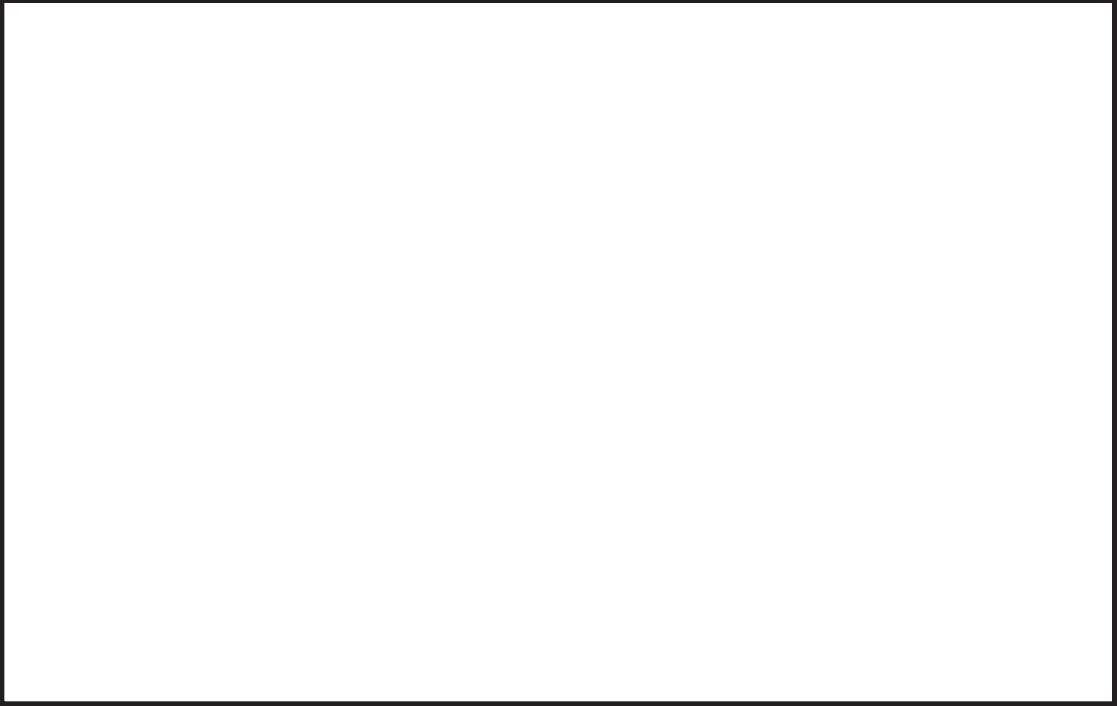
計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
共通架台は車両に取付ボルトにより固定される。	架台 (鋼材を組み合わせた架台)	<p>【共通架台】</p> 

表 2-4 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<ul style="list-style-type: none"> ・ガスタービン発電設備 機関・発電機は発電機車、 制御車で構成される。 ・車載設備の自重を支持す るフレームを車両上に設 置する。 ・車両は固定装置で固定 し、保管する。 	フレーム (トラック)	<p>【車両フレーム(発電機車・制御車)】</p>  <p style="text-align: center;"> 発電機車 制御車 </p>

5

2.2 評価方針

2.2.1 ガスタービン機関，ガスタービン発電機及び共通架台

ガスタービン機関，ガスタービン発電機及び共通架台の応力評価は，添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき，「2.1 構造計画」にて示すガスタービン機関，ガスタービン発電機及び共通架台の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所に発生する応力等が許容限界内に収まることを，「4. 加振試験」で得られた設計用加速度を用い，「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。

また，ガスタービン機関，ガスタービン発電機の機能維持評価は，添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した機能維持の方針に基づき，地震時の応答加速度が機能確認済加速度以下であることを，「6. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「7. 評価結果」に示す。

ガスタービン機関，ガスタービン発電機及び共通架台の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

2.2.2 車両フレーム(発電機車・制御車)

間接支持構造物である車両フレーム(発電機車・制御車)の応力評価は，添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき，「2.1 構造計画」にて示す車両のフレームの部位を踏まえ，「3. 評価部位」にて設定する箇所に発生する応力等が許容限界内に収まることを，「4. 加振試験」で得られた設計用加速度を用い，「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。

また，間接支持構造物である車両フレーム(発電機車・制御車)の機能維持評価は，添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した支持機能維持の方針に基づき，間接支持構造物として十分な支持機能を有していることを，「6. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「7. 評価結果」に示す。

車両フレーム(発電機車・制御車)の耐震評価フローを図 2-2 に示す。

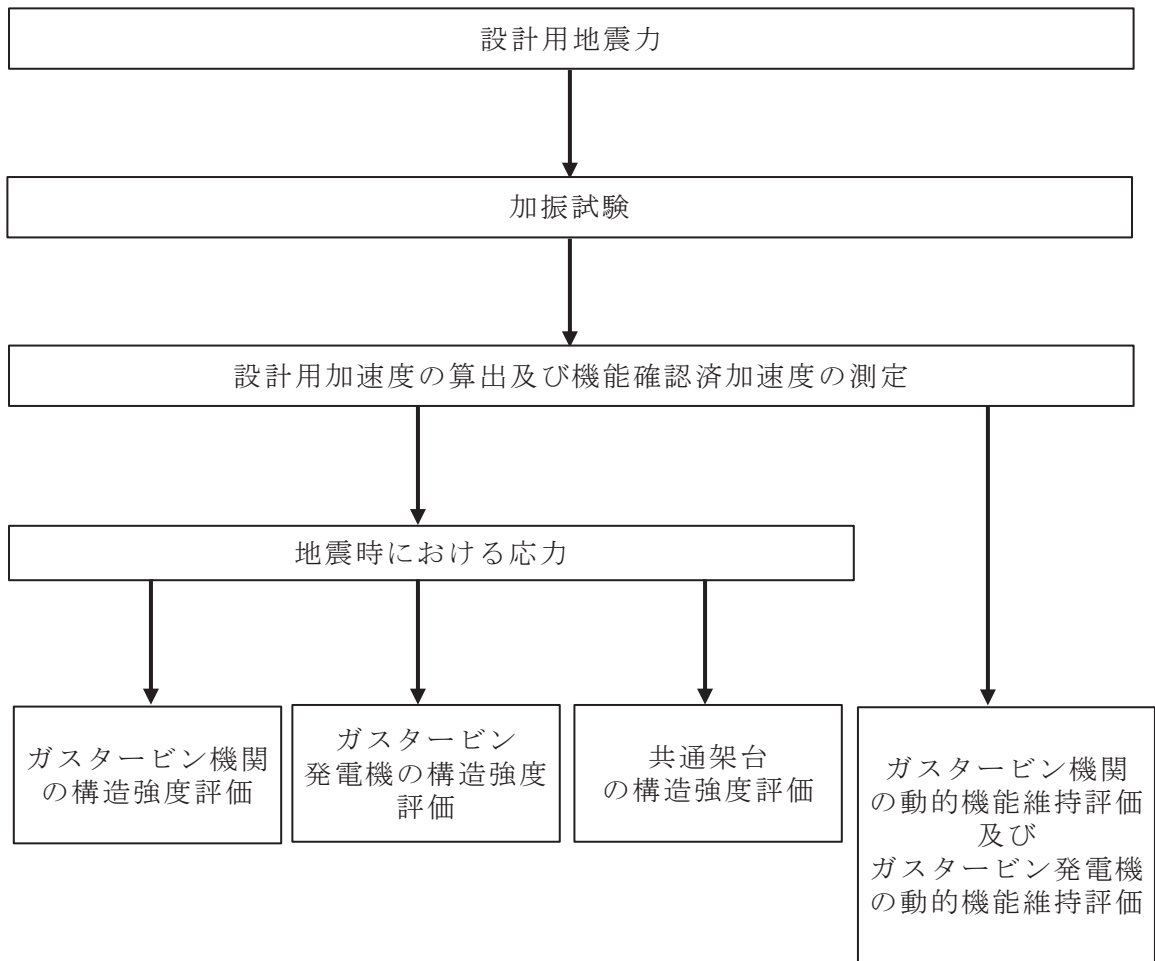


図 2-1 ガスタービン機関，ガスタービン発電機及び共通架台の耐震評価フロー

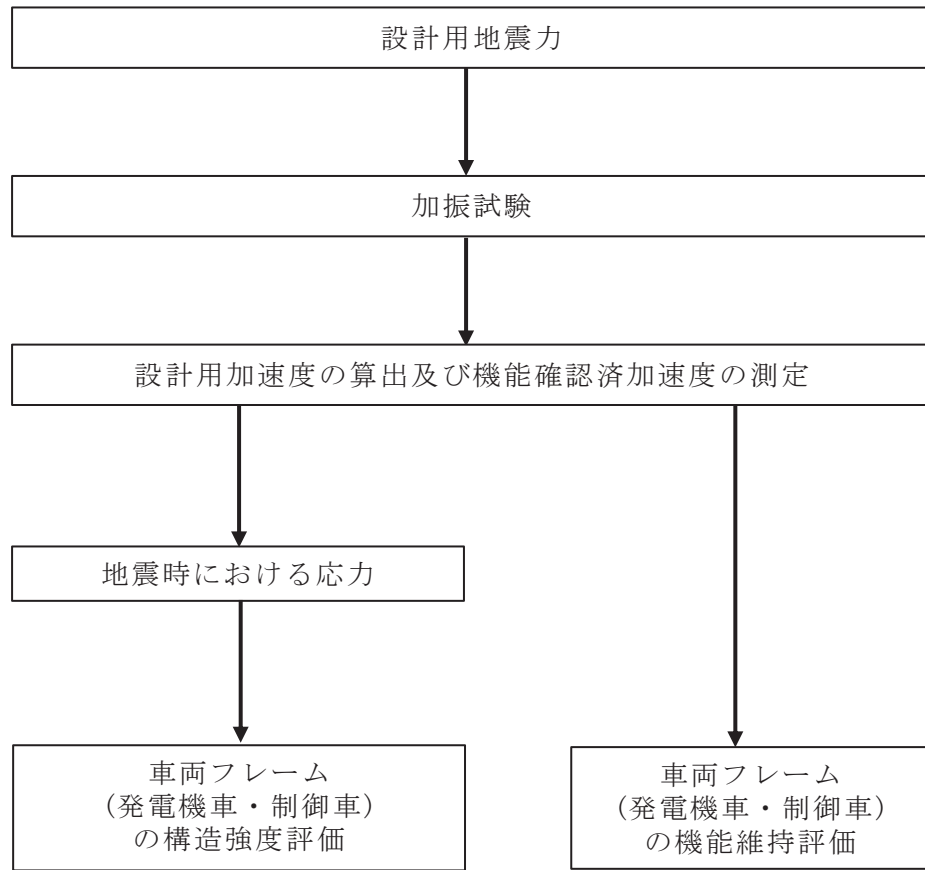


図 2-2 車両フレーム(発電機車・制御車)の耐震評価フロー

2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- (2) 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 ((社) 日本電気協会)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- (4) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

2.4 記号の説明

2.4.1 ガスタービン機関の記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_{bti}	ボルト軸断面積* ¹	mm ²
a_H	水平方向設計用加速度	m/s ²
a_P	回転体振動による加速度	m/s ²
a_V	鉛直方向設計用加速度	m/s ²
d_i	ボルトの呼び径* ¹	mm
F_i^*	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* ¹	MPa
F_{bi}	ボルトに作用する引張力 (1本あたり) * ¹	N
f_{sbi}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* ¹	MPa
f_{toi}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* ¹	MPa
f_{tsi}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力* ¹	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h_{Gi}	据付面又は取付面から重心までの距離* ²	mm
$L_{1i}, L_{2i},$ L_{3i}	支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離(短辺方向)* ¹	mm
L_{1Xi}	支点となる取付ボルトから評価対象となる取付ボルトまでの距離(長辺方向)* ¹	mm
L_{GXi}	支点となる取付ボルトから重心までの距離(長辺方向)* ¹	mm
L_{Gi}	支点となる取付ボルトから重心までの距離(短辺方向)* ¹	mm
m_{GTi}	ガスタービン質量* ²	kg
M_P	回転体回転により働くモーメント	N・mm
n_i	ボルトの本数* ¹	—
n_{1i}	短辺方向(L_{1i} の長さ面)に設けた取付ボルトの片側本数* ¹	—
n_{1Xi}	長辺方向(L_{1Xi} の長さ面)に設けた取付ボルトの片側本数* ¹	—
n_{2i}	短辺方向(L_{2i} の長さ面)に設けた取付ボルトの片側本数* ¹	—
n_{3i}	短辺方向(L_{3i} の長さ面)に設けた取付ボルトの片側本数* ¹	—
Q_{bi}	ボルトに作用するせん断力* ¹	N
S_{ui}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値* ¹	MPa
S_{yi}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値* ¹	MPa
π	円周率(=3.14159)	—
p	回転体の許容振幅	μ m
P	ガスタービン機関出力	kW
R	ガスタービン定格回転数	min ⁻¹
σ_{bti}	ボルトに生じる引張応力* ¹	MPa

記号	記号の説明	単位
τ_{bi}	ボルトに生じるせん断応力*1	MPa

注記*1: A_{bti} , d_i , F_i^* , F_{bi} , f_{sbi} , f_{toi} , f_{tsi} , L_{1i} , L_{2i} , L_{3i} , L_{1Xi} , L_{GXi} , L_{Gi} , n_i , n_{1i} , n_{1Xi} , n_{2i} , n_{3i} , Q_{bi} , S_{ui} , S_{yi} , σ_{bti} 及び τ_{bi} の添字 i の意味は、以下のとおりとする。

$i = 1$: 基礎ボルト, $i = 2$: 取付ボルト

*2: h_{Gi} 及び m_{GTi} の添字 i の意味は、以下のとおりとする。

$i = 1$: 据付面, $i = 2$: 取付面

2.4.2 ガスタービン発電機の記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_{Gbi}	ボルトの軸断面積* ¹	mm ²
a_{GH}	水平方向設計用加速度	m/s ²
a_{GP}	回転体振動による加速度	m/s ²
a_{GV}	鉛直方向設計用加速度	m/s ²
d_{Gi}	ボルトの呼び径* ¹	mm
F_i^*	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* ¹	MPa
F_{Gbi}	ボルトに作用する引張力（1本当たり）* ¹	N
f_{sbi}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* ¹	MPa
f_{toi}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* ¹	MPa
f_{tsi}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力* ¹	MPa
g	重力加速度(=9.80665)	m/s ²
h_{GGi}	据付面又は取付面から重心までの距離* ²	mm
l_{G1i}	重心とボルト間の水平方向距離* ¹ , * ³	mm
l_{G2i}	重心とボルト間の水平方向距離* ¹ , * ³	mm
m_{Gi}	質量* ²	kg
M_{GP}	回転体回転によるモーメント	N・mm
n_{Gi}	ボルトの本数* ¹	—
n_{Gfi}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数* ¹	—
Q_{Gbi}	ボルトに作用するせん断力* ¹	N
S_{ui}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値* ¹	MPa
S_{yi}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値* ¹	MPa
π	円周率(=3.14159)	—
p_G	回転体の許容振幅	μ m
P_G	発電機出力	kW
R_G	発電機定格回転数	min ⁻¹
σ_{Gbi}	ボルトに生じる引張応力* ¹	MPa
τ_{Gbi}	ボルトに生じるせん断応力* ¹	MPa

注記*¹: A_{Gbi} , d_{Gi} , F_i^* , F_{Gbi} , f_{sbi} , f_{toi} , f_{tsi} , l_{G1i} , l_{G2i} , n_{Gi} , n_{Gfi} , Q_{Gbi} , S_{ui} , S_{yi} , σ_{Gbi} 及び τ_{Gbi} の添字*i*の意味は、以下のとおりとする。

$i = 1$: 基礎ボルト, $i = 2$: 取付ボルト

*²: h_{GGi} 及び m_{Gi} の添字*i*の意味は、以下のとおりとする。

$i = 1$: 据付面, $i = 2$: 取付面

*³: $l_{G1i} \leq l_{G2i}$

2.4.3 共通架台の記号の説明

記号	記号の説明	単位
$A_{Kbt i}$	ボルト軸断面積* ¹	mm ²
a_{KH}	水平方向設計用加速度	m/s ²
a_{KP}	回転体振動による加速度	m/s ²
a_{KV}	鉛直方向設計用加速度	m/s ²
d_{Ki}	ボルトの呼び径* ¹	mm
F_i^*	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* ¹	MPa
F_{Kbi}	ボルトに作用する引張力 (1本あたり) * ¹	N
f_{sbi}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* ¹	MPa
f_{toi}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* ¹	MPa
f_{tsi}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力* ¹	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h_{KGi}	据付面又は取付面から重心までの距離* ²	mm
$L_{K1i},$ $L_{K2i},$ L_{K3i}	支点となる取付ボルトから評価対象となるボルトまでの距離 (短辺方向)* ¹	mm
L_{KGi}	支点となる取付ボルトから重心までの距離(短辺方向)* ¹	mm
$L_{K1Xi},$ $L_{K2Xi},$ L_{K3Xi}	支点となる取付ボルトから評価対象となるボルトまでの距離 (長辺方向)* ¹	mm
$L_{K GXi}$	支点となる取付ボルトから重心までの距離(長辺方向)* ¹	mm
m_{Ki}	質量* ²	kg
n_{Ki}	ボルトの本数* ¹	—
n_{K1i}	短辺方向(L_{K1i} の長さ面)に設けた取付ボルトの片側本数* ¹	—
n_{K1Xi}	長辺方向(L_{K1Xi} の長さ面)に設けた取付ボルトの片側本数* ¹	—
n_{K2i}	短辺方向(L_{K2i} の長さ面)に設けた取付ボルトの片側本数* ¹	—
n_{K2Xi}	長辺方向(L_{K2Xi} の長さ面)に設けた取付ボルトの片側本数* ¹	—
n_{K3i}	短辺方向(L_{K3i} の長さ面)に設けた取付ボルトの片側本数* ¹	—
n_{K3Xi}	長辺方向(L_{K3Xi} の長さ面)に設けた取付ボルトの片側本数* ¹	—
Q_{Kbi}	ボルトに作用するせん断力* ¹	N
S_{ui}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値* ¹	MPa
S_{yi}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値* ¹	MPa
π	円周率 (=3.14159)	—
$\sigma_{Kbt i}$	取付ボルト引張応力* ¹	MPa
τ_{Kbi}	取付ボルトに生じるせん断応力* ¹	MPa

注記*1: A_{Kbti} , d_{Ki} , F_i^* , F_{Kbi} , f_{sbi} , f_{toi} , f_{tsi} , L_{K1i} , L_{K2i} , L_{K3i} ,
 L_{KGi} , L_{K1Xi} , L_{K2Xi} , L_{K3Xi} , L_{KGXi} , n_{Ki} , n_{K1i} , n_{K1Xi} , n_{K2i} ,
 n_{K2Xi} , n_{K3i} , n_{K3Xi} , Q_{Kbi} , S_{ui} , S_{yi} , σ_{Kbti} 及び τ_{Kbi} の添字 i の意
味は、以下のとおりとする。

$i = 1$: 基礎ボルト, $i = 2$: 取付ボルト

*2: h_{KGi} 及び m_{Ki} の添字 i の意味は、以下のとおりとする。

$i = 1$: 据付面, $i = 2$: 取付面

2.4.4 車両フレーム（発電機車・制御車）の記号の説明

記号	記号の説明	単位
$A_{FbH}(x)$, $A_{FbV}(x)$	それぞれ水平，鉛直方向に対する支持位置Aから距離 x における車両フレーム断面積	mm^2
a_{FH}	水平方向設計用加速度	m/s^2
a_{FV}	鉛直方向設計用加速度	m/s^2
$a_{FV'}$	水平方向地震による鉛直方向加速度 = $\frac{h}{L_{FX}} \cdot a_{FH}$	m/s^2
h	車両フレームからコンテナ又は共通架台重心までの距離	mm
F^*	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値	MPa
$F_{FH}(x)$, $F_{FV}(x)$, $F_{FV'}(x)$	それぞれ a_{FH} , a_{FV} , $a_{FV'}$ による支持位置Aから距離 x におけるせん断荷重	N
f_{sb}	せん断荷重のみを受けるボルト以外の許容せん断応力	MPa
f_{to}	曲げを受けるボルト以外の許容曲げ応力	MPa
f_{ts}	曲げとせん断荷重を同時に受けるボルト以外の許容組合せ応力	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s^2
L_{F1}	支持位置A，B間でコンテナが搭載されていない距離	mm
L_{F2}	支持位置A，B間距離	mm
L_F	支持位置Aから車両フレーム後端部までの距離	mm
L_{FX}	フレームの支持位置間の距離	mm
m_{F1}	コンテナより車両フレームに作用する質量	kg
m_{F2}	共通架台より車両フレームに作用する質量	kg
$M_{FH}(x)$, $M_{FV}(x)$, $M_{FV'}(x)$	それぞれ a_{FH} , a_{FV} , $a_{FV'}$ による支持位置Aから距離 x における曲げモーメント	$N \cdot mm$
S_u	車両製造メーカー材料データ値(引張強さ)	MPa
S_y	車両製造メーカー材料データ値(降伏点)	MPa
x	支持位置Aからの距離	mm
$w(x)$	支持位置Aから距離 x における分布質量	kg/mm
$Z_{FH}(x)$, $Z_{FV}(x)$	それぞれ水平，鉛直方向に対する支持位置Aから距離 x における車両フレームの断面係数	mm^3
σ_{FH} , σ_{FV} , $\sigma_{FV'}$	それぞれ a_{FH} , a_{FV} , $a_{FV'}$ による車両フレームの組合せ応力	MPa

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{FbH}(x)$, $\sigma_{FbV}(x)$, $\sigma_{FbV'}(x)$	それぞれ a_{FH} , a_{FV} , $a_{FV'}$ による支持位置 A から距離 x における車両フレームの曲げ応力	MPa
$\tau_{FbH}(x)$, $\tau_{FbV}(x)$, $\tau_{FbV'}(x)$	それぞれ a_{FH} , a_{FV} , $a_{FV'}$ による支持位置 A から距離 x における車両フレームのせん断応力	MPa
σ_F	組合せ応力	MPa

2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表 2-5 に示すとおりである。

表 2-5 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*3}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位
加速度	m/s ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}

注記*1：設計上定める値が小数点以下の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

3. 評価部位

ガスタービン機関，ガスタービン発電機及び共通架台の耐震評価は，「5.1.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき，耐震評価上厳しくなる取付ボルトについて実施する。ガスタービン機関，ガスタービン発電機及び共通架台の耐震評価箇所について，表 2-1，表 2-2 及び表 2-3 の概略構造図に示す。

車両フレーム（発電機車・制御車）の耐震評価は，「5.2.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき，自重を支持している車両のフレームを評価対象部位とする。車両フレーム（発電機車・制御車）の耐震評価部位については，表 2-4 の概略構造図に示す。

4. 加振試験

4.1 基本方針

各耐震評価箇所の設計用加速度及び機能確認済加速度は、国立研究開発法人防災科学技術研究所兵庫耐震工学研究センターにおける加振試験（平成 29 年 9 月）の結果より求める。なお、加振試験時に各耐震評価箇所において応答加速度が大きくなる各機器の頂部位置で各々測定された最大応答加速度を構造強度評価で用いる設計用加速度とする。また、加振台の最大加速度を機能確認済加速度とする。

4.2 試験構成

表 2-4 に示す車両について、車両全体を固定装置に固定した状態で加振台に設置する。

4.3 入力地震動

入力地震動は、緊急用電気品建屋における地盤条件を考慮し、緊急用電気品建屋 1 階における基準地震動を包絡するスペクトル特性を有するランダム波とする。

なお、水平（走行軸方向）＋鉛直方向，水平方向（走行軸直角方向）＋鉛直方向の 2 方向同時加振とする。

4.4 許容限界

機能確認済加速度を求める際、車両全体として安定性を有し、転倒しないこと、また、車両に搭載している発電装置の動的及び電氣的機能が維持できることを許容限界として設定する。

4.5 加振試験結果

加振試験結果により得られたガスタービン機関，ガスタービン発電機，蓄電池架台，制御盤，ガバナ盤，ガスタービン発電設備燃料小出槽の頂部の設計用加速度を表 4-1 から表 4-6 に，また機能確認済加速度を表 4-7 に示す。

表 4-1 ガスタービン機関の設計用加速度

(単位：m/s²)

項目	加速度
水平	36.28
鉛直	21.08

表 4-2 ガスタービン発電機の設計用加速度

(単位：m/s²)

項目	加速度
水平	22.36
鉛直	14.12

表 4-3 蓄電池架台の設計用加速度

(単位：m/s²)

項目	加速度
水平	13.34
鉛直	12.55

表 4-4 制御盤の設計用加速度

(単位：m/s²)

項目	加速度
水平	18.93
鉛直	18.04

表 4-5 ガバナ盤の設計用加速度

(単位：m/s²)

項目	加速度
水平	47.27
鉛直	22.56

表 4-6 ガスタービン発電設備燃料小出槽の設計用加速度

(単位：m/s²)

項目	加速度
水平	20.99
鉛直	12.55

表 4-7 機能確認済加速度

(単位 : $\times 9.8\text{m/s}^2$)

項目	機能確認済加速度
水平	2.32
鉛直	0.82

5. 構造強度評価

5.1 ガスタービン機関，ガスタービン発電機及び共通架台

5.1.1 構造強度評価方法

- (1) ガスタービン機関，ガスタービン発電機及び共通架台の応力評価には，1 質点系モデルによる公式等を用いた手法を適用する。
- (2) ガスタービン機関は，加振試験で得られたガスタービン頂部における最大応答加速度を設計用加速度として用いて発生応力を算出し，応力評価を行う。
- (3) ガスタービン発電機は，加振試験で得られた発電機頂部における最大応答加速度を設計用加速度として用いて発生応力を算出し，応力評価を行う。
- (4) 共通架台は，加振試験で得られた発電機頂部における最大応答加速度を設計用加速度として用いて発生応力を算出し，応力評価を行う。
- (5) 転倒方向は，計算モデルにおける短辺方向及び長辺方向について検討し，計算書には結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。
- (6) 耐震計算に用いる寸法は，公称値を使用する。

5.1.2 荷重の組合せ及び許容応力

(1) 荷重の組合せ及び許容応力状態

ガスタービン機関，ガスタービン発電機及び共通架台の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-1 に示す。

(2) 許容応力

ガスタービン機関，ガスタービン発電機及び共通架台の許容応力は，添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 5-2 のとおりとする。

(3) 使用材料の許容応力評価条件

ガスタービン機関，ガスタービン発電機及び共通架台の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-3 に示す。

表 5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類 ^{*1}	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用 原子炉の附属施設	非常用 電源設備	ガスタービン機関 ガスタービン発電機 共通架台	常設耐震／防止 常設／緩和	— ^{*2}	$D + P_D + M_D + S_s$ ^{*3}	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ として $IV_A S$ の許 容限界を用 いる。)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力状態を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 5-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t *	1.5・f _s *
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 5-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)
		周囲環境温度			
ガスタービン機関取付ボルト		周囲環境温度	50		
ガスタービン発電機取付ボルト		周囲環境温度	50		
共通架台取付ボルト		周囲環境温度	50		

5.1.3 設計用加速度

構造強度評価に用いる入力加速度には、ガスタービン機関取付ボルトにおいては「4. 加振試験」で得られたガスタービン機関の設計用加速度を、ガスタービン発電機取付ボルトにおいては「4. 加振試験」で得られた発電機の設計用加速度を、共通架台取付ボルトにおいては「4. 加振試験」で得られた共通架台の設計用加速度を用いる。

設計用加速度を表 5-4、表 5-5 及び表 5-6 に示す。

表 5-4 ガスタービン機関の設計用加速度（重大事故等対象設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s (m/s ²)	
	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計用加速度	鉛直方向 設計用加速度
緊急用電気品建屋 O.P. 62.90*	—	—	36.28	21.08

注記*：基準床レベルを示す。

表 5-5 ガスタービン発電機の設計用加速度（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s (m/s ²)	
	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計用加速度	鉛直方向 設計用加速度
緊急用電気品建屋 O.P. 62.90*	—	—	22.36	14.12

注記*：基準床レベルを示す。

表 5-6 共通架台の設計用加速度（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s (m/s ²)	
	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計用加速度	鉛直方向 設計用加速度
緊急用電気品建屋 O.P. 62.90*	—	—	22.36	14.12

注記*：基準床レベルを示す。

5.1.4 計算方法

(1) ガスタービン機関取付ボルトの応力の計算方法

ガスタービン機関取付ボルトの応力評価を行う。応力評価にあたっては、1 質点系モデルによる公式等を用いた手法にて評価を行う。

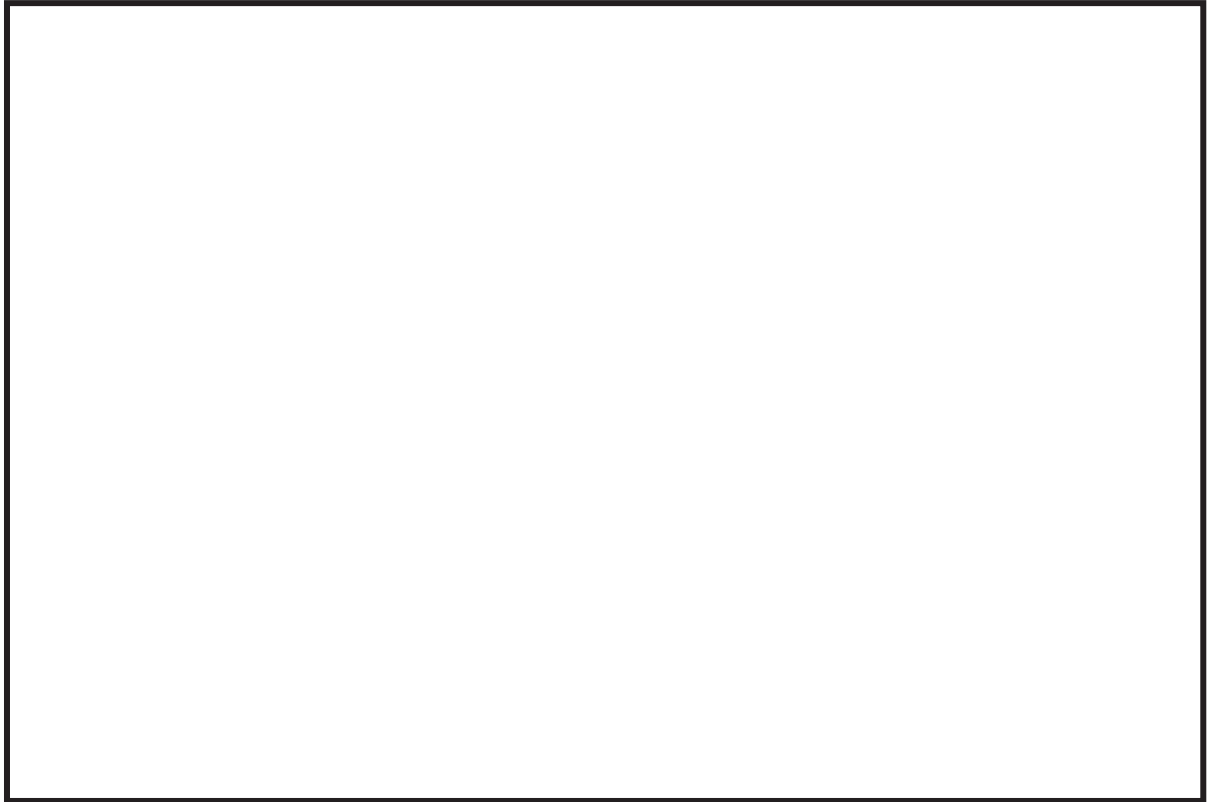


図 5-1 ガスタービン機関取付ボルトの計算モデル図（短辺方向転倒）

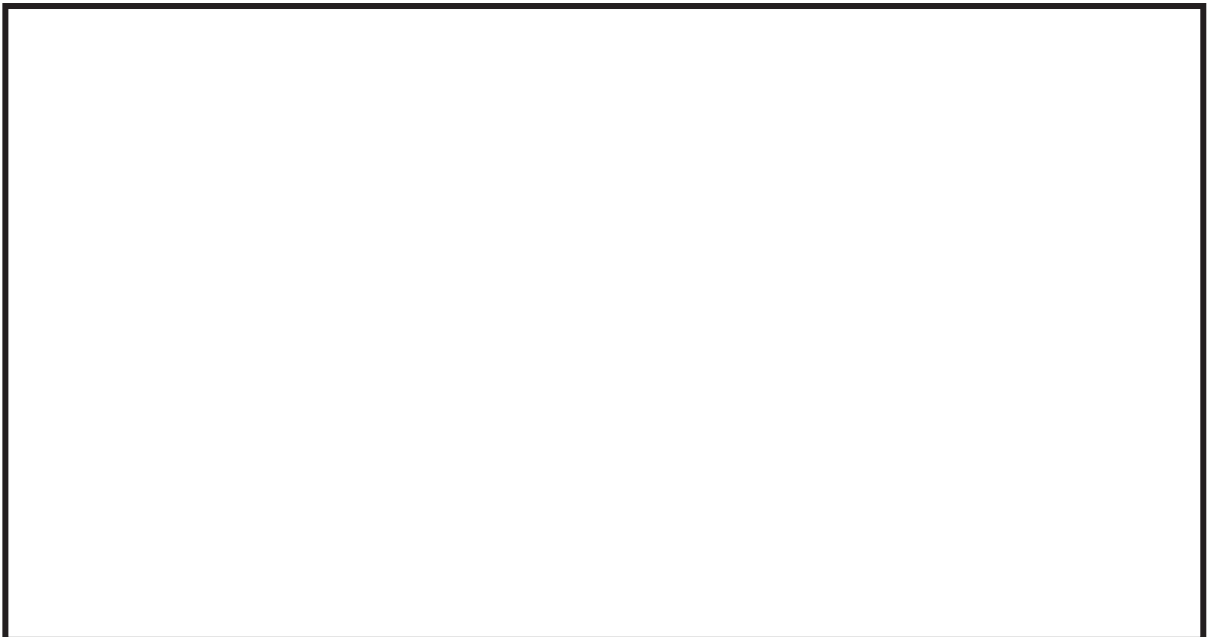


図 5-2 ガスタービン機関取付ボルトの計算モデル図（長辺方向転倒）
（短辺方向転倒及び長辺方向転倒 $(g - a_v - a_p) < 0$ の場合）

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

a. 引張応力

図5-1及び図5-2に示すモーメントのつり合いより以下の各計算式が得られる。

短辺方向の引張力計算式

$$F_{b2} = \frac{\{m_{GT2} \cdot (a_H + a_P) \cdot h_{G2} + M_P - m_{GT2} \cdot (g - a_V - a_P) \cdot L_{G2}\} \cdot L_{12}}{L_{12} \cdot n_{12} + L_{22} \cdot n_{22} + L_{32} \cdot n_{32}} \dots\dots\dots (5.1.4.1)$$

長辺方向の引張力計算式

$$F_{b2} = \frac{m_{GT2} \cdot (a_H + a_P) \cdot h_{G2} - m_{GT2} \cdot (g - a_V - a_P) \cdot L_{GX2}}{n_{1X2} \cdot L_{1X2}} \dots\dots\dots (5.1.4.2)$$

短辺方向の引張応力計算式

$$\sigma_{bt2} = \frac{F_{b2}}{A_{bt2}} \dots\dots\dots (5.1.4.3)$$

長辺方向の引張応力計算式

$$\sigma_{bt2} = \frac{F_{b2}}{A_{bt2}} \dots\dots\dots (5.1.4.4)$$

σ_{bt2} は、上式で得られる大きい方の値とする。

ここで、取付ボルトの軸断面積 A_{bt2} は次式より求める。

$$A_{bt2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \dots\dots\dots (5.1.4.5)$$

ここで、回転体回転によるモーメント M_P は、ガスタービン機関の出力及びガスタービン機関の定格回転数を考慮して定める値である。回転体振動による加速度 a_p は、回転体の許容振幅及びガスタービン機関の定格回転数を考慮して定める値である。

回転体回転によるモーメントの計算式

$$M_P = \left(\frac{60}{2 \cdot \pi \cdot R} \right) \cdot 10^6 \cdot P \quad \dots \dots \dots (5.1.4.6)$$

回転体振動による加速度の計算式

$$a_p = \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{p}{1000} \cdot \left(2 \cdot \pi \cdot \frac{R}{60} \right)^2}{1000} \quad \dots \dots \dots (5.1.4.7)$$

b. せん断応力

取付ボルトに対するせん断力は、ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b2} = m_{GT2} \cdot (a_H + a_p) \quad \dots \dots \dots (5.1.4.8)$$

せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{Q_{b2}}{n_2 \cdot A_{bt2}} \quad \dots \dots \dots (5.1.4.9)$$

(2) ガスタービン発電機取付ボルトの応力の計算方法

ガスタービン発電機取付ボルトの応力評価を行う。応力評価にあたっては、1 質点系モデルによる公式等を用いた手法にて評価を行う。

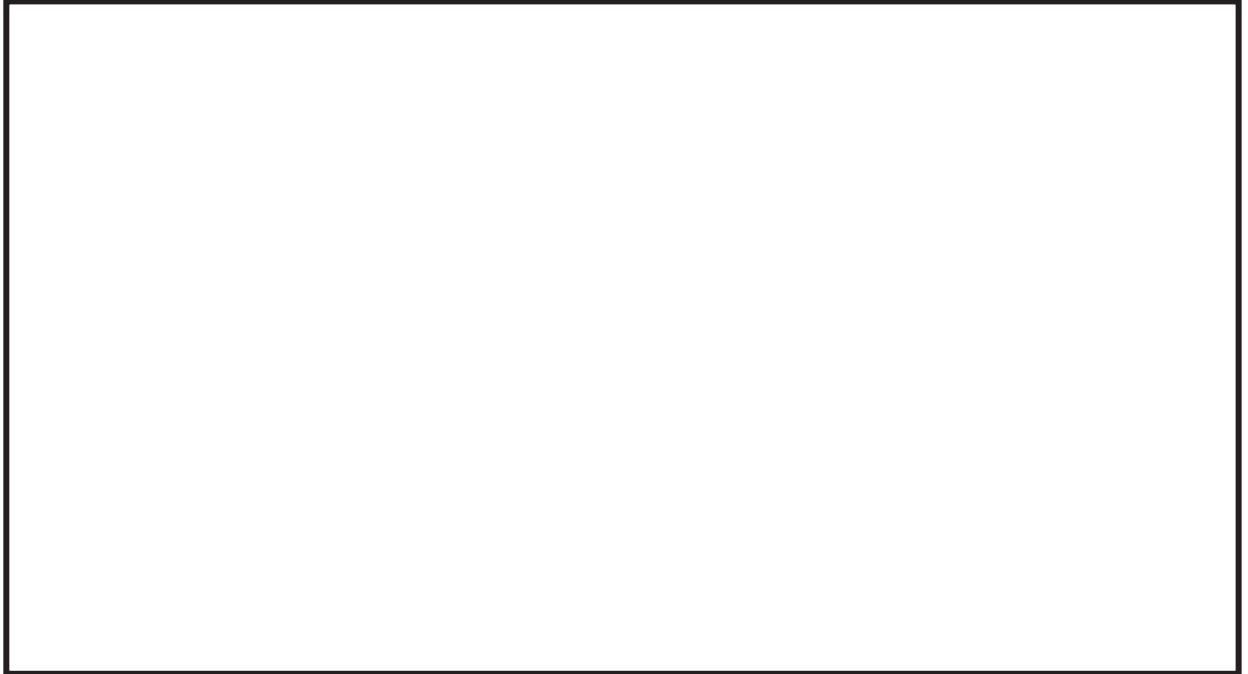


図 5-3 ガスタービン発電機取付ボルトの計算モデル図（短辺方向転倒）

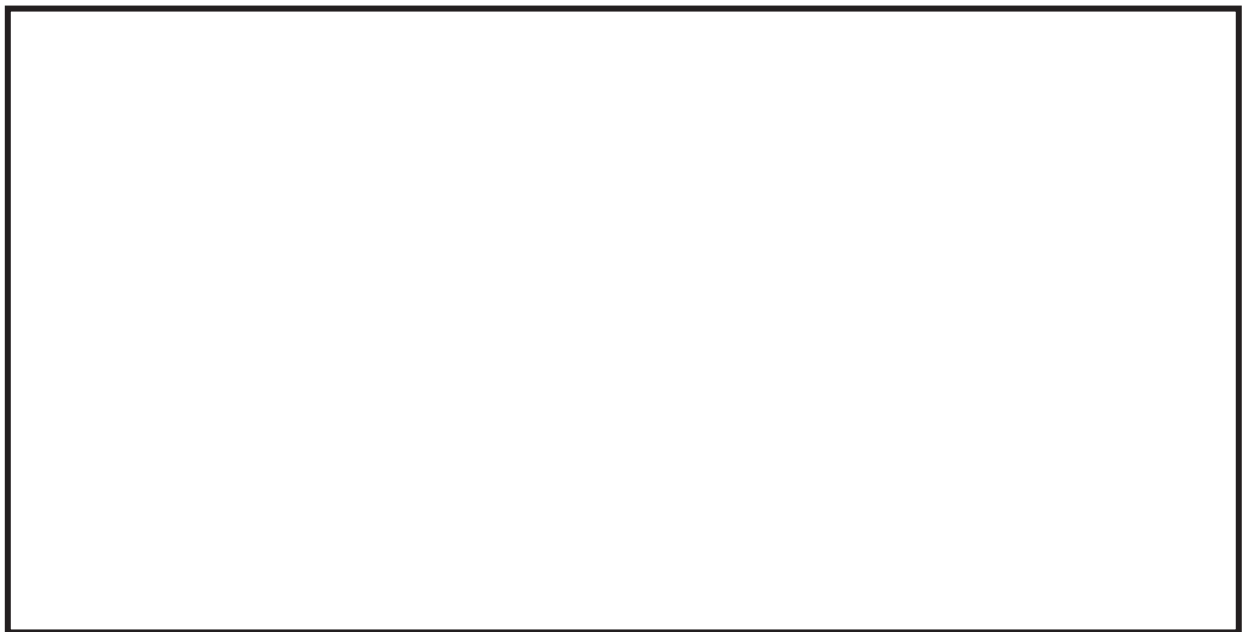


図 5-4 ガスタービン発電機取付ボルトの計算モデル図（長辺方向転倒）
 （短辺方向転倒及び長辺方向転倒 $(g - a_{GV} - a_{GP}) < 0$ の場合）

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

a. 引張応力

図5-3及び図5-4に示すモーメントのつり合いより以下の各計算式が得られる。

短辺方向の引張力計算式

$$F_{Gb2} = \frac{m_{G2} \cdot (a_{GH} + a_{GP}) \cdot h_{GG2} + M_{GP} - m_{G2} \cdot (g - a_{GV} - a_{GP}) \cdot \ell_{G22}}{n_{Gf2} \cdot (\ell_{G12} + \ell_{G22})} \dots\dots\dots (5.1.4.10)$$

長辺方向の引張力計算式

$$F_{Gb2} = \frac{m_{G2} \cdot (a_{GH} + a_{GP}) \cdot h_{GG2} - m_{G2} \cdot (g - a_{GV} - a_{GP}) \cdot \ell_{G22}}{n_{Gf2} \cdot (\ell_{G12} + \ell_{G22})} \dots\dots\dots (5.1.4.11)$$

短辺方向の引張応力計算式

$$\sigma_{Gb2} = \frac{F_{Gb2}}{A_{Gb2}} \dots\dots\dots (5.1.4.12)$$

長辺方向の引張応力計算式

$$\sigma_{Gb2} = \frac{F_{Gb2}}{A_{Gb2}} \dots\dots\dots (5.1.4.13)$$

σ_{Gb2} は、上式で得られる大きい方の値とする。

ここで、取付ボルトの軸断面積 A_{Gb2} は次式より求める。

$$A_{Gb2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_{G2}^2 \dots\dots\dots (5.1.4.14)$$

ここで、回転体回転によるモーメント M_{GP} は、ガスタービン発電機の実出力及び定格回転数を考慮して定める値である。回転体振動による加速度 a_{GP} は、回転体の許容振幅及びガスタービン発電機の定格回転数を考慮して定める値である。

回転体回転によるモーメントの計算式

$$M_{GP} = \left(\frac{60}{2 \cdot \pi \cdot R_G} \right) \cdot 10^6 \cdot P_G \quad \dots \quad (5.1.4.15)$$

回転体振動による加速度の計算式

$$a_{GP} = \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{P_G}{1000} \cdot \left(2 \cdot \pi \cdot \frac{R_G}{60} \right)^2}{1000} \quad \dots \quad (5.1.4.16)$$

b. せん断応力

取付ボルトに対するせん断力は、ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{Gb2} = m_{G2} \cdot (a_{GH} + a_{GP}) \quad \dots \quad (5.1.4.17)$$

せん断応力

$$\tau_{Gb2} = \frac{Q_{Gb2}}{n_{G2} \cdot A_{Gb2}} \quad \dots \quad (5.1.4.18)$$

(3) 共通架台取付ボルトの応力の計算方法

共通架台取付ボルトの応力評価を行う。応力評価にあたっては、1質点系モデルによる公式等を用いた手法にて評価を行う。



図 5-5 共通架台取付ボルトの計算モデル図（短辺方向転倒）



図 5-6 共通架台取付ボルトの計算モデル図（長辺方向転倒）
 （短辺方向転倒及び長辺方向転倒 $(g - a_{KV} - a_{KP}) < 0$ の場合）

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

a. 引張応力

図 5-5 及び図 5-6 に示すモーメントのつり合いより以下の各計算式が得られる。

短辺方向の引張力計算式

$$F_{Kb2} = \frac{\{m_{K2} \cdot (a_{KH} + a_{KP}) \cdot h_{KG2} - m_{K2} \cdot (g - a_{KV} - a_{KP}) \cdot L_{KG2}\} \cdot L_{K12}}{L_{K12}^2 \cdot n_{K12} + L_{K22}^2 \cdot n_{K22} + L_{K32}^2 \cdot n_{K32}} \dots \quad (5.1.4.19)$$

長辺方向の引張力計算式

$$F_{Kb2} = \frac{\{m_{K2} \cdot (a_{KH} + a_{KP}) \cdot h_{KG2} - m_{K2} \cdot (g - a_{KV} - a_{KP}) \cdot L_{KG2}\} \cdot L_{K1X2}}{\left(\sum_{j=1}^3 L_{KjX2}^2 \cdot n_{KjX2}\right)} \dots \quad (5.1.4.20)$$

短辺方向の引張応力計算式

$$\sigma_{Kbt2} = \frac{F_{Kb2}}{A_{Kbt2}} \dots \dots \dots \quad (5.1.4.21)$$

長辺方向の引張応力計算式

$$\sigma_{Kbt2} = \frac{F_{Kb2}}{A_{Kbt2}} \dots \dots \dots \quad (5.1.4.22)$$

σ_{Kbt2} は、上式で得られる大きい方の値とする。

ここで、取付ボルトの軸断面積 A_{Kbt2} は次式より求める。

$$A_{Kbt2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_{K2}^2 \dots \dots \dots \quad (5.1.4.23)$$

また、ガスタービン回転体振動による加速度 a_{KP} は、5.1.4(1)項で求めた回転体振動による加速度 a_P を使用する。

ガスタービン回転体振動による加速度の計算式

$$a_{KP} = a_P \quad \dots\dots\dots (5.1.4.24)$$

なお、回転体回転により働くモーメントはガスタービン発電機とガスタービン機関が共通の架台上にあり、各取付部に働くモーメントは互いに打ち消しあうため、考慮しない。

b. せん断応力

取付ボルトに対するせん断力は、ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{Kb2} = m_{K2} \cdot (a_{KH} + a_{KP}) \quad \dots\dots\dots (5.1.4.25)$$

せん断応力

$$\tau_{Kb2} = \frac{Q_{Kb2}}{n_{K2} \cdot A_{Kbt2}} \quad \dots\dots\dots (5.1.4.26)$$

5.1.5 計算条件

(1) 取付ボルトの応力計算条件

a. ガスタービン機関取付ボルトの応力計算条件

ガスタービン機関取付ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ガスタービン発電設備 機関・発電機の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

b. ガスタービン発電機取付ボルトの応力計算条件

ガスタービン発電機取付ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ガスタービン発電設備 機関・発電機の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

c. 共通架台取付ボルトの応力計算条件

共通架台取付ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ガスタービン発電設備 機関・発電機の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

5.1.6 応力の評価

(1) ボルトの応力評価

a. ガスタービン機関

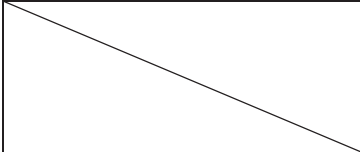
5.1.4 項で求めたボルトの引張応力 σ_{bti} は次式より求めた許容引張応力 f_{tsi} 以下であること。

ただし、 f_{toi} は下表による。

$$f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}] \dots\dots\dots (5.1.6.1)$$

せん断応力 τ_{bi} はせん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sbi} 以下であること。

ただし、 f_{sbi} は下表による。

	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{toi}	$\frac{F_i^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sbi}	$\frac{F_i^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

b. ガスタービン発電機

5.1.4項で求めたボルトの引張応力 σ_{Gbti} は次式より求めた許容引張応力 f_{tsi} 以下であること。

ただし、 f_{toi} は下表による。

$$f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{Gbi}, f_{toi}] \dots\dots\dots (5.1.6.2)$$

せん断応力 τ_{Gbi} はせん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sbi} 以下であること。

ただし、 f_{sbi} は下表による。

f_{tsi}	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{toi}	$\frac{F_i^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sbi}	$\frac{F_i^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

c. 共通架台

5.1.4項で求めたボルトの引張応力 σ_{Kbti} は次式より求めた許容引張応力 f_{tsi} 以下であること。

ただし、 f_{toi} は下表による。

$$f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{Kbi}, f_{toi}] \dots\dots\dots (5.1.6.3)$$

せん断応力 τ_{Kbi} はせん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sbi} 以下であること。

ただし、 f_{sbi} は下表による。

f_{toi}	$\frac{F_i^*}{2} \cdot 1.5$
f_{sbi}	$\frac{F_i^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

5.2 車両フレーム（発電機車・制御車）

5.2.1 構造強度評価方法

- (1) 車両フレーム（発電機車・制御車）の応力評価には、2点支持はりモデルによる公式等を用いた手法を適用する。
- (2) 車両フレーム（発電機車）は、加振試験で得られた発電機頂部における最大応答加速度を設計用加速度として用いて発生応力を算出し、応力評価を行う。
- (3) 車両フレーム（制御車）は、加振試験で得られた蓄電池架台頂部における最大応答加速度を設計用加速度として用いて発生応力を算出し、応力評価を行う。
- (4) はりのモデル化にあたっては、計算モデルの煩雑化を回避するため、分布荷重、フレームの特性が一様となるよう計算モデルを調整する。また、発電機車は保守的となるよう2点支持とする。その際、発電機車、制御車の荷重は、支持間距離の内、車両コンテナの範囲に作用する等分布荷重を採用し付加する。また、車両フレームの剛性は、支持範囲で保守的になるようにモデル化する。
- (5) 許容応力について車両製造メーカ材料データを用いて計算する。
- (6) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

5.2.2 荷重の組合せ及び許容応力

(1) 荷重の組合せ及び許容応力状態

車両フレーム（発電機車・制御車）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-7 に示す。

(2) 許容応力

車両フレーム（発電機車・制御車）の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 5-8 のとおりとする。

(3) 使用材料の許容応力評価条件

車両フレーム（発電機車・制御車）の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-9 に示す。

表 5-7 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用 原子炉の附属施設	非常用 電源設備	車両フレーム (発電機車・制御車)	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ として $IV_A S$ の許 容限界を用 いる。)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力状態を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 5-8 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2, *3 (ボルト以外)			
	一次応力			
	引張り	せん断	圧縮	曲げ
IV _{AS}	1.5 · f _t *	1.5 · f _s *	1.5 · f _c *	1.5 · f _b *
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)				

注記*1：鋼構造設計規準（日本建築学会 2005 改訂版）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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 5-9 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)
		周囲環境温度			
車両フレーム (発電機車・制御車)		周囲環境温度	50		

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

5.2.3 設計用加速度

構造強度評価に用いる入力加速度には，発電機車においては「4.加振試験」で得られた車両フレーム（発電機車）の設計用加速度を，制御車においては「4.加振試験」で得られた車両フレーム（制御車）の設計用加速度を用いる。

設計用加速度を表 5-10，表 5-11 に示す。

表 5-10 車両フレーム（発電機車）の設計用加速度（重大事故等対象設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s (m/s ²)	
	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計用加速度	鉛直方向 設計用加速度
緊急用電気品建屋 O.P. 62.90*	—	—	22.36	14.12

注記*：基準床レベルを示す。

表 5-11 車両フレーム（制御車）の設計用加速度（重大事故等対象設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s (m/s ²)	
	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計用加速度	鉛直方向 設計用加速度
緊急用電気品建屋 O.P. 62.90*	—	—	13.34	12.55

注記*：基準床レベルを示す。

5.2.4 計算方法

(1) フレームの応力の計算方法

車両の前方後輪軸(支持位置A)と後2軸中心(支持位置B)を固定支持とした、各々の設備の分布荷重が作用するはりモデルとして、曲げモーメントとせん断荷重を算出する。

図5-7, 図5-8に計算モデルを示す。計算モデルは、「5.2.1 構造強度評価方法」に示すとおり、荷重条件、支持部を設定する。

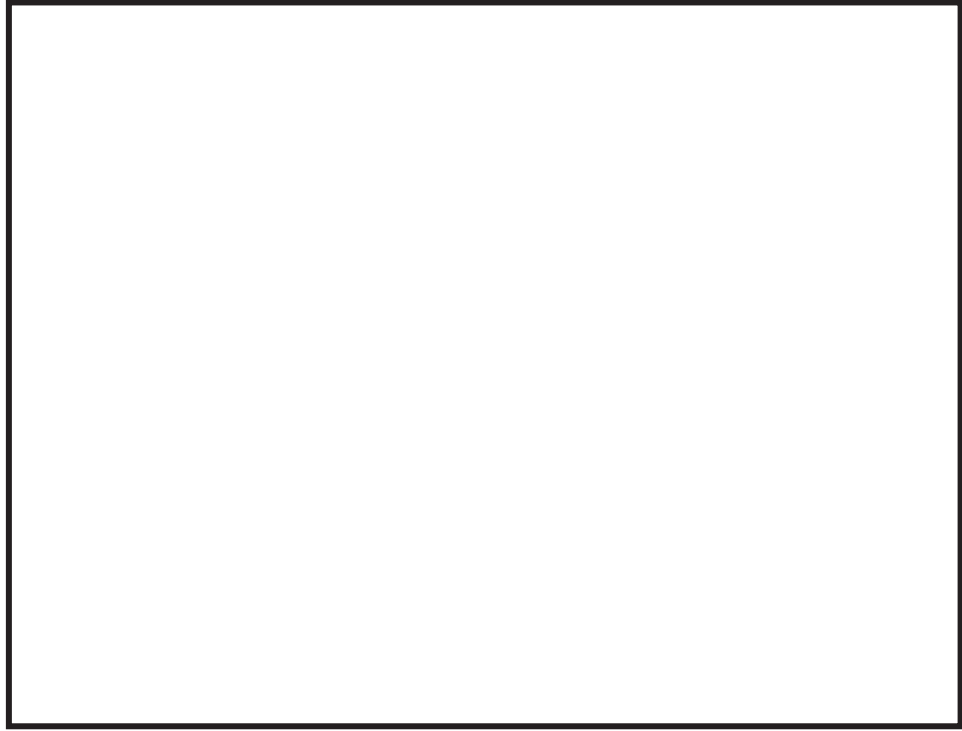


図 5-7 車両フレーム(発電機車)の計算モデル図



図5-8 車両フレーム(制御車)の計算モデル図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

a. 発電機車

(a) 曲げ応力

支持位置 A から距離 x における各加速度による車両フレームに発生する曲げモーメントは，次式に基づき算出する。

$$M_{FH}(x) = a_{FH} \cdot \int_0^x w(x) \cdot x \, dx \quad \dots\dots\dots (5.2.4.1)$$

$$M_{FV}(x) = a_{FV} \cdot \int_0^x w(x) \cdot x \, dx \quad \dots\dots\dots (5.2.4.2)$$

$$M_{FV'}(x) = a_{FV'} \cdot \int_0^x w(x) \cdot x \, dx \quad \dots\dots\dots (5.2.4.3)$$

車両フレームに発生する曲げ応力は，各加速度に対し次式に基づき算出する。

$$\sigma_{FbH}(x) = \frac{M_{FH}(x)}{Z_{FH}(x)} \quad \dots\dots\dots (5.2.4.4)$$

$$\sigma_{FbV}(x) = \frac{M_{FV}(x)}{Z_{FV}(x)} \quad \dots\dots\dots (5.2.4.5)$$

$$\sigma_{FbV'}(x) = \frac{M_{FV'}(x)}{Z_{FV}(x)} \quad \dots\dots\dots (5.2.4.6)$$

(b) せん断応力

支持位置 A から距離 x における各加速度による車両フレームに発生するせん断荷重は、次式に基づき算出する。

$$F_{FH}(x) = a_{FH} \cdot \int_0^x w(x) dx \quad \dots\dots\dots (5.2.4.7)$$

$$F_{FV}(x) = a_{FV} \cdot \int_0^x w(x) dx \quad \dots\dots\dots (5.2.4.8)$$

$$F_{FV'}(x) = a_{FV'} \cdot \int_0^x w(x) dx \quad \dots\dots\dots (5.2.4.9)$$

車両フレームに発生するせん断応力は、各加速度に対し次式に基づき算出する。

$$\tau_{FbH}(x) = \frac{F_{FH}(x)}{A_{FbH}(x)} \quad \dots\dots\dots (5.2.4.10)$$

$$\tau_{FbV}(x) = \frac{F_{FV}(x)}{A_{FbV}(x)} \quad \dots\dots\dots (5.2.4.11)$$

$$\tau_{FbV'}(x) = \frac{F_{FV'}(x)}{A_{FbV}(x)} \quad \dots\dots\dots (5.2.4.12)$$

(c) 組合せ応力

曲げ応力とせん断応力の最大値から，各加速度に対し組合せ応力を次式に基づき算出する。

$$\sigma_{FH} = \sqrt{\sigma_{FbH}(\mathbf{x})^2 + 3 \cdot \tau_{FbH}(\mathbf{x})^2} \cdots \cdots \cdots (5.2.4.13)$$

$$\sigma_{FV} = \sqrt{\sigma_{FbV}(\mathbf{x})^2 + 3 \cdot \tau_{FbV}(\mathbf{x})^2} \cdots \cdots \cdots (5.2.4.14)$$

$$\sigma_{FV'} = \sqrt{\sigma_{FbV'}(\mathbf{x})^2 + 3 \cdot \tau_{FbV'}(\mathbf{x})^2} \cdots \cdots \cdots (5.2.4.15)$$

b. 制御車

(a) 曲げ応力

支持位置 A から距離 x における各加速度による車両フレームに発生する曲げモーメントは、次式に基づき算出する。

$$M_{FH}(x) = a_{FH} \cdot \int_0^x w(x) \cdot x \, dx \dots\dots\dots (5.2.4.16)$$

$$M_{FV}(x) = a_{FV} \cdot \int_0^x w(x) \cdot x \, dx \dots\dots\dots (5.2.4.17)$$

$$M_{FV'}(x) = a_{FV'} \cdot \int_0^x w(x) \cdot x \, dx \dots\dots\dots (5.2.4.18)$$

車両フレームに発生する曲げ応力は、各加速度に対し次式に基づき算出する。

$$\sigma_{FbH}(x) = \frac{M_{FH}(x)}{Z_{FH}(x)} \dots\dots\dots (5.2.4.19)$$

$$\sigma_{FbV}(x) = \frac{M_{FV}(x)}{Z_{FV}(x)} \dots\dots\dots (5.2.4.20)$$

$$\sigma_{FbV'}(x) = \frac{M_{FV'}(x)}{Z_{FV}(x)} \dots\dots\dots (5.2.4.21)$$

(b) せん断応力

支持位置 A から距離 x における各加速度による車両フレームに発生するせん断荷重は、次式に基づき算出する。

$$F_{FH}(x) = a_{FH} \cdot \int_0^x w(x) dx \quad \dots\dots\dots (5.2.4.22)$$

$$F_{FV}(x) = a_{FV} \cdot \int_0^x w(x) dx \quad \dots\dots\dots (5.2.4.23)$$

$$F_{FV'}(x) = a_{FV'} \cdot \int_0^x w(x) dx \quad \dots\dots\dots (5.2.4.24)$$

車両フレームに発生するせん断応力は、各加速度に対し次式に基づき算出する。

$$\tau_{FbH}(x) = \frac{F_{FH}(x)}{A_{FbH}(x)} \quad \dots\dots\dots (5.2.4.25)$$

$$\tau_{FbV}(x) = \frac{F_{FV}(x)}{A_{FbV}(x)} \quad \dots\dots\dots (5.2.4.26)$$

$$\tau_{FbV'}(x) = \frac{F_{FV'}(x)}{A_{FbV}(x)} \quad \dots\dots\dots (5.2.4.27)$$

(c) 組合せ応力

曲げ応力とせん断応力の最大値から，各加速度に対し組合せ応力を次式に基づき算出する。

$$\sigma_{FH} = \sqrt{\sigma_{FbH}(\mathbf{x})^2 + 3 \cdot \tau_{FbH}(\mathbf{x})^2} \cdots \cdots \cdots (5.2.4.28)$$

$$\sigma_{FV} = \sqrt{\sigma_{FbV}(\mathbf{x})^2 + 3 \cdot \tau_{FbV}(\mathbf{x})^2} \cdots \cdots \cdots (5.2.4.29)$$

$$\sigma_{FV'} = \sqrt{\sigma_{FbV'}(\mathbf{x})^2 + 3 \cdot \tau_{FbV'}(\mathbf{x})^2} \cdots \cdots \cdots (5.2.4.30)$$

5.2.5 計算条件

(1) フレームの応力計算条件

車両フレーム(発電機車・制御車)の応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ガスタービン発電設備 機関・発電機の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

5.2.6 応力の評価

(1) フレームの応力評価

5.2.4項で求めたフレームの組合せ応力 σ_F は次式より求めた許容組合せ応力 f_{ts} 以下であること。ただし、 f_{ts} は下表による。

$$\sigma_F = \sqrt{(\sigma_{FH} + \sigma_{FV})^2 + \sigma_{FV}^2} \leq f_{ts} \dots\dots\dots (5.2.6.1)$$

せん断応力 τ_{Fb} はせん断荷重のみを受けるボルト以外の許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。ただし f_{sb} は下表による。

σ_F / τ_{Fb}	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容曲げ応力 f_{to}	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sb}	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$
許容組合せ応力 f_{ts}	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$

6. 機能維持評価

6.1 機能維持評価方法

ガスタービン機関及びガスタービン発電機の動的機能維持評価及び車両フレーム(発電機車・制御車)の機能維持評価について以下に示す。

なお、機能維持評価用加速度は添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

ガスタービン機関、ガスタービン発電機及び車両フレーム(発電機車・制御車)の確認は、加振台の最大応答加速度である機能確認済加速度と設置場所の最大床応答加速度を機能維持評価用加速度として比較することで実施する。

機能維持確認済加速度を表 6-1 に示す。

表6-1 機能維持確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能維持確認済加速度
ガスタービン機関	水平	2.32
	鉛直	0.82
ガスタービン発電機	水平	2.32
	鉛直	0.82
車両フレーム(発電機車・制御車)	水平	2.32
	鉛直	0.82

7. 評価結果

7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ガスタービン発電設備 機関・発電機の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び機能を有していることを確認した。

7.1.1 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

7.1.2 機能維持評価結果

機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ガスタービン発電設備 機関・発電機の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

1.1.1 ガスタービン機関

機器名称	設備分類	据付場所及び 床面高さ (m)	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s (m/s ²)		回転体振動に よる加速度 (m/s ²)	回転体回転により 働くモーメント (N・mm)	周囲 環境温度 (°C)
			水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計用加速度	鉛直方向 設計用加速度			
ガスタービン機関	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急用電気品建屋 0. P. 62. 90*	—	—	a _H =36. 28	a _V =21. 08			50

注記*：基準床レベルを示す。

1.1.2 ガスタービン発電機

機器名称	設備分類	据付場所及び 床面高さ (m)	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s (m/s ²)		回転体振動に よる加速度 (m/s ²)	回転体回転により 働くモーメント (N・mm)	周囲 環境温度 (°C)
			水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計用加速度	鉛直方向 設計用加速度			
ガスタービン発電機	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急用電気品建屋 0. P. 62. 90*	—	—	a _{GH} =22. 36	a _{GV} =14. 12			50

注記*：基準床レベルを示す。

1.1.3 共通架台

機器名称	設備分類	据付場所及び 床面高さ (m)	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s (m/s ²)		回転体振動に よる加速度 (m/s ²)	回転体回転により 働くモーメント (N・mm)	周囲 環境温度 (°C)
			水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計用加速度	鉛直方向 設計用加速度			
共通架台	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急用電気品建屋 0. P. 62. 90*	—	—	a _{KH} =22. 36	a _{KV} =14. 12		—	50

注記*：基準床レベルを示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.1.4 車両フレーム (発電機車)

機器名称	設備分類	据付場所及び 床面高さ (m)	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s (m/s ²)		回転体振動に よる加速度 (m/s ²)	回転体回転により 働くモーメント (N・mm)	周囲 環境温度 (°C)
			水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計用加速度	鉛直方向 設計用加速度			
車両フレーム (発電機車)	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急用電気品建屋 0. P. 62. 90*	—	—	a _{FH} =22. 36	a _{FV} =14. 12	—	—	50

注記* : 基準床レベルを示す。

1.1.5 車両フレーム (制御車)

機器名称	設備分類	据付場所及び 床面高さ (m)	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s (m/s ²)		回転体振動に よる加速度 (m/s ²)	回転体回転により 働くモーメント (N・mm)	周囲 環境温度 (°C)
			水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計用加速度	鉛直方向 設計用加速度			
車両フレーム (制御車)	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急用電気品建屋 0. P. 62. 90*	—	—	a _{FH} =13. 34	a _{FV} =12. 55	—	—	50

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 ガスタービン機関

部材	m_{GTi} (kg)	h_{Gi} (mm)	d_i (mm)	A_{bti} (mm ²)	n_i	R (min ⁻¹)	P (kW)	p (μ m)	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)	M_P (N・mm)	
取付ボルト (i=2)							3810					

部材	L_{1i} (mm)	L_{2i} (mm)	L_{3i} (mm)	L_{1Xi} (mm)	L_{GXi} (mm)	L_{Gi} (mm)	n_{1i}	n_{2i}	n_{3i}	n_{1Xi}
取付ボルト (i=2)										

58

部材	F_i^* (MPa)	転倒方向	
		弾性設計用 地震動S _d 又は静的震度	基準地震動S _s
取付ボルト (i=2)		—	長辺方向

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.2.2 ガスタービン発電機

部材	m_{Gi} (kg)	h_{GGi} (mm)	d_{Gi} (mm)	A_{Gbi} (mm ²)	n_{Gi}	R_G (min ⁻¹)	P_G (kW)	p_G (μ m)	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)	M_{GP} (N・mm)	
取付ボルト (i=2)						1500	3600					

部材	ℓ_{G1i}^{*1} (mm)	ℓ_{G2i}^{*1} (mm)	n_{Gfi}^{*1} (mm)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動Sd 又は静的震度	基準地震動Ss
取付ボルト (i=2)					—	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.2.3 共通架台

部材	m_{Ki} (kg)	h_{KGi} (mm)	d_{Ki} (mm)	$A_{Kbt i}$ (mm ²)	n_{Ki}	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i=2)							

部材	L_{K1i} (mm)	L_{K2i} (mm)	L_{K3i} (mm)	L_{K1Xi} (mm)	L_{K2Xi} (mm)	L_{K3Xi} (mm)	L_{KGi} (mm)	L_{KGXi} (mm)	n_{K1i}	n_{K2i}	n_{K3i}
取付ボルト (i=2)											

60

部材	n_{K1Xi}	n_{K2Xi}	n_{K3Xi}	F_{i}^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト (i=2)					—	短辺方向

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.2.4 車両フレーム (発電機車・制御車)

対象機器	m_{F1} (kg)	m_{F2} (kg)	h (mm)	L_F (mm)	L_{F1} (mm)	L_{F2} (mm)	L_{FX} (mm)	A_{FbH} (mm ²)	A_{FbV} (mm ²)	Z_{FH} (mm ³)	Z_{FV} (mm ³)
発電機車											
制御車											

対象機器	S_y (MPa)	S_u (MPa)	F^* (MPa)
発電機車			
制御車			

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(1) ガスタービン機関

(単位 : N)

部材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動S _s
取付ボルト (i=2)	—	4.359×10 ⁴	—	5.163×10 ⁴

(2) ガスタービン発電機

(単位 : N)

部材	F _{Gbi}		Q _{Gbi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動S _s
取付ボルト (i=2)	—	6.905×10 ⁴	—	2.084×10 ⁵

(3) 共通架台

(単位 : N)

部材	F _{Kbi}		Q _{Kbi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動S _s
取付ボルト (i=2)	—	6.329×10 ⁴	—	5.964×10 ⁵

1.3.2 車両に作用する力

(1) 車両フレーム (発電機車・制御車)



部材	$M_F (N \cdot mm)$		$F_F (N)$	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
発電機車	—	2.810×10^8	—	2.224×10^5
制御車	—	9.519×10^7	—	1.065×10^5

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(1) ガスタービン機関

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動S d又は静的震度		基準地震動S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)		引張り	—	—	$\sigma_{bt2}=217$	
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=33$	


注記* : $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

64

(2) ガスタービン発電機

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動S d又は静的震度		基準地震動S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)		引張り	—	—	$\sigma_{Gb2}=50$	
		せん断	—	—	$\tau_{Gb2}=38$	

注記* : $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{Gbi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

(3) 共通架台

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	引張り	—	—	$\sigma_{Kbt2}=315$	<input type="text"/>
		せん断	—	—	$\tau_{Kb2}=186$	

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{Kbi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 車両の応力

(1) 車両フレーム (発電機車・制御車)

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
発電機車	<input type="text"/>	組合せ	—	—	$\sigma_F=336$	<input type="text"/>
制御車		組合せ	—	—	$\sigma_F=331$	

すべて許容応力以下である。

65

1.4.3 機能の評価結果

(単位：×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能維持確認済加速度
ガスタービン機関	水平方向	1.19	2.32
	鉛直方向	0.65	0.82
ガスタービン発電機	水平方向	1.19	2.32
	鉛直方向	0.65	0.82
車両フレーム (発電機車・制御車)	水平方向	1.19	2.32
	鉛直方向	0.65	0.82

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能維持確認済加速度以下である。

ガスタービン機関



67

ガスタービン発電機



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

共通架台



68

車両フレーム(発電機車・制御車)



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

VI-2-10-1-2-3-2 ガスタービン発電設備 燃料移送ポンプの耐震性について
の計算書

目次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 構造強度評価	3
3.1 構造強度評価方法	3
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	3
3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	3
3.2.2 許容応力	3
3.2.3 使用材料の許容応力評価条件	3
3.3 計算条件	3
4. 機能維持評価	7
4.1 基本方針	7
4.2 ポンプの動的機能維持評価	8
4.2.1 評価対象部位	8
4.2.2 評価基準値	8
4.2.3 記号の説明	9
4.2.4 評価方法	11
4.3 原動機の動的機能維持評価	14
5. 評価結果	14
5.1 重大事故等対処設備としての評価結果	14

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ガスタービン発電設備燃料移送ポンプが設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

ガスタービン発電設備燃料移送ポンプは、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び動的機能維持評価を示す。

なお、ガスタービン発電設備燃料移送ポンプは、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の横軸ポンプであるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-4 横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。また、ガスタービン発電設備燃料移送ポンプは、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に記載されていない横置きのスクリュー形ポンプであるため、原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1-1991 追補版）（日本電気協会 電気技術基準調査委員会 平成3年6月）（以下「J E A G 4 6 0 1」という。）にて定められた評価部位の健全性を詳細評価することで動的機能維持の確認を行う。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ガスタービン発電設備燃料移送ポンプの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>ポンプはポンプベースに固定され、ポンプベースは基礎ボルトで基礎に据え付ける。</p>	<p>スクリー形</p>	<p>(単位: mm)</p>

3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

ガスタービン発電設備燃料移送ポンプの構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-4 横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ガスタービン発電設備燃料移送ポンプの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-1 に示す。

3.2.2 許容応力

ガスタービン発電設備燃料移送ポンプの許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 3-2 のとおりとする。

3.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ガスタービン発電設備燃料移送ポンプの使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-3 に示す。

3.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ガスタービン発電設備燃料移送ポンプの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 3-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用 原子炉の附属 施設	非常用 電源設備	ガスタービン発電設備 燃料移送ポンプ	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限界 を用いる)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，及び「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他のポンプ及びその他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 3-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _A S	1.5・f _t *	1.5・f _s *
V _A S (V _A SとしてIV _A Sの許容限界を用いる)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 3-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
基礎ボルト		周囲環境温度	50			—
ポンプ取付ボルト		最高使用温度	50			—
原動機取付ボルト		周囲環境温度	50			—

4. 機能維持評価

4.1 基本方針

ガスタービン発電設備燃料移送ポンプは、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に記載されていない横置きのスクリュー形ポンプであるため、J E A G 4 6 0 1にて定められた評価部位の健全性を詳細評価することで動的機能維持の確認を行う。

- (1) ガスタービン発電設備燃料移送ポンプは地震後においてもその機能が維持されるよう、動的機能維持の評価を行う。なお、本ポンプは添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に記載されていない横置きのスクリュー形ポンプであるため、機能維持評価は、J E A G 4 6 0 1にて定められた評価部位の健全性を確認することで動的機能維持の確認を行う。また、原動機については横形ころがり軸受電動機であるため、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に記載の機能確認済加速度を適用する。
- (2) 本ポンプは横置きの機器であることから、J E A G 4 6 0 1に従い構造的に一つの剛体として取り扱う。

4.2 ポンプの動的機能維持評価

4.2.1 評価対象部位

ガスタービン発電設備燃料移送ポンプは、容量等が J E A G 4 6 0 1 に記載されている横形遠心式ポンプを上回ることはなく、回転機能を担う構成要素も変わらない。したがって、基本的な構成要素は J E A G 4 6 0 1 に記載されている横形ポンプと同等であることから、J E A G 4 6 0 1 に記載の横形ポンプの動的機能維持評価項目に従い、以下の部位について評価を実施する。

- a. 基礎ボルト
- b. 取付ボルト
- c. 軸
- d. 軸受
- e. 摺動部（主ねじ部）
- f. メカニカルシール
- g. 軸継手

このうち「a. 基礎ボルト」「b. 取付ボルト」については、「3. 構造強度評価」に従って評価を行い、「5. 評価結果」にて十分な裕度を有していることを確認している。また、「g. 軸継手」は、軸受でスラスト荷重を受け持つことで軸継手にスラスト荷重が発生しない構造であるため、評価対象外とする。

以上より、本計算書においては、軸、軸受、摺動部（主ねじ部）及びメカニカルシールを評価対象部位とする。

4.2.2 評価基準値

軸の許容応力は、軸の変形等による回転機能への影響を考慮し、軸の変形を弾性範囲内に留めるよう、「その他のポンプ」の許容応力状態Ⅲ_{AS}に準拠し設定する。摺動部（主ねじ部）については、主ねじとスリーブの接触による、回転機能、移送機能への影響を考慮して主ねじとスリーブ間隙間を評価基準とする。軸受は、回転機能確保の観点より許容面圧を、メカニカルシールは、流体保持機能確保の観点よりシール回転環の変位可能量を、評価基準値とする。

評価基準値を表 4-1 に示す。

表 4-1 評価基準値（許容値）

評価部位	評価項目	単位	評価基準値（許容値）
軸	許容応力	MPa	
軸受	許容面圧	MPa	
摺動部（主ねじ部）	スリーブ間隙間	mm	
メカニカルシール	変位可能量	mm	

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.2.3 記号の説明

ガスタービン発電設備燃料移送ポンプの動的機能維持評価に使用する記号を表 4-2 に示す。

表 4-2 記号の説明

記号	記号の説明	単位
a	軸端から支点Aまでの距離 ($=\ell_2$)	mm
A_{R1}	ラジアル荷重を受ける軸受Aの投影面積	mm ²
A_{R2}	ラジアル荷重を受ける軸受Bの投影面積	mm ²
A_S	スラスト荷重を受ける軸受の投影面積	mm ²
b	軸端から支点Bまでの距離	mm
C_H	水平方向震度	—
C_V	鉛直方向震度	—
d	曲げモーメントが最大となる箇所の軸径	mm
E	縦弾性係数	MPa
g	重力加速度 ($=9.80665$)	m/s ²
I_1	軸最小径での断面二次モーメント	mm ⁴
I_2	シール面軸径での断面二次モーメント	mm ⁴
ℓ	軸長さ	mm
ℓ_1	支点間距離	mm
ℓ_2	軸端から支点Aまでの距離 ($=a$)	mm
M	最大曲げモーメント (M_A , M_B の大なる方)	N・mm
m_0	軸系総質量	kg
M_A	支点Aの曲げモーメント	N・mm
M_B	支点Bの曲げモーメント	N・mm
M_P	ポンプ回転により作用するモーメント	N・mm
N	回転数 (原動機の同期回転速度)	rpm
P	原動機出力	kW
P_{R1}	ラジアル荷重による軸受Aの面圧	MPa
P_{R2}	ラジアル荷重による軸受Bの面圧	MPa
P_S	スラスト荷重による軸受の面圧	MPa
T	軸に作用するねじりモーメント	N・mm
w	地震力を考慮した軸等分布荷重	N
W_1	地震力を考慮した軸端部荷重	N
W_2	軸受にかかる通常運転時荷重	N
W_{R1}	軸受Aにかかる地震時のラジアル荷重	N
W_{R2}	軸受Bにかかる地震時のラジアル荷重	N
W_S	軸受にかかる地震時のスラスト荷重	N
x	軸端からメカニカルシールシール面までの距離	mm

記号	記号の説明	単位
δ_1	摺動部（主ねじ部）における軸のたわみ量	mm
δ_2	シール面における軸のたわみ量	mm
π	円周率	—
τ_{max}	軸に生じる最大せん断応力	MPa

4.2.4 評価方法

(1) 軸

軸の評価は、軸を単純はりとしてモデル化し、地震力が加わる場合のねじりと曲げの組合せによる軸の応力を算出する。

発生する応力値が、その許容応力値を下回ることを確認する。

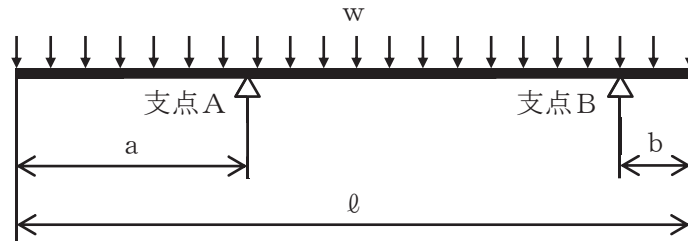


図 4-1 軸の評価モデル

軸に生じる最大せん断応力 τ_{max} は次式で求める。

$$\tau_{max} = \left(\frac{16}{\pi \cdot d^3} \right) \cdot \sqrt{M^2 + T^2} \quad \dots \quad (4.2.4.1)$$

ここで、ねじりモーメント T は

$$T = M_P \quad \dots \quad (4.2.4.2)$$

ここで、ポンプ回転により作用するモーメント M_P は

$$M_P = \left(\frac{60}{2 \cdot \pi \cdot N} \right) \cdot 10^6 \cdot P \quad \dots \quad (4.2.4.3)$$

(1kW = 10⁶N・mm/s)

支点 A の曲げモーメント M_A は

$$M_A = \frac{w \cdot a^2}{2} \quad \dots \quad (4.2.4.4)$$

支点 B の曲げモーメント M_B は

$$M_B = \frac{w \cdot b^2}{2} \quad \dots \quad (4.2.4.5)$$

ここで、地震力を考慮した等分布荷重 w は

$$w = \frac{m_o \cdot g \cdot \sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2}}{l} \quad \dots \quad (4.2.4.6)$$

(2) 軸受

軸受の評価は、地震力が加わる場合に発生する全荷重を軸受が受けるものとし、地震による荷重が軸受の許容荷重（許容面圧）以下であることを確認する。

a. 軸受Aのラジアル荷重

ラジアル荷重による軸受Aの面圧 P_{R1} は次式で求める。

$$P_{R1} = \frac{W_{R1}}{A_{R1}} \quad \dots\dots\dots (4.2.4.7)$$

ここで、軸受Aにかかる地震時のラジアル荷重 W_{R1} は

$$W_{R1} = m_0 \cdot g \cdot \sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} \quad \dots\dots\dots (4.2.4.8)$$

b. 軸受Bのラジアル荷重

ラジアル荷重による軸受Bの面圧 P_{R2} は次式で求める。

$$P_{R2} = \frac{W_{R2}}{A_{R2}} \quad \dots\dots\dots (4.2.4.9)$$

ここで、軸受Bにかかる地震時のラジアル荷重 W_{R2} は

$$W_{R2} = m_0 \cdot g \cdot \sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} \quad \dots\dots\dots (4.2.4.10)$$

c. スラスト荷重

スラスト荷重による軸受 P_S の面圧は次式で求める。

$$P_S = \frac{W_S}{A_S} \quad \dots\dots\dots (4.2.4.11)$$

ここで、軸受にかかる地震時のスラスト荷重 W_S は

$$W_S = m_0 \cdot g \cdot C_H + W_2 \quad \dots\dots\dots (4.2.4.12)$$

(3) 摺動部（主ねじ部）

摺動部の評価は、軸を単純はりとしてモデル化し、地震力が加わる場合の摺動部（主ねじ部）における軸のたわみ量を算出し、発生するたわみ量が主ねじとスリーブ間隙間内であることを確認する。

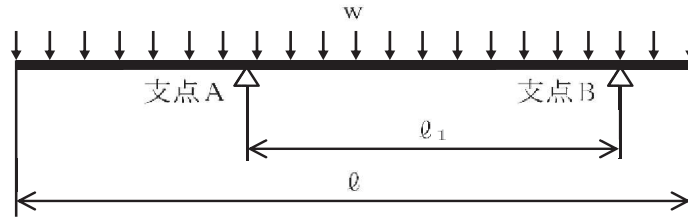


図 4-2 摺動部（主ねじ部）の評価モデル

摺動部（主ねじ部）における軸のたわみ量 δ_1 は次式で求める。

$$\delta_1 = \frac{5 \cdot w \cdot l_1^4}{384 \cdot E \cdot I_1} - \frac{(M_A + M_B) \cdot l_1^2}{16 \cdot E \cdot I_1} \quad \dots\dots\dots (4.2.4.13)$$

(4) メカニカルシール

軸を単純はりとしてモデル化し、地震力が加わる場合のメカニカルシールシール面における軸の軸直角方向たわみ量を算出し、発生するたわみ量がメカニカルシール回転環の変位可能量を下回ることを確認する。

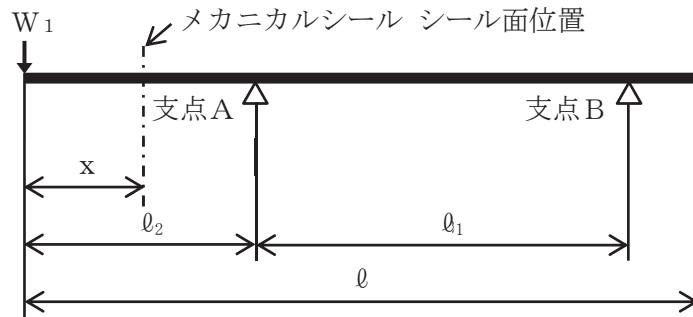


図 4-3 メカニカルシールの評価モデル

シール面における軸のたわみ量 δ_2 は次式で求める。

$$\delta_2 = \frac{W_1 \cdot l_2^3}{6 \cdot E \cdot I_2} \cdot \left[\frac{x^3}{l_2^3} - \frac{3 \cdot (l_1 + l_2)}{l_2^2} \cdot x + \frac{3 \cdot l_1}{l_2} + 2 \right] \quad \dots\dots\dots (4.2.4.14)$$

ここで、地震力を考慮した軸端部荷重 W_1 は

$$W_1 = m_0 \cdot g \cdot \sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} \quad \dots\dots\dots (4.2.4.15)$$

4.3 原動機の動的機能維持評価

ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ用原動機の動的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-4 横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ用原動機は、地震時動的機能維持が確認された機種と類似の構造及び振動特性であるため、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に記載の機能確認済加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 4-3 に示す。

表 4-3 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	形式	方向	機能確認済加速度
原動機	横形ころがり軸受電動機	水平	4.7
		鉛直	1.0

5. 評価結果

5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ガスタービン発電設備燃料移送ポンプの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ガスタービン発電設備燃料移送ポンプの耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 構造強度評価

1.1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		ポンプ振動による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度			
ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ	常設耐震/防止 常設/緩和	屋外 O.P. 62.3*1 (O.P. 62.8)	—*2	—*2	—	—	C _H =1.47	C _V =0.74		50	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：固有周期は十分に小さく，計算は省略する。

1.1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
基礎ボルト (i=1)							4	2
ポンプ取付ボルト (i=2)							4	2
原動機取付ボルト (i=3)							4	2

部材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向		M _p (N・mm)
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	
基礎ボルト (i=1)			—		—	軸直角	—
ポンプ取付ボルト (i=2)			—		—	軸	—
原動機取付ボルト (i=3)			—		—	軸	—

予想最大両振幅 (μm)	回転速度 (rpm)

注記 *1：各ボルトの機器要目における上段は軸直角方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。
*2：周囲環境温度で算出
*3：最高使用温度で算出

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.1.3 計算数値

1.1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)				
ポンプ取付ボルト (i=2)				
原動機取付ボルト (i=3)				

1.1.4 結論

1.1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)		引張り	—	—		
		せん断	—	—		
ポンプ取付ボルト (i=2)		引張り	—	—		
		せん断	—	—		
原動機取付ボルト (i=3)		引張り	—	—		
		せん断	—	—		

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

1.2 動的機能評価

1.2.1 設計条件

機器名称	型式	定格容量 (m ³ /h)	据付場所及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		基準地震動 S s		ポンプ振動 による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
				水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
ガスタービン 発電設備 燃料移送ポンプ	スクリー ー形	3	屋外 O.P. 62.3* ¹ (O.P. 62.8)	—* ²	—* ²	C _H =1.23	C _V =0.61		50	50

注記 *1: 基準床レベルを示す。

*2: 固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

機器名称	型式	出力 (kW)	据付場所及び床面 高さ (m)	固有周期 (s)		基準地震動 S s		ポンプ振動 による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
				水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
ガスタービン 発電設備 燃料移送ポンプ 用原動機	横形ころがり 軸受電動機	1.5	屋外 O.P. 62.3* ¹ (O.P. 62.8)	—* ²	—* ²	C _H =1.23	C _V =0.61		50	50

注記 *1: 基準床レベルを示す。

*2: 固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

1.2.2 機器要目

m ₀ (kg)	ℓ (mm)	ℓ ₁ (mm)	ℓ ₂ (mm)	a (mm)	b (mm)	d (mm)	x (mm)

A _{R1} (mm ²)	A _{R2} (mm ²)	A _S (mm ²)	E (MPa)	I ₁ (mm ⁴)	I ₂ (mm ⁴)	N (min ⁻¹)	W ₂ (N)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.2.3 結論

1.2.3.1 機能確認済加速度との比較

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ポンプ	水平方向	1.23	—
	鉛直方向	0.61	—
原動機	水平方向	1.23	4.7
	鉛直方向	0.61	1.0

ポンプは、本文 4.2.1 項に基づき、以下の項目について評価する。

原動機は、機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。

注記*：基準地震動 S s により定める応答加速度とする。

1.2.3.2 スクリュー形ポンプの動的機能維持評価

1.2.3.2.1 代表評価項目の評価

基礎ボルト、取付ボルトについては、構造強度評価にて設計用地震力に対して十分な構造強度を有しているため、計算は省略する。

1.2.3.2.2 上記以外の基本評価項目の評価

1.2.3.2.2.1 軸の応力評価 (単位: MPa)

評価部位	材料	発生応力	許容応力
軸			

すべて許容応力以下である。

1.2.3.2.2.2 軸受の評価 (単位: MPa)

評価部位	荷重	発生面圧	許容面圧
軸受	ラジアル (原動機側)		
	ラジアル (負荷側)		
	スラスト		

すべて許容面圧以下である。

1.2.3.2.2.3 摺動部 (主ねじ) の評価 (単位: mm)

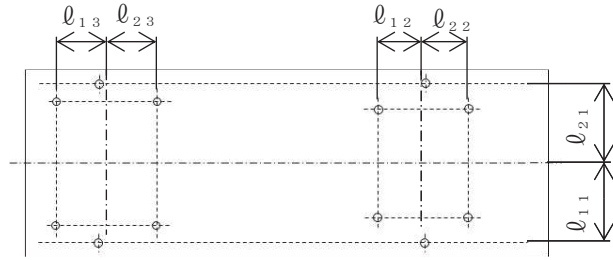
評価部位	たわみ量	スリーブ間隙間
摺動部 (主ねじ)		

すべてスリーブ間隙間以下である。

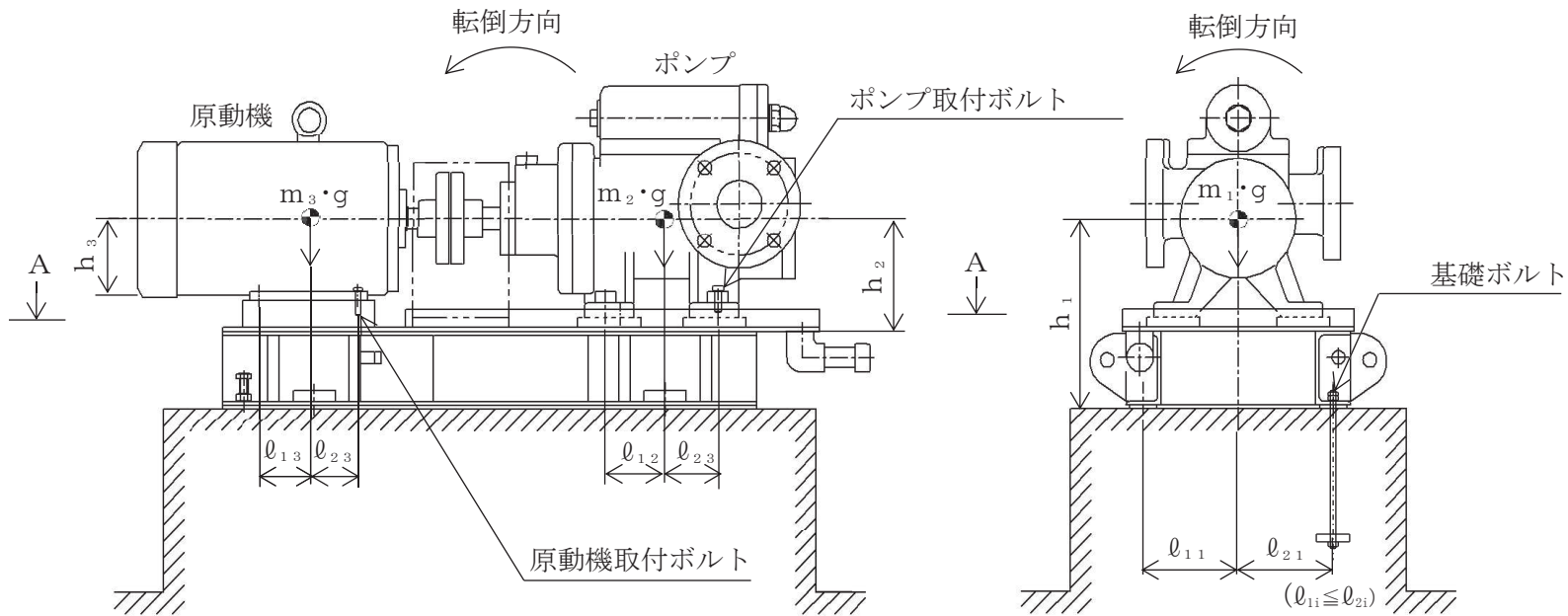
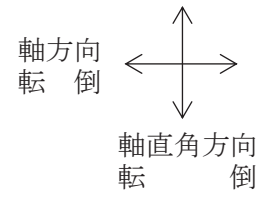
1.2.3.2.2.4 メカニカルシールの評価 (単位: mm)

評価部位	たわみ量	変位可能量
メカニカルシール		

すべて変位可能量以下である。



A~A矢视图



VI-2-10-1-2-3-3 ガスタービン発電設備 軽油タンクの耐震性について
の計算書

目次

1.	概要	1
2.	一般事項	1
2.1	構造計画	1
2.2	評価方針	3
2.3	適用基準	4
2.4	記号の説明	5
2.5	計算精度と数値の丸め方	11
3.	評価部位	12
4.	固有周期	13
4.1	固有周期の計算方法	13
4.2	固有周期の計算条件	14
4.3	固有周期の計算結果	14
5.	構造強度評価	15
5.1	構造強度評価方法	15
5.2	荷重の組合せ及び許容応力	15
5.2.1	荷重の組合せ及び許容応力状態	15
5.2.2	許容応力	15
5.2.3	使用材料の許容応力評価条件	15
5.3	設計用地震力	20
5.4	計算方法	21
5.4.1	応力の計算方法	21
5.5	計算条件	36
5.5.1	胴板の応力計算条件	36
5.5.2	脚の応力計算条件	36
5.5.3	基礎ボルトの応力計算条件	36
5.6	応力の評価	37
5.6.1	胴の応力評価	37
5.6.2	脚の応力評価	37
5.6.3	基礎ボルトの応力評価	38
6.	評価結果	39
6.1	重大事故等対処設備としての評価結果	39
7.	引用文献	39

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ガスタービン発電設備軽油タンクが設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。その耐震評価は、応力評価により行う。

ガスタービン発電設備軽油タンクは、重大事故等対処設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ガスタービン発電設備軽油タンクの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>胴を脚で支持し、脚を基礎ボルトで基礎に据え付ける。</p>	<p>横置円筒形容器</p>	<p style="text-align: right;">(単位 : mm)</p>

2.2 評価方針

ガスタービン発電設備軽油タンクの応力評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」のうち「3.1 構造強度上の制限」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示すガスタービン発電設備軽油タンクの部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」にて算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

ガスタービン発電設備軽油タンクの耐震評価フローを図 2-1 に示す。

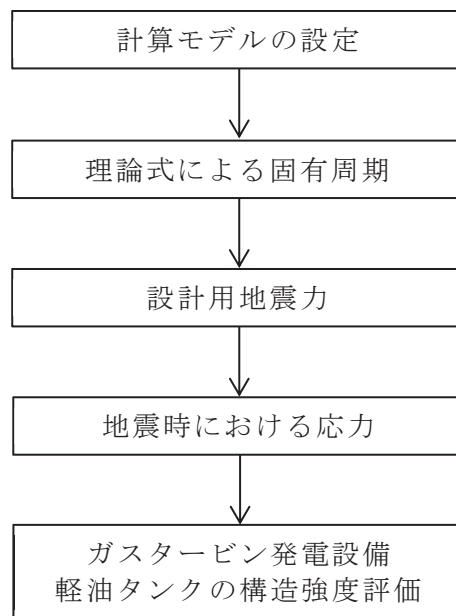


図 2-1 ガスタービン発電設備軽油タンクの耐震評価フロー

2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- (2) 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 ((社) 日本電気協会)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電
気協会)
- (4) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下
「設計・建設規格」という。)

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	基礎ボルトの軸断面積	mm^2
A_s	脚の断面積	mm^2
A_{s1}	脚の長手方向に対する有効せん断断面積	mm^2
A_{s2}	脚の横方向に対する有効せん断断面積	mm^2
A_{s3}	脚の長手方向に対するせん断断面積	mm^2
A_{s4}	脚の横手方向に対するせん断断面積	mm^2
a	脚底板の長手方向幅	mm
b	脚底板の横方向幅	mm
C_1	脚の胴付け根部のアタッチメントの幅の2分の1 (胴の横方向)	mm
C_2	脚の胴付け根部のアタッチメントの幅の2分の1 (胴の長手方向)	mm
C_{cj}	周方向モーメントによる応力の補正係数 (引用文献(2)より得られる値) ($j=1$: 周方向応力, $j=2$: 軸方向応力)	—
C_H	水平方向設計震度	—
$C_{\ell j}$	軸方向モーメントによる応力の補正係数 (引用文献(2)より得られる値) ($j=1$: 周方向応力, $j=2$: 軸方向応力)	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
D_i	胴の内径	mm
d	ボルトの呼び径	mm
d_1	脚底板端面から基礎ボルト中心までの長手方向の距離	mm
d_2	脚底板端面から基礎ボルト (外側) 中心までの横方向の距離	mm
d_3	脚底板端面から基礎ボルト (内側) 中心までの横方向の距離	mm
E_s	脚の縦弾性係数	MPa
e	脚中心から偏心荷重作用点までの距離	mm
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格 SSB-3121.3 又は SSB-3133 に定める値	MPa
F_b	基礎ボルトに作用する引張力	N
f_{sb}	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f_t	脚の許容引張応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f_{ts}	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
G_s	脚のせん断弾性係数	MPa

記号	記号の説明	単位
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s^2
H	水頭	mm
h_1	基礎から脚の胴つけ根部までの高さ	mm
h_2	基礎から胴の中心までの高さ	mm
I_{sx}	脚の長手方向軸に対する断面二次モーメント	mm^4
I_{sy}	脚の横方向軸に対する断面二次モーメント	mm^4
K_{1j}, K_{2j}	引用文献(2)によるアタッチメントパラメータの補正係数 ($j=1$: 周方向応力, $j=2$: 軸方向応力)	—
K_c	脚のばね定数 (胴の横方向に水平力が作用する場合)	N/mm
K_ℓ	脚のばね定数 (胴の長手方向に水平力が作用する場合)	N/mm
K_v	脚のばね定数 (胴に鉛直力が作用する場合)	N/mm
$K_{cj}, K_{\ell j}$	引用文献(2)によるアタッチメントパラメータの補正係数 ($j=1$: 周方向応力, $j=2$: 軸方向応力)	—
ℓ	胴の横方向から見て, 両端の脚の中心から鏡板重心までの距離	mm
ℓ_H	鏡板の端から鏡板の丸みの始まる箇所までの長さ	mm
ℓ_L	鏡板の丸みの始まる箇所間の長さ	mm
ℓ_0	脚中心間距離	mm
ℓ_1	脚中心間距離 ($\ell_1 \neq \ell_0$)	mm
ℓ_w	当板における脚の取り付かない部分の長手方向長さ	mm
M	脚底板に作用するモーメント	$N \cdot mm$
M_{si}	脚に作用する荷重及び脚つけ根の部分における曲げモーメント ($i=1 \sim 4$)	$N \cdot mm$
M_1	脚付け根部における胴の運転時質量によるモーメント	$N \cdot mm$
M_c	横方向地震により胴の脚付け根部に作用するモーメント	$N \cdot mm$
M_{c1}	横方向地震により脚底面に作用するモーメント	$N \cdot mm$
M_ℓ	長手方向地震による胴の脚つけ根部のモーメント	$N \cdot mm$
$M_{\ell 1}$	長手方向地震により脚底面に働くモーメント	$N \cdot mm$
M_x	胴に生じる軸方向の曲げモーメント	$N \cdot mm/mm$
M_ϕ	胴に生じる周方向の曲げモーメント	$N \cdot mm/mm$
m_0	容器の運転時質量	kg
m_s	脚 1 本当たりの質量	kg
N_x	胴に生じる軸方向の膜力	N/mm
N_ϕ	胴に生じる周方向の膜力	N/mm
n	脚 1 個当たりの基礎ボルトの本数	—

記号	記号の説明	単位
n_1	長手方向及び鉛直方向地震時に引張りを受ける基礎ボルトの本数	—
n_2	横方向及び鉛直方向地震時に引張りを受ける基礎ボルトの本数	—
P	運転時質量により胴の脚付け根部に作用する反力	N
P_e	鉛直方向地震により胴の脚付け根部に作用する反力	N
P_ℓ	長手方向地震により胴の脚付け根部に作用する鉛直荷重	N
P_s	長手方向及び鉛直方向地震により脚底部に作用する鉛直荷重	N
P_{s1}	横方向及び鉛直方向地震により脚底部に作用する鉛直荷重	N
R_1	脚に作用する荷重	N
R_{si}	各脚に作用する荷重 ($i = 1 \sim 4$)	N
r_m	脚付け根部における胴の平均半径	mm
r_o	脚付け根部における胴の外半径	mm
S	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表5 に定める値	MPa
S_a	胴の許容応力	MPa
S_u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9 に定める値	MPa
S_y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8 に定める値	MPa
$S_y(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8 に定める材料の40℃における値	MPa
s	基礎ボルトと基礎の縦弾性係数比	—
T_1	長手方向固有周期	s
T_2	横方向固有周期	s
T_3	鉛直方向固有周期	s
t	脚側胴板の厚さ	mm
t_e	脚付け根部における胴の有効板厚	mm
X_n	基礎が圧縮力を受ける幅	mm
Z	引用文献(1)による胴の断面係数	mm ³
Z_{sx}	脚の長手方向軸に対する断面係数	mm ³
Z_{sy}	脚の横方向軸に対する断面係数	mm ³
β, β_1, β_2	引用文献(2)によるアタッチメントパラメータ	—
γ	引用文献(2)によるシェルパラメータ	—
θ	引用文献(1)による胴の有効範囲角の2分の1	rad
θ_o	胴の脚端部より鉛直軸までの角度	rad
θ_w	胴の脚端部より当板端部までの角度	rad

記号	記号の説明	単位
π	円周率	—
ρ'	液体の密度 (= 比重 $\times 10^{-6}$)	kg/mm ³
σ_0	胴の組合せ一次一般膜応力の最大値	MPa
σ_{0c}	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次一般膜応力	MPa
σ_{0cx}	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{0c\phi}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次一般膜応力の和	MPa
σ_{0l}	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次一般膜応力	MPa
σ_{0lx}	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{0l\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次一般膜応力の和	MPa
σ_1	胴の組合せ一次応力の最大値	MPa
σ_{1c}	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
σ_{1cx}	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1c\phi}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次応力の和	MPa
σ_{1l}	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
σ_{1lx}	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1l\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次応力の和	MPa
σ_2	地震動のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和の変動値の最大値	MPa
σ_{2c}	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和	MPa
σ_{2cx}	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和	MPa

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{2c\phi}$	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2\ell}$	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2\ell x}$	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2\ell\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
σ_b	基礎ボルトに生じる引張応力の最大値	MPa
σ_{b1}	長手方向及び鉛直方向地震により基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
σ_{b2}	横方向及び鉛直方向地震により基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
σ_s	脚の組合せ応力の最大値	MPa
σ_{sc}	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の脚の組合せ応力	MPa
$\sigma_{s\ell}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の脚の組合せ応力	MPa
σ_{s1}	運転時質量により脚に生じる圧縮応力	MPa
σ_{s2}	長手方向地震により脚に生じる曲げ及び圧縮応力の和	MPa
σ_{s3}	横方向地震により脚に生じる曲げ応力	MPa
σ_{s4}	鉛直方向地震により脚に生じる圧縮応力	MPa
σ_{x1}	静水頭により胴に生じる軸方向一次応力	MPa
σ_{x2}	運転時質量による長手方向曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力	MPa
σ_{x3}	運転時質量により胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x41}, \sigma_{x42}$	長手方向地震により胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力の和及び二次応力の和	MPa
$\sigma_{x411}, \sigma_{x421}$	長手方向地震による曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{x412}, \sigma_{x422}$	長手方向地震による鉛直荷重により胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
σ_{x413}	長手方向地震による水平方向荷重により胴に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x51}, \sigma_{x52}$	横方向地震による曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa

記号	記号の説明	単位
σ_{x6}	鉛直方向地震による長手方向曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x71}, \sigma_{x72}$	鉛直方向地震により胴の脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi1}$	静水頭により胴に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi2}$	静水頭に鉛直地震力が加わり胴に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi3}$	運転時質量により胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi41}, \sigma_{\phi42}$	長手方向地震により胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力の和及び二次応力の和	MPa
$\sigma_{\phi411}, \sigma_{\phi421}$	長手方向地震による曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi412}, \sigma_{\phi422}$	長手方向地震による鉛直荷重により胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi51}, \sigma_{\phi52}$	横方向地震による曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi71}, \sigma_{\phi72}$	鉛直方向地震により胴の脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
τ_b	基礎ボルトに生じるせん断応力の最大値	MPa
τ_{b1}	長手方向地震により基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
τ_{b2}	横方向地震により基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
τ_c	横方向地震により胴の脚付け根部に生じるせん断応力	MPa
τ_{θ}	長手方向地震により胴の脚つけ根部に生じるせん断応力	MPa
τ_{s2}	長手方向地震により脚に生じるせん断応力	MPa
τ_{s3}	横方向地震により脚に生じるせん断応力	MPa
ω	胴部自重による等分布荷重	N/mm

2.5 計算精度と数値の丸め方

計算精度は有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表 2-2 に示すとおりである。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
最高使用圧力	MPa	—	—	小数点以下第 2 位
温度	°C	—	—	整数位
比重	—	小数点以下第 3 位	四捨五入	小数点以下第 2 位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	下記以外の長さ	mm	—	整数位 ^{*1}
	胴板の厚さ	mm	—	小数点以下第 1 位
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
角度	rad	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*3}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下の場合は，小数点以下表示とする。

*2：絶対値が1000以上のときは，べき数表示とする。

*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降状点は，比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て，整数位までの値とする。

3. 評価部位

ガスタービン発電設備軽油タンクの耐震評価は「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる胴、脚及び基礎ボルトについて評価を実施する。

ガスタービン発電設備軽油タンクの耐震評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

4. 固有周期

4.1 固有周期の計算方法

(1) 計算モデル

モデル化に当たっては次の条件で行う。

- a. 容器及び内容物の質量は中心軸に集中するものとする。
- b. 容器の胴は4個の脚で支持され、脚はそれぞれ基礎ボルトで基礎に固定されており、固定端とする。
- c. 胴は剛とし、脚をはりと考え、変形モードは脚の曲げ及びせん断変形を考慮する。
- d. 全脚固定とし、力は全脚で受けるものとする。
- e. 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

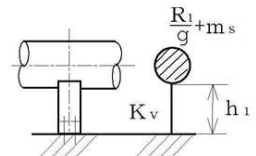
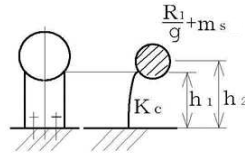
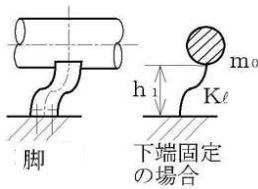


図 4-1 長手方向の固有周期
計算モデル

図 4-2 横方向の固有周期
計算モデル

図 4-3 鉛直方向の固有周期
計算モデル

(2) 長手方向の固有周期

図 4-1 におけるばね定数は次式で求める。

$$K_l = \frac{4}{\frac{h_1^3}{12 \cdot E_s \cdot I_{sy}} + \frac{h_1}{G_s \cdot A_{s1}}} \dots \dots \dots (4.1.1)$$

固有周期は次式で求める。

$$T_1 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_0}{K_l \cdot 1000}} \dots \dots \dots (4.1.2)$$

(3) 横方向の固有周期

図 4-2 におけるばね定数は次式で求める。

$$K_c = \frac{1}{\frac{h_1^2 \cdot (3 \cdot h_2 - h_1)}{6 \cdot E_s \cdot I_{sx}} + \frac{(h_2 - h_1) \cdot h_1 \cdot (h_2 - h_1/2)}{E_s \cdot I_{sx}} + \frac{h_1}{G_s \cdot A_{s2}}} \dots \dots \dots (4.1.3)$$

固有周期は次式で求める。

$$T_2 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\frac{R_1}{g} + m_s}{K_c \cdot 1000}} \dots\dots\dots (4.1.4)$$

(4) 鉛直方向の固有周期

図 4-3 におけるばね定数は次式で求める。

$$K_v = \frac{1}{\frac{h_1}{A_s \cdot E_s}} \dots\dots\dots (4.1.5)$$

固有周期は次式で求める。

$$T_3 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\frac{R_1}{g} + m_s}{K_v \cdot 1000}} \dots\dots\dots (4.1.6)$$

4.2 固有周期の計算条件

固有周期の計算に用いる計算条件は、【ガスタービン発電設備軽油タンクの耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

4.3 固有周期の計算結果

固有周期の計算結果を表 4-1 に示す。計算結果より、剛であることを確認した。

表 4-1 固有周期 (s)

水平方向		鉛直方向
長手	横	□
□	□	

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

4.1(1)項 a.～e.のほか、次の条件で計算する。概要図は表 2-1 に示す。

- (1) 地震力は容器に対して水平方向及び鉛直方向に作用するものとする。ここで、水平方向地震は胴の長手方向に作用する場合と胴の横方向に作用する場合を考慮する。
- (2) 全脚は同形状であり、受ける荷重が最大の脚についての評価を計算書に記載する。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ガスタービン発電設備軽油タンクの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-1 に示す。

5.2.2 許容応力

ガスタービン発電設備軽油タンクの許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 5-2 及び表 5-3 のとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ガスタービン発電設備軽油タンクの使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-4 に示す。

表 5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用 原子炉の附属施設	非常用電源 設備	ガスタービン発電設備 軽油タンク	常設耐震/防止 常設/緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ として $IV_A S$ の許容限 界を用い る。)

注記*1：「常設耐震/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：重大事故等クラス2容器及び重大事故等クラス2支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力状態を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 5-2 許容応力（重大事故等クラス 2 容器）

許容応力状態	許 容 限 界 ^{*1, *2}			
	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
IV _A S	0.6・S _u	左欄の 1.5 倍の値	^{*3} 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・S _y 以下であれば疲労解析は不要。	
V _A S (V _A S としてIV _A S の許容限界を用い る。)				

コ

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：当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

*3：2・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・S_yと読み替える。）の簡易弾塑性解析を用いる。

表 5-3 許容応力（重大事故等クラス 2 支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1,*2,*3 (ボルト等以外)	許容限界*2,*3 (ボルト等)	
	一次応力	一次応力	
	引張	引張	せん断
IV_{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容 限界を用いる。)			

注記*1：薄肉円筒形状のもの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。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

*3：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。

表 5-4 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
胴板	SM490C (16 mm < 厚さ ≤ 40 mm)	最高使用温度	50	—	309	480	—
脚	SM490C (16 mm < 厚さ ≤ 40 mm)	周囲環境温度	50	—	309	480	—
基礎ボルト	SNB7 (径 ≤ 63 mm)	周囲環境温度	50	—	715	838	—

5.3 設計用地震力

「基準地震動 S_s 」による地震力は、「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

評価に用いる設計用地震力を表 5-5 に示す。

表 5-5 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		基準地震動 S_s	
	水 平 方 向	鉛 直 方 向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
ガスタービン 発 電 設 備 軽油タンク室 0. P. 56. 70*			$C_H=0.90$	$C_V=0.69$

注記*：基準床レベルを示す。

5.4 計算方法

図 5-1 に荷重状態を示す。

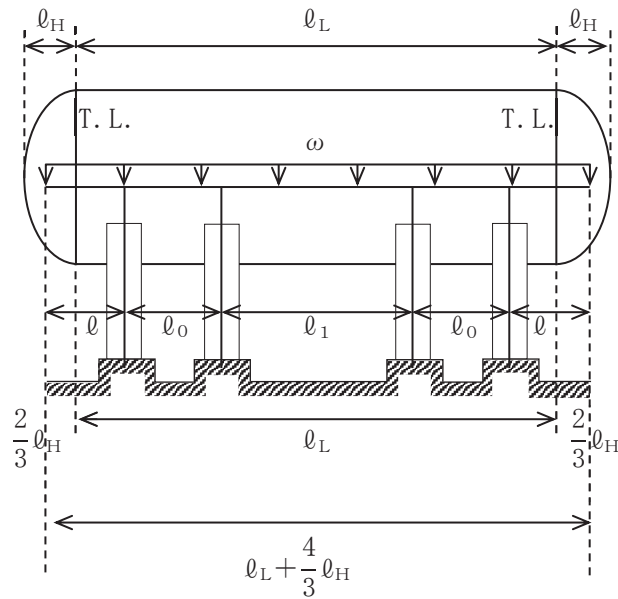


図 5-1 荷重状態

5.4.1 応力の計算方法

応力計算における水平方向と鉛直方向の組合せについて、動的地震力を用いることとし、SRSS法を用いるものとする。

5.4.1.1 胴の計算方法

(1) 脚つけ根の部分における曲げモーメント

$$\omega = \frac{(m_0 - 4 \cdot m_s) \cdot g}{l_L + \frac{4}{3} \cdot l_H} \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.1)$$

第 1 脚及び第 4 脚に作用する曲げモーメント

$$M_{s1} = M_{s4} = \frac{1}{2} \cdot \omega \cdot l^2 \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.2)$$

第 2 脚及び第 3 脚に作用する曲げモーメント

$$M_{s2} = M_{s3} = \frac{1}{4} \cdot \omega \cdot \left\{ \frac{((l_0^3 + l_1^3) - 2 \cdot l^2 \cdot l_0)}{2 \cdot l_0 + 3 \cdot l_1} \right\} \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.3)$$

応力計算に使用する M_1 は、 $M_{s1} \sim M_{s4}$ のうち最大のものとする。

(2) 静水頭による応力（鉛直方向地震時を含む。）

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i}{2 \cdot t} \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

$$\sigma_{\phi 2} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i \cdot C_V}{2 \cdot t} \dots\dots\dots (5.4.1.1.5)$$

$$\sigma_{x1} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i}{4 \cdot t} \dots\dots\dots (5.4.1.1.6)$$

(3) 運転時質量及び鉛直方向地震により生じる長手方向曲げモーメントによる応力

(1)項で求めた曲げモーメントにより胴の脚付け根部に生じる応力は次のように求める。

引用文献(1)によれば、この曲げモーメントは胴の断面に対して一様に作用するものではなく、脚付け根部において円周方向の曲げモーメントに置き換えられ、胴の局部変形を生じさせようとする。

長手方向の曲げモーメントによる胴の応力の影響範囲を脚上 $\theta_0/6$ の点とすると長手方向曲げモーメントに対する胴の有効断面積は図 5-2 に $2 \cdot \theta$ で示される円殻である。

したがって、運転時質量による応力は次式で求める。

$$\sigma_{x2} = \frac{M_1}{Z} \dots\dots\dots (5.4.1.1.7)$$

また、鉛直方向地震による応力は次式で求める。

$$\sigma_{x6} = \frac{M_1}{Z} \cdot C_V \dots\dots\dots (5.4.1.1.8)$$

ここで、

$$r_m = \frac{D_i + t_e}{2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.9)$$

$$Z = r_m^2 \cdot t_e \cdot \left\{ \frac{\theta + \sin \theta \cdot \cos \theta - 2 \cdot \sin^2 \theta / \theta}{(\sin \theta / \theta) - \cos \theta} \right\} \dots\dots\dots (5.4.1.1.10)$$

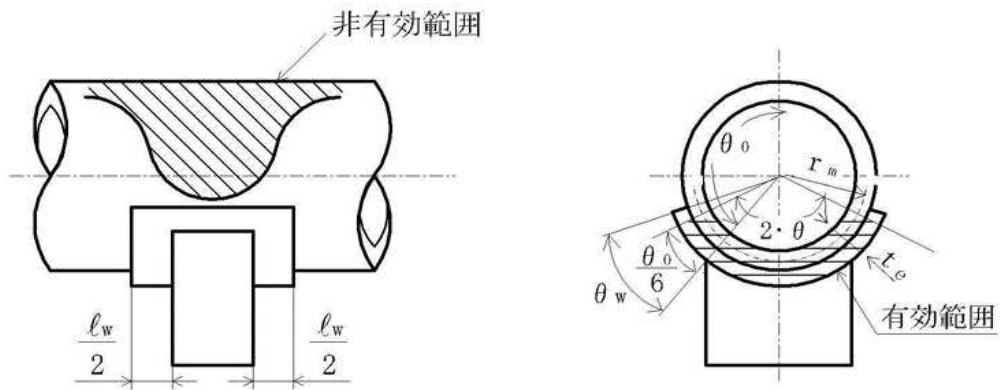


図 5-2 脚付け根部の有効範囲

胴の脚付け根部に取り付く当板の大きさが

$$\text{周方向範囲} \quad \theta_w \geq \frac{\theta_0^{*1}}{6} \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.11)$$

$$\text{長手方向範囲} \quad l_w \geq 1.56 \cdot \sqrt{\left(\frac{D_i + t}{2}\right) \cdot t}^{*2} \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.12)$$

である場合、脚付け根部における胴の有効板厚 t_e は胴板の厚さと当板の厚さの合計とする。また、当板が上記の範囲を満たさない場合、 t_e は胴板の厚さとする。

注記*1：引用文献(1)より引用

*2：引用文献(3)より引用

(4) 脚に作用する荷重

第1脚及び第4脚に作用する荷重

$$R_{s1} = R_{s4} = \omega \cdot l_0 + \frac{\omega}{2} \cdot l_0 - \frac{M_{s2} - M_{s1}}{l_0} \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.13)$$

第2脚及び第3脚に作用する荷重

$$\begin{aligned} R_{s2} = R_{s3} &= \frac{\omega}{2} \cdot l_0 + \frac{\omega}{2} \cdot l_1 - \frac{M_{s1} - M_{s2}}{l_0} - \frac{M_{s3} - M_{s2}}{l_1} \\ &= \frac{\omega}{2} \cdot (l_0 + l_1) - \frac{M_{s1} - M_{s2}}{l_0} \quad \dots \dots \dots (5.4.1.1.14) \end{aligned}$$

応力計算に使用する R_1 は、 $R_{s1} \sim R_{s4}$ のうち最大のものとする。

(5) 運転時質量及び鉛直方向地震による脚付け根部の応力

胴の脚付け根部には脚反力による周方向応力及び軸方向応力が生じる。胴の脚付け根部に作用する反力は次式で求める。

運転時質量による反力は、

$$P = R_1 \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.15)$$

鉛直方向地震による反力は、

$$P_e = C_V \cdot R_1 \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.16)$$

この反力P及びP_eにより生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は、引用文献(2)により次のように求める。

脚が胴に及ぼす力の関係を図5-3に示す。

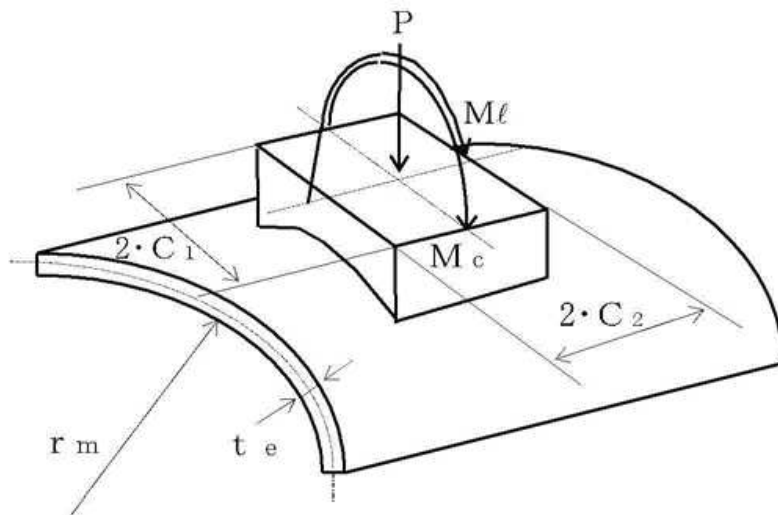


図5-3 脚が胴に及ぼす力の関係

ここで、シェルパラメータ γ 及びアタッチメントパラメータ β は以下のよう
に定義する。

$$\gamma = r_m / t_e \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.17)$$

$$\beta_1 = C_1 / r_m \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.18)$$

$$\beta_2 = C_2 / r_m \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.19)$$

$4 \geq \beta_1 / \beta_2 \geq 1$ のとき

$$\beta = \left\{ 1 - \frac{1}{3} \cdot (\beta_1 / \beta_2 - 1) \cdot (1 - K_{1j}) \right\} \cdot \sqrt{\beta_1 \cdot \beta_2} \quad \dots\dots (5.4.1.1.20)$$

ただし, $\beta \leq 0.5$

$\frac{1}{4} \leq \beta_1 / \beta_2 < 1$ のとき

$$\beta = \left\{ 1 - \frac{4}{3} \cdot (1 - \beta_1 / \beta_2) \cdot (1 - K_{2j}) \right\} \cdot \sqrt{\beta_1 \cdot \beta_2} \quad \dots \quad (5.4.1.1.21)$$

ただし, $\beta \leq 0.5$

シェルパラメータ γ 及びアタッチメントパラメータ β によって引用文献(2)の図より値(以下*を付記するもの)を求めることにより応力は次式で求める。

反力 P による応力は,

一次応力

$$\sigma_{\phi 3} = \left(\frac{N_{\phi}}{P / r_m} \right)^* \cdot \left(\frac{P}{r_m \cdot t_e} \right) \quad \dots \quad (5.4.1.1.22)$$

$$\sigma_{x 3} = \left(\frac{N_x}{P / r_m} \right)^* \cdot \left(\frac{P}{r_m \cdot t_e} \right) \quad \dots \quad (5.4.1.1.23)$$

反力 P_e による応力は,

一次応力

$$\sigma_{\phi 71} = \left(\frac{N_{\phi}}{P_e / r_m} \right)^* \cdot \left(\frac{P_e}{r_m \cdot t_e} \right) \quad \dots \quad (5.4.1.1.24)$$

$$\sigma_{x 71} = \left(\frac{N_x}{P_e / r_m} \right)^* \cdot \left(\frac{P_e}{r_m \cdot t_e} \right) \quad \dots \quad (5.4.1.1.25)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 72} = \left(\frac{M_{\phi}}{P_e} \right)^* \cdot \left(\frac{6 \cdot P_e}{t_e^2} \right) \quad \dots \quad (5.4.1.1.26)$$

$$\sigma_{x 72} = \left(\frac{M_x}{P_e} \right)^* \cdot \left(\frac{6 \cdot P_e}{t_e^2} \right) \quad \dots \quad (5.4.1.1.27)$$

(6) 長手方向地震による脚付け根部の応力

全脚固定であり，脚付け根部に生じる曲げモーメント及び鉛直荷重は次式で求める。

$$M_{\ell} = \frac{1}{8} \cdot (m_0 - m_s) \cdot C_H \cdot g \cdot h_1 \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.28)$$

$$P_{\ell} = (m_0 - m_s) \cdot C_H \cdot g \cdot (h_2 - h_1/2) / (2 \cdot \ell_0 + \ell_1) \quad \dots\dots (5.4.1.1.29)$$

曲げモーメント M_{ℓ} と鉛直荷重 P_{ℓ} により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は，シェルパラメータ γ 及びアタッチメントパラメータ β によって引用文献(2)の図より値(以下*を付記するもの)を求めることより(5.4.1.1.31)式～(5.4.1.1.38)式で求める。

ここで，シェルパラメータ γ 及び P_{ℓ} の場合のアタッチメントパラメータ β は(3)と同じであるが， M_{ℓ} の場合のアタッチメントパラメータ β は次式による。

ただし，二次応力を求める場合は更に $K_{\ell j}$ を乗じた値とする。

$$\beta = \sqrt[3]{\beta_1 \cdot \beta_2^2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.30)$$

ただし， $\beta \leq 0.5$

曲げモーメント M_{ℓ} により生じる応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 411} = \left\{ \frac{N_{\phi}}{M_{\ell} / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left(\frac{M_{\ell}}{r_m \cdot \beta \cdot t_e} \right) \cdot C_{\ell 1} \quad \dots\dots (5.4.1.1.31)$$

$$\sigma_{x 411} = \left\{ \frac{N_x}{M_{\ell} / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left(\frac{M_{\ell}}{r_m \cdot \beta \cdot t_e} \right) \cdot C_{\ell 2} \quad \dots\dots (5.4.1.1.32)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 421} = \left\{ \frac{M_{\phi}}{M_{\ell} / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left(\frac{6 \cdot M_{\ell}}{r_m \cdot \beta \cdot t_e^2} \right) \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.33)$$

$$\sigma_{x 421} = \left\{ \frac{M_x}{M_{\ell} / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left(\frac{6 \cdot M_{\ell}}{r_m \cdot \beta \cdot t_e^2} \right) \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.34)$$

鉛直荷重 P_{ℓ} により生じる応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 412} = \left(\frac{N_{\phi}}{P_{\ell} / r_m} \right)^* \cdot \left(\frac{P_{\ell}}{r_m \cdot t_e} \right) \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.35)$$

$$\sigma_{x412} = \left(\frac{N_x}{P_\ell / r_m} \right)^* \cdot \left(\frac{P_\ell}{r_m \cdot t_e} \right) \dots\dots\dots (5.4.1.1.36)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi422} = \left(\frac{M_\phi}{P_\ell} \right)^* \cdot \left(\frac{6 \cdot P_\ell}{t_e^2} \right) \dots\dots\dots (5.4.1.1.37)$$

$$\sigma_{x422} = \left(\frac{M_x}{P_\ell} \right)^* \cdot \left(\frac{6 \cdot P_\ell}{t_e^2} \right) \dots\dots\dots (5.4.1.1.38)$$

また、水平方向荷重により胴には、次式で求める引張応力が生じる。

$$\sigma_{x413} = \frac{C_H \cdot (m_0 - m_s) \cdot g}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \dots\dots\dots (5.4.1.1.39)$$

したがって、曲げモーメント M_ℓ 、鉛直荷重 P_ℓ 及び水平方向荷重により生じる胴の応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi41} = \sigma_{\phi411} + \sigma_{\phi412} \dots\dots\dots (5.4.1.1.40)$$

$$\sigma_{x41} = \sigma_{x411} + \sigma_{x412} + \sigma_{x413} \dots\dots\dots (5.4.1.1.41)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi42} = \sigma_{\phi421} + \sigma_{\phi422} \dots\dots\dots (5.4.1.1.42)$$

$$\sigma_{x42} = \sigma_{x421} + \sigma_{x422} \dots\dots\dots (5.4.1.1.43)$$

また、長手方向地震が作用した場合、脚付け根部に生じるせん断応力は次式で求める。

$$\tau_\ell = \frac{(m_0 - m_s) \cdot C_H \cdot g}{16 \cdot C_2 \cdot t} \dots\dots\dots (5.4.1.1.44)$$

(7) 横方向地震による脚付け根部の応力

横方向地震が作用した場合、脚の付け根部に生じる曲げモーメント M_c は次式で求める。

$$M_c = C_H \cdot R_1 \cdot r_0 \dots\dots\dots (5.4.1.1.45)$$

$$r_0 = \frac{D_i}{2} + t_e \dots\dots\dots (5.4.1.1.46)$$

この曲げモーメント M_c により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は、シェルパラメータ γ 及びアタッチメントパラメータ β によって引用文献(2)の図

より値（以下*を付記するもの）を求めることにより（5.4.1.1.48）式～（5.4.1.1.51）式で求める。

ここで、シェルパラメータ γ は(3)と同じであるが、アタッチメントパラメータ β は次式による。ただし、二次応力を求める場合は更に K_{c_j} を乗じた値とする。

$$\beta = \sqrt[3]{\beta_1^2 \cdot \beta_2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.47)$$

ただし、 $\beta \leq 0.5$

したがって、応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 51} = \left\{ \frac{N_{\phi}}{M_c / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left(\frac{M_c}{r_m^2 \cdot \beta \cdot t_e} \right) \cdot C_{c1} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.48)$$

$$\sigma_{x 51} = \left\{ \frac{N_x}{M_c / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left(\frac{M_c}{r_m^2 \cdot \beta \cdot t_e} \right) \cdot C_{c2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.49)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 52} = \left\{ \frac{M_{\phi}}{M_c / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left(\frac{6 \cdot M_c}{r_m \cdot \beta \cdot t_e^2} \right) \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.50)$$

$$\sigma_{x 52} = \left\{ \frac{M_x}{M_c / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left(\frac{6 \cdot M_c}{r_m \cdot \beta \cdot t_e^2} \right) \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.51)$$

また、横方向地震が作用した場合、脚付け根部に生じるせん断応力は次式で求める。

$$\tau_c = \frac{C_H \cdot R_1}{4 \cdot C_1 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.52)$$

(8) 組合せ応力

(2)～(7)によって求めた脚付け根部に生じる胴の応力は以下のように組み合わせる。

a. 一次一般膜応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

$$\sigma_{0l} = \text{Max}\{\text{周方向応力}(\sigma_{0l\phi}), \text{軸方向応力}(\sigma_{0lx})\} \dots\dots\dots (5.4.1.1.53)$$

ここで,

$$\sigma_{0l\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.54)$$

$$\sigma_{0lx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sqrt{\sigma_{x6}^2 + \sigma_{x413}^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.55)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

$$\sigma_{0c} = \text{Max}\{\text{周方向応力}(\sigma_{0c\phi}), \text{軸方向応力}(\sigma_{0cx})\} \dots\dots\dots (5.4.1.1.56)$$

ここで

$$\sigma_{0c\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.57)$$

$$\sigma_{0cx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x6} \dots\dots\dots (5.4.1.1.58)$$

したがって、胴に生じる一次一般膜応力の最大値は、

$$\sigma_o = \text{Max}\{\text{長手方向地震時応力}(\sigma_{0l}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{0c})\} \dots\dots\dots (5.4.1.1.59)$$

とする。

b. 一次応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

$$\sigma_{1l} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \sigma_{1l\phi} + \sigma_{1lx} + \sqrt{(\sigma_{1l\phi} - \sigma_{1lx})^2 + 4 \cdot \tau_l^2} \right\} \dots\dots\dots (5.4.1.1.60)$$

ここで,

$$\sigma_{1l\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 3} + \sqrt{\sigma_{\phi 41}^2 + (\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 71})^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.61)$$

$$\sigma_{1lx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sqrt{\sigma_{x41}^2 + (\sigma_{x6} + \sigma_{x71})^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.62)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

$$\sigma_{1c} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (\sigma_{1c\phi} + \sigma_{1cx}) + \sqrt{(\sigma_{1c\phi} - \sigma_{1cx})^2 + 4 \cdot \tau_c^2} \right\} \dots\dots\dots (5.4.1.1.63)$$

ここで,

$$\sigma_{1c\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 3} + \sqrt{\sigma_{\phi 51}^2 + (\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 71})^2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.64)$$

$$\sigma_{1cx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sqrt{\sigma_{x51}^2 + (\sigma_{x6} + \sigma_{x71})^2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.65)$$

したがって、胴に生じる一次応力の最大値は,

$$\sigma_1 = \text{Max}\{\text{長手方向地震時応力}(\sigma_{1\theta}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{1c})\} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.66)$$

とする。

- c. 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値
鉛直方向と長手方向地震が作用した場合の変動値

$$\sigma_{2\theta} = (\sigma_{2\theta\phi} + \sigma_{2\theta x}) + \sqrt{(\sigma_{2\theta\phi} - \sigma_{2\theta x})^2 + 4 \cdot \tau_{\theta}^2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.67)$$

ここで,

$$\sigma_{2\theta\phi} = \sqrt{(\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 71} + \sigma_{\phi 72})^2 + (\sigma_{\phi 41} + \sigma_{\phi 42})^2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.68)$$

$$\sigma_{2\theta x} = \sqrt{(\sigma_{x41} + \sigma_{x42})^2 + (\sigma_{x6} + \sigma_{x71} + \sigma_{x72})^2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.69)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合の変動値

$$\sigma_{2c} = (\sigma_{2c\phi} + \sigma_{2cx}) + \sqrt{(\sigma_{2c\phi} - \sigma_{2cx})^2 + 4 \cdot \tau_c^2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.70)$$

ここで,

$$\sigma_{2c\phi} = \sqrt{(\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 71} + \sigma_{\phi 72})^2 + (\sigma_{\phi 51} + \sigma_{\phi 52})^2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.71)$$

$$\sigma_{2cx} = \sqrt{(\sigma_{x51} + \sigma_{x52})^2 + (\sigma_{x6} + \sigma_{x71} + \sigma_{x72})^2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.72)$$

したがって、胴に生じる地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値の最大値は,

$$\sigma_2 = \text{Max}\{\text{長手方向地震時応力}(\sigma_{2\theta}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{2c})\} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.73)$$

とする。

5.4.1.2 脚の計算方法

(1) 運転時質量による応力

$$\sigma_{s1} = \frac{R_1 + m_s \cdot g}{A_s} \dots\dots\dots (5.4.1.2.1)$$

(2) 鉛直方向地震による応力

$$\sigma_{s4} = \frac{R_1 + m_s \cdot g}{A_s} \cdot C_V \dots\dots\dots (5.4.1.2.2)$$

(3) 長手方向地震による応力

曲げ及び圧縮応力は次式で求める。

$$\sigma_{s2} = \frac{M_{\ell 1}}{Z_{sy}} + \frac{P_{\ell}}{A_s} \dots\dots\dots (5.4.1.2.3)$$

ここで,

$$M_{\ell 1} = \frac{1}{8} \cdot m_0 \cdot C_H \cdot g \cdot h_1 \dots\dots\dots (5.4.1.2.4)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s2} = \frac{m_0 \cdot C_H \cdot g}{4 \cdot A_{s3}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.5)$$

(4) 横方向地震による応力

曲げ応力は次式で求める。

$$\sigma_{s3} = \frac{C_H \cdot (R_1 + m_s \cdot g) \cdot h_2}{Z_{sx}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.6)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s3} = \frac{C_H \cdot (R_1 + m_s \cdot g)}{A_{s4}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.7)$$

(5) 組合せ応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

$$\sigma_{s\ell} = \sqrt{\left(\sigma_{s1} + \sqrt{\sigma_{s2}^2 + \sigma_{s4}^2}\right)^2 + 3 \cdot \tau_{s2}^2} \dots\dots\dots (5.4.1.2.8)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

$$\sigma_{sc} = \sqrt{\left(\sigma_{s1} + \sqrt{\sigma_{s3}^2 + \sigma_{s4}^2}\right)^2 + 3 \cdot \tau_{s3}^2} \dots\dots\dots (5.4.1.2.9)$$

したがって、脚に生じる最大応力は,

$$\sigma_s = \text{Max}\{\text{長手方向地震時応力}(\sigma_{s\ell}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{sc})\} \dots\dots\dots (5.4.1.2.10)$$

とする。

5.4.1.3 基礎ボルトの計算方法

(1) 鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

a. 引張応力

長手方向地震が作用した場合に脚底面に作用するモーメントは次式で求める。

$$M = M_{01} \dots\dots\dots (5.4.1.3.1)$$

鉛直荷重は

$$P_s = R_1 + m_s \cdot g - \sqrt{\{C_v \cdot (R_1 + m_s \cdot g)\}^2 + P_\ell^2} \dots\dots\dots (5.4.1.3.2)$$

である。ここで、モーメントと鉛直荷重の比を

$$e = M / P_s \dots\dots\dots (5.4.1.3.3)$$

とする。

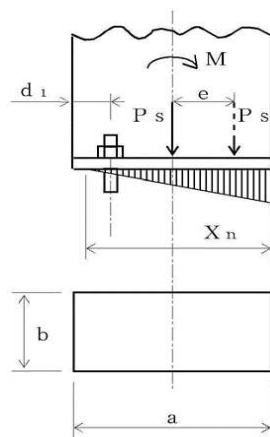


図 5-4 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係 (その 1)

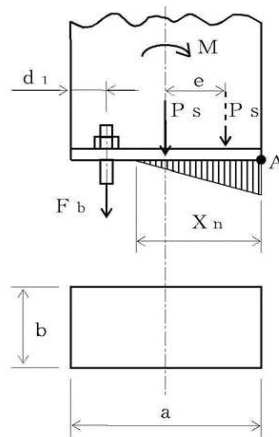


図 5-5 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係 (その 2)

図 5-4 のように脚底面においてボルト位置に圧縮荷重がかかる状況では基礎ボルトに引張力は作用しないため、引張力の評価は行わない。

一方、図 5-5 のように、ボルト位置に圧縮荷重がかからない状況に相当する

$$e > \frac{a}{6} + \frac{d_1}{3} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.4)$$

のとき、基礎ボルトに引張力が生じる。

このとき図 5-5 において、鉛直荷重の釣合い、A 点回りのモーメントの釣合い、基礎ボルトの伸びと基礎の縮みの関係から中立軸の位置 X_n は

$$X_n^3 + 3 \cdot \left(e - \frac{a}{2} \right) \cdot X_n^2 - \frac{6 \cdot s \cdot A_b \cdot n_1}{b} \cdot \left(e + \frac{a}{2} - d_1 \right) \cdot (a - d_1 - X_n) = 0 \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.5)$$

より求めることができ、基礎ボルトに生じる引張力は

$$F_b = \frac{P_s \cdot \left(e - \frac{a}{2} + \frac{X_n}{3} \right)}{a - d_1 - \frac{X_n}{3}} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.6)$$

となる。

したがって、基礎ボルトに生じる引張応力は次のようになる。

$$\sigma_{b1} = \frac{F_b}{n_1 \cdot A_b} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.7)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.8)$$

b. せん断応力

$$\tau_{b1} = \frac{m_0 \cdot C_H \cdot g}{4 \cdot n \cdot A_b} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.9)$$

(2) 鉛直方向と横方向地震が作用した場合

a. 引張応力

横方向地震が作用した場合に脚底面に作用するモーメントは次式で求める。

$$M = M_{c1} = C_H \cdot (R_1 + m_s \cdot g) \cdot h_2 \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.10)$$

鉛直荷重は

$$P_{s1} = (1 - C_v) \cdot (R_1 + m_s \cdot g) \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.11)$$

である。ここで、モーメントと鉛直荷重の比を

$$e = M_{c1} / P_{s1} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.12)$$

とする。

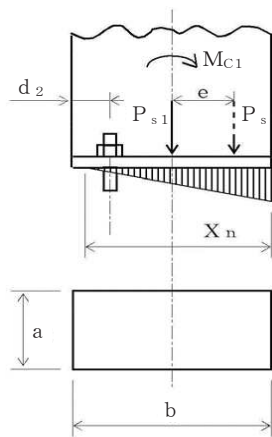


図 5-6 基礎部に作用する外荷
重より生じる荷重の関
係 (その 1)

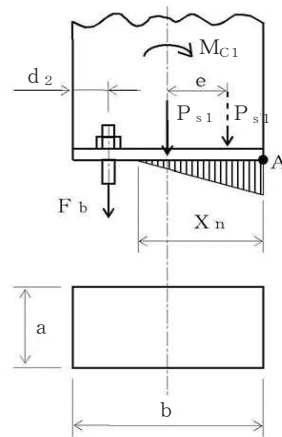


図 5-7 基礎部に作用する外荷
重より生じる荷重の関
係 (その 2)

図 5-6 のように脚底面においてボルト位置に圧縮荷重がかかる状況では基礎ボルトに引張力は作用しないため、引張力の評価は行わない。

一方、図 5-7 のように、ボルト位置に圧縮荷重がかからない状況に相当する

$$e > \frac{b}{6} + \frac{d_2}{3} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.13)$$

のとき、基礎ボルトに引張力が生じる。

このとき図 5-7 において、鉛直荷重の釣合い、A 点回りのモーメントの釣合い、基礎ボルトの伸びと基礎の縮みの関係から中立軸の位置 X_n は

$$X_n^3 + 3 \cdot \left(e - \frac{b}{2} \right) \cdot X_n^2 - \frac{6 \cdot s \cdot A_b \cdot n_2}{a} \cdot \left(e + \frac{b}{2} - d_2 \right) \cdot (b - d_2 - X_n) = 0 \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.14)$$

より求めることができ、基礎ボルトに生じる引張力は

$$F_b = \frac{P_{s1} \cdot \left(e - \frac{b}{2} + \frac{X_n}{3} \right)}{b - d_2 - \frac{X_n}{3}} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.15)$$

となる。

したがって、基礎ボルトに生じる引張応力は次のようになる。

$$\sigma_{b2} = \frac{F_b}{n_2 \cdot A_b} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.16)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.17)$$

b. せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{C_H \cdot (R_1 + m_s \cdot g)}{n \cdot A_b} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.18)$$

(3) 基礎ボルトに生じる最大応力

(1)及び(2)より求められた基礎ボルトの応力のうち最大のものを σ_b 及び τ_b とする。

a. 基礎ボルトの最大引張応力

$$\sigma_b = \text{Max}\{\text{長手方向地震時応力}(\sigma_{b1}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{b2})\} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.19)$$

b. 基礎ボルトの最大せん断応力

$$\tau_b = \text{Max}\{\text{長手方向地震時応力}(\tau_{b1}), \text{横方向地震時応力}(\tau_{b2})\} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.20)$$

5.5 計算条件

5.5.1 胴板の応力計算条件

胴板の応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ガスタービン発電設備軽油タンクの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

5.5.2 脚の応力計算条件

脚の応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ガスタービン発電設備軽油タンクの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

5.5.3 基礎ボルトの応力計算条件

基礎ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ガスタービン発電設備軽油タンクの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

5.6 応力の評価

5.6.1 胴の応力評価

5.4.1.1 項で求めた組合せ応力が胴の最高使用温度における許容応力 S_a 以下であること。ただし、 S_a は下表による。

応力の種類	許容応力 S_a
	基準地震動 S_s による荷重との組合せの場合
一次一般膜応力	設計引張強さ S_u の 0.6 倍
一次応力	上記の 1.5 倍の値
一次応力と二次応力の和	地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値が設計降伏点 S_y の 2 倍以下であれば、疲労解析は不要とする。

5.6.2 脚の応力評価

5.4.1.2 項で求めた脚の組合せ応力が許容引張応力 f_t 以下であること。ただし、 f_t は下表による。

	基準地震動 S_s による荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_t	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$

5.6.3 基礎ボルトの応力評価

5.4.1.3 項で求めた基礎ボルトの引張応力 σ_b は次式により求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。ただし、 f_{to} は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \quad \dots\dots\dots (5.6.3.1)$$

せん断応力 τ_b はせん断力のみ受ける基礎ボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。ただし、 f_{sb} は下表による。

	基準地震動 S_s による荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{to}	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sb}	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ガスタービン発電設備軽油タンクの重大事故等の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

7. 引用文献

- (1) Stresses in Large Horizontal Cylindrical Pressure Vessels on Two Saddle Supports, Welding Research Supplement, Sep. 1951.
- (2) Wichman, K.R. et al. :Local Stresses in Spherical and Cylindrical Shells due to External Loadings, Welding Research Council bulletin, March 1979
revision of WRC bulletin 107 / August 1965.
- (3) 日本産業規格 J I S B 8 2 7 8 (2003) 「サドル支持の横置圧力容器」

1. 重大事故等対応設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び寸面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度				
ガスタービン発電設備軽油タンク	—	ガスタービン発電設備軽油タンク室 O.P. 56.70*	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—	—	C _H =0.90	C _V =0.69	静水頭	50	50	0.86

注記*：基準面レベルを示す。

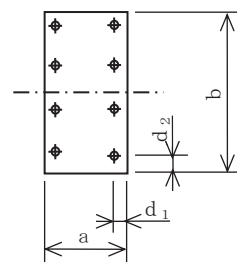
1.2 機器要目

ℓ (mm)	ℓ _H (mm)	ℓ _L (mm)	ω (N/mm)	M ₁ (N・mm)	R ₁ (N)	H (mm)
2078	807	15240	103.8	2.242×10 ⁸	4.345×10 ⁵	3100

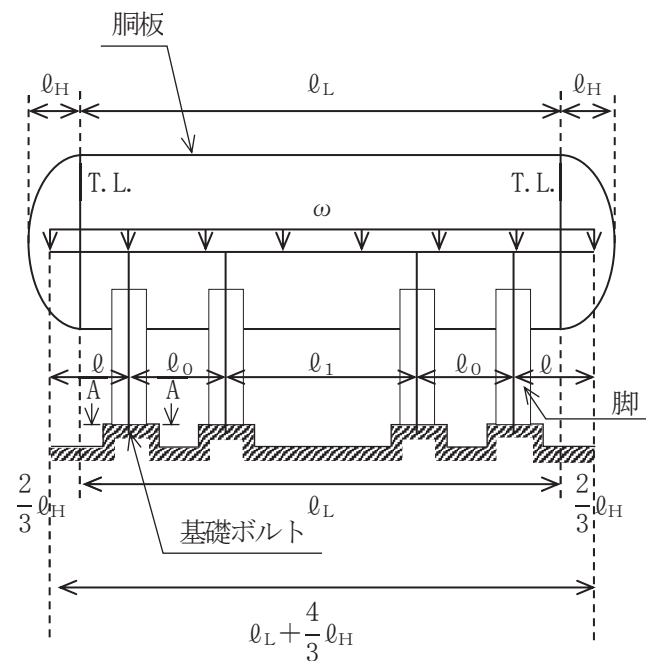
m ₀ (kg)	m _s (kg)	D _i (mm)	t (mm)	t _e (mm)	ℓ ₀ (mm)	ℓ ₁ (mm)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	θ _w (rad)	ℓ _w (mm)
<input type="text"/>	<input type="text"/>	3100	32.0	64.0 ^{*1}	3800	4560	989	2050	0.491	600

C ₁ (mm)	C ₂ (mm)	I _{sx} (mm ⁴)	I _{sy} (mm ⁴)	Z _{sx} (mm ³)	Z _{sy} (mm ³)	θ ₀ (rad)	θ (rad)
1216	700	1.960×10 ¹¹	2.928×10 ¹⁰	1.612×10 ⁸	4.182×10 ⁷	2.288	1.235

40



A-A 矢視図



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

A_s (mm^2)	E_s (MPa)	G_s (MPa)	A_{s1} (mm^2)	A_{s2} (mm^2)	A_{s3} (mm^2)	A_{s4} (mm^2)
2.529×10^5	201000	77308	1.557×10^5	7.516×10^4	1.196×10^5	6.121×10^4

K_{11}^{*2}	K_{12}^{*2}	K_{21}^{*2}	K_{22}^{*2}	$K_{\theta 1}$	$K_{\theta 2}$	K_{c1}	K_{c2}	$C_{\theta 1}$	$C_{\theta 2}$	C_{c1}	C_{c2}
0.91	1.68	1.48	1.20	1.06	1.04	1.16	1.00	0.91	0.78	1.47	1.19
1.76	1.20	0.88	1.25								

s	n	n_1	n_2	a (mm)	b (mm)	d (mm)	A_b (mm^2)	d_1 (mm)	d_2 (mm)
15	8	4	2	1600	2650	48 (M48)	1.810×10^3	200	425

S_y (胴板) (MPa)	S_u (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	S_y (脚) (MPa)	S_u (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	F* (脚) (MPa)	S_y (基礎ボルト) (MPa)	S_u (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F* (基礎ボルト) (MPa)
309 (16 mm < 厚さ ≤ 40 mm)	480	—	309 (16 mm < 厚さ ≤ 40 mm)	480	—	336	715 (径 ≤ 63 mm)	838	—	586

注記*1：本計算においては当板を有効とした。

*2：表中で上段は一次応力，下段は二次応力の係数とする。

*3：最高使用温度で算出

*4：周囲環境温度で算出

1.3 計算数値

1.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度				基準地震動 S s			
	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}=1$	—	$\sigma_{\phi 2}=1$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2}=6$	—	$\sigma_{x 2}=6$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6}=5$	—	$\sigma_{x 6}=5$
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 413}=6$	—	—
組合せ応力	—		—		$\sigma_{0c}=14$		$\sigma_{0c}=11$	

(2) 一次応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度				基準地震動 S s				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$	$\sigma_{\phi 1}=2$	$\sigma_{x 1}=1$	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}=1$	—	$\sigma_{\phi 2}=1$	—	
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2}=6$	—	$\sigma_{x 2}=6$	
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6}=5$	—	$\sigma_{x 6}=5$	
運転時質量による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 3}=10$	$\sigma_{x 3}=10$	$\sigma_{\phi 3}=10$	$\sigma_{x 3}=10$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71}=7$	$\sigma_{x 71}=7$	$\sigma_{\phi 71}=7$	$\sigma_{x 71}=7$	
水平方向地震 による応力	引張り	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 411}=3$	$\sigma_{x 411}=2$	$\sigma_{\phi 51}=7$	$\sigma_{x 51}=19$
		—	—			$\sigma_{\phi 412}=5$	$\sigma_{x 412}=5$		
		—	—			$\sigma_{\phi 413}=7$	$\sigma_{x 413}=6$		
せん断	—	—	—	—	$\tau_{\phi}=5$		$\tau_c=3$		
組合せ応力	—		—		$\sigma_{1c}=33$		$\sigma_{1c}=38$		

(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度				基準地震動S _s			
		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}=1$	—	$\sigma_{\phi 2}=1$	—
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力		—	—	—	—	—	$\sigma_{x6}=5$	—	$\sigma_{x6}=5$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71}=7$ $\sigma_{\phi 72}=24$	$\sigma_{x71}=7$ $\sigma_{x72}=14$	$\sigma_{\phi 71}=7$ $\sigma_{\phi 72}=24$	$\sigma_{x71}=7$ $\sigma_{x72}=14$
水平方向地震 による応力	引張り	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 41}=7$	$\sigma_{x41}=11$	$\sigma_{\phi 51}=7$	$\sigma_{x51}=19$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 421}=4$ $\sigma_{\phi 422}=17$	$\sigma_{x421}=7$ $\sigma_{x422}=10$	$\sigma_{\phi 52}=51$	$\sigma_{x52}=26$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 42}=20$	$\sigma_{x42}=17$		
	せん断	—	—	—	—	$\tau_{\phi}=5$	$\tau_c=3$		
組合せ応力		—	—	—	—	$\sigma_{2\phi}=88$	$\sigma_{2c}=132$		

1.3.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
	長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力	圧縮	—	$\sigma_{s1}=2$	$\sigma_{s1}=2$
鉛直方向地震による応力	圧縮	—	$\sigma_{s4}=2$	$\sigma_{s4}=2$
水平方向地震による応力	曲げ	—	$\sigma_{s2}=6$	$\sigma_{s3}=6$
	せん断	—	$\tau_{s2}=4$	$\tau_{s3}=7$
組合せ応力		—	$\sigma_{s\phi}=10$	$\sigma_{sc}=14$

1.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
	長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び 水平方向地震による応力	引張り	—	$\sigma_{b1}=16$	$\sigma_{b2}=91$
水平方向地震による応力	せん断	—	$\tau_{b1}=29$	$\tau_{b2}=29$

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位: s)

方 向	固有周期	
長手方向	$T_1 =$	
横方向	$T_2 =$	
鉛直	$T_3 =$	

1.4.2 応力 (単位: MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板	SM490C	一次一般膜	—	—	$\sigma_0 = 14$	$S_a = 288$
		一次	—	—	$\sigma_1 = 38$	$S_a = 432$
		一次+二次	—	—	$\sigma_2 = 132$	$S_a = 619$
脚	SM490C	組合せ	—	—	$\sigma_s = 14$	$f_t = 336$
基礎ボルト	SNB7	引張り	—	—	$\sigma_b = 91$	$f_{ts} = 440^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 29$	$f_{sb} = 338$

すべて許容応力以下である。 注記*: $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

VI-2-10-1-2-3-4 ガスタービン発電設備 燃料小出槽の
耐震性についての計算書

目次

1.	概要	1
2.	一般事項	1
2.1	構造計画	1
2.2	評価方針	3
2.3	適用基準	4
2.4	記号の説明	5
2.4.1	ガスタービン発電設備燃料小出槽（胴板・取付ボルト）の記号の説明	5
2.4.2	ガスタービン発電設備燃料小出槽（架台取付ボルト）の記号の説明	8
2.5	計算精度と数値の丸め方	9
3.	評価部位	10
4.	構造強度評価	11
4.1	構造強度評価方法	11
4.2	荷重の組合せ及び許容応力	11
4.2.1	荷重の組合せ及び許容応力状態	11
4.2.2	許容応力	11
4.2.3	使用材料の許容応力評価条件	11
4.3	設計用加速度	16
4.4	計算方法	17
4.4.1	応力の計算方法	17
4.5	計算条件	28
4.5.1	ガスタービン発電設備燃料小出槽（胴板）の応力計算条件	28
4.5.2	ガスタービン発電設備燃料小出槽（取付ボルト）の応力計算条件	28
4.5.3	ガスタービン発電設備燃料小出槽（架台取付ボルト）の応力計算条件	28
4.6	応力の評価	29
4.6.1	胴板の応力評価	29
4.6.2	ボルトの応力の評価	32
5.	評価結果	34
5.1	重大事故等対処設備としての評価結果	34
5.1.1	構造強度評価結果	34

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、ガスタービン発電設備燃料小出槽が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

また、間接支持構造物である車両が設計用地震力に対して十分な支持機能を有していることは、添付書類「VI-2-10-1-2-3-1 ガスタービン発電設備 機関・発電機の耐震性についての計算書」で説明している。

ガスタービン発電設備燃料小出槽は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

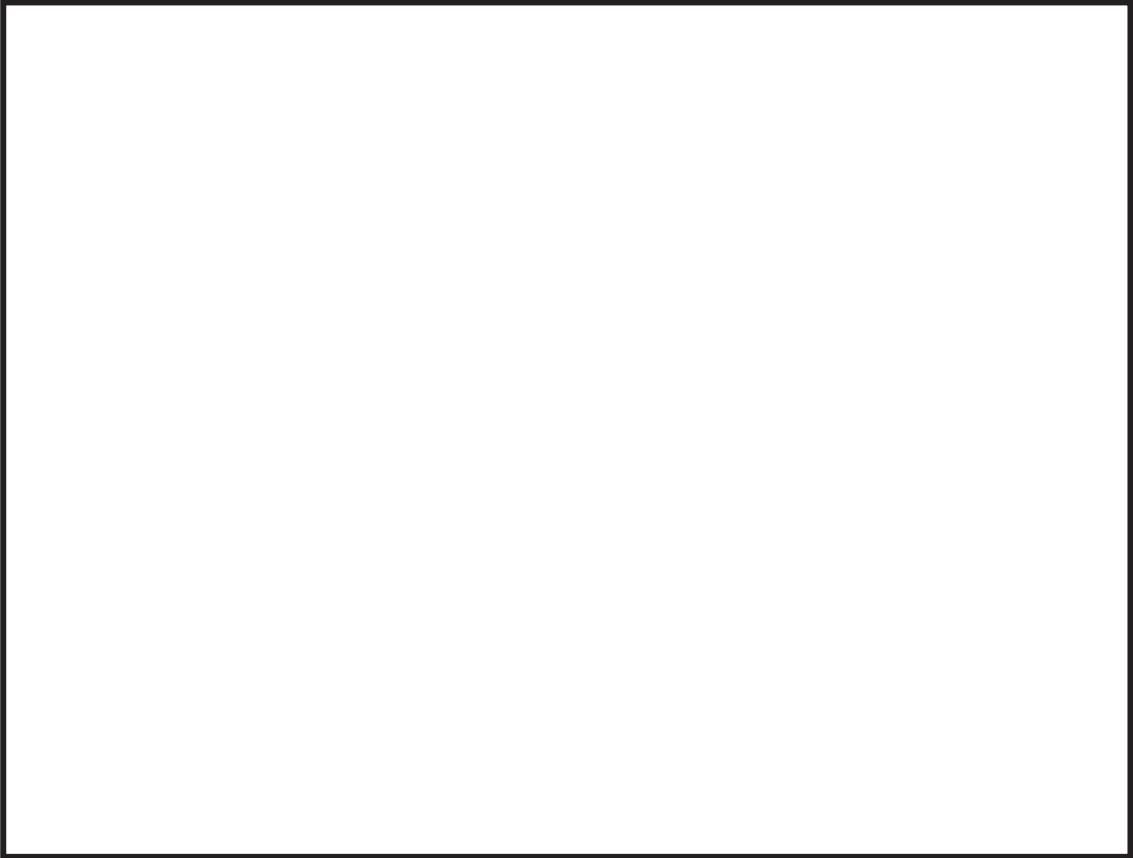
なお、ガスタービン発電設備燃料小出槽は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の平底たて置円筒形容器であるため、添付書類「VI-2-1-13-3 平底たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」を参考として評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ガスタービン発電設備燃料小出槽の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>ガスタービン発電設備燃料小出槽は取付ボルトにより架台に固定する。また、架台は架台取付ボルトにより車両に固定する。</p>	<p>たて置円筒形（上面に屋根板及び下面に底板を有する平底たて置円筒形容器）</p>	<p>【ガスタービン発電設備燃料小出槽】</p>  <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>

2.2 評価方針

ガスタービン発電設備燃料小出槽の応力評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示すガスタービン発電設備燃料小出槽の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所に発生する応力等が許容限界内に収まることを、加振試験で得られた設計用加速度を用い、「4. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

ガスタービン発電設備燃料小出槽の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

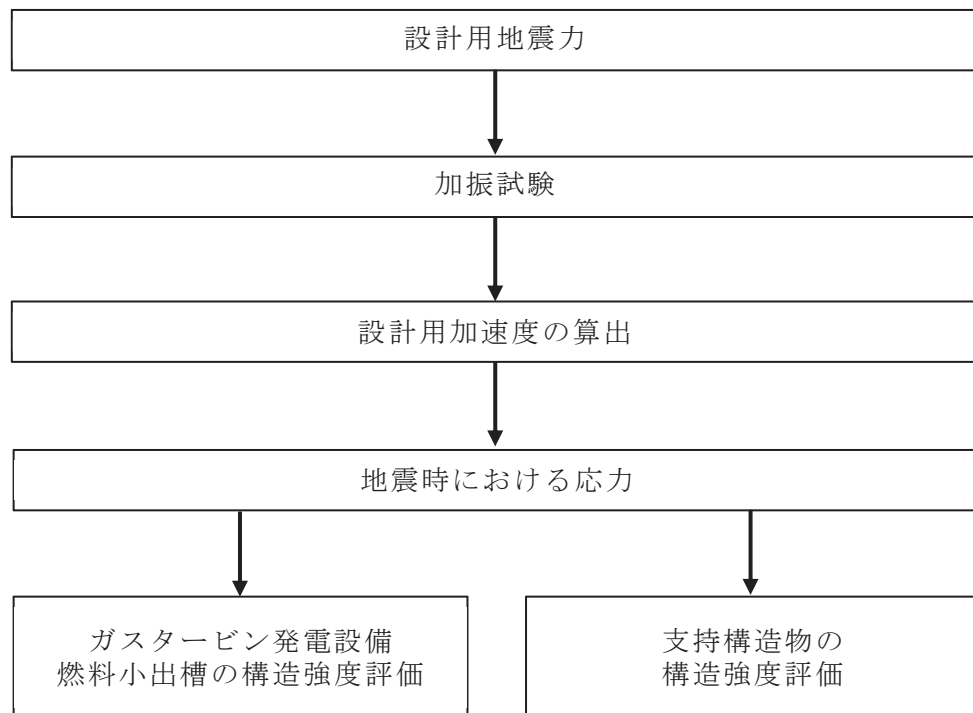


図 2-1 ガスタービン発電設備燃料小出槽の耐震評価フロー

2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- (2) 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 ((社) 日本電気協会)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電
気協会)
- (4) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007) (以
下「設計・建設規格」という。)

2.4 記号の説明

2.4.1 ガスタービン発電設備燃料小出槽（胴板・取付ボルト）の記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_{bi}	取付ボルトの軸断面積*	mm^2
a_H	水平方向設計用加速度	m/s^2
a_v	鉛直方向設計用加速度	m/s^2
C_c	取付ボルト計算における係数	—
C_t	取付ボルト計算における係数	—
D_{bI}	底板の内径	mm
D_{bo}	底板の外径	mm
D_c	取付ボルトのピッチ円直径	mm
D_I	胴の内径	mm
d_i	ボルトの呼び径*	mm
E	胴の縦弾性係数	MPa
e	取付ボルト計算における係数	—
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1) に定める値	MPa
F_i^*	設計・建設規格 SSB-3121.3 又は SSB-3133 に定める値*	MPa
F_c	取付面に作用する圧縮力	N
F_t	取付ボルトに作用する引張力	N
f_b	曲げモーメントに対する許容座屈応力	MPa
f_c	軸圧縮荷重に対する許容座屈応力	MPa
f_{sbi}	せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力*	MPa
f_{toi}	引張力のみを受ける取付ボルトの許容引張応力*	MPa
f_{tsi}	引張力とせん断力を同時に受ける取付ボルトの許容引張応力*	MPa
g	重力加速度(=9.80665)	m/s^2
H	水頭	mm
k	取付ボルト計算における中立軸の荷重係数	—
l_1, l_2	取付ボルト計算における中立軸から荷重作用点までの距離	mm
l_g	取付面から容器重心までの距離	mm
M_s	取付面に作用する転倒モーメント	$\text{N} \cdot \text{mm}$
m_0	燃料小出槽の運転時質量	kg
m_e	燃料小出槽の空質量	kg
n_i	取付ボルトの本数*	—
S	設計・建設規格付録材料図表 Part5 表 5 に定める値	MPa
S_a	胴の許容応力	MPa

記号	記号の説明	単位
S_{ui}	設計・建設規格付録材料図表 Part5 表 9 に定める値*	MPa
S_{yi}	設計・建設規格付録材料図表 Part5 表 8 に定める値*	MPa
$S_{yi} (RT)$	設計・建設規格付録材料図表 Part5 表 8 に定める材料の 40℃における値*	MPa
s	取付ボルトと取付面の縦弾性係数比	—
t	胴板の厚さ	mm
t_1	取付ボルト面積相当板幅	mm
t_2	圧縮側取付面相当幅	mm
z	取付ボルト計算における係数	—
α	取付ボルト計算における中立軸を定める角度	rad
η	座屈応力に対する安全率	—
π	円周率 (= 3.14159)	—
ρ'	液体の密度 (= 比重 $\times 10^{-6}$)	kg/mm ³
σ_0	胴の一次一般膜応力の最大値	MPa
σ_{0c}	胴の組合せ圧縮応力	MPa
σ_{0t}	胴の組合せ引張応力	MPa
σ_2	地震動のみによる胴の一次応力と二次応力の和の変動値の最大値	MPa
$\sigma_{2\phi}$	地震動のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
σ_{2c}	地震動のみによる胴の一次応力と二次応力の和の変動値(圧縮側)	MPa
σ_{2t}	地震動のみによる胴の一次応力と二次応力の和の変動値(引張側)	MPa
σ_{2xc}	地震動のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和(圧縮側)	MPa
σ_{2xt}	地震動のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和(引張側)	MPa
σ_{bi}	取付ボルトに生じる引張応力*	MPa
σ_{ci}	取付部に生じる圧縮応力*	MPa
$\sigma_{x1}, \sigma_{\phi 1}$	静水頭により胴に生じる軸方向及び周方向応力	MPa
σ_{x2}	胴の空質量による軸方向圧縮応力	MPa
σ_{x3}	胴の鉛直方向地震による軸方向応力	MPa
σ_{x4}	水平方向地震により胴に生じる曲げモーメントによる軸方向応力	MPa
σ_{xc}	胴の軸方向応力の和(圧縮側)	MPa
σ_{xt}	胴の軸方向応力の和(引張側)	MPa
σ_{ϕ}	胴の周方向応力の和	MPa
$\sigma_{\phi 2}$	静水頭に鉛直方向地震が加わり胴に生じる周方向応力	MPa
τ	地震により胴に生じるせん断応力	MPa
τ_{bi}	取付ボルトに生じるせん断応力*	MPa

記号	記号の説明	単位
$\phi_1(x)$	圧縮荷重に対する許容座屈応力の関数	MPa
$\phi_2(x)$	曲げモーメントに対する許容座屈応力の関数	MPa

注記* : A_{bi} , d_i , F_i^* , f_{sbi} , f_{toi} , f_{tsi} , n_i , S_{ui} , S_{yi} , $S_{yi}(RT)$, σ_{bi} , σ_{ci} 及び τ_{bi} の添字 i の意味は、以下のとおりとする。
 $i=1$: 基礎ボルト, $i=2$: 取付ボルト

2.4.2 ガスタービン発電設備燃料小出槽（架台取付ボルト）の記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_{Kbi}	ボルトの軸断面積* ¹	mm ²
a_{KH}	水平方向設計用加速度	m/s ²
a_{KV}	鉛直方向設計用加速度	m/s ²
d_{Ki}	ボルトの呼び径* ¹	mm
F_i^*	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* ¹	MPa
F_{Kbi}	ボルトに作用する引張力(1本当たり)* ¹	N
f_{sbi}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* ¹	MPa
f_{toi}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* ¹	MPa
f_{tsi}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力* ¹	MPa
g	重力加速度(=9.80665)	m/s ²
h_{Ki}	据付面又は取付面から重心までの距離* ²	mm
l_{K1i}	重心とボルト間の水平方向距離* ¹ , * ³	mm
l_{K2i}	重心とボルト間の水平方向距離* ¹ , * ³	mm
m_{Ki}	質量* ²	kg
n_{Ki}	ボルトの本数* ¹	—
n_{Kfi}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数* ¹	—
Q_{Kbi}	ボルトに作用するせん断力* ¹	N
S_{ui}	設計・建設規格付録材料図表 Part5 表9に定める値* ¹	MPa
S_{yi}	設計・建設規格付録材料図表 Part5 表8に定める値* ¹	MPa
π	円周率(=3.14159)	—
σ_{Kbi}	ボルトに生じる引張応力* ¹	MPa
τ_{Kbi}	ボルトに生じるせん断応力* ¹	MPa

注記*¹: A_{Kbi} , d_{Ki} , F_i^* , F_{Kbi} , f_{sbi} , f_{toi} , f_{tsi} , l_{K1i} , l_{K2i} , n_{Ki} , n_{Kfi} , Q_{Kbi} , S_{ui} , S_{yi} , σ_{Kbi} 及び τ_{Kbi} の添字*i*の意味は、以下のとおりとする。

$i = 1$: 基礎ボルト, $i = 2$: 取付ボルト

*²: h_{Ki} 及び m_{Ki} の添字*i*の意味は、以下のとおりとする。

$i = 1$: 据付面, $i = 2$: 取付面

*³: $l_{K1i} \leq l_{K2i}$

2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表 2-2 に示すとおりである。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類		単位	処理桁	処理方法	表示桁
温度		℃	—	—	整数位
比重		—	小数点以下第 3 位	四捨五入	小数点以下第 2 位
質量		kg	—	—	整数位
長さ	下記以外の長さ	mm	—	—	整数位* ¹
	胴板の厚さ	mm	—	—	小数点以下第 1 位
面積		mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* ²
力		N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* ²
モーメント		N・mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* ²
算出応力		MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力* ³		MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位
加速度		m/s ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* ²

注記*1：設計上定める値が小数点以下の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

3. 評価部位

ガスタービン発電設備燃料小出槽の耐震評価は、「4.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる胴板並びに支持構造物である取付ボルト及び架台取付ボルトについて実施する。

ガスタービン発電設備燃料小出槽の耐震評価箇所については、表 2-1 の概略構造図に示す。

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

- (1) ガスタービン発電設備燃料小出槽の応力計算モデルは，1 質点系とする。
- (2) ガスタービン発電設備燃料小出槽は，加振試験で得られたガスタービン発電設備燃料小出槽頂部における最大応答加速度を設計用加速度として用いて発生応力を算出し，応力評価を行う。
- (3) 胴をはりと考え，変形モードは曲げ及びせん断変形を考慮する。
- (4) 耐震計算に用いる寸法は，公称値を使用する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ガスタービン発電設備燃料小出槽の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

ガスタービン発電設備燃料小出槽の許容応力は，添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 及び表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ガスタービン発電設備燃料小出槽の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-4 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	ガスタービン発電 設備燃料小出槽	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限界 を用いる。)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：重大事故等クラス2容器及びその他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等クラス 2 容器）

許容応力状態	許容限界 *1, *2			
	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
IV _A S	0.6・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・S _y 以下であれば，疲労解析は不要。	
V _A S (V _A S として IV _A S の 許容限界を用いる。)				

注記*1：座屈による評価は，クラスMC 容器の座屈に対する評価式による。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t *	1.5・f _s *
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		胴板		周囲環境温度	50		
取付ボルト		周囲環境温度	50				
架台取付ボルト		周囲環境温度	50				

4.3 設計用加速度

構造強度評価に用いる入力加速度には、添付書類「VI-2-10-1-2-3-1 ガスタービン発電設備 機関・発電機の耐震性についての計算書」の「4. 加振試験」で得られたガスタービン発電設備燃料小出槽の設計用加速度を用いる。

設計用加速度を表 4-5 に示す。

表 4-5 設計用加速度(重大事故等対処設備)

据付場所 及び床面高さ (m)	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s (m/s ²)	
	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計用加速度	鉛直方向 設計用加速度
緊急用電気品建屋 O. P. 62.90*	—	—	20.99	12.55

注記*：基準床レベルを示す。

4.4 計算方法

4.4.1 応力の計算方法

- (1) ガスタービン発電設備燃料小出槽（胴板・取付ボルト）の応力の計算方法
ガスタービン発電設備燃料小出槽（胴板・取付ボルト）の概要図を図 4-1 に、
取付部の荷重説明図を図 4-2 に示す。

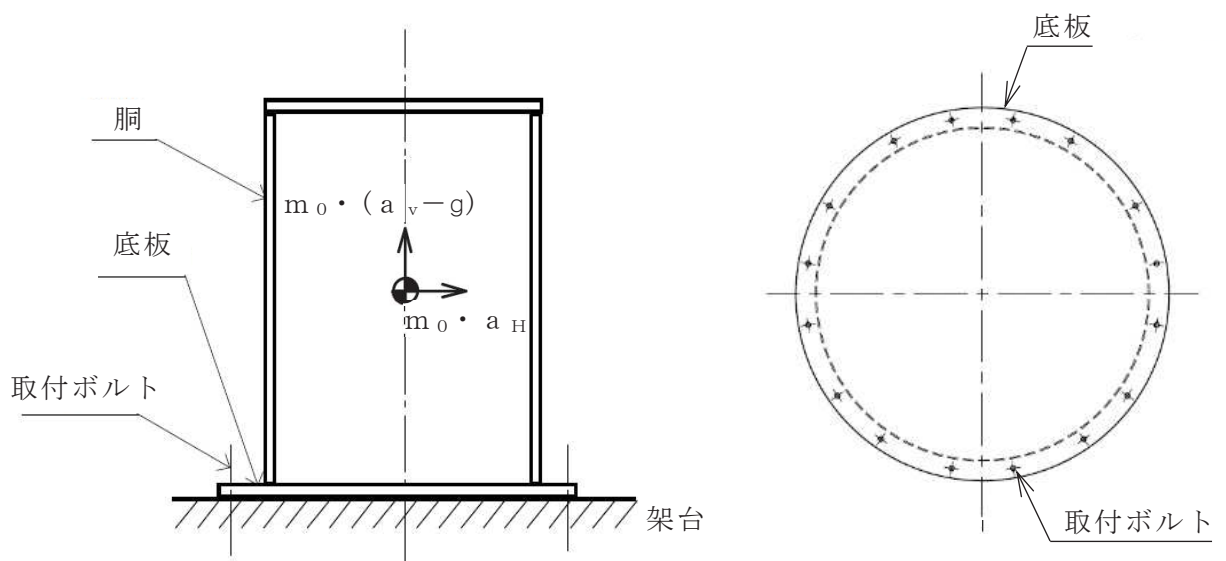


図4-1 ガスタービン発電設備燃料小出槽（胴板・取付ボルト） 概要図

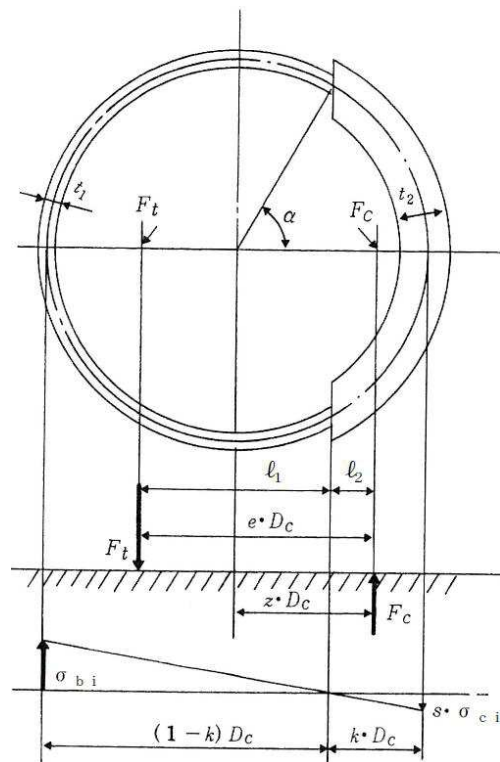


図4-2 取付部の荷重説明図

a. ガスタービン発電設備燃料小出槽（胴板）の計算方法

(a) 静水頭及び鉛直方向地震による応力

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_I}{2 \cdot t} \dots\dots\dots (4.4.1.1)$$

$$\sigma_{\phi 2} = \frac{\rho' \cdot H \cdot D_I \cdot a_v}{2 \cdot t} \dots\dots\dots (4.4.1.2)$$

$$\sigma_{x1} = 0 \dots\dots\dots (4.4.1.3)$$

(b) 運転時質量及び鉛直方向地震による応力

胴が底板と接合する点には、胴自身の質量による圧縮応力と鉛直方向地震による軸方向応力が生じる。

$$\sigma_{x2} = \frac{m_e \cdot g}{\pi \cdot (D_I + t) \cdot t} \dots\dots\dots (4.4.1.4)$$

$$\sigma_{x3} = \frac{m_e \cdot a_v}{\pi \cdot (D_I + t) \cdot t} \dots\dots\dots (4.4.1.5)$$

(c) 水平方向地震による応力

水平方向の地震力により胴は底板接合部で最大となる曲げモーメントを受ける。この曲げモーメントによる軸方向応力と地震力によるせん断応力は次のように求める。

$$\sigma_{x4} = \frac{4 \cdot m_0 \cdot a_H \cdot \ell_g}{\pi \cdot (D_I + t)^2 \cdot t} \dots\dots\dots (4.4.1.6)$$

$$\tau = \frac{2 \cdot m_0 \cdot a_H}{\pi \cdot (D_I + t) \cdot t} \dots\dots\dots (4.4.1.7)$$

(d) 組合せ応力

(a)～(c)項によって求めた胴の応力は以下のように組み合わせる。

イ. 一次一般膜応力

(イ) 組合せ引張応力

$$\sigma_{\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \quad \dots\dots\dots (4.4.1.8)$$

$$\sigma_{0t} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \sigma_{\phi} + \sigma_{xt} + \sqrt{(\sigma_{\phi} - \sigma_{xt})^2 + 4 \cdot \tau^2} \right\} \quad \dots\dots (4.4.1.9)$$

ここで、絶対値和とSRSS法より、保守的に絶対値和を使用する。

【絶対値和】

$$\sigma_{xt} = \sigma_{x1} - \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sigma_{x4} \quad \dots\dots\dots (4.4.1.10)$$

【SRSS法】

$$\sigma_{xt} = \sigma_{x1} - \sigma_{x2} + \sqrt{\sigma_{x3}^2 + \sigma_{x4}^2} \quad \dots\dots\dots (4.4.1.11)$$

(ロ) 組合せ圧縮応力

$$\sigma_{\phi} = -\sigma_{\phi 1} - \sigma_{\phi 2} \quad \dots\dots\dots (4.4.1.12)$$

σ_{xc} が正の値(圧縮側)のときは、次の組合せ圧縮応力を求める。

$$\sigma_{0c} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \sigma_{\phi} + \sigma_{xc} + \sqrt{(\sigma_{\phi} - \sigma_{xc})^2 + 4 \cdot \tau^2} \right\} \quad \dots\dots (4.4.1.13)$$

ここで、絶対値和とSRSS法より、保守的に絶対値和を使用する。

【絶対値和】

$$\sigma_{xc} = -\sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sigma_{x4} \quad \dots\dots\dots (4.4.1.14)$$

【SRSS法】

$$\sigma_{xc} = -\sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sqrt{\sigma_{x3}^2 + \sigma_{x4}^2} \quad \dots\dots\dots (4.4.1.15)$$

したがって、胴の組合せ一次一般膜応力の最大値は

$$\sigma_0 = \text{Max}\{\text{組合せ引張応力}(\sigma_{0t}), \text{組合せ圧縮応力}(\sigma_{0c})\} \quad \dots\dots\dots (4.4.1.16)$$

とする。

一次応力は一次一般膜応力と同じ値になるので省略する。

ロ. 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(イ) 組合せ引張応力

$$\sigma_{2t} = \sigma_{2\phi} + \sigma_{2xt} + \sqrt{(\sigma_{2\phi} - \sigma_{2xt})^2 + 4 \cdot \tau^2} \quad \dots\dots\dots (4.4.1.17)$$

ここで

$$\sigma_{2\phi} = \sigma_{\phi 2} \quad \dots\dots\dots (4.4.1.18)$$

σ_{2xt} は、絶対値和とSRSS法より、保守的に絶対値和を使用する。

【絶対値和】

$$\sigma_{2xt} = \sigma_{x3} + \sigma_{x4} \quad \dots\dots\dots (4.4.1.19)$$

【SRSS法】

$$\sigma_{2xt} = \sqrt{\sigma_{x3}^2 + \sigma_{x4}^2} \quad \dots\dots\dots (4.4.1.20)$$

(ロ) 組合せ圧縮応力

$$\sigma_{2c} = \sigma_{2\phi} + \sigma_{2xc} + \sqrt{(\sigma_{2\phi} - \sigma_{2xc})^2 + 4 \cdot \tau^2} \quad \dots\dots\dots (4.4.1.21)$$

ここで

$$\sigma_{2\phi} = -\sigma_{\phi 2} \quad \dots\dots\dots (4.4.1.22)$$

σ_{2xc} は、絶対値和とSRSS法より、保守的に絶対値和を使用する。

【絶対値和】

$$\sigma_{2xc} = \sigma_{x3} + \sigma_{x4} \quad \dots\dots\dots (4.4.1.23)$$

【SRSS法】

$$\sigma_{2xc} = \sqrt{\sigma_{x3}^2 + \sigma_{x4}^2} \quad \dots\dots\dots (4.4.1.24)$$

したがって、胴の地震力のみによる一次応力と二次応力の和の変動値の最大値は、次式による。

$$\sigma_2 = \text{Max}\{\text{組合せ引張応力}(\sigma_{2t}), \text{組合せ圧縮応力}(\sigma_{2c})\} \quad \dots\dots\dots (4.4.1.25)$$

b. ガスタービン発電設備燃料小出槽（取付ボルト）の計算方法

(a) 引張応力

転倒モーメントが作用した場合に生じる取付ボルトの引張荷重と取付部の圧縮荷重については、荷重と変位量の釣り合い条件を考慮することにより求める。（図4-2参照）

イ. σ_{b2} , σ_{c2} を仮定して取付ボルトの応力計算における中立軸の荷重係数 k を求める。

$$k = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_{b2}}{s \cdot \sigma_{c2}}} \dots\dots\dots (4.4.1.26)$$

ロ. 取付ボルトの応力計算における中立軸を定める角度 α を求める。

$$\alpha = \cos^{-1}(1 - 2 \cdot k) \dots\dots\dots (4.4.1.27)$$

ハ. 各定数 e , z , C_t 及び C_c を求める。

$$e = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \frac{(\pi - \alpha) \cdot \cos^2 \alpha + \frac{1}{2} \cdot (\pi - \alpha) + \frac{3}{2} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{(\pi - \alpha) \cdot \cos \alpha + \sin \alpha} + \frac{\frac{1}{2} \cdot \alpha - \frac{3}{2} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \alpha \cdot \cos^2 \alpha}{\sin \alpha - \alpha \cdot \cos \alpha} \right\} \dots\dots\dots (4.4.1.28)$$

$$z = \frac{1}{2} \cdot \left(\cos \alpha + \frac{\frac{1}{2} \cdot \alpha - \frac{3}{2} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \alpha \cdot \cos^2 \alpha}{\sin \alpha - \alpha \cdot \cos \alpha} \right) \dots\dots\dots (4.4.1.29)$$

$$C_t = \frac{2 \cdot \{(\pi - \alpha) \cdot \cos \alpha + \sin \alpha\}}{1 + \cos \alpha} \dots\dots\dots (4.4.1.30)$$

$$C_c = \frac{2 \cdot (\sin \alpha - \alpha \cdot \cos \alpha)}{1 - \cos \alpha} \dots\dots\dots (4.4.1.31)$$

二. 各定数を用いて、 F_t 及び F_c を求める。

ここで、絶対値和とSRSS法より、保守的に絶対値和を使用する。

【絶対値和】

$$F_t = \frac{M_s - (g - a_v) \cdot m_0 \cdot z \cdot D_c}{e \cdot D_c} \dots\dots\dots (4.4.1.32)$$

$$F_c = F_t + (g - a_v) \cdot m_0 \dots\dots\dots (4.4.1.33)$$

【SRSS法】

$$F_t = \frac{\sqrt{M_s^2 + (a_v \cdot m_0 \cdot z \cdot D_c)^2}}{e \cdot D_c} - \frac{z}{e} \cdot m_0 \cdot g \dots\dots\dots (4.4.1.34)$$

$$F_c = \frac{\sqrt{M_s^2 + (a_v \cdot m_0 \cdot (z - e) \cdot D_c)^2}}{e \cdot D_c} + \left(1 - \frac{z}{e}\right) \cdot m_0 \cdot g \dots\dots\dots (4.4.1.35)$$

ここで

$$M_s = a_H \cdot m_0 \cdot \ell_g \dots\dots\dots (4.4.1.36)$$

取付ボルトに引張力が作用しないのは、 α が π に等しくなったときであり、式(4.4.1.28)及び式(4.4.1.29)において α を π に近づけた場合の値 $e = 0.75$ 、 $z = 0.25$ を式(4.4.1.32)又は、式(4.4.1.34)に代入して得られる F_t の値によって引張力の有無を判定する。

$F_t \leq 0$ ならば引張力は作用しない。

$F_t > 0$ ならば引張力が作用しているので次の計算を行う。

ホ. σ_{b2} 及び σ_{c2} を求める。

$$\sigma_{b2} = \frac{2 \cdot F_t}{t_1 \cdot D_c \cdot C_t} \dots\dots\dots (4.4.1.37)$$

$$\sigma_{c2} = \frac{2 \cdot F_c}{(t_2 + s \cdot t_1) \cdot D_c \cdot C_c} \dots\dots\dots (4.4.1.38)$$

ここで

$$t_1 = \frac{n_2 \cdot A_{b2}}{\pi \cdot D_c} \dots\dots\dots (4.4.1.39)$$

$$t_2 = \frac{1}{2} \cdot (D_{bo} - D_{b1}) - t_1 \dots\dots\dots (4.4.1.40)$$

$$A_{b2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \dots\dots\dots (4.4.1.41)$$

σ_{b2} 及び σ_{c2} はイ項にて仮定した値と十分に近似していることを確認する。この場合 σ_{b2} 及び σ_{c2} を取付ボルトと取付面に生じる応力とする。

(b) せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{m_0 \cdot a_H}{n_2 \cdot A_{b2}} \dots\dots\dots (4.4.1.42)$$

- (2) ガスタービン発電設備燃料小出槽（架台取付ボルト）の応力の計算方法
ガスタービン発電設備燃料小出槽（架台取付ボルト）の応力は，設計用加速度により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

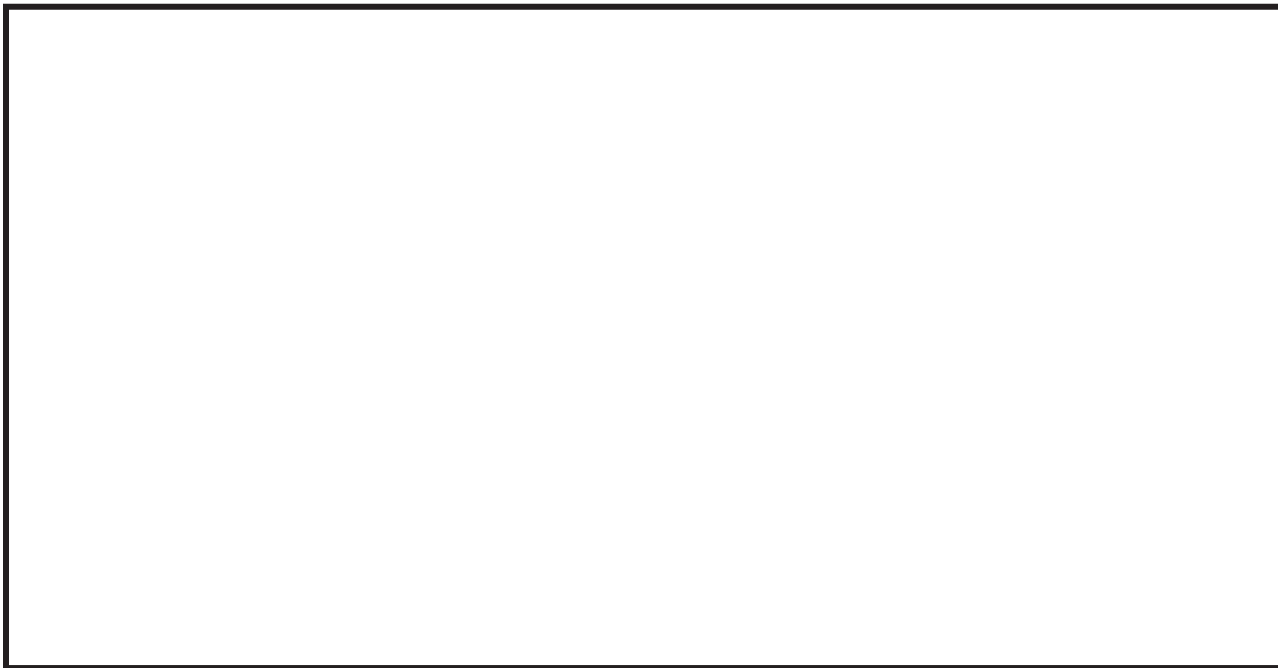


図4-3 計算モデル図(短辺方向転倒)

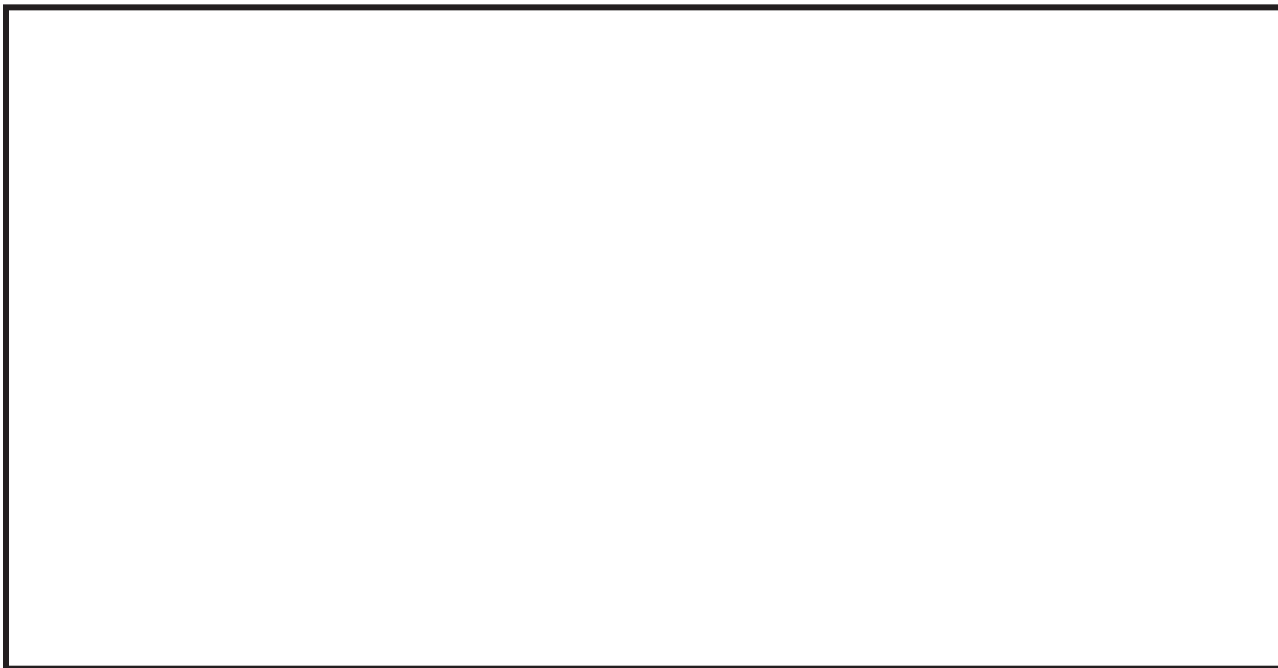


図4-4 計算モデル図(長辺方向転倒)
(短辺方向転倒及び長辺方向転倒 $(g - a_{KV}) < 0$ の場合)

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

a. 引張応力

ガスタービン発電設備燃料小出槽（架台取付ボルト）に対する引張力は、図 4-3 及び図 4-4 でそれぞれのボルトを支点とする転倒を考え、これを片側のボルトで受けるものとして計算する。

短辺方向転倒の引張力計算式

$$F_{Kb2} = \frac{m_{K2} \cdot a_{KH} \cdot h_{K2} - m_{K2} \cdot (g - a_{KV}) \cdot \ell_{K22}}{n_{Kf2} \cdot (\ell_{K12} + \ell_{K22})} \dots\dots\dots (4.4.1.43)$$

長辺方向転倒の引張力計算式

$$F_{Kb2} = \frac{m_{K2} \cdot a_{KH} \cdot h_{K2} - m_{K2} \cdot (g - a_{KV}) \cdot \ell_{K22}}{n_{Kf2} \cdot (\ell_{K12} + \ell_{K22})} \dots\dots\dots (4.4.1.44)$$

短辺方向転倒の引張応力計算式

$$\sigma_{Kb2} = \frac{F_{Kb2}}{A_{Kb2}} \dots\dots\dots (4.4.1.45)$$

長辺方向転倒の引張応力計算式

$$\sigma_{Kb2} = \frac{F_{Kb2}}{A_{Kb2}} \dots\dots\dots (4.4.1.46)$$

σ_{Kb2} は、上式で得られる大きい方の値とする。

ここで、ボルトの軸断面積 A_{Kb2} は次式により求める。

$$A_{Kb2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_{K2}^2 \dots\dots\dots (4.4.1.47)$$

b. せん断応力

ガスタービン発電設備燃料小出槽（架台取付ボルト）に対するせん断力は、ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{Kb2} = m_{K2} \cdot a_{KH} \dots\dots\dots (4.4.1.48)$$

せん断応力

$$\tau_{Kb2} = \frac{Q_{Kb2}}{n_{K2} \cdot A_{Kb2}} \dots\dots\dots (4.4.1.49)$$

4.5 計算条件

4.5.1 ガスタービン発電設備燃料小出槽（胴板）の応力計算条件

ガスタービン発電設備燃料小出槽（胴板）の応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ガスタービン発電設備燃料小出槽の耐震性についての計算結果】の設計条件および機器要目に示す。

4.5.2 ガスタービン発電設備燃料小出槽（取付ボルト）の応力計算条件

ガスタービン発電設備燃料小出槽（取付ボルト）の応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ガスタービン発電設備燃料小出槽の耐震性についての計算結果】の設計条件および機器要目に示す。

4.5.3 ガスタービン発電設備燃料小出槽（架台取付ボルト）の応力計算条件

ガスタービン発電設備燃料小出槽（架台取付ボルト）の応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ガスタービン発電設備燃料小出槽の耐震性についての計算結果】の設計条件および機器要目に示す。

4.6 応力の評価

4.6.1 胴板の応力評価

- (1) 4.4.1 項で求めた組合せ応力が胴板の最高使用温度における許容応力 S_a 以下であること。ただし、 S_a は下表による。

応力の種類	許容応力 S_a
	基準地震動 S_s による荷重の組合せの場合
一次一般膜応力	設計引張強さ S_u の 0.6 倍
一次応力と二次応力の和	地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値が設計降伏点 S_y の 2 倍以下であれば、疲れ解析は不要とする。

一次応力の評価は算出応力が一次一般膜応力と同じ値であるので省略する。

(2) 圧縮膜応力(圧縮応力と曲げによる圧縮側応力の組合せ)は次式を満足すること。(座屈の評価)

$$\frac{\eta \cdot (\sigma_{x2} + \sigma_{x3})}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{x4}}{f_b} \leq 1 \quad \dots\dots\dots (4.6.1.1)$$

ここで f_c は次による。

$$\frac{D_1 + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \leq \frac{1200 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_c = F \quad \dots\dots\dots (4.6.1.2)$$

$$\frac{1200 \cdot g}{F} < \frac{D_1 + 2 \cdot t}{2 \cdot t} < \frac{8000 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_c = F \cdot \left[1 - \frac{1}{6800 \cdot g} \cdot \left\{ F - \phi_1 \left(\frac{8000 \cdot g}{F} \right) \right\} \cdot \left(\frac{D_1 + 2 \cdot t}{2 \cdot t} - \frac{1200 \cdot g}{F} \right) \right]$$

$$\dots\dots\dots (4.6.1.3)$$

$$\frac{8000 \cdot g}{F} \leq \frac{D_1 + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \leq 800 \quad \text{のとき}$$

$$f_c = \phi_1 \left(\frac{D_1 + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \right) \quad \dots\dots\dots (4.6.1.4)$$

ただし $\phi_1(x)$ は次の関数を使用する。

$$\phi_1(x) = 0.6 \cdot \frac{E}{x} \cdot \left[1 - 0.901 \cdot \left\{ 1 - \exp \left(-\frac{1}{16} \cdot \sqrt{x} \right) \right\} \right]$$

$$\dots\dots\dots (4.6.1.5)$$

また、 f_b は次による。

$$\frac{D_I + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \leq \frac{1200 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_b = F \quad \dots\dots\dots (4.6.1.6)$$

$$\frac{1200 \cdot g}{F} < \frac{D_I + 2 \cdot t}{2 \cdot t} < \frac{9600 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_b = F \cdot \left[1 - \frac{1}{8400 \cdot g} \cdot \left\{ F - \phi_2 \left(\frac{9600 \cdot g}{F} \right) \right\} \cdot \left(\frac{D_I + 2 \cdot t}{2 \cdot t} - \frac{1200 \cdot g}{F} \right) \right]$$

$$\dots\dots\dots (4.6.1.7)$$

$$\frac{9600 \cdot g}{F} \leq \frac{D_I + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \leq 800 \quad \text{のとき}$$

$$f_b = \phi_2 \left(\frac{D_I + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \right) \quad \dots\dots\dots (4.6.1.8)$$

ただし $\phi_2(x)$ は次の関数を使用する。

$$\phi_2(x) = 0.6 \cdot \frac{E}{x} \cdot \left[1 - 0.731 \cdot \left\{ 1 - \exp \left(-\frac{1}{16} \cdot \sqrt{x} \right) \right\} \right] \quad \dots\dots\dots (4.6.1.9)$$

η は安全率で次による。

$$\frac{D_I + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \leq \frac{1200 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$\eta = 1 \quad \dots\dots\dots (4.6.1.10)$$

$$\frac{1200 \cdot g}{F} < \frac{D_I + 2 \cdot t}{2 \cdot t} < \frac{8000 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$\eta = 1 + \frac{0.5 \cdot F}{6800 \cdot g} \cdot \left(\frac{D_I + 2 \cdot t}{2 \cdot t} - \frac{1200 \cdot g}{F} \right) \quad \dots\dots\dots (4.6.1.11)$$

$$\frac{8000 \cdot g}{F} \leq \frac{D_I + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \quad \text{のとき}$$

$$\eta = 1.5 \quad \dots\dots\dots (4.6.1.12)$$

4.6.2 ボルトの応力の評価

(1) ガスタービン発電設備燃料小出槽（取付ボルト）

4.4.1 項で求めたボルトの引張応力 σ_{bi} は次式より求めた許容引張応力 f_{tsi} 以下であること。

ただし、 f_{toi} は下表による。

$$f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}] \quad \dots\dots\dots (4.6.2.1)$$

せん断応力 τ_{bi} は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sbi} 以下であること。

ただし f_{sbi} は下表による。

	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{toi}	$\frac{F_i^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sbi}	$\frac{F_i^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

(2) ガスタービン発電設備燃料小出槽（架台取付ボルト）

4.4.1項で求めたボルトの引張応力 σ_{Kbi} は次式より求めた許容引張応力 f_{tsi} 以下であること。

ただし、 f_{toi} は下表による。

$$f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{Kbi}, f_{toi}] \dots\dots\dots (4.6.2.2)$$

せん断応力 τ_{Kbi} は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sbi} 以下であること。

ただし f_{sbi} は下表による。

	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{toi}	$\frac{F_i^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sbi}	$\frac{F_i^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

5. 評価結果

5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ガスタービン発電設備燃料小出槽の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

5.1.1 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ガスタービン発電設備燃料小出槽の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

1.1.1 ガスタービン発電設備燃料小出槽 (胴板・取付ボルト)

機器名称	設備分類	据付場所 及び床面高さ (m)	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s (m/s ²)		最高使用 圧力 (MPa)	最高使用 温度 (°C)	周囲環境 温度 (°C)	比重
			水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計用 加速度	鉛直方向 設計用 加速度				
ガスタービン発電設備 燃料小出槽	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急用電気品建屋 0. P. 62. 90*	—	—	a _H =20.99	a _V =12.55	静水頭	50	50	0.86

注記* : 基準床レベルを示す。

1.1.2 ガスタービン発電設備燃料小出槽 (架台取付ボルト)

機器名称	設備分類	据付場所 及び床面高さ (m)	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s (m/s ²)		周囲環境 温度 (°C)
			水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計用 加速度	鉛直方向 設計用 加速度	
ガスタービン発電設備 燃料小出槽架台	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急用電気品建屋 0. P. 62. 90*	—	—	a _{KH} =20.99	a _{KV} =12.55	50

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 ガスタービン発電設備燃料小出槽 (胴板・取付ボルト)

部材	m_o (kg)	m_e (kg)	D_i (mm)	t (mm)	E (MPa)	l_g (mm)	H (mm)	s	n_i
取付ボルト ($i = 2$)									

部材	D_c (mm)	D_{bo} (mm)	D_{bi} (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm ²)	M_s (N・mm)	
						弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i = 2$)						—	6.306×10^6

部材	S_{yi} (胴板) (MPa)	S_{ui} (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	S_{yi} (取付ボルト) (MPa)	S_{ui} (取付ボルト) (MPa)	F (胴板) (MPa)	F_i^* (取付ボルト) (MPa)
取付ボルト ($i = 2$)							

注記*1：最高使用温度で算出

*2：周囲環境温度で算出



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.2.2 ガスタービン発電設備燃料小出槽 (架台取付ボルト)

部材	m_{Ki} (kg)	h_{Ki} (mm)	d_{Ki} (mm)	A_{Kbi} (mm ²)	n_{Ki}	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト ($i = 2$)							

部材	l_{K1i}^{*2} (mm)	l_{K2i}^{*2} (mm)	n_{Kfi}^{*2}	F_i^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i = 2$)					—	短辺方向

注記*1：周囲環境温度で算出

*2：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ガスタービン発電設備燃料小出槽 (胴板・取付ボルト)

(1) 胴に生じる応力

a. 一次一般膜応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度			基準地震動 S s		
	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
静水頭による応力	—	—	—	$\sigma_{\phi 1}=1$	—	—
鉛直方向地震による引張応力	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}=2$	—	—
空質量による圧縮応力	—	—	—	—	$\sigma_{x 2}=1$	—
鉛直方向地震による軸方向応力	—	—	—	—	$\sigma_{x 3}=1$	—
水平方向地震による圧縮応力	—	—	—	—	$\sigma_{x 4}=2$	$\tau=3$
応力の和	引張側	—	—	$\sigma_{\phi}=2$	$\sigma_{x t}=2$	—
	圧縮側	—	—	$\sigma_{\phi}=-2$	$\sigma_{x c}=3$	—
組合せ応力	引張り	—			$\sigma_{0 t}=5$	
	圧縮	—			$\sigma_{0 c}=4$	

b. 地震動のみによって生じる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度			基準地震動 S s		
	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
鉛直方向地震による応力	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}=2$	$\sigma_{x 3}=1$	—
水平方向地震による圧縮応力	—	—	—	—	$\sigma_{x 4}=2$	$\tau=3$
応力の和	引張側	—	—	$\sigma_{2\phi}=2$	$\sigma_{2x t}=3$	—
	圧縮側	—	—	$\sigma_{2\phi}=-2$	$\sigma_{2x c}=3$	—
組合せ応力 (変動値)	引張り	—			$\sigma_{2 t}=9$	
	圧縮	—			$\sigma_{2 c}=7$	

(2) 取付ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
引張応力	—	$\sigma_{b 2}=11$
せん断応力	—	$\tau_{b 2}=9$

1.3.2 ガスタービン発電設備燃料小出槽 (架台取付ボルト)

(単位 : N)

部材	F _{Kbi}		Q _{Kbi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動S _s
取付ボルト (i = 2)	—	6.669×10 ³	—	2.319×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ガスタービン発電設備燃料小出槽 (胴板・取付ボルト)

(1) 応力

(単位 : MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板	□	一次一般膜	—	—	σ ₀ =5	□
		一次+二次	—	—	σ ₂ =9	□
		圧縮と曲げの組合せ (座屈の評価)	—		$\frac{\eta \cdot (\sigma_{x2} + \sigma_{x3})}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{x4}}{f_b} \leq 1$	
			0.02 (無次元)			
取付ボルト (i = 2)	□	引張り	—	—	σ _{b2} =11	□
		せん断	—	—	τ _{b2} =9	□

すべて許容応力以下である。

注記* : f_{t si} = Min[1.4・f_{toi} - 1.6・τ_{bi}, f_{toi}]

1.4.2 ガスタービン発電設備燃料小出槽 (架台取付ボルト)

(1) 応力

(単位 : MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i = 2)	□	引張り	—	—	σ _{Kb2} =59	□
		せん断	—	—	τ _{Kb2} =21	□

すべて許容応力以下である。

注記* : f_{t si} = Min[1.4・f_{toi} - 1.6・τ_{Kbi}, f_{toi}]

40



(短辺方向)

(長辺方向)

VI-2-10-1-2-3-5 ガスタービン発電設備 管の耐震性についての計算書

重大事故等対処設備

目次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	5
3. 計算条件	22
3.1 計算方法	22
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	23
3.3 設計条件	24
3.4 材料及び許容応力	32
3.5 設計用地震力	33
4. 解析結果及び評価	34
4.1 固有周期及び設計震度	34
4.2 評価結果	40
4.2.1 管の応力評価結果	40
4.2.2 支持構造物評価結果	41
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	42
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	43

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」(以下「基本方針」という。)に基づき、管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全13モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値/発生値(以下「裕度」という。)が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。



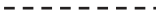


(3) 弁

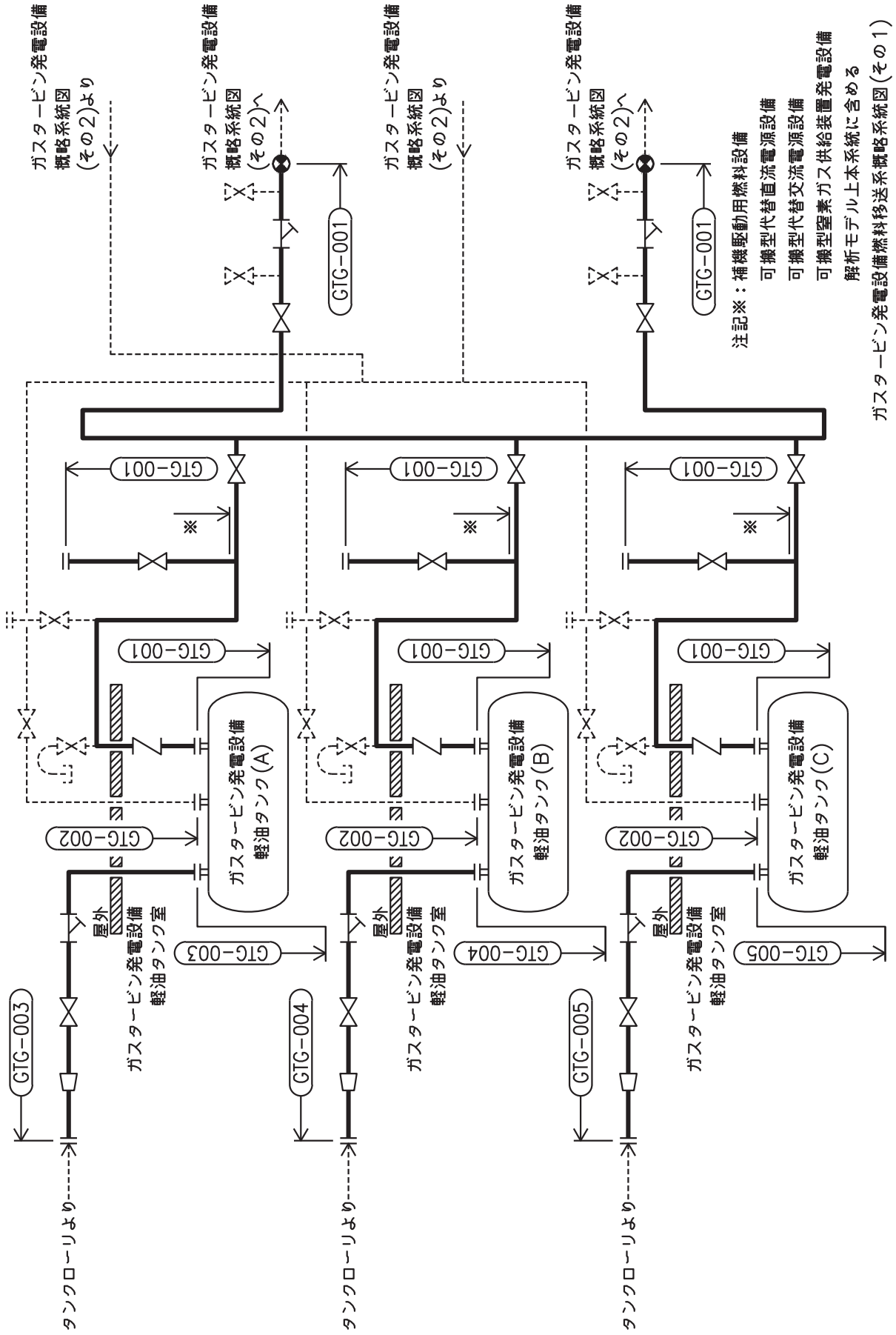
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

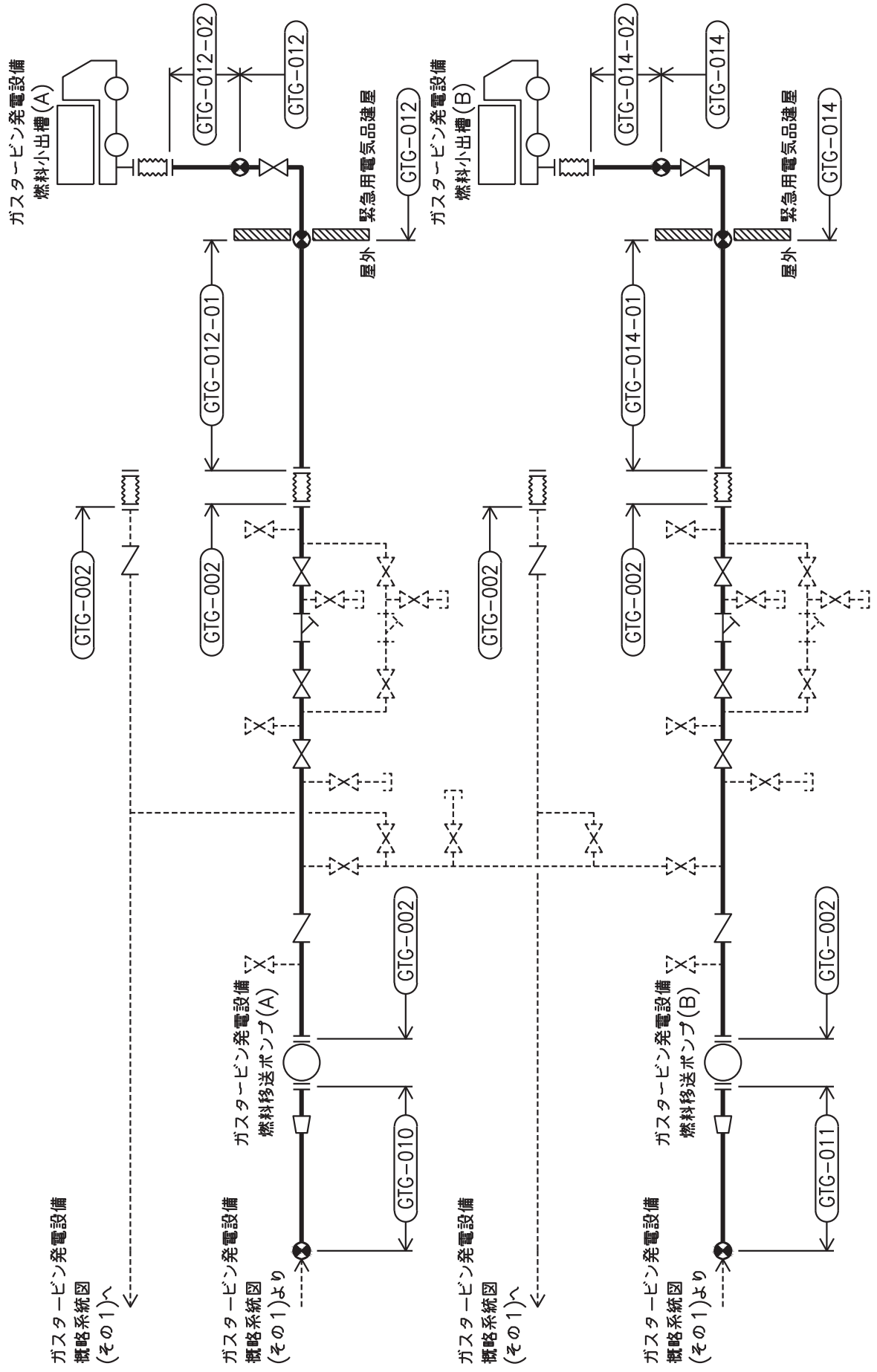
概略系統図記号凡例

記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ



補機駆動用燃料設備
 可搬型代替直流電源設備
 可搬型代替交流電源設備
 可搬型窒素ガス供給装置発電設備
 解析モデル上本系統に含める


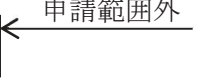


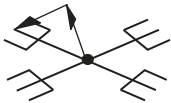
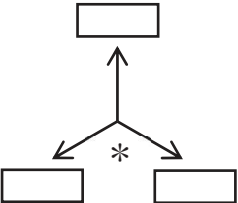
ガスタービン発電設備燃料移送系統概略系統図(その1)



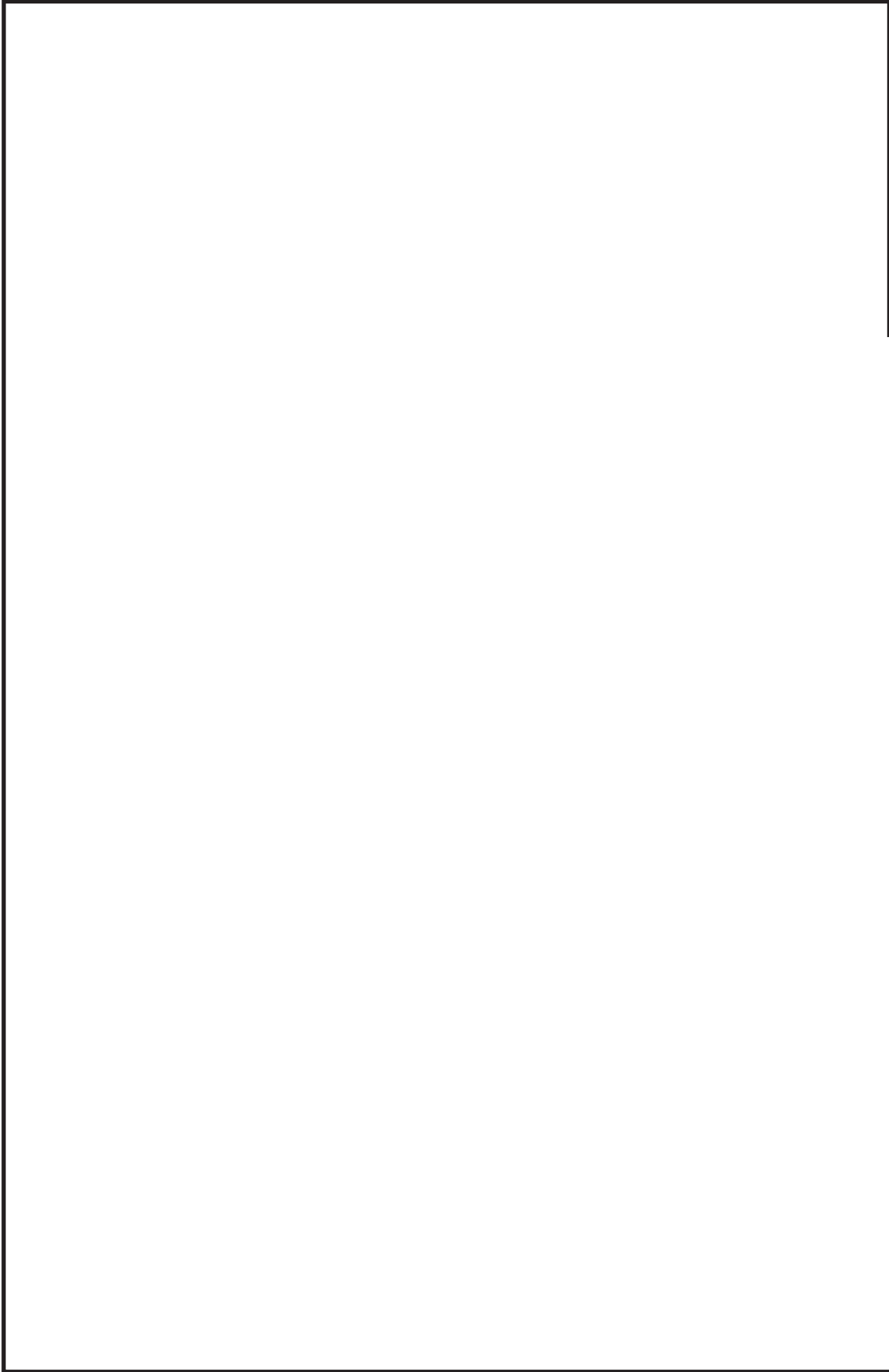
ガスタービン発電設備燃料移送系概略系統図(その2)

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

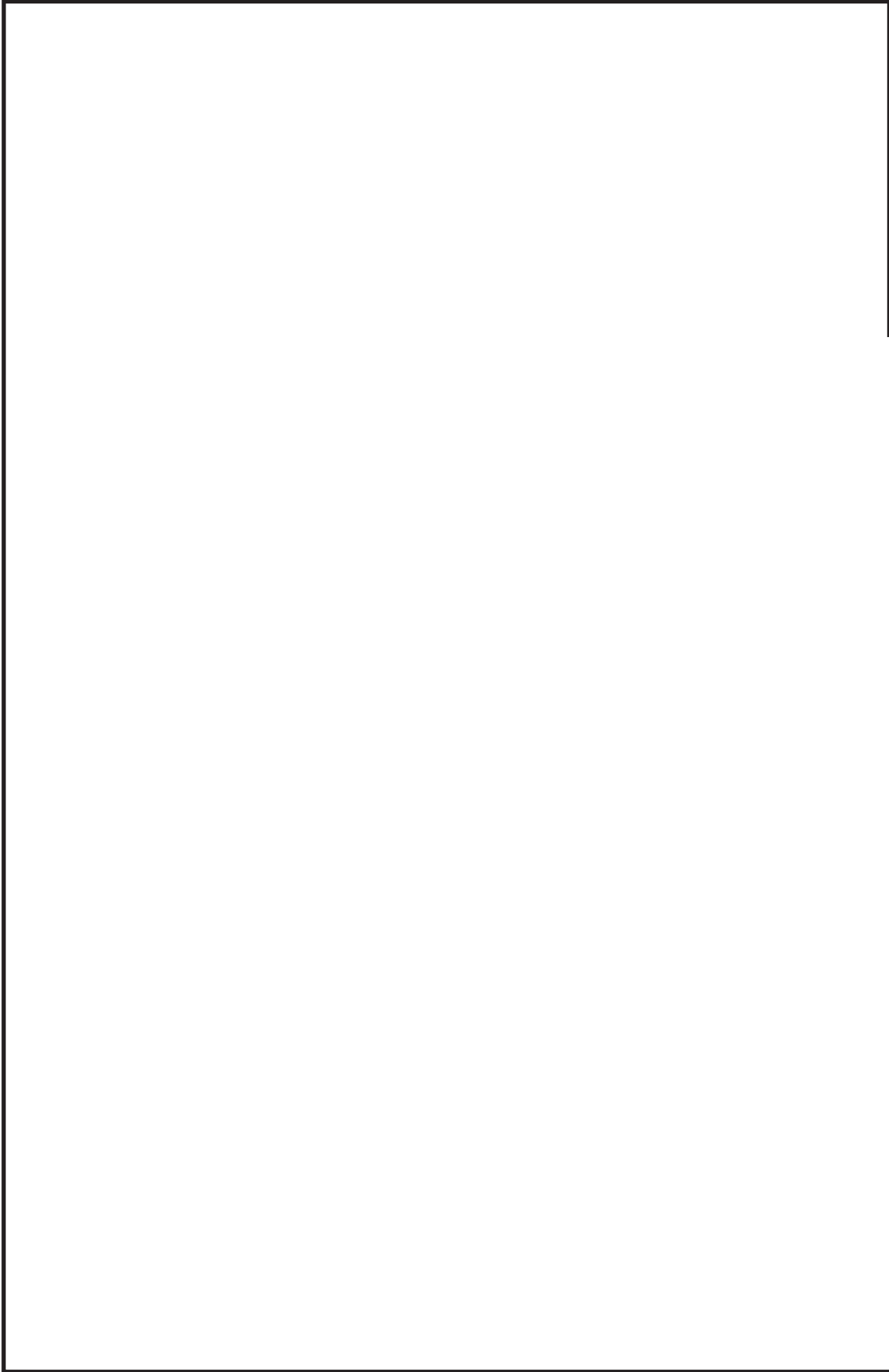
記号	内容
	<p>工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管</p>
	<p>工事計画記載範囲外の管</p>
	<p>質点</p>
	<p>アンカ</p>
	<p>レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。)</p>
	<p>拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, <input type="text"/> 内に変位量を記載する。)</p>

O 2 ③ VI-2-10-1-2-3-5 (重) R 0



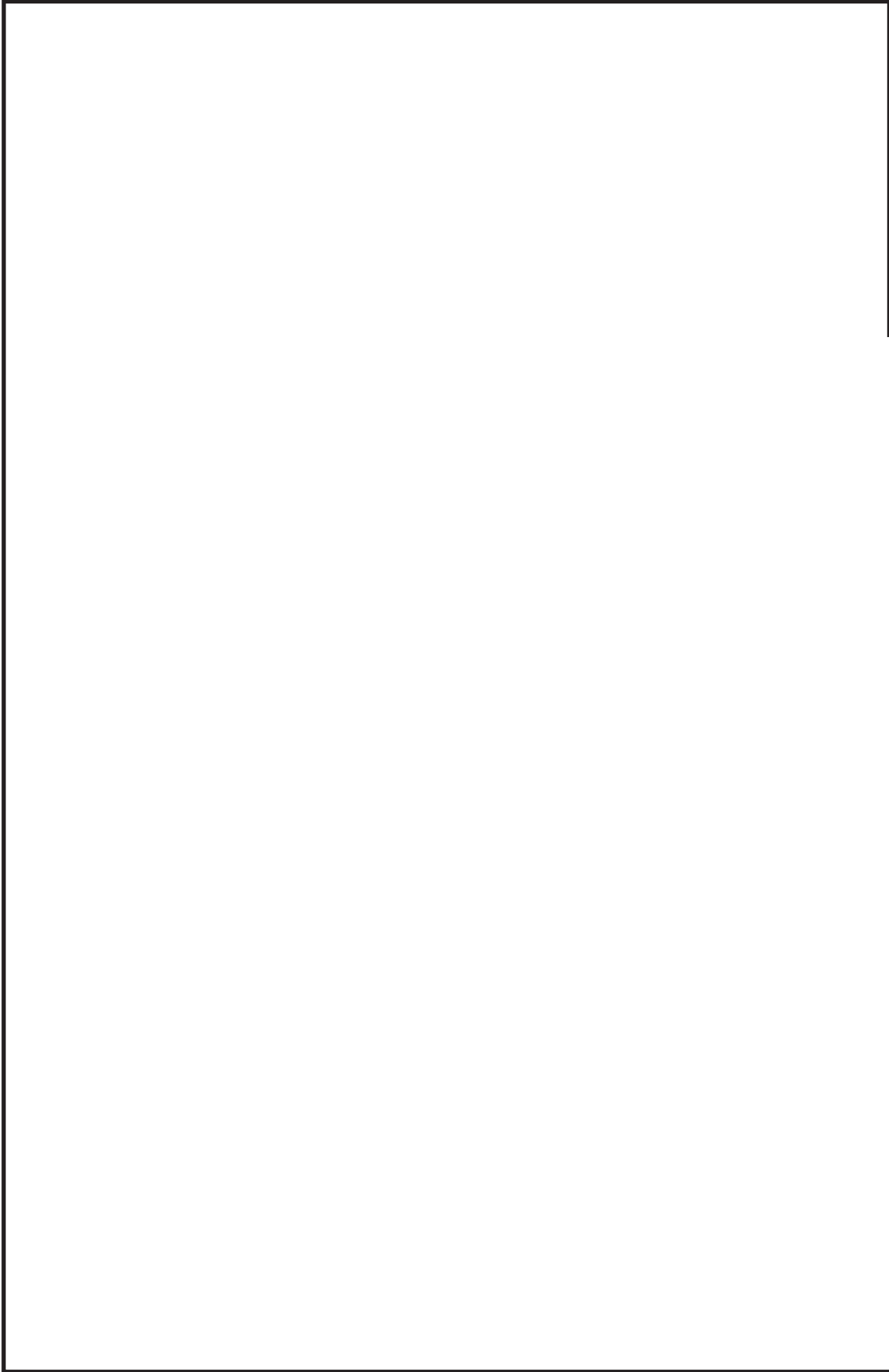
鳥瞰図 GTG-001<1/16>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



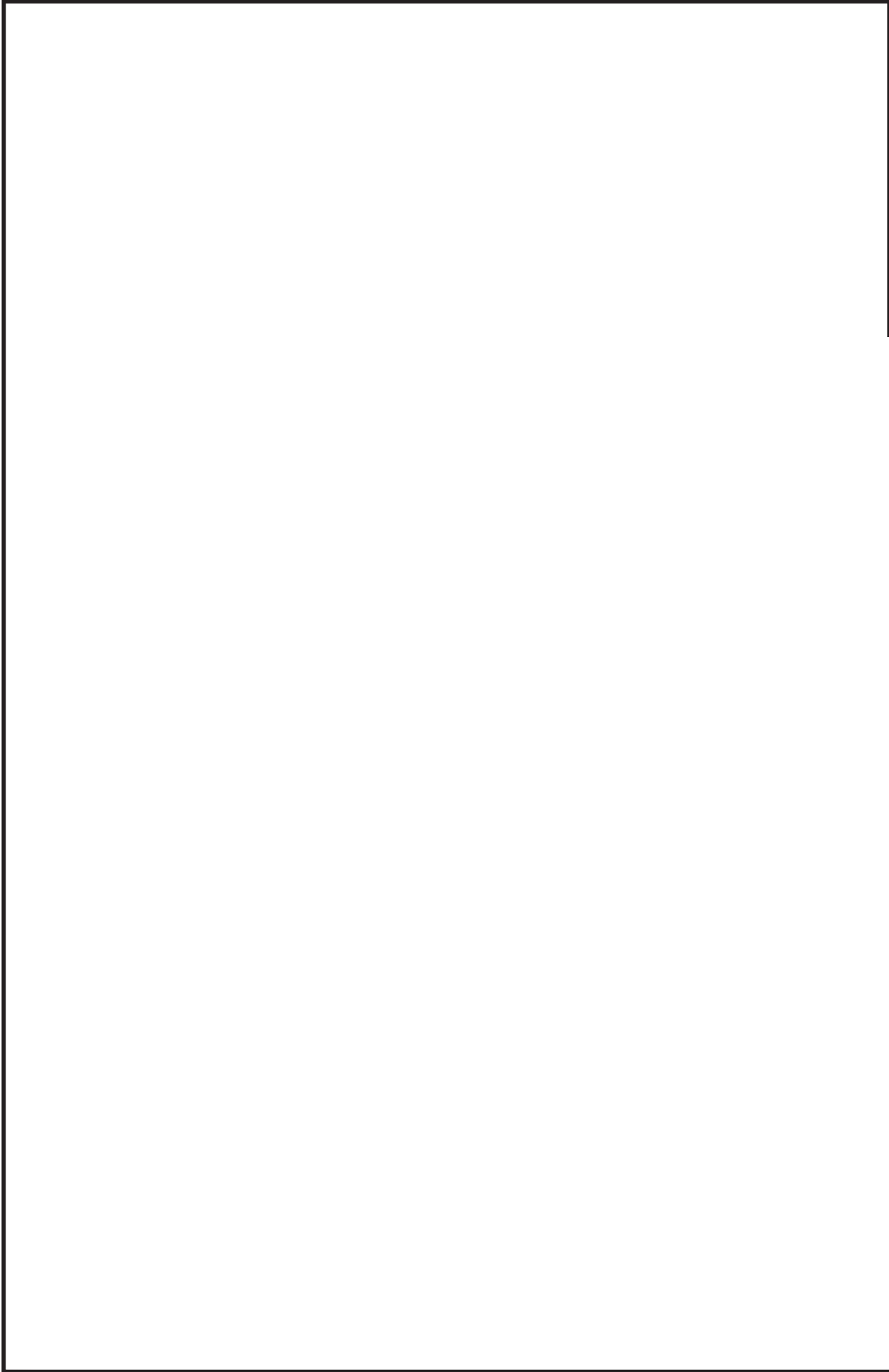
鳥瞰図 GTG-001<2/16>

枠組みの内容は商業機密の観点から公開できません。



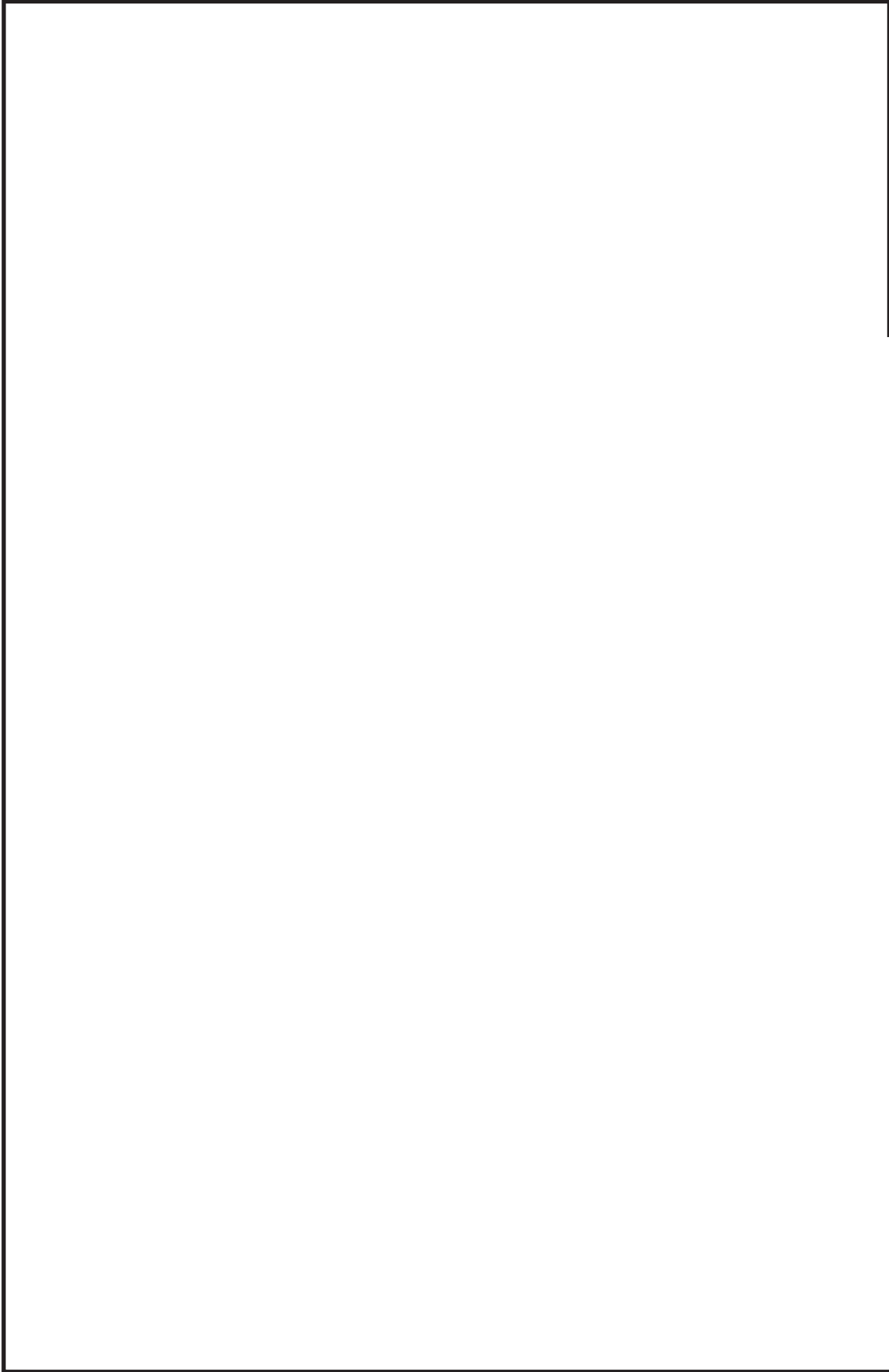
鳥瞰図 GTG-001<3/16>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



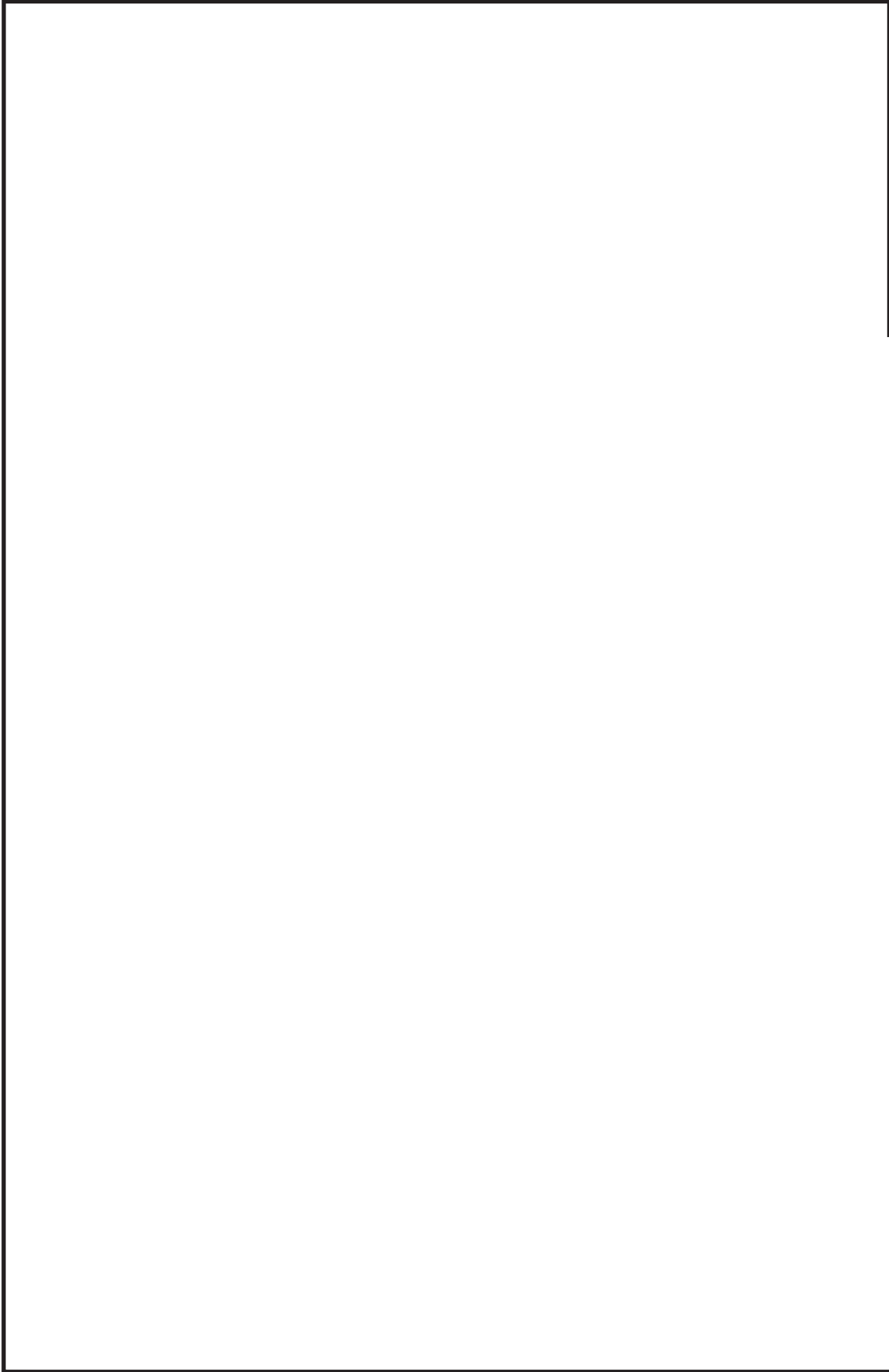
鳥瞰図 GTG-001<4/16>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



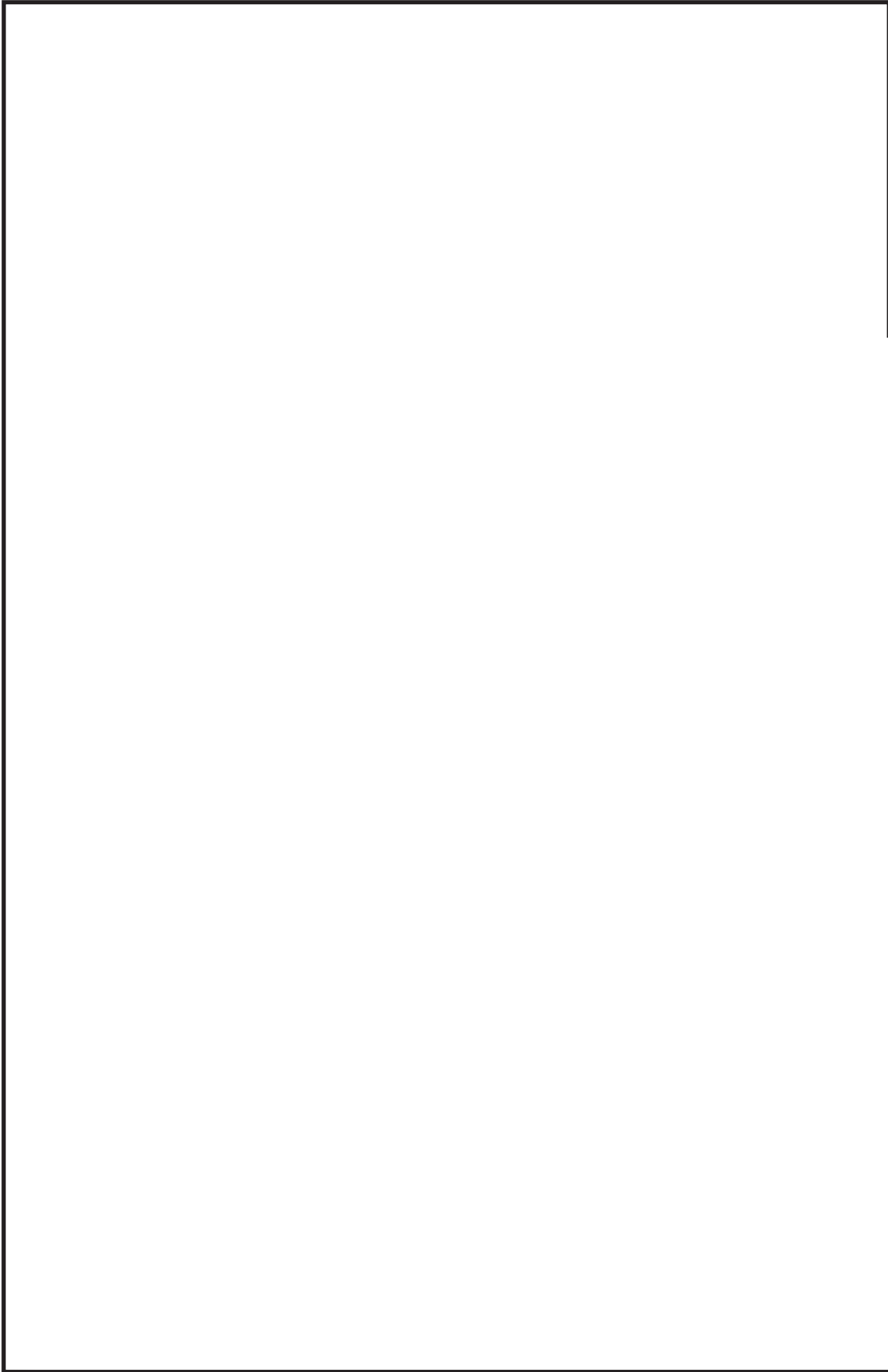
鳥瞰図 GTG-001<5/16>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



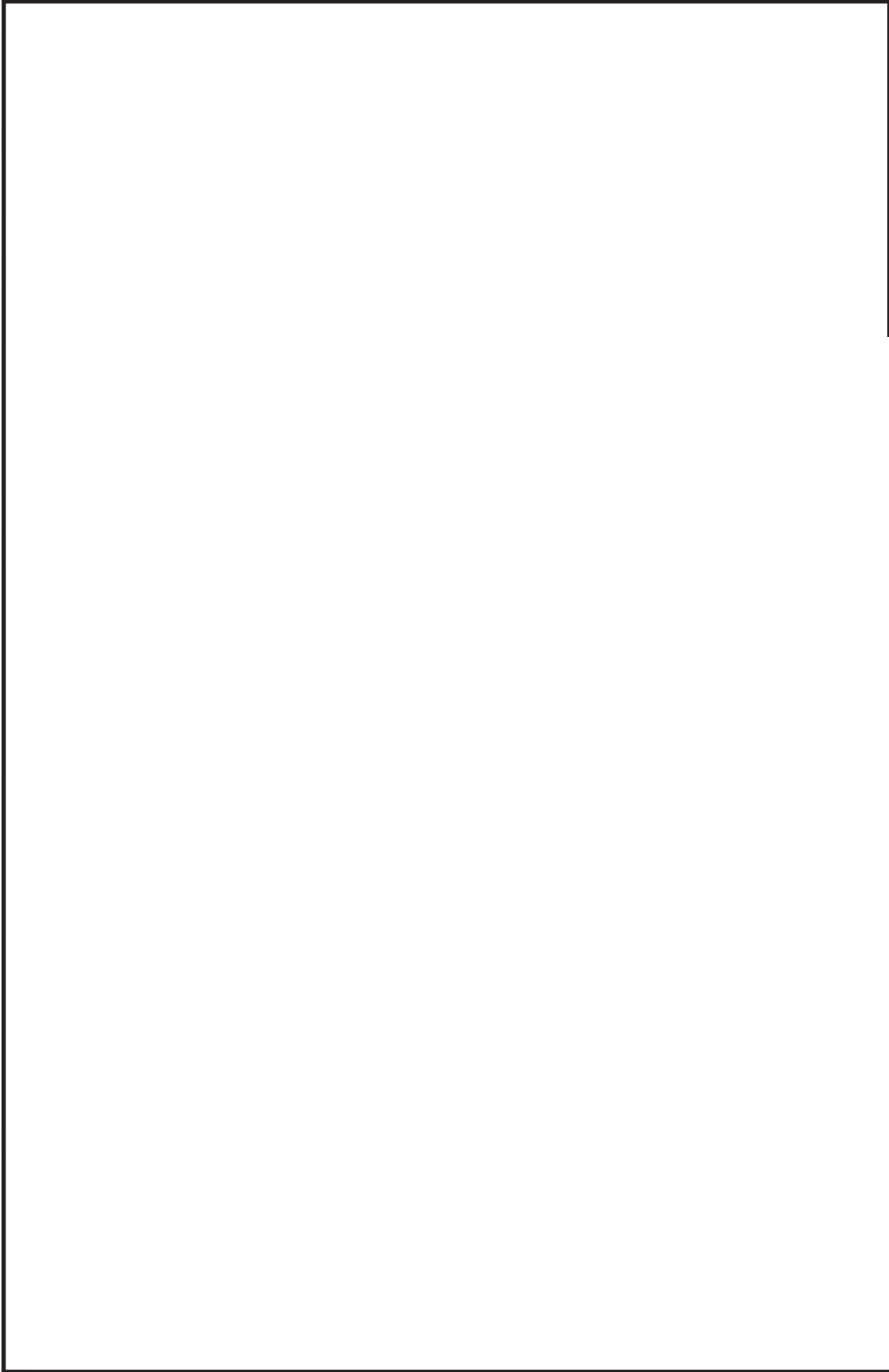
鳥瞰図 GTG-001<6/16>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



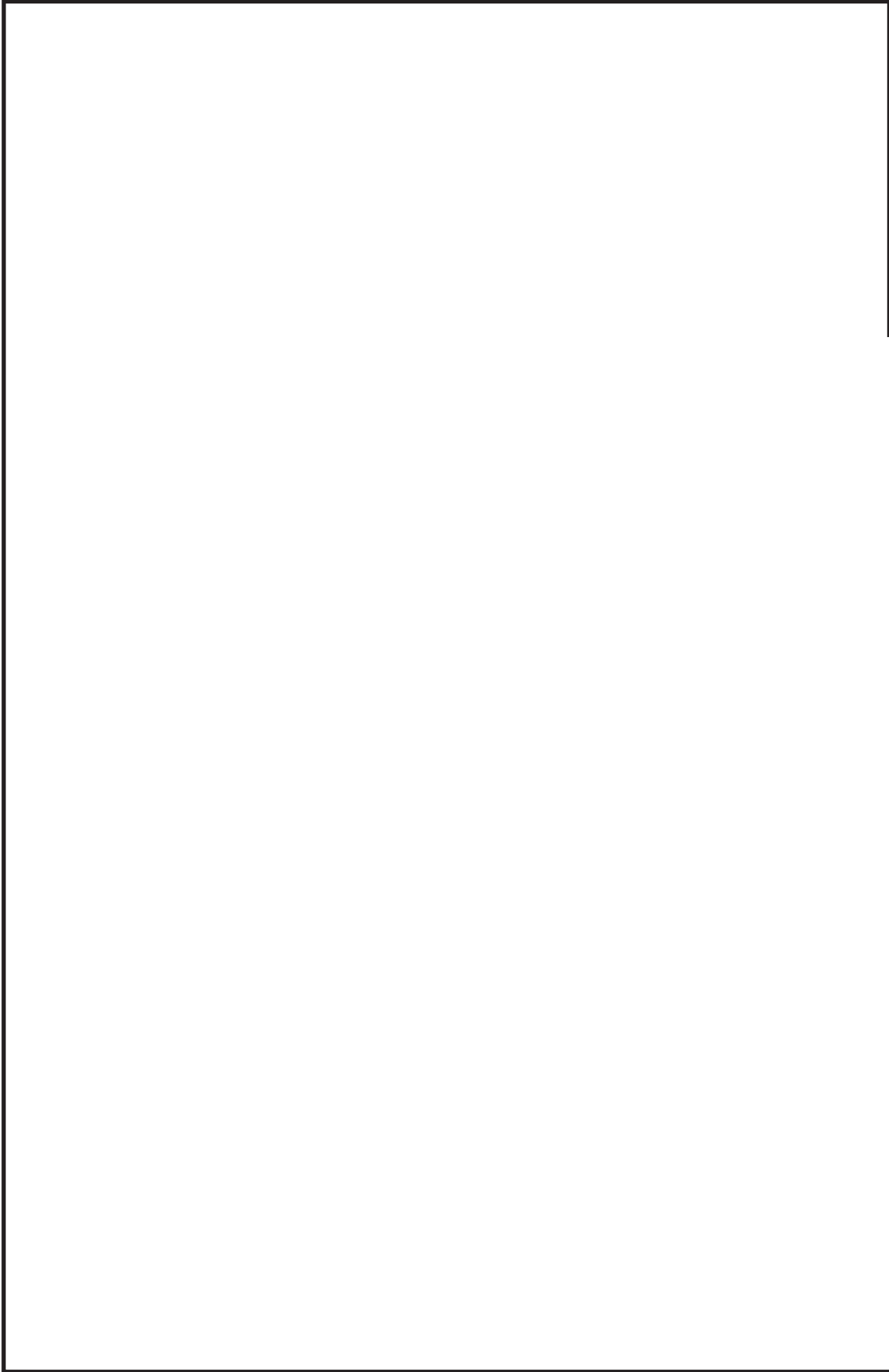
鳥瞰図 GTG-001<7/16>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 GTG-001<8/16>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



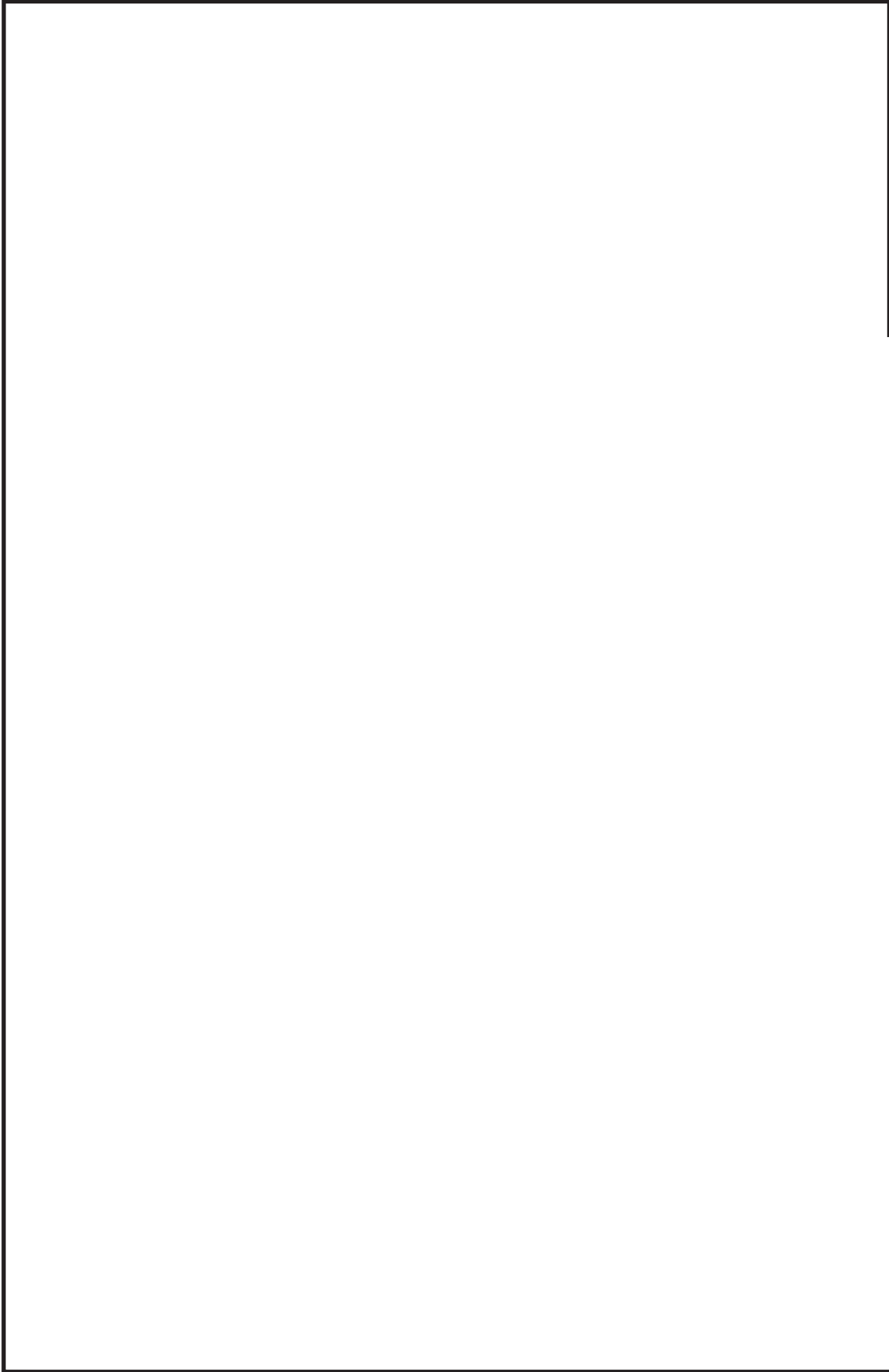
鳥瞰図 GTG-001<9/16>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



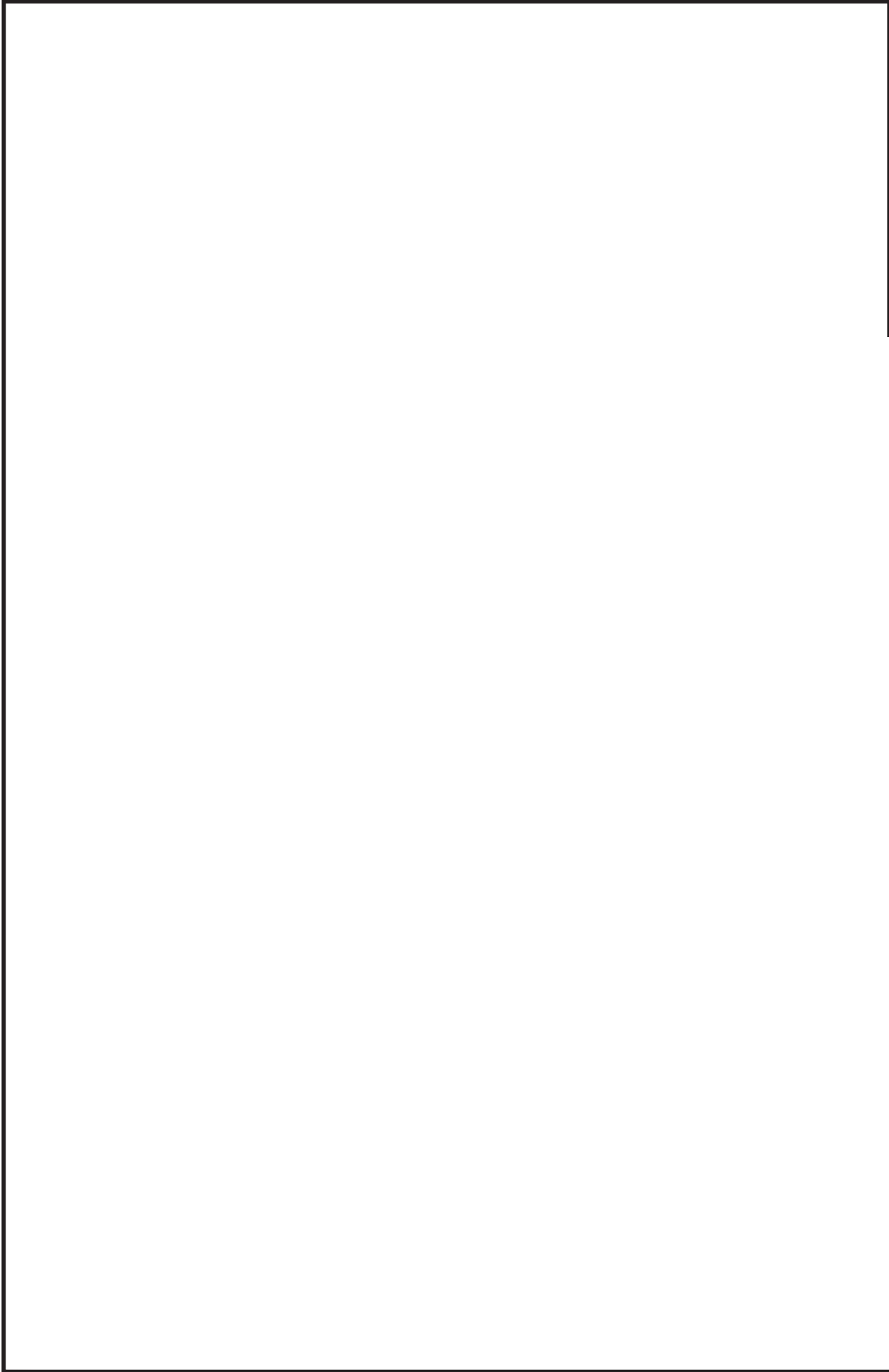
鳥瞰図 GTG-001<10/16>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



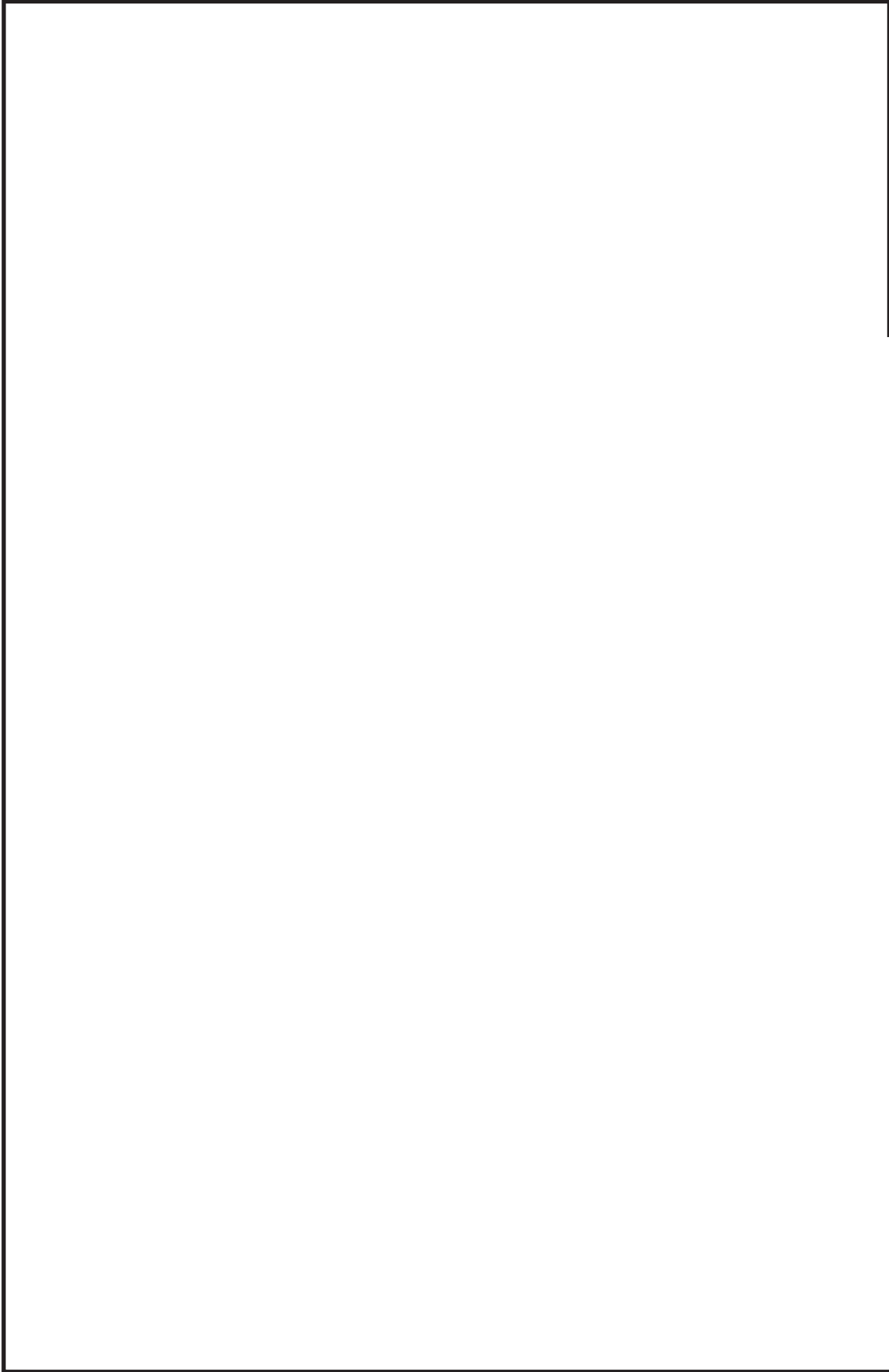
鳥瞰図 GTG-001<11/16>

枠組みの内容は商業機密の観点から公開できません。



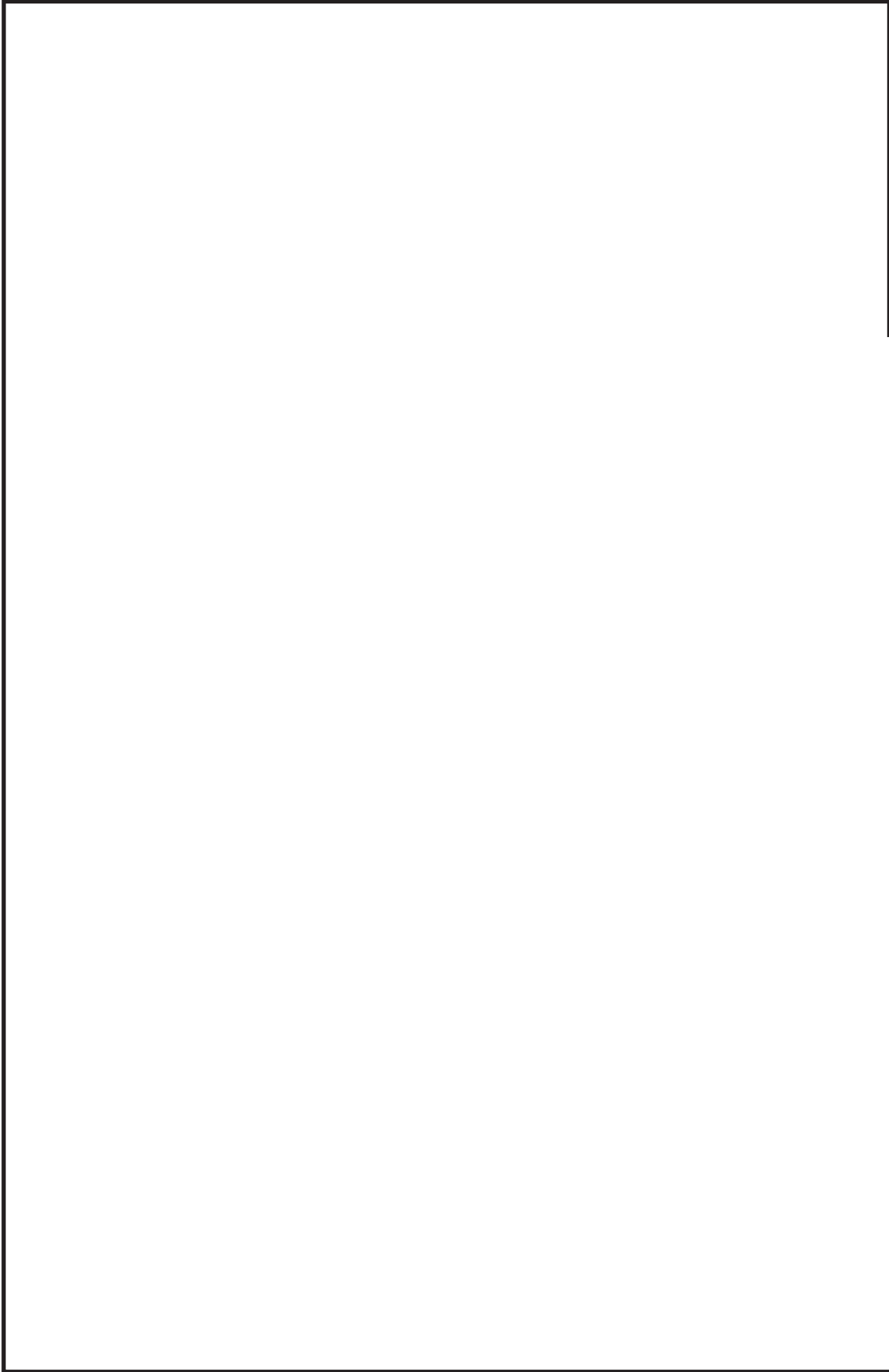
鳥瞰図 GTG-001<12/16>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



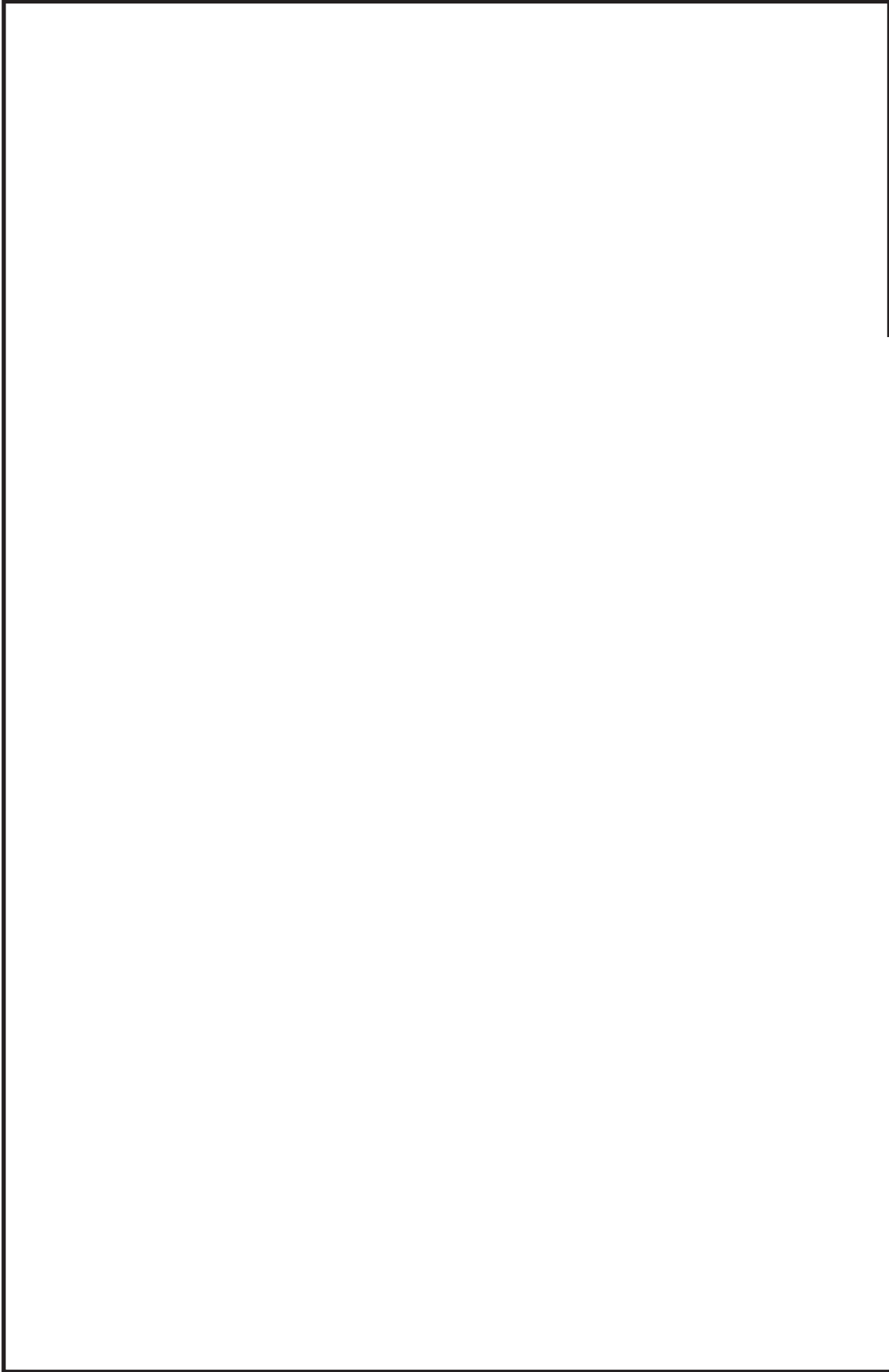
鳥瞰図 GTG-001<13/16>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



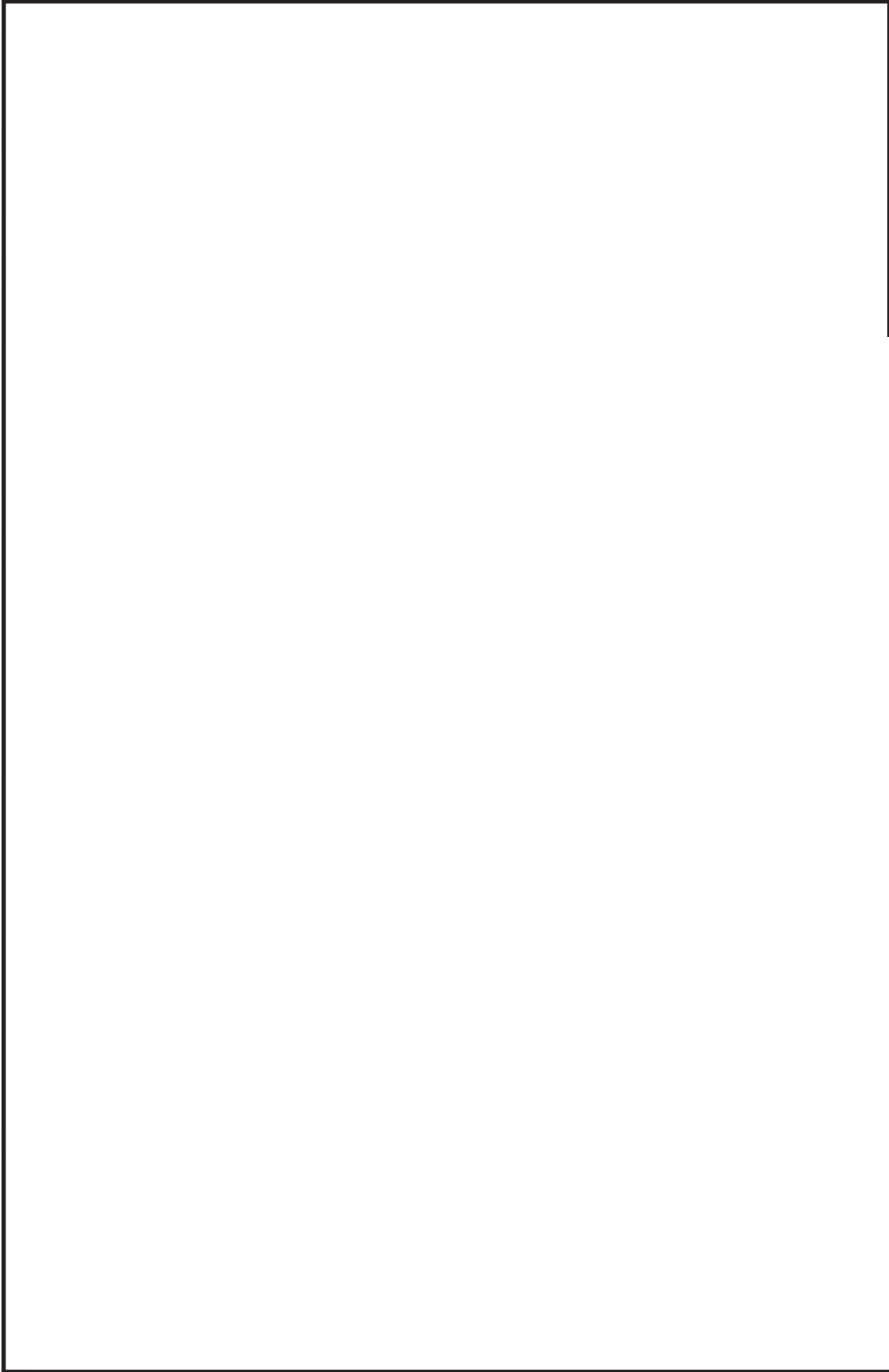
鳥瞰図 GTG-001<14/16>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 GTG-001<15/16>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 GTG-001<16/16>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「SOLVER」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類*2	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*3,*4	許容応力状態*5
その他発電用 原子炉の附属施設	非常用発電装置	ガスタービン 発電設備	S A	常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等 クラス2管	—	$V_L + S_S$	V_{AS}

注記*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

*2：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*3：運転状態の添字Lは荷重を示す。

*4：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

*5：許容応力状態 V_{AS} は許容応力状態IV $_{AS}$ の許容限界を使用し，許容応力状態IV $_{AS}$ として評価を実施する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 G T G - 0 0 1

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	0.95	50	60.5	5.5	STS410	—	201000

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 G T G - 0 0 1

管名称	対応する評価点													
1	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
	28	29	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	
	42	43	44	45	46	47	49	50	51	52	53	54	55	
	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	
	70	71	72	73	74	76	77	78	79	80	81	82	84	
	85	86	87	88	89	90	91	92	93	95	96	97	98	
	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	
	112	113	114	115	116	117	118	120	121	122	123	124	125	
	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	137	138	139	
	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	
	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	165	166	
	167	168	169	170	171	172	173	191	192	193	194	195	196	
	197	198	199	200	201	202	203	204	205	207	208	209	226	
	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	
	240	241	242	243	244	245	246	247	249	250	251	268	269	
	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	
	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	
	296	297	298	299	300	302	303	304						

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 G T G - 0 0 1

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
1		41		81		121		158	
2		42		82		122		159	
3		43		83		123		160	
7		44		84		124		161	
8		45		85		125		162	
9		46		86		126		166	
10		50		87		127		167	
11		51		88		128		168	
12		52		89		129		169	
13		53		90		130		170	
14		54		91		131		171	
15		55		92		132		172	
16		56		96		133		173	
17		57		97		134		191	
18		58		98		138		192	
19		59		99		139		193	
20		60		100		140		194	
21		61		101		141		195	
22		62		102		142		196	
23		63		103		143		197	
24		64		104		144		198	
25		65		105		145		199	
26		66		106		146		200	
27		67		107		147		201	
28		68		108		148		202	
32		69		109		149		203	
33		70		110		150		204	
34		71		111		151		208	
35		72		112		152		209	
36		73		113		153		226	
37		77		114		154		227	
38		78		115		155		228	
39		79		116		156		229	
40		80		117		157		230	

O 2 ③ VI-2-10-1-2-3-5 (重) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
231		242		272		283		294	
232		243		273		284		295	
233		244		274		285		296	
234		245		275		286		297	
235		246		276		287		298	
236		250		277		288		299	
237		251		278		289		303	
238		268		279		290		304	
239		269		280		291			
240		270		281		292			
241		271		282		293			

弁部の質量を下表に示す。

弁 1		弁 2		弁 3		弁 4		弁 5	
評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
4		29		47		118		93	
5		30		48		119		94	
6		31		49		120		95	

弁 6		弁 7		弁 8		弁 9		弁 1 0	
評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
74		163		135		205		247	
75		164		136		206		248	
76		165		137		207		249	

弁 1 1

評価点	質量(kg)
300	
301	
302	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁 1	5			
弁 2	30			
弁 3	48			
弁 4	119			
弁 5	94			
弁 6	75			
弁 7	164			
弁 8	136			
弁 9	206			
弁 1 0	248			
弁 1 1	301			

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 G T G - 0 0 1

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
7						
15						
20						
25						
33						
35						
37						
39						
42						
54						
62						
64						
72						
81						
89						
96						
104						
109						
114						
122						
124						
126						
128						
130						
138						
146						
151						
156						
161						
166						

O 2 ③ VI-2-10-1-2-3-5 (重) R 0

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
168						
170						
172						
194						
196						
199						
201						
203						
208						
228						
231						
233						
235						
237						
240						
242						
245						
250						
270						
272						
275						
277						
279						
281						
283						
286						
288						
290						
293						
295						

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
298						
303						

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
STS410	50	—	239	409	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建物・構築物	標高(O. P. (m))	減衰定数(%)
GTG-001	地下軽油タンクピット		

4. 解析結果及び評価
 4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 GTG-001

適用する地震動等		S d 及び静的震度			S s		
		応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
モード	固有周期 (s)	X 方向	Z 方向	Y 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次							
2 次							
3 次							
4 次							
5 次*2							
動的震度*3							
静的震度*4							

注記*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

*2：固有周期が0.050 s 以下であることを示す。

*3：S d 又は S s 地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。

*4：3.6 C I 及び1.2 C V より定めた震度を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 GTG-001

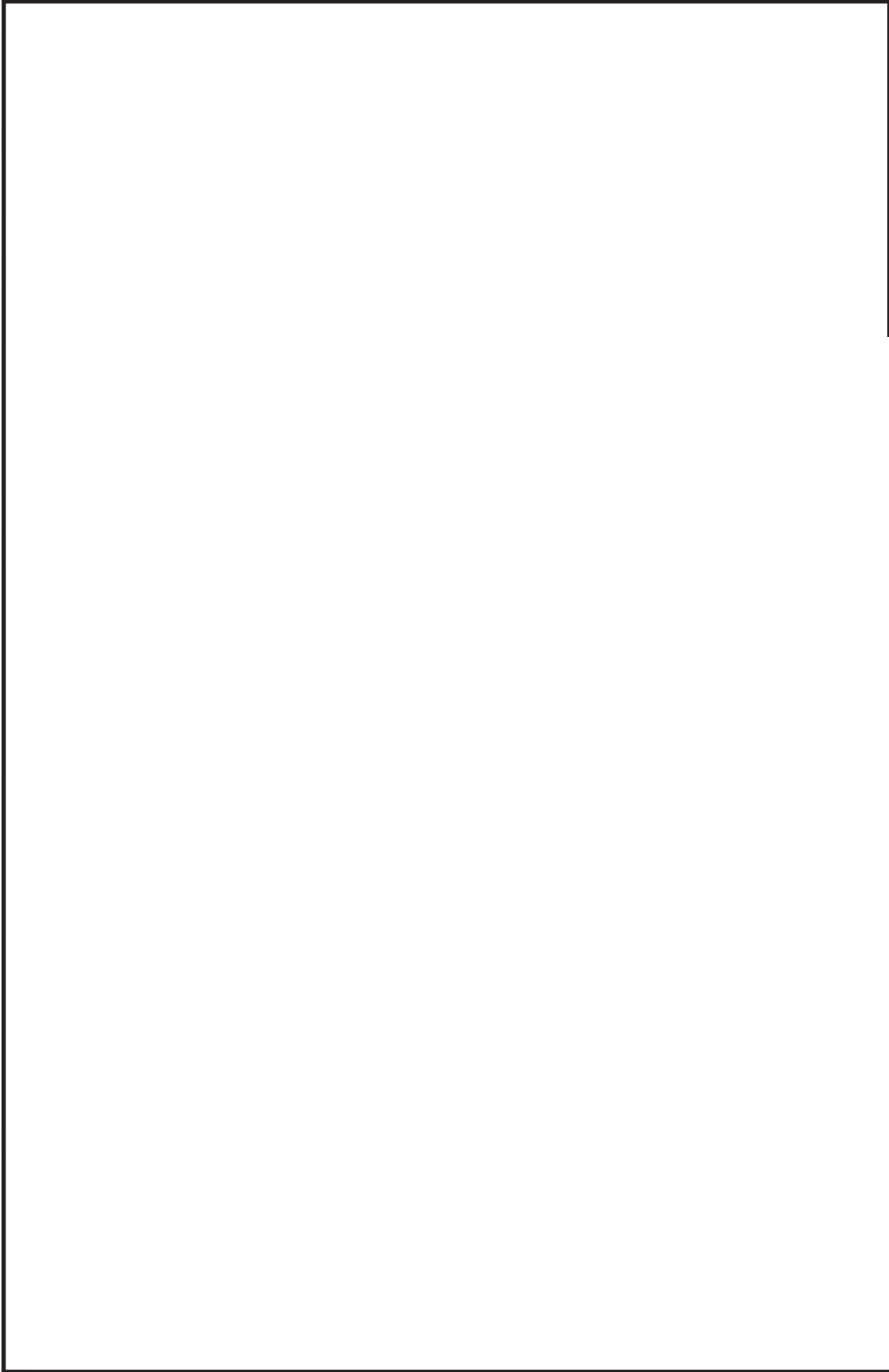
モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

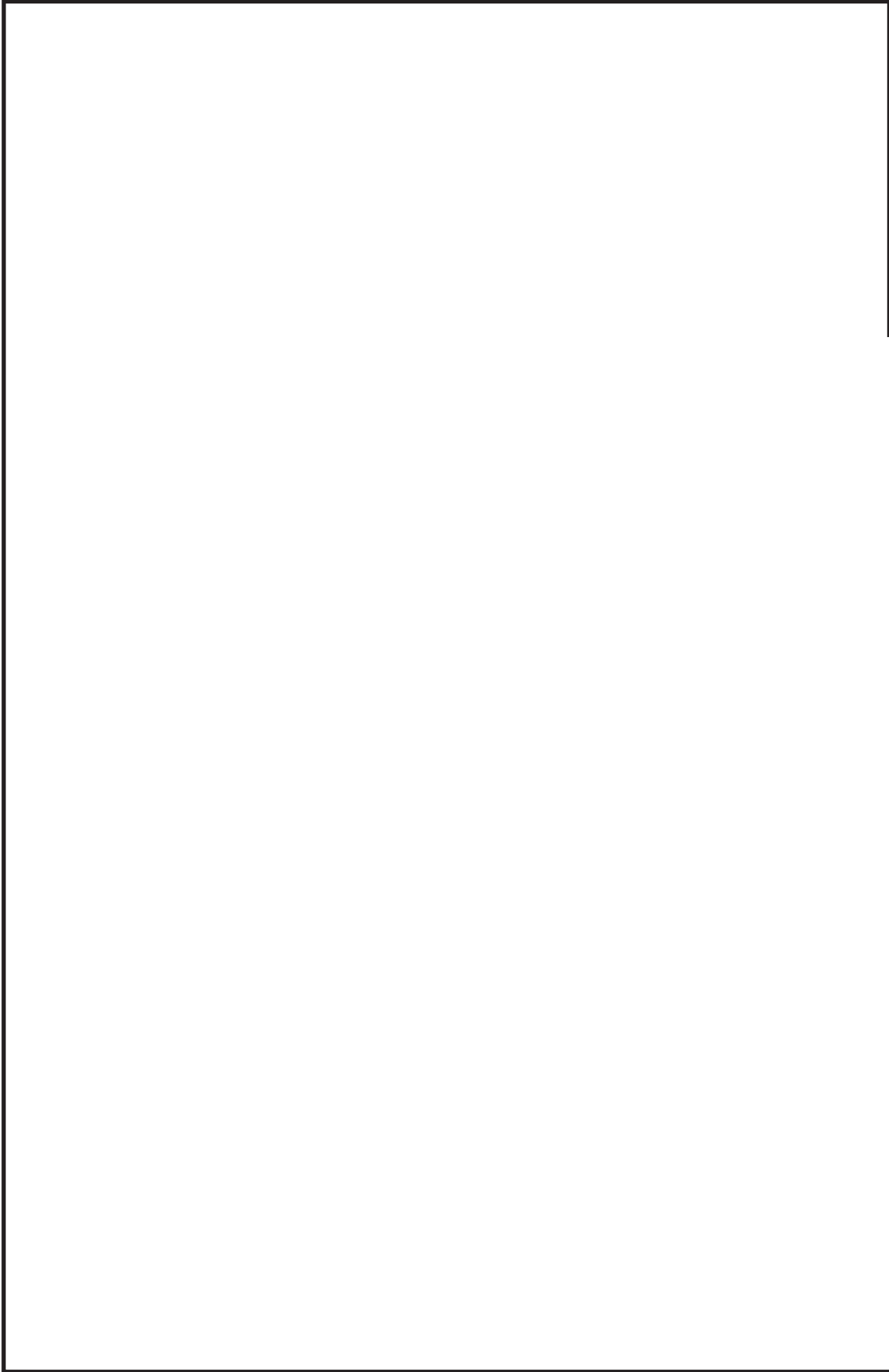
代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



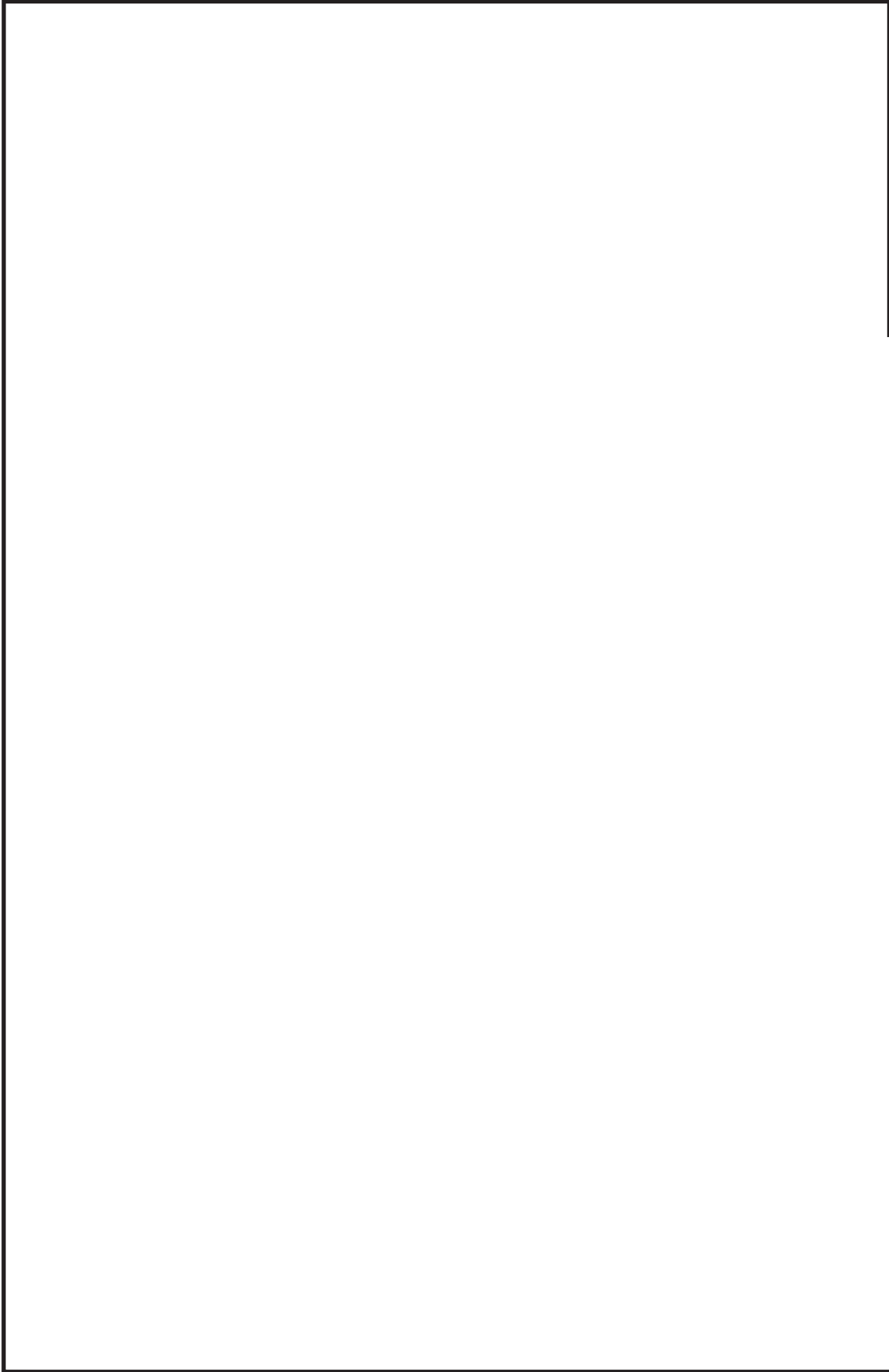
鳥瞰図 GTG-001

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 GTG-001

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 GTG-001

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価 疲労累積係数 U S s
				計算応力 Sprm(S s)	許容応力 0.9 S u	計算応力 S n (S s)	許容応力 2 S y	
G T G - 0 0 1	V _A S V _A S	159 159	Spr m (S s) S n (S s)	124 —	368 —	— 241	— 478	— —

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
—	—	—	—	—	—	—

支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果			
					反力 (kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z				
GTG-015-03	レストレイント	Uボルト	SS400	50	-	3	7	-	-	-	-	せん断	89	139
GTG-601-03	アンカ	ラグ	SM400B	50	6	1	2	0	1	1	組合せ	35	133	

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	型式	要求 機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管）

No.	配管モデル	許容応力状態 V _A S												
		一次応力					一次+二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	GTG-001	159	124	368	2.96	○	159	241	478	1.98	○	—	—	—
2	GTG-002	37	118	368	3.11	—	37	226	478	2.11	—	—	—	—
3	GTG-003	19	46	368	8.00	—	19	79	478	6.05	—	—	—	—
4	GTG-004	24	35	368	10.51	—	24	52	478	9.19	—	—	—	—
5	GTG-005	29	70	368	5.25	—	21	126	478	3.79	—	—	—	—
6	GTG-010	12	14	368	26.28	—	12	12	478	39.83	—	—	—	—
7	GTG-011	12	14	368	26.28	—	12	12	478	39.83	—	—	—	—
8	GTG-012	28	60	368	6.13	—	27	147	478	3.25	—	—	—	—

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果 (重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管)

No.	配管モデル	許容応力状態 VAS														
		一次応力						一次+二次応力						疲労評価		
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表		
9	GTG-012-01	7	56	368	6.57	—	7	82	478	5.82	—	—	—			
10	GTG-012-02	1	19	368	19.36	—	1	24	478	19.91	—	—	—			
11	GTG-014	8	41	368	8.97	—	8	77	478	6.20	—	—	—			
12	GTG-014-01	7	56	368	6.57	—	7	82	478	5.82	—	—	—			
13	GTG-014-02	1	14	368	26.28	—	1	16	478	29.87	—	—	—			

VI-2-10-1-2-3-6 ガスタービン発電設備
制御盤の耐震性についての計算書

目 次

1.	概要	1
2.	一般事項	1
2.1	構造計画	1
2.2	評価方針	4
2.3	適用基準	5
2.4	記号の説明	6
2.4.1	制御盤の記号の説明	6
2.4.2	ガバナ盤の記号の説明	7
2.5	計算精度と数値の丸め方	8
3.	評価部位	9
4.	構造強度評価	10
4.1	構造強度評価方法	10
4.2	荷重の組合せ及び許容応力	10
4.2.1	荷重の組合せ及び許容応力状態	10
4.2.2	許容応力	10
4.2.3	使用材料の許容応力評価条件	10
4.3	設計用加速度	14
4.4	計算方法	16
4.4.1	応力の計算方法	16
4.5	計算条件	22
4.5.1	取付ボルトの応力計算条件	22
4.6	応力の評価	22
4.6.1	ボルトの応力評価	22
5.	機能維持評価	24
5.1	電氣的機能維持評価方法	24
6.	評価結果	25
6.1	重大事故等対処設備としての評価結果	25

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ガスタービン発電設備制御盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

また、間接支持構造物である車両が設計用地震力に対して十分な支持機能を有していることは、「VI-2-10-1-2-3-1 ガスタービン発電設備 機関・発電機の耐震性についての計算書」で説明している。

ガスタービン発電設備制御盤は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

ガスタービン発電設備制御盤は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

表 1-1 ガスタービン発電設備制御盤の構成

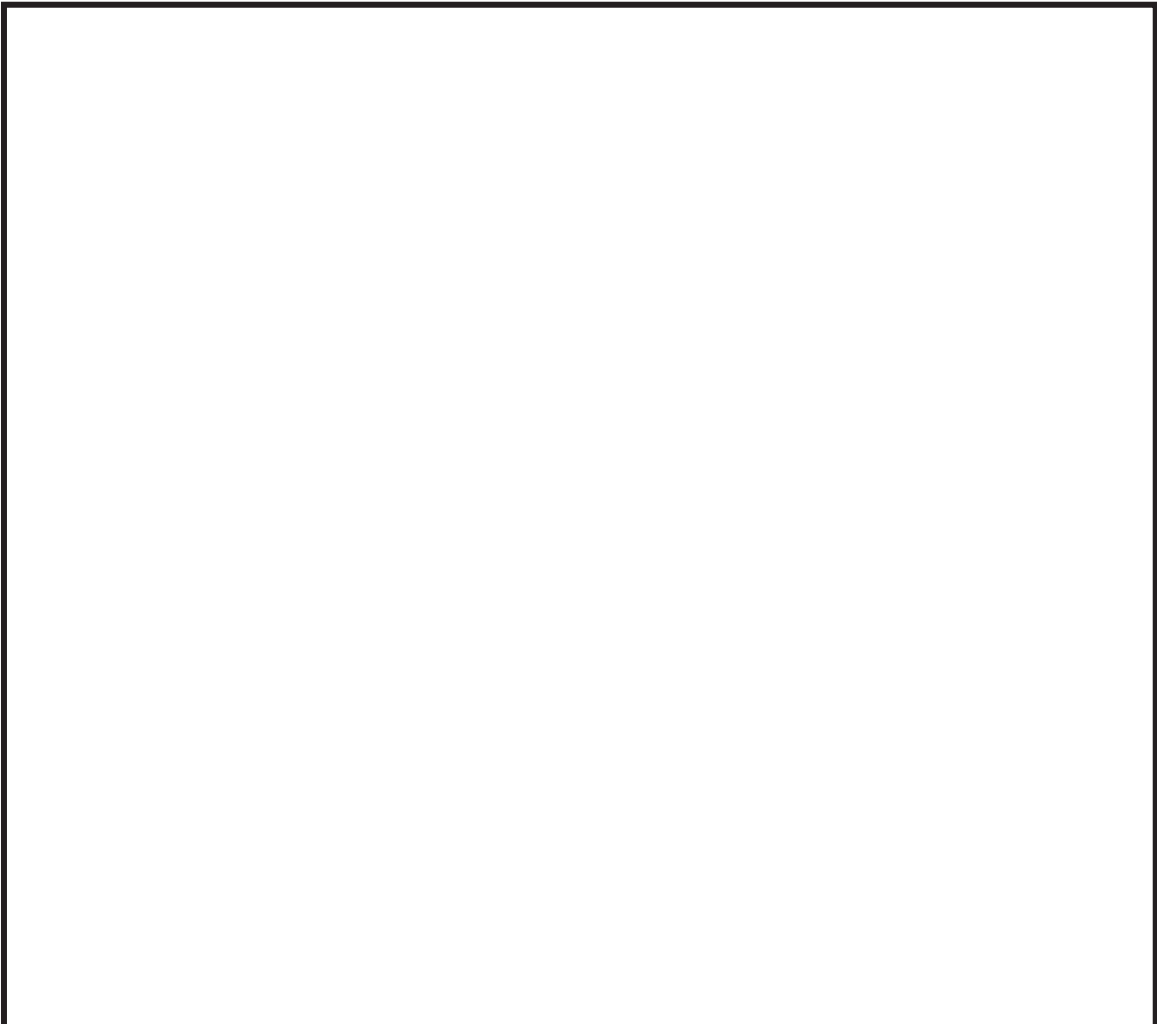
系統	盤名称	個数
ガスタービン発電設備	制御盤	2
ガスタービン発電設備	ガバナ盤	2

2. 一般事項

2.1 構造計画


ガスタービン発電設備制御盤の構造計画を表 2-1 及び表 2-2 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
制御盤は取付ボルトにより車両に固定する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-2 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
ガバナ盤は取付ボルトにより車両に固定する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.2 評価方針

ガスタービン発電設備制御盤の応力評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示す制御盤及びガバナ盤の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所に発生する応力等が許容限界内に収まることを、「VI-2-10-1-2-3-1 ガスタービン発電設備 機関・発電機の耐震性についての計算書」の「4. 加振試験」で得られた設計用加速度を用い、「4. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。

また、ガスタービン発電設備制御盤の機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「5. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

ガスタービン発電設備制御盤の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

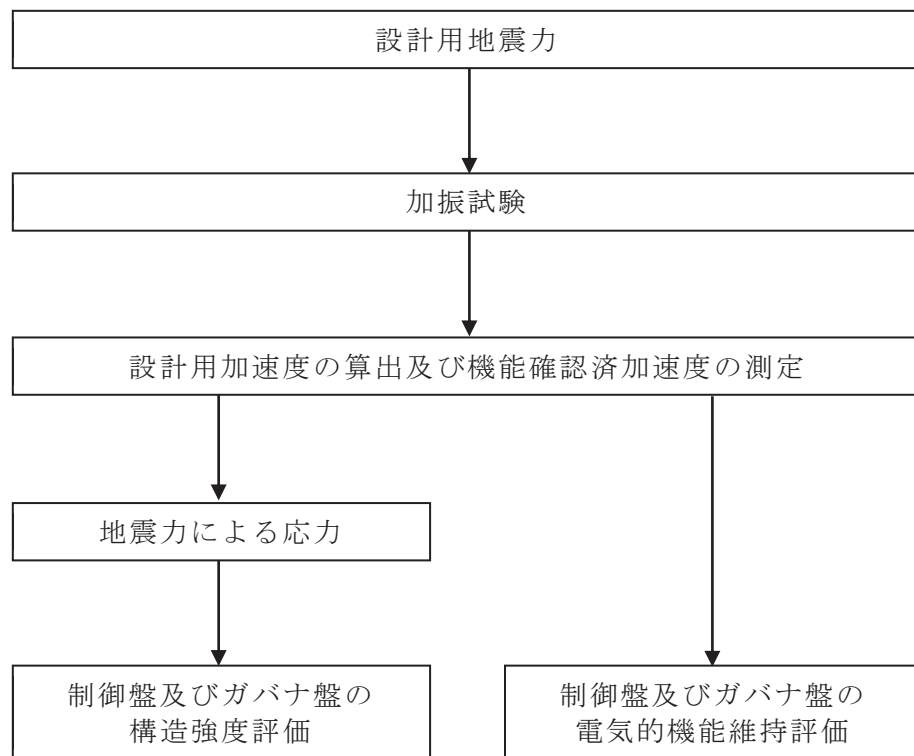


図 2-1 ガスタービン発電設備制御盤の耐震評価フロー

2.3 適用基準

適用基準を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- (2) 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 ((社) 日本電気協会)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版
((社) 日本電気協会)
- (4) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会 2005/2007)
(以下「設計・建設規格」という。)

2.4 記号の説明

2.4.1 制御盤の記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_{bi}	ボルトの軸断面積 ^{*1}	mm ²
a_H	水平方向設計用加速度	m/s ²
a_V	鉛直方向設計用加速度	m/s ²
d_i	ボルトの呼び径 ^{*1}	mm
F_i^*	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値 ^{*1}	MPa
F_{bi}	ボルトに作用する引張力 (1本あたり) ^{*1}	N
f_{sbi}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 ^{*1}	MPa
f_{toi}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力 ^{*1}	MPa
f_{tsi}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力 ^{*1}	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h_i	据付面又は取付面から重心までの距離 ^{*2}	mm
ℓ_{1i}	重心とボルト間の水平方向距離 ^{*1, *3}	mm
ℓ_{2i}	重心とボルト間の水平方向距離 ^{*1, *3}	mm
m_i	質量 ^{*2}	kg
n_i	ボルトの本数 ^{*1}	—
n_{fi}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 ^{*1}	—
Q_{bi}	ボルトに作用するせん断力 ^{*1}	N
S_{ui}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9に定める値 ^{*1}	MPa
S_{yi}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8に定める値 ^{*1}	MPa
π	円周率 (=3.14159)	—
σ_{bi}	ボルトに生じる引張応力 ^{*1}	MPa
τ_{bi}	ボルトに生じるせん断応力 ^{*1}	MPa

注記*1: A_{bi} , d_i , F_i^* , F_{bi} , f_{sbi} , f_{toi} , f_{tsi} , ℓ_{1i} , ℓ_{2i} , n_i , n_{fi} , Q_{bi} , S_{ui} , S_{yi} , σ_{bi} 及び τ_{bi} の添字 i の意味は、以下のとおりとする。

$i = 1$: 基礎ボルト, $i = 2$: 取付ボルト

*2: h_i 及び m_i の添字 i の意味は、以下のとおりとする。

$i = 1$: 据付面, $i = 2$: 取付面

*3: $\ell_{1i} \leq \ell_{2i}$

2.4.2 ガバナ盤の記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_{Gbi}	ボルトの軸断面積* ¹	mm ²
a_{GH}	水平方向設計用加速度	m/s ²
a_{GV}	鉛直方向設計用加速度	m/s ²
d_{Gi}	ボルトの呼び径* ¹	mm
F_i^*	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* ¹	MPa
F_{Gbi}	ボルトに作用する引張力 (1本あたり) * ¹	N
f_{sbi}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* ¹	MPa
f_{toi}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* ¹	MPa
f_{tsi}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力* ¹	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h_{Gi}	据付面又は取付面から重心までの距離* ²	mm
ℓ_{G1i}	重心とボルト間の水平方向距離* ^{1, 3}	mm
ℓ_{G2i}	重心とボルト間の水平方向距離* ^{1, 3}	mm
m_{Gi}	質量* ²	kg
n_{Gi}	ボルトの本数* ¹	—
n_{Gfi}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数* ¹	—
Q_{Gbi}	ボルトに作用するせん断力* ¹	N
S_{ui}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9に定める値* ¹	MPa
S_{yi}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8に定める値* ¹	MPa
π	円周率 (=3.14159)	—
σ_{Gbi}	ボルトに生じる引張応力* ¹	MPa
τ_{Gbi}	ボルトに生じるせん断応力* ¹	MPa

注記*1: A_{Gbi} , d_{Gi} , F_i^* , F_{Gbi} , f_{sbi} , f_{toi} , f_{tsi} , ℓ_{G1i} , ℓ_{G2i} , n_{Gi} , n_{Gfi} , Q_{Gbi} , S_{ui} , S_{yi} , σ_{Gbi} 及び τ_{Gbi} の添字 i の意味は、以下のとおりとする。

$i = 1$: 基礎ボルト, $i = 2$: 取付ボルト

*2: h_{Gi} 及び m_{Gi} の添字 i の意味は、以下のとおりとする。

$i = 1$: 据付面, $i = 2$: 取付面

*3: $\ell_{G1i} \leq \ell_{G2i}$

2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は，有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表 2-3 に示すとおりである。

表 2-3 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*3}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位
加速度	m/s ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}

注記*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は，小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは，べき数表示とする。

*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は，比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て，整数位までの値とする。

3. 評価部位

ガスタービン発電設備制御盤の耐震評価は、「4.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる取付ボルトについて実施する。ガスタービン発電設備制御盤の耐震評価箇所については、表 2-1 及び表 2-2 の概略構造図に示す。

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

- (1) ガスタービン発電設備制御盤の応力評価には、1 質点系モデルによる公式等を用いた手法を適用する。
- (2) 制御盤は、加振試験で得られた制御盤頂部における最大応答加速度を設計用加速度として用いて発生応力を算出し、応力評価を行う。
- (3) ガバナ盤は、加振試験で得られたガバナ盤頂部における最大応答加速度を設計用加速度として用いて発生応力を算出し、応力評価を行う。
- (4) 転倒方向は、計算モデルにおける短辺方向及び長辺方向について検討し、計算書には結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。
- (5) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ガスタービン発電設備制御盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

ガスタービン発電設備制御盤の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ガスタービン発電設備制御盤の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	ガスタービン発電設備 制御盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t *	1.5・f _s *
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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： 当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト* ¹ (i = 2)		周囲環境温度	50		
取付ボルト* ² (i = 2)		周囲環境温度	50		

注記*1：制御盤の取付ボルトを示す。

*2：ガバナ盤の取付ボルトを示す。

4.3 設計用加速度

構造強度評価に用いる入力加速度には、「VI-2-10-1-2-3-1 ガスタービン発電設備
機関・発電機の耐震性についての計算書」の「4. 加振試験」で得られた制御盤及び
ガバナ盤の設計用加速度を用いる。

設計用加速度を表 4-4 及び表 4-5 に示す。

表 4-4 制御盤の設計用加速度（重大事故等対処設備）

据付場所 及び床面高さ (m)	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s (m/s ²)	
	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計用加速度	鉛直方向 設計用加速度
緊急用電気品建屋 O. P. 62. 90*	—	—	18. 93	18. 04

注記*：基準床レベルを示す。

表 4-5 ガバナ盤の設計用加速度（重大事故等対処設備）

据付場所 及び床面高さ (m)	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s (m/s ²)	
	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計用加速度	鉛直方向 設計用加速度
緊急用電気品建屋 O. P. 62. 90*	—	—	47. 27	22. 56

注記*：基準床レベルを示す。

4.4 計算方法

4.4.1 応力の計算方法

(1) 制御盤

a. 取付ボルトの計算方法

取付ボルトの応力は、設計用加速度により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。



図 4-1 計算モデル図（短辺方向転倒）



図 4-2 計算モデル図（長辺方向転倒）
（短辺方向転倒及び長辺方向転倒 $(g - a_v) < 0$ の場合）

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(a) 引張応力

取付ボルトに対する引張力は、図 4-1 及び図 4-2 でそれぞれのボルトを支点とする転倒を考え、これを片側のボルトで受けるものとして計算する。

短辺方向転倒の引張力計算式

$$F_{b2} = \frac{m_2 \cdot a_H \cdot h_2 - m_2 \cdot (g - a_V) \cdot \ell_{22}}{n_{f2} \cdot (\ell_{12} + \ell_{22})} \dots (4.4.1.1)$$

長辺方向転倒の引張力計算式

$$F_{b2} = \frac{m_2 \cdot a_H \cdot h_2 - m_2 \cdot (g - a_V) \cdot \ell_{22}}{n_{f2} \cdot (\ell_{12} + \ell_{22})} \dots (4.4.1.2)$$

短辺方向転倒の引張応力計算式

$$\sigma_{b2} = \frac{F_{b2}}{A_{b2}} \dots (4.4.1.3)$$

長辺方向転倒の引張応力計算式

$$\sigma_{b2} = \frac{F_{b2}}{A_{b2}} \dots (4.4.1.4)$$

σ_{b2} は、上式で得られる大きい方の値とする。

ここで、ボルトの軸断面積 A_{b2} は次式により求める。

$$A_{b2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \dots (4.4.1.5)$$

(b) せん断応力

取付ボルトに対するせん断力は，ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b2} = m_2 \cdot a_H \cdot \dots (4.4.1.6)$$

せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{Q_{b2}}{n_2 \cdot A_{b2}} \cdot \dots (4.4.1.7)$$

(2) ガバナ盤

a. 取付ボルトの計算方法

取付ボルトの応力は、設計用加速度により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

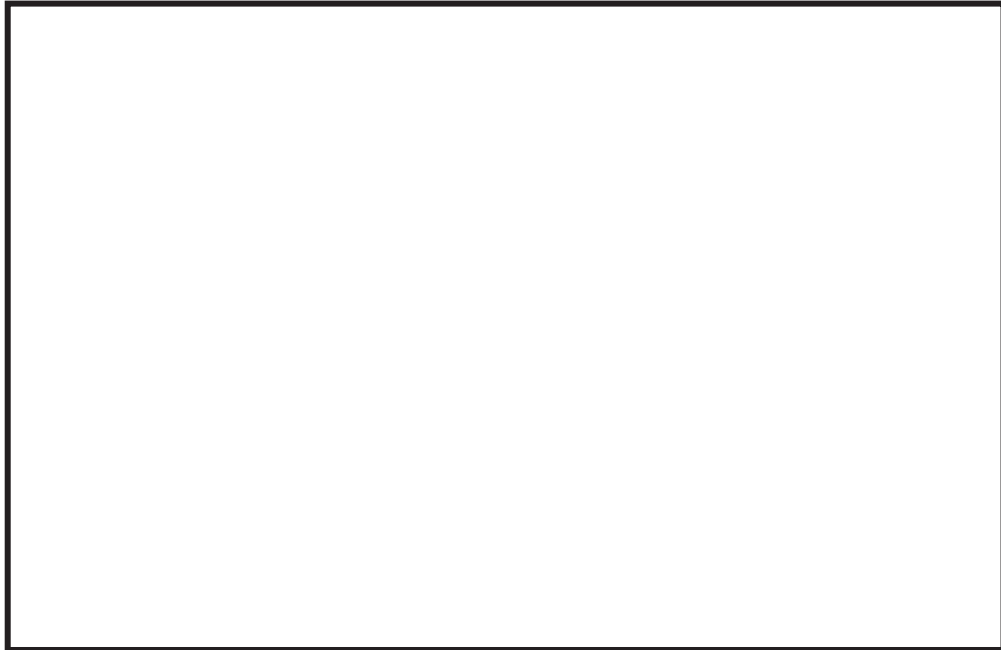


図 4-3 計算モデル図（短辺方向転倒）

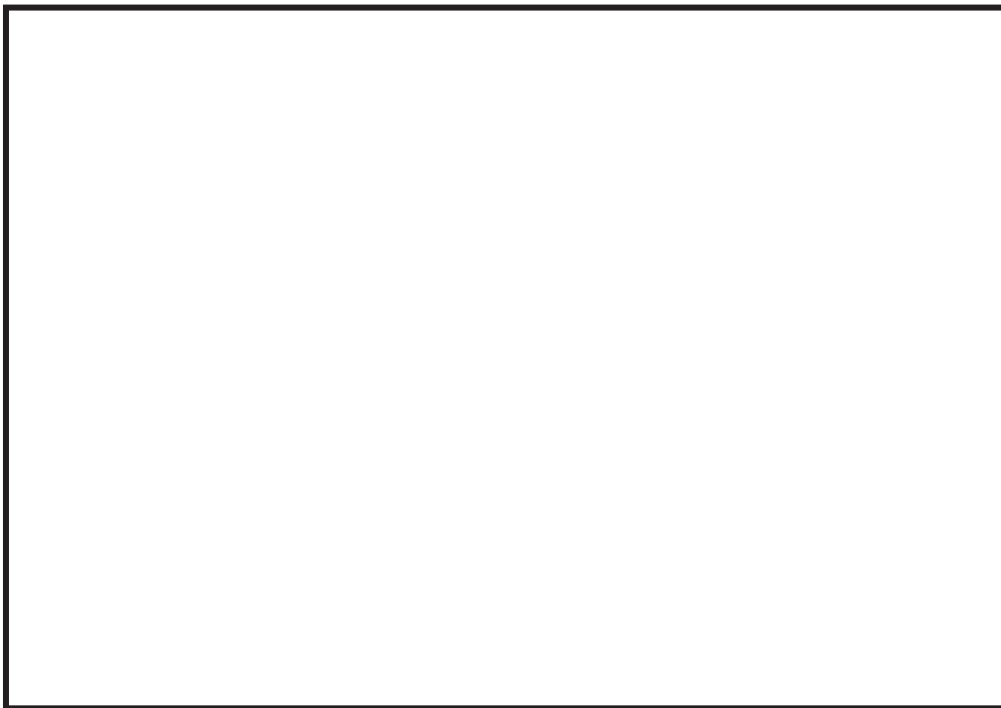


図 4-4 計算モデル図（長辺方向転倒）

（短辺方向転倒及び長辺方向転倒 $(g - a_{GV}) < 0$ の場合）

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(a) 引張応力

取付ボルトに対する引張力は、図 4-3 及び図 4-4 でそれぞれのボルトを支点とする転倒を考え、これを片側のボルトで受けるものとして計算する。

短辺方向転倒の引張力計算式

$$F_{G b 2} = \frac{m_{G 2} \cdot a_{G H} \cdot h_{G 2} - m_{G 2} \cdot (g - a_{G V}) \cdot \ell_{G 2 2}}{n_{G f 2} \cdot (\ell_{G 1 2} + \ell_{G 2 2})} \dots (4.4.1.8)$$

長辺方向転倒の引張力計算式

$$F_{G b 2} = \frac{m_{G 2} \cdot a_{G H} \cdot h_{G 2} - m_{G 2} \cdot (g - a_{G V}) \cdot \ell_{G 2 2}}{n_{G f 2} \cdot (\ell_{G 1 2} + \ell_{G 2 2})} \dots (4.4.1.9)$$

短辺方向転倒の引張応力計算式

$$\sigma_{G b 2} = \frac{F_{G b 2}}{A_{G b 2}} \dots (4.4.1.10)$$

長辺方向転倒の引張応力計算式

$$\sigma_{G b 2} = \frac{F_{G b 2}}{A_{G b 2}} \dots (4.4.1.11)$$

$\sigma_{G b 2}$ は、上式で得られる大きい方の値とする。

ここで、ボルトの軸断面積 $A_{G b 2}$ は次式により求める。

$$A_{G b 2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_{G 2}^2 \dots (4.4.1.12)$$

(b) せん断応力

取付ボルトに対するせん断力は，ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{G b 2} = m_{G 2} \cdot a_{G H} \cdot \cdot \cdot (4.4.1.13)$$

せん断応力

$$\tau_{G b 2} = \frac{Q_{G b 2}}{n_{G 2} \cdot A_{G b 2}} \cdot \cdot \cdot (4.4.1.14)$$

4.5 計算条件

4.5.1 取付ボルトの応力計算条件

取付ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ガスタービン発電設備制御盤の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

4.6 応力の評価

4.6.1 ボルトの応力評価

(1) 制御盤

4.4.1項で求めたボルトの引張応力 σ_{bi} は次式より求めた許容引張応力 f_{tsi} 以下であること。ただし、 f_{toi} は下表による。

$$f_{tsi} = \text{Min} \left[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi} \right] \dots (4.6.1.1)$$

せん断応力 τ_{bi} は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sbi} 以下であること。ただし f_{sbi} は下表による。

	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{toi}	$\frac{F_i^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sbi}	$\frac{F_i^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

(2) ガバナ盤

4.4.1項で求めたボルトの引張応力 σ_{Gbi} は次式より求めた許容引張応力 f_{tsi} 以下であること。ただし、 f_{toi} は下表による。

$$f_{tsi} = \text{Min} \left[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{Gbi}, f_{toi} \right] \dots (4.6.1.2)$$

せん断応力 τ_{Gbi} は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sbi} 以下であること。ただし f_{sbi} は下表による。

	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{toi}	$\frac{F_i^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sbi}	$\frac{F_i^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

ガスタービン発電設備制御盤の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

なお、機能維持評価用加速度は添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

ガスタービン発電設備制御盤の確認は、「VI-2-10-1-2-3-1 ガスタービン発電設備機関・発電機の耐震性についての計算書」の「4. 加振試験」で得られた加振台の最大応答加速度である機能確認済加速度と設置場所の最大床応答加速度を機能維持評価用加速度として比較することで実施する。

機能維持確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能維持確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能維持確認済加速度
制御盤	水平	2.32
	鉛直	0.82
ガバナ盤	水平	2.32
	鉛直	0.82

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ガスタービン発電設備制御盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ガスタービン発電設備 制御盤の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

1.1.1 制御盤

機器名称	設備分類	据付場所及びひ床面高さ (m)	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s (m/s ²)		周囲環境温度 (°C)
			水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計用加速度	鉛直方向 設計用加速度	
制御盤	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急用電気品建屋 O.P. 62. 90*	—	—	a _H =18. 93	a _V =18. 04	50

注記* : 基準床レベルを示す。

1.1.2 ガバナ盤

機器名称	設備分類	据付場所及びひ床面高さ (m)	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s (m/s ²)		周囲環境温度 (°C)
			水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計用加速度	鉛直方向 設計用加速度	
ガバナ盤	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急用電気品建屋 O.P. 62. 90*	—	—	a _{GH} =47. 27	a _{GV} =22. 56	50

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 制御盤

部 材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{b_i} (mm ²)	n_i	S_{y_i} (MPa)	S_{u_i} (MPa)
取付ボルト ($i=2$)							

部 材	ℓ_{1i}^{*1} (mm)	ℓ_{2i}^{*1} (mm)	n_{fi}^{*1}	F_i^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト ($i=2$)					—	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.2.2 ガバナ盤

部 材	m_{Gi} (kg)	h_{Gi} (mm)	d_{Gi} (mm)	A_{Gb_i} (mm ²)	n_{Gi}	S_{y_i} (MPa)	S_{u_i} (MPa)
取付ボルト ($i=2$)							

部 材	ℓ_{G1i}^{*1} (mm)	ℓ_{G2i}^{*1} (mm)	n_{Gfi}^{*1}	F_i^* (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト ($i=2$)					—	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(1) 制御盤

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	—	4.433×10^3	—	3.180×10^4

(2) ガバナ盤

(単位：N)

部 材	$F_{Gb i}$		$Q_{Gb i}$	
	弾性設計用地震動S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	—	1.079×10^4	—	7.138×10^3

28

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(1) 制御盤

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S d又は静的震度		基準地震動S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	□	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=40$	□
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=10$	□

注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出
すべて許容応力以下である。

(2) ガバナ盤

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S d又は静的震度		基準地震動S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	□	引張り	—	—	$\sigma_{Gb2}=138$	□
		せん断	—	—	$\tau_{Gb2}=23$	□

注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出
すべて許容応力以下である。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能維持確認済加速度
制御盤	水平方向	1.19	2.32
	鉛直方向	0.65	0.82
ガバナ盤	水平方向	1.19	2.32
	鉛直方向	0.65	0.82

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

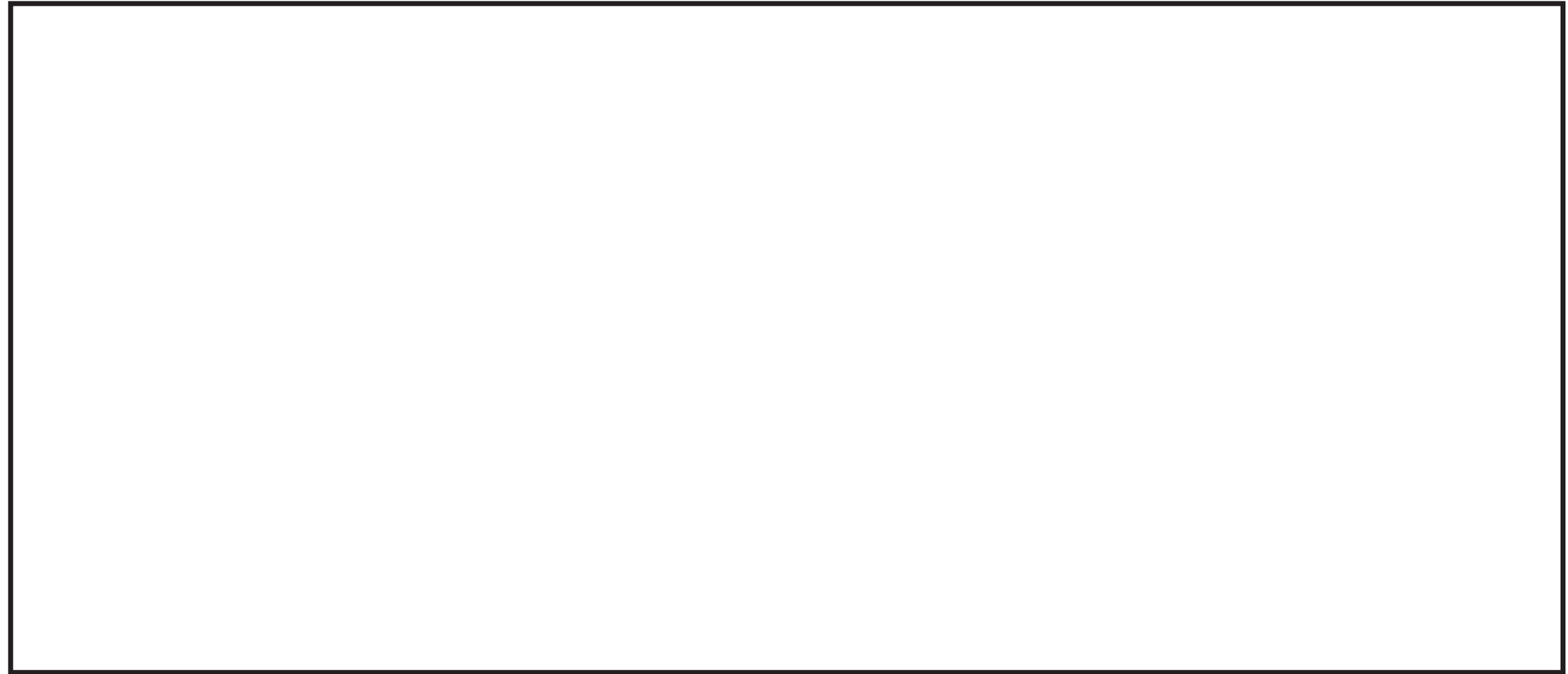
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能維持確認済加速度以下である。

制御盤



30

ガバナ盤



VI-2-10-1-2-4 緊急時対策所ディーゼル発電設備の耐震性についての
計算書

目 次

- VI-2-10-1-2-4-1 緊急時対策所軽油タンクの耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-2-4-2 緊急時対策所ディーゼル発電設備 管の耐震性についての計算書

VI-2-10-1-2-4-2 緊急時対策所ディーゼル発電設備
管の耐震性についての計算書

重大事故等対処設備

目次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	4
3. 計算条件	14
3.1 計算方法	14
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	15
3.3 設計条件	16
3.4 材料及び許容応力	25
3.5 設計用地震力	26
4. 解析結果及び評価	28
4.1 固有周期及び設計震度	28
4.2 評価結果	35
4.2.1 管の応力評価結果	35
4.2.2 支持構造物評価結果	37
4.2.3 弁の動的機能維持評価結果	38
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	39

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」(以下「基本方針」という。)に基づき、管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は、以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値/発生値(以下「裕度」という。)が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物



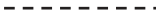
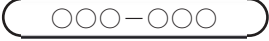

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

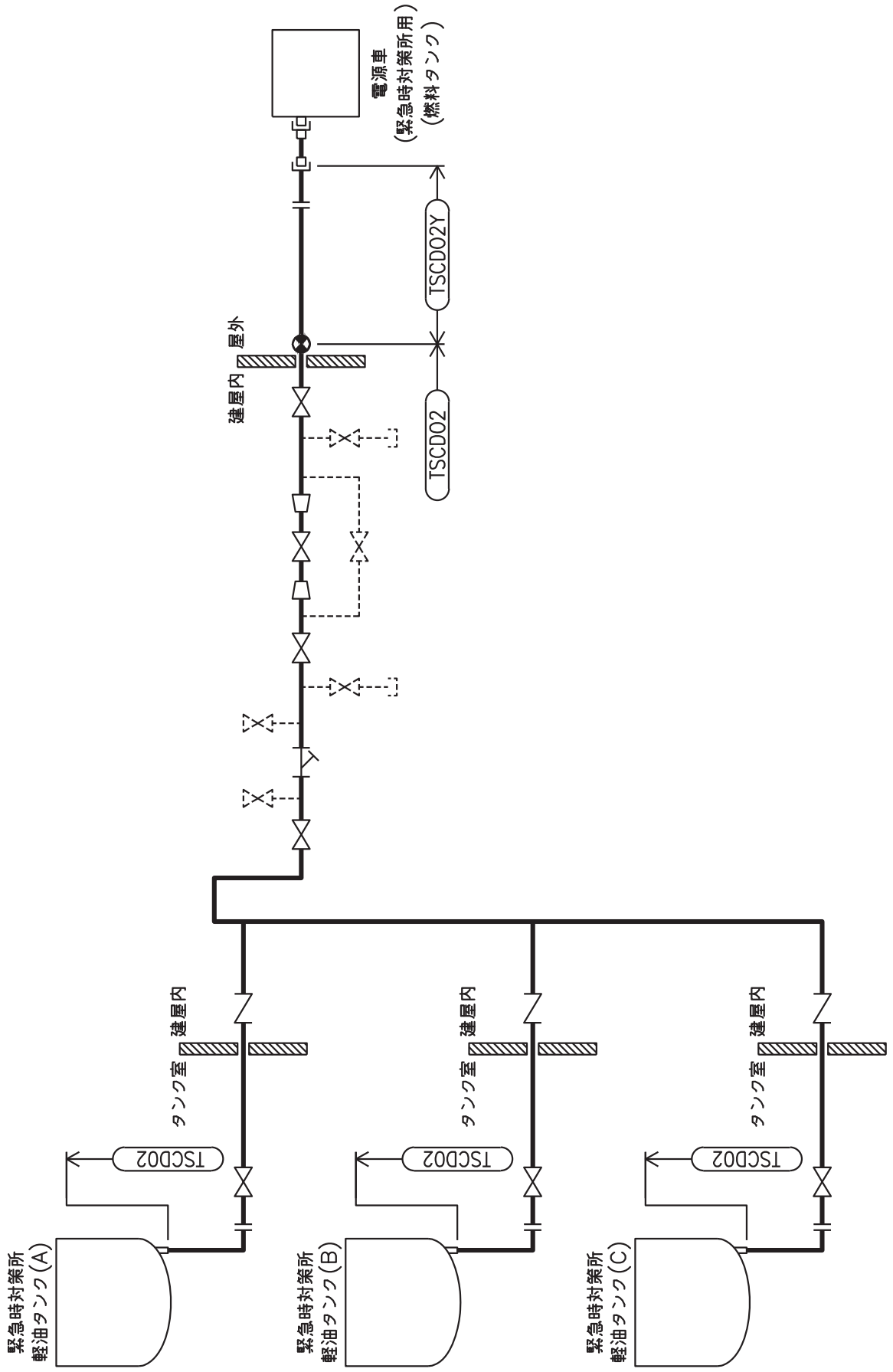
(3) 弁

機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図
 2.1 概略系統図


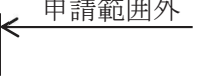


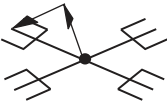
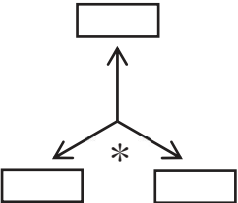
概略系統図記号凡例

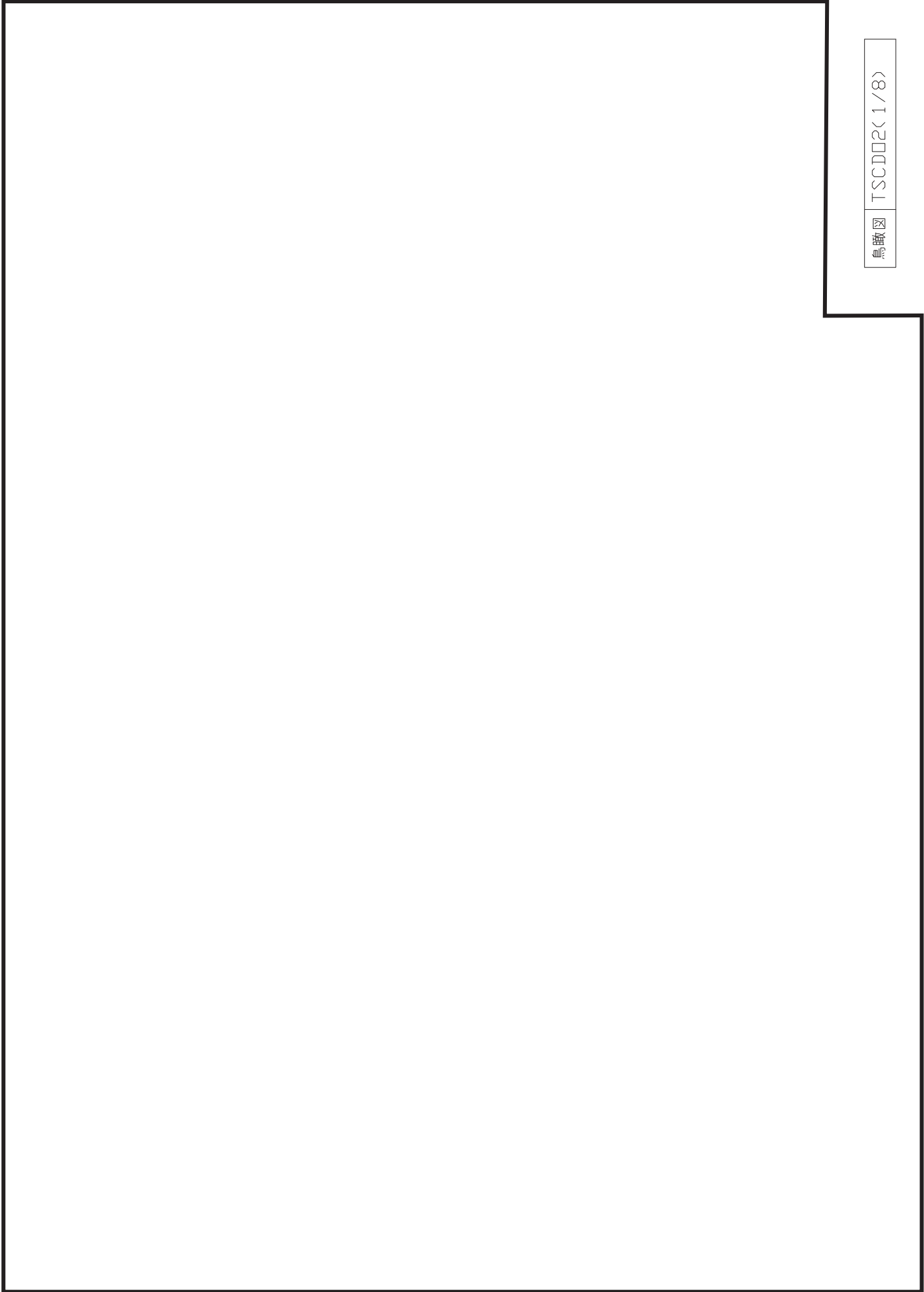
記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ



2.2 鳥瞰図

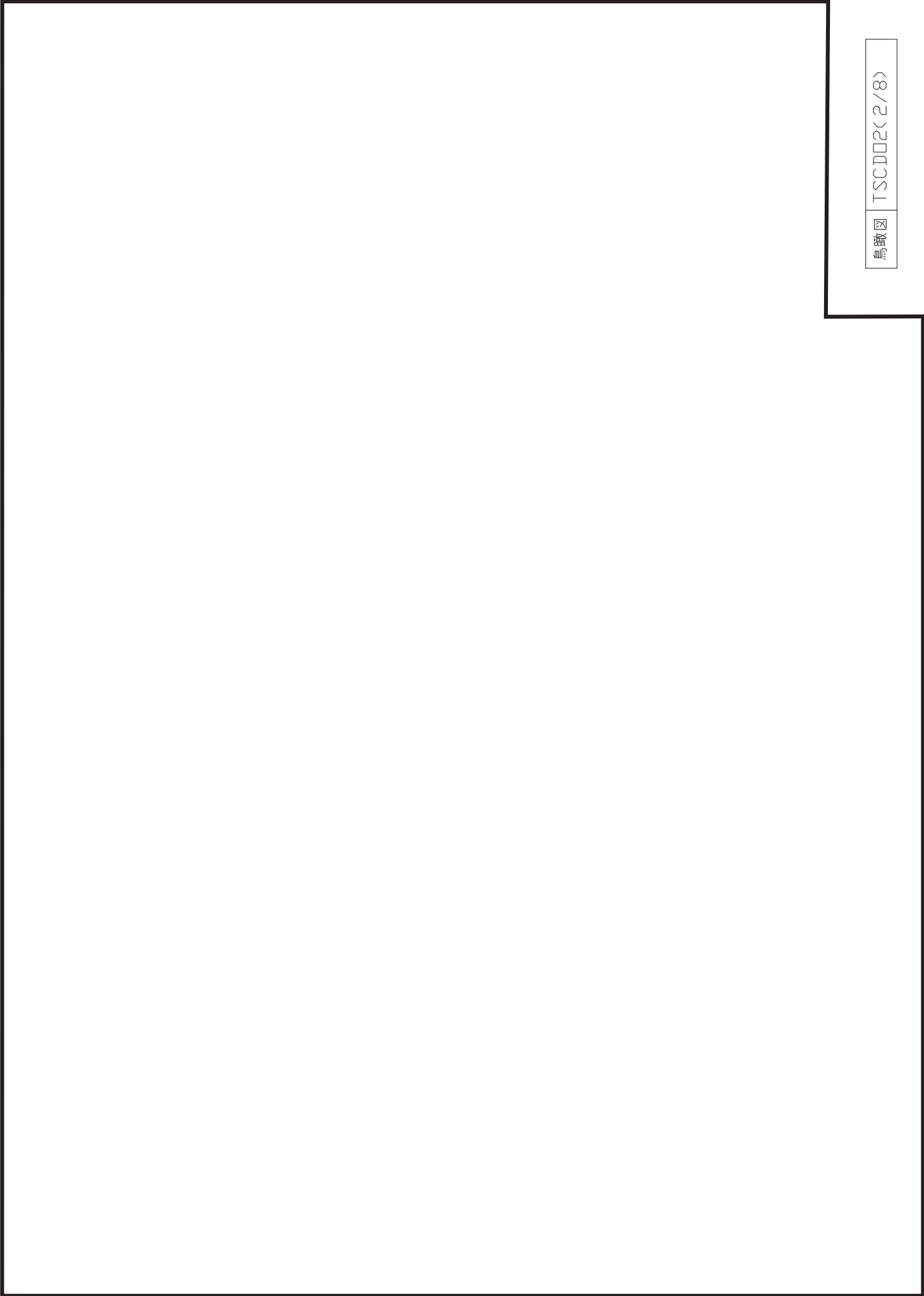
鳥瞰図記号凡例

記号	内容
	<p>工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管</p>
	<p>工事計画記載範囲外の管</p>
	<p>質点</p>
	<p>アンカ</p>
	<p>レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。)</p>
	<p>拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, <input type="text"/> 内に変位量を記載する。)</p>



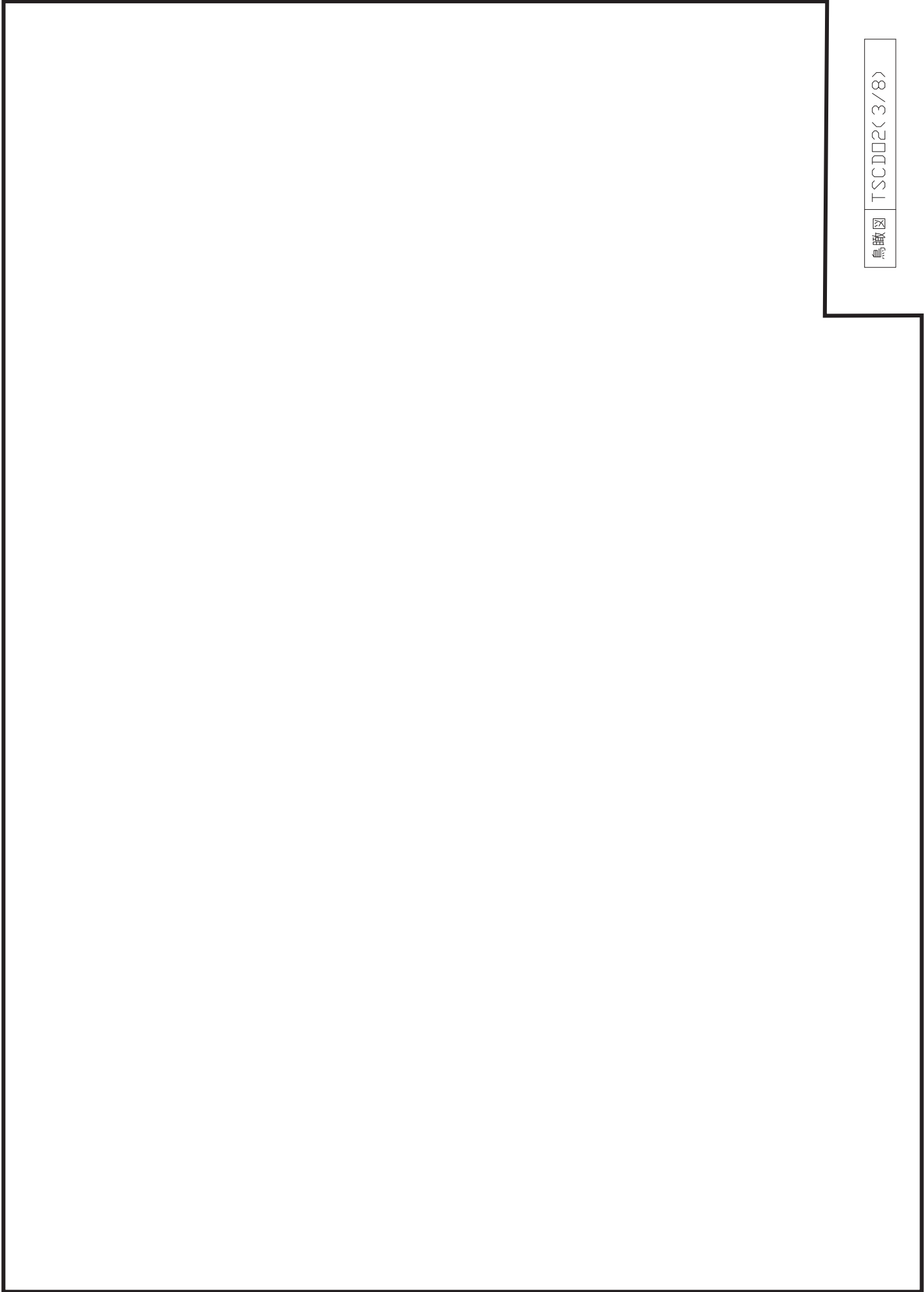
鳥瞰図 TSCD02<1/8>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



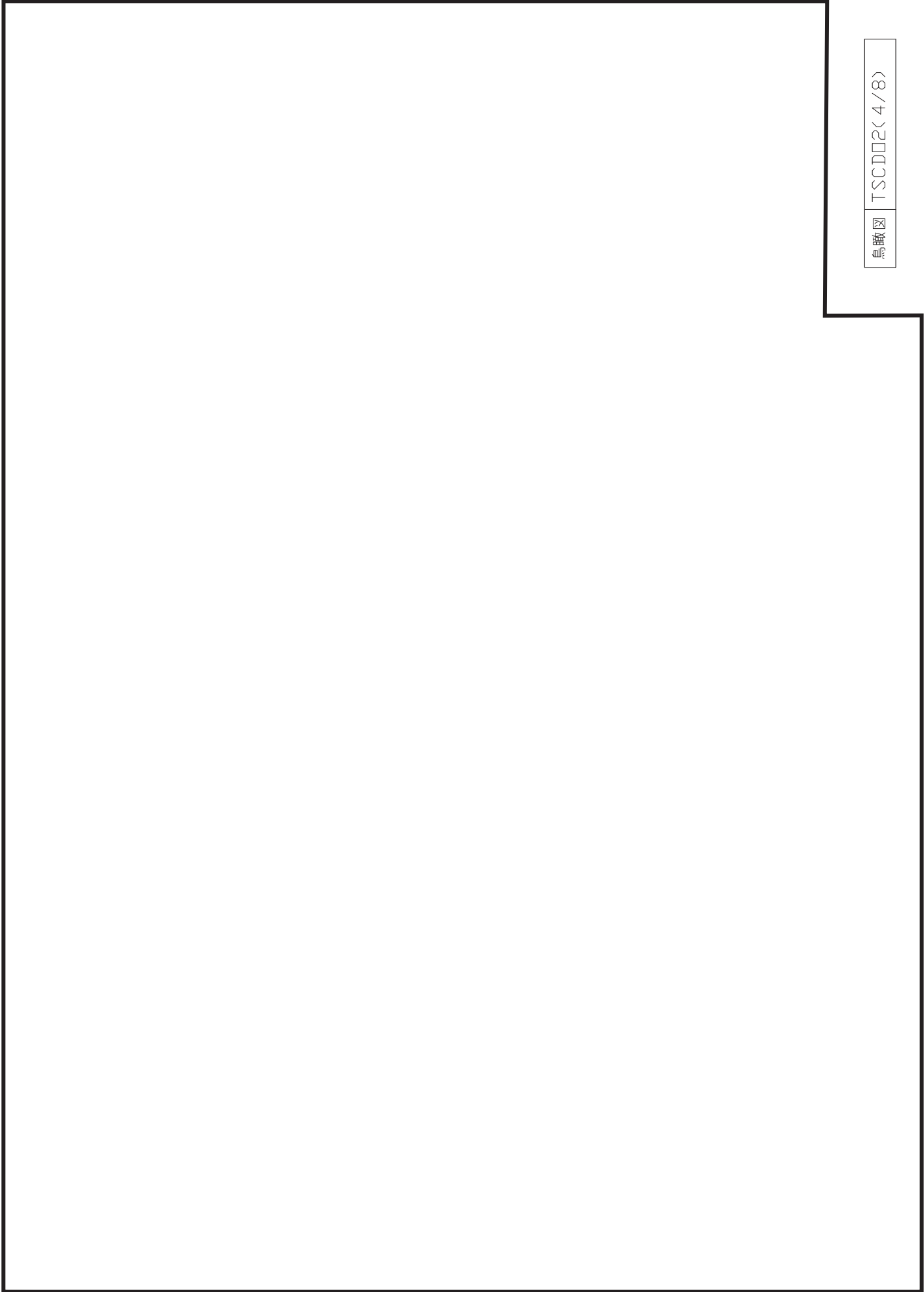
鳥瞰図 TSCD02<2/8>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



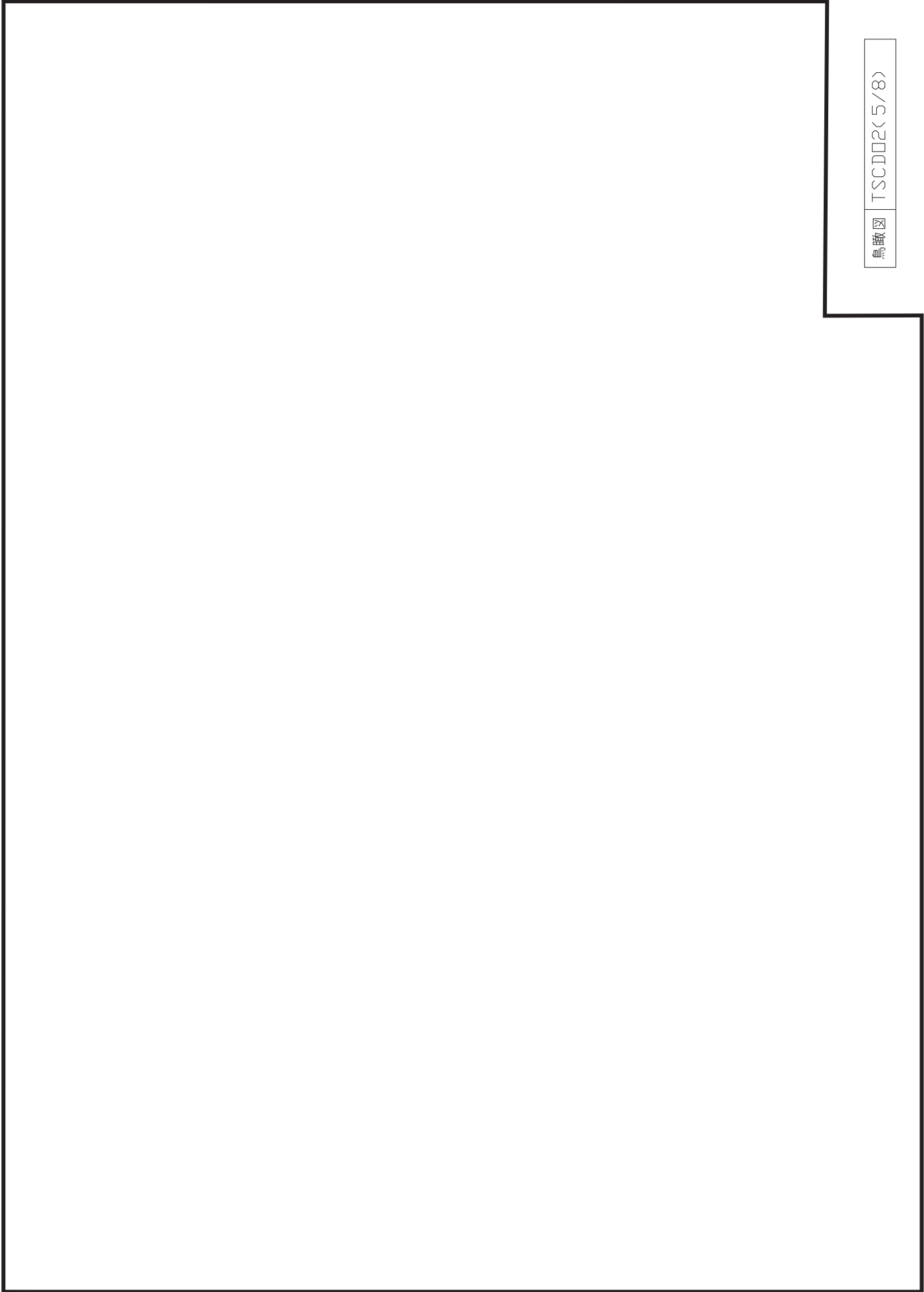
鳥瞰図 TSCD02<3/8>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



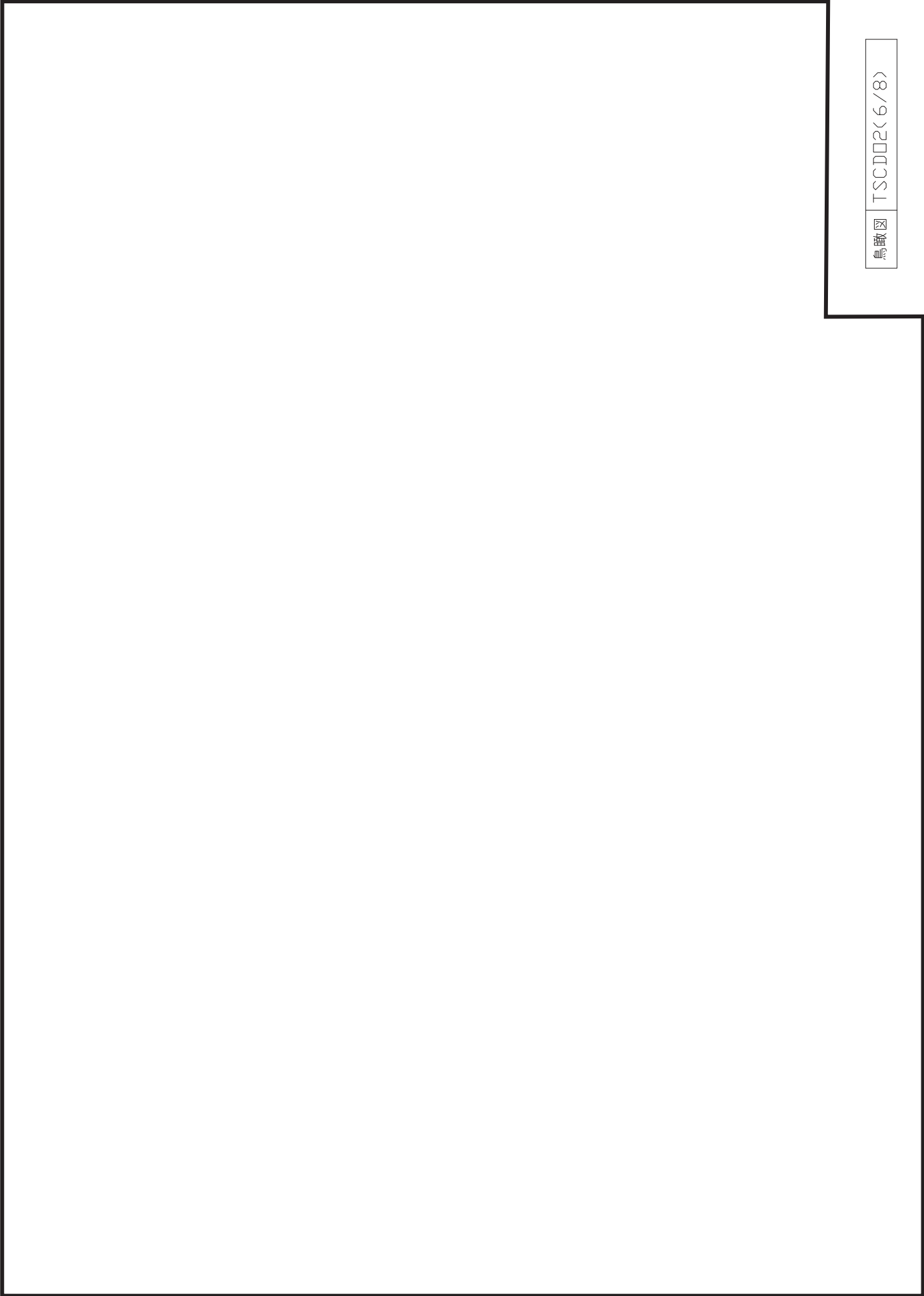
鳥瞰図 TSCD□2<4/8>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



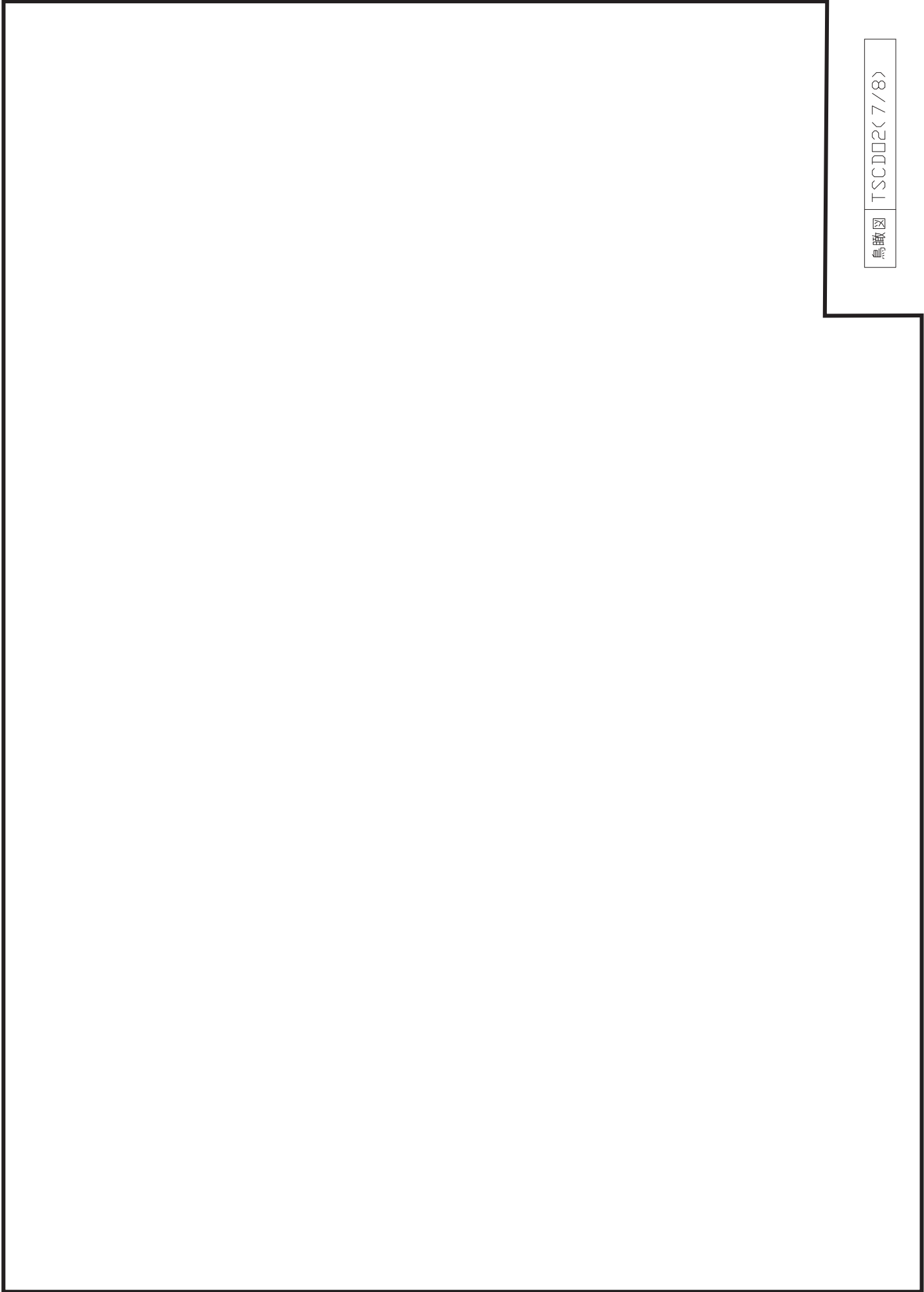
鳥瞰図 TSCD02<5/8>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



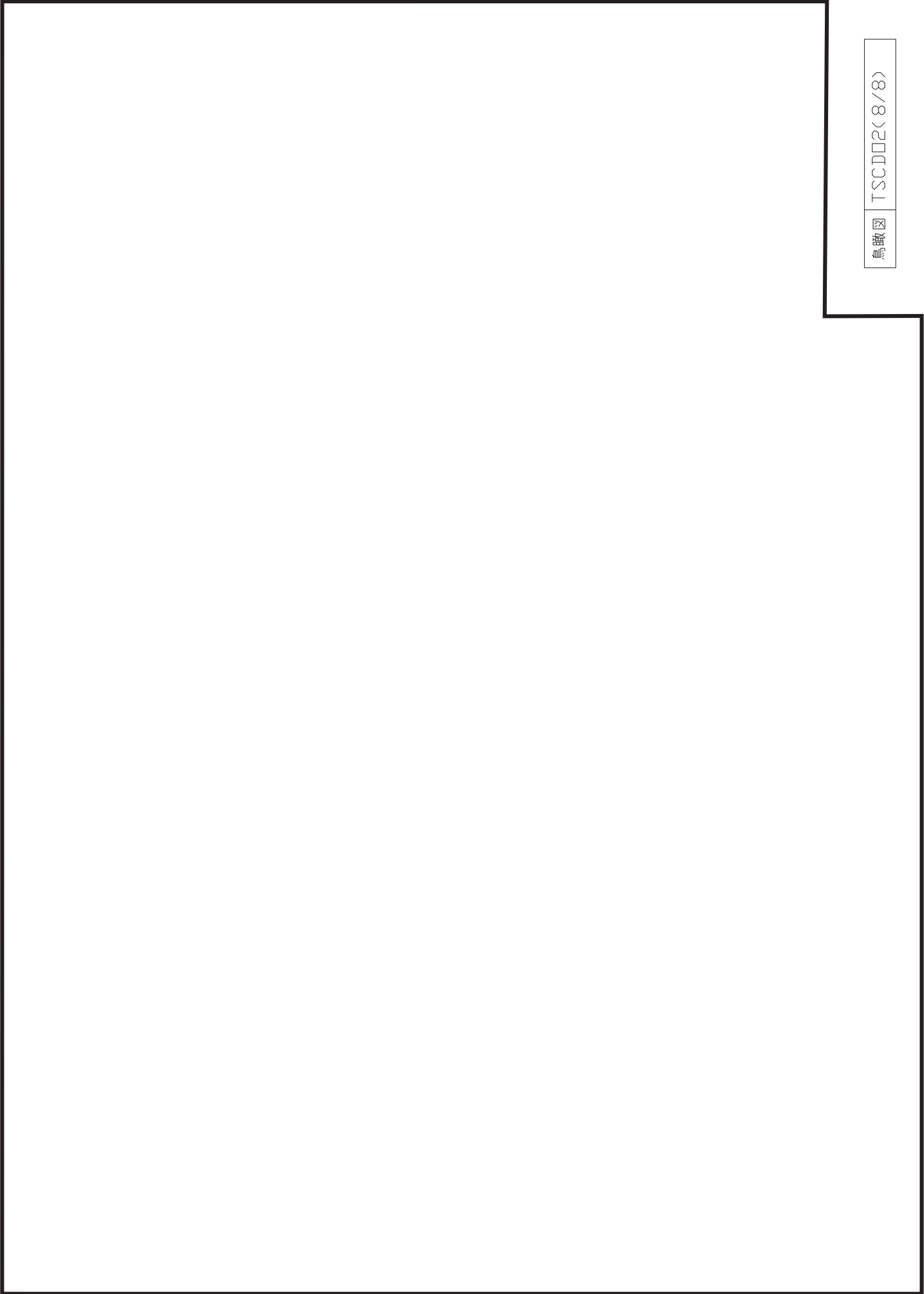
鳥瞰図 TSCD02<6/8>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



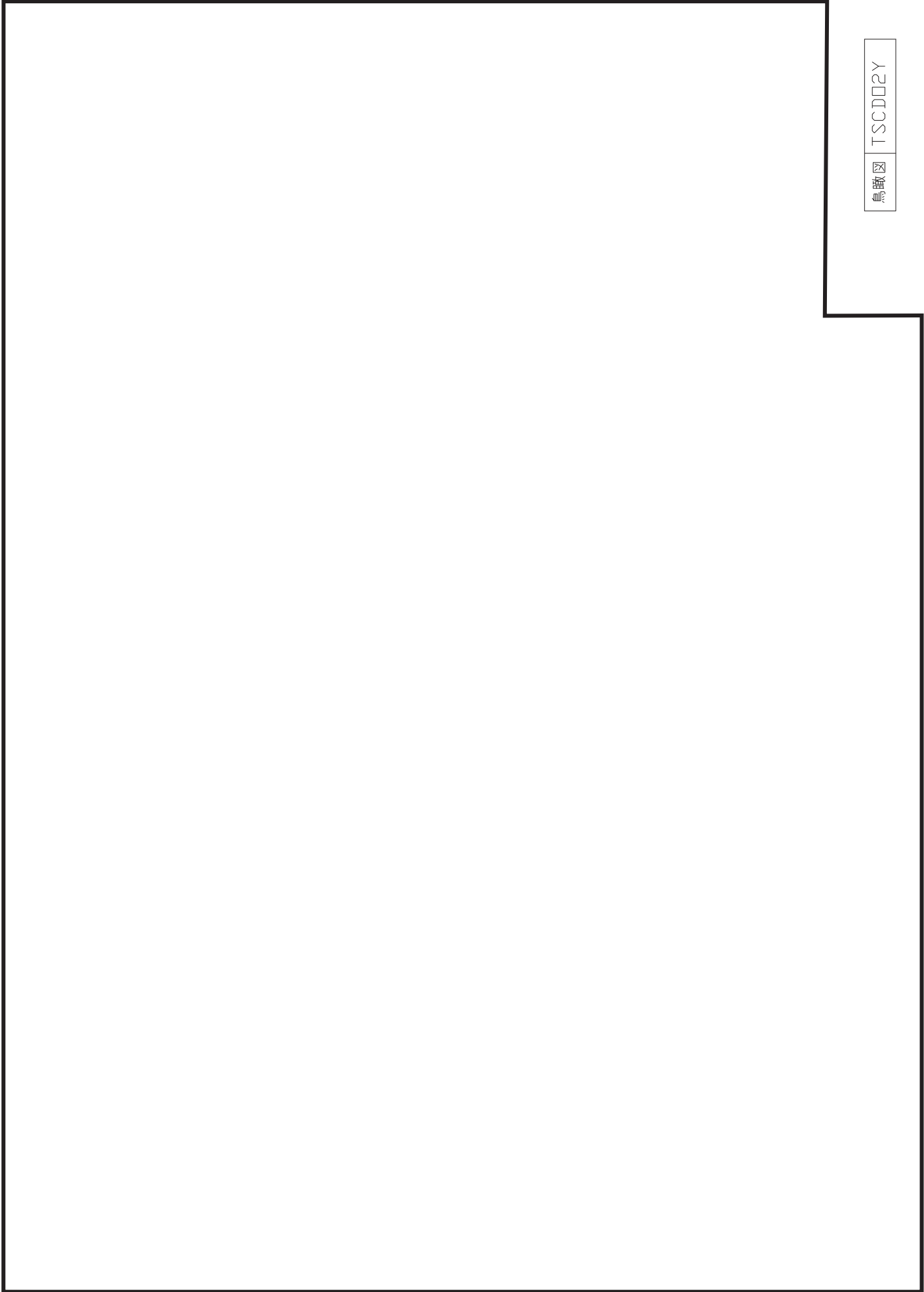
鳥瞰図 TSCD02<7/8>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 TSCD□2<8/8>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 TSCD02Y

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、「基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは、「SOLVER」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、添付書類「VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態
 本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類*1	設備分類*2	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ*3,*4	許容応力状態*5
緊急時対策所	非常用電源設備	緊急時対策所 ディーゼル 発電設備 燃料移送系	SA	常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等 クラス2管	—	$V_L + S_S$	V_{AS}

注記*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

*2：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*3：運転状態の添字Lは荷重を示す。

*4：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

*5：許容応力状態 V_{AS} は許容応力状態 IV_{AS} の許容限界を使用し，許容応力状態 IV_{AS} として評価を実施する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し、管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 T S C D O 2

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	0.05	50	60.5	5.5	STS410	—	201000
2	0.05	50	34.0	4.5	STS410	—	201000
3	0.05	50	60.5	5.5	STS410	—	201000

管名称と対応する評価点
 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 T S C D O 2

管名称	対応する評価点													
1	15	16	17	18	19	21	22	23	24	25	26	27	28	
	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	
	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	54	55	
	56	57	58	59	61	62	63	64	65	66	67	68	69	
	71	72	73	74	75	76	77	83	84	85	86	87	88	
	89	90	91	92	93	94	95	96	98	99	103	104	105	
	106	108	109	110	111	124	125	126	127	129	130	131	132	
2	77	78	79	81	82	83								
3	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	
	15	99	100	101	102	111	112	113	114	115	116	117	119	
	120	121	122	123	132	133	134	135	136	137	138	140	141	
	142	143	144	182	183	184	185	186	187					

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 T S C D O 2

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
1		31		58		88		121	
2		32		59		89		122	
3		33		60		90		123	
4		34		61		91		124	
5		35		62		92		125	
6		36		63		93		126	
7		37		64		94		130	
11		38		65		95		131	
12		39		66		99		132	
13		40		67		100		133	
14		41		68		101		134	
15		42		72		102		135	
16		43		73		103		136	
17		44		74		104		137	
18		45		75		105		141	
22		46		76		109		142	
23		47		77		110		143	
24		48		78		111		144	
25		49		82		112		182	
26		50		83		113		183	
27		51		84		114		184	
28		55		85		115		185	
29		56		86		116		186	
30		57		87		120		187	

O 2 ③ VI-2-10-1-2-4-2 (重) R 0

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

評価点	質量(kg)
79	□
80	
81	
179	
180	
181	

弁 2

弁 3

弁 4

弁 5

弁 6

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
8	□	19	□	106	□	117	□	127	□
9		20		107		118		128	
10		21		108		119		129	

弁 7

弁 8

弁 9

弁 10

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
138	□	52	□	96	□	69	□
139		53		97		70	
140		54		98		71	

弁部の寸法を下表に示す。

弁NO.	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁 1	80	□	□	□
弁 2	9			
弁 3	20			
弁 4	107			
弁 5	118			
弁 6	128			
弁 7	139			
弁 8	53			
弁 9	97			
弁 10	70			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 T S C D O 2

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
3						
5						
7						
13						
17						
22						
26						
30						
35						
40						
42						
45						
49						
55						
65						
85						
90						
95						
102						
104						
109						
113						
116						
121						
125						
130						
134						
137						
142						

O 2 ③ VI-2-10-1-2-4-2 (重) R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し，管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 T S C D O 2 Y

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	0.05	50	60.5	5.5	STS410	—	201000
2	0.05	50	27.2	3.9	SUS304TP	—	193000

管名称と対応する評価点
評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 T S C D O 2 Y

管名称	対応する評価点	
1	1	2
2	2	3

配管の質量（付加質量含む）

鳥 瞰 図 T S C D O 2 Y

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)
1	<input type="text"/>	2	<input type="text"/>	3	<input type="text"/>

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 T S C D O 2 Y

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1						

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S h
STS410	50	—	239	409	—
SUS304TP	50	—	198	504	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建物・構築物	標高(O. P. (m))	減衰定数(%)
T S C D O 2	緊急時対策建屋		

設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建物・構築物	標高(O. P. (m))	減衰定数(%)
T S C D O 2 Y	緊急時対策建屋		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 TSCDO2

モード	適用する地震動等 固有周期 (s)	S d 及び静的震度			S s		
		応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		X 方向	Z 方向	Y 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次	[Redacted]	[Redacted]					
2 次							
3 次							
4 次*2							
動的震度*3		[Redacted]					
静的震度*4		[Redacted]					

注記*1：各モードが固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

*2：固有周期が0.050 s 以下であることを示す。

*3：S d 又は S s 地震動に基づき設計用最大床応答加速度より定められた震度を示す。

*4：3.6C I 及び1.2CVより定められた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 TSCDO2

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

解析結果及び評価
固有周期及び設計震度

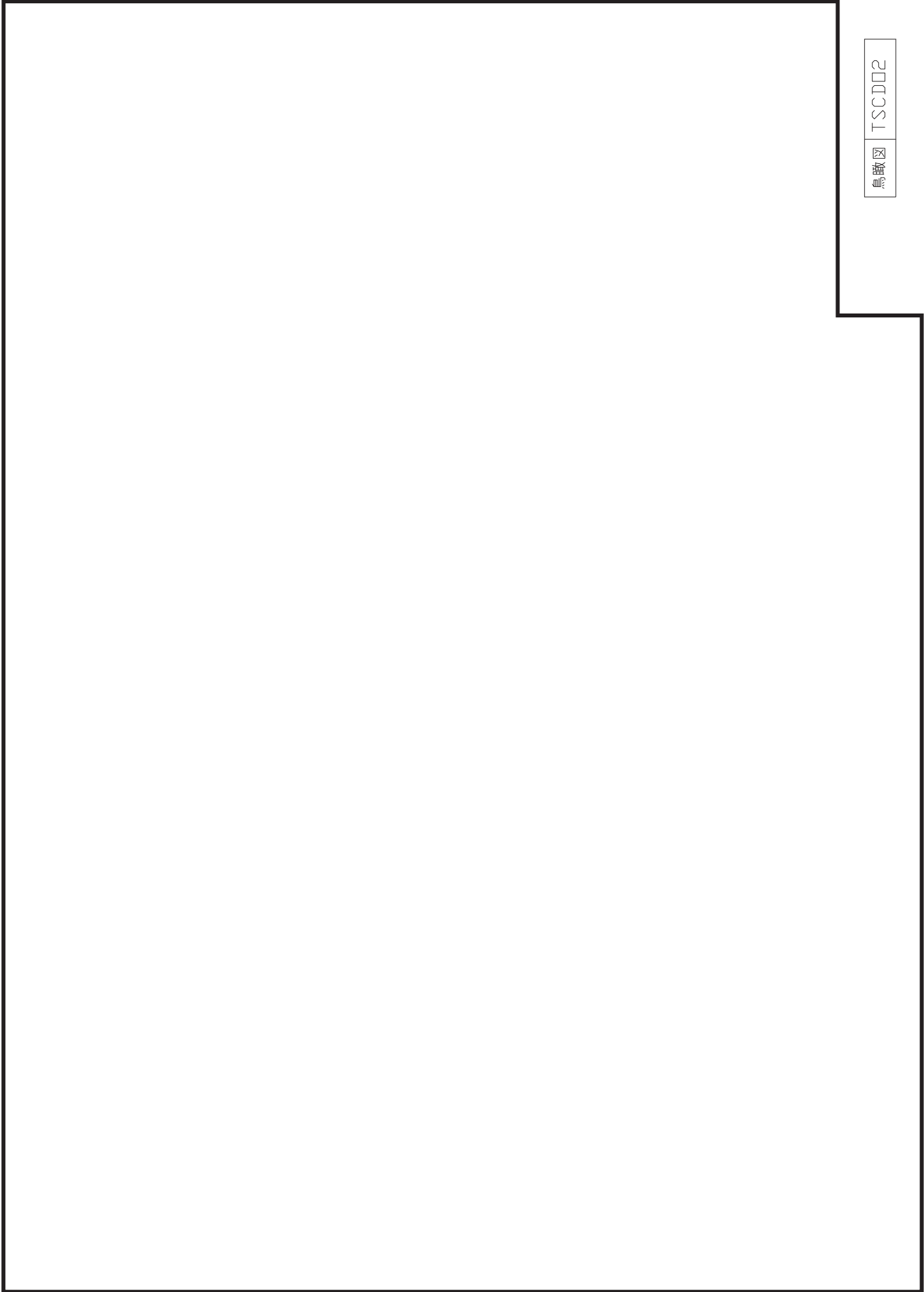
鳥瞰図 TSCDO2Y

適用する地震動等		S d 及び静的震度			S s			
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	
		X 方向	Z 方向	Y 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向	
1 次*2								
動的震度*3								
静的震度*4								

注記*1：各モードが固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。
 *2：固有周期が0.050 s 以下であることを示す。
 *3：S d 又は S s 地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。
 *4：3.6C I 及び1.2CV より定めた震度を示す。

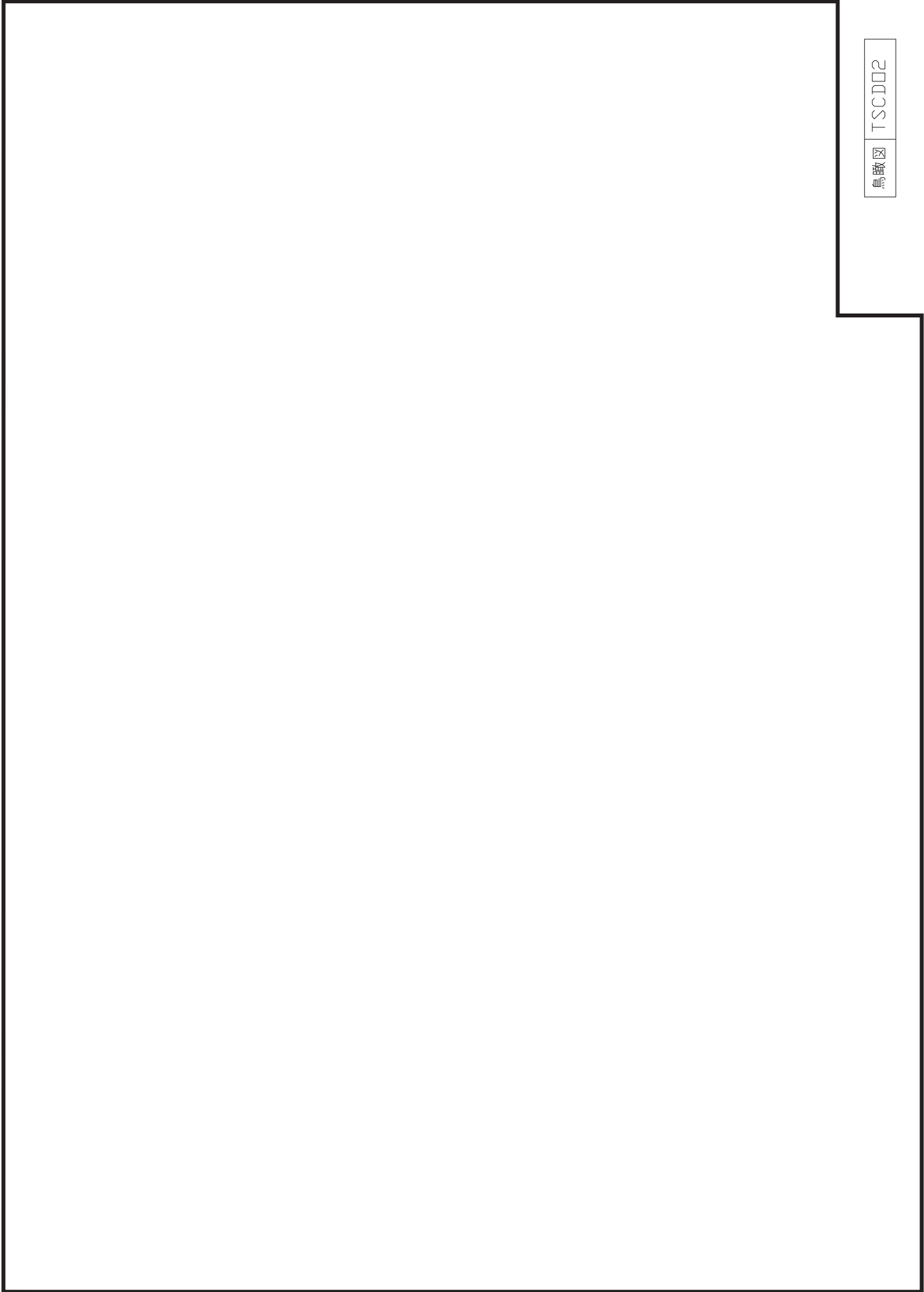
代表的振動モード図

振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。



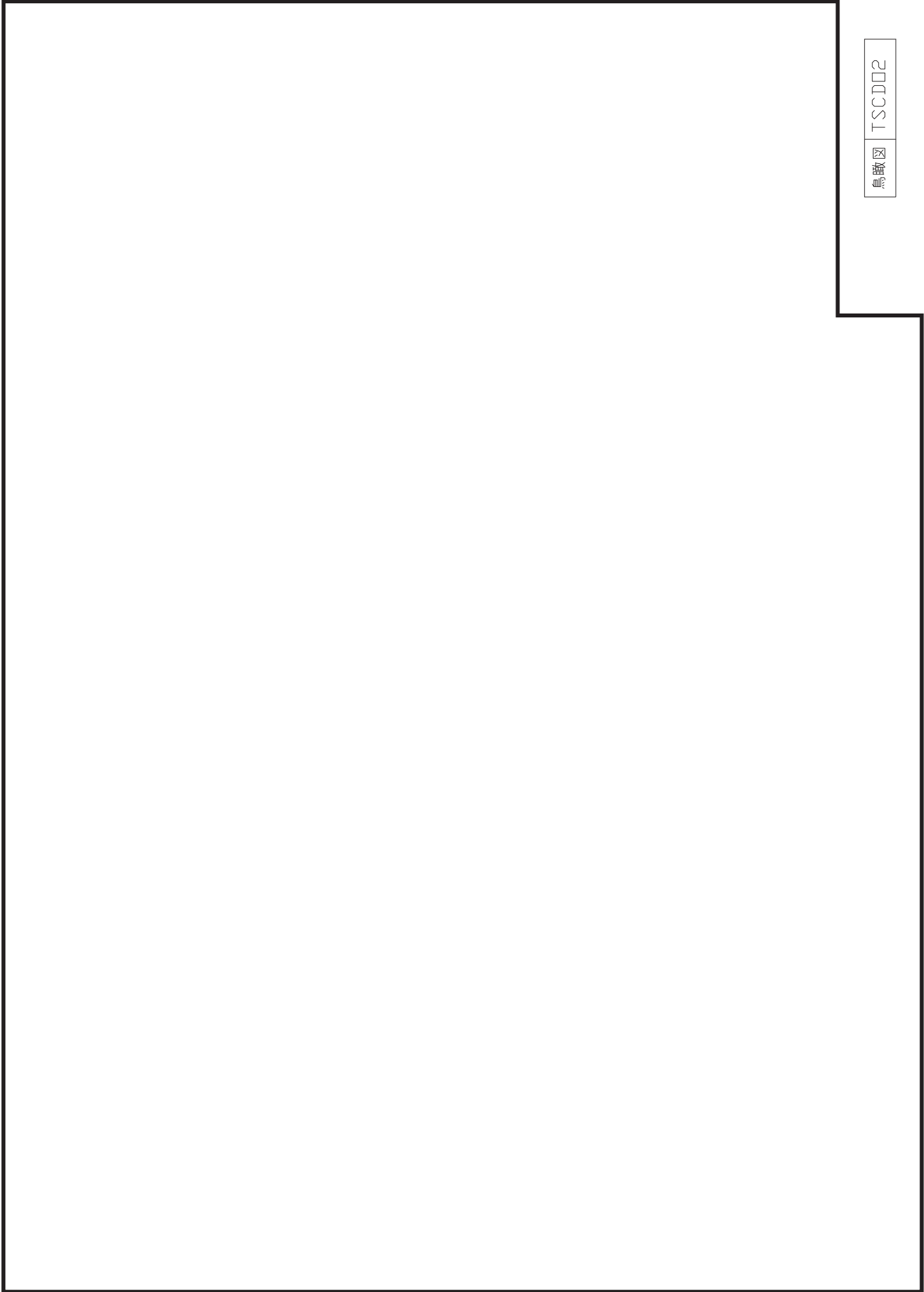
鳥瞰図 TSCD02

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 TSCD02

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



鳥瞰図 TSCD02

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価 疲労累積係数 U S s
				計算応力 S _{pr m} (S s)	許容応力 0.9S _u	計算応力 S _n (S s)	許容応力 2S _y	
T S C D O 2	V _A S V _A S	79 43	S _{pr m} (S s) S _n (S s)	84 —	368 —	— 154	— 478	— —

評価結果

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価 疲労累積係数 U S s
				計算応力 S _{pr m} (S s)	許容応力 0.9 S _u	計算応力 S _n (S s)	許容応力 2 S _y	
T S C D O 2 Y	V _A S V _A S	2 2	S _{pr m} (S s) S _n (S s)	95 —	453 —	— 140	— 396	— —

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
—	—	—	—	—	—	—

支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力 (kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	許容 応力 (MPa)	
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z			計算 応力 (MPa)
K11003-727	レストレイント	Uボルト	SS400	50	8	1	—	—	—	—	せん断	92	139
K11003-735	アンカ	ラグ	SM400B	50	2	1	11	1	1	0	組合せ	52	133

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	型式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管）

No.	配管モデル	許容応力状態 VAS														
		一次応力						一次+二次応力						疲労評価		
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労係数	代表		
1	TSCD02	79	84	368	4.38	○	43	154	478	3.10	—	—	—	—		
2	TSCD02Y	2	95	453	4.76	—	2	140	396	2.82	○	—	—			

VI-2-10-1-3 その他の電源装置の耐震性についての計算書

目 次

VI-2-10-1-3-1 無停電電源装置の耐震性についての計算書

VI-2-10-1-3-2 電力貯蔵装置の耐震性についての計算書

VI-2-10-1-3-2 電力貯蔵装置の耐震性についての計算書

目 次

- VI-2-10-1-3-2-1 125V蓄電池の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-3-2-2 125V代替蓄電池の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-3-2-3 250V蓄電池の耐震性についての計算書

VI-2-10-1-3-2-1 125V 蓄電池の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	5
3.1 固有周期の算出方法	5
4. 構造強度評価	6
4.1 構造強度評価方法	6
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	6
5. 機能維持評価	11
5.1 電氣的機能維持評価方法	11
6. 評価結果	12
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	12
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	12

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、125V 蓄電池が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

125V 蓄電池 2A 及び 2B は、設計基準対象施設においては S クラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

125V 蓄電池 2H は、設計基準対象施設においては S クラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

125V 蓄電池は、以下の表 1-1 に示す蓄電池（架台）から構成される。本計算書においては、その各々の蓄電池（架台）に対して耐震計算を行う。

なお、125V 蓄電池は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の蓄電池（架台）であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 125V 蓄電池の構成

系統	蓄電池（架台）名称	個数
125V 蓄電池 2A	125V 蓄電池 2A	1
125V 蓄電池 2B	125V 蓄電池 2B	1
125V 蓄電池 2H	125V 蓄電池 2H	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

125V 蓄電池 2A 及び 2B の構造計画を表 2-1 及び表 2-2 に、125V 蓄電池 2H の構造計画を表 2-3 示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図																					
基礎・支持構造	主体構造																						
125V 蓄電池のうち 125V 蓄電池 2A 及び 2B は、基礎に埋め込まれたチャンネルベース に取付ボルトで設置 する。	直立形 (鋼製架台に固定さ れた制御弁式据置鉛 蓄電池)	<p>【125V 蓄電池 2A 及び 2B】</p>																					
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 8.00 2 段 1 列 3000Ah 用)</th> <th>125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 8.00 1 段 1 列 3000Ah 用)</th> <th>125V 蓄電池 2B (制御建屋 O.P. 8.00 2 段 1 列 3000Ah 用)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> </tbody> </table>		125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 8.00 2 段 1 列 3000Ah 用)	125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 8.00 1 段 1 列 3000Ah 用)	125V 蓄電池 2B (制御建屋 O.P. 8.00 2 段 1 列 3000Ah 用)	たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm					
	125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 8.00 2 段 1 列 3000Ah 用)	125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 8.00 1 段 1 列 3000Ah 用)	125V 蓄電池 2B (制御建屋 O.P. 8.00 2 段 1 列 3000Ah 用)																				
たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																				
横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																				
高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 11.40 2 段 1 列 3000Ah 用)</th> <th>125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 11.40 1 段 1 列 3000Ah 用)</th> <th>125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 1.50 2 段 1 列 2000Ah 用)</th> <th>125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 1.50 1 段 1 列 2000Ah 用)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> </tbody> </table>		125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 11.40 2 段 1 列 3000Ah 用)	125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 11.40 1 段 1 列 3000Ah 用)	125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 1.50 2 段 1 列 2000Ah 用)	125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 1.50 1 段 1 列 2000Ah 用)	たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	
	125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 11.40 2 段 1 列 3000Ah 用)	125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 11.40 1 段 1 列 3000Ah 用)	125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 1.50 2 段 1 列 2000Ah 用)	125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 1.50 1 段 1 列 2000Ah 用)																			
たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																			
横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																			
高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																			

表 2-2 構造計画

計画の概要		概略構造図																												
基礎・支持構造	主体構造																													
125V 蓄電池のうち 125V 蓄電池 2A 及び 2B は、基礎に埋め込まれたチャンネルベース に取付ボルトで設置 する。チャンネルベース は基礎ボルトにて 基礎に固定する。	直立形 (鋼製架台に固定された制御弁式据置鉛蓄電池)	<p>【125V 蓄電池 2A 及び 2B】</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 8.00 2 段 1 列 3000Ah 用)</th> <th>125V 蓄電池 2B (制御建屋 O.P. 8.00 2 段 1 列 3000Ah 用)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 11.40 2 段 1 列 3000Ah 用)</th> <th>125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 1.50 2 段 1 列 2000Ah 用)</th> <th>125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 1.50 1 段 1 列 2000Ah 用)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> </tbody> </table>		125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 8.00 2 段 1 列 3000Ah 用)	125V 蓄電池 2B (制御建屋 O.P. 8.00 2 段 1 列 3000Ah 用)	たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm		125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 11.40 2 段 1 列 3000Ah 用)	125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 1.50 2 段 1 列 2000Ah 用)	125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 1.50 1 段 1 列 2000Ah 用)	たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm
	125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 8.00 2 段 1 列 3000Ah 用)	125V 蓄電池 2B (制御建屋 O.P. 8.00 2 段 1 列 3000Ah 用)																												
たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																												
横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																												
高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																												
	125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 11.40 2 段 1 列 3000Ah 用)	125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 1.50 2 段 1 列 2000Ah 用)	125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 1.50 1 段 1 列 2000Ah 用)																											
たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																											
横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																											
高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																											

表 2-3 構造計画

計画の概要		概略構造図																
基礎・支持構造	主体構造																	
125V 蓄電池のうち 125V 蓄電池 2H は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼製架台に固定された密閉形クラッド式据置鉛蓄電池)	<p>【125V 蓄電池 2H】</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th colspan="2">125V 蓄電池 2H</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td style="text-align: center;"> </td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td style="text-align: center;"> </td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td style="text-align: center;"> </td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>			125V 蓄電池 2H		たて			mm	横			mm	高さ			mm
		125V 蓄電池 2H																
たて			mm															
横			mm															
高さ			mm															

4

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

125V 蓄電池のうち 125V 蓄電池 2A(制御建屋 O.P. 1.50 2 段 1 列 2000Ah 用)の固有周期は以下の通りとする。

水平方向の固有周期は、プラスチックハンマ等により当該装置に振動を与え、固有振動数測定装置(圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器)により固有振動数(共振周波数)を測定する。測定の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。鉛直方向の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

125V 蓄電池 2A(制御建屋 O.P. 8.00 2 段 1 列 3000Ah 用)、125V 蓄電池 2A(制御建屋 O.P. 8.00 1 段 1 列 3000Ah 用)、125V 蓄電池 2A(制御建屋 O.P. 11.40 2 段 1 列 3000Ah 用)、125V 蓄電池 2A(制御建屋 O.P. 11.40 1 段 1 列 3000Ah 用)、125V 蓄電池 2A(制御建屋 O.P. 1.50 1 段 1 列 2000Ah 用)、125V 蓄電池 2B(制御建屋 O.P. 8.00 2 段 1 列 3000Ah 用)及び 125V 蓄電池 2H は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 8.00 2 段 1 列 3000Ah 用)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 8.00 1 段 1 列 3000Ah 用)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 11.40 2 段 1 列 3000Ah 用)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 11.40 1 段 1 列 3000Ah 用)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 1.50 2 段 1 列 2000Ah 用)	水平	
	鉛直	0.05 以下
125V 蓄電池 2A (制御建屋 O.P. 1.50 1 段 1 列 2000Ah 用)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 蓄電池 2B (制御建屋 O.P. 8.00 2 段 1 列 3000Ah 用)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 蓄電池 2H	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

125V 蓄電池の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

125V 蓄電池の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-1 及び表 4-3 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-2 及び表 4-4 に示す。

4.2.2 許容応力

125V 蓄電池の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-5 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

125V 蓄電池の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-6 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-7 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震設計上の 重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	125V 蓄電池 2A 及び 2B	S	—*1	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _{AS}
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _{AS}

注記 *1：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	125V 蓄電池 2A 及び 2B	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _{AS} (V _{AS} として Ⅳ _{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震設計上の 重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	125V 蓄電池 2H	S	—*1	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _{AS}
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _{AS}

注記 *1：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-4 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	125V 蓄電池 2H	常設／防止 (DB 拡張)	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _{AS} (V _{AS} として Ⅳ _{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設／防止（DB 拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-5 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _{AS} (V _{AS} としてⅣ _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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: 当該の応力が生じない場合, 規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-6 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト (i = 1)	SS400 (40mm < 径)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-7 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト (i = 1)	SS400 (40mm < 径)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

125V 蓄電池の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

蓄電池は J E A G 4 6 0 1 —1987 において「装置」に分類され、機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって、125V 蓄電池の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

125V 蓄電池の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため，評価結果は(1)構造強度評価結果による。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

125V 蓄電池の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため，評価結果は(1)構造強度評価結果による。

【125V 蓄電池 2A (制御建屋 0.P. 8.00 2 段 1 列 3000Ah 用) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	
125V 蓄電池 2A (制御建屋 0.P. 8.00 2 段 1 列 3000Ah 用)	S	制御建屋 0.P. 8.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.91	C _V =0.55	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	10	5
取付ボルト (i=2)					16 (M16)			12
								3

部 材	S _{y_i} (MPa)	S _{u_i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	215	258	長辺方向	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位 : N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	1.356×10 ⁴	2.795×10 ⁴	2.418×10 ⁴	5.182×10 ⁴
取付ボルト (i=2)	7.810×10 ³	1.682×10 ⁴	2.231×10 ⁴	4.781×10 ⁴

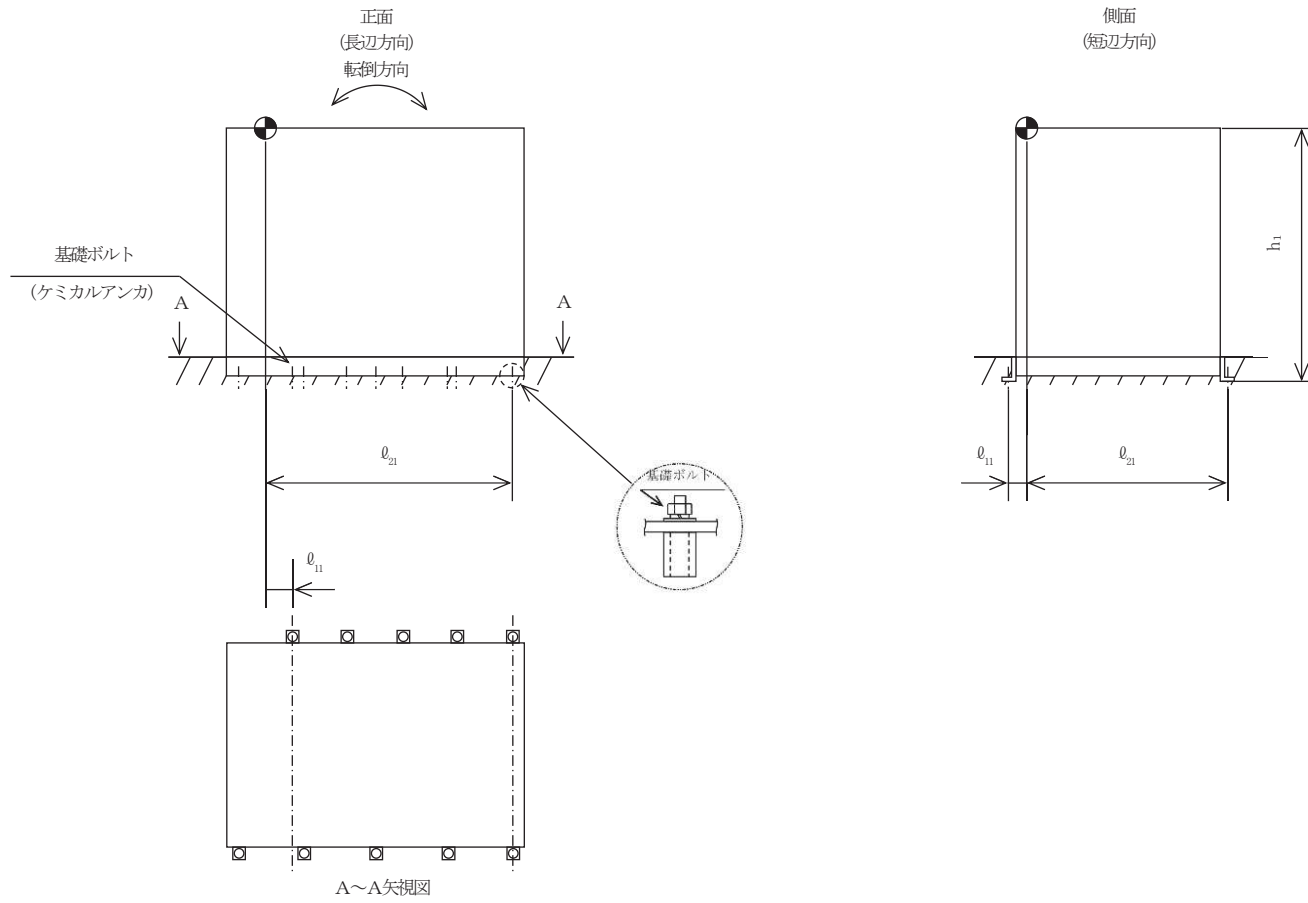
1.4 結論

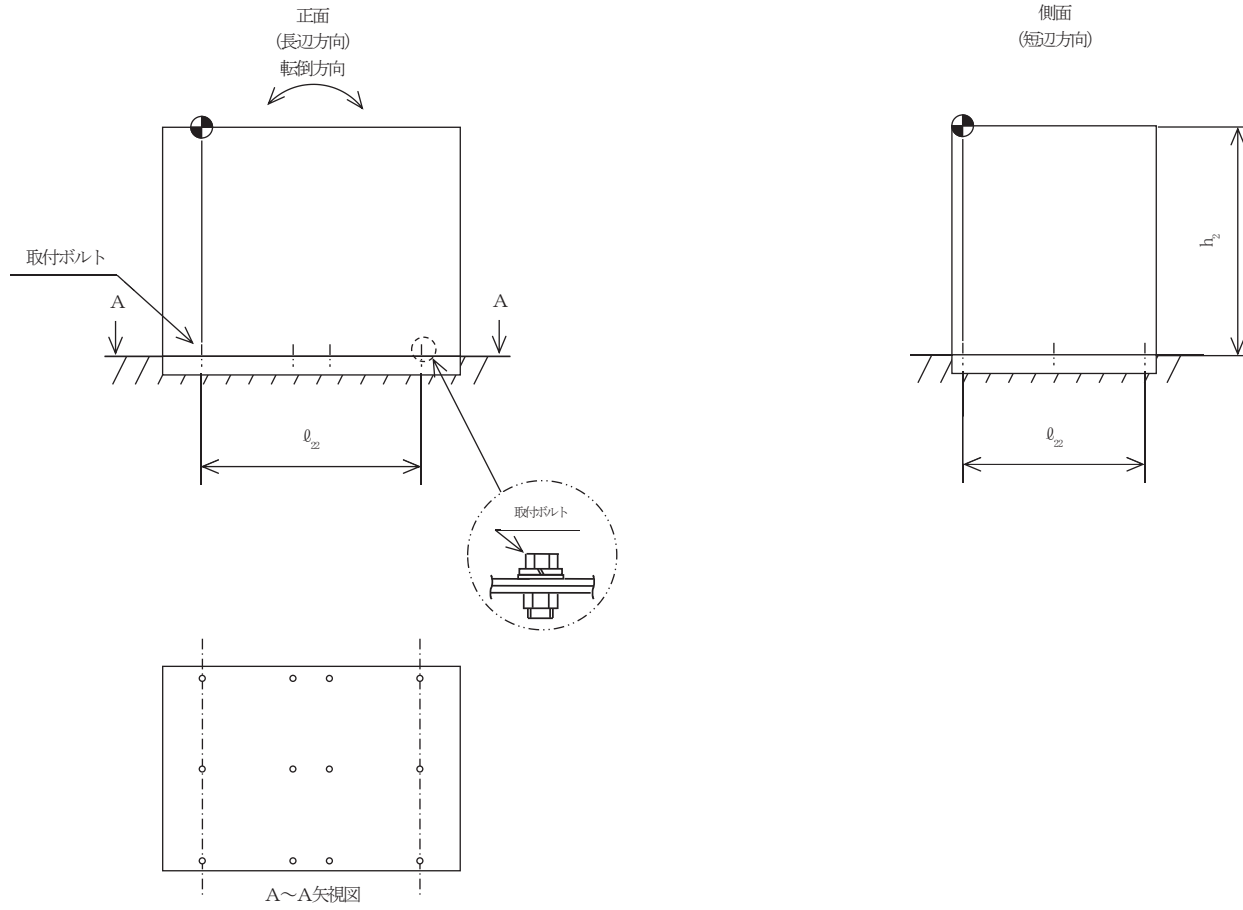
1.4.1 ボルトの応力

(単位 : MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	σ _{b1} =68	f _{ts1} =161*	σ _{b1} =139	f _{ts1} =193*
		せん断	τ _{b1} =12	f _{sb1} =124	τ _{b1} =26	f _{sb1} =148
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =39	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =84	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =10	f _{sb2} =135	τ _{b2} =20	f _{sb2} =161

注記* : f_{tsi} = Min [1.4 · f_{toi} - 1.6 · τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。





【125V 蓄電池 2A (制御建屋 0. P. 8. 00 2 段 1 列 3000Ah 用) の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 蓄電池 2A (制御建屋 0. P. 8. 00 2 段 1 列 3000Ah 用)	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 0. P. 8. 00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b<i>i</i>} (mm ²)	n _i	n _{f<i>i</i>} *1
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	10	5
								2
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	12	4
								3

部 材	S _{y<i>i</i>} (MPa)	S _{u<i>i</i>} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	—	258	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	2.795×10^4	—	5.182×10^4
取付ボルト ($i=2$)	—	1.682×10^4	—	4.781×10^4

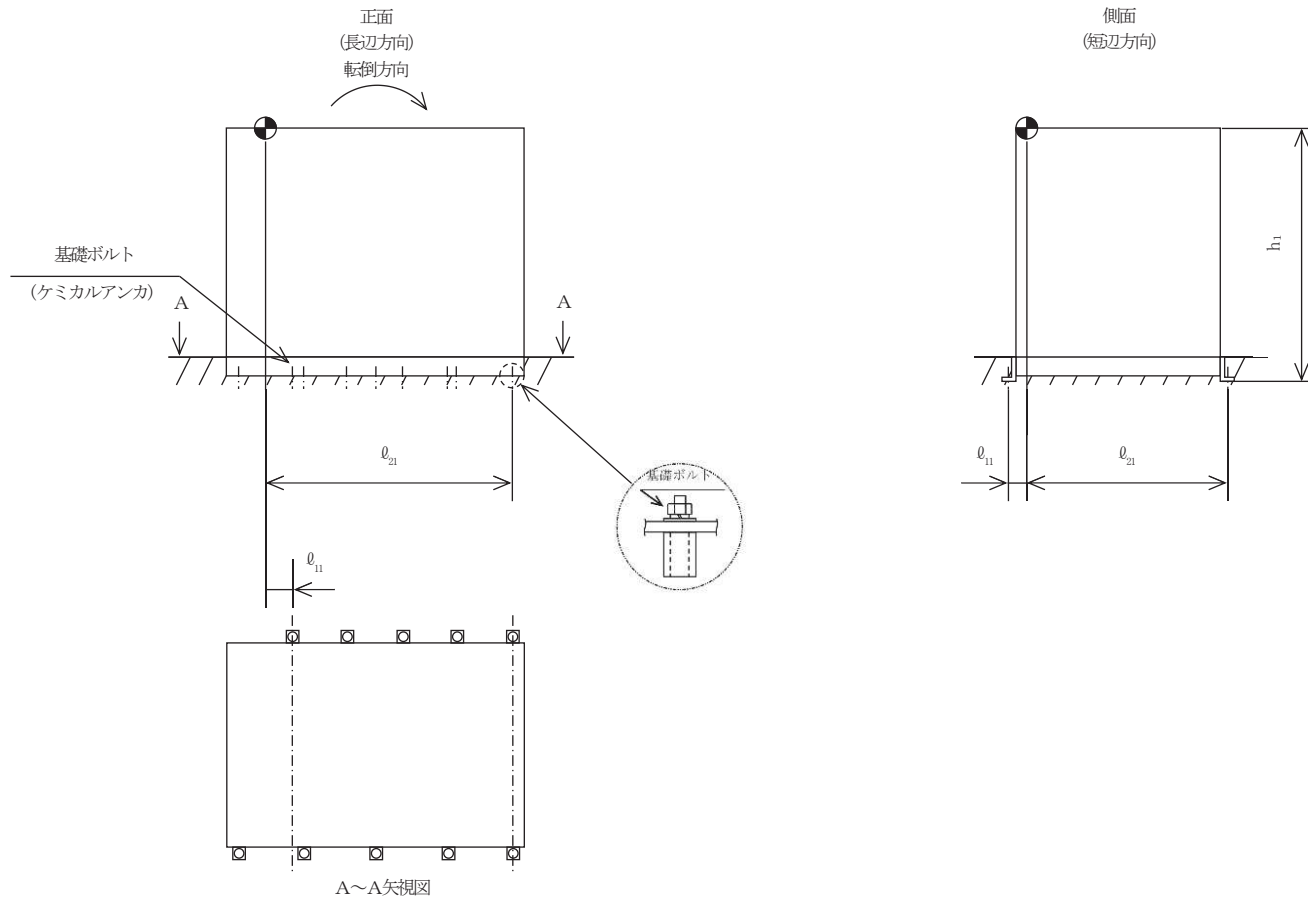
2.4 結論

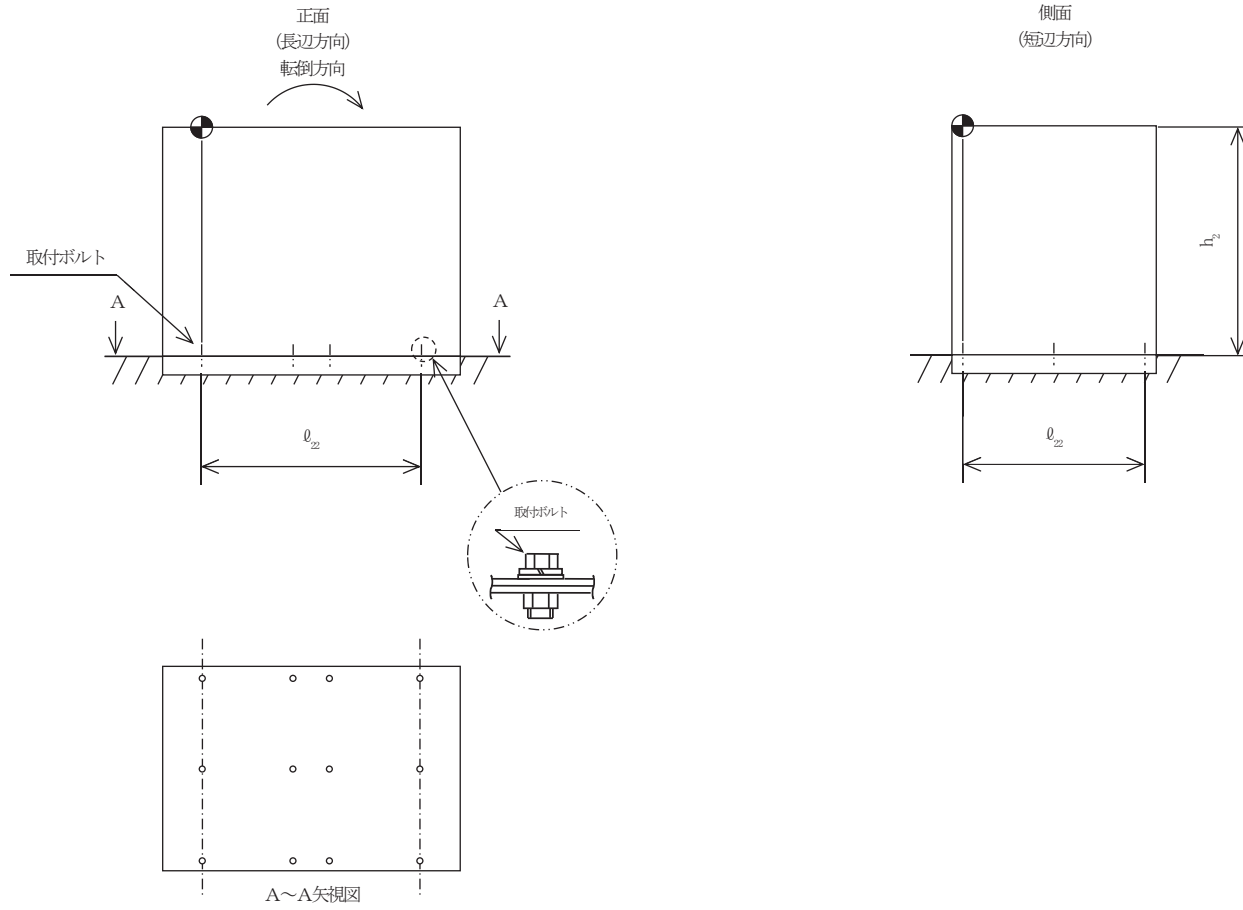
2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=139$	$f_{ts1}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=26$	$f_{sb1}=148$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=84$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=20$	$f_{sb2}=161$

注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出
すべて許容応力以下である。





【125V 蓄電池 2B(制御建屋 0.P. 8.00 2段1列 3000Ah 用)の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及びひ床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 蓄電池 2B (制御建屋 0.P. 8.00 2段1列 3000Ah 用)	S	制御建屋 0.P. 8.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.91	C _V =0.55	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	11	4
取付ボルト (i=2)					16 (M16)			201.1

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	215	258	長辺方向	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	1.457×10 ⁴	2.939×10 ⁴	2.418×10 ⁴	5.182×10 ⁴
取付ボルト (i=2)	7.810×10 ³	1.682×10 ⁴	2.231×10 ⁴	4.781×10 ⁴

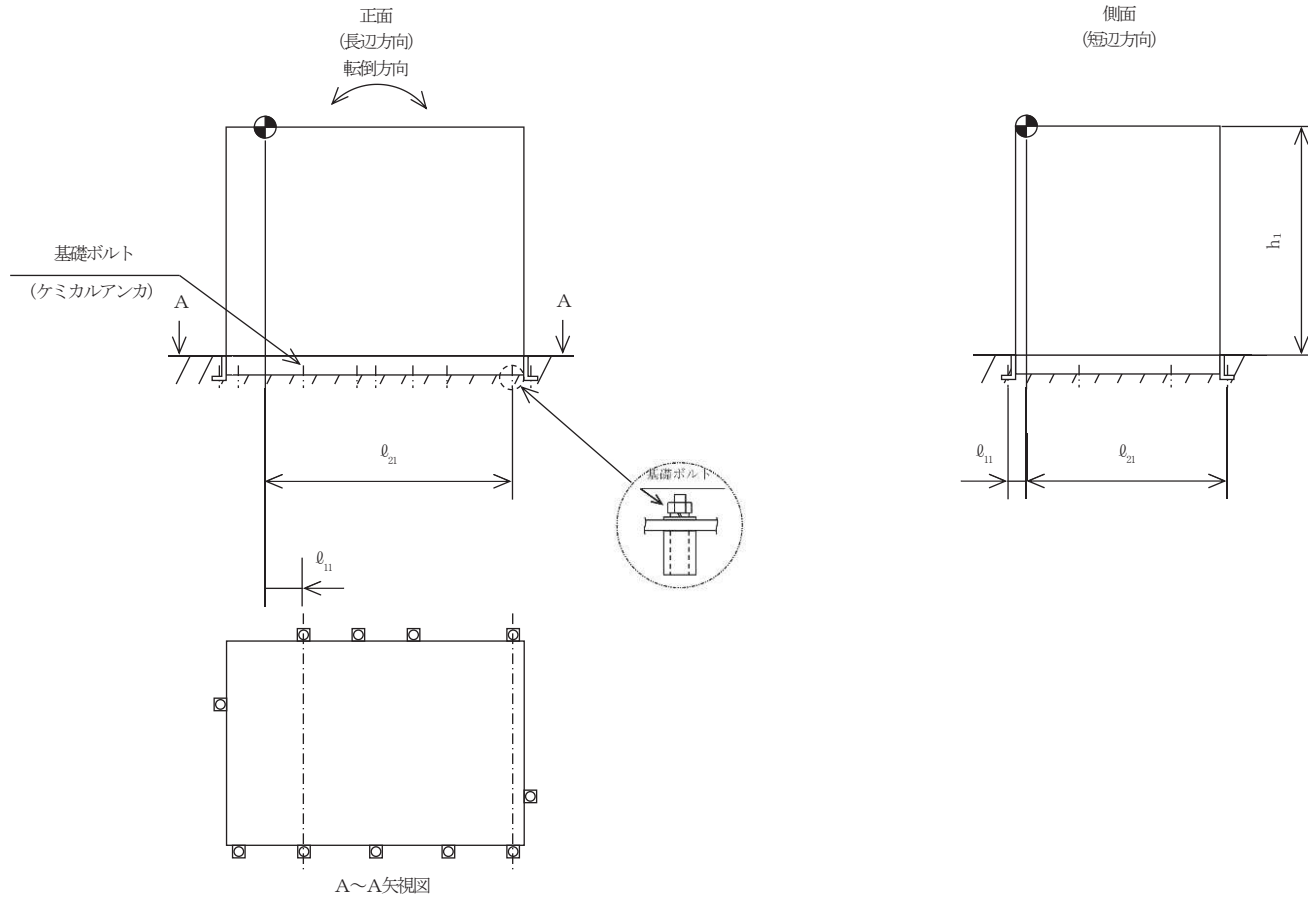
1.4 結論

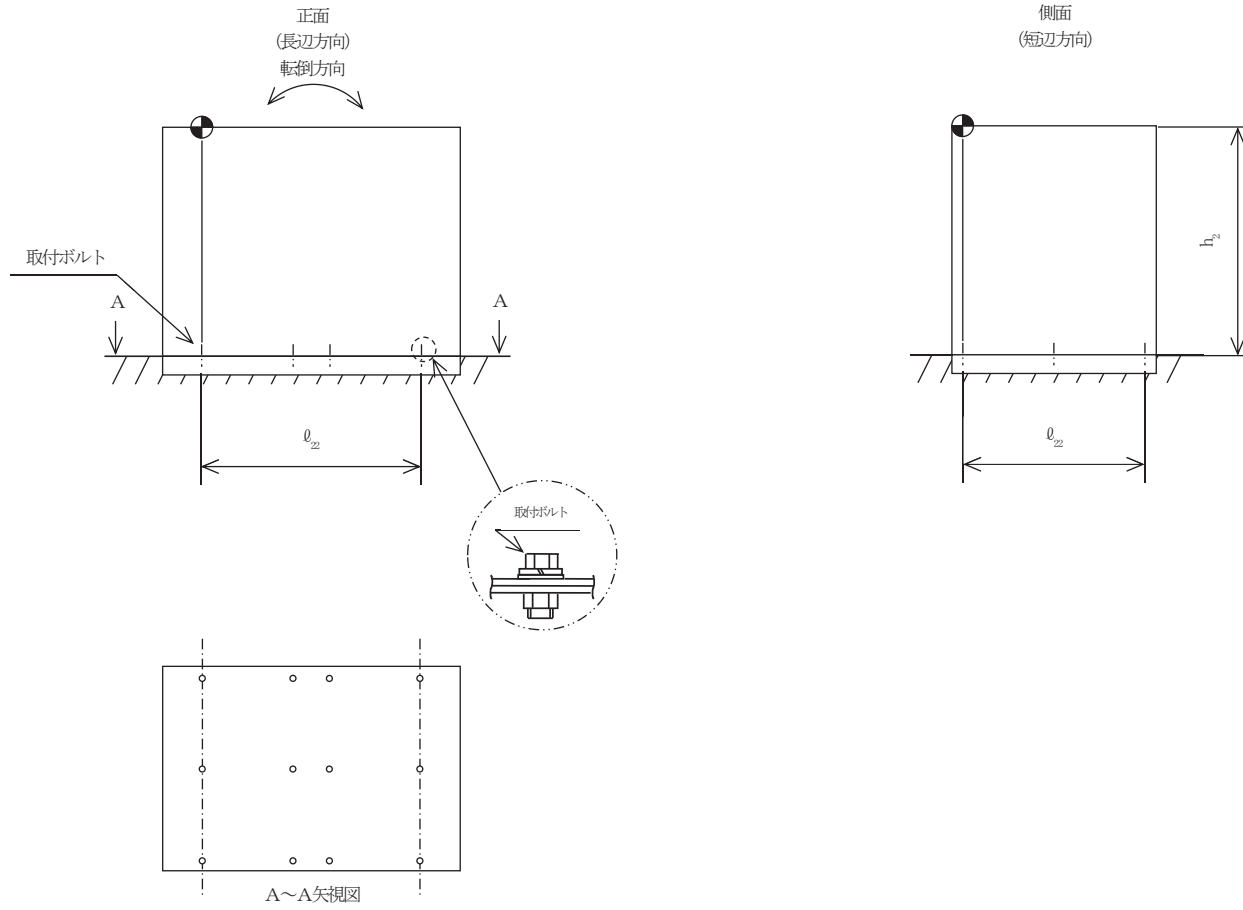
1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	σ _{b1} =73	f _{ts1} =161*	σ _{b1} =147	f _{ts1} =193*
		せん断	τ _{b1} =11	f _{sb1} =124	τ _{b1} =24	f _{sb1} =148
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =39	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =84	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =10	f _{sb2} =135	τ _{b2} =20	f _{sb2} =161

注記* : f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。





【125V 蓄電池 2B (制御建屋 0. P. 8. 00 2 段 1 列 3000Ah 用) の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 蓄電池 2B (制御建屋 0. P. 8. 00 2 段 1 列 3000Ah 用)	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 0. P. 8. 00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	n _{f i} *1
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	11	4 2
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	12	4 3

部 材	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	—	258	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	2.939×10^4	—	5.182×10^4
取付ボルト ($i=2$)	—	1.682×10^4	—	4.781×10^4

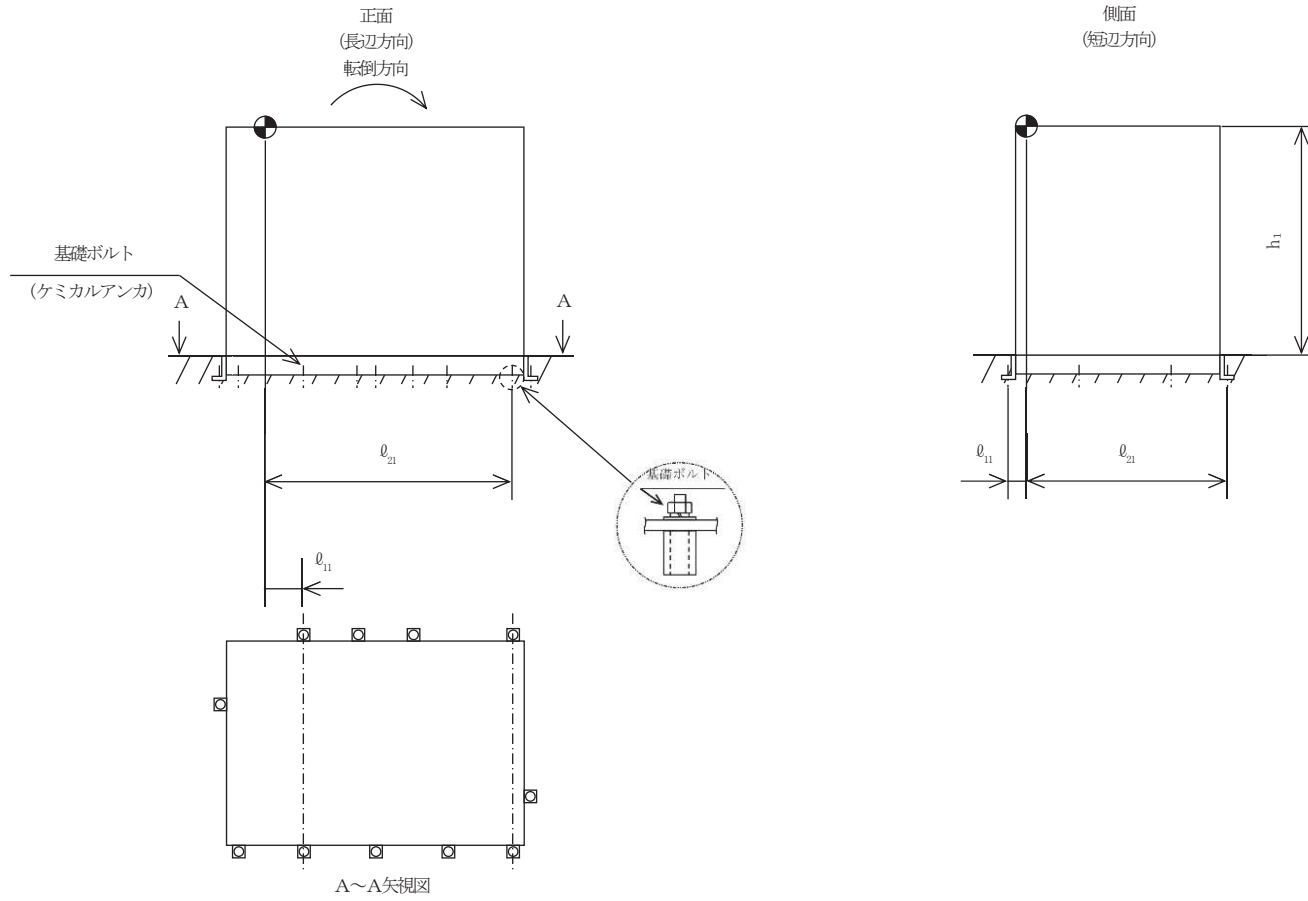
2.4 結論

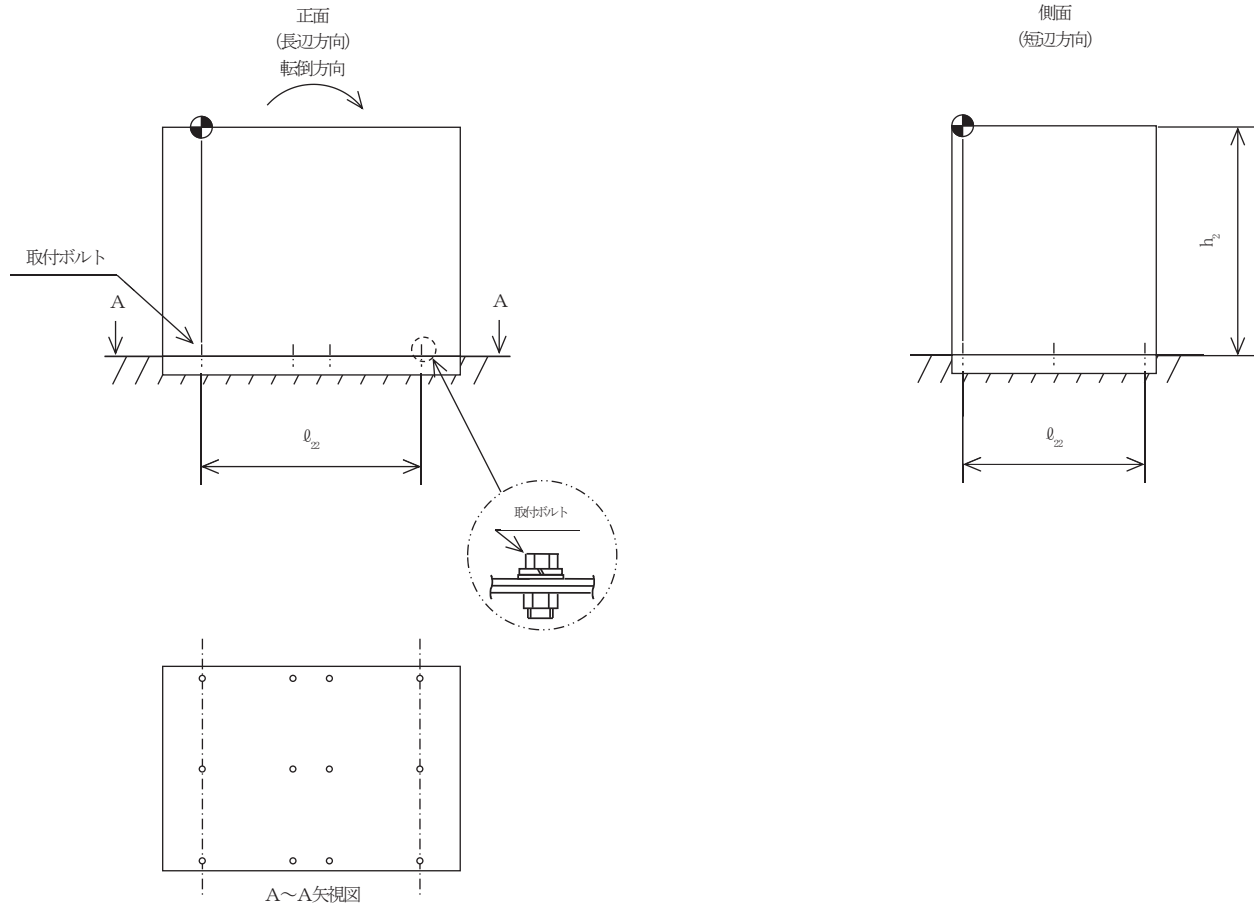
2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=147$	$f_{ts1}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=24$	$f_{sb1}=148$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=84$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=20$	$f_{sb2}=161$

注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出
すべて許容応力以下である。





【125V 蓄電池 2A (制御建屋 0.P. 8.00 1 段 1 列 3000Ah 用) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 蓄電池 2A (制御建屋 0.P. 8.00 1 段 1 列 3000Ah 用)	S	制御建屋 0.P. 8.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.91	C _V =0.55	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	12	4
					3			

29

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位 : N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	1.727×10 ³	3.741×10 ³	1.111×10 ⁴	2.381×10 ⁴

1.4 結論

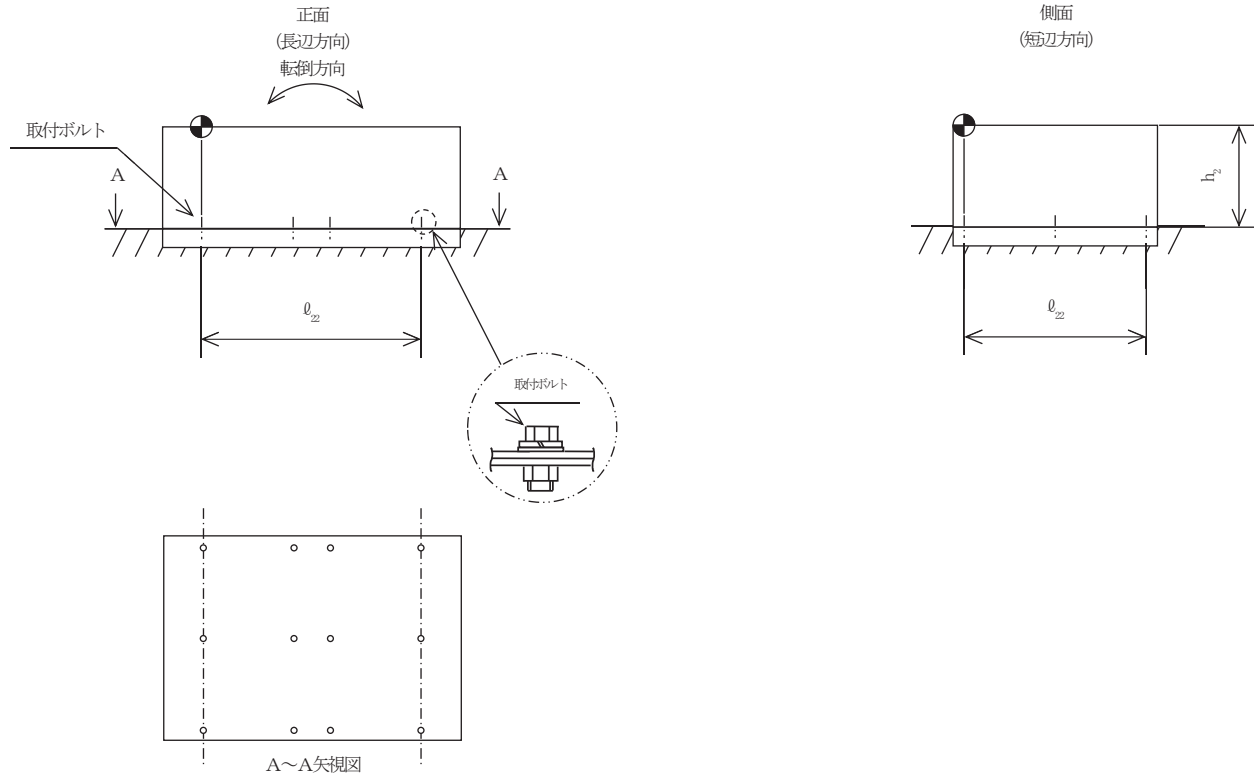
1.4.1 ボルトの応力

(単位 : MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =9	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =19	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =5	f _{sb2} =135	τ _{b2} =10	f _{sb2} =161

注記* : f_{t si} = Min [1.4 · f_{toi} - 1.6 · τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。



【125V 蓄電池 2A (制御建屋 0.P. 8.00 1 段 1 列 3000Ah 用) の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 蓄電池 2A (制御建屋 0.P. 8.00 1 段 1 列 3000Ah 用)	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 0.P. 8.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	n _{f i} *1
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	12	4
								3

部 材	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	—	3.741×10^3	—	2.381×10^4

2.4 結論

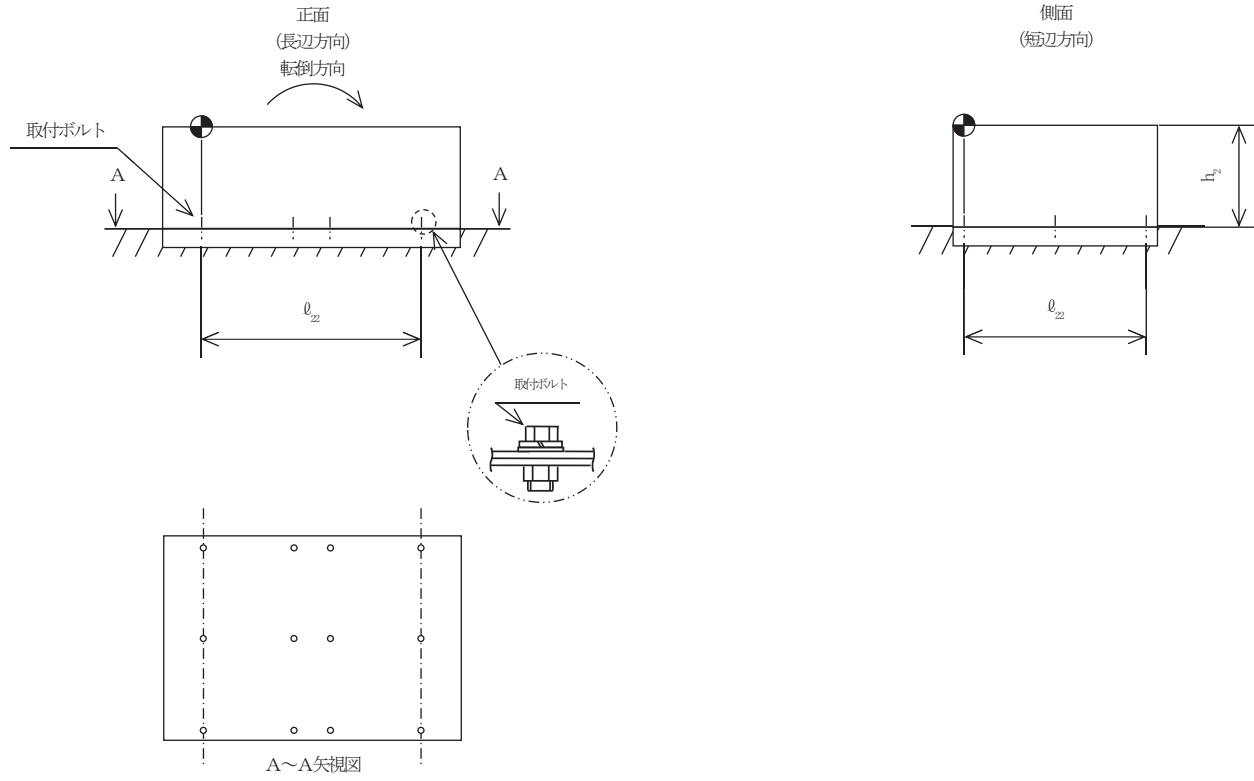
2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=19$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=161$

注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。



【125V 蓄電池 2A (制御建屋 0. P. 11. 40 2 段 1 列 3000Ah 用) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	
125V 蓄電池 2A (制御建屋 0. P. 11. 40 2 段 1 列 3000Ah 用)	S	制御建屋 0. P. 11. 40* (0. P. 15. 00)	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.25	C _V =0.76	C _H =2.25	C _V =1.39	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	12	5
					2			
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	12	4
					3			

35

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	215	258	長辺方向	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	1.392×10 ⁴	3.031×10 ⁴	3.322×10 ⁴	5.980×10 ⁴
取付ボルト (i=2)	1.073×10 ⁴	2.250×10 ⁴	3.065×10 ⁴	5.516×10 ⁴

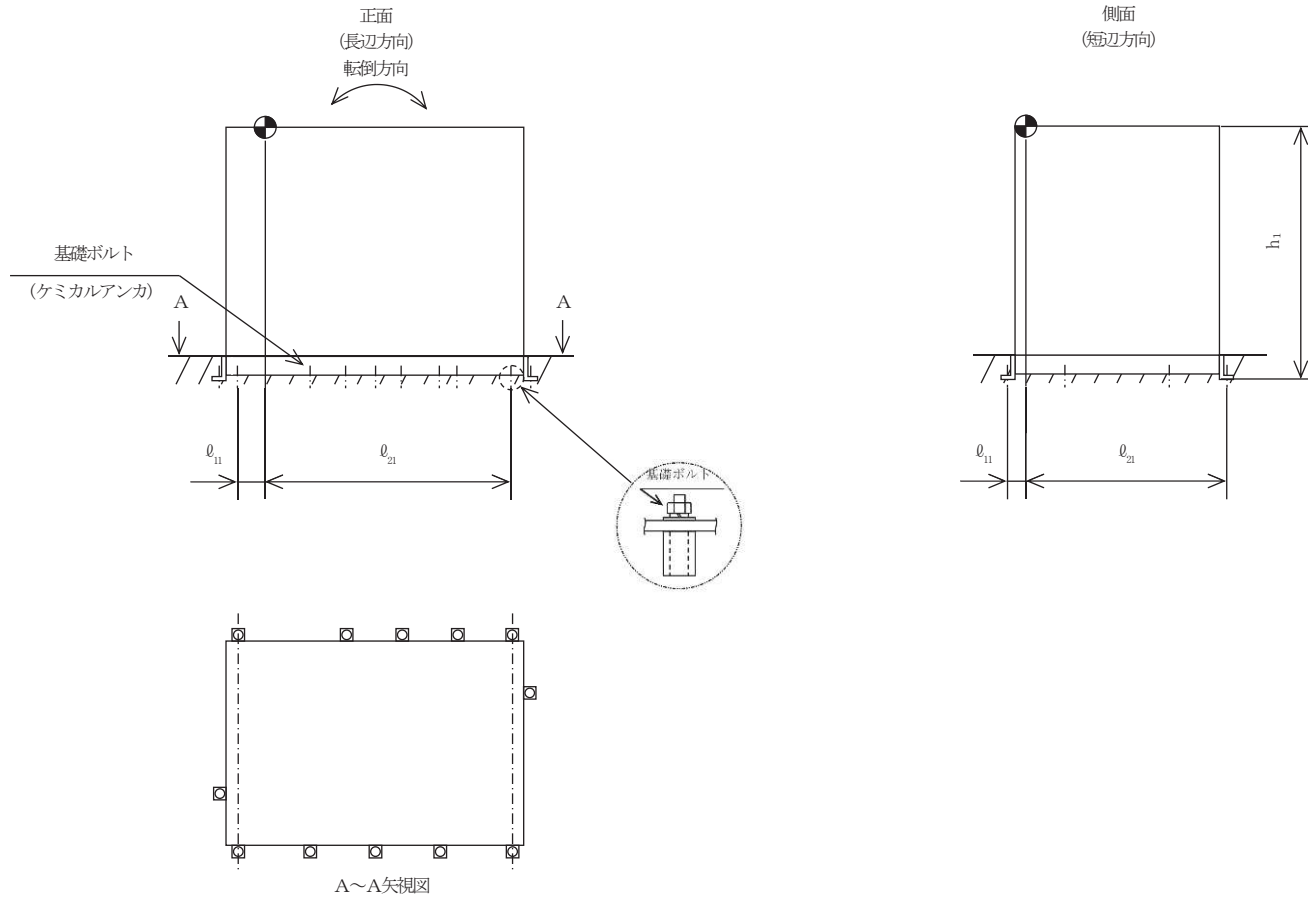
1.4 結論

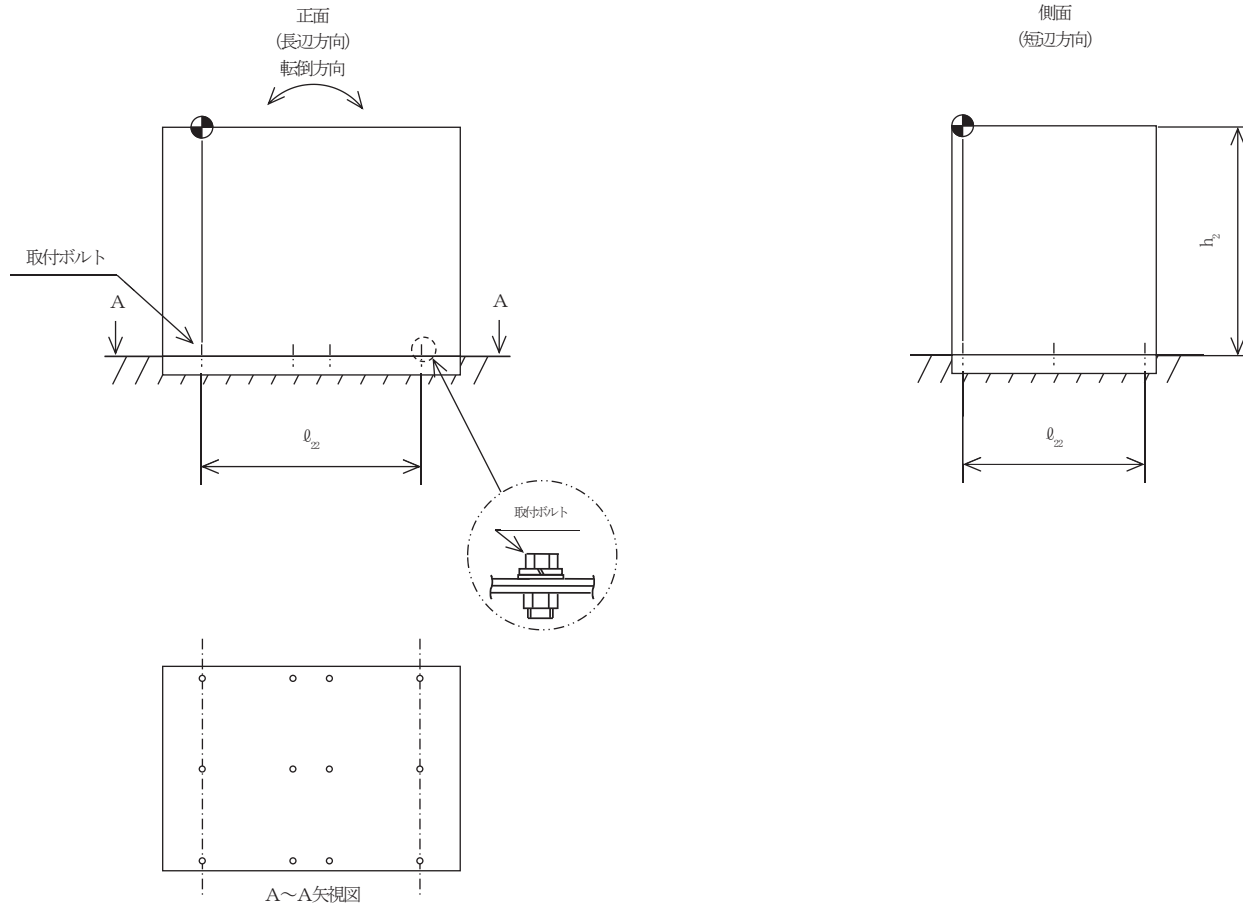
1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は 静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	σ _{b1} =70	f _{ts1} =161*	σ _{b1} =151	f _{ts1} =193*
		せん断	τ _{b1} =14	f _{sb1} =124	τ _{b1} =25	f _{sb1} =148
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =54	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =112	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =13	f _{sb2} =135	τ _{b2} =23	f _{sb2} =161

注記* : f_{tsi} = Min [1.4 · f_{toi} - 1.6 · τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。





【125V 蓄電池 2A(制御建屋 0.P. 11. 40 2 段 1 列 3000Ah 用)の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 蓄電池 2A (制御建屋 0.P. 11. 40 2 段 1 列 3000Ah 用)	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 0.P. 11. 40* (0.P. 15. 00)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =2.25	C _V =1.39	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	n _{f i} *1
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	12	5
								2
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	12	4
								3

部 材	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	—	258	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	3.031×10^4	—	5.980×10^4
取付ボルト ($i=2$)	—	2.250×10^4	—	5.516×10^4

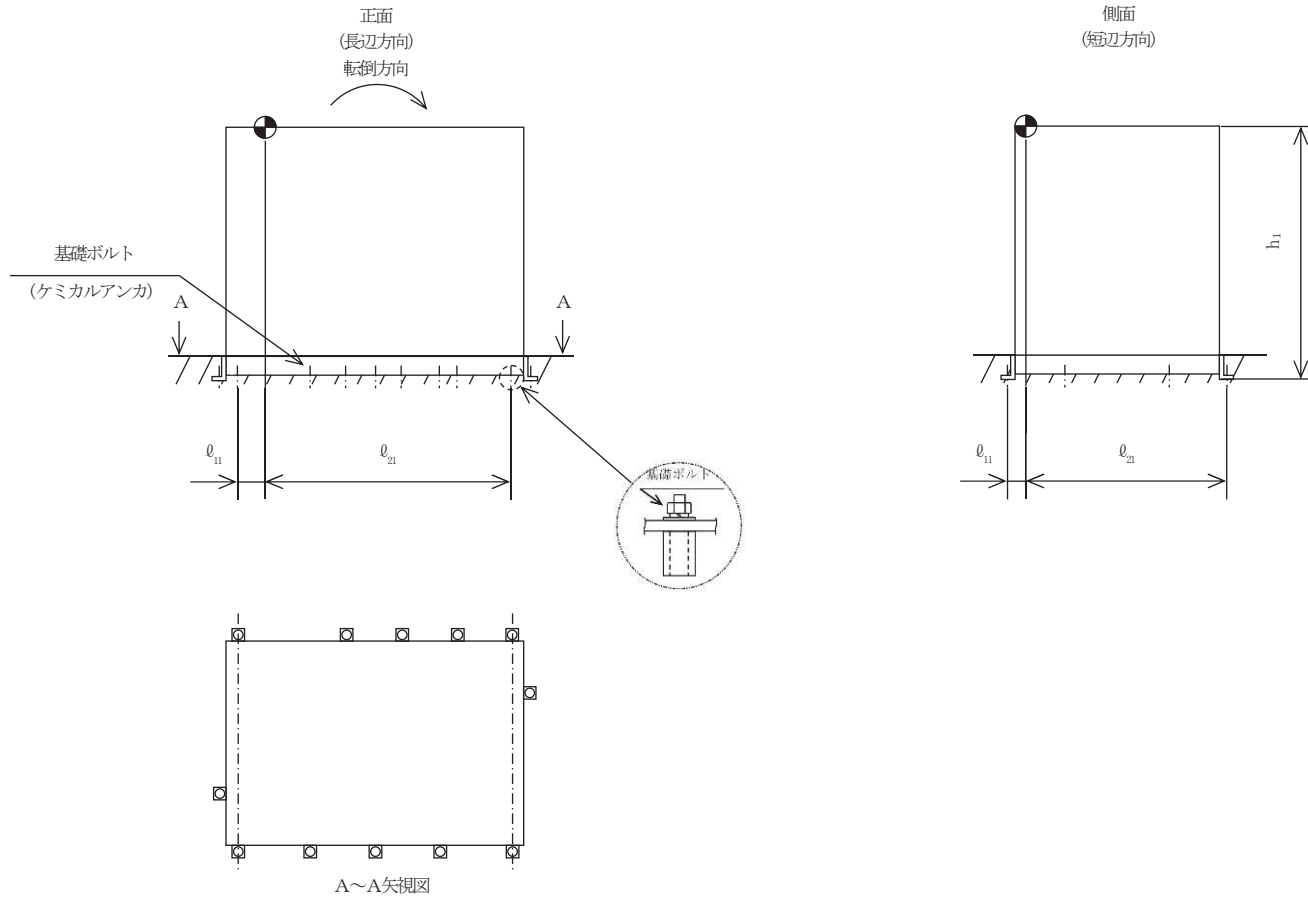
2.4 結論

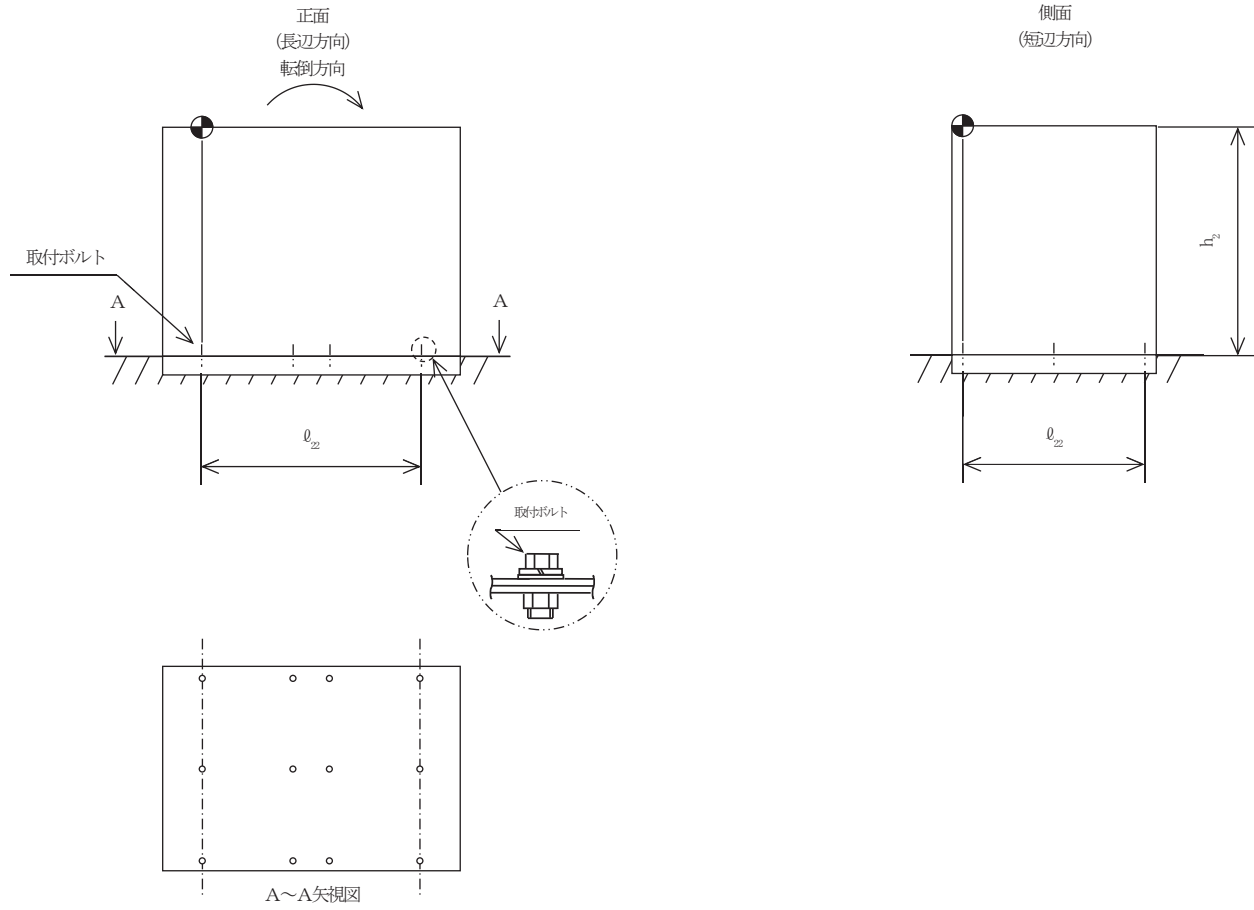
2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=151$	$f_{ts1}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=25$	$f_{sb1}=148$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=112$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=23$	$f_{sb2}=161$

注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出
すべて許容応力以下である。





【125V 蓄電池 2A (制御建屋 0. P. 11. 40 1 段 1 列 3000Ah 用) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	
125V 蓄電池 2A (制御建屋 0. P. 11. 40 1 段 1 列 3000Ah 用)	S	制御建屋 0. P. 11. 40* (0. P. 15. 00)	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.25	C _V =0.76	C _H =2.25	C _V =1.39	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	12	4
								3

43

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位 : N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	2.372×10 ³	5.857×10 ³	1.526×10 ⁴	2.747×10 ⁴

1.4 結論

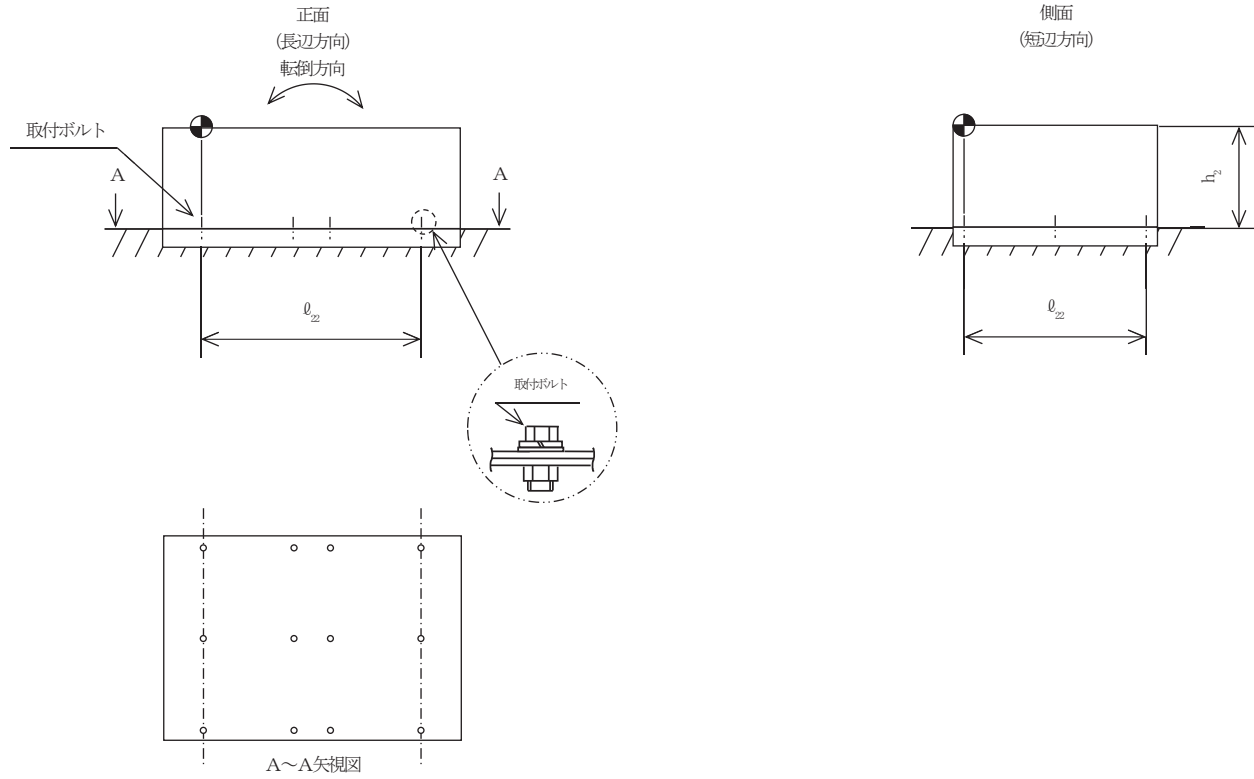
1.4.1 ボルトの応力

(単位 : MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =12	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =30	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =7	f _{sb2} =135	τ _{b2} =12	f _{sb2} =161

注記* : f_{t si} = Min [1.4 · f_{toi} - 1.6 · τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。



【125V 蓄電池 2A(制御建屋 0.P. 11. 40 1段 1列 3000Ah 用)の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 蓄電池 2A (制御建屋 0.P. 11. 40 1段 1列 3000Ah 用)	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 0.P. 11. 40* (0.P. 15. 00)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =2.25	C _V =1.39	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	n _{f i} *1
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	12	4 3

部 材	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	5.857×10^3	—	2.747×10^4

2.4 結論

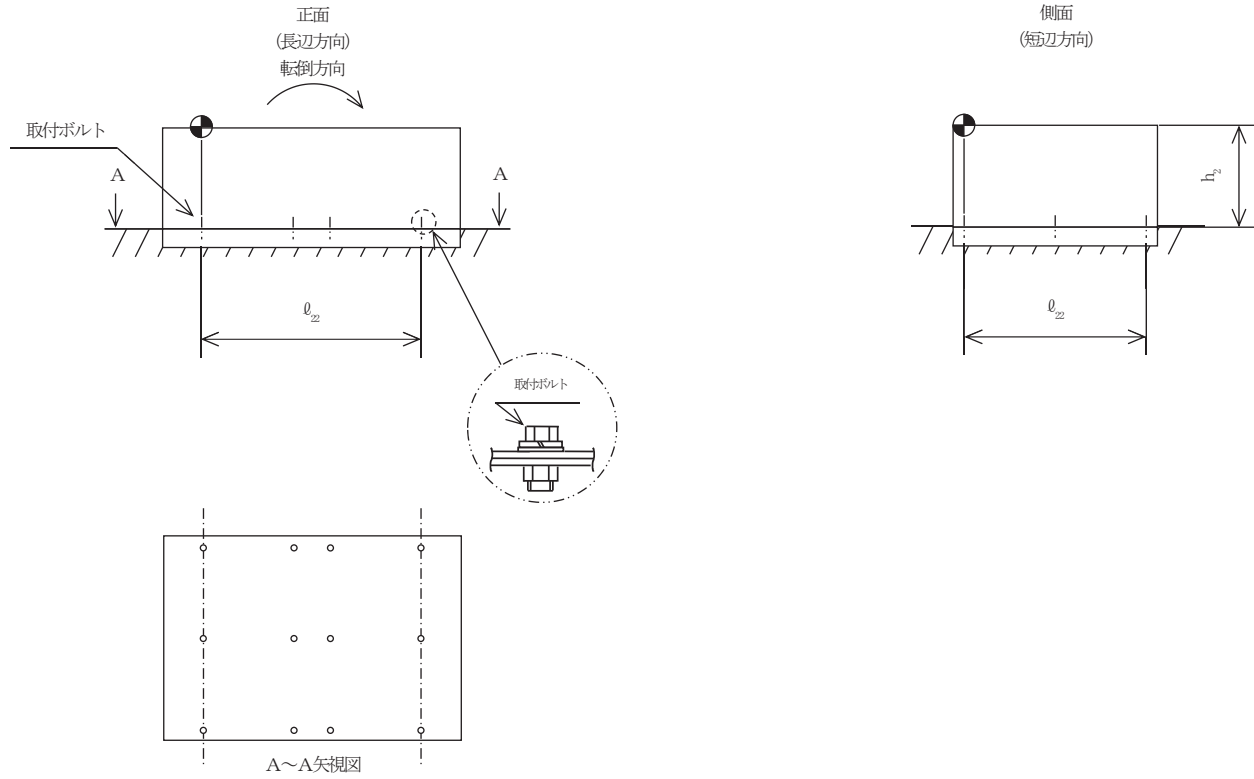
2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=30$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=12$	$f_{sb2}=161$

注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。



【125V 蓄電池 2A (制御建屋 0. P. 1. 50 2 段 1 列 2000Ah 用) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及びひ床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	
125V 蓄電池 2A (制御建屋 0. P. 1. 50 2 段 1 列 2000Ah 用)	S	制御建屋 0. P. 1. 50*		0.05 以下	C _H =0.77	C _V =0.42	C _H =1.35	C _V =0.79	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b_i} (mm ²)	n _i	n _{f_i} ^{*1}
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	10	5
					2			
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	12	4
					3			

部 材	S _{y_i} (MPa)	S _{u_i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	215	258	長辺方向	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	短辺方向	短辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	5.833×10 ³	1.113×10 ⁴	1.506×10 ⁴	2.641×10 ⁴
取付ボルト (i=2)	5.637×10 ³	9.882×10 ³	1.374×10 ⁴	2.409×10 ⁴

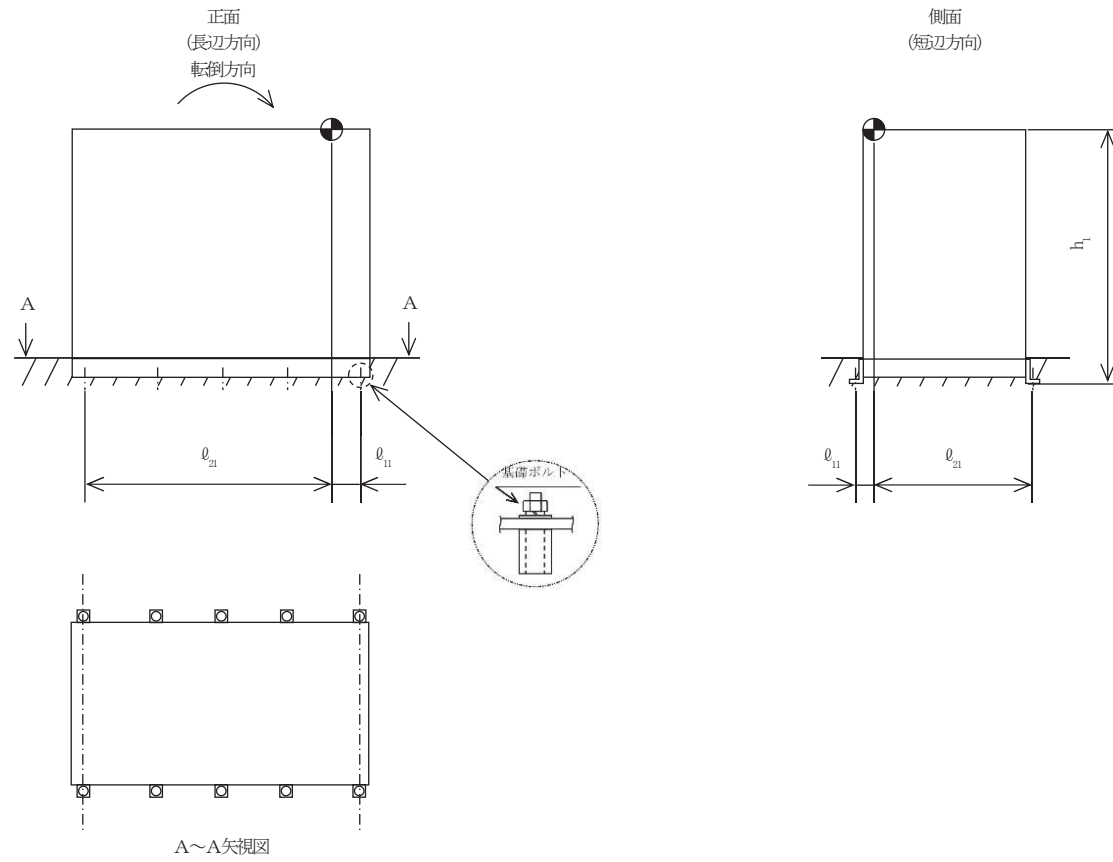
1.4 結論

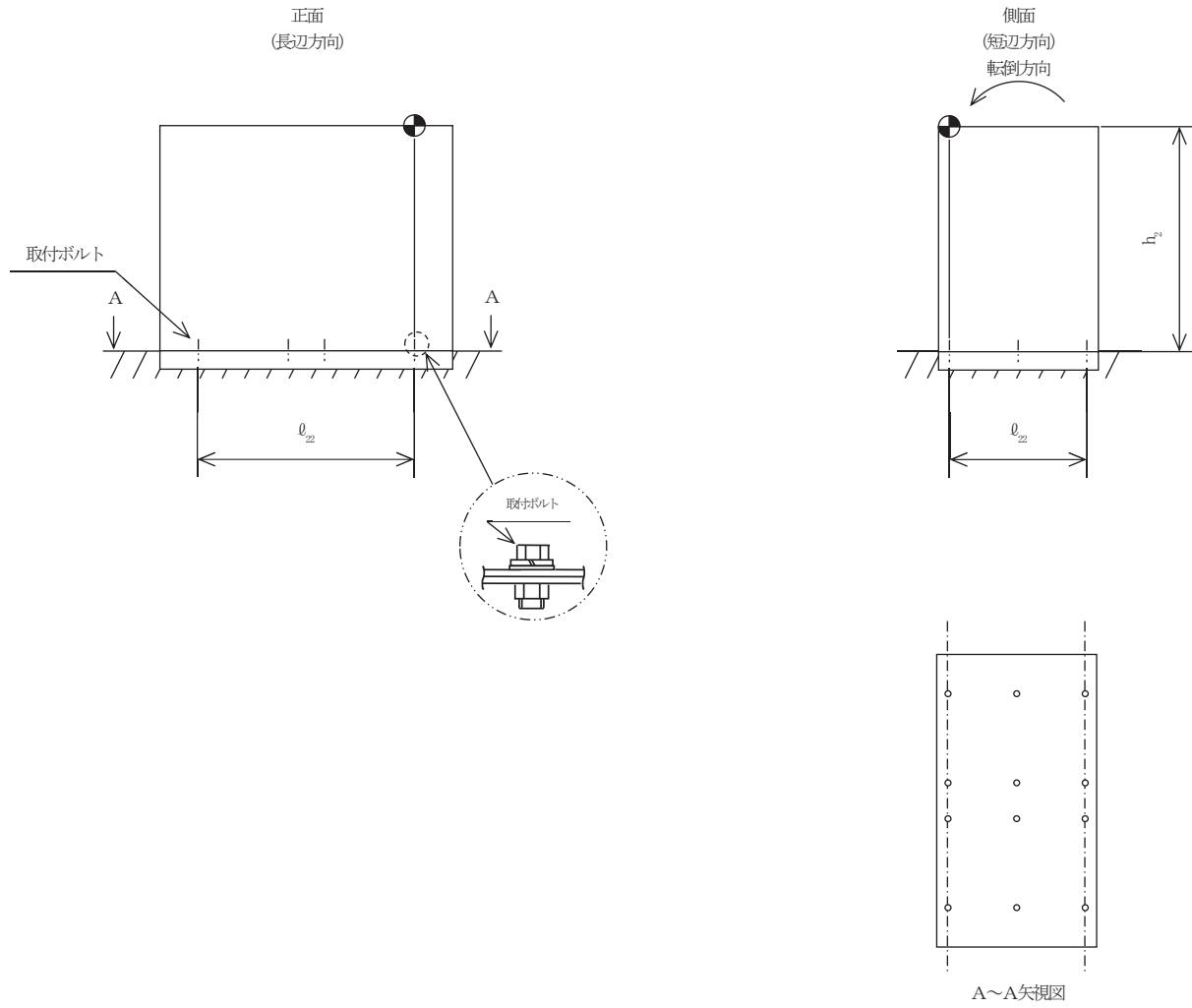
1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	σ _{b1} =29	f _{ts1} =161*	σ _{b1} =56	f _{ts1} =193*
		せん断	τ _{b1} =8	f _{sb1} =124	τ _{b1} =14	f _{sb1} =148
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =28	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =50	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =6	f _{sb2} =135	τ _{b2} =10	f _{sb2} =161

注記* : f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。





【125V 蓄電池 2A (制御建屋 0. P. 1. 50 2 段 1 列 2000Ah 用) の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 蓄電池 2A (制御建屋 0. P. 1. 50 2 段 1 列 2000Ah 用)	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 0. P. 1. 50*		0.05 以下	—	—	C _H =1.35	C _V =0.79	40

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	n _{f i} *1
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	10	5
								2
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	12	4
								3

53

部 材	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	—	258	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	短辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	1.113×10^4	—	2.641×10^4
取付ボルト ($i=2$)	—	9.882×10^3	—	2.409×10^4

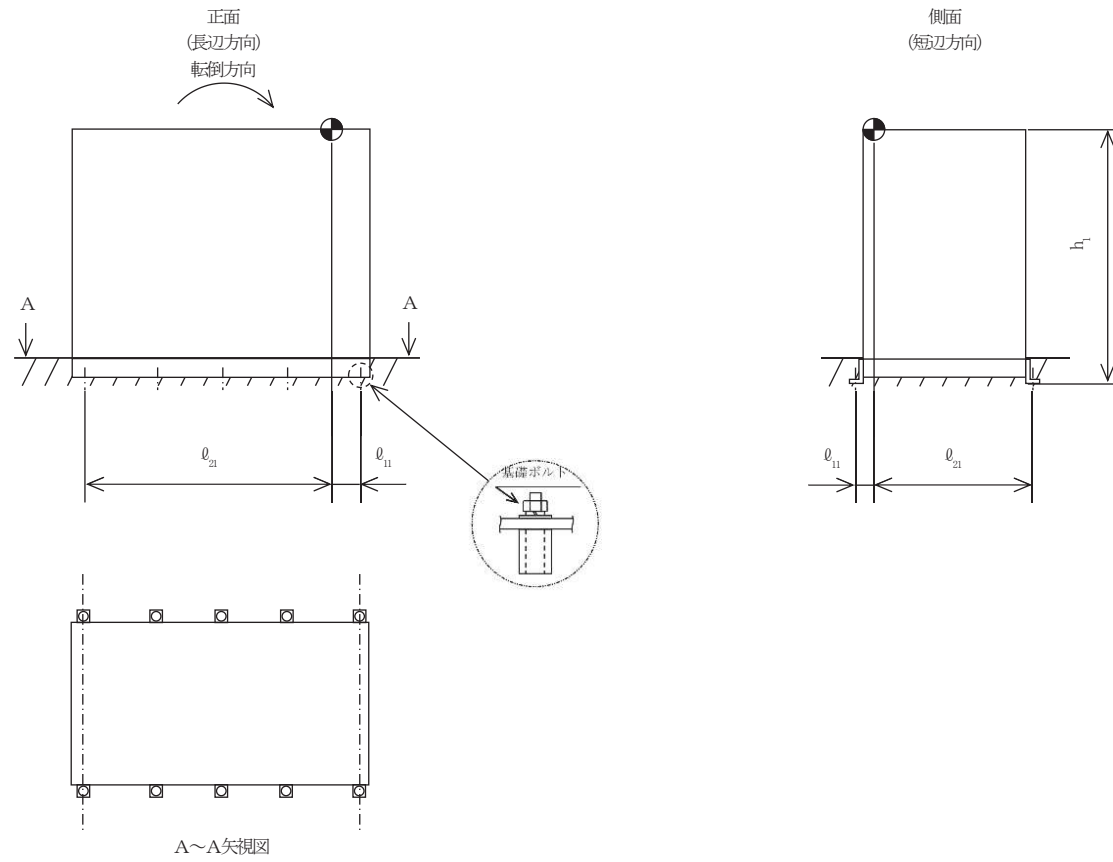
2.4 結論

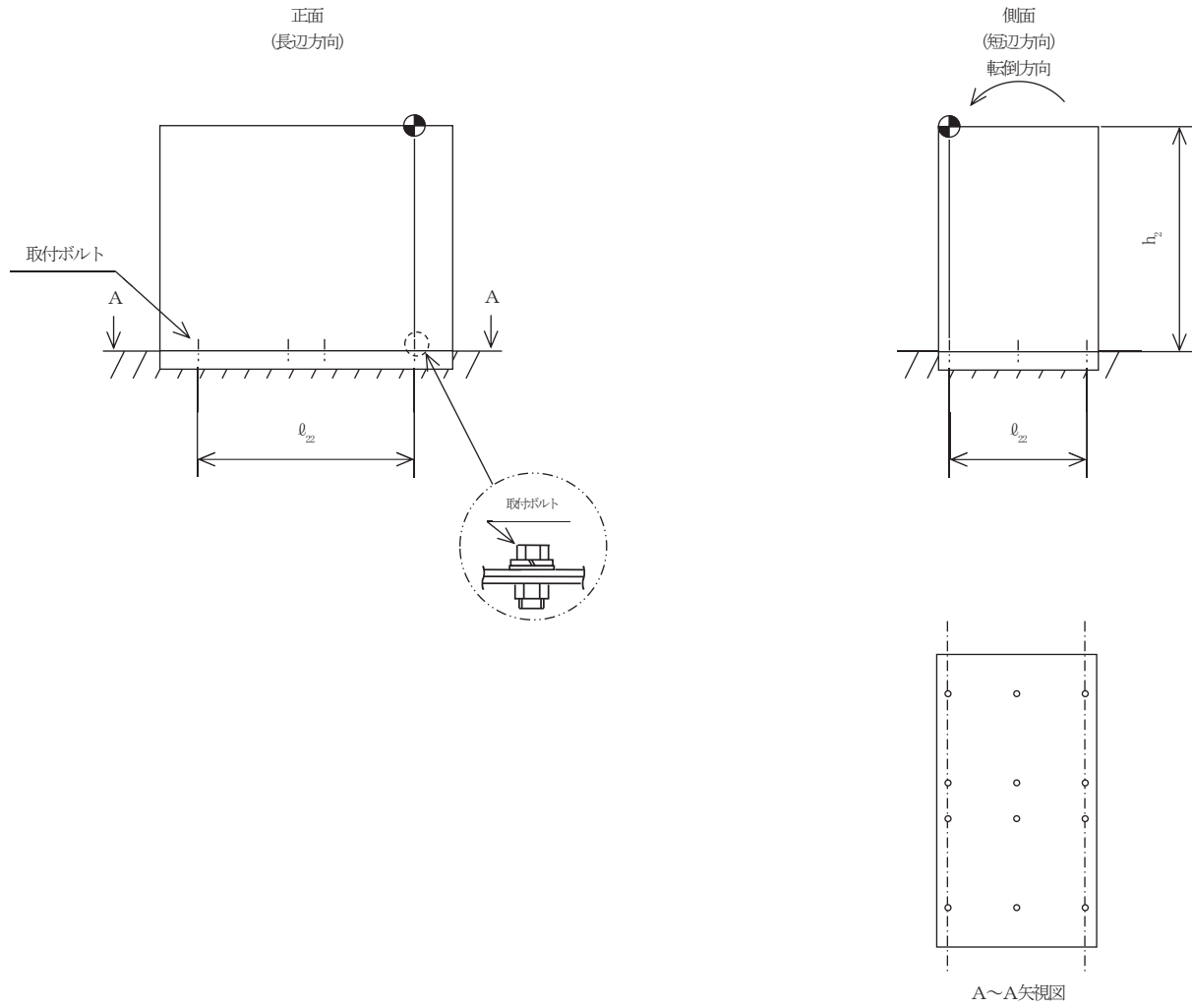
2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=56$	$f_{ts1}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=14$	$f_{sb1}=148$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=50$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=161$

注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出
すべて許容応力以下である。





【125V 蓄電池 2A (制御建屋 0. P. 1. 50 1 段 1 列 2000Ah 用) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及びひ床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	
125V 蓄電池 2A (制御建屋 0. P. 1. 50 1 段 1 列 2000Ah 用)	S	制御建屋 0. P. 1. 50*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.77	C _V =0.42	C _H =1.35	C _V =0.79	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	10	5
					2			
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	12	4
					3			

57

部 材	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	215	258	長辺方向	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	短辺方向	短辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位 : N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	1.328×10 ³	2.831×10 ³	8.231×10 ³	1.443×10 ⁴
取付ボルト (i=2)	1.258×10 ³	2.206×10 ³	6.909×10 ³	1.211×10 ⁴

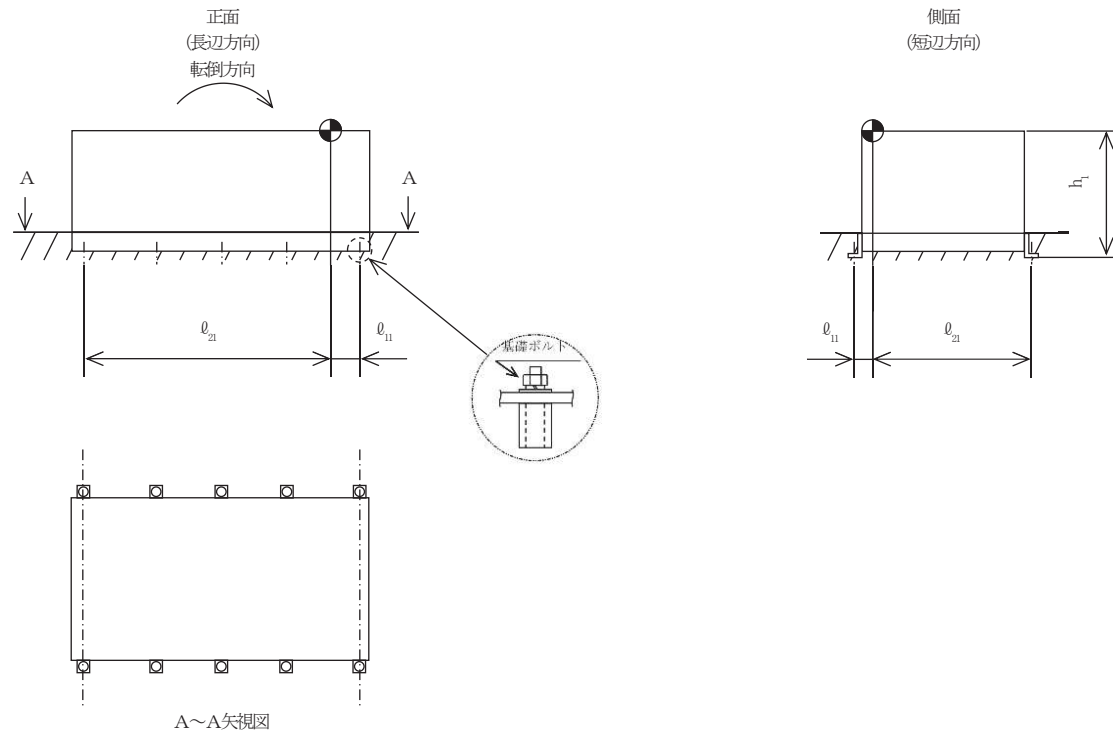
1.4 結論

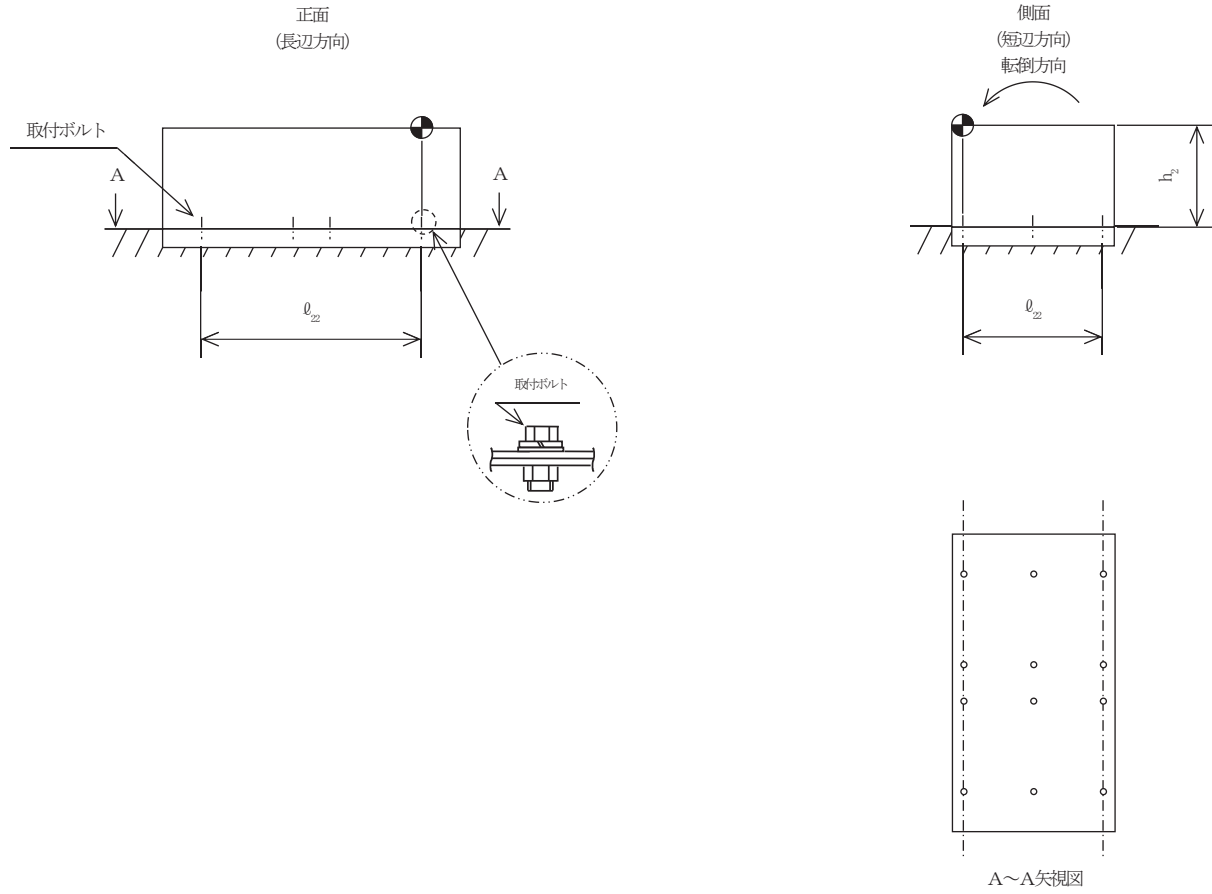
1.4.1 ボルトの応力

(単位 : MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は 静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	σ _{b1} =7	f _{ts1} =161*	σ _{b1} =14	f _{ts1} =193*
		せん断	τ _{b1} =4	f _{sb1} =124	τ _{b1} =8	f _{sb1} =148
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =7	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =11	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =3	f _{sb2} =135	τ _{b2} =5	f _{sb2} =161

注記* : f_{tsi} = Min [1.4 · f_{toi} - 1.6 · τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。





【125V 蓄電池 2A(制御建屋 0.P. 1. 50 1 段 1 列 2000Ah 用)の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 蓄電池 2A (制御建屋 0.P. 1. 50 1 段 1 列 2000Ah 用)	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 0.P. 1. 50*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.35	C _V =0.79	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b<i>i</i>} (mm ²)	n _i	n _{f<i>i</i>} *1
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	10	5
								2
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	12	4
								3

部 材	S _{y<i>i</i>} (MPa)	S _{u<i>i</i>} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	—	258	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	2.831×10^3	—	1.443×10^4
取付ボルト ($i=2$)	—	2.206×10^3	—	1.211×10^4

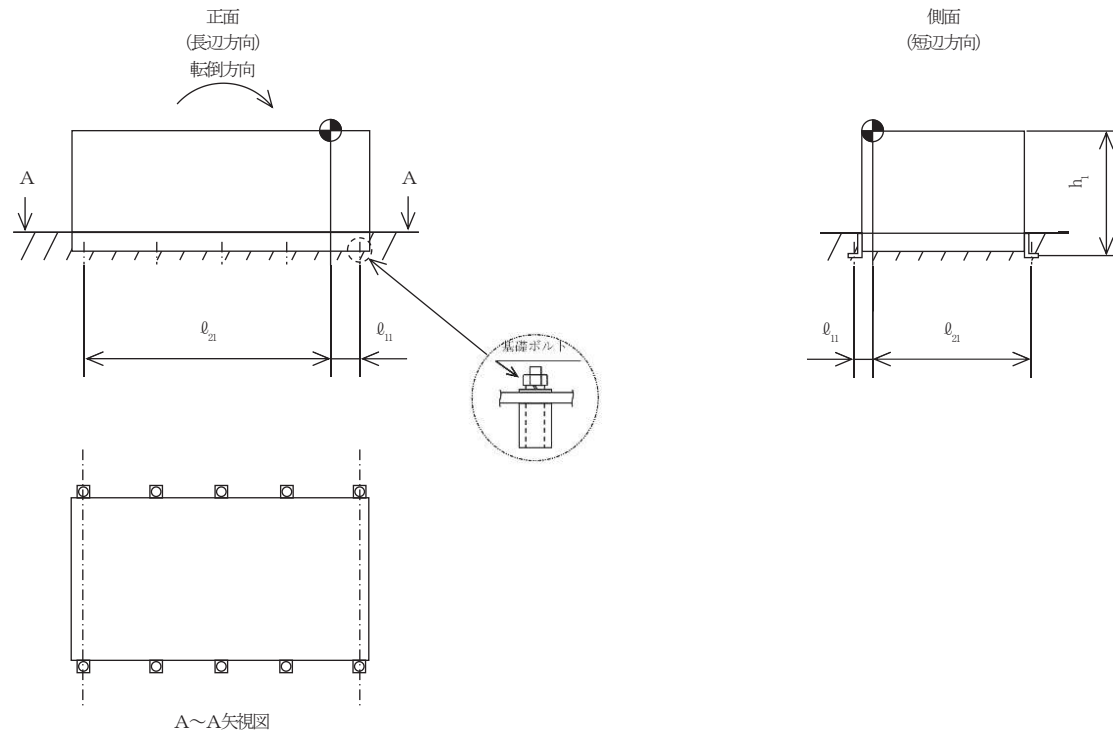
2.4 結論

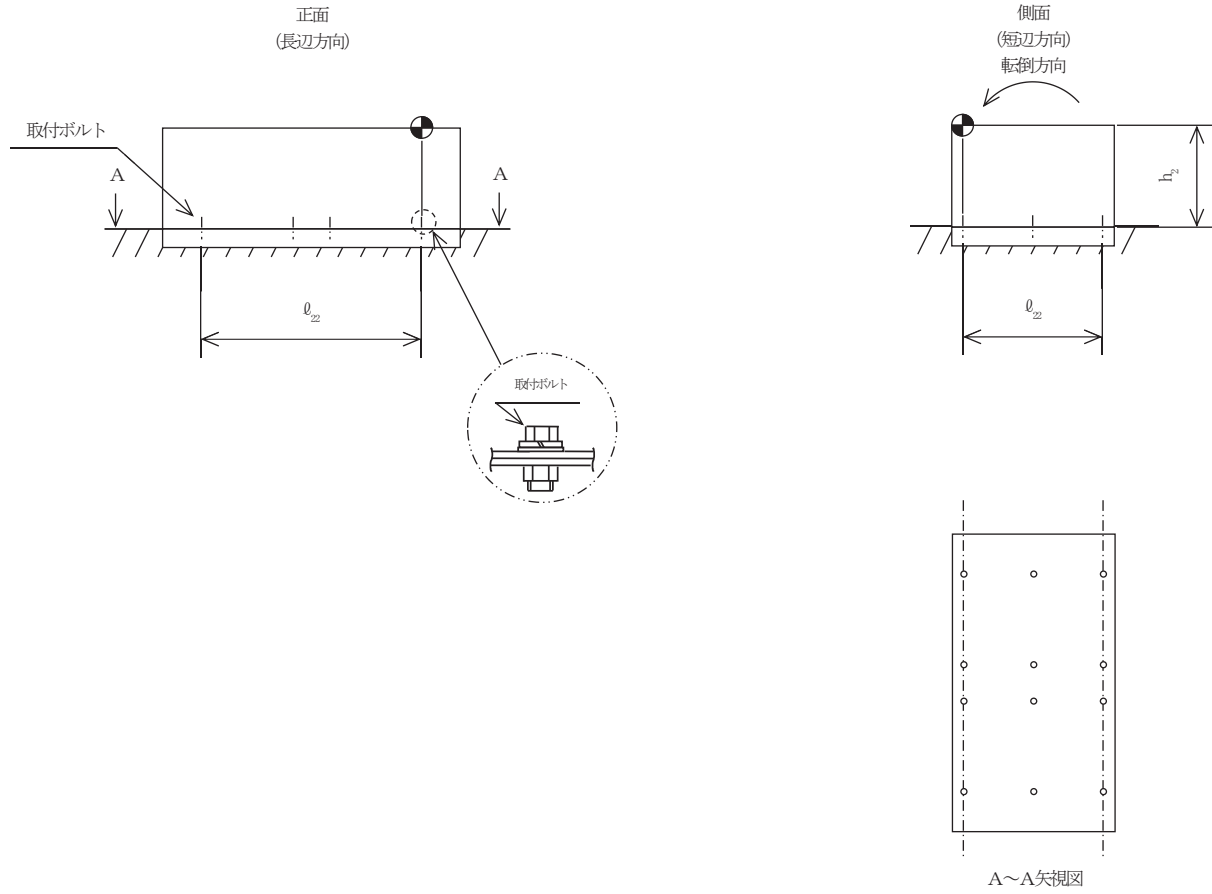
2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=14$	$f_{ts1}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=8$	$f_{sb1}=148$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=11$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=161$

注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出
すべて許容応力以下である。





【125V 蓄電池 2H の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 蓄電池 2H	S	原子炉建屋 O.P. 20.90* (O.P. 22.50)	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.13	C _V =0.91	C _H =2.12	C _V =1.56	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	8	4 2

65

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	短辺方向	短辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位 : N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	2.560×10 ³	5.709×10 ³	7.314×10 ³	1.372×10 ⁴

1.4 結論

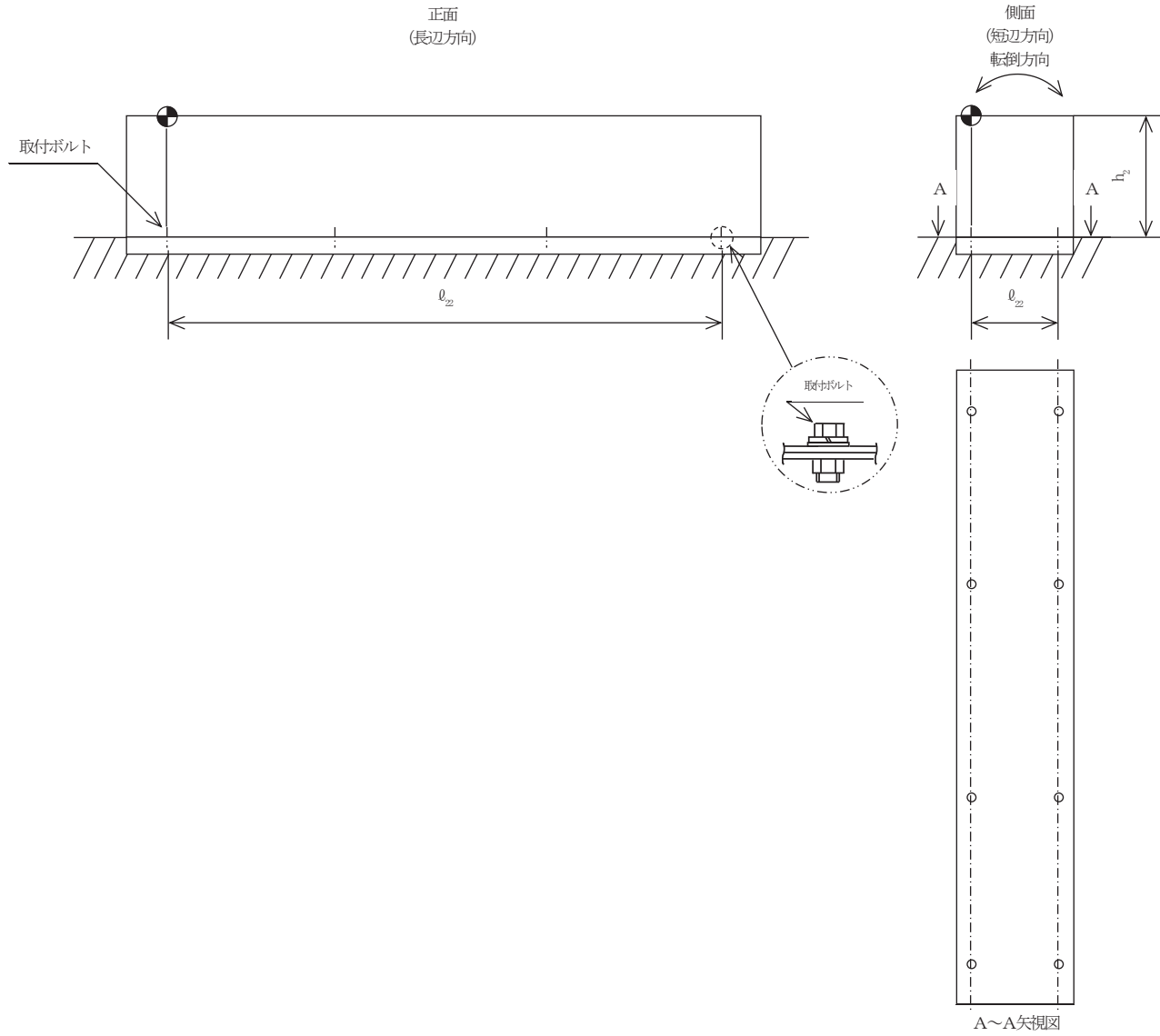
1.4.1 ボルトの応力

(単位 : MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =13	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =29	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =5	f _{sb2} =135	τ _{b2} =9	f _{sb2} =161

注記* : f_{t si} = Min [1.4 · f_{toi} - 1.6 · τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。



【125V 蓄電池 2H の耐震性についての評価結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 蓄電池 2H	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建屋 O.P. 20.90* (O.P. 22.50)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =2.12	C _V =1.56	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	n _{f i} *1
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	8	4 2

部 材	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	—	5.709×10^3	—	1.372×10^4

2.4 結論

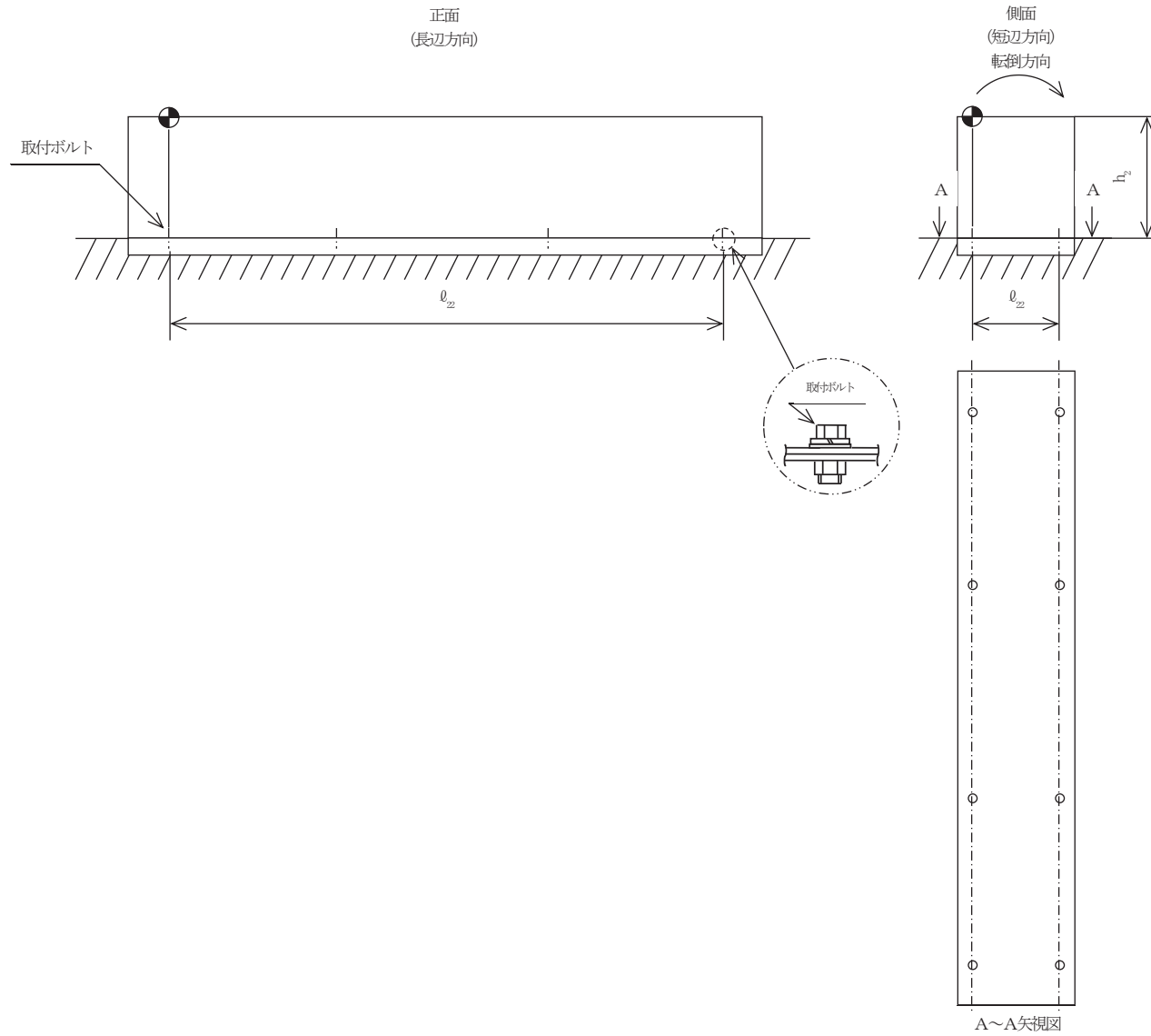
2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=29$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=9$	$f_{sb2}=161$

注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。



VI-2-10-1-3-2-2 125V 代替蓄電池の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、125V 代替蓄電池が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

125V 代替蓄電池は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

125V 代替蓄電池は、以下の表 1-1 に示す蓄電池（架台）から構成される。

なお、125V 代替蓄電池は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の蓄電池（架台）であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 125V 代替蓄電池の構成

系統	蓄電池（架台）名称	個数
125V 代替蓄電池	125V 代替蓄電池	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

125V 代替蓄電池の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図								
基礎・支持構造	主体構造									
<p>125V 代替蓄電池は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取り付ボルトで設置する。チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼製架台に固定された制御弁式据置鉛蓄電池)</p>	<p>【125V 代替蓄電池】</p> <table border="1" data-bbox="1115 1086 1709 1302"> <thead> <tr> <th colspan="2">125V 代替蓄電池</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>	125V 代替蓄電池		たて	mm	横	mm	高さ	mm
125V 代替蓄電池										
たて	mm									
横	mm									
高さ	mm									

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

125V 代替蓄電池の固有周期は以下の通りとする。

水平方向の固有周期は、プラスチックハンマ等により当該装置に振動を与え、固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により固有振動数（共振周波数）を測定する。測定の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。鉛直方向の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
125V 代替蓄電池	水平	
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

125V 代替蓄電池の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

125V 代替蓄電池の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

125V 代替蓄電池の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

125V 代替蓄電池の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	125V 代替蓄電池	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t *	1.5・f _s *
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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: 当該の応力が生じない場合, 規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト (i = 1)	SS400 (40mm < 径)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

125V 代替蓄電池の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

蓄電池は J E A G 4 6 0 1 —1987 において「装置」に分類され、機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって、125V 代替蓄電池の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

125V 代替蓄電池の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため，評価結果は(1)構造強度評価結果による。

【125V 代替蓄電池の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 代替蓄電池	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 O.P. 19.50*		0.05 以下	—	—	C _H =2.28	C _V =1.73	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	8	3
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	12	4
								3

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	—	258	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	8.699×10^3	—	2.437×10^4
取付ボルト ($i=2$)	—	5.363×10^3	—	2.046×10^4

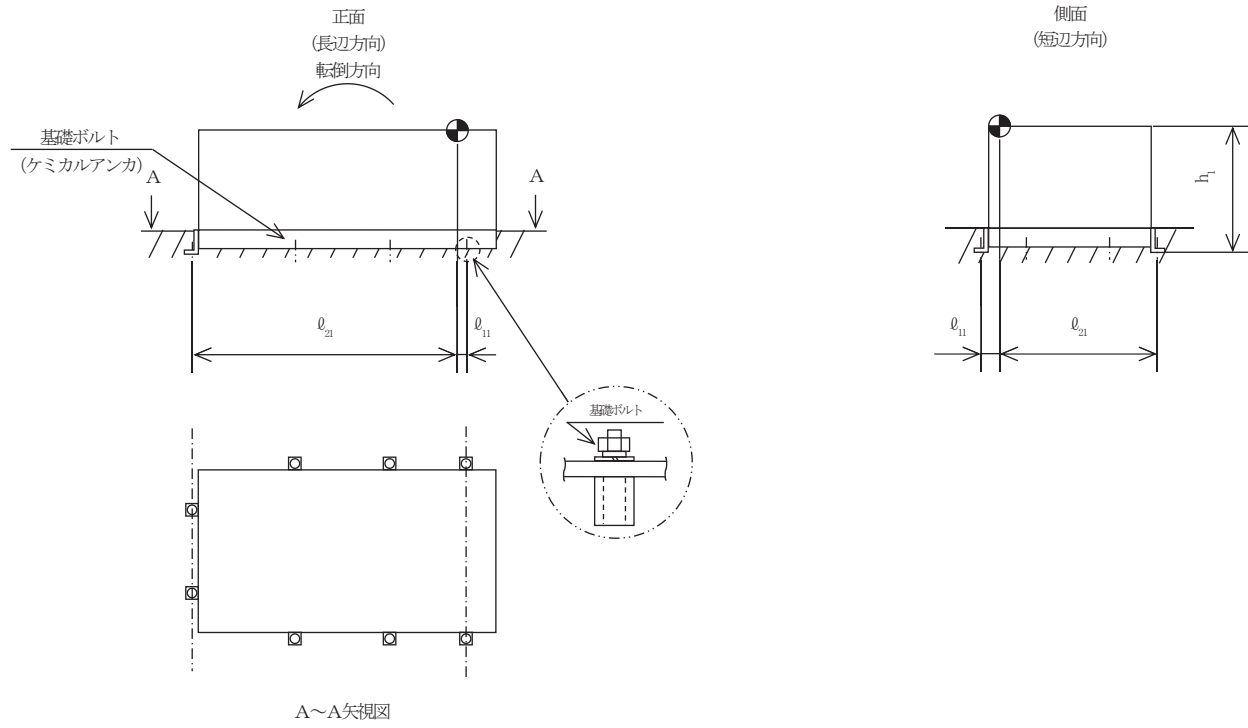
1.4 結論

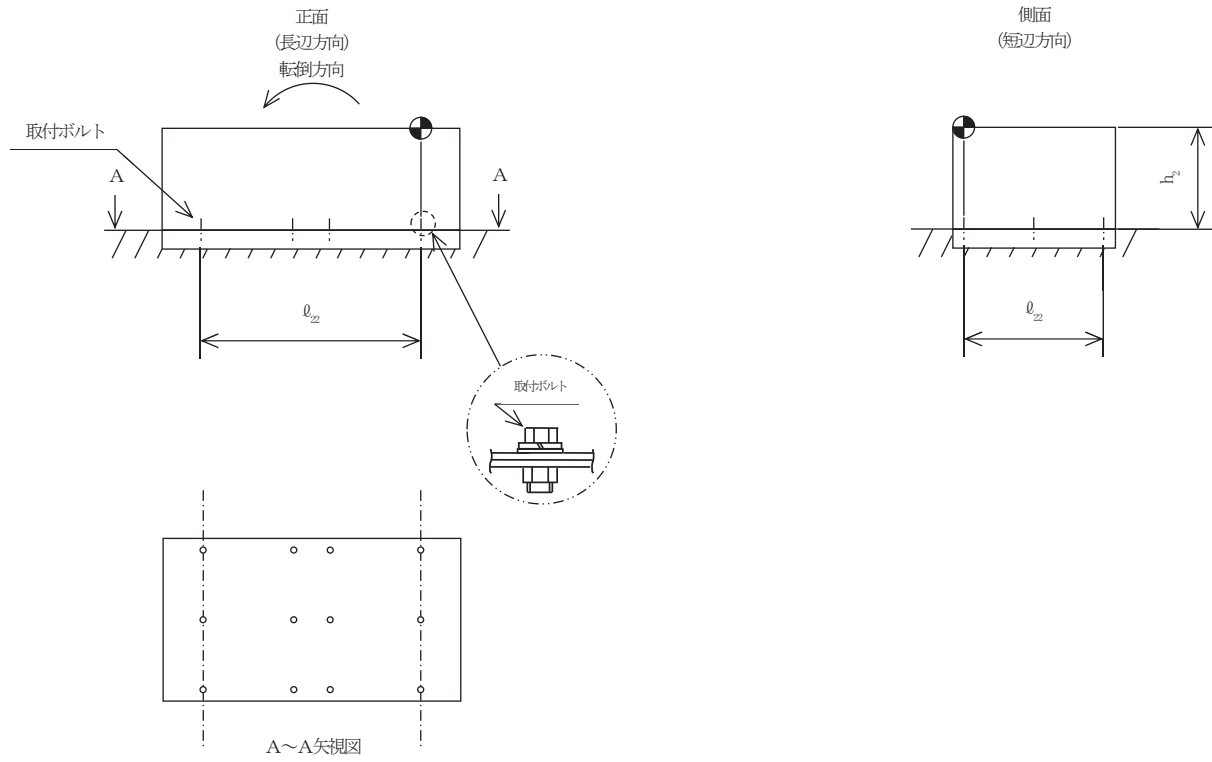
1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=44$	$f_{ts1}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=16$	$f_{sb1}=148$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=27$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=9$	$f_{sb2}=161$

注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出
すべて許容応力以下である。





VI-2-10-1-3-2-3 250V 蓄電池の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、250V 蓄電池が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

250V 蓄電池は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

250V 蓄電池は、以下の表 1-1 に示す蓄電池（架台）から構成される。

なお、250V 蓄電池は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の蓄電池（架台）であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 250V 蓄電池の構成

系統	蓄電池（架台）名称	個数
250V 蓄電池	250V 蓄電池	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

250V 蓄電池の構造計画を表 2-1 及び表 2-2 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図								
基礎・支持構造	主体構造									
250V 蓄電池は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。	直立形 (鋼製架台に固定された制御弁式据置鉛蓄電池)	<p>【250V 蓄電池】</p> <table border="1" style="margin-top: 20px;"> <thead> <tr> <th colspan="2">250V 蓄電池</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>	250V 蓄電池		たて	mm	横	mm	高さ	mm
250V 蓄電池										
たて	mm									
横	mm									
高さ	mm									

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

250V 蓄電池の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
250V 蓄電池	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

250V 蓄電池の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

250V 蓄電池の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

250V 蓄電池の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

250V 蓄電池の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	250V 蓄電池	常設耐震／防止	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t *	1.5・f _s *
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト (i = 1)	SS400 (40mm < 径)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

250V 蓄電池の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

蓄電池は J E A G 4 6 0 1 —1987 において「装置」に分類され、機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって、250V 蓄電池の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

250V蓄電池の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため、評価結果は(1)構造強度評価結果による。

【250V 蓄電池の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
250V 蓄電池	常設耐震/防止	制御建屋 O.P. 1.50*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.35	C _V =0.79	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	10	4
					2			
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	12	4
					3			

10

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	—	258	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	2.231×10^4	—	3.588×10^4
取付ボルト ($i=2$)	—	1.159×10^4	—	3.310×10^4

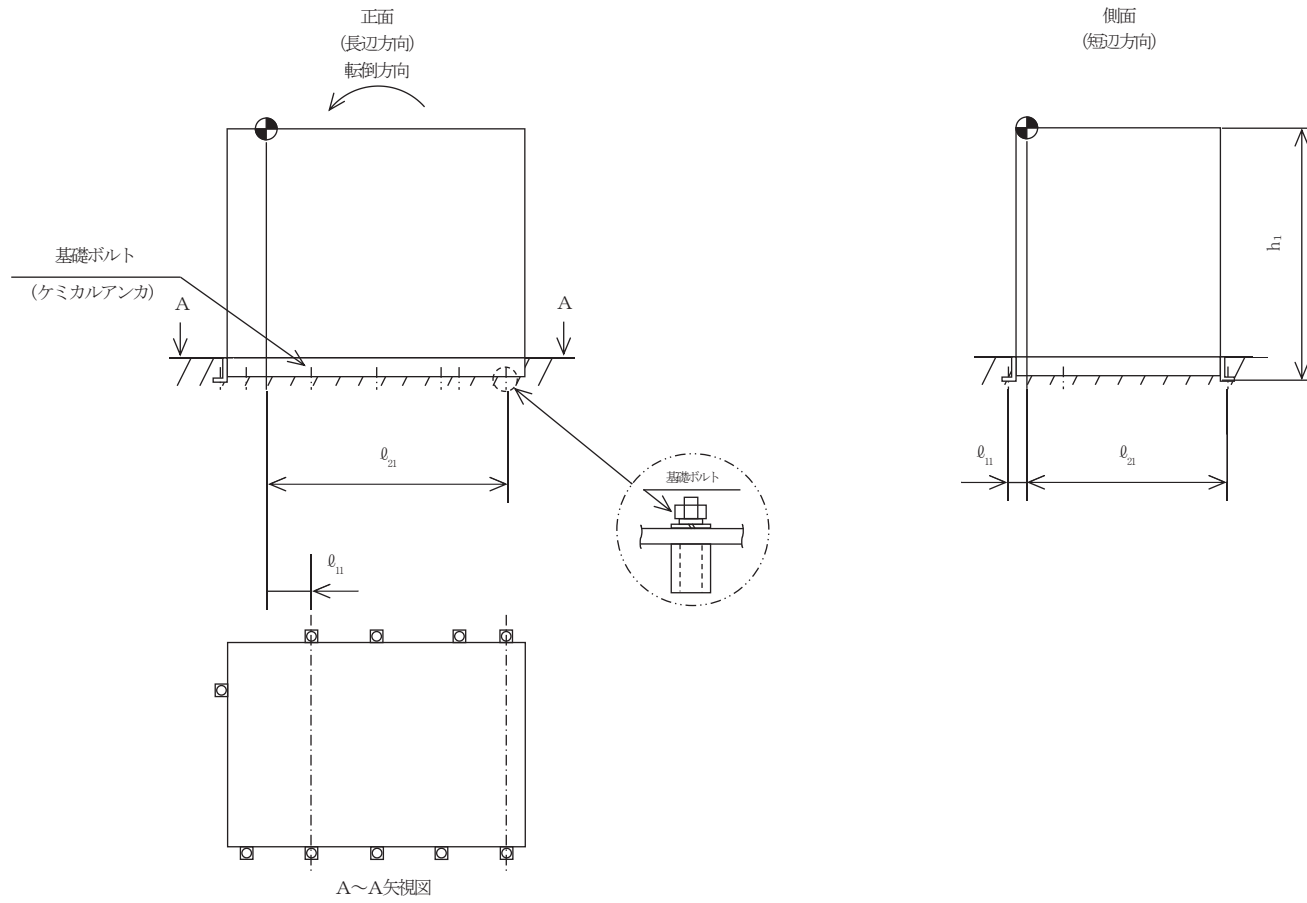
1.4 結論

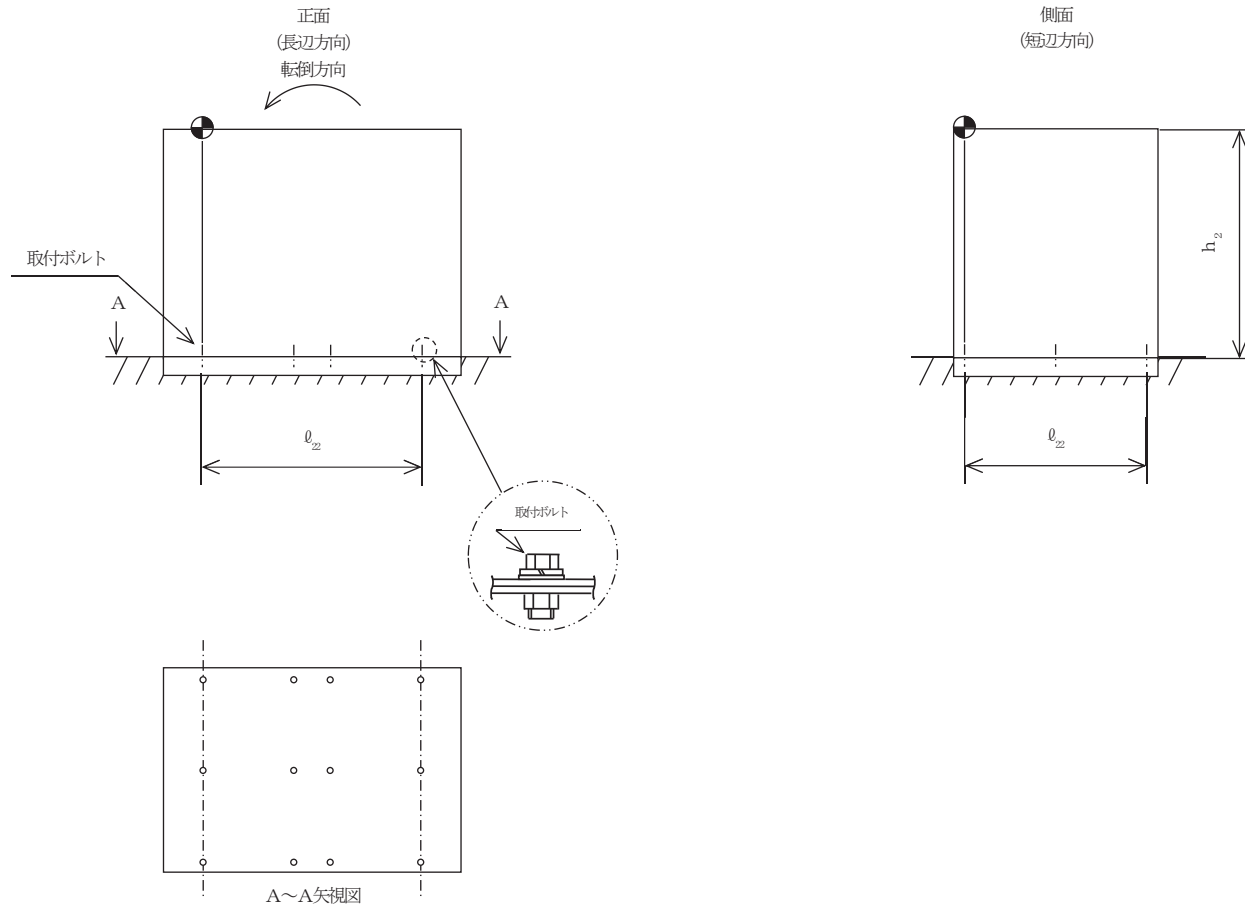
1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=111$	$f_{ts1}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=18$	$f_{sb1}=148$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=58$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=14$	$f_{sb2}=161$

注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出
すべて許容応力以下である。





VI-2-10-1-4 その他の非常用電源設備の耐震性についての計算書

目 次

- VI-2-10-1-4-1 メタルクラッドスイッチギア（非常用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-2 メタルクラッドスイッチギア（高圧炉心スプレイ系用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-3 パワーセンタ（非常用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-4 モータコントロールセンタ（非常用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-5 モータコントロールセンタ（高圧炉心スプレイ系用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-6 動力変圧器（非常用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-7 動力変圧器（高圧炉心スプレイ系用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-8 460V 原子炉建屋交流電源切替盤（非常用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-9 中央制御室 120V 交流分電盤（非常用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-10 ガスタービン発電機接続盤の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-11 メタルクラッドスイッチギア（緊急用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-12 動力変圧器（緊急用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-13 パワーセンタ（緊急用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-14 モータコントロールセンタ（緊急用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-15 ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-16 460V 原子炉建屋交流電源切替盤（緊急用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-17 120V 原子炉建屋交流電源切替盤（緊急用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-18 中央制御室 120V 交流分電盤（緊急用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-19 メタルクラッドスイッチギア（緊急時対策所用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-20 動力変圧器（緊急時対策所用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-21 モータコントロールセンタ（緊急時対策所用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-22 105V 交流電源切替盤（緊急時対策所用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-23 105V 交流分電盤（緊急時対策所用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-24 120V 交流分電盤（緊急時対策所用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-25 210V 交流分電盤（緊急時対策所用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-26 125V 直流主母線盤（緊急時対策所用）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-27 125V 充電器 2A 及び 2B の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-28 125V 直流主母線盤 2A 及び 2B の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-29 125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1 の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-30 125V 直流分電盤 2A-1, 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B-3 の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-31 125V 直流電源切替盤 2A 及び 2B の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-32 125V 直流 RCIC モータコントロールセンタの耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-33 125V 充電器 2H の耐震性についての計算書

- VI-2-10-1-4-34 125V 直流主母線盤 2H の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-35 125V 直流分電盤 2H の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-36 125V 代替充電器の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-37 250V 充電器の耐震性についての計算書
- VI-2-10-1-4-38 250V 直流主母線盤の耐震性についての計算書

VI-2-10-1-4-1 メタルクラッドスイッチギア(非常用)
の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、メタルクラッドスイッチギア（非常用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

メタルクラッドスイッチギア（非常用）は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

メタルクラッドスイッチギア（非常用）は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

なお、メタルクラッドスイッチギア（非常用）は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 メタルクラッドスイッチギア（非常用）の構成

系統	盤名称	個数
メタルクラッドスイッチギア （非常用）	6.9kV メタクラ 6-2C	1
メタルクラッドスイッチギア （非常用）	6.9kV メタクラ 6-2D	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

メタルクラッドスイッチギア（非常用）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
メタルクラッドスイッチギア（非常用）のうち6.9kVメタクラ6-2C及び6.9kVメタクラ6-2Dは、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【メタルクラッドスイッチギア（非常用）】</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>6.9kV メタクラ 6-2C</th> <th>6.9kV メタクラ 6-2D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> </tbody> </table>		6.9kV メタクラ 6-2C	6.9kV メタクラ 6-2D	たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm
	6.9kV メタクラ 6-2C	6.9kV メタクラ 6-2D												
たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												
横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												
高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												

2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

メタルクラッドスイッチギア（非常用）のうち 6.9kV メタクラ 6-2C 及び 6.9kV メタクラ 6-2D の固有周期は以下の通りとする。

水平方向の固有周期は、プラスチックハンマ等により当該装置に振動を与え、固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により固有振動数（共振周波数）を測定する。測定の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。鉛直方向の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
6.9kV メタクラ 6-2C	水平	<input type="text"/>
	鉛直	0.05 以下
6.9kV メタクラ 6-2D	水平	<input type="text"/>
	鉛直	0.05 以下

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

メタルクラッドスイッチギア（非常用）の構造は直立形であるため，構造強度評価は，添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

メタルクラッドスイッチギア（非常用）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-1 に，重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

メタルクラッドスイッチギア（非常用）の許容応力は，添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

メタルクラッドスイッチギア（非常用）の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-4 に，重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-5 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震設計上の 重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	メタルクラッドスイッ チギア（非常用）	S	—*1	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _{AS}
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _{AS}

注記 *1：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	メタルクラッドスイッ チギア（非常用）	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _{AS} (V _{AS} として Ⅳ _{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _{AS} (V _{AS} としてⅣ _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

メタルクラッドスイッチギア（非常用）の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

6.9kV メタクラ 6-2C 及び 6.9kV メタクラ 6-2D の機能確認済加速度には、同形式の器具の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した器具の加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
6.9kV メタクラ 6-2C	水平	
	鉛直	
6.9kV メタクラ 6-2D	水平	
	鉛直	

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

メタルクラッドスイッチギア（非常用）の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

メタルクラッドスイッチギア（非常用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【6.9kV メタクラ 6-2C の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
6.9kV メタクラ 6-2C	S	原子炉建屋 O.P. 6.00*		0.05 以下	C _H =0.72	C _V =0.63	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	110	20
								5

部 材	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	短辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	9.607×10 ³	2.448×10 ⁴	1.938×10 ⁵	4.226×10 ⁵

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =31	f _{t s2} =176*	σ _{b2} =78	f _{t s2} =210*
		せん断	τ _{b2} =6	f _{s b2} =135	τ _{b2} =13	f _{s b2} =161

注記*：f_{t si}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

二 すべて許容応力以下である。

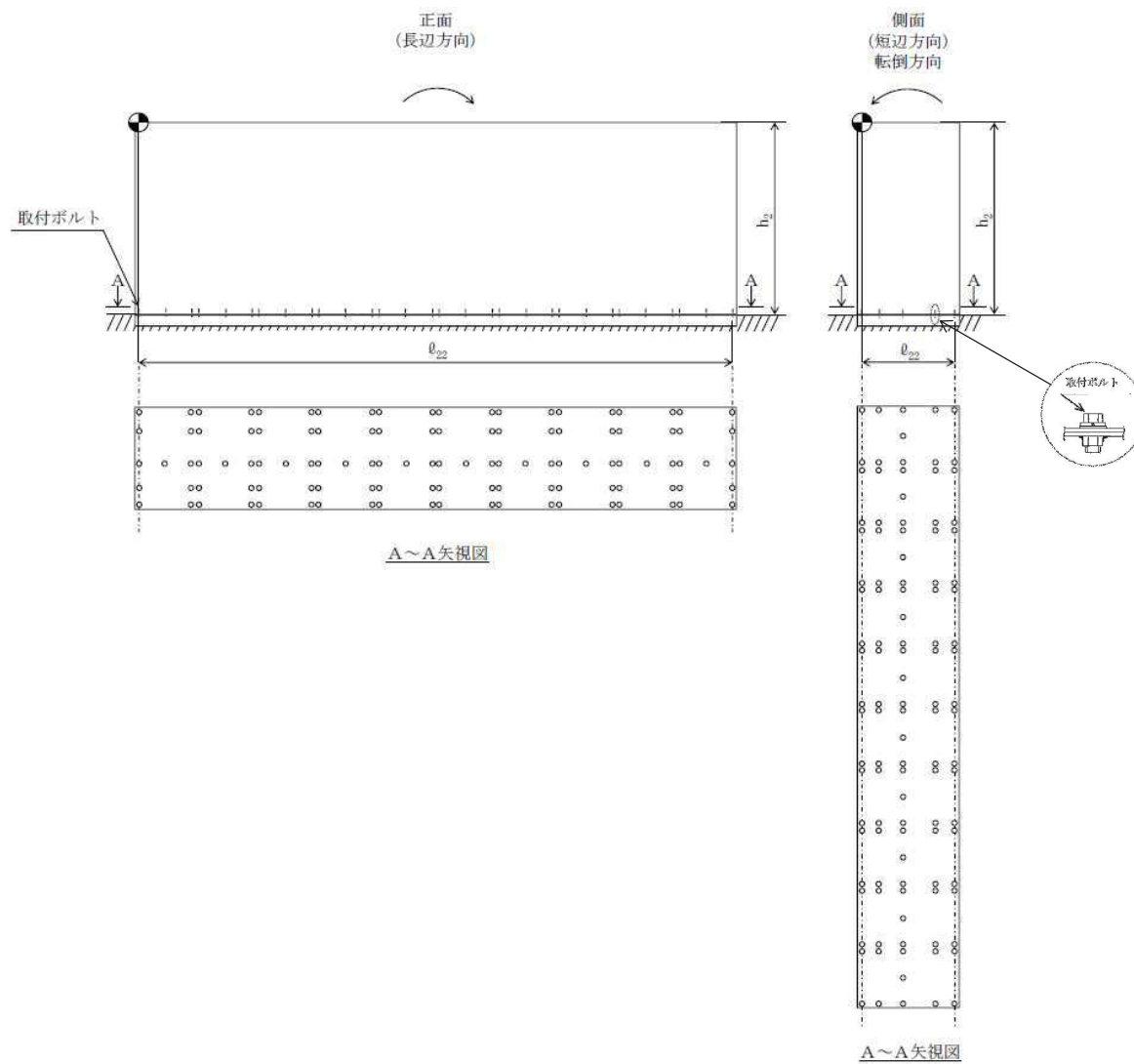
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
6.9kV メタクラ 6-2C	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【6.9kV メタクラ 6-2C の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
6.9kV メタクラ 6-2C	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P.6.00*		0.05 以下	—	—	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b<i>i</i>} (mm ²)	n _i	n _{f<i>i</i>} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	110	20 5

部 材	S _{y<i>i</i>} (MPa)	S _{u<i>i</i>} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	2.448×10 ⁴	—	4.226×10 ⁵

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =78	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =13	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

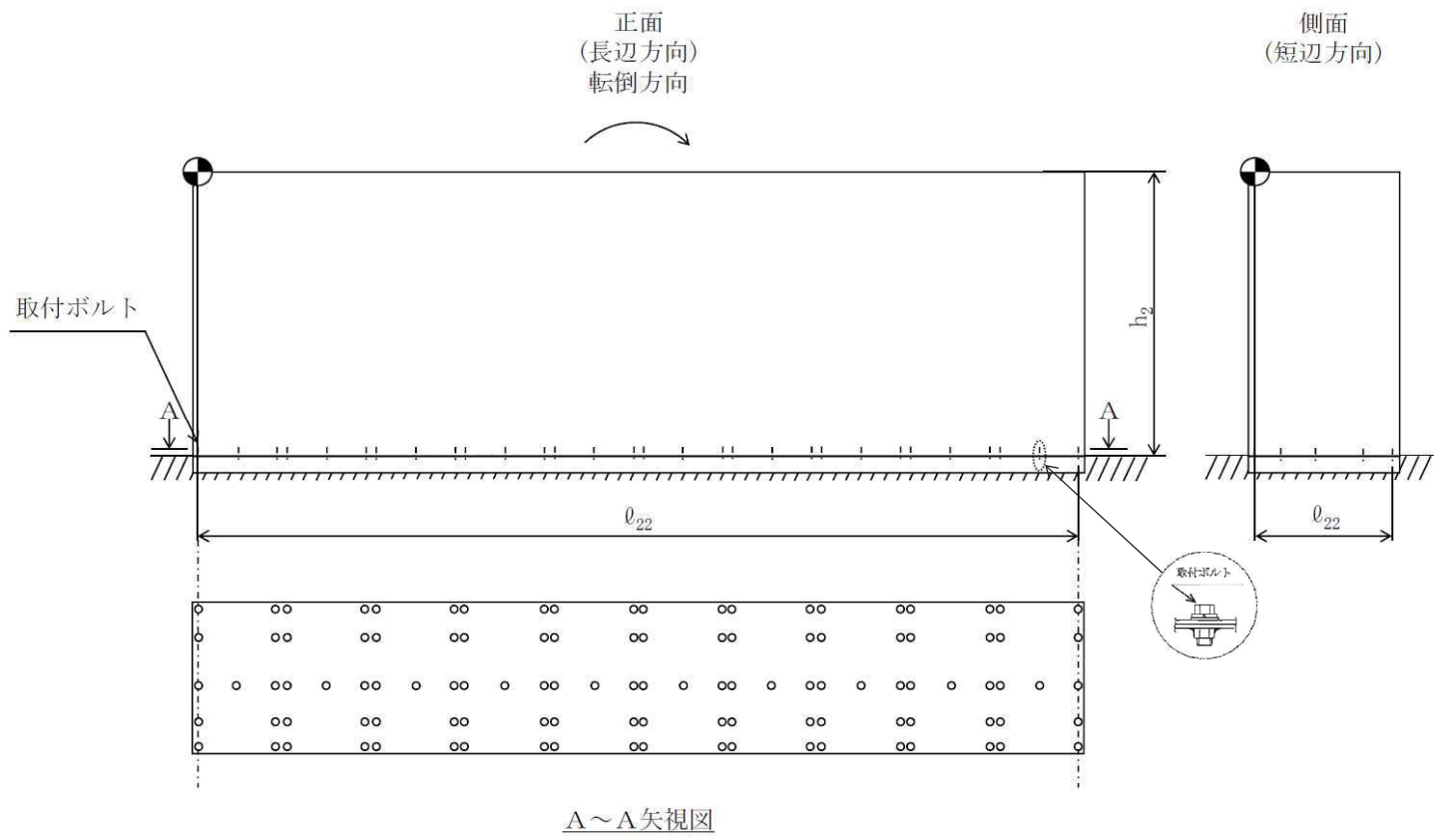
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
6.9kV メタクラ 6-2C	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【6.9kV メタクラ 6-2D の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
6.9kV メタクラ 6-2D	S	原子炉建屋 O.P. 6.00*		0.05 以下	C _H =0.72	C _V =0.63	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	121	22
								5

部 材	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	短辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	9.625×10 ³	2.499×10 ⁴	2.136×10 ⁵	4.657×10 ⁵

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =31	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =80	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =6	f _{sb2} =135	τ _{b2} =13	f _{sb2} =161

注記*：f_{t si}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

17

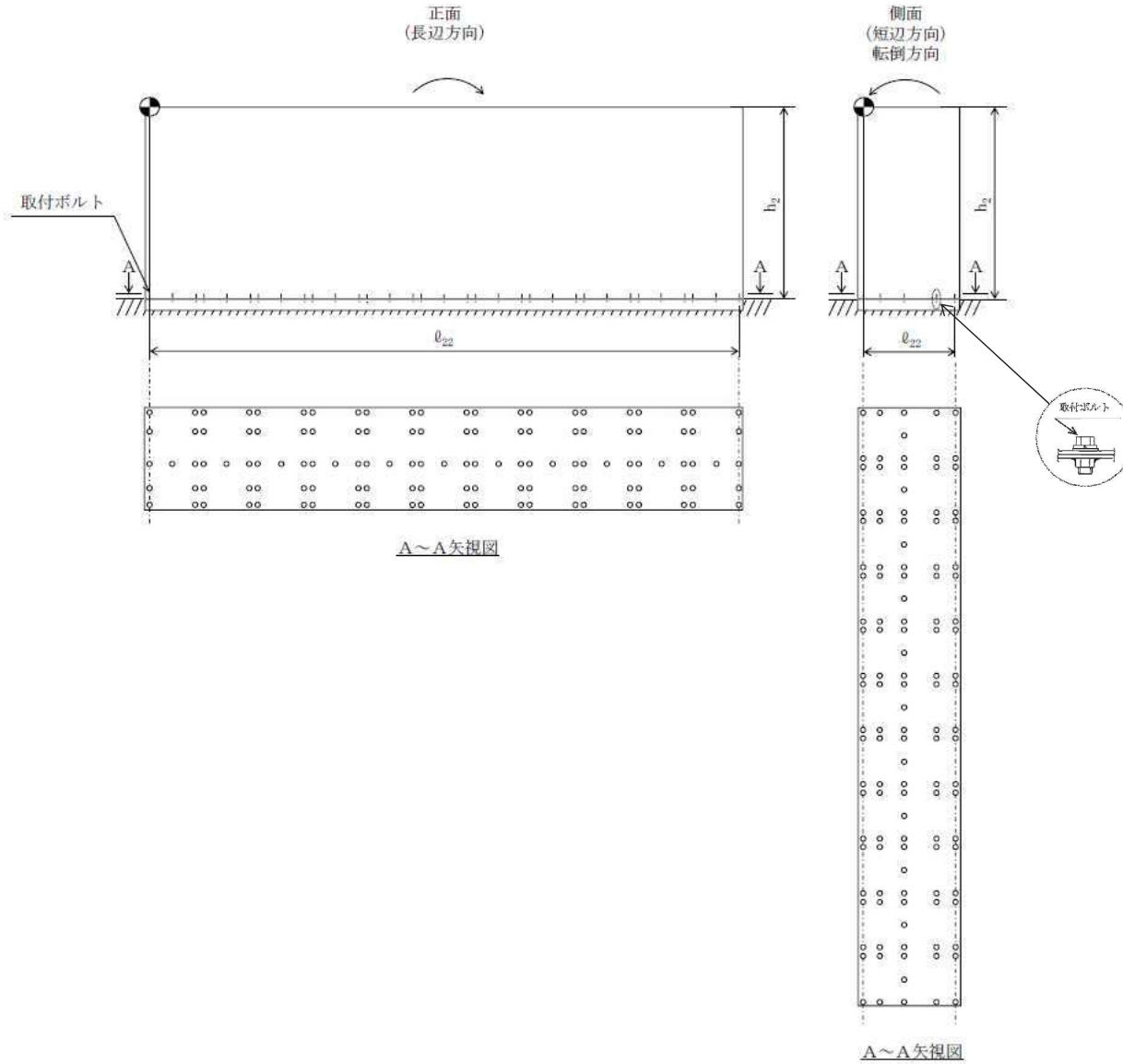
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
6.9kV メタクラ 6-2D	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【6.9kV メタクラ 6-2D の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
6.9kV メタクラ 6-2D	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P.6.00*		0.05 以下	—	—	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	121	22 5

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	2.499×10^4	—	4.657×10^5

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=80$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=13$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

20

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

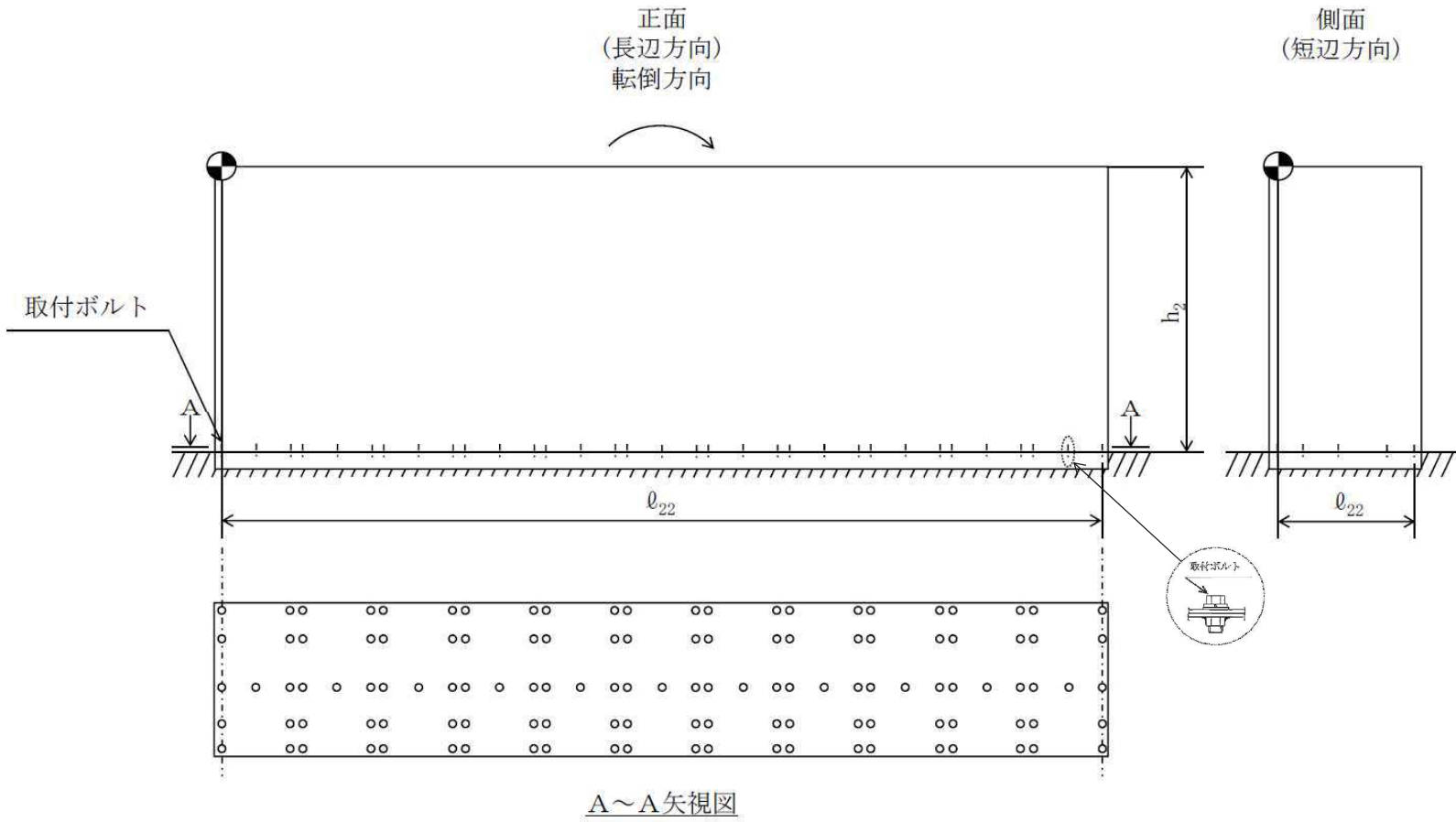
($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
6.9kV メタクラ 6-2D	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



VI-2-10-1-4-2 メタルクラッドスイッチギア（高圧炉心スプレイ系用）
の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、メタルクラッドスイッチギア（高圧炉心スプレイ系用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

メタルクラッドスイッチギア（高圧炉心スプレイ系用）は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

メタルクラッドスイッチギア（高圧炉心スプレイ系用）は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。

なお、メタルクラッドスイッチギア（高圧炉心スプレイ系用）は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 メタルクラッドスイッチギア（高圧炉心スプレイ系用）の構成

系統	盤名称	個数
メタルクラッドスイッチギア （高圧炉心スプレイ系用）	6.9kV メタクラ 6-2H	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

メタルクラッドスイッチギア(高圧炉心スプレイ系用)の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
メタルクラッドスイッチギア（高圧炉心スプレイ系用）は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）	<p>【メタルクラッドスイッチギア（高圧炉心スプレイ系用）】</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">6.9kV メタクラ 6-2H</td> </tr> <tr> <td>たて</td> <td style="text-align: center;">[]</td> <td style="text-align: right;">mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td style="text-align: center;">[]</td> <td style="text-align: right;">mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td style="text-align: center;">[]</td> <td style="text-align: right;">mm</td> </tr> </table>		6.9kV メタクラ 6-2H		たて	[]	mm	横	[]	mm	高さ	[]	mm
	6.9kV メタクラ 6-2H													
たて	[]	mm												
横	[]	mm												
高さ	[]	mm												

2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

メタルクラッドスイッチギア（高圧炉心スプレイ系用）の固有周期は，構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から，固有周期は 0.05 秒以下であり，剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
6.9kV メタクラ 6-2H	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

メタルクラッドスイッチギア(高圧炉心スプレイ系用)の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

メタルクラッドスイッチギア(高圧炉心スプレイ系用)の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

メタルクラッドスイッチギア(高圧炉心スプレイ系用)の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

メタルクラッドスイッチギア(高圧炉心スプレイ系用)の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-5 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震設計上の重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	メタルクラッドスイッチギア（高圧炉心スプレイ系用）	S	—*1	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記 *1：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	メタルクラッドスイッチギア（高圧炉心スプレイ系用）	常設／防止（DB 拡張）	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S （V _A S としてⅣ _A S の許容限界を用いる。）

注記 *1：「常設／防止（DB 拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界* ¹ , * ² (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _{AS} (V _{AS} としてⅣ _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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: 当該の応力が生じない場合, 規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

メタルクラッドスイッチギア（高圧炉心スプレイ系用）の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

メタルクラッドスイッチギア（高圧炉心スプレイ系用）の機能確認済加速度には、同形式の器具の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した器具の加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

評価部位	方向	機能確認済加速度
6.9kV メタクラ 6-2H	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

メタルクラッドスイッチギア（高圧炉心スプレイ系用）の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

メタルクラッドスイッチギア（高圧炉心スプレイ系用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【メタルクラッドスイッチギア(高圧炉心スプレイ系用)の耐震性についての評価結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
6.9kV メタクラ 6-2H	S	原子炉建屋 O.P. 6.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.72	C _V =0.63	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	44	8
								5

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	短辺方向	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	9.494×10 ³	2.190×10 ⁴	7.661×10 ⁴	1.671×10 ⁵

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =31	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =70	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =6	f _{sb2} =135	τ _{b2} =12	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

11

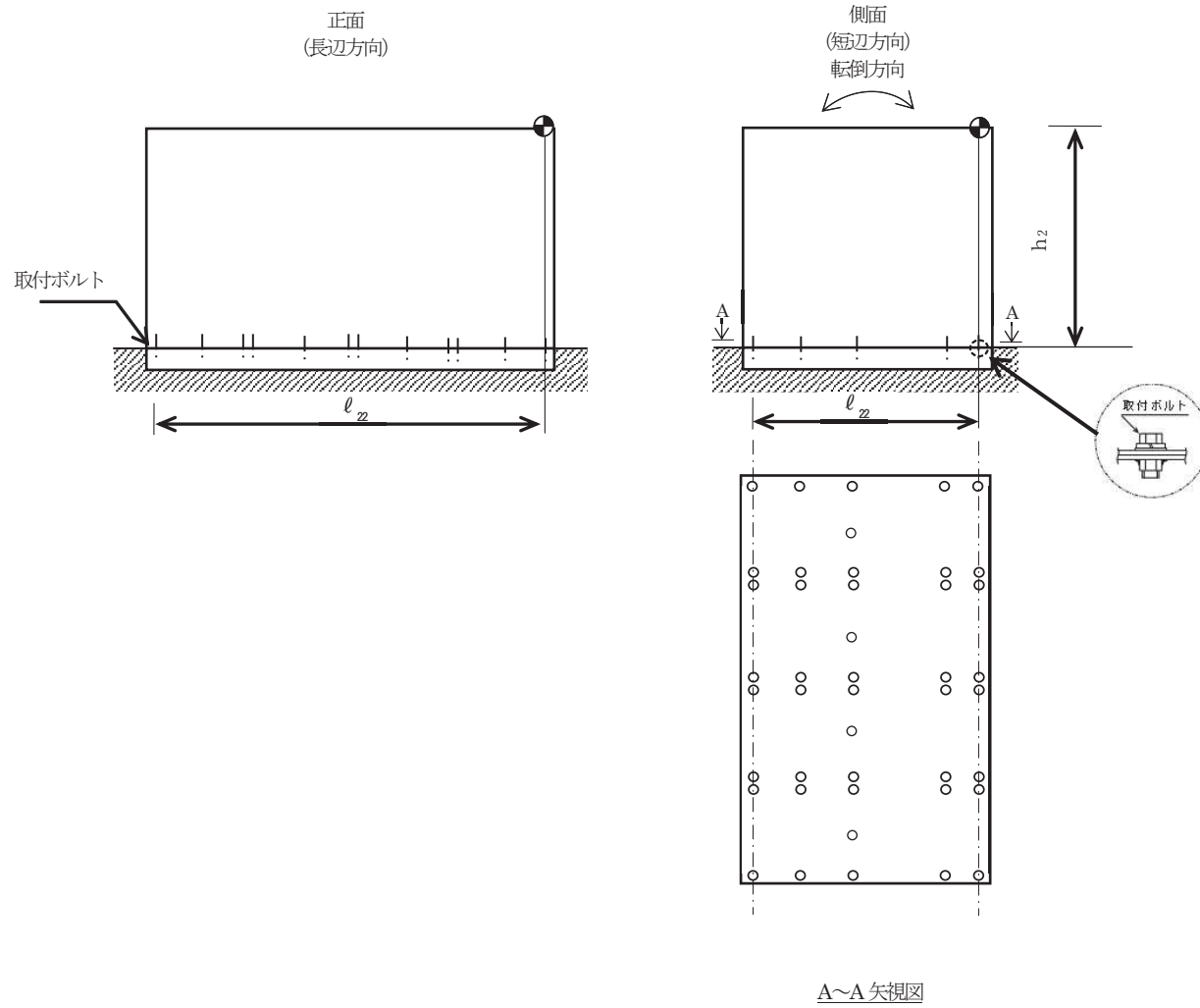
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
6.9kV メタクラ 6-2H	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【メタルクラッドスイッチギア（高圧炉心スプレイ系用）の耐震性についての評価結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
6.9kV メタクラ 6-2H	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建屋 O.P. 6.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	44	8
								5

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	2.190×10^4	—	1.671×10^5

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=70$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=12$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

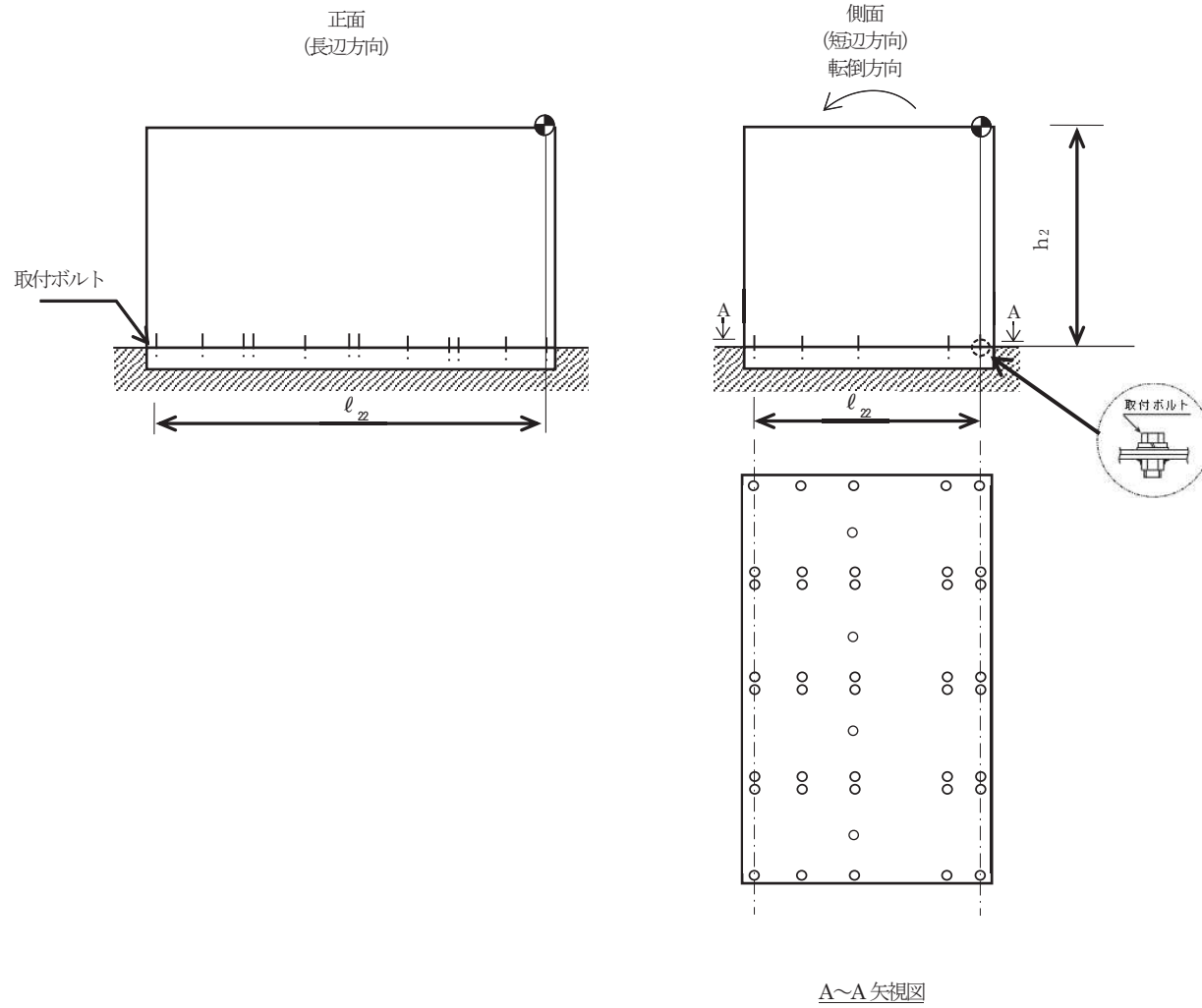
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
6.9kV メタクラ 6-2H	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-3 パワーセンタ（非常用）の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、パワーセンタ（非常用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

パワーセンタ（非常用）は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

パワーセンタ（非常用）は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

なお、パワーセンタ（非常用）は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 パワーセンタ（非常用）の構成

系統	盤名称	個数
パワーセンタ（非常用）	460V パワーセンタ 4-2C	1
パワーセンタ（非常用）	460V パワーセンタ 4-2D	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

パワーセンタ（非常用）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>パワーセンタ（非常用）のうち 460V パワーセンタ 4-2C 及び 460V パワーセンタ 4-2D は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。</p>	<p>直立形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）</p>	<p>【パワーセンタ（非常用）】</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>460V パワーセンタ 4-2C</th> <th>460V パワーセンタ 4-2D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> </tbody> </table>		460V パワーセンタ 4-2C	460V パワーセンタ 4-2D	たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm
	460V パワーセンタ 4-2C	460V パワーセンタ 4-2D												
たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												
横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												
高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												

2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

パワーセンタ(非常用)のうち 460V パワーセンタ 4-2C の固有周期は以下の通りとする。

水平方向の固有周期は、プラスチックハンマ等により当該装置に振動を与え、固有振動数測定装置(圧電式加速度ピックアップ, 振動計, 分析器)により固有振動数(共振周波数)を測定する。測定の結果, 固有周期は 0.05 秒以下であり, 剛であることを確認した。鉛直方向の固有周期は, 構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から, 固有周期は 0.05 秒以下であり, 剛とする。

460V パワーセンタ 4-2D は, 構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から, 固有周期は 0.05 秒以下であり, 剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
460V パワーセンタ 4-2C	水平	□
	鉛直	0.05 以下
460V パワーセンタ 4-2D	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

パワーセンタ（非常用）の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

パワーセンタ（非常用）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

パワーセンタ（非常用）の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

パワーセンタ（非常用）の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-5 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震設計上の重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	パワーセンタ (非常用)	S	—*1	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記 *1：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	パワーセンタ (非常用)	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界* ¹ , * ² (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _{AS} (V _{AS} としてⅣ _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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: 当該の応力が生じない場合, 規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

パワーセンタ（非常用）の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

パワーセンタ（非常用）の電氣的機能維持を確認した機能確認済加速度と設置場所の最大応答加速度を比較し、設置場所の最大応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認することで実施する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
460V パワーセンタ 4-2C	水平	[Redacted]
	鉛直	
460V パワーセンタ 4-2D	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

パワーセンタ（非常用）の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

パワーセンタ（非常用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【パワーセンタ（非常用）の耐震性についての評価結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V パワーセンタ 4-2C	S	原子炉建屋 O.P. 6.00*		0.05 以下	C _H =0.72	C _V =0.63	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	90	27 4

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	8.540×10 ³	2.182×10 ⁴	1.025×10 ⁵	2.235×10 ⁵

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =28	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =70	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =4	f _{sb2} =135	τ _{b2} =8	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

11

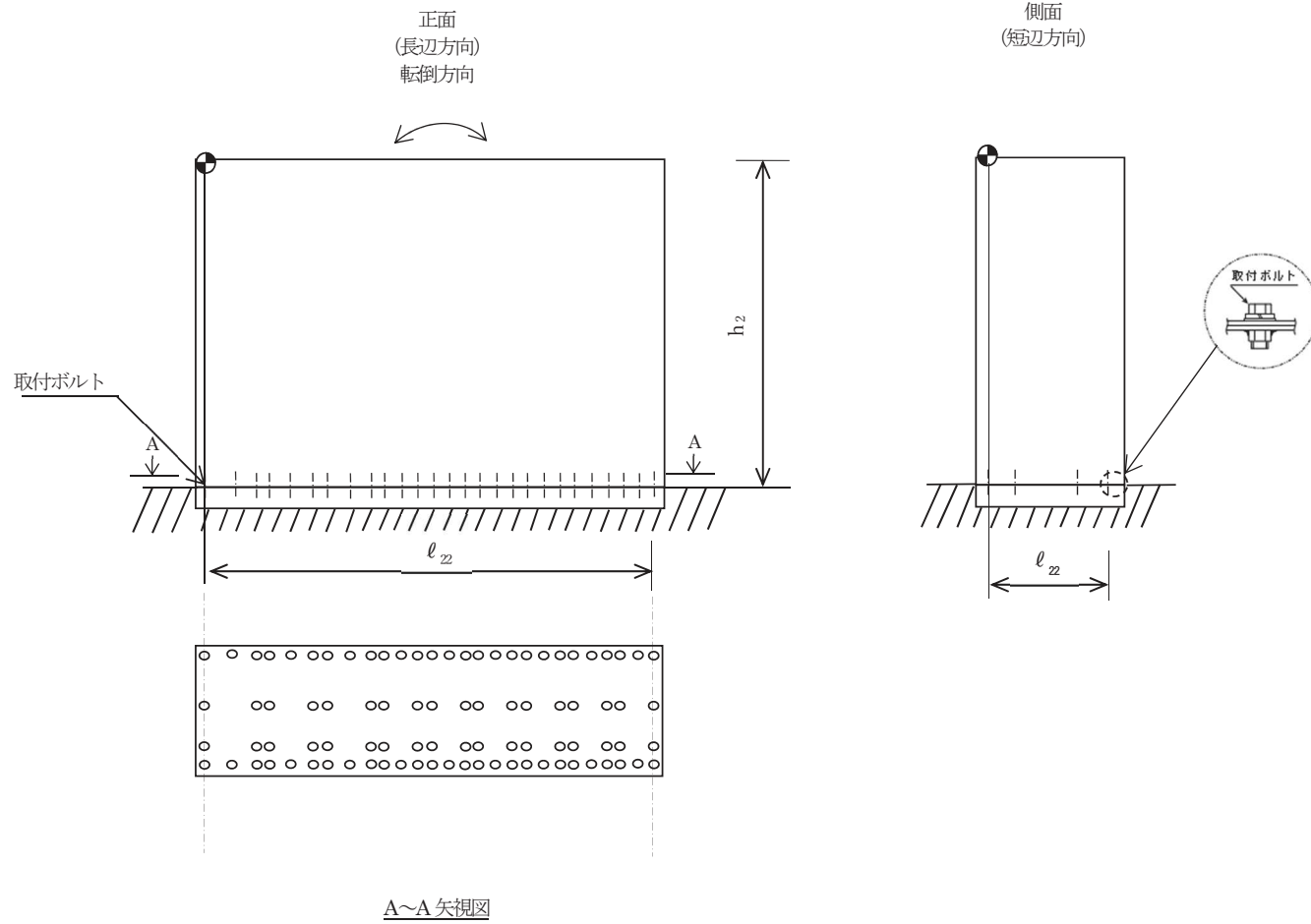
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V パワーセンタ 4-2C	水平方向	1.31	□
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【パワーセンタ（非常用）の耐震性についての評価結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V パワーセンタ 4-2C	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 6.00*		0.05 以下	—	—	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b<i>i</i>} (mm ²)	n _i	n _{f<i>i</i>} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	90	27 4

部 材	S _{y<i>i</i>} (MPa)	S _{u<i>i</i>} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	2.182×10^4	—	2.235×10^5

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=70$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

14

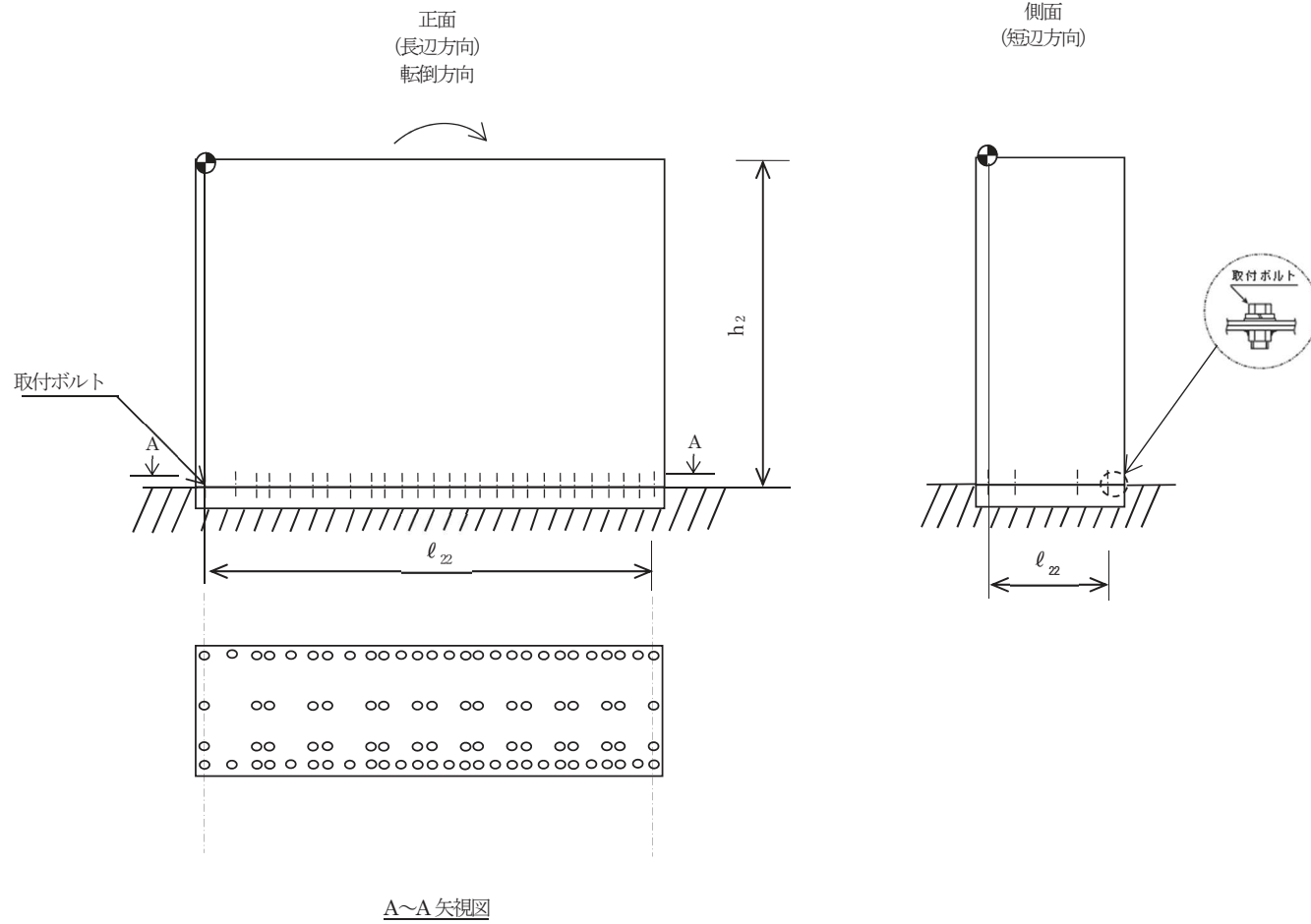
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V パワーセンタ 4-2C	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【パワーセンタ（非常用）の耐震性についての評価結果】

3. 設計基準対象施設

3.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V パワーセンタ 4-2D	S	原子炉建屋 O.P. 6.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.72	C _V =0.63	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

3.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	90	27
								4

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

3.3 計算数値

3.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	8.540×10 ³	2.182×10 ⁴	1.025×10 ⁵	2.235×10 ⁵

3.4 結論

3.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =28	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =70	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =4	f _{sb2} =135	τ _{b2} =8	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

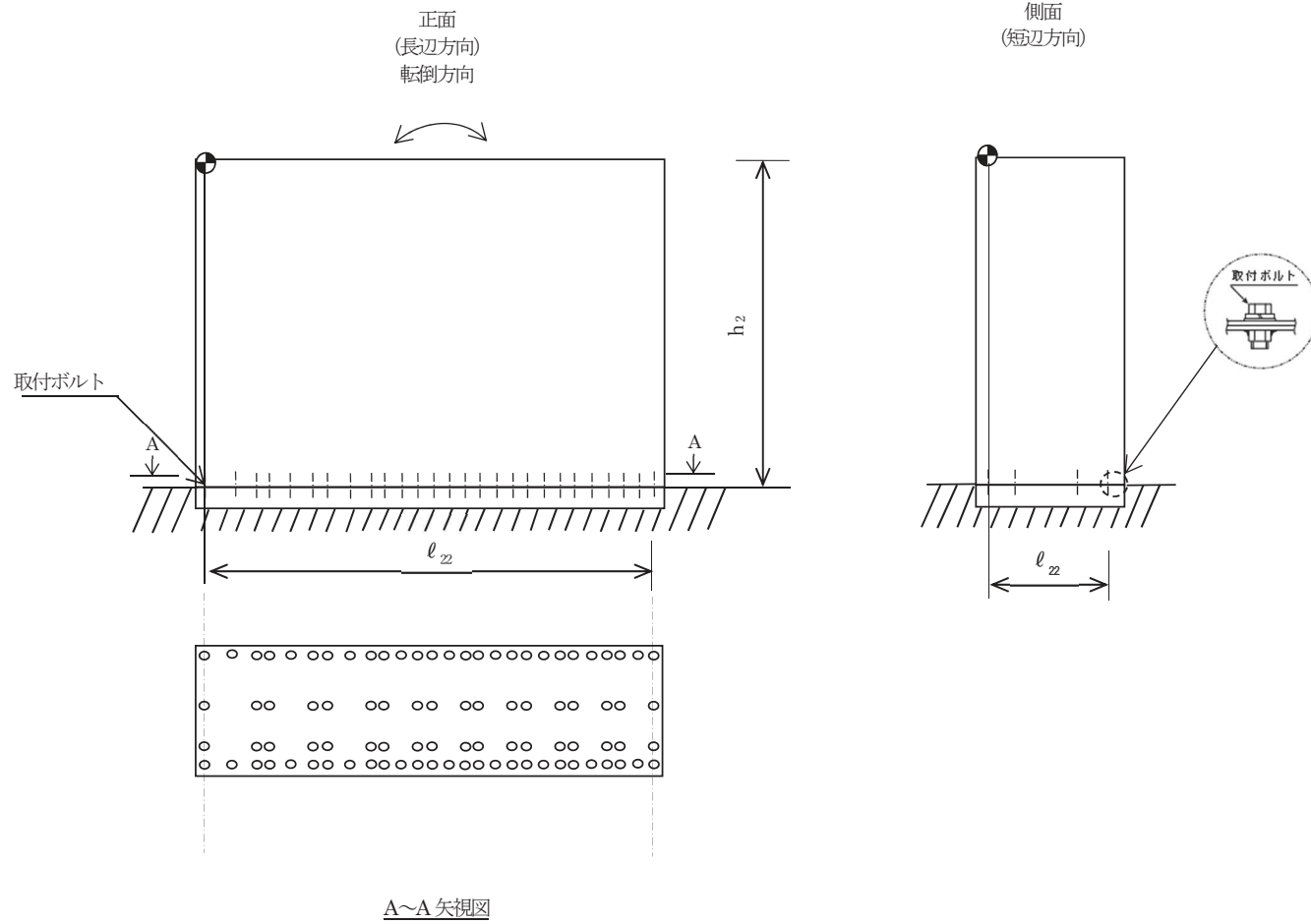
3.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V パワーセンタ 4-2D	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【パワーセンタ（非常用）の耐震性についての評価結果】

4. 重大事故等対処設備

4.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V パワーセンタ 4-2D	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 6.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

4.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	90	27 4

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

4.3 計算数値

4.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	2.182×10 ⁴	—	2.235×10 ⁵

4.4 結論

4.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =70	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =8	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}−1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

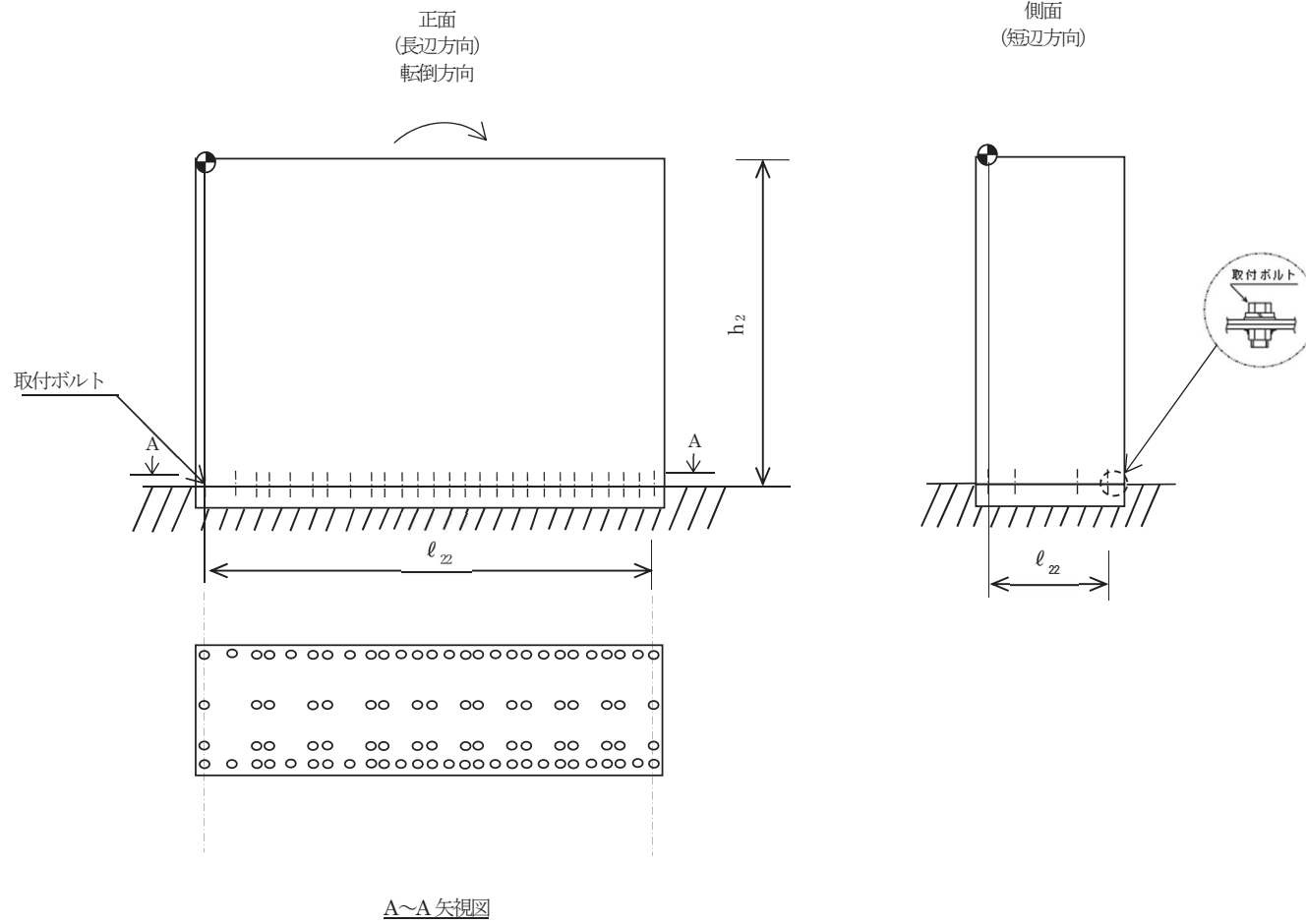
4.4.2 電気的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V パワーセンタ 4-2D	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-4 モータコントロールセンタ（非常用）
の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	10
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	10
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	10

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、モータコントロールセンタ（非常用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

モータコントロールセンタ（非常用）は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

モータコントロールセンタ（非常用）は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

なお、モータコントロールセンタ（非常用）は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 モータコントロールセンタ（非常用）の構成

系統	盤名称	個数
モータコントロールセンタ（非常用）	460V 原子炉建屋 MCC 2C-1	1
モータコントロールセンタ（非常用）	460V 原子炉建屋 MCC 2C-2	1
モータコントロールセンタ（非常用）	460V 原子炉建屋 MCC 2C-3	1
モータコントロールセンタ（非常用）	460V 原子炉建屋 MCC 2C-4	1
モータコントロールセンタ（非常用）	460V 原子炉建屋 MCC 2C-5	1
モータコントロールセンタ（非常用）	460V 原子炉建屋 MCC 2D-1	1
モータコントロールセンタ（非常用）	460V 原子炉建屋 MCC 2D-2	1
モータコントロールセンタ（非常用）	460V 原子炉建屋 MCC 2D-3	1
モータコントロールセンタ（非常用）	460V 原子炉建屋 MCC 2D-4	1
モータコントロールセンタ（非常用）	460V 原子炉建屋 MCC 2D-5	1
モータコントロールセンタ（非常用）	460V 制御建屋 MCC 2C-1	1
モータコントロールセンタ（非常用）	460V 制御建屋 MCC 2C-2	1
モータコントロールセンタ（非常用）	460V 制御建屋 MCC 2D-1	1
モータコントロールセンタ（非常用）	460V 制御建屋 MCC 2D-2	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

モータコントロールセンタ（非常用）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図																									
基礎・支持構造	主体構造																										
<p>モータコントロールセンタ（非常用）は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。</p>	<p>直立形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）</p>	<p>【モータコントロールセンタ（非常用）】</p>																									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>460V 原子炉建屋 MCC 2C-1</th> <th>460V 原子炉建屋 MCC 2C-2</th> <th>460V 原子炉建屋 MCC 2C-3</th> <th>460V 原子炉建屋 MCC 2C-4</th> <th>460V 原子炉建屋 MCC 2C-5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> </tbody> </table>		460V 原子炉建屋 MCC 2C-1	460V 原子炉建屋 MCC 2C-2	460V 原子炉建屋 MCC 2C-3	460V 原子炉建屋 MCC 2C-4	460V 原子炉建屋 MCC 2C-5	たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	
	460V 原子炉建屋 MCC 2C-1	460V 原子炉建屋 MCC 2C-2	460V 原子炉建屋 MCC 2C-3	460V 原子炉建屋 MCC 2C-4	460V 原子炉建屋 MCC 2C-5																						
たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																						
横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																						
高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																						
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>460V 原子炉建屋 MCC 2D-1</th> <th>460V 原子炉建屋 MCC 2D-2</th> <th>460V 原子炉建屋 MCC 2D-3</th> <th>460V 原子炉建屋 MCC 2D-4</th> <th>460V 原子炉建屋 MCC 2D-5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> </tbody> </table>		460V 原子炉建屋 MCC 2D-1	460V 原子炉建屋 MCC 2D-2	460V 原子炉建屋 MCC 2D-3	460V 原子炉建屋 MCC 2D-4	460V 原子炉建屋 MCC 2D-5	たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	
	460V 原子炉建屋 MCC 2D-1	460V 原子炉建屋 MCC 2D-2	460V 原子炉建屋 MCC 2D-3	460V 原子炉建屋 MCC 2D-4	460V 原子炉建屋 MCC 2D-5																						
たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																						
横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																						
高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																						
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>460V 制御建屋 MCC 2C-1</th> <th>460V 制御建屋 MCC 2C-2</th> <th>460V 制御建屋 MCC 2D-1</th> <th>460V 制御建屋 MCC 2D-2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> </tbody> </table>		460V 制御建屋 MCC 2C-1	460V 制御建屋 MCC 2C-2	460V 制御建屋 MCC 2D-1	460V 制御建屋 MCC 2D-2	たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm					
	460V 制御建屋 MCC 2C-1	460V 制御建屋 MCC 2C-2	460V 制御建屋 MCC 2D-1	460V 制御建屋 MCC 2D-2																							
たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																							
横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																							
高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																							

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

モータコントロールセンタ（非常用）のうち 460V 原子炉建屋 MCC 2C-3, 460V 原子炉建屋 MCC 2D-1, 460V 原子炉建屋 MCC 2D-3 及び 460V 制御建屋 MCC 2D-1 の固有周期は以下の通りとする。

水平方向の固有周期は、プラスチックハンマ等により当該装置に振動を与え、固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により固有振動数（共振周波数）を測定する。測定の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。鉛直方向の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

上記以外のモータコントロールセンタ（非常用）の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
460V 原子炉建屋 MCC 2C-3	水平	<input type="text"/>
	鉛直	0.05 以下
460V 原子炉建屋 MCC 2D-1	水平	<input type="text"/>
	鉛直	0.05 以下
460V 原子炉建屋 MCC 2D-3	水平	<input type="text"/>
	鉛直	0.05 以下
460V 制御建屋 MCC 2D-1	水平	<input type="text"/>
	鉛直	0.05 以下
上記以外のモータコントロールセンタ（非常用）	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

モータコントロールセンタ（非常用）の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

モータコントロールセンタ（非常用）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

モータコントロールセンタ（非常用）の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

モータコントロールセンタ（非常用）の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-5 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震設計上の 重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	モータコントロール センタ（非常用）	S	—*1	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _{AS}
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _{AS}

注記 *1：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	モータコントロール センタ（非常用）	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _{AS} (V _{AS} として Ⅳ _{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _{AS} (V _{AS} としてⅣ _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

モータコントロールセンタ（非常用）の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

モータコントロールセンタ（非常用）の電氣的機能維持を確認した機能確認済加速度と設置場所の最大応答加速度を比較し、設置場所の最大応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認することで実施する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (1/2) (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2C-1	水平	
	鉛直	
460V 原子炉建屋 MCC 2C-2	水平	
	鉛直	
460V 原子炉建屋 MCC 2C-3	水平	
	鉛直	
460V 原子炉建屋 MCC 2C-4	水平	
	鉛直	
460V 原子炉建屋 MCC 2C-5	水平	
	鉛直	
460V 原子炉建屋 MCC 2D-1	水平	
	鉛直	
460V 原子炉建屋 MCC 2D-2	水平	
	鉛直	
460V 原子炉建屋 MCC 2D-3	水平	
	鉛直	
460V 原子炉建屋 MCC 2D-4	水平	
	鉛直	
460V 原子炉建屋 MCC 2D-5	水平	
	鉛直	

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-1 機能確認済加速度 (2/2)

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

評価部位	方向	機能確認済加速度	
460V 制御建屋 MCC 2C-1	水平		
	鉛直		
460V 制御建屋 MCC 2C-2	水平		
	鉛直		
460V 制御建屋 MCC 2D-1	水平		
	鉛直		
460V 制御建屋 MCC 2D-2	水平		
	鉛直		

O 2 ③ VI-2-10-1-4-4 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

モータコントロールセンタ（非常用）の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

モータコントロールセンタ（非常用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【460V 原子炉建屋 MCC 2C-1 の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 MCC 2C-1	S	原子炉建屋 O.P. 6.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.72	C _V =0.63	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b<i>i</i>} (mm ²)	n _i	n _{f<i>i</i>} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	110	33 2

部 材	S _{y<i>i</i>} (MPa)	S _{u<i>i</i>} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	短辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	6.754×10 ³	1.736×10 ⁴	4.272×10 ⁴	9.315×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =22	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =56	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =3	f _{sb2} =161

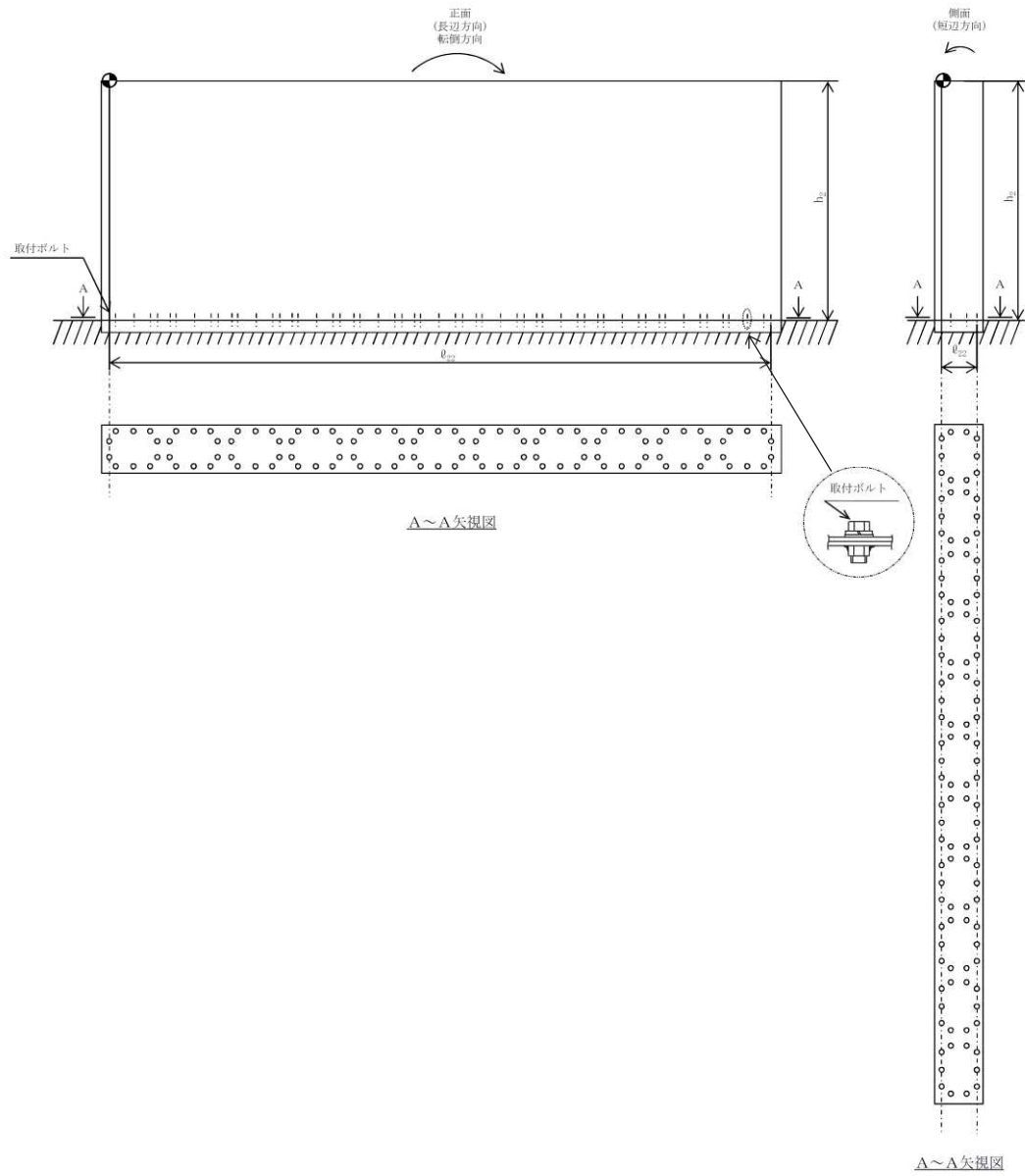
注記*：f_{t si}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。

12

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2C-1	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 原子炉建屋 MCC 2C-1 の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 MCC 2C-1	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 6.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	110	33
								2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	1.736×10 ⁴	—	9.315×10 ⁴

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =56	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =3	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

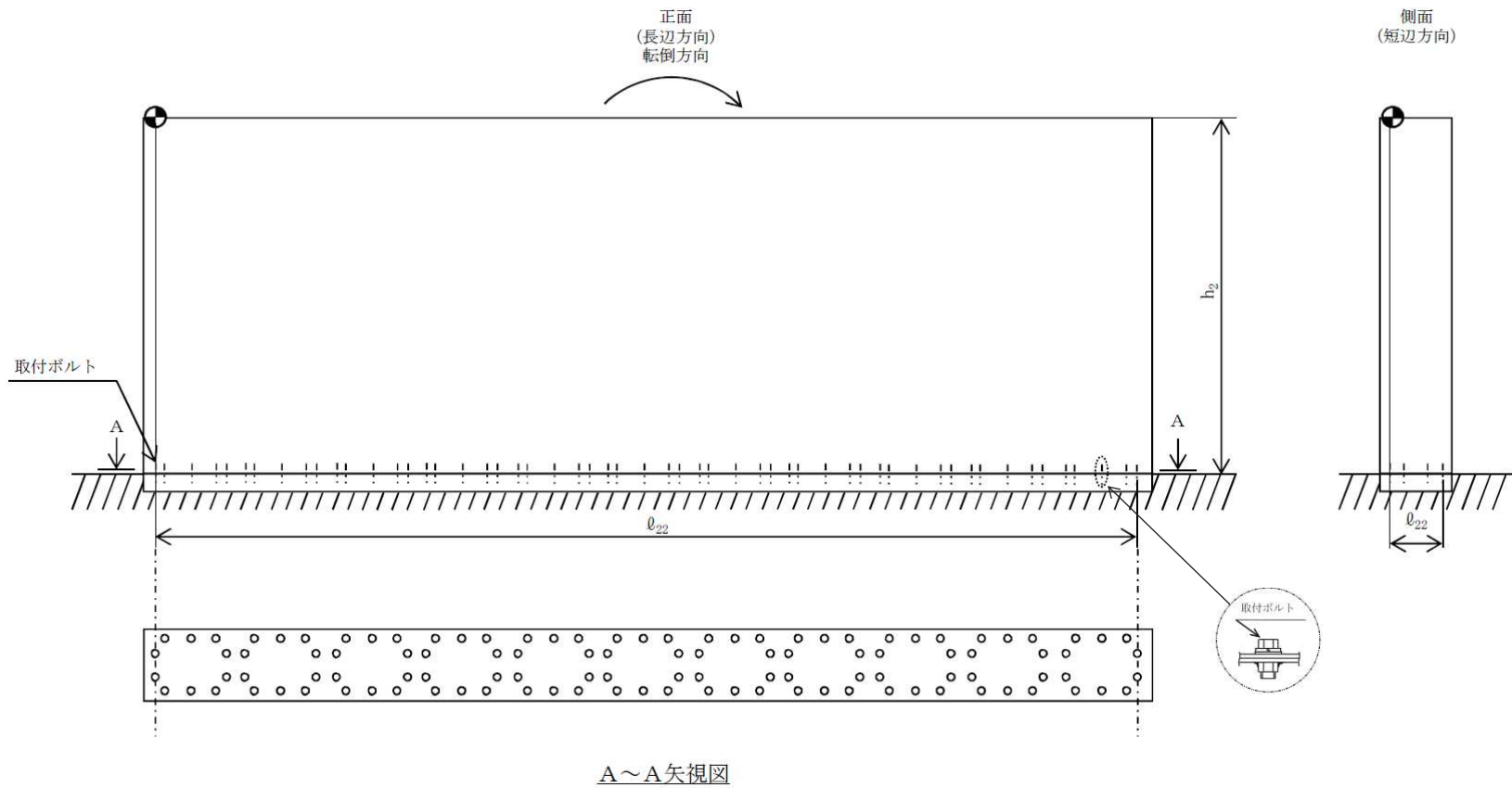
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2C-1	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 原子炉建屋 MCC 2C-2, 2D-4 の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 MCC 2C-2	S	原子炉建屋 O.P. 6.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.72	C _V =0.63	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b<i>i</i>} (mm ²)	n _i	n _{f<i>i</i>} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	70	21
								2

部 材	S _{y<i>i</i>} (MPa)	S _{u<i>i</i>} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	6.782×10 ³	1.649×10 ⁴	2.718×10 ⁴	5.928×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =22	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =53	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =3	f _{sb2} =161

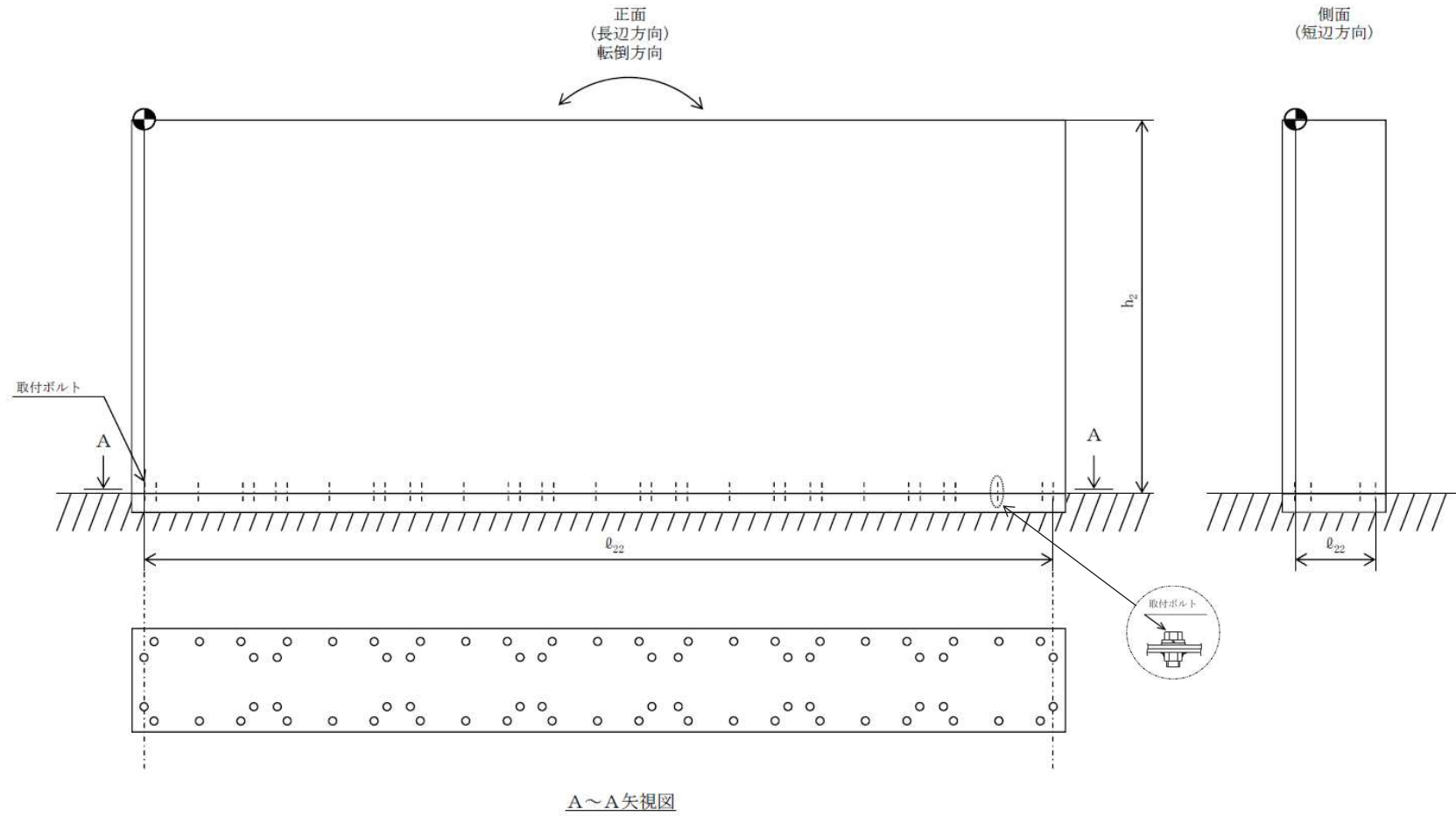
注記*：f_{t si}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2C-2	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 原子炉建屋 MCC 2C-2, 2D-4 の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 MCC 2C-2	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 6.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	70	21
					2			

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	1.649×10 ⁴	—	5.928×10 ⁴

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =53	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =3	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

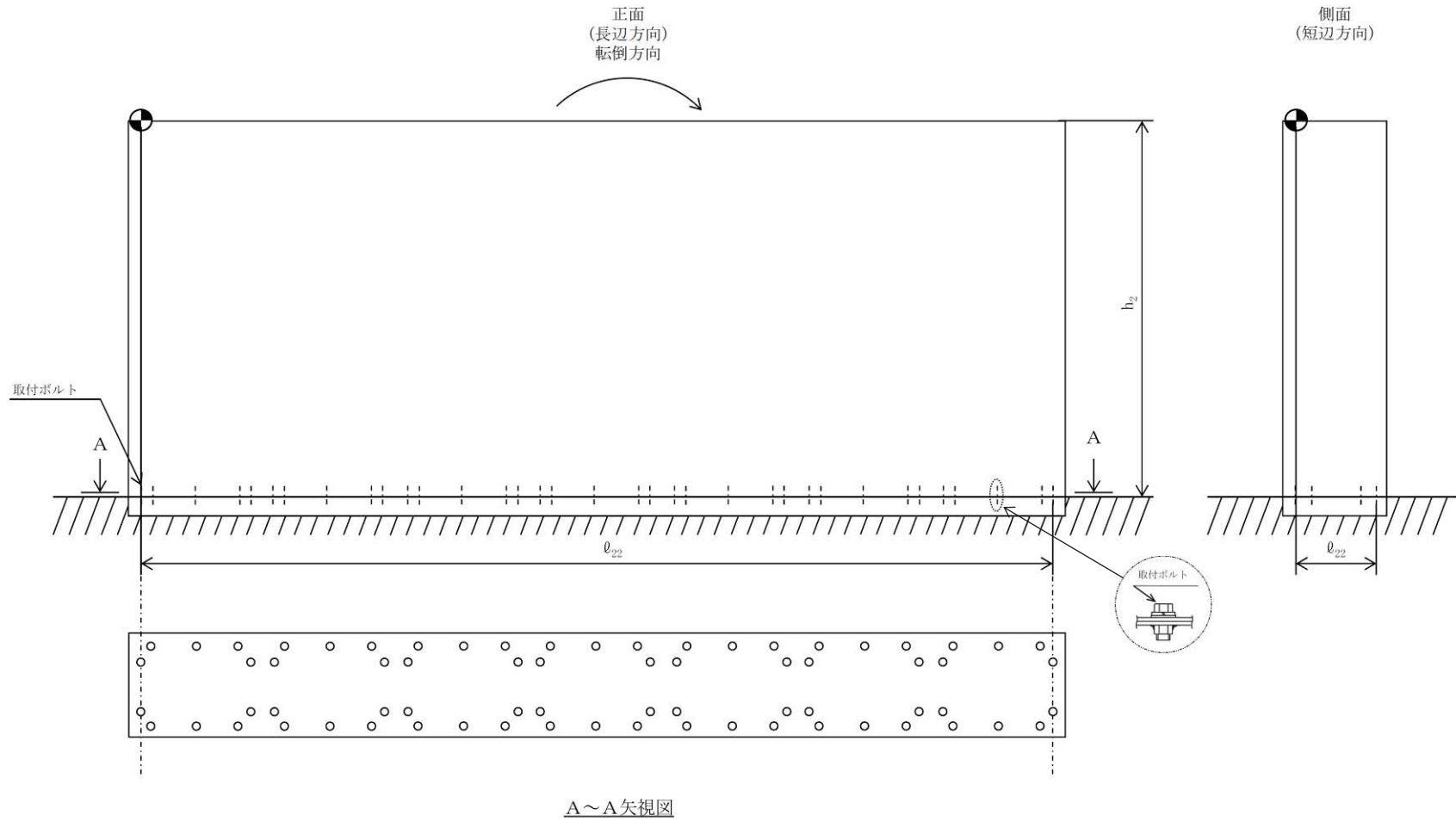
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2C-2	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 原子炉建屋 MCC 2C-3 の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 MCC 2C-3	S	原子炉建屋 O.P. 6.00*	[]	0.05 以下	C _H =0.72	C _V =0.63	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)	[]				20 (M20)	314.2	130	39 2

部 材	S _{y_i} (MPa)	S _{u_i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	短辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	6.754×10 ³	1.782×10 ⁴	5.048×10 ⁴	1.101×10 ⁵

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =22	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =57	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =3	f _{sb2} =161

注記*：f_{t si}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。

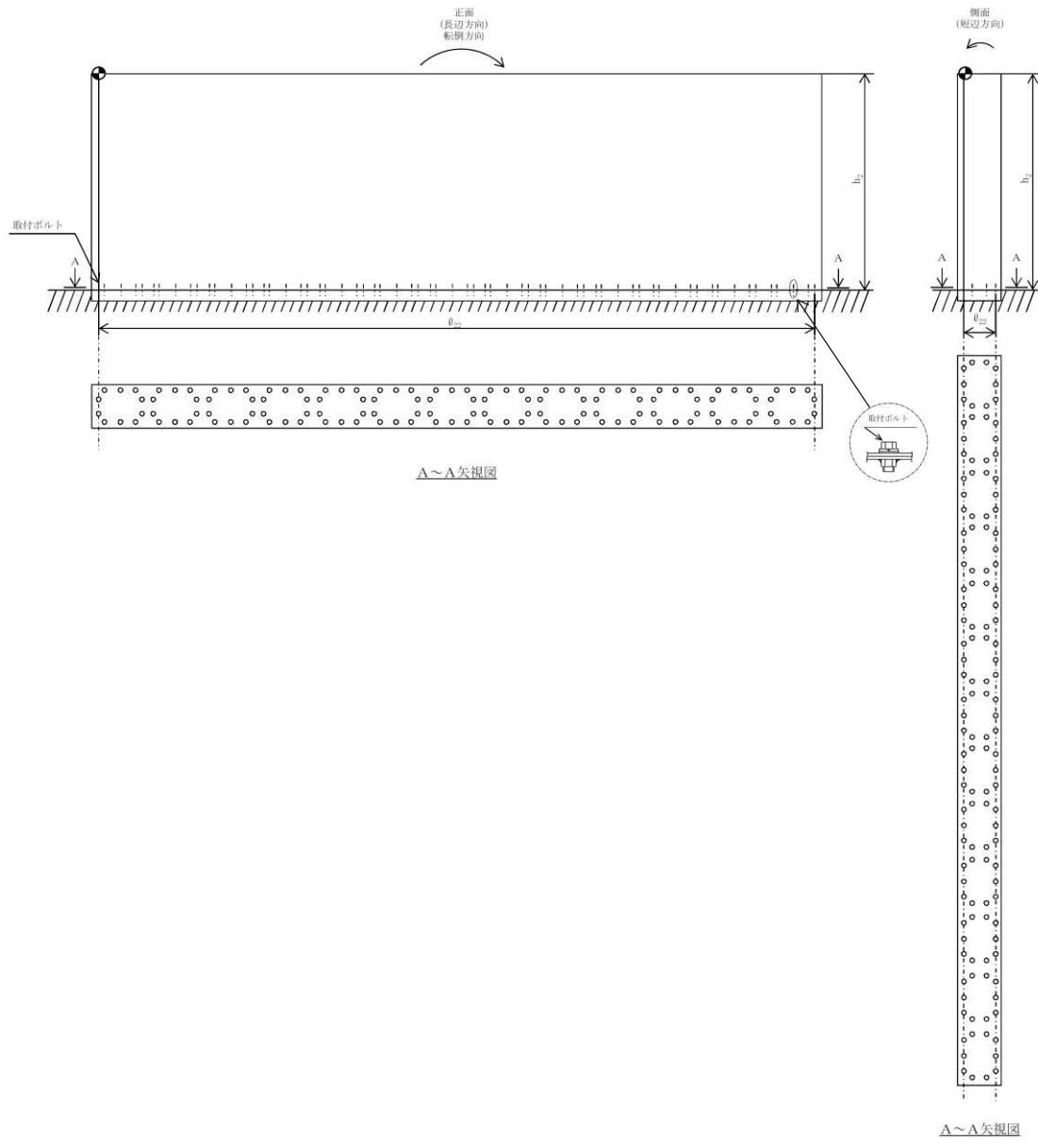
24

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2C-3	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 原子炉建屋 MCC 2C-3 の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 MCC 2C-3	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 0. P. 6. 00*		0.05 以下	—	—	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	130	39
	2							

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	1.782×10^4	—	1.101×10^5

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=57$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

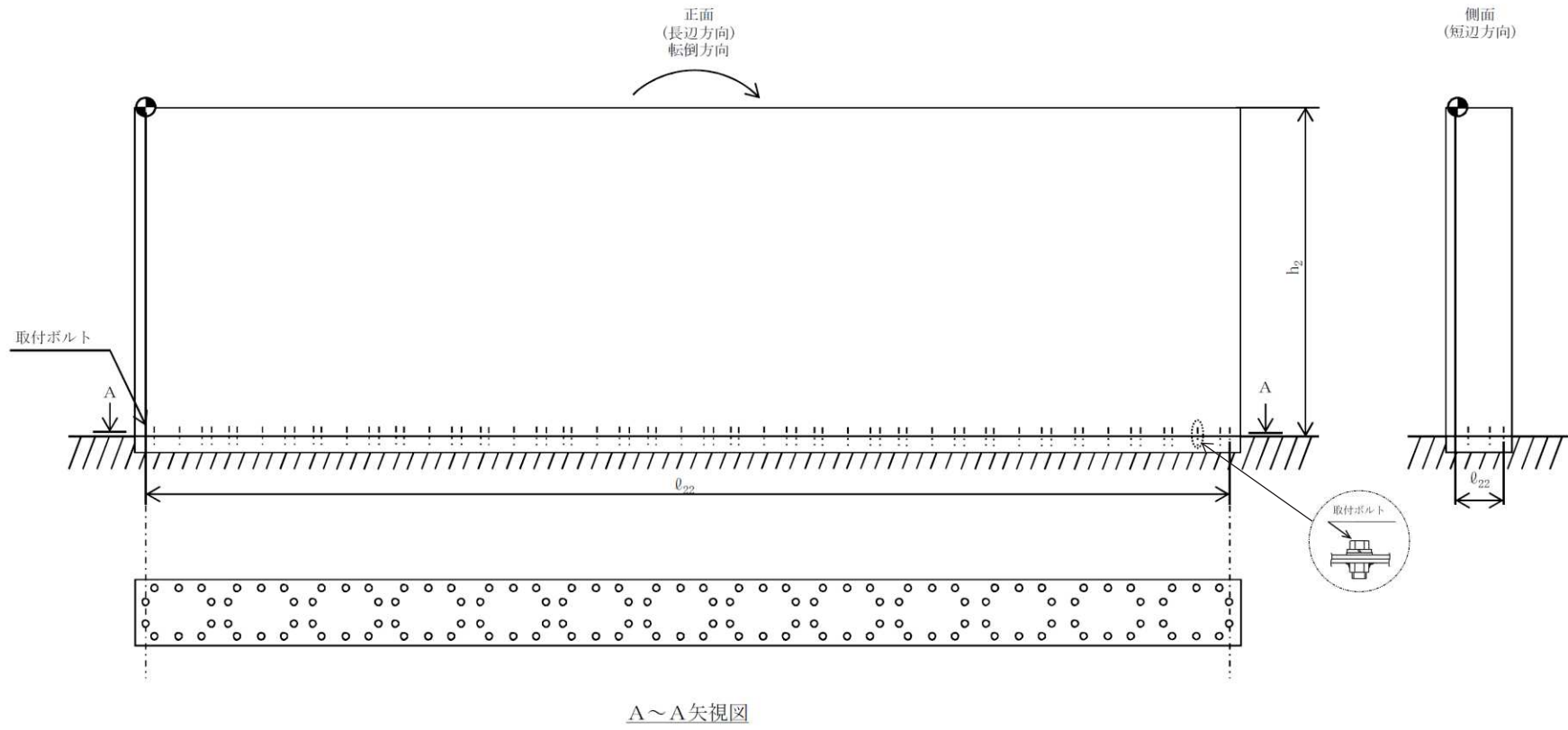
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2C-3	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 原子炉建屋 MCC 2C-4 の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 MCC 2C-4	S	原子炉建屋 O.P. 6.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.72	C _V =0.63	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b<i>i</i>} (mm ²)	n _i	n _{f<i>i</i>} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	90	27
								2

部 材	S _{y<i>i</i>} (MPa)	S _{u<i>i</i>} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	短辺方向/長辺方向*2	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、

下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

*2：ボルトの算出応力は短辺方向、長辺方向で同じであるため、両方向を転倒方向として記載する。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	6.754×10 ³	1.691×10 ⁴	3.495×10 ⁴	7.621×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =22	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =54	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =3	f _{sb2} =161

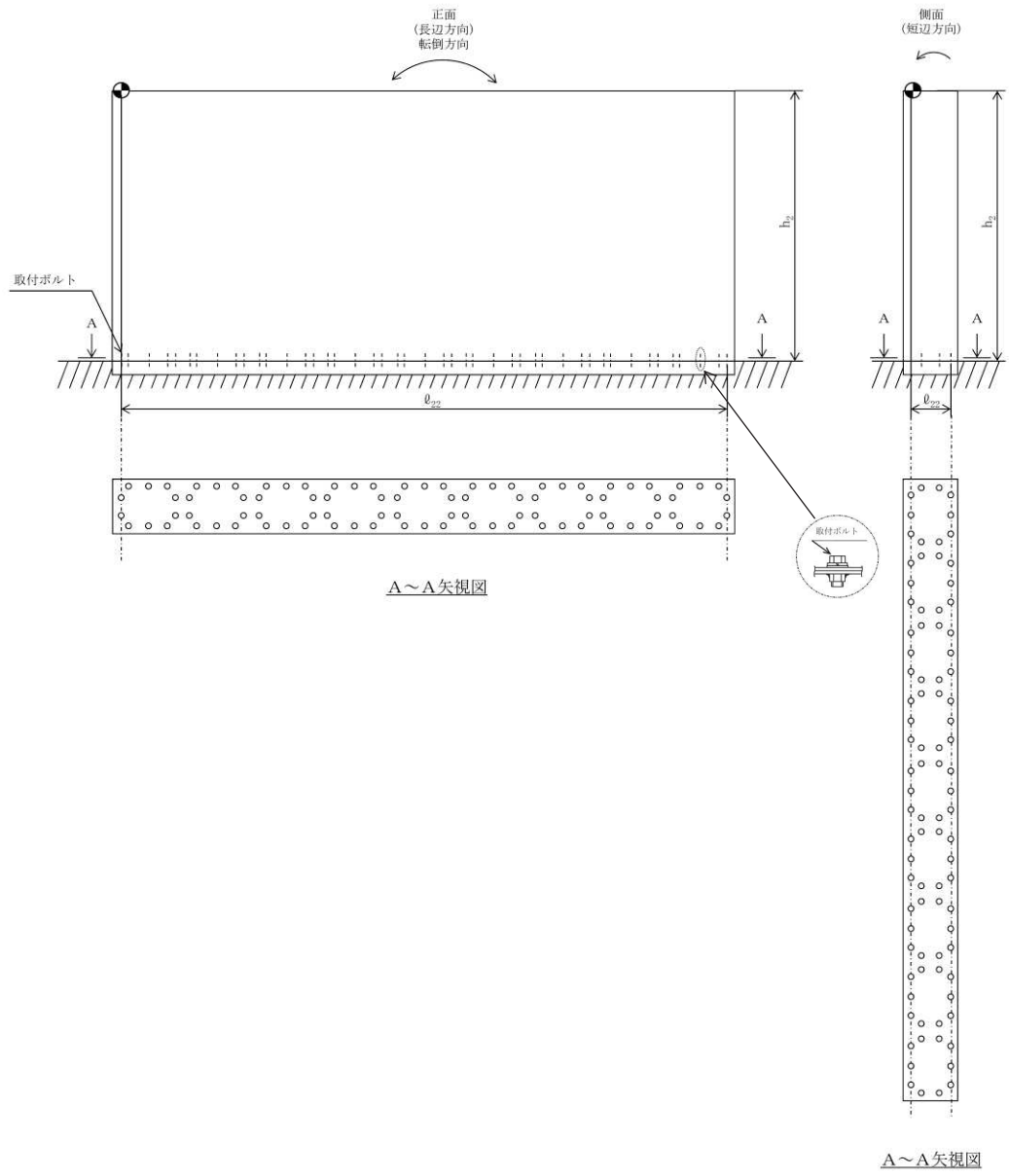
注記*：f_{t si}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2C-4	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 原子炉建屋 MCC 2C-4 の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 MCC 2C-4	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 6.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	90	27 2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	1.691×10^4	—	7.621×10^4

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=54$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

33

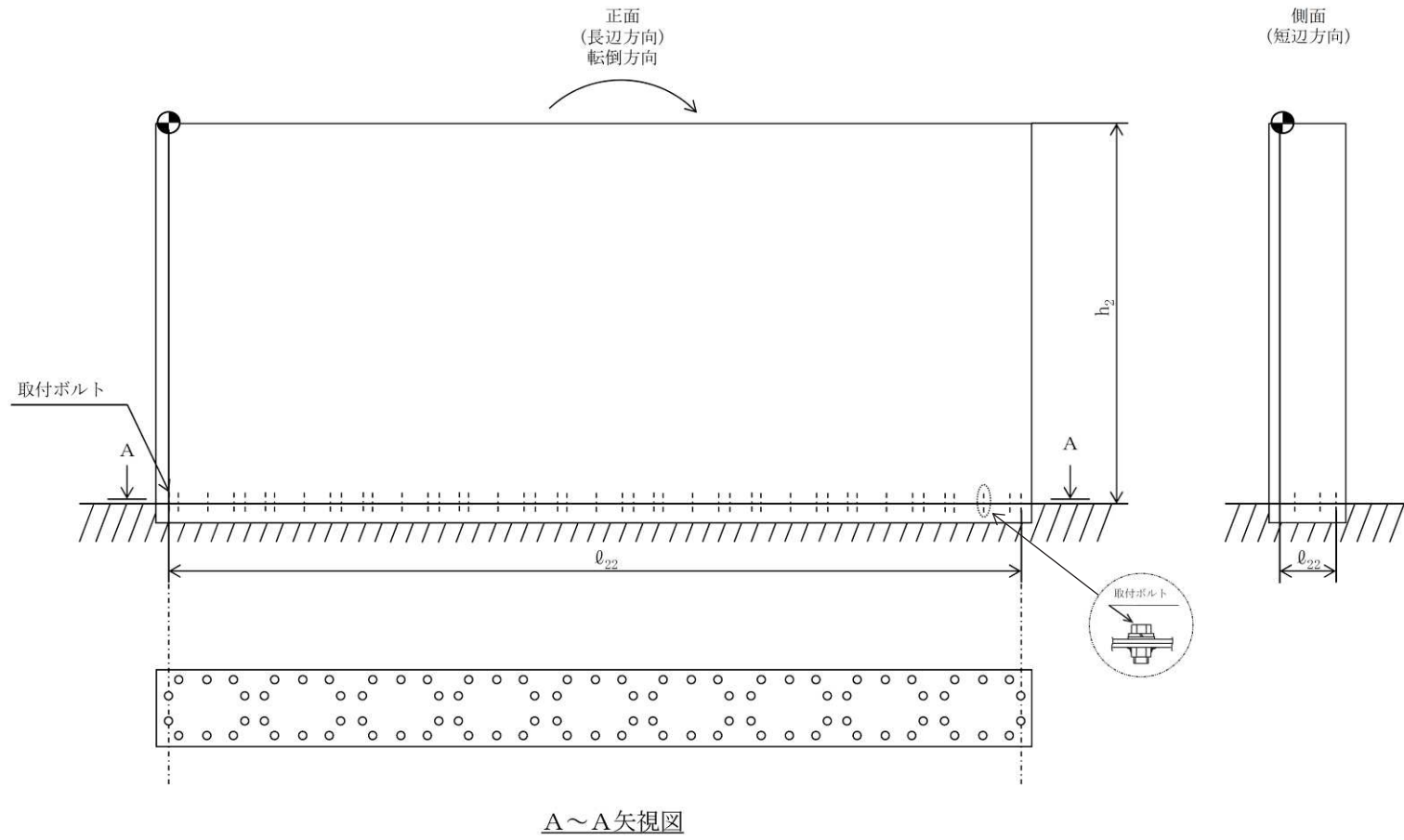
2.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2C-4	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 原子炉建屋 MCC 2C-5 の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 MCC 2C-5	S	原子炉建屋 O.P. 6.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.72	C _V =0.63	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	40	12 2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	6.878×10 ³	1.597×10 ⁴	1.553×10 ⁴	3.387×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =22	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =51	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =3	f _{sb2} =161

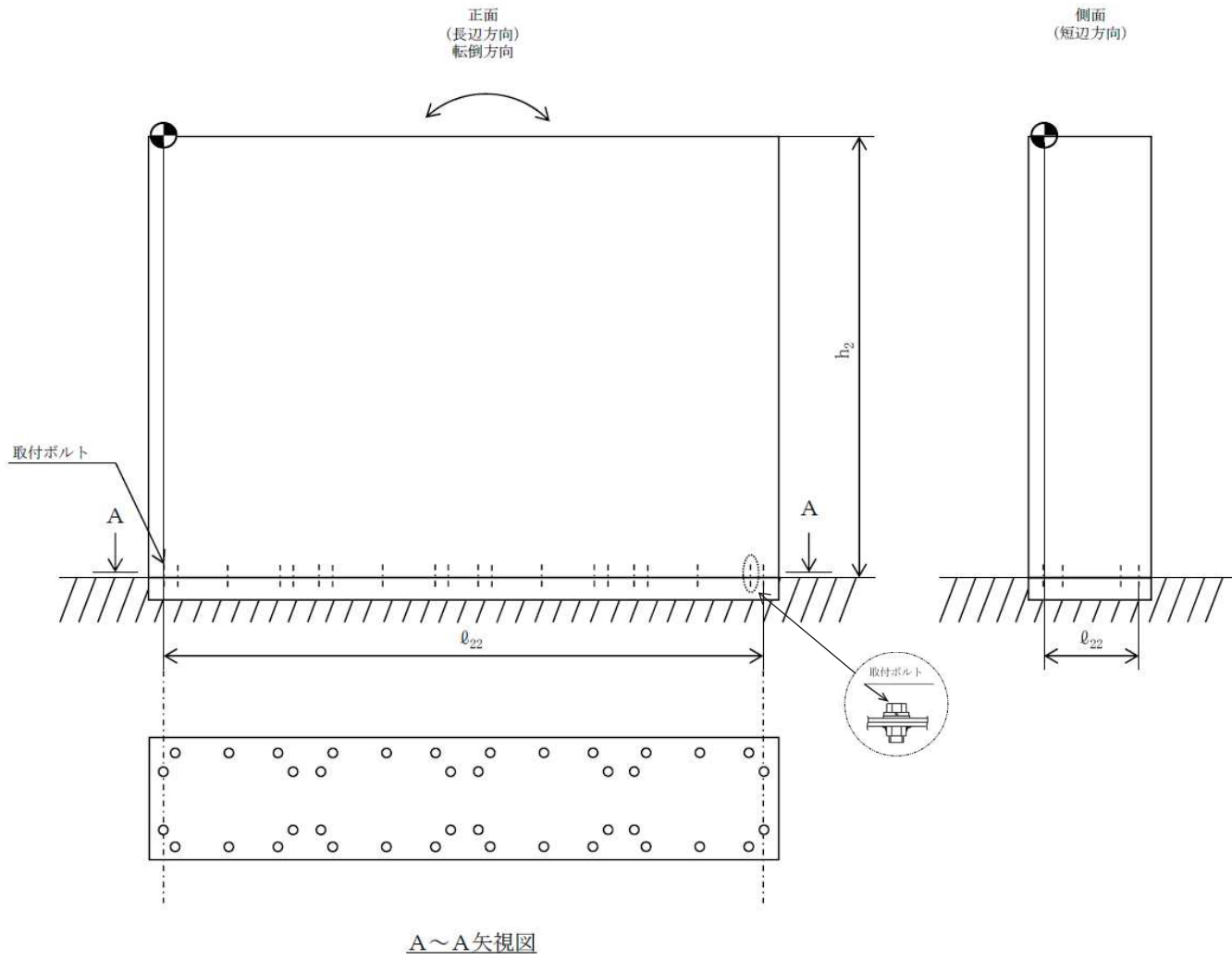
注記* : f_{t si} = Min [1.4 · f_{toi} - 1.6 · τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。

36

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2C-5	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 原子炉建屋 MCC 2C-5 の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 MCC 2C-5	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 6.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	40	12
								2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	1.597×10 ⁴	—	3.387×10 ⁴

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =51	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =3	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

39

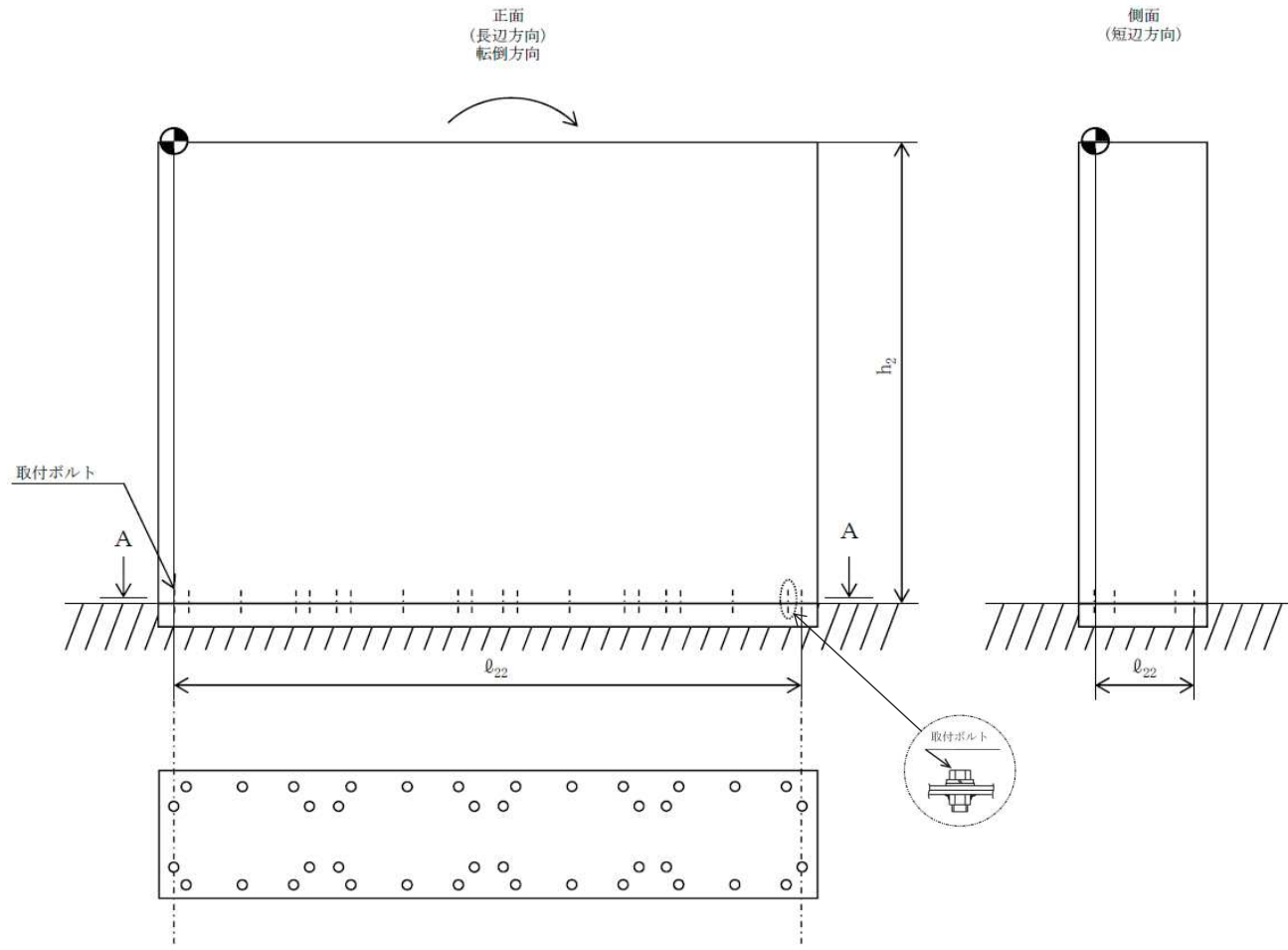
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2C-5	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 原子炉建屋 MCC 2D-1 の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 MCC 2D-1	S	原子炉建屋 O.P. 6.00*	□	0.05 以下	C _H =0.72	C _V =0.63	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)	□				20 (M20)	314.2	100	30
	2							

部 材	S _{y_i} (MPa)	S _{u_i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	短辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	6.754×10 ³	1.713×10 ⁴	3.883×10 ⁴	8.468×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =22	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =55	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =3	f _{sb2} =161

注記*：f_{t si}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。

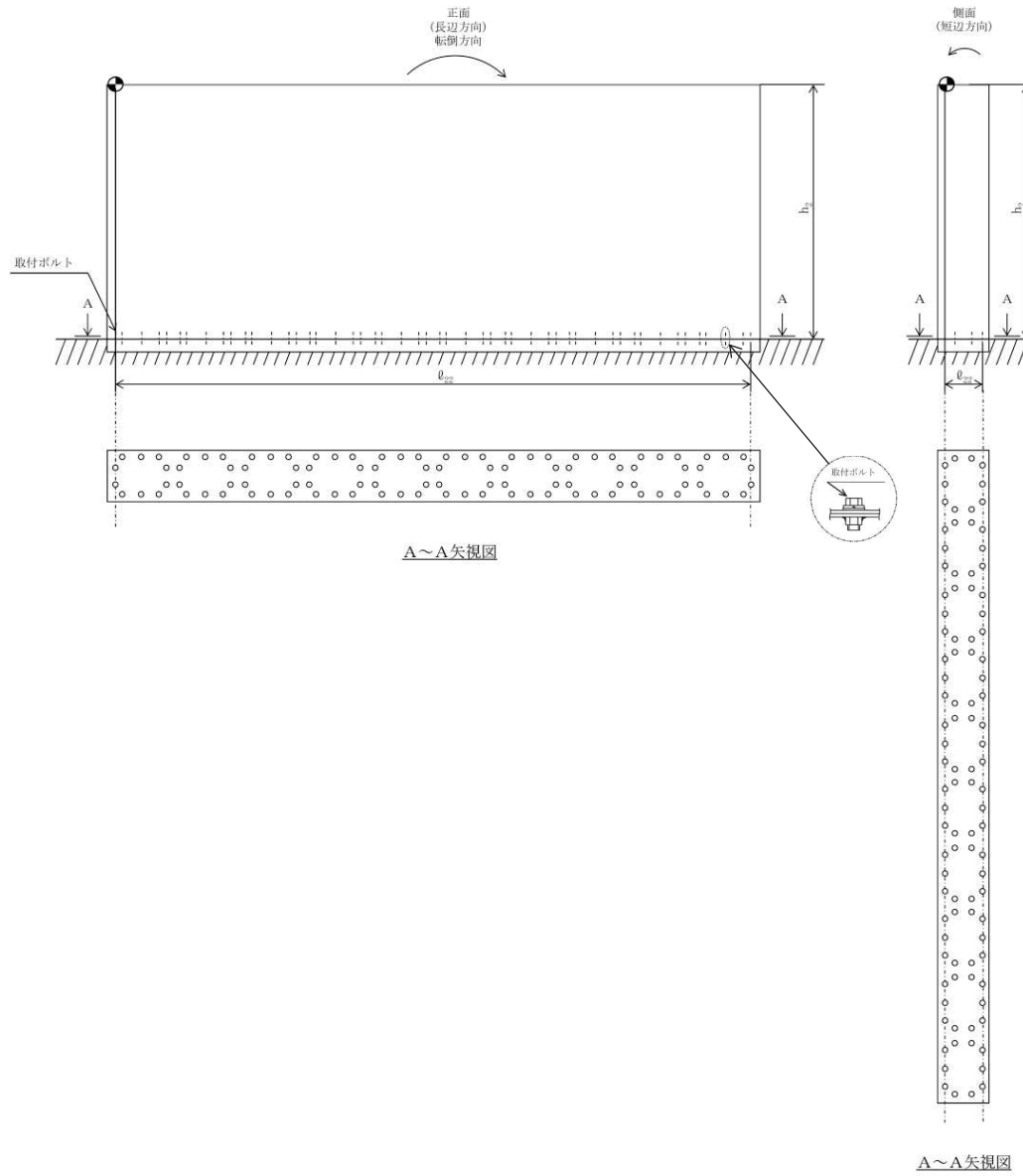
42

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2D-1	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 原子炉建屋 MCC 2D-1 の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 MCC 2D-1	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 6.00*		0.05 以下	—	—	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	100	30
	2							

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	1.713×10 ⁴	—	8.468×10 ⁴

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =55	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =3	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

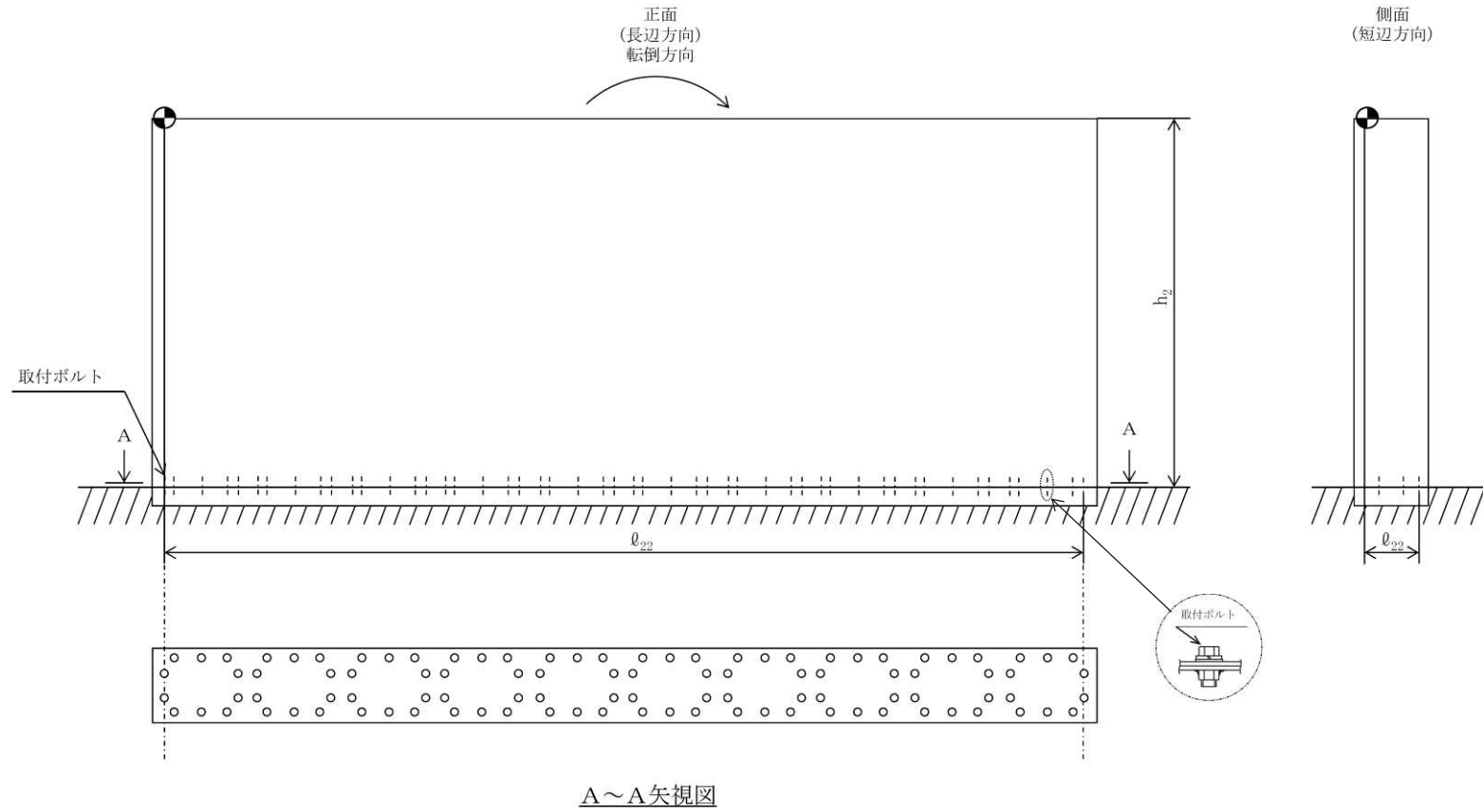
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2D-1	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 原子炉建屋 MCC 2D-2 の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 MCC 2D-2	S	原子炉建屋 O.P. 6.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.72	C _V =0.63	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b<i>i</i>} (mm ²)	n _i	n _{f<i>i</i>} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	100	30
								2

部 材	S _{y<i>i</i>} (MPa)	S _{u<i>i</i>} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	短辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	6.754×10 ³	1.713×10 ⁴	3.883×10 ⁴	8.468×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =22	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =55	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =3	f _{sb2} =161

注記*：f_{t si}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。

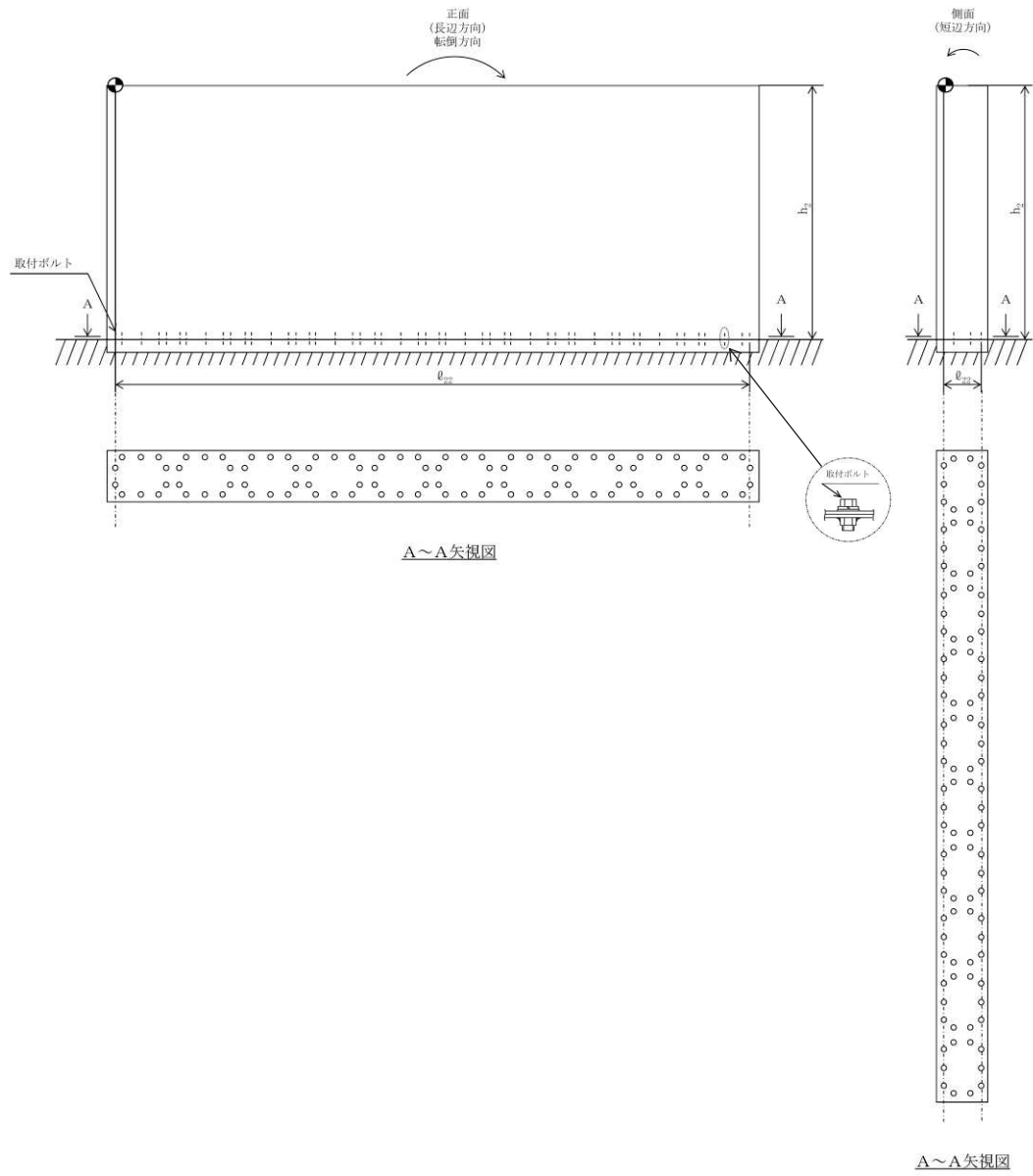
48

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2D-1	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 原子炉建屋 MCC 2D-2 の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 MCC 2D-2	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 6.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	100	30
								2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	1.713×10^4	—	8.468×10^4

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=55$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

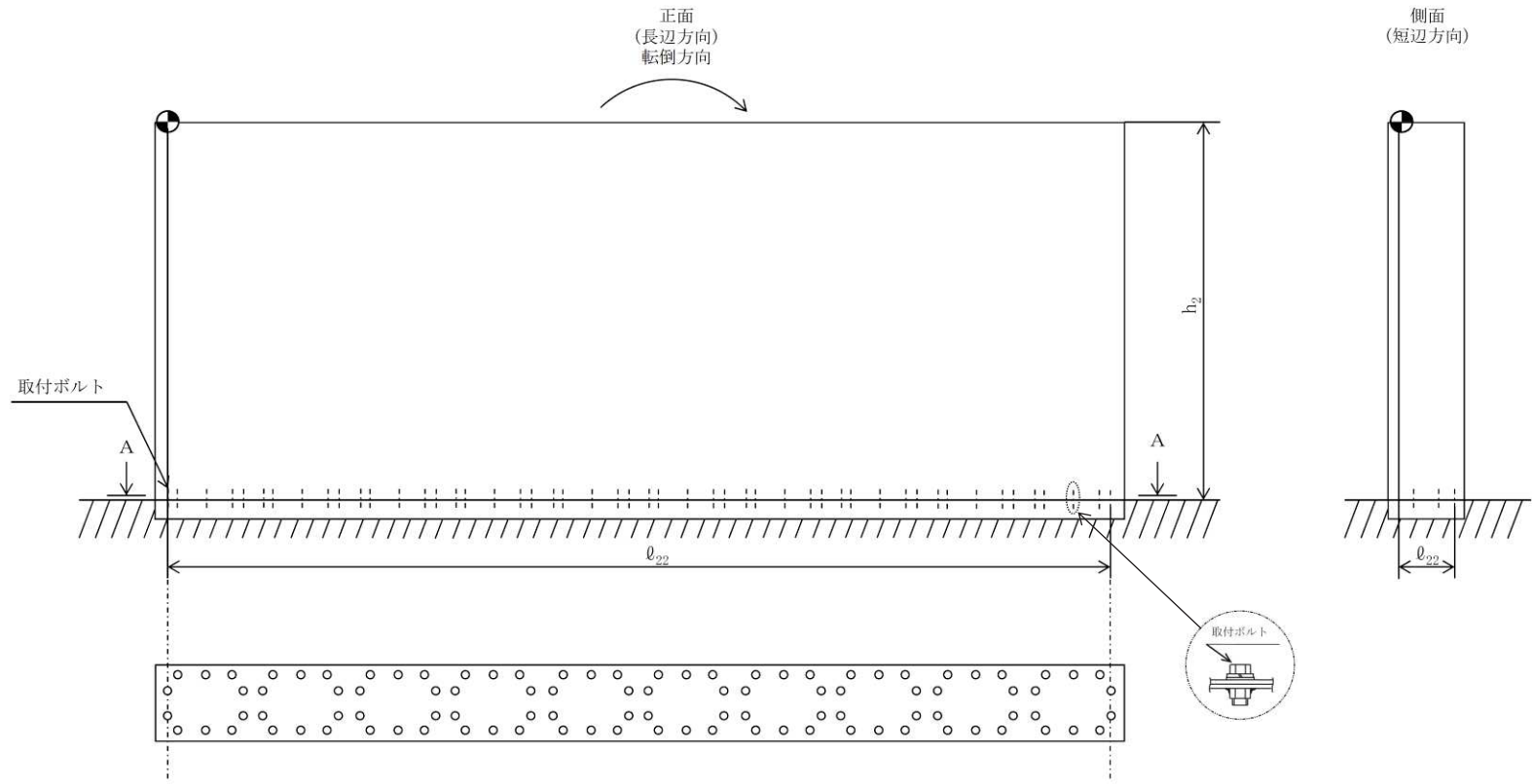
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2D-2	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



A~A 矢视图

【460V 原子炉建屋 MCC 2D-3 の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 MCC 2D-3	S	原子炉建屋 O.P. 6.00*	□	0.05 以下	C _H =0.72	C _V =0.63	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)	□				20 (M20)	314.2	120	36
	□							2

部 材	S _{y_i} (MPa)	S _{u_i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	短辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	6.754×10 ³	1.759×10 ⁴	4.660×10 ⁴	1.016×10 ⁵

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =22	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =56	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =3	f _{sb2} =161

注記*：f_{t si}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。

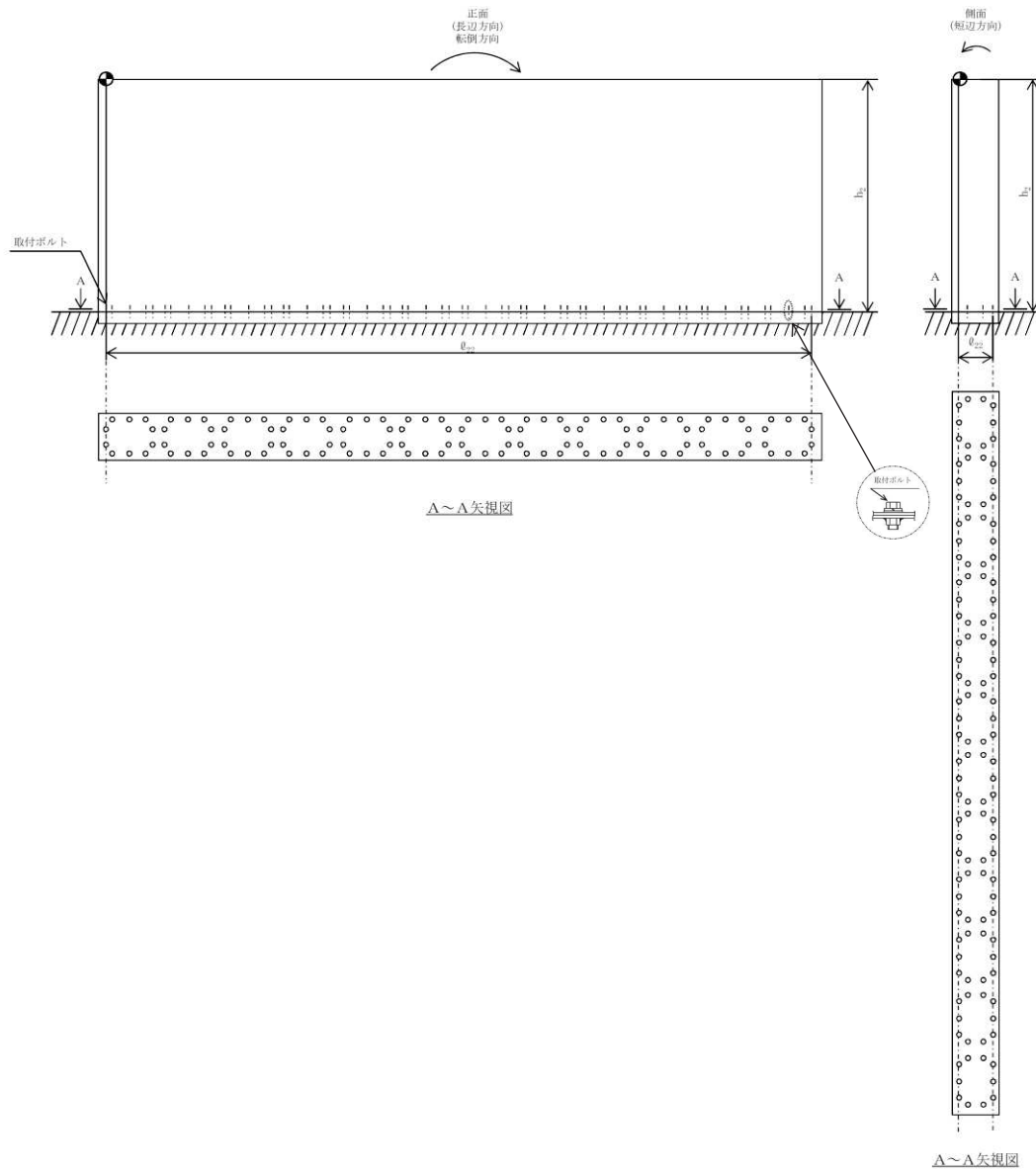
54

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2D-3	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 原子炉建屋 MCC 2D-3 の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 MCC 2D-3	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 6.00*		0.05 以下	—	—	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	120	36
	2							

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	1.759×10 ⁴	—	1.016×10 ⁵

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =56	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =3	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

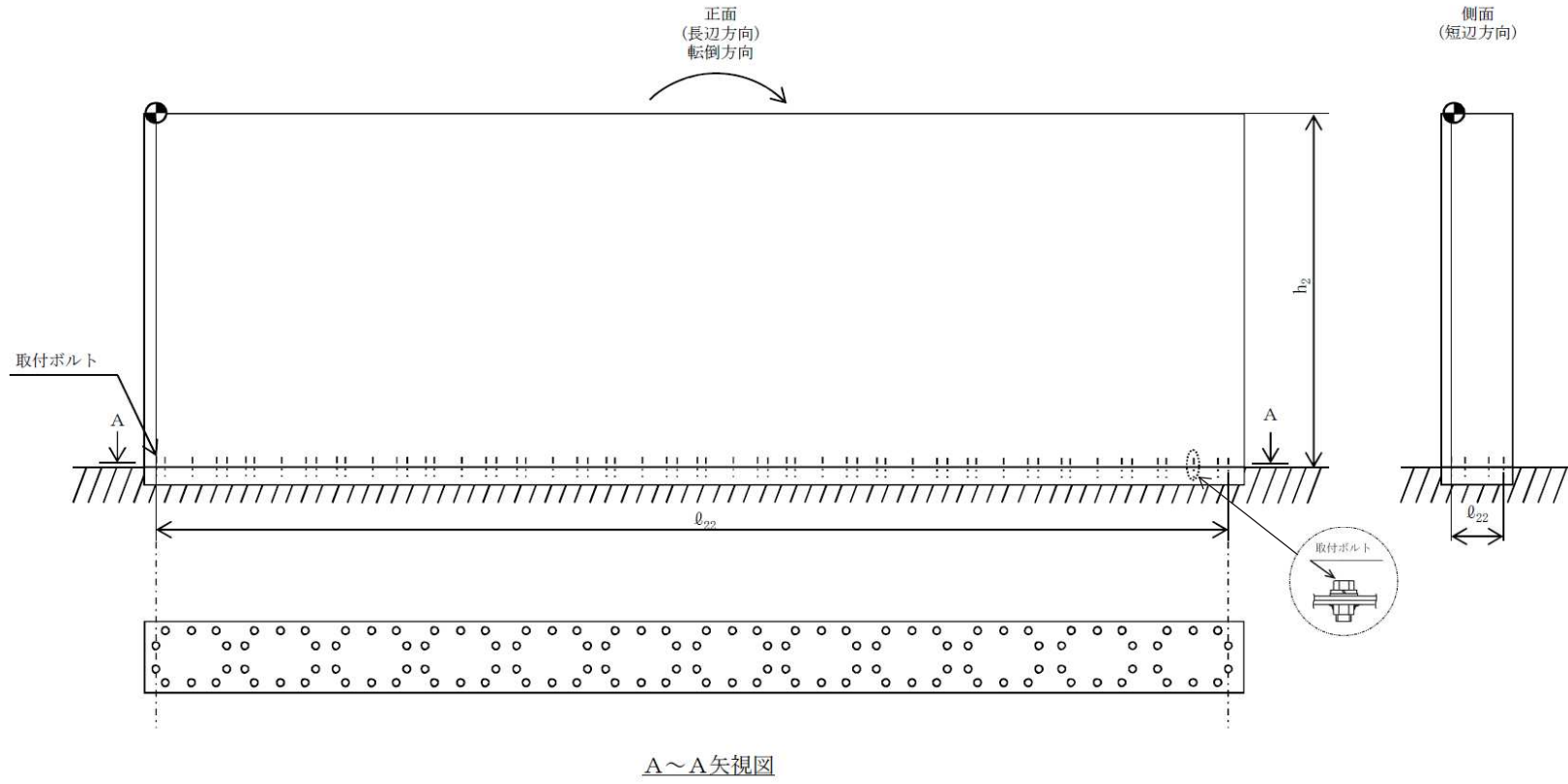
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2D-3	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 原子炉建屋 MCC 2D-5 の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 MCC 2D-5	S	原子炉建屋 O.P. 15.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.96	C _V =0.80	C _H =1.97	C _V =1.37	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	40	12 2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	9.171×10 ³	2.281×10 ⁴	2.071×10 ⁴	4.250×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =30	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =73	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

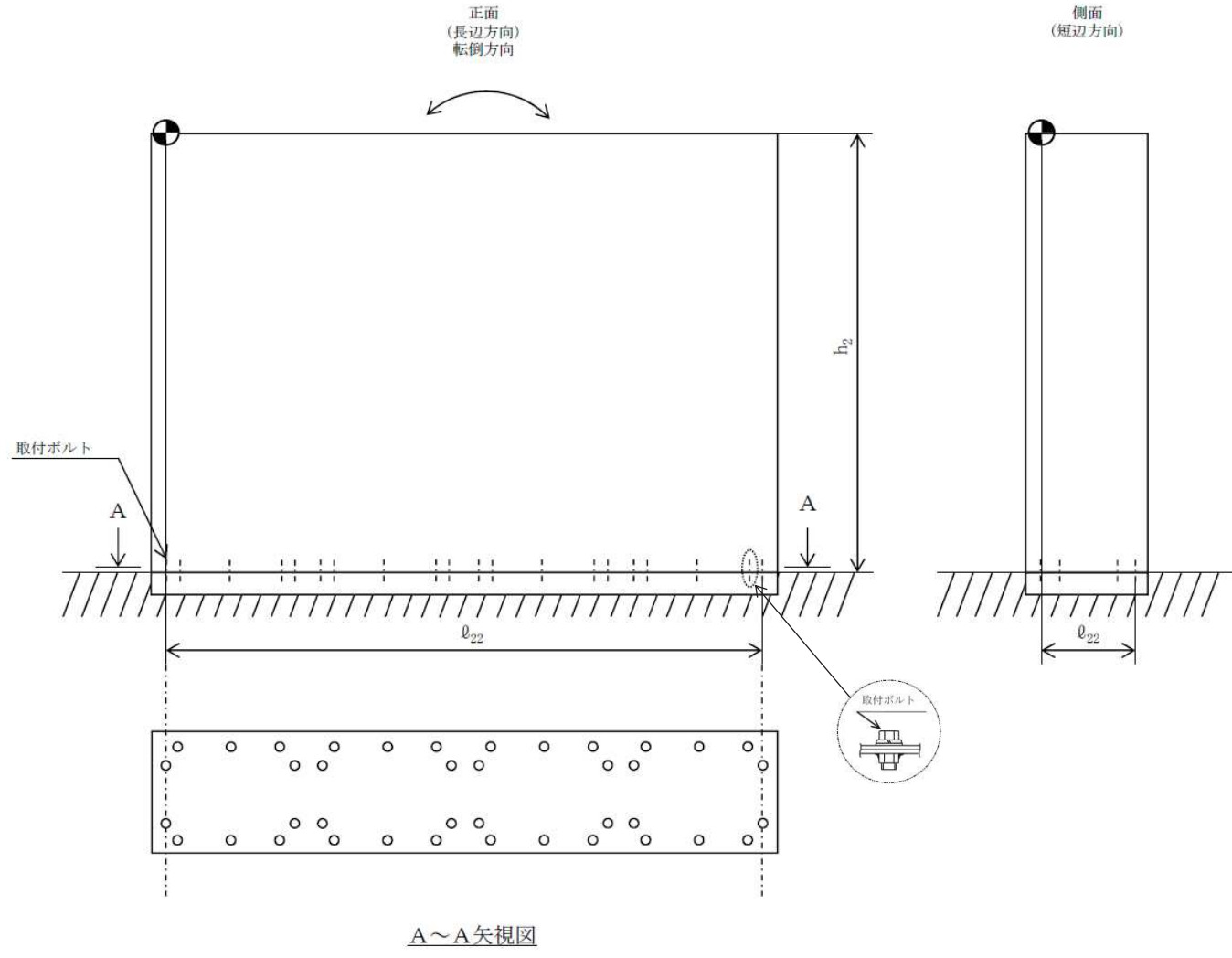
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2D-5	水平方向	1.65	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.15	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 原子炉建屋 MCC 2D-5 の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 MCC 2D-5	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 15.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.97	C _V =1.37	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	40	12 2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	2.281×10^4	—	4.250×10^4

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=73$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

63

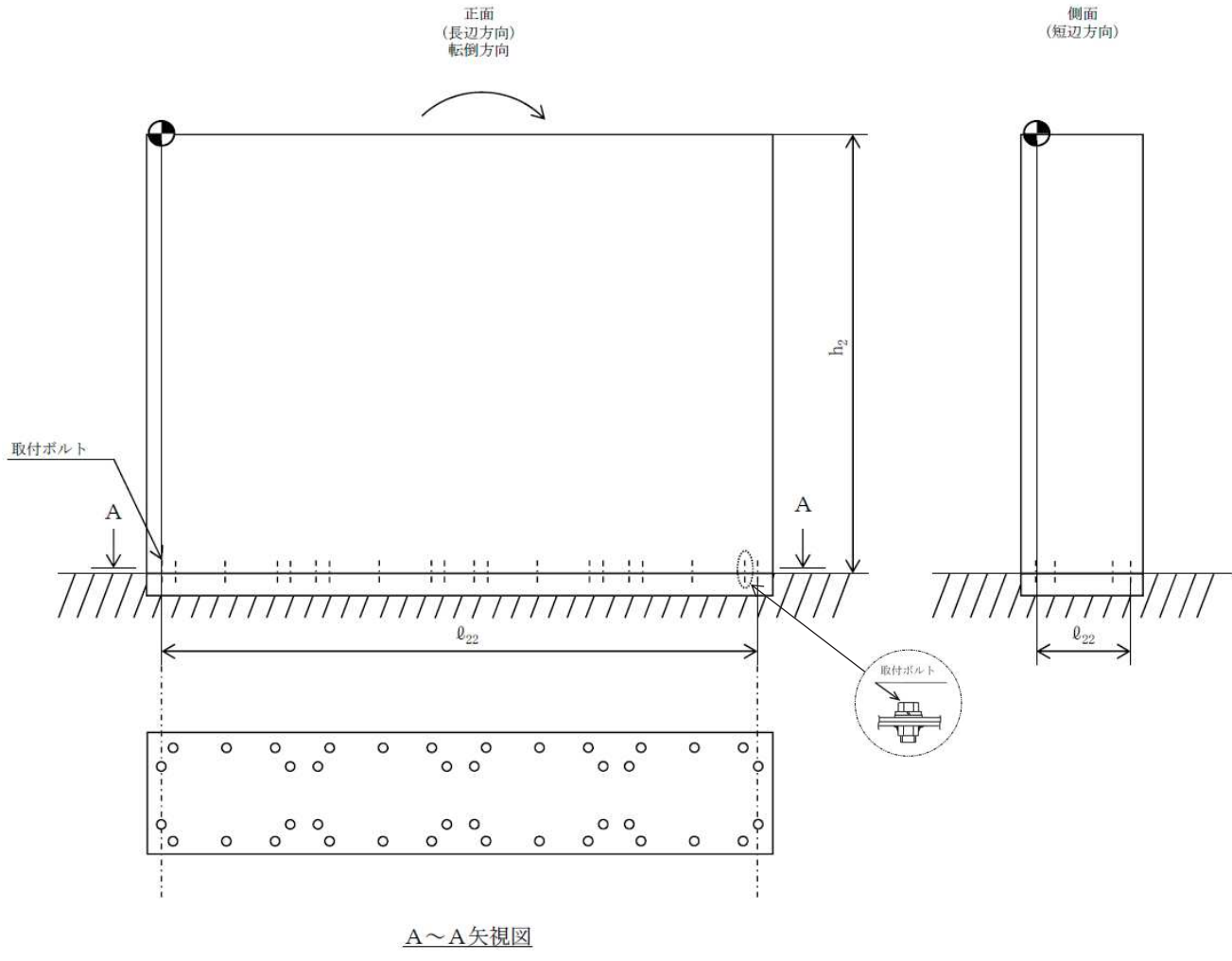
2.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2D-5	水平方向	1.65	
	鉛直方向	1.15	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 制御建屋 MCC 2C-1 の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 制御建屋 MCC 2C-1	S	制御建屋 O.P. 8.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.91	C _V =0.55	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	80	24 2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	8.552×10 ³	1.854×10 ⁴	3.927×10 ⁴	8.414×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =28	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =59	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

注記*：f_{t si}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。

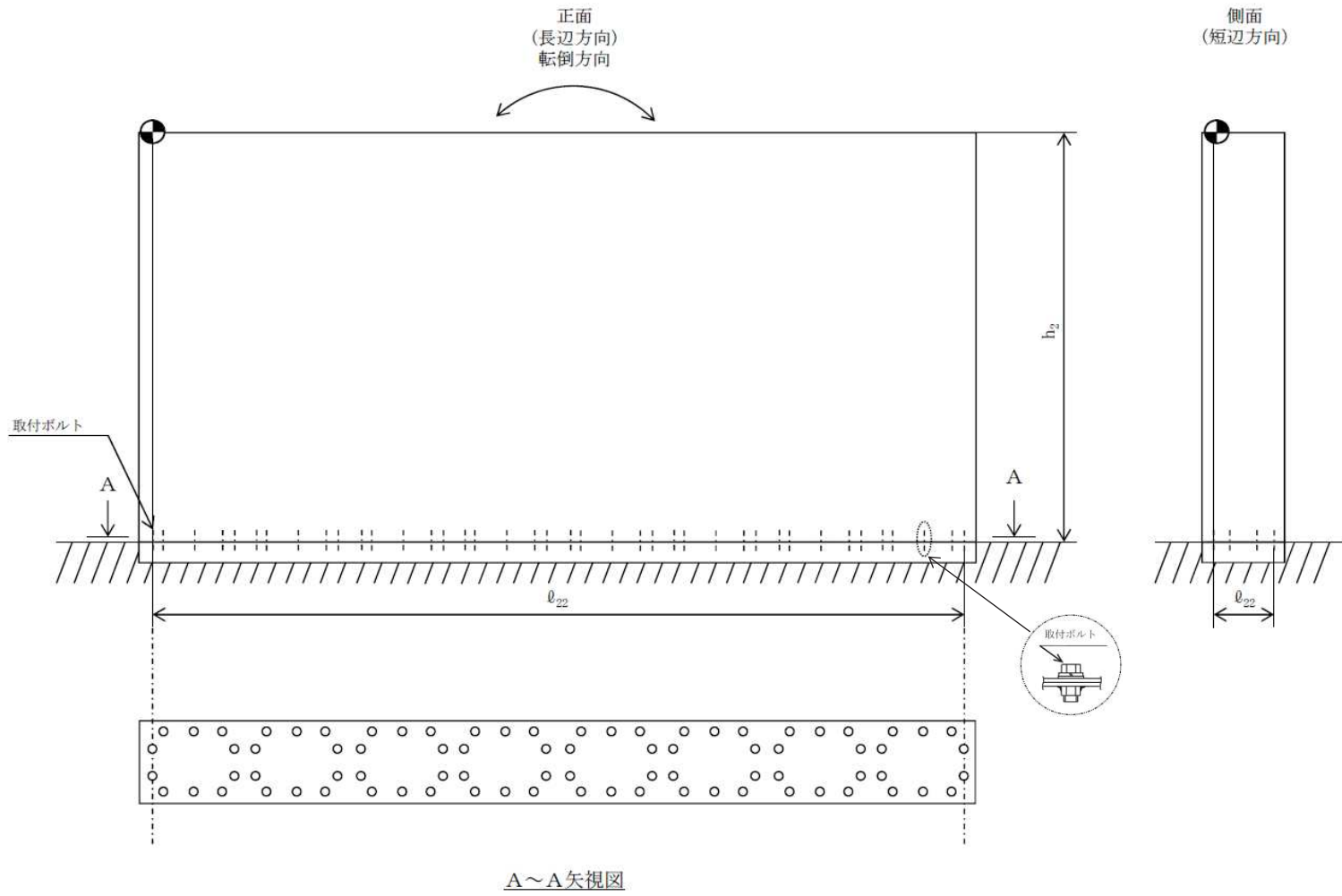
69

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 制御建屋 MCC 2C-1	水平方向	1.62	
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 制御建屋 MCC 2C-1 の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 制御建屋 MCC 2C-1	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 0.P.8.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	80	24
								2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	1.854×10 ⁴	—	8.414×10 ⁴

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =59	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

注記*：f_{t si}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

69

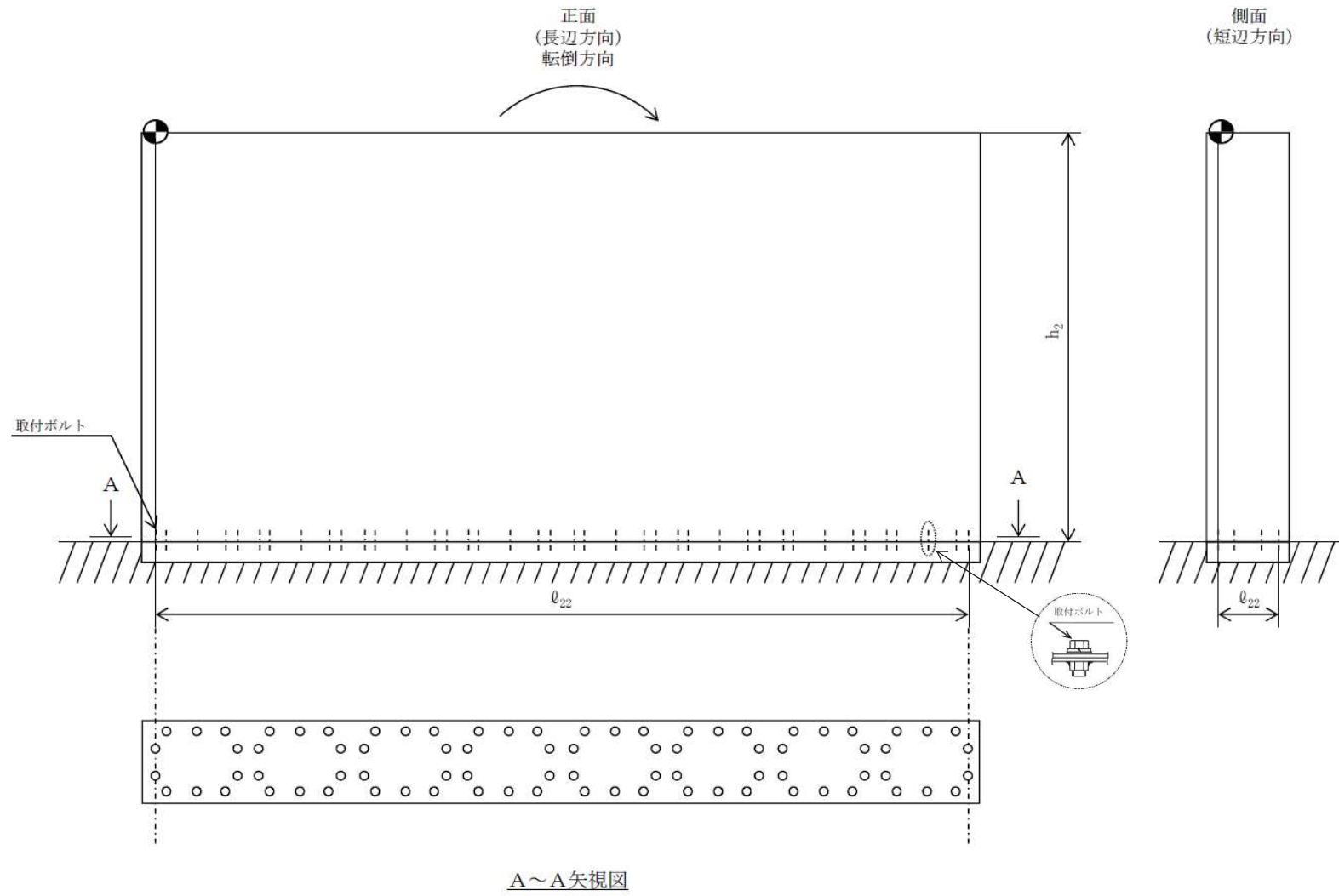
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 制御建屋 MCC 2C-1	水平方向	1.62	
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 制御建屋 MCC 2C-2 の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 制御建屋 MCC 2C-2	S	制御建屋 O.P. 8.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.91	C _V =0.55	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b<i>i</i>} (mm ²)	n _i	n _{f<i>i</i>} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	40	12 2

部 材	S _{y<i>i</i>} (MPa)	S _{u<i>i</i>} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	8.694×10 ³	1.874×10 ⁴	1.963×10 ⁴	4.207×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =28	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =60	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

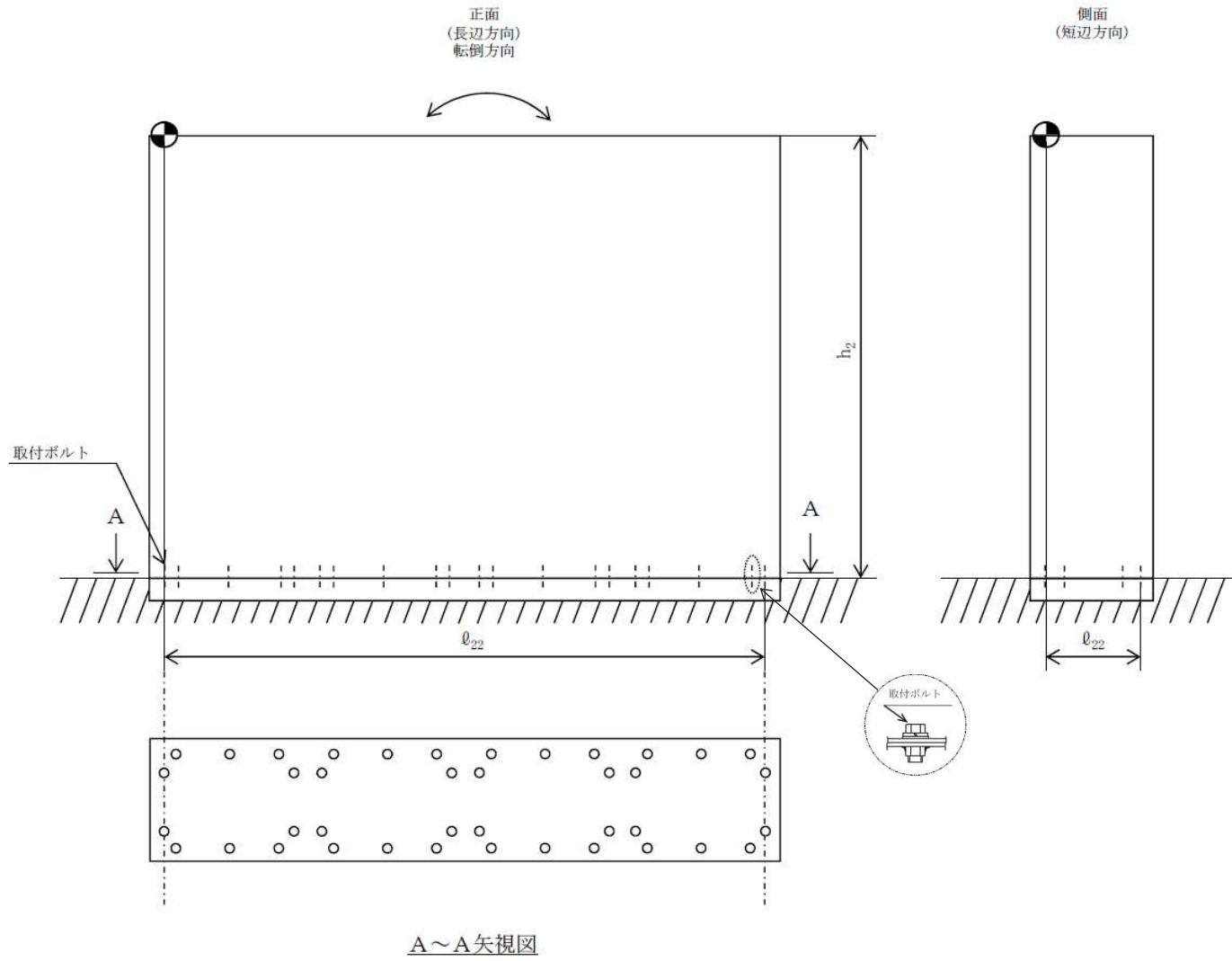
注記*：f_{t si}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。

72

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 制御建屋 MCC 2C-2	水平方向	1.62	
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 制御建屋 MCC 2C-2 の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 制御建屋 MCC 2C-2	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 O.P. 8.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	40	12
								2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	1.874×10 ⁴	—	4.207×10 ⁴

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =60	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

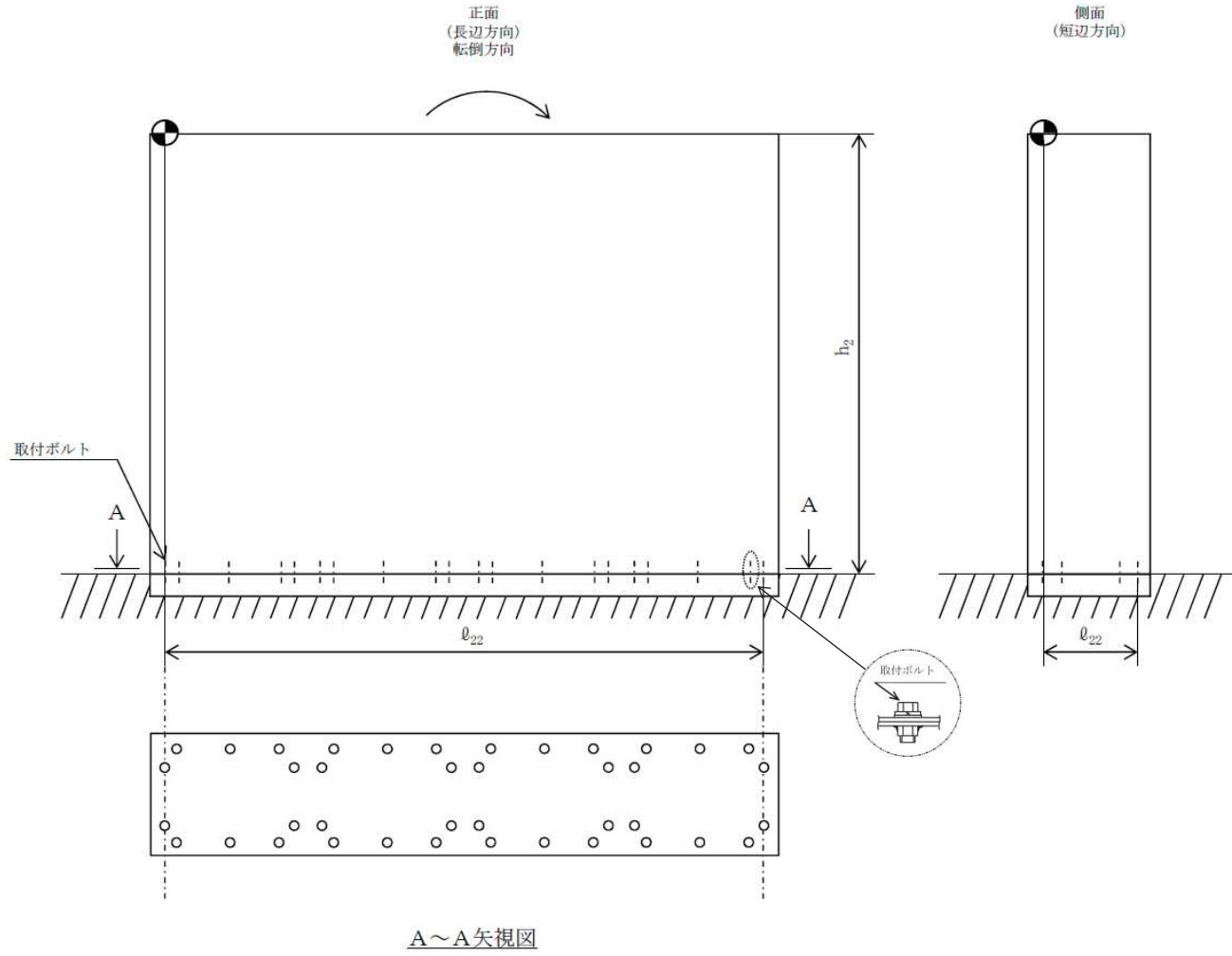
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 制御建屋 MCC 2C-2	水平方向	1.62	
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 制御建屋 MCC 2D-1 の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 制御建屋 MCC 2D-1	S	制御建屋 O.P. 8.00*	□	0.05 以下	C _H =0.91	C _V =0.55	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)	□				20 (M20)	314.2	60	18
	2							

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	8.598×10 ³	1.859×10 ⁴	2.945×10 ⁴	6.311×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =28	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =60	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

注記*：f_{t si}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。

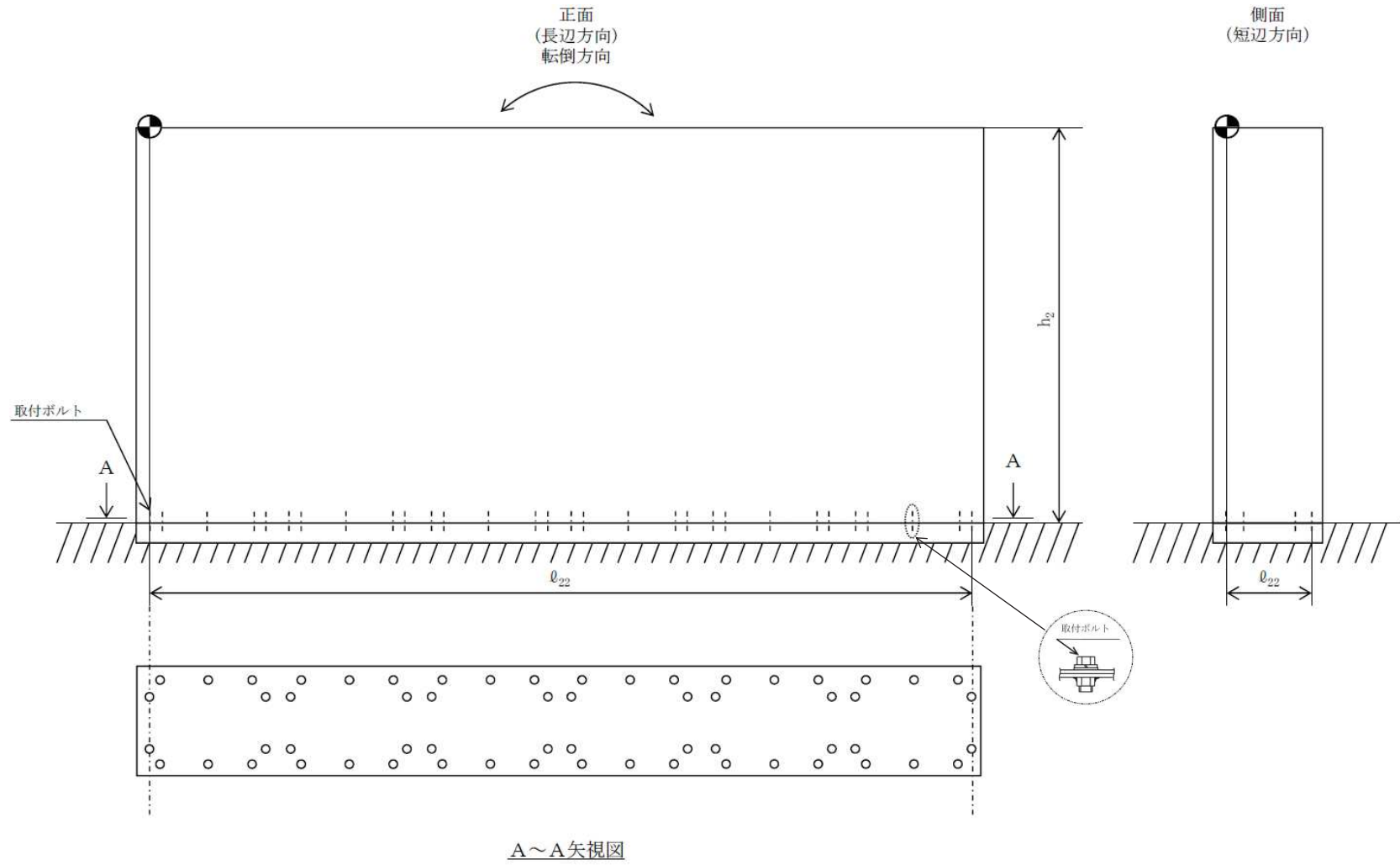
78

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 制御建屋 MCC 2D-1	水平方向	1.62	
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 制御建屋 MCC 2D-1 の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 制御建屋 MCC 2D-1	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 0.P.8.00*		0.05 以下	—	—	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	60	18
	2							

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	1.859×10 ⁴	—	6.311×10 ⁴

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =60	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

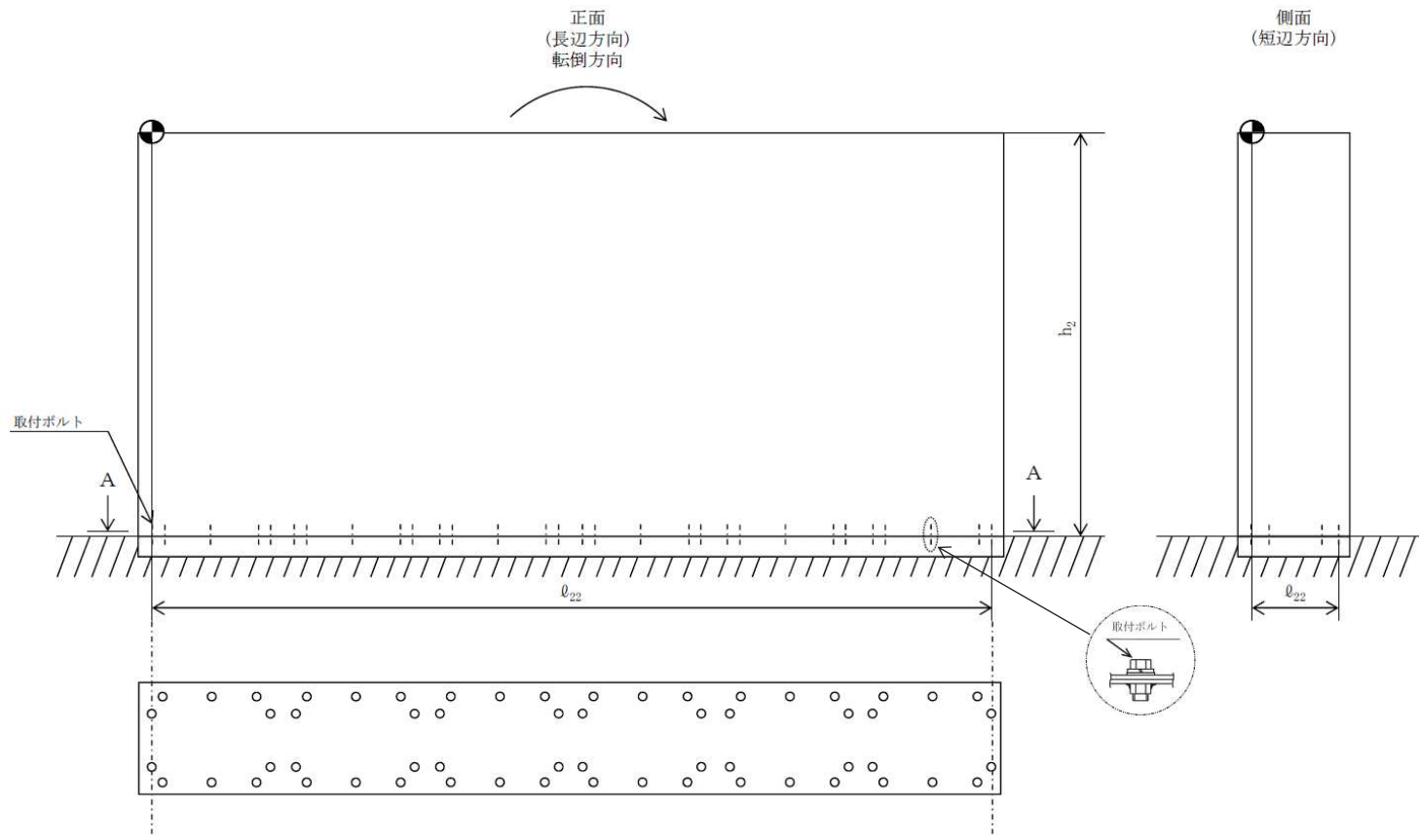
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 制御建屋 MCC 2D-1	水平方向	1.62	□
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



A~A矢視図

【460V 制御建屋 MCC 2D-2 の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 制御建屋 MCC 2D-2	S	制御建屋 O.P. 8.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.91	C _V =0.55	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	60	18
								2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	8.598×10 ³	1.859×10 ⁴	2.945×10 ⁴	6.311×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =28	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =60	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

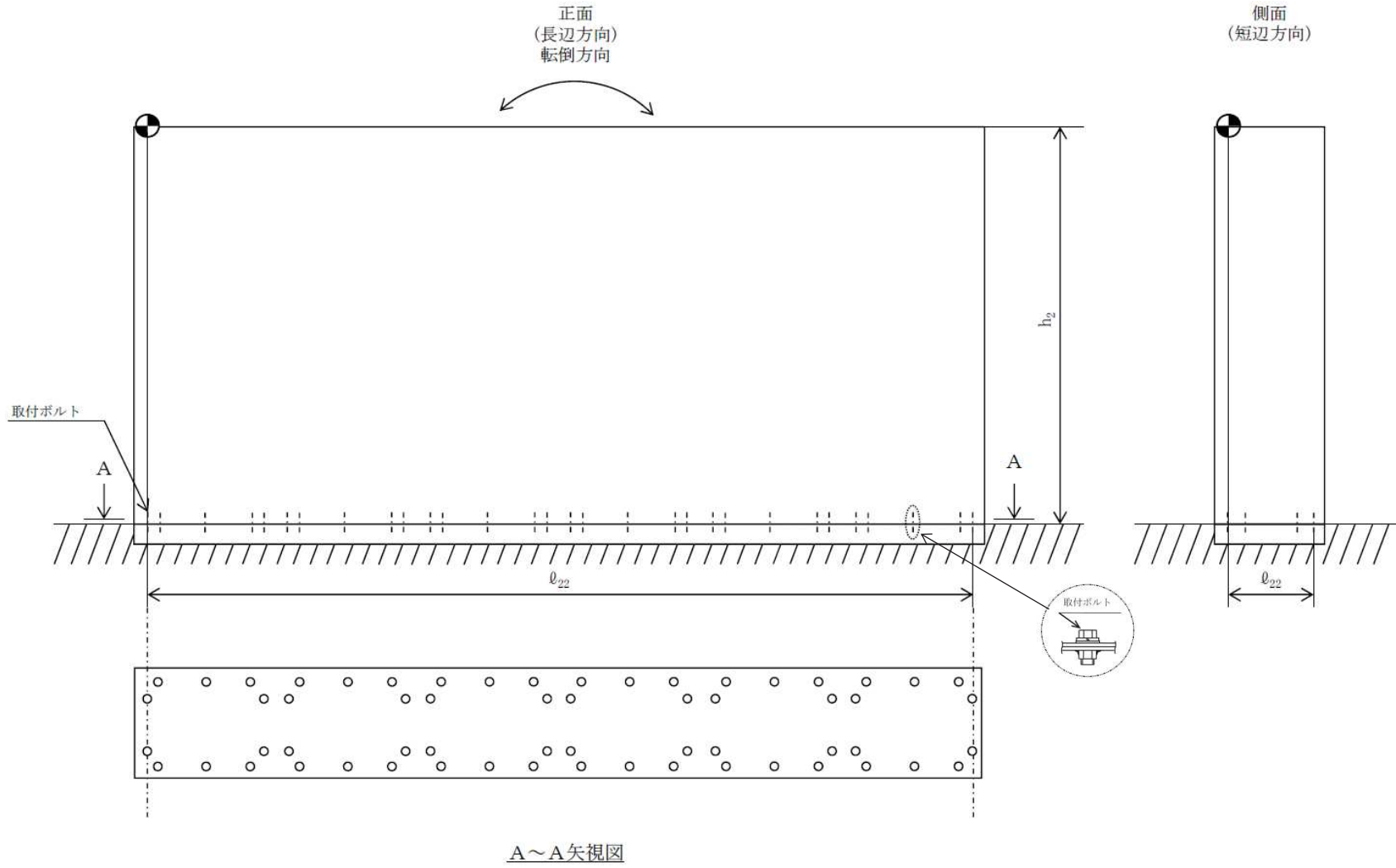
注記*：f_{t si}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。

84

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 制御建屋 MCC 2D-2	水平方向	1.62	
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 制御建屋 MCC 2D-2 の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 制御建屋 MCC 2D-2	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 0.P.8.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	60	18
								2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	1.859×10 ⁴	—	6.311×10 ⁴

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =60	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

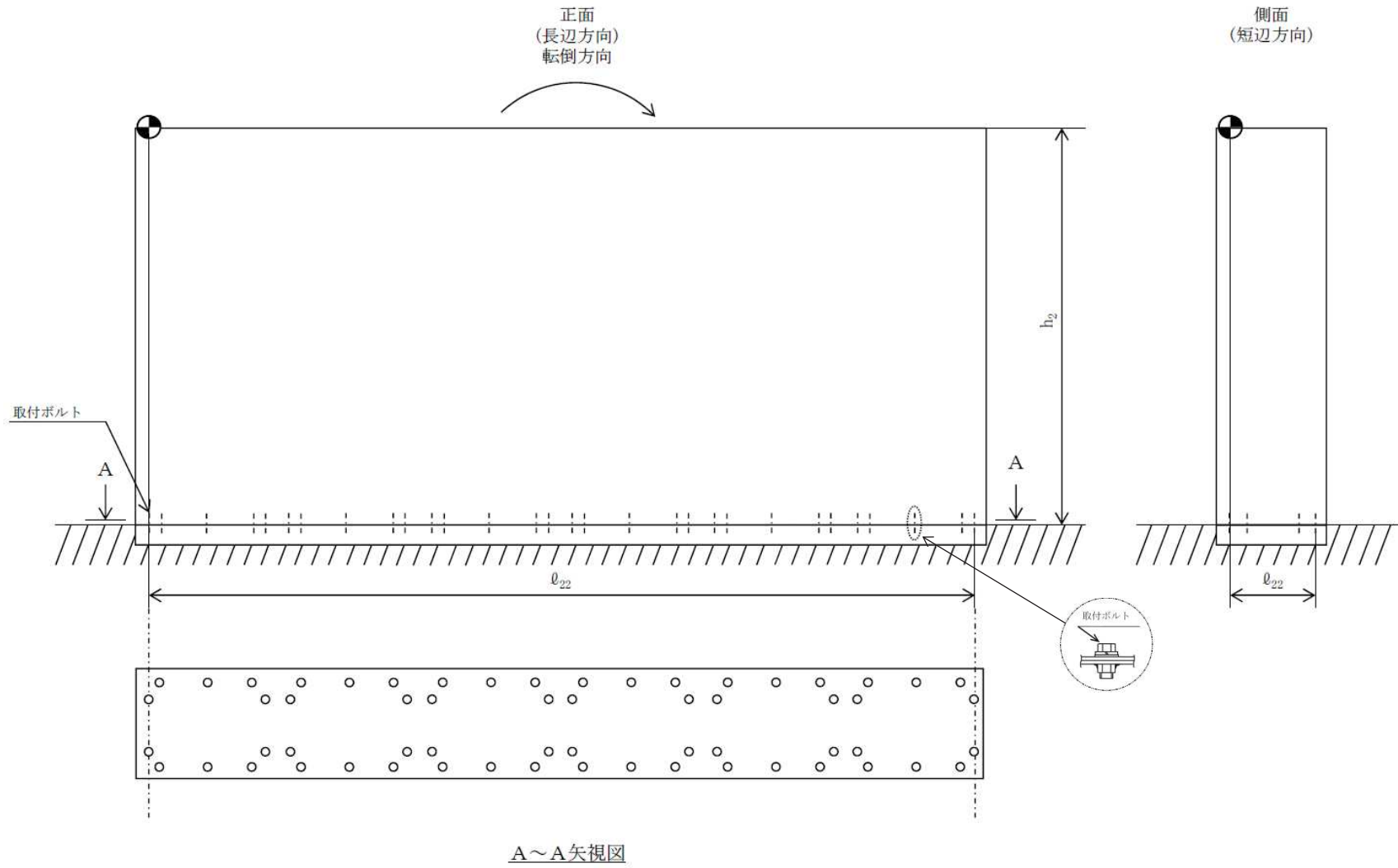
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 制御建屋 MCC 2D-2	水平方向	1.62	□
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-5 モータコントロールセンタ(高圧炉心スプレイ系用)
の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、モータコントロールセンタ(高圧炉心スプレイ系用)が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

モータコントロールセンタ(高圧炉心スプレイ系用)は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備(設計基準拡張)に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

モータコントロールセンタ(高圧炉心スプレイ系用)は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。

なお、モータコントロールセンタ(高圧炉心スプレイ系用)は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 モータコントロールセンタ(高圧炉心スプレイ系用)の構成

系統	盤名称	個数
モータコントロールセンタ (高圧炉心スプレイ系用)	460V 原子炉建屋 MCC 2H	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

モータコントロールセンタ(高圧炉心スプレイ系用)の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図								
基礎・支持構造	主体構造									
<p>モータコントロールセンタ(高圧炉心スプレイ系用)は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【モータコントロールセンタ(高圧炉心スプレイ系用)】</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">460V 原子炉建屋 MCC 2H</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>	460V 原子炉建屋 MCC 2H		たて	mm	横	mm	高さ	mm
460V 原子炉建屋 MCC 2H										
たて	mm									
横	mm									
高さ	mm									

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

モータコントロールセンタ(高圧炉心スプレイ系用)の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は0.05秒以下であり、剛とする。

固有周期を表3-1に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
460V 原子炉建屋 MCC 2H	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

モータコントロールセンタ(高圧炉心スプレイ系用)の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

モータコントロールセンタ(高圧炉心スプレイ系用)の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

モータコントロールセンタ(高圧炉心スプレイ系用)の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

モータコントロールセンタ(高圧炉心スプレイ系用)の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-5 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震設計上の重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	モータコントロールセンタ(高圧炉心スプレイ系用)	S	—*1	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記 *1：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	モータコントロールセンタ(高圧炉心スプレイ系用)	常設／防止(DB 拡張)	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^*$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A S としてⅣ _A S の許容限界を用いる。)

注記 *1：「常設／防止 (DB 拡張)」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界* ¹ , * ² (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _{AS} (V _{AS} としてⅣ _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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: 当該の応力が生じない場合, 規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

モータコントロールセンタ(高圧炉心スプレイ系用)の電氣的機能維持を確認した機能確認済加速度と設置場所の最大応答加速度を比較し、設置場所の最大応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認することで実施する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2H	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

モータコントロールセンタ(高圧炉心スプレイ系用)の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

モータコントロールセンタ(高圧炉心スプレイ系用)の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【モータコントロールセンタ(高圧炉心スプレイ系用)の耐震性についての評価結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 MCC 2H	S	原子炉建屋 O.P. 15.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.96	C _V =0.80	C _H =1.97	C _V =1.37	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	100	30
								2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	短辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

10

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	9.005×10 ³	2.843×10 ⁴	5.178×10 ⁴	1.063×10 ⁵

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =29	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =91	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

11

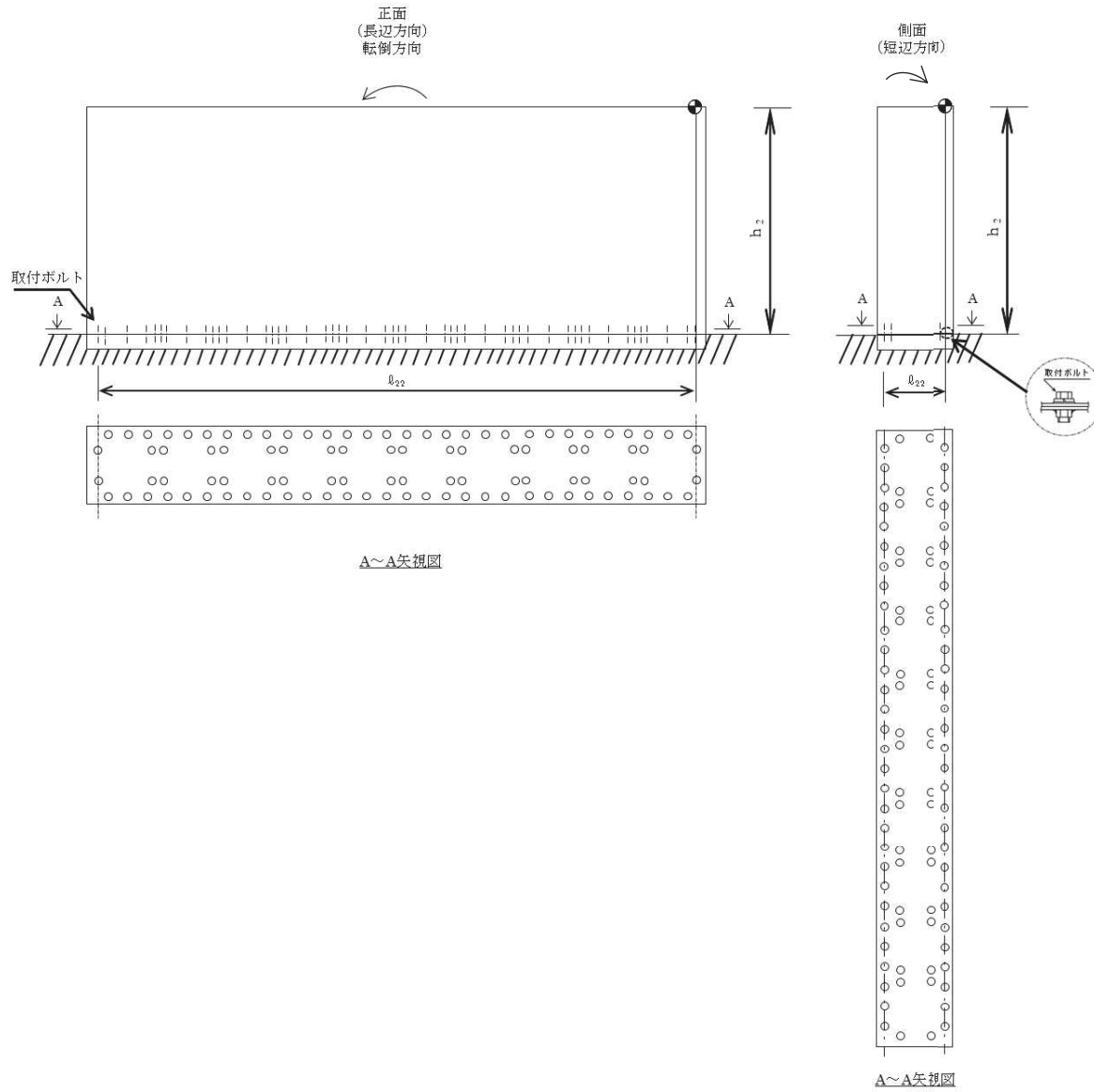
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2H	水平方向	1.65	
	鉛直方向	1.15	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【モータコントロールセンタ(高圧炉心スプレイ系用)の耐震性についての評価結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 MCC 2H	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建屋 O.P. 15.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.97	C _V =1.37	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	100	30
								2

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	2.843×10 ⁴	—	1.063×10 ⁵

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =91	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

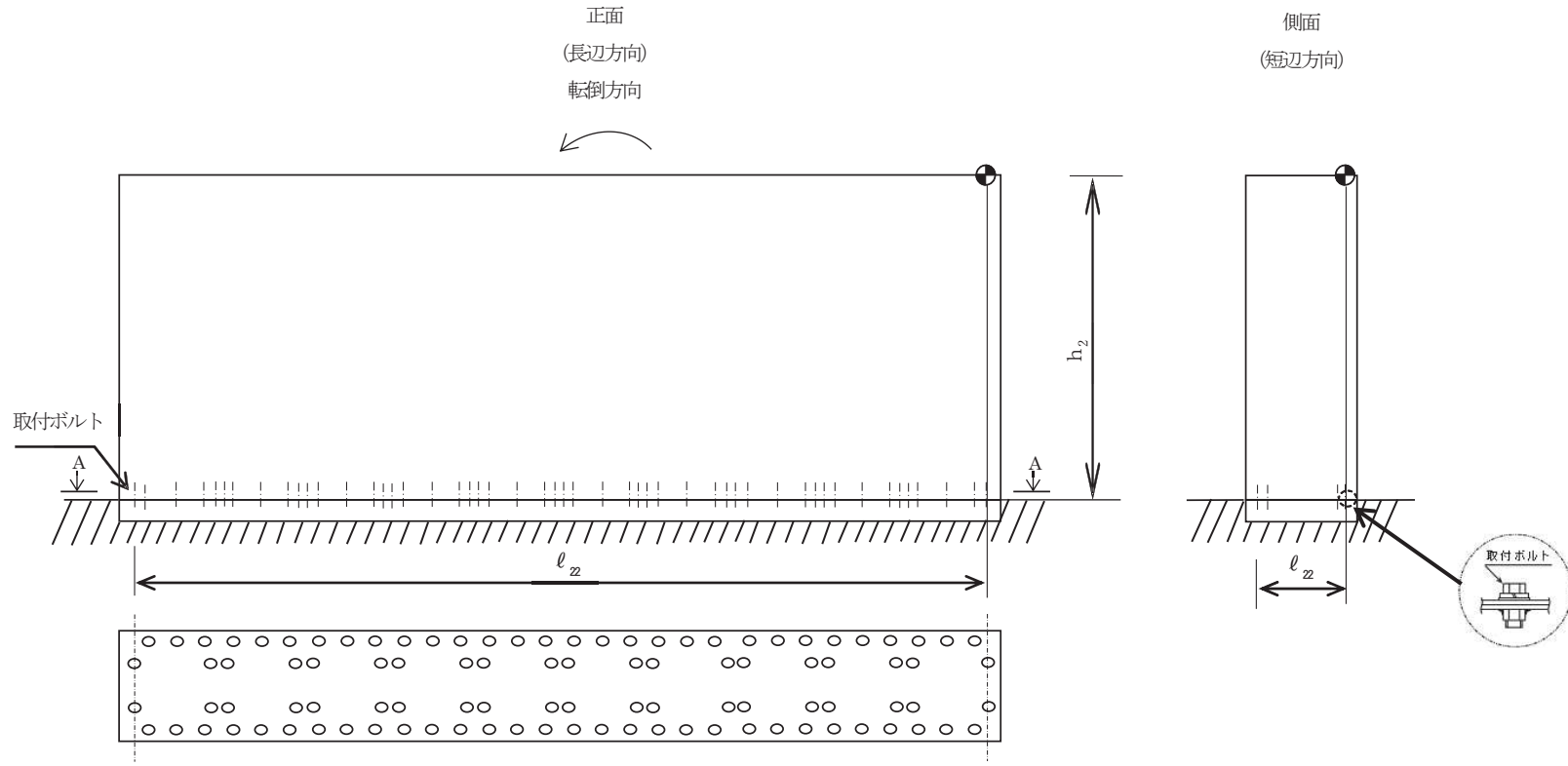
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2H	水平方向	1.65	
	鉛直方向	1.15	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



A~A 矢視図

VI-2-10-1-4-6 動力変圧器（非常用）の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
4. 構造強度評価	3
4.1 構造強度評価方法	3
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	3
5. 機能維持評価	7
5.1 電氣的機能維持評価方法	7
6. 評価結果	8
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	8
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	8

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、動力変圧器（非常用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

動力変圧器（非常用）は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

動力変圧器（非常用）は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

なお、動力変圧器（非常用）は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 動力変圧器（非常用）の構成

系統	盤名称	個数
パワーセンタ(非常用)	パワーセンタ動力変圧器 (6-2PC)	1
パワーセンタ(非常用)	パワーセンタ動力変圧器 (6-2PD)	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

動力変圧器（非常用）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図		
基礎・支持構造	主体構造			
動力変圧器（非常用）のうちパワーセンタ動力変圧器（6-2PC）及びパワーセンタ動力変圧器（6-2PD）は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 （変圧器）	【動力変圧器（非常用）】		
			パワーセンタ動力変圧器（6-2PC）	パワーセンタ動力変圧器（6-2PD）
		たて	mm	mm
横	mm	mm		
高さ	mm	mm		

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

動力変圧器（非常用）の固有周期については、変圧器は J E A G 4 6 0 1 - 1987 において「装置」に分類される。装置は一般に剛構造とされていることから、振動試験を省略する。

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

動力変圧器（非常用）の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

動力変圧器（非常用）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

動力変圧器（非常用）の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

動力変圧器（非常用）の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-5 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震設計上の 重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	動力変圧器（非常用）	S	—*1	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _{AS}
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _{AS}

注記 *1：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	動力変圧器（非常用）	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _{AS} (V _{AS} として Ⅳ _{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _{AS} (V _{AS} としてⅣ _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

動力変圧器（非常用）の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

変圧器は J E A G 4 6 0 1 - 1987 において「装置」に分類され、機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって、動力変圧器（非常用）の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

動力変圧器（非常用）の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため，評価結果は(1)構造強度評価結果による。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

動力変圧器（非常用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため，評価結果は(1)構造強度評価結果による。

【動力変圧器（非常用）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
動力変圧器 (非常用)	S	原子炉建屋 O.P. 6.00*	—	—	C _H =0.72	C _V =0.63	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	38	7 7

6

部 材	S _{y_i} (MPa)	S _{u_i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	短辺方向	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位 : N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	1.042×10 ⁴	2.376×10 ⁴	5.860×10 ⁴	1.278×10 ⁵

1.4 結論

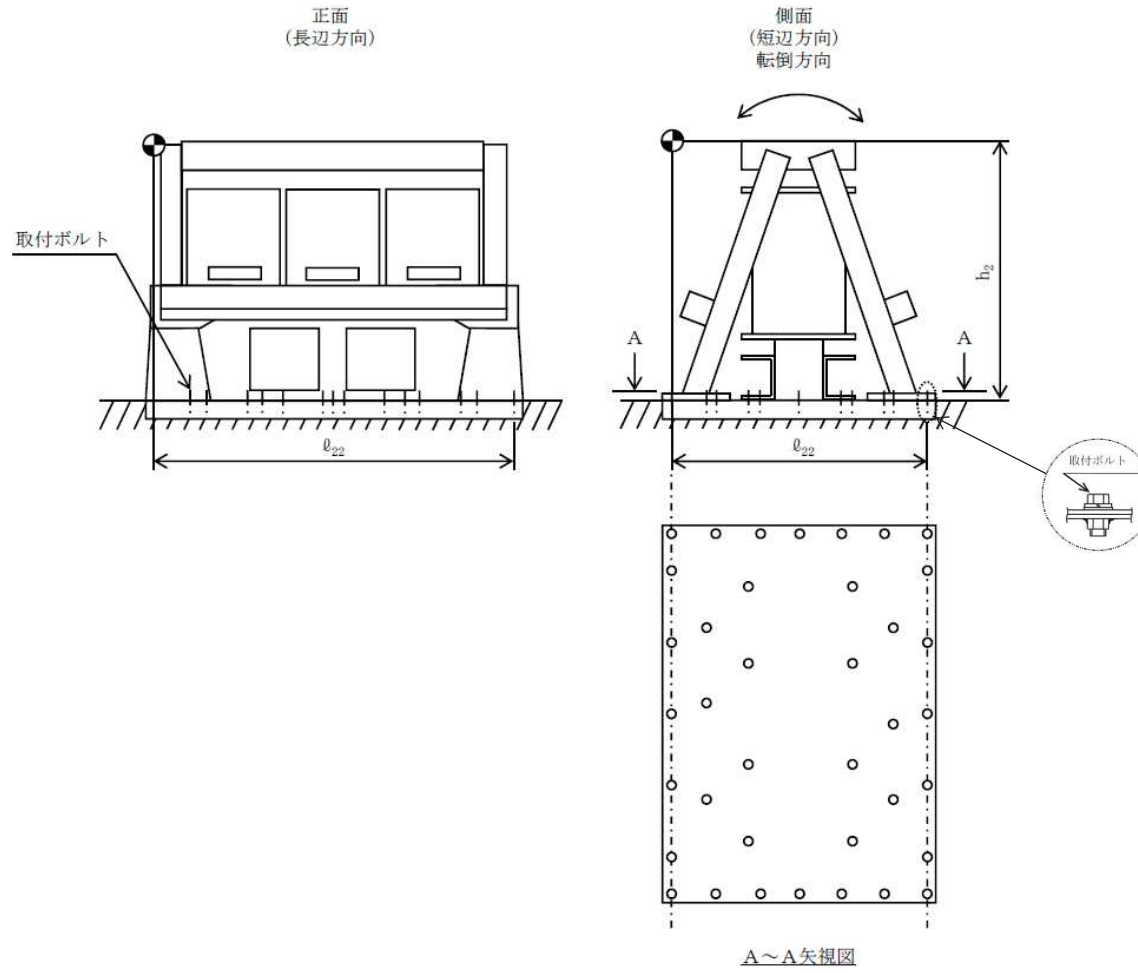
1.4.1 ボルトの応力

(単位 : MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =34	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =76	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =5	f _{sb2} =135	τ _{b2} =11	f _{sb2} =161

注記* : f_{t si} = Min [1.4 · f_{toi} - 1.6 · τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。



【動力変圧器（非常用）の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
動力変圧器（非常用）	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P.6.00*	—	—	—	—	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	38	7 7

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	—	2.376×10^4	—	1.278×10^5

2.4 結論

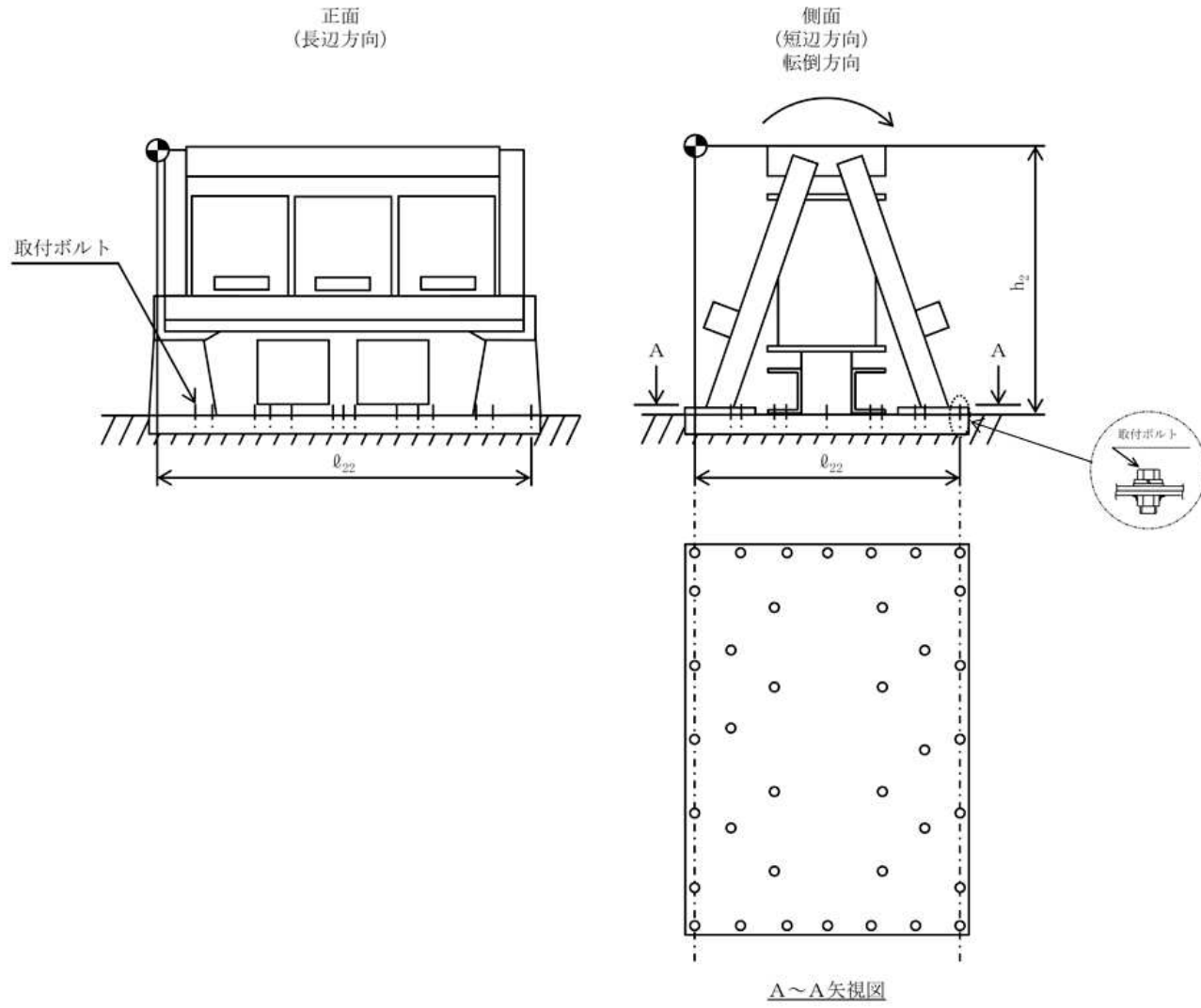
2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=76$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=11$	$f_{sb2}=161$

注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。



VI-2-10-1-4-7 動力変圧器（高圧炉心スプレイ系用）
の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
4. 構造強度評価	3
4.1 構造強度評価方法	3
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	3
5. 機能維持評価	7
5.1 電氣的機能維持評価方法	7
6. 評価結果	8
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	8
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	8

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、動力変圧器（高圧炉心スプレイ系用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

動力変圧器（高圧炉心スプレイ系用）は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

動力変圧器（高圧炉心スプレイ系用）は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。

なお、動力変圧器（高圧炉心スプレイ系用）は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 動力変圧器（高圧炉心スプレイ系用）の構成

系統	盤名称	個数
メタルクラッドスイッチギア （高圧炉心スプレイ系用）	MCC 動力変圧器（6-2PH）	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

動力変圧器（高圧炉心スプレイ系用）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
動力変圧器（高圧炉心スプレイ系用）のうち MCC 動力変圧器（6-2PH）は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 （変圧器）	<p>【動力変圧器（高圧炉心スプレイ系用）】</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3">MCC 動力変圧器（6-2PH）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td style="border: 2px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td style="border: 2px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td style="border: 2px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>	MCC 動力変圧器（6-2PH）			たて		mm	横		mm	高さ		mm
MCC 動力変圧器（6-2PH）														
たて		mm												
横		mm												
高さ		mm												

3. 固有周期

動力変圧器（高圧炉心スプレイ系用）の固有周期については、変圧器は J E A G 4 6 0 1 - 1987 において「装置」に分類される。装置は一般に剛構造とされていることから、振動試験を省略する。

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

動力変圧器（高圧炉心スプレイ系用）の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

動力変圧器（高圧炉心スプレイ系用）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

動力変圧器（高圧炉心スプレイ系用）の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

動力変圧器（高圧炉心スプレイ系用）の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-5 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震設計上の 重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	動力変圧器（高圧炉心 スプレイ系用）	S	—*1	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _{AS}
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _{AS}

注記 *1：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	動力変圧器（高圧炉心 スプレイ系用）	常設／防止 （DB 拡張）	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _{AS} （V _{AS} として Ⅳ _{AS} の許容限 界を用いる。）

注記 *1：「常設／防止（DB 拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _{AS} (V _{AS} としてⅣ _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

動力変圧器（高圧炉心スプレイ系用）の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

変圧器は J E A G 4 6 0 1 - 1987 において「装置」に分類され、機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって、動力変圧器（高圧炉心スプレイ系用）の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

動力変圧器（高圧炉心スプレイ系用）の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため，評価結果は(1)構造強度評価結果による。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

動力変圧器（高圧炉心スプレイ系用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため，評価結果は(1)構造強度評価結果による。

【動力変圧器（高圧炉心スプレイ系用）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
動力変圧器（高圧炉心スプレイ系用）	S	原子炉建屋 O.P. 6.00*	—	—	C _H =0.72	C _V =0.63	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b<i>i</i>} (mm ²)	n _i	n _{f<i>i</i>} *1
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	26	5
								5

部 材	S _{y<i>i</i>} (MPa)	S _{u<i>i</i>} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	短辺方向	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位 : N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	5.851×10 ³	1.336×10 ⁴	2.401×10 ⁴	5.235×10 ⁴

1.4 結論

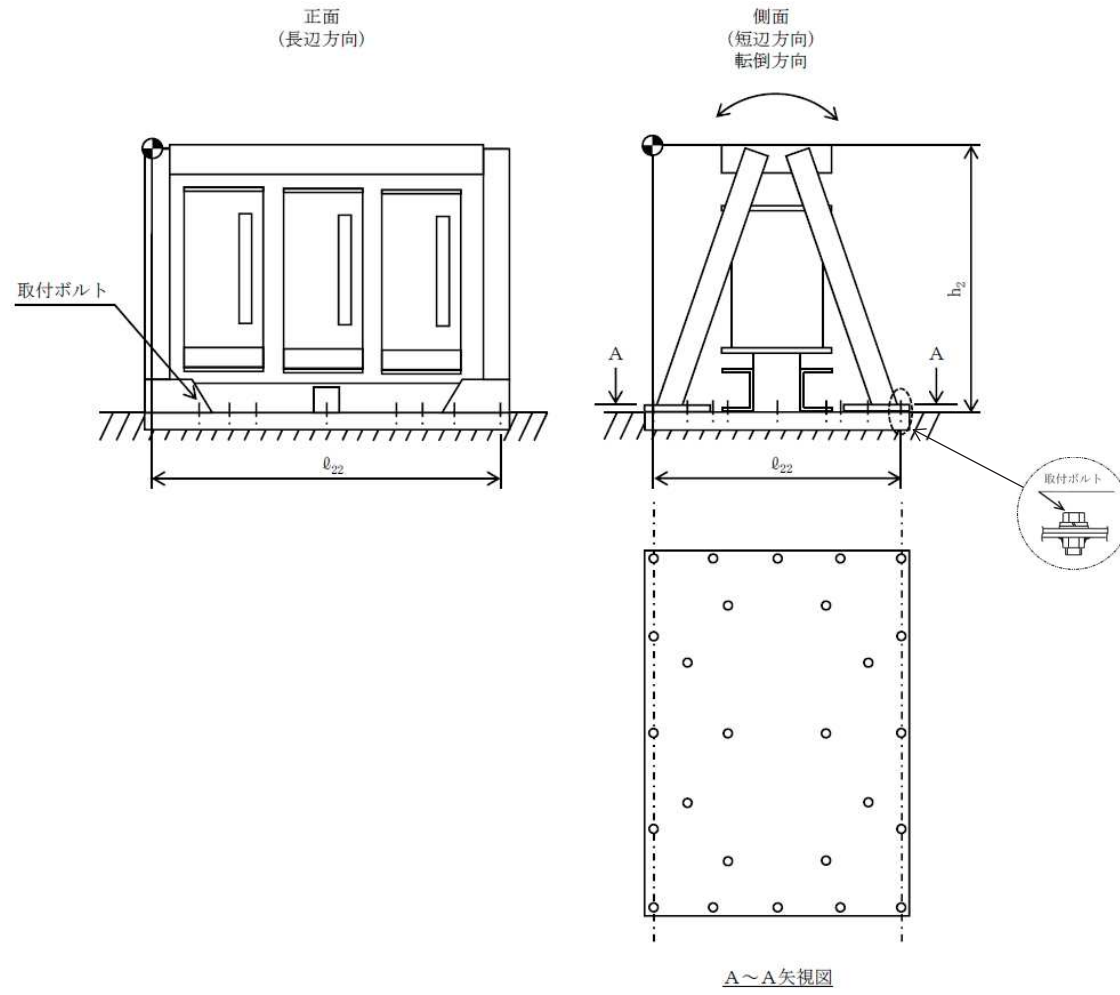
1.4.1 ボルトの応力

(単位 : MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =29	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =67	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =5	f _{sb2} =135	τ _{b2} =10	f _{sb2} =161

注記* : f_{t si} = Min [1.4 · f_{toi} - 1.6 · τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。



【動力変圧器（高圧炉心スプレイ系用）の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
動力変圧器（高圧炉心スプレイ系用）	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建屋 O.P. 6.00*	—	—	—	—	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	26	5
	5							

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	—	1.336×10^4	—	5.235×10^4

2.4 結論

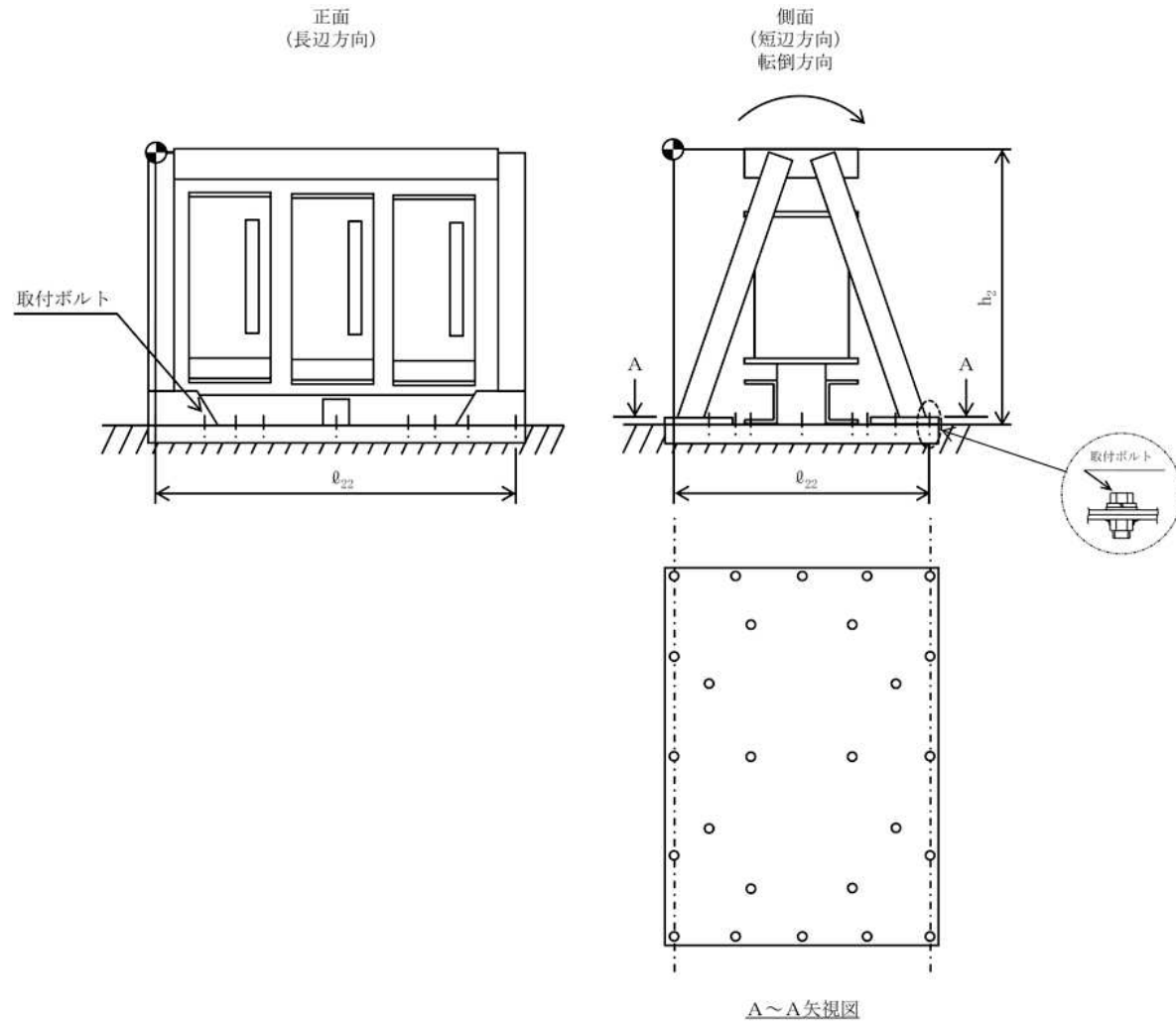
2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=67$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=161$

注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。



VI-2-10-1-4-8 460V 原子炉建屋交流電源切替盤(非常用)
の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	4
3.1 固有周期の算出方法	4
4. 構造強度評価	5
4.1 構造強度評価方法	5
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	5
5. 機能維持評価	9
5.1 電氣的機能維持評価方法	9
6. 評価結果	10
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	10
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	10

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、460V 原子炉建屋交流電源切替盤(非常用)が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

460V 原子炉建屋交流電源切替盤(非常用)は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

460V 原子炉建屋交流電源切替盤(非常用)は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

なお、460V 原子炉建屋交流電源切替盤(非常用)は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 460V 原子炉建屋交流電源切替盤(非常用)

系統	盤名称	個数
460V 原子炉建屋交流電源切替盤 (非常用)	460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2C	2
460V 原子炉建屋交流電源切替盤 (非常用)	460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2D	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2C 1～4 盤の構造計画を表 2-1 に、460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2C 5～6 盤及び 460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2D の構造計画を表 2-2 にそれぞれ示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図															
基礎・支持構造	主体構造																
460V 原子炉建屋交流電源切替盤（非常用）のうち 460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2C 1～4 盤は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）	<p>【460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2C 1～4 盤】</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2C</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">1～4 盤</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">たて</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">横</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">mm</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">高さ</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;">mm</td> </tr> </table>		460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2C			1～4 盤		たて		mm	横		mm	高さ		mm
	460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2C																
	1～4 盤																
たて		mm															
横		mm															
高さ		mm															

表 2-2 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>460V 原子炉建屋交流電源切替盤（非常用）のうち 460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2C 5～6 盤及び 460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2D は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。</p>	<p>直立形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）</p>	<p>【460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2C 5～6 盤及び 2D】</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2C 5～6 盤</th> <th>460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> </tbody> </table>		460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2C 5～6 盤	460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2D	たて	mm	mm	横	mm	mm	高さ	mm	mm
	460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2C 5～6 盤	460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2D												
たて	mm	mm												
横	mm	mm												
高さ	mm	mm												

3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2C の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2D の固有周期は、プラスチックハンマ等により当該装置に振動を与え、固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により固有振動数（共振周波数）を測定する。測定の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。鉛直方向の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2C	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2D	水平	
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

460V 原子炉建屋交流電源切替盤(非常用)の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

460V 原子炉建屋交流電源切替盤(非常用)の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

460V 原子炉建屋交流電源切替盤(非常用)の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

460V 原子炉建屋交流電源切替盤(非常用)の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-5 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震設計上の 重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	460V 原子炉建屋交流 電源切替盤(非常用)	S	—*1	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記 *1：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	460V 原子炉建屋交流 電源切替盤(非常用)	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界* ¹ , * ² (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _{AS} (V _{AS} としてⅣ _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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: 当該の応力が生じない場合, 規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト (i = 1)	SS400 (40mm < 径)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト (i = 1)	SS400 (40mm < 径)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

460V 原子炉建屋交流電源切替盤(非常用)の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

460V 原子炉建屋交流電源切替盤(非常用)の電氣的機能維持を確認した機能確認済加速度と設置場所の最大応答加速度を比較し、設置場所の最大応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認することで実施する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

評価部位	方向	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2C	水平	
	鉛直	
460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2D	水平	
	鉛直	

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

460V 原子炉建屋交流電源切替盤(非常用)の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

460V 原子炉建屋交流電源切替盤(非常用)の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【460V 原子炉建屋交流電源切替盤(非常用)の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2C 1~4 盤	S	原子炉建屋 O.P. 15.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.96	C _V =0.80	C _H =1.97	C _V =1.37	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	40	12 2

11

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	9.171×10 ³	2.281×10 ⁴	2.071×10 ⁴	4.250×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =30	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =73	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

注記* : f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

12

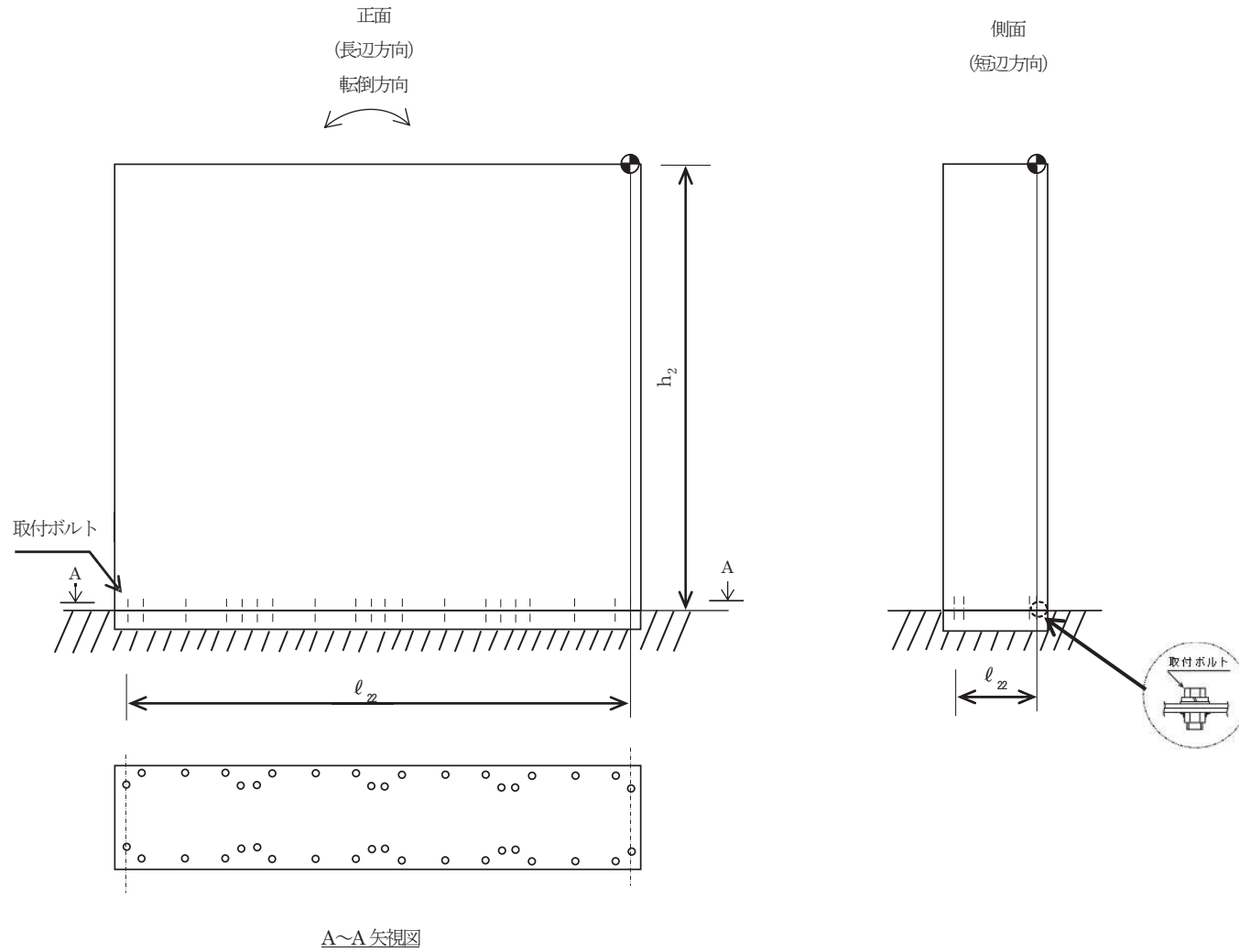
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2C	水平方向	1.65	
	鉛直方向	1.15	

注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 原子炉建屋交流電源切替盤(非常用)の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2C 1~4 盤	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 15.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.97	C _V =1.37	40

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	n _{f i} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	40	12
								2

部 材	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	2.281×10^4	—	4.250×10^4

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=73$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

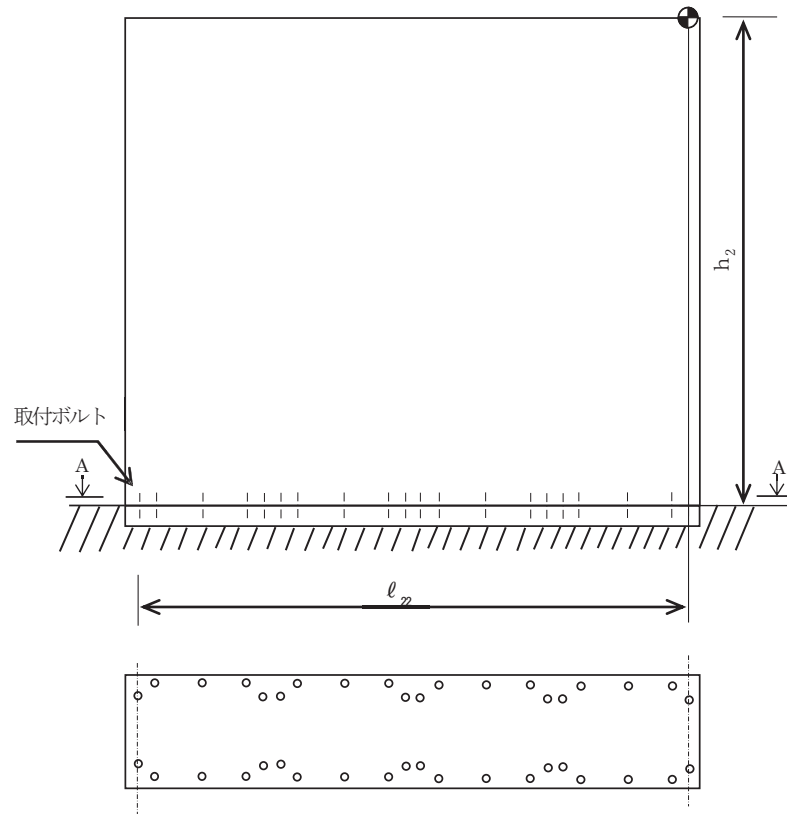
($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2C	水平方向	1.65	□
	鉛直方向	1.15	

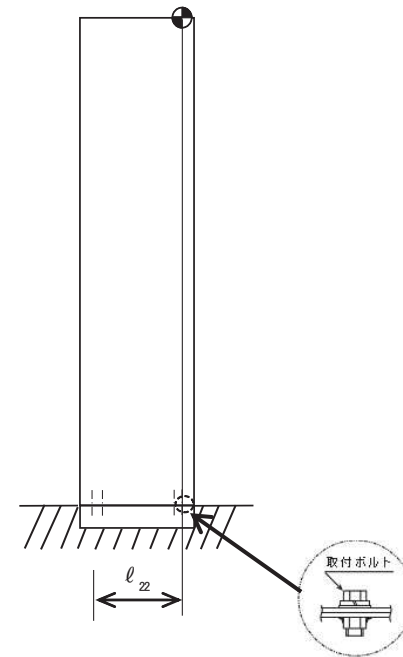
注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。

正面
(長辺方向)
転倒方向



側面
(短辺方向)



A~A 矢視図

【460V 原子炉建屋交流電源切替盤(非常用)の耐震性についての計算結果】

3. 設計基準対象施設

3.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及びひ床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2C 5~6 盤	S	原子炉建屋 O.P. 15.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.96	C _V =0.80	C _H =1.97	C _V =1.37	40

注記* : 基準床レベルを示す。

3.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	10	4
					2			
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	20	6
					2			

17

部 材	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	215	258	長辺方向	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3.3 計算数値

3.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	1.166×10 ⁴	2.598×10 ⁴	1.073×10 ⁴	2.202×10 ⁴
取付ボルト (i=2)	9.486×10 ³	2.146×10 ⁴	1.036×10 ⁴	2.125×10 ⁴

3.4 結論

3.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	σ _{b1} =58	f _{ts1} =161*	σ _{b1} =130	f _{ts1} =193*
		せん断	τ _{b1} =6	f _{sb1} =124	τ _{b1} =11	f _{sb1} =148
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =31	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =69	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

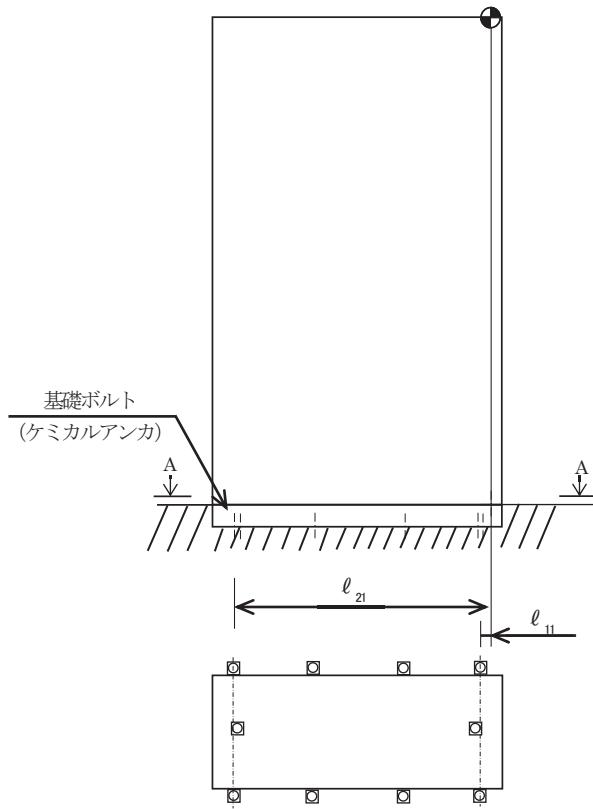
注記* : f_{tsi} = Min [1.4 · f_{toi} - 1.6 · τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。

3.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2C	水平方向	1.65	
	鉛直方向	1.15	

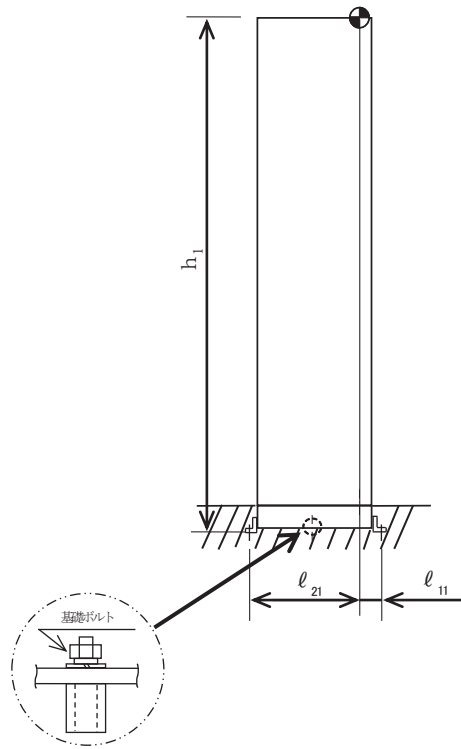
注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

正面
(長辺方向)
転倒方向

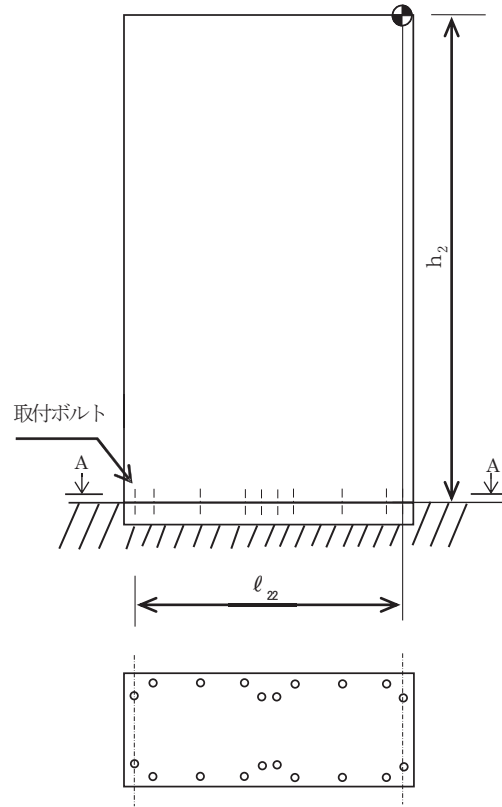


A~A 矢視図

側面
(短辺方向)

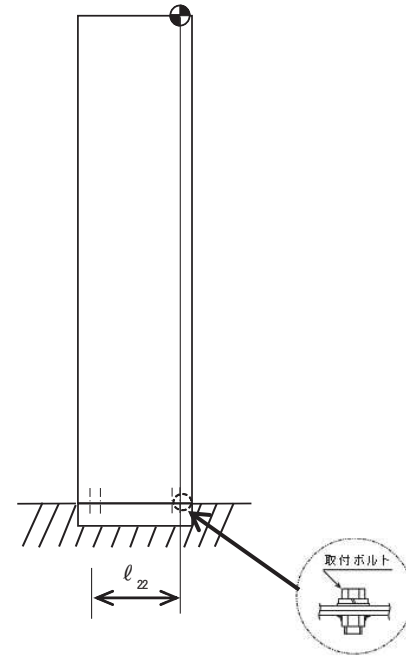


正面
(長辺方向)
転倒方向



A~A 矢視図

側面
(短辺方向)



【460V 原子炉建屋交流電源切替盤(非常用)の耐震性についての計算結果】

4. 重大事故等対処設備

4.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2C 5~6 盤	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 15.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.97	C _V =1.37	40

注記*：基準床レベルを示す。

4.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} ^{*1}
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	10	4
					2			
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	20	6
					2			

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	—	258	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

4.3 計算数値

4.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	—	2.598×10 ⁴	—	2.202×10 ⁴
取付ボルト (i=2)	—	2.146×10 ⁴	—	2.125×10 ⁴

4.4 結論

4.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	—	—	σ _{b1} =130	f _{ts1} =193*
		せん断	—	—	τ _{b1} =11	f _{sb1} =148
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =69	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。

4.4.2 電氣的機能維持の評価結果

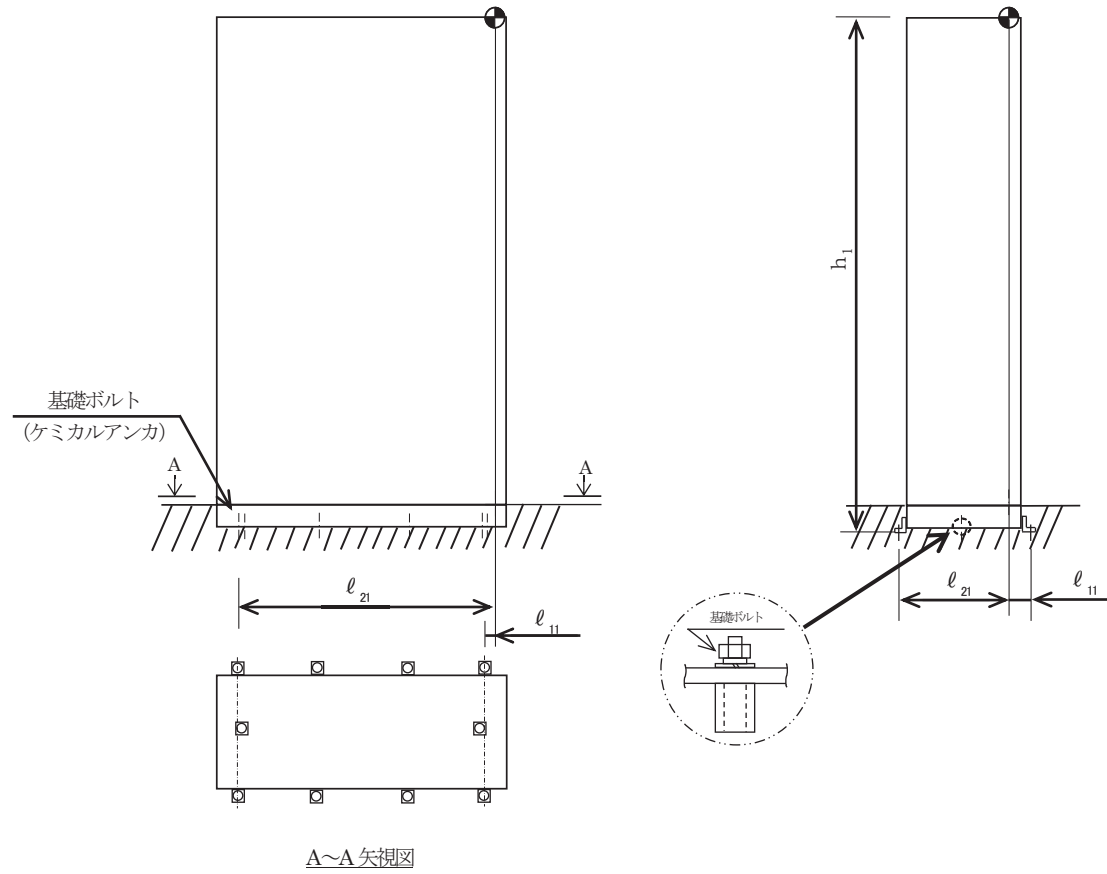
(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2C	水平方向	1.65	
	鉛直方向	1.15	

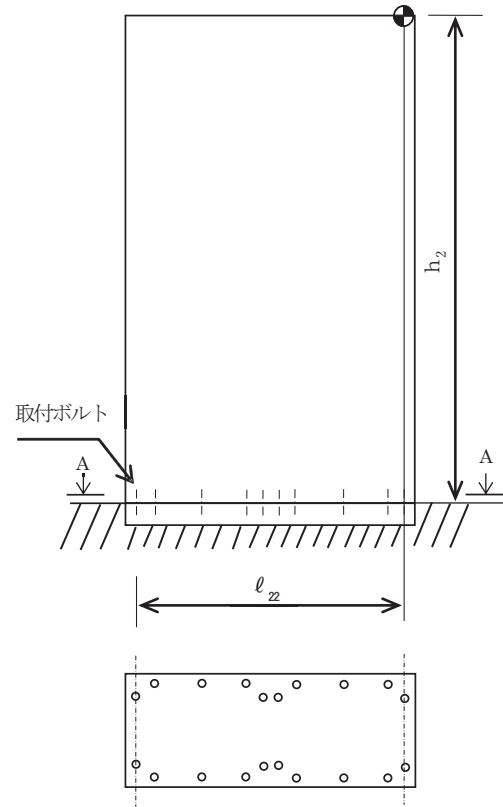
注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。

正面
(長辺方向)
転倒方向

側面
(短辺方向)

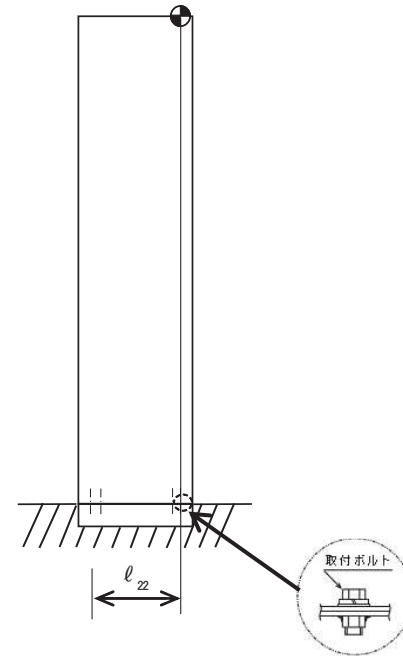


正面
(長辺方向)
転倒方向



A~A 矢視図

側面
(短辺方向)



【460V 原子炉建屋交流電源切替盤(非常用)の耐震性についての計算結果】

5. 設計基準対象施設

5.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2D	S	原子炉建屋 O.P. 15.00*		0.05 以下	C _H =0.96	C _V =0.80	C _H =1.97	C _V =1.37	40

注記* : 基準床レベルを示す。

5.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	16	8 2
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	40	12 2

25

部 材	S _{y_i} (MPa)	S _{u_i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	215	258	長辺方向	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

5.3 計算数値

5.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	1.056×10 ⁴	2.579×10 ⁴	2.146×10 ⁴	4.405×10 ⁴
取付ボルト (i=2)	9.171×10 ³	2.281×10 ⁴	2.071×10 ⁴	4.250×10 ⁴

5.4 結論

5.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	σ _{b1} =53	f _{ts1} =161*	σ _{b1} =129	f _{ts1} =193*
		せん断	τ _{b1} =7	f _{sb1} =124	τ _{b1} =14	f _{sb1} =148
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =30	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =73	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

注記* : f_{tsi} = Min [1.4 · f_{toi} - 1.6 · τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。

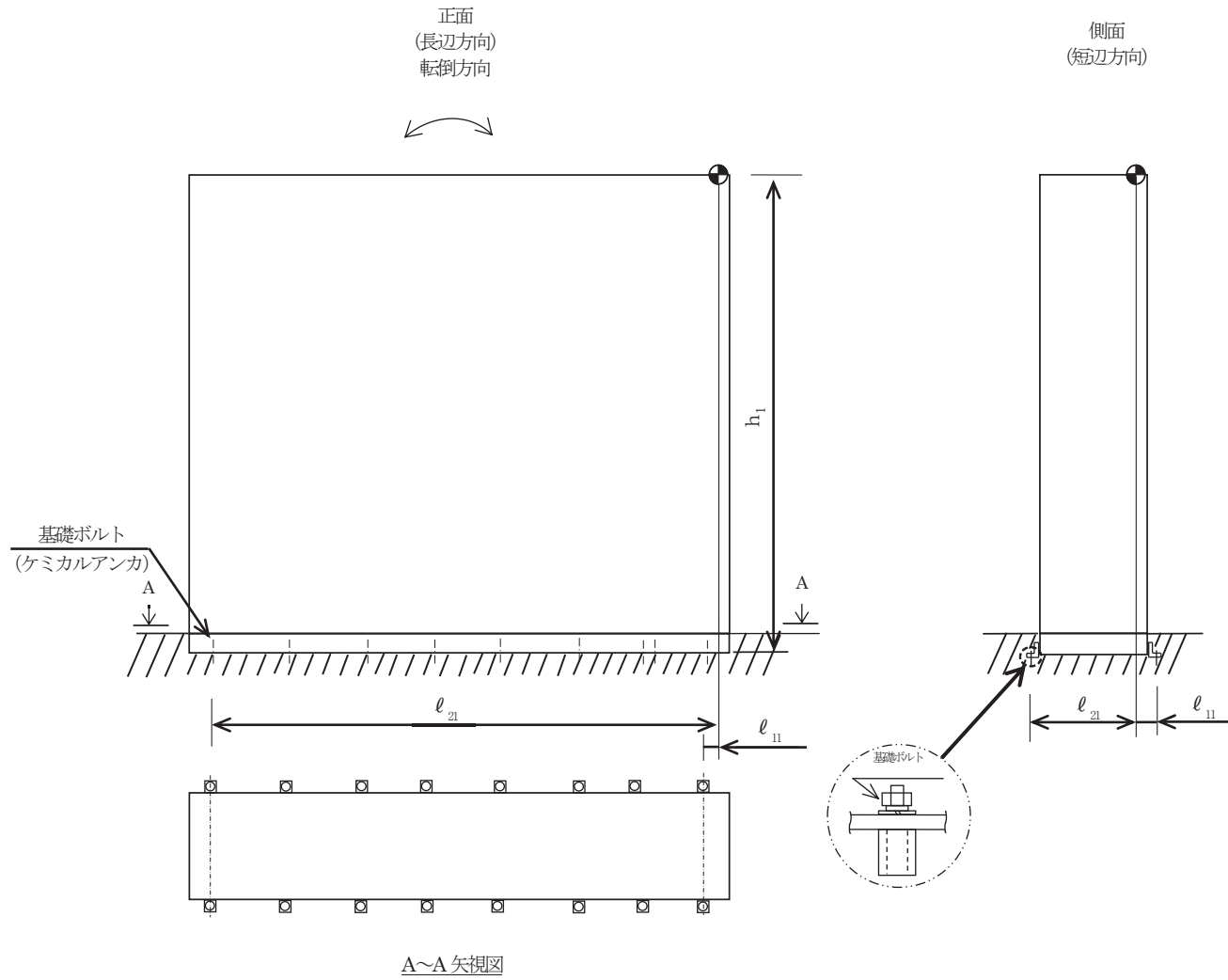
5.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

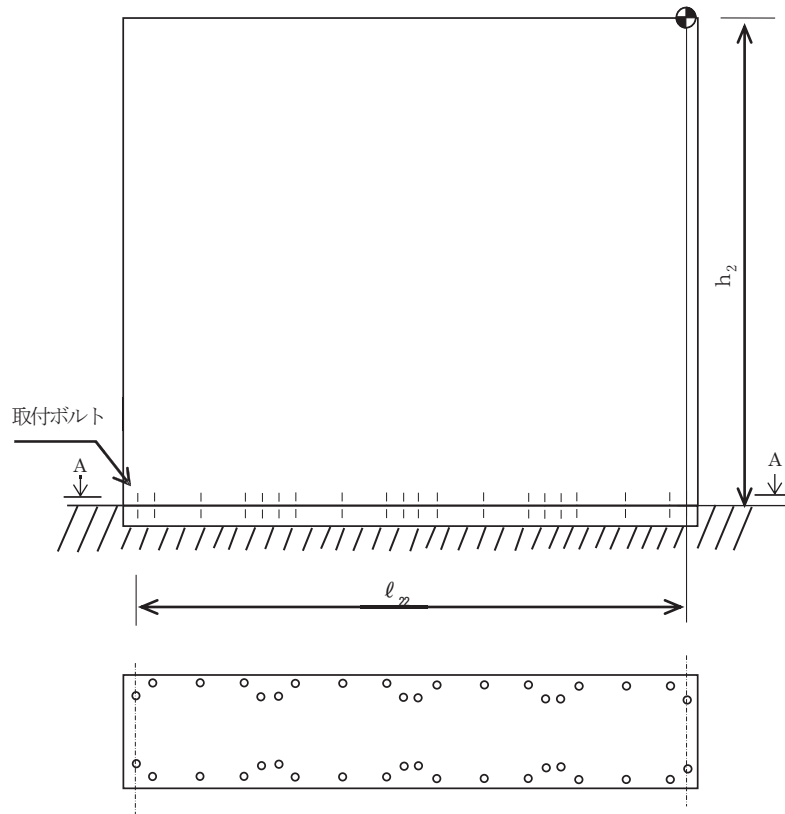
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2D	水平方向	1.65	□
	鉛直方向	1.15	

注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

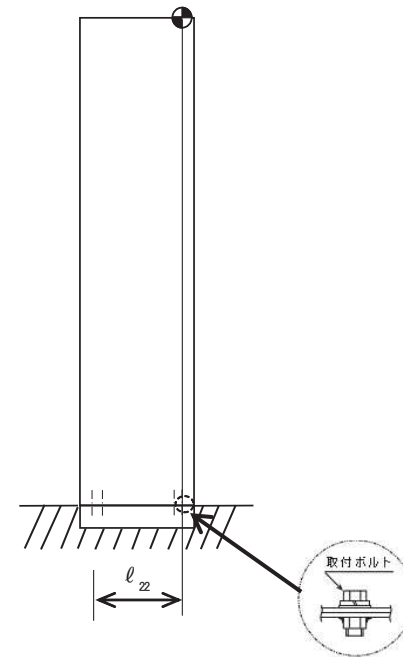
枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



正面
(長辺方向)
転倒方向



側面
(短辺方向)



A~A 矢視図

【460V 原子炉建屋交流電源切替盤(非常用)の耐震性についての計算結果】

6. 重大事故等対処設備

6.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2D	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 15.00*		0.05 以下	—	—	C _H =1.97	C _V =1.37	40

注記* : 基準床レベルを示す。

6.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	16	8
					2			
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	40	12
					2			

部 材	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	—	258	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

6.3 計算数値

6.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	2.579×10^4	—	4.405×10^4
取付ボルト ($i=2$)	—	2.281×10^4	—	4.250×10^4

6.4 結論

6.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=129$	$f_{ts1}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=14$	$f_{sb1}=148$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=73$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出
すべて許容応力以下である。

6.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

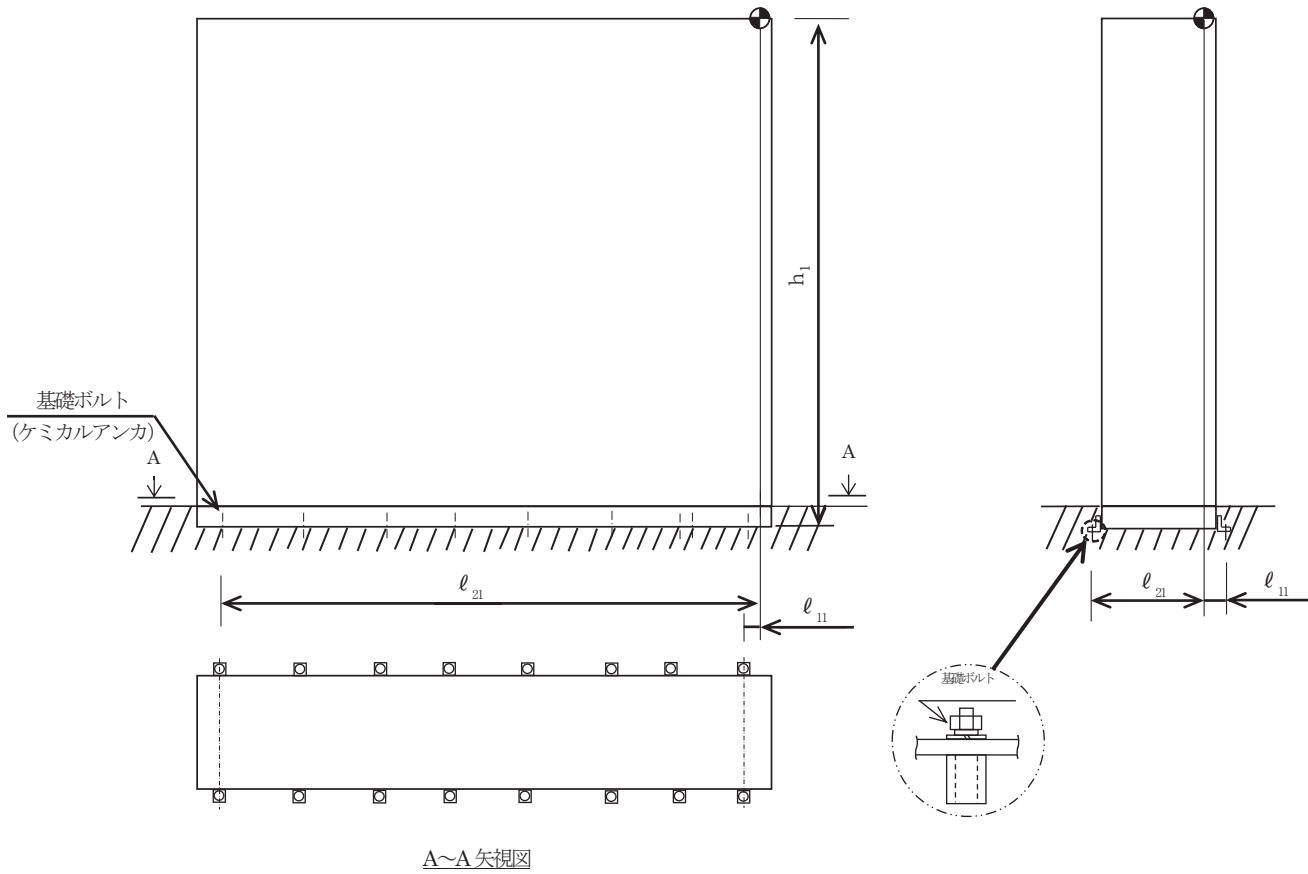
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2D	水平方向	1.65	
	鉛直方向	1.15	

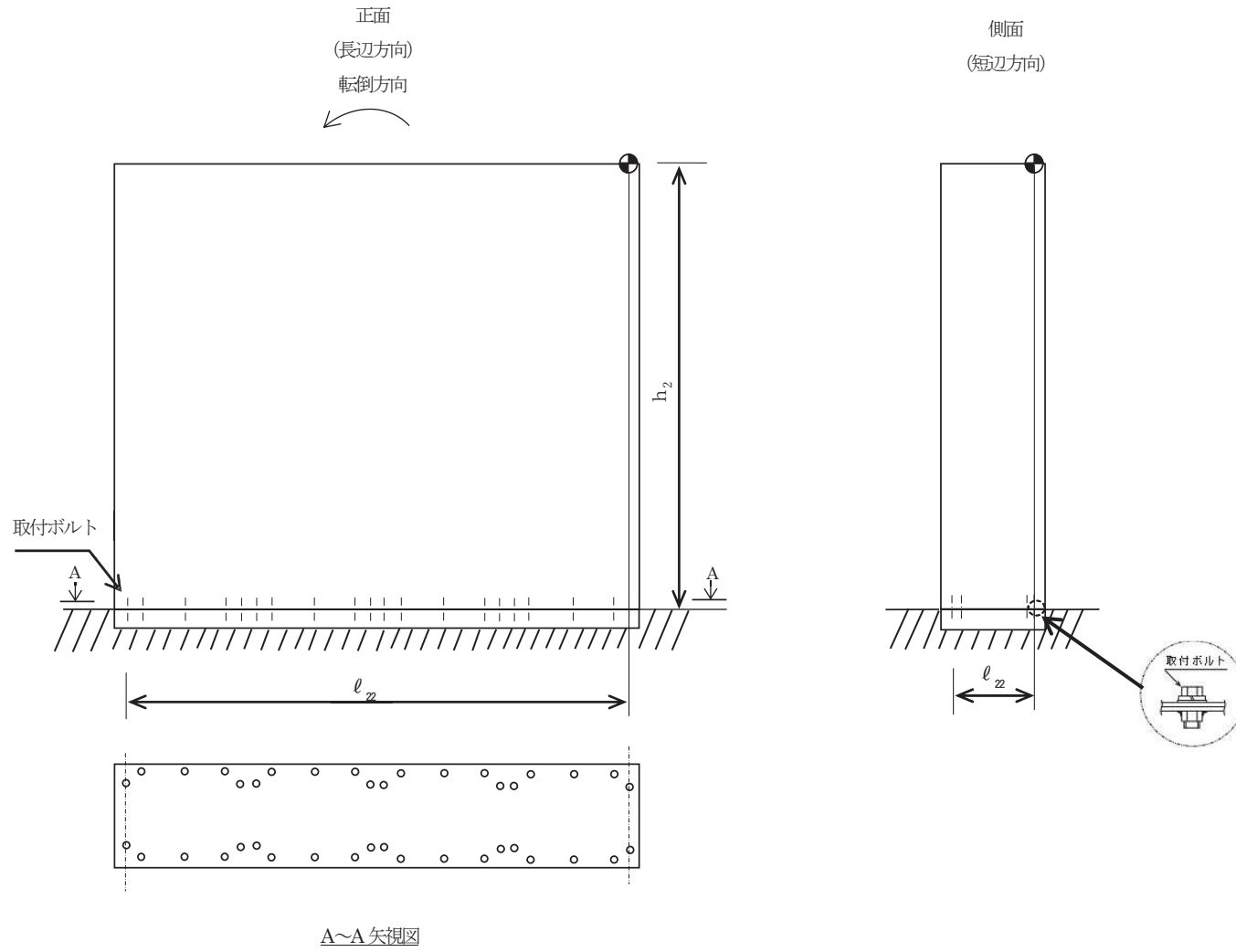
注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。

正面
(長辺方向)
転倒方向



側面
(短辺方向)





VI-2-10-1-4-9 中央制御室 120V 交流分電盤(非常用)の耐震性
についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	4
3.1 固有周期の算出方法	4
4. 構造強度評価	5
4.1 構造強度評価方法	5
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	5
5. 機能維持評価	9
5.1 電氣的機能維持評価方法	9
6. 評価結果	10
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	10
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	10

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、中央制御室 120V 交流分電盤(非常用)が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

中央制御室 120V 交流分電盤(非常用)は、設計基準対象施設においては S クラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

中央制御室 120V 交流分電盤(非常用)は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

なお、中央制御室 120V 交流分電盤(非常用)は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 中央制御室 120V 交流分電盤(非常用)の構成

系統	盤名称	個数
中央制御室 120V 交流分電盤 (非常用)	中央制御室 120V 交流分電盤 2A	1
中央制御室 120V 交流分電盤 (非常用)	中央制御室 120V 交流分電盤 2A-1	1
中央制御室 120V 交流分電盤 (非常用)	中央制御室 120V 交流分電盤 2B	1
中央制御室 120V 交流分電盤 (非常用)	中央制御室 120V 交流分電盤 2B-1	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

中央制御室 120V 交流分電盤 2A 及び 2B の構造計画を表 2-1 に、中央制御室 120V 交流分電盤 2A-1 及び 2B-1 の構造計画を表 2-2 にそれぞれ示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>中央制御室 120V 交流分電盤（非常用）のうち中央制御室 120V 交流分電盤 2A 及び 2B は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。</p>	<p>壁掛形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた壁掛形の盤）</p>	<p>【中央制御室 120V 交流分電盤 2A 及び 2B】</p> <p>（水平方向）</p> <p>（鉛直方向）</p>

表 2-2 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
中央制御室 120V 交流分電盤 (非常用)のうち中央制御室 120V 交流分電盤 2A-1 及び 2B-1 は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【中央制御室 120V 交流分電盤 2A-1 及び 2B-1】</p> <table border="1" style="margin-top: 20px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>中央制御室 120V 交流分電盤 2A-1</th> <th>中央制御室 120V 交流分電盤 2B-1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> </tbody> </table>		中央制御室 120V 交流分電盤 2A-1	中央制御室 120V 交流分電盤 2B-1	たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm
	中央制御室 120V 交流分電盤 2A-1	中央制御室 120V 交流分電盤 2B-1												
たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												
横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												
高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

中央制御室 120V 交流分電盤(非常用)のうち中央制御室 120V 交流分電盤 2A の固有周期は以下の通りとする。

水平方向の固有周期は、プラスチックハンマ等により当該装置に振動を与え、固有振動数測定装置(圧電式加速度ピックアップ, 振動計, 分析器)により固有振動数(共振周波数)を測定する。測定の結果, 固有周期は 0.05 秒以下であり, 剛であることを確認した。鉛直方向の固有周期は, 構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から, 固有周期は 0.05 秒以下であり, 剛とする。

中央制御室 120V 交流分電盤 2B, 中央制御室 120V 交流分電盤 2A-1 及び中央制御室 120V 交流分電盤 2B-1 は, 構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から, 固有周期は 0.05 秒以下であり, 剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
中央制御室 120V 交流分電盤 2A	水平	
	鉛直	0.05 以下
中央制御室 120V 交流分電盤 2A-1	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
中央制御室 120V 交流分電盤 2B	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
中央制御室 120V 交流分電盤 2B-1	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

中央制御室 120V 交流分電盤(非常用)の構造は直立形又は壁掛形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

中央制御室 120V 交流分電盤(非常用)の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

中央制御室 120V 交流分電盤(非常用)の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

中央制御室 120V 交流分電盤(非常用)の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-5 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震設計上の 重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	中央制御室 120V 交流 分電盤(非常用)	S	—*1	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _{AS}
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _{AS}

注記 *1：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	中央制御室 120V 交流 分電盤(非常用)	常設耐震/防止 常設/緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _{AS} (V _{AS} として Ⅳ _{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界* ¹ , * ² (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _{AS} (V _{AS} としてⅣ _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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: 当該の応力が生じない場合, 規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

中央制御室 120V 交流分電盤(非常用)の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

中央制御室 120V 交流分電盤(非常用)の機能確認済加速度には、同形式の器具の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した器具の加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
中央制御室 120V 交流分電盤 2A	水平	[Redacted]
	鉛直	
中央制御室 120V 交流分電盤 2A-1	水平	
	鉛直	
中央制御室 120V 交流分電盤 2B	水平	
	鉛直	
中央制御室 120V 交流分電盤 2B-1	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

中央制御室 120V 交流分電盤(非常用)の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

中央制御室 120V 交流分電盤(非常用)の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【中央制御室 120V 交流分電盤 2A の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設
1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
中央制御室 120V 交流分電盤 2A	S	制御建屋 O.P. 8.00* (O.P. 15.00*)		0.05 以下	C _H =1.25	C _V =0.76	C _H =2.25	C _V =1.39	40

注記*：基準床レベルを示す。

- 1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} (mm)	ℓ _{2i} (mm)	ℓ _{3i} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fVi}	n _{fHi}
取付ボルト (i=2)						16 (M16)	201.1	12	3	4

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	鉛直方向	鉛直方向

11

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	3.469×10 ³	5.939×10 ³	1.440×10 ⁴	2.189×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =18	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =30	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =6	f _{sb2} =135	τ _{b2} =9	f _{sb2} =161

注記*：f_{t si}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

に すべて許容応力以下である。

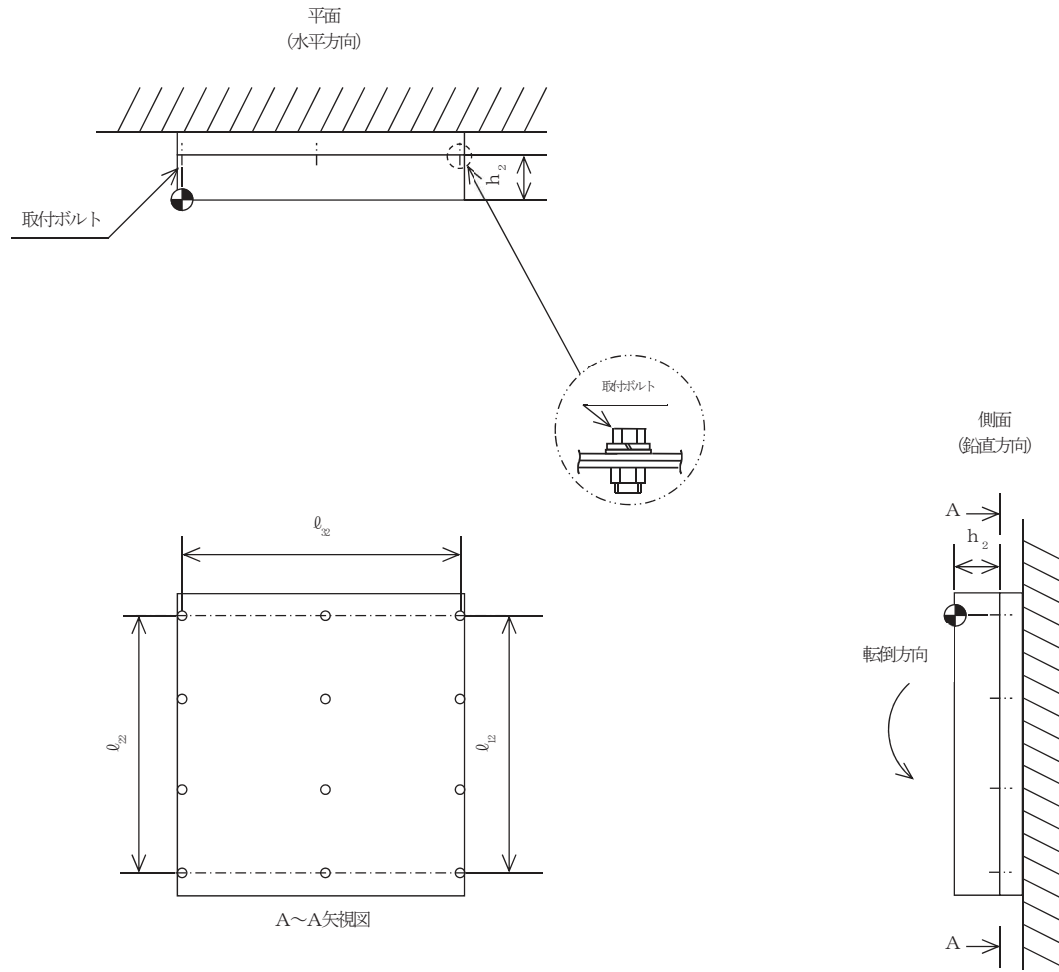
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
中央制御室 120V 交流分電盤 2A	水平方向	1.87	
	鉛直方向	1.16	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【中央制御室 120V 交流分電盤 2A の耐震性についての評価結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
中央制御室 120V 交流分電盤 2A	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 O.P. 8.00* (O.P. 15.00*)		0.05 以下	—	—	C _H =2.25	C _V =1.39	40

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} (mm)	ℓ _{2i} (mm)	ℓ _{3i} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fVi}	n _{fHi}
取付ボルト (i=2)						16 (M16)	201.1	12	3	4

部 材	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	鉛直方向

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	5.939×10 ³	—	2.189×10 ⁴

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =30	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =9	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

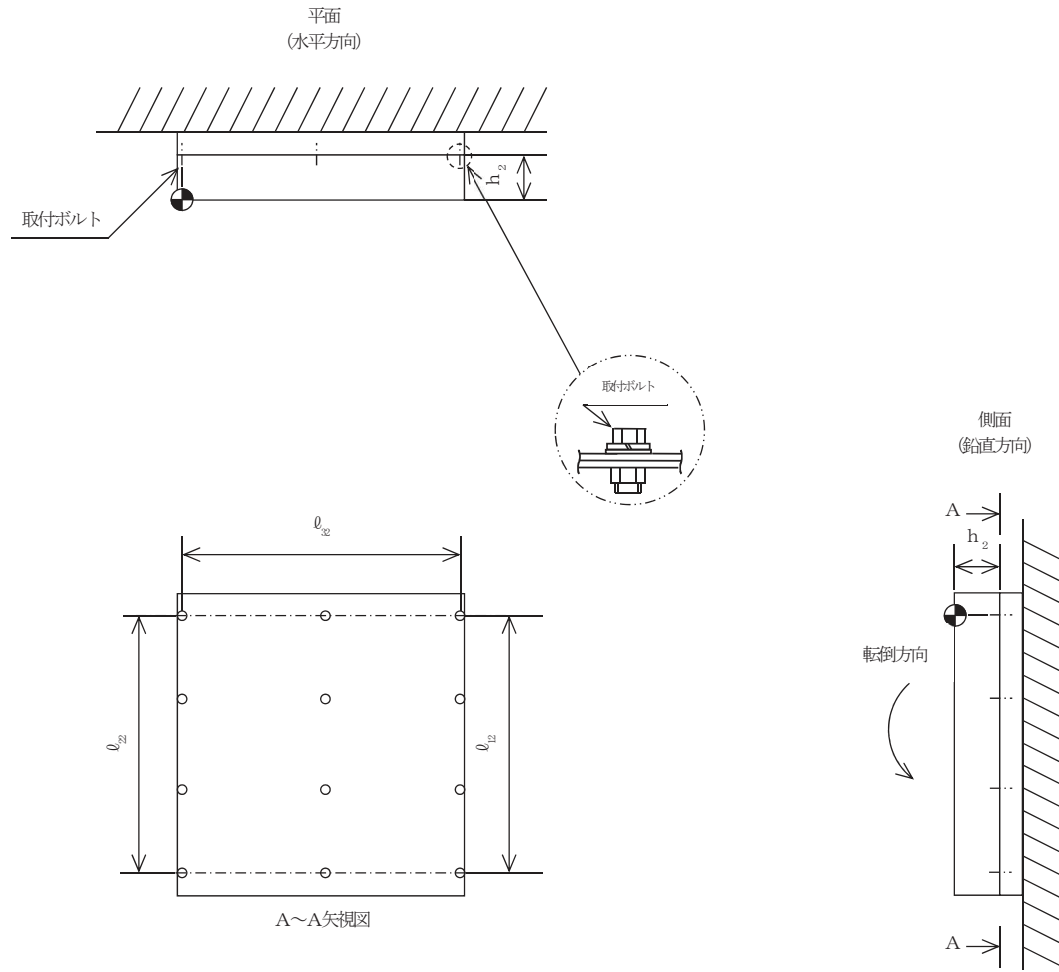
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
中央制御室 120V 交流分電盤 2A	水平方向	1.87	
	鉛直方向	1.16	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【中央制御室 120V 交流分電盤 2B の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
中央制御室 120V 交流分電盤 2B	S	制御建屋 O.P. 8.00* (O.P. 15.00*)	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.25	C _V =0.76	C _H =2.25	C _V =1.39	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} (mm)	ℓ _{2i} (mm)	ℓ _{3i} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fVi}	n _{fHi}
取付ボルト (i=2)						16 (M16)	201.1	12	3	4

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	鉛直方向	鉛直方向

17

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	3.469×10 ³	5.939×10 ³	1.440×10 ⁴	2.189×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =18	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =30	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =6	f _{sb2} =135	τ _{b2} =9	f _{sb2} =161

注記*：f_{t si}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

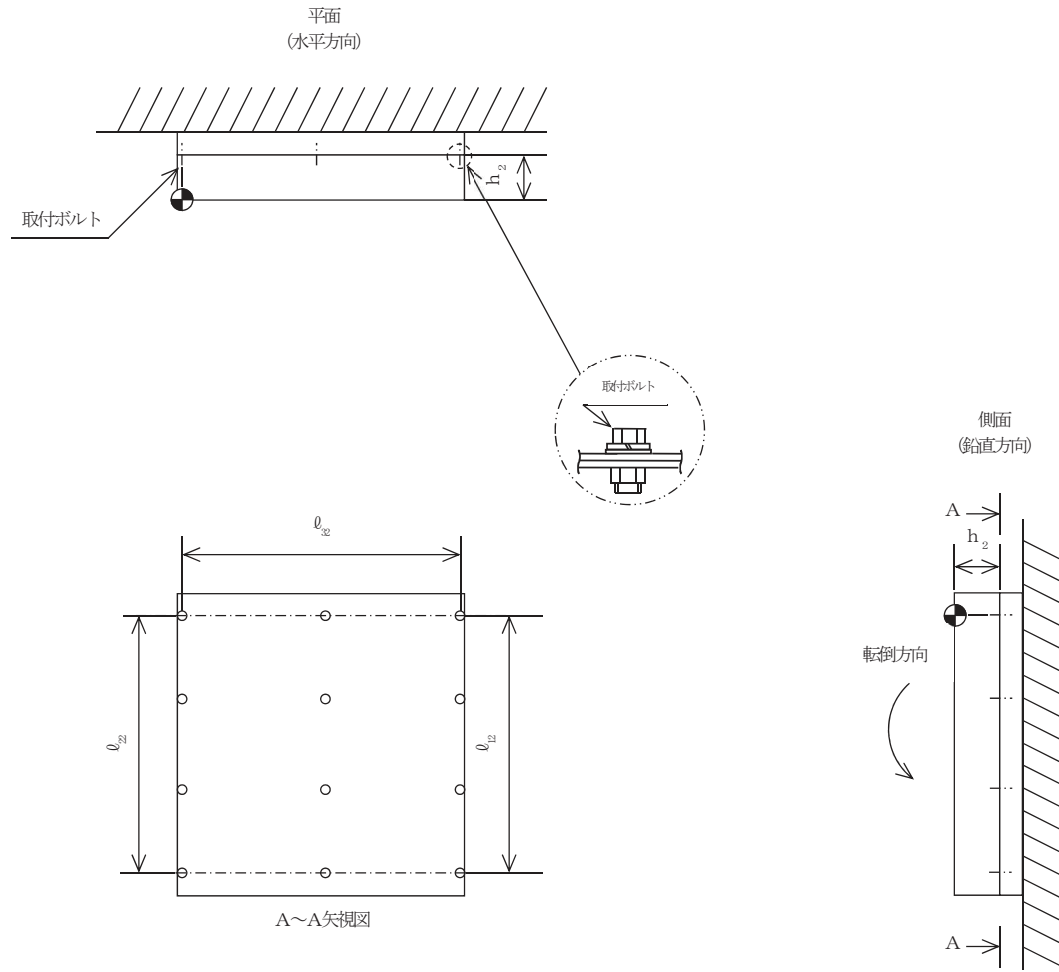
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
中央制御室 120V 交流分電盤 2B	水平方向	1.87	□
	鉛直方向	1.16	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【中央制御室 120V 交流分電盤 2B の耐震性についての評価結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
中央制御室 120V 交流分電盤 2B	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 O.P. 8.00* (O.P. 15.00*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =2.25	C _V =1.39	40

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} (mm)	ℓ _{2i} (mm)	ℓ _{3i} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fVi}	n _{fHi}
取付ボルト (i=2)						16 (M16)	201.1	12	3	4

部 材	S _{y_i} (MPa)	S _{u_i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	鉛直方向

20

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	5.939×10 ³	—	2.189×10 ⁴

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =30	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =9	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}−1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

21

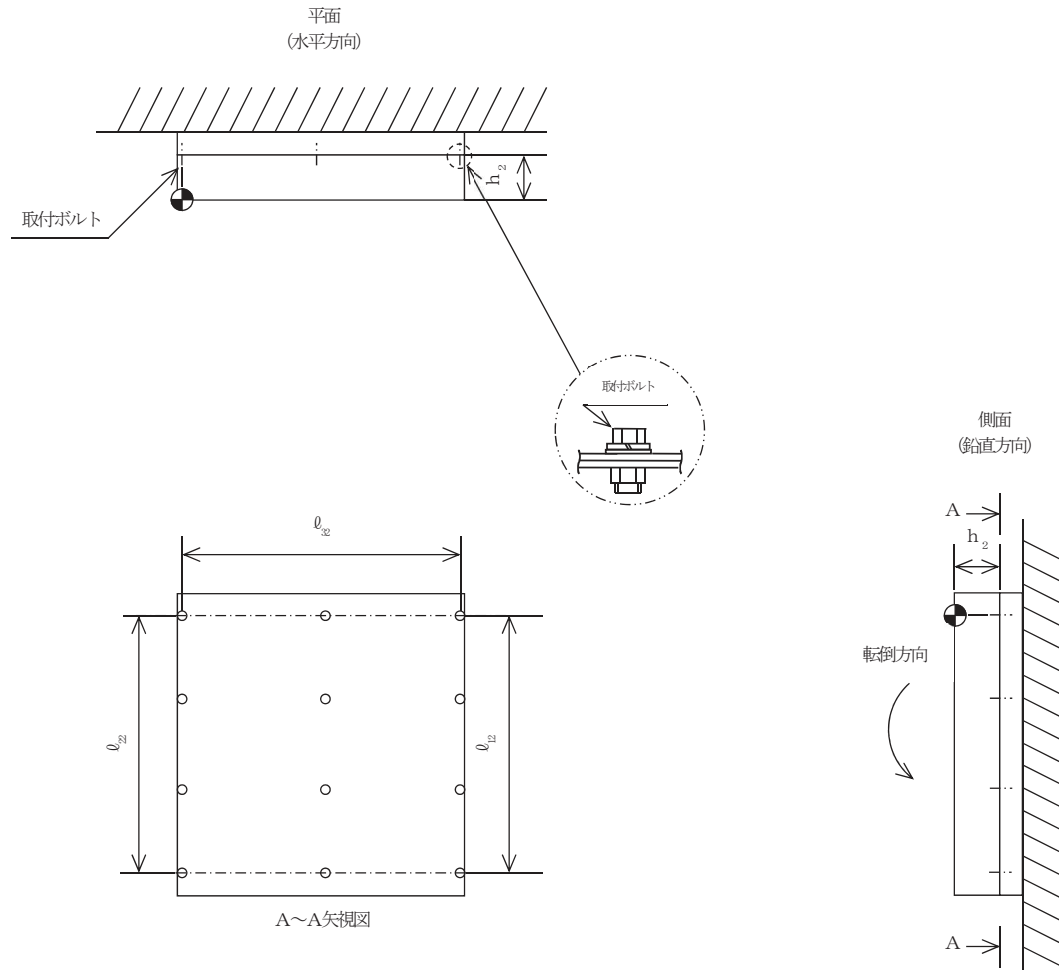
2.4.2 電気的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
中央制御室 120V 交流分電盤2B	水平方向	1.87	□
	鉛直方向	1.16	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【中央制御室 120V 交流分電盤 2A-1 及び 2B-1 の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
中央制御室 120V 交流 分電盤 2A-1	S	制御建屋 O.P. 8.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.91	C _V =0.55	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	10	3
					2			

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

23

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	9.656×10 ³	2.072×10 ⁴	4.908×10 ³	1.052×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =31	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =66	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

注記*：f_{t si}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

24

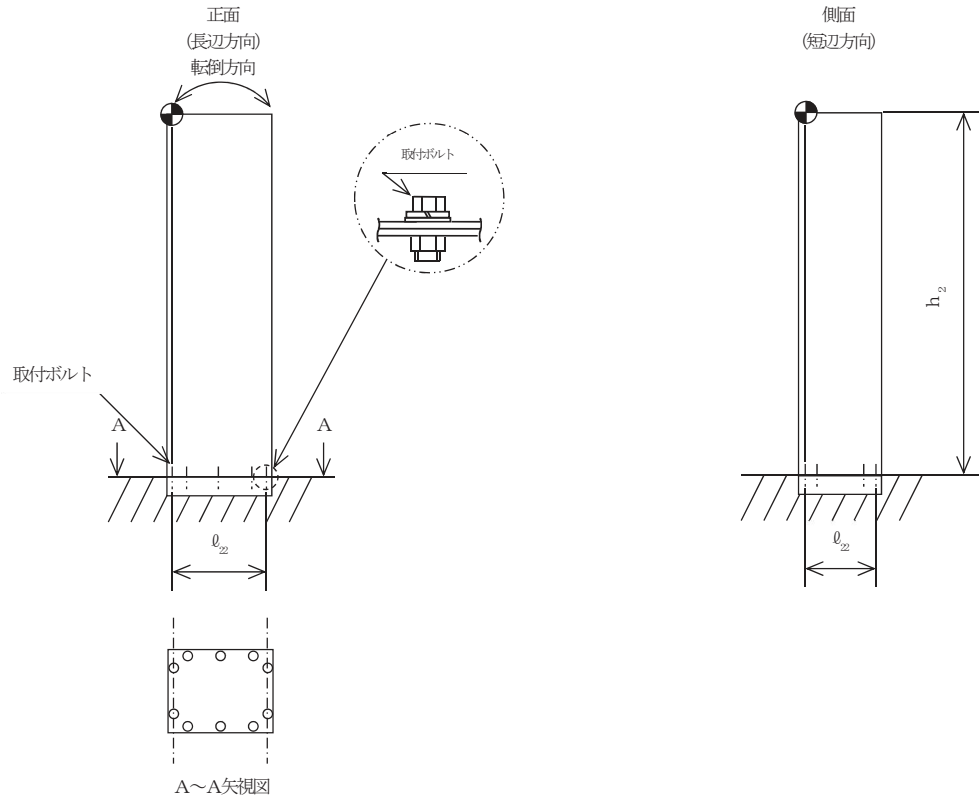
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
中央制御室 120V 交流分電盤 2A-1	水平方向	1.62	□
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【中央制御室 120V 交流分電盤 2A-1 及び 2B-1 の耐震性についての評価結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
中央制御室 120V 交流分電盤 2A-1	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 0.P.8.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	10	3 2

26

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	2.072×10 ⁴	—	1.052×10 ⁴

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =66	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

27

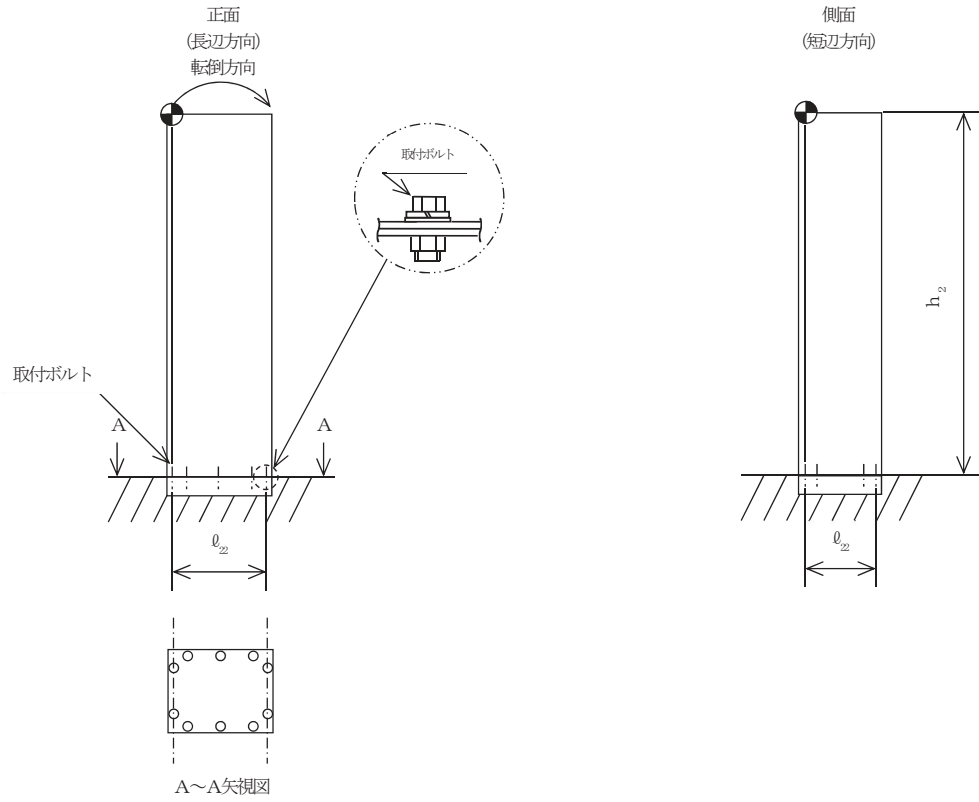
2.4.2 電気的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
中央制御室 120V 交流分電盤 2A-1	水平方向	1.62	□
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-10 ガスタービン発電機接続盤
の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ガスタービン発電機接続盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

ガスタービン発電機接続盤は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

ガスタービン発電機接続盤は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。

なお、ガスタービン発電機接続盤は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 ガスタービン発電機接続盤の構成

系統	盤名称	個数
ガスタービン発電設備	ガスタービン発電機 (A) 接続盤	1
ガスタービン発電設備	ガスタービン発電機 (B) 接続盤	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

ガスタービン発電機接続盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図								
基礎・支持構造	主体構造									
<p>ガスタービン発電機 接続盤は、基礎に埋め 込まれたチャンネル ベースに取付ボルト で設置する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組 み合わせた自立閉鎖 型の盤)</p>	<p>【ガスタービン発電機接続盤】</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">ガスタービン発電機接続盤*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table> <p>注記 * : ガスタービン発電機 (A) 接続盤, ガスタービン発電機 (B) 接続盤より構成する。</p>	ガスタービン発電機接続盤*		たて	mm	横	mm	高さ	mm
ガスタービン発電機接続盤*										
たて	mm									
横	mm									
高さ	mm									

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

ガスタービン発電機接続盤の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
ガスタービン発電機接続盤	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

ガスタービン発電機接続盤の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ガスタービン発電機接続盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

ガスタービン発電機接続盤の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ガスタービン発電機接続盤の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	ガスタービン発電機 接続盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t *	1.5・f _s *
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

ガスタービン発電機接続盤の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

ガスタービン発電機接続盤の機能確認済加速度には、同形式の器具の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した器具の加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
ガスタービン発電機接続盤	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ガスタービン発電機接続盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ガスタービン発電機接続盤の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
ガスタービン発電機 接続盤	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急用電気品建屋 O.P. 56.40*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =0.84	C _V =0.68	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	22	5
								4

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	1.102×10^4	—	4.448×10^4

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=35$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

11

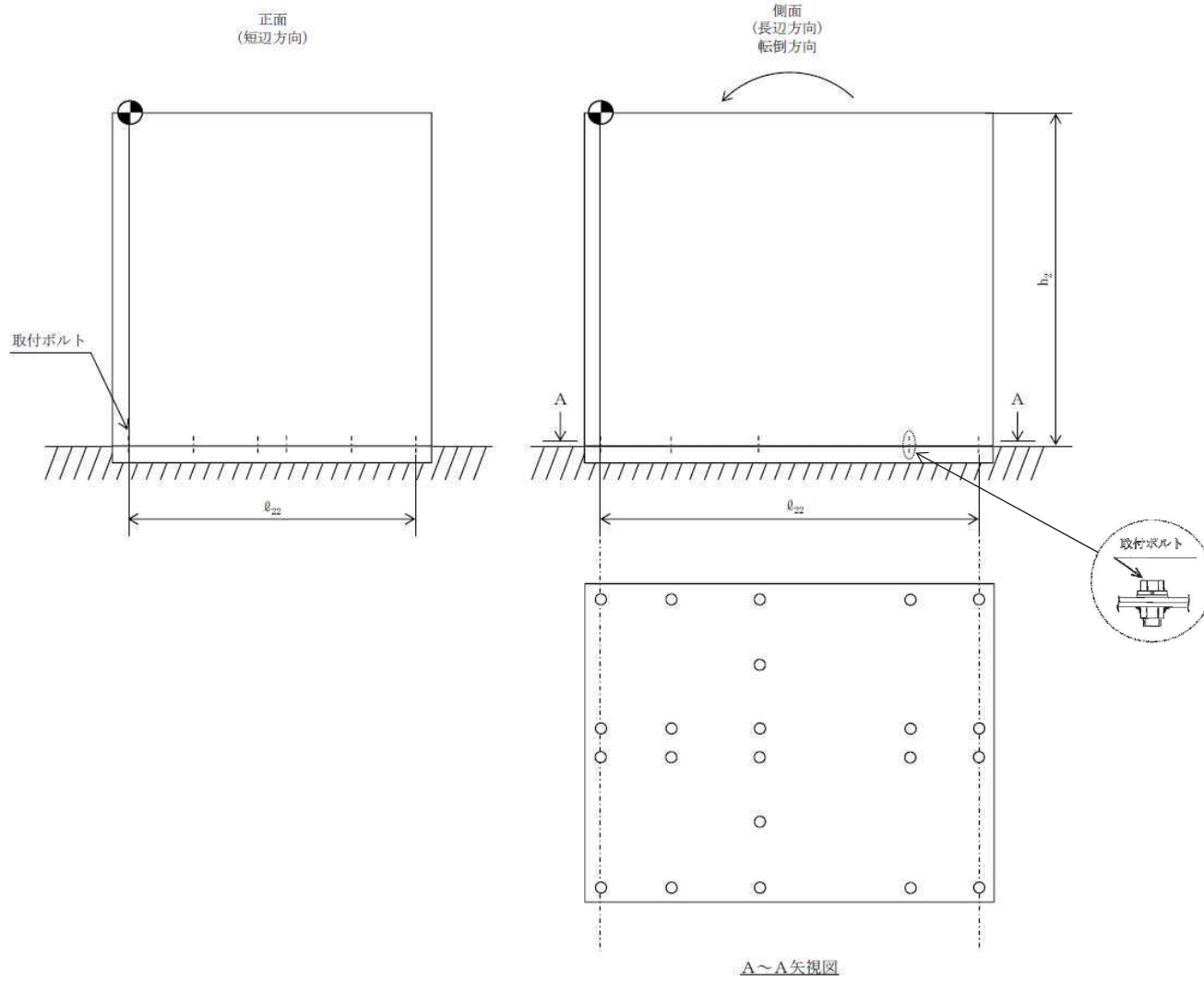
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ガスタービン発電機 接続盤	水平方向	0.70	□
	鉛直方向	0.57	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-11 メタルクラッドスイッチギア（緊急用）
の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	4
3.1 固有周期の算出方法	4
4. 構造強度評価	5
4.1 構造強度評価方法	5
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	5
5. 機能維持評価	9
5.1 電氣的機能維持評価方法	9
6. 評価結果	10
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	10

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、メタルクラッドスイッチギア（緊急用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

メタルクラッドスイッチギア（緊急用）は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

メタルクラッドスイッチギア（緊急用）は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

なお、メタルクラッドスイッチギア（緊急用）は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 メタルクラッドスイッチギア（緊急用）の構成

系統	盤名称	個数
メタルクラッドスイッチギア （緊急用）	6.9kV メタクラ 6-2G	1
メタルクラッドスイッチギア （緊急用）	6.9kV メタクラ 6-2F-1	1
メタルクラッドスイッチギア （緊急用）	6.9kV メタクラ 6-2F-2	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

メタルクラッドスイッチギア（緊急用）の構造計画を表 2-1、表 2-2 に示す。



















表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
メタルクラッドスイッチギア（緊急用）のうち6.9kVメタクラ6-2Gは基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【メタルクラッドスイッチギア（緊急用）】 【6.9kV メタクラ 6-2G】</p> <table border="1" data-bbox="1198 1114 1635 1332"> <tr> <td></td> <td colspan="2">6.9kV メタクラ 6-2G</td> </tr> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td>mm</td> </tr> </table>		6.9kV メタクラ 6-2G		たて		mm	横		mm	高さ		mm
	6.9kV メタクラ 6-2G													
たて		mm												
横		mm												
高さ		mm												

2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-2 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
メタルクラッドスイッチギア（緊急用）のうち6.9kVメタクラ6-2F-1及び6.9kVメタクラ6-2F-2は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【メタルクラッドスイッチギア（緊急用）】 【6.9kVメタクラ6-2F-1及び6.9kVメタクラ6-2F-2】</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>6.9kVメタクラ6-2F-1</th> <th>6.9kVメタクラ6-2F-2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> </tbody> </table>		6.9kVメタクラ6-2F-1	6.9kVメタクラ6-2F-2	たて	 mm	 mm	横	 mm	 mm	高さ	 mm	 mm
	6.9kVメタクラ6-2F-1	6.9kVメタクラ6-2F-2												
たて	 mm	 mm												
横	 mm	 mm												
高さ	 mm	 mm												

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

メタルクラッドスイッチギア（緊急用）の固有周期は，構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から，固有周期は 0.05 秒以下であり，剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
6.9kV メタクラ 6-2G	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
6.9kV メタクラ 6-2F-1	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
6.9kV メタクラ 6-2F-2	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

メタルクラッドスイッチギア（緊急用）の構造は直立形であるため，構造強度評価は，添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

メタルクラッドスイッチギア（緊急用）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

メタルクラッドスイッチギア（緊急用）の許容応力は，添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

メタルクラッドスイッチギア（緊急用）の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	メタルクラッドスイッ チギア（緊急用）	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t *	1.5・f _s *
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト (i = 1)	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	40	245	400	—
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

メタルクラッドスイッチギア（緊急用）の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

6.9kV メタクラ 6-2G, 6.9kV メタクラ 6-2F-1 及び 6.9kV メタクラ 6-2F-2 の機能確認済加速度には、同形式の器具の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した器具の加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
6.9kV メタクラ 6-2G	水平	[Redacted]
	鉛直	
6.9kV メタクラ 6-2F-1	水平	
	鉛直	
6.9kV メタクラ 6-2F-2	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

メタルクラッドスイッチギア（緊急用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【6.9kV メタクラ 6-2G の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
6.9kV メタクラ 6-2G	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 24.80* (O.P. 33.20)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =2.65	C _V =1.77	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} *1
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	110	15
								8
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	55	10
								5

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	245	400	—	280	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	3.593×10^4	—	3.591×10^5
取付ボルト ($i=2$)	—	5.249×10^4	—	3.454×10^5

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=179$	$f_{ts1}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=17$	$f_{sb1}=161$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=167$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=20$	$f_{sb2}=161$

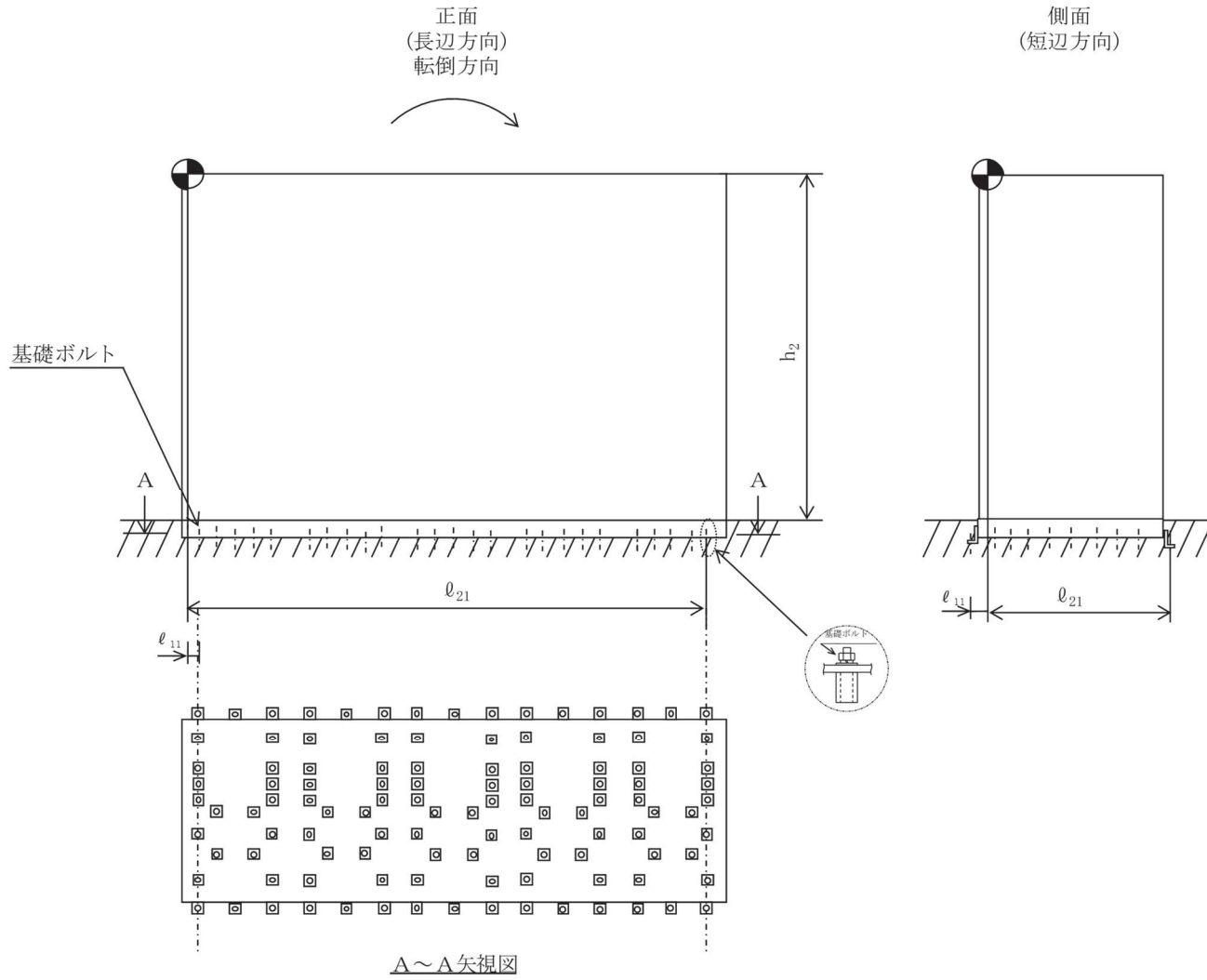
注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出
すべて許容応力以下である。

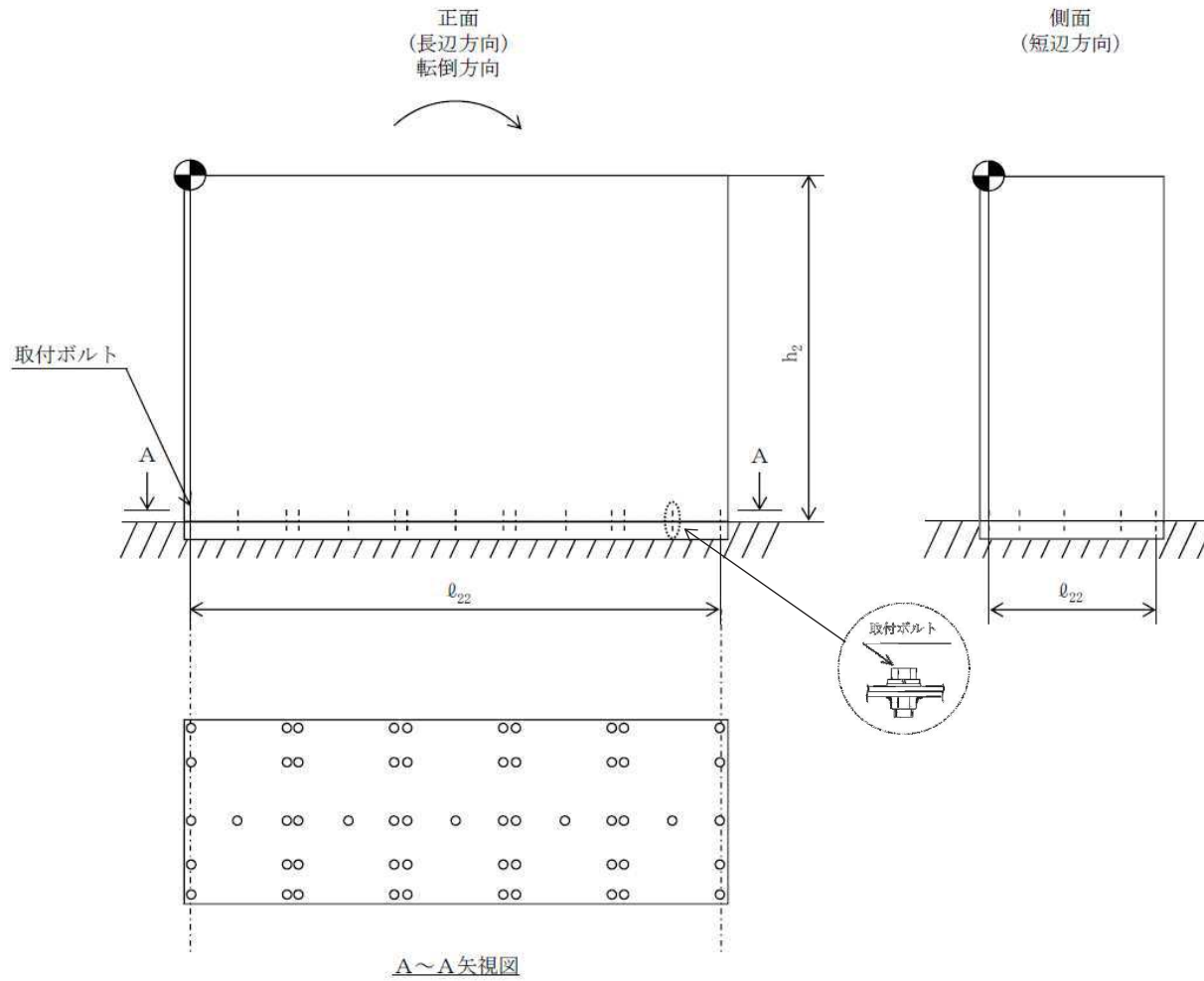
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
6.9kV メタクラ 6-2G	水平方向	2.21	
	鉛直方向	1.47	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。





【6.9kV メタクラ 6-2F-1 及び 6-2F-2 の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
6.9kV メタクラ 6-2F-1	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急用電気品建屋 O.P. 56.40*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =0.84	C _V =0.68	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	θ _{1i} ^{*1} (mm)	θ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	77	14
								5

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	1.076×10 ⁴	—	1.519×10 ⁵

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =35	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =7	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}−1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

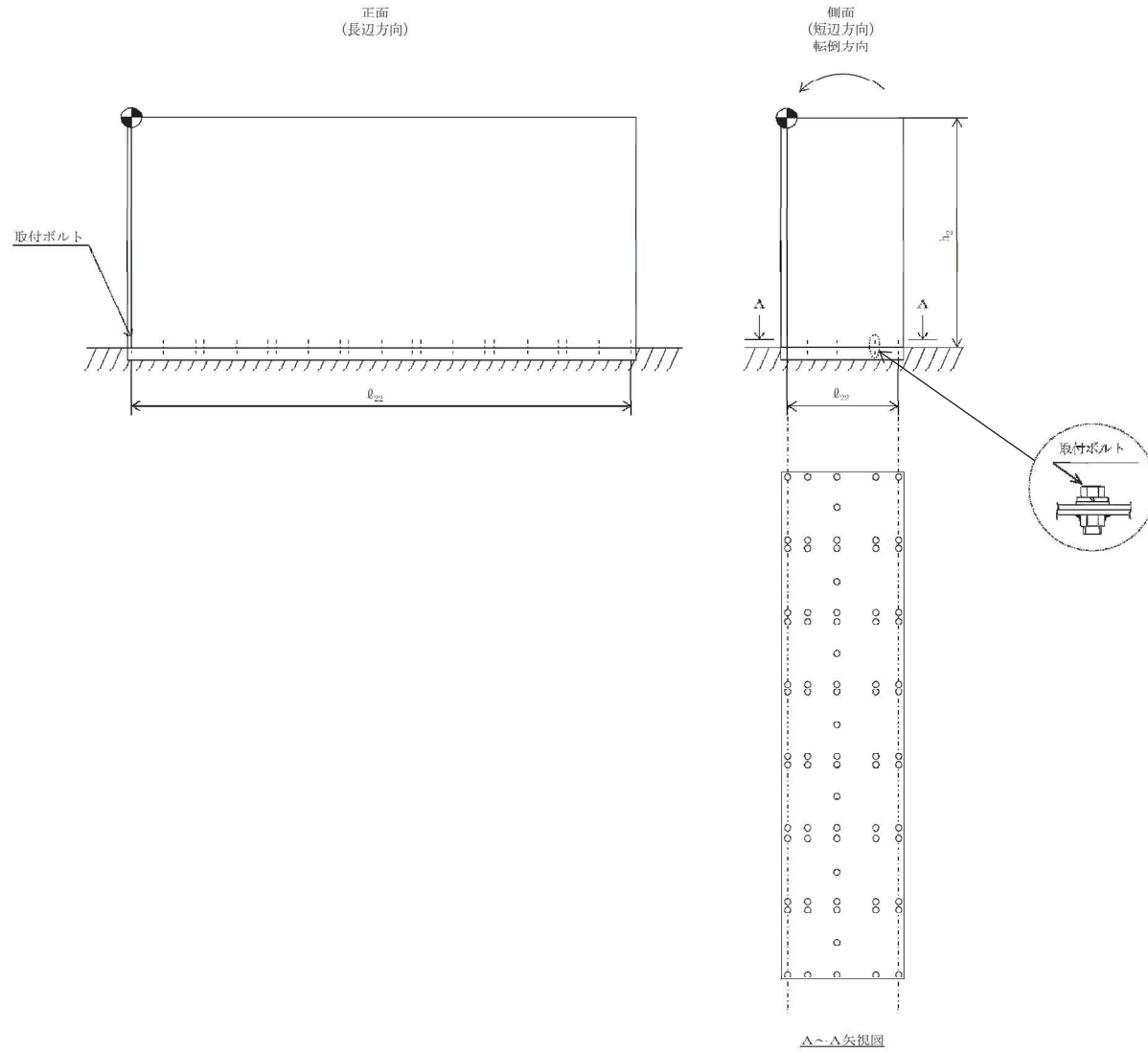
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
6.9kV メタクラ 6-2F-1	水平方向	0.70	
	鉛直方向	0.57	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-12 動力変圧器(緊急用)の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	4
3.1 固有周期の算出方法	4
4. 構造強度評価	5
4.1 構造強度評価方法	5
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	5
5. 機能維持評価	9
5.1 電氣的機能維持評価方法	9
6. 評価結果	10
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	10

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、動力変圧器（緊急用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

動力変圧器（緊急用）は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

動力変圧器（緊急用）は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

なお、動力変圧器（緊急用）は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 動力変圧器（緊急用）の構成

系統	盤名称	個数
動力変圧器（緊急用）	パワーセンタ動力変圧器 6-2PG	1
動力変圧器（緊急用）	MCC 動力変圧器 6-2PF-1	1
動力変圧器（緊急用）	MCC 動力変圧器 6-2PF-2	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

動力変圧器(緊急用)のうちパワーセンタ動力変圧器 6-2PG の構造計画を表 2-1 に、MCC 動力変圧器 6-2PF-1 及び MCC 動力変圧器 6-2PF-2 の構造計画を表 2-2 にそれぞれ示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図								
基礎・支持構造	主体構造									
<p>動力変圧器（緊急用）のうちパワーセンタ動力変圧器 6-2PG は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。</p> <p>チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。</p>	<p>直立形（鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）</p>	<p>【パワーセンタ動力変圧器 6-2PG】</p> <table border="1" data-bbox="1182 1007 1653 1222"> <thead> <tr> <th colspan="2">パワーセンタ動力変圧器 6-2PG</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>	パワーセンタ動力変圧器 6-2PG		たて	mm	横	mm	高さ	mm
パワーセンタ動力変圧器 6-2PG										
たて	mm									
横	mm									
高さ	mm									

2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-2 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>動力変圧器（緊急用）のうち MCC 動力変圧器 6-2PF-1 及び MCC 動力変圧器 6-2PF-2 は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。</p>	<p>直立形（鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）</p>	<p>【 MCC 動力変圧器 6-2PF-1 及び MCC 動力変圧器 6-2PF-2 】</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>MCC 動力変圧器 6-2PF-1</th> <th>MCC 動力変圧器 6-2PF-2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>mm</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>mm</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>mm</td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>		MCC 動力変圧器 6-2PF-1	MCC 動力変圧器 6-2PF-2	たて	mm	mm	横	mm	mm	高さ	mm	mm
	MCC 動力変圧器 6-2PF-1	MCC 動力変圧器 6-2PF-2												
たて	mm	mm												
横	mm	mm												
高さ	mm	mm												

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

動力変圧器（緊急用）のうちパワーセンタ動力変圧器 6-2PG の固有周期は以下の通りとする。

水平方向の固有周期は、プラスチックハンマ等により当該装置に振動を与え、固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により固有振動数（共振周波数）を測定する。測定の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。鉛直方向の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

MCC 動力変圧器 6-2PF-1 及び MCC 動力変圧器 6-2PF-2 は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
パワーセンタ動力変圧器 6-2PG	水平	
	鉛直	0.05 以下
MCC 動力変圧器 6-2PF-1	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
MCC 動力変圧器 6-2PF-2	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

動力変圧器（緊急用）の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

動力変圧器（緊急用）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

動力変圧器（緊急用）の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

動力変圧器（緊急用）の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	動力変圧器（緊急用）	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界* ¹ , * ² (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t * [*]	1.5・f _s * [*]
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト (i = 1)	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	40	245	400	—
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

動力変圧器（緊急用）の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

変圧器は J E A G 4 6 0 1 - 1987 において「装置」に分類され、機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって、動力変圧器（緊急用）の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

動力変圧器（緊急用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【動力変圧器(緊急用)の耐震性についての評価結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
パワーセンタ動力変圧器 6-2PG	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 24. 80* (O.P. 33. 20)		0.05 以下	—	—	C _H =2. 65	C _V =1. 77	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b<i>i</i>} (mm ²)	n _i	n _{f<i>i</i>} *1
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201. 1	42	9 2
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201. 1	20	6 2

部 材	S _{y<i>i</i>} (MPa)	S _{u<i>i</i>} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	245	400	—	280	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	3.383×10^4	—	1.297×10^5
取付ボルト ($i=2$)	—	3.047×10^4	—	1.247×10^5

1.4 結論

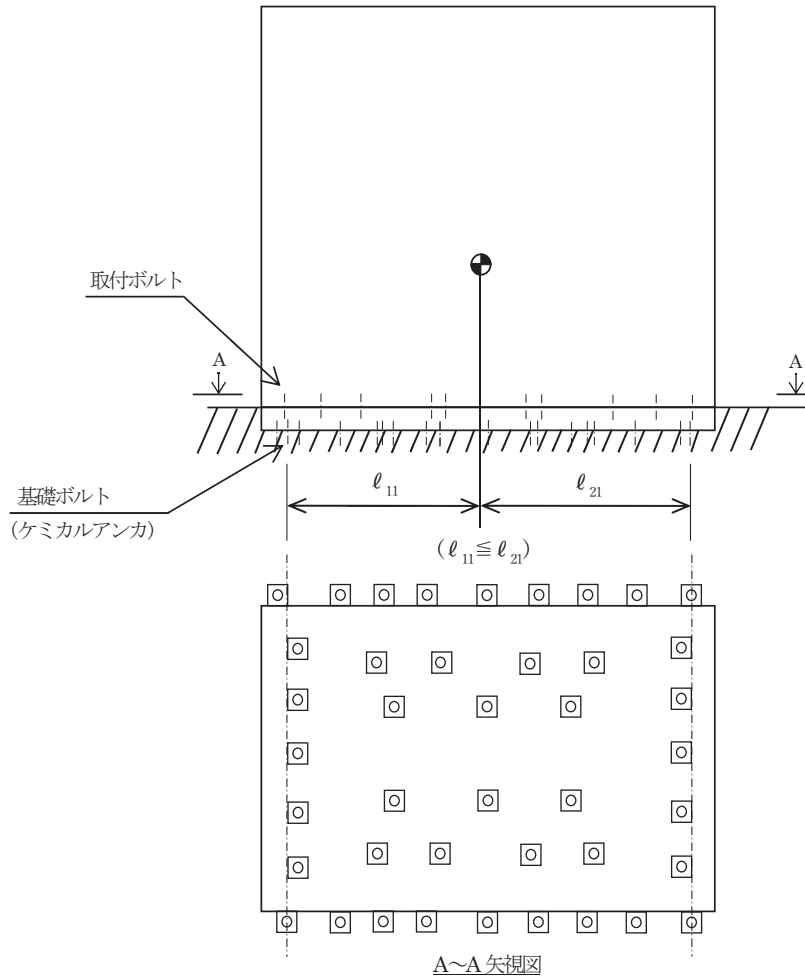
1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

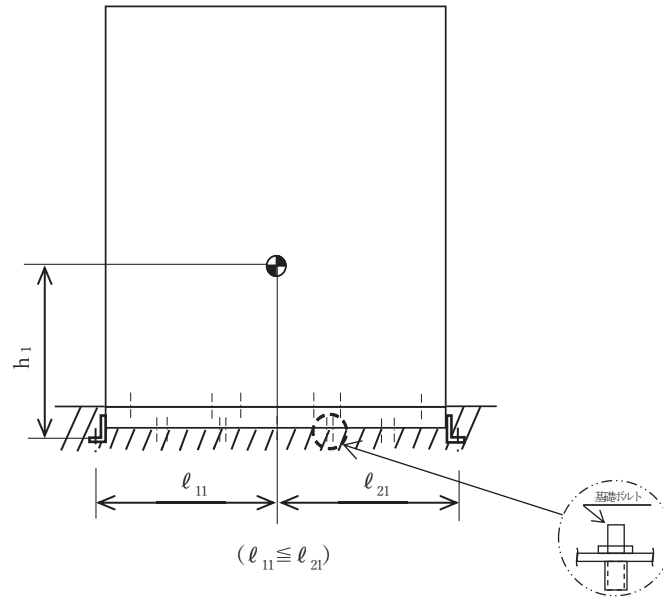
部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=169$	$f_{ts1}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=16$	$f_{sb1}=161$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=152$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=31$	$f_{sb2}=161$

注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出
すべて許容応力以下である。

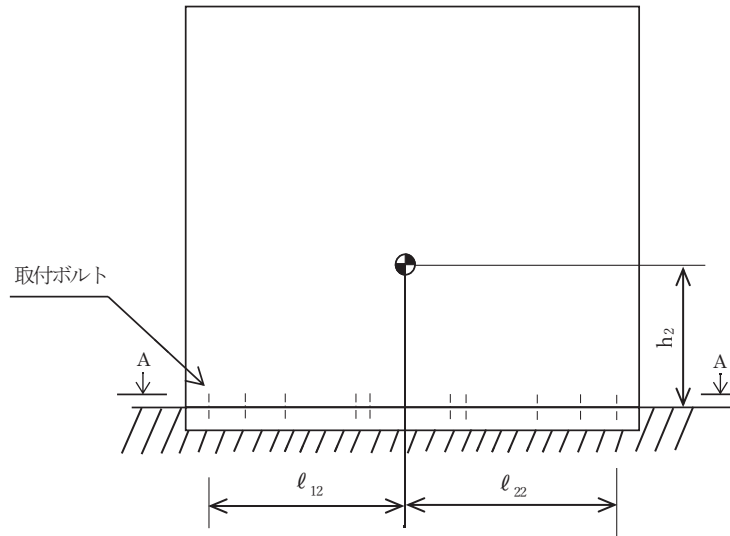
正面
(長辺方向)
転倒方向



側面
(短辺方向)

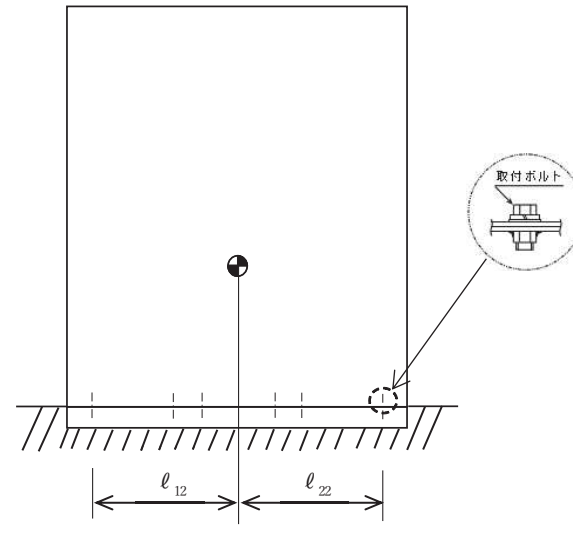


正面
(長辺方向)
転倒方向

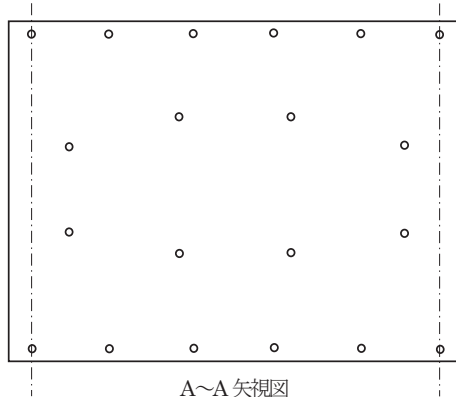


$$(l_{12} \leq l_{22})$$

側面
(短辺方向)



$$(l_{12} \leq l_{22})$$



A~A 矢視図

【動力変圧器(緊急用)の耐震性についての評価結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
MCC 動力変圧器 6-2PF-1 MCC 動力変圧器 6-2PF-2	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急用電気品建屋 O.P. 56.40*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =0.84	C _V =0.68	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	26	6
								3

15

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	—	1.093×10^4	—	3.625×10^4

2.4 結論

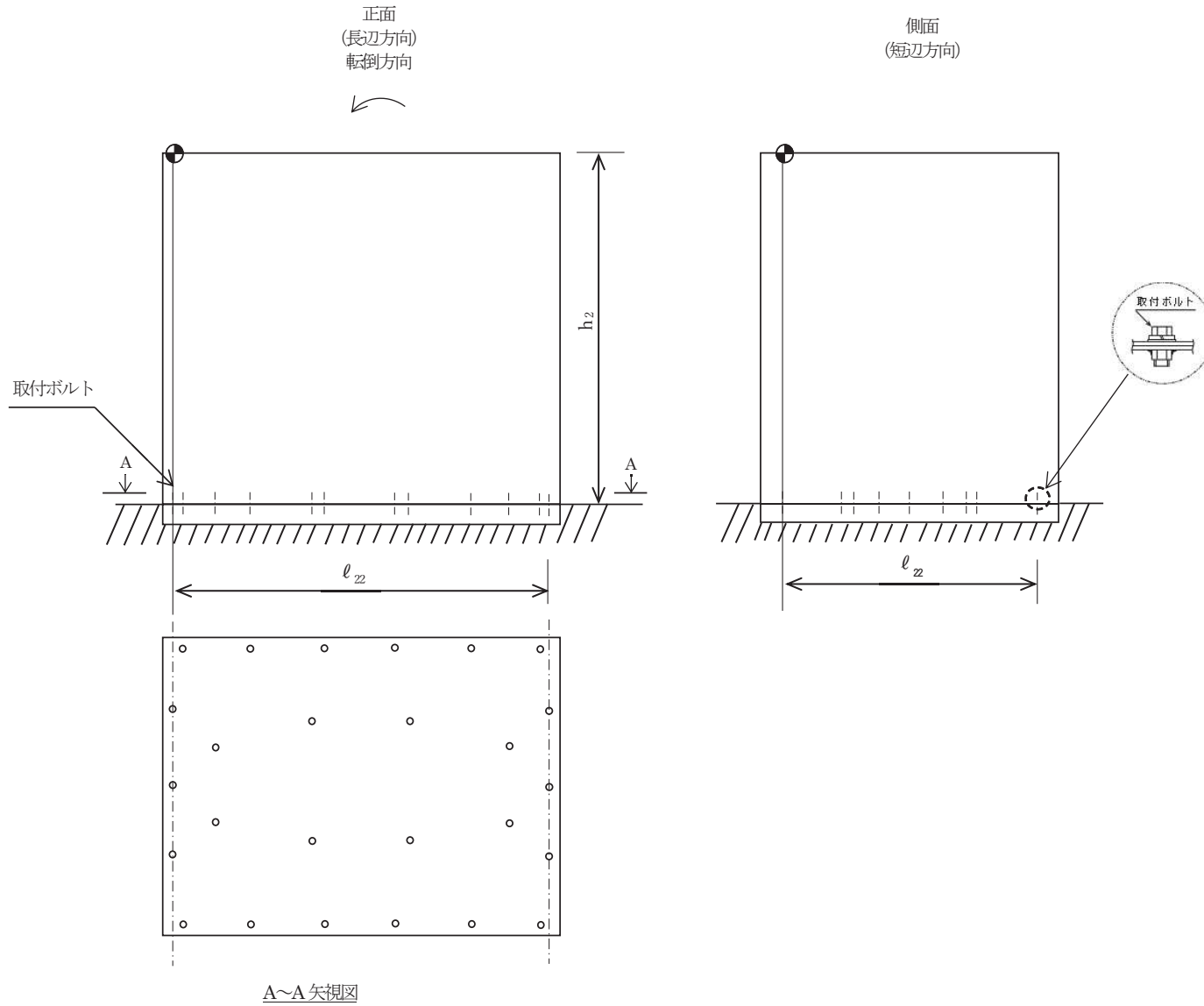
2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=55$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。



VI-2-10-1-4-13 パワーセンタ（緊急用）の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、パワーセンタ（緊急用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

パワーセンタ（緊急用）は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

パワーセンタ（緊急用）は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。

なお、パワーセンタ（緊急用）は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 パワーセンタ（緊急用）の構成

系統	盤名称	個数
パワーセンタ（緊急用）	460V パワーセンタ 4-2G	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

パワーセンタ（緊急用）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図								
基礎・支持構造	主体構造									
<p>パワーセンタ（緊急用）は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。</p> <p>チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。</p>	<p>直立形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）</p>	<p>【パワーセンタ（緊急用）】</p> <table border="1" data-bbox="1160 1034 1671 1248"> <thead> <tr> <th colspan="2">460V パワーセンタ 4-2G</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>	460V パワーセンタ 4-2G		たて	mm	横	mm	高さ	mm
460V パワーセンタ 4-2G										
たて	mm									
横	mm									
高さ	mm									

2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

パワーセンタ（緊急用）の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
460V パワーセンタ 4-2G	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

パワーセンタ（緊急用）の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

パワーセンタ（緊急用）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

パワーセンタ（緊急用）の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

パワーセンタ（緊急用）の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	パワーセンタ (緊急用)	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1:「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備,「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2:その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3:「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため,評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界* ¹ , * ² (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t * [*]	1.5・f _s * [*]
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト (i = 1)	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	40	245	400	—
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法


パワーセンタ（緊急用）の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

パワーセンタ（緊急用）の電氣的機能維持を確認した機能確認済加速度と設置場所の最大応答加速度を比較し、設置場所の最大応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認することで実施する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

評価部位	方向	機能確認済加速度
460V パワーセンタ 4-2G	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

パワーセンタ（緊急用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【パワーセンタ（緊急用）の耐震性についての評価結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V パワーセンタ 4-2G	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 24.80* (O.P. 33.20)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =2.65	C _V =1.77	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	φ _{1i} *1 (mm)	φ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} *1
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	45	8
								5
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	30	9
								4

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	245	400	—	280	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	3.497×10^4	—	1.081×10^5
取付ボルト ($i=2$)	—	3.690×10^4	—	1.025×10^5

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=174$	$f_{ts1}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=12$	$f_{sb1}=161$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=118$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=11$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

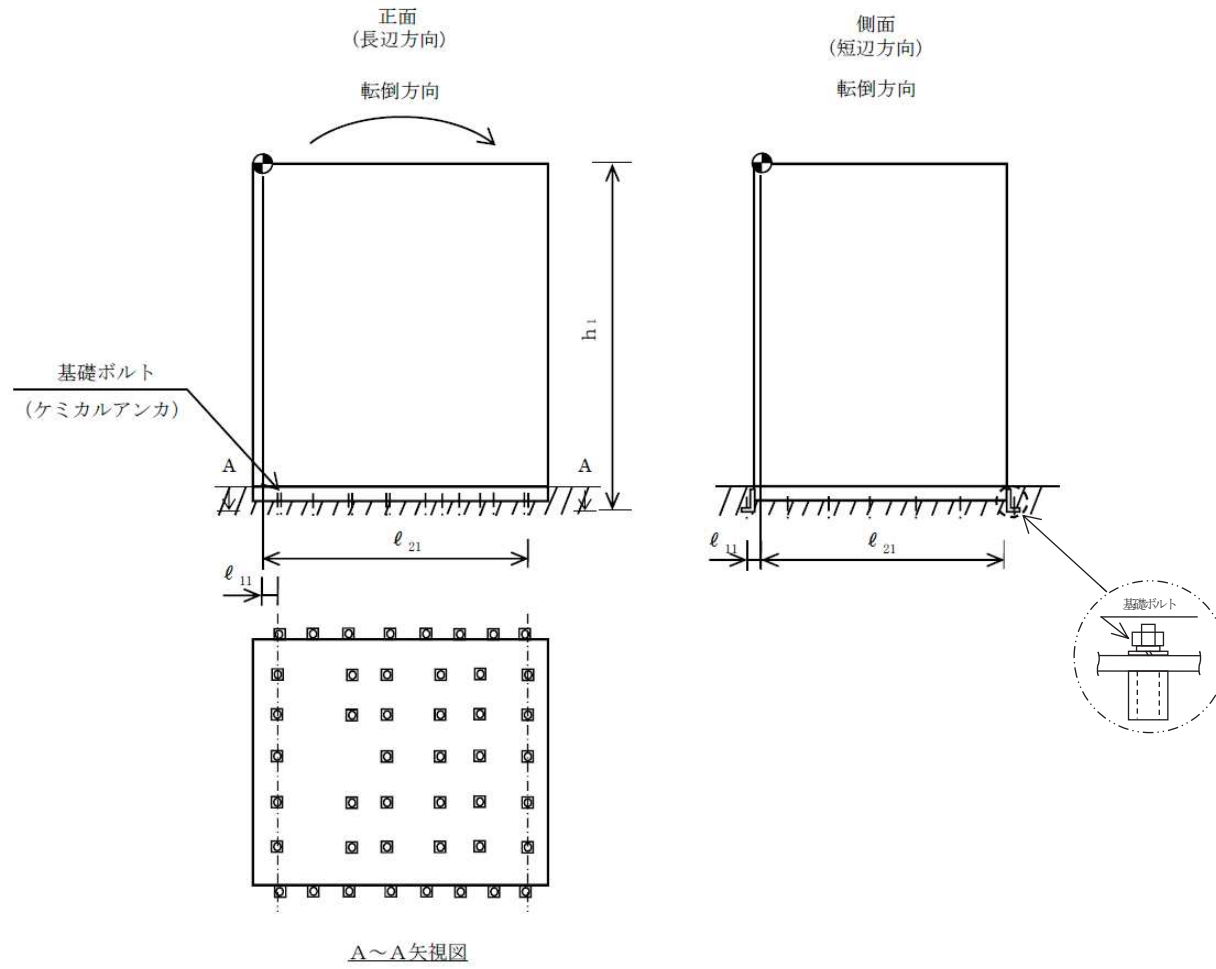
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

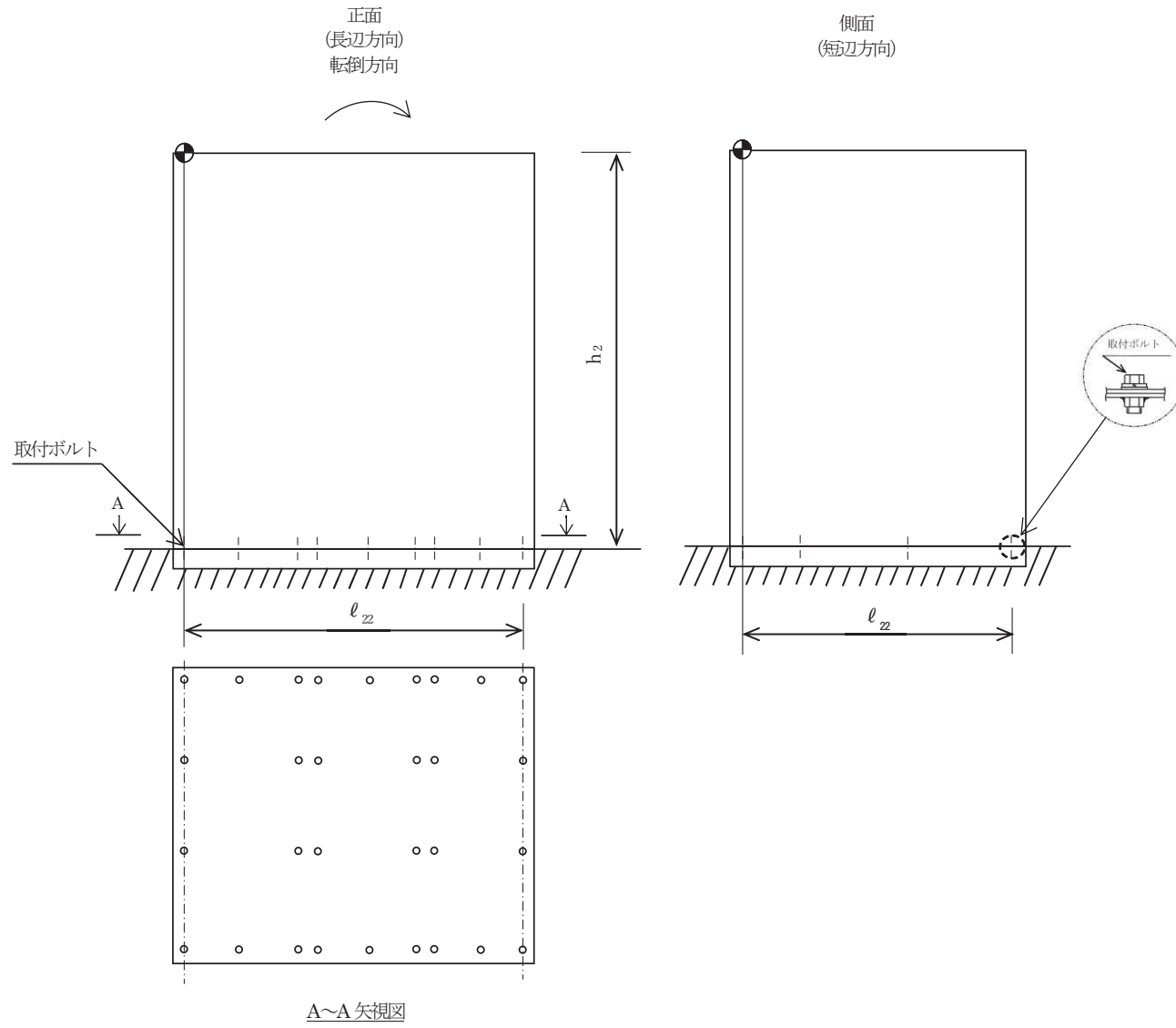
($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V パワーセンタ 4-2G	水平方向	2.21	□
	鉛直方向	1.47	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-10-1-4-14 モータコントロールセンタ（緊急用）
の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	4
3.1 固有周期の算出方法	4
4. 構造強度評価	5
4.1 構造強度評価方法	5
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	5
5. 機能維持評価	9
5.1 電氣的機能維持評価方法	9
6. 評価結果	10
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	10

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、モータコントロールセンタ（緊急用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

モータコントロールセンタ（緊急用）は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

モータコントロールセンタ（緊急用）は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

なお、モータコントロールセンタ（緊急用）は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 モータコントロールセンタ（緊急用）の構成

系統	盤名称	個数
モータコントロールセンタ （緊急用）	460V 原子炉建屋 MCC 2G-1	1
モータコントロールセンタ （緊急用）	460V 原子炉建屋 MCC 2G-2	1
モータコントロールセンタ （緊急用）	460V 緊急用電気品建屋 MCC 2F-1	1
モータコントロールセンタ （緊急用）	460V 緊急用電気品建屋 MCC 2F-2	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

460V 原子炉建屋 MCC 2G-1 及び 2G-2 の構造計画を表 2-1 に、460V 緊急用電気品建屋 MCC 2F-1 及び 2F-2 の構造計画図を表 2-2 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>モータコントロールセンタ（緊急用）のうち460V原子炉建屋MCC 2G-1, 460V原子炉建屋MCC 2G-2は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。</p>	<p>直立形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）</p>	<p>【460V原子炉建屋MCC 2G-1及び2G-2】</p> <table border="1" data-bbox="913 1114 1921 1331"> <thead> <tr> <th></th> <th>460V原子炉建屋 MCC 2G-1</th> <th>460V原子炉建屋 MCC 2G-2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>mm</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>mm</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>mm</td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>		460V原子炉建屋 MCC 2G-1	460V原子炉建屋 MCC 2G-2	たて	mm	mm	横	mm	mm	高さ	mm	mm
	460V原子炉建屋 MCC 2G-1	460V原子炉建屋 MCC 2G-2												
たて	mm	mm												
横	mm	mm												
高さ	mm	mm												

2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-2 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>モータコントロールセンタ（緊急用）のうち 460V 緊急用電気品建屋 MCC 2F-1 及び 460V 緊急用電気品建屋 MCC 2F-2 は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。</p>	<p>直立形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）</p>	<p>【460V 緊急用電気品建屋 MCC 2F-1 及び 2F-2】</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>460V 緊急用電気品建屋 MCC 2F-1</th> <th>460V 緊急用電気品建屋 MCC 2F-2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> </tbody> </table>		460V 緊急用電気品建屋 MCC 2F-1	460V 緊急用電気品建屋 MCC 2F-2	たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm
	460V 緊急用電気品建屋 MCC 2F-1	460V 緊急用電気品建屋 MCC 2F-2												
たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												
横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												
高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												

3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

モータコントロールセンタ（緊急用）のうち 460V 緊急用電気品建屋 MCC 2F-1 の固有周期は以下の通りとする。

固有周期は、プラスチックハンマ等により当該装置に振動を与え、固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により固有振動数（共振周波数）を測定する。測定の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

460V 原子炉建屋 MCC 2G-1、460V 原子炉建屋 MCC 2G-2 及び 460V 緊急用電気品建屋 MCC 2F-2 の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
460V 原子炉建屋 MCC 2G-1	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
460V 原子炉建屋 MCC 2G-2	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
460V 緊急用電気品建屋 MCC 2F-1	水平	
	鉛直	
460V 緊急用電気品建屋 MCC 2F-2	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

モータコントロールセンタ（緊急用）の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

モータコントロールセンタ（緊急用）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

モータコントロールセンタ（緊急用）の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

モータコントロールセンタ（緊急用）の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	モータコントロール センタ（緊急用）	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界* ¹ , * ² (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t * 1.5・f _s *	1.5・f _s *
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト (i = 1)	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	40	245	400	—
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

モータコントロールセンタ（緊急用）の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

モータコントロールセンタ（緊急用）の電氣的機能維持を確認した機能確認済加速度と設置場所の最大応答加速度を比較し、設置場所の最大応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認することで実施する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2G-1	水平	[Redacted]
	鉛直	
460V 原子炉建屋 MCC 2G-2	水平	
	鉛直	
460V 緊急用電氣品建屋 MCC 2F-1	水平	
	鉛直	
460V 緊急用電氣品建屋 MCC 2F-2	水平	
	鉛直	

③ VI-2-10-1-4-14 R O 2 O

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

モータコントロールセンタ（緊急用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【460V 原子炉建屋 MCC 2G-1 及び 2G-2 の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 MCC 2G-1 及び 2G-2	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 24. 80* (O.P. 33. 20)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =2.65	C _V =1.77	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} *1
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	32	14 2
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	50	15 2

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	245	400	—	280	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	3.779×10^4	—	7.406×10^4
取付ボルト ($i=2$)	—	3.553×10^4	—	7.147×10^4

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=188$	$f_{ts1}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=12$	$f_{sb1}=161$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=113$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

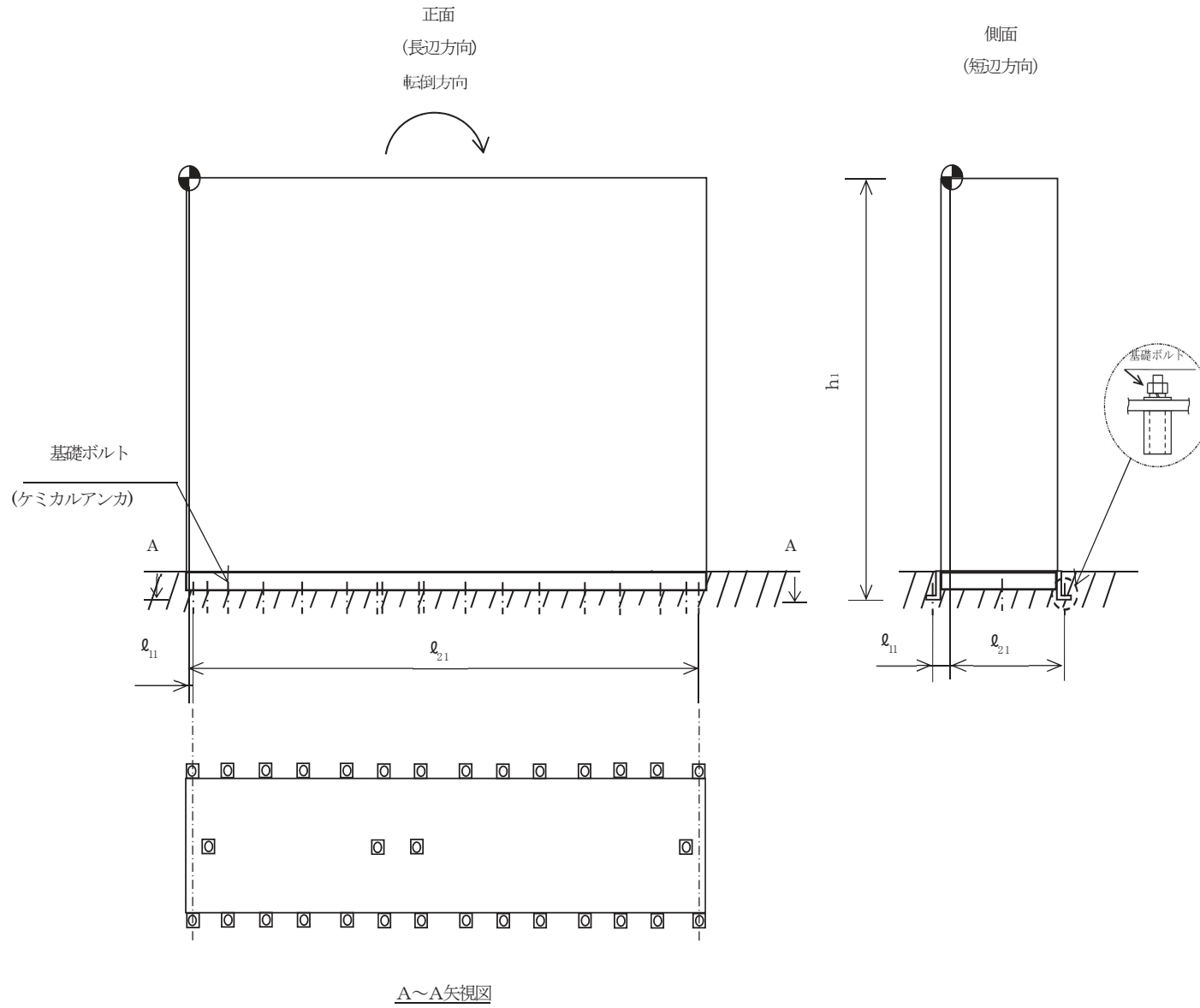
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

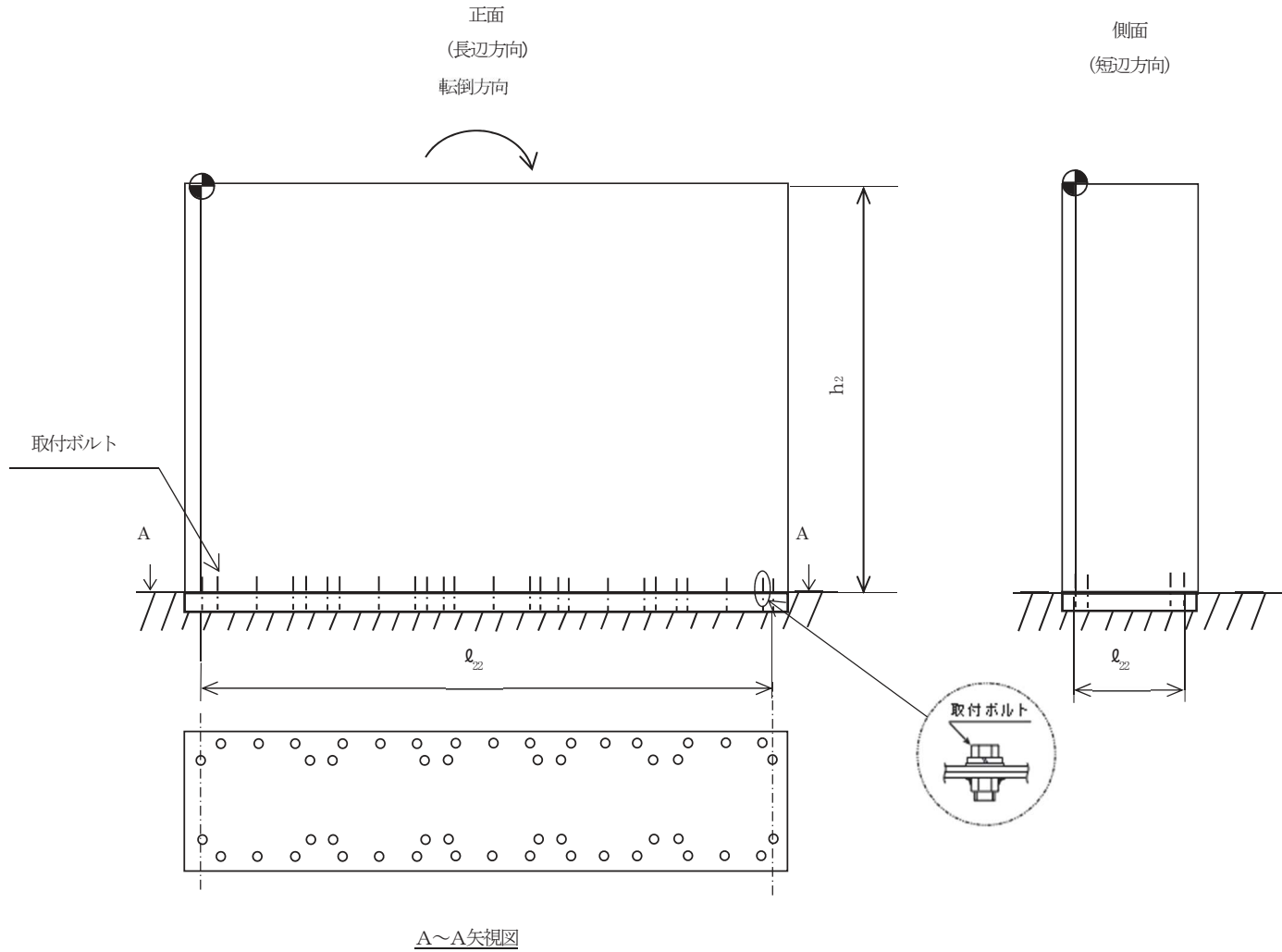
($\times 9.8m/s^2$)

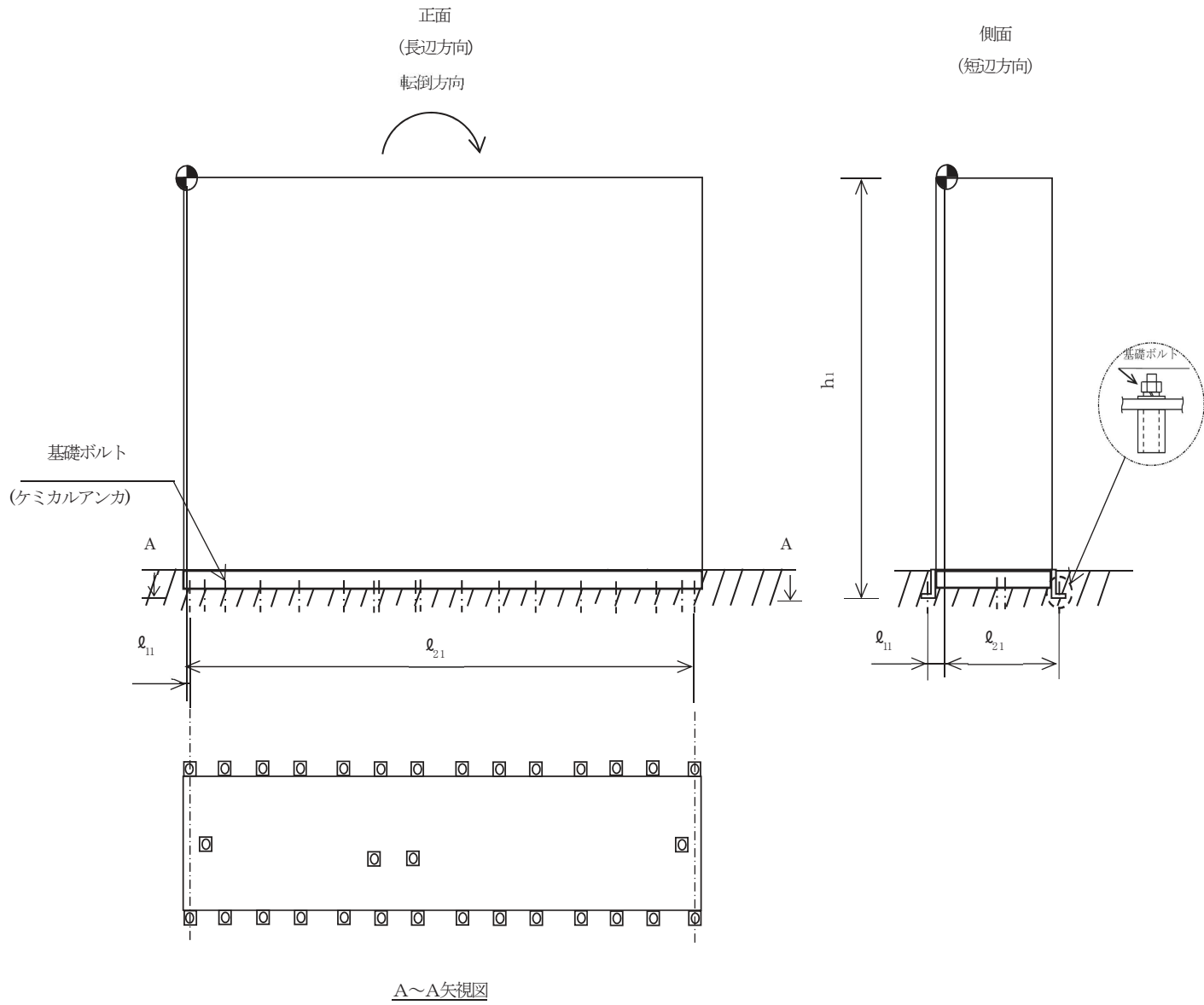
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 MCC 2G-1	水平方向	2.21	□
	鉛直方向	1.47	

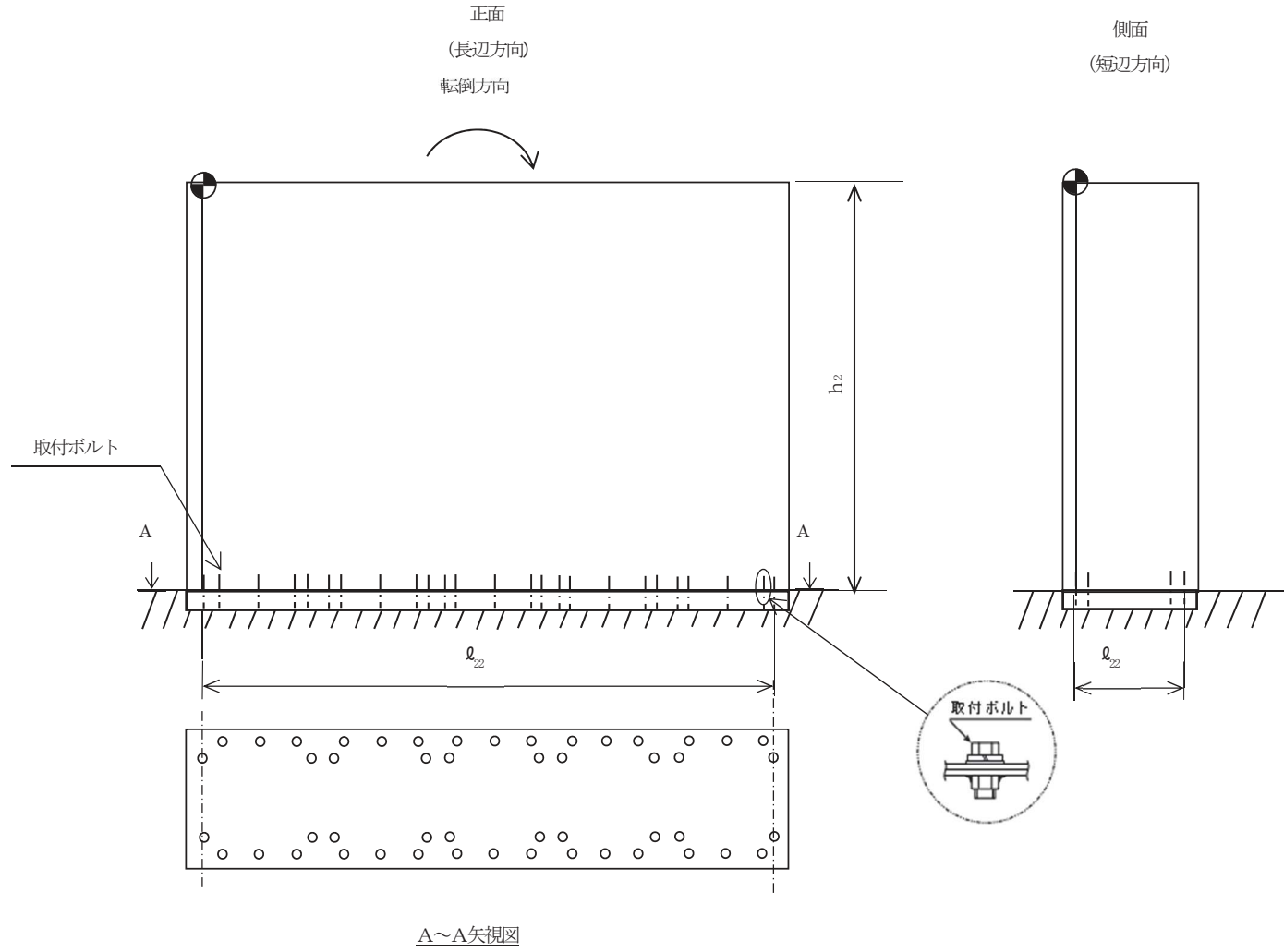
注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。









【460V 緊急用電気品建屋 MCC 2F-1 の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 緊急用電気品建屋 MCC 2F-1	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急用電気品建屋 O.P. 56. 40*			—	—	C _H =0. 84	C _V =0. 68	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	n _{f i} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314. 2	30	9
								2

部 材	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	8.115×10^3	—	1.359×10^4

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=26$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

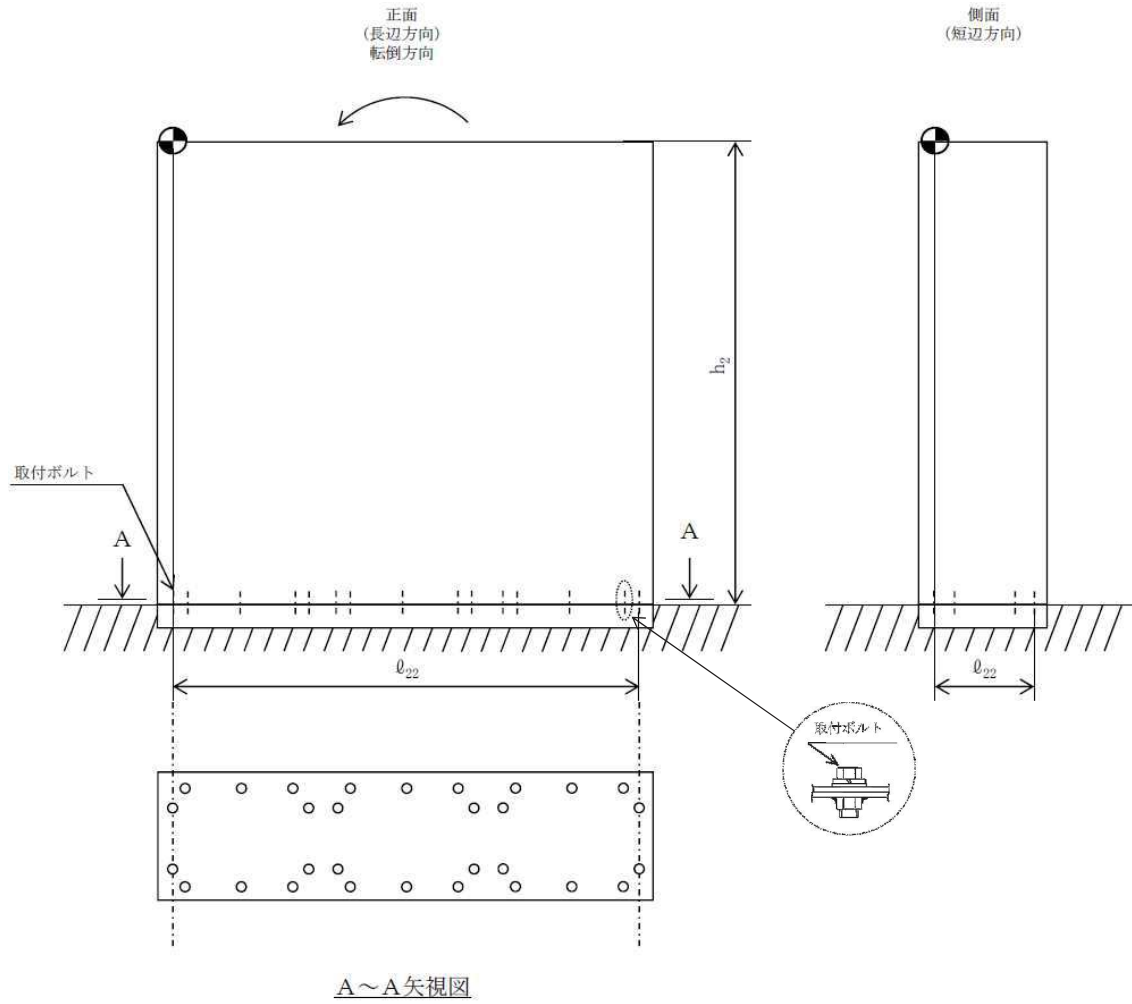
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 緊急用電気品建屋 MCC 2F-1	水平方向	0.70	□
	鉛直方向	0.57	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 緊急用電気品建屋 MCC 2F-2 の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 緊急用電気品建屋 MCC 2F-2	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急用電気品建屋 O.P. 56. 40*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =0.84	C _V =0.68	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	40	12
								2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	8.025×10^3	—	1.812×10^4

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=26$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

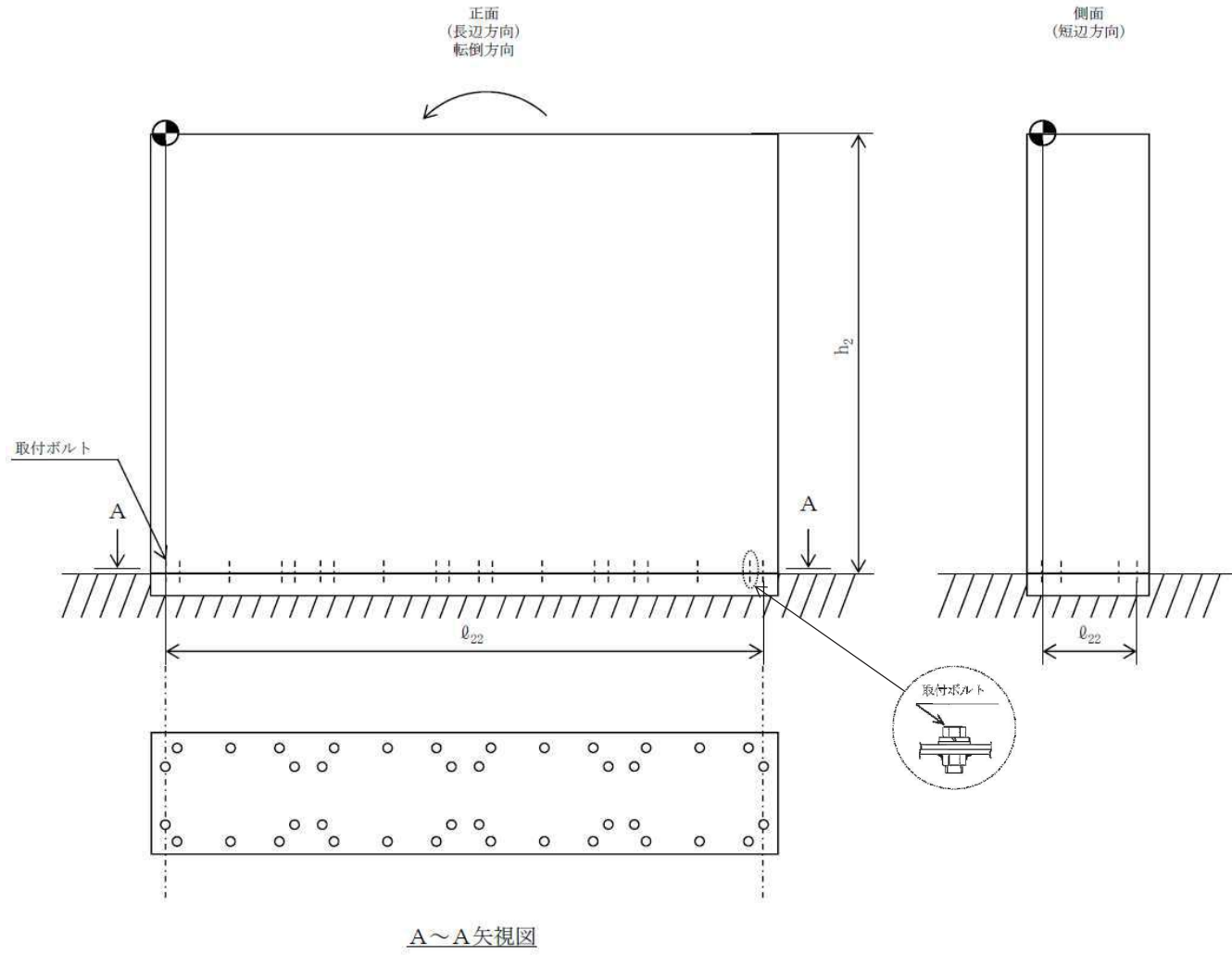
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 緊急用電気品建屋 MCC 2F-2	水平方向	0.70	
	鉛直方向	0.57	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-15 ガスタービン発電設備
燃料移送ポンプ接続盤の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。

なお、ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤の構成

系統	盤名称	個数
ガスタービン発電設備	ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図								
基礎・支持構造	主体構造									
ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤】</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>	ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤		たて	mm	横	mm	高さ	mm
ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤										
たて	mm									
横	mm									
高さ	mm									

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は0.05秒以下であり、剛とする。

固有周期を表3-1に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* ¹	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	ガスタービン発電設備 燃料移送ポンプ接続盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—* ²	$D + P_D + M_D + S_s$ * ³	IV _{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _{AS} (V _{AS} として IV _{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1: 「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備, 「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2: その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3: 「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため, 評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t *	1.5・f _s *
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤の機能確認済加速度には、同形式の器具の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した器具の加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ガスタービン発電設備燃料移送ポンプ接続盤の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
ガスタービン発電設備 燃料移送ポンプ接続盤	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急用電気品建屋 O.P. 56. 40*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =0.84	C _V =0.68	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	10	3
								2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	8.913×10^3	—	4.531×10^3

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=29$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

11

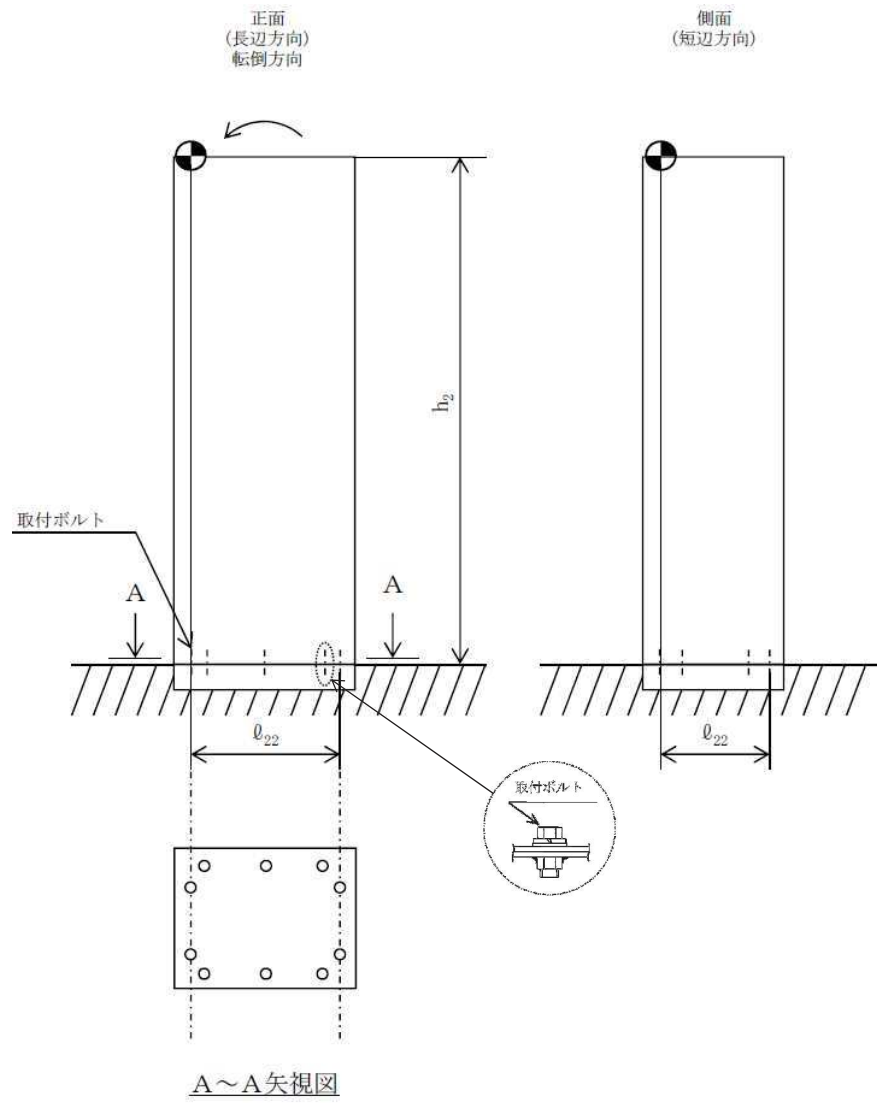
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ガスタービン発電設備 燃料移送ポンプ接続盤	水平方向	0.70	□
	鉛直方向	0.57	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-16 460V 原子炉建屋交流電源切替盤（緊急用）
の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、460V 原子炉建屋交流電源切替盤（緊急用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

460V 原子炉建屋交流電源切替盤（緊急用）は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

460V 原子炉建屋交流電源切替盤（緊急用）は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

なお、460V 原子炉建屋交流電源切替盤（緊急用）は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 460V 原子炉建屋交流電源切替盤（緊急用）の構成

系統	盤名称	個数
460V 原子炉建屋交流電源切替盤 （緊急用）	460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

460V 原子炉建屋交流電源切替盤（緊急用）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図			
基礎・支持構造	主体構造				
460V 原子炉建屋交流電源切替盤（緊急用）のうち 460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2G は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。	直立形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）	<p>【460V 原子炉建屋交流電源切替盤（緊急用）】</p>			
		460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G (第 1 盤～第 2 盤)	460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G (第 3 盤～第 4 盤)		
	たて	<input type="text"/>	mm	<input type="text"/>	mm
	横	<input type="text"/>	mm	<input type="text"/>	mm
	高さ	<input type="text"/>	mm	<input type="text"/>	mm
		460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G (第 5 盤～第 8 盤)	460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G (第 9 盤～第 12 盤)	460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G (第 13 盤～第 15 盤)	
	たて	<input type="text"/>	mm	<input type="text"/>	mm
	横	<input type="text"/>	mm	<input type="text"/>	mm
	高さ	<input type="text"/>	mm	<input type="text"/>	mm

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

460V 原子炉建屋交流電源切替盤 2G の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

460V 原子炉建屋交流電源切替盤（緊急用）の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

460V 原子炉建屋交流電源切替盤（緊急用）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

460V 原子炉建屋交流電源切替盤（緊急用）の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

460V 原子炉建屋交流電源切替盤（緊急用）の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	460V 原子炉建屋交流 電源切替盤（緊急用）	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t *	1.5・f _s *
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト (i = 1)	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	40	245	400	—
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

460V 原子炉建屋交流電源切替盤（緊急用）の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

460V 原子炉建屋交流電源切替盤（緊急用）の電氣的機能維持を確認した機能確認済加速度と設置場所の最大応答加速度を比較し、設置場所の最大応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認することで実施する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

評価部位	方向	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

460V 原子炉建屋交流電源切替盤（緊急用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G (第 1 盤～第 2 盤, 第 3 盤～第 4 盤) の耐震性についての計算書】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 24. 80* (O.P. 33. 20)	0. 05 以下	0. 05 以下	—	—	C _H =2. 65	C _V =1. 77	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	n _{f i} *1
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201. 1	14	4
					2			
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314. 2	20	6
					2			

部 材	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	245	400	—	280	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	3.668×10^4	—	2.963×10^4
取付ボルト ($i=2$)	—	3.034×10^4	—	2.859×10^4

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=183$	$f_{ts1}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=11$	$f_{sb1}=161$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=97$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=161$

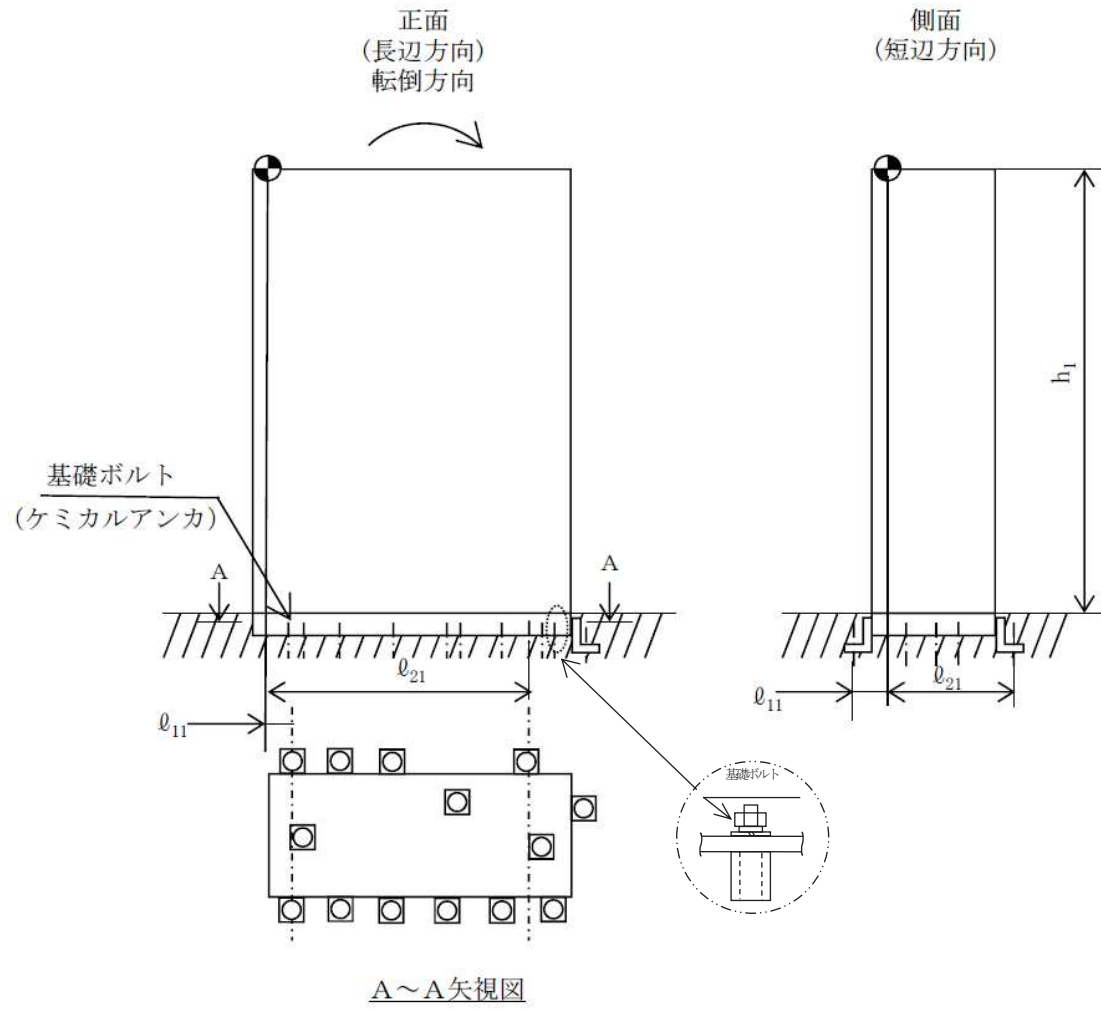
注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出
すべて許容応力以下である。

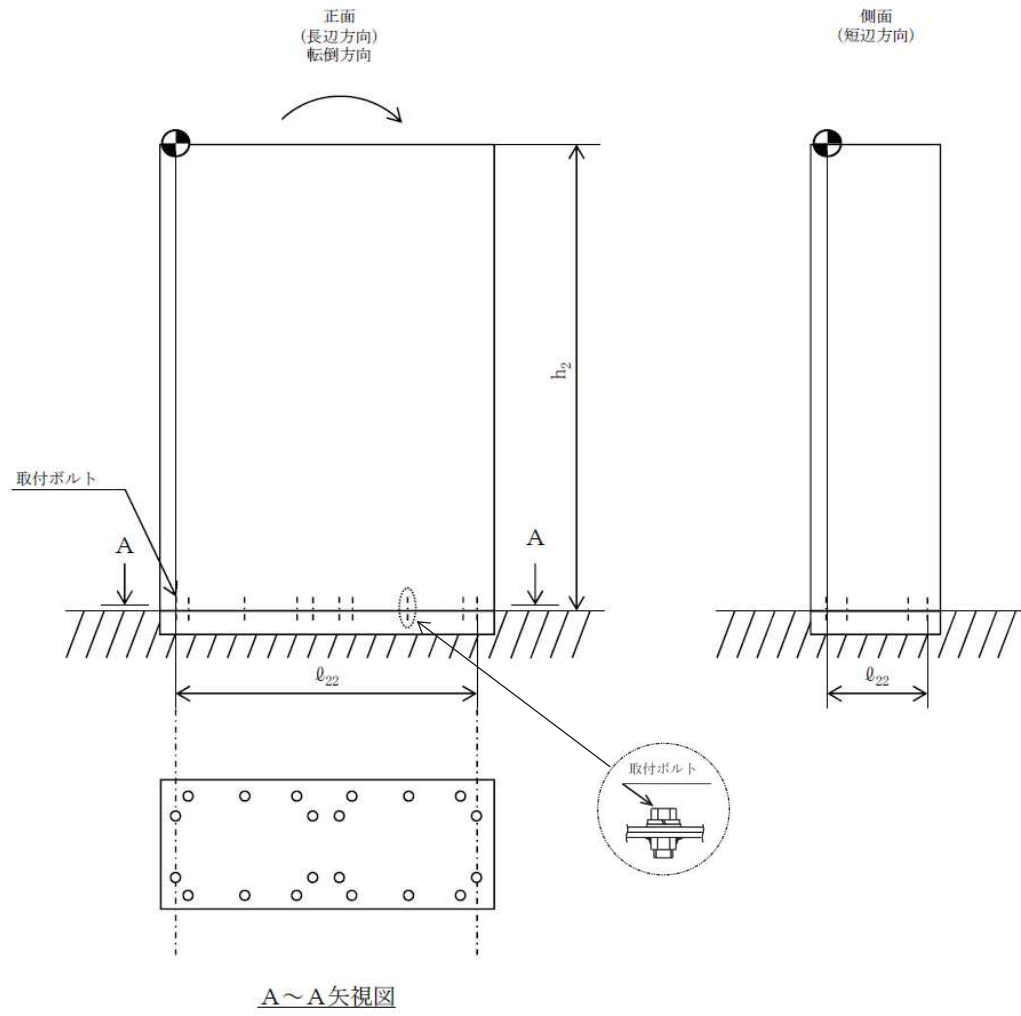
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G	水平方向	2.21	
	鉛直方向	1.47	

注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。





【460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G (第 5 盤～第 8 盤, 第 9 盤～第 12 盤) の耐震性についての計算書】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 24.80* (O.P. 33.20)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =2.65	C _V =1.77	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} ^{*1}
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	24	9
								2
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	40	12
								2

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	245	400	—	280	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し,
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	3.595×10^4	—	5.925×10^4
取付ボルト ($i=2$)	—	3.362×10^4	—	5.717×10^4

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=179$	$f_{ts1}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=13$	$f_{sb1}=161$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=107$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=161$

注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

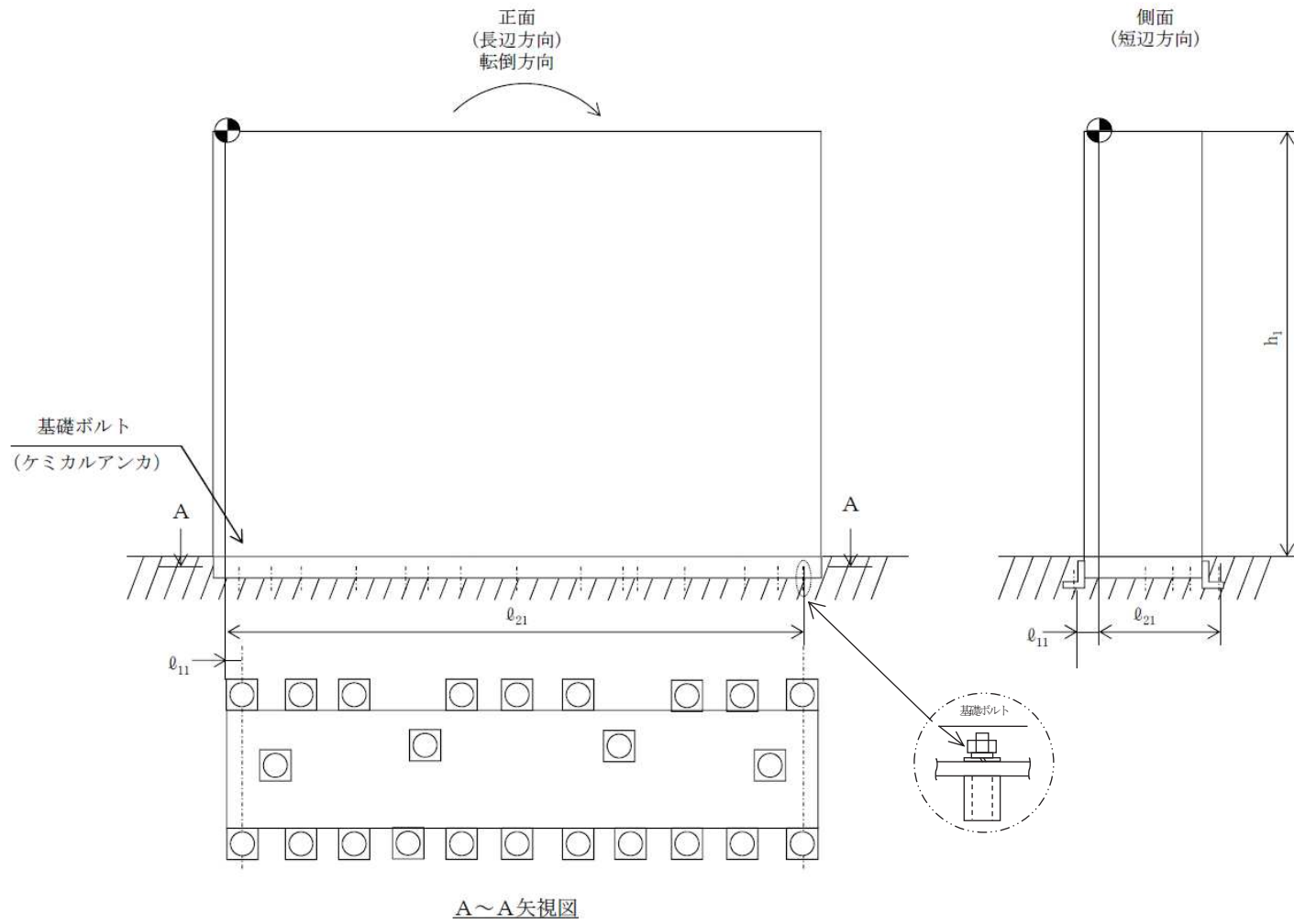
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

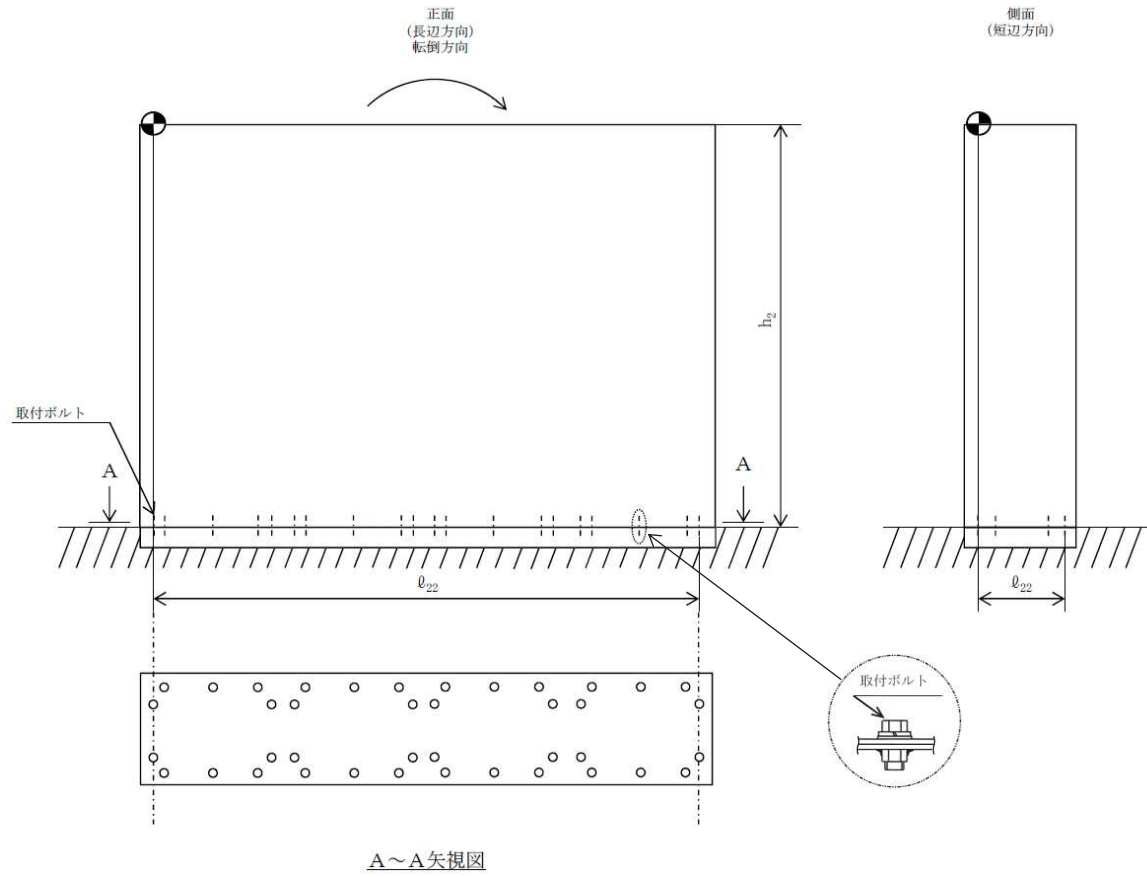
($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G	水平方向	2.21	□
	鉛直方向	1.47	

注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。





【460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G (第 13 盤～第 15 盤) の耐震性についての計算書】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 24. 80* (O.P. 33. 20)	0. 05 以下	0. 05 以下	—	—	C _H =2. 65	C _V =1. 77	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	n _{f i} *1
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201. 1	20	9 2
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314. 2	30	9 2

部 材	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	245	400	—	280	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	3.402×10^4	—	4.444×10^4
取付ボルト ($i=2$)	—	3.183×10^4	—	4.288×10^4

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=170$	$f_{ts1}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=11$	$f_{sb1}=161$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=102$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=161$

注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

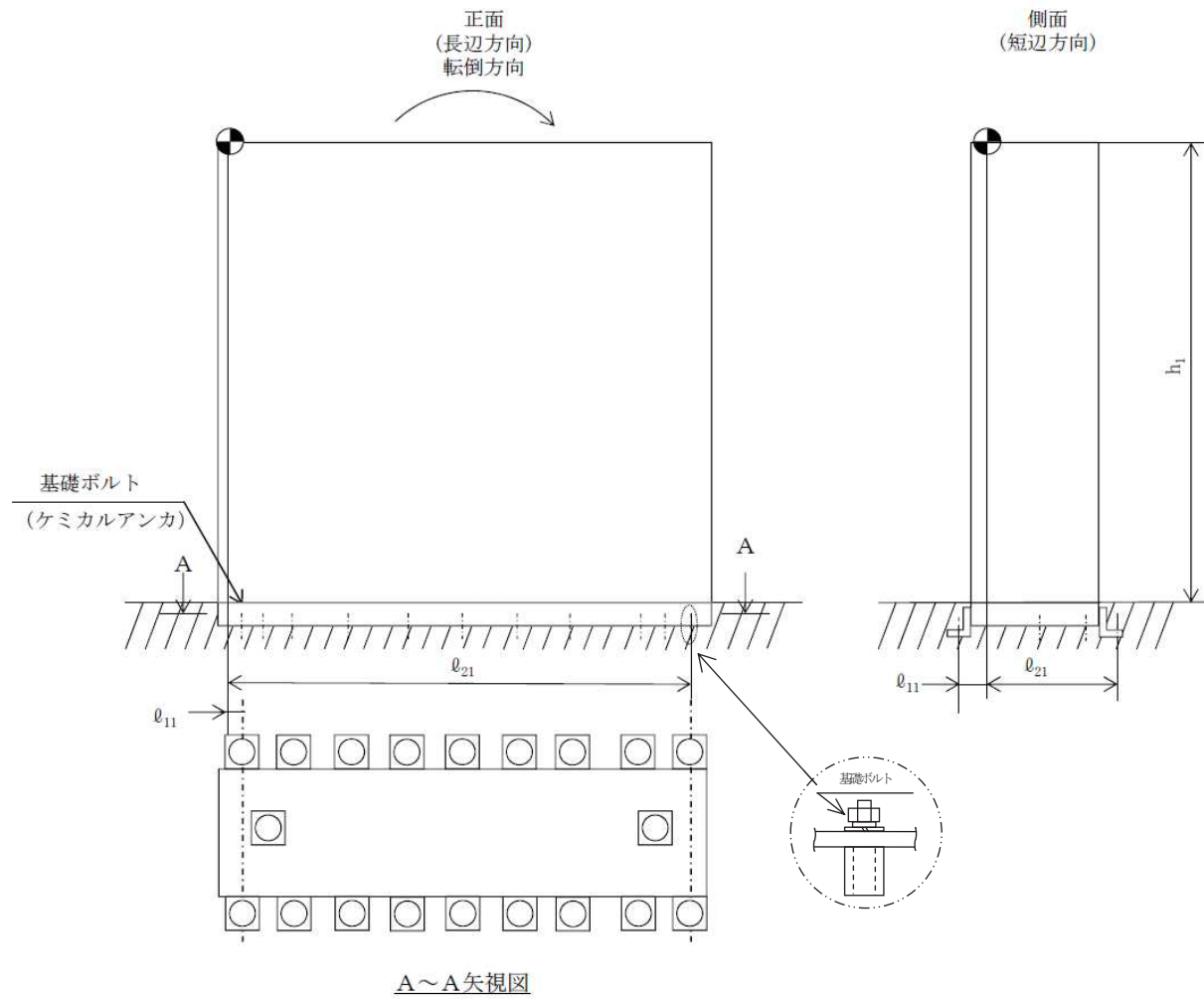
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

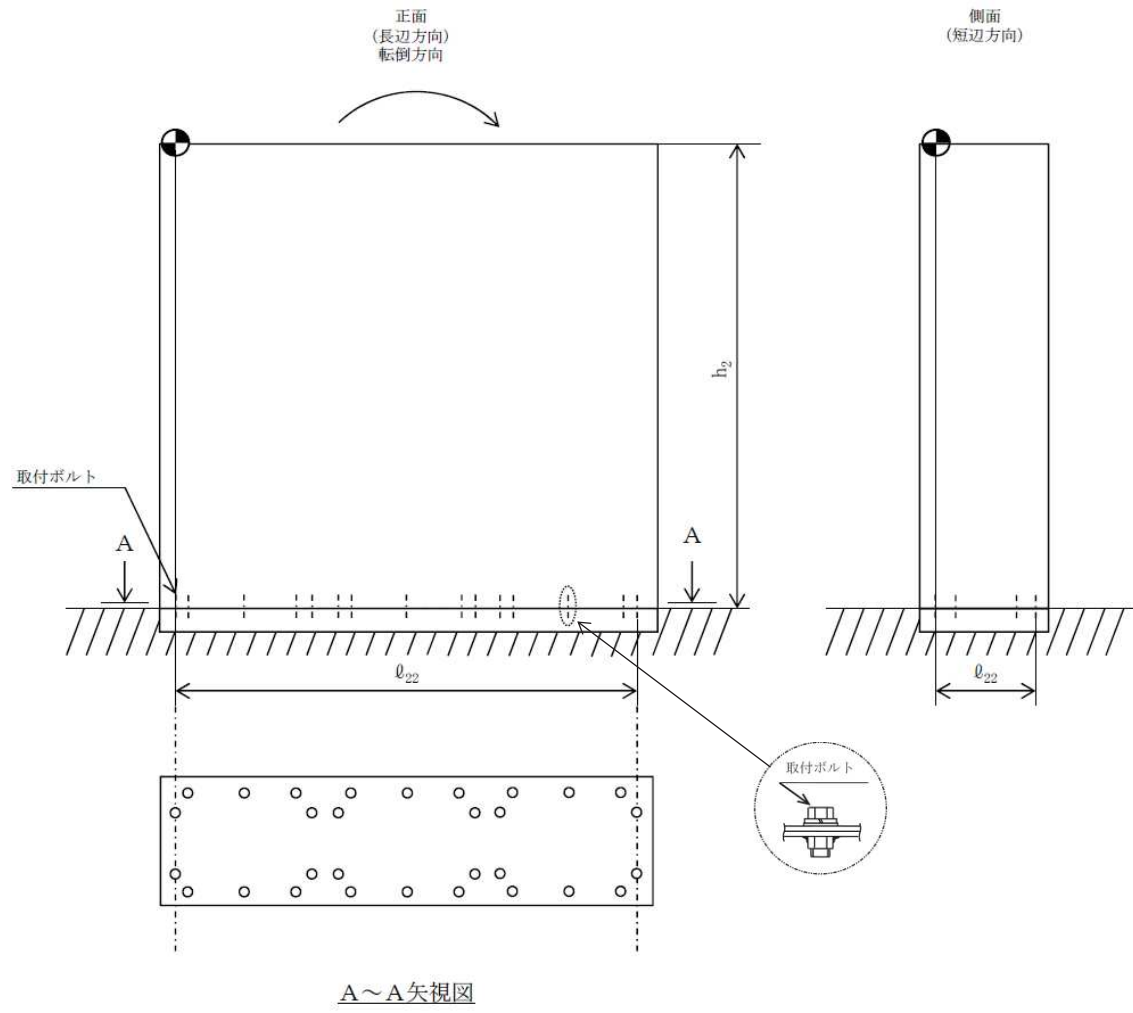
($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G	水平方向	2.21	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.47	

注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-10-1-4-17 120V 原子炉建屋交流電源切替盤(緊急用)の耐震性について
の計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、120V 原子炉建屋交流電源切替盤(緊急用)が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

120V 原子炉建屋交流電源切替盤(緊急用)は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

120V 原子炉建屋交流電源切替盤(緊急用)は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。

なお、120V 原子炉建屋交流電源切替盤(緊急用)は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 120V 原子炉建屋交流電源切替盤の構成

系統	盤名称	個数
120V 原子炉建屋交流電源切替盤 (緊急用)	120V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

120V 原子炉建屋交流電源切替盤(緊急用)の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図								
基礎・支持構造	主体構造									
<p>120V 原子炉建屋交流電源切替盤（緊急用）は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。 チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。</p>	<p>直立形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）</p>	<p>【120V 原子炉建屋交流電源切替盤（緊急用）】</p> <table border="1" data-bbox="1093 1086 1684 1302"> <thead> <tr> <th colspan="2">120V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>	120V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G		たて	mm	横	mm	高さ	mm
120V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G										
たて	mm									
横	mm									
高さ	mm									

2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

120V 原子炉建屋交流電源切替盤(緊急用)の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
120V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

120V 原子炉建屋交流電源切替盤(緊急用)の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

120V 原子炉建屋交流電源切替盤(緊急用)の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

120V 原子炉建屋交流電源切替盤(緊急用)の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

120V 原子炉建屋交流電源切替盤(緊急用)の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	120V 原子炉建屋交流 電源切替盤(緊急用)	常設耐震/防止 常設/緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1: 「常設耐震/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備, 「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2: その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3: 「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため, 評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t *	1.5・f _s *
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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: 当該の応力が生じない場合, 規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト (i = 1)	SS400 (16mm ≤ 径)	周囲環境温度	40	245	400	—
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

120V 原子炉建屋交流電源切替盤(緊急用)の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

120V 原子炉建屋交流電源切替盤(緊急用)の電氣的機能維持を確認した機能確認済加速度と設置場所の最大応答加速度を比較し、設置場所の最大応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認することで実施する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
120V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

120V 原子炉建屋交流電源切替盤(緊急用)の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【120V 原子炉建屋交流電源切替盤(緊急用)の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
120V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 24. 80* (O.P. 33. 20)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =2.65	C _V =1.77	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b<i>i</i>} (mm ²)	n _i	n _{f<i>i</i>} *1
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	14	6 2
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	20	6 2

部 材	S _{y<i>i</i>} (MPa)	S _{u<i>i</i>} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	245	400	—	280	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	3.269×10^4	—	2.963×10^4
取付ボルト ($i=2$)	—	3.034×10^4	—	2.859×10^4

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=163$	$f_{ts1}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=11$	$f_{sb1}=161$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=97$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=161$

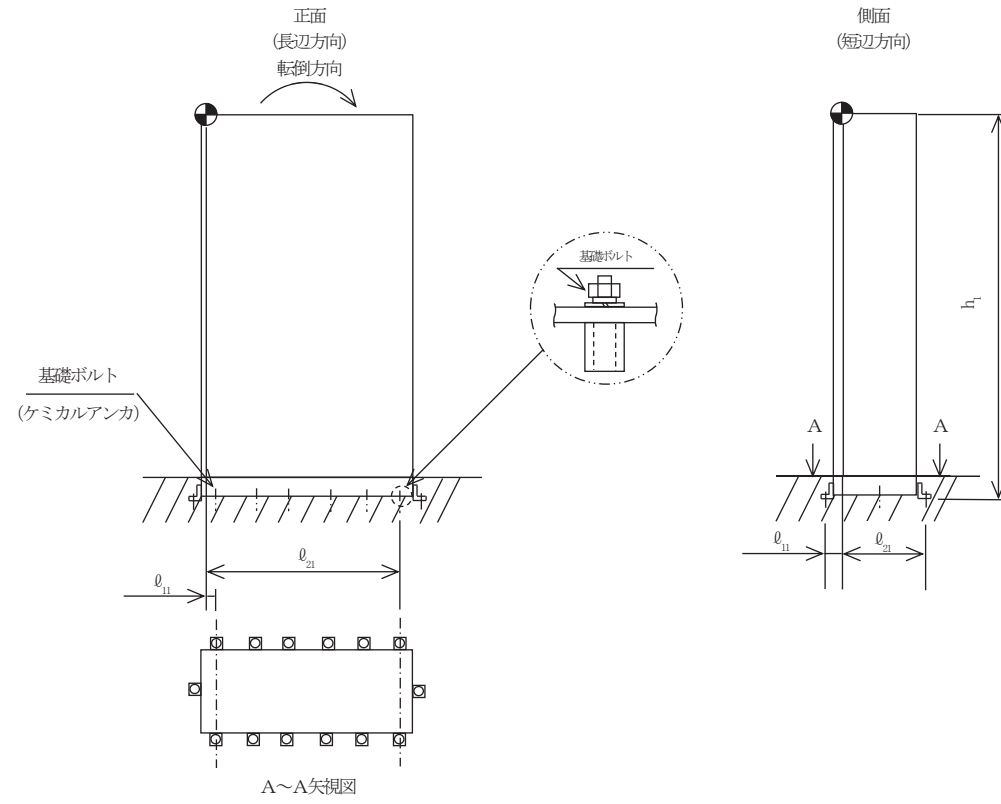
注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出
すべて許容応力以下である。

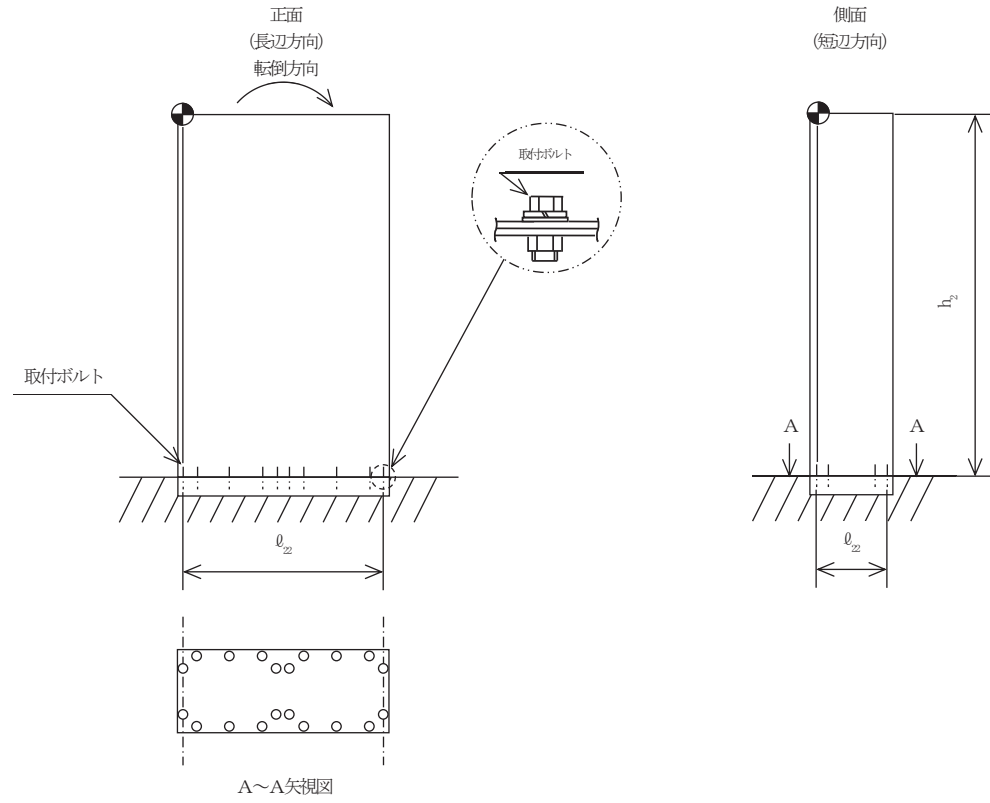
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
120V 原子炉建屋 交流電源切替盤 2G	水平方向	2.21	□
	鉛直方向	1.47	

注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-10-1-4-18 中央制御室 120V 交流分電盤(緊急用)の耐震性
についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、中央制御室 120V 交流分電盤(緊急用)が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

中央制御室 120V 交流分電盤(緊急用)は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

中央制御室 120V 交流分電盤(緊急用)は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。

なお、中央制御室 120V 交流分電盤(緊急用)は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 中央制御室 120V 交流分電盤の構成

系統	盤名称	個数
中央制御室 120V 交流分電盤 (緊急用)	中央制御室 120V 交流分電盤 2G	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

中央制御室 120V 交流分電盤(緊急用)の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>中央制御室 120V 交流分電盤(緊急用)は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取り付ボルトで設置する。チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【中央制御室 120V 交流分電盤(緊急用)】</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3">中央制御室 120V 交流分電盤 2G</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td style="text-align: center;"> </td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td style="text-align: center;"> </td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td style="text-align: center;"> </td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>	中央制御室 120V 交流分電盤 2G			たて		mm	横		mm	高さ		mm
中央制御室 120V 交流分電盤 2G														
たて		mm												
横		mm												
高さ		mm												

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

中央制御室 120V 交流分電盤(緊急用)の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
中央制御室 120V 交流分電盤 2G	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

中央制御室 120V 交流分電盤(緊急用)の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

中央制御室 120V 交流分電盤(緊急用)の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

中央制御室 120V 交流分電盤(緊急用)の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

中央制御室 120V 交流分電盤(緊急用)の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	中央制御室 120V 交流 分電盤(緊急用)	常設耐震/防止 常設/緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t *	1.5・f _s *
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト (i = 1)	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	40	245	400	—
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

中央制御室 120V 交流分電盤(緊急用)の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

中央制御室 120V 交流分電盤(緊急用)の機能確認済加速度には、同形式の器具の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した器具の加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
中央制御室 120V 交流分電盤 2G	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

中央制御室 120V 交流分電盤(緊急用)の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【中央制御室 120V 交流分電盤(緊急用)の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
中央制御室 120V 交流分電盤 2G	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 24. 80* (O.P. 33. 20)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =2.65	C _V =1.77	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} ^{*1}
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	16	4
								3
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	12	3
								3

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	245	400	—	280	—	左右方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	前後方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	2.920×10^4	—	3.404×10^4
取付ボルト ($i=2$)	—	3.170×10^4	—	3.248×10^4

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=146$	$f_{ts1}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=11$	$f_{sb1}=161$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=101$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=9$	$f_{sb2}=161$

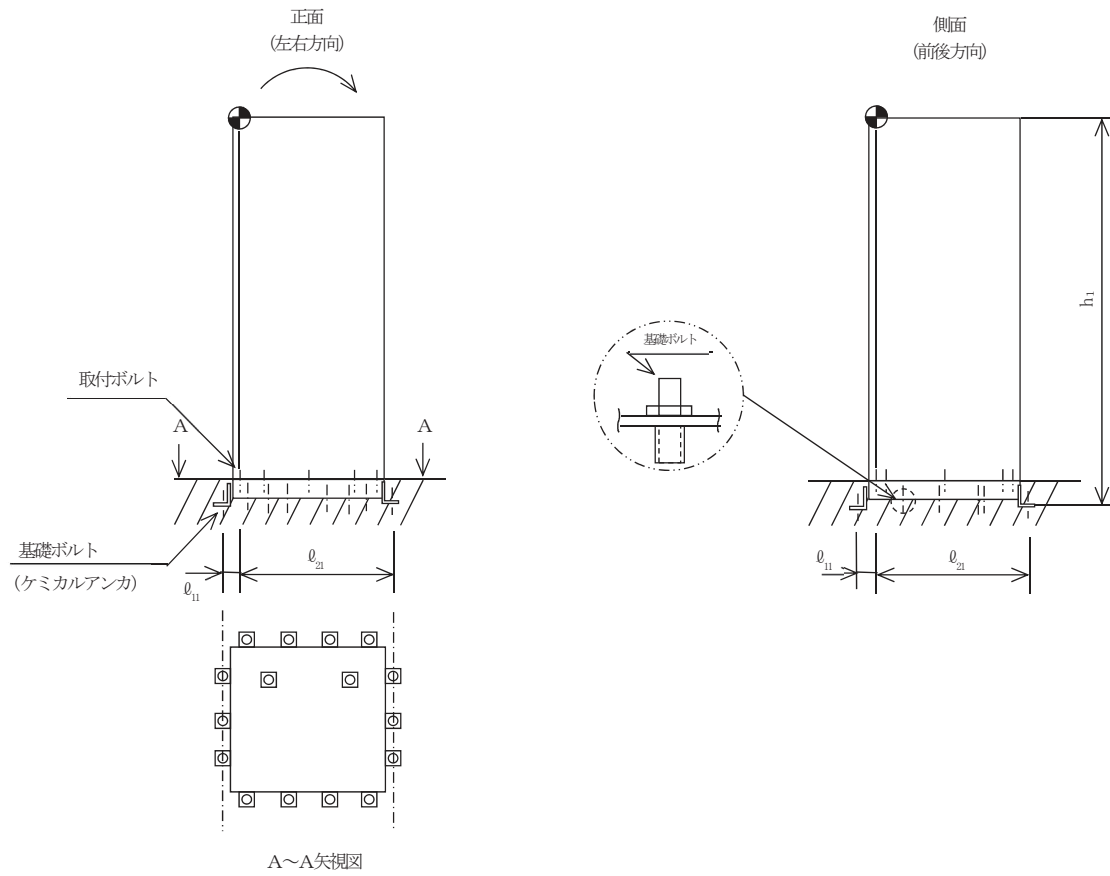
注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出
すべて許容応力以下である。

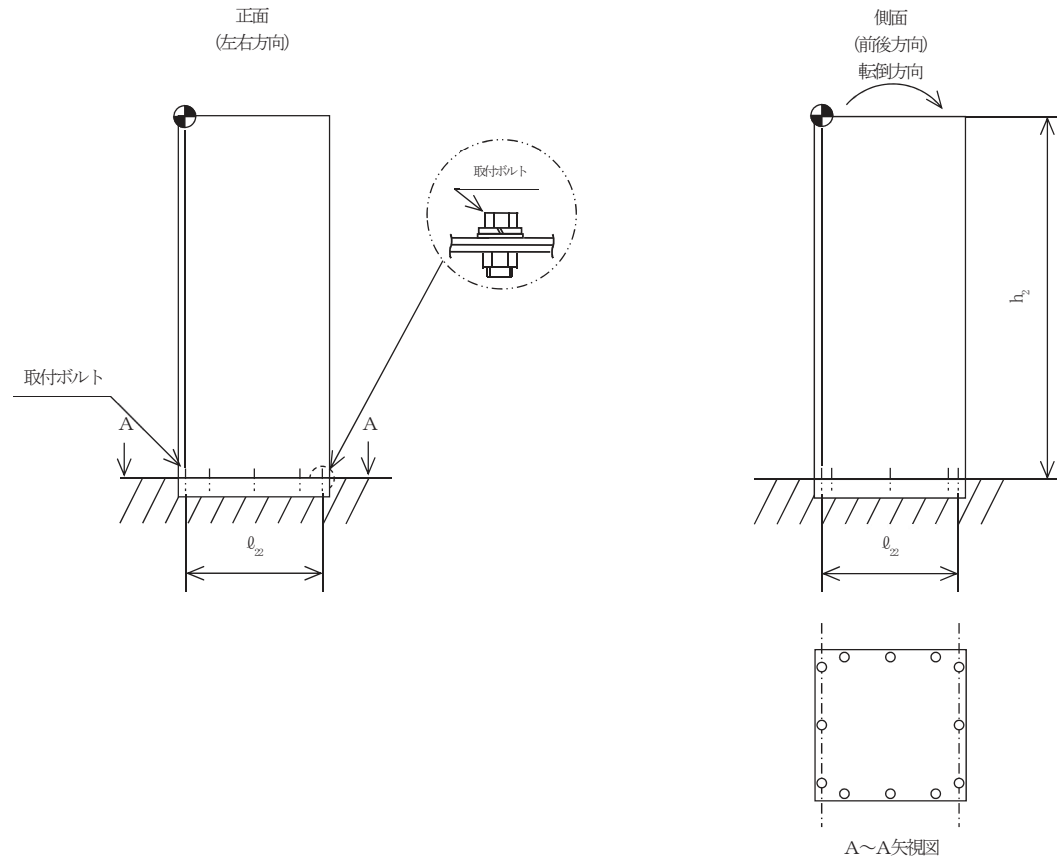
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
中央制御室 120V 交流分電盤 2G	水平方向	2.21	
	鉛直方向	1.47	

注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-10-1-4-19 メタルクラッドスイッチギア（緊急時対策所用）
の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、メタルクラッドスイッチギア（緊急時対策所用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

メタルクラッドスイッチギア（緊急時対策所用）は、設計基準対象施設においては C クラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

メタルクラッドスイッチギア（緊急時対策所用）は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

なお、メタルクラッドスイッチギア（緊急時対策所用）は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 メタルクラッドスイッチギア（緊急時対策所用）の構成

系統	盤名称	個数
メタルクラッドスイッチギア （緊急時対策所用）	6.9kV メタクラ 6-J-1	1
メタルクラッドスイッチギア （緊急時対策所用）	6.9kV メタクラ 6-J-2	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

メタルクラッドスイッチギア（緊急時対策所用）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
メタルクラッドスイッチギア（緊急時対策所用）のうち 6.9kV メタクラ 6-J-1 及び 6.9kV メタクラ 6-J-2 は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【メタルクラッドスイッチギア（緊急時対策所用）】</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>6.9kV メタクラ 6-J-1</th> <th>6.9kV メタクラ 6-J-2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> </tbody> </table>		6.9kV メタクラ 6-J-1	6.9kV メタクラ 6-J-2	たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm
	6.9kV メタクラ 6-J-1	6.9kV メタクラ 6-J-2												
たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												
横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												
高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												

2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

メタルクラッドスイッチギア（緊急時対策所用）の固有周期は，構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から，固有周期は 0.05 秒以下であり，剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
6.9kV メタクラ 6-J-1	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
6.9kV メタクラ 6-J-2	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

メタルクラッドスイッチギア（緊急時対策所用）の構造は直立形であるため，構造強度評価は，添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

メタルクラッドスイッチギア（緊急時対策所用）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

メタルクラッドスイッチギア（緊急時対策所用）の許容応力は，添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

メタルクラッドスイッチギア（緊急時対策所用）の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	メタルクラッド スイッチギア (緊急時対策所用)	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV _{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _{AS} (V _{AS} として IV _{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界* ¹ , * ² (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t * 1.5・f _s *	1.5・f _s *
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

メタルクラッドスイッチギア（緊急時対策所用）の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

6.9kV メタクラ 6-J-1, 6.9kV メタクラ 6-J-2 の機能確認済加速度には、同形式の器具の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した器具の加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
6.9kV メタクラ 6-J-1	水平	[]
	鉛直	
6.9kV メタクラ 6-J-2	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

メタルクラッドスイッチギア（緊急時対策所用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【メタルクラッドスイッチギア（緊急時対策所用）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
6.9kV メタクラ 6-J-1 及び6-J-2	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急時対策所 O.P. 62.20*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.68	C _V =1.12	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	44	8 5

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	2.318×10^4	—	1.745×10^5

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=74$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=13$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

11

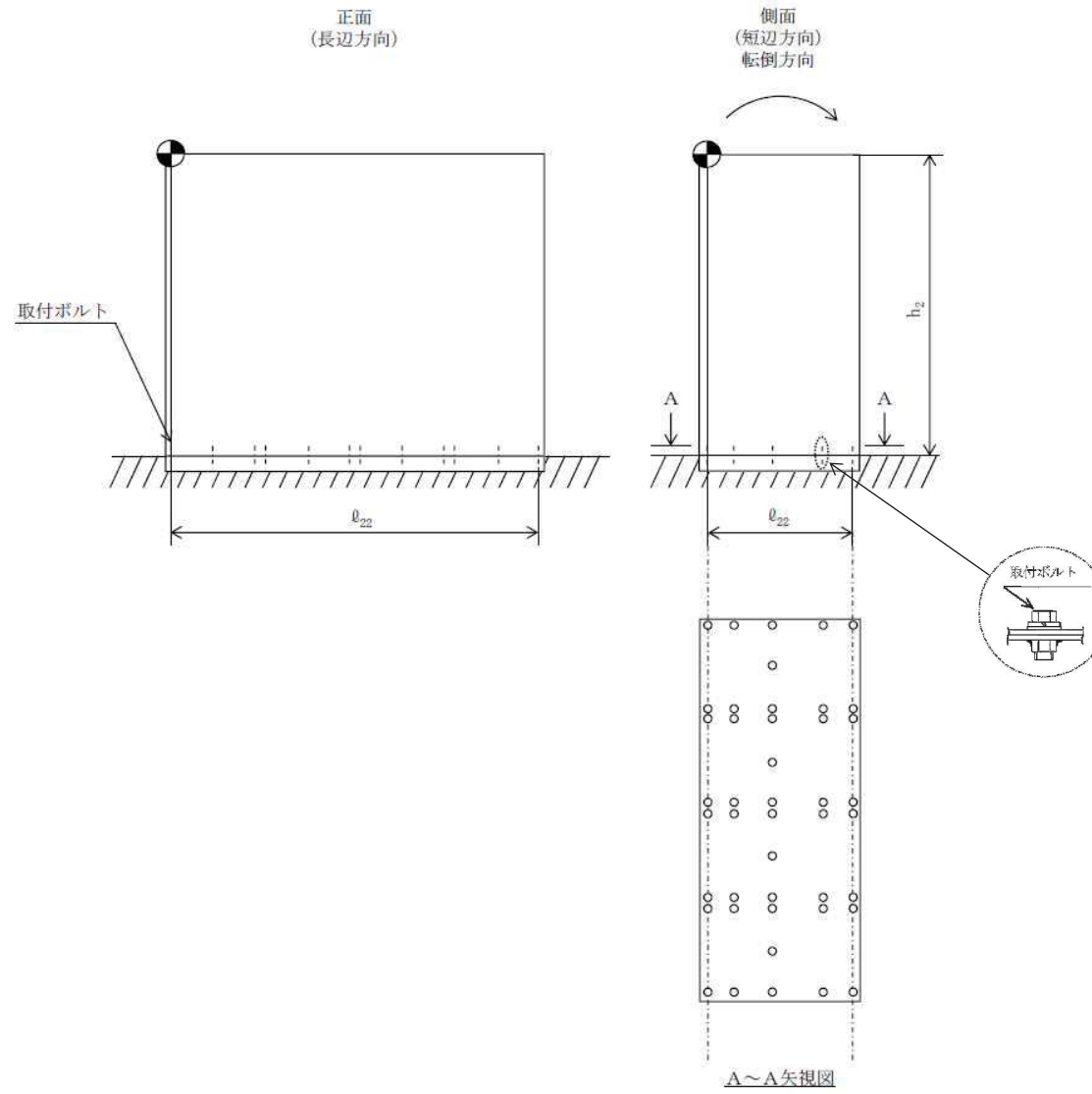
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
6.9kV メタクラ 6-J-1	水平方向	1.40	
	鉛直方向	0.93	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-20 動力変圧器（緊急時対策所用）の耐震性についての計算書

○ 2 ③ VI-2-10-1-4-20 R 0

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、動力変圧器（緊急時対策所用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

動力変圧器（緊急時対策所用）は、設計基準対象施設においてはCクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

動力変圧器（緊急時対策所用）は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

なお、動力変圧器（緊急時対策所用）は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 動力変圧器（緊急時対策所用）

系統	盤名称	個数
メタルクラッドスイッチギア （緊急時対策所用）	MCC 動力変圧器 6-PJ-1	1
メタルクラッドスイッチギア （緊急時対策所用）	MCC 動力変圧器 6-PJ-2	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

動力変圧器（緊急時対策所用）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
動力変圧器（緊急時対策所用）のうち MCC 動力変圧器 6-PJ-1 及び MCC 動力変圧器 6-PJ-2 は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）	<p>【動力変圧器（緊急時対策所用）】</p> <table border="1" style="margin-top: 20px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>MCC 動力変圧器 6-PJ-1</th> <th>MCC 動力変圧器 6-PJ-2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> </tbody> </table>		MCC 動力変圧器 6-PJ-1	MCC 動力変圧器 6-PJ-2	たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm
	MCC 動力変圧器 6-PJ-1	MCC 動力変圧器 6-PJ-2												
たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												
横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												
高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												

2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

動力変圧器（緊急時対策所用）の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は0.05秒以下であり、剛とする。

固有周期を表3-1に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
MCC 動力変圧器 6-PJ-1	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
MCC 動力変圧器 6-PJ-2	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

動力変圧器（緊急時対策所用）の構造は直立形であるため，構造強度評価は，添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

動力変圧器（緊急時対策所用）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

動力変圧器（緊急時対策所用）の許容応力は，添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

動力変圧器（緊急時対策所用）の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	動力変圧器 (緊急時対策所用)	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1:「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備,「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2:その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3:「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため,評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t *	1.5・f _s *
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

動力変圧器（緊急時対策所用）の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

変圧器は J E A G 4 6 0 1 - 1987 において「装置」に分類され、機能維持評価は構造健全性を確認することとされている。したがって、動力変圧器（緊急時対策所用）の機能維持評価は、支持構造物が健全であることの確認により行う。

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

動力変圧器（緊急時対策所用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価は支持構造物が健全であることの確認により行うため，評価結果は(1)構造強度評価結果による。

【動力変圧器（緊急時対策所用）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
動力変圧器 (緊急時対策所用)	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急時対策所 O.P. 62. 20*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.68	C _V =1.12	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	26	6 3

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i =2)	—	2.358×10^4	—	7.249×10^4

1.4 結論

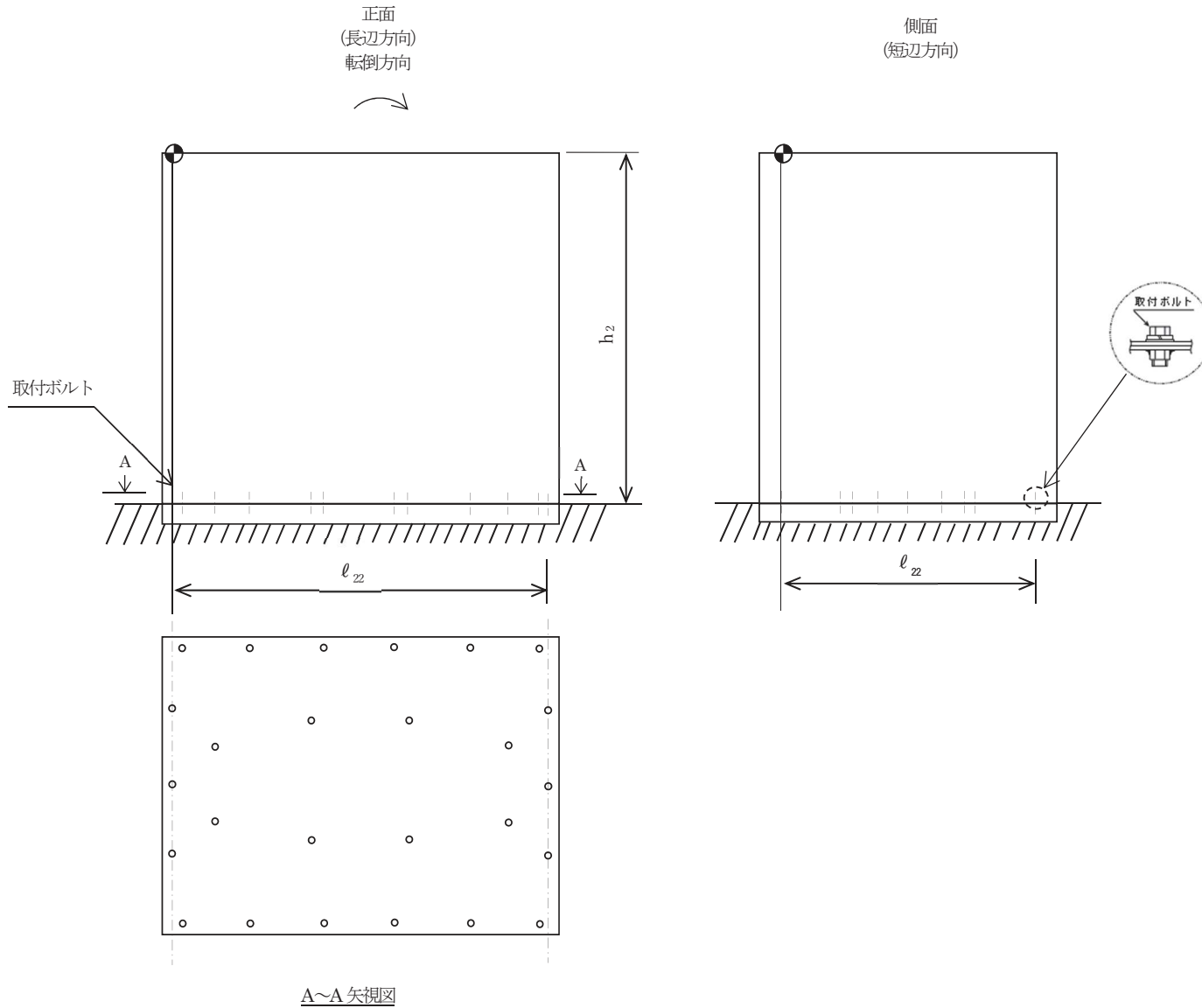
1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i =2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=118$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=14$	$f_{sb2}=161$

注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。



VI-2-10-1-4-21 モータコントロールセンタ（緊急時対策所用）の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、モータコントロールセンタ（緊急時対策所用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

モータコントロールセンタ（緊急時対策所用）は、設計基準対象施設においてはCクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

モータコントロールセンタ（緊急時対策所用）は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

なお、モータコントロールセンタ（緊急時対策所用）は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 モータコントロールセンタ（緊急時対策所用）

系統	盤名称	個数
モータコントロールセンタ （緊急時対策所用）	460V 緊急時対策所 MCC J-1	1
モータコントロールセンタ （緊急時対策所用）	460V 緊急時対策所 MCC J-2	1
モータコントロールセンタ （緊急時対策所用）	460V 緊急時対策所 MCC J-3	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

モータコントロールセンタ（緊急時対策所用）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図																	
基礎・支持構造	主体構造																		
<p>モータコントロールセンタ（緊急時対策所）のうち 460V 緊急時対策所 MCCJ-1, 460V 緊急時対策所 MCCJ-2 及び 460V 緊急時対策所 MCCJ-3 は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。</p>	<p>直立形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）</p>	<p>【モータコントロールセンタ（緊急時対策所）】</p>																	
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>460V 緊急時対策所 MCC J-1</th> <th>460V 緊急時対策所 MCC J-2</th> <th>460V 緊急時対策所 MCC J-3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> </tbody> </table>		460V 緊急時対策所 MCC J-1	460V 緊急時対策所 MCC J-2	460V 緊急時対策所 MCC J-3	たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	
	460V 緊急時対策所 MCC J-1	460V 緊急時対策所 MCC J-2	460V 緊急時対策所 MCC J-3																
たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																
横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																
高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																

2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

モータコントロールセンタ（緊急時対策所用）の固有周期は，構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から，固有周期は 0.05 秒以下であり，剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
460V 緊急時対策所 MCC J-1	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
460V 緊急時対策所 MCC J-2	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
460V 緊急時対策所 MCC J-3	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

モータコントロールセンタ（緊急時対策所用）の構造は直立形であるため，構造強度評価は，添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

モータコントロールセンタ（緊急時対策所用）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

モータコントロールセンタ（緊急時対策所用）の許容応力は，添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

モータコントロールセンタ（緊急時対策所用）の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	モータコントロールセ ンタ（緊急時対策所 用）	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1: 「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備, 「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2: その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3: 「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため, 評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t *	1.5・f _s *
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

モータコントロールセンタ（緊急時対策所用）の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

モータコントロールセンタ（緊急時対策所用）の電氣的機能維持を確認した機能確認済加速度と設置場所の最大応答加速度を比較し、設置場所の最大応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認することで実施する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
460V 緊急時対策所 MCC J-1	水平	
	鉛直	
460V 緊急時対策所 MCC J-2	水平	
	鉛直	
460V 緊急時対策所 MCC J-3	水平	
	鉛直	

VI-2-10-1-4-21 R O ③ O 2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

モータコントロールセンタ（緊急時対策所用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【460V 緊急時対策所 MCC J-1 の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 緊急時対策所 MCC J-1	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急時対策所 O.P. 62. 20*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.68	C _V =1.12	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	90	27 2

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	1.867×10^4	—	8.155×10^4

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=60$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

11

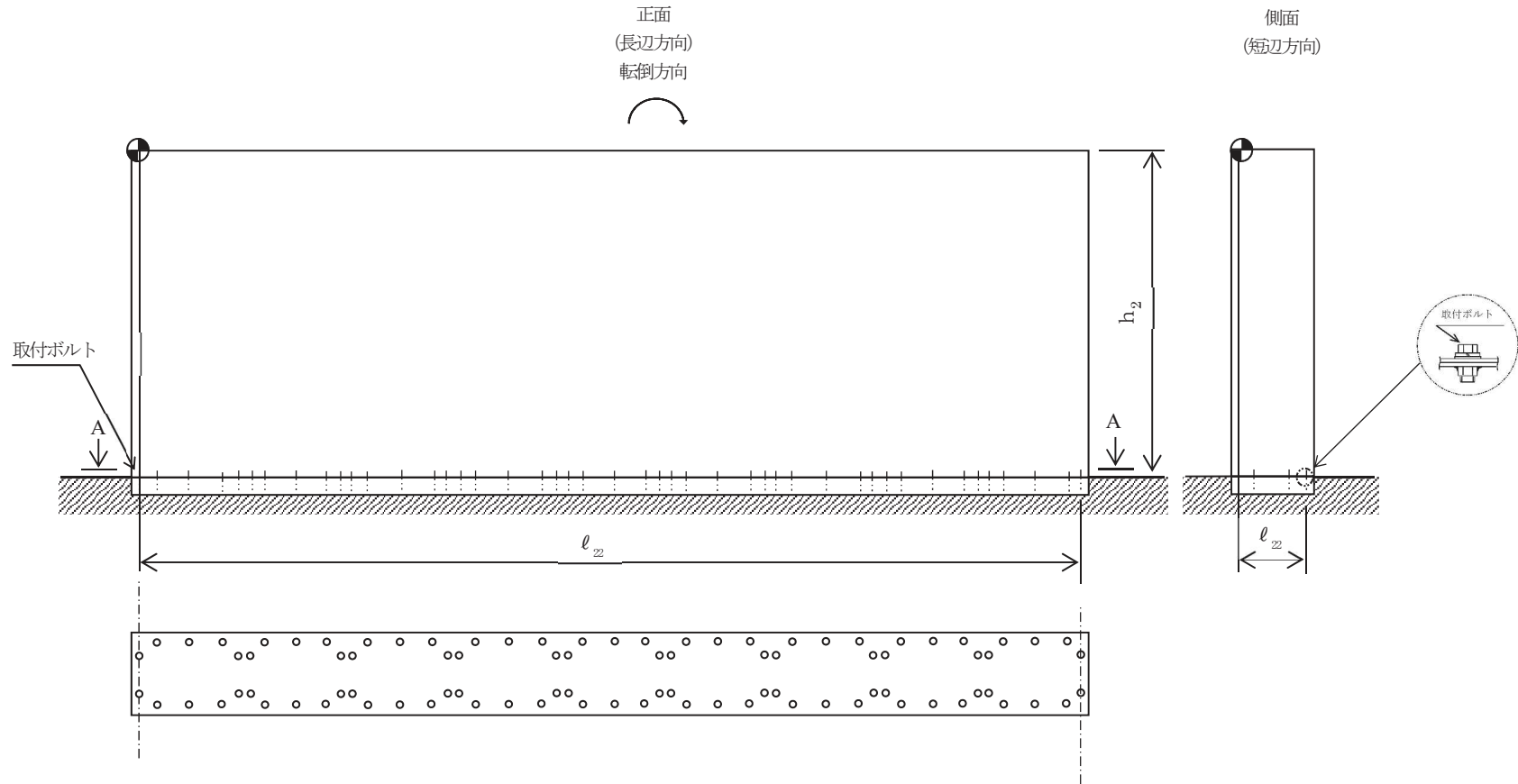
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 緊急時対策所 MCC J-1	水平方向	1.40	□
	鉛直方向	0.93	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



A~A 矢視図

【460V 緊急時対策所 MCC J-2 の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 緊急時対策所 MCC J-2	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急時対策所 O.P. 62. 20*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.68	C _V =1.12	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	70	21 2

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	1.809×10^4	—	6.343×10^4

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=58$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

14

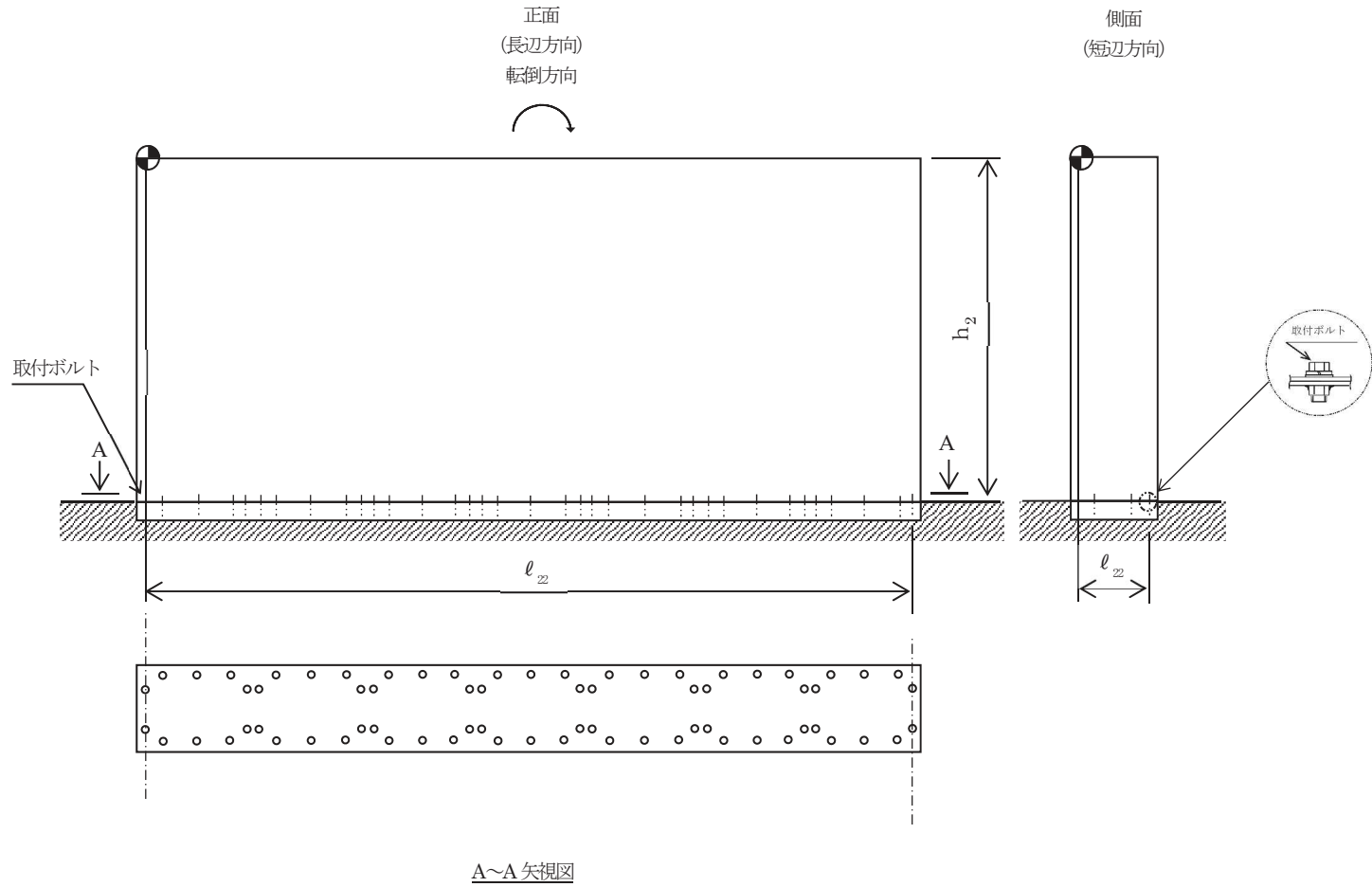
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 緊急時対策所 MCC J-2	水平方向	1.40	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	0.93	<input type="checkbox"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【460V 緊急時対策所 MCC J-3 の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
460V 緊急時対策所 MCC J-3	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急時対策所 O.P. 62. 20*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.68	C _V =1.12	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	40	12
								2

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	1.734×10^4	—	3.625×10^4

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=56$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

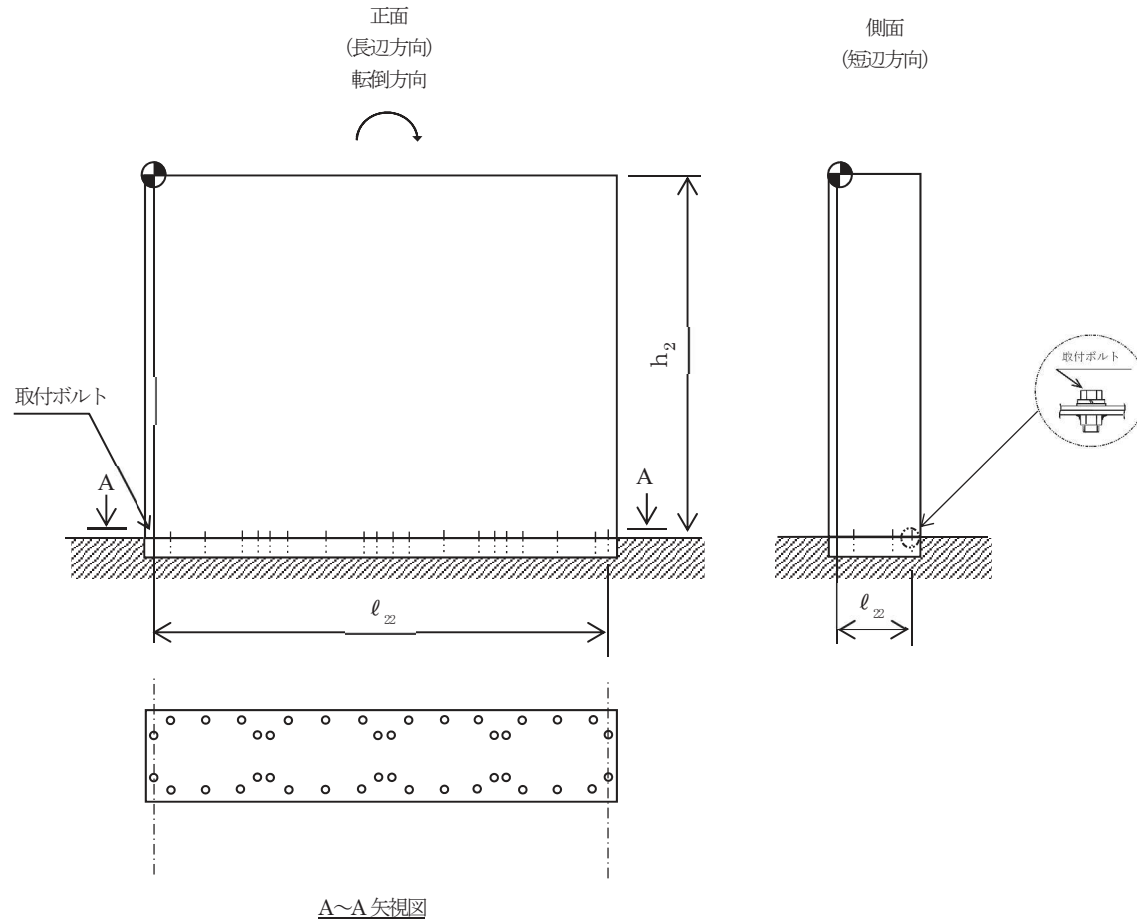
3.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
460V 緊急時対策所 MCC J-3	水平方向	1.40	
	鉛直方向	0.93	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-22 105V 交流電源切替盤（緊急時対策所用）の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、105V 交流電源切替盤（緊急時対策所用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

105V 交流電源切替盤（緊急時対策所用）は、設計基準対象施設においてはCクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

105V 交流電源切替盤（緊急時対策所用）は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。

なお、105V 交流電源切替盤（緊急時対策所用）は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 105V 交流電源切替盤（緊急時対策所用）

系統	盤名称	個数
105V 交流電源切替盤（緊急時対策所用）	緊急時対策所 105V 交流電源切替盤	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

105V 交流電源切替盤（緊急時対策所用）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
105V 交流電源切替盤 (緊急時対策所用) は、基礎に埋め込まれたチャンネルベース に取付ボルトで設置 する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組 み合わせた自立閉鎖 型の盤)	<p>【105V 交流電源切替盤 (緊急時対策所用)】</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3">緊急時対策所 105V 交流電源切替盤</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>	緊急時対策所 105V 交流電源切替盤			たて		mm	横		mm	高さ		mm
緊急時対策所 105V 交流電源切替盤														
たて		mm												
横		mm												
高さ		mm												

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

105V 交流電源切替盤（緊急時対策所用）の固有周期は，構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から，固有周期は 0.05 秒以下であり，剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
緊急時対策所 105V 交流電源切替盤	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

105V 交流電源切替盤（緊急時対策所用）の構造は直立形であるため，構造強度評価は，添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

105V 交流電源切替盤（緊急時対策所用）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

105V 交流電源切替盤（緊急時対策所用）の許容応力は，添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

105V 交流電源切替盤（緊急時対策所用）の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	105V 交流電源切替盤 (緊急時対策所用)	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1:「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備,「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2:その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3:「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため,評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t *	1.5・f _s *
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

105V 交流電源切替盤（緊急時対策所用）の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

105V 交流電源切替盤（緊急時対策所用）の電氣的機能維持を確認した機能確認済加速度と設置場所の最大応答加速度を比較し、設置場所の最大応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認することで実施する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

評価部位	方向	機能確認済加速度
緊急時対策所 105V 交流電源切替盤	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

105V 交流電源切替盤（緊急時対策所用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【105V 交流電源切替盤（緊急時対策所用）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
緊急時対策所 105V 交流電源切替盤	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急時対策所 0. P. 62. 20*	0. 05 以下	0. 05 以下	—	—	C _H =1. 68	C _V =1. 12	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	θ _{1i} ^{*1} (mm)	θ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314. 2	12	3
								3

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	前後方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示す。

10

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	2.380×10^4	—	2.636×10^4

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=76$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

11

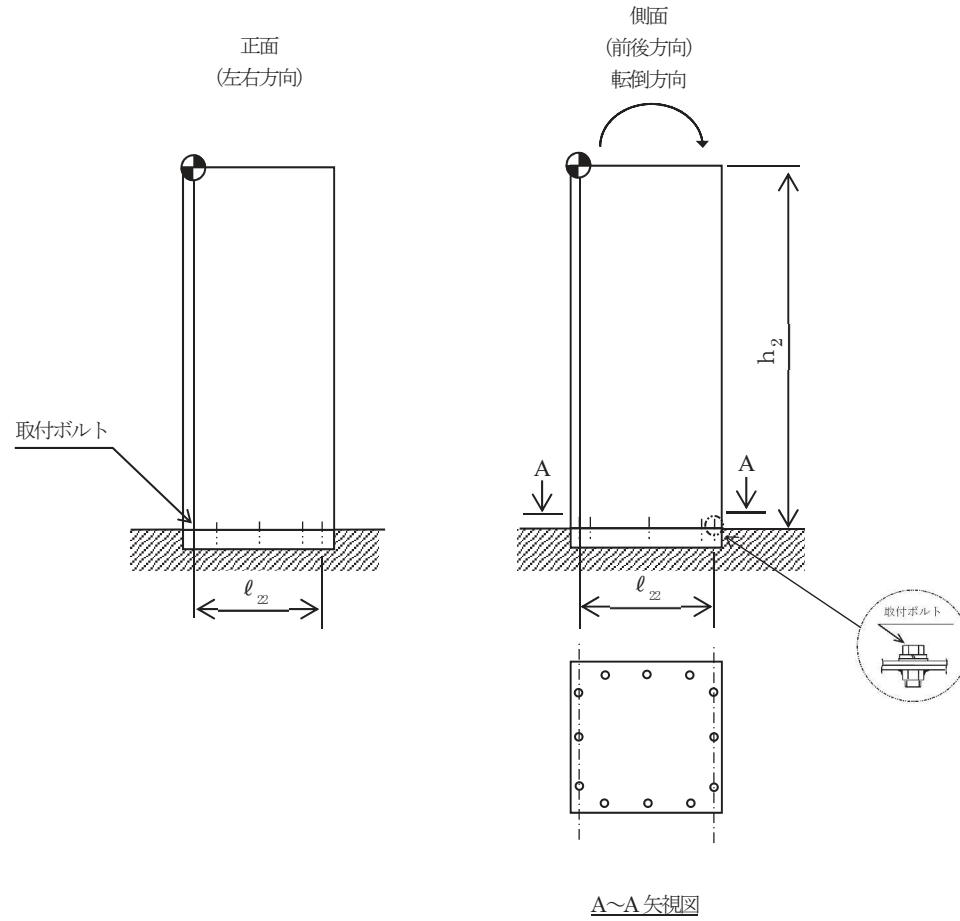
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
緊急時対策所 105V 交流電源切替盤	水平方向	1.40	□
	鉛直方向	0.93	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-23 105V 交流分電盤（緊急時対策所用）の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、105V 交流分電盤（緊急時対策所用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

105V 交流分電盤（緊急時対策所用）は、設計基準対象施設においてはCクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

105V 交流分電盤（緊急時対策所用）は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。

なお、105V 交流分電盤（緊急時対策所用）は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 105V 交流分電盤（緊急時対策所用）

系統	盤名称	個数
105V 交流分電盤（緊急時対策所用）	緊急時対策所 105V 交流分電盤 J-3	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

105V 交流分電盤（緊急時対策所用）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図								
基礎・支持構造	主体構造									
105V 交流分電盤(緊急時対策所用)は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【105V 交流分電盤 (緊急時対策所用)】</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">緊急時対策所 105V 交流分電盤 J-3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>	緊急時対策所 105V 交流分電盤 J-3		たて	mm	横	mm	高さ	mm
緊急時対策所 105V 交流分電盤 J-3										
たて	mm									
横	mm									
高さ	mm									

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

105V 交流分電盤（緊急時対策所用）の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
緊急時対策所 105V 交流分電盤 J-3	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

105V 交流分電盤（緊急時対策所用）の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

105V 交流分電盤（緊急時対策所用）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

105V 交流分電盤（緊急時対策所用）の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

105V 交流分電盤（緊急時対策所用）の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	105V 交流分電盤 (緊急時対策所用)	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1:「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備,「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2:その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3:「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため,評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界* ¹ , * ² (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t * [*]	1.5・f _s * [*]
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

105V 交流分電盤（緊急時対策所用）の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

105V 交流分電盤（緊急時対策所用）の機能確認済加速度には、同形式の器具の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した器具の加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
緊急時対策所 105V 交流分電盤 J-3	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

105V 交流分電盤（緊急時対策所用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【105V 交流分電盤（緊急時対策所用）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
緊急時対策所 105V 交流分電盤 J-3	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急時対策所 O.P. 62. 20*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.68	C _V =1.12	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	10	3
								2

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	1.815×10^4	—	9.061×10^3

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=58$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

11

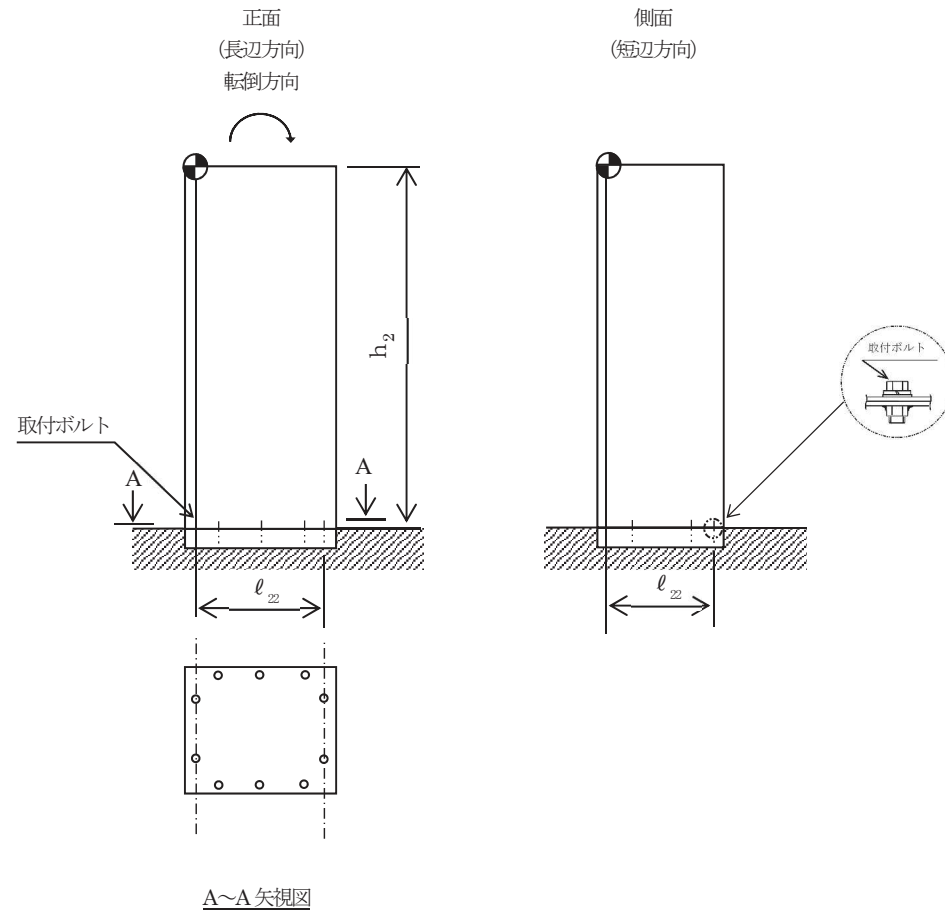
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
緊急時対策所 105V 交流分電盤 J-3	水平方向	1.40	□
	鉛直方向	0.93	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-24 120V 交流分電盤（緊急時対策所用）の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、120V 交流分電盤（緊急時対策所用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

120V 交流分電盤（緊急時対策所用）は、設計基準対象施設においてはCクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

120V 交流分電盤（緊急時対策所用）は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

なお、120V 交流分電盤（緊急時対策所用）は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 120V 交流分電盤（緊急時対策所用）

系統	盤名称	個数
120V 交流分電盤（緊急時対策所用）	緊急時対策所 120V 交流分電盤 J-1	1
120V 交流分電盤（緊急時対策所用）	緊急時対策所 120V 交流分電盤 J-2	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

120V 交流分電盤（緊急時対策所用）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>120V 交流分電盤(緊急時対策所用)のうち緊急時対策所 120V 交流分電盤 J-1 及び緊急時対策所 120V 交流分電盤 J-2 は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【120V 交流分電盤 (緊急時対策所用)】</p> <table border="1" style="margin-top: 20px; width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>緊急時対策所 120V 交流分電盤 J-1</th> <th>緊急時対策所 120V 交流分電盤 J-2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td><input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> mm</td> <td><input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td><input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> mm</td> <td><input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td><input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> mm</td> <td><input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> mm</td> </tr> </tbody> </table>		緊急時対策所 120V 交流分電盤 J-1	緊急時対策所 120V 交流分電盤 J-2	たて	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> mm	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> mm	横	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> mm	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> mm	高さ	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> mm	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> mm
	緊急時対策所 120V 交流分電盤 J-1	緊急時対策所 120V 交流分電盤 J-2												
たて	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> mm	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> mm												
横	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> mm	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> mm												
高さ	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> mm	<input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> mm												

2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

120V 交流分電盤（緊急時対策所用）の固有周期は，構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から，固有周期は 0.05 秒以下であり，剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
緊急時対策所 120V 交流分電盤 J-1	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
緊急時対策所 120V 交流分電盤 J-2	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

120V 交流分電盤（緊急時対策所用）の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

120V 交流分電盤（緊急時対策所用）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

120V 交流分電盤（緊急時対策所用）の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

120V 交流分電盤（緊急時対策所用）の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	120V 交流分電盤 (緊急時対策所用)	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1:「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備,「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2:その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3:「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため,評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界* ¹ , * ² (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t * 1.5・f _s *	1.5・f _s *
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法


120V 交流分電盤（緊急時対策所用）の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

120V 交流分電盤（緊急時対策所用）の機能確認済加速度には、同形式の器具の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した器具の加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
緊急時対策所 120V 交流分電盤 J-1	水平	
	鉛直	
緊急時対策所 120V 交流分電盤 J-2	水平	
	鉛直	

○ 2 ③ VI-2-10-1-4-24 R 0

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

120V 交流分電盤（緊急時対策所用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【120V 交流分電盤（緊急時対策所用）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
120V 交流分電盤 (緊急時対策所用)	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急時対策所 O.P. 62.20*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.68	C _V =1.12	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	θ _{1i} *1 (mm)	θ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	12	3
								3

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	前後方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

10

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	1.488×10^4	—	1.648×10^4

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=48$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

11

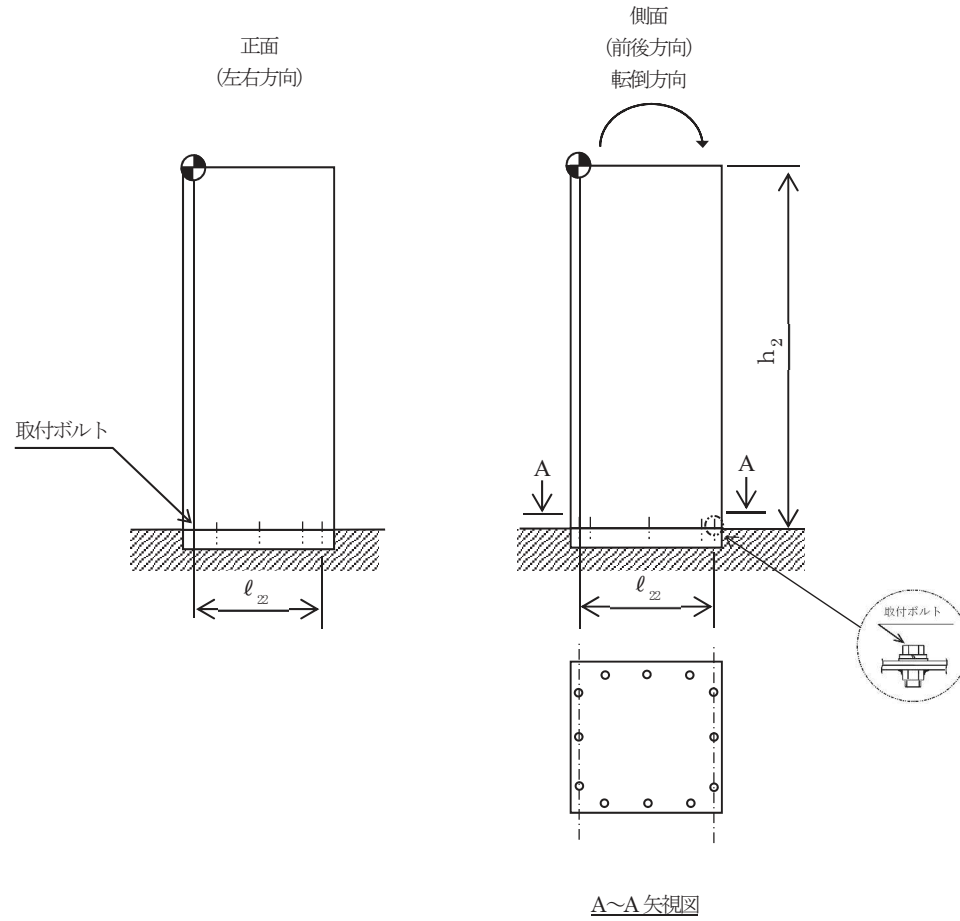
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
120V 交流分電盤 (緊急時対策所用)	水平方向	1.40	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	0.93	<input type="checkbox"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-25 210V 交流分電盤（緊急時対策所用）の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、210V 交流分電盤（緊急時対策所用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

210V 交流分電盤（緊急時対策所用）は、設計基準対象施設においてはCクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

210V 交流分電盤（緊急時対策所用）は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

なお、210V 交流分電盤（緊急時対策所用）は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 210V 交流分電盤（緊急時対策所用）

系統	盤名称	個数
210V 交流分電盤（緊急時対策所用）	緊急時対策所 210V 交流分電盤 J-1	1
210V 交流分電盤（緊急時対策所用）	緊急時対策所 210V 交流分電盤 J-2	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

210V 交流分電盤（緊急時対策所用）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図													
基礎・支持構造	主体構造														
210V 交流分電盤(緊急時対策所用)のうち緊急時対策所 210V 交流分電盤 J-1 及び緊急時対策所 210V 交流分電盤 J-2 は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【210V 交流分電盤 (緊急時対策所用)】</p>													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>緊急時対策所 210V 交流分電盤 J-1</th> <th>緊急時対策所 210V 交流分電盤 J-2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> </tbody> </table>		緊急時対策所 210V 交流分電盤 J-1	緊急時対策所 210V 交流分電盤 J-2	たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	
	緊急時対策所 210V 交流分電盤 J-1	緊急時対策所 210V 交流分電盤 J-2													
たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm													
横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm													
高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm													

2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

210V 交流分電盤（緊急時対策所用）の固有周期は，構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から，固有周期は 0.05 秒以下であり，剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
緊急時対策所 210V 交流分電盤 J-1	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
緊急時対策所 210V 交流分電盤 J-2	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

210V 交流分電盤（緊急時対策所用）の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

210V 交流分電盤（緊急時対策所用）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

210V 交流分電盤（緊急時対策所用）の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

210V 交流分電盤（緊急時対策所用）の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	210V 交流分電盤 (緊急時対策所用)	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1:「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備,「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2:その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3:「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため,評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界* ¹ , * ² (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t * 1.5・f _s *	1.5・f _s *
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

210V 交流分電盤（緊急時対策所用）の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

210V 交流分電盤（緊急時対策所用）の機能確認済加速度には、同形式の器具の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した器具の加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
緊急時対策所 210V 交流分電盤 J-1	水平	
	鉛直	
緊急時対策所 210V 交流分電盤 J-2	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

210V 交流分電盤（緊急時対策所用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【210V 交流分電盤（緊急時対策所用）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
210V 交流分電盤 (緊急時対策所用)	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急時対策所 O.P. 62. 20*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.68	C _V =1.12	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	10	3
								2

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	1.815×10^4	—	9.061×10^3

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=58$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

11

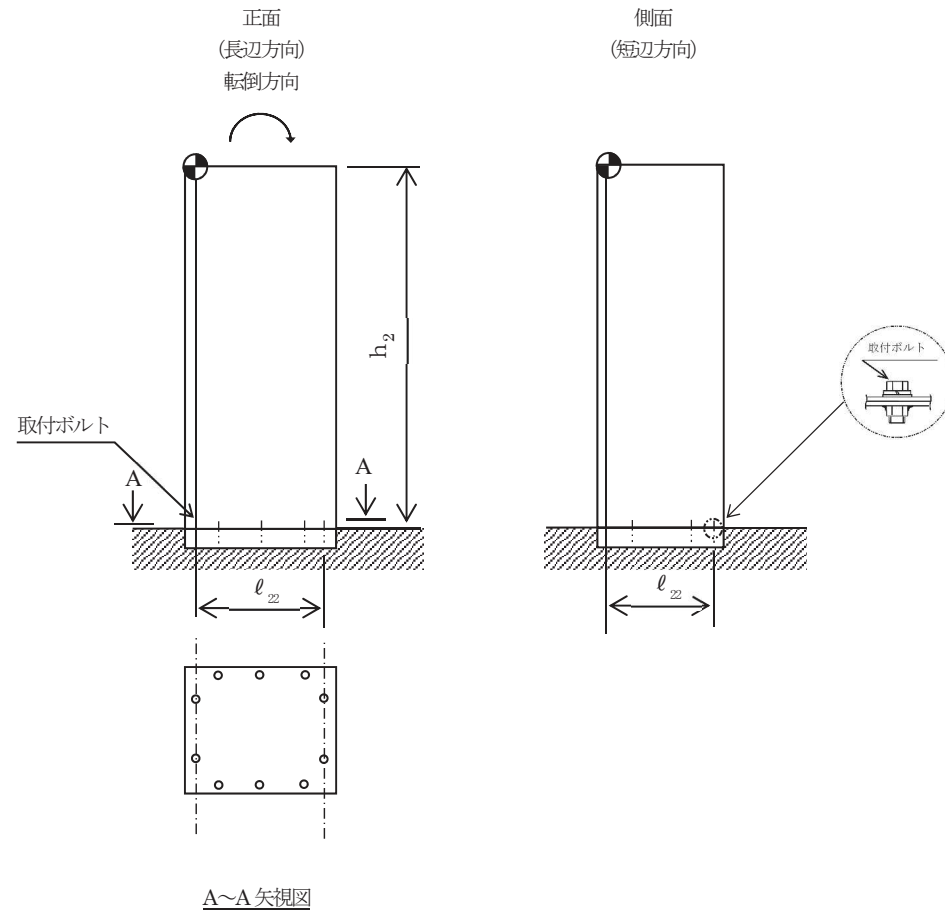
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
210V 交流分電盤 (緊急時対策所用)	水平方向	1.40	
	鉛直方向	0.93	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-26 125V 直流主母線盤（緊急時対策所用）の耐震性
についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	4
3.1 固有周期の算出方法	4
4. 構造強度評価	5
4.1 構造強度評価方法	5
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	5
5. 機能維持評価	9
5.1 電氣的機能維持評価方法	9
6. 評価結果	10
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	10

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、125V 直流主母線盤（緊急時対策所用）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

125V 直流主母線盤（緊急時対策所用）は、設計基準対象施設においてはCクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

125V 直流主母線盤（緊急時対策所用）は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

なお、125V 直流主母線盤（緊急時対策所用）は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 125V 直流主母線盤（緊急時対策所用）の構成

系統	盤名称	個数
125V 直流主母線盤 （緊急時対策所用）	125V 直流主母線盤 J-1(P/C 部)	1
125V 直流主母線盤 （緊急時対策所用）	125V 直流主母線盤 J-1(MCC 部)	1
125V 直流主母線盤 （緊急時対策所用）	125V 直流主母線盤 J-2(P/C 部)	1
125V 直流主母線盤 （緊急時対策所用）	125V 直流主母線盤 J-2(MCC 部)	1
125V 直流主母線盤 （緊急時対策所用）	125V 直流主母線盤 J-3(MCC 部)	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

125V 直流主母線盤 J-1(P/C 部)及び J-2(P/C 部)の構造計画を表 2-1 に、125V 直流主母線盤 J-1(MCC 部), J-2(MCC 部)及び J-3(MCC 部)の構造計画を表 2-2 にそれぞれ示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
125V 直流主母線盤（緊急時対策所用）のうち 125V 直流主母線盤 J-1 (P/C 部) 及び J-2 (P/C 部) は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【125V 直流主母線盤 J-1 (P/C 部) 及び J-2 (P/C 部)】</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>125V 直流主母線盤 J-1 (P/C 部)</th> <th>125V 直流主母線盤 J-2 (P/C 部)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> </tbody> </table>		125V 直流主母線盤 J-1 (P/C 部)	125V 直流主母線盤 J-2 (P/C 部)	たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm
	125V 直流主母線盤 J-1 (P/C 部)	125V 直流主母線盤 J-2 (P/C 部)												
たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												
横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												
高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												

2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-2 構造計画

計画の概要		概略構造図																				
基礎・支持構造	主体構造																					
125V 直流主母線盤（緊急時対策所用）のうち 125V 直流主母線盤 J-1 (MCC 部), J-2 (MCC 部) 及び J-3 (MCC 部) は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取り付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【125V 直流主母線盤 J-1 (MCC 部), J-2 (MCC 部) 及び J-3 (MCC 部)】</p>																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>125V 直流主母線盤 J-1 (MCC 部)</th> <th>125V 直流主母線盤 J-2 (MCC 部)</th> <th>125V 直流主母線盤 J-3 (MCC 部) 1 盤</th> <th>125V 直流主母線盤 J-3 (MCC 部) 2~4 盤</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> </tbody> </table>		125V 直流主母線盤 J-1 (MCC 部)	125V 直流主母線盤 J-2 (MCC 部)	125V 直流主母線盤 J-3 (MCC 部) 1 盤	125V 直流主母線盤 J-3 (MCC 部) 2~4 盤	たて	mm	mm	mm	mm	横	mm	mm	mm	mm	高さ	mm	mm	mm	mm
	125V 直流主母線盤 J-1 (MCC 部)	125V 直流主母線盤 J-2 (MCC 部)	125V 直流主母線盤 J-3 (MCC 部) 1 盤	125V 直流主母線盤 J-3 (MCC 部) 2~4 盤																		
たて	mm	mm	mm	mm																		
横	mm	mm	mm	mm																		
高さ	mm	mm	mm	mm																		

3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

125V 直流主母線盤（緊急時対策所用）の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
125V 直流主母線盤 J-1(P/C 部)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 直流主母線盤 J-1(MCC 部)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 直流主母線盤 J-2(P/C 部)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 直流主母線盤 J-2(MCC 部)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 直流主母線盤 J-3(MCC 部)1 盤	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 直流主母線盤 J-3(MCC 部)2~4 盤	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

125V 直流主母線盤（緊急時対策所用）の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

125V 直流主母線盤（緊急時対策所用）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

125V 直流主母線盤（緊急時対策所用）の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

125V 直流主母線盤（緊急時対策所用）の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	125V 直流主母線盤 (緊急時対策所用)	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1: 「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備, 「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2: その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3: 「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため, 評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t *	1.5・f _s *
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

125V 直流主母線盤（緊急時対策所用）の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

125V 直流主母線盤（緊急時対策所用）のうち、125V 直流主母線盤 J-1(P/C 部)、125V 直流主母線盤 J-2(P/C 部)、125V 直流主母線盤 J-1(MCC 部)、125V 直流主母線盤 J-2(MCC 部)及び 125V 直流主母線盤 J-3(MCC 部)2～4 盤の電氣的機能維持を確認した機能確認済加速度と設置場所の最大応答加速度を比較し、設置場所の最大応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認することで実施する。

125V 直流主母線盤 J-3(MCC 部)1 盤の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

125V 直流主母線盤 J-3(MCC 部)1 盤の機能確認済加速度には、同形式の器具の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した器具の加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 J-1(P/C 部)	水平	
	鉛直	
125V 直流主母線盤 J-1(MCC 部)	水平	
	鉛直	
125V 直流主母線盤 J-2(P/C 部)	水平	
	鉛直	
125V 直流主母線盤 J-2(MCC 部)	水平	
	鉛直	
125V 直流主母線盤 J-3(MCC 部)1 盤	水平	
	鉛直	
125V 直流主母線盤 J-3(MCC 部)2～4 盤	水平	
	鉛直	

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

125V 直流主母線盤（緊急時対策所用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【125V 直流主母線盤 J-1 (P/C 部) 及び J-2 (P/C 部) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 J-1 (P/C 部)	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急時対策所 O.P. 62. 20*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.68	C _V =1.12	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	10	4 3

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	2.323×10 ⁴	—	2.185×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =74	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =7	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

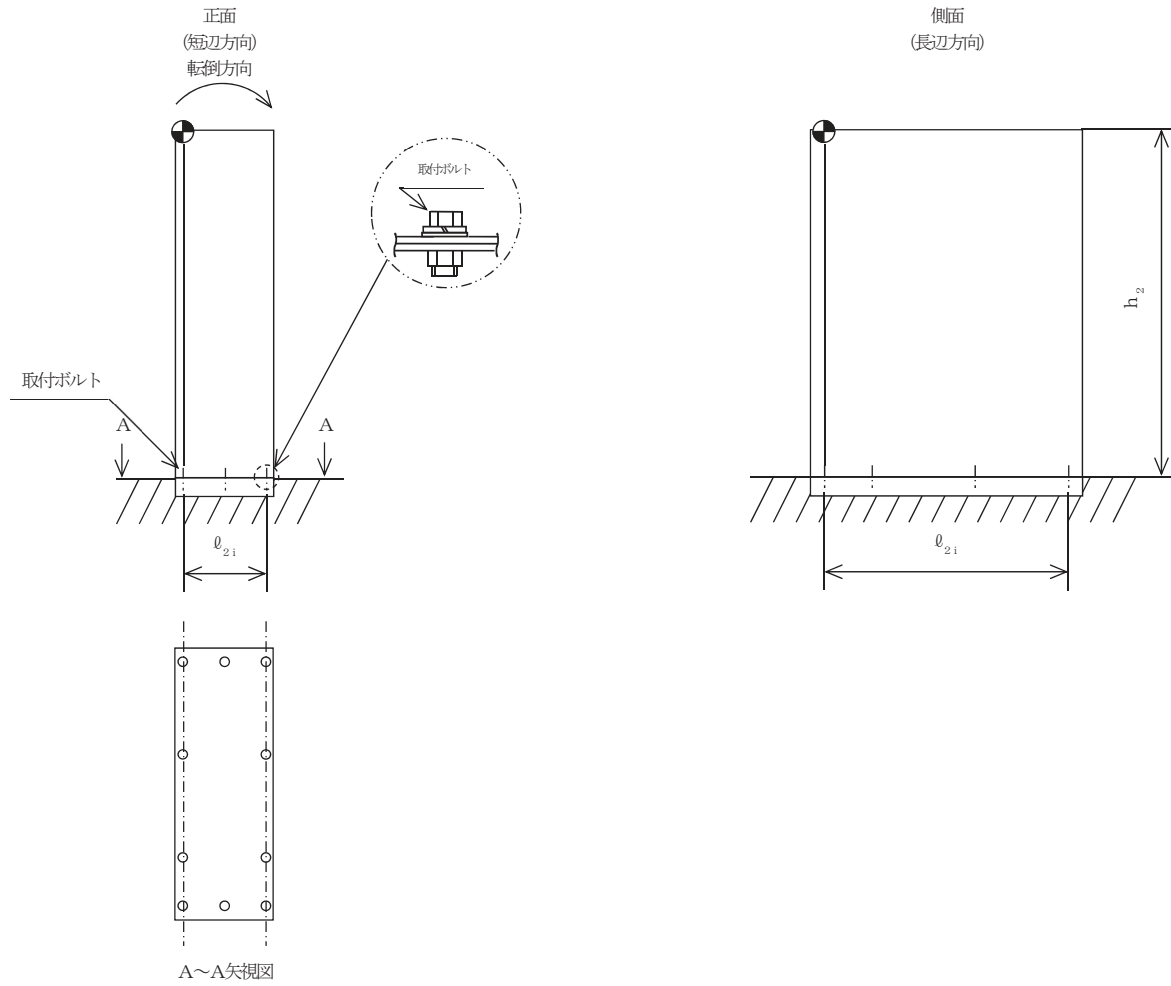
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 J-1(P/C部)	水平方向	1.40	
	鉛直方向	0.93	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【125V 直流主母線盤 J-1, J-2 (MCC 部) 及び J-3 (MCC 部) 2~4 盤の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 J-1 (MCC 部)	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急時対策所 O.P. 62. 20*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.68	C _V =1.12	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	30	9 2

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	1.720×10^4	—	2.718×10^4

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=55$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

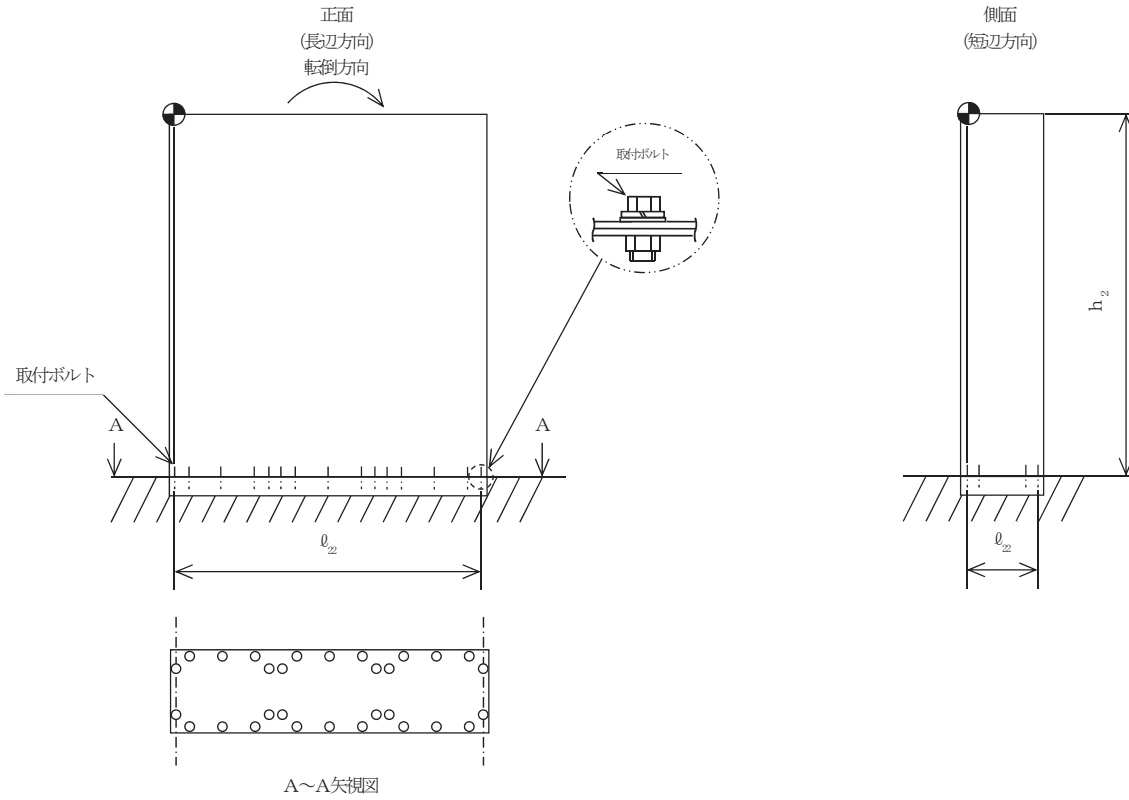
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 J-1 (MCC 部)	水平方向	1.40	
	鉛直方向	0.93	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【125V 直流主母線盤 J-3 (MCC 部) 1 盤の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 J-3 (MCC 部) 1 盤	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急時対策所 O.P. 62. 20*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.68	C _V =1.12	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	12	3
								3

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	前後方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	8.182×10^3	—	9.061×10^3

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=26$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

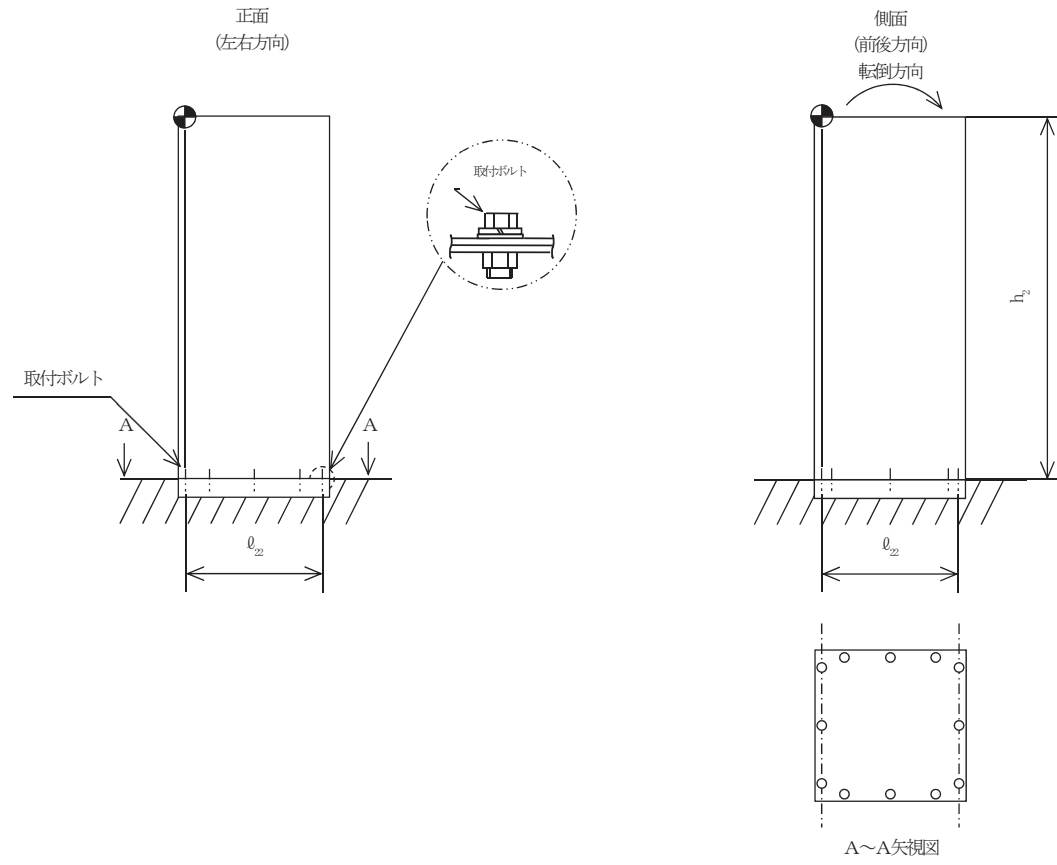
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 J-3 (MCC 部) 1 盤	水平方向	1.40	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	0.93	<input type="checkbox"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-27 125V 充電器 2A 及び 2B の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、125V 充電器 2A 及び 2B が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

125V 充電器 2A 及び 2B は、設計基準対象施設においては S クラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

125V 充電器 2A 及び 2B は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

なお、125V 充電器 2A 及び 2B は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 125V 充電器 2A 及び 2B の構成

系統	盤名称	個数
125V 充電器 2A 及び 2B	125V 充電器盤 2A	1
	125V 充電器盤 2B	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

125V 充電器 2A 及び 2B の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
125V 充電器 2A 及び 2B のうち 125V 充電器盤 2A 及び 125V 充電器盤 2B は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【125V 充電器 2A 及び 2B】</p> <table border="1" style="margin-top: 20px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>125V 充電器盤 2A</th> <th>125V 充電器盤 2B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> </tbody> </table>		125V 充電器盤 2A	125V 充電器盤 2B	たて	mm	mm	横	mm	mm	高さ	mm	mm
	125V 充電器盤 2A	125V 充電器盤 2B												
たて	mm	mm												
横	mm	mm												
高さ	mm	mm												

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

125V 充電器 2A 及び 2B の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
125V 充電器盤 2A	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 充電器盤 2B	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

125V 充電器 2A 及び 2B の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

125V 充電器 2A 及び 2B の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

125V 充電器 2A 及び 2B の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

125V 充電器 2A 及び 2B の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-5 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震設計上の 重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	125V 充電器 2A 及び 2B	S	—*1	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記 *1：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	125V 充電器 2A 及び 2B	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A S として Ⅳ _A S の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界* ¹ , * ² (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
III _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
IV _{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法


125V 充電器 2A 及び 2B の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

125V 充電器 2A 及び 2B の機能確認済加速度には、同形式の器具の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した器具の加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
125V 充電器盤 2A	水平	
	鉛直	
125V 充電器盤 2B	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

125V 充電器 2A 及び 2B の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

125V 充電器 2A 及び 2B の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【125V 充電器 2A 及び 2B の耐震性についての評価結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 充電器 2A 及び 2B	S	制御建屋 O.P. 8.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.91	C _V =0.55	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	20	6
	4							

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	1.002×10^4	2.157×10^4	3.382×10^4	7.248×10^4

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=50$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=108$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=9$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=18$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

11

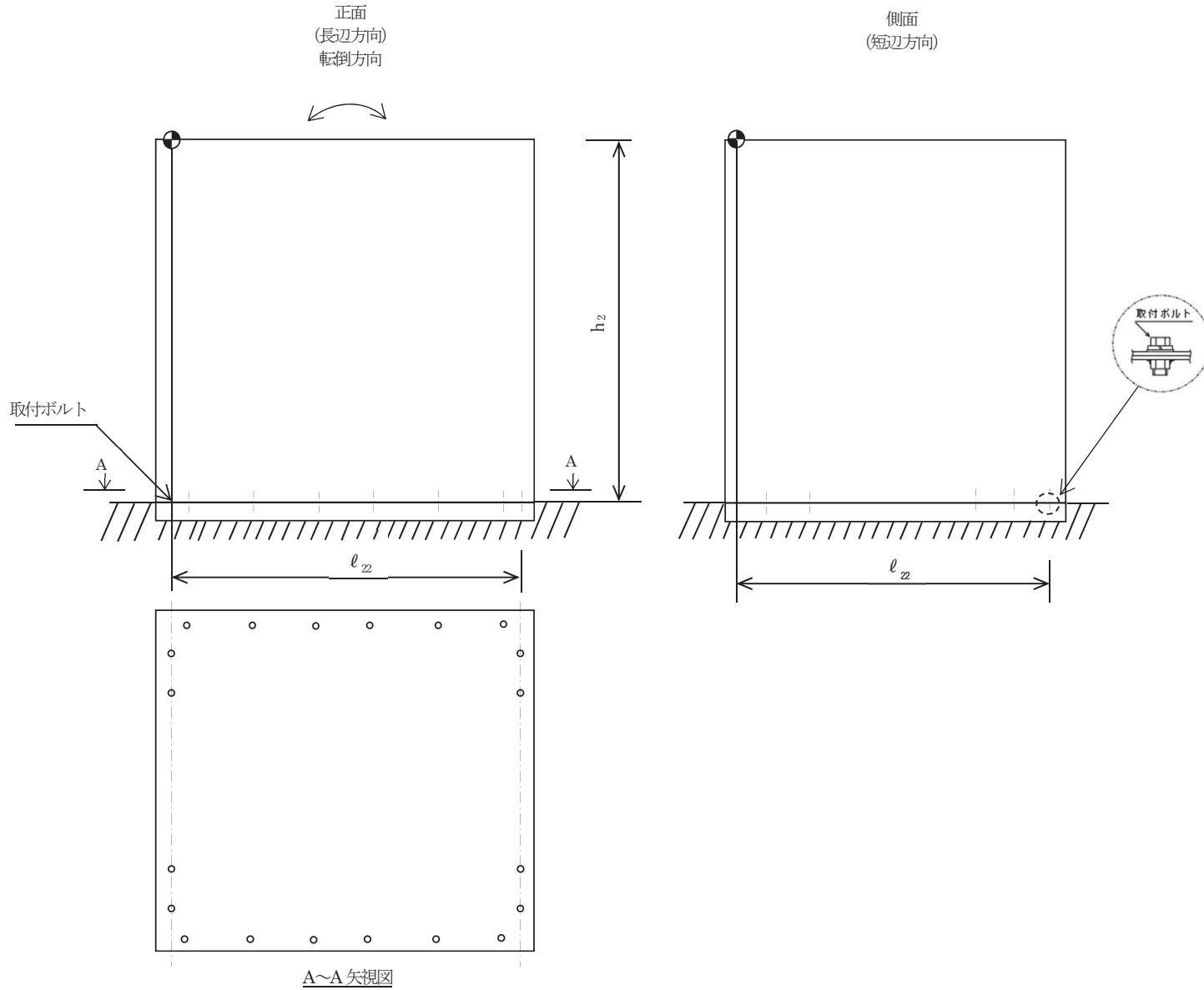
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 充電器 2A 及び 2B	水平方向	1.62	
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【125V 充電器 2A 及び 2B の耐震性についての評価結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 充電器 2A 及び 2B	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 0. P. 8. 00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	θ _{1i} ^{*1} (mm)	θ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	20	6
								4

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	2.157×10 ⁴	—	7.248×10 ⁴

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =108	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =18	f _{sb2} =161

注記*：f_{t si}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

14

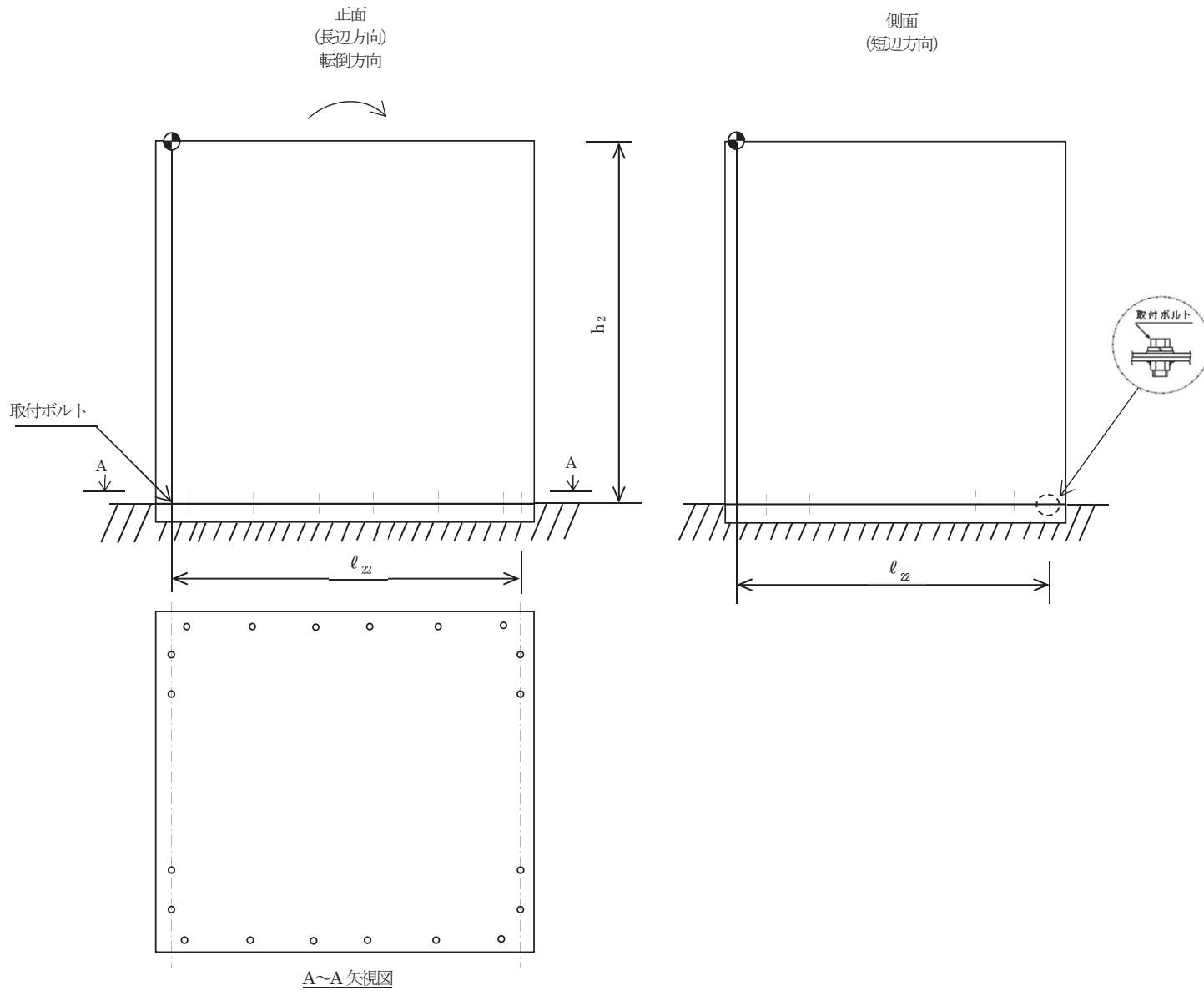
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 充電器 2A 及び 2B	水平方向	1.62	
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-28 125V 直流主母線盤 2A 及び 2B の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	6
3.1 固有周期の算出方法	6
4. 構造強度評価	7
4.1 構造強度評価方法	7
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	7
5. 機能維持評価	11
5.1 電氣的機能維持評価方法	11
6. 評価結果	12
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	12
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	12

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、125V 直流主母線盤 2A 及び 2B が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

125V 直流主母線盤 2A 及び 2B は、設計基準対象施設においては S クラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

125V 直流主母線盤 2A 及び 2B は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

なお、125V 直流主母線盤 2A 及び 2B は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 125V 直流主母線盤 2A 及び 2B の構成

系統	盤名称	個数
125V 直流主母線盤 2A	125V 直流主母線盤 2A(受電 P/C 部)	1
125V 直流主母線盤 2A	125V 直流主母線盤 2A(P/C 部)	1
125V 直流主母線盤 2A	125V 直流主母線盤 2A(MCC 部)	1
125V 直流主母線盤 2B	125V 直流主母線盤 2B(受電 P/C 部)	1
125V 直流主母線盤 2B	125V 直流主母線盤 2B(P/C 部)	1
125V 直流主母線盤 2B	125V 直流主母線盤 2B(MCC 部)	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

125V 直流主母線盤 2A 及び 2B(受電 P/C 部)の構造計画を表 2-1 に、125V 直流主母線盤 2A 及び 2B(P/C 部)の構造計画を表 2-2 に、125V 直流主母線盤 2A(MCC 部)11~12 盤の構造計画を表 2-3 に、125V 直流主母線盤 2A(MCC 部)5~9 盤、10 盤及び 2B(MCC 部)の構造計画を表 2-4 にそれぞれ示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
125V 直流主母線盤 2A 及び 2B のうち 125V 直 流主母線盤 2A(受電 P/C 部)及び 2B(受電 P/C 部)は、基礎に埋め 込まれたチャンネル ベースに取付ボルト で設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組 み合わせた自立閉鎖 型の盤)	<p>【125V 直流主母線盤 2A(受電 P/C 部)及び 2B(受電 P/C 部)】</p> <table border="1" style="margin-top: 20px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>125V 直流主母線盤 2A (受電 P/C 部)</th> <th>125V 直流主母線盤 2B (受電 P/C 部)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> </tbody> </table>		125V 直流主母線盤 2A (受電 P/C 部)	125V 直流主母線盤 2B (受電 P/C 部)	たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm
	125V 直流主母線盤 2A (受電 P/C 部)	125V 直流主母線盤 2B (受電 P/C 部)												
たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												
横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												
高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												

表 2-2 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
125V 直流主母線盤 2A 及び 2B のうち 125V 直 流主母線盤 2A(P/C 部) 及び 2B(P/C 部)は、基 礎に埋め込まれたチ ャネルベースに取 付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組 み合わせた自立閉鎖 型の盤)	<p>【125V 直流主母線盤 2A(P/C 部)及び 2B(P/C 部)】</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>125V 直流主母線盤 2A (P/C 部)</th> <th>125V 直流主母線盤 2B (P/C 部)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> </tbody> </table>		125V 直流主母線盤 2A (P/C 部)	125V 直流主母線盤 2B (P/C 部)	たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm
	125V 直流主母線盤 2A (P/C 部)	125V 直流主母線盤 2B (P/C 部)												
たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												
横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												
高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm												

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-3 構造計画

計画の概要		概略構造図								
基礎・支持構造	主体構造									
125V 直流主母線盤 2A 及び 2B のうち 125V 直流主母線盤 2A(MCC 部) 11~12 盤は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【125V 直流主母線盤 2A (MCC 部) 11~12 盤】</p> <table border="1" data-bbox="1167 1078 1664 1305"> <thead> <tr> <th colspan="2">125V 直流主母線盤 2A(MCC 部) 11~12 盤</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> </tbody> </table>	125V 直流主母線盤 2A(MCC 部) 11~12 盤		たて	<input type="text"/> mm	横	<input type="text"/> mm	高さ	<input type="text"/> mm
125V 直流主母線盤 2A(MCC 部) 11~12 盤										
たて	<input type="text"/> mm									
横	<input type="text"/> mm									
高さ	<input type="text"/> mm									

4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-4 構造計画

計画の概要		概略構造図																					
基礎・支持構造	主体構造																						
125V 直流主母線盤 2A 及び 2B のうち 125V 直流主母線盤 2A(MCC 部)5~9 盤、10 盤及び 2B(MCC 部)は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【125V 直流主母線盤 2A(MCC 部)5~9 盤、10 盤及び 2B (MCC 部)】</p>																					
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>125V 直流主母線盤 2A(MCC 部) 5~9 盤</th> <th>125V 直流主母線盤 2A(MCC 部) 10 盤</th> <th>125V 直流主母線盤 2B(MCC 部) 5~7 盤</th> <th>125V 直流主母線盤 2B(MCC 部) 8~10 盤</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> </tbody> </table>		125V 直流主母線盤 2A(MCC 部) 5~9 盤	125V 直流主母線盤 2A(MCC 部) 10 盤	125V 直流主母線盤 2B(MCC 部) 5~7 盤	125V 直流主母線盤 2B(MCC 部) 8~10 盤	たて	mm	mm	mm	mm	横	mm	mm	mm	mm	高さ	mm	mm	mm	mm	
	125V 直流主母線盤 2A(MCC 部) 5~9 盤	125V 直流主母線盤 2A(MCC 部) 10 盤	125V 直流主母線盤 2B(MCC 部) 5~7 盤	125V 直流主母線盤 2B(MCC 部) 8~10 盤																			
たて	mm	mm	mm	mm																			
横	mm	mm	mm	mm																			
高さ	mm	mm	mm	mm																			

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

125V 直流主母線盤 2A 及び 2B のうち 125V 直流主母線盤 2A(P/C 部)の固有周期は以下の通りとする。

水平方向の固有周期は、プラスチックハンマ等により当該装置に振動を与え、固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により固有振動数（共振周波数）を測定する。測定の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。鉛直方向の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

125V 直流主母線盤 2A(受電 P/C 部)、125V 直流主母線盤 2B(受電 P/C 部)、125V 直流主母線盤 2B(P/C 部)、125V 直流主母線盤 2A(MCC 部)及び 125V 直流主母線盤 2B(MCC 部)は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
125V 直流主母線盤 2A(受電 P/C 部)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 直流主母線盤 2A(P/C 部)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 直流主母線盤 2A(MCC 部)5～9 盤	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 直流主母線盤 2A(MCC 部)10 盤	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 直流主母線盤 2A(MCC 部)11～12 盤	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 直流主母線盤 2B(受電 P/C 部)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 直流主母線盤 2B(P/C 部)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 直流主母線盤 2B(MCC 部)5～7 盤	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 直流主母線盤 2B(MCC 部)8～10 盤	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

125V 直流主母線盤 2A 及び 2B の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

125V 直流主母線盤 2A 及び 2B の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

125V 直流主母線盤 2A 及び 2B の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

125V 直流主母線盤 2A 及び 2B の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-5 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震設計上の 重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	125V 直流主母線盤 2A 及び 2B	S	—*1	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _{AS}
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _{AS}

注記 *1：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	125V 直流主母線盤 2A 及び 2B	常設耐震/防止 常設/緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _{AS} (V _{AS} として Ⅳ _{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界* ¹ , * ² (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _{AS} (V _{AS} としてⅣ _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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: 当該の応力が生じない場合, 規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト (i = 1)	SS400 (40mm < 径)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト (i = 1)	SS400 (40mm < 径)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

125V 直流主母線盤 2A 及び 2B の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

125V 直流主母線盤 2A 及び 2B の電氣的機能維持を確認した機能確認済加速度と設置場所の最大応答加速度を比較し、設置場所の最大応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認することで実施する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2A(受電 P/C 部)	水平	[Redacted]
	鉛直	
125V 直流主母線盤 2A(P/C 部)	水平	
	鉛直	
125V 直流主母線盤 2A(MCC 部)	水平	
	鉛直	
125V 直流主母線盤 2B(受電 P/C 部)	水平	
	鉛直	
125V 直流主母線盤 2B(P/C 部)	水平	
	鉛直	
125V 直流主母線盤 2B(MCC 部)	水平	
	鉛直	

R O
 28-4-1-10-2-VI
 ③
 2 O

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

125V 直流主母線盤 2A 及び 2B の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

125V 直流主母線盤 2A 及び 2B の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【125V 直流主母線盤 2A(受電 P/C 部) 及び 2B(受電 P/C 部) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2A (受電 P/C 部)	S	制御建屋 O.P. 8.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.91	C _V =0.55	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b<i>i</i>} (mm ²)	n _i	n _{f<i>i</i>} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	20	4 6

部 材	S _{y<i>i</i>} (MPa)	S _{u<i>i</i>} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	短辺方向	短辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	1.119×10 ⁴	2.405×10 ⁴	2.918×10 ⁴	6.253×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =36	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =77	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =5	f _{sb2} =135	τ _{b2} =10	f _{sb2} =161

注記* : f_{t si} = Min [1.4 · f_{toi} - 1.6 · τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

14

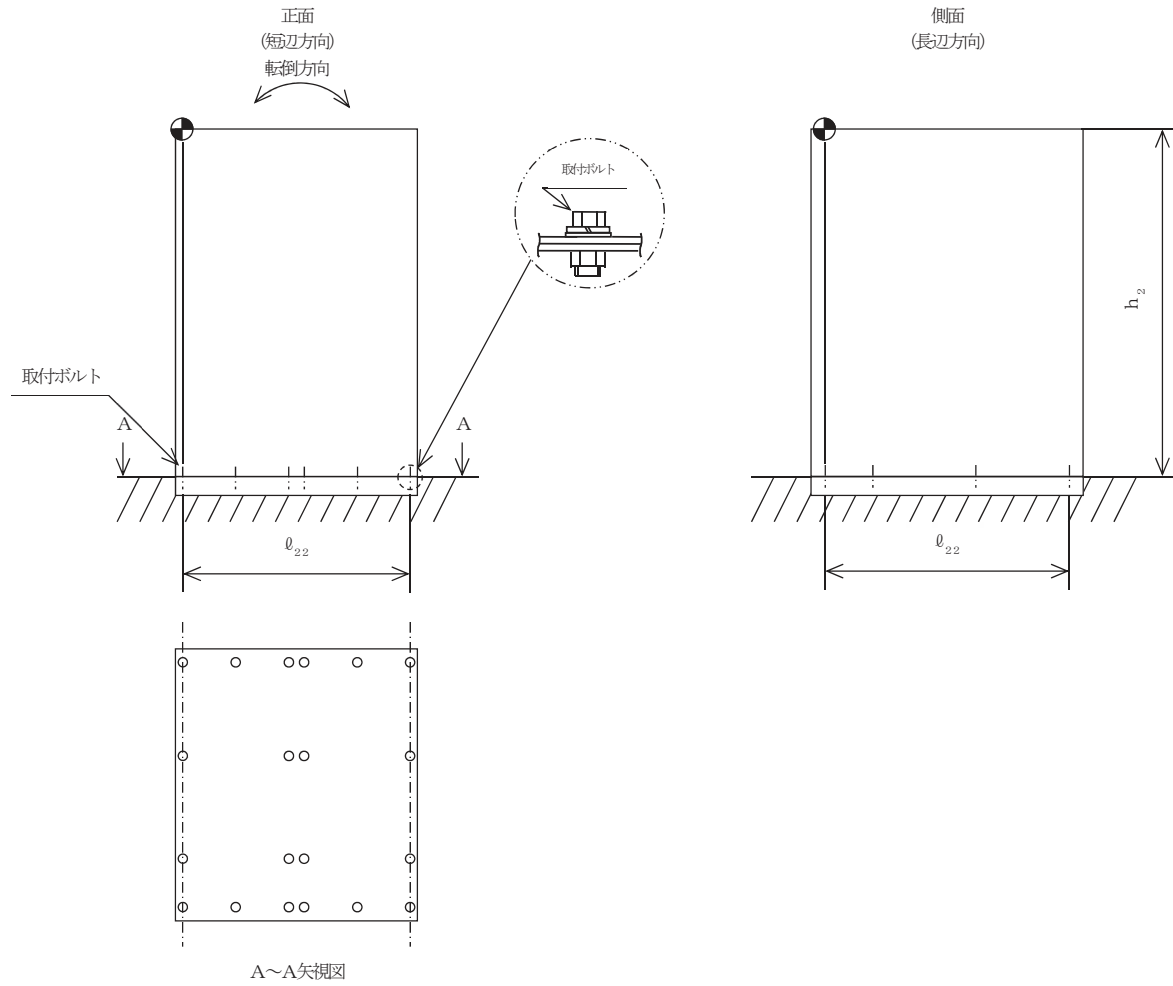
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2A (受電P/C部)	水平方向	1.62	
	鉛直方向	0.84	

注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【125V 直流主母線盤 2A(受電 P/C 部) 及び 2B(受電 P/C 部) の耐震性についての評価結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2A (受電 P/C 部)	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 0.P.8.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	20	4 6

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	2.405×10^4	—	6.253×10^4

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=77$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

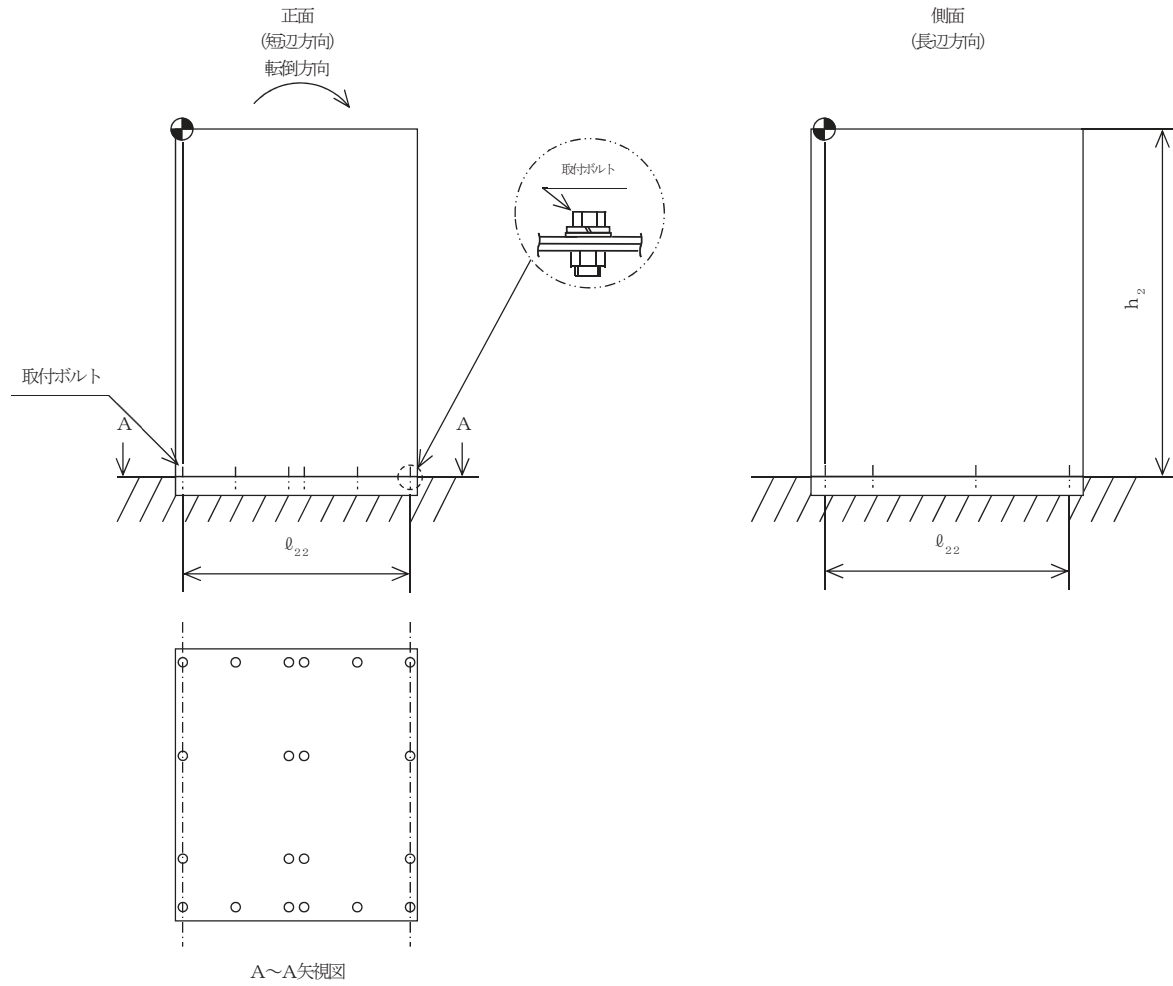
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2A (受電P/C部)	水平方向	1.62	
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【125V 直流主母線盤 2A(P/C 部) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2A(P/C 部)	S	制御建屋 O.P. 8.00*		0.05 以下	C _H =0.91	C _V =0.55	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b<i>i</i>} (mm ²)	n _i	n _{f<i>i</i>} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	20	4 6

部 材	S _{y<i>i</i>} (MPa)	S _{u<i>i</i>} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	短辺方向	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	1.084×10 ⁴	2.330×10 ⁴	2.545×10 ⁴	5.454×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =35	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =75	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =4	f _{sb2} =135	τ _{b2} =9	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

20

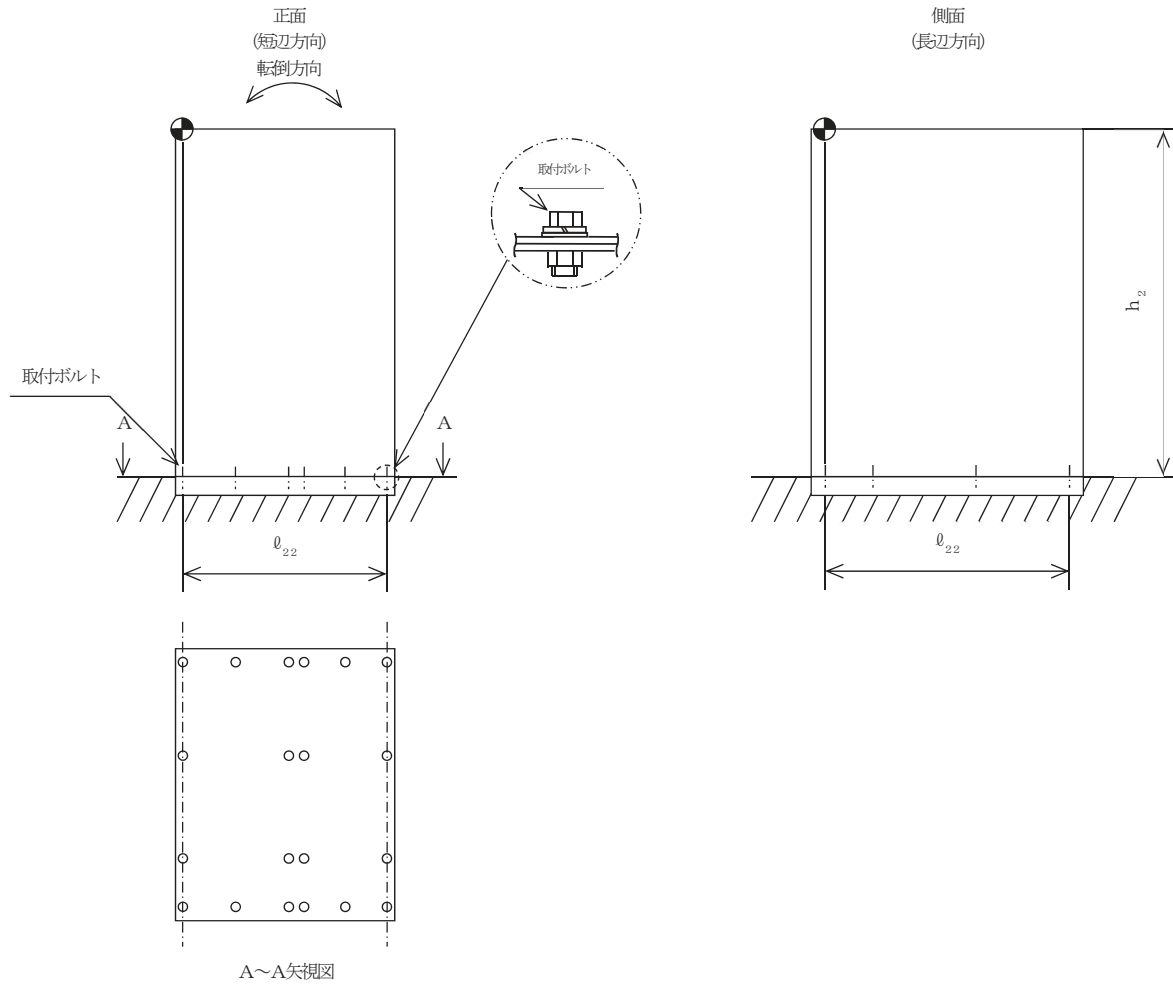
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2A(P/C 部)	水平方向	1.62	
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【125V 直流主母線盤 2A (P/C 部) の耐震性についての評価結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2A (P/C 部)	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 0. P. 8. 00*		0. 05 以下	—	—	C _H =1. 95	C _V =1. 01	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314. 2	20	4 6

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	2.330×10^4	—	5.454×10^4

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=75$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=9$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

23

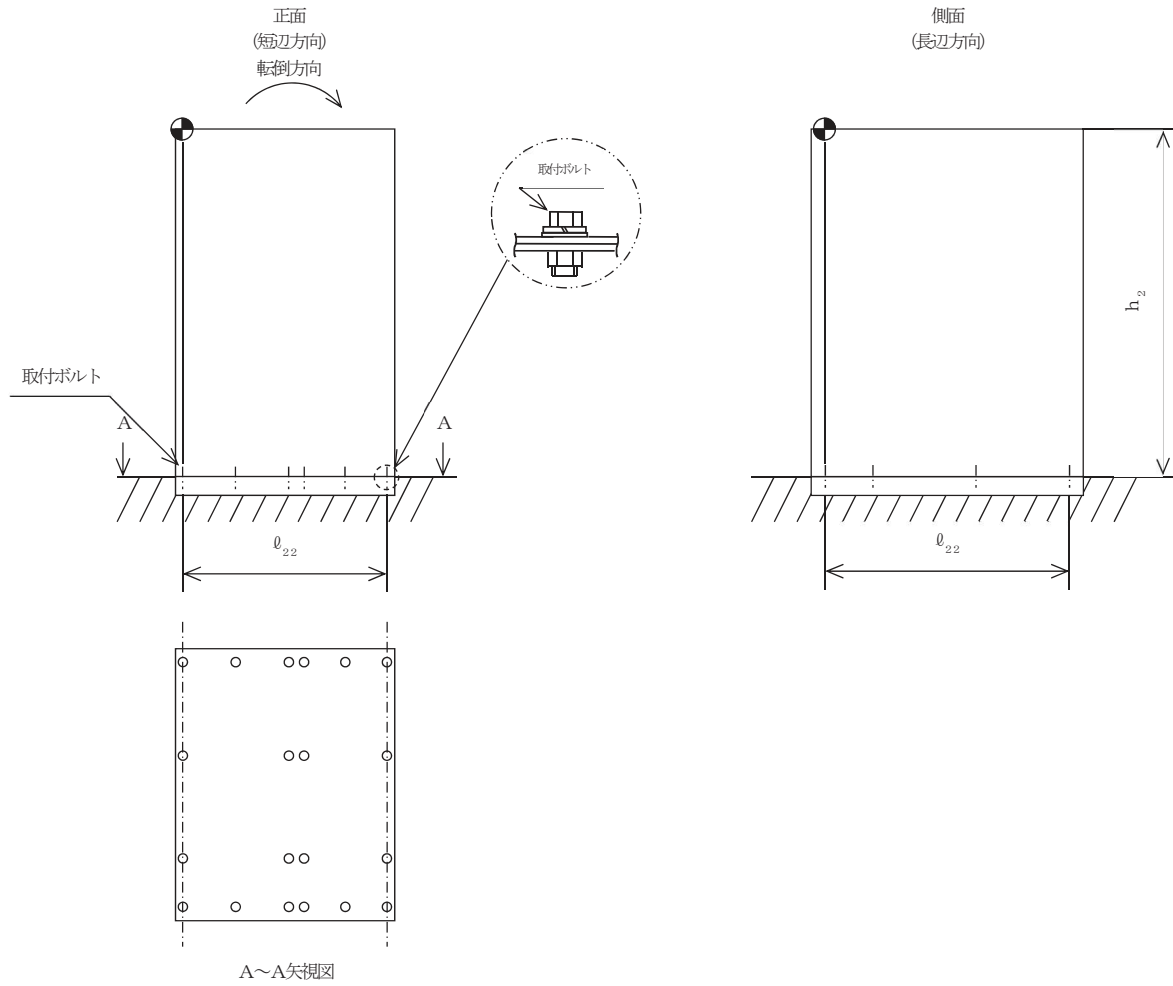
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2A(P/C 部)	水平方向	1.62	□
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【125V 直流主母線盤 2B(P/C 部)の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2B(P/C 部)	S	制御建屋 O.P. 8.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.91	C _V =0.55	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	20	4
					6			

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	短辺方向	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

25

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	1.084×10 ⁴	2.330×10 ⁴	2.545×10 ⁴	5.454×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =35	f _{t s2} =176*	σ _{b2} =75	f _{t s2} =210*
		せん断	τ _{b2} =4	f _{s b2} =135	τ _{b2} =9	f _{s b2} =161

注記*：f_{t si}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

26

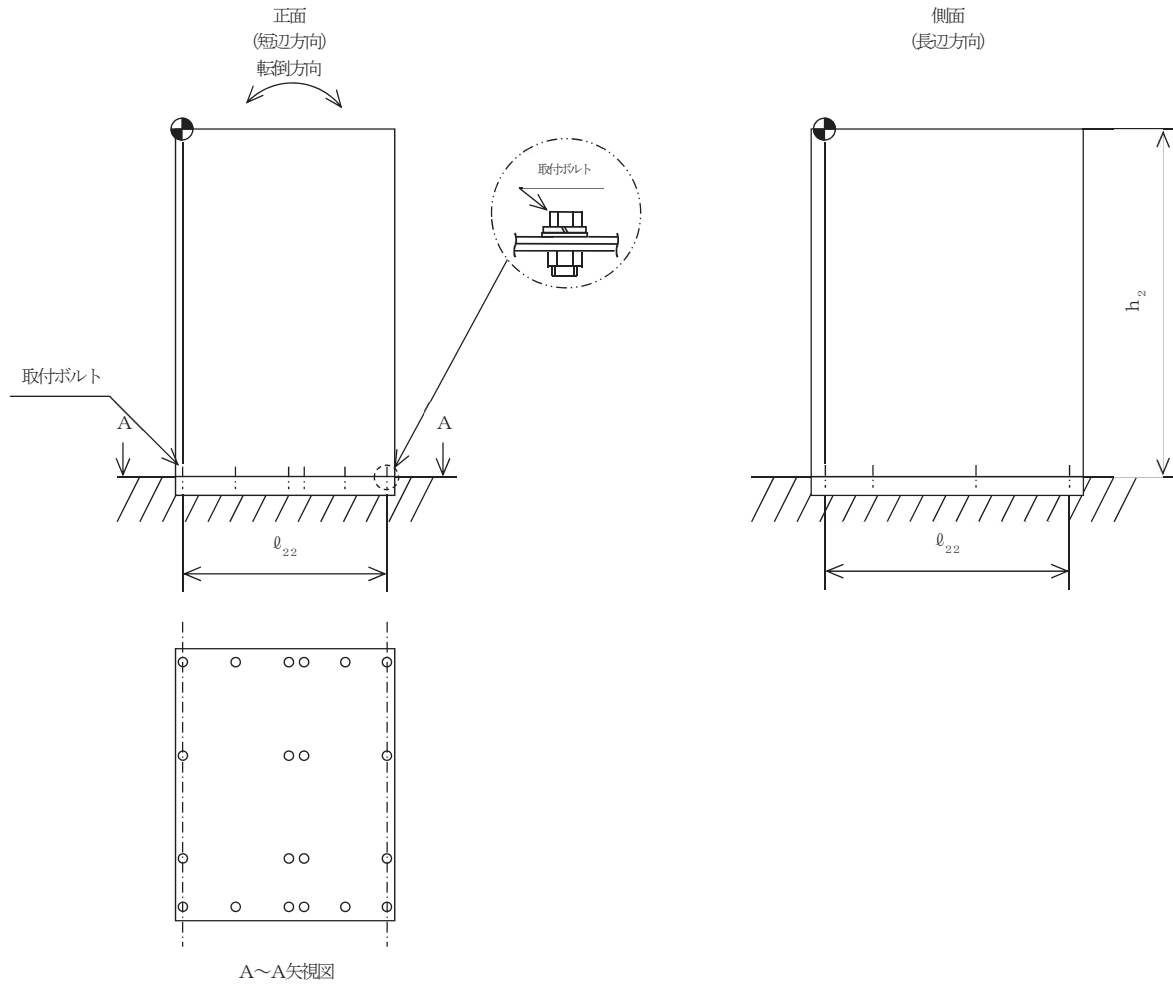
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2B(P/C 部)	水平方向	1.62	
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【125V 直流主母線盤 2B(P/C 部) の耐震性についての評価結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2B(P/C 部)	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 0.P.8.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	20	4 6

28

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	2.330×10^4	—	5.454×10^4

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=75$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=9$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

29

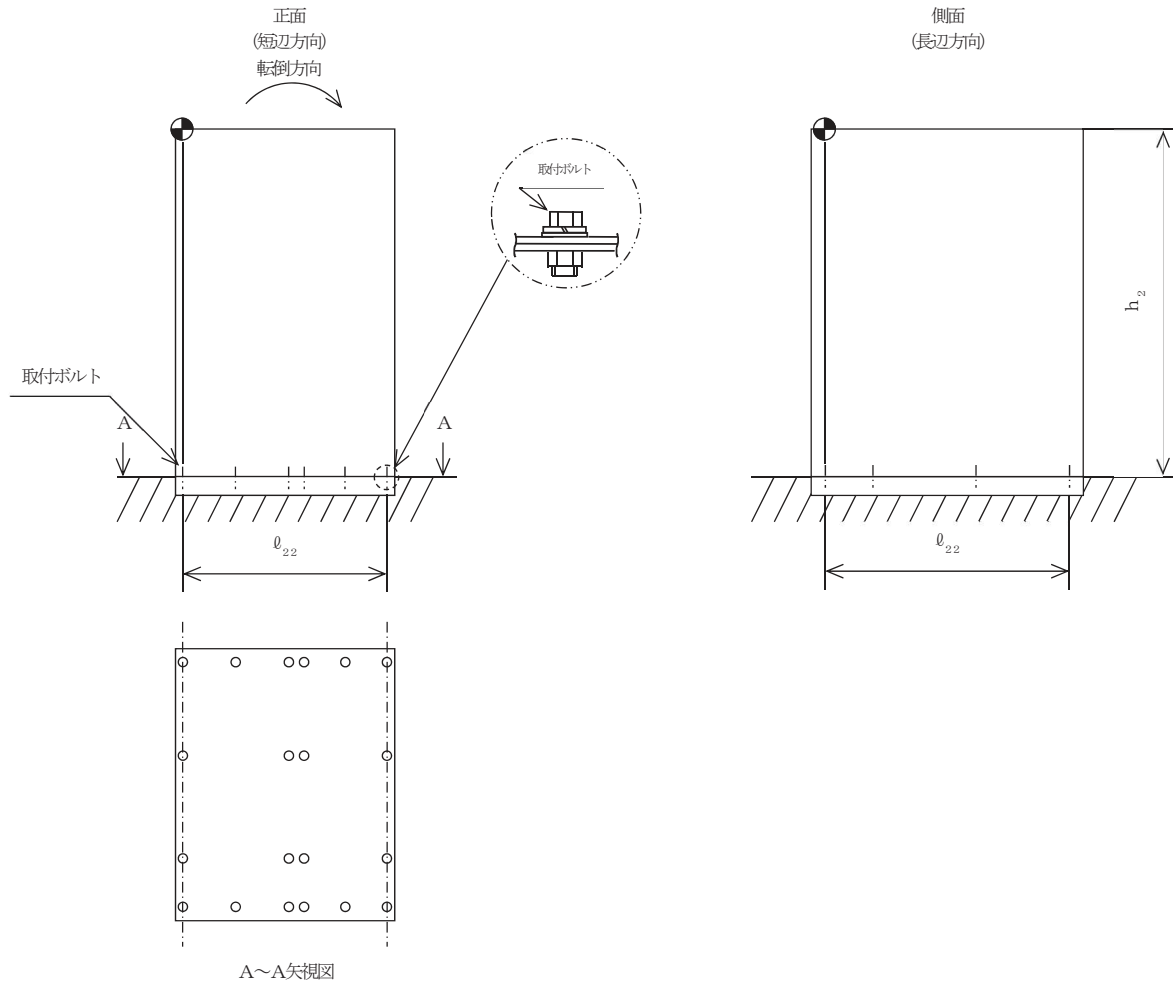
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2B(P/C 部)	水平方向	1.62	
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【125V 直流主母線盤 2A (MCC 部) 5~9 盤の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2A (MCC 部) 5~9 盤	S	制御建屋 O.P. 8.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.91	C _V =0.55	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b<i>i</i>} (mm ²)	n _i	n _{f<i>i</i>} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	50	15 2

部 材	S _{y<i>i</i>} (MPa)	S _{u<i>i</i>} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	8.636×10 ³	1.864×10 ⁴	2.454×10 ⁴	5.259×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =28	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =60	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

注記* : f_{t si} = Min [1.4 · f_{toi} - 1.6 · τ_{bi}, f_{toi}] より算出

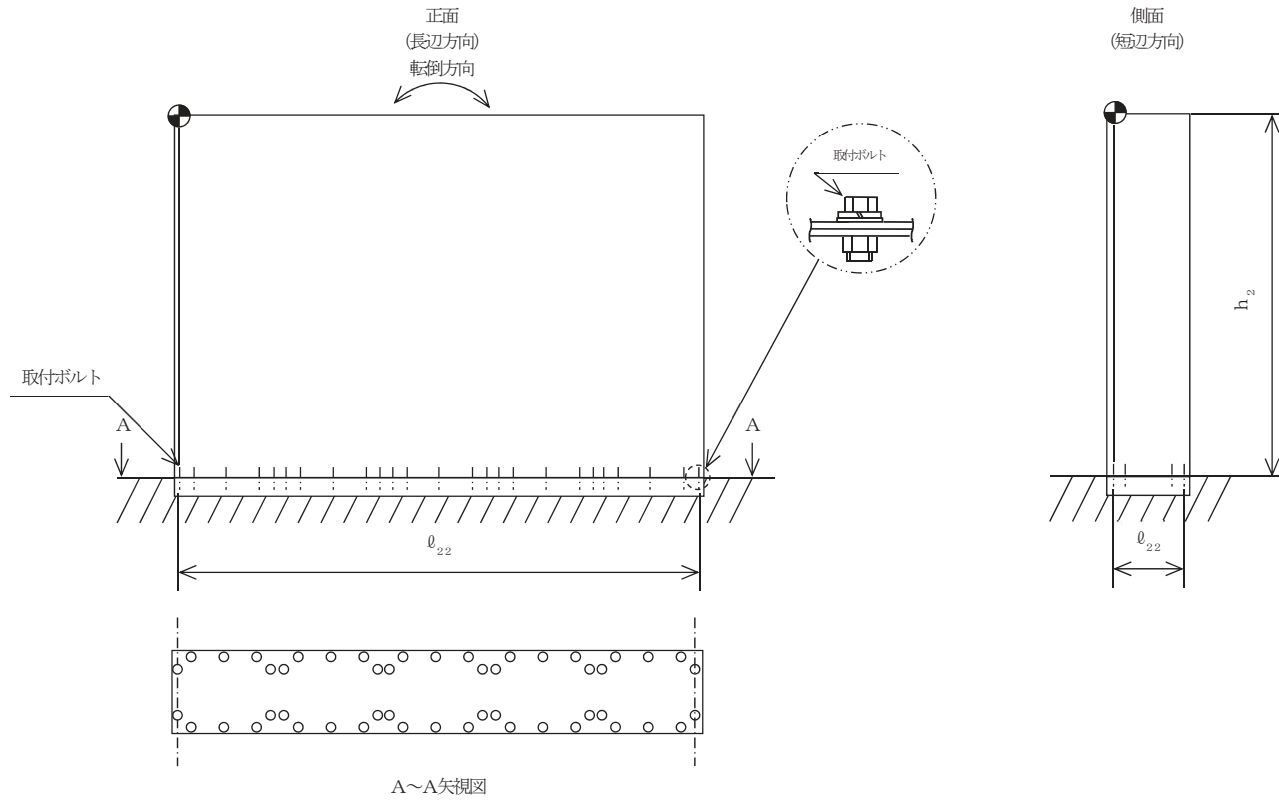
32 すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2A(MCC部)5~9 盤	水平方向	1.62	
	鉛直方向	0.84	

注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【125V 直流主母線盤 2A (MCC 部) 5~9 盤の耐震性についての評価結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2A (MCC 部) 5~9 盤	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 O.P. 8.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	50	15
								2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	1.864×10^4	—	5.259×10^4

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=60$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

35

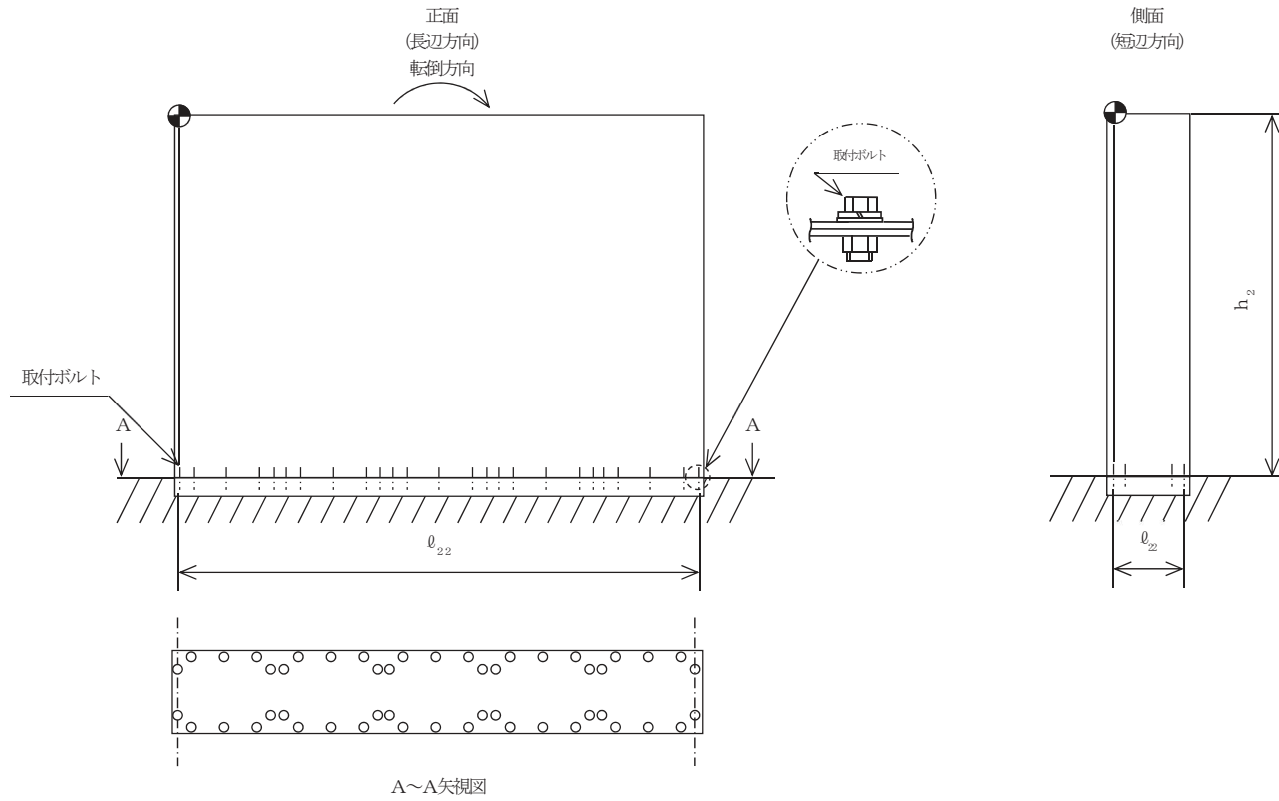
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2A(MCC部)5~9 盤	水平方向	1.62	□
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【125V 直流主母線盤 2A(MCC 部) 10 盤の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2A(MCC 部) 10 盤	S	制御建屋 O.P. 8.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.91	C _V =0.55	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b<i>i</i>} (mm ²)	n _i	n _{f<i>i</i>} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	10	3
					2			

部 材	S _{y<i>i</i>} (MPa)	S _{u<i>i</i>} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	9.656×10 ³	2.072×10 ⁴	4.908×10 ³	1.052×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =31	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =66	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

注記* : f_{t si} = Min [1.4 · f_{toi} - 1.6 · τ_{bi}, f_{toi}] より算出

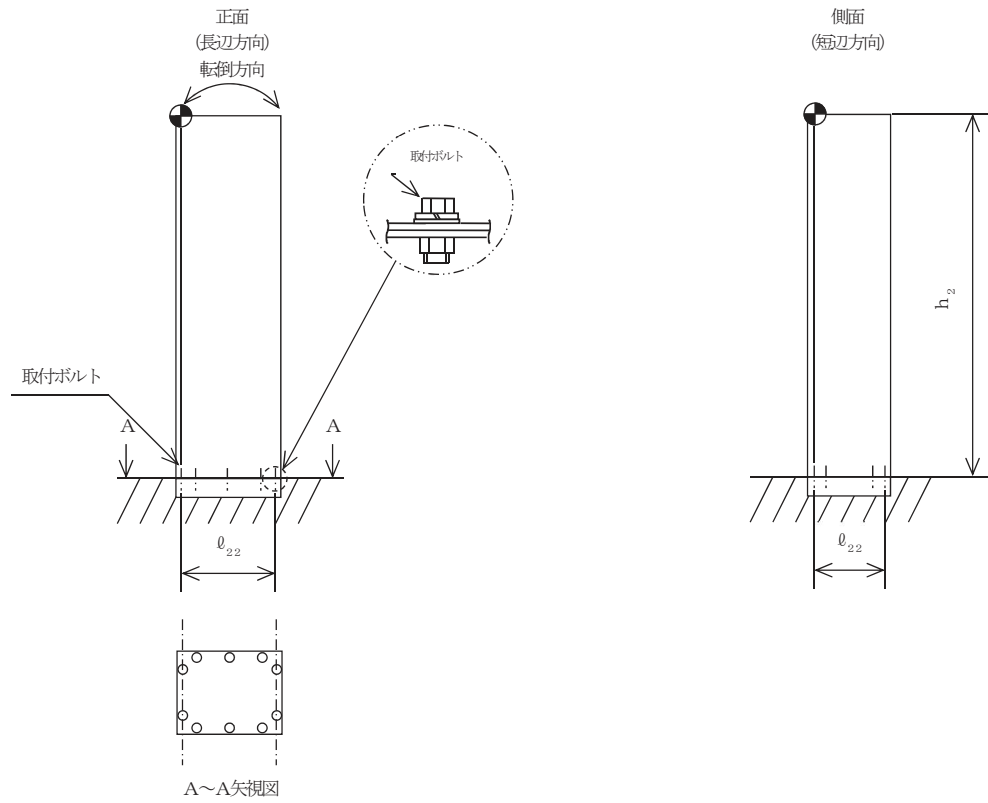
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2A(MCC部)10 盤	水平方向	1.62	
	鉛直方向	0.84	

注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【125V 直流主母線盤 2A (MCC 部) 10 盤の耐震性についての評価結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2A (MCC 部) 10 盤	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 0.P.8.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	10	3 2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	2.072×10^4	—	1.052×10^4

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=66$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

14

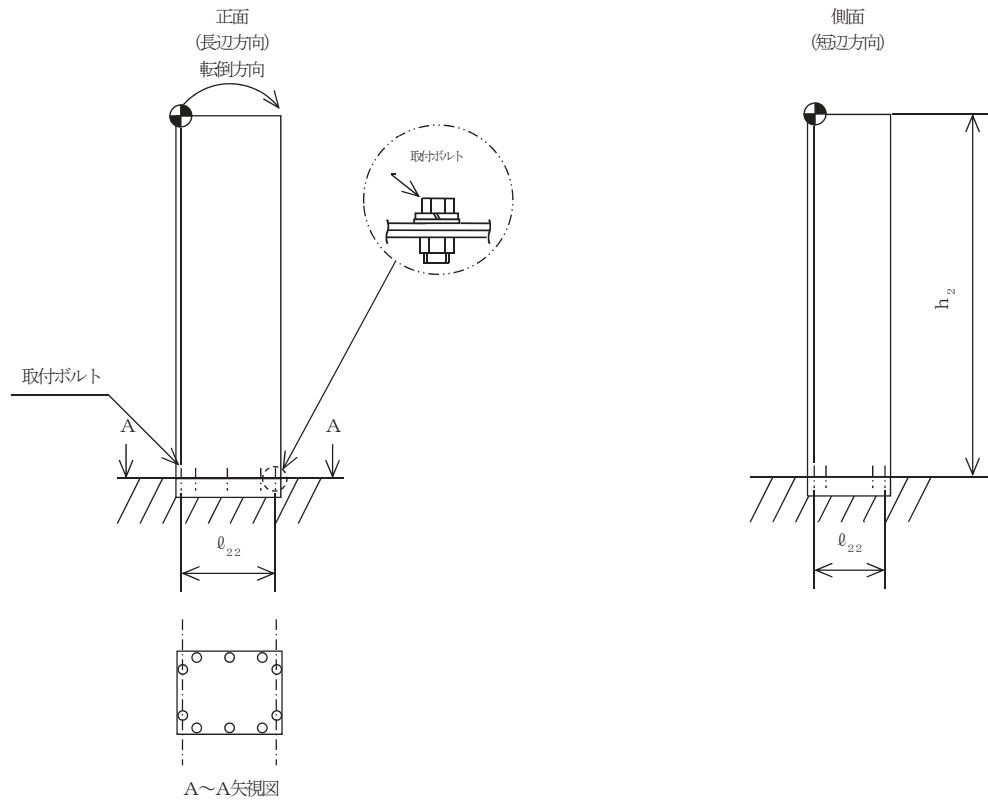
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2A(MCC部)10 盤	水平方向	1.62	□
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【125V 直流主母線盤 2A (MCC 部) 11~12 盤の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2A (MCC 部) 11~12 盤	S	制御建屋 O.P. 8.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.91	C _V =0.55	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b<i>i</i>} (mm ²)	n _i	n _{f<i>i</i>} *1
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	12	5
								2
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	20	6
								2

部 材	S _{y<i>i</i>} (MPa)	S _{u<i>i</i>} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	215	258	長辺方向	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	1.054×10 ⁴	2.240×10 ⁴	1.017×10 ⁴	2.180×10 ⁴
取付ボルト (i=2)	8.992×10 ³	1.932×10 ⁴	9.816×10 ³	2.104×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	σ _{b1} =53	f _{ts1} =161*	σ _{b1} =112	f _{ts1} =193*
		せん断	τ _{b1} =5	f _{sb1} =124	τ _{b1} =9	f _{sb1} =148
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =29	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =62	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

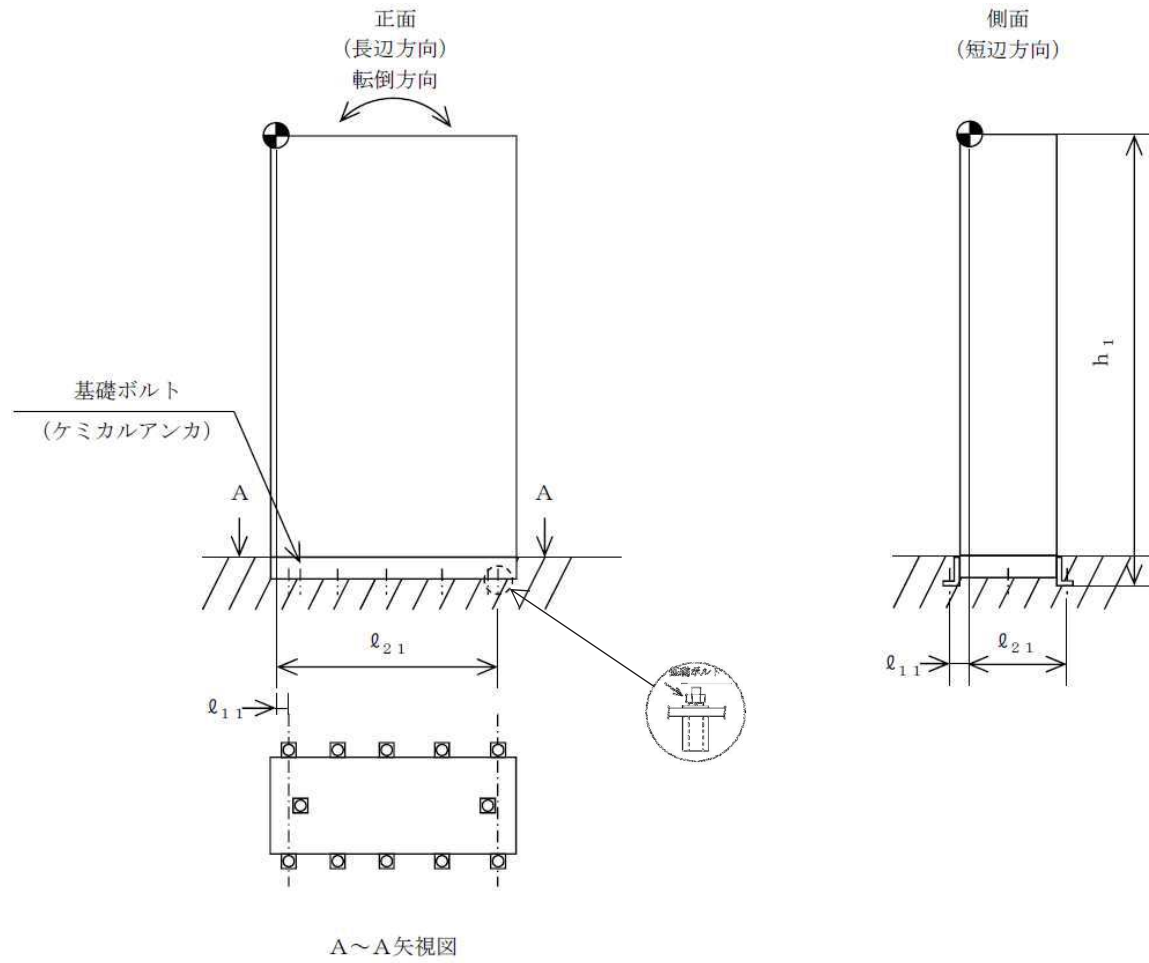
注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。

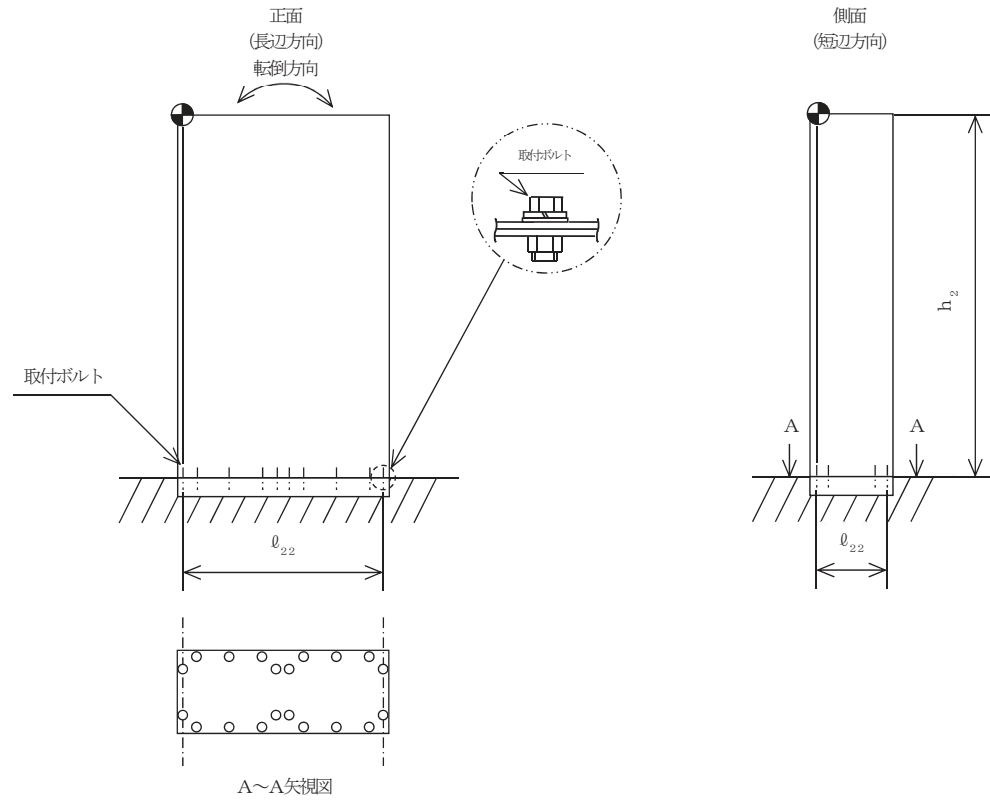
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2A(MCC 部) 11~12 盤	水平方向	1.62	□
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。





【125V 直流主母線盤 2A (MCC 部) 11～12 盤の耐震性についての評価結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2A (MCC 部) 11～12 盤	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 O.P. 8.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	12	5
								2
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	20	6
								2

47

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	—	258	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	2.240×10^4	—	2.180×10^4
取付ボルト ($i=2$)	—	1.932×10^4	—	2.104×10^4

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=112$	$f_{ts1}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=9$	$f_{sb1}=148$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=62$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

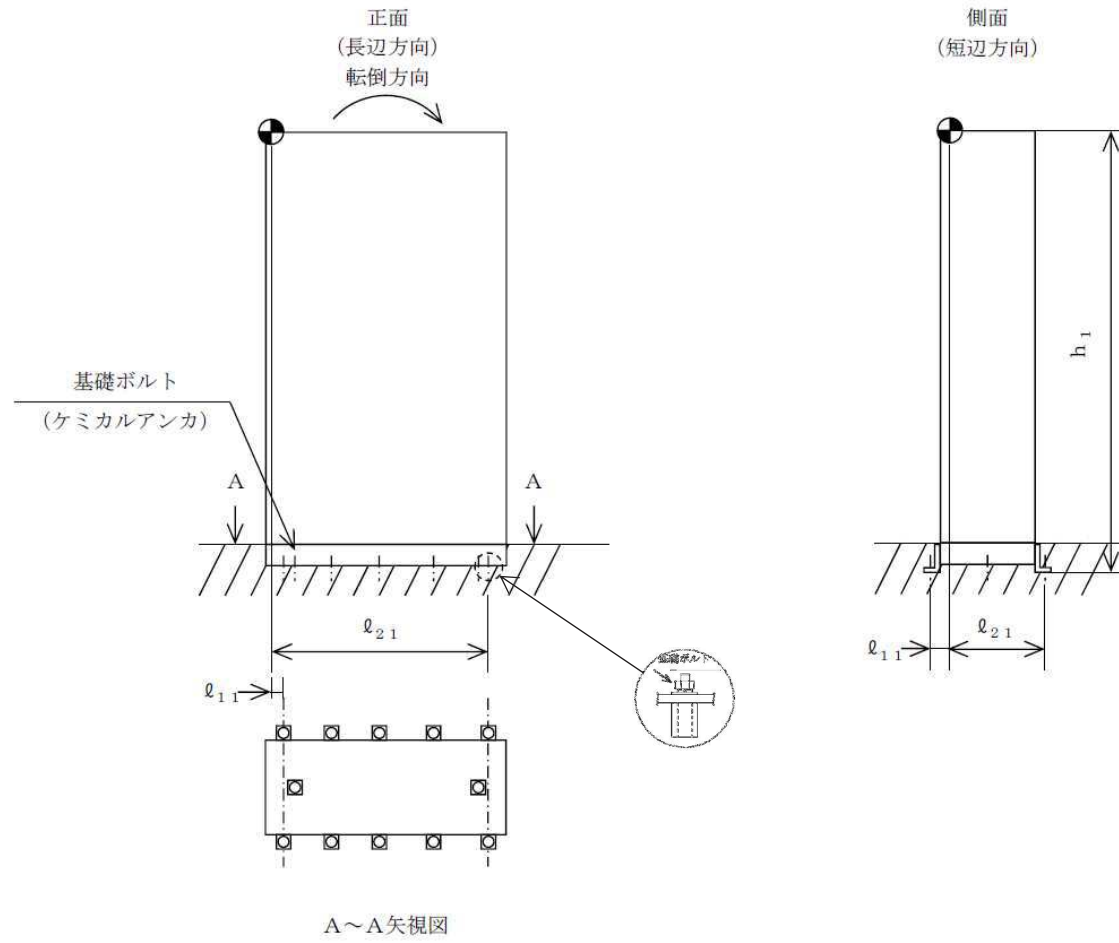
注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出
すべて許容応力以下である。

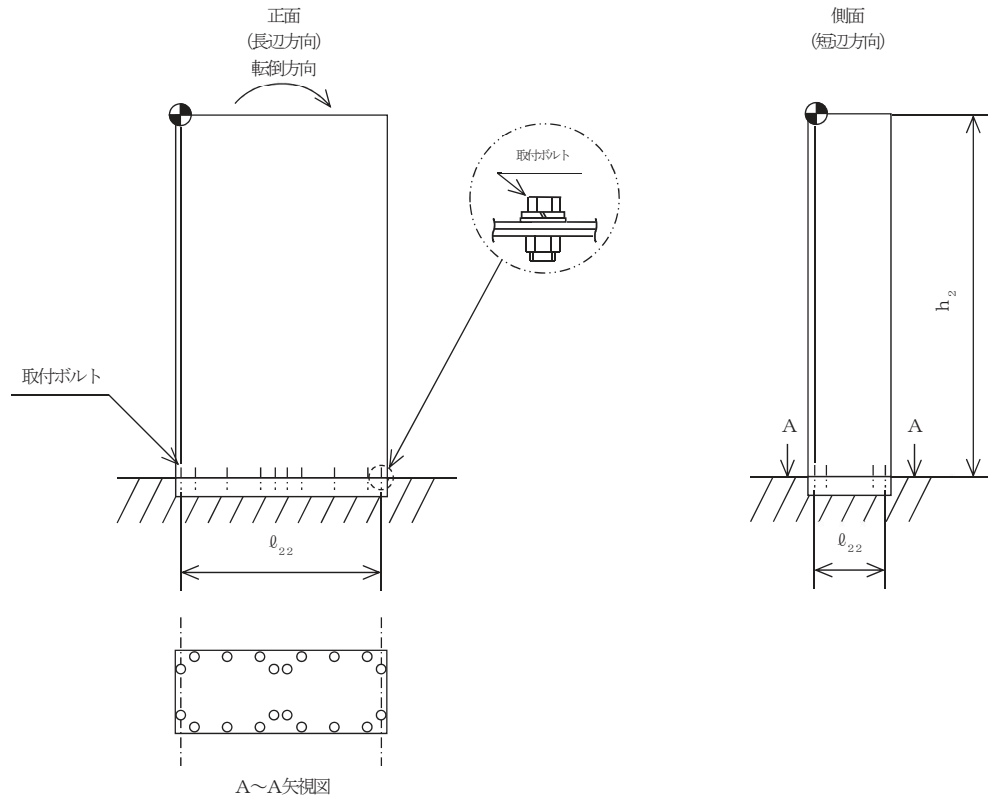
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2A(MCC部)11~12 盤	水平方向	1.62	
	鉛直方向	0.84	

注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。





【125V 直流主母線盤 2B (MCC 部) 5~7 盤及び 8~10 盤の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2B (MCC 部) 5~7 盤	S	制御建屋 O.P. 8.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.91	C _V =0.55	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b<i>i</i>} (mm ²)	n _i	n _{f<i>i</i>} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	30	9
					2			

部 材	S _{y<i>i</i>} (MPa)	S _{u<i>i</i>} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	8.791×10 ³	1.892×10 ⁴	1.472×10 ⁴	3.155×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =28	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =61	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

注記* : f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

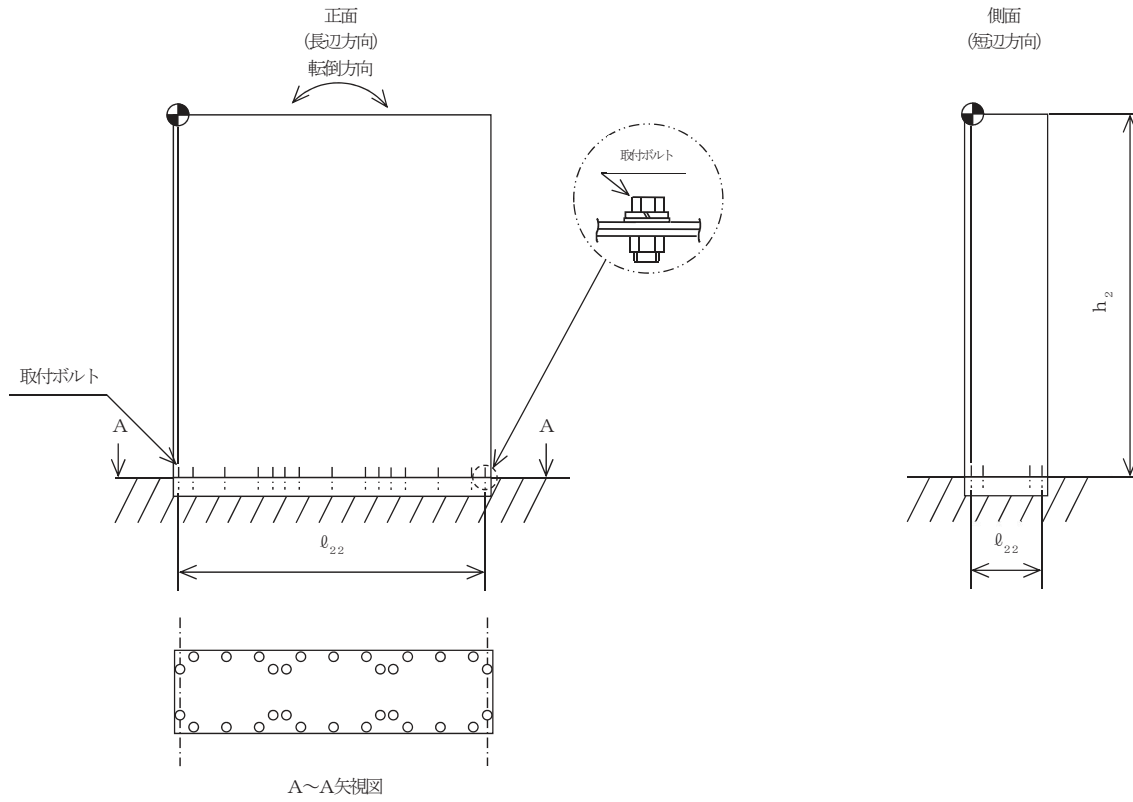
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2B(MCC部)5~7 盤	水平方向	1.62	
	鉛直方向	0.84	

注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【125V 直流主母線盤 2B(MCC 部)5~7 盤及び8~10 盤の耐震性についての評価結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2B(MCC 部)5~7 盤	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 0.P.8.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	30	9 2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	1.892×10 ⁴	—	3.155×10 ⁴

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =61	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}−1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

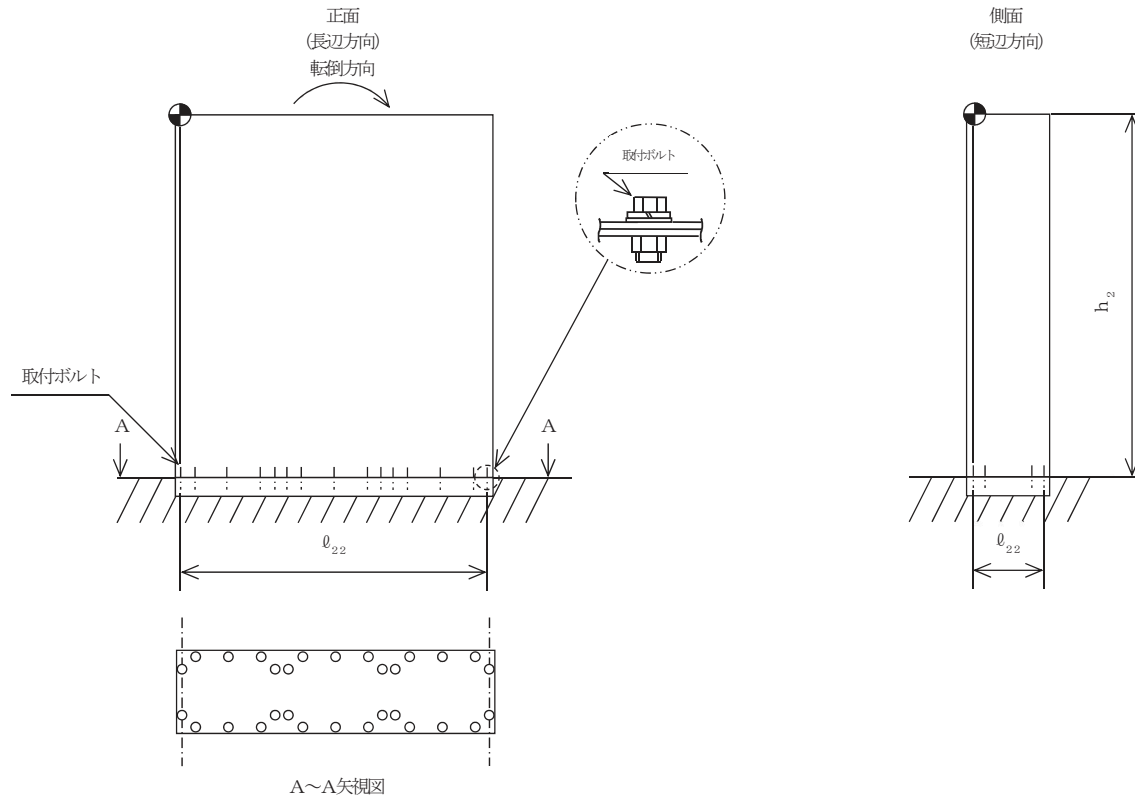
55

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2B(MCC部)5~7 盤	水平方向	1.62	□
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-29 125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1 の耐震性
についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	4
3.1 固有周期の算出方法	4
4. 構造強度評価	5
4.1 構造強度評価方法	5
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	5
5. 機能維持評価	9
5.1 電氣的機能維持評価方法	9
6. 評価結果	10
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	10

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1 が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1 は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1 は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

なお、125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1 は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1 の構成

系統	盤名称	個数
125V 直流主母線盤 2A-1	125V 直流主母線盤 2A-1 (P/C 部)	1
125V 直流主母線盤 2A-1	125V 直流主母線盤 2A-1 (MCC 部)	1
125V 直流主母線盤 2B-1	125V 直流主母線盤 2B-1 (P/C 部)	1
125V 直流主母線盤 2B-1	125V 直流主母線盤 2B-1 (MCC 部)	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1 (P/C 部) の構造計画を表 2-1 に、125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1 (MCC 部) の構造計画を表 2-2 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1 のうち 125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1 (P/C 部) は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1 (P/C 部)】</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>125V 直流主母線盤 2A-1 (P/C 部)</th> <th>125V 直流主母線盤 2B-1 (P/C 部)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> </tbody> </table>		125V 直流主母線盤 2A-1 (P/C 部)	125V 直流主母線盤 2B-1 (P/C 部)	たて	mm	mm	横	mm	mm	高さ	mm	mm
	125V 直流主母線盤 2A-1 (P/C 部)	125V 直流主母線盤 2B-1 (P/C 部)												
たて	mm	mm												
横	mm	mm												
高さ	mm	mm												

2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-2 構造計画

計画の概要		概略構造図																					
基礎・支持構造	主体構造																						
125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1 のうち 125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1 (MCC 部) は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1 (MCC 部)】</p>																					
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>125V 直流主母線盤 2A-1 (MCC 部) 3~6 盤</th> <th>125V 直流主母線盤 2A-1 (MCC 部) 7~10 盤</th> <th>125V 直流主母線盤 2B-1 (MCC 部) 3~6 盤</th> <th>125V 直流主母線盤 2B-1 (MCC 部) 7~9 盤</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> <td><input type="text"/> mm</td> </tr> </tbody> </table>		125V 直流主母線盤 2A-1 (MCC 部) 3~6 盤	125V 直流主母線盤 2A-1 (MCC 部) 7~10 盤	125V 直流主母線盤 2B-1 (MCC 部) 3~6 盤	125V 直流主母線盤 2B-1 (MCC 部) 7~9 盤	たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	
	125V 直流主母線盤 2A-1 (MCC 部) 3~6 盤	125V 直流主母線盤 2A-1 (MCC 部) 7~10 盤	125V 直流主母線盤 2B-1 (MCC 部) 3~6 盤	125V 直流主母線盤 2B-1 (MCC 部) 7~9 盤																			
たて	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																			
横	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																			
高さ	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm	<input type="text"/> mm																			

3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1 のうち 125V 直流主母線盤 2A-1 (P/C 部), 125V 直流主母線盤 2B-1 (P/C 部), 125V 直流主母線盤 2A-1 (MCC 部) 3~6 盤, 125V 直流主母線盤 2B-1 (MCC 部) 3~6 盤及び 125V 直流主母線盤 2B-1 (MCC 部) 7~9 盤の固有周期は以下の通りとする。

水平方向の固有周期は, プラスチックハンマ等により当該装置に振動を与え, 固有振動数測定装置 (圧電式加速度ピックアップ, 振動計, 分析器) により固有振動数 (共振周波数) を測定する。測定の結果, 固有周期は 0.05 秒以下であり, 剛であることを確認した。鉛直方向の固有周期は, 構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から, 固有周期は 0.05 秒以下であり, 剛とする。

125V 直流主母線盤 2A-1 (MCC 部) 7~10 盤は, 構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から, 固有周期は 0.05 秒以下であり, 剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
125V 直流主母線盤 2A-1 (P/C 部)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	0.05 以下
125V 直流主母線盤 2A-1 (MCC 部) 3~6 盤	水平	<input type="text"/>
	鉛直	0.05 以下
125V 直流主母線盤 2A-1 (MCC 部) 7~10 盤	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 直流主母線盤 2B-1 (P/C 部)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	0.05 以下
125V 直流主母線盤 2B-1 (MCC 部) 3~6 盤	水平	<input type="text"/>
	鉛直	0.05 以下
125V 直流主母線盤 2B-1 (MCC 部) 7~9 盤	水平	<input type="text"/>
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1 の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1 の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1 の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1 の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t *	1.5・f _s *
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト (i = 1)	SS400 (40mm < 径)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1 の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1 の電氣的機能維持を確認した機能確認済加速度と設置場所の最大応答加速度を比較し、設置場所の最大応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認することで実施する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度	
125V 直流主母線盤 2A-1 (P/C 部)	水平		
	鉛直		
125V 直流主母線盤 2A-1 (MCC 部)	水平		
	鉛直		
125V 直流主母線盤 2B-1 (P/C 部)	水平		
	鉛直		
125V 直流主母線盤 2B-1 (MCC 部)	水平		
	鉛直		

R O
 ③ VI-2-10-1-4-29
 O 2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

125V 直流主母線盤 2A-1 及び 2B-1 の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【125V 直流主母線盤 2A-1 (P/C 部) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2A-1 (P/C 部)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 15.00*		0.05 以下	—	—	C _H =1.97	C _V =1.37	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	28	5
					6			
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	20	4
					6			

11

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	—	258	—	短辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	短辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	2.239×10^4	—	6.317×10^4
取付ボルト ($i=2$)	—	2.594×10^4	—	6.028×10^4

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=112$	$f_{ts1}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=12$	$f_{sb1}=148$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=83$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=161$

注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出
すべて許容応力以下である。

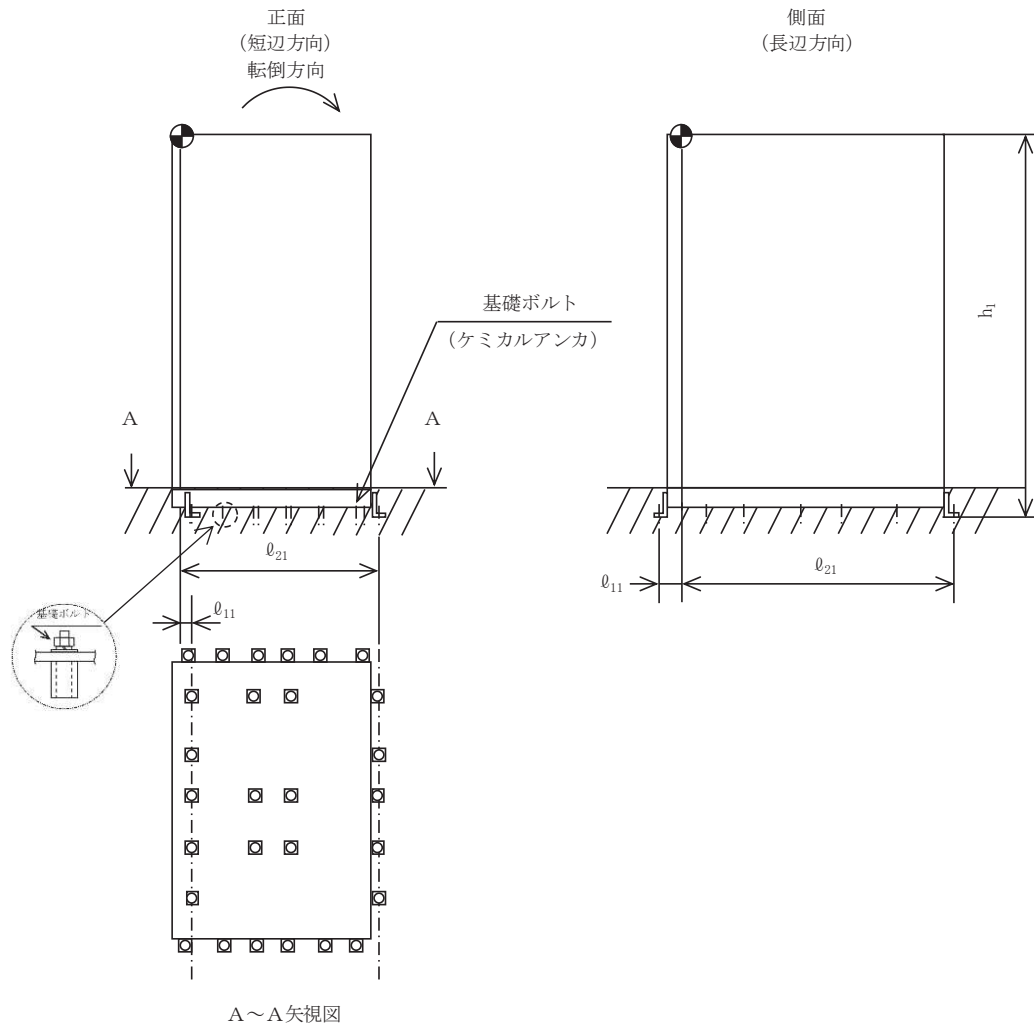
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

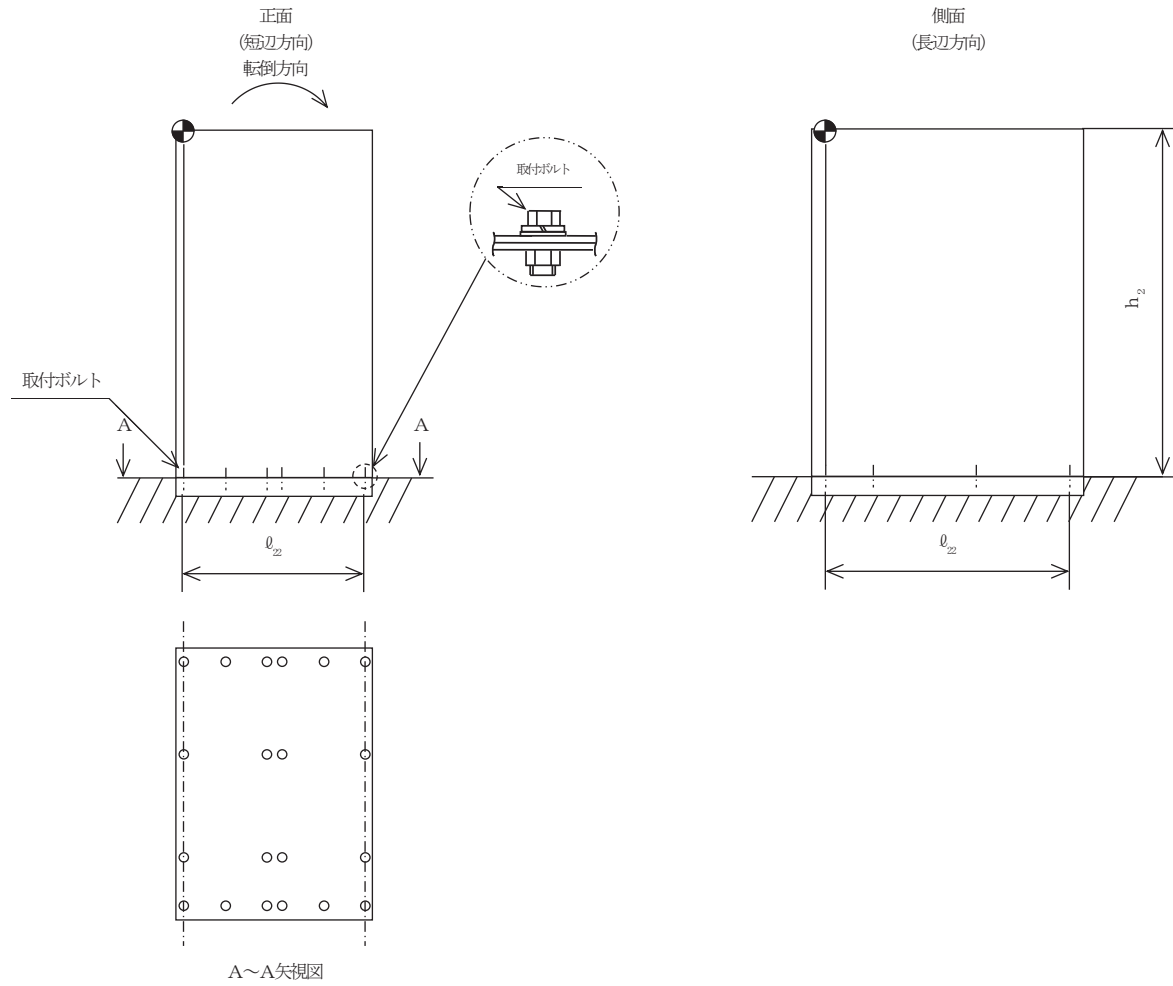
($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2A-1(P/C 部)	水平方向	1.65	
	鉛直方向	1.15	

注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

12





【125V 直流主母線盤 2B-1 (P/C 部) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2B-1 (P/C 部)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 15.00*		0.05 以下	—	—	C _H =1.97	C _V =1.37	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	32	5
					6			
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	20	4
					6			

15

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	—	258	—	短辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	短辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	—	2.248×10 ⁴	—	6.317×10 ⁴
取付ボルト (i=2)	—	2.594×10 ⁴	—	6.028×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	—	—	σ _{b1} =112	f _{ts1} =193*
		せん断	—	—	τ _{b1} =10	f _{sb1} =148
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =83	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =10	f _{sb2} =161

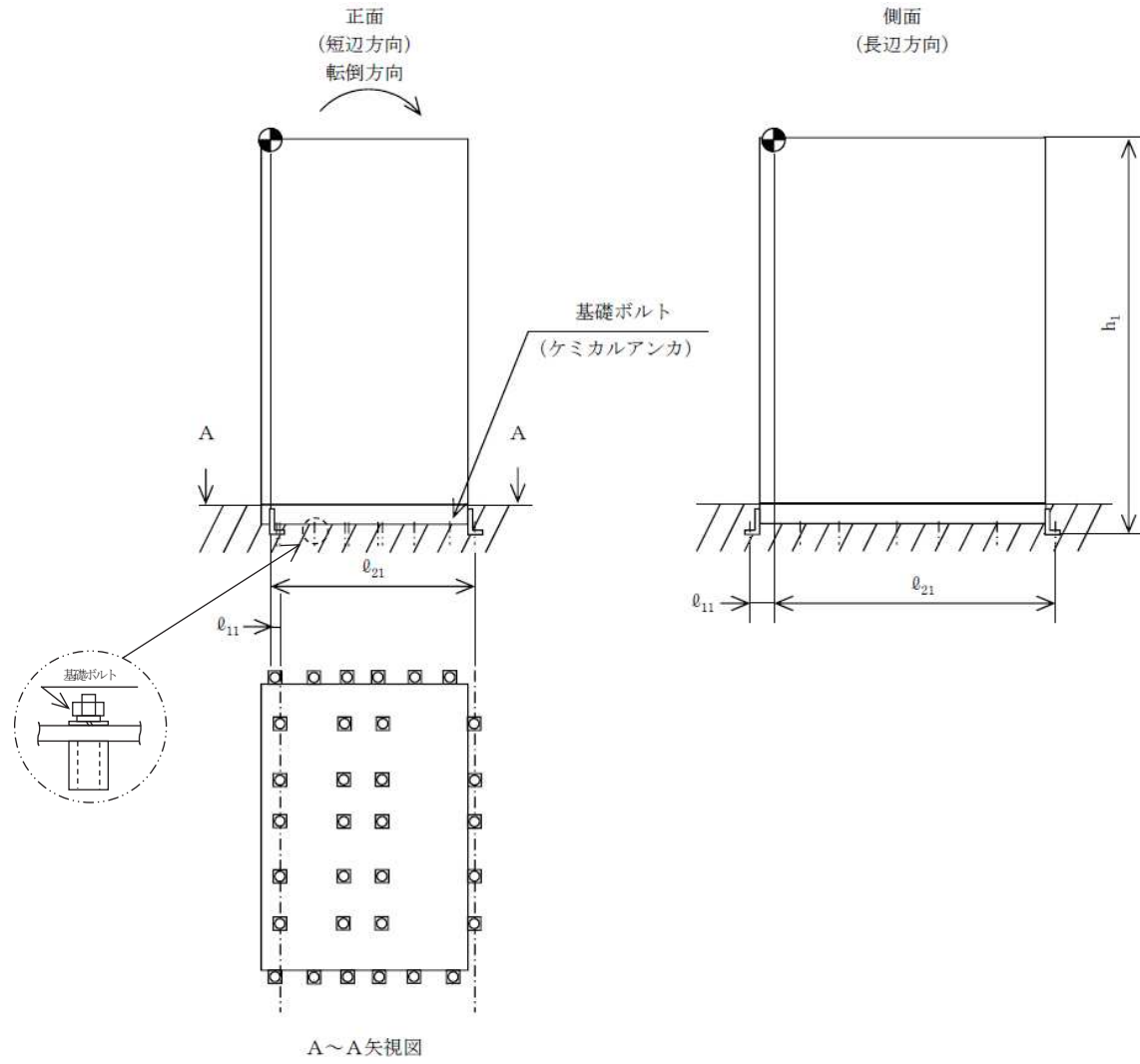
注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。

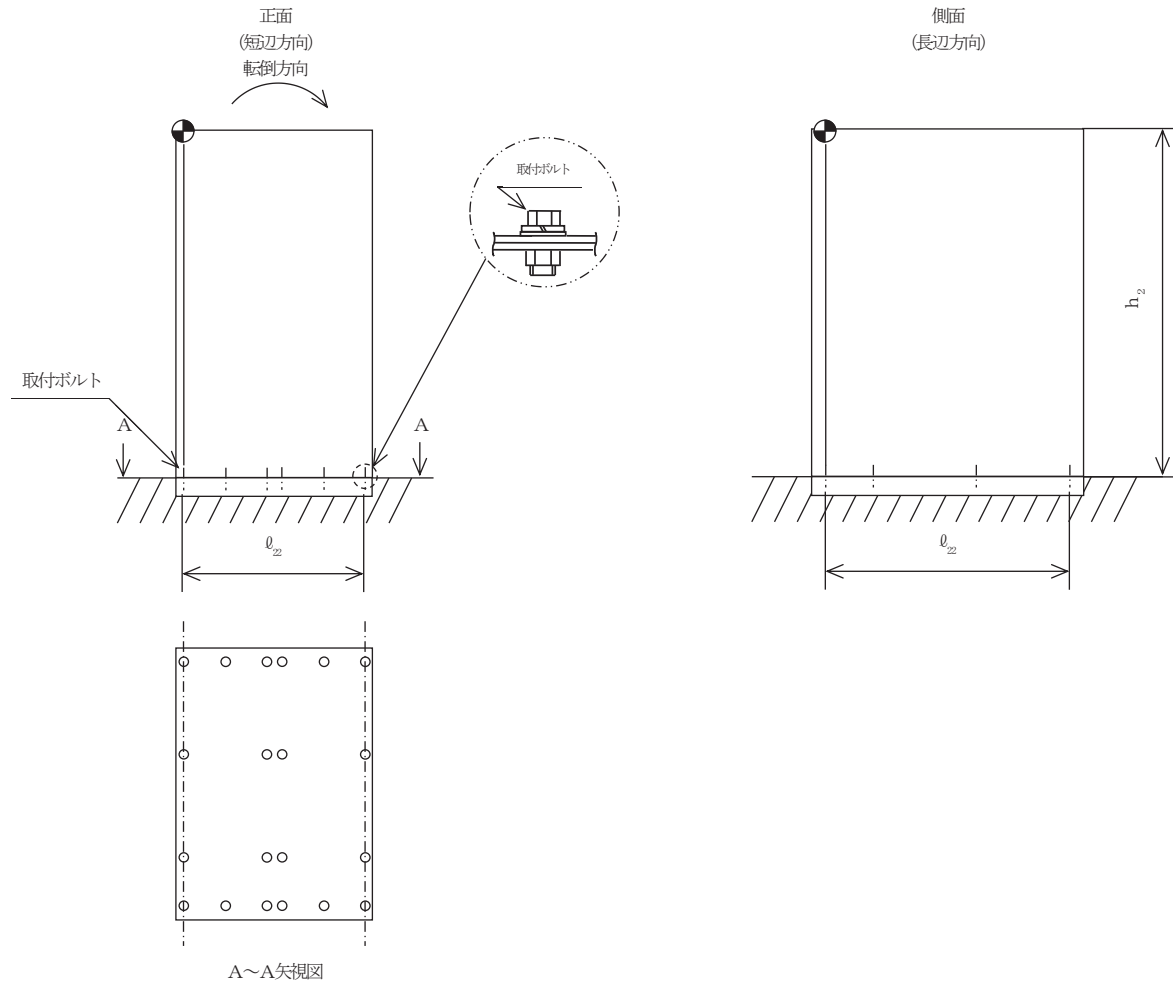
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2B-1(P/C 部)	水平方向	1.65	□
	鉛直方向	1.15	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。





【125V 直流主母線盤 2A-1 (MCC 部) 3~6 盤の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2A-1 (MCC 部) 3~6 盤	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 15.00*		0.05 以下	—	—	C _H =1.97	C _V =1.37	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	16	8
取付ボルト (i=2)					20 (M20)			314.2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	—	258	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	2.560×10^4	—	4.405×10^4
取付ボルト ($i=2$)	—	2.281×10^4	—	4.250×10^4

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=128$	$f_{ts1}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=14$	$f_{sb1}=148$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=73$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

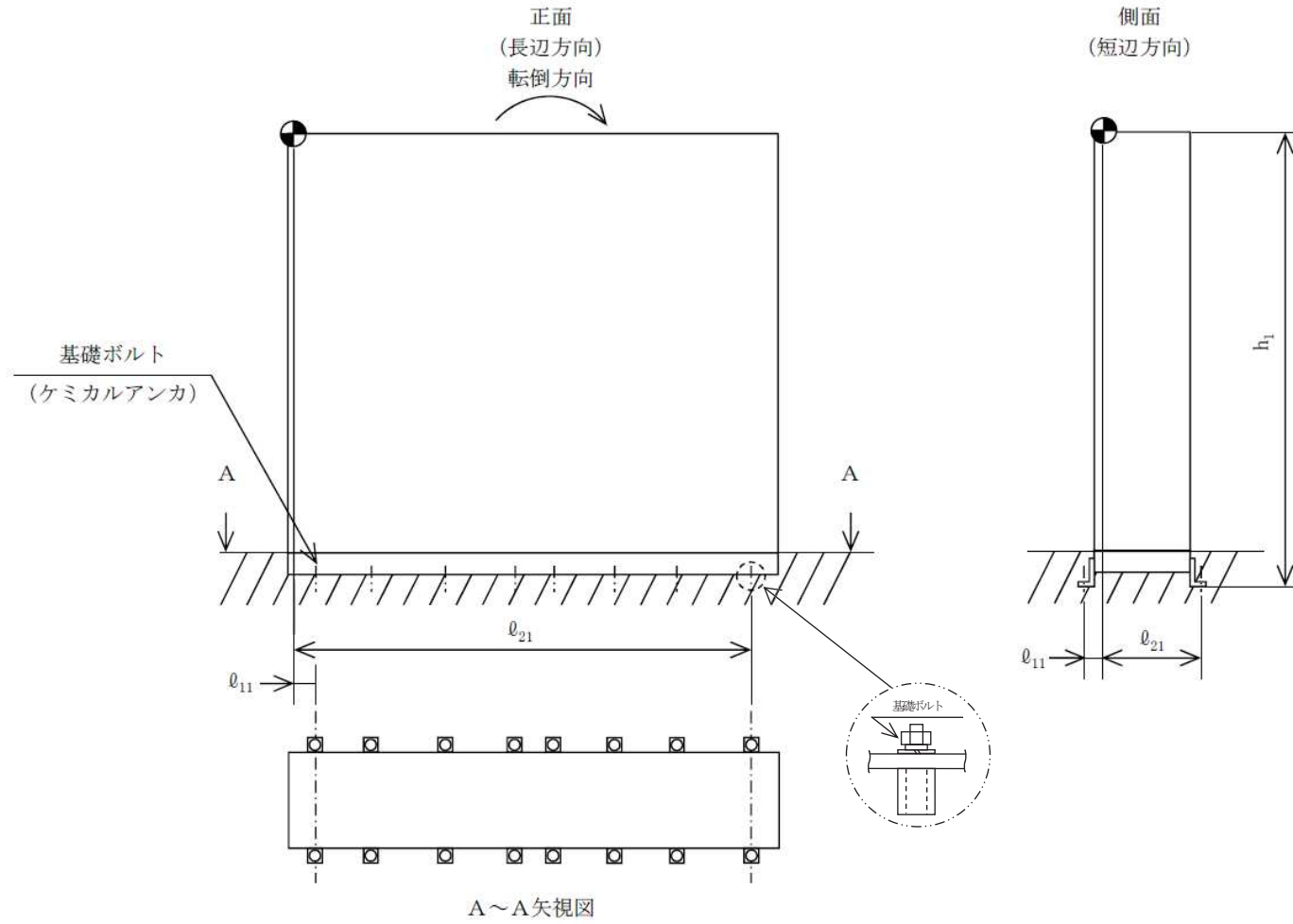
注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出
すべて許容応力以下である。

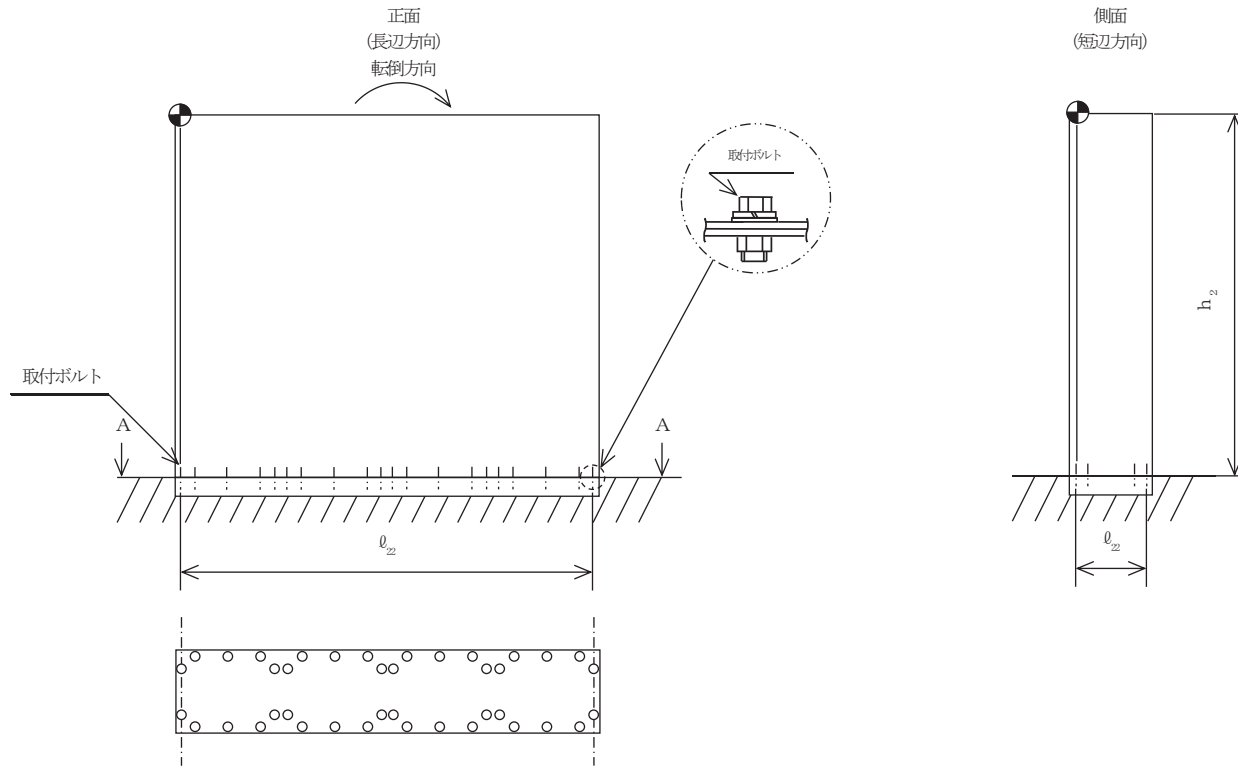
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2A-1 (MCC 部) 3~6 盤	水平方向	1.65	□
	鉛直方向	1.15	

注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。





【125V 直流主母線盤 2A-1 (MCC 部) 7~10 盤の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2A-1 (MCC 部) 7~10 盤	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 15.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.97	C _V =1.37	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	16	8
取付ボルト (i=2)					20 (M20)			314.2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	—	258	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	—	2.560×10 ⁴	—	4.405×10 ⁴
取付ボルト (i=2)	—	2.281×10 ⁴	—	4.250×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	—	—	σ _{b1} =128	f _{ts1} =193*
		せん断	—	—	τ _{b1} =14	f _{sb1} =148
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =73	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

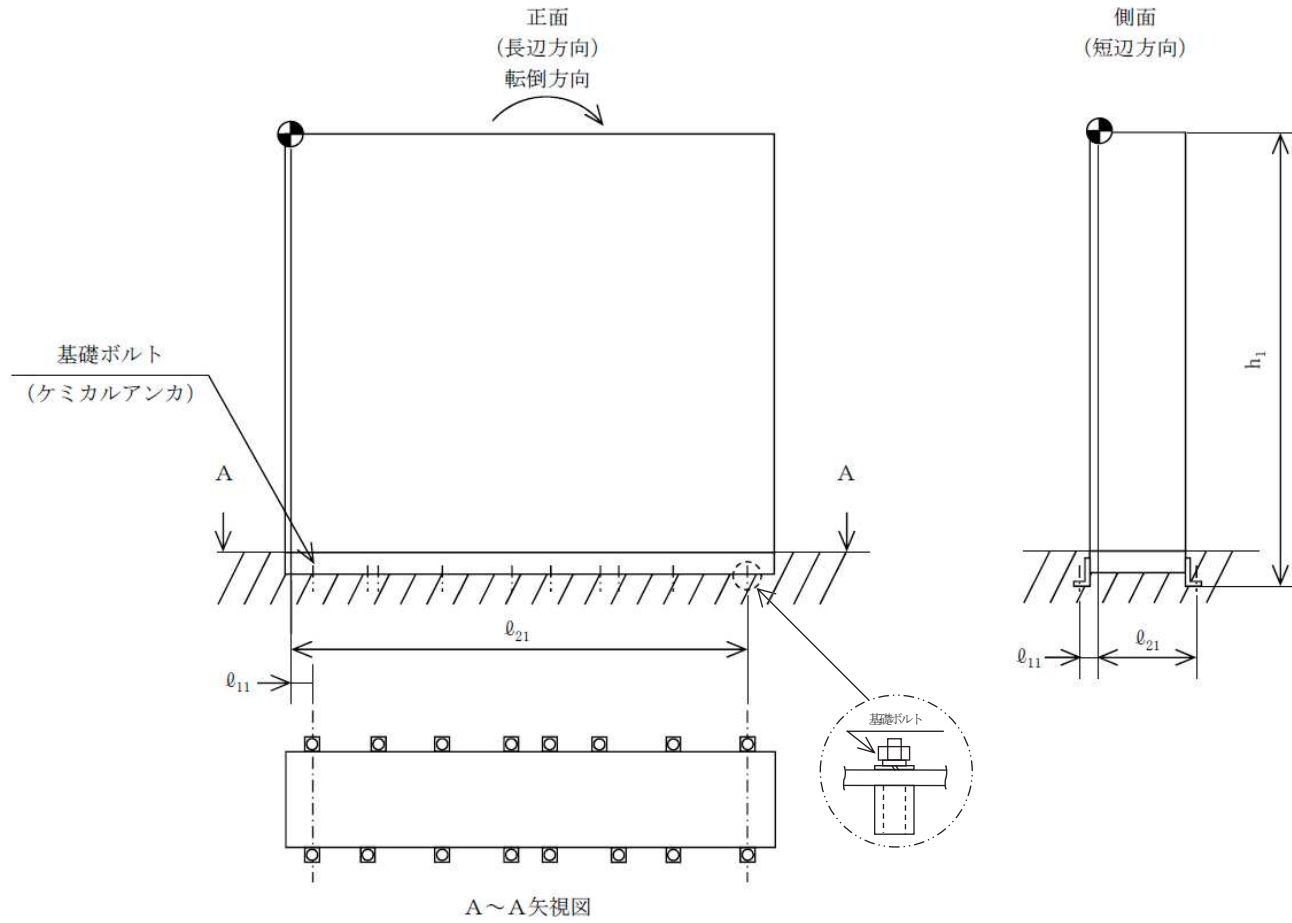
注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。

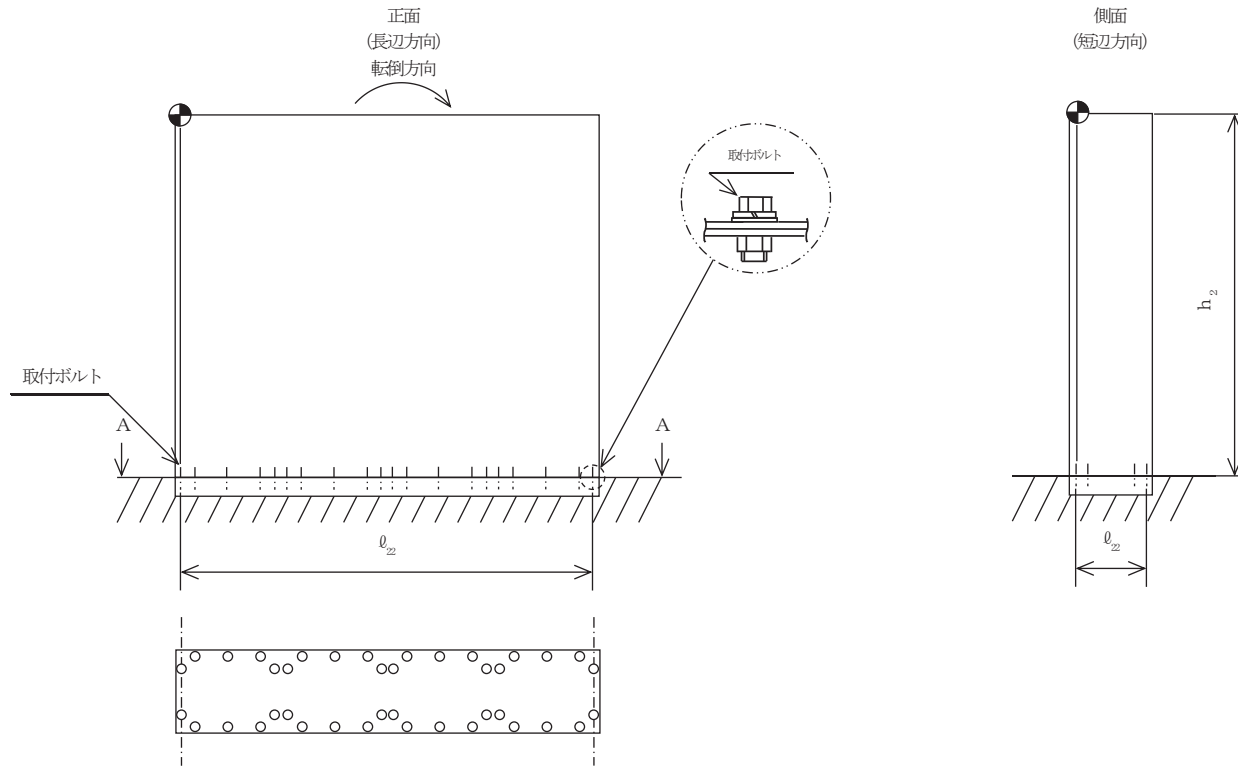
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2A-1(MCC部)7~10 盤	水平方向	1.65	□
	鉛直方向	1.15	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。





【125V 直流主母線盤 2B-1 (MCC 部) 3~6 盤の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2B-1 (MCC 部) 3~6 盤	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 15.00*		0.05 以下	—	—	C _H =1.97	C _V =1.37	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	16	8
取付ボルト (i=2)					20 (M20)			314.2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	—	258	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	2.569×10^4	—	4.405×10^4
取付ボルト ($i=2$)	—	2.281×10^4	—	4.250×10^4

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=128$	$f_{ts1}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=14$	$f_{sb1}=148$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=73$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

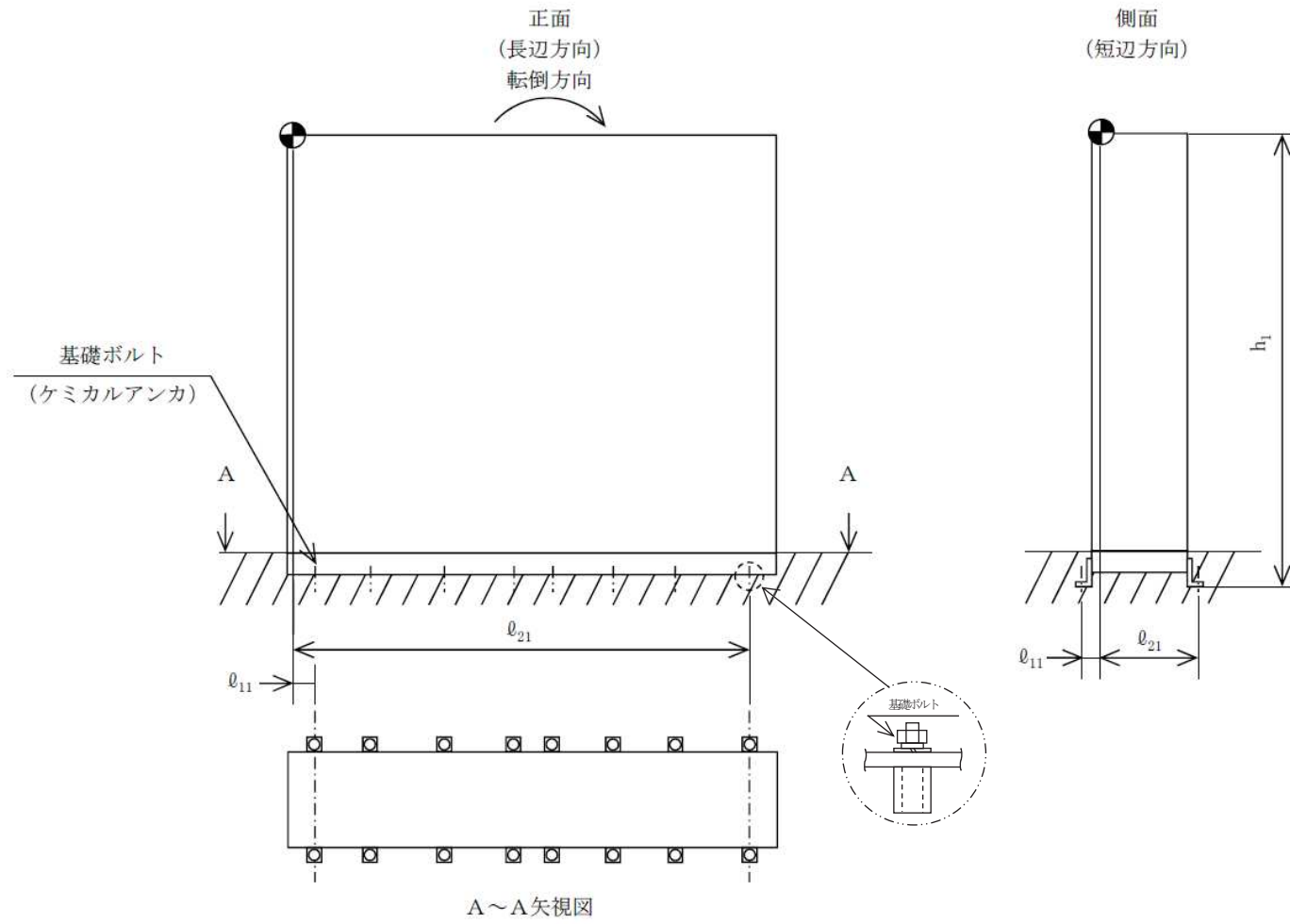
注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出
すべて許容応力以下である。

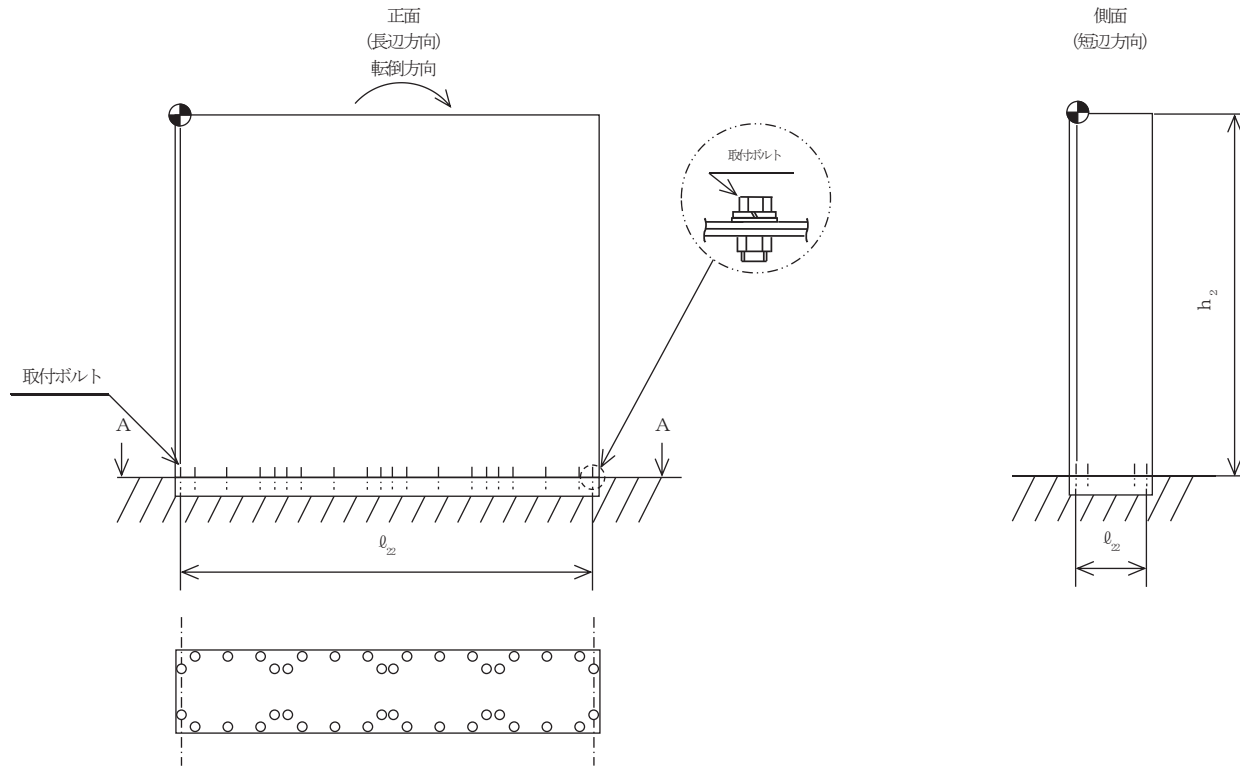
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2B-1 (MCC 部) 3~6 盤	水平方向	1.65	
	鉛直方向	1.15	

注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。





【125V 直流主母線盤 2B-1 (MCC 部) 7~9 盤の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2B-1 (MCC 部) 7~9 盤	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 15.00*		0.05 以下	—	—	C _H =1.97	C _V =1.37	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	12	6
					2			
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	30	9
					2			

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	—	258	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	—	2.542×10 ⁴	—	3.304×10 ⁴
取付ボルト (i=2)	—	2.202×10 ⁴	—	3.188×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	—	—	σ _{b1} =127	f _{ts1} =193*
		せん断	—	—	τ _{b1} =14	f _{sb1} =148
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =70	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

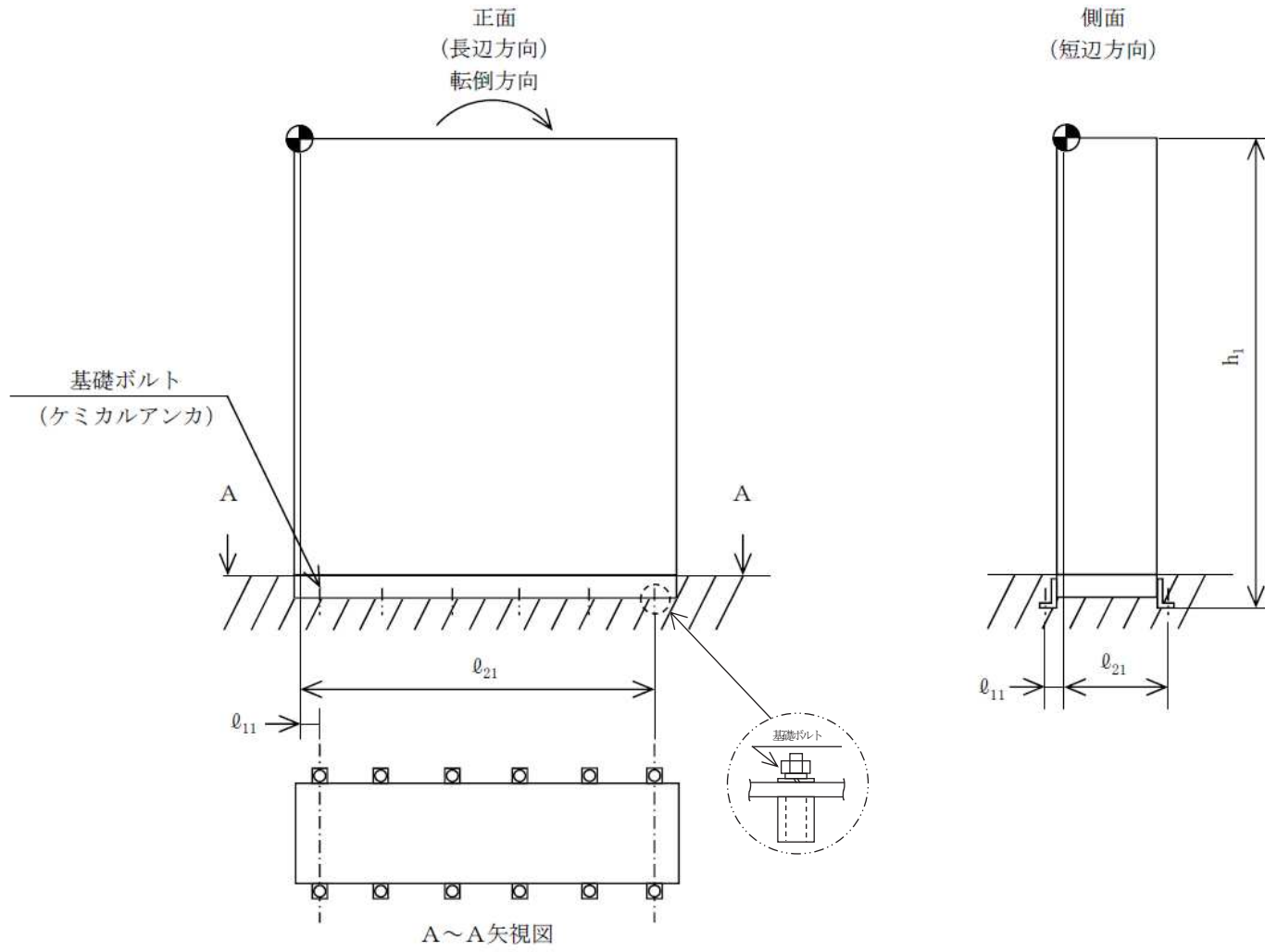
注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。

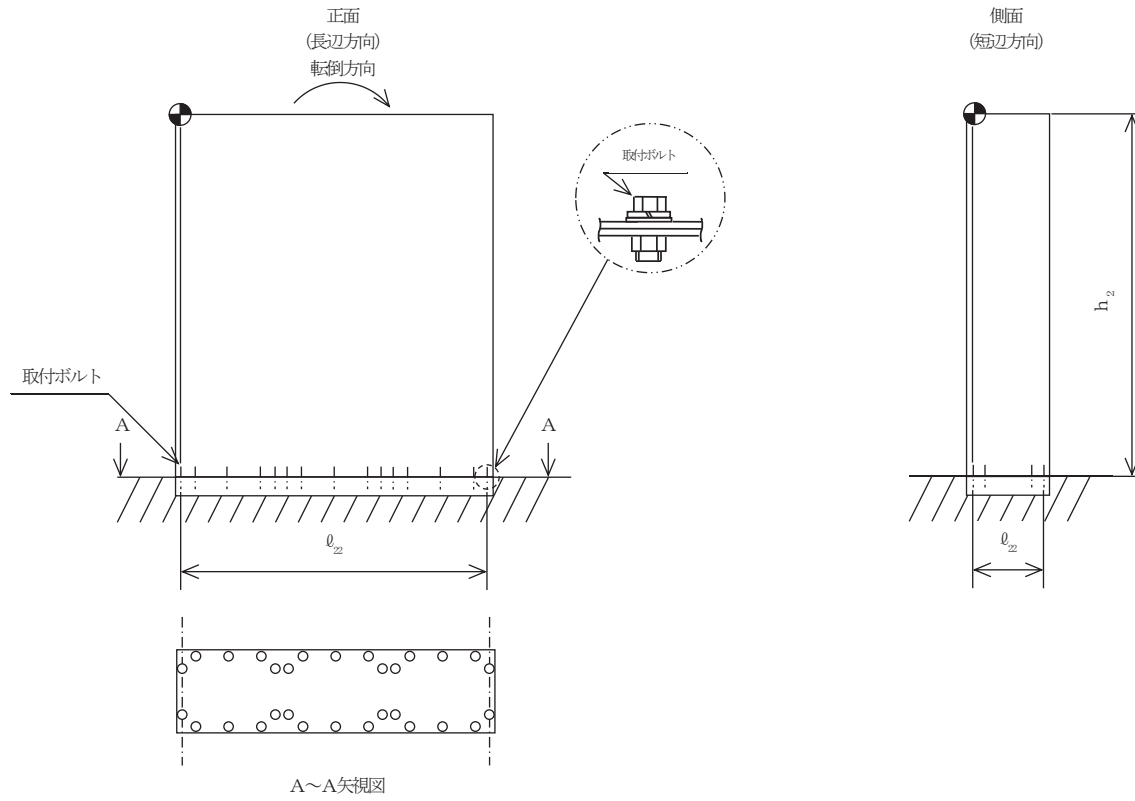
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2B-1 (MCC 部) 7~9 盤	水平方向	1.65	□
	鉛直方向	1.15	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-10-1-4-30 125V 直流分電盤 2A-1, 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B-3 の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、125V 直流分電盤 2A-1, 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B-3 が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

125V 直流分電盤 2A-1, 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B-3 は、設計基準対象施設においては S クラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

125V 直流分電盤 2A-1, 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B-3 は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

なお、125V 直流分電盤 2A-1, 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B-3 は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 125V 直流分電盤 2A-1, 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B-3 の構成

系統	盤名称	個数
125V 直流分電盤	125V 直流分電盤 2A-1	1
125V 直流分電盤	125V 直流分電盤 2A-2	1
125V 直流分電盤	125V 直流分電盤 2A-3	1
125V 直流分電盤	125V 直流分電盤 2B-1	1
125V 直流分電盤	125V 直流分電盤 2B-2	1
125V 直流分電盤	125V 直流分電盤 2B-3	1

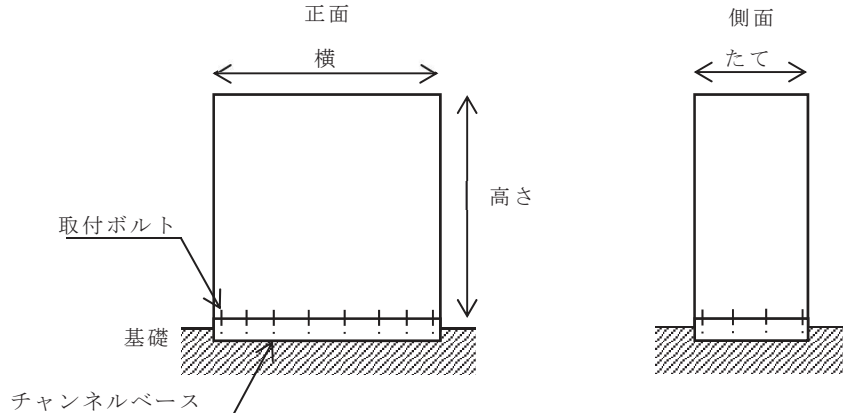






















































2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

125V 直流分電盤 2A-1, 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B-3 の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図																												
基礎・支持構造	主体構造																													
125V 直流分電盤 2A-1, 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B-3 は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【125V 直流分電盤】</p>  <table border="1" data-bbox="840 1037 1993 1268"> <thead> <tr> <th></th> <th>125V 直流分電盤 2A-1</th> <th>125V 直流分電盤 2A-2</th> <th>125V 直流分電盤 2A-3</th> <th>125V 直流分電盤 2B-1</th> <th>125V 直流分電盤 2B-2</th> <th>125V 直流分電盤 2B-3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> </tbody> </table>		125V 直流分電盤 2A-1	125V 直流分電盤 2A-2	125V 直流分電盤 2A-3	125V 直流分電盤 2B-1	125V 直流分電盤 2B-2	125V 直流分電盤 2B-3	たて	 mm	 mm	 mm	 mm	 mm	 mm	横	 mm	 mm	 mm	 mm	 mm	 mm	高さ	 mm	 mm	 mm	 mm	 mm	 mm
	125V 直流分電盤 2A-1	125V 直流分電盤 2A-2	125V 直流分電盤 2A-3	125V 直流分電盤 2B-1	125V 直流分電盤 2B-2	125V 直流分電盤 2B-3																								
たて	 mm	 mm	 mm	 mm	 mm	 mm																								
横	 mm	 mm	 mm	 mm	 mm	 mm																								
高さ	 mm	 mm	 mm	 mm	 mm	 mm																								

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

125V 直流分電盤 2A-1, 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B-3 のうち 125V 直流分電盤 2A-1 の固有周期は以下の通りとする。

水平方向の固有周期は、プラスチックハンマ等により当該装置に振動を与え、固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により固有振動数（共振周波数）を測定する。測定の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。鉛直方向の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

125V 直流分電盤 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B-3 の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
125V 直流分電盤 2A-1	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 直流分電盤 2A-2	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 直流分電盤 2A-3	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 直流分電盤 2B-1	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 直流分電盤 2B-2	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 直流分電盤 2B-3	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

125V 直流分電盤 2A-1, 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B-3 の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

125V 直流分電盤 2A-1, 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B-3 の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-1, 重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

125V 直流分電盤 2A-1, 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B-3 の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

125V 直流分電盤 2A-1, 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B-3 の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-5 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震設計上の 重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	125V 直流分電盤 2A-1, 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B-3	S	—*1	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記 *1：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	125V 直流分電盤 2A-1, 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B-3	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A S として Ⅳ _A S の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界* ¹ , * ² (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _{AS} (V _{AS} としてⅣ _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

125V 直流分電盤 2A-1, 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B-3 の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

125V 直流分電盤 2A-1, 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B-3 の機能確認済加速度には、同形式の器具の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した器具の加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
125V 直流分電盤 2A-1	水平	[Redacted]
	鉛直	
125V 直流分電盤 2A-2	水平	
	鉛直	
125V 直流分電盤 2A-3	水平	
	鉛直	
125V 直流分電盤 2B-1	水平	
	鉛直	
125V 直流分電盤 2B-2	水平	
	鉛直	
125V 直流分電盤 2B-3	水平	
	鉛直	

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

125V 直流分電盤 2A-1, 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B-3 の重大事故等対処設備としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

125V 直流分電盤 2A-1, 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B-3 の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【125V 直流分電盤 2A-1 の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流分電盤 2A-1	S	制御建屋 O.P. 8.00*		0.05 以下	C _H =0.91	C _V =0.55	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} *1
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	22	8
								4

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	短辺方向	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	4.229×10 ³	9.081×10 ³	1.339×10 ⁴	2.868×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =21	f _{ts2} =176	σ _{b2} =46	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =3	f _{sb2} =135	τ _{b2} =7	f _{sb2} =161

注記*：f_{t si}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

ニ すべて許容応力以下である。

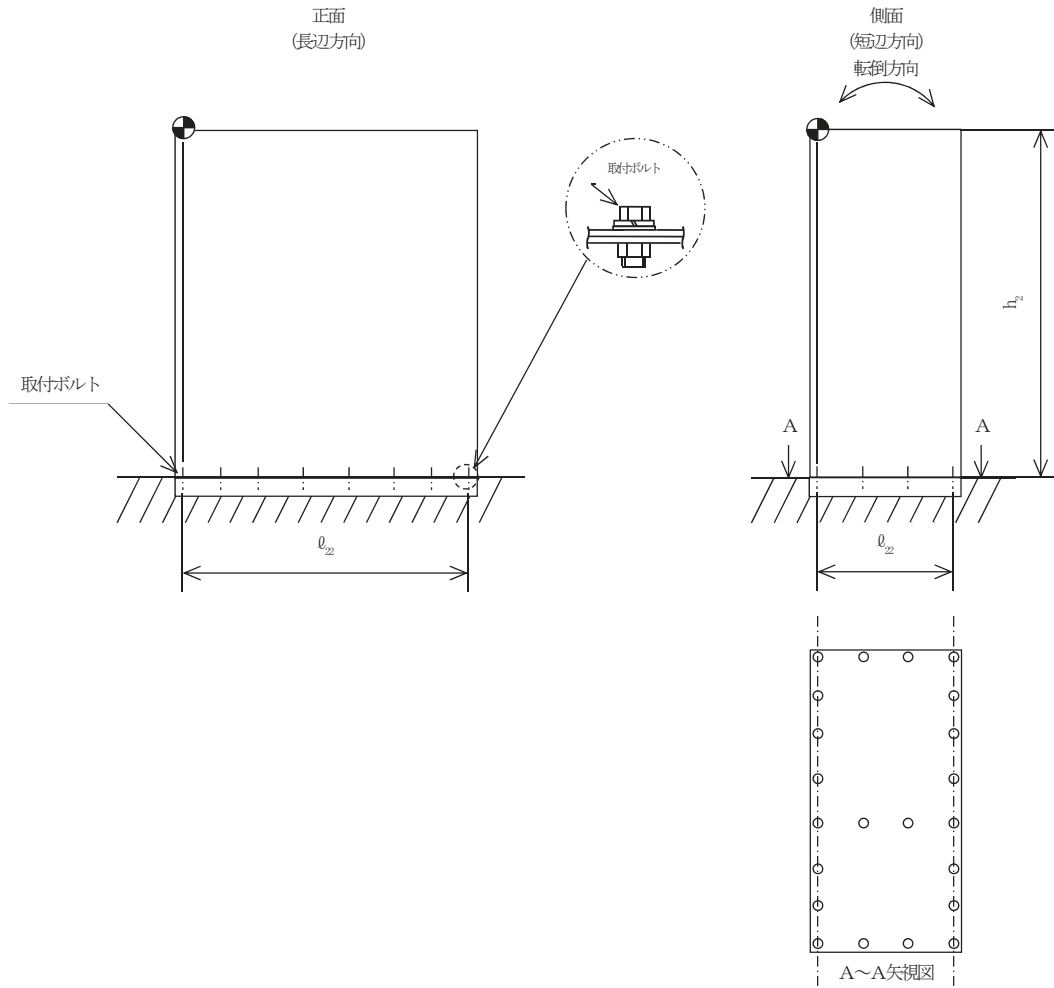
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流分電盤 2A-1	水平方向	1.62	
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【125V 直流分電盤 2A-1 の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流分電盤 2A-1	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 0.P.8.00*		0.05 以下	—	—	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	22	8 4

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	—	9.081×10^3	—	2.868×10^4

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=46$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

14

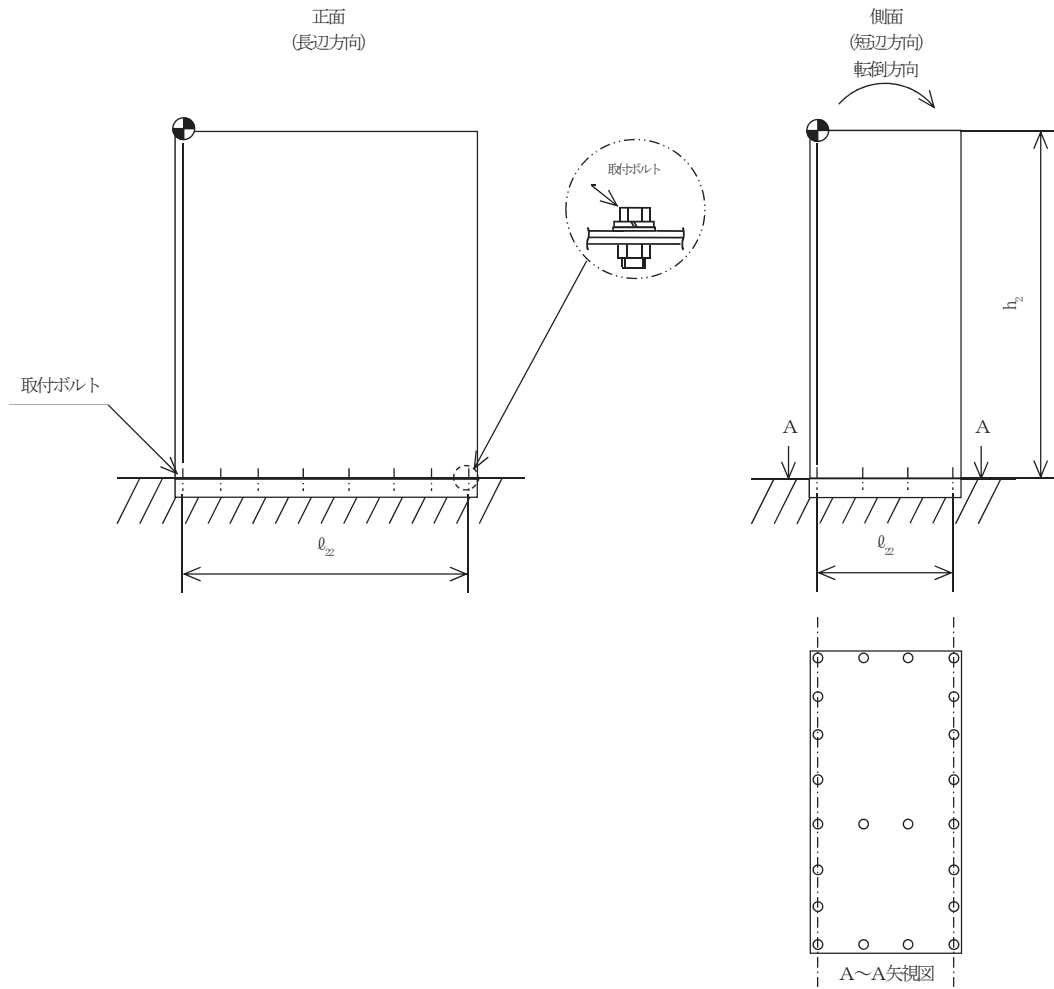
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流分電盤 2A-1	水平方向	1.62	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動 S s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【125V 直流分電盤 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B-3 の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流分電盤 2A-2	S	制御建屋 O.P. 8.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.91	C _V =0.55	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} *1
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	22	8
								4

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	短辺方向	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	4.229×10 ³	9.081×10 ³	1.339×10 ⁴	2.868×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =21	f _{ts2} =176	σ _{b2} =46	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =3	f _{sb2} =135	τ _{b2} =7	f _{sb2} =161

注記* : f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

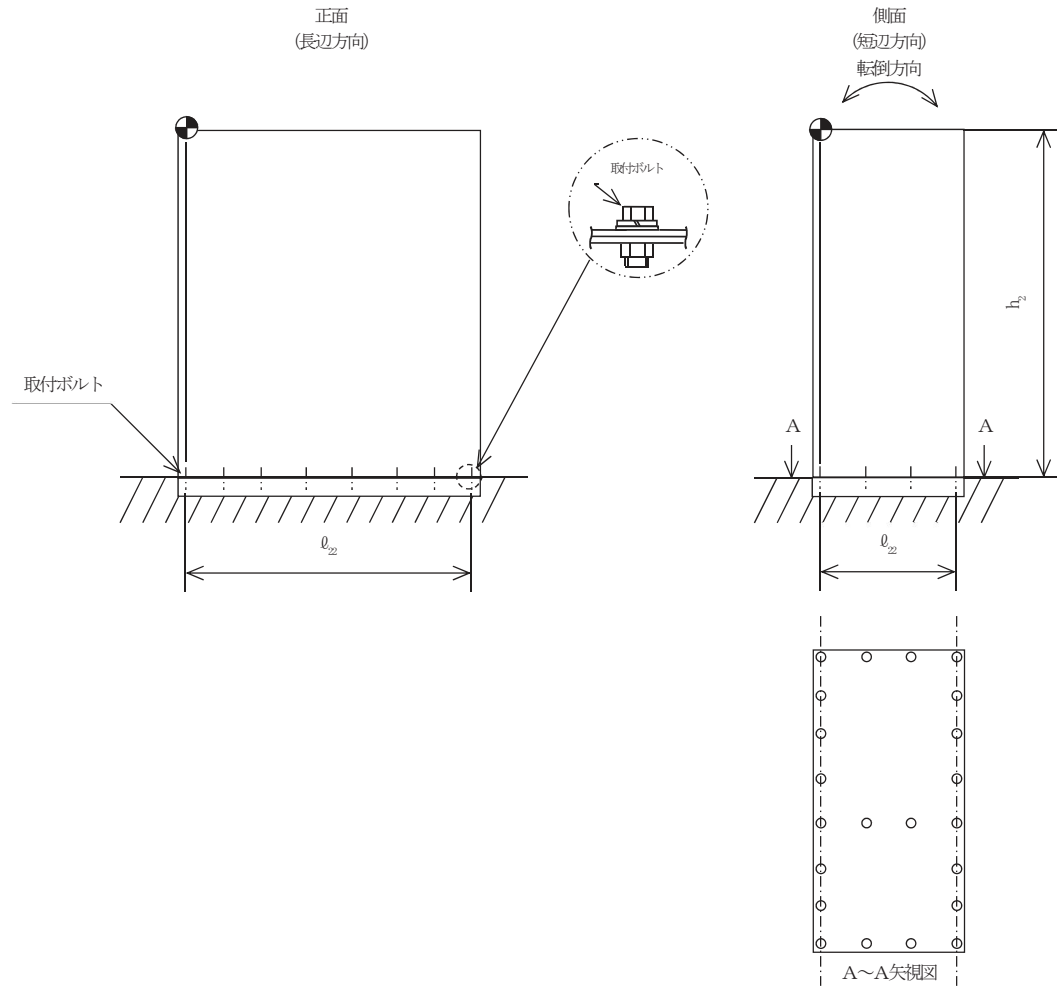
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流分電盤 2A-2	水平方向	1.62	
	鉛直方向	0.84	

注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【125V 直流分電盤 2A-2, 2A-3, 2B-1, 2B-2 及び 2B-3 の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流分電盤 2A-2	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 0.P.8.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	22	8 4

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	9.081×10^3	—	2.868×10^4

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=46$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

20

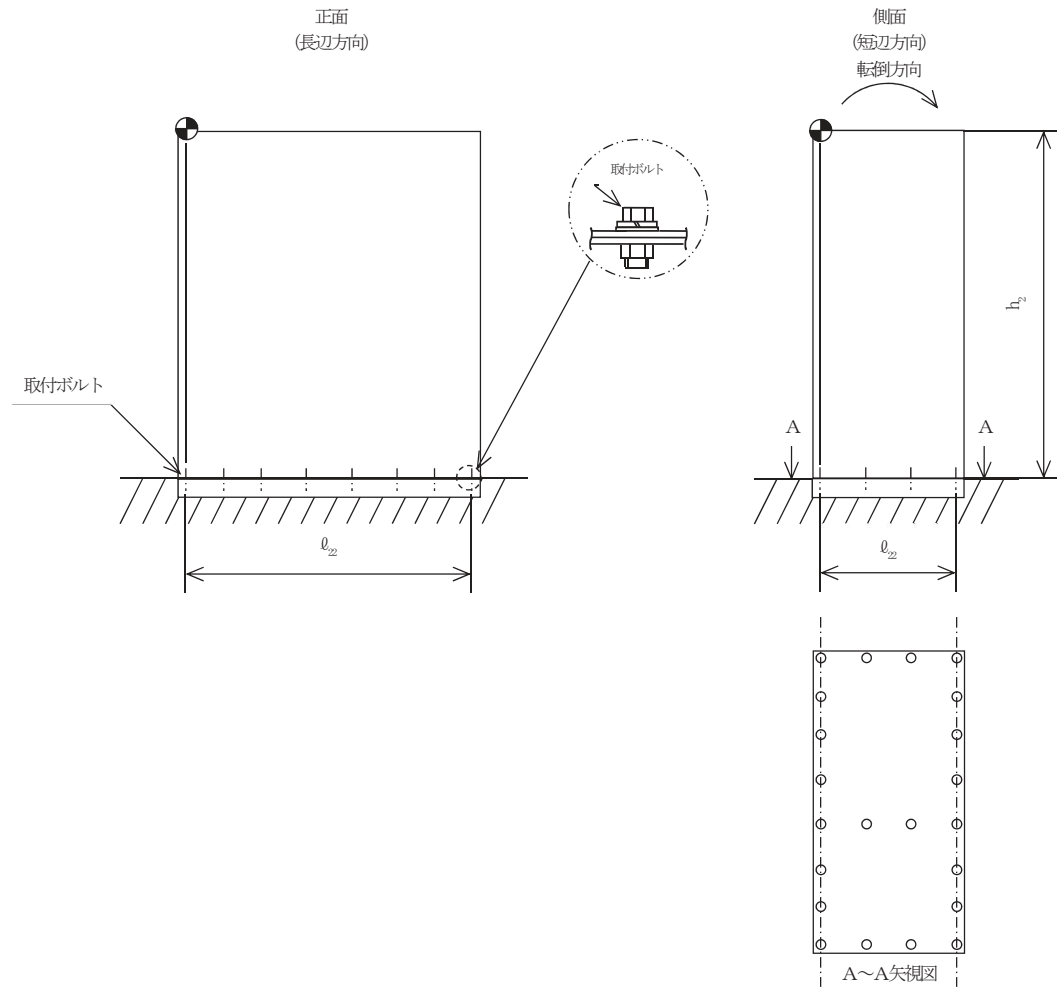
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流分電盤 2A-1	水平方向	1.62	
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-31 125V 直流電源切替盤 2A 及び 2B の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、125V 直流電源切替盤 2A 及び 2B が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

125V 直流電源切替盤 2A 及び 2B は、設計基準対象施設においては S クラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

125V 直流電源切替盤 2A 及び 2B は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

なお、125V 直流電源切替盤 2A 及び 2B は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 125V 直流電源切替盤 2A 及び 2B

系統	盤名称	個数
125V 直流電源切替盤 2A	125V 直流電源切替盤 2A	2
125V 直流電源切替盤 2B	125V 直流電源切替盤 2B	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

125V 直流電源切替盤 2A 及び 2B の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図																
基礎・支持構造	主体構造																	
<p>125V 直流電源切替盤 2A 及び 2B は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。 チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【125V 直流電源切替盤 2A 及び 2B】</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>125V 直流電源切替 盤 2A (第 1 盤～第 6 盤)</th> <th>125V 直流電源切替 盤 2A (第 7 盤～第 8 盤)</th> <th>125V 直流電源切替 盤 2B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td> mm</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> </tbody> </table>		125V 直流電源切替 盤 2A (第 1 盤～第 6 盤)	125V 直流電源切替 盤 2A (第 7 盤～第 8 盤)	125V 直流電源切替 盤 2B	たて	mm	mm	mm	横	mm	mm	mm	高さ	mm	mm	mm
	125V 直流電源切替 盤 2A (第 1 盤～第 6 盤)	125V 直流電源切替 盤 2A (第 7 盤～第 8 盤)	125V 直流電源切替 盤 2B															
たて	mm	mm	mm															
横	mm	mm	mm															
高さ	mm	mm	mm															

2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

125V 直流電源切替盤 2A の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

125V 直流電源切替盤 2B の固有周期は、プラスチックハンマ等により当該装置に振動を与え、固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により固有振動数（共振周波数）を測定する。測定の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。鉛直方向の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
125V 直流電源切替盤 2A	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 直流電源切替盤 2B	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

125V 直流電源切替盤 2A 及び 2B の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

125V 直流電源切替盤 2A 及び 2B の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

125V 直流電源切替盤 2A 及び 2B の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

125V 直流電源切替盤 2A 及び 2B の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-5 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震設計上の 重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	125V 直流電源切替盤 2A 及び 2B	S	—*1	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記 *1：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	125V 直流電源切替盤 2A 及び 2B	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^*$ *3	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A S として Ⅳ _A S の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界* ¹ , * ² (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _{AS} (V _{AS} としてⅣ _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト (i = 1)	SS400 (40mm < 径)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト (i = 1)	SS400 (40mm < 径)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

125V 直流電源切替盤 2A 及び 2B の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

125V 直流電源切替盤 2A 及び 2B の電氣的機能維持を確認した機能確認済加速度と設置場所の最大応答加速度を比較し、設置場所の最大応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認することで実施する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
125V 直流電源切替盤 2A	水平	
	鉛直	
125V 直流電源切替盤 2B	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

125V 直流電源切替盤 2A 及び 2B の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

125V 直流電源切替盤 2A 及び 2B の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【125V 直流電源切替盤 2A (第 1 盤～第 6 盤) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流電源切替盤 2A	S	原子炉建屋 O.P. 15.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.96	C _V =0.80	C _H =1.97	C _V =1.37	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	24	12
2								
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	60	18
2								

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	215	258	短辺方向	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

10

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位 : N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	1.040×10 ⁴	2.676×10 ⁴	3.220×10 ⁴	6.607×10 ⁴
取付ボルト (i=2)	9.071×10 ³	2.460×10 ⁴	3.107×10 ⁴	6.375×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位 : MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	σ _{b1} =52	f _{ts1} =161*	σ _{b1} =133	f _{ts1} =193*
		せん断	τ _{b1} =7	f _{sb1} =124	τ _{b1} =14	f _{sb1} =148
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =29	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =79	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

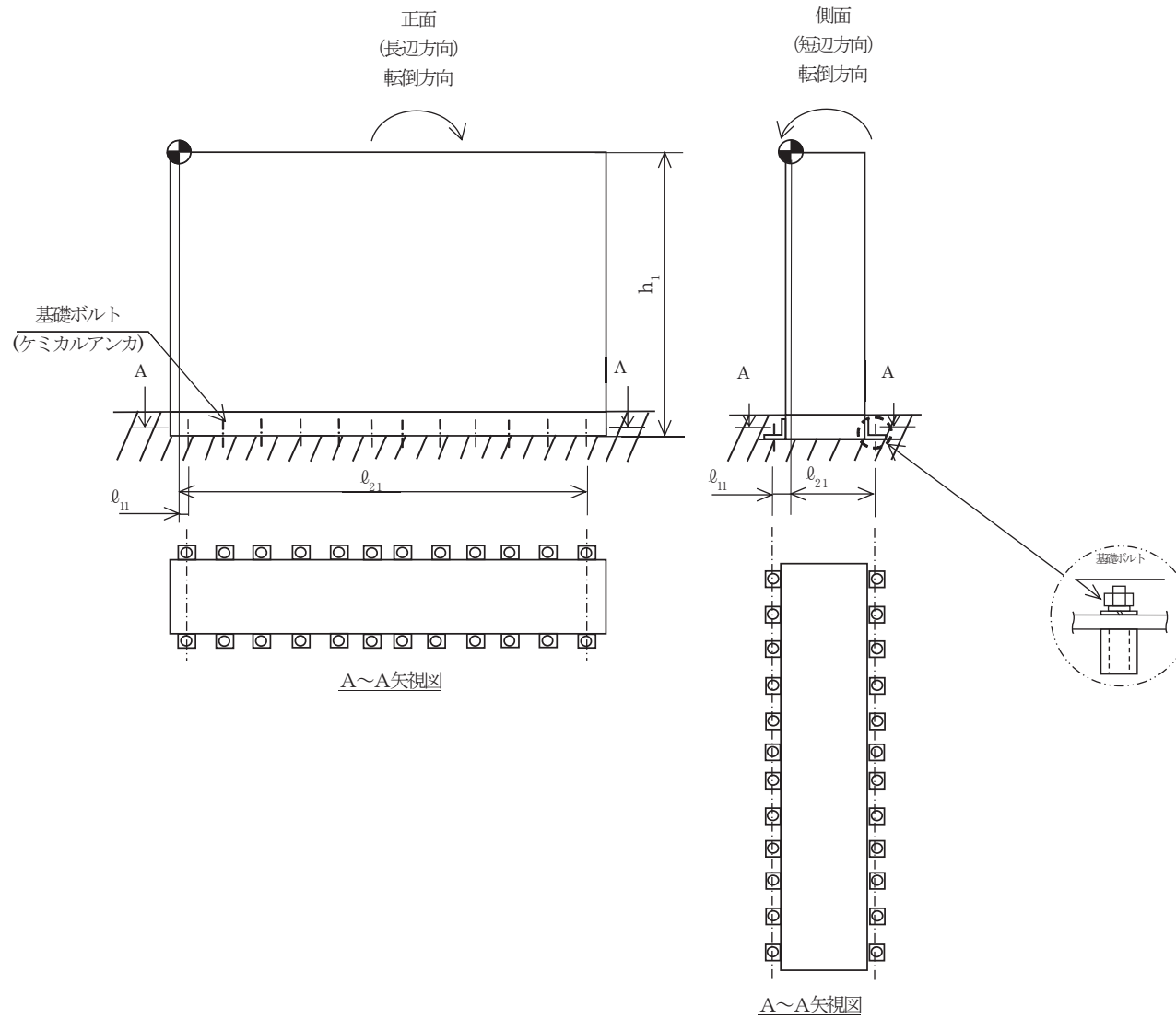
注記* : f_{tsi} = Min [1.4 · f_{toi} - 1.6 · τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。

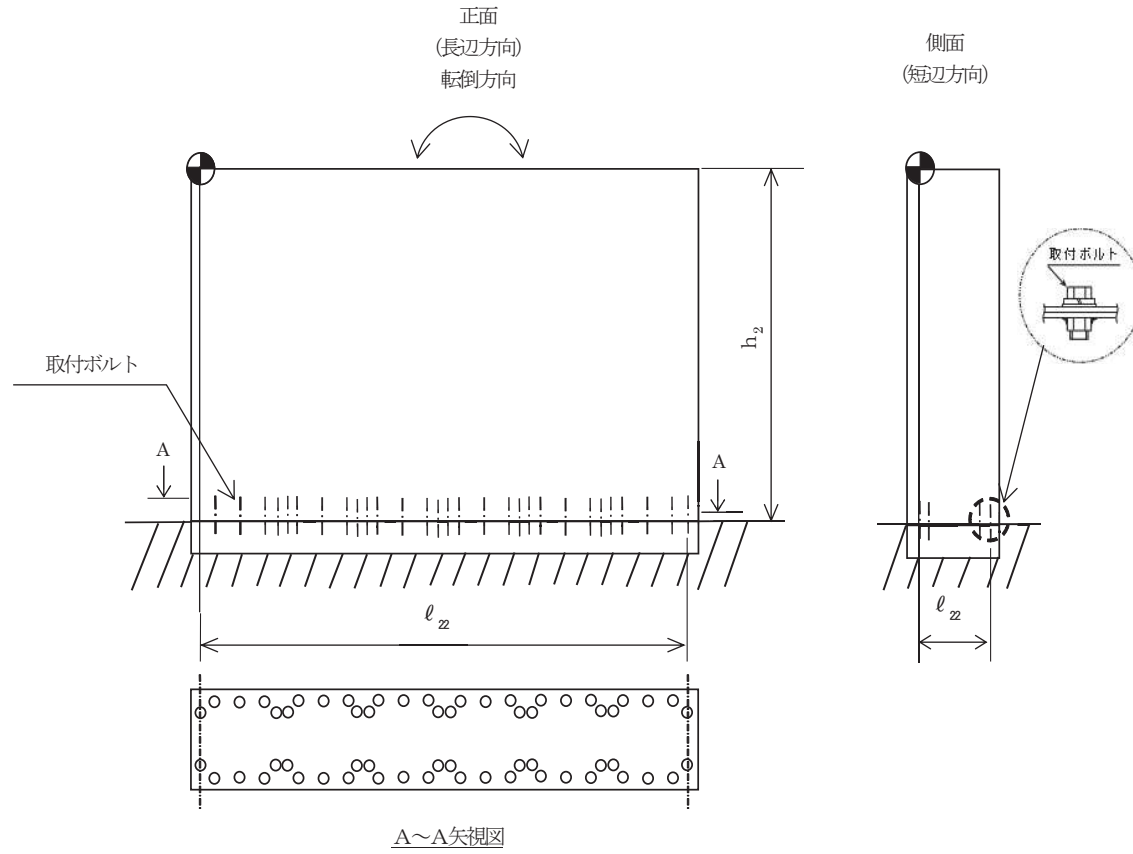
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流電源切替盤 2A	水平方向	1.65	
	鉛直方向	1.15	

注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。





【125V 直流電源切替盤 2A (第 1 盤～第 6 盤) の耐震性についての評価結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流電源切替盤 2A	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 15.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.97	C _V =1.37	40

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	24	12
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	60	18
								2

14

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	—	258	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	2.676×10^4	—	6.607×10^4
取付ボルト ($i=2$)	—	2.460×10^4	—	6.375×10^4

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=133$	$f_{ts1}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=14$	$f_{sb1}=148$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=79$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

注記* : $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

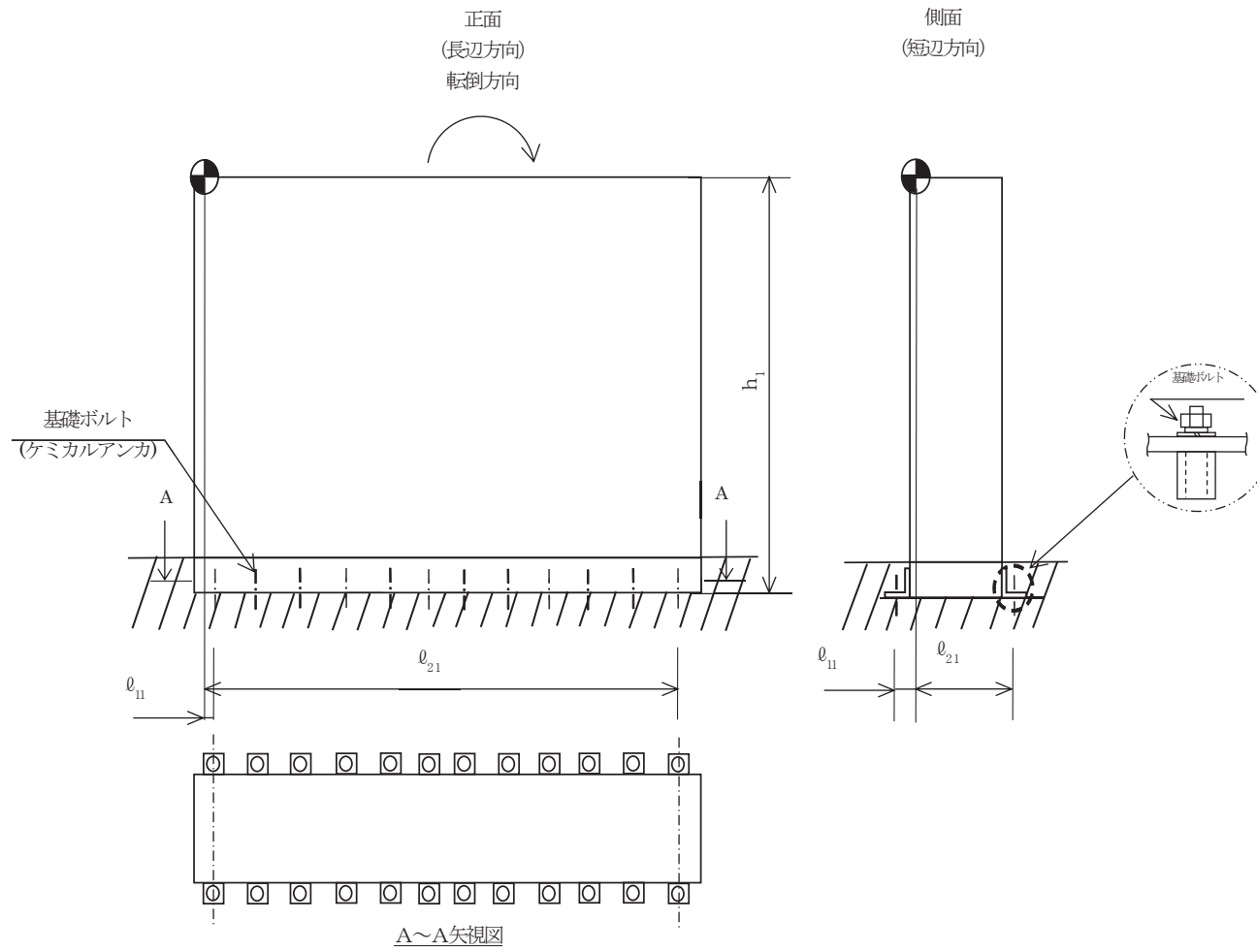
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

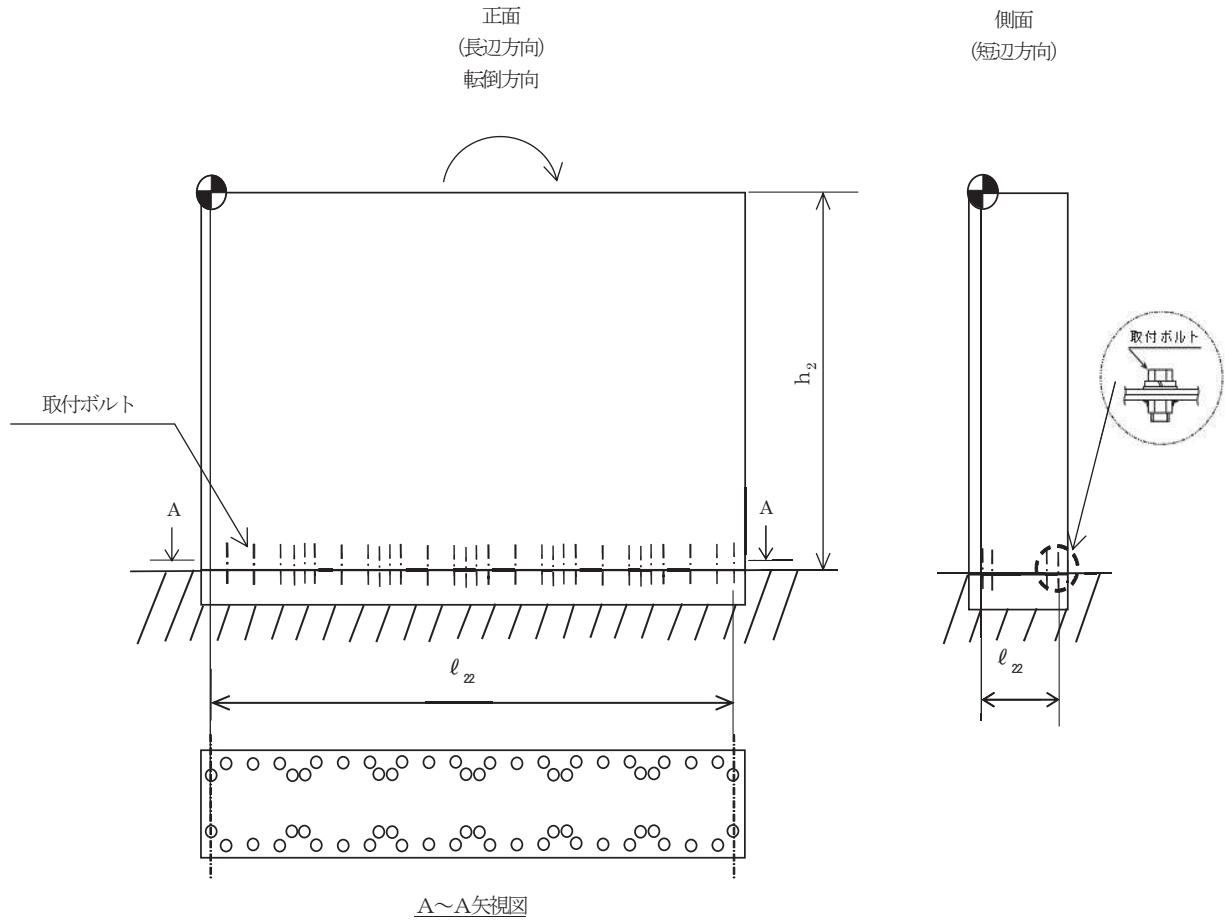
($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流電源切替盤 2A	水平方向	1.65	
	鉛直方向	1.15	

注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。





【125V 直流電源切替盤 2A (第 7 盤～第 8 盤) の耐震性についての計算結果】

3. 設計基準対象施設

3.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流電源切替盤 2A	S	原子炉建屋 0.P. 15.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.96	C _V =0.80	C _H =1.97	C _V =1.37	40

注記* : 基準床レベルを示す。

3.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	n _{f i} ^{*1}
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	10	4
					2			
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	20	6
					2			

部 材	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト (i=1)	215	400	215	258	長辺方向	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

3.3 計算数値

3.3.1 ボルトに作用する力

(単位 : N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	1.166×10 ⁴	2.598×10 ⁴	1.073×10 ⁴	2.202×10 ⁴
取付ボルト (i=2)	9.486×10 ³	2.146×10 ⁴	1.036×10 ⁴	2.125×10 ⁴

3.4 結論

3.4.1 ボルトの応力

(単位 : MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	σ _{b1} =58	f _{ts1} =161*	σ _{b1} =130	f _{ts1} =193*
		せん断	τ _{b1} =6	f _{sb1} =124	τ _{b1} =11	f _{sb1} =148
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =31	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =69	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

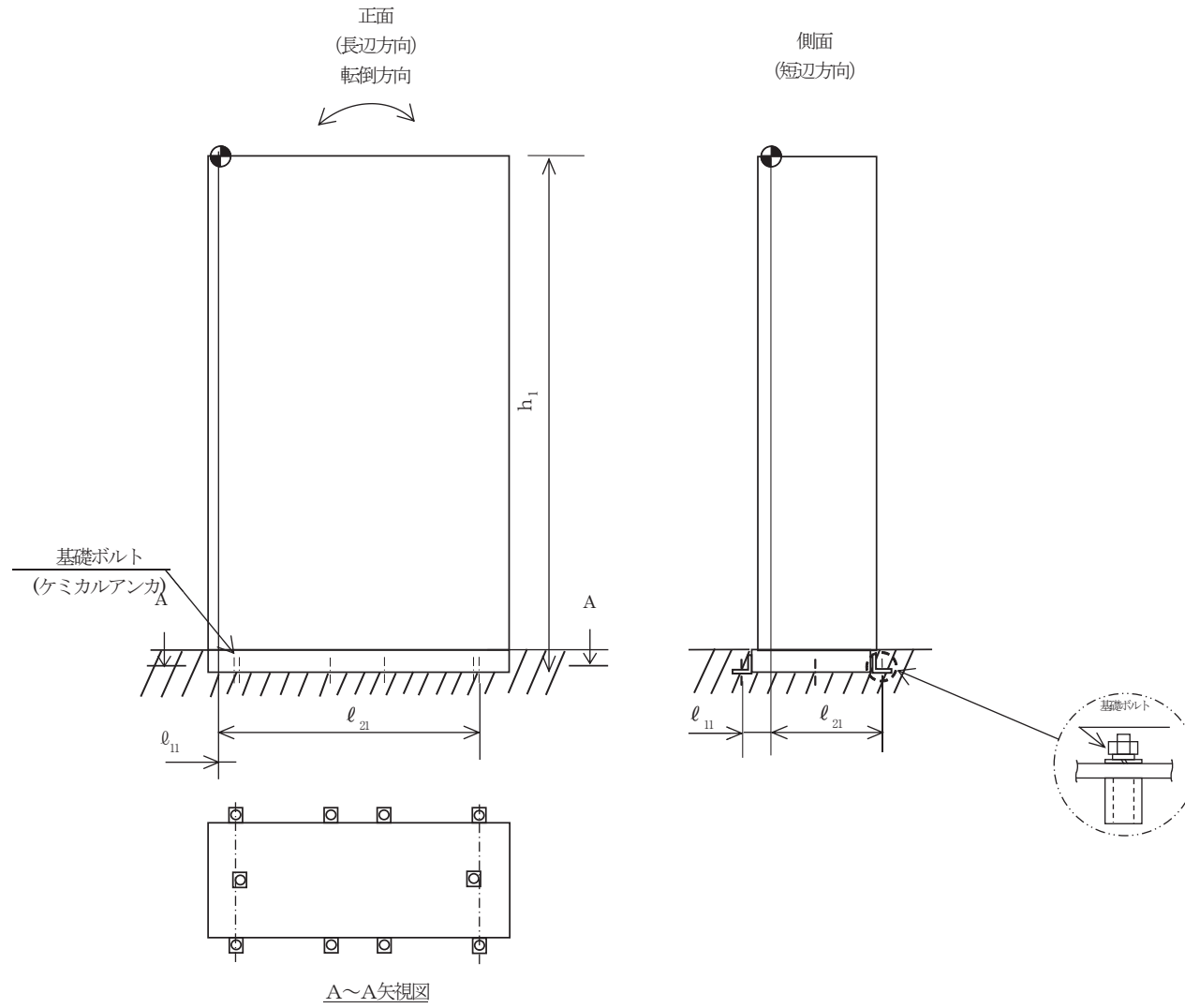
注記* : f_{tsi} = Min [1.4 · f_{toi} - 1.6 · τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。

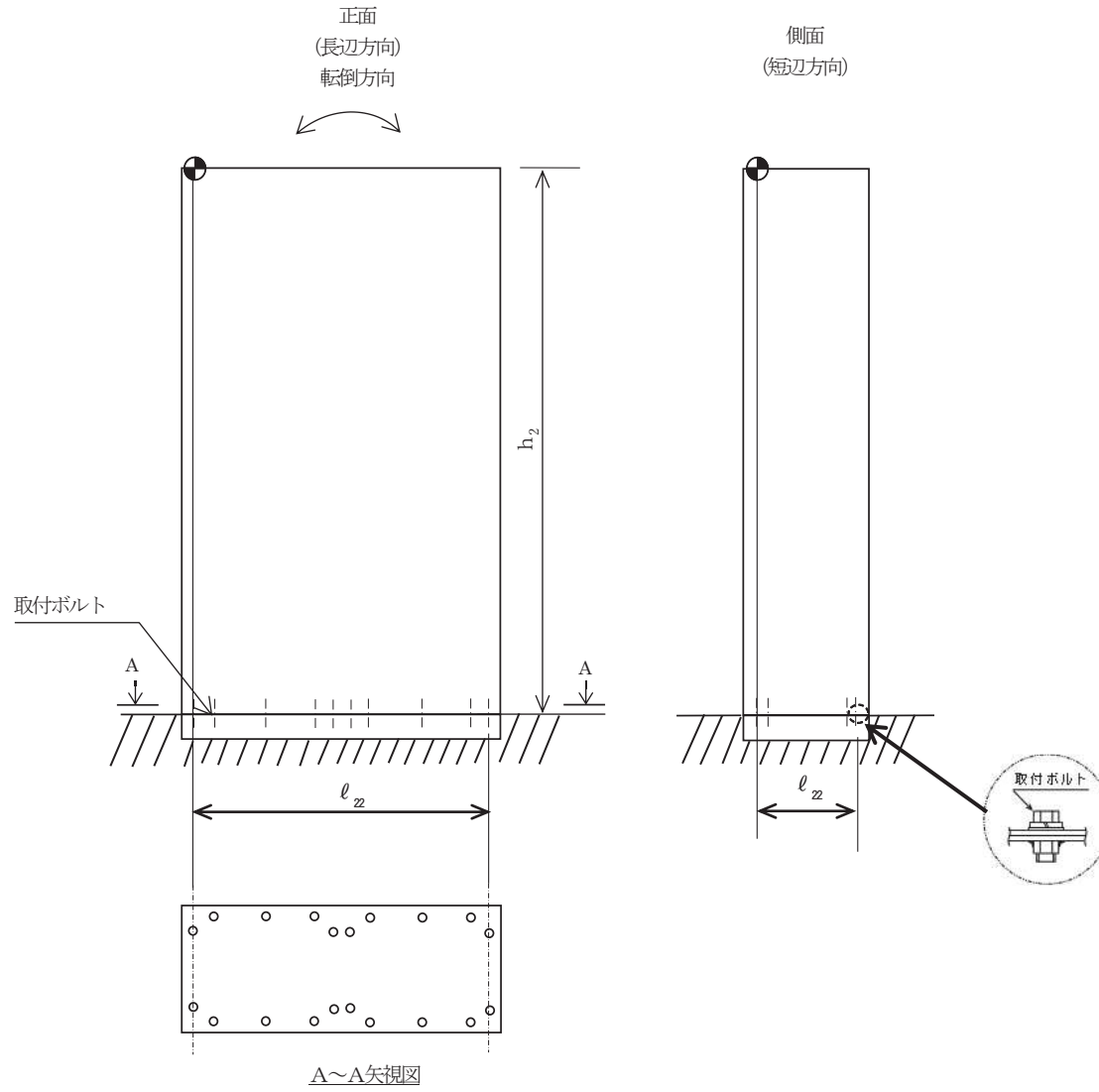
3.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流電源切替盤 2A	水平方向	1.65	□
	鉛直方向	1.15	

注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。





【125V 直流電源切替盤 2A (第 7 盤～第 8 盤) の耐震性についての計算結果】

4. 重大事故等対処設備

4.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流電源切替盤 2A	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 15.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.97	C _V =1.37	40

注記* : 基準床レベルを示す。

4.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	n _{f i} *1
基礎ボルト (i=1)	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	16 (M16)	201.1	10	4
2								
取付ボルト (i=2)	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	20 (M20)	314.2	20	6
2								

部 材	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	—	258	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

4.3 計算数値

4.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	—	2.598×10 ⁴	—	2.202×10 ⁴
取付ボルト (i=2)	—	2.146×10 ⁴	—	2.125×10 ⁴

4.4 結論

4.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	—	—	σ _{b1} =130	f _{ts1} =193*
		せん断	—	—	τ _{b1} =11	f _{sb1} =148
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =69	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。

4.4.2 電氣的機能維持の評価結果

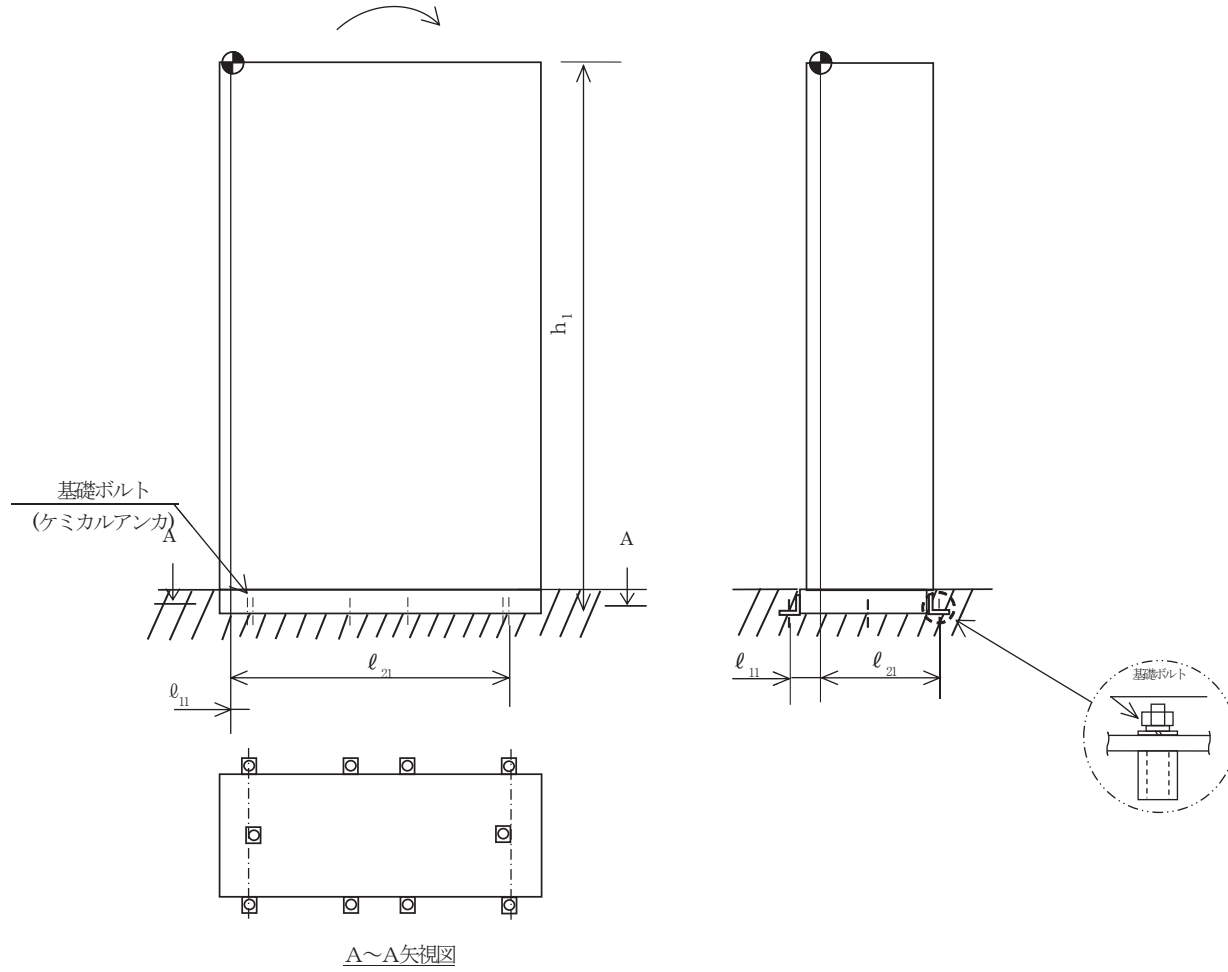
(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流電源切替盤 2A	水平方向	1.65	
	鉛直方向	1.15	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

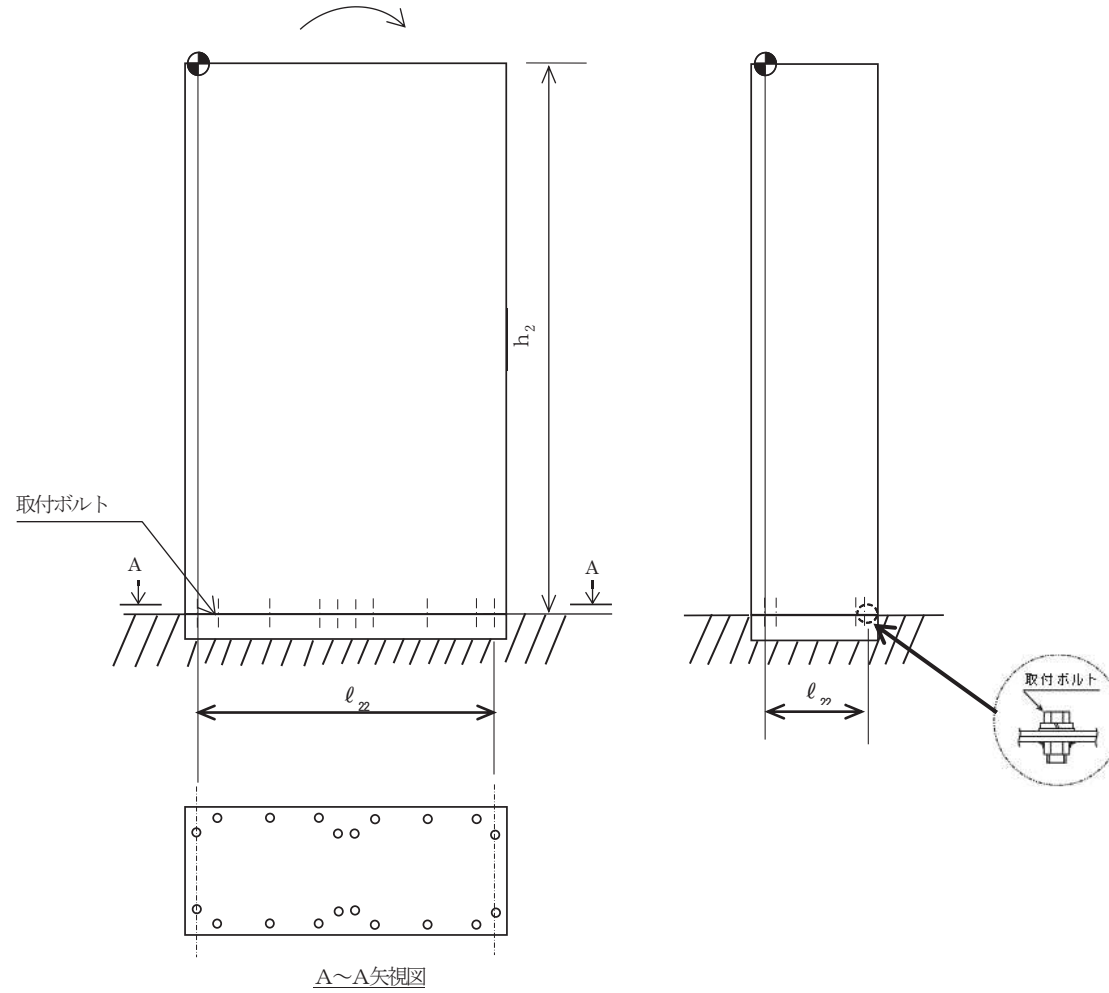
正面
(長辺方向)
転倒方向

側面
(短辺方向)



正面
(長辺方向)
転倒方向

側面
(短辺方向)



【125V 直流電源切替盤 2B の耐震性についての計算結果】

5. 設計基準対象施設

5.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流電源切替盤 2B	S	原子炉建屋 O.P. 15.00*		0.05 以下	C _H =0.96	C _V =0.80	C _H =1.97	C _V =1.37	40

注記*：基準床レベルを示す。

5.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	n _{f i} *1
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	20	10 2
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	50	15 2

部 材	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト (i=1)	215	400	215	258	短辺方向	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

5.3 計算数値

5.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	1.044×10 ⁴	2.650×10 ⁴	2.683×10 ⁴	5.506×10 ⁴
取付ボルト (i=2)	9.111×10 ³	2.369×10 ⁴	2.589×10 ⁴	5.313×10 ⁴

5.4 結論

5.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	σ _{b1} =52	f _{ts1} =161*	σ _{b1} =132	f _{ts1} =193*
		せん断	τ _{b1} =7	f _{sb1} =124	τ _{b1} =14	f _{sb1} =148
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =29	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =76	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =4	f _{sb2} =161

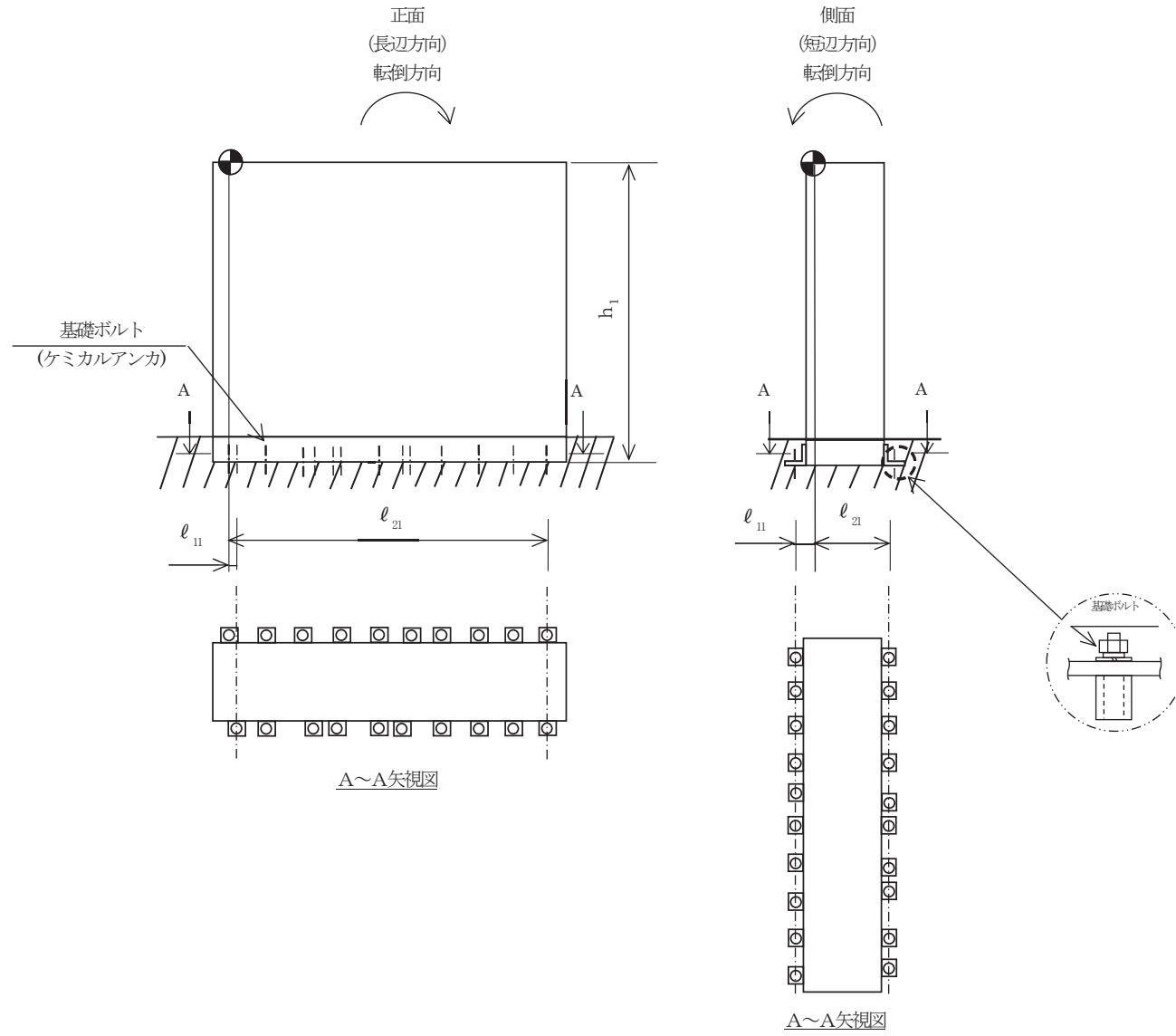
注記* : f_{tsi} = Min [1.4 · f_{toi} - 1.6 · τ_{bi}, f_{toi}] より算出
すべて許容応力以下である。

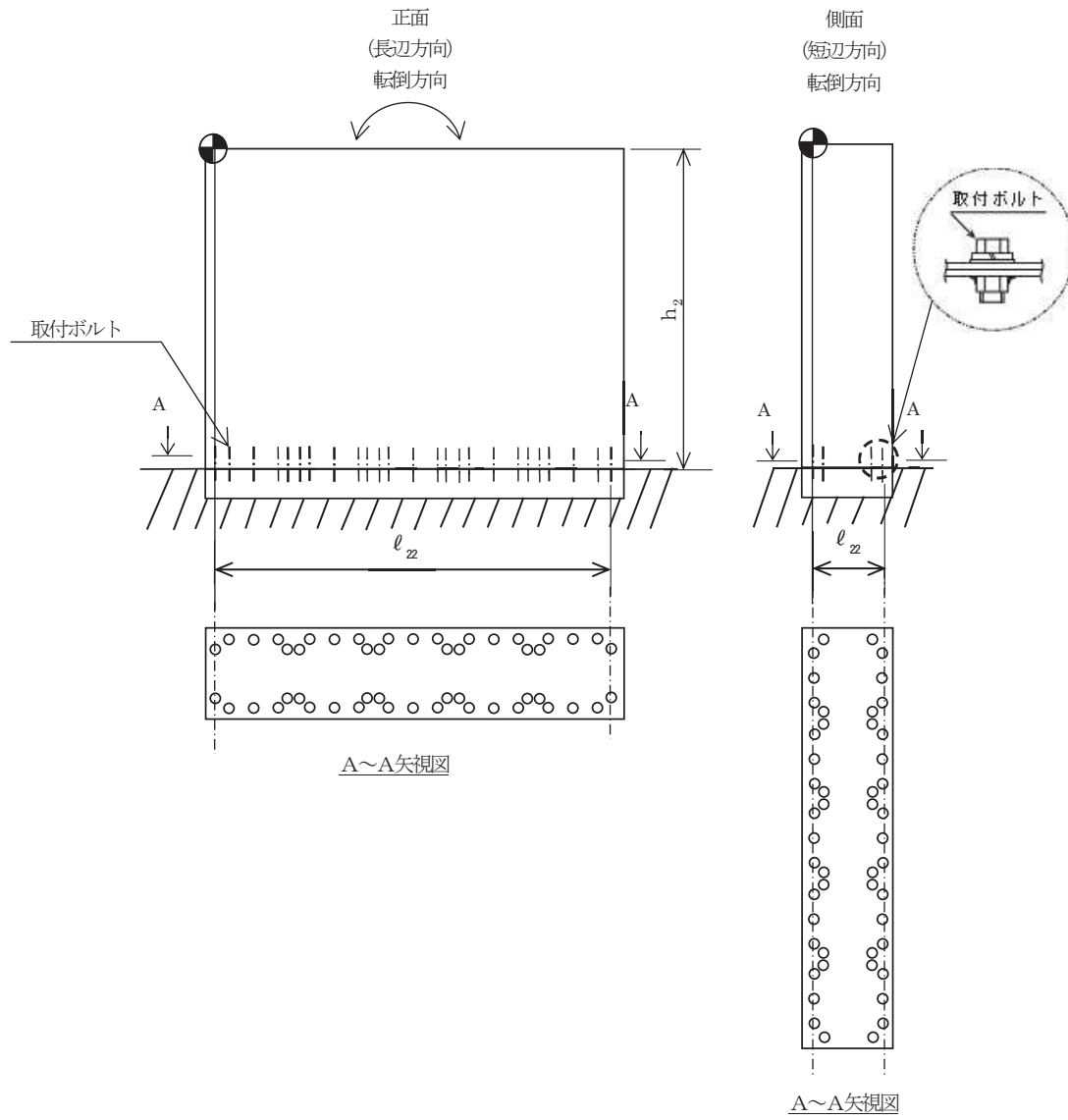
5.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流電源切替盤 2B	水平方向	1.65	
	鉛直方向	1.15	

注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度(1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

27





【125V 直流電源切替盤 2B の耐震性についての計算結果】

6. 重大事故等対処設備

6.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流電源切替盤 2B	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 O.P. 15.00*		0.05 以下	—	—	C _H =1.97	C _V =1.37	40

注記*：基準床レベルを示す。

6.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	θ _{1i} ^{*1} (mm)	θ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} ^{*1}
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	20	10
					2			
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	50	15
					2			

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	—	258	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

6.3 計算数値

6.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	2.650×10^4	—	5.506×10^4
取付ボルト ($i=2$)	—	2.369×10^4	—	5.313×10^4

6.4 結論

6.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=132$	$f_{ts1}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=14$	$f_{sb1}=148$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=76$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

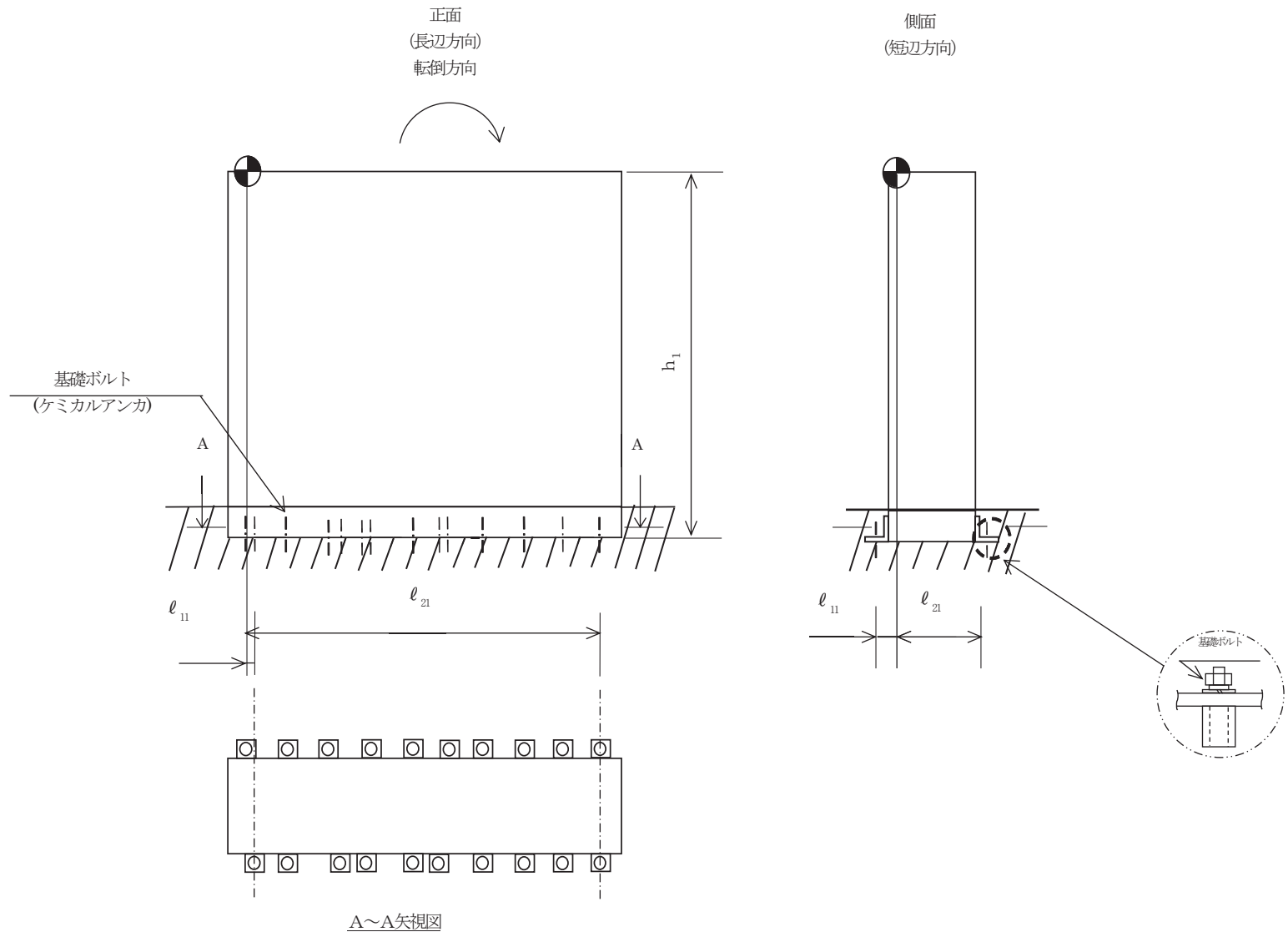
注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出
すべて許容応力以下である。

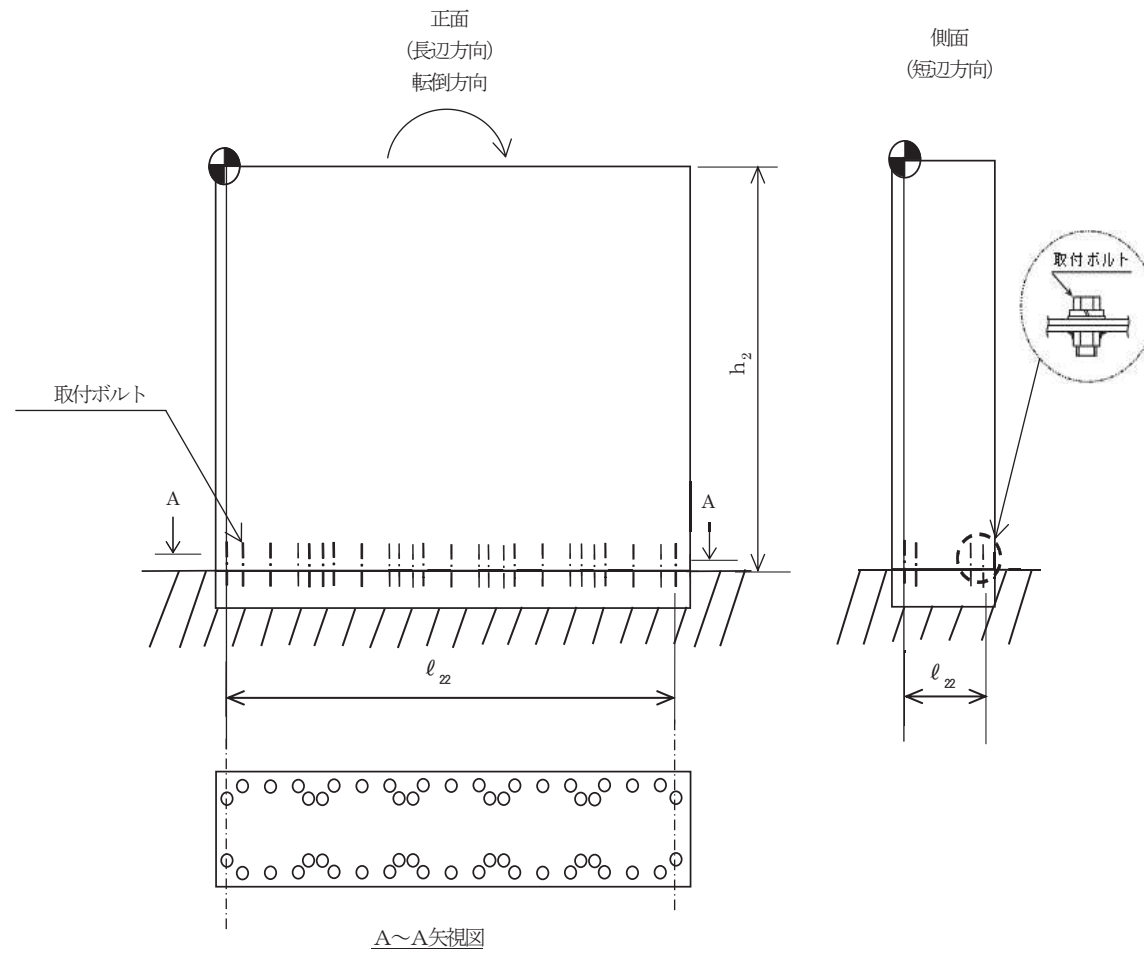
6.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流電源切替盤 2B	水平方向	1.65	
	鉛直方向	1.15	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-10-1-4-32 125V 直流 RCIC モータコントロールセンタ
の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、125V 直流 RCIC モータコントロールセンタが設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

125V 直流 RCIC モータコントロールセンタは、設計基準対象施設においては S クラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

125V 直流 RCIC モータコントロールセンタは、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。

なお、125V 直流 RCIC モータコントロールセンタは、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 125V 直流 RCIC モータコントロールセンタの構成

系統	盤名称	個数
125V 直流 RCIC モータコントロールセンタ	125V 直流 RCIC MCC	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

125V 直流 RCIC モータコントロールセンタの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図								
基礎・支持構造	主体構造									
125V 直流 RCIC モータ コントロールセンタ は、基礎に埋め込まれ たチャンネルベース に取付ボルトで設置 する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組 み合わせた自立閉鎖 型の盤)	<p>【125V 直流 RCIC モータコントロールセンタ】</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">125V 直流 RCIC MCC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>	125V 直流 RCIC MCC		たて	mm	横	mm	高さ	mm
125V 直流 RCIC MCC										
たて	mm									
横	mm									
高さ	mm									

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

125V 直流 RCIC モータコントロールセンタの固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
125V 直流 RCIC MCC	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

125V 直流 RCIC モータコントロールセンタの構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

125V 直流 RCIC モータコントロールセンタの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

125V 直流 RCIC モータコントロールセンタの許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

125V 直流 RCIC モータコントロールセンタの使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-5 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震設計上の重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	125V 直流 RCIC モータ コントロールセンタ	S	—*1	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記 *1：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	125V 直流 RCIC モータ コントロールセンタ	常設／防止 (DB 拡張)	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A S として Ⅳ _A S の許容限界を用いる。)

注記 *1：「常設／防止 (DB 拡張)」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界* ¹ , * ² (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _{AS} (V _{AS} としてⅣ _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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: 当該の応力が生じない場合, 規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

125V 直流 RCIC モータコントロールセンタの電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

125V 直流 RCIC モータコントロールセンタの電氣的機能維持を確認した機能確認済加速度と設置場所の最大応答加速度を比較し、設置場所の最大応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認することで実施する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

評価部位	方向	機能確認済加速度
125V 直流 RCIC MCC	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

125V 直流 RCIC モータコントロールセンタの設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

125V 直流 RCIC モータコントロールセンタの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【125V 直流 RCIC モータコントロールセンタの耐震性についての評価結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流 RCIC MCC	S	原子炉建屋 O.P. 6.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.72	C _V =0.63	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	90	27
								2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	6.754×10 ³	1.691×10 ⁴	3.495×10 ⁴	7.621×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =22	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =54	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =3	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

11

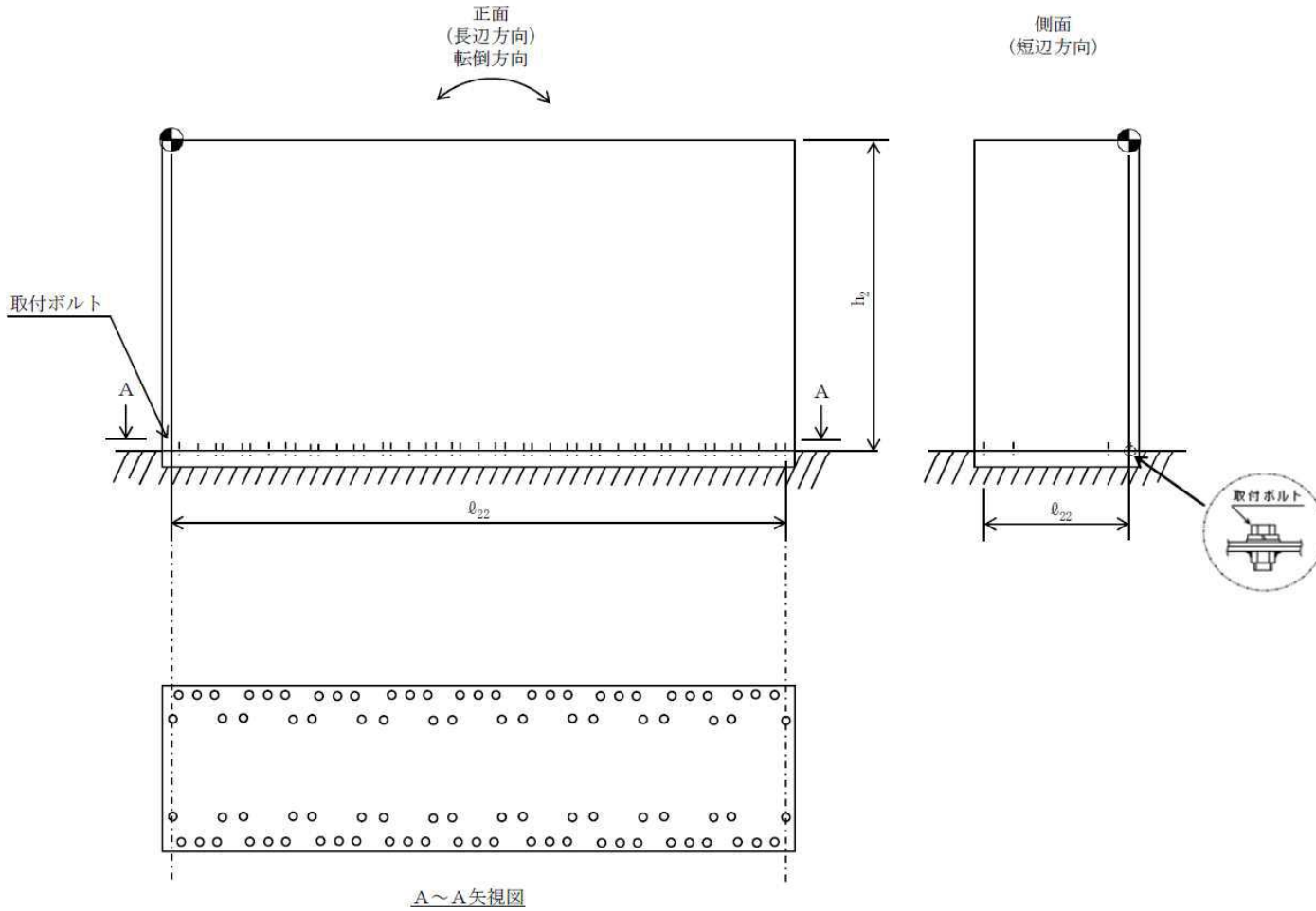
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流 RCIC MCC	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【125V 直流 RCIC モータコントロールセンタの耐震性についての評価結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流 RCIC MCC	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建屋 0.P.6.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	90	27 2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

13

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	—	1.691×10 ⁴	—	7.621×10 ⁴

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=54$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

14

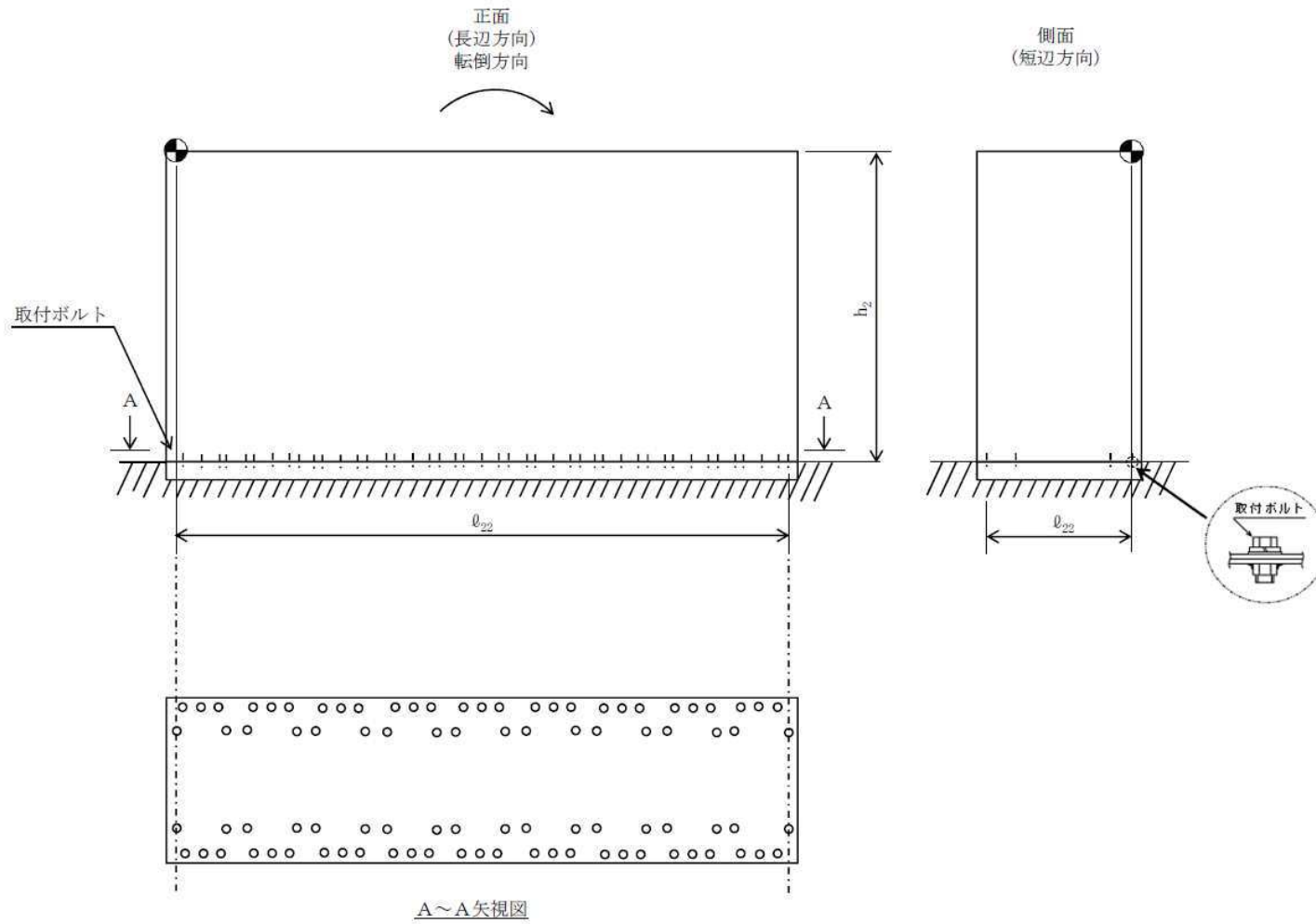
2.4.2 電気的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流 RCIC MCC	水平方向	1.31	□
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動 S s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-33 125V 充電器 2H の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、125V 充電器 2H が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

125V 充電器 2H は、設計基準対象施設においては S クラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

125V 充電器 2H は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。

なお、125V 充電器 2H は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 125V 充電器 2H の構成

系統	盤名称	個数
125V 充電器 2H	125V 充電器盤 2H	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

125V 充電器 2H の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図								
基礎・支持構造	主体構造									
125V 充電器 2H は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取り付けボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【125V 充電器 2H】</p> <table border="1" data-bbox="1160 1034 1671 1248"> <thead> <tr> <th colspan="2">125V 充電器盤 2H</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>	125V 充電器盤 2H		たて	mm	横	mm	高さ	mm
125V 充電器盤 2H										
たて	mm									
横	mm									
高さ	mm									

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

125V 充電器 2H の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
125V 充電器盤 2H	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

125V 充電器 2H の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

125V 充電器 2H の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

125V 充電器 2H の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

125V 充電器 2H の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-5 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震設計上の 重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	125V 充電器 2H	S	—*1	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記 *1：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	125V 充電器 2H	常設／防止 (DB 拡張)	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A S として Ⅳ _A S の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設／防止 (DB 拡張)」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界* ¹ , * ² (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _{AS} (V _{AS} としてⅣ _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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: 当該の応力が生じない場合, 規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

125V 充電器 2H の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

125V 充電器 2H の機能確認済加速度には、同形式の器具の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した器具の加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
125V 充電器盤 2H	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

125V 充電器 2H の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

125V 充電器 2H の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【125V 充電器 2H の耐震性についての評価結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 充電器盤 2H	S	原子炉建屋 O.P. 6.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.72	C _V =0.63	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	14	4 3

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	短辺方向	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	5.449×10 ³	1.222×10 ⁴	1.080×10 ⁴	2.356×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =27	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =61	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =4	f _{sb2} =135	τ _{b2} =9	f _{sb2} =161

注記*：f_{t si}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

11

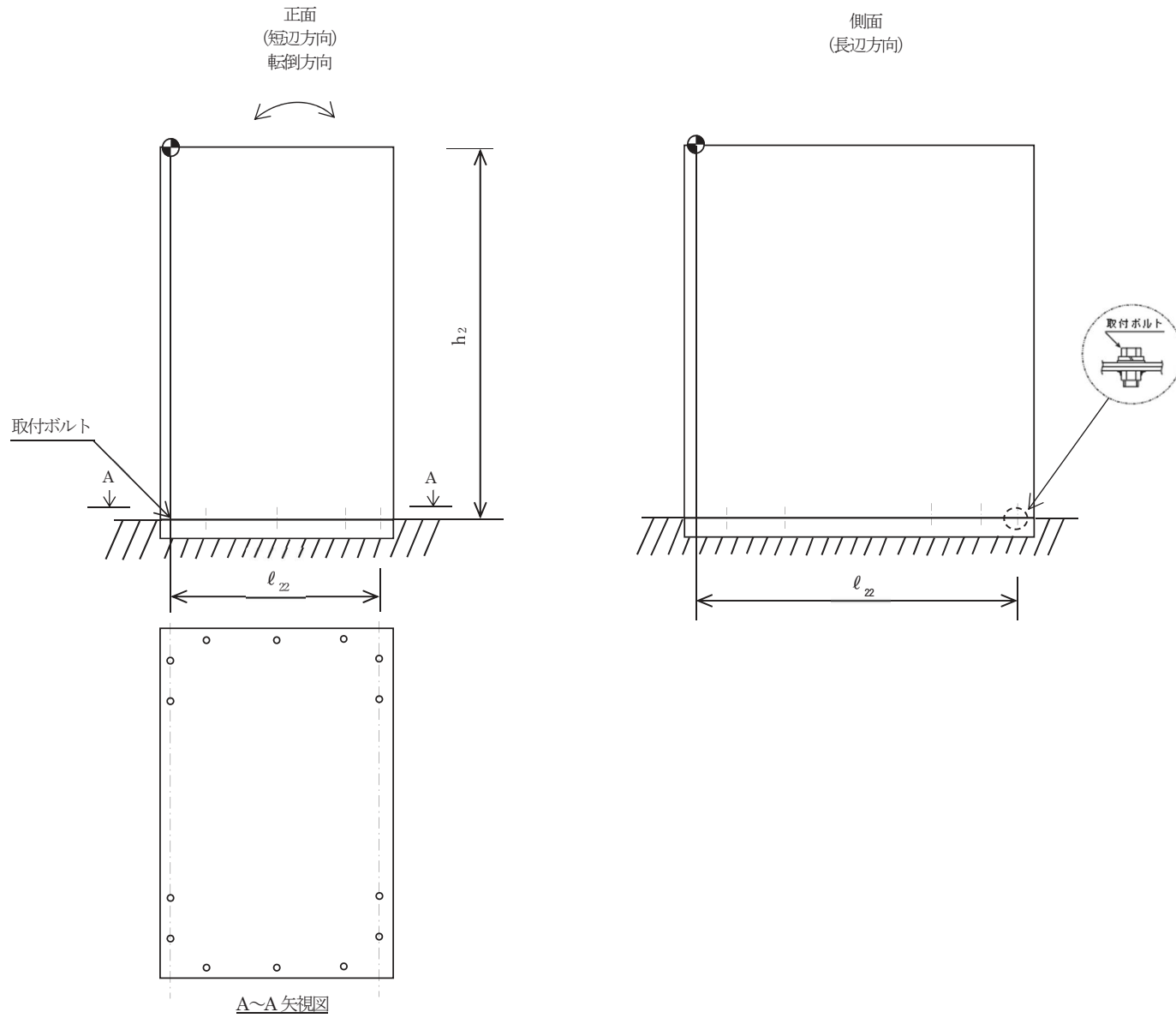
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 充電器盤 2H	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【125V 充電器 2H の耐震性についての評価結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 充電器盤 2H	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建屋 O.P. 6.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	14	4
								3

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

13

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	1.222×10^4	—	2.356×10^4

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=61$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=9$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

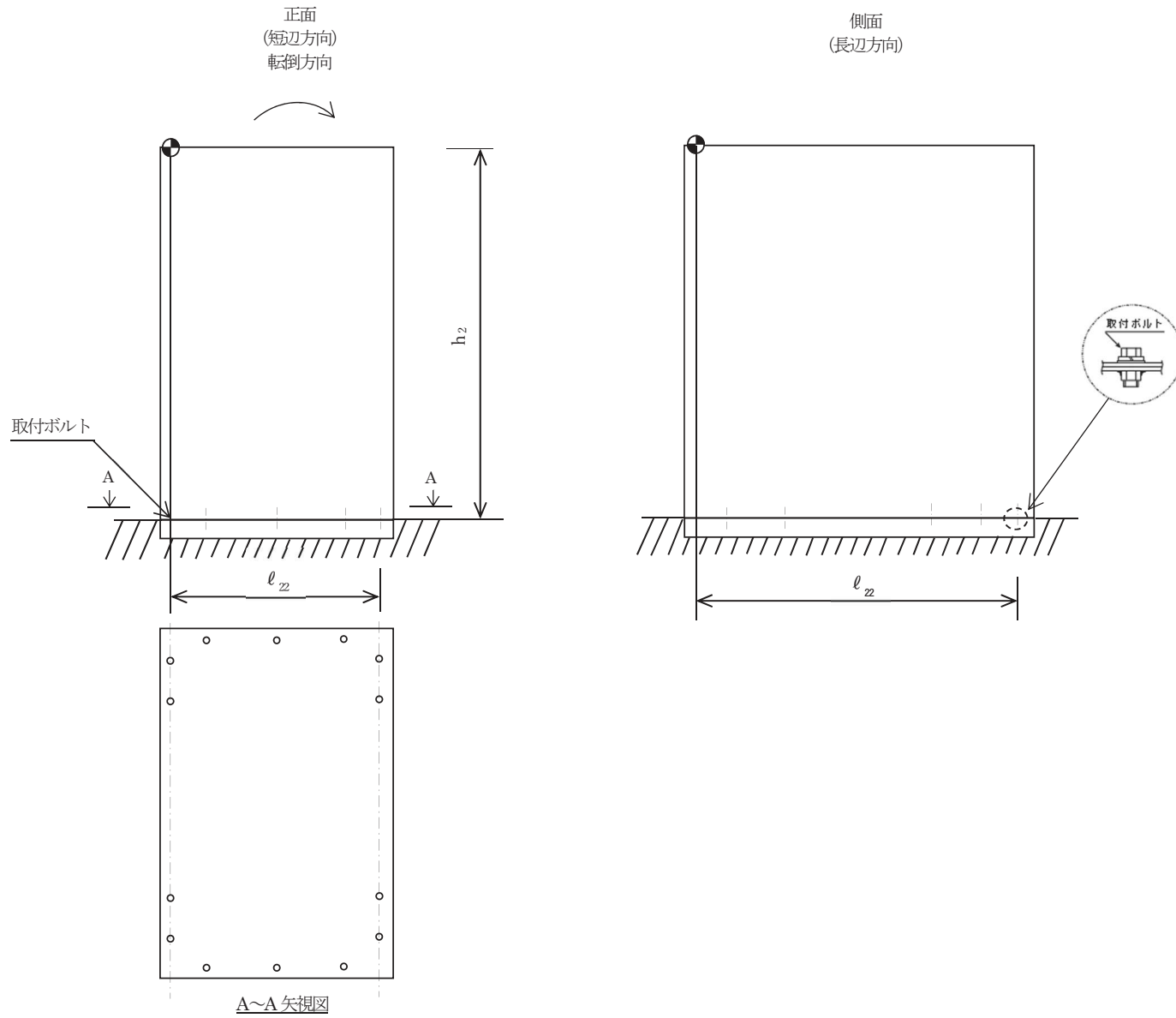
2.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 充電器盤 2H	水平方向	1.31	□
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-34 125V 直流主母線盤 2H の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	4
3.1 固有周期の算出方法	4
4. 構造強度評価	5
4.1 構造強度評価方法	5
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	5
5. 機能維持評価	9
5.1 電氣的機能維持評価方法	9
6. 評価結果	10
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	10
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	10

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、125V 直流主母線盤 2H が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

125V 直流主母線盤 2H は、設計基準対象施設においては S クラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

125V 直流主母線盤 2H は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

なお、125V 直流主母線盤 2H は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 125V 直流主母線盤 2H の構成

系統	盤名称	個数
125V 直流主母線盤 2H	125V 直流主母線盤 2H(P/C 部)	1
125V 直流主母線盤 2H	125V 直流主母線盤 2H(MCC 部)	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

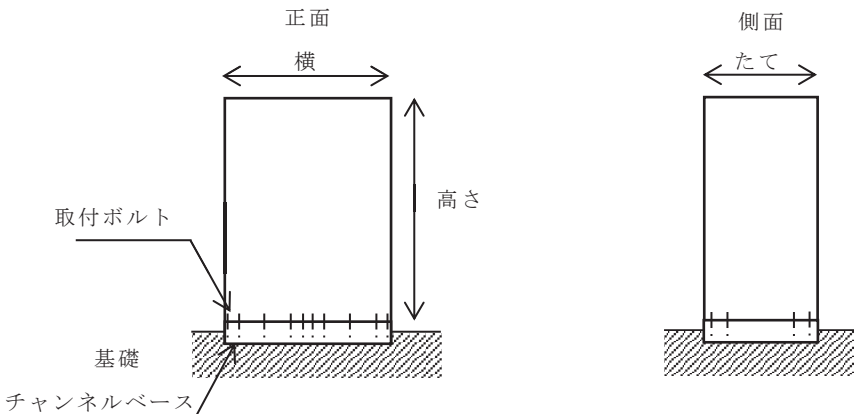
2.1 構造計画

125V 直流主母線盤 2H(P/C 部)の構造計画を表 2-1 に、125V 直流主母線盤 2H(MCC 部)の構造計画を表 2-2 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図								
基礎・支持構造	主体構造									
125V 直流主母線盤 2H のうち 125V 直流主母線盤 2H(P/C 部)は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【125V 直流主母線盤 2H(P/C 部)】</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">125V 直流主母線盤 2H(P/C 部)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>	125V 直流主母線盤 2H(P/C 部)		たて	mm	横	mm	高さ	mm
125V 直流主母線盤 2H(P/C 部)										
たて	mm									
横	mm									
高さ	mm									

表 2-2 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
125V 直流主母線盤 2H のうち 125V 直流主母線盤 2H(MCC 部)は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【125V 直流主母線盤 2H(MCC 部)】</p>  <table border="1" data-bbox="1097 981 1736 1204"> <thead> <tr> <th colspan="3">125V 直流主母線盤 2H(MCC 部)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>	125V 直流主母線盤 2H(MCC 部)			たて		mm	横		mm	高さ		mm
125V 直流主母線盤 2H(MCC 部)														
たて		mm												
横		mm												
高さ		mm												

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

125V 直流主母線盤 2H の固有周期は，構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から，固有周期は 0.05 秒以下であり，剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
125V 直流主母線盤 2H(P/C 部)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
125V 直流主母線盤 2H(MCC 部)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

125V 直流主母線盤 2H の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

125V 直流主母線盤 2H の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

125V 直流主母線盤 2H の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

125V 直流主母線盤 2H の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-5 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震設計上の重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	125V 直流主母線盤 2H	S	—*1	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記 *1：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	125V 直流主母線盤 2H	常設／防止 (DB 拡張)	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A S としてⅣ _A S の許容限界を用いる。)

注記 *1：「常設／防止 (DB 拡張)」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _{AS} (V _{AS} としてⅣ _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

125V 直流主母線盤 2H の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

125V 直流主母線盤 2H の電氣的機能維持を確認した機能確認済加速度と設置場所の最大応答加速度を比較し、設置場所の最大応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認することで実施する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2H(P/C 部)	水平	[Redacted]
	鉛直	
125V 直流主母線盤 2H(MCC 部)	水平	
	鉛直	

VI-2-10-1-4-34 R0
③
O2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

125V 直流主母線盤 2H の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

125V 直流主母線盤 2H の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【125V 直流主母線盤 2H(P/C 部) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2H (P/C 部)	S	原子炉建屋 O.P. 6.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.72	C _V =0.63	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	10	4 3

11

部 材	S _{y_i} (MPa)	S _{u_i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	短辺方向	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	1.006×10 ⁴	2.224×10 ⁴	9.624×10 ³	2.099×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =32	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =71	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =3	f _{sb2} =135	τ _{b2} =7	f _{sb2} =161

注記* : f_{t si} = Min [1.4 · f_{toi} - 1.6 · τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

12

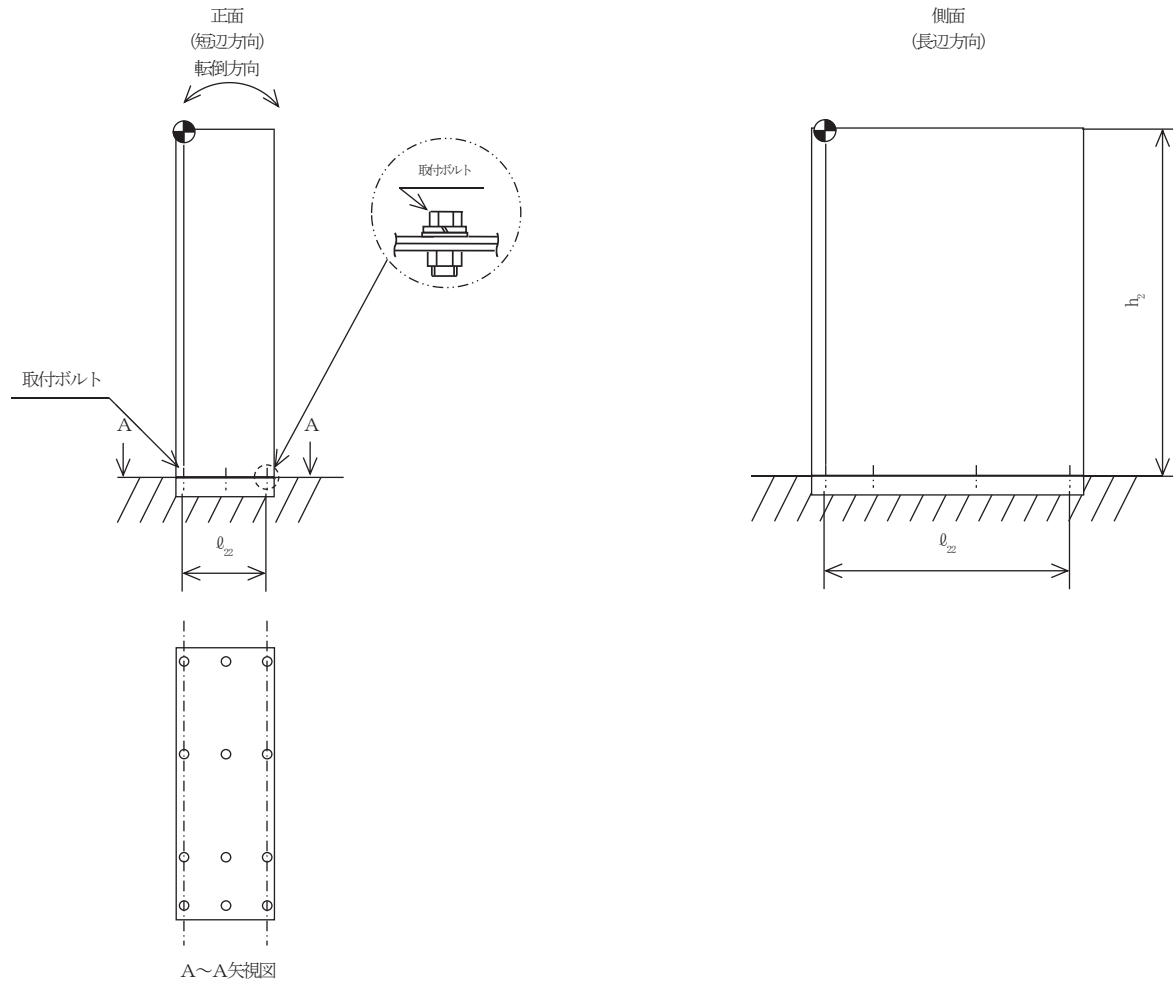
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2H (P/C 部)	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【125V 直流主母線盤 2H (P/C 部) の耐震性についての評価結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2H (P/C 部)	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建屋 0. P. 6. 00*	0. 05 以下	0. 05 以下	—	—	C _H =1. 57	C _V =1. 09	40

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	n _{f i} ^{*1}
取付ボルト (i =2)					20 (M20)	314. 2	10	4 3

部 材	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i =2)	235	400	—	280	—	短辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	2.224×10^4	—	2.099×10^4

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=71$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

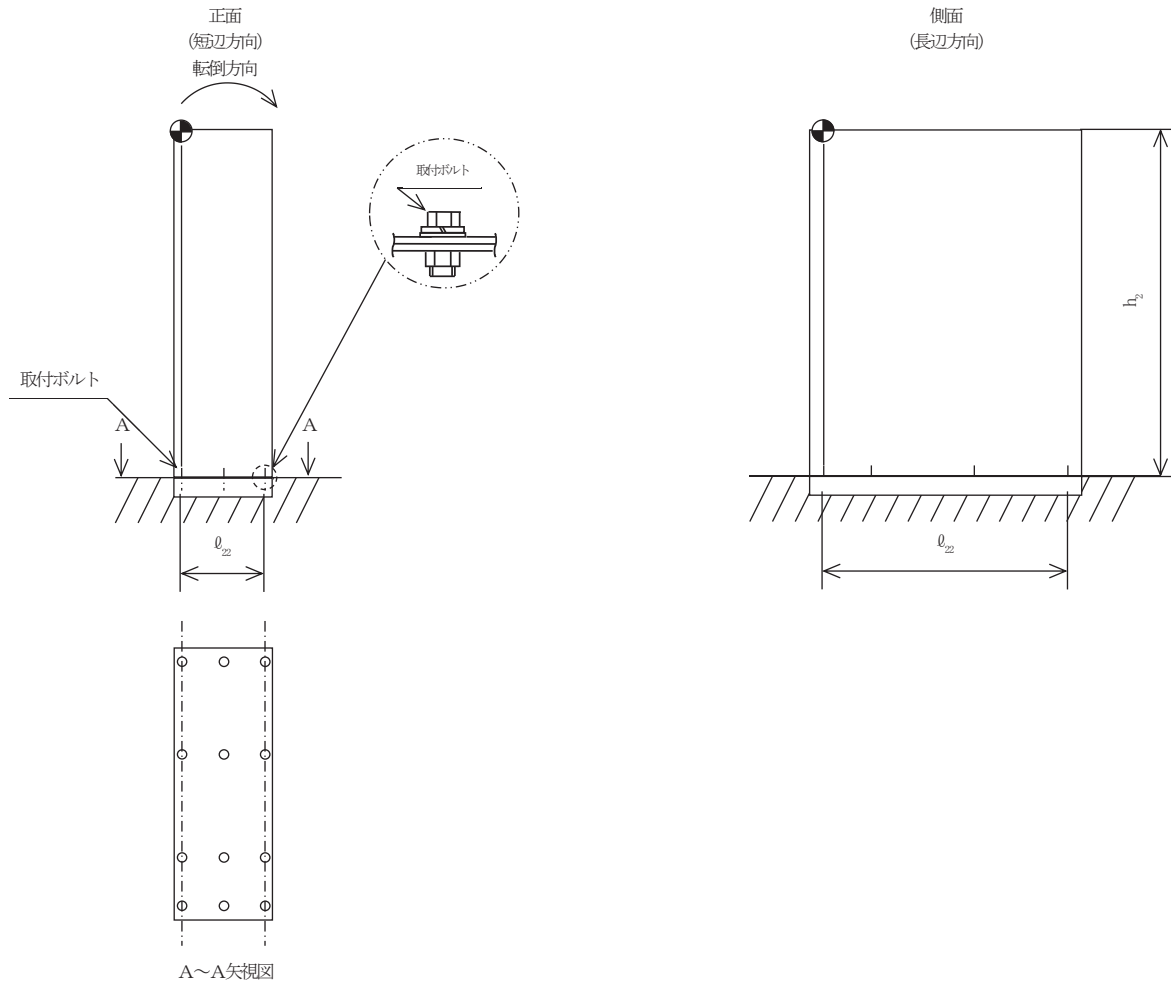
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2H (P/C 部)	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【125V 直流主母線盤 2H(MCC 部) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2H (MCC 部)	S	原子炉建屋 O.P. 6.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.72	C _V =0.63	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{b<i>i</i>} (mm ²)	n _i	n _{f<i>i</i>} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	20	6
								2

部 材	S _{y<i>i</i>} (MPa)	S _{u<i>i</i>} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	長辺方向	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	7.115×10 ³	1.600×10 ⁴	7.767×10 ³	1.694×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =23	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =51	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =2	f _{sb2} =135	τ _{b2} =3	f _{sb2} =161

注記* : f_{tsi} = Min [1.4 · f_{toi} - 1.6 · τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

18

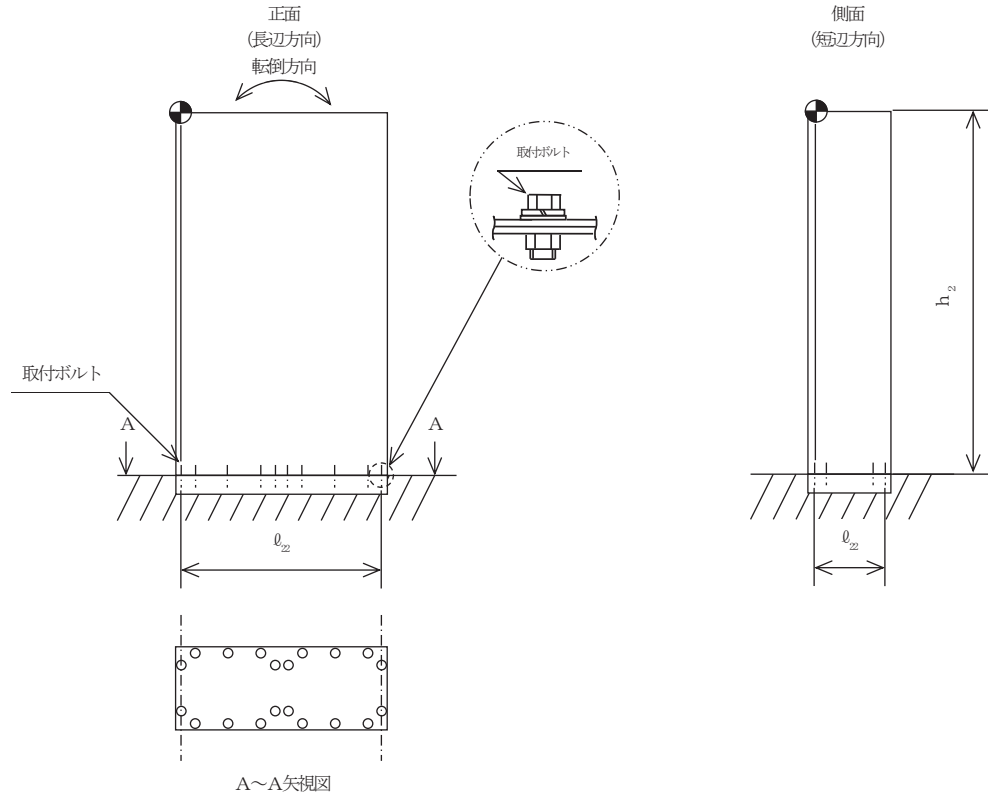
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2H (MCC 部)	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記* : 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【125V 直流主母線盤 2H (MCC 部) の耐震性についての評価結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流主母線盤 2H (MCC 部)	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建屋 0. P. 6. 00*	0. 05 以下	0. 05 以下	—	—	C _H =1. 57	C _V =1. 09	40

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314. 2	20	6 2

20

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	1.600×10^4	—	1.694×10^4

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=51$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

21

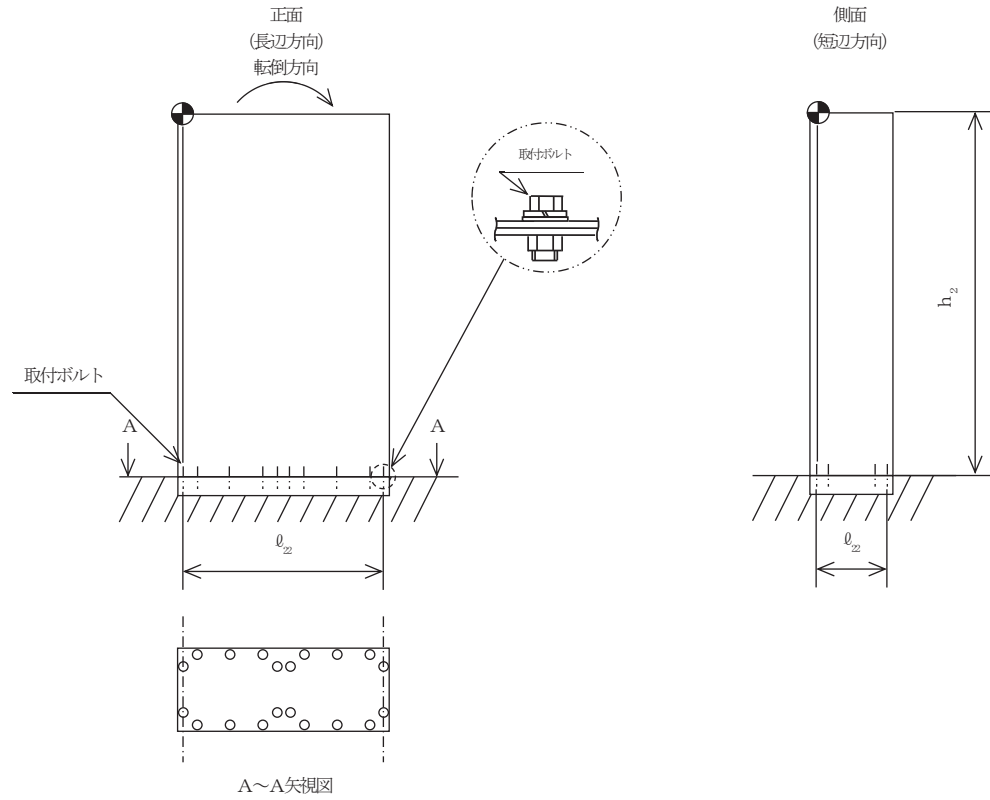
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流主母線盤 2H (MCC 部)	水平方向	1.31	□
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-35 125V 直流分電盤 2H の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、125V 直流分電盤 2H が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

125V 直流分電盤 2H は、設計基準対象施設においては S クラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

125V 直流分電盤 2H は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。

なお、125V 直流分電盤 2H は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 125V 直流分電盤 2H の構成

系統	盤名称	個数
125V 直流分電盤	125V 直流分電盤 2H	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

125V 直流分電盤 2H の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
125V 直流分電盤 2H は、 基礎に埋め込まれた チャンネルベースに 取付ボルトで設置す る。	直立形 (鋼材及び鋼板を組 み合わせた自立閉鎖 型の盤)	<p>【125V 直流分電盤 2H】</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3">125V 直流分電盤 2H</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>	125V 直流分電盤 2H			たて		mm	横		mm	高さ		mm
125V 直流分電盤 2H														
たて		mm												
横		mm												
高さ		mm												

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

125V 直流分電盤 2H の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
125V 直流分電盤 2H	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

125V 直流分電盤 2H の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

125V 直流分電盤 2H の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

125V 直流分電盤 2H の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

125V 直流分電盤 2H の使用材料の許容応力のうち設計基準対象施設としての評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-5 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震設計上の重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	125V 直流分電盤 2H	S	—*1	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記 *1：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電用原子炉の附属施設	非常用電源設備	125V 直流分電盤 2H	常設／防止 (DB 拡張)	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^*$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A S としてⅣ _A S の許容限界を用いる。)

注記 *1：「常設／防止 (DB 拡張)」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _{AS}	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _{AS} (V _{AS} としてⅣ _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

125V 直流分電盤 2H の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

125V 直流分電盤 2H に設置される器具の機能確認済加速度には、同形式の器具の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した器具の加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
125V 直流分電盤 2H	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

125V 直流分電盤 2H の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

125V 直流分電盤 2H の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【125V 直流分電盤 2H の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流分電盤 2H	S	原子炉建屋 O.P. 6.00*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.72	C _V =0.63	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	22	8
								4

部 材	S _{y_i} (MPa)	S _{u_i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	235	280	短辺方向	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	3.123×10 ³	6.964×10 ³	9.885×10 ³	2.156×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	σ _{b2} =16	f _{ts2} =176*	σ _{b2} =35	f _{ts2} =210*
		せん断	τ _{b2} =3	f _{sb2} =135	τ _{b2} =5	f _{sb2} =161

注記*：f_{t si}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

ニ すべて許容応力以下である。

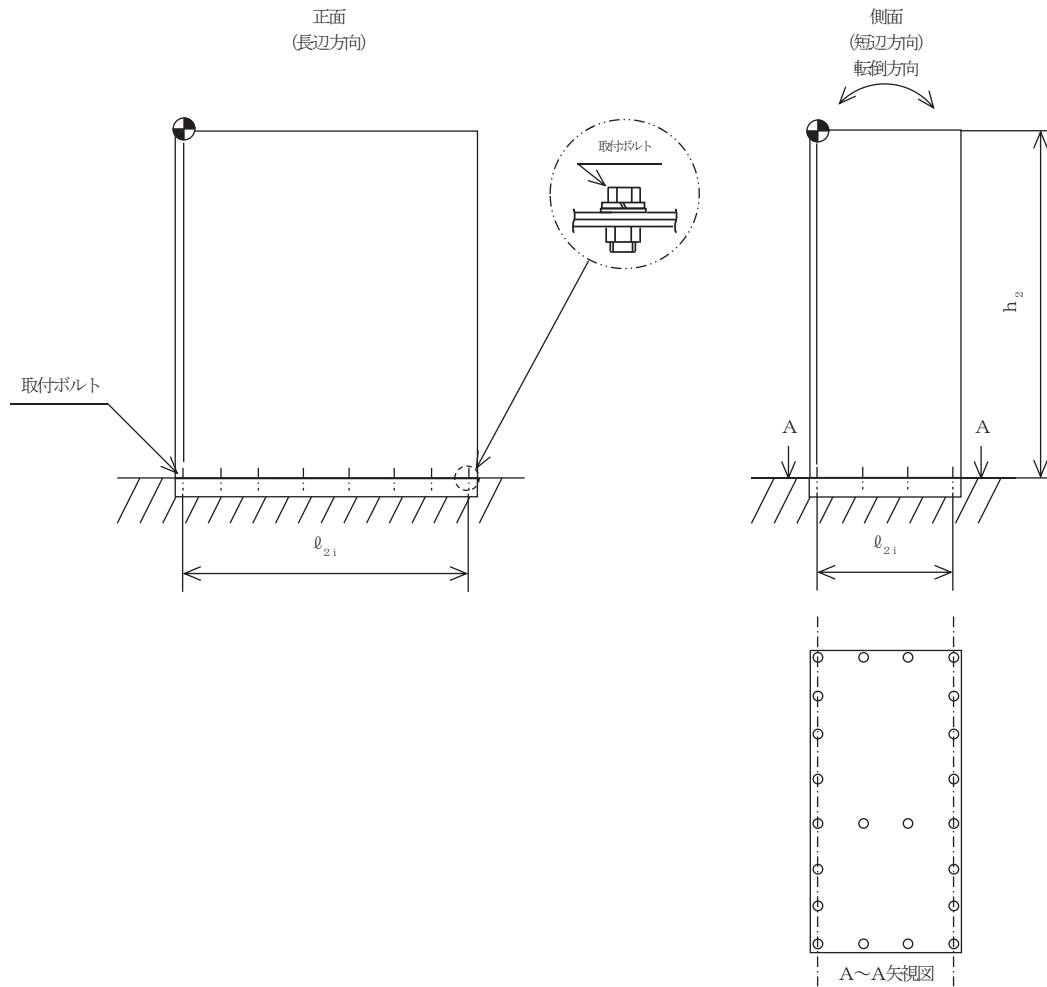
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流分電盤 2H	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【125V 直流分電盤 2H の耐震性についての評価結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 直流分電盤 2H	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建屋 O.P. 6.00*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.57	C _V =1.09	40

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	22	8 4

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	短辺方向

注記*1 : 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

13

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	6.964×10 ³	—	2.156×10 ⁴

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =35	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =5	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

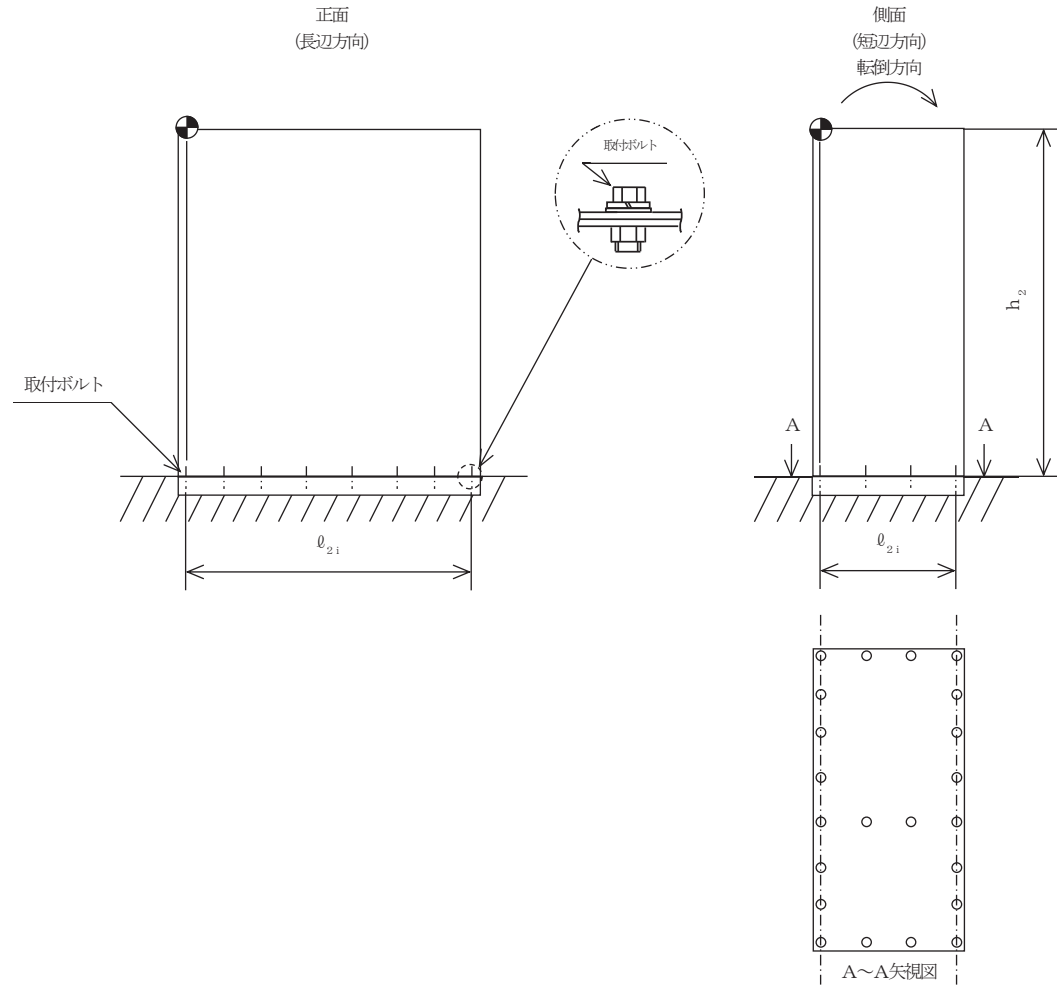
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 直流分電盤 2H	水平方向	1.31	
	鉛直方向	0.91	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-36 125V 代替充電器の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、125V 代替充電器が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

125V 代替充電器は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

125V 代替充電器は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。

なお、125V 代替充電器は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 125V 代替充電器の構成

系統	盤名称	個数
125V 代替充電器	125V 代替充電器盤	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

125V 代替充電器の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>125V 代替充電器は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取り付けボルトで設置する。チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【125V 代替充電器】</p> <table border="1" data-bbox="1160 1034 1671 1248"> <thead> <tr> <th colspan="3">125V 代替充電器盤</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>	125V 代替充電器盤			たて		mm	横		mm	高さ		mm
125V 代替充電器盤														
たて		mm												
横		mm												
高さ		mm												

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

125V 代替充電器の固有周期は以下の通りとする。

水平方向の固有周期は、プラスチックハンマ等により当該装置に振動を与え、固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により固有振動数（共振周波数）を測定する。測定の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。鉛直方向の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
125V 代替充電器盤	水平	
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

125V 代替充電器の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

125V 代替充電器の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

125V 代替充電器の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

125V 代替充電器の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	125V 代替充電器	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界* ¹ , * ² (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t * [*]	1.5・f _s * [*]
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト (i = 1)	SS400 (40mm < 径)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

125V 代替充電器の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

125V 代替充電器の機能確認済加速度には、同形式の器具の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した器具の加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
125V 代替充電器	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

125V 代替充電器の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【125V 代替充電器の耐震性についての評価結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
125V 代替充電器盤	常設耐震/防止 常設/緩和	制御建屋 O.P. 8.00*		0.05 以下	—	—	C _H =1.95	C _V =1.01	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	n _{f i} ^{*1}
基礎ボルト (i=1)					16 (M16)	201.1	45	11
								4
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	34	9
								4

部 材	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	215	400	—	258	—	長辺方向
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
基礎ボルト ($i=1$)	—	1.844×10^4	—	9.561×10^4
取付ボルト ($i=2$)	—	1.816×10^4	—	9.227×10^4

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ($i=1$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=92$	$f_{ts1}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=11$	$f_{sb1}=148$
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=91$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=14$	$f_{sb2}=161$

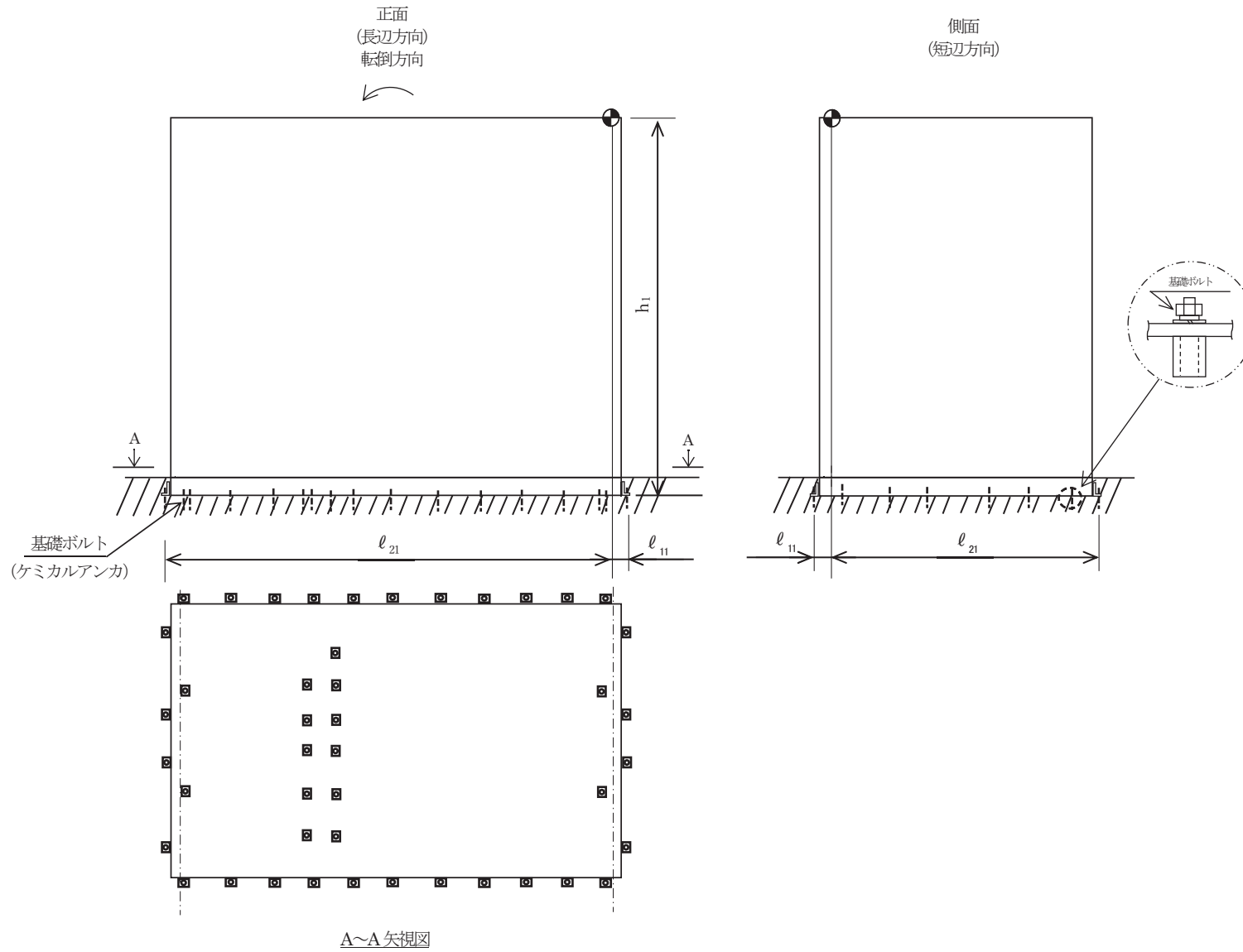
注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出
すべて許容応力以下である。

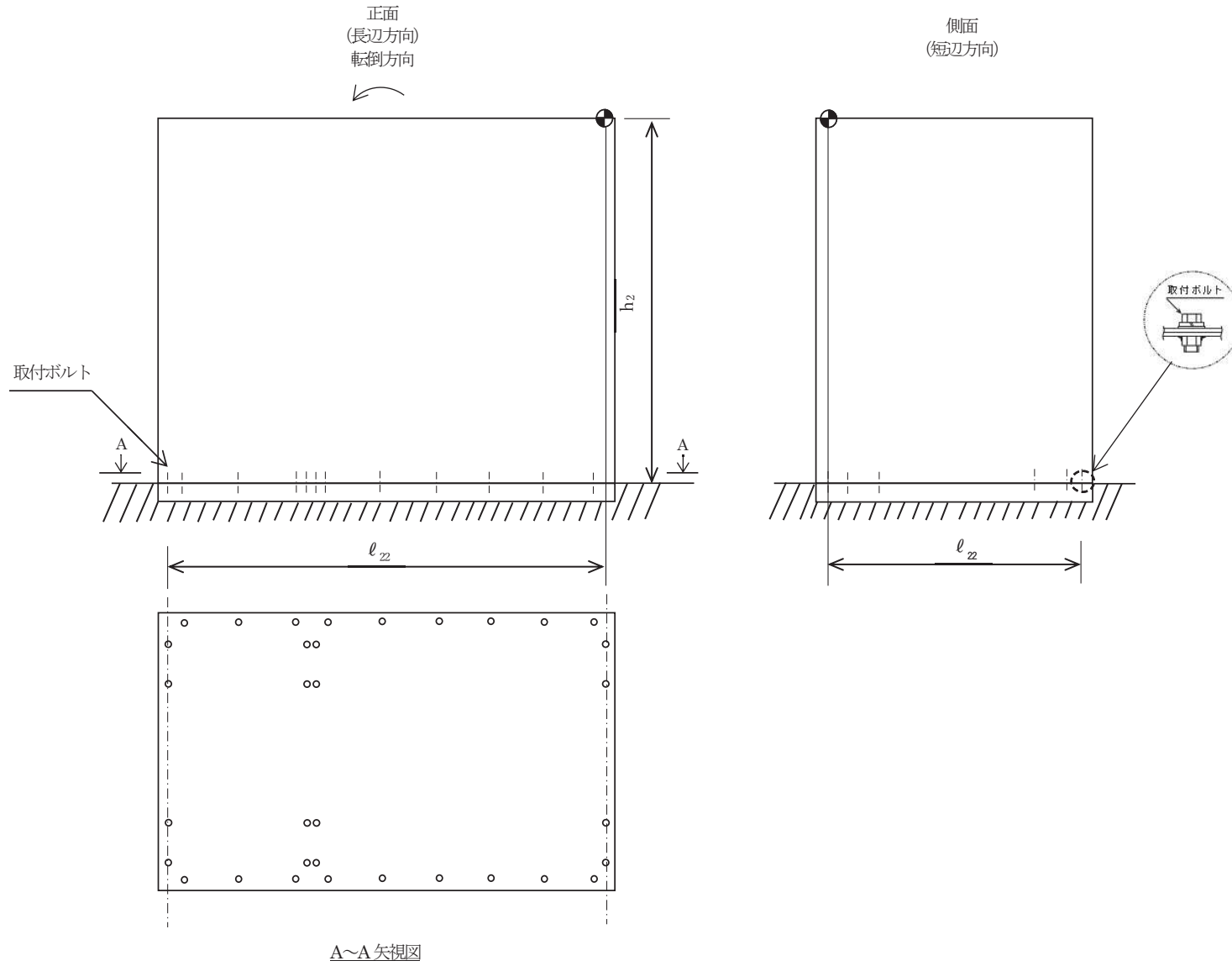
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
125V 代替充電器盤	水平方向	1.62	
	鉛直方向	0.84	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-10-1-4-37 250V 充電器の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、250V 充電器が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

250V 充電器は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

250V 充電器は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。

なお、250V 充電器は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 250V 充電器の構成

系統	盤名称	個数
250V 充電器	250V 充電器盤	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

250V 充電器の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図								
基礎・支持構造	主体構造									
250V 充電器は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【250V 充電器】</p> <table border="1" data-bbox="1160 1034 1671 1248"> <thead> <tr> <th colspan="2">250V 充電器盤</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>	250V 充電器盤		たて	mm	横	mm	高さ	mm
250V 充電器盤										
たて	mm									
横	mm									
高さ	mm									

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

250V 充電器の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
250V 充電器盤	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

250V 充電器の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

250V 充電器の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

250V 充電器の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

250V 充電器の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* ¹	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	250V 充電器	常設耐震／防止	—* ²	$D + P_D + M_D + S_s$ * ³	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界* ¹ , * ² (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t * [*]	1.5・f _s * [*]
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

250V 充電器の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

250V 充電器の機能確認済加速度には、同形式の器具の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した器具の加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
250V 充電器盤	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

250V 充電器の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【250V 充電器の耐震性についての評価結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
250V 充電器盤	常設耐震/防止	制御建屋 O.P. 1.50*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.35	C _V =0.79	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{b,i} (mm ²)	n _i	n _{f,i} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					16 (M16)	201.1	18	5
								4

部 材	S _{y,i} (MPa)	S _{u,i} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

10

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	—	1.291×10^4	—	4.356×10^4

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=65$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=12$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

11

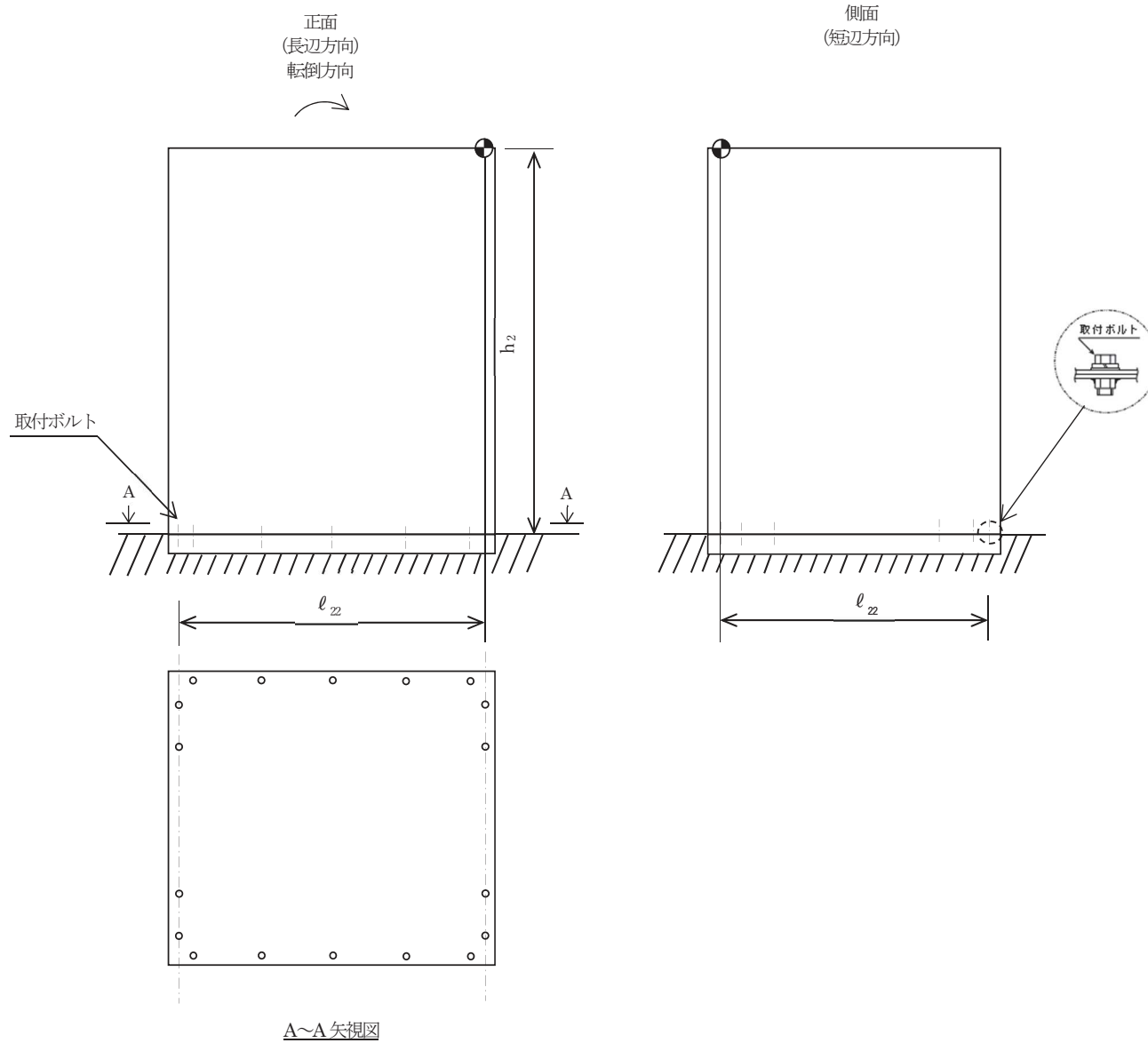
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
250V 充電器盤	水平方向	1.13	□
	鉛直方向	0.66	

注記*：基準地震動 S s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-1-4-38 250V 直流主母線盤の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	4
3.1 固有周期の算出方法	4
4. 構造強度評価	5
4.1 構造強度評価方法	5
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	5
5. 機能維持評価	9
5.1 電氣的機能維持評価方法	9
6. 評価結果	10
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	10

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、250V 直流主母線盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

250V 直流主母線盤は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

250V 直流主母線盤は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

なお、250V 直流主母線盤は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

表 1-1 250V 直流主母線盤の構成

系統	盤名称	個数
250V 直流主母線盤	250V 直流主母線盤 (P/C 部)	1
250V 直流主母線盤	250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 3 盤～第 4 盤	1
250V 直流主母線盤	250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 5 盤～第 10 盤	1

2. 一般事項

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

2.1 構造計画

250V 直流主母線盤 (P/C 部) の構造計画を表 2-1 に、250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 3 盤～第 4 盤及び 250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 5 盤～第 10 盤の構造計画を表 2-2 にそれぞれ示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
250V 直流主母線盤のうち 250V 直流主母線盤 (P/C 部) は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【250V 直流主母線盤 (P/C 部)】</p> <p>正面横</p> <p>側面たて</p> <p>盤</p> <p>取付ボルト</p> <p>基礎</p> <p>チャンネルベース</p> <p>高さ</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3">250V 直流主母線盤 (P/C 部)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td>mm</td> </tr> </tbody> </table>	250V 直流主母線盤 (P/C 部)			たて		mm	横		mm	高さ		mm
250V 直流主母線盤 (P/C 部)														
たて		mm												
横		mm												
高さ		mm												

2

表 2-2 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>250V 直流主母線盤のうち 250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 3 盤～第 4 盤および 250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 5 盤～第 10 盤は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 3 盤～第 4 盤及び第 5 盤～第 10 盤】</p> <table border="1" style="margin-top: 20px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 3 盤～第 4 盤</th> <th>250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 5 盤～第 10 盤</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td> mm</td> <td> mm</td> </tr> </tbody> </table>		250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 3 盤～第 4 盤	250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 5 盤～第 10 盤	たて	mm	mm	横	mm	mm	高さ	mm	mm
	250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 3 盤～第 4 盤	250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 5 盤～第 10 盤												
たて	mm	mm												
横	mm	mm												
高さ	mm	mm												

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

250V 直流主母線盤の固有周期は、構造が同様な盤に対する打振試験の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。

固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

名称	方向	固有周期
250V 直流主母線盤 (P/C 部)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 3 盤～第 4 盤	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 5 盤～第 10 盤	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

250V 直流主母線盤の構造は直立形であるため、構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

250V 直流主母線盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

250V 直流主母線盤の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

250V 直流主母線盤の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表 4-3 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* ¹	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他発電 用原子炉の 附属施設	非常用 電源設備	250V 直流主母線盤	常設耐震／防止	—* ²	$D + P_D + M_D + S_s$ * ³	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記 *1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界* ¹ , * ² (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	1.5・f _t * [*]	1.5・f _s * [*]
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)	S _{y i} (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト (i = 2)	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

250V 直流主母線盤の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

電氣的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき評価する。

250V 直流主母線盤のうち、250V 直流主母線盤 (P/C 部) 及び 250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 5 盤～第 10 盤の電氣的機能維持を確認した機能確認済加速度と設置場所の最大応答加速度を比較し、設置場所の最大応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認することで実施する。

250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 3 盤～第 4 盤の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 3 盤～第 4 盤の機能確認済加速度には、同形式の器具の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した器具の加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度	
250V 直流主母線盤 (P/C 部)	水平		
	鉛直		
250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 3 盤～第 4 盤	水平		
	鉛直		
250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 5 盤～第 10 盤	水平		
	鉛直		

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

250V 直流主母線盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【250V 直流主母線盤 (P/C 部) の耐震性についての評価結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
250V 直流主母線盤 (P/C 部)	常設耐震/防止	制御建屋 O.P. 1.50*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.35	C _V =0.79	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	10	4 3

11

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	1.696×10 ⁴	—	2.065×10 ⁴

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	σ _{b2} =54	f _{ts2} =210*
		せん断	—	—	τ _{b2} =7	f _{sb2} =161

注記*：f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}−1.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

すべて許容応力以下である。

12

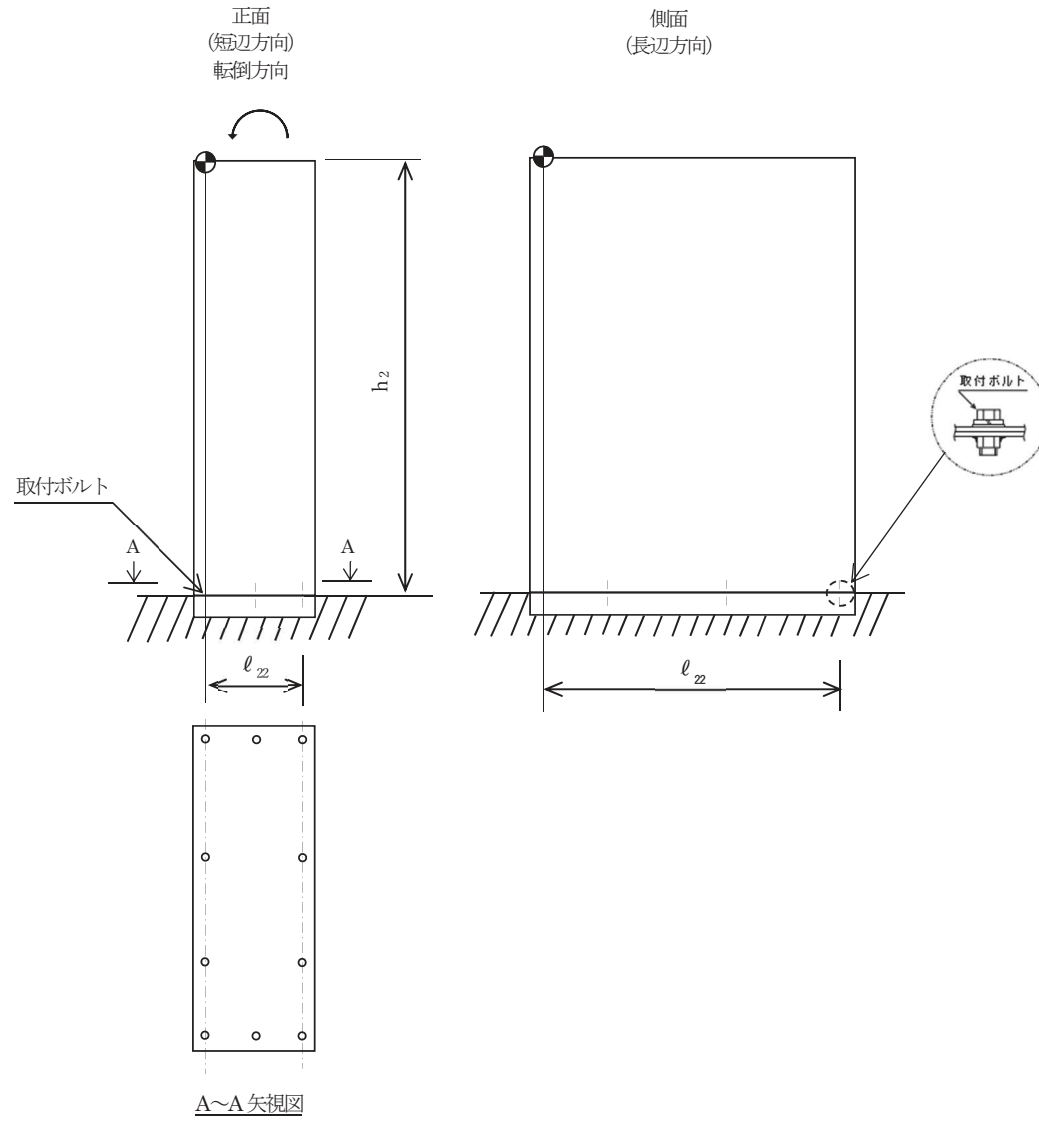
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
250V 直流主母線盤 (P/C 部)	水平方向	1.13	
	鉛直方向	0.66	

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 3 盤～第 4 盤の耐震性についての評価結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 3 盤～第 4 盤	常設耐震/防止	制御建屋 O.P. 1.50*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.35	C _V =0.79	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} ^{*1} (mm)	ℓ _{2i} ^{*1} (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} ^{*1}
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	24	6 3

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i [*] (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	短辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度	基準地震動 S_s
取付ボルト ($i=2$)	—	1.343×10^4	—	2.383×10^4

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト ($i=2$)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=43$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

15

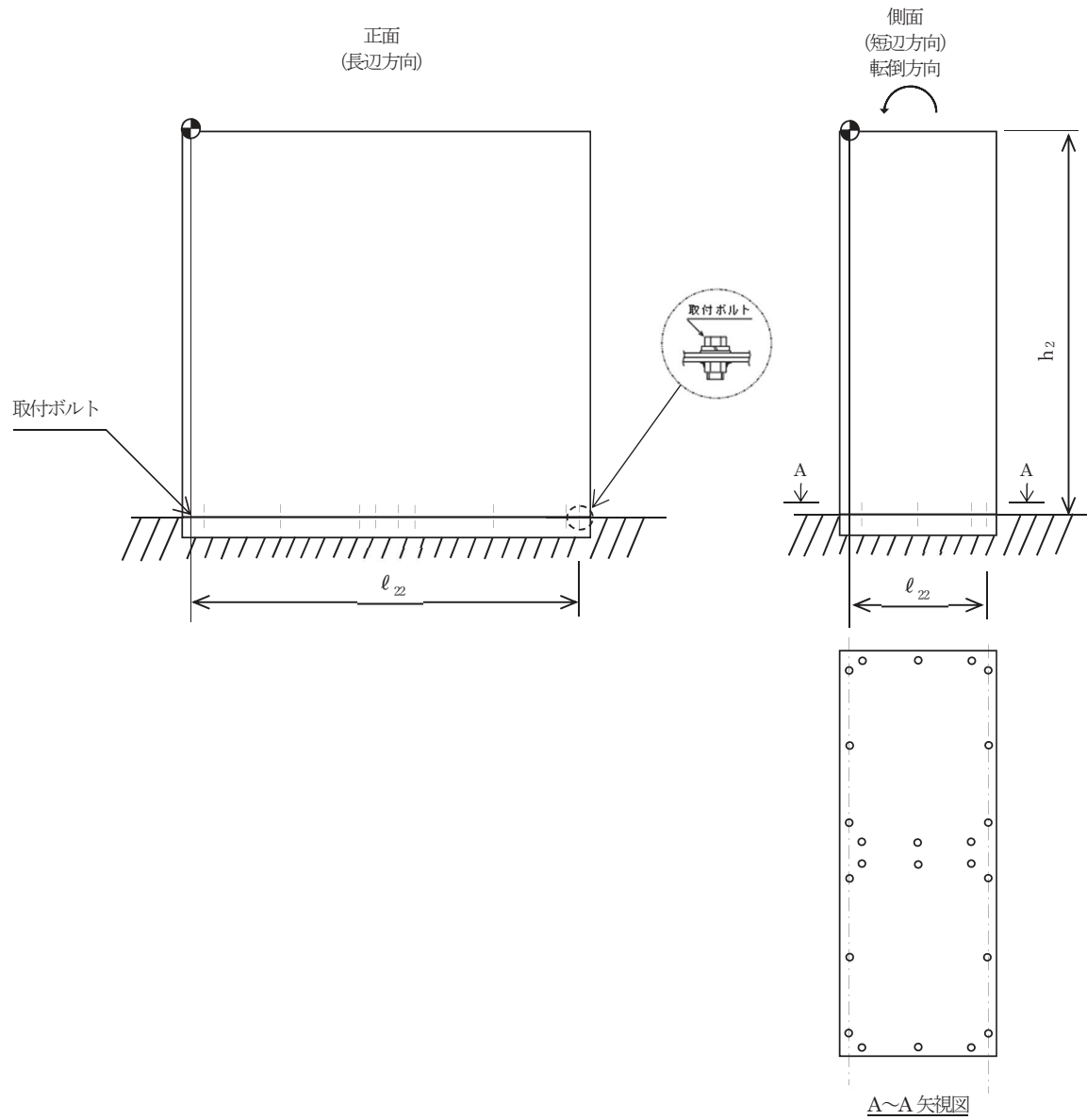
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
250V 直流主母線盤 (MCC部) 第3盤～第4盤	水平方向	1.13	
	鉛直方向	0.66	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



【250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 5 盤～第 10 盤の耐震性についての評価結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
250V 直流主母線盤 (MCC 部) 第 5 盤～第 10 盤	常設耐震/防止	制御建屋 0.P.1.50*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.35	C _V =0.79	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部 材	m _i (kg)	h _i (mm)	ℓ _{1i} *1 (mm)	ℓ _{2i} *1 (mm)	d _i (mm)	A _{bi} (mm ²)	n _i	n _{fi} *1
取付ボルト (i=2)					20 (M20)	314.2	60	18 2

部 材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	235	400	—	280	—	長辺方向

注記*1：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

17

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F_{bi}		Q_{bi}	
	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	—	1.276×10^4	—	4.369×10^4

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=41$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=161$

注記*： $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

すべて許容応力以下である。

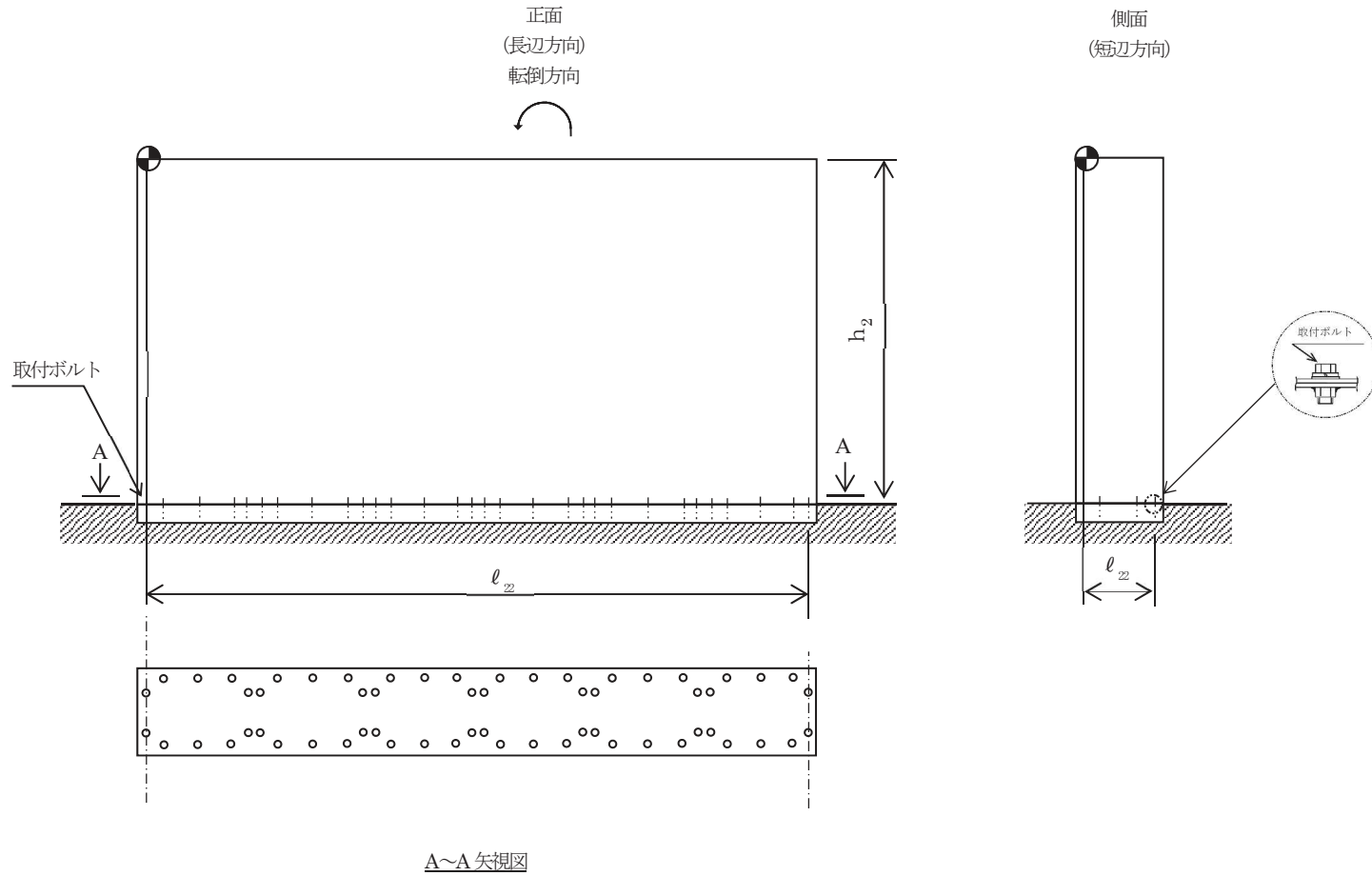
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
250V 直流主母線盤 (MCC部) 第5盤～第10盤	水平方向	1.13	
	鉛直方向	0.66	

注記*：基準地震動 S s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-10-2 浸水防護施設の耐震性についての計算書

目 次

- VI-2-10-2-1 浸水防護施設の耐震性についての計算結果
- VI-2-10-2-2 防潮堤の耐震性についての計算書
- VI-2-10-2-3 防潮壁の耐震性についての計算書
- VI-2-10-2-4 取放水路流路縮小工の耐震性についての計算書
- VI-2-10-2-6 逆流防止設備の耐震性についての計算書
- VI-2-10-2-8 浸水防止蓋の耐震性についての計算書
- VI-2-10-2-12 堰の耐震性についての計算書
- VI-2-10-2-13 津波監視設備の耐震性についての計算書

VI-2-10-2-1 浸水防護施設の耐震性についての計算結果

目 次

1. 概要·····	1
2. 耐震評価条件整理·····	1

1. 概要

本添付書類は、浸水防護施設の設備の耐震計算の手法及び条件の整理について説明するものである。

2. 耐震評価条件整理

浸水防護施設に対して、設計基準対象施設の耐震クラス、重大事故等対処施設の設備分類を整理した。また、重大事故等対処施設のうち、設計基準対象施設であるものについては、重大事故等対処施設の評価条件と設計基準対象施設の評価条件の差異の有無を整理した。結果を表2-1に示す。

浸水防護施設のうち、新設又は新規登録の設計基準対象施設並びに重大事故等対処施設の耐震計算は表2-1に示す計算書に記載することとする。

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (1/10)

評価対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設			
		耐震クラス	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類	設計基準対 象施設との 評価条件の 差異	耐震計算の 記載箇所	
浸水 防護 施設	外郭 浸水 防護 設備	防潮堤（鋼管式鉛直壁）	S* （新規登録）	—	VI-2-10-2-2-1	—	—	—
		防潮堤（盛土堤防）	S* （新規登録）	—	VI-2-10-2-2-2	—	—	—
		防潮壁（第 2 号機海水ポンプ 室）	S* （新規登録）	—	VI-2-10-2-3-1～3	—	—	—
		防潮壁（第 2 号機放水立坑）	S* （新規登録）	—	VI-2-10-2-3-1～3	—	—	—
		防潮壁（第 3 号機海水ポンプ 室）	S* （新規登録）	—	VI-2-10-2-3-1～3	—	—	—
		防潮壁（第 3 号機放水立坑）	S* （新規登録）	—	VI-2-10-2-3-1～3	—	—	—

* Sクラス施設のうち、津波防護施設として基準地震動による地震力に対して、要求される機能を保持するものを示す。

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (2/10)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
			耐震クラス	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類	設計基準対 象施設との 評価条件の 差異	耐震計算の 記載箇所
浸水 防護 施設	外郭 浸水 防護 設備	取放水路流路縮小工（第 1 号 機取水路）(No. 1), (No. 2)	S* (新規登録)	—	VI-2-10-2-4-1	—	—	—
		取放水路流路縮小工（第 1 号 機放水路）	S* (新規登録)	—	VI-2-10-2-4-2	—	—	—
		屋外排水路逆流防止設備（防 潮堤南側）(No. 1), (No. 2), (No. 3)	S* (新規登録)	—	VI-2-10-2-6-1-1	—	—	—
		屋外排水路逆流防止設備（防 潮堤北側）	S* (新規登録)	—	VI-2-10-2-6-1-2	—	—	—
		補機冷却海水系放水路逆流防 止設備 (No. 1), (No. 2)	S* (新規登録)	—	VI-2-10-2-6-2	—	—	—

* Sクラス施設のうち、津波防護施設又は浸水防止設備として基準地震動による地震力に対して、要求される機能を保持するものを示す。

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (3/10)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
			耐震クラス	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類	設計基準対 象施設との 評価条件の 差異	耐震計算の 記載箇所
浸水 防護 施設	外郭 浸水 防護 設備	浸水防止蓋（原子炉機器冷却 海水配管ダクト）	S* （新規登録）	—	VI-2-10-2-8-1	—	—	—
		浸水防止蓋（揚水井戸（第 2 号 機海水ポンプ室防潮壁区画 内））	S* （新規登録）	—	VI-2-10-2-8-2	—	—	—
		浸水防止蓋（揚水井戸（第 3 号 機海水ポンプ室防潮壁区画 内））	S* （新規登録）	—	VI-2-10-2-8-3	—	—	—

* Sクラス施設のうち、浸水防止設備として基準地震動による地震力に対して、要求される機能を保持するものを示す。

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (4/10)

評価対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設			
		耐震クラス	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類	設計基準対 象施設との 評価条件の 差異	耐震計算の 記載箇所	
浸水 防護 施設	外郭 浸水 防護 設備	浸水防止蓋（第 3 号機補機冷 却海水系放水ピット）	S* （新規登録）	—	VI-2-10-2-8-4	—	—	—
		浸水防止蓋（第 3 号機海水熱 交換器建屋海水ポンプ設置エ リア角落し部）	S* （新規登録）	—	VI-2-10-2-8-5	—	—	—
		浸水防止蓋（第 3 号機海水熱 交換器建屋海水ポンプ設置エ リア点検用開口部）（No. 1）, （No. 2）	S* （新規登録）	—	VI-2-10-2-8-5	—	—	—

* Sクラス施設のうち、浸水防止設備として基準地震動による地震力に対して、要求される機能を保持するものを示す。

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (5/10)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
			耐震クラス	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類	設計基準対 象施設との 評価条件の 差異	耐震計算の 記載箇所
浸 水 防 護 施 設	外 郭 浸 水 防 護 設 備	地下軽油タンク燃料移送ポン プ室アクセス用浸水防止蓋 (No.1)	S* ¹ C* ² (新規登録)	—	VI-2-10-2-8-6	—	—	—
		地下軽油タンク燃料移送ポン プ室アクセス用浸水防止蓋 (No.2)	S* ¹ C* ² (新規登録)	—	VI-2-10-2-8-6	—	—	—
		地下軽油タンク機器搬出入用 浸水防止蓋	S* ¹ C* ² (新規登録)	—	VI-2-10-2-8-6	—	—	—

* 1 Sクラス施設のうち、浸水防止設備として基準地震動による地震力に対して、要求される機能を保持するものを示す。

* 2 Cクラス施設のうち、溢水の伝播を防止する設備として基準地震動による地震力に対して、要求される機能を保持するものを示す。

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (6/10)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
			耐震クラス	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類	設計基準対 象施設との 評価条件の 差異	耐震計算の 記載箇所
浸水 防護 施設	内郭 浸水 防護 設備	R-01 階段浸水防止堰(地上 3 階)	C* (新規登録)	—	VI-2-10-2-12	—	—	—
		R-02 階段浸水防止堰(地上 3 階)	C* (新規登録)	—	VI-2-10-2-12	—	—	—
		R-01 階段浸水防止堰(地上 1 階)	C* (新規登録)	—	VI-2-10-2-12	—	—	—
		R-02 階段浸水防止堰(地上 1 階)	C* (新規登録)	—	VI-2-10-2-12	—	—	—

* Cクラス施設のうち、溢水の伝播を防止する設備として基準地震動による地震力に対して、要求される機能を保持するものを示す。

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (7/10)

評価対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設			
		耐震クラス	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類	設計基準対 象施設との 評価条件の 差異	耐震計算の 記載箇所	
∞	浸水防護施設 内郭浸水防護設備	バルブ(B)室浸水防止堰	C* (新規登録)	—	VI-2-10-2-12	—	—	—
		バルブ(A)室浸水防止堰	C* (新規登録)	—	VI-2-10-2-12	—	—	—
		FPC ポンプ室浸水防止堰	C* (新規登録)	—	VI-2-10-2-12	—	—	—
		R-01 階段浸水防止堰(地下 1 階)	C* (新規登録)	—	VI-2-10-2-12	—	—	—
		R-02 階段浸水防止堰(地下 1 階)	C* (新規登録)	—	VI-2-10-2-12	—	—	—
		MS トンネル室浸水防止堰	C* (新規登録)	—	VI-2-10-2-12	—	—	—

* Cクラス施設のうち、溢水の伝播を防止する設備として基準地震動による地震力に対して、要求される機能を保持するものを示す。

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (8/10)

評価対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設			
		耐震クラス	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類	設計基準対 象施設との 評価条件の 差異	耐震計算の 記載箇所	
6 浸水 防護 施設	内郭 浸水 防護 設備	RCIC MCC 室浸水防止堰	C* (新規登録)	—	VI-2-10-2-12	—	—	—
		TIP 駆動装置室浸水防止堰	C* (新規登録)	—	VI-2-10-2-12	—	—	—
		復水補給水ポンプ室浸水防止 堰	C* (新規登録)	—	VI-2-10-2-12	—	—	—
		CUW 配管・バルブ室浸水防止堰	C* (新規登録)	—	VI-2-10-2-12	—	—	—
		タービン建屋管理区域外伝播 防止堰 (No. 3)	B (新規登録)	—	VI-2-10-2-12	—	—	—
		タービン建屋管理区域外伝播 防止堰 (No. 4)	B (新規登録)	—	VI-2-10-2-12	—	—	—

* Cクラス施設のうち、溢水の伝播を防止する設備として基準地震動による地震力に対して、要求される機能を保持するものを示す。

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (9/10)

評価対象設備			設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
			耐震クラス	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類	設計基準対 象施設との 評価条件の 差異	耐震計算の 記載箇所
浸水 防護 施設	内郭 浸水 防護 設備	タービン建屋管理区域外伝播 防止堰 (No. 2)	B (新規登録)	—	VI-2-10-2-12	—	—	—
		タービン建屋管理区域外伝播 防止堰 (No. 1)	B (新規登録)	—	VI-2-10-2-12	—	—	—
		HNCW冷凍機・ポンプ室管 理区域外伝播防止堰	B (新規登録)	—	VI-2-10-2-12	—	—	—

表 2-1 耐震評価条件整理一覧表 (10/10)

評価対象設備		設計基準対象施設			重大事故等対処施設		
		耐震クラス	新規制基準 施行前に認 可された実 績との差異	耐震計算の 記載箇所	設備分類	設計基準対 象施設との 評価条件の 差異	耐震計算の 記載箇所
浸水 防護 施設	津波監視カメラ	S* (新規登録)	—	VI-2-10-2-13-1	—	—	—

* Sクラス施設のうち、津波監視設備として基準地震動による地震力に対して、要求される機能を保持するものを示す。

VI-2-10-2-3 防潮壁の耐震性についての計算書

目 次

- VI-2-10-2-3-1 杭基礎構造防潮壁 鋼製遮水壁（鋼板）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-2-3-2 杭基礎構造防潮壁 鋼製遮水壁（鋼桁）の耐震性についての計算書
- VI-2-10-2-3-3 杭基礎構造防潮壁 鋼製扉の耐震性についての計算書