

## VI-2-6-6 制御用空気設備の耐震性についての計算書

VI-2-6-6-1 逃がし安全弁窒素ガス供給系の耐震性についての計算書

VI-2-6-6-1-1 管の耐震性についての計算書  
(逃がし安全弁窒素ガス供給系)

## 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	8
3. 計算条件	41
3.1 計算方法	41
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	42
3.3 設計条件	44
3.4 材料及び許容応力	57
3.5 設計用地震力	58
4. 解析結果及び評価	59
4.1 固有周期及び設計震度	59
4.2 評価結果	71
4.2.1 管の応力評価結果	71
4.2.2 支持構造物評価結果	73
4.2.3 弁の動的機能維持の評価結果	74
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	75

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-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、逃がし安全弁窒素ガス供給系の管，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を有し，動的機能を維持できることを説明するものである。

計算結果の記載方法は，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7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。






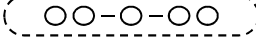

### (3) 弁

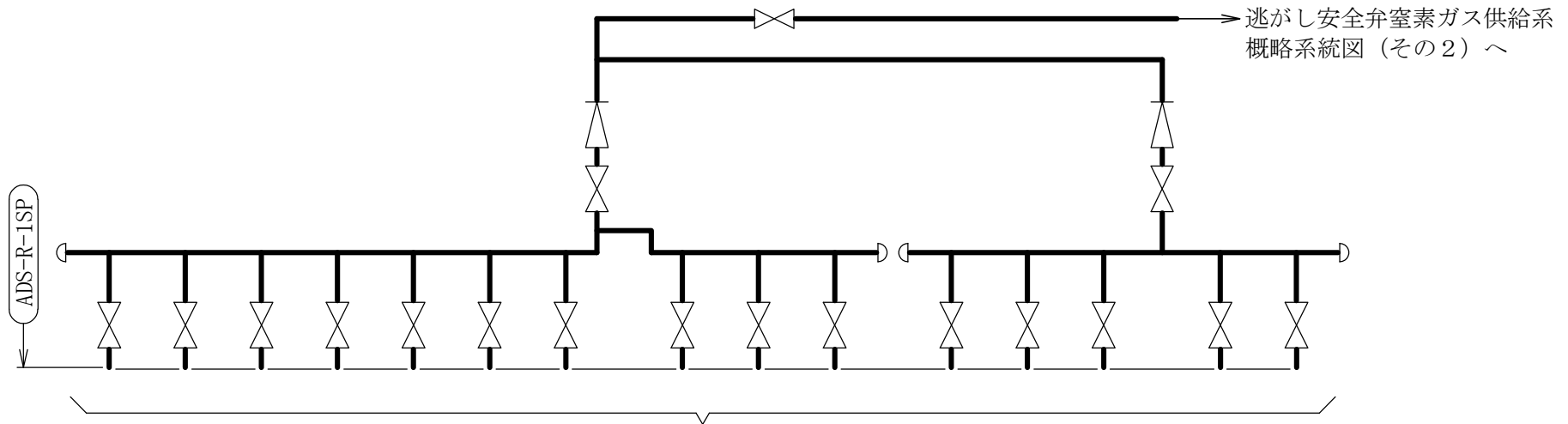
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として，弁型式別に評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

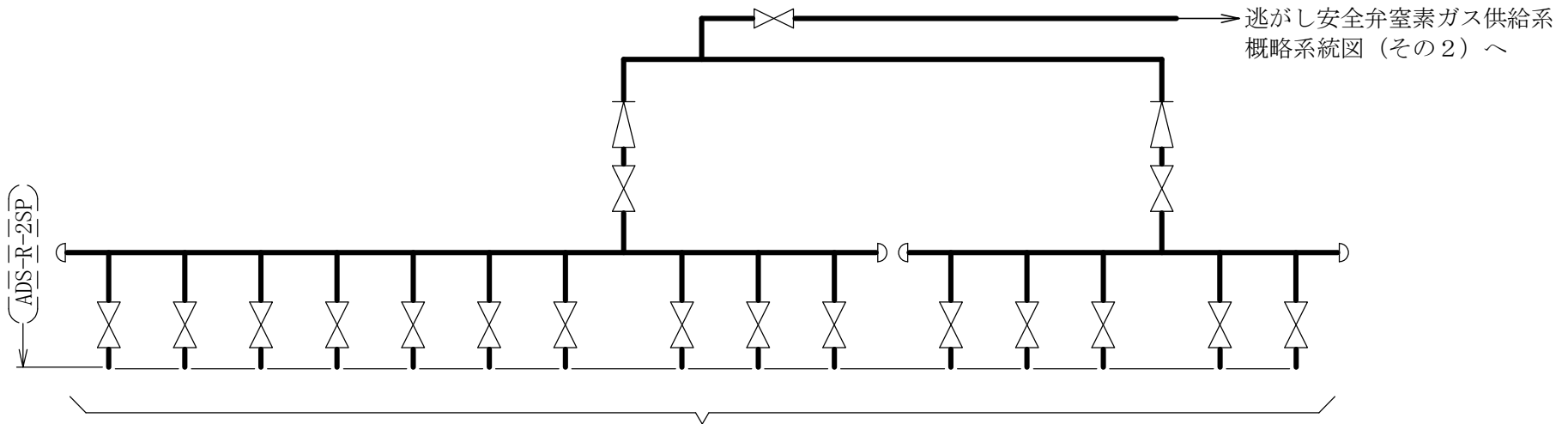
2.1 概略系統図

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 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち，本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (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 のうち本系統の管であって計算書作成対象範囲外の管 及び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 (代表モデル)
	鳥瞰図番号 (代表モデル以外)
	アンカ
[管クラス]	
DB1	クラス 1 管
DB2	クラス 2 管
DB3	クラス 3 管
DB4	クラス 4 管
SA2	重大事故等クラス 2 管
SA3	重大事故等クラス 3 管
DB1/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 1 管
DB2/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 2 管
DB3/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 3 管
DB4/SA2	重大事故等クラス 2 管であってクラス 4 管

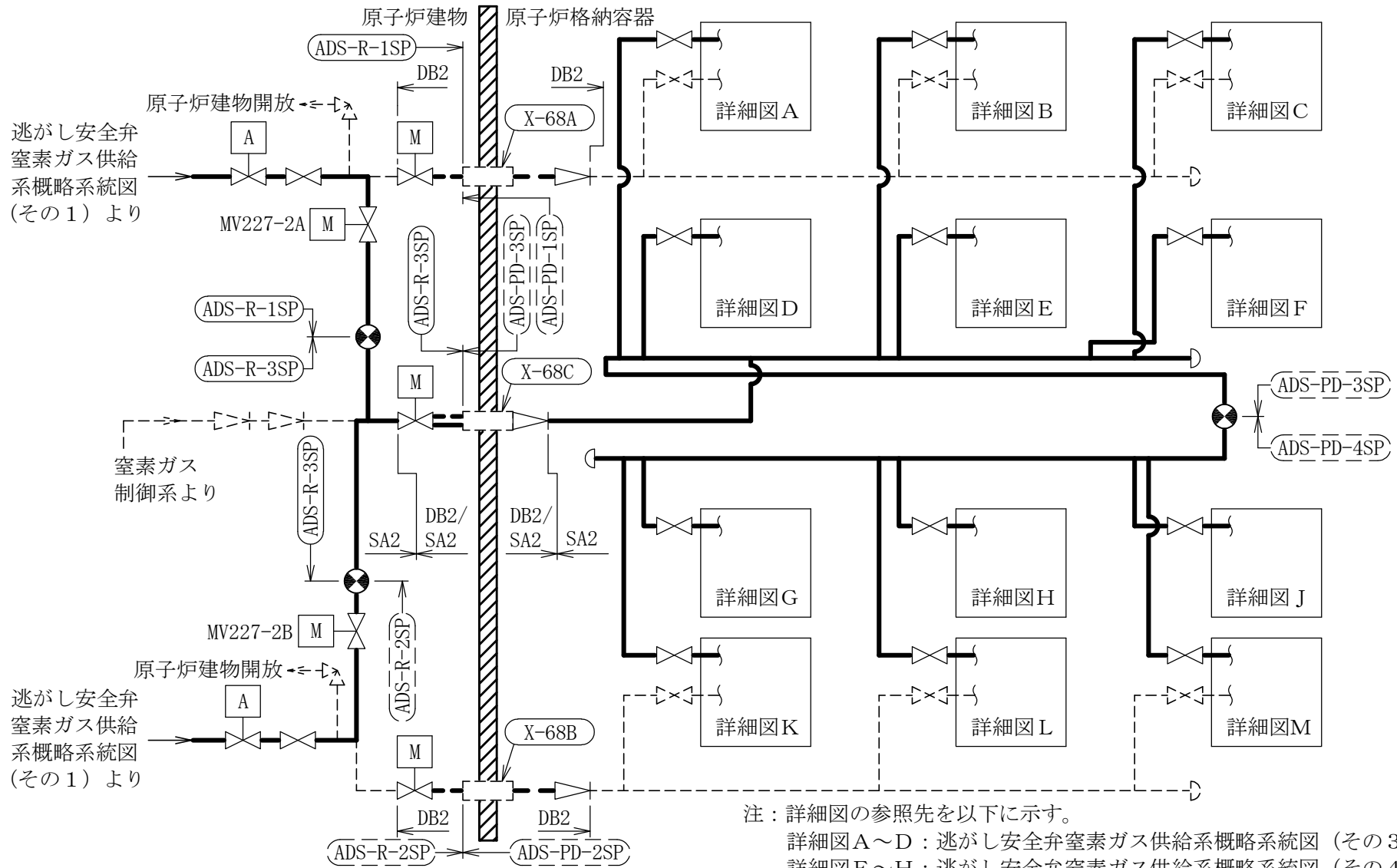


A-窒素ガスポンベ連結管接続口  
A-逃がし安全弁窒素ガス供給装置



B-窒素ガスポンベ連結管接続口  
B-逃がし安全弁窒素ガス供給装置

[注] 太線範囲の管クラス : SA2  
逃がし安全弁窒素ガス供給系概略系統図 (その1)



注：詳細図の参照先を以下に示す。

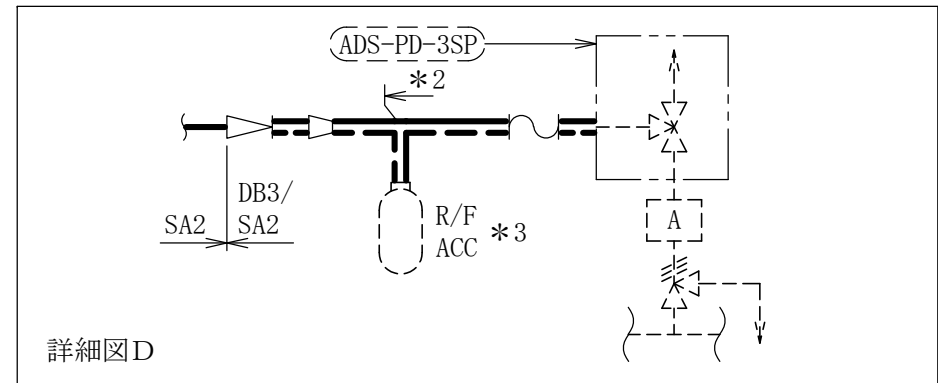
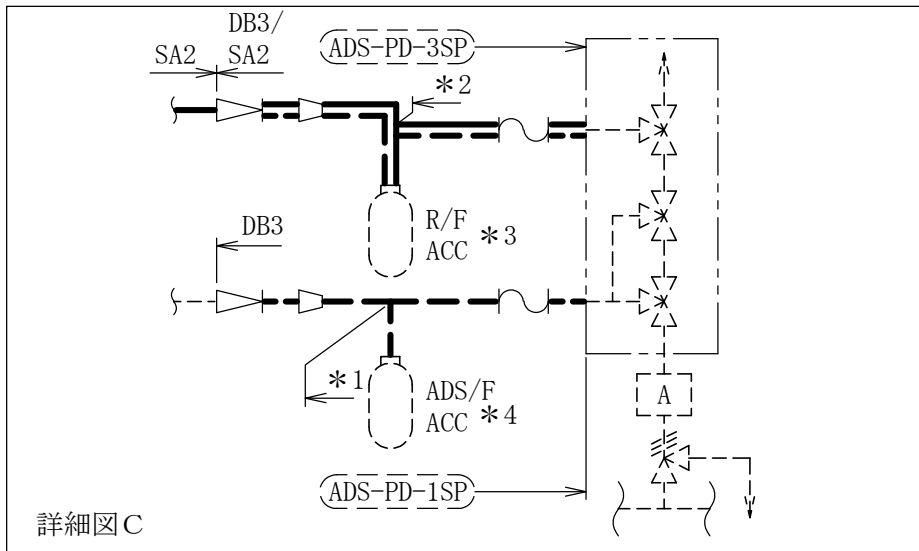
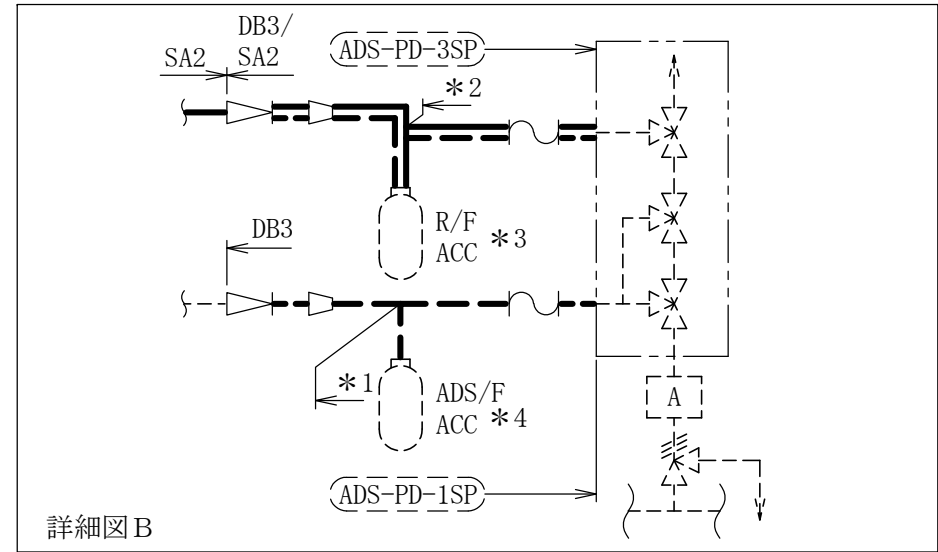
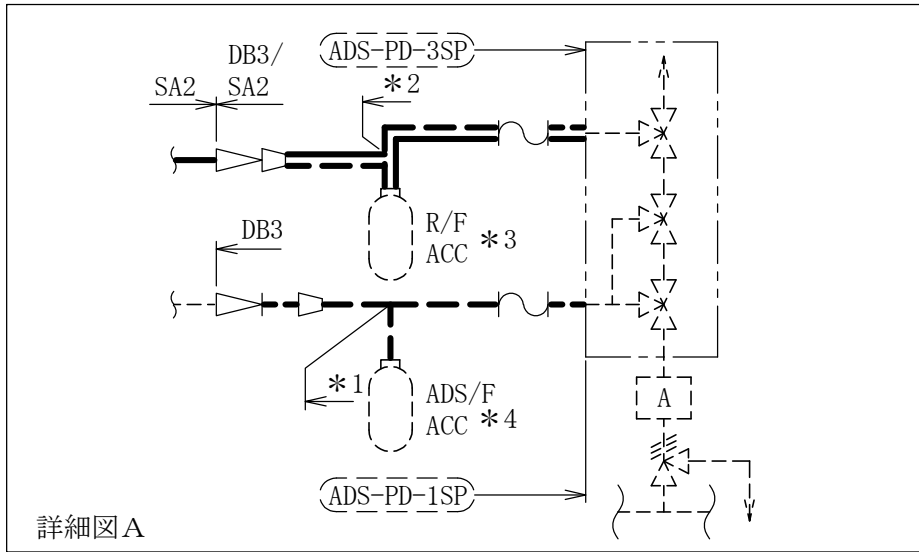
詳細図A～D：逃がし安全弁窒素ガス供給系概略系統図 (その3)

詳細図E～H：逃がし安全弁窒素ガス供給系概略系統図 (その4)

詳細図J～M：逃がし安全弁窒素ガス供給系概略系統図 (その5)

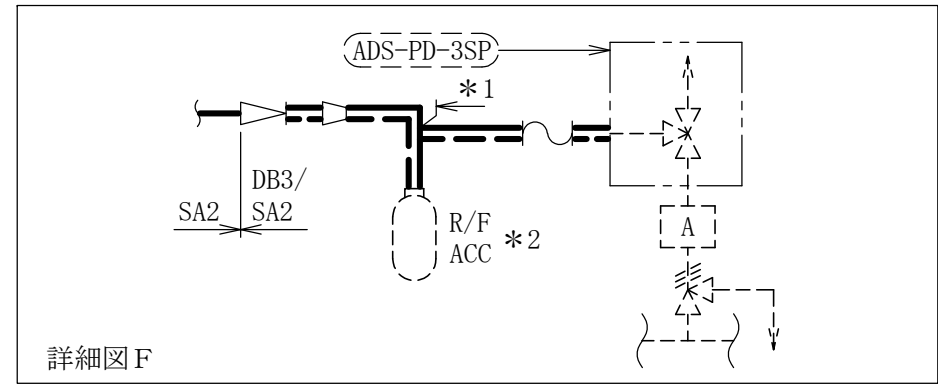
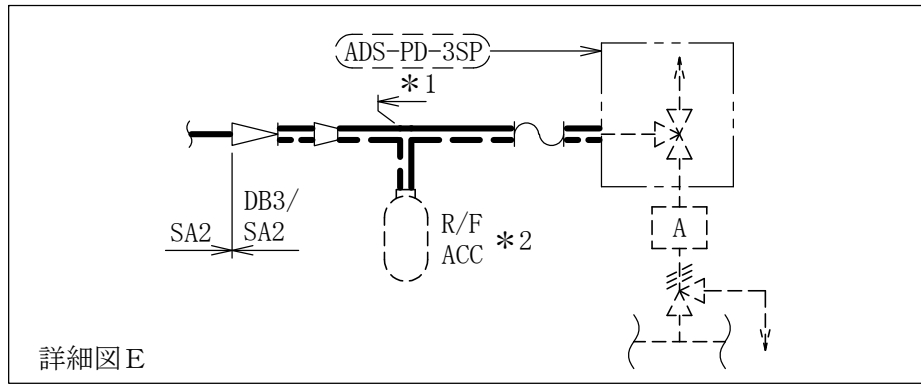
逃がし安全弁窒素ガス供給系概略系統図 (その2)



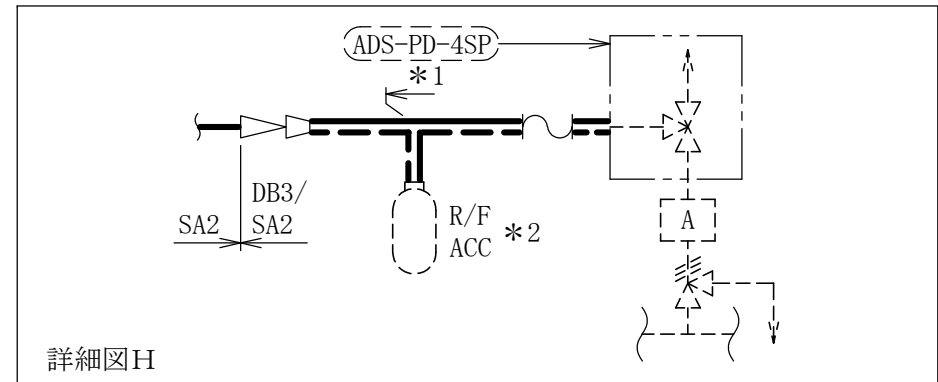
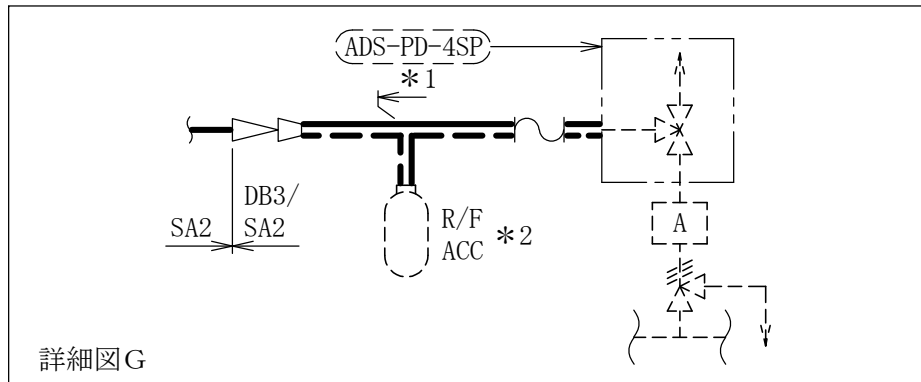


- 注記\*1：主蒸気系の申請範囲であるが、計算結果は本系統に含めて示す。  
 \*2：主蒸気系との兼用範囲である。  
 \*3：逃がし安全弁逃がし弁機能用アキュムレータを示す。  
 \*4：逃がし安全弁自動減圧機能用アキュムレータを示す。

逃がし安全弁窒素ガス供給系概略系統図（その3）

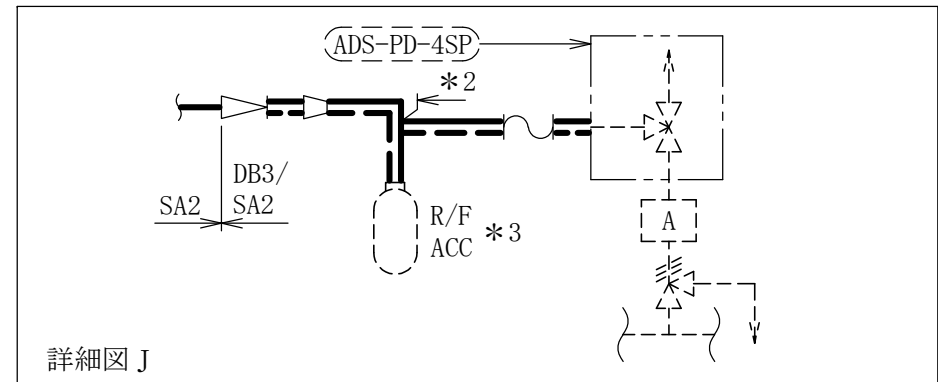
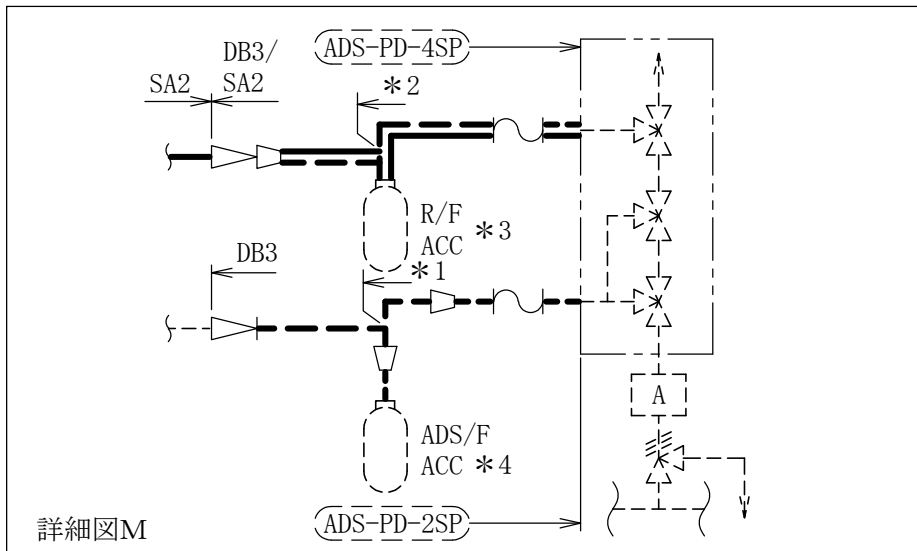
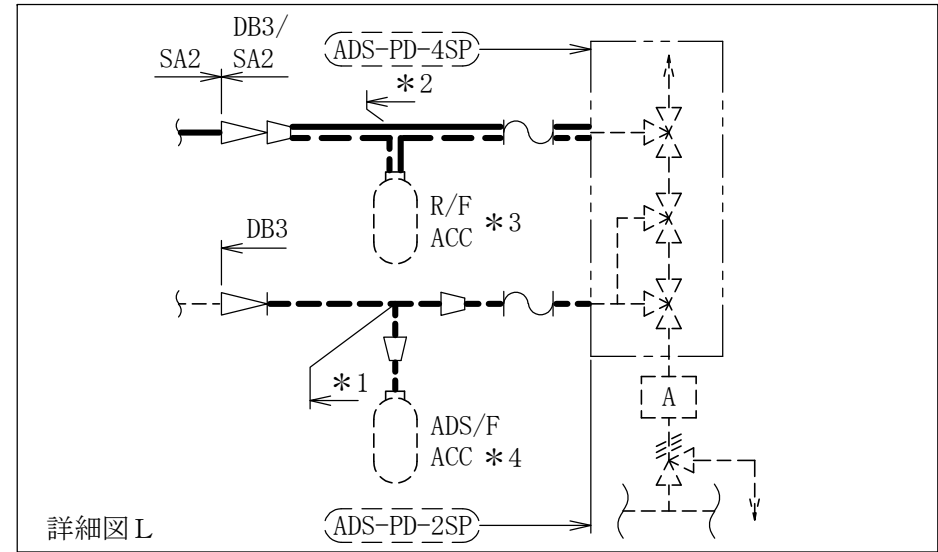
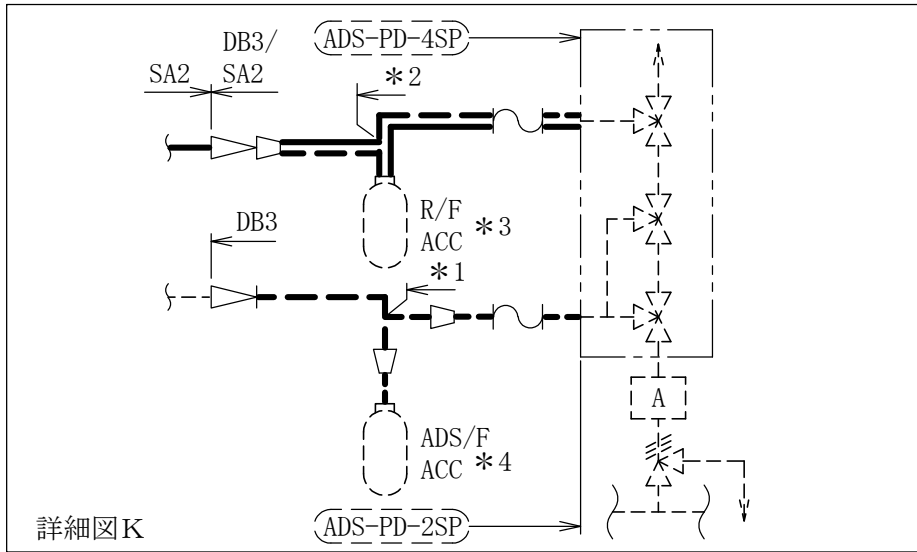


9



注記\*1：主蒸気系との兼用範囲である。

\*2：逃がし安全弁逃がし弁機能用アキュムレータを示す。



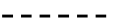


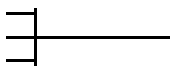
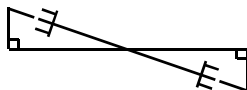
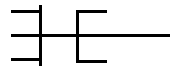
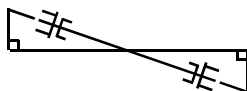

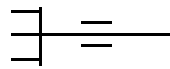
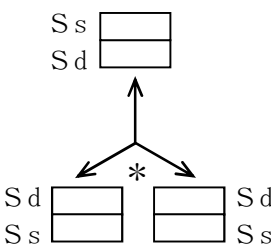


- 注記\*1：主蒸気系の申請範囲であるが、計算結果は本系統に含めて示す。  
 \*2：主蒸気系との兼用範囲である。  
 \*3：逃がし安全弁逃がし弁機能用アキュムレータを示す。  
 \*4：逃がし安全弁自動減圧機能用アキュムレータを示す。

逃がし安全弁窒素ガス供給系概略系統図（その5）

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

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 (重大事故等対処設備の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(SA)」, 設計基準対象施設の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(DB)」とする。)
 (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本系統の管であって計算書作成対象範囲外の管及び他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	質点
	アンカ
	レストレイント
	レストレイント (斜め拘束の場合)
	スナップ
	スナップ (斜め拘束の場合)
	ハンガ
	リジットハンガ
	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, <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 1em; height: 1em; vertical-align: middle;"></span> 内に変位量を記載する。なお, S s 機能維持の範囲は S s 地震動による変位量のみを記載する。)  注: 鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。

S2 補 VI-2-6-6-1-1 R1

6

10

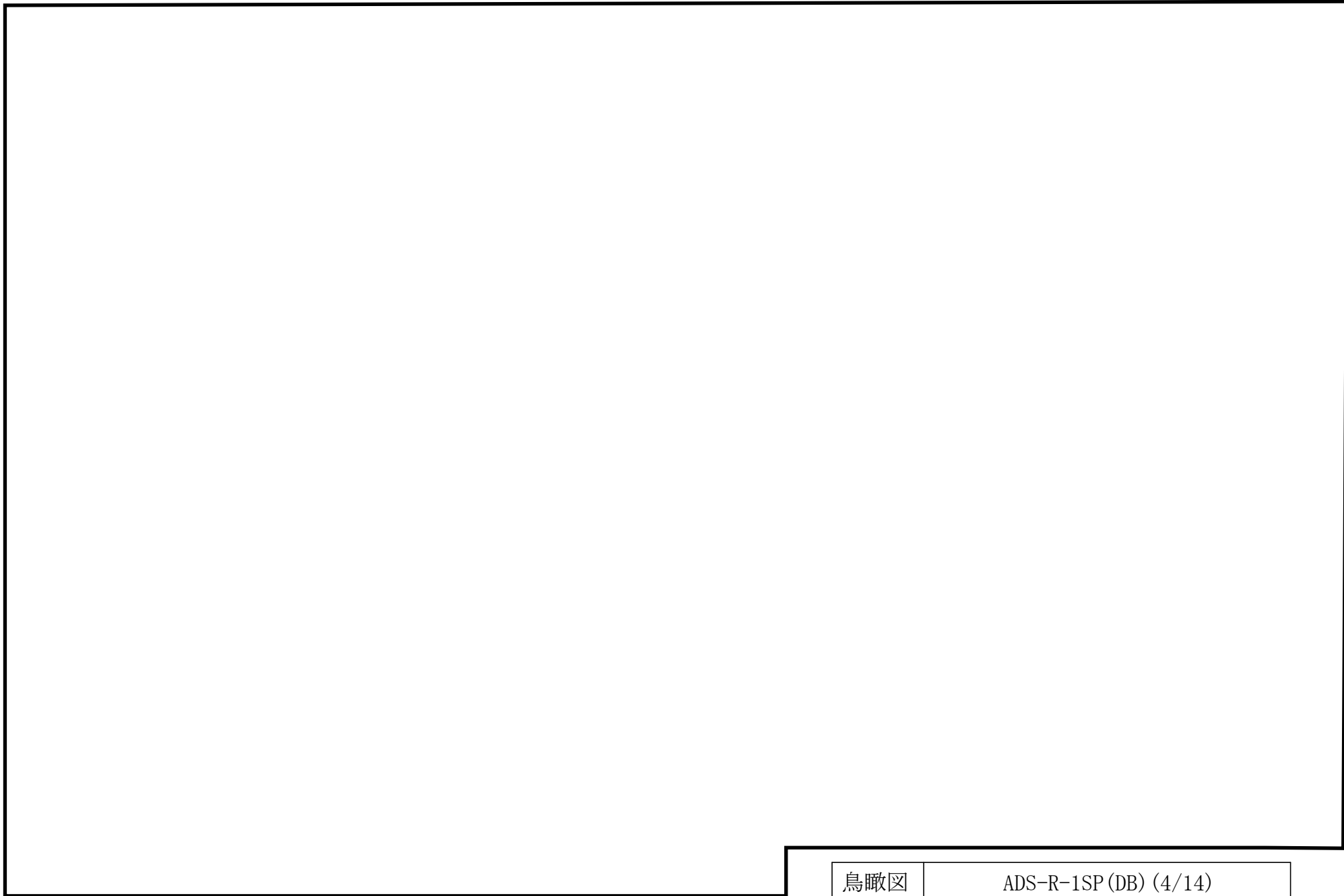
鳥瞰図

ADS-R-1SP(DB) (2/14)

11

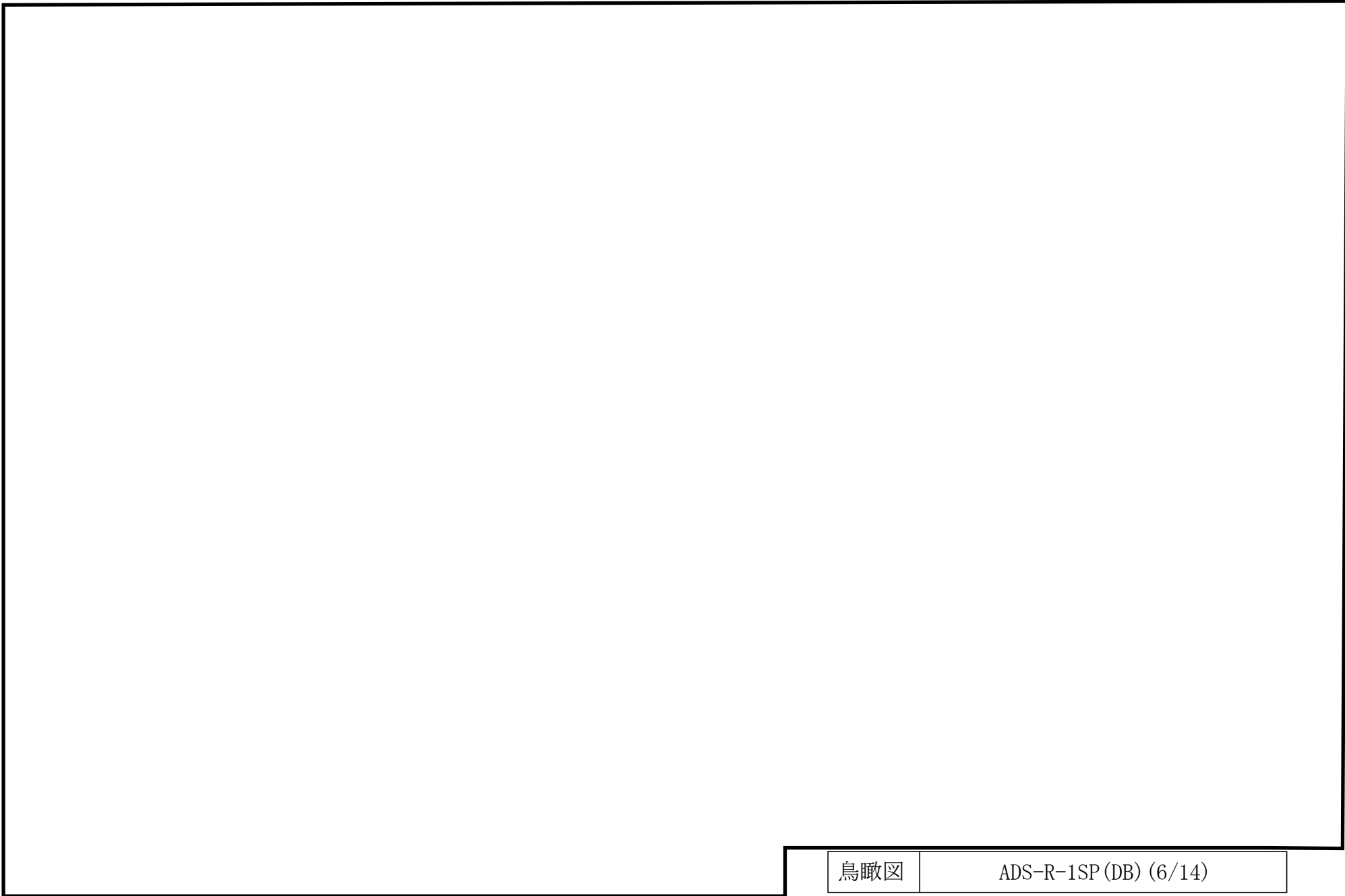
鳥瞰図

ADS-R-1SP(DB) (3/14)

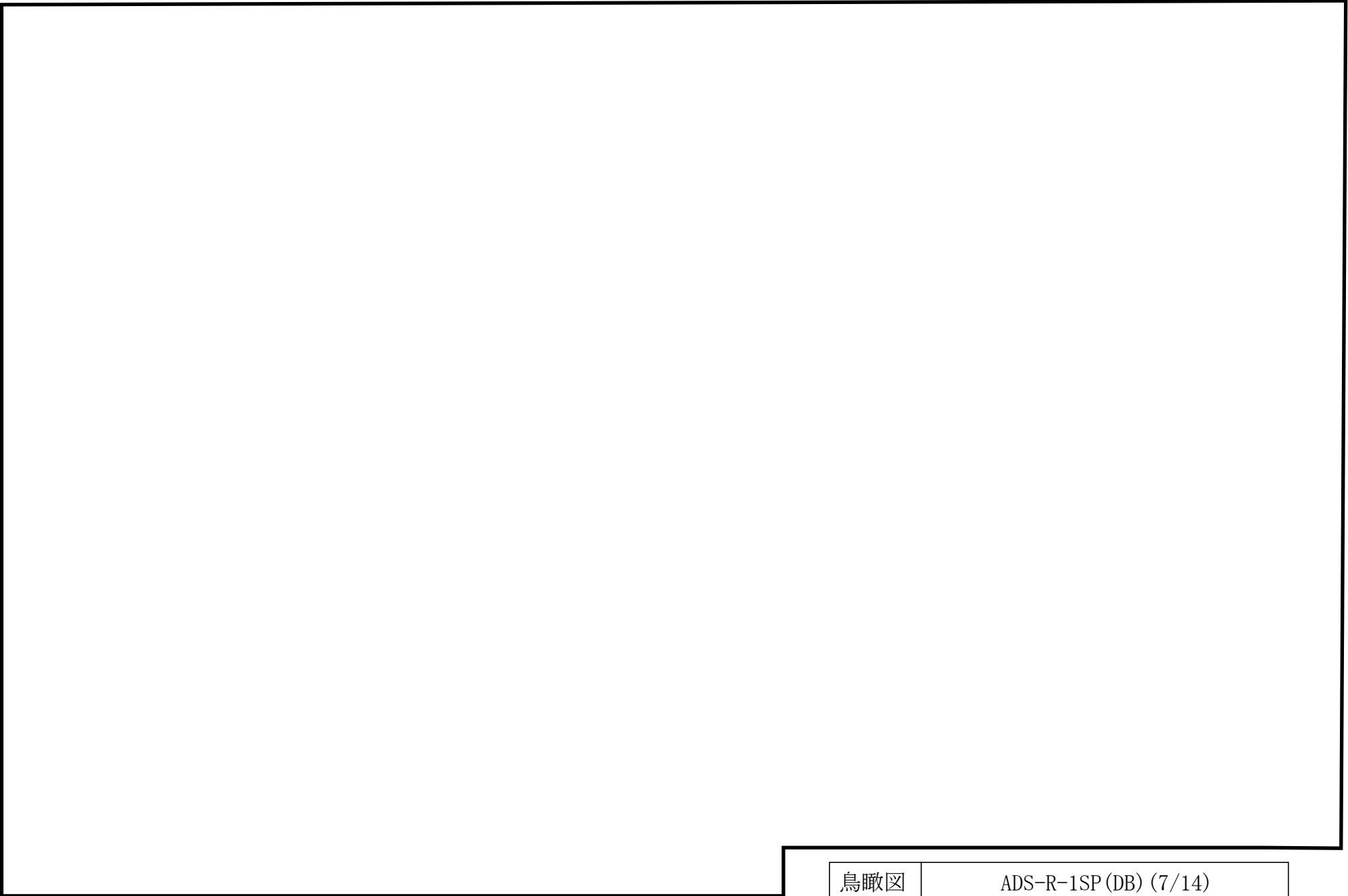






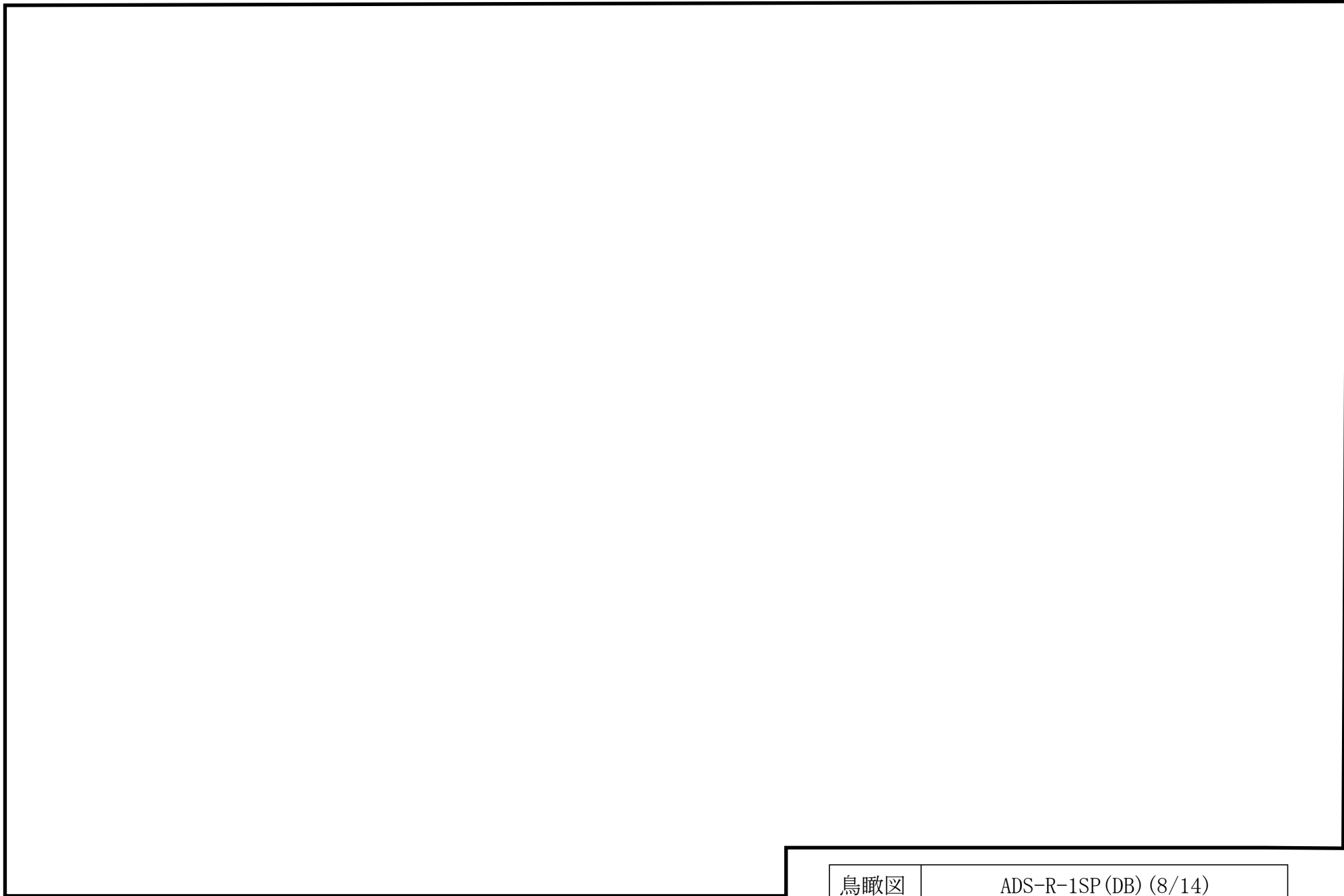


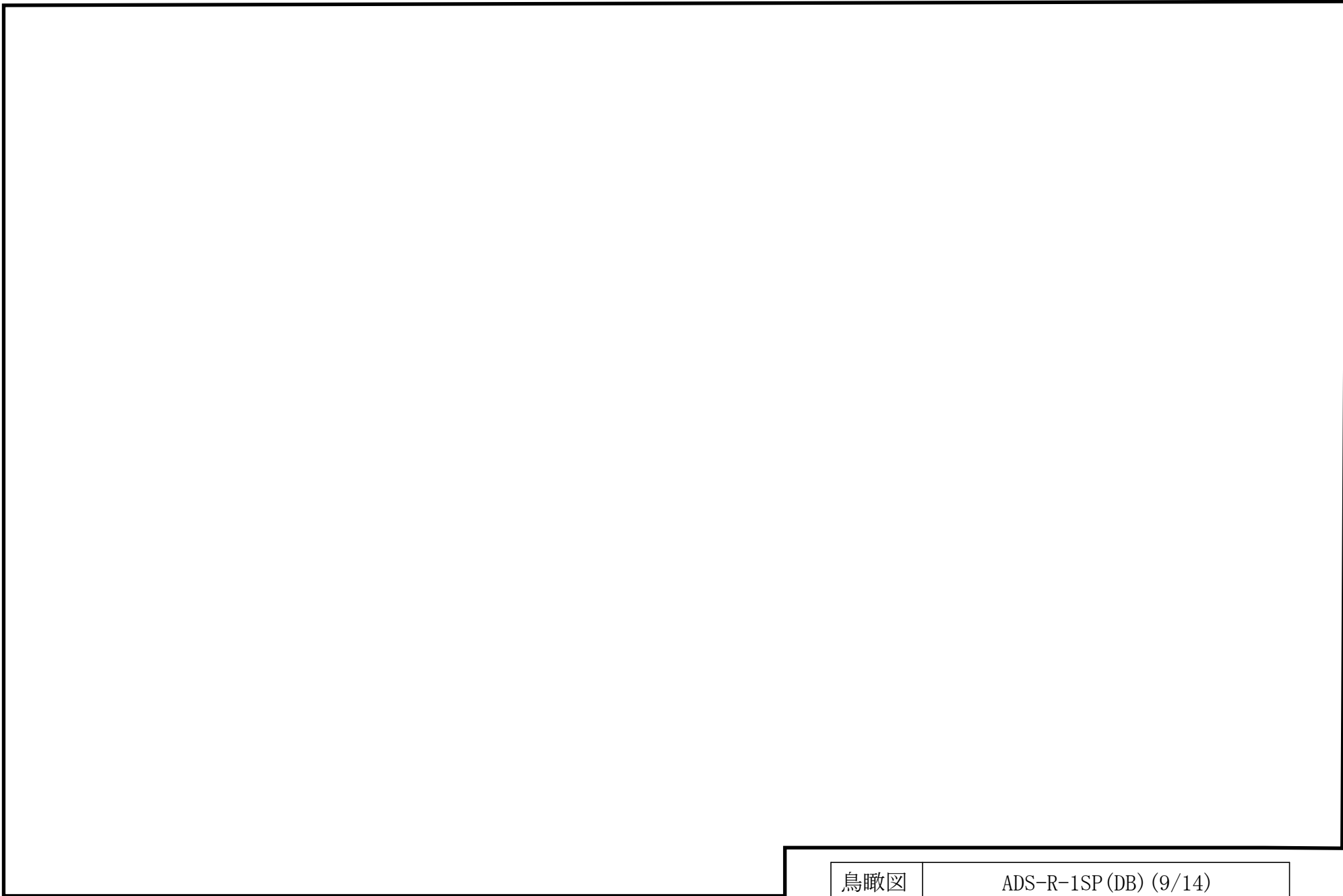
15



鳥瞰図

ADS-R-1SP(DB) (7/14)

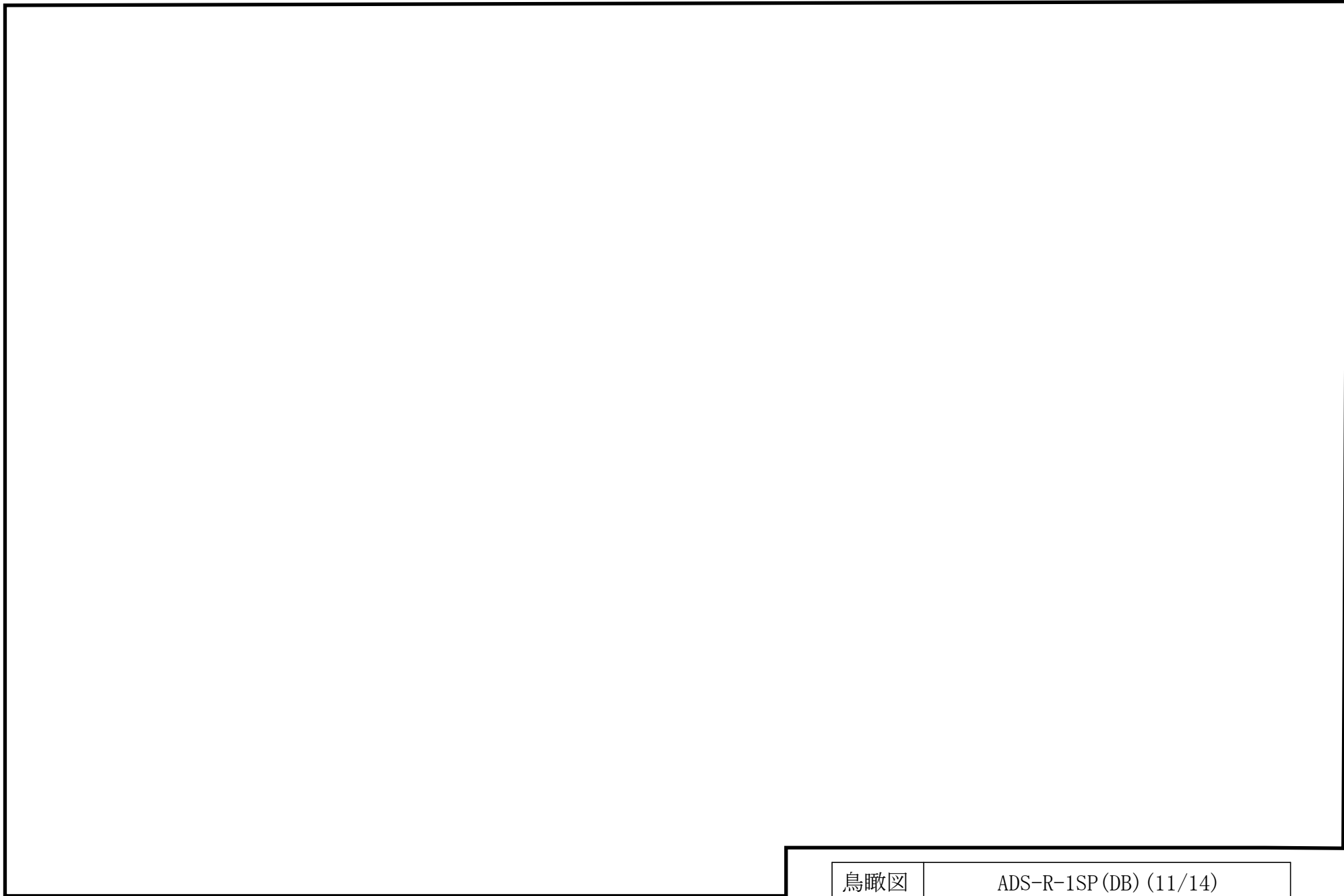




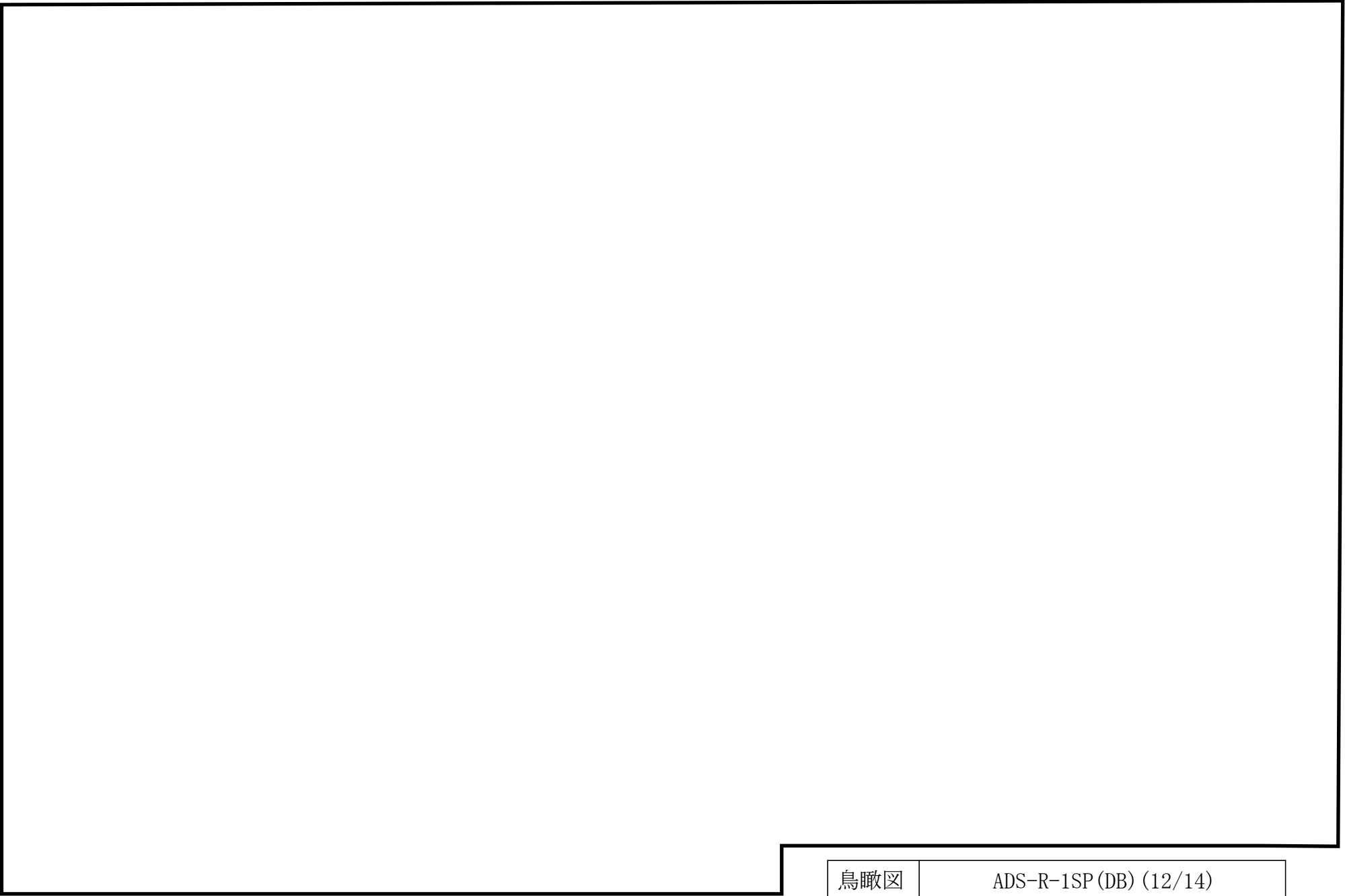
18

鳥瞰図

ADS-R-1SP (DB) (10/14)



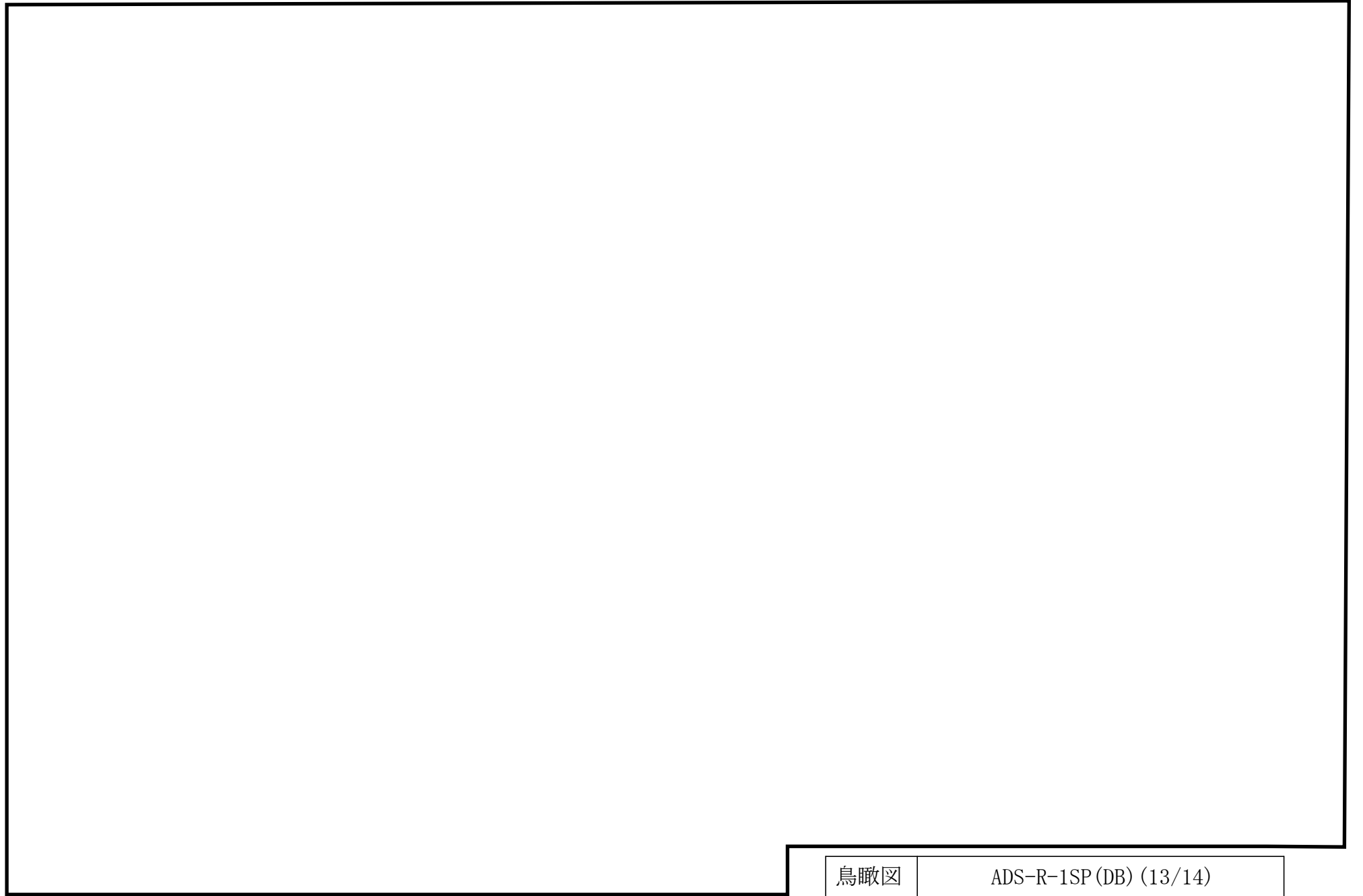
20



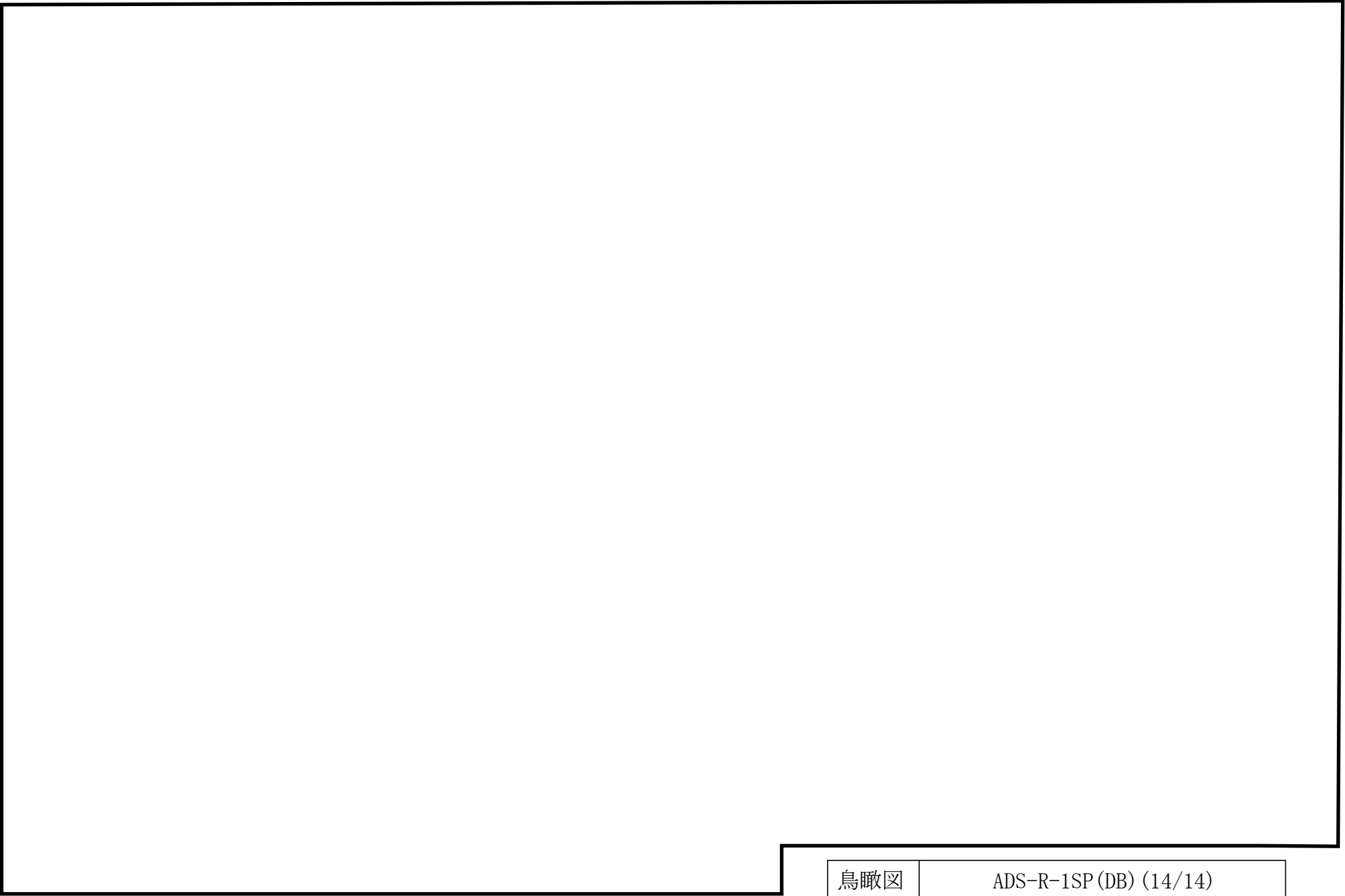
鳥瞰図

ADS-R-1SP(DB) (12/14)





鳥瞰図	ADS-R-1SP(DB) (13/14)
-----	-----------------------



23

鳥瞰図

ADS-R-1SP(SA) (1/14)

24

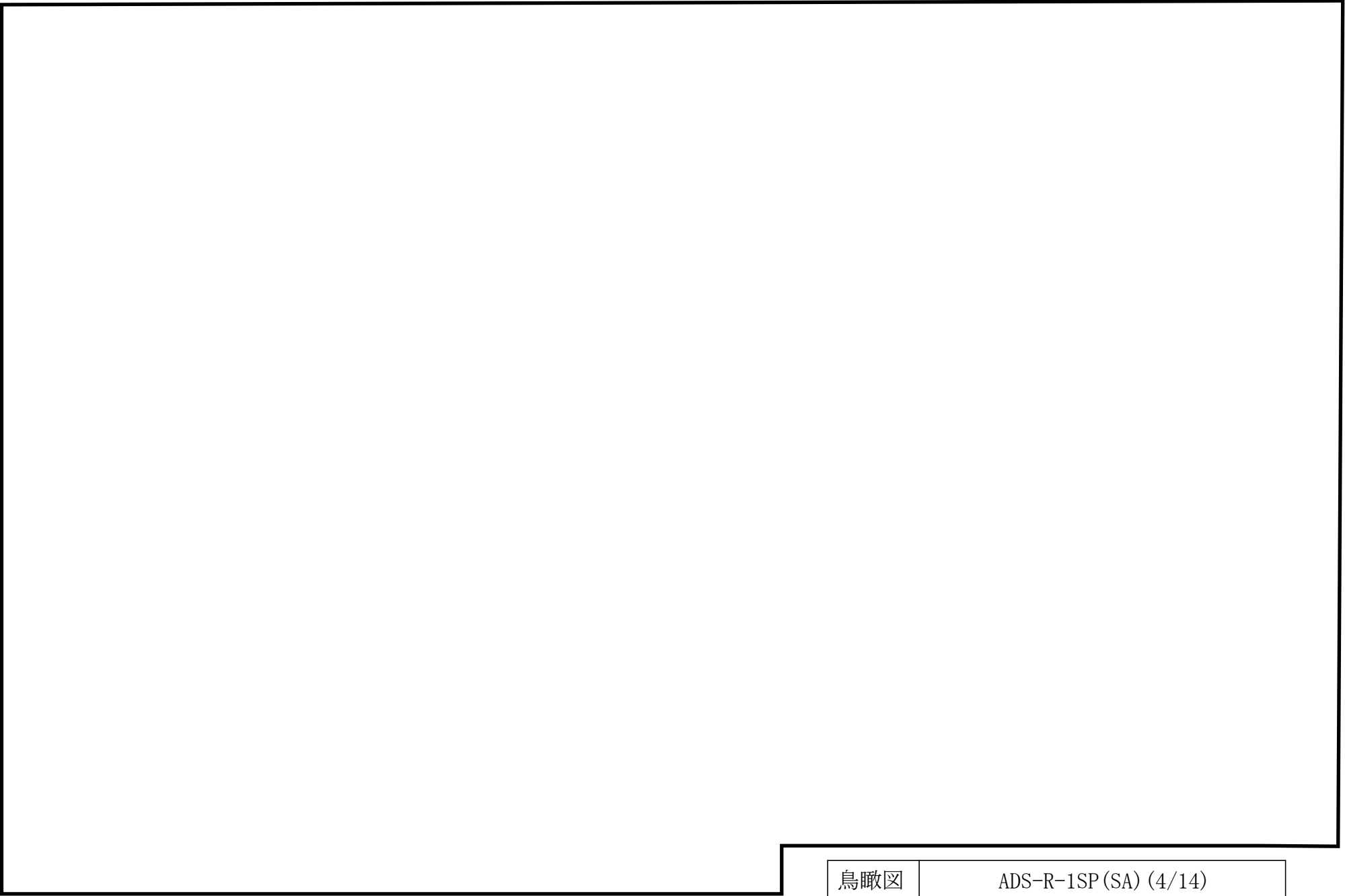
鳥瞰図

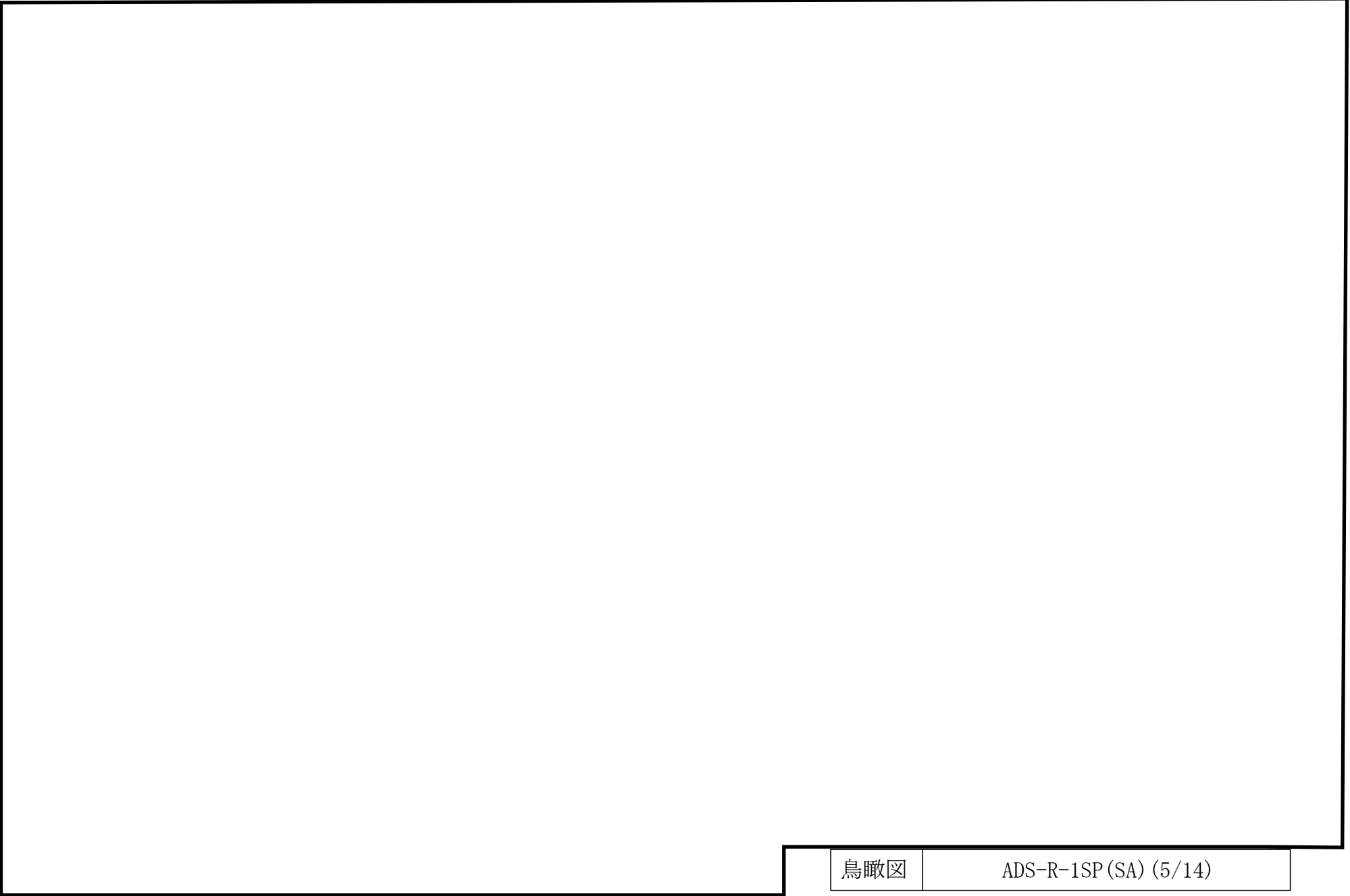
ADS-R-1SP(SA) (2/14)

25

鳥瞰図

ADS-R-1SP(SA) (3/14)



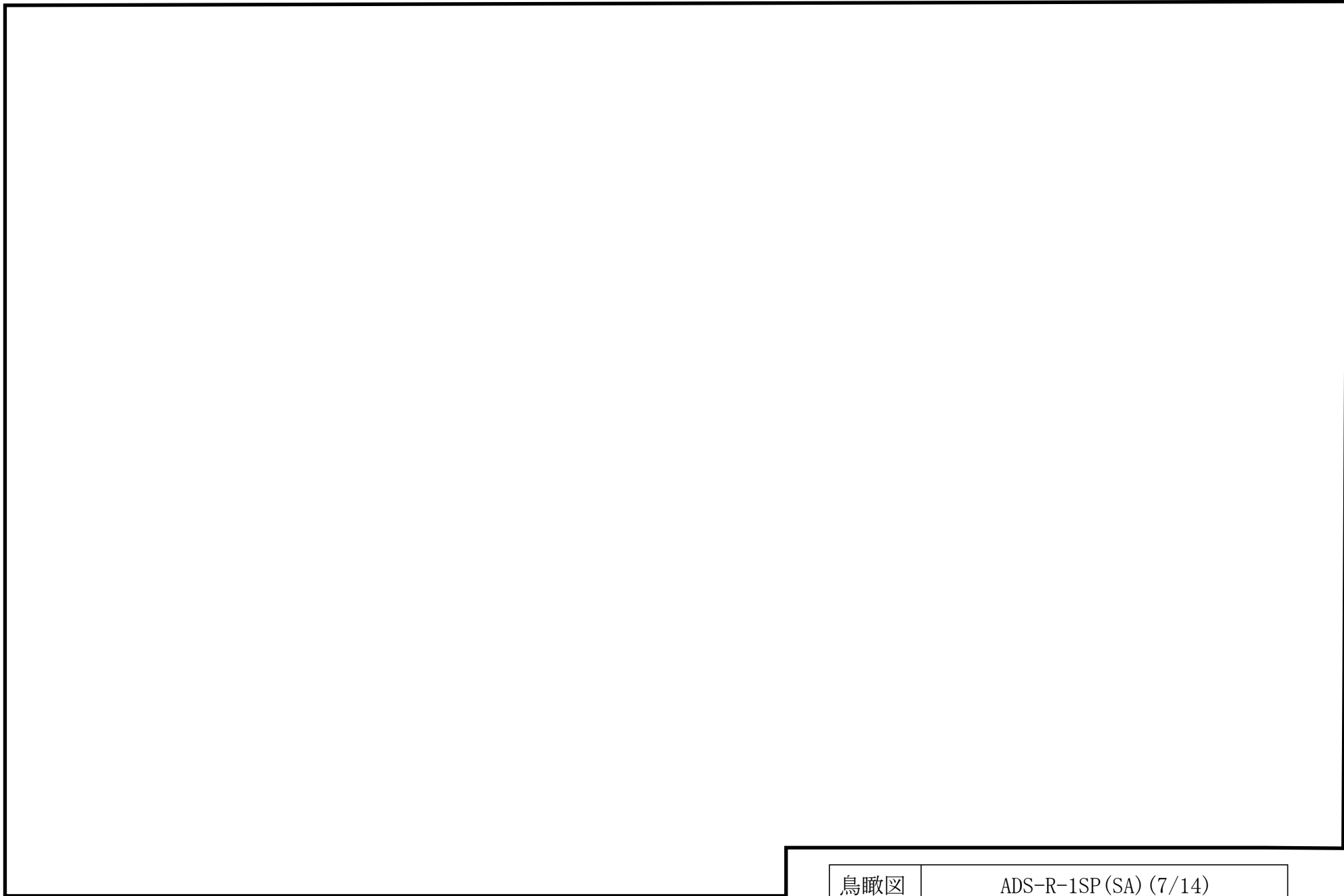


28

鳥瞰図

ADS-R-1SP(SA) (6/14)

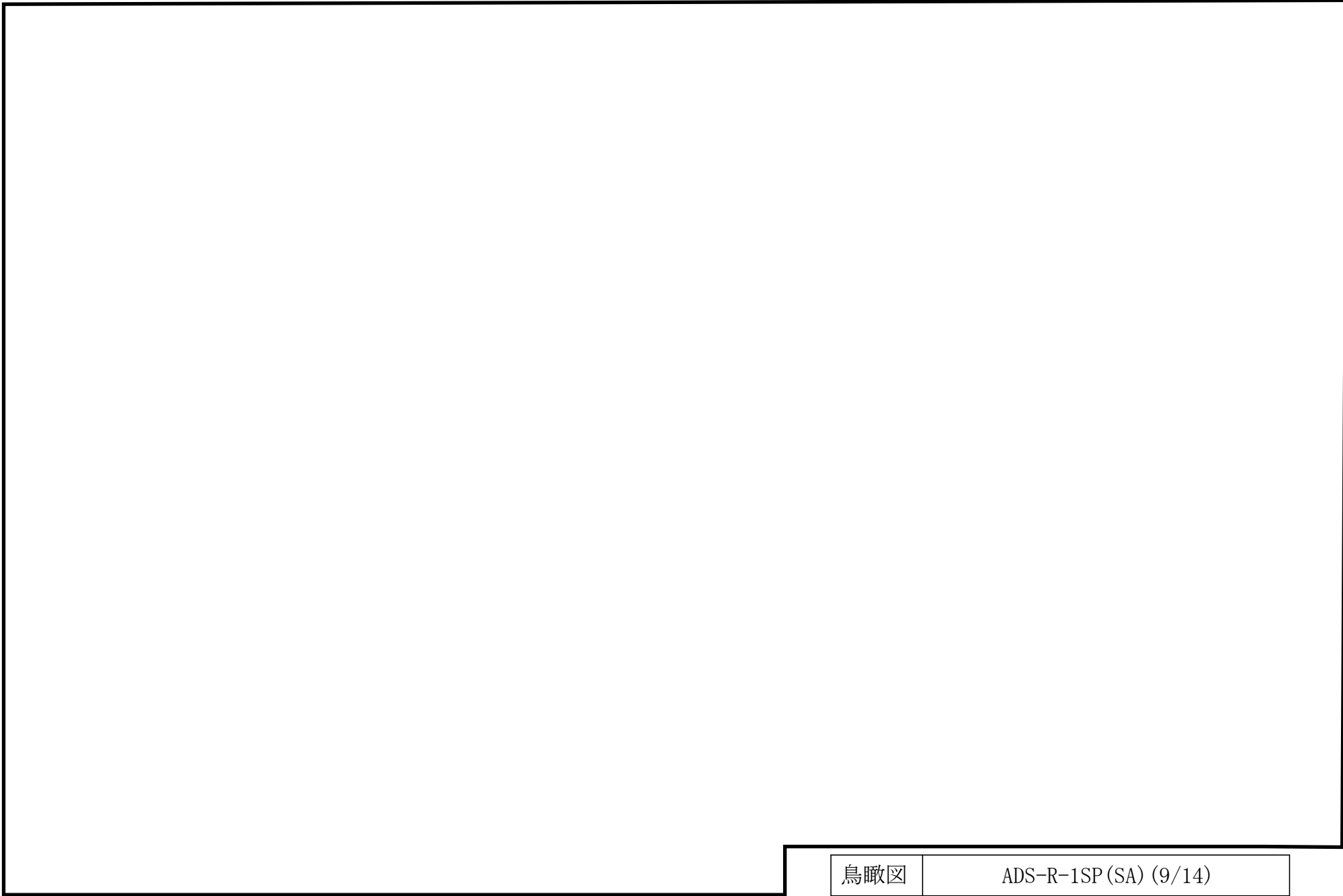




30

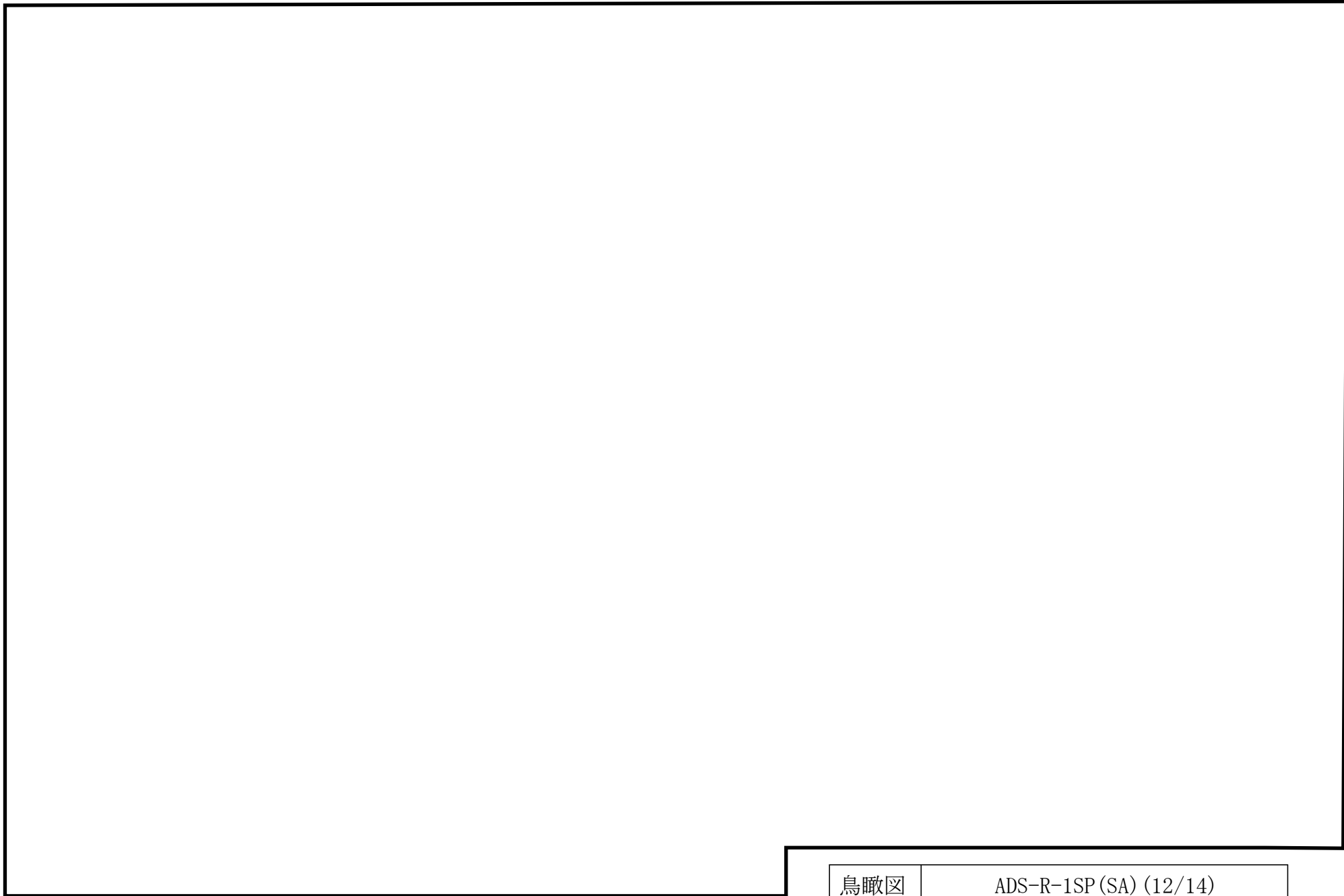
鳥瞰図

ADS-R-1SP(SA) (8/14)









35

鳥瞰図

ADS-R-1SP(SA) (13/14)

36

鳥瞰図

ADS-R-1SP(SA) (14/14)

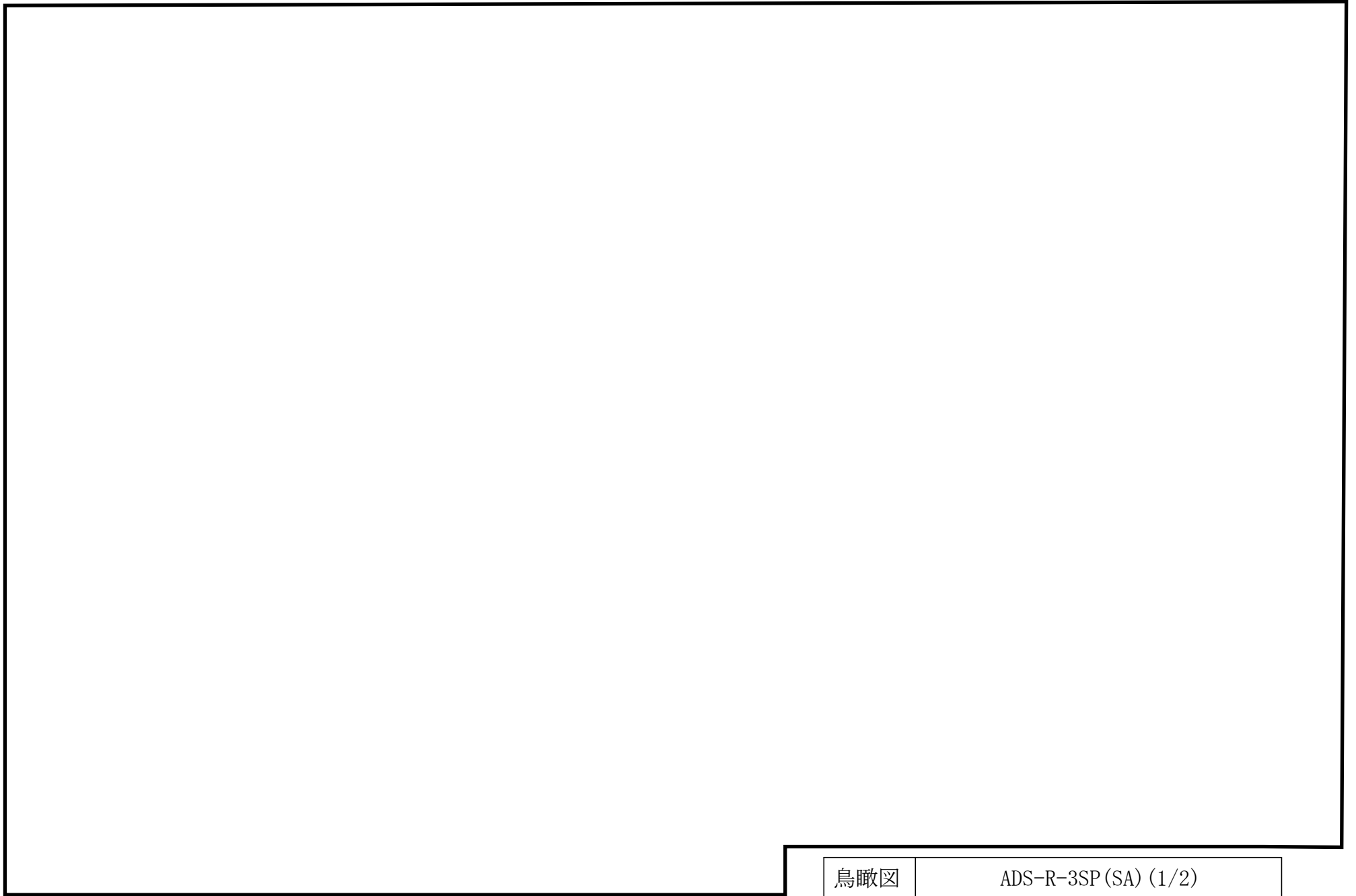




38

鳥瞰図

ADS-R-3SP(DB) (2/2)



鳥瞰図

ADS-R-3SP(SA) (1/2)

40

鳥瞰図

ADS-R-3SP(SA) (2/2)

### 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「H 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、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 <sup>*1</sup>	設備分類 <sup>*2</sup>	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ <sup>*3, *4</sup>	許容応力状態 <sup>*5</sup>
計測制御系統 施設	制御用空気設備	逃がし安全弁 窒素ガス供給系	DB	—	クラス2管 クラス3管	S	I <sub>L</sub> + S <sub>d</sub>	III <sub>A</sub> S
							II <sub>L</sub> + S <sub>d</sub>	
							I <sub>L</sub> + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S
							II <sub>L</sub> + S <sub>s</sub>	
			SA	常設耐震/防止	重大事故等 クラス2管	—	I <sub>L</sub> + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S
							II <sub>L</sub> + S <sub>s</sub>	
							V <sub>L</sub> (L) + S <sub>d</sub> <sup>*6, *7, *8</sup>	V <sub>A</sub> S
							V <sub>L</sub> (LL) + S <sub>s</sub> <sup>*6, *9</sup>	
V <sub>L</sub> + S <sub>s</sub> <sup>*10</sup>								

## 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 <sup>*1</sup>	設備分類 <sup>*2</sup>	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ <sup>*3, *4</sup>	許容応力状態 <sup>*5</sup>			
原子炉冷却系統施設	原子炉冷却材の循環設備	主蒸気系	DB	—	クラス3管	S	I <sub>L</sub> +S <sub>d</sub>	III <sub>A</sub> S			
							II <sub>L</sub> +S <sub>d</sub>				
							I <sub>L</sub> +S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S			
			II <sub>L</sub> +S <sub>s</sub>								
			SA				常設耐震/防止 常設/緩和	重大事故等 クラス2管	—	I <sub>L</sub> +S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S
										II <sub>L</sub> +S <sub>s</sub>	
V <sub>L</sub> +S <sub>s</sub> <sup>*10</sup>	V <sub>A</sub> 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, (L)は荷重が長期間作用している状態, (LL)は(L)より更に長期的に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<sub>A</sub>Sは許容応力状態IV<sub>A</sub>Sの許容限界を使用し, 許容応力状態IV<sub>A</sub>Sとして評価を実施する。

\*6 : 原子炉格納容器バウンダリにおいて考慮する。

\*7 : 原子炉格納容器バウンダリは, 事象の進展によっては, 重大事故等時の最大荷重の発生タイミングが遅くなる可能性があることから, 保守的に重大事故等時の最大荷重とS<sub>d</sub>地震力の組合せを考慮する。

\*8 : 原子炉格納容器過圧・過温破損(残留熱代替除去系を使用しない場合)における荷重条件を適用する。

\*9 : 原子炉格納容器過圧・過温破損(残留熱代替除去系を使用する場合)における荷重条件を適用する。

\*10 : 原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリを除く設備は必ずしも重大事故等時の荷重の時間履歴を詳細に評価しないことから, 重大事故等時の最大荷重とS<sub>s</sub>地震力の組合せを考慮する。

### 3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 ADS-R-1SP

管番号	対応する評価点	許容応力状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
1	1～57W, 58W～60W 61W～69W, 70W～77W 82W～92W, 32～399 64～458W, 459W～461W 462W～493, 467～515	Ⅲ <sub>A</sub> S	—	—
		Ⅳ <sub>A</sub> S	14.7	66
		Ⅴ <sub>A</sub> S	14.7	66
2	97W～286, 286～736W 741W～769A	Ⅲ <sub>A</sub> S	—	—
		Ⅳ <sub>A</sub> S	1.77	66
		Ⅴ <sub>A</sub> S	1.77	66
3	322W～335W	Ⅲ <sub>A</sub> S	1.77	171
		Ⅳ <sub>A</sub> S	1.77	171
		Ⅴ <sub>A</sub> S	—	—
4	2～338W, 6～341W 9～344W, 12～347W 15～350W, 18～353W 21～356W, 391～403W 394～408W, 398～413W 488～517W, 492～520W 507～525W, 510～530W 514～535W	Ⅲ <sub>A</sub> S	—	—
		Ⅳ <sub>A</sub> S	14.7	66
		Ⅴ <sub>A</sub> S	14.7	66
5	339W～3391, 342W～3421 345W～3451, 348W～3481 351W～3511, 354W～3541 357W～3571, 404W～4041 409W～4091, 414W～4141 518W～5181, 521W～5211 526W～5261, 531W～5311 536W～5361	Ⅲ <sub>A</sub> S	—	—
		Ⅳ <sub>A</sub> S	14.7	66
		Ⅴ <sub>A</sub> S	14.7	66



設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し、管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 ADS-R-1SP

管番号	対応する評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度 分類	縦弾性係数 (MPa)
1	1～57W, 58W～60W 61W～69W, 70W～77W 82W～92W, 32～399 64～458W, 459W～461W 462W～493, 467～515	60.5	5.5	SUS304TP	—	193667
2	97W～286, 286～736W 741W～769A	60.5	3.9	SUS304TP	—	193667
3	322W～335W	60.5	3.9	SUS304TP	S	191800
4	2～338W, 6～341W 9～344W, 12～347W 15～350W, 18～353W 21～356W, 391～403W 394～408W, 398～413W 488～517W, 492～520W 507～525W, 510～530W 514～535W	34.0	4.5	SUS304TP	—	193667
5	339W～3391, 342W～3421 345W～3451, 348W～3481 351W～3511, 354W～3541 357W～3571, 404W～4041 409W～4091, 414W～4141 518W～5181, 521W～5211 526W～5261, 531W～5311 536W～5361	19.6	4.0	SUS304	—	193667

弁部の質量

鳥 瞰 図 ADS-R-1SP

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	57W～58W, 69W～70W		461W～462W
	60W～61W, 458W～459W		77W, 82W
	78		79
	80		92W, 97W
	93		95
	317W, 322W, 736W, 741W		318, 737
	319, 738		321, 740
	338W～339W, 341W～342W		344W～345W, 347W～348W
	350W～351W, 353W～354W		356W～357W, 403W～404W
	408W～409W, 413W～414W		517W～518W, 520W～521W
	525W～526W, 530W～531W		535W～536W

弁部の寸法

鳥 瞰 図 ADS-R-1SP

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
57W~58W				60W~61W			
69W~70W				77W~78			
78~79				79~80			
80~81				78~82W			
92W~93				93~94			
94~95				93~97W			
317W~318				318~319			
319~320				320~321			
318~322W				338W~339W			
341W~342W				344W~345W			
347W~348W				350W~351W			
353W~354W				356W~357W			
403W~404W				408W~409W			
413W~414W				458W~459W			
461W~462W				517W~518W			
520W~521W				525W~526W			
530W~531W				535W~536W			
736W~737				737~738			
738~739				739~740			
737~741W							

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 ADS-R-1SP

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方向	Y方向	Z方向	X方向	Y方向	Z方向
4						
1300						
23						
26						
** 26 **						
2602						
** 2602 **						
30						
38						
42						
48						
59						
62						
68						
76						
78						
81						
83						
86						
88						
91						
94						
98						
101						
112						
118						
128						
131						
142						

S2 補 VI-2-6-6-1-1 R1

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 ADS-R-1SP

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方向	Y方向	Z方向	X方向	Y方向	Z方向
155						
** 155 **						
163						
168						
180						
183						
191						
198						
214						
225						
237						
248						
259						
262						
271						
275						
320						
323						
336N						
359						
364						
369						
371						
3740						
379						
385						
396						
4000						
4100						
422						

S2 補 VI-2-6-6-1-1 R1

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 ADS-R-1SP

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方向	Y方向	Z方向	X方向	Y方向	Z方向
428						
435						
438						
447						
451						
4550						
460						
463						
472						
4770						
480						
490						
495						
5010						
503						
512						
5220						
5320						
712						
720						
730						
735						
** 735 **						
737						
** 739 **						
** 739 **						
742						

S2 補 VI-2-6-6-1-1 R1

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 ADS-R-1SP

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方向	Y方向	Z方向	X方向	Y方向	Z方向
** 742 **						
749						
** 749 **						
761						
766						
769A						

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 ADS-R-3SP

管番号	対応する評価点	許容応力状態	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)
1	47W~61W	Ⅲ <sub>A</sub> S	1.77	171
		Ⅳ <sub>A</sub> S	1.77	171
		Ⅴ <sub>A</sub> S	1.77	200
2	16~46W, 19~334A 16~439A	Ⅲ <sub>A</sub> S	—	—
		Ⅳ <sub>A</sub> S	1.77	66
		Ⅴ <sub>A</sub> S	1.77	66



設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 ADS-R-3SP

管番号	対応する評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度 分類	縦弾性係数 (MPa)
1	47W～61W	60.5	3.9	SUS304TP	S	191800
2	16～46W, 19～334A 16～439A	60.5	3.9	SUS304TP	—	193667

弁部の質量

鳥 瞰 図 ADS-R-3SP

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	46W, 47W		4601
	4602		4604

弁部の寸法

鳥 瞰 図 ADS-R-3SP

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
46W~4601				4601~4602			
4602~4603				4603~4604			
4601~47W							

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 ADS-R-3SP

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方向	Y方向	Z方向	X方向	Y方向	Z方向
21						
37						
** 37 **						
4603						
48						
62N						
313						
325						
** 325 **						
334A						
412						
422						
** 422 **						
432						
439A						

S2 補 VI-2-6-6-1-1 R1

### 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
SUS304TP	66	—	188	479	—
SUS304TP	171	—	150	413	113
SUS304TP	200	—	144	402	—
SUS304	66	—	188	479	—

### 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スペクトル及び等価繰返し回数を下表に示す。

なお、設計用床応答スペクトルは、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定したものをを用いる。減衰定数は、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。等価繰返し回数は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定したものをを用いる。

鳥瞰図	建物・構築物	標高 (m)	減衰定数 (%)	等価繰返し回数	
				S <sub>d</sub>	S <sub>s</sub>
ADS-R-1SP	原子炉建物	EL			
ADS-R-3SP	原子炉建物	EL			

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 ADS-R-1SP

適用する地震動等		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 及び静的震度			基準地震動 S <sub>s</sub>		
モード*1	固有周期 (s)	応答水平震度*2		応答鉛直 震度*2	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							
2次							
3次							
4次							
5次							
6次							
7次							
8次							
29次							
動的震度*4, *5							
静的震度*6							

注記\*1：固有周期が0.050s以上のモードを示す。0.020s以上0.050s未満のモードに対しては、最大応答加速度又はこれを上回る震度を適用する。なお、1次固有周期が0.050s未満である場合は、1次モードのみを示す。

\*2：設計用床応答スペクトルⅡ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）により得られる震度

\*3：設計用床応答スペクトルⅡ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により得られる震度

\*4：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）及び設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

\*5：最大応答加速度を1.2倍した震度

\*6： $3.6 \cdot C_I$ 及び $1.2 \cdot C_v$ より定めた震度

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 ADS-R-1SP

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				
8次				
29次				

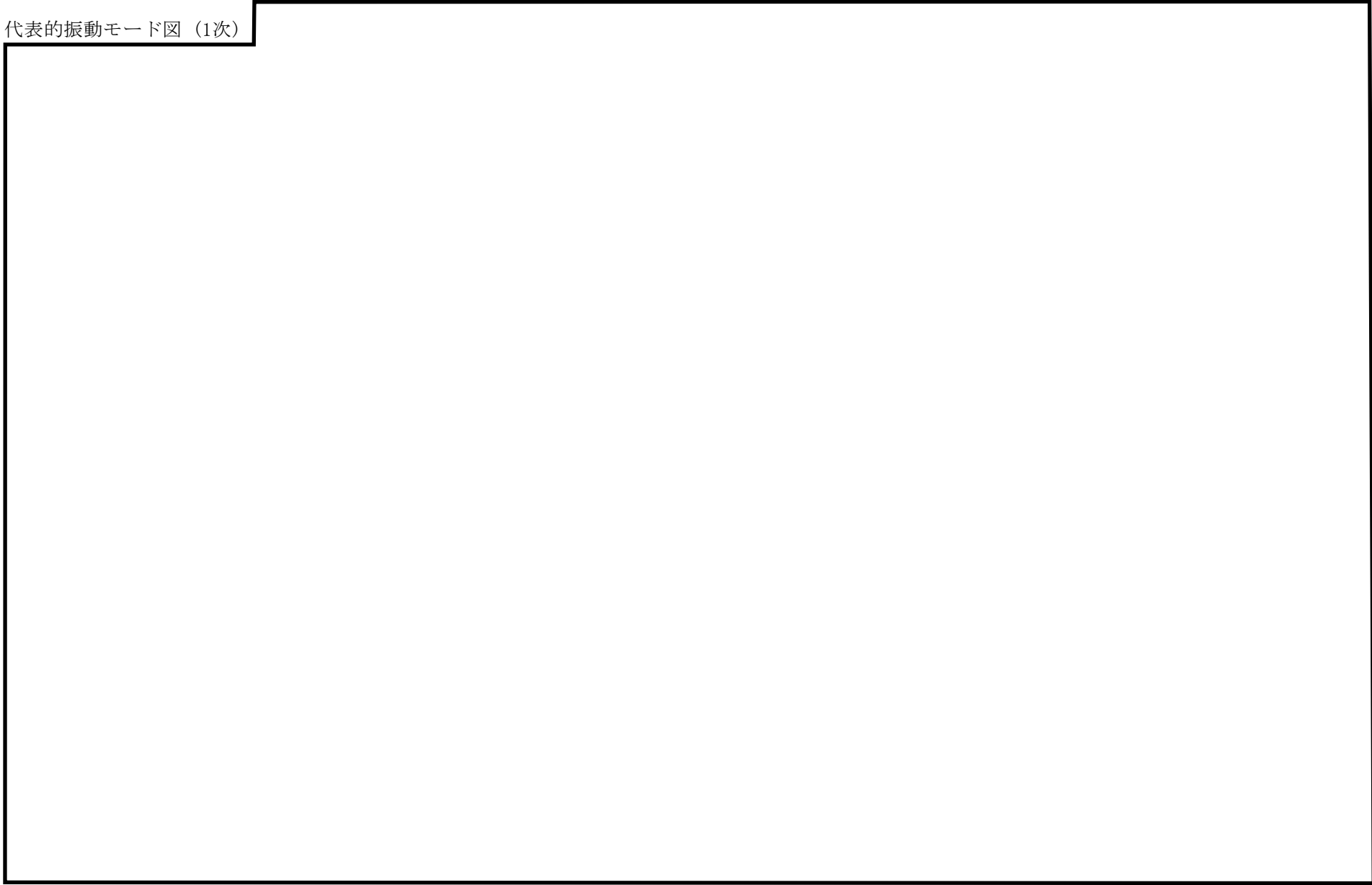
注記\*：モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。



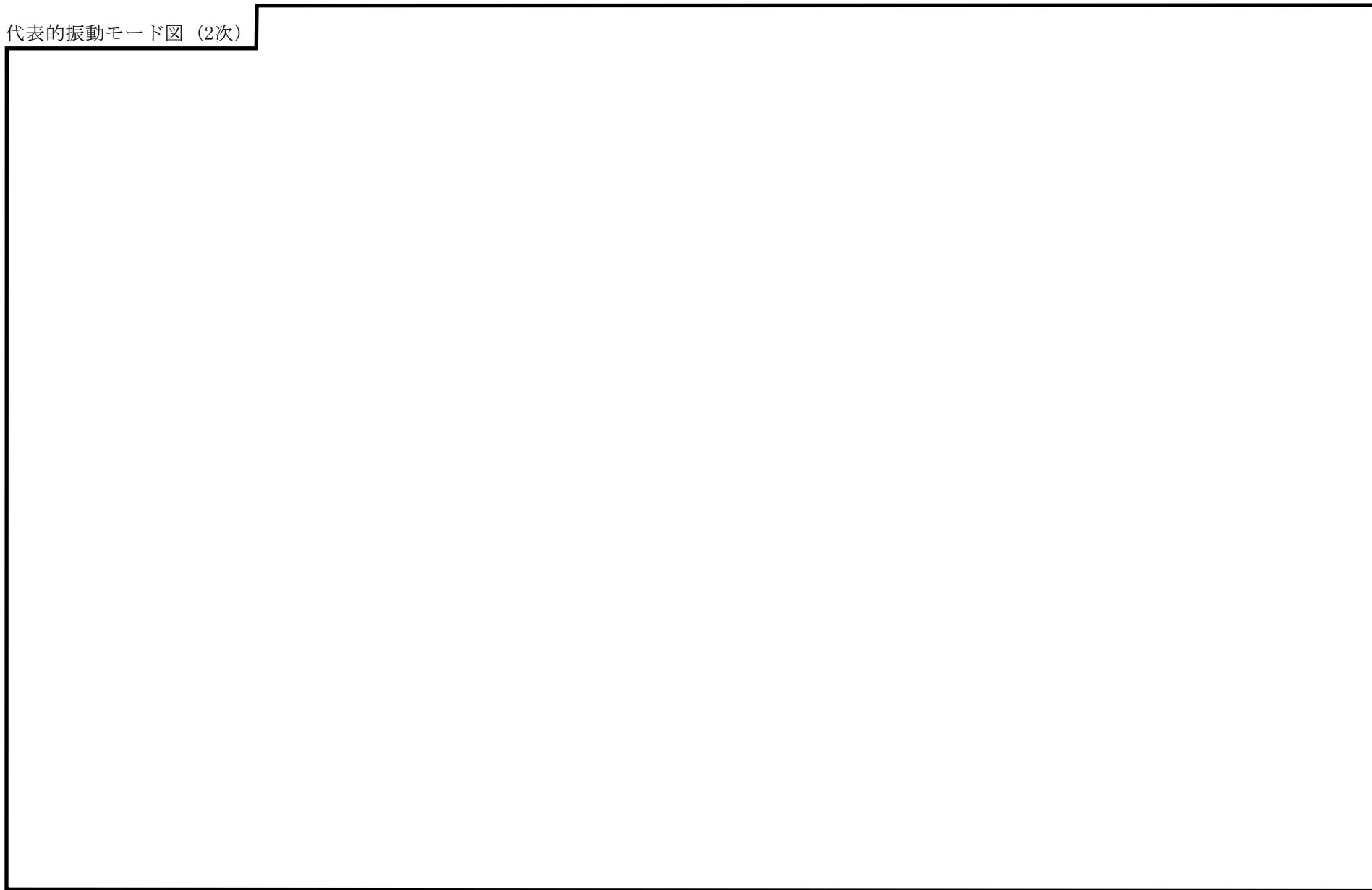
## 代表的振動モード図

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，次頁以降に示す。

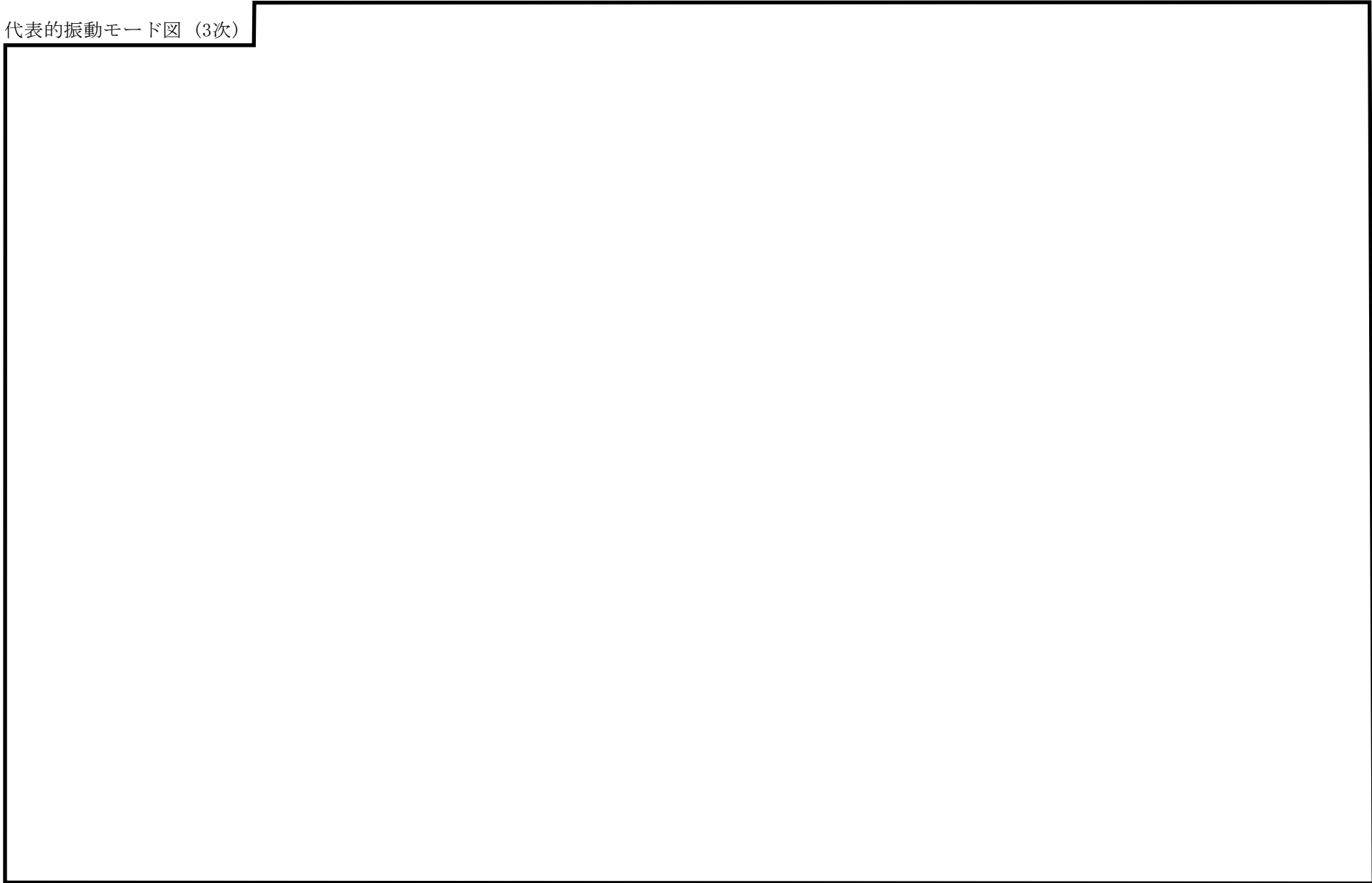
代表的振動モード図 (1次)



代表的振動モード図 (2次)



代表的振動モード図 (3次)



固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 ADS-R-3SP

適用する地震動等		弾性設計用地震動 S d 及び静的震度			基準地震動 S s		
モード*1	固有 周期 (s)	応答水平震度*2		応答鉛直 震度*2	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							
2次							
3次							
4次							
5次							
6次							
動的震度*4, *5							
静的震度*6							

注記\*1：固有周期が0.050s以上のモードを示す。0.020s以上0.050s未満のモードに対しては、最大応答加速度又はこれを上回る震度を適用する。なお、1次固有周期が0.050s未満である場合は、1次モードのみを示す。

\*2：設計用床応答スペクトルⅡ（弾性設計用地震動 S d）により得られる震度

\*3：設計用床応答スペクトルⅡ（基準地震動 S s）により得られる震度

\*4：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S d）及び設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

\*5：最大応答加速度を1.2倍した震度

\*6： $3.6 \cdot C_I$ 及び $1.2 \cdot C_V$ より定めた震度

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 ADS-R-3SP

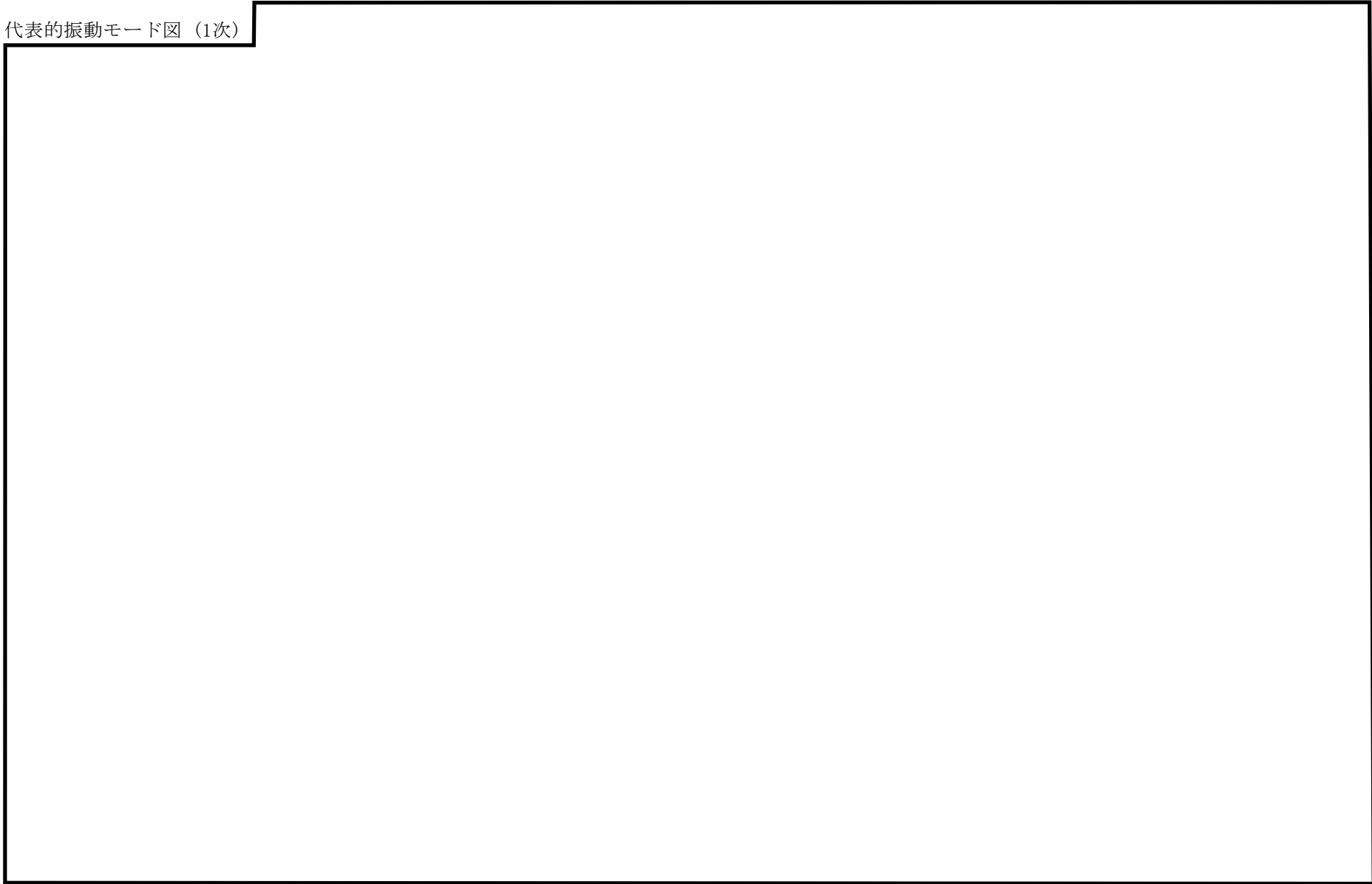
モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				

注記\*：モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

## 代表的振動モード図

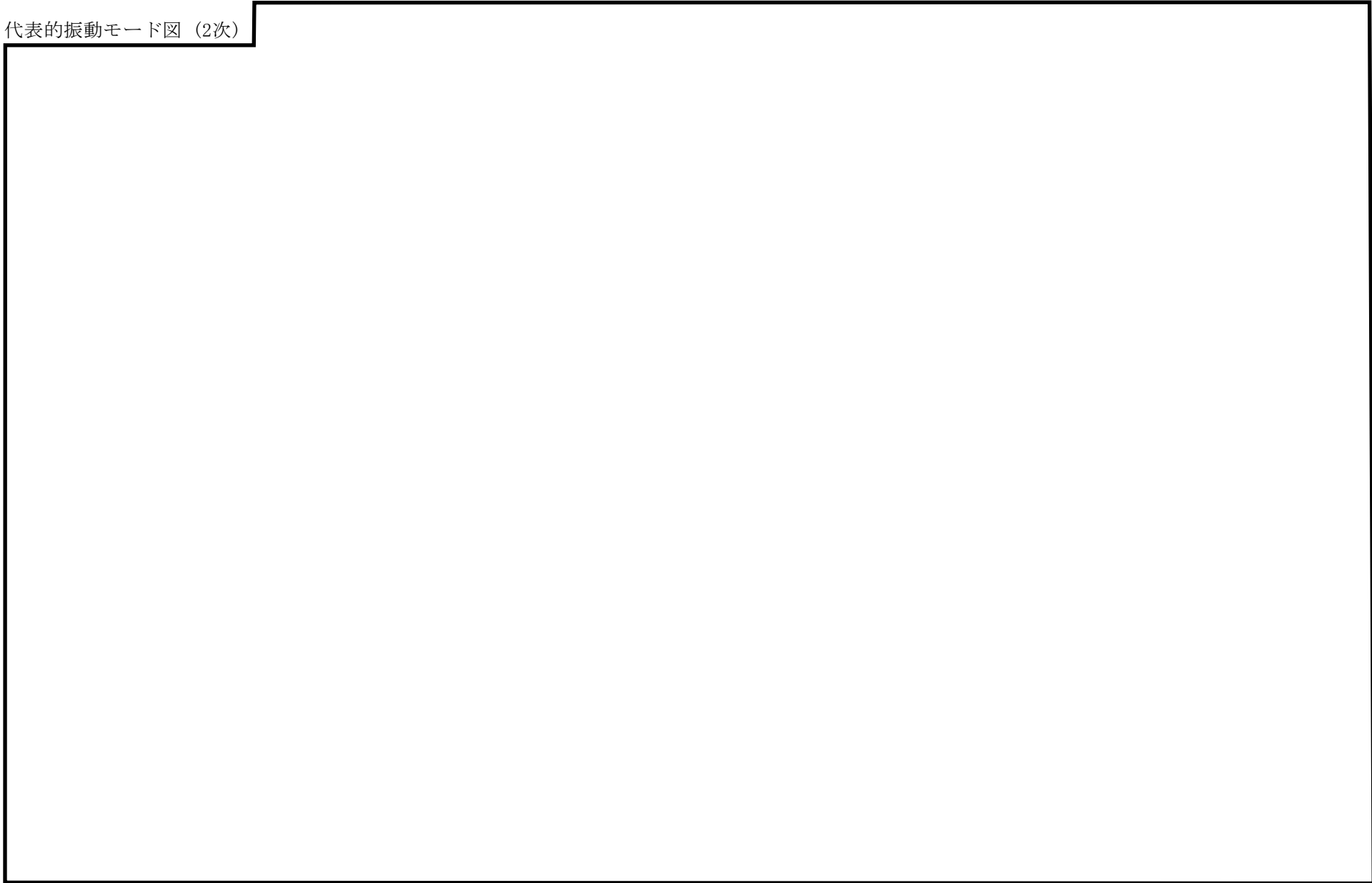
振動モード図は，3次モードまでを代表とし，各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し，次頁以降に示す。

代表的振動モード図 (1次)

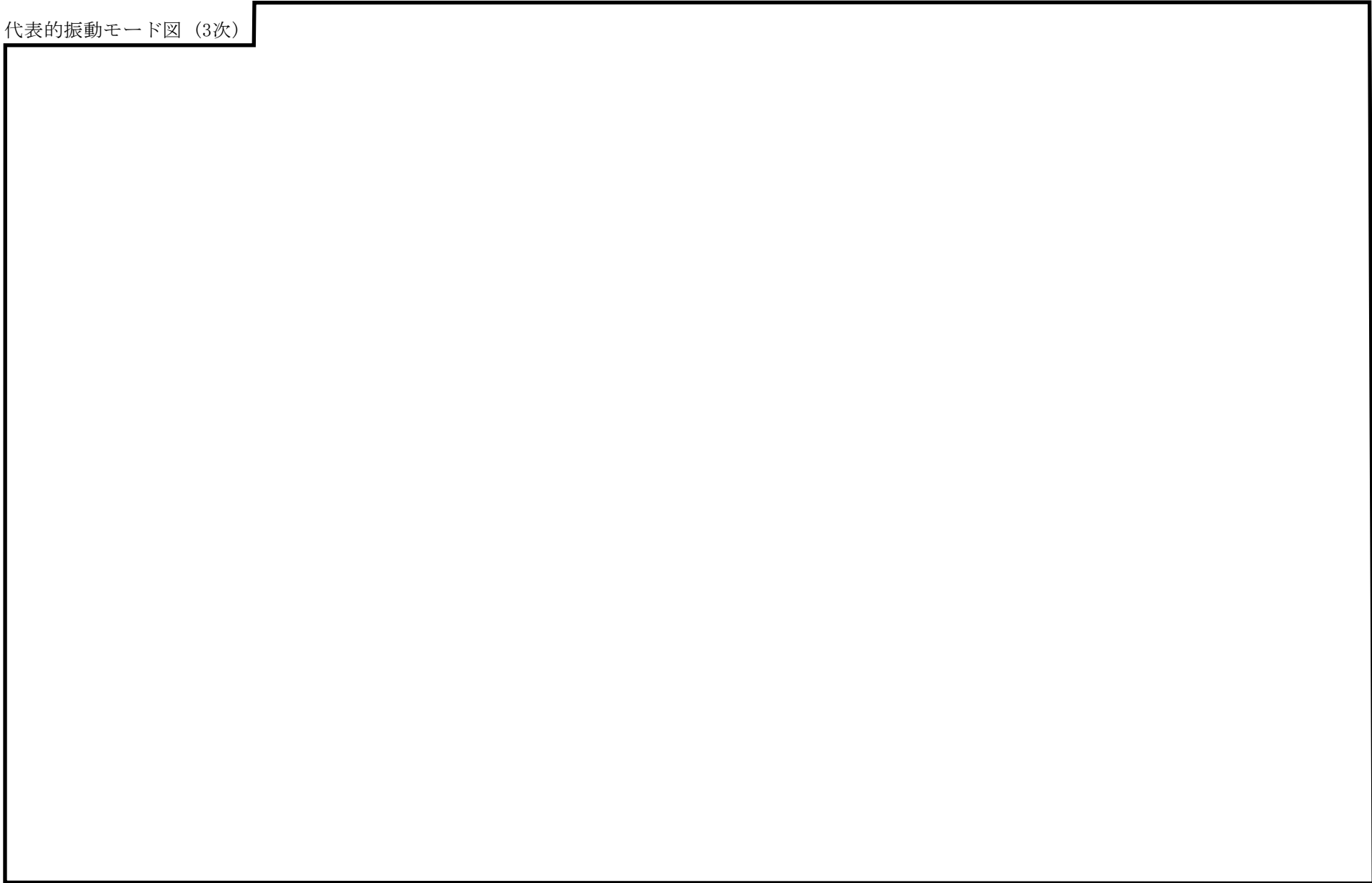




代表的振動モード図 (2次)



代表的振動モード図 (3次)



70

## 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。

クラス2以下の管

許容応力 状態	最大応力区分(許容応力)	鳥瞰図 番号	最大応力 評価点	応力評価		疲労評価
				計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	疲労累積係数 U S d U S s
Ⅲ <sub>A</sub> S	一次応力 $S_{p r m}(S_y^*)$	ADS-R-3SP	60	54	150	—
	一次+二次応力 $S_n(2 \cdot S_y)$	ADS-R-3SP	61W	192	300	—
Ⅳ <sub>A</sub> S	一次応力 $S_{p r m}(0.9 \cdot S_u)$	ADS-R-3SP	60	97	371	—
	一次+二次応力 $S_n(2 \cdot S_y)$	ADS-R-3SP	61W	361	300	0.1397

注記\* : 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,  $S_y$  と  $1.2 \cdot S$  のうち大きい方とする。

## 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

許容応力 状態	最大応力区分(許容応力)	鳥瞰図 番号	最大応力 評価点	応力評価		疲労評価
				計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	疲労累積係数 U S s
IV <sub>A</sub> S	一次応力 $S_{p r m}(0.9 \cdot S_u)$	ADS-R-1SP	510	190	431	—
	一次+二次応力 $S_n(2 \cdot S_y)$	ADS-R-3SP	61W	361	300	0.1397
V <sub>A</sub> S	一次応力 $S_{p r m}(0.9 \cdot S_u)$	ADS-R-1SP	510	190	431	—
	一次+二次応力 $S_n(2 \cdot S_y)$	ADS-R-3SP	61W	361	288	0.1725

## 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	材料	温度 (°C)	評価結果		
					計算荷重 (kN)	許容荷重 (kN)	
						一次評価*1	二次評価*2
—	メカニカルスナッパ	—	VI-2-1-12「配 管及び支持構造 物の耐震計算に ついて」参照	—	—	—	—
—	オイルスナッパ	—			—	—	—
—	ロッドレストレイント	—			—	—	—
—	スプリングハンガ	—			—	—	—
—	コンスタントハンガ	—			—	—	—
—	リジットハンガ	—			—	—	—

注記\*1：あらかじめ設定した設計上の基準値を許容荷重として実施する評価

\*2：計算荷重があらかじめ設定した設計上の基準値を超過した箇所に対して、J E A G 4 6 0 1 に定める許容限界を満足する範囲内で新たに設定した設計上の基準値を許容荷重として実施する評価。なお、一次評価を満足する場合は「—」と記載する。

支持構造物評価結果（応力評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材料	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 <sub>x</sub>	F <sub>y</sub>	F <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>			
RE-ADS-1055	レストレイント	Uプレート	SUS304	66	3	15	0	—	—	—	組合せ	85	205
AN-ADS-57102	アンカ	ラグ	SUS304	200	4	2	3	1	1	1	組合せ	74	112

4.2.3 弁の動的機能維持の評価結果

下表に示すとおり水平及び鉛直方向の機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は水平及び鉛直方向を合成した機能維持評価用加速度が動作機能確認済加速度以下かつ計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能 <sup>*1</sup>	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 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )		詳細評価 <sup>*2, *3</sup>						
			水平	鉛直	合成 <sup>*3, *4</sup>	水平	鉛直	動作機能確認済加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )		構造強度評価結果 (MPa)				
								水平	鉛直	評価部位	応力分類	計算応力	許容応力	
MV227-2A	電動グローブ弁	$\beta$ (S s)	2.3	1.8	—	6.0	6.0	—	—	—	—	—	—	—
MV227-2B	電動グローブ弁	$\beta$ (S s)	2.3	1.8	—	6.0	6.0	—	—	—	—	—	—	—

注記\*1：弁に要求される機能に応じて以下を記載する。

$\alpha$  (S s)：基準地震動 S s，弾性設計用地震動 S d 時に動的機能が要求されるもの

$\beta$  (S s)：基準地震動 S s，弾性設計用地震動 S d 後に動的機能が要求されるもの

\*2：水平又は鉛直方向の機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超過する場合は詳細評価を実施し，水平及び鉛直方向を合成した機能維持評価用加速度が動作機能確認済加速度の最小値以下かつ計算応力が許容応力以下であることを確認する。

\*3：詳細評価を実施しない場合は「—」と記載する。

\*4：水平及び鉛直方向の機能維持評価用加速度をベクトル和により合成した値であり，詳細評価を実施する場合に使用する。

## 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。

クラス2以下の管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態ⅢA S										
		一次応力評価					一次+二次応力評価					
		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	疲労累積係数	代表
1	ADS-PD-1SP	167N	50	150	3.00	—	7W	108	300	2.77	—	—
2	ADS-PD-2SP	372	38	150	3.94	—	10W	155	300	1.93	—	—
3	ADS-PD-3SP	637W	51	150	2.94	—	634W	110	250	2.27	—	—
4	ADS-PD-4SP	528W	41	150	3.65	—	528W	58	300	5.17	—	—
5	ADS-R-1SP	325	34	150	4.41	—	335W	184	300	1.63	—	—
6	ADS-R-2SP	118	40	150	3.75	—	129W	172	300	1.74	—	—
7	ADS-R-3SP	60	54	150	2.77	○	61W	192	300	1.56	—	○

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。

クラス2以下の管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態IV <sub>A</sub> S										
		一次応力評価					一次+二次応力評価					
		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	疲労累積 係数	代表
1	ADS-PD-1SP	374N	84	371	4.41	—	7W	194	300	1.54	—	—
2	ADS-PD-2SP	372	60	371	6.18	—	10W	278	300	1.07	—	—
3	ADS-PD-3SP	637W	92	371	4.03	—	634W	208	250	1.20	—	—
4	ADS-PD-4SP	528W	65	371	5.70	—	528W	106	300	2.83	—	—
5	ADS-R-1SP	325	42	371	8.83	—	335W	279	300	1.07	—	—
6	ADS-R-2SP	118	51	371	7.27	—	129W	260	300	1.15	—	—
7	ADS-R-3SP	60	97	371	3.82	○	61W	361	300	0.83	0.1397	○



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。

重大事故等クラス2管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態IV <sub>A</sub> S										
		一次応力評価					一次+二次応力評価					
		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	疲労累積 係数	代表
1	ADS-PD-3SP	68W	113	371	3.28	—	68W	222	300	1.35	—	—
2	ADS-PD-4SP	12A	82	371	4.52	—	53W	130	300	2.30	—	—
3	ADS-R-1SP	510	190	431	2.26	○	510	347	376	1.08	—	—
4	ADS-R-2SP	466W	178	431	2.42	—	133	250	376	1.50	—	—
5	ADS-R-3SP	432	143	431	3.01	—	61W	361	300	0.83	0.1397	○

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。

重大事故等クラス2管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態 V A S										
		一次応力評価					一次+二次応力評価					
		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	疲労累積 係数	代表
1	ADS-PD-3SP	68W	116	361	3.11	—	68W	222	288	1.29	—	—
2	ADS-PD-4SP	12A	84	361	4.29	—	53W	130	288	2.21	—	—
3	ADS-R-1SP	510	190	431	2.26	○	510	347	376	1.08	—	—
4	ADS-R-2SP	466W	178	431	2.42	—	133	250	376	1.50	—	—
5	ADS-R-3SP	432	143	431	3.01	—	61W	361	288	0.79	0.1725	○

VI-2-6-7 その他の計測制御系統施設の耐震性についての計算書

VI-2-6-7-1 その他の計測装置の耐震性についての計算書

VI-2-6-7-1-1 原子炉圧力容器温度（S A）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	3
3. 評価部位	3
4. 機能維持評価	4
4.1 機能維持評価用加速度	4
4.2 機能確認済加速度	5
5. 評価結果	6
5.1 重大事故等対処設備としての評価結果	6

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している機能維持の設計方針に基づき、原子炉圧力容器温度（SA）が設計用地震力に対して十分な電氣的機能を維持できることを説明するものである。

原子炉圧力容器温度（SA）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電氣的機能維持評価を示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

原子炉圧力容器温度（SA）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>検出器は、原子炉圧力容器のベースに溶接にて取り付けられたエンドパッド及びクランプパッドに止めネジを用いて固定する。</p>	<p>熱電対</p>	<p>(側面図)</p> <p>(正面図)</p> <p>(単位：mm)</p>



## 2.2 評価方針

原子炉圧力容器温度（SA）の機能維持評価は、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、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「4. 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「5. 評価結果」に示す。

原子炉圧力容器温度（SA）の耐震評価フローを図2-1に示す。

なお、原子炉圧力容器温度（SA）は、小型で軽量であり十分に剛性が高いとみなせるため、固有周期の計算は省略し、据付位置の設計用震度を適用した評価を実施する。

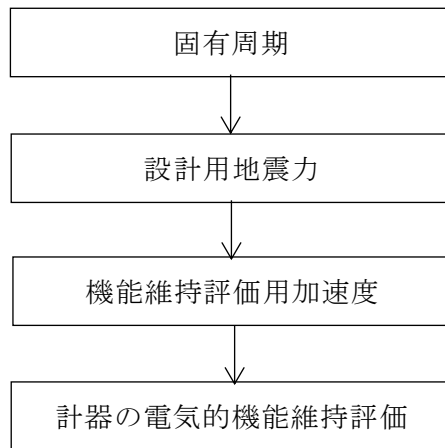


図2-1 原子炉圧力容器温度（SA）の耐震評価フロー

## 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。

- ・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）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1987（（社）日本電気協会）
- ・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）

## 3. 評価部位

原子炉圧力容器温度（SA）は、原子炉圧力容器に直接取り付けられたエンドパッド及びクランプパッドに挿入され固定されることから、原子炉圧力容器が支持している。原子炉圧力容器の構造強度評価はVI-2-3-3-1-2「原子炉圧力容器の耐震性についての計算書」にて実施しているため、本計算書では、原子炉圧力容器の地震応答解析結果を用いた原子炉圧力容器温度（SA）の電氣的機能維持評価について示す。

#### 4. 機能維持評価

原子炉圧力容器温度（S A）の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

##### 4.1 機能維持評価用加速度

原子炉圧力容器温度（S A）は原子炉圧力容器に直接取り付けられたエンドパッド及びクランプパッドに挿入され固定されることから、機能維持評価用加速度は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動S<sub>s</sub>により定まる加速度とする。機能維持評価用加速度を表4-1に示す。

表4-1 機能維持評価用加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	対象機器設置箇所 (m)	方向	機能維持評価用加速度
原子炉圧力容器温度 (S A) (TE298-1G-1, 2)	原子炉圧力容器下鏡 EL 16.508*	水平	1.82
		鉛直	1.28

注記\*：基準床レベルを示す。

#### 4.2 機能確認済加速度

原子炉压力容器温度（S A）の機能確認済加速度には、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体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加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 4-2 に示す。

表 4-2 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
原子炉压力容器温度（S A） （TE298-1G-1, 2）	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

## 5. 評価結果

### 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉圧力容器温度（S A）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。機能維持評価用加速度は機能確認済加速度以下であり，設計用地震力に対して電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 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。

## 【原子炉圧力容器温度（S A）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 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉圧力容器温度（S A） （TE298-1G-1, 2）	水平方向	1.82	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.28	<input type="text"/>

注記\*：機能維持評価用加速度は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、設計用震度Ⅱ（基準地震動S s）により定まる加速度とする。

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

VI-2-6-7-1-2 スクラバ容器水位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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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 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、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、スクラバ容器水位が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

スクラバ容器水位は、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。

なお、スクラバ容器水位は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンション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

スクラバ容器水位の構造計画を表 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>検出器は、計器取付ボルトにて計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計器ステーションに固定される。</p> <p>計器ステーションは、基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>差圧式水位検出器</p>																									
		<table border="1"> <tr> <td>機器名称</td> <td>スクラバ容器水位 (LX2B3-1A)</td> <td>スクラバ容器水位 (LX2B3-1B)</td> <td>スクラバ容器水位 (LX2B3-1C)</td> <td>スクラバ容器水位 (LX2B3-1D)</td> </tr> <tr> <td>たて</td> <td colspan="4" rowspan="3"></td> </tr> <tr> <td>横</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>機器名称</td> <td>スクラバ容器水位 (LX2B3-2A)</td> <td>スクラバ容器水位 (LX2B3-2B)</td> <td>スクラバ容器水位 (LX2B3-2C)</td> <td>スクラバ容器水位 (LX2B3-2D)</td> </tr> <tr> <td>たて</td> <td colspan="4" rowspan="3"></td> </tr> <tr> <td>横</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> </tr> </table>	機器名称	スクラバ容器水位 (LX2B3-1A)	スクラバ容器水位 (LX2B3-1B)	スクラバ容器水位 (LX2B3-1C)	スクラバ容器水位 (LX2B3-1D)	たて					横	高さ	機器名称	スクラバ容器水位 (LX2B3-2A)	スクラバ容器水位 (LX2B3-2B)	スクラバ容器水位 (LX2B3-2C)	スクラバ容器水位 (LX2B3-2D)	たて					横	高さ
機器名称	スクラバ容器水位 (LX2B3-1A)	スクラバ容器水位 (LX2B3-1B)	スクラバ容器水位 (LX2B3-1C)	スクラバ容器水位 (LX2B3-1D)																						
たて																										
横																										
高さ																										
機器名称	スクラバ容器水位 (LX2B3-2A)	スクラバ容器水位 (LX2B3-2B)	スクラバ容器水位 (LX2B3-2C)	スクラバ容器水位 (LX2B3-2D)																						
たて																										
横																										
高さ																										
		(単位 : mm)																								

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

スクラバ容器水位の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

スクラバ容器水位 (LX2B3-1A)	水平	
	鉛直	
スクラバ容器水位 (LX2B3-1B)	水平	
	鉛直	
スクラバ容器水位 (LX2B3-1C)	水平	
	鉛直	
スクラバ容器水位 (LX2B3-1D)	水平	
	鉛直	
スクラバ容器水位 (LX2B3-2A)	水平	
	鉛直	
スクラバ容器水位 (LX2B3-2B)	水平	
	鉛直	
スクラバ容器水位 (LX2B3-2C)	水平	
	鉛直	
スクラバ容器水位 (LX2B3-2D)	水平	
	鉛直	

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

スクラバ容器水位の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンション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。

##### 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

スクラバ容器水位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

スクラバ容器水位の許容応力は、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

スクラバ容器水位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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【スクラバ容器水位 (LX2B3-1A) の耐震性についての計算結果】、【スクラバ容器水位 (LX2B3-1B) の耐震性についての計算結果】、【スクラバ容器水位 (LX2B3-1C) の耐震性についての計算結果】、【スクラバ容器水位 (LX2B3-1D) の耐震性についての計算結果】、【スクラバ容器水位 (LX2B3-2A) の耐震性についての計算結果】、【スクラバ容器水位 (LX2B3-2B) の耐震性についての計算結果】、【スクラバ容器水位 (LX2B3-2C) の耐震性についての計算結果】、【スクラバ容器水位 (LX2B3-2D) 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 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
計測制御 系統施設	計測装置	スクラバ容器水位	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVAS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	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> *  (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>s</sub> *  (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)
VAS		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	60	237	389	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

スクラバ容器水位の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンション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。

計器スタンションに設置される検出器の水平方向の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該機器が設置される床における設計用床応答スペクトルを包絡する模擬地震波による加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。計器スタンションに設置される検出器の鉛直方向の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
スクラバ容器水位 (LX2B3-1A)	水平	
	鉛直	
スクラバ容器水位 (LX2B3-1B)	水平	
	鉛直	
スクラバ容器水位 (LX2B3-1C)	水平	
	鉛直	
スクラバ容器水位 (LX2B3-1D)	水平	
	鉛直	
スクラバ容器水位 (LX2B3-2A)	水平	
	鉛直	
スクラバ容器水位 (LX2B3-2B)	水平	
	鉛直	
スクラバ容器水位 (LX2B3-2C)	水平	
	鉛直	
スクラバ容器水位 (LX2B3-2D)	水平	
	鉛直	

S2 補 VI-2-6-7-1-2 R1



## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

スクラバ容器水位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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【スクラバ容器水位 (LX2B3-1A) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
スクラバ容器水位 (LX2B3-1A)	常設耐震/防止 常設/緩和	第1 ベントフィルタ格納槽 EL 2.7*1			—	—	C <sub>H</sub> =4.18*2	C <sub>V</sub> =5.97*2	60

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h <sub>1</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
基礎ボルト		862	12 (M12)	113.1	4	237 (径≤16mm)	389 (径≤16mm)

部材	ℓ <sub>1</sub> * (mm)	ℓ <sub>2</sub> * (mm)	n <sub>f</sub> *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	100	100	2	—	272	—	前後方向
	38	238	2				

注記\*: 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。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	—		—	

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 61$	$f_{ts} = 163^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 6$	$f_{sb} = 125$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

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

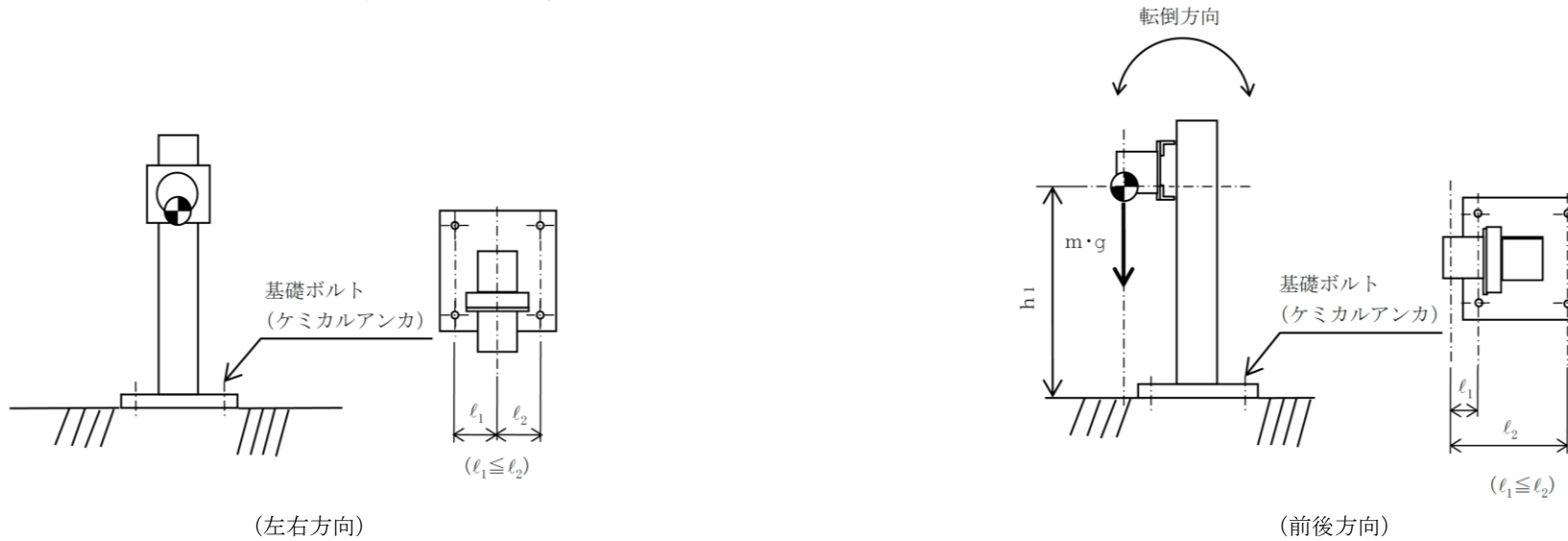
( $\times 9.8 \text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
スクラバ容器水位 (LX2B3-1A)	水平方向	3.39	
	鉛直方向	2.26	

注記\*：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

12



【スクラバ容器水位（LX2B3-1B）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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
スクラバ容器水位 (LX2B3-1B)	常設耐震/防止 常設/緩和	第1 ベントフィルタ格納槽 EL 2.7*1			—	—	C <sub>H</sub> =4.18*2	C <sub>V</sub> =5.97*2	60

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h <sub>1</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
基礎ボルト		862	12 (M12)	113.1	4	237 (径≤16mm)	389 (径≤16mm)

部材	ℓ <sub>1</sub> * (mm)	ℓ <sub>2</sub> * (mm)	n <sub>f</sub> * (mm)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	100	100	2	—	272	—	前後方向
	38	238	2				

注記\*：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。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	—		—	

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 61$	$f_{ts} = 163^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 6$	$f_{sb} = 125$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

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

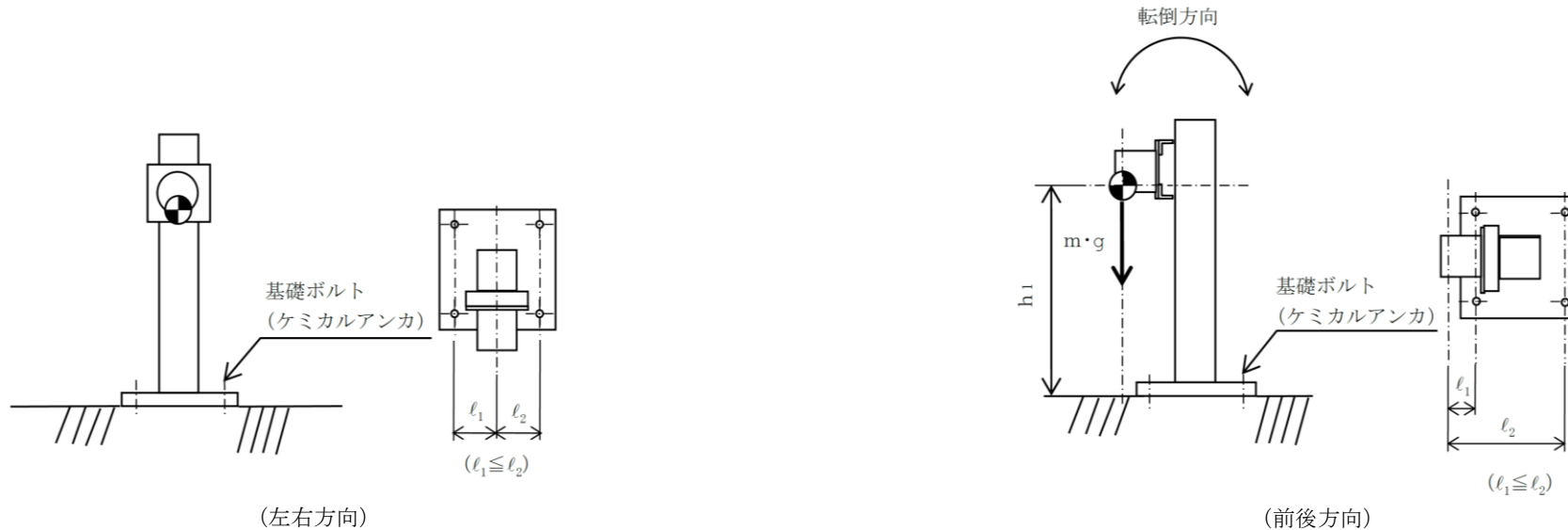
( $\times 9.8 \text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
スクラバ容器水位 (LX2B3-1B)	水平方向	3.39	
	鉛直方向	2.26	

注記\*：設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

14



【スクラバ容器水位 (LX2B3-1C) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
スクラバ容器水位 (LX2B3-1C)	常設耐震/防止 常設/緩和	第1 ベントフィルタ格納槽 EL 2.7*1			—	—	C <sub>H</sub> =4.18*2	C <sub>V</sub> =5.97*2	60

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h <sub>1</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
基礎ボルト		862	12 (M12)	113.1	4	237 (径 ≤ 16mm)	389 (径 ≤ 16mm)

部材	ℓ <sub>1</sub> * (mm)	ℓ <sub>2</sub> * (mm)	n <sub>f</sub> *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	100	100	2	—	272	—	前後方向
	38	238	2				

注記\*: 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。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	—		—	

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 61$	$f_{ts} = 163^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 6$	$f_{sb} = 125$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

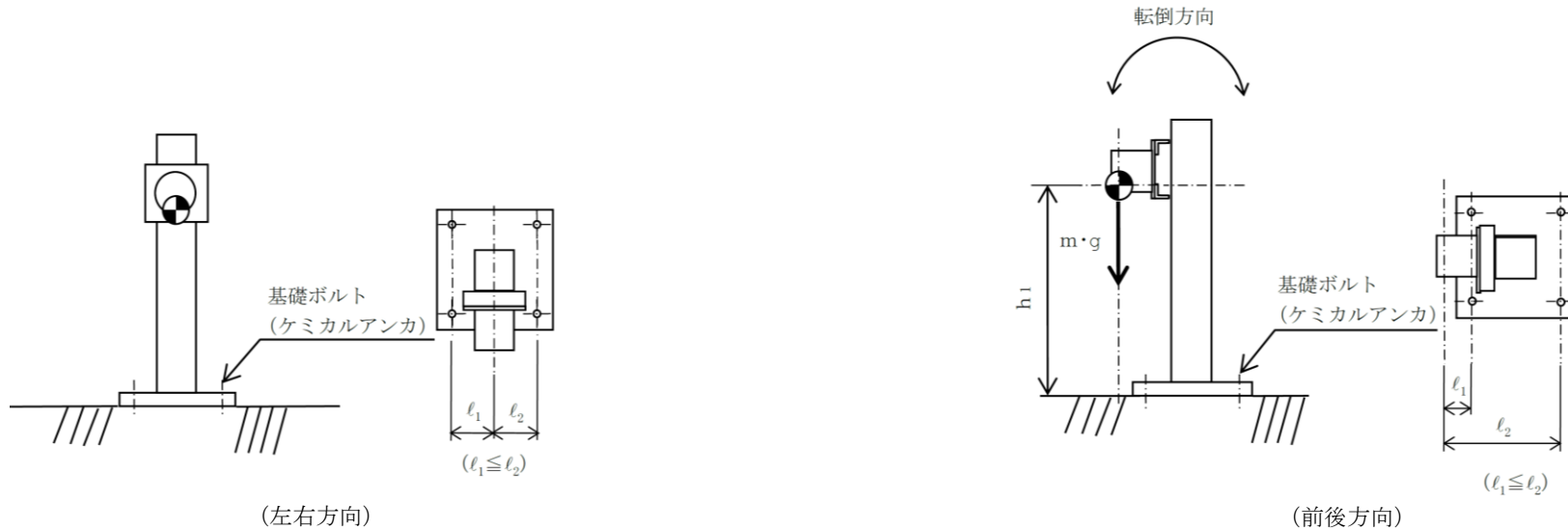
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8 \text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
スクラバ容器水位 (LX2B3-1C)	水平方向	3.39	
	鉛直方向	2.26	

注記\*：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【スクラバ容器水位 (LX2B3-1D) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
スクラバ容器水位 (LX2B3-1D)	常設耐震/防止 常設/緩和	第1 ベントフィルタ格納槽 EL 2.7*1			—	—	C <sub>H</sub> =4.18*2	C <sub>V</sub> =5.97*2	60

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h <sub>1</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
基礎ボルト		862	12 (M12)	113.1	4	237 (径 ≤ 16mm)	389 (径 ≤ 16mm)

部材	ℓ <sub>1</sub> * (mm)	ℓ <sub>2</sub> * (mm)	n <sub>f</sub> *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	100	100	2	—	272	—	前後方向
	38	238	2				

注記\*: 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。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	—		—	



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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 61$	$f_{ts} = 163^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 6$	$f_{sb} = 125$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

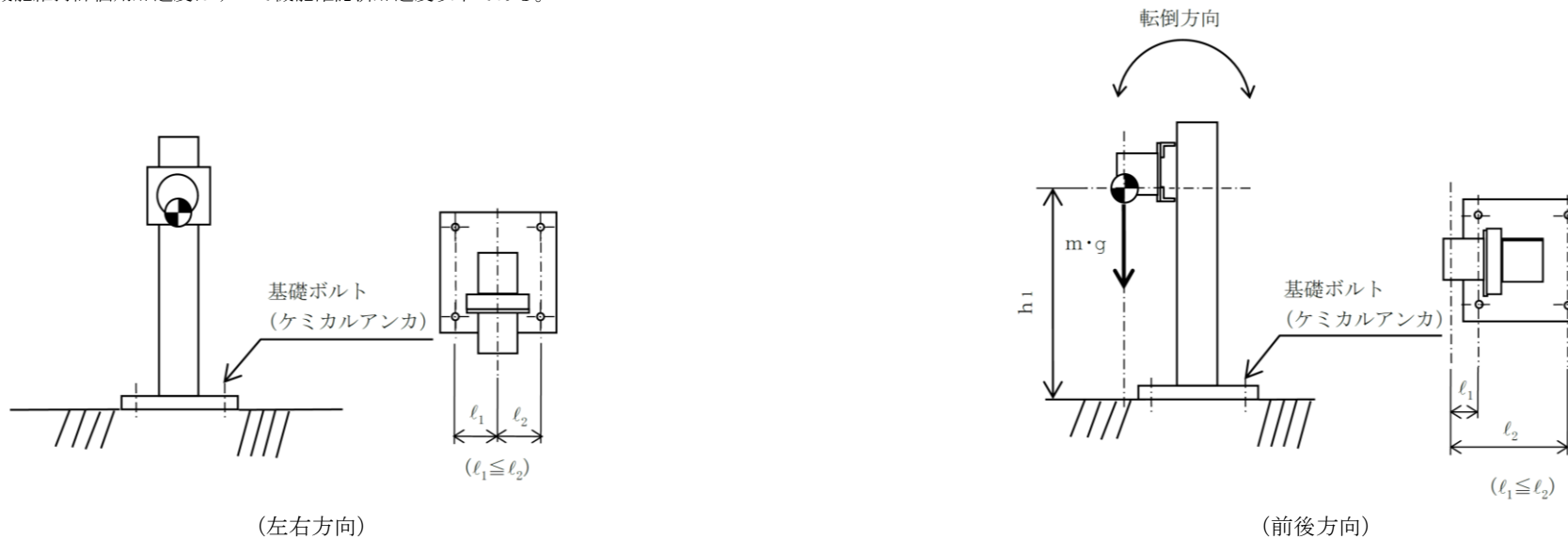
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8 \text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
スクラバ容器水位 (LX2B3-1D)	水平方向	3.39	
	鉛直方向	2.26	

注記\*：設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【スクラバ容器水位 (LX2B3-2A) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
スクラバ容器水位 (LX2B3-2A)	常設耐震/防止 常設/緩和	第1 ベントフィルタ格納槽 EL 2.7*1			—	—	C <sub>H</sub> =4.18*2	C <sub>V</sub> =5.97*2	60

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h <sub>1</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
基礎ボルト		826	12 (M12)	113.1	4	237 (径≤16mm)	389 (径≤16mm)

部材	ℓ <sub>1</sub> * (mm)	ℓ <sub>2</sub> * (mm)	n <sub>f</sub> *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	100	100	2	—	272	—	前後方向
	22	222	2				

注記\*: 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。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	—		—	

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 50$	$f_{ts} = 163^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 5$	$f_{sb} = 125$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

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

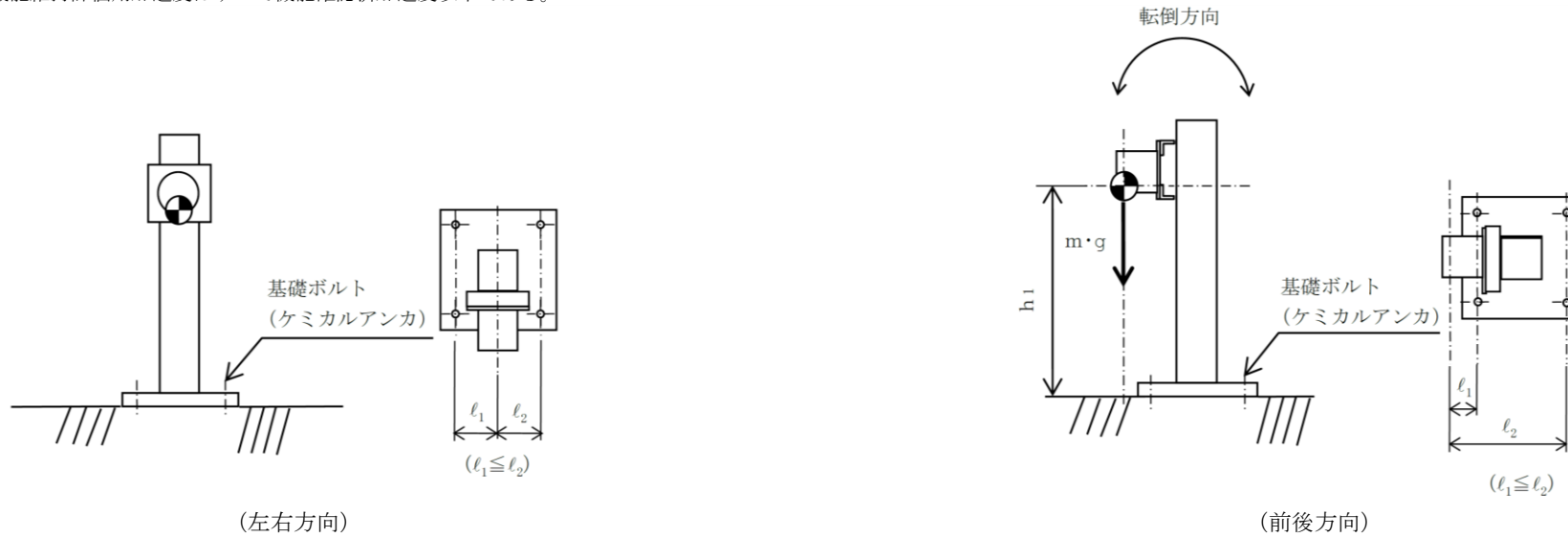
( $\times 9.8 \text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
スクラバ容器水位 (LX2B3-2A)	水平方向	3.39	
	鉛直方向	2.26	

注記\*：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

20



【スクラバ容器水位 (LX2B3-2B) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
スクラバ容器水位 (LX2B3-2B)	常設耐震/防止 常設/緩和	第1 ベントフィルタ格納槽 EL 2.7*1			—	—	C <sub>H</sub> =4.18*2	C <sub>V</sub> =5.97*2	60

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h <sub>1</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
基礎ボルト		826	12 (M12)	113.1	4	237 (径≤16mm)	389 (径≤16mm)

部材	ℓ <sub>1</sub> * (mm)	ℓ <sub>2</sub> * (mm)	n <sub>f</sub> *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	100	100	2	—	272	—	前後方向
	22	222	2				

注記\*: 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。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	—		—	

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 50$	$f_{ts} = 163^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 5$	$f_{sb} = 125$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

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

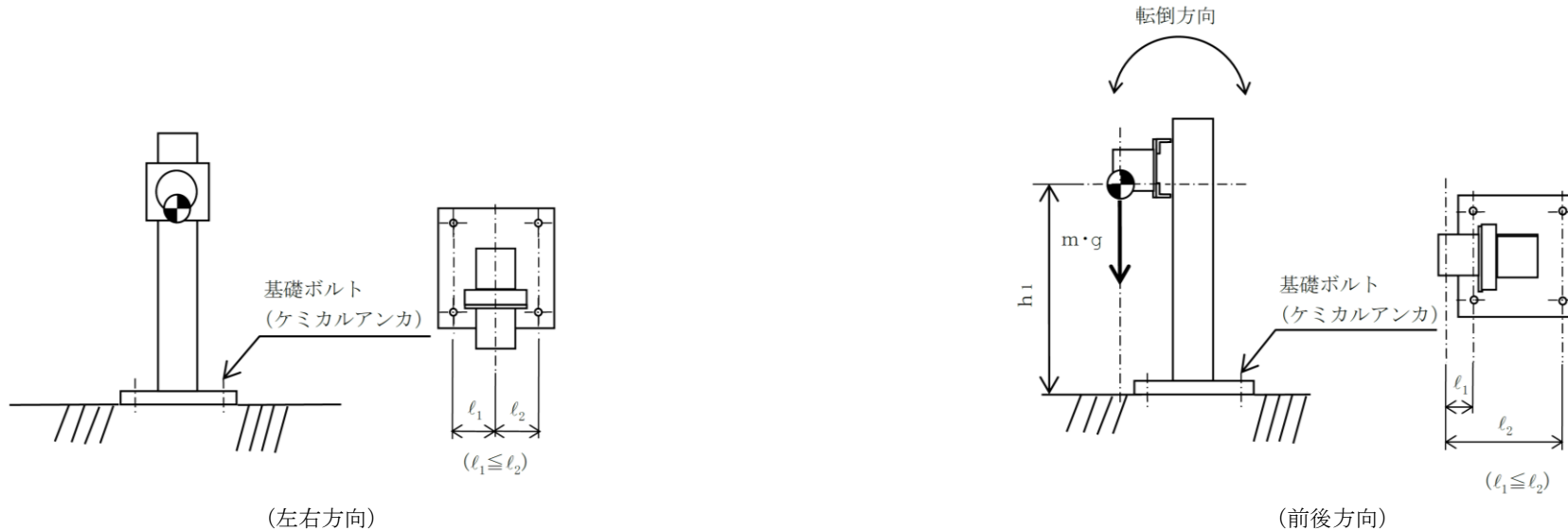
( $\times 9.8 \text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
スクラバ容器水位 (LX2B3-2B)	水平方向	3.39	
	鉛直方向	2.26	

注記\*：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

22



【スクラバ容器水位 (LX2B3-2C) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
スクラバ容器水位 (LX2B3-2C)	常設耐震/防止 常設/緩和	第1 ベントフィルタ格納槽 EL 2.7*1			—	—	C <sub>H</sub> =4.18*2	C <sub>V</sub> =5.97*2	60

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h <sub>1</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
基礎ボルト		826	12 (M12)	113.1	4	237 (径≤16mm)	389 (径≤16mm)

部材	ℓ <sub>1</sub> * (mm)	ℓ <sub>2</sub> * (mm)	n <sub>f</sub> *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	100	100	2	—	272	—	前後方向
	22	222	2				

注記\*: 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。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	—		—	

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 50$	$f_{ts} = 163^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 5$	$f_{sb} = 125$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

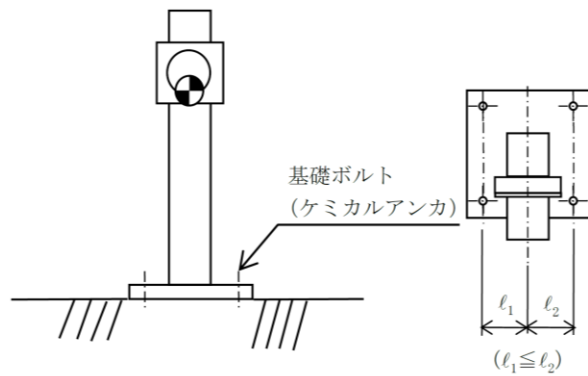
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8 \text{m/s}^2$ )

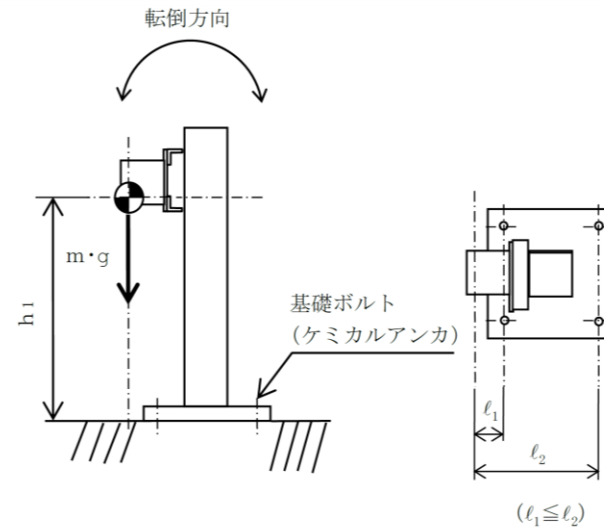
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
スクラバ容器水位 (LX2B3-2C)	水平方向	3.39	
	鉛直方向	2.26	

注記\*：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



(左右方向)



(前後方向)

【スクラバ容器水位 (LX2B3-2D) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
スクラバ容器水位 (LX2B3-2D)	常設耐震/防止 常設/緩和	第1 ベントフィルタ格納槽 EL 2.7*1			—	—	C <sub>H</sub> =4.18*2	C <sub>V</sub> =5.97*2	60

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h <sub>1</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
基礎ボルト		826	12 (M12)	113.1	4	237 (径 ≤ 16mm)	389 (径 ≤ 16mm)

部材	ℓ <sub>1</sub> * (mm)	ℓ <sub>2</sub> * (mm)	n <sub>f</sub> *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	100	100	2	—	272	—	前後方向
	22	222	2				

注記\*: 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。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	—		—	



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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 50$	$f_{ts} = 163^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 5$	$f_{sb} = 125$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

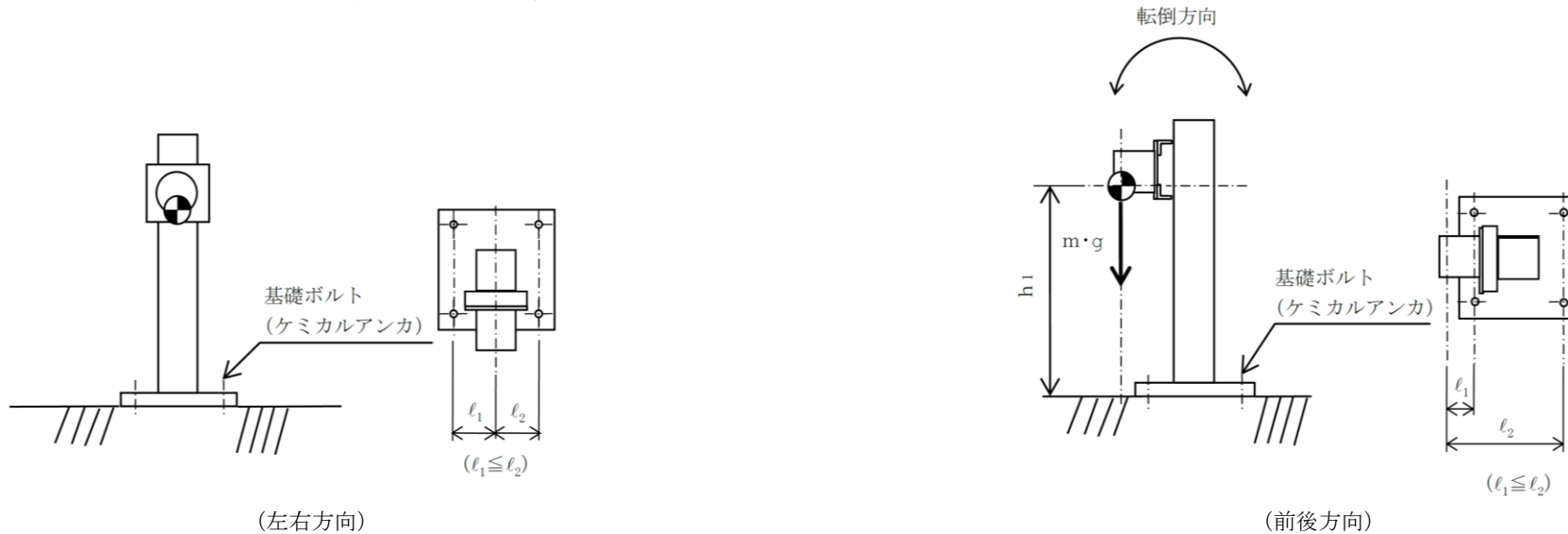
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8 \text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
スクラバ容器水位 (LX2B3-2D)	水平方向	3.39	
	鉛直方向	2.26	

注記\*：設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-1-3 スクラバ容器圧力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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、スクラバ容器圧力が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

スクラバ容器圧力は、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。

なお、スクラバ容器圧力は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンション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

スクラバ容器圧力の構造計画を表 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>検出器は、計器取付ボルトにて計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>																								
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">機器名称</th> <th style="width: 20%;">スクラバ容器圧力 (PX2B3-1A)</th> <th style="width: 20%;">スクラバ容器圧力 (PX2B3-1B)</th> <th style="width: 20%;">スクラバ容器圧力 (PX2B3-1C)</th> <th style="width: 25%;">スクラバ容器圧力 (PX2B3-1D)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td colspan="4" style="background-color: #cccccc;"></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td colspan="4" style="background-color: #cccccc;"></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td colspan="4" style="background-color: #cccccc;"></td> </tr> </tbody> </table>				機器名称	スクラバ容器圧力 (PX2B3-1A)	スクラバ容器圧力 (PX2B3-1B)	スクラバ容器圧力 (PX2B3-1C)	スクラバ容器圧力 (PX2B3-1D)	たて					横					高さ				
機器名称	スクラバ容器圧力 (PX2B3-1A)	スクラバ容器圧力 (PX2B3-1B)	スクラバ容器圧力 (PX2B3-1C)	スクラバ容器圧力 (PX2B3-1D)																					
たて																									
横																									
高さ																									
		(単位 : mm)																							

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

スクラバ容器圧力の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

スクラバ容器圧力 (PX2B3-1A)	水平	
	鉛直	
スクラバ容器圧力 (PX2B3-1B)	水平	
	鉛直	
スクラバ容器圧力 (PX2B3-1C)	水平	
	鉛直	
スクラバ容器圧力 (PX2B3-1D)	水平	
	鉛直	

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

スクラバ容器圧力の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンション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。

##### 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

スクラバ容器圧力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

スクラバ容器圧力の許容応力は、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

スクラバ容器圧力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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【スクラバ容器圧力 (PX2B3-1A) の耐震性についての計算結果】、【スクラバ容器圧力 (PX2B3-1B) の耐震性についての計算結果】、【スクラバ容器圧力 (PX2B3-1C) の耐震性についての計算結果】、【スクラバ容器圧力 (PX2B3-1D) 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 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
計測制御 系統施設	計測装置	スクラバ容器圧力	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVAS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	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> * (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>s</sub> *
VAS		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	60	237	389	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

スクラバ容器圧力の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンション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。

計器スタンションに設置される検出器の水平方向の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該機器が設置される床における設計用床応答スペクトルを包絡する模擬地震波による加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。計器スタンションに設置される検出器の鉛直方向の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
スクラバ容器圧力 (PX2B3-1A)	水平	
	鉛直	
スクラバ容器圧力 (PX2B3-1B)	水平	
	鉛直	
スクラバ容器圧力 (PX2B3-1C)	水平	
	鉛直	
スクラバ容器圧力 (PX2B3-1D)	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

スクラバ容器圧力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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【スクラバ容器圧力 (PX2B3-1A) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
スクラバ容器圧力 (PX2B3-1A)	常設耐震/防止 常設/緩和	第1 ベントフィルタ格納槽 EL. 2.7* <sup>1</sup>			—	—	C <sub>H</sub> =4.18* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =5.97* <sup>2</sup>	60

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h <sub>1</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
基礎ボルト		693	12 (M12)	113.1	4	237 (径≦16mm)	389 (径≦16mm)

部材	ℓ <sub>1</sub> * (mm)	ℓ <sub>2</sub> * (mm)	n <sub>f</sub> *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	50	150	2	—	272	—	前後方向
	20	180	2				

注記\*: 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。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	—		—	

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	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 33$	$f_{ts} = 163^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 4$	$f_{sb} = 125$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

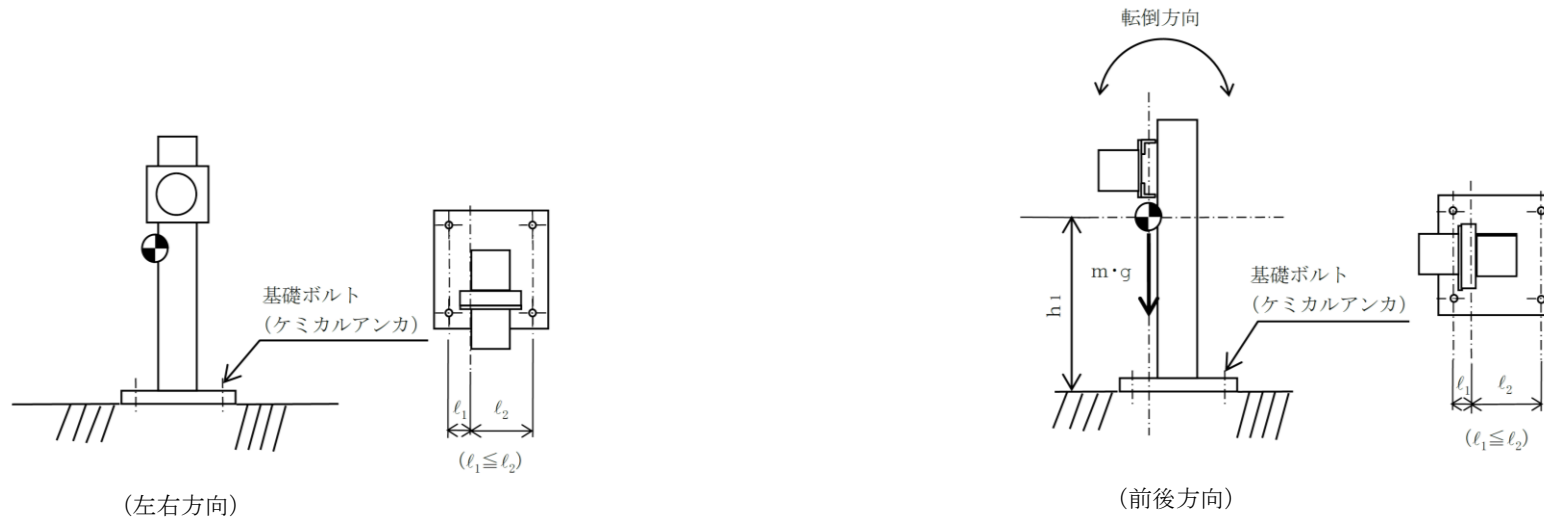
すべて許容応力以下である。

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
スクラバ容器圧力 (PX2B3-1A)	水平方向	3.39	
	鉛直方向	2.26	

注記\*：設計用震度 I（基準地震動 S s）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【スクラバ容器圧力 (PX2B3-1B) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
スクラバ容器圧力 (PX2B3-1B)	常設耐震/防止 常設/緩和	第1 ベントフィルタ格納槽 EL. 2.7* <sup>1</sup>			—	—	C <sub>H</sub> =4.18* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =5.97* <sup>2</sup>	60

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h <sub>1</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
基礎ボルト		693	12 (M12)	113.1	4	237 (径≦16mm)	389 (径≦16mm)

部材	ℓ <sub>1</sub> * (mm)	ℓ <sub>2</sub> * (mm)	n <sub>f</sub> *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	50	150	2	—	272	—	前後方向
	20	180	2				

注記\*: 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。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	—		—	

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 33$	$f_{ts} = 163^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 4$	$f_{sb} = 125$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

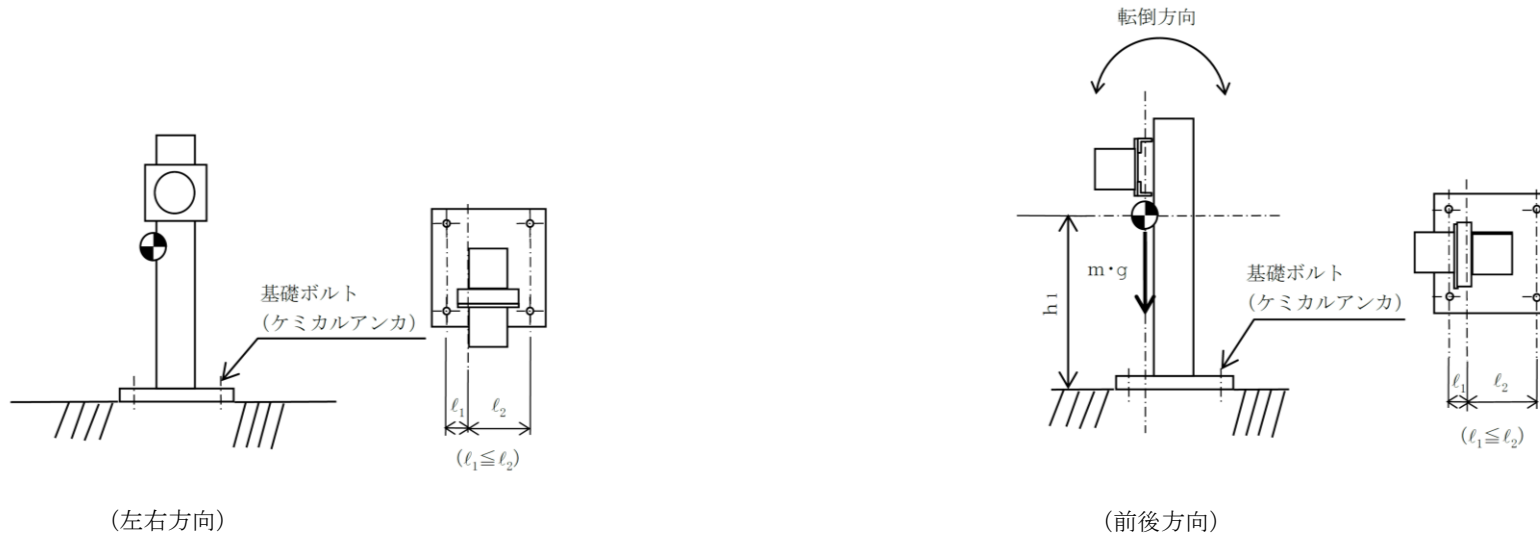
すべて許容応力以下である。

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
スクラバ容器圧力 (PX2B3-1B)	水平方向	3.39	
	鉛直方向	2.26	

注記\*：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





【スクラバ容器圧力 (PX2B3-1C) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
スクラバ容器圧力 (PX2B3-1C)	常設耐震/防止 常設/緩和	第1 ベントフィルタ格納槽 EL 2.7*1			—	—	C <sub>H</sub> =4.18*2	C <sub>V</sub> =5.97*2	60

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h <sub>1</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
基礎ボルト		693	12 (M12)	113.1	4	237 (径 ≤ 16mm)	389 (径 ≤ 16mm)

部材	ℓ <sub>1</sub> * (mm)	ℓ <sub>2</sub> * (mm)	n <sub>f</sub> *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	50	150	2	—	272	—	前後方向
	20	180	2				

注記\*: 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。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	—		—	

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	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 33$	$f_{ts} = 163^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 4$	$f_{sb} = 125$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

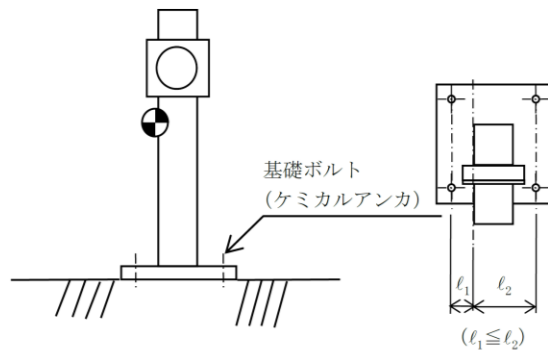
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8 \text{m/s}^2$ )

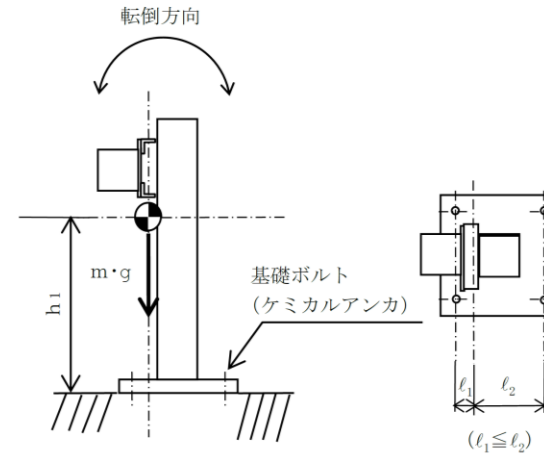
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
スクラバ容器圧力 (PX2B3-1C)	水平方向	3.39	
	鉛直方向	2.26	

注記\*：設計用震度 I（基準地震動 S s）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

15



(左右方向)



(前後方向)

【スクラバ容器圧力 (PX2B3-1D) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
スクラバ容器圧力 (PX2B3-1D)	常設耐震/防止 常設/緩和	第1 ベントフィルタ格納槽 EL 2.7*1			—	—	C <sub>H</sub> =4.18*2	C <sub>V</sub> =5.97*2	60

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h <sub>1</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
基礎ボルト		693	12 (M12)	113.1	4	237 (径≤16mm)	389 (径≤16mm)

部材	ℓ <sub>1</sub> * (mm)	ℓ <sub>2</sub> * (mm)	n <sub>f</sub> *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	50	150	2	—	272	—	前後方向
	20	180	2				

注記\*：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。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	—		—	

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 33$	$f_{ts} = 163^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 4$	$f_{sb} = 125$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

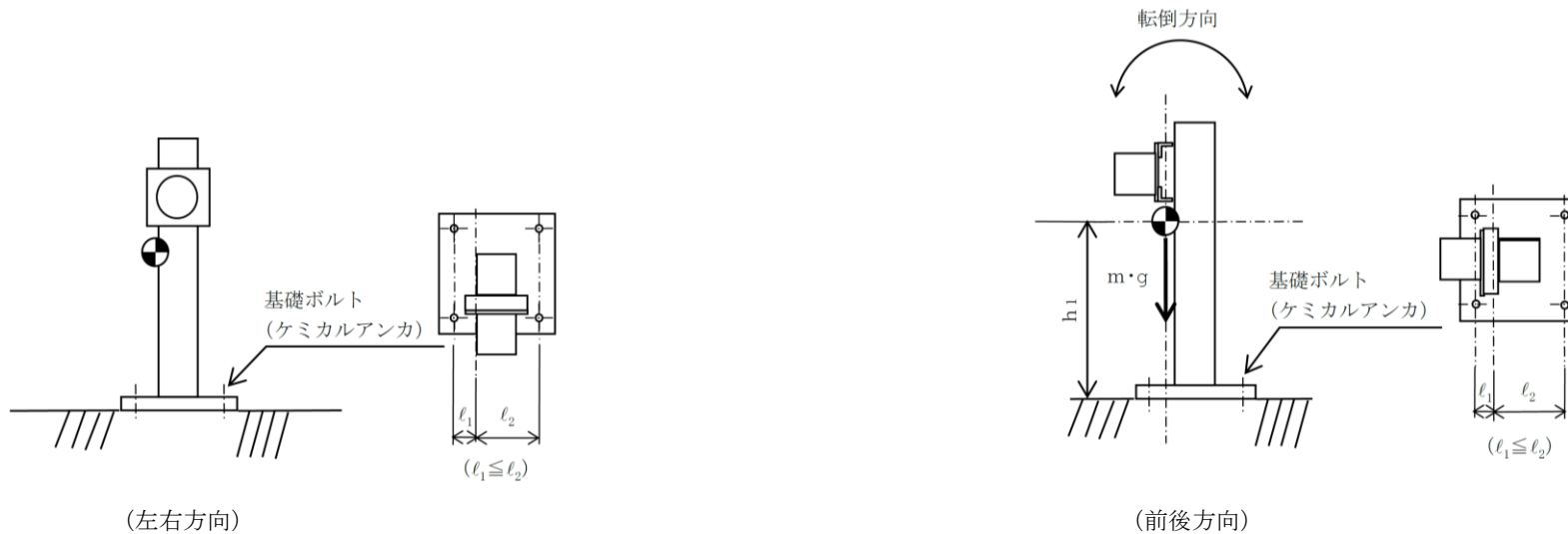
すべて許容応力以下である。

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
スクラバ容器圧力 (PX2B3-1D)	水平方向	3.39	
	鉛直方向	2.26	

注記\*：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-1-4 スクラバ容器温度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	3
3. 評価部位	4
4. 機能維持評価	4
4.1 機能維持評価用加速度	4
4.2 機能確認済加速度	5
5. 評価結果	6
5.1 重大事故等対処設備としての評価結果	6

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している機能維持の設計方針に基づき、スクラバ容器温度が設計用地震力に対して十分な電気的機能を維持できることを説明するものである。

スクラバ容器温度は、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電気的機能維持評価を示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

スクラバ容器温度の構造計画を表 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>検出器は、スクラバ容器に直接取り付けられた熱電対座にボルトを用いて固定する。</p>	<p>熱電対</p>	<p>(単位：mm)</p>



## 2.2 評価方針

スクラバ容器温度の機能維持評価は、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、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「4. 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「5. 評価結果」に示す。

スクラバ容器温度の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

スクラバ容器温度は、小型で軽量であり十分に剛性が高いとみなせるため、固有周期の計算は省略し、据付位置の設計用震度を適用した評価を実施する。

なお、VI-2-9-4-7-1-2「第1ベントフィルタ スクラバ容器の耐震性についての計算書」にて示すとおり、スクラバ容器の固有周期は、0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認していることから、スクラバ容器の据付場所における設計用震度を適用する。

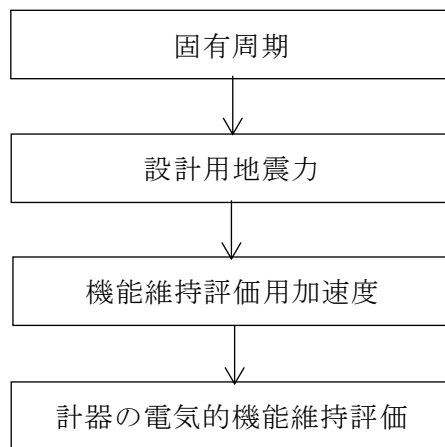


図 2-1 スクラバ容器温度の耐震評価フロー

## 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。

- ・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. 評価部位

スクラバ容器温度は、スクラバ容器に直接取り付けられた熱電対座に挿入され固定されることから、スクラバ容器が支持している。スクラバ容器の構造強度評価はVI-2-9-4-7-1-2「第1ベントフィルタ スクラバ容器の耐震性についての計算書」にて実施しているため、本計算書では、スクラバ容器の地震応答解析結果を用いたスクラバ容器温度の電氣的機能維持評価について示す。

### 4. 機能維持評価

スクラバ容器温度の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

#### 4.1 機能維持評価用加速度

スクラバ容器温度はスクラバ容器に直接取り付けられた熱電対座に挿入され固定されることから、機能維持評価用加速度は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、設計用震度Ⅱ（基準地震動 $S_s$ ）により定まる加速度とする。機能維持評価用加速度を表4-1に示す。

表4-1 機能維持評価用加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	対象機器設置箇所 (m)	方向	機能維持評価用加速度
スクラバ容器温度	第1ベントフィルタ格納槽 EL 2.7*	水平	3.48
		鉛直	3.39

注記\*：基準床レベルを示す。

#### 4.2 機能確認済加速度

スクラバ容器温度の機能確認済加速度には、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体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加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 4-2 に示す。

表 4-2 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
スクラバ容器温度	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

## 5. 評価結果

### 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

スクラバ容器温度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。機能維持評価用加速度は機能確認済加速度以下であり，設計用地震力に対して電氣的機能が維持されていることを確認した。

#### (1) 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。

## 【スクラバ容器温度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 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
スクラバ容器温度	水平方向	3.48	<input type="text"/>
	鉛直方向	3.39	<input type="text"/>

注記\*：機能維持評価用加速度は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、設計用震度Ⅱ（基準地震動S<sub>s</sub>）により定まる加速度とする。

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

VI-2-6-7-1-5 残留熱除去系熱交換器冷却水流量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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、残留熱除去系熱交換器冷却水流量が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

残留熱除去系熱交換器冷却水流量は、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。

なお、残留熱除去系熱交換器冷却水流量が設置される計装ラックは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計装ラックであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラック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

残留熱除去系熱交換器冷却水流量の構造計画を表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>検出器は、計器取付ボルトにて計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計装ラックに固定される。</p> <p>計装ラックは、ラック取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>差圧式流量検出器</p>	<p>(正面図) (側面図)</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>残留熱除去系 熱交換器冷却水流量 (2RIR-B2-3A (I) (FX214-1A))</th> <th>残留熱除去系 熱交換器冷却水流量 (2RIR-B2-3B (FX214-1B))</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td colspan="2" rowspan="3" style="border: 2px solid black; height: 40px;"></td> </tr> <tr> <td>横</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	残留熱除去系 熱交換器冷却水流量 (2RIR-B2-3A (I) (FX214-1A))	残留熱除去系 熱交換器冷却水流量 (2RIR-B2-3B (FX214-1B))	たて			横	高さ
機器名称	残留熱除去系 熱交換器冷却水流量 (2RIR-B2-3A (I) (FX214-1A))	残留熱除去系 熱交換器冷却水流量 (2RIR-B2-3B (FX214-1B))								
たて										
横										
高さ										

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

残留熱除去系熱交換器冷却水流量が設置される計装ラックの固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位 : s)

残留熱除去系 熱交換器冷却水流量 (2RIR-B2-3A (I) (FX214-1A))	水平		
	鉛直		
残留熱除去系 熱交換器冷却水流量 (2RIR-B2-3B (FX214-1B))	水平		
	鉛直		

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

残留熱除去系熱交換器冷却水流量の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラック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。

##### 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

残留熱除去系熱交換器冷却水流量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。

###### 4.2.2 許容応力

残留熱除去系熱交換器冷却水流量の許容応力は、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

残留熱除去系熱交換器冷却水流量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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【残留熱除去系熱交換器冷却水流量 (FX214-1A) の耐震性についての計算結果】、【残留熱除去系熱交換器冷却水流量 (FX214-1B) 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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	残留熱除去系 熱交換器冷却水流量	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	ⅢA S
					$D + P_D + M_D + S_s$	ⅣA 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 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
計測制御 系統施設	計測装置	残留熱除去系 熱交換器冷却水流量	常設／防止 (DB 拡張)	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	ⅣA S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V A S (V A S として ⅣA 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	せん断
ⅢAS	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
ⅣAS	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
ⅤAS (ⅤASとしてⅣAS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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	66	206	385	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	100	194	373	—

注記\* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

残留熱除去系熱交換器冷却水流量の電気的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラック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。

計装ラックに設置される検出器の水平方向の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該機器が設置される床における設計用床応答スペクトルを包絡する模擬地震波による加振試験において、電気的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。計装ラックに設置される検出器の鉛直方向の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体のサインビート波加振試験において、電気的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
残留熱除去系熱交換器冷却水流量 (FX214-1A)	水平	<div style="border: 2px solid black; width: 100px; height: 100px;"></div>
	鉛直	
残留熱除去系熱交換器冷却水流量 (FX214-1B)	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

残留熱除去系熱交換器冷却水流量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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

残留熱除去系熱交換器冷却水流量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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。



【残留熱除去系熱交換器冷却水流量（FX214-1A）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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
残留熱除去系 熱交換器冷却水流量 (FX214-1A)	S	原子炉建物 EL 1.3*1			C <sub>H</sub> =0.71*2	C <sub>V</sub> =0.48*2	C <sub>H</sub> =1.41*3	C <sub>V</sub> =1.05*3	66

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i = 2)		1100*1	16 (M16)	201.1	20	206 (40mm < 径 ≤ 100mm)	385 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> *2 (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> *2 (mm)	n <sub>f i</sub> *2	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i = 2)	220*1	320*1	8	206	247	短辺方向	長辺方向
	970*1	1170*1	2				

注記\*1：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

\*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 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)				

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=6$	$f_{ts2}=154^*$	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=185^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=118$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=142$

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。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
残留熱除去系 熱交換器冷却水流量 (FX214-1A)	水平方向	1.17	
	鉛直方向	0.87	

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
残留熱除去系 熱交換器冷却水流量 (FX214-1A)	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建物 EL 1.3*1			—	—	C <sub>H</sub> =1.41*2	C <sub>V</sub> =1.05*2	100

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i = 2)		1100*1	16 (M16)	201.1	20	194 (40mm < 径 ≤ 100mm)	373 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> *2 (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> *2 (mm)	n <sub>f i</sub> *2	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i = 2)	220*1	320*1	8	—	232	—	長辺方向
	970*1	1170*1	2				

注記\*1：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

\*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。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=174^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=134$

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。

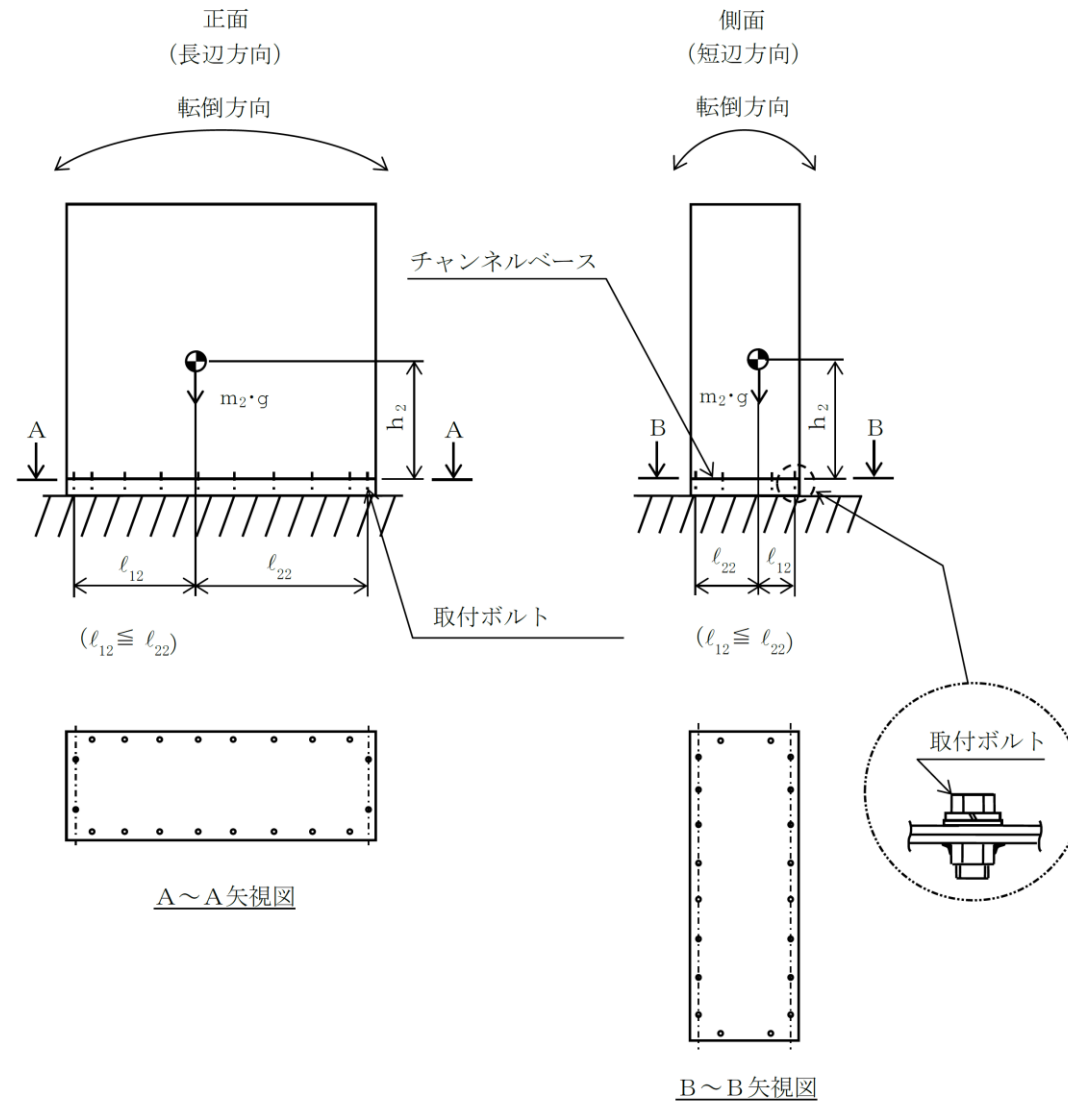
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
残留熱除去系 熱交換器冷却水流量 (FX214-1A)	水平方向	1.17	<input type="text"/>
	鉛直方向	0.87	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【残留熱除去系熱交換器冷却水流量（FX214-1B）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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
残留熱除去系 熱交換器冷却水流量 (FX214-1B)	S	原子炉建物 EL 1.3*1			C <sub>H</sub> =0.71*2	C <sub>V</sub> =0.48*2	C <sub>H</sub> =1.41*3	C <sub>V</sub> =1.05*3	66

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i = 2)		1100*1	16 (M16)	201.1	18	206 (40mm < 径 ≤ 100mm)	385 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> *2 (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> *2 (mm)	n <sub>f i</sub> *2	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i = 2)	220*1	320*1	7	206	247	短辺方向	長辺方向
	820*1	1020*1	2				

注記\*1：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

\*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 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	[Redacted]			

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=7$	$f_{ts2}=154^*$	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=185^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=118$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=142$

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。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
残留熱除去系 熱交換器冷却水流量 (FX214-1B)	水平方向	1.17	[Redacted]
	鉛直方向	0.87	

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
残留熱除去系 熱交換器冷却水流量 (FX214-1B)	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建物 EL 1.3*1			—	—	C <sub>H</sub> =1.41*2	C <sub>V</sub> =1.05*2	100

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i = 2)		1100*1	16 (M16)	201.1	18	194 (40mm < 径 ≤ 100mm)	373 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> *2 (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> *2 (mm)	n <sub>f i</sub> *2	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i = 2)	220*1	320*1	7	—	232	—	長辺方向
	820*1	1020*1	2				

注記\*1：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

\*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。



2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>bi</sub>		Q <sub>bi</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—		—	

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=174^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=134$

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。

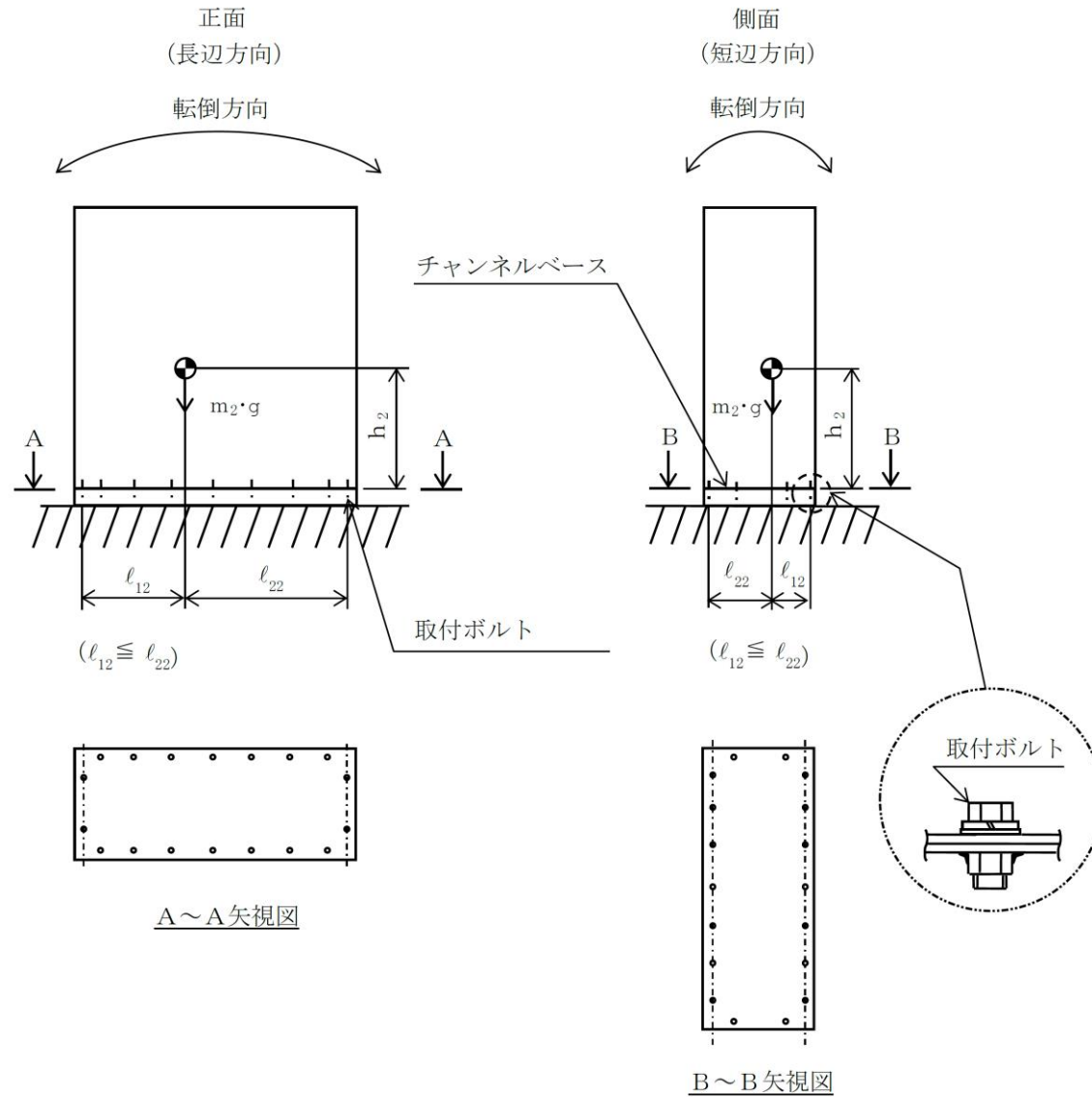
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
残留熱除去系 熱交換器冷却水流量 (FX214-1B)	水平方向	1.17	
	鉛直方向	0.87	

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-1-6 低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力の  
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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力は、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。

なお、低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンション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

低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力の構造計画を表 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>検出器は、計器取付ボルトにより計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにより計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトで基礎に設置する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>													
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">機器名称</th> <th style="width: 35%;">低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力 (PX2B2-1A)</th> <th style="width: 35%;">低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力 (PX2B2-1B)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">[Redacted]</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">[Redacted]</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">[Redacted]</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>	機器名称	低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力 (PX2B2-1A)	低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力 (PX2B2-1B)	たて	[Redacted]		横	[Redacted]		高さ	[Redacted]	
機器名称	低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力 (PX2B2-1A)	低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力 (PX2B2-1B)												
たて	[Redacted]													
横	[Redacted]													
高さ	[Redacted]													

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

低圧原子炉代替注水ポンプ 出口圧力 (PX2B2-1A)	水平	
	鉛直	
低圧原子炉代替注水ポンプ 出口圧力 (PX2B2-1B)	水平	
	鉛直	

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンション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。

##### 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

低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力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

低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力の許容応力は、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

低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力 (PX2B2-1A) の耐震性についての計算結果】、【低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力 (PX2B2-1B) 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 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
計測制御 系統施設	計測装置	低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVAS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	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> *  (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>s</sub> *  (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)
VAS		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンション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。

計器スタンションに設置される検出器の水平方向の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該機器が設置される床における設計用床応答スペクトルを包絡する模擬地震波による加振試験において電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。計器スタンションに設置される検出器の鉛直方向の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力 (PX2B2-1A)	水平	
	鉛直	
低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力 (PX2B2-1B)	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

低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力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、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【 低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力 (PX2B2-1A) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
低圧原子炉代替注水ポンプ 出口圧力 (PX2B2-1A)	常設耐震/防止 常設/緩和	低圧原子炉代替注水ポンプ 格納槽 EL 0.7* <sup>1</sup>			—	—	C <sub>H</sub> =3.75* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =3.63* <sup>2</sup>	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h <sub>1</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
基礎ボルト		668	12 (M12)	113.1	4	241 (径 ≤ 16mm)	394 (径 ≤ 16mm)

部材	ℓ <sub>1</sub> * (mm)	ℓ <sub>2</sub> * (mm)	n <sub>f</sub> *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	50	150	2	—	276	—	前後方向
	27	173	2				

注記\*: 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。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	—		—	

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 25$	$f_{ts} = 165^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 3$	$f_{sb} = 127$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

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

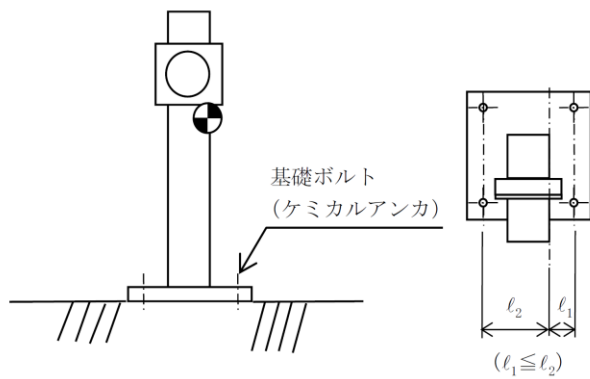
( $\times 9.8 \text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
低圧原子炉代替注水ポンプ 出口圧力 (PX2B2-1A)	水平方向	3.02	
	鉛直方向	2.28	

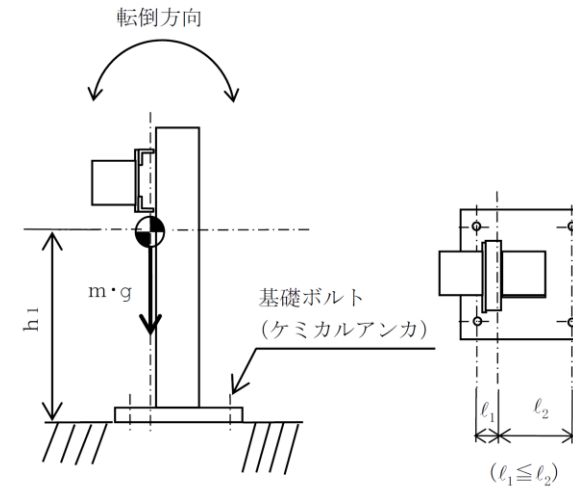
注記\*：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

11



(左右方向)



(前後方向)

【低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力 (PX2B2-1B) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
低圧原子炉代替注水ポンプ出口圧力 (PX2B2-1B)	常設耐震/防止 常設/緩和	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 EL 0.7*1			—	—	C <sub>H</sub> =3.75*2	C <sub>V</sub> =3.63*2	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h <sub>1</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
基礎ボルト		668	12 (M12)	113.1	4	241 (径 ≤ 16mm)	394 (径 ≤ 16mm)

部材	ℓ <sub>1</sub> * (mm)	ℓ <sub>2</sub> * (mm)	n <sub>f</sub> *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	50	150	2	—	276	—	前後方向
	27	173	2				

注記\*: 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。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	—		—	



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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 25$	$f_{ts} = 165^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 3$	$f_{sb} = 127$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

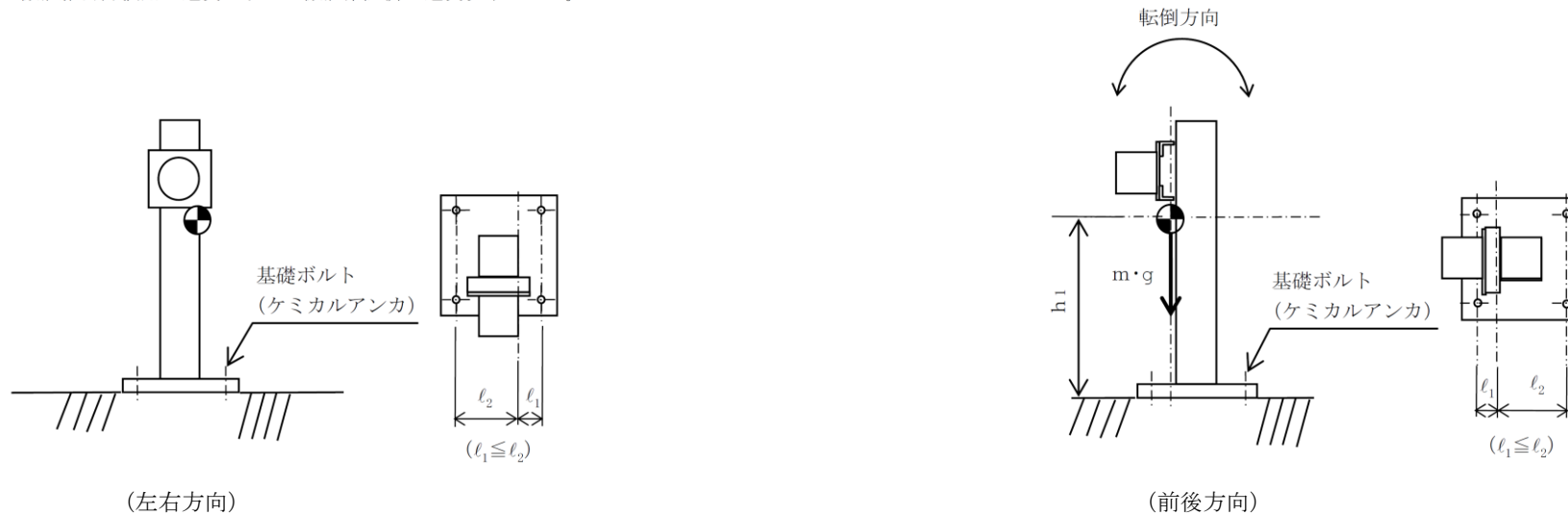
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8 \text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
低圧原子炉代替注水ポンプ 出口圧力 (PX2B2-1B)	水平方向	3.02	
	鉛直方向	2.28	

注記\*：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-1-7 原子炉隔離時冷却ポンプ出口圧力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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、原子炉隔離時冷却ポンプ出口圧力が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

原子炉隔離時冷却ポンプ出口圧力は、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。

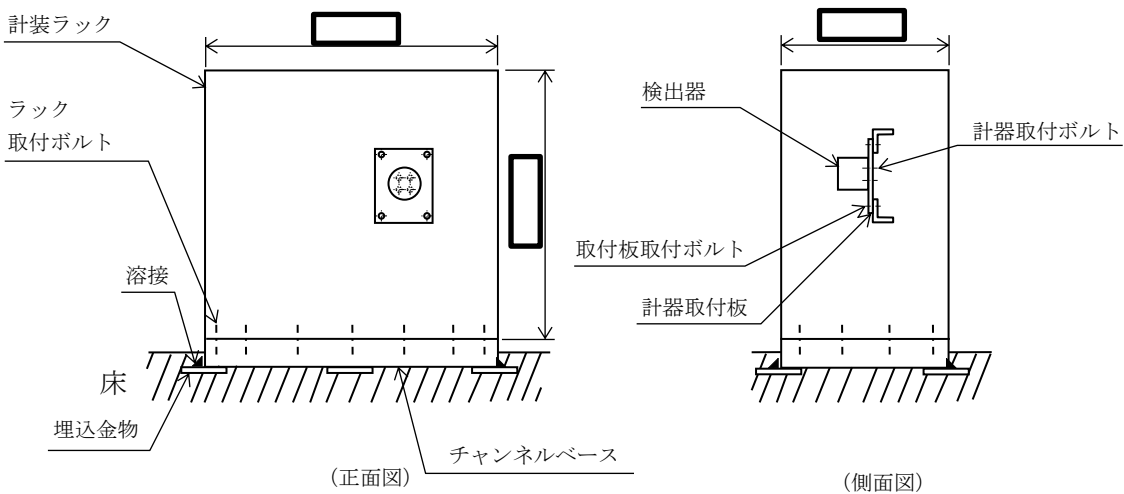
なお、原子炉隔離時冷却ポンプ出口圧力が設置される計装ラックは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計装ラックであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

原子炉隔離時冷却ポンプ出口圧力の構造計画を表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>検出器は、計器取付ボルトにて計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計装ラックに固定される。</p> <p>計装ラックは、ラック取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>	 <p>(単位: mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

原子炉隔離時冷却ポンプ出口圧力が設置される計装ラックの固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

原子炉隔離時冷却ポンプ 出口圧力 (2RIR-B2-1 (PX221-8))	水平	
	鉛直	

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

原子炉隔離時冷却ポンプ出口圧力の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラック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。

##### 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

原子炉隔離時冷却ポンプ出口圧力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。

###### 4.2.2 許容応力

原子炉隔離時冷却ポンプ出口圧力の許容応力は、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

原子炉隔離時冷却ポンプ出口圧力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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【原子炉隔離時冷却ポンプ出口圧力 (PX221-8) 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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	原子炉隔離時冷却ポンプ 出口圧力	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	ⅢA S
					$D + P_D + M_D + S_s$	ⅣA 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 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
計測制御 系統施設	計測装置	原子炉隔離時冷却ポンプ 出口圧力	常設／防止 (DB 拡張)	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	ⅣA S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V A S (V A S として ⅣA 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	せん断
ⅢAS	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
ⅣAS	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
ⅤAS (ⅤASとしてⅣAS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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	66	206	385	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	100	194	373	—

注記\* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉隔離時冷却ポンプ出口圧力の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラック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。

計装ラックに設置される検出器の水平方向の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該機器が設置される床における設計用床応答スペクトルを包絡する模擬地震波による加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。計装ラックに設置される検出器の鉛直方向の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
原子炉隔離時冷却ポンプ出口圧力 (PX221-8)	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

原子炉隔離時冷却ポンプ出口圧力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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

原子炉隔離時冷却ポンプ出口圧力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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【原子炉隔離時冷却ポンプ出口圧力 (PX221-8) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
原子炉隔離時冷却 ポンプ出口圧力 (PX221-8)	S	原子炉建物 EL 1.3 <sup>*1</sup>			C <sub>H</sub> =0.71 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.48 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.41 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.05 <sup>*3</sup>	66

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i = 2)		1100 <sup>*1</sup>	16 (M16)	201.1	14	206 (40mm < 径 ≤ 100mm)	385 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> <sup>*2</sup> (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> <sup>*2</sup> (mm)	n <sub>f i</sub> <sup>*2</sup>	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> <sup>*</sup> (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i = 2)	220 <sup>*1</sup>	320 <sup>*1</sup>	5	206	247	短辺方向	長辺方向
	570 <sup>*1</sup>	670 <sup>*1</sup>	2				

注記\*1：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

\*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 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)				

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=7$	$f_{ts2}=154^*$	$\sigma_{b2}=17$	$f_{ts2}=185^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=118$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=142$

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。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉隔離時冷却ポンプ出口圧力 (PX221-8)	水平方向	1.17	
	鉛直方向	0.87	

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
原子炉隔離時冷却 ポンプ出口圧力 (PX221-8)	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建物 EL 1.3*1			—	—	C <sub>H</sub> =1.41*2	C <sub>V</sub> =1.05*2	100

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i = 2)		1100*1	16 (M16)	201.1	14	194 (40mm < 径 ≤ 100mm)	373 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> *2 (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> *2 (mm)	n <sub>f i</sub> *2	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i = 2)	220*1	320*1	5	—	232	—	長辺方向
	570*1	670*1	2				

注記\*1：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

\*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。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—		—	

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=17$	$f_{ts2}=174^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=134$

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。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

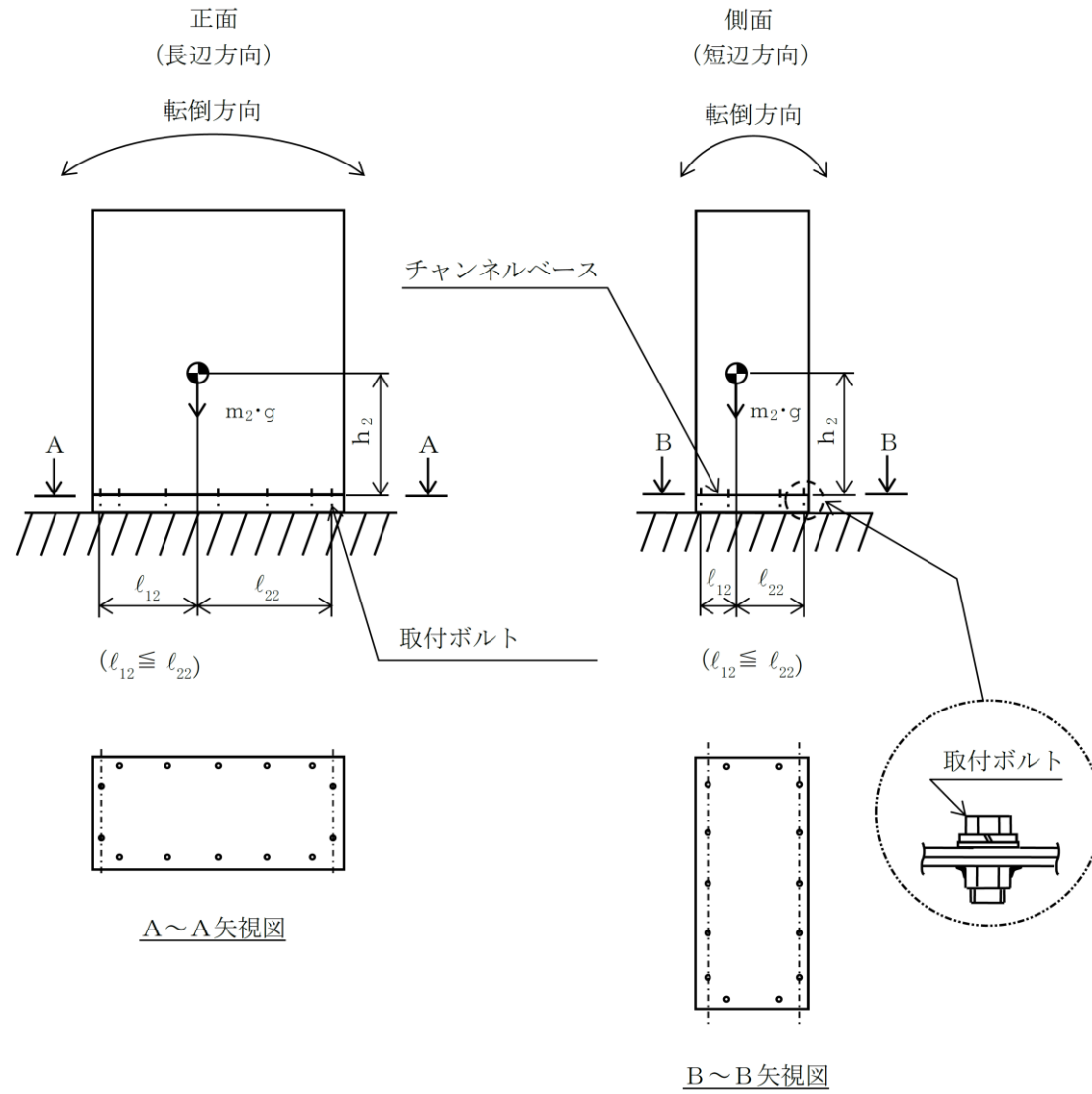
( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉隔離時冷却ポンプ出口圧力 (PX221-8)	水平方向	1.17	
	鉛直方向	0.87	

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-6-7-1-8 高圧炉心スプレイポンプ出口圧力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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、高圧炉心スプレイポンプ出口圧力が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

高圧炉心スプレイポンプ出口圧力は、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。

なお、高圧炉心スプレイポンプ出口圧力が設置される計装ラックは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計装ラックであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラック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

高圧炉心スプレイポンプ出口圧力の構造計画を表 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>検出器は、計器取付ボルトにて計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計装ラックに固定される。</p> <p>計装ラックは、ラック取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>	<p>(正面図) (側面図)</p>
		(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

高圧炉心スプレイポンプ出口圧力が設置される計装ラックの固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

高圧炉心スプレイポンプ 出口圧力 (2RIR-B1-4 (PX224-5))	水平	
	鉛直	

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

高圧炉心スプレイポンプ出口圧力の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラック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。

##### 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

高圧炉心スプレイポンプ出口圧力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。

###### 4.2.2 許容応力

高圧炉心スプレイポンプ出口圧力の許容応力は、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

高圧炉心スプレイポンプ出口圧力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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【高圧炉心スプレイポンプ出口圧力 (PX224-5) 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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	高圧炉心スプレイポンプ 出口圧力	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	ⅢA S
					$D + P_D + M_D + S_s$	ⅣA 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 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
計測制御 系統施設	計測装置	高圧炉心スプレイポンプ 出口圧力	常設/防止 (DB 拡張)	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	ⅣA S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V A S (V A S として ⅣA 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	せん断
ⅢAS	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
ⅣAS	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
ⅤAS (ⅤASとしてⅣAS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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	66	206	385	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	100	194	373	—

注記\* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

高圧炉心スプレイポンプ出口圧力の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラック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。

計装ラックに設置される検出器の水平方向の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該機器が設置される床における設計用床応答スペクトルを包絡する模擬地震波による加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。計装ラックに設置される検出器の鉛直方向の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
高圧炉心スプレイポンプ出口圧力 (PX224-5)	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

高圧炉心スプレイポンプ出口圧力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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

高圧炉心スプレイポンプ出口圧力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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【高圧炉心スプレイポンプ出口圧力 (PX224-5) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
高圧炉心スプレイポンプ 出口圧力 (PX224-5)	S	原子炉建物 EL 8.8* <sup>1</sup>			C <sub>H</sub> =0.78* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =0.54* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =1.56* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.16* <sup>3</sup>	66

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i = 2)		1100* <sup>1</sup>	16 (M16)	201.1	14	206 (40mm < 径 ≤ 100mm)	385 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * <sup>2</sup> (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * <sup>2</sup> (mm)	n <sub>f i</sub> * <sup>2</sup>	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i = 2)	220* <sup>1</sup>	320* <sup>1</sup>	5	206	247	短辺方向	長辺方向
	570* <sup>1</sup>	670* <sup>1</sup>	2				

注記\*1: 重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

\*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 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)				

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=8$	$f_{ts2}=154^*$	$\sigma_{b2}=20$	$f_{ts2}=185^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=118$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=142$

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。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
高圧炉心スプレイ ポンプ出口圧力 (PX224-5)	水平方向	1.29	
	鉛直方向	0.96	

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
高压炉心スプレイポンプ 出口圧力 (PX224-5)	常設/防止 (DB拡張)	原子炉建物 EL 8.8*1			—	—	C <sub>H</sub> =1.56*2	C <sub>V</sub> =1.16*2	100

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1100*1	16 (M16)	201.1	14	194 (40mm<径≤100mm)	373 (40mm<径≤100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> *2 (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> *2 (mm)	n <sub>f i</sub> *2	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	220*1	320*1	5	—	232	—	長辺方向
	570*1	670*1	2				

注記\*1: 重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

\*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。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—		—	

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=20$	$f_{ts2}=174^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=134$

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。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

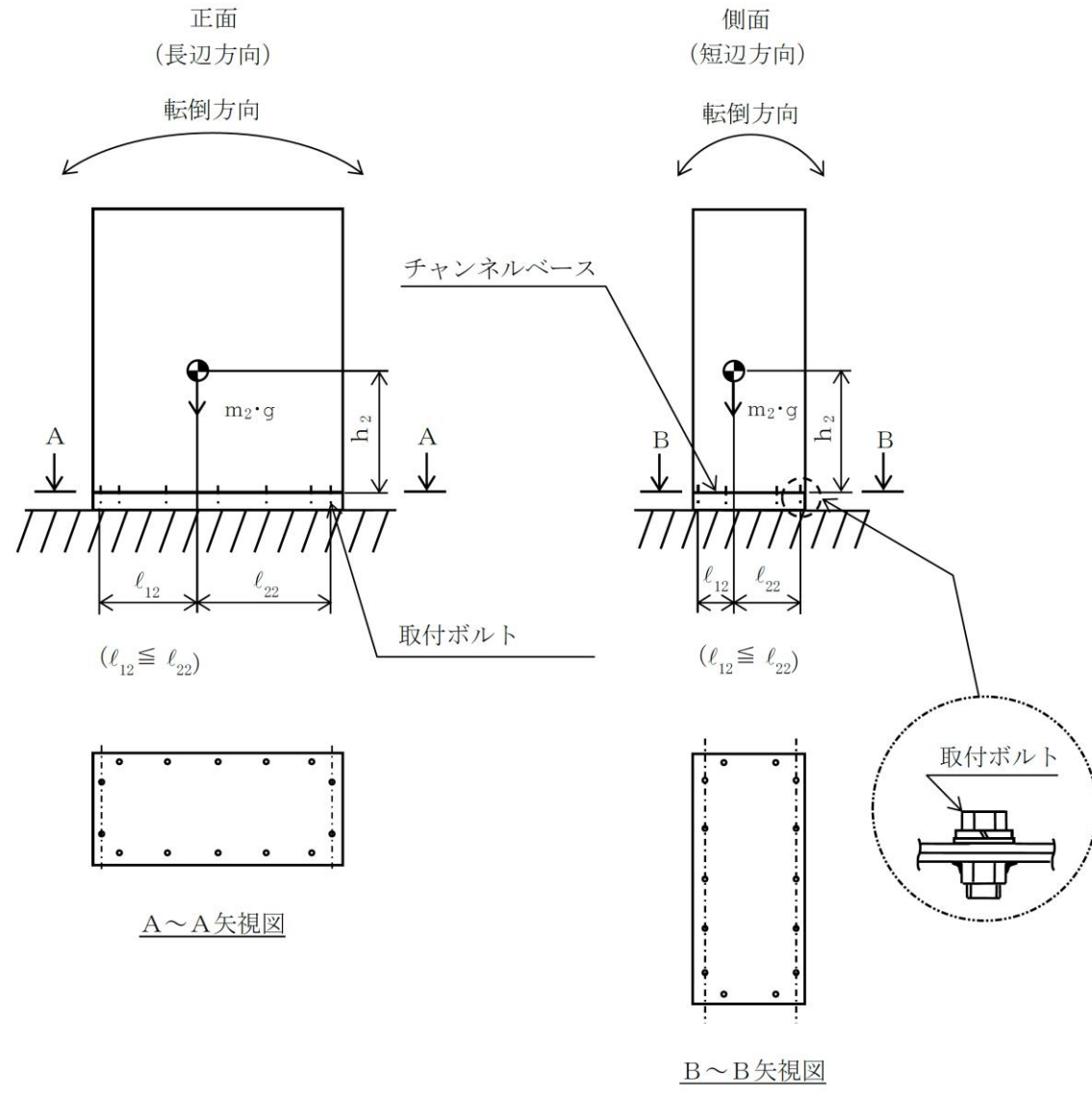
( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
高圧炉心スプレイ ポンプ出口圧力 (PX224-5)	水平方向	1.29	
	鉛直方向	0.96	

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-6-7-1-9 残留熱代替除去ポンプ出口圧力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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、残留熱代替除去ポンプ出口圧力が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

残留熱代替除去ポンプ出口圧力は、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電氣的機能維持評価を示す。

なお、残留熱代替除去ポンプ出口圧力は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の壁掛形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンション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

残留熱代替除去ポンプ出口圧力の構造計画を表 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>検出器は、計器取付ボルトにて計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトにて壁面に設置する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2A)</th> <th>残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2B)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>	機器名称	残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2A)	残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2B)	たて			横			高さ		
機器名称	残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2A)	残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2B)												
たて														
横														
高さ														

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

残留熱代替除去ポンプ出口圧力の固有周期は、構造が同等な計器スタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位 : s)

残留熱代替除去ポンプ 出口圧力 (PX2BB-2A)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
残留熱代替除去ポンプ 出口圧力 (PX2BB-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

残留熱代替除去ポンプ出口圧力の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンション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。

##### 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

残留熱代替除去ポンプ出口圧力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

残留熱代替除去ポンプ出口圧力の許容応力は、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

残留熱代替除去ポンプ出口圧力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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2A) の耐震性についての計算結果】、【残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2B) 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 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
計測制御 系統施設	計測装置	残留熱代替除去ポンプ出口圧力	常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVAS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。

51 \*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	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> * (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>s</sub> *
VAS		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

残留熱代替除去ポンプ出口圧力の電気的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンション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。

計器スタンションに設置される検出器の水平方向の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該機器が設置される床における設計用床応答スペクトルを包絡する模擬地震波による加振試験において、電気的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。計器スタンションに設置される検出器の鉛直方向の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体のサインビート波加振試験において、電気的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2A)	水平	
	鉛直	
残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2B)	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

残留熱代替除去ポンプ出口圧力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、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2A) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2A)	常設/緩和	原子炉建物 EL 1.3 (EL 8.8*1)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.56*2	C <sub>V</sub> =1.16*2	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h <sub>2</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
基礎ボルト		131	12 (M12)	113.1	4	241 (径 ≤ 16mm)	394 (径 ≤ 16mm)

部材	ℓ <sub>3</sub> * (mm)	ℓ <sub>a</sub> * (mm)	ℓ <sub>b</sub> * (mm)	n <sub>fV</sub> *	n <sub>fH</sub> *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	803	160	1140	2	2	—	276	—	左右方向
	803	160	1140	2	2				

注記\*: 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。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	—		—	

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 2$	$f_{ts} = 165^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 127$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

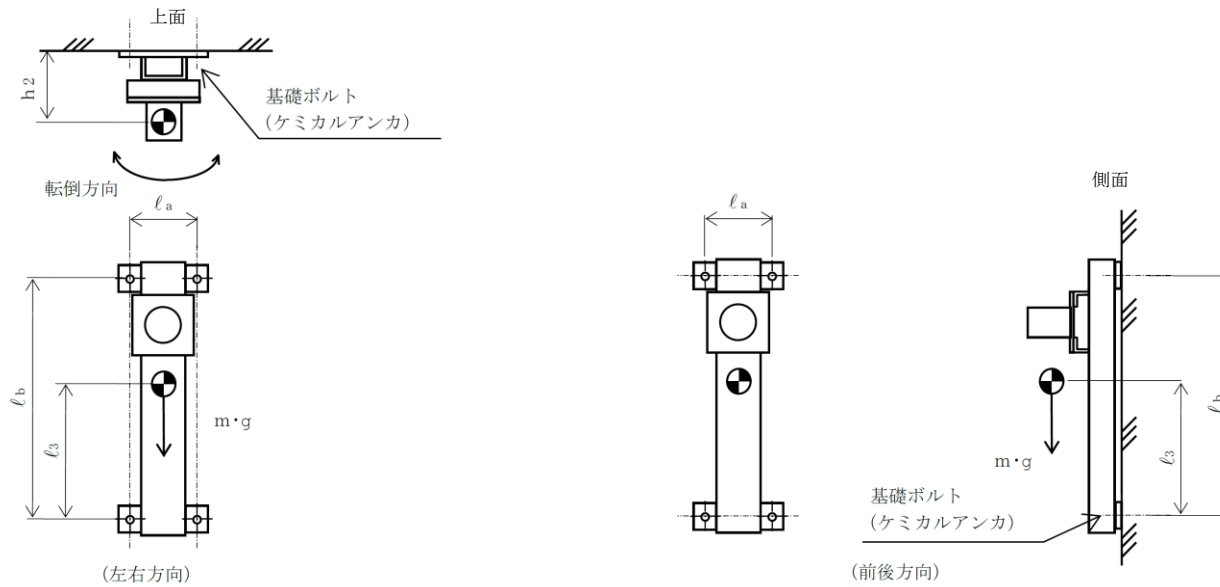
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
残留熱代替除去ポンプ出口 圧力 (PX2BB-2A)	水平方向	1.29	
	鉛直方向	0.96	

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2B) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
残留熱代替除去ポンプ出口 圧力 (PX2BB-2B)	常設/緩和	原子炉建物 EL 1.3 (EL 8.8*1)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.56*2	C <sub>V</sub> =1.16*2	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h <sub>2</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
基礎ボルト		131	12 (M12)	113.1	4	241 (径 ≤ 16mm)	394 (径 ≤ 16mm)

部材	l <sub>3</sub> * (mm)	l <sub>a</sub> * (mm)	l <sub>b</sub> * (mm)	n <sub>fV</sub> *	n <sub>fH</sub> *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	803	160	1140	2	2	—	276	—	左右方向
	803	160	1140	2	2				

注記\*: 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。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト	—		—	

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=165^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=2$	$f_{sb}=127$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

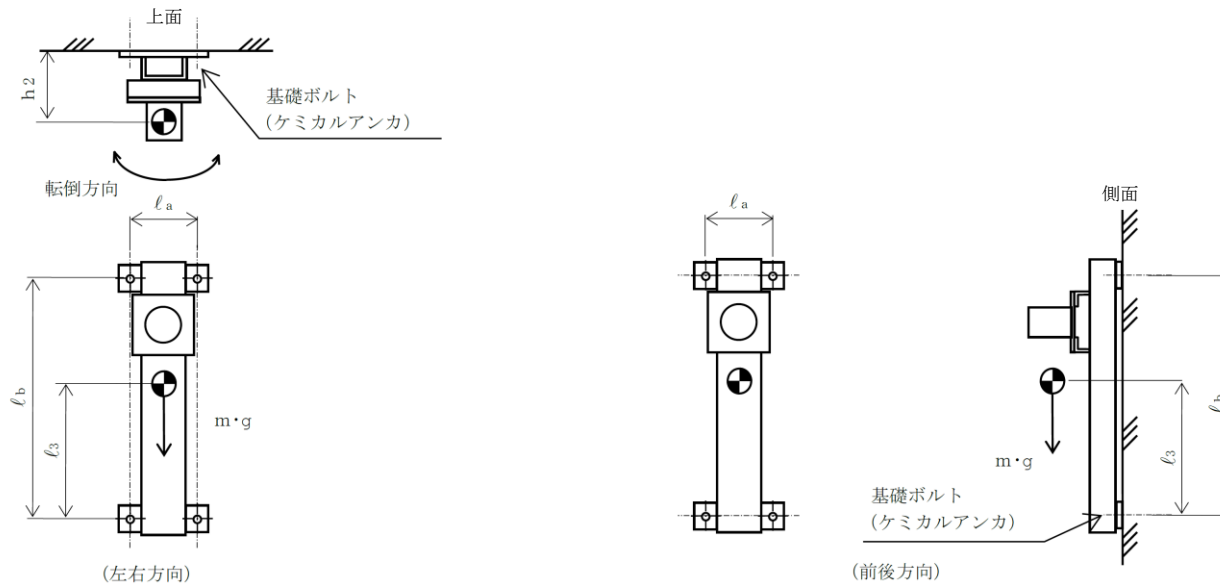
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
残留熱代替除去ポンプ出口 圧力 (PX2BB-2B)	水平方向	1.29	
	鉛直方向	0.96	

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-6-7-1-10 静的触媒式水素処理装置入口温度の  
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	6
3. 評価部位	7
4. 固有周期	8
4.1 固有値解析方法	8
4.2 解析モデル及び諸元	8
4.3 固有値解析結果	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
5.3 設計用地震力	14
5.4 計算方法	15
5.5 計算条件	17
5.6 応力の評価	17
6. 機能維持評価	18
6.1 電氣的機能維持評価方法	18
7. 評価結果	19
7.1 重大事故等対処設備としての評価結果	19

## 1. 概要

本計算書は、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、静的触媒式水素処理装置入口温度が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

静的触媒式水素処理装置入口温度は、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電氣的機能維持評価を示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

静的触媒式水素処理装置入口温度の構造計画を表 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>検出器は、圧縮継手によりサポート鋼材に固定する。 サポート鋼材は、基礎ボルトにより壁面に設置する。</p>	<p>熱電対</p>	<p>(側面図)</p> <p>(正面図)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>対象機器</th> <th>静的触媒式水素処理装置入口温度 (TE2B4-1D)</th> <th>静的触媒式水素処理装置入口温度 (TE2B4-1S)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td colspan="2" rowspan="3" style="border: 2px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>横</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>	対象機器	静的触媒式水素処理装置入口温度 (TE2B4-1D)	静的触媒式水素処理装置入口温度 (TE2B4-1S)	たて			横	高さ
対象機器	静的触媒式水素処理装置入口温度 (TE2B4-1D)	静的触媒式水素処理装置入口温度 (TE2B4-1S)								
たて										
横										
高さ										

## 2.2 評価方針

静的触媒式水素処理装置入口温度の応力評価は、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処理装置入口温度の部位を踏まえ「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。また、静的触媒式水素処理装置入口温度の機能維持評価は、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、機能維持評価用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。

静的触媒式水素処理装置入口温度の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

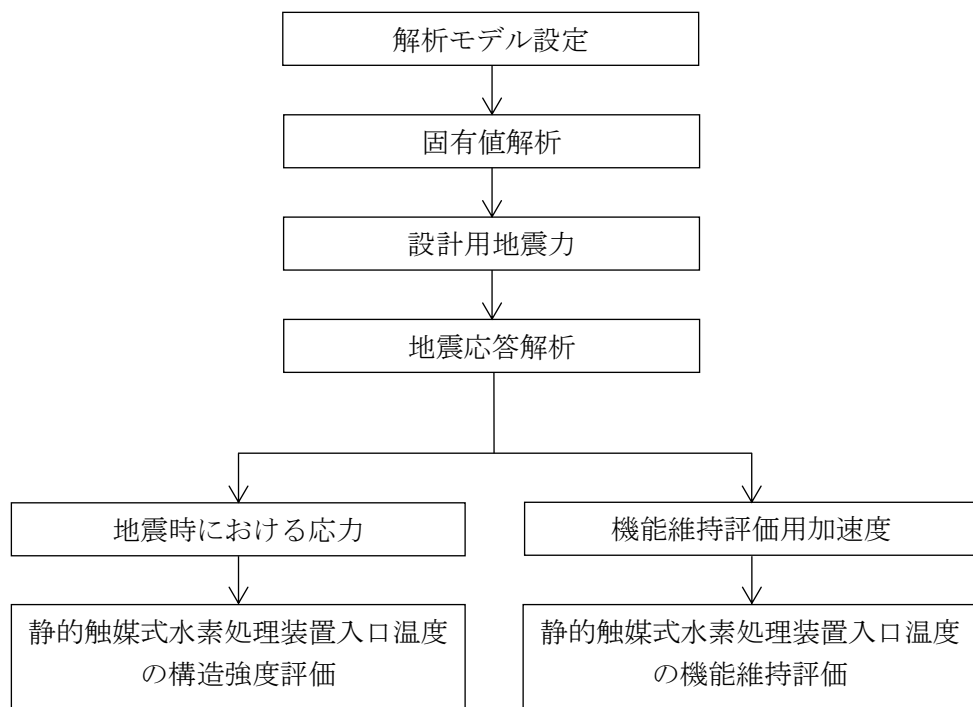


図 2-1 静的触媒式水素処理装置入口温度の耐震評価フロー

### 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。

- ・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）
- ・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	サポート鋼材の断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>b</sub>	基礎ボルトの軸断面積	mm <sup>2</sup>
C <sub>H</sub>	水平方向設計震度	—
C <sub>V</sub>	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-3121.1(1)に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3133に定める値	MPa
F <sub>b</sub>	基礎ボルトに作用する引張力（1本当たり）	N
f <sub>s b</sub>	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 <sub>t o</sub>	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f <sub>t s</sub>	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（許容組合せ応力）	MPa
g	重力加速度（=9.80665）	m/s <sup>2</sup>
Q <sub>b</sub>	基礎ボルトに作用するせん断力（1本当たり）	N
S <sub>u</sub>	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
S <sub>y</sub>	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
W	計器の荷重	N
Z <sub>1</sub>	サポート鋼材の弱軸回りの断面係数	mm <sup>3</sup>
Z <sub>2</sub>	サポート鋼材の強軸回りの断面係数	mm <sup>3</sup>
Z <sub>p</sub>	サポート鋼材のねじり断面係数	mm <sup>3</sup>
π	円周率	—
σ <sub>b</sub>	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
τ <sub>b</sub>	基礎ボルトに生じるせん断応力	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 2-2 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
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 <sup>*1</sup>
面積	mm <sup>2</sup>	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目 <sup>*3</sup>	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2, *3</sup>
力	N	有効数字 5 桁目 <sup>*3</sup>	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2, *3</sup>
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 <sup>*4</sup>	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：計算機プログラム固有の桁処理により算出値が有効数字 4 桁以下となる場合は、計算機プログラム保有の最大桁数表示とする。

\*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

静的触媒式水素処理装置入口温度の耐震評価は、「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部について実施する。静的触媒式水素処理装置入口温度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

静的触媒式水素処理装置入口温度の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) 静的触媒式水素処理装置入口温度は、「4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元はりモデルとする。

##### 4.2 解析モデル及び諸元

静的触媒式水素処理装置入口温度の解析モデルを図 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【静的触媒式水素処理装置入口温度 (TE2B4-1D) の耐震性についての計算結果】、【静的触媒式水素処理装置入口温度 (TE2B4-1S) の耐震性についての計算結果】のその他の機器要目に示す。

- (1) 静的触媒式水素処理装置入口温度の計器の質量は、重心に集中するものとする。
- (2) 静的触媒式水素処理装置入口温度の計器の重心位置については、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定する。
- (3) 拘束条件として、基礎部の並進方向及び回転方向を固定する。なお、基礎ボルト部は剛体として評価する。
- (4) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。
- (5) 解析コードは、「NSAFE」を使用し、固有値及び荷重を求める。

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、VI-5「計算機プログラム (解析コード) の概要」に示す。

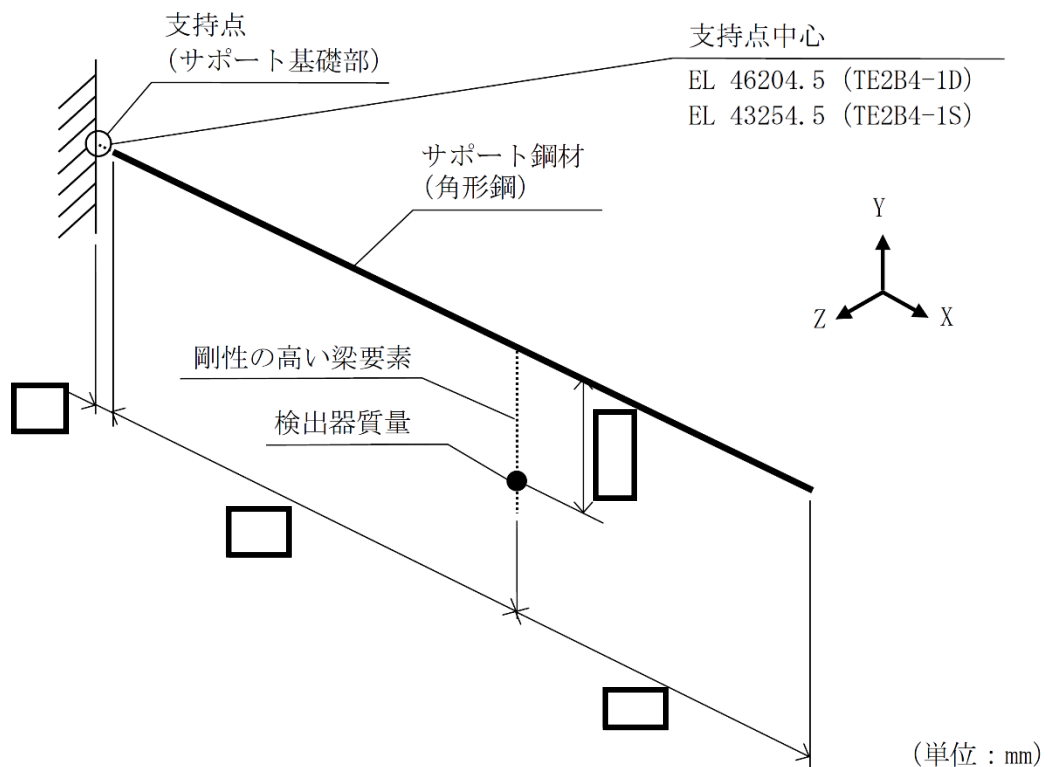


図 4-1 解析モデル

4.3 固有値解析結果

固有値解析結果を表 4-1, 振動モード図を図 4-2 に示す。固有周期は 0.05 秒以下であり, 剛構造であることを確認した。

表 4-1 固有値解析結果

機器番号	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
				X方向	Z方向	
TE2B4-1D	1次	鉛直	□	—	—	—
TE2B4-1S	1次	鉛直	□	—	—	—



図 4-2 振動モード (1次モード 鉛直方向 □ s)

## 5. 構造強度評価

### 5.1 構造強度評価方法

4.2 項(1)～(5)のほか、次の条件で計算する。

- (1) 地震力は、静的触媒式水素処理装置入口温度に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。

また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

### 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

静的触媒式水素処理装置入口温度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

静的触媒式水素処理装置入口温度の許容応力は、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

静的触媒式水素処理装置入口温度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
計測制御 系統施設	計測装置	静的触媒式水素処理装置入口 温度	常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVAS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 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	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> *	1.5・f <sub>s</sub> *
VAS (VASとしてIVAS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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

### 5.3 設計用地震力

静的触媒式水素処理装置入口温度の設計用地震力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。

「基準地震動  $S_s$ 」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 5-4 設計用地震力（重大事故等対処設備）

機器名称	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
静的触媒式 水素処理装置 入口温度 (TE2B4-1D)	原子炉建物 EL 46.1 (EL 42.8*1, 51.7*1)	0.05 以下		—	—	$C_H=4.93^{*2}$	$C_V=2.36^{*2}$
静的触媒式 水素処理装置 入口温度 (TE2B4-1S)	原子炉建物 EL 43.15 (EL 42.8*1, 51.7*1)	0.05 以下		—	—	$C_H=4.93^{*2}$	$C_V=2.36^{*2}$

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（基準地震動  $S_s$ ）を上回る設計震度



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、三次元はりモデルによる個別解析からサポート基礎部の内力を求めて、その結果を用いて手計算にて計算する。

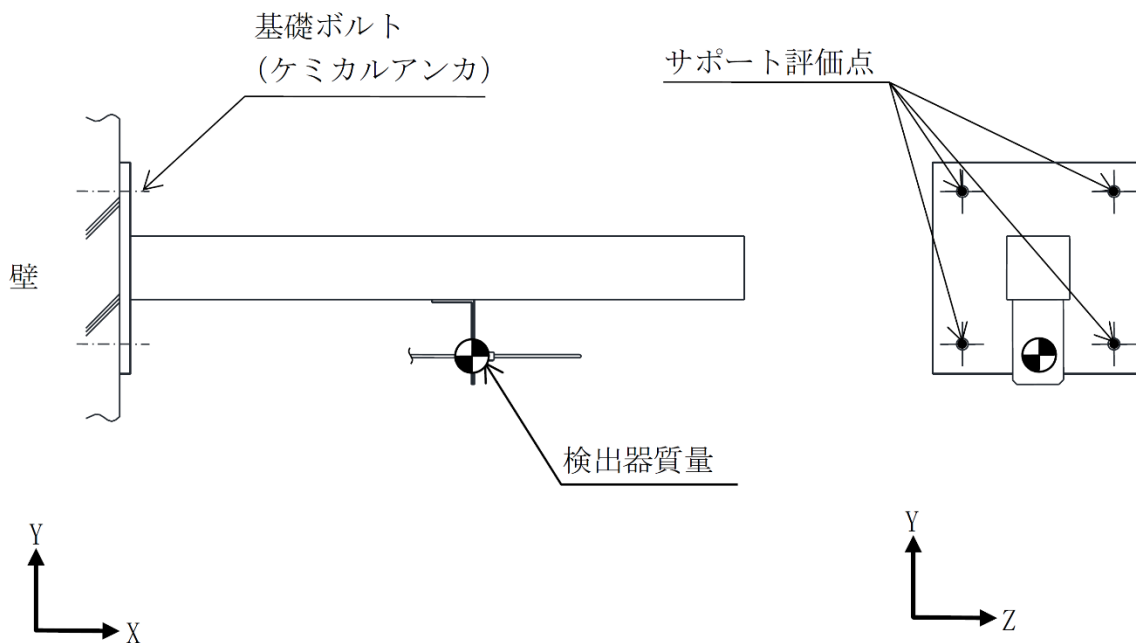


図 5-1 計算モデル (基礎ボルト)

個別解析によって得られた基礎ボルト部の評価点の最大発生力を表 5-5 に示す。

表5-5 サポート発生反力

対象機器	反力(N)	
	F <sub>b</sub>	Q <sub>b</sub>
TE2B4-1D		
TE2B4-1S		

## (1) 引張応力

基礎ボルト（1本当たり）に対する引張応力は、下式により計算する。

引張応力

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots\dots\dots (5.4.1.1.1)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 $A_b$ は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (5.4.1.1.2)$$

## (2) せん断応力

基礎ボルト（1本当たり）に対するせん断応力は、下式により計算する。

せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{A_b} \dots\dots\dots (5.4.1.1.3)$$

## 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【静的触媒式水素処理装置入口温度（TE2B4-1D）の耐震性についての計算結果】、【静的触媒式水素処理装置入口温度（TE2B4-1S）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 基礎ボルトの応力評価

5.4.1.1項で求めたボルトの引張応力 $\sigma_b$ 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、 $f_{to}$ は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \quad \dots\dots\dots (5.6.1.1)$$

せん断応力 $\tau_b$ は、せん断力のみを受ける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。

$f_{to}$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
$f_{sb}$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 機能維持評価

6.1 電氣的機能維持評価方法

静的触媒式水素処理装置入口温度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VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動  $S_s$  により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

静的触媒式水素処理装置入口温度の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体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評価部位の最大加速度を適用する。

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 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

機器名称	方向	機能確認済加速度
静的触媒式水素処理装置入口温度 (TE2B4-1D)	水平	
	鉛直	
静的触媒式水素処理装置入口温度 (TE2B4-1S)	水平	
	鉛直	

## 7. 評価結果

### 7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

静的触媒式水素処理装置入口温度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、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【静的触媒式水素処理装置入口温度（TE2B4-1D）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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
静的触媒式水素処理装置 入口温度 (TE2B4-1D)	常設/緩和	原子炉建物 EL 46.1 (EL 42.8* <sup>1</sup> , 51.7* <sup>1</sup> )	0.05 以下		—	—	C <sub>H</sub> =4.93* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =2.36* <sup>2</sup>	100

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	W (N)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト				221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)	—	261

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 <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b=6$	$f_{ts}=156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=1$	$f_{sb}=120$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$   
 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

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

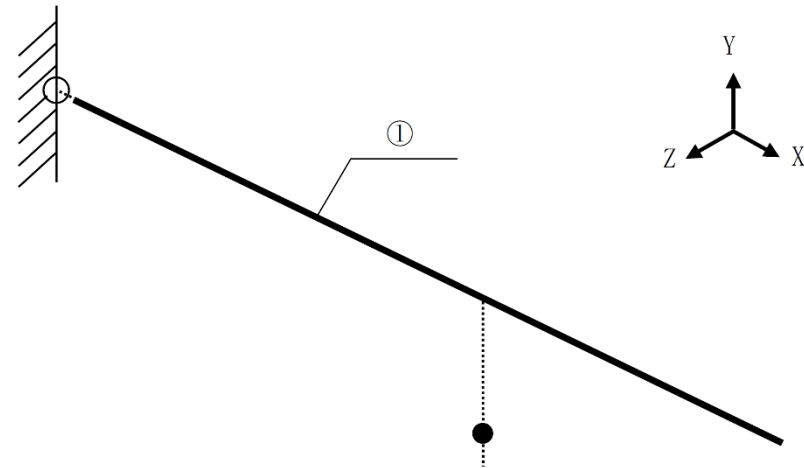
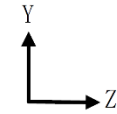
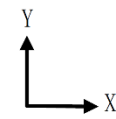
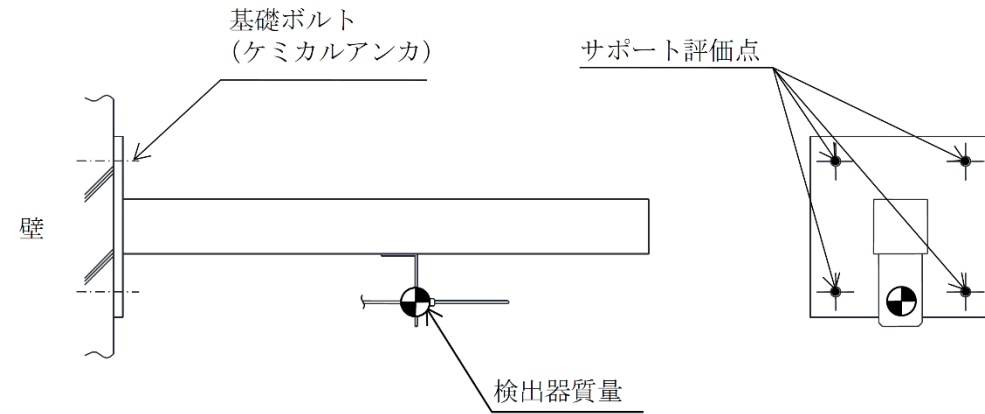
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
静的触媒式水素処理装置 入口温度 (TE2B4-1D)	水平方向	2.93	
	鉛直方向	2.06	

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
 機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	STKR400
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	100
縦弾性係数	E	MPa	198000
ポアソン比	$\nu$	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材
対象部材	①
A (mm <sup>2</sup> )	<input type="text"/>
Z <sub>1</sub> (mm <sup>3</sup> )	<input type="text"/>
Z <sub>2</sub> (mm <sup>3</sup> )	<input type="text"/>
Z <sub>D</sub> (mm <sup>3</sup> )	<input type="text"/>
断面形状 (mm)	



S2 補 VI-2-6-7-1-10 R1

【静的触媒式水素処理装置入口温度 (TE2B4-1S) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
静的触媒式水素処理装置 入口温度 (TE2B4-1S)	常設/緩和	原子炉建物 EL 43.15 (EL 42.8* <sup>1</sup> , 51.7* <sup>1</sup> )	0.05 以下		—	—	C <sub>H</sub> =4.93* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =2.36* <sup>2</sup>	100

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	W (N)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト				221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)	—	261

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 <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 6$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 1$	$f_{sb} = 120$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$   
 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

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

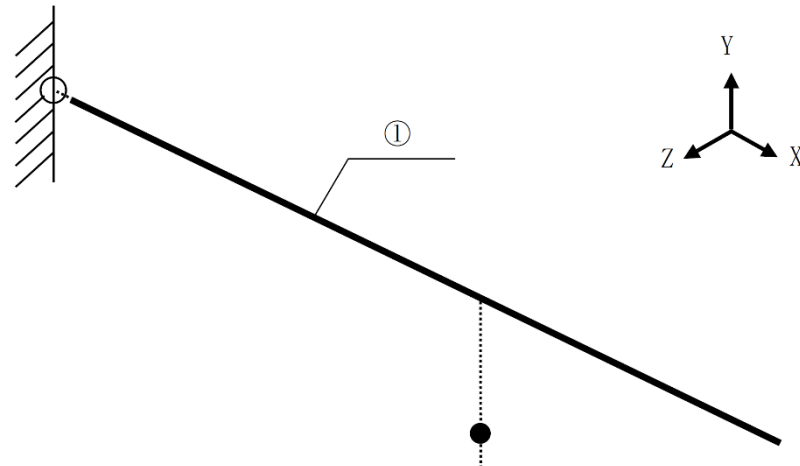
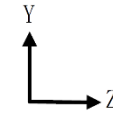
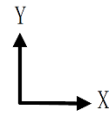
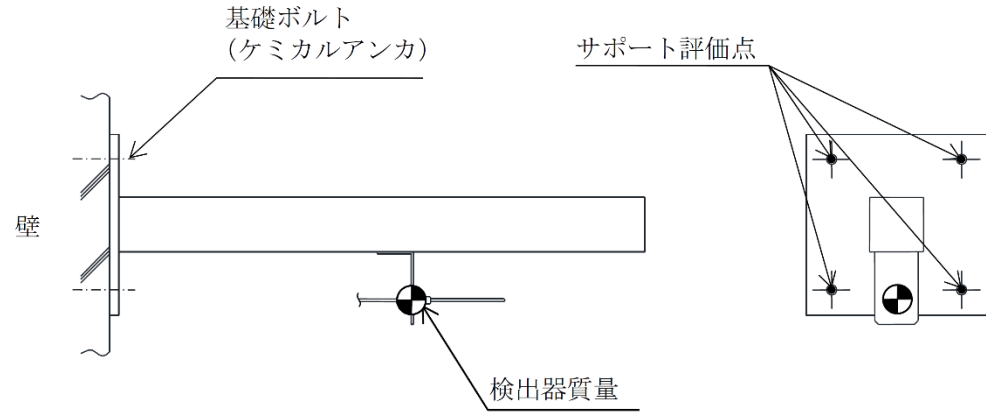
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
静的触媒式水素処理装置 入口温度 (TE2B4-1S)	水平方向	2.93	
	鉛直方向	2.06	

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
 機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	STKR400
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	°C	100
縦弾性係数	E	MPa	198000
ポアソン比	$\nu$	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材
対象部材	①
A (mm <sup>2</sup> )	<input type="text"/>
Z <sub>1</sub> (mm <sup>3</sup> )	<input type="text"/>
Z <sub>2</sub> (mm <sup>3</sup> )	<input type="text"/>
Z <sub>D</sub> (mm <sup>3</sup> )	<input type="text"/>
断面形状 (mm)	<p>(a × b × c)</p>

VI-2-6-7-1-11 静的触媒式水素処理装置出口温度の耐震性について  
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	3
3. 評価部位	4
4. 機能維持評価	4
4.1 機能維持評価用加速度	4
4.2 機能確認済加速度	5
5. 評価結果	6
5.1 重大事故等対処設備としての評価結果	6

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している機能維持の設計方針に基づき、静的触媒式水素処理装置出口温度が設計用地震力に対して十分な電氣的機能を維持できることを説明するものである。

静的触媒式水素処理装置出口温度は、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電氣的機能維持評価を示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

静的触媒式水素処理装置出口温度の構造計画を表 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>検出器は、圧縮継手にて 静的触媒式水素処理装置 に固定する。</p>	<p>熱電対</p>	<p>静的触媒式 水素処理装置</p> <p>シース熱電対 ケーブル</p> <p>圧縮継手</p> <p>検出器</p> <p>(単位：mm)</p>

## 2.2 評価方針

静的触媒式水素処理装置出口温度の機能維持評価は、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、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「4. 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「5. 評価結果」に示す。

静的触媒式水素処理装置出口温度の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

静的触媒式水素処理装置出口温度は、小型で軽量であり十分に剛性が高いとみなせるため、固有周期の計算は省略し、据付位置の設計用震度を適用した評価を実施する。

なお、VI-2-9-4-5-3-1「静的触媒式水素処理装置の耐震性についての計算書」にて示すとおり、静的触媒式水素処理装置の固有周期は、0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認していることから、静的触媒式水素処理装置の据付場所における設計用震度を適用する。

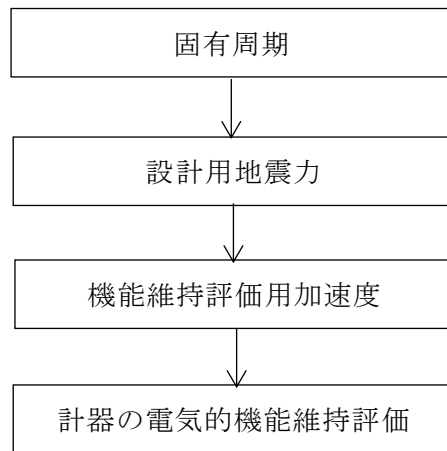


図 2-1 静的触媒式水素処理装置出口温度の耐震評価フロー

## 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。

- ・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. 評価部位

静的触媒式水素処理装置出口温度は、静的触媒式水素処理装置に直接取り付けられた圧縮継手に挿入して固定されることから、静的触媒式水素処理装置が支持している。静的触媒式水素処理装置の構造強度評価はVI-2-9-4-5-3-1「静的触媒式水素処理装置の耐震性についての計算書」にて実施しているため、本計算書では、静的触媒式水素処理装置出口温度の電氣的機能維持評価について示す。

### 4. 機能維持評価

静的触媒式水素処理装置出口温度の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

#### 4.1 機能維持評価用加速度

静的触媒式水素処理装置出口温度は静的触媒式水素処理装置に直接取り付けられた圧縮継手に挿入して固定されることから、機能維持評価用加速度は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動 $S_s$ により定まる加速度とする。機能維持評価用加速度を表4-1に示す。

表4-1 機能維持評価用加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

機器名称	対象機器設置箇所 (m)	方向	機能維持評価用加速度
静的触媒式水素処理 装置出口温度 (TE2B4-2D, 2S)	原子炉建物 EL 42.8* (EL 51.7*)	水平	2.93
		鉛直	2.06

注記\*：基準床レベルを示す。

#### 4.2 機能確認済加速度

静的触媒式水素処理装置出口温度の機能確認済加速度には、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体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加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 4-2 に示す。

表 4-2 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
静的触媒式水素処理装置出口温度 (TE2B4-2D, 2S)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

## 5. 評価結果

### 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

静的触媒式水素処理装置出口温度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。機能維持評価用加速度は機能確認済加速度以下であり、設計用地震力に対して電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 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。

## 【静的触媒式水素処理装置出口温度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 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
静的触媒式水素処理装置出口温度 (TE2B4-2D, 2S)	水平方向	2.93	<input type="text"/>
	鉛直方向	2.06	<input type="text"/>

注記\*：機能維持評価用加速度は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、設計用震度Ⅱ（基準地震動S<sub>s</sub>）により定まる加速度とする。

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

VI-2-6-7-1-12 格納容器ガスサンプリング装置  
（格納容器水素濃度（S A）及び  
格納容器酸素濃度（S A））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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））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気的機能維持評価を示す。

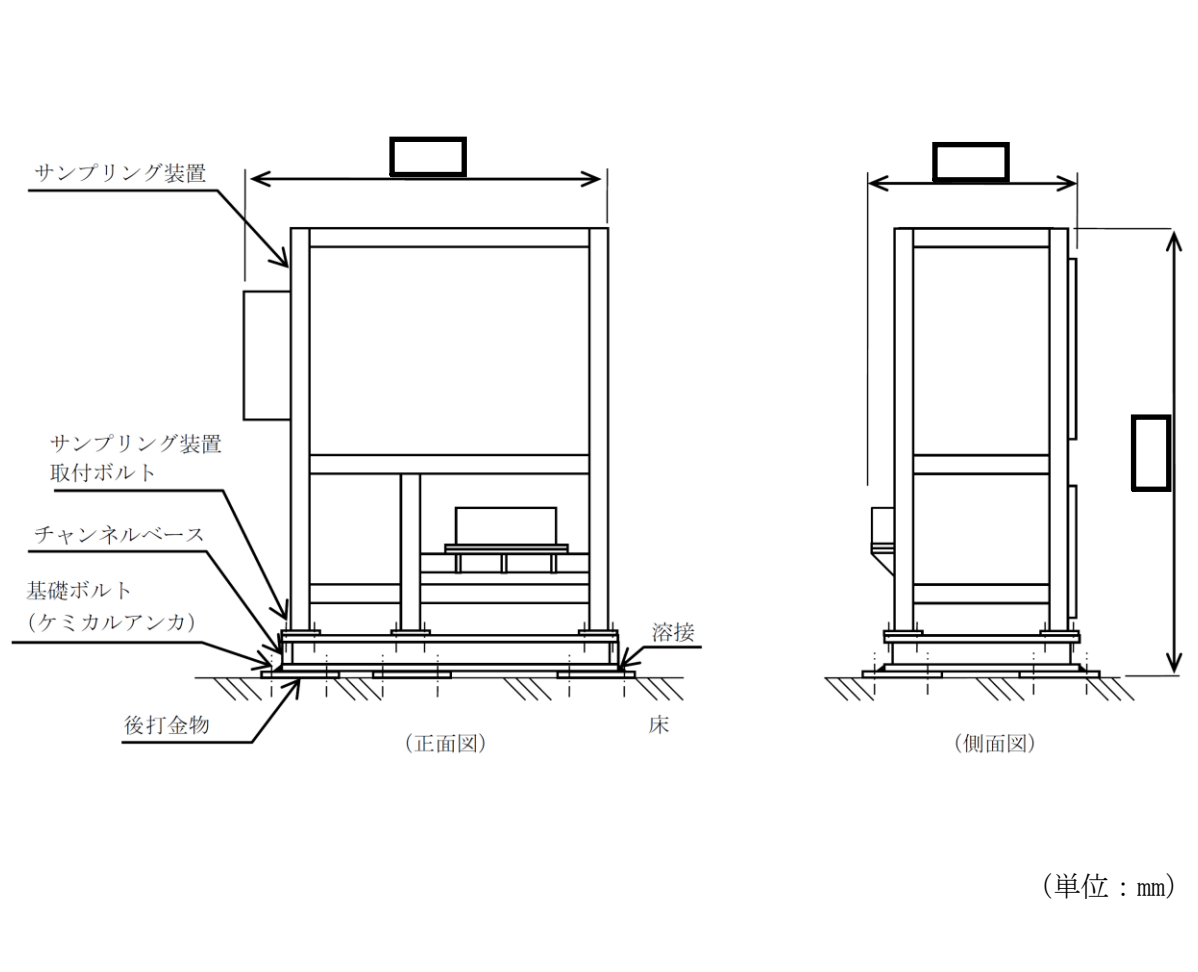
なお、格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計装ラックであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））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>サンプリング装置（ラックを含む）は、サンプリング装置取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは、溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた直立形サンプリング装置)</p>	 <p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位: mm)</p>



3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

格納容器ガスサンプリング装置 (格納容器水素濃度 (S A) 及び 格納容器酸素濃度 (S A) ) (2RSR-M2-2)	水平	
	鉛直	

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラック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。

##### 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

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））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

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））の許容応力は、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

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））（2RSR-M2-2）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 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
計測制御 系統施設	計測装置	格納容器ガスサンプリング装置 (格納容器水素濃度 (S A) 及び 格納容器酸素濃度 (S A))	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVAS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 <sup>*1, *2</sup> (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IV <sub>A</sub> S	1.5・f <sub>t</sub> <sup>*</sup>	1.5・f <sub>s</sub> <sup>*</sup>
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてIV <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—
取付ボルト	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	100	212	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラック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。

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、サンプリング装置が設置される床における設計用床応答スペクトルを包絡する模擬地震波による加振試験において電氣的機能の健全性を確認した加振台の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
格納容器ガスサンプリング装置 (格納容器水素濃度 (S A) 及び 格納容器酸素濃度 (S A) ) (2RSR-M2-2)	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

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（SA）及び格納容器酸素濃度（SA））（2RSR-M2-2）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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>		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	
格納容器ガスサンプリング装置 (格納容器水素濃度（SA）及び 格納容器酸素濃度（SA） (2RSR-M2-2)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 30.5* <sup>1</sup>			—	—	C <sub>H</sub> =2.68* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =2.23* <sup>2</sup>	100

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度I（基準地震動S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		987	16 (M16)	201.1	24	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)
取付ボルト (i=2)		868	12 (M12)	113.1	24	212 (16mm<径≤40mm)	373 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	366.5	463.5	6	—	261	—	短辺方向
	719	771	4				
取付ボルト (i=2)	299	396	6	—	254	—	短辺方向
	664	716	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—		—	
取付ボルト (i=2)	—		—	

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			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	—	—	$\sigma_{b1}=37$	$f_{ts1}=156^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=120$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=58$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=146$

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。

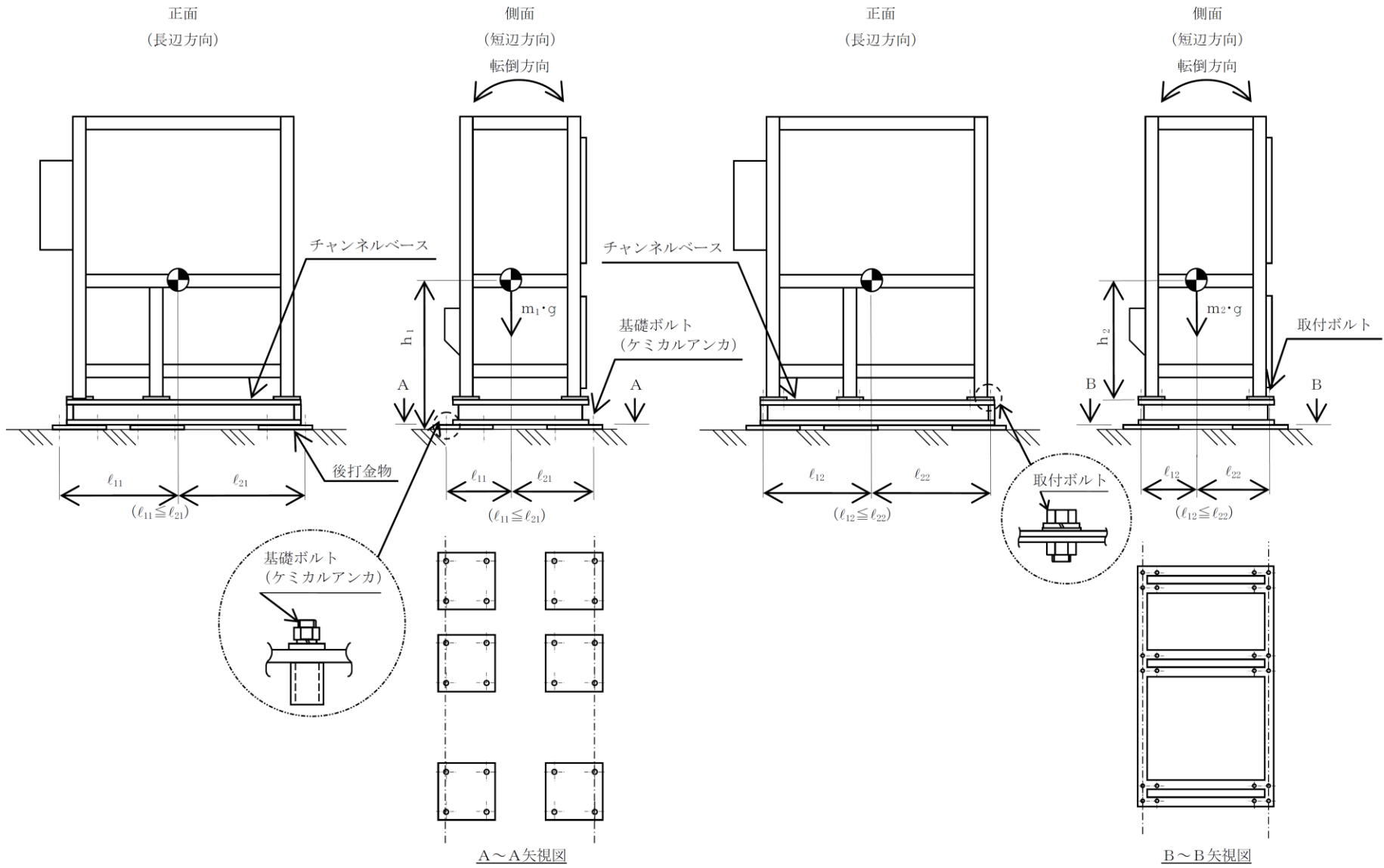
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器ガスサンプリング装置 (格納容器水素濃度 (SA) 及び 格納容器酸素濃度 (SA)) (2RSR-M2-2)	水平方向	1.95	
	鉛直方向	1.94	

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-1-13 格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））  
（B—原子炉格納容器H<sub>2</sub>・O<sub>2</sub>分析計ラック）  
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
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H<sub>2</sub>・O<sub>2</sub>分析計ラック）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H<sub>2</sub>・O<sub>2</sub>分析計ラック）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及び電気的機能維持評価を示す。

なお、格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H<sub>2</sub>・O<sub>2</sub>分析計ラック）は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計装ラックであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラック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

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H<sub>2</sub>・O<sub>2</sub>分析計ラック）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>計装ラックは、ラック取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは、溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた直立形サンプリング装置)</p>	<p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位 : mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H<sub>2</sub>・O<sub>2</sub>分析計ラック）の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表3-1に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

格納容器ガスサンプリング装置 （格納容器水素濃度（B系）及び 格納容器酸素濃度（B系）） （B-原子炉格納容器H <sub>2</sub> ・O <sub>2</sub> 分析計ラック） （2RSR-3-3B）	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

## 4. 構造強度評価

### 4.1 構造強度評価方法

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H2・O2分析計ラック）の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラック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。

### 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

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H2・O2分析計ラック）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。

#### 4.2.2 許容応力

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H2・O2分析計ラック）の許容応力は、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

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H2・O2分析計ラック）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。

### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H2・O2分析計ラック）（2RSR-3-3B）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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H <sub>2</sub> ・O <sub>2</sub> 分析計ラック）	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H <sub>2</sub> ・O <sub>2</sub> 分析計ラック）	常設耐震／防止 常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S （V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。）

注記\*<sup>1</sup>：「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。

\*<sup>2</sup>：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。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—
取付ボルト	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—
取付ボルト	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H<sub>2</sub>・O<sub>2</sub>分析計ラック）の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラック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。

計装ラックに設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H <sub>2</sub> ・O <sub>2</sub> 分析計ラック） (2RSR-3-3B)	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

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H<sub>2</sub>・O<sub>2</sub>分析計ラック）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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H<sub>2</sub>・O<sub>2</sub>分析計ラック）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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H2・O2分析計ラック）（2RSR-3-3B）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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H2・O2分析計ラック）（2RSR-3-3B）	S	原子炉建物 EL 34.8*1	□	□	C <sub>H</sub> =1.56*2	C <sub>V</sub> =1.31*2	C <sub>H</sub> =2.07*3	C <sub>V</sub> =2.39*3	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	839	16 (M16)	201.1	40	241 (径≦16mm)	394 (径≦16mm)
取付ボルト (i=2)	□	770	16 (M16)	201.1	38	231 (16mm<径≦40mm)	394 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	345	375	10	241	276	短辺方向	短辺方向
	1690	2141	4				
取付ボルト (i=2)	245	295	15	231	276	長辺方向	長辺方向
	1765	2225	2				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			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	$\sigma_{b1}=26$	$f_{ts1}=144^*$	$\sigma_{b1}=42$	$f_{ts1}=165^*$
		せん断	$\tau_{b1}=6$	$f_{sb1}=111$	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=127$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=28$	$f_{ts2}=173^*$	$\sigma_{b2}=69$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=133$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

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。

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
格納容器ガスサンプリング装置 (格納容器水素濃度 (B系) 及び格納容器酸素濃度 (B系)) (B-原子炉格納容器H2・O2分析計ラック) (2RSR-3-3B)	水平方向	1.73	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.98	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
格納容器ガスサンプリング装置 (格納容器水素濃度 (B系) 及び格納容器酸素濃度 (B系)) (B-原子炉格納容器H2・O2分析計ラック) (2RSR-3-3B)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 34.8*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =2.07*2	C <sub>V</sub> =2.39*2	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	Δb <sub>i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	839	16 (M16)	201.1	40	241 (径≤16mm)	394 (径≤16mm)
取付ボルト (i=2)	□	770	16 (M16)	201.1	38	231 (16mm<径≤40mm)	394 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	345	375	10	—	276	—	短辺方向
	1690	2141	4				
取付ボルト (i=2)	245	295	15	—	276	—	長辺方向
	1765	2225	2				

注記\*: 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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			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	—	—	$\sigma_{b1}=42$	$f_{ts1}=165^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=127$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=69$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

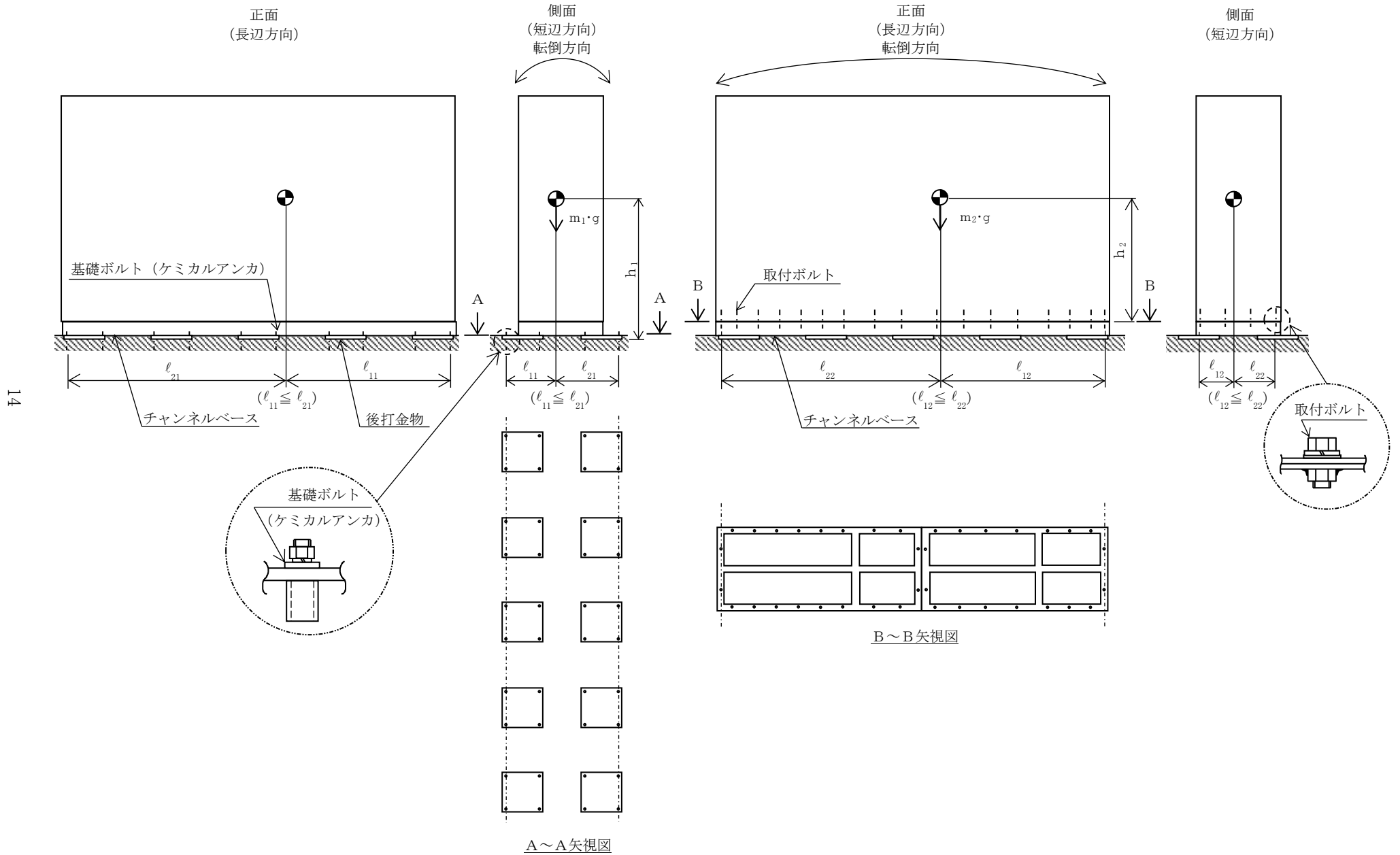
すべて許容応力以下である。

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
格納容器ガスサンプリング装置 (格納容器水素濃度 (B系) 及び格納容器酸素濃度 (B系)) (B-原子炉格納容器H2・O2分析計ラック) (2RSR-3-3B)	水平方向	1.73	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.98	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-1-14 格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））  
（B—原子炉格納容器H<sub>2</sub>・O<sub>2</sub>クーララック）  
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
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H<sub>2</sub>・O<sub>2</sub>クーララック）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H<sub>2</sub>・O<sub>2</sub>クーララック）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及び電気的機能維持評価を示す。

なお、格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H<sub>2</sub>・O<sub>2</sub>クーララック）は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計装ラックであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラック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

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H<sub>2</sub>・O<sub>2</sub>クーララック）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>計装ラックは、ラック取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは、溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた直立形サンプリング装置)</p>	<p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H<sub>2</sub>・O<sub>2</sub>クーララック）の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表3-1に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

格納容器ガスサンプリング装置 (格納容器水素濃度 (B系) 及び 格納容器酸素濃度 (B系)) (B-原子炉格納容器H <sub>2</sub> ・O <sub>2</sub> クーララック) (2RSR-3-5B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

## 4. 構造強度評価

### 4.1 構造強度評価方法

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H2・O2クーララック）の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラック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。

### 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

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H2・O2クーララック）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。

#### 4.2.2 許容応力

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H2・O2クーララック）の許容応力は、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

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H2・O2クーララック）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。

### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H2・O2クーララック）（2RSR-3-5B）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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H <sub>2</sub> ・O <sub>2</sub> クーララック）	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H <sub>2</sub> ・O <sub>2</sub> クーララック）	常設耐震／防止 常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S （V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。）

注記\*<sup>1</sup>：「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。

\*<sup>2</sup>：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。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」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 <sup>*1, *2</sup> (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—
取付ボルト	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—
取付ボルト	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H<sub>2</sub>・O<sub>2</sub>クーララック）の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラック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。

計装ラックの機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、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評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H <sub>2</sub> ・O <sub>2</sub> クーララック） (2RSR-3-5B)	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

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H<sub>2</sub>・O<sub>2</sub>クーララック）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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H<sub>2</sub>・O<sub>2</sub>クーララック）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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H2・O2クーララック）（2RSR-3-5B）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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））（B-原子炉格納容器H2・O2クーララック）（2RSR-3-5B）	S	原子炉建物 EL 34.8* <sup>1</sup>			C <sub>H</sub> =1.56* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.31* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =2.07* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =2.39* <sup>3</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1299	16 (M16)	201.1	16	241 (径 ≤ 16mm)	394 (径 ≤ 16mm)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	22	231 (16mm < 径 ≤ 40mm)	394 (16mm < 径 ≤ 40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	430	520	4	241	276	短辺方向	短辺方向
	585	660	4				
取付ボルト (i=2)	350	410	7	231	276	長辺方向	長辺方向
	475	585	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	□	□	□	□
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			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	$\sigma_{b1}=27$	$f_{ts1}=144^*$	$\sigma_{b1}=41$	$f_{ts1}=165^*$
		せん断	$\tau_{b1}=5$	$f_{sb1}=111$	$\tau_{b1}=6$	$f_{sb1}=127$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=173^*$	$\sigma_{b2}=33$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=133$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=159$

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。

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
格納容器ガスサンプリン グ装置 (格納容器水素濃 度 (B系) 及び格納容器 酸素濃度 (B系)) (B- 原子炉格納容器H2・O 2クーララック) (2RSR-3-5B)	水平方向	1.73	□
	鉛直方向	1.98	□

注記\*：設計用震度Ⅱ (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
格納容器ガスサンプリング装置 (格納容器水素濃度 (B系) 及び格納容器酸素濃度 (B系)) (B-原子炉格納容器H2・O2クーララック) (2RSR-3-5B)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 34.8*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =2.07*2	C <sub>V</sub> =2.39*2	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	Δb <sub>i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1299	16 (M16)	201.1	16	241 (径≤16mm)	394 (径≤16mm)
取付ボルト (i=2)	□	1300	16 (M16)	201.1	22	231 (16mm<径≤40mm)	394 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	430	520	4	—	276	—	短辺方向
	585	660	4				
取付ボルト (i=2)	350	410	7	—	276	—	長辺方向
	475	585	4				

注記\*: 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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			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	—	—	$\sigma_{b1}=41$	$f_{ts1}=165^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=6$	$f_{sb1}=127$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=33$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=159$

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。

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
格納容器ガスサンプリン グ装置（格納容器水素濃 度（B系）及び格納容器 酸素濃度（B系）（B- 原子炉格納容器H2・O 2クーララック） （2RSR-3-5B）	水平方向	1.73	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.98	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

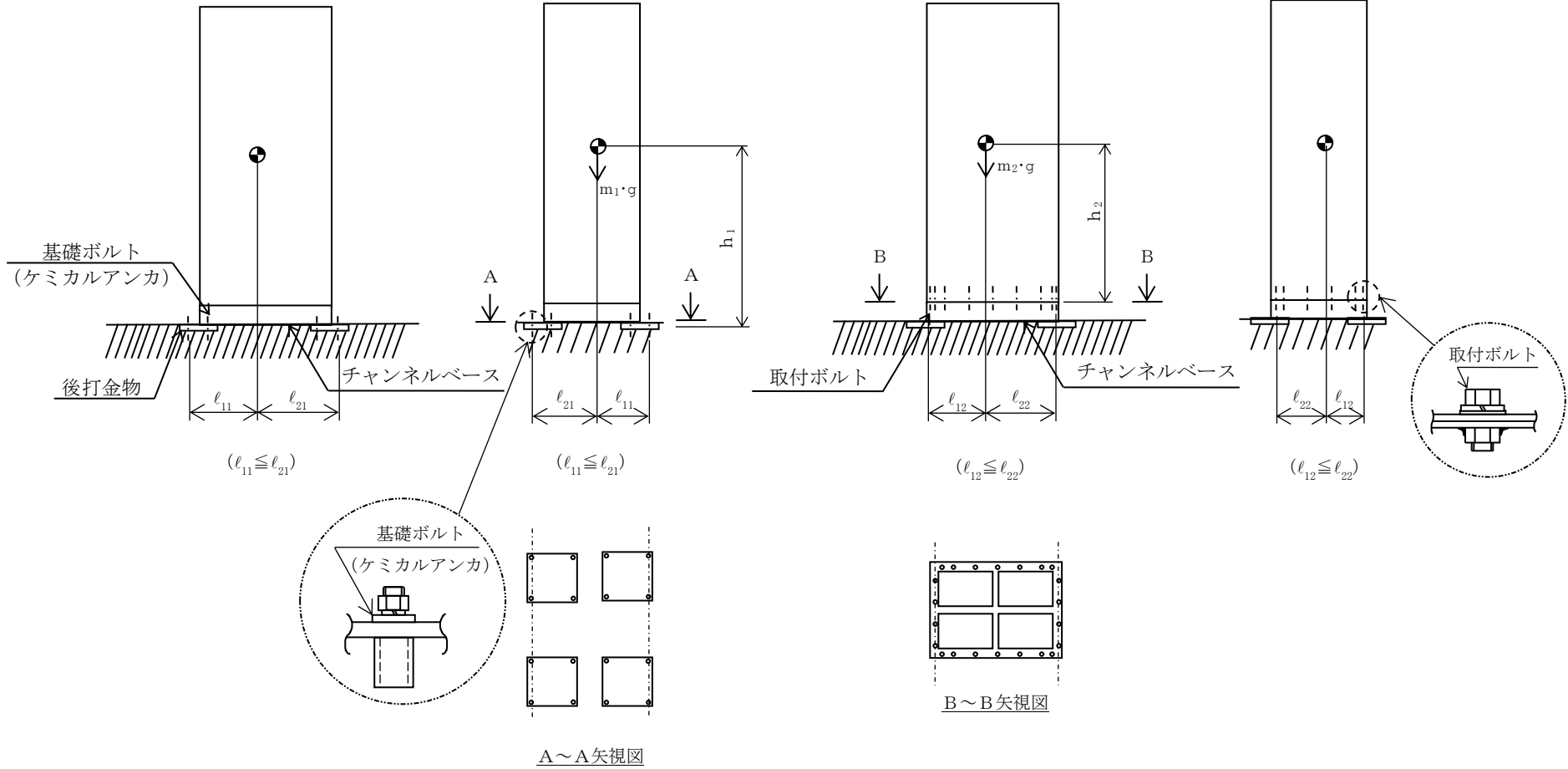
正面  
(長辺方向)

側面  
(短辺方向)  
転倒方向

正面  
(長辺方向)  
転倒方向

側面  
(短辺方向)

14



VI-2-6-7-1-15 代替制御棒挿入機能用電磁弁の耐震性  
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 適用規格・基準等	4
3. 評価部位	4
4. 機能維持評価	5
4.1 機能維持評価用加速度	5
4.2 機能確認済加速度	6
5. 評価結果	7
5.1 重大事故等対処設備としての評価結果	7

## 1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している機能維持の設計方針に基づき、代替制御棒挿入機能用電磁弁が設計用地震力に対して十分な動的機能を維持できることを説明するものである。

代替制御棒挿入機能用電磁弁は、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動的機能維持評価を示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

代替制御棒挿入機能用電磁弁の構造計画を表 2-1 及び表 2-2 に示す。

表 2-1 構造計画 (その 1)

計画の概要		概略構造図						
基礎・支持構造	主体構造							
代替制御棒挿入機能用電磁弁は制御棒駆動系管にねじ込み、固定する。	電磁弁 (2 方向弁)	<p>(側面図) (正面図)</p>						
機器名称	代替制御棒挿入機能用電磁弁 (SV212-4)	代替制御棒挿入機能用電磁弁 (SV212-6)	代替制御棒挿入機能用電磁弁 (SV212-7A)	代替制御棒挿入機能用電磁弁 (SV212-7B)	代替制御棒挿入機能用電磁弁 (SV212-8A)	代替制御棒挿入機能用電磁弁 (SV212-8B)	代替制御棒挿入機能用電磁弁 (SV212-8B)	
たて	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
横	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
高さ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

(単位 : mm)

表 2-2 構造計画 (その 2)

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
代替制御棒挿入機能用電磁弁は制御棒駆動系管にねじ込み、固定する。	電磁弁 (3 方向弁)	<p>【代替制御棒挿入機能用電磁弁 (SV212-5)】</p> <p>(側面図) (正面図)</p> <p>(単位 : mm)</p>

## 2.2 評価方針

代替制御棒挿入機能用電磁弁の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した動的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「4. 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「5. 評価結果」に示す。

代替制御棒挿入機能用電磁弁の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

なお、代替制御棒挿入機能用電磁弁は、小型で軽量であることから十分に剛であるとみなせるため、固有周期の計算は省略し、設置位置の最大応答加速度を適用する。

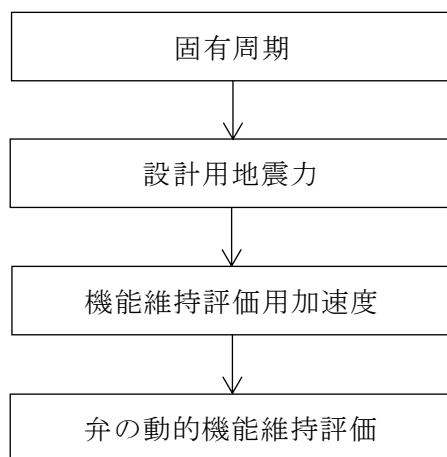


図 2-1 代替制御棒挿入機能用電磁弁の耐震評価フロー

## 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。

- ・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)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1987 ((社) 日本電気協会)
- ・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)

## 3. 評価部位

代替制御棒挿入機能用電磁弁は、制御棒駆動系管に直接ねじ込まれて固定されることから、制御棒駆動系管が支持している。本計算書では、制御棒駆動系管の地震応答解析結果を用いた代替制御棒挿入機能用電磁弁の動的機能維持評価について示す。



## 4. 機能維持評価

代替制御棒挿入機能用電磁弁の動的機能維持評価について、以下に示す。

## 4.1 機能維持評価用加速度

代替制御棒挿入機能用電磁弁は制御棒駆動系管に直接ねじ込まれて固定されることから、機能維持評価用加速度は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、設計用震度 I（基準地震動  $S_s$ ）を上回る設計震度又は基準地震動  $S_s$  により定まる代替制御棒挿入機能用電磁弁の取付部の配管に生じる応答加速度のいずれか大きい値とする。機能維持評価用加速度を表 4-1 に示す。

表 4-1 機能維持評価用加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

機器名称	対象機器設置箇所 (m)	方向	機能維持評価用加速度
代替制御棒 挿入機能用電磁弁 (弁番号 SV212-4)	制御棒駆動系管 EL 23.8 (EL 30.5*)	水平	2.80
		鉛直	1.80
代替制御棒 挿入機能用電磁弁 (弁番号 SV212-5)	制御棒駆動系管 EL 23.8 (EL 30.5*)	水平	2.30
		鉛直	1.80
代替制御棒 挿入機能用電磁弁 (弁番号 SV212-6)	制御棒駆動系管 EL 23.8 (EL 30.5*)	水平	5.70
		鉛直	4.60
代替制御棒 挿入機能用電磁弁 (弁番号 SV212-7A)	制御棒駆動系管 EL 23.8 (EL 30.5*)	水平	3.20
		鉛直	1.80
代替制御棒 挿入機能用電磁弁 (弁番号 SV212-7B)	制御棒駆動系管 EL 23.8 (EL 30.5*)	水平	5.10
		鉛直	1.80
代替制御棒 挿入機能用電磁弁 (弁番号 SV212-8A)	制御棒駆動系管 EL 23.8 (EL 30.5*)	水平	3.30
		鉛直	1.80
代替制御棒 挿入機能用電磁弁 (弁番号 SV212-8B)	制御棒駆動系管 EL 23.8 (EL 30.5*)	水平	5.10
		鉛直	1.80

注記\*：基準床レベルを示す。

## 4.2 機能確認済加速度

代替制御棒挿入機能用電磁弁の機能確認済加速度には，VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき，同形式の電磁弁単体の正弦波加振試験において動的機能の健全性を確認した加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 4-2 に示す。

表 4-2 機能確認済加速度 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 SV212-4)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 SV212-5)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 SV212-6)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 SV212-7A)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 SV212-7B)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 SV212-8A)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 SV212-8B)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>

## 5. 評価結果

### 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

代替制御棒挿入機能用電磁弁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。機能維持評価用加速度は機能確認済加速度以下であり，設計用地震力に対して動的機能を維持できることを確認した。

#### (1) 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。

## 【代替制御棒挿入機能用電磁弁（弁番号 SV212-4）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 動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
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 SV212-4)	水平方向	2.80	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.80	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度又は代替制御棒挿入機能用電磁弁の取付部の配管に生じる応答加速度のいずれか大きい値とする。

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

## 【代替制御棒挿入機能用電磁弁（弁番号 SV212-5）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 動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
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 SV212-5)	水平方向	2.30	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.80	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度又は代替制御棒挿入機能用電磁弁の取付部の配管に生じる応答加速度のいずれか大きい値とする。

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

## 【代替制御棒挿入機能用電磁弁（弁番号 SV212-6）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 動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
代替制御棒挿入機能用電磁弁 （弁番号 SV212-6）	水平方向	5.70	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	4.60	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度又は代替制御棒挿入機能用電磁弁の取付部の配管に生じる応答加速度のいずれか大きい値とする。

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

## 【代替制御棒挿入機能用電磁弁（弁番号 SV212-7A）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 動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
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 SV212-7A)	水平方向	3.20	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.80	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度又は代替制御棒挿入機能用電磁弁の取付部の配管に生じる応答加速度のいずれか大きい値とする。

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

## 【代替制御棒挿入機能用電磁弁（弁番号 SV212-7B）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 動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
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 SV212-7B)	水平方向	5.10	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.80	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度又は代替制御棒挿入機能用電磁弁の取付部の配管に生じる応答加速度のいずれか大きい値とする。

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



## 【代替制御棒挿入機能用電磁弁（弁番号 SV212-8A）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 動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
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 SV212-8A)	水平方向	3.30	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.80	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度又は代替制御棒挿入機能用電磁弁の取付部の配管に生じる応答加速度のいずれか大きい値とする。

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

## 【代替制御棒挿入機能用電磁弁（弁番号 SV212-8B）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 動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
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 SV212-8B)	水平方向	5.10	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.80	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度又は代替制御棒挿入機能用電磁弁の取付部の配管に生じる応答加速度のいずれか大きい値とする。

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

VI-2-6-7-1-16 中央制御室差圧計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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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

中央制御室差圧計は、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備以外の常設重大事故等対処設備に分類され、VI-1-7-3「中央制御室の居住性に関する説明書」に基づき、基準地震動  $S_s$  による地震力に対して機能を維持できることを確認する。

本計算書は、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、中央制御室差圧計が基準地震動  $S_s$  による地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

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。

なお、中央制御室差圧計は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の壁掛形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンション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

中央制御室差圧計の構造計画を表 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>検出器は、計器取付ボルトにて計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトにて壁面に設置する。</p>	<p>弾性差圧検出器</p>	<p>(平面図)</p> <p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位: mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

中央制御室差圧計の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該計器に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

中央制御室差圧計 (dPX264-5)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

中央制御室差圧計の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンション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。

##### 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

中央制御室差圧計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

中央制御室差圧計の許容応力は、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

中央制御室差圧計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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【中央制御室差圧計（dPX264-5）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 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
計測制御 系統施設	換気設備	中央制御室差圧計	常設/その他	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設/その他」は常設重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備以外の常設重大事故等対処設備を示す。

\*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。

51 \*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	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> *  (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>s</sub> *
VAS		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50	241	394	—
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)					

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

中央制御室差圧計の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンション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。

計器スタンションに設置される検出器の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体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評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
中央制御室差圧計 (dPX264-5)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

中央制御室差圧計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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【中央制御室差圧計（dPX264-5）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	
中央制御室差圧計 (dPX264-5)	常設/その他	制御室建物 EL 16.9 (EL 22.05*1)	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =3.65*2	C <sub>V</sub> =1.77*2	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h <sub>2</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
基礎ボルト	□	310	12 (M12)	113.1	4	241 (径≤16mm)	394 (径≤16mm)

部材	ℓ <sub>3</sub> * (mm)	ℓ <sub>a</sub> * (mm)	ℓ <sub>b</sub> * (mm)	n <sub>fV</sub> *	n <sub>fH</sub> *	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	697	160	800	2	2	—	275	—	左右方向
	697	160	800	2	2				

注記\*：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。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	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 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 9$	$f_{ts} = 165^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 3$	$f_{sb} = 127$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

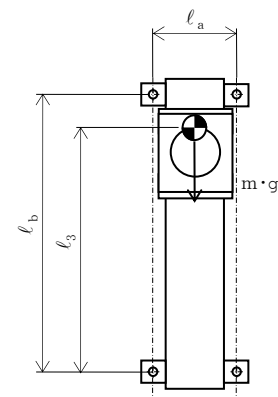
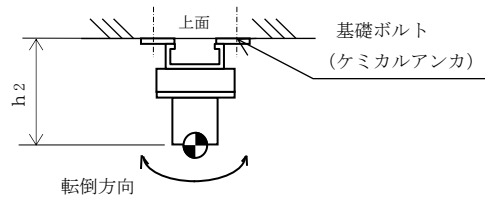
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

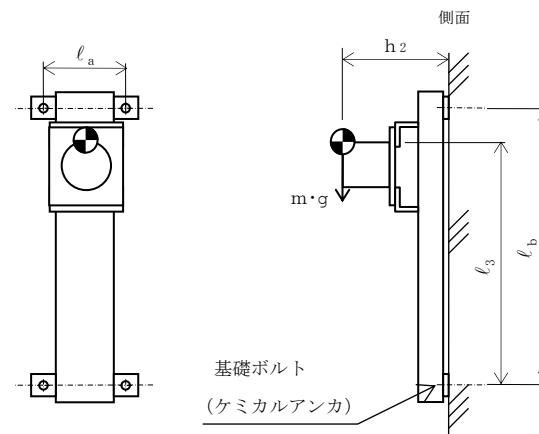
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
中央制御室差圧計 (dPX264-5)	水平方向	2.03	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.00	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



(左右方向)



(前後方向)

VI-2-6-7-1-17 待避室差圧計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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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

待避室差圧計は、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備以外の常設重大事故等対処設備に分類され、VI-1-7-3「中央制御室の居住性に関する説明書」に基づき、基準地震動 $S_s$ による地震力に対して機能を維持できることを確認する。

本計算書は、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、待避室差圧計が基準地震動 $S_s$ による地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

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。

なお、待避室差圧計は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の壁掛形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンション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

待避室差圧計の構造計画を表 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>検出器は、計器取付ボルトにて計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトにて壁面に設置する。</p>	<p>弾性差圧検出器</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

待避室差圧計の固有周期は、構造が同等な計器スタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

待避室差圧計 (dPX2F7-1)	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

待避室差圧計の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンション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。

##### 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

待避室差圧計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

待避室差圧計の許容応力は、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

待避室差圧計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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【待避室差圧計（dPX2F7-1）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 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
計測制御 系統施設	換気設備	待避室差圧計	常設/その他	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設/その他」は常設重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備以外の常設重大事故等対処設備を示す。

\*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。

51 \*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	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> *  (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>s</sub> *
VAS		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50	241	394	—
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)					



## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

待避室差圧計の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンション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。

計器スタンションに設置される検出器の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体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評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
待避室差圧計 (dPX2F7-1)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

待避室差圧計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、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【待避室差圧計（dPX2F7-1）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	
待避室差圧計 (dPX2F7-1)	常設/その他	制御室建物 EL 16.9 (EL 22.05*1)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =3.65*2	C <sub>V</sub> =1.77*2	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h <sub>2</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
基礎ボルト	<input type="text"/>	315	12 (M12)	113.1	4	241 (径≤16mm)	394 (径≤16mm)

部材	ℓ <sub>3</sub> * (mm)	ℓ <sub>a</sub> * (mm)	ℓ <sub>b</sub> * (mm)	n <sub>fV</sub> *	n <sub>fH</sub> *	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	867	160	1040	2	2	—	275	—	左右方向
	867	160	1040	2	2				

注記\*：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。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b</sub>		Q <sub>b</sub>	
	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	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 10$	$f_{ts} = 165^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 3$	$f_{sb} = 127$

注記\*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

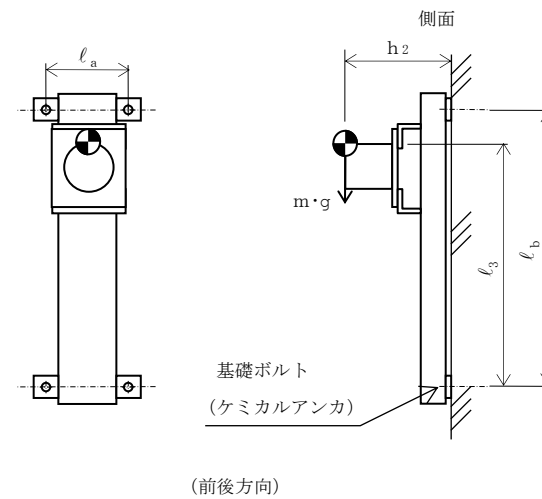
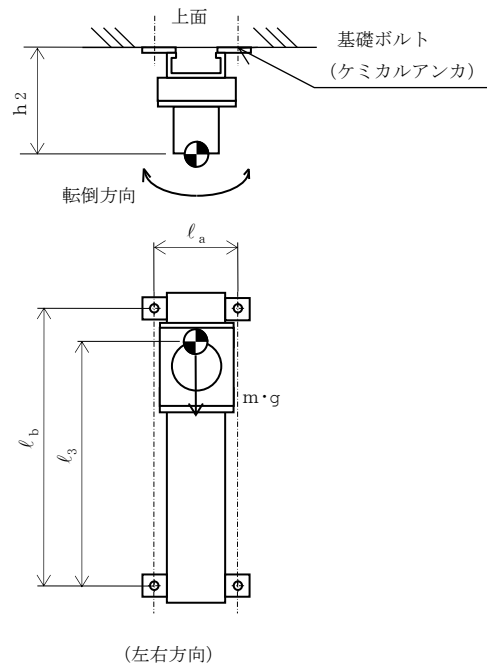
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
待避室差圧計 (dPX2F7-1)	水平方向	2.03	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.00	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2 計測装置の盤の耐震性についての計算書

VI-2-6-7-2-1 安全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
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、安全設備制御盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

安全設備制御盤は、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。

なお、安全設備制御盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載のベンチ形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

安全設備制御盤の構造計画を表 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>安全設備制御盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>ベンチ形 (鋼材及び鋼板を組み合わせたベンチ形の操作卓)</p>	<p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

安全設備制御盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位 : s)

安全設備制御盤 (2-903)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

安全設備制御盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

安全設備制御盤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。

###### 4.2.2 許容応力

安全設備制御盤の許容応力は、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

安全設備制御盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【安全設備制御盤 (2-903) 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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	安全設備制御盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	安全設備制御盤	常設／防止 (DB 拡張)	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「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。

\*<sup>2</sup>：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。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

安全設備制御盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

安全設備制御盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体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評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
安全設備制御盤 (2-903)	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

安全設備制御盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

安全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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。



【安全設備制御盤 (2-903) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
安全設備制御盤 (2-903)	S	制御室建物 EL 16.9* <sup>1</sup>			C <sub>H</sub> =1.71* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =0.77* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =3.41* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.58* <sup>3</sup>	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1437	16 (M16)	201.1	36	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	64	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	485	940	12	211	253	長辺方向	長辺方向
	1620	1725	3				
取付ボルト (i=2)	380	850	16	211	253	長辺方向	長辺方向
	1530	1880	5				

注記\*: 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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	$\sigma_{b1}=35$	$f_{ts1}=126^*$	$\sigma_{b1}=99$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	$\tau_{b1}=8$	$f_{sb1}=97$	$\tau_{b1}=16$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=16$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=48$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=146$

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。

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
安全設備制御盤 (2-903)	水平方向	2.84	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (℃)
			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	
安全設備制御盤 (2-903)	常設/防止 (DB拡張)	制御室建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>			—	—	C <sub>H</sub> =3.41 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =1.58 <sup>*2</sup>	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1437	16 (M16)	201.1	36	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	64	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> <sup>*</sup> (mm)	l <sub>2 i</sub> <sup>*</sup> (mm)	n <sub>f i</sub> <sup>*</sup>	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> <sup>*</sup> (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	485	940	12	—	253	—	長辺方向
	1620	1725	3				
取付ボルト (i=2)	380	850	16	—	253	—	長辺方向
	1530	1880	5				

注記\*: 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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b1}=99$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=16$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=48$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=146$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

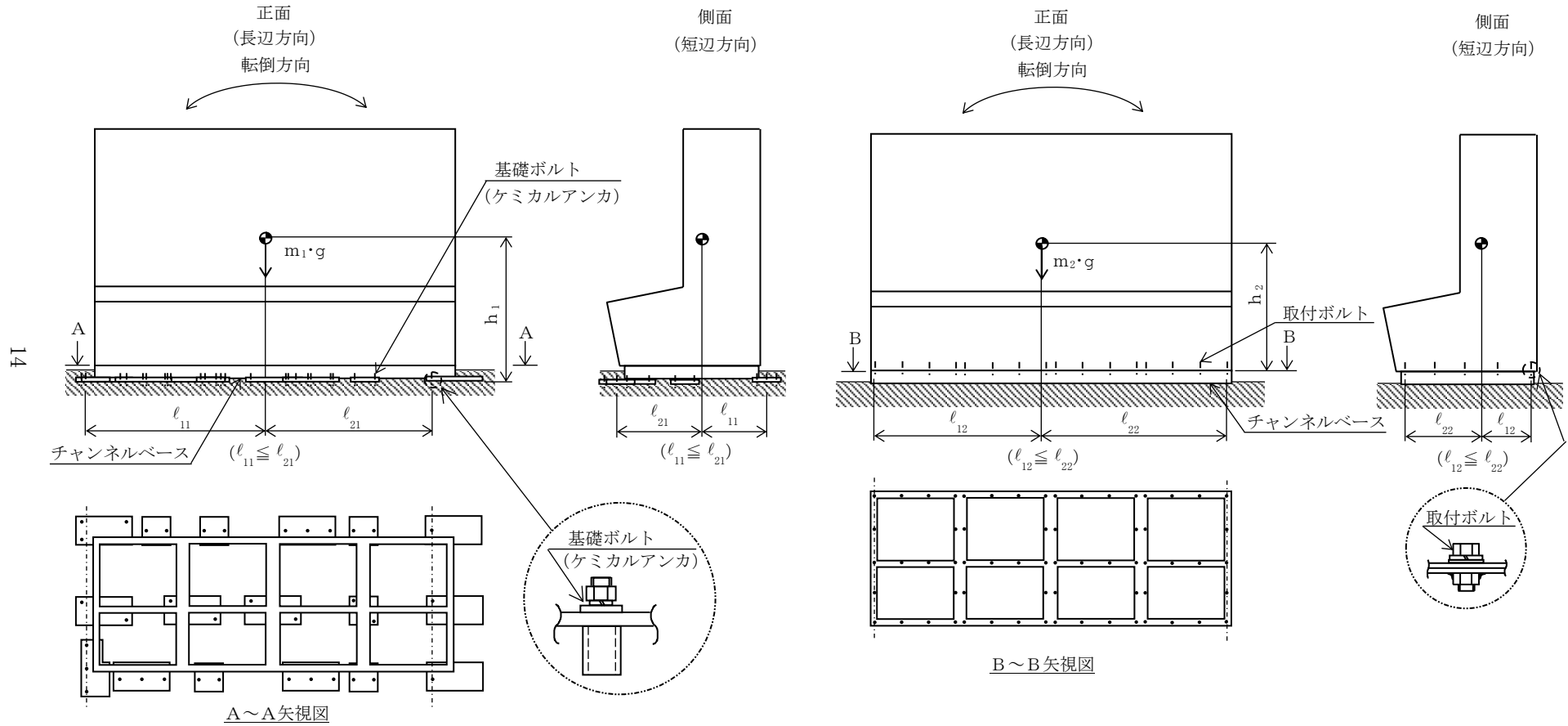
すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
安全設備制御盤 (2-903)	水平方向	2.84	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-2 原子炉補機制御盤の耐震性についての計算書（その1）

## 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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、原子炉補機制御盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

原子炉補機制御盤は、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、常設重大事故緩和設備及び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。

なお、原子炉補機制御盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載のベンチ形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

原子炉補機制御盤の構造計画を表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>原子炉補機制御盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>ベンチ形 (鋼材及び鋼板を組み合わせたベンチ形の操作卓)</p>	<p>(正面図) (側面図)</p> <p>盤 2820 2300 取付ボルト 溶接 基礎ボルト (ケミカルアンカ) 床 チャンネルベース 後打金物</p>

(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

原子炉補機制御盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位 : s)

原子炉補機制御盤 (2-904-1)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

原子炉補機制御盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

原子炉補機制御盤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。

###### 4.2.2 許容応力

原子炉補機制御盤の許容応力は、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

原子炉補機制御盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【原子炉補機制御盤（2-904-1）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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	原子炉補機制御盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	原子炉補機制御盤	常設耐震／防止 常設／緩和 常設／防止 (DB 拡張)	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「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）を示す。

\*<sup>2</sup>：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。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉補機制御盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

原子炉補機制御盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体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評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
原子炉補機制御盤 (2-904-1)	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

原子炉補機制御盤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、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

原子炉補機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を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。



【原子炉補機制御盤（2-904-1）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	
原子炉補機制御盤 (2-904-1)	S	制御室建物 EL 16.9*1	□	□	$C_H=1.71^{*2}$	$C_V=0.77^{*2}$	$C_H=3.41^{*3}$	$C_V=1.58^{*3}$	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{b_i}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{y_i}$ (MPa)	$S_{u_i}$ (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1437	16 (M16)	201.1	19	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	1300	16 (M16)	201.1	48	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$n_{fi}^*$	$F_i$ (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)	485	940	6	211	253	長辺方向	長辺方向
	1065	1355	2				
取付ボルト (i=2)	380	850	12	211	253	短辺方向	長辺方向
	1220	1510	5				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	$\sigma_{b1}=57$	$f_{ts1}=126^*$	$\sigma_{b1}=145$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	$\tau_{b1}=11$	$f_{sb1}=97$	$\tau_{b1}=23$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=16$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=42$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=146$

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。

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
原子炉補機制御盤 (2-904-1)	水平方向	2.84	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 (℃)
			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	
原子炉補機制御盤 (2-904-1)	常設耐震/防止 常設/緩和 常設/防止 (DB拡張)	制御室建物 EL 16.9*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =3.41*2	C <sub>V</sub> =1.58*2	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（基準地震動 S s）

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1437	16 (M16)	201.1	19	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	1300	16 (M16)	201.1	48	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (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)	485	940	6	—	253	—	長辺方向
	1065	1355	2				
取付ボルト (i=2)	380	850	12	—	253	—	長辺方向
	1220	1510	5				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b1}=145$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=23$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=42$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=146$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

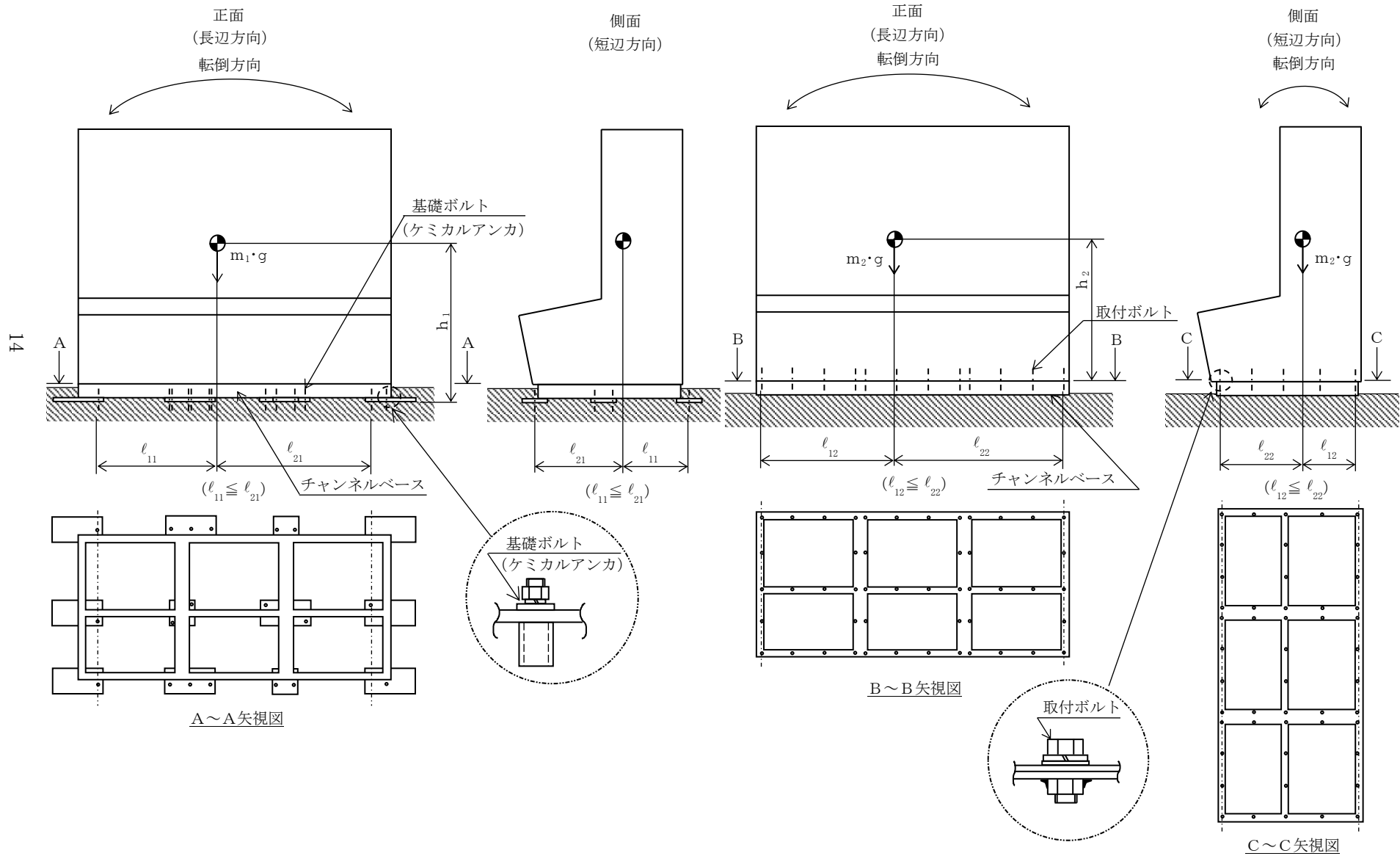
すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉補機制御盤 (2-904-1)	水平方向	2.84	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-3 原子炉補機制御盤の耐震性についての計算書（その2）

## 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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、原子炉補機制御盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

原子炉補機制御盤は、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。

なお、原子炉補機制御盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載のベンチ形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

原子炉補機制御盤の構造計画を表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>原子炉補機制御盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>ベンチ形 (鋼材及び鋼板を組み合わせたベンチ形の操作卓)</p>	<p>(平面図)</p> <p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

原子炉補機制御盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位 : s)

原子炉補機制御盤 (2-904-2)	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

原子炉補機制御盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

原子炉補機制御盤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。

###### 4.2.2 許容応力

原子炉補機制御盤の許容応力は、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

原子炉補機制御盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【原子炉補機制御盤（2-904-2）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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	原子炉補機制御盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	原子炉補機制御盤	常設耐震／防止	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

\*<sup>2</sup>：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。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉補機制御盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

原子炉補機制御盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
原子炉補機制御盤 (2-904-2)	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

原子炉補機制御盤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、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

原子炉補機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を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。



【原子炉補機制御盤（2-904-2）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	
原子炉補機制御盤 (2-904-2)	S	制御室建物 EL 16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=1.22^{*2}$	$C_V=0.54^{*2}$	$C_H=2.36^{*3}$	$C_V=1.06^{*3}$	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

\*3：設計用震度 I（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{b_i}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{y_i}$ (MPa)	$S_{u_i}$ (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1437	16 (M16)	201.1	17	211 (40 mm < 径 ≤ 100mm)	394 (40 mm < 径 ≤ 100mm)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	45	211 (40 mm < 径 ≤ 100mm)	394 (40 mm < 径 ≤ 100mm)

部材	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$n_{fi}^*$	$F_i$ (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)	485	940	3	211	253	短辺方向	短辺方向
	825	1496	2				
取付ボルト (i=2)	380	850	10	211	253	長辺方向	長辺方向
	980	1725	1				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	$\sigma_{b1}=37$	$f_{ts1}=126^*$	$\sigma_{b1}=83$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	$\tau_{b1}=8$	$f_{sb1}=97$	$\tau_{b1}=15$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=37$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=102$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=146$

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。

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
原子炉補機制御盤 (2-904-2)	水平方向	2.84	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (℃)
			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	
原子炉補機制御盤 (2-904-2)	常設耐震/防止	制御室建物 EL 16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =2.36*2	C <sub>V</sub> =1.06*2	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1437	16 (M16)	201.1	17	211 (40 mm < 径 ≤ 100mm)	394 (40 mm < 径 ≤ 100mm)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	45	211 (40 mm < 径 ≤ 100mm)	394 (40 mm < 径 ≤ 100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	485	940	3	—	253	—	短辺方向
	825	1496	2				
取付ボルト (i=2)	380	850	10	—	253	—	長辺方向
	980	1725	1				

注記\*: 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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b1}=83$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=15$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=102$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=146$

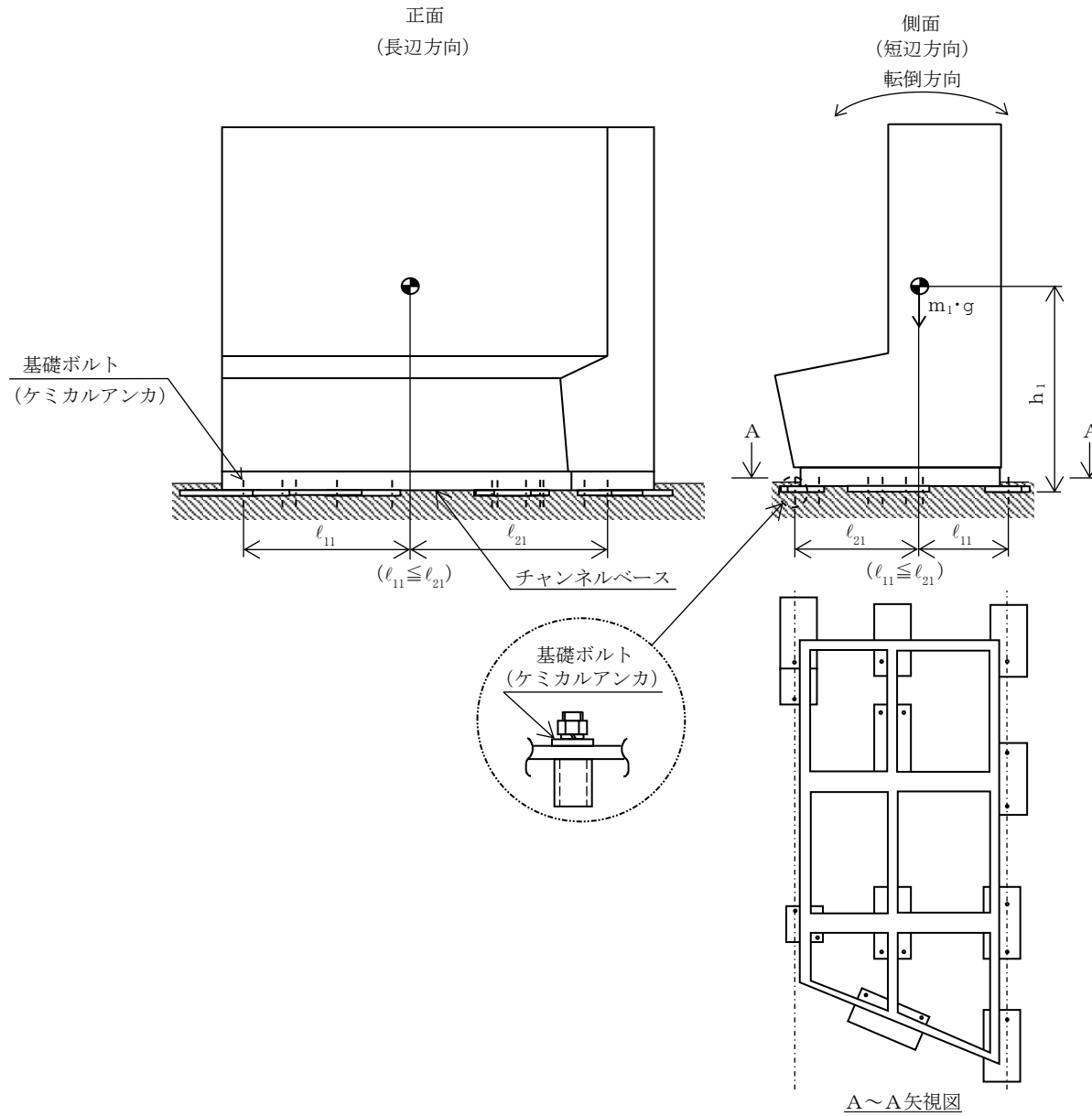
注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

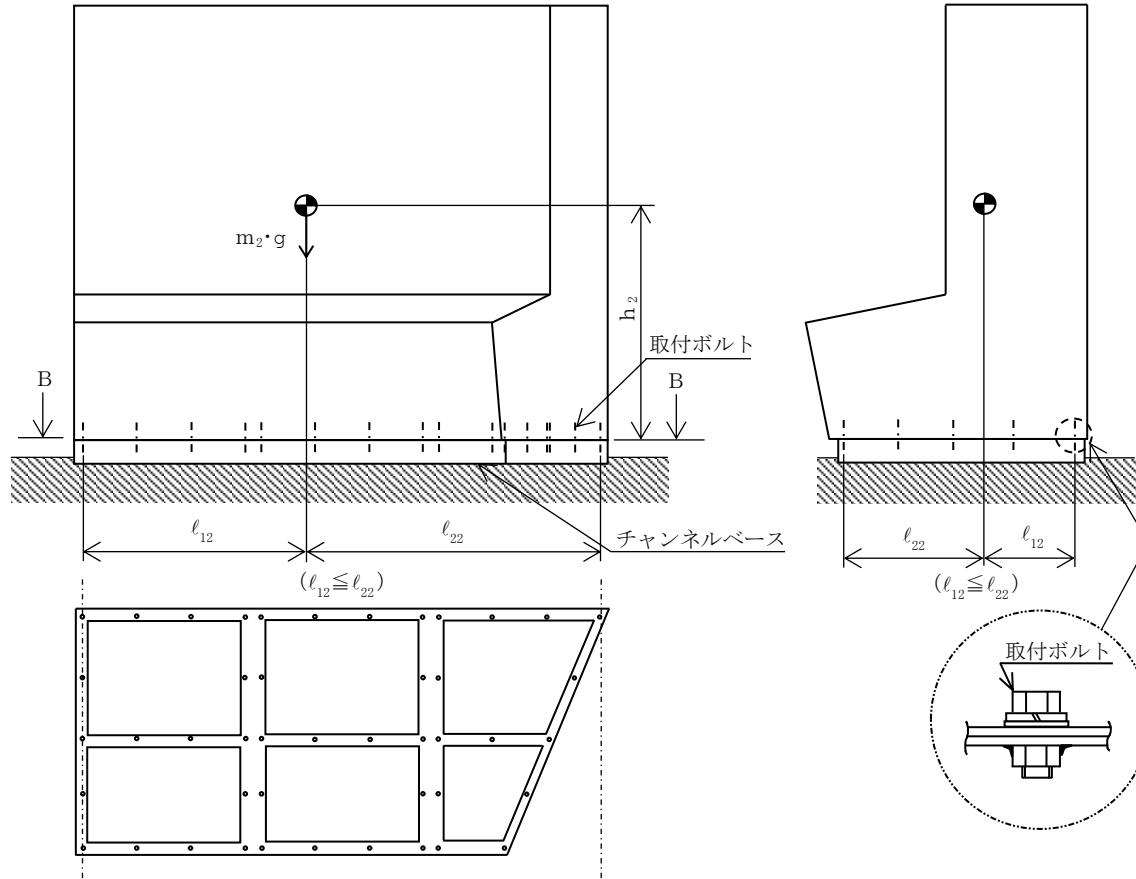
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉補機制御盤 (2-904-2)	水平方向	2.84	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度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)



B~B 矢视图

VI-2-6-7-2-4 原子炉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	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	6
3. 評価部位	7
4. 固有周期	7
4.1 基本方針	7
4.2 固有周期の確認方法	7
4.3 固有周期の確認結果	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
5.3 設計用地震力	12
5.4 計算方法	13
5.5 計算条件	21
5.6 応力の評価	22
6. 機能維持評価	23
6.1 電氣的機能維持評価方法	23
7. 評価結果	24
7.1 設計基準対象施設としての評価結果	24
7.2 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、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、原子炉制御盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

原子炉制御盤は、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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

原子炉制御盤の構造計画を表 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>原子炉制御盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは、溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>ベンチ形 (鋼材及び鋼板を組み合わせたベンチ形の操作卓)</p>	<div style="text-align: center;"> <p>(平面図)</p> <p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p> </div>

## 2.2 評価方針

原子炉制御盤の応力評価は、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」にて示す原子炉制御盤の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で測定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。また、原子炉制御盤の機能維持評価は、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、機能維持評価用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。

原子炉制御盤の耐震評価フローを図2-1に示す。

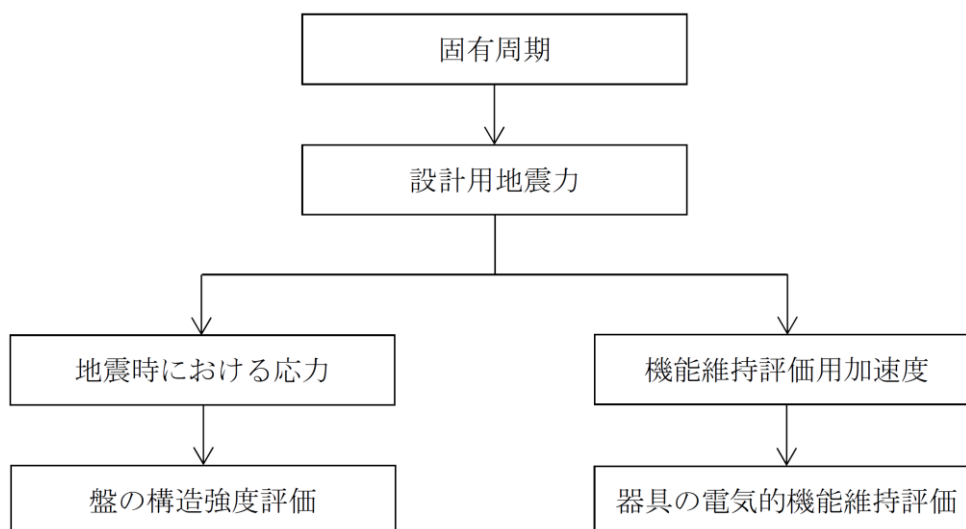


図2-1 原子炉制御盤の耐震評価フロー

### 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。

- ・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）
- ・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
$A_{bi}$	ボルトの軸断面積* <sup>1</sup>	mm <sup>2</sup>
$C_H$	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* <sup>1</sup>	mm
$F_i$	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$F_i^*$	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$F_{bi}$	ボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$F_{b1i}$	$l_{1i}$ 側を転倒支点とする場合のボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$F_{b2i}$	$l_{2i}$ 側を転倒支点とする場合のボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$f_{sbi}$	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* <sup>1</sup>	MPa
$f_{toi}$	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* <sup>1</sup>	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 (許容組合せ応力) * <sup>1</sup>	MPa
$g$	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
$h_i$	据付面又は取付面から重心までの距離* <sup>2</sup>	mm
$l_{1i}$	重心とボルト間の水平方向距離* <sup>1, *3</sup>	mm
$l_{2i}$	重心とボルト間の水平方向距離* <sup>1, *3</sup>	mm
$L_j$	転倒支点とボルト $j$ 間の距離* <sup>4</sup>	mm
$m_i$	盤の質量* <sup>2</sup>	kg
$n_i$	ボルトの本数* <sup>1</sup>	—
$n_{fi}$	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 (直立形) * <sup>1</sup>	—
$N_{fj}$	評価上引張力を受けるとして期待する転倒支点からの距離 $L_j$ のボルトの本数* <sup>4</sup>	—
$Q_{bi}$	ボルトに作用するせん断力* <sup>1</sup>	N
$S_{ui}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$S_{yi}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値* <sup>1</sup>	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°Cにおける値* <sup>1</sup>	MPa
$\pi$	円周率	—
$\sigma_{bi}$	ボルトに生じる引張応力* <sup>1</sup>	MPa
$\sigma_{bij}$	転倒支点から距離が等しい列のボルト群に作用する引張応力* <sup>1, *4</sup>	MPa
$\tau_{bi}$	ボルトに生じるせん断応力* <sup>1</sup>	MPa

注記\*1:  $A_{bi}$ ,  $d_i$ ,  $F_i$ ,  $F_i^*$ ,  $F_{bi}$ ,  $F_{b1i}$ ,  $F_{b2i}$ ,  $f_{sbi}$ ,  $f_{toi}$ ,  $f_{tsi}$ ,  $l_{1i}$ ,  $l_{2i}$ ,  $n_i$ ,  $n_{fi}$ ,  $Q_{bi}$ ,  $S_{ui}$ ,  $S_{yi}$ ,  $S_{yi}(RT)$ ,  $\sigma_{bi}$ ,  $\sigma_{bij}$ 及び $\tau_{bi}$ 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:  $l_{1i} \leq l_{2i}$

\*4:  $L_j$ ,  $N_{fj}$  及び  $\sigma_{bij}$  の添字  $j$  の意味は、以下のとおりとする。

評価上引張力を受けるとして期待する転倒支点から距離が等しいボルト群を  $1 \sim j$  で示す。

## 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
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 <sup>2</sup>	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

原子炉制御盤の耐震評価は、「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及び取付ボルトについて実施する。

原子炉制御盤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 基本方針

原子炉制御盤の固有周期は、振動試験（自由振動試験）にて求める。

#### 4.2 固有周期の確認方法

プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、固有周期を確認する。原子炉制御盤の外形図を表 2-1 の概略構造図に示す。

#### 4.3 固有周期の確認結果

固有周期の確認結果を表 4-1 に示す。試験の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 4-1 固有周期 (単位：s)

水平			
鉛直			

## 5. 構造強度評価

### 5.1 構造強度評価方法

- (1) 盤の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は盤に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。  
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 盤は取付ボルトでチャンネルベースに固定されており、固定端とする。
- (4) チャンネルベースは基礎ボルトで基礎に固定されており、固定端とする。
- (5) 転倒方向は、長辺方向及び短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) 盤の重心位置については、転倒方向を考慮して、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行う。
- (7) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 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

原子炉制御盤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

原子炉制御盤の許容応力は、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

原子炉制御盤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
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	原子炉制御盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	原子炉制御盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界 を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「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。

\*<sup>2</sup>：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。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
Ⅴ <sub>A</sub> S (Ⅴ <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

### 5.3 設計用地震力

原子炉制御盤の設計用地震力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。

「弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> 又は静的震度」及び「基準地震動 S<sub>s</sub>」による地震力は、VI-2-1-7 「設計用床応答スペクトルの作成方針」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）

機器名称	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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
		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
原子炉制御盤 (2-905)	制御室建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>	□	□	C <sub>H</sub> =1.22 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.54 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =2.36 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.06 <sup>*3</sup>

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）

表 5-7 設計用地震力（重大事故等対処設備）

機器名称	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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
		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
原子炉制御盤 (2-905)	制御室建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =2.36 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =1.06 <sup>*2</sup>

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）

## 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。

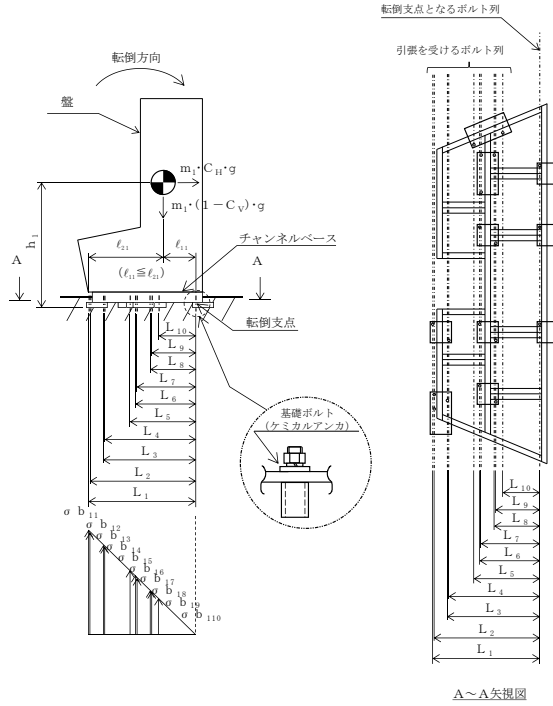


図5-1(1) 計算モデル

(ベンチ形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) \geq 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

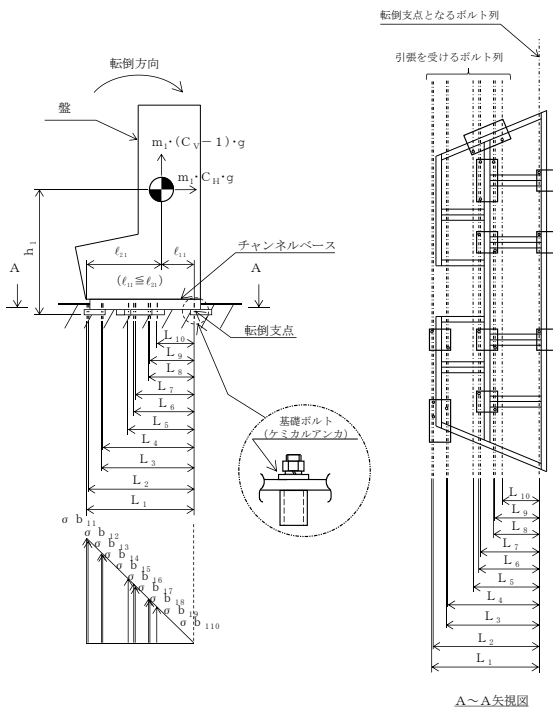


図5-1(2) 計算モデル

(ベンチ形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) < 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

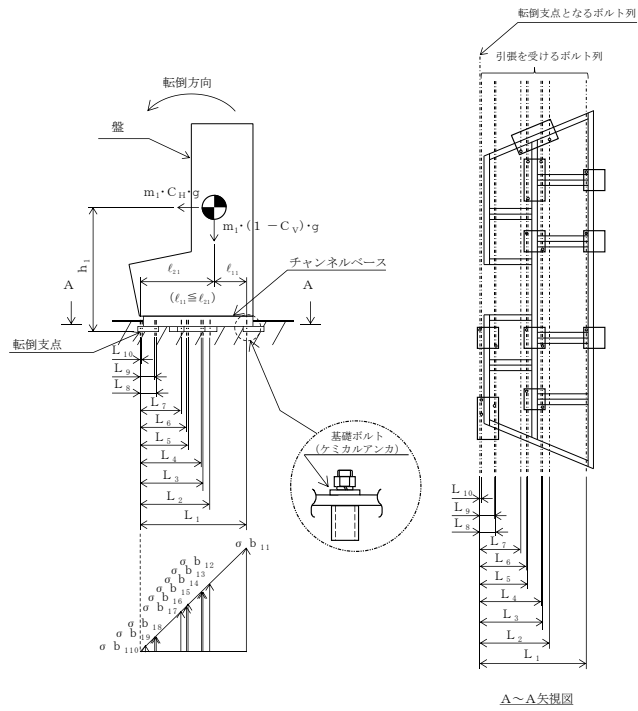


図5-1(3) 計算モデル  
 (ベンチ形 短辺方向転倒  $(1 - C_V) \geq 0$ ,  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

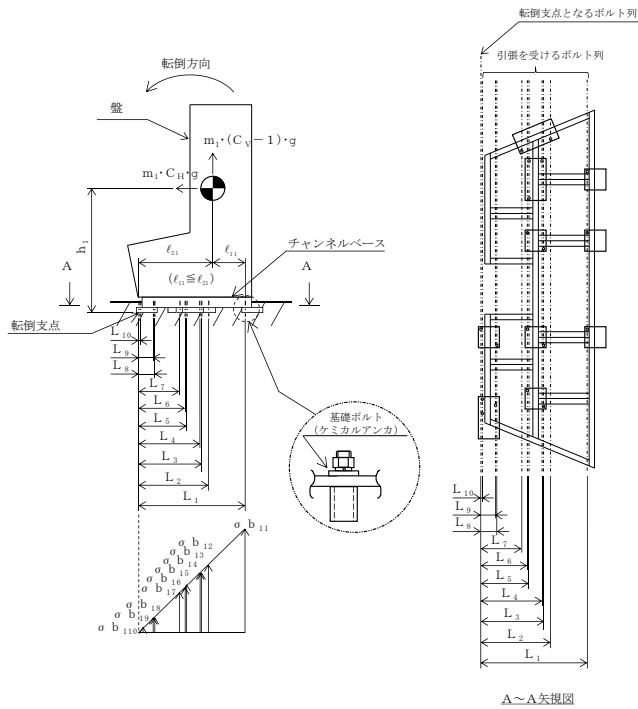


図5-1(4) 計算モデル  
 (ベンチ形 短辺方向転倒  $(1 - C_V) < 0$ ,  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

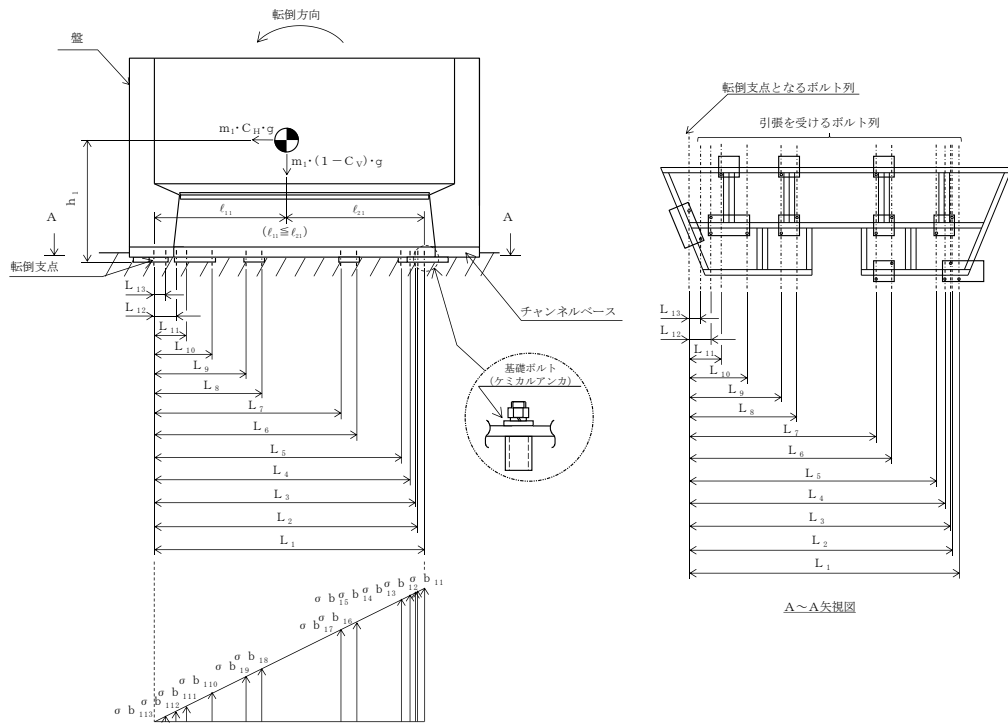


図5-1(5) 計算モデル  
 (ベンチ形 長辺方向転倒  $(1 - C_v) \geq 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

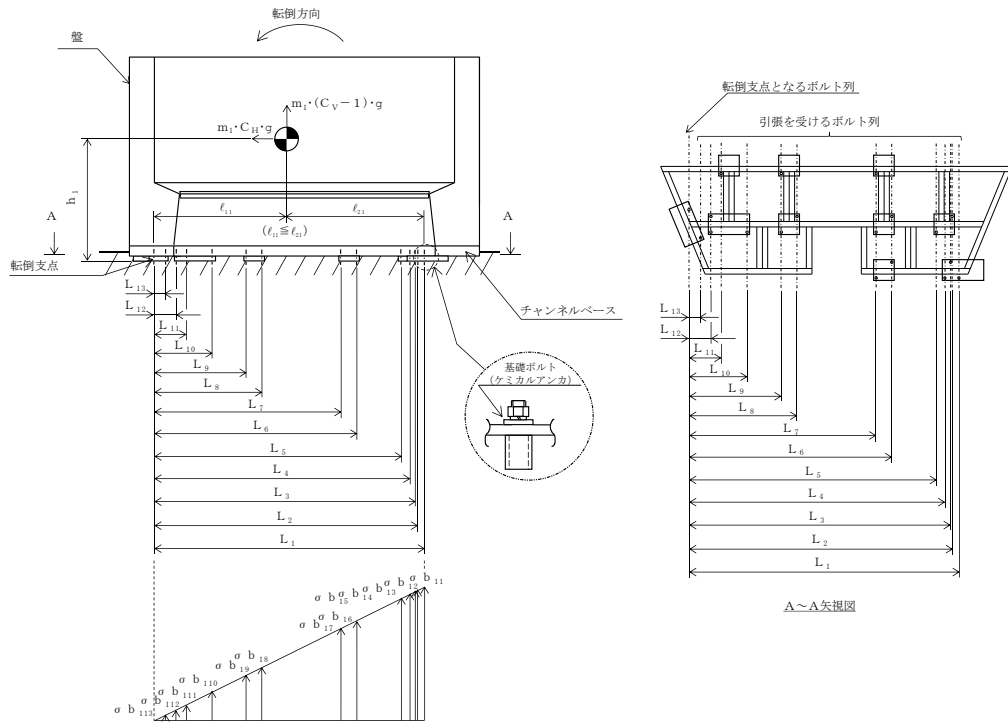


図5-1(6) 計算モデル  
 (ベンチ形 長辺方向転倒  $(1 - C_v) < 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

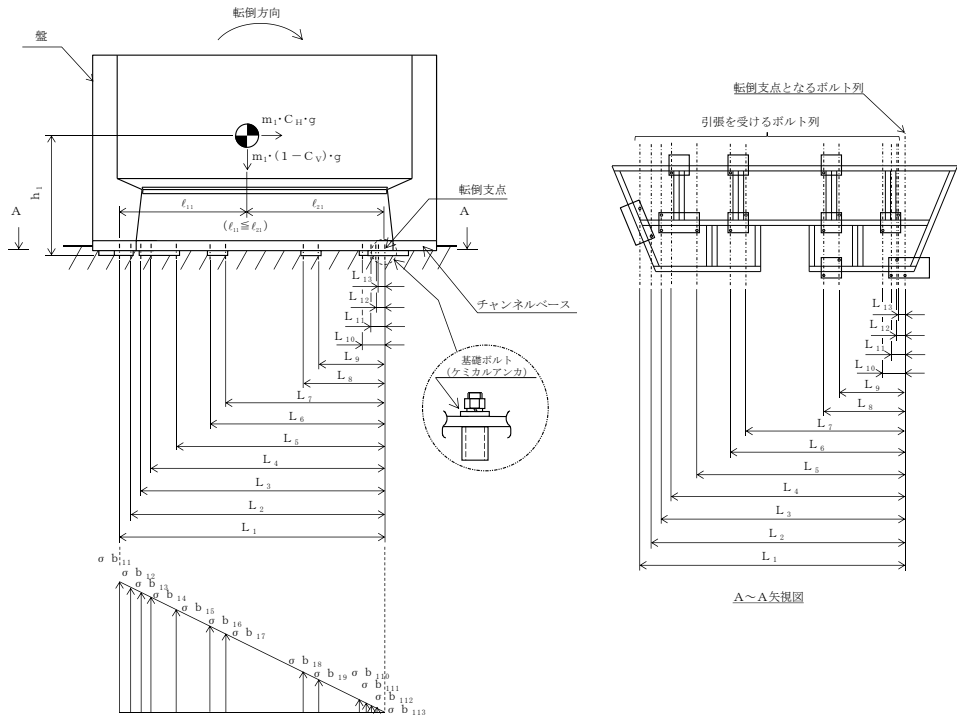


図5-1(7) 計算モデル  
(ベンチ形 長辺方向転倒  $(1 - C_V) \geq 0$ ,  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

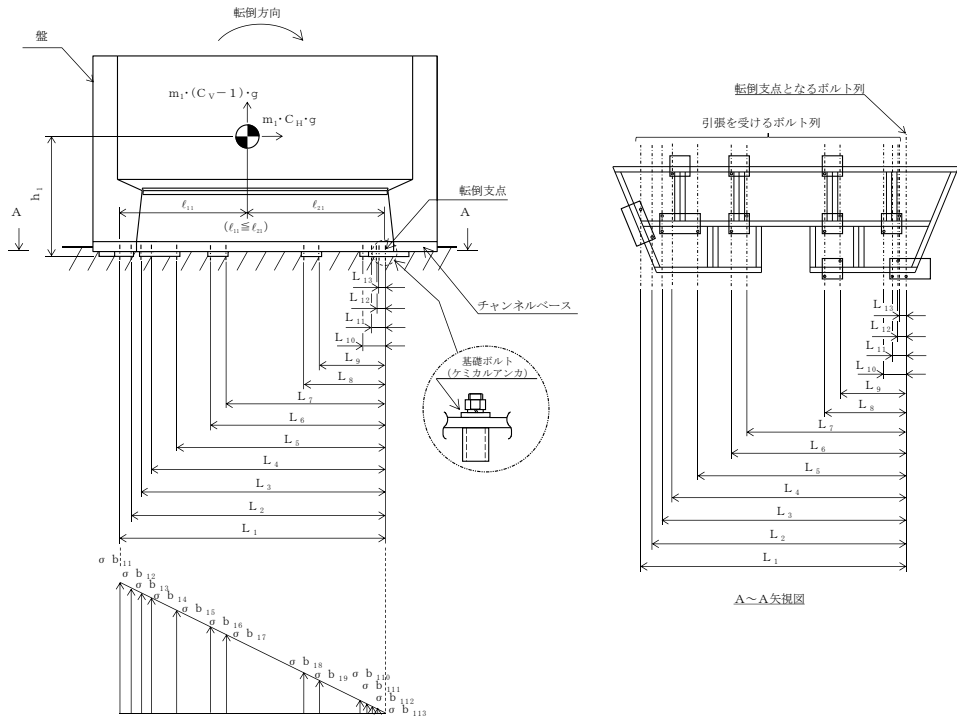


図5-1(8) 計算モデル  
(ベンチ形 長辺方向転倒  $(1 - C_V) < 0$ ,  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)



(1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は、図5-1(1)，図5-1(2)，図5-1(3)，図5-1(4)，図5-1(5)，図5-1(6)，図5-1(7)及び図5-1(8)でそれぞれのボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列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)，図5-1(2)，図5-1(5)及び図5-1(6)の場合の引張力

$$F_{b11} = \frac{L_1 \cdot (m_1 \cdot C_H \cdot h_1 \cdot g - m_1 \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{11} \cdot g)}{N_{f1} \cdot L_1^2 + \dots + N_{fj} \cdot L_j^2} \dots\dots (5.4.1.1.1)$$

計算モデル図5-1(3)，図5-1(4)，図5-1(7)及び図5-1(8)の場合の引張力

$$F_{b21} = \frac{L_1 \cdot (m_1 \cdot C_H \cdot h_1 \cdot g - m_1 \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{21} \cdot g)}{N_{f1} \cdot L_1^2 + \dots + N_{fj} \cdot L_j^2} \dots\dots (5.4.1.1.2)$$

$$F_{b1} = \text{Max} (F_{b11}, F_{b21}) \dots\dots\dots (5.4.1.1.3)$$

引張応力

$$\sigma_{b1} = \frac{F_{b1}}{A_{b1}} \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

ここで、ボルトの軸断面積 $A_{b1}$ は次式により求める。

$$A_{b1} = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \dots\dots\dots (5.4.1.1.5)$$

(2) せん断応力

基礎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

$$Q_{b1} = m_1 \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.1.6)$$

せん断応力

$$\tau_{b1} = \frac{Q_{b1}}{n_1 \cdot A_{b1}} \dots\dots\dots (5.4.1.1.7)$$

5.4.1.2 取付ボルトの計算方法

取付ボルトの応力は，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。

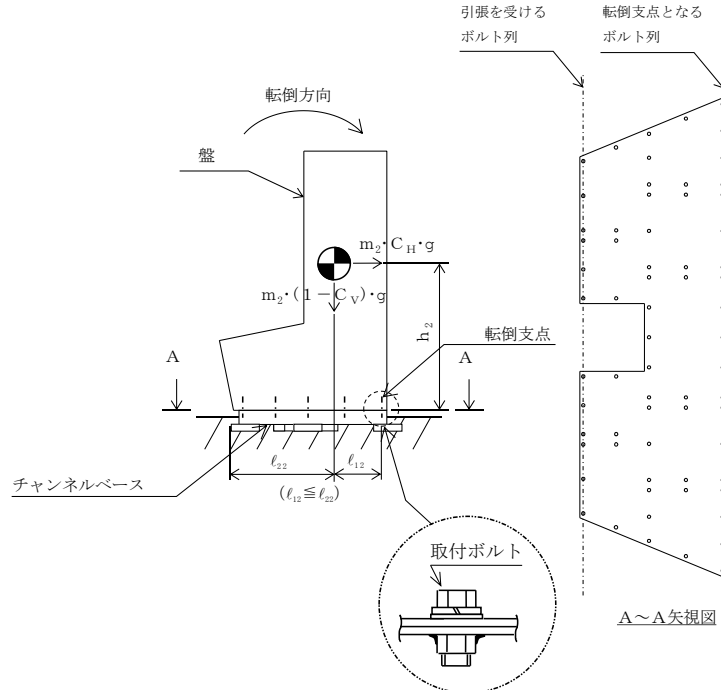


図5-2(1) 計算モデル  
(ベンチ形 短辺方向転倒  $l_{12}$ 側転倒支点の場合)

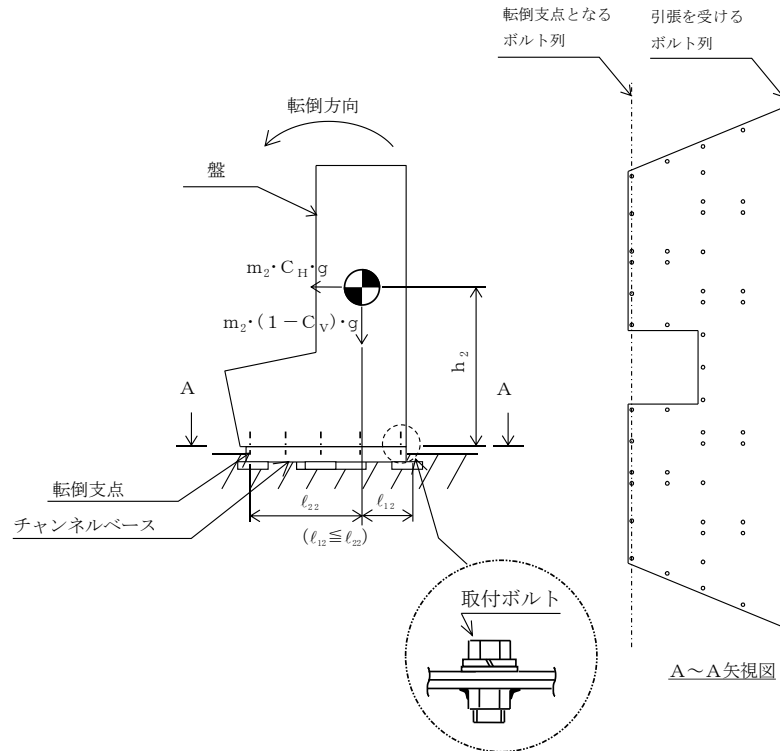


図5-2(2) 計算モデル  
(ベンチ形 短辺方向転倒  $l_{22}$ 側転倒支点の場合)

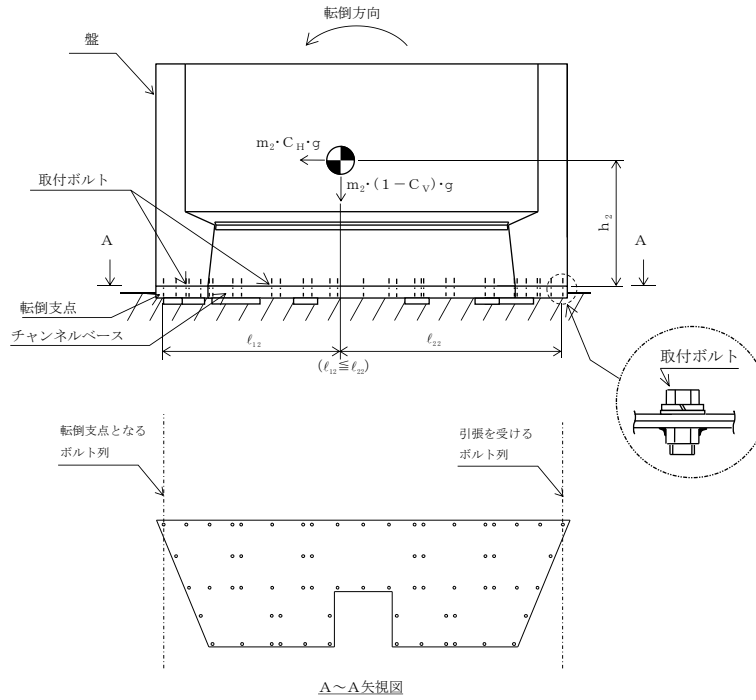


図5-2(3) 計算モデル  
(ベンチ形 長辺方向転倒  $(1 - C_V) \geq 0$  の場合)

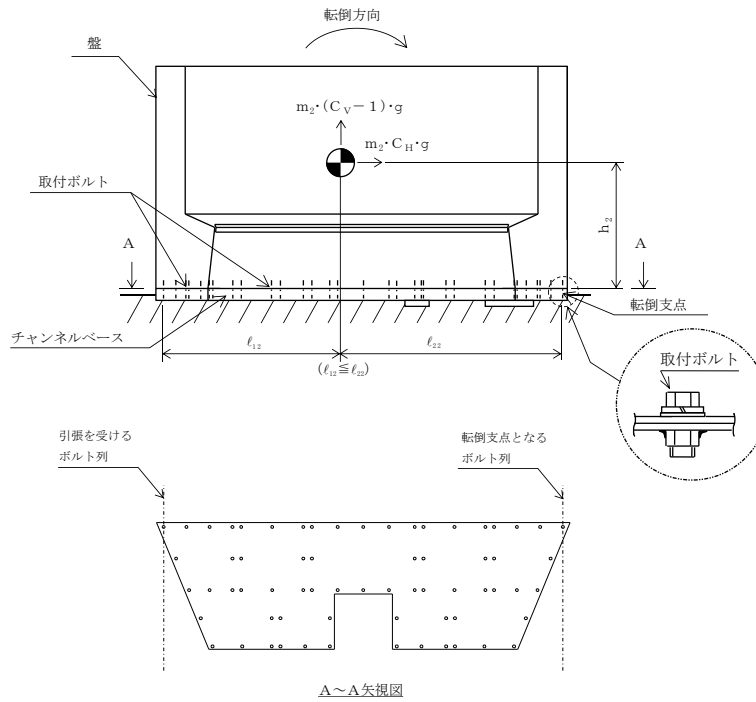


図5-2(4) 計算モデル  
(ベンチ形 長辺方向転倒  $(1 - C_V) < 0$  の場合)

## (1) 引張応力

取付ボルトに対する引張力は、最も厳しい条件として図5-2(1)、図5-2(2)、図5-2(3)及び図5-2(4)で最外列のボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列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5-2(1)及び5-2(3)の場合の引張力

$$F_{b2} = \frac{m_2 \cdot C_H \cdot h_2 \cdot g - m_2 \cdot (1 - C_V) \cdot l_{12} \cdot g}{n_{f2} \cdot (l_{12} + l_{22})} \dots\dots\dots (5.4.1.2.1)$$

計算モデル図5-2(2)及び5-2(4)の場合の引張力

$$F_{b2} = \frac{m_2 \cdot C_H \cdot h_2 \cdot g - m_2 \cdot (1 - C_V) \cdot l_{22} \cdot g}{n_{f2} \cdot (l_{12} + l_{22})} \dots\dots\dots (5.4.1.2.2)$$

引張応力

$$\sigma_{b2} = \frac{F_{b2}}{A_{b2}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.3)$$

ここで、ボルトの軸断面積  $A_{b2}$  は次式により求める。

$$A_{b2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \dots\dots\dots (5.4.1.2.4)$$

ただし、 $F_{b2}$  が負のとき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

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

$$Q_{b2} = m_2 \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.2.5)$$

せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{Q_{b2}}{n_2 \cdot A_{b2}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.6)$$

## 5.5 計算条件

### 5.5.1 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【原子炉制御盤（2-905）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 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【原子炉制御盤（2-905）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項で求めたボルトの引張応力 $\sigma_{bi}$ は次式より求めた許容組合せ応力 $f_{tsi}$ 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 $\tau_{bi}$ 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。

	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. 機能維持評価

### 6.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉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VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動  $S_s$  により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

原子炉制御盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

機器名称	方向	機能確認済加速度
原子炉制御盤 (2-905)	水平	□
	鉛直	□

## 7. 評価結果

### 7.1 設計基準対象施設としての評価結果

原子炉制御盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

### 7.2 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。



【原子炉制御盤（2-905）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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
原子炉制御盤 (2-905)	S	制御室建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>	□	□	C <sub>H</sub> =1.22 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.54 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =2.36 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.06 <sup>*3</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1437	16 (M16)	201.1	19	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	1300	16 (M16)	201.1	66	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

S2 補 VI-2-6-7-2-4 R1

部材	L <sub>j</sub> (mm)	ℓ <sub>1i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2i</sub> * (mm)	N <sub>fj</sub>	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
							弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	下表に示す	330	955	下表に示す	211	253	短辺方向 (ℓ <sub>11</sub> 側転倒支点)	短辺方向 (ℓ <sub>21</sub> 側転倒支点)
	下表に示す	1592	1704	下表に示す				

注記\*：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。

基礎ボルト (短辺方向, ℓ <sub>11</sub> 側転倒支点)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>	L <sub>8</sub>	L <sub>9</sub>	L <sub>10</sub>
	1285	1265	1115	1095	759	705	685	535	515	436
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>	N <sub>f3</sub>	N <sub>f4</sub>	N <sub>f5</sub>	N <sub>f6</sub>	N <sub>f7</sub>	N <sub>f8</sub>	N <sub>f9</sub>	N <sub>f10</sub>
	1	2	1	1	1	3	2	1	3	1

基礎ボルト (短辺方向, ℓ <sub>21</sub> 側転倒支点)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>	L <sub>8</sub>	L <sub>9</sub>	L <sub>10</sub>
	1285	849	770	750	600	580	526	190	170	20
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>	N <sub>f3</sub>	N <sub>f4</sub>	N <sub>f5</sub>	N <sub>f6</sub>	N <sub>f7</sub>	N <sub>f8</sub>	N <sub>f9</sub>	N <sub>f10</sub>
	3	1	3	1	2	3	1	1	1	2

基礎ボルト (長辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>	L <sub>8</sub>	L <sub>9</sub>	L <sub>10</sub>	L <sub>11</sub>	L <sub>12</sub>	L <sub>13</sub>
	3296	3162	2989	2884	2589	2154	1964	1004	814	274	170	100	84
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>	N <sub>f3</sub>	N <sub>f4</sub>	N <sub>f5</sub>	N <sub>f6</sub>	N <sub>f7</sub>	N <sub>f8</sub>	N <sub>f9</sub>	N <sub>f10</sub>	N <sub>f11</sub>	N <sub>f12</sub>	N <sub>f13</sub>
	1	1	2	1	1	2	1	3	2	1	1	1	1

S2 補 VI-2-6-7-2-4 R1

部材	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$n_{fi}^*$	$F_i$ (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 ( $i=2$ )	380	850	12	211	253	長辺方向	長辺方向
	1840	2280	1				

注記\* : 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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	$\sigma_{b1}=34$	$f_{ts1}=126^*$	$\sigma_{b1}=82$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	$\tau_{b1}=12$	$f_{sb1}=97$	$\tau_{b1}=24$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=31$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=133$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

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
原子炉制御盤 (2-905)	水平方向	2.84	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
原子炉制御盤 (2-905)	常設耐震/防止 常設/緩和	制御室建物 EL 16.9*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =2.36*2	C <sub>V</sub> =1.06*2	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1437	16 (M16)	201.1	19	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	1300	16 (M16)	201.1	66	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

S2 補 VI-2-6-7-2-4 R1

部材	L <sub>j</sub> (mm)	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	N <sub>fj</sub>	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
							弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	下表に示す	330	955	下表に示す	—	253	—	短辺方向
	下表に示す	1592	1704	下表に示す				

注記\*：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。

基礎ボルト (短辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>	L <sub>8</sub>	L <sub>9</sub>	L <sub>10</sub>
	1285	849	770	750	600	580	526	190	170	20
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>	N <sub>f3</sub>	N <sub>f4</sub>	N <sub>f5</sub>	N <sub>f6</sub>	N <sub>f7</sub>	N <sub>f8</sub>	N <sub>f9</sub>	N <sub>f10</sub>
	3	1	3	1	2	3	1	1	1	2

基礎ボルト (長辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>	L <sub>8</sub>	L <sub>9</sub>	L <sub>10</sub>	L <sub>11</sub>	L <sub>12</sub>	L <sub>13</sub>
	3296	3162	2989	2884	2589	2154	1964	1004	814	274	170	100	84
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>	N <sub>f3</sub>	N <sub>f4</sub>	N <sub>f5</sub>	N <sub>f6</sub>	N <sub>f7</sub>	N <sub>f8</sub>	N <sub>f9</sub>	N <sub>f10</sub>	N <sub>f11</sub>	N <sub>f12</sub>	N <sub>f13</sub>
	1	1	2	1	1	2	1	3	2	1	1	1	1

部材	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	n <sub>fi</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	380	850	12	—	253	—	長辺方向
	1840	2280	1				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b1}=82$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=24$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=133$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

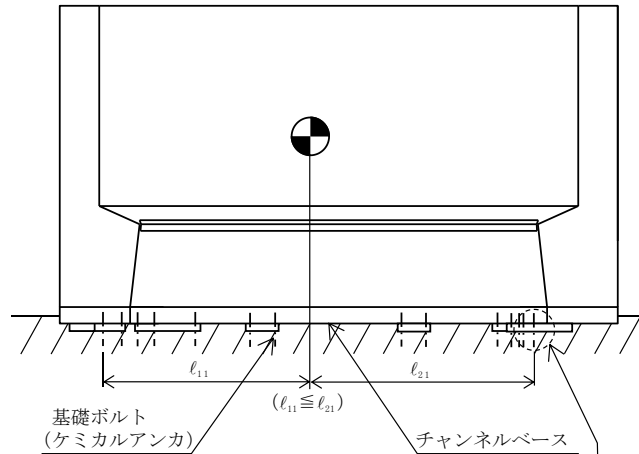
( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉制御盤 (2-905)	水平方向	2.84	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="text"/>

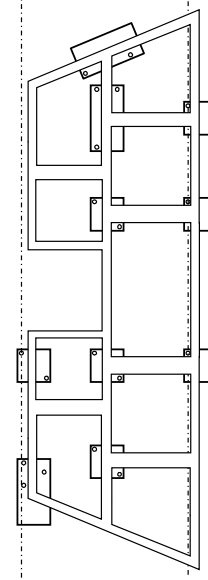
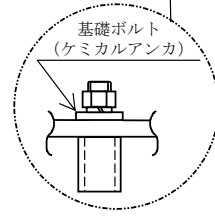
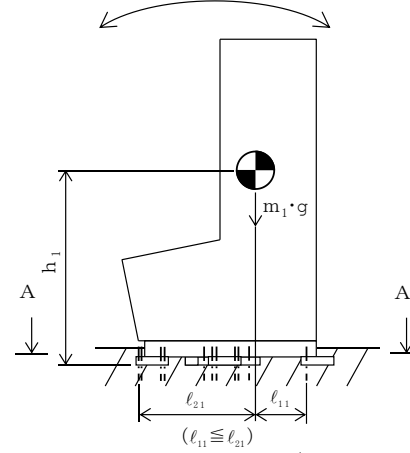
注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

正面  
(長辺方向)

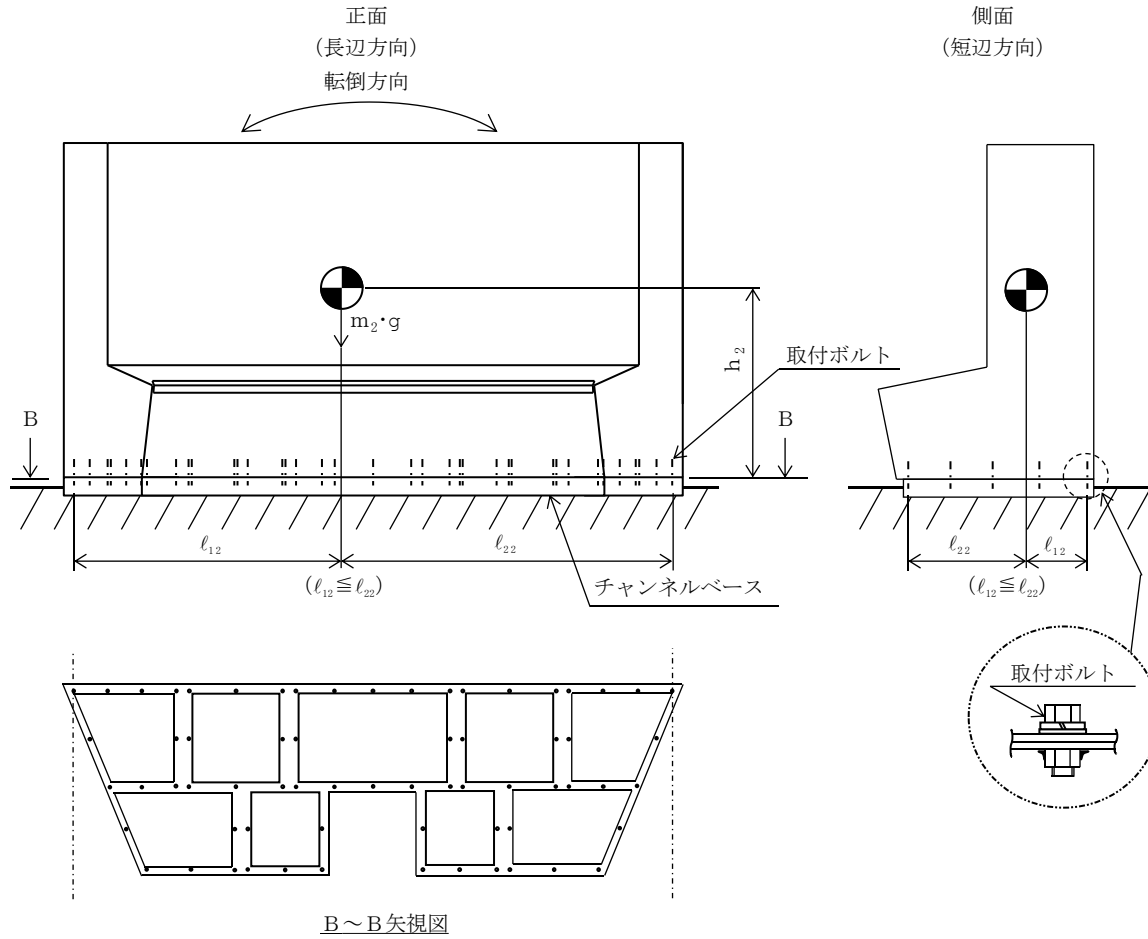


側面  
(短辺方向)  
転倒方向



A~A矢视图





VI-2-6-7-2-5 所内電気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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、所内電気盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

所内電気盤は、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。

なお、所内電気盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載のベンチ形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

所内電気盤の構造計画を表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>所内電気盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>ベンチ形 (鋼材及び鋼板を組み合わせたベンチ形の操作卓)</p>	<p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p>

(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

所内電気盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表3-1に示す。

表3-1 固有周期

(単位：s)

所内電気盤 (2-908)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

所内電気盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

所内電気盤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。

###### 4.2.2 許容応力

所内電気盤の許容応力は、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

所内電気盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【所内電気盤 (2-908) 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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	所内電気盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	所内電気盤	常設／防止 (DB 拡張)	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「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。

\*<sup>2</sup>：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。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

所内電気盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

所内電気盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
所内電気盤 (2-908)	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

所内電気盤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、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

所内電気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を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【所内電気盤（2-908）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	
所内電気盤 (2-908)	S	制御室建物 EL 16.9*1	□	□	$C_H=1.71^{*2}$	$C_V=0.77^{*2}$	$C_H=3.41^{*3}$	$C_V=1.58^{*3}$	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{b_i}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{y_i}$ (MPa)	$S_{u_i}$ (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1437	16 (M16)	201.1	23	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	1300	16 (M16)	201.1	45	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$n_{fi}^*$	$F_i$ (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)	485	945	3	211	253	短辺方向	短辺方向
	1005	1070	4				
取付ボルト (i=2)	380	850	11	211	253	長辺方向	長辺方向
	930	1160	5				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	$\sigma_{b1}=61$	$f_{ts1}=126^*$	$\sigma_{b1}=141$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	$\tau_{b1}=9$	$f_{sb1}=97$	$\tau_{b1}=17$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=19$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=48$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=146$

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。

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
所内電気盤 (2-908)	水平方向	2.84	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (℃)
			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	
所内電気盤 (2-908)	常設/防止 (DB拡張)	制御室建物 EL 16.9* <sup>1</sup>			—	—	C <sub>H</sub> =3.41* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.58* <sup>2</sup>	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1437	16 (M16)	201.1	23	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	45	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	485	945	3	—	253	—	短辺方向
	1005	1070	4				
取付ボルト (i=2)	380	850	11	—	253	—	長辺方向
	930	1160	5				

注記\*: 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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b1}=141$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=17$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=48$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=146$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

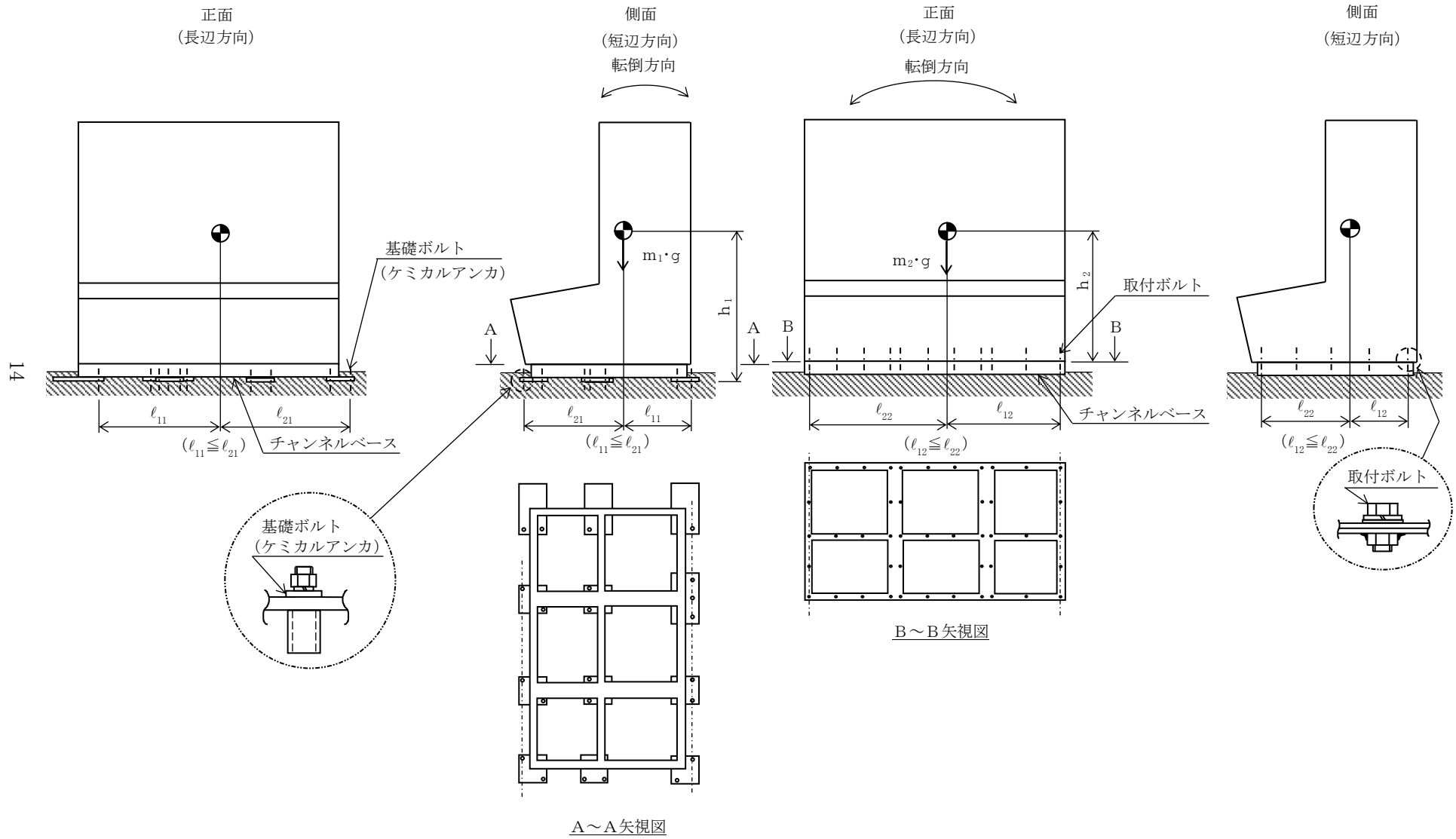
すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
所内電気盤 (2-908)	水平方向	2.84	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-6-7-2-6 安全設備補助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
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、安全設備補助制御盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

安全設備補助制御盤は、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電氣的機能維持評価を示す。

なお、安全設備補助制御盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載のベンチ形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

安全設備補助制御盤の構造計画を表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>安全設備補助制御盤は、 取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>ベンチ形 (鋼材及び鋼板を組み合わせたベンチ形の操作卓)</p>	<p>(正面図) (側面図)</p>
		(単位 : mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

安全設備補助制御盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位 : s)

安全設備補助制御盤 (2-909)	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

安全設備補助制御盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

安全設備補助制御盤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。

###### 4.2.2 許容応力

安全設備補助制御盤の許容応力は、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

安全設備補助制御盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【安全設備補助制御盤 (2-909) 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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	安全設備補助制御盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	安全設備補助制御盤	常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

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 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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

安全設備補助制御盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

安全設備補助制御盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体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評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
安全設備補助制御盤 (2-909)	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

安全設備補助制御盤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、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

安全設備補助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を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【安全設備補助制御盤 (2-909) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
安全設備補助制御盤 (2-909)	S	制御室建物 EL 16.9* <sup>1</sup>	0.05 以下	0.05 以下	C <sub>H</sub> =1.71* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =0.77* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =3.41* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.58* <sup>3</sup>	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1437	16 (M16)	201.1	24	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	52	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	520	975	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	1220	1490	3				
取付ボルト (i=2)	380	850	12	211	253	長辺方向	長辺方向
	1080	1350	5				

注記\*: 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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	$\sigma_{b1}=43$	$f_{ts1}=126^*$	$\sigma_{b1}=100$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	$\tau_{b1}=8$	$f_{sb1}=97$	$\tau_{b1}=16$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=16$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=42$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

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
安全設備補助制御盤 (2-909)	水平方向	2.84	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (℃)
			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	
安全設備補助制御盤 (2-909)	常設/緩和	制御室建物 EL 16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =3.41*2	C <sub>V</sub> =1.58*2	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1437	16 (M16)	201.1	24	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	52	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	520	975	4	—	253	—	短辺方向
	1220	1490	3				
取付ボルト (i=2)	380	850	12	—	253	—	長辺方向
	1080	1350	5				

注記\*: 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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b1}=100$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=16$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=42$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

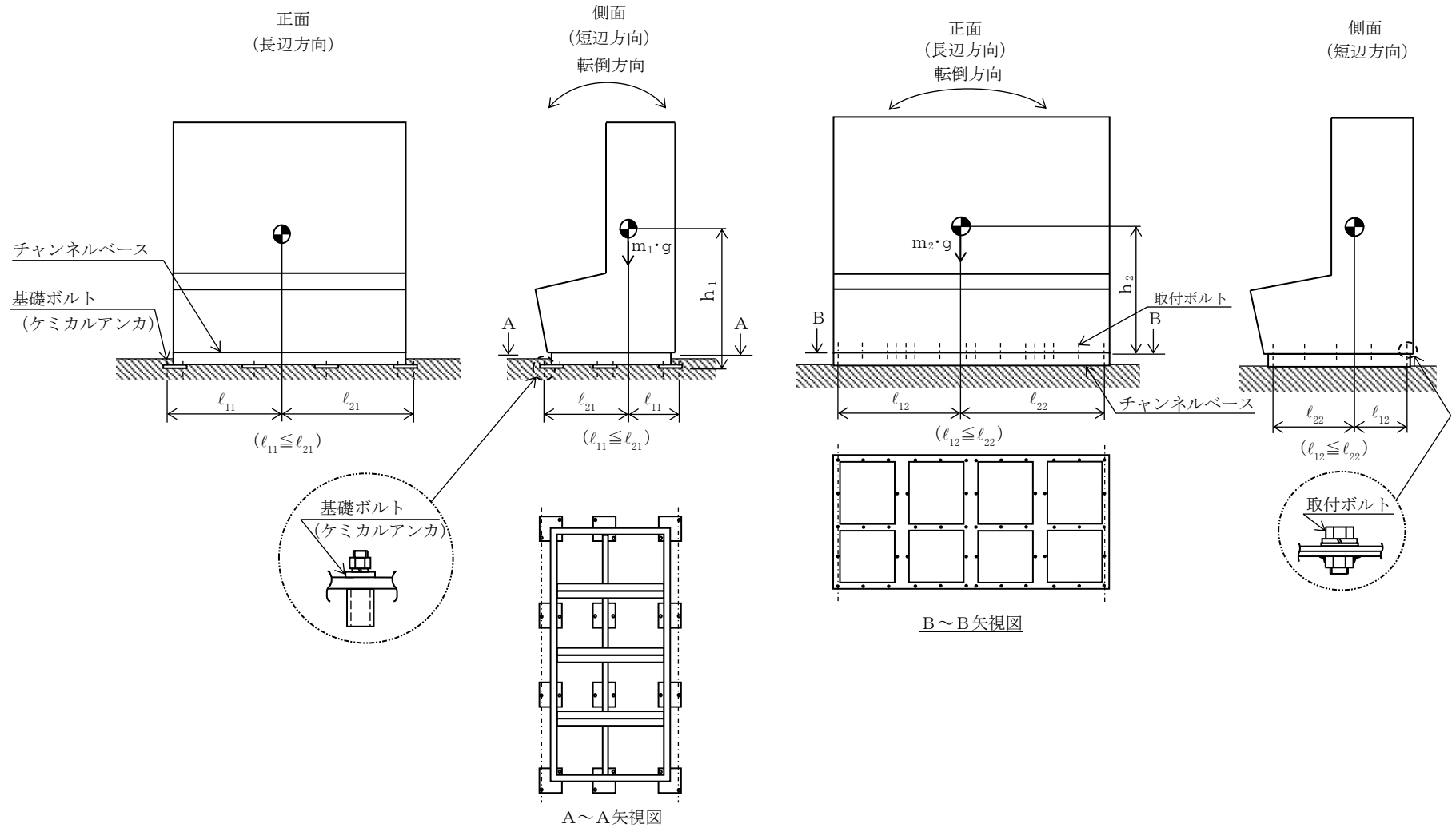
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
安全設備補助制御盤 (2-909)	水平方向	2.84	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-6-7-2-7 起動領域モニタ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	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	6
3. 評価部位	7
4. 固有周期	7
4.1 基本方針	7
4.2 固有周期の確認方法	7
4.3 固有周期の確認結果	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
5.3 設計用地震力	12
5.4 計算方法	13
5.5 計算条件	21
5.6 応力の評価	22
6. 機能維持評価	23
6.1 電氣的機能維持評価方法	23
7. 評価結果	24
7.1 設計基準対象施設としての評価結果	24
7.2 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、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、起動領域モニタ盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

起動領域モニタ盤は、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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

起動領域モニタ盤の構造計画を表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>起動領域モニタ盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは、溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</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>(正面図) (側面図)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>A-起動領域モニタ盤 (2-910A)</th> <th>B-起動領域モニタ盤 (2-910B)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>900</td> <td>900</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>1240</td> <td>1240</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2300</td> <td>2300</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	A-起動領域モニタ盤 (2-910A)	B-起動領域モニタ盤 (2-910B)	たて	900	900	横	1240	1240	高さ	2300	2300
機器名称	A-起動領域モニタ盤 (2-910A)	B-起動領域モニタ盤 (2-910B)												
たて	900	900												
横	1240	1240												
高さ	2300	2300												

## 2.2 評価方針

起動領域モニタ盤の応力評価は、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」にて示す起動領域モニタ盤の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で測定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。また、起動領域モニタ盤の機能維持評価は、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、機能維持評価用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。

起動領域モニタ盤の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

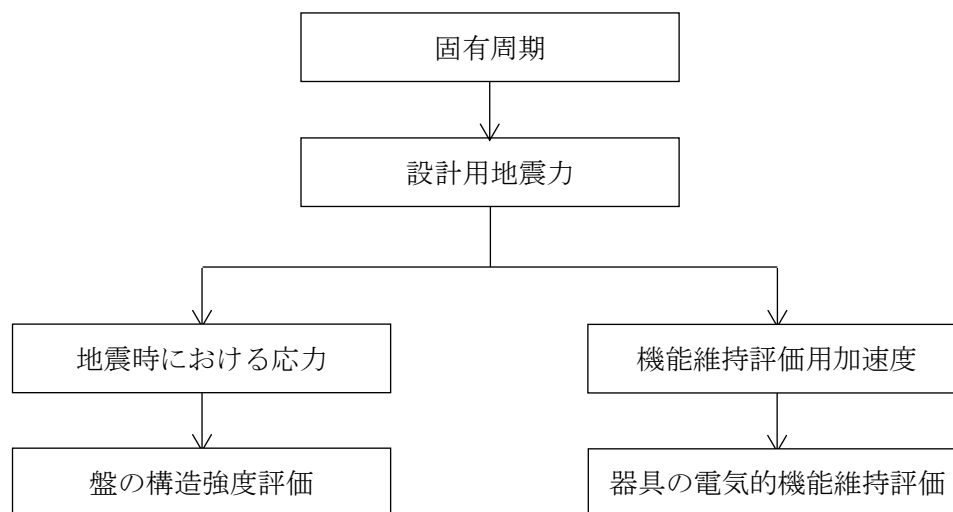


図 2-1 起動領域モニタ盤の耐震評価フロー

### 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。

- ・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）
- ・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
$A_{bi}$	ボルトの軸断面積* <sup>1</sup>	mm <sup>2</sup>
$C_H$	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* <sup>1</sup>	mm
$F_i$	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$F_i^*$	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$F_{bi}$	ボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$F_{b1i}$	$l_{1i}$ 側を転倒支点とする場合のボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$F_{b2i}$	$l_{2i}$ 側を転倒支点とする場合のボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$f_{sbi}$	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* <sup>1</sup>	MPa
$f_{toi}$	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* <sup>1</sup>	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 (許容組合せ応力) * <sup>1</sup>	MPa
$g$	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
$h_i$	据付面又は取付面から重心までの距離* <sup>3</sup>	mm
$l_{1i}$	重心とボルト間の水平方向距離* <sup>1</sup> , * <sup>4</sup>	mm
$l_{2i}$	重心とボルト間の水平方向距離* <sup>1</sup> , * <sup>4</sup>	mm
$L_j$	転倒支点とボルト $j$ 間の距離* <sup>2</sup>	mm
$m_i$	盤の質量* <sup>3</sup>	kg
$n_i$	ボルトの本数* <sup>1</sup>	—
$n_{fi}$	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 (直立形) * <sup>1</sup>	—
$N_{fj}$	評価上引張力を受けるとして期待する転倒支点からの距離 $L_j$ のボルトの本数* <sup>2</sup>	—
$Q_{bi}$	ボルトに作用するせん断力* <sup>1</sup>	N
$S_{ui}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$S_{yi}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値* <sup>1</sup>	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°Cにおける値* <sup>1</sup>	MPa
$\pi$	円周率	—
$\sigma_{bi}$	ボルトに生じる引張応力* <sup>1</sup>	MPa
$\sigma_{bij}$	転倒支点から距離が等しいボルト群に作用する引張応力* <sup>1</sup> , * <sup>2</sup>	MPa
$\tau_{bi}$	ボルトに生じるせん断応力* <sup>1</sup>	MPa

注記\*<sup>1</sup>:  $A_{bi}$ ,  $d_i$ ,  $F_i$ ,  $F_i^*$ ,  $F_{bi}$ ,  $F_{b1i}$ ,  $F_{b2i}$ ,  $f_{sbi}$ ,  $f_{toi}$ ,  $f_{tsi}$ ,  $l_{1i}$ ,  $l_{2i}$ ,  $n_i$ ,  $n_{fi}$ ,  $Q_{bi}$ ,  $S_{ui}$ ,  $S_{yi}$ ,  $S_{yi}(RT)$ ,  $\sigma_{bi}$ ,  $\sigma_{bij}$ 及び $\tau_{bi}$ 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:  $L_j$ ,  $N_{fj}$  及び  $\sigma_{bij}$  の添字  $j$  の意味は、以下のとおりとする。

評価上引張力を受けるとして期待する転倒支点から距離が等しいボルト群を 1~ $j$  で示す。

\*3:  $h_i$  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

\*4:  $l_{1i} \leq l_{2i}$

## 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
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位* <sup>1</sup>
面積	mm <sup>2</sup>	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* <sup>2</sup>
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* <sup>2</sup>
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力* <sup>3</sup>	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

起動領域モニタ盤の耐震評価は、「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及び取付ボルトについて実施する。

起動領域モニタ盤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 基本方針

A-起動領域モニタ盤の固有周期は、振動試験（自由振動試験）にて求める。B-起動領域モニタ盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。



#### 4.2 固有周期の確認方法

プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、固有周期を確認する。起動領域モニタ盤の外形図を表 2-1 の概略構造図に示す。

#### 4.3 固有周期の確認結果

固有周期の確認結果を表 4-1 に示す。試験の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 4-1 固有周期 (単位：s)

A-起動領域モニタ盤 (2-910A)	水平	
	鉛直	
B-起動領域モニタ盤 (2-910B)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

## 5. 構造強度評価

### 5.1 構造強度評価方法

- (1) 盤の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は盤に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。  
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 盤は取付ボルトでチャンネルベースに固定されており、固定端とする。
- (4) チャンネルベースは基礎ボルトで基礎に固定されており、固定端とする。
- (5) 転倒方向は、長辺方向及び短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) 盤の重心位置については、転倒方向を考慮して、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行う。
- (7) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 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

起動領域モニタ盤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

起動領域モニタ盤の許容応力は、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

起動領域モニタ盤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
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	起動領域モニタ盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	起動領域モニタ盤	常設耐震／防止	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界 を用いる。)

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 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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≦100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径≦100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≦100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径≦100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

### 5.3 設計用地震力

起動領域モニタ盤の設計用地震力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。

「弾性設計用地震動S<sub>d</sub>又は静的震度」及び「基準地震動S<sub>s</sub>」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」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）

機器名称	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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>	
		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
A-起動領域 モニタ盤 (2-910A)	制御室建物 EL 16.9*1			C <sub>H</sub> =1.22*2	C <sub>V</sub> =0.54*2	C <sub>H</sub> =2.36*3	C <sub>V</sub> =1.06*3
B-起動領域 モニタ盤 (2-910B)	制御室建物 EL 16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	C <sub>H</sub> =1.22*2	C <sub>V</sub> =0.54*2	C <sub>H</sub> =2.36*3	C <sub>V</sub> =1.06*3

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（弾性設計用地震動S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度 I（基準地震動S<sub>s</sub>）

表5-7 設計用地震力（重大事故等対処設備）

機器名称	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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>	
		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
A-起動領域 モニタ盤 (2-910A)	制御室建物 EL 16.9*1			—	—	C <sub>H</sub> =2.36*2	C <sub>V</sub> =1.06*2
B-起動領域 モニタ盤 (2-910B)	制御室建物 EL 16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =2.36*2	C <sub>V</sub> =1.06*2

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（基準地震動S<sub>s</sub>）

## 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。

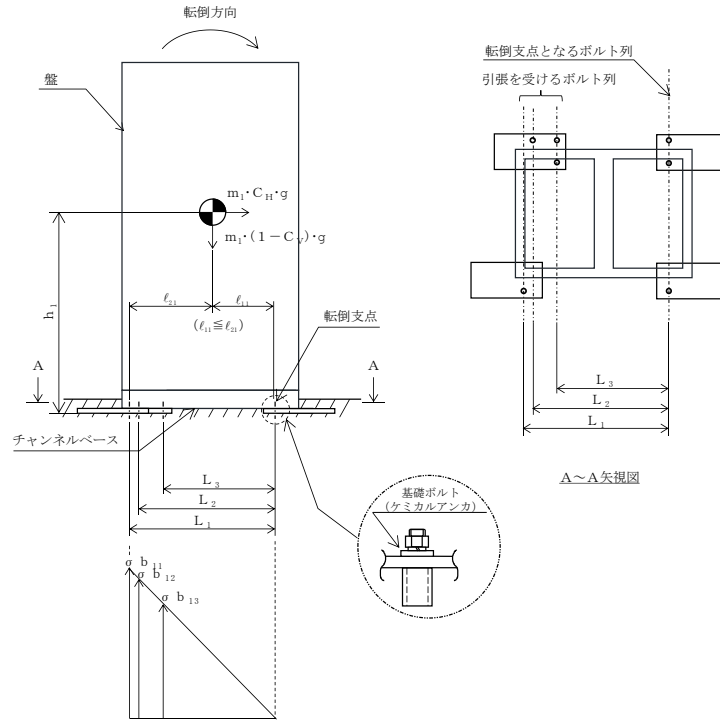


図5-1(1) 計算モデル  
(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) \geq 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

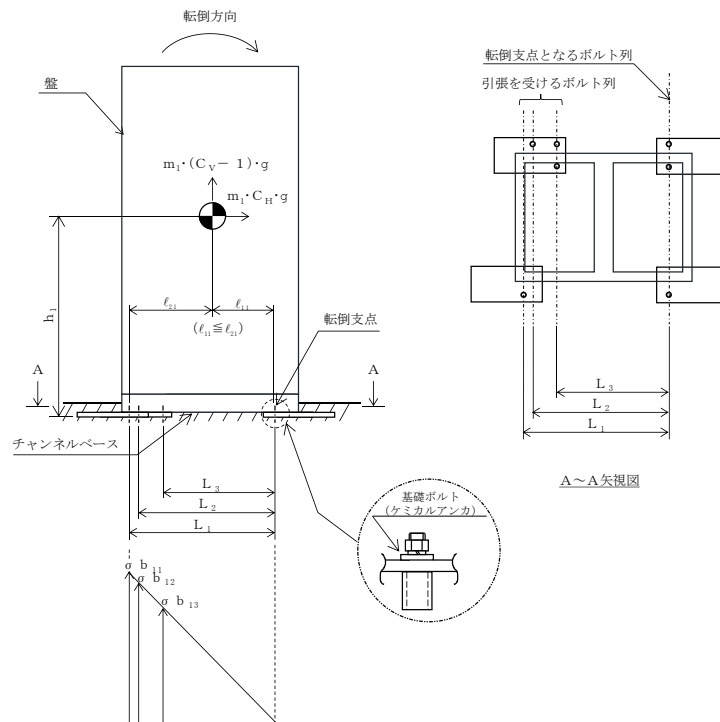


図5-1(2) 計算モデル  
(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) < 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)



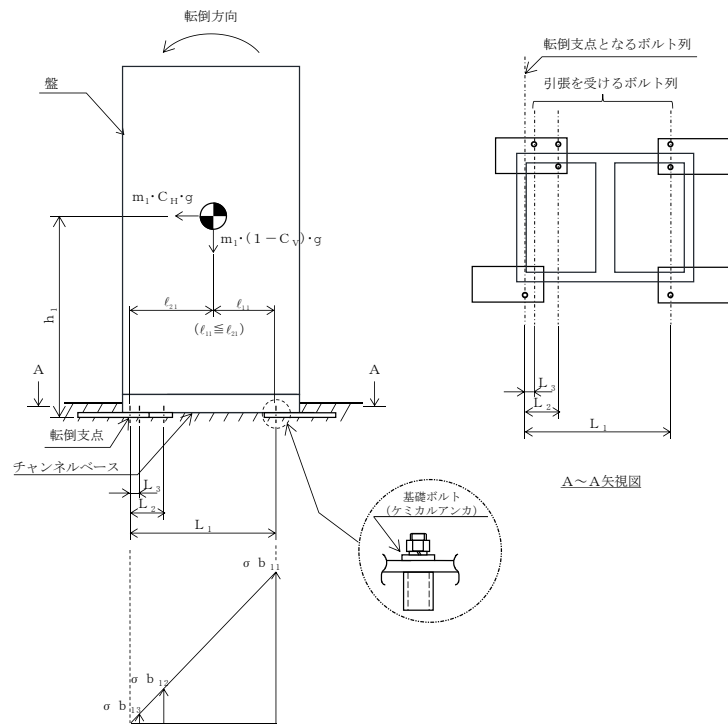


図5-1(3) 計算モデル  
 (直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) \geq 0$ ,  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

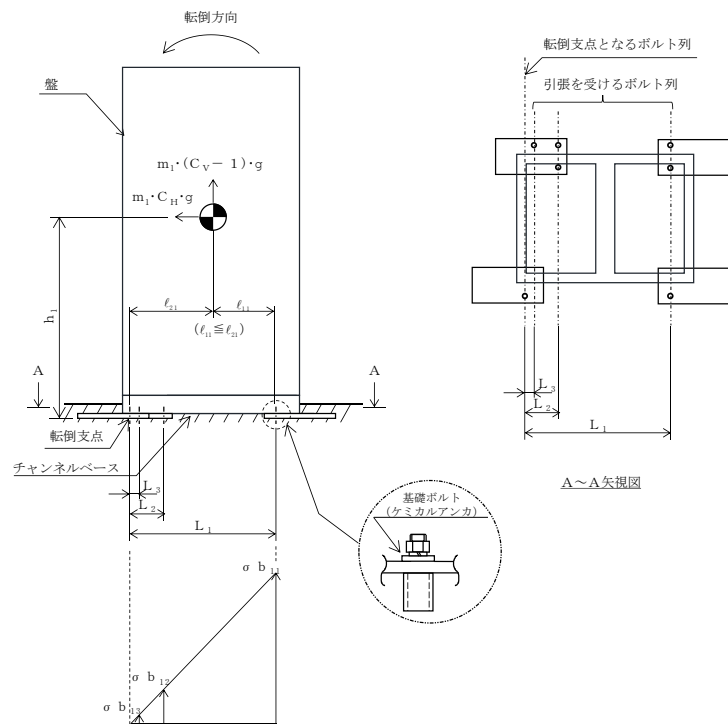


図5-1(4) 計算モデル  
 (直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) < 0$ ,  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

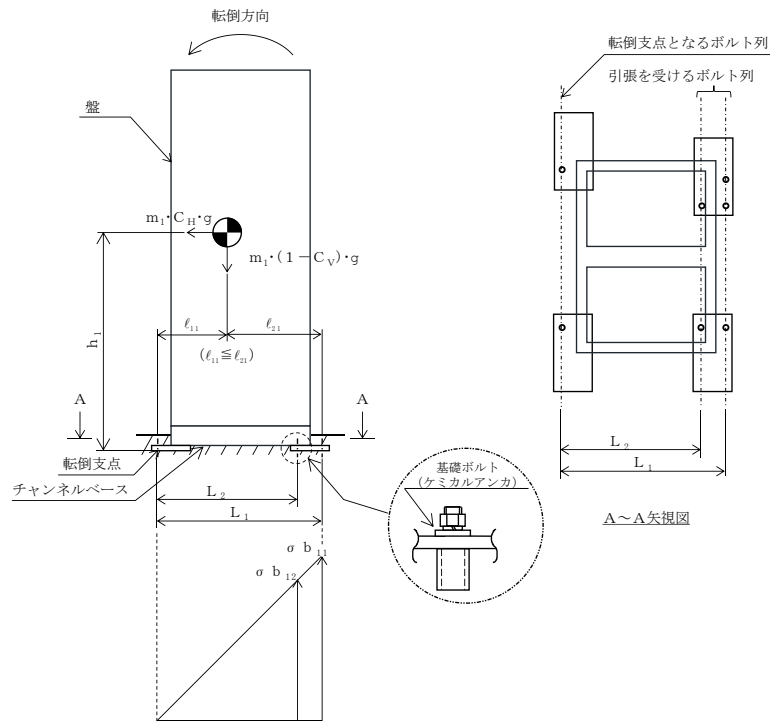


図5-1(5) 計算モデル

(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_v) \geq 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

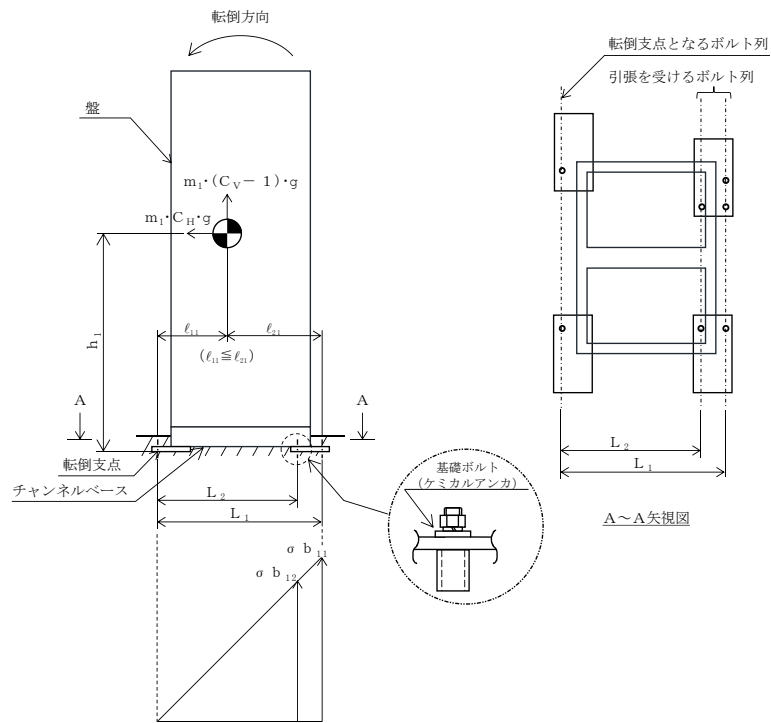


図5-1(6) 計算モデル

(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_v) < 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

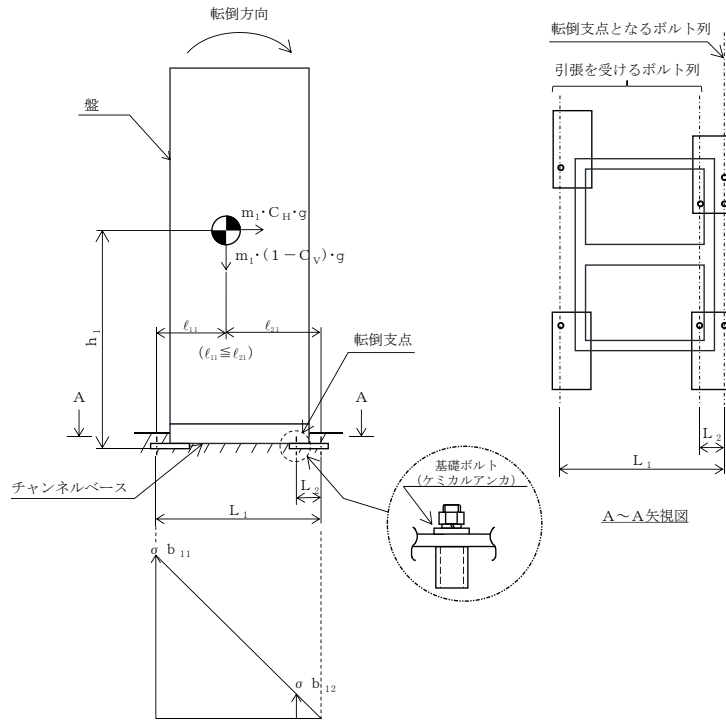


図5-1(7) 計算モデル  
 (直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_V) \geq 0$ ,  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

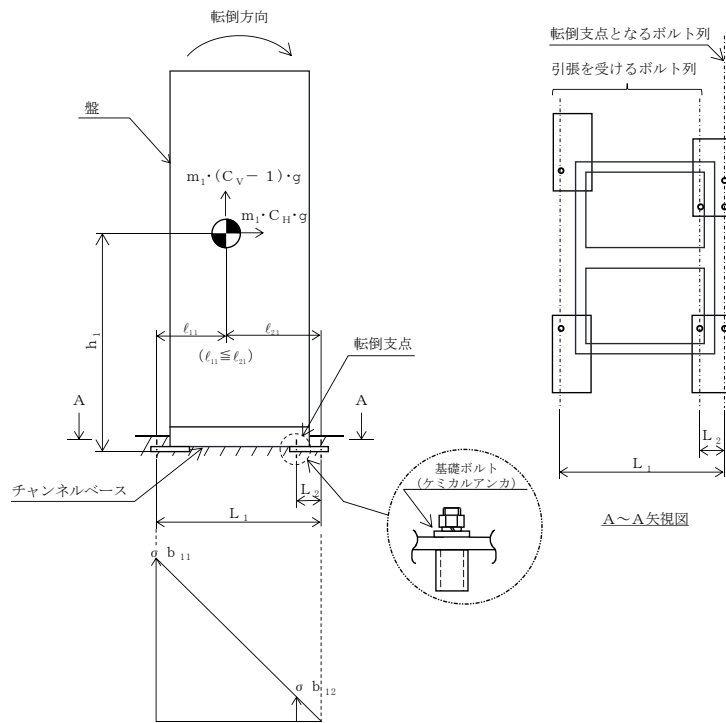


図5-1(8) 計算モデル  
 (直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_V) < 0$ ,  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

(1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は、図5-1(1)，図5-1(2)，図5-1(3)，図5-1(4)，図5-1(5)，図5-1(6)，図5-1(7)及び図5-1(8)でそれぞれのボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列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)，図5-1(2)，図5-1(5)及び図5-1(6)の場合の引張力

$$F_{b11} = \frac{L_1 \cdot (m_1 \cdot C_H \cdot h_1 \cdot g - m_1 \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{11} \cdot g)}{N_{f1} \cdot L_1^2 + \dots + N_{fj} \cdot L_j^2} \dots \dots \dots (5.4.1.1.1)$$

計算モデル図5-1(3)，図5-1(4)，図5-1(7)及び図5-1(8)の場合の引張力

$$F_{b21} = \frac{L_1 \cdot (m_1 \cdot C_H \cdot h_1 \cdot g - m_1 \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{21} \cdot g)}{N_{f1} \cdot L_1^2 + \dots + N_{fj} \cdot L_j^2} \dots \dots \dots (5.4.1.1.2)$$

$$F_{b1} = \text{Max} (F_{b11}, F_{b21}) \dots \dots \dots (5.4.1.1.3)$$

引張応力

$$\sigma_{b1} = \frac{F_{b1}}{A_{b1}} \dots \dots \dots (5.4.1.1.4)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 $A_{b1}$ は次式により求める。

$$A_{b1} = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \dots \dots \dots (5.4.1.1.5)$$

(2) せん断応力

基礎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

$$Q_{b1} = m_1 \cdot C_H \cdot g \dots \dots \dots (5.4.1.1.6)$$

せん断応力

$$\tau_{b1} = \frac{Q_{b1}}{n_1 \cdot A_{b1}} \dots \dots \dots (5.4.1.1.7)$$

### 5.4.1.2 取付ボルトの計算方法

取付ボルトの応力は、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。

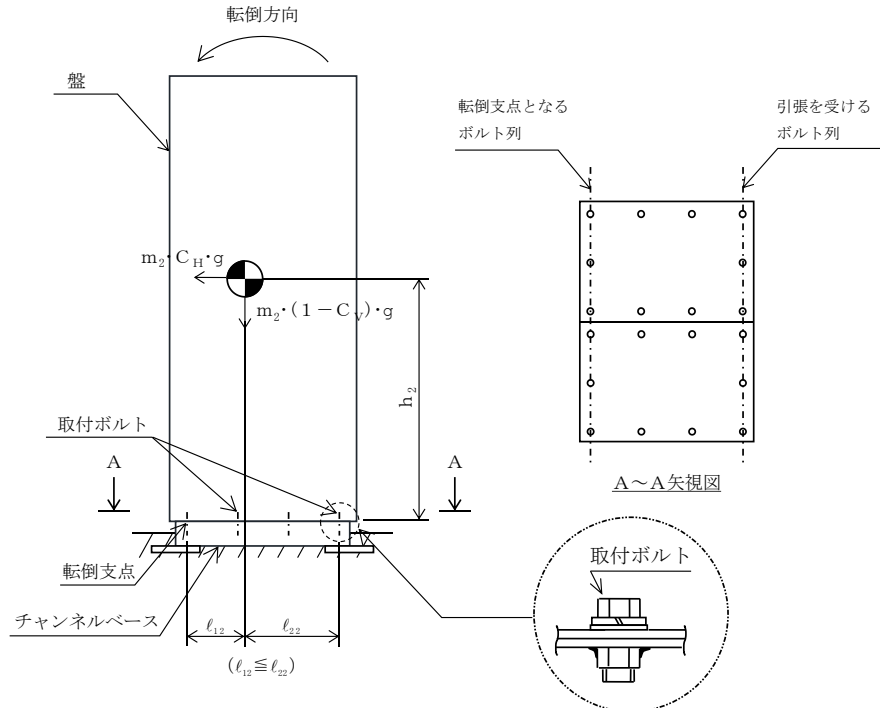


図5-2(1) 計算モデル  
(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) \geq 0$ の場合)

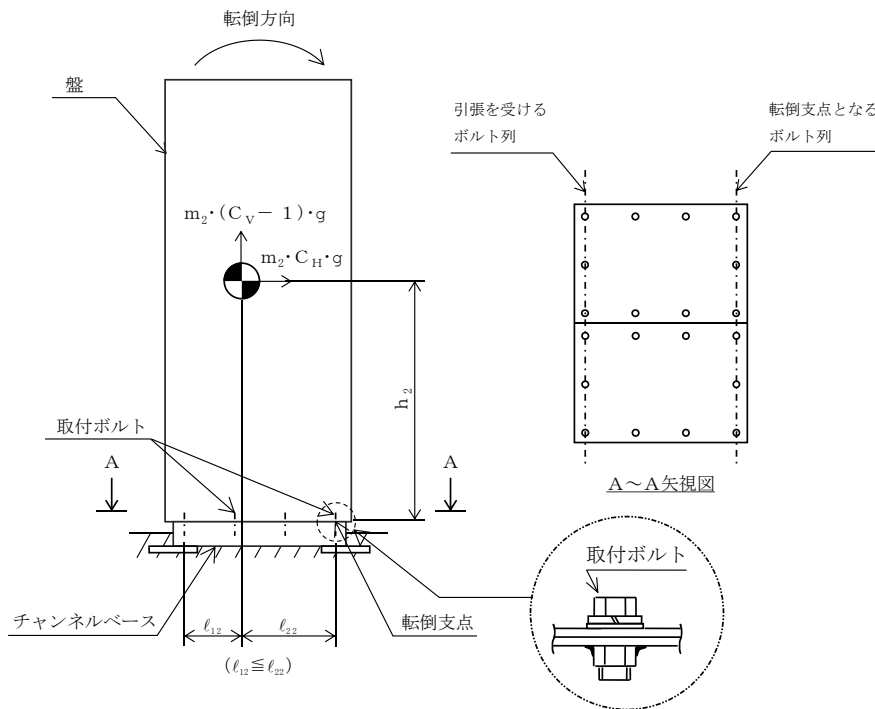


図5-2(2) 計算モデル  
(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) < 0$ の場合)

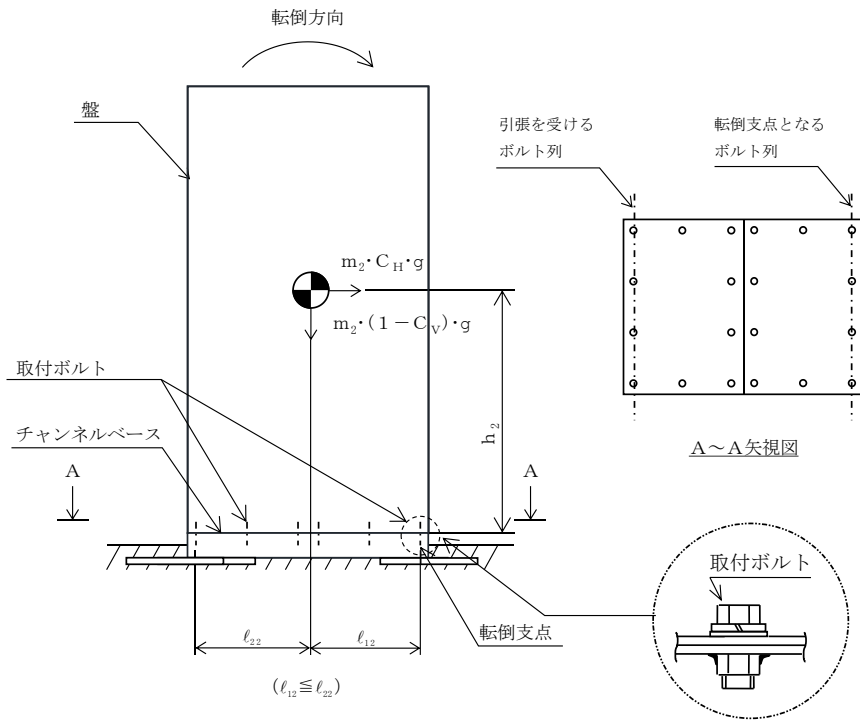


図5-2(3) 計算モデル  
(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_v) \geq 0$ の場合)

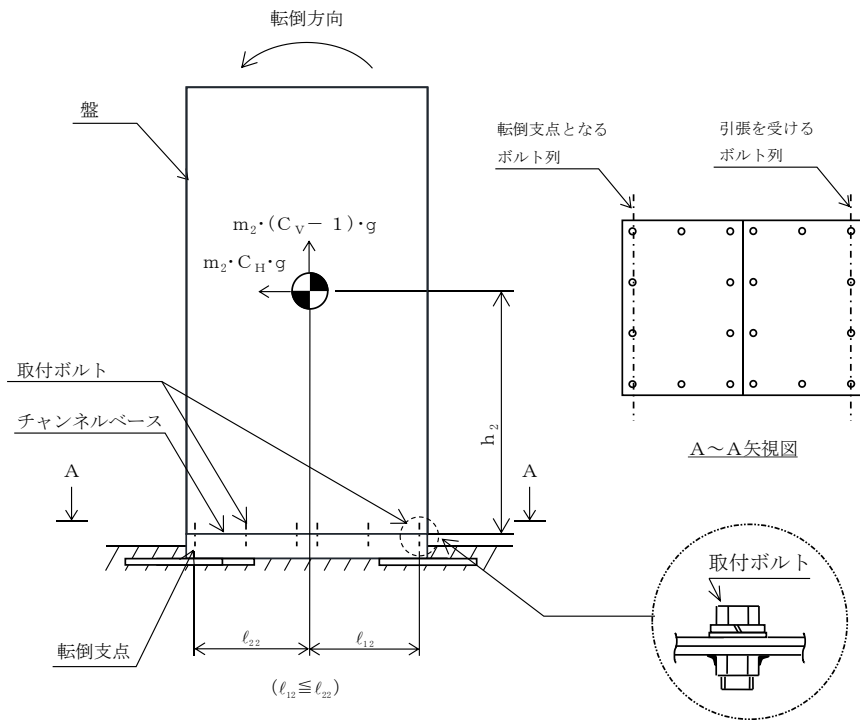


図5-2(4) 計算モデル  
(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_v) < 0$ の場合)

## (1) 引張応力

取付ボルトに対する引張力は、最も厳しい条件として図5-2(1)、図5-2(2)、図5-2(3)及び図5-2(4)で最外列のボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列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5-2(1)及び5-2(3)の場合の引張力

$$F_{b2} = \frac{m_2 \cdot C_H \cdot h_2 \cdot g - m_2 \cdot (1 - C_V) \cdot l_{12} \cdot g}{n_{f2} \cdot (l_{12} + l_{22})} \dots\dots\dots (5.4.1.2.1)$$

計算モデル図5-2(2)及び5-2(4)の場合の引張力

$$F_{b2} = \frac{m_2 \cdot C_H \cdot h_2 \cdot g - m_2 \cdot (1 - C_V) \cdot l_{22} \cdot g}{n_{f2} \cdot (l_{12} + l_{22})} \dots\dots\dots (5.4.1.2.2)$$

引張応力

$$\sigma_{b2} = \frac{F_{b2}}{A_{b2}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.3)$$

ここで、取付ボルトの軸断面積 $A_{b2}$ は次式により求める。

$$A_{b2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \dots\dots\dots (5.4.1.2.4)$$

ただし、 $F_{b2}$ が負のとき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

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

$$Q_{b2} = m_2 \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.2.5)$$

せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{Q_{b2}}{n_2 \cdot A_{b2}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.6)$$

## 5.5 計算条件

### 5.5.1 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【A-起動領域モニタ盤 (2-910A) の耐震性についての計算結果】、【B-起動領域モニタ盤 (2-910B) 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 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【A-起動領域モニタ盤 (2-910A) の耐震性についての計算結果】、【B-起動領域モニタ盤 (2-910B) 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項で求めたボルトの引張応力 $\sigma_{bi}$ は次式より求めた許容組合せ応力 $f_{tsi}$ 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 $\tau_{bi}$ 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。

	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. 機能維持評価

### 6.1 電氣的機能維持評価方法

起動領域モニタ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VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動  $S_s$  により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

起動領域モニタ盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
A-起動領域モニタ盤 (2-910A)	水平	□
	鉛直	□
B-起動領域モニタ盤 (2-910B)	水平	□
	鉛直	□

## 7. 評価結果

### 7.1 設計基準対象施設としての評価結果

起動領域モニタ盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

### 7.2 重大事故等対処設備としての評価結果

起動領域モニタ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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【A-起動領域モニタ盤（2-910A）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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
A-起動領域モニタ盤 (2-910A)	S	制御室建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>	□	□	C <sub>H</sub> =1.22 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.54 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =2.36 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.06 <sup>*3</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1412	16 (M16)	201.1	7	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	1275	16 (M16)	201.1	20	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	L <sub>j</sub> (mm)	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	N <sub>fj</sub>	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
							弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	下表に示す	370	590	下表に示す	211	253	長辺方向	長辺方向
	下表に示す	450	535	下表に示す				

注記\*：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。

基礎ボルト (短辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>
	960	200	50
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>	N <sub>f3</sub>
	3	2	1

基礎ボルト (長辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>
	985	150
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>
	2	2

部材	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	n <sub>fi</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	325	455	6	211	253	短辺方向	長辺方向
	535	635	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	$\sigma_{b1}=48$	$f_{ts1}=126^*$	$\sigma_{b1}=108$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	$\tau_{b1}=12$	$f_{sb1}=97$	$\tau_{b1}=22$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=18$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=39$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

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
A-起動領域モニタ盤 (2-910A)	水平方向	2.84	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
A-起動領域モニタ盤 (2-910A)	常設耐震/防止	制御室建物 EL 16.9* <sup>1</sup>	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =2.36* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.06* <sup>2</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1412	16 (M16)	201.1	7	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	1275	16 (M16)	201.1	20	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	L <sub>j</sub> (mm)	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	N <sub>fj</sub>	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
							弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	下表に示す	370	590	下表に示す	—	253	—	長辺方向
	下表に示す	450	535	下表に示す				

注記\*：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。

基礎ボルト (短辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>
	960	200	50
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>	N <sub>f3</sub>
	3	2	1

基礎ボルト (長辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>
	985	150
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>
	2	2

部材	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	n <sub>fi</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	325	455	6	—	253	—	長辺方向
	535	635	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b1}=108$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=22$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=39$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

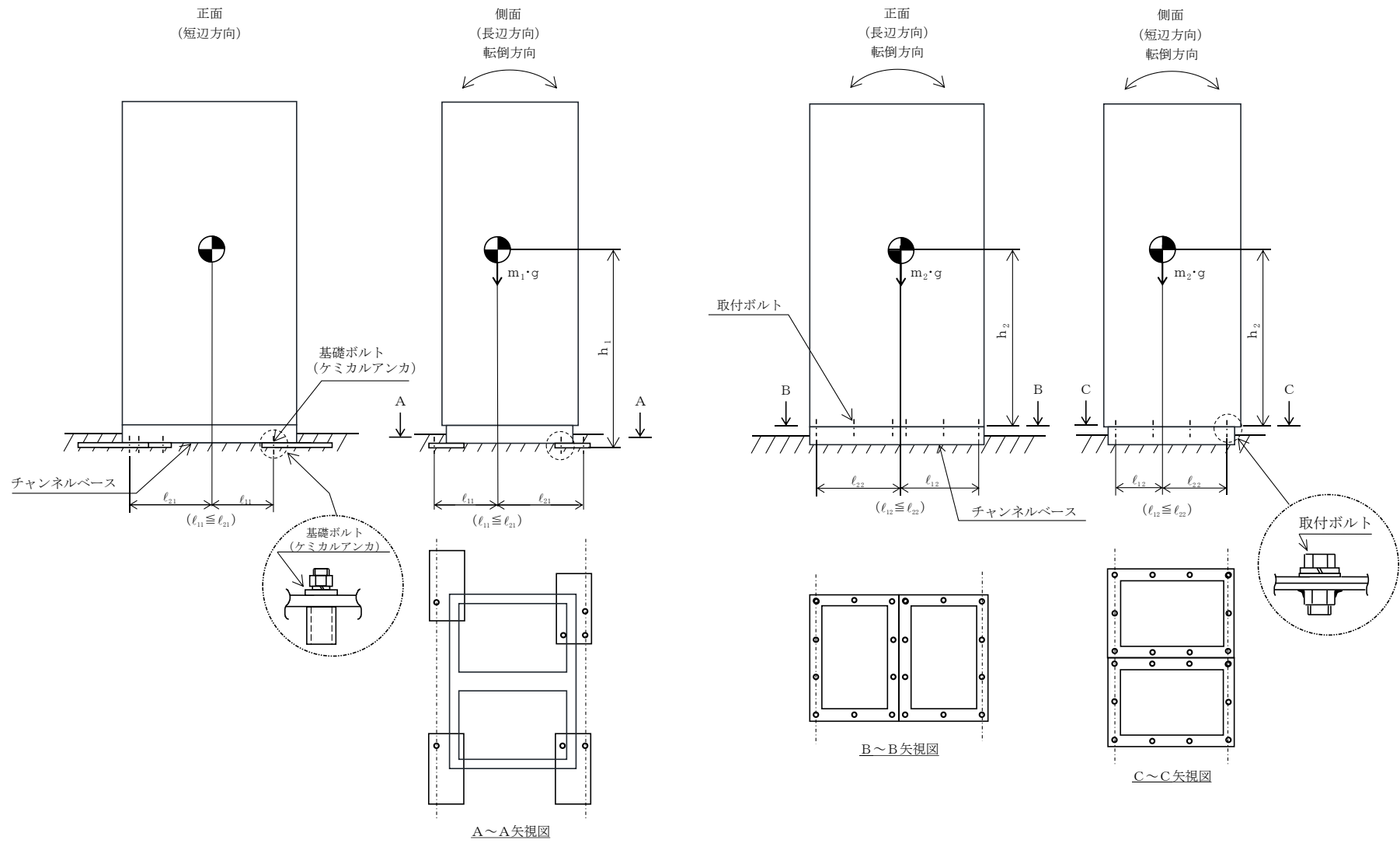
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-起動領域モニタ盤 (2-910A)	水平方向	2.84	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【B-起動領域モニタ盤（2-910B）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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
B-起動領域モニタ盤 (2-910B)	S	制御室建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>	0.05 以下	0.05 以下	C <sub>H</sub> =1.22 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.54 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =2.36 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.06 <sup>*3</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1412	16 (M16)	201.1	7	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		1275	16 (M16)	201.1	20	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	L <sub>j</sub> (mm)	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	N <sub>fj</sub>	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
							弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	下表に示す	450	535	下表に示す	211	253	長辺方向	短辺方向
	下表に示す	370	640	下表に示す				

注記\*：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。

基礎ボルト (短辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>
	985	150
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>
	3	2

基礎ボルト (長辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>
	1010	840	810
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>	N <sub>f3</sub>
	1	2	1

部材	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	n <sub>fi</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	325	455	6	211	253	短辺方向	長辺方向
	535	635	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	$\sigma_{b1}=33$	$f_{ts1}=126^*$	$\sigma_{b1}=73$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	$\tau_{b1}=12$	$f_{sb1}=97$	$\tau_{b1}=22$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=18$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=39$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

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
B-起動領域モニタ盤 (2-910B)	水平方向	2.84	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
B-起動領域モニタ盤 (2-910B)	常設耐震/防止	制御室建物 EL 16.9* <sup>1</sup>	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =2.36* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.06* <sup>2</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1412	16 (M16)	201.1	7	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		1275	16 (M16)	201.1	20	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	L <sub>j</sub> (mm)	ℓ <sub>1i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2i</sub> * (mm)	N <sub>fj</sub>	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
							弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	下表に示す	450	535	下表に示す	—	253	—	短辺方向
	下表に示す	370	640	下表に示す				

注記\*：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。

基礎ボルト (短辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>
	985	150
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>
	3	2

基礎ボルト (長辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>
	1010	840	810
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>	N <sub>f3</sub>
	1	2	1

部材	ℓ <sub>1i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2i</sub> * (mm)	n <sub>fi</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	325	455	6	—	253	—	長辺方向
	535	635	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b1}=73$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=22$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=39$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

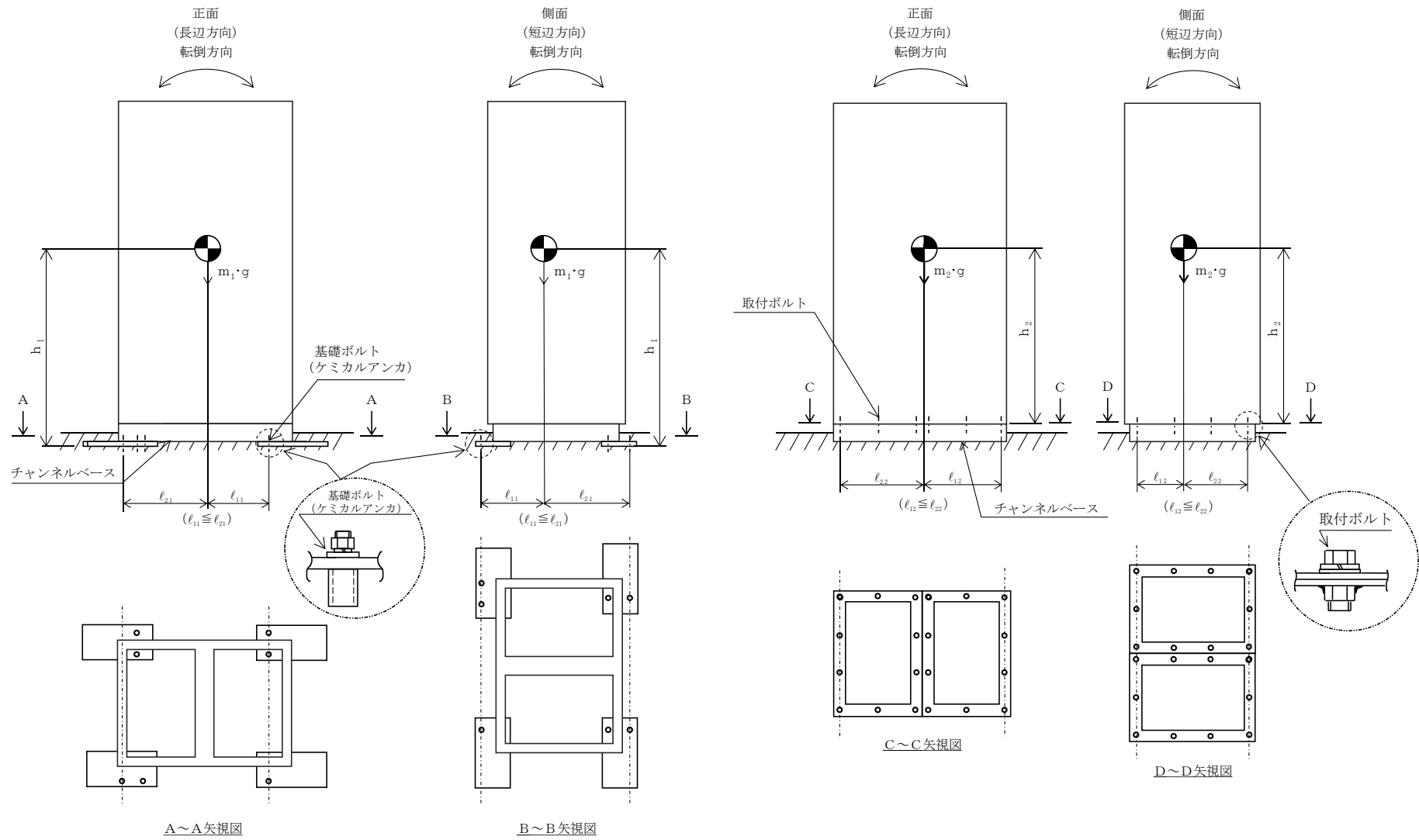
( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-起動領域モニタ盤 (2-910B)	水平方向	2.84	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-6-7-2-8 出力領域モニタ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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、出力領域モニタ盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

出力領域モニタ盤は、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。

なお、出力領域モニタ盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

出力領域モニタ盤の構造計画を表 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	
出力領域モニタ盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>(単位 : mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

出力領域モニタ盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

出力領域モニタ盤 (2-911)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

出力領域モニタ盤の構造強度評価は，VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

出力領域モニタ盤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。

###### 4.2.2 許容応力

出力領域モニタ盤の許容応力は，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

出力領域モニタ盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は，本計算書の【出力領域モニタ盤（2-911）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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	出力領域モニタ盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	出力領域モニタ盤	常設耐震／防止	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

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 4-3 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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

出力領域モニタ盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

出力領域モニタ盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
出力領域モニタ盤 (2-911)	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

出力領域モニタ盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

出力領域モニタ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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【出力領域モニタ盤（2-911）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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
出力領域モニタ盤 (2-911)	S	制御室建物 EL 16.9* <sup>1</sup>			C <sub>H</sub> =1.22* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =0.54* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =2.36* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.06* <sup>3</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1407	16 (M16)	201.1	22	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		1270	16 (M16)	201.1	60	231 (16mm<径≤40mm)	394 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	250	565	10	211	253	短辺方向	短辺方向
	1640	1960	3				
取付ボルト (i=2)	340	440	20	231	276	短辺方向	長辺方向
	1805	2125	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	$\sigma_{b1}=50$	$f_{ts1}=126^*$	$\sigma_{b1}=105$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	$\tau_{b1}=14$	$f_{sb1}=97$	$\tau_{b1}=28$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=22$	$f_{ts2}=173^*$	$\sigma_{b2}=48$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=133$	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=159$

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。

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
出力領域モニタ盤 (2-911)	水平方向	2.84	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
出力領域モニタ盤 (2-911)	常設耐震/防止	制御室建物 EL 16.9*1			—	—	C <sub>H</sub> =2.36*2	C <sub>V</sub> =1.06*2	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1407	16 (M16)	201.1	22	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)
取付ボルト (i=2)		1270	16 (M16)	201.1	60	231 (16mm<径≦40mm)	394 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	250	565	10	—	253	—	短辺方向
	1640	1960	3				
取付ボルト (i=2)	340	440	20	—	276	—	長辺方向
	1805	2125	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b1}=105$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=28$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=48$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=159$

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。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

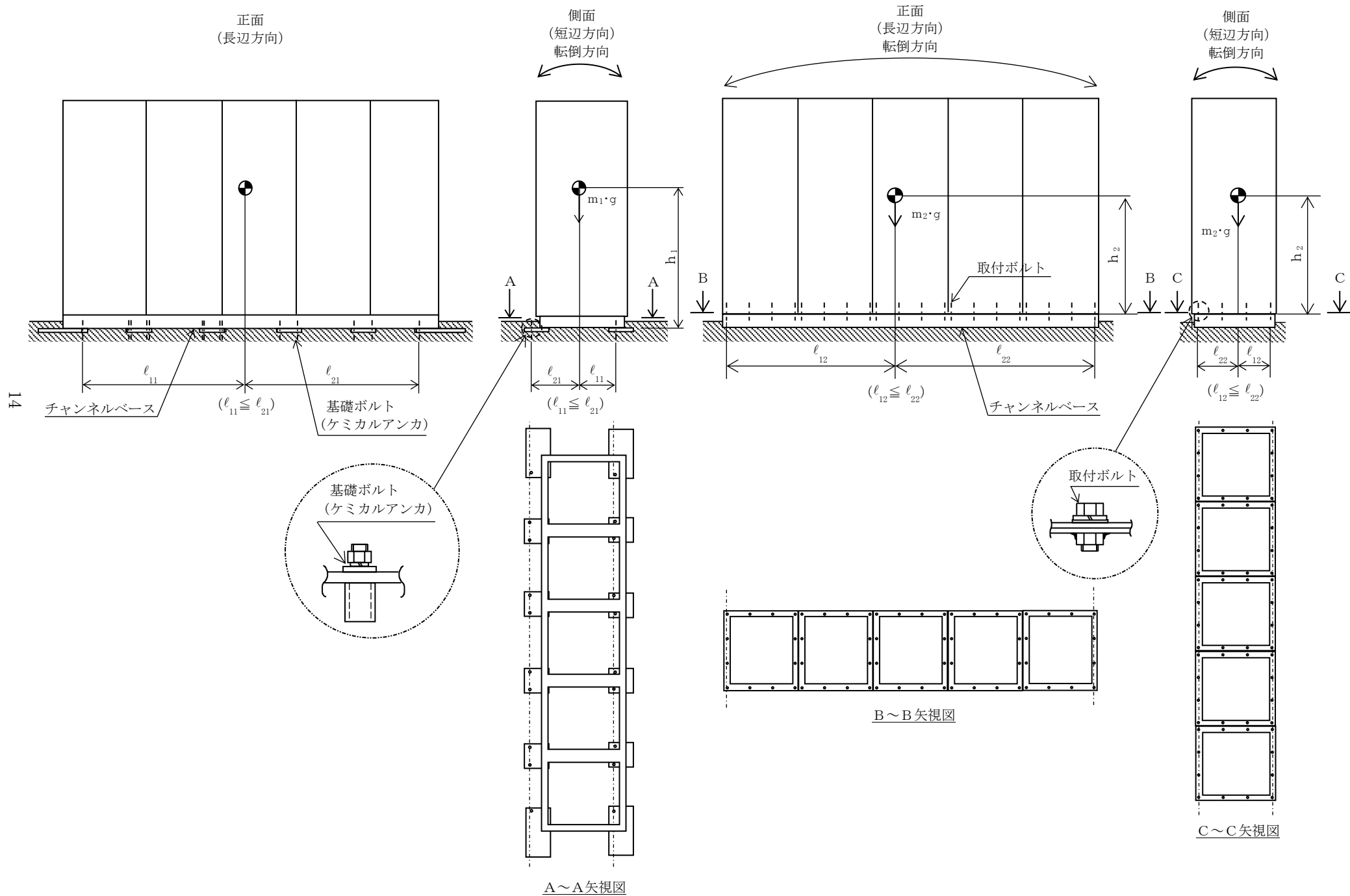
( $\times 9.8 \text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
出力領域モニタ盤 (2-911)	水平方向	2.84	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-6-7-2-9 プロセス放射線モニタ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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、プロセス放射線モニタ盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

プロセス放射線モニタ盤は、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。

なお、プロセス放射線モニタ盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

プロセス放射線モニタ盤の構造計画を表 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>プロセス放射線モニタ盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</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>(単位 : mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

プロセス放射線モニタ盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

プロセス放射線モニタ盤 (2-914)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

プロセス放射線モニタ盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

プロセス放射線モニタ盤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。

###### 4.2.2 許容応力

プロセス放射線モニタ盤の許容応力は、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

プロセス放射線モニタ盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【プロセス放射線モニタ盤（2-914）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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	プロセス放射線モニタ盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	プロセス放射線モニタ盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{sAD} + M_{sAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

プロセス放射線モニタ盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

プロセス放射線モニタ盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該器具と類似の器具単体のサインベート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
プロセス放射線モニタ盤 (2-914)	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

プロセス放射線モニタ盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

プロセス放射線モニタ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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【プロセス放射線モニタ盤 (2-914) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
プロセス放射線モニタ盤 (2-914)	S	制御室建物 EL 16.9* <sup>1</sup>			C <sub>H</sub> =1.71* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =0.77* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =3.41* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.58* <sup>3</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1387	16 (M16)	201.1	29	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		1250	16 (M16)	201.1	60	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	430	540	9	211	253	短辺方向	短辺方向
	1605	1995	3				
取付ボルト (i=2)	320	460	20	211	253	短辺方向	長辺方向
	1770	2160	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	$\sigma_{b1}=55$	$f_{ts1}=126^*$	$\sigma_{b1}=122$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	$\tau_{b1}=13$	$f_{sb1}=97$	$\tau_{b1}=25$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=26$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=69$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=11$	$f_{sb2}=146$

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。

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
プロセス放射線モニタ盤 (2-914)	水平方向	2.84	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
プロセス放射線モニタ盤 (2-914)	常設耐震/防止 常設/緩和	制御室建物 EL 16.9*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =3.41*2	C <sub>V</sub> =1.58*2	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1387	16 (M16)	201.1	29	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	1250	16 (M16)	201.1	60	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	430	540	9	—	253	—	短辺方向
	1605	1995	3				
取付ボルト (i=2)	320	460	20	—	253	—	長辺方向
	1770	2160	4				

注記\*：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 <sub>bi</sub>		Q <sub>bi</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b1}=122$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=25$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=69$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=11$	$f_{sb2}=146$

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。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

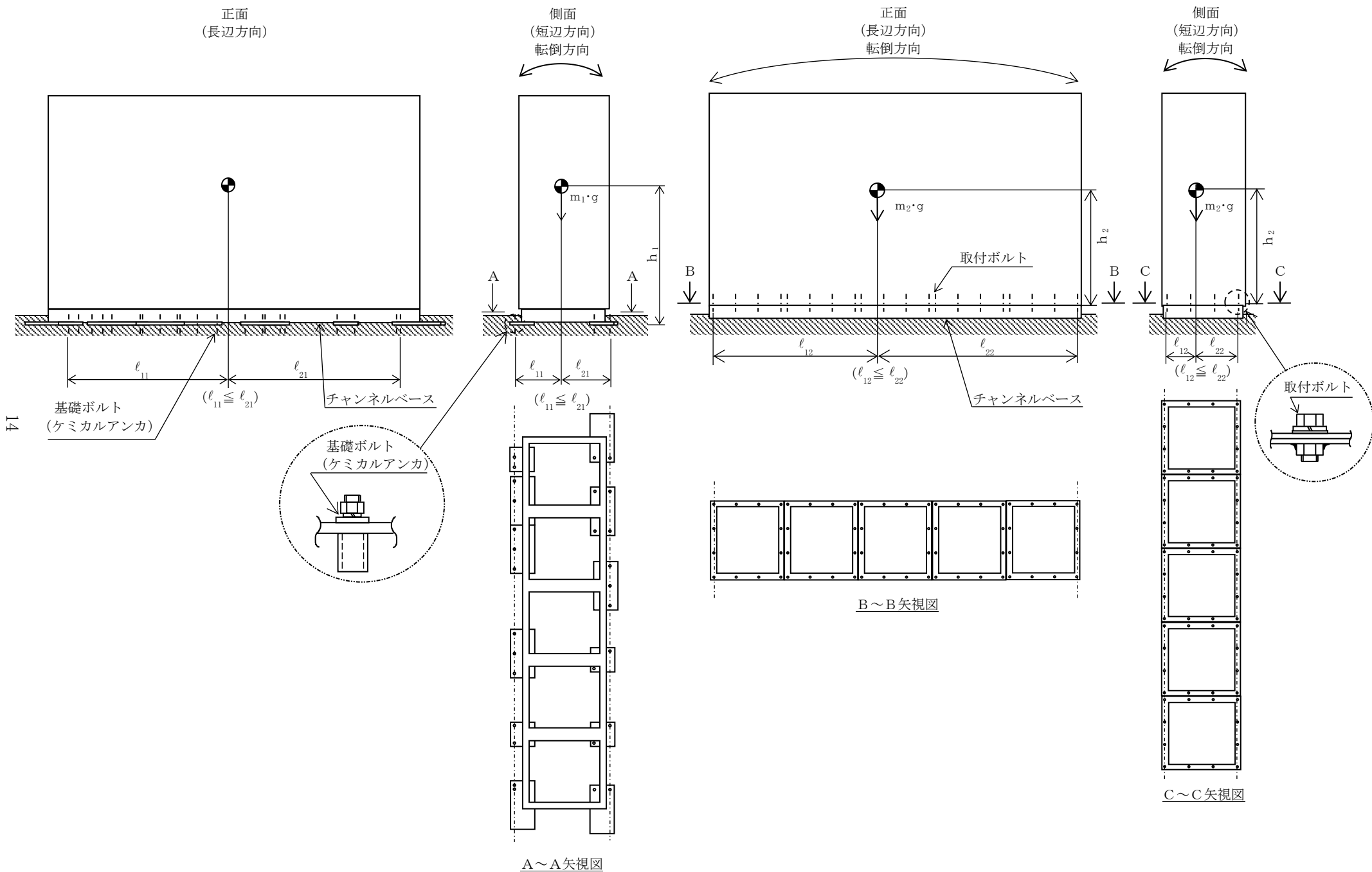
( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
プロセス放射線モニタ盤 (2-914)	水平方向	2.84	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-6-7-2-10 A-RHR・LPCS 継電器盤の  
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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、A-RHR・LPCS 継電器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

A-RHR・LPCS 継電器盤は、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。

なお、A-RHR・LPCS 継電器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

A-RHR・LPCS 継電器盤の構造計画を表 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>A-RHR・LPCS 継電器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</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>(正面図) (側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

A-RHR・LPCS 継電器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

A-RHR・LPCS 継電器盤 (2-920A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

## 4. 構造強度評価

### 4.1 構造強度評価方法

A-RHR・LPCS 継電器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

### 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

A-RHR・LPCS 継電器盤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。

#### 4.2.2 許容応力

A-RHR・LPCS 継電器盤の許容応力は、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

A-RHR・LPCS 継電器盤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。

### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【A-RHR・LPCS 継電器盤 (2-920A) 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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-RHR・LPCS 継電器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-RHR・LPCS 継電器盤	常設／防止 (DB 拡張)	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「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。

\*<sup>2</sup>：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。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

A-RHR・LPCS 継電器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

A-RHR・LPCS 継電器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体の正弦波加振試験又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
A-RHR・LPCS 継電器盤 (2-920A)	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

A-RHR・LPCS 継電器盤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，電  
氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

A-RHR・LPCS 継電器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  
を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【A-RHR・LPCS 継電器盤 (2-920A) 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	
A-RHR・LPCS 継電器盤 (2-920A)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9*1			$C_H=1.25^{*2}$	$C_V=0.68^{*2}$	$C_H=1.88^{*3}$	$C_V=1.46^{*3}$	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II (弾性設計地震動 S d) 又は静的震度

\*3：設計用震度 II (基準地震動 S s)

1.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{b_i}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{y_i}$ (MPa)	$S_{u_i}$ (MPa)
取付ボルト ( $i=2$ )		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$n_{fi}^*$	$F_i$ (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 ( $i=2$ )	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は 静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

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
A-RHR・LPCS 継電器盤 (2-920A)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (℃)
			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	
A-RHR・LPCS 継電器盤 (2-920A)	常設/防止 (DB拡張)	廃棄物処理建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.88 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =1.46 <sup>*2</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	325	405	4	—	253	—	短辺方向
	270	510	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

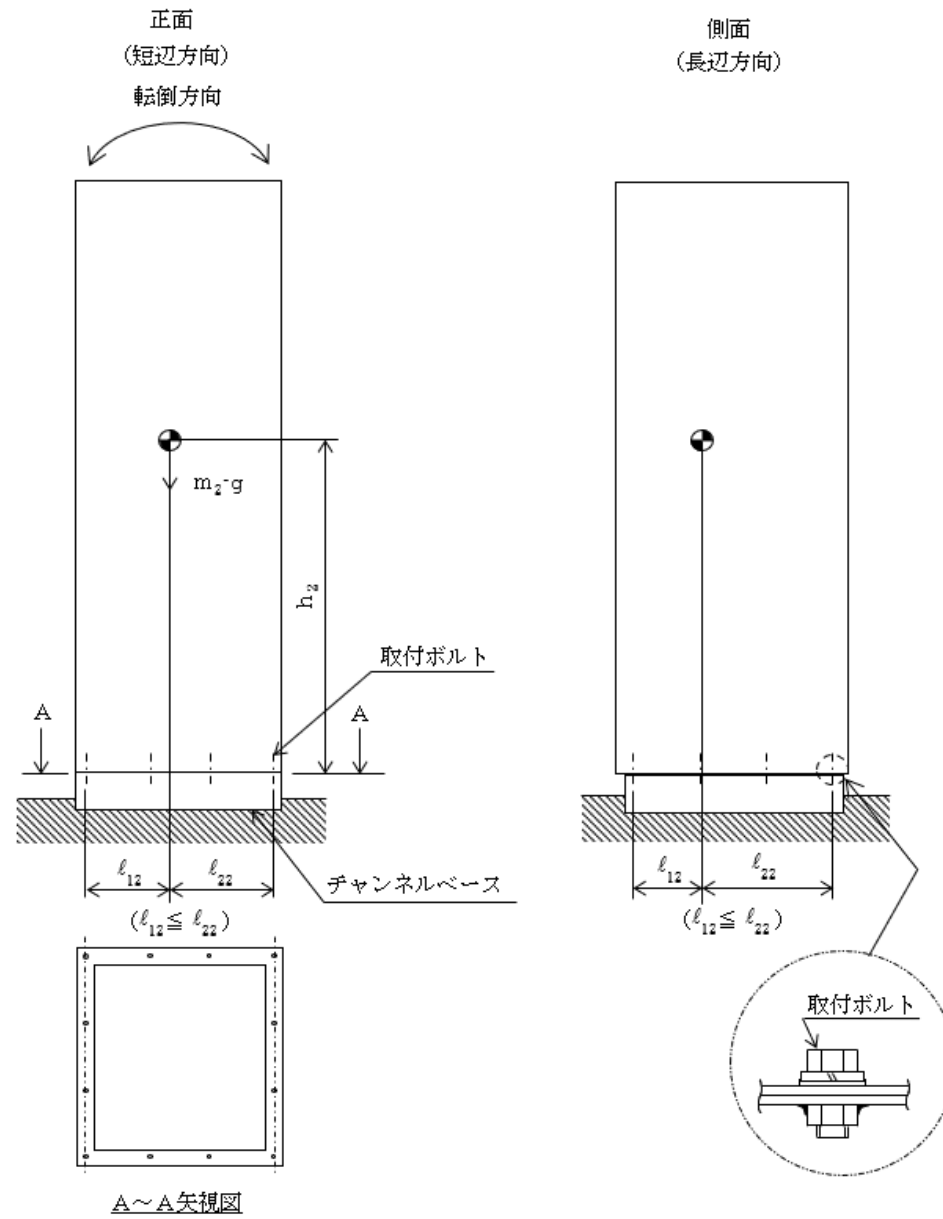
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-RHR・LPCS 継電器盤 (2-920A)	水平方向	1.56	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.22	<input type="text"/>

注記\* : 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-6-7-2-11 B・C-RHR 継電器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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、B・C-RHR 継電器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

B・C-RHR 継電器盤は、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。

なお、B・C-RHR 継電器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

B・C-RHR 継電器盤の構造計画を表 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>B・C-RHR 継電器盤は、 取付ボルトにてチャンネル ベースに設置する。 チャンネルベースは溶接 にて基礎に埋め込まれた 金物に固定する。</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>(正面図) (側面図)</p>

(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

B・C-RHR 継電器盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位 : s)

B・C-RHR 継電器盤 (2-920B)	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

B・C-RHR 継電器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

B・C-RHR 継電器盤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。

###### 4.2.2 許容応力

B・C-RHR 継電器盤の許容応力は、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

B・C-RHR 継電器盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【B・C-RHR 継電器盤 (2-920B) 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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B・C-RHR 継電器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B・C-RHR 継電器盤	常設／防止 (DB 拡張)	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「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。

\*<sup>2</sup>：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。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

B・C-RHR 継電器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

B・C-RHR 継電器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体の正弦波加振試験又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
B・C-RHR 継電器盤 (2-920B)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

B・C-RHR 継電器盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

B・C-RHR 継電器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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【B・C-RHR 継電器盤 (2-920B) 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	
B・C-RHR 継電器盤 (2-920B)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=1.25^{*2}$	$C_V=0.68^{*2}$	$C_H=1.88^{*3}$	$C_V=1.46^{*3}$	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II (弾性設計地震動 S d) 又は静的震度

\*3：設計用震度 II (基準地震動 S s)

1.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{b_i}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{y_i}$ (MPa)	$S_{u_i}$ (MPa)
取付ボルト ( $i=2$ )		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	$l_{1_i}^*$ (mm)	$l_{2_i}^*$ (mm)	$n_{f_i}^*$	$F_i$ (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 ( $i=2$ )	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

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
B・C-RHR 継電器盤 (2-920B)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (℃)
			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	
B・C-RHR 継電器盤 (2-920B)	常設/防止 (DB拡張)	廃棄物処理建物 EL 16.9* <sup>1</sup>	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.88* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.46* <sup>2</sup>	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	325	405	4	—	253	—	短辺方向
	270	510	4				

注記\*: 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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

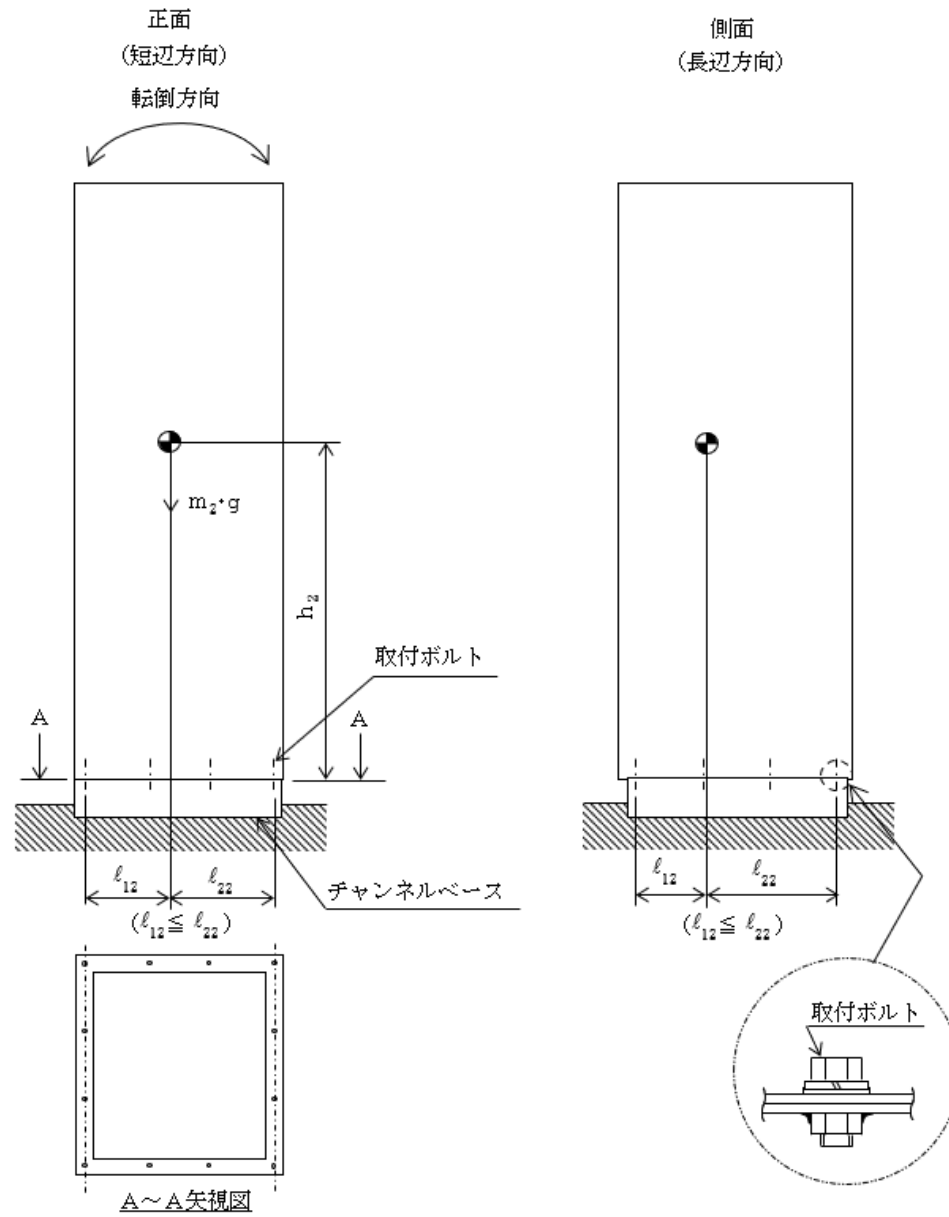
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B・C-RHR 継電器盤 (2-920B)	水平方向	1.56	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.22	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-6-7-2-12 HPCS 継電器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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、HPCS 継電器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

HPCS 継電器盤は、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。

なお、HPCS 継電器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

HPCS 継電器盤の構造計画を表 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>HPCS 継電器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</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>(正面図) (側面図)</p>

(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

HPCS 継電器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

HPCS 継電器盤 (2-921)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

HPCS 継電器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

HPCS 継電器盤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。

###### 4.2.2 許容応力

HPCS 継電器盤の許容応力は、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

HPCS 継電器盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【HPCS 継電器盤（2-921）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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	HPCS 継電器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	HPCS 継電器盤	常設／防止 (DB 拡張)	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^*$ <sup>3</sup>	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「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。

\*<sup>2</sup>：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。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

HPCS 継電器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

HPCS 継電器盤に設置される器具の機能維持確認済加速度には、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体の正弦波加振試験又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
HPCS 継電器盤 (2-921)	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

HPCS 継電器盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

HPCS 継電器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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【HPCS 継電器盤 (2-921) 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	
HPCS 継電器盤 (2-921)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9*1			C <sub>H</sub> =1.25*2	C <sub>V</sub> =0.68*2	C <sub>H</sub> =1.88*3	C <sub>V</sub> =1.46*3	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計地震動 S d）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (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)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。



1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
HPCS 継電器盤 (2-921)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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	
HPCS 継電器盤 (2-921)	常設/防止 (DB 拡張)	廃棄物処理建物 EL 16.9*1			—	—	C <sub>H</sub> =1.88*2	C <sub>V</sub> =1.46*2	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S s)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (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)	325	405	4	—	253	—	短辺方向
	270	510	4				

注記\*: 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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

2.4.2 電気の機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
HPCS 継電器盤 (2-921)	水平方向	1.56	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.22	<input type="text"/>

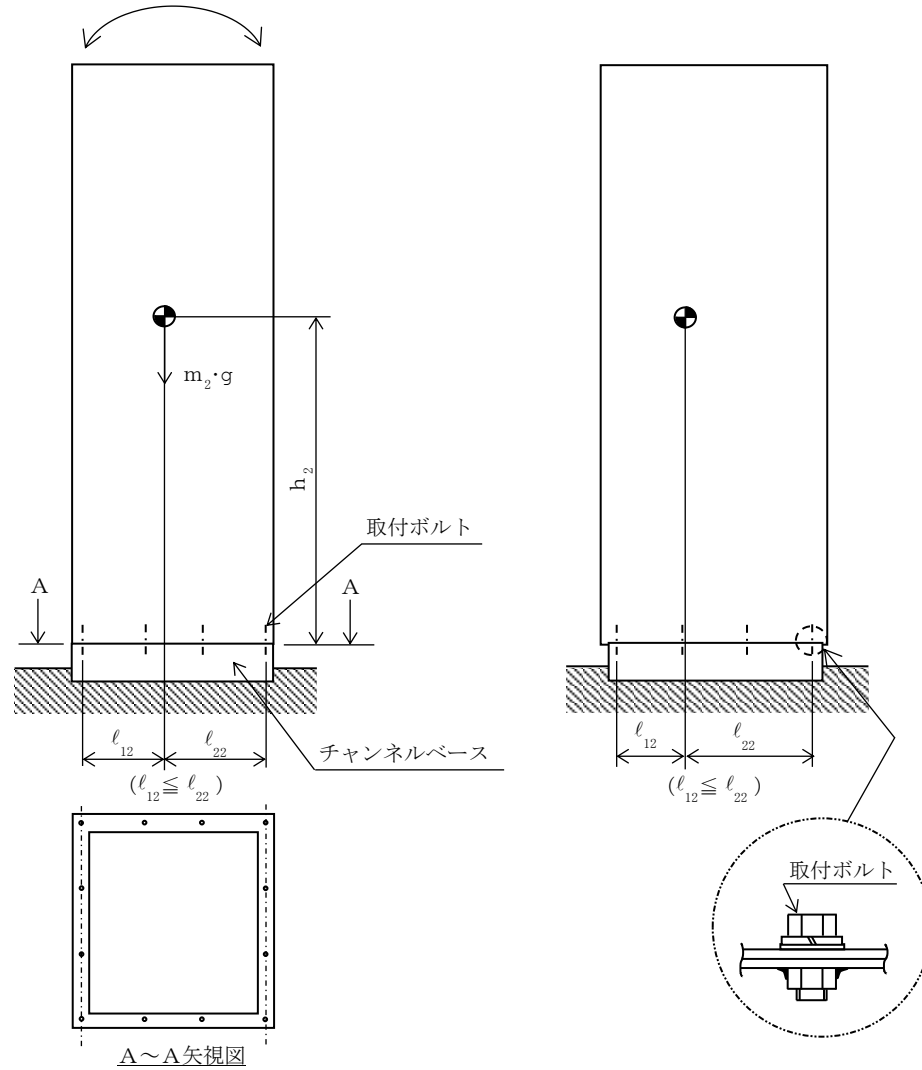
注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



正面  
(短辺方向)  
転倒方向

側面  
(長辺方向)



VI-2-6-7-2-13 HPCS トリップ設定器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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、HPCS トリップ設定器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

HPCS トリップ設定器盤は、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。

なお、HPCS トリップ設定器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

HPCS トリップ設定器盤の構造計画を表 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>HPCS トリップ設定器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</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>(正面図) (側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

HPCS トリップ設定器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

HPCS トリップ設定器盤 (2-921A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

HPCS トリップ設定器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

HPCS トリップ設定器盤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。

###### 4.2.2 許容応力

HPCS トリップ設定器盤の許容応力は、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

HPCS トリップ設定器盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【HPCS トリップ設定器盤（2-921A）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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	HPCS トリップ設定器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	HPCS トリップ設定器盤	常設／防止 (DB 拡張)	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^*$ <sup>3</sup>	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「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。

\*<sup>2</sup>：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。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電気的機能維持評価方法

HPCS トリップ設定器盤の電気的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

HPCS トリップ設定器盤に設置される器具の機能維持確認済加速度には、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体のサインビート波加振試験又は当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電気的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
HPCS トリップ設定器盤 (2-921A)	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

HPCS トリップ設定器盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

HPCS トリップ設定器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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【HPCS トリップ設定器盤 (2-921A) 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	
HPCS トリップ設定器盤 (2-921A)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9*1			C <sub>H</sub> =1.25*2	C <sub>V</sub> =0.68*2	C <sub>H</sub> =1.88*3	C <sub>V</sub> =1.46*3	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計地震動 S d）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (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)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
HPCS トリップ 設定器盤 (2-921A)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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	
HPCS トリップ 設定器盤 (2-921A)	常設/防止 (DB 拡張)	廃棄物処理建物 EL 16.9* <sup>1</sup>	□	□	—	—	$C_H=1.88^{*2}$	$C_V=1.46^{*2}$	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S s)

2.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{b_i}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{y_i}$ (MPa)	$S_{u_i}$ (MPa)
取付ボルト ( $i=2$ )	□	1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm < 径 ≤ 100mm)	394 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$n_{fi}^*$	$F_i$ (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 ( $i=2$ )	325	405	4	—	253	—	短辺方向
	270	510	4				

注記\*: 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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

2.4.2 電気の機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
HPCS トリップ 設定器盤 (2-921A)	水平方向	1.56	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.22	<input type="text"/>

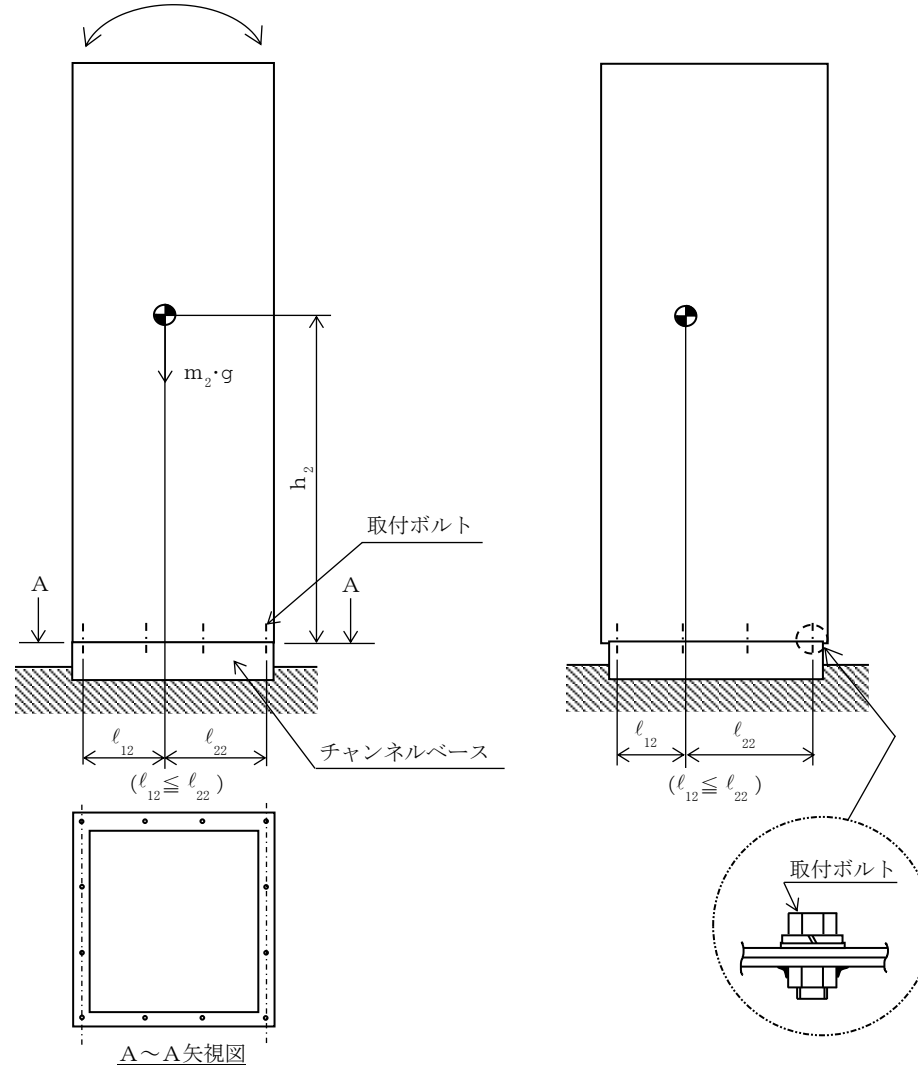
注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



正面  
(短辺方向)  
転倒方向

側面  
(長辺方向)



VI-2-6-7-2-14 A-格納容器隔離継電器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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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

## 1. 概要

本計算書は、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、A-格納容器隔離継電器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

A-格納容器隔離継電器盤は、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電気的機能維持評価を示す。

なお、A-格納容器隔離継電器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

A-格納容器隔離継電器盤の構造計画を表 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>A-格納容器隔離継電器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</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>(正面図) (側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

A-格納容器隔離継電器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

A-格納容器隔離継電器盤 (2-923A)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

A-格納容器隔離継電器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

A-格納容器隔離継電器盤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に示す。

###### 4.2.2 許容応力

A-格納容器隔離継電器盤の許容応力は、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

A-格納容器隔離継電器盤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4-3に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【A-格納容器隔離継電器盤(2-923A)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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-格納容器隔離継電器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 4-2 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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

の 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（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

A-格納容器隔離継電器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

A-格納容器隔離継電器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体の正弦波加振試験又は当該器具と類似の器具単体のサイنبート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
A-格納容器隔離継電器盤 (2-923A)	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

A-格納容器隔離継電器盤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、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【A-格納容器隔離継電器盤 (2-923A) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
A-格納容器隔離継電器盤 (2-923A)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9* <sup>1</sup>			C <sub>H</sub> =1.25* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =0.68* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =1.88* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.46* <sup>3</sup>	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計地震動 S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記\*: 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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

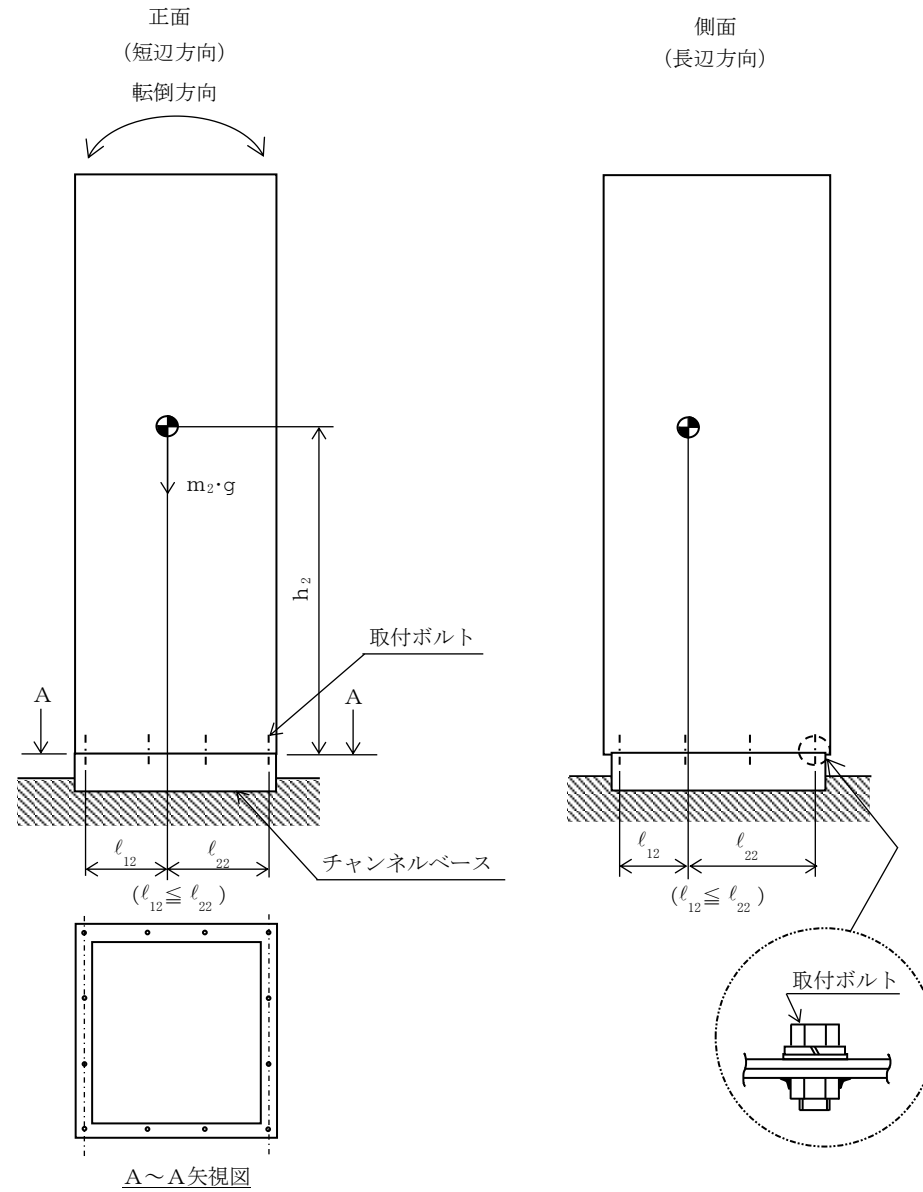
すべて許容応力以下である。

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
A-格納容器隔離 継電器盤 (2-923A)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-15 B-格納容器隔離継電器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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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

## 1. 概要

本計算書は、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、B-格納容器隔離継電器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

B-格納容器隔離継電器盤は、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電氣的機能維持評価を示す。

なお、B-格納容器隔離継電器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

B-格納容器隔離継電器盤の構造計画を表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>B-格納容器隔離継電器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</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>(正面図) (側面図)</p>

(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

B-格納容器隔離継電器盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

B-格納容器隔離継電器盤 (2-923B)	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

B-格納容器隔離継電器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

B-格納容器隔離継電器盤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に示す。

###### 4.2.2 許容応力

B-格納容器隔離継電器盤の許容応力は、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

B-格納容器隔離継電器盤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4-3に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【B-格納容器隔離継電器盤(2-923B)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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B-格納容器隔離継電器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 4-2 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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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。

の \*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（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当



## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

B-格納容器隔離継電器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

B-格納容器隔離継電器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体の正弦波加振試験又は当該器具と類似の器具単体のサイنبート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
B-格納容器隔離継電器盤 (2-923B)	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

B-格納容器隔離継電器盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【B-格納容器隔離継電器盤 (2-923B) 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	
B-格納容器隔離継電器盤 (2-923B)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	C <sub>H</sub> =1.25*2	C <sub>V</sub> =0.68*2	C <sub>H</sub> =1.88*3	C <sub>V</sub> =1.46*3	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（弾性設計地震動 S d）又は静的震度

\*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (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)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

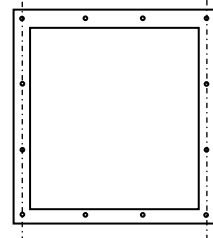
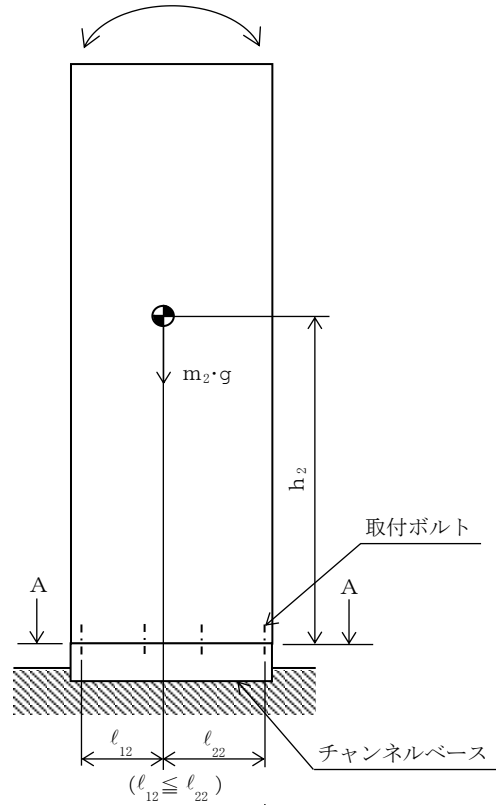
( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-格納容器隔離 継電器盤 (2-923B)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

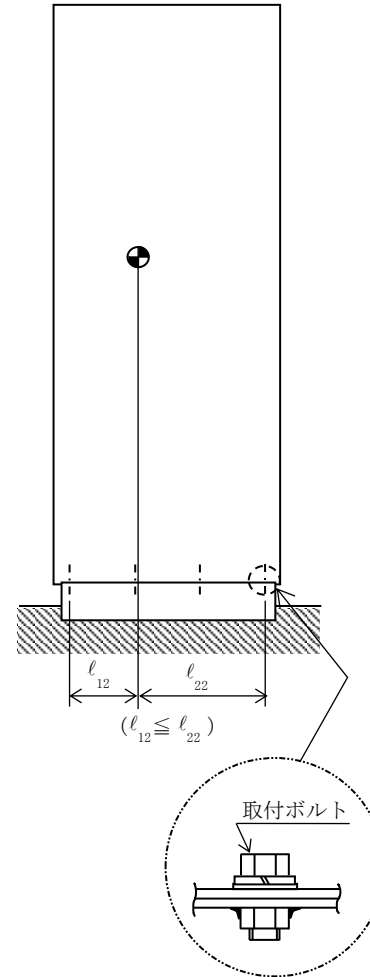
注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

正面  
(短辺方向)  
転倒方向



側面  
(長辺方向)



VI-2-6-7-2-16 A-原子炉保護継電器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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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

## 1. 概要

本計算書は、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、A-原子炉保護継電器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

A-原子炉保護継電器盤は、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電氣的機能維持評価を示す。

なお、A-原子炉保護継電器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

A-原子炉保護継電器盤の構造計画を表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>A-原子炉保護継電器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</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>(正面図) (側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

A-原子炉保護継電器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表3-1に示す。

表3-1 固有周期 (単位：s)

A-原子炉保護継電器盤 (2-924A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

A-原子炉保護継電器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

A-原子炉保護継電器盤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 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

A-原子炉保護継電器盤の許容応力は、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

A-原子炉保護継電器盤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 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【A-原子炉保護継電器盤（2-924A）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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-原子炉保護継電器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 4-2 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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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

\*2：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 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

A-原子炉保護継電器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

A-原子炉保護継電器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体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評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
A-原子炉保護継電器盤 (2-924A)	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

A-原子炉保護継電器盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。



【A-原子炉保護継電器盤 (2-924A) 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	
A-原子炉保護継電器盤 (2-924A)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9*1			$C_H=1.25^{*2}$	$C_V=0.68^{*2}$	$C_H=1.88^{*3}$	$C_V=1.46^{*3}$	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S d) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S s)

1.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{b_i}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{y_i}$ (MPa)	$S_{u_i}$ (MPa)
取付ボルト ( $i=2$ )		1300	16 (M16)	201.1	36	211 (40mm < 径 ≤ 100mm)	394 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$n_{fi}^*$	$F_i$ (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 ( $i=2$ )	230	550	12	211	253	短辺方向	長辺方向
	1045	1285	4				

注記\*: 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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=17$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=32$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=146$

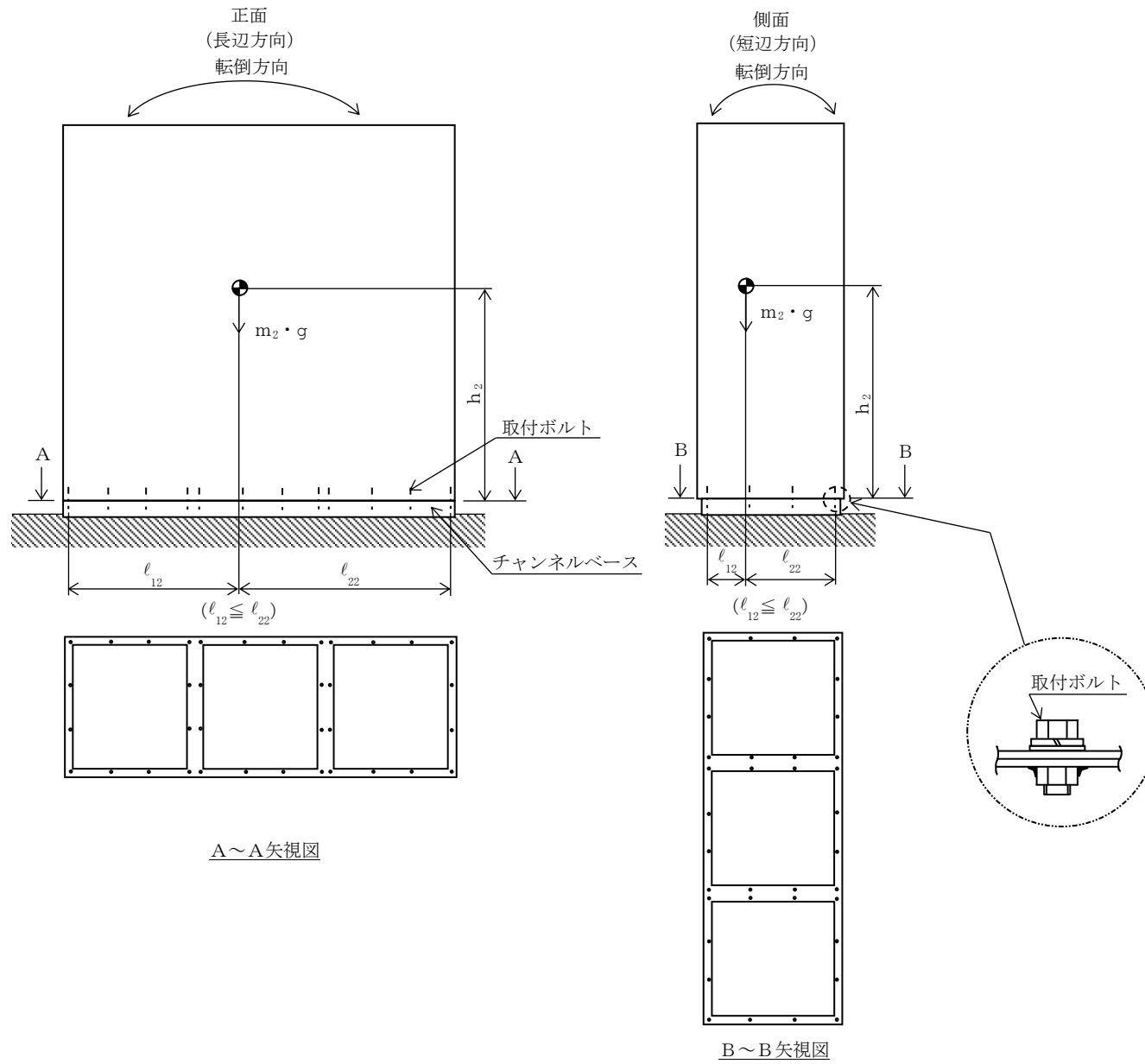
注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-原子炉保護 継電器盤 (2-924A)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-17 B-原子炉保護継電器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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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

## 1. 概要

本計算書は、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、B-原子炉保護継電器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

B-原子炉保護継電器盤は、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電氣的機能維持評価を示す。

なお、B-原子炉保護継電器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

B-原子炉保護継電器盤の構造計画を表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>B-原子炉保護継電器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</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>(正面図) (側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

B-原子炉保護継電器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表3-1に示す。

表3-1 固有周期 (単位：s)

B-原子炉保護継電器盤 (2-924B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>



#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

B-原子炉保護継電器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

B-原子炉保護継電器盤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 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

B-原子炉保護継電器盤の許容応力は、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

B-原子炉保護継電器盤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 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【B-原子炉保護継電器盤（2-924B）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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B-原子炉保護継電器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 4-2 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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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。

の \*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 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

B-原子炉保護継電器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

B-原子炉保護継電器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体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評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
B-原子炉保護継電器盤 (2-924B)	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

B-原子炉保護継電器盤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、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【B-原子炉保護継電器盤 (2-924B) 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	
B-原子炉保護継電器盤 (2-924B)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9*1			$C_H=1.25^{*2}$	$C_V=0.68^{*2}$	$C_H=1.88^{*3}$	$C_V=1.46^{*3}$	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

\*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{b_i}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{y_i}$ (MPa)	$S_{u_i}$ (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	36	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	$l_{1_i}^*$ (mm)	$l_{2_i}^*$ (mm)	$n_{f_i}^*$	$F_i$ (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)	230	550	12	211	253	短辺方向	長辺方向
	1045	1285	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=17$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=32$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=146$

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。

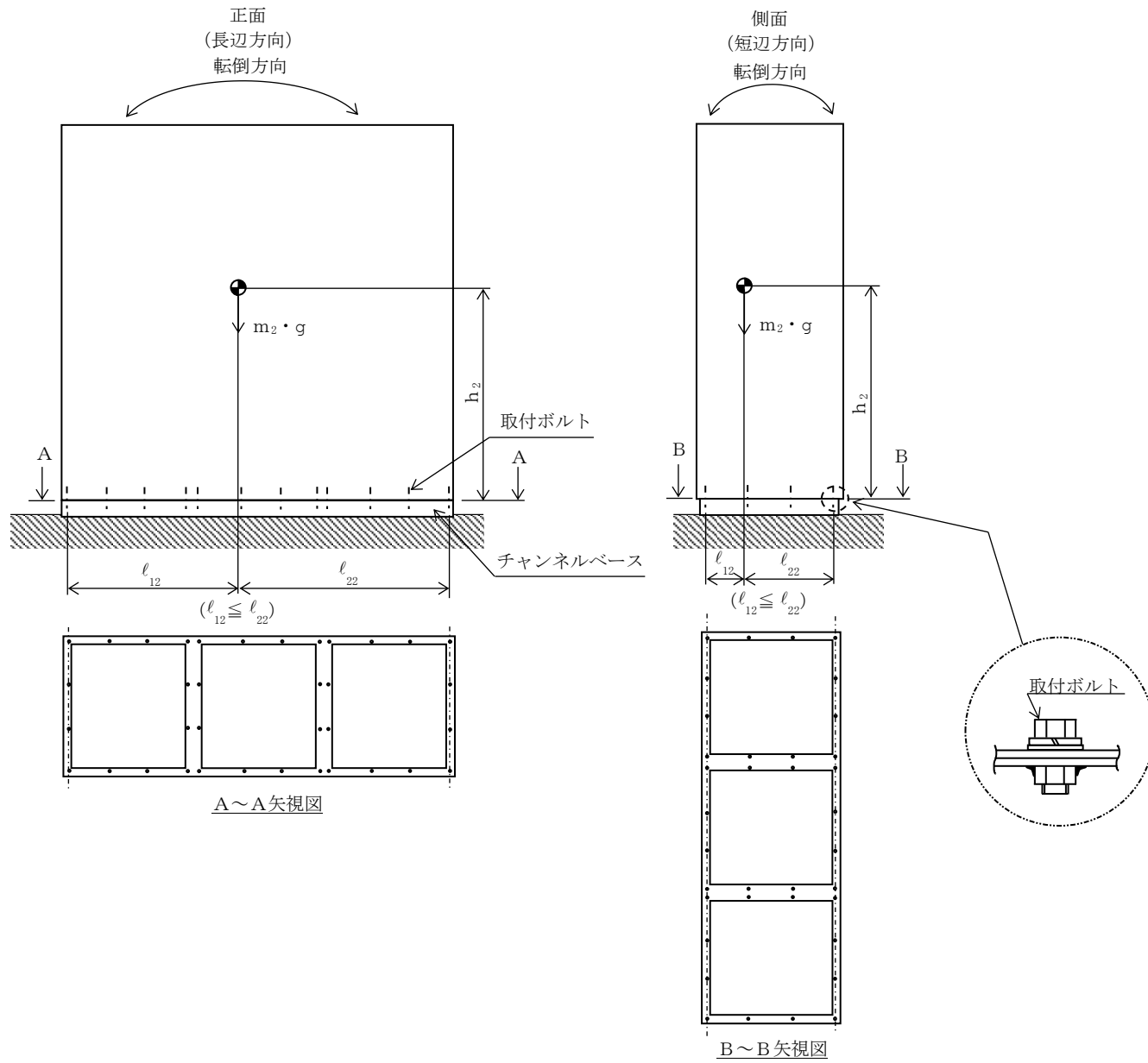
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-原子炉保護 継電器盤 (2-924B)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-6-7-2-18 A1 原子炉保護トリップ設定器盤の  
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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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

## 1. 概要

本計算書は、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、A1 原子炉保護トリップ設定器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

A1 原子炉保護トリップ設定器盤は、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電氣的機能維持評価を示す。

なお、A1 原子炉保護トリップ設定器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

A1 原子炉保護トリップ設定器盤の構造計画を表 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>A1 原子炉保護トリップ 設定器盤は、取付ボルト にてチャンネルベースに 設置する。 チャンネルベースは溶接 にて基礎に埋め込まれた 金物に固定する。</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>(正面図) (側面図)</p>

(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

A1 原子炉保護トリップ設定器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位 : s)

A1 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924A1)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

A1 原子炉保護トリップ設定器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

A1 原子炉保護トリップ設定器盤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 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

A1 原子炉保護トリップ設定器盤の許容応力は、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

A1 原子炉保護トリップ設定器盤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 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【A1 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924A1) 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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A1 原子炉保護トリップ 設定器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 4-2 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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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

\*2：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 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

A1 原子炉保護トリップ設定器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

A1 原子炉保護トリップ設定器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体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評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
A1 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924A1)	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

A1 原子炉保護トリップ設定器盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【A1 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924A1) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
A1 原子炉保護 トリップ設定器盤 (2-924A1)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9* <sup>1</sup>			C <sub>H</sub> =1.25* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =0.68* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =1.88* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.46* <sup>3</sup>	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記\*: 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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

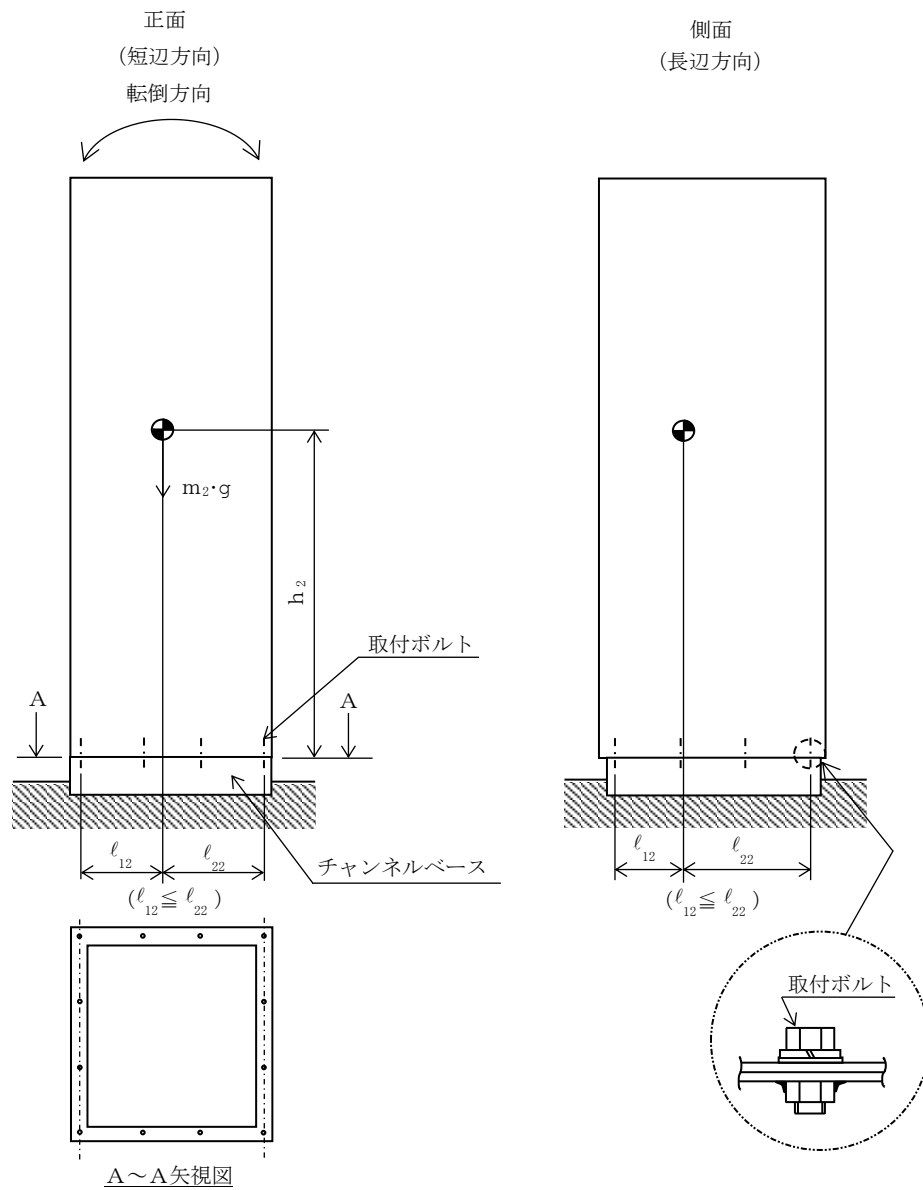
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A1 原子炉保護 トリップ設定器盤 (2-924A1)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-19 A2 原子炉保護トリップ設定器盤の  
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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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

## 1. 概要

本計算書は、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、A2 原子炉保護トリップ設定器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

A2 原子炉保護トリップ設定器盤は、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電氣的機能維持評価を示す。

なお、A2 原子炉保護トリップ設定器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

A2 原子炉保護トリップ設定器盤の構造計画を表 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>A2 原子炉保護トリップ 設定器盤は、取付ボルト にてチャンネルベースに 設置する。 チャンネルベースは溶接 にて基礎に埋め込まれた 金物に固定する。</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>(正面図) (側面図)</p>
		(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

A2 原子炉保護トリップ設定器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位 : s)

A2 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924A2)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

A2 原子炉保護トリップ設定器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

A2 原子炉保護トリップ設定器盤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 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

A2 原子炉保護トリップ設定器盤の許容応力は、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

A2 原子炉保護トリップ設定器盤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 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【A2 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924A2) 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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A2 原子炉保護トリップ 設定器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 4-2 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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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。

の \*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 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当



## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

A2 原子炉保護トリップ設定器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

A2 原子炉保護トリップ設定器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体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評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
A2 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924A2)	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

A2 原子炉保護トリップ設定器盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【A2 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924A2) 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	
A2 原子炉保護 トリップ設定器盤 (2-924A2)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9*1			$C_H=1.25^{*2}$	$C_V=0.68^{*2}$	$C_H=1.88^{*3}$	$C_V=1.46^{*3}$	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II (弾性設計用地震動 S d) 又は静的震度

\*3：設計用震度 II (基準地震動 S s)

1.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{b_i}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{y_i}$ (MPa)	$S_{u_i}$ (MPa)
取付ボルト ( $i=2$ )		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$n_{fi}^*$	$F_i$ (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 ( $i=2$ )	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

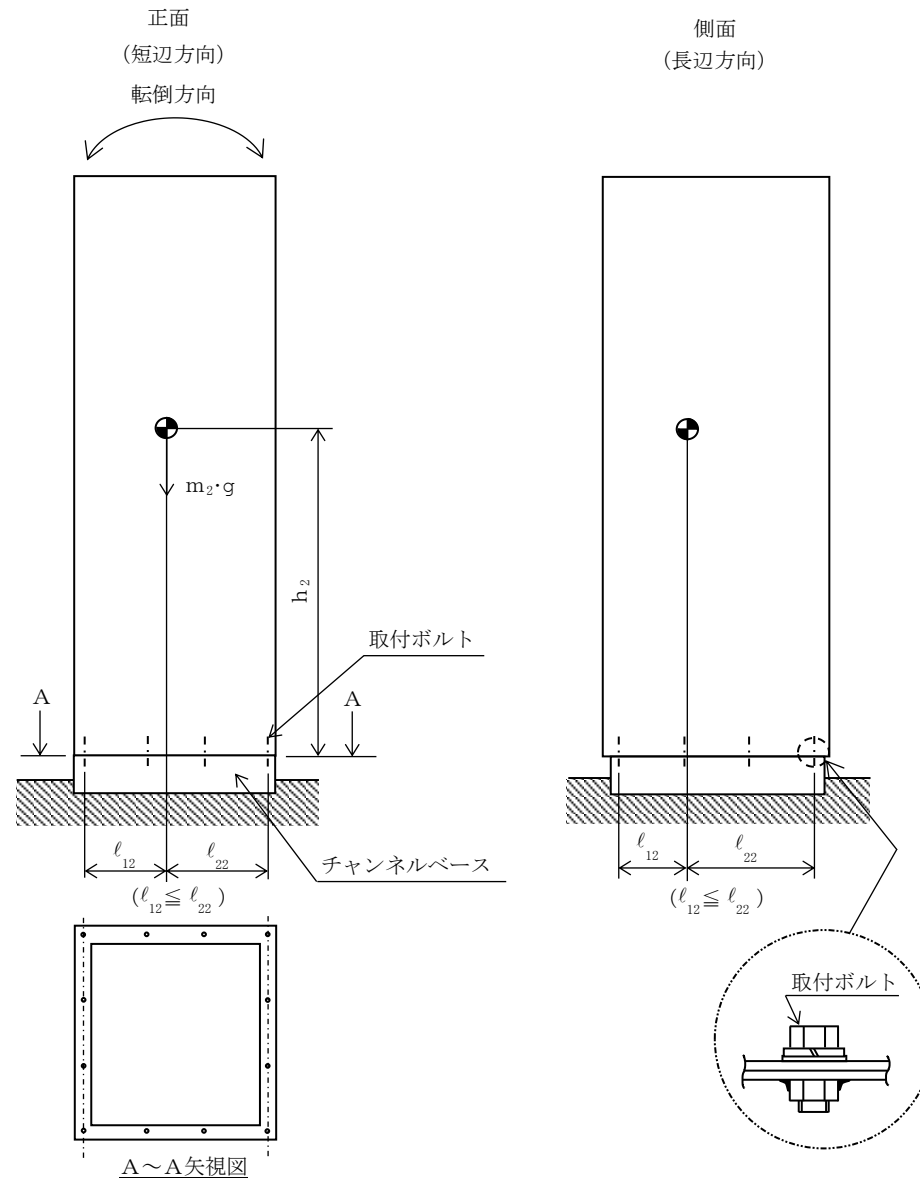
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A2 原子炉保護 トリップ設定器盤 (2-924A2)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-20 B1 原子炉保護トリップ設定器盤の  
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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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

## 1. 概要

本計算書は、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、B1 原子炉保護トリップ設定器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

B1 原子炉保護トリップ設定器盤は、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電氣的機能維持評価を示す。

なお、B1 原子炉保護トリップ設定器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

B1 原子炉保護トリップ設定器盤の構造計画を表 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>B1 原子炉保護トリップ 設定器盤は、取付ボルト にてチャンネルベースに 設置する。 チャンネルベースは溶接 にて基礎に埋め込まれた 金物に固定する。</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>(正面図) (側面図)</p>

(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

B1 原子炉保護トリップ設定器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

B1 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924B1)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

B1 原子炉保護トリップ設定器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

B1 原子炉保護トリップ設定器盤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 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

B1 原子炉保護トリップ設定器盤の許容応力は、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

B1 原子炉保護トリップ設定器盤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 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【B1 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924B1) 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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B1 原子炉保護トリップ 設定器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 4-2 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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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。

の \*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（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

B1 原子炉保護トリップ設定器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

B1 原子炉保護トリップ設定器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体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評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
B1 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924B1)	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

B1 原子炉保護トリップ設定器盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。



【B1 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924B1) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
B1 原子炉保護 トリップ設定器盤 (2-924B1)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9* <sup>1</sup>			C <sub>H</sub> =1.25* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =0.68* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =1.88* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.46* <sup>3</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

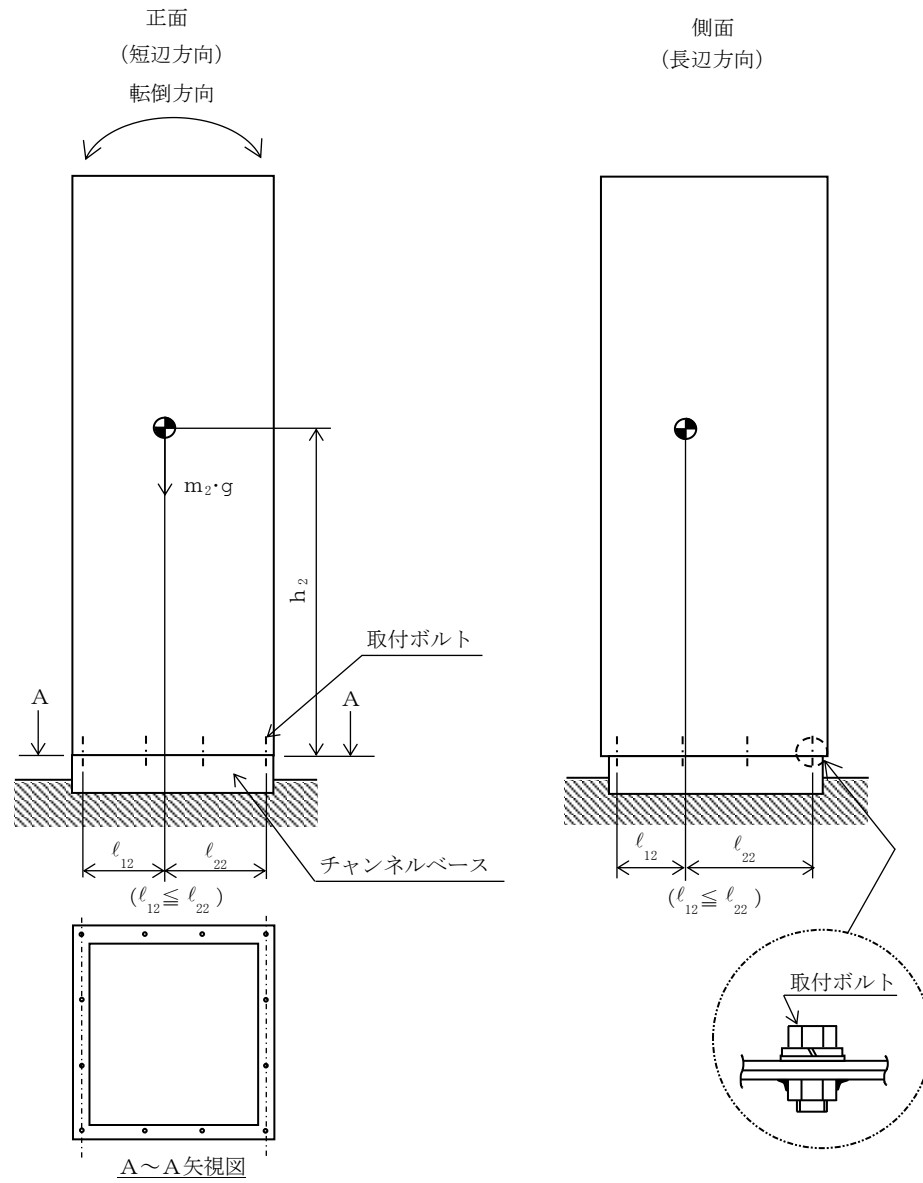
すべて許容応力以下である。

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
B1 原子炉保護 トリップ設定器盤 (2-924B1)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-21 B2 原子炉保護トリップ設定器盤の  
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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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

## 1. 概要

本計算書は、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、B2 原子炉保護トリップ設定器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

B2 原子炉保護トリップ設定器盤は、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電氣的機能維持評価を示す。

なお、B2 原子炉保護トリップ設定器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

B2 原子炉保護トリップ設定器盤の構造計画を表 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>B2 原子炉保護トリップ 設定器盤は、取付ボルト にてチャンネルベースに 設置する。 チャンネルベースは溶接 にて基礎に埋め込まれた 金物に固定する。</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>(正面図) (側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

B2 原子炉保護トリップ設定器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

B2 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924B2)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>



#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

B2 原子炉保護トリップ設定器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

B2 原子炉保護トリップ設定器盤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 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

B2 原子炉保護トリップ設定器盤の許容応力は、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

B2 原子炉保護トリップ設定器盤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 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【B2 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924B2) 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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B2 原子炉保護トリップ 設定器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 4-2 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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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。

の

\*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（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電気的機能維持評価方法

B2 原子炉保護トリップ設定器盤の電気的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

B2 原子炉保護トリップ設定器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電気的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
B2 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924B2)	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

B2 原子炉保護トリップ設定器盤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、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【B2 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924B2) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
B2 原子炉保護 トリップ設定器盤 (2-924B2)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9* <sup>1</sup>			C <sub>H</sub> =1.25* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =0.68* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =1.88* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.46* <sup>3</sup>	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記\*: 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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

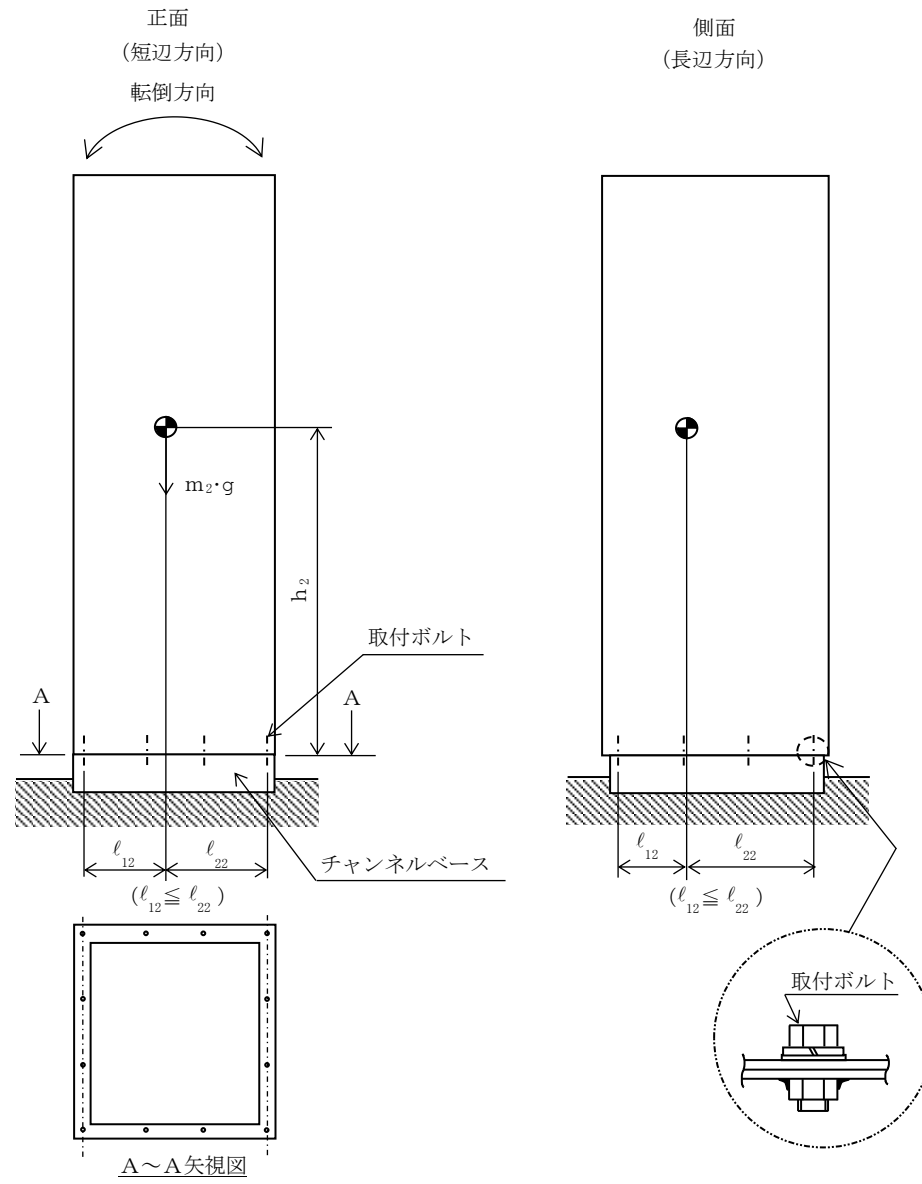
(×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B2 原子炉保護 トリップ設定器盤 (2-924B2)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-6-7-2-22 窒素ガス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	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	6
3. 評価部位	7
4. 固有周期	7
4.1 固有周期の確認	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
5.3 設計用地震力	12
5.4 計算方法	13
5.5 計算条件	21
5.6 応力の評価	22
6. 機能維持評価	23
6.1 電氣的機能維持評価方法	23
7. 評価結果	24
7.1 設計基準対象施設としての評価結果	24

## 1. 概要

本計算書は、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、窒素ガス制御盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

窒素ガス制御盤は、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電氣的機能維持評価を示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

窒素ガス制御盤の構造計画を表 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>窒素ガス制御盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは、溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</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>(単位：mm)</p>

## 2.2 評価方針

窒素ガス制御盤の応力評価は、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」にて示す窒素ガス制御盤の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で測定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。また、窒素ガス制御盤の機能維持評価は、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、機能維持評価用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。

窒素ガス制御盤の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

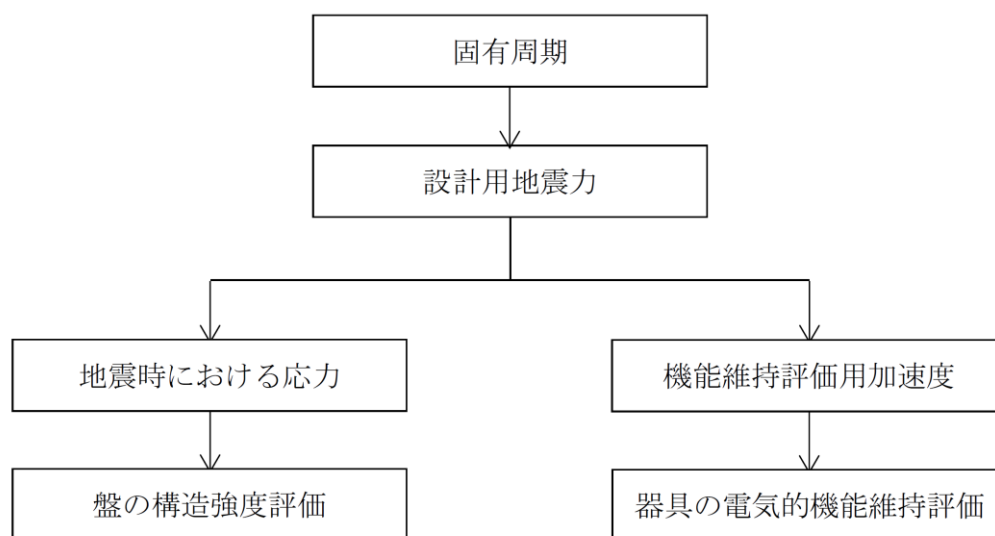


図 2-1 窒素ガス制御盤の耐震評価フロー

### 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。

- ・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）
- ・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
$A_{bi}$	ボルトの軸断面積* <sup>1</sup>	mm <sup>2</sup>
$C_H$	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* <sup>1</sup>	mm
$F_i$	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$F_i^*$	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$F_{bi}$	ボルトに作用する引張力 (1 本当たり) * <sup>1</sup>	N
$F_{b1i}$	$l_{1i}$ 側を転倒支点とする場合のボルトに作用する引張力 (1 本当たり) * <sup>1</sup>	N
$F_{b2i}$	$l_{2i}$ 側を転倒支点とする場合のボルトに作用する引張力 (1 本当たり) * <sup>1</sup>	N
$f_{sbi}$	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* <sup>1</sup>	MPa
$f_{toi}$	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* <sup>1</sup>	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 (許容組合せ応力) * <sup>1</sup>	MPa
$g$	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
$h_i$	据付面又は取付面から重心までの距離* <sup>2</sup>	mm
$l_{1i}$	重心とボルト間の水平方向距離* <sup>1</sup> , * <sup>3</sup>	mm
$l_{2i}$	重心とボルト間の水平方向距離* <sup>1</sup> , * <sup>3</sup>	mm
$L_j$	転倒支点とボルト $j$ 間の距離* <sup>4</sup>	mm
$m_i$	盤の質量* <sup>2</sup>	kg
$n_i$	ボルトの本数* <sup>1</sup>	—
$n_{fi}$	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 (直立形) * <sup>1</sup>	—
$N_{fj}$	評価上引張力を受けるとして期待する転倒支点からの距離 $L_j$ のボルトの本数* <sup>4</sup>	—
$Q_{bi}$	ボルトに作用するせん断力* <sup>1</sup>	N
$S_{ui}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$S_{yi}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値* <sup>1</sup>	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°Cにおける値* <sup>1</sup>	MPa
$\pi$	円周率	—
$\sigma_{bi}$	ボルトに生じる引張応力* <sup>1</sup>	MPa
$\sigma_{bij}$	転倒支点から距離が等しい列のボルト群に作用する引張応力* <sup>1</sup> , * <sup>4</sup>	MPa
$\tau_{bi}$	ボルトに生じるせん断応力* <sup>1</sup>	MPa

注記\*<sup>1</sup>:  $A_{bi}$ ,  $d_i$ ,  $F_i$ ,  $F_i^*$ ,  $F_{bi}$ ,  $F_{b1i}$ ,  $F_{b2i}$ ,  $f_{sbi}$ ,  $f_{toi}$ ,  $f_{tsi}$ ,  $l_{1i}$ ,  $l_{2i}$ ,  $n_i$ ,  $n_{fi}$ ,  $Q_{bi}$ ,  $S_{ui}$ ,  $S_{yi}$ ,  $S_{yi}(RT)$ ,  $\sigma_{bi}$ ,  $\sigma_{bij}$ 及び $\tau_{bi}$ 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:  $l_{1i} \leq l_{2i}$

\*4:  $L_j$ ,  $N_{fj}$  及び  $\sigma_{bij}$  の添字  $j$  の意味は、以下のとおりとする。

評価上引張力を受けるとして期待する転倒支点から距離が等しいボルト群を  $1 \sim j$  で示す。

## 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
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* <sup>1</sup>
面積	mm <sup>2</sup>	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* <sup>2</sup>
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* <sup>2</sup>
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力* <sup>3</sup>	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

窒素ガス制御盤の耐震評価は、「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及び取付ボルトについて実施する。

窒素ガス制御盤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 固有周期の確認

窒素ガス制御盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 4-1 に示す。

表 4-1 固有周期 (単位：s)

水平	0.05 以下
鉛直	0.05 以下

## 5. 構造強度評価

### 5.1 構造強度評価方法

- (1) 盤の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は盤に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。  
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 盤は取付ボルトでチャンネルベースに固定されており、固定端とする。
- (4) チャンネルベースは基礎ボルトで基礎に固定されており、固定端とする。
- (5) 転倒方向は、長辺方向及び短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) 盤の重心位置については、転倒方向を考慮して、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行う。
- (7) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 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

窒素ガス制御盤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

窒素ガス制御盤の許容応力は、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

窒素ガス制御盤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
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	窒素ガス制御盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
	$D + P_D + M_D + S_s$				Ⅳ <sub>A</sub> 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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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

\*2：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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

### 5.3 設計用地震力

窒素ガス制御盤の設計用地震力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、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 5-4 設計用地震力（設計基準対象施設）

機器名称	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
窒素ガス 制御盤 (2-929-2)	制御室建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=1.71^{*2}$	$C_V=0.77^{*2}$	$C_H=3.41^{*3}$	$C_V=1.58^{*3}$

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

## 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。

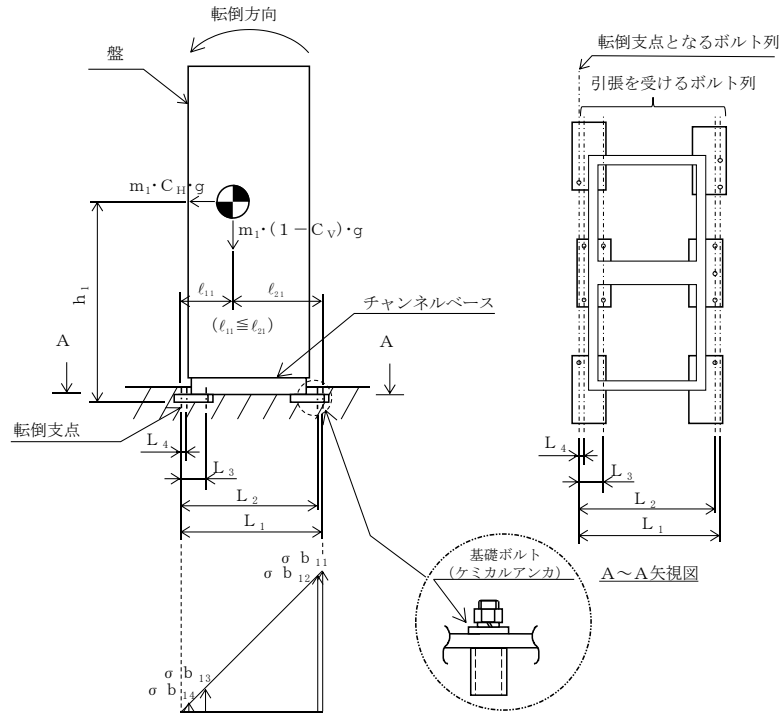


図5-1(1) 計算モデル

(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) \geq 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

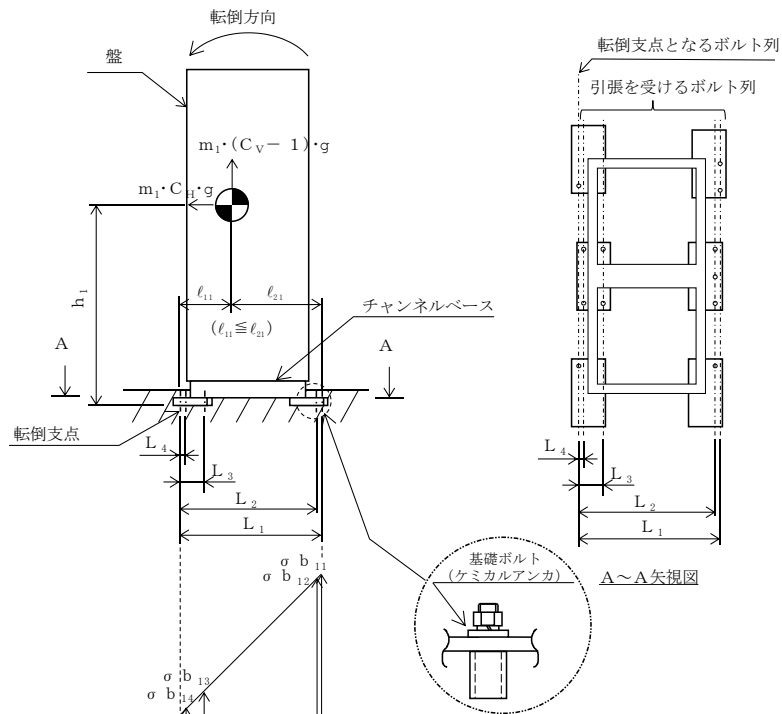


図5-1(2) 計算モデル

(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) < 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)



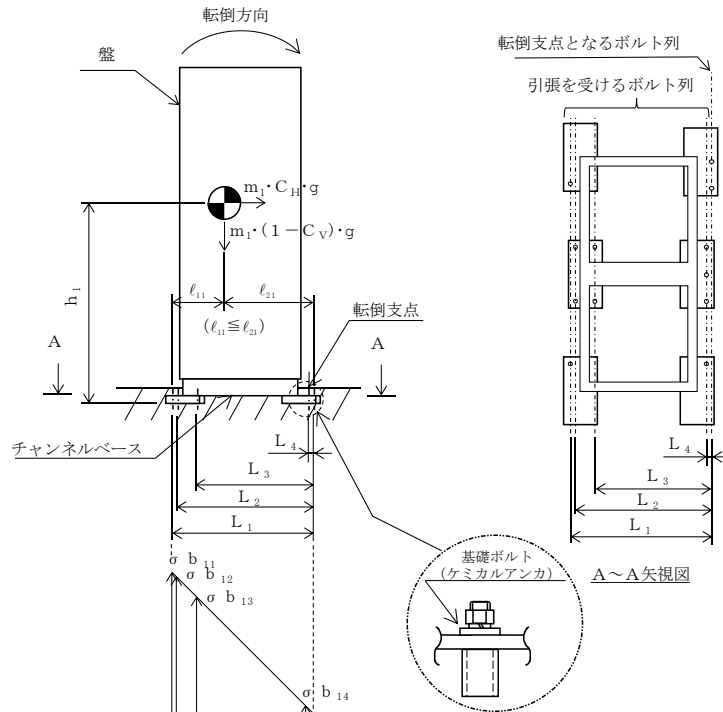


図5-1(3) 計算モデル

(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) \geq 0$ ,  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

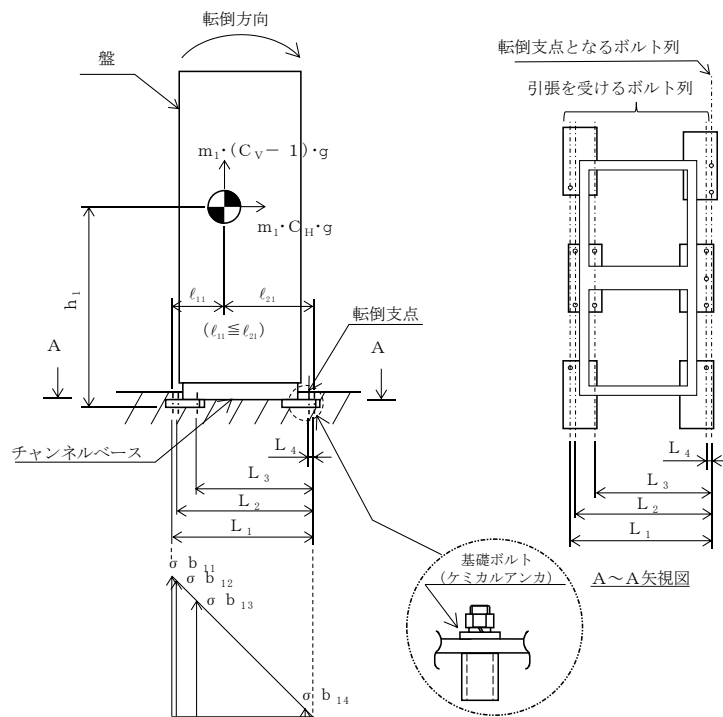


図5-1(4) 計算モデル

(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) < 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

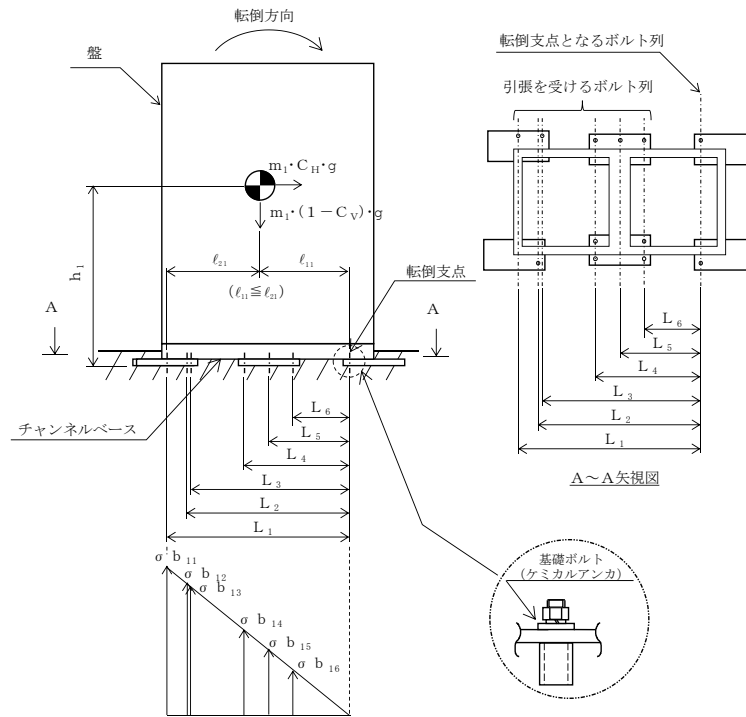


図5-1(5) 計算モデル

(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_v) \geq 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

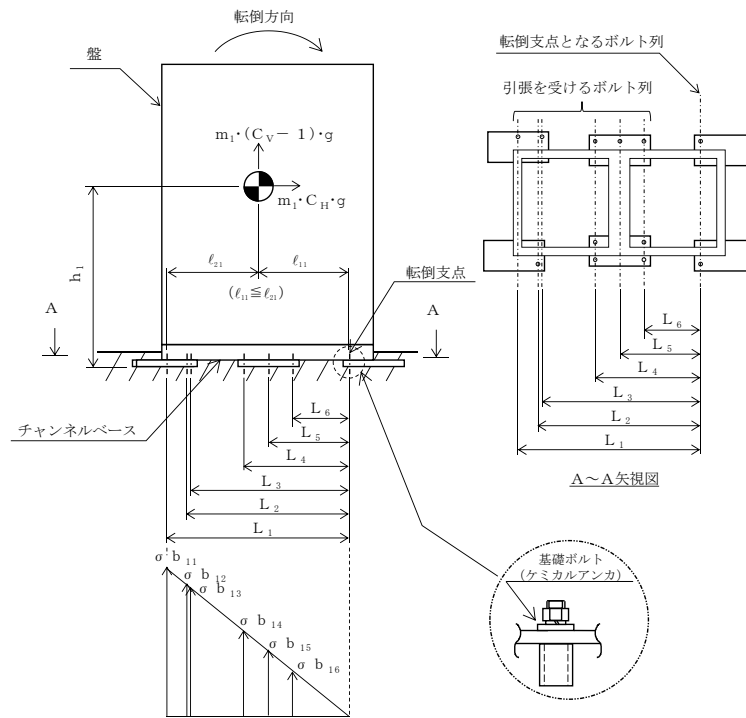


図5-1(6) 計算モデル

(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_v) < 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

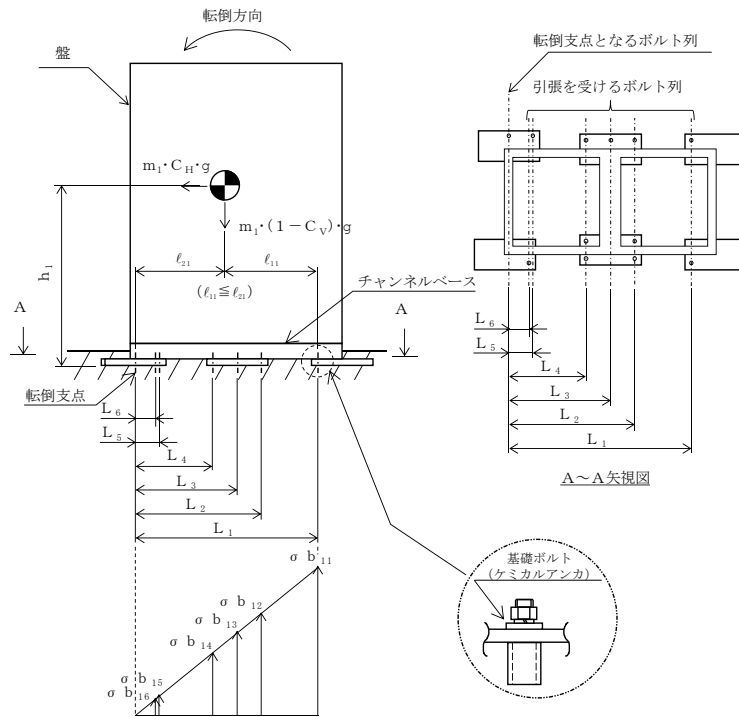


図5-1(7) 計算モデル

(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_v) \geq 0$ ,  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

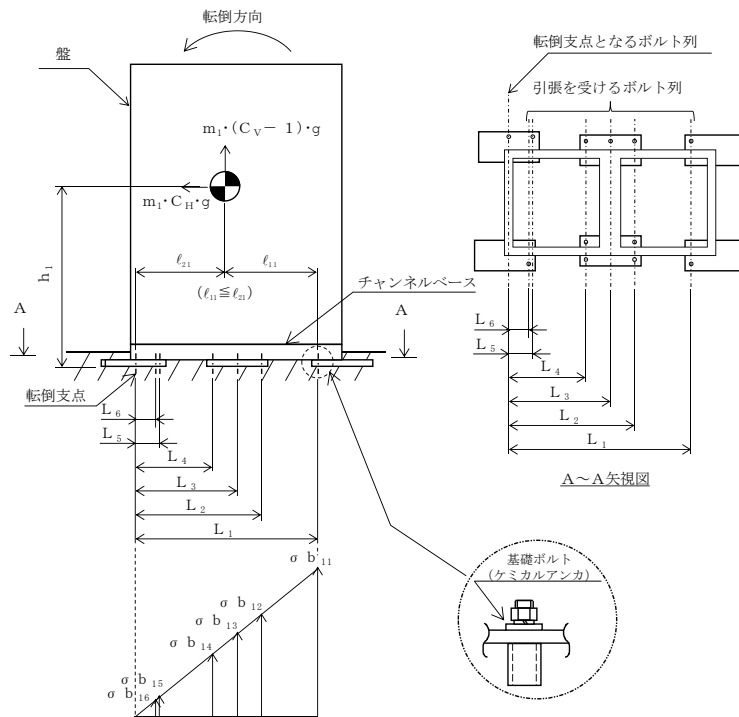


図5-1(8) 計算モデル

(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_v) < 0$ ,  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

## (1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は、図5-1(1)～図5-1(8)でそれぞれのボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列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)，図5-1(2)，図5-1(5)及び図5-1(6)の場合の引張力

$$F_{b11} = \frac{L_1 \cdot (m_1 \cdot C_H \cdot h_1 \cdot g - m_1 \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{11} \cdot g)}{N_{f1} \cdot L_1^2 + \dots + N_{fj} \cdot L_j^2} \dots \dots \dots (5.4.1.1.1)$$

計算モデル図5-1(3)，図5-1(4)，図5-1(7)及び図5-1(8)の場合の引張力

$$F_{b21} = \frac{L_1 \cdot (m_1 \cdot C_H \cdot h_1 \cdot g - m_1 \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{21} \cdot g)}{N_{f1} \cdot L_1^2 + \dots + N_{fj} \cdot L_j^2} \dots \dots \dots (5.4.1.1.2)$$

$$F_{b1} = \text{Max} (F_{b11}, F_{b21}) \dots \dots \dots (5.4.1.1.3)$$

引張応力

$$\sigma_{b1} = \frac{F_{b1}}{A_{b1}} \dots \dots \dots (5.4.1.1.4)$$

ここで、ボルトの軸断面積 $A_{b1}$ は次式により求める。

$$A_{b1} = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \dots \dots \dots (5.4.1.1.5)$$

## (2) せん断応力

基礎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

$$Q_{b1} = m_1 \cdot C_H \cdot g \dots \dots \dots (5.4.1.1.6)$$

せん断応力

$$\tau_{b1} = \frac{Q_{b1}}{n_1 \cdot A_{b1}} \dots \dots \dots (5.4.1.1.7)$$

5.4.1.2 取付ボルトの計算方法

取付ボルトの応力は，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。

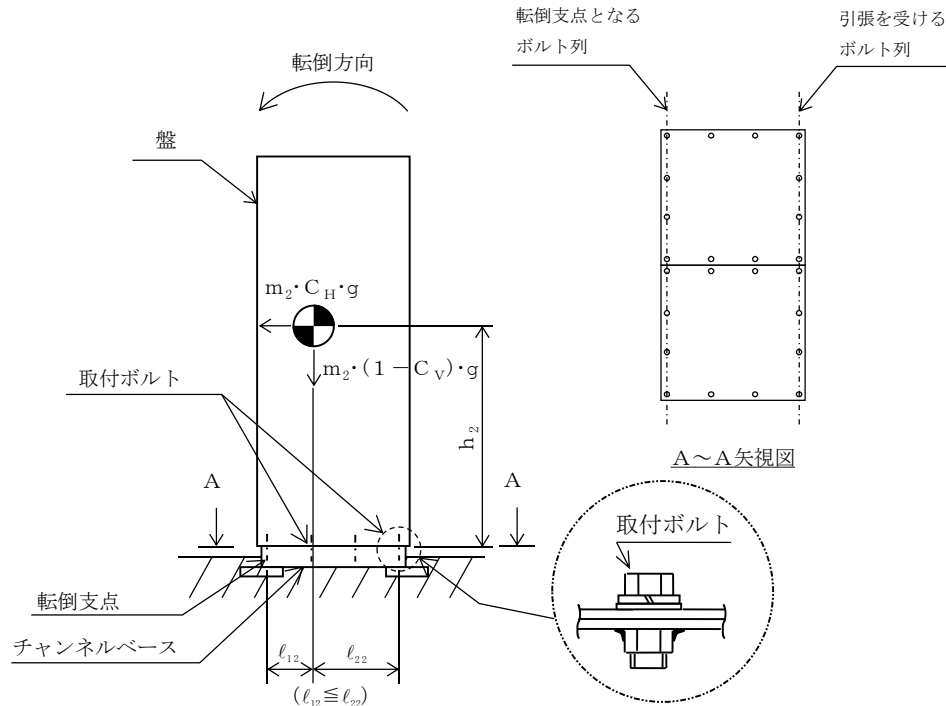


図5-2(1) 計算モデル  
(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) \geq 0$ の場合)

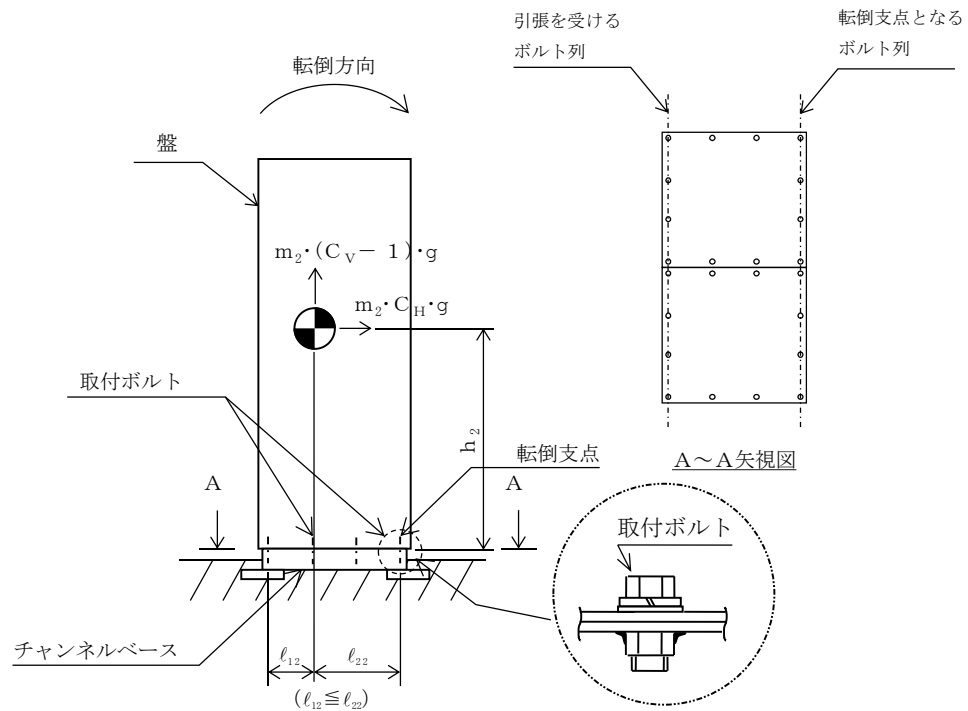


図5-2(2) 計算モデル  
(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) < 0$ の場合)

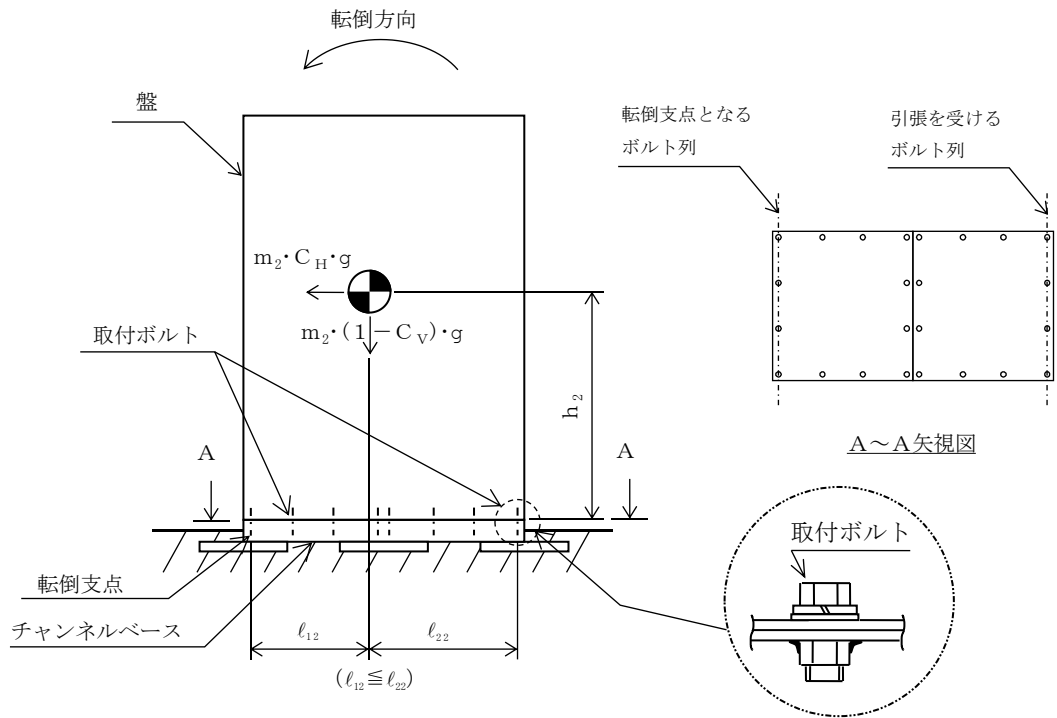


図5-2(3) 計算モデル  
(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_v) \geq 0$ の場合)

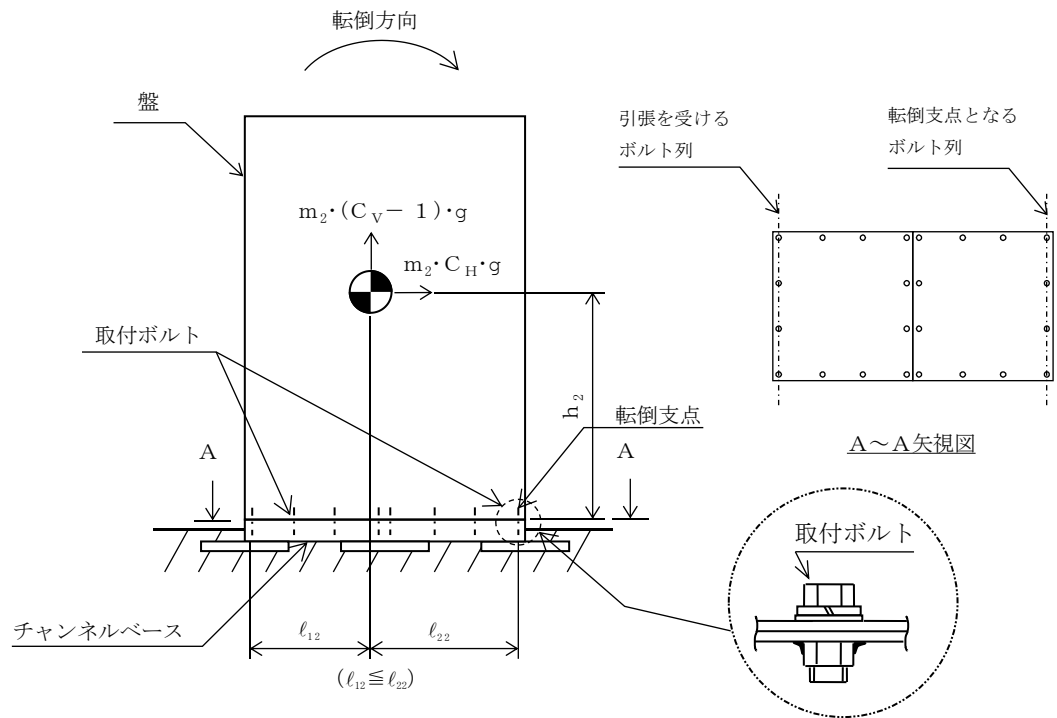


図5-2(4) 計算モデル  
(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_v) < 0$ の場合)

## (1) 引張応力

取付ボルトに対する引張力は、最も厳しい条件として図5-2(1)～図5-2(4)で最外列のボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列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5-2(1)及び5-2(3)の場合の引張力

$$F_{b2} = \frac{m_2 \cdot C_H \cdot h_2 \cdot g - m_2 \cdot (1 - C_V) \cdot l_{12} \cdot g}{n_{f2} \cdot (l_{12} + l_{22})} \dots\dots\dots (5.4.1.2.1)$$

計算モデル図5-2(2)及び5-2(4)の場合の引張力

$$F_{b2} = \frac{m_2 \cdot C_H \cdot h_2 \cdot g - m_2 \cdot (1 - C_V) \cdot l_{22} \cdot g}{n_{f2} \cdot (l_{12} + l_{22})} \dots\dots\dots (5.4.1.2.2)$$

引張応力

$$\sigma_{b2} = \frac{F_{b2}}{A_{b2}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.3)$$

ここで、ボルトの軸断面積 $A_{b2}$ は次式により求める。

$$A_{b2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \dots\dots\dots (5.4.1.2.4)$$

ただし、 $F_{b2}$ が負のとき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

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

$$Q_{b2} = m_2 \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.2.5)$$

せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{Q_{b2}}{n_2 \cdot A_{b2}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.6)$$

## 5.5 計算条件

### 5.5.1 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【窒素ガス制御盤（2-929-2）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 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【窒素ガス制御盤（2-929-2）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項で求めたボルトの引張応力 $\sigma_{bi}$ は次式より求めた許容組合せ応力 $f_{tsi}$ 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 $\tau_{bi}$ 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。

	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. 機能維持評価

### 6.1 電氣的機能維持評価方法

窒素ガス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VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動 $S_s$ により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

窒素ガス制御盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

機器名称	方向	機能確認済加速度
窒素ガス制御盤 (2-929-2)	水平	□
	鉛直	□

## 7. 評価結果

### 7.1 設計基準対象施設としての評価結果

窒素ガス制御盤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、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【窒素ガス制御盤（2-929-2）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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
窒素ガス制御盤 (2-929-2)	S	制御室建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>	0.05 以下	0.05 以下	C <sub>H</sub> =1.71 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.77 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =3.41 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.58 <sup>*3</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1437	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	24	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	L <sub>j</sub> (mm)	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	N <sub>fj</sub>	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
							弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	下表に示す	380	630	下表に示す	211	253	短辺方向	短辺方向
	下表に示す	680	695	下表に示す				

注記\*：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。

基礎ボルト (短辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>
	1010	980	830	10
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>	N <sub>f3</sub>	N <sub>f4</sub>
	2	2	2	4

基礎ボルト (長辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>6</sub>
	1375	1200	1175	800	600	400
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>	N <sub>f3</sub>	N <sub>f4</sub>	N <sub>f5</sub>	N <sub>f6</sub>
	1	1	1	3	1	3

部材	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	n <sub>fi</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	270	510	8	211	253	短辺方向	長辺方向
	685	845	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	$\sigma_{b1}=38$	$f_{ts1}=126^*$	$\sigma_{b1}=86$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	$\tau_{b1}=13$	$f_{sb1}=97$	$\tau_{b1}=25$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=27$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=63$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=11$	$f_{sb2}=146$

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。

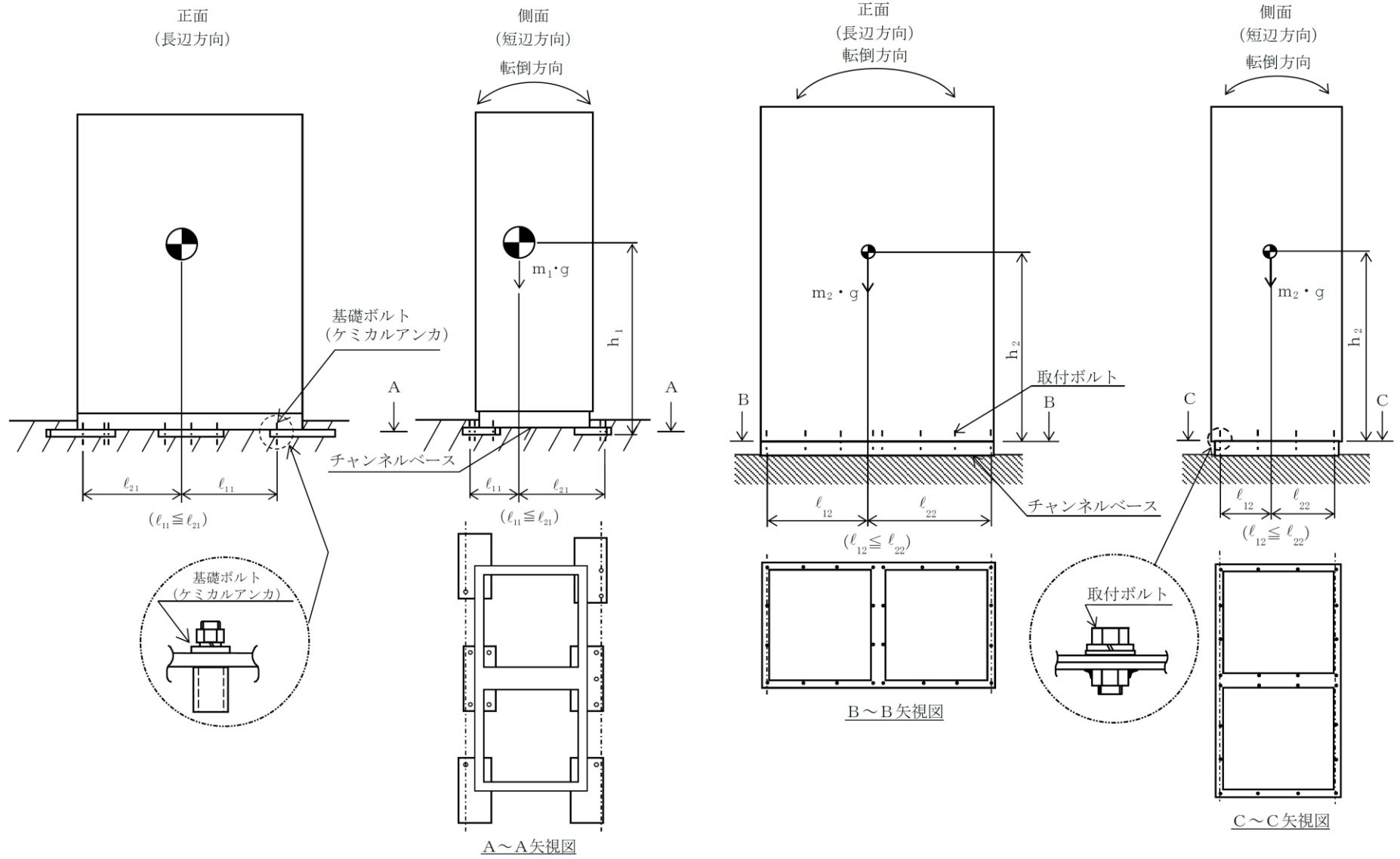
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
窒素ガス制御盤 (2-929-2)	水平方向	2.84	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-23 燃料プール冷却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	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	6
3. 評価部位	7
4. 固有周期	7
4.1 固有周期の確認	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
5.3 設計用地震力	12
5.4 計算方法	13
5.5 計算条件	18
5.6 応力の評価	19
6. 機能維持評価	20
6.1 電氣的機能維持評価方法	20
7. 評価結果	21
7.1 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、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、燃料プール冷却制御盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

燃料プール冷却制御盤は、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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

燃料プール冷却制御盤の構造計画を表 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>燃料プール冷却制御盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</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>(正面図)</p> <p>(側面図)</p>

(単位：mm)

## 2.2 評価方針

燃料プール冷却制御盤の応力評価は、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」にて示す燃料プール冷却制御盤の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で測定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。また、燃料プール冷却制御盤の機能維持評価は、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、機能維持評価用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。

燃料プール冷却制御盤の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

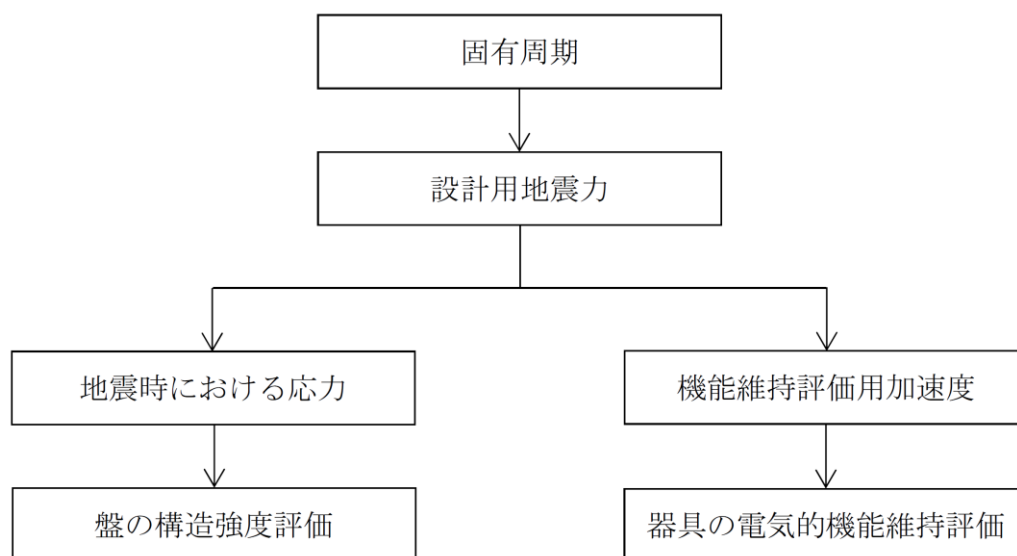


図 2-1 燃料プール冷却制御盤の耐震評価フロー

### 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。

- ・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）
- ・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
$A_{bi}$	ボルトの軸断面積* <sup>1</sup>	mm <sup>2</sup>
$C_H$	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* <sup>1</sup>	mm
$F_i$	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$F_i^*$	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$F_{bi}$	ボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$F_{b1i}$	$l_{1i}$ 側を転倒支点とする場合のボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$F_{b2i}$	$l_{2i}$ 側を転倒支点とする場合のボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$f_{sbi}$	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* <sup>1</sup>	MPa
$f_{toi}$	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* <sup>1</sup>	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 (許容組合せ応力) * <sup>1</sup>	MPa
$g$	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
$h_i$	据付面又は取付面から重心までの距離* <sup>2</sup>	mm
$l_{1i}$	重心とボルト間の水平方向距離* <sup>1, *3</sup>	mm
$l_{2i}$	重心とボルト間の水平方向距離* <sup>1, *3</sup>	mm
$L_j$	転倒支点とボルト $j$ 間の距離* <sup>4</sup>	mm
$m_i$	盤の質量* <sup>2</sup>	kg
$n_i$	ボルトの本数* <sup>1</sup>	—
$n_{fi}$	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 (直立形) * <sup>1</sup>	—
$N_{fj}$	評価上引張力を受けるとして期待する転倒支点からの距離 $L_j$ のボルトの本数* <sup>4</sup>	—
$Q_{bi}$	ボルトに作用するせん断力* <sup>1</sup>	N
$S_{ui}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$S_{yi}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値* <sup>1</sup>	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°Cにおける値* <sup>1</sup>	MPa
$\pi$	円周率	—
$\sigma_{bi}$	ボルトに生じる引張応力* <sup>1</sup>	MPa
$\sigma_{bij}$	転倒支点から距離が等しい列のボルト群に作用する引張応力* <sup>1, *4</sup>	MPa
$\tau_{bi}$	ボルトに生じるせん断応力* <sup>1</sup>	MPa

注記\*1:  $A_{bi}$ ,  $d_i$ ,  $F_i$ ,  $F_i^*$ ,  $F_{bi}$ ,  $F_{b1i}$ ,  $F_{b2i}$ ,  $f_{sbi}$ ,  $f_{toi}$ ,  $f_{tsi}$ ,  $l_{1i}$ ,  $l_{2i}$ ,  $n_i$ ,  $n_{fi}$ ,  $Q_{bi}$ ,  $S_{ui}$ ,  $S_{yi}$ ,  $S_{yi}(RT)$ ,  $\sigma_{bi}$ ,  $\sigma_{bij}$ 及び $\tau_{bi}$ 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:  $l_{1i} \leq l_{2i}$

\*4:  $L_j$ ,  $N_{fj}$  及び  $\sigma_{bij}$  の添字  $j$  の意味は、以下のとおりとする。

評価上引張力を受けるとして期待する転倒支点から距離が等しいボルト群を  $1 \sim j$  で示す。

## 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
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 <sup>2</sup>	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

燃料プール冷却制御盤の耐震評価は、「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及び取付ボルトについて実施する。

燃料プール冷却制御盤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 固有周期の確認

燃料プール冷却制御盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 4-1 に示す。

表 4-1 固有周期 (単位：s)

水平	0.05 以下
鉛直	0.05 以下



## 5. 構造強度評価

### 5.1 構造強度評価方法

- (1) 盤の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は盤に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。  
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 盤は取付ボルトでチャンネルベースに固定されており、固定端とする。
- (4) チャンネルベースは基礎ボルトで基礎に固定されており、固定端とする。
- (5) 転倒方向は、長辺方向及び短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) 盤の重心位置については、転倒方向を考慮して、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行う。
- (7) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 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

燃料プール冷却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の評価に用いるものを表 5-1 に示す。

#### 5.2.2 許容応力

燃料プール冷却制御盤の許容応力は、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

燃料プール冷却制御盤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
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	燃料プール冷却制御盤	常設耐震／防止	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVAS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 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	せん断
IV <sub>A</sub> S	1.5・f <sub>t</sub> * 1.5・f <sub>s</sub> *	1.5・f <sub>s</sub> *
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてIV <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\*：SS400 相当

### 5.3 設計用地震力

燃料プール冷却制御盤の設計用地震力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。

「基準地震動S<sub>s</sub>」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表5-4 設計用地震力（重大事故等対処設備）

機器名称	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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>	
		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
燃料プール 冷却制御盤 (2-930)	制御室建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>	0.05以下	0.05以下	—	—	C <sub>H</sub> =2.36 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =1.06 <sup>*2</sup>

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度I（基準地震動S<sub>s</sub>）

## 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。

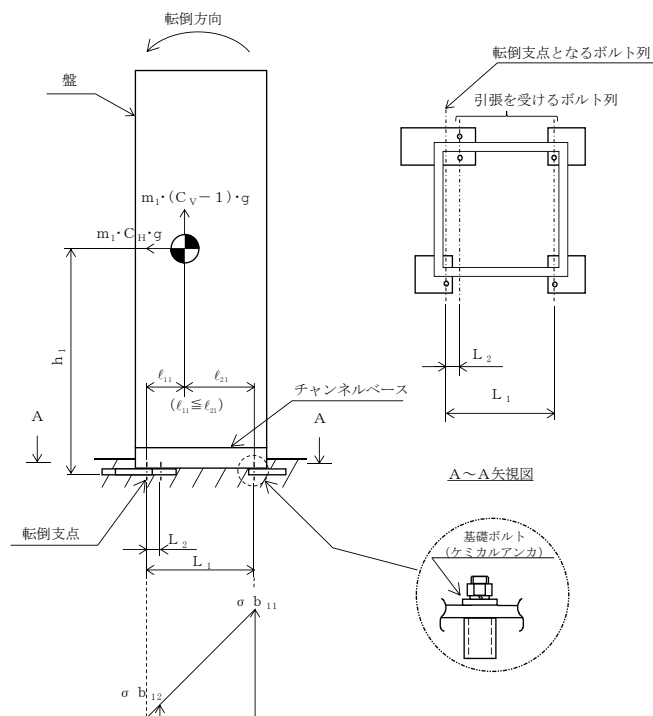


図5-1(1) 計算モデル  
(直立形 短辺方向転倒  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

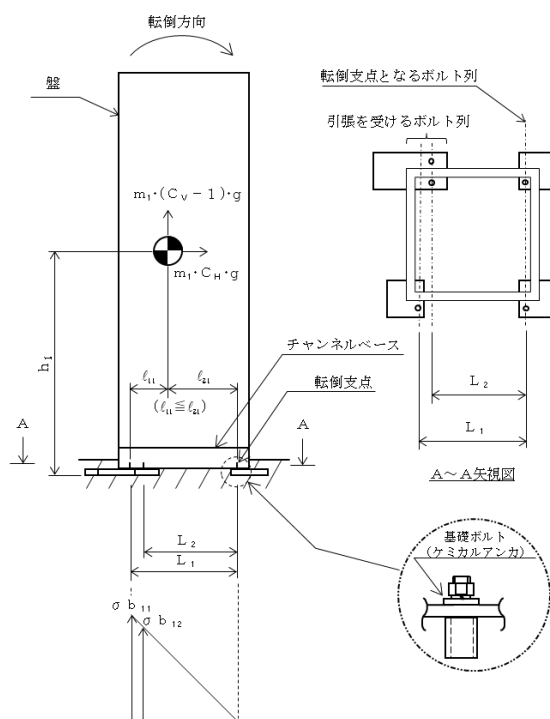


図5-1(2) 計算モデル  
(直立形 短辺方向転倒  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

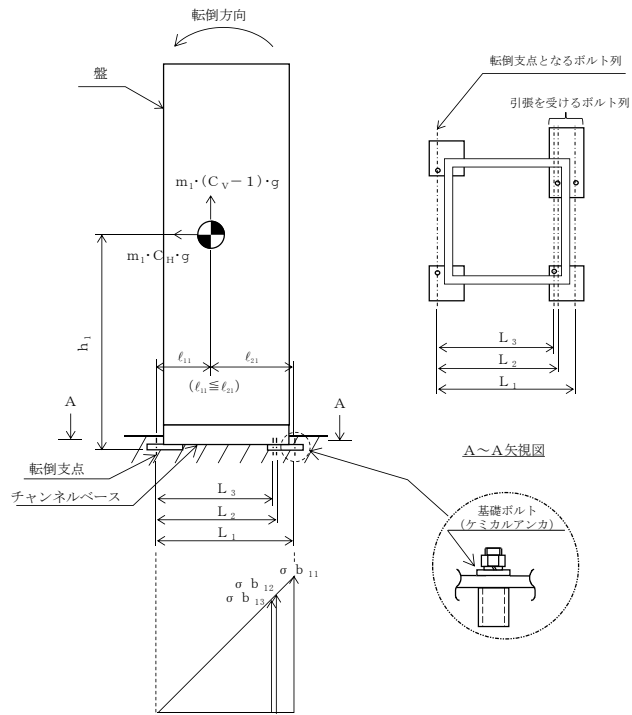


図5-1(3) 計算モデル  
(直立形 長辺方向転倒  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

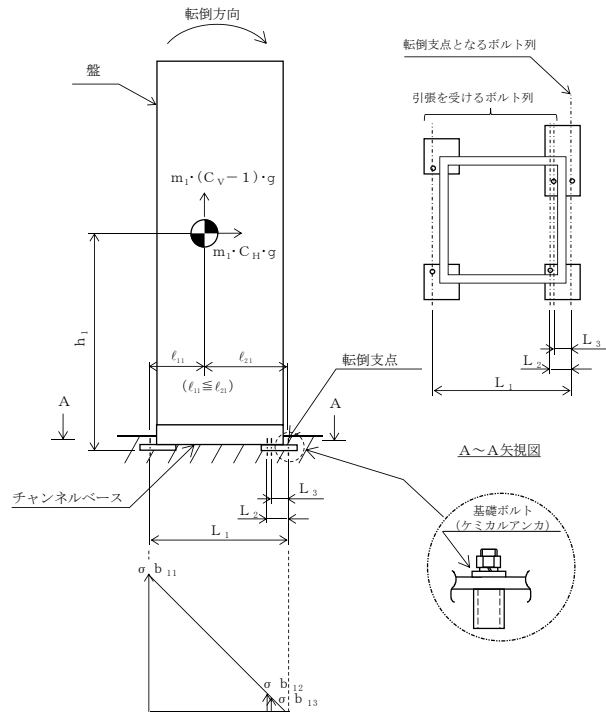


図5-1(4) 計算モデル  
(直立形 長辺方向転倒  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

## (1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は、図5-1(1)～図5-1(4)でそれぞれのボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列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5-1(3)の場合の引張力

$$F_{b11} = \frac{L_1 \cdot (m_1 \cdot C_H \cdot h_1 \cdot g - m_1 \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{11} \cdot g)}{N_{f1} \cdot L_1^2 + \dots + N_{fj} \cdot L_j^2} \dots \dots \dots (5.4.1.1.1)$$

計算モデル図5-1(2)及び図5-1(4)の場合の引張力

$$F_{b21} = \frac{L_1 \cdot (m_1 \cdot C_H \cdot h_1 \cdot g - m_1 \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{21} \cdot g)}{N_{f1} \cdot L_1^2 + \dots + N_{fj} \cdot L_j^2} \dots \dots \dots (5.4.1.1.2)$$

$$F_{b1} = \text{Max} (F_{b11}, F_{b21}) \dots \dots \dots (5.4.1.1.3)$$

引張応力

$$\sigma_{b1} = \frac{F_{b1}}{A_{b1}} \dots \dots \dots (5.4.1.1.4)$$

ここで、ボルトの軸断面積 $A_{b1}$ は次式により求める。

$$A_{b1} = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \dots \dots \dots (5.4.1.1.5)$$

## (2) せん断応力

基礎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

$$Q_{b1} = m_1 \cdot C_H \cdot g \dots \dots \dots (5.4.1.1.6)$$

せん断応力

$$\tau_{b1} = \frac{Q_{b1}}{n_1 \cdot A_{b1}} \dots \dots \dots (5.4.1.1.7)$$



5.4.1.2 取付ボルトの計算方法

取付ボルトの応力は，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。

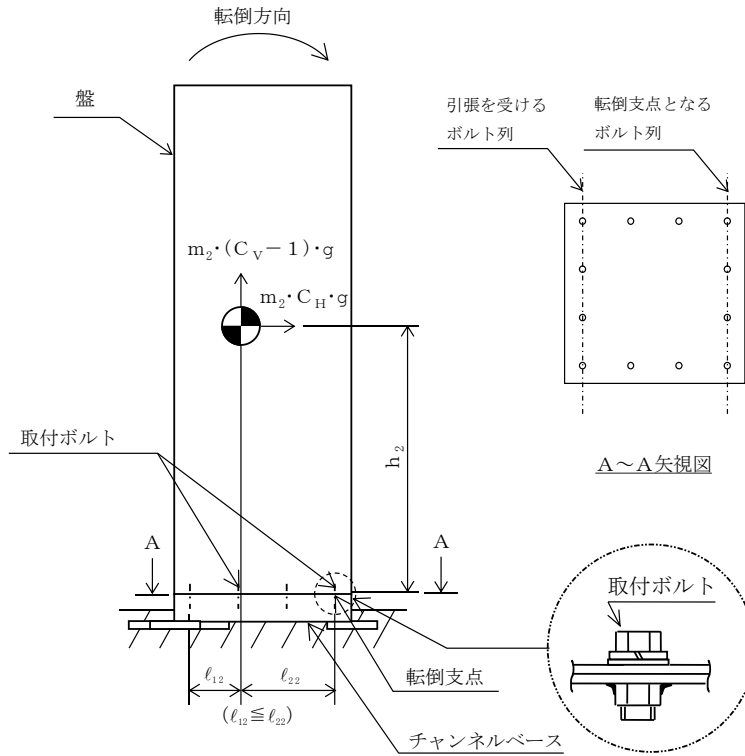


図5-2(1) 計算モデル  
(直立形 短辺方向転倒の場合)

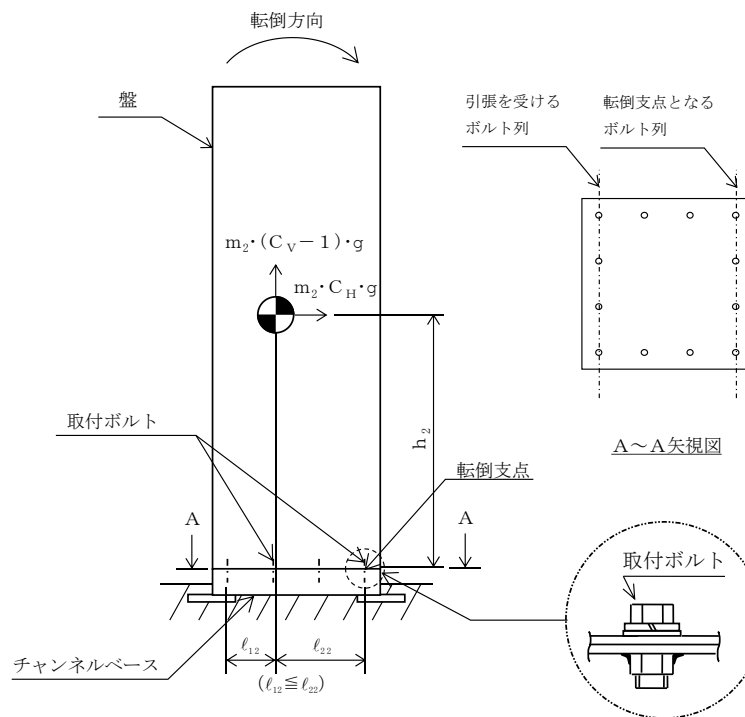


図5-2(2) 計算モデル  
(直立形 長辺方向転倒の場合)

(1) 引張応力

取付ボルトに対する引張力は、最も厳しい条件として図5-2(1)及び図5-2(2)で最外列のボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列のボルトで受けるものとして計算する。

引張力

$$F_{b2} = \frac{m_2 \cdot C_H \cdot h_2 \cdot g - m_2 \cdot (1 - C_V) \cdot l_{22} \cdot g}{n_{f2} \cdot (l_{12} + l_{22})} \dots\dots\dots (5.4.1.2.1)$$

引張応力

$$\sigma_{b2} = \frac{F_{b2}}{A_{b2}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.2)$$

ここで、ボルトの軸断面積  $A_{b2}$  は次式により求める。

$$A_{b2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \dots\dots\dots (5.4.1.2.3)$$

ただし、 $F_{b2}$  が負のとき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

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

$$Q_{b2} = m_2 \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.2.4)$$

せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{Q_{b2}}{n_2 \cdot A_{b2}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.5)$$

## 5.5 計算条件

### 5.5.1 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【燃料プール冷却制御盤(2-930)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 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【燃料プール冷却制御盤(2-930)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項で求めたボルトの引張応力 $\sigma_{bi}$ は次式より求めた許容組合せ応力 $f_{tsi}$ 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 $\tau_{bi}$ 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 $f_{sbi}$	$\frac{F_i^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

## 6. 機能維持評価

### 6.1 電氣的機能維持評価方法

燃料プール冷却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VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動  $S_s$  により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

燃料プール冷却制御盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

機器名称	方向	機能確認済加速度
燃料プール冷却制御盤 (2-930)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>

## 7. 評価結果

### 7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

燃料プール冷却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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【燃料プール冷却制御盤（2-930）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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
燃料プール冷却制御盤 (2-930)	常設耐震/防止	制御室建物 EL 16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =2.36*2	C <sub>V</sub> =1.06*2	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1437	16 (M16)	201.1	5	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	L <sub>j</sub> (mm)	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	N <sub>fj</sub>	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
							弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	下表に示す	265	345	下表に示す	—	253	—	短辺方向
	下表に示す	395	590	下表に示す				

注記\*：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。

基礎ボルト (短辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>
	610	105
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>
	2	2

基礎ボルト (長辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>
	985	170	150
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>	N <sub>f3</sub>
	2	1	1

部材	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	325	405	4	—	253	—	短辺方向
	270	510	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b1}=115$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=20$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=42$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=146$

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。

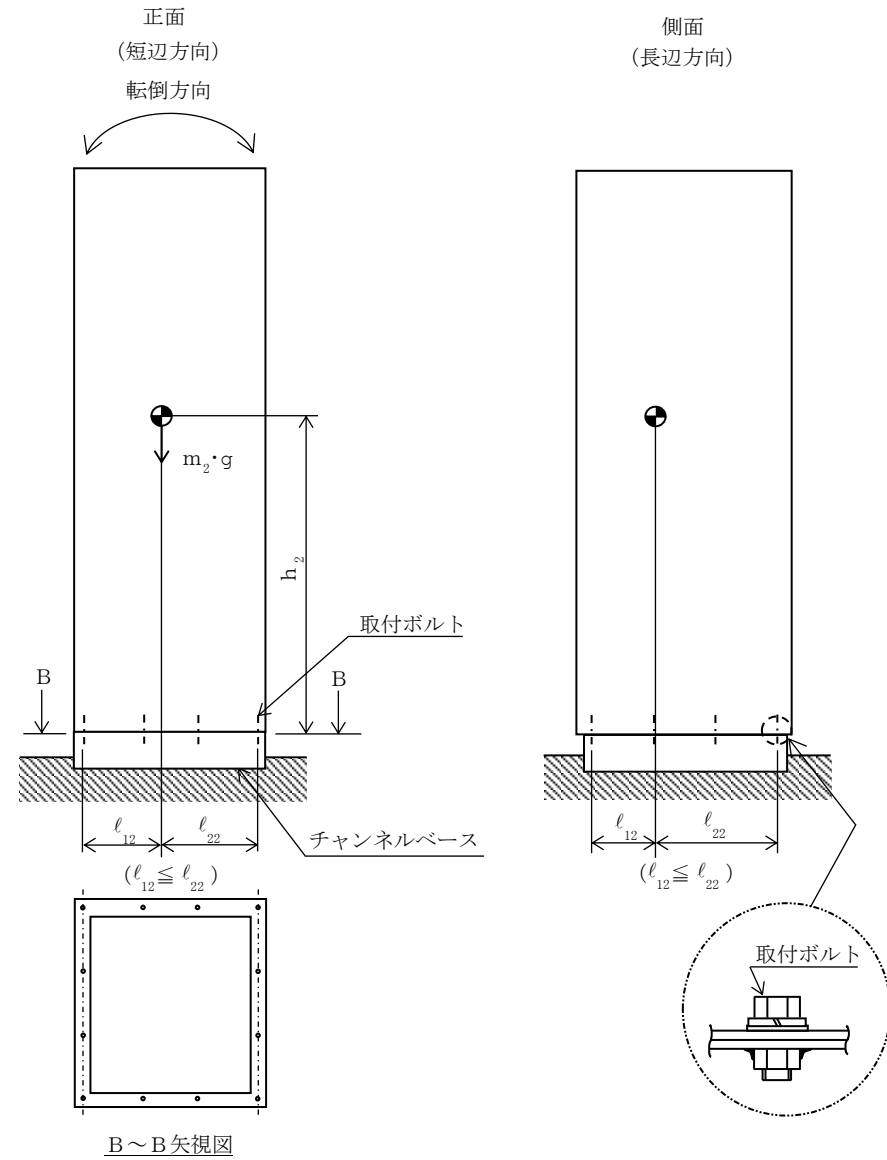
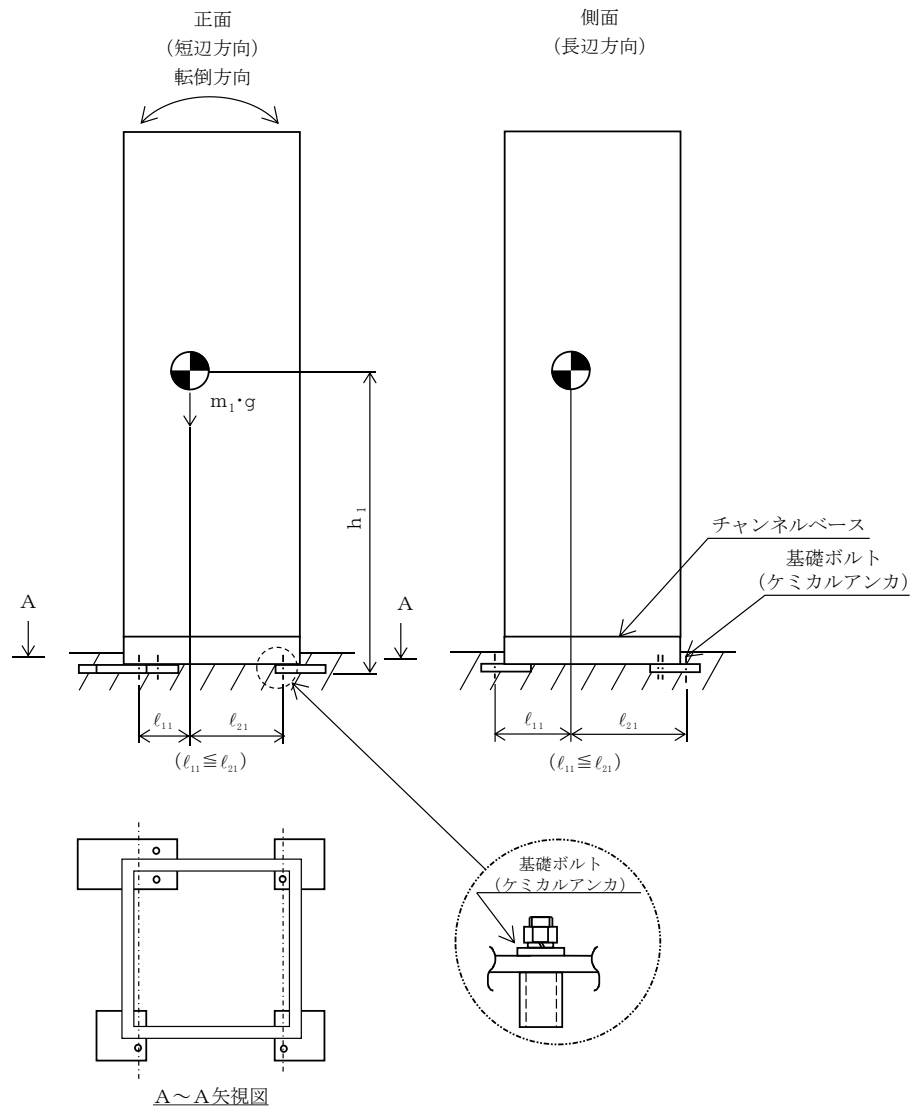
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
燃料プール冷却制御盤 (2-930)	水平方向	2.84	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-24 A-原子炉プロセス計測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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、A-原子炉プロセス計測盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

A-原子炉プロセス計測盤は、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。

なお、A-原子炉プロセス計測盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

A-原子炉プロセス計測盤の構造計画を表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>A-原子炉プロセス計測盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</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>(正面図) (側面図)</p>
		(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

A-原子炉プロセス計測盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

A-原子炉プロセス計測盤 (2-934A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

A-原子炉プロセス計測盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

A-原子炉プロセス計測盤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。

###### 4.2.2 許容応力

A-原子炉プロセス計測盤の許容応力は、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

A-原子炉プロセス計測盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【A-原子炉プロセス計測盤（2-934A）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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-原子炉プロセス計測盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-原子炉プロセス計測盤	常設／防止 (DB拡張)	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「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。

\*<sup>2</sup>：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。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

A-原子炉プロセス計測盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

A-原子炉プロセス計測盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体のサインビート波加振試験又は当該器具と類似の器具単体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評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
A-原子炉プロセス計測盤 (2-934A)	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

A-原子炉プロセス計測盤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、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

A-原子炉プロセス計測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を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【A-原子炉プロセス計測盤 (2-934A) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
A-原子炉プロセス計測盤 (2-934A)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9* <sup>1</sup>			C <sub>H</sub> =1.25* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =0.68* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =1.88* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.46* <sup>3</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	36	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	300	480	12	211	253	短辺方向	長辺方向
	1045	1285	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=20$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=39$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

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
A-原子炉プロセス 計測盤 (2-934A)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 (℃)
			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	
A-原子炉プロセス計測盤 (2-934A)	常設/防止 (DB拡張)	廃棄物処理建物 EL 16.9*1	□	□	—	—	$C_H=1.88^{*2}$	$C_V=1.46^{*2}$	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度II（基準地震動 S s）

2.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{b_i}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{y_i}$ (MPa)	$S_{u_i}$ (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1300	16 (M16)	201.1	36	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$n_{fi}^*$	$F_i$ (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)	300	480	12	—	253	—	長辺方向
	1045	1285	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=39$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

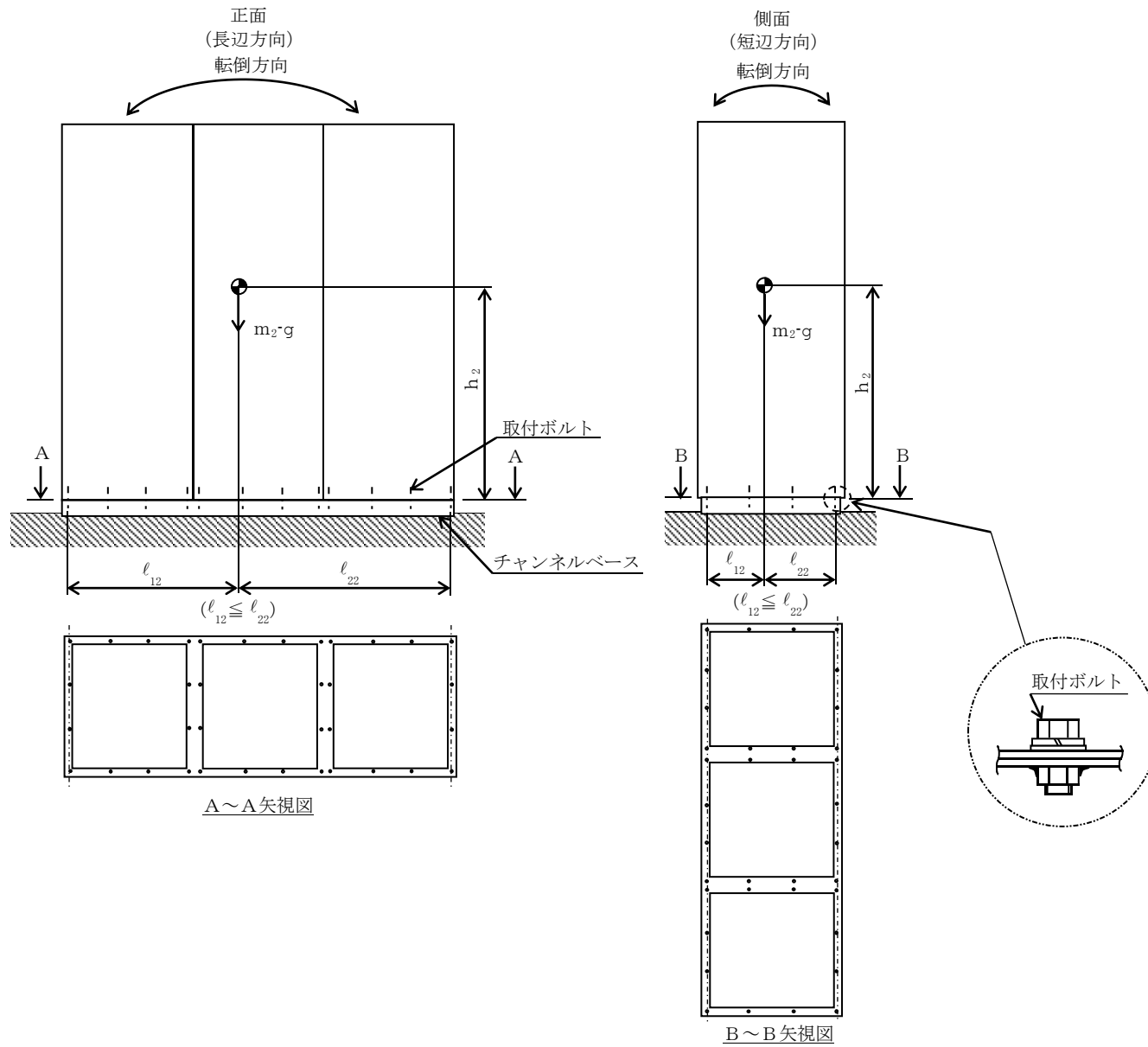
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-原子炉プロセス 計測盤 (2-934A)	水平方向	1.56	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.22	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-25 B-原子炉プロセス計測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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、B-原子炉プロセス計測盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

B-原子炉プロセス計測盤は、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。

なお、B-原子炉プロセス計測盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

B-原子炉プロセス計測盤の構造計画を表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>B-原子炉プロセス計測盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</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>(正面図) (側面図)</p>
		(単位 : mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

B-原子炉プロセス計測盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

B-原子炉プロセス計測盤 (2-934B)	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

B-原子炉プロセス計測盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

B-原子炉プロセス計測盤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。

###### 4.2.2 許容応力

B-原子炉プロセス計測盤の許容応力は、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

B-原子炉プロセス計測盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【B-原子炉プロセス計測盤 (2-934B) 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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B-原子炉プロセス計測盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B-原子炉プロセス計測盤	常設／防止 (DB拡張)	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「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。

\*<sup>2</sup>：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。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

B-原子炉プロセス計測盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

B-原子炉プロセス計測盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体のサインビート波加振試験又は当該器具と類似の器具単体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評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
B-原子炉プロセス計測盤 (2-934B)	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

B-原子炉プロセス計測盤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、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

B-原子炉プロセス計測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を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【B-原子炉プロセス計測盤 (2-934B) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
B-原子炉プロセス計測盤 (2-934B)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9* <sup>1</sup>	0.05 以下	0.05 以下	C <sub>H</sub> =1.25* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =0.68* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =1.88* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =1.46* <sup>3</sup>	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	24	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	300	480	8	211	253	短辺方向	長辺方向
	685	845	4				

注記\*: 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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=20$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=37$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-原子炉プロセス 計測盤 (2-934E)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 (℃)
			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	
B-原子炉プロセス計測盤 (2-934B)	常設/防止 (DB拡張)	廃棄物処理建物 EL 16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.88*2	C <sub>V</sub> =1.46*2	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度II (基準地震動 S s)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	24	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (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)	300	480	8	—	253	—	長辺方向
	685	845	4				

注記\*: 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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=37$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

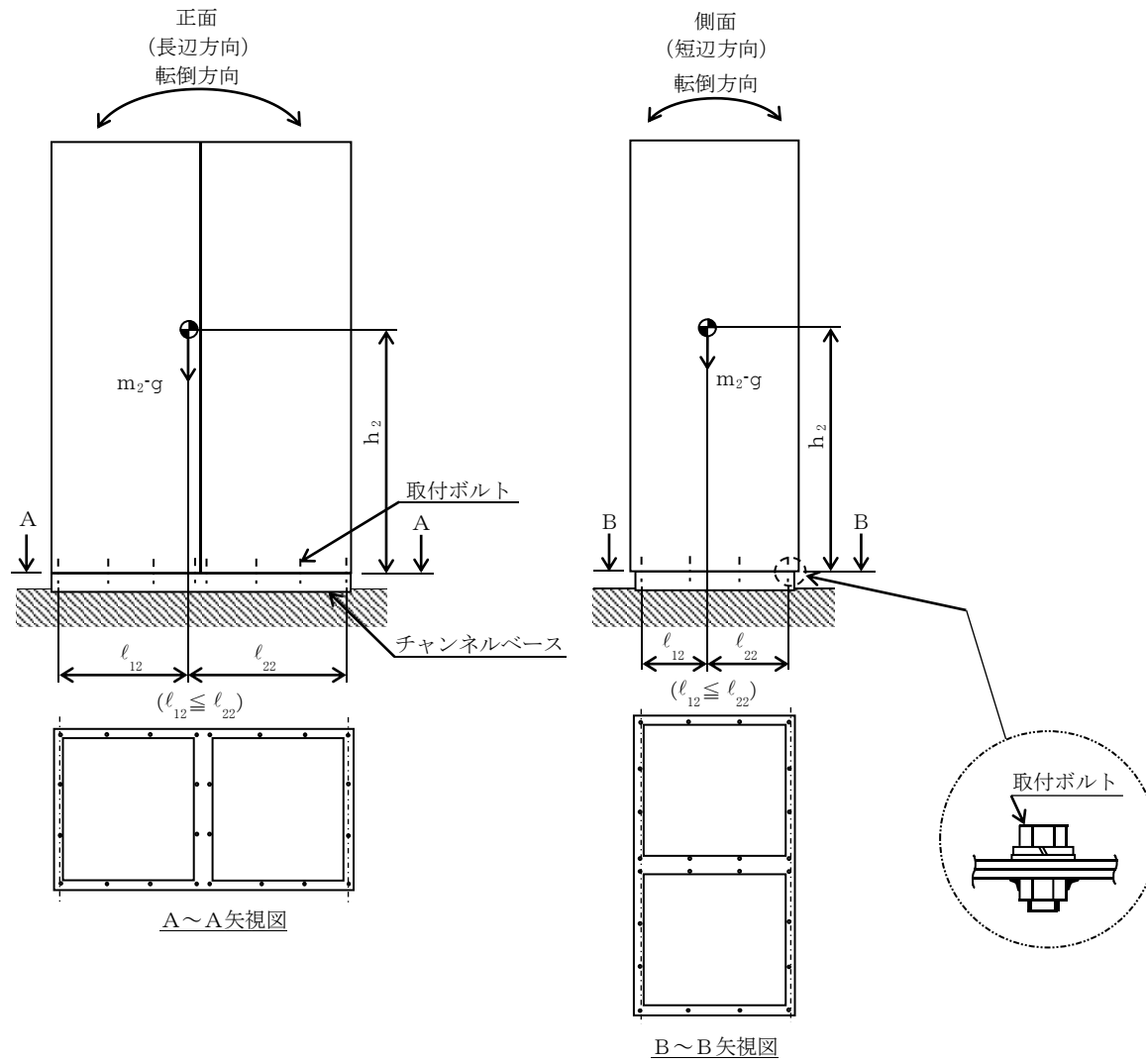
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-原子炉プロセス 計測盤 (2-934B)	水平方向	1.56	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.22	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-26 共通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	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	6
3. 評価部位	7
4. 固有周期	7
4.1 基本方針	7
4.2 固有周期の確認方法	7
4.3 固有周期の確認結果	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
5.3 設計用地震力	12
5.4 計算方法	13
5.5 計算条件	21
5.6 応力の評価	22
6. 機能維持評価	23
6.1 電氣的機能維持評価方法	23
7. 評価結果	24
7.1 設計基準対象施設としての評価結果	24
7.2 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、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、共通盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

共通盤は、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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

共通盤の構造計画を表 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>共通盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。</p> <p>チャンネルベースは、溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトで基礎に設置する。</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>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位 : mm)</p>

## 2.2 評価方針

共通盤の応力評価は、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」にて示す共通盤の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で測定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。また、共通盤の機能維持評価は、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、機能維持評価用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。

共通盤の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

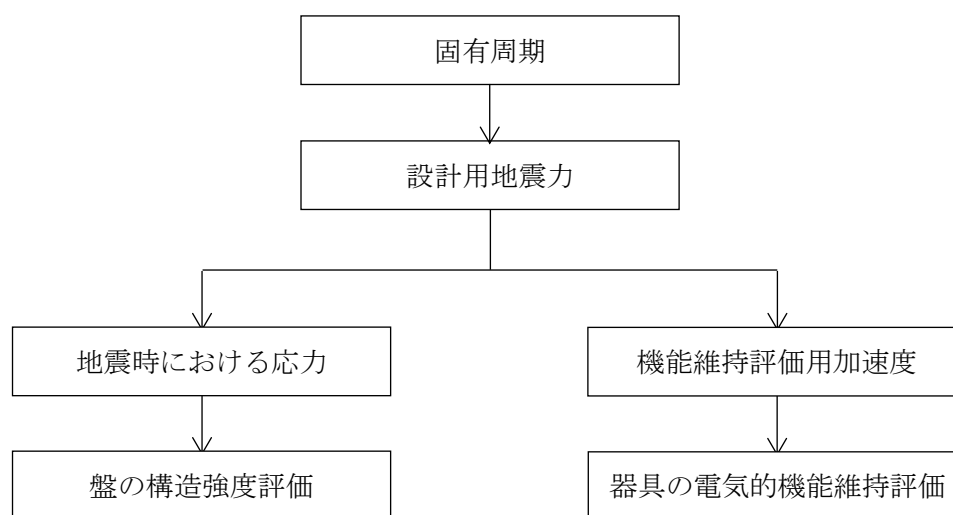


図 2-1 共通盤の耐震評価フロー

### 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。

- ・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）
- ・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
$A_{bi}$	ボルトの軸断面積* <sup>1</sup>	mm <sup>2</sup>
$C_H$	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* <sup>1</sup>	mm
$F_i$	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$F_i^*$	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$F_{bi}$	ボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$F_{b1i}$	$l_{1i}$ 側を転倒支点とする場合のボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$F_{b2i}$	$l_{2i}$ 側を転倒支点とする場合のボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$f_{sbi}$	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* <sup>1</sup>	MPa
$f_{toi}$	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* <sup>1</sup>	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 (許容組合せ応力) * <sup>1</sup>	MPa
$g$	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
$h_i$	据付面又は取付面から重心までの距離* <sup>2</sup>	mm
$l_{1i}$	重心とボルト間の水平方向距離* <sup>1, *3</sup>	mm
$l_{2i}$	重心とボルト間の水平方向距離* <sup>1, *3</sup>	mm
$L_j$	転倒支点とボルト $j$ 間の距離* <sup>4</sup>	mm
$m_i$	盤の質量* <sup>2</sup>	kg
$n_i$	ボルトの本数* <sup>1</sup>	—
$n_{fi}$	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 (直立形) * <sup>1</sup>	—
$N_{fj}$	評価上引張力を受けるとして期待する転倒支点からの距離 $L_j$ のボルトの本数* <sup>4</sup>	—
$Q_{bi}$	ボルトに作用するせん断力* <sup>1</sup>	N
$S_{ui}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$S_{yi}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値* <sup>1</sup>	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°Cにおける値* <sup>1</sup>	MPa
$\pi$	円周率	—
$\sigma_{bi}$	ボルトに生じる引張応力* <sup>1</sup>	MPa
$\sigma_{bij}$	転倒支点から距離が等しい列のボルト群に作用する引張応力* <sup>1, *4</sup>	MPa
$\tau_{bi}$	ボルトに生じるせん断応力* <sup>1</sup>	MPa

注記\*1:  $A_{bi}$ ,  $d_i$ ,  $F_i$ ,  $F_i^*$ ,  $F_{bi}$ ,  $F_{b1i}$ ,  $F_{b2i}$ ,  $f_{sbi}$ ,  $f_{toi}$ ,  $f_{tsi}$ ,  $l_{1i}$ ,  $l_{2i}$ ,  $n_i$ ,  $n_{fi}$ ,  $Q_{bi}$ ,  $S_{ui}$ ,  $S_{yi}$ ,  $S_{yi}(RT)$ ,  $\sigma_{bi}$ ,  $\sigma_{bij}$ 及び $\tau_{bi}$ 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:  $l_{1i} \leq l_{2i}$

\*4:  $L_j$ ,  $N_{fj}$  及び  $\sigma_{bij}$  の添字  $j$  の意味は、以下のとおりとする。

評価上引張力を受けるとして期待する転倒支点から距離が等しいボルト群を  $1 \sim j$  で示す。

## 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
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 <sup>2</sup>	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

共通盤の耐震評価は、「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及び取付ボルトについて実施する。

共通盤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 基本方針

共通盤の固有周期は、振動試験（自由振動試験）にて求める。

#### 4.2 固有周期の確認方法

プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、固有周期を確認する。共通盤の外形図を表 2-1 の概略構造図に示す。

#### 4.3 固有周期の確認結果

固有周期の確認結果を表 4-1 に示す。試験の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 4-1 固有周期 (単位：s)

水平			
鉛直			

## 5. 構造強度評価

### 5.1 構造強度評価方法

- (1) 盤の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は盤に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。  
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 盤は取付ボルトでチャンネルベースに固定されており、固定端とする。
- (4) チャンネルベースは基礎ボルトで基礎に固定されており、固定端とする。
- (5) 転倒方向は、長辺方向及び短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) 盤の重心位置については、転倒方向を考慮して、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行う。
- (7) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 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

共通盤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

共通盤の許容応力は、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

共通盤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
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	共通盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	共通盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界 を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「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。

\*<sup>2</sup>：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。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
Ⅴ <sub>A</sub> S (Ⅴ <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100 mm)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100 mm)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

注記\* : SS400 相当

### 5.3 設計用地震力

共通盤の設計用地震力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。

「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、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」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）

機器名称	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
共通盤 (2-965-2)	制御室建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>	□	□	$C_H=1.71^{*2}$	$C_V=0.77^{*2}$	$C_H=3.41^{*3}$	$C_V=1.58^{*3}$

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

\*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

表 5-7 設計用地震力（重大事故等対処設備）

機器名称	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
共通盤 (2-965-2)	制御室建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>	□	□	—	—	$C_H=3.41^{*2}$	$C_V=1.58^{*2}$

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（基準地震動 S s）



## 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。

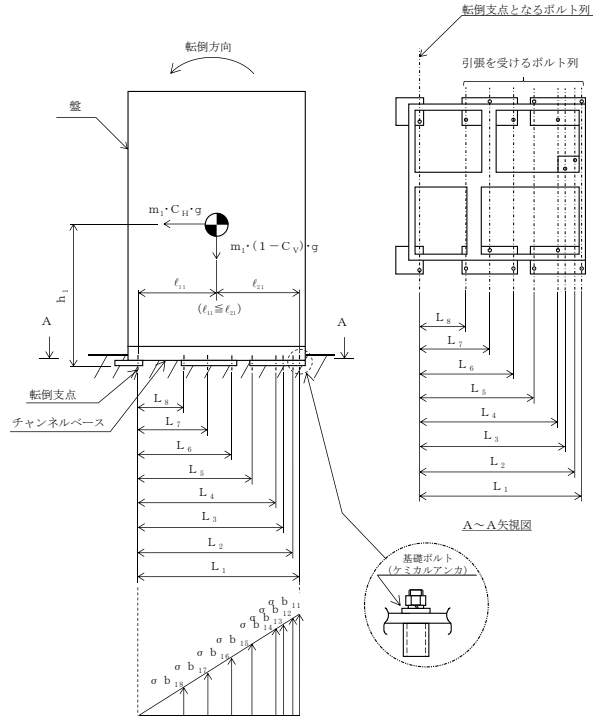


図5-1(1) 計算モデル

(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_V) \geq 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

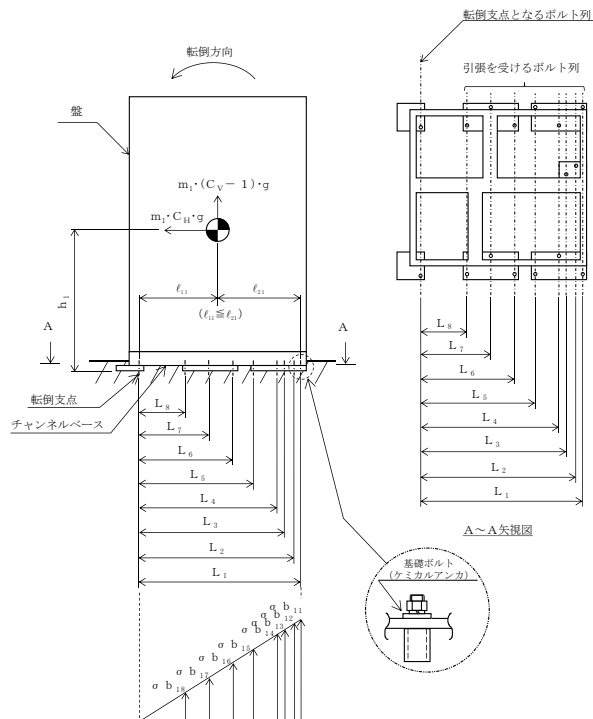


図5-1(2) 計算モデル

(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_V) < 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

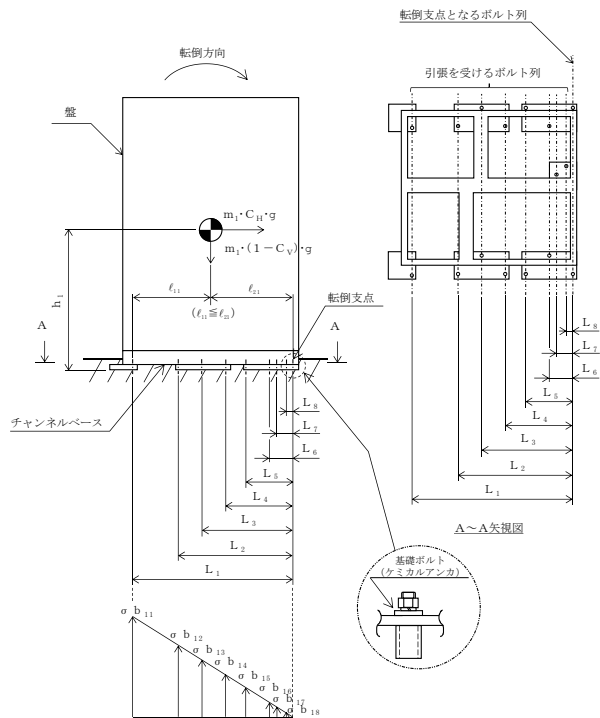


図5-1(3) 計算モデル

(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) \geq 0$ ,  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

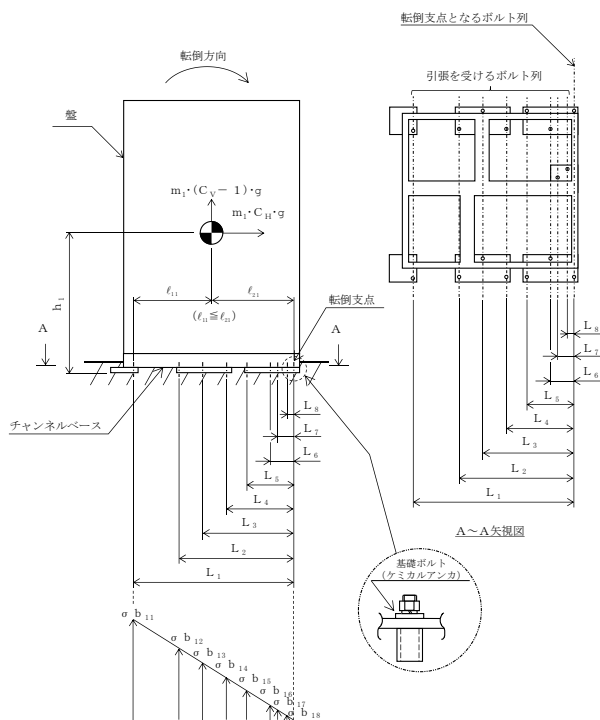


図5-1(4) 計算モデル

(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) < 0$ ,  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

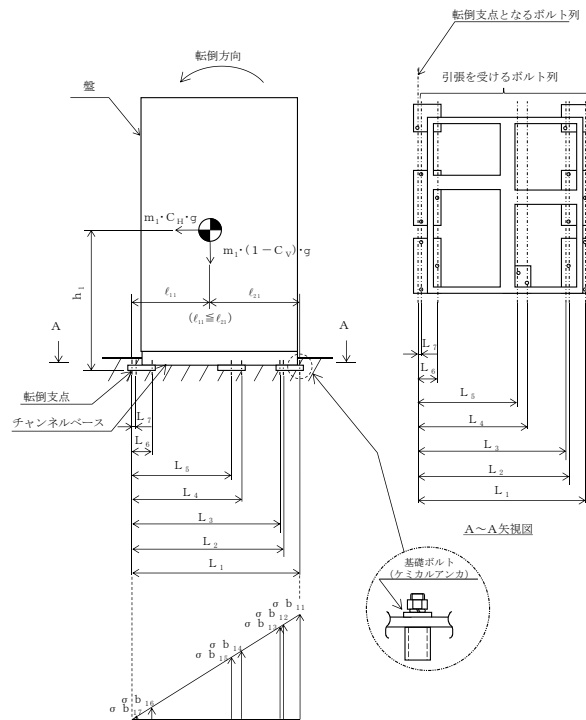


図5-1(5) 計算モデル

(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_V) \geq 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

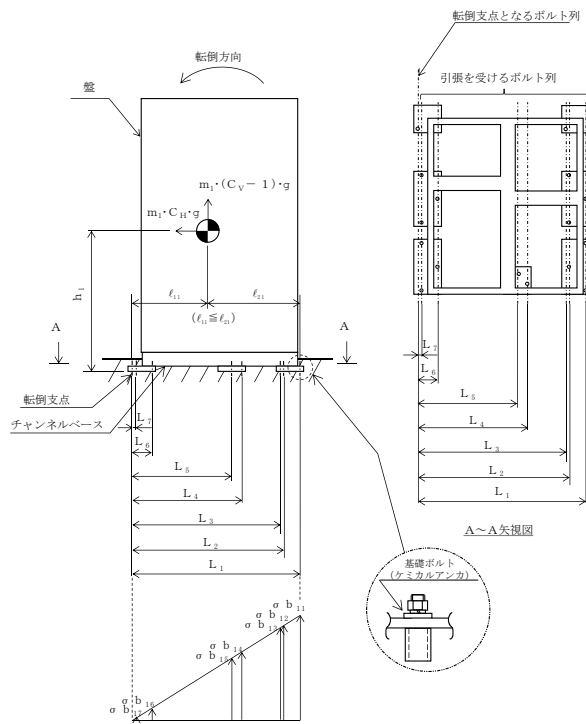


図5-1(6) 計算モデル

(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_V) < 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

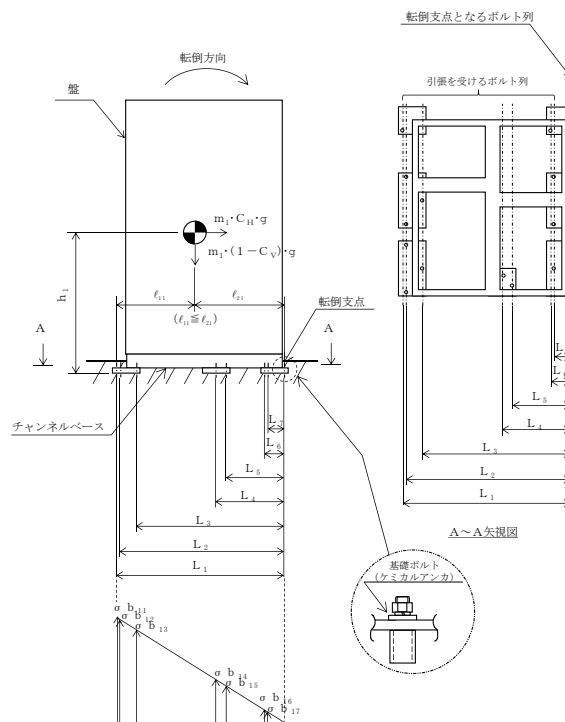


図5-1(7) 計算モデル

(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_V) \geq 0$ ,  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

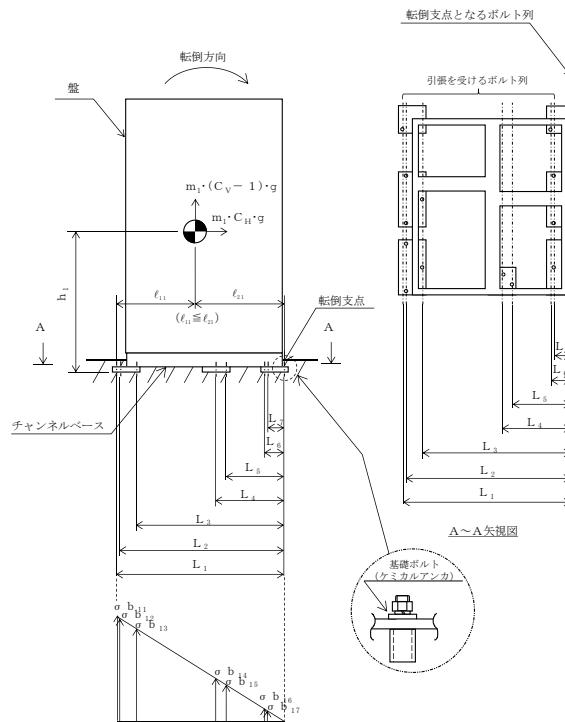


図5-1(8) 計算モデル

(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_V) < 0$ ,  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

## (1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は、図5-1(1)～図5-1(8)でそれぞれのボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列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) , 図5-1(2) , 図5-1(5)及び図5-1(6)の場合の引張力

$$F_{b11} = \frac{L_1 \cdot (m_1 \cdot C_H \cdot h_1 \cdot g - m_1 \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{11} \cdot g)}{N_{f1} \cdot L_1^2 + \dots + N_{fj} \cdot L_j^2} \dots\dots (5.4.1.1.1)$$

計算モデル図5-1(3) , 図5-1(4) , 図5-1(7)及び図5-1(8)の場合の引張力

$$F_{b21} = \frac{L_1 \cdot (m_1 \cdot C_H \cdot h_1 \cdot g - m_1 \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{21} \cdot g)}{N_{f1} \cdot L_1^2 + \dots + N_{fj} \cdot L_j^2} \dots\dots (5.4.1.1.2)$$

$$F_{b1} = \text{Max} (F_{b11}, F_{b21}) \dots\dots\dots (5.4.1.1.3)$$

引張応力

$$\sigma_{b1} = \frac{F_{b1}}{A_{b1}} \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

ここで、ボルトの軸断面積 $A_{b1}$ は次式により求める。

$$A_{b1} = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \dots\dots\dots (5.4.1.1.5)$$

## (2) せん断応力

基礎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

$$Q_{b1} = m_1 \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.1.6)$$

せん断応力

$$\tau_{b1} = \frac{Q_{b1}}{n_1 \cdot A_{b1}} \dots\dots\dots (5.4.1.1.7)$$

5.4.1.2 取付ボルトの計算方法

取付ボルトの応力は，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。

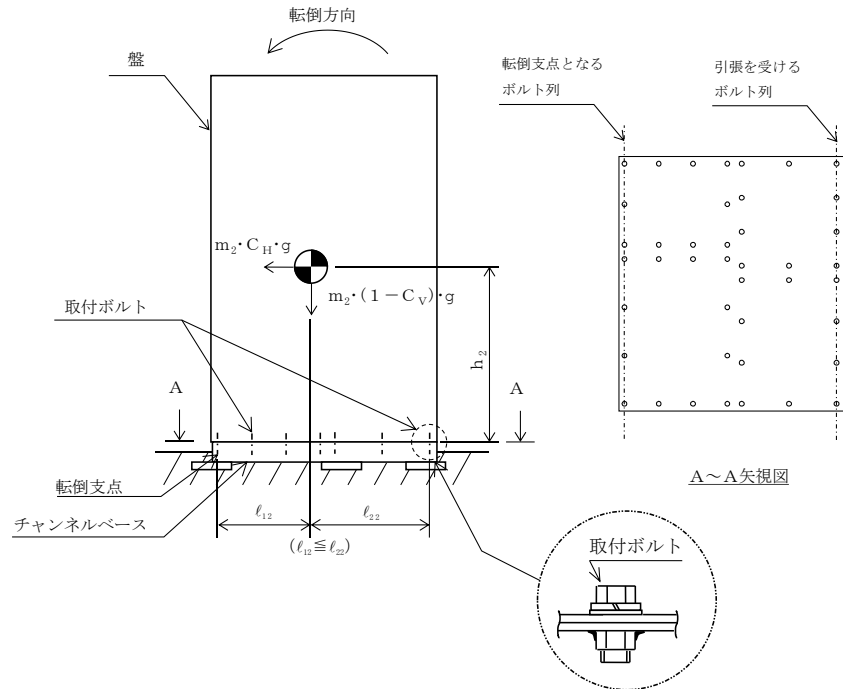


図5-2(1) 計算モデル  
(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) \geq 0$ の場合)

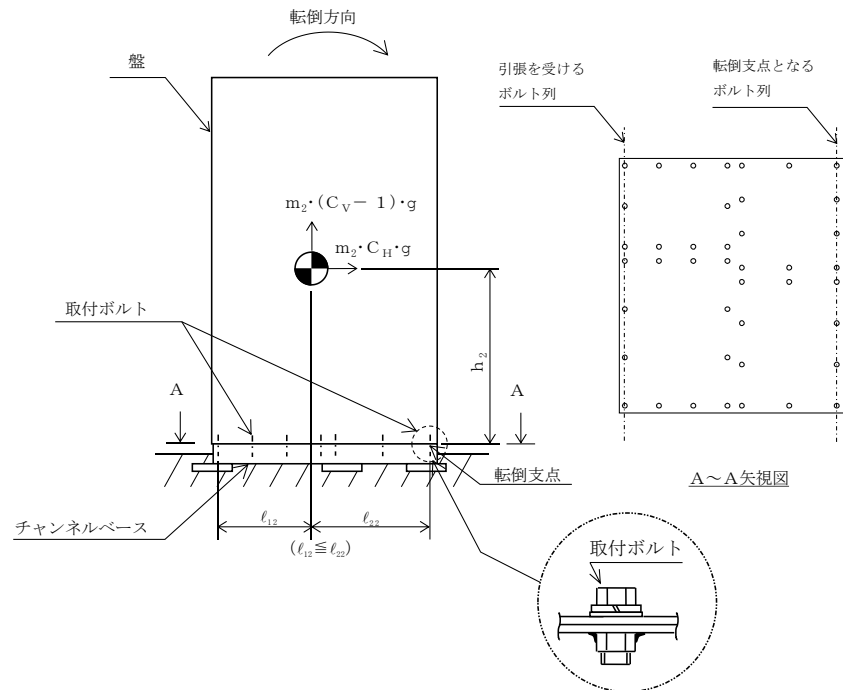


図5-2(2) 計算モデル  
(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) < 0$ の場合)

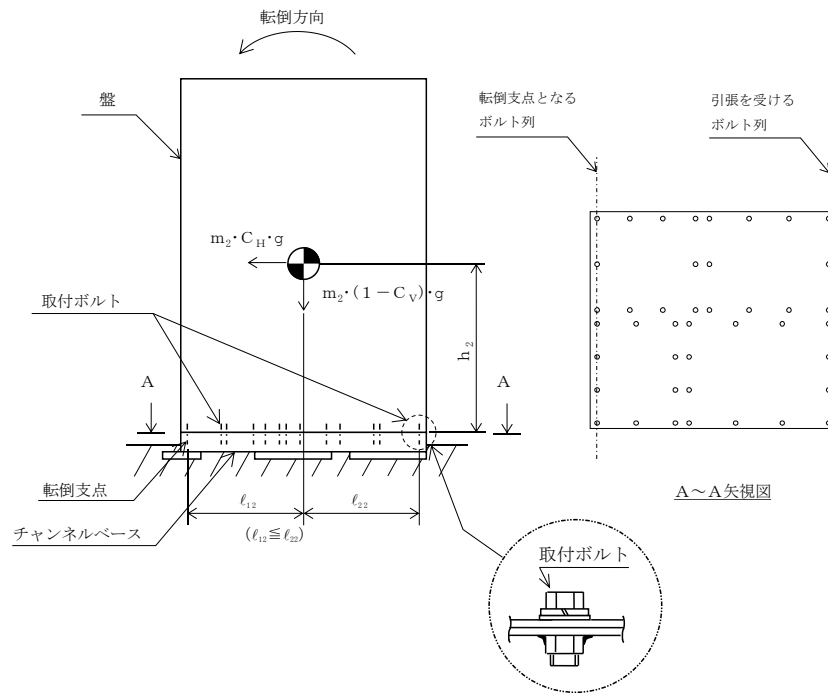


図5-2(3) 計算モデル  
(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_V) \geq 0$ の場合)

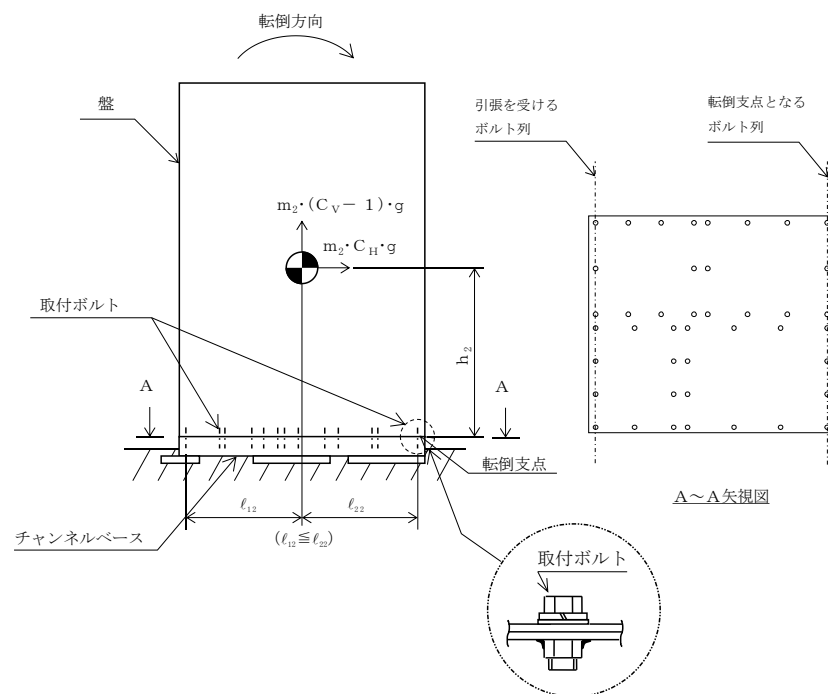


図5-2(4) 計算モデル  
(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_V) < 0$ の場合)

## (1) 引張応力

取付ボルトに対する引張力は、最も厳しい条件として図5-2(1)～図5-2(4)で最外列のボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列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5-2(1)及び5-2(3)の場合の引張力

$$F_{b2} = \frac{m_2 \cdot C_H \cdot h_2 \cdot g - m_2 \cdot (1 - C_V) \cdot l_{12} \cdot g}{n_{f2} \cdot (l_{12} + l_{22})} \dots\dots\dots (5.4.1.2.1)$$

計算モデル図5-2(2)及び5-2(4)の場合の引張力

$$F_{b2} = \frac{m_2 \cdot C_H \cdot h_2 \cdot g - m_2 \cdot (1 - C_V) \cdot l_{22} \cdot g}{n_{f2} \cdot (l_{12} + l_{22})} \dots\dots\dots (5.4.1.2.2)$$

引張応力

$$\sigma_{b2} = \frac{F_{b2}}{A_{b2}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.3)$$

ここで、ボルトの軸断面積 $A_{b2}$ は次式により求める。

$$A_{b2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \dots\dots\dots (5.4.1.2.4)$$

ただし、 $F_{b2}$ が負のとき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

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

$$Q_{b2} = m_2 \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.2.5)$$

せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{Q_{b2}}{n_2 \cdot A_{b2}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.6)$$



## 5.5 計算条件

### 5.5.1 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【共通盤（2-965-2）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 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【共通盤（2-965-2）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項で求めたボルトの引張応力 $\sigma_{bi}$ は次式より求めた許容組合せ応力 $f_{tsi}$ 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 $\tau_{bi}$ 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。

	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. 機能維持評価

### 6.1 電氣的機能維持評価方法

共通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VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動  $S_s$  により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

共通盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体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評価部位の最大加速度を適用する。

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

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

機器名称	方向	機能確認済加速度
共通盤 (2-965-2)	水平	□
	鉛直	□

## 7. 評価結果

### 7.1 設計基準対象施設としての評価結果

共通盤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、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

### 7.2 重大事故等対処設備としての評価結果

共通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を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【共通盤（2-965-2）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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
共通盤 (2-965-2)	S	制御室建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>			C <sub>H</sub> =1.71 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.77 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =3.41 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.58 <sup>*3</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1237	16 (M16)	201.1	16	215 (40mm<径≦100mm)	400 (40mm<径≦100mm)
取付ボルト (i=2)		1100	16 (M16)	201.1	42	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

S2 補 VI-2-6-7-2-26 R1

部材	L <sub>j</sub> (mm)	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	N <sub>fj</sub>	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
							弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	下表に示す	705	750	下表に示す	215	258	短辺方向	短辺方向
	下表に示す	745	770	下表に示す				

注記\*：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。

基礎ボルト (短辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>	L <sub>8</sub>
	1455	1018	818	618	400	200	170	45
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>	N <sub>f3</sub>	N <sub>f4</sub>	N <sub>f5</sub>	N <sub>f6</sub>	N <sub>f7</sub>	N <sub>f8</sub>
	2	2	2	2	2	2	1	1

基礎ボルト (長辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>
	1515	1495	1345	595	505	170	150
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>	N <sub>f3</sub>	N <sub>f4</sub>	N <sub>f5</sub>	N <sub>f6</sub>	N <sub>f7</sub>
	1	4	2	1	1	1	3

部材	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	n <sub>fi</sub> *		F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
			S <sub>d</sub> :8	S <sub>s</sub> :7			弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	615	715	S <sub>d</sub> :8	S <sub>s</sub> :7	235	280	短辺方向	短辺方向
	755	755	S <sub>d</sub> :7	S <sub>s</sub> :7				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	8.611×10 <sup>3</sup>	2.063×10 <sup>4</sup>	4.605×10 <sup>4</sup>	9.183×10 <sup>4</sup>
取付ボルト (i=2)	4.008×10 <sup>3</sup>	1.097×10 <sup>4</sup>	4.192×10 <sup>4</sup>	8.360×10 <sup>4</sup>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	$\sigma_{b1}=43$	$f_{ts1}=129^*$	$\sigma_{b1}=103$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	$\tau_{b1}=15$	$f_{sb1}=99$	$\tau_{b1}=29$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=20$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=55$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=161$

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。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
共通盤 (2-965-2)	水平方向	2.84	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
共通盤 (2-965-2)	常設耐震/防止 常設/緩和	制御室建物 EL 16.9*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =3.41*2	C <sub>V</sub> =1.58*2	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1237	16 (M16)	201.1	16	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	1100	16 (M16)	201.1	42	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)



部材	L <sub>j</sub> (mm)	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	N <sub>fj</sub>	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
							弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	下表に示す	705	750	下表に示す	—	258	—	短辺方向
	下表に示す	745	770	下表に示す				

注記\*：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。

基礎ボルト (短辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>	L <sub>8</sub>
	1455	1018	818	618	400	200	170	45
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>	N <sub>f3</sub>	N <sub>f4</sub>	N <sub>f5</sub>	N <sub>f6</sub>	N <sub>f7</sub>	N <sub>f8</sub>
	2	2	2	2	2	2	1	1

基礎ボルト (長辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>
	1515	1495	1345	595	505	170	150
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>	N <sub>f3</sub>	N <sub>f4</sub>	N <sub>f5</sub>	N <sub>f6</sub>	N <sub>f7</sub>
	1	4	2	1	1	1	3

部材	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	n <sub>fi</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	615	715	7	—	280	—	短辺方向
	755	755	7				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	2.063×10 <sup>4</sup>	—	9.183×10 <sup>4</sup>
取付ボルト (i=2)	—	1.097×10 <sup>4</sup>	—	8.360×10 <sup>4</sup>

## 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b1}=103$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=29$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=55$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi}=\text{Min}[1.4 \cdot f_{toi}-1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ 

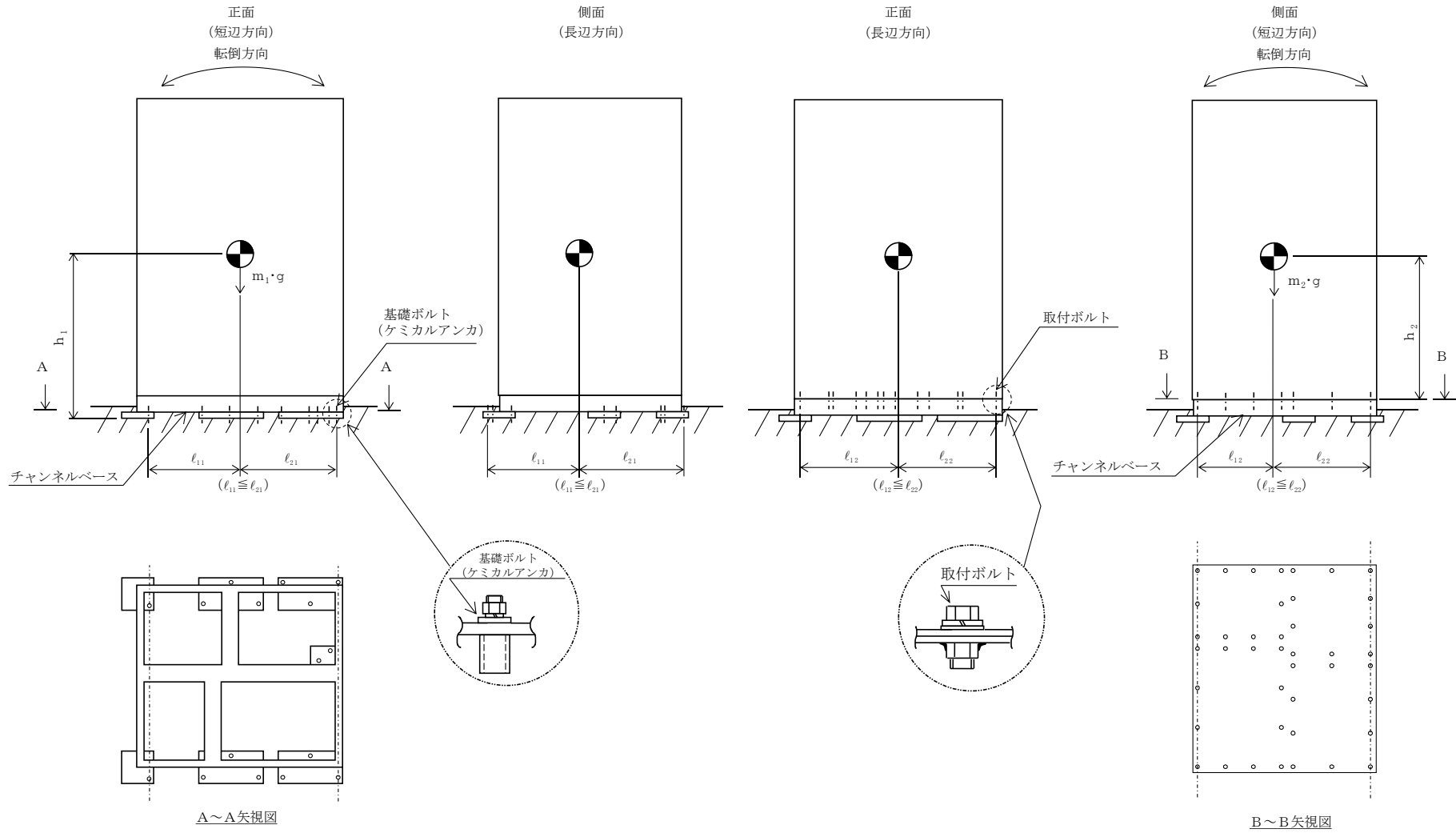
すべて許容応力以下である。

## 2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
共通盤 (2-965-2)	水平方向	2.84	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-27 Aー自動減圧継電器盤の  
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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、A-自動減圧継電器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

A-自動減圧継電器盤は、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。

なお、A-自動減圧継電器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

A-自動減圧継電器盤の構造計画を表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>A-自動減圧継電器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。</p> <p>チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</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>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

A-自動減圧継電器盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

A-自動減圧継電器盤 (2-970A)	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

Aー自動減圧継電器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

Aー自動減圧継電器盤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。

###### 4.2.2 許容応力

Aー自動減圧継電器盤の許容応力は、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

Aー自動減圧継電器盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【Aー自動減圧継電器盤（2-970A）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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-自動減圧継電器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-自動減圧継電器盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「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。

\*<sup>2</sup>：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。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

Aー自動減圧継電器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

Aー自動減圧継電器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体の正弦波加振試験又は当該器具と類似の器具単体のサインベート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
Aー自動減圧継電器盤 (2-970A)	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

Aー自動減圧継電器盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

Aー自動減圧継電器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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【A-自動減圧継電器盤 (2-970A) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
A-自動減圧継電器盤 (2-970A)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>	0.05 以下	0.05 以下	C <sub>H</sub> =1.25 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.68 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.88 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.46 <sup>*3</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> <sup>*</sup> (mm)	l <sub>2 i</sub> <sup>*</sup> (mm)	n <sub>f i</sub> <sup>*</sup>	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> <sup>*</sup> (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

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
A-自動減圧継電器盤 (2-970A)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (℃)
			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	
A-自動減圧継電器盤 (2-970A)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.88 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =1.46 <sup>*2</sup>	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	325	405	4	—	253	—	短辺方向
	270	510	4				

注記\*: 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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	□	—	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

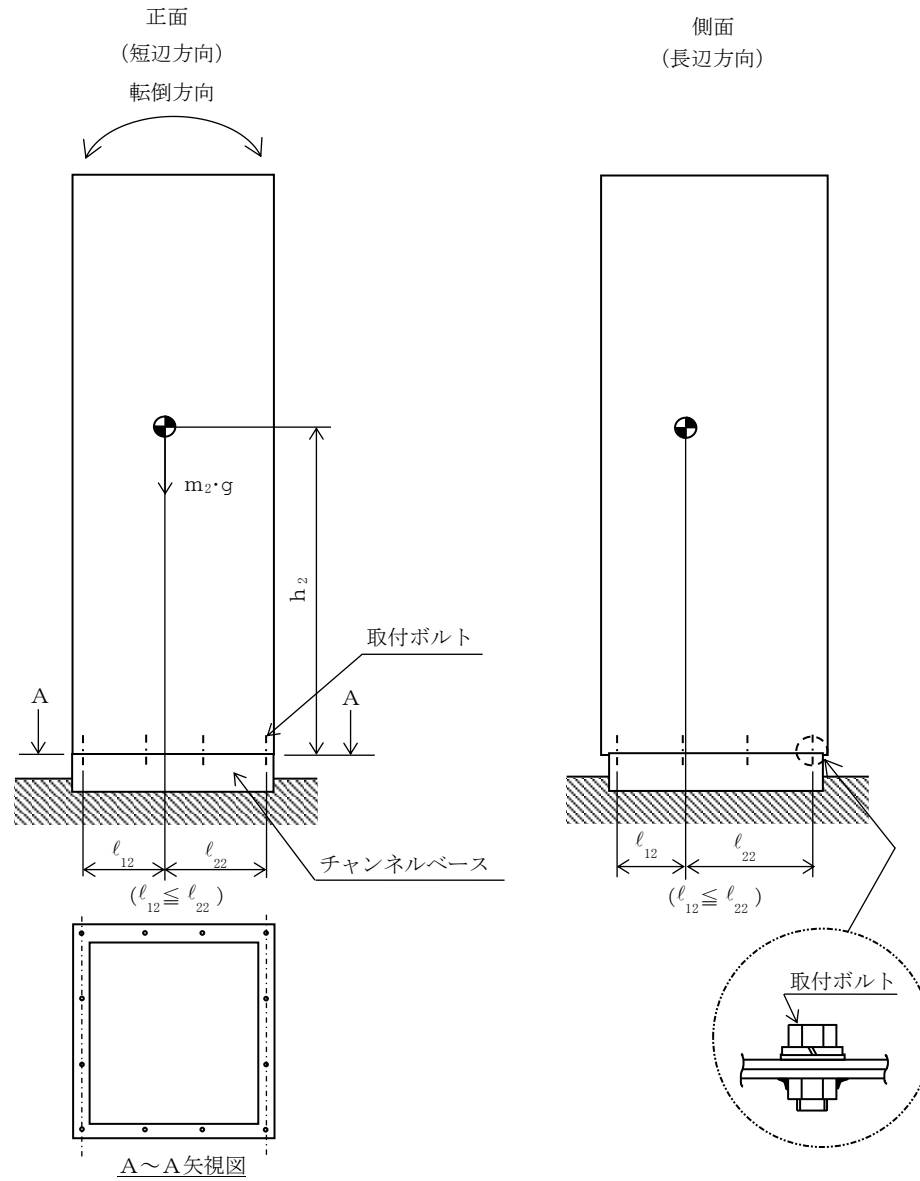
すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-自動減圧継電器盤 (2-970A)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-28 B-自動減圧継電器盤の  
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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、B-自動減圧継電器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

B-自動減圧継電器盤は、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。

なお、B-自動減圧継電器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

B-自動減圧継電器盤の構造計画を表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>B-自動減圧継電器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。</p> <p>チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</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>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

B-自動減圧継電器盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位 : s)

B-自動減圧継電器盤 (2-970B)	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

B-自動減圧継電器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

B-自動減圧継電器盤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。

###### 4.2.2 許容応力

B-自動減圧継電器盤の許容応力は、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

B-自動減圧継電器盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【B-自動減圧継電器盤（2-970B）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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B-自動減圧継電器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B-自動減圧継電器盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「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。

\*<sup>2</sup>：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。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

B-自動減圧継電器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

B-自動減圧継電器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体の正弦波加振試験又は当該器具と類似の器具単体のサインベート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
B-自動減圧継電器盤 (2-970B)	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

Bー自動減圧継電器盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

Bー自動減圧継電器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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【B-自動減圧継電器盤 (2-970B) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
B-自動減圧継電器盤 (2-970B)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>	0.05 以下	0.05 以下	C <sub>H</sub> =1.25 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.68 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.88 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.46 <sup>*3</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> <sup>*</sup> (mm)	l <sub>2 i</sub> <sup>*</sup> (mm)	n <sub>f i</sub> <sup>*</sup>	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> <sup>*</sup> (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-自動減圧継電器盤 (2-970B)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
B-自動減圧継電器盤 (2-970B)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 16.9* <sup>1</sup>	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.88* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.46* <sup>2</sup>	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	325	405	4	—	253	—	短辺方向
	270	510	4				

注記\*: 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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

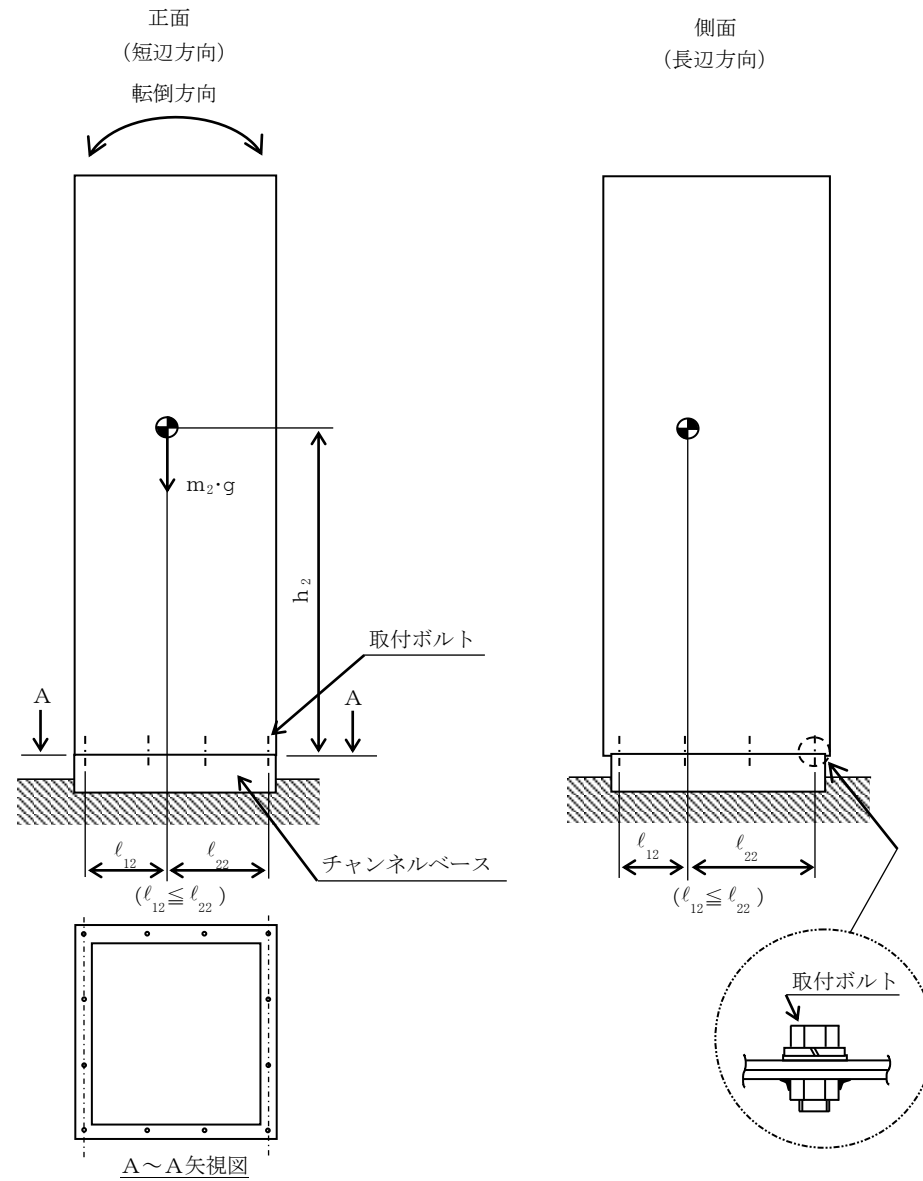
すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-自動減圧継電器盤 (2-970B)	水平方向	1.56	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.22	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-29 A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の  
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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤は、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電氣的機能維持評価を示す。

なお、A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の構造計画を表 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>A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</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>(正面図) (側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤 (2-972A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>



#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤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。

###### 4.2.2 許容応力

A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の許容応力は、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

A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤 (2-972A) 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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤	常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

\*<sup>2</sup>：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。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体の正弦波加振試験又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤 (2-972A)	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

A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

A-SGT・FCS・MSLC 継電器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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤 (2-972A) 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	
A-SGT・FCS・ MSLC 継電器盤 (2-972A)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9*1			C <sub>H</sub> =1.25*2	C <sub>V</sub> =0.68*2	C <sub>H</sub> =1.88*3	C <sub>V</sub> =1.46*3	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

\*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (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)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

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
A-SGT・FCS・ MSLC 継電器盤 (2-972A)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



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 (℃)
			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	
A-SGT・FCS・ MSLC 継電器盤 (2-972A)	常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 16.9*1	□	□	—	—	$C_H=1.88^{*2}$	$C_V=1.46^{*2}$	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（基準地震動 S s）

2.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{b_i}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{y_i}$ (MPa)	$S_{u_i}$ (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$n_{fi}^*$	$F_i$ (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)	325	405	4	—	253	—	短辺方向
	270	510	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

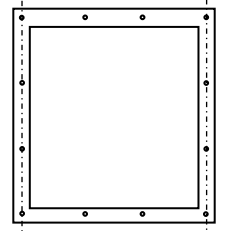
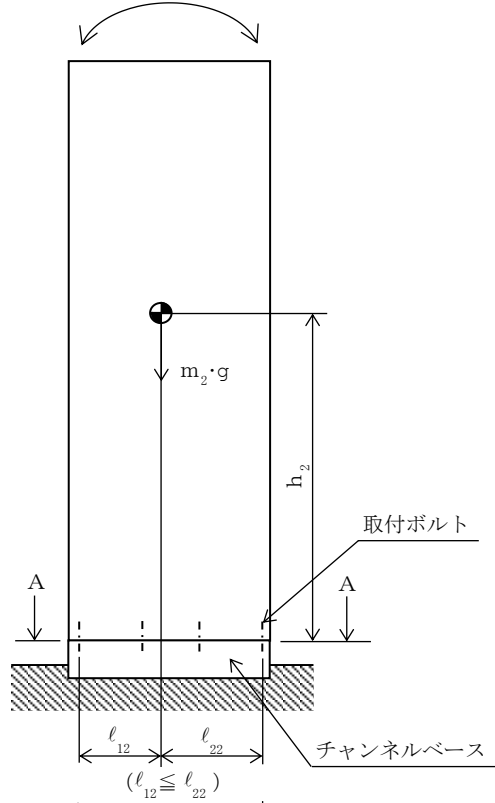
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-SGT・FCS・ MSLC 継電器盤 (2-972A)	水平方向	1.56	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.22	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

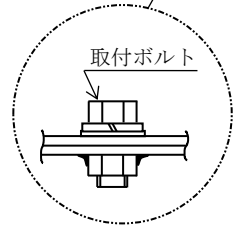
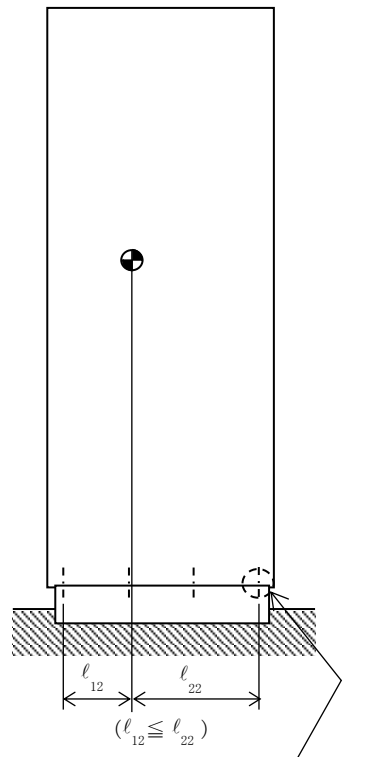
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

正面  
(短辺方向)  
転倒方向



A~A 矢视图

側面  
(長辺方向)



VI-2-6-7-2-30 B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の  
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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤は、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電氣的機能維持評価を示す。

なお、B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の構造計画を表 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>B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。</p> <p>チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</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>(正面図) (側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤 (2-972B)	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

B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤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。

###### 4.2.2 許容応力

B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の許容応力は、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

B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤 (2-972B) 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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤	常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{sAD} + M_{sAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

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 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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体の正弦波加振試験又は当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤 (2-972B)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

B-SGT・FCS・MSLC 継電器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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤 (2-972B) 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	
B-SGT・FCS・ MSLC 継電器盤 (2-972B)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	C <sub>H</sub> =1.25*2	C <sub>V</sub> =0.68*2	C <sub>H</sub> =1.88*3	C <sub>V</sub> =1.46*3	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

\*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (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)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

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
B-SGT・FCS・ MSLC 継電器盤 (2-972B)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



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 (℃)
			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	
B-SGT・FCS・ MSLC 継電器盤 (2-972B)	常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.88*2	C <sub>V</sub> =1.46*2	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S s)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

12

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (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)	325	405	4	—	253	—	短辺方向
	270	510	4				

注記\*: 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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

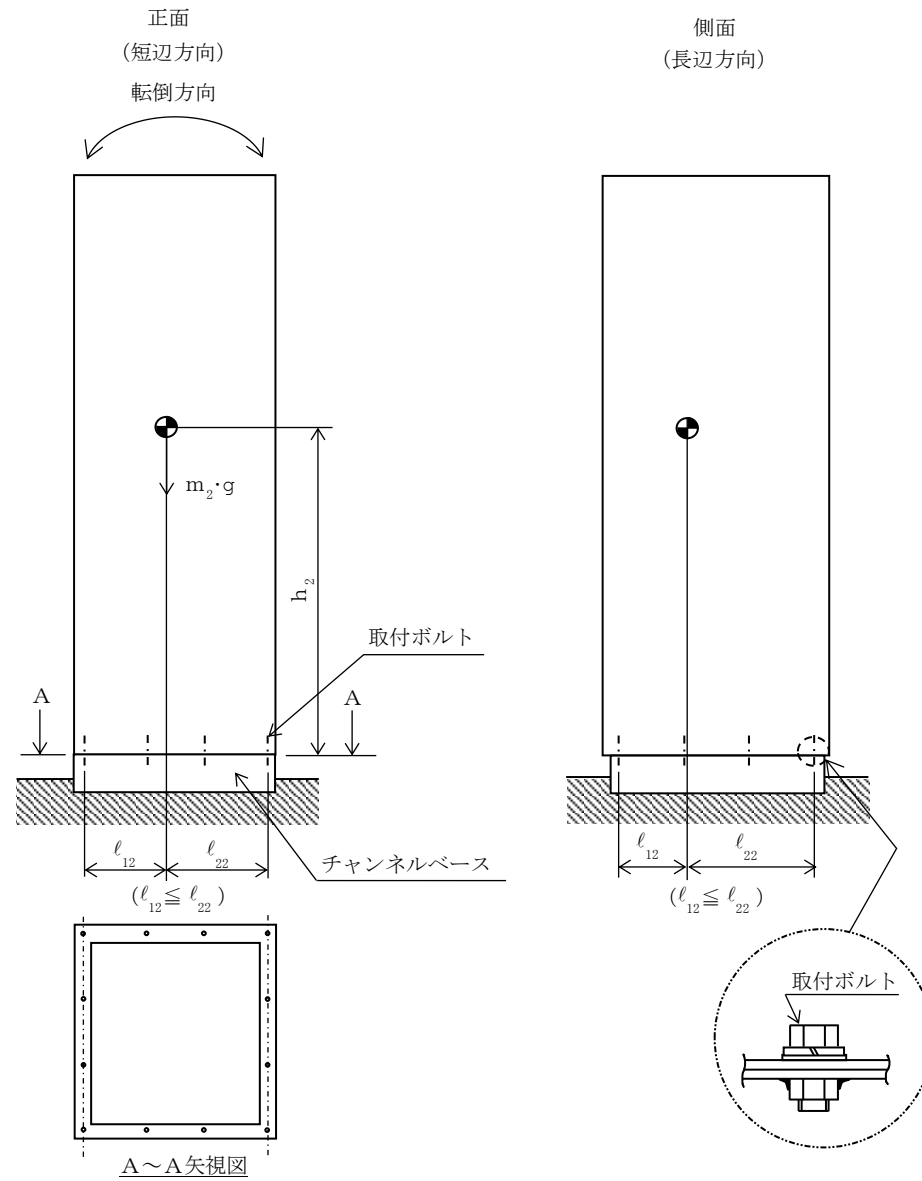
すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤 (2-972B)	水平方向	1.56	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.22	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-31 A-格納容器 H2/O2 濃度計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	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	6
3. 評価部位	7
4. 固有周期	7
4.1 固有周期の確認	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
5.3 設計用地震力	12
5.4 計算方法	13
5.5 計算条件	21
5.6 応力の評価	22
6. 機能維持評価	23
6.1 電氣的機能維持評価方法	23
7. 評価結果	24
7.1 設計基準対象施設としての評価結果	24

## 1. 概要

本計算書は、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、A-格納容器 H2/O2 濃度計盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

A-格納容器 H2/O2 濃度計盤は、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電気的機能維持評価を示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

A-格納容器 H2/O2 濃度計盤の構造計画を表 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>A-格納容器H2/O2濃度計盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは、溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</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>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

## 2.2 評価方針

A-格納容器 H2/O2 濃度計盤の応力評価は、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 A-格納容器 H2/O2 濃度計盤の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で測定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。また、A-格納容器 H2/O2 濃度計盤の機能維持評価は、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、機能維持評価用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。

A-格納容器 H2/O2 濃度計盤の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

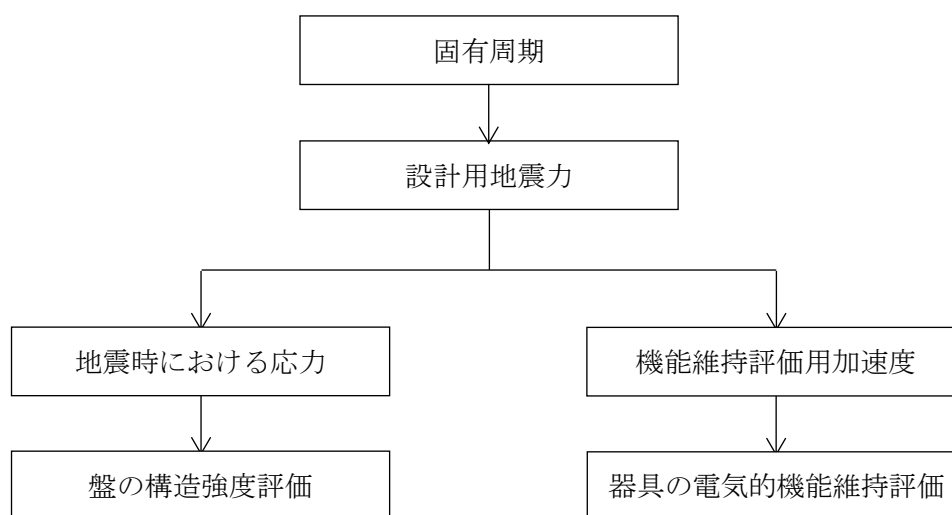


図 2-1 A-格納容器 H2/O2 濃度計盤の耐震評価フロー



### 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。

- ・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）
- ・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
$A_{bi}$	ボルトの軸断面積* <sup>1</sup>	mm <sup>2</sup>
$C_H$	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* <sup>1</sup>	mm
$F_i$	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$F_i^*$	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$F_{bi}$	ボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$F_{b1i}$	$l_{1i}$ 側を転倒支点とする場合のボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$F_{b2i}$	$l_{2i}$ 側を転倒支点とする場合のボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$f_{sbi}$	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* <sup>1</sup>	MPa
$f_{toi}$	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* <sup>1</sup>	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 (許容組合せ応力) * <sup>1</sup>	MPa
$g$	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
$h_i$	据付面又は取付面から重心までの距離* <sup>3</sup>	mm
$l_{1i}$	重心とボルト間の水平方向距離* <sup>1</sup> , * <sup>4</sup>	mm
$l_{2i}$	重心とボルト間の水平方向距離* <sup>1</sup> , * <sup>4</sup>	mm
$L_j$	転倒支点とボルト $j$ 間の距離* <sup>2</sup>	mm
$m_i$	盤の質量* <sup>3</sup>	kg
$n_i$	ボルトの本数* <sup>1</sup>	—
$n_{fi}$	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 (直立形) * <sup>1</sup>	—
$N_{fj}$	評価上引張力を受けるとして期待する転倒支点からの距離 $L_j$ のボルトの本数* <sup>2</sup>	—
$Q_{bi}$	ボルトに作用するせん断力* <sup>1</sup>	N
$S_{ui}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$S_{yi}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値* <sup>1</sup>	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°Cにおける値* <sup>1</sup>	MPa
$\pi$	円周率	—
$\sigma_{bi}$	ボルトに生じる引張応力* <sup>1</sup>	MPa
$\sigma_{bij}$	転倒支点から距離が等しい列のボルト群に作用する引張応力* <sup>1</sup> , * <sup>2</sup>	MPa
$\tau_{bi}$	ボルトに生じるせん断応力* <sup>1</sup>	MPa

注記\*1:  $A_{bi}$ ,  $d_i$ ,  $F_i$ ,  $F_i^*$ ,  $F_{bi}$ ,  $F_{b1i}$ ,  $F_{b2i}$ ,  $f_{sbi}$ ,  $f_{toi}$ ,  $f_{tsi}$ ,  $l_{1i}$ ,  $l_{2i}$ ,  $n_i$ ,  $n_{fi}$ ,  $Q_{bi}$ ,  $S_{ui}$ ,  $S_{yi}$ ,  $S_{yi}(RT)$ ,  $\sigma_{bi}$ ,  $\sigma_{bij}$ 及び $\tau_{bi}$ 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:  $L_j$ ,  $N_{fj}$  及び  $\sigma_{bij}$  の添字  $j$  の意味は、以下のとおりとする。

評価上引張力を受けるとして期待する転倒支点から距離が等しいボルト群を  $1 \sim j$  で示す。

\*3:  $h_i$  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

\*4:  $l_{1i} \leq l_{2i}$

## 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
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位*1
面積	mm <sup>2</sup>	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

A-格納容器 H2/O2 濃度計盤の耐震評価は、「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及び取付ボルトについて実施する。

A-格納容器 H2/O2 濃度計盤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 固有周期の確認

A-格納容器 H2/O2 濃度計盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 4-1 に示す。

表 4-1 固有周期 (単位：s)

水平	0.05 以下
鉛直	0.05 以下

## 5. 構造強度評価

### 5.1 構造強度評価方法

- (1) 盤の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は盤に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。  
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 盤は取付ボルトでチャンネルベースに固定されており、固定端とする。
- (4) チャンネルベースは基礎ボルトで基礎に固定されており、固定端とする。
- (5) 転倒方向は、長辺方向及び短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) 盤の重心位置については、転倒方向を考慮して、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行う。
- (7) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 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

A-格納容器 H2/02 濃度計盤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

A-格納容器 H2/02 濃度計盤の許容応力は、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

A-格納容器 H2/02 濃度計盤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
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-格納容器 H2/O2 濃度計盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
	$D + P_D + M_D + S_s$				Ⅳ <sub>A</sub> 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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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

\*2：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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当



### 5.3 設計用地震力

A-格納容器 H2/02 濃度計盤の設計用地震力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、VI-2-1-7 「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

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
制御室建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=1.22^{*2}$	$C_V=0.54^{*2}$	$C_H=2.36^{*3}$	$C_V=1.06^{*3}$

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

\*3：設計用震度 I（基準地震動 S s）

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。

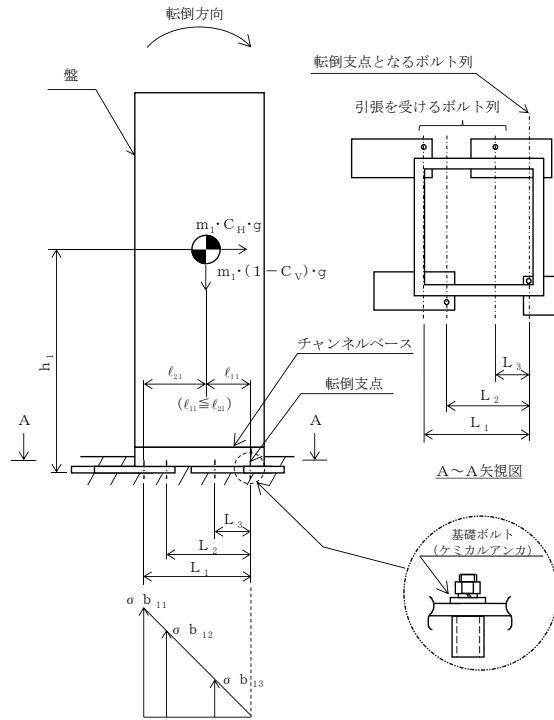


図5-1(1) 計算モデル

(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_V) \geq 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

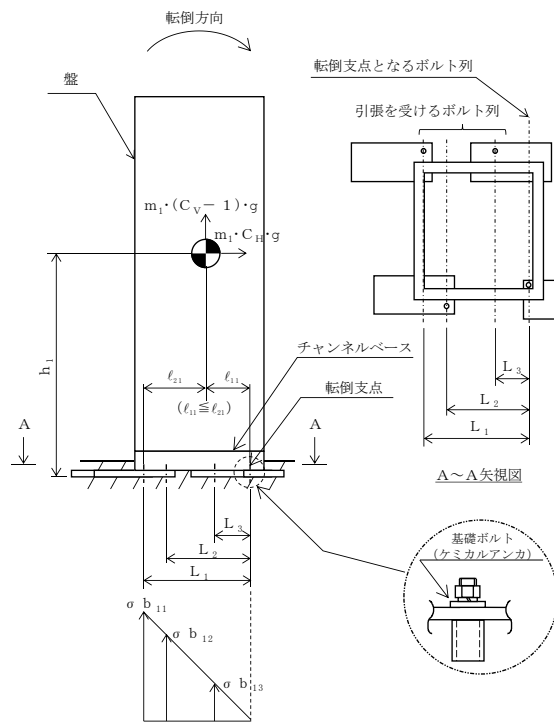


図5-1(2) 計算モデル

(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_V) < 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

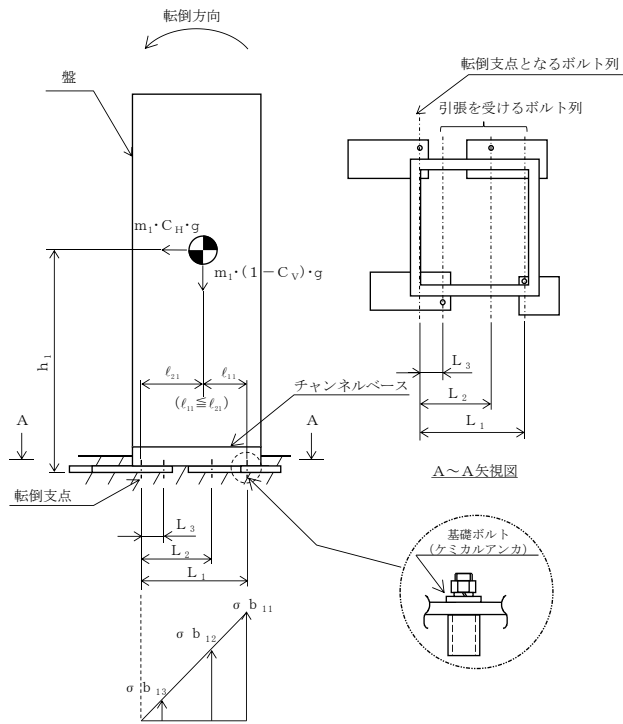


図5-1(3) 計算モデル

(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) \geq 0$ ,  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

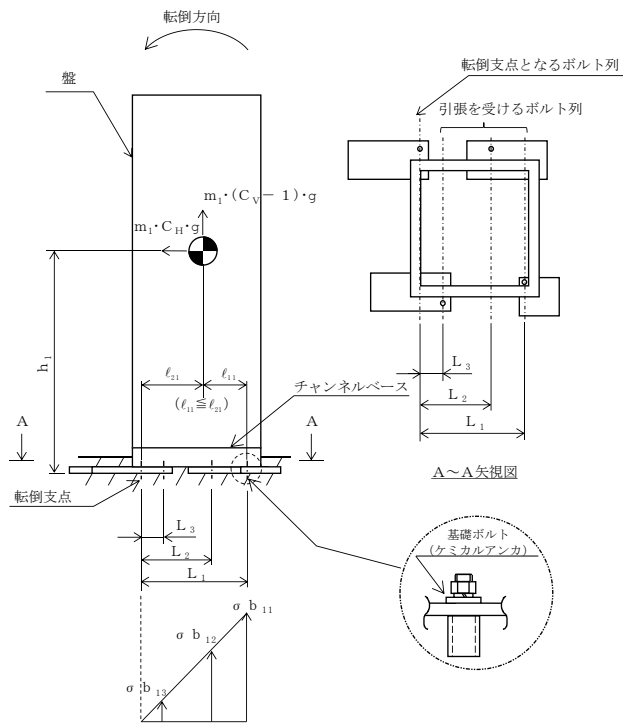


図5-1(4) 計算モデル

(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) < 0$ ,  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

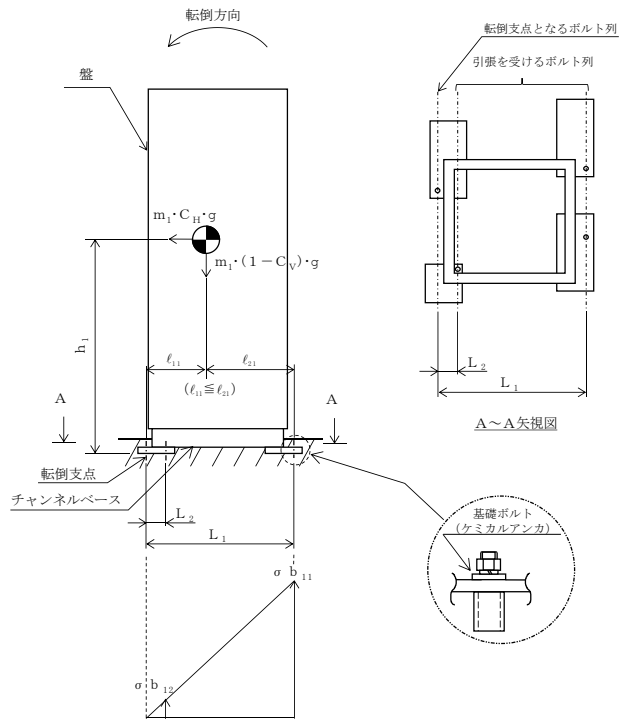


図5-1(5) 計算モデル

(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_V) \geq 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

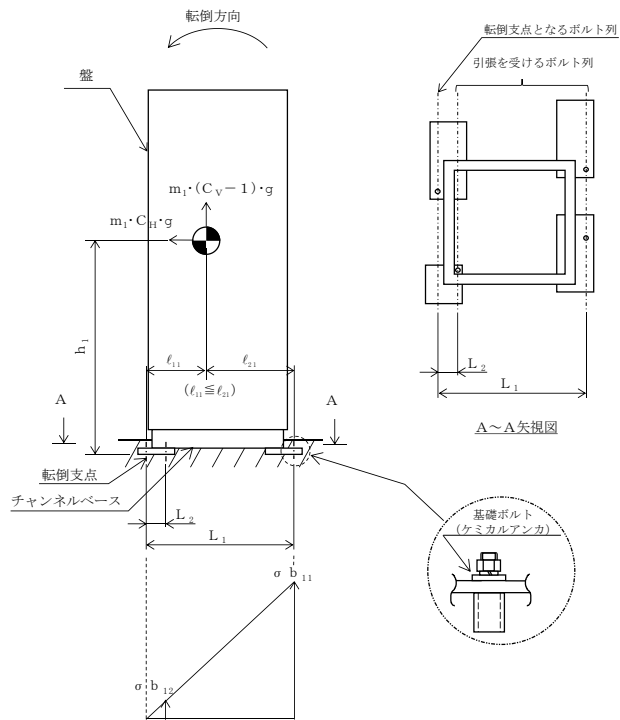


図5-1(6) 計算モデル

(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_V) < 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

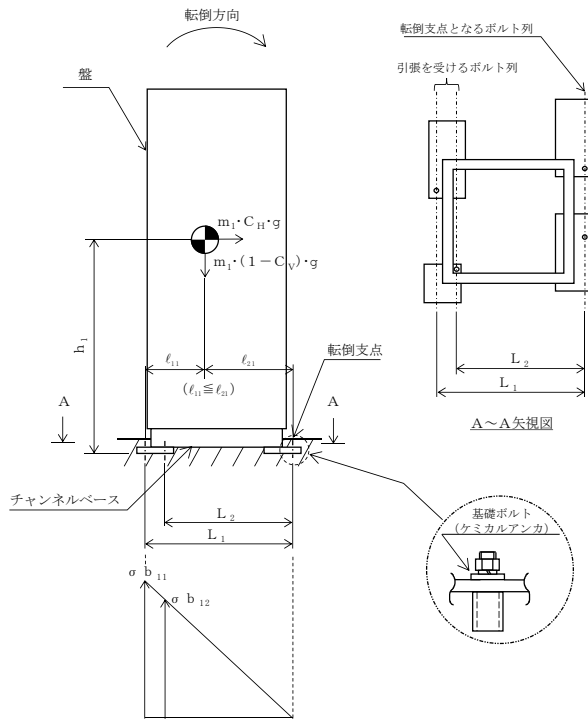


図5-1(7) 計算モデル

(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_v) \geq 0$ ,  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

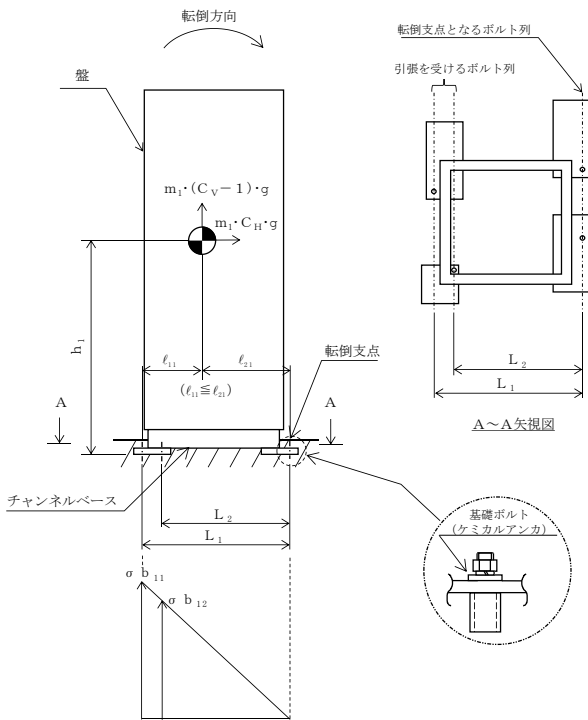


図5-1(8) 計算モデル

(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_v) < 0$ ,  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

## (1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は、図5-1(1)～図5-1(8)でそれぞれのボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列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)，図5-1(2)，図5-1(5)及び図5-1(6)の場合の引張力

$$F_{b11} = \frac{L_1 \cdot (m_1 \cdot C_H \cdot h_1 \cdot g - m_1 \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{11} \cdot g)}{N_{f1} \cdot L_1^2 + \dots + N_{fj} \cdot L_j^2} \dots \dots \dots (5.4.1.1.1)$$

計算モデル図5-1(3)，図5-1(4)，図5-1(7)及び図5-1(8)の場合の引張力

$$F_{b21} = \frac{L_1 \cdot (m_1 \cdot C_H \cdot h_1 \cdot g - m_1 \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{21} \cdot g)}{N_{f1} \cdot L_1^2 + \dots + N_{fj} \cdot L_j^2} \dots \dots \dots (5.4.1.1.2)$$

$$F_{b1} = \text{Max} (F_{b11}, F_{b21}) \dots \dots \dots (5.4.1.1.3)$$

引張応力

$$\sigma_{b1} = \frac{F_{b1}}{A_{b1}} \dots \dots \dots (5.4.1.1.4)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 $A_{b1}$ は次式により求める。

$$A_{b1} = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \dots \dots \dots (5.4.1.1.5)$$

## (2) せん断応力

基礎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

$$Q_{b1} = m_1 \cdot C_H \cdot g \dots \dots \dots (5.4.1.1.6)$$

せん断応力

$$\tau_{b1} = \frac{Q_{b1}}{n_1 \cdot A_{b1}} \dots \dots \dots (5.4.1.1.7)$$

5.4.1.2 取付ボルトの計算方法

取付ボルトの応力は，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。

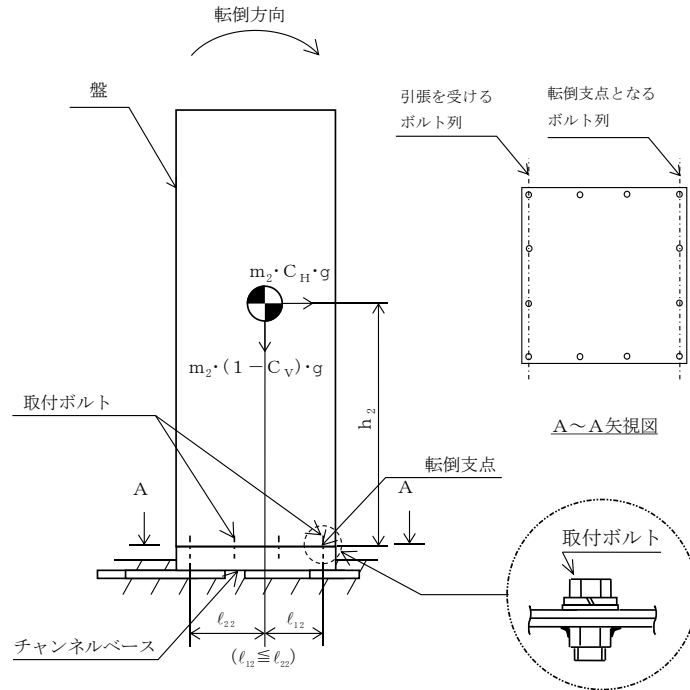


図5-2(1) 計算モデル  
 (直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) \geq 0$ の場合)

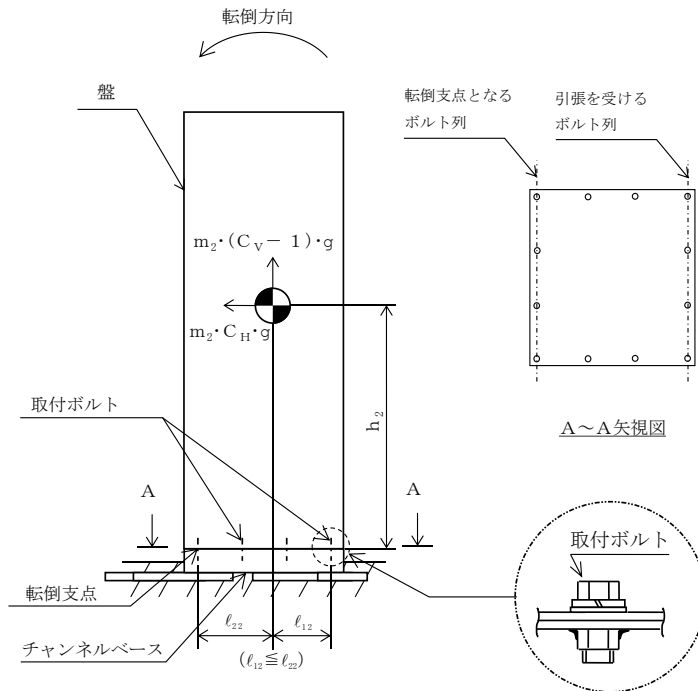


図5-2(2) 計算モデル  
 (直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) < 0$ の場合)

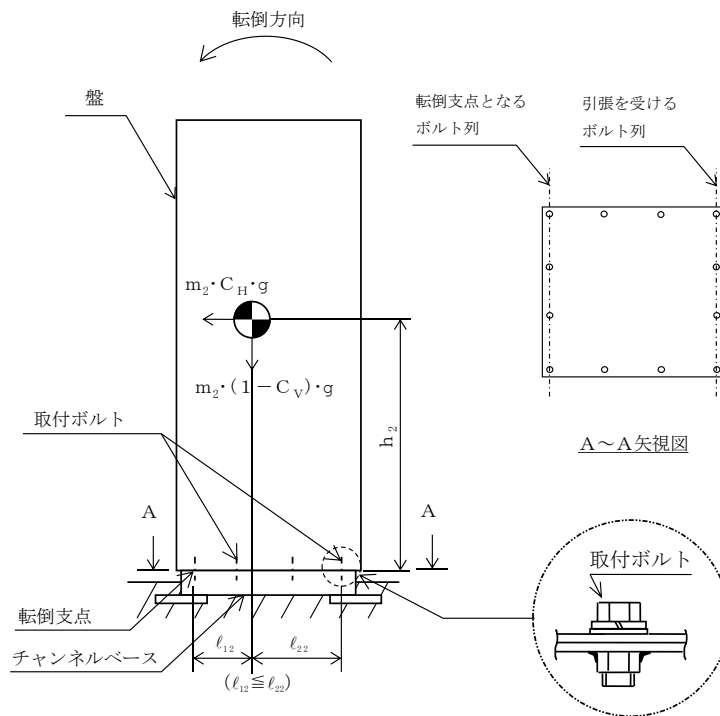


図5-2(3) 計算モデル  
 (直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_V) \geq 0$ の場合)

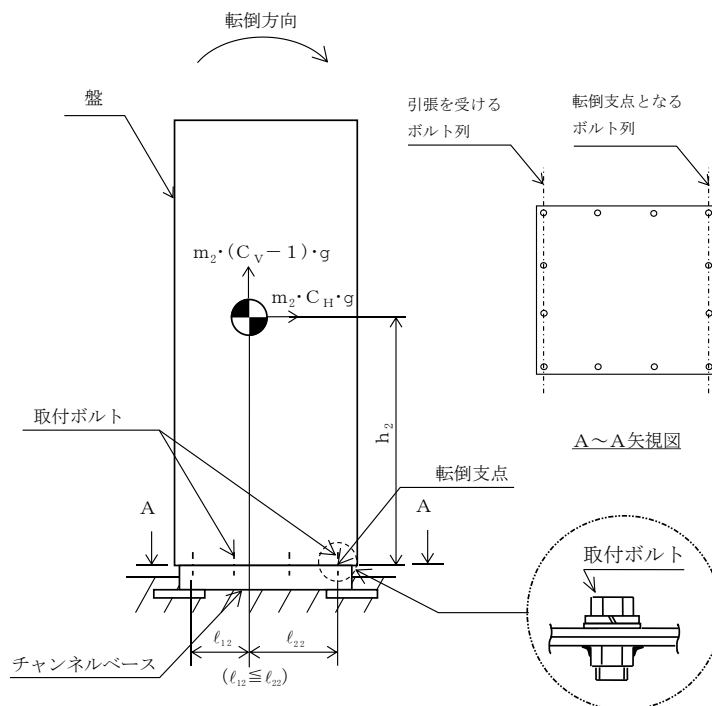


図5-2(4) 計算モデル  
 (直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_V) < 0$ の場合)



## (1) 引張応力

取付ボルトに対する引張力は、最も厳しい条件として図5-2(1)～図5-2(4)で最外列のボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列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5-2(1)及び5-2(3)の場合の引張力

$$F_{b2} = \frac{m_2 \cdot C_H \cdot h_2 \cdot g - m_2 \cdot (1 - C_V) \cdot l_{12} \cdot g}{n_{f2} \cdot (l_{12} + l_{22})} \dots\dots\dots (5.4.1.2.1)$$

計算モデル図5-2(2)及び5-2(4)の場合の引張力

$$F_{b2} = \frac{m_2 \cdot C_H \cdot h_2 \cdot g - m_2 \cdot (1 - C_V) \cdot l_{22} \cdot g}{n_{f2} \cdot (l_{12} + l_{22})} \dots\dots\dots (5.4.1.2.2)$$

引張応力

$$\sigma_{b2} = \frac{F_{b2}}{A_{b2}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.3)$$

ここで、取付ボルトの軸断面積 $A_{b2}$ は次式により求める。

$$A_{b2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \dots\dots\dots (5.4.1.2.4)$$

ただし、 $F_{b2}$ が負のとき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

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

$$Q_{b2} = m_2 \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.2.5)$$

せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{Q_{b2}}{n_2 \cdot A_{b2}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.6)$$

## 5.5 計算条件

### 5.5.1 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【A-格納容器 H2/O2 濃度計盤 (2-973A-1) 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 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【A-格納容器 H2/O2 濃度計盤 (2-973A-1) 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項で求めたボルトの引張応力 $\sigma_{bi}$ は次式より求めた許容組合せ応力 $f_{tsi}$ 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 $\tau_{bi}$ 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。

	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. 機能維持評価

### 6.1 電氣的機能維持評価方法

A-格納容器 H2/O2 濃度計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VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動  $S_s$  により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

A-格納容器 H2/O2 濃度計盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体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評価部位の最大加速度を適用する。

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

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

機器名称	方向	機能確認済加速度
A-格納容器 H2/O2 濃度計盤 (2-973A-1)	水平	□
	鉛直	□

## 7. 評価結果

### 7.1 設計基準対象施設としての評価結果

A-格納容器 H2/O2 濃度計盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【A-格納容器 H2/O2 濃度計盤 (2-973A-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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
A-格納容器 H2/O2 濃度計盤 (2-973A-1)	S	制御室建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>	0.05 以下	0.05 以下	C <sub>H</sub> =1.22 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.54 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =2.36 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.06 <sup>*3</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3：設計用震度 I (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1417	16 (M16)	201.1	4	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		1280	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	L <sub>j</sub> (mm)	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	N <sub>fj</sub>	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
							弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	下表に示す	260	385	下表に示す	211	253	短辺方向	短辺方向
	下表に示す	390	550	下表に示す				

注記\*：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。

基礎ボルト (短辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>
	645	440	140
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>	N <sub>f3</sub>
	1	1	1

基礎ボルト (長辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>
	940	800
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>
	1	1

部材	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	n <sub>fi</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	320	410	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	310	470	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	$\sigma_{b1}=61$	$f_{ts1}=126^*$	$\sigma_{b1}=132$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	$\tau_{b1}=12$	$f_{sb1}=97$	$\tau_{b1}=23$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=17$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

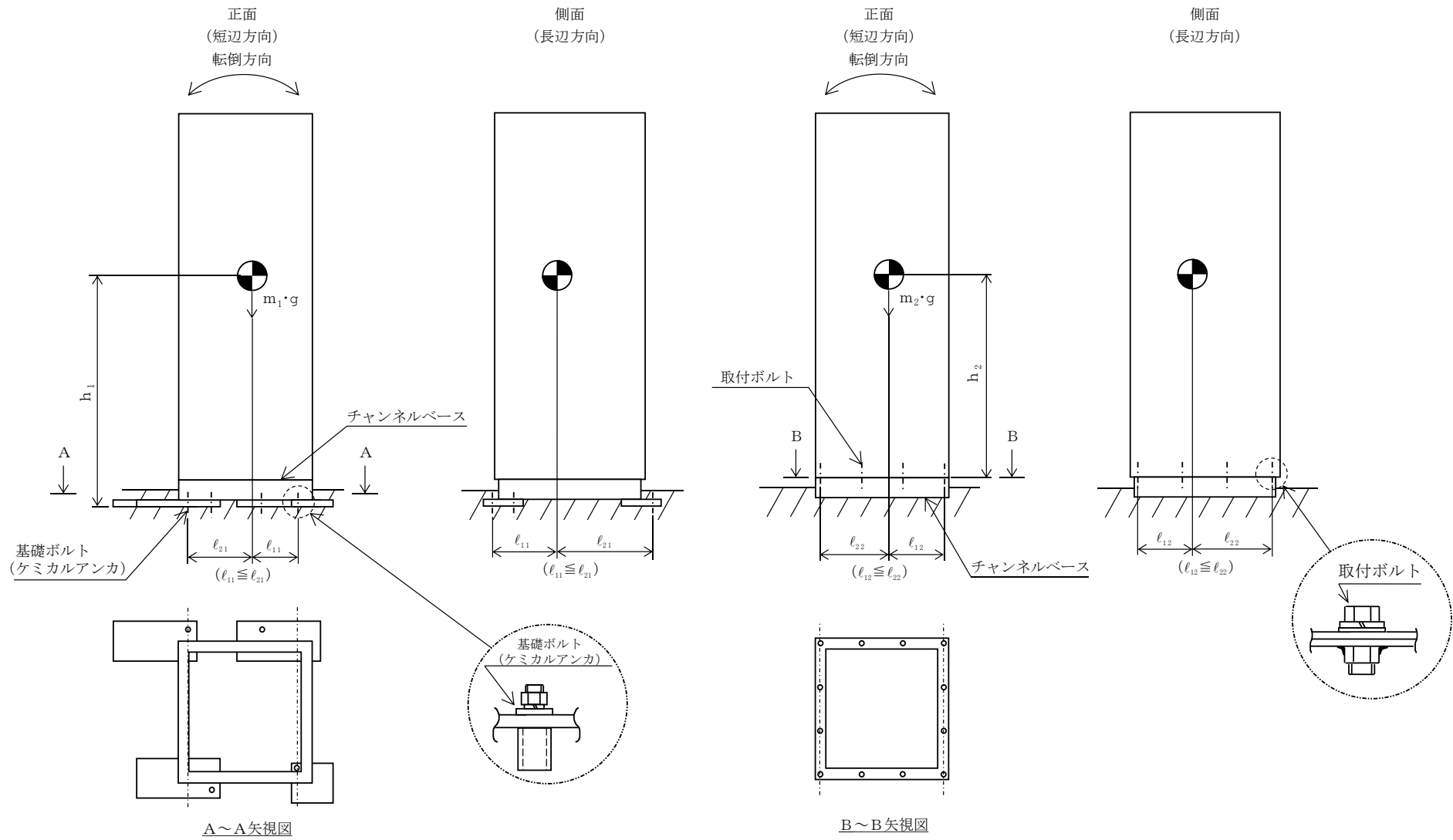
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-格納容器 H2/O2 濃度計盤 (2-973A-1)	水平方向	2.84	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-6-7-2-32 A-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤の  
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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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

## 1. 概要

本計算書は、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、A-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

A-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤は、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電氣的機能維持評価を示す。

なお、A-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

A-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤の構造計画を表 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>A-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</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>(正面図) (側面図)</p>

(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

A-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

A-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤 (2-973A-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

A-格納容器 H2/02 濃度計演算器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

A-格納容器 H2/02 濃度計演算器盤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 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

A-格納容器 H2/02 濃度計演算器盤の許容応力は、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

A-格納容器 H2/02 濃度計演算器盤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 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【A-格納容器 H2/02 濃度計演算器盤 (A-973A-2) 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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-格納容器 H2/O2 濃度計 演算器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 4-2 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 <sup>*1, *2</sup> (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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

\*2：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 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

A-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

A-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
A-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤 (2-973A-2)	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

A-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【A-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤 (2-973A-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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
A-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤 (2-973A-2)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	C <sub>H</sub> =1.25*2	C <sub>V</sub> =0.68*2	C <sub>H</sub> =1.88*3	C <sub>V</sub> =1.46*3	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1270	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	305	425	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	310	470	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=18$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=31$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=146$

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。

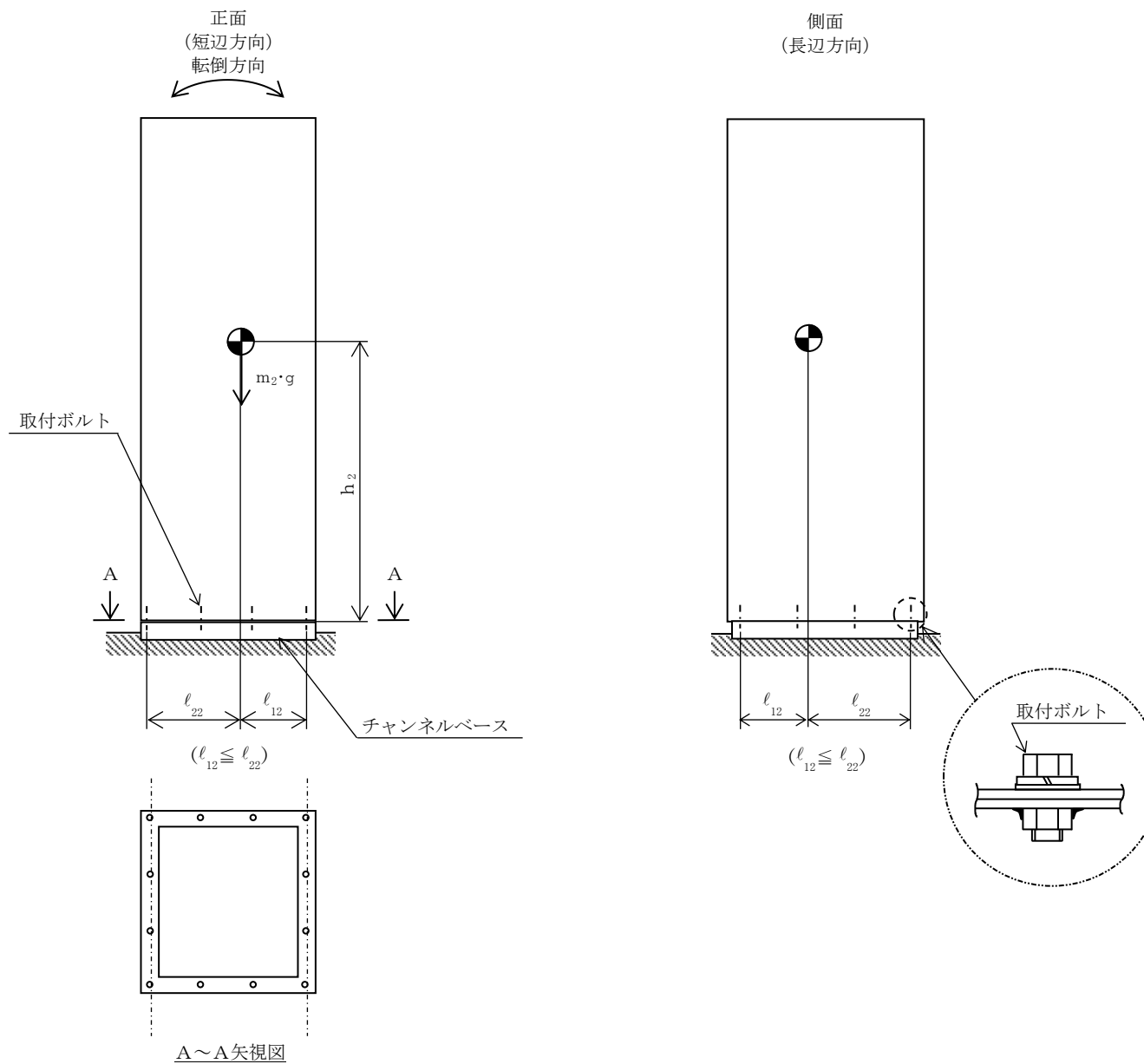
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤 (2-973A-2)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-33 B-格納容器 H2/O2 濃度計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	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	6
3. 評価部位	7
4. 固有周期	7
4.1 固有周期の確認	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
5.3 設計用地震力	12
5.4 計算方法	13
5.5 計算条件	21
5.6 応力の評価	22
6. 機能維持評価	23
6.1 電氣的機能維持評価方法	23
7. 評価結果	24
7.1 設計基準対象施設としての評価結果	24
7.2 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、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、B-格納容器 H2/O2 濃度計盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

B-格納容器 H2/O2 濃度計盤は、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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

B-格納容器 H2/O2 濃度計盤の構造計画を表 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>B-格納容器H2/O2濃度計盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは、溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</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>(正面図) (側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

## 2.2 評価方針

B-格納容器 H2/O2 濃度計盤の応力評価は、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 B-格納容器 H2/O2 濃度計盤の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で測定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。また、B-格納容器 H2/O2 濃度計盤の機能維持評価は、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、機能維持評価用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。

B-格納容器 H2/O2 濃度計盤の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

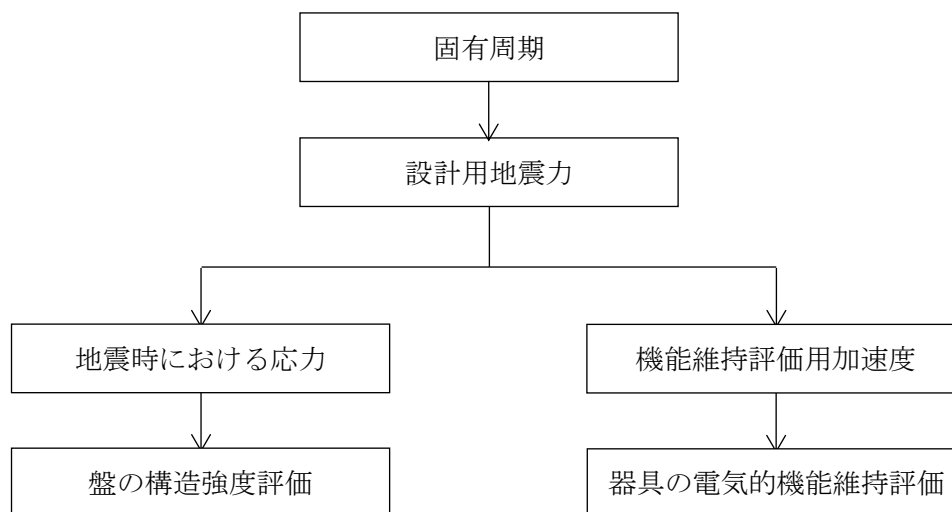


図 2-1 B-格納容器 H2/O2 濃度計盤の耐震評価フロー

### 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。

- ・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）
- ・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
$A_{bi}$	ボルトの軸断面積* <sup>1</sup>	mm <sup>2</sup>
$C_H$	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* <sup>1</sup>	mm
$F_i$	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$F_i^*$	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$F_{bi}$	ボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$F_{b1i}$	$l_{1i}$ 側を転倒支点とする場合のボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$F_{b2i}$	$l_{2i}$ 側を転倒支点とする場合のボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$f_{sbi}$	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* <sup>1</sup>	MPa
$f_{toi}$	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* <sup>1</sup>	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 (許容組合せ応力) * <sup>1</sup>	MPa
$g$	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
$h_i$	据付面又は取付面から重心までの距離* <sup>3</sup>	mm
$l_{1i}$	重心とボルト間の水平方向距離* <sup>1</sup> , * <sup>4</sup>	mm
$l_{2i}$	重心とボルト間の水平方向距離* <sup>1</sup> , * <sup>4</sup>	mm
$L_j$	転倒支点とボルト $j$ 間の距離* <sup>2</sup>	mm
$m_i$	盤の質量* <sup>3</sup>	kg
$n_i$	ボルトの本数* <sup>1</sup>	—
$n_{fi}$	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 (直立形) * <sup>1</sup>	—
$N_{fj}$	評価上引張力を受けるとして期待する転倒支点からの距離 $L_j$ のボルトの本数* <sup>2</sup>	—
$Q_{bi}$	ボルトに作用するせん断力* <sup>1</sup>	N
$S_{ui}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$S_{yi}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値* <sup>1</sup>	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°Cにおける値* <sup>1</sup>	MPa
$\pi$	円周率	—
$\sigma_{bi}$	ボルトに生じる引張応力* <sup>1</sup>	MPa
$\sigma_{bij}$	転倒支点から距離が等しい列のボルト群に作用する引張応力* <sup>1</sup> , * <sup>2</sup>	MPa
$\tau_{bi}$	ボルトに生じるせん断応力* <sup>1</sup>	MPa

注記\*1:  $A_{bi}$ ,  $d_i$ ,  $F_i$ ,  $F_i^*$ ,  $F_{bi}$ ,  $F_{b1i}$ ,  $F_{b2i}$ ,  $f_{sbi}$ ,  $f_{toi}$ ,  $f_{tsi}$ ,  $l_{1i}$ ,  $l_{2i}$ ,  $n_i$ ,  $n_{fi}$ ,  $Q_{bi}$ ,  $S_{ui}$ ,  $S_{yi}$ ,  $S_{yi}(RT)$ ,  $\sigma_{bi}$ ,  $\sigma_{bij}$ 及び $\tau_{bi}$ 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:  $L_j$ ,  $N_{fj}$  及び  $\sigma_{bij}$  の添字  $j$  の意味は、以下のとおりとする。

評価上引張力を受けるとして期待する転倒支点から距離が等しいボルト群を 1~ $j$  で示す。

\*3:  $h_i$  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

\*4:  $l_{1i} \leq l_{2i}$

## 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
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位* <sup>1</sup>
面積	mm <sup>2</sup>	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* <sup>2</sup>
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* <sup>2</sup>
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力* <sup>3</sup>	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

B-格納容器 H2/O2 濃度計盤の耐震評価は、「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及び取付ボルトについて実施する。

B-格納容器 H2/O2 濃度計盤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 固有周期の確認

B-格納容器 H2/O2 濃度計盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験(自由振動試験)の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 4-1 に示す。

表 4-1 固有周期 (単位：s)

水平	0.05 以下
鉛直	0.05 以下



## 5. 構造強度評価

### 5.1 構造強度評価方法

- (1) 盤の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は盤に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。  
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 盤は取付ボルトでチャンネルベースに固定されており、固定端とする。
- (4) チャンネルベースは基礎ボルトで基礎に固定されており、固定端とする。
- (5) 転倒方向は、長辺方向及び短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) 盤の重心位置については、転倒方向を考慮して、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行う。
- (7) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 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

B-格納容器 H2/02 濃度計盤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

B-格納容器 H2/02 濃度計盤の許容応力は、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

B-格納容器 H2/02 濃度計盤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
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B-格納容器 H2/O2 濃度計盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B-格納容器 H2/O2 濃度計盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界 を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「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。

\*<sup>2</sup>：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。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

### 5.3 設計用地震力

B-格納容器 H2/02 濃度計盤の設計用地震力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。

「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、VI-2-1-7 「設計用床応答スペクトルの作成方針」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
制御室建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=1.71^{*2}$	$C_V=0.77^{*2}$	$C_H=3.41^{*3}$	$C_V=1.58^{*3}$

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

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
制御室建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>	0.05 以下	0.05 以下	—	—	$C_H=3.41^{*2}$	$C_V=1.58^{*2}$

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

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。

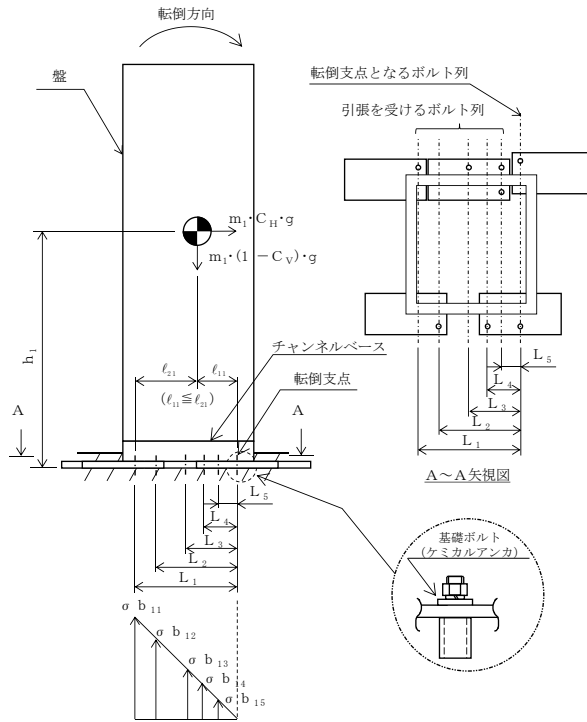


図5-1(1) 計算モデル

(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) \geq 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

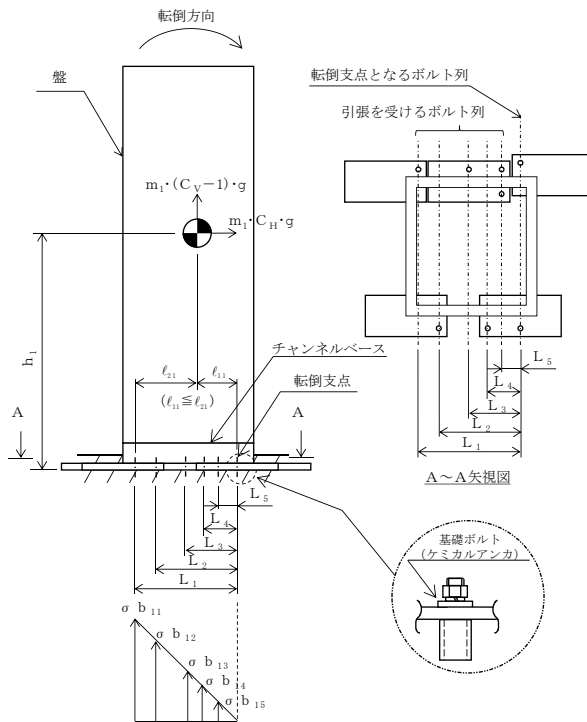


図5-1(2) 計算モデル

(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) < 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

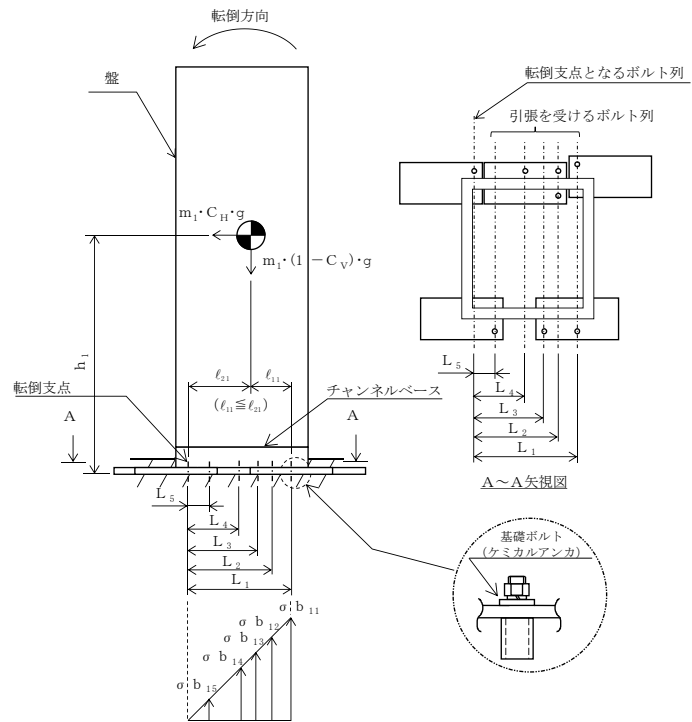


図5-1(3) 計算モデル

(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) \geq 0$ ,  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

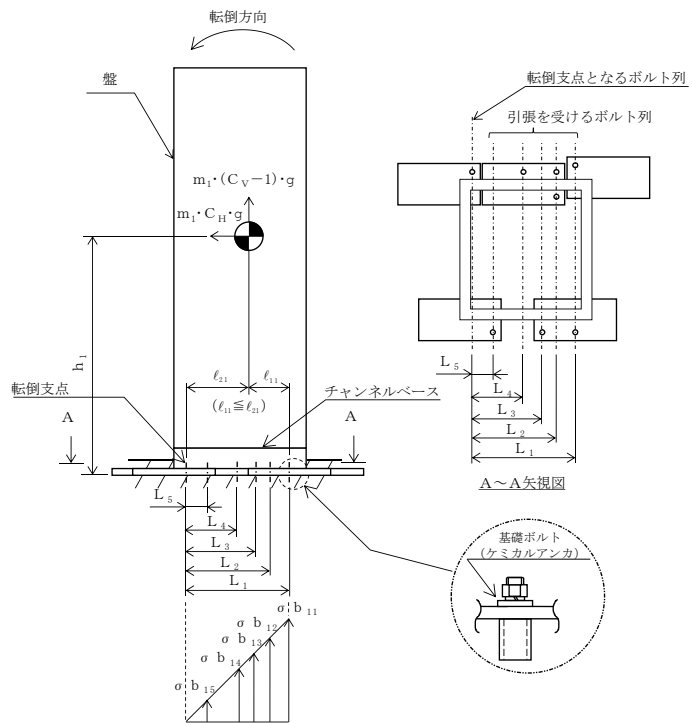


図5-1(4) 計算モデル

(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) < 0$ ,  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

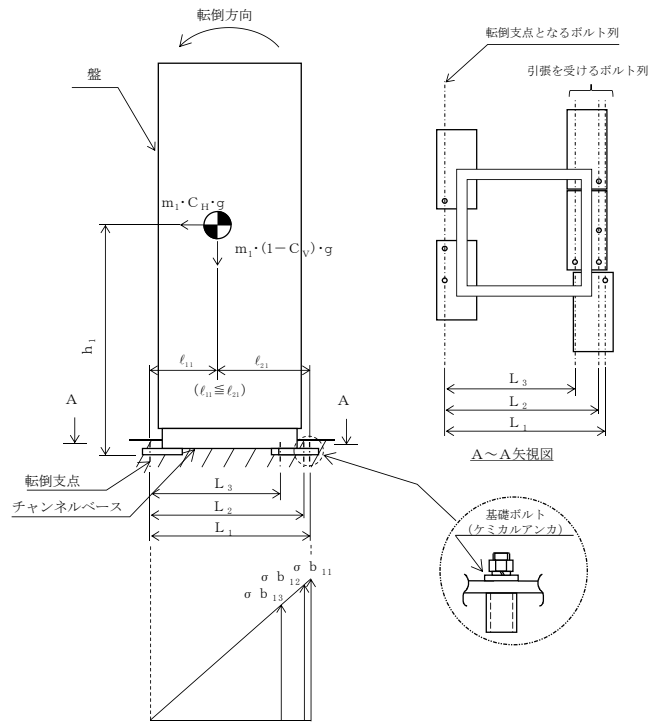


図5-1(5) 計算モデル

(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_V) \geq 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

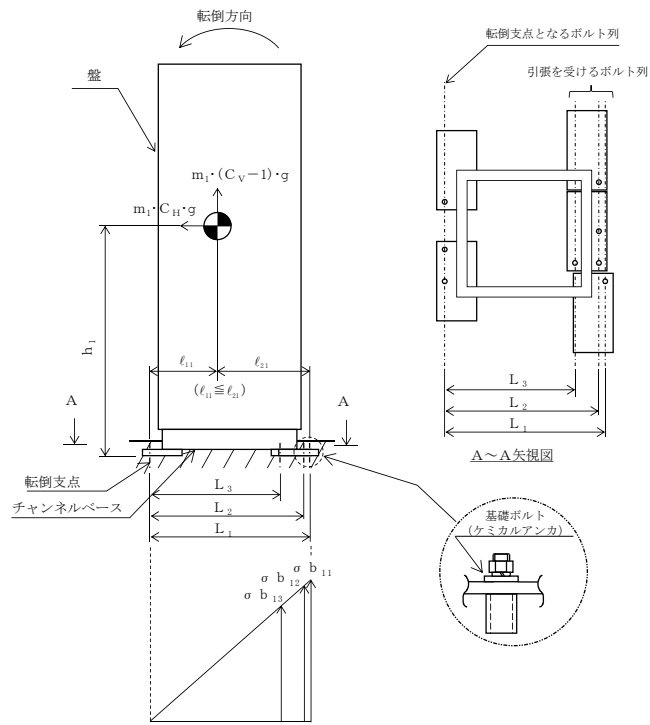


図5-1(6) 計算モデル

(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_V) < 0$ ,  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)



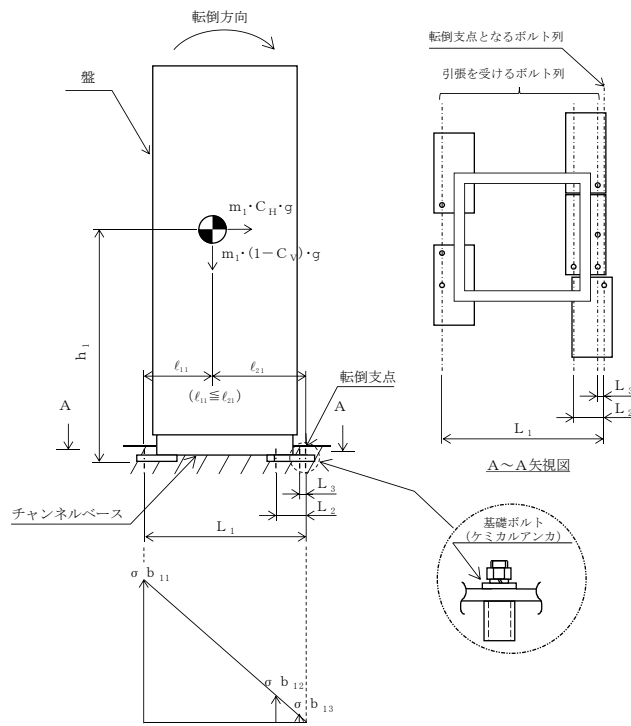


図5-1(7) 計算モデル

(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_v) \geq 0$ ,  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

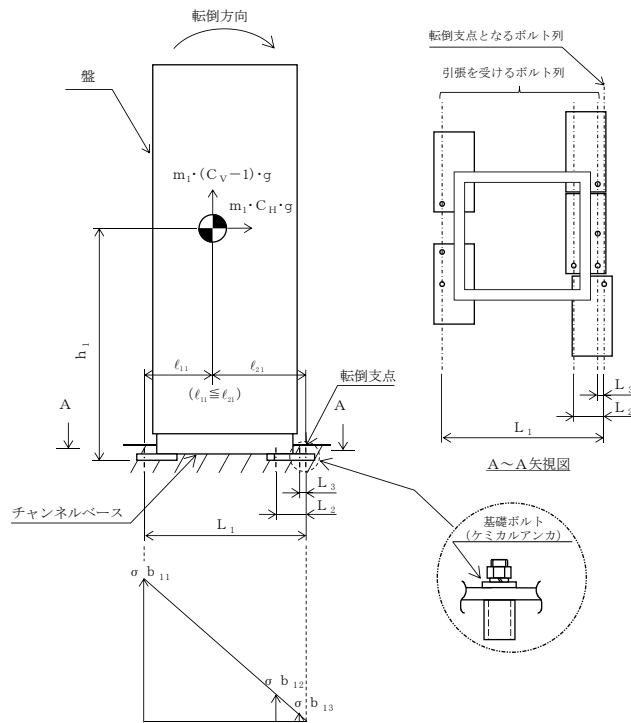


図5-1(8) 計算モデル

(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_v) < 0$ ,  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

## (1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は、図5-1(1)～図5-1(8)でそれぞれのボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列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)，図5-1(2)，図5-1(5)及び図5-1(6)の場合の引張力

$$F_{b11} = \frac{L_1 \cdot (m_1 \cdot C_H \cdot h_1 \cdot g - m_1 \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{11} \cdot g)}{N_{f1} \cdot L_1^2 + \dots + N_{fj} \cdot L_j^2} \dots\dots (5.4.1.1.1)$$

計算モデル図5-1(3)，図5-1(4)，図5-1(7)及び図5-1(8)の場合の引張力

$$F_{b21} = \frac{L_1 \cdot (m_1 \cdot C_H \cdot h_1 \cdot g - m_1 \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{21} \cdot g)}{N_{f1} \cdot L_1^2 + \dots + N_{fj} \cdot L_j^2} \dots\dots (5.4.1.1.2)$$

$$F_{b1} = \text{Max} (F_{b11}, F_{b21}) \dots\dots\dots (5.4.1.1.3)$$

引張応力

$$\sigma_{b1} = \frac{F_{b1}}{A_{b1}} \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 $A_{b1}$ は次式により求める。

$$A_{b1} = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \dots\dots\dots (5.4.1.1.5)$$

## (2) せん断応力

基礎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

$$Q_{b1} = m_1 \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.1.6)$$

せん断応力

$$\tau_{b1} = \frac{Q_{b1}}{n_1 \cdot A_{b1}} \dots\dots\dots (5.4.1.1.7)$$

5.4.1.2 取付ボルトの計算方法

取付ボルトの応力は，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。

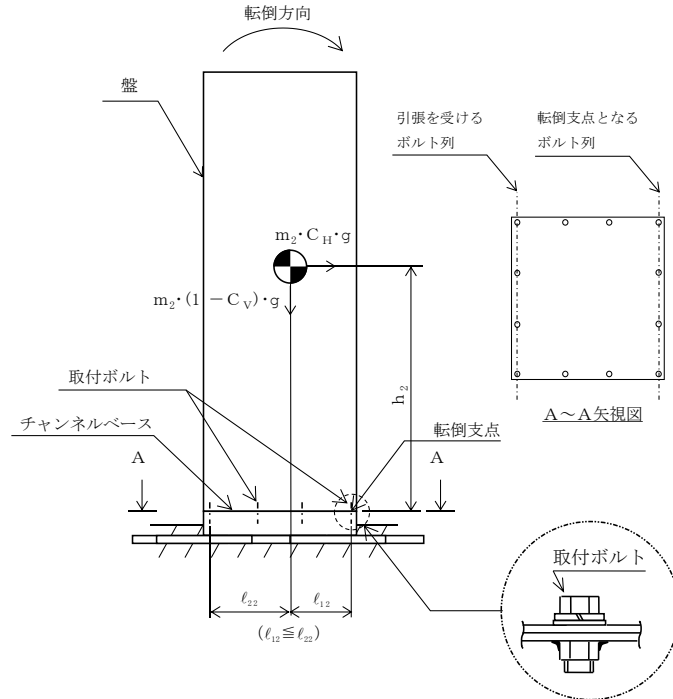


図5-2(1) 計算モデル  
(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) \geq 0$ の場合)

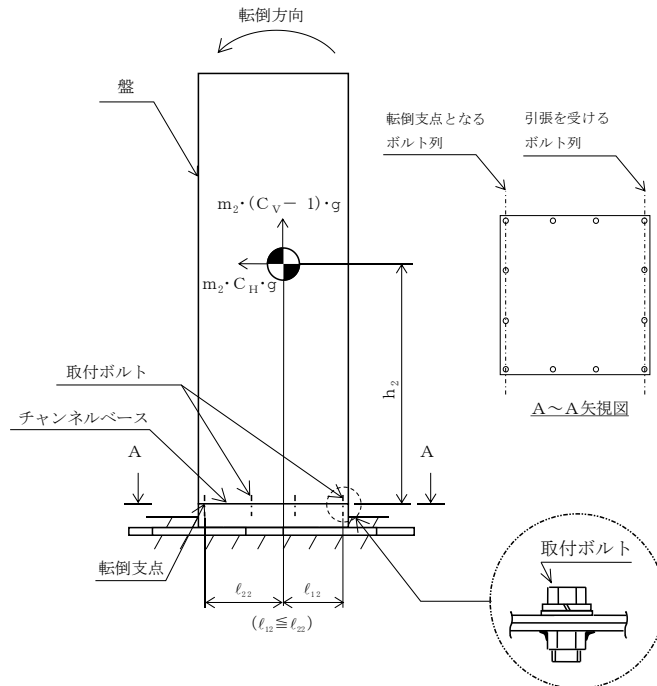


図5-2(2) 計算モデル  
(直立形 短辺方向転倒  $(1 - C_v) < 0$ の場合)

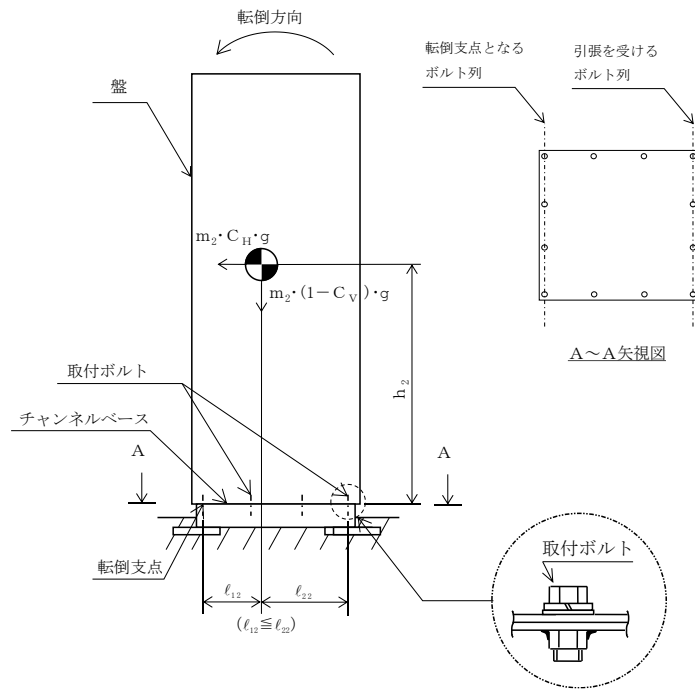


図5-2(3) 計算モデル  
(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_v) \geq 0$ の場合)

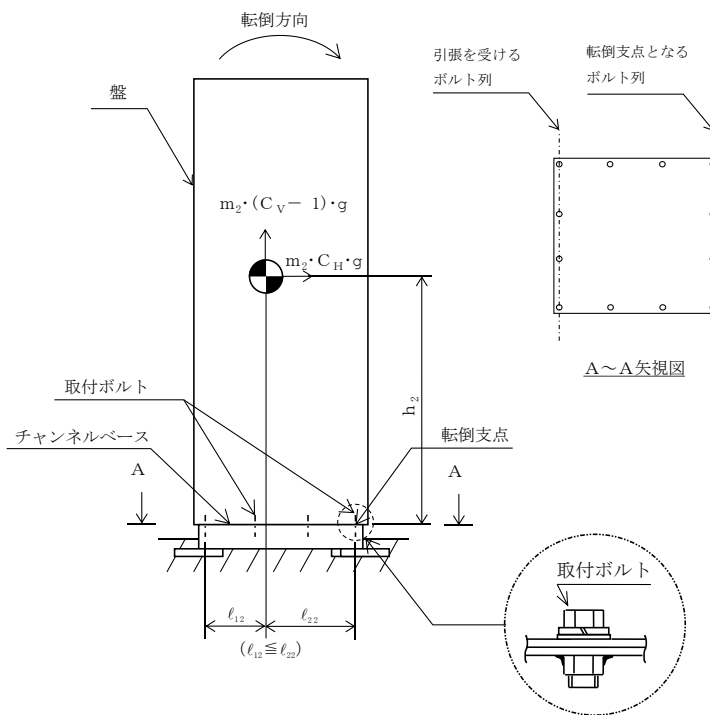


図5-2(4) 計算モデル  
(直立形 長辺方向転倒  $(1 - C_v) < 0$ の場合)

## (1) 引張応力

取付ボルトに対する引張力は、最も厳しい条件として図5-2(1)～図5-2(4)で最外列のボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列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5-2(1)及び5-2(3)の場合の引張力

$$F_{b2} = \frac{m_2 \cdot C_H \cdot h_2 \cdot g - m_2 \cdot (1 - C_V) \cdot l_{12} \cdot g}{n_{f2} \cdot (l_{12} + l_{22})} \dots\dots\dots (5.4.1.2.1)$$

計算モデル図5-2(2)及び5-2(4)の場合の引張力

$$F_{b2} = \frac{m_2 \cdot C_H \cdot h_2 \cdot g - m_2 \cdot (1 - C_V) \cdot l_{22} \cdot g}{n_{f2} \cdot (l_{12} + l_{22})} \dots\dots\dots (5.4.1.2.2)$$

引張応力

$$\sigma_{b2} = \frac{F_{b2}}{A_{b2}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.3)$$

ここで、取付ボルトの軸断面積 $A_{b2}$ は次式により求める。

$$A_{b2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \dots\dots\dots (5.4.1.2.4)$$

ただし、 $F_{b2}$ が負のとき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

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

$$Q_{b2} = m_2 \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.2.5)$$

せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{Q_{b2}}{n_2 \cdot A_{b2}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.6)$$

## 5.5 計算条件

### 5.5.1 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【B-格納容器 H2/O2 濃度計盤 (2-973B-1) 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 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【B-格納容器 H2/O2 濃度計盤 (2-973B-1) 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項で求めたボルトの引張応力 $\sigma_{bi}$ は次式より求めた許容組合せ応力 $f_{tsi}$ 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 $\tau_{bi}$ 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。

	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. 機能維持評価

### 6.1 電氣的機能維持評価方法

B-格納容器 H2/O2 濃度計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VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動  $S_s$  により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

B-格納容器 H2/O2 濃度計盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体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評価部位の最大加速度を適用する。

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

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

機器名称	方向	機能確認済加速度
B-格納容器 H2/O2 濃度計盤 (2-973B-1)	水平	□
	鉛直	□



## 7. 評価結果

### 7.1 設計基準対象施設としての評価結果

B-格納容器 H2/O2 濃度計盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

### 7.2 重大事故等対処設備としての評価結果

B-格納容器 H2/O2 濃度計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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【B-格納容器 H2/O2 濃度計盤 (2-973B-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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
B-格納容器 H2/O2 濃度計盤 (2-973B-1)	S	制御室建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>	0.05 以下	0.05 以下	C <sub>H</sub> =1.71 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.77 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =3.41 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.58 <sup>*3</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1417	16 (M16)	201.1	8	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		1280	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	L <sub>j</sub> (mm)	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	N <sub>fj</sub>	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
							弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	下表に示す	255	370	下表に示す	211	253	短辺方向	短辺方向
	下表に示す	420	590	下表に示す				

注記\*：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。

基礎ボルト (短辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>
	625	500	325	200	125
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>	N <sub>f3</sub>	N <sub>f4</sub>	N <sub>f5</sub>
	1	1	1	1	2

基礎ボルト (長辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>
	1010	190	40
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>	N <sub>f3</sub>
	3	1	3

部材	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	n <sub>fi</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	320	410	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	310	470	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	$\sigma_{b1}=71$	$f_{ts1}=126^*$	$\sigma_{b1}=149$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	$\tau_{b1}=9$	$f_{sb1}=97$	$\tau_{b1}=17$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=25$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=54$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=146$

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。

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
B-格納容器 H2/O2 濃度計盤 (2-973B-1)	水平方向	2.84	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

【B-格納容器 H2/O2 濃度計盤 (2-973B-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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
B-格納容器 H2/O2 濃度計盤 (2-973B-1)	常設耐震/防止 常設/緩和	制御室建物 EL 16.9* <sup>1</sup>	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =3.41* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.58* <sup>2</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1417	16 (M16)	201.1	8	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	1280	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	L <sub>j</sub> (mm)	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	N <sub>fj</sub>	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
							弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	下表に示す	255	370	下表に示す	—	253	—	短辺方向
	下表に示す	420	590	下表に示す				

注記\*：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。

基礎ボルト (短辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>
	625	500	325	200	125
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>	N <sub>f3</sub>	N <sub>f4</sub>	N <sub>f5</sub>
	1	1	1	1	2

基礎ボルト (長辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>
	1010	190	40
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>	N <sub>f3</sub>
	3	1	3

部材	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	n <sub>fi</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	320	410	4	—	253	—	短辺方向
	310	470	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b1}=149$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=17$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=54$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=146$

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。

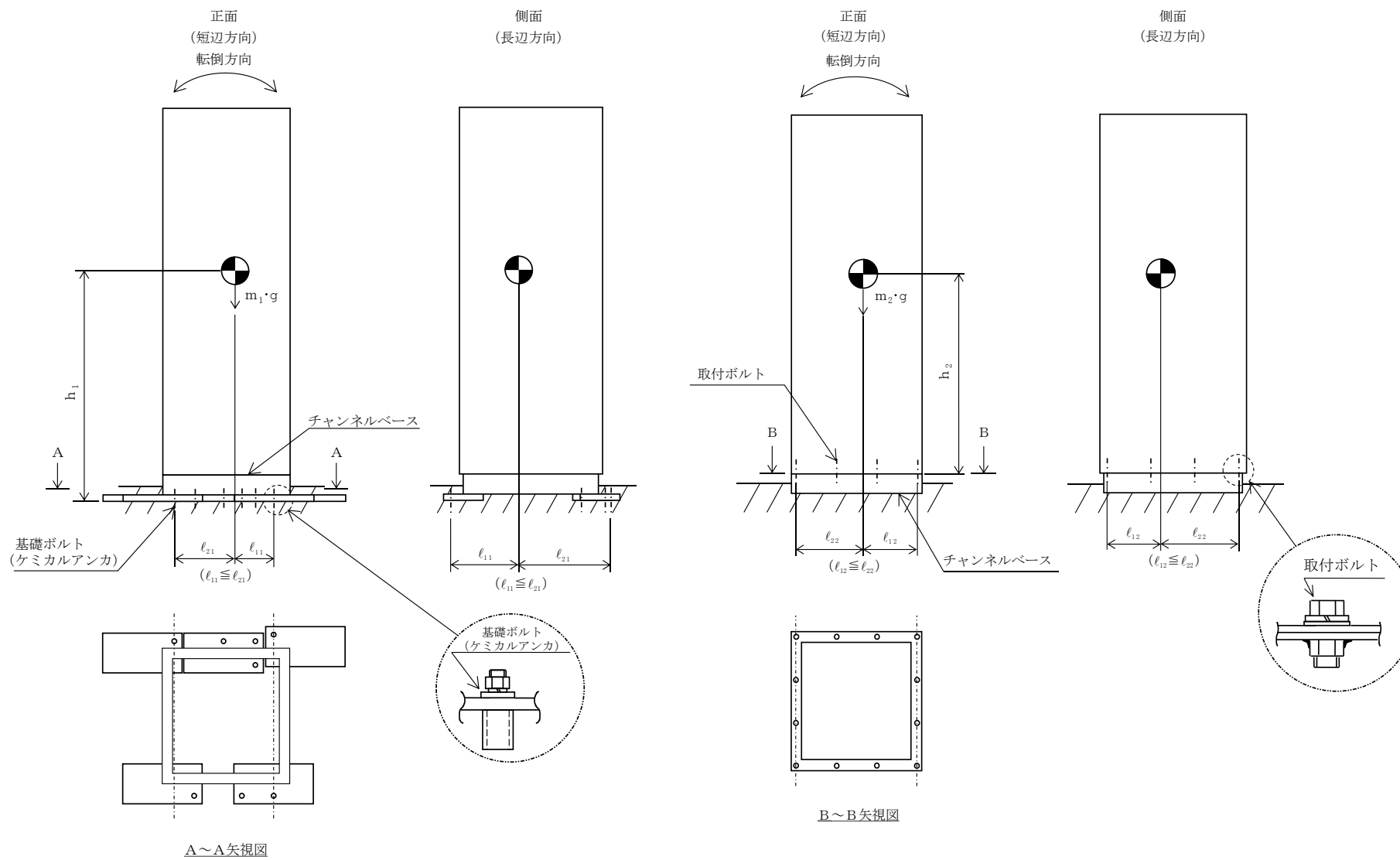
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-格納容器 H2/O2 濃度計盤 (2-973B-1)	水平方向	2.84	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-6-7-2-34 B-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤の  
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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、B-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

B-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤は、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。

なお、B-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

B-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤の構造計画を表 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>B-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。</p> <p>チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</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>(正面図) (側面図)</p>

(単位 : mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

B-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

B-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤 (2-973B-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

B-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

B-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤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。

###### 4.2.2 許容応力

B-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤の許容応力は、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

B-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【B-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤 (2-973B-2) 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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B-格納容器 H2/O2 濃度計 演算器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B-格納容器 H2/O2 濃度計 演算器盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

B-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

B-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
B-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤 (2-973B-2)	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

B-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

B-格納容器 H2/O2 濃度計演算器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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【B-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤 (2-973B-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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
B-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤 (2-973B-2)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	C <sub>H</sub> =1.25*2	C <sub>V</sub> =0.68*2	C <sub>H</sub> =1.88*3	C <sub>V</sub> =1.46*3	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1270	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	305	425	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	310	470	4				

注記\*：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) ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F <sub>bi</sub>		Q <sub>bi</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

(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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=18$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=31$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=146$

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。

(2) 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤 (2-973B-2)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
B-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤 (2-973B-2)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 16.9* <sup>1</sup>	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.88* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.46* <sup>2</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1270	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	305	425	4	—	253	—	短辺方向
	310	470	4				

注記\*：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 <sub>bi</sub>		Q <sub>bi</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=31$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=146$

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。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

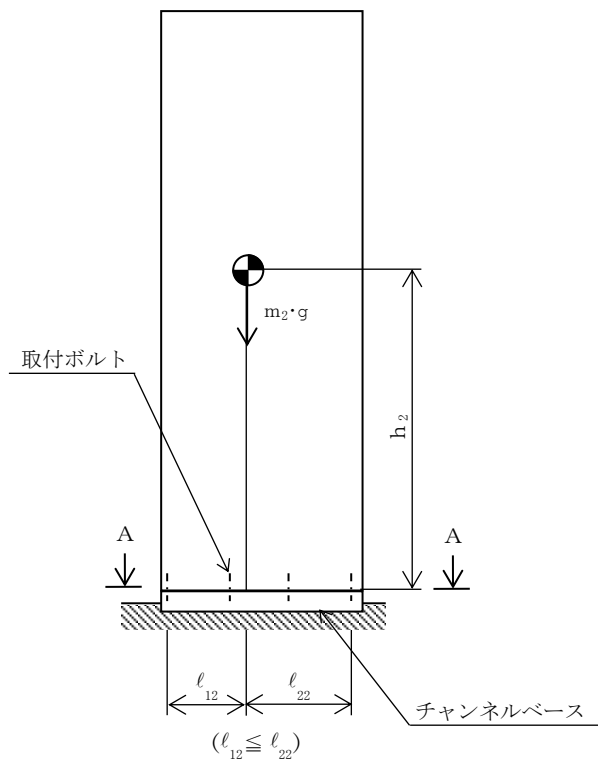
( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-格納容器 H2/O2 濃度計演算器盤 (2-973B-2)	水平方向	1.56	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.22	<input type="checkbox"/>

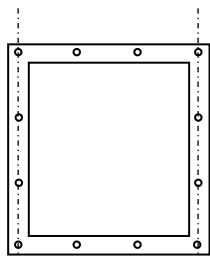
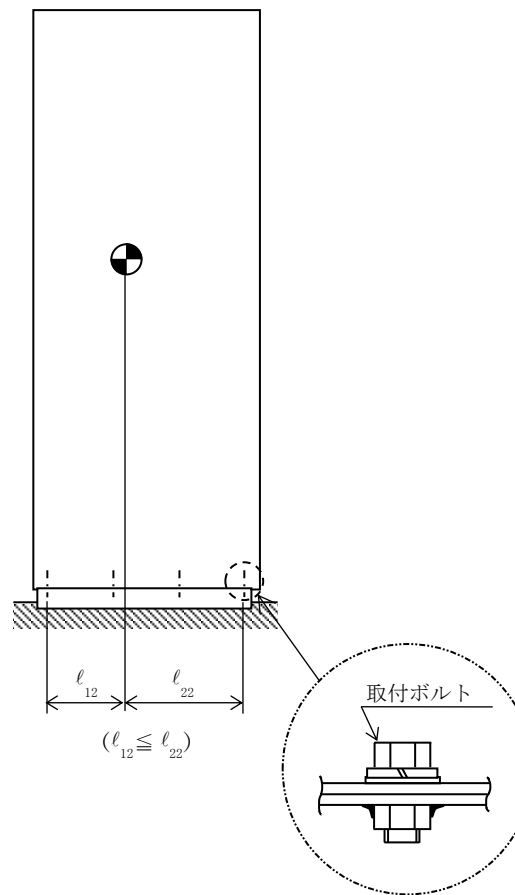
注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

正面  
(短辺方向)  
転倒方向



側面  
(長辺方向)



A~A 矢视图



VI-2-6-7-2-35 AM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	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	6
3. 評価部位	7
4. 固有周期	7
4.1 基本方針	7
4.2 固有周期の確認方法	7
4.3 固有周期の確認結果	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
5.3 設計用地震力	12
5.4 計算方法	13
5.5 計算条件	18
5.6 応力の評価	19
6. 機能維持評価	20
6.1 電氣的機能維持評価方法	20
7. 評価結果	21
7.1 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、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、AM設備制御盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

AM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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

AM設備制御盤の構造計画を表 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>AM設備制御盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</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>(単位：mm)</p>

## 2.2 評価方針

AM設備制御盤の応力評価は、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AM設備制御盤の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で測定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。また、AM設備制御盤の機能維持評価は、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、機能維持評価用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。

AM設備制御盤の耐震評価フローを図2-1に示す。

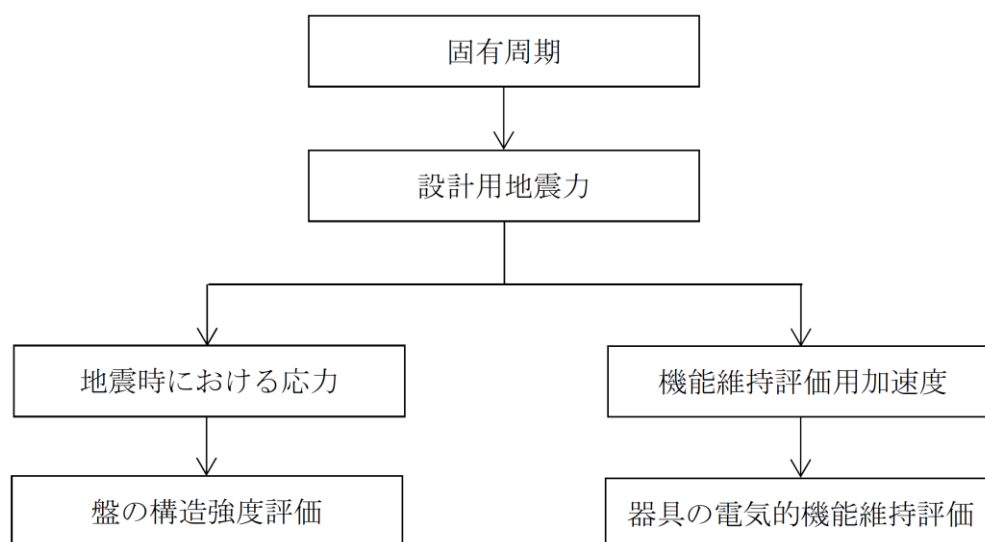


図2-1 AM設備制御盤の耐震評価フロー

### 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。

- ・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）
- ・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
$A_{bi}$	ボルトの軸断面積* <sup>1</sup>	mm <sup>2</sup>
$C_H$	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* <sup>1</sup>	mm
$F_i$	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$F_i^*$	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$F_{bi}$	ボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$F_{b1i}$	$l_{1i}$ 側を転倒支点とする場合のボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$F_{b2i}$	$l_{2i}$ 側を転倒支点とする場合のボルトに作用する引張力 (1本あたり) * <sup>1</sup>	N
$f_{sbi}$	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* <sup>1</sup>	MPa
$f_{toi}$	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* <sup>1</sup>	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 (許容組合せ応力) * <sup>1</sup>	MPa
$g$	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
$h_i$	据付面又は取付面から重心までの距離* <sup>2</sup>	mm
$l_{1i}$	重心とボルト間の水平方向距離* <sup>1, *3</sup>	mm
$l_{2i}$	重心とボルト間の水平方向距離* <sup>1, *3</sup>	mm
$L_j$	転倒支点とボルト $j$ 間の距離* <sup>4</sup>	mm
$m_i$	盤の質量* <sup>2</sup>	kg
$n_i$	ボルトの本数* <sup>1</sup>	—
$n_{fi}$	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 (直立形) * <sup>1</sup>	—
$N_{fj}$	評価上引張力を受けるとして期待する転倒支点からの距離 $L_j$ のボルトの本数* <sup>4</sup>	—
$Q_{bi}$	ボルトに作用するせん断力* <sup>1</sup>	N
$S_{ui}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$S_{yi}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値* <sup>1</sup>	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°Cにおける値* <sup>1</sup>	MPa
$\pi$	円周率	—
$\sigma_{bi}$	ボルトに生じる引張応力* <sup>1</sup>	MPa
$\sigma_{bij}$	転倒支点から距離が等しい列のボルト群に作用する引張応力* <sup>1, *4</sup>	MPa
$\tau_{bi}$	ボルトに生じるせん断応力* <sup>1</sup>	MPa

注記\*1:  $A_{bi}$ ,  $d_i$ ,  $F_i$ ,  $F_i^*$ ,  $F_{bi}$ ,  $F_{b1i}$ ,  $F_{b2i}$ ,  $f_{sbi}$ ,  $f_{toi}$ ,  $f_{tsi}$ ,  $l_{1i}$ ,  $l_{2i}$ ,  $n_i$ ,  $n_{fi}$ ,  $Q_{bi}$ ,  $S_{ui}$ ,  $S_{yi}$ ,  $S_{yi}(RT)$ ,  $\sigma_{bi}$ ,  $\sigma_{bij}$ 及び $\tau_{bi}$ 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:  $l_{1i} \leq l_{2i}$

\*4:  $L_j$ ,  $N_{fj}$ ,  $\sigma_{bij}$  の添字  $j$  の意味は、以下のとおりとする。

評価上引張力を受けるとして期待する転倒支点から距離が等しいボルト群を  $1 \sim j$  で示す。

## 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
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* <sup>1</sup>
面積	mm <sup>2</sup>	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* <sup>2</sup>
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* <sup>2</sup>
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力* <sup>3</sup>	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

AM設備制御盤の耐震評価は、「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及び取付ボルトについて実施する。

AM設備制御盤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 基本方針

AM設備制御盤の固有周期は、振動試験（自由振動試験）にて求める。

#### 4.2 固有周期の確認方法

プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、固有周期を確認する。AM設備制御盤の外形図を表 2-1 の概略構造図に示す。

#### 4.3 固有周期の確認結果

固有周期の確認結果を表 4-1 に示す。試験の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 4-1 固有周期 (単位：s)

水平			
鉛直			

## 5. 構造強度評価

### 5.1 構造強度評価方法

- (1) 盤の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は盤に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。  
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 盤は取付ボルトでチャンネルベースに固定されており、固定端とする。
- (4) チャンネルベースは基礎ボルトで基礎に固定されており、固定端とする。
- (5) 転倒方向は、長辺方向及び短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) 盤の重心位置については、転倒方向を考慮して、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行う。
- (7) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 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

AM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の評価に用いるものを表 5-1 に示す。

#### 5.2.2 許容応力

AM設備制御盤の許容応力は、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

AM設備制御盤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
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	AM設備制御盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVAS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 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	せん断
IV <sub>A</sub> S	1.5・f <sub>t</sub> * 1.5・f <sub>s</sub> *	1.5・f <sub>s</sub> *
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてIV <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS400 (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\*：SS400 相当

### 5.3 設計用地震力

AM設備制御盤の設計用地震力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。

「基準地震動  $S_s$ 」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 5-4 設計用地震力（重大事故等対処設備）

機器名称	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
AM設備 制御盤 (2-974)	制御室建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>	□	□	—	—	$C_H=3.41^{*2}$	$C_V=1.58^{*2}$

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動  $S_s$ ）

## 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。

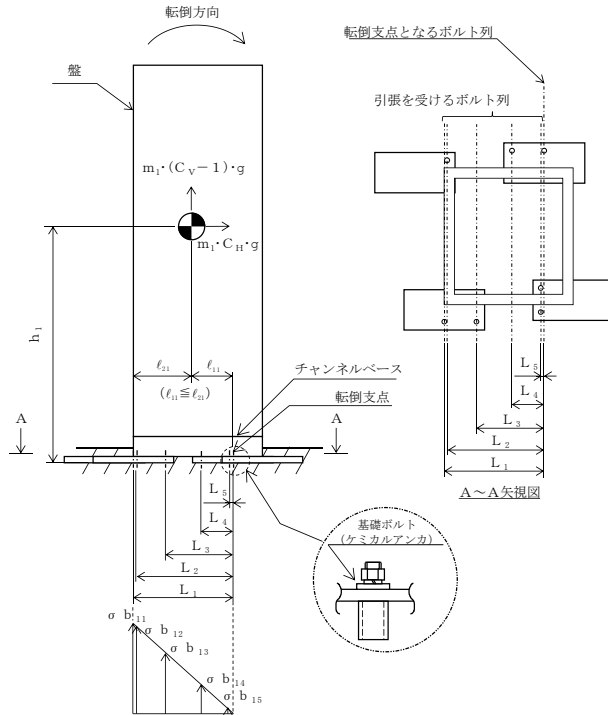


図5-1(1) 計算モデル  
(直立形 短辺方向転倒  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

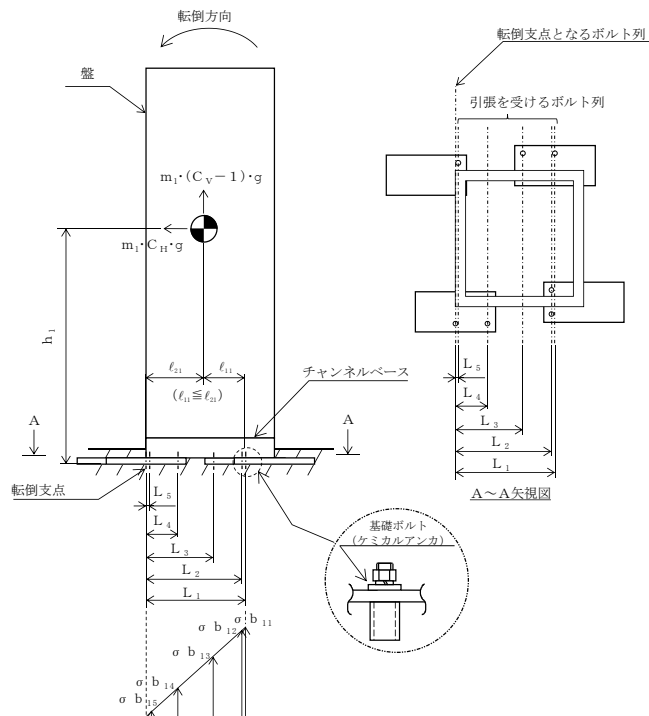


図5-1(2) 計算モデル  
(直立形 短辺方向転倒  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)

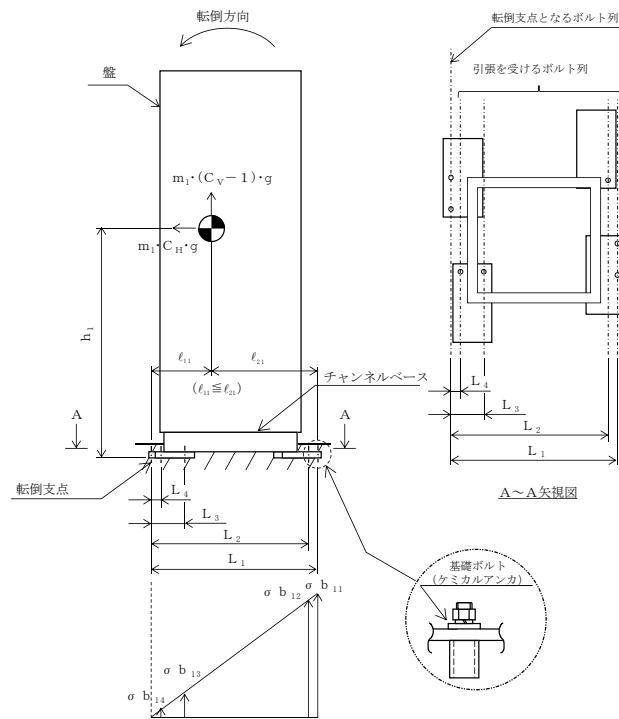


図5-1(3) 計算モデル  
(直立形 長辺方向転倒  $l_{11}$ 側転倒支点の場合)

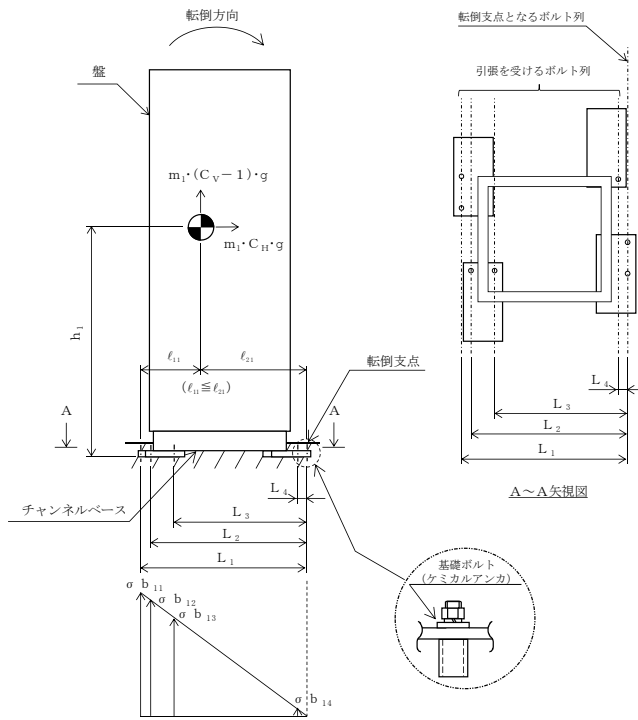


図5-1(4) 計算モデル  
(直立形 長辺方向転倒  $l_{21}$ 側転倒支点の場合)



## (1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は、図5-1(1)、図5-1(2)、図5-1(3)及び図5-1(4)でそれぞれのボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列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)、図5-1(3)の場合の引張力

$$F_{b11} = \frac{L_1 \cdot (m_1 \cdot C_H \cdot h_1 \cdot g - m_1 \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{11} \cdot g)}{N_{f1} \cdot L_1^2 + \dots + N_{fj} \cdot L_j^2} \dots \dots \dots (5.4.1.1.1)$$

計算モデル図5-1(2)、図5-1(4)の場合の引張力

$$F_{b21} = \frac{L_1 \cdot (m_1 \cdot C_H \cdot h_1 \cdot g - m_1 \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{21} \cdot g)}{N_{f1} \cdot L_1^2 + \dots + N_{fj} \cdot L_j^2} \dots \dots \dots (5.4.1.1.2)$$

$$F_{b1} = \text{Max} (F_{b11}, F_{b21}) \dots \dots \dots (5.4.1.1.3)$$

引張応力

$$\sigma_{b1} = \frac{F_{b1}}{A_{b1}} \dots \dots \dots (5.4.1.1.4)$$

ここで、ボルトの軸断面積 $A_{b1}$ は次式により求める。

$$A_{b1} = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \dots \dots \dots (5.4.1.1.5)$$

## (2) せん断応力

基礎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

$$Q_{b1} = m_1 \cdot C_H \cdot g \dots \dots \dots (5.4.1.1.6)$$

せん断応力

$$\tau_{b1} = \frac{Q_{b1}}{n_1 \cdot A_{b1}} \dots \dots \dots (5.4.1.1.7)$$

5.4.1.2 取付ボルトの計算方法

取付ボルトの応力は，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。

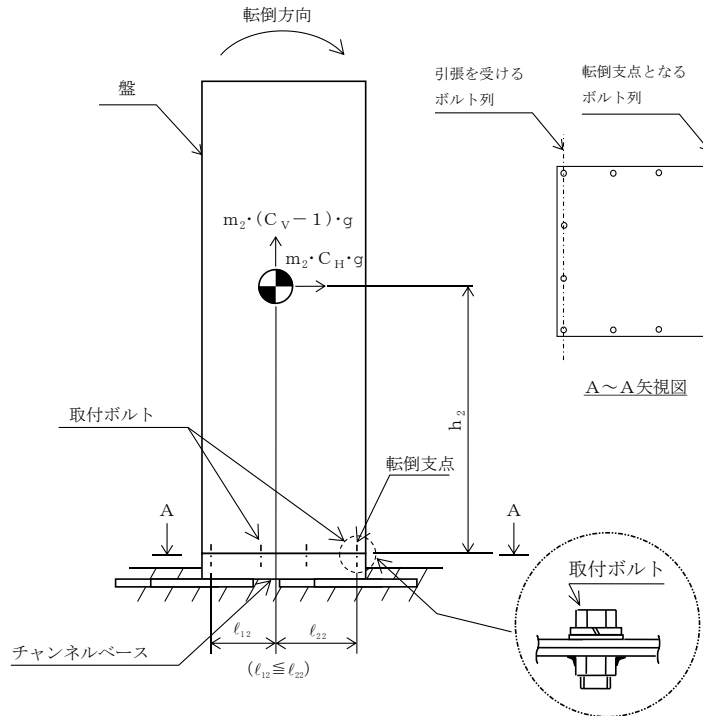


図5-2(1) 計算モデル  
(直立形 短辺方向転倒の場合)

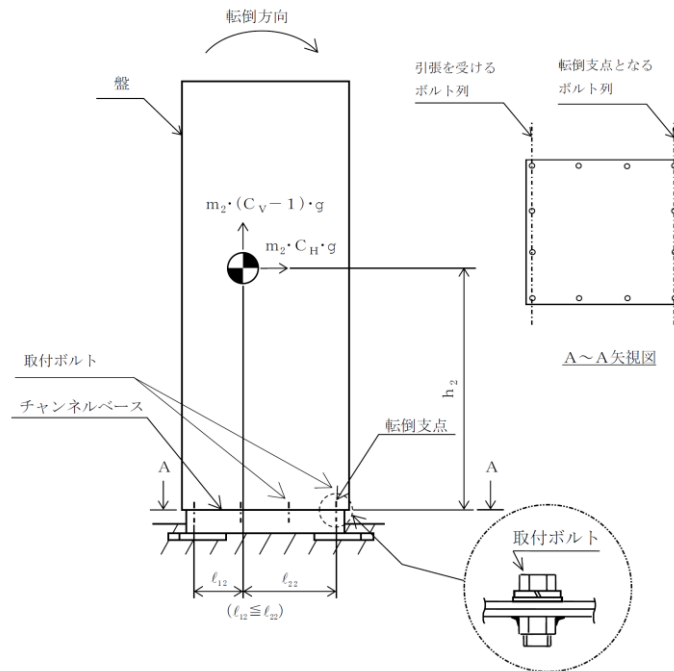


図5-2(2) 計算モデル  
(直立形 長辺方向転倒の場合)

## (1) 引張応力

取付ボルトに対する引張力は、最も厳しい条件として図5-2(1)及び図5-2(2)で最外列のボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列のボルトで受けるものとして計算する。

引張力

$$F_{b2} = \frac{m_2 \cdot C_H \cdot h_2 \cdot g - m_2 \cdot (1 - C_V) \cdot l_{22} \cdot g}{n_{f2} \cdot (l_{12} + l_{22})} \dots\dots\dots (5.4.1.2.1)$$

引張応力

$$\sigma_{b2} = \frac{F_{b2}}{A_{b2}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.2)$$

ここで、ボルトの軸断面積 $A_{b2}$ は次式により求める。

$$A_{b2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \dots\dots\dots (5.4.1.2.3)$$

ただし、 $F_{b2}$ が負のとき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

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

$$Q_{b2} = m_2 \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.2.4)$$

せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{Q_{b2}}{n_2 \cdot A_{b2}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.5)$$

## 5.5 計算条件

### 5.5.1 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【AM設備制御盤（2-974）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 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【AM設備制御盤（2-974）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項で求めたボルトの引張応力 $\sigma_{bi}$ は次式より求めた許容組合せ応力 $f_{tsi}$ 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 $\tau_{bi}$ 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 $f_{sbi}$	$\frac{F_i^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

## 6. 機能維持評価

### 6.1 電氣的機能維持評価方法

AM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VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動  $S_s$  により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

AM設備制御盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体のサインビート波加振試験において電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

機器名称	方向	機能確認済加速度
AM設備制御盤 (2-974)	水平	□
	鉛直	□

## 7. 評価結果

### 7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

AM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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【AM設備制御盤（2-974）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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
AM設備制御盤 (2-974)	常設耐震／防止 常設／緩和	制御室建物 EL 16.9* <sup>1</sup>	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =3.41* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.58* <sup>2</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1437	16 (M16)	201.1	7	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)



部材	L <sub>j</sub> (mm)	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	N <sub>fj</sub>	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
							弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	下表に示す	260	360	下表に示す	—	253	—	短辺方向
	下表に示す	380	630	下表に示す				

注記\*：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。

基礎ボルト (短辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>
	620	580	420	200	20
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>	N <sub>f3</sub>	N <sub>f4</sub>	N <sub>f5</sub>
	1	1	1	1	2

基礎ボルト (長辺方向)	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>
	1010	970	180	30
	N <sub>f1</sub>	N <sub>f2</sub>	N <sub>f3</sub>	N <sub>f4</sub>
	2	1	1	1

部材	l <sub>1i</sub> * (mm)	l <sub>2i</sub> * (mm)	n <sub>fi</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	325	405	4	—	253	—	短辺方向
	270	510	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b1}=145$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=21$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=63$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=11$	$f_{sb2}=146$

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。

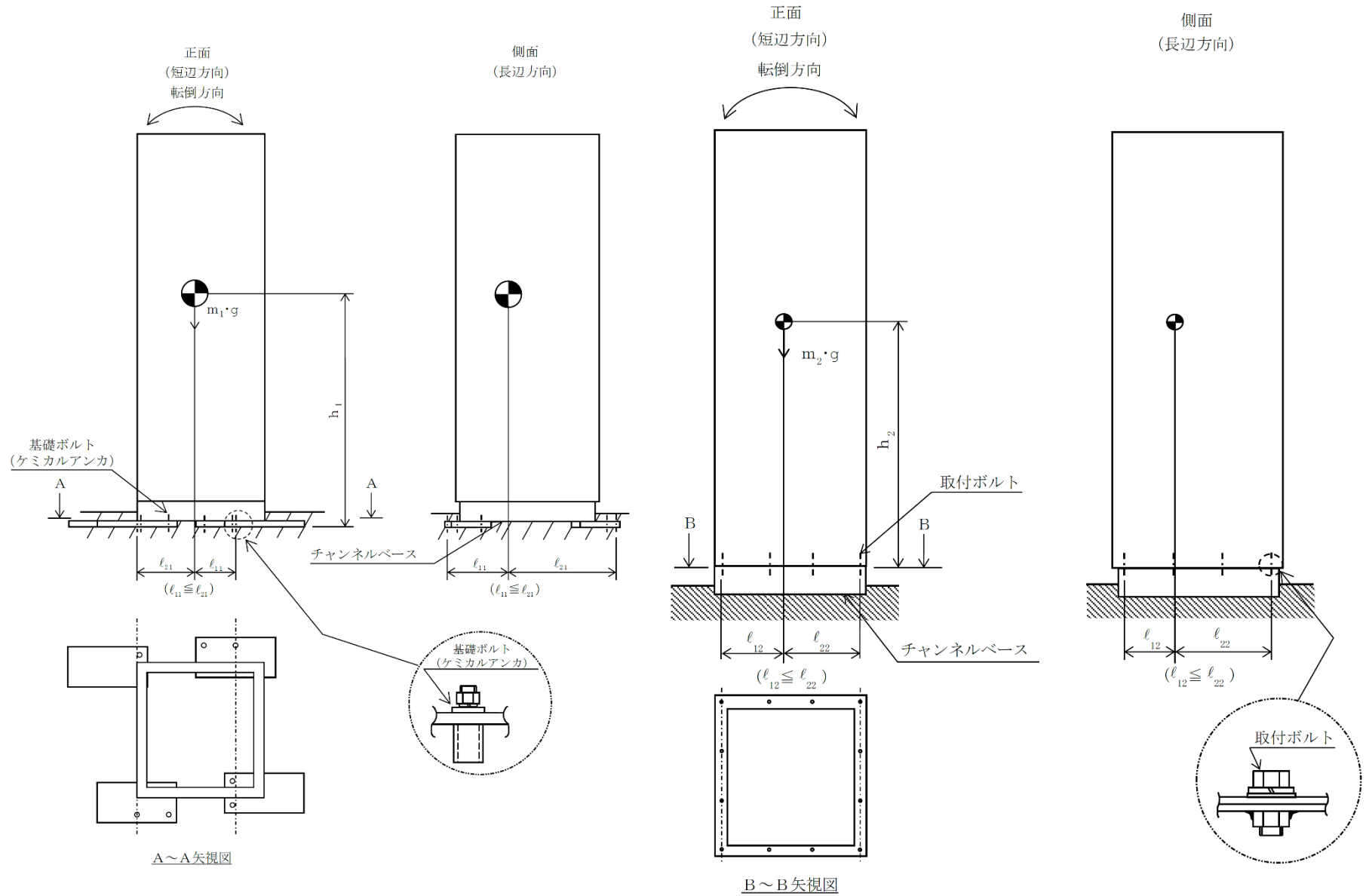
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
AM設備制御盤 (2-974)	水平方向	2.84	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-36 工学的安全施設トリップ設定器盤の  
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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、工学的安全施設トリップ設定器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

工学的安全施設トリップ設定器盤は、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。

なお、工学的安全施設トリップ設定器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

工学的安全施設トリップ設定器盤の構造計画を表 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>工学的安全施設トリップ設定器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</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>(正面図) (側面図)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976A)</th> <th>工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976B)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>900</td> <td>900</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>800</td> <td>800</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2300</td> <td>2300</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976A)	工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976B)	たて	900	900	横	800	800	高さ	2300	2300
機器名称	工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976A)	工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976B)												
たて	900	900												
横	800	800												
高さ	2300	2300												

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

工学的安全施設トリップ設定器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位 : s)

工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>



#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

工学的安全施設トリップ設定器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

工学的安全施設トリップ設定器盤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。

###### 4.2.2 許容応力

工学的安全施設トリップ設定器盤の許容応力は、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

工学的安全施設トリップ設定器盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976A) の耐震性についての計算結果】、【工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976B) 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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	工学的安全施設トリップ 設定器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	工学的安全施設トリップ 設定器盤	常設耐震／防止	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

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 4-3 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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電気的機能維持評価方法

工学的安全施設トリップ設定器盤の電気的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

工学的安全施設トリップ設定器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体のサインビート波加振試験又は当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電気的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976A)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976B)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>

## 6. 評価結果

### 6.1 設計基準対象施設としての評価結果

工学的安全施設トリップ設定器盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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

工学的安全施設トリップ設定器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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976A) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
工学的安全施設トリップ 設定器盤 (2-976A)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>			C <sub>H</sub> =1.25 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.68 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.88 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.46 <sup>*3</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（弾性設計地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> <sup>*</sup> (mm)	l <sub>2 i</sub> <sup>*</sup> (mm)	n <sub>f i</sub> <sup>*</sup>	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> <sup>*</sup> (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

1.4.2 電気の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
工学的安全施設トリップ 設定器盤 (2-976A)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (℃)
			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	
工学的安全施設トリップ 設定器盤 (2-976A)	常設耐震/防止	廃棄物処理建物 EL 16.9* <sup>1</sup>	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.88* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.46* <sup>2</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）

2.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	325	405	4	—	253	—	短辺方向
	270	510	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	□	—	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

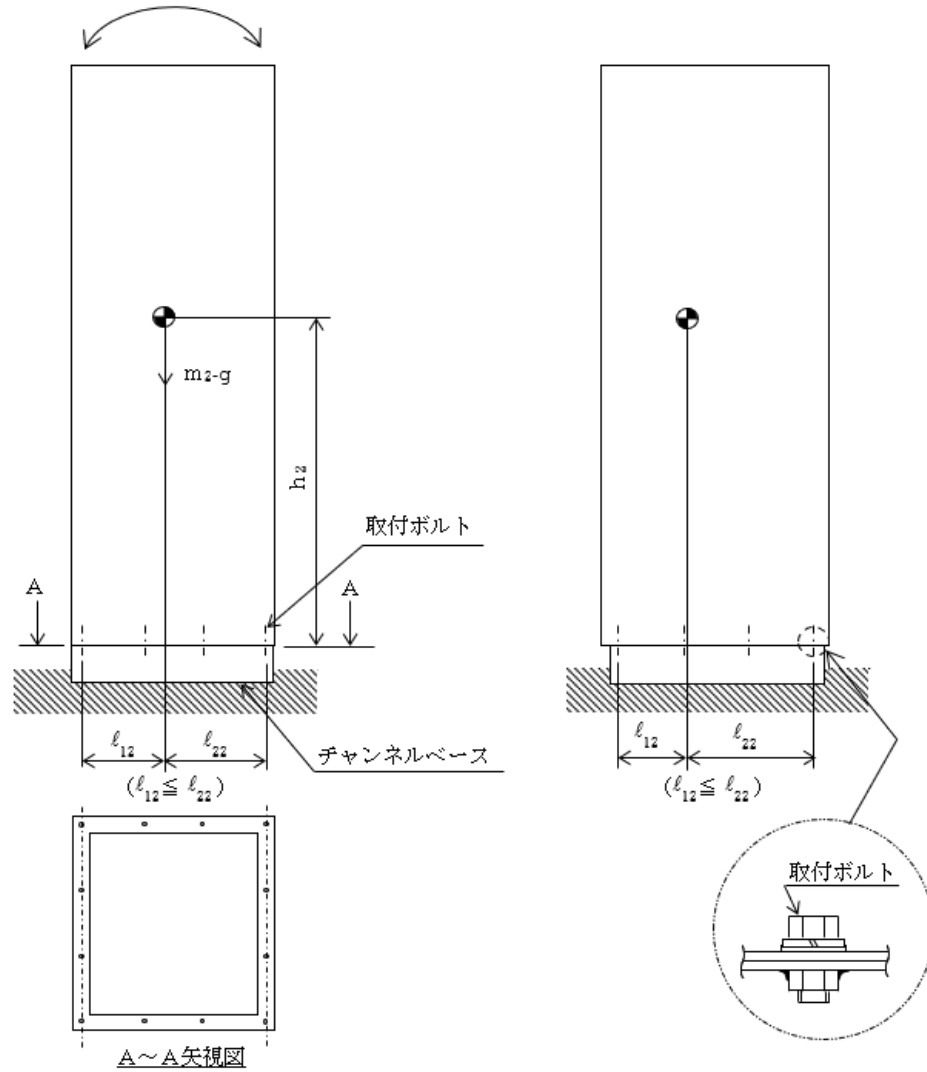
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
工学的安全施設トリップ 設定器盤 (2-976A)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

正面  
(短辺方向)  
転倒方向



側面  
(長辺方向)



【工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976B) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
工学的安全施設トリップ 設定器盤 (2-976B)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9 <sup>*1</sup>			C <sub>H</sub> =1.25 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =0.68 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.88 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =1.46 <sup>*3</sup>	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計地震動 S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
工学的安全施設トリップ 設定器盤 (2-976B)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 (℃)
			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	
工学的安全施設トリップ 設定器盤 (2-976B)	常設耐震/防止	廃棄物処理建物 EL 16.9*1	□	□	—	—	$C_H=1.88^{*2}$	$C_V=1.46^{*2}$	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 II（基準地震動 S s）

2.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$d_i$ (mm)	$A_{b_i}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$S_{y_i}$ (MPa)	$S_{u_i}$ (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$n_{fi}^*$	$F_i$ (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)	325	405	4	—	253	—	短辺方向
	270	510	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

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。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

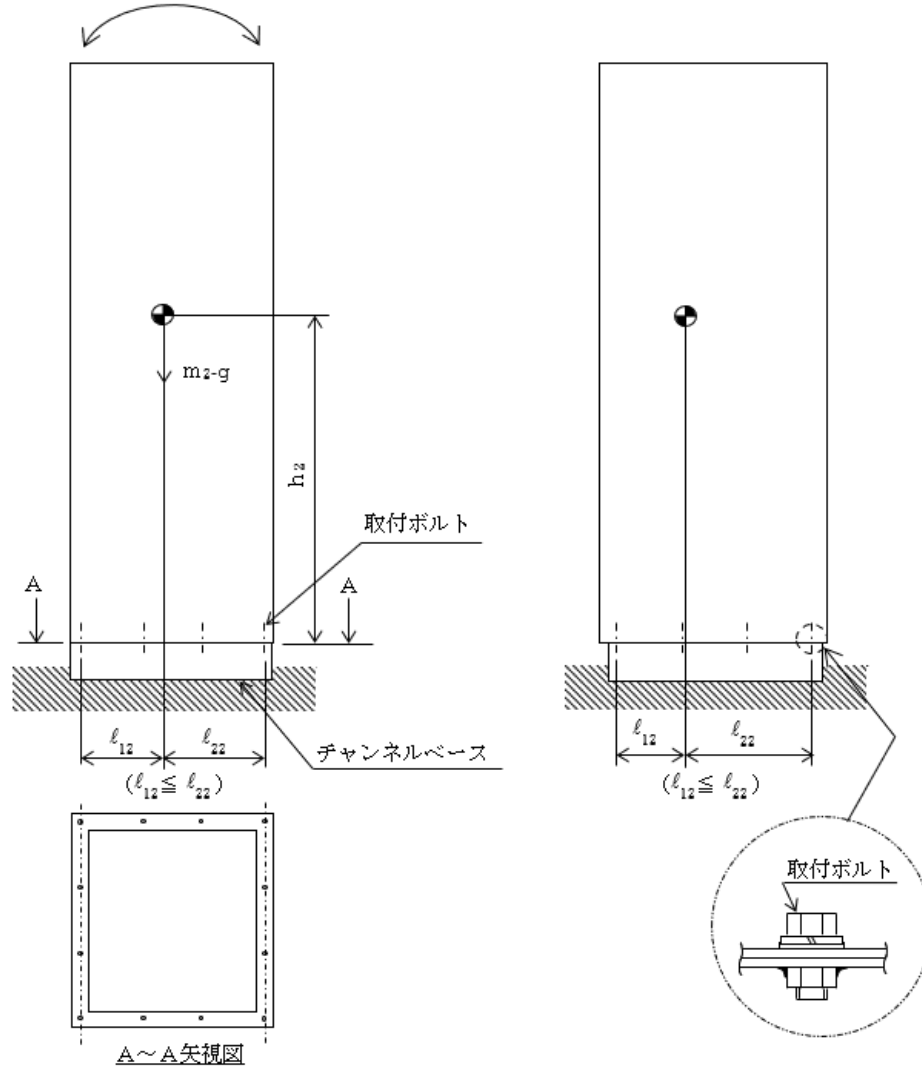
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
工学的安全施設トリップ 設定器盤 (2-976B)	水平方向	1.56	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.22	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

正面  
(短辺方向)  
転倒方向

側面  
(長辺方向)





VI-2-6-7-2-37 重大事故監視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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、重大事故監視盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

重大事故監視盤は、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。

なお、重大事故監視盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

重大事故監視盤の構造計画を表 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>重大事故監視盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</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>(正面図) (側面図)</p>
		<p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

重大事故監視盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

重大事故監視盤 (2-1001)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

重大事故監視盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

重大事故監視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の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

重大事故監視盤の許容応力は、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

重大事故監視盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【重大事故監視盤（2-1001）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 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
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	重大事故監視盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVAS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	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> <sup>*</sup>	1.5・f <sub>s</sub> <sup>*</sup>
VAS (VASとしてIVAS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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

重大事故監視盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

重大事故監視盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
重大事故監視盤 (2-1001)	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

重大事故監視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を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【重大事故監視盤（2-1001）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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
重大事故監視盤 (2-1001)	常設耐震/防止 常設/緩和	制御室建物 EL 16.9*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =3.41*2	C <sub>V</sub> =1.58*2	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1412	16 (M16)	201.1	9	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)
取付ボルト (i=2)	□	1275	16 (M16)	201.1	12	231 (16mm<径≦40mm)	394 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	385	520	2	—	253	—	短辺方向
	450	550	3				
取付ボルト (i=2)	285	445	4	—	276	—	短辺方向
	340	440	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b1}=121$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=17$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=62$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=11$	$f_{sb2}=159$

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。

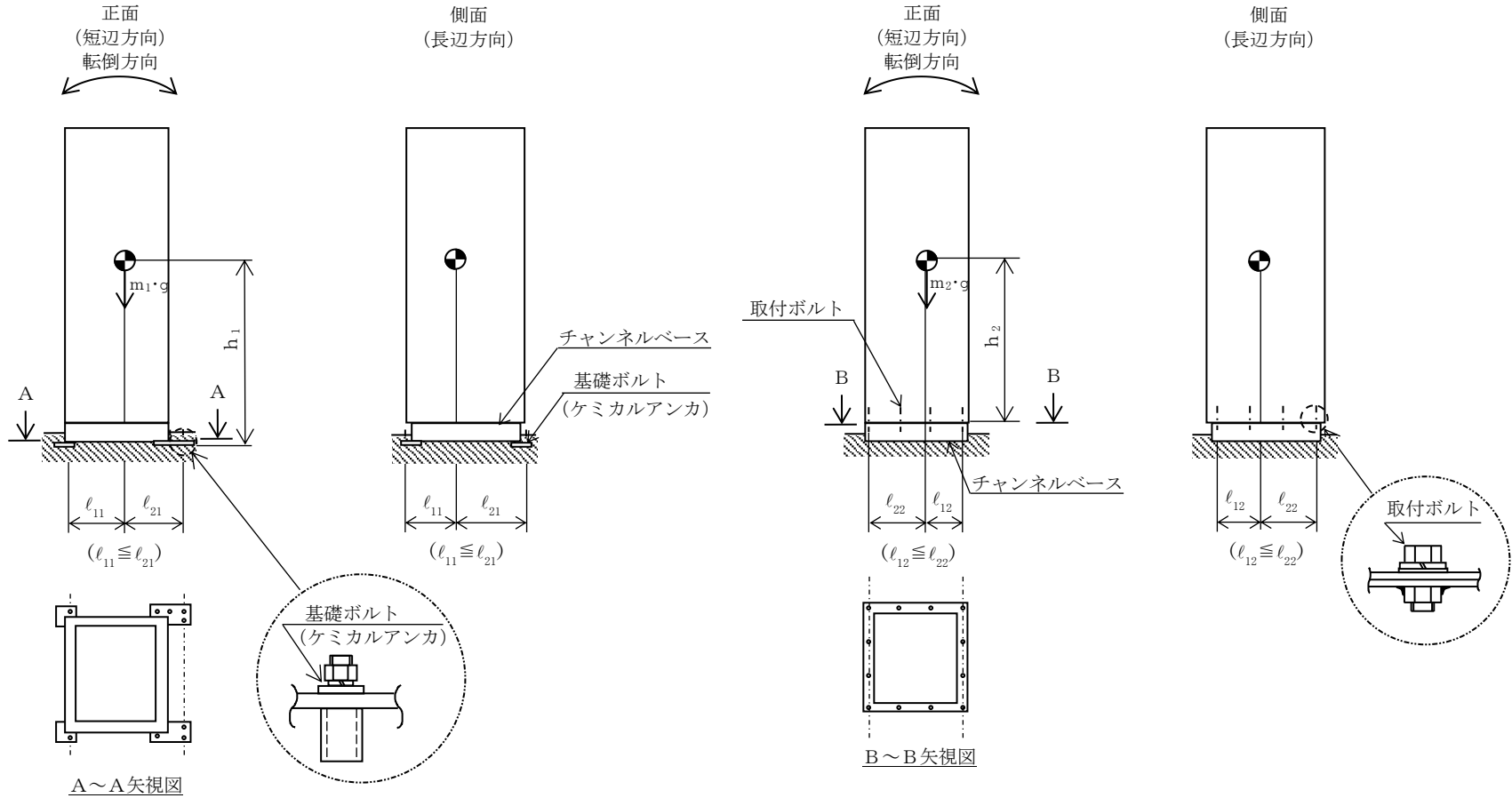
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
重大事故監視盤 (2-1001)	水平方向	2.84	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.32	<input type="checkbox"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-38 重大事故変換器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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、重大事故変換器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

重大事故変換器盤は、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。

なお、重大事故変換器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

重大事故変換器盤の構造計画を表 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>重大事故変換器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎架台に固定され、基礎架台は基礎ボルトにて基礎に設置する。</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>(正面図) (側面図)</p>

(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

重大事故変換器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

重大事故変換器盤 (2-1008)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

重大事故変換器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

重大事故変換器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の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

重大事故変換器盤の許容応力は、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

重大事故変換器盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【重大事故変換器盤（2-1008）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 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
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	重大事故変換器盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVAS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	せん断
IV <sub>A</sub> S	1.5・f <sub>t</sub> *  	1.5・f <sub>s</sub> *  
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてIV <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

重大事故変換器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

重大事故変換器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
重大事故変換器盤 (2-1008)	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

重大事故変換器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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【重大事故変換器盤（2-1008）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 (℃)
			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	
重大事故変換器盤 (2-1008)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 16.9*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.88*2	C <sub>V</sub> =1.46*2	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1650	16 (M16)	201.1	28	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	1300	16 (M16)	201.1	36	231 (16mm<径≤40mm)	394 (16mm<径≤40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (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)	400	580	5	—	253	—	短辺方向
	970	1205	4				
取付ボルト (i=2)	300	480	12	—	276	—	長辺方向
	1045	1285	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			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	—	—	$\sigma_{b1}=90$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=9$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=39$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

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。

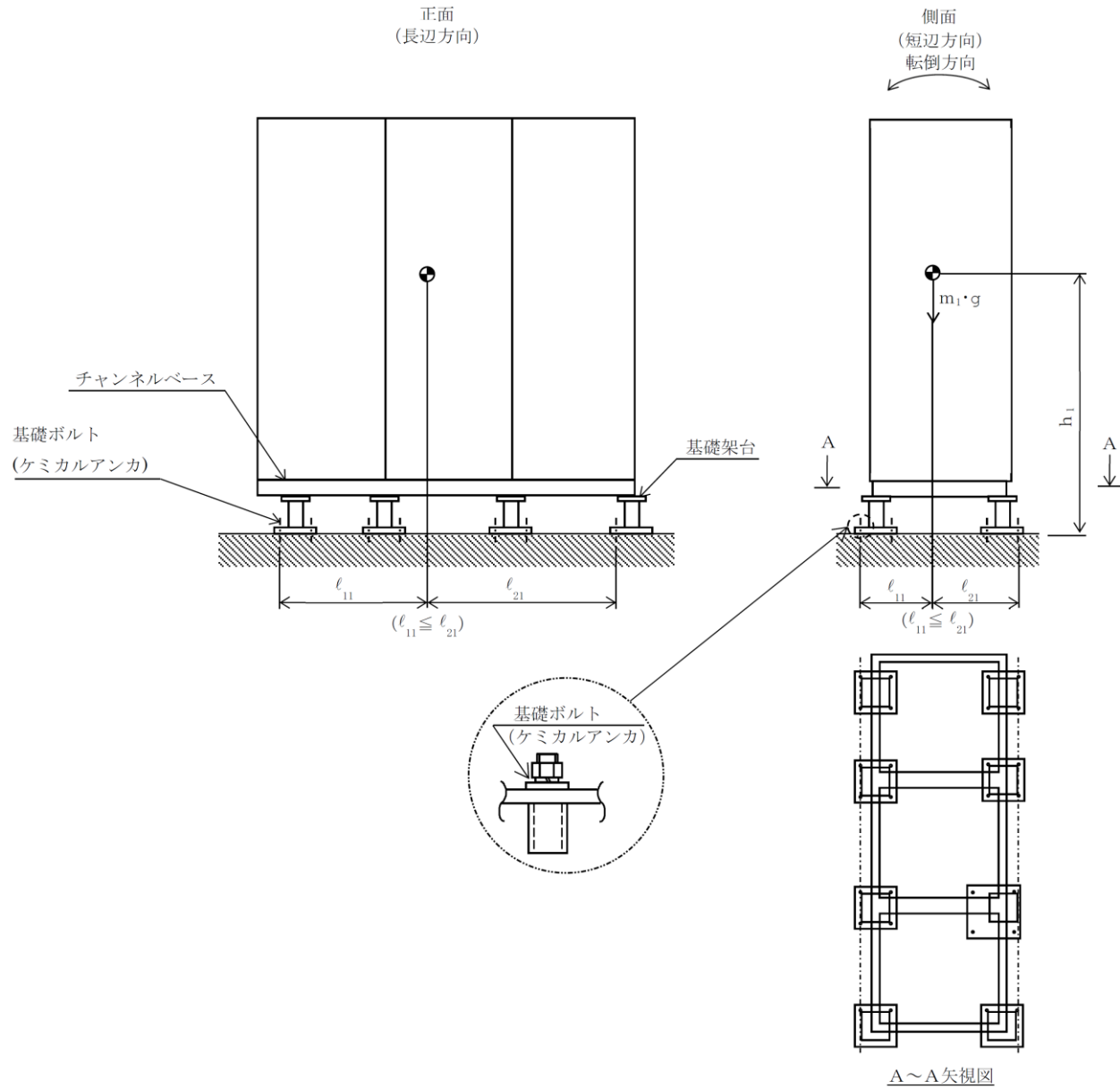
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

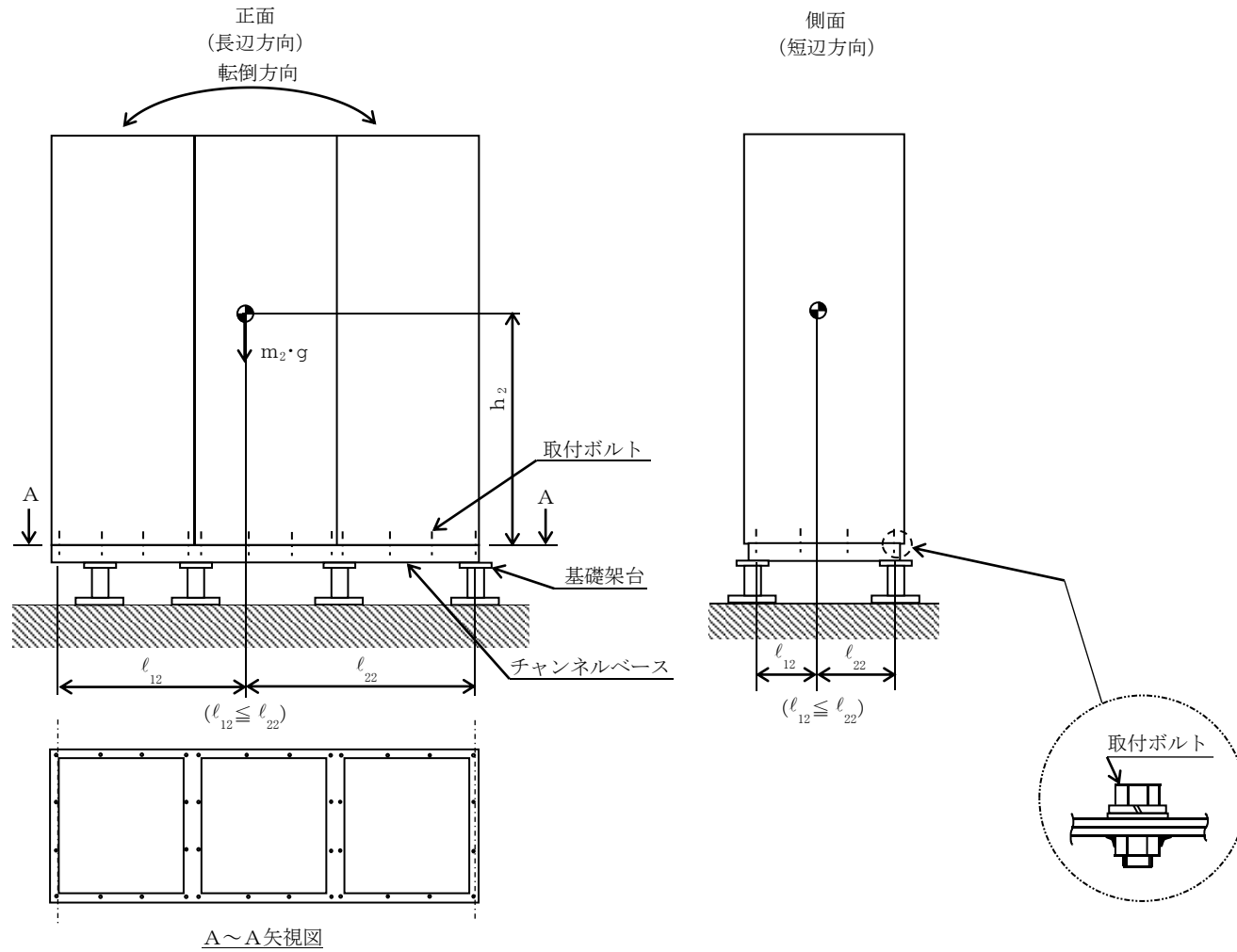
( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
重大事故変換器盤 (2-1008)	水平方向	1.56	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.22	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-6-7-2-39 燃料プール熱電対式水位計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
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、燃料プール熱電対式水位計制御盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

燃料プール熱電対式水位計制御盤は、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以外の常設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気的機能維持評価を示す。

なお、燃料プール熱電対式水位計制御盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

燃料プール熱電対式水位計制御盤の構造計画を表 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>燃料プール熱電対式水位計制御盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。</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>(正面図) (側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

燃料プール熱電対式水位計制御盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

燃料プール熱電対式水位計 制御盤 (2-1111)	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

燃料プール熱電対式水位計制御盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

燃料プール熱電対式水位計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の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

燃料プール熱電対式水位計制御盤の許容応力は、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

燃料プール熱電対式水位計制御盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【燃料プール熱電対式水位計制御盤 (2-1111) 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 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
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	燃料プール熱電対式水位計 制御盤	常設／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「常設／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	せん断
IV <sub>A</sub> S	1.5・f <sub>t</sub> *  1.5・f <sub>s</sub> *	1.5・f <sub>s</sub> *
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてIV <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電気的機能維持評価方法

燃料プール熱電対式水位計制御盤の電気的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

燃料プール熱電対式水位計制御盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体のサインビート波加振試験において、電気的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
燃料プール熱電対式水位計制御盤 (2-1111)	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

燃料プール熱電対式水位計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を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。



【燃料プール熱電対式水位計制御盤 (2-1111) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (℃)
			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	
燃料プール熱電対式 水位計制御盤 (2-1111)	常設/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 28.8 (EL 30.5 <sup>*1</sup> )	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =2.33 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =2.31 <sup>*2</sup>	50

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)		1400	16 (M16)	201.1	18	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	24	231 (16mm<径≤40mm)	394 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> <sup>*</sup> (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> <sup>*</sup> (mm)	n <sub>f i</sub> <sup>*</sup>	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> <sup>*</sup> (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	380	510	5	—	253	—	長辺方向
	690	850	3				
取付ボルト (i=2)	375	505	8	—	276	—	長辺方向
	685	845	2				

注記\*: 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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			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	—	—	$\sigma_{b1}=77$	$f_{ts1}=152^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=11$	$f_{sb1}=117$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=106$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=159$

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。

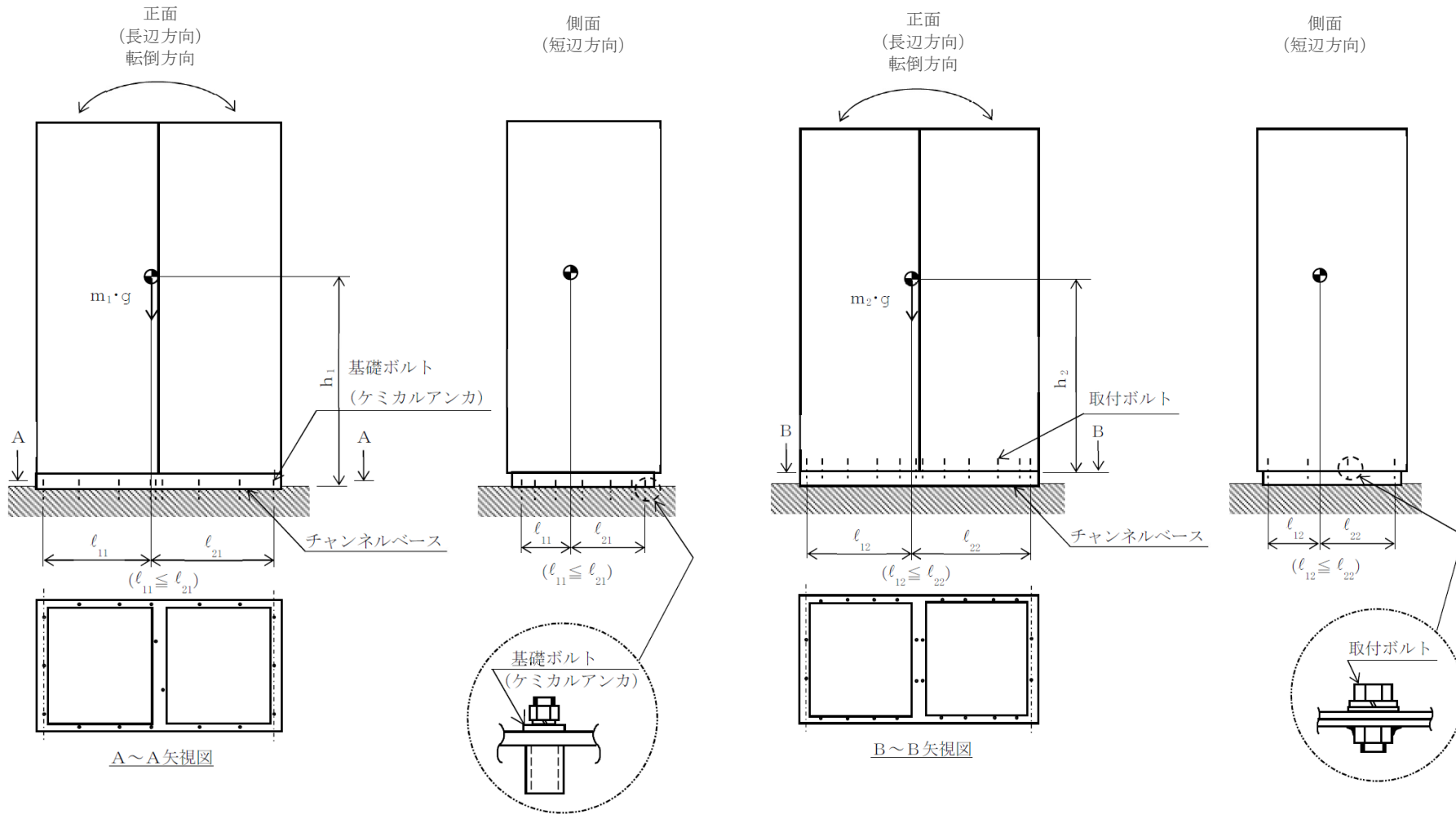
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
燃料プール熱電対式 水位計制御盤 (2-1111)	水平方向	1.95	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.94	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-40 燃料プール水位計変換器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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、燃料プール水位計変換器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

燃料プール水位計変換器盤は、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以外の常設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気的機能維持評価を示す。

なお、燃料プール水位計変換器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

燃料プール水位計変換器盤の構造計画を表 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	
燃料プール水位計変換器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

燃料プール水位計変換器盤の固有周期は、正弦波掃引試験により確認する。試験の結果、固有周期は0.05秒以下であり、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表3-1に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

燃料プール水位計変換器盤 (2-1219)	水平	
	鉛直	



#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

燃料プール水位計変換器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

燃料プール水位計変換器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の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

燃料プール水位計変換器盤の許容応力は、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

燃料プール水位計変換器盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【燃料プール水位計変換器盤（2-1219）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 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
核燃料物質の 取扱施設及び 貯蔵施設	使用済燃料 貯蔵設備	燃料プール水位計変換器盤	常設／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記\*1：「常設／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備，「常設／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。

51 \*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	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> <sup>*</sup>	1.5・f <sub>s</sub> <sup>*</sup>
VAS (VASとしてIVAS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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
基礎ボルト		周囲環境温度			—
取付ボルト		周囲環境温度			—

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

燃料プール水位計変換器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

燃料プール水位計変換器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体の模擬地震波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
燃料プール水位計変換器盤 (2-1219)	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

燃料プール水位計変換器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を有し、電気的機能を維持できることを確認した。

#### (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

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【燃料プール水位計変換器盤（2-1219）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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		周囲環境温度 (℃)
			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	
燃料プール水位計変換器盤 (2-1219)	常設/防止 常設/緩和				—	—			

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)							
取付ボルト (i=2)							

部材	ℓ <sub>1 i</sub> *2 (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> *2 (mm)	n <sub>f i</sub> *2	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> <sup>*</sup> (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)				—		—	長辺方向
取付ボルト (i=2)				—		—	長辺方向

注記\*1：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

\*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 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—		—	
取付ボルト (i=2)	—		—	

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			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	—	—		
		せん断	—	—		
取付ボルト (i=2)		引張	—	—		
		せん断	—	—		

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。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

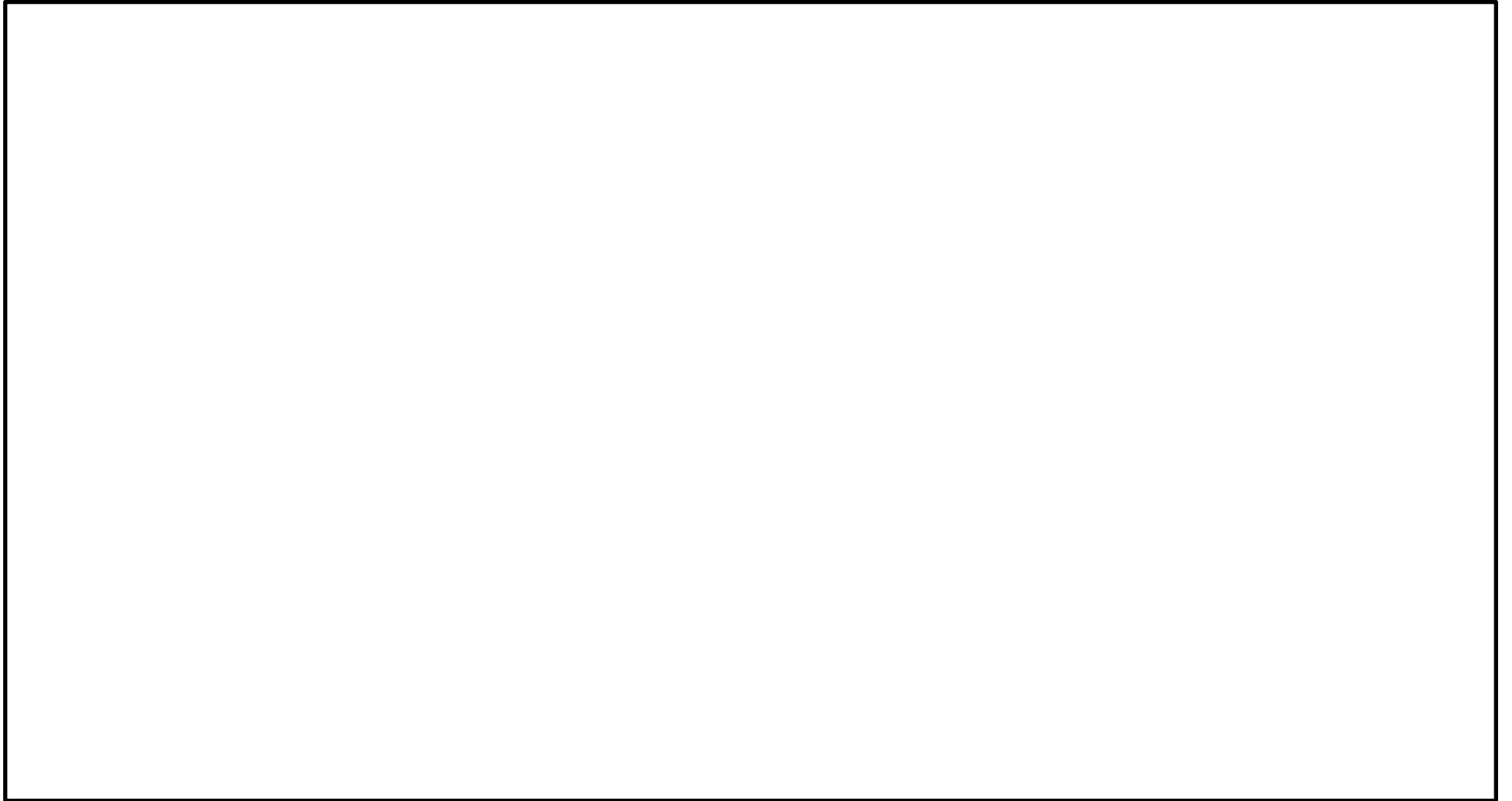
( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
燃料プール水位計 変換器盤 (2-1219)	水平方向		
	鉛直方向		

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-6-7-2-41 原子炉建物水素濃度変換器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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、原子炉建物水素濃度変換器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

原子炉建物水素濃度変換器盤は、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電氣的機能維持評価を示す。

なお、原子炉建物水素濃度変換器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

原子炉建物水素濃度変換器盤の構造計画を表 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>原子炉建物水素濃度変換器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に設置する。</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>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

原子炉建物水素濃度変換器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

原子炉建物 水素濃度変換器盤 (2-1221)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

原子炉建物水素濃度変換器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

原子炉建物水素濃度変換器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の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

原子炉建物水素濃度変換器盤の許容応力は、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

原子炉建物水素濃度変換器盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【原子炉建物水素濃度変換器盤 (2-1221) 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 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
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	原子炉建物水素濃度変換器盤	常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVAS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。

51 \*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	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> *  (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>s</sub> *  (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)
VAS		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト	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

原子炉建物水素濃度変換器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

原子炉建物水素濃度変換器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体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評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
原子炉建物水素濃度変換器盤 (2-1221)	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

原子炉建物水素濃度変換器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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【原子炉建物水素濃度変換器盤（2-1221）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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
原子炉建物 水素濃度変換器盤 (2-1221)	常設/緩和	原子炉建物 EL 34.8*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =2.07*2	C <sub>V</sub> =2.39*2	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1310	16 (M16)	201.1	10	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	8	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	400	500	2	—	258	—	短辺方向
	400	500	3				
取付ボルト (i=2)	370	470	3	—	280	—	短辺方向
	400	500	3				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			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	—	—	$\sigma_{b1}=108$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=12$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=68$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=14$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

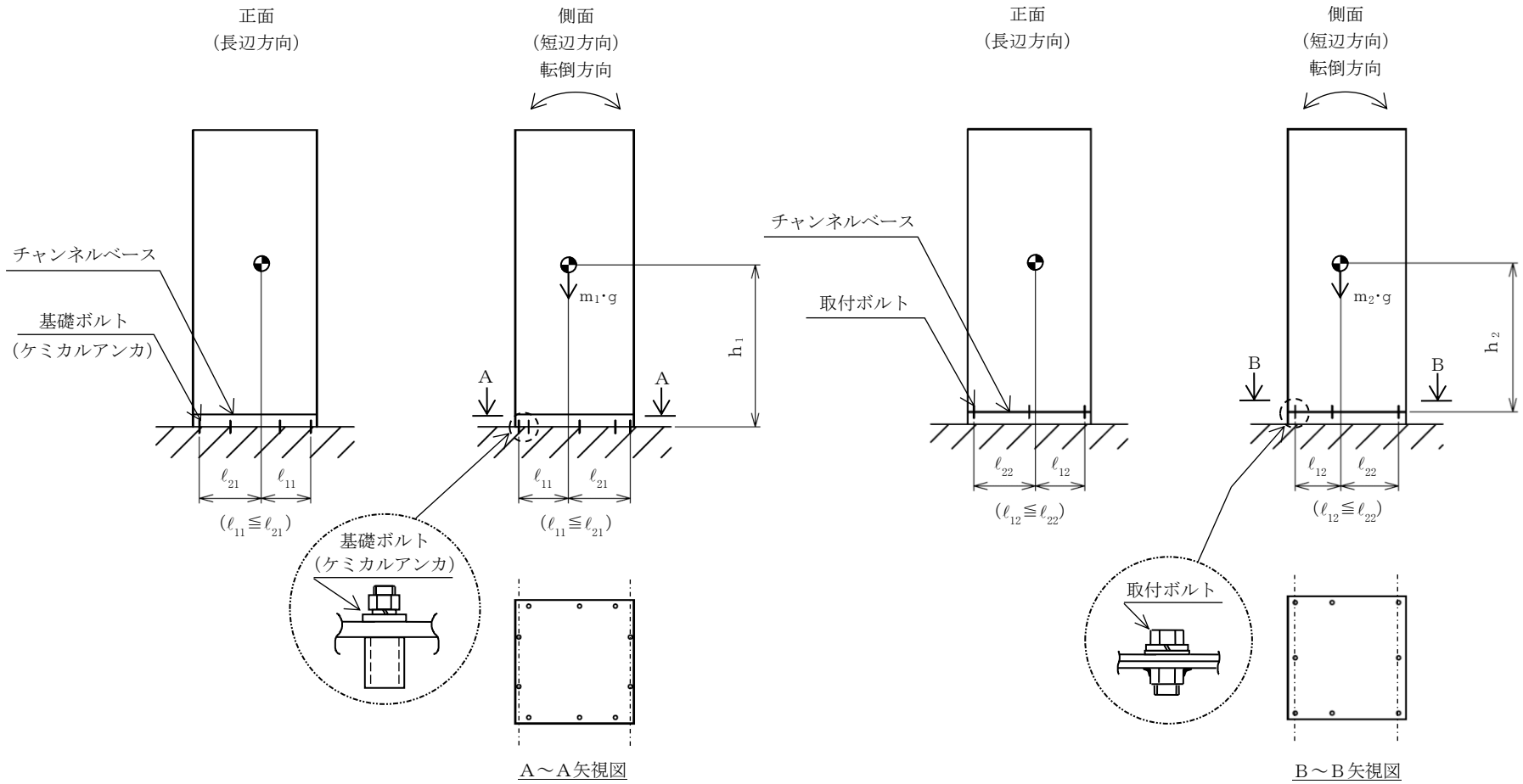
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉建物 水素濃度変換器盤 (2-1221)	水平方向	1.73	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.98	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度 II（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-42 A-SRM/I RM前置増幅器盤  
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	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	6
3. 評価部位	7
4. 固有周期	7
4.1 基本方針	7
4.2 固有周期の確認方法	7
4.3 固有周期の確認結果	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
5.3 設計用地震力	12
5.4 計算方法	13
5.5 計算条件	16
5.6 応力の評価	16
6. 機能維持評価	17
6.1 電氣的機能維持評価方法	17
7. 評価結果	18
7.1 設計基準対象施設としての評価結果	18
7.2 重大事故等対処設備としての評価結果	18

## 1. 概要

本計算書は、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、A-SRM/I RM前置増幅器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

A-SRM/I RM前置増幅器盤は、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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

A-SRM/I RM前置増幅器盤の構造計画を表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>A-SRM/I RM前置増幅器盤は、溶接にてチャンネルベースに固定する。 チャンネルベースは、溶接にて壁に埋め込まれた金物に固定する。</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>(平面図)</p> <p>1000</p> <p>1200</p> <p>(正面図)</p> <p>600</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

## 2.2 評価方針

A-SRM/I RM前置増幅器盤の応力評価は、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 A-SRM/I RM前置増幅器盤の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で測定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。また、A-SRM/I RM前置増幅器盤の機能維持評価は、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、機能維持評価用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。

A-SRM/I RM前置増幅器盤の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

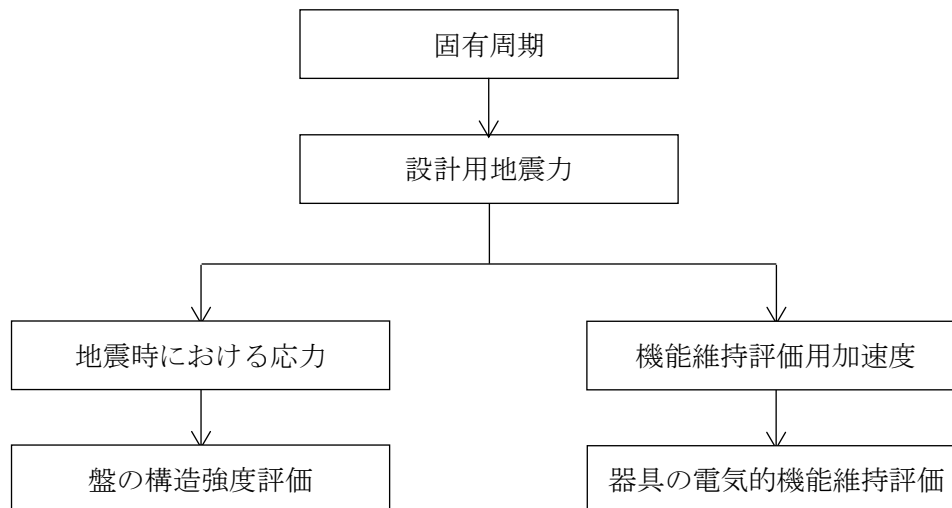


図 2-1 A-SRM/I RM前置増幅器盤の耐震評価フロー

### 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。

- ・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)
- ・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	溶接部の有効のど厚	mm
$A_w$	溶接部の有効断面積	mm <sup>2</sup>
$C_H$	水平方向設計震度	—
$C_V$	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に定める値	MPa
$F_w$	溶接部に作用する引張力	N
$F_{w1}$	鉛直方向地震及び盤に対し左右方向の水平方向地震により溶接部に作用する引張力	N
$F_{w2}$	鉛直方向地震及び盤に対し前後方向の水平方向地震により溶接部に作用する引張力	N
$f_{sm}$	せん断力のみを受ける溶接部の許容せん断応力	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
h	据付面から重心までの距離	mm
$l'$	溶接の有効長さ	mm
$l$	重心と下側溶接部までの距離	mm
$l_a$	側面(左右)溶接部間の距離	mm
$l_b$	上側溶接部と下側溶接部間の距離	mm
m	盤の質量	kg
$n_w$	溶接部の数	—
$n_{fH}$	評価上引張力を受けるとして期待する水平方向溶接数	—
$n_{fV}$	評価上引張力を受けるとして期待する鉛直方向溶接数	—
$Q_w$	溶接部に作用するせん断力	N
$Q_{w1}$	水平方向地震により溶接部に作用するせん断力	N
$Q_{w2}$	鉛直方向地震により溶接部に作用するせん断力	N
s	溶接脚長	mm
$S_u$	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
$\sigma$	溶接部に生じるせん断応力	MPa
$\sigma_w$	溶接部に生じる引張力により発生するせん断応力	MPa
$\tau_w$	溶接部に生じるせん断力により発生するせん断応	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
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位*1
面積	mm <sup>2</sup>	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

A-SRM/I RM前置増幅器盤の耐震評価は、「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溶接部について実施する。

A-SRM/I RM前置増幅器盤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 基本方針

A-SRM/I RM前置増幅器盤の固有周期は、振動試験（自由振動試験）にて求める。

#### 4.2 固有周期の確認方法

プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、固有周期を確認する。A-SRM/I RM前置増幅器盤の外形図を表 2-1 の概略構造図に示す。

#### 4.3 固有周期の確認結果

固有周期の確認結果を表 4-1 に示す。試験の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 4-1 固有周期 (単位：s)

水平			
鉛直			



## 5. 構造強度評価

### 5.1 構造強度評価方法

- (1) 盤の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は盤に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。  
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 盤は溶接により壁面に固定されており、固定端とする。
- (4) 転倒方向は、正面より見て左右方向及び前後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) 盤の重心位置については、転倒方向を考慮して、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行う。
- (6) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 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

A-SRM/I RM前置増幅器盤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

A-SRM/I RM前置増幅器盤の許容応力は、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

A-SRM/I RM前置増幅器盤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
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-SRM/I RM 前置増幅器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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。

6

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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-SRM/I RM 前置増幅器盤	常設耐震/防止	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界 を用いる。)

注記\*<sup>1</sup>：「常設耐震/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

\*<sup>2</sup>：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。

\*<sup>3</sup>：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」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	(ボルト等以外) 許容限界*1, *2
	一次応力
	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの 許容限界を用いる。)	

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
溶接部	SPHC	周囲環境温度	100	—	—	—

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
溶接部	SPHC	周囲環境温度	100	—	—	—

### 5.3 設計用地震力

A-SRM/I RM前置増幅器盤の設計用地震力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。

「弾性設計用地震動S<sub>d</sub>又は静的震度」及び「基準地震動S<sub>s</sub>」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>	
	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
原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 <sup>*1</sup> )	□	□	C <sub>H</sub> =1.19 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =1.10 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.73 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =2.07 <sup>*3</sup>

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動S<sub>s</sub>）

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>	
	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
原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 <sup>*1</sup> )	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.73 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =2.07 <sup>*2</sup>

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動S<sub>s</sub>）

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 溶接部の計算方法

溶接部の応力は、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により発生するせん断応力及びせん断力により発生するせん断応力について計算する。

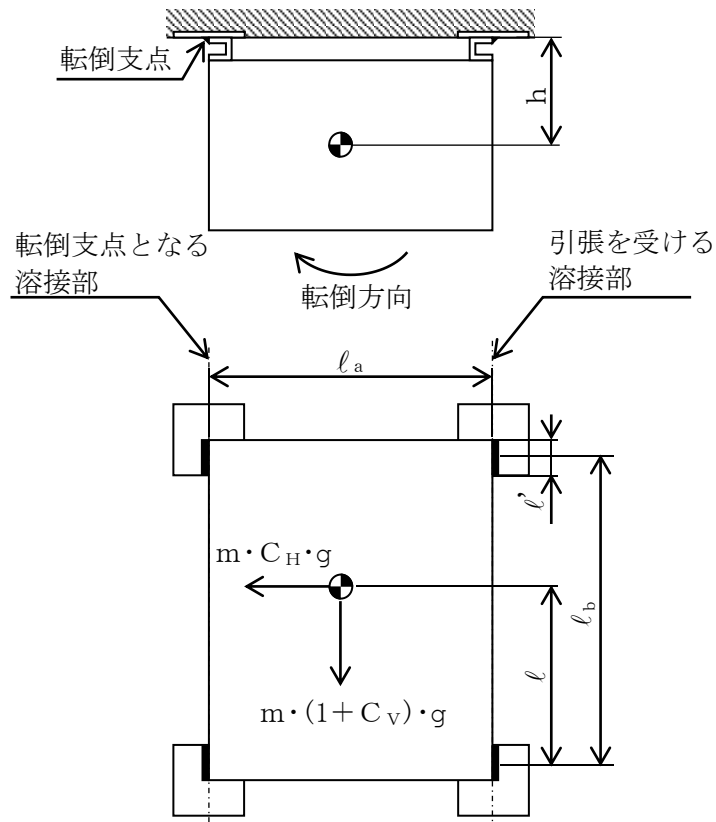


図 5-1 計算モデル (溶接部) (左右方向転倒)

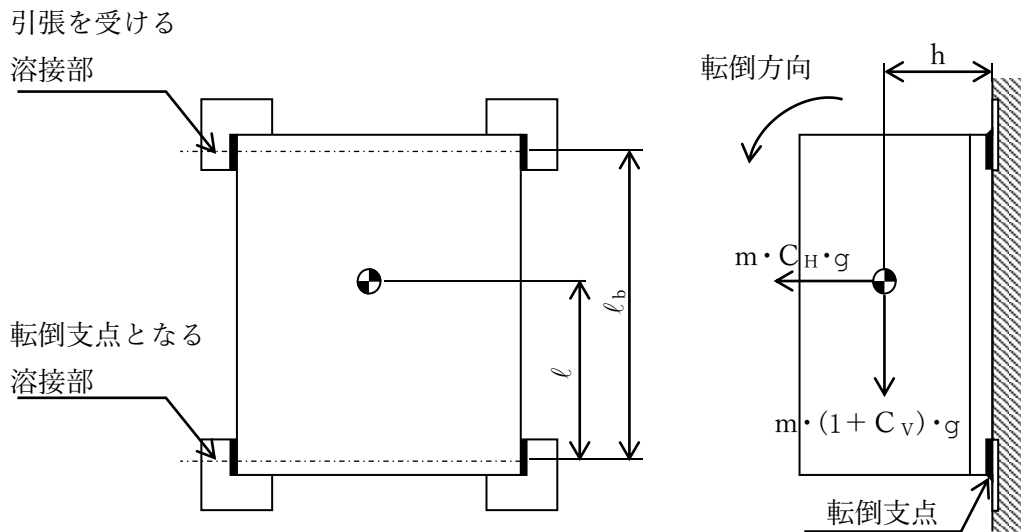


図 5-2 計算モデル (溶接部) (前後方向転倒)

## (1) 引張力により発生するせん断応力

溶接部に対する引張力は、図5-1及び図5-2で溶接部を支点とする転倒を考え、これを片側の溶接部で受けるものとして計算する。

引張力

左右方向転倒の場合の引張力

$$F_{w1} = m \cdot g \cdot \left( \frac{C_H \cdot h}{n_{fH} \cdot \ell_a} + \frac{(1 + C_V) \cdot h}{n_{fV} \cdot \ell_b} \right) \dots\dots\dots (5.4.1.1.1)$$

前後方向転倒の場合の引張力

$$F_{w2} = m \cdot g \cdot \left( \frac{C_H \cdot \ell + (1 + C_V) \cdot h}{n_{fV} \cdot \ell_b} \right) \dots\dots\dots (5.4.1.1.2)$$

$$F_w = \text{Max} (F_{w1}, F_{w2}) \dots\dots\dots (5.4.1.1.3)$$

引張力により発生するせん断応力

$$\sigma_w = \frac{F_w}{A_w} \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

ここで、溶接部の有効断面積  $A_w$  は次式により求める。

$$A_w = a \cdot \ell' \dots\dots\dots (5.4.1.1.5)$$

ただし溶接部の有効のど厚  $a$  は次式により求める。

$$a = 0.7 \cdot s \dots\dots\dots (5.4.1.1.6)$$

(2) せん断力により発生するせん断応力

溶接部に対するせん断力は、溶接部全数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{w1} = m \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.1.7)$$

$$Q_{w2} = m \cdot (1 + C_V) \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.1.8)$$

$$Q_w = \sqrt{(Q_{w1})^2 + (Q_{w2})^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.9)$$

せん断力により発生するせん断応力

$$\tau_w = \frac{Q_w}{n_w \cdot A_w} \dots\dots\dots (5.4.1.1.10)$$

(3) せん断応力

溶接部に対するせん断応力は、各せん断応力を足し合わせたものとして計算する。

$$\sigma = \sqrt{(\sigma_w)^2 + (\tau_w)^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.11)$$



## 5.5 計算条件

### 5.5.1 溶接部の応力計算条件

溶接部の応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【A-SRM/I RM前置増幅器盤(2-2208A)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 溶接部の応力評価

5.4.1項で求めた溶接部に発生するせん断応力は、許容せん断応力 $f_{sm}$ 以下であること。ただし、 $f_{sm}$ 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 $f_{sm}$	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

## 6. 機能維持評価

### 6.1 電氣的機能維持評価方法

A-SRM/I RM前置増幅器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VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動  $S_s$  により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

A-SRM/I RM前置増幅器盤の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

機器名称	方向	機能確認済加速度
A-SRM/I RM前置増幅器盤 (2-2208A)	水平	□
	鉛直	□

## 7. 評価結果

### 7.1 設計基準対象施設としての評価結果

A-SRM/I RM前置増幅器盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

### 7.2 重大事故等対処設備としての評価結果

A-SRM/I RM前置増幅器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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【A-SRM/I RM前置増幅器盤 (2-2208A) 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	
A-SRM/I RM 前置増幅器盤 (2-2208A)	S	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8*1)	□	□	$C_H=1.19^{*2}$	$C_V=1.10^{*2}$	$C_H=1.73^{*3}$	$C_V=2.07^{*3}$	100

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度II (弾性設計用地震動S d) 又は静的震度

\*3: 設計用震度II (基準地震動S s)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	s (mm)	a (mm)	$\phi'$ (mm)	$A_w$ (mm <sup>2</sup> )	$n_w$	$S_y$ (MPa)	$S_u$ (MPa)
溶接部	□	379	4.2	2.9	100	294	4	—	—

部材	$l^*$ (mm)	$l_a^*$ (mm)	$l_b^*$ (mm)	$n_{fH}^*$	$n_{fV}^*$	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
溶接部	597	1000	1100	2	2	68	68	前後方向	前後方向
	597	1000	1100	2	2				

注記\*: 溶接部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。

1.3 計算数値

1.3.1 溶接部に作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>w</sub>		Q <sub>w</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
溶接部	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 溶接部の応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
溶接部	SPHC	せん断	$\sigma = 11$	$f_{sm} = 39$	$\sigma = 16$	$f_{sm} = 39$

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
A-SRM/I RM 前置増幅器盤 (2-2208A)	水平方向	1.44	□
	鉛直方向	1.73	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
A-SRM/I RM 前置増幅器盤 (2-2208A)	常設耐震/防止	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 <sup>*1</sup> )	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.73 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =2.07 <sup>*2</sup>	100

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	s (mm)	a (mm)	ℓ' (mm)	A <sub>w</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>w</sub>	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
溶接部	□	379	4.2	2.9	100	294	4	—	—

部材	ℓ* (mm)	ℓ <sub>a</sub> * (mm)	ℓ <sub>b</sub> * (mm)	n <sub>fH</sub> * (mm)	n <sub>fV</sub> * (mm)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
溶接部	597	1000	1100	2	2	—	68	—	前後方向
	597	1000	1100	2	2				

注記\*: 溶接部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。

2.3 計算数値

2.3.1 溶接部に作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>w</sub>		Q <sub>w</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 溶接部の応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
溶接部	SPHC	せん断	—	—	$\sigma = 16$	$f_{sm} = 39$

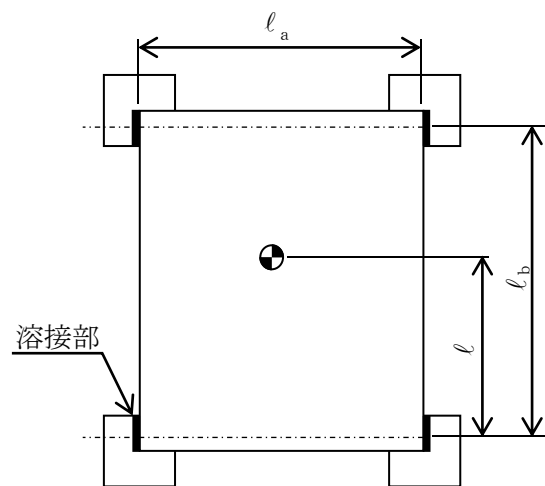
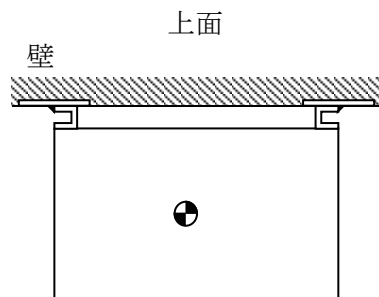
すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

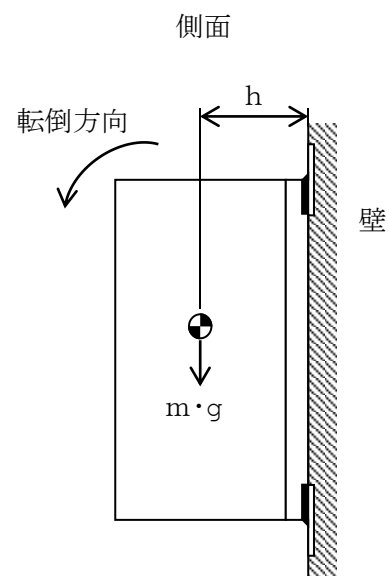
( $\times 9.8m/s^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-SRM/I RM 前置増幅器盤 (2-2208A)	水平方向	1.44	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.73	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



(左右方向)



(前後方向)



VI-2-6-7-2-43 B-SRM/I RM前置増幅器盤  
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	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	6
3. 評価部位	7
4. 固有周期	7
4.1 固有周期の確認	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
5.3 設計用地震力	12
5.4 計算方法	13
5.5 計算条件	16
5.6 応力の評価	16
6. 機能維持評価	17
6.1 電氣的機能維持評価方法	17
7. 評価結果	18
7.1 設計基準対象施設としての評価結果	18
7.2 重大事故等対処設備としての評価結果	18

## 1. 概要

本計算書は、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、B-SRM/I RM前置増幅器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

B-SRM/I RM前置増幅器盤は、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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

B-SRM/I RM前置増幅器盤の構造計画を表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>B-SRM/I RM前置増幅器盤は、溶接にてチャンネルベースに固定する。 チャンネルベースは、溶接にて壁に埋め込まれた金物に固定する。</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>(平面図)</p> <p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

## 2.2 評価方針

B-SRM/I RM前置増幅器盤の応力評価は、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 B-SRM/I RM前置増幅器盤の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で測定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。また、B-SRM/I RM前置増幅器盤の機能維持評価は、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、機能維持評価用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。

B-SRM/I RM前置増幅器盤の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

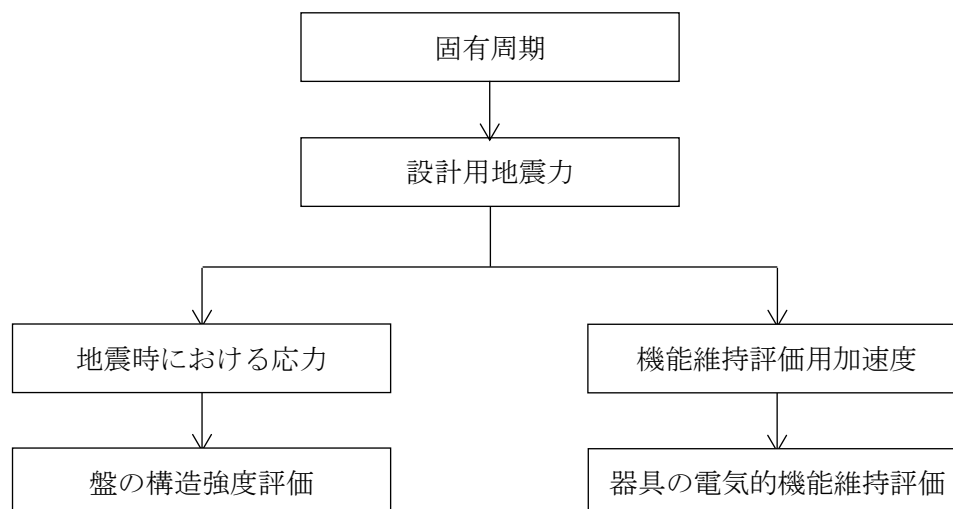


図 2-1 B-SRM/I RM前置増幅器盤の耐震評価フロー

### 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。

- ・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）
- ・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
$a$	溶接部の有効のど厚	mm
$A_w$	溶接部の有効断面積	mm <sup>2</sup>
$C_H$	水平方向設計震度	—
$C_V$	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に定める値	MPa
$F_w$	溶接部に作用する引張力	N
$F_{w1}$	鉛直方向地震及び盤に対し左右方向の水平方向地震により溶接部に作用する引張力	N
$F_{w2}$	鉛直方向地震及び盤に対し前後方向の水平方向地震により溶接部に作用する引張力	N
$f_{sm}$	せん断力のみを受ける溶接部の許容せん断応力	MPa
$g$	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
$h$	据付面から重心までの距離	mm
$l'$	溶接の有効長さ	mm
$l$	重心と下側溶接部までの距離	mm
$l_a$	側面(左右)溶接部間の距離	mm
$l_b$	上側溶接部と下側溶接部間の距離	mm
$m$	盤の質量	kg
$n_w$	溶接部の数	—
$n_{fH}$	評価上引張力を受けるとして期待する水平方向溶接数	—
$n_{fV}$	評価上引張力を受けるとして期待する鉛直方向溶接数	—
$Q_w$	溶接部に作用するせん断力	N
$Q_{w1}$	水平方向地震により溶接部に作用するせん断力	N
$Q_{w2}$	鉛直方向地震により溶接部に作用するせん断力	N
$s$	溶接脚長	mm
$S_u$	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
$\sigma$	溶接部に生じるせん断応力	MPa
$\sigma_w$	溶接部に生じる引張力により発生するせん断応力	MPa
$\tau_w$	溶接部に生じるせん断力により発生するせん断応力	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2-2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
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位*1
面積	mm <sup>2</sup>	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

B-SRM/I RM前置増幅器盤の耐震評価は、「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溶接部について実施する。

B-SRM/I RM前置増幅器盤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 固有周期の確認

B-SRM/I RM前置増幅器盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 4-1 に示す。

表 4-1 固有周期 (単位：s)

水平	0.05 以下
鉛直	0.05 以下

## 5. 構造強度評価

### 5.1 構造強度評価方法

- (1) 盤の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は盤に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。  
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 盤は溶接により壁面に固定されており、固定端とする。
- (4) 転倒方向は、正面より見て左右方向及び前後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) 盤の重心位置については、転倒方向を考慮して、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行う。
- (6) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 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

B-SRM/I RM前置増幅器盤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

B-SRM/I RM前置増幅器盤の許容応力は、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

B-SRM/I RM前置増幅器盤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
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B-SRM/I RM 前置増幅器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	ⅢAS
					$D + P_D + M_D + S_s$	ⅣAS

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。

6

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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B-SRM/I RM 前置増幅器盤	常設耐震/防止	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	ⅣAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして ⅣAS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 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 (ボルト等以外)
	一次応力
	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_s^*$
Ⅴ <sub>A</sub> S (Ⅴ <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの 許容限界を用いる。)	

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
溶接部	SPHC	周囲環境温度	100	—	—	—

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
溶接部	SPHC	周囲環境温度	100	—	—	—

### 5.3 設計用地震力

B-SRM/I RM前置増幅器盤の設計用地震力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。

「弾性設計用地震動S<sub>d</sub>又は静的震度」及び「基準地震動S<sub>s</sub>」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>	
	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
原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 <sup>*1</sup> )	0.05以下	0.05以下	C <sub>H</sub> =1.19 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =1.10 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.73 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =2.07 <sup>*3</sup>

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動S<sub>s</sub>）

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>	
	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
原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 <sup>*1</sup> )	0.05以下	0.05以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.73 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =2.07 <sup>*2</sup>

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動S<sub>s</sub>）

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 溶接部の計算方法

溶接部の応力は、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により発生するせん断応力及びせん断力により発生するせん断応力について計算する。

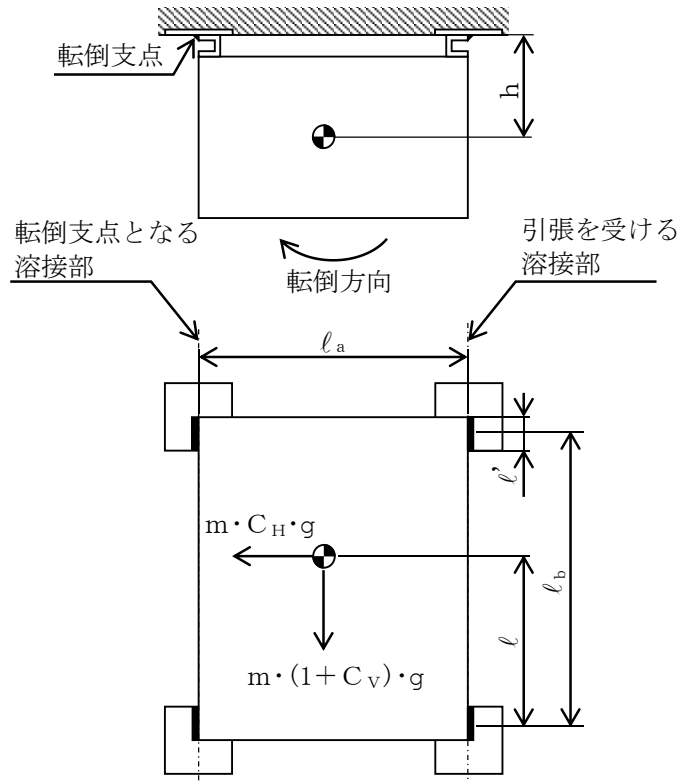


図 5-1 計算モデル（溶接部）（左右方向転倒）

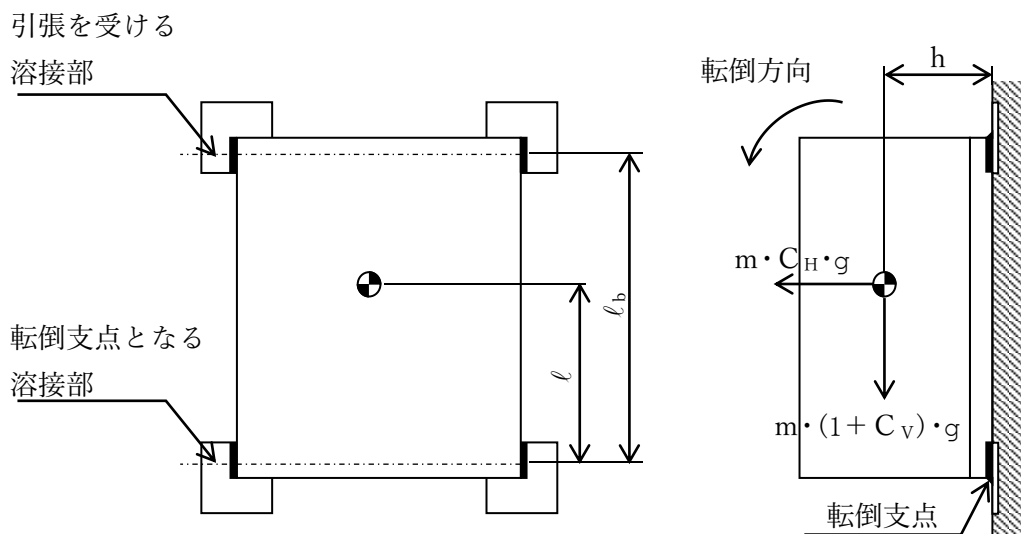


図 5-2 計算モデル（溶接部）（前後方向転倒）

(1) 引張力により発生するせん断応力

溶接部に対する引張力は、図5-1及び図5-2で溶接部を支点とする転倒を考え、これを片側の溶接部で受けるものとして計算する。

引張力

左右方向転倒の場合の引張力

$$F_{w1} = m \cdot g \cdot \left( \frac{C_H \cdot h}{n_{fH} \cdot \ell_a} + \frac{(1 + C_V) \cdot h}{n_{fV} \cdot \ell_b} \right) \dots\dots\dots (5.4.1.1.1)$$

前後方向転倒の場合の引張力

$$F_{w2} = m \cdot g \cdot \left( \frac{C_H \cdot \ell + (1 + C_V) \cdot h}{n_{fV} \cdot \ell_b} \right) \dots\dots\dots (5.4.1.1.2)$$

$$F_w = \text{Max} (F_{w1}, F_{w2}) \dots\dots\dots (5.4.1.1.3)$$

引張力により発生するせん断応力

$$\sigma_w = \frac{F_w}{A_w} \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

ここで、溶接部の有効断面積  $A_w$  は次式により求める。

$$A_w = a \cdot \ell' \dots\dots\dots (5.4.1.1.5)$$

ただし溶接部の有効のど厚  $a$  は次式により求める。

$$a = 0.7 \cdot s \dots\dots\dots (5.4.1.1.6)$$



(2) せん断力により発生するせん断応力

溶接部に対するせん断力は、溶接部全数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{w1} = m \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.1.7)$$

$$Q_{w2} = m \cdot (1 + C_V) \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.1.8)$$

$$Q_w = \sqrt{(Q_{w1})^2 + (Q_{w2})^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.9)$$

せん断力により発生するせん断応力

$$\tau_w = \frac{Q_w}{n_w \cdot A_w} \dots\dots\dots (5.4.1.1.10)$$

(3) せん断応力

溶接部に対するせん断応力は、各せん断応力を足し合わせたものとして計算する。

$$\sigma = \sqrt{(\sigma_w)^2 + (\tau_w)^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.11)$$

## 5.5 計算条件

### 5.5.1 溶接部の応力計算条件

溶接部の応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【B-SRM/I RM前置増幅器盤(2-2208B)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 溶接部の応力評価

5.4.1項で求めた溶接部に発生するせん断応力は、許容せん断応力 $f_{sm}$ 以下であること。ただし、 $f_{sm}$ 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 $f_{sm}$	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

## 6. 機能維持評価

### 6.1 電氣的機能維持評価方法

B-SRM/I RM前置増幅器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VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動  $S_s$  により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

B-SRM/I RM前置増幅器盤の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

機器名称	方向	機能確認済加速度
B-SRM/I RM前置増幅器盤 (2-2208B)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>

## 7. 評価結果

### 7.1 設計基準対象施設としての評価結果

B-SRM/I RM前置増幅器盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

### 7.2 重大事故等対処設備としての評価結果

B-SRM/I RM前置増幅器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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【B-SRM/IRM前置増幅器盤 (2-2208B) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>		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	
B-SRM/IRM 前置増幅器盤 (2-2208B)	S	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8* <sup>1</sup> )	0.05 以下	0.05 以下	C <sub>H</sub> =1.19* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.10* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =1.73* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =2.07* <sup>3</sup>	100

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度II (弾性設計用地震動S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3: 設計用震度II (基準地震動S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	s (mm)	a (mm)	φ' (mm)	A <sub>w</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>w</sub>	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
溶接部		379	4.2	2.9	100	294	4	—	—

部材	ℓ* (mm)	ℓ <sub>a</sub> * (mm)	ℓ <sub>b</sub> * (mm)	n <sub>fH</sub> * (mm)	n <sub>fV</sub> * (mm)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
溶接部	597	1000	1100	2	2	68	68	前後方向	前後方向
	597	1000	1100	2	2				

注記\*: 溶接部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。

1.3 計算数値

1.3.1 溶接部に作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>w</sub>		Q <sub>w</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
溶接部	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 溶接部の応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
溶接部	SPHC	せん断	$\sigma = 11$	$f_{sm} = 39$	$\sigma = 16$	$f_{sm} = 39$

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
B-SRM/I RM 前置増幅器盤 (2-2208B)	水平方向	1.44	□
	鉛直方向	1.73	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
B-SRM/I RM 前置増幅器盤 (2-2208B)	常設耐震/防止	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 <sup>*1</sup> )	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.73 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =2.07 <sup>*2</sup>	100

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	s (mm)	a (mm)	ℓ' (mm)	A <sub>w</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>w</sub>	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
溶接部		379	4.2	2.9	100	294	4	—	—

部材	ℓ* (mm)	ℓ <sub>a</sub> * (mm)	ℓ <sub>b</sub> * (mm)	n <sub>fH</sub> * (mm)	n <sub>fV</sub> * (mm)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
溶接部	597	1000	1100	2	2	—	68	—	前後方向
	597	1000	1100	2	2				

注記\*: 溶接部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。

2.3 計算数値

2.3.1 溶接部に作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>w</sub>		Q <sub>w</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 溶接部の応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
溶接部	SPHC	せん断	—	—	$\sigma = 16$	$f_{sm} = 39$

すべて許容応力以下である。

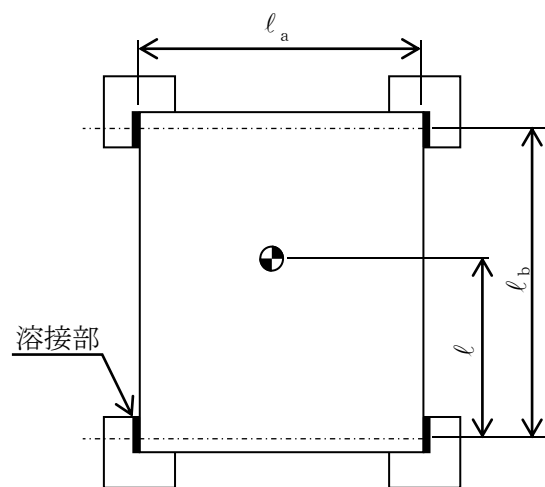
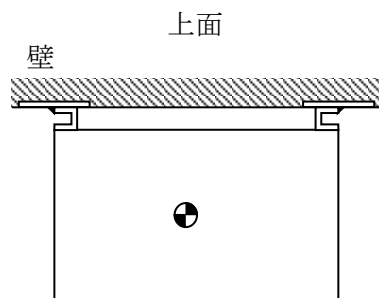
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

( $\times 9.8m/s^2$ )

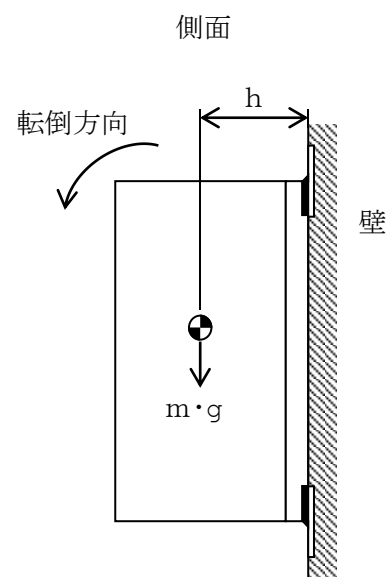
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-SRM/I RM 前置増幅器盤 (2-2208B)	水平方向	1.44	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.73	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





(左右方向)



(前後方向)

VI-2-6-7-2-44 C-SRM/I RM前置増幅器盤  
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	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	6
3. 評価部位	7
4. 固有周期	7
4.1 固有周期の確認	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
5.3 設計用地震力	12
5.4 計算方法	13
5.5 計算条件	16
5.6 応力の評価	16
6. 機能維持評価	17
6.1 電氣的機能維持評価方法	17
7. 評価結果	18
7.1 設計基準対象施設としての評価結果	18
7.2 重大事故等対処設備としての評価結果	18

## 1. 概要

本計算書は、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、C-SRM/I RM前置増幅器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

C-SRM/I RM前置増幅器盤は、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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

C-SRM/I RM前置増幅器盤の構造計画を表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>C-SRM/IRM前置増幅器盤は、溶接にてチャンネルベースに固定する。 チャンネルベースは、溶接にて壁に埋め込まれた金物に固定する。</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>(平面図)</p> <p>1000</p> <p>1200</p> <p>(正面図)</p> <p>600</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

## 2.2 評価方針

C-SRM/I RM前置増幅器盤の応力評価は、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C-SRM/I RM前置増幅器盤の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で測定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。また、C-SRM/I RM前置増幅器盤の機能維持評価は、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、機能維持評価用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。

C-SRM/I RM前置増幅器盤の耐震評価フローを図2-1に示す。

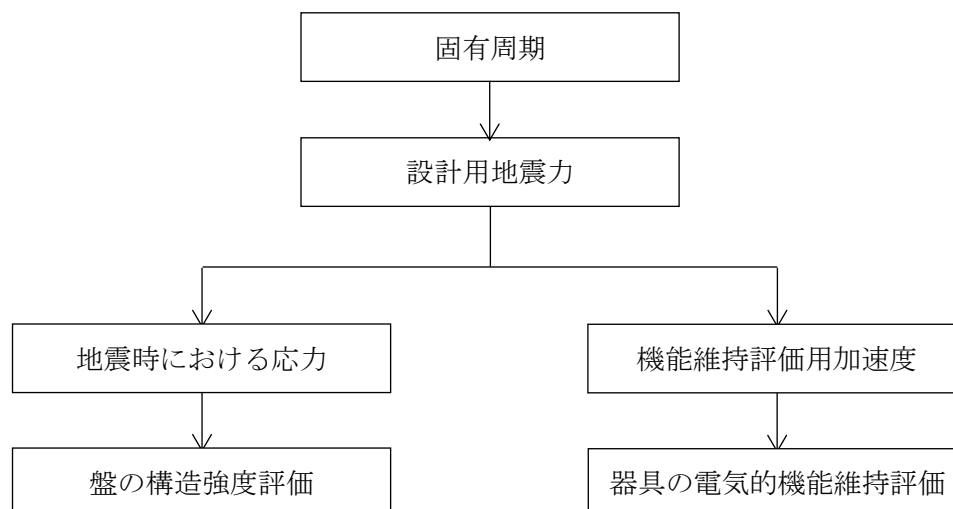


図2-1 C-SRM/I RM前置増幅器盤の耐震評価フロー

### 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。

- ・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）
- ・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	溶接部の有効のど厚	mm
$A_w$	溶接部の有効断面積	mm <sup>2</sup>
$C_H$	水平方向設計震度	—
$C_V$	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に定める値	MPa
$F_w$	溶接部に作用する引張力	N
$F_{w1}$	鉛直方向地震及び盤に対し左右方向の水平方向地震により溶接部に作用する引張力	N
$F_{w2}$	鉛直方向地震及び盤に対し前後方向の水平方向地震により溶接部に作用する引張力	N
$f_{sm}$	せん断力のみを受ける溶接部の許容せん断応力	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
h	据付面から重心までの距離	mm
$l'$	溶接の有効長さ	mm
$l$	重心と下側溶接部までの距離	mm
$l_a$	側面(左右)溶接部間の距離	mm
$l_b$	上側溶接部と下側溶接部間の距離	mm
m	盤の質量	kg
$n_w$	溶接部の数	—
$n_{fH}$	評価上引張力を受けるとして期待する水平方向溶接数	—
$n_{fV}$	評価上引張力を受けるとして期待する鉛直方向溶接数	—
$Q_w$	溶接部に作用するせん断力	N
$Q_{w1}$	水平方向地震により溶接部に作用するせん断力	N
$Q_{w2}$	鉛直方向地震により溶接部に作用するせん断力	N
s	溶接脚長	mm
$S_u$	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
$\sigma$	溶接部に生じるせん断応力	MPa
$\sigma_w$	溶接部に生じる引張力により発生するせん断応力	MPa
$\tau_w$	溶接部に生じるせん断力により発生するせん断応力	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2-2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
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位*1
面積	mm <sup>2</sup>	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

C-SRM/I RM前置増幅器盤の耐震評価は、「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溶接部について実施する。

C-SRM/I RM前置増幅器盤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 固有周期の確認

C-SRM/I RM前置増幅器盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 4-1 に示す。

表 4-1 固有周期 (単位：s)

水平	0.05 以下
鉛直	0.05 以下

## 5. 構造強度評価

### 5.1 構造強度評価方法

- (1) 盤の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は盤に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。  
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 盤は溶接により壁面に固定されており、固定端とする。
- (4) 転倒方向は、正面より見て左右方向及び前後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) 盤の重心位置については、転倒方向を考慮して、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行う。
- (6) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 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

C-SRM/I RM前置増幅器盤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

C-SRM/I RM前置増幅器盤の許容応力は、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

C-SRM/I RM前置増幅器盤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
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	C-SRM/I RM 前置増幅器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	ⅢA S
					$D + P_D + M_D + S_s$	ⅣA 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。

6

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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	C-SRM/I RM 前置増幅器盤	常設耐震/防止	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	ⅣA S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V A S (V A Sとして ⅣA 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 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 <sup>*1, *2</sup> (ボルト等以外)
	一次応力
	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_s^*$
Ⅴ <sub>A</sub> S (Ⅴ <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの 許容限界を用いる。)	

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
溶接部	SPHC	周囲環境温度	100	—	—	—

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
溶接部	SPHC	周囲環境温度	100	—	—	—

### 5.3 設計用地震力

C-SRM/I RM前置増幅器盤の設計用地震力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。

「弾性設計用地震動S<sub>d</sub>又は静的震度」及び「基準地震動S<sub>s</sub>」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>	
	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
原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 <sup>*1</sup> )	0.05 以下	0.05 以下	C <sub>H</sub> =1.19 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =1.10 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.73 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =2.07 <sup>*3</sup>

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動S<sub>s</sub>）

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>	
	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
原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 <sup>*1</sup> )	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.73 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =2.07 <sup>*2</sup>

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動S<sub>s</sub>）

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 溶接部の計算方法

溶接部の応力は、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により発生するせん断応力及びせん断力により発生するせん断応力について計算する。

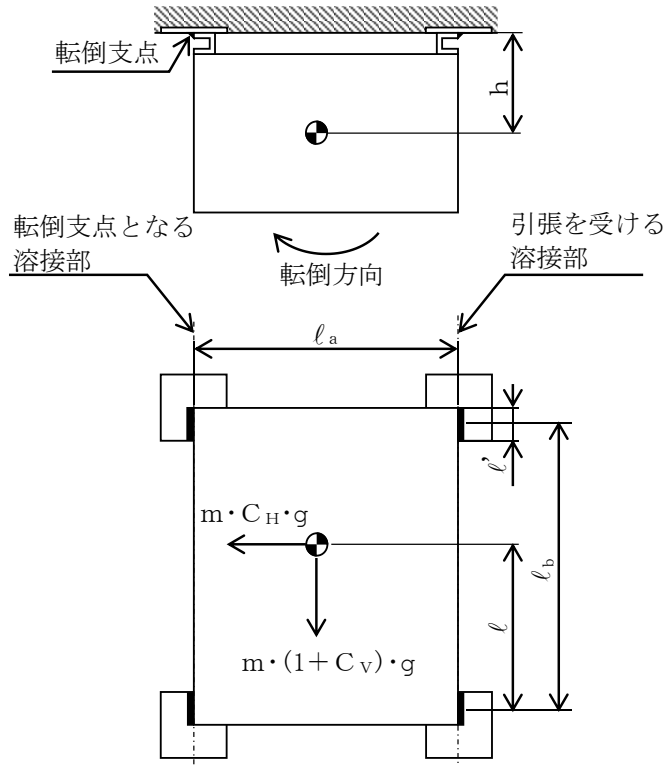


図 5-1 計算モデル（溶接部）（左右方向転倒）

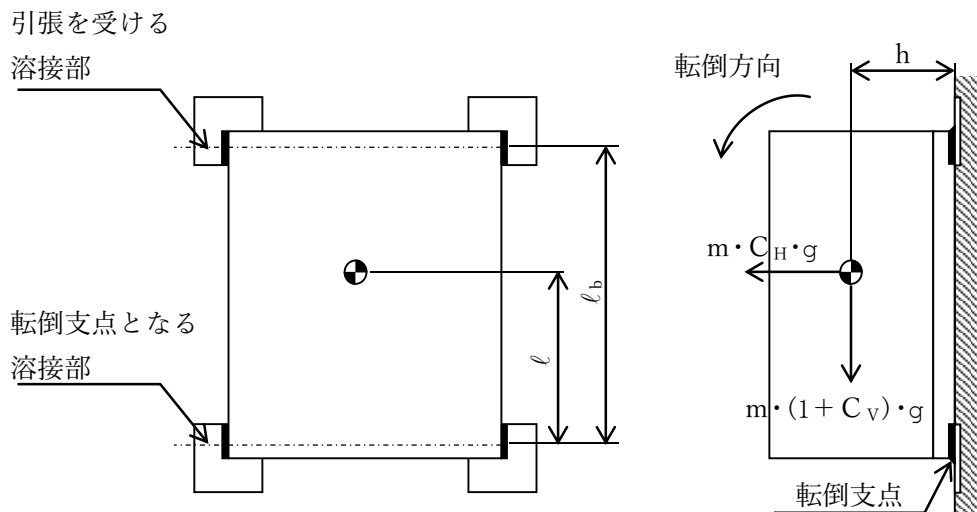


図 5-2 計算モデル（溶接部）（前後方向転倒）



(1) 引張力により発生するせん断応力

溶接部に対する引張力は、図5-1及び図5-2で溶接部を支点とする転倒を考え、これを片側の溶接部で受けるものとして計算する。

引張力

左右方向転倒の場合の引張力

$$F_{w1} = m \cdot g \cdot \left( \frac{C_H \cdot h}{n_{fH} \cdot \ell_a} + \frac{(1 + C_V) \cdot h}{n_{fV} \cdot \ell_b} \right) \dots\dots\dots (5.4.1.1.1)$$

前後方向転倒の場合の引張力

$$F_{w2} = m \cdot g \cdot \left( \frac{C_H \cdot \ell + (1 + C_V) \cdot h}{n_{fV} \cdot \ell_b} \right) \dots\dots\dots (5.4.1.1.2)$$

$$F_w = \text{MAX} (F_{w1}, F_{w2}) \dots\dots\dots (5.4.1.1.3)$$

引張力により発生するせん断応力

$$\sigma_w = \frac{F_w}{A_w} \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

ここで、溶接部の有効断面積 $A_w$ は次式により求める。

$$A_w = a \cdot \ell' \dots\dots\dots (5.4.1.1.5)$$

ただし溶接部の有効のど厚 $a$ は次式により求める。

$$a = 0.7 \cdot s \dots\dots\dots (5.4.1.1.6)$$

(2) せん断力により発生するせん断応力

溶接部に対するせん断力は、溶接部全数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{w1} = m \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.1.7)$$

$$Q_{w2} = m \cdot (1 + C_V) \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.1.8)$$

$$Q_w = \sqrt{(Q_{w1})^2 + (Q_{w2})^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.9)$$

せん断力により発生するせん断応力

$$\tau_w = \frac{Q_w}{n_w \cdot A_w} \dots\dots\dots (5.4.1.1.10)$$

(3) せん断応力

溶接部に対するせん断応力は、各せん断応力を足し合わせたものとして計算する。

$$\sigma = \sqrt{(\sigma_w)^2 + (\tau_w)^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.11)$$

## 5.5 計算条件

### 5.5.1 溶接部の応力計算条件

溶接部の応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【C-SRM/I RM前置増幅器盤(2-2208C)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 溶接部の応力評価

5.4.1項で求めた溶接部に発生するせん断応力は、許容せん断応力 $f_{sm}$ 以下であること。ただし、 $f_{sm}$ 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 $f_{sm}$	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

## 6. 機能維持評価

### 6.1 電氣的機能維持評価方法

C-SRM/I RM前置増幅器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VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動 $S_s$ により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

C-SRM/I RM前置増幅器盤の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

機器名称	方向	機能確認済加速度
C-SRM/I RM前置増幅器盤 (2-2208C)	水平	□
	鉛直	□

## 7. 評価結果

### 7.1 設計基準対象施設としての評価結果

C-SRM/I RM前置増幅器盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

### 7.2 重大事故等対処設備としての評価結果

C-SRM/I RM前置増幅器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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【C-SRM/IRM前置増幅器盤 (2-2208C) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>		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	
C-SRM/IRM 前置増幅器盤 (2-2208C)	S	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8*1)	0.05 以下	0.05 以下	C <sub>H</sub> =1.19*2	C <sub>V</sub> =1.10*2	C <sub>H</sub> =1.73*3	C <sub>V</sub> =2.07*3	100

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	s (mm)	a (mm)	φ' (mm)	A <sub>w</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>w</sub>	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
溶接部	□	379	4.2	2.9	100	294	4	—	—

部材	ℓ* (mm)	ℓ <sub>a</sub> * (mm)	ℓ <sub>b</sub> * (mm)	n <sub>fH</sub> * (mm)	n <sub>fV</sub> * (mm)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
溶接部	597	1000	1100	2	2	68	68	前後方向	前後方向
	597	1000	1100	2	2				

注記\*：溶接部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。

1.3 計算数値

1.3.1 溶接部に作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>w</sub>		Q <sub>w</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
溶接部	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 溶接部の応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
溶接部	SPHC	せん断	$\sigma = 11$	$f_{sm} = 39$	$\sigma = 16$	$f_{sm} = 39$

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/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
C-SRM/I RM 前置増幅器盤 (2-2208C)	水平方向	1.44	□
	鉛直方向	1.73	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
C-SRM/I RM 前置増幅器盤 (2-2208C)	常設耐震/防止	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 <sup>*1</sup> )	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.73 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =2.07 <sup>*2</sup>	100

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	s (mm)	a (mm)	ℓ' (mm)	A <sub>w</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>w</sub>	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
溶接部		379	4.2	2.9	100	294	4	—	—

部材	ℓ* (mm)	ℓ <sub>a</sub> * (mm)	ℓ <sub>b</sub> * (mm)	n <sub>fH</sub> * (mm)	n <sub>fV</sub> * (mm)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
溶接部	597	1000	1100	2	2	—	68	—	前後方向
	597	1000	1100	2	2				

注記\*: 溶接部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。



2.3 計算数値

2.3.1 溶接部に作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>w</sub>		Q <sub>w</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 溶接部の応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
溶接部	SPHC	せん断	—	—	$\sigma = 16$	$f_{sm} = 39$

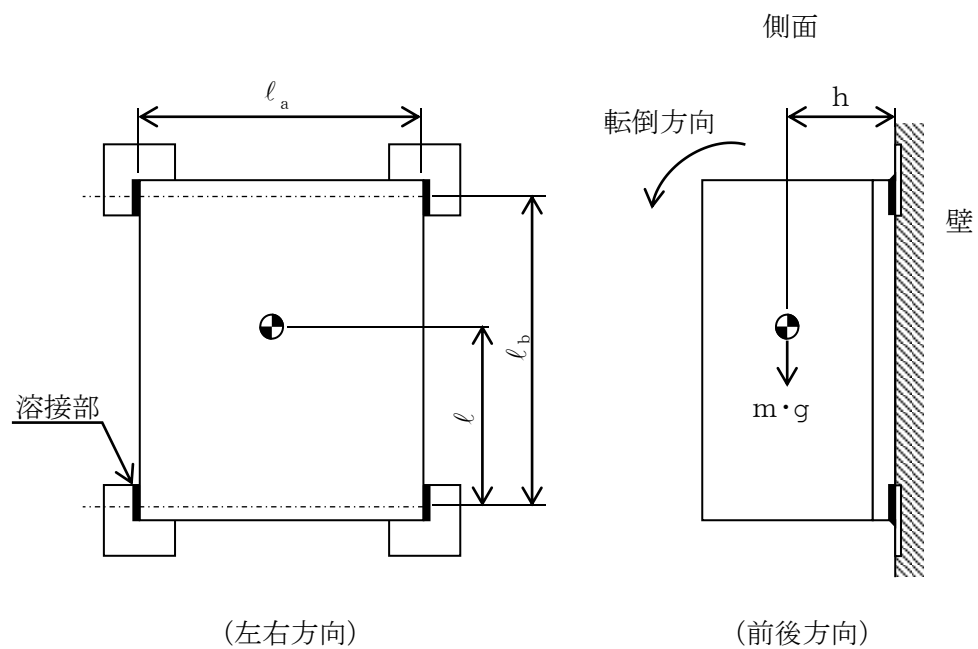
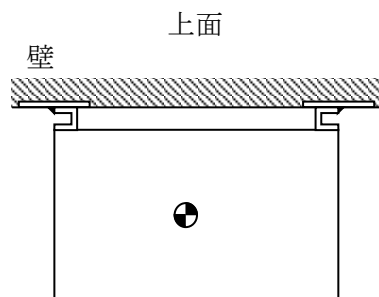
すべて許容応力以下である。

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
C-SRM/I RM 前置増幅器盤 (2-2208C)	水平方向	1.44	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.73	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-45 D-SRM/I RM前置増幅器盤  
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	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	6
3. 評価部位	7
4. 固有周期	7
4.1 固有周期の確認	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
5.3 設計用地震力	12
5.4 計算方法	13
5.5 計算条件	16
5.6 応力の評価	16
6. 機能維持評価	17
6.1 電氣的機能維持評価方法	17
7. 評価結果	18
7.1 設計基準対象施設としての評価結果	18
7.2 重大事故等対処設備としての評価結果	18

## 1. 概要

本計算書は、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、D-SRM/I RM前置増幅器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

D-SRM/I RM前置増幅器盤は、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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

D-SRM/I RM前置増幅器盤の構造計画を表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>D-SRM/I RM前置増幅器盤は、溶接にてチャンネルベースに固定する。 チャンネルベースは、溶接にて壁に埋め込まれた金物に固定する。</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>(平面図)</p> <p>1000</p> <p>1200</p> <p>(正面図)</p> <p>600</p> <p>(側面図)</p>
		(単位 : mm)

## 2.2 評価方針

D-SRM/I RM前置増幅器盤の応力評価は、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D-SRM/I RM前置増幅器盤の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で測定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。また、D-SRM/I RM前置増幅器盤の機能維持評価は、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、機能維持評価用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。

D-SRM/I RM前置増幅器盤の耐震評価フローを図2-1に示す。

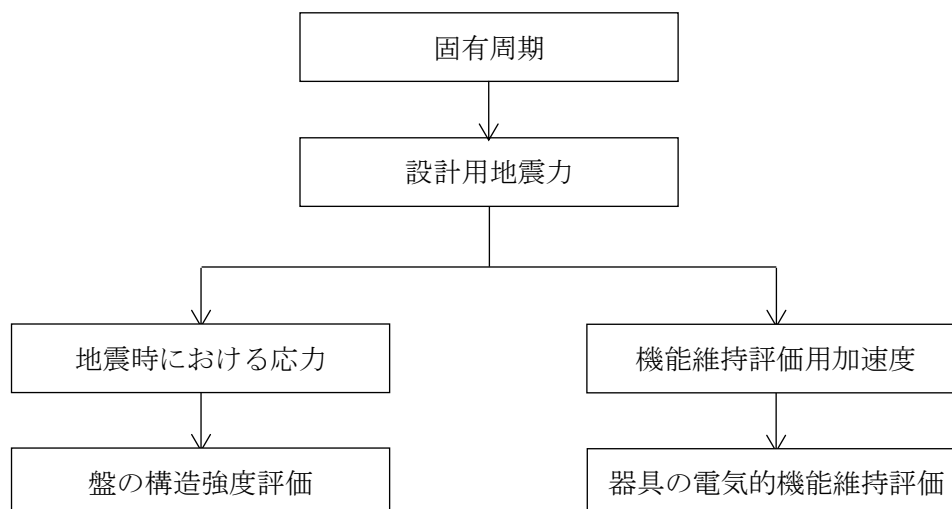


図2-1 D-SRM/I RM前置増幅器盤の耐震評価フロー

### 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。

- ・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)
- ・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
$a$	溶接部の有効のど厚	mm
$A_w$	溶接部の有効断面積	mm <sup>2</sup>
$C_H$	水平方向設計震度	—
$C_V$	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に定める値	MPa
$F_w$	溶接部に作用する引張力	N
$F_{w1}$	鉛直方向地震及び盤に対し左右方向の水平方向地震により溶接部に作用する引張力	N
$F_{w2}$	鉛直方向地震及び盤に対し前後方向の水平方向地震により溶接部に作用する引張力	N
$f_{sm}$	せん断力のみを受ける溶接部の許容せん断応力	MPa
$g$	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
$h$	据付面から重心までの距離	mm
$l'$	溶接の有効長さ	mm
$l$	重心と下側溶接部までの距離	mm
$l_a$	側面(左右)溶接部間の距離	mm
$l_b$	上側溶接部と下側溶接部間の距離	mm
$m$	盤の質量	kg
$n_w$	溶接部の数	—
$n_{fH}$	評価上引張力を受けるとして期待する水平方向溶接数	—
$n_{fV}$	評価上引張力を受けるとして期待する鉛直方向溶接数	—
$Q_w$	溶接部に作用するせん断力	N
$Q_{w1}$	水平方向地震により溶接部に作用するせん断力	N
$Q_{w2}$	鉛直方向地震により溶接部に作用するせん断力	N
$s$	溶接脚長	mm
$S_u$	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
$\sigma$	溶接部に生じるせん断応力	MPa
$\sigma_w$	溶接部に生じる引張力により発生するせん断応力	MPa
$\tau_w$	溶接部に生じるせん断力により発生するせん断応力	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2-2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
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位*1
面積	mm <sup>2</sup>	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

D-SRM/I RM前置増幅器盤の耐震評価は、「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溶接部について実施する。

D-SRM/I RM前置増幅器盤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 固有周期の確認

D-SRM/I RM前置増幅器盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 4-1 に示す。

表 4-1 固有周期 (単位：s)

水平	0.05 以下
鉛直	0.05 以下

## 5. 構造強度評価

### 5.1 構造強度評価方法

- (1) 盤の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は盤に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。  
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 盤は溶接により壁面に固定されており、固定端とする。
- (4) 転倒方向は、正面より見て左右方向及び前後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) 盤の重心位置については、転倒方向を考慮して、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行う。
- (6) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 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

D-SRM/I RM前置増幅器盤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

D-SRM/I RM前置増幅器盤の許容応力は、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

D-SRM/I RM前置増幅器盤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
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	D-SRM/I RM 前置増幅器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	ⅢA S
					$D + P_D + M_D + S_s$	ⅣA 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。

6

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* <sup>1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	D-SRM/I RM 前置増幅器盤	常設耐震/防止	—* <sup>2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	ⅣA S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V A S (V A Sとして ⅣA 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 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 <sup>*1, *2</sup> (ボルト等以外)
	一次応力
	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_s^*$
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてⅣ <sub>A</sub> Sの 許容限界を用いる。)	

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
溶接部	SPHC	周囲環境温度	100	—	—	—

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
溶接部	SPHC	周囲環境温度	100	—	—	—

### 5.3 設計用地震力

D-SRM/I RM前置増幅器盤の設計用地震力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。

「弾性設計用地震動S<sub>d</sub>又は静的震度」及び「基準地震動S<sub>s</sub>」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>	
	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
原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 <sup>*1</sup> )	0.05以下	0.05以下	C <sub>H</sub> =1.19 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =1.10 <sup>*2</sup>	C <sub>H</sub> =1.73 <sup>*3</sup>	C <sub>V</sub> =2.07 <sup>*3</sup>

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動S<sub>d</sub>）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動S<sub>s</sub>）

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>	
	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
原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 <sup>*1</sup> )	0.05以下	0.05以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.73 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =2.07 <sup>*2</sup>

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動S<sub>s</sub>）



5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 溶接部の計算方法

溶接部の応力は、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により発生するせん断応力及びせん断力により発生するせん断応力について計算する。

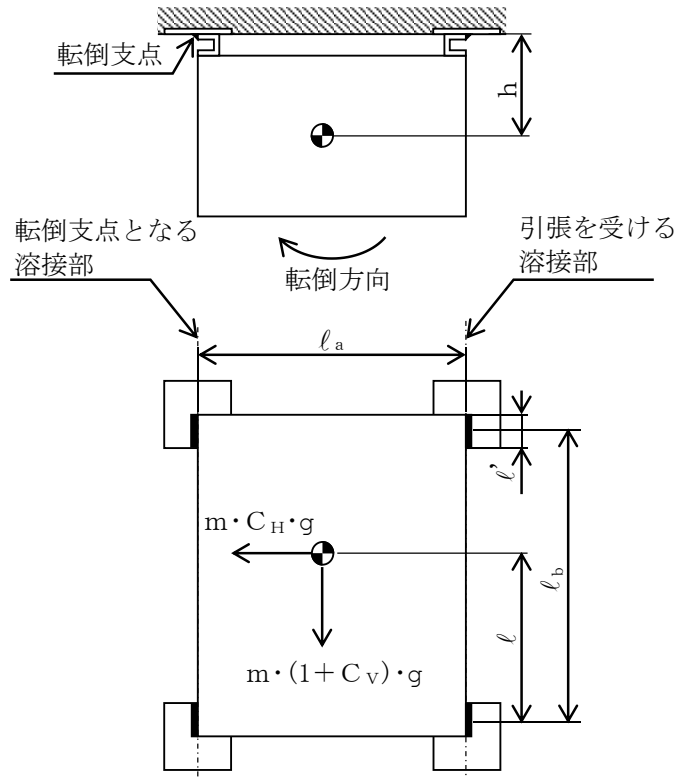


図 5-1 計算モデル（溶接部）（左右方向転倒）

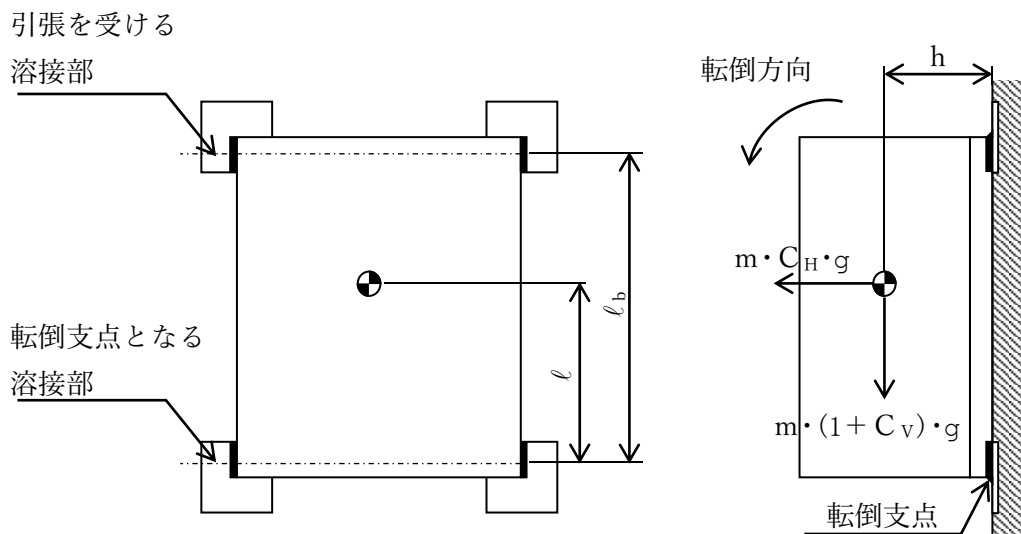


図 5-2 計算モデル（溶接部）（前後方向転倒）

(1) 引張力により発生するせん断応力

溶接部に対する引張力は、図5-1及び図5-2で溶接部を支点とする転倒を考え、これを片側の溶接部で受けるものとして計算する。

引張力

左右方向転倒の場合の引張力

$$F_{w1} = m \cdot g \cdot \left( \frac{C_H \cdot h}{n_{fH} \cdot \ell_a} + \frac{(1 + C_V) \cdot h}{n_{fV} \cdot \ell_b} \right) \dots\dots\dots (5.4.1.1.1)$$

前後方向転倒の場合の引張力

$$F_{w2} = m \cdot g \cdot \left( \frac{C_H \cdot \ell + (1 + C_V) \cdot h}{n_{fV} \cdot \ell_b} \right) \dots\dots\dots (5.4.1.1.2)$$

$$F_w = \text{Max} (F_{w1}, F_{w2}) \dots\dots\dots (5.4.1.1.3)$$

引張力により発生するせん断応力

$$\sigma_w = \frac{F_w}{A_w} \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

ここで、溶接部の有効断面積 $A_w$ は次式により求める。

$$A_w = a \cdot \ell' \dots\dots\dots (5.4.1.1.5)$$

ただし溶接部の有効のど厚 $a$ は次式により求める。

$$a = 0.7 \cdot s \dots\dots\dots (5.4.1.1.6)$$

(2) せん断力により発生するせん断応力

溶接部に対するせん断力は、溶接部全数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{w1} = m \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.1.7)$$

$$Q_{w2} = m \cdot (1 + C_V) \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.1.8)$$

$$Q_w = \sqrt{(Q_{w1})^2 + (Q_{w2})^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.9)$$

せん断力により発生するせん断応力

$$\tau_w = \frac{Q_w}{n_w \cdot A_w} \dots\dots\dots (5.4.1.1.10)$$

(3) せん断応力

溶接部に対するせん断応力は、各せん断応力を足し合わせたものとして計算する。

$$\sigma = \sqrt{(\sigma_w)^2 + (\tau_w)^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.11)$$

## 5.5 計算条件

### 5.5.1 溶接部の応力計算条件

溶接部の応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【D-SRM/I RM前置増幅器盤(2-2208D)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 溶接部の応力評価

5.4.1項で求めた溶接部に発生するせん断応力は、許容せん断応力 $f_{sm}$ 以下であること。ただし、 $f_{sm}$ 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 $f_{sm}$	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

## 6. 機能維持評価

### 6.1 電氣的機能維持評価方法

D-SRM/I RM前置増幅器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VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動 $S_s$ により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

D-SRM/I RM前置増幅器盤の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

機器名称	方向	機能確認済加速度
D-SRM/I RM前置増幅器盤 (2-2208D)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>

## 7. 評価結果

### 7.1 設計基準対象施設としての評価結果

D-SRM/I RM前置増幅器盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

### 7.2 重大事故等対処設備としての評価結果

D-SRM/I RM前置増幅器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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【D-SRM/IRM前置増幅器盤 (2-2208D) 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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
D-SRM/IRM 前置増幅器盤 (2-2208D)	S	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8* <sup>1</sup> )	0.05 以下	0.05 以下	C <sub>H</sub> =1.19* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =1.10* <sup>2</sup>	C <sub>H</sub> =1.73* <sup>3</sup>	C <sub>V</sub> =2.07* <sup>3</sup>	100

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>) 又は静的震度

\*3: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	s (mm)	a (mm)	φ' (mm)	A <sub>w</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>w</sub>	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
溶接部		379	4.2	2.9	100	294	4	—	—

部材	ℓ* (mm)	ℓ <sub>a</sub> * (mm)	ℓ <sub>b</sub> * (mm)	n <sub>fH</sub> * (mm)	n <sub>fV</sub> * (mm)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
溶接部	597	1000	1100	2	2	68	68	前後方向	前後方向
	597	1000	1100	2	2				

注記\*: 溶接部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。

1.3 計算数値

1.3.1 溶接部に作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>w</sub>		Q <sub>w</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
溶接部	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 溶接部の応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
溶接部	SPHC	せん断	$\sigma = 11$	$f_{sm} = 39$	$\sigma = 16$	$f_{sm} = 39$

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/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
D-SRM/I RM 前置増幅器盤 (2-2208D)	水平方向	1.44	□
	鉛直方向	1.73	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
D-SRM/I RM 前置増幅器盤 (2-2208D)	常設耐震/防止	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 <sup>*1</sup> )	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C <sub>H</sub> =1.73 <sup>*2</sup>	C <sub>V</sub> =2.07 <sup>*2</sup>	100

注記\*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>)

2.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	s (mm)	a (mm)	ℓ' (mm)	A <sub>w</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>w</sub>	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
溶接部		379	4.2	2.9	100	294	4	—	—

部材	ℓ* (mm)	ℓ <sub>a</sub> * (mm)	ℓ <sub>b</sub> * (mm)	n <sub>fH</sub> *	n <sub>fV</sub> *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
溶接部	597	1000	1100	2	2	—	68	—	前後方向
	597	1000	1100	2	2				

注記\*: 溶接部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。

2.3 計算数値

2.3.1 溶接部に作用する力

(単位：N)

部材	F <sub>w</sub>		Q <sub>w</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 溶接部の応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
溶接部	SPHC	せん断	—	—	σ = 16	f <sub>sm</sub> = 39

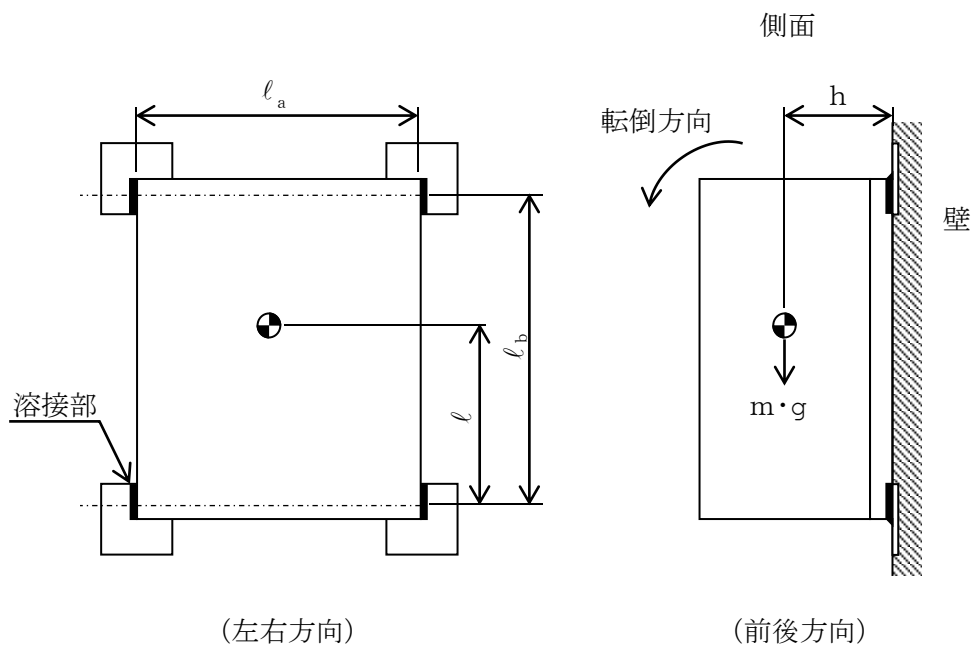
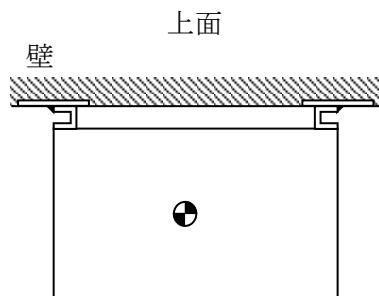
すべて許容応力以下である。

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
D-SRM/I RM 前置増幅器盤 (2-2208D)	水平方向	1.44	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.73	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-46 再循環MG開閉器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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、再循環MG開閉器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

再循環MG開閉器盤は、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。

なお、再循環MG開閉器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

再循環MG開閉器盤の構造計画を表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													
再循環MG開閉器盤は、 取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>(正面図) (側面図)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>2A-再循環MG開閉器盤 (2-2266A)</th> <th>2B-再循環MG開閉器盤 (2-2266B)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>2740</td> <td>2740</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>2000</td> <td>2000</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2300</td> <td>2300</td> </tr> </tbody> </table>	機器名称	2A-再循環MG開閉器盤 (2-2266A)	2B-再循環MG開閉器盤 (2-2266B)	たて	2740	2740	横	2000	2000	高さ	2300	2300
機器名称	2A-再循環MG開閉器盤 (2-2266A)	2B-再循環MG開閉器盤 (2-2266B)												
たて	2740	2740												
横	2000	2000												
高さ	2300	2300												

(単位：mm)

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

再循環MG開閉器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表3-1に示す。

表3-1 固有周期 (単位：s)

2A-再循環MG開閉器盤 (2-2266A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
2B-再循環MG開閉器盤 (2-2266B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>



#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

再循環MG開閉器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

再循環MG開閉器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の評価に用いるものを表4-1に示す。

###### 4.2.2 許容応力

再循環MG開閉器盤の許容応力は、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

再循環MG開閉器盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【2A-再循環MG開閉器盤(2-2266A)の耐震性についての計算結果】、【2B-再循環MG開閉器盤(2-2266B)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 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
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	再循環MG開閉器盤	常設耐震／防止	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVAS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。

51 \*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	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> *  (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>s</sub> *  (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)
VAS		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	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

再循環MG開閉器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

再循環MG開閉器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
2A-再循環MG開閉器盤 (2-2266A)	水平	□
	鉛直	□
2B-再循環MG開閉器盤 (2-2266B)	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

再循環MG開閉器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を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【2A-再循環MG開閉器盤（2-2266A）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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
2A-再循環MG 開閉器盤 (2-2266A)	常設耐震/防止	原子炉建物 EL 23.8*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.23*2	C <sub>V</sub> =1.54*2	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1210	12 (M12)	113.1	8	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	860	1070	2	—	280	—	短辺方向
	840	1700	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			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	—	—	$\sigma_{b2}=186$	$f_{ts2}=208^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=54$	$f_{sb2}=161$

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。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

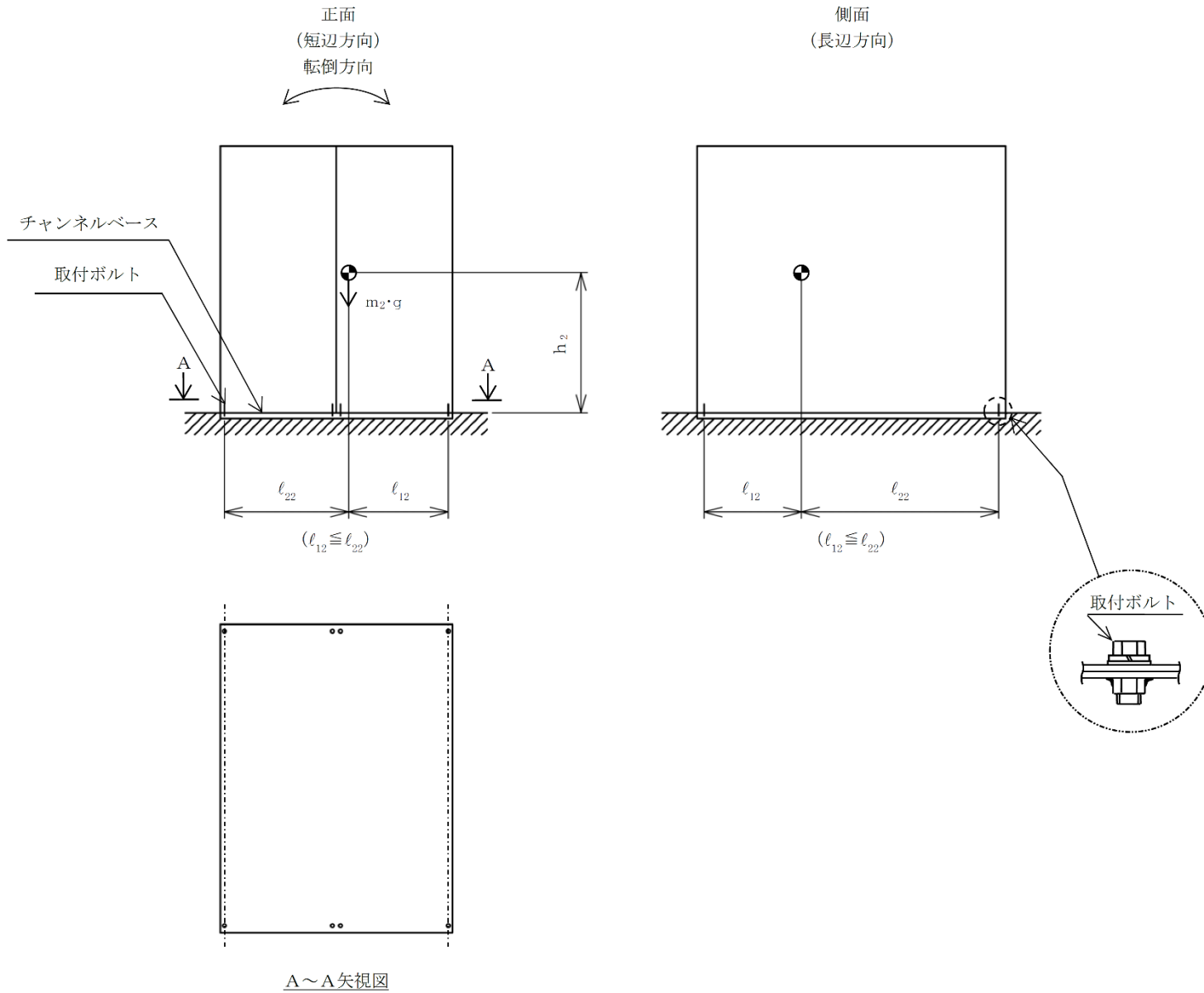
( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2A-再循環MG 開閉器盤 (2-2266A)	水平方向	1.44	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.73	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。





【2B-再循環MG開閉器盤（2-2266B）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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
2B-再循環MG 開閉器盤 (2-2266B)	常設耐震/防止	原子炉建物 EL 23.8*1	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =1.23*2	C <sub>V</sub> =1.54*2	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度 I（基準地震動 S<sub>s</sub>）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1210	12 (M12)	113.1	8	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	860	1070	2	—	280	—	短辺方向
	840	1700	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			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	—	—	$\sigma_{b2}=186$	$f_{ts2}=208^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=54$	$f_{sb2}=161$

注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

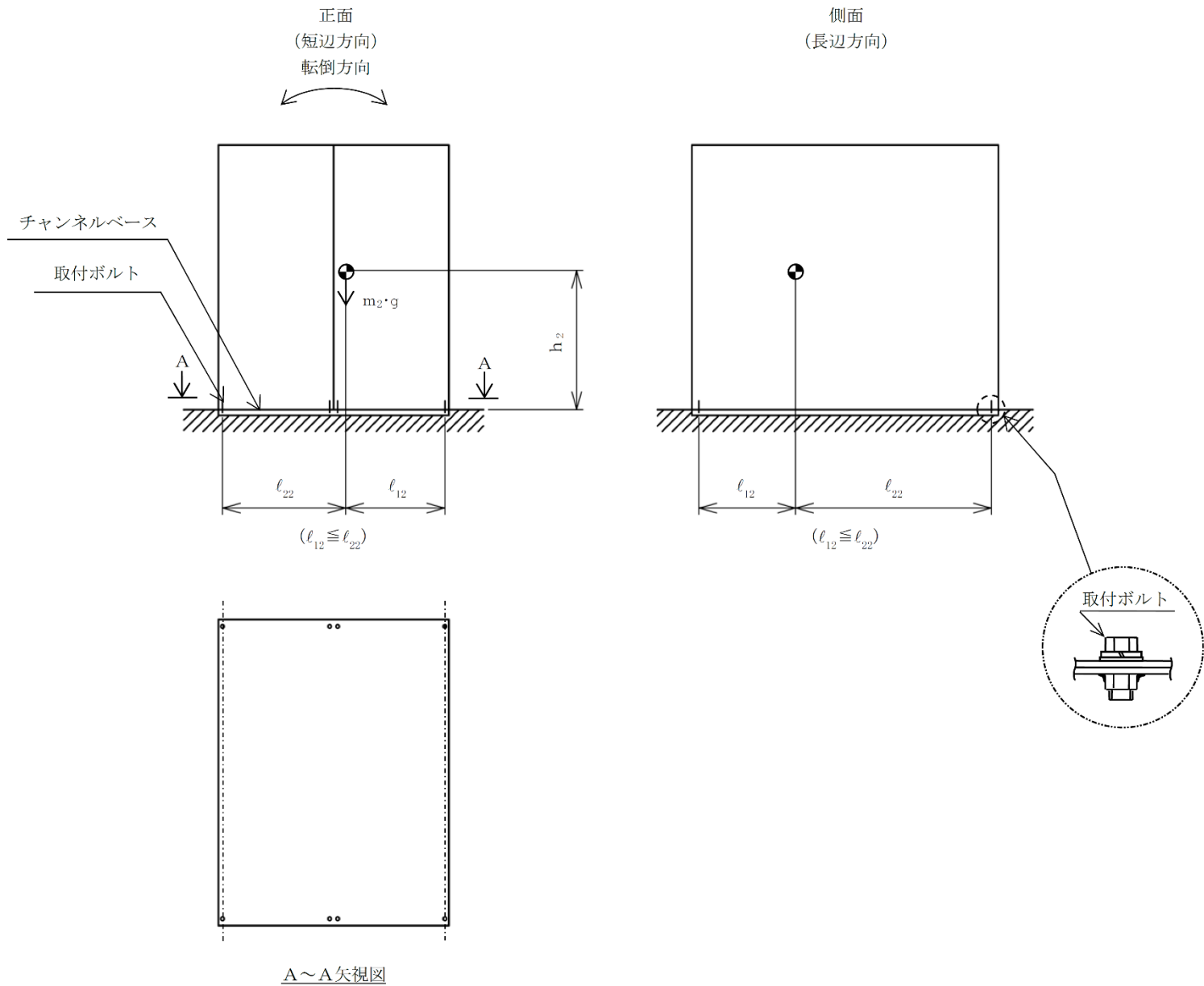
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
2B-再循環MG 開閉器盤 (2-2266B)	水平方向	1.44	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.73	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-47 中央制御室外原子炉停止制御盤  
の耐震性についての計算書（その1）

## 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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	4
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

## 1. 概要

本計算書は、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、中央制御室外原子炉停止制御盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

中央制御室外原子炉停止制御盤は、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電氣的機能維持評価を示す。

なお、中央制御室外原子炉停止制御盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

中央制御室外原子炉停止制御盤の構造計画を表 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>中央制御室外原子炉停止制御盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</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>(正面図) (側面図)</p>

(単位：mm)



### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

中央制御室外原子炉停止制御盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位 : s)

中央制御室外原子炉停止制御盤 (2-2215-1)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

中央制御室外原子炉停止制御盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

中央制御室外原子炉停止制御盤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 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

中央制御室外原子炉停止制御盤の許容応力は、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

中央制御室外原子炉停止制御盤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 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【中央制御室外原子炉停止制御盤（2-2215-1）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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	中央制御室外原子炉停止制御盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 4-2 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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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

\*2：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 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

中央制御室外原子炉停止制御盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

中央制御室外原子炉停止制御盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
中央制御室外原子炉停止制御盤 (2-2215-1)	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

中央制御室外原子炉停止制御盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【中央制御室外原子炉停止制御盤（2-2215-1）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	
中央制御室外 原子炉停止制御盤 (2-2215-1)	S	原子炉建物 EL 23.8*1			C <sub>H</sub> =1.19*2	C <sub>V</sub> =1.10*2	C <sub>H</sub> =1.73*3	C <sub>V</sub> =2.07*3	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	24	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (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)	300	480	8	211	253	長辺方向	長辺方向
	685	845	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=19$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=146$

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。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

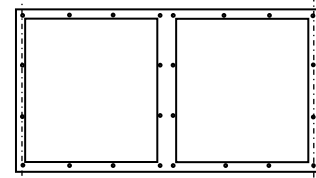
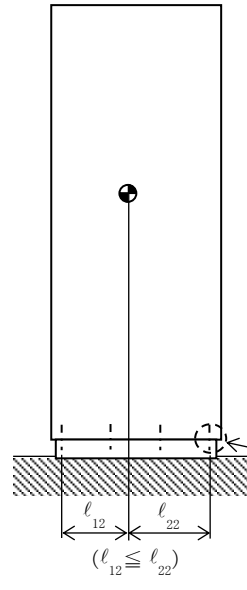
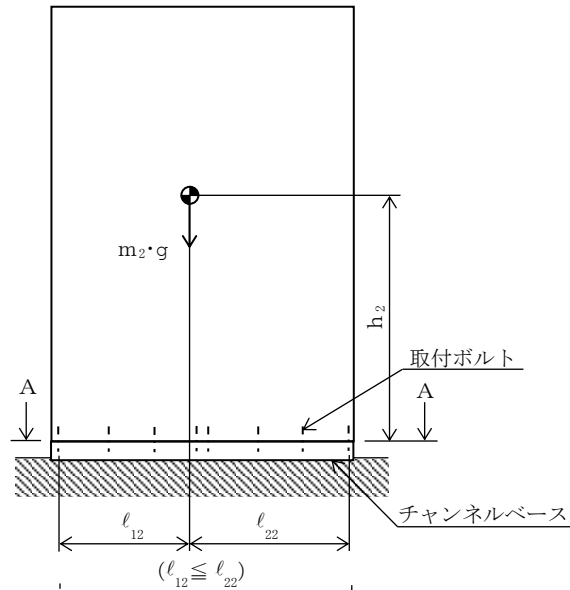
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
中央制御室外 原子炉停止制御盤 (2-2215-1)	水平方向	1.44	□
	鉛直方向	1.73	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

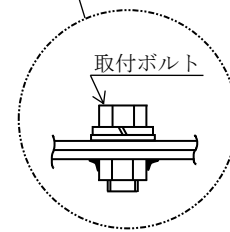


正面  
(長辺方向)  
転倒方向

側面  
(短辺方向)



A~A 矢視図



VI-2-6-7-2-48 中央制御室外原子炉停止制御盤  
の耐震性についての計算書（その2）

## 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 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	4
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

## 1. 概要

本計算書は、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、中央制御室外原子炉停止制御盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

中央制御室外原子炉停止制御盤は、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電氣的機能維持評価を示す。

なお、中央制御室外原子炉停止制御盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

中央制御室外原子炉停止制御盤の構造計画を表 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>中央制御室外原子炉停止制御盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。</p> <p>チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</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>(正面図) (側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

中央制御室外原子炉停止制御盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位 : s)

中央制御室外原子炉停止制御盤 (2-2215-2)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

中央制御室外原子炉停止制御盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

中央制御室外原子炉停止制御盤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 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

中央制御室外原子炉停止制御盤の許容応力は、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

中央制御室外原子炉停止制御盤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 4-3 に示す。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【中央制御室外原子炉停止制御盤（2-2215-2）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 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	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	中央制御室外原子炉停止制御盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> 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 4-2 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	せん断
Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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

\*2：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 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記\* : SS400 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

中央制御室外原子炉停止制御盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

中央制御室外原子炉停止制御盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験又はサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
中央制御室外原子炉停止制御盤 (2-2215-2)	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

中央制御室外原子炉停止制御盤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，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【中央制御室外原子炉停止制御盤（2-2215-2）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	
中央制御室外 原子炉停止制御盤 (2-2215-2)	S	原子炉建物 EL 23.8*1			C <sub>H</sub> =1.19*2	C <sub>V</sub> =1.10*2	C <sub>H</sub> =1.73*3	C <sub>V</sub> =2.07*3	50

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

\*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	24	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l <sub>1 i</sub> * (mm)	l <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> *	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (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)	300	480	8	211	253	短辺方向	長辺方向
	775	955	4				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=19$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=35$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=146$

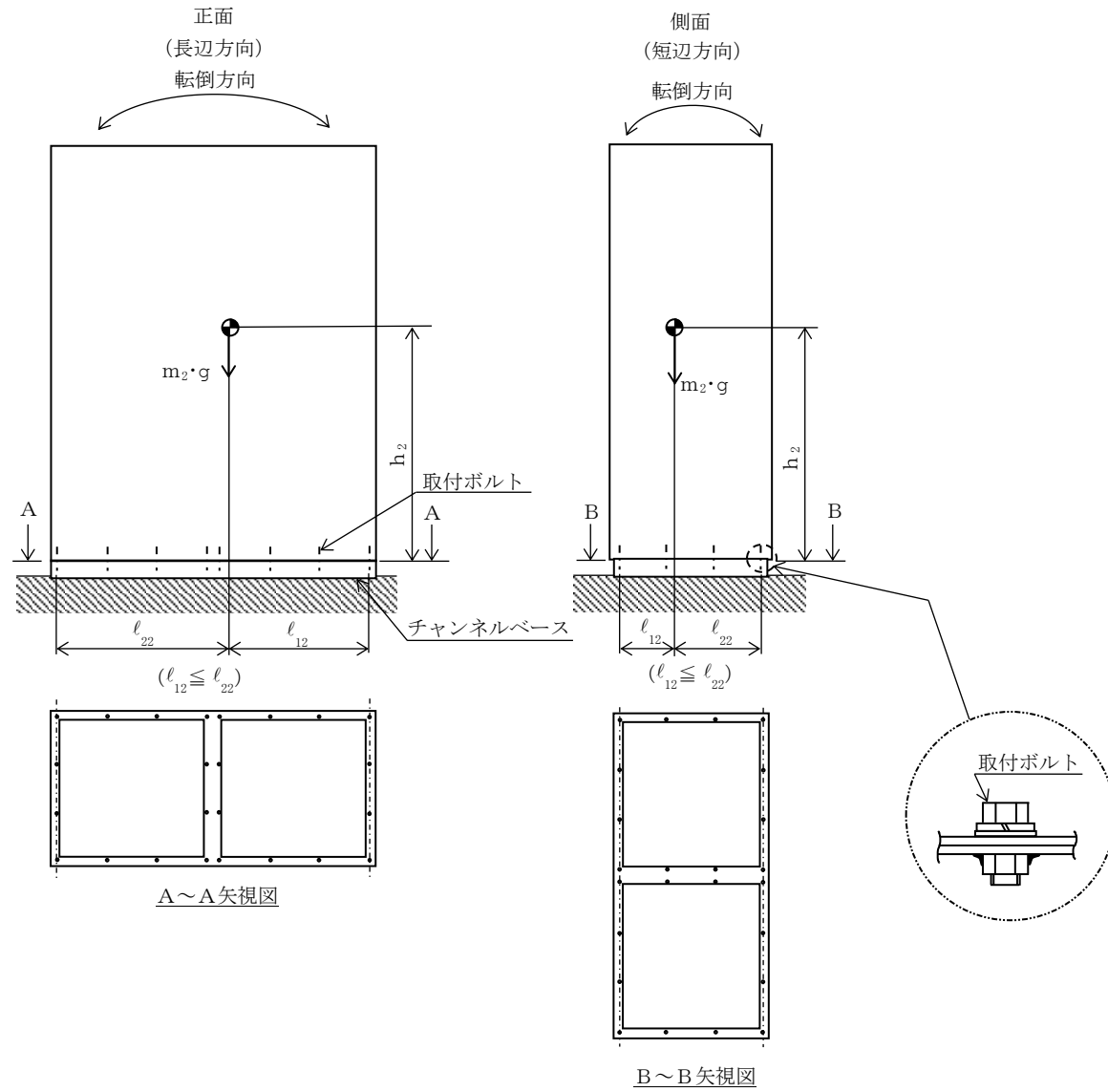
注記\*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
中央制御室外 原子炉停止制御盤 (2-2215-2)	水平方向	1.44	□
	鉛直方向	1.73	□

注記\*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）により定まる加速度  
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-49 格納容器水素／酸素計測装置制御盤の  
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
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	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
4.3 計算条件	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、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、格納容器水素／酸素計測装置制御盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

格納容器水素／酸素計測装置制御盤は、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。

なお、格納容器水素／酸素計測装置制御盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

格納容器水素／酸素計測装置制御盤の構造計画を表 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>格納容器水素／酸素計測装置制御盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。</p> <p>チャンネルベースは、溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</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>(単位：mm)</p>



### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認

格納容器水素／酸素計測装置制御盤の固有周期は、正弦波掃引試験により確認する。試験の結果、固有周期は0.05秒以下であり、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表3-1に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

格納容器水素／ 酸素計測装置制御盤 (2-1240)	水平	
	鉛直	

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

格納容器水素／酸素計測装置制御盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

##### 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

格納容器水素／酸素計測装置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の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

###### 4.2.2 許容応力

格納容器水素／酸素計測装置制御盤の許容応力は、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

格納容器水素／酸素計測装置制御盤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。

##### 4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【格納容器水素／酸素計測装置制御盤 (2-1240) 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 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
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	格納容器水素/ 酸素計測装置制御盤	常設耐震/防止 常設/緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVAS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	せん断
IVAS	1.5・f <sub>t</sub> *  (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>s</sub> *  (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)
VAS		

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 <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 相当 (IS0898-1) (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト	A2-70, A4-70* (DIN EN IS04017)	周囲環境温度	40	205	520	—

注記\* : SUS304 相当

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電気的機能維持評価方法

格納容器水素／酸素計測装置制御盤の電気的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 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行う。

格納容器水素／酸素計測装置制御盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、実機の据付状態を模擬したうえで、当該機器が設置される床における設計用床応答スペクトルを包絡する模擬地震波による加振試験において、電気的機能の健全性を確認した加振台の最大加速度を適用する。

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/s<sup>2</sup>)

機器名称	方向	機能確認済加速度
格納容器水素／酸素計測装置制御盤 (2-1240)	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

格納容器水素／酸素計測装置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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

#### (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。

【格納容器水素／酸素計測装置制御盤（2-1240）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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
格納容器水素／ 酸素計測装置制御盤 (2-1240)	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建物 EL 30.5* <sup>1</sup>	□	□	—	—	C <sub>H</sub> =2.80* <sup>2</sup>	C <sub>V</sub> =2.31* <sup>2</sup>	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S<sub>s</sub>）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1089	16 (M16)	201.1	4	215 (40mm<径≤100mm)	400 (40mm<径≤100mm)
取付ボルト (i=2)	□	889	24 (M24)	452.4	4	205	520

部材	ℓ <sub>1 i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2 i</sub> * (mm)	n <sub>f i</sub> * (mm)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	269	331	2	—	258	—	短辺方向
	636	638	2				
取付ボルト (i=2)	249	311	2	—	246	—	短辺方向
	666	668	2				

注記\*：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 <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400 相当	引張	—	—	$\sigma_{b1}=145$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=35$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	A2-70, A4-70	引張	—	—	$\sigma_{b2}=51$	$f_{ts2}=184^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=14$	$f_{sb2}=142$

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。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器水素／ 酸素計測装置制御盤 (2-1240)	水平方向	1.95	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.94	<input type="text"/>

注記\*：設計用震度 II (基準地震動 S<sub>s</sub>) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

