

V-2-6-4-1-3 管の耐震性についての計算書

設計基準対象施設

目 次

1.	概要	1
2.	概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1	概略系統図	2
2.2	鳥瞰図	4
3.	計算条件	9
3.1	計算方法	9
3.2	荷重の組合せ及び許容応力状態	10
3.3	設計条件	11
3.4	材料及び許容応力	22
3.5	設計用地震力	23
4.	解析結果及び評価	24
4.1	固有周期及び設計震度	24
4.2	評価結果	34
4.2.1	管の応力評価結果	34
4.2.2	支持構造物評価結果	36
4.2.3	弁の動的機能維持評価結果	37
4.2.4	代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	38

1. 概要

本計算書は、V-2-1-14 「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、管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。評価結果記載方法は、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評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全2モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

(3) 弁

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

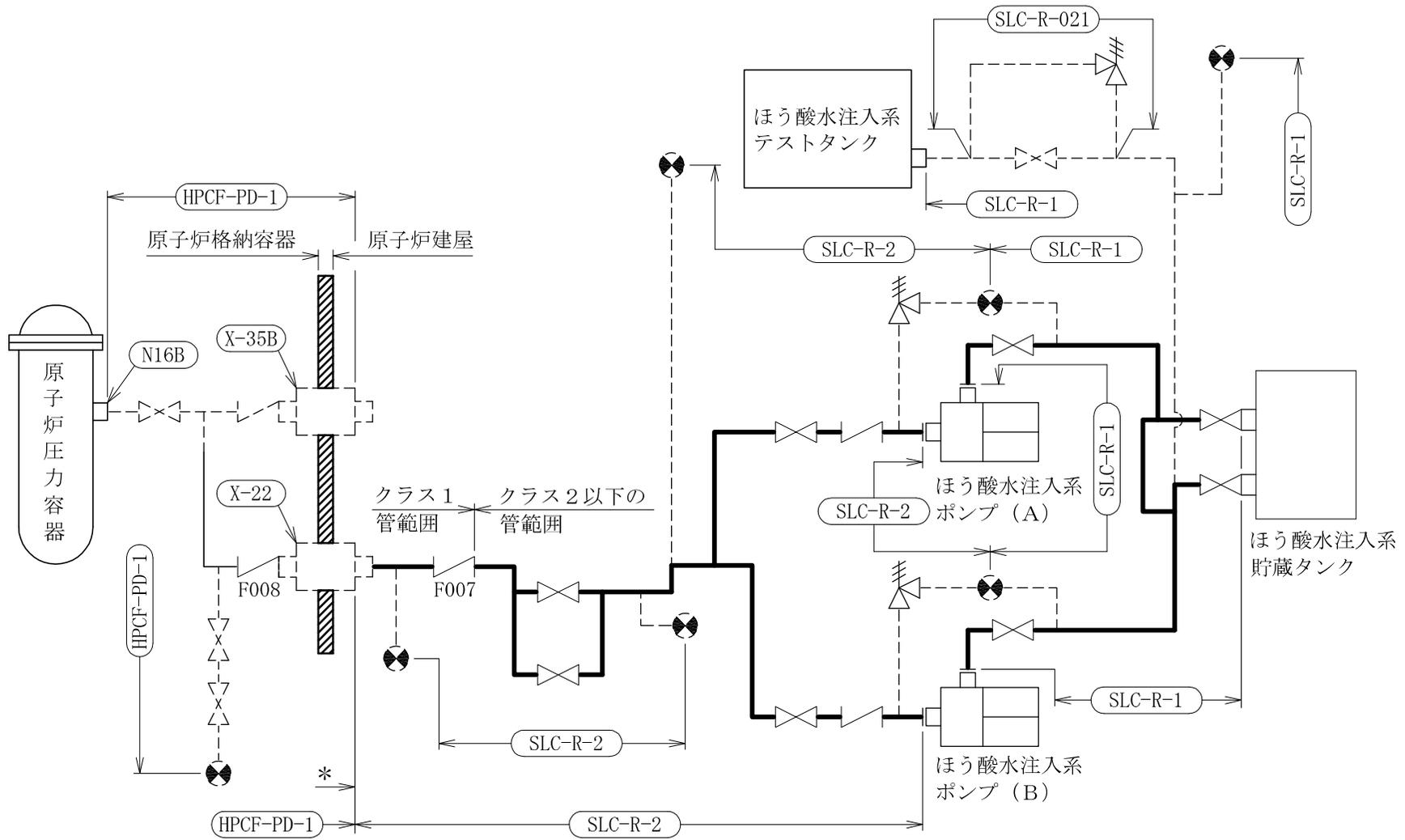
2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ

K7 ① V-2-6-4-1-3 (設) R1

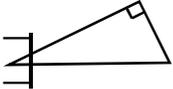
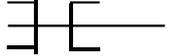
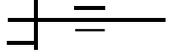
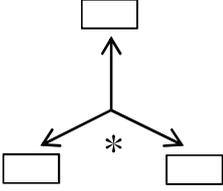


注記 *: 解析モデル上高圧炉心注水系に含める。

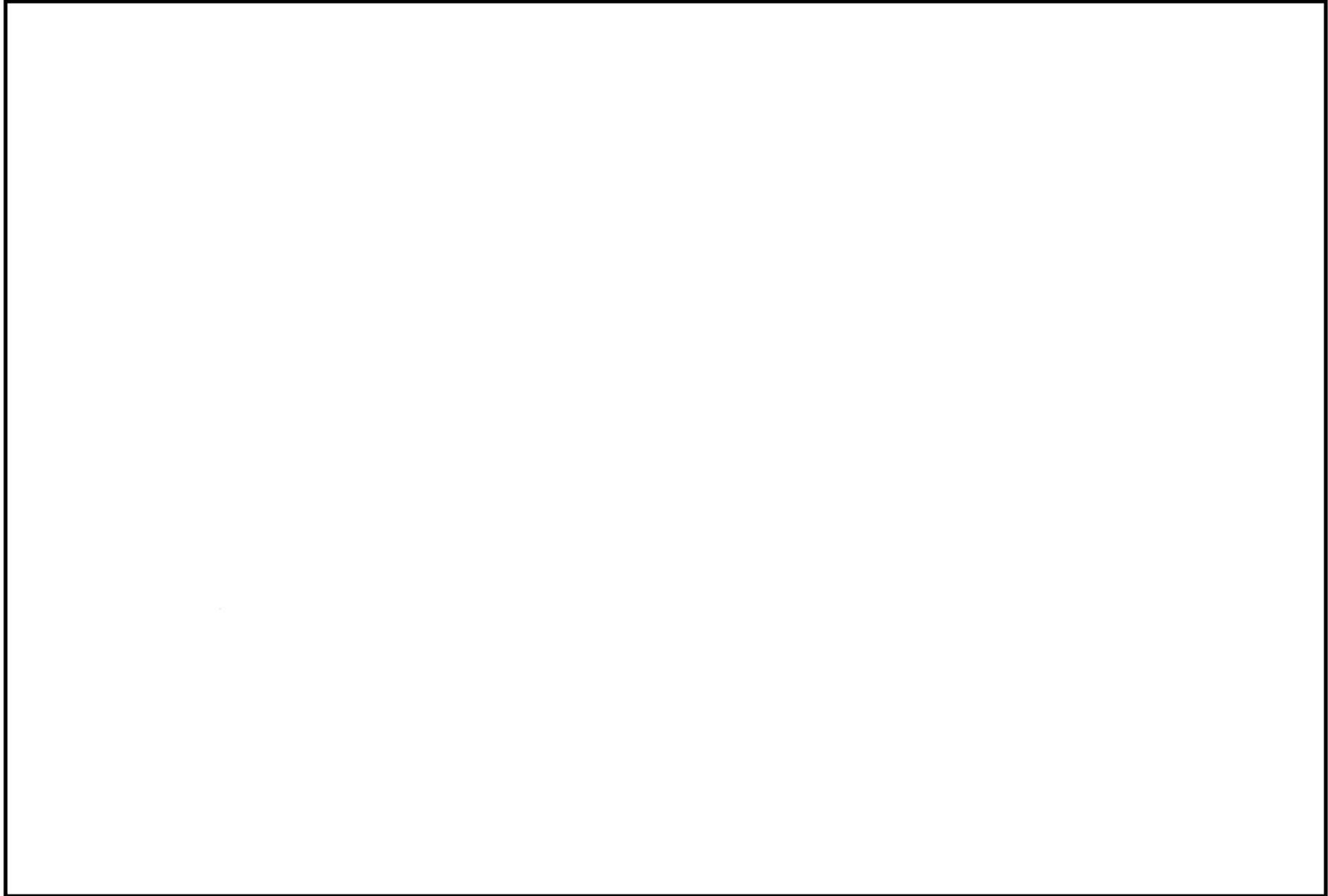
ほう酸水注入系概略系統図

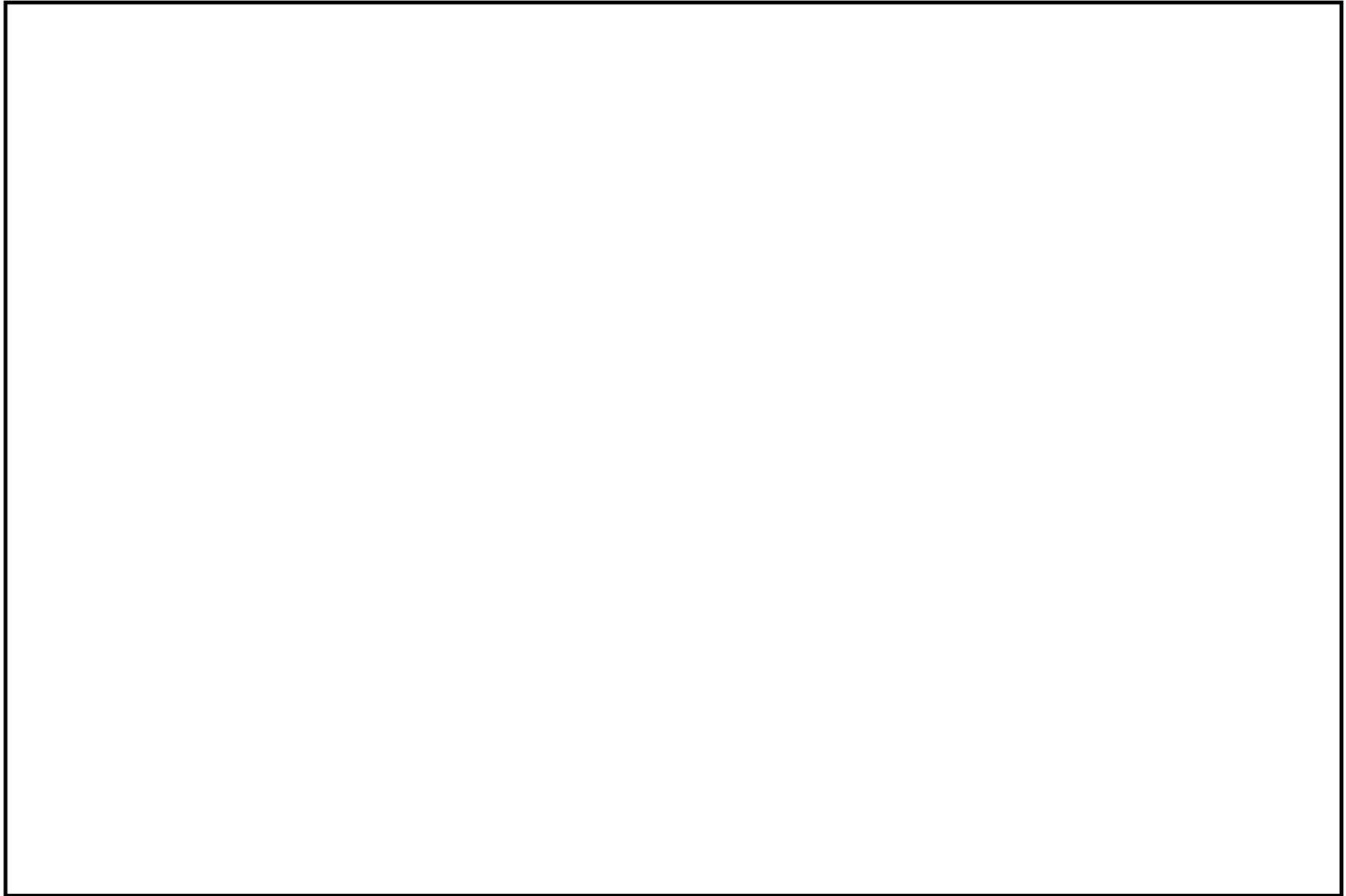
2.2 鳥瞰図

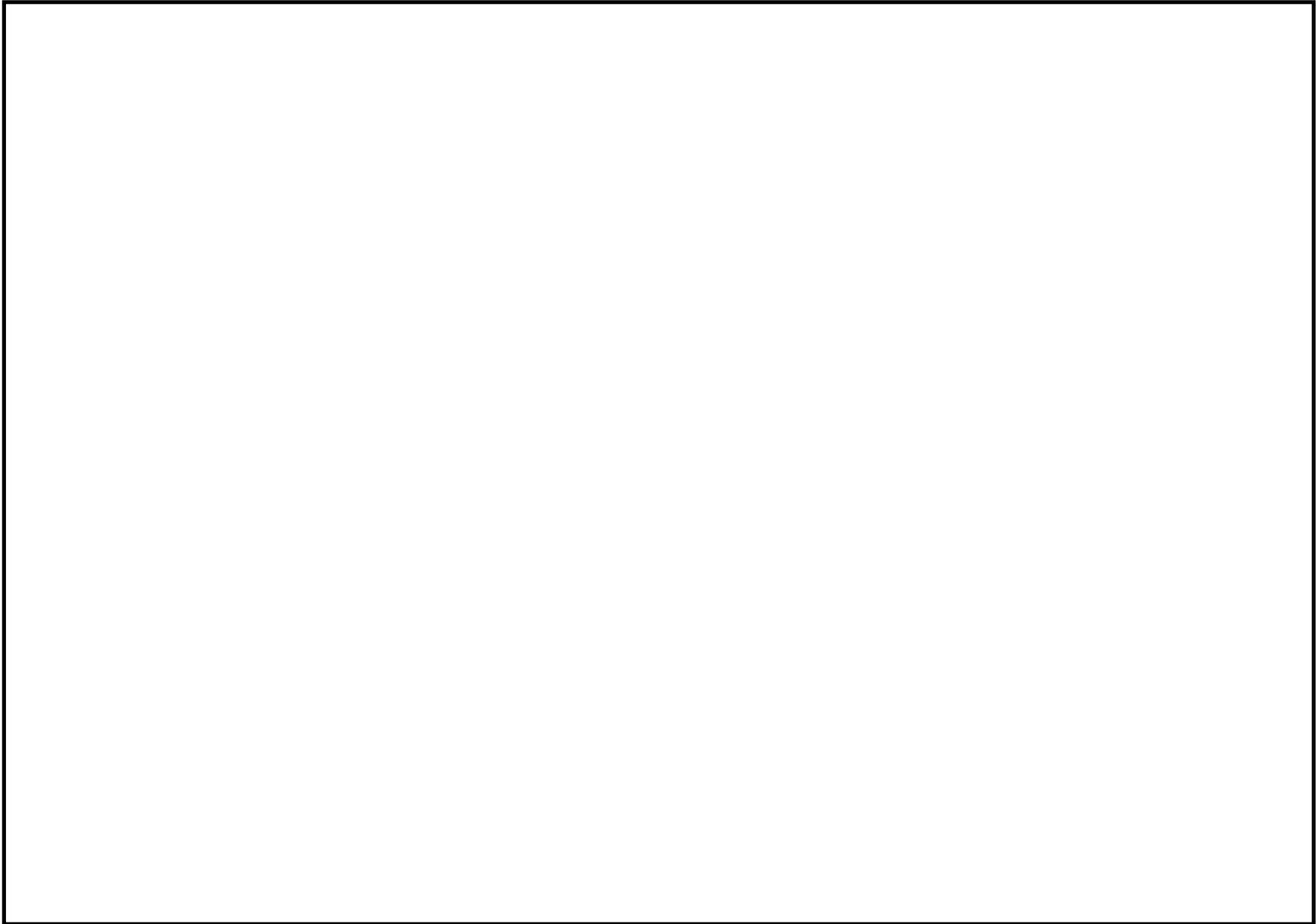
鳥瞰図記号凡例

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
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって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 (本図は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)
	スナップ
	ハンガ
	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, □ 内に 変位量を記載する。) 注1: 鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。

K7 ① V-2-6-4-1-3 (設) R1

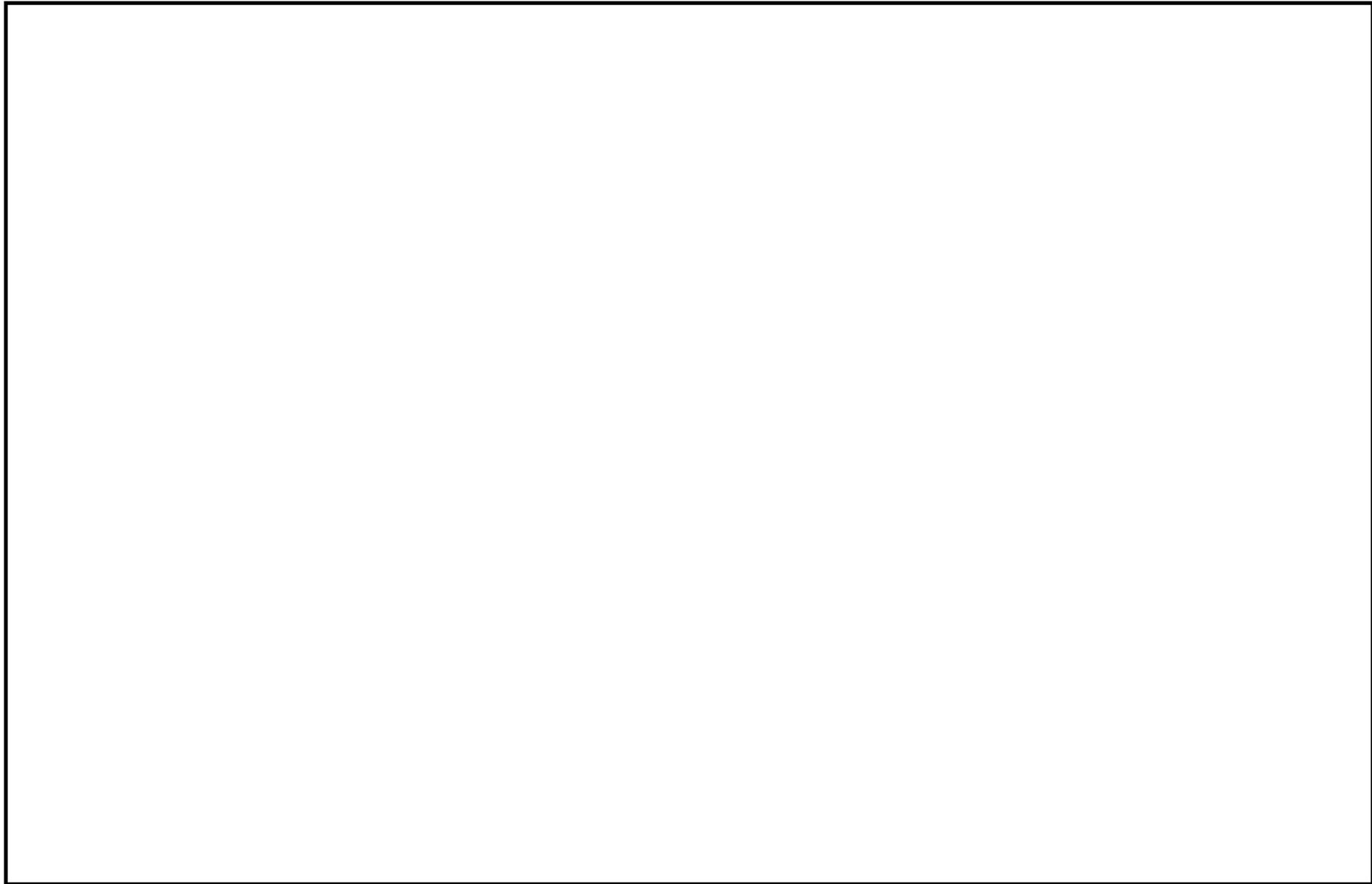






7

8



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、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類 ^{*1}	設備分類	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ ^{*2,3}	許容応力状態
計測制御系統施設	ほう酸水注入設備	ほう酸水注入系	DB	—	クラス1管 クラス2管	S	I _L + S _d	Ⅲ _A S
							Ⅱ _L + S _d	
							I _L + S _s	Ⅳ _A S
							Ⅱ _L + S _s	
							IV _L (L) + S _d ^{*4}	

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：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を示す。

*3：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。

*4：クラス1管においてのみ考慮する。

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 SLC-R-1

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	5~14, 15~20N 10~36, 37~39N 23~57	1.37	66	114.3	6.0	SUS304TP	S	193667

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 SLC-R-2

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	1N~12, 14~16 17~34, 35~37 39~45N, 28~62 56~172	10.80	66	48.6	5.1	SUS304TP	S	193667
2	66~135, 176~70	8.62	302	48.6	5.1	SUS304TP	S	193667
3	136~140	8.62	302	48.6	5.1	SUS316LTP	S	191800

配管の付加質量

鳥瞰図 SLC-R-2

質量	対応する評価点
<input type="text"/>	136～140

フランジ部の質量

鳥瞰図 SLC-R-1

質量	対応する評価点
<input type="text"/>	20N, 39N

フランジ部の質量

鳥瞰図 SLC-R-2

質量	対応する評価点
<input type="text"/>	1N, 45N

弁部の寸法

鳥瞰図 SLC-R-1

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
1N~2				2~3			
3~4				2~5			
14~15				36~37			
57~58				58~59			
59~60				58~61N			

弁部の寸法

鳥瞰図 SLC-R-2

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
12~14				16~17			
34~35				37~39			
62~63				63~64			
64~641				641~65			
63~66				135~136			
172~173				173~174			
174~1741				1741~175			
173~176							

K7 ① V-2-6-4-1-1-3 (設) R1

弁部の質量

鳥瞰図 SLC-R-1

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	3, 59		4, 60
	14~15, 36~37		

弁部の質量

鳥瞰図 SLC-R-2

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	12～14, 37～39		135～136
	16～17, 34～35		62, 66, 172, 176
	63, 173		64, 174
	65, 175		

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図 SLC-R-1

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1N						
7001						
9						
20N						
26						
39N						
51						
5401						
61N						
** 61N **						
** 61N **						



K7 ① V-2-6-4-1-3 (設) R1

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図 SLC-R-2

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1N						
9						
15						
23						
36						
45N						
47						
58						
61						
641						
69						
76						
80						
86						
90						
92						
98						
102						
105						
109						
113						
120						
126						
130						
132						
171						
1741						

K7 ① V-2-6-4-1-3 (設) 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 _h
SUS304TP	66	—	188	479	126
SUS304TP	302	—	126	391	110
SUS316LTP	302	94	—	—	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。
なお、設計用床応答曲線はV-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものを
用いる。また、減衰定数はV-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建屋・構築物	標高	減衰定数(%)
SLC-R-1	原子炉建屋		
SLC-R-2	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 SLC-R-1

適用する地震動等		S d 及び静的震度			S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向
1次							
2次							
3次							
4次							
5次							
動的震度*2							
静的震度*3							

注記*1：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

*2：S d 又は S s 地震動に基づく設計用最大応答加速度より定めた震度を示す。

*3：3.6C_I及び1.2C_Vより定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 SLC-R-1

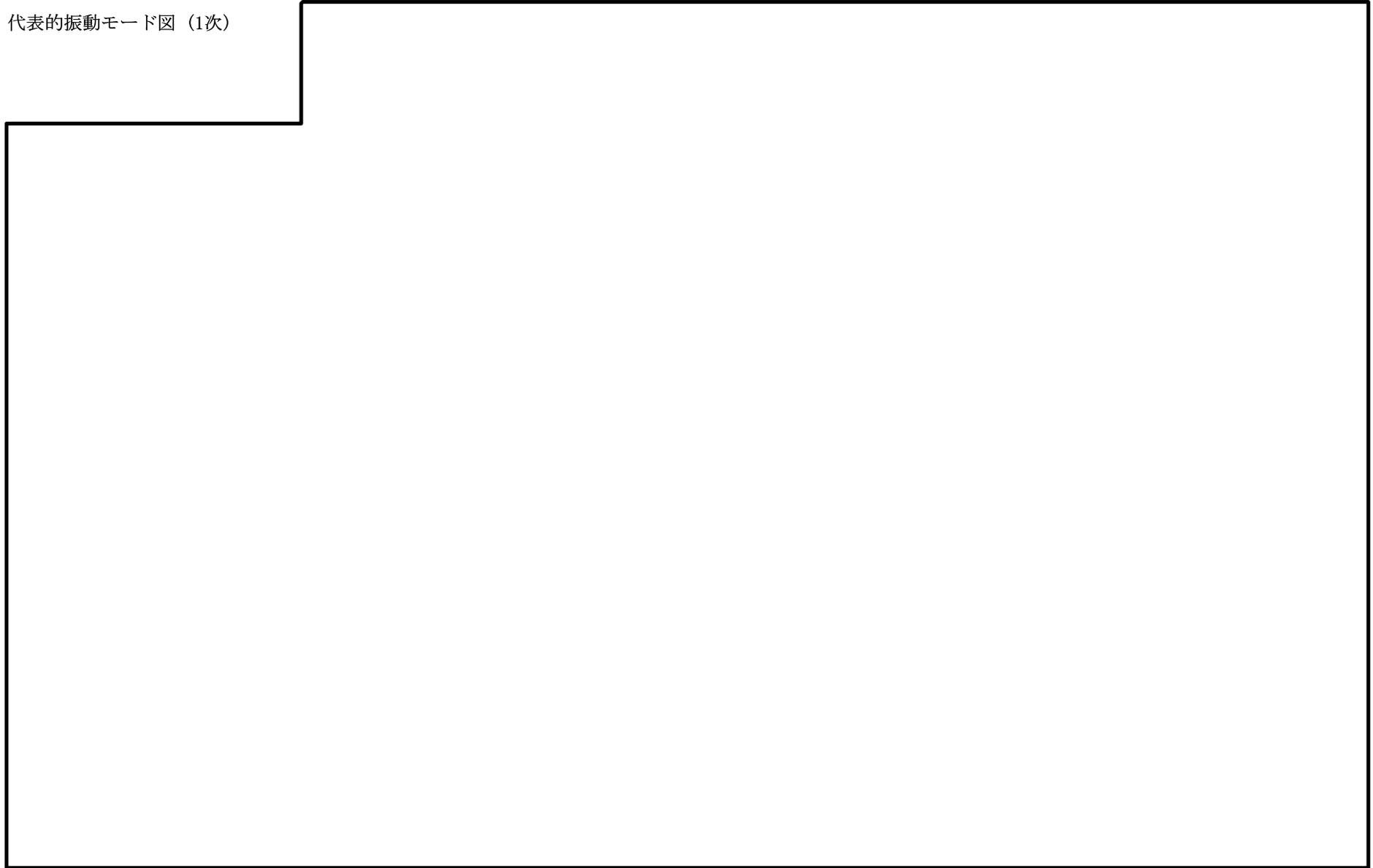
モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

代表的振動モード図

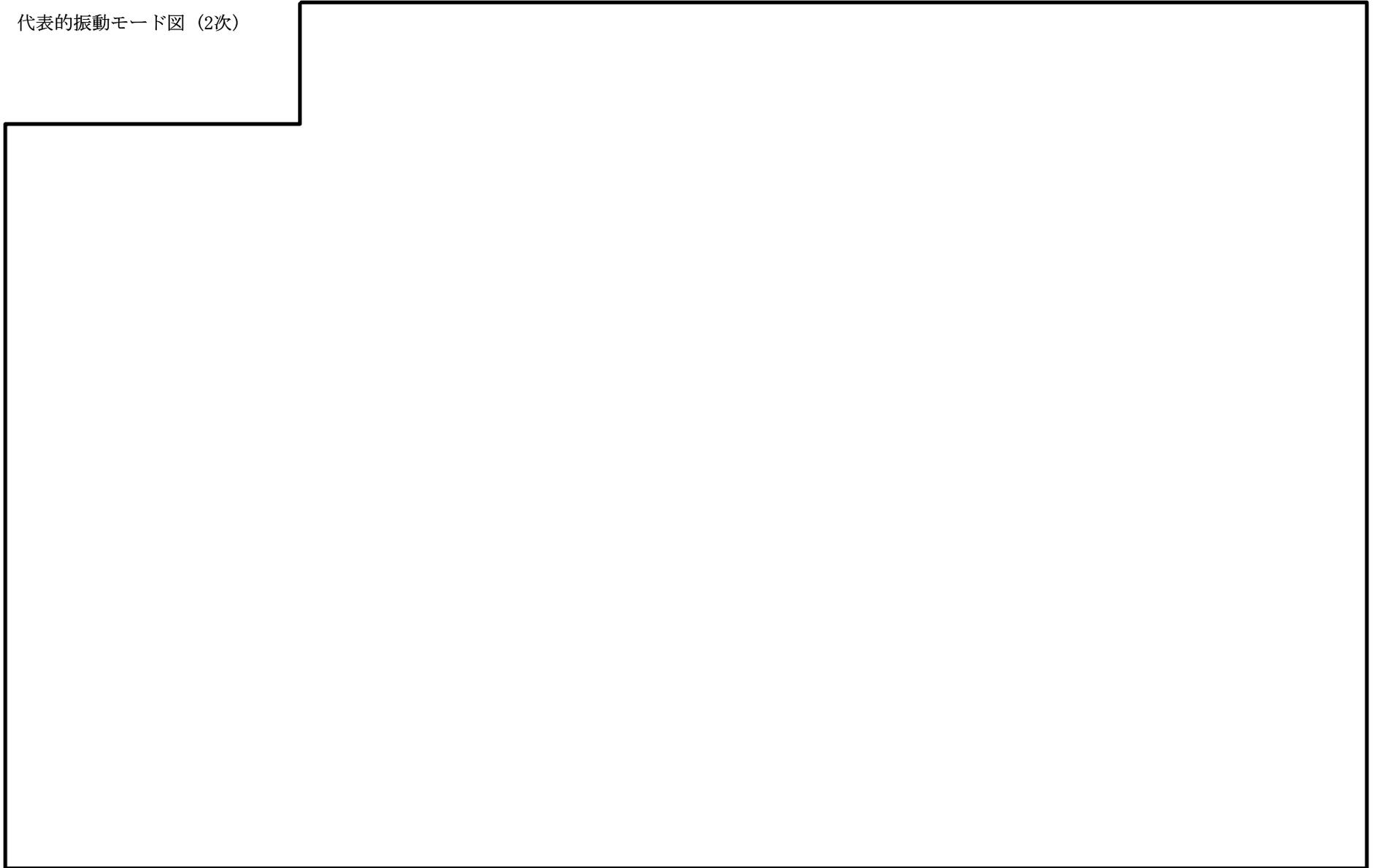
振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。

代表的振動モード図 (1次)



代表的振動モード図 (2次)

28



代表的振動モード図 (3次)

29

固有周期及び設計震度

鳥瞰図 SLC-R-2

適用する地震動等		S d 及び静的震度			S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向
1次							
2次							
動的震度*2							
静的震度*3							

注記*1: 各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

*2: S d 又は S s 地震動に基づく設計用最大応答加速度より定めた震度を示す。

*3: $3.6C_I$ 及び $1.2C_v$ より定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 SLC-R-2

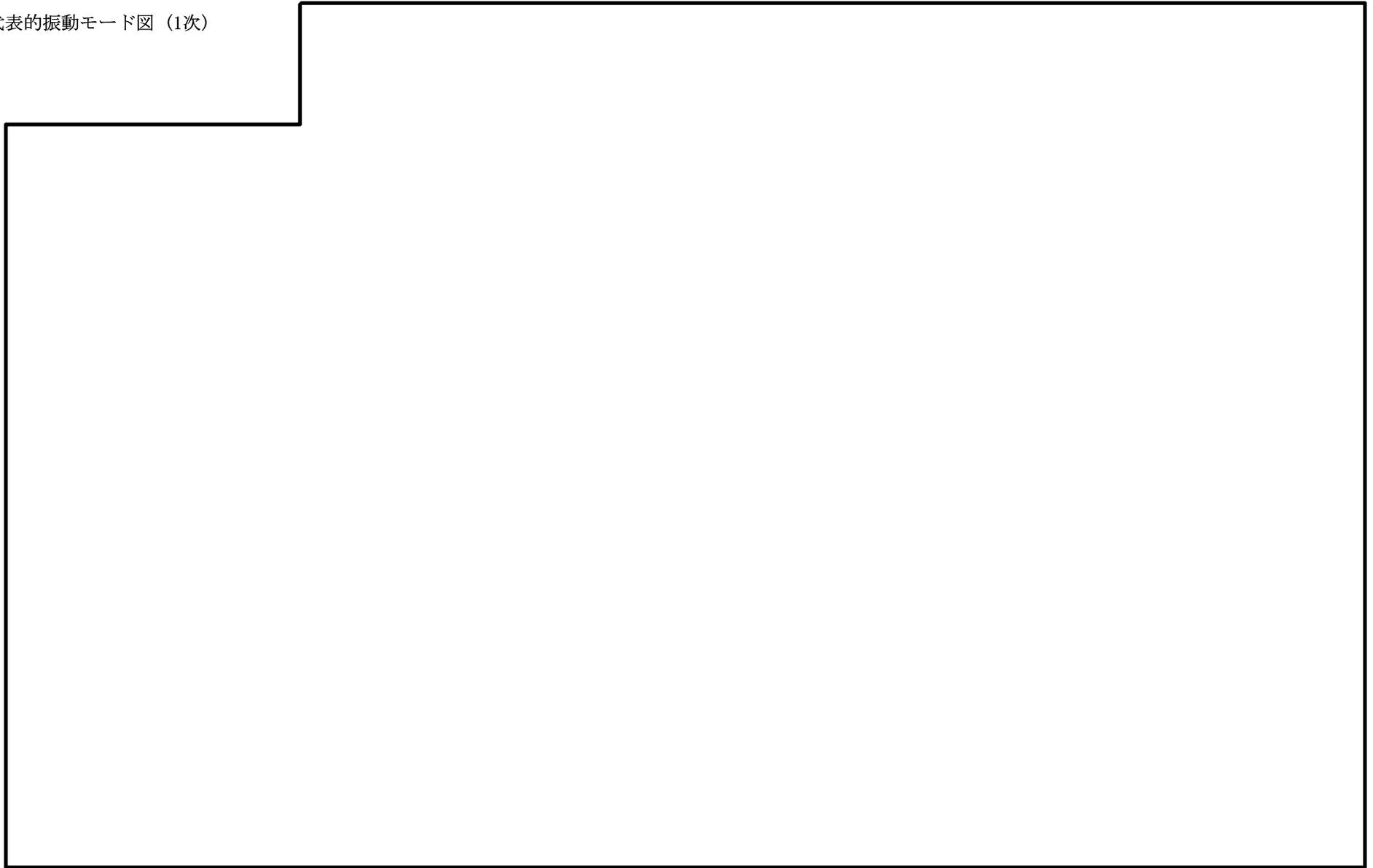
モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

代表的振動モード図

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

代表的振動モード図 (1次)



33

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1管

鳥瞰図	許容 応力 状態	最大 応力 評価点	配管 要素 名称	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)				一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
					一次応力	許容応力	ねじり 応力	許容 応力	一次+二次 応力	許容 応力	疲労累積 係数
					$S_{prm} (S_d)$ $S_{prm} (S_s)$	$2.25 S_m$ $3 S_m$	$S_t (S_d)$ $S_t (S_s)$	$0.55 S_m$ $0.73 S_m$	$S_n (S_s)$	$3 S_m$	$U+U S_s$
SLC-R-2	Ⅲ _A S	139	TEE	$S_{prm} (S_d)$	53	211	—	—	—	—	—
SLC-R-2	Ⅲ _A S	139	TEE	$S_t (S_d)$	—	—	15	51	—	—	—
SLC-R-2	Ⅳ _A S	139	TEE	$S_{prm} (S_s)$	74	282	—	—	—	—	—
SLC-R-2	Ⅳ _A S	139	TEE	$S_t (S_s)$	—	—	25	68	—	—	—
SLC-R-2	Ⅳ _A S	139	TEE	$S_n (S_s)$	—	—	—	—	174	282	—
SLC-R-2	Ⅳ _A S	139	TEE	$U+U S_s$	—	—	—	—	—	—	0.0006

K7 ① V-2-6-4-1-3(設) R1

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

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 $S_{prm} (S_d)$ $S_{prm} (S_s)$	許容応力 S_y^* $0.9 S_u$	計算応力 $S_n (S_s)$	許容応力 $2 S_y$	疲労累積係数 $U S_s$
SLC-R-2	III A S	172	$S_{prm} (S_d)$	72	188	—	—	—
SLC-R-2	IV A S	172	$S_{prm} (S_s)$	91	431	—	—	—
SLC-R-1	IV A S	56	$S_n (S_s)$	—	—	105	376	—

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 $1.2 S_h$ のうち大きい方の値とする。

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果（荷重評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
—	—	—	—	—	—	—

支持構造物評価結果（応力評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力 (kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z			
RE-SLC-R036	レストレイント	Uプレート	SUS304 STKR400	66	0	7	9	—	—	—	せん断	27	117

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、設計条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（クラス1管）

No.	配管モデル	許容応力状態 III A S					許容応力状態 IV A S												
		一次応力					一次応力					一次+二次応力*			疲労評価				
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	SLC-R-2	139	53	211	3.98	○	139	74	282	3.81	○	139	174	282	1.62	○	139	0.0006	○

注記*：III A Sの一次+二次応力の許容値はIV A Sと同様であることから、地震荷重が大きいIV A Sの一次+二次応力裕度最小を代表とする。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（クラス2以下の管）

No.	配管モデル	許容応力状態 III _A S					許容応力状態 IV _A S												
		一次応力					一次応力					一次+二次応力*					疲労評価		
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	SLC-R-1	56	40	188	4.70	—	56	65	431	6.63	—	56	105	376	3.58	○	—	—	—
2	SLC-R-2	172	72	188	2.61	○	172	91	431	4.73	○	7	89	376	4.22	—	—	—	—
3	SLC-R-021	1N	68	188	2.76	—	15N	117	431	3.68	—	15N	291	376	1.29	—	—	—	—

注記*：III_ASの一次+二次応力の許容値はIV_ASと同様であることから、地震荷重が大きいIV_ASの一次+二次応力裕度最小を代表とする。

重大事故等対処設備

目 次

1.	概要	1
2.	概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1	概略系統図	2
2.2	鳥瞰図	4
3.	計算条件	9
3.1	計算方法	9
3.2	荷重の組合せ及び許容応力状態	10
3.3	設計条件	11
3.4	材料及び許容応力	22
3.5	設計用地震力	23
4.	解析結果及び評価	24
4.1	固有周期及び設計震度	24
4.2	評価結果	34
4.2.1	管の応力評価結果	34
4.2.2	支持構造物評価結果	36
4.2.3	弁の動的機能維持評価結果	37
4.2.4	代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	38

1. 概要

本計算書は、V-2-1-14 「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、管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。評価結果記載方法は、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評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全2モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

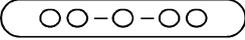
(3) 弁

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

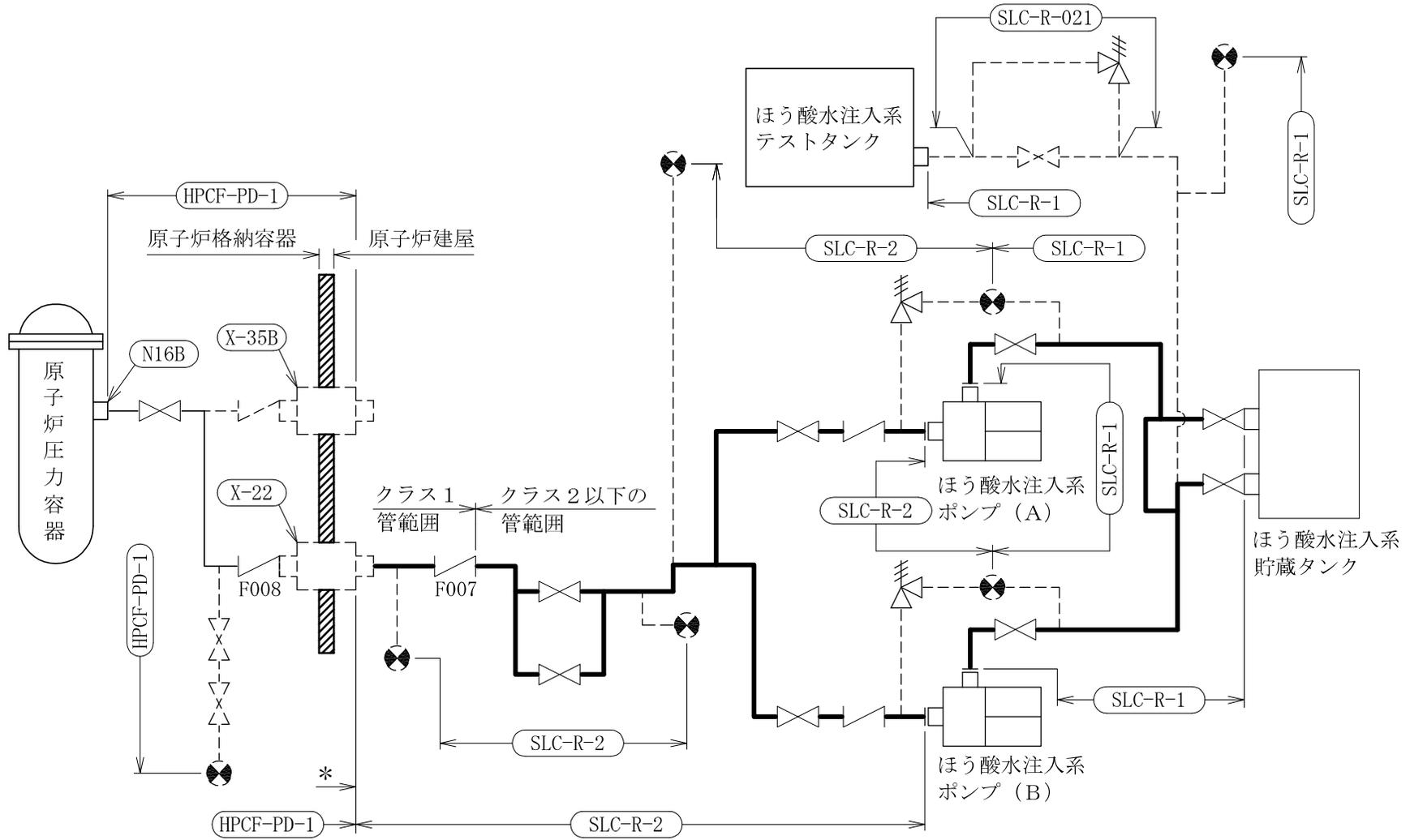
2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ

K7 ① V-2-6-4-1-3 (種) R1



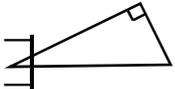
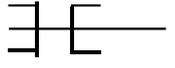
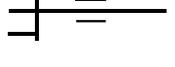
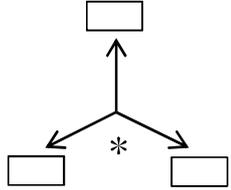
注記 *: 解析モデル上高圧炉心注水系に含める。

ほう酸水注入系概略系統図

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

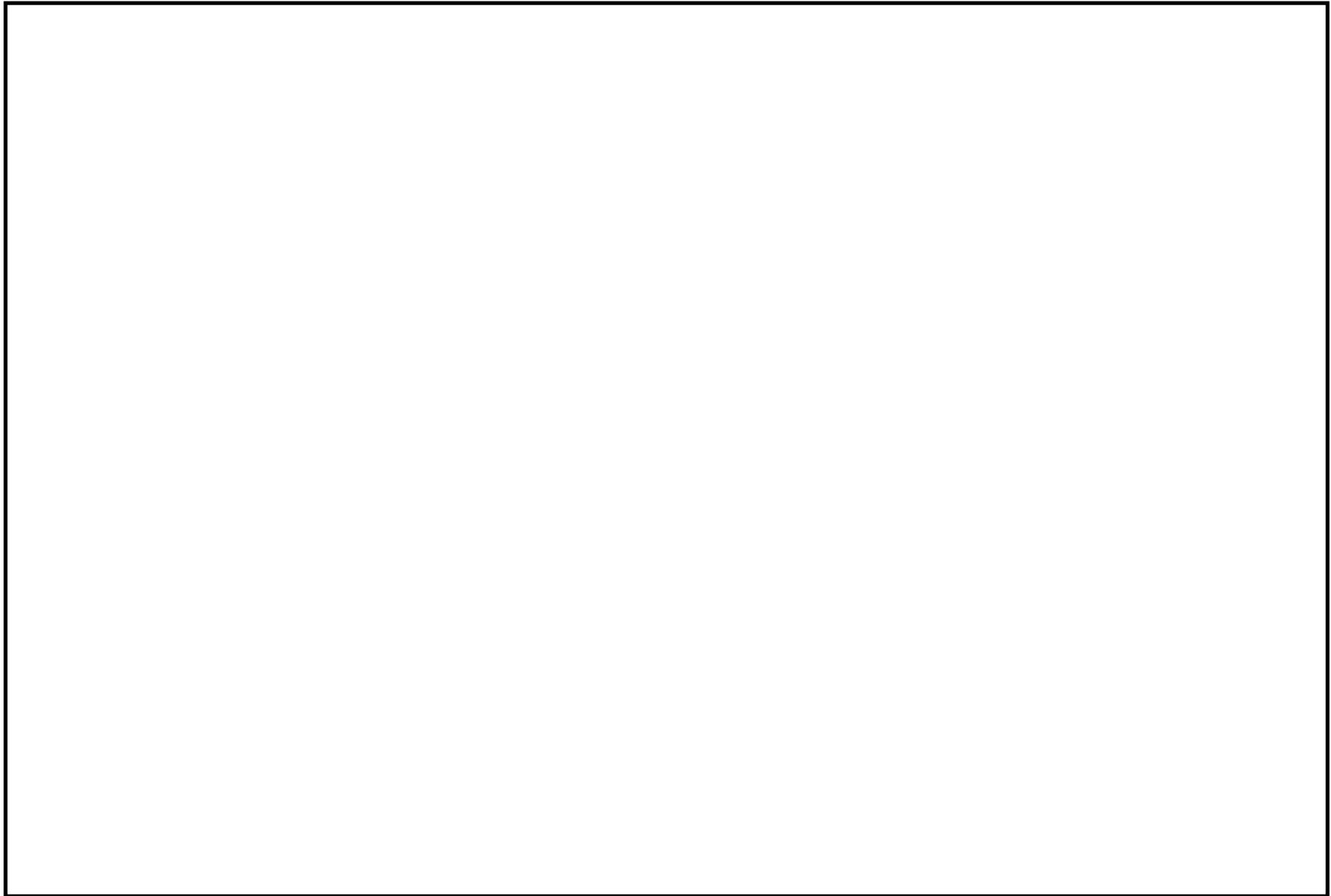
K7 ① V-2-6-4-1-3 (重) R1

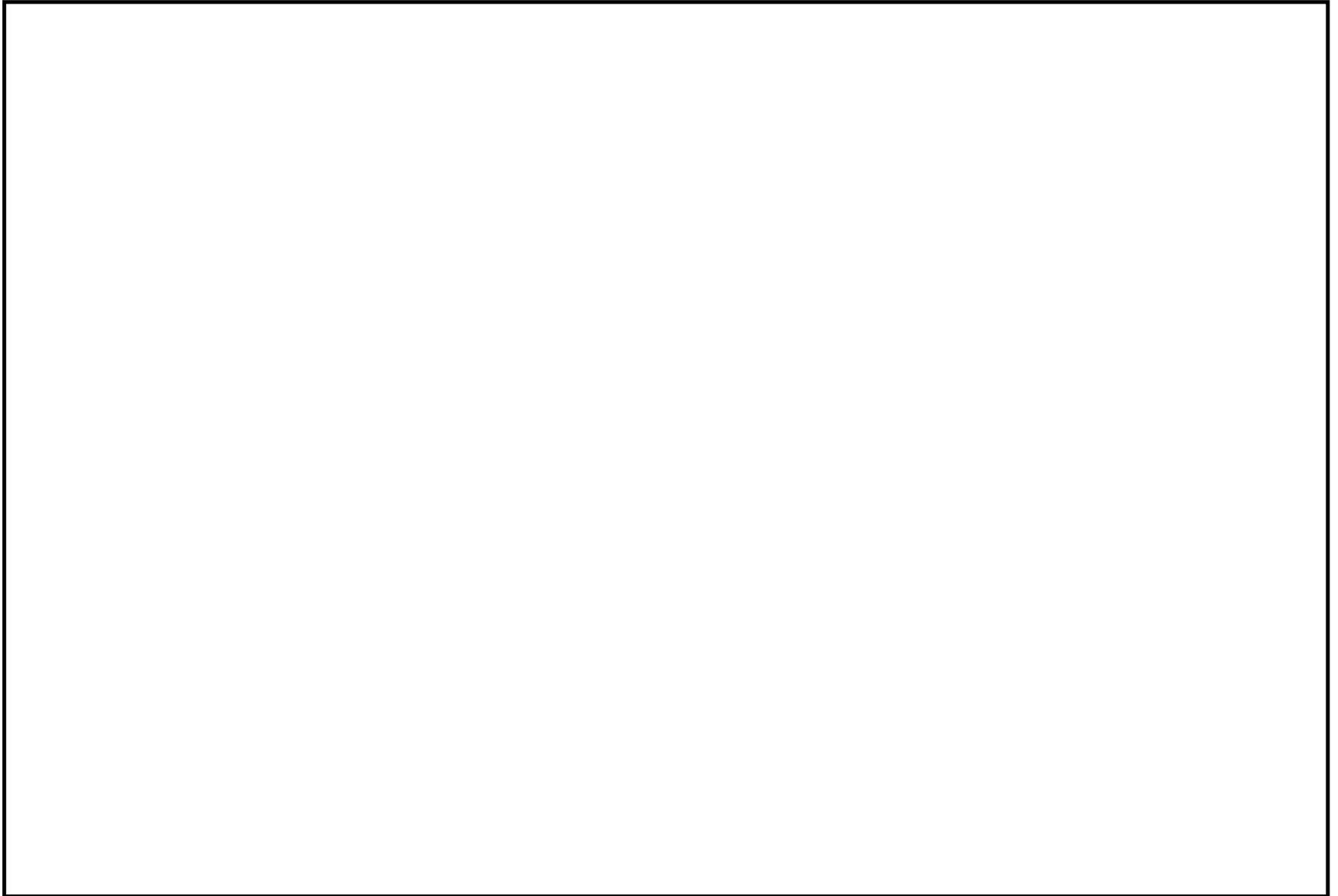
記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	質点
	アンカ
	レストレイント (本図は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)
	スナップ
	ハンガ
	リジットハンガ
	拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, 内に 変位量を記載する。)

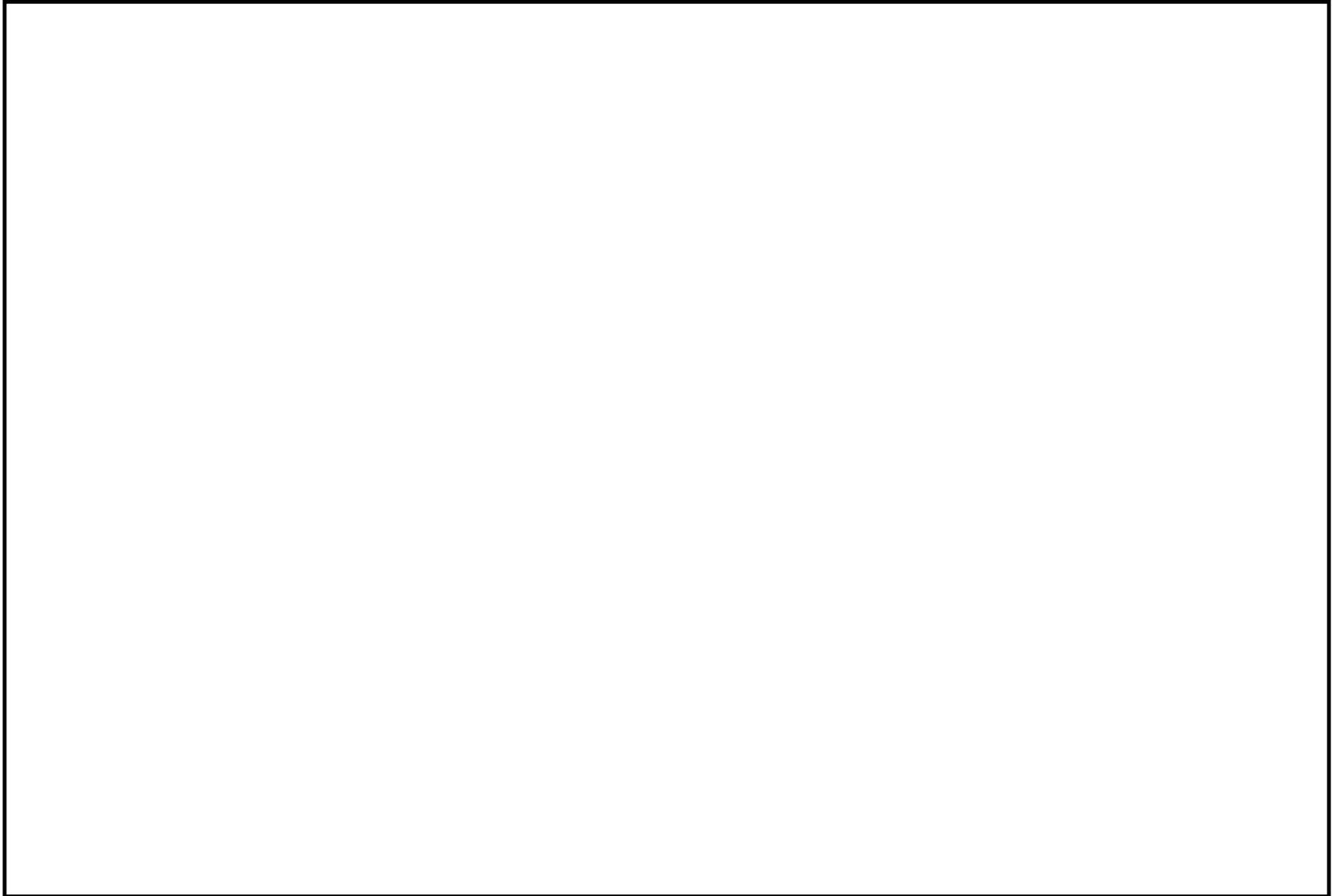
注1：鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。

K7 ① V-2-6-4-1-3(重) R1

57

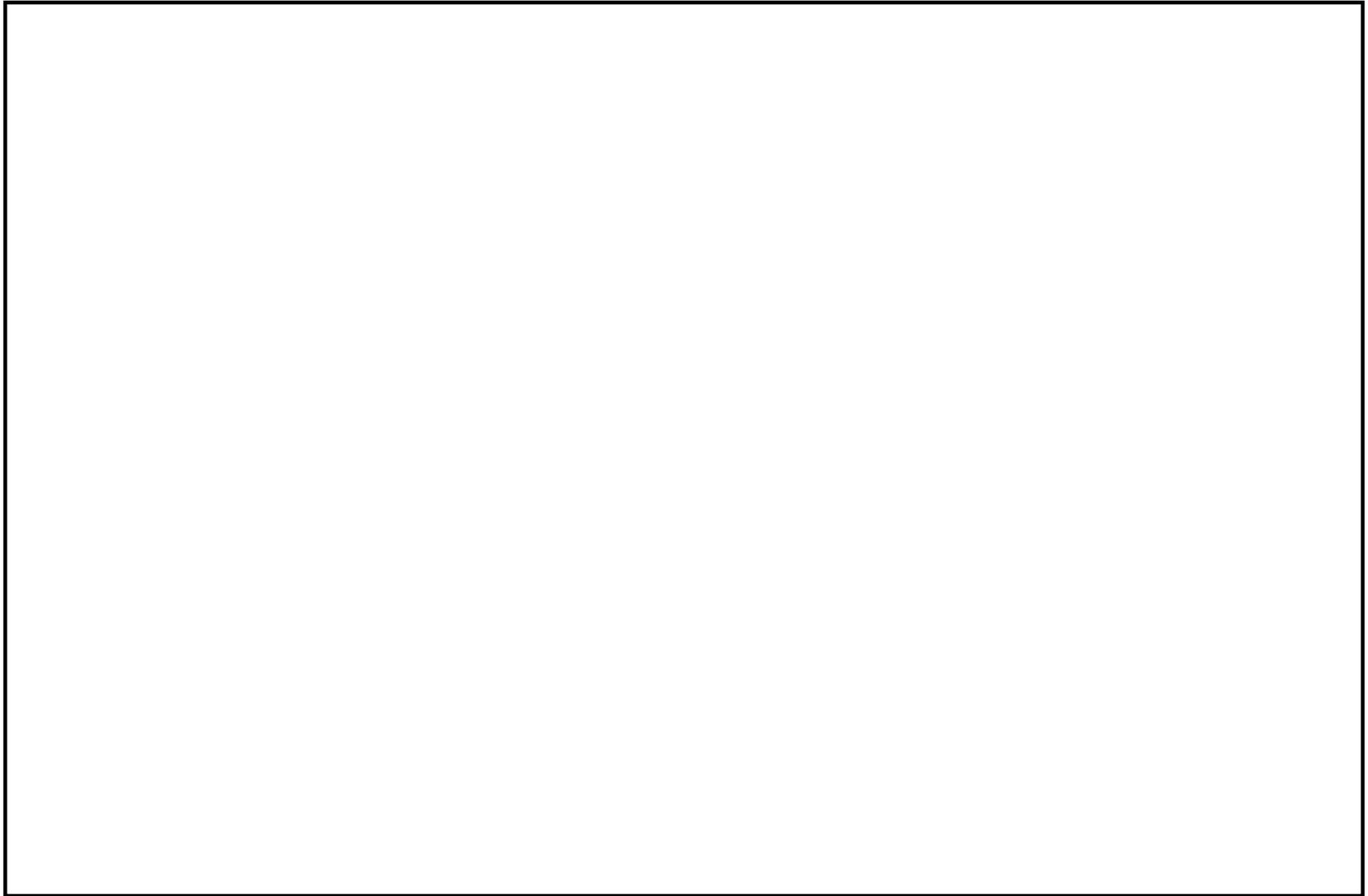






7

8



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、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類 ^{*1}	設備分類 ^{*2}	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ ^{*3,4}	許容応力状態 ^{*5}
計測制御系統施設	ほう酸水注入設備	ほう酸水注入系	S A	常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等 クラス2管	—	$V_L (L) + S_d$	V_{AS}
							$V_L (LL) + S_s$	
							$V_L + S_s$	
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	ほう酸水注入系	S A	常設耐震／防止	重大事故等 クラス2管	—	$V_L (L) + S_d$	V_{AS}
							$V_L (LL) + S_s$	
							$V_L + S_s$	
原子炉格納施設	圧力低減設備 その他の安全設備	ほう酸水注入系	S A	常設／緩和	重大事故等 クラス2管	—	$V_L (L) + S_d$	V_{AS}
							$V_L (LL) + S_s$	
							$V_L + S_s$	

注記*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

*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)より更に長期間荷重が作用している状態を示す。

*4：許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

*5：許容応力状態 V_{AS} は許容応力状態 IV_{AS} の許容限界を使用し，許容応力状態 IV_{AS} として評価を実施する。

3.3 設計条件

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

鳥瞰図 SLC-R-1

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	5~14, 15~20N 10~36, 37~39N 23~57	1.37	66	114.3	6.0	SUS304TP	—	193667

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 SLC-R-2

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	1N~12, 14~16 17~34, 35~37 39~45N, 28~62 56~172	10.80	66	48.6	5.1	SUS304TP	—	193667
2	66~135, 176~70	8.62	302	48.6	5.1	SUS304TP	—	193667
3	136~140	8.62	302	48.6	5.1	SUS316LTP	—	191800

配管の付加質量

鳥瞰図 SLC-R-2

質量	対応する評価点
<input type="text"/>	136～140

フランジ部の質量

鳥瞰図 SLC-R-1

質量	対応する評価点
<input type="checkbox"/>	20N, 39N

K7 ① V-2-6-4-1-3 (重) R

フランジ部の質量

鳥瞰図 SLC-R-2

質量	対応する評価点
<input type="text"/>	1N, 45N

弁部の寸法

鳥瞰図 SLC-R-1

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
1N~2				2~3			
3~4				2~5			
14~15				36~37			
57~58				58~59			
59~60				58~61N			

弁部の寸法

鳥瞰図 SLC-R-2

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
12~14				16~17			
34~35				37~39			
62~63				63~64			
64~641				641~65			
63~66				135~136			
172~173				173~174			
174~1741				1741~175			
173~176							

K7 ① V-2-6-4-1-3 (重) R1

弁部の質量

鳥瞰図 SLC-R-1

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	3, 59		4, 60
	14~15, 36~37		

弁部の質量

鳥瞰図 SLC-R-2

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	12~14, 37~39		135~136
	16~17, 34~35		62, 66, 172, 176
	63, 173		64, 174
	65, 175		

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図 SLC-R-1

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1N						
7001						
9						
20N						
26						
39N						
51						
5401						
61N						
** 61N **						
** 61N **						



K7 ① V-2-6-4-1-3 (重) R1

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図 SLC-R-2

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1N						
9						
15						
23						
36						
45N						
47						
58						
61						
641						
69						
76						
80						
86						
90						
92						
98						
102						
105						
109						
113						
120						
126						
130						
132						
171						
1741						

K7 ① V-2-6-4-1-3 (重) 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 _h
SUS304TP	66	—	188	479	—
SUS304TP	302	—	126	391	—
SUS316LTP	302	94	—	—	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。
なお、設計用床応答曲線はV-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものを
用いる。また、減衰定数はV-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建屋・構築物	標高	減衰定数(%)
SLC-R-1	原子炉建屋		
SLC-R-2	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 SLC-R-1

適用する地震動等		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		X方向	Z方向	Y方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
動的震度*2				

注記*1：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

*2：S d又はS s地震動に基づく設計用最大応答加速度より定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 SLC-R-1

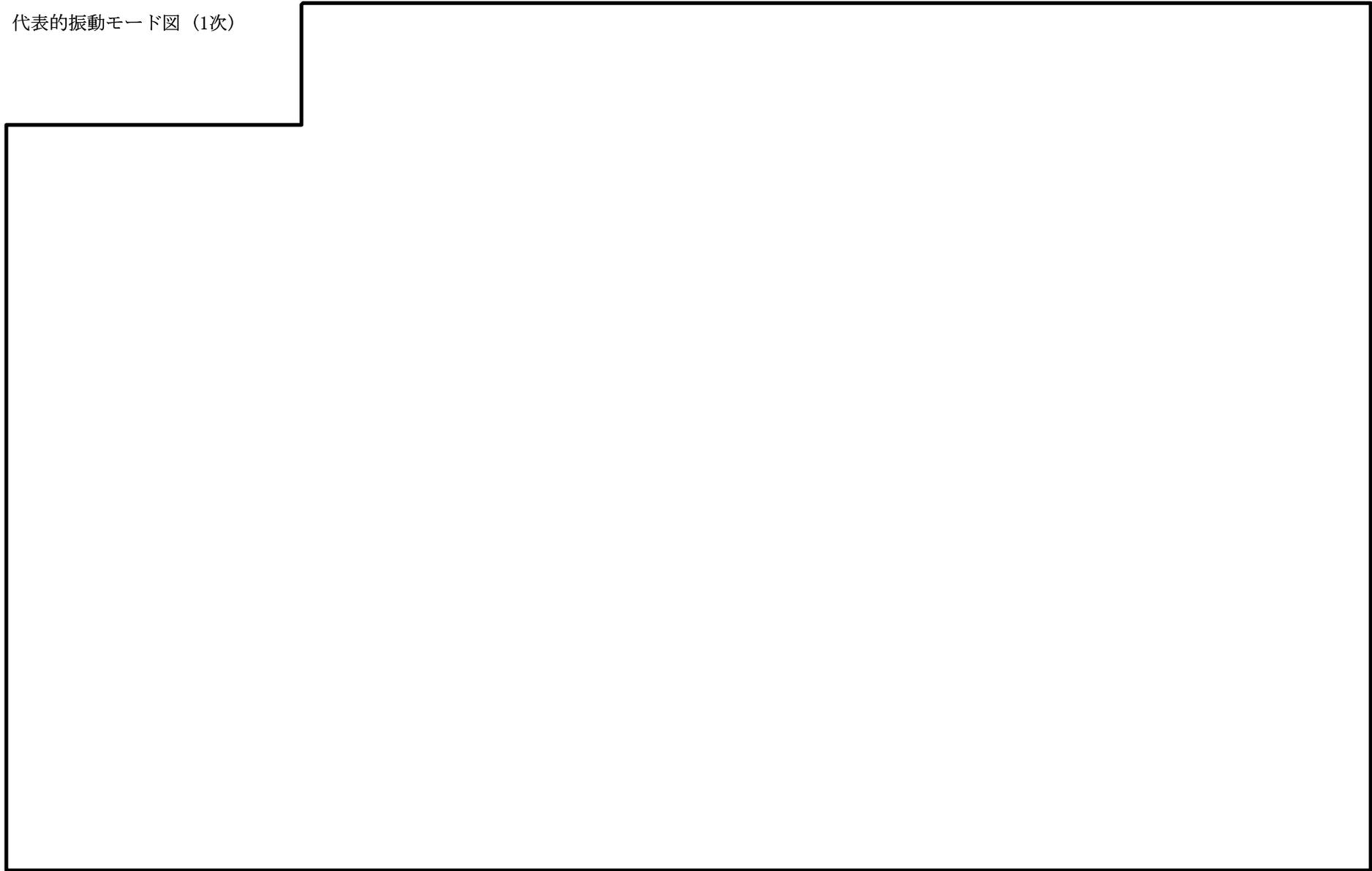
モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

代表的振動モード図

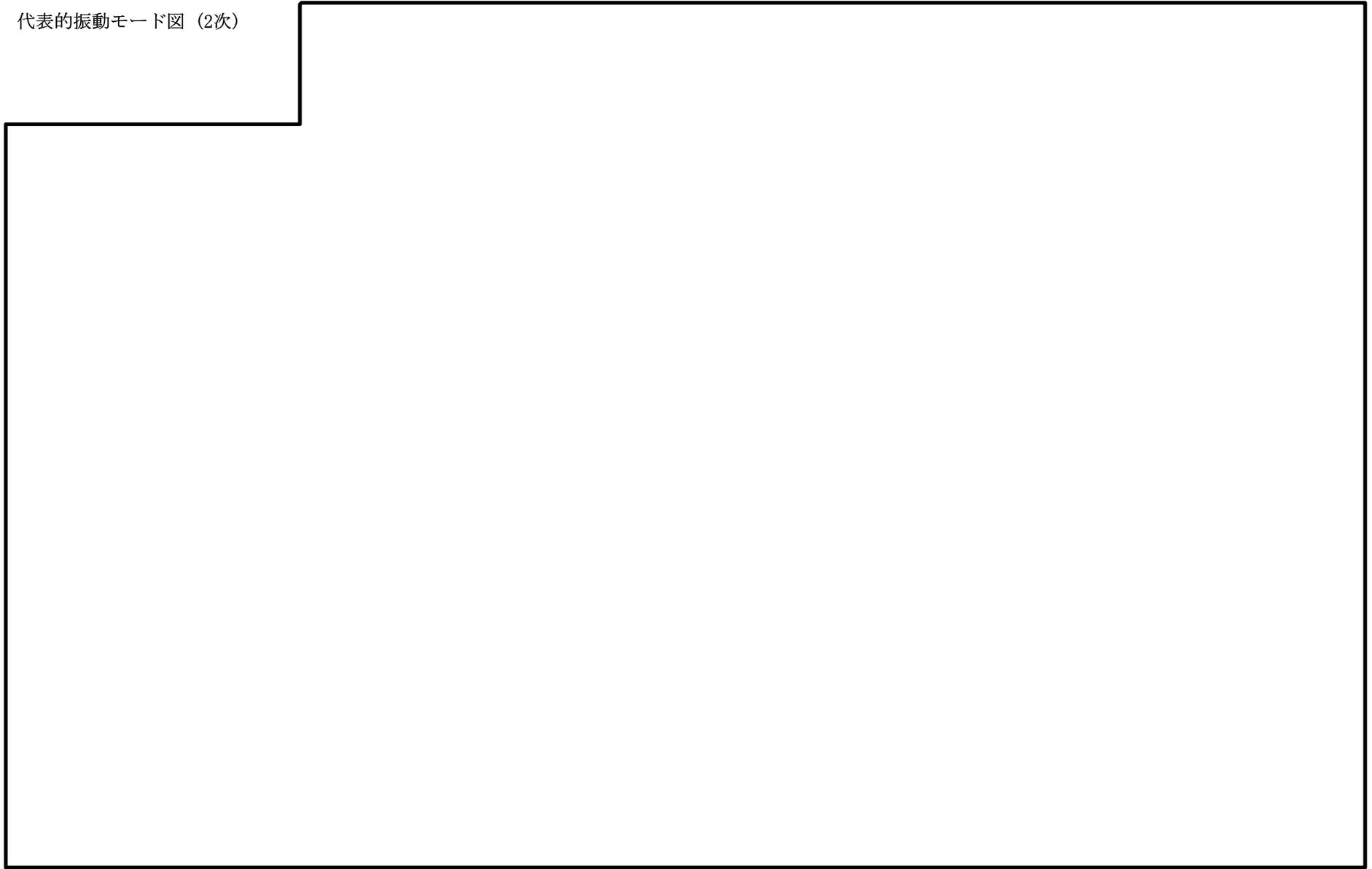
振動モード図は、3次モードまでを代表とし、各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し、次ページ以降に示す。

代表的振動モード図 (1次)

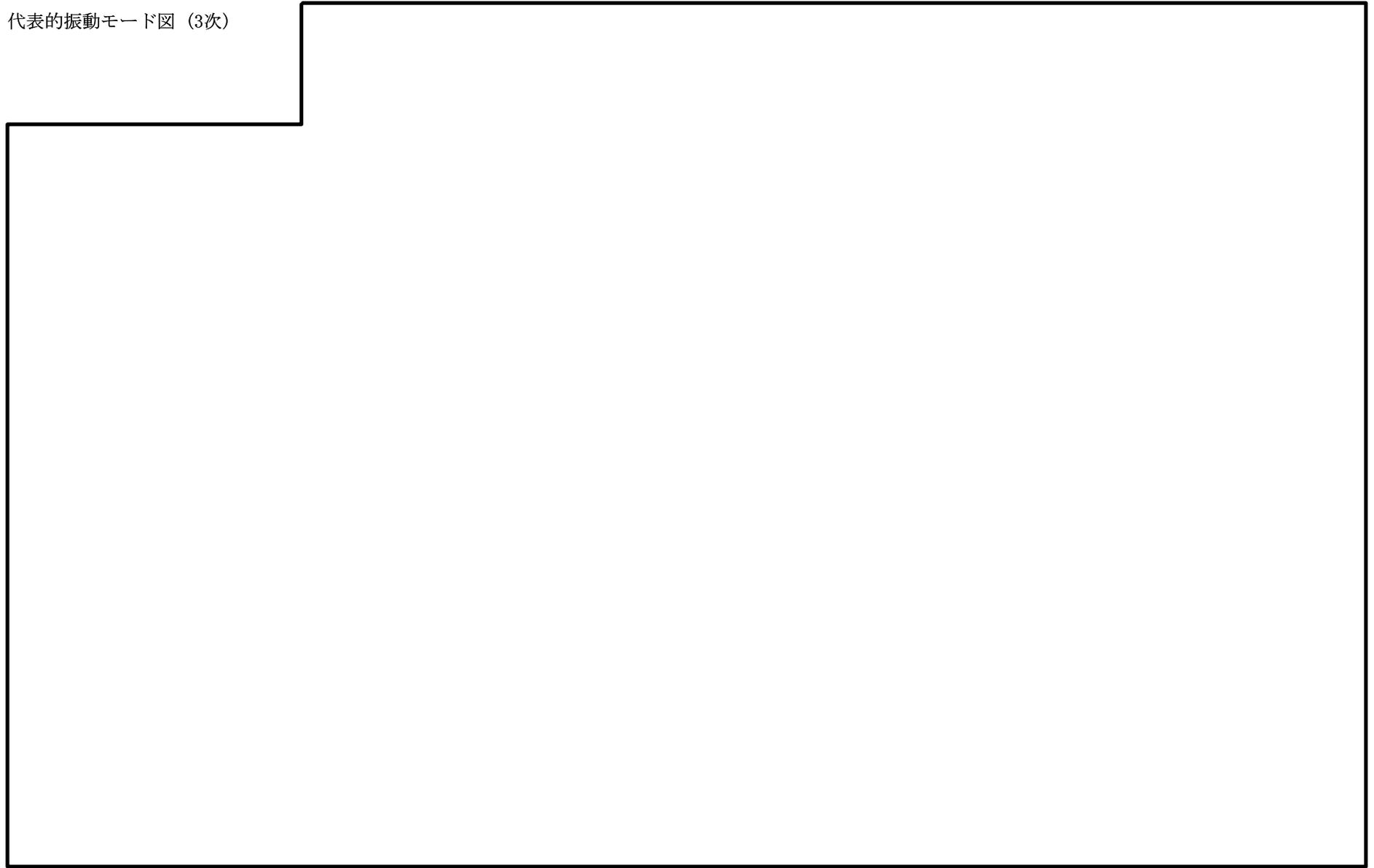


代表的振動モード図 (2次)

28



代表的振動モード図 (3次)



固有周期及び設計震度

鳥瞰図 SLC-R-2

適用する地震動等		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		X方向	Z方向	Y方向
1次				
2次				
動的震度*2				

注記*1：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

*2：S d又はS s地震動に基づく設計用最大応答加速度より定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 SLC-R-2

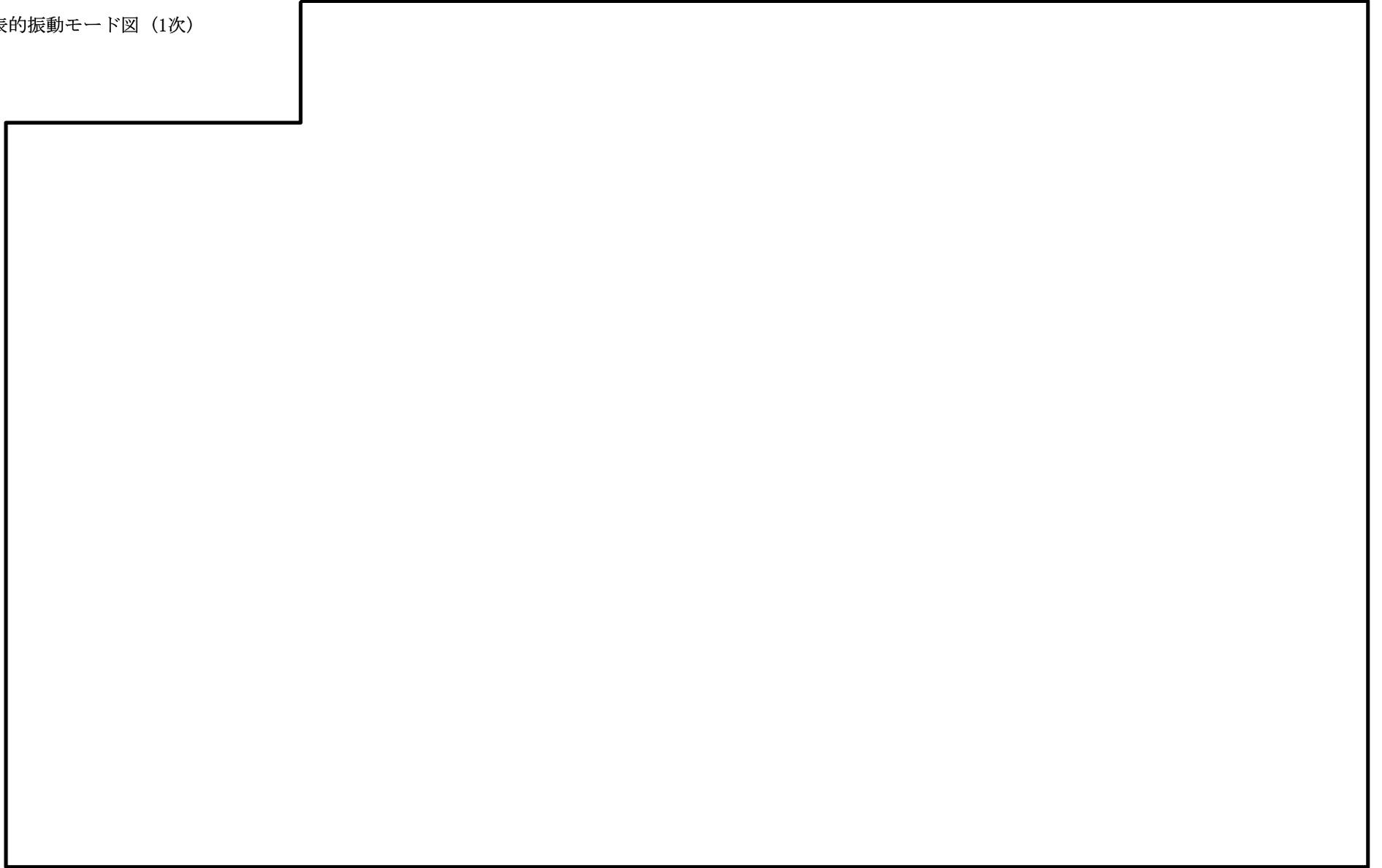
モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

代表的振動モード図

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

代表的振動モード図 (1次)



4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス1管

鳥瞰図	許容 応力 状態	最大 応力 評価点	配管 要素 名称	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)				一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
					一次応力 $S_{prm} (S_s)$	許容応力 $3S_m$	ねじり 応力 $S_t (S_s)$	許容 応力 $0.73S_m$	一次+二次 応力 $S_n (S_s)$	許容 応力 $3S_m$	疲労累積 係数 $U+US_s$
SLC-R-2	V _A S	139	TEE	$S_{prm} (S_s)$	74	282	—	—	—	—	—
SLC-R-2	V _A S	139	TEE	$S_t (S_s)$	—	—	25	68	—	—	—
SLC-R-2	V _A S	139	TEE	$S_n (S_s)$	—	—	—	—	174	282	—
SLC-R-2	V _A S	139	TEE	$U+US_s$	—	—	—	—	—	—	0.0006

K7 ① V-2-6-4-1-3(重) R1

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 $S_{prm} (S_s)$	許容応力 $0.9 S_u$	計算応力 $S_n (S_s)$	許容応力 $2 S_y$	疲労累積係数 $U S_s$
SLC-R-2	V _A S	172	$S_{prm} (S_s)$	91	431	—	—	—
SLC-R-1	V _A S	56	$S_n (S_s)$	—	—	105	376	—

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果（荷重評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
—	—	—	—	—	—	—

支持構造物評価結果（応力評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力 (kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z			
RE-SLC-R036	レストレイント	Uプレート	SUS304 STKR400	66	0	7	9	—	—	—	せん断	27	117

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、設計条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（重大事故等クラス2管であってクラス1管）

No.	配管モデル	許容応力状態 VAS												
		一次応力					一次+二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	SLC-R-2	139	74	282	3.81	○	139	174	282	1.62	○	139	0.0006	○

K7 ① V-2-6-4-1-3(重) R1E

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管）

No.	配管モデル	許容応力状態 VAS												
		一次応力					一次+二次応力					疲労評価		
		評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労 累積 係数	代表
1	SLC-R-1	56	65	431	6.63	—	56	105	376	3.58	○	—	—	—
2	SLC-R-2	172	91	431	4.73	○	7	89	376	4.22	—	—	—	—
3	SLC-R-021	15N	117	431	3.68	—	15N	291	376	1.29	—	—	—	—

V-2-6-5 計測装置の耐震性についての計算書

V-2-6-5-1 起動領域モニタの耐震性についての計算書

目 次

1. 起動領域モニタ①	1
1.1 概要	1
1.2 一般事項	1
1.2.1 構造計画	1
1.2.2 評価方針	3
1.2.3 適用規格・基準等	4
1.2.4 記号の説明	5
1.2.5 計算精度と数値の丸め方	6
1.3 評価部位	7
1.4 固有周期	9
1.4.1 固有値解析方法	9
1.4.2 解析モデル及び諸元	9
1.4.3 固有値解析結果	11
1.5 地震応答解析及び構造強度評価	12
1.5.1 地震応答解析方法	12
1.5.2 構造強度評価方法	14
1.5.3 荷重の組合せ及び許容応力	14
1.5.4 設計用地震力	19
1.5.5 計算方法	21
1.5.6 計算条件	26
1.5.7 応力の評価方法	26
1.6 評価結果	27
1.6.1 設計基準対象施設としての評価結果	27
1.6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	27
1.7 引用文献	27
1.8 参照図書	27
2. 起動領域モニタ②	34
2.1 概要	34
2.2 一般事項	34
2.2.1 構造計画	34
2.2.2 評価方針	36
2.2.3 適用規格・基準等	37
2.2.4 記号の説明	38
2.2.5 計算精度と数値の丸め方	39

2.3	評価部位	40
2.4	固有周期	42
2.4.1	固有値解析方法	42
2.4.2	解析モデル及び諸元	42
2.4.3	固有値解析結果	44
2.5	地震応答解析及び構造強度評価	45
2.5.1	地震応答解析方法	45
2.5.2	構造強度評価方法	47
2.5.3	荷重の組合せ及び許容応力	47
2.5.4	設計用地震力	52
2.5.5	計算方法	54
2.5.6	計算条件	59
2.5.7	応力の評価方法	59
2.6	評価結果	60
2.6.1	設計基準対象施設としての評価結果	60
2.6.2	重大事故等対処設備としての評価結果	60
2.7	引用文献	60
2.8	参照図書	60

1. 起動領域モニタ①

1.1 概要

本計算書は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、起動領域モニタ①が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

起動領域モニタ①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を示す。

1.2 一般事項

1.2.1 構造計画

起動領域モニタ①の構造計画を表1-1に示す。

表 1-1 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、起動領域モニタドライチューブに内包され、炉心領域に設置される。</p> <p>起動領域モニタドライチューブは、上端を上部格子板の穴に挿入し、プランジャ（ばね）により支持され、下端部は中性子束計測案内管に炉心支持板位置でリングにより支持される。</p> <p>炉心支持板より下方では、中性子束計測案内管及び中性子束計測ハウジングでガイドされ、中性子束計測ハウジング下端に取り付けられたフランジに固定される。</p>	<p>核分裂電離箱</p> <p>（起動領域モニタドライチューブは外径 の長尺円筒形の炉内構造物である。）</p>	<p>【起動領域モニタ①】</p> <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>

1.2.2 評価方針

起動領域モニタ①の応力評価は、V-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、「1.2.1 構造計画」にて示す起動領域モニタ①の部位を踏まえ「1.3 評価部位」にて設定する箇所において、「1.4 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力、死荷重及び外圧による応力が許容限界内に収まることを、「1.5 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「1.6 評価結果」に示す。

起動領域モニタ①の耐震評価フローを図1-1に示す。

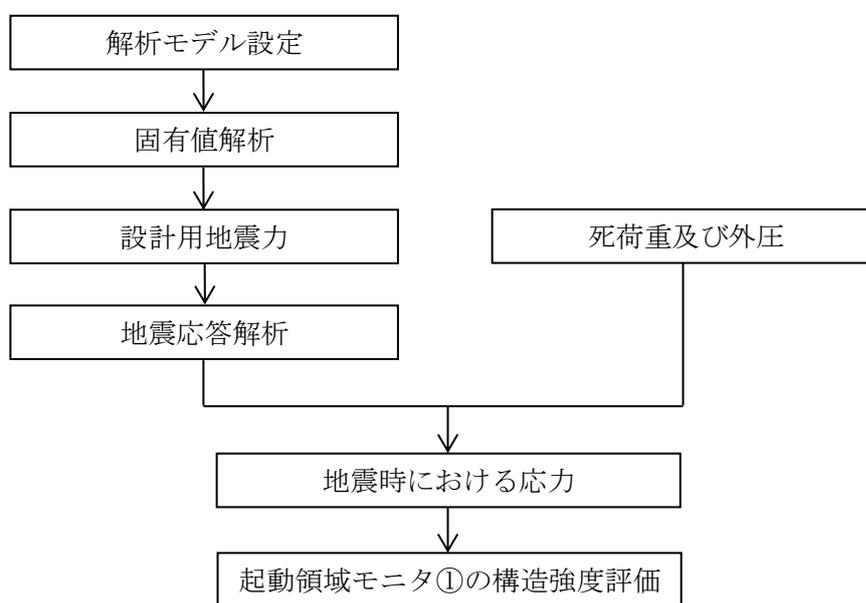


図1-1 起動領域モニタ①の耐震評価フロー

1.2.3 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。)

1.2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	断面積	mm ²
D _i	内径	mm
D _o	外径	mm
E	縦弾性係数	MPa
F _E	応力評価点のせん断力	N
H	水平力	N
I	断面二次モーメント	mm ⁴
L	リングからプランジャ先端までの長さ	mm
ℓ	リングからチャンネルボックスに接触する点までの距離	mm
ℓ'	リングから応力評価点までの距離	mm
M _E	応力評価点の曲げモーメント	N・mm
P _B	チャンネルボックスからの支持反力	N
P _o	外圧	MPa
S ₁₂	主応力差 $\sigma_1 - \sigma_2$	MPa
S ₂₃	主応力差 $\sigma_2 - \sigma_3$	MPa
S ₃₁	主応力差 $\sigma_3 - \sigma_1$	MPa
S _m	設計応力強さ 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表1に定める値	MPa
S _u	設計引張強さ 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
V _D	死荷重による鉛直力	N
V _S	地震荷重による鉛直力	N
w	等分布荷重	N/mm
Y	外径と内径の比	—
δ _D	設計たわみ量	mm
η	溶接部の継手効率	—
ν	ポアソン比	—
σ ₁	主応力	MPa
σ ₂	主応力	MPa
σ ₃	主応力	MPa
σ _ℓ	軸方向応力	MPa
σ _r	半径方向応力	MPa
σ _t	周方向応力	MPa
τ _{ℓr}	せん断応力	MPa
τ _{rt}	せん断応力	MPa
τ _{tℓ}	せん断応力	MPa

1.2.5 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1-2に示すとおりとする。

表1-2 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	四捨五入	小数点以下第2位
温度	℃	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
面積	mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*2}
断面二次モーメント	mm ⁴	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*2}
モーメント	N・mm	有効数字4桁目	切上げ	有効数字3桁
力	N	有効数字4桁目	切上げ	有効数字3桁
応力強さ	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。

なお、計算過程に用いる値の場合は、小数点以下第1位を四捨五入、整数位までの値とする。

*2：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設計応力強さ及び設計引張強さは、比例法により補間した値の小数点以下第1位を切捨て、整数位までの値とする。

1.3 評価部位

起動領域モニタ①の耐震評価は、「1.5.2 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パイプについて実施する。起動領域モニタ①の耐震評価部位を図1-2に示す。

なお、応力評価点は構造の不連続を考慮して、応力評価上最も厳しい箇所を選び、応力評価点を含む断面を、応力評価面と呼ぶ。

また、地震荷重による応力が極大となる方位の応力評価点は(P01)と表し、極小となる方位の応力評価点にはプライム(')を付けて(P01')と表す。

一次応力の評価は、内外面の応力評価点を含む断面(応力評価面)について行う。

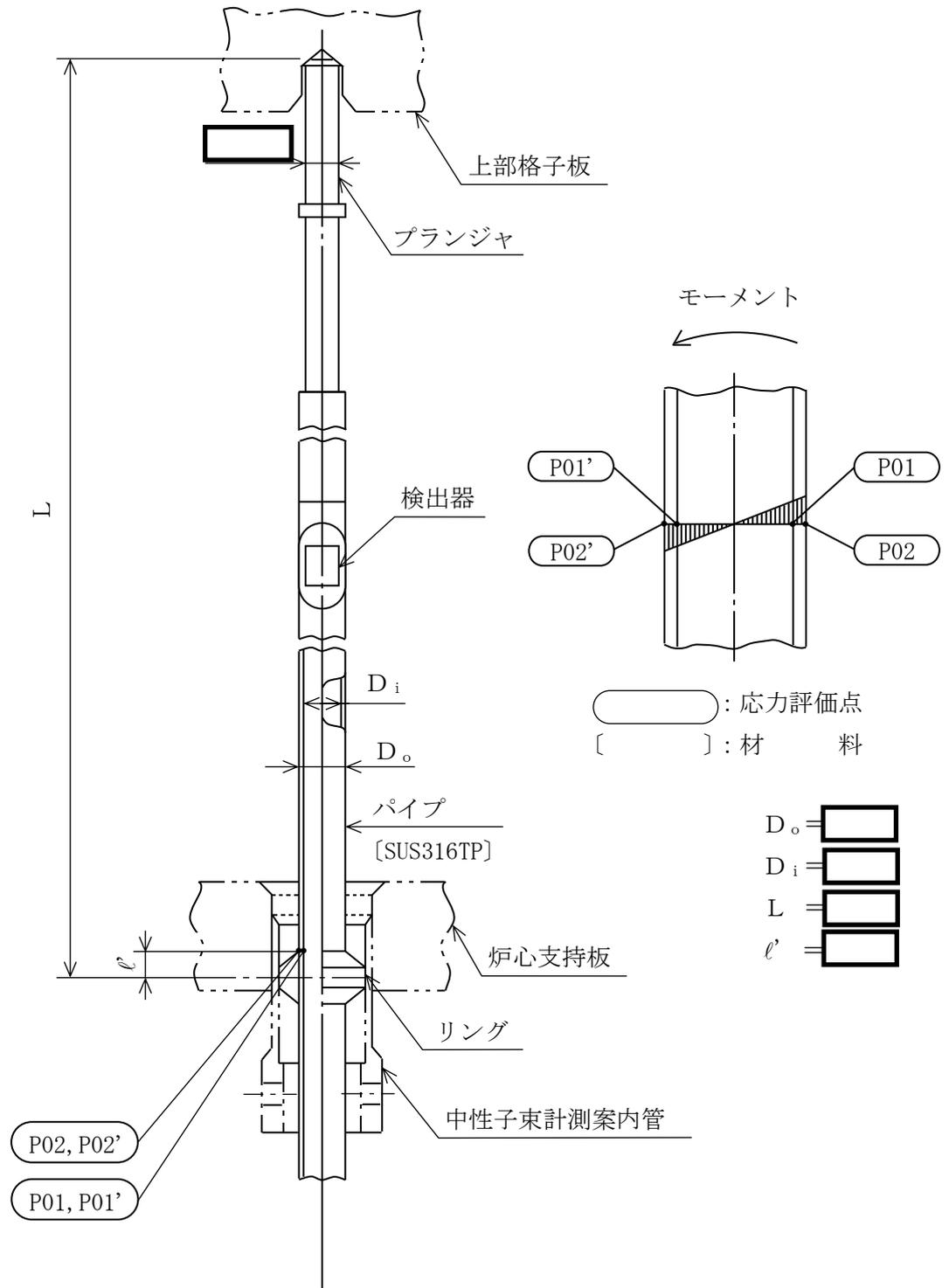


図1-2 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

1.4 固有周期

1.4.1 固有値解析方法

起動領域モニタ①の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) 起動領域モニタ①は、「1.4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元はりモデルとして考える。

1.4.2 解析モデル及び諸元

起動領域モニタ①の解析モデルを図 1-3 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【起動領域モニタ①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) 強度上重要で、耐震上の条件が最も厳しくなる炉心支持板と上部格子板間の起動領域モニタドライチューブをモデル化する。

(2)



(3)



- (4) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。
- (5) 計算機コードは、「S A P -IV」を使用し、固有値を求める。

なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性評価等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

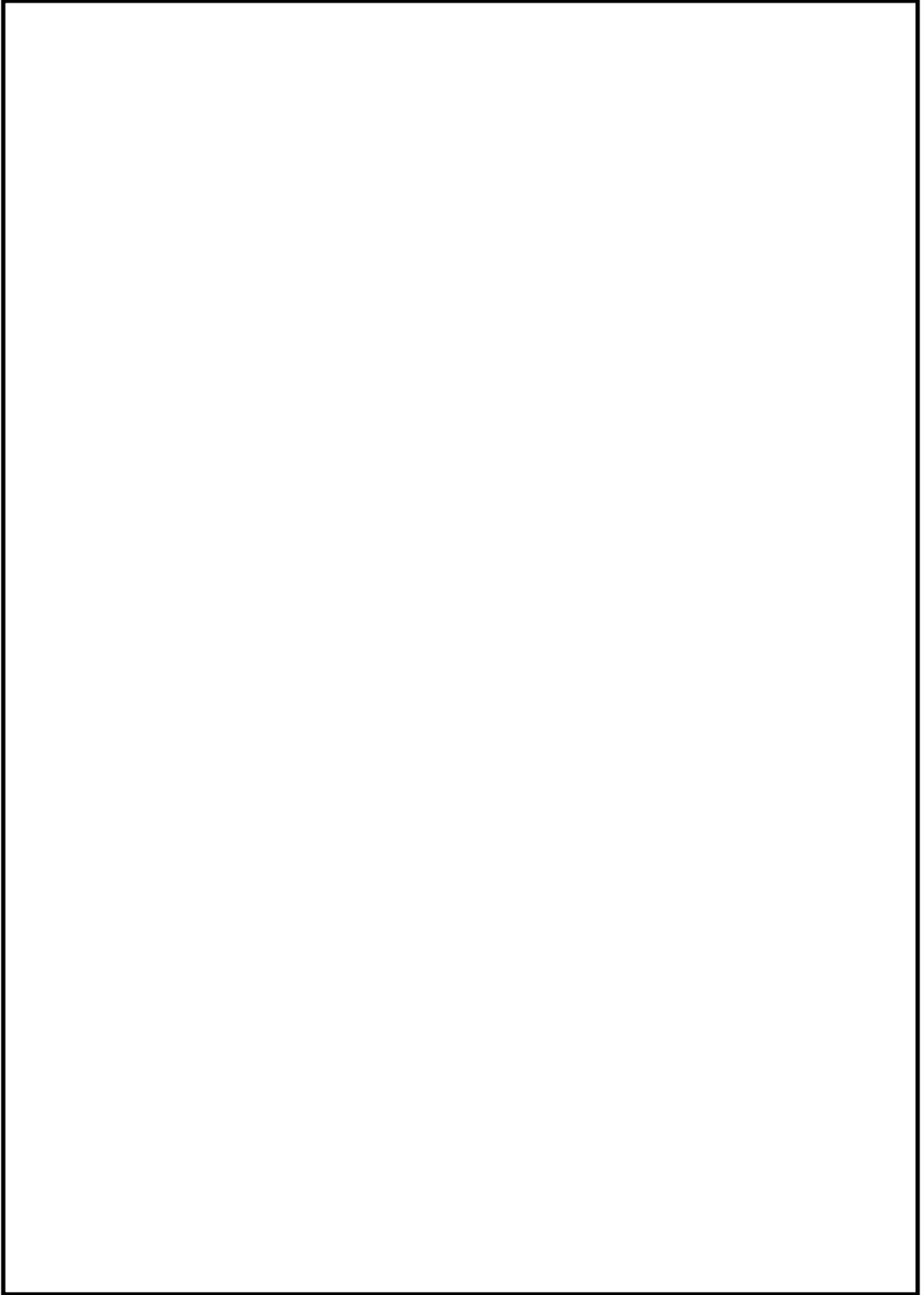


図 1-3 解析モデル

1.4.3 固有値解析結果

固有値解析結果を表 1-3 に、振動モード図を図 1-4 に示す。

また、鉛直方向の固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

なお、各次数の振動モード図（刺激関数モード）は、各節点において、各次数の刺激係数の絶対値に振動モードを乗じて求めた刺激関数を、最大の刺激関数（1 次）で正規化したものである。

表 1-3 固有値解析結果

モード	卓越方向	固有周期(s)	刺激係数*1	
			水平方向*2	鉛直方向
1 次	水平			—
2 次	水平			—
3 次	水平		—	—

注記*1：固有値解析より得られる各次数の刺激係数の絶対値に振動モードの最大値を乗じて求めた刺激関数を示す。

*2：X方向とZ方向は同一である。



図 1-4 振動モード図（刺激関数モード）

1.5 地震応答解析及び構造強度評価

1.5.1 地震応答解析方法

1.4.2 項(1)～(5)のほか、次の条件で計算する。

動的応答加速度は、スペクトルモーダル法により求めた応答加速度に、保守的に支持点の加速度（動的加速度と静的加速度の包絡値）を加えて求める。起動領域モニタ①の動的応答加速度分布図を図1-5及び図1-6に示す。

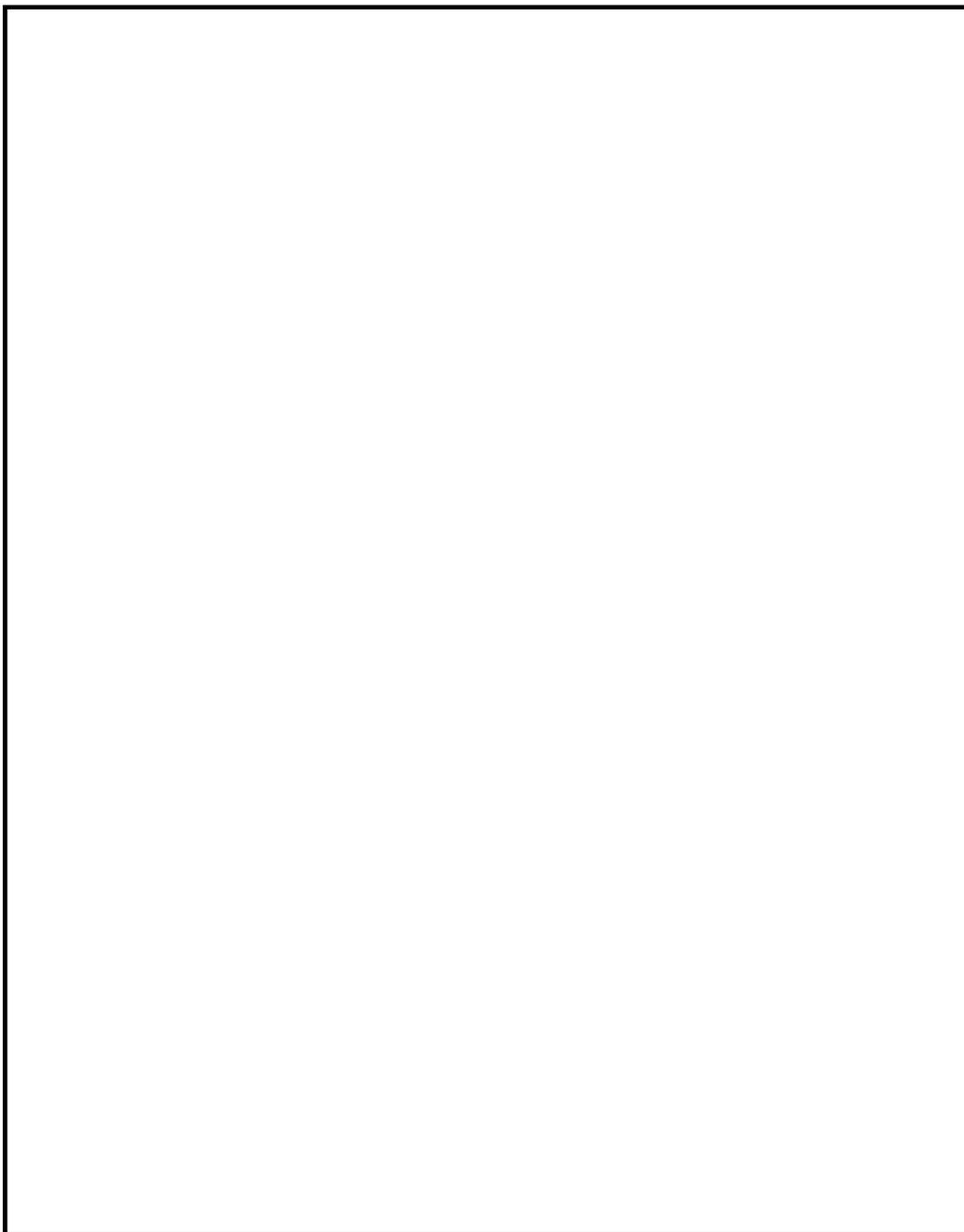


図1-5 動的応答加速度分布図（弾性設計用地震動S d）

K7 ① V-2-6-5-1 R1

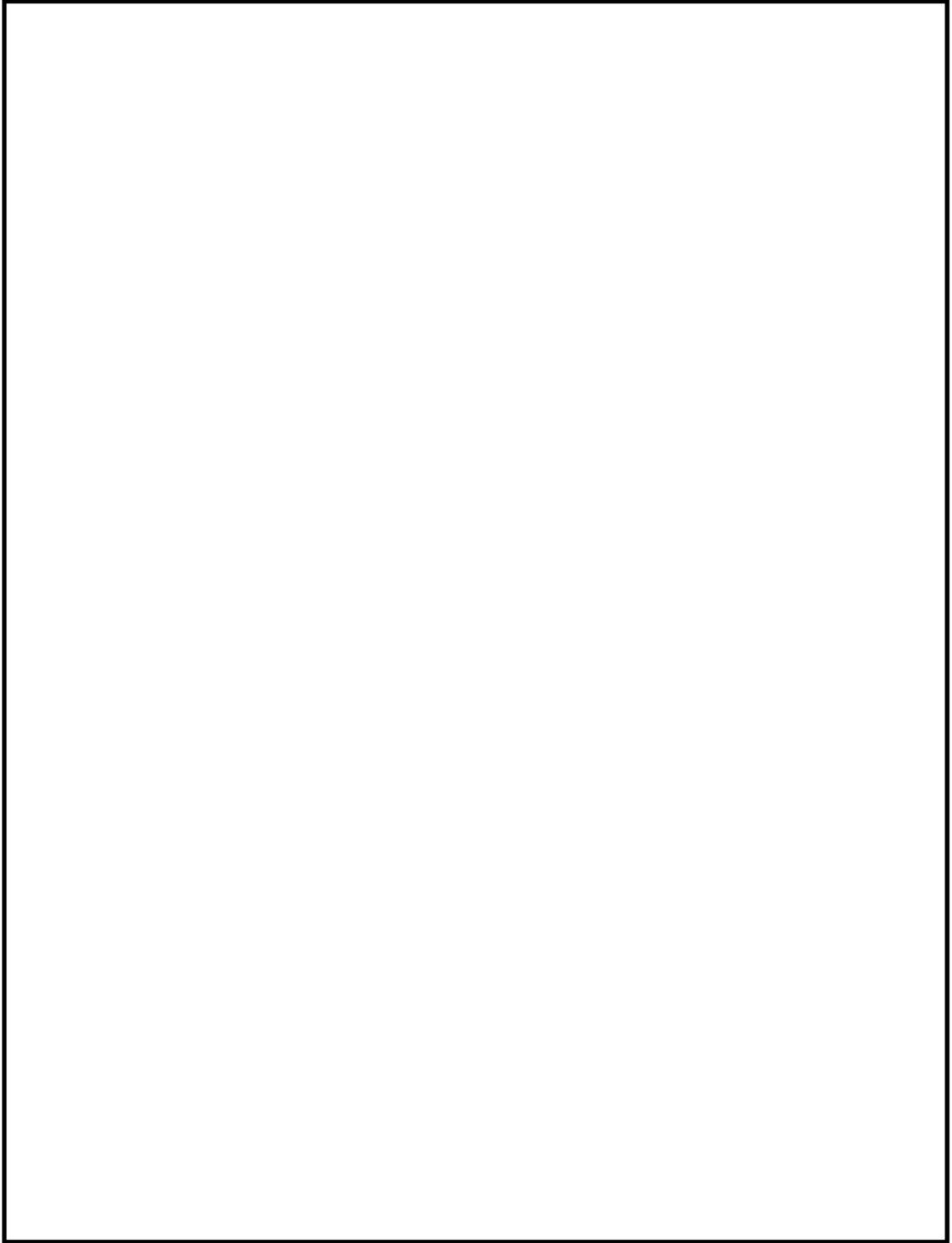


图 1-6 動的応答加速度分布図（基準地震動 S_s ）

1.5.2 構造強度評価方法

1.4.2項(1)～(5)のほか、次の条件で計算する。

- (1) 地震力は、起動領域モニタ①に対して、水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。

1.5.3 荷重の組合せ及び許容応力

1.5.3.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

起動領域モニタ①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1-4に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表1-5に示す。

1.5.3.2 許容応力

起動領域モニタ①の許容応力は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表1-6に示す。

1.5.3.3 使用材料の許容応力評価条件

起動領域モニタ①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1-7に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表1-8に示す。

1.5.3.4 溶接部の継手効率

応力評価点は、溶接部でないため $\eta = 1.00$ を用いる。

表 1-4 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	起動領域モニタ	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	ⅢA S
					$D + P_D + M_D + S_s$	ⅣA S
計測制御 系統施設	原子炉非常 停止信号	原子炉周期 (ペリオド) 短	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	ⅢA S
					$D + P_D + M_D + S_s$	ⅣA S
計測制御 系統施設	原子炉非常 停止信号	中性子束計装動作不能	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	ⅢA S
					$D + P_D + M_D + S_s$	ⅣA S

注記*：原子炉圧力容器内部に位置するため、炉内構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 1-5 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	起動領域モニタ	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：原子炉圧力容器内部に位置するため、炉内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 1-6 許容応力 (炉内構造物)

許容応力状態	許容限界* (ボルト等以外)	
	一次一般膜応力	一次一般膜+一次曲げ応力
ⅢAS	$1.5 \cdot S_m$	左欄の 1.5 倍の値
ⅣAS	$2/3 \cdot S_u$	左欄の 1.5 倍の値
ⅤAS (ⅤASとしてⅣAS の許容限界を用いる。)	ただし、オーステナイト系 ステンレス鋼及び高ニッケル 合金については $2/3 \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小さい方。	

注記* : 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 1-7 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部位	材料	温度条件 (°C)		S _m (MPa)	S _u (MPa)
パイプ	SUS316TP	流体の最高温度	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

表 1-8 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部位	材料	温度条件 (°C)		S _m (MPa)	S _u (MPa)
パイプ	SUS316TP	流体の最高温度	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1.5.4 設計用地震力

耐震評価に用いる設計用地震力を表 1-9 及び表 1-10 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、V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。また、減衰定数は、V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

表 1-9 設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所及び床面高さ (m)		原子炉格納容器 T. M. S. L. 14. 433* ¹					
固有周期 (s) * ²		水平 : <input type="text"/> 鉛直 : 0.05 以下					
減衰定数 (%)		水平 : 1.0 鉛直 : —					
地震力		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度			基準地震動 S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度* ³		応答鉛直震度* ³	応答水平震度* ⁴		応答鉛直震度* ⁴
		NS 方向	EW 方向		NS 方向	EW 方向	
1 次	<input type="text"/>	2.11	2.11	—	4.52	4.52	—
2 次	<input type="text"/>	1.76	1.76	—	3.40	3.40	—
3 次	<input type="text"/>	—	—	—	—	—	—
動的地震力* ⁵		0.65	0.65	0.53	1.33	1.33	1.06
静的地震力* ⁶		0.74	0.74	0.29	—	—	—

注記*1 : 炉心シュラウド内の高さ

*2 : 1 次固有周期について記載

*3 : 各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線 (S d) より得られる震度を示す。

*4 : 各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線 (S s) より得られる震度を示す。

*5 : S s 又は S d に基づく設計用最大応答加速度より定めた震度を示す。

*6 : 静的震度 ($3.6 \cdot C_i$ 及び $1.2 \cdot C_v$) を示す。

表 1-10 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)		原子炉格納容器 T. M. S. L. 14. 433* ¹					
固有周期(s) * ²		水平：□ 鉛直：0.05 以下					
減衰定数(%)		水平：1.0 鉛直：—					
地震力		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度			基準地震動 S _s		
モード	固有周期(s)	応答水平震度		応答鉛直震度	応答水平震度* ³		応答鉛直震度* ³
		NS 方向	EW 方向		NS 方向	EW 方向	
1 次	□	—	—	—	4.52	4.52	—
2 次	□	—	—	—	3.40	3.40	—
3 次	□	—	—	—	—	—	—
動的地震力* ⁴		—	—	—	1.33	1.33	1.06
静的地震力		—	—	—	—	—	—

注記*1：炉心シュラウド内の高さ

*2：1 次固有周期について記載

*3：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線（S_s）より得られる震度を示す。

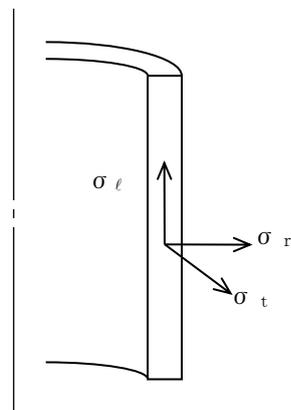
*4：S_sに基づく設計用最大応答加速度より定めた震度を示す。

1.5.5 計算方法

1.5.5.1 応力の計算方法

起動領域モニタ①の応力計算における、応力の記号とその方向は、以下のとおりとする。

- σ_t : 周方向応力
- σ_ℓ : 軸方向応力
- σ_r : 半径方向応力
- $\tau_{t\ell}$: せん断応力



起動領域モニタ①に作用する外圧を表 1-11、死荷重を表 1-12 及び地震荷重を表 1-13 に示す。

以下、外圧、死荷重及び地震荷重による応力をそれぞれ求める。

表 1-11 起動領域モニタ①に作用する外圧

許容応力状態	外圧	
	P ₀ (MPa)	
ⅢA S		
ⅣA S		
ⅤA S		

表 1-12 起動領域モニタ①に作用する死荷重

荷重名称	鉛直力*1
	V_D (N)
死荷重	

注記*1：検出器質量を考慮する。

表 1-13 起動領域モニタ①に作用する地震荷重

荷重名称	鉛直力*1	水平力*1, *2	地震時 起動領域モニタ① 設計たわみ量*3
	V_s (N)	H (N)	δ_D (mm)
弾性設計用地震動 S d 又は静的地震力			
基準地震動 S s			

注記*1：検出器質量を考慮する。

*2：水平力Hは質量と動的応答加速度の積であり起動領域モニタ①に一樣に加わる。

*3：燃料集合体の相対変位（地震時たわみ量）及び水平移動量と起動領域モニタ①の移動量の合計。燃料集合体の相対変位はV-2-3-1「炉心，原子炉压力容器及び压力容器内部構造物の地震応答計算書」に基づき設定する。



1.5.5.1.1 外圧による応力

(1) 一次一般膜応力

外圧 P_o による一次一般膜応力は、下式により計算する。

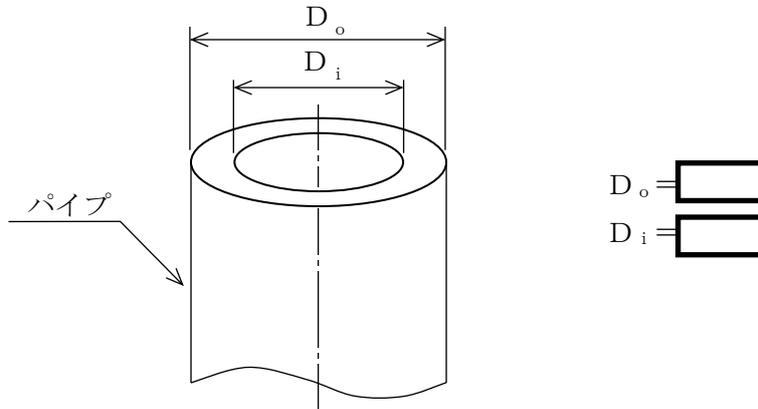
$$\sigma_t = -\frac{Y}{Y-1} \cdot P_o \quad \dots\dots\dots (1.5.5.1.1.1)$$

$$\sigma_\ell = -\frac{Y^2}{Y^2-1} \cdot P_o \quad \dots\dots\dots (1.5.5.1.1.2)$$

$$\sigma_r = -\frac{Y}{Y+1} \cdot P_o \quad \dots\dots\dots (1.5.5.1.1.3)$$

ここで、外径と内径の比 Y は、次式により求める。

$$Y = \frac{D_o}{D_i} \quad \dots\dots\dots (1.5.5.1.1.4)$$



(2) 一次一般膜+一次曲げ応力

外圧 P_o による一次曲げ応力は、存在しない。したがって、一次一般膜+一次曲げ応力は、一次一般膜応力と同じである。

1.5.5.1.2 死荷重による応力

死荷重による応力は、下式により計算する。

$$\sigma_\ell = -\frac{V_D}{A} \quad \dots\dots\dots (1.5.5.1.2.1)$$

1.5.5.1.3 地震荷重による応力

(1) 水平方向地震荷重による応力



応力計算モデルを，図 1-7 に示す。



応力評価点の曲げモーメント M_E ，せん断力 F_E は下式により計算する。

$$M_E = P_B \cdot (\ell - \ell') - \frac{1}{2} \cdot w \cdot (\ell - \ell')^2 \quad \dots\dots\dots (1.5.5.1.3.1)$$

$$F_E = w \cdot (\ell - \ell') - P_B \quad \dots\dots\dots (1.5.5.1.3.2)$$

ここで， P_B ， w ， ℓ は，下式により求める。

$$P_B = \frac{w \cdot \ell}{3} \quad \dots\dots\dots (1.5.5.1.3.3)$$

$$w = \frac{H}{L} \quad \dots\dots\dots (1.5.5.1.3.4)$$

$$\ell = \left(\frac{72 \cdot \delta_D \cdot E \cdot I}{w} \right)^{\frac{1}{4}} \quad \dots\dots\dots (1.5.5.1.3.5)$$

したがって，応力評価点に生じる一次曲げ応力は，次式により計算する。

$$\sigma_{\ell} = \pm \frac{M_E}{I} \cdot \frac{D_o}{2} \quad \dots\dots\dots (1.5.5.1.3.6)$$

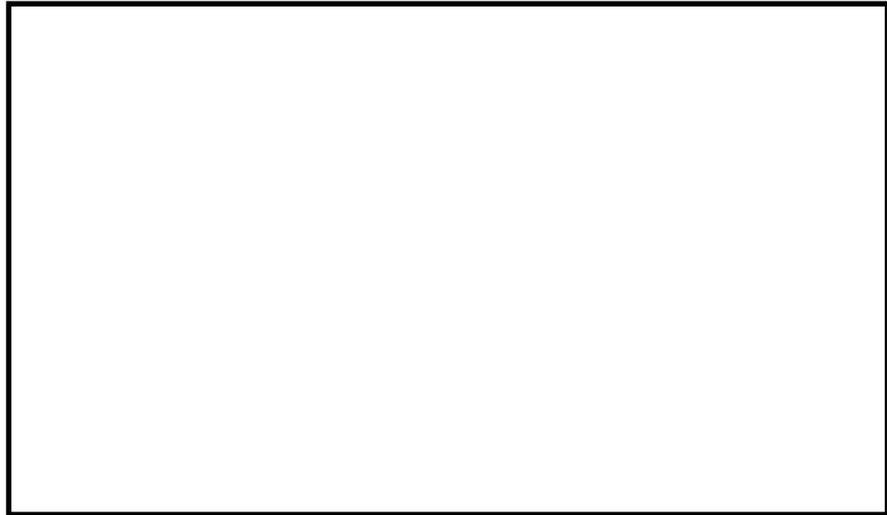
また，応力評価点に生じる一次一般膜応力は，次式により計算する。

$$\tau_{t\ell} = \pm \frac{F_E}{A} \quad \dots\dots\dots (1.5.5.1.3.7)$$

(2) 鉛直方向地震荷重による応力

鉛直方向地震荷重による応力は、次式により計算する。

$$\sigma_{\ell} = -\frac{V_s}{A} \dots\dots\dots (1.5.5.1.3.8)$$



(単位：mm)

図 1-7 水平方向地震荷重による応力の計算モデル

1.5.5.1.4 主応力及び応力強さ

(1) 主応力

計算した応力は、応力の分類ごとに重ね合わせ、組合せ応力を求める。

組合せ応力は、一般に $\sigma_t, \sigma_{\ell}, \sigma_r, \tau_{t\ell}, \tau_{\ell r}, \tau_{rt}$ の 6 成分を持つが、主応力 σ は、引用文献(1)の 1・3・6 項により、次式を満足する 3 根 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ として計算する。

$$\begin{aligned} &\sigma^3 - (\sigma_t + \sigma_{\ell} + \sigma_r) \cdot \sigma^2 + (\sigma_t \cdot \sigma_{\ell} + \sigma_{\ell} \cdot \sigma_r + \sigma_r \cdot \sigma_t - \tau_{t\ell}^2 \\ &- \tau_{\ell r}^2 - \tau_{rt}^2) \cdot \sigma - \sigma_t \cdot \sigma_{\ell} \cdot \sigma_r + \sigma_t \cdot \tau_{\ell r}^2 + \sigma_{\ell} \cdot \tau_{rt}^2 \\ &+ \sigma_r \cdot \tau_{t\ell}^2 - 2 \cdot \tau_{t\ell} \cdot \tau_{\ell r} \cdot \tau_{rt} = 0 \dots\dots\dots (1.5.5.1.4.1) \end{aligned}$$

(2) 応力強さ

以下の 3 つの主応力差の絶対値で最大のものを応力強さとする。

$$S_{12} = \sigma_1 - \sigma_2 \dots\dots\dots (1.5.5.1.4.2)$$

$$S_{23} = \sigma_2 - \sigma_3 \dots\dots\dots (1.5.5.1.4.3)$$

$$S_{31} = \sigma_3 - \sigma_1 \dots\dots\dots (1.5.5.1.4.4)$$

1.5.6 計算条件

1.5.6.1 起動領域モニタ①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【起動領域モニタ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。

1.5.7 応力の評価方法

1.5.7.1 パイプの応力評価

1.5.5.1 項で求めたパイプの各応力強さが下表で定めた許容応力以下であること。

	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度による荷重との組合せの場合	基準地震動 S_s による荷重との組合せの場合
一次一般膜応力の許容応力	$1.5 \cdot S_m$	$2/3 \cdot S_u$ ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については $2/3 \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小さい方。
一次一般膜＋一次曲げ応力の許容応力	上欄の1.5倍の値	上欄の1.5倍の値

1.6 評価結果

1.6.1 設計基準対象施設としての評価結果

起動領域モニタ①の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。

発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

1.6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

起動領域モニタ①の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。

発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

1.7 引用文献

- (1) 機械工学便覧 基礎編 α3 (日本機械学会)

1.8 参照図書

- (1) 柏崎刈羽原子力発電所第7号機 第5回工事計画認可申請書 添付書類
 - a. IV-2-3-2-1 起動領域モニタドライチューブの耐震性についての計算書

【起動領域モニタ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		流体の最高温度 (°C)		外圧(MPa)	
			水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	ⅢA S	ⅣA S	ⅢA S	ⅣA S
起動領域モニタ	S	原子炉格納容器 T.M.S.L. 1.658 (T.M.S.L. 14.433*1)	<input type="text"/>	0.05 以下	C _H =0.74 又は*2	C _V =0.53	C _H =1.33 又は*3	C _V =1.06	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 弾性設計用地震動 S_dに基づく設計用床応答曲線から得られる値。

*3: 基準地震動 S_sに基づく設計用床応答曲線から得られる値。

1.2 機器要目

部材	V _D (N)	D _o (mm)	D _i (mm)	A (mm ²)	I (mm ⁴)	E (MPa)	L (mm)	ℓ' (mm)	S _m (MPa)	S _u (MPa)
パイプ	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1.3 計算数値

部材	V _s (N)		H (N)		δ _D (mm)		w (N/mm)	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s						
パイプ	<input type="text"/>	<input type="text"/>						

部材	ℓ (mm)		P _B (N)		F _E (N)		M _E (N・mm)	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s						
パイプ	<input type="text"/>	<input type="text"/>						

1.4 結論

1.4.1 パイプの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	応力評価面	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
パイプ	SUS316TP	一次一般膜応力強さ	P01-P02	34	178	34	284
			P01'-P02'	34	178	34	284
		一次一般膜+一次曲げ 応力強さ	P01-P02	128	268	202	427
			P01'-P02'	130	268	205	427

すべて許容応力以下である。

1.5 その他の機器要目

(1) 材料物性値

項目		記号	単位	入力値
材料 番号	1	—	—	SUS316TP
	2	—	—	SUS316LTP
縦弾性係数		E	MPa	<input type="text"/>
ポアソン比		ν	—	0.3
要素数		—	個	10
節点数		—	個	11
継手効率		η	—	1.00

(2) 各要素の寸法及び質量

要素 番号	材料 番号	外径 [mm]	肉厚 [mm]	単位長さ質量 [kg/mm]
1	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
5	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
6	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
7	2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
8	2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
9	2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
10	2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

K7 ① V-2-6-5-1 R1

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		流体の最高温度 (°C)	外圧(MPa)
			水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	V _A S	V _A S
起動領域モニタ	常設耐震 /防止	原子炉格納容器 T.M.S.L. 1.658 (T.M.S.L. 14.433*1)	<input type="text"/>	0.05 以下	—	—	C _H =1.33 又は*2	C _V =1.06	<input type="text"/>	<input type="text"/>

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 基準地震動 S_s に基づく設計用床応答曲線から得られる値。

2.2 機器要目

部材	V _D (N)	D _o (mm)	D _i (mm)	A (mm ²)	I (mm ⁴)	E (MPa)	L (mm)	ℓ' (mm)	S _m (MPa)	S _u (MPa)
パイプ	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

2.3 計算数値

部材	V _s (N)		H (N)		δ _D (mm)		w (N/mm)	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s						
パイプ	—	<input type="text"/>						

部材	ℓ (mm)		P _B (N)		F _E (N)		M _E (N・mm)	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s						
パイプ	—	<input type="text"/>						

2.4 結論

2.4.1 パイプの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	応力評価面	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
パイプ	SUS316TP	一次一般膜応力強さ	P01-P02	—	—	39	284
			P01'-P02'	—	—	39	284
		一次一般膜+一次曲げ 応力強さ	P01-P02	—	—	204	426
			P01'-P02'	—	—	207	426

すべて許容応力以下である。

2.5 その他の機器要目

(1) 材料物性値

項目		記号	単位	入力値
材料 番号	1	—	—	SUS316TP
	2	—	—	SUS316LTP
縦弾性係数		E	MPa	<input type="text"/>
ポアソン比		ν	—	0.3
要素数		—	個	10
節点数		—	個	11
継手効率		η	—	1.00

(2) 各要素の寸法及び質量

要素 番号	材料 番号	外径 [mm]	肉厚 [mm]	単位長さ質量 [kg/mm]
1	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
5	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
6	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
7	2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
8	2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
9	2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
10	2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

K7 ① V-2-6-5-1 R1

2. 起動領域モニタ②

2.1 概要

本計算書は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、起動領域モニタ②が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

起動領域モニタ②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を示す。

2.2 一般事項

2.2.1 構造計画

起動領域モニタ②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、起動領域モニタドライチューブに内包され、炉心領域に設置される。</p> <p>起動領域モニタドライチューブは、上端を上部格子板の穴に挿入し、プランジャ（ばね）により支持され、下端部は中性子束計測案内管に炉心支持板位置でリングにより支持される。</p> <p>炉心支持板より下方では、中性子束計測案内管及び中性子束計測ハウジングでガイドされ、中性子束計測ハウジング下端に取り付けられたフランジに固定される。</p>	<p>核分裂電離箱</p> <p>（起動領域モニタドライチューブは外径 の長尺円筒形の炉内構造物である。）</p>	<p>【起動領域モニタ②】</p> <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>

2.2.2 評価方針

起動領域モニタ②の応力評価は、V-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、「2.2.1 構造計画」にて示す起動領域モニタ②の部位を踏まえ「2.3 評価部位」にて設定する箇所において、「2.4 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力、死荷重及び外圧による応力が許容限界内に収まることを、「2.5 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「2.6 評価結果」に示す。

起動領域モニタ②の耐震評価フローを図2-1に示す。

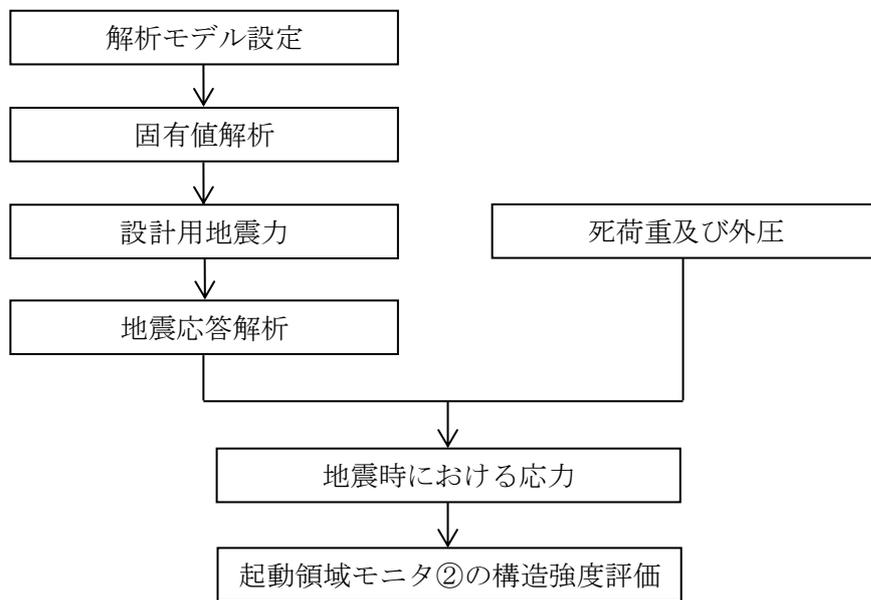


図2-1 起動領域モニタ②の耐震評価フロー

2.2.3 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。)

2.2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	断面積	mm ²
D _i	内径	mm
D _o	外径	mm
E	縦弾性係数	MPa
F _E	応力評価点のせん断力	N
H	水平力	N
I	断面二次モーメント	mm ⁴
L	解析モデル上のリングからプランジャ先端までの長さ	mm
ℓ	リングからチャンネルボックスに接触する点までの距離	mm
ℓ'	リングから応力評価点までの距離	mm
M _E	応力評価点の曲げモーメント	N・mm
P _B	チャンネルボックスからの支持反力	N
P _o	外圧	MPa
S ₁₂	主応力差 $\sigma_1 - \sigma_2$	MPa
S ₂₃	主応力差 $\sigma_2 - \sigma_3$	MPa
S ₃₁	主応力差 $\sigma_3 - \sigma_1$	MPa
S _m	設計応力強さ 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表1に定める値	MPa
S _u	設計引張強さ 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
V _D	死荷重による鉛直力	N
V _S	地震荷重による鉛直力	N
w	等分布荷重	N/mm
Y	外径と内径の比	—
δ _D	設計たわみ量	mm
η	溶接部の継手効率	—
ν	ポアソン比	—
σ ₁	主応力	MPa
σ ₂	主応力	MPa
σ ₃	主応力	MPa
σ _ℓ	軸方向応力	MPa
σ _r	半径方向応力	MPa
σ _t	周方向応力	MPa
τ _{ℓr}	せん断応力	MPa
τ _{rt}	せん断応力	MPa
τ _{tℓ}	せん断応力	MPa

2.2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表2-2に示すとおりとする。

表2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度	—	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位
温度	℃	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位*1
面積	mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
断面二次モーメント	mm ⁴	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
モーメント	N・mm	有効数字4桁目	切上げ	有効数字3桁
力	N	有効数字4桁目	切上げ	有効数字3桁
応力強さ	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。

なお、計算過程に用いる値の場合は、小数点以下第1位を四捨五入、整数位までの値とする。

*2：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設計応力強さ及び設計引張強さは、比例法により補間した値の小数点以下第1位を切捨て、整数位までの値とする。

2.3 評価部位

起動領域モニタ②の耐震評価は、「2.5.2 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パイプについて実施する。起動領域モニタ②の耐震評価部位を図2-2に示す。

なお、応力評価点は構造の不連続を考慮して、応力評価上最も厳しい箇所を選び、応力評価点を含む断面を、応力評価面と呼ぶ。

また、地震荷重による応力が極大となる方位の応力評価点は(P01)と表し、極小となる方位の応力評価点にはプライム(')を付けて(P01')と表す。

一次応力の評価は、内外面の応力評価点を含む断面(応力評価面)について行う。

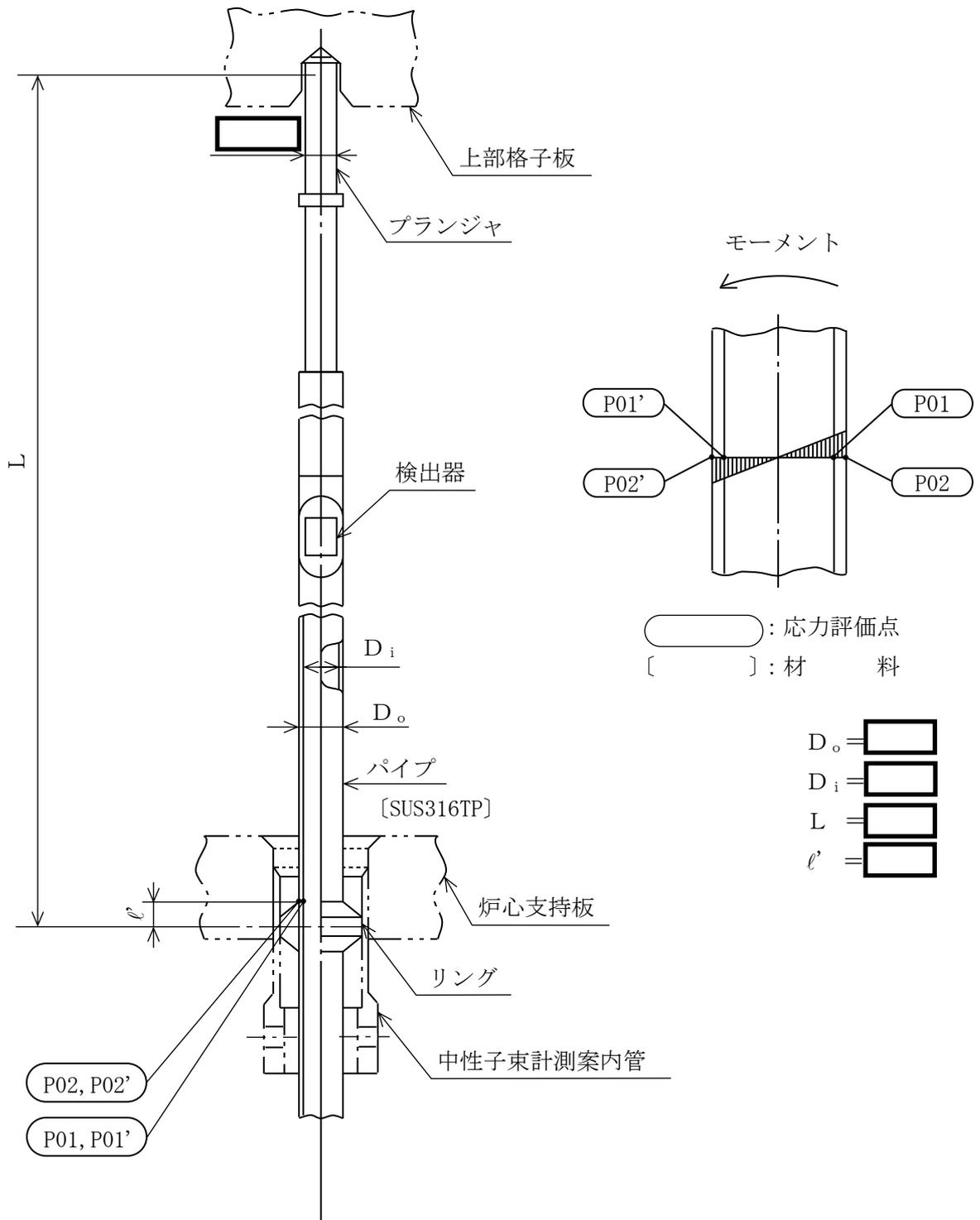


図 2-2 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

2.4 固有周期

2.4.1 固有値解析方法

起動領域モニタ②の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) 起動領域モニタ②は、「2.4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元はりモデルとして考える。

2.4.2 解析モデル及び諸元

起動領域モニタ②の解析モデルを図 2-3 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【起動領域モニタ②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) 強度上重要で、耐震上の条件が最も厳しくなる炉心支持板と上部格子板間の起動領域モニタドライチューブをモデル化する。

(2)



(3)



- (4) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。
- (5) 計算機コードは、「MSC NASTRAN」を使用し、固有値を求める。

なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性評価等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

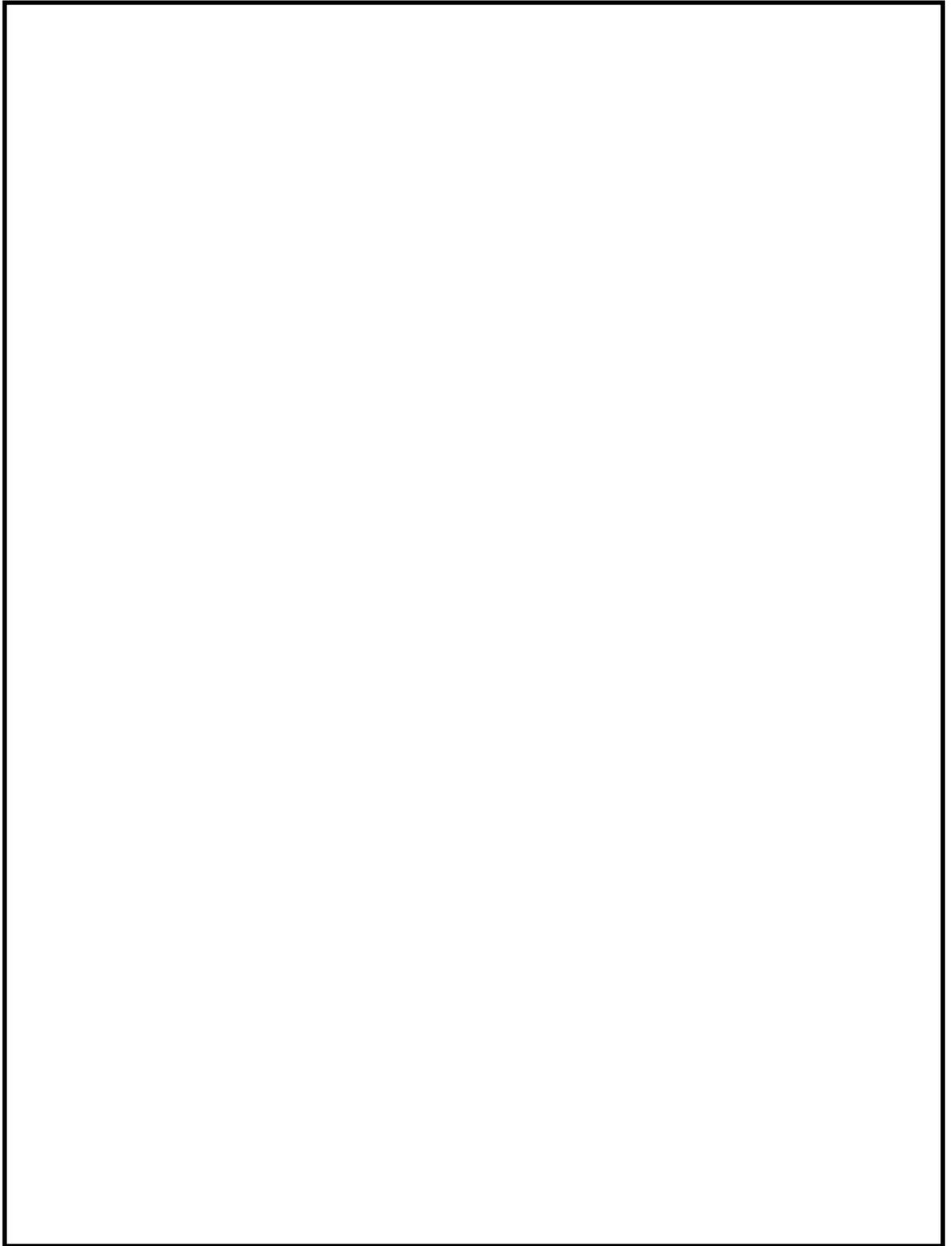


図 2-3 解析モデル

2.4.3 固有値解析結果

固有値解析結果を表 2-3 に、振動モード図を図 2-4 に示す。

また、鉛直方向の固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 2-3 固有値解析結果

モード	卓越方向	固有周期(s)	刺激係数*1	
			水平方向*2	鉛直方向
1 次	水平			—
2 次	水平			—
3 次	水平		—	—

注記*1：固有値解析より得られる各次数の刺激係数に振動モードの最大値を乗じて求めた刺激関数を示す。

*2：X方向とZ方向は同一である。



図 2-4 振動モード図 (刺激関数モード)

2.5 地震応答解析及び構造強度評価

2.5.1 地震応答解析方法

2.4.2 項(1)～(5)のほか、次の条件で計算する。

動的応答加速度は、スペクトルモーダル法により求めた応答加速度に、保守的に支持点の加速度（動的加速度と静的加速度の包絡値）を加えて求める。起動領域モニタ②の動的応答加速度分布図を図 2-5 及び図 2-6 に示す。

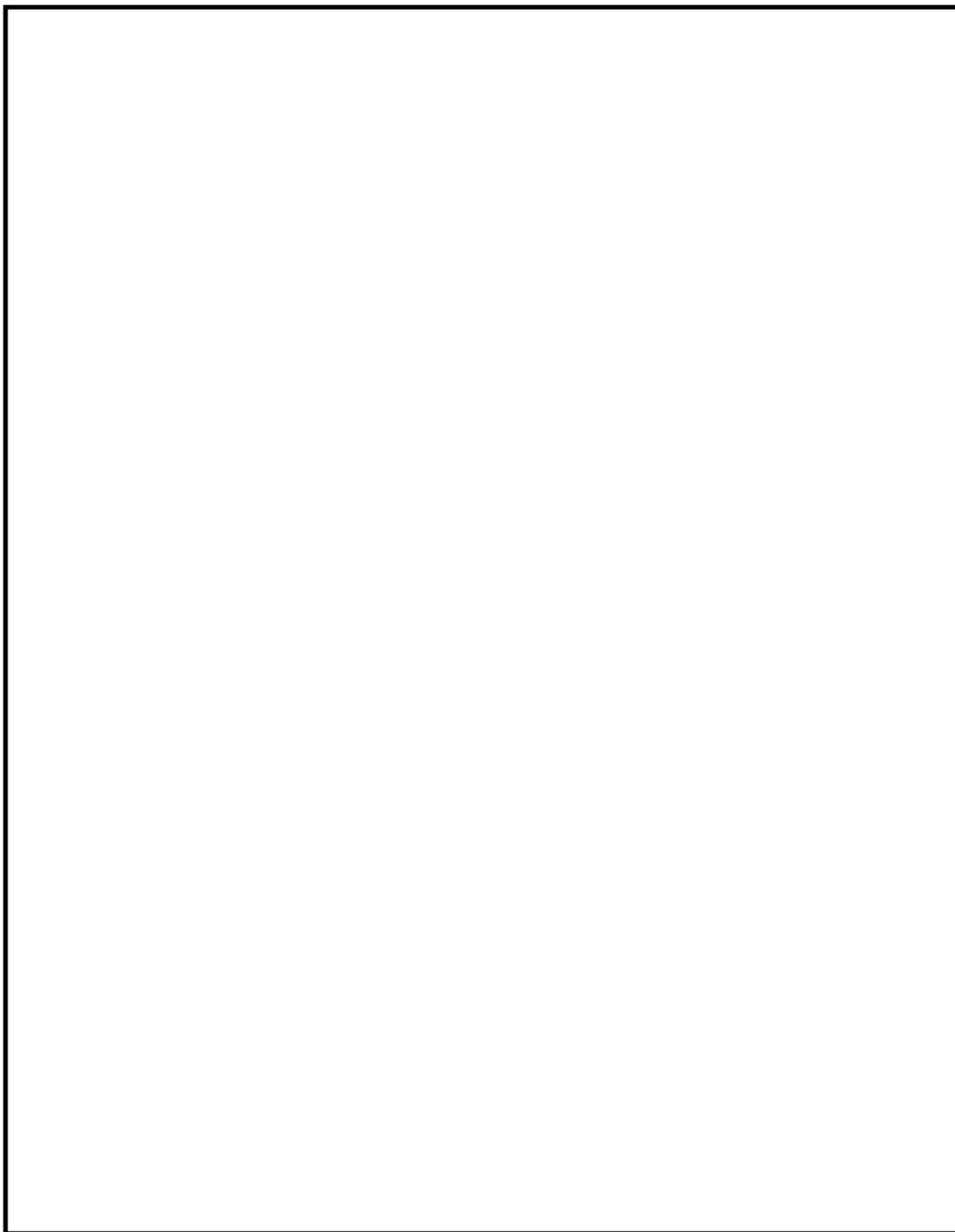


図 2-5 動的応答加速度分布図（弾性設計用地震動 S d）

K7 ① V-2-6-5-1 R1



図 2-6 動的応答加速度分布図 (基準地震動 S_s)

2.5.2 構造強度評価方法

2.4.2項(1)～(5)のほか、次の条件で計算する。

- (1) 地震力は、起動領域モニタ②に対して、水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。

2.5.3 荷重の組合せ及び許容応力

2.5.3.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

起動領域モニタ②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2-4に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表2-5に示す。

2.5.3.2 許容応力

起動領域モニタ②の許容応力は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表2-6に示す。

2.5.3.3 使用材料の許容応力評価条件

起動領域モニタ②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2-7に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表2-8に示す。

2.5.3.4 溶接部の継手効率

応力評価点は、溶接部でないため $\eta = 1.00$ を用いる。

表 2-4 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	起動領域モニタ	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	ⅢA S
					$D + P_D + M_D + S_s$	ⅣA S
計測制御 系統施設	原子炉非常 停止信号	原子炉周期 (ペリオド) 短	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	ⅢA S
					$D + P_D + M_D + S_s$	ⅣA S
計測制御 系統施設	原子炉非常 停止信号	中性子束計装動作不能	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	ⅢA S
					$D + P_D + M_D + S_s$	ⅣA S

注記*：原子炉圧力容器内部に位置するため、炉内構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 2-5 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	起動領域モニタ	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：原子炉圧力容器内部に位置するため、炉内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 2-6 許容応力 (炉内構造物)

許容応力状態	許容限界* (ボルト等以外)	
	一次一般膜応力	一次一般膜+一次曲げ応力
ⅢAS	$1.5 \cdot S_m$	左欄の 1.5 倍の値
ⅣAS	$2/3 \cdot S_u$	左欄の 1.5 倍の値
VAS (VASとしてⅣAS の許容限界を用いる。)	ただし、オーステナイト系 ステンレス鋼及び高ニッケル 合金については $2/3 \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小さい方。	

注記* : 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 2-7 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部位	材料	温度条件 (°C)		S _m (MPa)	S _u (MPa)
パイプ	SUS316TP	流体の最高温度	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

表 2-8 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部位	材料	温度条件 (°C)		S _m (MPa)	S _u (MPa)
パイプ	SUS316TP	流体の最高温度	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

2.5.4 設計用地震力

耐震評価に用いる設計用地震力を表 2-9 及び表 2-10 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、V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。また、減衰定数は、V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

表 2-9 設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所及び床面高さ (m)		原子炉格納容器 T. M. S. L. 14. 433 ^{*1}					
固有周期 (s) ^{*2}		水平 : <input type="text"/> 鉛直 : 0.05 以下					
減衰定数 (%)		水平 : 1.0 鉛直 : —					
地震力		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度			基準地震動 S _s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度 ^{*3}		応答鉛直震度 ^{*3}	応答水平震度 ^{*4}		応答鉛直震度 ^{*4}
		NS 方向	EW 方向		NS 方向	EW 方向	
1 次	<input type="text"/>	2.11	2.11	—	4.43	4.43	—
2 次	<input type="text"/>	1.76	1.76	—	3.40	3.40	—
3 次	<input type="text"/>	—	—	—	—	—	—
動的地震力 ^{*5}		0.65	0.65	0.53	1.33	1.33	1.06
静的地震力 ^{*6}		0.74	0.74	0.29	—	—	—

注記*1：炉心シュラウド内の高さ

*2：1 次固有周期について記載

*3：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線（S_d）より得られる震度を示す。

*4：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線（S_s）より得られる震度を示す。

*5：S_s 又は S_d に基づく設計用最大応答加速度より定めた震度を示す。

*6：静的震度（3.6・C_i 及び 1.2・C_v）を示す。

表 2-10 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)		原子炉格納容器 T. M. S. L. 14. 433* ¹					
固有周期(s) * ²		水平：□□□□ 鉛直：0.05 以下					
減衰定数(%)		水平：1.0 鉛直：—					
地震力		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度			基準地震動 S _s		
モード	固有周期(s)	応答水平震度		応答鉛直震度	応答水平震度* ³		応答鉛直震度* ³
		NS 方向	EW 方向		NS 方向	EW 方向	
1 次	□□□□	—	—	—	4.43	4.43	—
2 次	□□□□	—	—	—	3.40	3.40	—
3 次	□□□□	—	—	—	—	—	—
動的地震力* ⁴		—	—	—	1.33	1.33	1.06
静的地震力		—	—	—	—	—	—

注記*1：炉心シュラウド内の高さ

*2：1 次固有周期について記載

*3：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線（S_s）より得られる震度を示す。

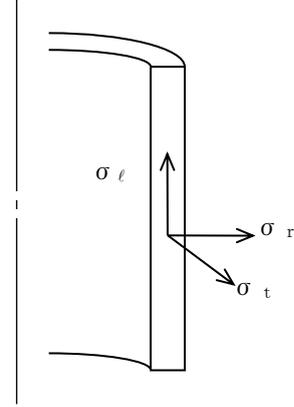
*4：S_sに基づく設計用最大応答加速度より定めた震度を示す。

2.5.5 計算方法

2.5.5.1 応力の計算方法

起動領域モニタ②の応力計算における，応力の記号とその方向は，以下のとおりとする。

- σ_t : 周方向応力
- σ_ℓ : 軸方向応力
- σ_r : 半径方向応力
- $\tau_{t\ell}$: せん断応力



起動領域モニタ②に作用する外圧を表 2-11，死荷重を表 2-12 及び地震荷重を表 2-13 に示す。

以下，外圧，死荷重及び地震荷重による応力をそれぞれ求める。

表 2-11 起動領域モニタ②に作用する外圧

許容応力状態	外圧
	P_0 (MPa)
ⅢA S	
ⅣA S	
ⅤA S	

表 2-12 起動領域モニタ②に作用する死荷重

荷重名称	鉛直力*1
	V_D (N)
死荷重	

注記*1：検出器質量を考慮する。

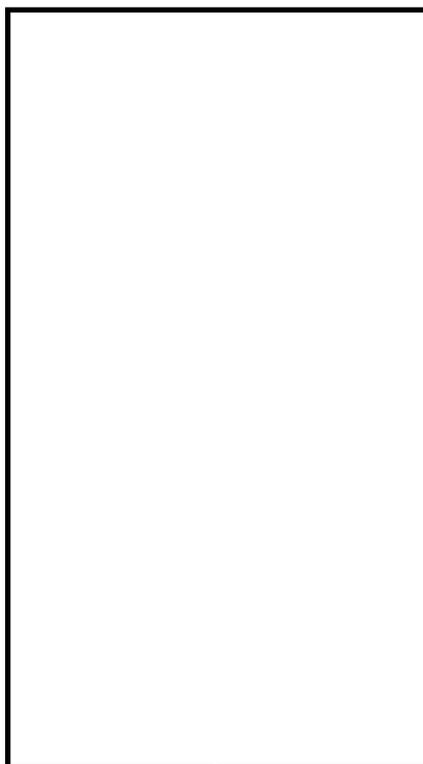
表 2-13 起動領域モニタ②に作用する地震荷重

荷重名称	鉛直力*1	水平力*1, *2	地震時 起動領域モニタ② 設計たわみ量*3
	V_s (N)	H (N)	δ_D (mm)
弾性設計用地震動 S _d 又は静的地震力			
基準地震動 S _s			

注記*1：検出器質量を考慮する。

*2：水平力Hは質量と動的応答加速度の積であり起動領域モニタ②に一樣に加わる。

*3：燃料集合体の相対変位（地震時たわみ量）及び水平移動量と起動領域モニタ②の移動量の合計。燃料集合体の相対変位はV-2-3-1「炉心，原子炉圧力容器及び圧力容器内部構造物の地震応答計算書」に基づき設定する。



2.5.5.1.1 外圧による応力

(1) 一次一般膜応力

外圧 P_o による一次一般膜応力は、下式により計算する。

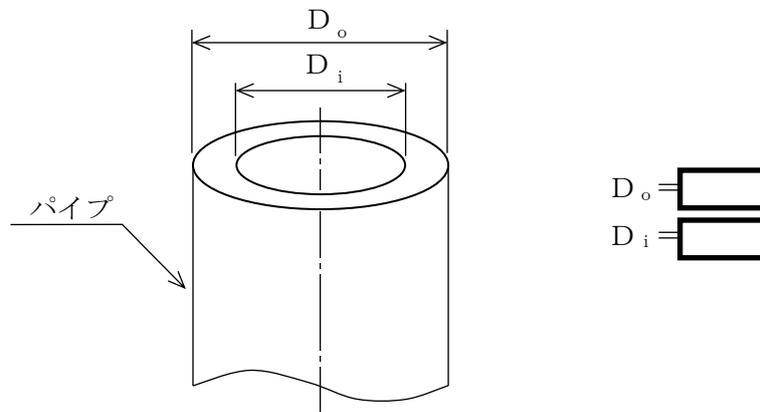
$$\sigma_t = -\frac{Y}{Y-1} \cdot P_o \quad \dots\dots\dots (2.5.5.1.1.1)$$

$$\sigma_l = -\frac{Y^2}{Y^2-1} \cdot P_o \quad \dots\dots\dots (2.5.5.1.1.2)$$

$$\sigma_r = -\frac{Y}{Y+1} \cdot P_o \quad \dots\dots\dots (2.5.5.1.1.3)$$

ここで、外径と内径の比 Y は、次式により求める。

$$Y = \frac{D_o}{D_i} \quad \dots\dots\dots (2.5.5.1.1.4)$$



(2) 一次一般膜+一次曲げ応力

外圧 P_o による一次曲げ応力は、存在しない。したがって、一次一般膜+一次曲げ応力は、一次一般膜応力と同じである。

2.5.5.1.2 死荷重による応力

死荷重による応力は、下式により計算する。

$$\sigma_l = -\frac{V_D}{A} \quad \dots\dots\dots (2.5.5.1.2.1)$$

2.5.5.1.3 地震荷重による応力

(1) 水平方向地震荷重による応力



応力計算モデルを，図 2-7 に示す。



応力評価点の曲げモーメント M_E ，せん断力 F_E は下式により計算する。

$$M_E = P_B \cdot (\ell - \ell') - \frac{1}{2} \cdot w \cdot (\ell - \ell')^2 \quad \dots\dots\dots (2.5.5.1.3.1)$$

$$F_E = w \cdot (\ell - \ell') - P_B \quad \dots\dots\dots (2.5.5.1.3.2)$$

ここで， P_B ， w ， ℓ は，下式により求める。

$$P_B = \frac{w \cdot \ell}{3} \quad \dots\dots\dots (2.5.5.1.3.3)$$

$$w = \frac{H}{L} \quad \dots\dots\dots (2.5.5.1.3.4)$$

$$\ell = \left(\frac{72 \cdot \delta_D \cdot E \cdot I}{w} \right)^{\frac{1}{4}} \quad \dots\dots\dots (2.5.5.1.3.5)$$

したがって，応力評価点に生じる一次曲げ応力は，次式により計算する。

$$\sigma_{\ell} = \pm \frac{M_E}{I} \cdot \frac{D_o}{2} \quad \dots\dots\dots (2.5.5.1.3.6)$$

また，応力評価点に生じる一次一般膜応力は，次式により計算する。

$$\tau_{t\ell} = \pm \frac{F_E}{A} \quad \dots\dots\dots (2.5.5.1.3.7)$$

(2) 鉛直方向地震荷重による応力

鉛直方向地震荷重による応力は、次式により計算する。

$$\sigma_{\ell} = -\frac{V_s}{A} \dots\dots\dots (2.5.5.1.3.8)$$



(単位：mm)

図2-7 水平方向地震荷重による応力の計算モデル

2.5.5.1.4 主応力及び応力強さ

(1) 主応力

計算した応力は、応力の分類ごとに重ね合わせ、組合せ応力を求める。

組合せ応力は、一般に $\sigma_t, \sigma_{\ell}, \sigma_r, \tau_{t\ell}, \tau_{\ell r}, \tau_{rt}$ の6成分を持つが、主応力 σ は、引用文献(1)の1・3・6項により、次式を満足する3根 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ として計算する。

$$\begin{aligned} &\sigma^3 - (\sigma_t + \sigma_{\ell} + \sigma_r) \cdot \sigma^2 + (\sigma_t \cdot \sigma_{\ell} + \sigma_{\ell} \cdot \sigma_r + \sigma_r \cdot \sigma_t - \tau_{t\ell}^2 \\ &- \tau_{\ell r}^2 - \tau_{rt}^2) \cdot \sigma - \sigma_t \cdot \sigma_{\ell} \cdot \sigma_r + \sigma_t \cdot \tau_{\ell r}^2 + \sigma_{\ell} \cdot \tau_{rt}^2 \\ &+ \sigma_r \cdot \tau_{t\ell}^2 - 2 \cdot \tau_{t\ell} \cdot \tau_{\ell r} \cdot \tau_{rt} = 0 \dots\dots\dots (2.5.5.1.4.1) \end{aligned}$$

(2) 応力強さ

以下の3つの主応力差の絶対値で最大のを応力強さとする。

$$S_{12} = \sigma_1 - \sigma_2 \dots\dots\dots (2.5.5.1.4.2)$$

$$S_{23} = \sigma_2 - \sigma_3 \dots\dots\dots (2.5.5.1.4.3)$$

$$S_{31} = \sigma_3 - \sigma_1 \dots\dots\dots (2.5.5.1.4.4)$$

2.5.6 計算条件

2.5.6.1 起動領域モニタ②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【起動領域モニタ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。

2.5.7 応力の評価方法

2.5.7.1 パイプの応力評価

2.5.5.1項で求めたパイプの各応力強さが下表で定めた許容応力以下であること。

	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度による荷重との組合せの場合	基準地震動 S_s による荷重との組合せの場合
一次一般膜応力の許容応力	$1.5 \cdot S_m$	$2/3 \cdot S_u$ ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については $2/3 \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小さい方。
一次一般膜＋一次曲げ応力の許容応力	上欄の1.5倍の値	上欄の1.5倍の値

2.6 評価結果

2.6.1 設計基準対象施設としての評価結果

起動領域モニタ②の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。

発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

2.6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

起動領域モニタ②の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。

発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

2.7 引用文献

- (1) 機械工学便覧 基礎編 α3 (日本機械学会)

2.8 参照図書

- (1) 柏崎刈羽原子力発電所第7号機 第5回工事計画認可申請書 添付書類
 - a. IV-2-3-2-1 起動領域モニタドライチューブの耐震性についての計算書

【起動領域モニタ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		流体の最高温度 (°C)		外圧(MPa)	
			水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	Ⅲ A S	Ⅳ A S	Ⅲ A S	Ⅳ A S
起動領域モニタ	S	原子炉格納容器 T. M. S. L. 1. 658 (T. M. S. L. 14. 433*1)	<input type="text"/>	0.05 以下	C _H =0.74 又は*2	C _V =0.53	C _H =1.33 又は*3	C _V =1.06	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 弾性設計用地震動 S_dに基づく設計用床応答曲線から得られる値。

*3: 基準地震動 S_sに基づく設計用床応答曲線から得られる値。

1.2 機器要目

部材	V _D (N)	D _o (mm)	D _i (mm)	A (mm ²)	I (mm ⁴)	E (MPa)	L (mm)	ℓ' (mm)	S _m (MPa)	S _u (MPa)
パイプ	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1.3 計算数値

部材	V _s (N)		H (N)		δ _D (mm)		w (N/mm)	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s						
パイプ	<input type="text"/>	<input type="text"/>						

部材	ℓ (mm)		P _B (N)		F _E (N)		M _E (N・mm)	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s						
パイプ	<input type="text"/>	<input type="text"/>						

1.4 結論

1.4.1 パイプの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	応力評価面	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
パイプ	SUS316TP	一次一般膜応力強さ	P01-P02	35	178	35	284
			P01'-P02'	35	178	35	284
		一次一般膜+一次曲げ 応力強さ	P01-P02	128	268	202	427
			P01'-P02'	131	268	205	427

すべて許容応力以下である。

1.5 その他の機器要目

(1) 材料物性値

項目	記号	単位	入力値
材料番号	1	—	SUS316TP
縦弾性係数	E	MPa	<input type="text"/>
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	10
節点数	—	個	11
継手効率	η	—	1.00

(2) 要素の断面性状

要素番号	材料番号	断面積 (mm ²)	断面二次 モーメント (mm ⁴)
1	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
5	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
6	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
7	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
8	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
9	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
10	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>

(3) 節点の質量

節点番号	節点質量 (ton)
1	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>
5	<input type="text"/>
6	<input type="text"/>
7	<input type="text"/>
8	<input type="text"/>
9	<input type="text"/>
10	<input type="text"/>
11	<input type="text"/>

K7 ① V-2-6-5-1 R1

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		流体の最高温度 (°C)	外圧(MPa)
			水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	V _A S	V _A S
起動領域モニタ	常設耐震 ／防止	原子炉格納容器 T.M.S.L. 1.658 (T.M.S.L. 14.433*1)	<input type="text"/>	0.05 以下	—	—	C _H =1.33 又は*2	C _V =1.06	<input type="text"/>	<input type="text"/>

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：基準地震動 S_s に基づく設計用床応答曲線から得られる値。

2.2 機器要目

部材	V _D (N)	D _o (mm)	D _i (mm)	A (mm ²)	I (mm ⁴)	E (MPa)	L (mm)	ℓ' (mm)	S _m (MPa)	S _u (MPa)
パイプ	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

2.3 計算数値

部材	V _s (N)		H (N)		δ _D (mm)		w (N/mm)	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s						
パイプ	—	<input type="text"/>						

部材	ℓ (mm)		P _B (N)		F _E (N)		M _E (N・mm)	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s						
パイプ	—	<input type="text"/>						

2.4 結論

2.4.1 パイプの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	応力評価面	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
パイプ	SUS316TP	一次一般膜応力強さ	P01-P02	—	—	39	284
			P01'-P02'	—	—	39	284
		一次一般膜+一次曲げ 応力強さ	P01-P02	—	—	203	426
			P01'-P02'	—	—	207	426

すべて許容応力以下である。

2.5 その他の機器要目

(1) 材料物性値

項目	記号	単位	入力値
材料番号	1	—	SUS316TP
縦弾性係数	E	MPa	<input type="text"/>
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	10
節点数	—	個	11
継手効率	η	—	1.00

(2) 要素の断面性状

要素番号	材料番号	断面積 (mm ²)	断面二次 モーメント (mm ⁴)
1	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
5	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
6	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
7	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
8	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
9	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>
10	1	<input type="text"/>	<input type="text"/>

(3) 節点の質量

節点番号	節点質量 (ton)
1	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>
5	<input type="text"/>
6	<input type="text"/>
7	<input type="text"/>
8	<input type="text"/>
9	<input type="text"/>
10	<input type="text"/>
11	<input type="text"/>

V-2-6-5-2 出力領域モニタの耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
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	9
4.1 固有値解析方法	9
4.2 解析モデル及び諸元	9
4.3 固有値解析結果	11
5. 地震応答解析及び構造強度評価	12
5.1 地震応答解析方法	12
5.2 構造強度評価方法	14
5.3 荷重の組合せ及び許容応力	14
5.3.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	14
5.3.2 許容応力	14
5.3.3 使用材料の許容応力評価条件	14
5.3.4 溶接部の継手効率	14
5.4 設計用地震力	19
5.5 計算方法	21
5.5.1 応力の計算方法	21
5.6 計算条件	26
5.6.1 出力領域モニタの応力計算条件	26
5.7 応力の評価方法	26
5.7.1 出力領域モニタの応力評価	26
6. 評価結果	27
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	27
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	27
7. 引用文献	27
8. 参照図書	27

1. 概要

本計算書は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、出力領域モニタが設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

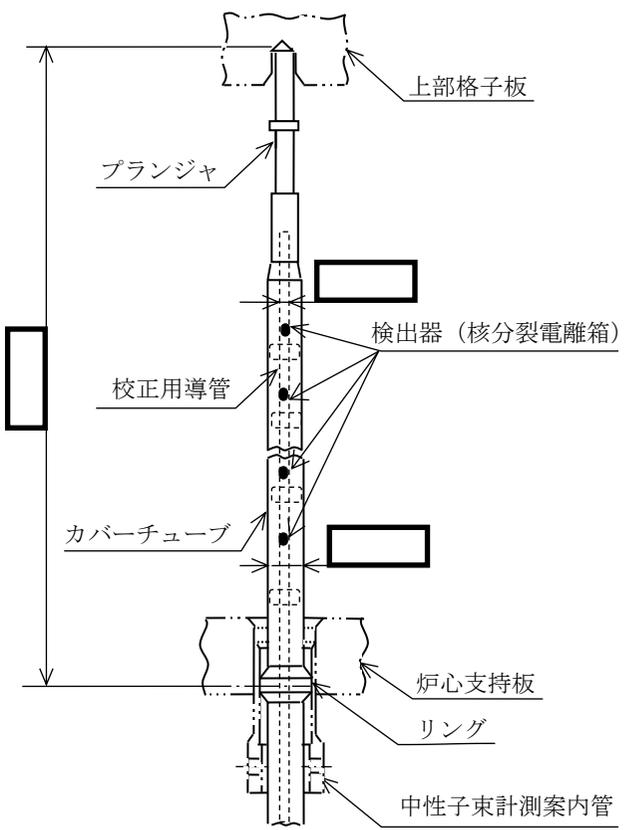
出力領域モニタは、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

出力領域モニタの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、カバーチューブに内包され、炉心領域に設置される。</p> <p>カバーチューブは、上端を上部格子板の穴に挿入し、プランジャ（ばね）により支持され、下端部は中性子束計測案内管に炉心支持板位置でリングにより支持される。</p> <p>炉心支持板より下方では、中性子束計測案内管及び中性子束計測ハウジングでガイドされ、中性子束計測ハウジング下端に取り付けられたフランジに固定される。</p>	<p>核分裂電離箱</p> <p>（出力領域モニタのカバーチューブは、外形 の長尺円筒形の炉内構造物である。校正用導管はカバーチューブに内蔵された外形 の長尺円筒形構造物である。）</p>	<p>【出力領域モニタ】</p>  <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>

2.2 評価方針

出力領域モニタの応力評価は、V-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」にて示す出力領域モニタの部位を踏まえ「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、死荷重及び外圧による応力が許容限界内に収まることを、「5. 地震応答解析及び構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

出力領域モニタの耐震評価フローを図2-1に示す。

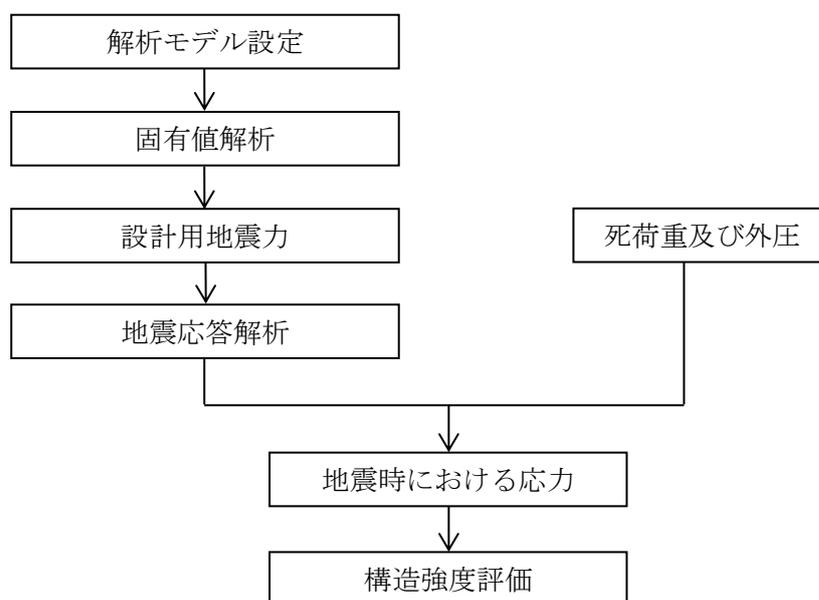


図2-1 出力領域モニタの耐震評価フロー

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	断面積	mm ²
C _H	水平方向設計震度	—
C _V	鉛直方向設計震度	—
D _i	内径	mm
D _o	外径	mm
E	縦弾性係数	MPa
F _E	応力評価点のせん断力	N
I	断面二次モーメント	mm ⁴
H	水平力	N
L	リングからプランジャ先端までの長さ	mm
ℓ	リングからチャンネルボックスに接触する点までの距離	mm
ℓ'	リングから応力評価点までの距離	mm
M _E	応力評価点の曲げモーメント	N・mm
P _B	チャンネルボックスからの支持反力	N
P _O	外圧	MPa
S ₁₂	主応力差 $\sigma_1 - \sigma_2$	MPa
S ₂₃	主応力差 $\sigma_2 - \sigma_3$	MPa
S ₃₁	主応力差 $\sigma_3 - \sigma_1$	MPa
S _m	設計応力強さ 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表1 に定める値	MPa
S _u	設計引張強さ 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9 に定める値	MPa
V _D	死荷重による鉛直力	N
V _S	地震荷重による鉛直力	N
w	等分布荷重	N/mm
Y	外径と内径の比	—
δ _D	設計たわみ量	mm
η	溶接部の継手効率	—
σ ₁	主応力	MPa
σ ₂	主応力	MPa
σ ₃	主応力	MPa
σ _ℓ	軸方向応力	MPa
σ _r	半径方向応力	MPa
σ _t	周方向応力	MPa
τ _{ℓr}	せん断応力	MPa
τ _{rt}	せん断応力	MPa
τ _{tℓ}	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に示すとおりとする。

表2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度	—	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位
温度	℃	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位*1
面積	mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
断面二次モーメント	mm ⁴	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
モーメント	N・mm	有効数字4桁目	切上げ	有効数字3桁
力	N	有効数字4桁目	切上げ	有効数字3桁
応力強さ	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設計応力強さ及び設計引張強さは、比例法により補間した値の小数点以下第1位を切捨て、整数位までの値とする。

3. 評価部位

出力領域モニタの耐震評価は、「5.2 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カバーチューブと校正用導管について実施する。出力領域モニタの耐震評価部位を図 3-1 に示す。

なお、応力評価点は構造の不連続を考慮して応力の最も厳しい箇所を選び、応力評価点を含む断面を、応力評価面と呼ぶ。

また、地震荷重による応力が極大となる方位の応力評価点は (P01, P03) と表し、極小となる方位の応力評価点にはプライム (') を付けて (P01', P03') と表す。

一次応力の評価は、内外面の応力評価点を含む断面 (応力評価面) について行う。

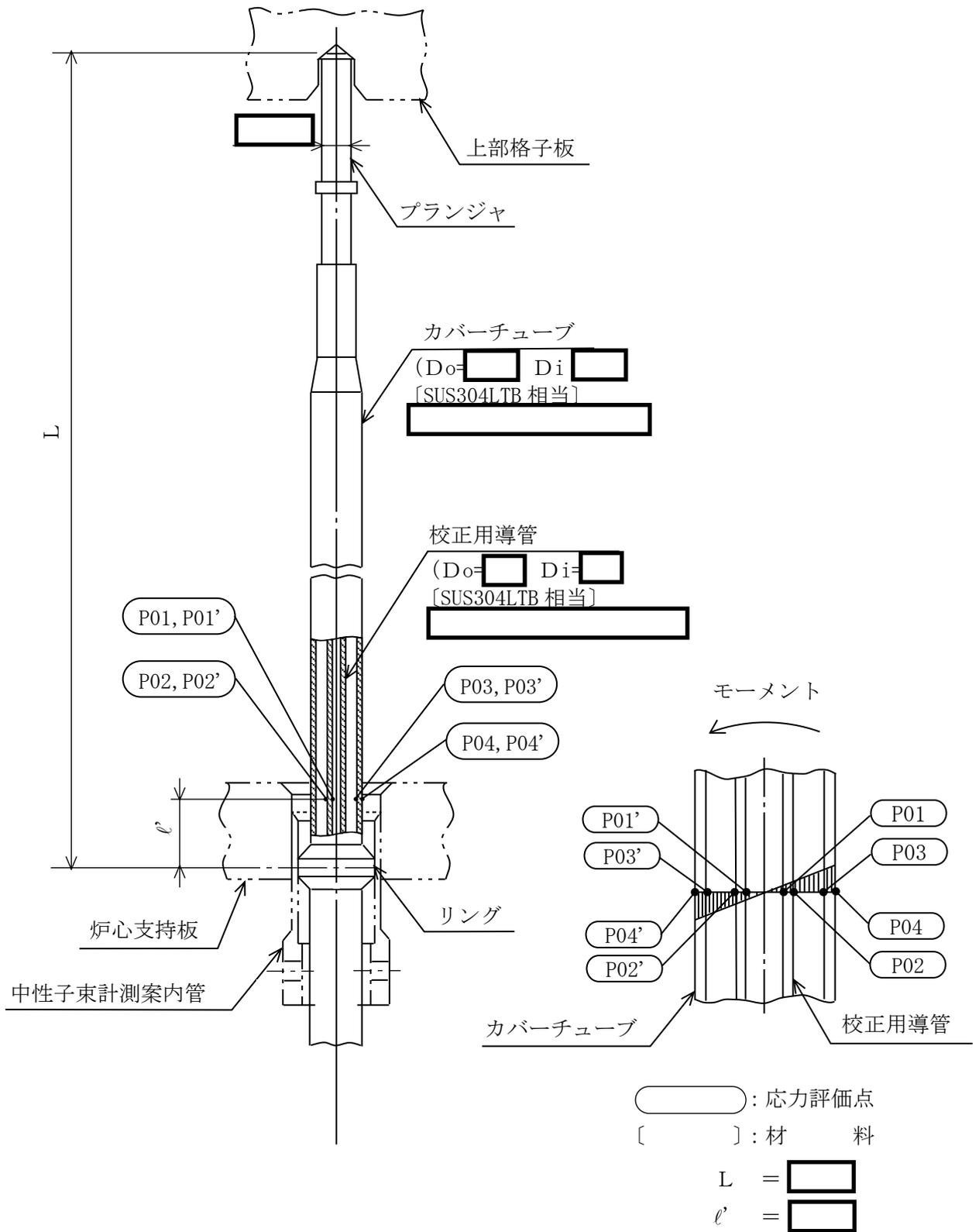


図 3-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

4. 固有周期

4.1 固有値解析方法

出力領域モニタの固有値解析方法を以下に示す。

- (1) 出力領域モニタは、「4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元はりモデルとして考える。

4.2 解析モデル及び諸元

出力領域モニタの解析モデルを図 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【出力領域モニタ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) 強度上重要で、耐震上の条件が最も厳しくなる炉心支持板と上部格子板間の出力領域モニタをモデル化する。

(2)



- (3) 校正用導管は、カバーチューブに内蔵されており、炉心支持板と上部格子板間でカバーチューブと一定の間隔が維持される構造となっている。地震時には、カバーチューブと校正用導管は一体で振動する。

(4)



- (5) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。
- (6) 計算機コードは、「S A P -IV」を使用し、固有値を求める。
なお、固有値については既工認の値を使用する。

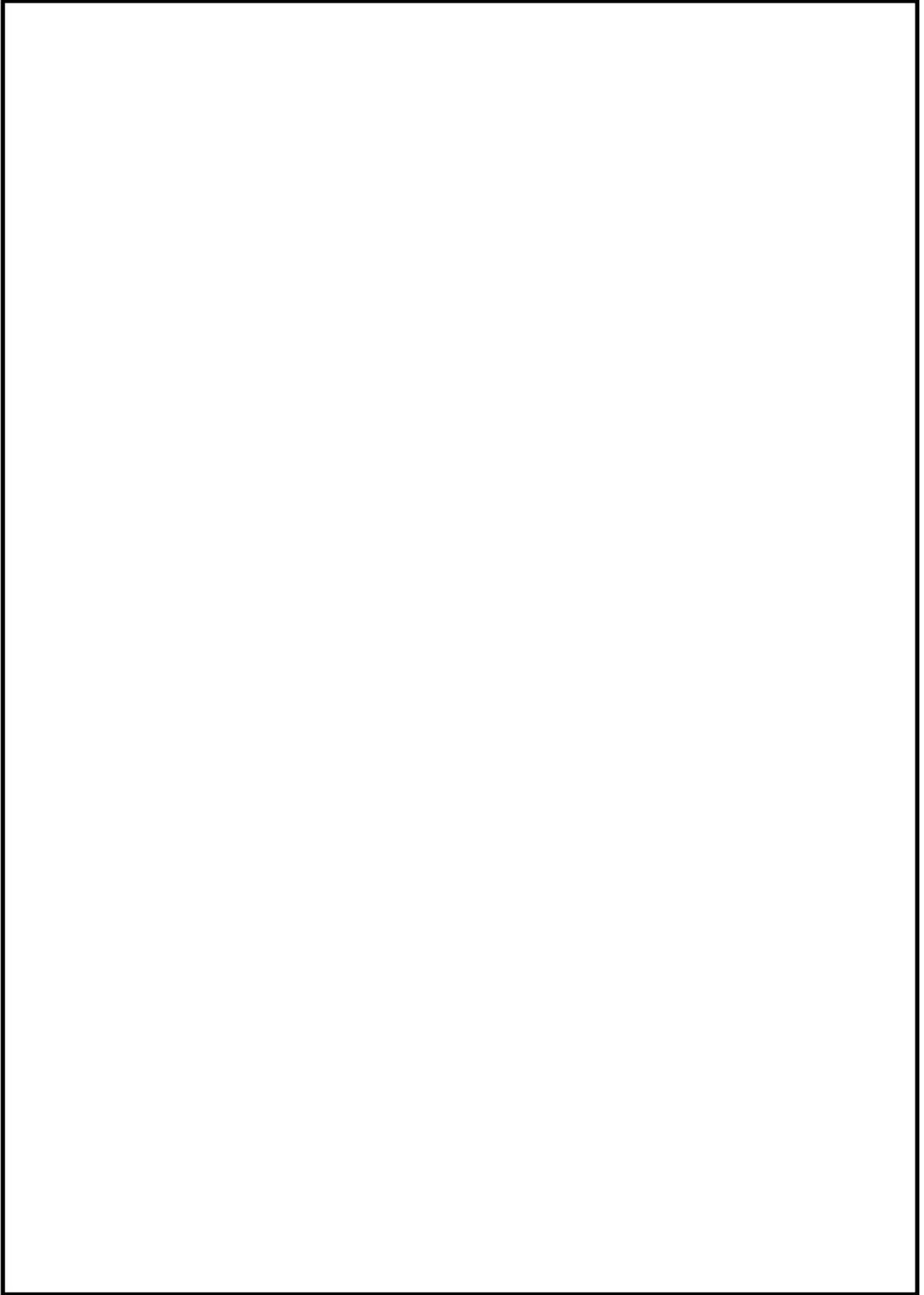


図 4-1 解析モデル

4.3 固有値解析結果

固有値解析の結果を表 4-1 に、振動モード図を図 4-2 に示す。

また、鉛直方向の固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 4-1 固有値解析結果

モード	卓越方向	固有周期(s)	刺激係数*1	
			水平方向*2	鉛直方向
1 次	水平			—
2 次	水平			—
3 次	水平		—	—

注記*1：固有値解析より得られる各次数の刺激係数に振動モードの最大値を乗じて求めた刺激関数を示す。

*2：X方向とZ方向は同一である。

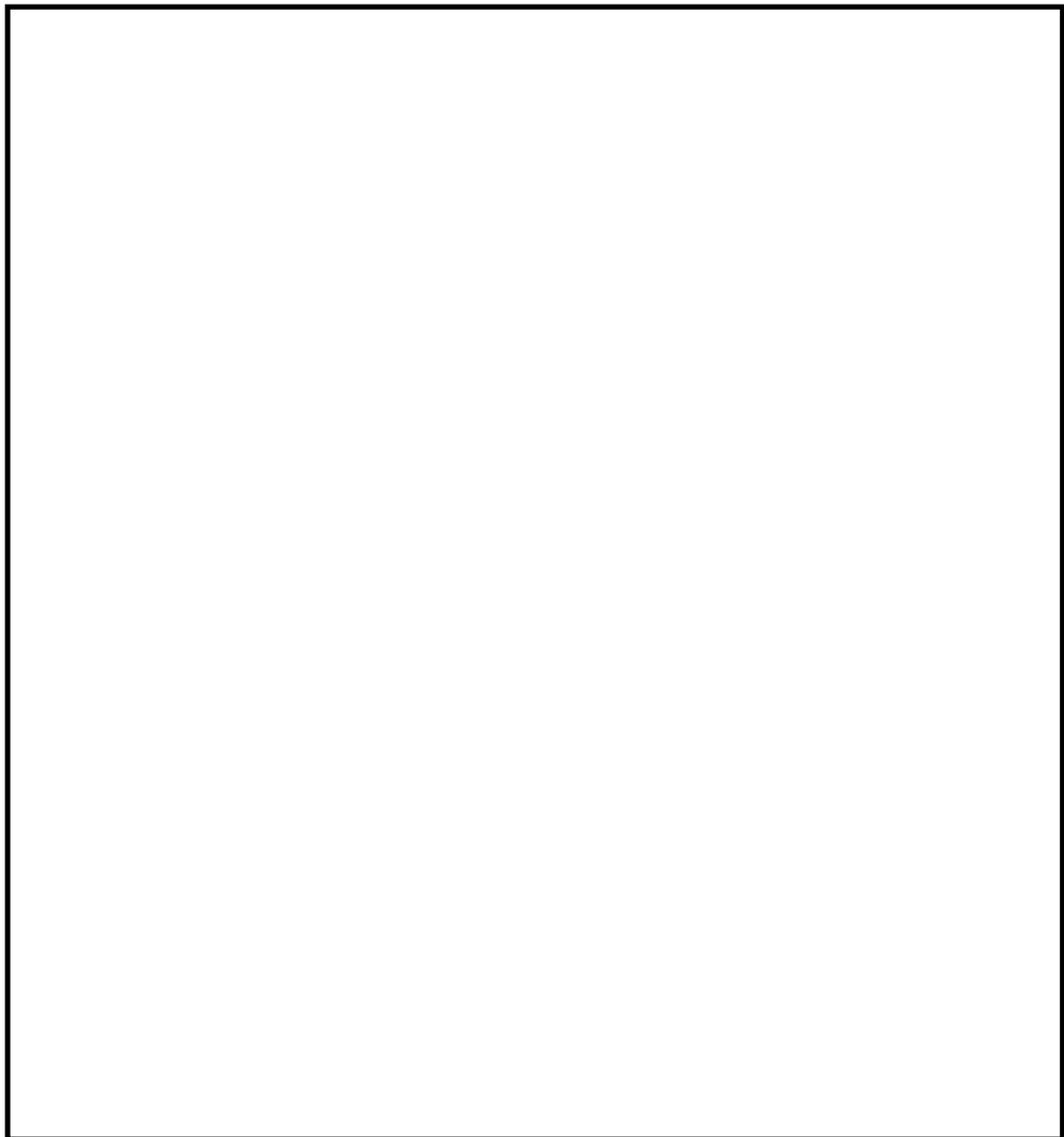


図 4-2 振動モード図 (刺激関数モード)

5. 地震応答解析及び構造強度評価

5.1 地震応答解析方法

4.2 項(1)～(6)のほか、次の条件で計算する。

動的応答加速度は、スペクトルモーダル法により求めた応答加速度に、保守的に支持点の加速度（動的加速度と静的加速度の包絡値）を加えて求める。出力領域モニタの動的応答加速度分布図を図4-3及び図4-4に示す。

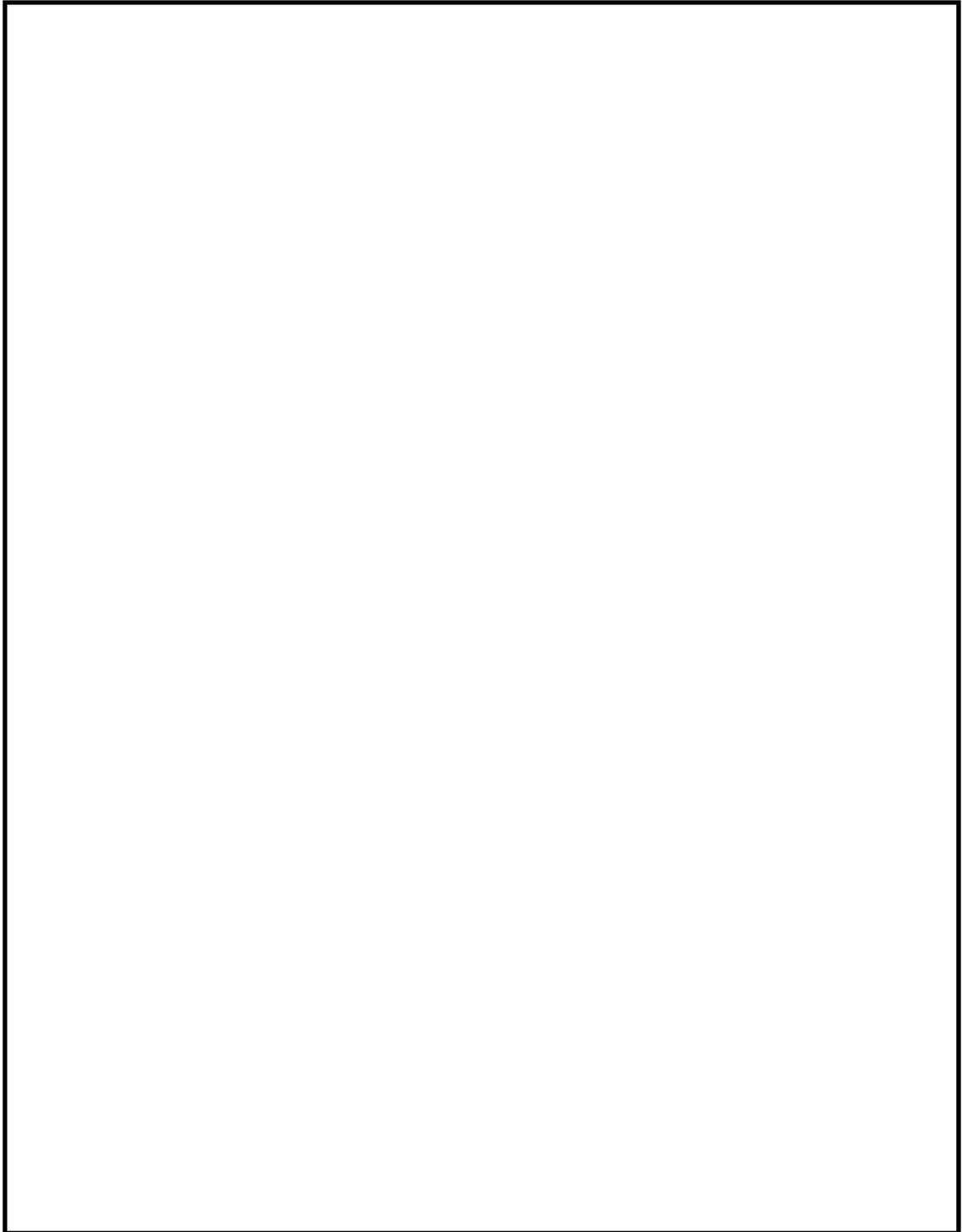


図4-3 動的応答加速度分布図（弾性設計用地震動S d）

K7 ① V-2-6-5-2 R1

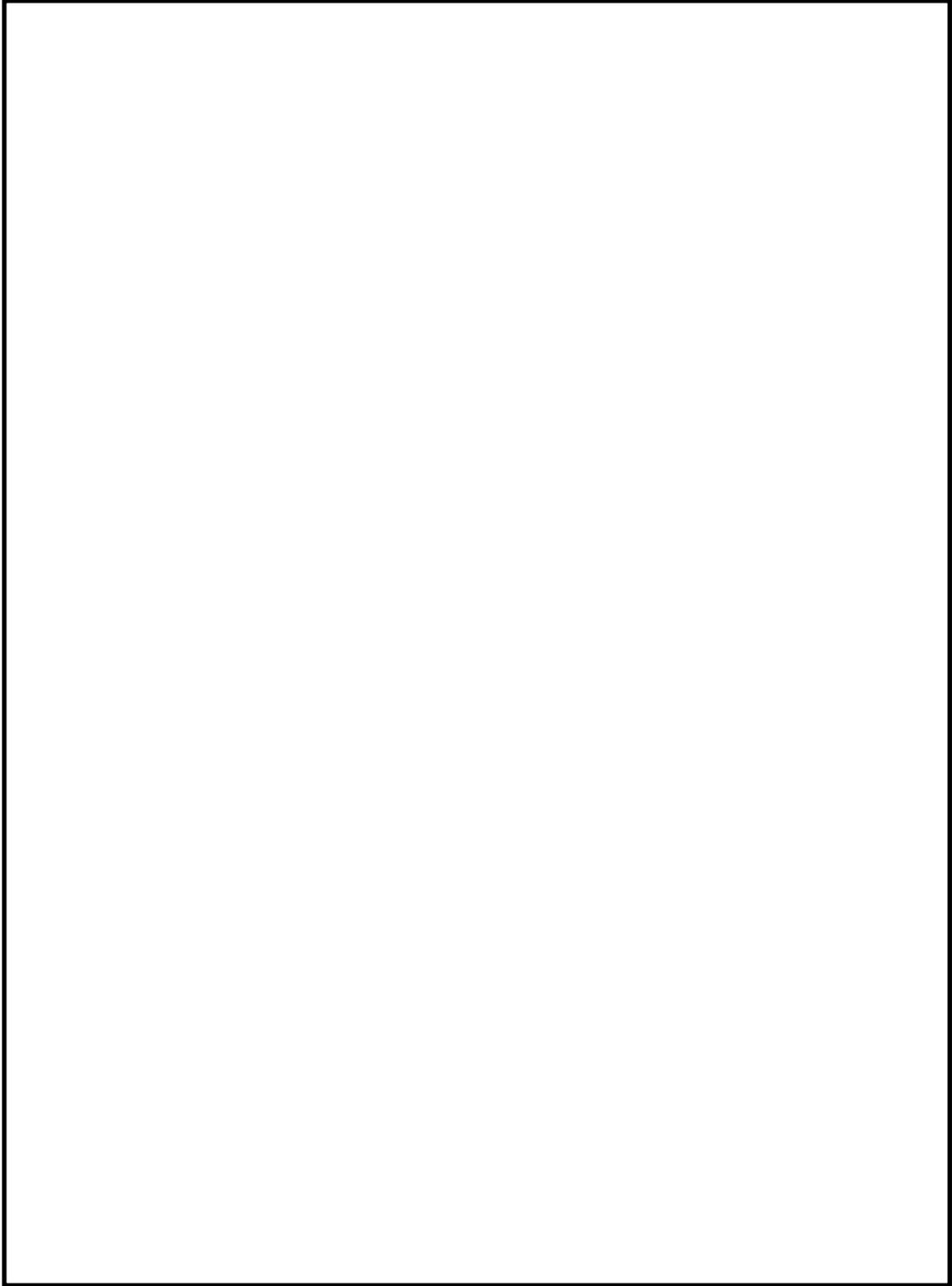


图 4-4 動的応答加速度分布図（基準地震動 S_s ）

5.2 構造強度評価方法

4.2 項(1)～(6)のほか、次の条件で計算する。

- (1) 地震力は、出力領域モニタに対して、水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。

5.3 荷重の組合せ及び許容応力

5.3.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

出力領域モニタの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、設計基準対象施設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。

5.3.2 許容応力

出力領域モニタの許容応力は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 5-3 に示す。

5.3.3 使用材料の許容応力評価条件

出力領域モニタ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。

5.3.4 溶接部の継手効率

応力評価点における溶接部の継手効率は、継手の種類及び適用する検査の種類により設計・建設規格 CSS-3150 に従って定め、表 5-6 に示すとおりとする。

溶接部でない応力評価点では、 $\eta = 1.00$ を用いる。

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	計測 装置	出力領域モニタ	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	ⅢA S
					$D + P_D + M_D + S_s$	ⅣA S
計測制御 系統施設	原子炉非常 停止信号	中性子束高	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	ⅢA S
					$D + P_D + M_D + S_s$	ⅣA S
計測制御 系統施設	原子炉非常 停止信号	中性子束計装動作不能	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	ⅢA S
					$D + P_D + M_D + S_s$	ⅣA S

注記*：原子炉压力容器内部に位置するため、炉内構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 5-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測 装置	出力領域モニタ	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：原子炉圧力容器内部に位置するため、炉内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 (炉内構造物)

許容応力状態	許容限界* (ボルト等以外)	
	一次一般膜応力	一次一般膜+一次曲げ応力
ⅢAS	$1.5 \cdot S_m$	左欄の 1.5 倍の値
ⅣAS	$2/3 \cdot S_u$	左欄の 1.5 倍の値
ⅤAS (ⅤASとしてⅣASの 許容限界を用いる。)	ただし、オーステナイト系 ステンレス鋼及び高ニッケル 合金については $2/3 \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小さい方。	

注記* : 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）

評価部位	材料	温度条件 (°C)		S _m (MPa)	S _u (MPa)
カバーチューブ ／校正用導管	SUS304LTB 相当	流体の最高温度	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

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）

評価部位	材料	温度条件 (°C)		S _m (MPa)	S _u (MPa)
カバーチューブ ／校正用導管	SUS304LTB 相当	流体の最高温度	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

表 5-6 溶接部の継手効率

継手の分類	対応する応力評価面	継手の種類	検査の種類*	継手効率
管と管の周継手	<input type="text"/>			<input type="text"/>

注記*：検査の種類を示す記号は次のとおりである。

P T : 設計・建設規格 CSS-3150 に規定する E の検査

5.4 設計用地震力

耐震評価に用いる設計用地震力を表 5-7 及び表 5-8 に示す。

「弾性設計用地震動 S d 又は静的震度」及び「基準地震動 S s」による地震力は、V-2-1-7 「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。また、減衰定数は、V-2-1-6 「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

表 5-7 設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所及び 床面高さ(m)		原子炉格納容器 T.M.S.L. 14.433* ¹					
固有周期(s)* ²		水平： <input type="text"/> 鉛直：0.05 以下					
減衰定数(%)		水平：1.0 鉛直：—					
地震力		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度			基準地震動 S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度* ³		応答鉛直 震度* ³	応答水平震度* ⁴		応答鉛直 震度* ⁴
		NS 方向	EW 方向		NS 方向	EW 方向	
1 次	<input type="text"/>	2.11	2.11	—	4.38	4.38	—
2 次		1.76	1.76	—	3.40	3.40	—
3 次		—	—	—	—	—	—
動的地震力* ⁵		0.65	0.65	0.53	1.33	1.33	1.06
静的地震力* ⁶		0.74	0.74	0.29	—	—	—

注記*1：炉心シュラウド内の高さ

*2：1 次固有周期について記載

*3：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線（S d）より得られる震度を示す。

*4：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線（S s）より得られる震度を示す。

*5：S s 又は S d に基づく設計用最大応答加速度より定めた震度を示す。

*6：静的震度（ $3.6 \cdot C_i$ 及び $1.2 \cdot C_v$ ）を示す。

表 5-8 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)		原子炉格納容器 T.M.S.L. 14.433*1					
固有周期(s)*2		水平： <input type="text"/> 鉛直：0.05 以下					
減衰定数(%)		水平：1.0 鉛直：—					
地震力		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度			基準地震動 S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度		応答鉛直 震度	応答水平震度*3		応答鉛直 震度*3
		NS 方向	EW 方向		NS 方向	EW 方向	
1 次	<input type="text"/>	—	—	—	4.38	4.38	—
2 次	<input type="text"/>	—	—	—	3.40	3.40	—
3 次	<input type="text"/>	—	—	—	—	—	—
動的地震力*4		—	—	—	1.33	1.33	1.06
静的地震力		—	—	—	—	—	—

注記*1：炉心シュラウド内の高さ

*2：1 次固有周期について記載

*3：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線（S s）より得られる震度を示す。

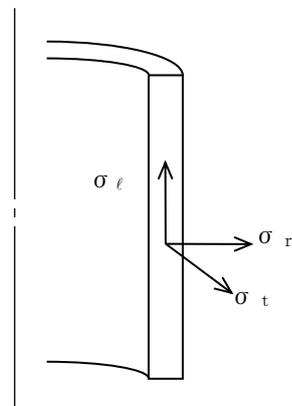
*4：S s に基づく設計用最大応答加速度より定めた震度を示す。

5.5 計算方法

5.5.1 応力の計算方法

出力領域モニタの応力計算における，応力の記号とその方向は，以下のとおりとする。

- σ_t : 周方向応力
- σ_l : 軸方向応力
- σ_r : 半径方向応力
- τ_{tl} : せん断応力



出力領域モニタに作用する外圧を表 5-9 に，死荷重を表 5-10 及び地震荷重を表 5-11 に示す。

以下，外圧，死荷重及び地震荷重による応力をそれぞれ求める。

表 5-9 出力領域モニタに作用する外圧

許容応力状態	外圧	
	P ₀ (MPa)	
ⅢA S		
ⅣA S		
V A S		

表 5-10 出力領域モニタに作用する死荷重

荷重名称	鉛直力	
	V_D (N)	
	校正用導管*1	カバーチューブ
死荷重	<input type="text"/>	<input type="text"/>

注記*1：検出器質量を考慮する。

表 5-11 出力領域モニタに作用する地震荷重

荷重名称	鉛直力		水平力*1, *2	地震時 出力領域モニタ 設計たわみ量*3
	V_S (N)			
	校正用導管*1	カバー チューブ	H (N)	δ_D (mm)
弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
基準地震動 S s	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

注記*1：検出器質量を考慮する。

*2：水平力Hは、質量と動的応答加速度の積であり出力領域モニタに一様に加わる。

*3：燃料集合体の相対変位（地震時たわみ量）及び水平移動量と出力領域モニタの移動量の合計。

燃料集合体の相対変位はV-2-3-1「炉心，原子炉圧力容器及び圧力容器内部構造物の地震応答計算書」に基づき設定する。

5.5.1.1 外圧による応力

(1) 一次一般膜応力

外圧 P_o による一次一般膜応力は、下式により計算する。

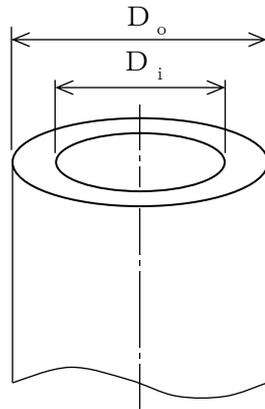
$$\sigma_t = -\frac{Y}{Y-1} \cdot P_o \quad \dots\dots\dots (5.5.1.1.1)$$

$$\sigma_\ell = -\frac{Y^2}{Y^2-1} \cdot P_o \quad \dots\dots\dots (5.5.1.1.2)$$

$$\sigma_r = -\frac{Y}{Y+1} \cdot P_o \quad \dots\dots\dots (5.5.1.1.3)$$

ここで、外径と内径の比 Y は次式により求める。

$$Y = \frac{D_o}{D_i} \quad \dots\dots\dots (5.5.1.1.4)$$



カバーチューブ又は校正用導管

記号	校正用導管	カバーチューブ
D_o (mm)	□	□
D_i (mm)	□	□

(2) 一次一般膜+一次曲げ応力

外圧 P_o による一次曲げ応力は、存在しない。したがって、一次一般膜+一次曲げ応力は、一次一般膜応力と同じである。

5.5.1.2 死荷重による応力

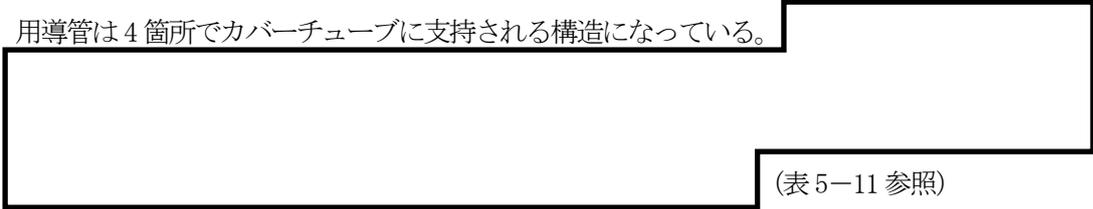
死荷重による応力は、下式により計算する。

$$\sigma_\ell = -\frac{V_D}{A} \quad \dots\dots\dots (5.5.1.2.1)$$

5.5.1.3 地震荷重による応力

(1) 水平方向地震荷重による応力

出力領域モニタは、カバーチューブと校正用導管の間に4個の検出器を収納し、これらの検出器は、鉛直方向に一定の間隔で校正用導管を取り囲むように設置されている。さらに、校正用導管は4箇所のカバーチューブに支持される構造になっている。



応力計算モデルを、図5-1に示す。



$$M_E = P_B \cdot (\ell - \ell') - \frac{1}{2} \cdot w \cdot (\ell - \ell')^2 \quad \dots\dots\dots (5.5.1.3.1)$$

$$F_E = w \cdot (\ell - \ell') - P_B \quad \dots\dots\dots (5.5.1.3.2)$$

ここで、 P_B 、 w 、 ℓ は下式により求める。

$$P_B = \frac{w \cdot \ell}{3} \quad \dots\dots\dots (5.5.1.3.3)$$

$$w = \frac{H}{L} \quad \dots\dots\dots (5.5.1.3.4)$$

$$\ell = \left(\frac{72 \cdot \delta_D \cdot E \cdot I}{w} \right)^{\frac{1}{4}} \quad \dots\dots\dots (5.5.1.3.5)$$

したがって、応力評価点に生じる一次曲げ応力は、次式により計算する。

$$\sigma_{\ell} = \pm \frac{M_E \cdot D_o}{I} \quad \dots\dots\dots (5.5.1.3.6)$$

また、応力評価点に生じる一次一般膜応力は、次式により計算する。

$$\tau_{\ell} = \pm \frac{F_E}{A} \quad \dots\dots\dots (5.5.1.3.7)$$

(2) 鉛直方向地震荷重による応力

鉛直方向地震による応力は、次式により計算する。

$$\sigma_{\ell} = -\frac{V_s}{A} \dots\dots\dots (5.5.1.3.8)$$



(単位：mm)

図5-1 地震荷重による応力の計算モデル

5.5.1.4 主応力及び応力強さ

(1) 主応力

計算した応力は、応力の分類ごとに重ね合わせ、組合せ応力を求める。

組合せ応力は、一般に $\sigma_t, \sigma_{\ell}, \sigma_r, \tau_{t\ell}, \tau_{\ell r}, \tau_{rt}$ の6成分を持つが、主応力 σ は、引用文献(1)の1・3・6項により、次式を満足する3根 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ として計算する。

$$\begin{aligned} &\sigma^3 - (\sigma_t + \sigma_{\ell} + \sigma_r) \cdot \sigma^2 + (\sigma_t \cdot \sigma_{\ell} + \sigma_{\ell} \cdot \sigma_r + \sigma_r \cdot \sigma_t - \tau_{t\ell}^2 \\ &- \tau_{\ell r}^2 - \tau_{rt}^2) \cdot \sigma - \sigma_t \cdot \sigma_{\ell} \cdot \sigma_r + \sigma_t \cdot \tau_{\ell r}^2 + \sigma_{\ell} \cdot \tau_{rt}^2 \\ &+ \sigma_r \cdot \tau_{t\ell}^2 - 2 \cdot \tau_{t\ell} \cdot \tau_{\ell r} \cdot \tau_{rt} = 0 \dots\dots\dots (5.5.1.4.1) \end{aligned}$$

(2) 応力強さ

以下の3つの主応力差の絶対値で最大のものを応力強さとする。

$$S_{12} = \sigma_1 - \sigma_2 \dots\dots\dots (5.5.1.4.2)$$

$$S_{23} = \sigma_2 - \sigma_3 \dots\dots\dots (5.5.1.4.3)$$

$$S_{31} = \sigma_3 - \sigma_1 \dots\dots\dots (5.5.1.4.4)$$

5.6 計算条件

5.6.1 出力領域モニタの応力計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【出力領域モニタ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。

5.7 応力の評価方法

5.7.1 出力領域モニタの応力評価

5.5.1項で求めた出力領域モニタの各応力強さが下表で定めた許容応力以下であること。

	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度による荷重との組合せの場合	基準地震動 S_s による荷重との組合せの場合
一次一般膜応力の許容応力	$1.5 \cdot S_m$	$2/3 \cdot S_u$ ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については $2/3 \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小さい方。
一次一般膜＋一次曲げ応力の許容応力	上欄の1.5倍の値	上欄の1.5倍の値

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

出力領域モニタの設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。

発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次紙以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

出力領域モニタの重大事故等対処設備の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。

発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次紙以降の表に示す。

7. 引用文献

- (1) 機械工学便覧 基礎編 α3 (日本機械学会)

8. 参照図書

- (1) 柏崎刈羽原子力発電所第7号機 第5回工事計画認可申請書 添付書類
 - a. IV-2-3-2-2 局部出力領域モニタ検出器集合体の耐震性についての計算書

【出力領域モニタ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		流体の最高温度 (°C)		外圧 (MPa)	
			水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	Ⅲ A S	Ⅳ A S	Ⅲ A S	Ⅳ A S
出力領域モニタ	S	原子炉格納容器 T.M.S.L. 1.658 (T.M.S.L. 14.433 ^{*1})	<input type="text"/>	0.05 以下	C _H =0.74 又は*2	C _V =0.53	C _H =1.33 又は*3	C _V =1.06	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度に基づく設計用床応答曲線から得られる値。

*3: 基準地震動 S_s に基づく設計用床応答曲線から得られる値。

1.2 機器要目

部材	V _D (N)	D _o (mm)	D _i (mm)	A (mm ²)	I (mm ⁴)	E (MPa)	L (mm)	ℓ' (mm)	S _m (MPa)	S _u (MPa)
校正用導管	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
カバーチューブ	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

1.3 計算数値

部材	V_s (N)		H (N) *		δ_D (mm)		w (N/mm)	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s						
校正用導管	<input type="text"/>	<input type="text"/>						
カバーチューブ	<input type="text"/>	<input type="text"/>						

注記*：各節点の水平力の合計。

部材	ℓ (mm)		P_B (N)		F_E (N)		M_E (N・mm)	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s						
校正用導管	<input type="text"/>	<input type="text"/>						
カバーチューブ	<input type="text"/>	<input type="text"/>						

1.4 結論

1.4.1 出力領域モニタの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	応力評価面	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
校正用導管	SUS304LTB 相当	一次一般膜応力強さ	P01, P02	28	145	28	233
			P01', P02'	28	145	28	233
		一次一般膜＋一次曲げ 応力強さ	P01, P02	53	218	79	349
			P01', P02'	54	218	81	349
カバーチューブ	SUS304LTB 相当	一次一般膜応力強さ	P03, P04	3	94	4	151
			P03', P04'	3	94	4	151
		一次一般膜＋一次曲げ 応力強さ	P03, P04	103	142	174	227
			P03', P04'	106	142	177	227

すべて許容応力以下である。

1.5 その他の機器要目

(1) 材料物性値

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	SUS304LTB相当
縦弾性係数	E	MPa	<input type="text"/>
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	11
節点数	—	個	12
継手効率	校正用導管	η	—
	カバーチューブ	η	<input type="text"/>

(2) 各要素の寸法及び質量

要素番号	外径 [mm]	肉厚 [mm]	単位長さ質量 [kg/mm]
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
5	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
6	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
7	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
8	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
9	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
10	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
11	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

K7 ① V-2-6-5-2 R1

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		流体の最高温度 (°C)	外圧 (MPa)
			水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	V _A S	V _A S
出力領域モニタ	常設耐震 ／防止	原子炉格納容器 T. M. S. L. 1. 658 (T. M. S. L. 14. 433* ¹)	<input type="text"/>	0. 05 以下	—	—	C _H = 1. 33 又は* ²	C _V = 1. 06	<input type="text"/>	<input type="text"/>

注記*¹ : 基準床レベルを示す。

*² : 基準地震動 S_s に基づく設計用床応答曲線から得られる値。

2.2 機器要目

部材	V _D (N)	D _o (mm)	D _i (mm)	A (mm ²)	I (mm ⁴)	E* (MPa)	L (mm)	ℓ' (mm)	S _m (MPa)	S _u (MPa)
校正用導管	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
カバーチューブ	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

注記* : 308°Cにおける補間値。

2.3 計算数値

部材	V _s (N)		H (N) *		δ _D (mm)		w (N/mm)	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s						
校正用導管	—	<input type="text"/>						
カバーチューブ	—	<input type="text"/>						

注記*：各節点の水平力の合計。

部材	ℓ (mm)		P _B (N)		F _E (N)		M _E (N・mm)	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s						
校正用導管	—	<input type="text"/>						
カバーチューブ	—	<input type="text"/>						

2.4 結論

2.4.1 出力領域モニタの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	応力評価面	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
校正用導管	SUS304LTB 相当	一次一般膜応力強さ	P01, P02	—	—	31	231
			P01', P02'	—	—	31	231
		一次一般膜＋一次曲げ 応力強さ	P01, P02	—	—	81	346
			P01', P02'	—	—	82	346
カバーチューブ	SUS304LTB 相当	一次一般膜応力強さ	P03, P04	—	—	4	150
			P03', P04'	—	—	4	150
		一次一般膜＋一次曲げ 応力強さ	P03, P04	—	—	174	225
			P03', P04'	—	—	177	225

すべて許容応力以下である。

2.5 その他の機器要目

(1) 材料物性値

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	SUS304LTB相当
縦弾性係数	E	MPa	<input type="text"/>
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	11
節点数	—	個	12
継手効率	校正用導管	η	—
	カバーチューブ	η	—
			1.00
			<input type="text"/>

(2) 各要素の寸法及び質量

要素番号	外径 [mm]	肉厚 [mm]	単位長さ質量 [kg/mm]
1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
5	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
6	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
7	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
8	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
9	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
10	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
11	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

V-2-6-5-3 高圧炉心注水系ポンプ吐出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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力は、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重大事故防止設備（設計基準拡張）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、高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力が設置される計装ラックは、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形であるため、V-2-1-14「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

高圧炉心注水系ポンプ吐出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取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計装ラックに固定される。 計装ラックは、チャンネルベースにラック取付ボルトで設置する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>	<p>【高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力】</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力 (H22-P033)</th> <th>高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力 (H22-P034)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>600</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>1800</td> <td>1800</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>1900</td> <td>1900</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>	機器名称	高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力 (H22-P033)	高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力 (H22-P034)	たて	600	600	横	1800	1800	高さ	1900	1900
機器名称	高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力 (H22-P033)	高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力 (H22-P034)												
たて	600	600												
横	1800	1800												
高さ	1900	1900												

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力が設置される計装ラック（H22-P033）の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により記録解析する。試験の結果、剛であることを確認した。

高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力が設置される計装ラック（H22-P034）の固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ計装ラックに対する振動試験（自由振動試験）の結果確認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)

高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力 (H22-P033)	水平	
	鉛直	
高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力 (H22-P034)	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

高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力の構造強度評価は、V-2-1-14「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

高圧炉心注水系ポンプ吐出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

高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力の許容応力は、V-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

高圧炉心注水系ポンプ吐出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【高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力 (E22-PT-004B) の耐震性についての計算結果】、【高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力 (E22-PT-004C) 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	高圧炉心注水系ポンプ 吐出圧力	常設／防止 (DB 拡張)	—*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（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 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IVAS	1.5・f _t *	1.5・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 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
ラック取付ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	120	215	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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機能確認済加速度は、V-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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力 (E22-PT-004B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力 (E22-PT-004C)	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

高圧炉心注水系ポンプ吐出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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力（E22-PT-004B）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	
高圧炉心注水系ポンプ 吐出圧力 (E22-PT-004B)	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200*	□	□	—	—	C _H =1.19	C _V =1.24	120

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力 (H22-P033)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)	□	965	16 (M16)	201.1	18	215 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i=2)	255	295	7	—	258	—	長辺方向
	860	880	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=12$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=149$

すべて許容応力以下である。

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

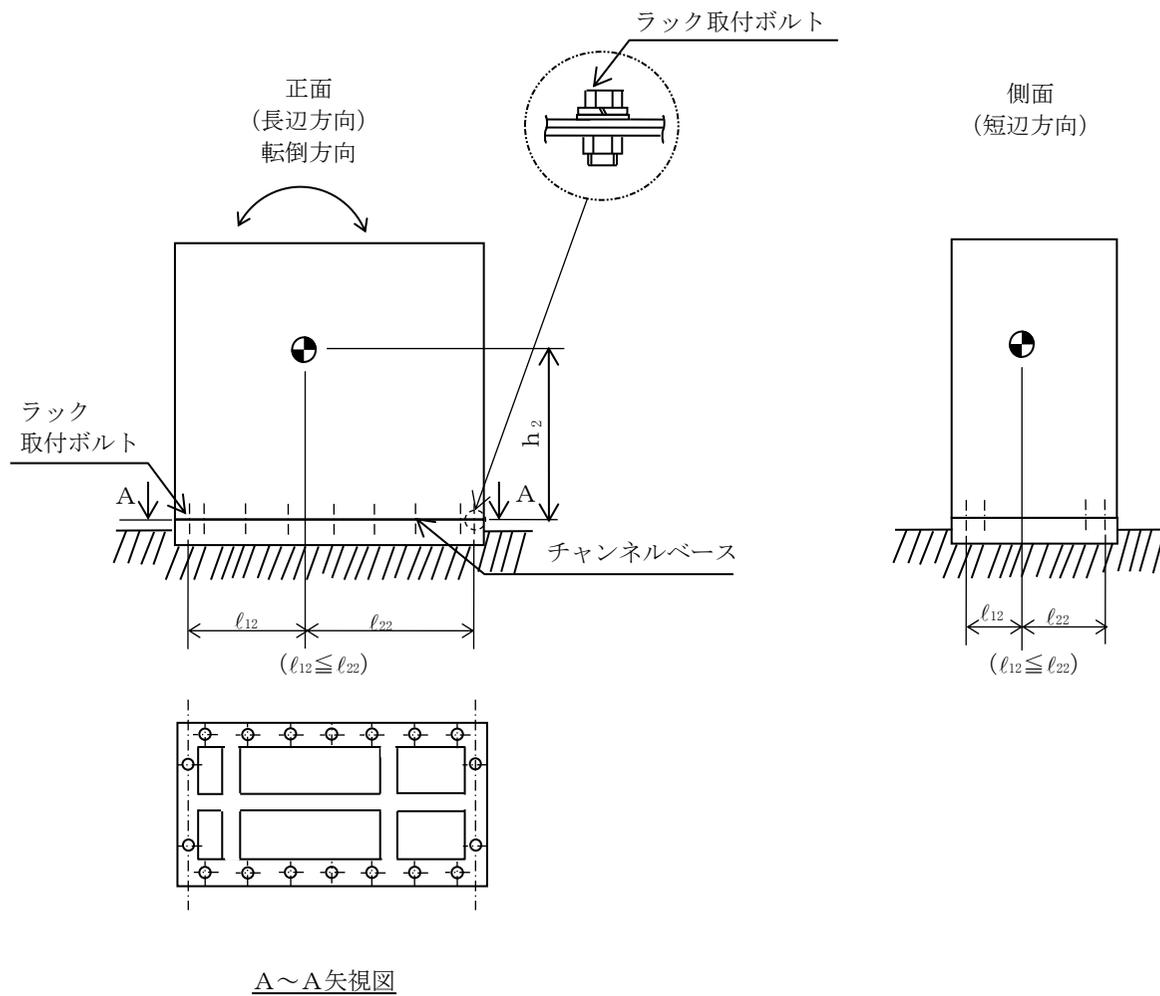
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
高圧炉心注水系ポンプ 吐出圧力 (E22-PT-004B)	水平方向	0.99	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.03	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力（E22-PT-004C）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	
高圧炉心注水系ポンプ 吐出圧力 (E22-PT-004C)	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.19	C _V =1.24	120

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 高圧炉心注水系ポンプ吐出圧力 (H22-P034)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		965	16 (M16)	201.1	18	215 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i=2)	255	295	7	—	258	—	長辺方向
	860	880	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=12$	$f_{ts2}=193^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=149$

すべて許容応力以下である。

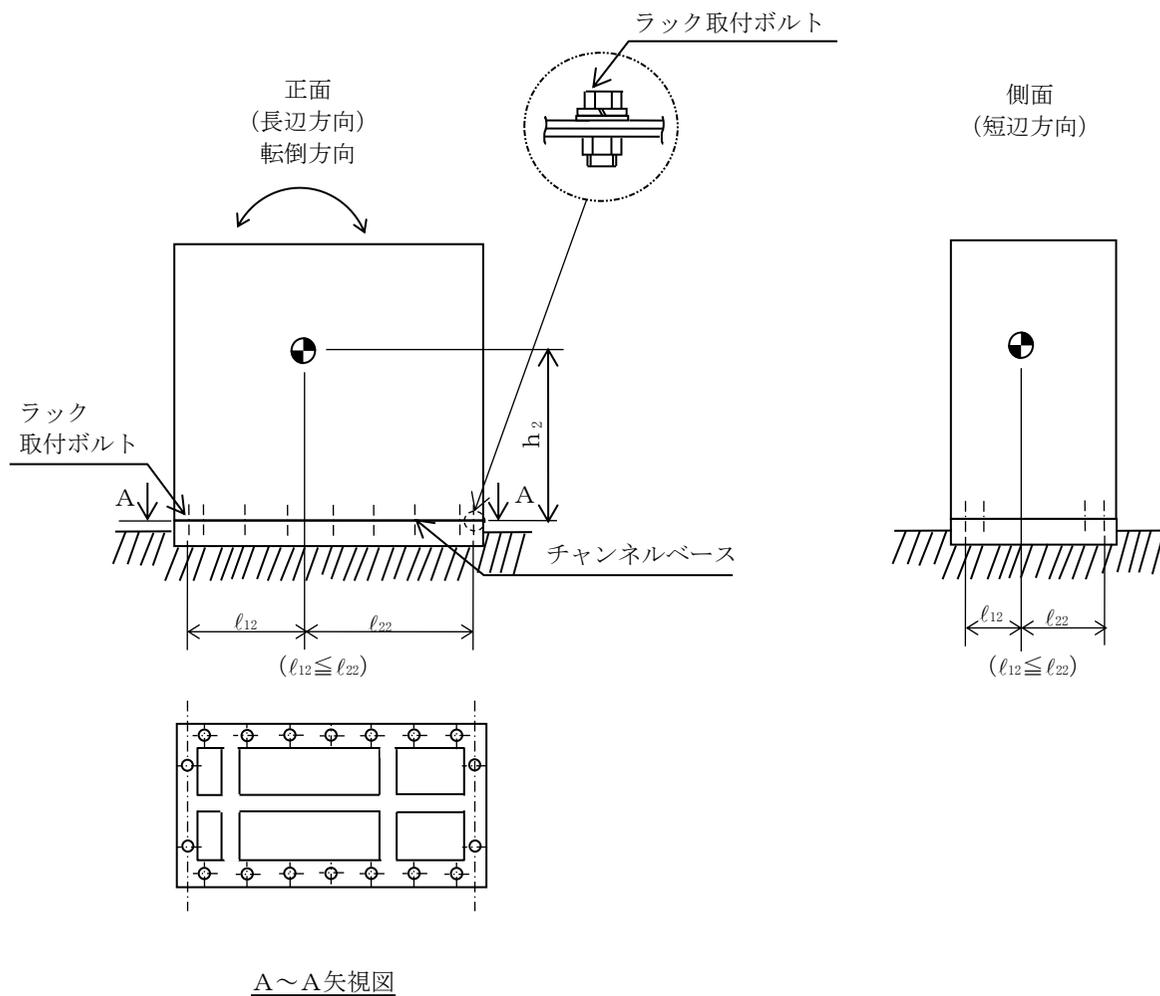
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
高圧炉心注水系ポンプ 吐出圧力 (E22-PT-004C)	水平方向	0.99	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.03	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



V-2-6-5-4 残留熱除去系ポンプ吐出圧力の耐震性についての計算書

目 次

1. 残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-005A)	1
1.1 概要	1
1.2 一般事項	1
1.2.1 構造計画	1
1.3 固有周期	3
1.3.1 固有周期の確認	3
1.4 構造強度評価	4
1.4.1 構造強度評価方法	4
1.4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
1.4.3 計算条件	4
1.5 機能維持評価	8
1.5.1 電氣的機能維持評価方法	8
1.6 評価結果	9
1.6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9
2. 残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-005B, C)	13
2.1 概要	13
2.2 一般事項	13
2.2.1 構造計画	13
2.3 固有周期	15
2.3.1 固有周期の確認	15
2.4 構造強度評価	16
2.4.1 構造強度評価方法	16
2.4.2 荷重の組合せ及び許容応力	16
2.4.3 計算条件	16
2.5 機能維持評価	20
2.5.1 電氣的機能維持評価方法	20
2.6 評価結果	21
2.6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	21

1. 残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-005A)

1.1 概要

本計算書は、V-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、残留熱除去系ポンプ吐出圧力が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

残留熱除去系ポンプ吐出圧力は、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重大事故防止設備（設計基準拡張）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、残留熱除去系ポンプ吐出圧力が設置される計装ラックは、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の壁掛形であるため、V-2-1-14「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。

1.2 一般事項

1.2.1 構造計画

残留熱除去系ポンプ吐出圧力の構造計画を表1-1に示す。

表 1-1 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、取付板は、取付板取付ボルトにより計装ラックに固定される。 計装ラックは、チャンネルベースにラック取付ボルトで設置する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>	<p>【残留熱除去系ポンプ吐出圧力】</p> <p>正面 2150</p> <p>側面 400</p> <p>計装ラック</p> <p>検出器</p> <p>1300</p> <p>(正面方向)</p> <p>計器取付ボルト</p> <p>検出器</p> <p>取付板取付ボルト</p> <p>取付板</p> <p>ラック取付ボルト</p> <p>チャンネルベース</p> <p>壁</p> <p>(側面方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

1.3 固有周期

1.3.1 固有周期の確認

残留熱除去系ポンプ吐出圧力が設置される計装ラックの固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ計装ラックに対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 1-2 に示す。

表 1-2 固有周期 (単位：s)

残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (H22-P030)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

1.4 構造強度評価

1.4.1 構造強度評価方法

残留熱除去系ポンプ吐出圧力の構造強度評価は、V-2-1-14「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。

1.4.2 荷重の組合せ及び許容応力

1.4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

残留熱除去系ポンプ吐出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1-3に示す。

1.4.2.2 許容応力

残留熱除去系ポンプ吐出圧力の許容応力は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表1-4のとおりとする。

1.4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

残留熱除去系ポンプ吐出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1-5に示す。

1.4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【残留熱除去系ポンプ吐出圧力（E11-PT-005A）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 1-3 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	残留熱除去系ポンプ吐出圧力	常設／防止 (DB 拡張)	—*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（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 1-4 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IVAS	1.5・f _t *	1.5・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 1-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100	221	373	—
ラック取付ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

1.5 機能維持評価

1.5.1 電氣的機能維持評価方法

残留熱除去系ポンプ吐出圧力の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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機能確認済加速度は、V-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 1-6 に示す。

表 1-6 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-005A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

1.6 評価結果

1.6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

残留熱除去系ポンプ吐出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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-005A) 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	
残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (E11-PT-005A)	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200 (T. M. S. L. -1.700*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.30	C _V =1.27	100

注記 * : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (H22-P030)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		155	16 (M16)	201.1	20	221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	l _{3 i} * (mm)	n _{f v i} *	n _{f H 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
ラック取付ボルト (i=2)	640	1230	1730	6	4	—	261	—	側面方向
	640	1230	1730	6	4				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=4$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

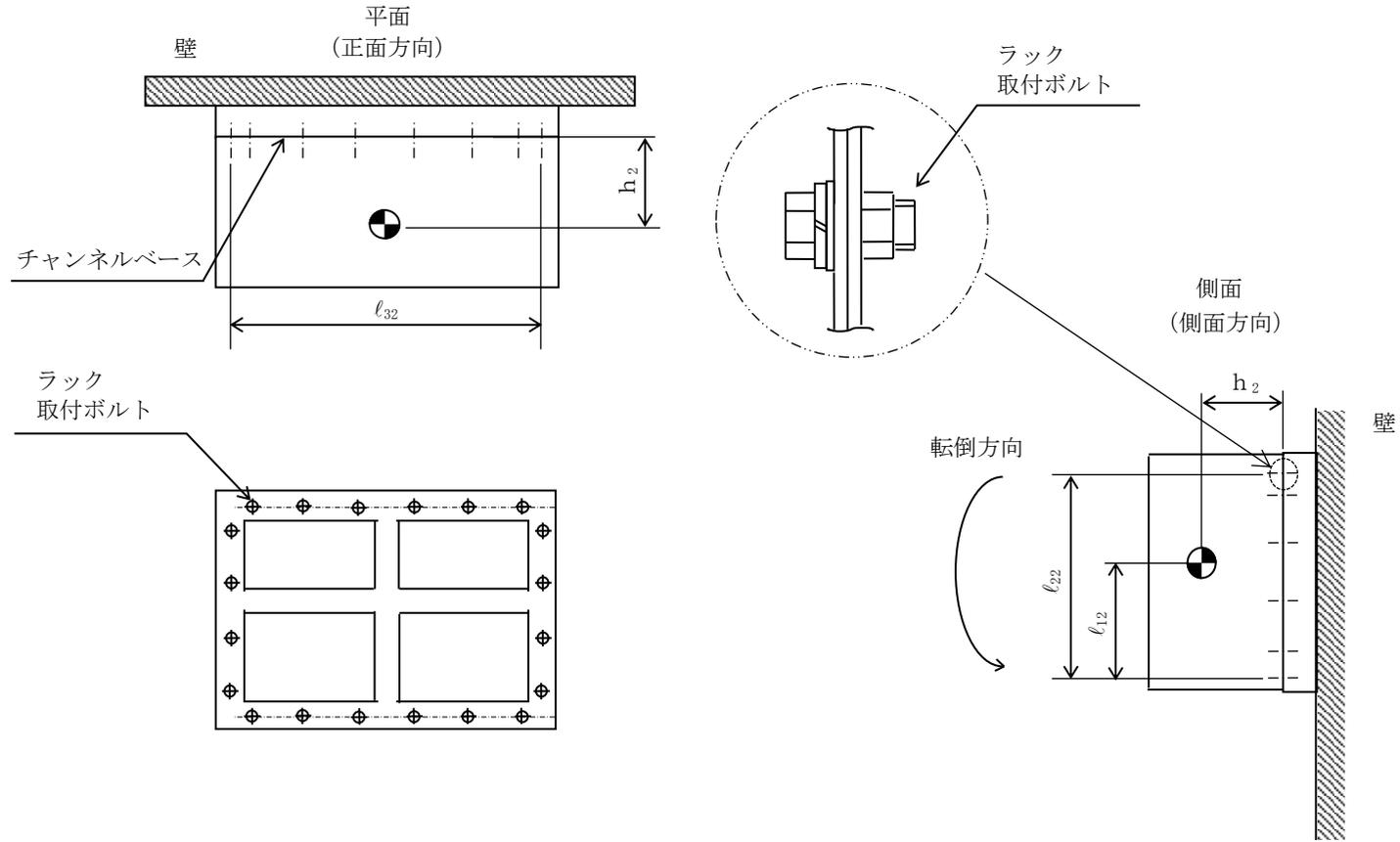
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (E11-PT-005A)	水平方向	1.08	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.06	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



2. 残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-005B, C)

2.1 概要

本計算書は、V-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、残留熱除去系ポンプ吐出圧力が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

残留熱除去系ポンプ吐出圧力は、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重大事故防止設備（設計基準拡張）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、残留熱除去系ポンプ吐出圧力が設置される計装ラックは、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形であるため、V-2-1-14「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。

2.2 一般事項

2.2.1 構造計画

残留熱除去系ポンプ吐出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、取付板は、取付板取付ボルトにより計装ラックに固定される。 計装ラックは、チャンネルベースにラック取付ボルトで設置する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>	<p>【残留熱除去系ポンプ吐出圧力】</p> <table border="1" data-bbox="1099 1134 1968 1361"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (H22-P031)</th> <th>残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (H22-P032)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>600</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>1500</td> <td>1500</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>1900</td> <td>1900</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (H22-P031)	残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (H22-P032)	たて	600	600	横	1500	1500	高さ	1900	1900
機器名称	残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (H22-P031)	残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (H22-P032)												
たて	600	600												
横	1500	1500												
高さ	1900	1900												

2.3 固有周期

2.3.1 固有周期の確認

残留熱除去系ポンプ吐出圧力が設置される計装ラックの固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ計装ラックに対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 2-2 に示す。

表 2-2 固有周期 (単位 : s)

残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (H22-P031)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (H22-P032)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

2.4 構造強度評価

2.4.1 構造強度評価方法

残留熱除去系ポンプ吐出圧力の構造強度評価は、V-2-1-14「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。

2.4.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

残留熱除去系ポンプ吐出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 2-3 に示す。

2.4.2.2 許容応力

残留熱除去系ポンプ吐出圧力の許容応力は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 2-4 のとおりとする。

2.4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

残留熱除去系ポンプ吐出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 2-5 に示す。

2.4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-005B) の耐震性についての計算結果】、【残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-005C) 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 2-3 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	残留熱除去系ポンプ吐出圧力	常設／防止 (DB 拡張)	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設／防止（DB 拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 2-4 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _A S	1.5・f _t * (V _A SとしてIV _A Sの許容限界を用いる。)	1.5・f _s *
V _A 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 2-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
ラック取付ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	66	234	385	—

2.5 機能維持評価

2.5.1 電氣的機能維持評価方法

残留熱除去系ポンプ吐出圧力の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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機能確認済加速度は、V-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 2-6 に示す。

表 2-6 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-005B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-005C)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

2.6 評価結果

2.6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

残留熱除去系ポンプ吐出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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-005B) 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	
残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (E11-PT-005B)	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.19	C _V =1.24	66

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (H22-P031)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i = 2)		960	16 (M16)	201.1	16	234 (径 ≤ 16mm)	385 (径 ≤ 16mm)

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
ラック取付ボルト (i = 2)	260	290	6	—	270	—	長辺方向
	700	740	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=202^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=155$

すべて許容応力以下である。

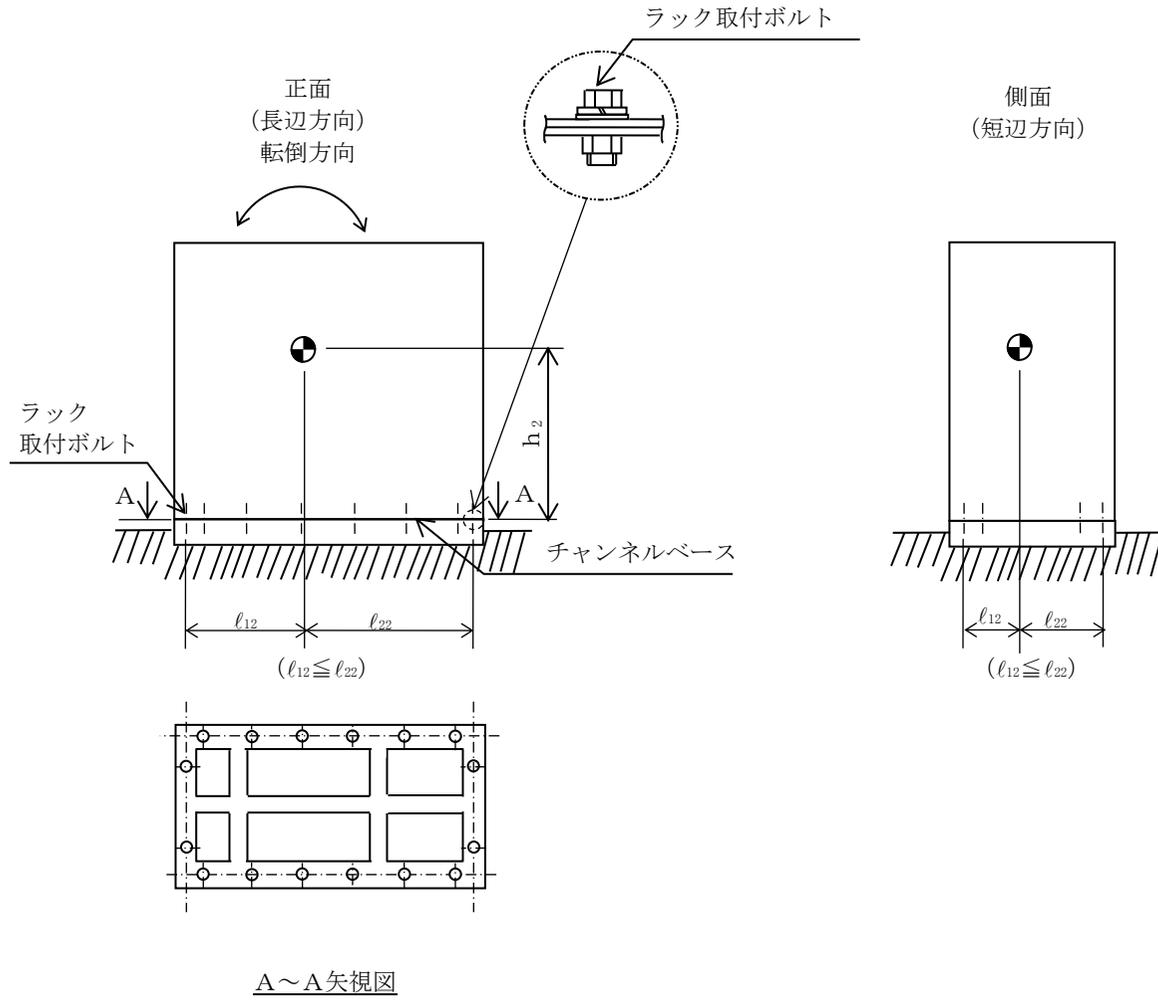
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (E11-PT-005B)	水平方向	0.99	
	鉛直方向	1.03	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-005C) 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	
残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (E11-PT-005C)	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.19	C _V =1.24	66

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (H22-P032)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i = 2)		960	16 (M16)	201.1	16	234 (径 ≤ 16mm)	385 (径 ≤ 16mm)

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
ラック取付ボルト (i = 2)	260	290	6	—	270	—	長辺方向
	700	740	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=202^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=155$

すべて許容応力以下である。

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

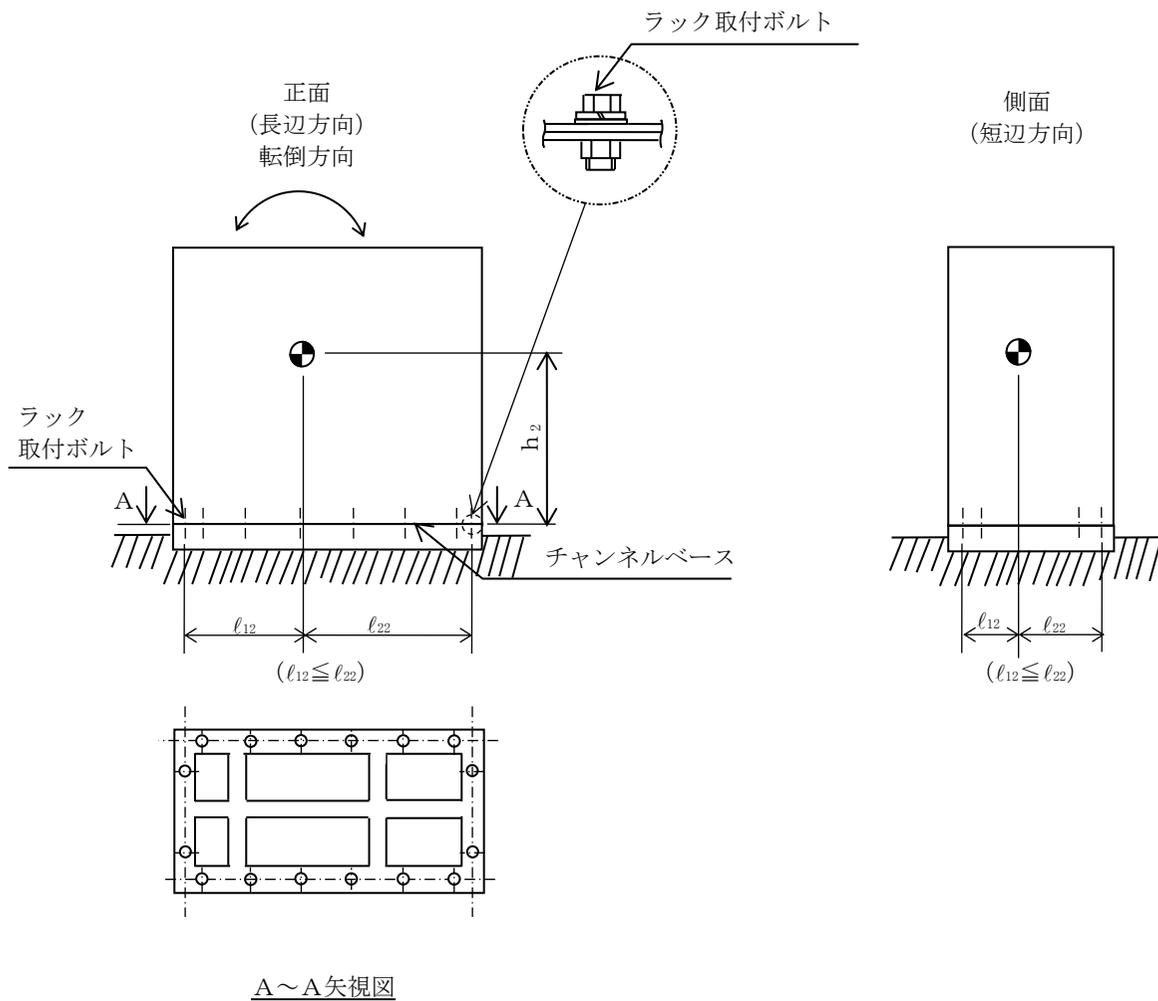
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (E11-PT-005C)	水平方向	0.99	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.03	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



V-2-6-5-5 残留熱除去系熱交換器入口温度
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	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、V-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、残留熱除去系熱交換器入口温度が設計用地震力に対して十分な電氣的機能を有していることを説明するものである。

残留熱除去系熱交換器入口温度は、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重大事故防止設備（設計基準拡張）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

残留熱除去系熱交換器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													
検出器は、残留熱除去系管に溶接された保護管に固定する。	熱電対	<p>【残留熱除去系熱交換器入口温度】</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>残留熱除去系熱交換器入口温度 (E11-TE-006A)</th> <th>残留熱除去系熱交換器入口温度 (E11-TE-006B)</th> <th>残留熱除去系熱交換器入口温度 (E11-TE-006C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>径</td> <td>φ 40</td> <td>φ 40</td> <td>φ 40</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>70</td> <td>70</td> <td>70</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	残留熱除去系熱交換器入口温度 (E11-TE-006A)	残留熱除去系熱交換器入口温度 (E11-TE-006B)	残留熱除去系熱交換器入口温度 (E11-TE-006C)	径	φ 40	φ 40	φ 40	高さ	70	70	70
機器名称	残留熱除去系熱交換器入口温度 (E11-TE-006A)	残留熱除去系熱交換器入口温度 (E11-TE-006B)	残留熱除去系熱交換器入口温度 (E11-TE-006C)											
径	φ 40	φ 40	φ 40											
高さ	70	70	70											

2.2 評価方針

残留熱除去系熱交換器入口温度の機能維持評価は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「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。

残留熱除去系熱交換器入口温度の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

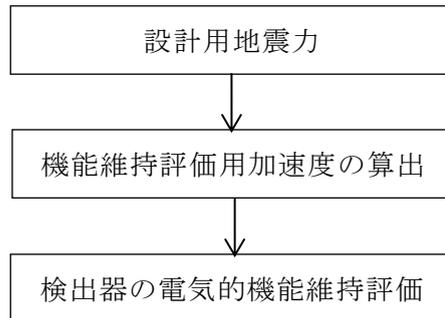


図 2-1 残留熱除去系熱交換器入口温度の耐震評価フロー

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)

3. 評価部位

残留熱除去系熱交換器入口温度は、残留熱除去系管に直接取り付けられた保護管に挿入され固定されることから、残留熱除去系管が支持している。残留熱除去系管の構造強度評価はV-2-5-3-1-6「管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、残留熱除去系管の地震応答解析結果を用いた残留熱除去系熱交換器入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

残留熱除去系熱交換器入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

残留熱除去系熱交換器入口温度は残留熱除去系管に直接取り付けられた保護管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、V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき、基準地震動 S_s により定まる応答加速度又はV-2-5-3-1-6「管の耐震性についての計算書」に示す重大事故等対処設備の地震応答解析で評価した残留熱除去系熱交換器入口温度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 (×9.8m/s²)

評価部位	対象機器設置箇所 (m)	方向	機能維持評価用加速度
残留熱除去系 熱交換器入口温度 (E11-TE-006A)	残留熱除去系管 (RHR-R-2) T. M. S. L. -8.200 (T. M. S. L. -1.700*)	水平	1.03
		鉛直	1.00
残留熱除去系 熱交換器入口温度 (E11-TE-006B)	残留熱除去系管 (RHR-R-4) T. M. S. L. -8.200 (T. M. S. L. -1.700*)	水平	1.03
		鉛直	1.00
残留熱除去系 熱交換器入口温度 (E11-TE-006C)	残留熱除去系管 (RHR-R-7) T. M. S. L. -8.200 (T. M. S. L. -1.700*)	水平	1.03
		鉛直	1.00

注記* : 基準床レベルを示す。

4.2 機能確認済加速度

残留熱除去系熱交換器入口温度の機能確認済加速度には、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該検出器と類似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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
残留熱除去系熱交換器入口温度 (E11-TE-006A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
残留熱除去系熱交換器入口温度 (E11-TE-006B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
残留熱除去系熱交換器入口温度 (E11-TE-006C)	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

残留熱除去系熱交換器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。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。

【残留熱除去系熱交換器入口温度（E11-TE-006A）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/s²)

		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入口温度 (E11-TE-006A)	水平方向	1.03	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.00	<input type="text"/>

注記*：基準地震動S_sにより定まる評価部位における応答加速度又は1.2・ZPA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。

【残留熱除去系熱交換器入口温度（E11-TE-006B）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/s²)

		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入口温度 (E11-TE-006B)	水平方向	1.03	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.00	<input type="text"/>

注記*1：基準地震動S_sにより定まる評価部位における応答加速度又は1.2・ZPA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。

【残留熱除去系熱交換器入口温度（E11-TE-006C）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

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

		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入口温度 (E11-TE-006C)	水平方向	1.03	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.00	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる評価部位における応答加速度又は $1.2 \cdot ZPA$ 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。

V-2-6-5-6 残留熱除去系熱交換器出口温度
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	3
4. 機能維持評価	4
4.1 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、V-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、残留熱除去系熱交換器出口温度が設計用地震力に対して十分な電氣的機能を有していることを説明するものである。

残留熱除去系熱交換器出口温度は、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重大事故防止設備（設計基準拡張）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

残留熱除去系熱交換器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													
検出器は、残留熱除去系管に溶接された保護管に固定する。	熱電対	<p>【残留熱除去系熱交換器出口温度】</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>残留熱除去系熱交換器出口温度 (E11-TE-007A)</th> <th>残留熱除去系熱交換器出口温度 (E11-TE-007B)</th> <th>残留熱除去系熱交換器出口温度 (E11-TE-007C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>径</td> <td>φ 40</td> <td>φ 40</td> <td>φ 40</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>70</td> <td>70</td> <td>70</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	残留熱除去系熱交換器出口温度 (E11-TE-007A)	残留熱除去系熱交換器出口温度 (E11-TE-007B)	残留熱除去系熱交換器出口温度 (E11-TE-007C)	径	φ 40	φ 40	φ 40	高さ	70	70	70
機器名称	残留熱除去系熱交換器出口温度 (E11-TE-007A)	残留熱除去系熱交換器出口温度 (E11-TE-007B)	残留熱除去系熱交換器出口温度 (E11-TE-007C)											
径	φ 40	φ 40	φ 40											
高さ	70	70	70											

2.2 評価方針

残留熱除去系熱交換器出口温度の機能維持評価は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「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。

残留熱除去系熱交換器出口温度の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

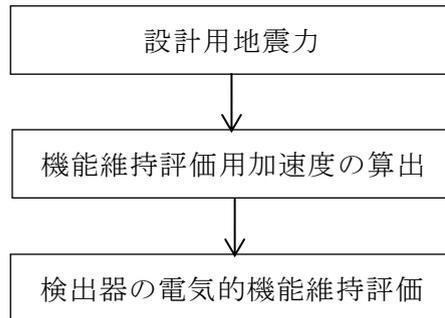


図 2-1 残留熱除去系熱交換器出口温度の耐震評価フロー

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

残留熱除去系熱交換器出口温度は、残留熱除去系管に直接取り付けられた保護管に挿入され固定されることから、残留熱除去系管が支持している。残留熱除去系管の構造強度評価はV-2-5-3-1-6「管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、残留熱除去系管の地震応答解析結果を用いた残留熱除去系熱交換器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

残留熱除去系熱交換器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

残留熱除去系熱交換器出口温度は残留熱除去系管に直接取り付けられた保護管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、V-2-1-7「設計用応答局線の作成方針」に基づき、基準地震動 S_s により定まる応答加速度又はV-2-5-3-1-6「管の耐震性についての計算書」に示す重大事故等対処設備の地震応答解析で評価した残留熱除去系熱交換器出口温度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 (×9.8m/s²)

評価部位	対象機器設置箇所 (m)	方向	機能維持評価用加速度
残留熱除去系 熱交換器出口温度 (E11-TE-007A)	残留熱除去系管 (RHR-R-2) T. M. S. L. -8.200 (T. M. S. L. -1.700* ²)	水平	2.05* ¹
		鉛直	1.00
残留熱除去系 熱交換器出口温度 (E11-TE-007B)	残留熱除去系管 (RHR-R-4) T. M. S. L. -8.200 (T. M. S. L. -1.700* ²)	水平	1.64* ¹
		鉛直	1.00
残留熱除去系 熱交換器出口温度 (E11-TE-007C)	残留熱除去系管 (RHR-R-7) T. M. S. L. -8.200 (T. M. S. L. -1.700* ²)	水平	1.13* ¹
		鉛直	1.13* ¹

注記*1：取付部の配管に生じる応答加速度を示す。打ち切り振動数を30Hzとして計算した結果を示す。

*2：基準床レベルを示す。

4.2 機能確認済加速度

残留熱除去系熱交換器出口温度の機能確認済加速度には、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該検出器と類似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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
残留熱除去系熱交換器出口温度 (E11-TE-007A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
残留熱除去系熱交換器出口温度 (E11-TE-007B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
残留熱除去系熱交換器出口温度 (E11-TE-007C)	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

残留熱除去系熱交換器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。

【残留熱除去系熱交換器出口温度（E11-TE-007A）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/s²)

		機能維持評価用加速度*1	機能確認済加速度
残留熱除去系熱交換器出口温度 (E11-TE-007A)	水平方向	2.05*2	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.00	<input type="text"/>

注記*1：基準地震動S_sにより定まる評価部位における応答加速度又は1.2・ZPAのいずれか大きい値とする。

*2：機能維持評価用加速度は、打ち切り振動数を30Hzとして計算した結果を示す。

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出口温度 (E11-TE-007B) 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/s²)

		機能維持評価用加速度*1	機能確認済加速度
残留熱除去系熱交換器出口温度 (E11-TE-007B)	水平方向	1.64*2	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.00	<input type="text"/>

注記*1：基準地震動 S_s により定まる評価部位における応答加速度又は 1.2・ZPA のいずれか大きい値とする。

*2：機能維持評価用加速度は、打ち切り振動数を 30Hz として計算した結果を示す。

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出口温度 (E11-TE-007C) 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

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

		機能維持評価用加速度*1	機能確認済加速度
残留熱除去系熱交換器出口温度 (E11-TE-007C)	水平方向	1.13*2	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.13*2	<input type="text"/>

注記*1：基準地震動 S_s により定まる評価部位における応答加速度又は $1.2 \cdot ZPA$ のいずれか大きい値とする。

*2：機能維持評価用加速度は、打ち切り振動数を 30Hz として計算した結果を示す。

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。

V-2-6-5-7 復水補給水系温度（代替循環冷却）
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、V-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、復水補給水系温度（代替循環冷却）が設計用地震力に対して十分な電気的機能を有していることを説明するものである。

復水補給水系温度（代替循環冷却）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気的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

復水補給水系温度（代替循環冷却）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、残留熱除去系管に溶接された保護管に固定する。</p>	<p>熱電対</p>	<p>【復水補給水系温度（代替循環冷却）】</p> <p>φ 40</p> <p>検出器</p> <p>保護管</p> <p>溶接</p> <p>残留熱除去系管</p> <p>70</p> <p>(単位：mm)</p>

2.2 評価方針

復水補給水系温度（代替循環冷却）の機能維持評価は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「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。

復水補給水系温度（代替循環冷却）の耐震評価フローを図2-1に示す。

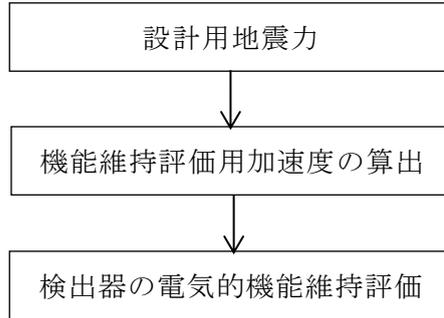


図2-1 復水補給水系温度（代替循環冷却）の耐震評価フロー

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

復水補給水系温度（代替循環冷却）は、残留熱除去系管に直接取り付けられた保護管に挿入され固定されることから、残留熱除去系管が支持している。残留熱除去系管の構造強度評価はV-2-5-3-1-6「管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、残留熱除去系管の地震応答解析結果を用いた復水補給水系温度（代替循環冷却）の電氣的機能維持評価について示す。

4. 機能維持評価

復水補給水系温度（代替循環冷却）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

復水補給水系温度（代替循環冷却）は残留熱除去系管に直接取り付けられた保護管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、V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき、基準地震動 S_s により定まる応答加速度又はV-2-5-3-1-6「管の耐震性についての計算書」に示す重大事故等対処設備の地震応答解析で評価した復水補給水系温度（代替循環冷却）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 (×9.8m/s²)

評価部位	対象機器設置箇所 (m)	方向	機能維持評価用加速度
復水補給水系温度 (代替循環冷却) (E11-TE-009B)	残留熱除去系管 (RHR-R-4) T. M. S. L. -8.200 (T. M. S. L. -1.700* ²)	水平	1.43* ¹
		鉛直	1.13* ¹

注記*1：取付部の配管に生じる応答加速度を示す。打ち切り振動数を30Hzとして計算した結果を示す。

*2：基準床レベルを示す。

4.2 機能確認済加速度

復水補給水系温度（代替循環冷却）の機能確認済加速度には、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該検出器と類似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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
復水補給水系温度（代替循環冷却） (E11-TE-009B)	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

復水補給水系温度（代替循環冷却）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。

【復水補給水系温度（代替循環冷却）（E11-TE-009B）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

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

		機能維持評価用加速度*1	機能確認済加速度
復水補給水系温度（代替循環冷却） （E11-TE-009B）	水平方向	1.43*2	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.13*2	<input type="text"/>

注記*1：基準地震動 S_s により定まる評価部位における応答加速度又は $1.2 \cdot ZPA$ のいずれか大きい値とする。

*2：機能維持評価用加速度は、打ち切り振動数を 30Hz として計算した結果を示す。

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。

V-2-6-5-8 残留熱除去系系統流量の耐震性についての計算書

目 次

1. 残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008A-2)	1
1.1 概要	1
1.2 一般事項	1
1.2.1 構造計画	1
1.3 固有周期	3
1.3.1 固有周期の確認	3
1.4 構造強度評価	4
1.4.1 構造強度評価方法	4
1.4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
1.4.3 計算条件	4
1.5 機能維持評価	8
1.5.1 電氣的機能維持評価方法	8
1.6 評価結果	9
1.6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
1.6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9
2. 残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008B-2, C-2)	16
2.1 概要	16
2.2 一般事項	16
2.2.1 構造計画	16
2.3 固有周期	18
2.3.1 固有周期の確認	18
2.4 構造強度評価	19
2.4.1 構造強度評価方法	19
2.4.2 荷重の組合せ及び許容応力	19
2.4.3 計算条件	19
2.5 機能維持評価	23
2.5.1 電氣的機能維持評価方法	23
2.6 評価結果	24
2.6.1 設計基準対象施設としての評価結果	24
2.6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	24

1. 残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008A-2)

1.1 概要

本計算書は、V-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、残留熱除去系系統流量が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

残留熱除去系系統流量は、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氣的機能維持評価を示す。

なお、残留熱除去系系統流量が設置される計装ラックは、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の壁掛形であるため、V-2-1-14「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。

1.2 一般事項

1.2.1 構造計画

残留熱除去系系統流量の構造計画を表 1-1 に示す。

表 1-1 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取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計装ラックに固定される。 計装ラックは、チャンネルベースにラック取付ボルトで設置する。</p>	<p>差圧式流量検出器</p>	<p>【残留熱除去系系統流量】</p> <p>(正面方向)</p> <p>(側面方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

1.3 固有周期

1.3.1 固有周期の確認

残留熱除去系系統流量が設置される計装ラックの固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ計装ラックに対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 1-2 に示す。

表 1-2 固有周期

(単位：s)

残留熱除去系系統流量 (H22-P030)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

1.4 構造強度評価

1.4.1 構造強度評価方法

残留熱除去系系統流量の構造強度評価は、V-2-1-14「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。

1.4.2 荷重の組合せ及び許容応力

1.4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

残留熱除去系系統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1-3に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表1-4に示す。

1.4.2.2 許容応力

残留熱除去系系統流量の許容応力は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表1-5のとおりとする。

1.4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

残留熱除去系系統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1-6に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表1-7に示す。

1.4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008A-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 1-3 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	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	残留熱除去系系統流量	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 1-4 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	残留熱除去系系統流量	常設／防止 (DB 拡張)	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設／防止 (DB 拡張)」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 1-5 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)		

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

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 1-6 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
ラック取付ボルト	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

表 1-7 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
ラック取付ボルト	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

1.5 機能維持評価

1.5.1 電氣的機能維持評価方法

残留熱除去系系統流量の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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機能確認済加速度は、V-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 1-8 に示す。

表 1-8 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008A-2)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

1.6 評価結果

1.6.1 設計基準対象施設としての評価結果

残留熱除去系系統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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

1.6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

残留熱除去系系統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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【残留熱除去系系統流量（E11-FT-008A-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	
残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008A-2)	S	原子炉建屋 T.M.S.L. -8.200 (T.M.S.L. -1.700*)	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.59	C _V =0.63	C _H =1.30	C _V =1.27	100

注記 * : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 残留熱除去系系統流量 (H22-P030)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		155	16 (M16)	201.1	20	221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	l _{3 i} * (mm)	n _{f v i}	n _{f H 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
ラック取付ボルト (i=2)	640	1230	1730	6	4	221	261	側面方向	側面方向
	640	1230	1730	6	4				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=2$	$f_{ts2}=165^*$	$\sigma_{b2}=4$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=127$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

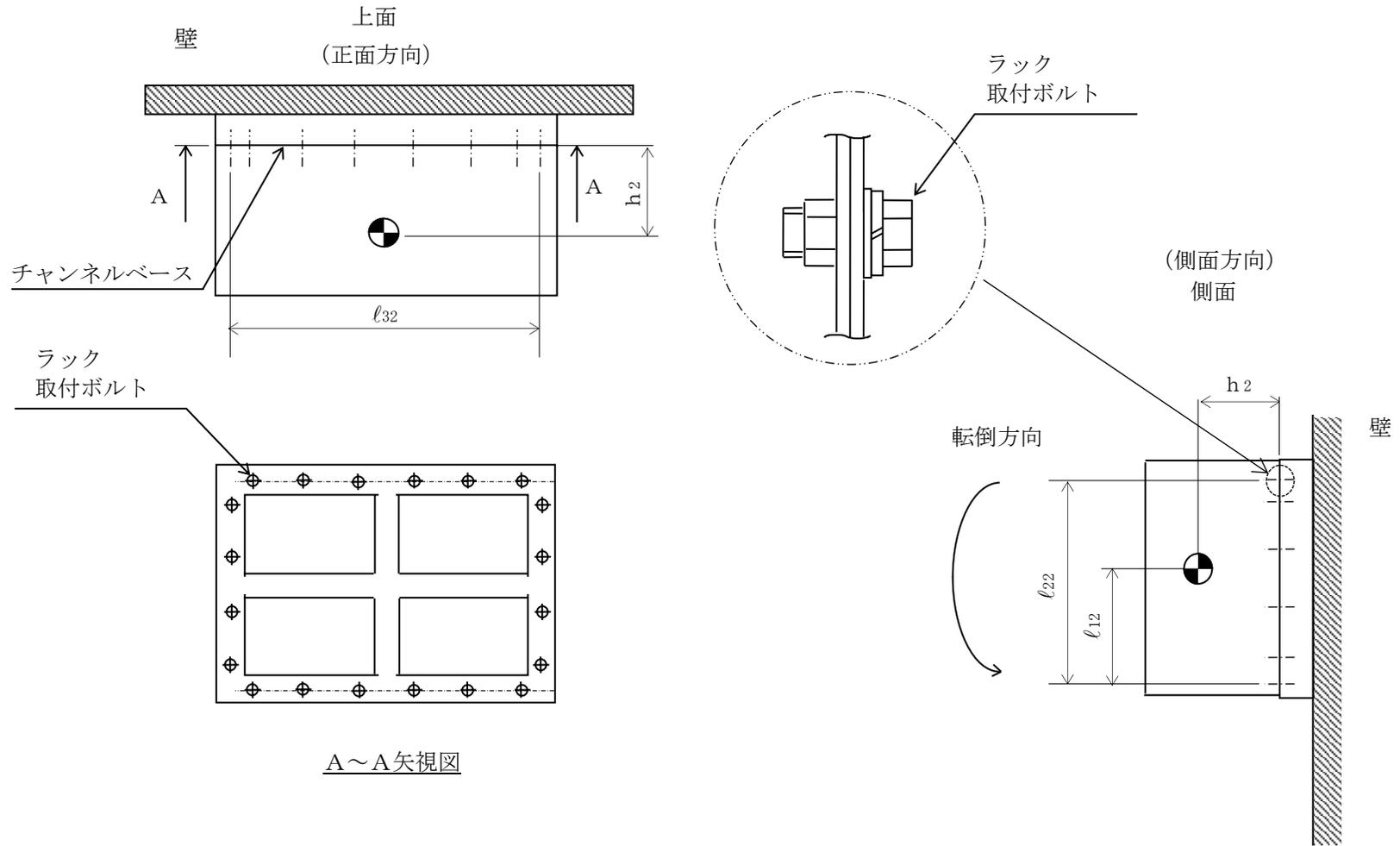
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008A-2)	水平方向	1.08	□
	鉛直方向	1.06	□

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008A-2)	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200 (T. M. S. L. -1.700*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.30	C _V =1.27	100

注記 * : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

2.2.1 残留熱除去系系統流量 (H22-P030)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		155	16 (M16)	201.1	20	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	l _{3 i} * (mm)	n _{f v i}	n _{f h 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
ラック取付ボルト (i=2)	640	1230	1730	6	4	—	261	—	側面方向
	640	1230	1730	6	4				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し,
下段は側面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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=4$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

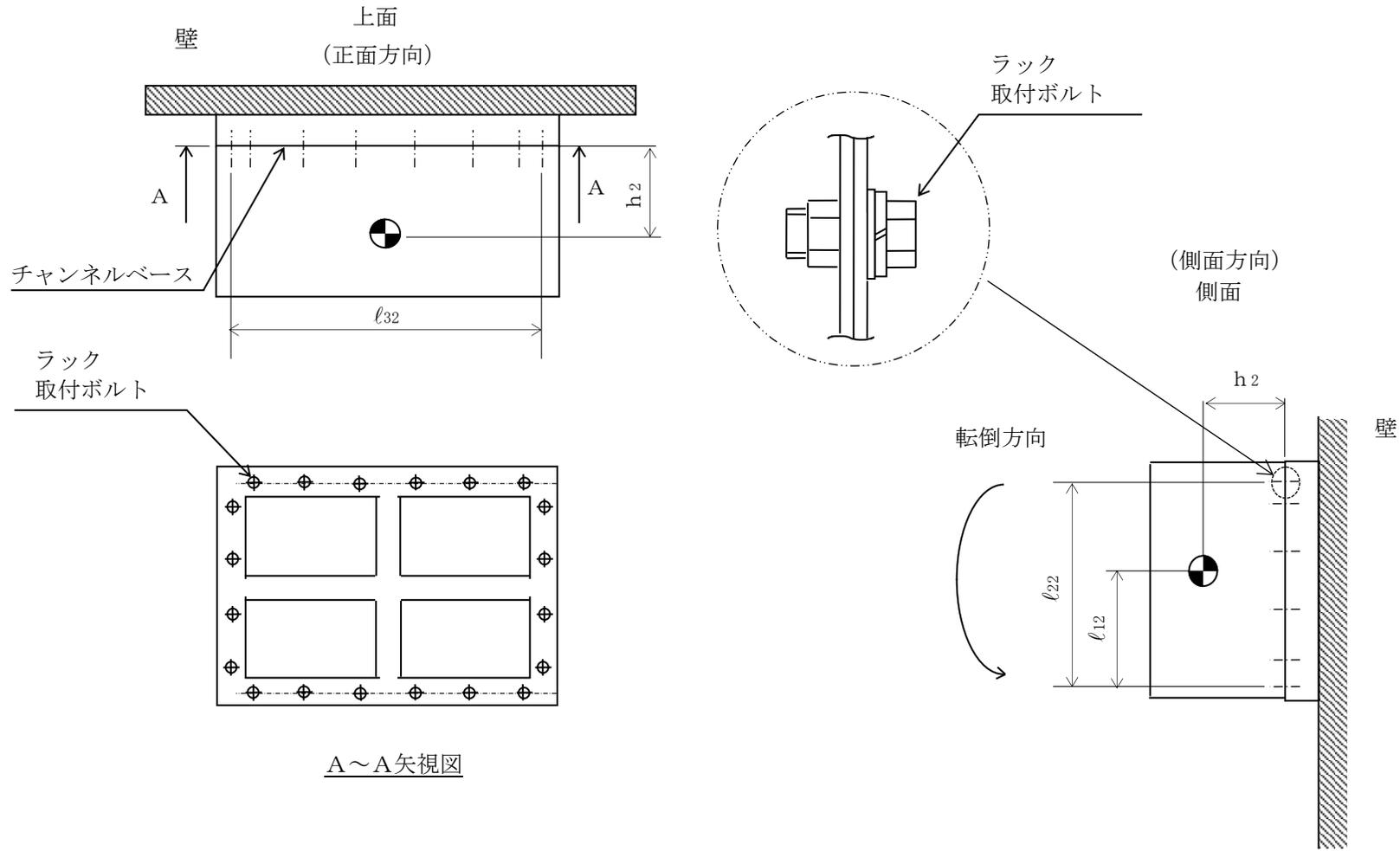
2.4.2 電氣的機能の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008A-2)	水平方向	1.08	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.06	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



A~A矢视图

2. 残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008B-2, C-2)

2.1 概要

本計算書は、V-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、残留熱除去系系統流量が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

残留熱除去系系統流量は、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氣的機能維持評価を示す。

なお、残留熱除去系系統流量が設置される計装ラックは、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形であるため、V-2-1-14「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。

2.2 一般事項

2.2.1 構造計画

残留熱除去系系統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、計器取付ボルトにより取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計装ラックに固定される。</p> <p>計装ラックは、チャンネルベースにラック取付ボルトで設置する。</p>	<p>差圧式流量検出器</p>	<p>【残留熱除去系系統流量】</p> <table border="1" data-bbox="974 1101 1848 1292"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>残留熱除去系系統流量 (H22-P031)</th> <th>残留熱除去系系統流量 (H22-P032)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>600</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>1500</td> <td>1500</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>1900</td> <td>1900</td> </tr> </tbody> </table>	機器名称	残留熱除去系系統流量 (H22-P031)	残留熱除去系系統流量 (H22-P032)	たて	600	600	横	1500	1500	高さ	1900	1900
機器名称	残留熱除去系系統流量 (H22-P031)	残留熱除去系系統流量 (H22-P032)												
たて	600	600												
横	1500	1500												
高さ	1900	1900												

(単位：mm)

2.3 固有周期

2.3.1 固有周期の確認

残留熱除去系系統流量が設置される計装ラックの固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ計装ラックに対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 2-2 に示す。

表 2-2 固有周期

(単位：s)

残留熱除去系系統流量 (H22-P031)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
残留熱除去系系統流量 (H22-P032)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

2.4 構造強度評価

2.4.1 構造強度評価方法

残留熱除去系系統流量の構造強度評価は、V-2-1-14「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。

2.4.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

残留熱除去系系統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2-3に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表2-4に示す。

2.4.2.2 許容応力

残留熱除去系系統流量の許容応力は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表2-5のとおりとする。

2.4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

残留熱除去系系統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2-6に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表2-7に示す。

2.4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008B-2) の耐震性についての計算結果】、【残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008C-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 2-3 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	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	残留熱除去系系統流量	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 2-4 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* ¹	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	残留熱除去系系統流量	常設／防止 (DB 拡張)	—* ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設／防止 (DB 拡張)」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 2-5 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)		

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

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 2-6 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
ラック取付ボルト	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

表 2-7 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
ラック取付ボルト	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

2.5 機能維持評価

2.5.1 電氣的機能維持評価方法

残留熱除去系系統流量の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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機能確認済加速度は、V-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 2-8 に示す。

表 2-8 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008B-2)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008C-2)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

2.6 評価結果

2.6.1 設計基準対象施設としての評価結果

残留熱除去系系統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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

2.6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

残留熱除去系系統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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008B-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	
残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008B-2)	S	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.58	C _V =0.62	C _H =1.19	C _V =1.24	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 残留熱除去系系統流量 (H22-P031)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i = 2)		960	16 (M16)	201.1	16	221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i = 2)	260	290	6	221	261	短辺方向	長辺方向
	700	740	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=4$	$f_{ts2}=165^*$	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	$\tau_{b2}=1$	$f_{sb2}=127$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

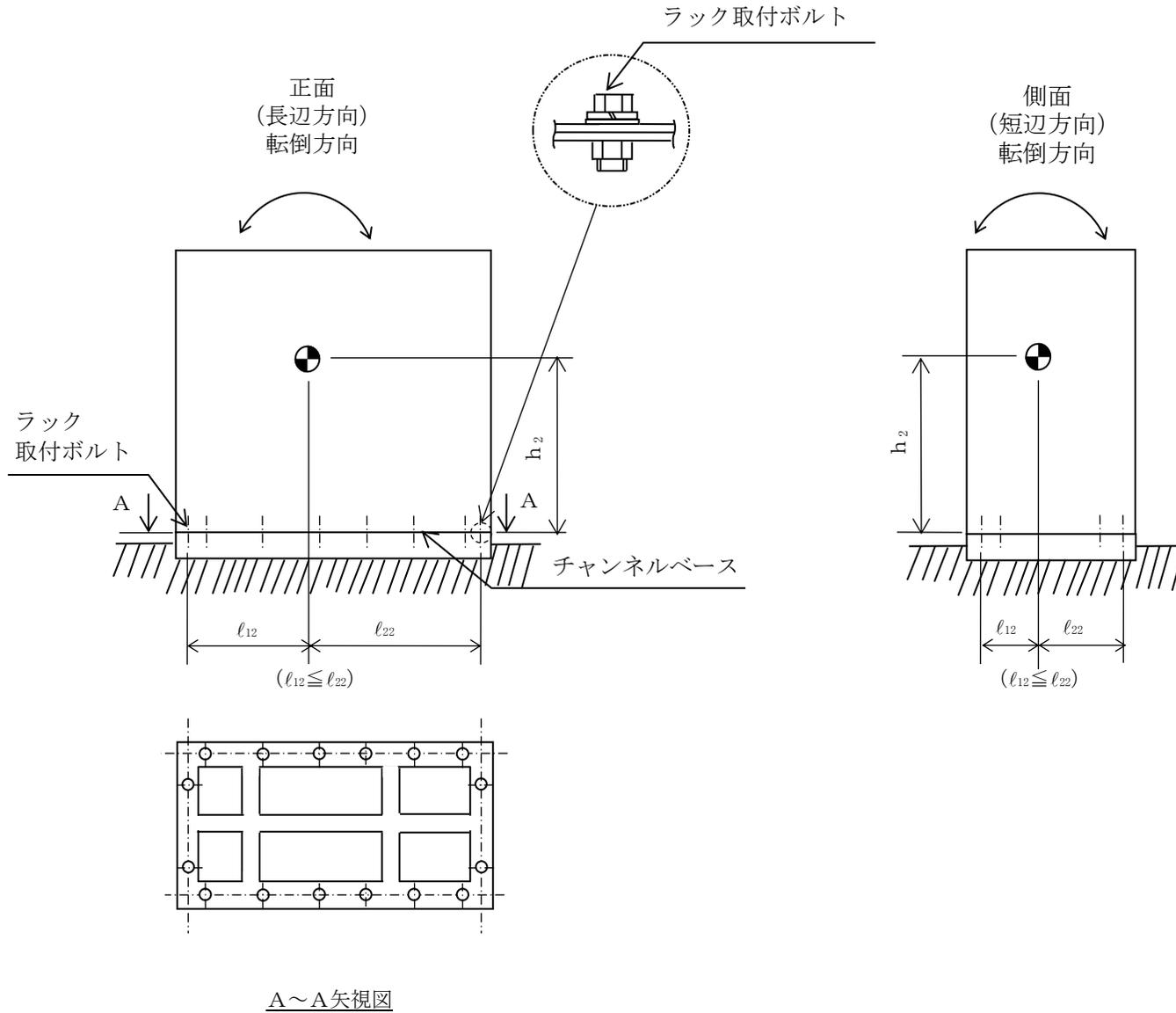
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008B-2)	水平方向	0.99	□
	鉛直方向	1.03	□

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008B-2)	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.19	C _V =1.24	100

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

2.2.1 残留熱除去系系統流量 (H22-P031)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i = 2)		960	16 (M16)	201.1	16	221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i = 2)	260	290	6	—	261	—	長辺方向
	700	740	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

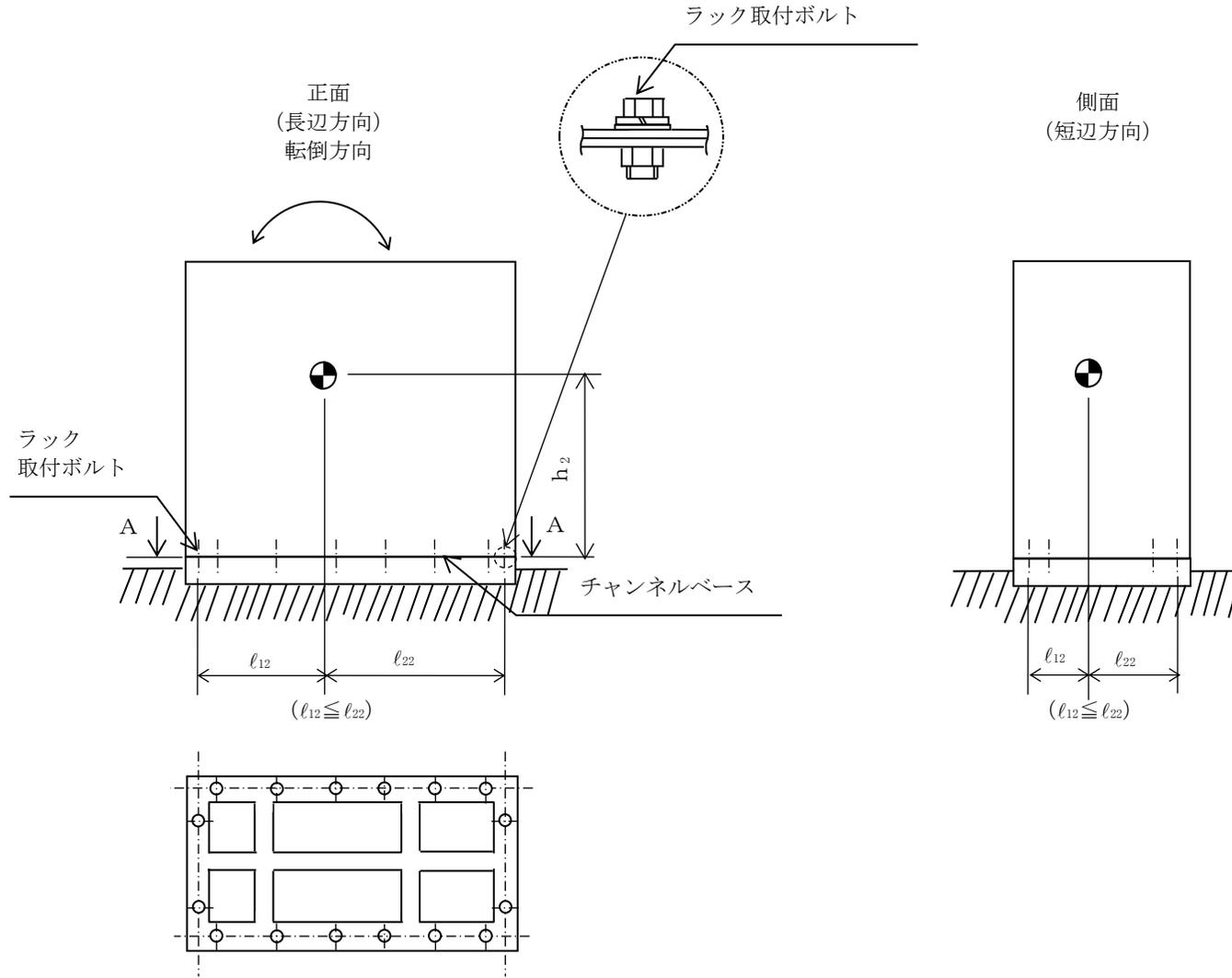
2.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008B-2)	水平方向	0.99	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.03	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



A~A矢視図

【残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008C-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	
残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008C-2)	S	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.58	C _V =0.62	C _H =1.19	C _V =1.24	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 残留熱除去系系統流量 (H22-P032)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i = 2)		960	16 (M16)	201.1	16	221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i = 2)	260	290	6	221	261	短辺方向	長辺方向
	700	740	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=4$	$f_{ts2}=165^*$	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	$\tau_{b2}=1$	$f_{sb2}=127$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

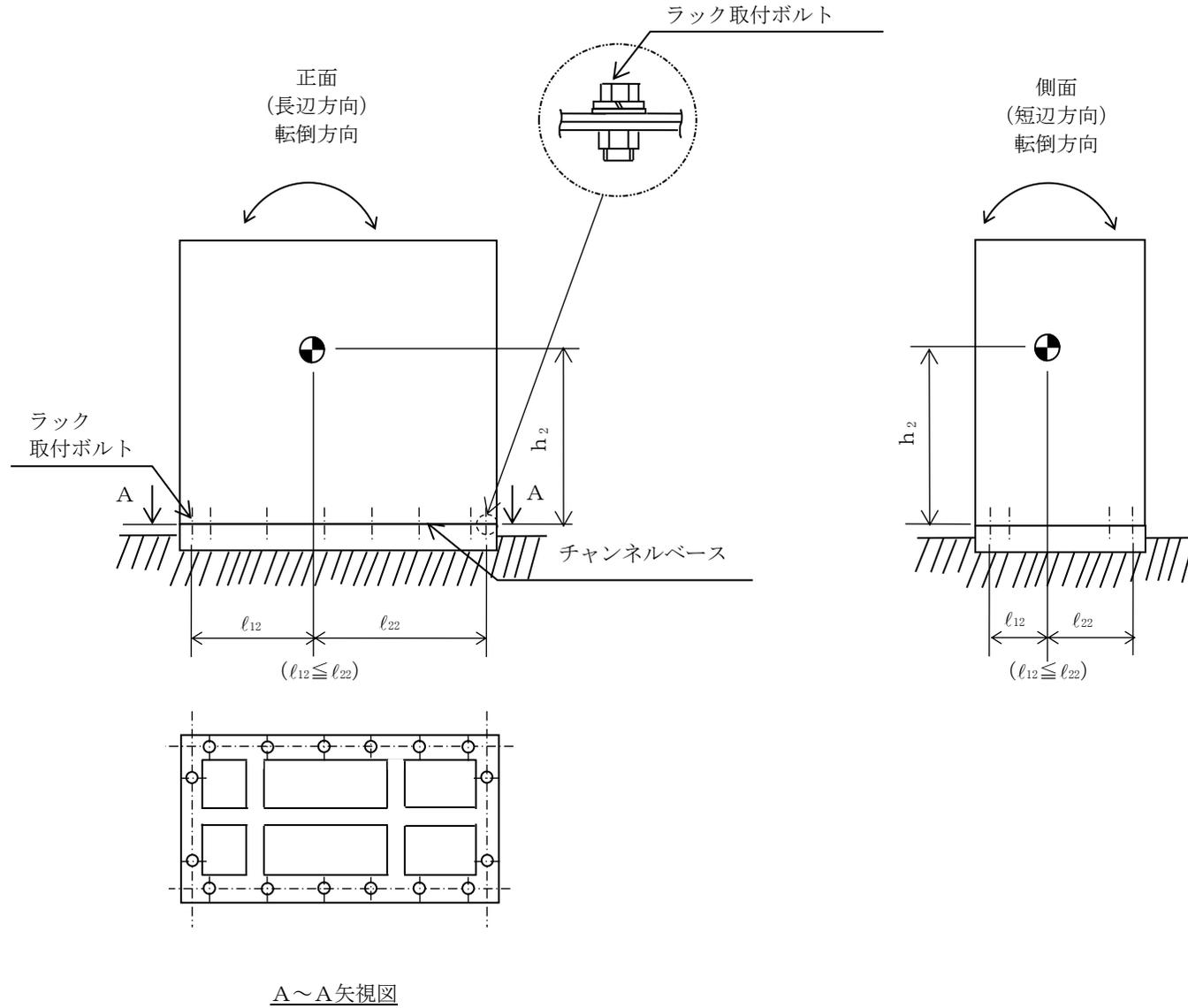
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008C-2)	水平方向	0.99	□
	鉛直方向	1.03	□

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008C-2)	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.19	C _V =1.24	100

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

2.2.1 残留熱除去系系統流量 (H22-P032)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i = 2)		960	16 (M16)	201.1	16	221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i = 2)	260	290	6	—	261	—	長辺方向
	700	740	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

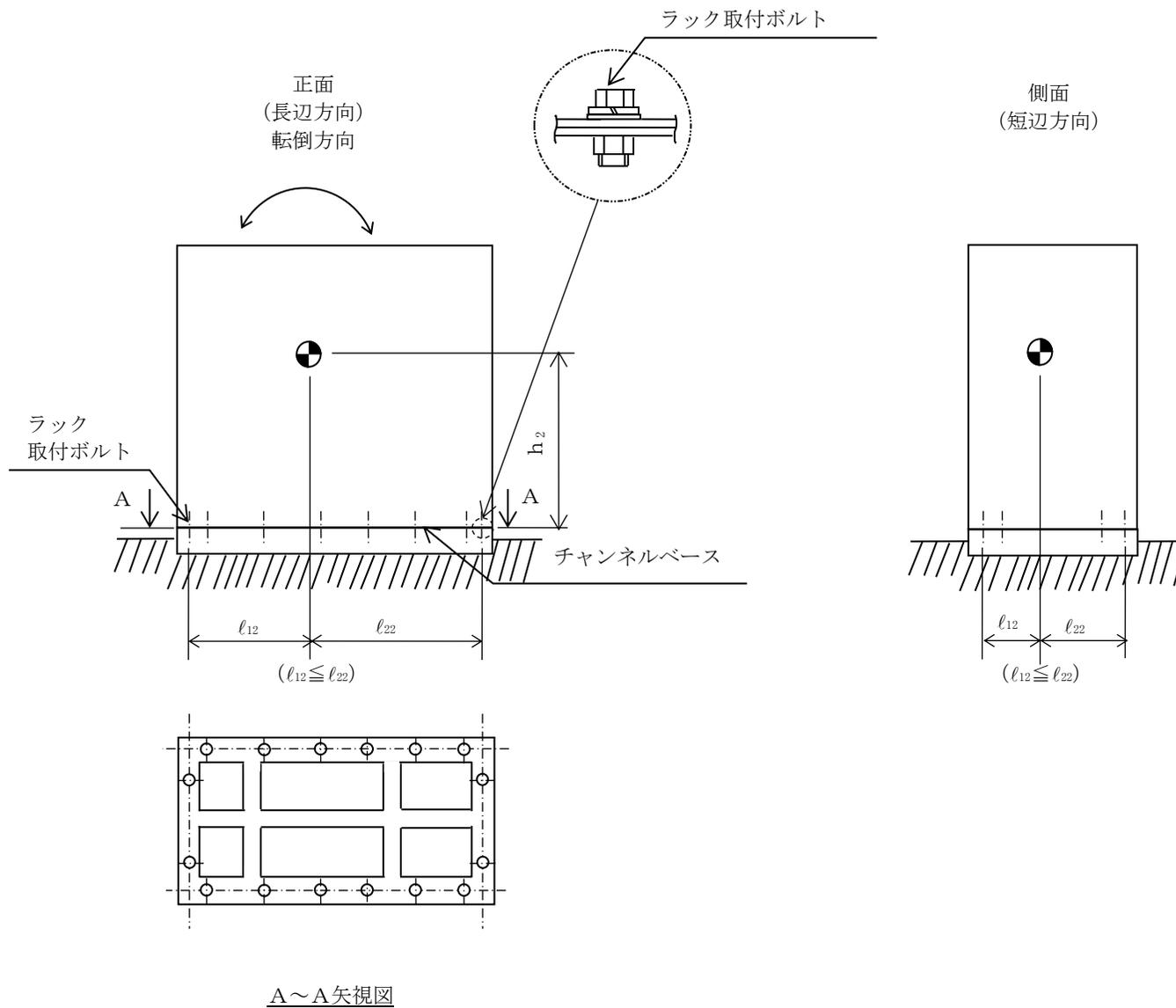
2.4.2 電気的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
残留熱除去系系統流量 (E11-FT-008C-2)	水平方向	0.99	
	鉛直方向	1.03	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



V-2-6-5-9 原子炉隔離時冷却系系統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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、原子炉隔離時冷却系系統流量が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

原子炉隔離時冷却系系統流量は、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および電気的機能維持評価を示す。

なお、原子炉隔離時冷却系系統流量が設置される計装ラックは、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の壁掛形であるため、V-2-1-14「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

原子炉隔離時冷却系系統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、計器取付ボルトにより取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計装ラックに固定される。 計装ラックは、チャンネルベースにラック取付ボルトで設置する。</p>	<p>差圧式流量検出器</p>	<p>【原子炉隔離時冷却系系統流量】</p> <p>(正面方向)</p> <p>(側面方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

原子炉隔離時冷却系系統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、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置(圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器)により記録解析する。試験の結果、剛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)

原子炉隔離時冷却系系統流量 (H22-P037)	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

原子炉隔離時冷却系系統流量の構造強度評価は、V-2-1-14「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

原子炉隔離時冷却系系統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

原子炉隔離時冷却系系統流量の許容応力は、V-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

原子炉隔離時冷却系系統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【原子炉隔離時冷却系系統流量 (E51-FT-006) 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	原子炉隔離時冷却系 系統流量	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 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	原子炉隔離時冷却系 系統流量	常設／防止 (DB 拡張)	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設／防止（DB 拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)		

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

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
ラック取付ボルト	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
ラック取付ボルト	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉隔離時冷却系系統流量の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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機能確認済加速度は、V-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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
原子炉隔離時冷却系系統流量 (E51-FT-006)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

原子炉隔離時冷却系系統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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉隔離時冷却系系統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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉隔離時冷却系系統流量（E51-FT-006）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	
原子炉隔離時冷却系 系統流量 (E51-FT-006)	S	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200 (T. M. S. L. -1.700*)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	C _H =0.59	C _V =0.63	C _H =1.30	C _V =1.27	100

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉隔離時冷却系系統流量（H22-P037）

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	155	16 (M16)	201.1	20	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	ℓ _{3 i} * (mm)	n _{f v i} *	n _{f H 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
ラック取付ボルト (i=2)	640	1230	1680	6	4	221	261	側面方向	側面方向
	640	1230	1680	6	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=2$	$f_{ts2}=165^*$	$\sigma_{b2}=4$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=127$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

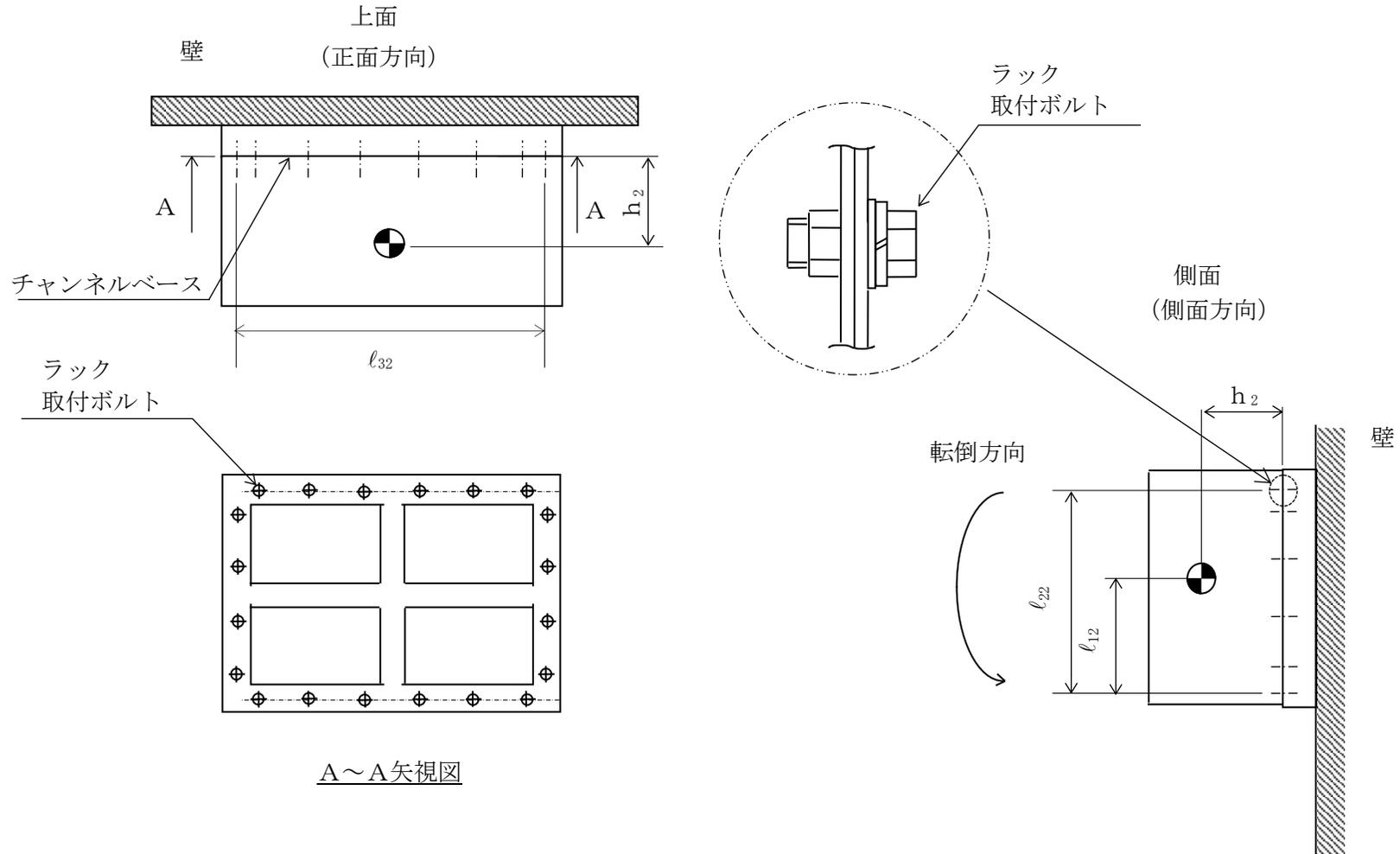
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉隔離時冷却系 系統流量 (E51-FT-006)	水平方向	1.08	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.06	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
原子炉隔離時冷却系 系統流量 (E51-FT-006)	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200 (T. M. S. L. -1.700*)	□	□	—	—	C _H =1.30	C _V =1.27	100

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

2.2.1 原子炉隔離時冷却系系統流量 (H22-P037)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)	□	155	16 (M16)	201.1	20	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	ℓ _{3 i} * (mm)	n _{f v i} *	n _{f H 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
ラック取付ボルト (i=2)	640	1230	1680	6	4	—	261	—	側面方向
	640	1230	1680	6	4				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=4$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

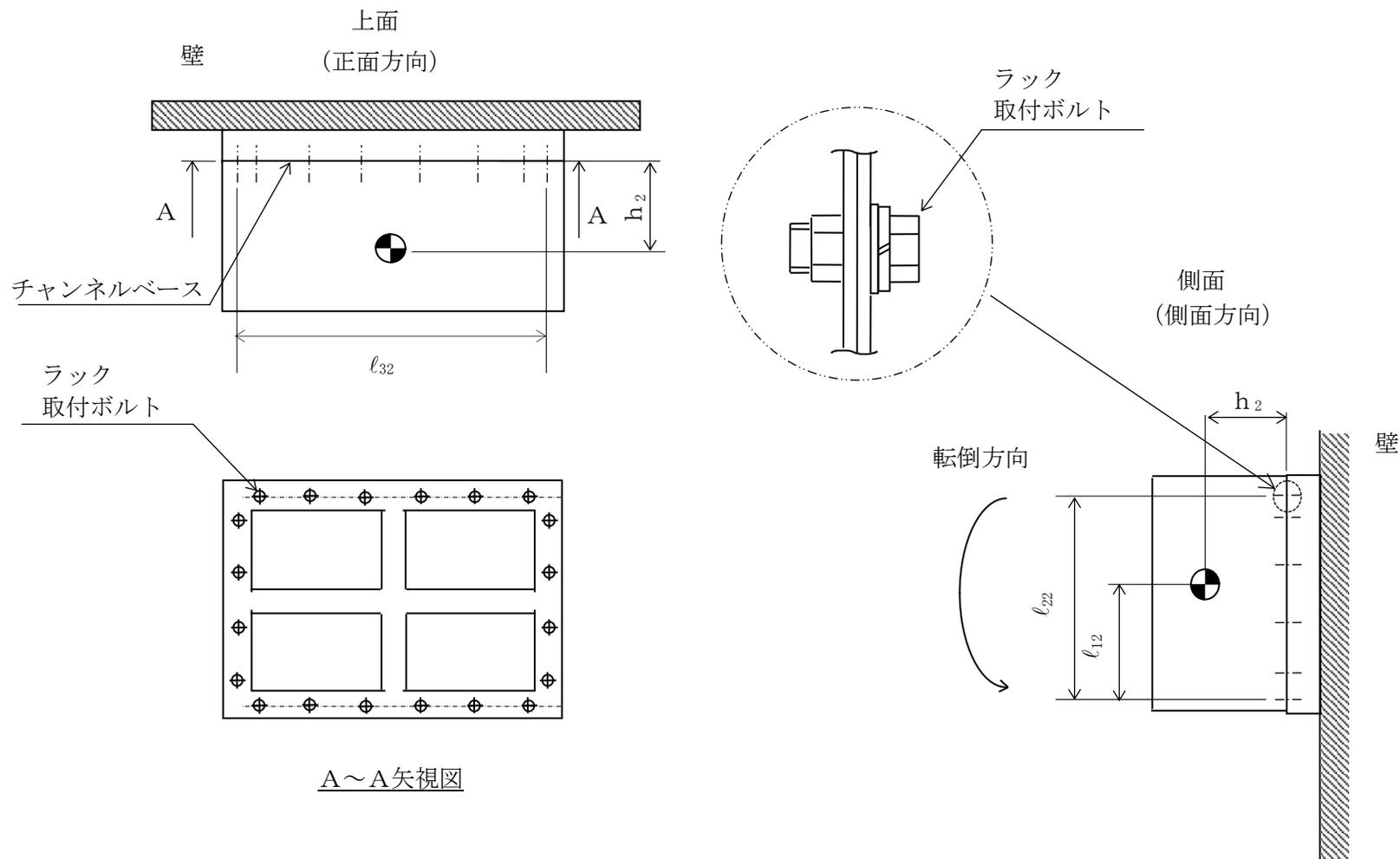
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉隔離時冷却系 系統流量 (E51-FT-006)	水平方向	1.08	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.06	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



V-2-6-5-10 高圧炉心注水系系統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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、高圧炉心注水系系統流量が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

高圧炉心注水系系統流量は、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、高圧炉心注水系系統流量が設置される計装ラックは、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形であるため、V-2-1-14「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

高圧炉心注水系系統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、計器取付ボルトにより取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計装ラックに固定される。 計装ラックは、チャンネルベースに取付ボルトで設置する。</p>	<p>差圧式流量検出器</p>	<p>【高圧炉心注水系系統流量】</p> <table border="1" data-bbox="1099 1082 1966 1273"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>高圧炉心注水系系統流量 (H22-P033)</th> <th>高圧炉心注水系系統流量 (H22-P034)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>600</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>1800</td> <td>1800</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>1900</td> <td>1900</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	高圧炉心注水系系統流量 (H22-P033)	高圧炉心注水系系統流量 (H22-P034)	たて	600	600	横	1800	1800	高さ	1900	1900
機器名称	高圧炉心注水系系統流量 (H22-P033)	高圧炉心注水系系統流量 (H22-P034)												
たて	600	600												
横	1800	1800												
高さ	1900	1900												

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

高圧炉心注水系系統流量が設置される計装ラック（H22-P033）の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により記録解析する。試験の結果、剛であることを確認した。

高圧炉心注水系系統流量が設置される計装ラック（H22-P034）の固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ計装ラックに対する振動試験（自由振動試験）の結果確認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)

高圧炉心注水系系統流量 (H22-P033)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
高圧炉心注水系系統流量 (H22-P034)	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

高圧炉心注水系系統流量の構造強度評価は、V-2-1-14「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

高圧炉心注水系系統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

高圧炉心注水系系統流量の許容応力は、V-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

高圧炉心注水系系統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【高圧炉心注水系系統流量(E22-FT-007B-2)の耐震性についての計算結果】、【高圧炉心注水系系統流量(E22-FT-007C-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	計測装置	高圧炉心注水系系統流量	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 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	高圧炉心注水系系統流量	常設／防止 (DB 拡張)	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設／防止 (DB 拡張)」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)		

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

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
ラック取付ボルト	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
ラック取付ボルト	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

高圧炉心注水系系統流量の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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機能確認済加速度は、V-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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
高圧炉心注水系系統流量 (E22-FT-007B-2)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
高圧炉心注水系系統流量 (E22-FT-007C-2)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

高圧炉心注水系系統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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

高圧炉心注水系系統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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【高圧炉心注水系系統流量(E22-FT-007B-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	
高圧炉心注水系系統流量 (E22-FT-007B-2)	S	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200*	<input type="text"/>	<input type="text"/>	C _H =0.58	C _V =0.62	C _H =1.19	C _V =1.24	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 高圧炉心注水系系統流量 (H22-P033)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i = 2)	<input type="text"/>	965	16 (M16)	201.1	18	221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i = 2)	255	295	7	221	261	短辺方向	長辺方向
	860	880	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=4$	$f_{ts2}=165^*$	$\sigma_{b2}=12$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	$\tau_{b2}=1$	$f_{sb2}=127$	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

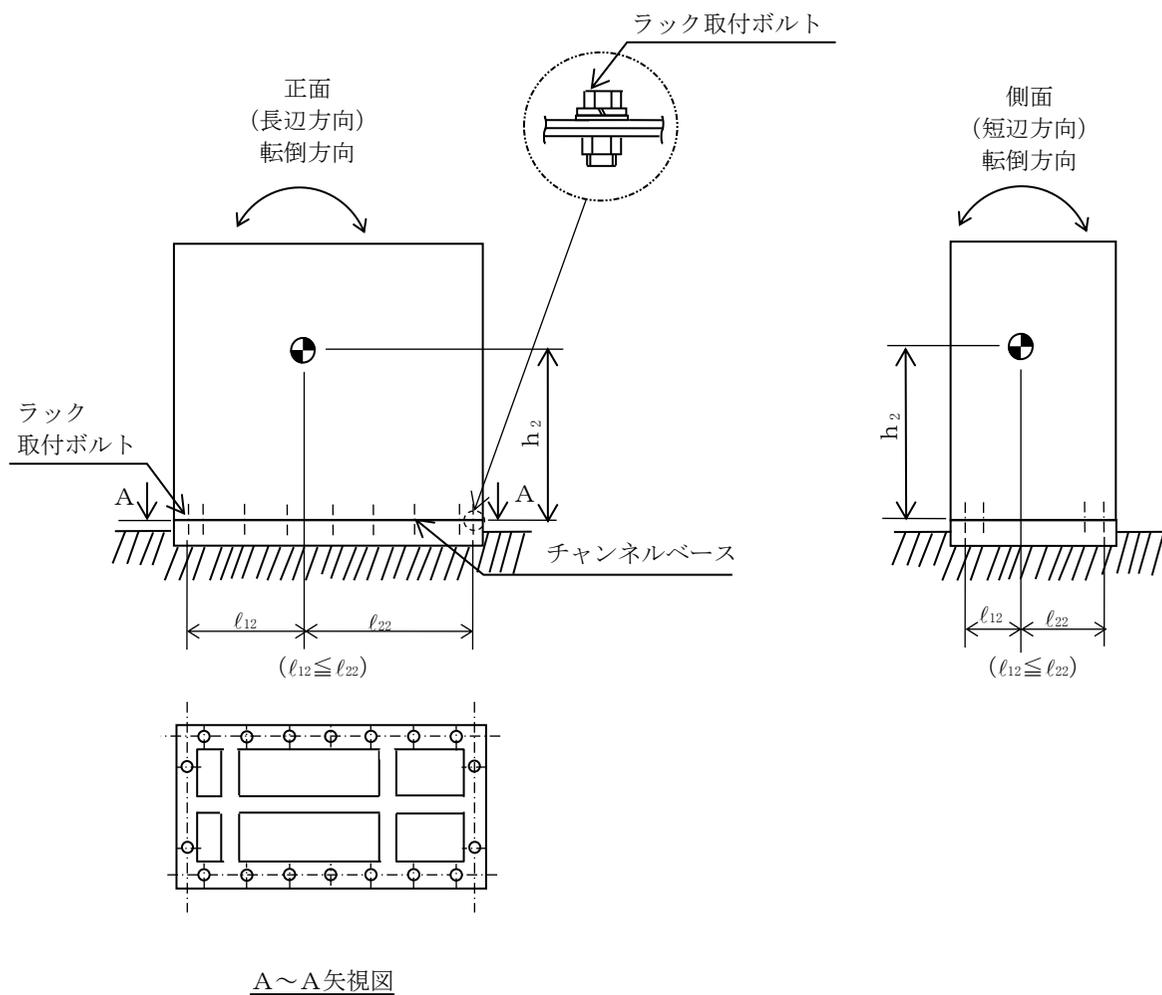
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
高圧炉心注水系 系統流量 (E22-FT-007B-2)	水平方向	0.99	□
	鉛直方向	1.03	□

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
高压炉心注水系系統流量 (E22-FT-007B-2)	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200*	□	□	—	—	C _H =1.19	C _V =1.24	100

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

2.2.1 高压炉心注水系系統流量 (H22-P033)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)	□	965	16 (M16)	201.1	18	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i=2)	255	295	7	—	261	—	長辺方向
	860	880	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=12$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

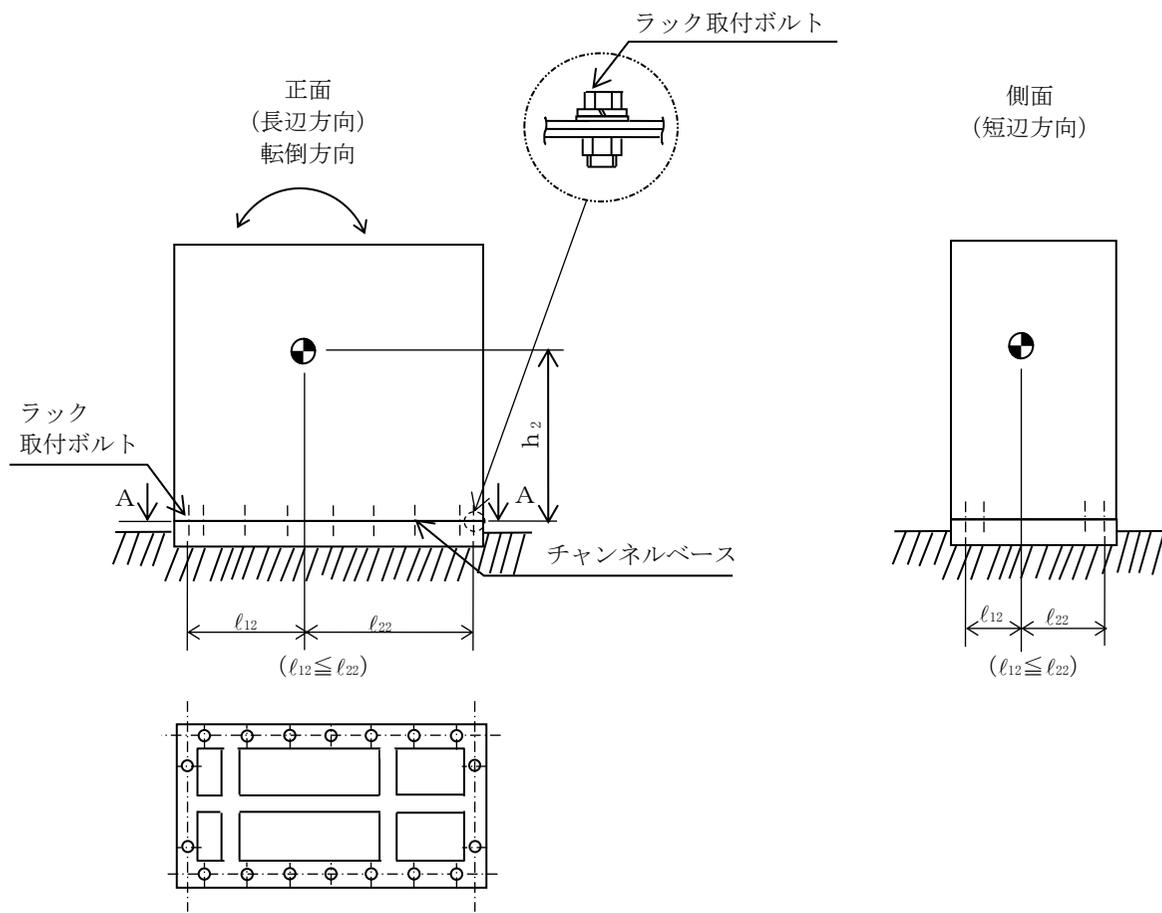
2.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
高圧炉心注水系 系統流量 (E22-FT-007B-2)	水平方向	0.99	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.03	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



A~A 矢視図

【高圧炉心注水系系統流量(E22-FT-007C-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	
高圧炉心注水系系統流量 (E22-FT-007C-2)	S	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.58	C _V =0.62	C _H =1.19	C _V =1.24	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 高圧炉心注水系系統流量 (H22-P034)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i = 2)		965	16 (M16)	201.1	18	221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i = 2)	255	295	7	221	261	短辺方向	長辺方向
	860	880	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=4$	$f_{ts2}=165^*$	$\sigma_{b2}=12$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	$\tau_{b2}=1$	$f_{sb2}=127$	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

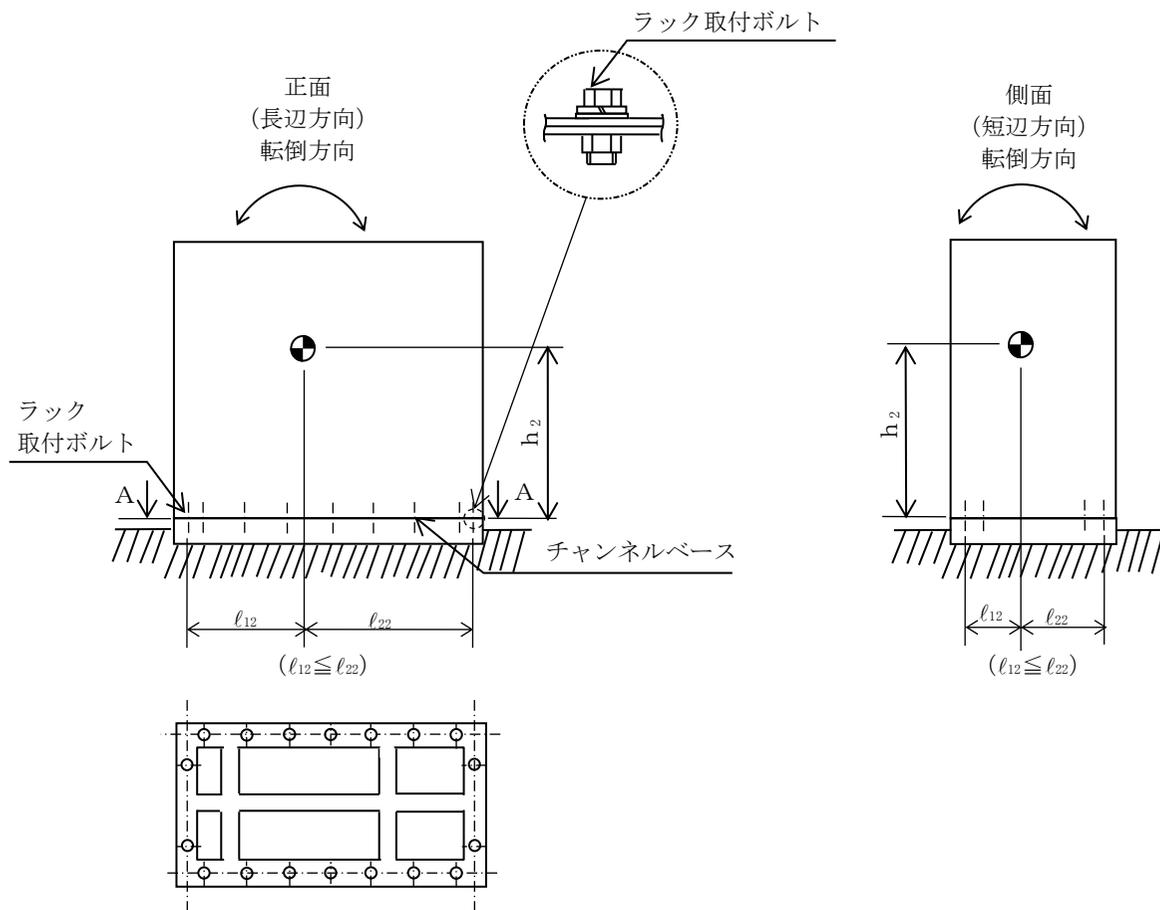
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
高圧炉心注水系 系統流量 (E22-FT-007C-2)	水平方向	0.99	□
	鉛直方向	1.03	□

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



A~A矢视图

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	
高压炉心注水系系統流量 (E22-FT-007C-2)	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.19	C _V =1.24	100

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

2.2.1 高压炉心注水系系統流量 (H22-P034)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		965	16 (M16)	201.1	18	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i=2)	255	295	7	—	261	—	長辺方向
	860	880	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=12$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

2.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
高圧炉心注水系 系統流量 (E22-FT-007C-2)	水平方向	0.99	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.03	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

V-2-6-5-11 高圧代替注水系系統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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、高圧代替注水系系統流量が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

高圧代替注水系系統流量は、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。

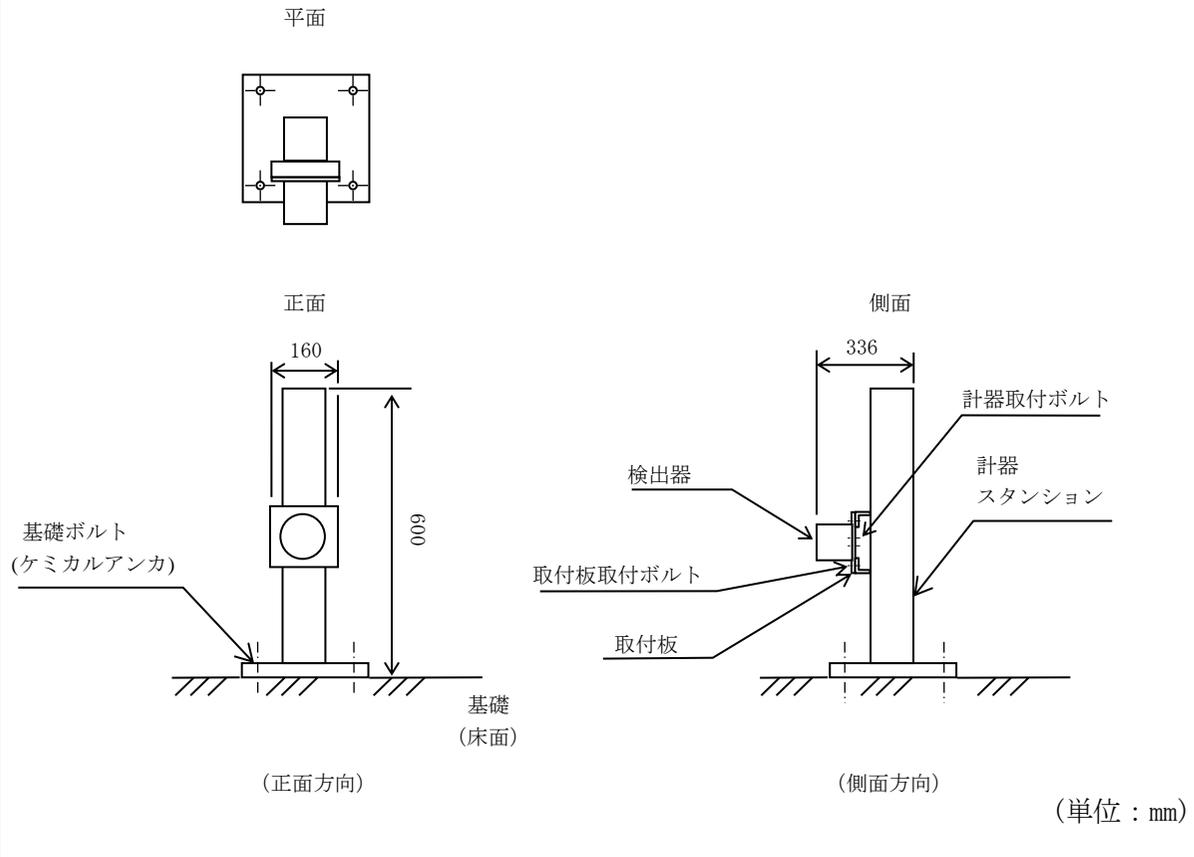
なお、高圧代替注水系系統流量は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形スタンションであるため、V-2-1-14「計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

高圧代替注水系系統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、計器取付ボルトにより取付板に固定され、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。計器スターションは、基礎に基礎ボルトで設置する。</p>	<p>差圧式流量検出器</p>	<p>【高圧代替注水系系統流量】</p>  <p>(正面方向)</p> <p>(側面方向)</p> <p>(単位: mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

プラスチックハンマ等により、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により記録解析する。試験の結果、剛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)

高圧代替注水系系統流量 (E61-FT-006)	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

高圧代替注水系系統流量の構造強度評価は、V-2-1-14「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

高圧代替注水系系統流量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

高圧代替注水系系統流量の許容応力は、V-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

高圧代替注水系系統流量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【高圧代替注水系系統流量（E61-FT-006）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	高圧代替注水系系統流量	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	
	引張り	せん断
IV _A S	1.5 · f _t [*]	1.5 · f _s [*]
V _A S (V _A SとしてIV _A Sの許容限界を用いる。)		

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

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	66	234	385	—
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	66	234	385	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

高圧代替注水系系統流量の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

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、V-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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
高圧代替注水系系統流量 (E61-FT-006)	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

高圧代替注水系系統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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【高压代替注水系系統流量（E61-FT-006）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	
高压代替注水系系統流量 (E61-FT-006)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 T. M. S. L. -1.700*	□	□	—	—	C _H =1.30	C _V =1.27	66

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 高压代替注水系系統流量

部材	m (kg)	h ₁ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト	□	356	12 (M12)	113.1	4	234 (径≤16mm)	385 (径≤16mm)

部材	l ₁ * (mm)	l ₂ * (mm)	n _f * (mm)	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	100	100	2	—	270	—	側面方向
	14	186	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F b		Q b	
	弾性設計用 地震動 S d 又は 静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用 地震動 S d 又は 静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト	—	<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 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	引張り	—	—	$\sigma_b=5$	$f_{ts}=162^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=2$	$f_{sb}=124$

すべて許容応力以下である。

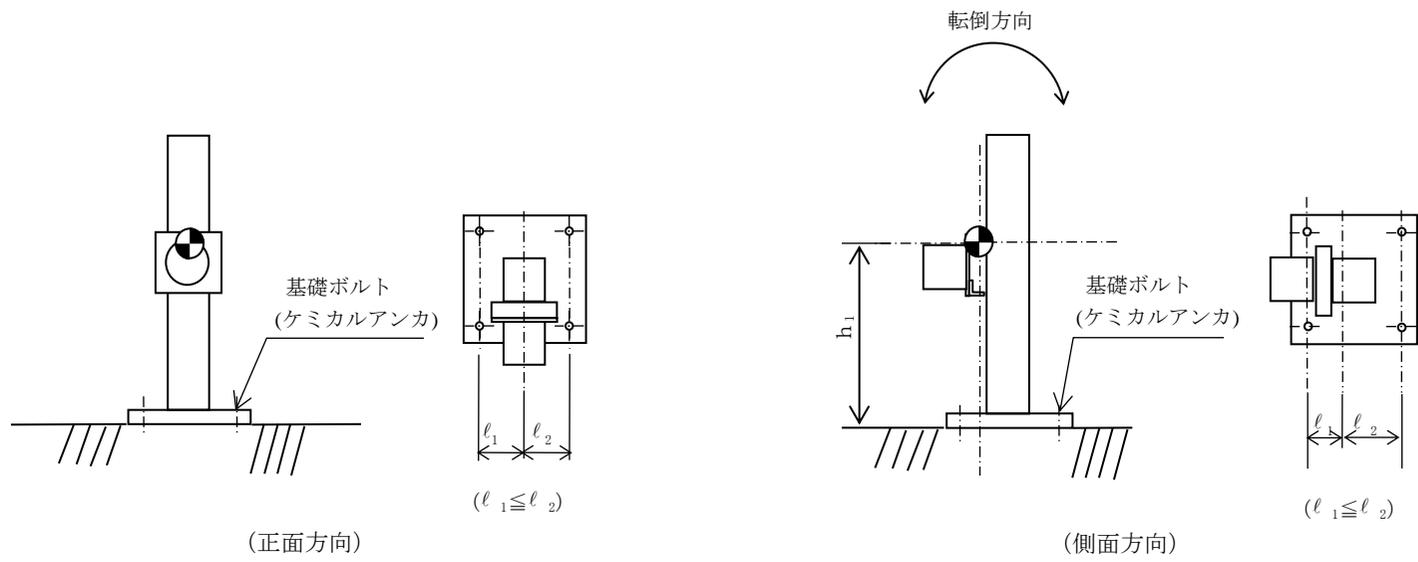
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
高压代替注水系系統流量 (E61-FT-006)	水平方向	1.08	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.06	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



V-2-6-5-12 復水補給水系流量（RHR A系代替注水流量）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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、復水補給水系流量（RHR A系代替注水流量）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

復水補給水系流量（RHR A系代替注水流量）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、復水補給水系流量（RHR A系代替注水流量）は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の壁掛形スタンションであるため、V-2-1-14「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

復水補給水系流量（RHR A系代替注水流量）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、計器取付ボルトにより取付板に固定され、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。計器スターションは、基礎に基礎ボルトで設置する。</p>	<p>差圧式流量検出器</p>	<p>【復水補給水系流量（RHR A 系代替注水流量）】</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

復水補給水系流量（RHR A系代替注水流量）の固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つスタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果確認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)

復水補給水系流量 (RHR A系代替注水流量) (E11-FT-013A)	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

復水補給水系流量（RHR A 系代替注水流量）の構造強度評価は、V-2-1-14「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

復水補給水系流量（RHR A 系代替注水流量）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

復水補給水系流量（RHR A 系代替注水流量）の許容応力は、V-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

復水補給水系流量（RHR A 系代替注水流量）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【復水補給水系流量（RHR A 系代替注水流量）(E11-FT-013A) 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	復水補給水系流量 (RHR A系代替注水流量)	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	
	引張り	せん断
IVAS	1.5・f _t * (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f _s *
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 _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	66	234	385	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

復水補給水系流量（RHR A系代替注水流量）の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

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、V-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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
復水補給水系流量（RHR A系代替注水流量） (E11-FT-013A)	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

復水補給水系流量（RHR A系代替注水流量）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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【復水補給水系流量（RHR A系代替注水流量）（E11-FT-013A）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	
復水補給水系流量 (RHR A系代替注水流量) (E11-FT-013A)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 4. 800 (T.M.S.L. 12. 300*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.40	C _V =1.33	66

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 復水補給水系流量（RHR A系代替注水流量）

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		140	12 (M12)	113.1	4	234 (径≤16mm)	385 (径≤16mm)

部材	l ₃ * (mm)	l _a * (mm)	l _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	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	713	160	1140	2	2	—	270	—	正面方向
	713	160	1140	2	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—	<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 _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	引張り	—	—	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=162^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=3$	$f_{sb}=124$

すべて許容応力以下である。

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

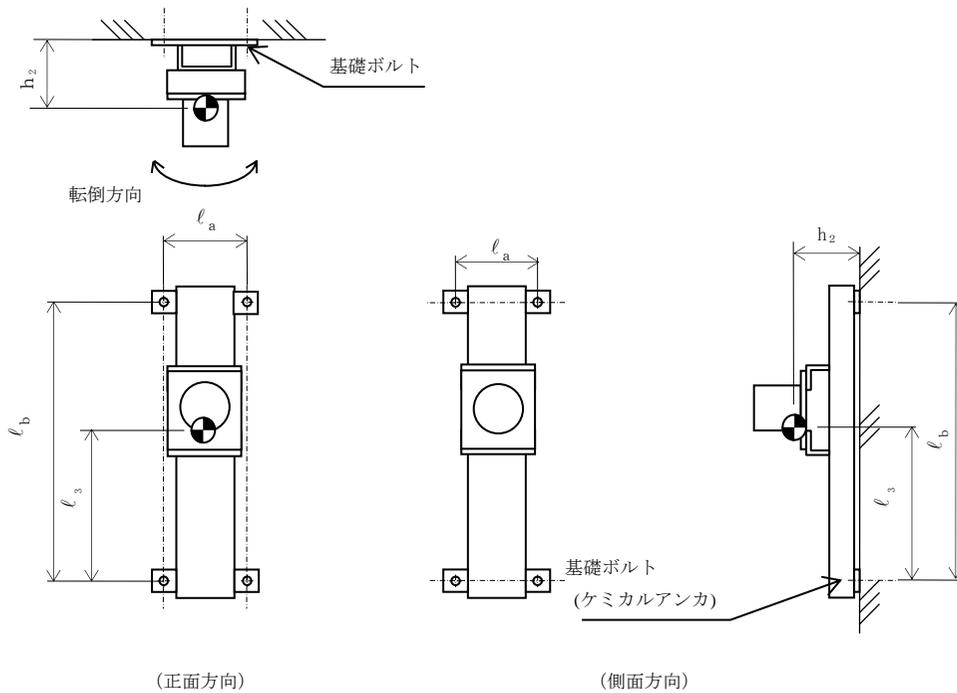
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
復水補給水系流量 (RHR A 系代替注水流量) (E11-FT-013A)	水平方向	1.16	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.11	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



V-2-6-5-13 復水補給水系流量（RHR B系代替注水流量）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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、復水補給水系流量（RHR B系代替注水流量）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

復水補給水系流量（RHR B系代替注水流量）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、復水補給水系流量（RHR B系代替注水流量）は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の壁掛形スタンションであるため、V-2-1-14「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

復水補給水系流量（RHR B系代替注水流量）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、計器取付ボルトにより取付板に固定され、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。計器スターションは、基礎に基礎ボルトで設置する。</p>	<p>差圧式流量検出器</p>	<p>【復水補給水系流量（RHR B系代替注水流量）】</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

復水補給水系流量（RHR B系代替注水流量）の固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つスタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果確認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)

復水補給水系流量 (RHR B系代替注水流量) (E11-FT-013B)	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

復水補給水系流量（RHR B系代替注水流量）の構造強度評価は、V-2-1-14「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

復水補給水系流量（RHR B系代替注水流量）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

復水補給水系流量（RHR B系代替注水流量）の許容応力は、V-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

復水補給水系流量（RHR B系代替注水流量）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【復水補給水系流量（RHR B系代替注水流量）(E11-FT-013B)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	復水補給水系流量 (RHR B系代替注水流量)	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	
	引張り	せん断
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 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

復水補給水系流量（RHR B系代替注水流量）の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

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、V-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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
復水補給水系流量（RHR B系代替注水流量） (E11-FT-013B)	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

復水補給水系流量（RHR B系代替注水流量）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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【復水補給水系流量（RHR B系代替注水流量）（E11-FT-013B）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	
復水補給水系流量 (RHR B系代替注水流量) (E11-FT-013B)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 T. M. S. L. 12. 300 (T. M. S. L. 18. 100*)	0. 05 以下	0. 05 以下	—	—	C _H =1. 45	C _V =1. 34	100

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 復水補給水系流量（RHR B系代替注水流量）

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト	<input type="text"/>	159	12 (M12)	113. 1	4	221 (径≤16)	373 (径≤16)

部材	l ₃ * (mm)	l _a * (mm)	l _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	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	526	160	840	2	2	—	261	—	正面方向
	526	160	840	2	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—	<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 _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	引張り	—	—	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=3$	$f_{sb}=120$

すべて許容応力以下である。

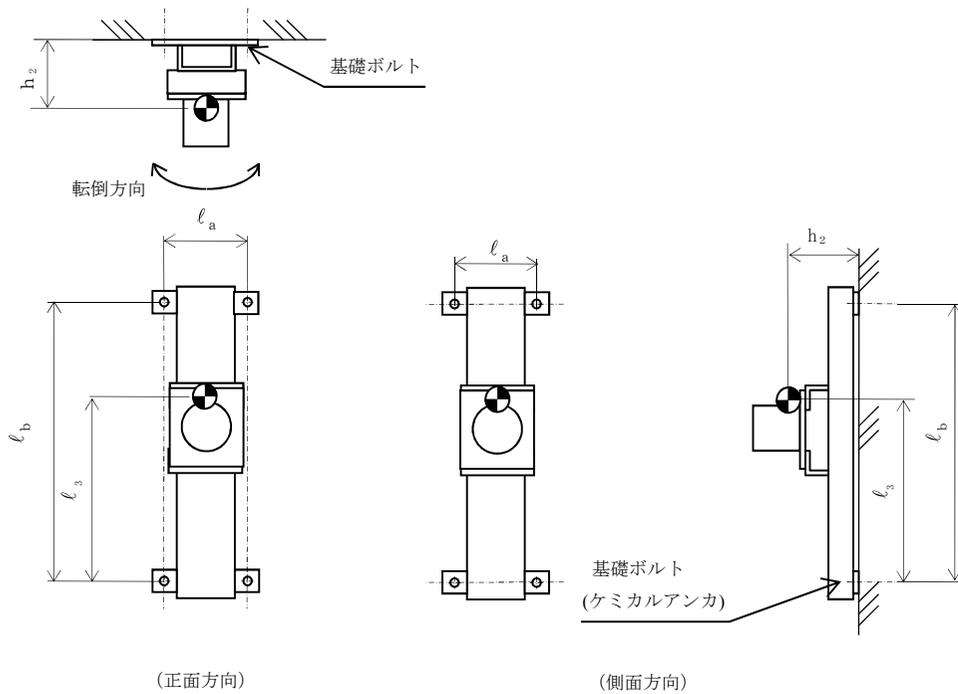
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
復水補給水系流量 (RHR B 系代替注水流量) (E11-FT-013B)	水平方向	1.20	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.12	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



V-2-6-5-14 原子炉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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、原子炉圧力が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

原子炉圧力は、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、原子炉圧力が設置される計装ラックは、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形であるため、V-2-1-14「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取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計装ラックに固定される。</p> <p>計装ラックは、チャンネルベースにラック取付ボルトで設置する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>	<p>【原子炉圧力】</p> <p>(長辺方向) (短辺方向)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>原子炉圧力 (H22-P001)</th> <th>原子炉圧力 (H22-P002)</th> <th>原子炉圧力 (H22-P003)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>2300</td> <td>2300</td> <td>1700</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>1900</td> <td>1900</td> <td>1900</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	原子炉圧力 (H22-P001)	原子炉圧力 (H22-P002)	原子炉圧力 (H22-P003)	たて	600	600	600	横	2300	2300	1700	高さ	1900	1900	1900
機器名称	原子炉圧力 (H22-P001)	原子炉圧力 (H22-P002)	原子炉圧力 (H22-P003)															
たて	600	600	600															
横	2300	2300	1700															
高さ	1900	1900	1900															

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

原子炉圧力が設置される計装ラックの固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ計装ラックに対する振動試験（自由振動試験）の結果確認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)

原子炉圧力 (H22-P001)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
原子炉圧力 (H22-P002)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
原子炉圧力 (H22-P003)	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

原子炉圧力の構造強度評価は、V-2-1-14「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

原子炉圧力の許容応力は、V-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【原子炉圧力 (B21-PT-007A) の耐震性についての計算結果】、【原子炉圧力 (B21-PT-007B) の耐震性についての計算結果】、【原子炉圧力 (B21-PT-007C) 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	原子炉圧力	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S
計測制御 系統施設	原子炉非常 停止信号	原子炉圧力高	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 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	原子炉圧力	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

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

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)		

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

*2 : 当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
ラック取付ボルト	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
ラック取付ボルト	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉圧力の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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機能確認済加速度は、V-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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
原子炉圧力 (B21-PT-007A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉圧力 (B21-PT-007B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉圧力 (B21-PT-007C)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉圧力（B21-PT-007A）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	
原子炉圧力 (B21-PT-007A)	S	原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.65	C _V =0.64	C _H =1.27	C _V =1.29	100

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉圧力 (H22-P001)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	965	16 (M16)	201.1	20	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i=2)	255	295	8	221	261	短辺方向	長辺方向
	1035	1205	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=5$	$f_{ts2}=165^*$	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=127$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

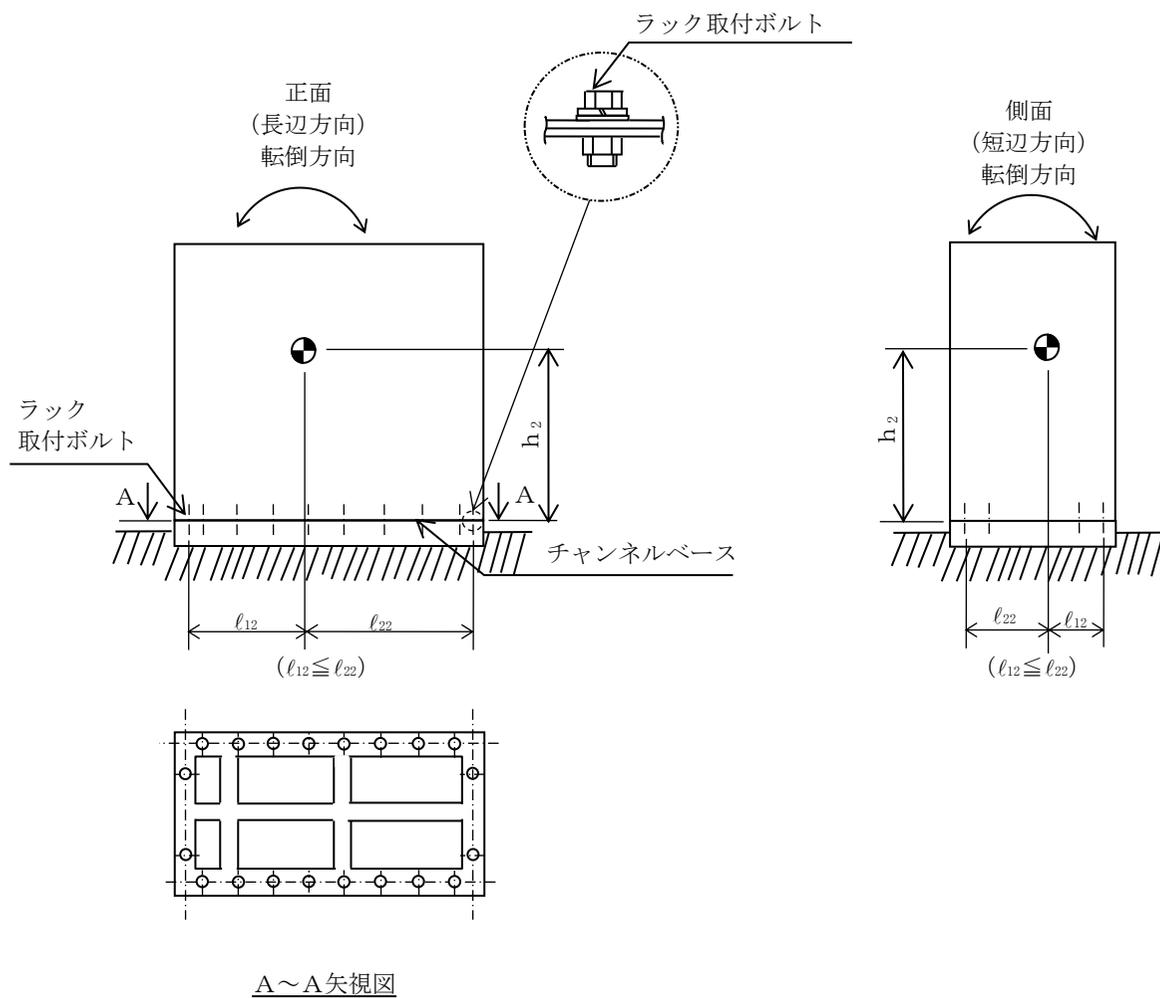
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉圧力 (B21-PT-007A)	水平方向	1.06	□
	鉛直方向	1.08	□

注記*：基準地震動 S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
原子炉圧力 (B21-PT-007A)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.800*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	100

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

2.2.1 原子炉圧力 (H22-P001)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		965	16 (M16)	201.1	20	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i=2)	255	295	8	—	261	—	長辺方向
	1035	1205	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

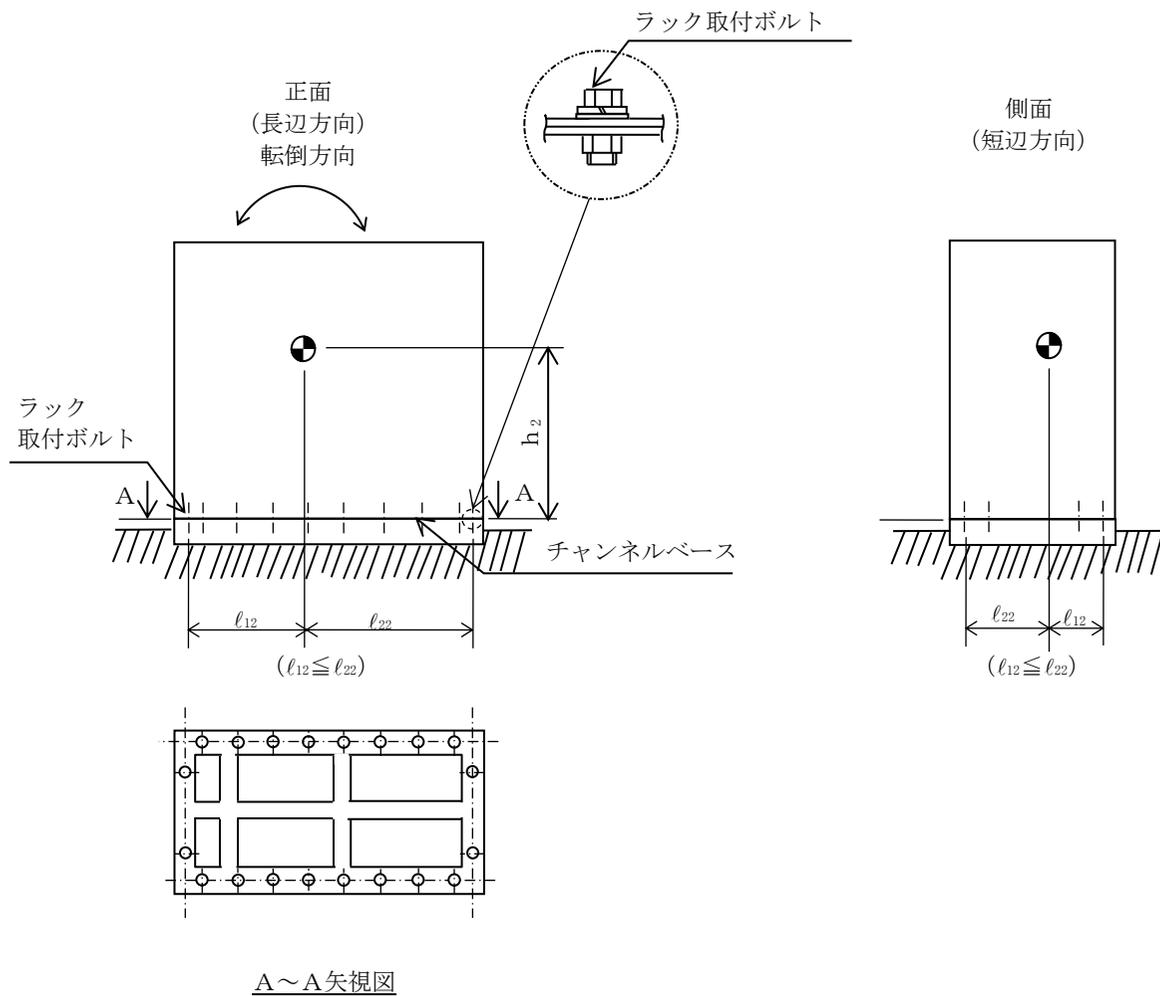
2.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉圧力 (B21-PT-007A)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉圧力（B21-PT-007B）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	
原子炉圧力 (B21-PT-007B)	S	原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.65	C _V =0.64	C _H =1.27	C _V =1.29	100

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉圧力 (H22-P002)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		965	16 (M16)	201.1	20	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i=2)	255	295	8	221	261	短辺方向	長辺方向
	1035	1205	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=5$	$f_{ts2}=165^*$	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=127$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

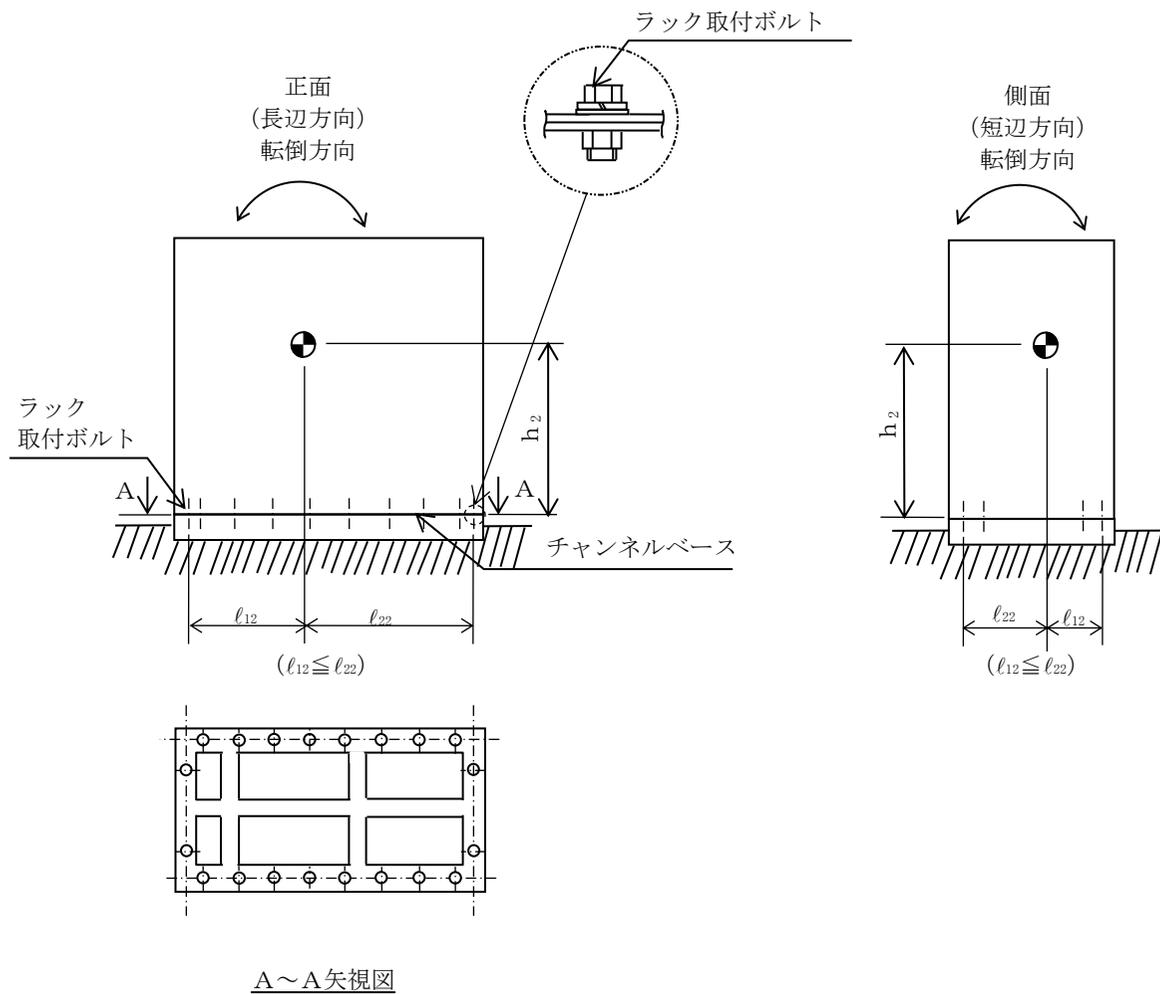
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉圧力 (B21-PT-007B)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
原子炉圧力 (B21-PT-007B)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.800*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	100

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

2.2.1 原子炉圧力 (H22-P002)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		965	16 (M16)	201.1	20	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i=2)	255	295	8	—	261	—	長辺方向
	1035	1205	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

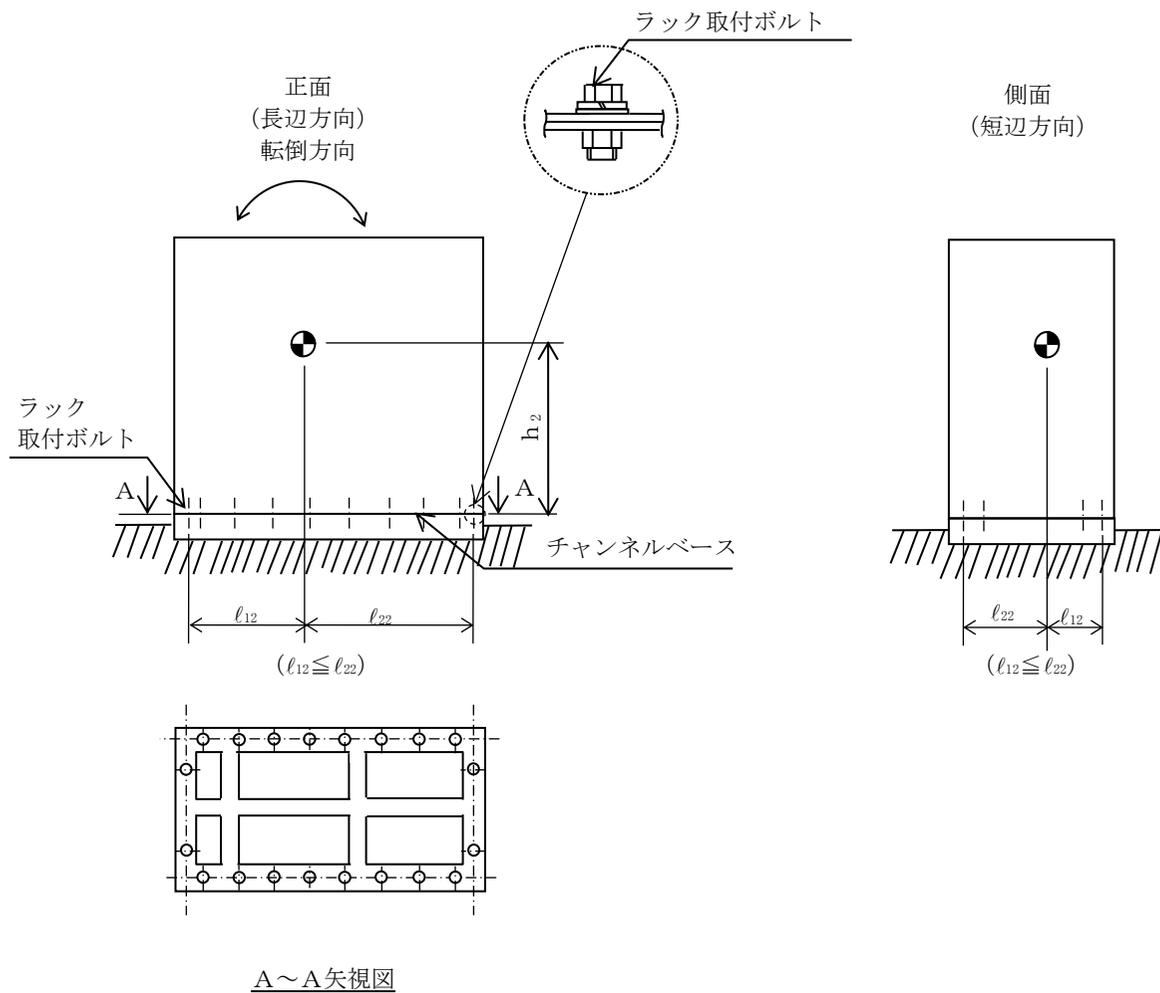
2.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉圧力 (B21-PT-007B)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉圧力（B21-PT-007C）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	
原子炉圧力 (B21-PT-007C)	S	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.800*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.65	C _V =0.64	C _H =1.27	C _V =1.29	100

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉圧力 (H22-P003)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		960	16 (M16)	201.1	16	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i=2)	255	295	6	221	261	短辺方向	長辺方向
	760	880	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=5$	$f_{ts2}=165^*$	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=127$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

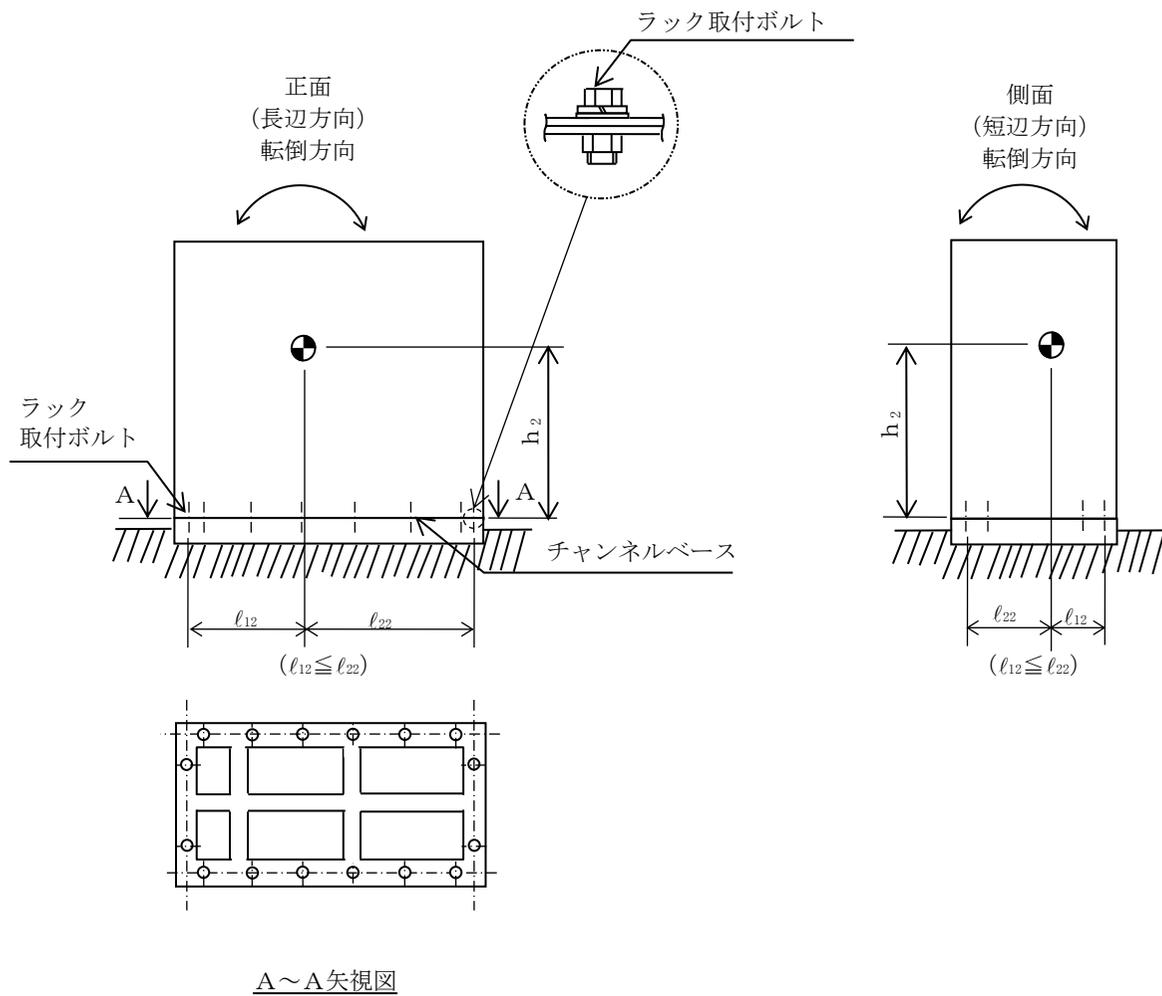
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉圧力 (B21-PT-007C)	水平方向	1.06	□
	鉛直方向	1.08	□

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
原子炉圧力 (B21-PT-007C)	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.800*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	100

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

2.2.1 原子炉圧力 (H22-P003)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i = 2)		960	16 (M16)	201.1	16	221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i = 2)	255	295	6	—	261	—	長辺方向
	760	880	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

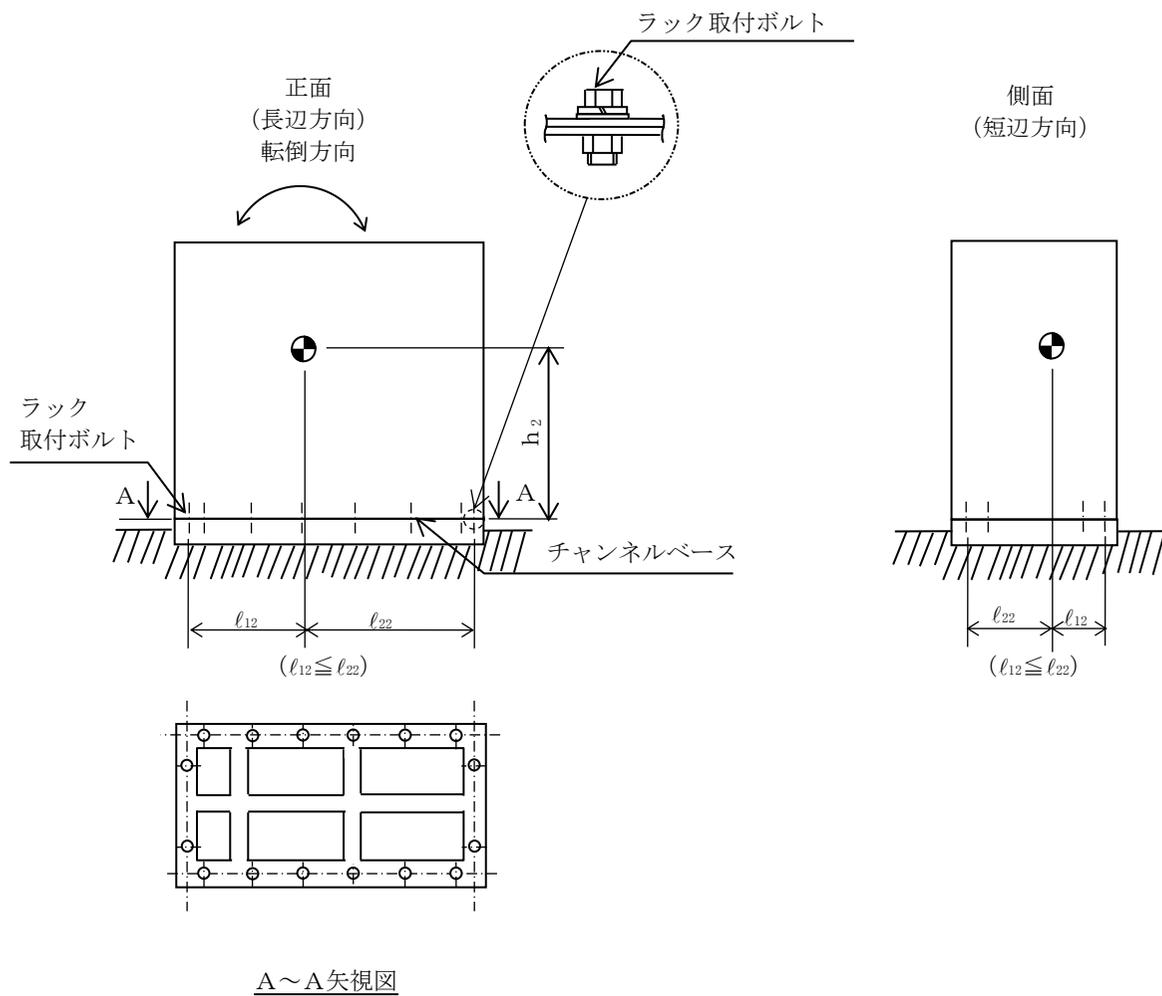
2.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉圧力 (B21-PT-007C)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



V-2-6-5-15 原子炉圧力 (SA) 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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、原子炉圧力（SA）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

原子炉圧力（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、原子炉圧力（SA）は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の壁掛形スタンションであるため、V-2-1-14「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

原子炉圧力（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、計器取付ボルトにより取付板に固定され、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。計器スターションは、基礎に基礎ボルトで設置する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>	<p>【原子炉圧力 (SA)】</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

プラスチックハンマ等により、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により記録解析する。試験の結果、剛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)

原子炉圧力 (SA) (B21-PT-012A)	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

原子炉圧力 (SA) の構造強度評価は、V-2-1-14「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

原子炉圧力 (SA) 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

原子炉圧力 (SA) の許容応力は、V-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

原子炉圧力 (SA) 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【原子炉圧力 (SA) (B21-PT-012A) 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	原子炉圧力 (SA)		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。)
計測制御 系統施設	工学的安全 施設等の 起動信号	代替制御棒 挿入	原子炉圧力高	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。)
計測制御 系統施設	工学的安全 施設等の 起動信号	代替冷却材再 循環ポンプ・ トリップ(1)	原子炉圧力高	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, 「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2: その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3: 「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため, 評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
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 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100	194	373	—
基礎ボルト	SS400 (40mm<径)	周囲環境温度	100	194	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉圧力 (SA) の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

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、V-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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
原子炉圧力 (SA) (B21-PT-012A)	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

原子炉圧力（SA）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉圧力 (SA) (B21-PT-012A) 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	
原子炉圧力 (SA) (B21-PT-012A)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 T. M. S. L. 4. 800 (T. M. S. L. 12. 300*)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—	—	C _H =1. 40	C _V =1. 33	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉圧力 (SA)

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト	<input type="text"/>	109	12 (M12)	113. 1	4	194 (40mm<径)	373 (40mm<径)

部材	l ₃ * (mm)	l _a * (mm)	l _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	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	705	160	1140	2	2	—	232	—	正面方向
	705	160	1140	2	2				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—	<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 _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	引張り	—	—	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=139^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=2$	$f_{sb}=107$

すべて許容応力以下である。

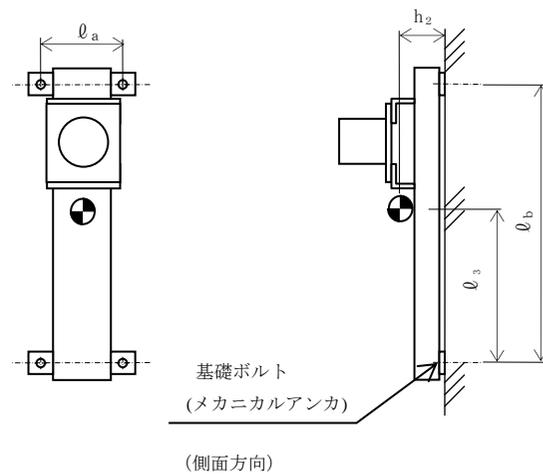
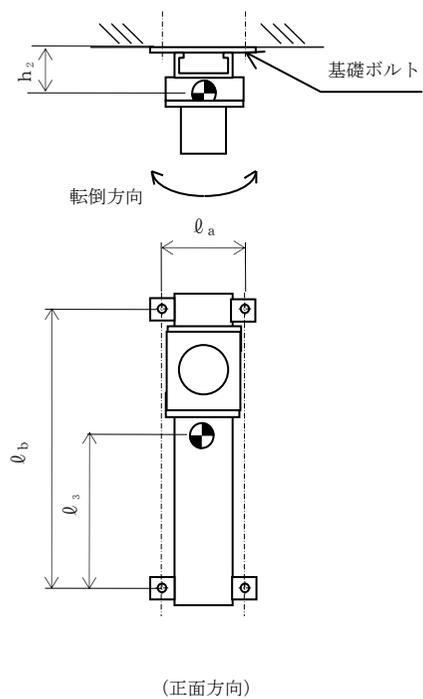
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉圧力 (SA) (B21-PT-012A)	水平方向	1.16	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.11	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



V-2-6-5-16 原子炉水位（広帯域）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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	10
5.1 電氣的機能維持評価方法	10
6. 評価結果	11
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	11
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	11

1. 概要

本計算書は、V-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、原子炉水位（広帯域）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

原子炉水位（広帯域）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、原子炉水位（広帯域）が設置される計装ラックは、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形であるため、V-2-1-14「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

原子炉水位（広帯域）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取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計装ラックに固定される。</p> <p>計装ラックは、チャンネルベースにラック取付ボルトで設置する。</p>	<p>差圧式水位検出器</p>	<p>【原子炉水位（広帯域）】</p>																	
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>原子炉水位 (広帯域) (H22-P001)</th> <th>原子炉水位 (広帯域) (H22-P003)</th> <th>原子炉水位 (広帯域) (H22-P002)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>600</td> <td>600</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>2300</td> <td>1700</td> <td>2300</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>1900</td> <td>1900</td> <td>1900</td> </tr> </tbody> </table>		機器名称	原子炉水位 (広帯域) (H22-P001)	原子炉水位 (広帯域) (H22-P003)	原子炉水位 (広帯域) (H22-P002)	たて	600	600	600	横	2300	1700	2300	高さ	1900	1900	1900
機器名称	原子炉水位 (広帯域) (H22-P001)	原子炉水位 (広帯域) (H22-P003)	原子炉水位 (広帯域) (H22-P002)																
たて	600	600	600																
横	2300	1700	2300																
高さ	1900	1900	1900																

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

原子炉水位（広帯域）が設置される計装ラックの固有周期は，構造が同等であり，同様な振動特性を持つ計装ラックに対する振動試験（自由振動試験）の結果確認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)

原子炉水位（広帯域） (H22-P001)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
原子炉水位（広帯域） (H22-P003)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
原子炉水位（広帯域） (H22-P002)	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

原子炉水位（広帯域）の構造強度評価は、V-2-1-14「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

原子炉水位（広帯域）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

原子炉水位（広帯域）の許容応力は、V-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

原子炉水位（広帯域）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【原子炉水位（広帯域）(B21-LT-003A)の耐震性についての計算結果】、【原子炉水位（広帯域）(B21-LT-003C)の耐震性についての計算結果】、【原子炉水位（広帯域）(B21-LT-003F)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	原子炉水位（広帯域）		S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
						$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S
計測制御 系統施設	工学的安全 施設等の起 動信号	主蒸気隔離弁	原子炉水位低 （レベル 1.5）	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
						$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S
計測制御 系統施設	工学的安全 施設等の起 動信号	その他の原子 炉格納容器隔 離弁(3)	原子炉水位低 （レベル2）	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
						$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S
計測制御 系統施設	工学的安全 施設等の起 動信号	原子炉隔離時 冷却系	原子炉水位低 （レベル 1.5）	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
						$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S
計測制御 系統施設	工学的安全 施設等の起 動信号	高压炉心注水 系	原子炉水位低 （レベル 1.5）	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
						$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

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）（続き）

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	工学的安全 施設等の起 動信号	残留熱除去系 低圧注水系	原子炉水位低 (レベル1)	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
						$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S
計測制御 系統施設	工学的安全 施設等の起 動信号	自動減圧系	原子炉水位低 (レベル1)	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
						$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 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	原子炉水位（広帯域）		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。)
計測制御 系統施設	工学的安全 施設等の起 動信号	代替自動減圧	原子炉水位低 (レベル1)	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 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)		

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

*2 : 当該の応力が生じない場合, 規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
ラック取付ボルト	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
ラック取付ボルト	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉水位（広帯域）の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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機能確認済加速度は、V-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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
原子炉水位（広帯域） (B21-LT-003A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉水位（広帯域） (B21-LT-003C)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉水位（広帯域） (B21-LT-003F)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

原子炉水位（広帯域）の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉水位（広帯域）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉水位（広帯域）（B21-LT-003A）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	
原子炉水位（広帯域） (B21-LT-003A)	S	原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.65	C _V =0.64	C _H =1.27	C _V =1.29	100

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉水位（広帯域）(H22-P001)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		965	16 (M16)	201.1	20	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i=2)	255	295	8	221	261	短辺方向	長辺方向
	1035	1205	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=5$	$f_{ts2}=165^*$	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=127$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

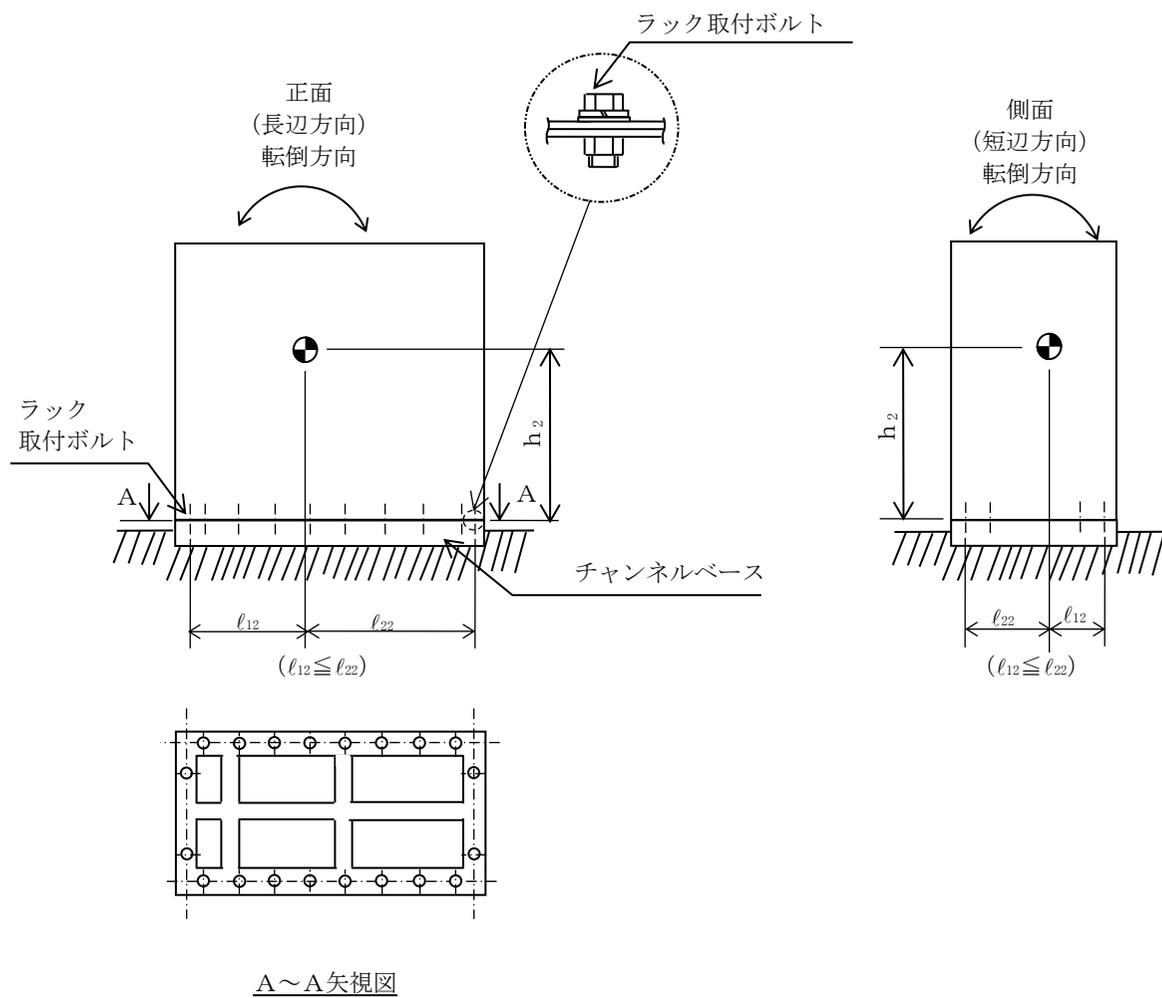
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉水位 (広帯域) (B21-LT-003A)	水平方向	1.06	□
	鉛直方向	1.08	□

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
原子炉水位 (広帯域) (B21-LT-003A)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.800*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	100

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

2.2.1 原子炉水位 (広帯域) (H22-P001)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		965	16 (M16)	201.1	20	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i=2)	255	295	8	—	261	—	長辺方向
	1035	1205	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

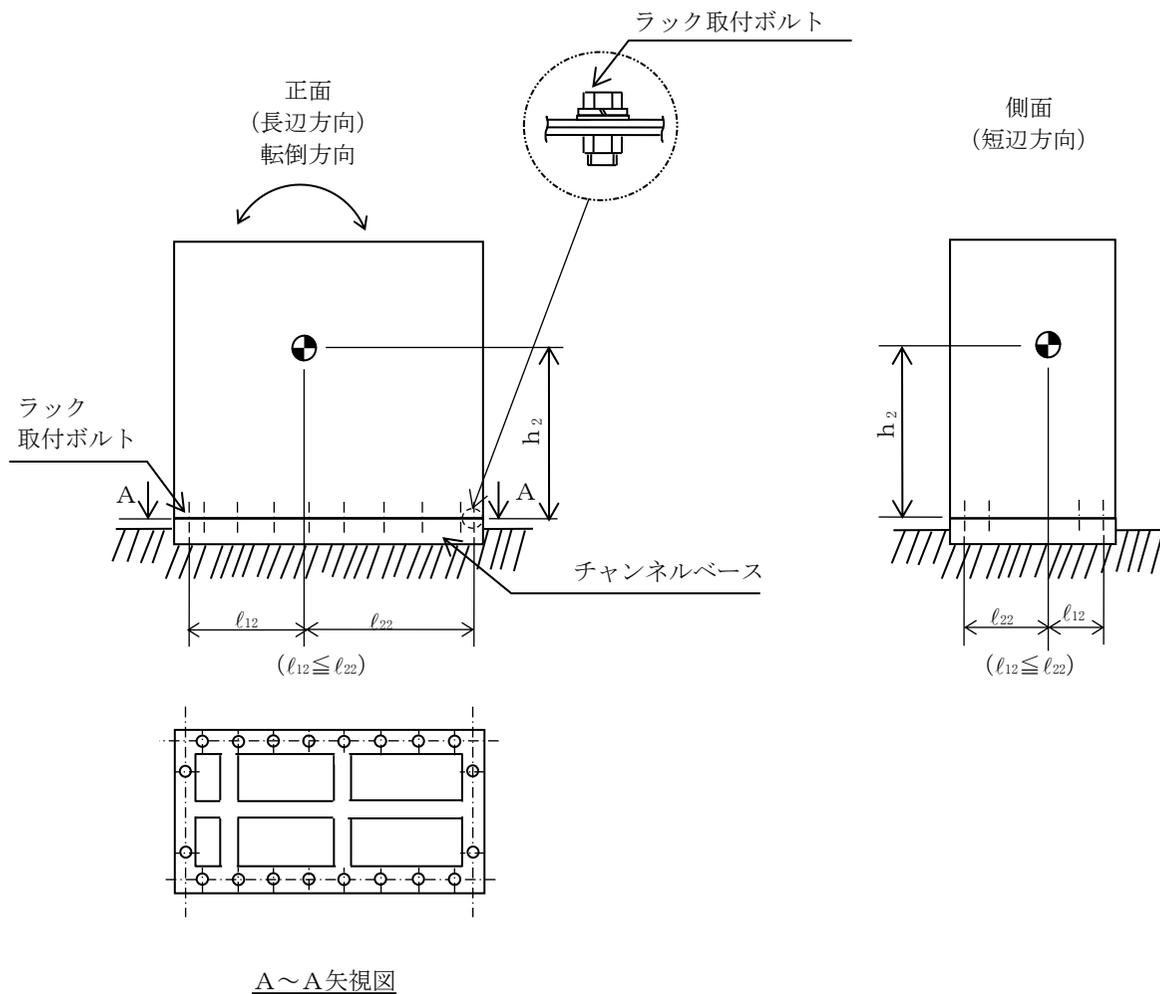
2.4.2 電氣的機能の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉水位 (広帯域) (B21-LT-003A)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉水位（広帯域）（B21-LT-003C）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	
原子炉水位（広帯域） (B21-LT-003C)	S	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.800*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.65	C _V =0.64	C _H =1.27	C _V =1.29	100

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉水位（広帯域）(H22-P003)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		960	16 (M16)	201.1	16	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i=2)	255	295	6	221	261	短辺方向	長辺方向
	760	880	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=5$	$f_{ts2}=165^*$	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=127$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

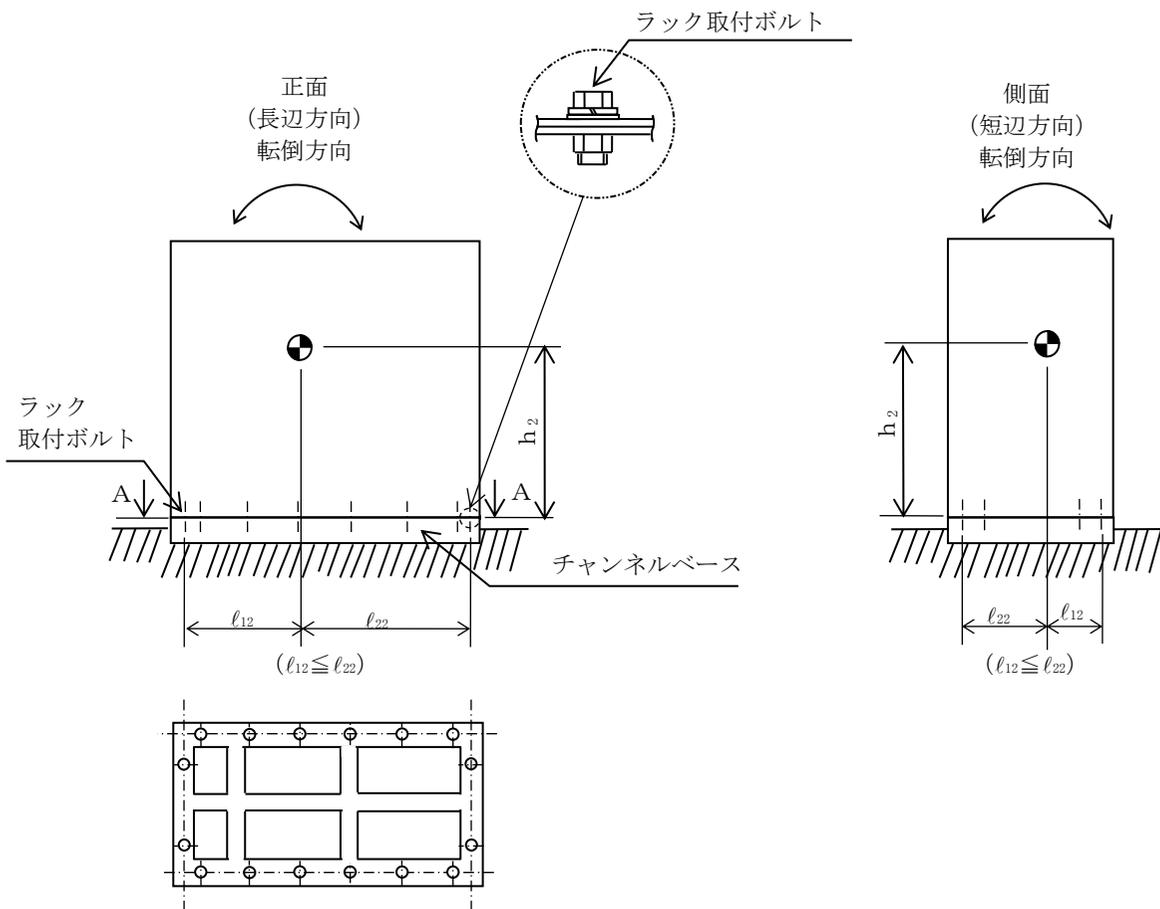
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉水位 (広帯域) (B21-LT-003C)	水平方向	1.06	□
	鉛直方向	1.08	□

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



A~A矢視図

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	
原子炉水位 (広帯域) (B21-LT-003C)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.800*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	100

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

2.2.1 原子炉水位 (広帯域) (H22-P003)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		960	16 (M16)	201.1	16	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i=2)	255	295	6	—	261	—	長辺方向
	760	880	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

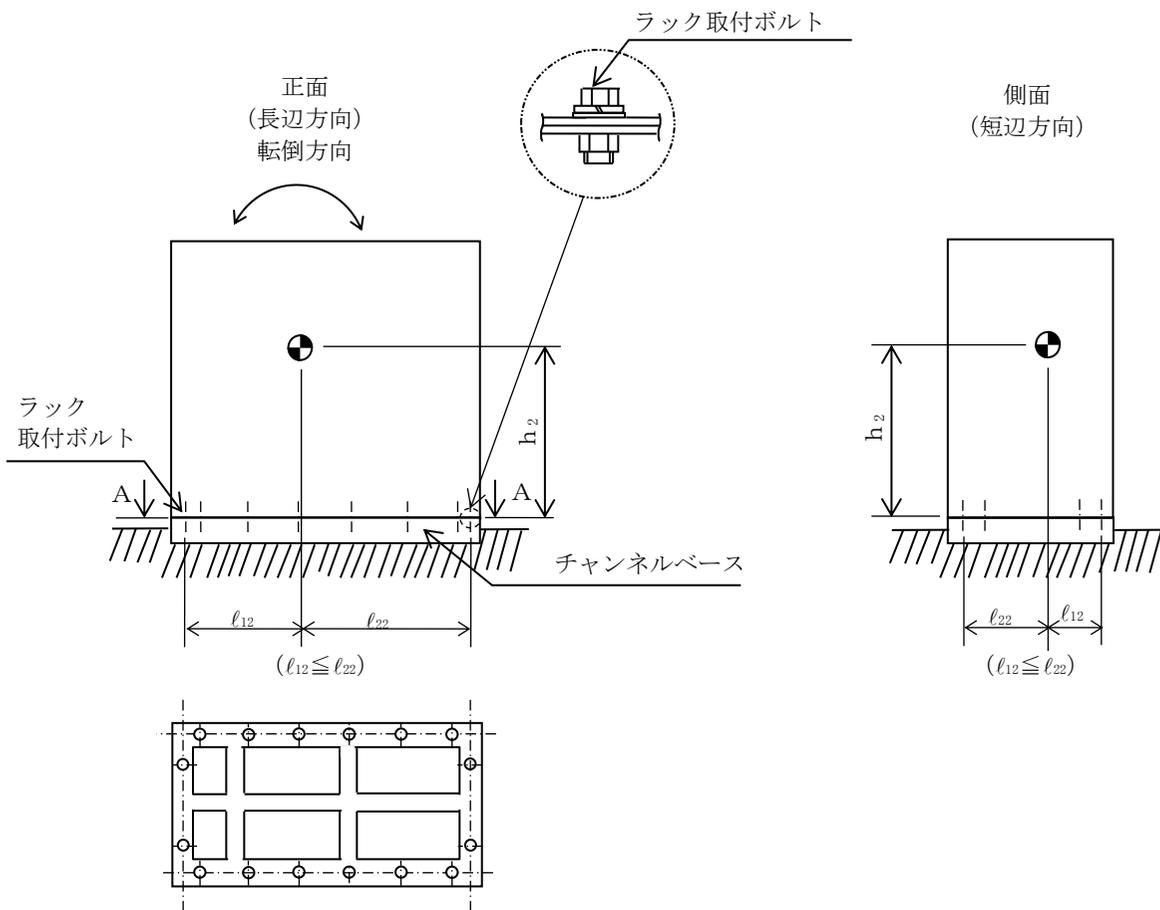
2.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉水位 (広帯域) (B21-LT-003C)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



A~A矢視図

【原子炉水位（広帯域）（B21-LT-003F）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	
原子炉水位（広帯域） (B21-LT-003F)	S	原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.65	C _V =0.64	C _H =1.27	C _V =1.29	100

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉水位（広帯域）(H22-P002)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		965	16 (M16)	201.1	20	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i=2)	255	295	8	221	261	短辺方向	長辺方向
	1035	1205	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=5$	$f_{ts2}=165^*$	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=127$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

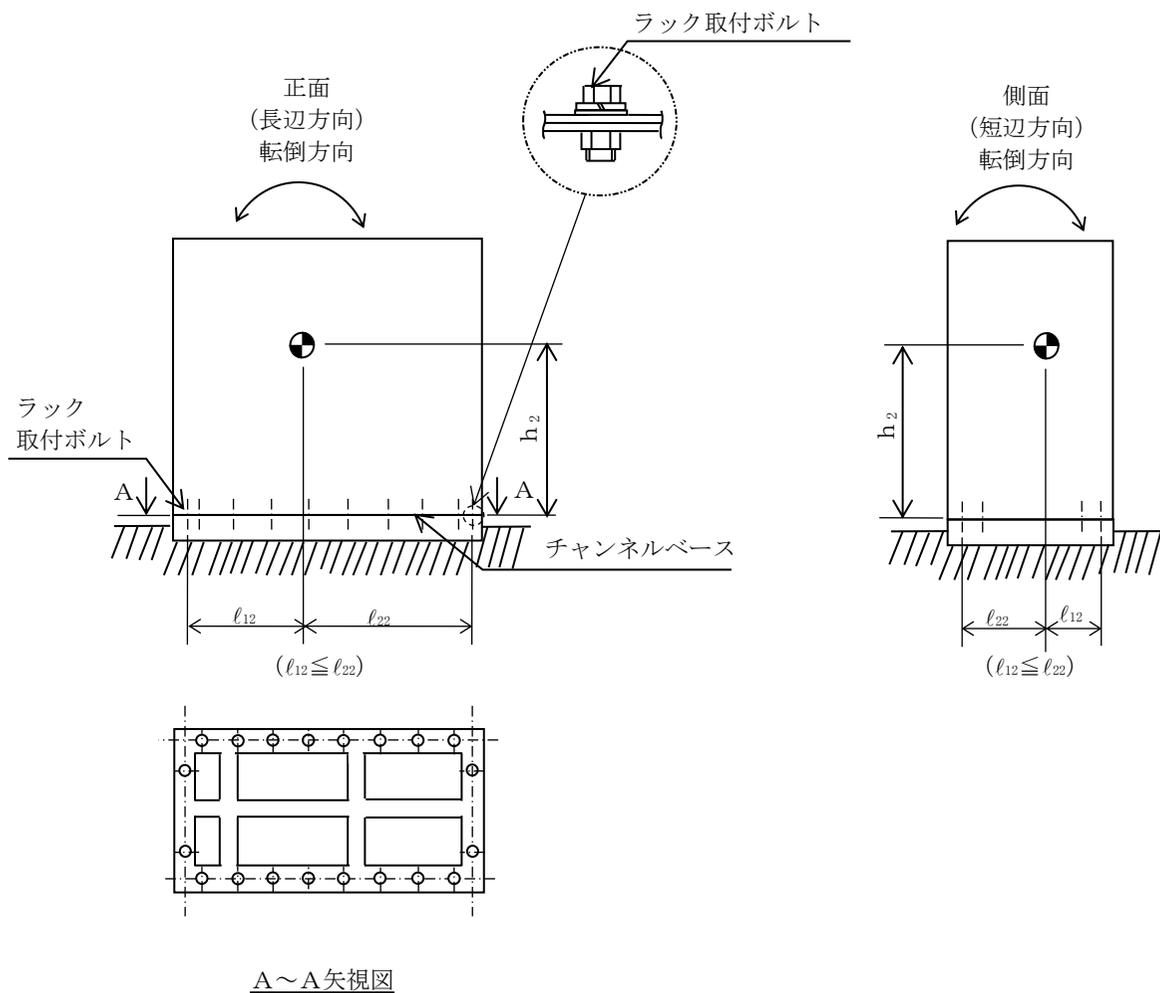
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉水位 (広帯域) (B21-LT-003F)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
原子炉水位 (広帯域) (B21-LT-003F)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.800*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	100

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

2.2.1 原子炉水位 (広帯域) (H22-P002)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		965	16 (M16)	201.1	20	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i=2)	255	295	8	—	261	—	長辺方向
	1035	1205	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

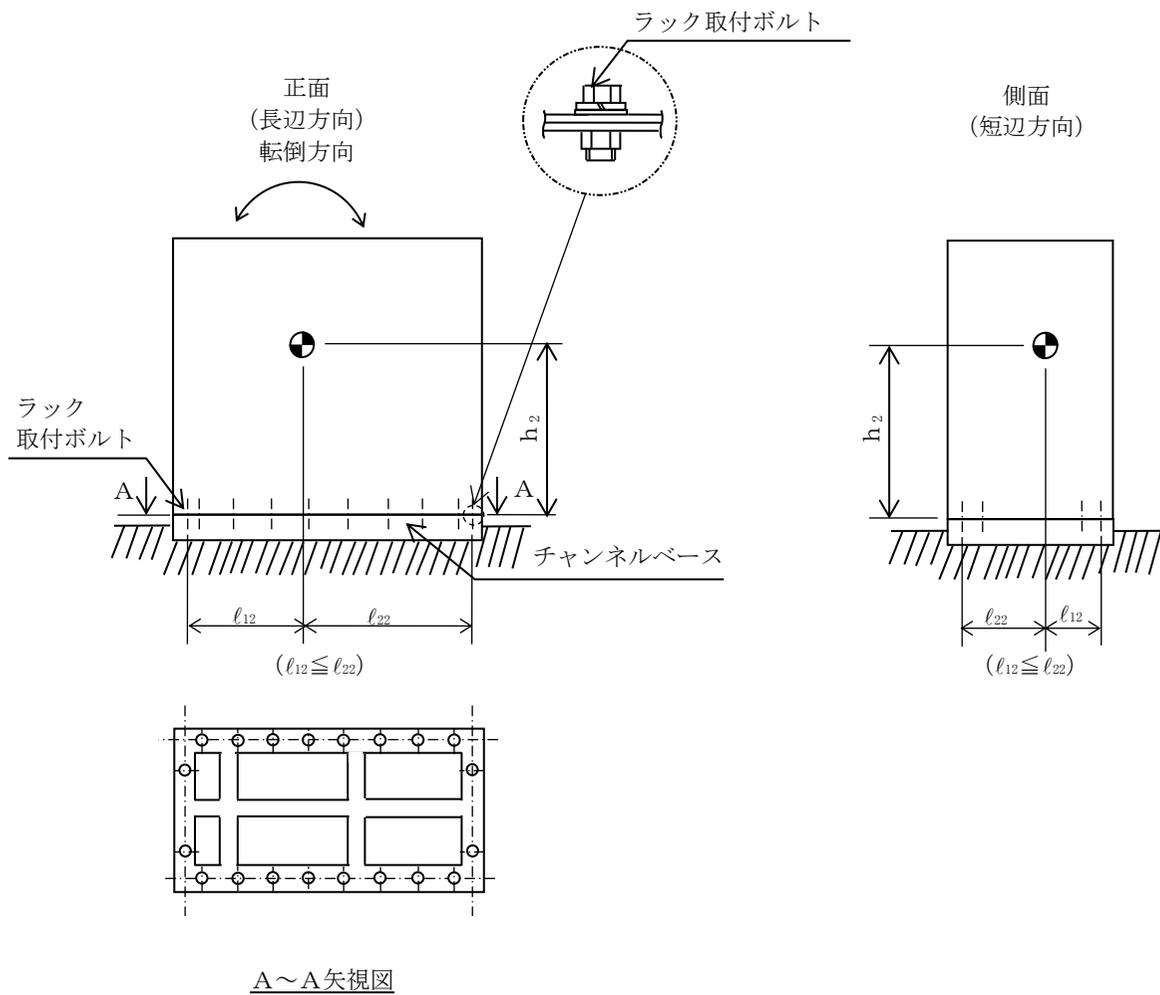
2.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉水位 (広帯域) (B21-LT-003F)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



V-2-6-5-17 原子炉水位（燃料域）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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、原子炉水位（燃料域）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

原子炉水位（燃料域）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、原子炉水位（燃料域）が設置される計装ラックは、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形であるため、V-2-1-14「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

原子炉水位（燃料域）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取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計装ラックに固定される。</p> <p>計装ラックは、チャンネルベースに取付ボルトで設置する。</p>	<p>差圧式水位検出器</p>	<p>【原子炉水位（燃料域）】</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>原子炉水位（燃料域） (H22-P005)</th> <th>原子炉水位（燃料域） (H22-P006)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>600</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>1400</td> <td>1600</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>1900</td> <td>1900</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>	機器名称	原子炉水位（燃料域） (H22-P005)	原子炉水位（燃料域） (H22-P006)	たて	600	600	横	1400	1600	高さ	1900	1900
機器名称	原子炉水位（燃料域） (H22-P005)	原子炉水位（燃料域） (H22-P006)												
たて	600	600												
横	1400	1600												
高さ	1900	1900												

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

原子炉水位（燃料域）が設置される計装ラックの固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ計装ラックに対する振動試験（自由振動試験）の結果確認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)

原子炉水位（燃料域） (H22-P005)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
原子炉水位（燃料域） (H22-P006)	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

原子炉水位（燃料域）の構造強度評価は、V-2-1-14「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

原子炉水位（燃料域）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

原子炉水位（燃料域）の許容応力は、V-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

原子炉水位（燃料域）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【原子炉水位（燃料域）(B21-LT-006A)の耐震性についての計算結果】、【原子炉水位（燃料域）(B21-LT-006B)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	原子炉水位（燃料域）	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 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	原子炉水位（燃料域）	常設耐震／防止 常設／緩和	—* ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

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

*²：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*³：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)		

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

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
ラック取付ボルト	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
ラック取付ボルト	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉水位（燃料域）の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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機能確認済加速度は、V-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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
原子炉水位（燃料域） (B21-LT-006A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉水位（燃料域） (B21-LT-006B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

原子炉水位（燃料域）の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電気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

原子炉水位（燃料域）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉水位（燃料域）（B21-LT-006A）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	
原子炉水位（燃料域） （B21-LT-006A）	S	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.58	C _V =0.62	C _H =1.19	C _V =1.24	100

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉水位（燃料域）（H22-P005）

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i = 2)		955	16 (M16)	201.1	14	221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i = 2)	265	285	5	221	261	短辺方向	長辺方向
	625	715	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=5$	$f_{ts2}=165^*$	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=127$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

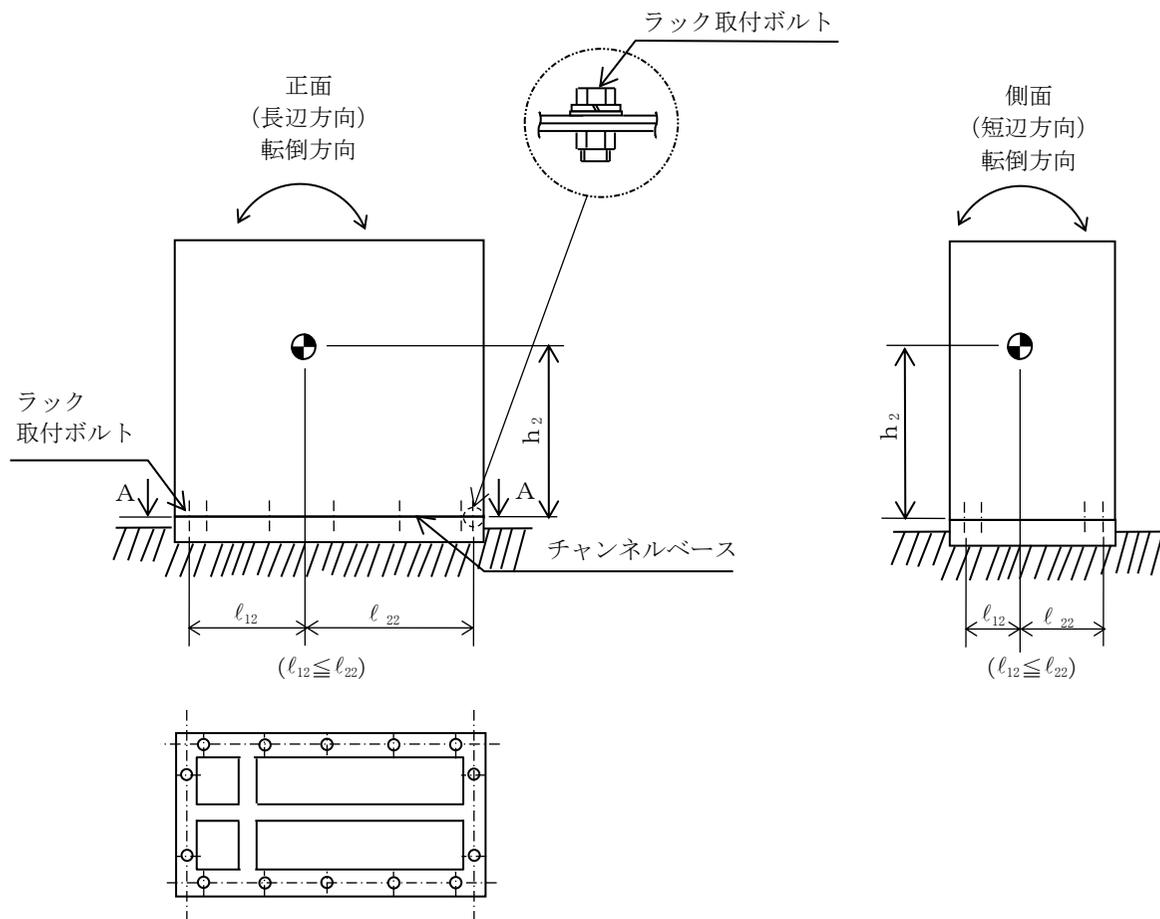
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉水位 (燃料域) (B21-LT-006A)	水平方向	0.99	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.03	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



A~A矢视图

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	
原子炉水位 (燃料域) (B21-LT-006A)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.19	C _V =1.24	100

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

2.2.1 原子炉水位 (燃料域) (H22-P005)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		955	16 (M16)	201.1	14	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i=2)	265	285	5	—	261	—	長辺方向
	625	715	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

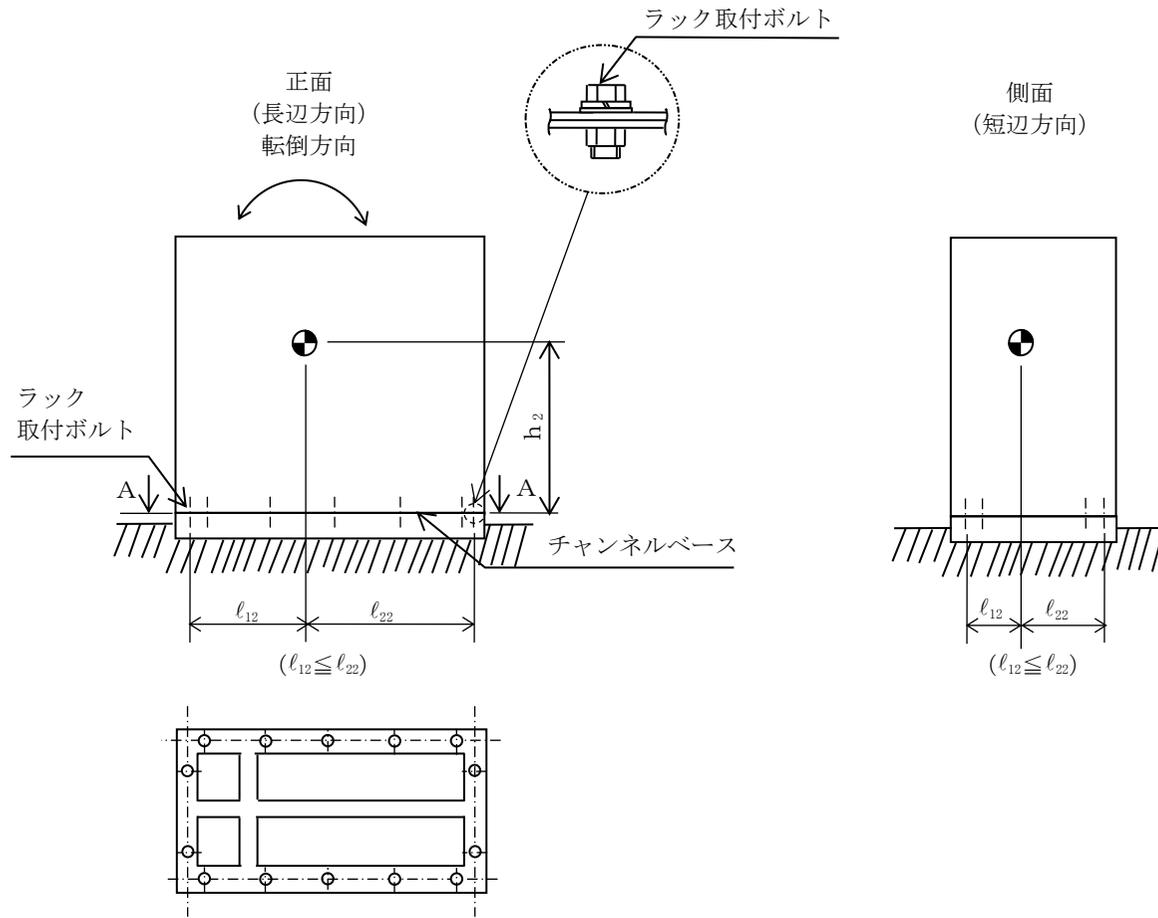
2.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉水位 (燃料域) (B21-LT-006A)	水平方向	0.99	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.03	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉水位（燃料域）（B21-LT-006B）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	
原子炉水位（燃料域） （B21-LT-006B）	S	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200*	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.58	C _V =0.62	C _H =1.19	C _V =1.24	100

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉水位（燃料域）（H22-P006）

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		960	16 (M16)	201.1	16	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i=2)	265	285	6	221	261	短辺方向	長辺方向
	720	820	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=4$	$f_{ts2}=165^*$	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	$\tau_{b2}=1$	$f_{sb2}=127$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

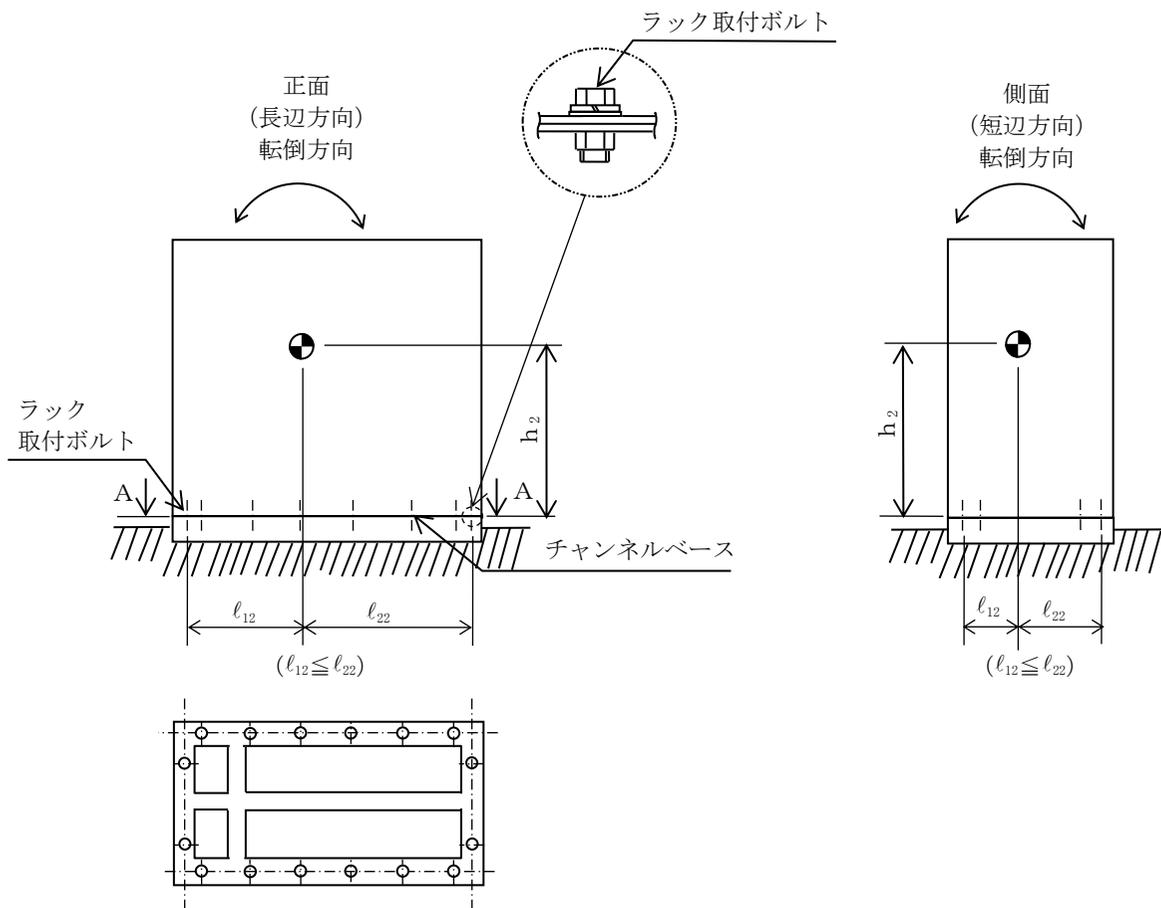
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉水位 (燃料域) (B21-LT-006B)	水平方向	0.99	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.03	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
原子炉水位 (燃料域) (B21-LT-006B)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.19	C _V =1.24	100

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

2.2.1 原子炉水位 (燃料域) (H22-P006)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		960	16 (M16)	201.1	16	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i=2)	265	285	6	—	261	—	長辺方向
	720	820	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

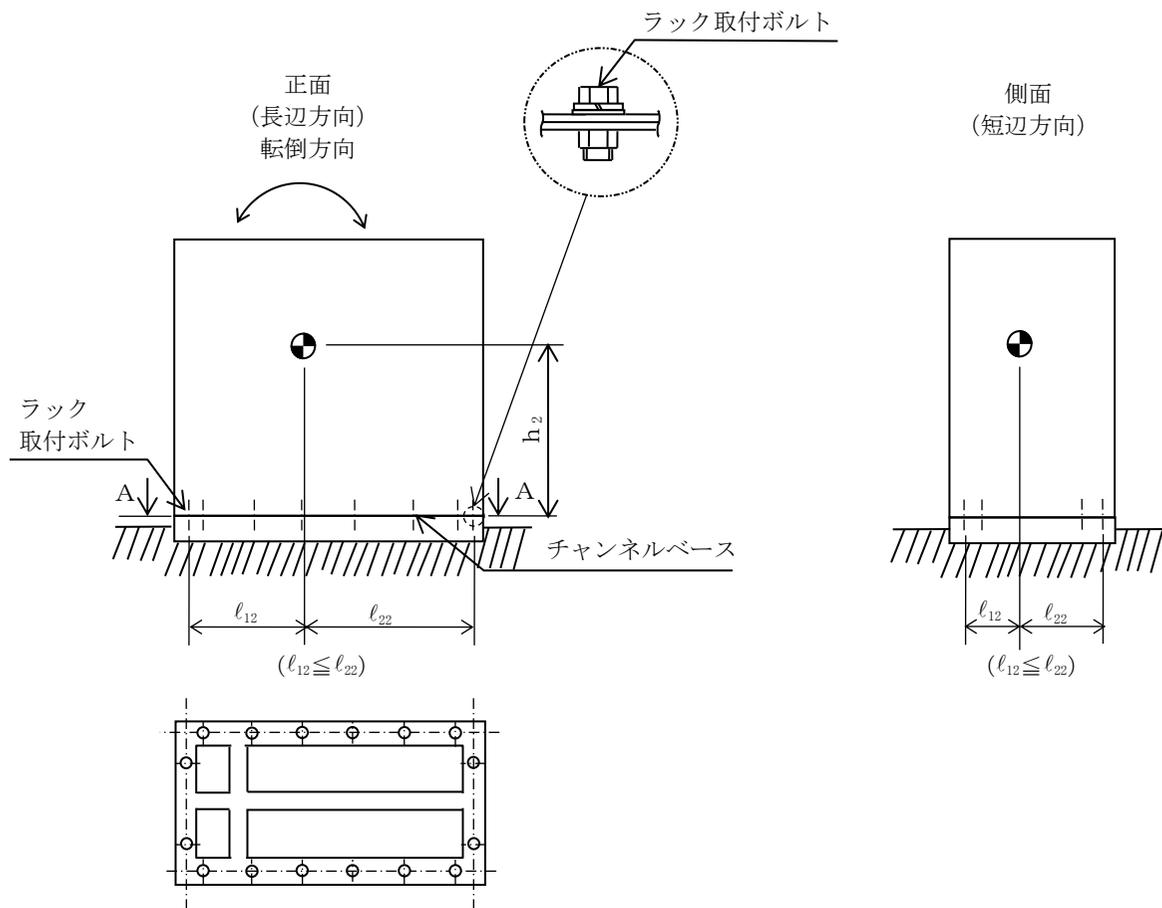
2.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉水位 (燃料域) (B21-LT-006B)	水平方向	0.99	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.03	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



A~A矢視図

V-2-6-5-18 原子炉水位 (SA) の耐震性についての計算書

目 次

1. 原子炉水位 (SA) (E61-LT-021)	1
1.1 概要	1
1.2 一般事項	1
1.2.1 構造計画	1
1.3 固有周期	3
1.3.1 固有周期の確認	3
1.4 構造強度評価	4
1.4.1 構造強度評価方法	4
1.4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
1.4.3 計算条件	4
1.5 機能維持評価	8
1.5.1 電氣的機能維持評価方法	8
1.6 評価結果	9
1.6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9
2. 原子炉水位 (SA) (E61-LT-022)	13
2.1 概要	13
2.2 一般事項	13
2.2.1 構造計画	13
2.3 固有周期	15
2.3.1 固有周期の確認	15
2.4 構造強度評価	16
2.4.1 構造強度評価方法	16
2.4.2 荷重の組合せ及び許容応力	16
2.4.3 計算条件	16
2.5 機能維持評価	20
2.5.1 電氣的機能維持評価方法	20
2.6 評価結果	21
2.6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	21

1. 原子炉水位 (SA) (E61-LT-021)

1.1 概要

本計算書は、V-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、原子炉水位 (SA) が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

原子炉水位 (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、原子炉水位 (SA) が設置される計装ラックは、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形であるため、V-2-1-14「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。

1.2 一般事項

1.2.1 構造計画

原子炉水位 (SA) の構造計画を表 1-1 に示す。

表 1-1 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取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計装ラックに固定される。 計装ラックは、チャンネルベースにラック取付ボルトで設置する。</p>	<p>差圧式水位検出器</p>	<p>【原子炉水位 (SA)】</p> <p>(単位：mm)</p>

1.3 固有周期

1.3.1 固有周期の確認

原子炉水位 (SA) が設置される計装ラックの固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ計装ラックに対する振動試験 (自由振動試験) の結果確認された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 1-2 に示す。

表 1-2 固有周期 (単位 : s)

原子炉水位 (SA) (H22-P001)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

1.4 構造強度評価

1.4.1 構造強度評価方法

原子炉水位 (SA) の構造強度評価は、V-2-1-14「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。

1.4.2 荷重の組合せ及び許容応力

1.4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉水位 (SA) 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 1-3 に示す。

1.4.2.2 許容応力

原子炉水位 (SA) の許容応力は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 1-4 のとおりとする。

1.4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

原子炉水位 (SA) 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 1-5 に示す。

1.4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【原子炉水位 (SA) (E61-LT-021) 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 1-3 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	原子炉水位 (SA)	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 1-4 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IVAS	1.5・f _t *	1.5・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 1-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
ラック取付ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

1.5 機能維持評価

1.5.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉水位 (SA) の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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機能確認済加速度は、V-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 1-6 に示す。

表 1-6 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
原子炉水位 (SA) (E61-LT-021)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

1.6 評価結果

1.6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉水位（SA）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。
発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉水位 (SA) (E61-LT-021) 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	
原子炉水位 (SA) (E61-LT-021)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.800*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉水位 (SA) (H22-P001)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i = 2)	□	965	16 (M16)	201.1	20	221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)

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
ラック取付ボルト (i = 2)	255	295	8	—	261	—	長辺方向
	1035	1205	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

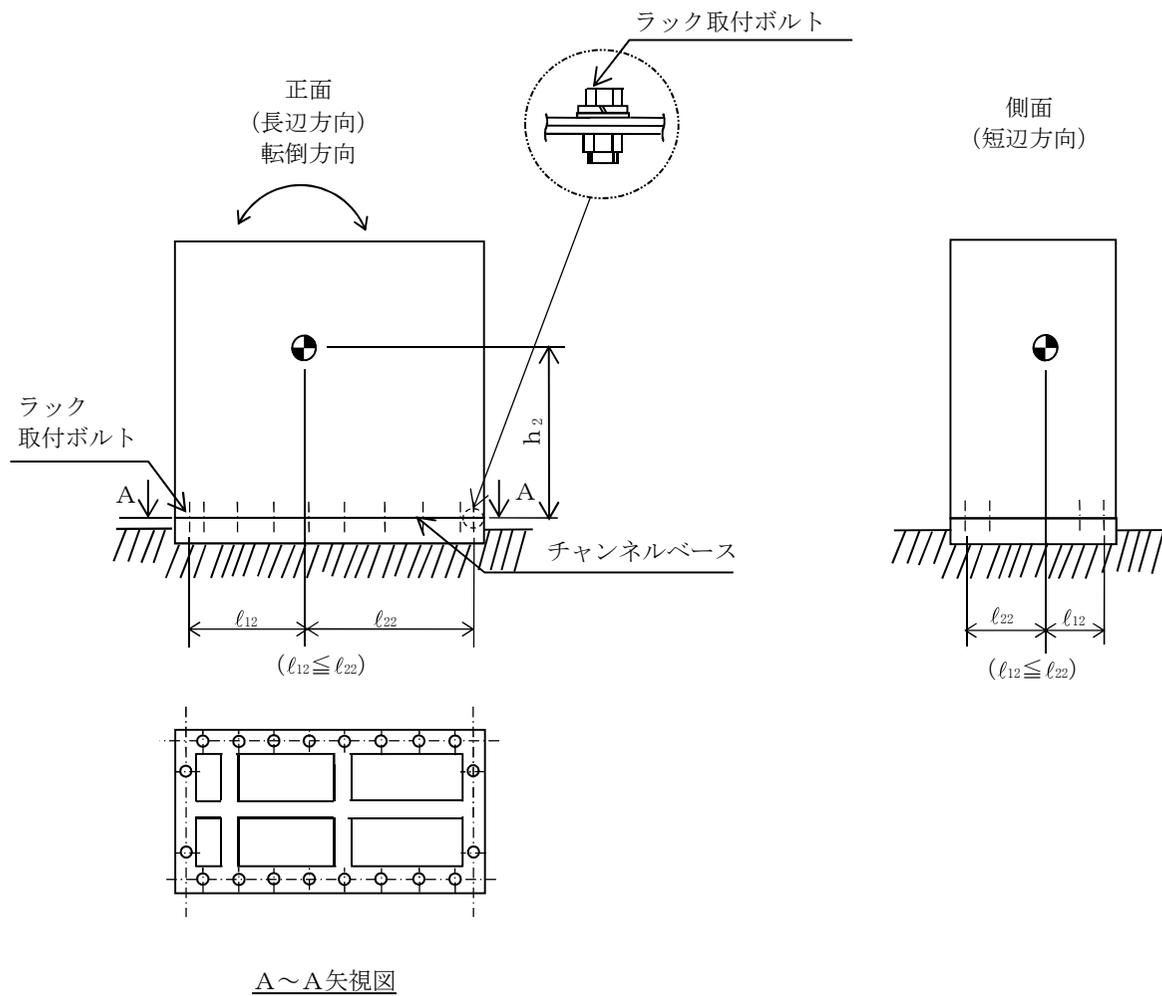
1.4.2 電気的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉水位 (SA) (E61-LT-021)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



2. 原子炉水位 (SA) (E61-LT-022)

2.1 概要

本計算書は、V-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、原子炉水位 (SA) が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

原子炉水位 (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。

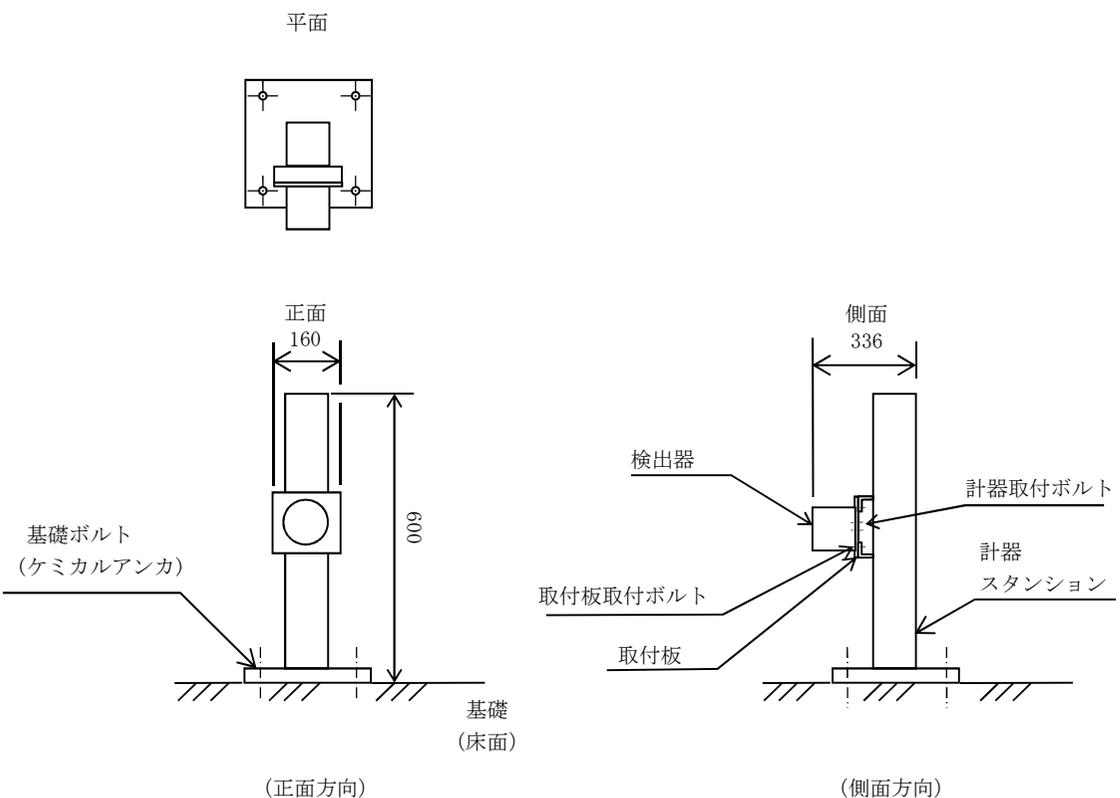
なお、原子炉水位 (SA) は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形スタンションであるため、V-2-1-14「計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2.2 一般事項

2.2.1 構造計画

原子炉水位 (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、計器取付ボルトにより取付板に固定され、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。計器スターションは、基礎に基礎ボルトで設置する。</p>	<p>差圧式水位検出器</p>	<p>【原子炉水位 (SA)】</p>  <p>(単位: mm)</p>

2.3 固有周期

2.3.1 固有周期の確認

原子炉水位 (SA) の水平方向の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置 (圧電式加速度ピックアップ, 振動計, 分析器) により記録解析する。試験の結果, 剛であることを確認した。原子炉水位 (SA) の鉛直方向の固有周期は, 構造が同等であり, 同様な振動特性を持つスタンションに対する振動試験 (自由振動試験) の結果確認された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 2-2 に示す。

表 2-2 固有周期 (単位 : s)

原子炉水位 (SA) (E61-LT-022)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	0.05 以下

2.4 構造強度評価

2.4.1 構造強度評価方法

原子炉水位 (SA) の構造強度評価は、V-2-1-14「計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンス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。

2.4.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉水位 (SA) 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 2-3 に示す。

2.4.2.2 許容応力

原子炉水位 (SA) の許容応力は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 2-4 のとおりとする。

2.4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

原子炉水位 (SA) 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 2-5 に示す。

2.4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【原子炉水位 (SA) (E61-LT-022) 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 2-3 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	原子炉水位 (SA)	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 2-4 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
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 2-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

2.5 機能維持評価

2.5.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉水位 (SA) の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

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、V-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 2-6 に示す。

表 2-6 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
原子炉水位 (SA) (E61-LT-022)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

2.6 評価結果

2.6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉水位（SA）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。
発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉水位 (SA) (E61-LT-022) 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	
原子炉水位 (SA) (E61-LT-022)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 T. M. S. L. -1.700*	□	0.05 以下	—	—	C _H =1.30	C _V =1.27	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉水位 (SA)

部材	m (kg)	h ₁ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト	□	356	12 (M12)	113.1	4	221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)

部材	l ₁ * (mm)	l ₂ * (mm)	n _f * (mm)	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	100	100	2	—	261	—	側面方向
	14	186	2				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F b		Q b	
	弾性設計用 地震動 S d 又は 静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用 地震動 S d 又は 静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト	—	<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 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	引張り	—	—	$\sigma_b=5$	$f_{ts}=156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=2$	$f_{sb}=120$

すべて許容応力以下である。

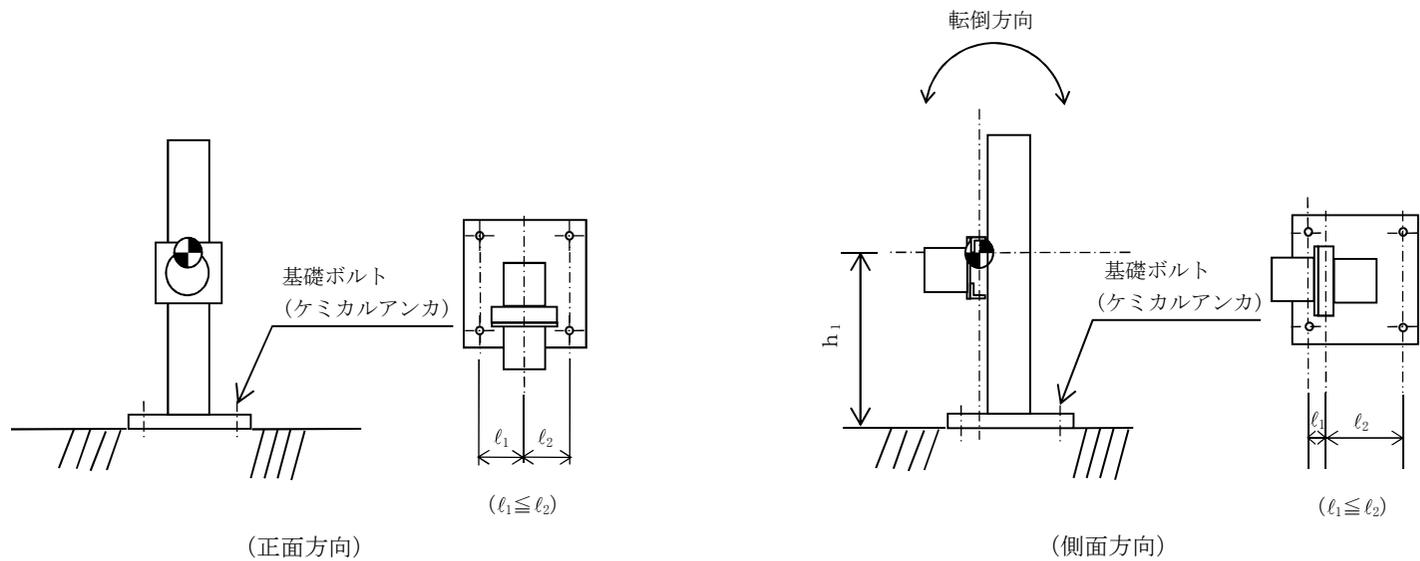
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉水位 (SA) (E61-LT-022)	水平方向	1.08	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.06	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



V-2-6-5-19 格納容器内圧力 (D/W) 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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、格納容器内圧力 (D/W) が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

格納容器内圧力 (D/W) 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、格納容器内圧力 (D/W) は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の壁掛形スタンションであるため、V-2-1-14「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

格納容器内圧力 (D/W) 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取付板に固定され、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。計器スターションは、基礎に基礎ボルトで設置する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>	<p>【格納容器内圧力 (D/W)】</p> <p>(正面方向)</p> <p>(側面方向)</p> <p>(単位 : mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

格納容器内圧力 (D/W) の固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つスタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果確認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)

格納容器内圧力 (D/W) (T31-PT-034)	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

格納容器内圧力 (D/W) の構造強度評価は、V-2-1-14「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

格納容器内圧力 (D/W) 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

格納容器内圧力 (D/W) の許容応力は、V-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

格納容器内圧力 (D/W) 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【格納容器内圧力 (D/W) (T31-PT-034) 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	格納容器内圧力 (D/W)	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	
	引張り	せん断
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 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		周囲環境温度	100	194	373	—
基礎ボルト	SS400 (40mm<径)	周囲環境温度	100	194	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

格納容器内圧力 (D/W) の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

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、V-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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
格納容器内圧力 (D/W) (T31-PT-034)	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

格納容器内圧力 (D/W) の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【格納容器内圧力 (D/W) (T31-PT-034) 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	
格納容器内圧力 (D/W) (T31-PT-034)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 T. M. S. L. 23. 500 (T. M. S. L. 31. 700*)	0. 05 以下	0. 05 以下	—	—	C _H =1. 71	C _v =1. 41	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 格納容器内圧力 (D/W)

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		109	12 (M12)	113. 1	4	194 (40mm<径)	373 (40mm<径)

部材	l ₃ * (mm)	l _a * (mm)	l _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	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	454	160	840	2	2	—	232	—	正面方向
	454	160	840	2	2				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位: N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—	<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 _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	引張り	—	—	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=139^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=2$	$f_{sb}=107$

すべて許容応力以下である。

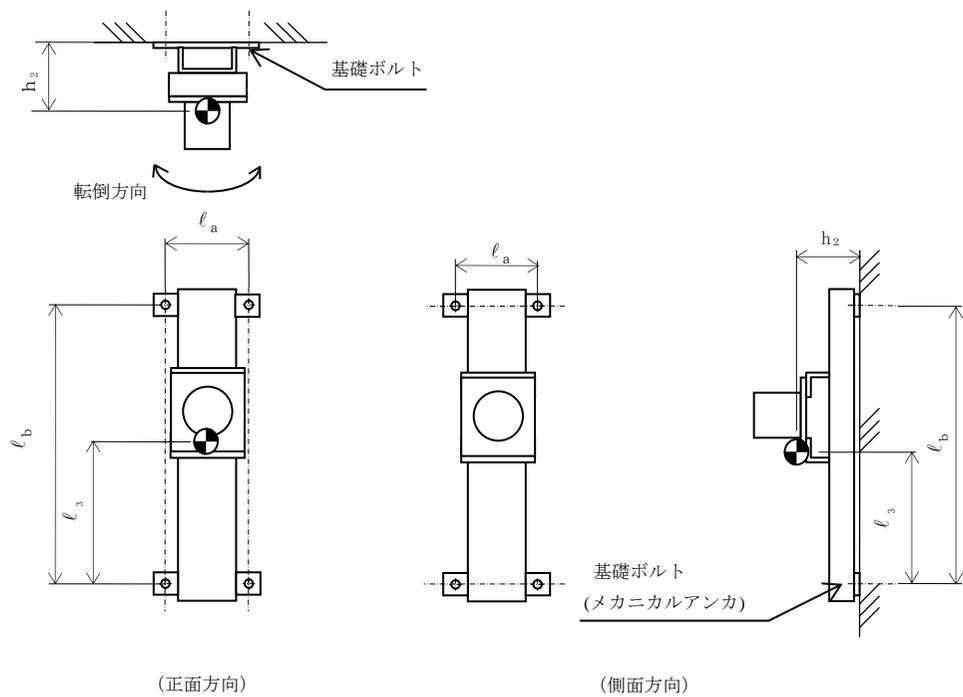
注記*: $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器内圧力 (D/W) (T31-PT-034)	水平方向	1.42	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.17	<input type="text"/>

注記*: 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



V-2-6-5-20 格納容器内圧力 (S/C) 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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、格納容器内圧力（S/C）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

格納容器内圧力（S/C）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、格納容器内圧力（S/C）は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形スタンションであるため、V-2-1-14「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

格納容器内圧力（S/C）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取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計器ステーションに固定される。計器ステーションは、基礎に基礎ボルトで設置する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>	<p>【格納容器内圧力 (S/C)】</p> <p>(正面方向)</p> <p>(側面方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

プラスチックハンマ等により、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置(圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器)により記録解析する。試験の結果、剛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)

格納容器内圧力 (S/C) (T31-PT-030)	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

格納容器内圧力 (S/C) の構造強度評価は、V-2-1-14「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

格納容器内圧力 (S/C) 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

格納容器内圧力 (S/C) の許容応力は、V-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

格納容器内圧力 (S/C) 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【格納容器内圧力 (S/C) (T31-PT-030) 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	格納容器内圧力 (S/C)	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	
	引張り	せん断
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 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100	194	373	—
基礎ボルト	SS400 (40mm<径)	周囲環境温度	100	194	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

格納容器内圧力 (S/C) の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

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、V-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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
格納容器内圧力 (S/C) (T31-PT-030)	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

格納容器内圧力（S/C）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【格納容器内圧力 (S/C) (T31-PT-030)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	
格納容器内圧力 (S/C) (T31-PT-030)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 T. M. S. L. 12.300*	□	□	—	—	C _H =1.40	C _V =1.33	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 格納容器内圧力 (S/C)

部材	m (kg)	h ₁ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト	□	742	12 (M12)	113.1	4	194 (40mm<径)	373 (40mm<径)

部材	ℓ ₁ * (mm)	ℓ ₂ * (mm)	n _f *	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	100	100	2	—	232	—	側面方向
	65	135	2				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位: N)

部材	F b		Q b	
	弾性設計用 地震動 S d 又は 静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用 地震動 S d 又は 静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト	—	<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 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	引張り	—	—	$\sigma_b=10$	$f_{ts}=139^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=2$	$f_{sb}=107$

すべて許容応力以下である。

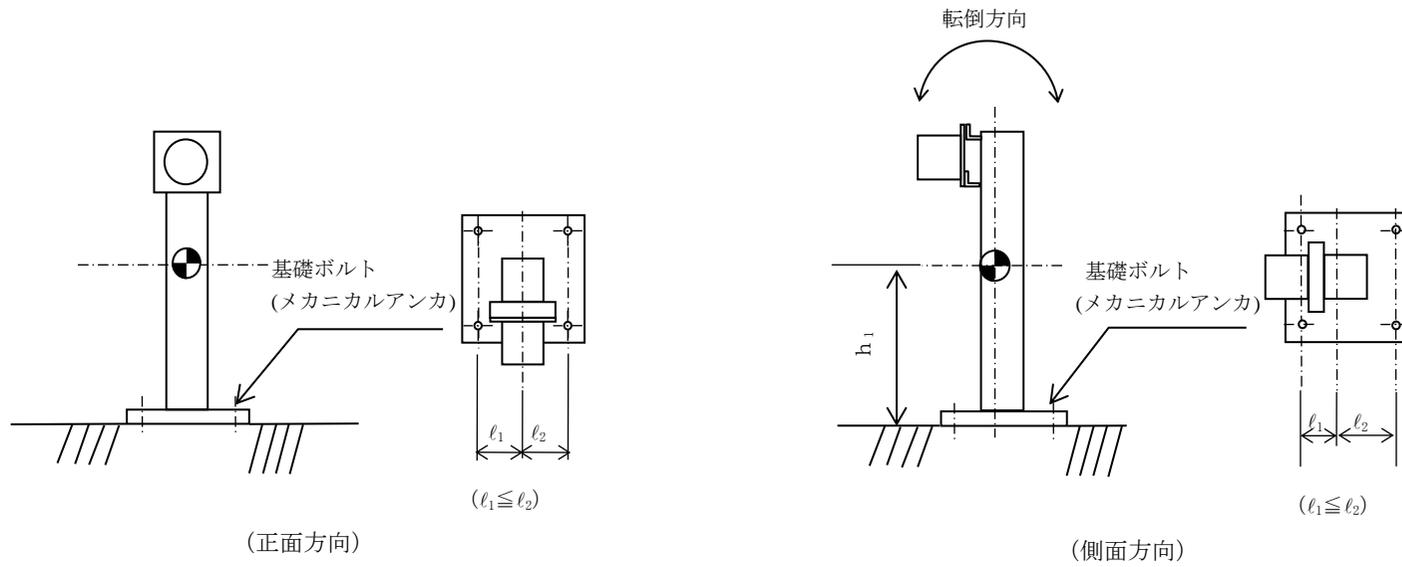
注記*: $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器内圧力 (S/C) (T31-PT-030)	水平方向	1.16	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.11	<input type="text"/>

注記*: 基準地震動 S s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



V-2-6-5-21 ドライウェル雰囲気温度の耐震性についての計算書

目 次

1.	ドライウエル雰囲気温度 (T31-TE-029A)	1
1.1	概要	1
1.2	一般事項	1
1.2.1	構造計画	1
1.2.2	評価方針	3
1.2.3	適用規格・基準等	4
1.2.4	記号の説明	5
1.2.5	計算精度と数値の丸め方	6
1.3	評価部位	7
1.4	固有周期	8
1.4.1	固有値解析方法	8
1.4.2	解析モデル及び諸元	8
1.4.3	固有値解析結果	9
1.5	構造強度評価	10
1.5.1	構造強度評価方法	10
1.5.2	荷重の組合せ及び許容応力	10
1.5.3	設計用地震力	14
1.5.4	計算方法	15
1.5.5	計算条件	18
1.5.6	応力の評価	18
1.6	機能維持評価	19
1.6.1	電氣的機能維持評価方法	19
1.7	評価結果	20
1.7.1	重大事故等対処設備としての評価結果	20
2.	ドライウエル雰囲気温度 (T31-TE-029K)	23
2.1	概要	23
2.2	一般事項	23
2.2.1	構造計画	23
2.2.2	評価方針	25
2.2.3	適用規格・基準等	26
2.2.4	記号の説明	27
2.2.5	計算精度と数値の丸め方	28
2.3	評価部位	29
2.4	固有周期	30
2.4.1	固有値解析方法	30

2.4.2	解析モデル及び諸元	30
2.4.3	固有値解析結果	31
2.5	構造強度評価	32
2.5.1	構造強度評価方法	32
2.5.2	荷重の組合せ及び許容応力	32
2.5.3	設計用地震力	36
2.5.4	計算方法	37
2.5.5	計算条件	41
2.5.6	応力の評価	41
2.6	機能維持評価	42
2.6.1	電氣的機能維持評価方法	42
2.7	評価結果	43
2.7.1	重大事故等対処設備としての評価結果	43

1. ドライウェル雰囲気温度 (T31-TE-029A)

1.1 概要

本計算書は、V-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、ドライウェル雰囲気温度が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

ドライウェル雰囲気温度は、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構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

1.2 一般事項

1.2.1 構造計画

ドライウェル雰囲気温度の構造計画を表 1-1 に示す。

表 1-1 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>検出器は温度計固定金具により、サポート鋼材に固定する。 サポート鋼材は溶接によりサポートスチールに固定する。</p>	<p>熱電対</p>	<p>【ドライウェル雰囲気温度】</p> <p>側面図</p> <p>サポートスチール</p> <p>正面図</p> <p>温度計固定金具</p> <p>100</p> <p>150</p> <p>溶接部</p> <p>検出器</p> <p>サポート鋼材 (山形鋼)</p> <p>100</p> <p>溶接部</p> <p>(正面方向)</p> <p>(側面方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

1.2.2 評価方針

ドライウェル雰囲気温度の応力評価は、V-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、「1.2.1 構造計画」にて示すドライウェル雰囲気温度の部位を踏まえ「1.3 評価部位」にて設定する箇所において、「1.4 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、「1.5 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、ドライウェル雰囲気温度の機能維持評価は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「1.6 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「1.7 評価結果」に示す。

ドライウェル雰囲気温度の耐震評価フローを図1-1に示す。

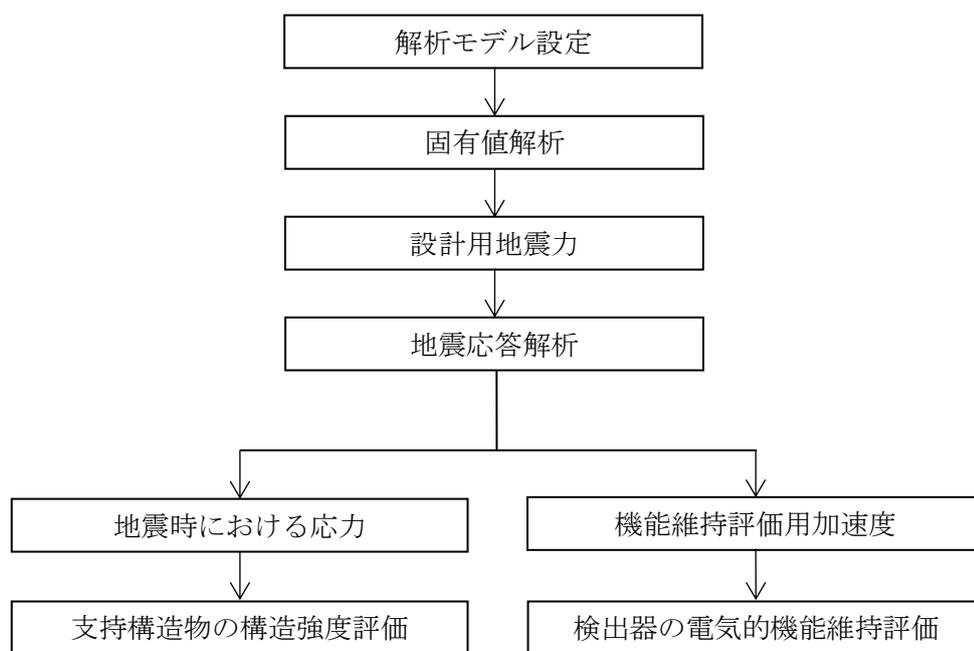


図1-1 ドライウェル雰囲気温度の耐震評価フロー

1.2.3 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。)

1.2.4 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 ²
A_{wx}	溶接部の F_x に対する有効断面積	mm ²
A_{wy}	溶接部の F_y に対する有効断面積	mm ²
A_{wz}	溶接部の F_z に対する有効断面積	mm ²
b_1, b_2	溶接の有効長さ (x 方向)	mm
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F^*	設計・建設規格 SSB-3131又はSSB-3133に定める値	MPa
F_x	溶接部に作用する力 (x 方向)	N
F_y	溶接部に作用する力 (y 方向)	N
F_z	溶接部に作用する力 (z 方向)	N
f_t	溶接部の許容引張応力	MPa
f_s	溶接部の許容せん断応力	MPa
f_b	溶接部の許容曲げ応力	MPa
f_w	溶接部の許容組合せ応力	MPa
h_1, h_2	溶接の有効長さ (z 方向)	mm
h_3, h_4	溶接の有効長さ (y 方向)	mm
l	据付面から検出器荷重点までの距離	mm
M_x	溶接部に作用するモーメント (x 軸周り)	N・m
M_y	溶接部に作用するモーメント (y 軸周り)	N・m
M_z	溶接部に作用するモーメント (z 軸周り)	N・m
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°Cにおける値	MPa
W	検出器の荷重	N
Z_x	溶接断面積における x 軸方向の断面係数	mm ³
Z_y	溶接断面積における y 軸方向の断面係数	mm ³
Z_z	溶接断面積における z 軸方向の断面係数	mm ³
Z_p	溶接断面積におけるねじり断面係数	mm ³
ν	ポアソン比	—

記号	記号の説明	単位
σ_b	溶接部に生じる曲げ応力	MPa
σ_t	溶接部に生じる引張応力	MPa
σ_w	溶接部に生じる組合せ応力	MPa
τ	溶接部に生じるせん断応力	MPa

1.2.5 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1-2に示すとおりとする。

表1-2 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 ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
モーメント	N・m	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。

1.3 評価部位

ドライウエル雰囲気温度の耐震評価は、「1.5.1 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。ドライウエル雰囲気温度の耐震評価部位については、表 1-1 の概略構造図に示す。

1.4.3 固有値解析結果

固有値解析結果を表 1-3 に示す。固有周期は、0.05 秒以下であり剛であることを確認した。

表 1-3 固有値解析結果

対象計器	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	Y方向	
T31-TE-029A	1次	水平		—	—	—

1.5 構造強度評価

1.5.1 構造強度評価方法

1.4.2 項(1)～(5)のほか、次の条件で計算する。

- (1) 地震力はドライウエル雰囲気温度に対して、水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。
- (2) ドライウエル雰囲気温度は、溶接でサポートスチールに固定されており、固定端とする。

1.5.2 荷重の組合せ及び許容応力

1.5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ドライウエル雰囲気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 1-4 に示す。

1.5.2.2 許容応力

ドライウエル雰囲気温度の許容応力は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 1-5 に示す。

1.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ドライウエル雰囲気温度の使用材料の許容応力評価条件のうちの評価に用いるものを表 1-6 に示す。

表 1-4 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* ¹	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	ドライウエル雰囲気温度	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 1-5 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2, *3} (ボルト等以外)		
	一次応力		
	引張り	せん断	曲げ
IVAS	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_b^*$
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。

*3：すみ肉溶接部の許容応力は母材の許容せん断応力とする。

表 1-6 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	200	193	373	—
溶接部	SS400 (板厚 ≤ 16mm)					

1.5.3 設計用地震力

耐震評価に用いる設計用地震力を表 1-7 に示す。

「基準地震動 S s」による地震力は、V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

表 1-7 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
ドライウエル 雰囲気温度 (T31-TE-029A)	原子炉格納容器 T. M. S. L. 24. 500 (T. M. S. L. 26. 013*)		0. 05 以下	—	—	C _H =2. 80	C _V =1. 46

注記*：基準床レベルを示す。

1.5.4 計算方法

1.5.4.1 応力の計算方法

1.5.4.1.1 溶接部の応力

三次元はりモデルによる個別解析から溶接部の内力を求めて、その結果を用いて手計算にて溶接部を評価する。

K7 ① V-2-6-5-21 R1

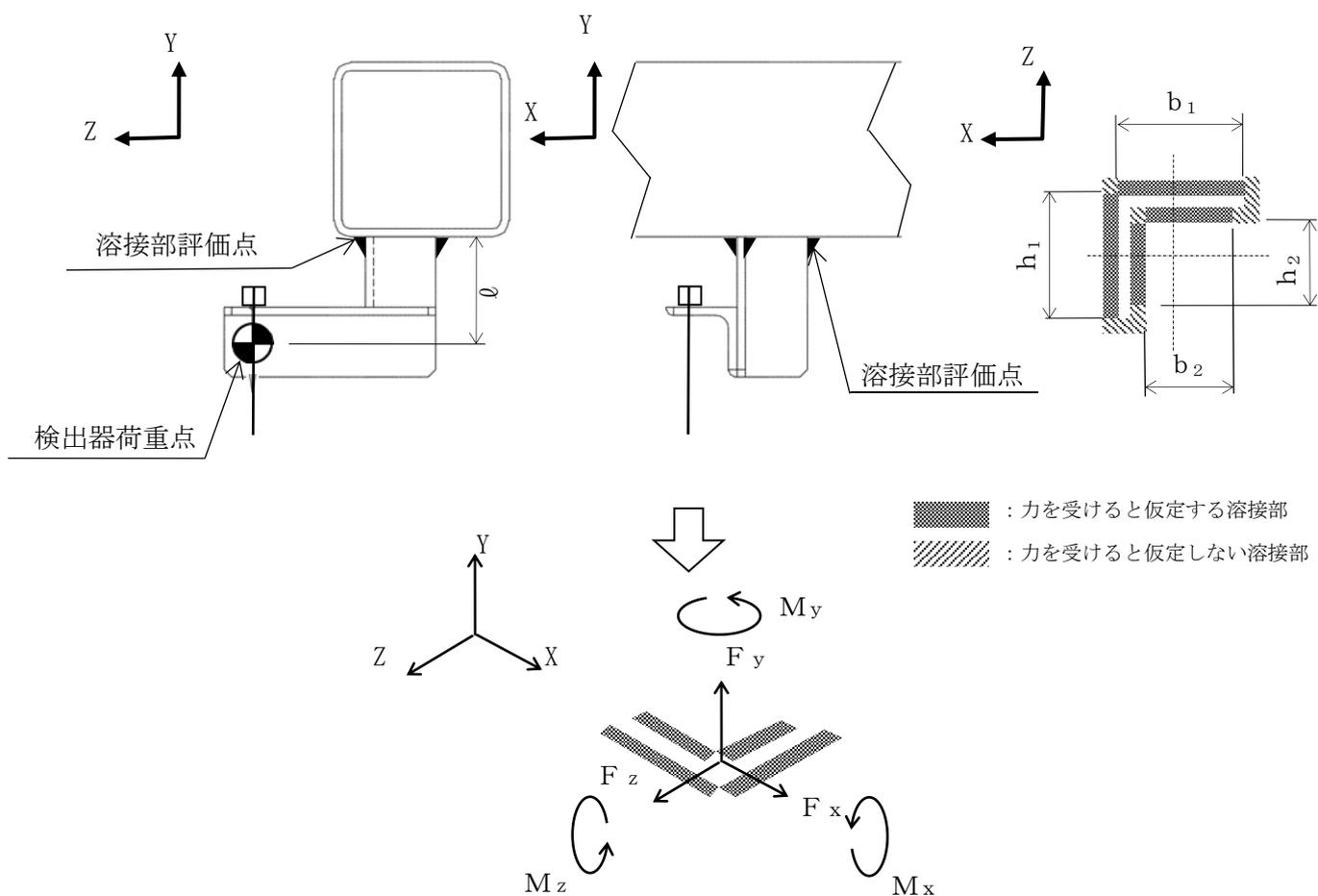


図 1-3 計算モデル (溶接部)

個別解析によって得られた溶接部の評価点の最大反力とモーメントを表1-8に示す。

表1-8 サポート発生反力, モーメント

対象計器	反力(N)			モーメント(N・m)		
	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z
T31-TE-029A						

(1) 引張応力

溶接部に対する引張応力は、全溶接断面積で受けるものとして計算する。

$$\sigma_t = \frac{F_y}{A_w} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.1)$$

ここで、引張り力を受ける溶接部の有効断面積 A_w は、次式により求める。

$$A_w = a \cdot (h_1 + h_2 + b_1 + b_2) \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.2)$$

ただし、 h_1 , h_2 , b_1 , b_2 は各溶接部における溶接長さを示し、溶接部の有効のど厚 a は、

$$a = 0.7 \cdot s \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.3)$$

(2) せん断応力

溶接部に対するせん断応力は、各方向の有効せん断面積で受けるものとして計算する。

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{F_x}{A_{wx}} + \frac{M_y}{Z_p}\right)^2 + \left(\frac{F_z}{A_{wz}} + \frac{M_y}{Z_p}\right)^2} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.4)$$

ここで、 A_{wx} , A_{wz} はせん断力を受ける各方向の有効断面積、 Z_p は溶接断面におけるねじり断面係数を示す。

A_{wx} , A_{wz} は、次式により求める。

$$A_{wx} = a \cdot (b_1 + b_2) \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.5)$$

$$A_{wz} = a \cdot (h_1 + h_2) \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.6)$$

(3) 曲げ応力

溶接部に対する曲げモーメントは、図1-3で x 軸方向、 z 軸方向に対する曲げモーメントを最も外側の溶接部で受けるものとして計算する。

$$\sigma_b = \frac{M_x}{Z_x} + \frac{M_z}{Z_z} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.7)$$

Z_x , Z_z は溶接断面の x 軸及び z 軸に関する断面係数を示す。

(4) 組合せ応力

溶接部に対する組合せ応力は、各応力を足し合わせたものとして計算する。

$$\sigma_w = \sqrt{(\sigma_t + \sigma_b)^2 + \tau^2} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.8)$$

1.5.5 計算条件

1.5.5.1 溶接部の応力計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ドライウェル雰囲気温度 (T31-TE-029A) 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。

1.5.6 応力の評価

1.5.6.1 溶接部の応力評価

1.5.4.1.1項で求めた溶接部に発生する応力は、下表で定めた許容応力以下であること。

	基準地震動 S_s による荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_t	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_s	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$
許容曲げ応力 f_b	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$

1.6 機能維持評価

1.6.1 電氣的機能維持評価方法

ドライウエル雰囲気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V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき、基準地震動 S_s により定まる応答加速度を設定する。

ドライウエル雰囲気温度の機能確認済加速度は、V-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1-9に示す。

表1-9 機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

評価部位	方向	機能確認済加速度
ドライウエル雰囲気温度 (T31-TE-029A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

1.7 評価結果

1.7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ドライウェル雰囲気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及び電気的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ドライウエル雰囲気温度 (T31-TE-029A) 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	
ドライウエル雰囲気温度 (T31-TE-029A)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉格納容器 T. M. S. L. 24. 500 (T. M. S. L. 26. 013*)		0.05 以下	—	—	C _H =2. 80	C _V =1. 46	200

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	W (N)	ℓ (mm)	a (mm)	s (mm)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	h ₃ (mm)	h ₄ (mm)	b ₁ (mm)	b ₂ (mm)	A _w (mm ²)	A _{wx} (mm ²)	A _{wy} (mm ²)	A _{wz} (mm ²)	Z _x (mm ³)	Z _y (mm ³)	Z _z (mm ³)	Z _p (mm ³)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)	F* (MPa)
溶接部		75	2.8	4	50	33	—	—	50	33	464.8	232.4	—	232.4	3.158 ×10 ³	—	3.158 ×10 ³	5.692 ×10 ³	193 (板厚 ≤ 16mm)	373 (板厚 ≤ 16mm)	—	231

1.3 計算数値

1.3.1 溶接部に作用する力

(単位 : N)

部材	F _x		F _y		F _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—		—		—	

1.3.2 溶接部に作用するモーメント

(単位 : N・m)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
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 _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
溶接部	SS400	引張り	—	—	$\sigma_t=1$	$f_t=133^*$
		せん断	—	—	$\tau_s=1$	$f_s=133^*$
		曲げ	—	—	$\sigma_b=4$	$f_b=133^*$
		組合せ	—	—	$\sigma_w=4$	$f_w=133^*$

すべて許容応力以下である。

注記*：すみ肉溶接部の許容応力は母材の許容せん断応力とする。

1.4.2 電氣的機能の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドライウェル雰囲気温度 (T31-TE-029A)	水平方向	2.33	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.21	<input type="text"/>

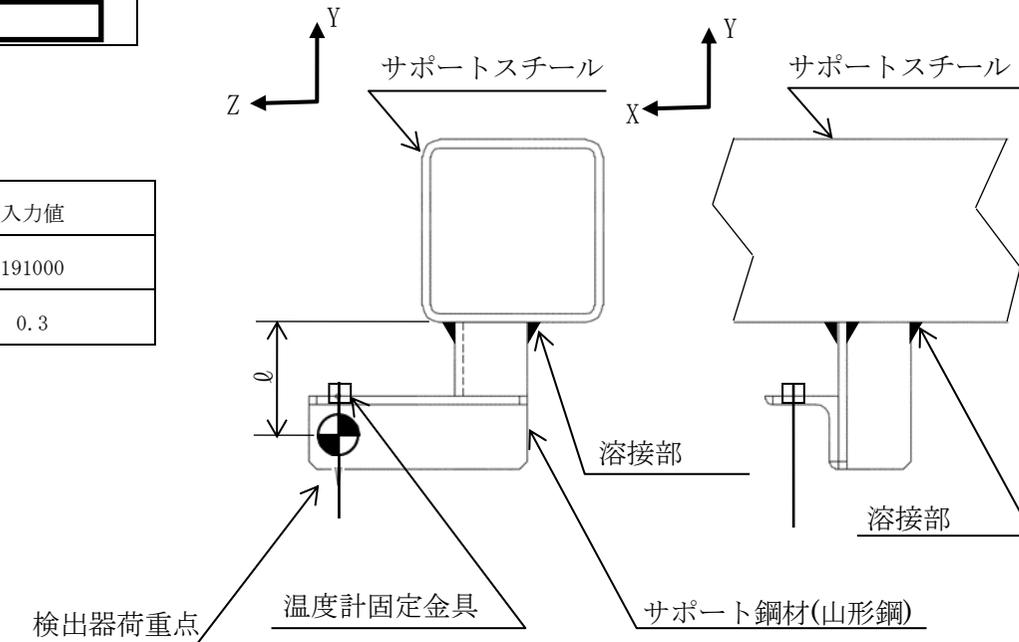
注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

項目	記号	単位	入力値
縦弾性係数	E	MPa	191000
ポアソン比	ν	—	0.3

22



2. ドライウェル雰囲気温度 (T31-TE-029K)

2.1 概要

本計算書は、V-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、ドライウェル雰囲気温度が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

ドライウェル雰囲気温度は、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構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

2.2 一般事項

2.2.1 構造計画

ドライウェル雰囲気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>検出器は温度計固定金具により、温度計支持構造物に固定する。 温度計支持構造物は溶接によりサポート鋼材に固定する。 サポート鋼材は溶接により原子炉本体基礎に固定する。</p>	<p>熱電対</p>	<p>【ドライウェル雰囲気温度】</p>

2.2.2 評価方針

ドライウエル雰囲気温度の応力評価は、V-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、「2.2.1 構造計画」にて示すドライウエル雰囲気温度の部位を踏まえ「2.3 評価部位」にて設定する箇所において、「2.4 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、「2.5 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、ドライウエル雰囲気温度の機能維持評価は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「2.6 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「2.7 評価結果」に示す。

ドライウエル雰囲気温度の耐震評価フローを図2-1に示す。

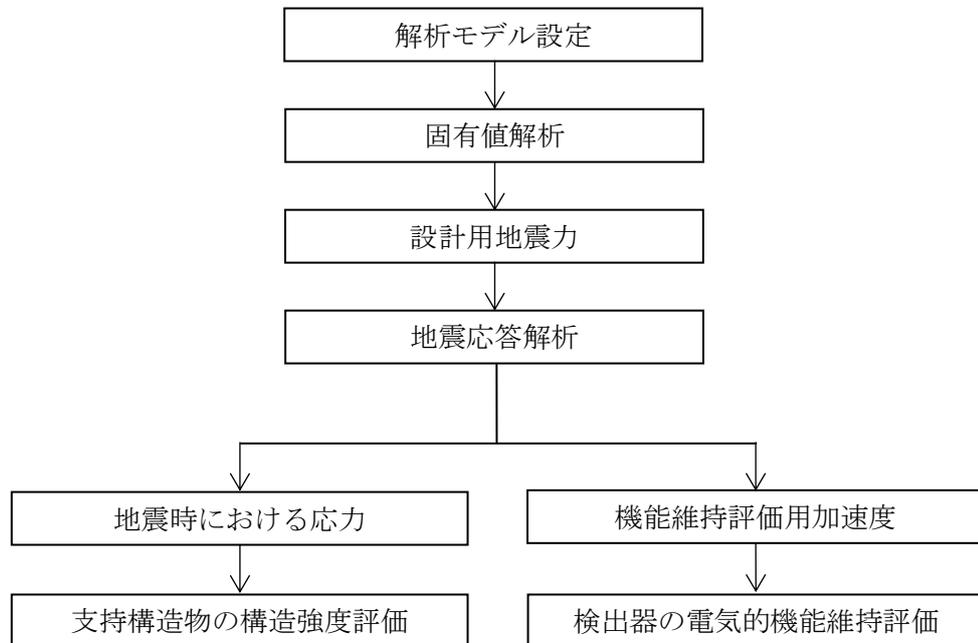


図2-1 ドライウエル雰囲気温度の耐震評価フロー

2.2.3 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。)

2.2.4 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^2
A_{wx}	溶接部の F_x に対する有効断面積	mm^2
A_{wy}	溶接部の F_y に対する有効断面積	mm^2
A_{wz}	溶接部の F_z に対する有効断面積	mm^2
b_1, b_2	溶接の有効長さ (x 方向)	mm
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F^*	設計・建設規格 SSB-3131又はSSB-3133に定める値	MPa
F_x	溶接部に作用する力 (x 方向)	N
F_y	溶接部に作用する力 (y 方向)	N
F_z	溶接部に作用する力 (z 方向)	N
f_t	溶接部の許容引張応力	
f_s	溶接部の許容せん断応力	MPa
f_b	溶接部の許容曲げ応力	
f_w	溶接部の許容組合せ応力	
h_1, h_2	溶接の有効長さ (z 方向)	mm
h_3, h_4	溶接の有効長さ (y 方向)	mm
ℓ	据付面から検出器荷重点までの距離	mm
M_x	溶接部に作用するモーメント (x 軸周り)	$\text{N}\cdot\text{m}$
M_y	溶接部に作用するモーメント (y 軸周り)	$\text{N}\cdot\text{m}$
M_z	溶接部に作用するモーメント (z 軸周り)	$\text{N}\cdot\text{m}$
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°Cにおける値	MPa
W	検出器の荷重	N
Z_x	溶接断面積における x 軸方向の断面係数	mm^3
Z_y	溶接断面積における y 軸方向の断面係数	mm^3
Z_z	溶接断面積における z 軸方向の断面係数	mm^3
Z_p	溶接断面積におけるねじり断面係数	mm^3
ν	ポアソン比	—

記号	記号の説明	単位
σ_b	溶接部に生じる曲げ応力	MPa
σ_t	溶接部に生じる引張応力	MPa
σ_w	溶接部に生じる組合せ応力	MPa
τ	溶接部に生じるせん断応力	MPa

2.2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表2-2に示すとおりとする。

表2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度	—	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位*1
面積	mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
モーメント	N・m	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。

2.3 評価部位

ドライウェル雰囲気温度の耐震評価は、「2.5.1 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。ドライウェル雰囲気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。

2.4 固有周期

2.4.1 固有値解析方法

ドライウエル雰囲気温度の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) ドライウエル雰囲気温度は、「2.4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元はりモデルとして考える。

2.4.2 解析モデル及び諸元

ドライウエル雰囲気温度の解析モデルを図 2-2 に、解析モデルの概要を以下に示す。

また、機器の諸元を本計算書の【ドライウエル雰囲気温度 (T31-TE-029K) 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) ドライウエル雰囲気温度の質量は、それぞれの重心に集中するものとする。
- (2) ドライウエル雰囲気温度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ものとする。
- (3) 拘束条件は、溶接部を完全拘束とする。
- (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、別紙「計算機プログラム (解析コード) の概要」に示す。

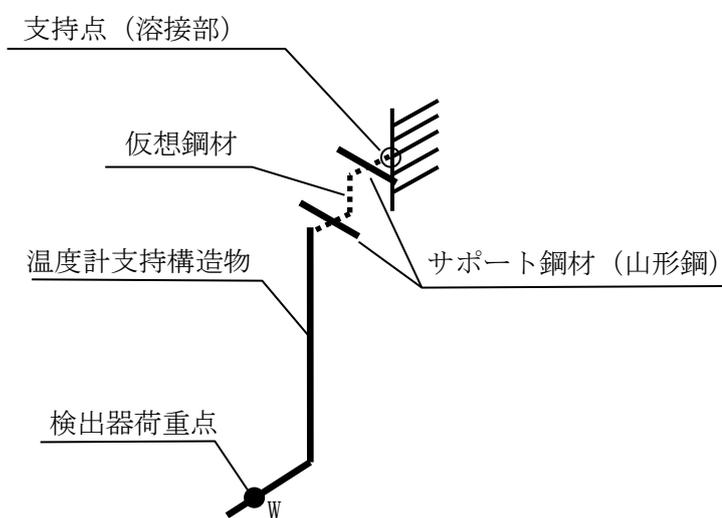


図 2-2 解析モデル

2.4.3 固有値解析結果

固有値解析結果を表 2-3 に示す。固有周期は、0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 2-3 固有値解析結果

対象計器	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	Y方向	
T31-TE-029K	1次	水平		—	—	—

2.5 構造強度評価

2.5.1 構造強度評価方法

2.4.2 項(1)～(5)のほか、次の条件で計算する。

- (1) 地震力はドライウエル雰囲気温度に対して、水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。
- (2) ドライウエル雰囲気温度は、溶接で原子炉本体基礎に固定されており、固定端とする。

2.5.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ドライウエル雰囲気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 2-4 に示す。

2.5.2.2 許容応力

ドライウエル雰囲気温度の許容応力は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 2-5 に示す。

2.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ドライウエル雰囲気温度の使用材料の許容応力評価条件のうちの評価に用いるものを表 2-6 に示す。

表 2-4 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* ¹	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	ドライウエル雰囲気温度	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 2-5 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, *4} (ボルト等以外)		
	一次応力		
	引張り	せん断	曲げ
IVAS	$1.5 \cdot f_t^{**3}$	$1.5 \cdot f_s^{**3}$	$1.5 \cdot f_b^{**3}$
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。

*3：その他の支持構造物においては S_y を $1.2 \cdot S_y$ と読み替える。ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については、本読み替えを行わない。

*4：すみ肉溶接部の許容応力は母材の許容せん断応力とする。

表 2-6 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
溶接部 (原子炉本体基礎)	SS400 (板厚 ≤ 16mm)	周囲環境温度	200	193	373	—
溶接部 (サポート)	SS400 (板厚 ≤ 16mm)	周囲環境温度	200	193	373	—
溶接部 (温度計支持構造物)	SUS304	周囲環境温度	200	144	402	205

2.5.3 設計用地震力

耐震評価に用いる設計用地震力を表 2-7 に示す。

「基準地震動 S_s 」による地震力は、V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

表 2-7 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
ドライウエル 雰囲気温度 (T31-TE-029K)	原子炉格納容器 T. M. S. L. -3.000 (T. M. S. L. -2.100*)		0.05 以下	—	—	$C_H=1.19$	$C_V=1.24$

注記*：基準床レベルを示す。

2.5.4 計算方法

2.5.4.1 応力の計算方法

2.5.4.1.1 溶接部の応力

三次元はりモデルによる個別解析から溶接部の内力を求めて、その結果を用いて手計算にて溶接部を評価する。

K7 ① V-2-6-5-21 R1

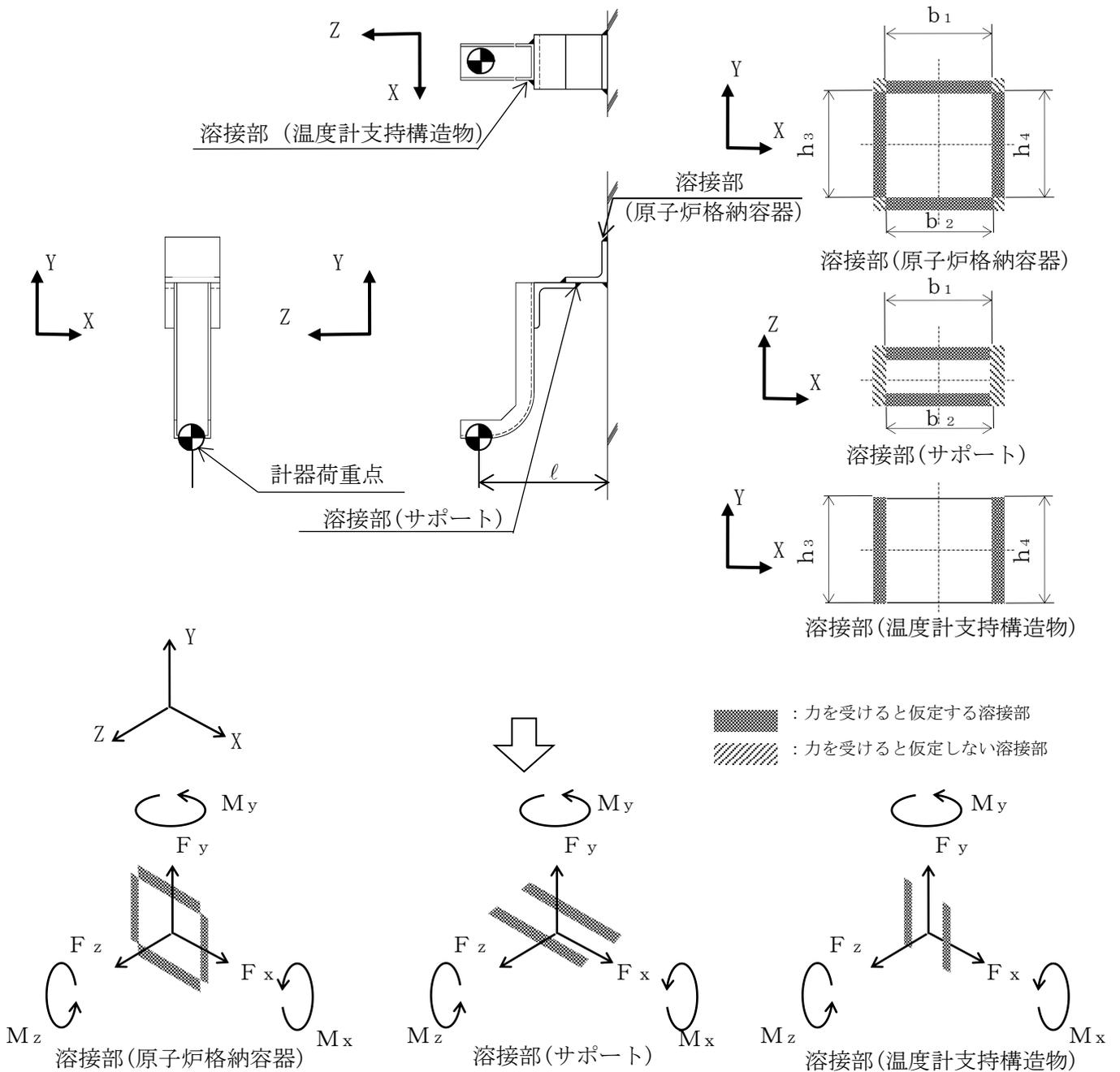


図 2-3 計算モデル (溶接部)

個別解析によって得られた溶接部の評価点の最大反力とモーメントを表 2-8 に示す。

表2-8 サポート発生反力, モーメント

対象計器	反力(N)			モーメント(N・m)		
	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z
T31-TE-029K (溶接部 (原子炉本体基礎))						
T31-TE-029K (溶接部 (サポート))						
T31-TE-029K (溶接部 (温度計支持構造物))						

(1) 引張応力

溶接部に対する引張応力は、全溶接断面積で受けるものとして計算する。

- a. T31-TE-029K (溶接部 (原子炉本体基礎, 温度計支持構造物))

$$\sigma_t = \frac{F_z}{A_w} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1)$$

ここで、引張り力を受ける溶接部の有効断面積A_wは、次式により求める。

- (a) T31-TE-029K (溶接部 (原子炉本体基礎))

$$A_w = a \cdot (h_3 + h_4 + b_1 + b_2) \dots\dots\dots (2.5.4.1.2)$$

- (b) T31-TE-029K (溶接部 (温度計支持構造物))

$$A_w = a \cdot (h_3 + h_4) \dots\dots\dots (2.5.4.1.3)$$

- b. T31-TE-029K (溶接部 (サポート))

$$\sigma_t = \frac{F_y}{A_w} \dots\dots\dots (2.5.4.1.4)$$

ここで、引張り力を受ける溶接部の有効断面積A_wは、次式により求める。

$$A_w = a \cdot (b_1 + b_2) \dots\dots\dots (2.5.4.1.5)$$

ただし、h₃, h₄, b₁, b₂ は各溶接部における溶接長さを示し、溶接部の有効のど厚 a は、

$$a = 0.7 \cdot s \dots\dots\dots (2.5.4.1.6)$$

(2) せん断応力

溶接部に対するせん断応力は、各方向の有効せん断面積で受けるものとして計算する。

a. T31-TE-029K (溶接部 (原子炉本体基礎, 温度計支持構造物))

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{F_x}{A_{wx}} + \frac{M_z}{Z_p}\right)^2 + \left(\frac{F_y}{A_{wy}} + \frac{M_z}{Z_p}\right)^2} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.7)$$

ここで、 A_{wx} 、 A_{wy} はせん断力を受ける各方向の有効断面積、 Z_p は溶接断面におけるねじり断面係数を示す。

A_{wx} 、 A_{wy} は、次式により求める。

(a) T31-TE-029K (溶接部 (原子炉本体基礎))

$$A_{wx} = a \cdot (b_1 + b_2) \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.8)$$

$$A_{wy} = a \cdot (h_3 + h_4) \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.9)$$

(b) T31-TE-029K (溶接部 (温度計支持構造物))

$$A_{wx} = \frac{A_w}{1.5} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.10)$$

$$A_{wy} = \frac{A_w}{1.5} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.11)$$

b. T31-TE-029K (溶接部(サポート))

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{F_x}{A_{wx}} + \frac{M_y}{Z_p}\right)^2 + \left(\frac{F_z}{A_{wz}} + \frac{M_y}{Z_p}\right)^2} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.12)$$

ここで、 A_{wx} 、 A_{wz} はせん断力を受ける各方向の有効断面積、 Z_p は溶接断面におけるねじり断面係数を示す。

A_{wx} 、 A_{wy} は、次式により求める。

$$A_{wx} = \frac{A_w}{1.5} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.13)$$

$$A_{wz} = \frac{A_w}{1.5} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.14)$$

(3) 曲げ応力

- a. T31-TE-029K (溶接部 (原子炉本体基礎, 温度計支持構造物))

溶接部に対する曲げモーメントは, 図2-3で x 軸方向, y 軸方向に対する曲げモーメントを最も外側の溶接部で受けるものとして計算する。

$$\sigma_b = \frac{M_x}{Z_x} + \frac{M_y}{Z_y} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.15)$$

Z_x, Z_y は溶接断面の x 軸及び y 軸に関する断面係数を示す。

- b. T31-TE-029K (溶接部 (サポート))

溶接部に対する曲げモーメントは, 図2-3で x 軸方向, z 軸方向に対する曲げモーメントを最も外側の溶接部で受けるものとして計算する。

$$\sigma_b = \frac{M_x}{Z_x} + \frac{M_z}{Z_z} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.16)$$

Z_x, Z_z は溶接断面の x 軸及び z 軸に関する断面係数を示す。

(4) 組合せ応力

溶接部に対する組合せ応力は, 各応力を足し合わせたものとして計算する。

$$\sigma_w = \sqrt{(\sigma_t + \sigma_b)^2 + \tau^2} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.17)$$

2.5.5 計算条件

2.5.5.1 溶接部の応力計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ドライウェル雰囲気温度 (T31-TE-029K) 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

2.5.6 応力の評価

2.5.6.1 溶接部の応力評価

2.5.4.1.1項で求めた溶接部に発生する応力は、下表で定めた許容応力以下であること。

	基準地震動 S_s による荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_t	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_s	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$
許容曲げ応力 f_b	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$

2.6 機能維持評価

2.6.1 電氣的機能維持評価方法

ドライウエル雰囲気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V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき、基準地震動 S_s により定まる応答加速度を設定する。

ドライウエル雰囲気温度の機能確認済加速度は、V-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2-9に示す。

表2-9 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
ドライウエル雰囲気温度 (T31-TE-029K)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

2.7 評価結果

2.7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ドライウェル雰囲気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及び電気的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ドライウエル雰囲気温度 (T31-TE-029K) 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	
ドライウエル雰囲気温度 (T31-TE-029K)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子格納容器 T.M.S.L.-3.000 (T.M.S.L.-2.100*)		0.05 以下	—	—	C _H =1.19	C _V =1.24	200

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉本体基礎

部材	W (N)	ℓ (mm)	a (mm)	s (mm)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	h ₃ (mm)	h ₄ (mm)	b ₁ (mm)	b ₂ (mm)	A _w (mm ²)	A _{wx} (mm ²)	A _{wy} (mm ²)	A _{wz} (mm ²)	Z _x (mm ³)	Z _y (mm ³)	Z _z (mm ³)	Z _p (mm ³)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)	F* (MPa)
溶接部		140	2.8	4	—	—	50	50	60	60	616.0	336.0	280.0	—	1.052 ×10 ⁴	1.149 ×10 ⁴	—	1.624 ×10 ⁴	193 (板厚 ≤ 16mm)	373 (板厚 ≤ 16mm)	—	231

1.2.2 サポート

部材	W (N)	ℓ (mm)	a (mm)	s (mm)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	h ₃ (mm)	h ₄ (mm)	b ₁ (mm)	b ₂ (mm)	A _w (mm ²)	A _{wx} (mm ²)	A _{wy} (mm ²)	A _{wz} (mm ²)	Z _x (mm ³)	Z _y (mm ³)	Z _z (mm ³)	Z _p (mm ³)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)	F* (MPa)
溶接部	—	—	2.8	4	—	—	—	—	48	48	268.8	179.2	—	179.2	2.742 ×10 ³	—	2.150 ×10 ³	3.188 ×10 ³	193 (板厚 ≤ 16mm)	373 (板厚 ≤ 16mm)	—	231

1.2.3 温度計支持構造物

部材	W (N)	ℓ (mm)	a (mm)	s (mm)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	h ₃ (mm)	h ₄ (mm)	b ₁ (mm)	b ₂ (mm)	A _w (mm ²)	A _{wx} (mm ²)	A _{wy} (mm ²)	A _{wz} (mm ²)	Z _x (mm ³)	Z _y (mm ³)	Z _z (mm ³)	Z _p (mm ³)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)	F* (MPa)
溶接部	—	—	2.1	3	—	—	50	50	—	—	210.0	140.0	140.0	—	1.750 ×10 ³	4.213 ×10 ³	—	4.102 ×10 ³	144	402	205	194

1.3 計算数値

1.3.1 溶接部に作用する力

(単位：N)

部材	F _x		F _y		F _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部 (原子炉本体基礎)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
溶接部 (サポート)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
溶接部 (温度計支持構造物)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.3.2 溶接部に作用するモーメント

(単位：N・m)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部 (原子炉本体基礎)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
溶接部 (サポート)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
溶接部 (温度計支持構造物)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

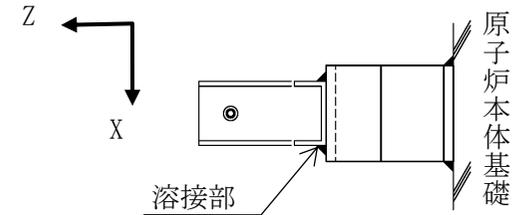
1.4.1 溶接部の応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S 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
溶接部 (原子炉本体基礎)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_t = 0$	$f_t = 133^*$
		せん断	—	—	$\tau = 1$	$f_s = 133^*$
		曲げ	—	—	$\sigma_b = 2$	$f_b = 133^*$
		組合せ	—	—	$\sigma_w = 2$	$f_w = 133^*$
溶接部 (サポート)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_t = 1$	$f_t = 133^*$
		せん断	—	—	$\tau = 2$	$f_s = 133^*$
		曲げ	—	—	$\sigma_b = 8$	$f_b = 133^*$
		組合せ	—	—	$\sigma_w = 8$	$f_w = 133^*$
溶接部 (温度計支持構造物)	SUS304	引張り	—	—	$\sigma_t = 1$	$f_t = 112^*$
		せん断	—	—	$\tau = 3$	$f_s = 112^*$
		曲げ	—	—	$\sigma_b = 5$	$f_b = 112^*$
		組合せ	—	—	$\sigma_w = 6$	$f_w = 112^*$

すべて許容応力以下である。

注記*：すみ肉溶接部の許容応力は母材の許容せん断応力とする。



46

1.4.2 電気的機能の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

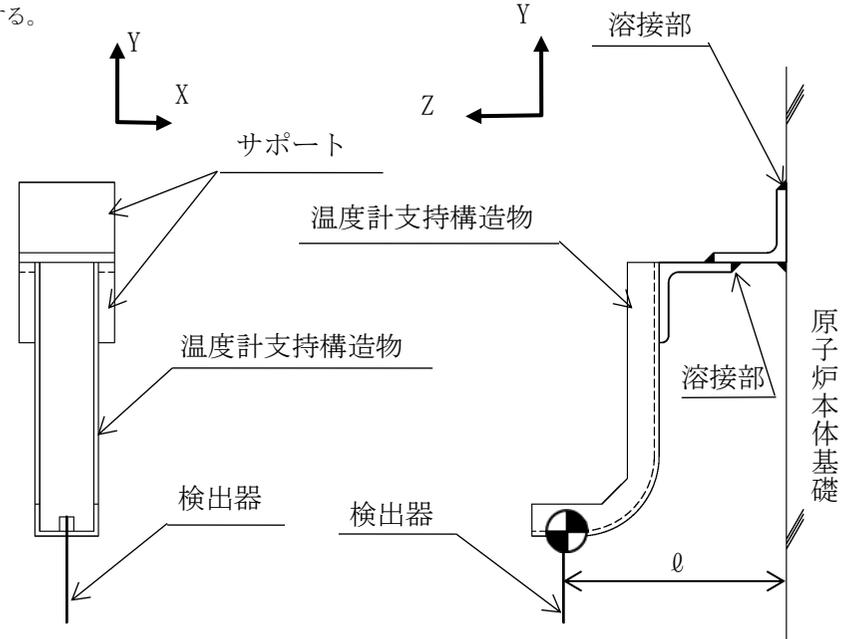
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドライウェル雰囲気温度 (T31-TE-029K)	水平方向	0.99	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.03	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

項目	記号	単位	入力値
縦弾性係数	E	MPa	191000 (SS400) 183000 (SUS304)
ポアソン比	ν	—	0.3



V-2-6-5-22 サプレッションチェンバ気体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
5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	10
5.2.2 許容応力	10
5.2.3 使用材料の許容応力評価条件	10
5.3 設計用地震力	14
5.4 計算方法	15
5.4.1 応力の計算方法	15
5.5 計算条件	17
5.5.1 溶接部の応力計算条件	17
5.6 応力の評価	17
5.6.1 溶接部の応力評価	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、V-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、サプレッションチェンバ気体温度が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

サプレッションチェンバ気体温度は、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構造強度評価および電氣的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

サプレッションチェンバ気体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>検出器はサポート鋼材に溶接で取付けられたボスに圧縮継手で固定し、サポート鋼材は原子炉格納容器に溶接で固定する。</p>	<p>熱電対</p>	<p>【サプレッションチェンバ氣體温度】</p> <p>原子炉格納容器</p> <p>溶接部</p> <p>ボス</p> <p>圧縮継手</p> <p>サポート鋼材</p> <p>検出器</p> <p>側面</p> <p>正面</p> <p>(単位：mm)</p>

2.2 評価方針

サプレッションチェンバ気体温度の応力評価は、V-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」にて示すサプレッションチェンバ気体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、サプレッションチェンバ気体温度の機能維持評価は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「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。

サプレッションチェンバ気体温度の耐震評価フローを図2-1に示す。

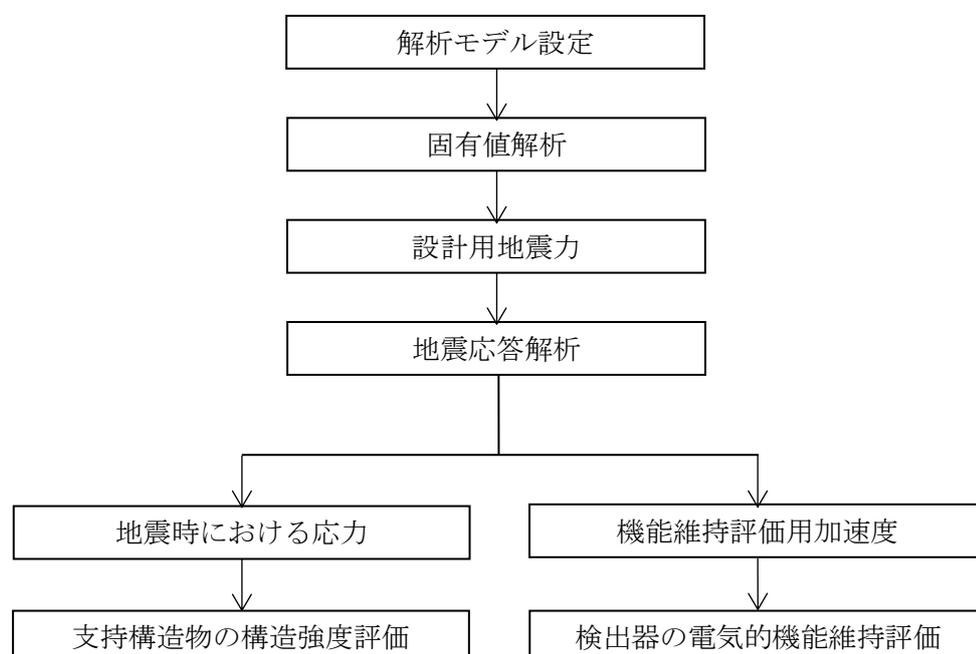


図2-1 サプレッションチェンバ気体温度の耐震評価フロー

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	溶接部の有効のど厚	mm
A_w	溶接部の有効断面積	mm ²
A_{wy}	溶接部の F_y に対する有効断面積	mm ²
A_{wz}	溶接部の F_z に対する有効断面積	mm ²
b_1, b_2	溶接の有効長さ (z 方向)	mm
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F^*	設計・建設規格 SSB-3133に定める値	MPa
F_x	溶接部に作用する力 (x 方向)	N
F_y	溶接部に作用する力 (y 方向)	N
F_z	溶接部に作用する力 (z 方向)	N
f_t	溶接部の許容引張応力	MPa
f_s	溶接部の許容せん断応力	MPa
f_b	溶接部の許容曲げ応力	MPa
f_w	溶接部の許容組合せ応力	MPa
h_1, h_2	溶接の有効長さ (y 方向)	mm
l	据付面から検出器荷重点までの距離	mm
M_x	溶接部に作用するモーメント (x 軸周り)	N・m
M_y	溶接部に作用するモーメント (y 軸周り)	N・m
M_z	溶接部に作用するモーメント (z 軸周り)	N・m
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°Cにおける値	MPa
W	検出器の荷重	N
Z_y	溶接断面積における y 軸方向の断面係数	mm ³
Z_z	溶接断面積における z 軸方向の断面係数	mm ³
ν	ポアソン比	—
σ_t	溶接部に生じる引張応力	MPa
σ_b	溶接部に生じる曲げ応力	MPa
σ_w	溶接部に生じる組合せ応力	MPa
τ	溶接部に生じるせん断応力	MPa
π	円周率	—

2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-2 に示すとおりとする。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位*1
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁*2
モーメント	N・m	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

サプレッションチェンバ気体温度の耐震評価は、「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溶接部について実施する。サプレッションチェンバ気体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

サプレッションチェンバ気体温度の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) サプレッションチェンバ気体温度は、「4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元はりモデルとして考える。

4.2 解析モデル及び諸元

サプレッションチェンバ気体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【サプレッションチェンバ気体温度 (T31-TE-019S)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) サプレッションチェンバ気体温度の質量は、重心に集中するものとする。
- (2) サプレッションチェンバ気体温度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ものとする。
- (3) 拘束条件は、溶接部を完全拘束とする。
- (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、別紙「計算機プログラム (解析コード) の概要」に示す。

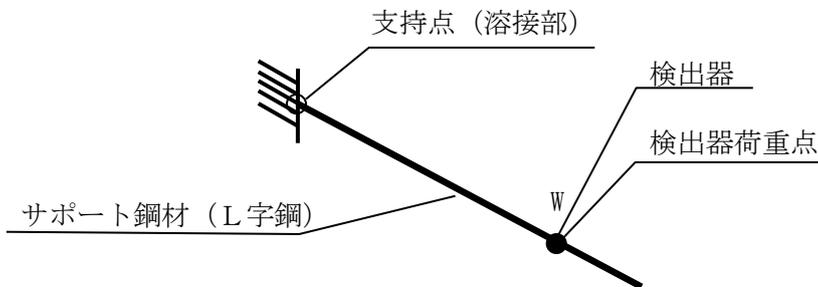


図 4-1 解析モデル

4.3 固有値解析結果

固有値解析結果を表 4-1 に示す。固有周期は、0.05 秒以下であり剛であることを確認した。

表 4-1 固有値解析結果

計器番号	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	Y方向	
T31-TE-019S	1次	水平		—	—	—

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、サプレッションチェンバ気体温度に対して、水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。
- (2) サプレッションチェンバ気体温度は、溶接で原子炉格納容器に固定されており、固定端とする。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

サプレッションチェンバ気体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

サプレッションチェンバ気体温度の許容応力は、V-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

サプレッションチェンバ気体温度の使用材料の許容応力評価条件のうち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	サプレッションチェンバ 気体温度	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, *3 (ボルト等以外)		
	一次応力		
	引張り	せん断	曲げ
IVAS	$1.5 \cdot f_t^{* *4}$	$1.5 \cdot f_s^{* *4}$	$1.5 \cdot f_b^{* *4}$
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。

*3：すみ肉溶接部の許容応力は母材の許容せん断応力とする。

*4：その他の支持構造物においては S_y を $1.2 \cdot S_y$ と読み替える。ただし，オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については，本読み替えを行わない。

表 5-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		溶接部	SUS304	周囲環境温度	200	144

5.3 設計用地震力

耐震評価に用いる設計用地震力を表 5-4 に示す。

「基準地震動 S_s 」による地震力は、V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

表 5-4 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
サプレッション チェンバ気体温度 (T31-TE-019S)	原子炉格納容器 T. M. S. L. 7. 000 (T. M. S. L. 8. 200*)		0.05 以下	—	—	$C_H=1.41$	$C_V=1.37$

注記*：基準床レベルを示す。

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 溶接部の応力

三次元はりモデルによる個別解析から溶接部の内力を求めて、その結果を用いて手計算にて溶接部を評価する。

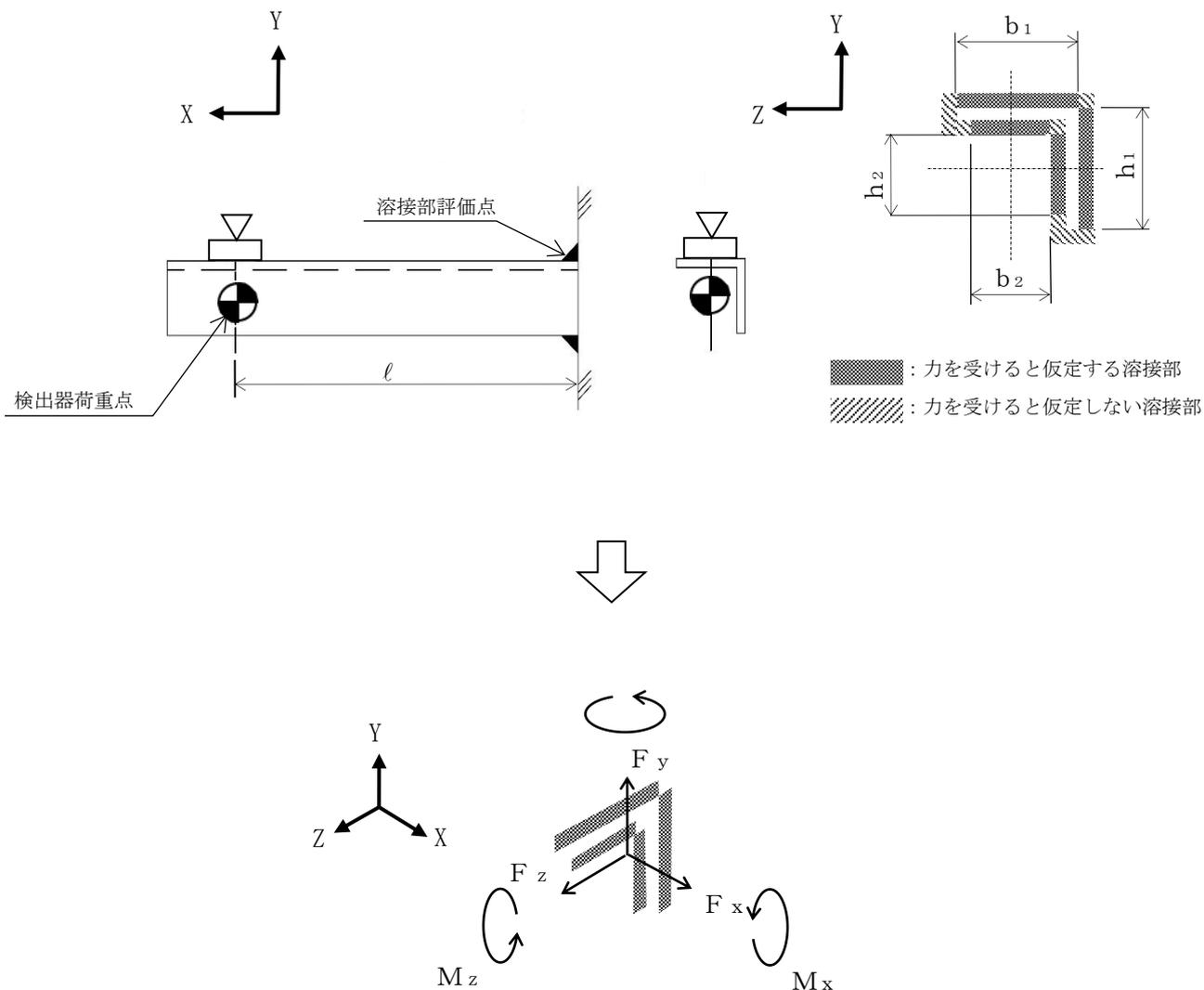


図 5-1 計算モデル (溶接部)

個別解析によって得られた溶接部の評価点の最大反力とモーメントを表 5-5 に示す。

表5-5 サポート発生反力, モーメント

対象計器	反力(N)			モーメント(N・m)		
	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
T31-TE-019S	<input type="text"/>					

(1) 引張応力

溶接に対する引張応力は、全溶接断面積で受けるものとして計算する。

$$\sigma_t = \frac{F_x}{A_w} \dots\dots\dots (5.4.1.1.1)$$

ここで、引張り力を受ける溶接部の有効断面積 A_w は、次式により求める。

$$A_w = a \cdot (h_1 + h_2 + b_1 + b_2) \dots\dots\dots (5.4.1.1.2)$$

ただし、 h_1 、 h_2 、 b_1 、 b_2 は各溶接部における溶接長さを示し、溶接部の有効のど厚 a は、次式により求める。

$$a = 0.7 \cdot s \dots\dots\dots (5.4.1.1.3)$$

(2) せん断応力

溶接に対するせん断応力は、各方向の有効せん断面積で受けるものとして計算する。

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{F_y}{A_{wy}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2 + \left(\frac{F_z}{A_{wz}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

ここで、 A_{wy} 、 A_{wz} はせん断力を受ける各方向の有効断面積、 Z_p は溶接断面におけるねじり断面係数を示す。 A_{wy} 、 A_{wz} は、次式により求める。

$$A_{wy} = a \cdot (h_1 + h_2) \dots\dots\dots (5.4.1.1.5)$$

$$A_{wz} = a \cdot (b_1 + b_2) \dots\dots\dots (5.4.1.1.6)$$

(3) 曲げ応力

溶接部に対する曲げモーメントは、図 5-1 で y 軸方向、 z 軸方向に対する曲げモーメントを最も外側の溶接部で受けるものとして計算する。

$$\sigma_b = \frac{M_y}{Z_y} + \frac{M_z}{Z_z} \dots\dots\dots (5.4.1.1.7)$$

Z_y 、 Z_z は溶接断面の y 軸及び z 軸に関する断面係数を示す。

(4) 組合せ応力

溶接に対する組合せ応力は、各応力を足し合わせたものとして計算する。

$$\sigma_w = \sqrt{(\sigma_t + \sigma_b)^2 + \tau^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.8)$$

5.5 計算条件

5.5.1 溶接部の応力計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【サブプレッションチェンバ氣體温度 (T31-TE-019S) 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各応力が下表で定めた許容応力以下であること。

	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_t	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_s	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$
許容曲げ応力 f_b	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$

6. 機能維持評価

6.1 電氣的機能維持評価方法

サブプレッションチェンバ気体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V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき、基準地震動 S_s により定まる応答加速度を設定する。

サブプレッションチェンバ気体温度の機能確認済加速度は、V-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

(単位： $\times 9.8 \text{ m/s}^2$)

評価部位	方向	機能確認済加速度
サブプレッションチェンバ気体温度 (T31-TE-019S)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

7. 評価結果

7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

サプレッションチェンバ気体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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【サブプレッションチェンバ気体温度 (T31-TE-019S) 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	
サブプレッションチェンバ 気体温度 (T31-TE-019S)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉格納容器 T.M.S.L. 7.000 (T.M.S.L. 8.200*)	□	0.05 以下	—	—	C _H =1.41	C _V =1.37	200

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 サブプレッションチェンバ気体温度

部材	W (N)	ℓ (mm)	a (mm)	s (mm)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	b ₁ (mm)	b ₂ (mm)	A _w (mm ²)	A _{wy} (mm ²)	A _{wz} (mm ²)	Z _y (mm ³)	Z _z (mm ³)	Z _p (mm ³)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)	F* (MPa)
溶接部	□	250	2.8	4	50	33	50	33	464.8	232.4	232.4	3.158 ×10 ³	3.158 ×10 ³	5.692 ×10 ³	144	402	205	194

1.3 計算数値

1.3.1 溶接部に作用する力

(単位：N)

部材	F _x		F _y		F _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.3.2 溶接部に作用するモーメント

(単位：N・m)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 _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
溶接部	SUS304	引張り	—	—	$\sigma_t = 0$	$f_t = 112^*$
		せん断	—	—	$\tau = 1$	$f_s = 112^*$
		曲げ	—	—	$\sigma_b = 5$	$f_b = 112^*$
		組合せ	—	—	$\sigma_w = 6$	$f_w = 112^*$

すべて許容応力以下である。

注記*：すみ肉溶接部の許容応力は母材の許容せん断応力とする。

1.4.2 電気的機能の評価結果

(単位: $\times 9.8\text{m/s}^2$)

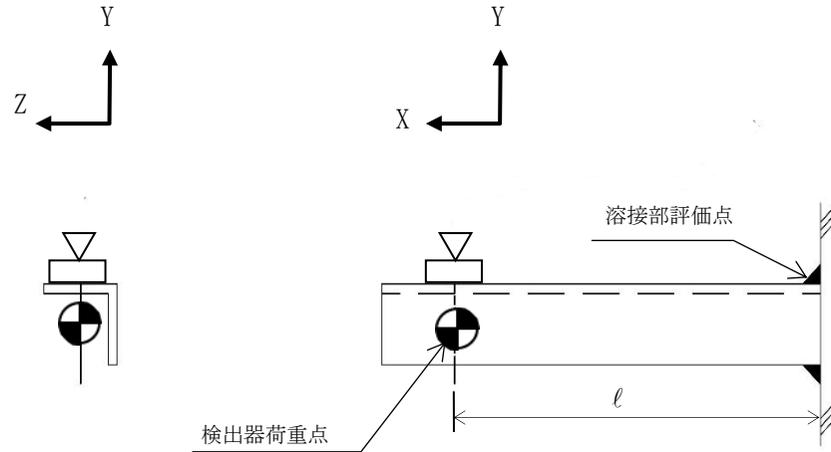
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
サブプレッションチェンバ 気体温度 (T31-TE-019S)	水平方向	1.17	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.14	<input type="text"/>

注記*: 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 ($1.0 \cdot ZPA$) 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

項目	記号	単位	入力値
縦弾性係数	E	MPa	183000 (SUS304)
ポアソン比	ν	—	0.3



V-2-6-5-23 サプレッションチェンバプール水温度の
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	7
3. 評価部位	8
4. 固有周期	9
4.1 固有値解析方法	9
4.2 解析モデル及び諸元	9
4.3 固有値解析結果	10
5. 構造強度評価	11
5.1 構造強度評価方法	11
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	11
5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	11
5.2.2 許容応力	11
5.2.3 使用材料の許容応力評価条件	11
5.3 設計用地震力	15
5.4 計算方法	16
5.4.1 応力の計算方法	16
5.5 計算条件	19
5.5.1 温度計取付ボルト, 溶接部の応力計算条件	19
5.6 応力の評価	19
5.6.1 温度計取付ボルトの応力評価	19
5.6.2 溶接部の応力評価	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、V-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、サプレッションチェンバプール水温度が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

サプレッションチェンバプール水温度は、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構造強度評価および電氣的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

サプレッションチェンバプール水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>サポートは原子炉本体基礎に溶接で固定し、温度計は保護管内に收容され、保護管はサポート鋼材に固定金具と温度計取付ボルトで固定する。</p>	<p>測温抵抗体</p>	<p>【サプレッションチェンバプール水温度】</p> <p>(単位：mm)</p>																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>サプレッション チェンバプール水温度 (T53-TE-002F)</th> <th>サプレッション チェンバプール水温度 (T53-TE-002K)</th> <th>サプレッション チェンバプール水温度 (T53-TE-002P)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>120</td> <td>120</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>310</td> <td>310</td> <td>310</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2000</td> <td>2000</td> <td>2000</td> </tr> </tbody> </table>	機器名称	サプレッション チェンバプール水温度 (T53-TE-002F)	サプレッション チェンバプール水温度 (T53-TE-002K)	サプレッション チェンバプール水温度 (T53-TE-002P)	たて	120	120	120	横	310	310	310	高さ	2000	2000	2000			
機器名称	サプレッション チェンバプール水温度 (T53-TE-002F)	サプレッション チェンバプール水温度 (T53-TE-002K)	サプレッション チェンバプール水温度 (T53-TE-002P)																		
たて	120	120	120																		
横	310	310	310																		
高さ	2000	2000	2000																		

2.2 評価方針

サブプレッションチェンバプール水温度の応力評価は、V-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」にて示すサブプレッションチェンバプール水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、サブプレッションチェンバプール水温度の機能維持評価は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「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。

サブプレッションチェンバプール水温度の耐震評価フローを図2-1に示す。

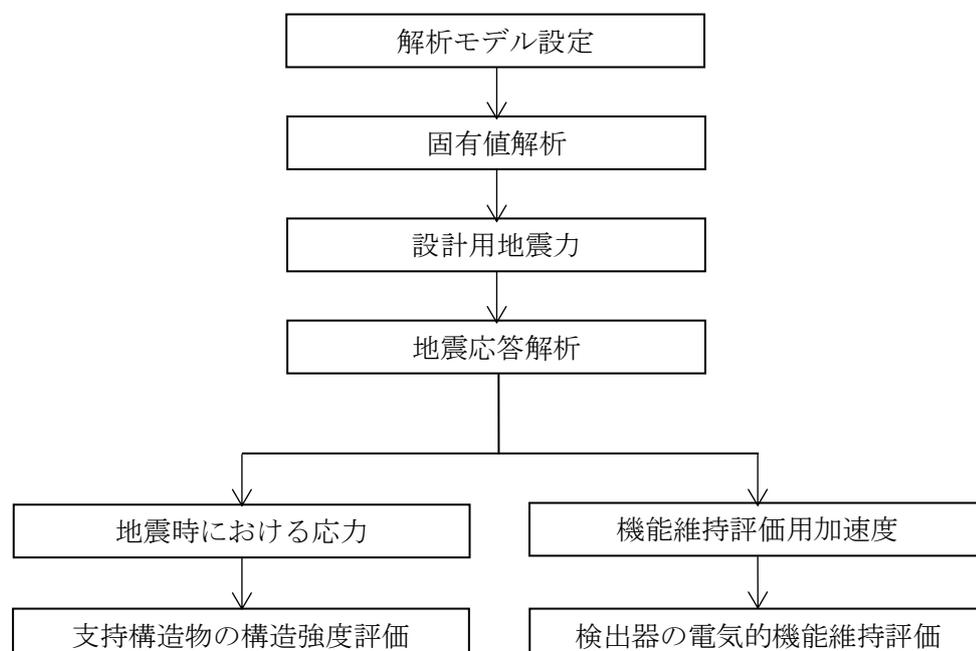


図2-1 サブプレッションチェンバプール水温度の耐震評価フロー

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	溶接部の有効のど厚	mm
A _b	温度計取付ボルトの軸断面積	mm ²
A _w	溶接部の有効断面積	mm ²
A _{wy}	溶接部の F _y に対する有効断面積	mm ²
A _{wz}	溶接部の F _z に対する有効断面積	mm ²
b ₁ , b ₂	溶接の有効長さ (z 方向)	mm
C _H	水平方向設計震度	—
C _V	鉛直方向設計震度	—
d	温度計取付ボルトの呼び径	mm
E	縦弾性係数	MPa
F [*]	設計・建設規格 SSB-3131 又は SSB-3133に定める値	MPa
F _b	温度計取付ボルトに作用する引張力	N
F _x	温度計取付ボルト部, 又は溶接部に作用する力 (x 方向)	N
F _y	温度計取付ボルト部, 又は溶接部に作用する力 (y 方向)	N
F _z	温度計取付ボルト部, 又は溶接部に作用する力 (z 方向)	N
f _{s b}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力	MPa
f _{t o}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力	MPa
f _{t s}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力	MPa
f _t	溶接部の許容引張応力	MPa
f _s	溶接部の許容せん断応力	MPa
f _b	溶接部の許容曲げ応力	MPa
f _w	溶接部の許容組合せ応力	MPa
h ₁ , h ₂	溶接の有効長さ (y 方向)	mm
ℓ	据付面から検出器荷重点までの距離	mm
ℓ ₁	温度計取付ボルト間の距離	mm
ℓ ₂	M _z によって取付ボルトに引張力が発生する場合の, 取付ボルトと取付金物転倒支点の面との距離 (小さい方)	mm
ℓ ₃	M _x によって取付ボルトにせん断力が発生する場合の, 取付ボルトと取付金物中心との距離 (小さい方)	mm
M _x	温度計取付ボルト部, 又は溶接部に作用するモーメント (x 軸周り)	N・m

記号	記号の説明	単位
M_y	温度計取付ボルト部, 又は溶接部に作用するモーメント (y 軸周り)	$N \cdot m$
M_z	温度計取付ボルト部, 又は溶接部に作用するモーメント (z 軸周り)	$N \cdot m$
Q_b	温度計取付ボルト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°Cにおける値	MPa
W	検出器の荷重	N
Z_y	溶接断面積における y 軸方向の断面係数	mm^3
Z_z	溶接断面積における z 軸方向の断面係数	mm^3
Z_p	溶接断面積におけるねじり断面係数	mm^3
ν	ポアソン比	—
σ_t	温度計取付ボルト又は, 溶接部に生じる引張応力	MPa
σ_b	溶接部に生じる曲げ応力	MPa
σ_w	溶接部に生じる組合せ応力	MPa
τ	温度計取付ボルト又は, 溶接部に生じるせん断応力	MPa
π	円周率	—

2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-2 に示すとおりとする。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位*1
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁*2
モーメント	N・m	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

サプレッションチェンバプール水温度の耐震評価は、「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温度計取付ボルト部、溶接部について実施する。サプレッションチェンバプール水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

サプレッションチェンバプール水温度の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) サプレッションチェンバプール水温度は、「4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元はりモデルとして考える。

4.2 解析モデル及び諸元

サプレッションチェンバプール水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【サプレッションチェンバプール水温度 (T53-TE-002F) の耐震性についての計算結果】、【サプレッションチェンバプール水温度 (T53-TE-002K) の耐震性についての計算結果】、【サプレッションチェンバプール水温度 (T53-TE-002P) 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) サプレッションチェンバプール水温度の検出器の質量は、重心に集中するものとする。
- (2) サプレッションチェンバプール水温度の検出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ものとする。
- (3) 拘束条件は、溶接部を完全拘束とする。
- (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、別紙「計算機プログラム (解析コード) の概要」に示す。

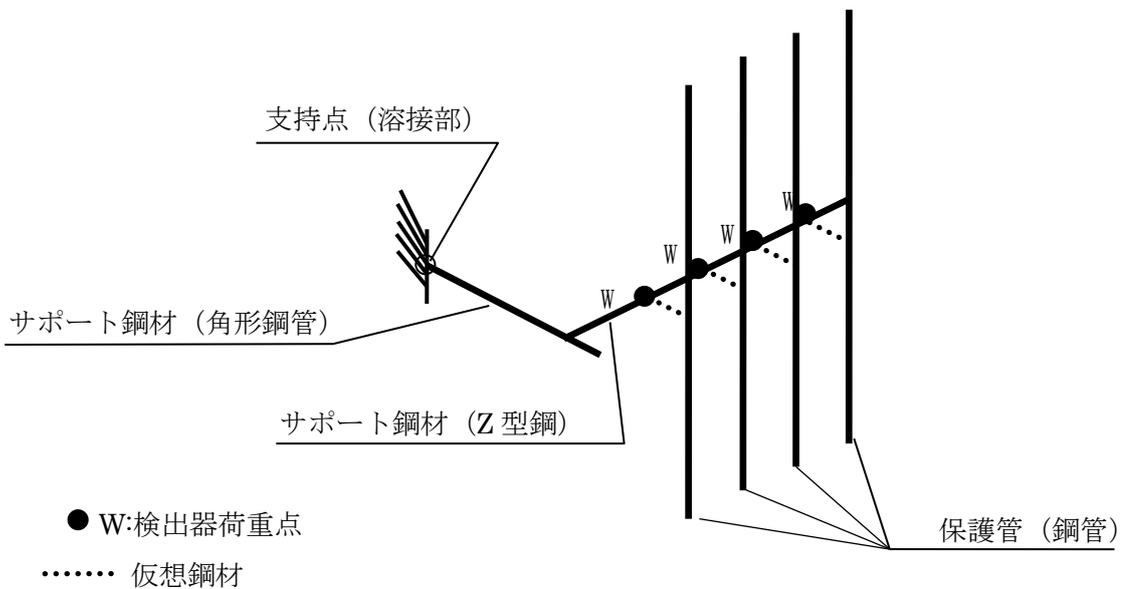


図4-1 解析モデル

4.3 固有値解析結果

固有値解析結果を表 4-2 に示す。固有周期は、0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 4-2 固有値解析結果

計器番号	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	Y方向	
T53-TE-002F	1次	鉛直		—	—	—
T53-TE-002K				—	—	—
T53-TE-002P				—	—	—

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) 地震力はサプレッションチェンバプール水温度及びサポート鋼材に対して、水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。
- (2) サプレッションチェンバプール水温度及びサポート鋼材は、溶接で原子炉本体基礎に固定されており、固定端とする。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

サプレッションチェンバプール水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

サプレッションチェンバプール水温度の許容応力は、V-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

サプレッションチェンバプール水温度の使用材料の許容応力のうち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	サプレッションチェンバ プール水温度	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)		許容限界 ^{*1, *2, *3} (ボルト等以外)		
	一次応力		一次応力		
	引張り	せん断	引張り	せん断	曲げ
IV _A S	1.5・f _t [*]	1.5・f _s [*]	1.5・f _t ^{**4}	1.5・f _s ^{**4}	1.5・f _b ^{**4}
V _A S (V _A SとしてIV _A Sの 許容限界を用いる。)					

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

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

*3：すみ肉溶接部の許容応力は母材の許容せん断応力とする。

*4：その他の支持構造物においてはS_yを1.2・S_yと読み替える。ただし，オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については，本読み替えを行わない。

表 5-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		温度計取付ボルト	SUS304	周囲環境温度	200	144
溶接部	SUS304	周囲環境温度	200	144	402	205

5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 5-4 に示す。

「基準地震動 S_s」による地震力は、V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

表 5-4 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
サプレッション プール水温度 (T53-TE-002F)	原子炉格納容器 T. M. S. L. -2. 180 (T. M. S. L. 7. 000*)	0.05 以下	<input type="checkbox"/>	—	—	C _H =1.37	C _V =1.36
サプレッション プール水温度 (T53-TE-002K)	原子炉格納容器 T. M. S. L. -4. 860 (T. M. S. L. 7. 000*)	0.05 以下	<input type="checkbox"/>	—	—	C _H =1.37	C _V =1.36
サプレッション プール水温度 (T53-TE-002P)	原子炉格納容器 T. M. S. L. -6. 530 (T. M. S. L. 7. 000*)	0.05 以下	<input type="checkbox"/>	—	—	C _H =1.37	C _V =1.36

注記*：基準床レベルを示す。

(1) 引張応力

温度計取付ボルトに対する引張応力は，下式により計算する。

引張力 (F_b)

$$F_b = F_x + \frac{M_y}{l_1} + \frac{M_z}{l_2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.1)$$

引張応力 (σ_t)

$$\sigma_t = \frac{F_b}{A_b} \dots\dots\dots (5.4.1.1.2)$$

ここで，温度計取付ボルトの軸断面積A_bは次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (5.4.1.1.3)$$

(2) せん断応力

温度計取付ボルトに対するせん断応力は，下式により計算する。

せん断力 (Q_b)

$$Q_b = \sqrt{F_y^2 + F_z^2} + \frac{M_x}{l_3} \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

せん断応力 (τ)

$$\tau = \frac{Q_b}{A_b} \dots\dots\dots (5.4.1.1.5)$$

5.4.1.2 溶接部の応力

三次元はりモデルによる個別解析から溶接部の内力を求めて，その結果を用いて手計算にて溶接部を評価する。

個別解析によって得られた溶接部の評価点の最大反力とモーメントを表5-6に示す。

表5-6 溶接部発生反力，モーメント

対象計器	反力(N)			モーメント(N・m)		
	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z
T53-TE-002F						
T53-TE-002K						
T53-TE-002P						

(1) 引張応力

溶接部に対する引張応力は、全溶接断面積で受けるものとして計算する。

$$\sigma_t = \frac{F_x}{A_w} \dots\dots\dots (5.4.1.2.1)$$

ここで、引張り力を受ける溶接部の有効断面積 A_w は、次式により求める。

$$A_w = a \cdot (h_1 + h_2 + b_1 + b_2) \dots\dots\dots (5.4.1.2.2)$$

ただし、 h_1 、 h_2 、 b_1 、 b_2 は各溶接部における溶接長さを示し、溶接部の有効
のど厚 a は、

$$a = 0.7 \cdot s \dots\dots\dots (5.4.1.2.3)$$

(2) せん断応力

溶接部に対するせん断応力は、各方向の有効せん断面積で受けるものとして計算する。

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{F_y}{A_{wy}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2 + \left(\frac{F_z}{A_{wz}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2} \dots\dots\dots (5.4.1.2.4)$$

ここで、 A_{wy} 、 A_{wz} はせん断力を受ける各方向の有効断面積、 Z_p は溶接断面に
おけるねじり断面係数を示す。

A_{wy} 、 A_{wz} は、次式により求める。

$$A_{wy} = a \cdot (b_1 + b_2) \dots\dots\dots (5.4.1.2.5)$$

$$A_{wz} = a \cdot (h_1 + h_2) \dots\dots\dots (5.4.1.2.6)$$

(3) 曲げ応力

溶接部に対する曲げモーメントは、図5-1で y 軸方向、 z 軸方向に対する曲げモー
メントを最も外側の溶接部で受けるものとして計算する。

$$\sigma_b = \frac{M_y}{Z_y} + \frac{M_z}{Z_z} \dots\dots\dots (5.4.1.2.7)$$

Z_y 、 Z_z は溶接断面の y 軸及び z 軸に関する断面係数を示す。

(4) 組合せ応力

溶接に対する組合せ応力は、各応力を足し合わせたものとして計算する。

$$\sigma_w = \sqrt{(\sigma_t + \sigma_b)^2 + \tau^2} \dots\dots\dots (5.4.1.2.8)$$

5.5 計算条件

5.5.1 温度計取付ボルト, 溶接部の応力計算条件

応力計算に用いる計算条件は, 本計算書の【サブプレッションチェンバプール水温度 (T53-TE-002F) の耐震性についての計算結果】, 【サブプレッションチェンバプール水温度 (T53-TE-002K) の耐震性についての計算結果】, 【サブプレッションチェンバプール水温度 (T53-TE-002P) 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 温度計取付ボルトの応力評価

5.4.1項で求めたボルトの引張応力 σ_t は次式より求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。ただし, f_{to} は下表による。

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

せん断応力 τ 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。

	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{to}	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sb}	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

5.6.2 溶接部の応力評価

5.4.1項で求めた溶接部に発生する各応力が下表で定めた許容応力以下であること。

	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_t	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_s	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$
許容曲げ応力 f_b	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$

6. 機能維持評価

6.1 電氣的機能維持評価方法

サブプレッションチェンバプール水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V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき、基準地震動 S_s により定まる応答加速度を設定する。

サブプレッションチェンバプール水温度の機能確認済加速度は、V-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

(単位： $\times 9.8 \text{ m/s}^2$)

評価部位	方向	機能確認済加速度
サブプレッションチェンバプール水温度 (T53-TE-002F)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
サブプレッションチェンバプール水温度 (T53-TE-002K)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
サブプレッションチェンバプール水温度 (T53-TE-002P)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

7. 評価結果

7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

サプレッションチェンバプール水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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【サブプレッションチェンバプール水温度 (T53-TE-002F) 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	
サブプレッションチェンバプール水温度 (T53-TE-002F)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉格納容器 T. M. S. L. -2.180 (T. M. S. L. 7.000*)	0.05 以下		—	—	C _H =1.37	C _V =1.36	200

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 温度計取付ボルト

部材	W (N)	ℓ (mm)	ℓ ₁ (mm)	ℓ ₂ (mm)	ℓ ₃ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)	F* (MPa)
温度計取付ボルト		108	40	10	20	6 (M6)	28.27	144	402	205	194

1.2.2 溶接部

部材	a (mm)	s (mm)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	b ₁ (mm)	b ₂ (mm)	A _w (mm ²)	A _{wy} (mm ²)	A _{wz} (mm ²)	Z _y (mm ³)	Z _z (mm ³)	Z _p (mm ³)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)	F* (MPa)
溶接部	4.2	6	76	76	76	76	1.277 ×10 ³	638.4	638.4	3.765 ×10 ⁴	3.765 ×10 ⁴	6.167 ×10 ⁴	144	402	205	194

1.3 計算数値

1.3.1 温度計取付ボルト

1.3.1.1 温度計取付ボルト部に作用する力

(単位：N)

部材	F _x		F _y		F _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
温度計取付ボルト部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.3.1.2 温度計取付ボルト部に作用するモーメント

(単位：N・m)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
温度計取付ボルト部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.3.1.3 温度計取付ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
温度計取付ボルト	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.3.2 溶接部

1.3.2.1 溶接部に作用する力

(単位：N)

部材	F _x		F _y		F _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.3.2.2 溶接部に作用するモーメント

(単位：N・m)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 温度計取付ボルトの応力

(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
温度計取付ボルト	SUS304	引張り	—	—	$\sigma_t = 16$	$f_{ts} = 145^*$
		せん断	—	—	$\tau = 12$	$f_{sb} = 112$

すべて許容応力以下である。

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

1.4.2 溶接部の応力

(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
溶接部	SUS304	引張り	—	—	$\sigma_t = 0$	$f_t = 112^*$
		せん断	—	—	$\tau = 1$	$f_s = 112^*$
		曲げ	—	—	$\sigma_b = 1$	$f_b = 112^*$
		組合せ	—	—	$\sigma_w = 1$	$f_w = 112^*$

すべて許容応力以下である。

注記*：すみ肉溶接部の許容応力は母材の許容せん断応力とする。

1.4.3 電氣的機能の評価結果

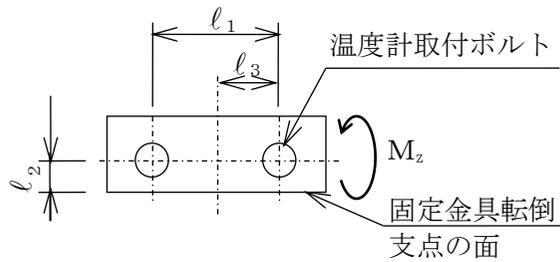
(単位: $\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
サブプレッションチェンバ プール水温度 (T53-TE-002F)	水平方向	1.15	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.14	<input type="text"/>

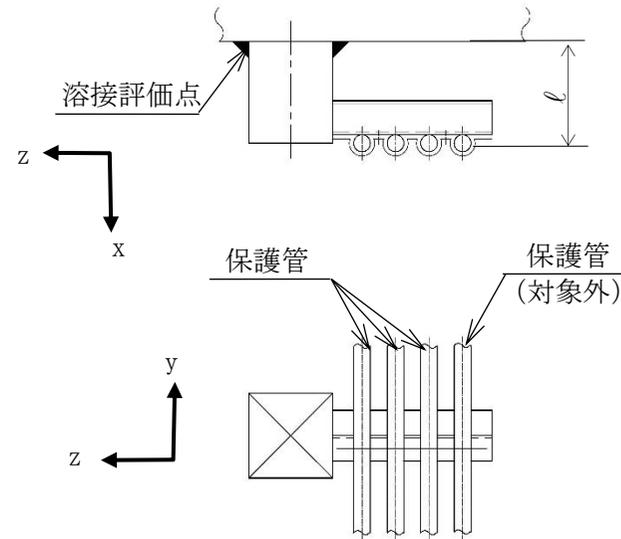
注記*: 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

項目	記号	単位	入力値
縦弾性係数	E	MPa	183000 (SUS304)
ポアソン比	ν	—	0.3



固定金具と取付ボルト部詳細



【サブプレッションチェンバプール水温度 (T53-TE-002K) 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	
サブプレッションチェンバプール水温度 (T53-TE-002K)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉格納容器 T. M. S. L. -4. 860 (T. M. S. L. 7. 000*)	0. 05 以下	□	—	—	C _H =1. 37	C _V =1. 36	200

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 温度計取付ボルト

部材	W (N)	ℓ (mm)	ℓ ₁ (mm)	ℓ ₂ (mm)	ℓ ₃ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)	F* (MPa)
温度計取付ボルト	□	108	40	10	20	6 (M6)	28. 27	144	402	205	194

1.2.2 溶接部

部材	a (mm)	s (mm)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	b ₁ (mm)	b ₂ (mm)	A _w (mm ²)	A _{wy} (mm ²)	A _{wz} (mm ²)	Z _y (mm ³)	Z _z (mm ³)	Z _p (mm ³)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)	F* (MPa)
溶接部	4. 2	6	76	76	76	76	1. 277 ×10 ³	638. 4	638. 4	3. 765 ×10 ⁴	3. 765 ×10 ⁴	6. 167 ×10 ⁴	144	402	205	194

1.3 計算数値

1.3.1 温度計取付ボルト

1.3.1.1 温度計取付ボルト部に作用する力

(単位：N)

部材	F _x		F _y		F _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
温度計取付ボルト部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.3.1.2 温度計取付ボルト部に作用するモーメント

(単位：N・m)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
温度計取付ボルト部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.3.1.3 温度計取付ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
温度計取付ボルト	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.3.2 溶接部

1.3.2.1 溶接部に作用する力

(単位：N)

部材	F _x		F _y		F _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.3.2.2 溶接部に作用するモーメント

(単位：N・m)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 温度計取付ボルトの応力

(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
温度計取付ボルト	SUS304	引張り	—	—	$\sigma_t = 16$	$f_{ts} = 145^*$
		せん断	—	—	$\tau = 12$	$f_{sb} = 112$

すべて許容応力以下である。

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

1.4.2 溶接部の応力

(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
溶接部	SUS304	引張り	—	—	$\sigma_t = 0$	$f_t = 112^*$
		せん断	—	—	$\tau = 1$	$f_s = 112^*$
		曲げ	—	—	$\sigma_b = 1$	$f_b = 112^*$
		組合せ	—	—	$\sigma_w = 1$	$f_w = 112^*$

すべて許容応力以下である。

注記*：すみ肉溶接部の許容応力は母材の許容せん断応力とする。

1.4.3 電氣的機能の評価結果

(単位: $\times 9.8m/s^2$)

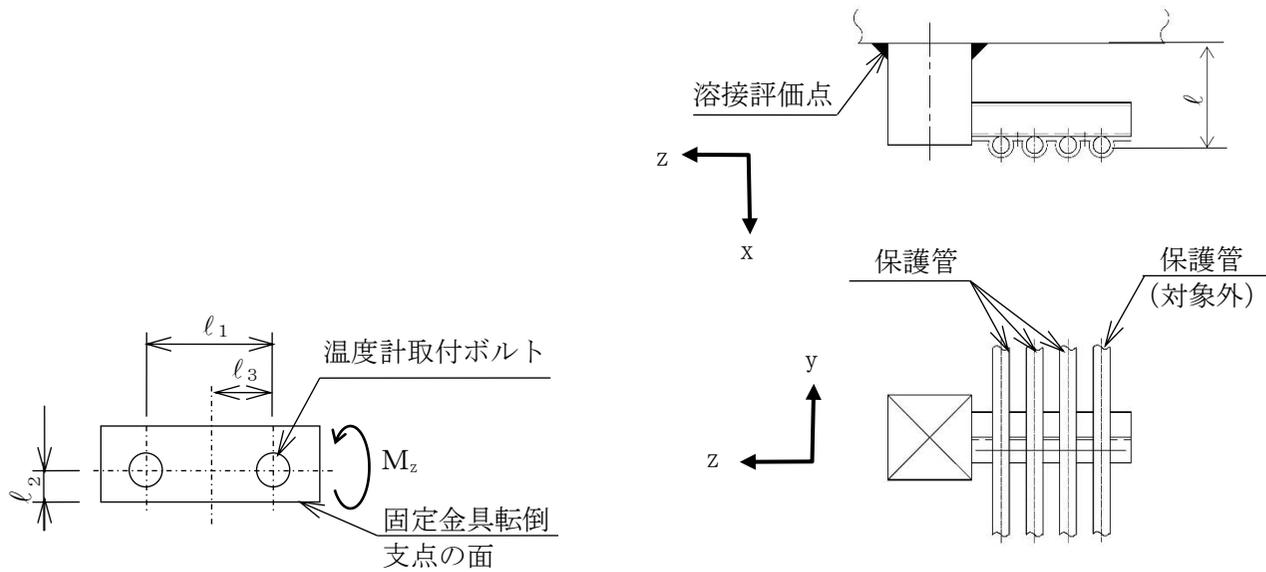
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
サブプレッションチェンバ プール水温度 (T53-TE-002K)	水平方向	1.15	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.14	<input type="text"/>

注記*: 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度 ($1.0 \cdot ZPA$) 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

項目	記号	単位	入力値
縦弾性係数	E	MPa	183000 (SUS304)
ポアソン比	ν	—	0.3

29



固定金具と取付ボルト部詳細

【サブプレッションチェンバプール水温度 (T53-TE-002P) 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	
サブプレッションチェンバプール水温度 (T53-TE-002P)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉格納容器 T. M. S. L. -6. 530 (T. M. S. L. 7. 000*)	0. 05 以下		—	—	C _H =1. 37	C _V =1. 36	200

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 温度計取付ボルト

部材	W (N)	ℓ (mm)	ℓ ₁ (mm)	ℓ ₂ (mm)	ℓ ₃ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)	F* (MPa)
温度計取付ボルト		108	40	10	20	6 (M6)	28. 27	144	402	205	194

1.2.2 溶接部

部材	a (mm)	s (mm)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	b ₁ (mm)	b ₂ (mm)	A _w (mm ²)	A _{wy} (mm ²)	A _{wz} (mm ²)	Z _y (mm ³)	Z _z (mm ³)	Z _p (mm ³)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)	F* (MPa)
溶接部	4. 2	6	76	76	76	76	1. 277 ×10 ³	638. 4	638. 4	3. 765 ×10 ⁴	3. 765 ×10 ⁴	6. 167 ×10 ⁴	144	402	205	194

1.3 計算数値

1.3.1 温度計取付ボルト部

1.3.1.1 温度計取付ボルト部に作用する力

(単位：N)

部材	F _x		F _y		F _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
温度計取付ボルト部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.3.1.2 温度計取付ボルト部に作用するモーメント

(単位：N・m)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
温度計取付ボルト部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.3.1.3 温度計取付ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
温度計取付ボルト	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.3.2 溶接部

1.3.2.1 溶接部に作用する力

(単位：N)

部材	F _x		F _y		F _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.3.2.2 溶接部に作用するモーメント

(単位：N・m)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 温度計取付ボルトの応力

(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
温度計取付ボルト	SUS304	引張り	—	—	$\sigma_t = 16$	$f_{ts} = 145^*$
		せん断	—	—	$\tau = 12$	$f_{sb} = 112$

すべて許容応力以下である。

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

1.4.2 溶接部の応力

(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
溶接部	SUS304	引張り	—	—	$\sigma_t = 0$	$f_t = 112^*$
		せん断	—	—	$\tau = 1$	$f_s = 112^*$
		曲げ	—	—	$\sigma_b = 1$	$f_b = 112^*$
		組合せ	—	—	$\sigma_w = 1$	$f_w = 112^*$

すべて許容応力以下である。

注記*：すみ肉溶接部の許容応力は母材の許容せん断応力とする。

1.4.3 電気的機能の評価結果

(単位: $\times 9.8\text{m/s}^2$)

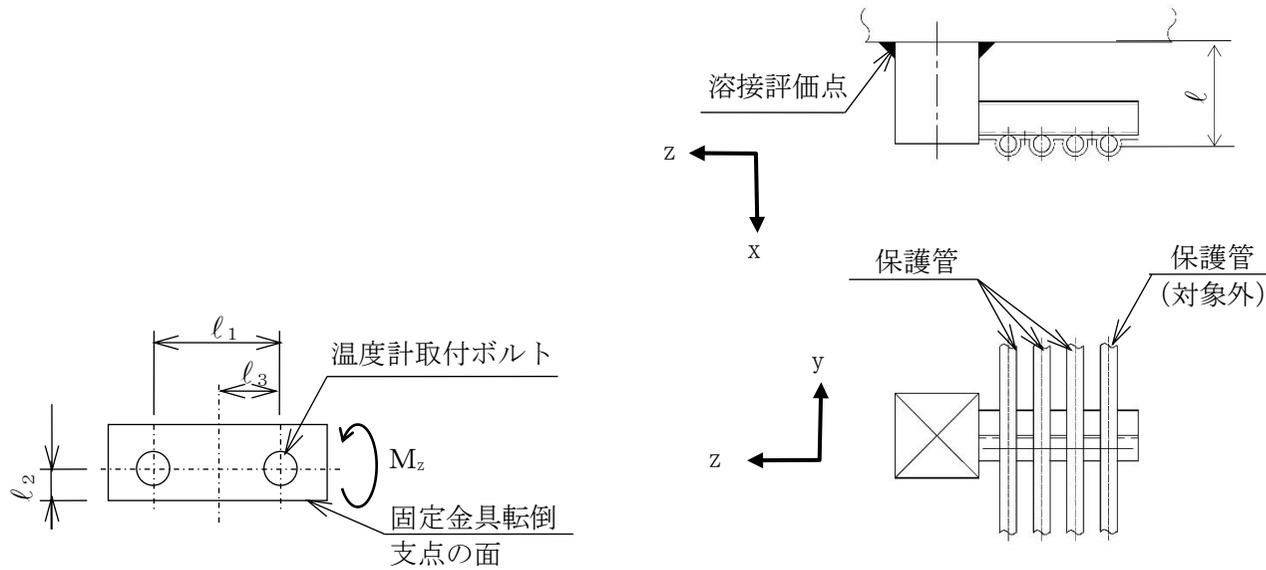
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
サプレッションチェンバ プール水温度 (T53-TE-002P)	水平方向	1.15	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.14	<input type="text"/>

注記*: 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

項目	記号	単位	入力値
縦弾性係数	E	MPa	183000 (SUS304)
ポアソン比	ν	—	0.3

33



固定金具と取付ボルト部詳細

V-2-6-5-24 格納容器内酸素濃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
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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、格納容器内酸素濃度が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

格納容器内酸素濃度は、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、格納容器内酸素濃度が設置される計装ラックは、V-2-1-14「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、V-2-1-14「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

格納容器内酸素濃度の構造計画を表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、計器取付ボルトにより計装ラックに固定される。</p> <p>計装ラックは、チャンネルベースにラック取付ボルトで設置する。</p>	<p>熱磁気風式酸素検出器</p>	<p>【格納容器内酸素濃度】</p> <p>正面 横</p> <p>側面 たて</p> <p>計装ラック</p> <p>高さ</p> <p>基礎</p> <p>ラック取付ボルト</p> <p>チャンネルベース</p> <p>検出器</p> <p>計器取付ボルト</p> <p>(長辺方向)</p> <p>(短辺方向)</p> <table border="1" data-bbox="1064 1090 1749 1337"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>格納容器内酸素濃度 (H22-P390)</th> <th>格納容器内酸素濃度 (H22-P391)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>600</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>4050</td> <td>4050</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2100</td> <td>2100</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	格納容器内酸素濃度 (H22-P390)	格納容器内酸素濃度 (H22-P391)	たて	600	600	横	4050	4050	高さ	2100	2100
機器名称	格納容器内酸素濃度 (H22-P390)	格納容器内酸素濃度 (H22-P391)												
たて	600	600												
横	4050	4050												
高さ	2100	2100												

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

格納容器内酸素濃度が設置される計装ラックの固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ計装ラックに対する振動試験（自由振動試験）の結果確認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)

格納容器内酸素濃度 (H22-P390)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
格納容器内酸素濃度 (H22-P391)	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

格納容器内酸素濃度の構造強度評価は、V-2-1-14「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

格納容器内酸素濃度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

格納容器内酸素濃度の許容応力は、V-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

格納容器内酸素濃度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【格納容器内酸素濃度 (D23-02E-003A) の耐震性についての計算結果】及び【格納容器内酸素濃度 (D23-02E-003B) 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	格納容器内酸素濃度	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 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	格納容器内酸素濃度	常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの 許容限界を用いる。)		

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

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
ラック取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
ラック取付ボルト	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

格納容器内酸素濃度の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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機能確認済加速度は、V-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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
格納容器内酸素濃度 (D23-02E-003A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
格納容器内酸素濃度 (D23-02E-003B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

格納容器内酸素濃度の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

格納容器内酸素濃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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【格納容器内酸素濃度 (D23-02E-003A) 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	
格納容器内酸素濃度 (D23-02E-003A)	S	原子炉建屋 T.M.S.L. 27.200 (T.M.S.L. 31.700*)	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.88	C _V =0.72	C _H =1.71	C _V =1.41	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 格納容器内酸素濃度 (H22-P390)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		1045	16 (M16)	201.1	38	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

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
ラック取付ボルト (i=2)	205	335	15	235	280	短辺方向	長辺方向
	1610	2380	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=48$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

二

すべて許容応力以下である。

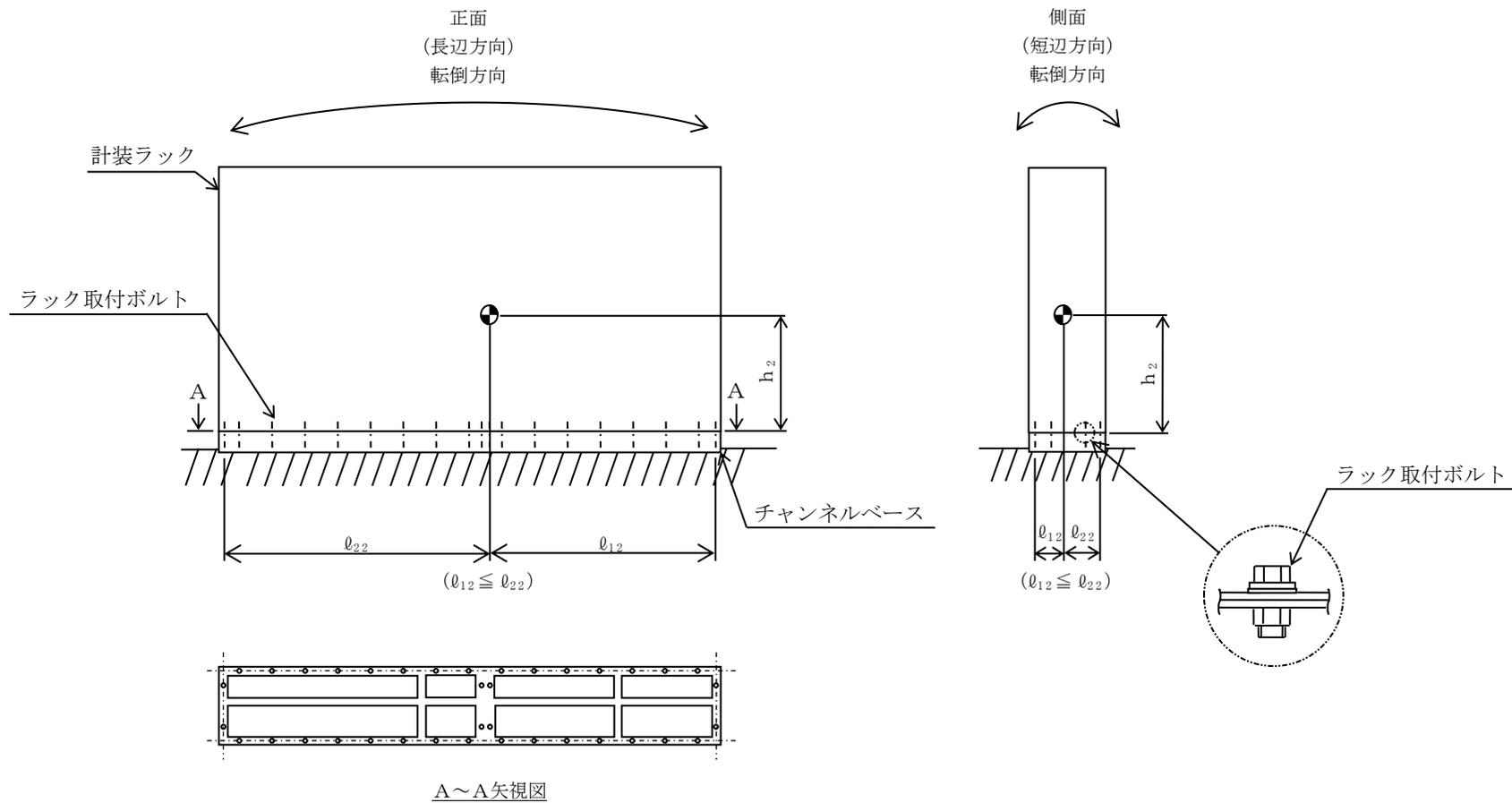
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器内酸素濃度 (D23-02E-003A)	水平方向	1.42	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.17	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
格納容器内酸素濃度 (D23-02E-003A)	常設/緩和	原子炉建屋 T. M. S. L. 27.200 (T. M. S. L. 31.700*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.71	C _V =1.41	40

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

2.2.1 格納容器内酸素濃度 (H22-P390)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{v i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		1045	16 (M16)	201.1	38	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

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
ラック取付ボルト (i=2)	205	335	15	—	280	—	長辺方向
	1610	2380	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=48$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

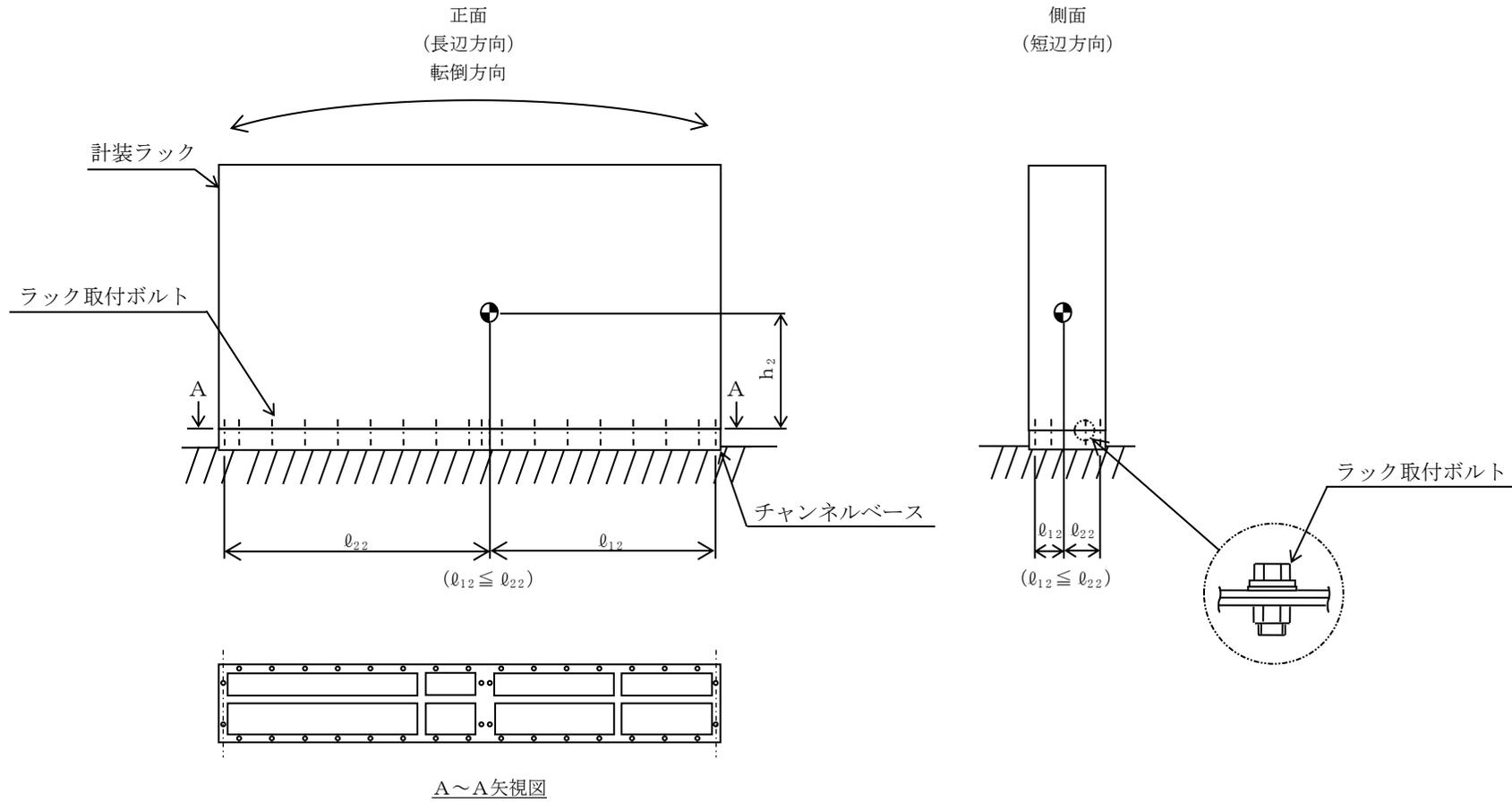
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器内酸素濃度 (D23-02E-003A)	水平方向	1.42	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.17	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【格納容器内酸素濃度 (D23-02E-003B) 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	
格納容器内酸素濃度 (D23-02E-003B)	S	原子炉建屋 T.M.S.L. 27.200 (T.M.S.L. 31.700*)	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.88	C _V =0.72	C _H =1.71	C _V =1.41	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 格納容器内酸素濃度 (H22-P391)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		1045	16 (M16)	201.1	38	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

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
ラック取付ボルト (i=2)	195	345	15	235	280	短辺方向	長辺方向
	1595	2395	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=48$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{t0i} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{t0i}]$

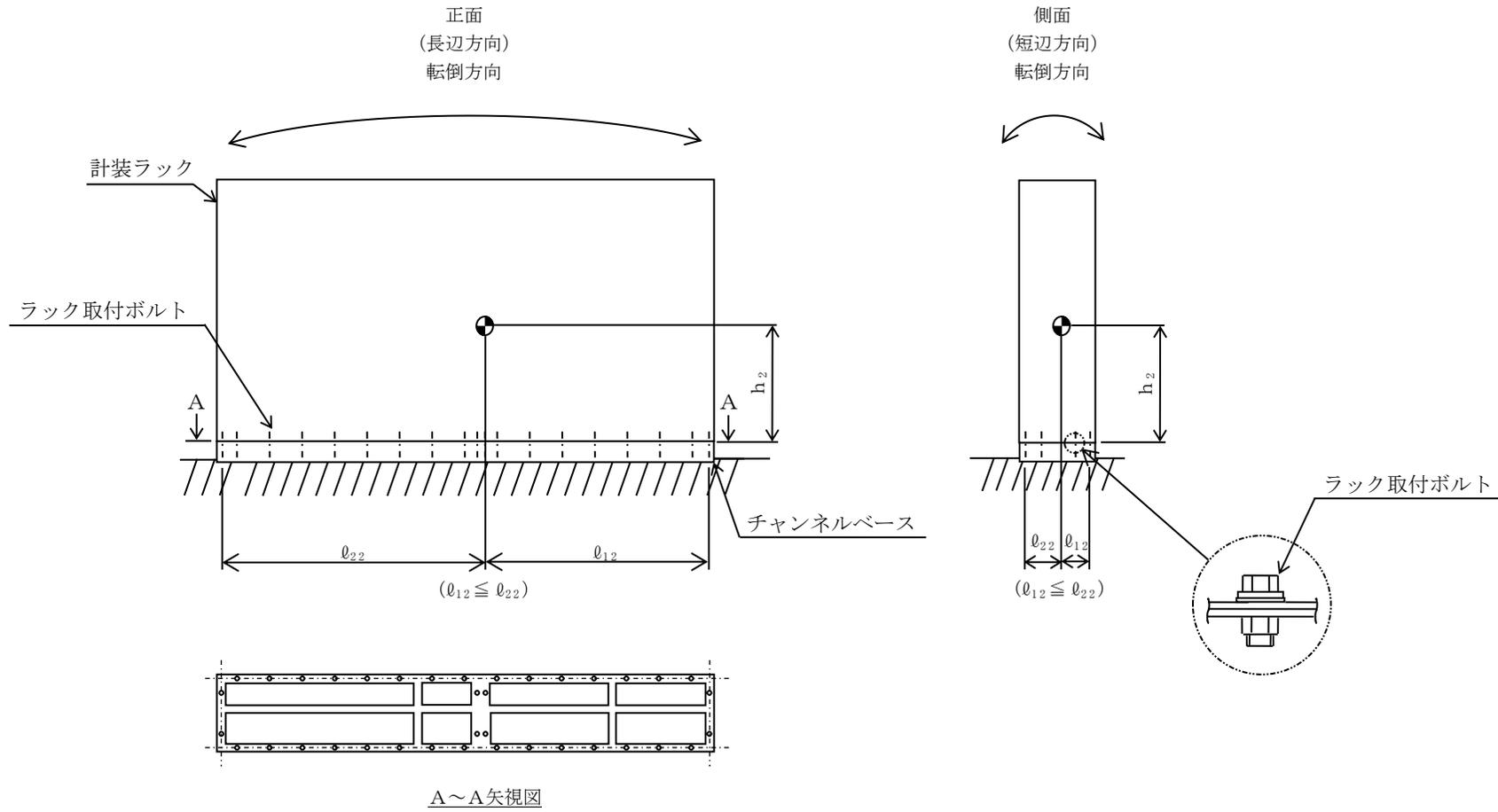
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器内酸素濃度 (D23-02E-003B)	水平方向	1.42	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.17	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
格納容器内酸素濃度 (D23-02E-003B)	常設/緩和	原子炉建屋 T. M. S. L. 27.200 (T. M. S. L. 31.700*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.71	C _V =1.41	40

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

2.2.1 格納容器内酸素濃度 (H22-P391)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{v i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		1045	16 (M16)	201.1	38	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

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
ラック取付ボルト (i=2)	195	345	15	—	280	—	長辺方向
	1595	2395	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=48$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

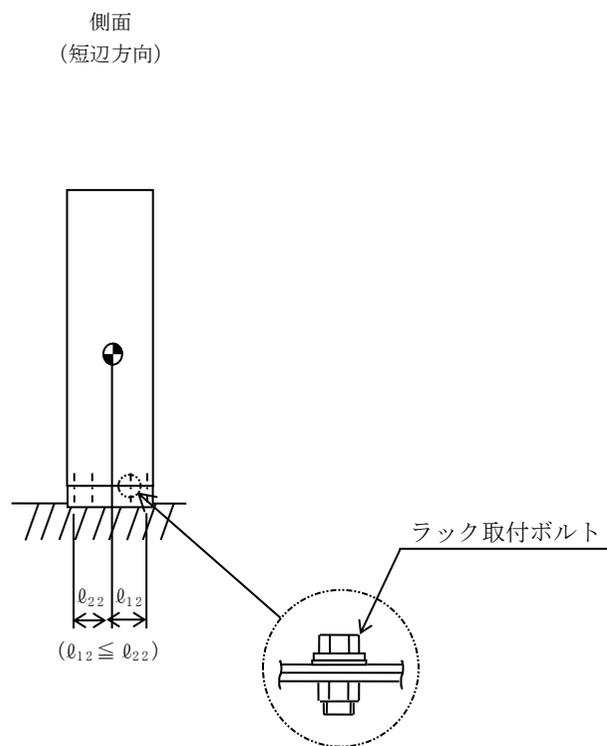
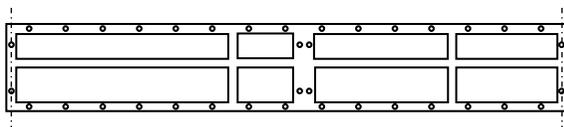
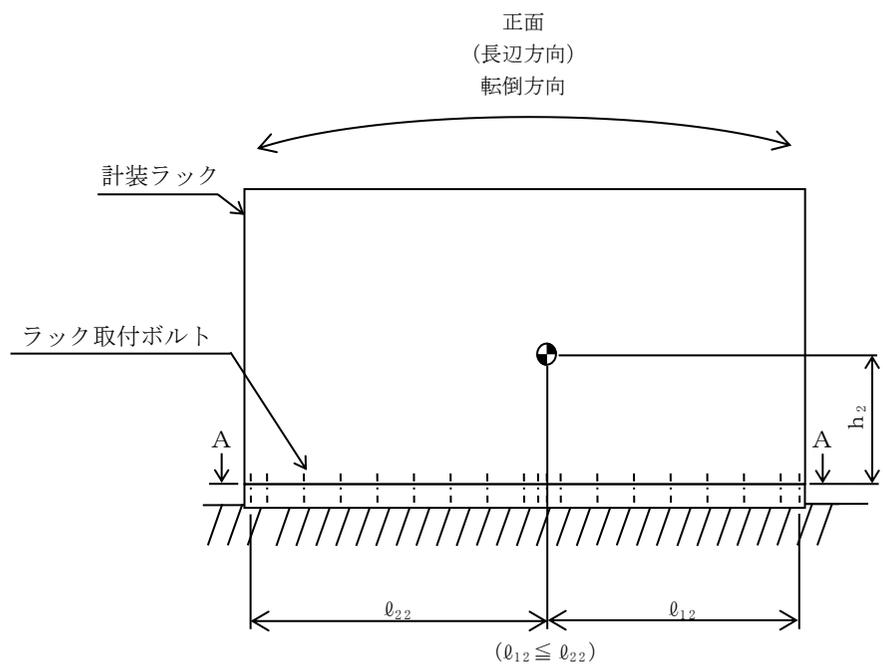
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器内酸素濃度 (D23-02E-003B)	水平方向	1.42	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.17	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



V-2-6-5-25 格納容器内水素濃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
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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、格納容器内水素濃度が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

格納容器内水素濃度は、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、格納容器内水素濃度が設置される計装ラックは、V-2-1-14「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、V-2-1-14「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

格納容器内水素濃度の構造計画を表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、計器取付ボルトにより計装ラックに固定される。</p> <p>計装ラックは、チャンネルベースにラック取付ボルトで設置する。</p>	<p>熱伝導式水素検出器</p>	<p>【格納容器内水素濃度】</p> <p>(長辺方向)</p> <p>(短辺方向)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>格納容器内水素濃度 (H22-P390)</th> <th>格納容器内水素濃度 (H22-P391)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>600</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>4050</td> <td>4050</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2100</td> <td>2100</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	格納容器内水素濃度 (H22-P390)	格納容器内水素濃度 (H22-P391)	たて	600	600	横	4050	4050	高さ	2100	2100
機器名称	格納容器内水素濃度 (H22-P390)	格納容器内水素濃度 (H22-P391)												
たて	600	600												
横	4050	4050												
高さ	2100	2100												

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

格納容器内水素濃度が設置される計装ラックの固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ計装ラックに対する振動試験（自由振動試験）の結果確認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)

格納容器内水素濃度 (H22-P390)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
格納容器内水素濃度 (H22-P391)	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

格納容器内水素濃度の構造強度評価は、V-2-1-14「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

格納容器内水素濃度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

格納容器内水素濃度の許容応力は、V-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

格納容器内水素濃度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【格納容器内水素濃度 (D23-H2E-001A) の耐震性についての計算結果】及び【格納容器内水素濃度 (D23-H2E-001B) 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	格納容器内水素濃度	S	—*	$D + P_D + M_D + S d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 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	格納容器内水素濃度	常設耐震／防止 常設／緩和	—* ²	$D + P_D + M_D + S s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

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

*²：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*³：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの 許容限界を用いる。)		

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

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
ラック取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	40			
ラック取付ボルト	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

格納容器内水素濃度の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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機能確認済加速度は、V-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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
格納容器内水素濃度 (D23-H2E-001A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
格納容器内水素濃度 (D23-H2E-001B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

格納容器内水素濃度の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

格納容器内水素濃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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【格納容器内水素濃度 (D23-H2E-001A) 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	
格納容器内水素濃度 (D23-H2E-001A)	S	原子炉建屋 T.M.S.L. 27.200 (T.M.S.L. 31.700*)	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.88	C _V =0.72	C _H =1.71	C _V =1.41	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 格納容器内水素濃度 (H22-P390)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		1045	16 (M16)	201.1	38	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

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
ラック取付ボルト (i=2)	205	335	15	235	280	短辺方向	長辺方向
	1610	2380	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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)

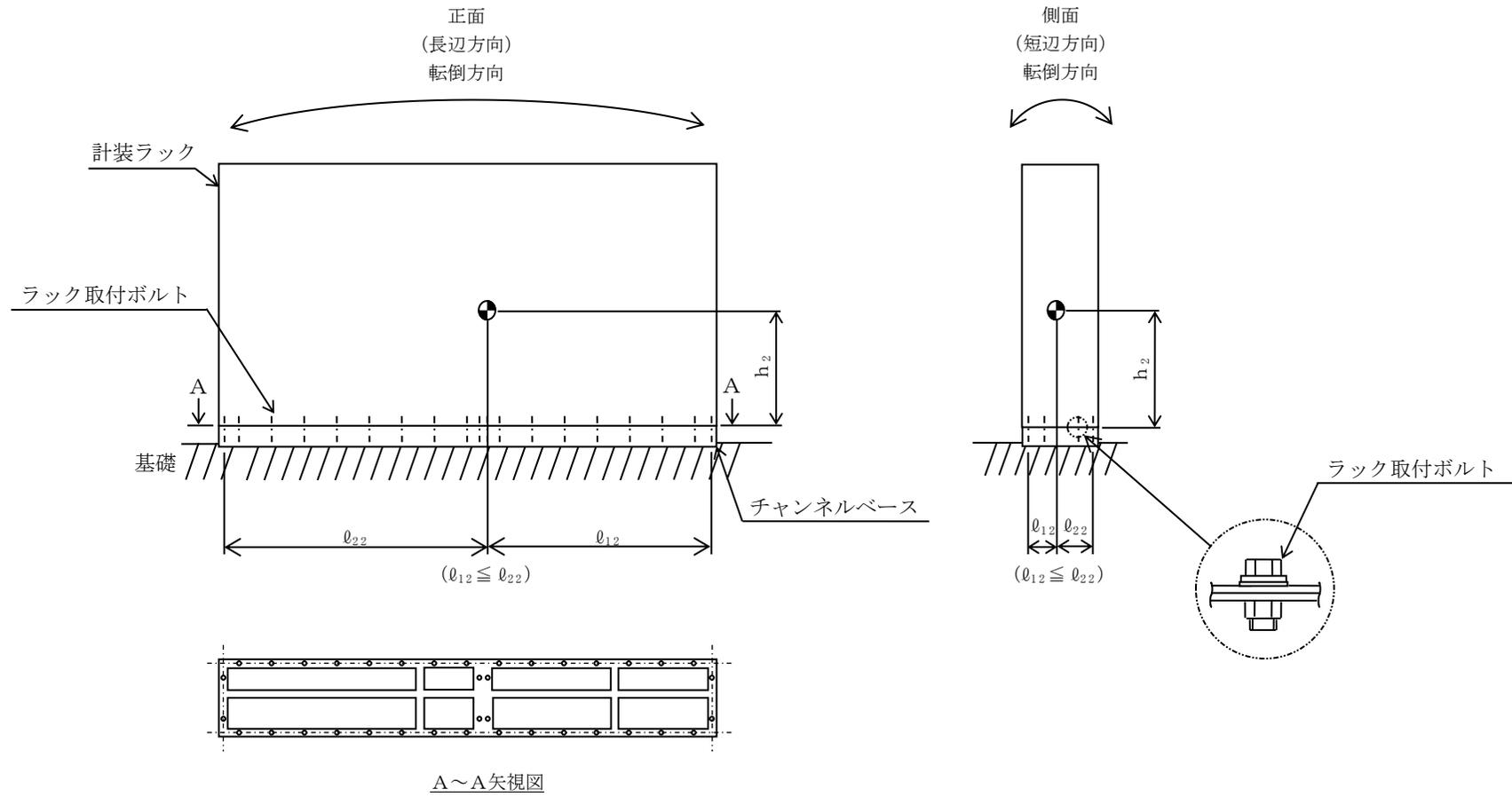
部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は 静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=48$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。 注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器内水素濃度 (D23-H2E-001A)	水平方向	1.42	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.17	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
格納容器内水素濃度 (D23-H2E-001A)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 T. M. S. L. 27.200 (T. M. S. L. 31.700*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.71	C _V =1.41	40

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

2.2.1 格納容器内水素濃度 (H22-P390)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		1045	16 (M16)	201.1	38	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i=2)	205	335	15	—	280	—	長辺方向
	1610	2380	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=48$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

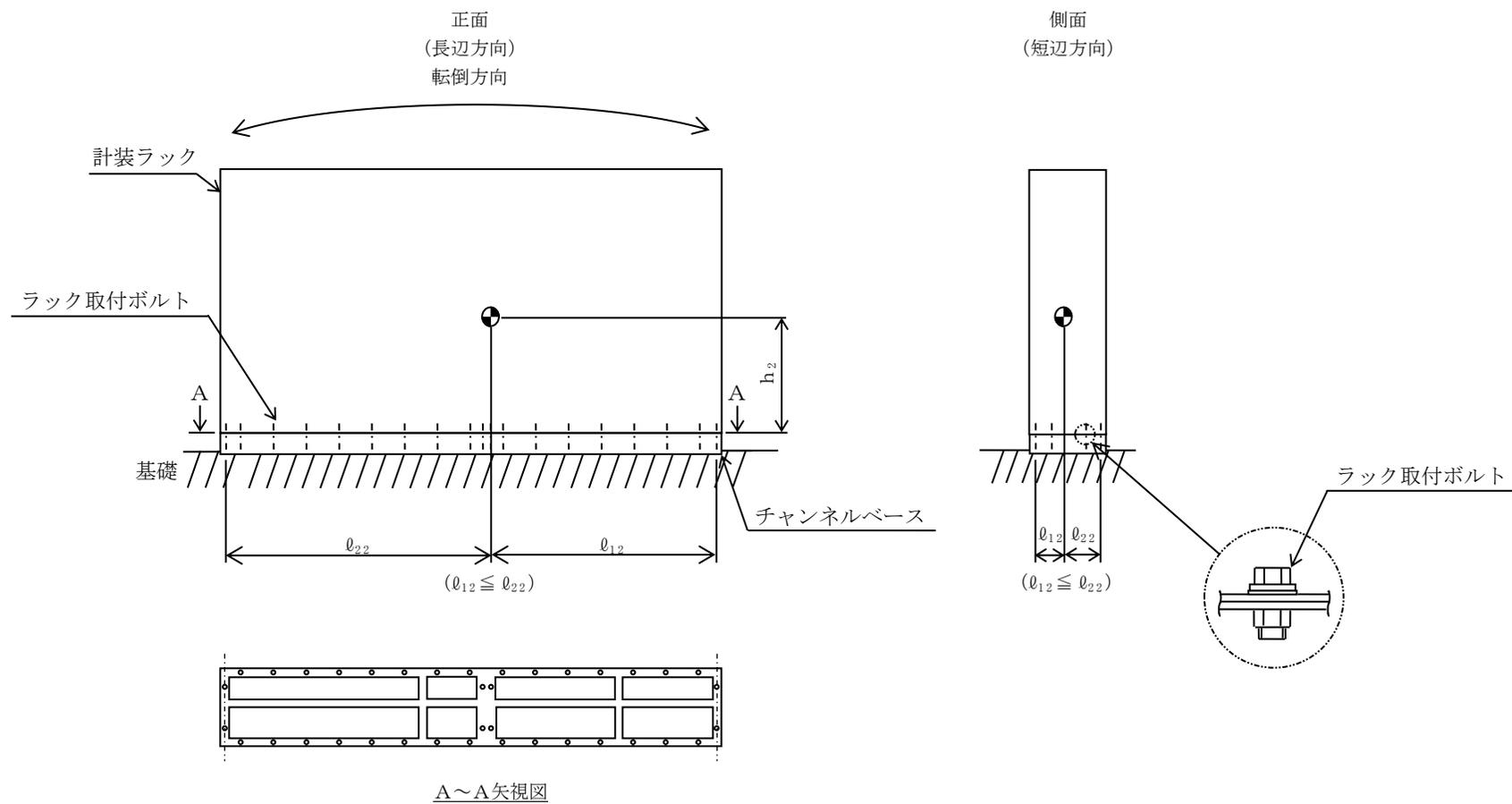
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器内水素濃度 (D23-H2E-001A)	水平方向	1.42	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.17	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【格納容器内水素濃度（D23-H2E-001B）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	
格納容器内水素濃度 (D23-H2E-001B)	S	原子炉建屋 T.M.S.L. 27.200 (T.M.S.L. 31.700*)	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.88	C _V =0.72	C _H =1.71	C _V =1.41	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 格納容器内水素濃度（H22-P391）

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		1045	16 (M16)	201.1	38	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

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
ラック取付ボルト (i=2)	195	345	15	235	280	短辺方向	長辺方向
	1595	2395	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=48$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

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

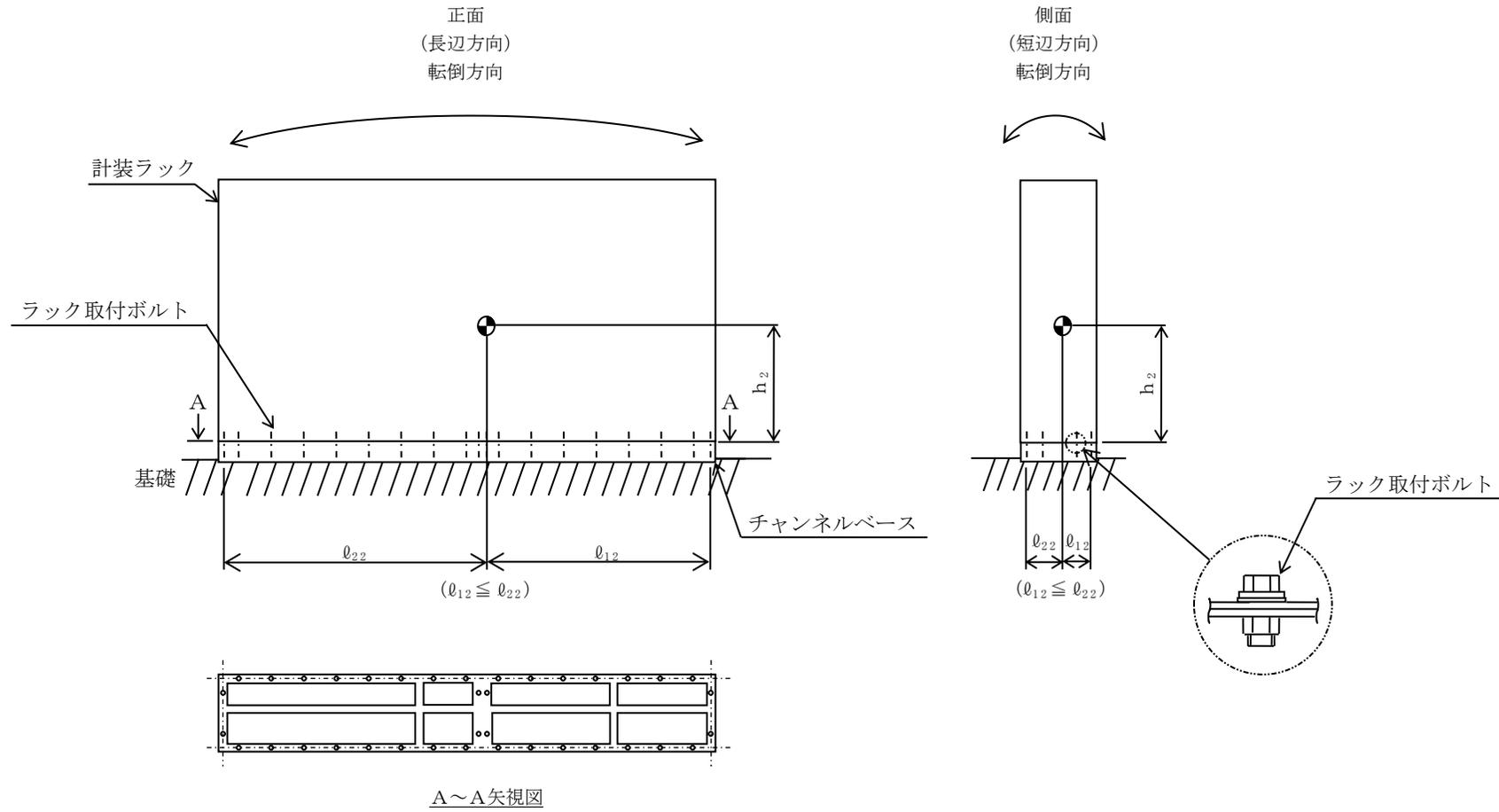
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器内水素濃度 (D23-H2E-001B)	水平方向	1.42	□
	鉛直方向	1.17	□

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
格納容器内水素濃度 (D23-H2E-001B)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 T. M. S. L. 27.200 (T. M. S. L. 31.700*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.71	C _V =1.41	40

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

2.2.1 格納容器内水素濃度 (H22-P391)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		1045	16 (M16)	201.1	38	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i=2)	195	345	15	—	280	—	長辺方向
	1595	2395	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=48$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

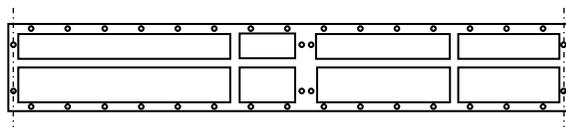
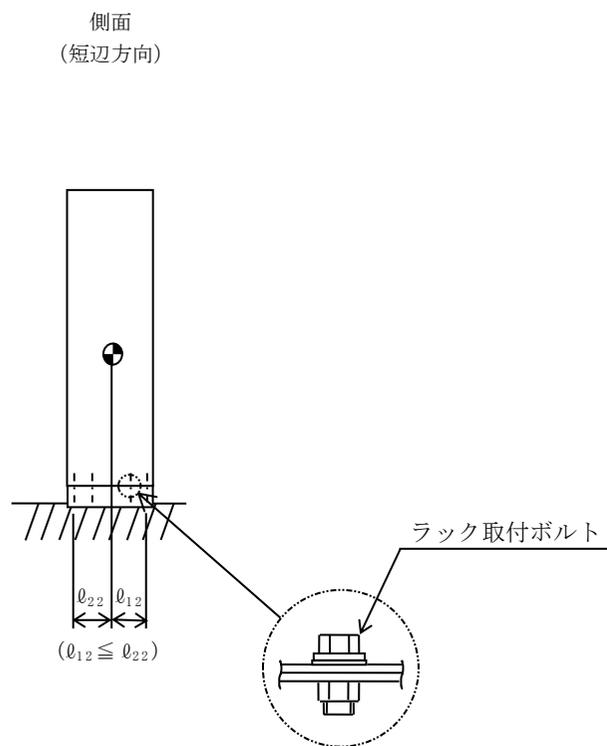
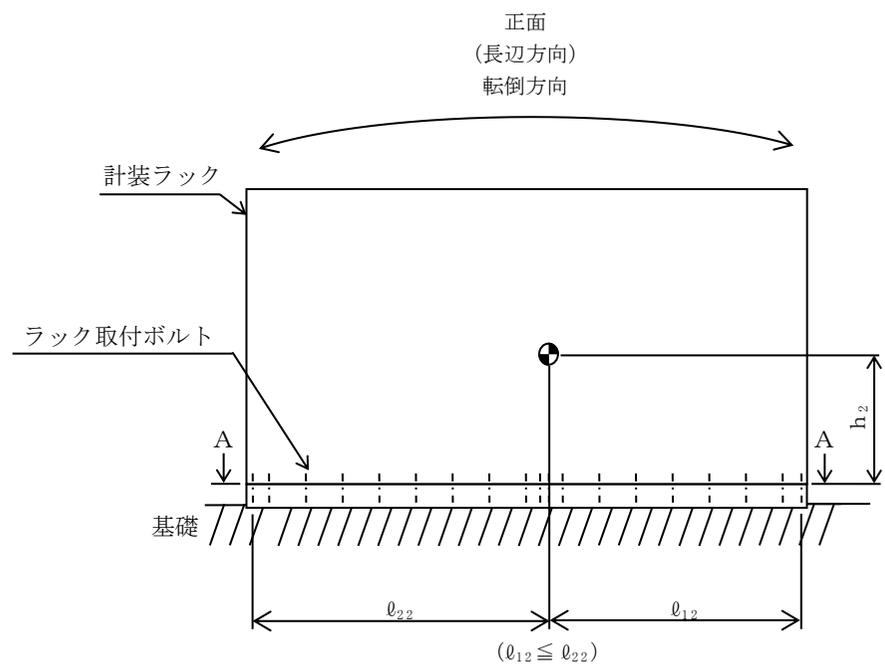
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器内水素濃度 (D23-H2E-001B)	水平方向	1.42	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.17	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



V-2-6-5-26 格納容器内水素濃度 (SA) 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	5
2.4 記号の説明	6
2.5 計算精度と数値の丸め方	7
3. 評価部位	8
4. 固有周期	9
4.1 固有値解析方法	9
4.2 解析モデル及び諸元	9
4.3 固有値解析結果	10
5. 構造強度評価	11
5.1 構造強度評価方法	11
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	11
5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	11
5.2.2 許容応力	11
5.2.3 使用材料の許容応力評価条件	11
5.3 設計用地震力	15
5.4 計算方法	16
5.4.1 応力の計算方法	16
5.5 計算条件	19
5.5.1 溶接部の応力計算条件	19
5.6 応力の評価	19
5.6.1 溶接部の応力評価	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、V-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、格納容器内水素濃度（SA）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

格納容器内水素濃度（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

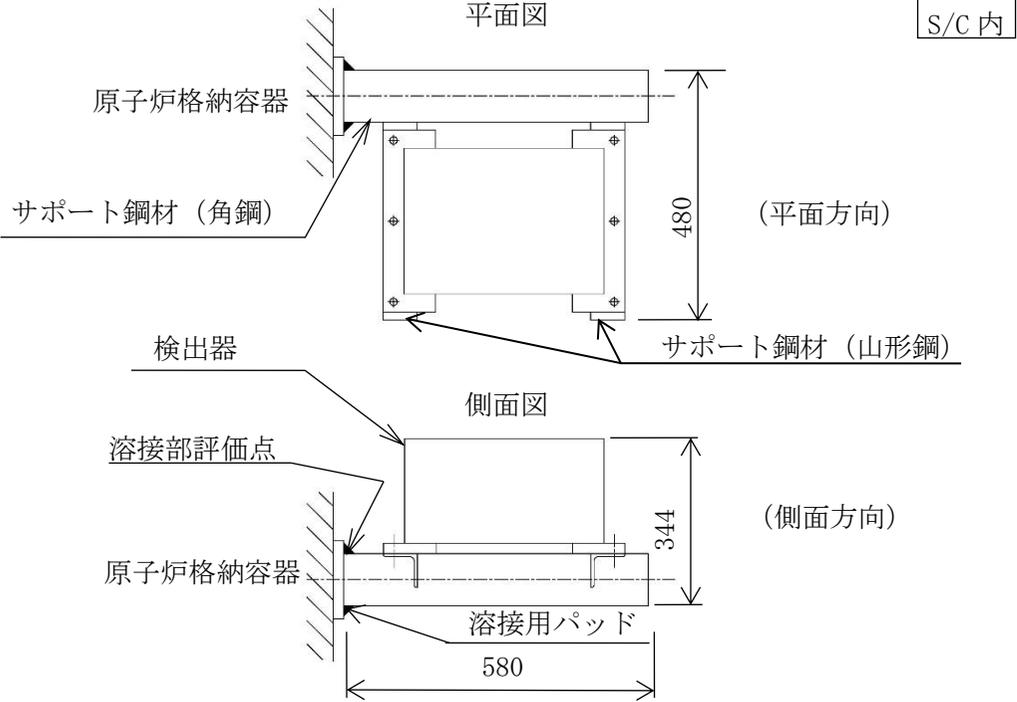
格納容器内水素濃度（SA）（D23-H2E041）の構造計画を表 2-1 に示す。

格納容器内水素濃度（SA）（D23-H2E042）の構造計画を表 2-2 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器はサポート鋼材に固定され、サポート鋼材は溶接で原子炉格納容器に設置された溶接用パッドに固定される。</p>	<p>水素吸蔵材料式水素検出器</p>	<p>【格納容器内水素濃度 (SA) (D23-H2E041)】</p> <p>D/W 内</p> <p>(単位: mm)</p>

表 2-2 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器はサポート鋼材に固定され、サポート鋼材は溶接で原子炉格納容器に設置された溶接用パッドに固定される。</p>	<p>水素吸蔵材料式水素検出器</p>	<p>【格納容器内水素濃度 (SA) (D23-H2E042)】</p>  <p>(単位: mm)</p>

2.2 評価方針

格納容器内水素濃度 (SA) の応力評価は、V-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」にて示す格納容器内水素濃度 (SA) 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、格納容器内水素濃度 (SA) の機能維持評価は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「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。

格納容器内水素濃度 (SA) の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

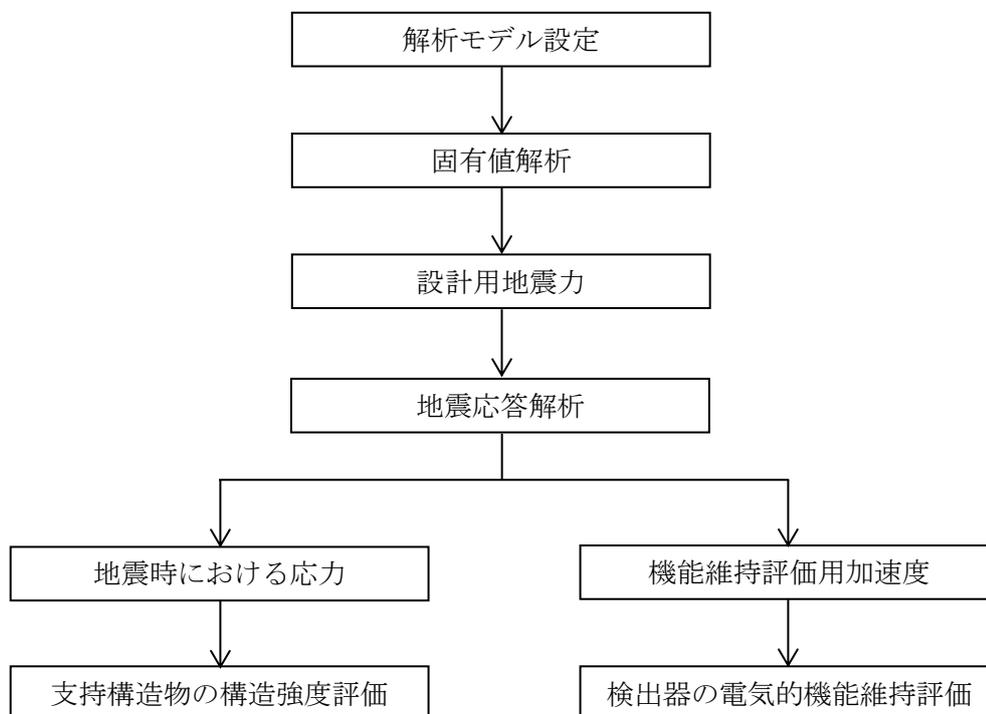


図 2-1 格納容器内水素濃度 (SA) の耐震評価フロー

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 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 ²
A_{wy}	溶接部の F_y に対する有効断面積	mm ²
A_{wz}	溶接部の F_z に対する有効断面積	mm ²
b_1, b_2	溶接の有効長さ (z 方向)	mm
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F^*	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値	MPa
F_x	溶接部に作用する力 (x 方向)	N
F_y	溶接部に作用する力 (y 方向)	N
F_z	溶接部に作用する力 (z 方向)	N
f_t	溶接部の許容引張応力	MPa
f_s	溶接部の許容せん断応力	MPa
f_b	溶接部の許容曲げ応力	MPa
f_w	溶接部の許容組合せ応力	MPa
h_1, h_2	溶接の有効長さ (y 方向)	mm
ℓ	据付面から計器荷重点までの距離	mm
M_x	溶接部に作用するモーメント (x 軸周り)	N・m
M_y	溶接部に作用するモーメント (y 軸周り)	N・m
M_z	溶接部に作用するモーメント (z 軸周り)	N・m
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°Cにおける値	MPa
W	計器の荷重	N
Z_y	溶接断面積における y 軸方向の断面係数	mm ³
Z_z	溶接断面積における z 軸方向の断面係数	mm ³
Z_p	溶接断面積におけるねじり断面係数	mm ³
ν	ポアソン比	—
σ_t	溶接部に生じる引張応力	MPa
σ_b	溶接部に生じる曲げ応力	MPa
σ_w	溶接部に生じる組合せ応力	MPa
τ	溶接部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2-3に示すとおりとする。

表2-3 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度	—	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位*1
面積	mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
モーメント	N・m	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

格納容器内水素濃度（SA）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。格納容器内水素濃度（SA）の耐震評価部位については、表 2-1、表 2-2 の概略構造図に示す。

4. 固有周期

4.1 固有値解析方法

格納容器内水素濃度 (SA) の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) 格納容器内水素濃度 (SA) は、「4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元はりモデルとして考える。

4.2 解析モデル及び諸元

格納容器内水素濃度 (SA) の解析モデルを図 4-1、図 4-2 に、解析モデルの概要を以下に示す。また、機器の諸元を本計算書の【格納容器内水素濃度 (SA) (D23-H2E041) の耐震性についての計算結果】、【格納容器内水素濃度 (SA) (D23-H2E042) 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) 格納容器内水素濃度 (SA) の検出器の質量は、重心に集中するものとする。
- (2) 格納容器内水素濃度 (SA) の検出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ものとする。
- (3) 拘束条件は、溶接部を完全拘束とする。
- (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、別紙「計算機プログラム (解析コード) の概要」に示す。

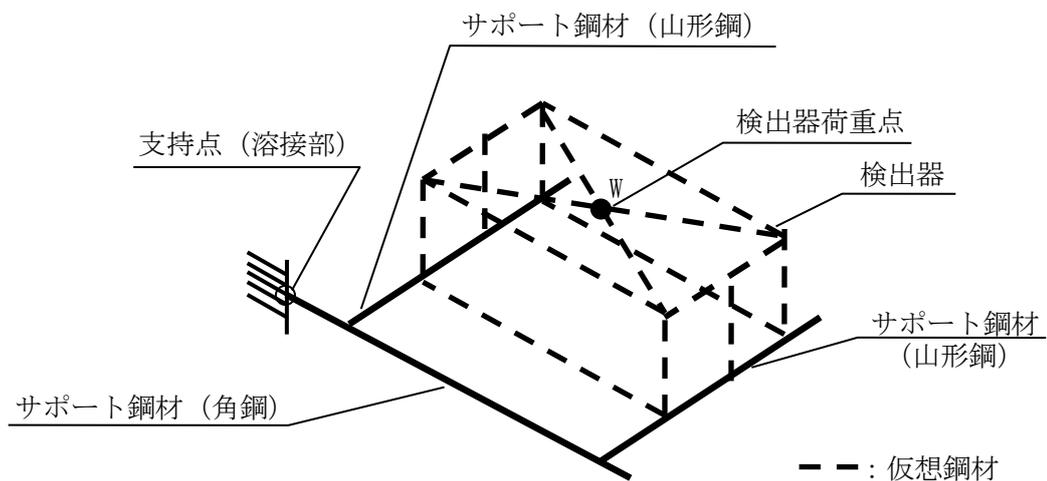


図 4-1 解析モデル (D23-H2E041)

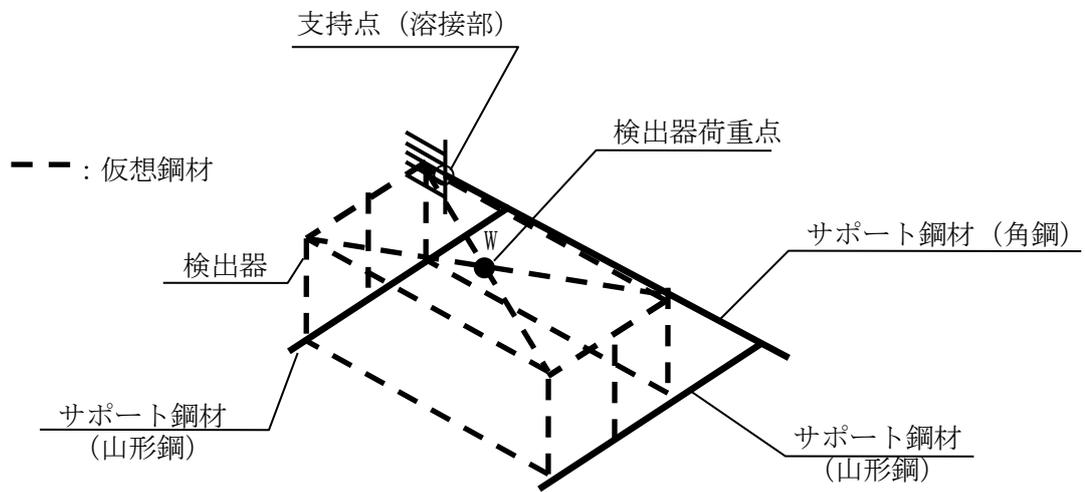


図 4-2 解析モデル (D23-H2E042)

4.3 固有値解析結果

固有値解析結果を表 4-1 に示す。固有周期は、0.05 秒以下であり剛であることを確認した。

表 4-1 固有値解析結果

計器番号	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	Y方向	
D23-H2E041	1次	鉛直	[]	—	—	—
D23-H2E042	1次	鉛直	[]	—	—	—

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

- (1) 格納容器内水素濃度 (SA) 及びサポート鋼材の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は、格納容器内水素濃度 (SA) 及びサポート鋼材に対して、水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。
- (3) 格納容器内水素濃度 (SA) 及びサポート鋼材は、溶接で原子炉格納容器に設置された溶接用パッドに固定されており、固定端とする。
- (4) 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

格納容器内水素濃度 (SA) 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

格納容器内水素濃度 (SA) の許容応力は、V-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

格納容器内水素濃度 (SA) の使用材料の許容応力評価条件のうち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	格納容器内水素濃度（SA）	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, *3} (ボルト等以外)		
	一次応力		
	引張り	せん断	曲げ
IVAS	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_b^*$
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。

*3：すみ肉溶接部の許容応力は母材の許容せん断応力とする。

表 5-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		周囲環境温度	200	169	373	—
溶接部	STKR400	周囲環境温度	200	169	373	—

5.3 設計用地震力

耐震評価に用いる設計用地震力を表 5-4 に示す。

「基準地震動 S_s 」による地震力は、V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

表 5-4 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
格納容器内 水素濃度 (SA) (D23-H2E041)	原子炉格納容器 T. M. S. L. 16. 650 (T. M. S. L. 17. 020*)	0.05 以下	<input type="text"/>	—	—	$C_H=1.90$	$C_V=1.45$
格納容器内 水素濃度 (SA) (D23-H2E042)	原子炉格納容器 T. M. S. L. 9. 225 (T. M. S. L. 12. 300*)	0.05 以下	<input type="text"/>	—	—	$C_H=1.43$	$C_V=1.40$

注記*：基準床レベルを示す。

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 溶接部の応力

三次元はりモデルによる個別解析から溶接部の内力を求めて、その結果を用いて手計算にて溶接部を評価する。

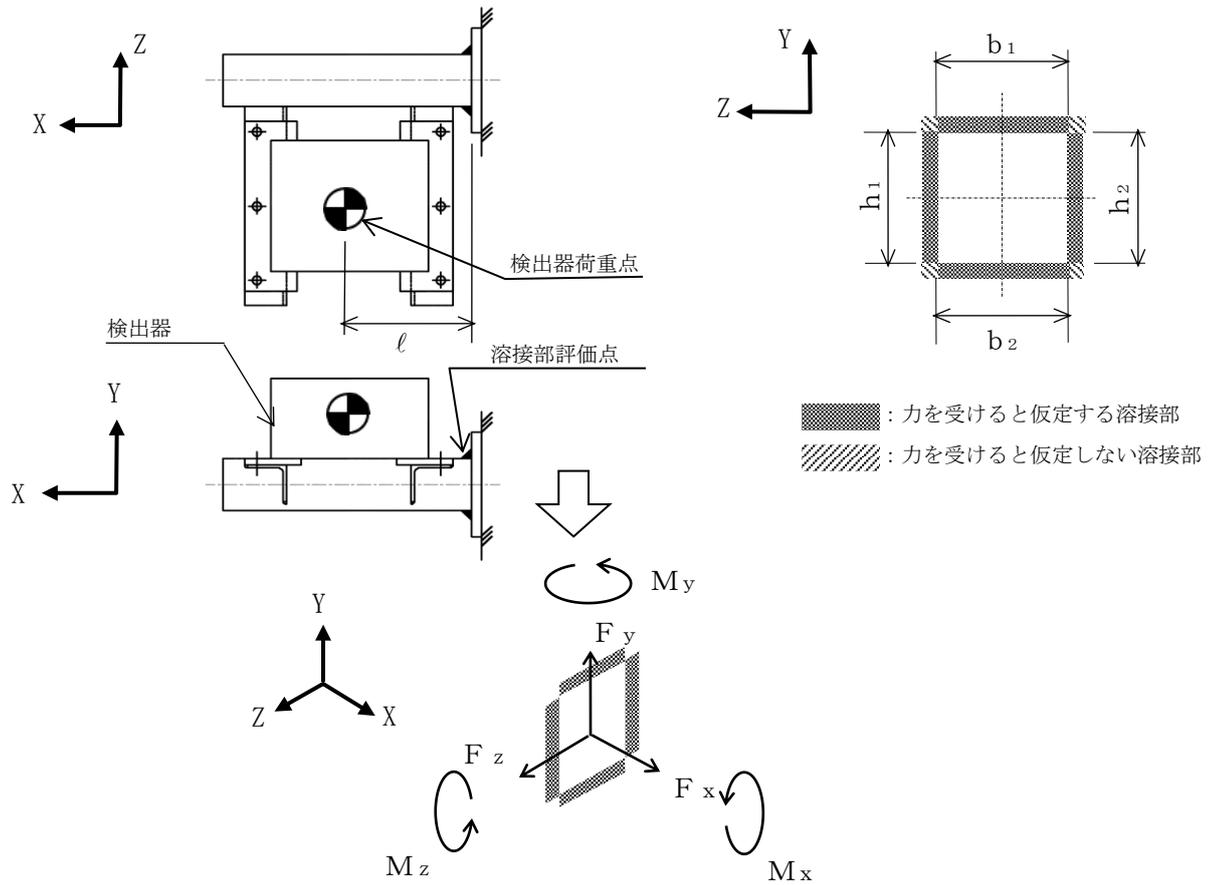


図 5-1 計算モデル（溶接部）（D23-H2E041）

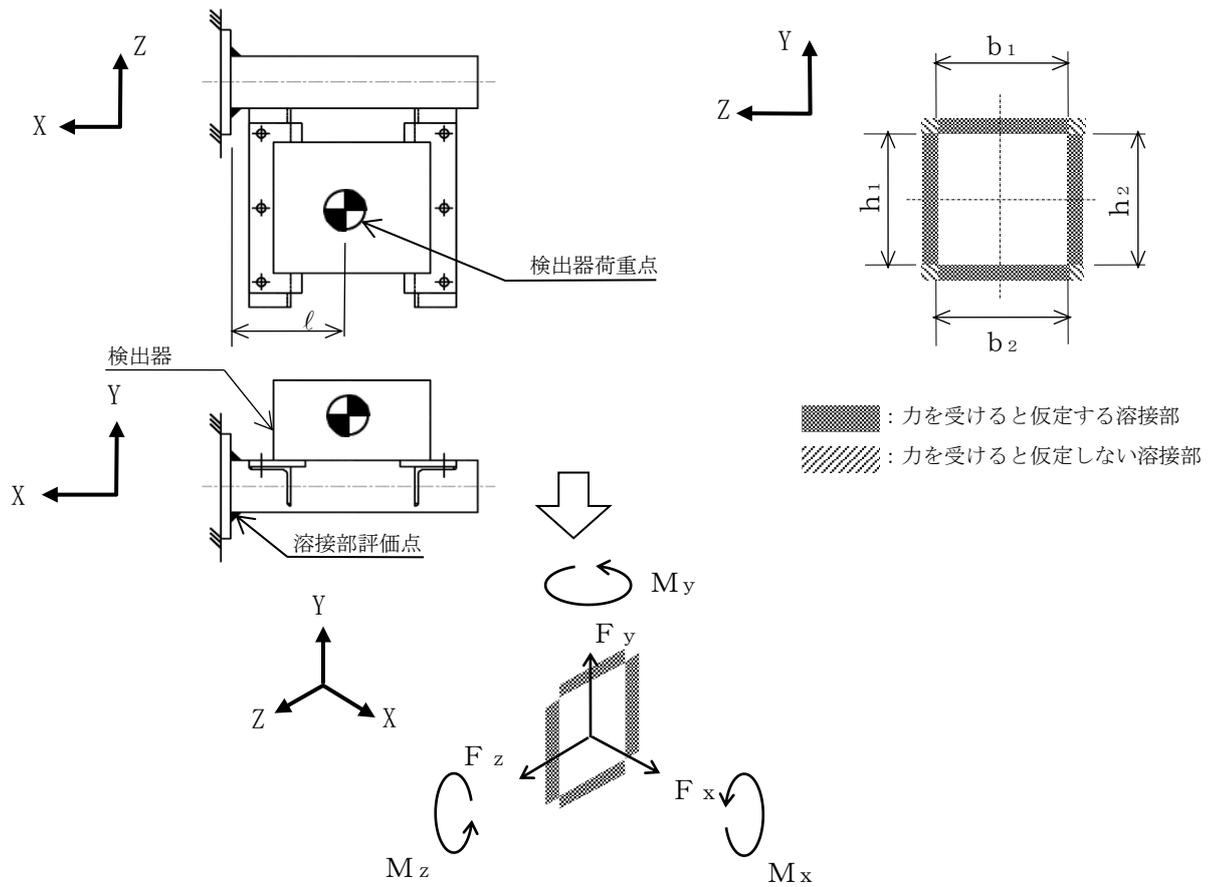


図 5-2 計算モデル（溶接部）（D23-H2E042）

個別解析によって得られた溶接部の評価点の最大反力とモーメントを表 5-5 に示す。

表5-5 サポート発生反力，モーメント

対象計器	反力(N)			モーメント(N・m)		
	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
D23-H2E041						
D23-H2E042						

(1) 引張応力

溶接部に対する引張応力は、全溶接断面積で受けるものとして計算する。

$$\sigma_t = \frac{F_x}{A_w} \dots\dots\dots (5.4.1.1.1)$$

ここで、引張り力を受ける溶接部の有効断面積 A_w は、次式により求める。

$$A_w = a \cdot (h_1 + h_2 + b_1 + b_2) \dots\dots\dots (5.4.1.1.2)$$

ただし、 h_1 、 h_2 、 b_1 、 b_2 は各溶接部における溶接長さを示し、溶接部の有効のど厚 a は、

$$a = 0.7 \cdot s \dots\dots\dots (5.4.1.1.3)$$

(2) せん断応力

溶接部に対するせん断応力は、各方向の有効せん断面積で受けるものとして計算する。

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{F_y}{A_{wy}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2 + \left(\frac{F_z}{A_{wz}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

ここで、 A_{wy} 、 A_{wz} はせん断力を受ける各方向の有効断面積、 Z_p は溶接断面におけるねじり断面係数を示す。

A_{wy} 、 A_{wz} は、次式により求める。

$$A_{wy} = a \cdot (h_1 + h_2) \dots\dots\dots (5.4.1.1.5)$$

$$A_{wz} = a \cdot (b_1 + b_2) \dots\dots\dots (5.4.1.1.6)$$

(3) 曲げ応力

溶接部に対する曲げモーメントは、図5-1で y 軸方向、 z 軸方向に対する曲げモーメントを最も外側の溶接部で受けるものとして計算する。

$$\sigma_b = \frac{M_y}{Z_y} + \frac{M_z}{Z_z} \dots\dots\dots (5.4.1.1.7)$$

Z_y 、 Z_z は溶接断面の y 軸及び z 軸に関する断面係数を示す。

(4) 組合せ応力

溶接に対する組合せ応力は、各応力を足し合わせたものとして計算する。

$$\sigma_w = \sqrt{(\sigma_t + \sigma_b)^2 + \tau^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.8)$$

5.5 計算条件

5.5.1 溶接部の応力計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【格納容器内水素濃度 (SA) (D23-H2E041) の耐震性についての計算結果】、【格納容器内水素濃度 (SA) (D23-H2E042) 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各応力は、許容応力以下であること。

	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_t	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_s	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$
許容曲げ応力 f_b	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$

6. 機能維持評価

6.1 電氣的機能維持評価方法

格納容器内水素濃度 (SA) 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V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき、基準地震動 S_s により定まる応答加速度を設定する。

格納容器内水素濃度 (SA) の機能確認済加速度は、V-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 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
格納容器内水素濃度 (SA) (D23-H2E041)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
格納容器内水素濃度 (SA) (D23-H2E042)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

7. 評価結果

7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

格納容器内水素濃度（SA）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【格納容器内水素濃度 (SA) (D23-H2E041) 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	
格納容器内水素濃度 (SA) (D23-H2E041)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉格納容器 T. M. S. L. 16. 650 (T. M. S. L. 17. 020*)	0.05 以下		—	—	C _H =1.90	C _V =1.45	200

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 格納容器内水素濃度 (SA)

部材	W (N)	ℓ (mm)	a (mm)	s (mm)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	b ₁ (mm)	b ₂ (mm)	A _w (mm ²)	A _{wy} (mm ²)	A _{wz} (mm ²)	Z _y (mm ³)	Z _z (mm ³)	Z _p (mm ³)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F* (MPa)
溶接部		320	4.2	6	76	76	76	76	1.277 ×10 ³	638.4	638.4	3.765 ×10 ⁴	3.765 ×10 ⁴	6.167 ×10 ⁴	169	373	202

22

1.3 計算数値

1.3.1 溶接部に作用する力

(単位 : N)

部材	F _x		F _y		F _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—		—		—	

1.3.2 溶接部に作用するモーメント

(単位 : N・m)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
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 _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
溶接部	STKR400	引張り	—	—	$\sigma_t = 3$	$f_t = 117^*$
		せん断	—	—	$\tau = 38$	$f_s = 117^*$
		曲げ	—	—	$\sigma_b = 71$	$f_b = 117^*$
		組合せ	—	—	$\sigma_w = 82$	$f_w = 117^*$

すべて許容応力以下である。

注記*：すみ肉溶接部の許容応力は母材の許容せん断応力とする。

1.4.2 電気的機能の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

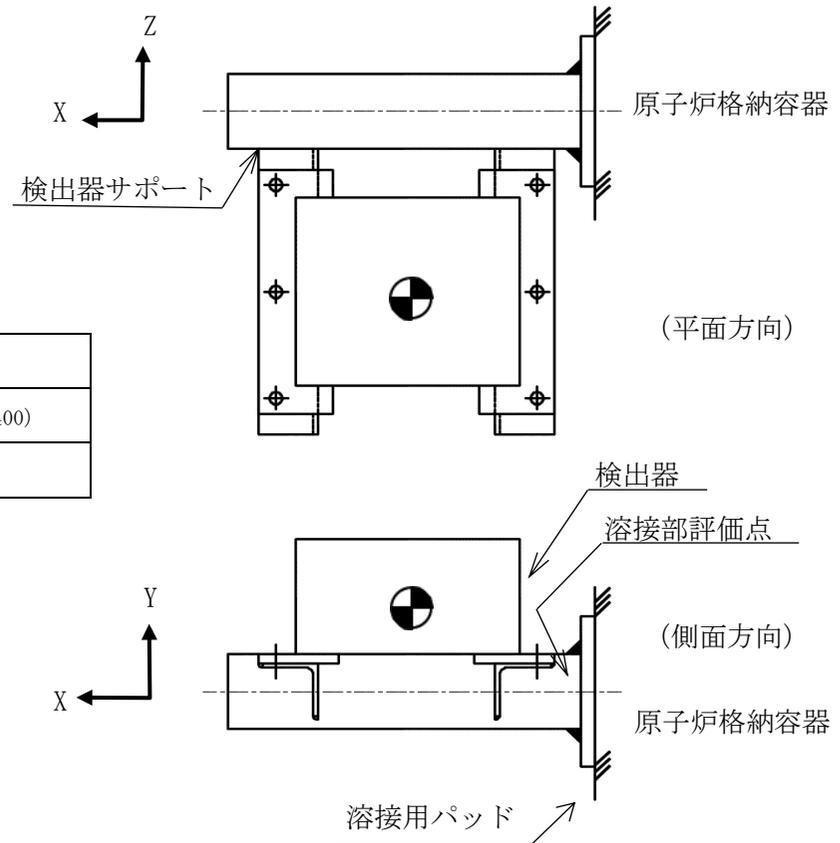
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器内水素濃度 (SA) (D23-H2E041)	水平方向	1.59	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.21	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

項目	記号	単位	入力値
縦弾性係数	E	MPa	191000 (STKR400)
ポアソン比	ν	—	0.3



【格納容器内水素濃度 (SA) (D23-H2E042) 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	
格納容器内水素濃度 (SA) (D23-H2E042)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉格納容器 T. M. S. L. 9. 225 (T. M. S. L. 12. 300*)	0.05 以下		—	—	C _H =1.43	C _V =1.40	200

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 格納容器内水素濃度 (SA)

部材	W (N)	ℓ (mm)	a (mm)	s (mm)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	b ₁ (mm)	b ₂ (mm)	A _w (mm ²)	A _{wy} (mm ²)	A _{wz} (mm ²)	Z _y (mm ³)	Z _z (mm ³)	Z _p (mm ³)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F* (MPa)
溶接部		320	4.2	6	76	76	76	76	1.277 ×10 ³	638.4	638.4	3.765 ×10 ⁴	3.765 ×10 ⁴	6.167 ×10 ⁴	169	373	202

1.3 計算数値

1.3.1 溶接部に作用する力

(単位 : N)

部材	F _x		F _y		F _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—		—		—	

1.3.2 溶接部に作用するモーメント

(単位 : N・m)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
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 _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
溶接部	STKR400	引張り	—	—	$\sigma_t = 2$	$f_t = 117^*$
		せん断	—	—	$\tau = 34$	$f_s = 117^*$
		曲げ	—	—	$\sigma_b = 61$	$f_b = 117^*$
		組合せ	—	—	$\sigma_w = 71$	$f_w = 117^*$

すべて許容応力以下である。

注記*：すみ肉溶接部の許容応力は母材の許容せん断応力とする。

1.4.2 電氣的機能の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

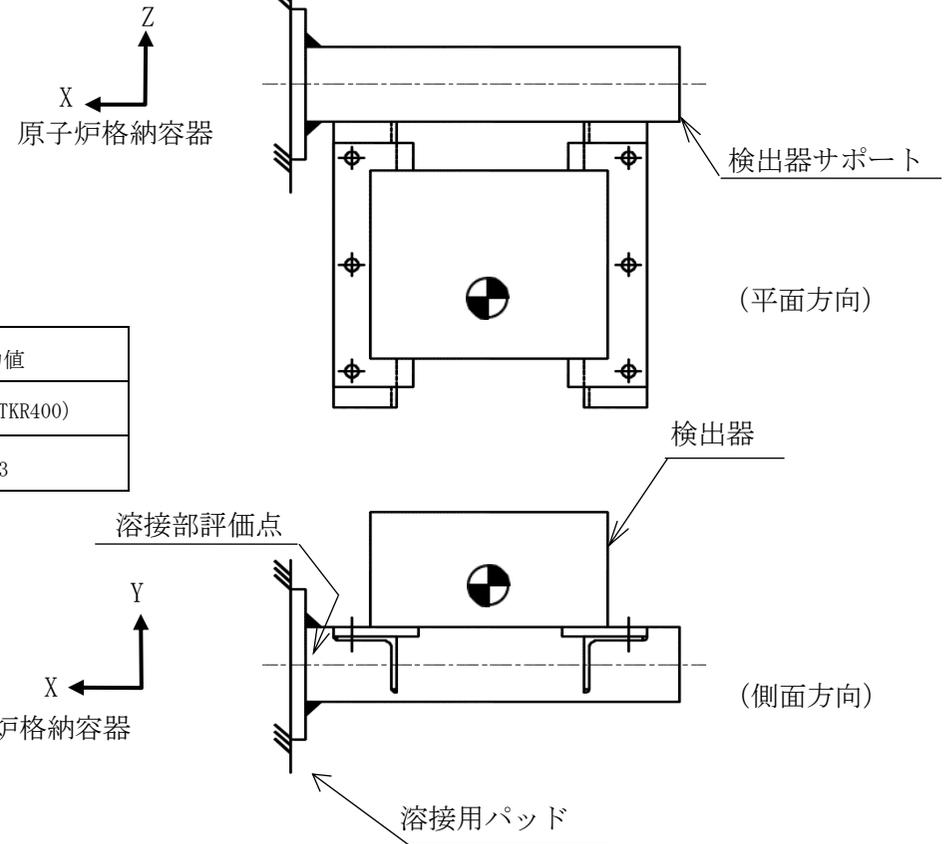
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器内水素濃度 (SA) (D23-H2E042)	水平方向	1.20	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.16	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

項目	記号	単位	入力値
縦弾性係数	E	MPa	191000 (STKR400)
ポアソン比	ν	—	0.3



V-2-6-5-27 復水貯蔵槽水位 (SA) 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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、復水貯蔵槽水位（SA）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

復水貯蔵槽水位（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構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、復水貯蔵槽水位（SA）は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の壁掛形スタンションであるため、V-2-1-14「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

復水貯蔵槽水位（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、計器取付ボルトにより取付板に固定され、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。計器スターションは、基礎に基礎ボルトで設置する。</p>	<p>差圧式水位検出器</p>	<p>【復水貯蔵槽水位 (SA)】</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

プラスチックハンマ等により、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置(圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器)により記録解析する。試験の結果、剛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)

復水貯蔵槽水位 (SA) (E61-LT-025)	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

復水貯蔵槽水位（SA）の構造強度評価は、V-2-1-14「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

復水貯蔵槽水位（SA）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

復水貯蔵槽水位（SA）の許容応力は、V-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

復水貯蔵槽水位（SA）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【復水貯蔵槽水位（SA）（E61-LT-025）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	復水貯蔵槽水位（SA）	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	
	引張り	せん断
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 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	66	234	385	—
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	66	234	385	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

復水貯蔵槽水位 (SA) の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

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、V-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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
復水貯蔵槽水位 (SA) (E61-LT-025)	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

復水貯蔵槽水位（SA）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。
発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【復水貯蔵槽水位 (SA) (E61-LT-025) 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	
復水貯蔵槽水位 (SA) (E61-LT-025)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建屋 T. M. S. L. -6.100 (T. M. S. L. -1.100*)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—	—	C _H =1.45	C _V =1.29	66

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 復水貯蔵槽水位 (SA)

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト	<input type="text"/>	141	16 (M16)	201.1	4	234 (径 ≤ 16mm)	385 (径 ≤ 16mm)

部材	l ₃ * (mm)	l _a * (mm)	l _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	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	513	160	840	2	2	—	270	—	正面方向
	513	160	840	2	2				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位: N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—	<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 _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	引張り	—	—	$\sigma_{b=2}$	$f_{ts}=162^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b=2}$	$f_{sb}=124$

すべて許容応力以下である。

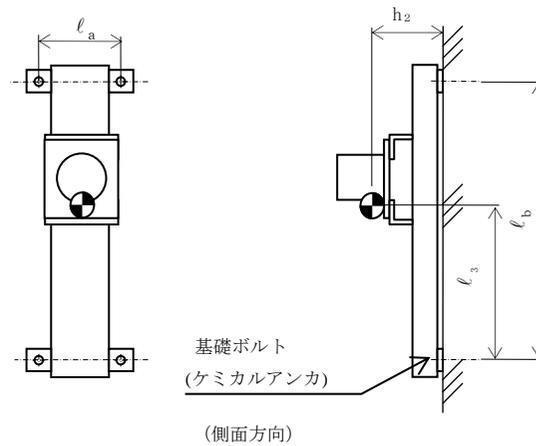
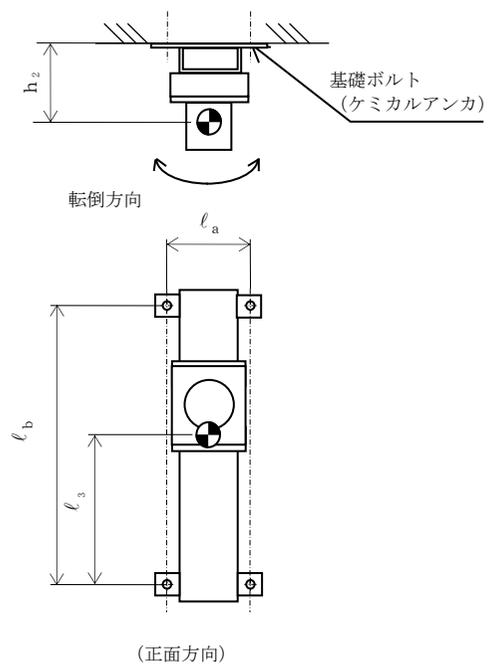
注記*: $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
復水貯蔵槽水位 (SA) (E61-LT-025)	水平方向	1.20	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*: 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



V-2-6-5-28 復水補給水系流量（格納容器下部注水流量）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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、復水補給水系流量（格納容器下部注水流量）が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

復水補給水系流量（格納容器下部注水流量）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。

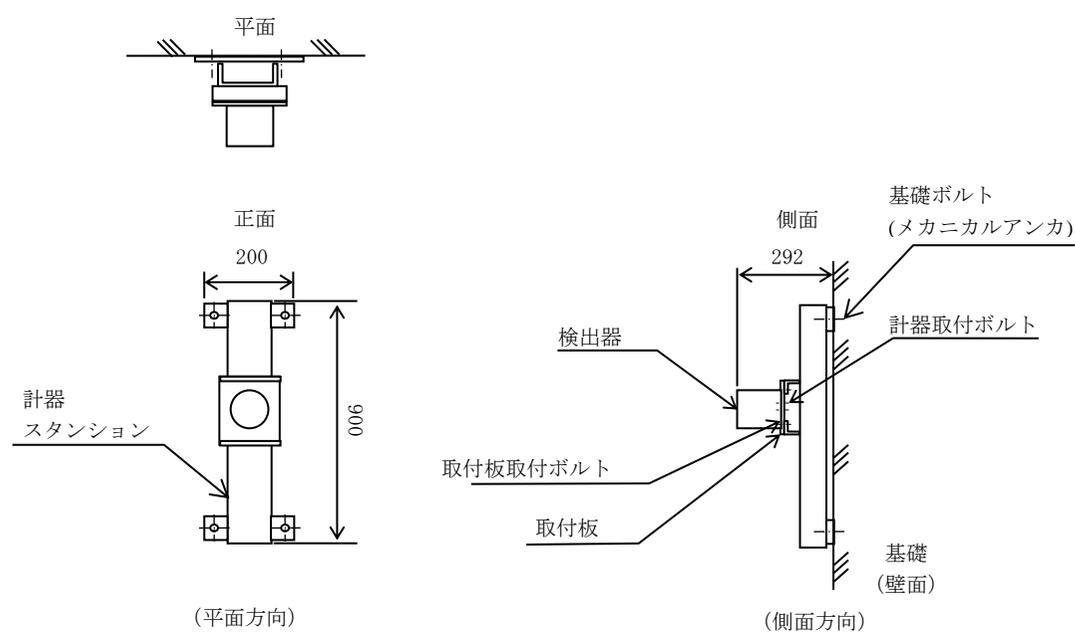
なお、復水補給水系流量（格納容器下部注水流量）は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の壁掛形スタンションであるため、V-2-1-14「計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

復水補給水系流量（格納容器下部注水流量）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、計器取付ボルトにより取付板に固定され、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。計器スターションは、基礎に基礎ボルトで設置する。</p>	<p>差圧式流量検出器</p>	<p>【復水補給水系流量（格納容器下部注水流量）】</p>  <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

復水補給水系流量（格納容器下部注水流量）の固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つスタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果確認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)

復水補給水系流量 (格納容器下部注水流量) (P13-FT-025)	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

復水補給水系流量（格納容器下部注水流量）の構造強度評価は、V-2-1-14「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

復水補給水系流量（格納容器下部注水流量）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

復水補給水系流量（格納容器下部注水流量）の許容応力は、V-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

復水補給水系流量（格納容器下部注水流量）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【復水補給水系流量（格納容器下部注水流量）(P13-FT-025) 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	復水補給水系流量 (格納容器下部注水流量)	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 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IVAS	1.5・f _t * (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f _s * (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 _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径)	周囲環境温度	66	206	385	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

復水補給水系流量（格納容器下部注水流量）の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

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、V-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、電氣的機能維持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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
復水補給水系流量（格納容器下部注水流量） (P13-FT-025)	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

復水補給水系流量（格納容器下部注水流量）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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【復水補給水系流量（格納容器下部注水流量）（P13-FT-025）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	
復水補給水系流量 (格納容器下部注水流量) (P13-FT-025)	常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. -1.700 (T.M.S.L. 4.800*)	0.05以下	0.05以下	—	—	C _H =1.30	C _V =1.29	66

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 復水補給水系流量（格納容器下部注水流量）

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		151	12 (M12)	113.1	4	206 (40mm<径)	385 (40mm<径)

部材	l ₃ * (mm)	l _a * (mm)	l _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	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	526	160	840	2	2	—	247	—	正面方向
	526	160	840	2	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位: N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—	<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 _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	引張り	—	—	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=148^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=2$	$f_{sb}=114$

すべて許容応力以下である。

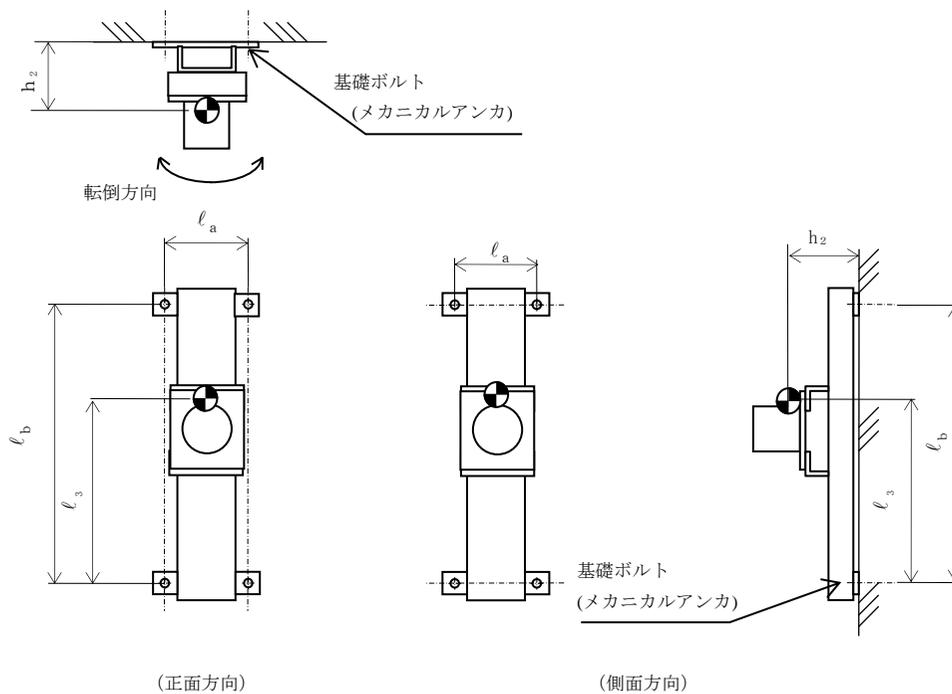
注記*: $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
復水補給水系流量 (格納容器下部注水流量) (P13-FT-025)	水平方向	1.08	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*: 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



V-2-6-5-29 サプレッションチェンバプール水位の
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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、サプレッションチェンバプール水位が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

サプレッションチェンバプール水位は、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、サプレッションチェンバプール水位は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の壁掛形スタンションであるため、V-2-1-14「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

サプレッションチェンバプール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、計器取付ボルトにより取付板に固定され、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。計器スターションは、基礎に基礎ボルトで設置する。</p>	<p>差圧式水位検出器</p>	<p>【サプレッションチェンバプール水位】</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

サプレッションチェンバプール水位の固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つスタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果確認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)

サプレッションチェンバプール水位 (T31-LT-033)	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

サプレッションチェンバプール水位の構造強度評価は、V-2-1-14「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

サプレッションチェンバプール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

サプレッションチェンバプール水位の許容応力は、V-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

サプレッションチェンバプール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【サプレッションチェンバプール水位 (T31-LT-033) 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	サプレッションチェンバ プール水位	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	
	引張り	せん断
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 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100	194	373	—
基礎ボルト	SS400 (40mm<径)	周囲環境温度	100	194	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

サプレッションチェンバプール水位の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

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、V-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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
サプレッションチェンバプール水位 (T31-LT-033)	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

サプレッションチェンバプール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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【サブプレッションチェンバプール水位 (T31-LT-033) 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	
サブプレッションチェンバ プール水位 (T31-LT-033)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200 (T. M. S. L. -1.700*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.30	C _V =1.27	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 サプレッションチェンバプール水位

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		104	12 (M12)	113.1	4	194 (40mm<径)	373 (40mm<径)

部材	l ₃ * (mm)	l _a * (mm)	l _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	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	473	160	840	2	2	—	232	—	正面方向
	473	160	840	2	2				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s
基礎ボルト	—	<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 _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	引張り	—	—	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=139^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=2$	$f_{sb}=107$

すべて許容応力以下である。

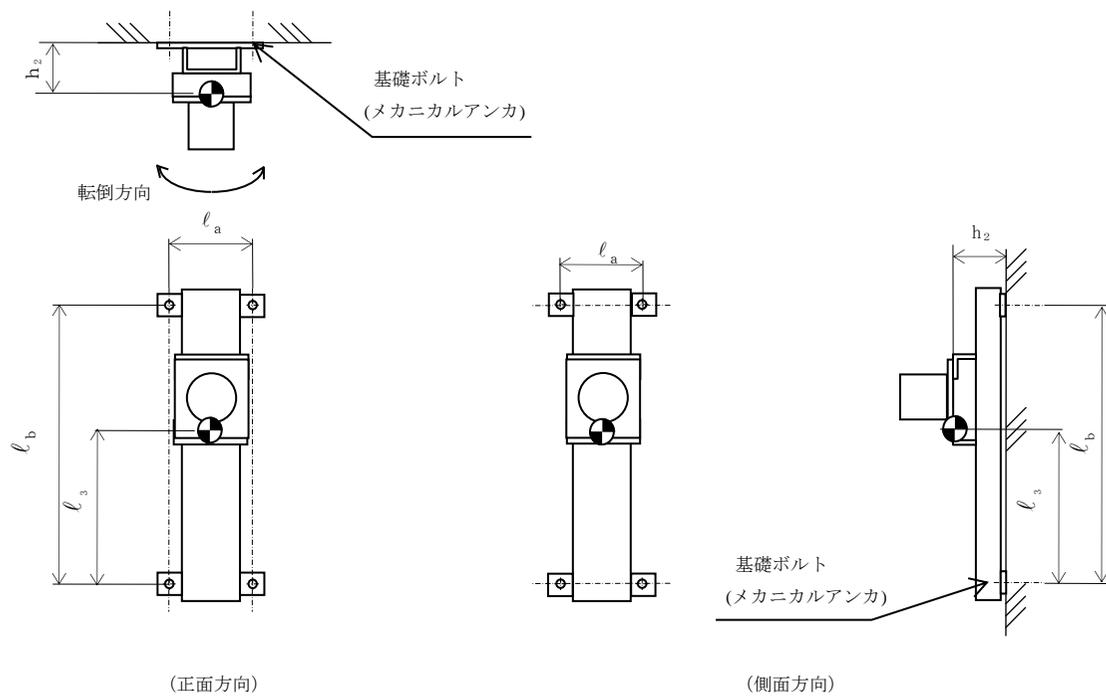
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
サブプレッションチェンバ プール水位 (T31-LT-033)	水平方向	1.08	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.06	<input type="text"/>

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



V-2-6-5-30 格納容器下部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
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
5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	10
5.2.2 許容応力	10
5.2.3 使用材料の許容応力評価条件	10
5.3 設計用地震力	14
5.4 計算方法	15
5.4.1 応力の計算方法	15
5.5 計算条件	17
5.5.1 溶接部の応力計算条件	17
5.6 応力の評価	17
5.6.1 溶接部の応力評価	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、V-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、格納容器下部水位が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

格納容器下部水位は、重大事故等対処設備においては常設重大事故等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および電気的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

格納容器下部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																	
検出器はサポート鋼材で固定し、サポート鋼材は原子炉格納容器に溶接で固定する。	電極式水位検出器	<p>【格納容器下部水位】</p> <p>側面図 正面図</p> <p>検出器 横</p> <p>高さ 原子炉格納容器</p> <p>サポート鋼材 溶接部</p> <p>たて</p> <p>(側面方向) (正面方向)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>対象計器</th> <th>T31-L/TE036-1</th> <th>T31-L/TE036-2</th> <th>T31-L/TE036-3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>48</td> <td>48</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>248</td> <td>248</td> <td>248</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>193</td> <td>193</td> <td>193</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	対象計器	T31-L/TE036-1	T31-L/TE036-2	T31-L/TE036-3	たて	48	48	48	横	248	248	248	高さ	193	193	193
対象計器	T31-L/TE036-1	T31-L/TE036-2	T31-L/TE036-3															
たて	48	48	48															
横	248	248	248															
高さ	193	193	193															

2.2 評価方針

格納容器下部水位の応力評価は、V-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」にて示す格納容器下部水位の部位を踏まえ「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、格納容器下部水位の機能維持評価は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「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。

格納容器下部水位の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

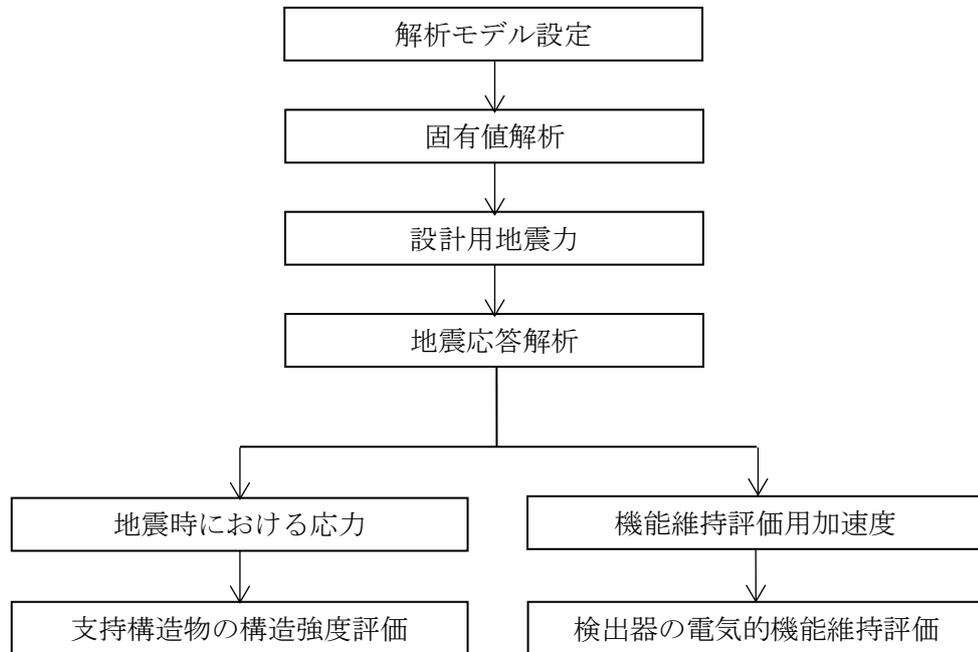


図 2-1 格納容器下部水位の耐震評価フロー

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 ²
A_{wy}	溶接部の F_y に対する有効断面積	mm ²
A_{wz}	溶接部の F_z に対する有効断面積	mm ²
b_1, b_2	溶接の有効長さ (z 方向)	mm
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
E	縦弾性係数	MPa
F^*	設計・建設規格 SSB-3133に定める値	MPa
F_x	溶接部に作用する力 (x 方向)	N
F_y	溶接部に作用する力 (y 方向)	N
F_z	溶接部に作用する力 (z 方向)	N
f_t	溶接部の許容引張応力	MPa
f_s	溶接部の許容せん断応力	MPa
f_b	溶接部の許容曲げ応力	MPa
f_w	溶接部の許容組合せ応力	MPa
h_1, h_2	溶接の有効長さ (y 方向)	mm
l	据付面から検出器荷重点までの距離	mm
M_x	溶接部に作用するモーメント (x 軸周り)	N・m
M_y	溶接部に作用するモーメント (y 軸周り)	N・m
M_z	溶接部に作用するモーメント (z 軸周り)	N・m
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
W	検出器の荷重	N
Z_y	溶接断面積における y 軸方向の断面係数	mm ³
Z_z	溶接断面積における z 軸方向の断面係数	mm ³
Z_p	溶接断面積におけるねじり断面係数	mm ³
ν	ポアソン比	—
σ_t	溶接部に生じる引張応力	MPa
σ_b	溶接部に生じる曲げ応力	MPa
σ_w	溶接部に生じる組合せ応力	MPa
τ	溶接部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 に示すとおりとする。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位* ¹
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* ²
モーメント	N・m	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

格納容器下部水位の耐震評価は、「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。格納容器下部水位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

格納容器下部水位の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) 格納容器下部水位は、「4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元はりモデルとして考える。

4.2 解析モデル及び諸元

格納容器下部水位の解析モデルを図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【格納容器下部水位(T31-L/TE036-1)の耐震性についての計算結果】、【格納容器下部水位(T31-L/TE036-2)の耐震性についての計算結果】、【格納容器下部水位(T31-L/TE036-3)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) 格納容器下部水位の計器の質量は、重心に集中するものとする。
- (2) 格納容器下部水位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ものとする。
- (3) 拘束条件は、溶接部を完全拘束とする。
- (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、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

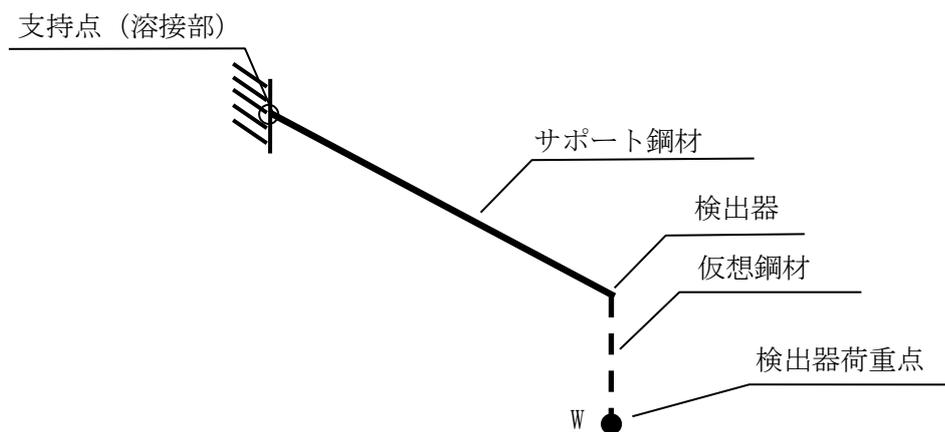


図4-1 解析モデル

4.3 固有値解析結果

固有値解析結果を表 4-1 に示す。固有周期は、0.05 秒以下であり剛であることを確認した。

表 4-1 固有値解析結果

計器番号	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	Y方向	
T31-L/TE036-1	1次	水平		—	—	—
T31-L/TE036-2	1次	水平		—	—	—
T31-L/TE036-3	1次	水平		—	—	—

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、格納容器下部水位に対して、水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。
- (2) 格納容器下部水位は、溶接で原子炉格納容器に固定されており、固定端とする。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

格納容器下部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 5-1 に示す。

5.2.2 許容応力

格納容器下部水位の許容応力は、V-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

格納容器下部水位の使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-3 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	格納容器下部水位	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, *3 (ボルト等以外)		
	一次応力		
	引張り	せん断	曲げ
IVAS	1.5・f _t * *4	1.5・f _s * *4	1.5・f _b * *4
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。

*3：すみ肉溶接部の許容応力は母材の許容せん断応力とする。

*4：その他の支持構造物においてはS_yを1.2・S_yと読み替える。ただし，オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については，本読み替えを行わない。

表 5-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		溶接部	SUS304	周囲環境温度	200	144

5.3 設計用地震力

耐震評価に用いる設計用地震力を表 5-4 に示す。

「基準地震動 S_s」による地震力は、V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

表 5-4 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
格納容器下部水位 (T31-L/TE036-1)	原子炉格納容器 T. M. S. L. -3. 600 (T. M. S. L. -2. 100*)		0.05 以下	—	—	C _H =1. 19	C _V =1. 24
格納容器下部水位 (T31-L/TE036-2)	原子炉格納容器 T. M. S. L. -4. 600 (T. M. S. L. -2. 100*)		0.05 以下	—	—	C _H =1. 19	C _V =1. 24
格納容器下部水位 (T31-L/TE036-3)	原子炉格納容器 T. M. S. L. -5. 600 (T. M. S. L. -4. 700*)		0.05 以下	—	—	C _H =1. 19	C _V =1. 24

注記*：基準床レベルを示す。

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 溶接部の応力

三次元はりモデルによる個別解析から溶接部の内力を求めて、その結果を用いて手計算にて溶接部を評価する。

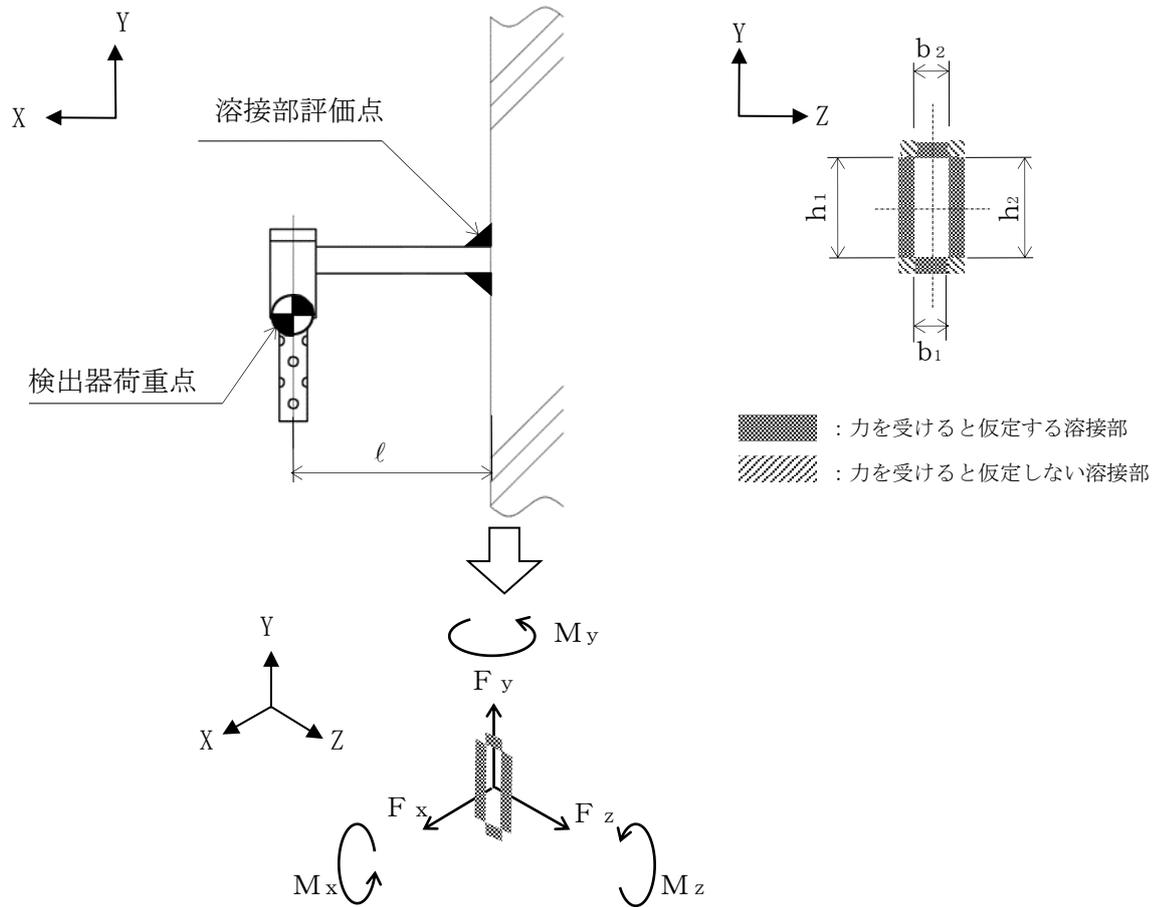


図5-1 計算モデル（溶接部）

個別解析によって得られた溶接部の評価点の最大反力とモーメントを表5-5に示す。

表5-5 サポート発生反力，モーメント

対象計器	反力(N)			モーメント(N・m)		
	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z
T31-L/TE036-1						
T31-L/TE036-2						
T31-L/TE036-3						

(1) 引張応力

溶接部に対する引張応力は、全溶接断面積で受けるものとして計算する。

$$\sigma_t = \frac{F_x}{A_w} \dots\dots\dots (5.4.1.1.1)$$

ここで、引張り力を受ける溶接部の有効断面積 A_w は、次式により求める。

$$A_w = a \cdot (h_1 + h_2 + b_1 + b_2) \dots\dots\dots (5.4.1.1.2)$$

ただし、 h_1 、 h_2 、 b_1 、 b_2 は各溶接部における溶接長さを示し、溶接部の有効のど厚 a は、

$$a = 0.7 \cdot s \dots\dots\dots (5.4.1.1.3)$$

(2) せん断応力

溶接部に対するせん断応力は、各方向の有効せん断面積で受けるものとして計算する。

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{F_y}{A_{wy}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2 + \left(\frac{F_z}{A_{wz}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

ここで、 A_{wy} 、 A_{wz} はせん断力を受ける各方向の有効断面積、 Z_p は溶接断面におけるねじり断面係数を示す。

A_{wy} 、 A_{wz} は、次式により求める。

$$A_{wy} = a \cdot (h_1 + h_2) \dots\dots\dots (5.4.1.1.5)$$

$$A_{wz} = a \cdot (b_1 + b_2) \dots\dots\dots (5.4.1.1.6)$$

(3) 曲げ応力

溶接部に対する曲げモーメントは、図5-1で y 軸方向、 z 軸方向に対する曲げモーメントを最も外側の溶接部で受けるものとして計算する。

$$\sigma_b = \frac{M_y}{Z_y} + \frac{M_z}{Z_z} \dots\dots\dots (5.4.1.1.7)$$

Z_y 、 Z_z は溶接断面の y 軸及び z 軸に関する断面係数を示す。

(4) 組合せ応力

溶接に対する組合せ応力は、各応力を足し合わせたものとして計算する。

$$\sigma_w = \sqrt{(\sigma_t + \sigma_b)^2 + \tau^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.8)$$

5.5 計算条件

5.5.1 溶接部の応力計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【格納容器下部水位(T31-L/TE036-1)の耐震性についての計算結果】、【格納容器下部水位(T31-L/TE036-2)の耐震性についての計算結果】、【格納容器下部水位(T31-L/TE036-3)の耐震性についての計算結果】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応力は、許容せん断応力 f_s 以下であること。ただし、 f_s は下表による。

	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_t	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_s	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$
許容曲げ応力 f_b	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$

6. 機能維持評価

6.1 電氣的機能維持評価方法

格納容器下部水位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V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき、基準地震動 S_s により定まる応答加速度を設定する。

格納容器下部水位の機能確認済加速度は、V-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

(単位： $\times 9.8 \text{ m/s}^2$)

評価部位	方向	機能確認済加速度
格納容器下部水位 (T31-L/TE036-1)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
格納容器下部水位 (T31-L/TE036-2)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
格納容器下部水位 (T31-L/TE036-3)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

7. 評価結果

7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

格納容器下部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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【格納容器下部水位(T31-L/TE036-1)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	
格納容器下部水位 (T31-L/TE036-1)	常設/緩和	原子炉格納容器 T. M. S. L. -3.600 (T. M. S. L. -2.100*)	<input type="text"/>	0.05 以下	—	—	C _H =1.19	C _V =1.24	200

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 格納容器下部水位

部材	W (N)	ℓ (mm)	a (mm)	s (mm)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	b ₁ (mm)	b ₂ (mm)	A _w (mm ²)	A _{wy} (mm ²)	A _{wz} (mm ²)	Z _y (mm ³)	Z _z (mm ³)	Z _p (mm ³)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)	F* (MPa)
溶接部	<input type="text"/>	224	4.9	7	35	35	10	10	441	343	98	2.074 ×10 ³	3.313 ×10 ³	4.128 ×10 ³	144	402	205	194

1.3 計算数値

1.3.1 溶接部に作用する力

(単位 : N)

部材	F _x		F _y		F _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.3.2 溶接部に作用するモーメント

(単位 : N・m)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

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 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
溶接部	SUS304	引張り	—	—	$\sigma_t = 0$	$f_t = 112^*$
		せん断	—	—	$\tau = 1$	$f_s = 112^*$
		曲げ	—	—	$\sigma_b = 6$	$f_b = 112^*$
		組合せ	—	—	$\sigma_w = 6$	$f_w = 112^*$

すべて許容応力以下である。

注記*：すみ肉溶接部の許容応力は母材の許容せん断応力とする。

1.4.2 電気的機能の評価結果

(単位： $\times 9.8m/s^2$)

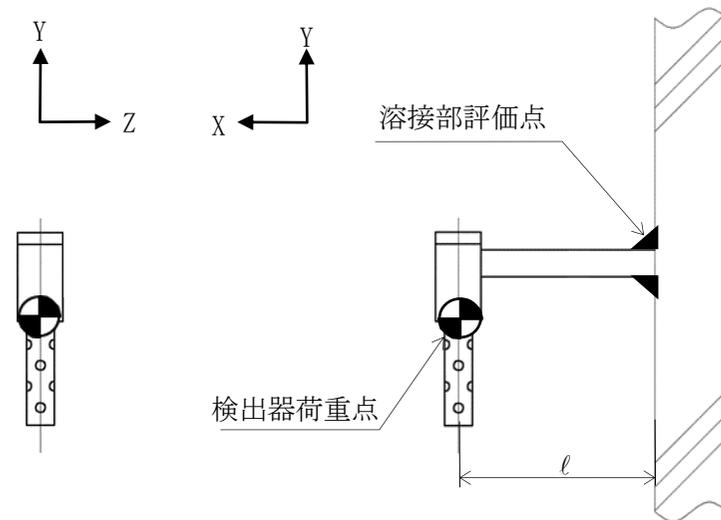
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器下部水位 (T31-L/TE036-1)	水平方向	0.99	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.03	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

項目	記号	単位	入力値
縦弾性係数	E	MPa	183000 (SUS304)
ポアソン比	ν	—	0.3



【格納容器下部水位 (T31-L/TE036-2) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
格納容器下部水位 (T31-L/TE036-2)	常設/緩和	原子炉格納容器 T. M. S. L. -4.600 (T. M. S. L. -2.100*)	□	0.05 以下	—	—	C _H =1.19	C _V =1.24	200

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 格納容器下部水位

部材	W (N)	ℓ (mm)	a (mm)	s (mm)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	b ₁ (mm)	b ₂ (mm)	A _w (mm ²)	A _{wy} (mm ²)	A _{wz} (mm ²)	Z _y (mm ³)	Z _z (mm ³)	Z _p (mm ³)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)	F* (MPa)
溶接部	□	224	4.9	7	35	35	10	10	441	343	98	2.074 ×10 ³	3.313 ×10 ³	4.128 ×10 ³	144	402	205	194

1.3 計算数値

1.3.1 溶接部に作用する力

(単位 : N)

部材	F _x		F _y		F _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	□	—	□	—	□

1.3.2 溶接部に作用するモーメント

(単位 : N・m)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
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 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
溶接部	SUS304	引張り	—	—	$\sigma_t = 0$	$f_t = 112^*$
		せん断	—	—	$\tau = 1$	$f_s = 112^*$
		曲げ	—	—	$\sigma_b = 6$	$f_b = 112^*$
		組合せ	—	—	$\sigma_w = 6$	$f_w = 112^*$

すべて許容応力以下である。

注記*：すみ肉溶接部の許容応力は母材の許容せん断応力とする。

1.4.2 電気的機能の評価結果

(単位： $\times 9.8m/s^2$)

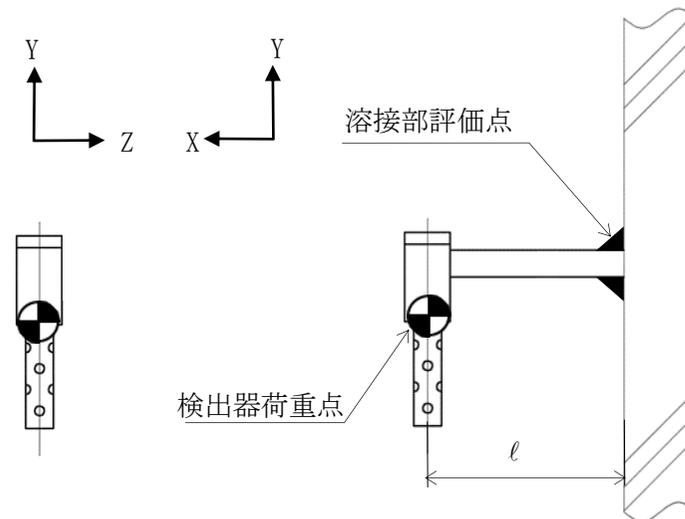
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器下部水位 (T31-L/TE036-2)	水平方向	0.99	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.03	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

項目	記号	単位	入力値
縦弾性係数	E	MPa	183000 (SUS304)
ポアソン比	ν	—	0.3



【格納容器下部水位 (T31-L/TE036-3) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
格納容器下部水位 (T31-L/TE036-3)	常設/緩和	原子炉格納容器 T. M. S. L. -5.600 (T. M. S. L. -4.700*)	□	0.05 以下	—	—	C _H =1.19	C _V =1.24	200

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 格納容器下部水位

部材	W (N)	ℓ (mm)	a (mm)	s (mm)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	b ₁ (mm)	b ₂ (mm)	A _w (mm ²)	A _{wy} (mm ²)	A _{wz} (mm ²)	Z _y (mm ³)	Z _z (mm ³)	Z _p (mm ³)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)	F* (MPa)
溶接部	□	224	4.9	7	35	35	10	10	441	343	98	2.074 ×10 ³	3.313 ×10 ³	4.128 ×10 ³	144	402	205	194

1.3 計算数値

1.3.1 溶接部に作用する力

(単位 : N)

部材	F _x		F _y		F _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	□	—	□	—	□

1.3.2 溶接部に作用するモーメント

(単位 : N・m)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
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 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
溶接部	SUS304	引張り	—	—	$\sigma_t = 0$	$f_t = 112^*$
		せん断	—	—	$\tau = 1$	$f_s = 112^*$
		曲げ	—	—	$\sigma_b = 6$	$f_b = 112^*$
		組合せ	—	—	$\sigma_w = 6$	$f_w = 112^*$

すべて許容応力以下である。

注記*：すみ肉溶接部の許容応力は母材の許容せん断応力とする。

1.4.2 電気的機能の評価結果

(単位： $\times 9.8m/s^2$)

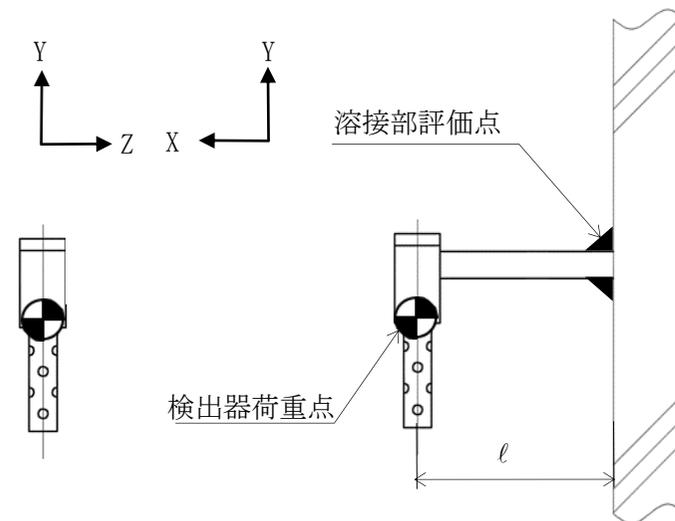
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器下部水位 (T31-L/TE036-3)	水平方向	0.99	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.03	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

項目	記号	単位	入力値
縦弾性係数	E	MPa	183000 (SUS304)
ポアソン比	ν	—	0.3



V-2-6-5-31 原子炉建屋水素濃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	7
3. 評価部位	8
4. 固有周期	8
4.1 基本方針	8
4.2 固有周期の確認方法	8
4.3 固有周期の確認結果	8
5. 構造強度評価	10
5.1 構造強度評価方法	10
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	10
5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	10
5.2.2 許容応力	10
5.2.3 使用材料の許容応力評価条件	10
5.3 設計用地震力	14
5.4 計算方法	15
5.4.1 応力の計算方法	15
5.5 計算条件	17
5.5.1 基礎ボルトの応力計算条件	17
5.6 応力の評価	18
5.6.1 ボルトの応力評価	18
6. 機能維持評価	19
6.1 電氣的機能維持評価方法	19
7. 評価結果	20
7.1 重大事故等対処設備としての評価結果	20

1. 概要

本計算書は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、原子炉建屋水素濃度が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

原子炉建屋水素濃度は、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気的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

原子炉建屋水素濃度の構造計画を表 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							
検出器は、基礎に基礎ボルトで設置する。	熱伝導式水素検出器	<p>【原子炉建屋水素濃度】</p>						
機器名称	原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001A)	原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001B)	原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001C)	原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003A)	原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003B)	原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003C)	原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003D)	原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003E)
たて	231	231	231	231	231	231	231	231
横	100	100	100	100	100	100	100	100
高さ	110	110	110	110	110	110	110	110

2.2 評価方針

原子炉建屋水素濃度の応力評価は、V-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」にて示す原子炉建屋水素濃度の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で確認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、原子炉建屋水素濃度の機能維持評価は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「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。

原子炉建屋水素濃度の耐震評価フローを図2-1に示す。

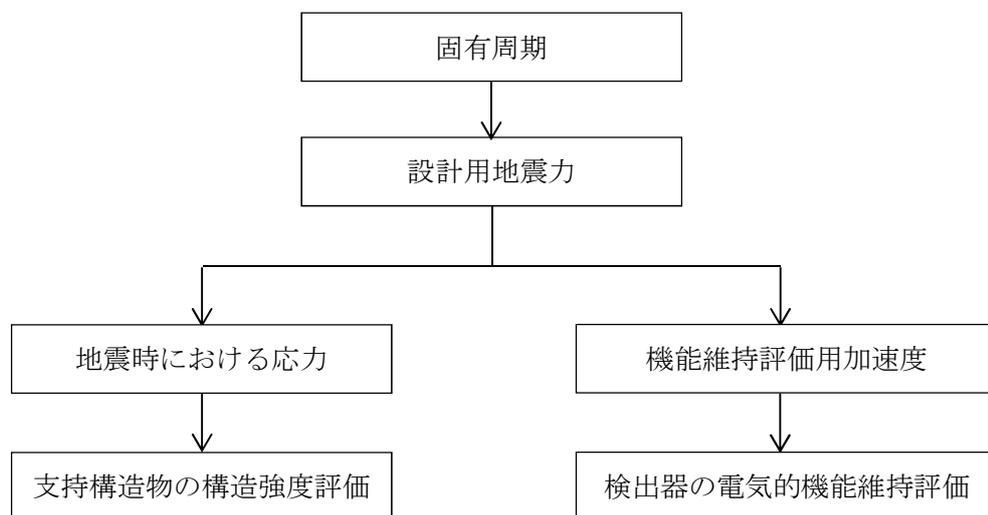


図2-1 原子炉建屋水素濃度の耐震評価フロー

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_{bi}	ボルトの軸断面積 ^{*1}	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d_i	ボルトの呼び径 ^{*1}	mm
F_i	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値 ^{*1}	MPa
F_i^*	設計・建設規格 SSB-3133に定める値 ^{*1}	MPa
F_{bi}	ボルトに作用する引張力 (1本当たり) ^{*1}	MPa
F_{b1i}	鉛直方向地震及び壁取付機器取付面に対し左右方向の水平方向地震によりボルトに作用する引張力 (1本当たり) (壁掛形) ^{*1}	N
F_{b2i}	鉛直方向地震及び壁取付機器取付面に対し前後方向の水平方向地震によりボルトに作用する引張力 (1本当たり) (壁掛形) ^{*1}	N
f_{sbi}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 ^{*1}	MPa
f_{toi}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力 ^{*1}	MPa
f_{tsi}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力 ^{*1}	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h_i	据付面又は取付面から重心までの距離 ^{*2}	mm
l_{1i}	重心と転倒支点間の鉛直方向距離 ^{*1}	mm
l_{2i}	ボルトと転倒支点間の鉛直方向距離 (壁掛形) ^{*1}	mm
l_{3i}	左側ボルトと右側ボルト間の水平方向距離 (壁掛形) ^{*1}	mm
m_i	運転時質量 ^{*2}	kg
n_i	ボルトの本数 ^{*1}	—
n_{fvi}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 ^{*1} (鉛直方向) (壁掛形)	—
n_{fHi}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数 ^{*1} (水平方向) (壁掛形)	—

記号	記号の説明	単位
Q_{bi}	ボルトに作用するせん断力* ¹	N
Q_{b1i}	水平方向地震によりボルトに作用するせん断力（壁掛形）* ¹	N
Q_{b2i}	鉛直方向地震によりボルトに作用するせん断力（壁掛形）* ¹	N
S_{ui}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値* ¹	MPa
S_{yi}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値* ¹	MPa
π	円周率	—
σ_{bi}	ボルトに生じる引張応力* ¹	MPa
τ_{bi}	ボルトに生じるせん断応力* ¹	MPa

注記*1: A_{bi} , d_i , F_i , F_i^* , F_{bi} , F_{b1i} , F_{b2i} , f_{sbi} , f_{toi} , f_{tsi} , l_{1i} , l_{2i} , l_{3i} , n_i , n_{fvi} , n_{fHi} , Q_{bi} , Q_{b1i} , Q_{b2i} , S_{ui} , S_{yi} , σ_{bi} 及び τ_{bi} の添字*i*の意味は、以下のとおりとする。

$i=1$: 基礎ボルト

*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

2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-2 に示すとおりとする。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位* ¹
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* ²
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

原子炉建屋水素濃度の耐震評価は、「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について実施する。

原子炉建屋水素濃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 基本方針

原子炉建屋水素濃度の固有周期は、振動試験（加振試験）にて求める。

4.2 固有周期の確認方法

振動試験装置により固有振動数を確認する。原子炉建屋水素濃度の外形図を表 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。測定の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 4-1 固有周期

(單位：s)

原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001A)	水平			
	鉛直			
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001B)	水平			
	鉛直			
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001C)	水平			
	鉛直			
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003A)	水平			
	鉛直			
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003B)	水平			
	鉛直			
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003C)	水平			
	鉛直			
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003D)	水平			
	鉛直			
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003E)	水平			
	鉛直			

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

- (1) 原子炉建屋水素濃度の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は原子炉建屋水素濃度に対して、水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。
- (3) 原子炉建屋水素濃度は基礎ボルトで床面に固定されており、固定端とする。
- (4) 転倒方向は、正面方向及び側面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) 原子炉建屋水素濃度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ものとする。
- (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

原子炉建屋水素濃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

原子炉建屋水素濃度の許容応力は、V-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

原子炉建屋水素濃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	原子炉建屋水素濃度	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	
	引張り	せん断
IVAS	1.5・f _t [*]	1.5・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 5-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径)	周囲環境温度	77	202	380	—
基礎ボルト	SS400 (40mm<径)	周囲環境温度	66	206	385	—

5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 5-4 に示す。

「基準地震動 S_s」による地震力は、V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

表 5-4 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
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001A)	原子炉建屋 T. M. S. L. 31. 700 (T. M. S. L. 49. 700*)			—	—	C _H =2. 73	C _V =1. 50
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001B)	原子炉建屋 T. M. S. L. 31. 700 (T. M. S. L. 49. 700*)			—	—	C _H =2. 73	C _V =1. 50
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001C)	原子炉建屋 T. M. S. L. 31. 700 (T. M. S. L. 38. 200*)			—	—	C _H =2. 03	C _V =1. 45
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003A)	原子炉建屋 T. M. S. L. 18. 100 (T. M. S. L. 23. 500*)			—	—	C _H =1. 51	C _V =1. 38
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003B)	原子炉建屋 T. M. S. L. 18. 100 (T. M. S. L. 23. 500*)			—	—	C _H =1. 51	C _V =1. 38
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003C)	原子炉建屋 T. M. S. L. 4. 800 (T. M. S. L. 12. 300*)			—	—	C _H =1. 40	C _V =1. 33
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003D)	原子炉建屋 T. M. S. L. -1. 700 (T. M. S. L. 4. 800*)			—	—	C _H =1. 30	C _V =1. 29
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003E)	原子炉建屋 T. M. S. L. -1. 700 (T. M. S. L. 4. 800*)			—	—	C _H =1. 30	C _V =1. 29

注記*：基準床レベルを示す。

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 基礎ボルトの計算方法

基礎ボルトの応力は、地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張りとせん断力について計算する。

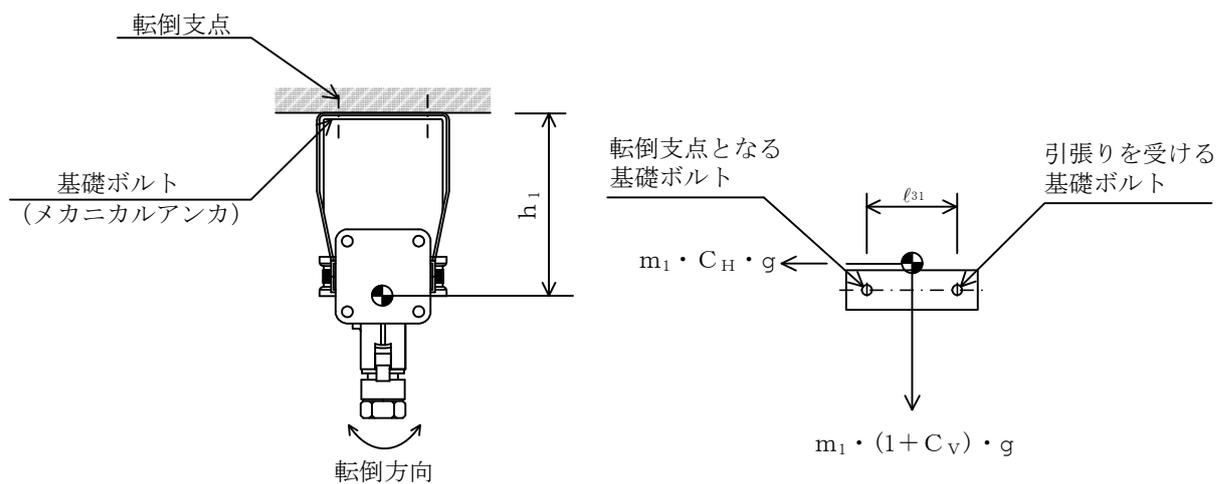
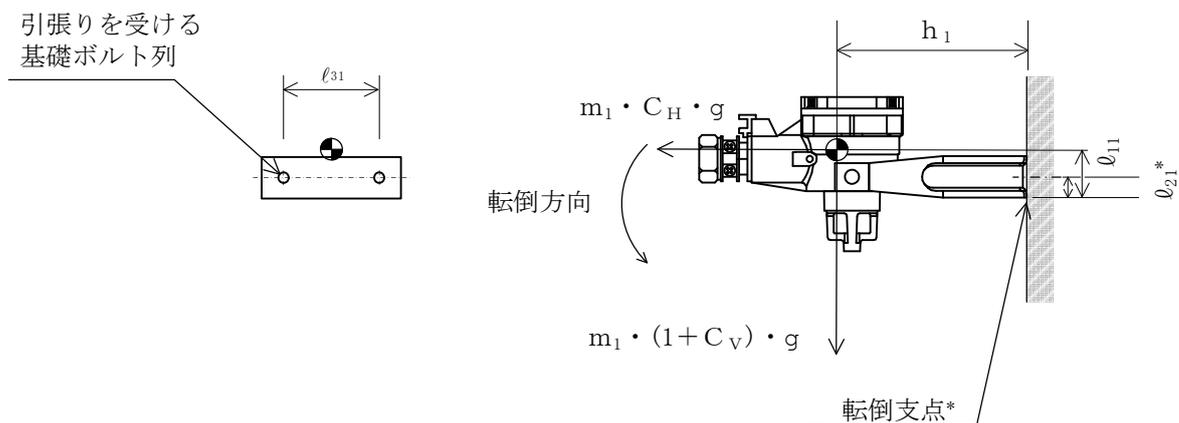


図5-1 計算モデル（壁掛型 正面方向転倒）



注記*：側面方向のボルト列は1列のため、取付金具のへりを転倒支点とする。

図5-2 計算モデル（壁掛型 側面方向転倒）

(1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は、図5-1及び図5-2でそれぞれのボルトを支点とする転倒を考え、これを片側のボルトで受けるものとして計算する。

引張力

$$F_{b11} = \frac{m_1 \cdot (1 + C_v) \cdot h_1 \cdot g}{n_{fv1} \cdot l_{21}} + \frac{m_1 \cdot C_H \cdot h_1 \cdot g}{n_{fH1} \cdot l_{31}} \dots\dots (5.4.1.1.1)$$

$$F_{b21} = \frac{m_1 \cdot (1 + C_v) \cdot h_1 \cdot g + m_1 \cdot C_H \cdot l_{11} \cdot g}{n_{fv1} \cdot l_{21}} \dots\dots\dots (5.4.1.1.2)$$

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

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。

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

ただし、 F_{b1} 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

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

$$Q_{b11} = m_1 \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.1.6)$$

$$Q_{b21} = m_1 \cdot (1 + C_v) \cdot g \dots\dots\dots (5.4.1.1.7)$$

$$Q_{b1} = \sqrt{(Q_{b11})^2 + (Q_{b21})^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.8)$$

せん断応力

$$\tau_{b1} = \frac{Q_{b1}}{n_1 \cdot A_{b1}} \dots\dots\dots (5.4.1.1.9)$$

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【原子炉建屋水素濃度（P91-H2E-001A）の耐震性についての計算結果】，【原子炉建屋水素濃度（P91-H2E-001B）の耐震性についての計算結果】，【原子炉建屋水素濃度（P91-H2E-001C）の耐震性についての計算結果】，【原子炉建屋水素濃度（P91-H2E-003A）の耐震性についての計算結果】，【原子炉建屋水素濃度（P91-H2E-003B）の耐震性についての計算結果】，【原子炉建屋水素濃度（P91-H2E-003C）の耐震性についての計算結果】，【原子炉建屋水素濃度（P91-H2E-003D）の耐震性についての計算結果】，【原子炉建屋水素濃度（P91-H2E-003E）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 σ_{bi} は次式より求めた許容引張応力 f_{tsi} 以下であること。ただし、 f_{toi} は下表による。

$$f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}] \quad \dots\dots\dots (5.6.1.1)$$

せん断応力 τ_{bi} は、せん断力のみ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 電気的機能維持評価方法

原子炉建屋水素濃度の電気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V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき、基準地震動 S_s により定まる応答加速度を設定する。

原子炉建屋水素濃度の機能確認済加速度は、V-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 6-1 に示す。

表 6-1 機能確認済加速度 (単位: $\times 9.8 \text{ m/s}^2$)

評価部位	方向	機能確認済加速度
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001A)	水平	
	鉛直	
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001B)	水平	
	鉛直	
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001C)	水平	
	鉛直	
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003A)	水平	
	鉛直	
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003B)	水平	
	鉛直	
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003C)	水平	
	鉛直	
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003D)	水平	
	鉛直	
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003E)	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

原子炉建屋水素濃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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001A) 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	
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001A)	常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 31.700 (T.M.S.L. 49.700*)			—	—	C _H =2.73	C _V =1.50	77

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001A)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
基礎ボルト (i=1)		130	8 (M8)	50.27	2	202 (40mm<径)	380 (40mm<径)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	l _{3 i} * (mm)	n _{f v i} *	n _{f H i} *	F (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)	32	15	67	2	1	—	242	—	正面方向
	32	15	67	2	1				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{bi}=7$	$f_{tsi}=145^*$
		せん断	—	—	$\tau_{bi}=1$	$f_{sbi}=112$

すべて許容応力以下である。

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

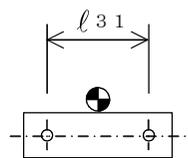
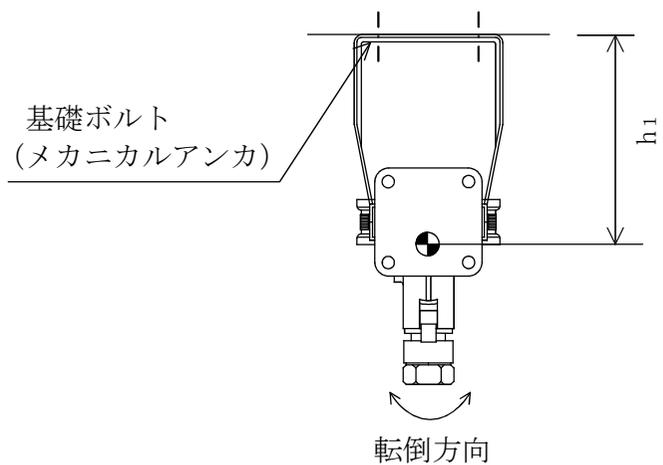
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

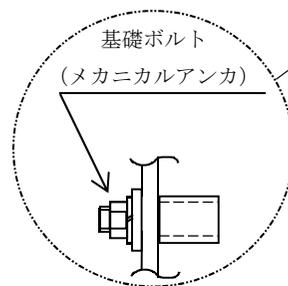
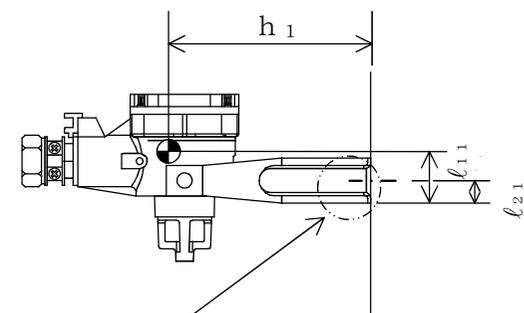
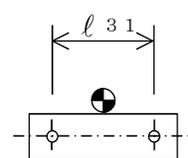
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001A)	水平方向	2.28	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.25	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



(正面方向)



(側面方向)

【原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001B) 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	
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001B)	常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 31.700 (T.M.S.L. 49.700*)	□	□	—	—	C _H =2.73	C _V =1.50	77

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001B)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	130	8 (M8)	50.27	2	202 (40mm<径)	380 (40mm<径)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	l _{3 i} * (mm)	n _{f v i} *	n _{f H i} *	F (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)	32	15	67	2	1	—	242	—	正面方向
	32	15	67	2	1				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{bi}=7$	$f_{tsi}=145^*$
		せん断	—	—	$\tau_{bi}=1$	$f_{sbi}=112$

すべて許容応力以下である。

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

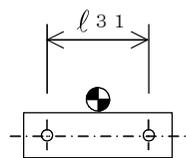
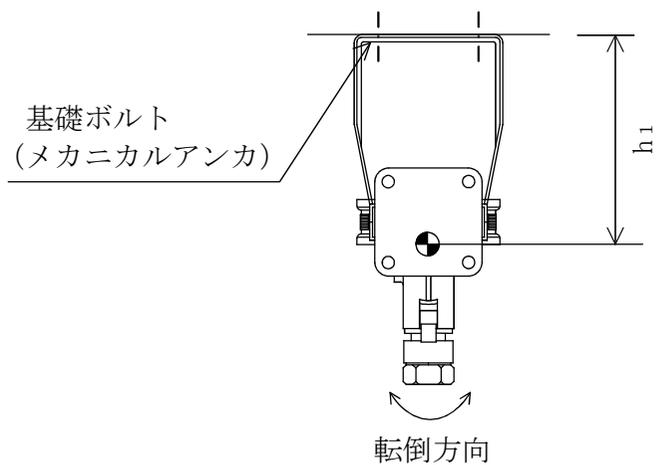
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

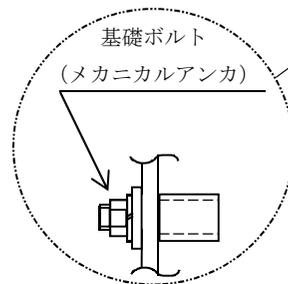
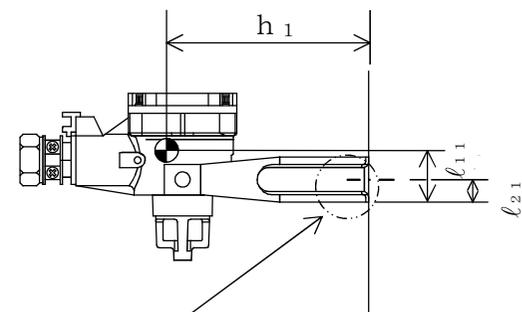
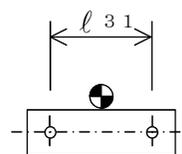
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001B)	水平方向	2.28	
	鉛直方向	1.25	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



(正面方向)



(側面方向)

【原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001C) 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	
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001C)	常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 31.700 (T.M.S.L. 38.200*)	□	□	—	—	C _H =2.03	C _V =1.45	77

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001C)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	130	8 (M8)	50.27	2	202 (40mm<径)	380 (40mm<径)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	l _{3 i} * (mm)	n _{f v i} *	n _{f H i} *	F (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)	32	15	67	2	1	—	242	—	正面方向
	32	15	67	2	1				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{bi}=6$	$f_{tsi}=145^*$
		せん断	—	—	$\tau_{bi}=1$	$f_{sbi}=112$

すべて許容応力以下である。

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

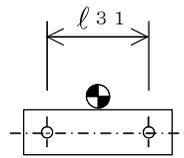
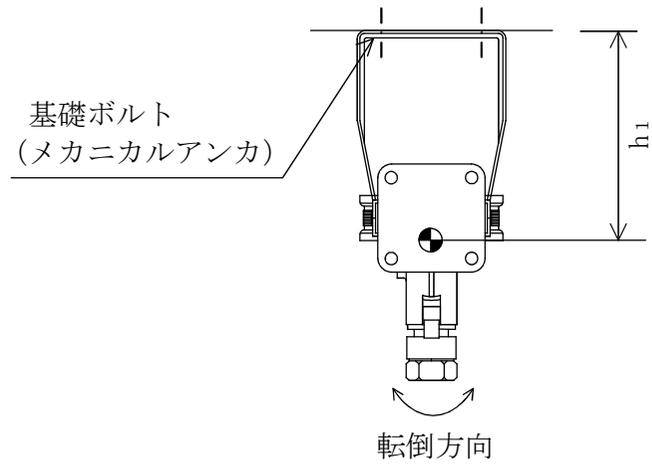
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

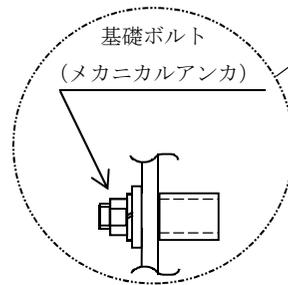
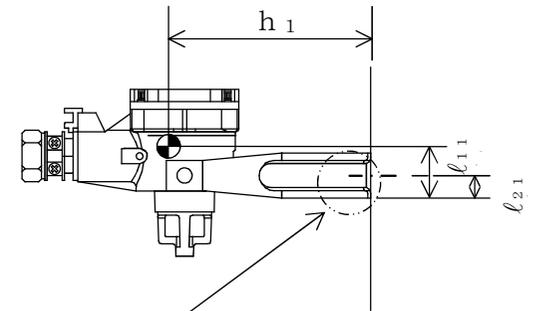
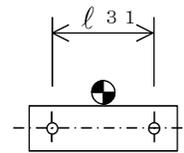
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-001C)	水平方向	1.69	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.21	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



(正面方向)



(側面方向)

【原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003A) 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	
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003A)	常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 18.100 (T.M.S.L. 23.500*)			—	—	C _H =1.51	C _V =1.38	66

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003A)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
基礎ボルト (i=1)		130	8 (M8)	50.27	2	206 (40mm<径)	385 (40mm<径)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	l _{3 i} * (mm)	n _{f v i} *	n _{f H i} *	F (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)	32	15	67	2	1	—	247	—	正面方向
	32	15	67	2	1				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{bi}=6$	$f_{tsi}=148^*$
		せん断	—	—	$\tau_{bi}=1$	$f_{sbi}=114$

すべて許容応力以下である。

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

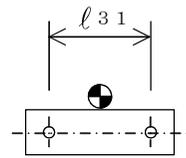
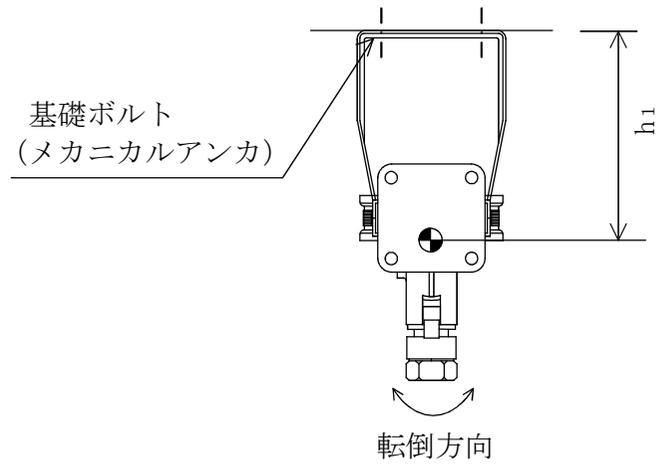
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

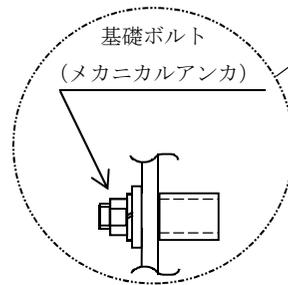
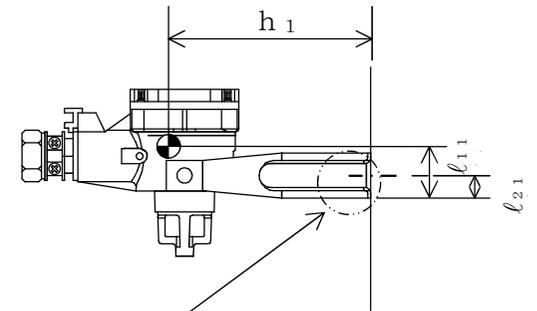
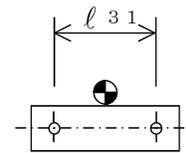
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003A)	水平方向	1.27	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.15	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



(正面方向)



(側面方向)

【原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003B) 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	
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003B)	常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 18.100 (T.M.S.L. 23.500*)	□	□	—	—	C _H =1.51	C _V =1.38	66

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003B)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	130	8 (M8)	50.27	2	206 (40mm<径)	385 (40mm<径)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	l _{3 i} * (mm)	n _{f v i} *	n _{f H i} *	F (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)	32	15	67	2	1	—	247	—	正面方向
	32	15	67	2	1				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、

下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{bi}=6$	$f_{tsi}=148^*$
		せん断	—	—	$\tau_{bi}=1$	$f_{sbi}=114$

すべて許容応力以下である。

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

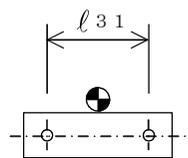
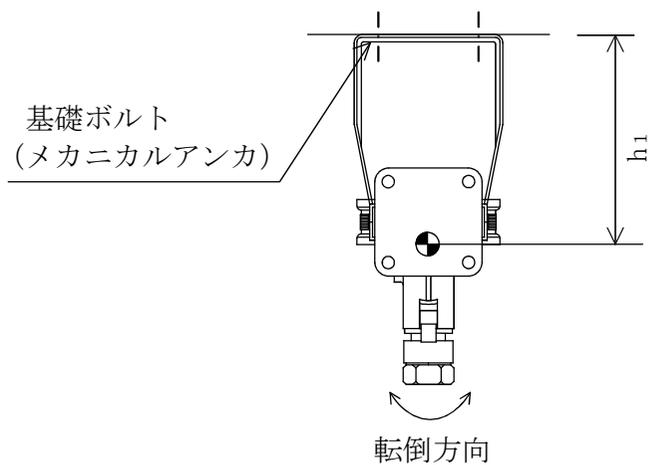
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

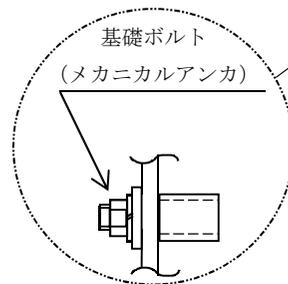
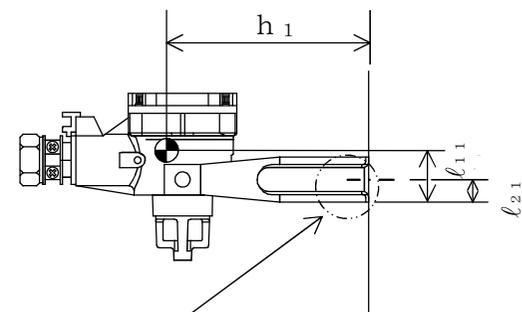
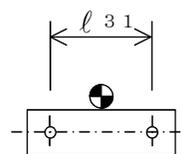
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003B)	水平方向	1.27	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.15	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



(正面方向)



(側面方向)

【原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003C) 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	
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003C)	常設/緩和	原子炉建屋 T. M. S. L. 4. 800 (T. M. S. L. 12. 300*)	□	□	—	—	C _H =1. 40	C _V =1. 33	66

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003C)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	130	8 (M8)	50. 27	2	206 (40mm<径)	385 (40mm<径)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	l _{3 i} * (mm)	n _{f v i} *	n _{f H i} *	F (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)	32	15	67	2	1	—	247	—	正面方向
	32	15	67	2	1				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し,
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{bi}=5$	$f_{tsi}=148^*$
		せん断	—	—	$\tau_{bi}=1$	$f_{sbi}=114$

すべて許容応力以下である。

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

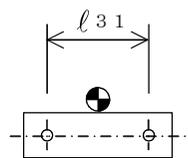
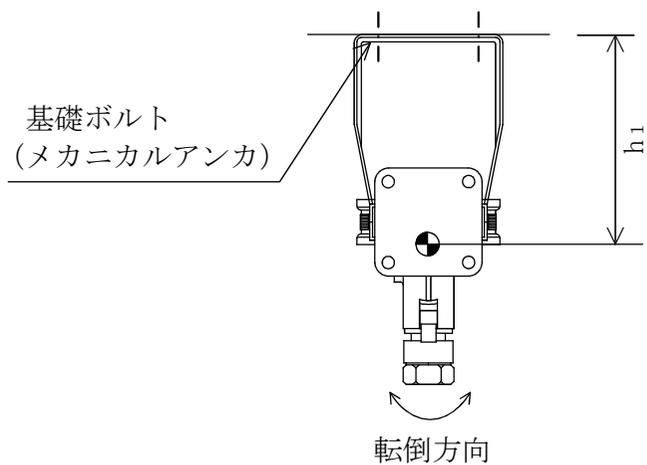
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

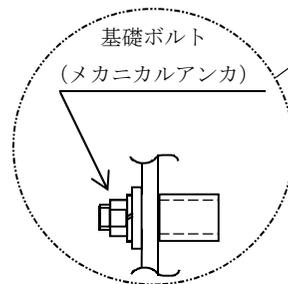
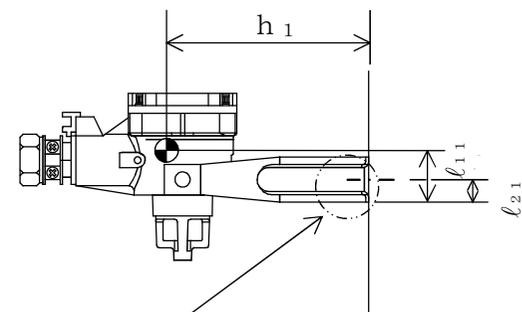
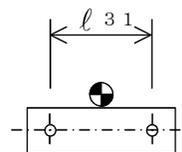
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003C)	水平方向	1.16	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.11	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



(正面方向)



(側面方向)

【原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003D) 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	
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003D)	常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. -1.700 (T.M.S.L. 4.800*)	□	□	—	—	C _H =1.30	C _V =1.29	66

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003D)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	130	8 (M8)	50.27	2	206 (40mm<径)	385 (40mm<径)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	l _{3 i} * (mm)	n _{f v i} *	n _{f H i} *	F (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)	32	15	67	2	1	—	247	—	正面方向
	32	15	67	2	1				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{bi}=5$	$f_{tsi}=148^*$
		せん断	—	—	$\tau_{bi}=1$	$f_{sbi}=114$

すべて許容応力以下である。

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

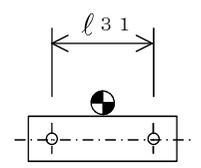
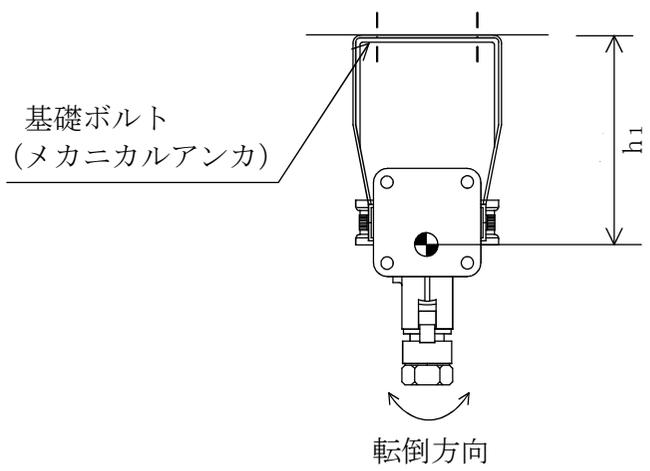
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

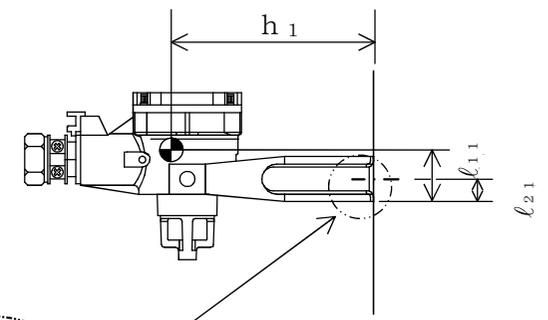
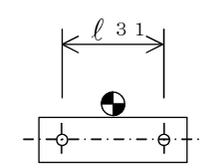
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003D)	水平方向	1.08	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

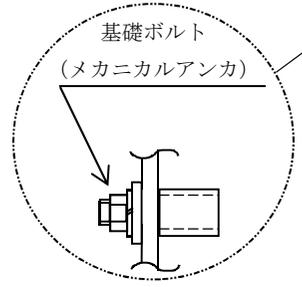
機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



(正面方向)



$l_{2.1}$



(側面方向)

【原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003E) 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	
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003E)	常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. -1.700 (T.M.S.L. 4.800*)			—	—	C _H =1.30	C _V =1.29	66

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003E)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
基礎ボルト (i=1)		130	8 (M8)	50.27	2	206 (40mm<径)	385 (40mm<径)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	ℓ _{3 i} * (mm)	n _{f v i} *	n _{f H i} *	F (MPa)	F̄ _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)	32	15	67	2	1	—	247	—	正面方向
	32	15	67	2	1				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し,
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{bi}=5$	$f_{tsi}=148^*$
		せん断	—	—	$\tau_{bi}=1$	$f_{sbi}=114$

すべて許容応力以下である。

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

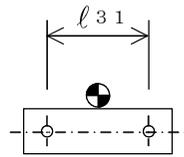
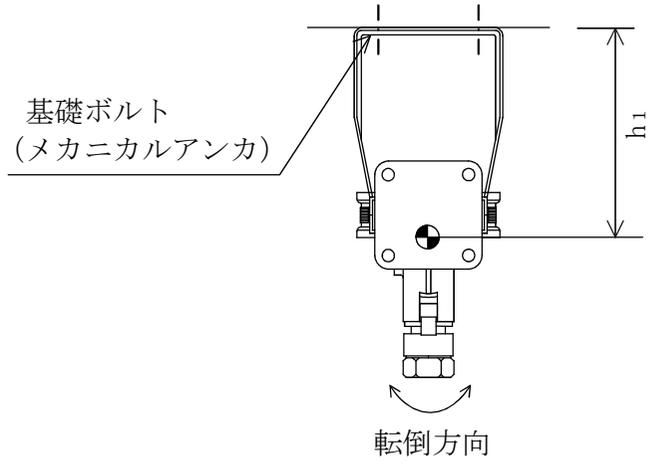
1.4.2 電気的機能の評価結果

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

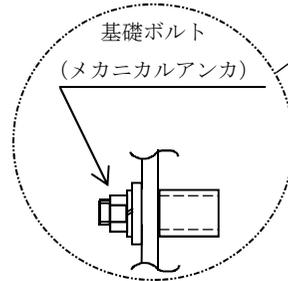
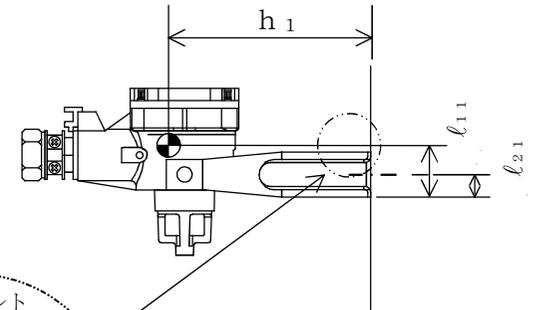
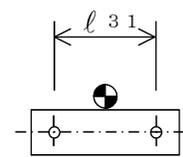
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉建屋水素濃度 (P91-H2E-003E)	水平方向	1.08	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



(正面方向)



(側面方向)

V-2-6-6 制御用空気設備の耐震性についての計算書

V-2-6-6-1 高圧窒素ガス供給系の耐震性についての計算書

V-2-6-6-1-1 管の耐震性についての計算書

設計基準対象施設

目 次

1.	概要	1
2.	概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1	概略系統図	2
2.2	鳥瞰図	4
3.	計算条件	13
3.1	計算方法	13
3.2	荷重の組合せ及び許容応力状態	14
3.3	設計条件	15
3.4	材料及び許容応力	19
3.5	設計用地震力	20
4.	解析結果及び評価	21
4.1	固有周期及び設計震度	21
4.2	評価結果	27
4.2.1	管の応力評価結果	27
4.2.2	支持構造物評価結果	28
4.2.3	弁の動的機能維持評価結果	29
4.2.4	代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	30

1. 概要

本計算書は、V-2-1-14 「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、管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。評価結果記載方法は、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評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全3モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

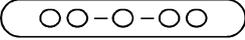
(3) 弁

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

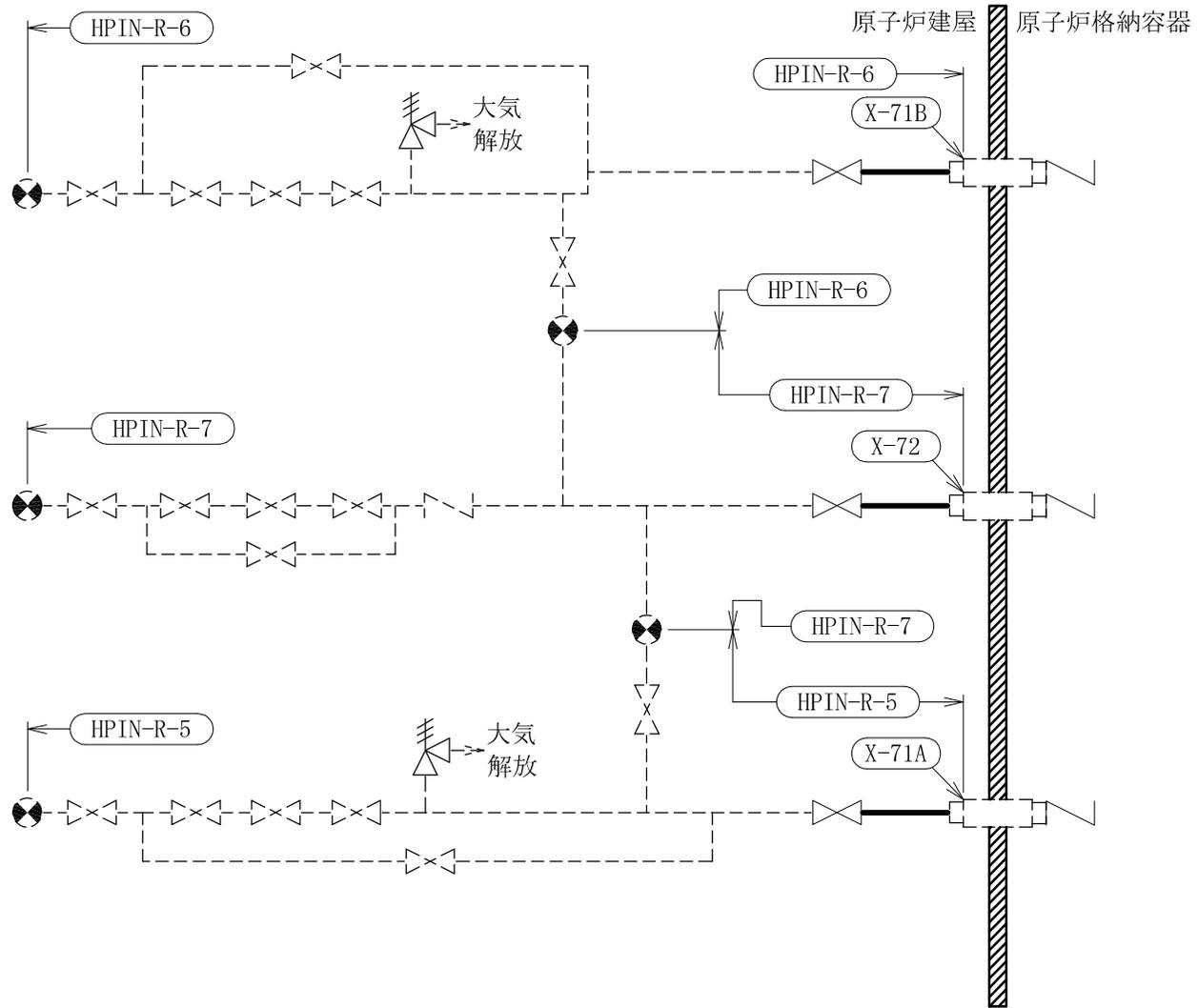
2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ

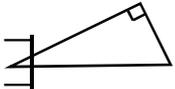
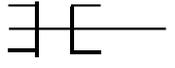
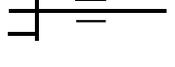
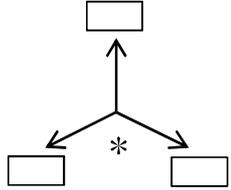
K7 ① V-2-6-6-1-1 (設) R1



高压窒素ガス供給系概略系統図

2.2 鳥瞰図

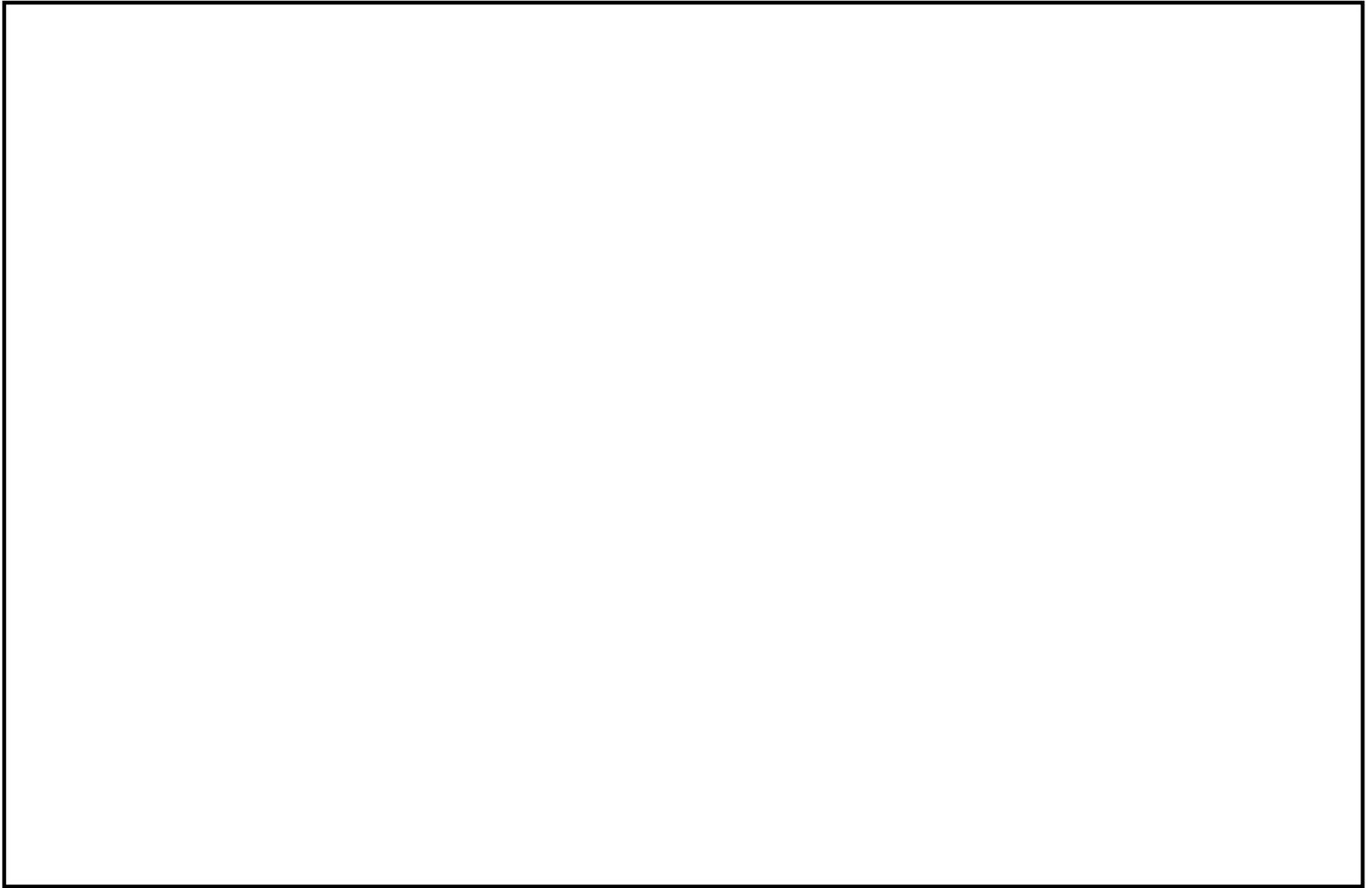
鳥瞰図記号凡例

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
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって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 (本図は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)
	スナップ
	ハンガ
	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, □ 内に 変位量を記載する。) 注1: 鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。

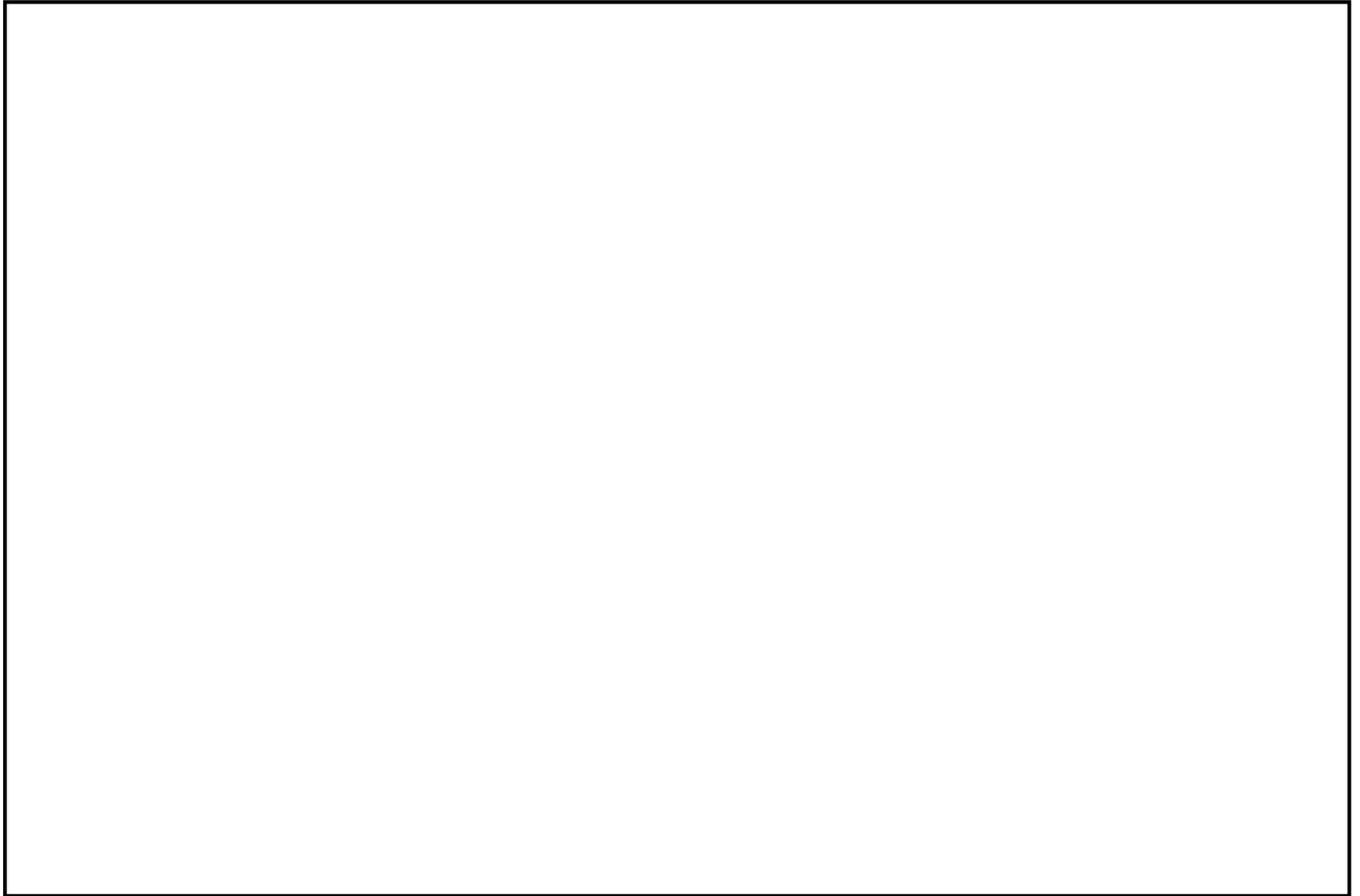
K7 ① V-2-6-6-1-1 (設) R1

K7 ① V-2-6-6-1-1(設) R1

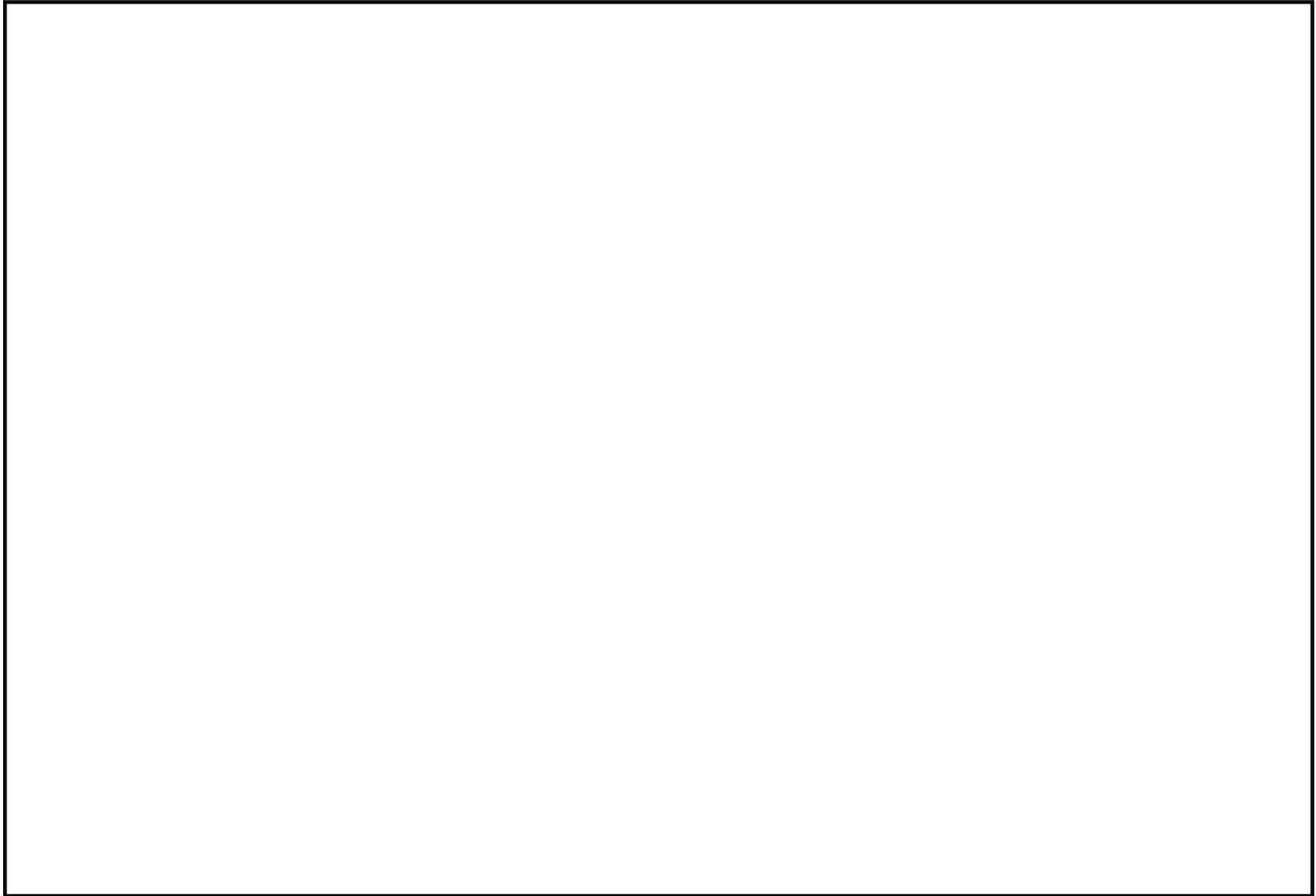
57



鳥瞰図	HPIN-R-7(1/8)
-----	---------------



K7 ① V-2-6-6-1-1(設) R1



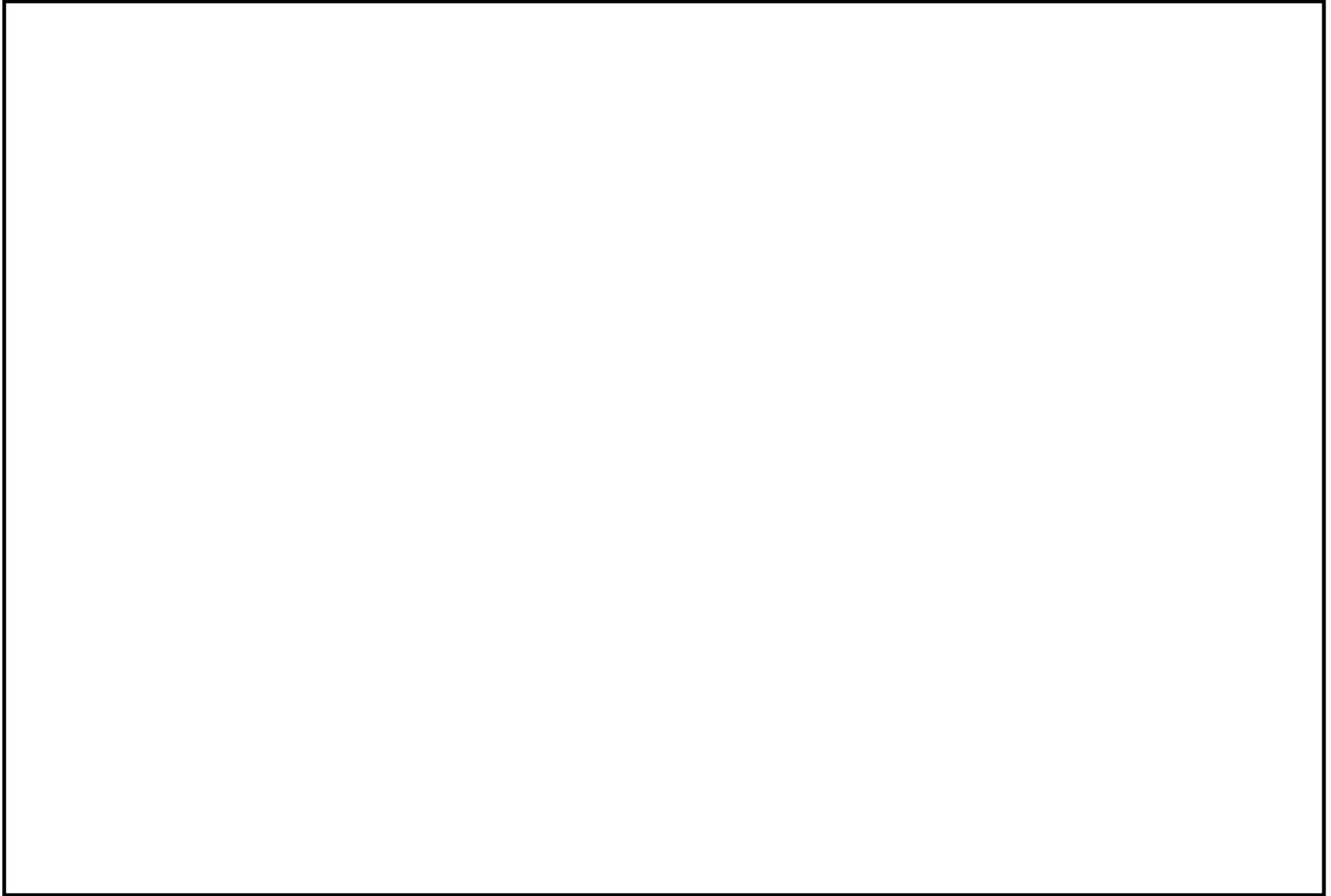
7

鳥瞰図

HPIN-R-7(3/8)

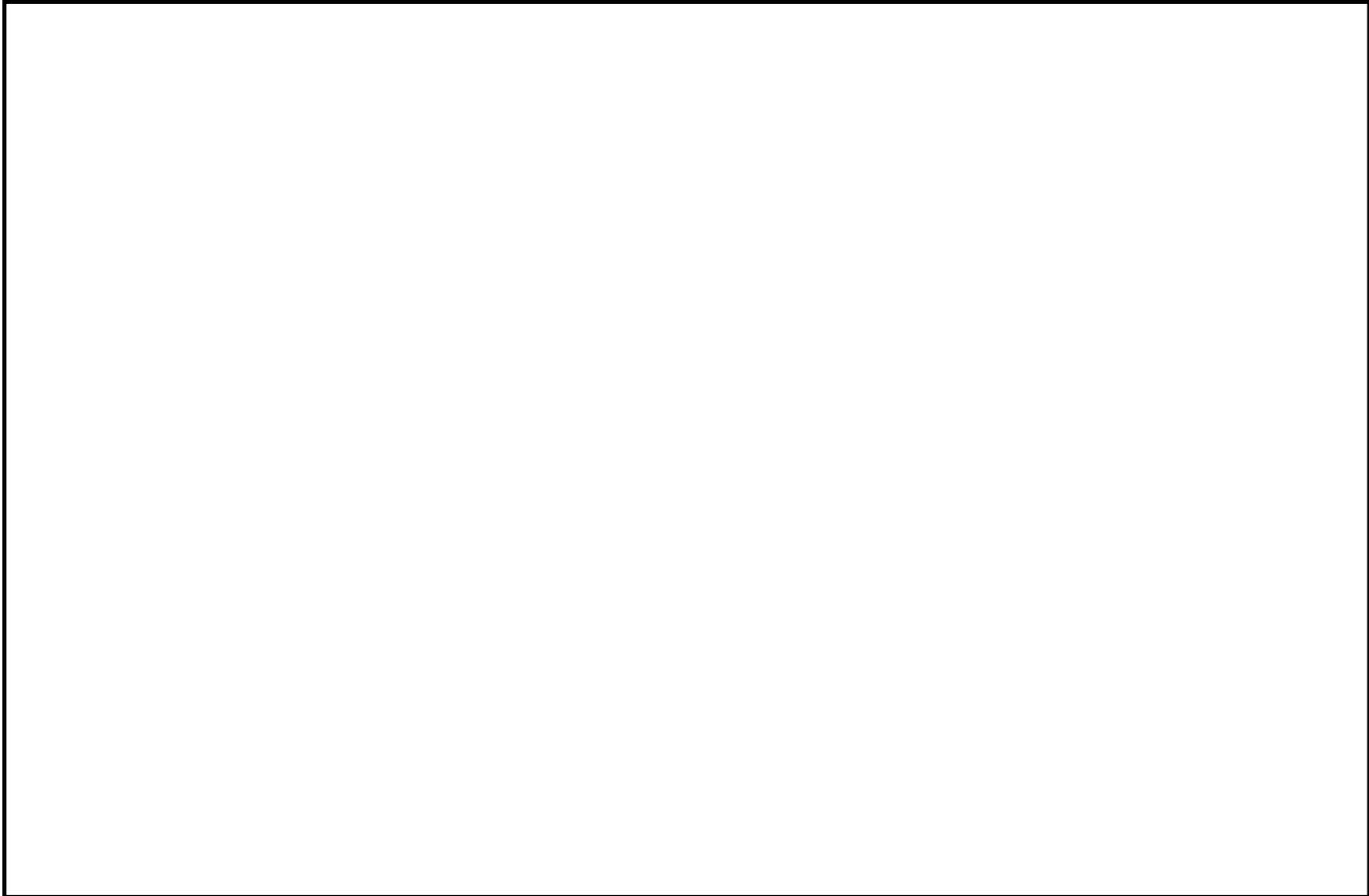
K7 ① V-2-6-6-1-1(設) R1

8

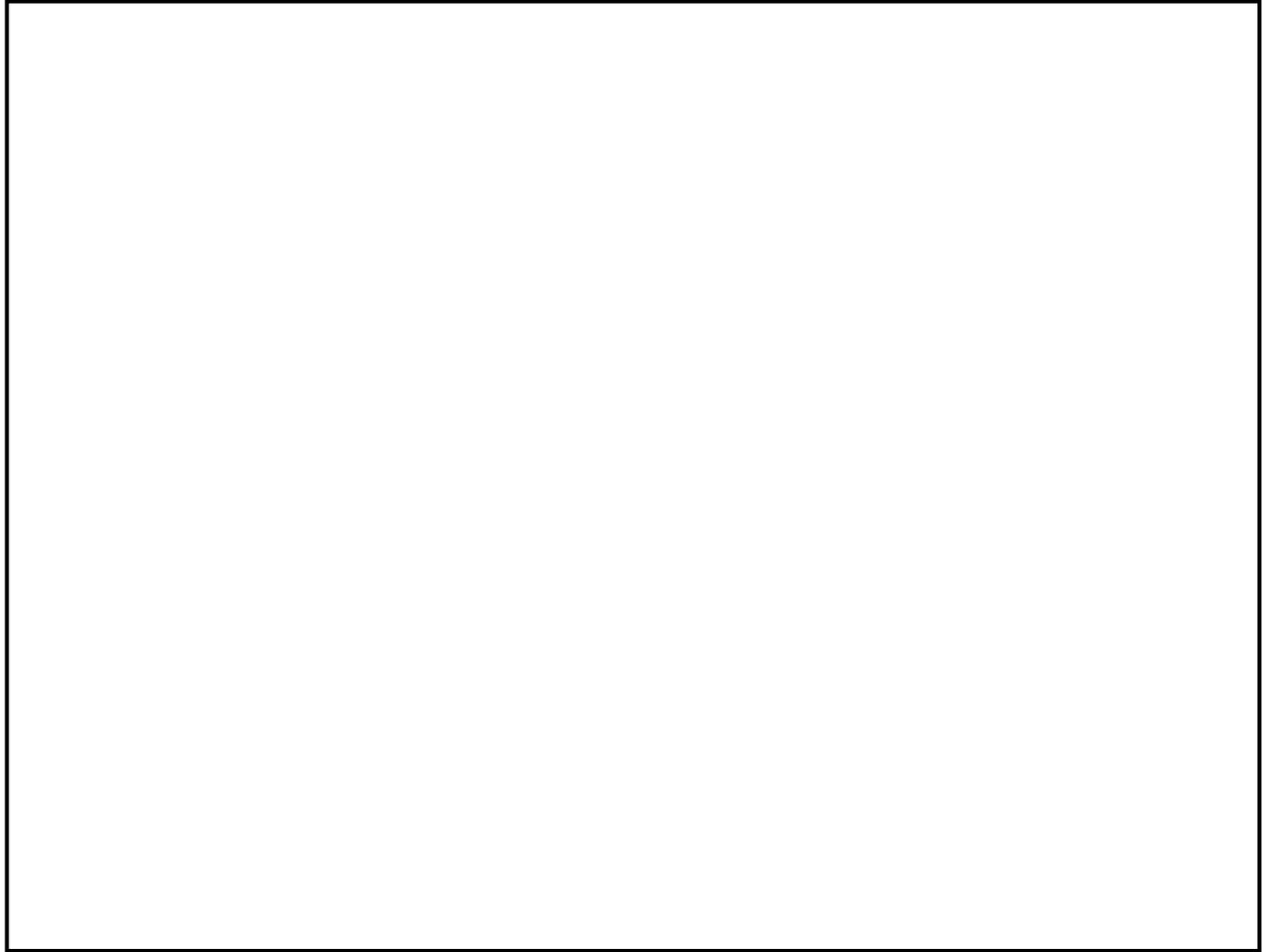


K7 ① V-2-6-6-1-1(設) R1

6



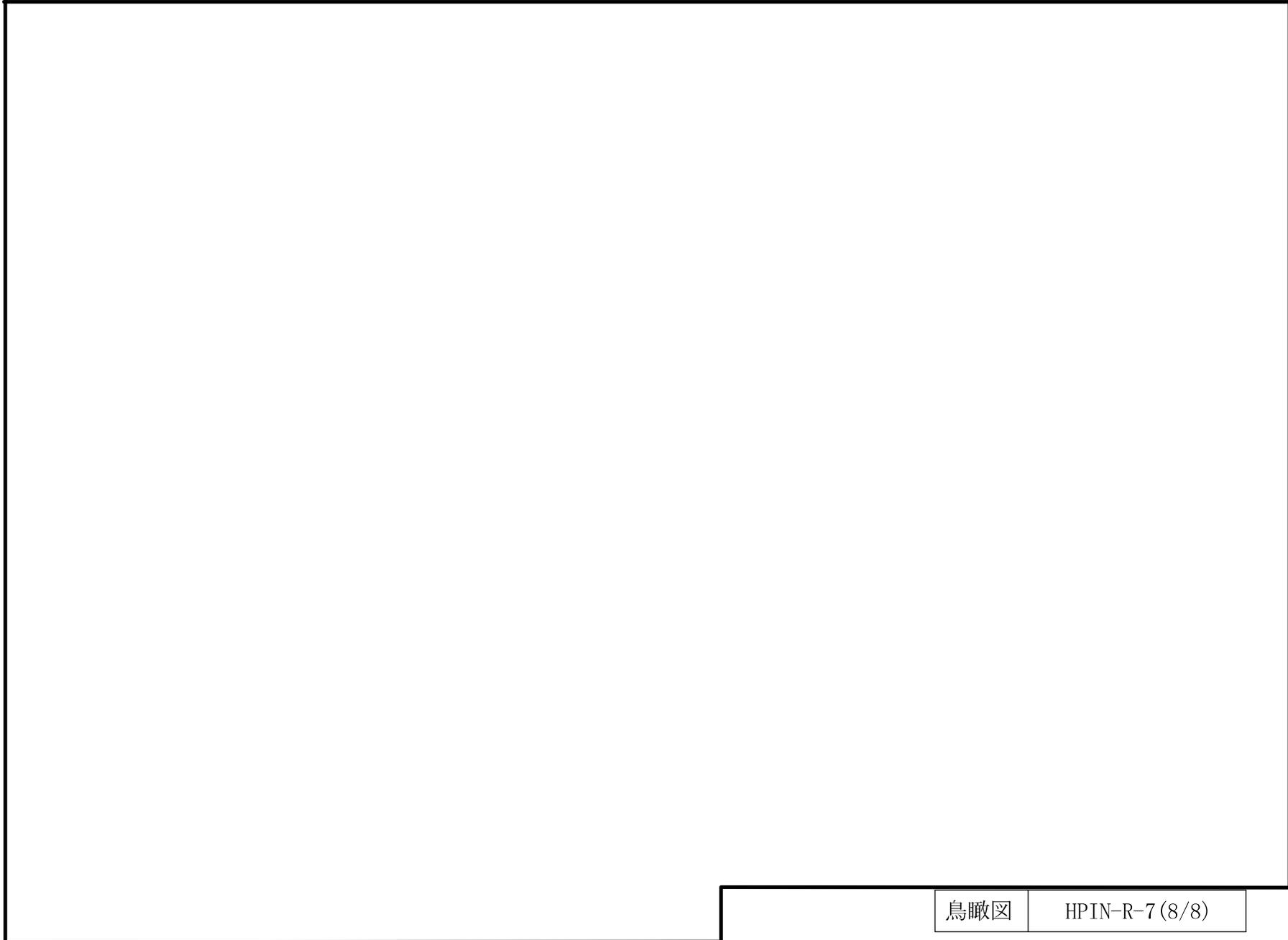
鳥瞰図	HPIN-R-7(5/8)
-----	---------------



K7 ① V-2-6-6-1-1(設) R1

11

鳥瞰図	HPIN-R-7(7/8)
-----	---------------



鳥瞰図

HPIN-R-7(8/8)

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、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類 ^{*1}	設備分類	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ ^{*2,3}	許容応力状態
計測制御系統施設	制御用空気設備	高圧窒素ガス供給系	DB	—	クラス2管	S	I _L + S _d	Ⅲ _A S
							Ⅱ _L + S _d	
							I _L + S _s	Ⅳ _A S
							Ⅱ _L + S _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：運転状態の添字Lは荷重を示す。

*3：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。

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 HPIN-R-7

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	3~13	1.77	171	60.5	3.9	SUS304TP	S	191800

弁部の寸法

鳥瞰図 HPIN-R-7

評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)	評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)
13~14				14~1401			
1401~1402				1402~1403			
14~15							

弁部の質量

鳥瞰図 HPIN-R-7

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	13, 15		14
	1401		1403

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図 HPIN-R-7

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
9						
** 9 **						
14						
** 1402 **						
** 1402 **						

K7 ① V-2-6-6-1-1 (設) 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 _h
SUS304TP	171	—	150	413	113

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。
なお、設計用床応答曲線はV-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものを
用いる。また、減衰定数はV-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建屋・構築物	標高	減衰定数(%)
HPIN-R-7	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 HPIN-R-7

適用する地震動等		S d 及び静的震度			S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向
1次							
2次							
3次							
4次							
5次							
6次							
7次							
8次							
29次							
30次							
動的震度*2							
静的震度*3							

注記*1: 各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

*2: S d 又は S s 地震動に基づく設計用最大応答加速度より定めた震度を示す。

*3: $3.6C_I$ 及び $1.2C_V$ より定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 HPIN-R-7

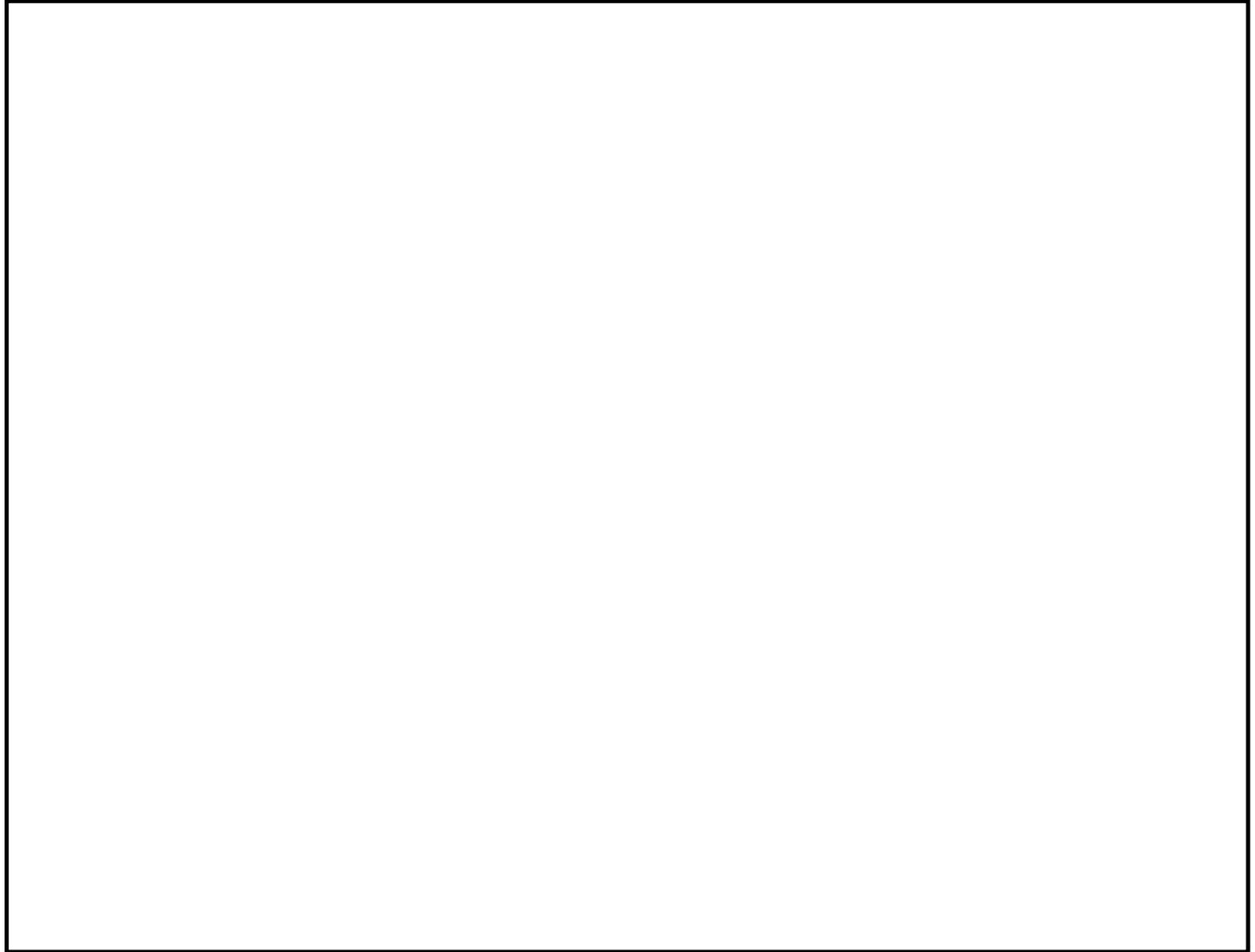
モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次		[Redacted]		
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
29次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

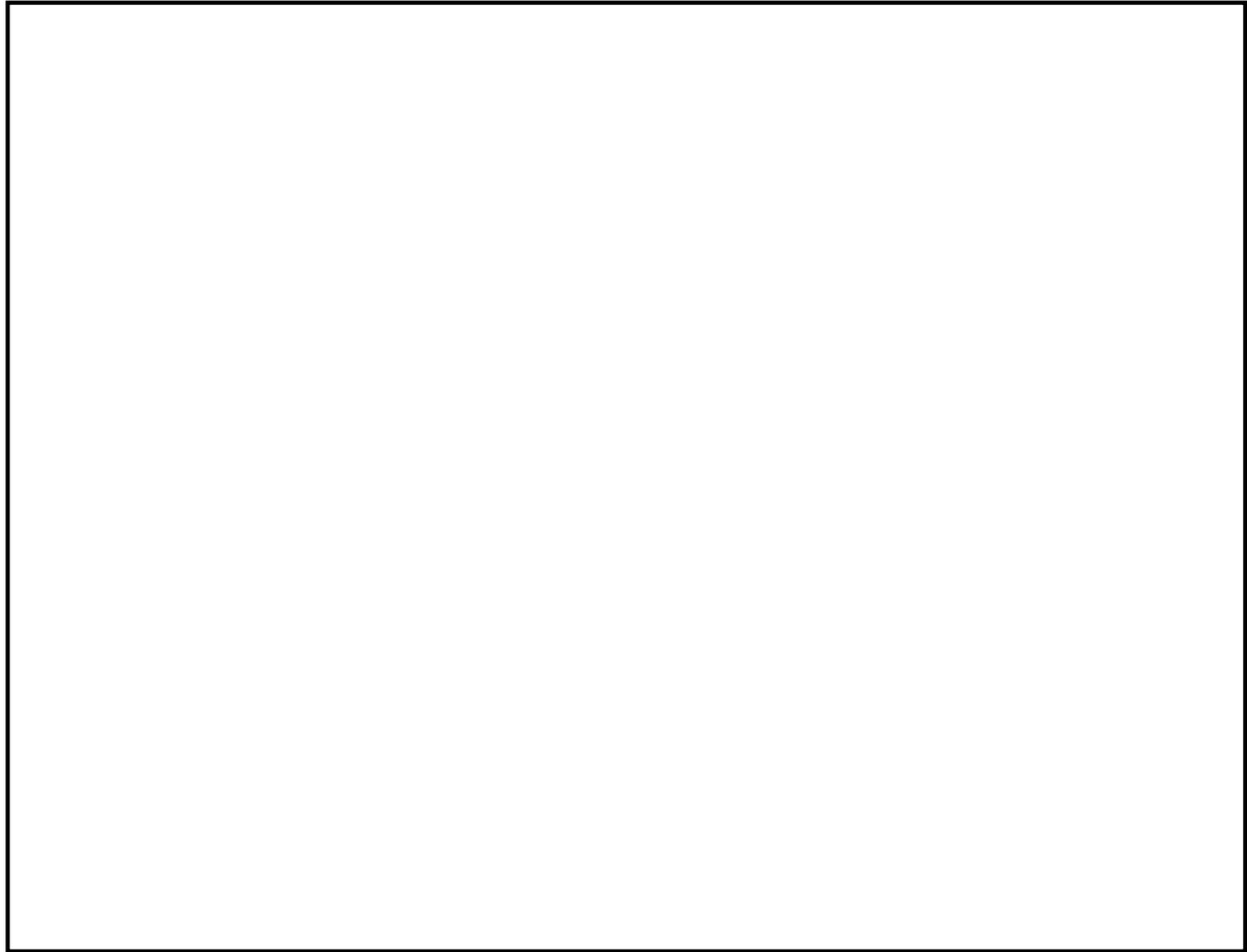
代表的振動モード図

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

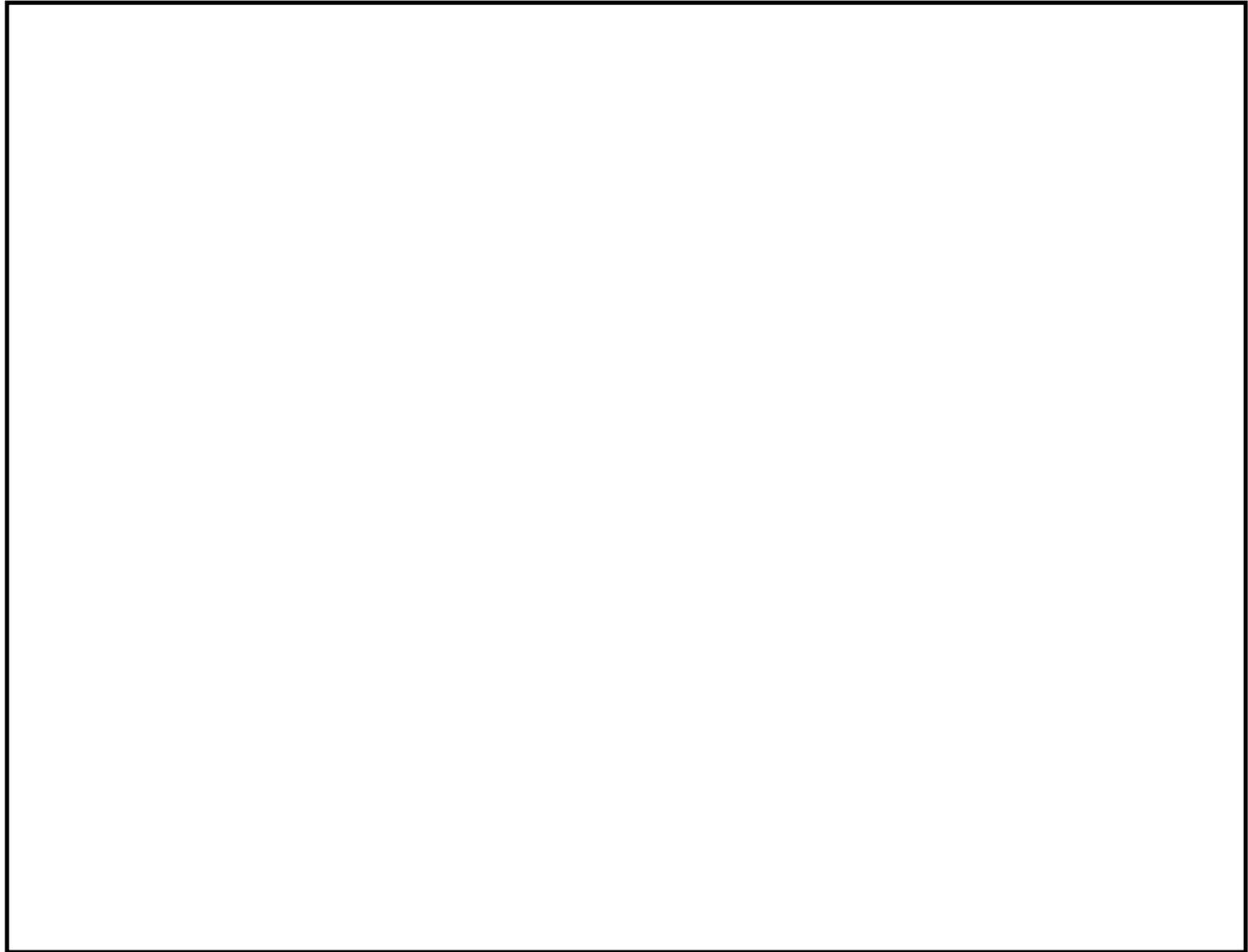
代表的振動モード図 (1次)



代表的振動モード図 (2次)



代表的振動モード図 (3次)



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

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 $S_{prm} (S_d)$ $S_{prm} (S_s)$	許容応力 S_y^* $0.9 S_u$	計算応力 $S_n (S_s)$	許容応力 $2 S_y$	疲労累積係数 $U S_s$
HPIN-R-7	Ⅲ _A S	9	$S_{prm} (S_d)$	54	150	—	—	—
HPIN-R-7	Ⅳ _A S	9	$S_{prm} (S_s)$	101	371	—	—	—
HPIN-R-7	Ⅳ _A S	9	$S_n (S_s)$	—	—	184	300	—

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 $1.2 S_h$ のうち大きい方の値とする。

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
—	—	—	—	—	—	—

支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力(kN)			モーメント(kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z			
RE-HPIN-R2F-24	レストレイント	ボルト	SS400	50	4	0	6	—	—	—	組合せ	81	274

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、設計条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（クラス2以下の管）

No.	配管モデル	許容応力状態 III A S					許容応力状態 IV A S												
		一次応力					一次応力					一次+二次応力*			疲労評価				
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	HPIN-R-5	13	16	150	9.37	—	13	20	371	18.55	—	13	20	300	15.00	—	—	—	—
2	HPIN-R-6	15	20	150	7.50	—	15	31	371	11.96	—	15	45	300	6.66	—	—	—	—
3	HPIN-R-7	9	54	150	2.77	○	9	101	371	3.67	○	9	184	300	1.63	○	—	—	—

注記*：III A Sの一次+二次応力の許容値はIV A Sと同様であることから、地震荷重が大きいIV A Sの一次+二次応力裕度最小を代表とする。

重大事故等対処設備

目 次

1.	概要	1
2.	概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1	概略系統図	2
2.2	鳥瞰図	4
3.	計算条件	16
3.1	計算方法	16
3.2	荷重の組合せ及び許容応力状態	17
3.3	設計条件	18
3.4	材料及び許容応力	31
3.5	設計用地震力	32
4.	解析結果及び評価	33
4.1	固有周期及び設計震度	33
4.2	評価結果	45
4.2.1	管の応力評価結果	45
4.2.2	支持構造物評価結果	46
4.2.3	弁の動的機能維持評価結果	47
4.2.4	代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	48

1. 概要

本計算書は、V-2-1-14 「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、管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。評価結果記載方法は、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評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全4モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

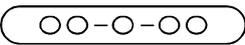
(3) 弁

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

2. 概略系統図及び鳥瞰図

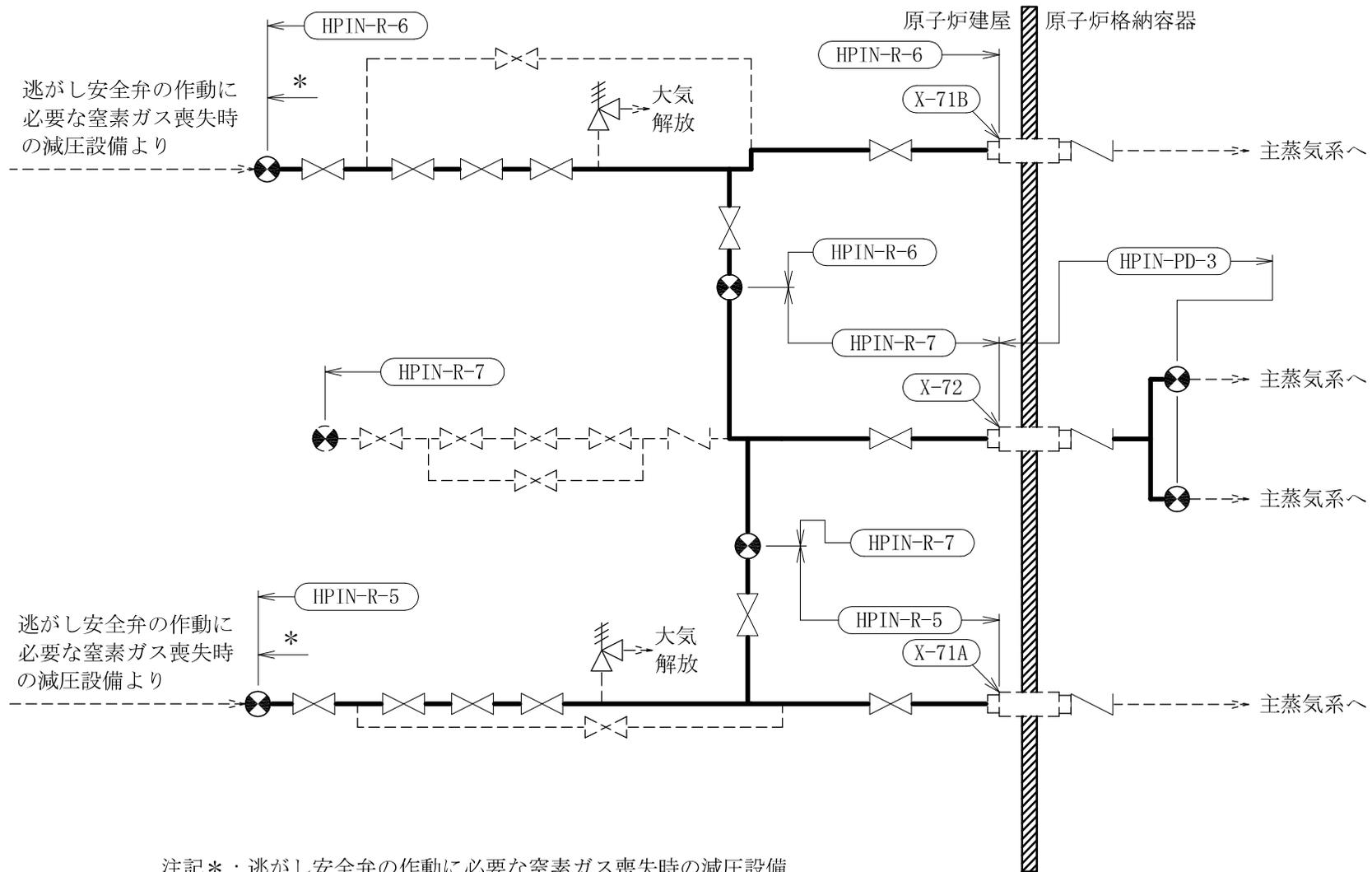
2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例

記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ

K7 ① V-2-6-6-1-1 (重) R1

K7 ① V-2-6-6-1-1(重) R1

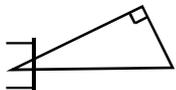
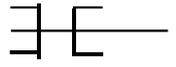
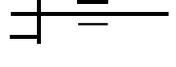
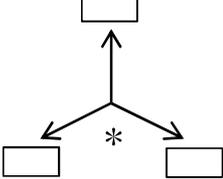


注記* : 逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備
解析モデル上本系統に含める。

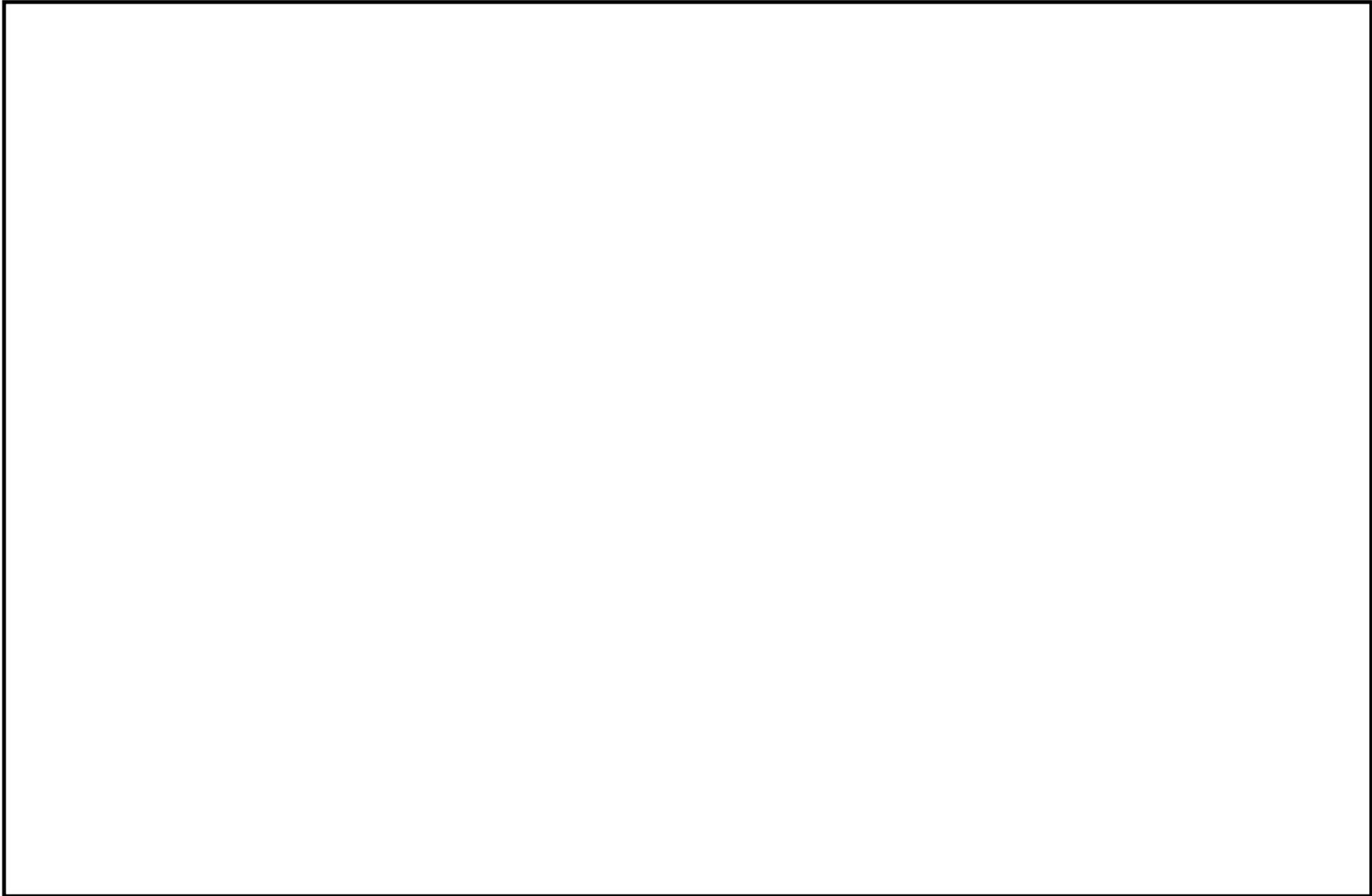
高圧窒素ガス供給系概略系統図

2.2 鳥瞰図

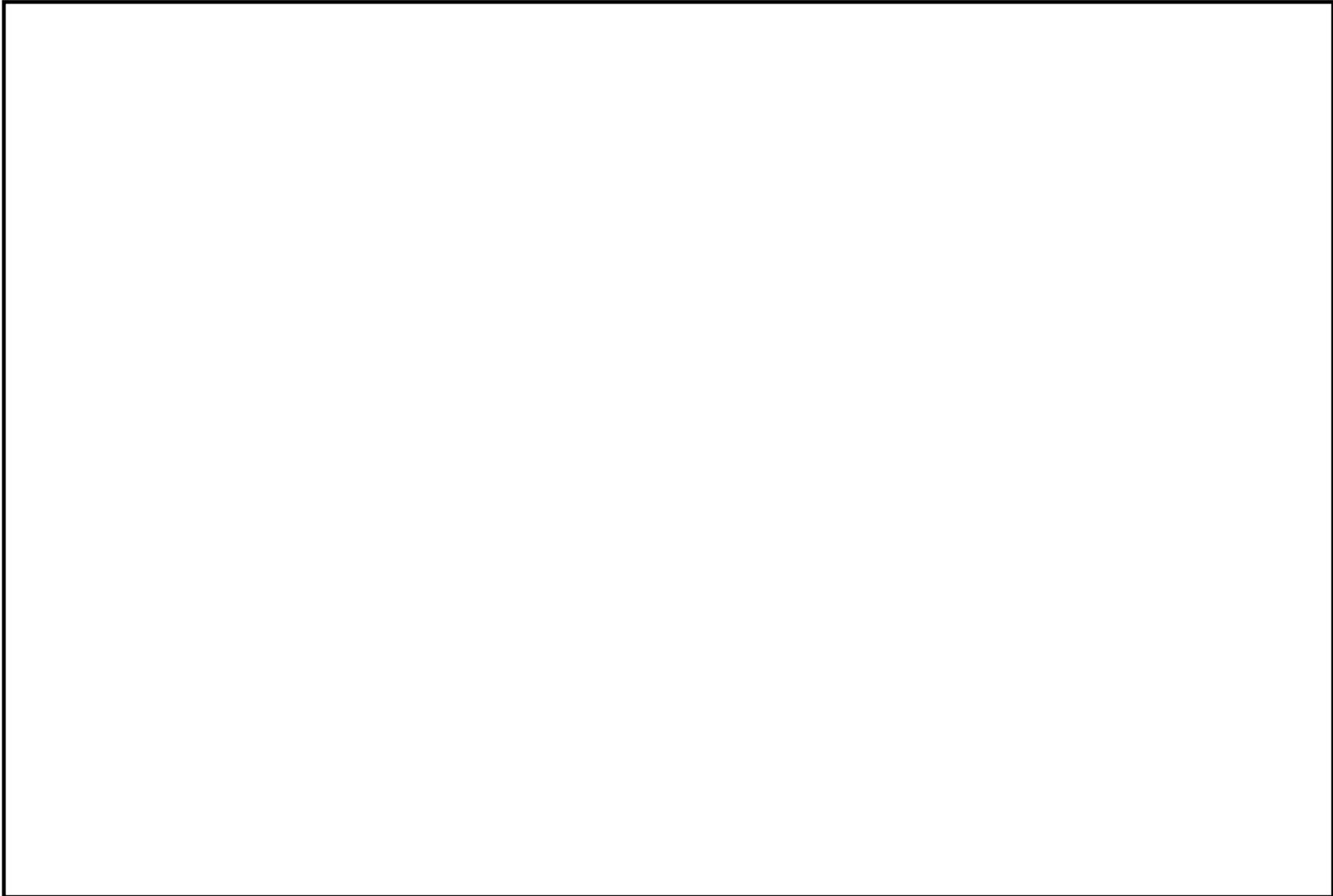
鳥瞰図記号凡例

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
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって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 (本図は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナッパについても同様とする。)
	スナッパ
	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, 内に 変位量を記載する。)

注1：鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。



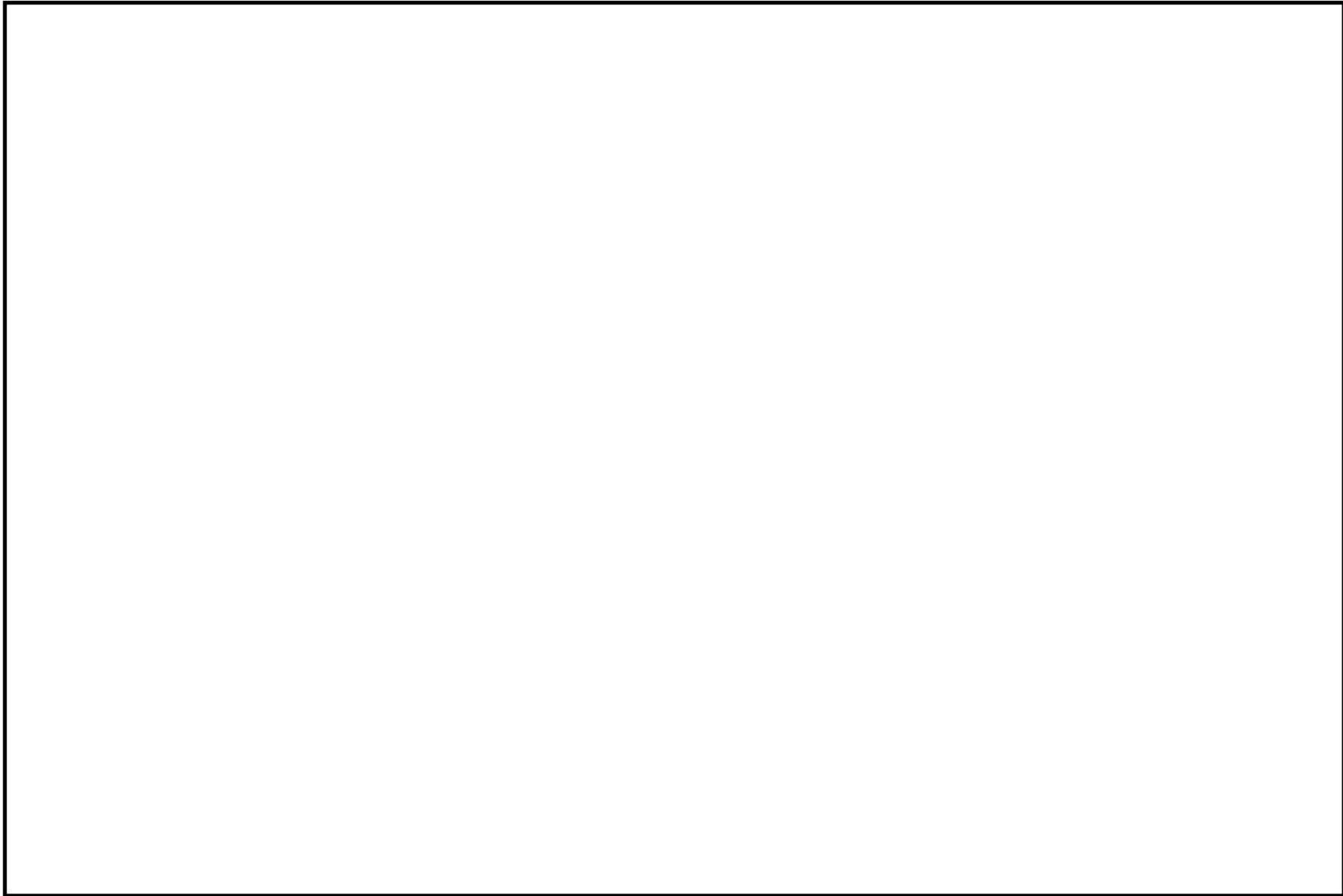
57



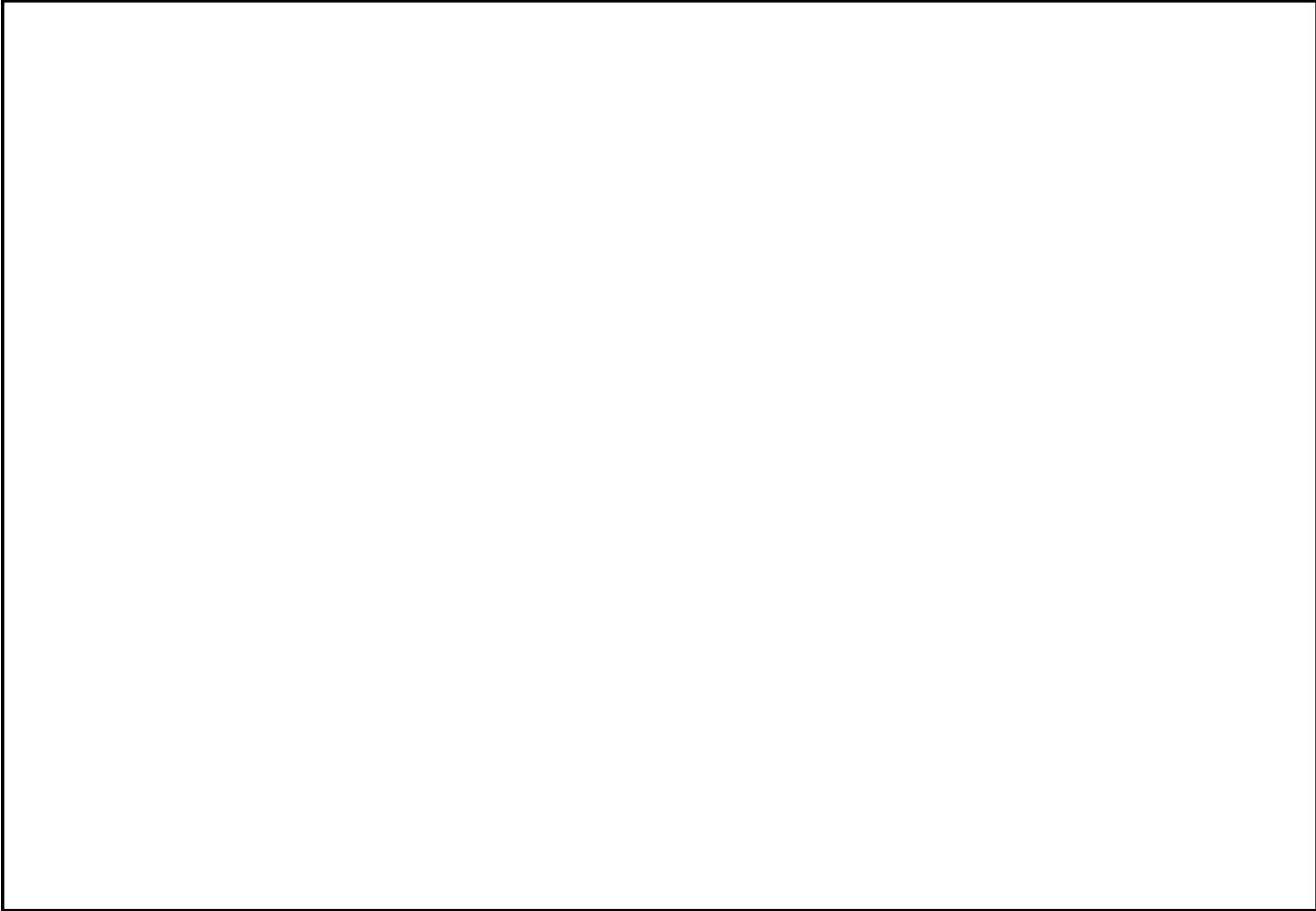
9

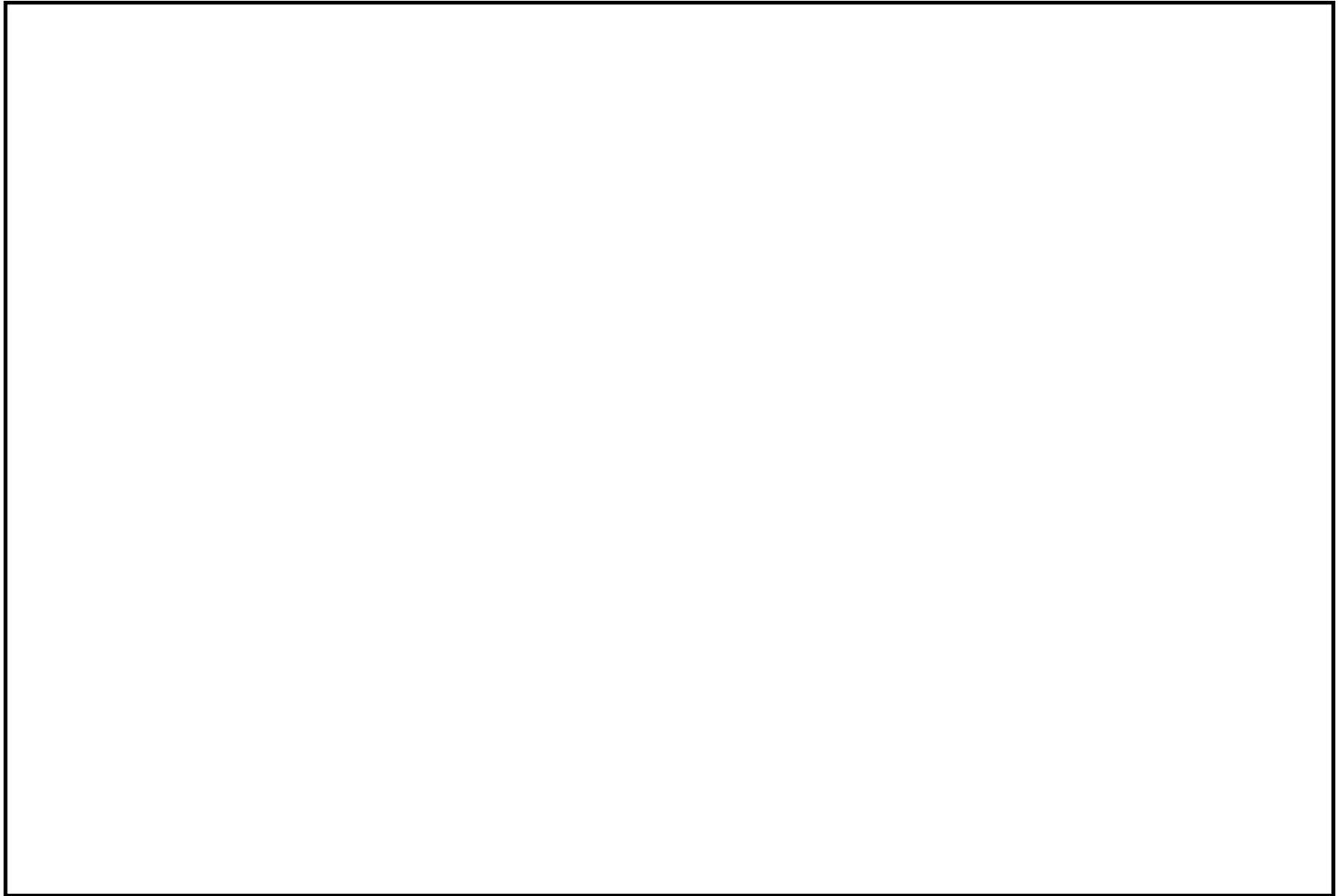
K7 ① V-2-6-6-1-1(重) R1

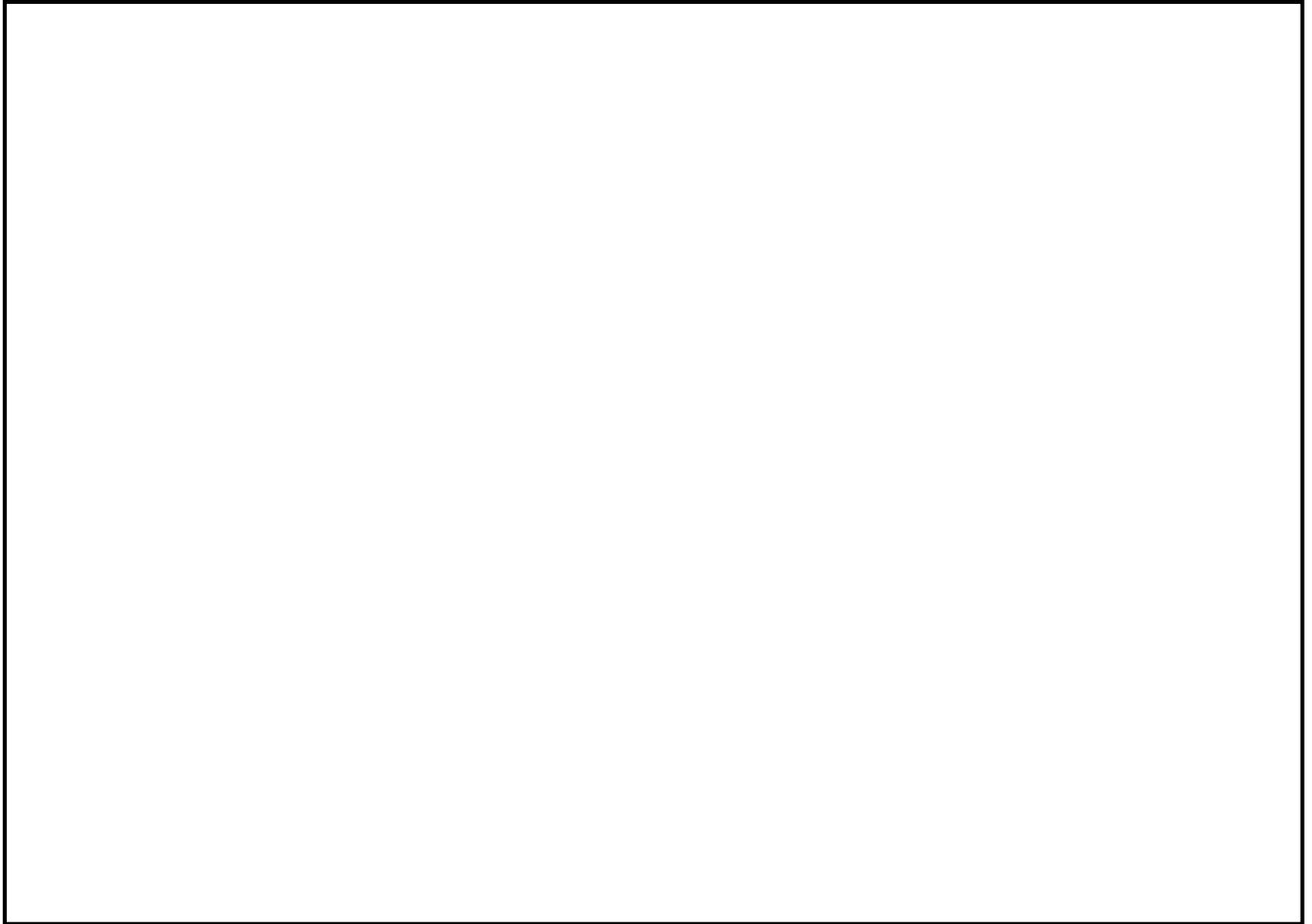
∞

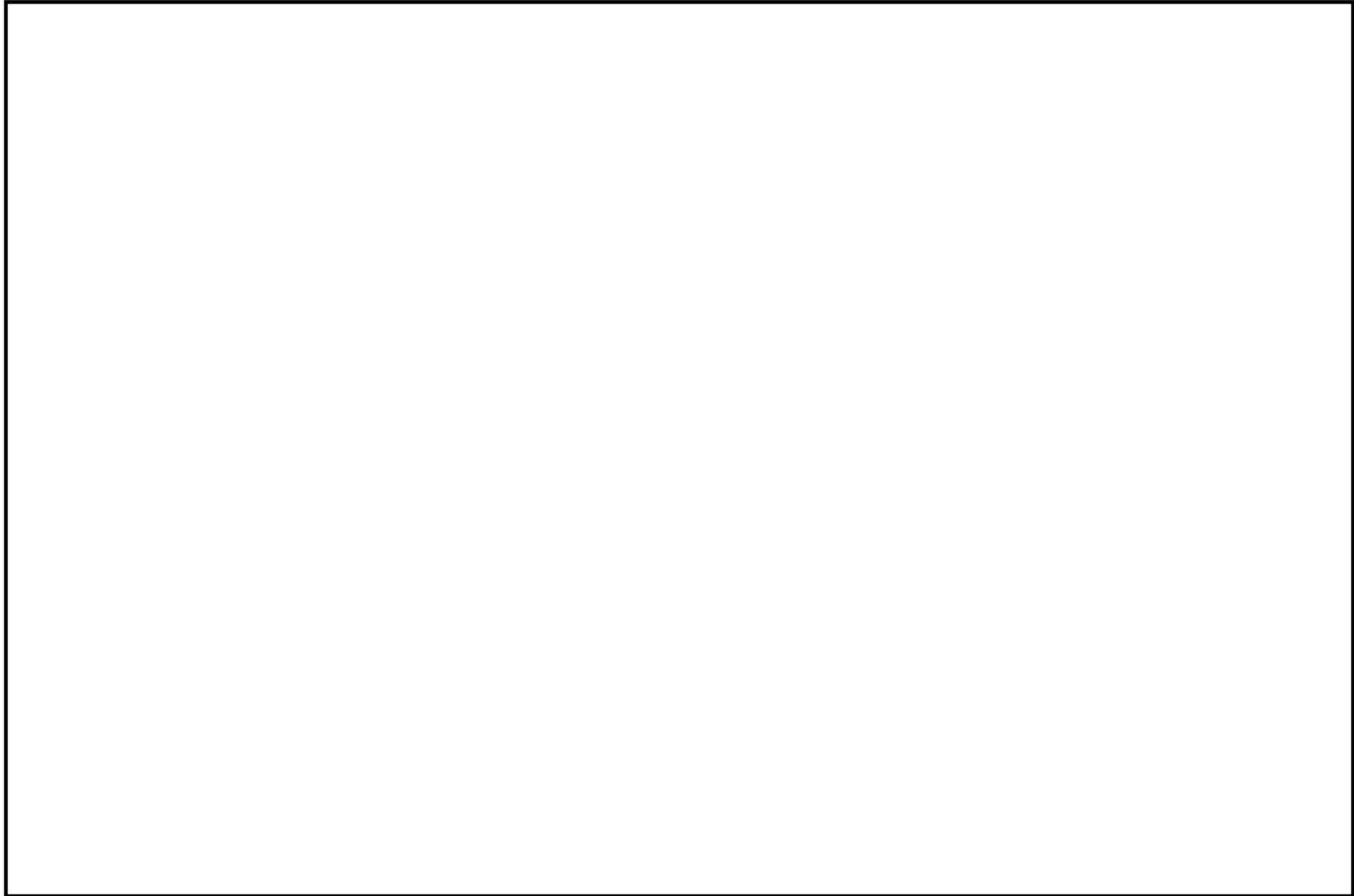


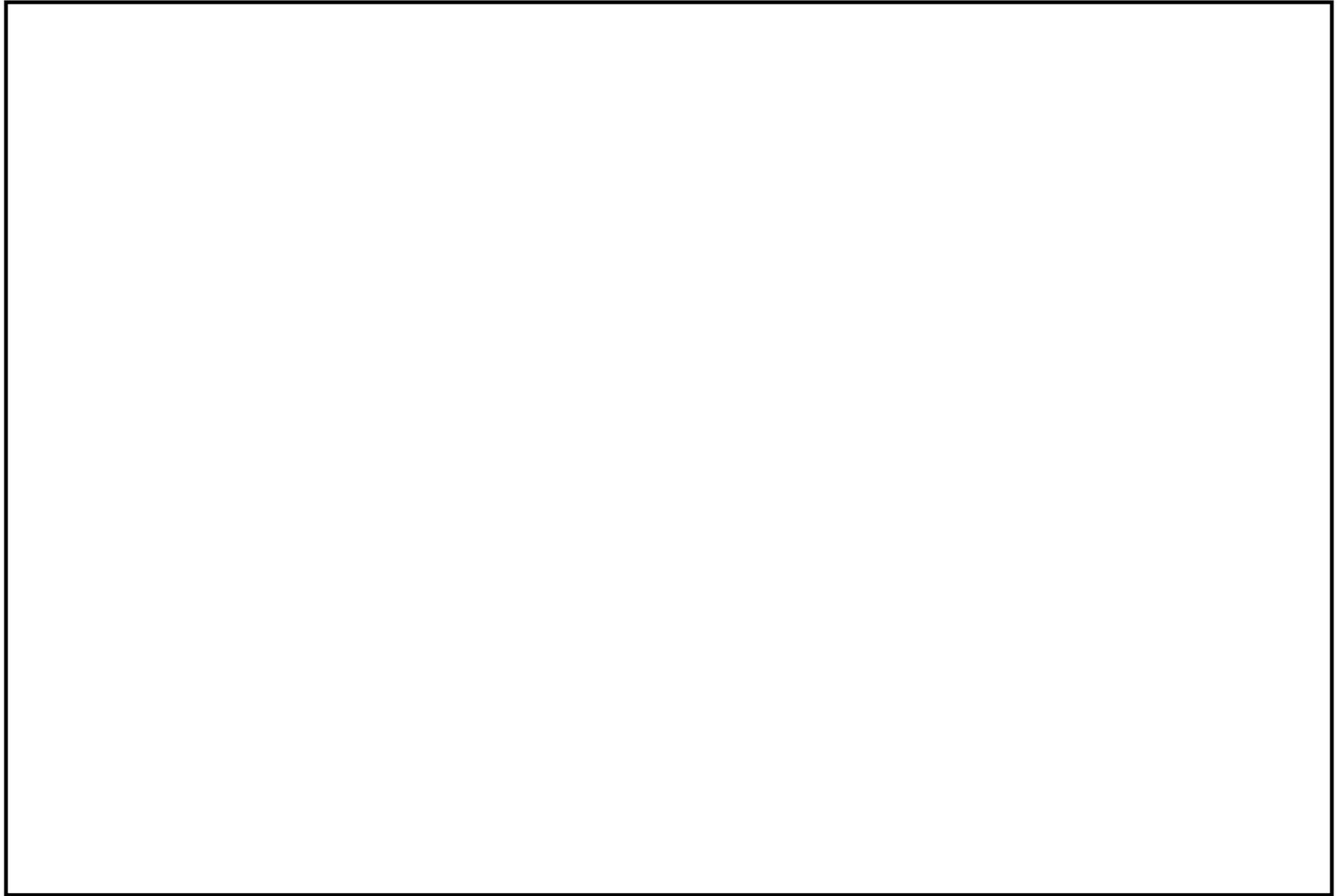
鳥瞰図	HPIN-R-7(1/8)
-----	---------------

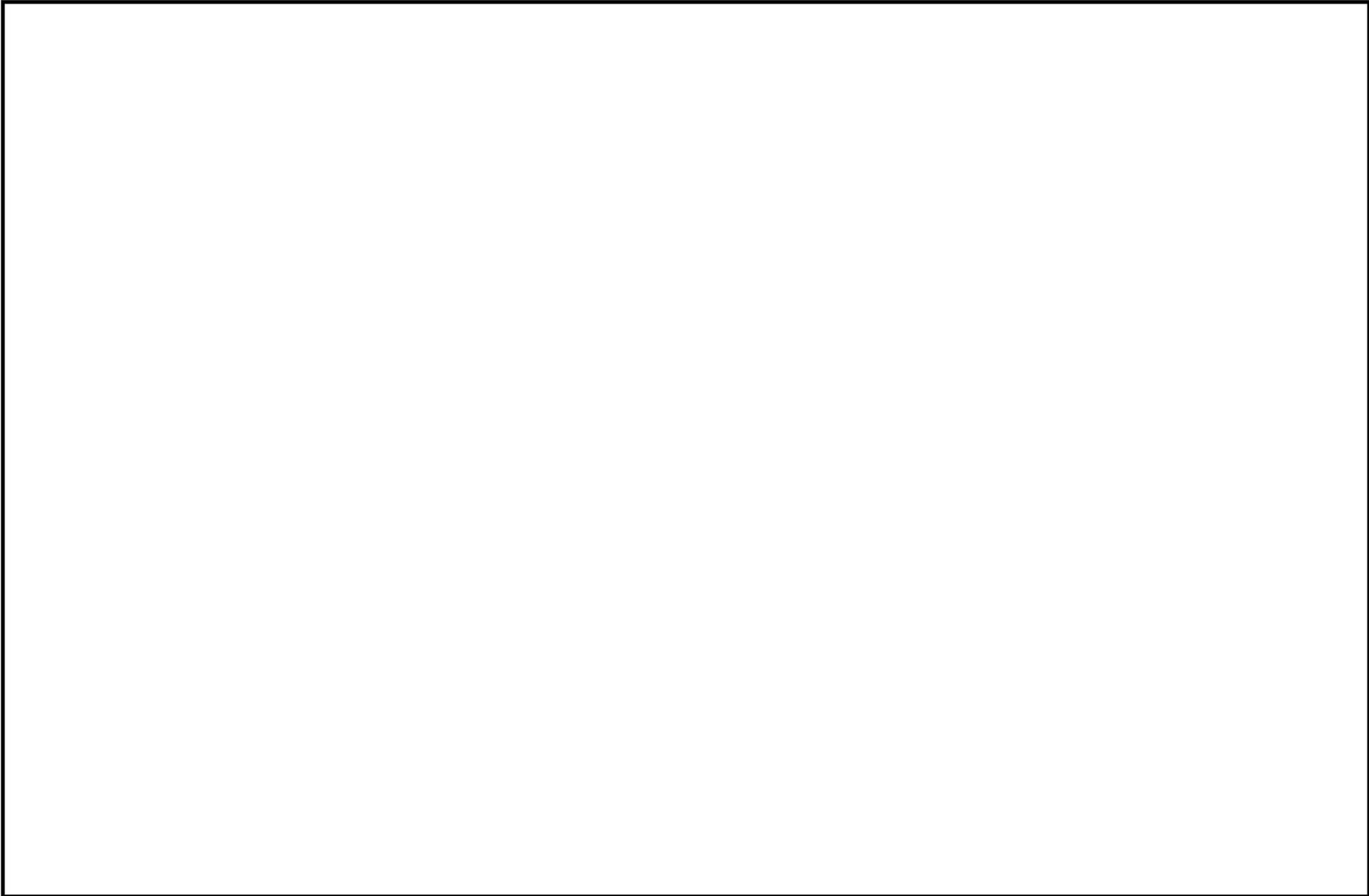


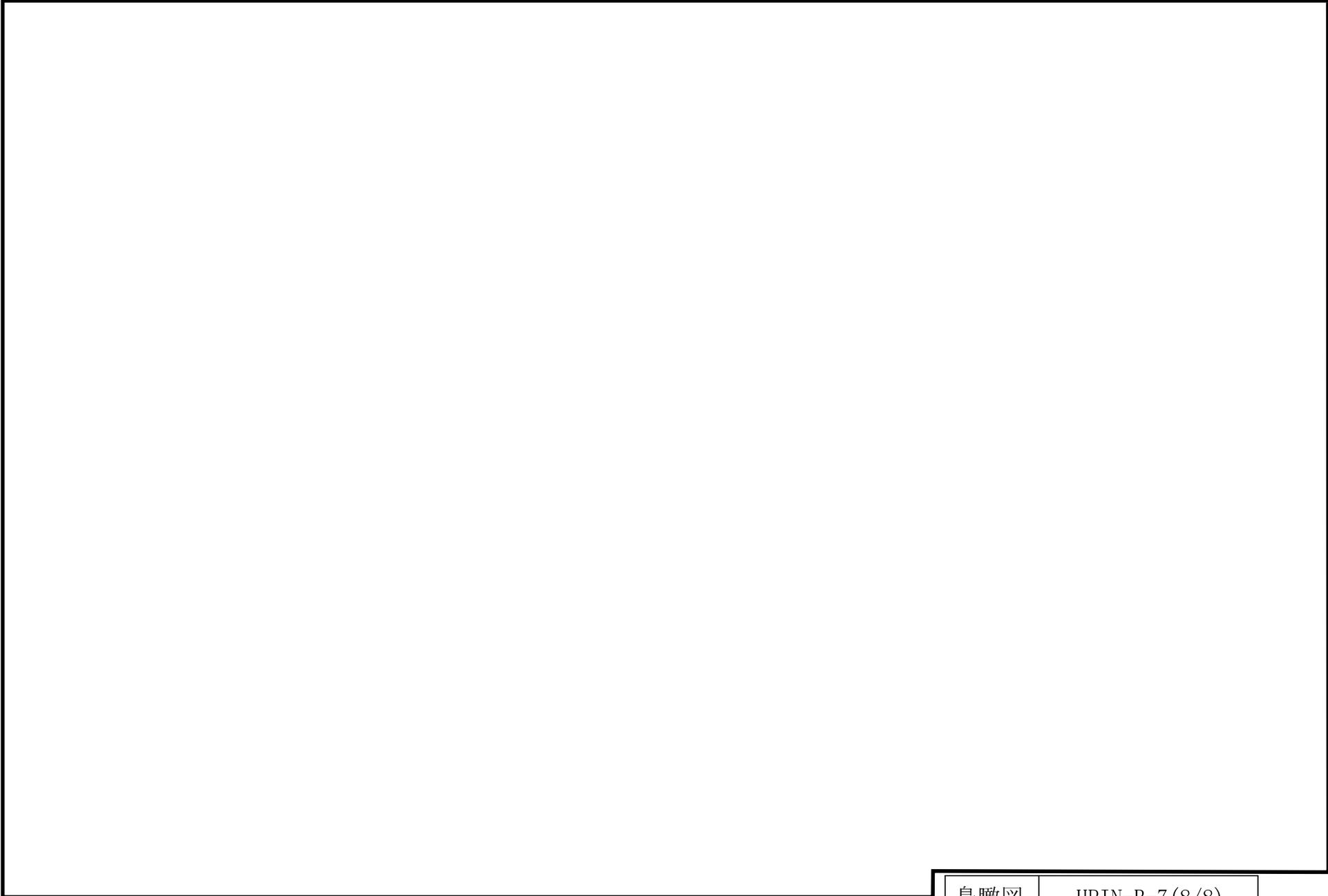












3. 計算条件

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、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類 ^{*1}	設備分類 ^{*2}	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ ^{*3}	許容応力状態 ^{*4}
計測制御系統施設	制御用空気設備	逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備	S A	常設耐震／防止	重大事故等クラス2管	—	V _L +S _S	V _A S

注記*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

*2：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

*3：運転状態の添字Lは荷重を示す。

*4：許容応力状態V_ASは許容応力状態IV_ASの許容限界を使用し，許容応力状態IV_ASとして評価を実施する。

3.3 設計条件

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

鳥瞰図 HPIN-R-5

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	3～13	1.77	171	60.5	3.9	SUS304TP	—	191800
2	16～116, 107～180 184～189	1.77	66	60.5	3.9	SUS304TP	—	193667
3	117～119, 120～122 123～127, 129～134A	19.60	66	60.5	5.5	SUS304TP	—	193667
4	189～191A	1.77	66	60.5	3.9	SUS304TP	—	193667

K7 ① V-2-6-6-1-1(重) R1

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 HPIN-R-7

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	3~13	1.77	171	60.5	3.9	SUS304TP	—	191800
2	15~25, 23~306	1.77	66	60.5	3.9	SUS304TP	—	193667
3	25~37, 306~341S 375S~496A, 37~581A	1.77	66	60.5	3.9	SUS304TP	—	193667
4	341S~375S	1.77	66	60.5	3.9	SUS304TP	—	192600

配管の付加質量

鳥瞰図 HPIN-R-5

質量	対応する評価点
	461S~50

K7 ① V-2-6-6-1-1(重) R1

配管の付加質量

鳥瞰図 HPIN-R-7

質量	対応する評価点
<input type="text"/>	424S~429, 509S~511

弁部の寸法

鳥瞰図 HPIN-R-5

評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)	評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)
13~14				14~1401			
1401~1402				1402~15			
14~16				116~117			
119~120				122~123			
127~128				128~1281			
1281~1282				1282~1283			
128~129				180~181			
181~1811				1811~182			
182~183				181~184			

K7 ① V-2-6-6-1-1 (重) R1

弁部の寸法

鳥瞰図 HPIN-R-7

評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)	評価点	外径 (mm)	厚さ (mm)	長さ (mm)
13~14				14~1401			
1401~1402				1402~1403			
14~15							

K7 ① V-2-6-6-1-1 (重) R1

弁部の質量

鳥瞰図 HPIN-R-5

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	13, 16, 180, 184		14, 181
	1401, 128, 1811		15, 183
	116~117, 122~123		119~120
	127, 129		1281
	1283		

弁部の質量

鳥瞰図 HPIN-R-7

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	13, 15		14
	1401		1403

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図 HPIN-R-5

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
12						
14						
1402						
22						
24						
28						
32						
36						
40						
42						
51						
53						
59						
62						
66						
70						
** 70 **						
76						
80						
86						
93						
97						
99						
118						
121						
128						
1282						

K7 ① V-2-6-6-1-1 (重) R1

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図 HPIN-R-5

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
134A						
173						
181						
182						
189						
191A						

K7 ① V-2-6-6-1-1(重) R1

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図 HPIN-R-7

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
9						
** 9 **						
14						
** 1402 **						
** 1402 **						
25						
35						
306						
312						
** 312 **						
316						
** 316 **						
322						
326						
330						
334						
340						
345						
351						
355						
359						
363						
367						

K7 ① V-2-6-6-1-1(重) R1

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図 HPIN-R-7

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
373						
379						
381						
386						
390						
396						
** 396 **						
400						
** 400 **						
402						
** 402 **						
408						
412						
416						
418						
425						
431						
437						
440						
444						
448						
** 448 **						
455						
459						

K7 ① V-2-6-6-1-1 (重) R1

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図 HPIN-R-7

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
465						
473						
479						
485						
496A						
505						
510						
514						
520						
528						
538						
548						
557						
572						
581A						

K7 ① V-2-6-6-1-1(重) 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 _h
SUS304TP	171	—	150	413	—
SUS304TP	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曲線を下表に示す。
なお、設計用床応答曲線はV-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものを
用いる。また、減衰定数はV-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建屋・構築物	標高	減衰定数(%)
HPIN-R-5	原子炉建屋		
HPIN-R-7	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 HPIN-R-5

適用する地震動等		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		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*2				

注記*1：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

*2：S d又はS s地震動に基づく設計用最大応答加速度より定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 HPIN-R-5

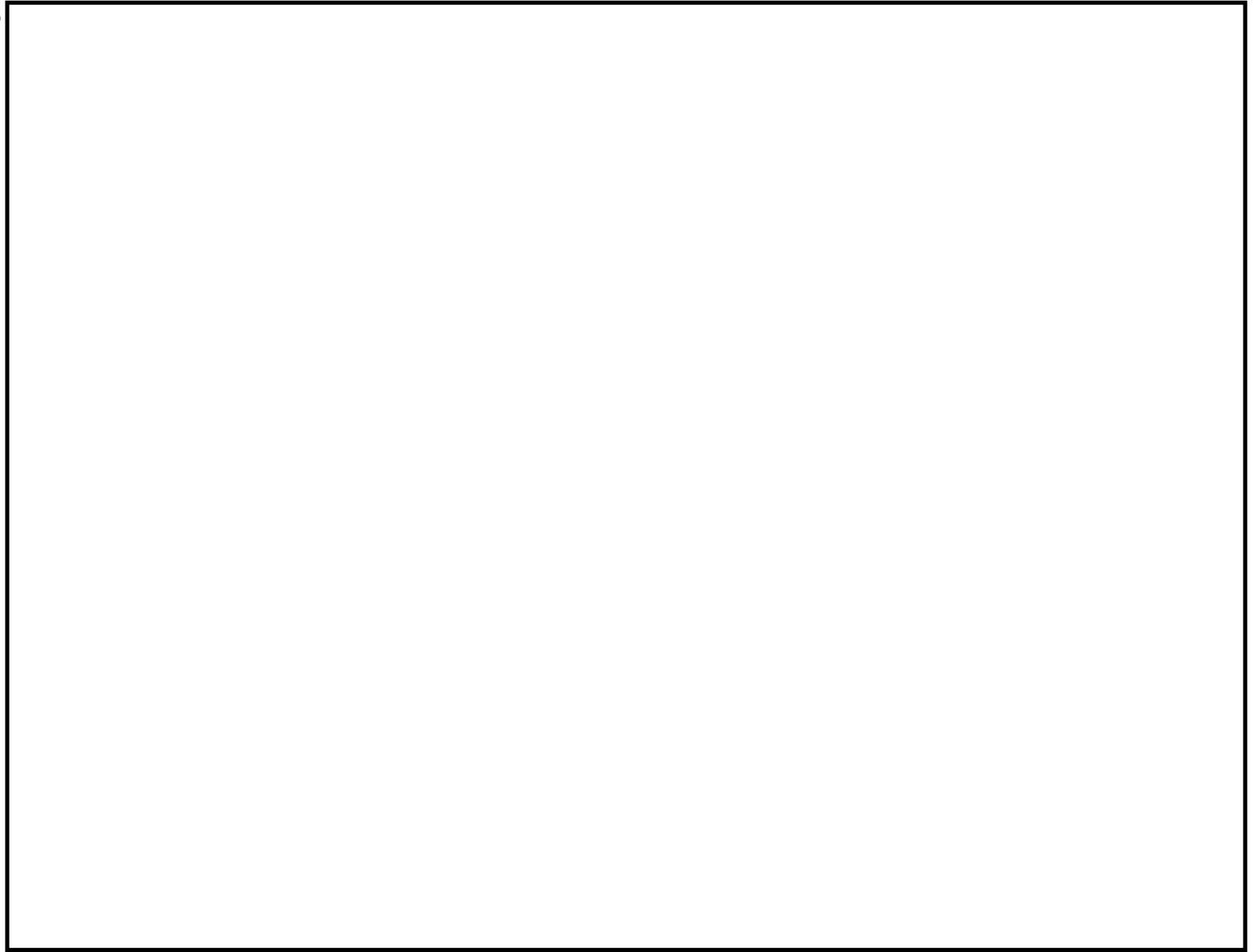
モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

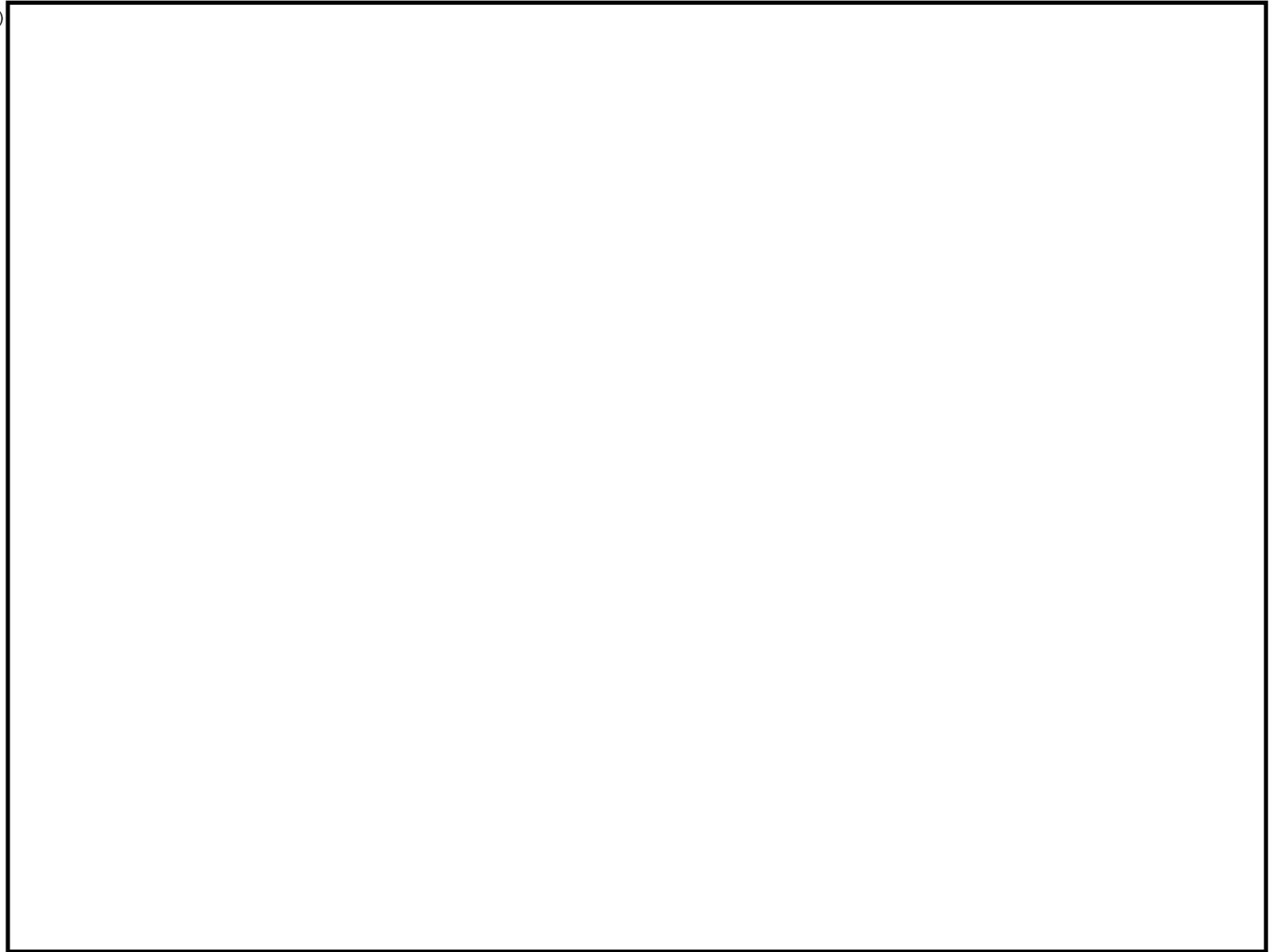
代表的振動モード図

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

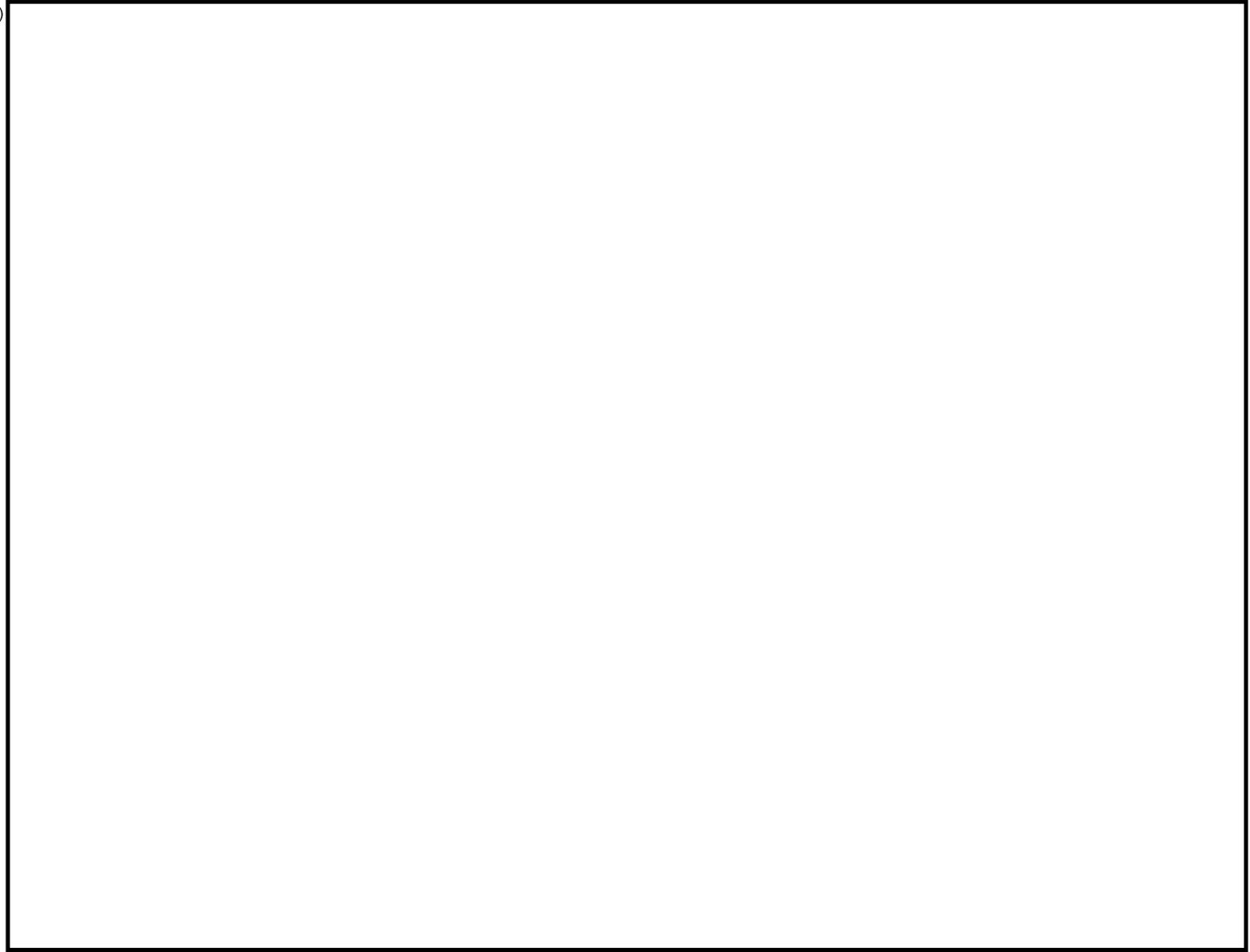
代表的振動モード図 (1次)



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 HPIN-R-7

適用する地震動等		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		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				
30次				
動的震度*2				

注記*1：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

*2：S d又はS s地震動に基づく設計用最大応答加速度より定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 HPIN-R-7

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次		[Blank area for data]		
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
29次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

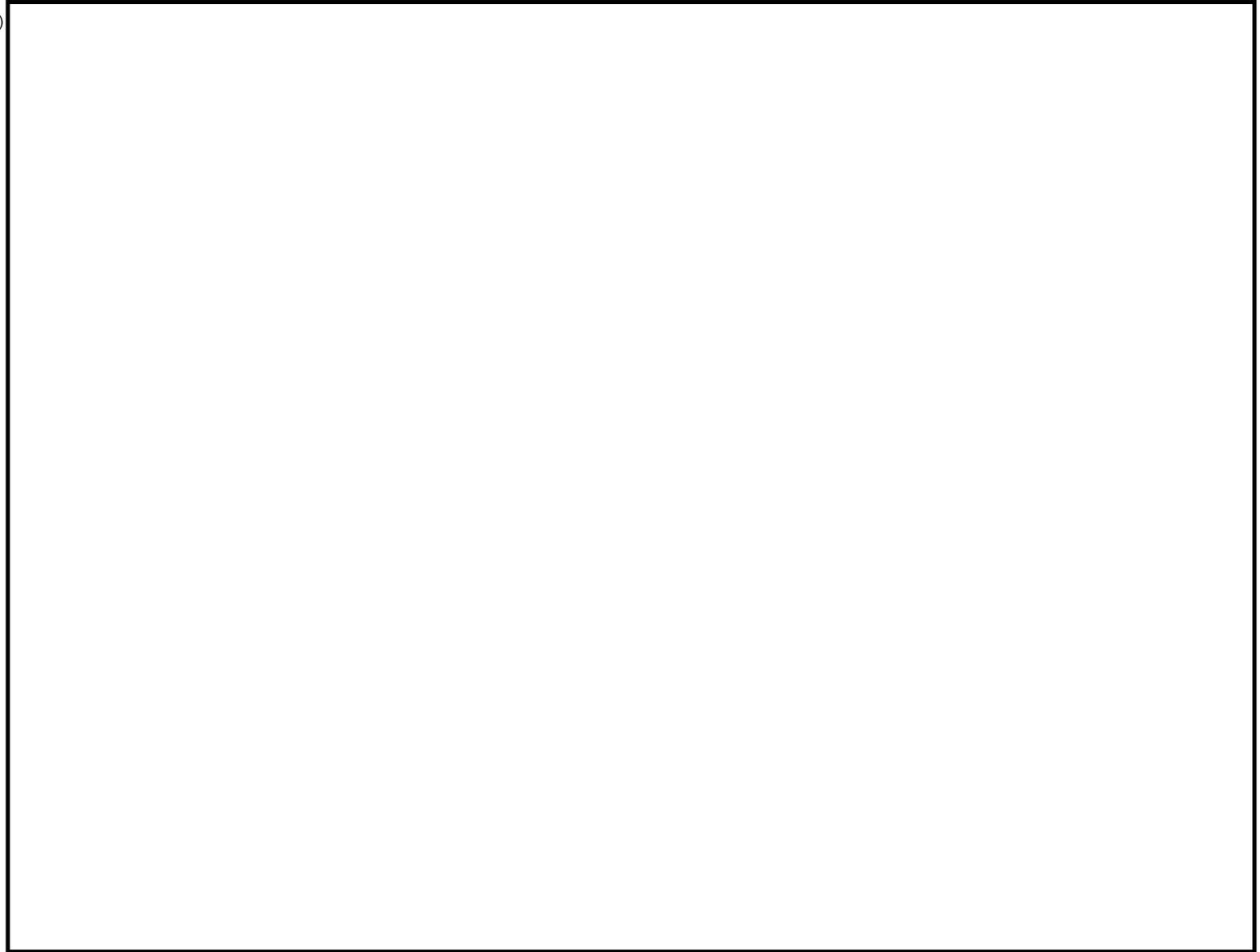
代表的振動モード図

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

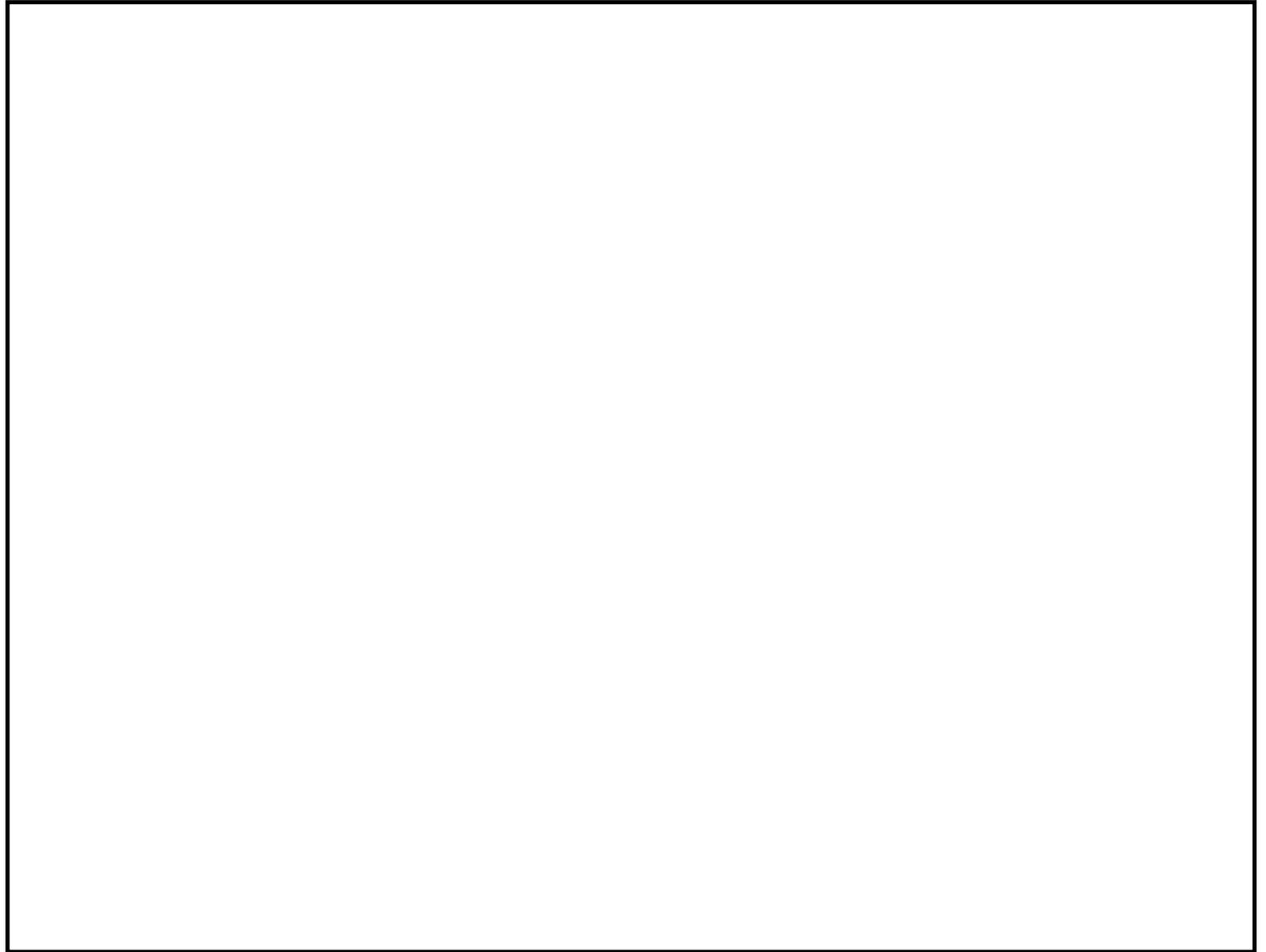
代表的振動モード図 (1次)



代表的振動モード図 (2次)



代表的振動モード図 (3次)



4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 $S_{prm} (S_s)$	許容応力 $0.9 S_u$	計算応力 $S_n (S_s)$	許容応力 $2 S_y$	疲労累積係数 $U S_s$
HPIN-R-5	V _A S	127	$S_{prm} (S_s)$	138	431	—	—	—
HPIN-R-7	V _A S	9	$S_n (S_s)$	—	—	184	300	—

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果 (荷重評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
—	—	—	—	—	—	—

支持構造物評価結果 (応力評価)

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力(kN)			モーメント(kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z			
AN-HPIN-9662	アンカ	ラグ	SUS304	66	1	3	4	2	1	1	曲げ	50	117
RE-HPIN-R2F-24	レストレイント	ボルト	SS400	66	4	0	6	—	—	—	組合せ	81	268

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、設計条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管）

No.	配管モデル	許容応力状態 VAS												
		一次応力					一次+二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	HPIN-PD-3	119	59	371	6.28	—	34	123	300	2.43	—	—	—	—
2	HPIN-R-5	127	138	431	3.12	○	127	148	376	2.54	—	—	—	—
3	HPIN-R-6	161	131	431	3.29	—	161	136	376	2.76	—	—	—	—
4	HPIN-R-7	9	101	371	3.67	—	9	184	300	1.63	○	—	—	—

V-2-6-6-2 逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備の耐震性についての計算書

V-2-6-6-2-1 管の耐震性についての計算書

重大事故等対処設備

目 次

1.	概要	1
2.	概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1	概略系統図	2
2.2	鳥瞰図	8
3.	計算条件	10
3.1	計算方法	10
3.2	荷重の組合せ及び許容応力状態	11
3.3	設計条件	12
3.4	材料及び許容応力	16
3.5	設計用地震力	17
4.	解析結果及び評価	18
4.1	固有周期及び設計震度	18
4.2	評価結果	24
4.2.1	管の応力評価結果	24
4.2.2	支持構造物評価結果	25
4.2.3	弁の動的機能維持評価結果	26
4.2.4	代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	27

1. 概要

本計算書は、V-2-1-14 「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、管、支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。評価結果記載方法は、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評価結果を解析モデル単位に記載する。また、全2モデルのうち、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

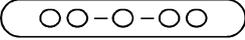
(3) 弁

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

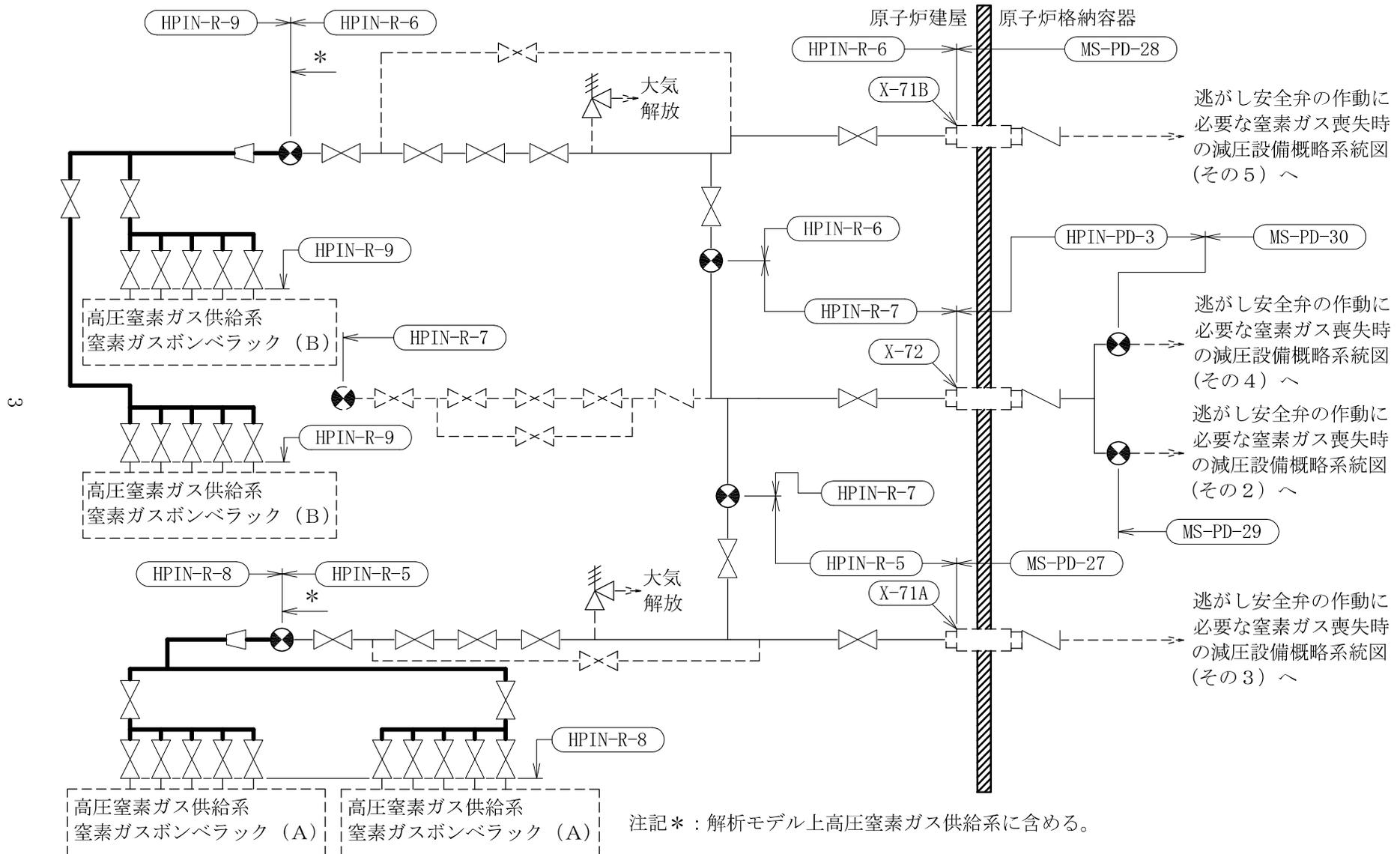
2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

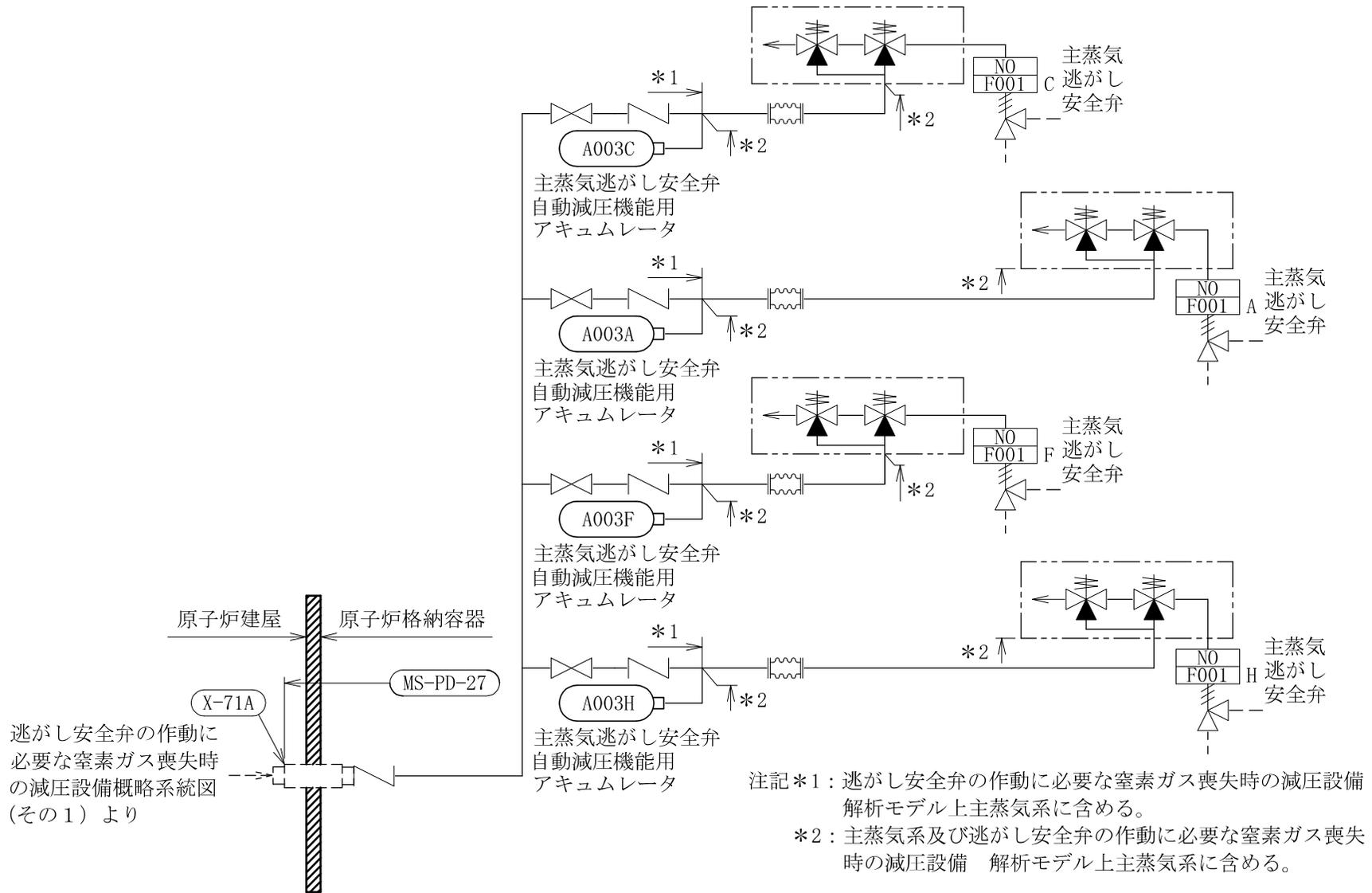
概略系統図記号凡例

記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって系統の概略を示すために表記する管
	鳥瞰図番号
	アンカ

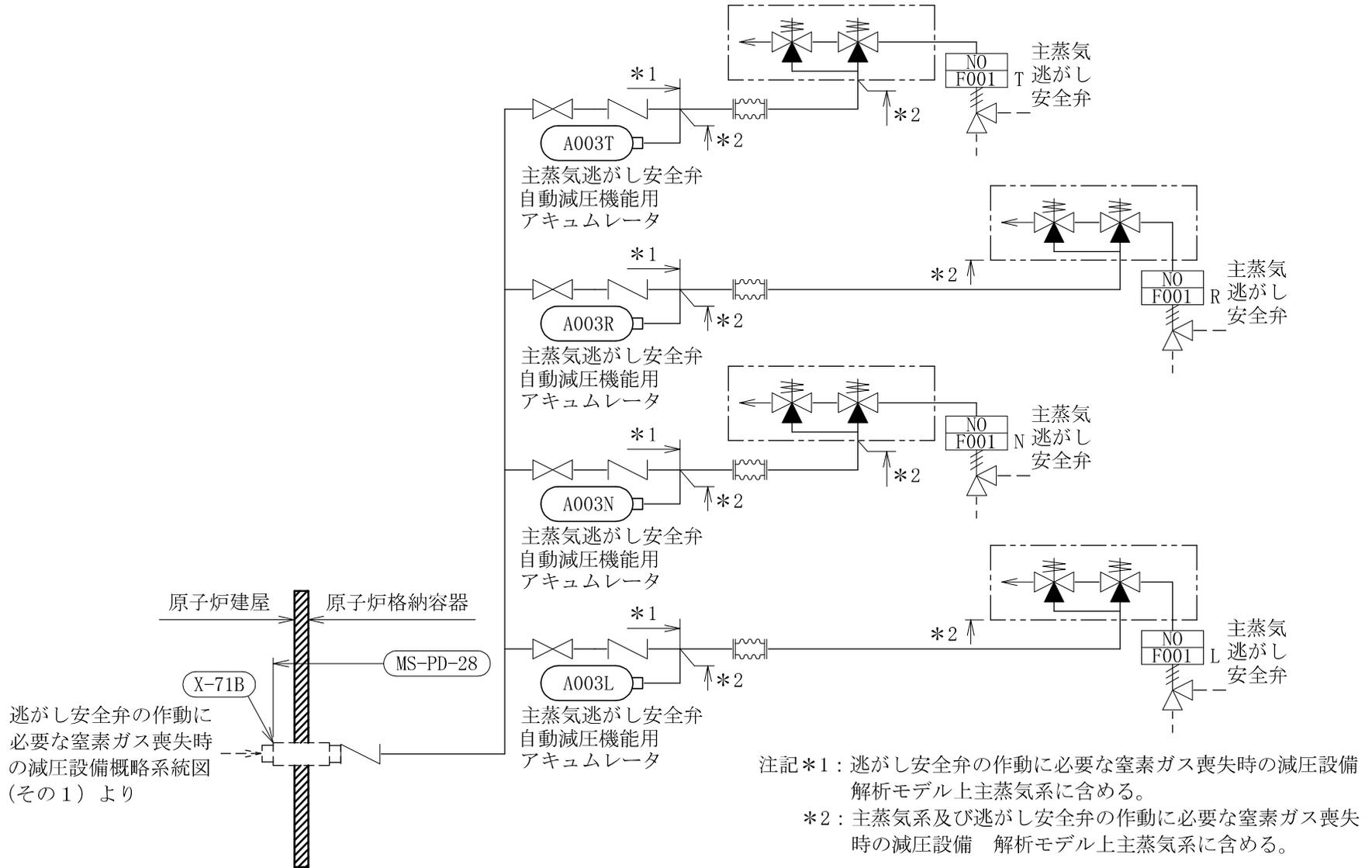
K7 ① V-2-6-6-2-1(重) R1



逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備概略系統図 (その1)



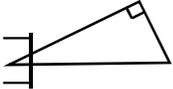
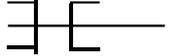
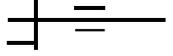
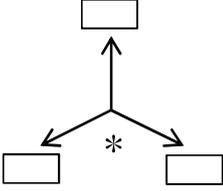
逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備概略系統図 (その3)



逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備概略系統図 (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
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管又は工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって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 (本図は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)
	スナップ
	ハンガ
	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, <input type="text"/> 内に 変位量を記載する。)

注1：鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。

6

鳥瞰図

HPIN-R-8

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、別紙「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類 ^{*1}	設備分類 ^{*2}	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ ^{*3}	許容応力状態 ^{*4}
計測制御系統施設	制御用空気設備	逃がし安全弁の作動に必要な窒素ガス喪失時の減圧設備	S A	常設耐震／防止	重大事故等クラス2管	—	V _L +S _S	V _A S

注記*1：DBは設計基準対象施設，SAは重大事故等対処設備を示す。

*2：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

*3：運転状態の添字Lは荷重を示す。

*4：許容応力状態V_ASは許容応力状態IV_ASの許容限界を使用し，許容応力状態IV_ASとして評価を実施する。

3.3 設計条件

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

鳥瞰図 HPIN-R-8

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	1A~10	19.60	66	60.5	5.5	SUS304TP	—	193667
2	11~20, 21~29 26~44, 33~48 36~52, 39~56 14~63, 64~72 69~87, 76~91 79~95, 82~99	19.60	66	34.0	4.5	SUS304TP	—	193667

弁部の寸法

鳥瞰図 HPIN-R-8

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
20~21				29~30			
44~45				48~49			
52~53				56~57			
63~64				72~73			
87~88				91~92			
95~96				99~100			

K7 ① V-2-6-6-2-1(重) R1

弁部の質量

鳥瞰図 HPIN-R-8

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	20～21, 29～30		44～45, 48～49
	52～53, 56～57		63～64, 72～73
	87～88, 91～92		95～96, 99～100

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図 HPIN-R-8

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1A						
5						
12						
22						
28						
4001						
43						
47						
51						
55						
65						
71						
8301						
86						
90						
94						
98						

K7 ① V-2-6-6-2-1(重) 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 _h
SUS304TP	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曲線を下表に示す。
なお、設計用床応答曲線はV-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものを
用いる。また、減衰定数はV-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建屋・構築物	標高	減衰定数(%)
HPIN-R-8	原子炉建屋		

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 HPIN-R-8

適用する地震動等		S s		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1
		X方向	Z方向	Y方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
動的震度*2				

注記*1：各モードの固有周期に対し，設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

*2：S d又はS s地震動に基づく設計用最大応答加速度より定めた震度を示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図 HPIN-R-8

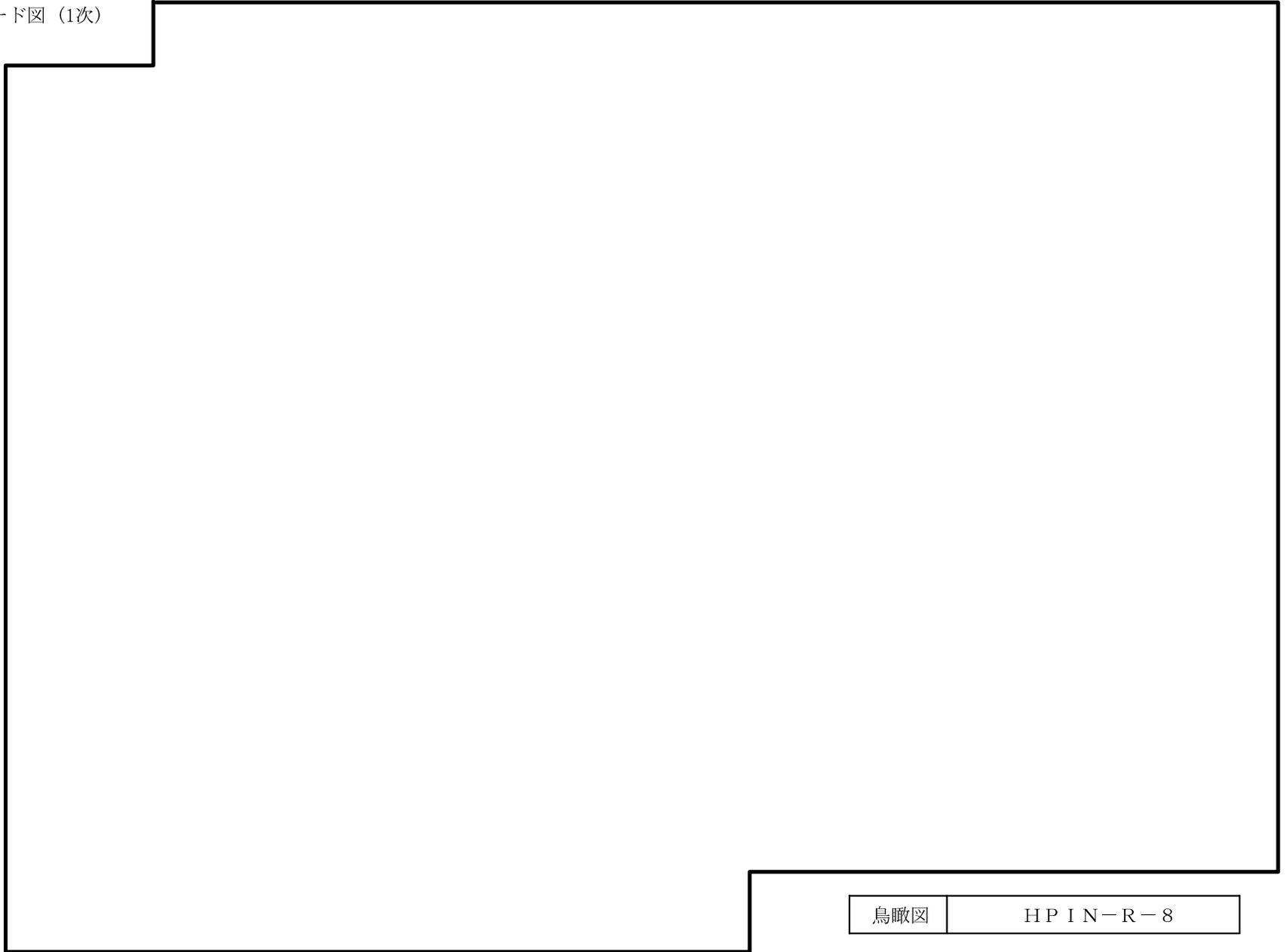
モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

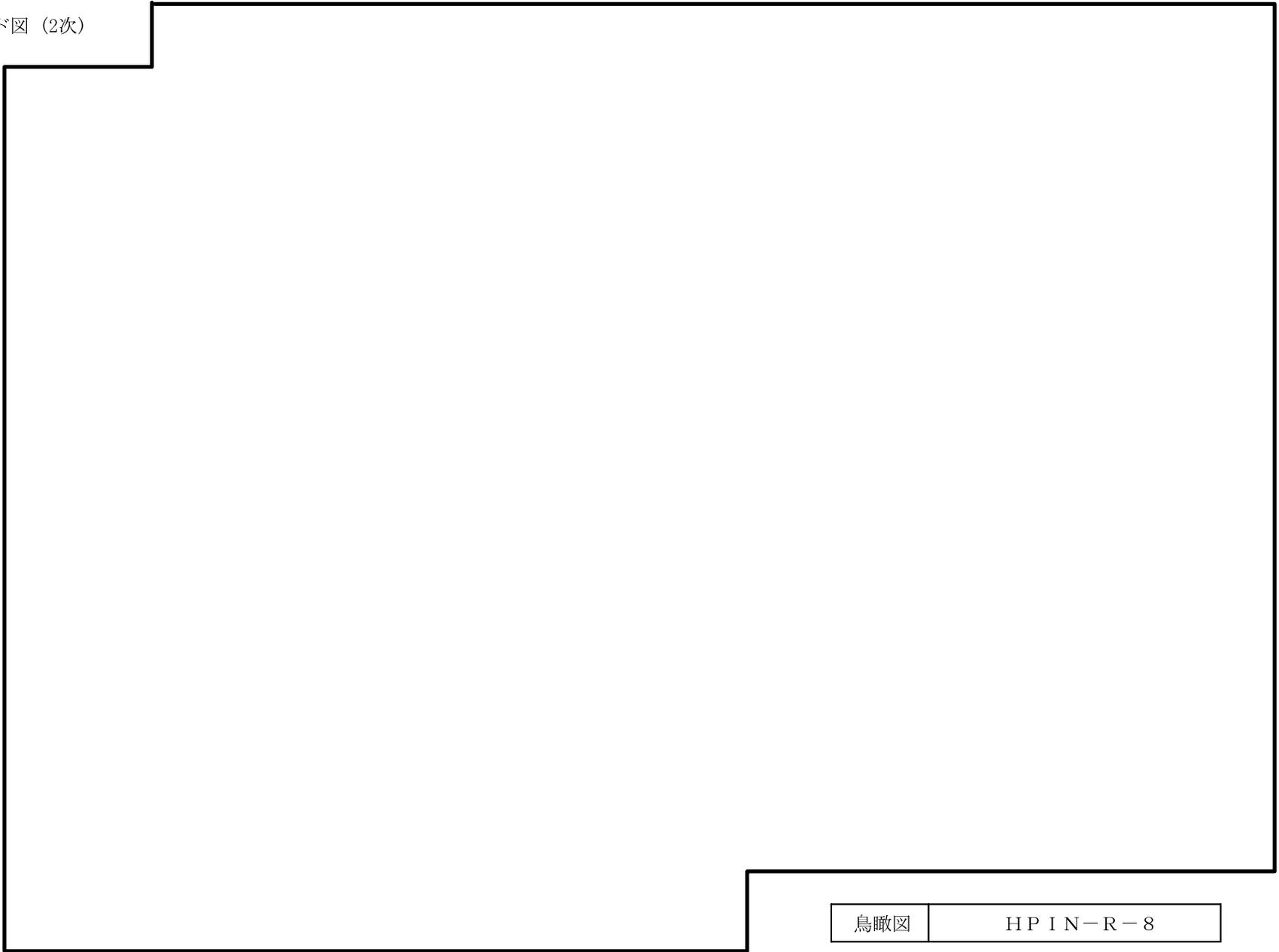
代表的振動モード図

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

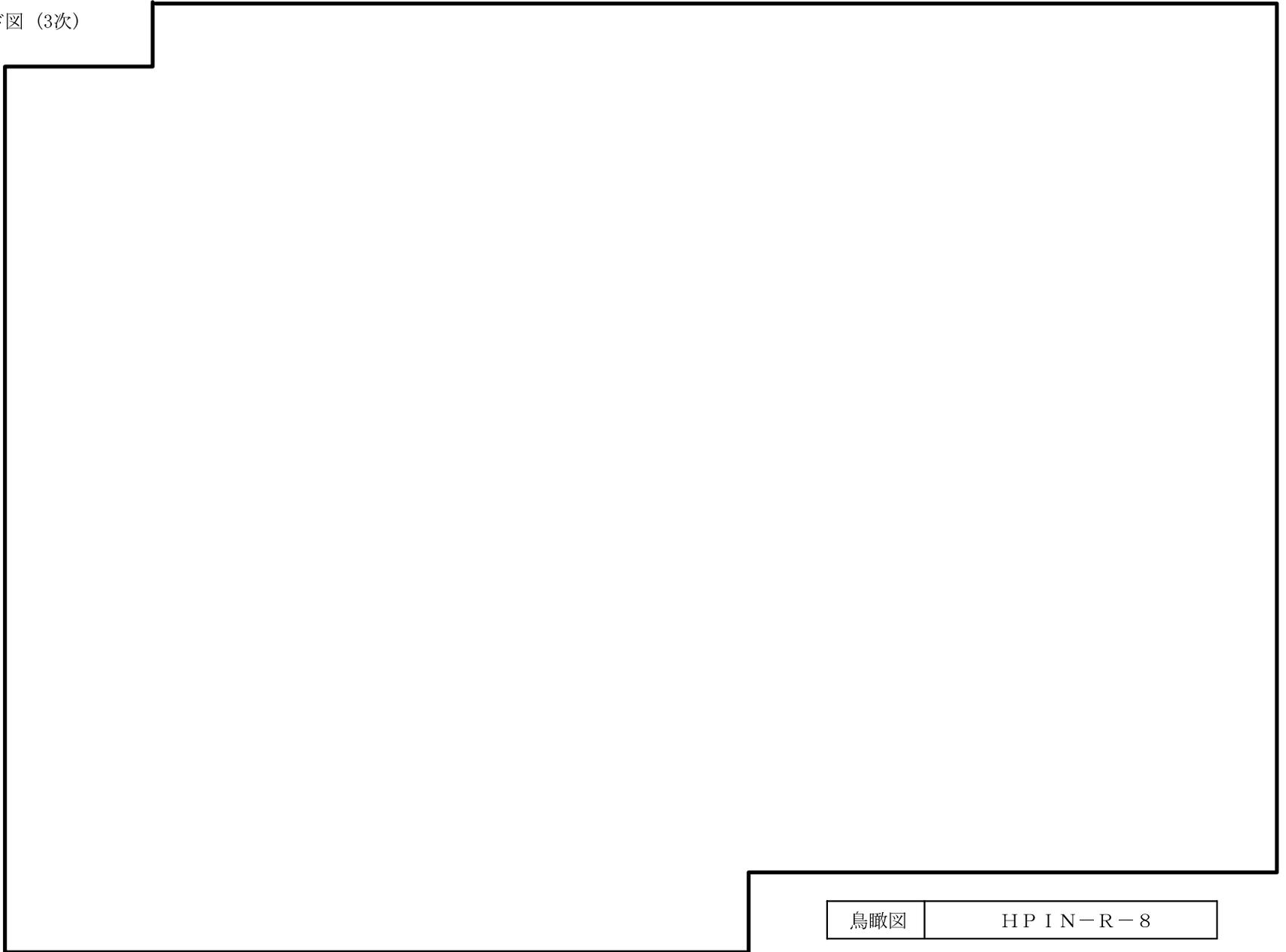
代表的振動モード図 (1次)



代表的振動モード図 (2次)



代表的振動モード図 (3次)



4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力 $S_{prm} (S_s)$	許容応力 $0.9 S_u$	計算応力 $S_n (S_s)$	許容応力 $2 S_y$	疲労累積係数 $U S_s$
HPIN-R-8	V _Δ S	24	$S_{prm} (S_s)$	152	431	—	—	—
HPIN-R-8	V _Δ S	24	$S_n (S_s)$	—	—	177	376	—

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果（荷重評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算 荷重 (kN)	許容 荷重 (kN)
—	—	—	—	—	—	—

支持構造物評価結果（応力評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力(kN)			モーメント(kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z			
AN-HPIN-9662	アンカ	ラグ	SUS304	66	1	3	4	2	1	1	曲げ	50	117
RE-HPIN-46013	レストレイント	Uボルト	SUS304	66	0	2	3	—	—	—	組合せ	110	204

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 (MPa)	
			水平	鉛直	水平	鉛直	計算応力	許容応力
—	—	—	—	—	—	—	—	—

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類毎に裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、設計条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管）

No.	配管モデル	許容応力状態 VAS												
		一次応力					一次+二次応力					疲労評価		
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	HPIN-R-8	24	152	431	2.83	○	24	177	376	2.12	○	—	—	—
2	HPIN-R-9	22	142	431	3.03	—	29	134	376	2.80	—	—	—	—

V-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

-2-6-7-1 ATWS 緩和設備（代替制御棒挿入機能）
の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
-------------	---

1. 概要

ATWS 緩和設備（代替制御棒挿入機能）は、重大事故等対処設備においては常設重要重大事故防止設備に分類される。

以下， -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，ATWS 緩和設備（代替制御棒挿入機能）を構成する検出器及び盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。同様に，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電氣的機能を有していることを説明する。

(1) 検出器

ATWS 緩和設備（代替制御棒挿入機能）は，原子炉圧力及び原子炉水位の検出器を使用しており，検出器の評価結果を， -2-6-15「原子炉圧力（SA）の耐震性についての計算書」及び本計算書に記載する。

(2) 盤

ATWS 緩和設備（代替制御棒挿入機能）を構成する盤の評価結果を， -2-6-7-4(4)「中央運転監視盤の耐震性についての計算書」， -2-6-7-4(5)「運転監視補助盤の耐震性についての計算書」及び本計算書に記載する。

(3) 代替制御棒挿入機能用電磁弁

ATWS 緩和設備（代替制御棒挿入機能）を構成する代替制御棒挿入機能用電磁弁の盤の評価結果を，本計算書に記載する。

本計算書は，以下の構成で ATWS 緩和設備（代替制御棒挿入機能）の評価結果を示す。

- (1) 検出器の耐震性についての計算書
- (2) ATWS 緩和設備制御盤の耐震性についての計算書
- (3) 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

(1) 検出器の耐震性についての計算書

目 次

1. 原子炉水位 (B21-LT-023A, B, C, D)	1
1.1 概要	1
1.2 一般事項	1
1.2.1 構造計画	1
1.3 固有周期	3
1.3.1 固有周期の確認	3
1.4 構造強度評価	4
1.4.1 構造強度評価方法	4
1.4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
1.4.3 計算条件	4
1.5 機能維持評価	8
1.5.1 電氣的機能維持評価方法	8
1.6 評価結果	9
1.6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9
2. 原子炉圧力 (B21-PT-012B)	22
2.1 概要	22
2.2 一般事項	22
2.2.1 構造計画	22
2.3 固有周期	24
2.3.1 固有周期の確認	24
2.4 構造強度評価	25
2.4.1 構造強度評価方法	25
2.4.2 荷重の組合せ及び許容応力	25
2.4.3 計算条件	25
2.5 機能維持評価	29
2.5.1 電氣的機能維持評価方法	29
2.6 評価結果	30
2.6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	30
3. 原子炉圧力 (B21-PT-012C)	34
3.1 概要	34
3.2 一般事項	34
3.2.1 構造計画	34
3.3 固有周期	36
3.3.1 固有周期の確認	36

3.4	構造強度評価	37
3.4.1	構造強度評価方法	37
3.4.2	荷重の組合せ及び許容応力	37
3.4.3	計算条件	37
3.5	機能維持評価	41
3.5.1	電氣的機能維持評価方法	41
3.6	評価結果	42
3.6.1	重大事故等対処設備としての評価結果	42

1. 原子炉水位 (B21-LT-023A, B, C, D)

1.1 概要

本計算書は、V-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、原子炉水位が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

原子炉水位は、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、原子炉水位は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の壁掛形スタンションであるため、V-2-1-14「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。

1.2 一般事項

1.2.1 構造計画

原子炉水位の構造計画を表 1-1 に示す。

表 1-1 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取付板に固定され、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。計器スターションは、基礎に基礎ボルトで設置する。</p>	<p>差圧式水位検出器</p>	<p>【原子炉水位】</p> <p>(平面方向)</p> <p>(側面方向)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>原子炉水位 (B21-LT-023A)</th> <th>原子炉水位 (B21-LT-023B)</th> <th>原子炉水位 (B21-LT-023C)</th> <th>原子炉水位 (B21-LT-023D)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>292</td> <td>292</td> <td>292</td> <td>292</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>200</td> <td>200</td> <td>200</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>1200</td> <td>1200</td> <td>1200</td> <td>1200</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	原子炉水位 (B21-LT-023A)	原子炉水位 (B21-LT-023B)	原子炉水位 (B21-LT-023C)	原子炉水位 (B21-LT-023D)	たて	292	292	292	292	横	200	200	200	200	高さ	1200	1200	1200	1200
機器名称	原子炉水位 (B21-LT-023A)	原子炉水位 (B21-LT-023B)	原子炉水位 (B21-LT-023C)	原子炉水位 (B21-LT-023D)																		
たて	292	292	292	292																		
横	200	200	200	200																		
高さ	1200	1200	1200	1200																		

1.3 固有周期

1.3.1 固有周期の確認

原子炉水位の固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つスタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。試験の結果、剛であることを確認した。固有周期の確認結果を表 1-2 に示す。

表 1-2 固有周期 (単位：s)

原子炉水位 (B21-LT-023A)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
原子炉水位 (B21-LT-023B)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
原子炉水位 (B21-LT-023C)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
原子炉水位 (B21-LT-023D)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

1.4 構造強度評価

1.4.1 構造強度評価方法

原子炉水位の構造強度評価は、V-2-1-14「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。

1.4.2 荷重の組合せ及び許容応力

1.4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉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1-3に示す。

1.4.2.2 許容応力

原子炉水位の許容応力は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表1-4のとおりとする。

1.4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

原子炉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1-5に示す。

1.4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【原子炉水位 (B21-LT-023A) の耐震性についての計算結果】、【原子炉水位 (B21-LT-023B) の耐震性についての計算結果】、【原子炉水位 (B21-LT-023C) の耐震性についての計算結果】、【原子炉水位 (B21-LT-023D) 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 1-3 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	工学的安全施設 等の起動信号	代替制御棒挿入	原子炉水位低 (レベル 2)	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。)
計測制御 系統施設	工学的安全施設 等の起動信号	代替冷却材再循 環ポンプ・トリ ップ (2)	原子炉水位低 (レベル 2)	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 1-4 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
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 1-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

1.5 機能維持評価

1.5.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉水位の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

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、V-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 1-6 に示す。

表 1-6 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
原子炉水位 (B21-LT-023A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉水位 (B21-LT-023B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉水位 (B21-LT-023C)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉水位 (B21-LT-023D)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

1.6 評価結果

1.6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉水位 (B21-LT-023A) 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	
原子炉水位 (B21-LT-023A)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4. 800 (T. M. S. L. 12. 300*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.40	C _V =1.33	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉水位

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト	<input type="text"/>	131	12 (M12)	113.1	4	221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)

部材	l ₃ * (mm)	l _a * (mm)	l _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	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	655	160	1140	2	2	—	261	—	正面方向
	655	160	1140	2	2				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—	<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 _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	引張り	—	—	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=3$	$f_{sb}=120$

すべて許容応力以下である。

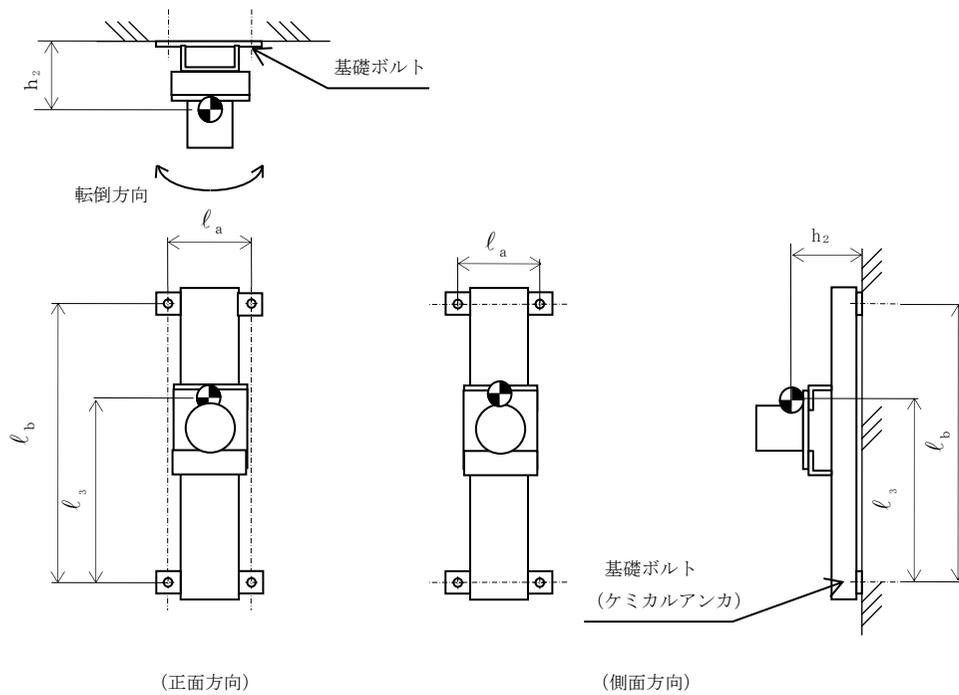
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉水位 (B21-LT-023A)	水平方向	1.16	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.11	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉水位 (B21-LT-023B) 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	
原子炉水位 (B21-LT-023B)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4. 800 (T. M. S. L. 12. 300*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.40	C _v =1.33	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉水位

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		131	12 (M12)	113.1	4	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	l ₃ * (mm)	l _a * (mm)	l _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	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	655	160	1140	2	2	—	261	—	正面方向
	655	160	1140	2	2				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位: N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—	<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 _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	引張り	—	—	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=3$	$f_{sb}=120$

すべて許容応力以下である。

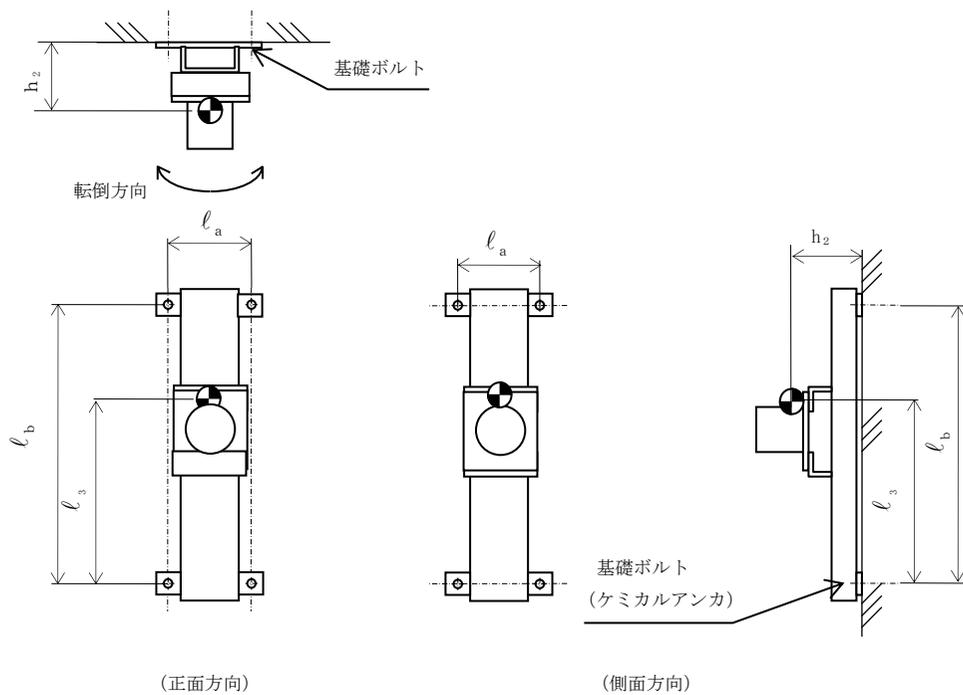
注記*: $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉水位 (B21-LT-023B)	水平方向	1.16	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.11	<input type="text"/>

注記*: 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉水位 (B21-LT-023C) 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	
原子炉水位 (B21-LT-023C)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4. 800 (T. M. S. L. 12. 300*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.40	C _V =1.33	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉水位

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		131	12 (M12)	113.1	4	221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)

部材	l ₃ * (mm)	l _a * (mm)	l _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	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	655	160	1140	2	2	—	261	—	正面方向
	655	160	1140	2	2				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位: N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—	<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 _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	引張り	—	—	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=3$	$f_{sb}=120$

すべて許容応力以下である。

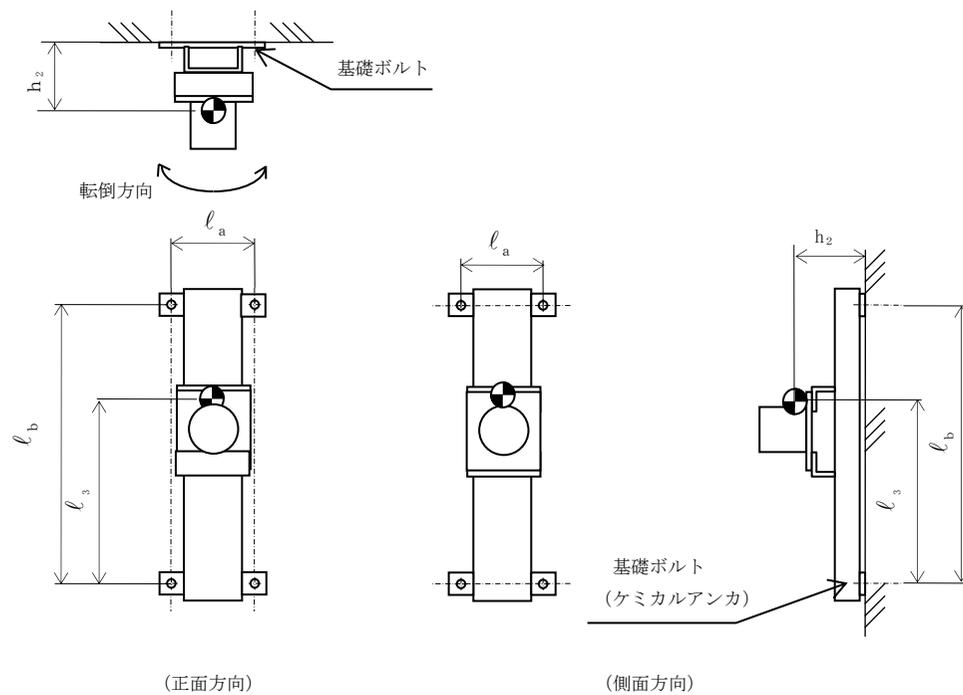
注記*: $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉水位 (B21-LT-023C)	水平方向	1.16	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.11	<input type="text"/>

注記*: 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉水位 (B21-LT-023D) 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	
原子炉水位 (B21-LT-023D)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4. 800 (T. M. S. L. 12. 300*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.40	C _V =1.33	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉水位

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		131	12 (M12)	113.1	4	221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)

部材	ℓ ₃ * (mm)	ℓ _a * (mm)	ℓ _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	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	655	160	1140	2	2	—	261	—	正面方向
	655	160	1140	2	2				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位: N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 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	引張り	—	—	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=3$	$f_{sb}=120$

すべて許容応力以下である。

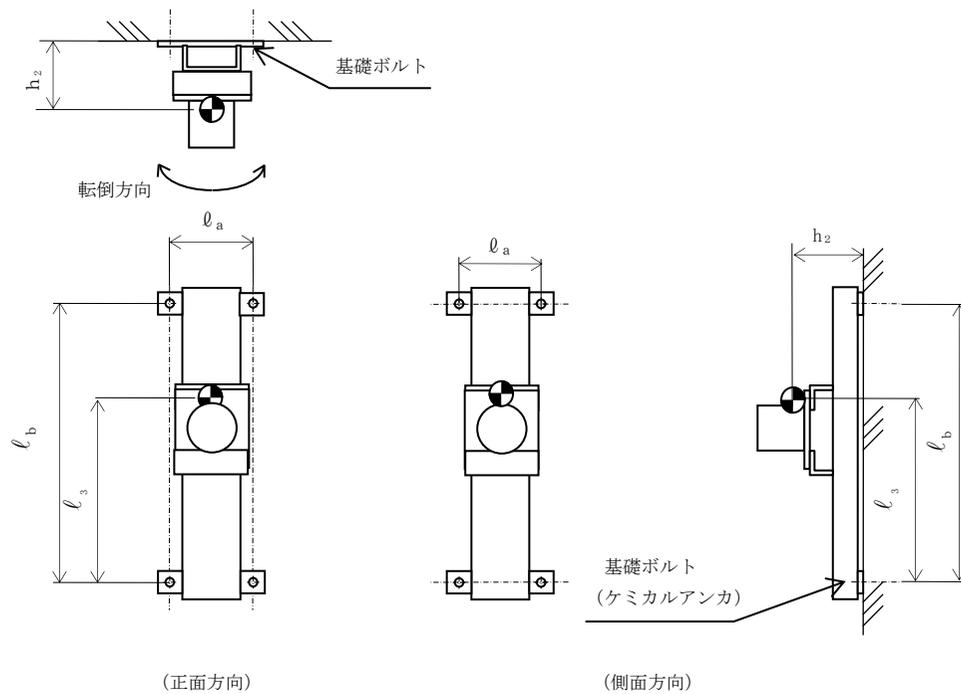
注記*: $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉水位 (B21-LT-023D)	水平方向	1.16	
	鉛直方向	1.11	

注記*: 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



2. 原子炉圧力 (B21-PT-012B)

2.1 概要

本計算書は、V-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、原子炉圧力が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

原子炉圧力は、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。

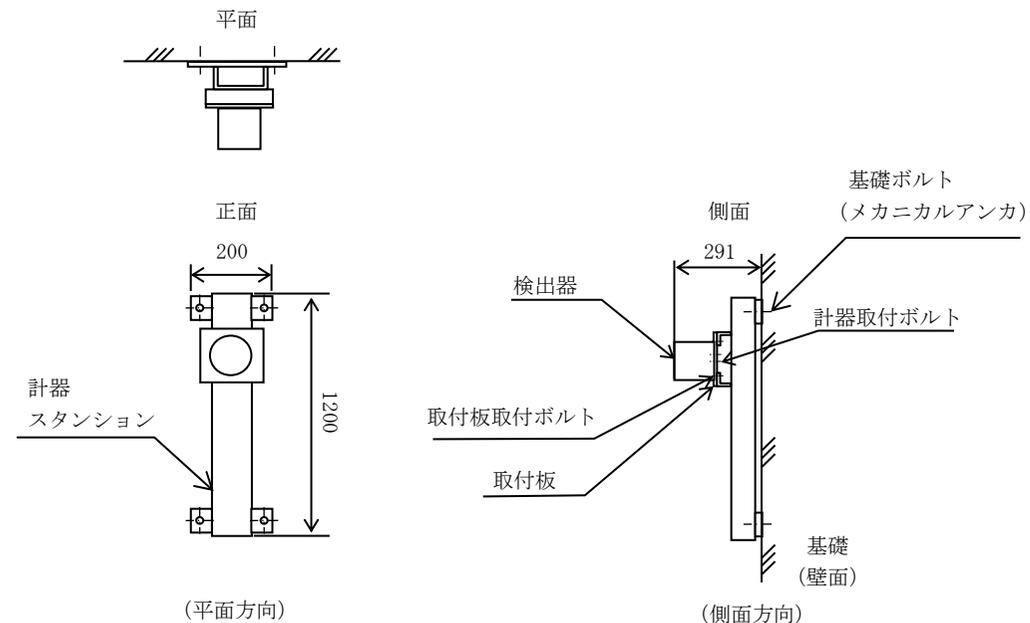
なお、原子炉圧力は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の壁掛形スタンションであるため、V-2-1-14「計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2.2 一般事項

2.2.1 構造計画

原子炉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取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計器スタンションに固定される。計器スタンションは、基礎に基礎ボルトで設置する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>	<p>【原子炉圧力】</p>  <p>(単位: mm)</p>

2.3 固有周期

2.3.1 固有周期の確認

原子炉圧力の固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つスタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 2-2 に示す。

表 2-2 固有周期 (単位：s)

原子炉圧力 (B21-PT-012B)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

2.4 構造強度評価

2.4.1 構造強度評価方法

原子炉圧力の構造強度評価は、V-2-1-14「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。

2.4.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉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 2-3 に示す。

2.4.2.2 許容応力

原子炉圧力の許容応力は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 2-4 のとおりとする。

2.4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

原子炉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 2-5 に示す。

2.4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【原子炉圧力 (B21-PT-012B) 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 2-3 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	工学的安全施設 等の起動信号	代替制御棒挿入	原子炉圧力高	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。)
計測制御 系統施設	工学的安全施設 等の起動信号	代替冷却材再循 環ポンプ・トリ ップ (1)	原子炉圧力高	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 2-4 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
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 2-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径)	周囲環境温度	100	194	373	—

2.5 機能維持評価

2.5.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉圧力の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

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、V-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 2-6 に示す。

表 2-6 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
原子炉圧力 (B21-PT-012B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

2.6 評価結果

2.6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉圧力 (B21-PT-012B) 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	
原子炉圧力 (B21-PT-012B)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4. 800 (T. M. S. L. 12. 300*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.40	C _V =1.33	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉圧力

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		109	12 (M12)	113.1	4	194 (40mm<径)	373 (40mm<径)

部材	l ₃ * (mm)	l _a * (mm)	l _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	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	705	160	1140	2	2	—	232	—	正面方向
	705	160	1140	2	2				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—	<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 _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	引張り	—	—	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=139^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=2$	$f_{sb}=107$

すべて許容応力以下である。

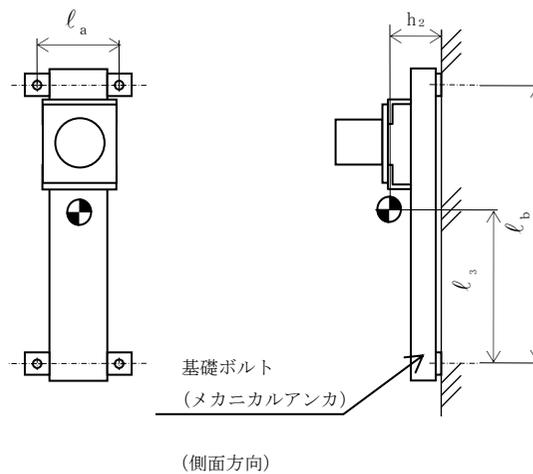
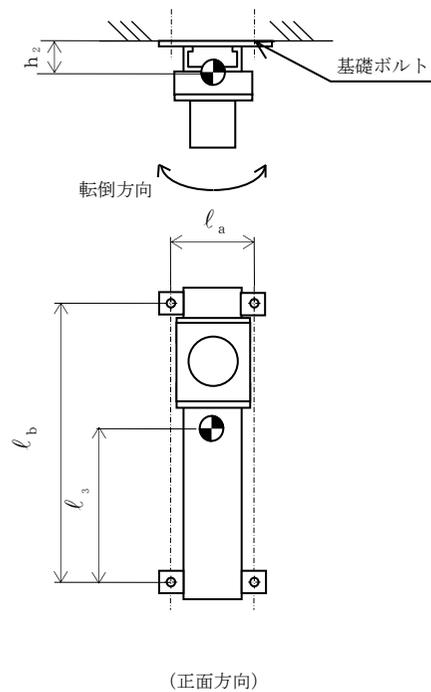
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉圧力 (B21-PT-012B)	水平方向	1.16	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.11	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



3. 原子炉圧力 (B21-PT-012C)

3.1 概要

本計算書は、V-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、原子炉圧力が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

原子炉圧力は、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、原子炉圧力が設置される計装ラックは、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形であるため、V-2-1-14「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。

3.2 一般事項

3.2.1 構造計画

原子炉圧力の構造計画を表 3-1 に示す。

表 3-1 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取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計装ラックに固定される。 計装ラックは、チャンネルベースに取付ボルトで設置する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>	<p>【原子炉圧力】</p> <p>(単位：mm)</p>

3.3 固有周期

3.3.1 固有周期の確認

原子炉圧力が設置される計装ラックの固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ計装ラックに対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-2 に示す。

表 3-2 固有周期 (単位：s)

原子炉圧力 (H22-P003)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

3.4 構造強度評価

3.4.1 構造強度評価方法

原子炉圧力の構造強度評価は、V-2-1-14「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。

3.4.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉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 3-3 に示す。

3.4.2.2 許容応力

原子炉圧力の許容応力は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 3-4 のとおりとする。

3.4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

原子炉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 3-5 に示す。

3.4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【原子炉圧力 (B21-PT-012C) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 3-3 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	工学的安全施設 等の起動信号	代替制御棒挿入	原子炉圧力高	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。)
計測制御 系統施設	工学的安全施設 等の起動信号	代替冷却材再循 環ポンプ・トリ ップ (1)	原子炉圧力高	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 3-4 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IVAS	1.5・f _t *	1.5・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 3-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
ラック取付ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

3.5 機能維持評価

3.5.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉圧力の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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機能確認済加速度は、V-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 3-6 に示す。

表 3-6 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
原子炉圧力 (B21-PT-012C)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

3.6 評価結果

3.6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉圧力 (B21-PT-012C) 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	
原子炉圧力 (B21-PT-012C)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.800*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉圧力 (H22-P003)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		960	16 (M16)	201.1	16	221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i=2)	255	295	6	—	261	—	長辺方向
	760	880	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

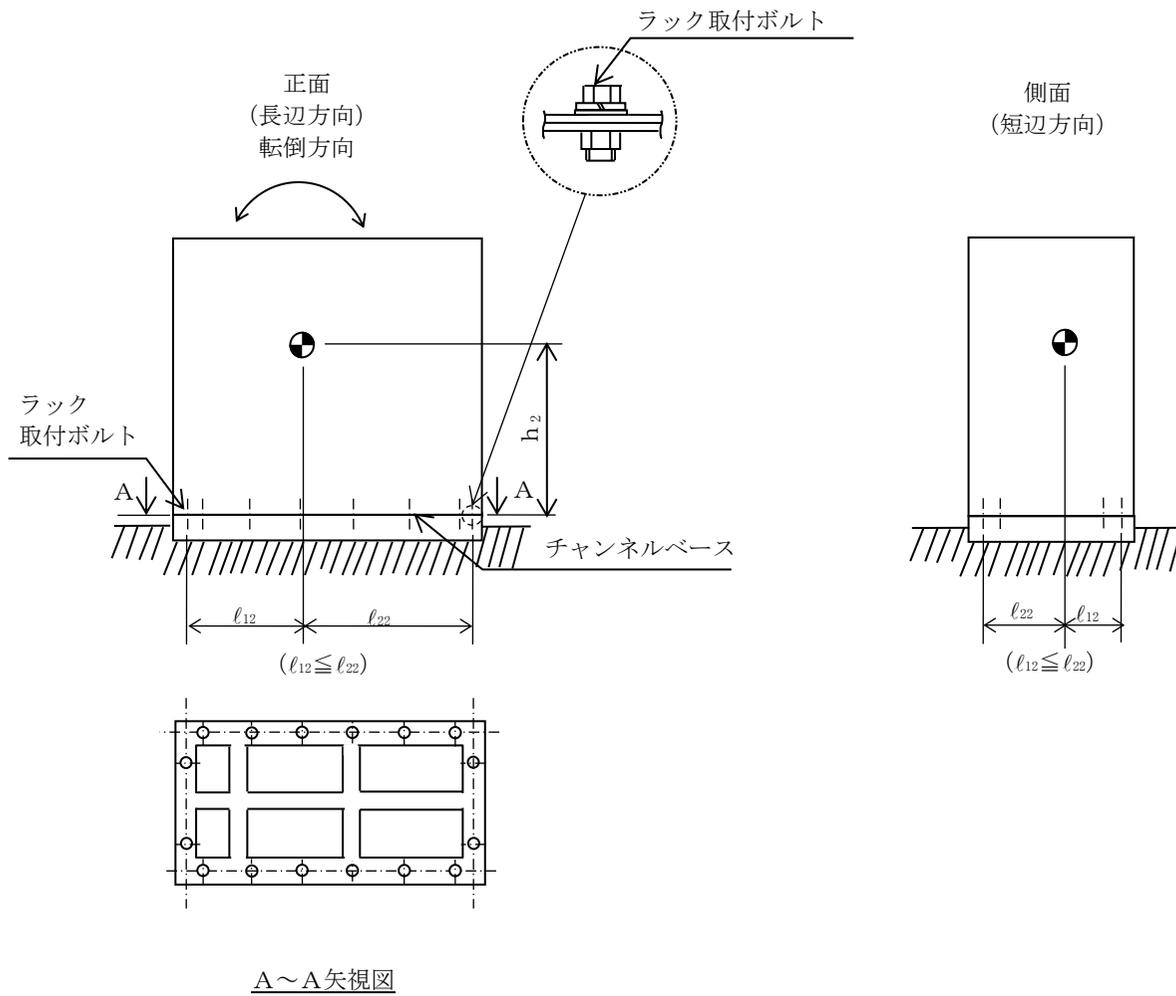
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉圧力 (B21-PT-012C)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



(2) ATWS 緩和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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、ATWS 緩和設備制御盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

ATWS 緩和設備制御盤は、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、ATWS 緩和設備制御盤は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、V-2-1-14「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

ATWS 緩和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>ATWS 緩和設備制御盤は、基礎に固定されたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【ATWS 緩和設備制御盤】</p> <p>正面 2400</p> <p>側面 1000</p> <p>2300</p> <p>盤</p> <p>取付ボルト</p> <p>基礎</p> <p>チャンネルベース</p> <p>(長辺方向)</p> <p>(短辺方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

ATWS 緩和設備制御盤の水平方向はプラスチックハンマ等により、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ，振動計，分析器）により記録解析する。試験の結果，剛であることを確認した。ATWS 緩和設備制御盤の鉛直方向の固有周期は，構造が同等であり，同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認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)

ATWS 緩和設備制御盤 (H11-P654)	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

盤の構造強度評価は、V-2-1-14「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

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

盤の許容応力は、V-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

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【ATWS 緩和設備制御盤 (H11-P654) 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	工学的安全 施設等の起動 信号	ATWS 緩和設備制御盤	常設耐震／防止	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
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 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		取付ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	241

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

盤の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

盤に設置される器具の機能確認済加速度は、V-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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
ATWS 緩和設備制御盤 (H11-P654)	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

ATWS 緩和設備制御盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。
発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ATWS 緩和設備制御盤 (H11-P654) 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	
ATWS 緩和設備制御盤 (H11-P654)	常設耐震/防止	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =2.06	C _V =1.42	50

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1290	16 (M16)	201.1	36	241 (径≤16mm)	394 (径≤16mm)

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)	350	530	12	—	276	—	長辺方向
	1035	1295	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 計算値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位: N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=81$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

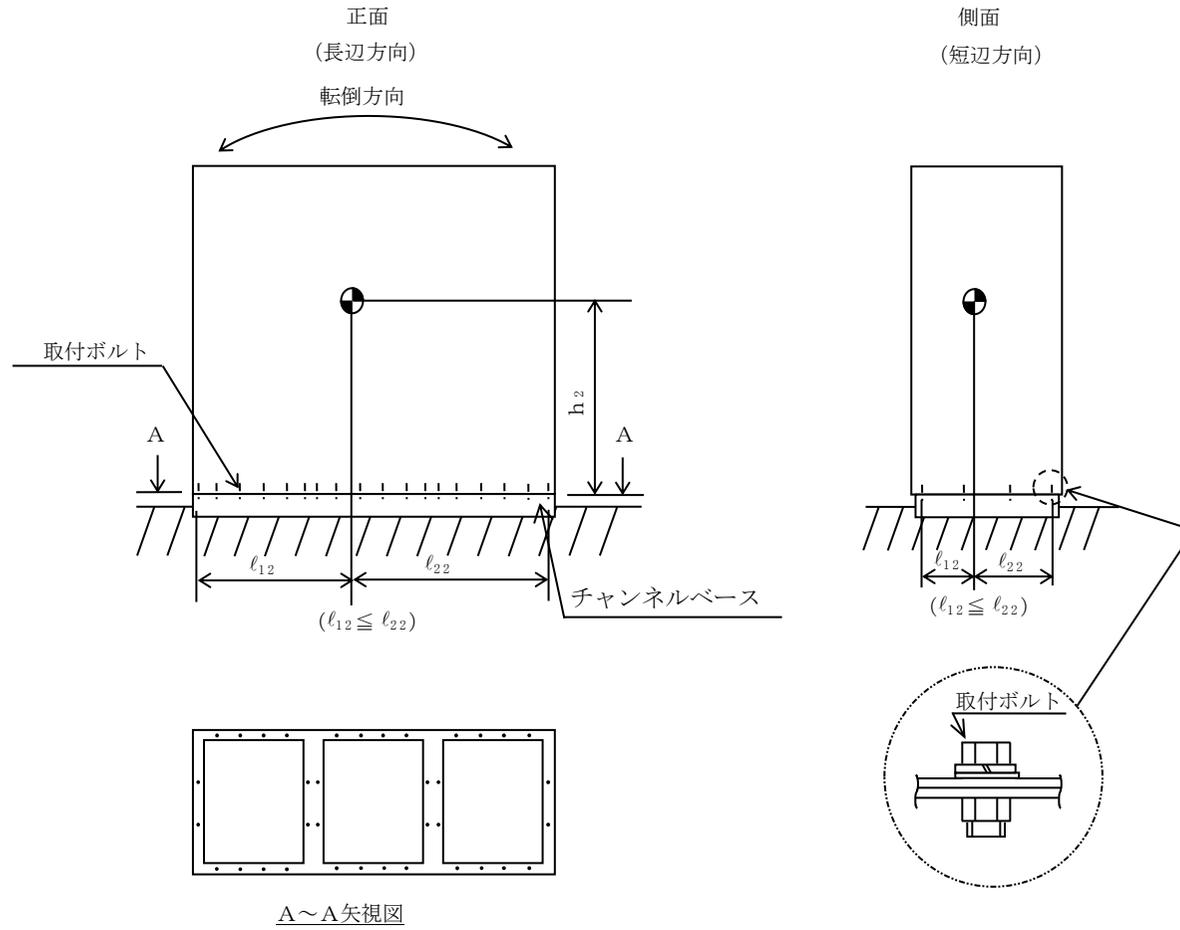
注記*: $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ATWS 緩和設備制御盤 (H11-P654)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*: 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



(3) 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	7
5. 評価結果	8
5.1 重大事故等対処設備としての評価結果	8

1. 概要

本計算書は、V-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有してい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

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>【代替制御棒挿入機能用電磁弁】</p> <p>高さ</p> <p>横</p> <p>たて</p> <p>電磁弁 (2 方向弁)</p> <p>制御棒駆動系管</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>代替制御棒 挿入機能用 電磁弁 (F043)</th> <th>代替制御棒 挿入機能用 電磁弁 (F047)</th> <th>代替制御棒 挿入機能用 電磁弁 (F048A)</th> <th>代替制御棒 挿入機能用 電磁弁 (F048B)</th> <th>代替制御棒 挿入機能用 電磁弁 (F049A)</th> <th>代替制御棒 挿入機能用 電磁弁 (F049B)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>95</td> <td>95</td> <td>95</td> <td>95</td> <td>95</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>80</td> <td>80</td> <td>80</td> <td>80</td> <td>80</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>170</td> <td>158</td> <td>158</td> <td>158</td> <td>158</td> <td>158</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位 : mm)</p>	機器名称	代替制御棒 挿入機能用 電磁弁 (F043)	代替制御棒 挿入機能用 電磁弁 (F047)	代替制御棒 挿入機能用 電磁弁 (F048A)	代替制御棒 挿入機能用 電磁弁 (F048B)	代替制御棒 挿入機能用 電磁弁 (F049A)	代替制御棒 挿入機能用 電磁弁 (F049B)	たて	95	95	95	95	95	95	横	80	80	80	80	80	80	高さ	170	158	158	158	158	158
機器名称	代替制御棒 挿入機能用 電磁弁 (F043)	代替制御棒 挿入機能用 電磁弁 (F047)	代替制御棒 挿入機能用 電磁弁 (F048A)	代替制御棒 挿入機能用 電磁弁 (F048B)	代替制御棒 挿入機能用 電磁弁 (F049A)	代替制御棒 挿入機能用 電磁弁 (F049B)																								
たて	95	95	95	95	95	95																								
横	80	80	80	80	80	80																								
高さ	170	158	158	158	158	158																								

表 2-2 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
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 (F044)】</p> <p>電磁弁 (3 方向弁)</p> <p>制御棒駆動系管</p> <p>制御棒駆動系管</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、V-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、地震時の応答加速度が動的機能確認済加速度以下であることを、「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。

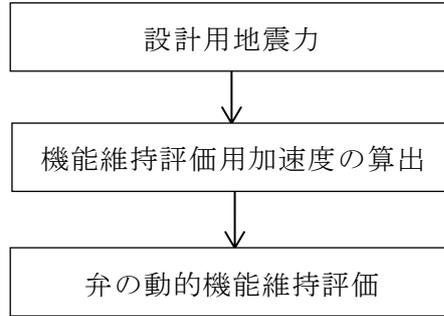


図2-1 代替制御棒挿入機能用電磁弁の耐震評価フロー

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 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

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、V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき、基準地震動 S_s により定まる応答加速度又は地震応答解析で評価した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 (×9.8m/s²)

評価部位	対象機器設置個所 (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 F043)	制御棒駆動系管 T. M. S. L. -8. 200 (T. M. S. L. -1. 700* ²)	水平	1. 33* ¹
		鉛直	1. 27
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 F044)	制御棒駆動系管 T. M. S. L. -8. 200 (T. M. S. L. -1. 700* ²)	水平	1. 64* ¹
		鉛直	1. 27
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 F047)	制御棒駆動系管 T. M. S. L. -8. 200 (T. M. S. L. -1. 700* ²)	水平	1. 94* ¹
		鉛直	1. 27
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 F048A)	制御棒駆動系管 T. M. S. L. -8. 200 (T. M. S. L. -1. 700* ²)	水平	1. 30
		鉛直	1. 27
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 F048B)	制御棒駆動系管 T. M. S. L. -8. 200 (T. M. S. L. -1. 700* ²)	水平	1. 30
		鉛直	1. 27
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 F049A)	制御棒駆動系管 T. M. S. L. -8. 200 (T. M. S. L. -1. 700* ²)	水平	1. 30
		鉛直	1. 27
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 F049B)	制御棒駆動系管 T. M. S. L. -8. 200 (T. M. S. L. -1. 700* ²)	水平	1. 30
		鉛直	1. 27

注記*1：取付部の配管に生じる応答加速度を示す。打ち切り振動数を 30Hz として計算した結果を示す。

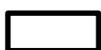
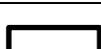
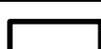
*2：基準床レベルを示す。

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、V-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/s²)

評価部位	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 F043)	水平	
	鉛直	
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 F044)	水平	
	鉛直	
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 F047)	水平	
	鉛直	
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 F048A)	水平	
	鉛直	
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 F048B)	水平	
	鉛直	
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 F049A)	水平	
	鉛直	
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 F049B)	水平	
	鉛直	

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が維持されていることを確認した。

(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 F043）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

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*1	機能確認済加速度
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 F043)	水平方向	1.33*2	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.27	<input type="text"/>

注記*1：基準地震動S_sにより定まる評価部位における応答加速度又は1.2・ZPAのいずれか大きい値とする。

*2：機能維持評価用加速度は、打ち切り振動数を30Hzとして計算した結果を示す。

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 F044）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

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*1	機能確認済加速度
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 F044)	水平方向	1.64*2	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.27	<input type="text"/>

注記*1：基準地震動S_sにより定まる評価部位における応答加速度又は1.2・ZPAのいずれか大きい値とする。

*2：機能維持評価用加速度は、打ち切り振動数を30Hzとして計算した結果を示す。

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 F047）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

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*1	機能確認済加速度
代替制御棒挿入機能用電磁弁 (弁番号 F047)	水平方向	1.94*2	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.27	<input type="text"/>

注記*1：基準地震動S_sにより定まる評価部位における応答加速度又は1.2・ZPAのいずれか大きい値とする。

*2：機能維持評価用加速度は、打ち切り振動数を30Hzとして計算した結果を示す。

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 F048A）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

(×9.8m/s²)

		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 F048A)	水平方向	1.30	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.27	<input type="text"/>

注記*：基準地震動S_sにより定まる評価部位における応答加速度又は1.2・ZPAのいずれか大きい値となる。

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 F048B）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

(×9.8m/s²)

		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 F048B)	水平方向	1.30	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.27	<input type="text"/>

注記*：基準地震動S_sにより定まる評価部位における応答加速度又は1.2・ZPAのいずれか大きい値となる。

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 F049A）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

(×9.8m/s²)

		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 F049A)	水平方向	1.30	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.27	<input type="text"/>

注記*：基準地震動S_sにより定まる評価部位における応答加速度又は1.2・ZPAのいずれか大きい値となる。

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 F049B）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

(×9.8m/s²)

		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 F049B)	水平方向	1.30	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.27	<input type="text"/>

注記*：基準地震動S_sにより定まる評価部位における応答加速度又は1.2・ZPAのいずれか大きい値となる。

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。

-2-6-7-2 ATWS 緩和設備（代替冷却材再循環ポンプ・トリップ機能）の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
-------------	---

1. 概要

ATWS 緩和設備（代替冷却材再循環ポンプ・トリップ機能）は、重大事故等対処設備においては常設重要重大事故防止設備に分類される。

以下， -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，ATWS 緩和設備（代替冷却材再循環ポンプ・トリップ機能）を構成する検出器，原子炉冷却材再循環ポンプ可変数電源装置及び盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

(1) 検出器

ATWS 緩和設備（代替冷却材再循環ポンプ・トリップ機能）は，原子炉圧力及び原子炉水位の検出器を使用しており，検出器の評価結果を，検出器の評価結果を， -2-6-5-15「原子炉圧力（SA）の耐震性についての計算書」， -2-6-7-1 (1)「検出器の耐震性についての計算書」及び本計算書に記載する。

(2) 主回路

ATWS 緩和設備（代替冷却材再循環ポンプ・トリップ機能）を構成する原子炉冷却材再循環ポンプ可変数電源装置の主回路の評価結果を，本計算書に記載する。

(3) 盤

ATWS 緩和設備（代替冷却材再循環ポンプ・トリップ機能）の盤の評価結果を， -2-6-7-1 (2)「ATWS 緩和設備制御盤の耐震性についての計算書」， -2-6-7-4 (5)「運転監視補助盤の耐震性についての計算書」及び本計算書に記載する。

本計算書は，以下の構成で ATWS 緩和設備（代替冷却材再循環ポンプ・トリップ機能）の評価結果を示す。

- (1) 検出器の耐震性についての計算書
- (2) 原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路の耐震性についての計算書
- (3) 原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤の耐震性についての計算書

(1) 検出器の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、原子炉水位が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

原子炉水位は、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、原子炉水位は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の壁掛形スタンションであるため、V-2-1-14「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

原子炉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、計器取付ボルトにより取付板に固定され、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。計器スターションは、基礎に基礎ボルトで設置する。</p>	<p>差圧式水位検出器</p>	<p>【原子炉水位】</p> <p>(正面方向)</p> <p>(側面方向)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>原子炉水位 (B21-LT-022A)</th> <th>原子炉水位 (B21-LT-022B)</th> <th>原子炉水位 (B21-LT-022C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>292</td> <td>292</td> <td>292</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>200</td> <td>200</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>1200</td> <td>1200</td> <td>1200</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	原子炉水位 (B21-LT-022A)	原子炉水位 (B21-LT-022B)	原子炉水位 (B21-LT-022C)	たて	292	292	292	横	200	200	200	高さ	1200	1200	1200
機器名称	原子炉水位 (B21-LT-022A)	原子炉水位 (B21-LT-022B)	原子炉水位 (B21-LT-022C)															
たて	292	292	292															
横	200	200	200															
高さ	1200	1200	1200															

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

原子炉水位 (B21-LT-022B) の固有周期はプラスチックハンマ等により、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置 (圧電式加速度ピックアップ, 振動計, 分析器) により記録解析する。試験の結果、剛であることを確認した。原子炉水位 (B21-LT-022A), 原子炉水位 (B21-LT-022C) の固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つスタンションに対する振動試験 (自由振動試験) の結果確認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)

原子炉水位 (B21-LT-022A)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
原子炉水位 (B21-LT-022B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉水位 (B21-LT-022C)	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

原子炉水位の構造強度評価は、V-2-1-14「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

原子炉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

原子炉水位の許容応力は、V-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【原子炉水位 (B21-LT-022A) の耐震性についての計算結果】、【原子炉水位 (B21-LT-022B) の耐震性についての計算結果】、【原子炉水位 (B21-LT-022C) 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	工学的安全施設 等の起動信号	代替冷却材再 循環ポンプ・ トリップ	原子炉水位低 (レベル3)	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 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
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 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	66	234	385	—
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	66	234	385	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉水位の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

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、V-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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
原子炉水位 (B21-LT-022A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉水位 (B21-LT-022B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉水位 (B21-LT-022C)	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

原子炉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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉水位（B21-LT-022A）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	
原子炉水位 (B21-LT-022A)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4. 800 (T. M. S. L. 12. 300*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.40	C _V =1.33	66

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉水位

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		131	12 (M12)	113.1	4	234 (径≤16mm)	385 (径≤16mm)

部材	l ₃ * (mm)	l _a * (mm)	l _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	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	655	160	1140	2	2	—	270	—	正面方向
	655	160	1140	2	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位: N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—	<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 _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	引張り	—	—	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=162^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=3$	$f_{sb}=124$

すべて許容応力以下である。

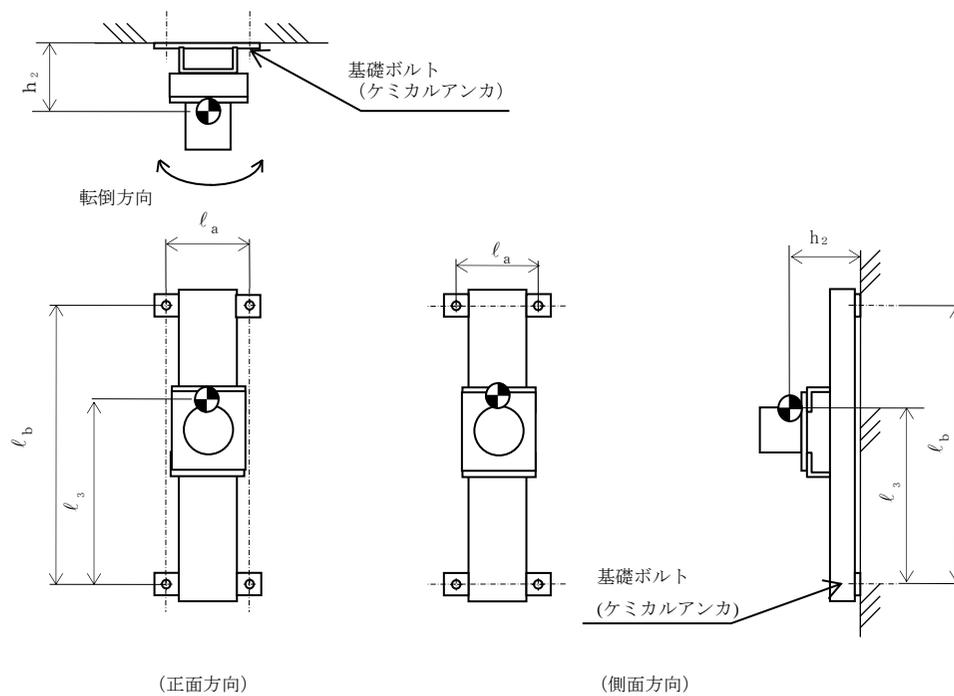
注記*: $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉水位 (B21-LT-022A)	水平方向	1.16	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.11	<input type="text"/>

注記*: 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉水位（B21-LT-022B）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	
原子炉水位 (B21-LT-022B)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4. 800 (T. M. S. L. 12. 300*)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—	—	C _H =1. 40	C _V =1. 33	66

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉水位

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト	<input type="text"/>	131	12 (M12)	113. 1	4	234 (径≤16mm)	385 (径≤16mm)

部材	l ₃ * (mm)	l _a * (mm)	l _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	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	655	160	1140	2	2	—	270	—	正面方向
	655	160	1140	2	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—	<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 _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	引張り	—	—	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=162^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=3$	$f_{sb}=124$

すべて許容応力以下である。

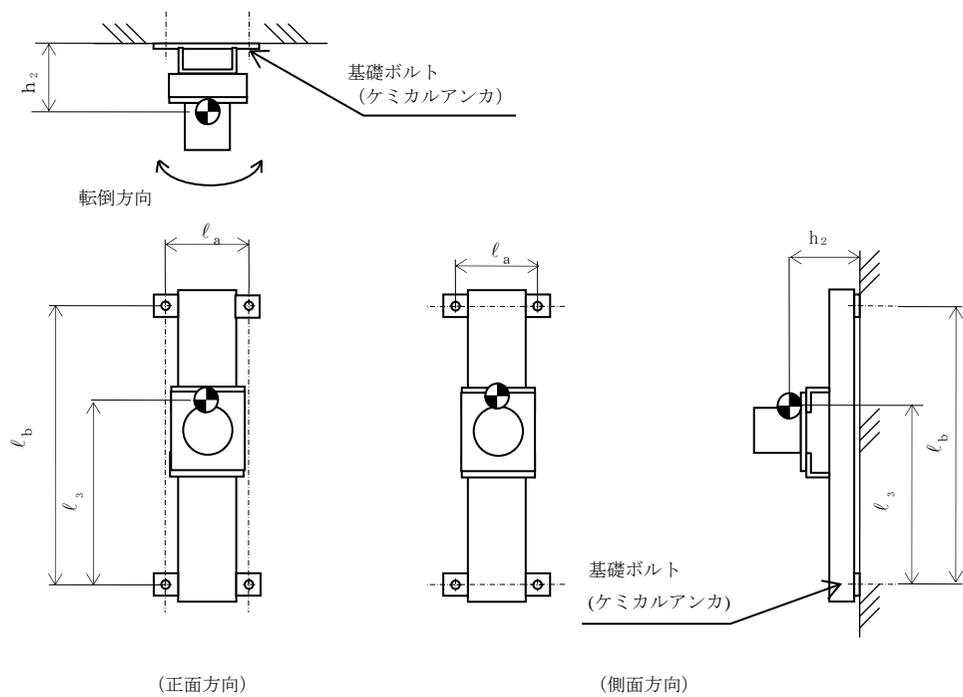
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉水位 (B21-LT-022B)	水平方向	1.16	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.11	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉水位（B21-LT-022C）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	
原子炉水位 (B21-LT-022C)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4. 800 (T. M. S. L. 12. 300*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.40	C _V =1.33	66

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉水位

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		131	12 (M12)	113.1	4	234 (径≤16mm)	385 (径≤16mm)

部材	l ₃ * (mm)	l _a * (mm)	l _b * (mm)	n _{fV} * (mm)	n _{fH} * (mm)	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	655	160	1140	2	2	—	270	—	正面方向
	655	160	1140	2	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—	<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 _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	引張り	—	—	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=162^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=3$	$f_{sb}=124$

すべて許容応力以下である。

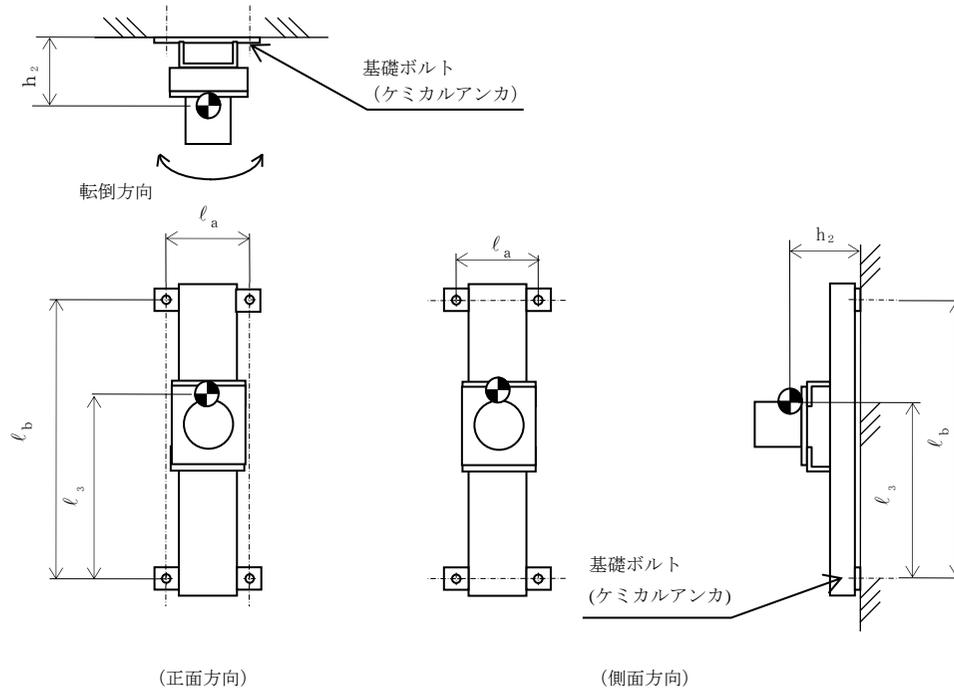
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉水位 (B21-LT-022C)	水平方向	1.16	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.11	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



(2) 原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路
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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、V-2-1-14「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

原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路の構造計画を表 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																																													
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路は、基礎に固定されたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路】</p> <p>(長辺方向) (短辺方向)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>C81-P001A</th> <th>C81-P001B</th> <th>C81-P001C</th> <th>C81-P001D</th> <th>C81-P001E</th> <th>C81-P001F</th> <th>C81-P001G</th> <th>C81-P001H</th> <th>C81-P001J</th> <th>C81-P001K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>1500</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>5200</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2300</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	C81-P001A	C81-P001B	C81-P001C	C81-P001D	C81-P001E	C81-P001F	C81-P001G	C81-P001H	C81-P001J	C81-P001K	たて	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	横	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	高さ	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300
機器名称	C81-P001A	C81-P001B	C81-P001C	C81-P001D	C81-P001E	C81-P001F	C81-P001G	C81-P001H	C81-P001J	C81-P001K																																				
たて	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500																																				
横	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200	5200																																				
高さ	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300																																				

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路はプラスチックハンマ等により、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により記録解析する。試験の結果、剛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)

原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置主回路 (C81-P001A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置主回路 (C81-P001B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置主回路 (C81-P001C)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置主回路 (C81-P001D)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置主回路 (C81-P001E)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置主回路 (C81-P001F)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置主回路 (C81-P001G)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置主回路 (C81-P001H)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置主回路 (C81-P001J)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置主回路 (C81-P001K)	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

原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路の構造強度評価は、V-2-1-14「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

原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路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

原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路の許容応力は、V-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

原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路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【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001A) の耐震性についての計算結果】、【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001B) の耐震性についての計算結果】、【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001C) の耐震性についての計算結果】、【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001D) の耐震性についての計算結果】、【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001E) の耐震性についての計算結果】、【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001F) の耐震性についての計算結果】、【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001G) の耐震性についての計算結果】、【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001H) の耐震性についての計算結果】、【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001J) の耐震性についての計算結果】及び【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001K) 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	原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置主回路	常設耐震／防止	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ として $IV_A S$ の 許容限界を用いる。)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _{AS}	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _{AS} (V _{AS} としてIV _{AS} の 許容限界を用いる。)		

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

*2 : 当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		取付ボルト	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路に設置される器具の機能確認済加速度は、V-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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001C)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001D)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001E)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001F)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001G)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001H)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001J)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001K)	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

原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001A) 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	
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置 主回路 (C81-P001A)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800*	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	1130	16 (M16)	201.1	36	235 (16mm ≤ 径 ≤ 40mm)	400 (16mm ≤ 径 ≤ 40mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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)	2389	2611	18	—	280	—	長辺方向
	717	783	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=126$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=21$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

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

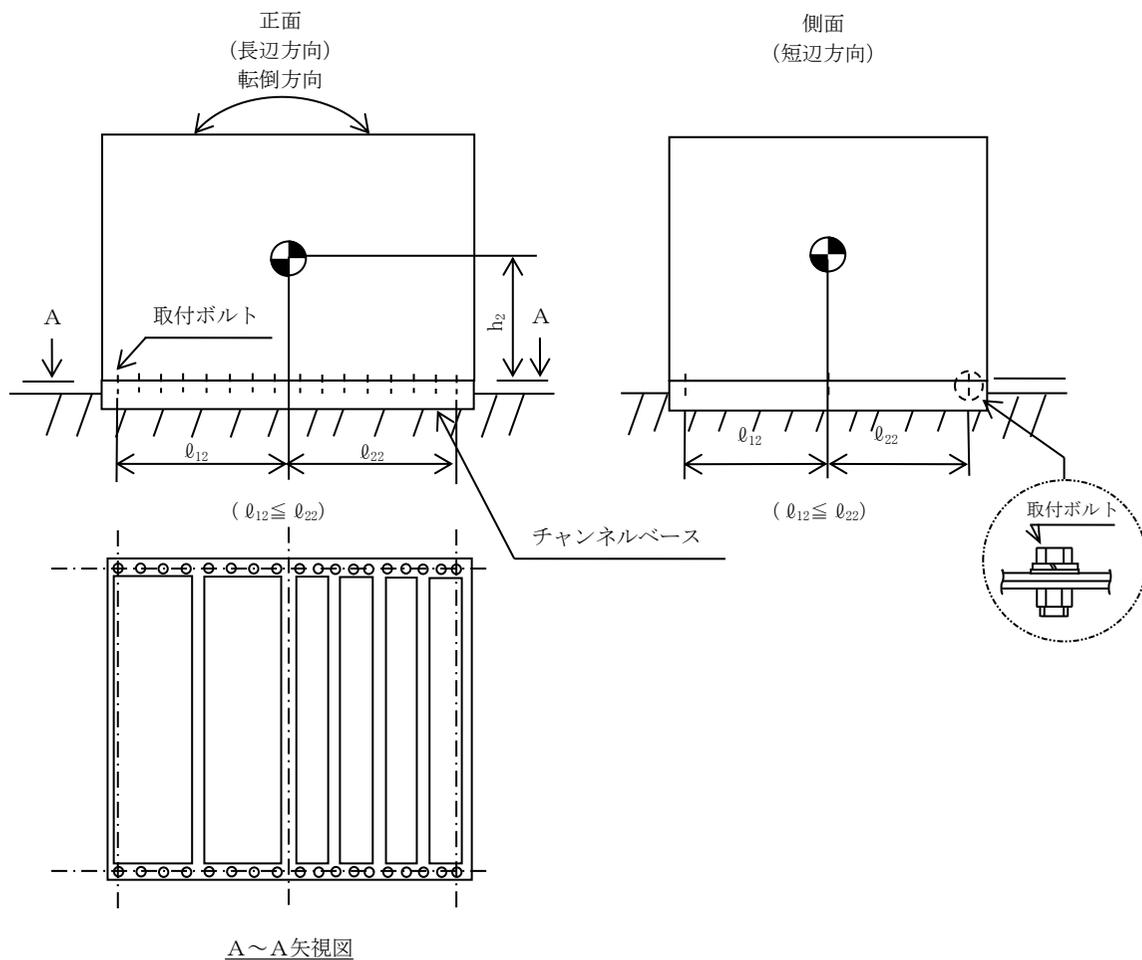
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉冷却材再循環 ポンプ可変周波数 電源装置主回路 (C81-P001A)	水平方向	0.83	<input type="text"/>
	鉛直方向	0.84	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001B) 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	
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置 主回路 (C81-P001B)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800*	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	1130	16 (M16)	201.1	36	235 (16mm ≤ 径 ≤ 40mm)	400 (16mm ≤ 径 ≤ 40mm)

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)	2389	2611	18	—	280	—	長辺方向
	717	783	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=126$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=21$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

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

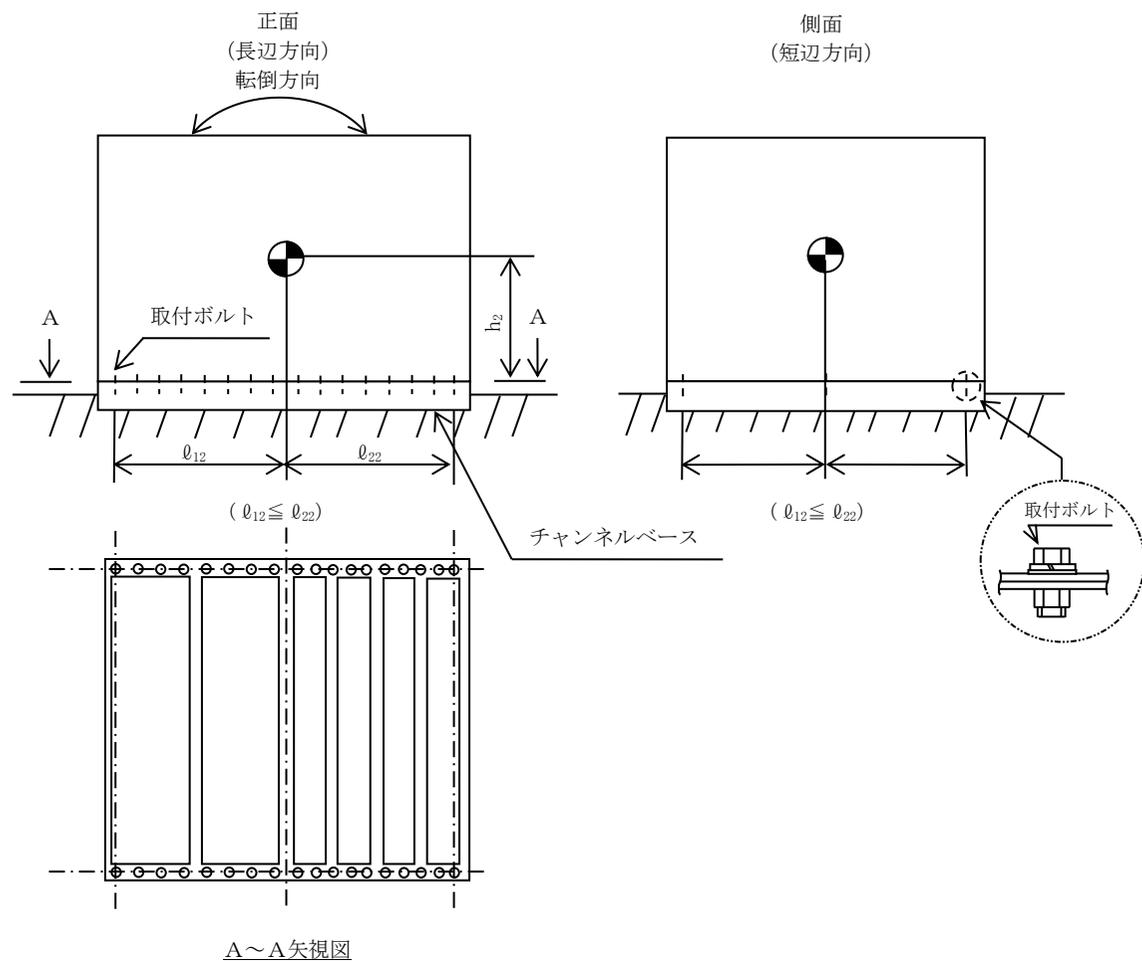
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉冷却材再循環 ポンプ可変周波数 電源装置主回路 (C81-P001B)	水平方向	0.83	<input type="text"/>
	鉛直方向	0.84	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001C) 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	
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置 主回路 (C81-P001C)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800*	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	1130	16 (M16)	201.1	36	235 (16mm ≤ 径 ≤ 40mm)	400 (16mm ≤ 径 ≤ 40mm)

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)	2389	2611	18	—	280	—	長辺方向
	717	783	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=126$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=21$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

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

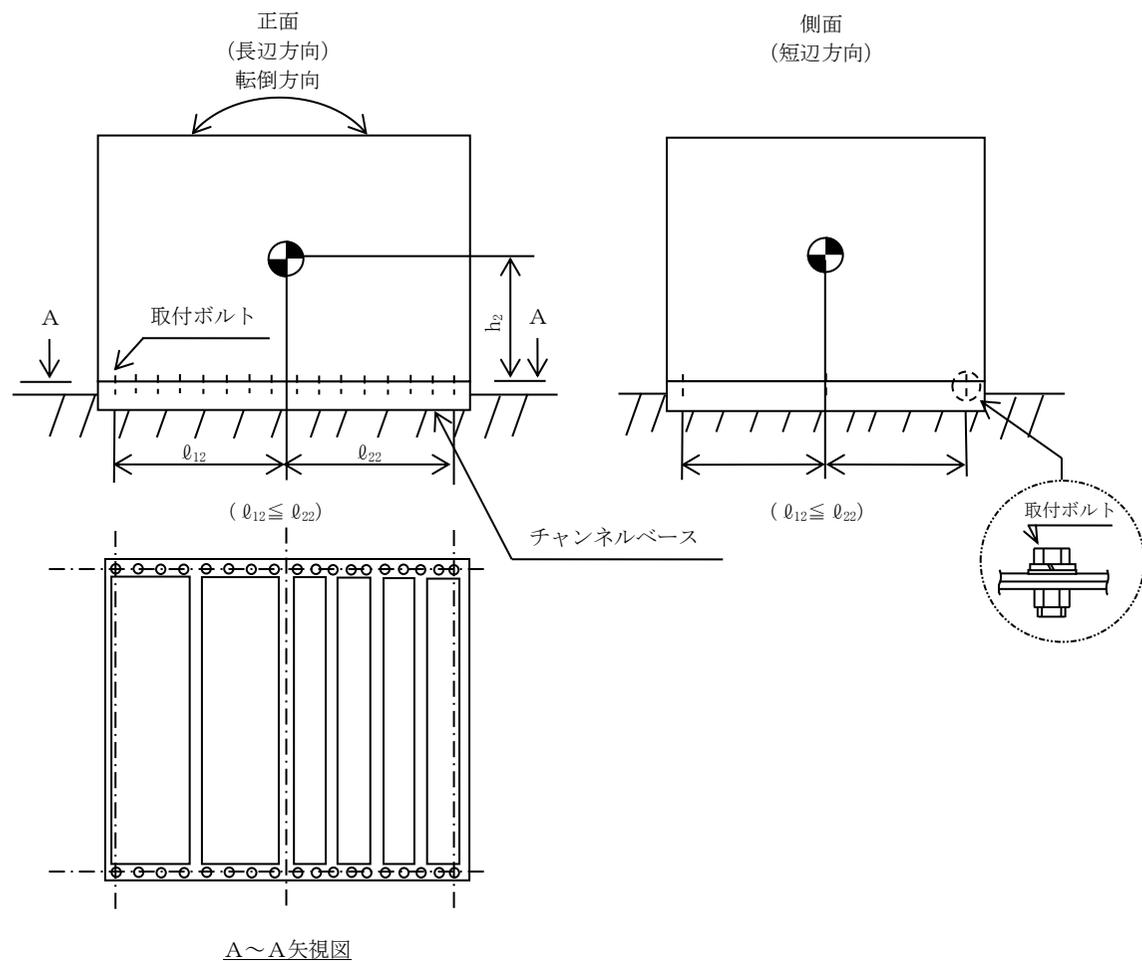
1.4.2 電氣的機能の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉冷却材再循環 ポンプ可変周波数 電源装置主回路 (C81-P001C)	水平方向	0.83	<input type="text"/>
	鉛直方向	0.84	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001D) 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	
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置 主回路 (C81-P001D)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800*	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	1130	16 (M16)	201.1	36	235 (16mm ≤ 径 ≤ 40mm)	400 (16mm ≤ 径 ≤ 40mm)

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)	2389	2611	18	—	280	—	長辺方向
	717	783	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=126$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=21$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

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

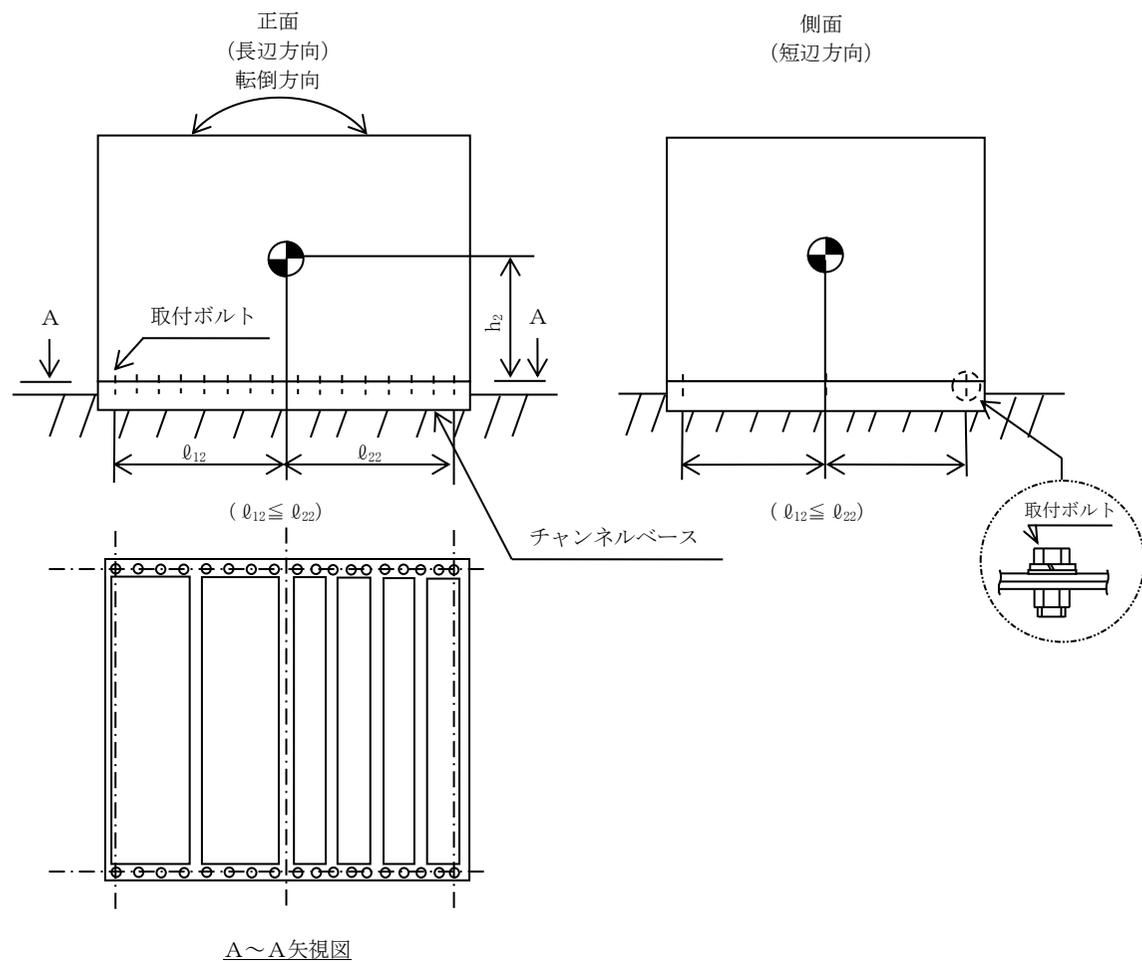
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉冷却材再循環 ポンプ可変周波数 電源装置主回路 (C81-P001D)	水平方向	0.83	<input type="text"/>
	鉛直方向	0.84	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001E) 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	
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置 主回路 (C81-P001E)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800*	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A ^b _i (mm ²)	n _i	S _y _i (MPa)	S _u _i (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	1130	16 (M16)	201.1	36	235 (16mm ≤ 径 ≤ 40mm)	400 (16mm ≤ 径 ≤ 40mm)

部材	ℓ _{1i} * (mm)	ℓ _{2i} * (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)	2389	2611	18	—	280	—	長辺方向
	717	783	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=126$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=21$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

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

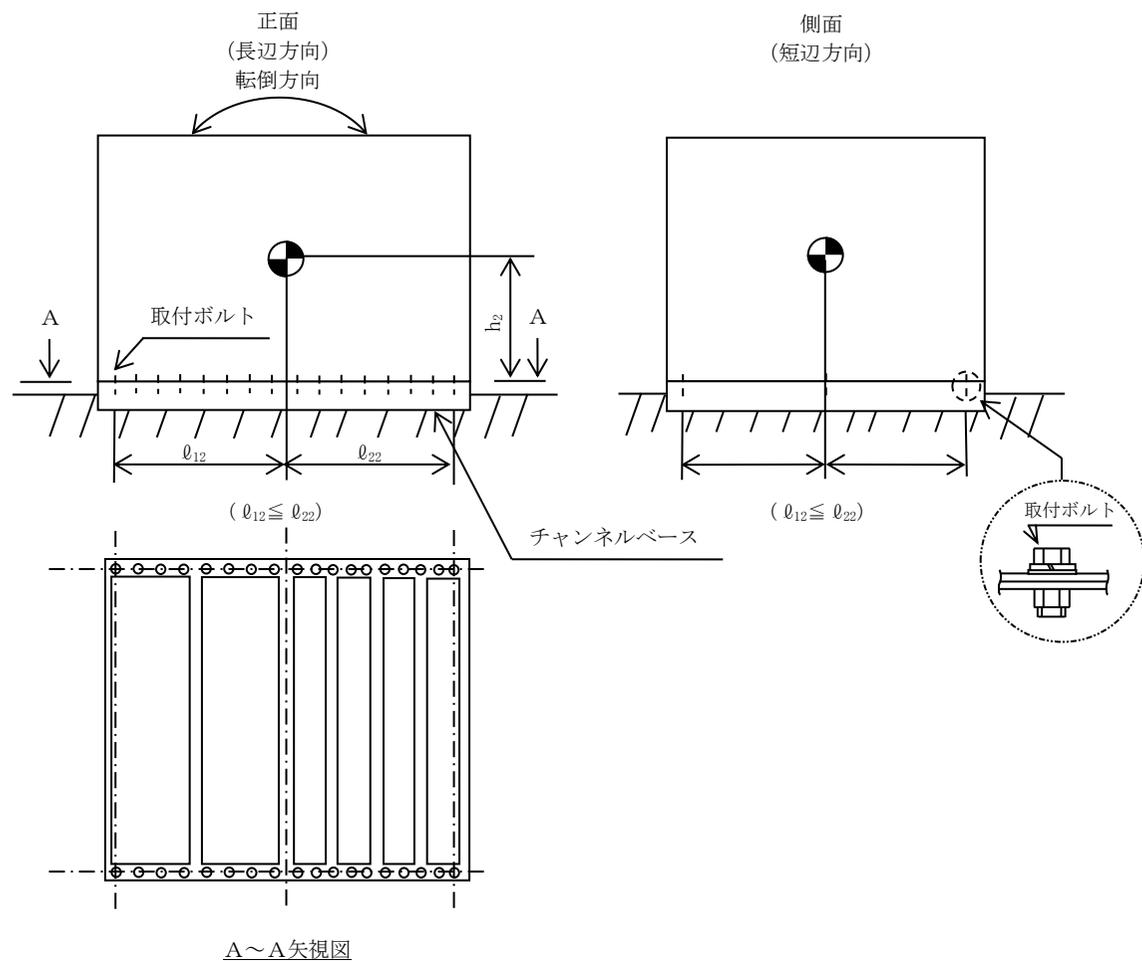
1.4.2 電氣的機能の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉冷却材再循環 ポンプ可変周波数 電源装置主回路 (C81-P001E)	水平方向	0.83	<input type="text"/>
	鉛直方向	0.84	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001F) 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	
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置 主回路 (C81-P001F)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800*	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A ^b _i (mm ²)	n _i	S _y _i (MPa)	S _u _i (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	1130	16 (M16)	201.1	36	235 (16mm ≤ 径 ≤ 40mm)	400 (16mm ≤ 径 ≤ 40mm)

部材	ℓ _{1i} * (mm)	ℓ _{2i} * (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)	2389	2611	18	—	280	—	長辺方向
	717	783	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=126$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=21$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

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

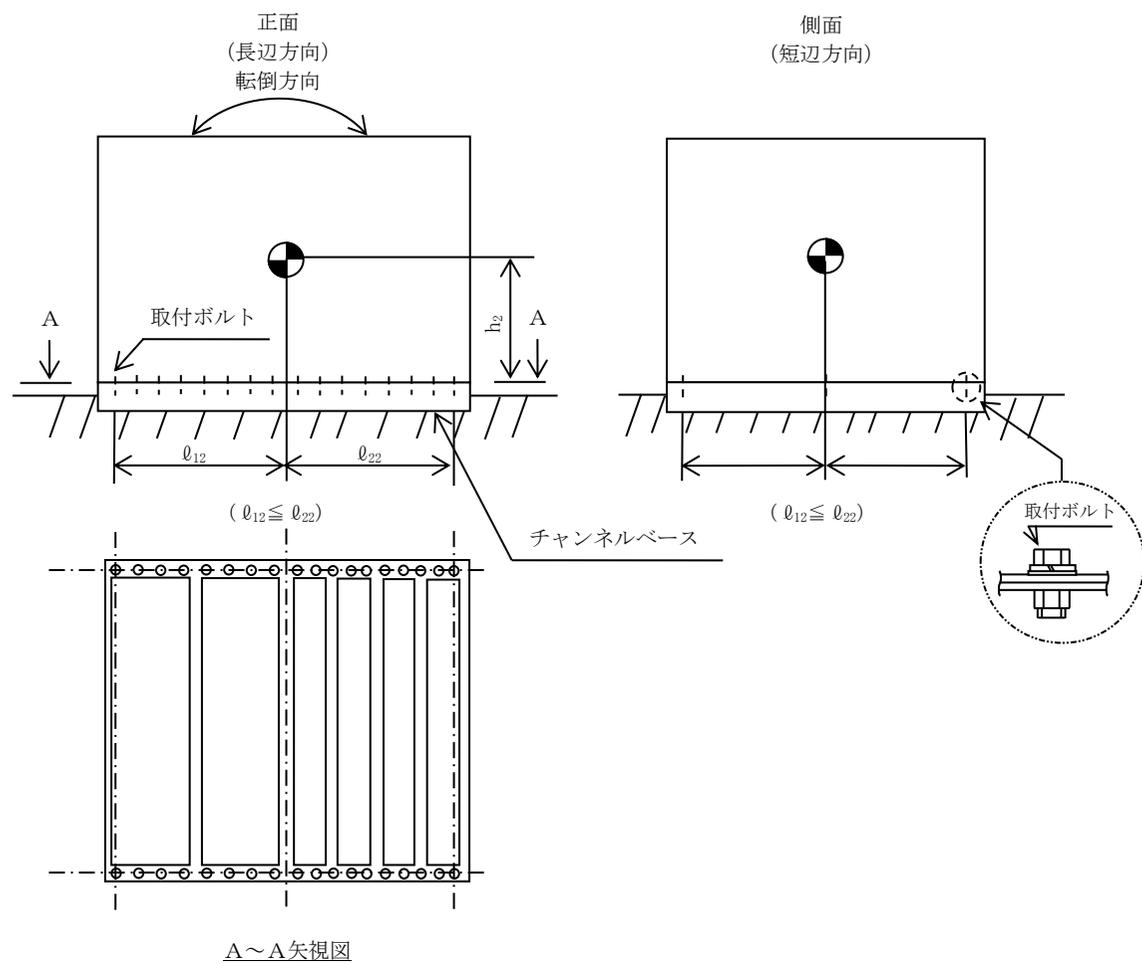
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉冷却材再循環 ポンプ可変周波数 電源装置主回路 (C81-P001F)	水平方向	0.83	<input type="text"/>
	鉛直方向	0.84	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001G) 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	
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置 主回路 (C81-P001G)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800*	□	□	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1130	16 (M16)	201.1	36	235 (16mm ≤ 径 ≤ 40mm)	400 (16mm ≤ 径 ≤ 40mm)

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)	2389	2611	18	—	280	—	長辺方向
	717	783	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=126$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=21$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

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

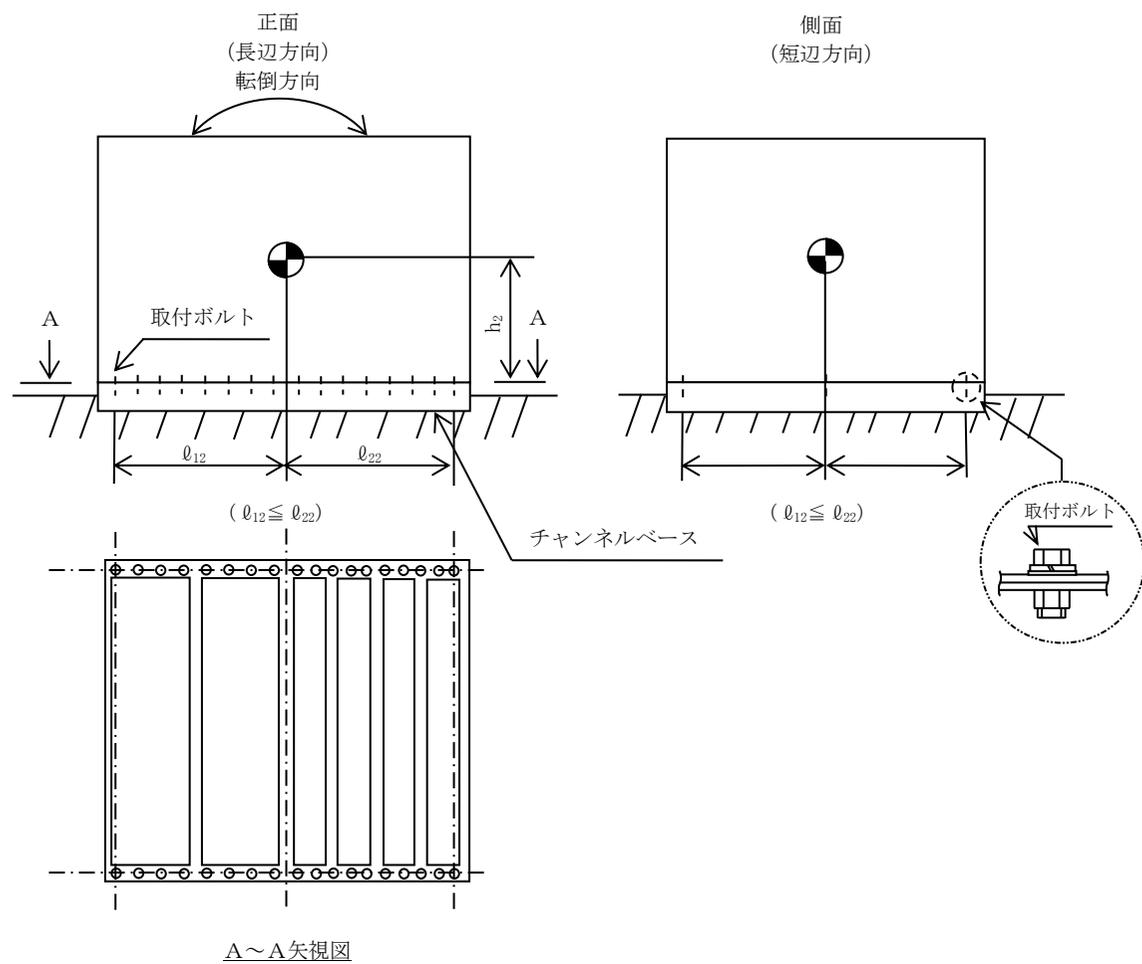
1.4.2 電氣的機能の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉冷却材再循環 ポンプ可変周波数 電源装置主回路 (C81-P001G)	水平方向	0.83	<input type="text"/>
	鉛直方向	0.84	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001H) 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	
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置 主回路 (C81-P001H)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800*	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A ^b _i (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	1130	16 (M16)	201.1	36	235 (16mm ≤ 径 ≤ 40mm)	400 (16mm ≤ 径 ≤ 40mm)

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)	2389	2611	18	—	280	—	長辺方向
	717	783	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=126$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=21$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

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

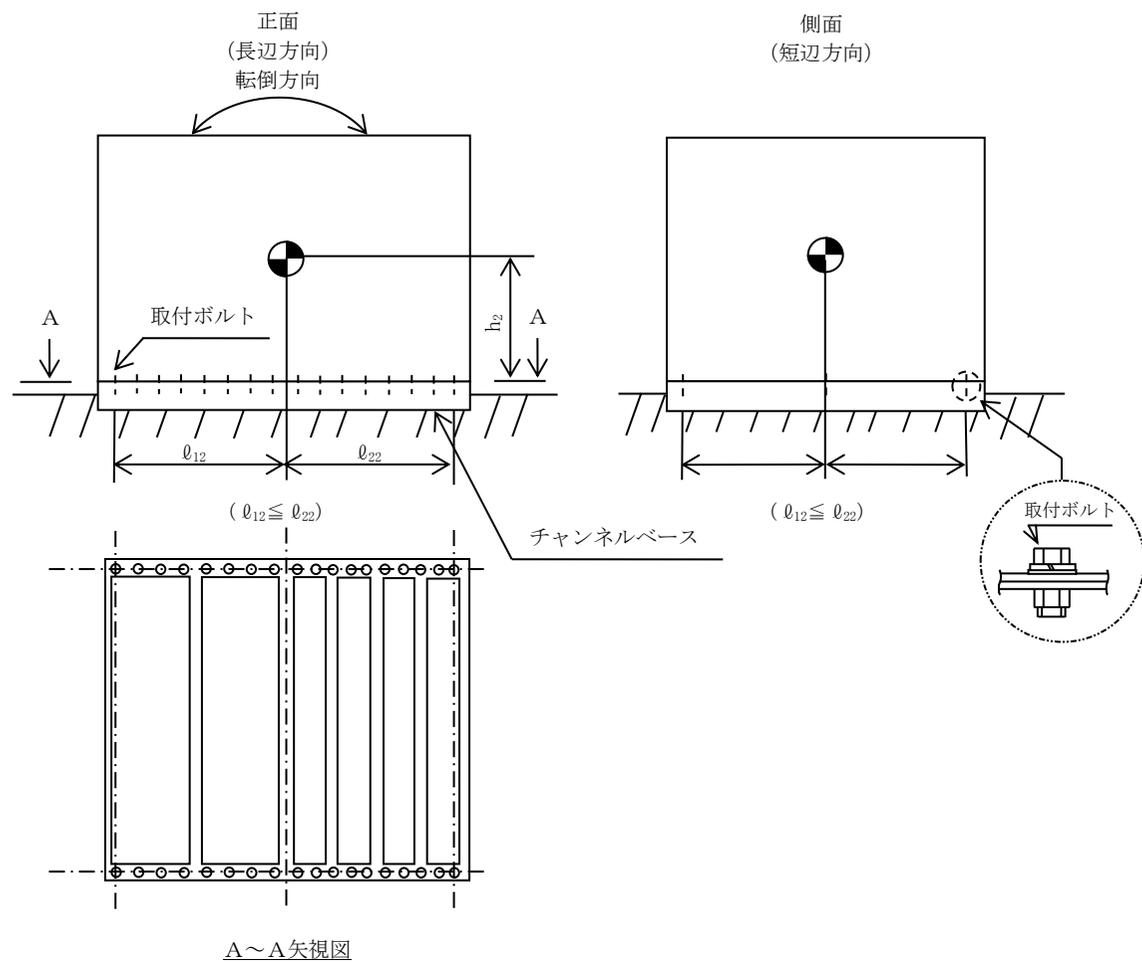
1.4.2 電氣的機能の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉冷却材再循環 ポンプ可変周波数 電源装置主回路 (C81-P001H)	水平方向	0.83	<input type="text"/>
	鉛直方向	0.84	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001J) 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	
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置 主回路 (C81-P001J)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800*	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A ^b _i (mm ²)	n _i	S _y _i (MPa)	S _u _i (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	1130	16 (M16)	201.1	36	235 (16mm ≤ 径 ≤ 40mm)	400 (16mm ≤ 径 ≤ 40mm)

部材	ℓ _{1i} * (mm)	ℓ _{2i} * (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)	2389	2611	18	—	280	—	長辺方向
	717	783	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=126$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=21$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

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

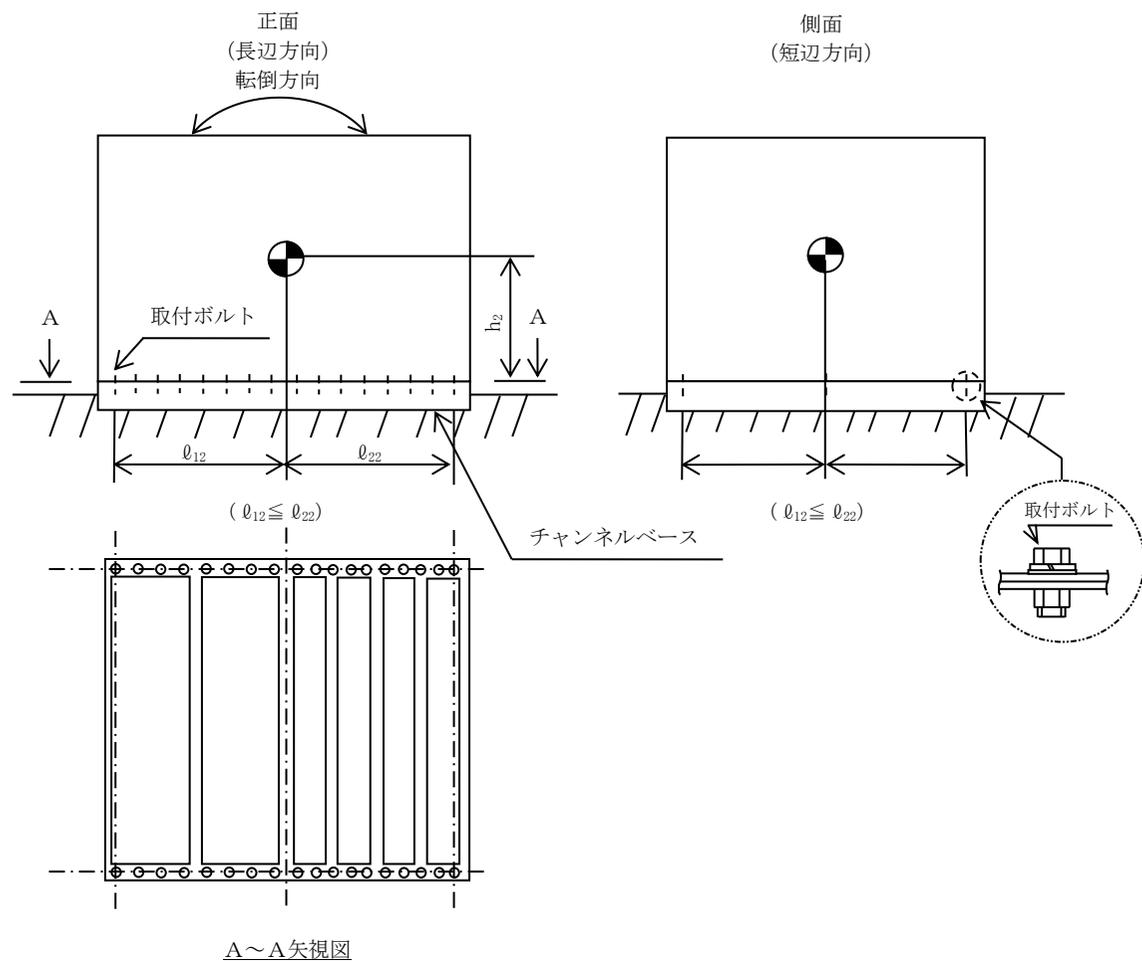
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉冷却材再循環 ポンプ可変周波数 電源装置主回路 (C81-P001J)	水平方向	0.83	<input type="text"/>
	鉛直方向	0.84	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置主回路 (C81-P001K) 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	
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置 主回路 (C81-P001K)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800*	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	40

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	1130	16 (M16)	201.1	36	235 (16mm ≤ 径 ≤ 40mm)	400 (16mm ≤ 径 ≤ 40mm)

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)	2389	2611	18	—	280	—	長辺方向
	717	783	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=126$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=21$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

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

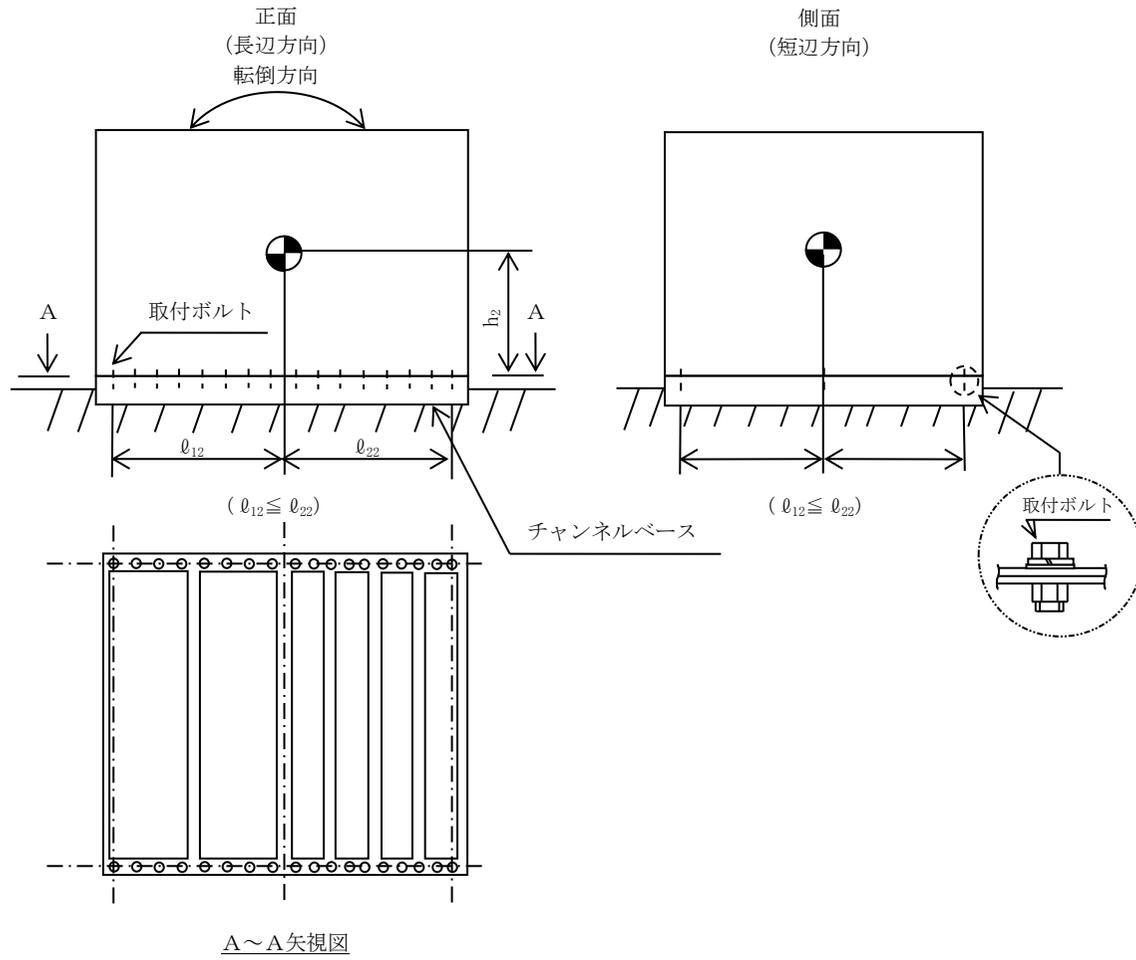
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉冷却材再循環 ポンプ可変周波数 電源装置主回路 (C81-P001K)	水平方向	0.83	<input type="text"/>
	鉛直方向	0.84	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



- (3) 原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤
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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤は、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、原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、V-2-1-14「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

原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源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																																																							
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤は、基礎に固定されたチャンネルベースにラック取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖形の盤)	<p>【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤】</p> <p>正面 横</p> <p>側面 たて</p> <p>高さ</p> <p>基礎</p> <p>チャンネルベース</p> <p>(長辺方向) (短辺方向)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">機器 名称</th> <th colspan="10">原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤</th> </tr> <tr> <th>C81- P002A</th> <th>C81- P002B</th> <th>C81- P002C</th> <th>C81- P002D</th> <th>C81- P002E</th> <th>C81- P002F</th> <th>C81- P002G</th> <th>C81- P002H</th> <th>C81- P002J</th> <th>C81- P002K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>700</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>3200</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2300</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器 名称	原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤										C81- P002A	C81- P002B	C81- P002C	C81- P002D	C81- P002E	C81- P002F	C81- P002G	C81- P002H	C81- P002J	C81- P002K	たて	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	横	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	高さ	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300
機器 名称	原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤																																																							
	C81- P002A	C81- P002B	C81- P002C	C81- P002D	C81- P002E	C81- P002F	C81- P002G	C81- P002H	C81- P002J	C81- P002K																																														
たて	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700																																														
横	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200																																														
高さ	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300	2300																																														

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤の固有周期はプラスチックハンマ等により、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により記録解析する。試験の結果、剛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)

原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置制御盤 (C81-P002A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置制御盤 (C81-P002B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置制御盤 (C81-P002C)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置制御盤 (C81-P002D)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置制御盤 (C81-P002E)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置制御盤 (C81-P002F)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置制御盤 (C81-P002G)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置制御盤 (C81-P002H)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置制御盤 (C81-P002J)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置制御盤 (C81-P002K)	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

盤の構造強度評価は、V-2-1-14「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

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

盤の許容応力は、V-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

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【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤（C81-P002A）の耐震性についての計算結果】、【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤（C81-P002B）の耐震性についての計算結果】、【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤（C81-P002C）の耐震性についての計算結果】、【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤（C81-P002D）の耐震性についての計算結果】、【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤（C81-P002E）の耐震性についての計算結果】、【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤（C81-P002F）の耐震性についての計算結果】、【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤（C81-P002G）の耐震性についての計算結果】、【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤（C81-P002H）の耐震性についての計算結果】、【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤（C81-P002J）の耐震性についての計算結果】、【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤（C81-P002K）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	原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置制御盤	常設耐震/防止	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記*1:「常設耐震/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

*2: その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3:「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _A S	1.5・f _t [*]	1.5・f _s [*]
V _A S (V _A SとしてIV _A Sの許容限界を用いる。)		

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

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	40	245	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

盤の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

盤に設置される器具の機能確認済加速度は、V-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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置制御盤 (C81-P002A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置制御盤 (C81-P002B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置制御盤 (C81-P002C)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置制御盤 (C81-P002D)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置制御盤 (C81-P002E)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置制御盤 (C81-P002F)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置制御盤 (C81-P002G)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置制御盤 (C81-P002H)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置制御盤 (C81-P002J)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数 電源装置制御盤 (C81-P002K)	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

原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤（C81-P002A）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	
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置制御盤 (C81-P002A)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800*	□	□	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1260	16 (M16)	201.1	28	245 (径≤16mm)	400 (径≤16mm)

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)	240	365	12	—	280	—	長辺方向
	1375	1755	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=106$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

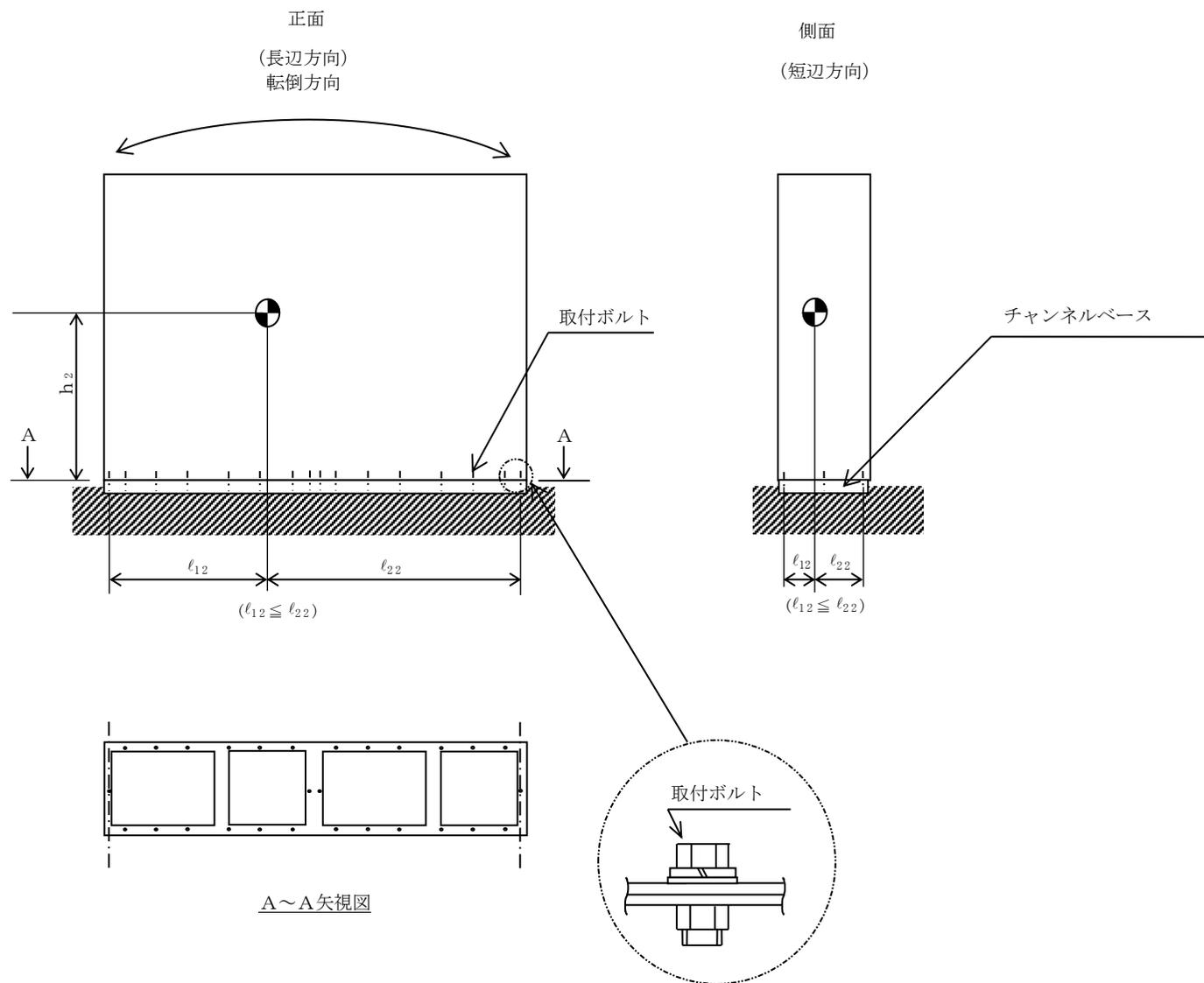
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置制御盤 (C81-P002A)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤（C81-P002B）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	
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置制御盤 (C81-P002B)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800*	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	1260	16 (M16)	201.1	28	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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)	240	365	12	—	280	—	長辺方向
	1375	1755	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=106$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

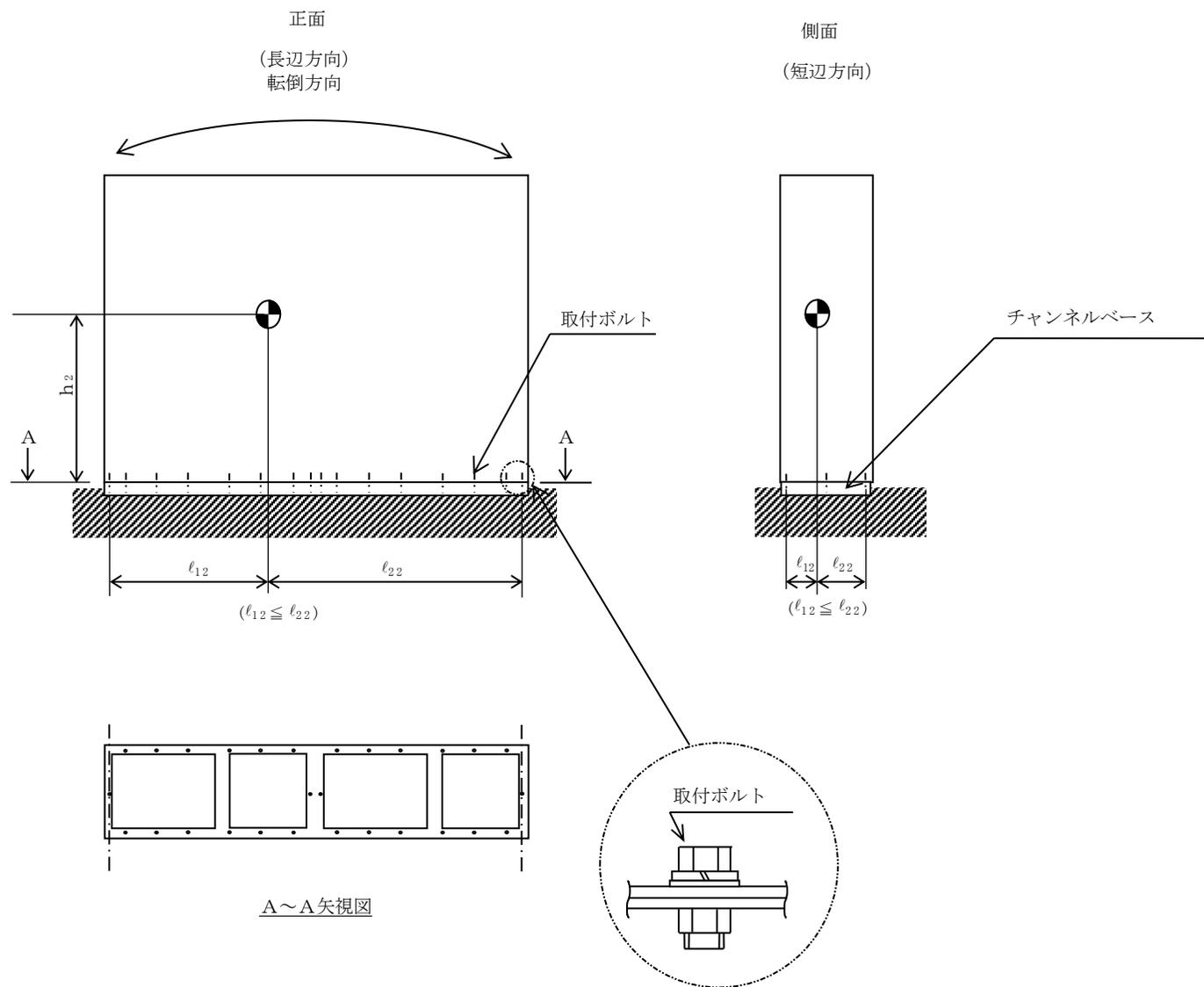
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置制御盤 (C81-P002B)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤（C81-P002C）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	
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置制御盤 (C81-P002C)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800*	□	□	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1260	16 (M16)	201.1	28	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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)	240	365	12	—	280	—	長辺方向
	1375	1755	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 _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=106$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

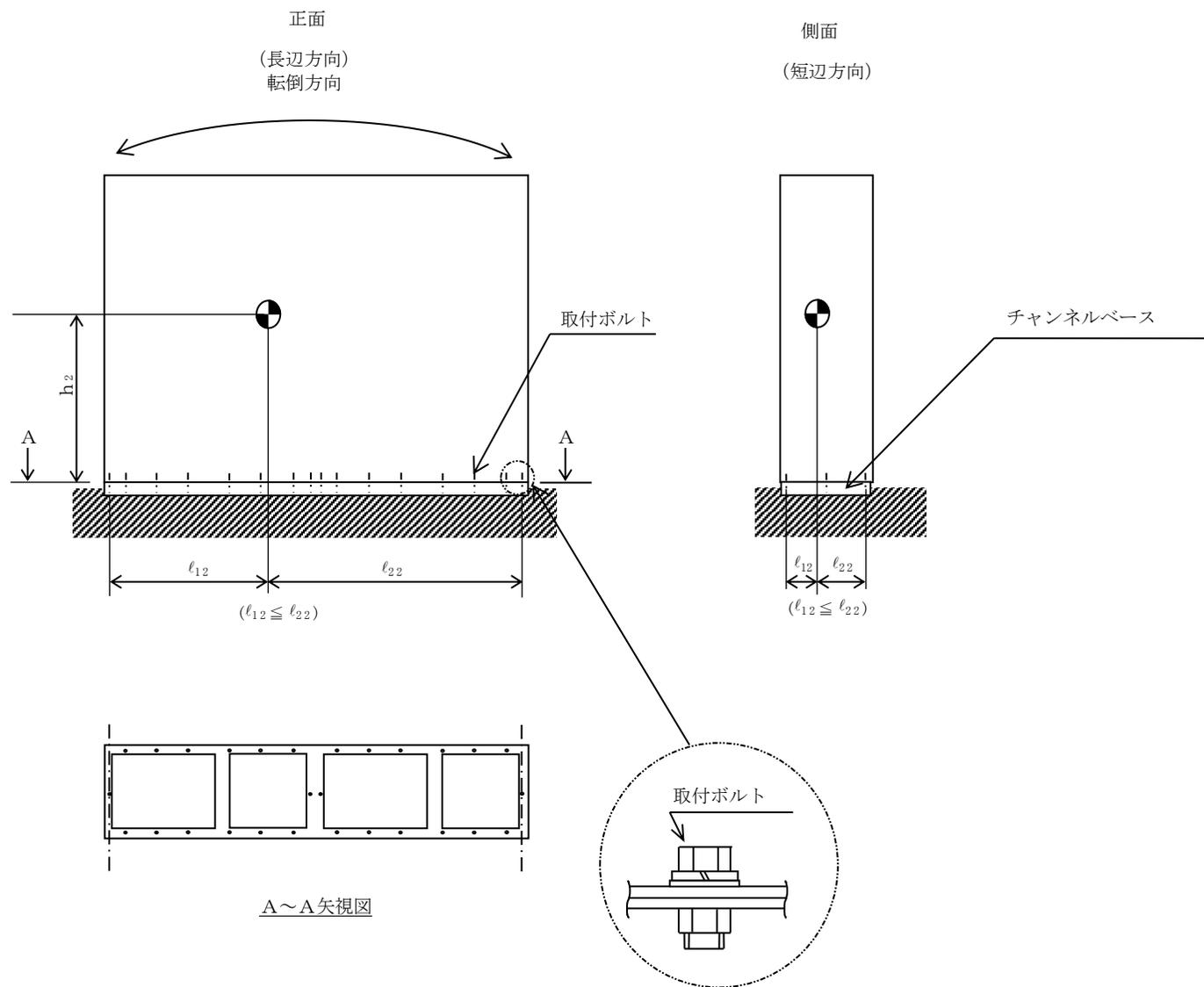
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置制御盤 (C81-P002C)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤（C81-P002D）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	
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置制御盤 (C81-P002D)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800*	□	□	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1260	16 (M16)	201.1	28	245 (径≤16mm)	400 (径≤16mm)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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)	240	365	12	—	280	—	長辺方向
	1375	1755	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=106$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

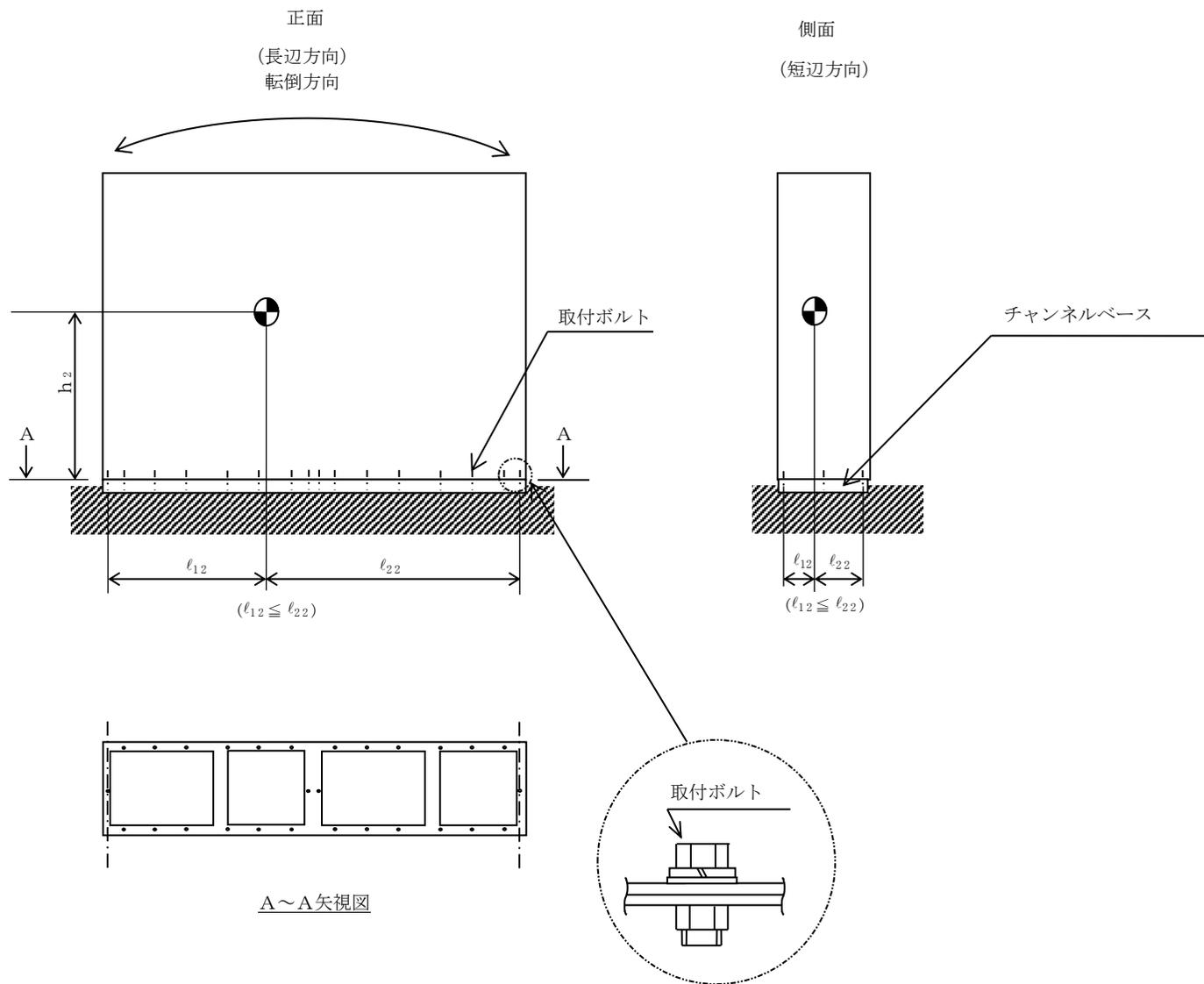
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置制御盤 (C81-P002D)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤（C81-P002E）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	
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置制御盤 (C81-P002E)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.800*	□	□	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1260	16 (M16)	201.1	28	245 (径≤16mm)	400 (径≤16mm)

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)	240	365	12	—	280	—	長辺方向
	1375	1755	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 _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=106$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

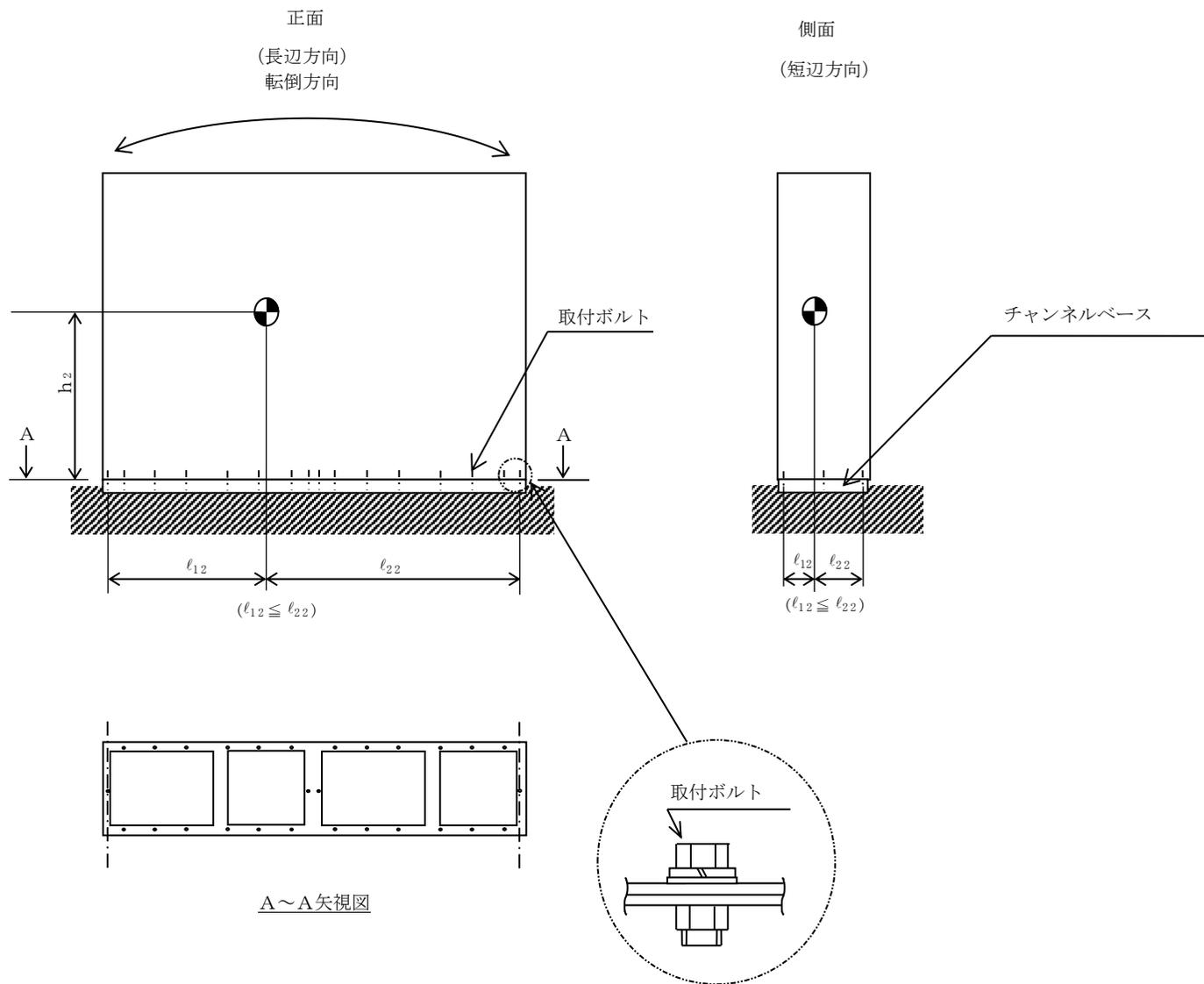
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置制御盤 (C81-P002E)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤（C81-P002F）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	
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置制御盤 (C81-P002F)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L 4.800*	□	□	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1260	16 (M16)	201.1	28	245 (径≤16mm)	400 (径≤16mm)

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)	240	365	12	—	280	—	長辺方向
	1375	1755	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 _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=106$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

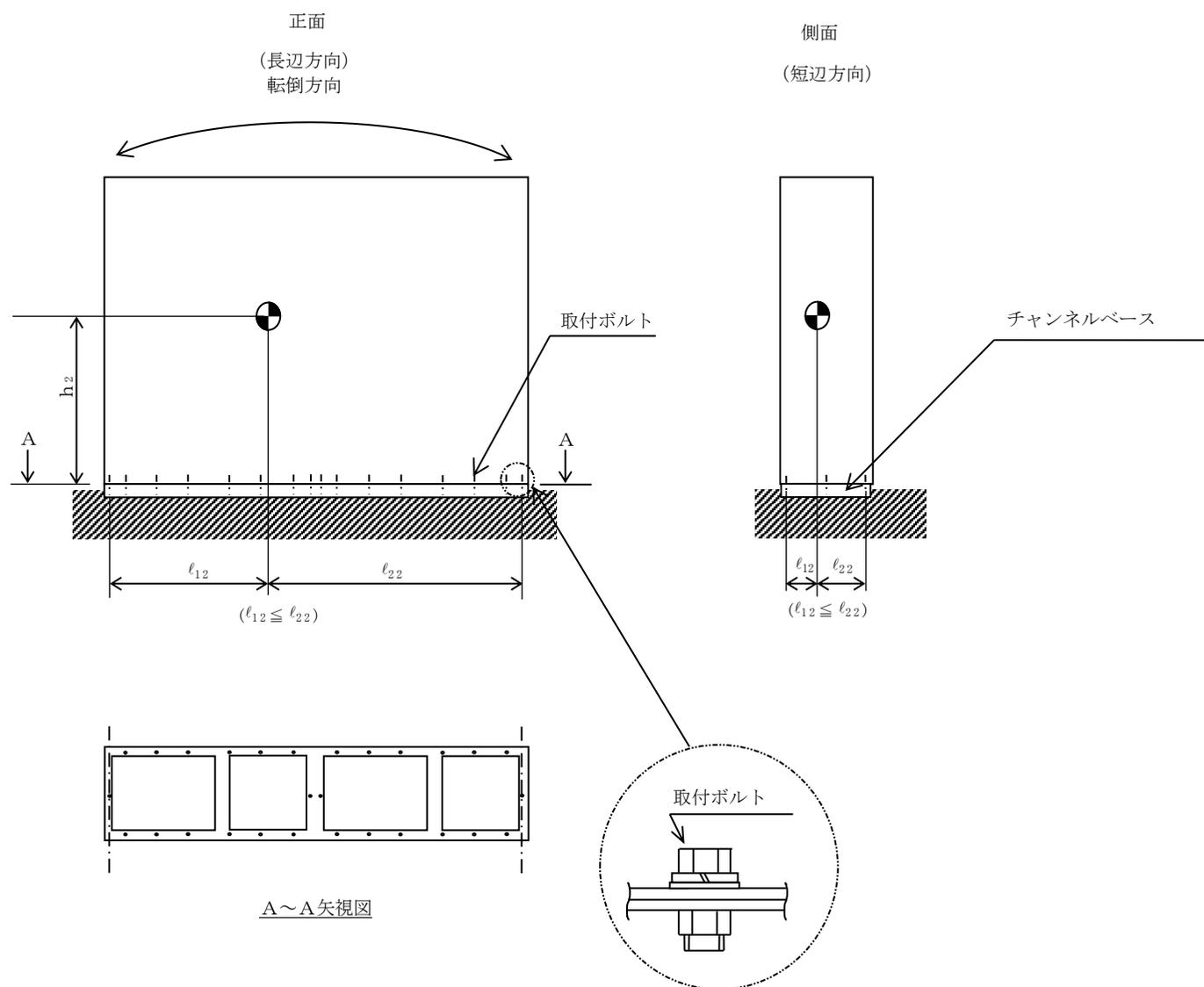
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置制御盤 (C81-P002F)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤（C81-P002G）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	
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置制御盤 (C81-P002G)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L 4.800*	□	□	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1260	16 (M16)	201.1	28	245 (径≤16mm)	400 (径≤16mm)

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)	240	365	12	—	280	—	長辺方向
	1375	1755	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=106$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

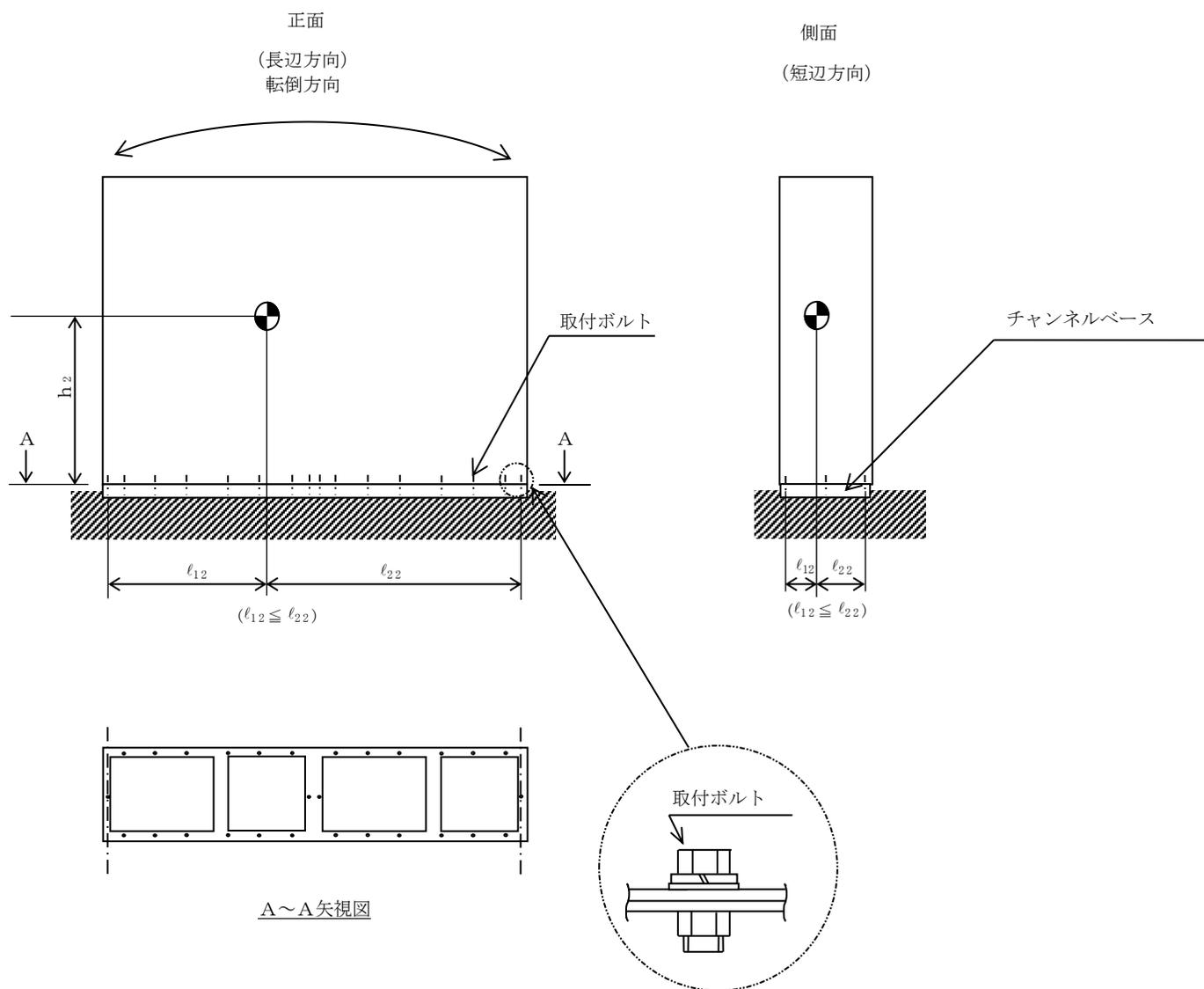
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置制御盤 (C81-P002G)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤（C81-P002H）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	
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置制御盤 (C81-P002H)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.800*	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	1260	16 (M16)	201.1	28	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

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)	240	365	12	—	280	—	長辺方向
	1375	1755	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=106$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

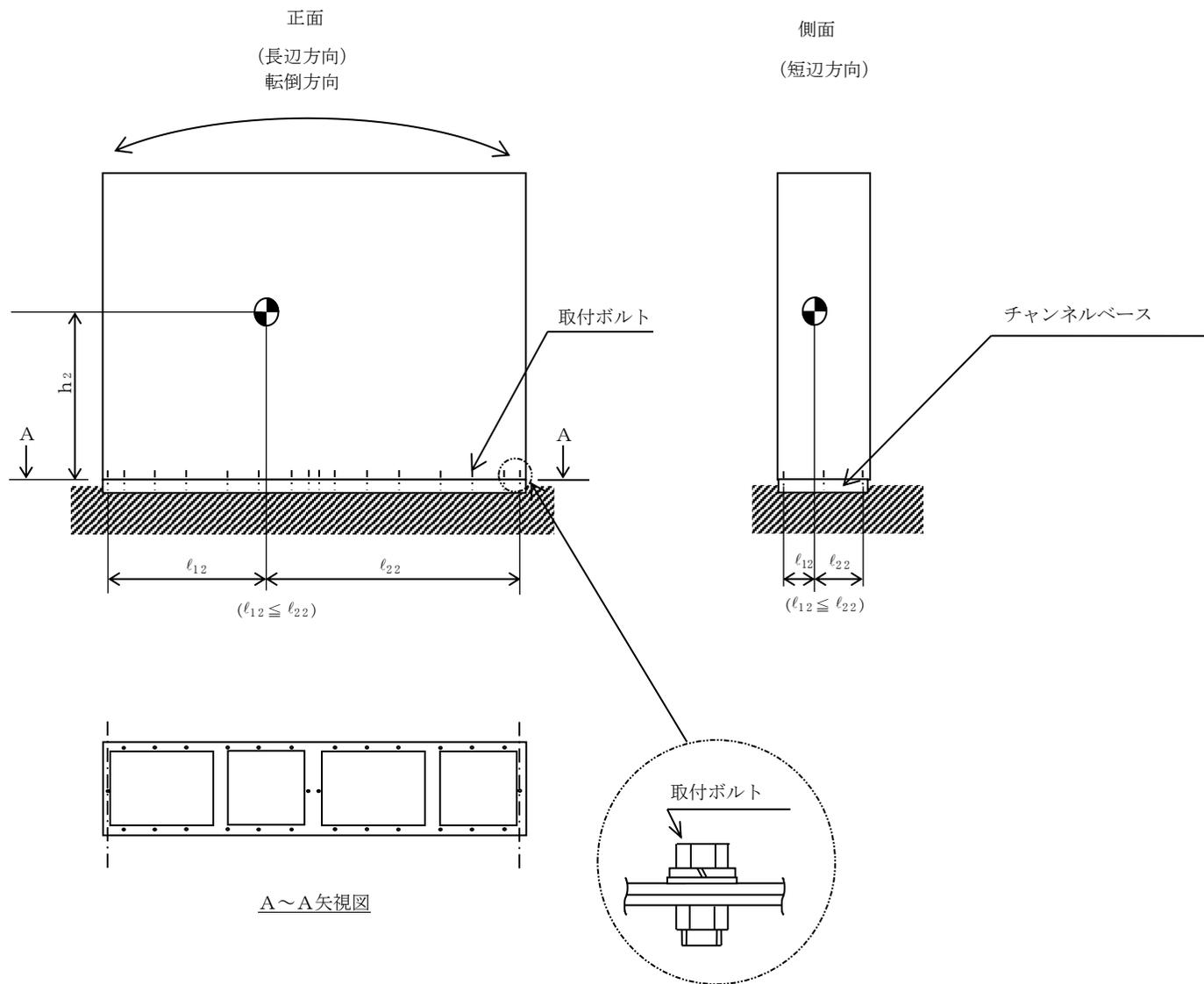
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置制御盤 (C81-P002H)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤（C81-P002J）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	
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置制御盤 (C81-P002J)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.800*	□	□	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1260	16 (M16)	201.1	28	245 (径≤16mm)	400 (径≤16mm)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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)	240	365	12	—	280	—	長辺方向
	1375	1755	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=106$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

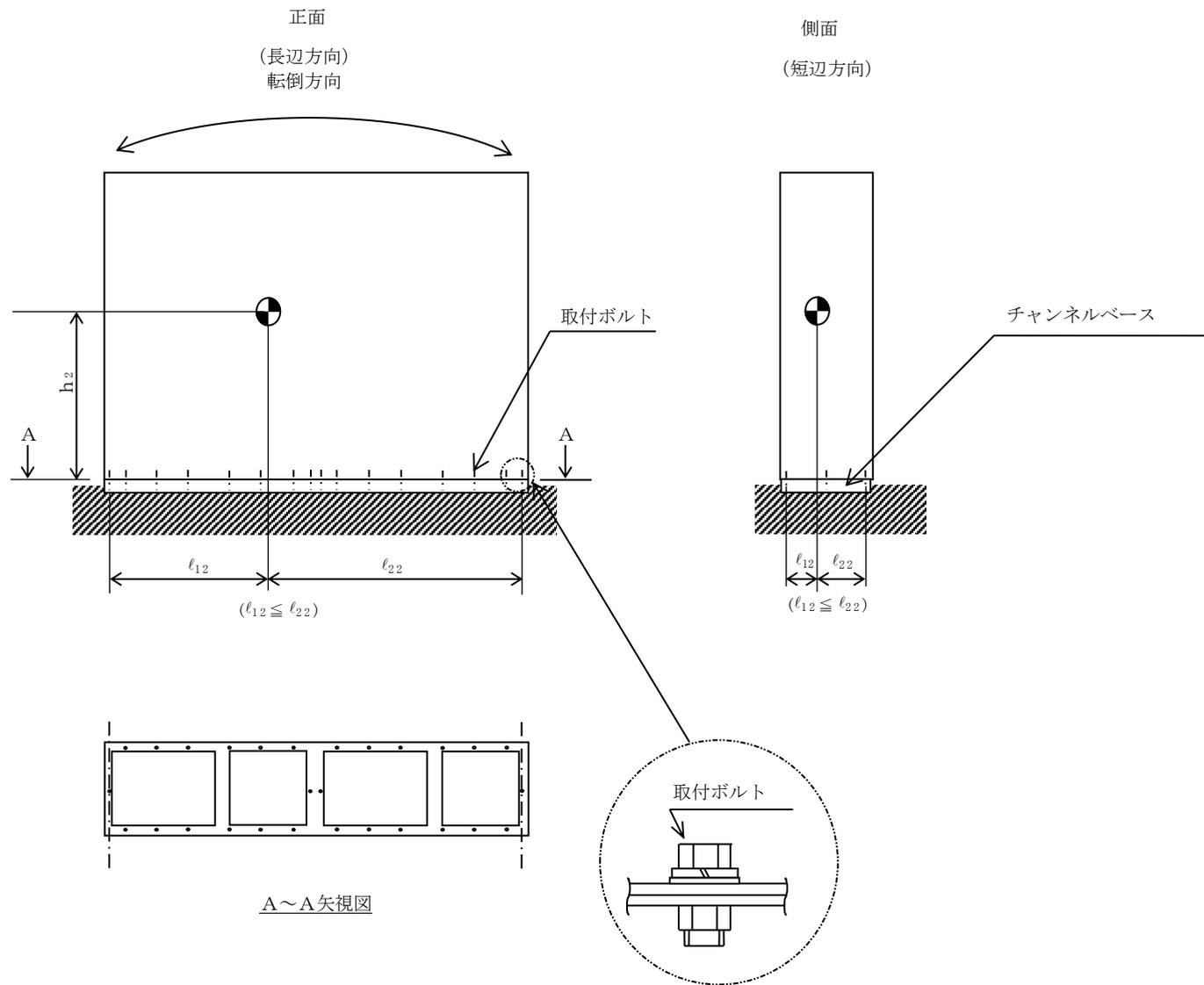
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置制御盤 (C81-P002J)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉冷却材再循環ポンプ可変周波数電源装置制御盤（C81-P002K）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	
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置制御盤 (C81-P002K)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.800*	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	1260	16 (M16)	201.1	28	245 (径≤16mm)	400 (径≤16mm)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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)	240	365	12	—	280	—	長辺方向
	1375	1755	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=106$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

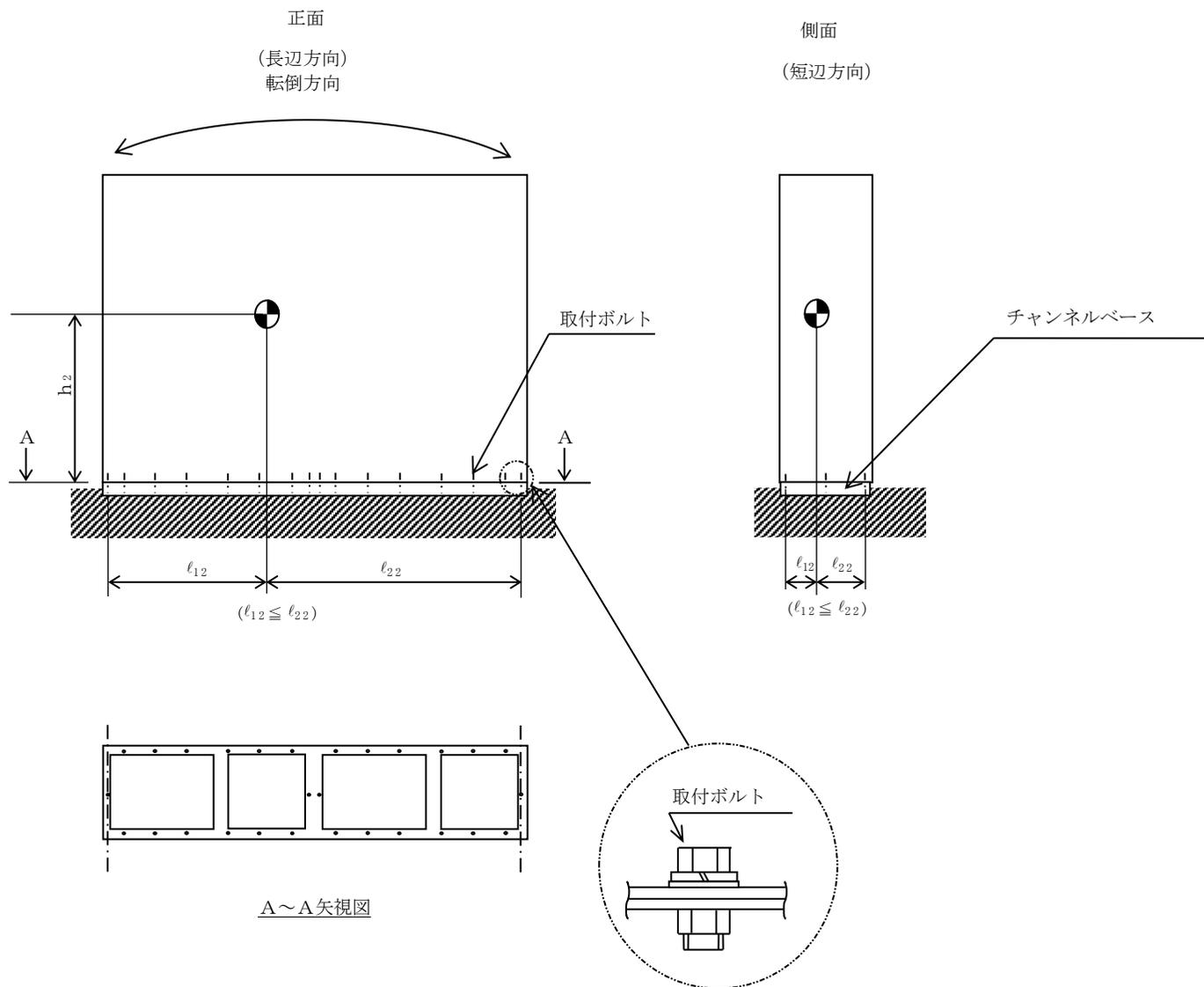
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置制御盤 (C81-P002K)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



-2-6-7-3 代替自動減圧ロジック（代替自動減圧機能）
の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
-------------	---

1. 概要

代替自動減圧ロジック（代替自動減圧機能）は、重大事故等対処設備においては常設重要重大事故防止設備に分類される。

以下、-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、代替自動減圧ロジック（代替自動減圧機能）を構成する検出器及び盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

(1) 検出器

代替自動減圧ロジック（代替自動減圧機能）は、原子炉水位低（レベル1）及び残留熱除去系ポンプ運転（低圧注水モード）の信号を使用しており、原子炉水位及び残留熱除去系ポンプ吐出圧力の検出器の評価結果を、-2-6-5-16「原子炉水位（広帯域）の耐震性についての計算書」及び本計算書に記載する。

(2) 盤

代替自動減圧ロジック（代替自動減圧機能）を構成する盤の評価結果を、-2-6-7-4(4)「中央運転監視盤の耐震性についての計算書」及び本計算書に記載する。

本計算書は、以下の構成で代替自動減圧ロジック（代替自動減圧機能）の評価結果を示す。

- (1) 検出器の耐震性についての計算書
- (2) 安全系多重伝送盤の耐震性についての計算書
- (3) 安全系補助継電器盤の耐震性についての計算書

(1) 検出器の耐震性についての計算書

目 次

1. 原子炉水位 (B21-LT-003E, G)	1
1.1 概要	1
1.2 一般事項	1
1.2.1 構造計画	1
1.3 固有周期	3
1.3.1 固有周期の確認	3
1.4 構造強度評価	4
1.4.1 構造強度評価方法	4
1.4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
1.4.3 計算条件	4
1.5 機能維持評価	8
1.5.1 電氣的機能維持評価方法	8
1.6 評価結果	9
1.6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9
2. 残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-003A-1)	16
2.1 概要	16
2.2 一般事項	16
2.2.1 構造計画	16
2.3 固有周期	18
2.3.1 固有周期の確認	18
2.4 構造強度評価	19
2.4.1 構造強度評価方法	19
2.4.2 荷重の組合せ及び許容応力	19
2.4.3 計算条件	19
2.5 機能維持評価	23
2.5.1 電氣的機能維持評価方法	23
2.6 評価結果	24
2.6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	24

目 次

3. 残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-003B-1, C-1)	28
3.1 概要	28
3.2 一般事項	28
3.2.1 構造計画	28
3.3 固有周期	30
3.3.1 固有周期の確認	30
3.4 構造強度評価	31
3.4.1 構造強度評価方法	31
3.4.2 荷重の組合せ及び許容応力	31
3.4.3 計算条件	31
3.5 機能維持評価	35
3.5.1 電氣的機能維持評価方法	35
3.6 評価結果	36
3.6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	36

1. 原子炉水位 (B21-LT-003E, G)

1.1 概要

本計算書は、V-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、原子炉水位が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

原子炉水位は、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、原子炉水位が設置される計装ラックは、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形であるため、V-2-1-14「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。

1.2 一般事項

1.2.1 構造計画

原子炉水位の構造計画を表 1-1 に示す。

表 1-1 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、取付板は、取付板取付ボルトにより計装ラックに固定される。 計装ラックは、チャンネルベースにラック取付ボルトで設置する。</p>	<p>差圧式水位検出器</p>	<p>【原子炉水位】</p> <table border="1" data-bbox="1265 1082 1908 1273"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>原子炉水位 (H22-P001)</th> <th>原子炉水位 (H22-P003)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>600</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>2300</td> <td>1700</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>1900</td> <td>1900</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	原子炉水位 (H22-P001)	原子炉水位 (H22-P003)	たて	600	600	横	2300	1700	高さ	1900	1900
機器名称	原子炉水位 (H22-P001)	原子炉水位 (H22-P003)												
たて	600	600												
横	2300	1700												
高さ	1900	1900												

1.3 固有周期

1.3.1 固有周期の確認

原子炉水位が設置される計装ラックの固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ計装ラックに対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 1-2 に示す。

表 1-2 固有周期 (単位：s)

原子炉水位 (H22-P001)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
原子炉水位 (H22-P003)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

1.4 構造強度評価

1.4.1 構造強度評価方法

原子炉水位の構造強度評価は、V-2-1-14「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。

1.4.2 荷重の組合せ及び許容応力

1.4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉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1-3に示す。

1.4.2.2 許容応力

原子炉水位の許容応力は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表1-4のとおりとする。

1.4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

原子炉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1-5に示す。

1.4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【原子炉水位 (B21-LT-003E) の耐震性についての計算結果】、【原子炉水位 (B21-LT-003G) 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 1-3 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	工学的安全施設 等の起動信号	代替自動減圧	原子炉水位低 (レベル1)	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 1-4 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IVAS	1.5・f _t *	1.5・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 1-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100	221	373	—
ラック取付ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

1.5 機能維持評価

1.5.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉水位の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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機能確認済加速度は、V-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 1-6 に示す。

表 1-6 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
原子炉水位 (B21-LT-003E)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
原子炉水位 (B21-LT-003G)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

1.6 評価結果

1.6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉水位（B21-LT-003E）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	
原子炉水位 (B21-LT-003E)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	100

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉水位 (H22-P001)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		965	16 (M16)	201.1	20	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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
ラック取付ボルト (i=2)	255	295	8	—	261	—	長辺方向
	1035	1205	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

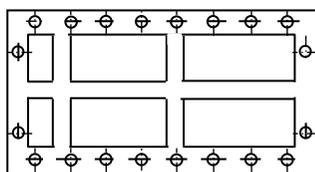
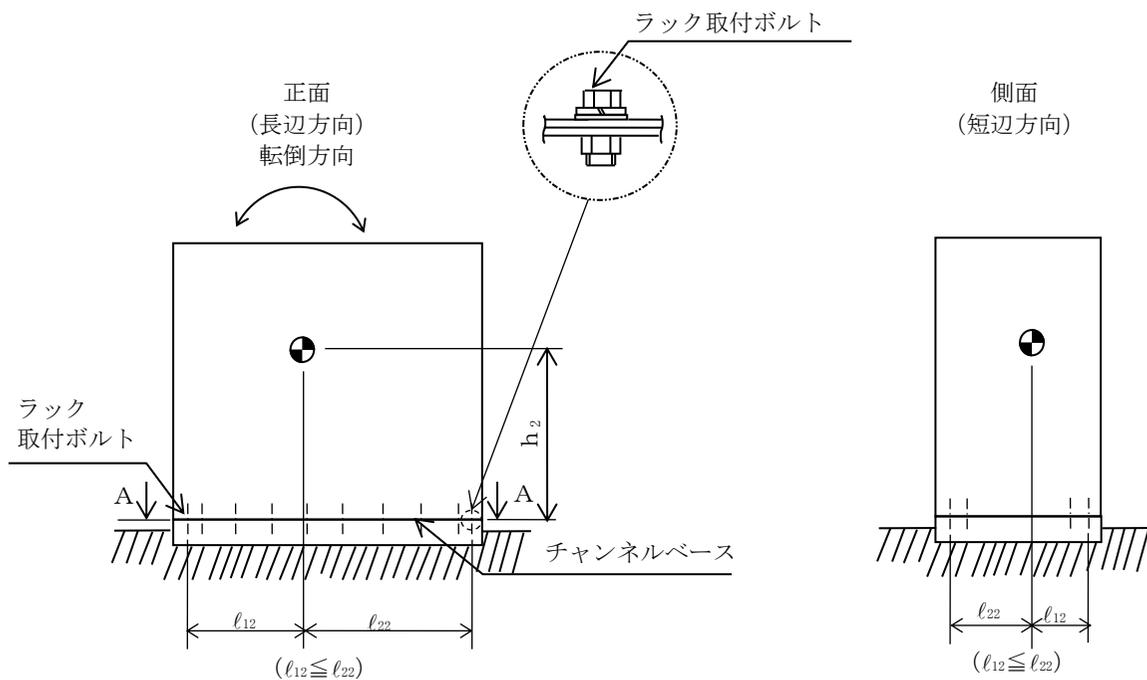
1.4.2 電気的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉水位 (B21-LT-003E)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



A~A 矢視図

【原子炉水位（B21-LT-003G）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	
原子炉水位 (B21-LT-003G)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	100

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 原子炉水位 (H22-P003)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		960	16 (M16)	201.1	16	221 (径≦16mm)	373 (径≦16mm)

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
ラック取付ボルト (i=2)	255	295	6	—	261	—	長辺方向
	760	880	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

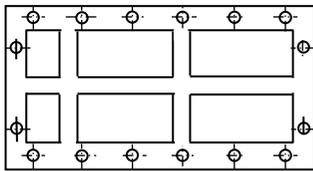
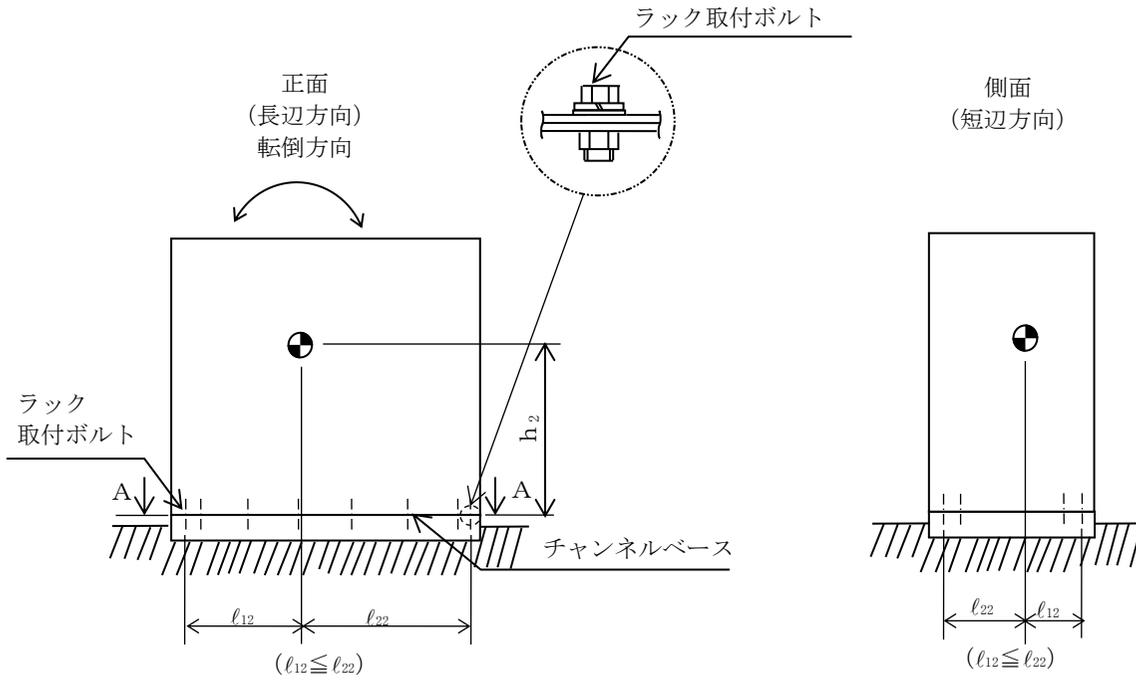
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉水位 (B21-LT-003G)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



A~A 矢視図

2. 残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-003A-1)

2.1 概要

本計算書は、V-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、残留熱除去系ポンプ吐出圧力が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

残留熱除去系ポンプ吐出圧力は、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、残留熱除去系ポンプ吐出圧力が設置される計装ラックは、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の壁掛形であるため、V-2-1-14「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。

2.2 一般事項

2.2.1 構造計画

残留熱除去系ポンプ吐出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、取付板は、取付板取付ボルトにより計装ラックに固定される。 計装ラックは、チャンネルベースにラック取付ボルトで設置する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>	<p>【残留熱除去系ポンプ吐出圧力】</p> <p>(正面方向)</p> <p>(側面方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

2.3 固有周期

2.3.1 固有周期の確認

残留熱除去系ポンプ吐出圧力が設置される計装ラックの固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ計装ラックに対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 2-2 に示す。

表 2-2 固有周期 (単位：s)

残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (H22-P030)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

2.4 構造強度評価

2.4.1 構造強度評価方法

残留熱除去系ポンプ吐出圧力の構造強度評価は、V-2-1-14「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。

2.4.2 荷重の組合せ及び許容応力

2.4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

残留熱除去系ポンプ吐出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 2-3 に示す。

2.4.2.2 許容応力

残留熱除去系ポンプ吐出圧力の許容応力は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 2-4 のとおりとする。

2.4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

残留熱除去系ポンプ吐出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 2-5 に示す。

2.4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-003A-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 2-3 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	工学的安全施設 等の起動信号	代替自動 減圧	残留熱除去系ポ ンプ吐出圧力	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 2-4 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IVAS	1.5・f _t *	1.5・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 2-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100	221	373	—
ラック取付ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)					

2.5 機能維持評価

2.5.1 電氣的機能維持評価方法

残留熱除去系ポンプ吐出圧力の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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機能確認済加速度は、V-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 2-6 に示す。

表 2-6 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-003A-1)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

2.6 評価結果

2.6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

残留熱除去系ポンプ吐出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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-003A-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	
残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (E11-PT-003A-1)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200 (T. M. S. L. -1.700*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.30	C _V =1.27	100

注記 * : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (H22-P030)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		155	16 (M16)	201.1	20	221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)

部材	l _{1 i} (mm)	l _{2 i} (mm)	l _{3 i} (mm)	n _{f v i}	n _{f H 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
ラック取付ボルト (i=2)	640	1230	1730	6	4	—	261	—	側面方向
	640	1230	1730	6	4				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=4$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

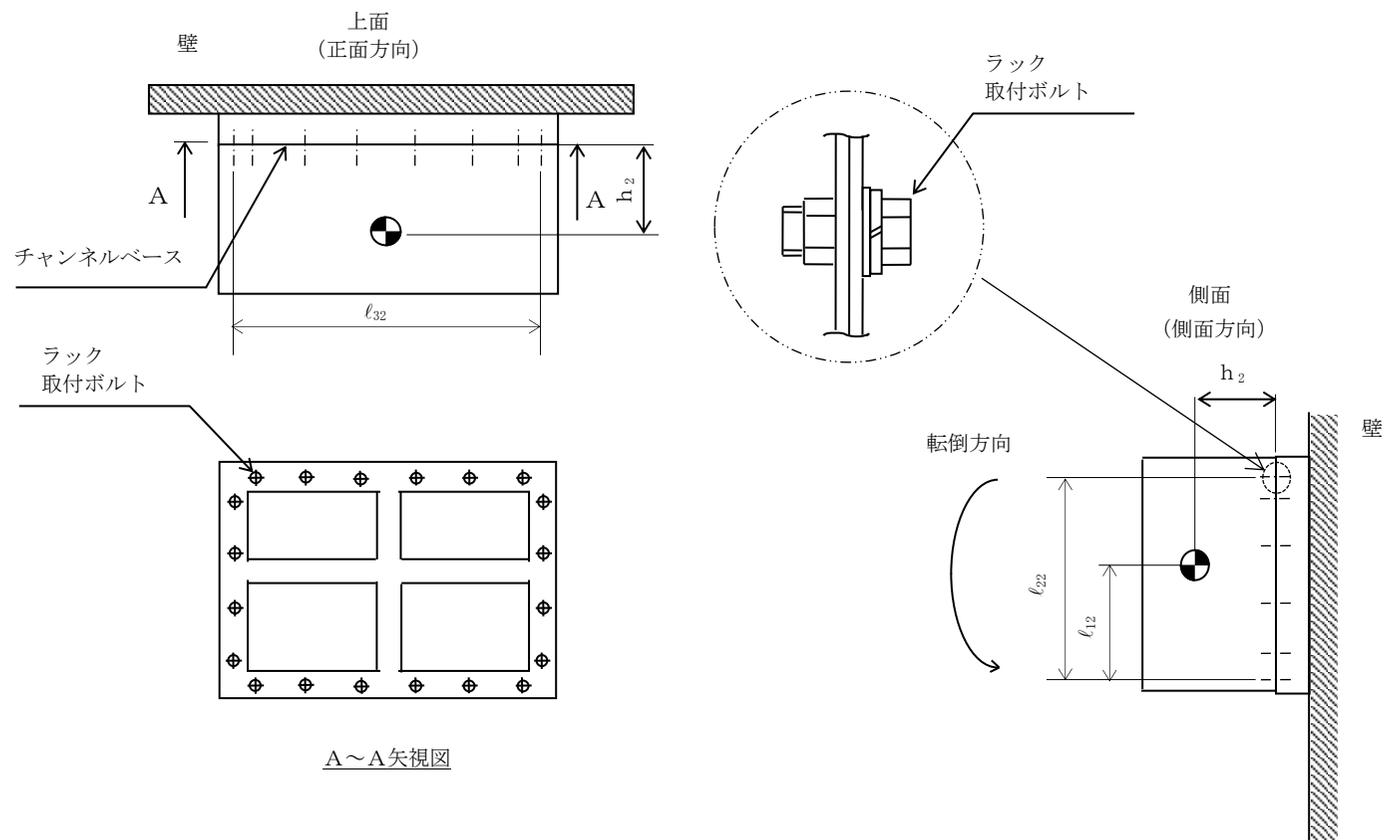
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (E11-PT-003A-1)	水平方向	1.08	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.06	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



3. 残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-003B-1, C-1)

3.1 概要

本計算書は、V-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、残留熱除去系ポンプ吐出圧力が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

残留熱除去系ポンプ吐出圧力は、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、残留熱除去系ポンプ吐出圧力が設置される計装ラックは、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形であるため、V-2-1-14「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。

3.2 一般事項

3.2.1 構造計画

残留熱除去系ポンプ吐出圧力の構造計画を表 3-1 に示す。

表 3-1 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、取付板は、取付板取付ボルトにより計装ラックに固定される。 計装ラックは、チャンネルベースにラック取付ボルトで設置する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>	<p>【残留熱除去系ポンプ吐出圧力】</p> <p>(長辺方向) (短辺方向)</p>												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (H22-P031)</th> <th>残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (H22-P032)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>600</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>1500</td> <td>1500</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>1900</td> <td>1900</td> </tr> </tbody> </table>	機器名称	残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (H22-P031)	残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (H22-P032)	たて	600	600	横	1500	1500	高さ	1900	1900
機器名称	残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (H22-P031)	残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (H22-P032)												
たて	600	600												
横	1500	1500												
高さ	1900	1900												
		<p>(単位：mm)</p>												

3.3 固有周期

3.3.1 固有周期の確認

残留熱除去系ポンプ吐出圧力が設置される計装ラックの固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ計装ラックに対する振動試験（自由振動試験）の結果確認された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-2 に示す。

表 3-2 固有周期 (単位：s)

残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (H22-P031)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (H22-P032)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

3.4 構造強度評価

3.4.1 構造強度評価方法

残留熱除去系ポンプ吐出圧力の構造強度評価は、V-2-1-14「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。

3.4.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

残留熱除去系ポンプ吐出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3-3に示す。

3.4.2.2 許容応力

残留熱除去系ポンプ吐出圧力の許容応力は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表3-4のとおりとする。

3.4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

残留熱除去系ポンプ吐出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3-5に示す。

3.4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-003B-1) の耐震性についての計算結果】、【残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-003C-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 3-3 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	工学的安全施設 等の起動信号	代替自動 減圧	残留熱除去系ポ ンプ吐出圧力	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 3-4 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV _A S	1.5・f _t *	1.5・f _s *
V _A S (V _A SとしてIV _A Sの許容限界を用いる。)		

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

*2 : 当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 3-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
ラック取付ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	66	234	385	—

3.5 機能維持評価

3.5.1 電氣的機能維持評価方法

残留熱除去系ポンプ吐出圧力の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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機能確認済加速度は、V-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 3-6 に示す。

表 3-6 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-003B-1)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-003C-1)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

3.6 評価結果

3.6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

残留熱除去系ポンプ吐出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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-003B-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	
残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (E11-PT-003B-1)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.19	C _V =1.24	66

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (H22-P031)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)		960	16 (M16)	201.1	16	234 (径 ≤ 16mm)	385 (径 ≤ 16mm)

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
ラック取付ボルト (i=2)	260	290	6	—	270	—	長辺方向
	700	740	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=202^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=155$

すべて許容応力以下である。

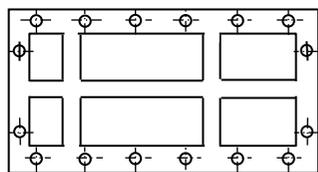
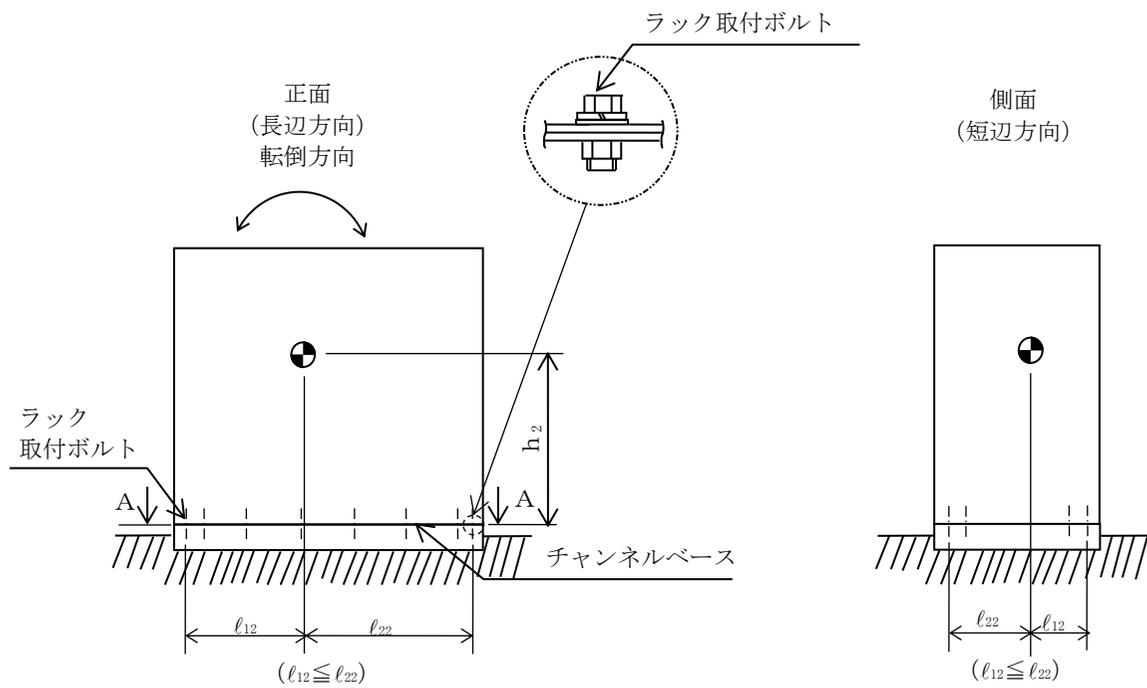
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (E11-PT-003B-1)	水平方向	0.99	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.03	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



A~A矢視図

【残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (E11-PT-003C-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	
残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (E11-PT-003C-1)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. -8.200*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.19	C _V =1.24	66

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 残留熱除去系ポンプ吐出圧力 (H22-P032)

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
ラック取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	960	16 (M16)	201.1	16	234 (径≤16mm)	385 (径≤16mm)

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
ラック取付ボルト (i=2)	260	290	6	—	270	—	長辺方向
	700	740	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 _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
ラック取付ボルト (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 _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
ラック取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=202^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=155$

すべて許容応力以下である。

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

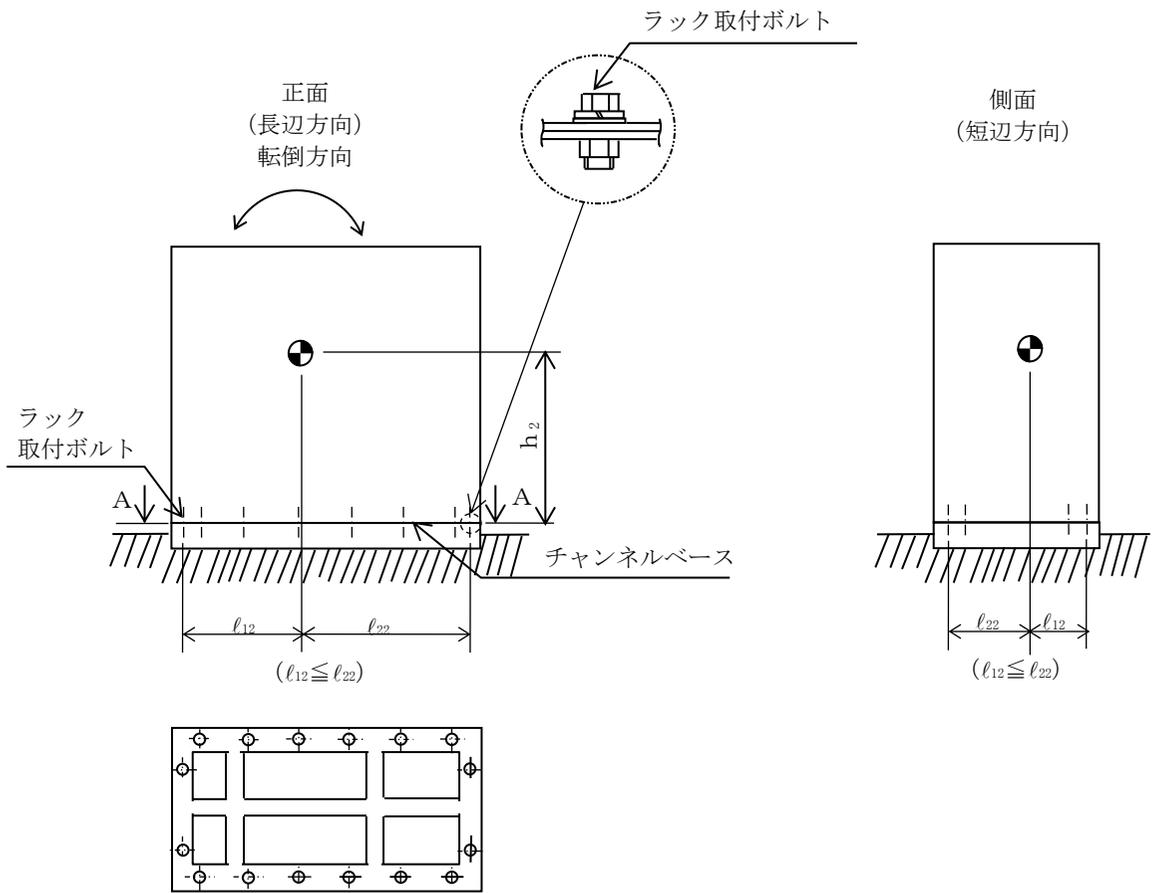
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
残留熱除去系ポンプ 吐出圧力 (E11-PT-003C-1)	水平方向	0.99	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.03	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



(2) 安全系多重伝送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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、安全系多重伝送盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

安全系多重伝送盤は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、安全系多重伝送盤は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、V-2-1-14「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

安全系多重伝送盤の構造計画を表 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							
安全系多重伝送盤は、基礎に固定されたチャンネルベースに取り付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【安全系多重伝送盤】</p>						
		機器名称	安全系多重伝送盤 (H23-P001A-1)	安全系多重伝送盤 (H23-P001A-2)	安全系多重伝送盤 (H23-P001B-1)	安全系多重伝送盤 (H23-P001B-2)	安全系多重伝送盤 (H23-P001C-1)	安全系多重伝送盤 (H23-P001C-2)
		たて	1600	1600	1600	1600	1600	1600
		横	975	975	975	975	975	975
高さ	2300	2300	2300	2300	2300	2300		
							(単位 : mm)	

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

安全系多重伝送盤の固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認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)

安全系多重伝送盤 (H23-P001A-1)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
安全系多重伝送盤 (H23-P001A-2)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
安全系多重伝送盤 (H23-P001B-1)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
安全系多重伝送盤 (H23-P001B-2)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
安全系多重伝送盤 (H23-P001C-1)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
安全系多重伝送盤 (H23-P001C-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

盤の構造強度評価は、V-2-1-14「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

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

盤の許容応力は、V-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

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【安全系多重伝送盤(H23-P001A-1)の耐震性についての計算結果】、【安全系多重伝送盤(H23-P001A-2)の耐震性についての計算結果】、【安全系多重伝送盤(H23-P001B-1)の耐震性についての計算結果】、【安全系多重伝送盤(H23-P001B-2)の耐震性についての計算結果】、【安全系多重伝送盤(H23-P001C-1)の耐震性についての計算結果】及び【安全系多重伝送盤(H23-P001C-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	その他の 計測制御 系統施設	安全系多重伝送盤	常設耐震／防止	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設耐震/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
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 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	55	239	391	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

盤の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

盤に設置される器具の機能確認済加速度は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具及び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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
安全系多重伝送盤 (H23-P001A-1)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
安全系多重伝送盤 (H23-P001A-2)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
安全系多重伝送盤 (H23-P001B-1)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
安全系多重伝送盤 (H23-P001B-2)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
安全系多重伝送盤 (H23-P001C-1)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
安全系多重伝送盤 (H23-P001C-2)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

K7 ① V-2-6-7-3(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

安全系多重伝送盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【安全系多重伝送盤(H23-P001A-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	
安全系多重伝送盤 (H23-P001A-1)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.800*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	55

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1270	16 (M16)	201.1	18	239 (径≤16mm)	391 (径≤16mm)

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)	385	520	5	—	274	—	長辺方向
	655	875	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 計算値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=48$	$f_{ts2}=205^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=158$

すべて許容応力以下である。

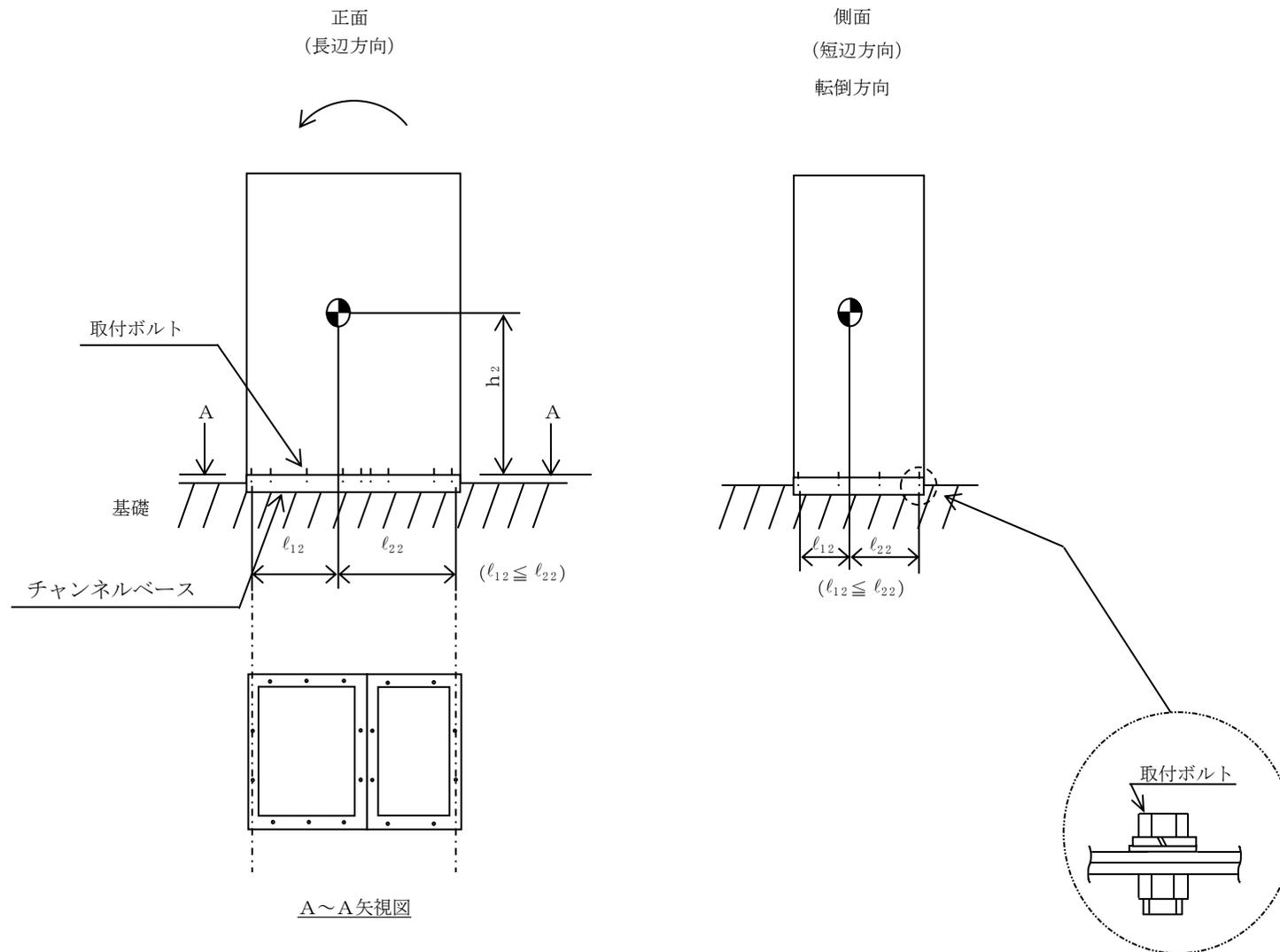
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
安全系多重伝送盤 (H23-P001A-1)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【安全系多重伝送盤(H23-P001A-2)の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
安全系多重伝送盤 (H23-P001A-2)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.800*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	55

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1260	16 (M16)	201.1	18	239 (径≤16mm)	391 (径≤16mm)

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)	375	530	5	—	274	—	長辺方向
	675	855	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 計算値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=48$	$f_{ts2}=205^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=158$

すべて許容応力以下である。

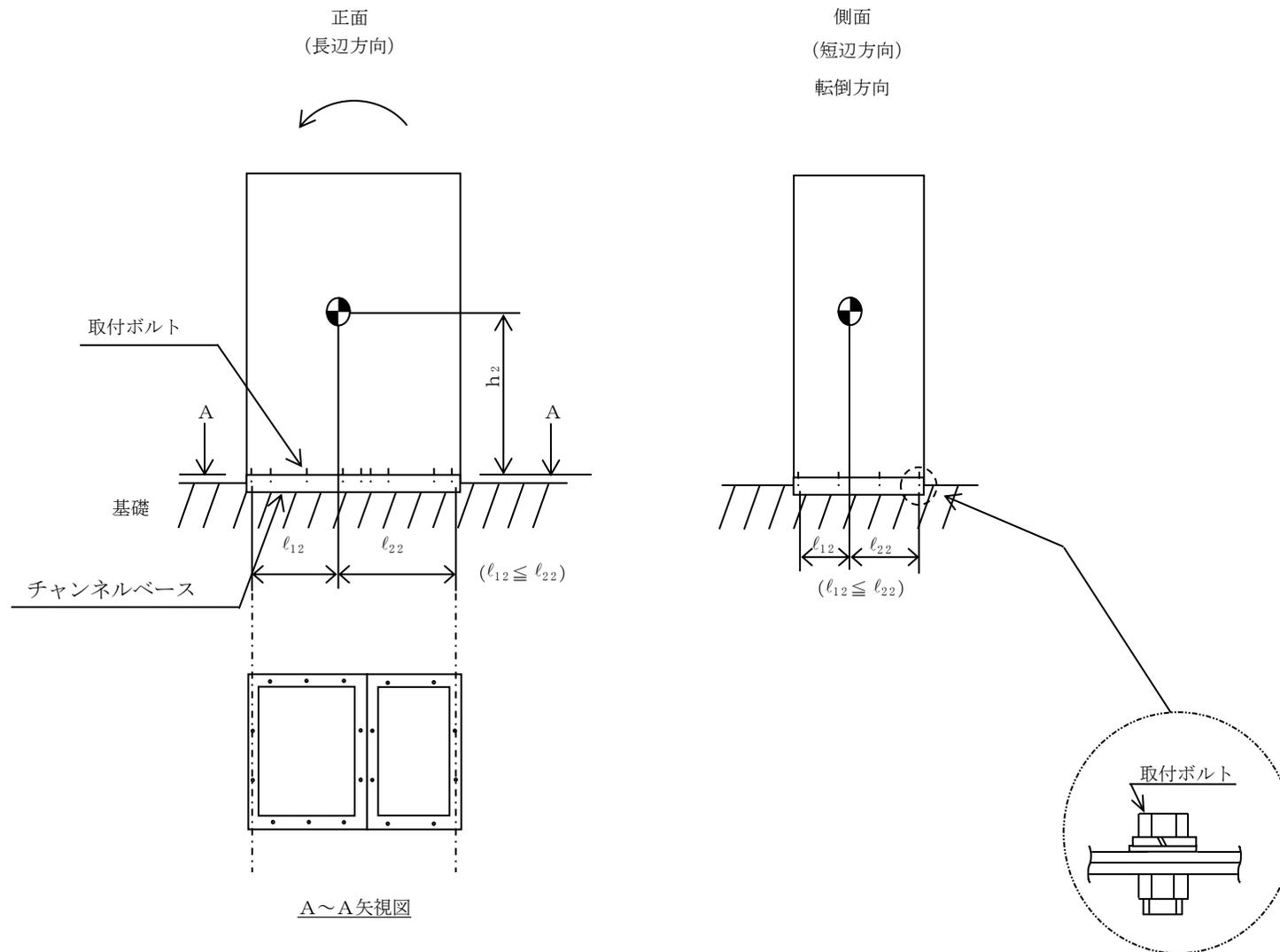
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
安全系多重伝送盤 (H23-P001A-2)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【安全系多重伝送盤(H23-P001B-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	
安全系多重伝送盤 (H23-P001B-1)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	55

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1260	16 (M16)	201.1	18	239 (径≤16mm)	391 (径≤16mm)

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)	385	520	5	—	274	—	長辺方向
	645	885	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 計算値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=48$	$f_{ts2}=205^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=158$

すべて許容応力以下である。

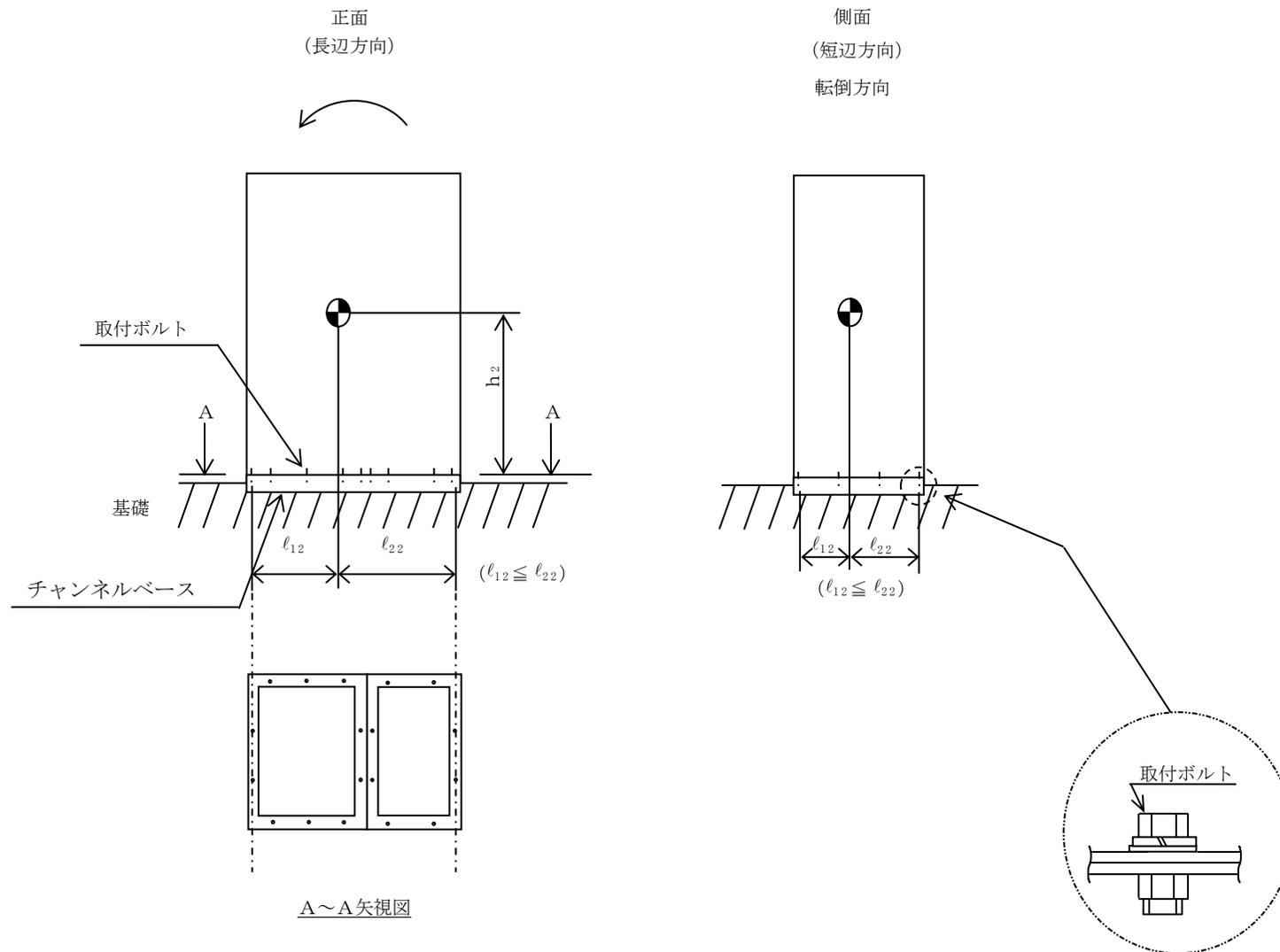
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
安全系多重伝送盤 (H23-P001B-1)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【安全系多重伝送盤(H23-P001B-2)の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
安全系多重伝送盤 (H23-P001B-2)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	55

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1260	16 (M16)	201.1	18	239 (径≤16mm)	391 (径≤16mm)

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)	375	530	5	—	274	—	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 計算値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=47$	$f_{ts2}=205^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=158$

すべて許容応力以下である。

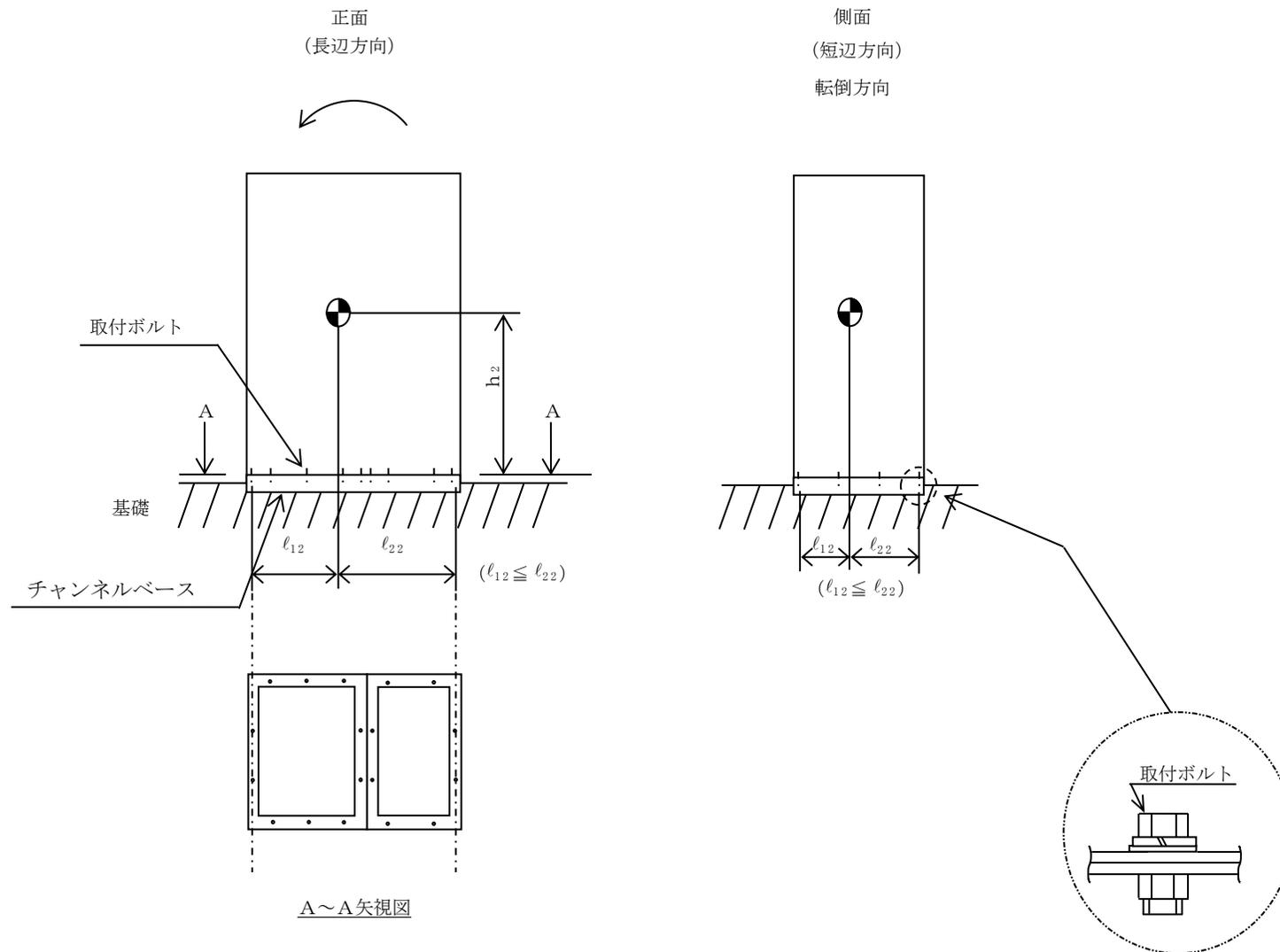
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
安全系多重伝送盤 (H23-P001B-2)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【安全系多重伝送盤(H23-P001C-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	
安全系多重伝送盤 (H23-P001C-1)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 4.800*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	55

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1270	16 (M16)	201.1	18	239 (径≤16mm)	391 (径≤16mm)

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)	385	520	5	—	274	—	長辺方向
	645	885	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 計算値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=48$	$f_{ts2}=205^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=158$

すべて許容応力以下である。

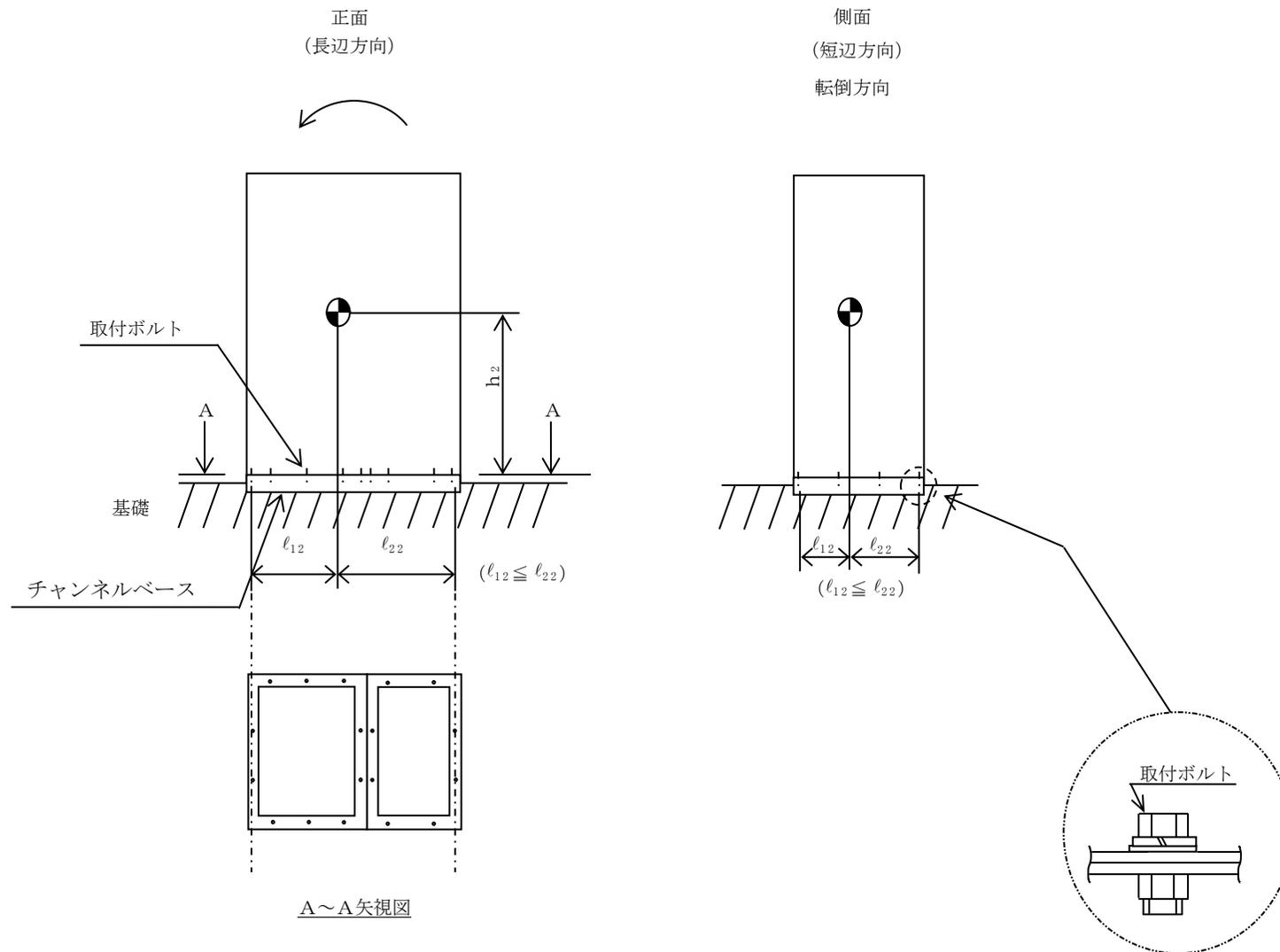
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
安全系多重伝送盤 (H23-P001C-1)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【安全系多重伝送盤(H23-P001C-2)の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
安全系多重伝送盤 (H23-P001C-2)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T.M.S.L. 4.800*	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.27	C _V =1.29	55

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1260	16 (M16)	201.1	18	239 (径≤16mm)	391 (径≤16mm)

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)	375	530	5	—	274	—	長辺方向
	675	855	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 計算値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位: N)

部材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=48$	$f_{ts2}=205^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=158$

すべて許容応力以下である。

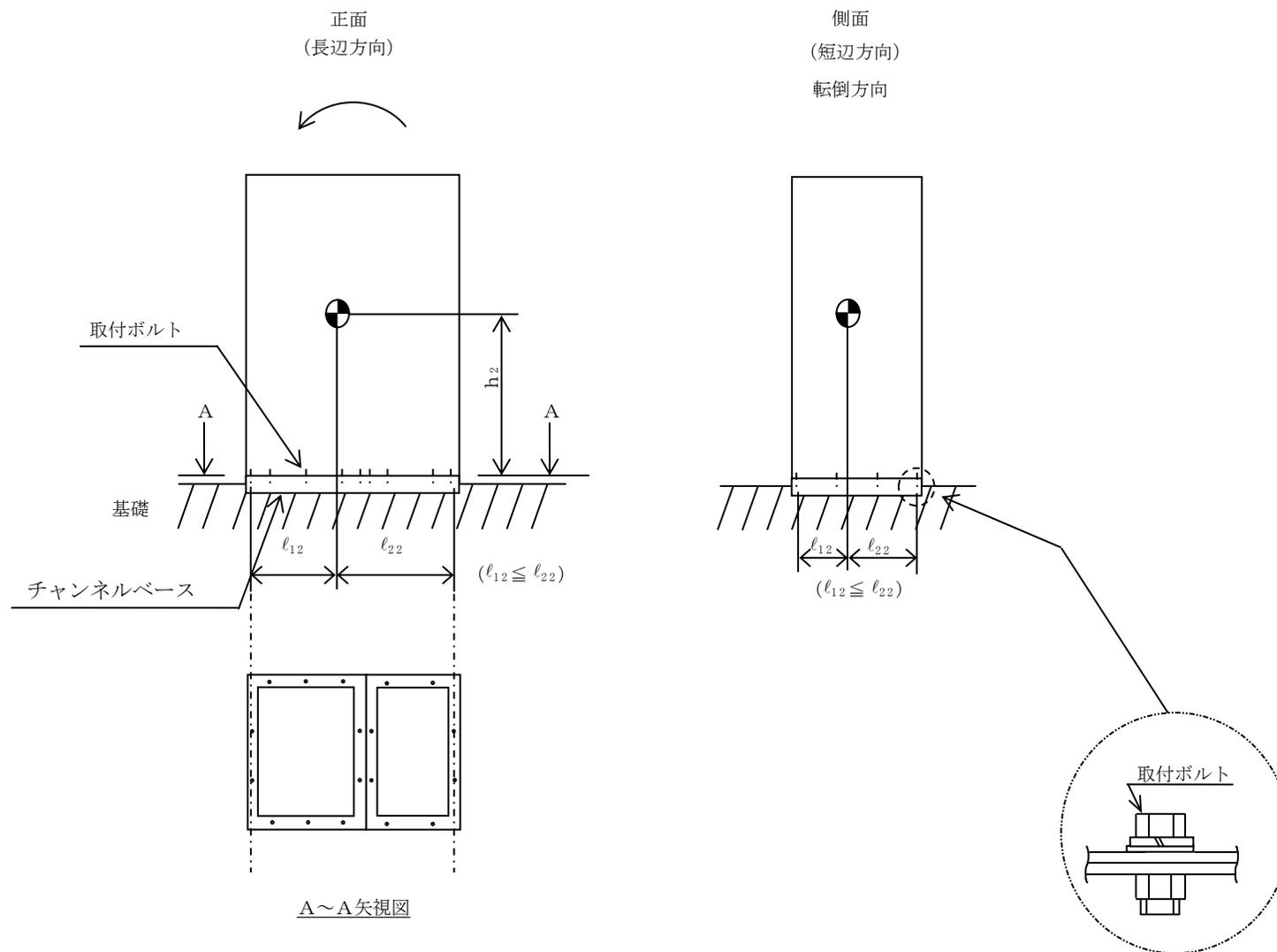
注記*: $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
安全系多重伝送盤 (H23-P001C-2)	水平方向	1.06	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.08	<input type="text"/>

注記*: 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



(3) 安全系補助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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、安全系補助継電器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

安全系補助継電器盤は、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、安全系補助継電器盤は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、V-2-1-14「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

安全系補助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													
安全系補助継電器盤は、基礎に固定されたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【安全系補助継電器盤】</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>安全系補助継電器盤 (H11-P652)</th> <th>安全系補助継電器盤 (H11-P653)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>1000</td> <td>1000</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	安全系補助継電器盤 (H11-P652)	安全系補助継電器盤 (H11-P653)	たて	1000	1000	横	800	800	高さ	2300	2300
機器名称	安全系補助継電器盤 (H11-P652)	安全系補助継電器盤 (H11-P653)												
たて	1000	1000												
横	800	800												
高さ	2300	2300												

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

安全系補助継電器盤の水平方向の固有周期はプラスチックハンマ等により、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により記録解析する。試験の結果、剛であることを確認した。安全系補助継電器盤の鉛直方向の固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認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)

安全系補助継電器盤 (H11-P652)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	0.05 以下
安全系補助継電器盤 (H11-P653)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

盤の構造強度評価は、V-2-1-14「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

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

盤の許容応力は、V-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

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【安全系補助継電器盤（H11-P652）の耐震性についての計算結果】及び【安全系補助継電器盤（H11-P653）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	安全系補助継電器盤	常設耐震／防止	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IVAS	1.5・f _t [*]	1.5・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 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		取付ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	241

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

盤の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

盤に設置される器具の機能確認済加速度は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具及び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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
安全系補助継電器盤 (H11-P652)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
安全系補助継電器盤 (H11-P653)	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

安全系補助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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【安全系補助継電器盤 (H11-P652) 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	
安全系補助継電器盤 (H11-P652)	常設耐震/防止	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	□	0.05 以下	—	—	C _H =2.06	C _V =1.42	50

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1280	16 (M16)	201.1	12	241 (径≤16mm)	394 (径≤16mm)

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)	315	415	2	—	276	—	短辺方向
	335	545	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=76$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

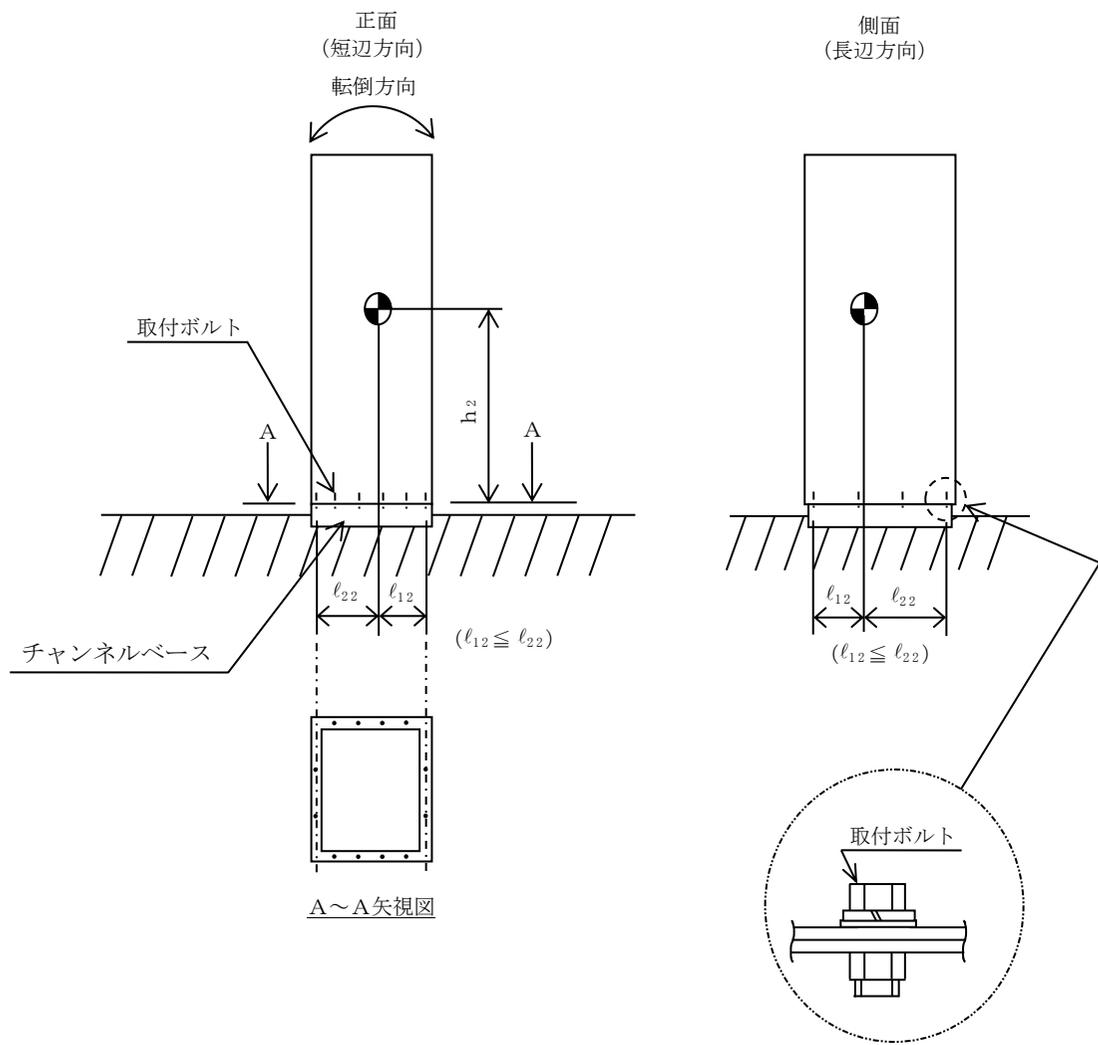
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
安全系補助継電器盤 (H11-P652)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【安全系補助継電器盤 (H11-P653) 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	
安全系補助継電器盤 (H11-P653)	常設耐震/防止	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	□	0.05 以下	—	—	C _H =2.06	C _V =1.42	50

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1240	16 (M16)	201.1	12	241 (径≤16mm)	394 (径≤16mm)

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)	315	415	2	—	276	—	短辺方向
	365	515	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=73$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

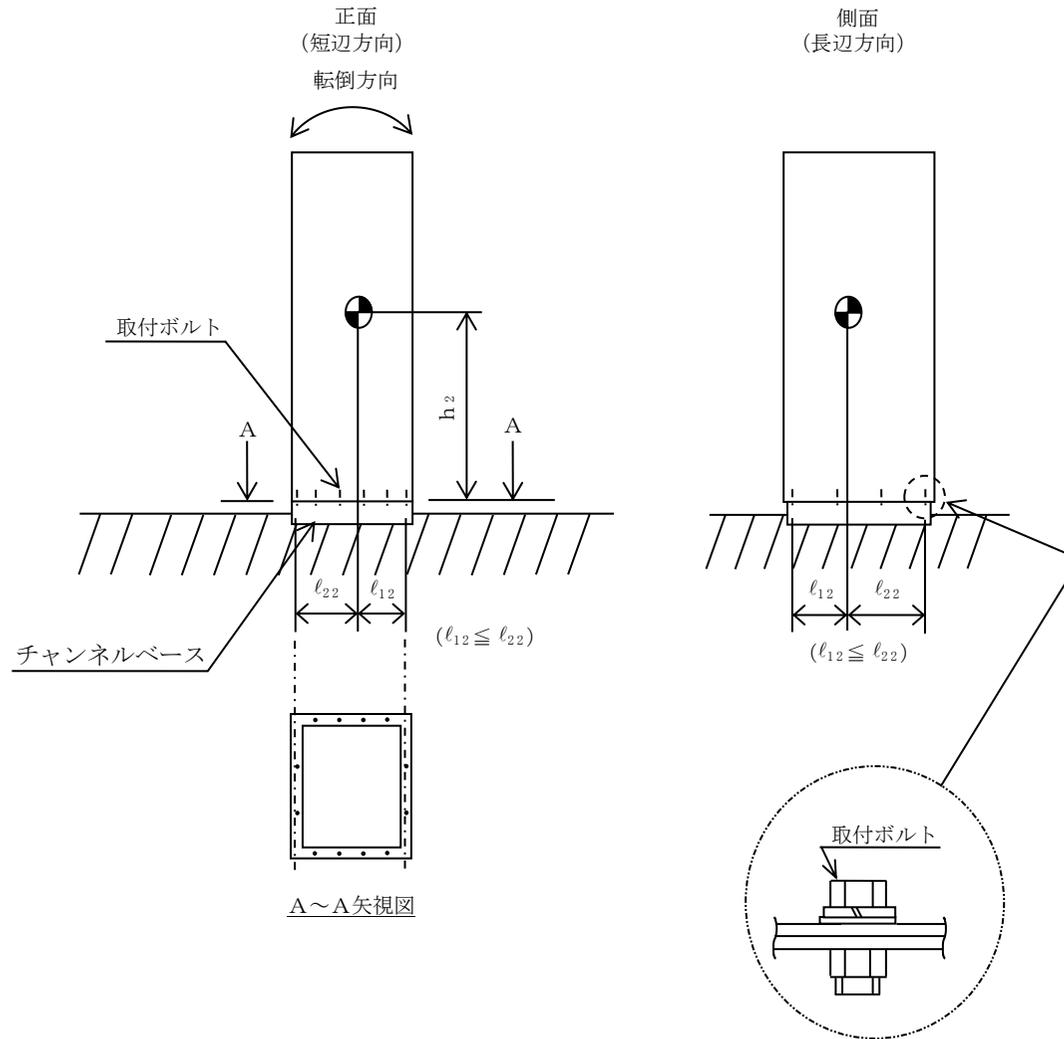
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
安全系補助継電器盤 (H11-P653)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



V-2-6-7-4 盤の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
-------------	---

1. 概要

本計算書は、V-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、盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。本計算書は以下の構成で評価結果を示す。

- (1) ESF 盤の耐震性についての計算書
- (2) 安全保護系盤の耐震性についての計算書
- (3) 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
- (4) 中央運転監視盤についての耐震性についての計算書
- (5) 運転監視補助盤の耐震性についての計算書
- (6) 原子炉系記録計盤の耐震性についての計算書
- (7) 格納容器補助盤の耐震性についての計算書
- (8) 高圧代替注水系制御盤の耐震性についての計算書
- (9) 使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域）監視制御盤の耐震性についての計算書
- (10) 格納容器圧力逃がし装置制御盤の耐震性についての計算書
- (11) フィルタ装置出口放射線モニタ前置増幅器盤の耐震性についての計算書
- (12) 起動領域モニタ前置増幅器盤の耐震性についての計算書
- (13) 核計装系盤の耐震性についての計算書
- (14) 安全系プロセス放射線モニタ盤の耐震性についての計算書
- (15) 格納容器内雰囲気モニタ盤の耐震性についての計算書
- (16) 格納容器内水素モニタ盤の耐震性についての計算書
- (17) 事故時放射線モニタ盤の耐震性についての計算書
- (18) 使用済燃料貯蔵プール監視カメラ制御架の耐震性についての計算書

(1) ESF 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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、ESF 盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

ESF 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気的機能維持評価を示す。

なお、ESF 盤は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、V-2-1-14「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

ESF 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																	
ESF 盤は、基礎に固定されたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【ESF 盤】</p> <p>(長辺方向) (短辺方向)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>ESF 盤 (H11-P662-1)</th> <th>ESF 盤 (H11-P662-2)</th> <th>ESF 盤 (H11-P662-3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>1000</td> <td>1000</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>4800</td> <td>4800</td> <td>3200</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2300</td> <td>2300</td> <td>2300</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	ESF 盤 (H11-P662-1)	ESF 盤 (H11-P662-2)	ESF 盤 (H11-P662-3)	たて	1000	1000	1000	横	4800	4800	3200	高さ	2300	2300	2300
機器名称	ESF 盤 (H11-P662-1)	ESF 盤 (H11-P662-2)	ESF 盤 (H11-P662-3)															
たて	1000	1000	1000															
横	4800	4800	3200															
高さ	2300	2300	2300															

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

ESF 盤の固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認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)

ESF 盤 (H11-P662-1)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
ESF 盤 (H11-P662-2)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
ESF 盤 (H11-P662-3)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

盤の構造強度評価は、V-2-1-14「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

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

盤の許容応力は、V-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

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【ESF 盤 (H11-P662-1) の耐震性についての計算結果】、【ESF 盤 (H11-P662-2) の耐震性についての計算結果】及び【ESF 盤 (H11-P662-3) 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	ESF 盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 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	ESF 盤	常設耐震／防止 常設／緩和 常設／防止（DB 拡張）	—* ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

注記*¹：「常設耐震／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。

*²：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*³：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)		

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

*2 : 当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	26	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
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

盤の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

盤に設置される器具の機能確認済加速度は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具及び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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
ESF 盤 (H11-P662-1)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
ESF 盤 (H11-P662-2)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
ESF 盤 (H11-P662-3)	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

ESF 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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

ESF 盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ESF 盤 (H11-P662-1) 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	
ESF 盤 (H11-P662-1)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.04	C _V =0.72	C _H =2.06	C _V =1.42	26

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1250	16 (M16)	201.1	72	235 (16mm < 径 ≤ 40mm)	400 (16mm < 径 ≤ 40mm)

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)	370	510	24	235	280	長辺方向	長辺方向
	2135	2595	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 b i		Q b i	
	弾性設計用 地震動 S d 又は 静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用 地震動 S d 又は 静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=18$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=91$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

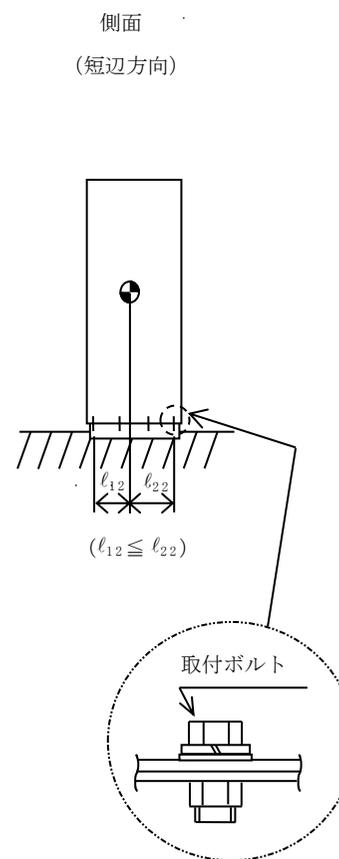
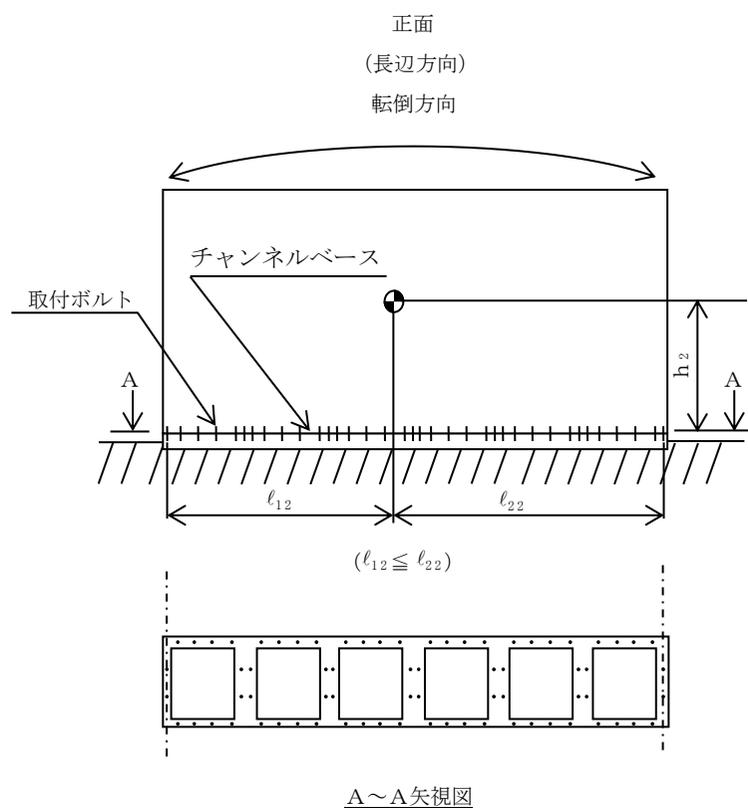
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ESF 盤 (H11-P662-1)	水平方向	1.71	□
	鉛直方向	1.19	□

注記*：基準地震動 S s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
ESF 盤 (H11-P662-1)	常設耐震/防止 常設/緩和 常設/防止 (DB拡張)	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =2.06	C _V =1.42	50

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1250	16 (M16)	201.1	72	231 (16mm<径≤40mm)	394 (16mm<径≤40mm)

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)	370	510	24	—	276	—	長辺方向
	2135	2595	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 b i		Q b i	
	弾性設計用 地震動 S d 又は 静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用 地震動 S d 又は 静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	—	<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 d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=91$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

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

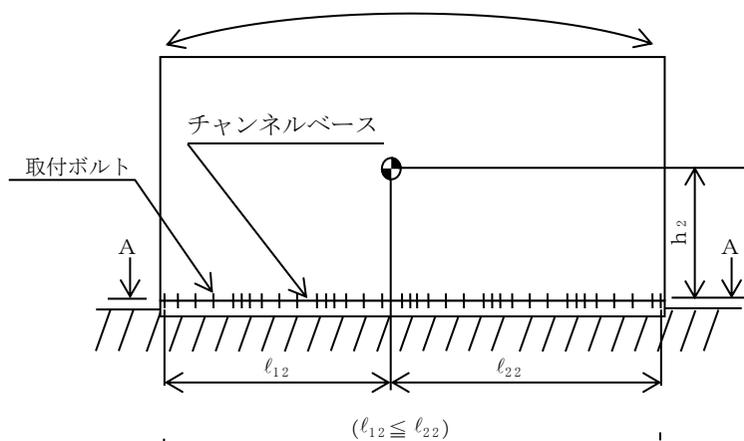
2.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ESF 盤 (H11-P662-1)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

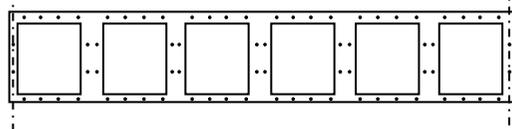
注記*：基準地震動 S s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

正面
(長辺方向)
転倒方向

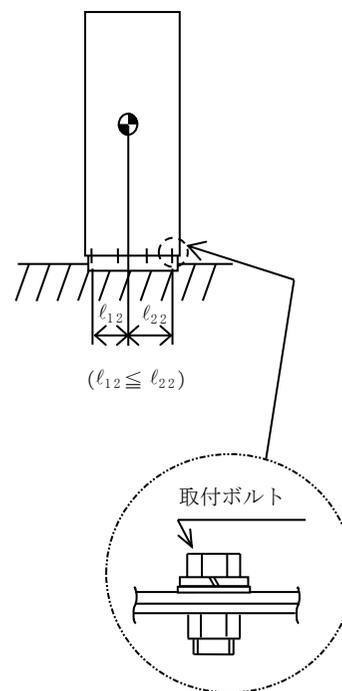


$(l_{12} \leq l_{22})$



A~A矢视图

側面
(短辺方向)



$(l_{12} \leq l_{22})$

取付ボルト

【ESF 盤 (H11-P662-2) 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	
ESF 盤 (H11-P662-2)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.04	C _V =0.72	C _H =2.06	C _V =1.42	26

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1250	16 (M16)	201.1	72	235 (16mm < 径 ≤ 40mm)	400 (16mm < 径 ≤ 40mm)

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)	370	510	24	235	280	長辺方向	長辺方向
	2145	2585	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 b i		Q b i	
	弾性設計用 地震動 S d 又は 静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用 地震動 S d 又は 静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	<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 d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=18$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=91$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

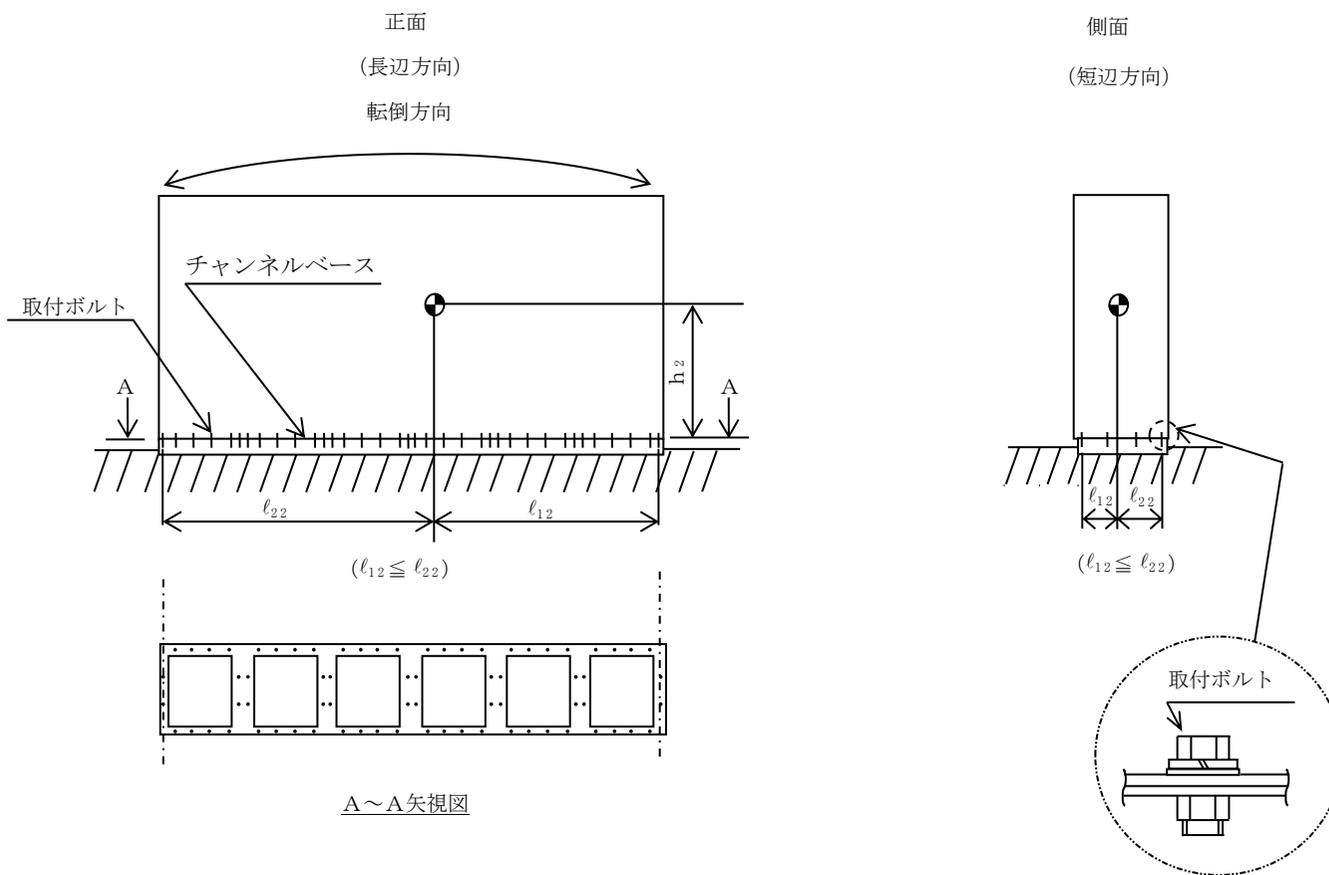
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ESF 盤 (H11-P662-2)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
ESF 盤 (H11-P662-2)	常設耐震/防止 常設/緩和 常設/防止 (DB拡張)	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =2.06	C _V =1.42	50

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1250	16 (M16)	201.1	72	231 (16mm<径≤40mm)	394 (16mm<径≤40mm)

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)	370	510	24	—	276	—	長辺方向
	2145	2585	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 _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=91$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

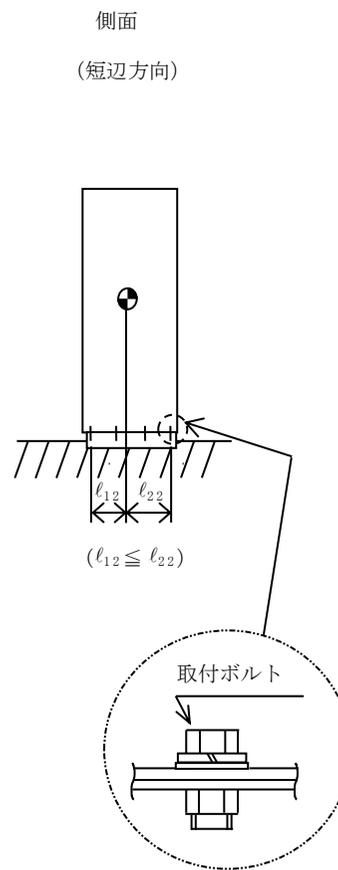
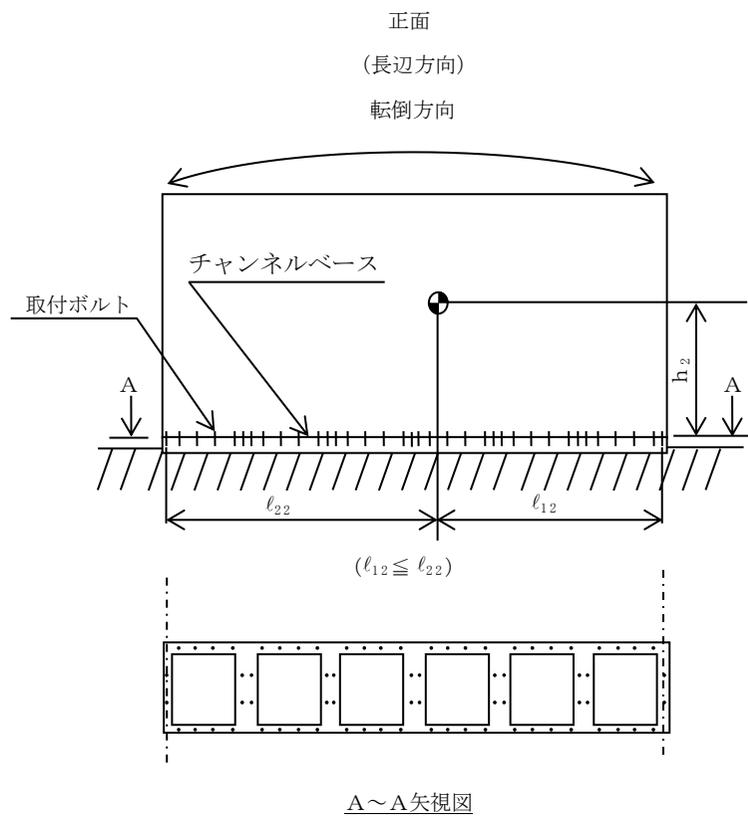
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ESF 盤 (H11-P662-2)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【ESF 盤 (H11-P662-3) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
ESF 盤 (H11-P662-3)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.04	C _V =0.72	C _H =2.06	C _V =1.42	26

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1250	16 (M16)	201.1	48	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

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)	370	510	16	235	280	長辺方向	長辺方向
	1425	1705	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=23$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=82$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

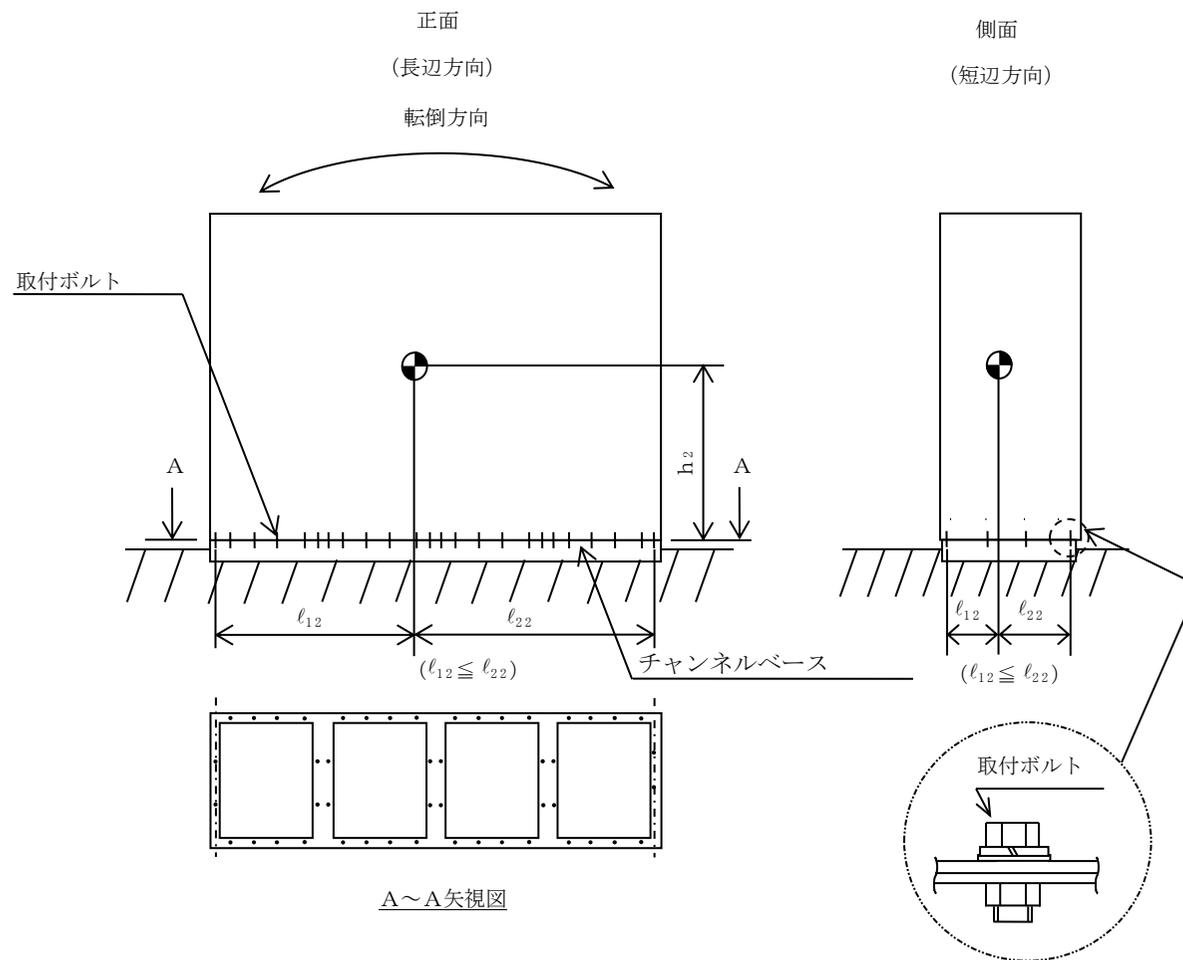
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ESF 盤 (H11-P662-3)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
ESF 盤 (H11-P662-3)	常設耐震/防止 常設/緩和 常設/防止 (DB拡張)	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =2.06	C _V =1.42	50

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1250	16 (M16)	201.1	48	231 (16mm<径≤40mm)	394 (16mm<径≤40mm)

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)	370	510	16	—	276	—	長辺方向
	1425	1705	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=82$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

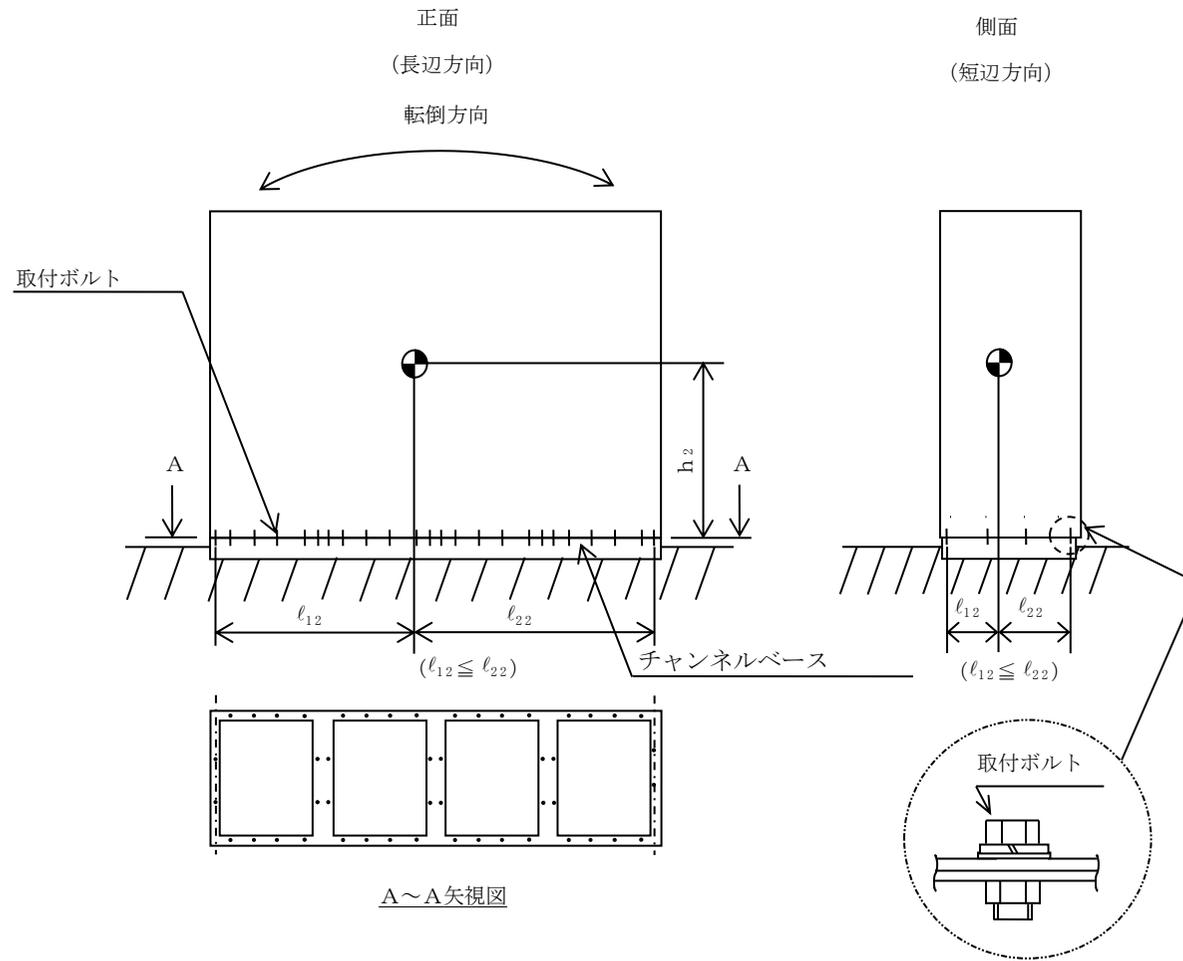
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ESF 盤 (H11-P662-3)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



(2) 安全保護系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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、安全保護系盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

安全保護系盤は、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、安全保護系盤は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、V-2-1-14「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

安全保護系盤の構造計画を表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					
安全保護系盤は、基礎に固定されたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【安全保護系盤】</p>				
		機器名称	安全保護系盤 (H11-P661-1)	安全保護系盤 (H11-P661-2)	安全保護系盤 (H11-P661-3)	安全保護系盤 (H11-P661-4)
		たて	1000	1000	1000	1000
		横	2400	2400	2400	2400
		高さ	2300	2300	2300	2300

(単位：mm)

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

安全保護系盤の固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認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)

安全保護系盤 (H11-P661-1)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
安全保護系盤 (H11-P661-2)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
安全保護系盤 (H11-P661-3)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
安全保護系盤 (H11-P661-4)	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

盤の構造強度評価は、V-2-1-14「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

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

盤の許容応力は、V-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

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【安全保護系盤（H11-P661-1）の耐震性についての計算結果】【安全保護系盤（H11-P661-2）の耐震性についての計算結果】【安全保護系盤（H11-P661-3）の耐震性についての計算結果】及び【安全保護系盤（H11-P661-4）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	安全保護系盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 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	安全保護系盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

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

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)		

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

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	26	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
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

盤の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

盤に設置される器具の機能確認済加速度は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同型式の器具及び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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
安全保護系盤 (H11-P661-1)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
安全保護系盤 (H11-P661-2)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
安全保護系盤 (H11-P661-3)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
安全保護系盤 (H11-P661-4)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

安全保護系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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

安全保護系盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【安全保護系盤 (H11-P661-1) 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	
安全保護系盤 (H11-P661-1)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.04	C _V =0.72	C _H =2.06	C _V =1.42	26

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1240	16 (M16)	201.1	36	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

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)	385	495	12	235	280	長辺方向	長辺方向
	1055	1275	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=25$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=78$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

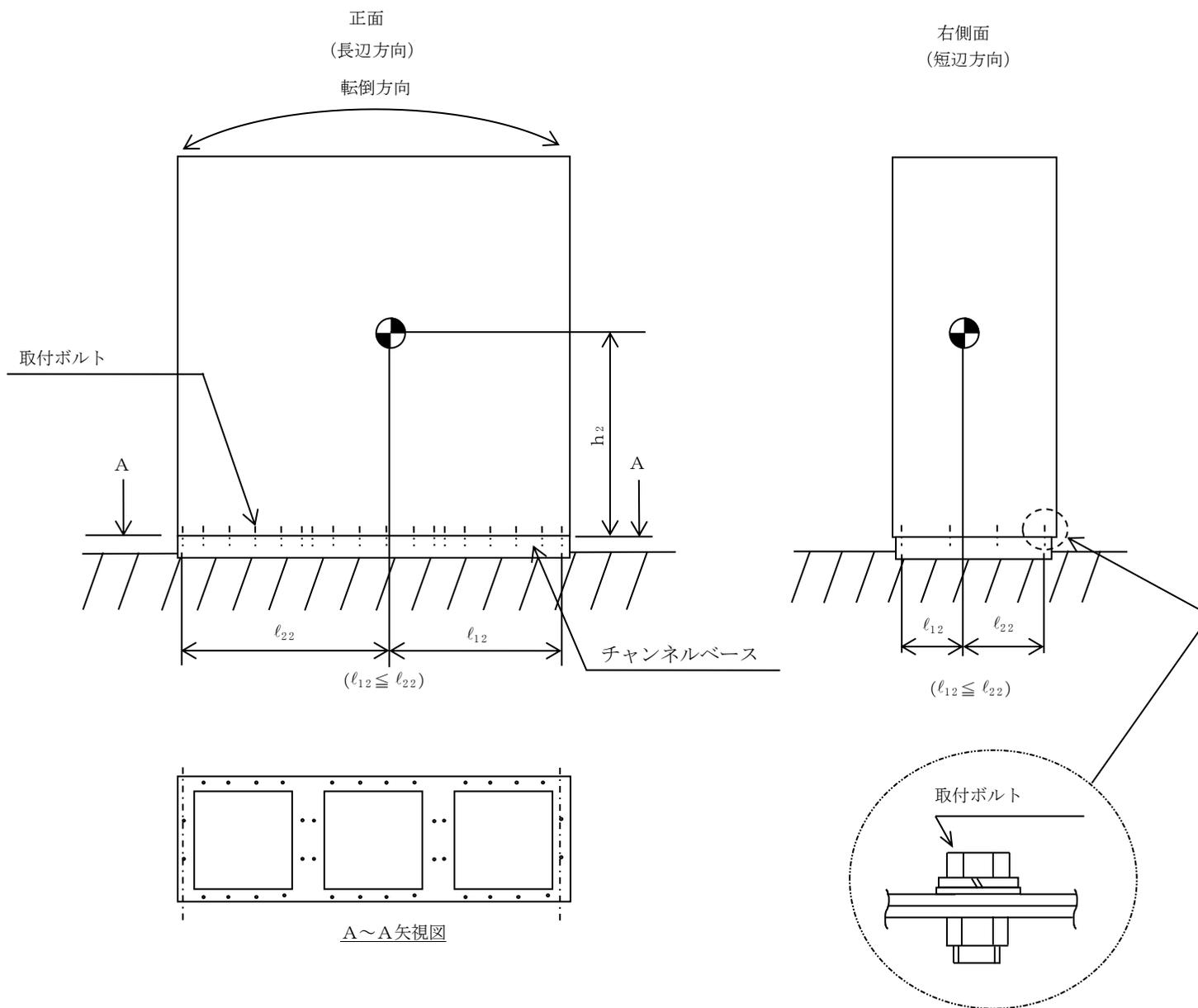
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
安全保護系盤 (H11-P661-1)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
安全保護系盤 (H11-P661-1)	常設耐震/防止 常設/緩和	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =2.06	C _V =1.42	50

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1240	16 (M16)	201.1	36	231 (16mm<径≤40mm)	394 (16mm<径≤40mm)

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)	385	495	12	—	276	—	長辺方向
	1055	1275	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=78$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

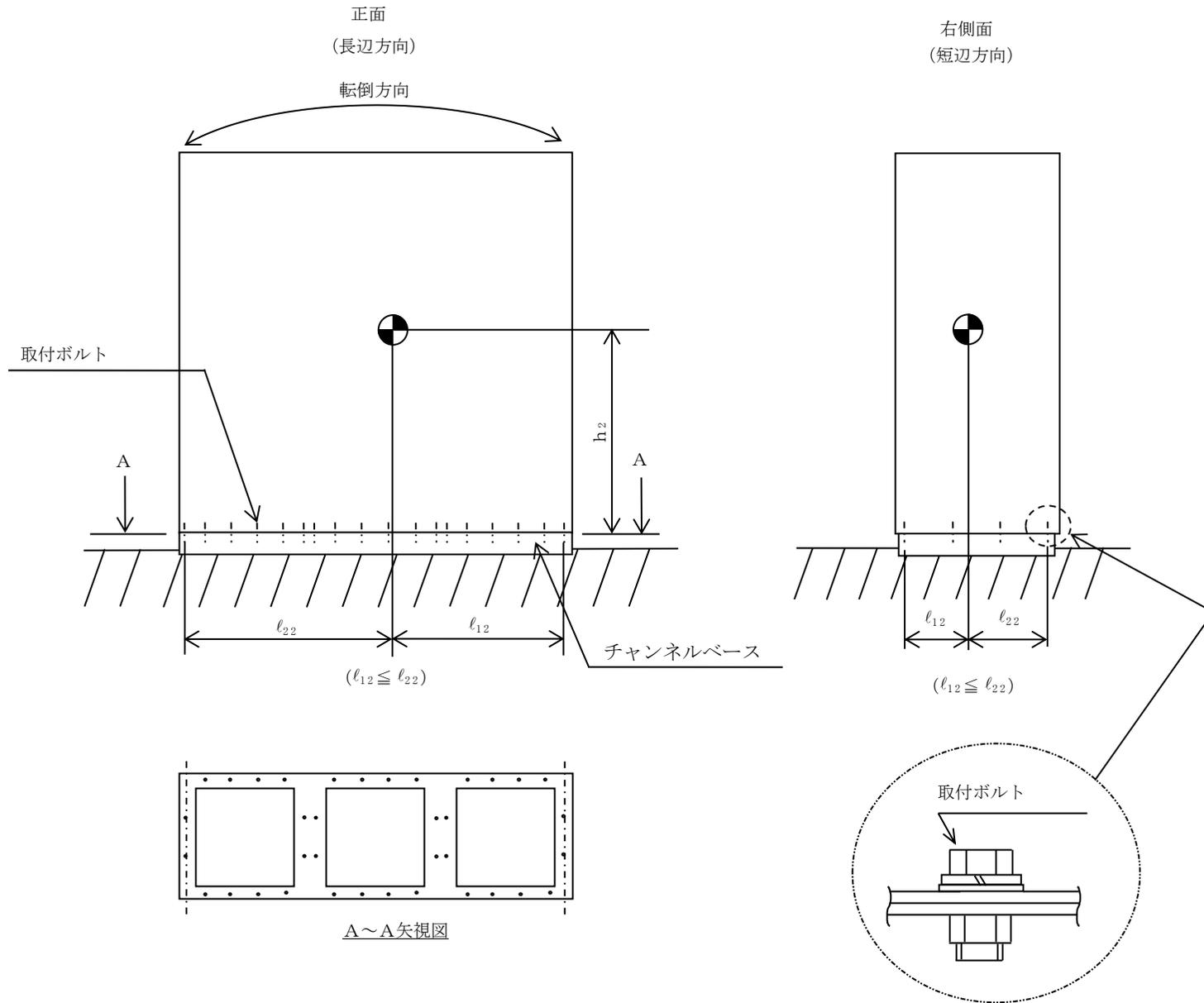
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
安全保護系盤 (H11-P661-1)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【安全保護系盤 (H11-P661-2) 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	
安全保護系盤 (H11-P661-2)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.04	C _V =0.72	C _H =2.06	C _V =1.42	26

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	1240	16 (M16)	201.1	36	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

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)	395	485	12	235	280	長辺方向	長辺方向
	1055	1275	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=25$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=78$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

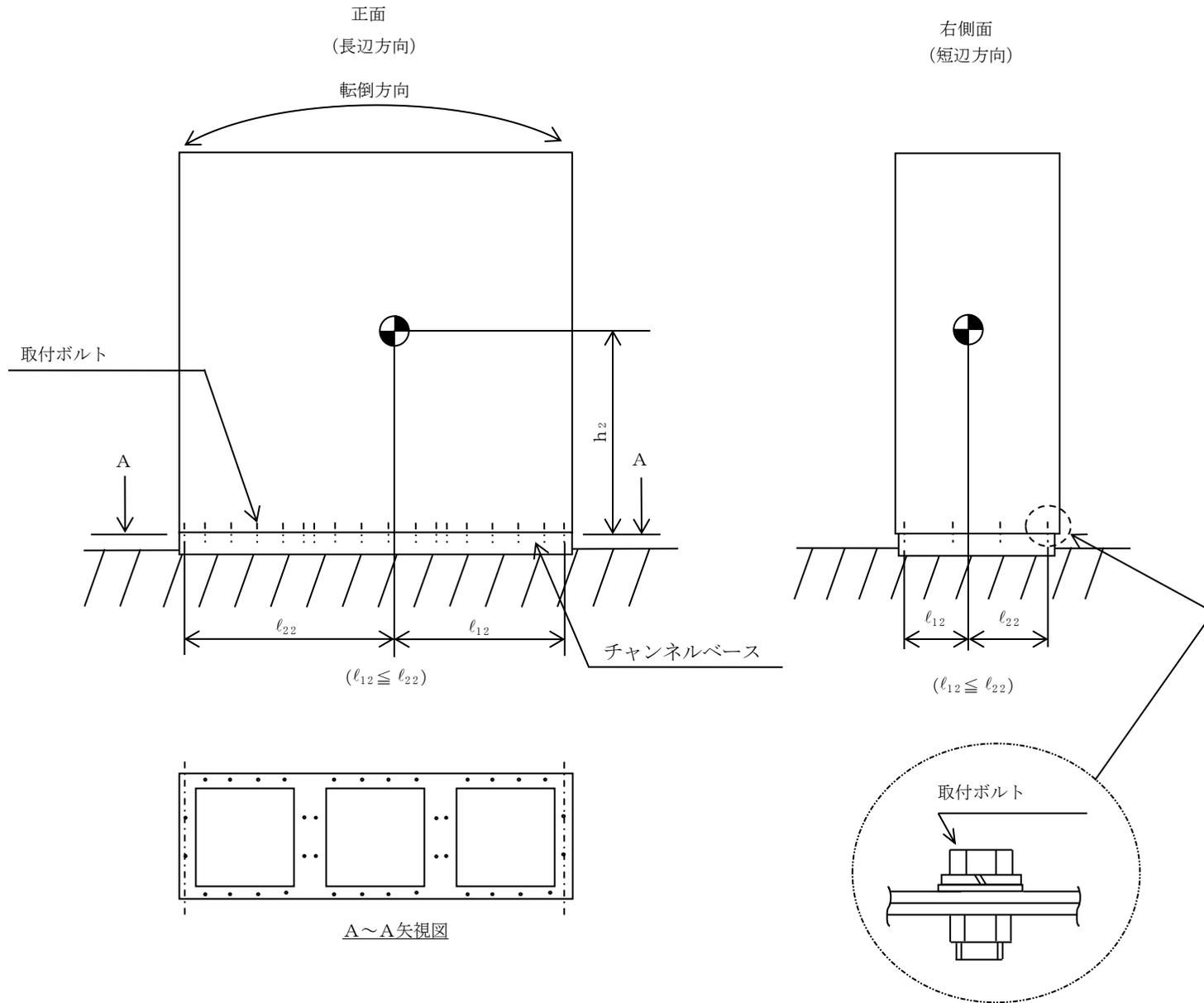
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
安全保護系盤 (H11-P661-2)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
安全保護系盤 (H11-P661-2)	常設耐震/防止 常設/緩和	コントロール建屋 T. M. S. L. 17.950 (T. M. S. L. 17.300*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =2.06	C _V =1.42	50

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1240	16 (M16)	201.1	36	231 (16mm < 径 ≤ 40mm)	394 (16mm < 径 ≤ 40mm)

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)	395	485	12	—	276	—	長辺方向
	1055	1275	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=78$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

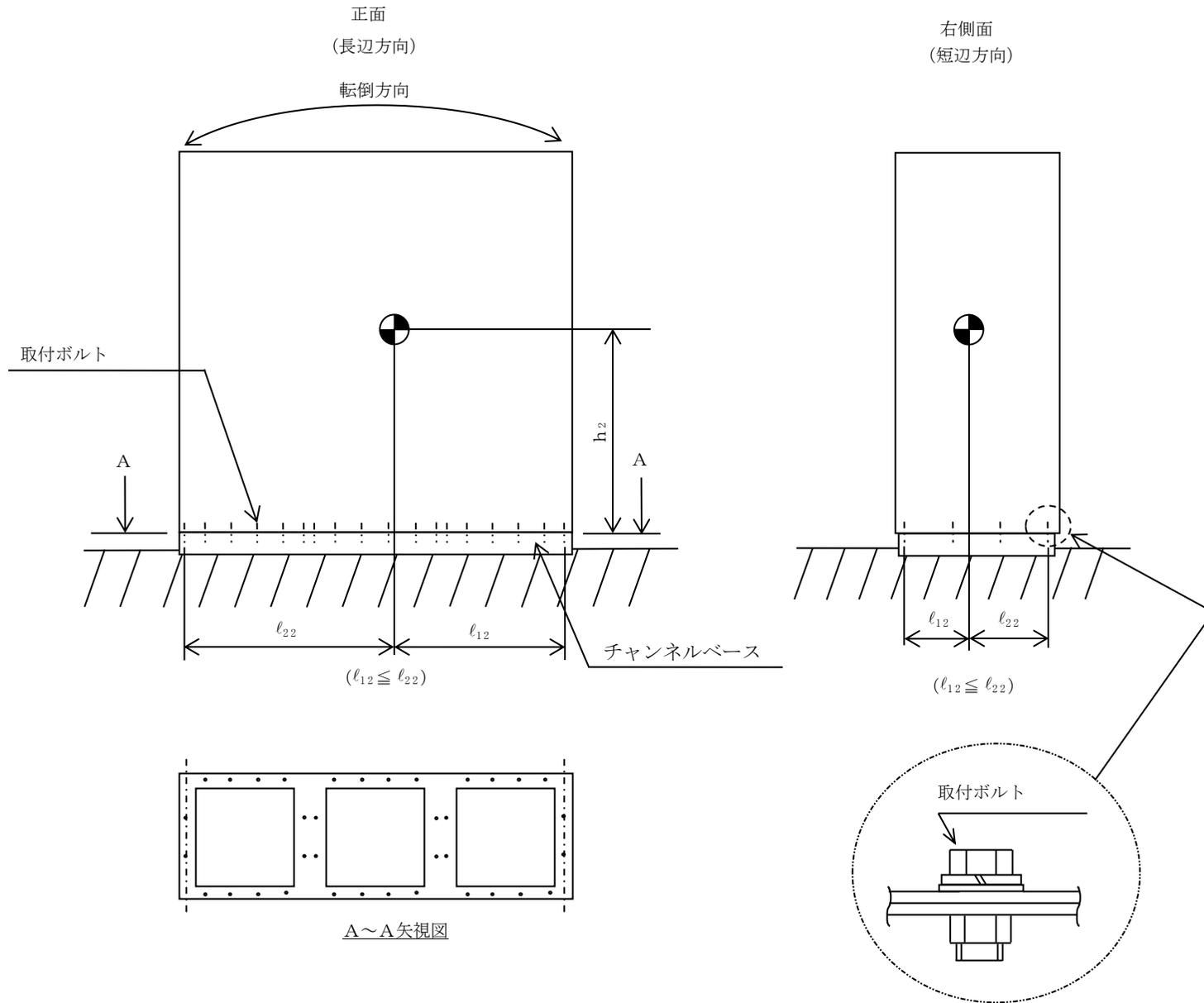
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
安全保護系盤 (H11-P661-2)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【安全保護系盤 (H11-P661-3) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
安全保護系盤 (H11-P661-3)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.04	C _V =0.72	C _H =2.06	C _V =1.42	26

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1240	16 (M16)	201.1	36	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

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)	395	485	12	235	280	長辺方向	長辺方向
	1055	1275	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=25$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=78$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

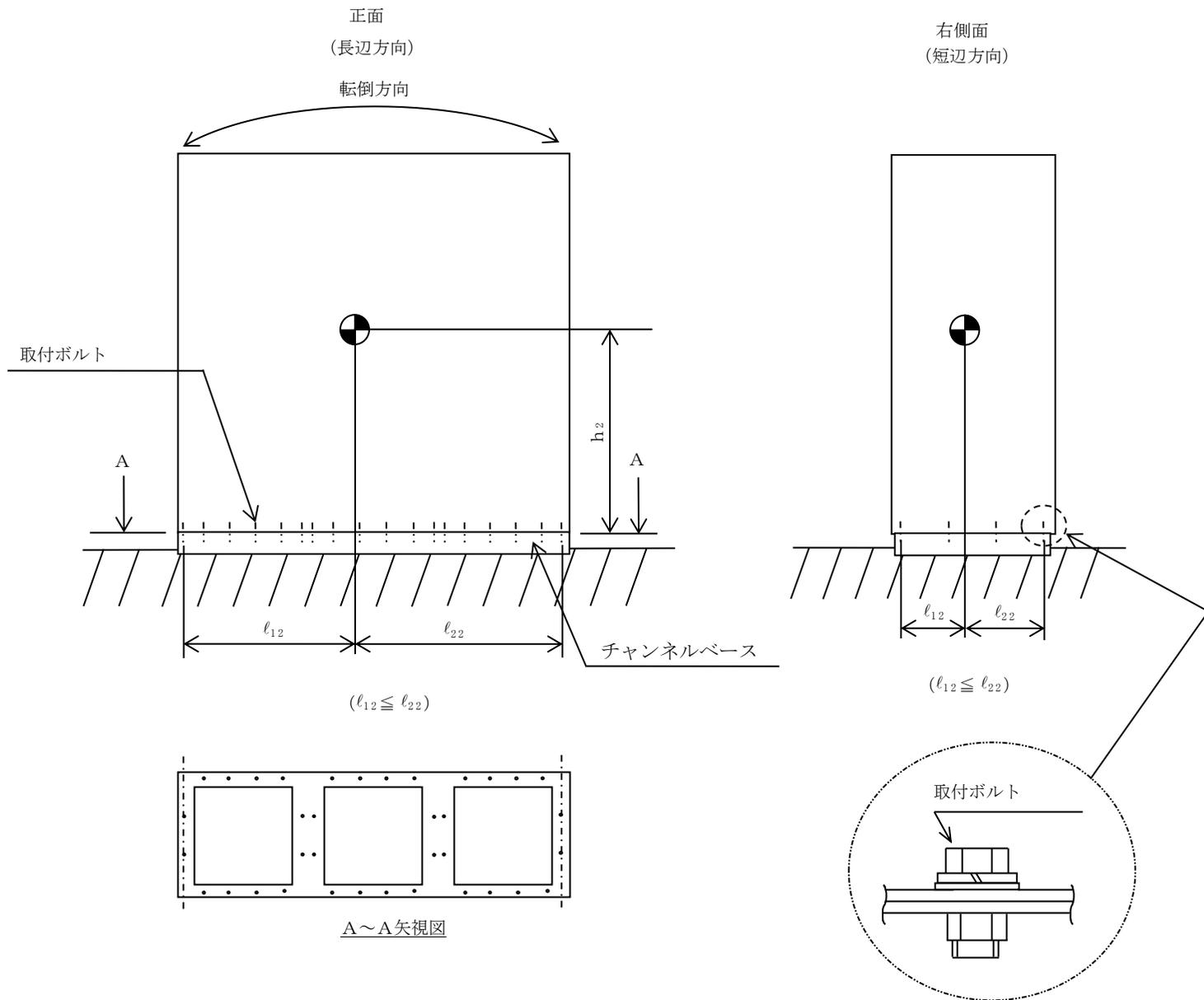
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
安全保護系盤 (H11-P661-3)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
安全保護系盤 (H11-P661-3)	常設耐震/防止 常設/緩和	コントロール建屋 T. M. S. L. 17.950 (T. M. S. L. 17.300*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =2.06	C _V =1.42	50

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i = 2)		1240	16 (M16)	201.1	36	231 (16mm < 径 ≤ 40mm)	394 (16mm < 径 ≤ 40mm)

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)	395	485	12	—	276	—	長辺方向
	1055	1275	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=78$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

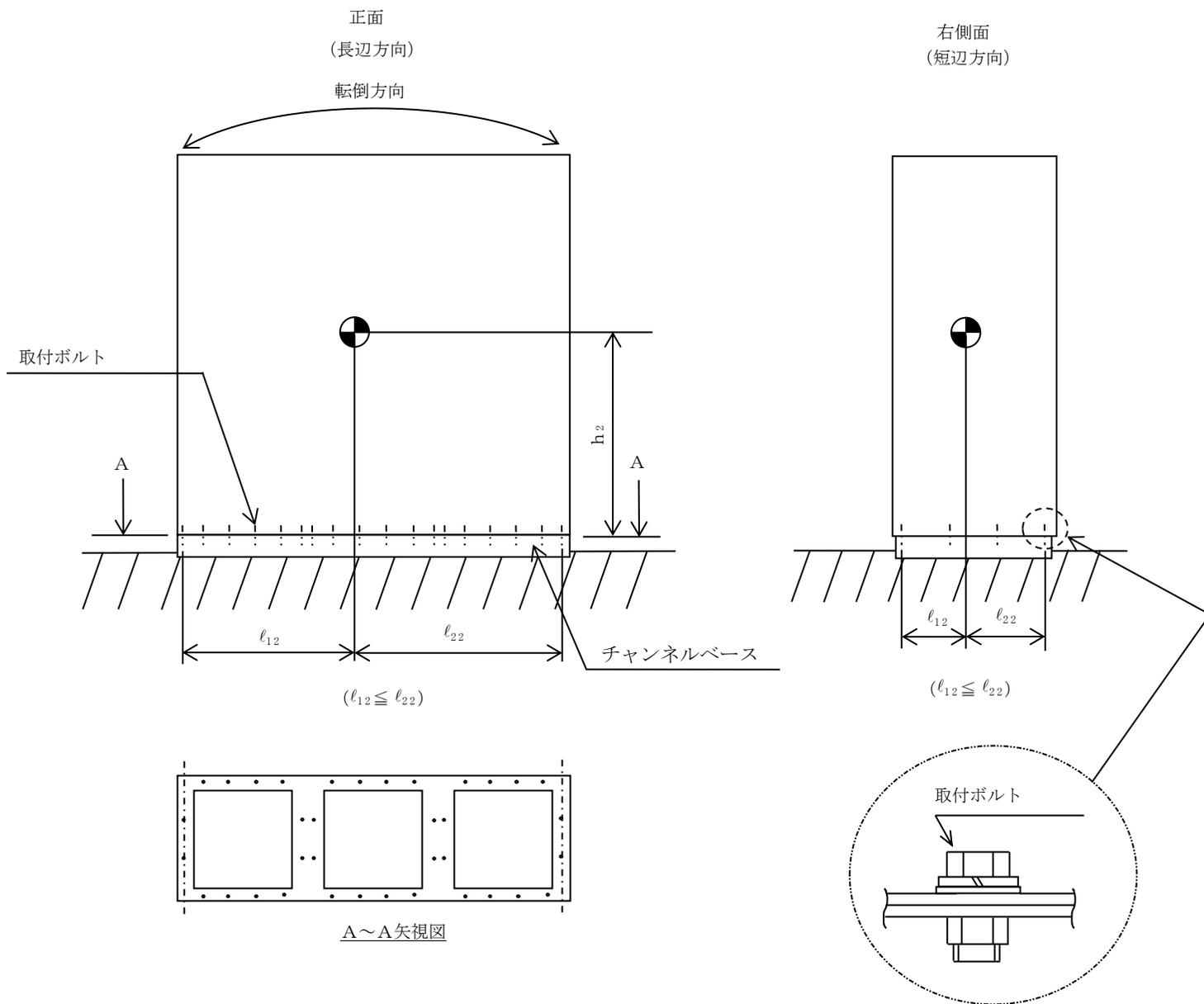
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
安全保護系盤 (H11-P661-3)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【安全保護系盤 (H11-P661-4) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
安全保護系盤 (H11-P661-4)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.04	C _V =0.72	C _H =2.06	C _V =1.42	26

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1240	16 (M16)	201.1	36	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

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)	395	485	12	235	280	長辺方向	長辺方向
	1035	1295	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=26$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=78$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

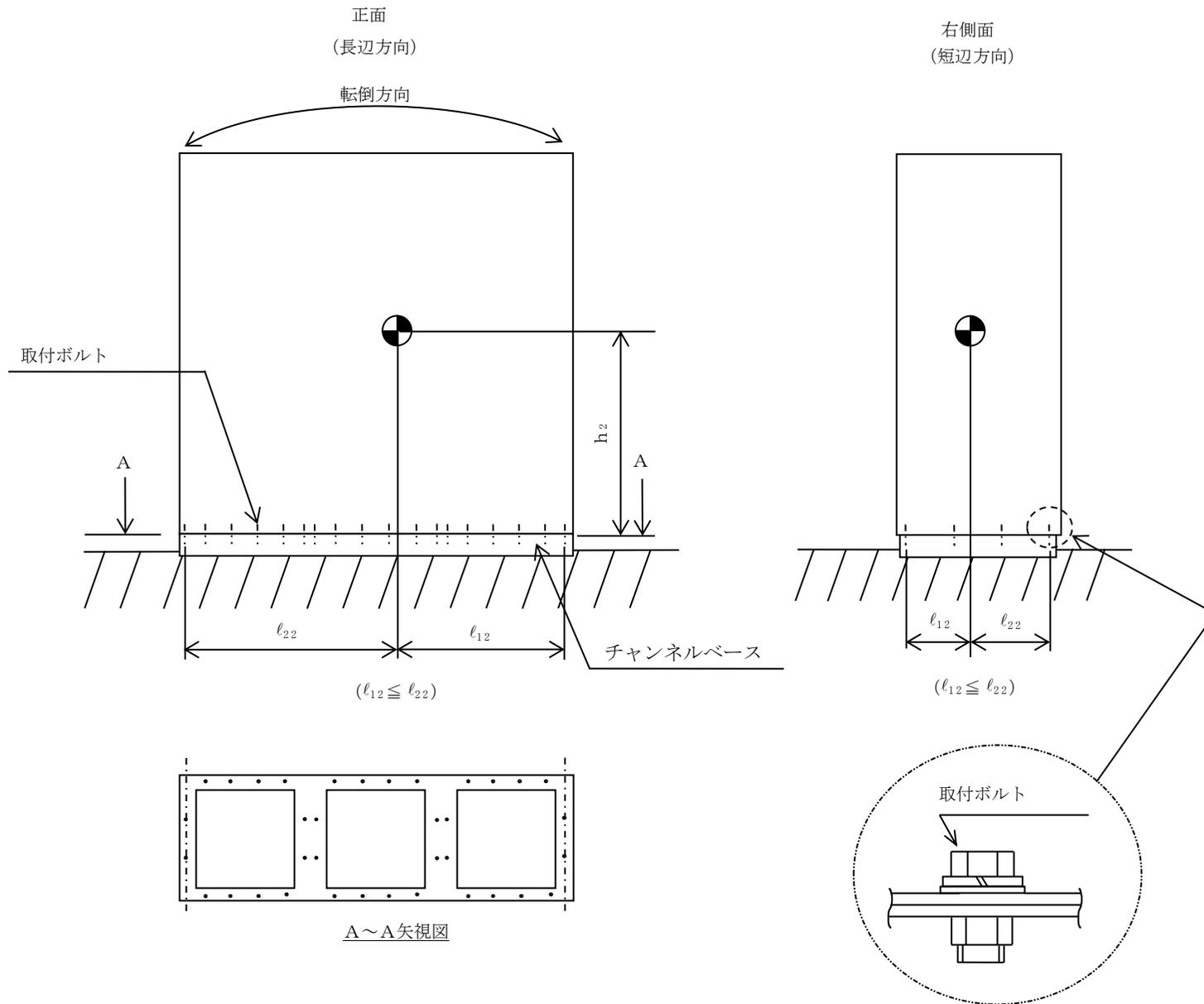
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
安全保護系盤 (H11-P661-4)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
安全保護系盤 (H11-P661-4)	常設耐震/防止 常設/緩和	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =2.06	C _V =1.42	50

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1240	16 (M16)	201.1	36	231 (16mm<径≤40mm)	394 (16mm<径≤40mm)

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)	395	485	12	—	276	—	長辺方向
	1035	1295	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=78$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

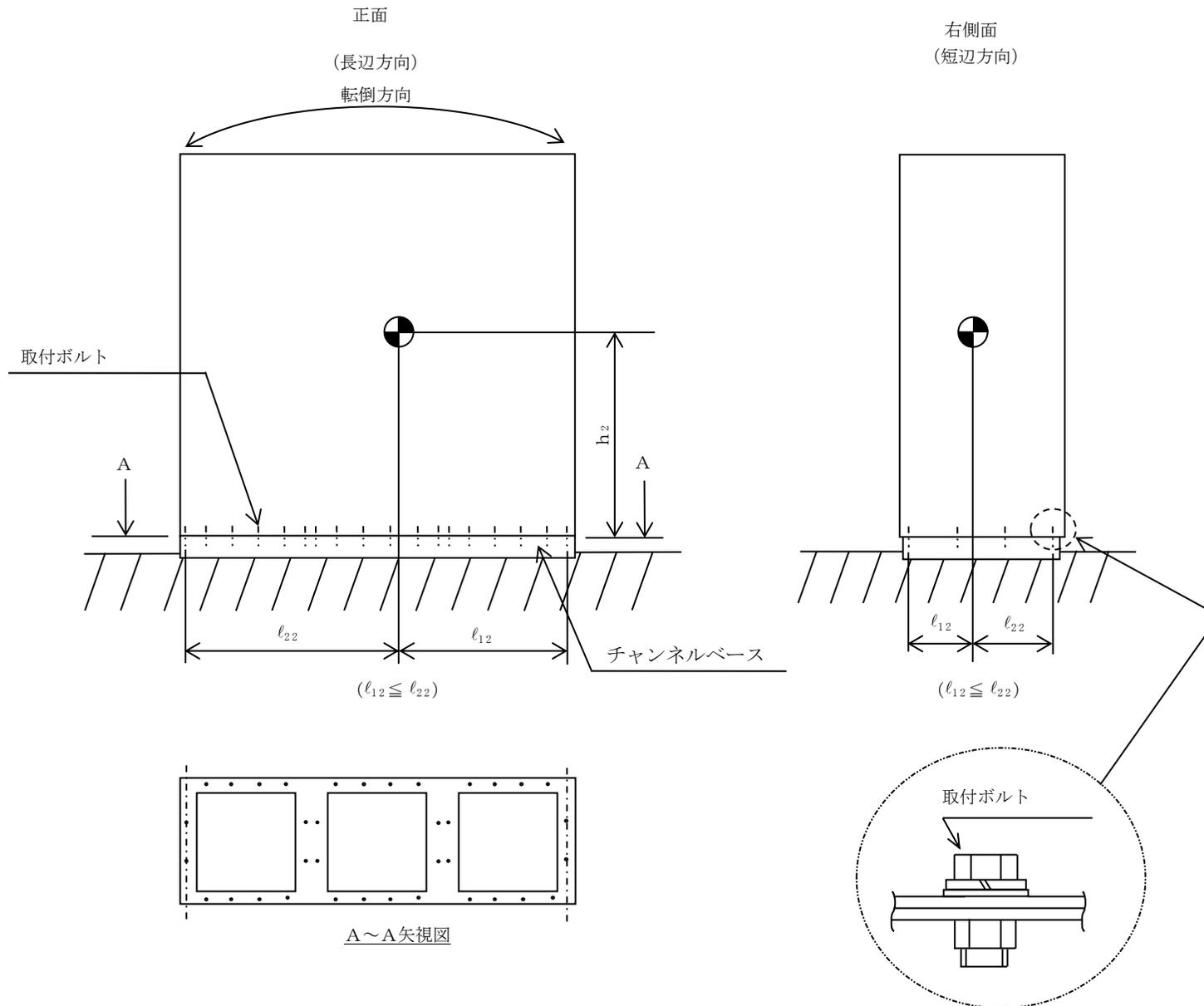
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
安全保護系盤 (H11-P661-4)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



(3) 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

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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、計測制御設備の盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

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、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、V-2-1-14「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													
中央制御室外原子炉停止制御盤は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【中央制御室外原子炉停止制御盤】</p> <p>正面横</p> <p>高さ</p> <p>側面 たて</p> <p>盤</p> <p>取付ボルト</p> <p>基礎</p> <p>チャンネルベース</p> <p>(長辺方向)</p> <p>(短辺方向)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>中央制御室外 原子炉停止制御盤 (H21-P015-1)</th> <th>中央制御室外 原子炉停止制御盤 (H21-P015-2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>1000</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>3000</td> <td>3000</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	中央制御室外 原子炉停止制御盤 (H21-P015-1)	中央制御室外 原子炉停止制御盤 (H21-P015-2)	たて	1000	1000	横	3000	3000	高さ	2300	2300
機器名称	中央制御室外 原子炉停止制御盤 (H21-P015-1)	中央制御室外 原子炉停止制御盤 (H21-P015-2)												
たて	1000	1000												
横	3000	3000												
高さ	2300	2300												

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

プラスチックハンマ等により、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により記録解析する。試験の結果、剛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 (H21-P015-1)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
中央制御室外原子炉停止制御盤 (H21-P015-2)	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

盤の構造強度評価は、V-2-1-14「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

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

盤の許容応力は、V-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

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 (H21-P015-1) の耐震性についての計算結果】及び【中央制御室外原子炉停止制御盤 (H21-P015-2) 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 _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 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	
	引張り	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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 _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		取付ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	40	245

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

盤の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

盤に設置される器具の機能確認済加速度は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具及び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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
中央制御室外原子炉停止制御盤 (H21-P015-1)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
中央制御室外原子炉停止制御盤 (H21-P015-2)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【中央制御室外原子炉停止制御盤（H21-P015-1）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 (H21-P015-1)	S	原子炉建屋 []	[]	[]	C _H =0.65	C _V =0.64	C _H =1.27	C _V =1.29	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	[]	1270	16 (M16)	201.1	48	245 (径≤16mm)	400 (径≤16mm)

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)	360	520	16	245	280	長辺方向	長辺方向
	1295	1635	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=9$	$f_{ts2}=183^*$	$\sigma_{b2}=49$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=141$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

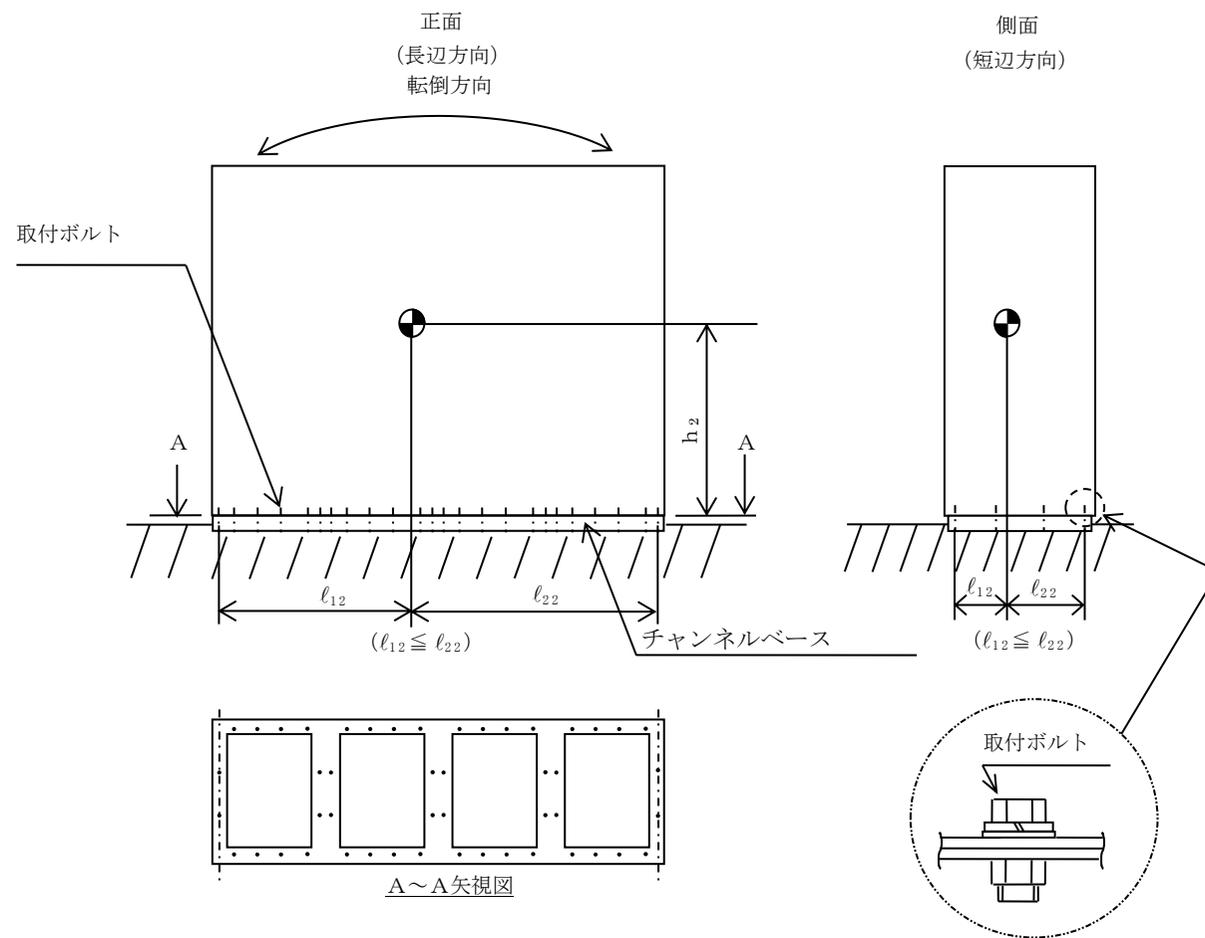
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
中央制御室外 原子炉停止制御盤 (H21-P015-1)	水平方向	1.06	□
	鉛直方向	1.08	□

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【中央制御室外原子炉停止制御盤（H21-P015-2）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 (H21-P015-2)	S	原子炉建屋 []	[]	[]	C _H =0.65	C _V =0.64	C _H =1.27	C _V =1.29	40

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	[]	1270	16 (M16)	201.1	48	245 (径≤16mm)	400 (径≤16mm)

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)	360	520	16	245	280	長辺方向	長辺方向
	1295	1635	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=9$	$f_{ts2}=183^*$	$\sigma_{b2}=49$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=141$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

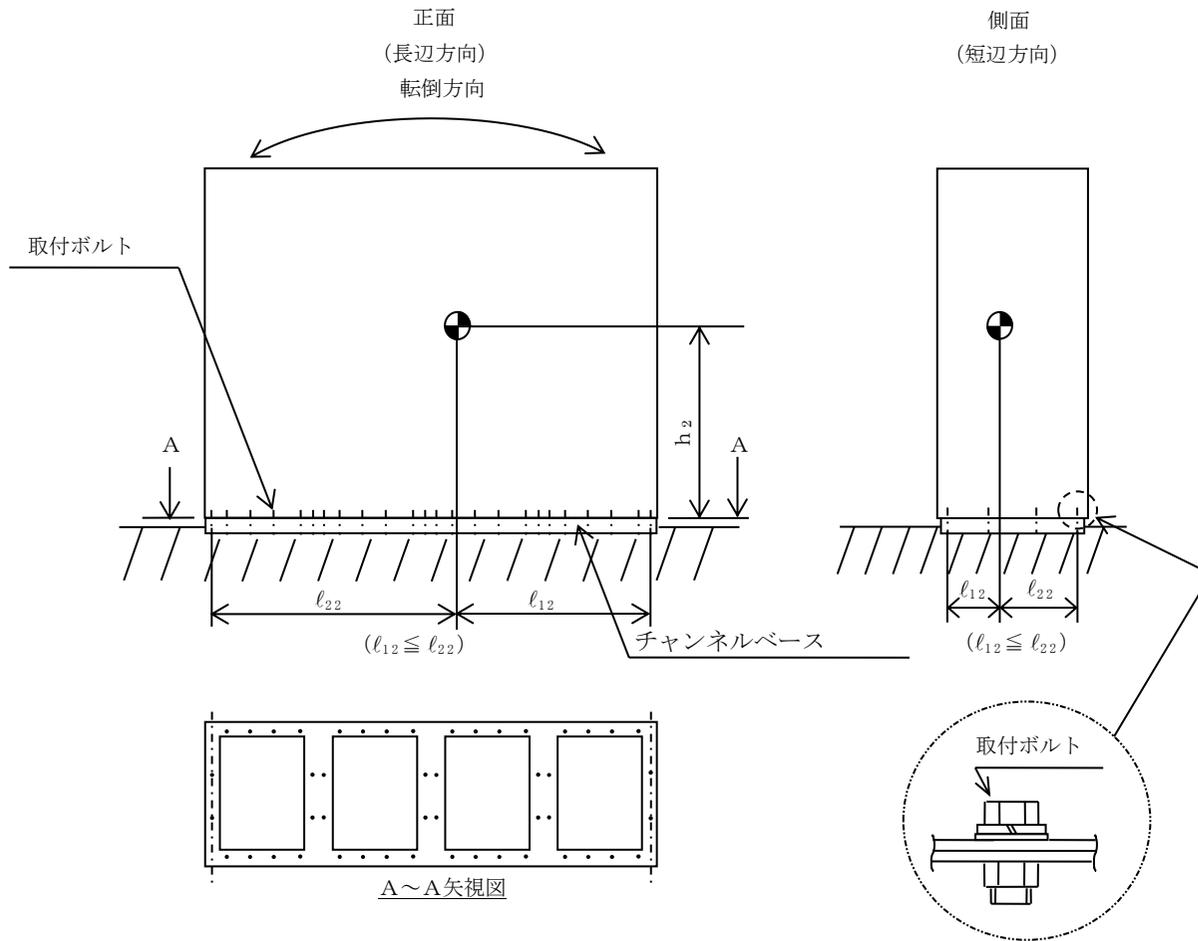
注記*: $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
中央制御室外 原子炉停止制御盤 (H21-P015-2)	水平方向	1.06	□
	鉛直方向	1.08	□

注記*: 基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0・ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



(4) 中央運転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
2.2 評価方針	4
2.3 適用規格・基準等	5
2.4 記号の説明	6
2.5 計算精度と数値の丸め方	7
3. 評価部位	8
4. 固有周期	8
4.1 基本方針	8
4.2 固有周期の確認方法	8
4.3 固有周期の確認結果	8
5. 構造強度評価	9
5.1 構造強度評価方法	9
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	9
5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	9
5.2.2 許容応力	9
5.2.3 使用材料の許容応力評価条件	9
5.3 設計用地震力	13
5.4 計算方法	14
5.4.1 応力の計算方法	14
5.5 計算条件	19
5.5.1 取付ボルトの応力計算方法	19
5.6 応力の評価	20
5.6.1 ボルトの応力評価	20
6. 機能維持評価	21
6.1 電氣的機能維持評価方法	21
7. 評価結果	22
7.1 設計基準対象施設としての評価結果	22
7.2 重大事故等対処設備としての評価結果	22

1. 概要

本計算書は、V-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、中央運転監視盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

中央運転監視盤は、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。

2. 一般事項

2.1 構造計画

中央運転監視盤（H11-P700）の構造計画を表2-1に示す。

中央運転監視盤（H11-P701）の構造計画を表2-2に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>中央運転監視盤 (H11-P700) は、基礎に埋め込まれたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。</p>	<p>ベンチ形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【中央運転監視盤 (H11-P700)】</p> <p>平面</p> <p>正面 2120</p> <p>側面</p> <p>1350</p> <p>1850</p> <p>1102</p> <p>盤</p> <p>基礎</p> <p>チャンネルベース</p> <p>取付ボルト</p> <p>(長辺方向)</p> <p>(短辺方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

表 2-2 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
中央運転監視盤 (H11-P701) は、基礎に固定されたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	バンチ形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【中央運転監視盤 (H11-P701)】</p> <p>(単位 : mm)</p>

2.2 評価方針

中央運転監視盤の応力評価は、V-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」にて示す中央運転監視盤の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で確認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、中央運転監視盤の機能維持評価は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「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。

中央運転監視盤の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

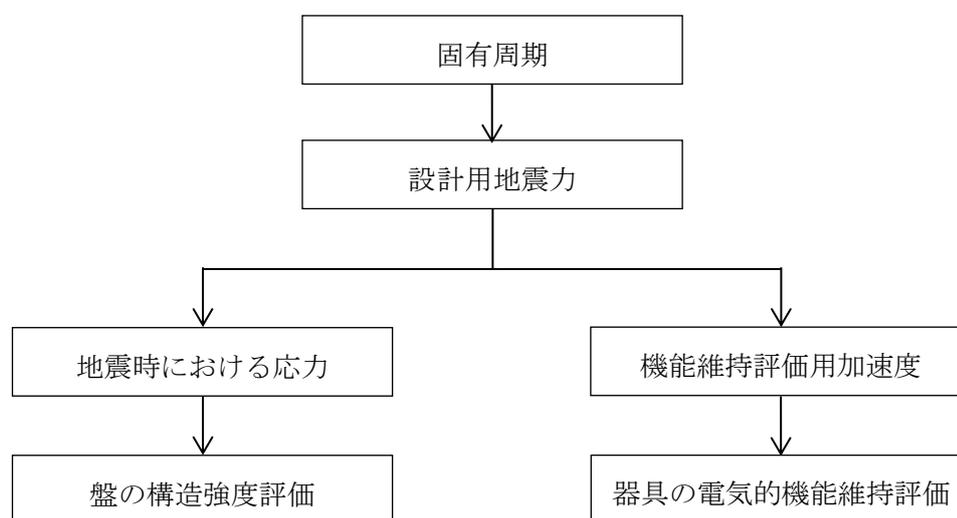


図 2-1 中央運転監視盤の耐震評価フロー

2.3 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* ¹	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d_i	ボルトの呼び径* ¹	mm
F_i	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値* ¹	MPa
F_i^*	設計・建設規格 SSB-3133に定める値* ¹	MPa
F_{bi}	ボルトに作用する引張力 (1本あたり) * ¹	N
F_{bi1}	l_{i1} 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)	N
F_{bi2}	l_{i2} 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)	N
f_{sbi}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* ¹	MPa
f_{toi}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* ¹	MPa
f_{tsi}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力* ¹	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h_i	据付面又は取付面から重心までの距離* ²	mm
l_{1i}	重心とボルト間の水平方向距離* ¹ , * ³	mm
l_{2i}	重心とボルト間の水平方向距離* ¹ , * ³	mm
L_j	転倒支点とボルト j 間の距離* ⁴	mm
m_i	盤の質量* ²	kg
n_i	ボルトの本数* ¹	—
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* ⁴	—
Q_{bi}	ボルトに作用するせん断力* ¹	N
S_{ui}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値* ¹	MPa
S_{yi}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値* ¹	MPa
$S_{yi}(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の40℃における値* ¹	MPa
π	円周率	—
σ_{bi}	ボルトに生じる引張応力* ¹	MPa
τ_{bi}	ボルトに生じるせん断応力* ¹	MPa

注記*¹ : A_{bi} , d_i , F_i , F_i^* , F_{bi} , F_{bi1} , F_{bi2} , f_{sbi} , f_{toi} , f_{tsi} , l_{1i} , l_{2i} , n_i , Q_{bi} , S_{ui} , S_{yi} , $S_{yi}(RT)$, σ_{bi} 及び τ_{bi} の添字 i の意味は、以下のとおりとする。

$i = 1$: 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 及び n_{fj} 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の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 2-3 に示すとおりとする。

表 2-3 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位*1
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁*2
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

中央運転監視盤の耐震評価は、「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取付ボルトについて実施する。

中央運転監視盤の耐震評価部位については、表 2-1、表 2-2 の概略構造図に示す。

4. 固有周期

4.1 基本方針

中央運転監視盤 (H11-P700) の固有周期及び中央運転監視盤 (H11-P701) の水平方向の固有周期は、振動試験 (自由振動試験) にて求める。中央運転監視盤 (H11-P701) の鉛直方向の固有周期は、構造が同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験 (自由振動試験) の結果確認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、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置 (圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器) により記録解析する。中央運転監視盤の外形図を表 2-1、表 2-2 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、剛であることを確認した。

表 4-1 固有周期 (単位 : s)

中央運転監視盤 (H11-P700)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
中央運転監視盤 (H11-P701)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	0.05 以下

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

- (1) 中央運転監視盤の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は中央運転監視盤に対して、水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。
- (3) 中央運転監視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に固定されており、固定端とする。
- (5) 中央運転監視盤の転倒方向は、表 2-1 及び表 2-2 の概略構造図における長辺方向及び短辺方向について検討し、計算書には結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。
- (6) 中央運転監視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ものとする。
- (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

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

盤の許容応力は、V-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

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	中央運転監視盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 5-2 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	中央運転監視盤	常設耐震／防止 常設／緩和 常設／防止（DB 拡張）	—* ²	$D + P_D + M_D + S s^*3$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限界 を用いる。)

注記*¹：「常設耐震／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。

*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	
	引張り	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの 許容限界を用いる。)		

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

*2 : 当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 5-4 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	26	245	400	—

表 5-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—

5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 5-6 及び表 5-7 に示す。

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

表 5-6 設計用地震力（設計基準対象施設）

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
中央運転監視盤 (H11-P700)	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	C _H =1.04	C _V =0.72	C _H =2.06	C _V =1.42
中央運転監視盤 (H11-P701)	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	<input type="text"/>	0.05 以下	C _H =1.04	C _V =0.72	C _H =2.06	C _V =1.42

注記*：基準床レベルを示す。

表 5-7 設計用地震力（重大事故等対処設備）

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
中央運転監視盤 (H11-P700)	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—	—	C _H =2.06	C _V =1.42
中央運転監視盤 (H11-P701)	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	<input type="text"/>	0.05 以下	—	—	C _H =2.06	C _V =1.42

注記*：基準床レベルを示す。

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 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。

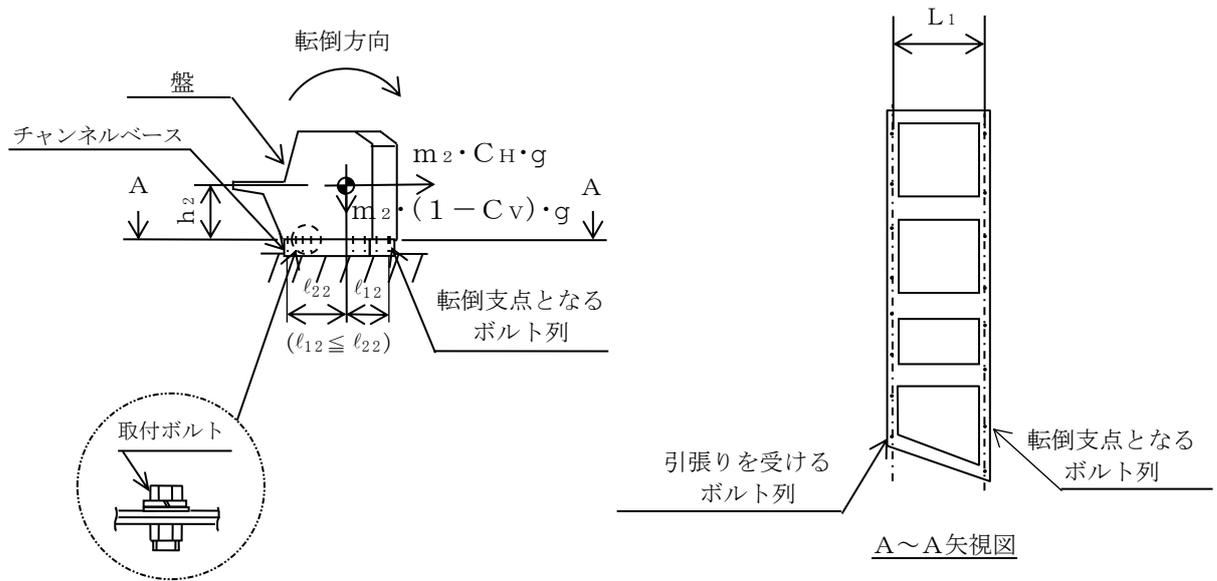


図 5-1 計算モデル
(ベンチ形 短辺方向転倒 $(1 - C_v) \geq 0$, l_{12} 側転倒支点の場合)

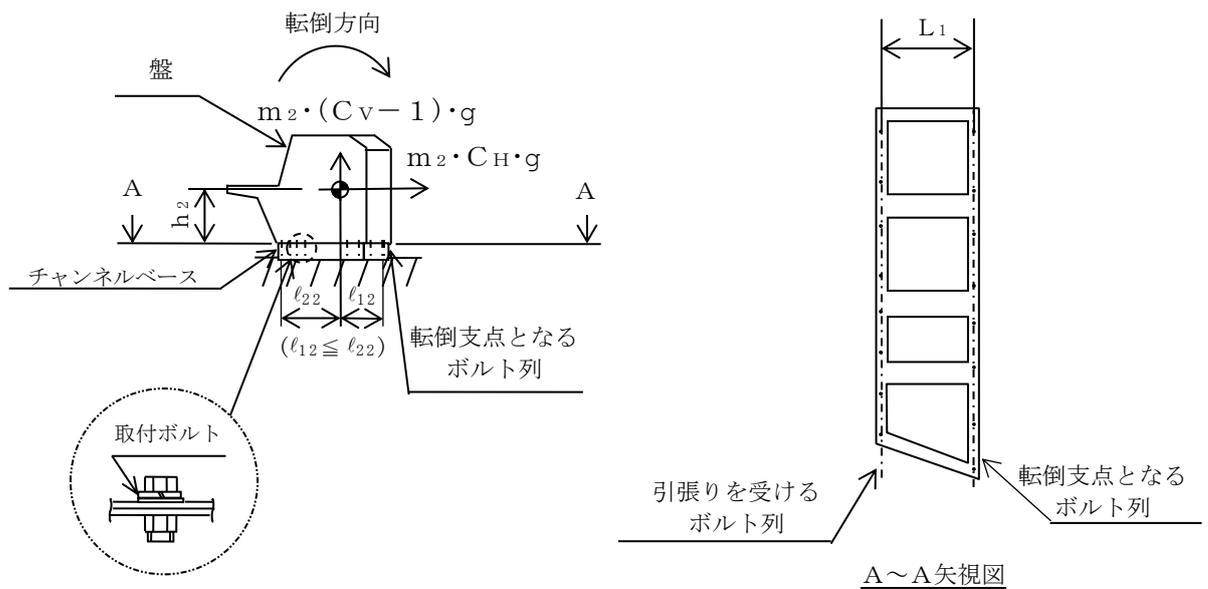


図 5-2 計算モデル
(ベンチ形 短辺方向転倒 $(1 - C_v) < 0$, l_{12} 側転倒支点の場合)

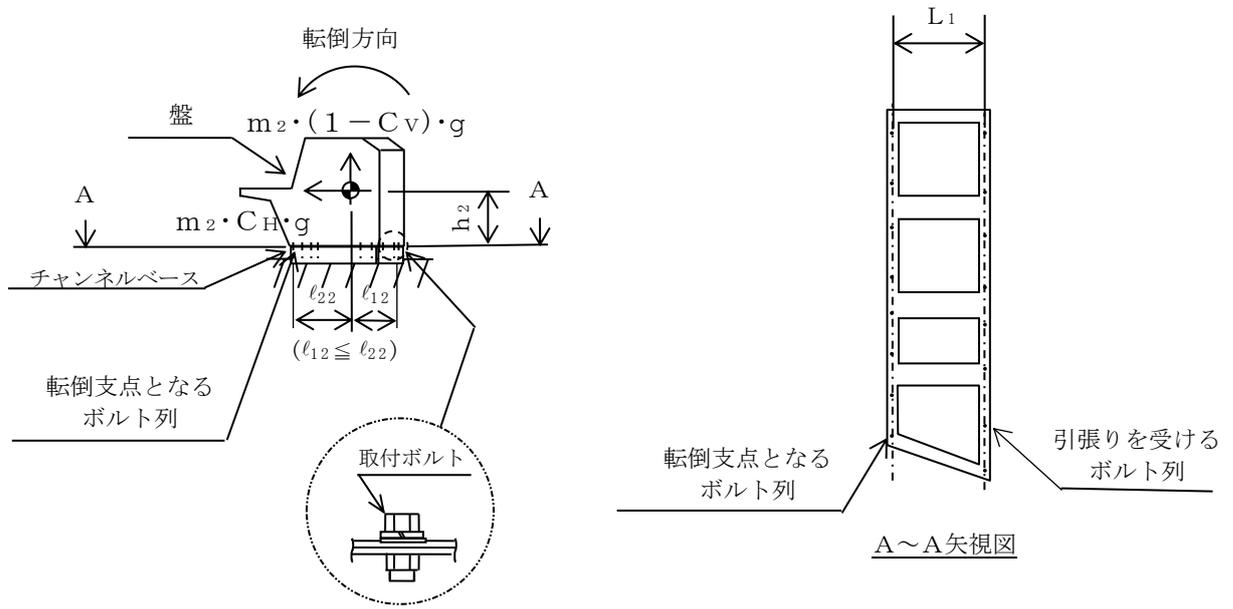


図5-3 計算モデル
(ベンチ形 短辺方向転倒 $(1 - C_v) \geq 0$, l_{22} 側転倒支点の場合)

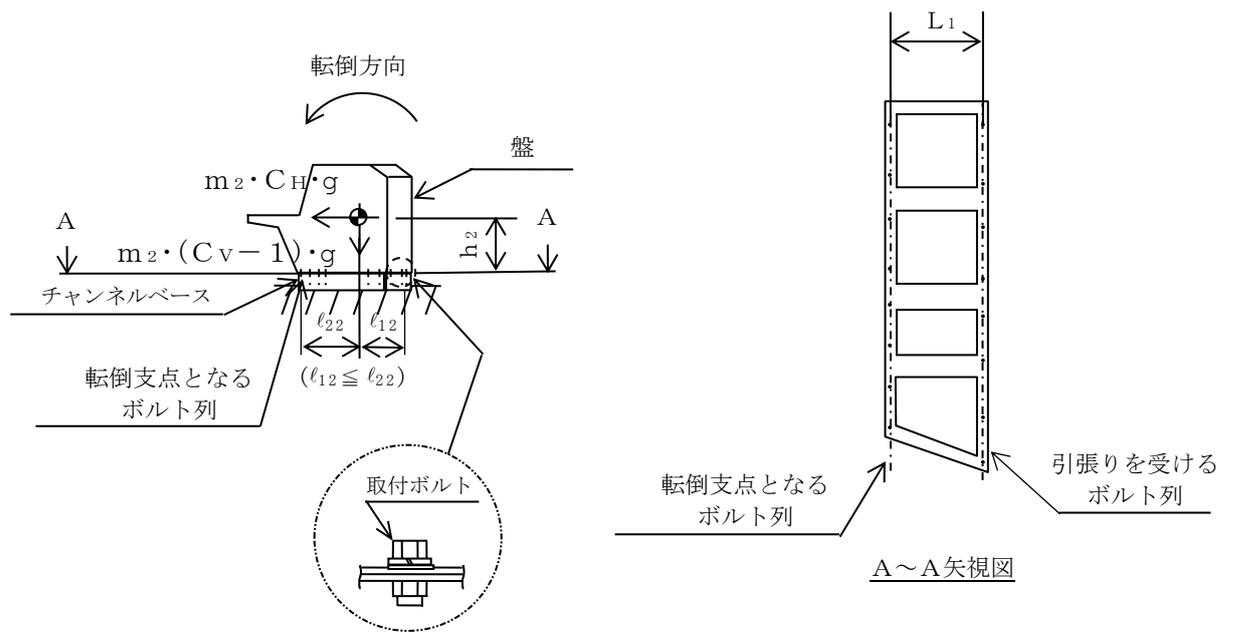


図5-4 計算モデル
(ベンチ形 短辺方向転倒 $(1 - C_v) < 0$, l_{22} 側転倒支点の場合)

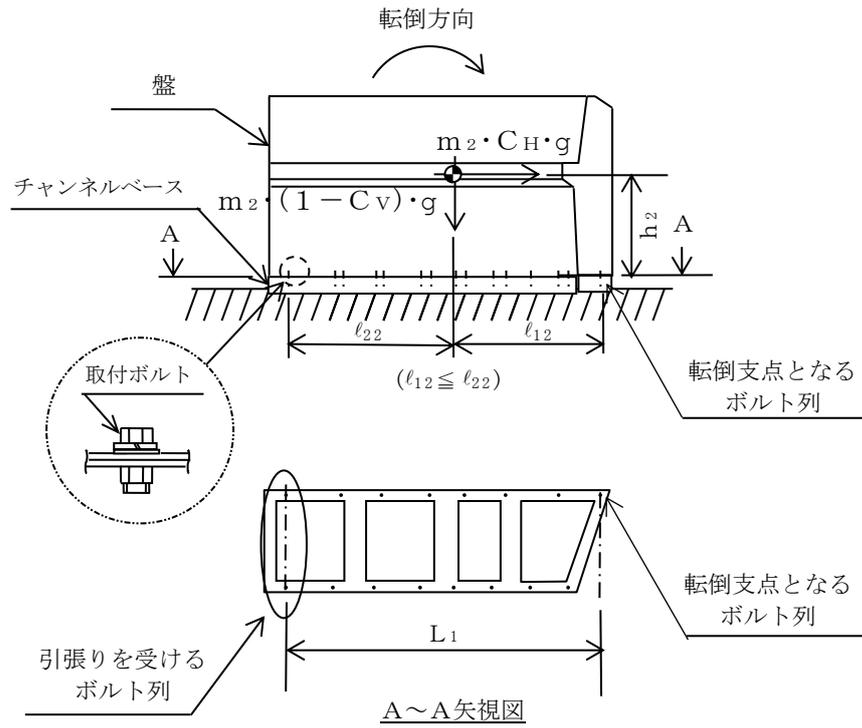


図5-5 計算モデル
(ベンチ形 長辺方向転倒 $(1 - C_v) \geq 0$, l_{12} 側転倒支点の場合)

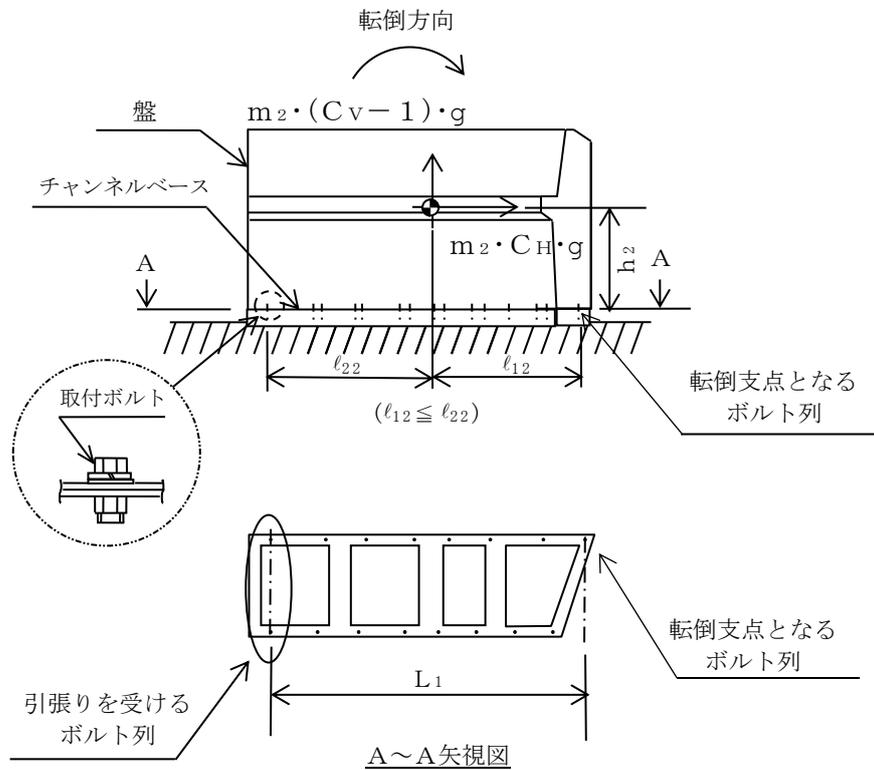


図5-6 計算モデル
(ベンチ形 長辺方向転倒 $(1 - C_v) < 0$, l_{12} 側転倒支点の場合)

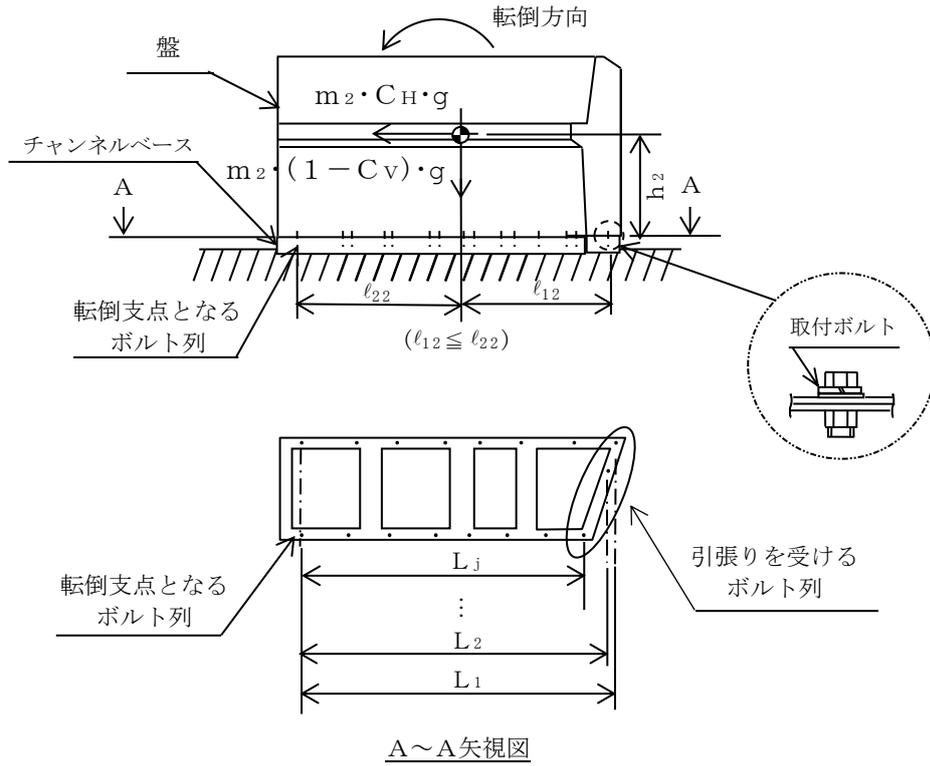


図5-7 計算モデル
(ベンチ形 長辺方向転倒 $(1 - C_v) \geq 0$, l_{22} 側転倒支点の場合)

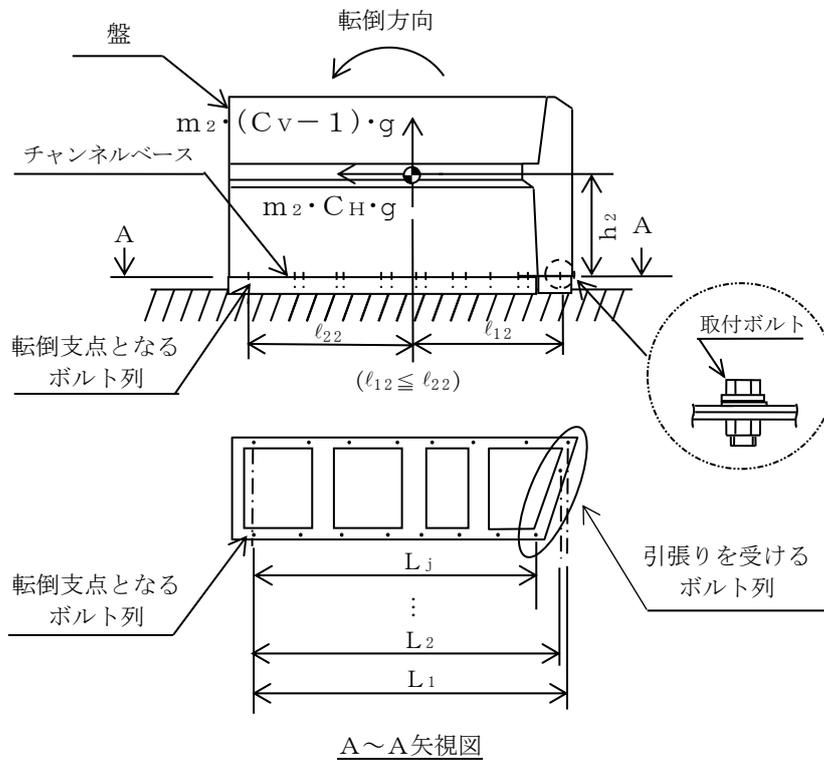


図5-8 計算モデル
(ベンチ形 長辺方向転倒 $(1 - C_v) < 0$, l_{22} 側転倒支点の場合)

(1) 引張応力

取付ボルトに対する引張力は、図5-1, 図5-2, 図5-3, 図5-4, 図5-5, 図5-6, 図5-7及び図5-8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, 図5-2, 図5-5, 図5-6の場合の引張力

$$F_{b21} = \frac{L_1 \cdot (m_2 \cdot C_H \cdot h_2 \cdot g - m_2 \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{12} \cdot g)}{n f_1 \cdot L_1^2 + \dots + n f_j \cdot L_j^2} \dots \dots \dots (5.4.1.1.1)$$

計算モデル図5-3, 図5-4, 図5-7, 図5-8の場合の引張力

$$F_{b22} = \frac{L_1 \cdot (m_2 \cdot C_H \cdot h_2 \cdot g - m_2 \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{22} \cdot g)}{n f_1 \cdot L_1^2 + \dots + n f_j \cdot L_j^2} \dots \dots \dots (5.4.1.1.2)$$

$$F_{b2} = \text{Max} (F_{b21}, F_{b22}) \dots \dots \dots (5.4.1.1.3)$$

引張応力

$$\sigma_{b2} = \frac{F_{b2}}{A_{b2}} \dots \dots \dots (5.4.1.1.4)$$

ここで、取付ボルトの軸断面積 A_{b2} は次式により求める。

$$A_{b2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \dots \dots \dots (5.4.1.1.5)$$

(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

$$Q_{b2} = m_2 \cdot C_H \cdot g \dots \dots \dots (5.4.1.1.6)$$

せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{Q_{b2}}{n_2 \cdot A_{b2}} \dots \dots \dots (5.4.1.1.7)$$

5.5 計算条件

5.5.1 取付ボルトの応力計算条件

取付ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【中央運転監視盤（H11-P700）の耐震性についての計算結果】、【中央運転監視盤（H11-P701）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 σ_{bi} は次式より求めた許容引張応力 f_{tsi} 以下であること。ただし、 f_{toi} は下表による。

$$f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}] \quad \dots\dots\dots (5.6.1.1)$$

せん断応力 τ_{bi} は、せん断力のみ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

中央運転監視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V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき、基準地震動 S_s により定まる応答加速度を設定する。

盤に設置される器具の機能確認済加速度は、V-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

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

評価部位	方向	機能確認済加速度
中央運転監視盤 (H11-P700)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
中央運転監視盤 (H11-P701)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

7. 評価結果

7.1 設計基準対象施設としての評価結果

中央運転監視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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

7.2 重大事故等対処設備としての評価結果

中央運転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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【中央運転監視盤 (H11-P700) 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	
中央運転監視盤 (H11-P700)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	C _H =1.04	C _V =0.72	C _H =2.06	C _V =1.42	26

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	570	16 (M16)	201.1	16	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	L ₁ * (mm)	n _{f 1} *	L ₂ * (mm)	n _{f 2} *	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)	215	545	760	8	—	—	245	280	長辺方向	長辺方向
	835	1165	2000	1	1840	1				
	835	1165	2000	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、中段は長辺方向転倒（弾性設計用地震動 S d 又は静的震度）に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒（基準地震動 S s）に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=10$	$f_{ts2}=183^*$	$\sigma_{b2}=41$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=141$	$\tau_{b2}=13$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

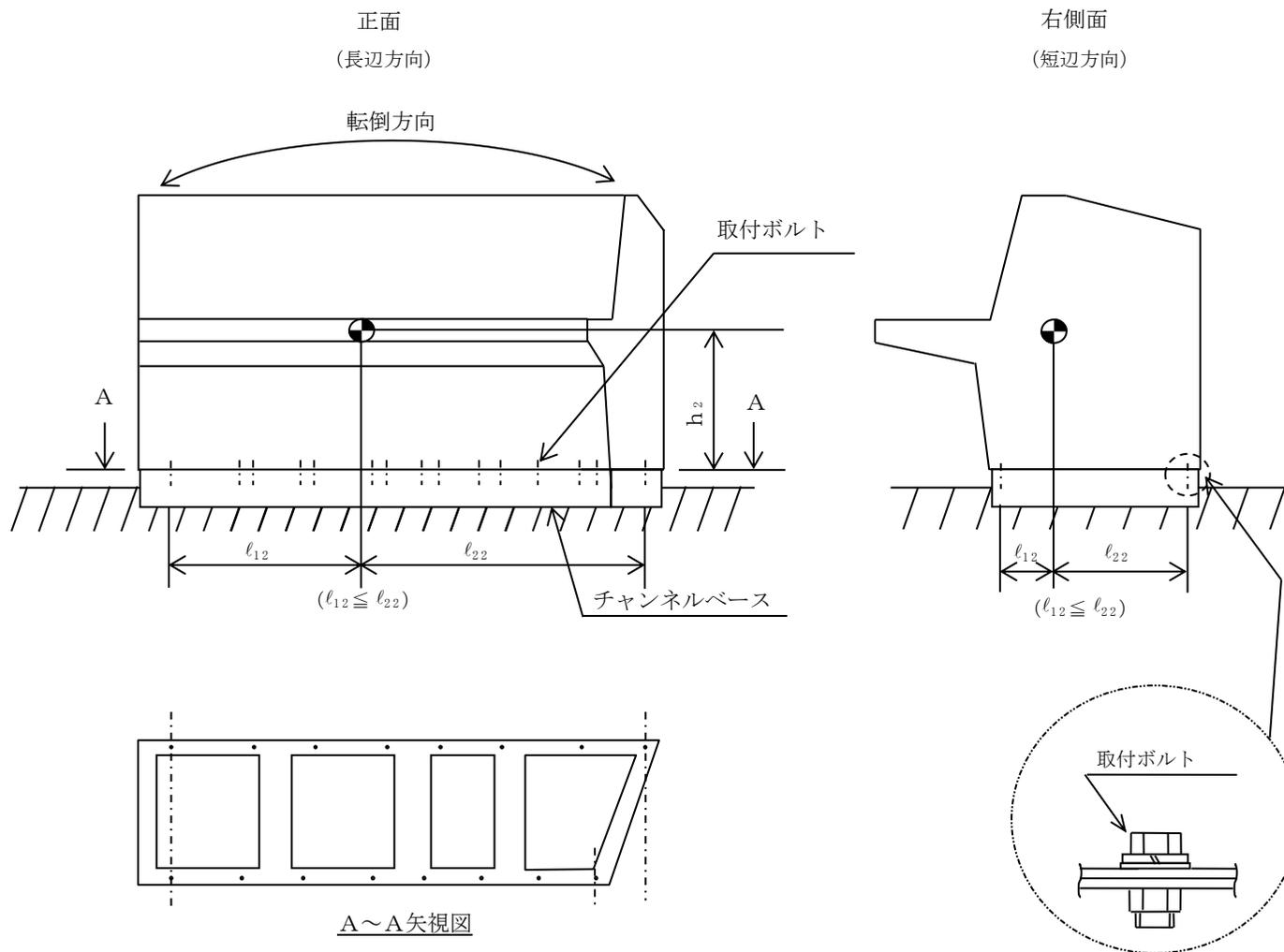
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
中央運転監視盤 (H11-P700)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
中央運転監視盤 (H11-P700)	常設耐震/防止 常設/緩和 常設/防止 (DB 拡張)	コントロール建屋 T. M. S. L. 17.950 (T. M. S. L. 17.300*)	□	□	—	—	C _H =2.06	C _V =1.42	50

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	570	16 (M16)	201.1	16	241 (径 ≤ 16mm)	394 (径 ≤ 16mm)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	L ₁ * (mm)	n _{f1} * (mm)	L ₂ * (mm)	n _{f2} * (mm)	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)	215	545	760	8	—	—	—	276	—	長辺方向
	835	1165	2000	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=41$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=13$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

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

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
中央運転監視盤 (H11-P700)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

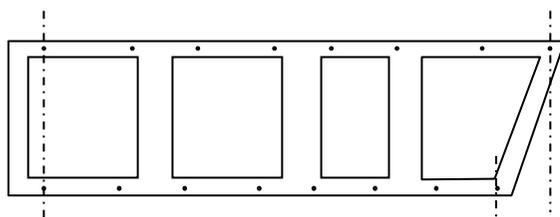
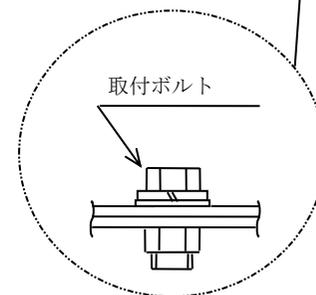
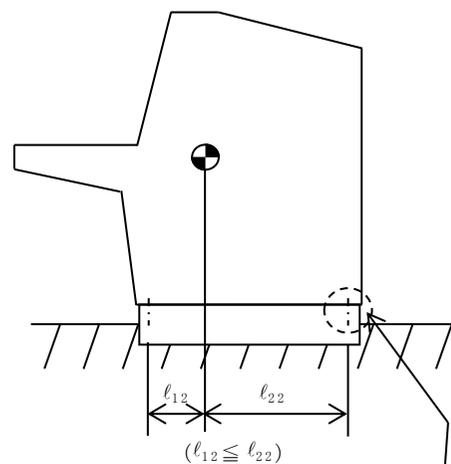
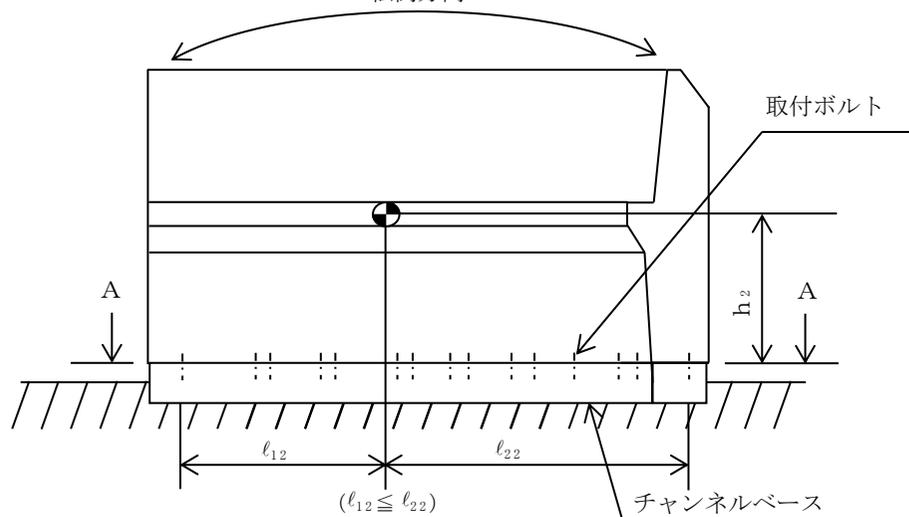
注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

正面
(長辺方向)

右側面
(短辺方向)

転倒方向



【中央運転監視盤 (H11-P701) 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	
中央運転監視盤 (H11-P701)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	<input type="text"/>	0.05 以下	C _H =1.04	C _V =0.72	C _H =2.06	C _V =1.42	26

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	540	16 (M16)	201.1	30	245 (径≤16mm)	400 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	L ₁ * (mm)	n _{f 1} *	L ₂ * (mm)	n _{f 2} *	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)	416	565	981	2	—	—	245	280	短辺方向	短辺方向
	1694	2083	3777	1	3328	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=23$	$f_{ts2}=183^*$	$\sigma_{b2}=64$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=141$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

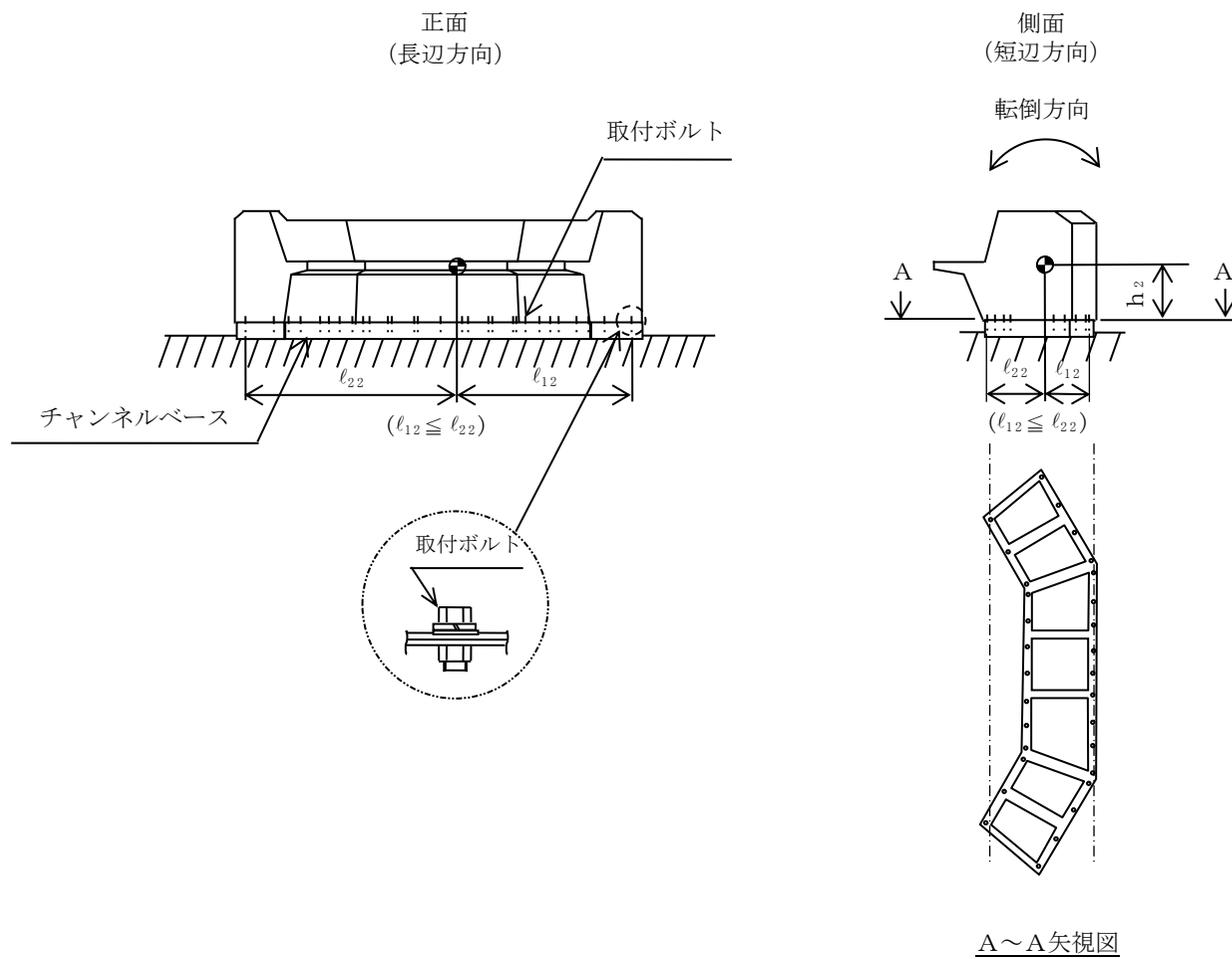
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
中央運転監視盤 (H11-P701)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



2. 重大事故対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
中央運転監視盤 (H11-P701)	常設耐震/防止	コントロール建屋 T. M. S. L. 17.950 (T. M. S. L. 17.300*)	□	0.05 以下	—	—	C _H =2.06	C _V =1.42	50

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	540	16 (M16)	201.1	30	241 (径≤16mm)	394 (径≤16mm)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	L ₁ * (mm)	n _{f1} * (mm)	L ₂ * (mm)	n _{f2} * (mm)	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)	416	565	981	2	—	—	—	276	—	短辺方向
	1694	2083	3777	1	3328	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=64$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

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

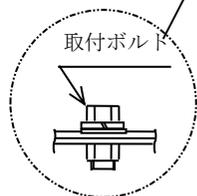
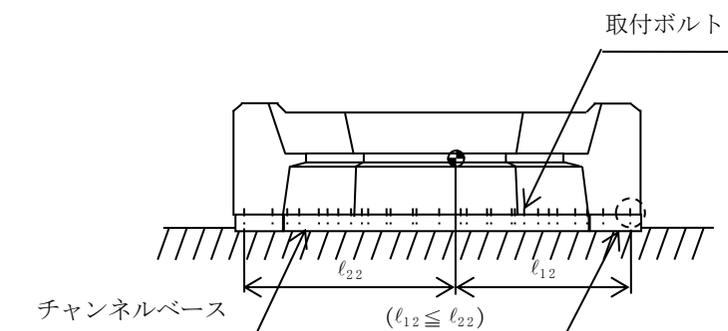
2.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
中央運転監視盤 (H11-P701)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

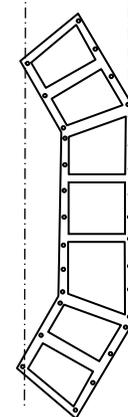
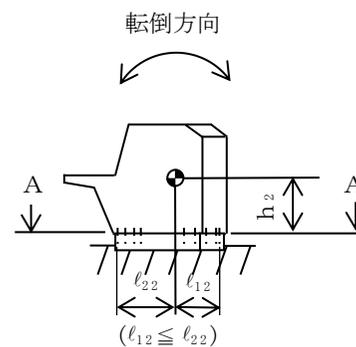
注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

正面
(長辺方向)



側面
(短辺方向)



A~A矢視図

(5) 運転監視補助盤の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	4
2.3 適用規格・基準等	5
2.4 記号の説明	6
2.5 計算精度と数値の丸め	7
3. 評価部位	8
4. 固有周期	8
4.1 基本方針	8
4.2 固有周期の確認方法	8
4.3 固有周期の確認結果	8
5. 構造強度評価	9
5.1 構造強度評価方法	9
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	9
5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	9
5.2.2 許容応力	9
5.2.3 使用材料の許容応力評価条件	9
5.3 設計用地震力	13
5.4 計算方法	14
5.4.1 応力の計算方法	14
5.5 計算条件	19
5.5.1 取付ボルトの応力計算方法	19
5.6 応力の評価	20
5.6.1 ボルトの応力評価	20
6. 機能維持評価	21
6.1 電氣的機能維持評価方法	21
7. 評価結果	22
7.1 設計基準対象施設としての評価結果	22
7.2 重大事故等対処設備としての評価結果	22

1. 概要

本計算書は、V-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、運転監視補助盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

運転監視補助盤は、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。

2. 一般事項

2.1 構造計画

運転監視補助盤（H11-P703）の構造計画を表2-1に示す。

運転監視補助盤（H11-P704）の構造計画を表2-2に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>運転監視補助盤 (H11-P703) は、基礎に固定されたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。</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>【運転監視補助盤 (H11-P703)】</p> <p>平面</p> <p>正面</p> <p>側面</p> <p>盤</p> <p>取付ボルト</p> <p>基礎</p> <p>チャンネルベース</p> <p>(長辺方向)</p> <p>(短辺方向)</p> <p>(単位: mm)</p> <p>Dimensions: 3280, 3291, 4170, 3200</p>

表 2-2 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>運転監視補助盤 (H11-P704) は、基礎に固定されたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。</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>【運転監視補助盤 (H11-P704)】</p> <p>平面</p> <p>3280</p> <p>4582</p> <p>正面 6340</p> <p>3200</p> <p>取付ボルト</p> <p>側面</p> <p>盤</p> <p>基礎</p> <p>チャンネルベース</p> <p>(長辺方向)</p> <p>(短辺方向) (単位: mm)</p>

2.2 評価方針

運転監視補助盤の応力評価は、V-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」にて示す運転監視補助盤の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で確認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、運転監視補助盤の機能維持評価は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「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。

運転監視補助盤の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

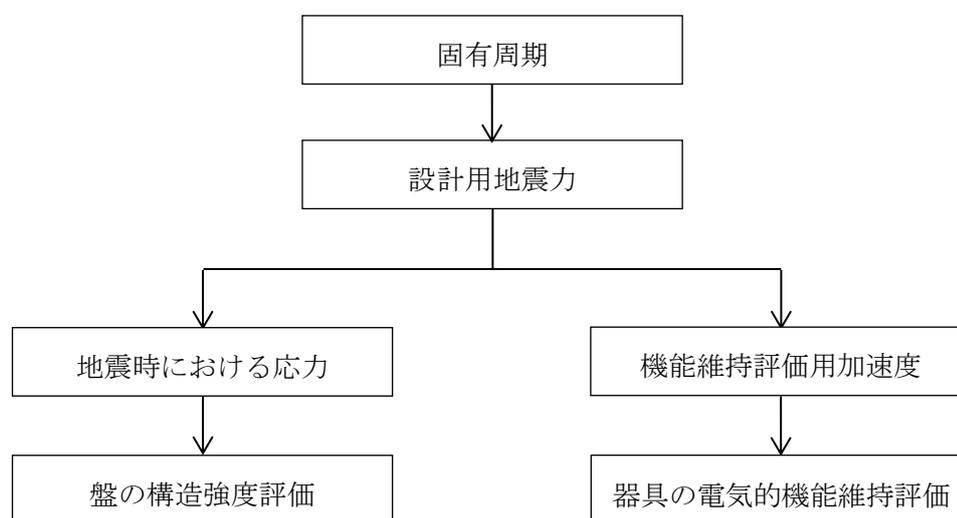


図 2-1 運転監視補助盤の耐震評価フロー

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* ¹	mm ²
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d_i	ボルトの呼び径* ¹	mm
F_i	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値* ¹	MPa
F_i^*	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* ¹	MPa
F_{bi}	ボルトに作用する引張力 (1 本あたり) * ¹	N
F_{bi1}	l_{i1} 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)	N
F_{bi2}	l_{i2} 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)	N
f_{sbi}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* ¹	MPa
f_{toi}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* ¹	MPa
f_{tsi}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力* ¹	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h_i	据付面又は取付面から重心までの距離* ²	mm
l_{1i}	重心とボルト間の水平方向距離* ¹ , * ³	mm
l_{2i}	重心とボルト間の水平方向距離* ¹ , * ³	mm
L_j	転倒支点とボルト j 間の距離* ⁴	mm
m_i	盤の質量* ²	kg
n_i	ボルトの本数* ¹	—
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* ⁴	—
Q_{bi}	ボルトに作用するせん断力* ¹	N
S_{ui}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に定める値* ¹	MPa
S_{yi}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める値* ¹	MPa
$S_{yi}(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める材料の 40℃における値* ¹	MPa
π	円周率	—
σ_{bi}	ボルトに生じる引張応力* ¹	MPa
τ_{bi}	ボルトに生じるせん断応力* ¹	MPa

注記*¹ : A_{bi} , d_i , F_i , F_i^* , F_{bi} , F_{bi1} , F_{bi2} , f_{sbi} , f_{toi} , f_{tsi} , l_{1i} , l_{2i} , n_i , Q_{bi} , S_{ui} , S_{yi} , $S_{yi}(RT)$, σ_{bi} 及び τ_{bi} の添字 i の意味は、以下のとおりとする。

$i = 1$: 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} 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の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 2-3 に示すとおりとする。

表 2-3 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位*1
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁*2
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

運転監視補助盤の耐震評価は、「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取付ボルトについて実施する。

運転監視補助盤の耐震評価部位については、表 2-1、表 2-2 の概略構造図に示す。

4. 固有周期

4.1 基本方針

運転監視補助盤 (H11-P703) の固有周期及び運転監視補助盤 (H11-P704) の水平方向の固有周期は、振動試験 (自由振動試験) にて求める。運転監視補助盤 (H11-P704) の鉛直方向の固有周期は、構造が同様な振動特性を持つ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、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置 (圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器) により記録解析する。運転監視補助盤の外形図を表 2-1、表 2-2 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、剛であることを確認した。

表 4-1 固有周期 (単位: s)

運転監視補助盤 (H11-P703)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
運転監視補助盤 (H11-P704)	水平	<input type="text"/>
	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作用するものとする。
- (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ものとする。
- (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

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

盤の許容応力は、V-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

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	運転監視補助盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 5-2 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	運転監視補助盤 (H11-P703)	常設耐震／防止 常設／緩和 常設／防止 (DB 拡張)	—* ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
		運転監視補助盤 (H11-P704)	常設耐震／防止		$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

注記*¹：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備，「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 5-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの 許容限界を用いる。)		

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

*2 : 当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 5-4 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	26	245	400	—

表 5-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—

5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 5-6 及び表 5-7 に示す。

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

表 5-6 設計用地震力（設計基準対象施設）

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
運転監視補助盤 (H11-P703)	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	□	□	C _H =1.04	C _V =0.72	C _H =2.06	C _V =1.42
運転監視補助盤 (H11-P704)	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	□	0.05 以下	C _H =1.04	C _V =0.72	C _H =2.06	C _V =1.42

注記*：基準床レベルを示す。

表 5-7 設計用地震力（重大事故等対処設備）

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
運転監視補助盤 (H11-P703)	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	□	□	—	—	C _H =2.06	C _V =1.42
運転監視補助盤 (H11-P704)	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	□	0.05 以下	—	—	C _H =2.06	C _V =1.42

注記*：基準床レベルを示す。

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 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。

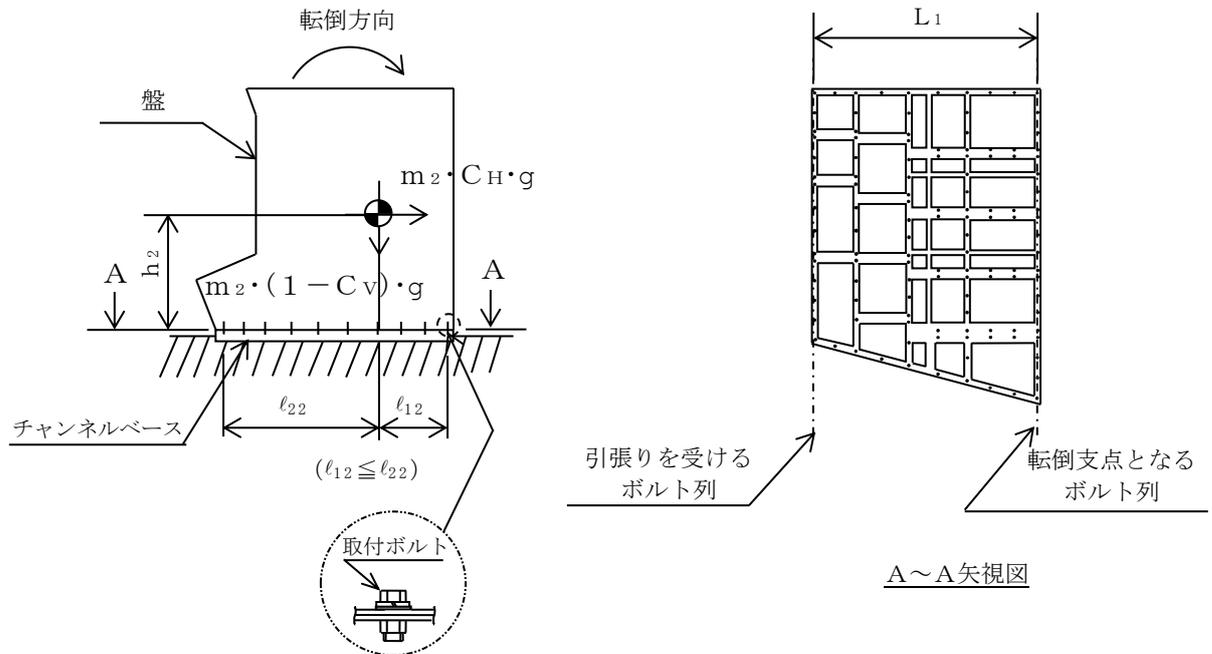


図5-1 計算モデル
(ベンチ形 短辺方向転倒 $(1 - C_v) \geq 0$, l_{12} 側転倒支点の場合)

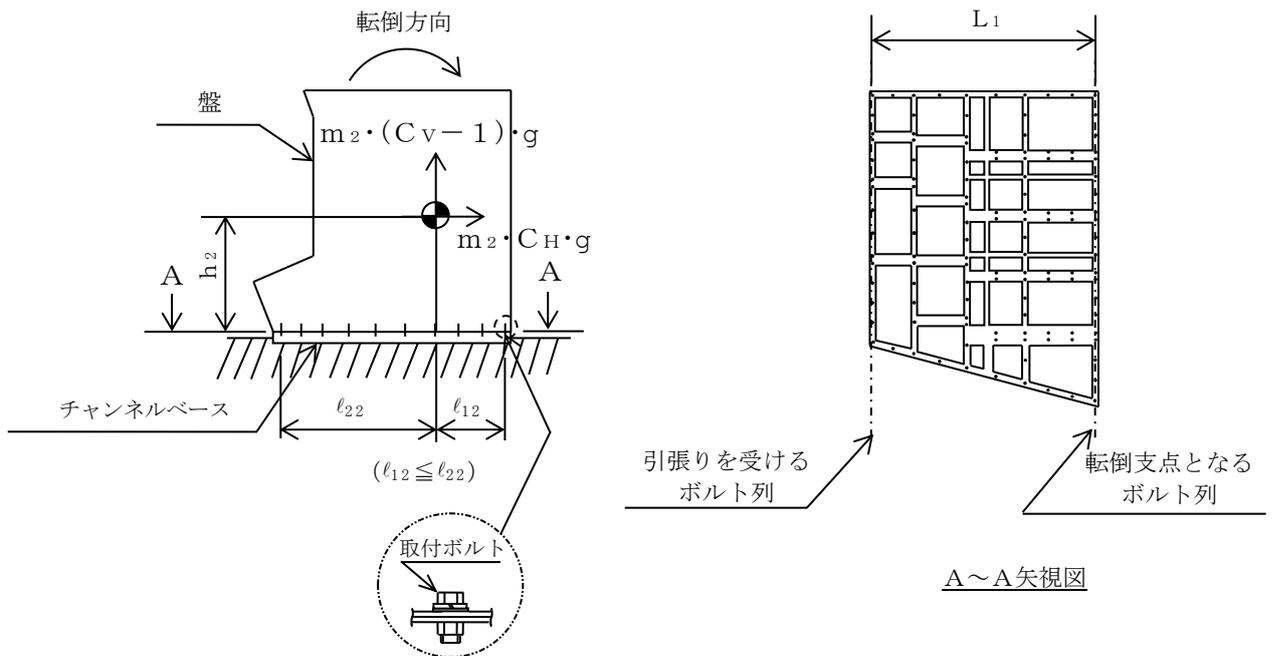


図5-2 計算モデル
(ベンチ形 短辺方向転倒 $(1 - C_v) < 0$, l_{12} 側転倒支点の場合)

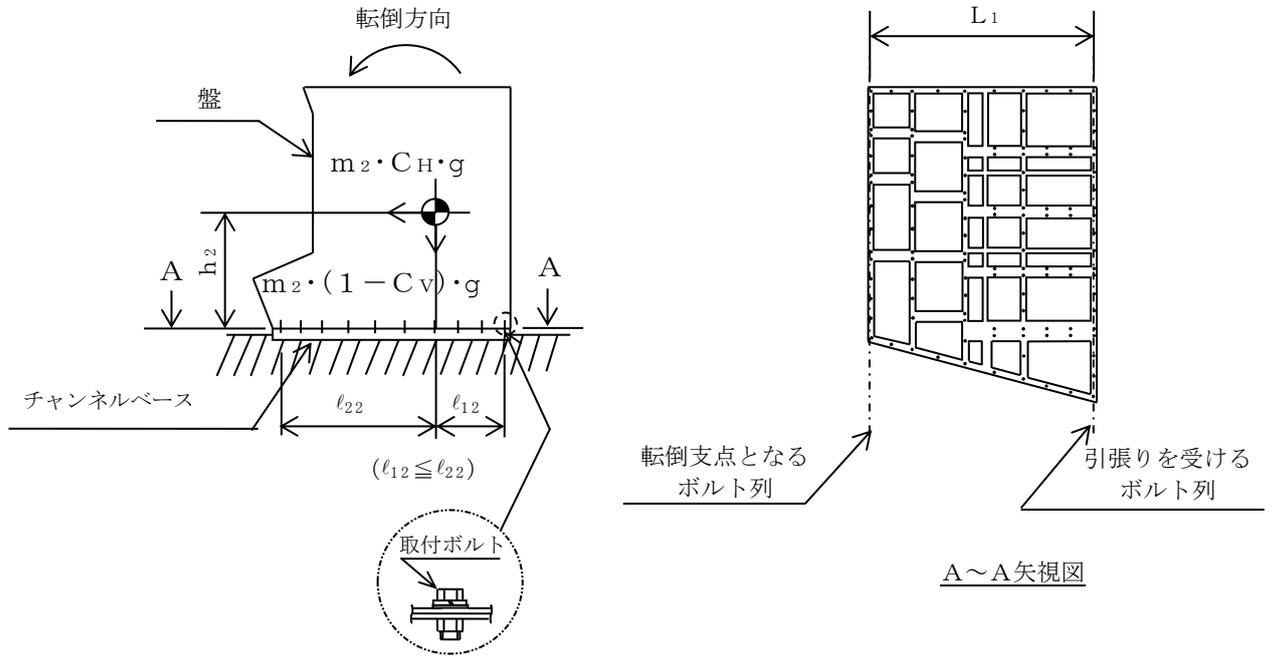


図5-3 計算モデル
(ベンチ形 短辺方向転倒 $(1 - C_v) \geq 0$, l_{12} 側転倒支点の場合)

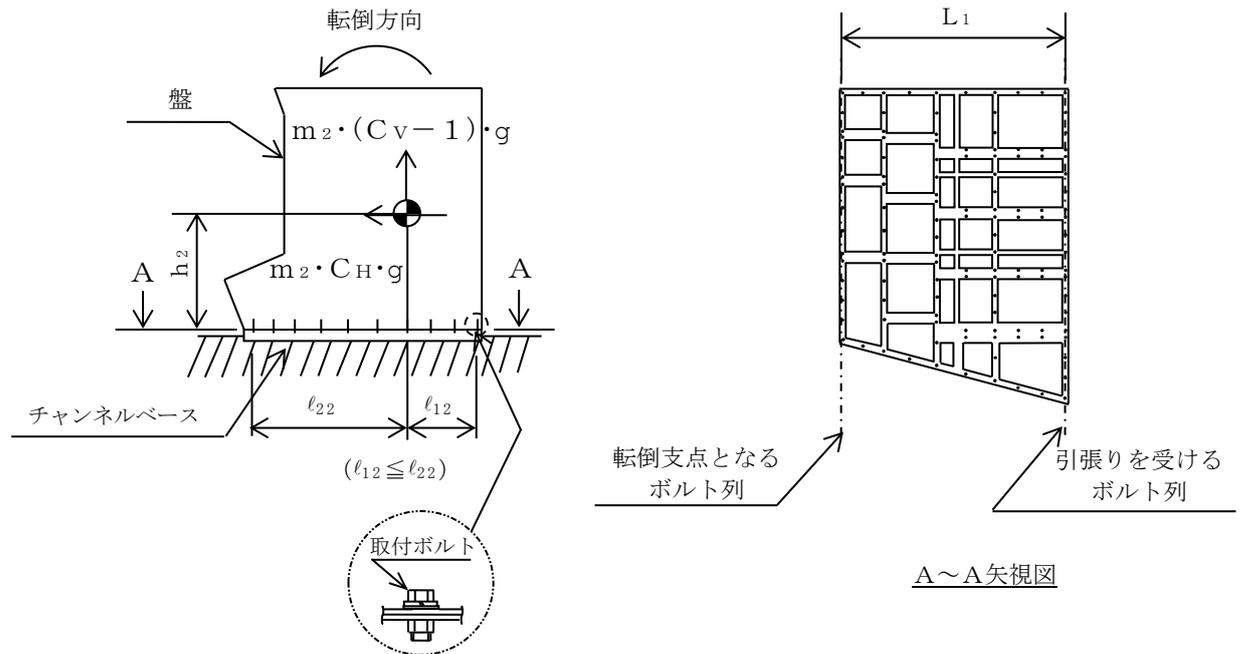


図5-4 計算モデル
(ベンチ形 短辺方向転倒 $(1 - C_v) < 0$, l_{22} 側転倒支点の場合)

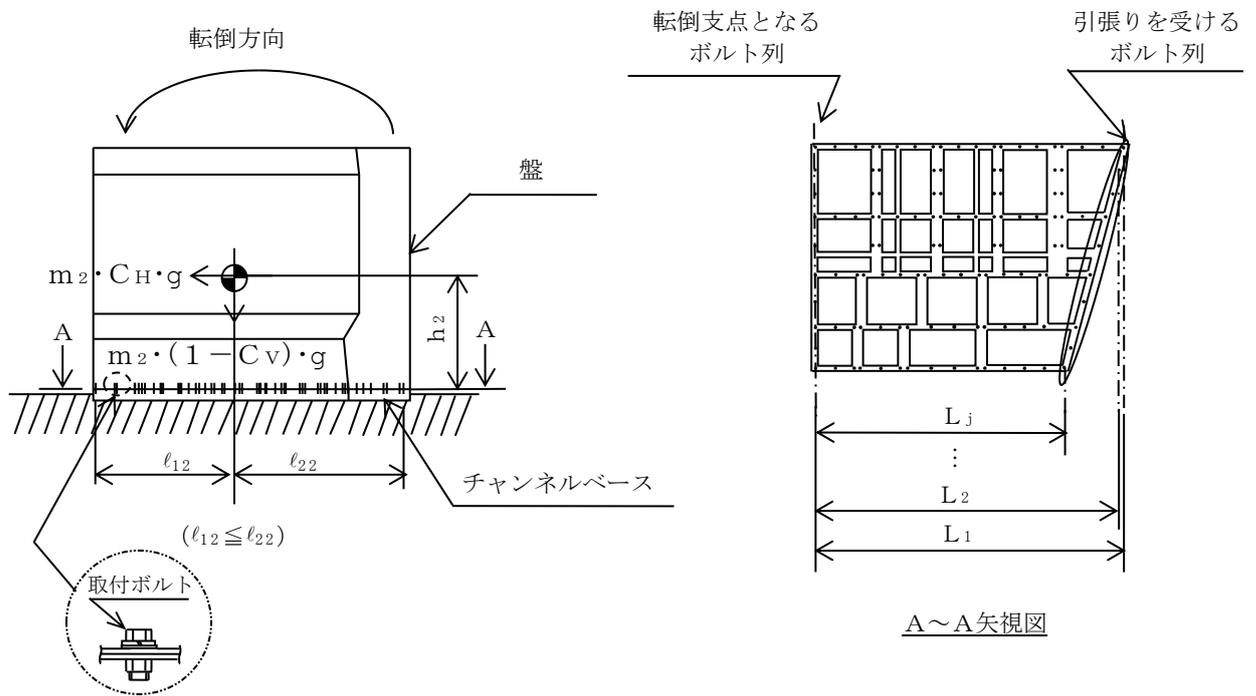


図5-5 計算モデル
(ベンチ形 長辺方向転倒 $(1 - C_v) \geq 0$, l_{12} 側転倒支点の場合)

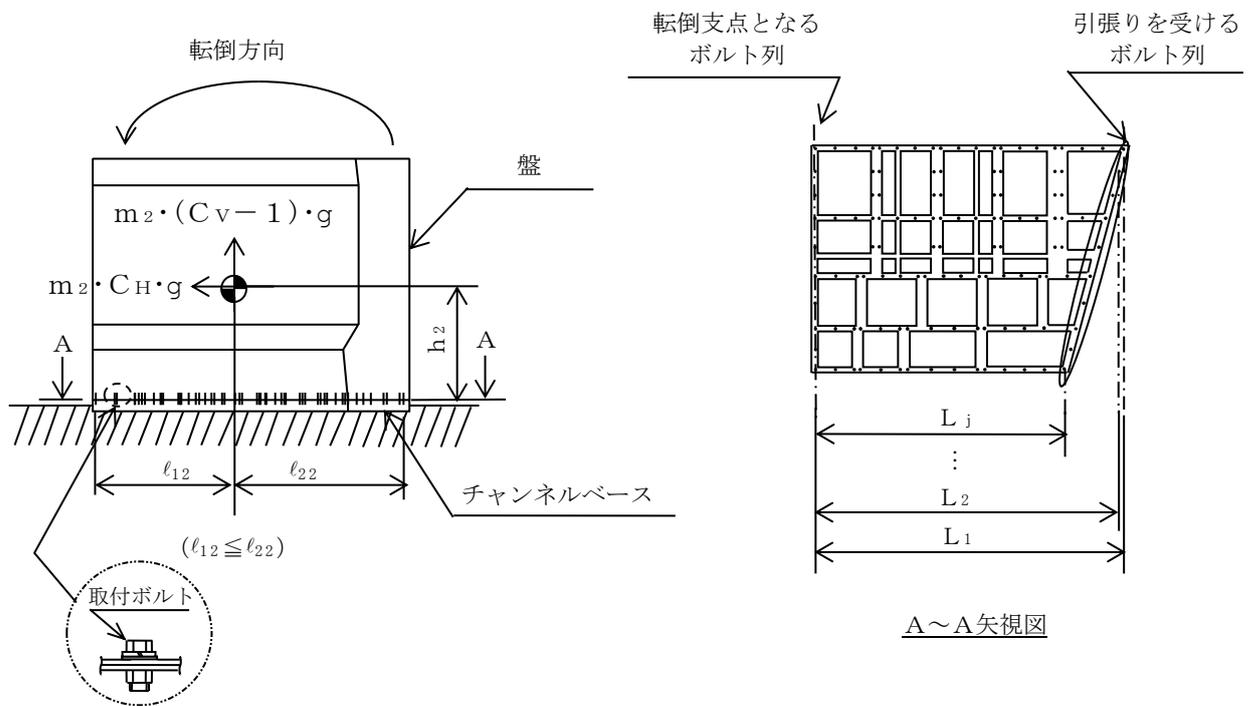


図5-6 計算モデル
(ベンチ形 長辺方向転倒 $(1 - C_v) < 0$, l_{12} 側転倒支点の場合)

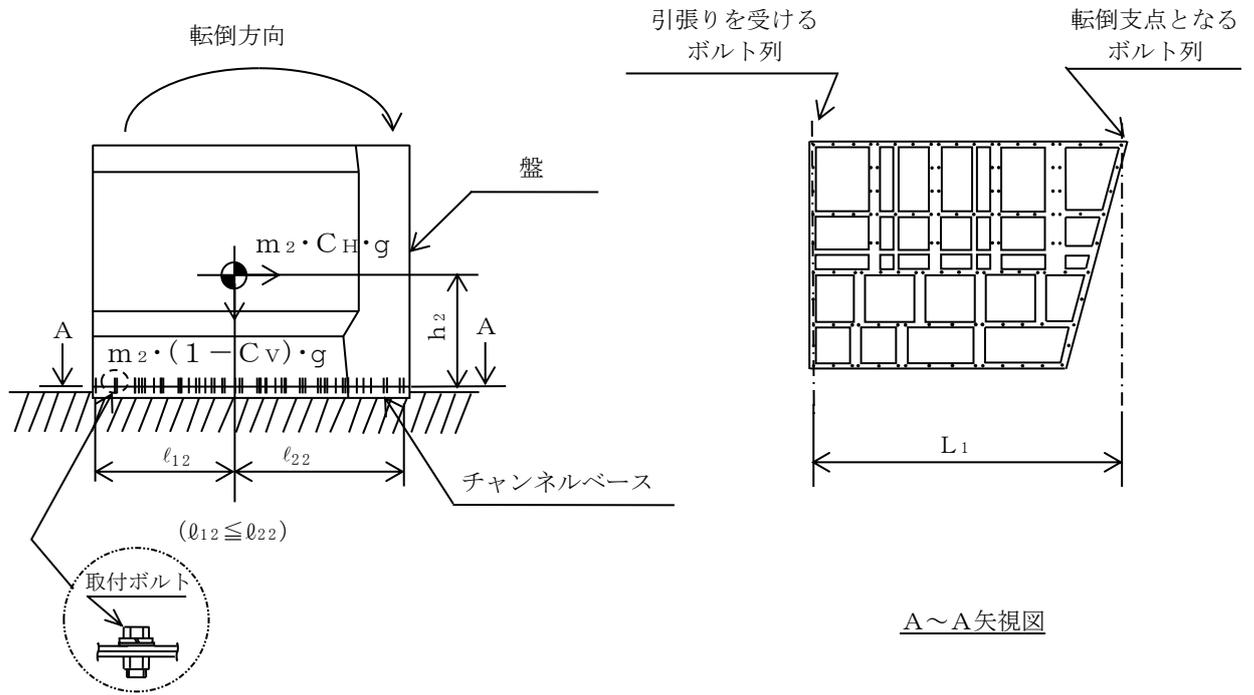


図5-7 計算モデル
 (ベンチ形 長辺方向転倒 $(1 - C_v) \geq 0$, l_{22} 側転倒支点の場合)

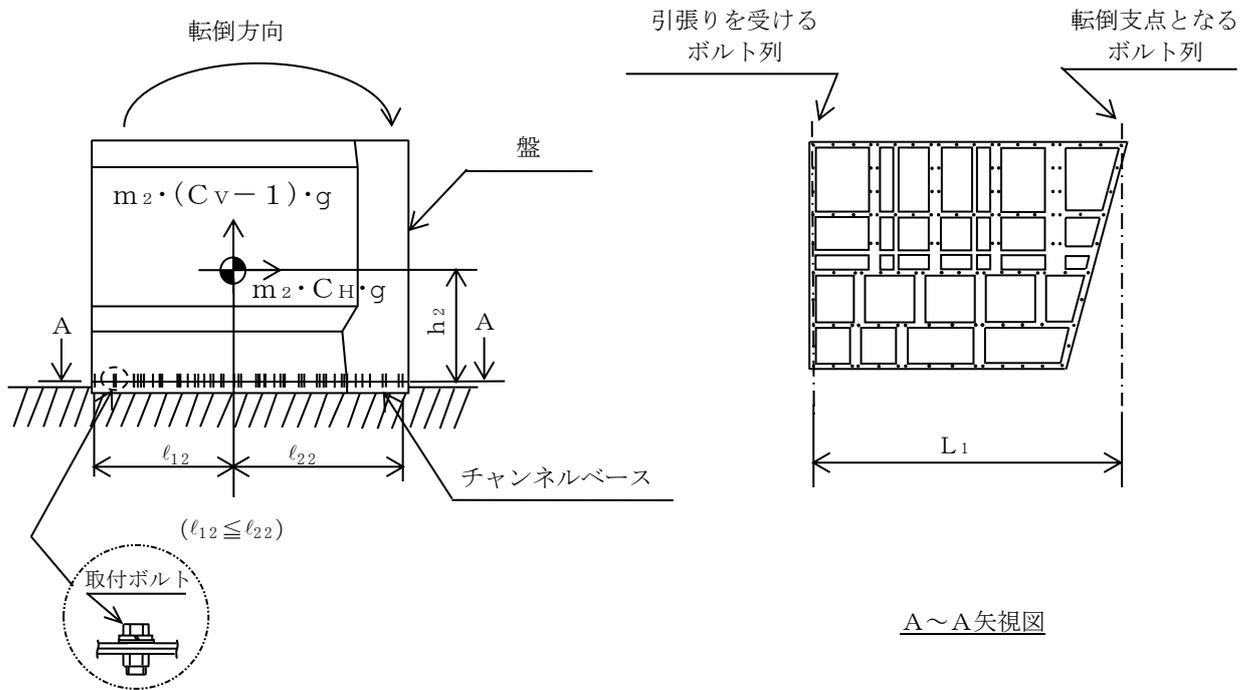


図5-8 計算モデル
 (ベンチ形 長辺方向転倒 $(1 - C_v) < 0$, l_{22} 側転倒支点の場合)

(1) 引張応力

取付ボルトに対する引張力は、図5-1, 図5-2, 図5-3, 図5-4, 図5-5, 図5-6, 図5-7及び図5-8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, 図5-2, 図5-5, 図5-6の場合の引張力

$$F_{b21} = \frac{L_1 \cdot (m_2 \cdot C_H \cdot h_2 \cdot g - m_2 \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{12} \cdot g)}{n_{f1} \cdot L_1^2 + \dots + n_{fj} \cdot L_j^2} \dots \dots \dots (5.4.1.1.1)$$

計算モデル図5-3, 図5-4, 図5-7, 図5-8の場合の引張力

$$F_{b22} = \frac{L_1 \cdot (m_2 \cdot C_H \cdot h_2 \cdot g - m_2 \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_{22} \cdot g)}{n_{f1} \cdot L_1^2 + \dots + n_{fj} \cdot L_j^2} \dots \dots \dots (5.4.1.1.2)$$

$$F_{b2} = \text{Max} (F_{b21}, F_{b22}) \dots \dots \dots (5.4.1.1.3)$$

引張応力

$$\sigma_{b2} = \frac{F_{b2}}{A_{b2}} \dots \dots \dots (5.4.1.1.4)$$

ここで、取付ボルトの軸断面積 A_{b2} は次式により求める。

$$A_{b2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \dots \dots \dots (5.4.1.1.5)$$

(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

$$Q_{b2} = m_2 \cdot C_H \cdot g \dots \dots \dots (5.4.1.1.6)$$

せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{Q_{b2}}{n_2 \cdot A_{b2}} \dots \dots \dots (5.4.1.1.7)$$

5.5 計算条件

5.5.1 取付ボルトの応力計算条件

取付ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【運転監視補助盤 (H11-P703) の耐震性についての計算結果】【運転監視補助盤 (H11-P704) 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 σ_{bi} は次式より求めた許容引張応力 f_{tsi} 以下であること。ただし、 f_{toi} は下表による。

$$f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}] \quad \dots\dots\dots (5.6.1.1)$$

せん断応力 τ_{bi} は、せん断力のみ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}	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sbi}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 機能維持評価

6.1 電氣的機能維持評価方法

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V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき、基準地震動 S_s により定まる応答加速度を設定する。

盤の機能確認済加速度は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具及び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 6-1 に示す。

表 6-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
運転監視補助盤 (H11-P703)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
運転監視補助盤 (H11-P704)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

7. 評価結果

7.1 設計基準対象施設としての評価結果

運転監視補助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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

7.2 重大事故等対処設備としての評価結果

運転監視補助盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【運転監視補助盤 (H11-P703) 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	
運転監視補助盤 (H11-P703)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	C _H =1.04	C _V =0.72	C _H =2.06	C _V =1.42	26

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	1540	16 (M16)	201.1	121	245 (径≤16mm)	400 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	L ₁ * (mm)	n _{f 1} *	L ₂ * (mm)	n _{f 2} *	L ₃ * (mm)	n _{f 3} *	L ₄ * (mm)	n _{f 4} *	L ₅ * (mm)	n _{f 5} *	L ₆ * (mm)	n _{f 6} *
取付ボルト (i=2)	855	2076	2931	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1800	2256	4056	1	3976	1	3892	1	3812	1	3706	1	3600	1

部材	L ₇ * (mm)	n _{f 7} *	L ₈ * (mm)	n _{f 8} *	L ₉ * (mm)	n _{f 9} *	L ₁₀ * (mm)	n _{f 10} *	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)	—	—	—	—	—	—	—	—	245	280	長辺方向	長辺方向
	3507	1	3414	1	3342	1	3271	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=12$	$f_{ts2}=183^*$	$\sigma_{b2}=40$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=141$	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

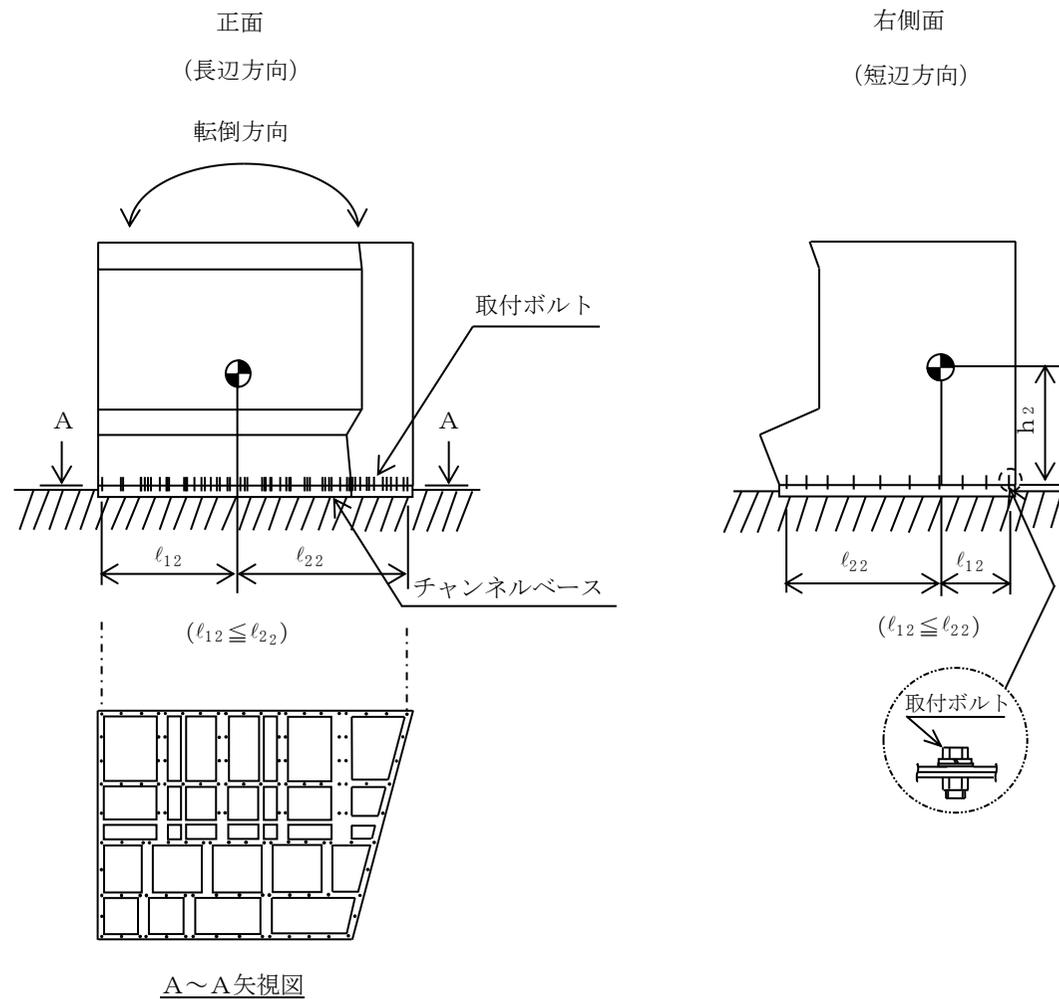
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
運転監視補助盤 (H11-P703)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
運転監視補助盤 (H11-P703)	常設耐震/防止 常設/緩和 常設/防止 (DB 拡張)	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	□	□	—	—	C _H =2.06	C _V =1.42	50

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1540	16 (M16)	201.1	121	241 (径≤16mm)	394 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	L ₁ * (mm)	n _{f 1} * (mm)	L ₂ * (mm)	n _{f 2} * (mm)	L ₃ * (mm)	n _{f 3} * (mm)	L ₄ * (mm)	n _{f 4} * (mm)	L ₅ * (mm)	n _{f 5} * (mm)	L ₆ * (mm)	n _{f 6} * (mm)
取付ボルト (i=2)	855	2076	2931	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1800	2256	4056	1	3976	1	3892	1	3812	1	3706	1	3600	1

部材	L ₇ * (mm)	n _{f 7} * (mm)	L ₈ * (mm)	n _{f 8} * (mm)	L ₉ * (mm)	n _{f 9} * (mm)	L ₁₀ * (mm)	n _{f 10} * (mm)	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)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	276	—	長辺方向
	3507	1	3414	1	3342	1	3271	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 _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用 地震動S _d 又は 静的震度	基準地震動S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=40$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

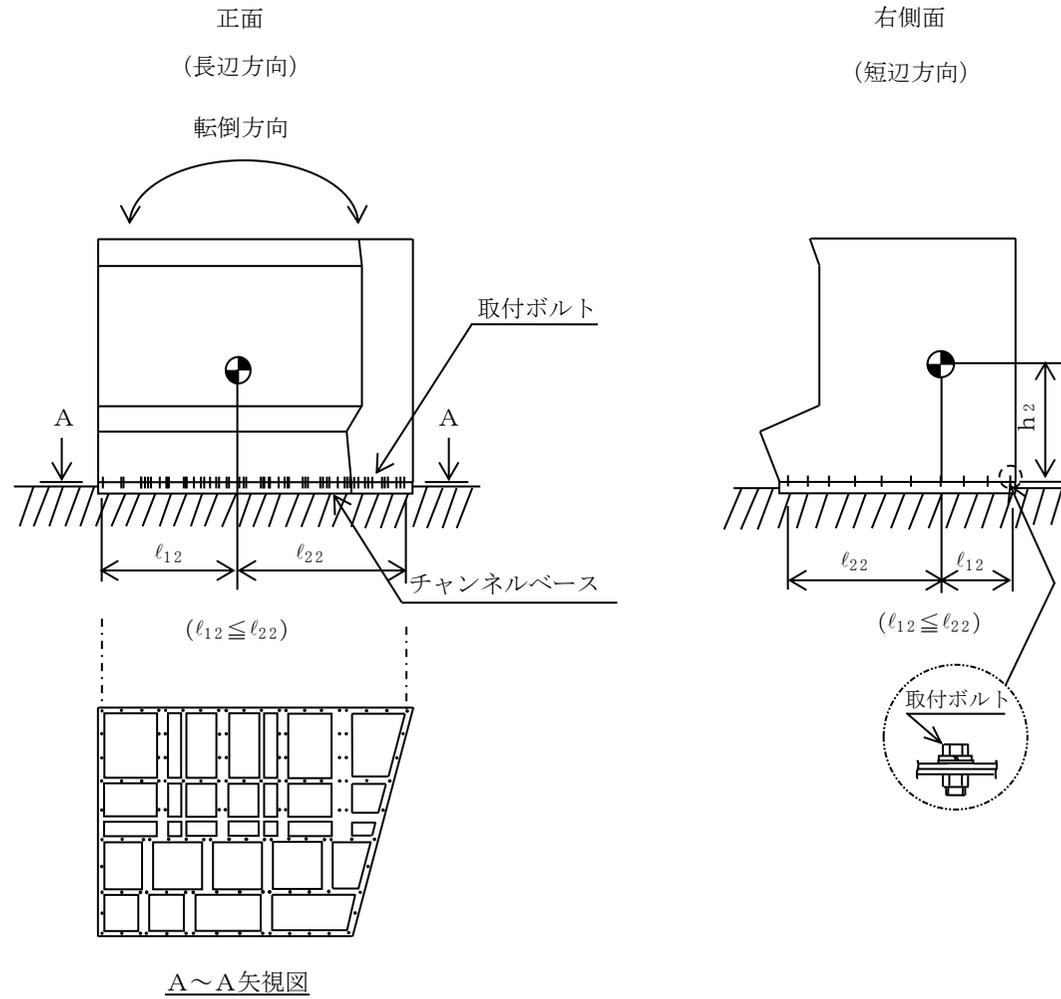
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
運転監視補助盤 (H11-P703)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【運転監視補助盤 (H11-P704) 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	
運転監視補助盤 (H11-P704)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	□	0.05 以下	C _H =1.04	C _V =0.72	C _H =2.06	C _V =1.42	26

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1610	16 (M16)	201.1	173	245 (径 ≤ 16mm)	400 (径 ≤ 16mm)

29

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	L ₁ * (mm)	n _{f 1} *	L ₂ * (mm)	n _{f 2} *	L ₃ * (mm)	n _{f 3} *	L ₄ * (mm)	n _{f 4} *	L ₅ * (mm)	n _{f 5} *	L ₆ * (mm)	n _{f 6} *
取付ボルト (i=2)	935	1996	2931	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2886	3326	6212	1	6132	1	6048	1	5968	1	5862	1	5756	1

部材	L ₇ * (mm)	n _{f 7} *	L ₈ * (mm)	n _{f 8} *	L ₉ * (mm)	n _{f 9} *	L ₁₀ * (mm)	n _{f 10} *	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)	—	—	—	—	—	—	—	—	245	280	短辺方向	長辺方向
	5663	1	5570	1	5498	1	5427	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=12$	$f_{ts2}=183^*$	$\sigma_{b2}=45$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=141$	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

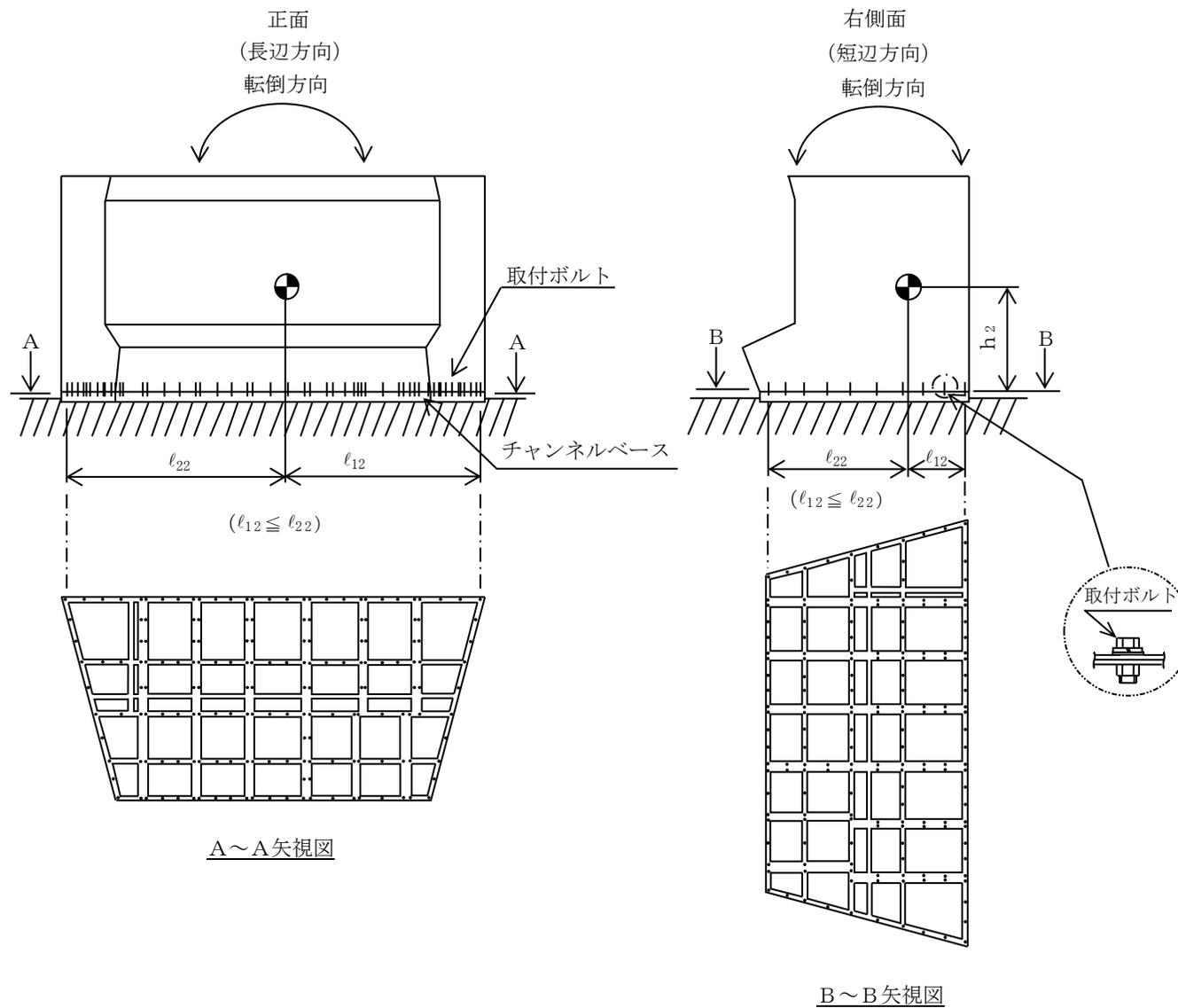
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
運転監視補助盤 (H11-P704)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



2. 重大事故対処設備

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	
運転監視補助盤 (H11-P704)	常設耐震/防止	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	□	0.05 以下	—	—	C _H =2.06	C _V =1.42	50

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1610	16 (M16)	201.1	173	241 (径≤16mm)	394 (径≤16mm)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	L ₁ * (mm)	n _{f 1} * (mm)	L ₂ * (mm)	n _{f 2} * (mm)	L ₃ * (mm)	n _{f 3} * (mm)	L ₄ * (mm)	n _{f 4} * (mm)	L ₅ * (mm)	n _{f 5} * (mm)	L ₆ * (mm)	n _{f 6} * (mm)
取付ボルト (i=2)	935	1996	2931	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	2886	3326	6212	1	6132	1	6048	1	5968	1	5862	1	5756	1

部材	L ₇ * (mm)	n _{f 7} *	L ₈ * (mm)	n _{f 8} *	L ₉ * (mm)	n _{f 9} *	L ₁₀ * (mm)	n _{f 10} *	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)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	276	—	長辺方向
	5663	1	5570	1	5498	1	5427	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 _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=45$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

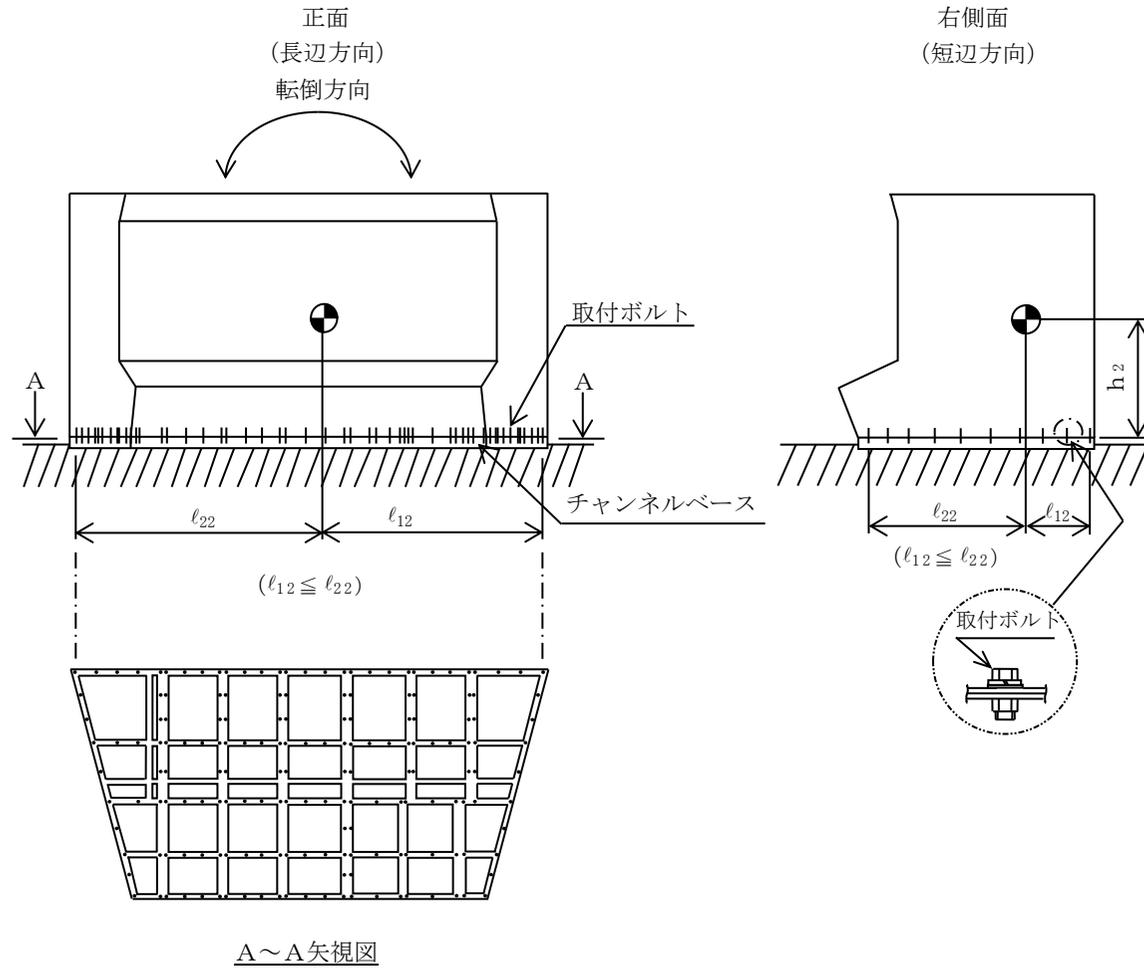
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
運転監視補助盤 (H11-P704)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



(6) 原子炉系記録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
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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、原子炉系記録計盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

原子炉系記録計盤は、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、原子炉系記録計盤は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、V-2-1-14「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

原子炉系記録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	
原子炉系記録計盤は、基礎に固定されたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【原子炉系記録計盤】</p> <p>(長辺方向) (短辺方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

原子炉系記録計盤の水平方向の固有周期はプラスチックハンマ等により、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により記録解析する。試験の結果、剛であることを確認した。原子炉系記録計盤の鉛直方向の固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認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)

原子炉系記録計盤 (H11-P614)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

盤の構造強度評価は、V-2-1-14「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

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

盤の許容応力は、V-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

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【原子炉系記録計盤 (H11-P614) 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	原子炉系記録計盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

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

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IVAS	1.5・f _t * [*]	1.5・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 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	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

原子炉系記録計盤の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

原子炉系記録計盤に設置される器具の機能確認済加速度は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具及び当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能維持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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
原子炉系記録計盤 (H11-P614)	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

原子炉系記録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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉系記録計盤 (H11-P614) 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	
原子炉系記録計盤 (H11-P614)	常設耐震/防止 常設/緩和	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	□	0.05 以下	—	—	C _H =2.06	C _V =1.42	50

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1240	16 (M16)	201.1	48	241 (径 ≤ 16mm)	394 (径 ≤ 16mm)

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)	350	530	16	—	276	—	長辺方向
	1415	1715	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=82$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

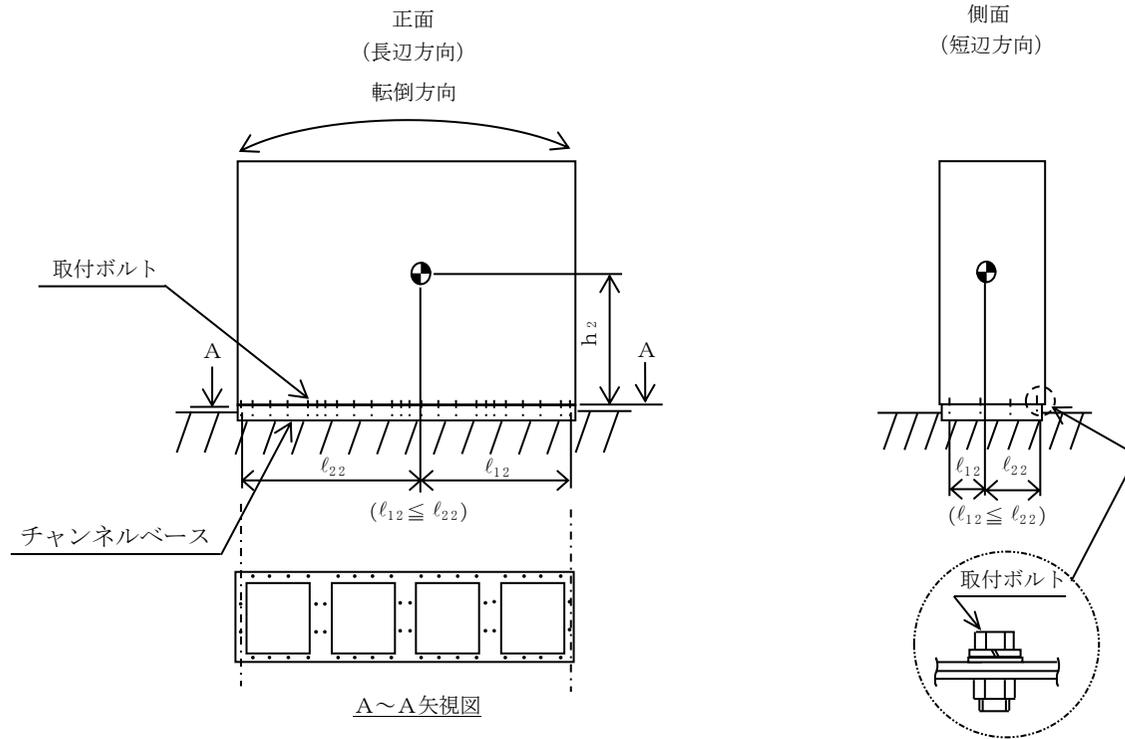
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉系記録計盤 (H11-P614)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



(7) 格納容器補助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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、格納容器補助盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

格納容器補助盤は、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、格納容器補助盤は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、V-2-1-14「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

格納容器補助盤の構造計画を表 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	
格納容器補助盤は、基礎に固定されたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【格納容器補助盤】</p> <p>(短辺方向) (長辺方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

格納容器補助盤の水平方向の固有周期はプラスチックハンマ等により、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により記録解析する。試験の結果、剛であることを確認した。格納容器補助盤の鉛直方向の固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認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)

格納容器補助盤 (H11-P657)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

盤の構造強度評価は、V-2-1-14「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

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

盤の許容応力は、V-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

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【格納容器補助盤（H11-P657）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	格納容器補助盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	$IV_A S$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ($V_A S$ として $IV_A S$ の許容限 界を用いる。)

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

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IVAS	1.5・f _t * *	1.5・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 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	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

盤の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

盤に設置される器具の機能確認済加速度は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具及び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

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

評価部位	方向	機能確認済加速度
格納容器補助盤 (H11-P657)	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

格納容器補助盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【格納容器補助盤（H11-P657）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	
格納容器補助盤 (H11-P657)	常設耐震/防止 常設/緩和	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	□	0.05 以下	—	—	C _H =2.06	C _V =1.42	50

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1260	16 (M16)	201.1	12	241 (径≤16mm)	394 (径≤16mm)

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)	305	425	2	—	276	—	短辺方向
	360	520	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=75$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

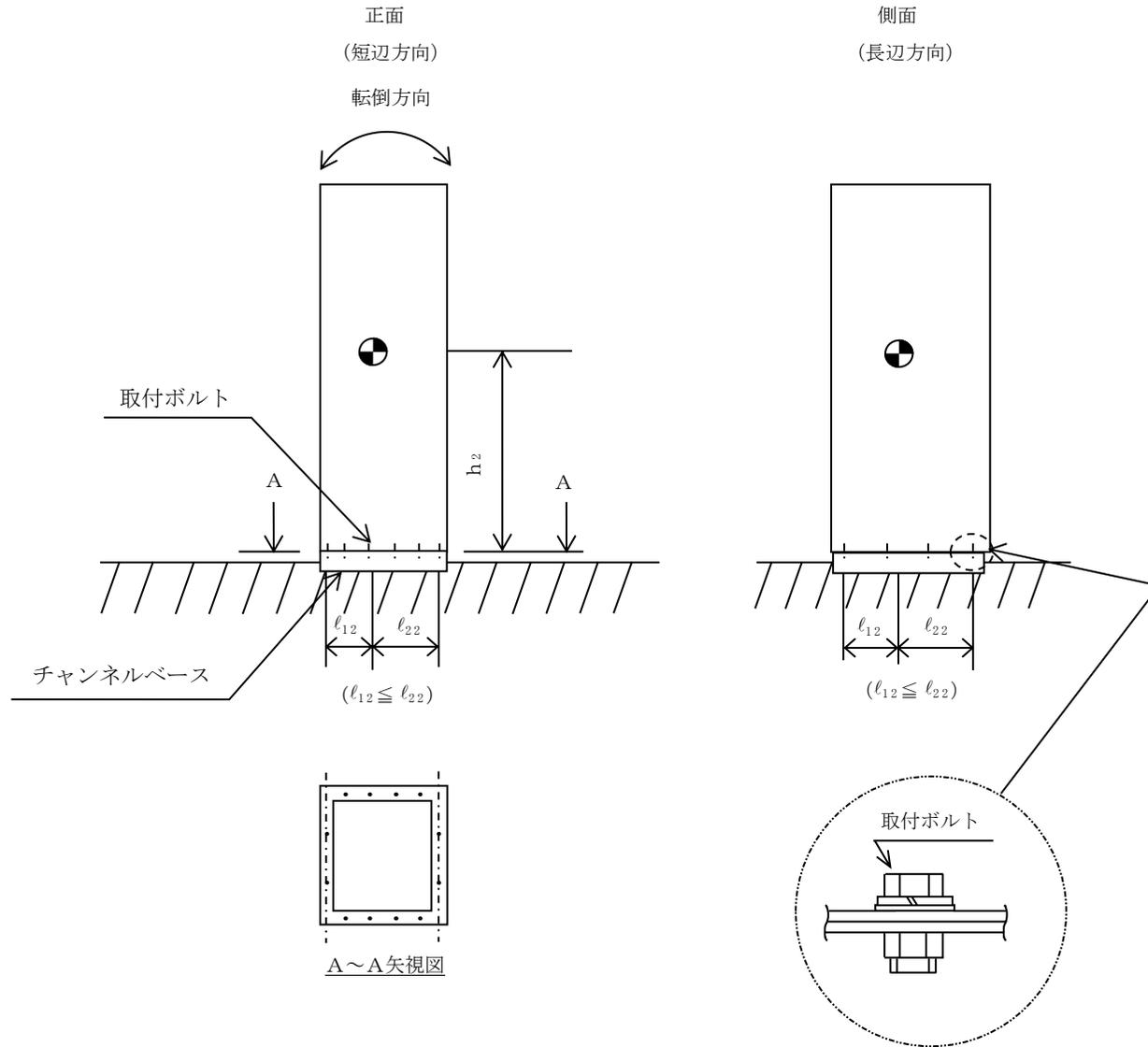
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器補助盤 (H11-P657)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



(8) 高圧代替注水系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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、高圧代替注水系制御盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

高圧代替注水系制御盤は、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、高圧代替注水系制御盤は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、V-2-1-14「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

高圧代替注水系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>高圧代替注水系制御盤は、基礎に固定されたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【高圧代替注水系制御盤】</p> <p>(短辺方向) (長辺方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

プラスチックハンマ等により、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により記録解析する。試験の結果、剛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)

高圧代替注水系制御盤 (H11-P650)	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

盤の構造強度評価は、V-2-1-14「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

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

盤の許容応力は、V-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

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【高圧代替注水系制御盤 (H11-P650) 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	高圧代替注水系制御盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—* ²	$D + P_D + M_D + S_s$ * ³	IV_{AS}
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

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

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IVAS	1.5・f _t [*]	1.5・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 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	50	231

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

盤の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

盤に設置される器具の機能確認済加速度は、V-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

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

評価部位	方向	機能確認済加速度
高圧代替注水系制御盤 (H11-P650)	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

高圧代替注水系制御盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。
発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【高圧代替注水系制御盤 (H11-P650) 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	
高圧代替注水系制御盤 (H11-P650)	常設耐震/防止 常設/緩和	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L 17.300*)	□	□	—	—	C _H =2.06	C _V =1.42	50

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1350	16 (M16)	201.1	12	231 (16mm<径≤40mm)	394 (16mm<径≤40mm)

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)	315	415	2	—	276	—	短辺方向
	400	480	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用 地震動 S _d 又は 静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=79$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

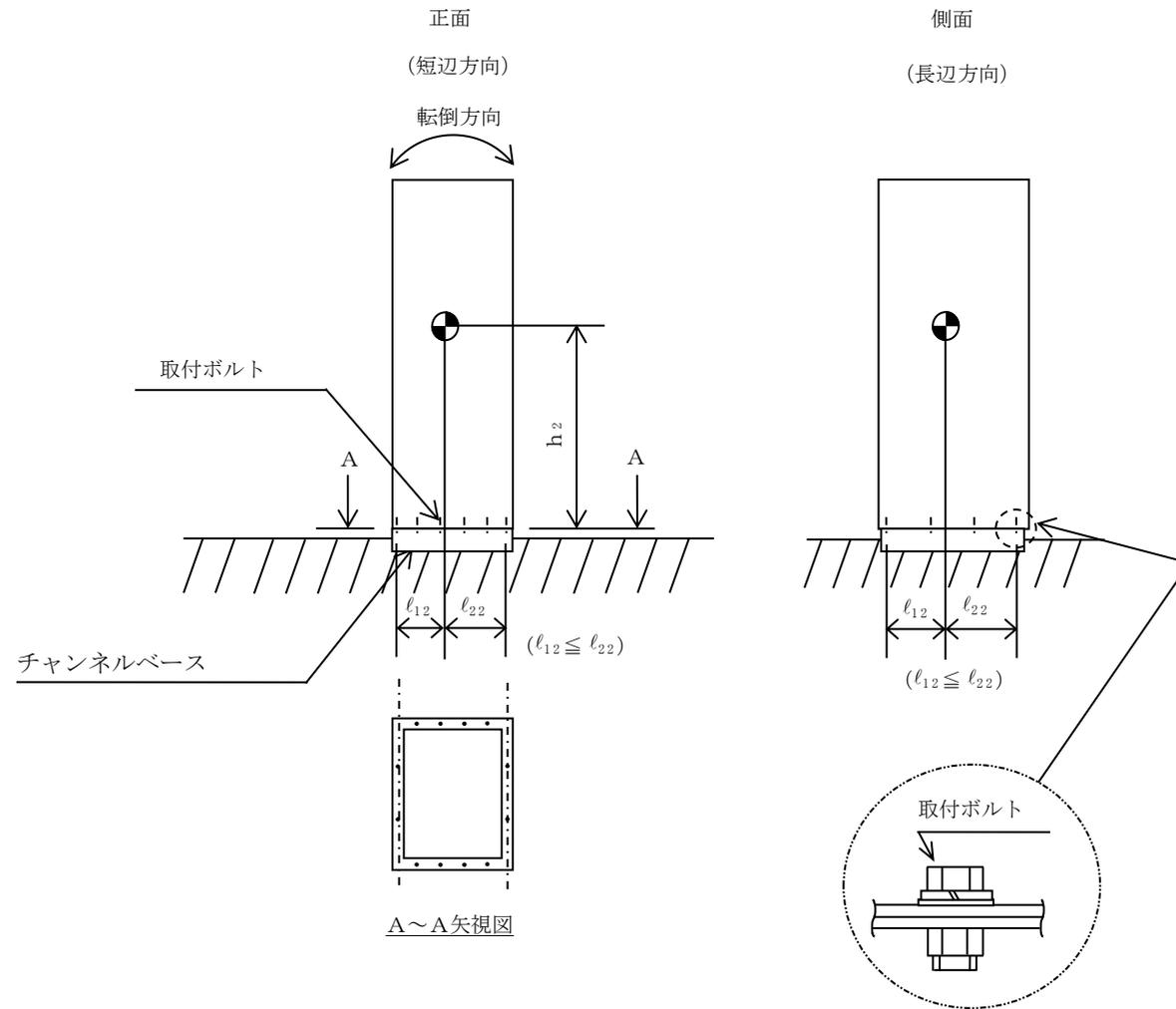
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
高圧代替注水系制御盤 (H11-P650)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



- (9) 使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域）監視制御盤
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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、計測制御設備の盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域）監視制御盤は、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氣的機能維持評価を示す。

なお、使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域）監視制御盤は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、V-2-1-14「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

使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域）監視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>使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域）監視制御盤は，基礎に固定されたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。</p>	<p>直立形 （鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤）</p>	<p>【使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域）監視制御盤】</p>

(単位：mm)

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

プラスチックハンマ等により、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置(圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器)により記録解析する。試験の結果、剛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)

使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA 広域) 監視制御盤 (H11-P640)	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

盤の構造強度評価は、V-2-1-14「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

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

盤の許容応力は、V-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

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【使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA広域）監視制御盤（H11-P640）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	使用済燃料貯蔵プール水位・ 温度（SA 広域）監視制御盤	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	
	引張り	せん断
IV _A S	1.5・f _t [*]	1.5・f _s [*]
V _A S (V _A SとしてIV _A Sの許容限界を用いる。)		

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

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
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

盤の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

盤に設置される器具の機能確認済加速度は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具及び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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA 広域) 監視制御盤 (H11-P640)	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

使用済燃料貯蔵プール水位・温度（SA 広域）監視制御盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA 広域) 監視制御盤 (H11-P640) 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	
使用済燃料貯蔵プール 水位・温度 (SA 広域) 監視制御盤 (H11-P640)	常設/防止 常設/緩和	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.952 (T.M.S.L. 17.300*)			—	—	C _H =2.06	C _V =1.42	50

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)			16 (M16)	201.1	12	231 (16mm<径≤40mm)	394 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} *1	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)			4	—	276	—	短辺方向
			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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=33$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

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

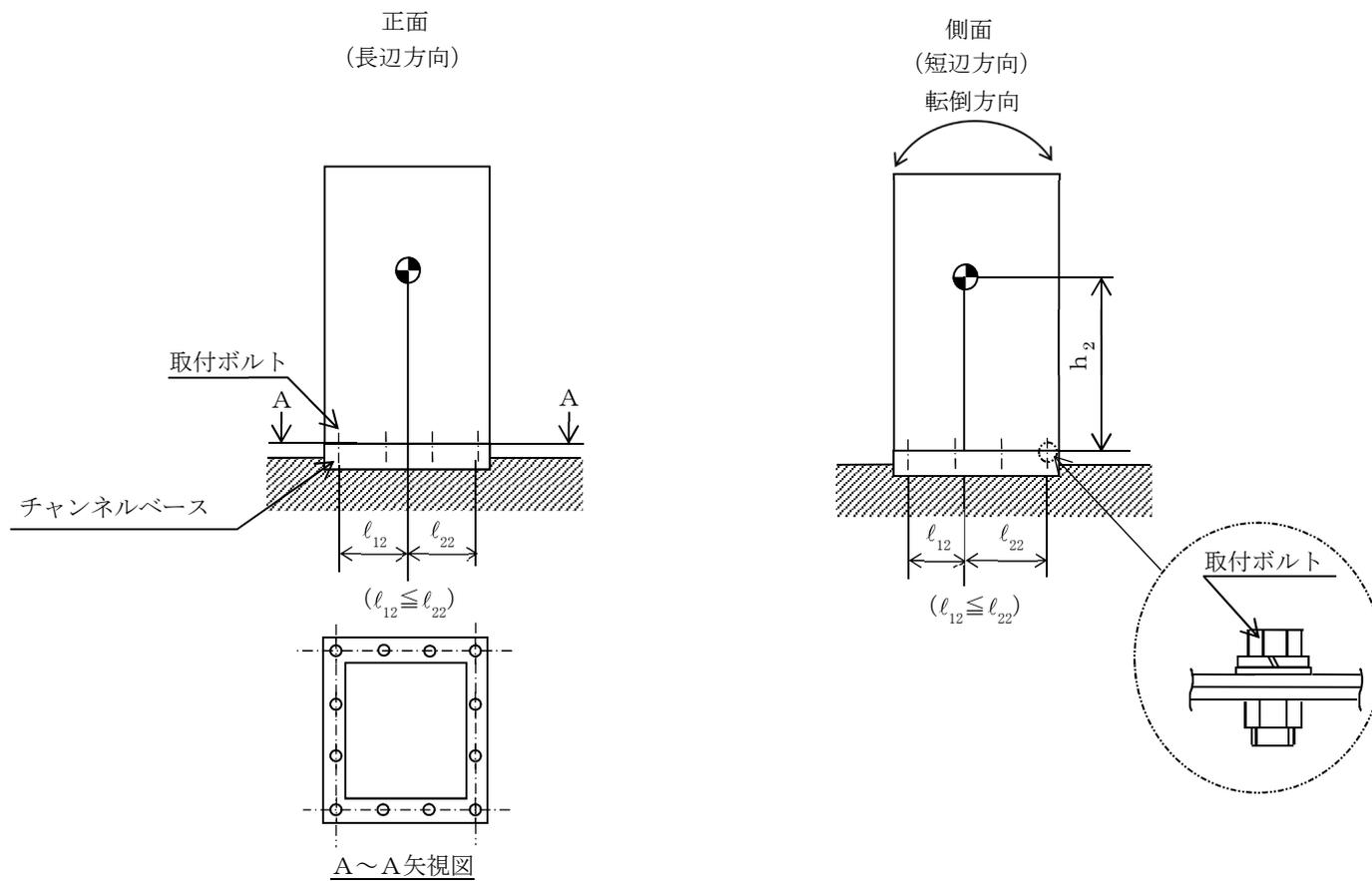
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
使用済燃料貯蔵プール 水位・温度 (SA 広域) 監視制御盤 (H11-P640)	水平方向	1.71	
	鉛直方向	1.19	

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



(10) 格納容器圧力逃がし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
4.2.1 荷重の組合せおよび許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、格納容器圧力逃がし装置制御盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

格納容器圧力逃がし装置制御盤は、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気的機能維持評価を示す。

なお、格納容器圧力逃がし装置制御盤は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、V-2-1-14「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

格納容器圧力逃がし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	
格納容器圧力逃がし装置 制御盤は、基礎に固定さ れたチャンネルベースに 取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み 合わせた自立閉鎖型の 盤)	<p>【格納容器圧力逃がし装置制御盤】</p> <p>正面 800</p> <p>側面 1000</p> <p>2300</p> <p>取付ボルト</p> <p>基礎</p> <p>チャンネルベース</p> <p>(短辺方向) (長辺方向)</p> <p>(単位 : mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

プラスチックハンマ等により、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により記録解析する。試験の結果、剛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)

格納容器圧力逃がし装置制御盤 (H11-P659)	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

盤の構造強度評価は、V-2-1-14「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

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

盤の許容応力は、V-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

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【格納容器圧力逃がし装置制御盤 (H11-P659) 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	格納容器圧力逃がし 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	
	引張り	せん断
IVAS	1.5・f _t *	1.5・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 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SNB7 (100mm<径≤120mm)	周囲環境温度	50	512	671	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

盤の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

盤に設置される器具の機能確認済加速度は、V-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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
格納容器圧力逃がし装置制御盤 (H11-P659)	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

格納容器圧力逃がし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及び電気的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【格納容器圧力逃がし装置制御盤 (H11-P659) 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	
格納容器圧力逃がし 装置制御盤 (H11-P659)	常設耐震/防止 常設/緩和	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	□	□	—	—	C _H =2.06	C _V =1.42	50

注記 * : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i * (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1050	16 (M16)	201.1	12	512	671

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)	250	250	3	—	469	—	短辺方向
	327	373	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SNB7	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=60$	$f_{ts2}=352^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=271$

すべて許容応力以下である。

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

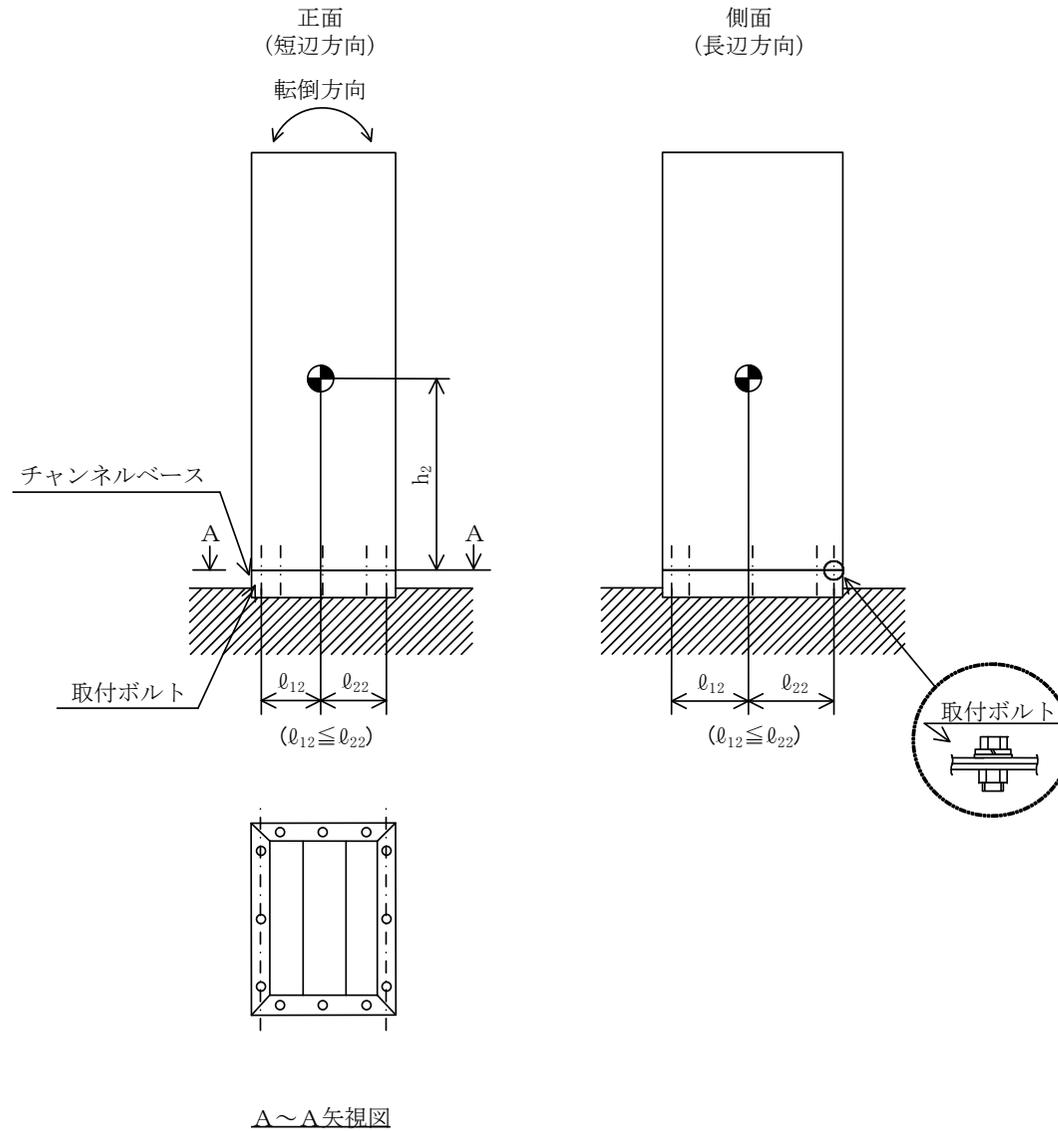
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器圧力逃がし装置制 御盤 (H11-P659)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



- (11) フィルタ装置出口放射線モニタ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
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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、フィルタ装置出口放射線モニタ前置増幅器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

フィルタ装置出口放射線モニタ前置増幅器盤は、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、フィルタ装置出口放射線モニタ前置増幅器盤は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の壁掛形であるため、V-2-1-14「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

フィルタ装置出口放射線モニタ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													
フィルタ装置出口放射線 モニタ前置増幅器盤は、 壁に基礎ボルトで設置す る。	壁掛形 (鋼材及び鋼板を組み 合わせた壁掛形の盤)	<p>【フィルタ装置出口放射線モニタ前置増幅器盤】</p> <p>上面</p> <p>側面</p> <p>(正面方向)</p> <p>(側面方向)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>フィルタ装置出口 放射線モニタ前置増幅器盤 (H21-P912)</th> <th>フィルタ装置出口 放射線モニタ前置増幅器盤 (H21-P915)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>206</td> <td>206</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>250</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>640</td> <td>640</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	フィルタ装置出口 放射線モニタ前置増幅器盤 (H21-P912)	フィルタ装置出口 放射線モニタ前置増幅器盤 (H21-P915)	たて	206	206	横	250	250	高さ	640	640
機器名称	フィルタ装置出口 放射線モニタ前置増幅器盤 (H21-P912)	フィルタ装置出口 放射線モニタ前置増幅器盤 (H21-P915)												
たて	206	206												
横	250	250												
高さ	640	640												

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

プラスチックハンマ等により、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により記録解析する。試験の結果、剛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)

フィルタ装置出口放射線モニタ前置増幅器盤 (H21-P912)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
フィルタ装置出口放射線モニタ前置増幅器盤 (H21-P915)	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

盤の構造強度評価は、V-2-1-14「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

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

盤の許容応力は、V-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

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【フィルタ装置出口放射線モニタ前置増幅器盤 (H21-P912) の耐震性についての評価結果】及び【フィルタ装置出口放射線モニタ前置増幅器盤 (H21-P915) の耐震性についての評価結果】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	フィルタ装置出口 放射線モニタ前置増幅器盤	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	
	引張り	せん断
IVAS	1.5・f _t *	1.5・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 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径)	周囲環境温度	40	215	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

盤の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

盤に設置される器具の機能確認済加速度は、V-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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
フィルタ装置出口放射線モニタ前置増幅器盤 (H21-P912)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
フィルタ装置出口放射線モニタ前置増幅器盤 (H21-P915)	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

フィルタ装置出口放射線モニタ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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【フィルタ装置出口放射線モニタ前置増幅器盤 (H21-P912) の耐震性についての評価結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
フィルタ装置出口 放射線モニタ前置 増幅器盤 (H21-P912)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 31.700 (T.M.S.L. 38.200*)	□	□	—	—	C _H =2.03	C _V =1.45	40

注記 * : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	112	12 (M12)	113.1	4	215 (40mm<径)	400 (40mm<径)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	l _{3 i} * (mm)	n _{f v i} *	n _{f H 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
基礎ボルト (i=1)	326	690	180	2	2	—	258	—	正面方向
	326	690	180	2	2				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し,
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1} = 2$	$f_{ts1} = 154^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1} = 2$	$f_{sb1} = 119$

すべて許容応力以下である。

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

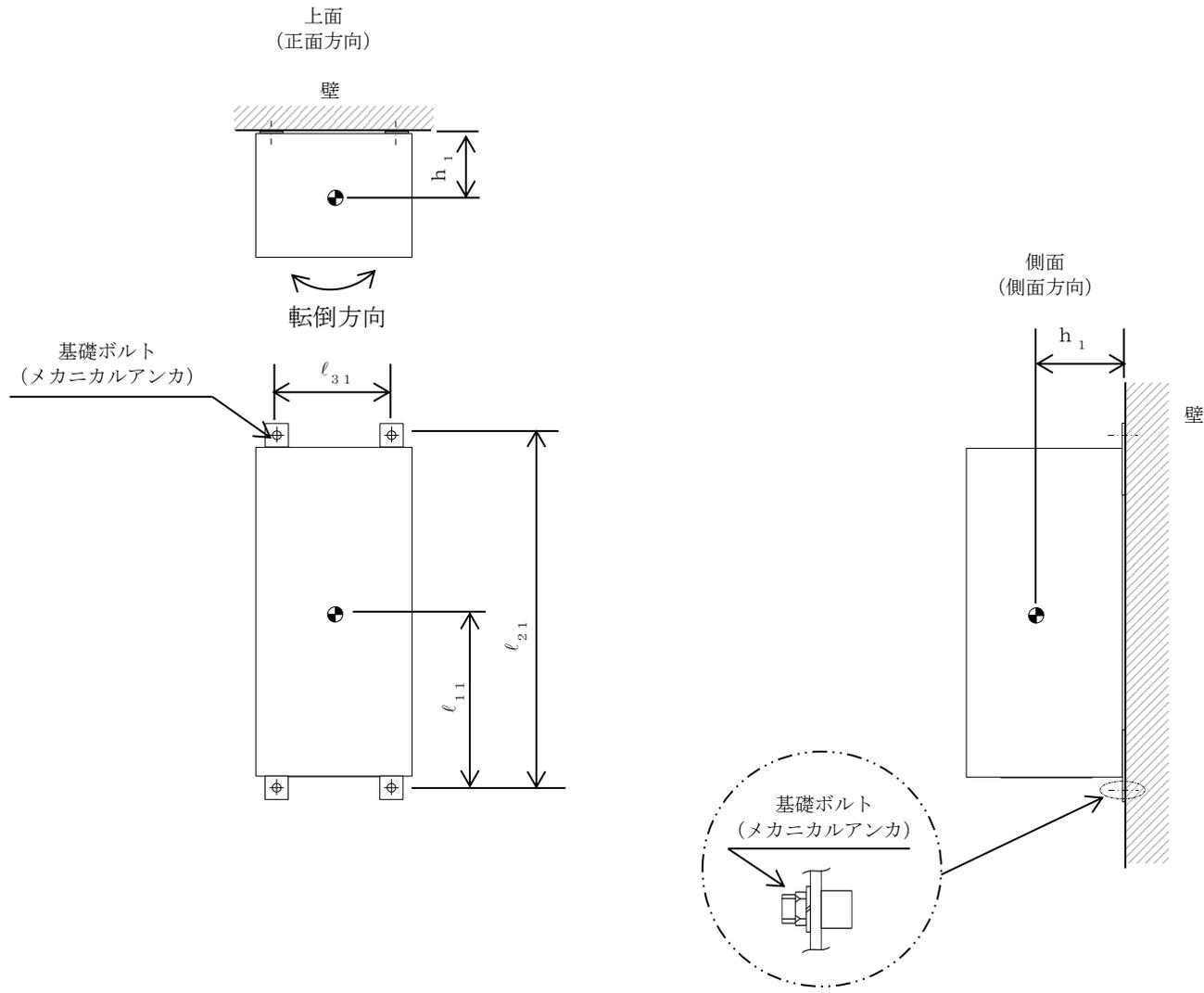
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
フィルタ装置出口放射線 モニタ前置増幅器盤 (H21-P912)	水平方向	1.69	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.21	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【フィルタ装置出口放射線モニタ前置増幅器盤 (H21-P915) の耐震性についての評価結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
フィルタ装置出口 放射線モニタ前置 増幅器盤 (H21-P915)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 T.M.S.L. 31.700 (T.M.S.L. 38.200*)	□	□	—	—	C _H =2.03	C _V =1.45	40

注記 * : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	112	12 (M12)	113.1	4	215 (40mm<径)	400 (40mm<径)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	ℓ _{3 i} * (mm)	n _{f v i} *	n _{f H 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
基礎ボルト (i=1)	326	690	180	2	2	—	258	—	正面方向
	326	690	180	2	2				

注記 * : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1} = 2$	$f_{ts1} = 154^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1} = 2$	$f_{sb1} = 119$

すべて許容応力以下である。

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

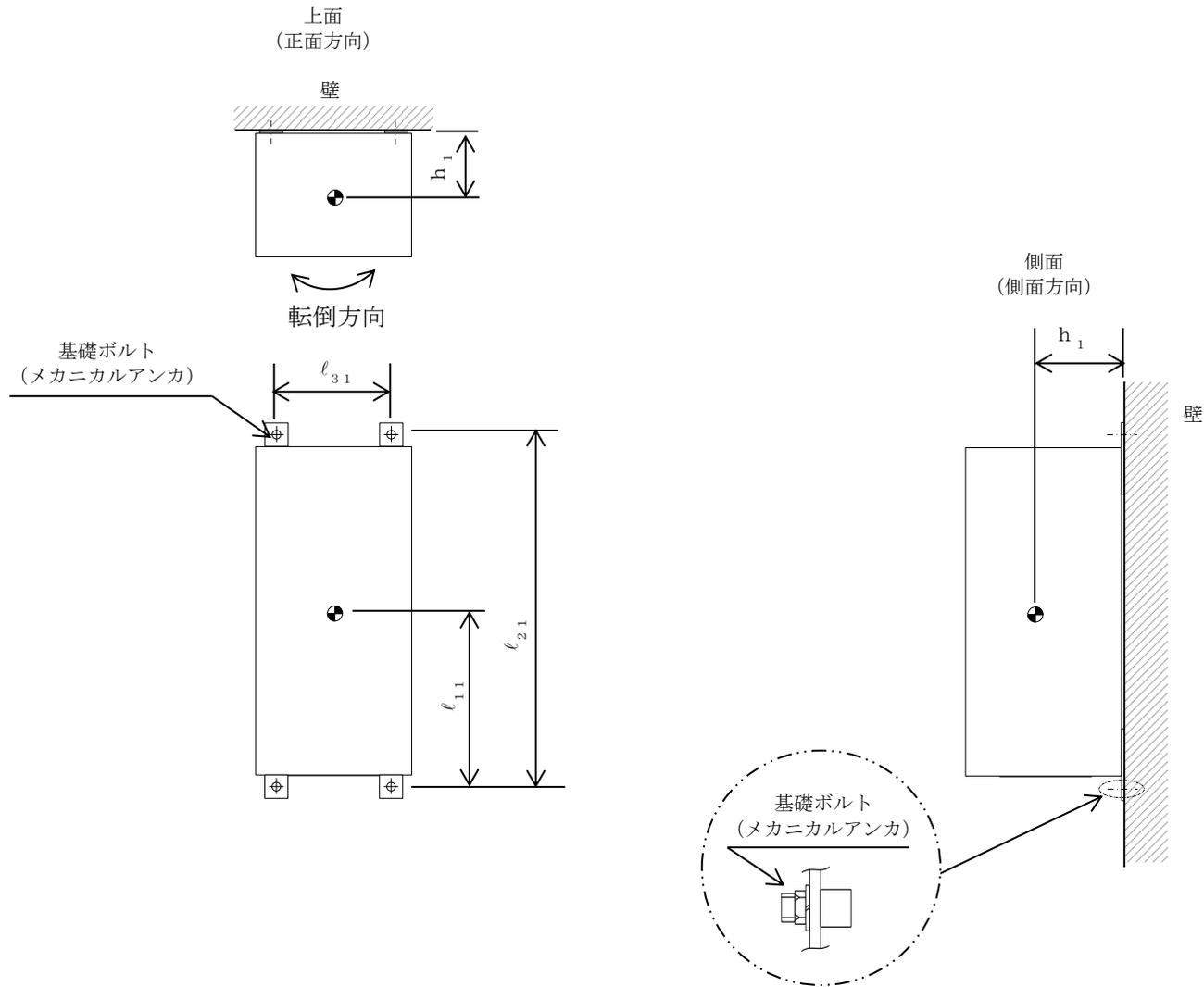
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
フィルタ装置出口放射線 モニタ前置増幅器盤 (H21-P915)	水平方向	1.69	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.21	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



(12) 起動領域モニタ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
3. 固有周期	4
3.1 固有周期の確認	4
4. 構造強度評価	5
4.1 構造強度評価方法	5
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	5
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	5
4.2.2 許容応力	5
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	5
4.3 計算条件	5
5. 機能維持評価	9
5.1 電氣的機能維持評価方法	9
6. 評価結果	10
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	10
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	10

1. 概要

本計算書は、V-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、起動領域モニタ前置増幅器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

起動領域モニタ前置増幅器盤は、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気的機能維持評価を示す。

なお、起動領域モニタ前置増幅器盤は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の壁掛形盤であるため、V-2-1-14「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

起動領域モニタ前置増幅器盤の構造計画を表2-1、表2-2に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>起動領域モニタ前置増幅器盤は、取付ボルトによりチャンネルベースに固定される。</p> <p>チャンネルベースは、壁に基礎ボルトで設置される。</p>	<p>壁掛形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた壁掛閉鎖型の盤)</p>	<p>【起動領域モニタ前置増幅器盤】</p> <p>(正面方向)</p> <p>(側面方向)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-1)</th> <th>起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>600</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>1000</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>1200</td> <td>1200</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位 : mm)</p>	機器名称	起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-1)	起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-3)	たて	600	600	横	1000	1000	高さ	1200	1200
機器名称	起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-1)	起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-3)												
たて	600	600												
横	1000	1000												
高さ	1200	1200												

表 2-2 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>起動領域モニタ前置増幅器盤は、取付ボルトにより基礎に固定されたチャンネルベースに設置される。</p>	<p>壁掛形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた壁掛閉鎖型の盤)</p>	<p>【起動領域モニタ前置増幅器盤】</p> <p>(正面方向) (側面方向)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-2)</th> <th>起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-4)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>600</td> <td>600</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>1000</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>1200</td> <td>1200</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-2)	起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-4)	たて	600	600	横	1000	1000	高さ	1200	1200
機器名称	起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-2)	起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-4)												
たて	600	600												
横	1000	1000												
高さ	1200	1200												

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

プラスチックハンマ等により、当該装置に振動を与え自由減衰振動を固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により記録解析する。試験の結果、剛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)

起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-1)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-2)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-3)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-4)	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

盤の構造強度評価は、V-2-1-14「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

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

盤の許容応力は、V-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

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【起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-1) の耐震性についての計算結果】、【起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-2) の耐震性についての計算結果】、【起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-3) の耐震性についての計算結果】、【起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-4) 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	起動領域モニタ 前置増幅器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 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	起動領域モニタ 前置増幅器盤	常設耐震／防止	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)		

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

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径)	周囲環境温度	100	194	373	—
取付ボルト	SS400 (径≤16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径)	周囲環境温度	100	194	373	—
取付ボルト	SS400 (径≤16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

盤の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

盤に設置される器具の機能確認済加速度は、V-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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-1)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-2)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-3)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-4)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

起動領域モニタ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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

起動領域モニタ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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【起動領域モニタ前置増幅器盤（H21-P320-1）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	
起動領域モニタ 前置増幅器盤 (H21-P320-1)	S	原子炉建屋 T. M. S. L. 18. 100 (T. M. S. L. 23. 500*)	□	□	C _H =0. 78	C _V =0. 71	C _H =1. 51	C _V =1. 38	100

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	455	16 (M16)	201. 1	6	194 (40mm<径)	373 (40mm<径)
取付ボルト (i=2)	□	355	16 (M16)	201. 1	12	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	ℓ _{3 i} * (mm)	n _{f v i} *	n _{f H 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
基礎ボルト (i=1)	622	1000	1060	2	3	194	232	側面方向	側面方向
	622	1000	1060	2	3				
取付ボルト (i=2)	672	1100	1060	2	6	221	261	側面方向	側面方向
	672	1100	1060	2	6				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	$\sigma_{b1}=13$	$f_{ts1}=116^*$	$\sigma_{b1}=20$	$f_{ts1}=139^*$
		せん断	$\tau_{b1}=6$	$f_{sb1}=89$	$\tau_{b1}=9$	$f_{sb1}=107$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=9$	$f_{ts2}=165^*$	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=127$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

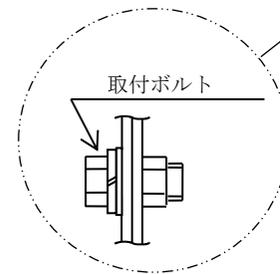
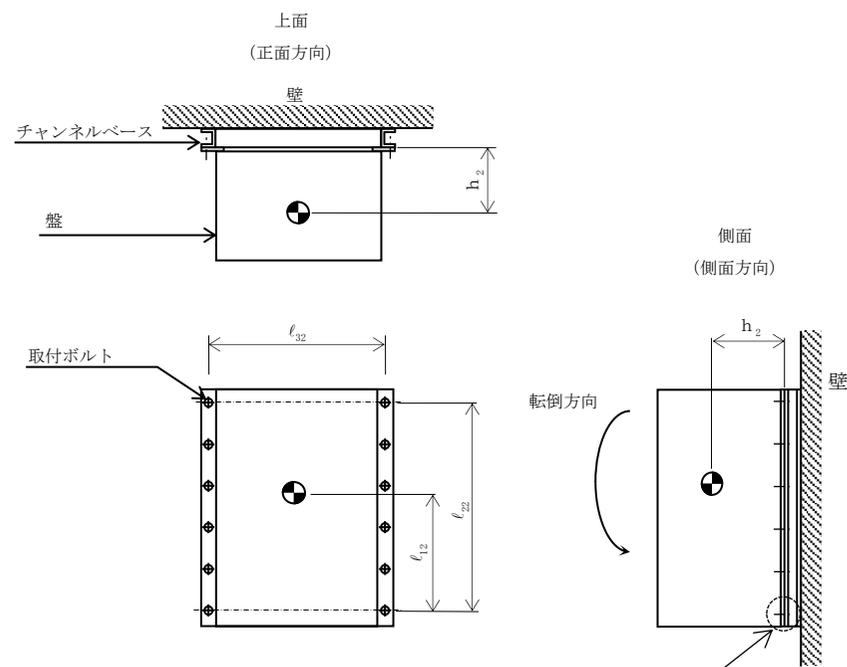
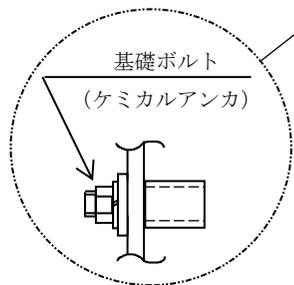
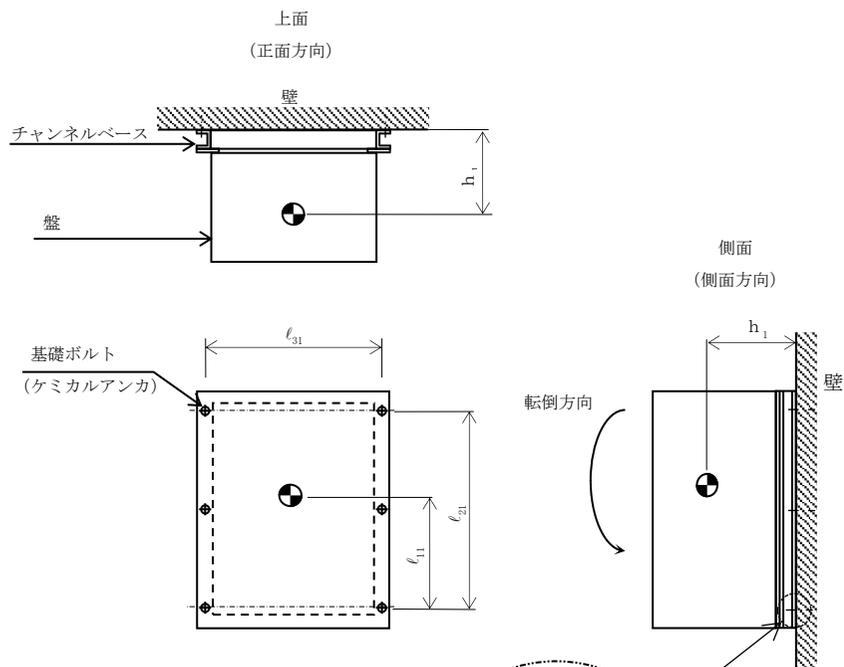
1.4.2 電氣的機能の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
起動領域モニタ 前置増幅器盤 (H21-P320-1)	水平方向	1.27	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.15	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
起動領域モニタ 前置増幅器盤 (H21-P320-1)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 18. 100 (T. M. S. L. 23. 500*)	□	□	—	—	C _H =1. 51	C _V =1. 38	100

注記*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	455	16 (M16)	201. 1	6	194 (40mm<径)	373 (40mm<径)
取付ボルト (i=2)	□	355	16 (M16)	201. 1	12	221 (径≦16mm)	373 (径≦16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	ℓ _{3 i} * (mm)	n _{f v i} *	n _{f H 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
基礎ボルト (i=1)	622	1000	1060	2	3	—	232	—	側面方向
	622	1000	1060	2	3				
取付ボルト (i=2)	672	1100	1060	2	6	—	261	—	側面方向
	672	1100	1060	2	6				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=20$	$f_{ts1}=139^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=9$	$f_{sb1}=107$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

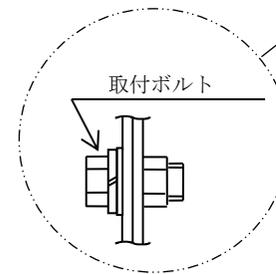
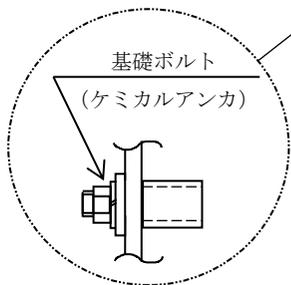
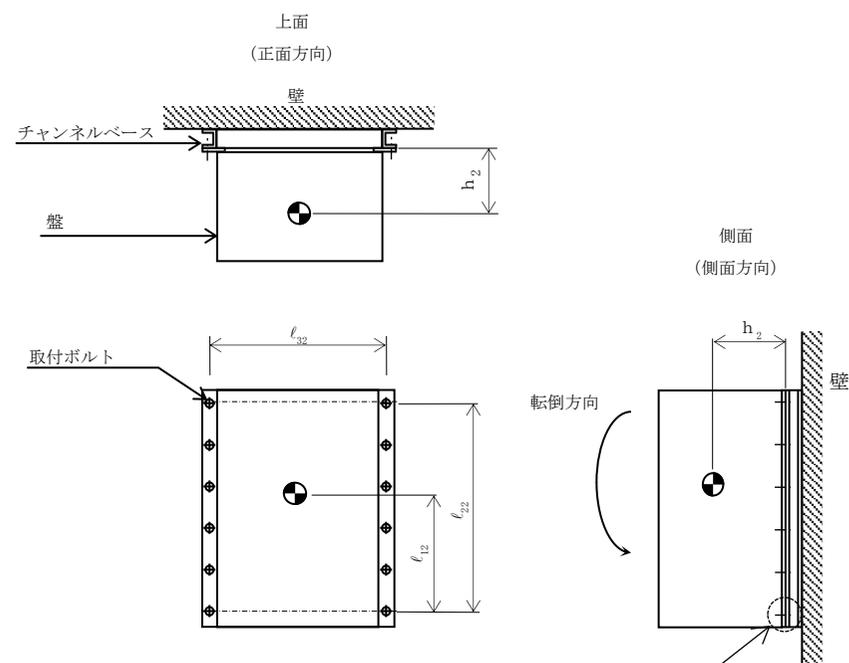
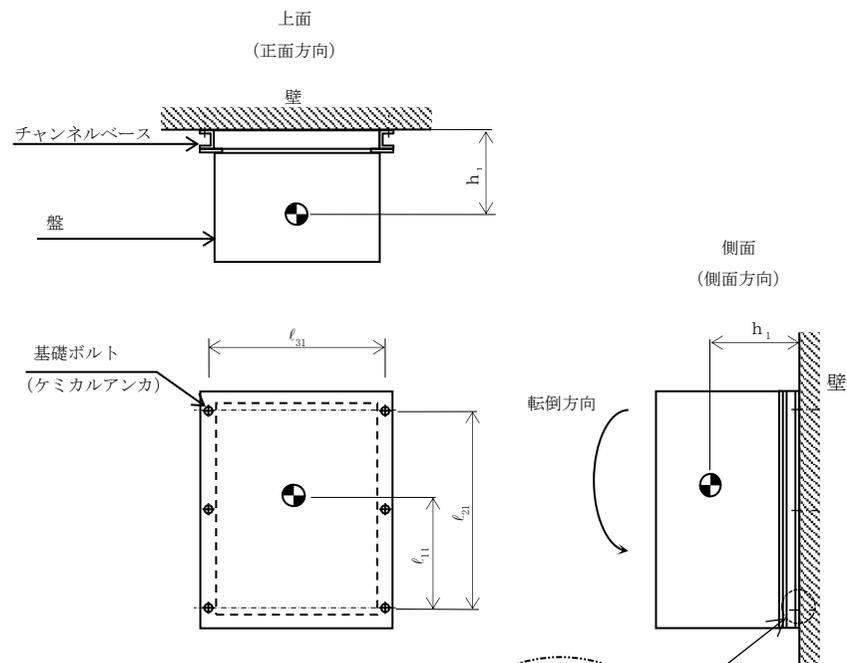
2.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
起動領域モニタ 前置増幅器盤 (H21-P320-1)	水平方向	1.27	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.15	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【起動領域モニタ前置増幅器盤（H21-P320-2）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	
起動領域モニタ 前置増幅器盤 (H21-P320-2)	S	原子炉建屋 T. M. S. L. 18. 100 (T. M. S. L. 23. 500*)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	C _H =0. 78	C _V =0. 71	C _H =1. 51	C _V =1. 38	100

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	355	16 (M16)	201. 1	12	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	ℓ _{3 i} * (mm)	n _{f v i} *	n _{f H 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)	672	1100	1060	2	6	221	261	側面方向	側面方向
	672	1100	1060	2	6				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=9$	$f_{ts2}=165^*$	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=127$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

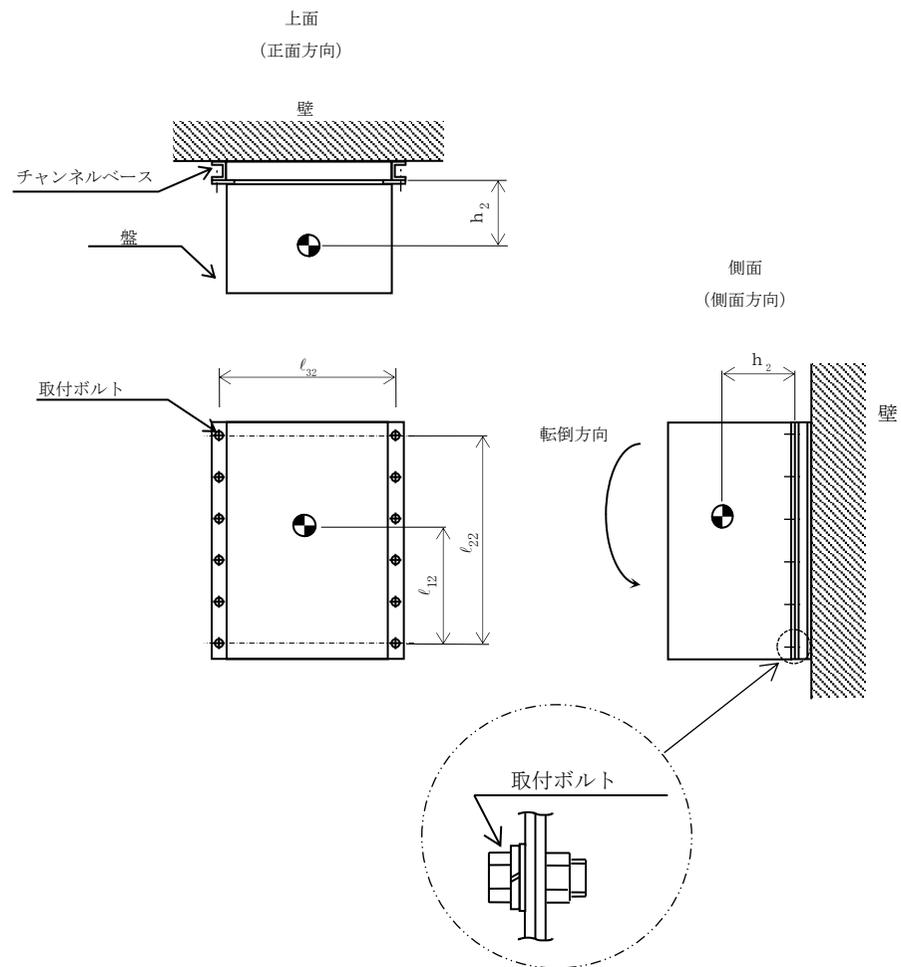
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
起動領域モニタ 前置増幅器盤 (H21-P320-2)	水平方向	1.27	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.15	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
起動領域モニタ 前置増幅器盤 (H21-P320-2)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 18. 100 (T. M. S. L. 23. 500*)	□	□	—	—	C _H =1. 51	C _V =1. 38	100

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	355	16 (M16)	201. 1	12	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	ℓ _{3 i} * (mm)	n _{f v i} *	n _{f H 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)	672	1100	1060	2	6	—	261	—	側面方向
	672	1100	1060	2	6				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

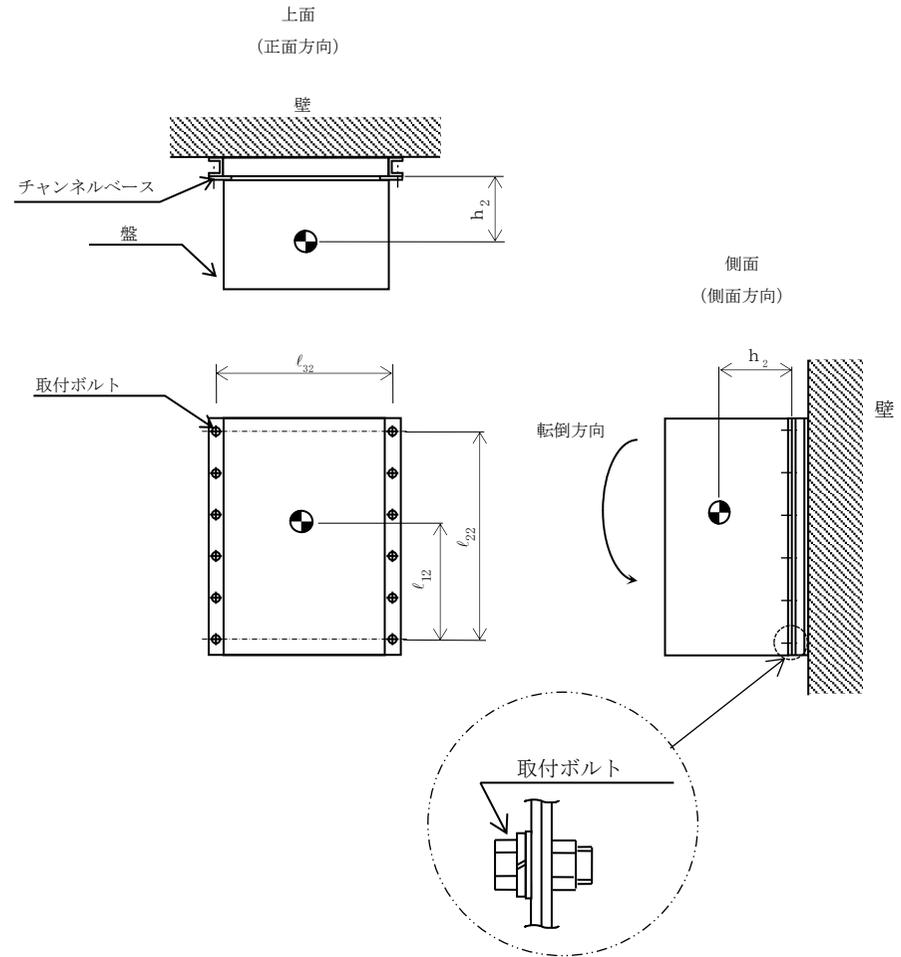
2.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
起動領域モニタ 前置増幅器盤 (H21-P320-2)	水平方向	1.27	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.15	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【起動領域モニタ前置増幅器盤 (H21-P320-3) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
起動領域モニタ 前置増幅器盤 (H21-P320-3)	S	原子炉建屋 T. M. S. L. 18. 100 (T. M. S. L. 23. 500*)	□	□	C _H =0. 78	C _V =0. 71	C _H =1. 51	C _V =1. 38	100

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	455	16 (M16)	201. 1	6	194 (40mm<径)	373 (40mm<径)
取付ボルト (i=2)	□	355	16 (M16)	201. 1	12	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	ℓ _{3 i} * (mm)	n _{f v i} *	n _{f H 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
基礎ボルト (i=1)	622	1000	1060	2	3	194	232	側面方向	側面方向
	622	1000	1060	2	3				
取付ボルト (i=2)	672	1100	1060	2	6	221	261	側面方向	側面方向
	672	1100	1060	2	6				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	$\sigma_{b1}=13$	$f_{ts1}=116^*$	$\sigma_{b1}=20$	$f_{ts1}=139^*$
		せん断	$\tau_{b1}=6$	$f_{sb1}=89$	$\tau_{b1}=9$	$f_{sb1}=107$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=9$	$f_{ts2}=165^*$	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=127$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

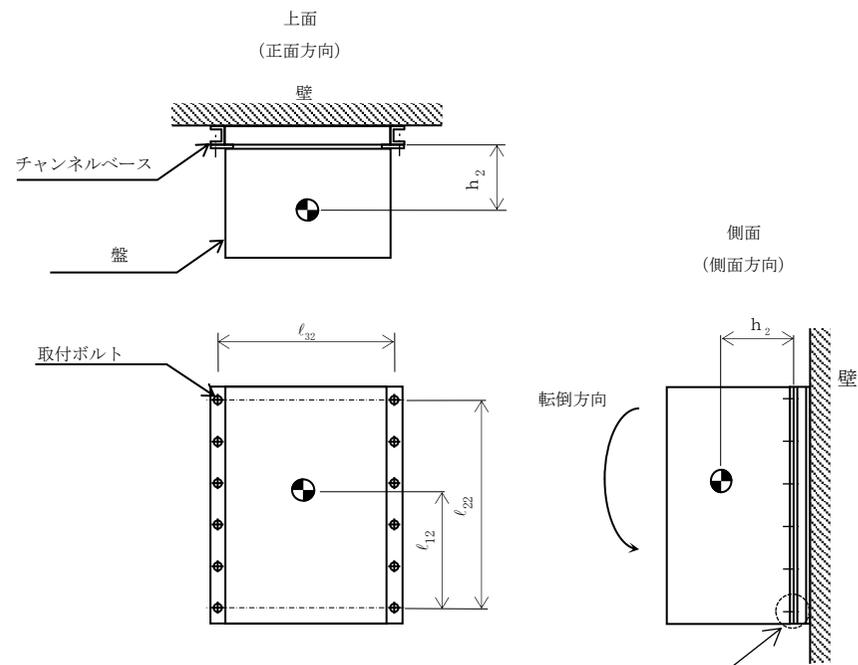
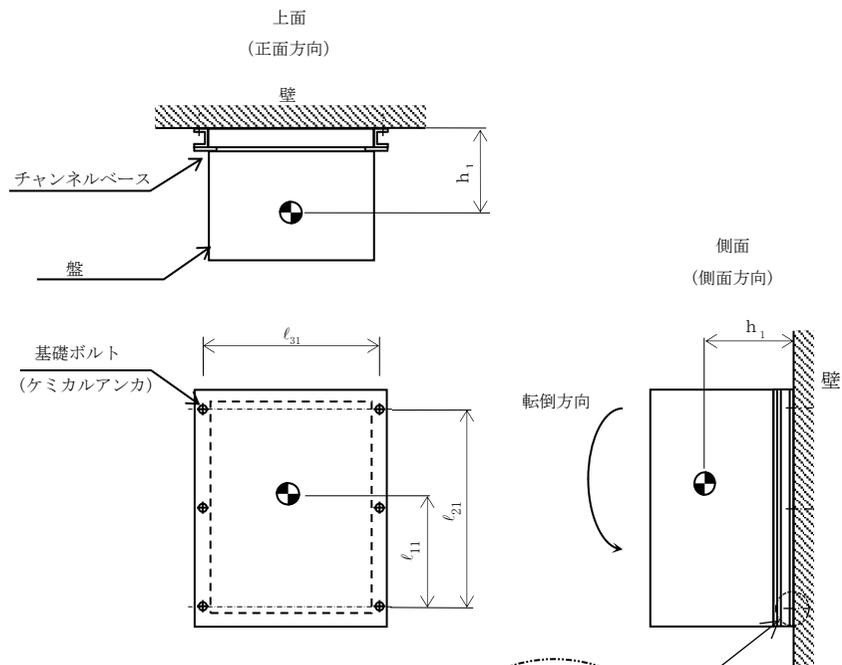
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
起動領域モニタ 前置増幅器盤 (H21-P320-3)	水平方向	1.27	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.15	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
起動領域モニタ 前置増幅器盤 (H21-P320-3)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 18. 100 (T. M. S. L. 23. 500*)	□	□	—	—	C _H =1. 51	C _V =1. 38	100

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
基礎ボルト (i = 1)	□	455	16 (M16)	201. 1	6	194 (40mm < 径)	373 (40mm < 径)
取付ボルト (i = 2)	□	355	16 (M16)	201. 1	12	221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	ℓ _{3 i} * (mm)	n _{f v i} *	n _{f H 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
基礎ボルト (i = 1)	622	1000	1060	2	3	—	232	—	側面方向
	622	1000	1060	2	3				
取付ボルト (i = 2)	672	1100	1060	2	6	—	261	—	側面方向
	672	1100	1060	2	6				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=20$	$f_{ts1}=139^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=9$	$f_{sb1}=107$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

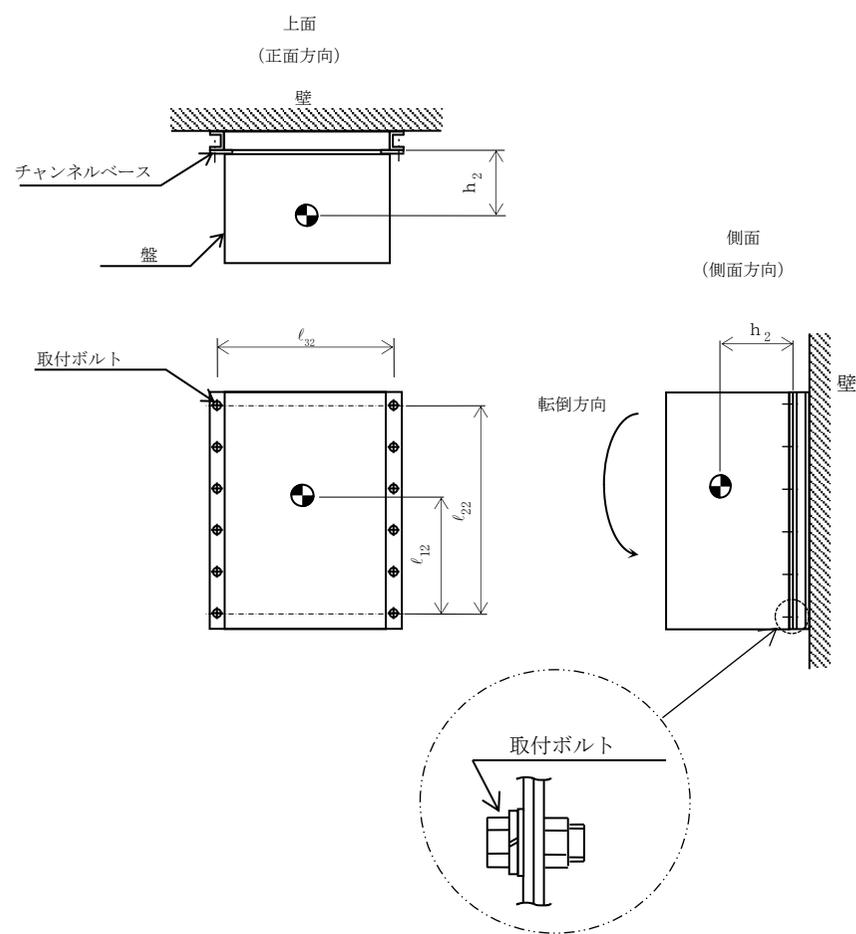
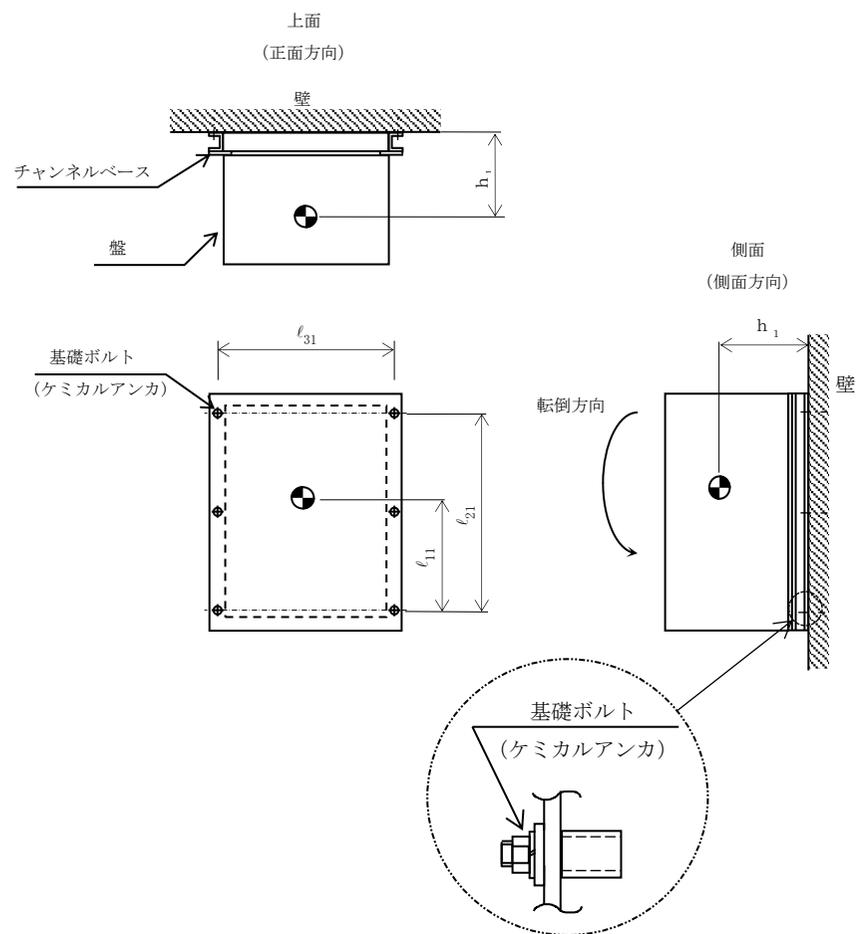
2.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
起動領域モニタ 前置増幅器盤 (H21-P320-3)	水平方向	1.27	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.15	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【起動領域モニタ前置増幅器盤（H21-P320-4）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
起動領域モニタ 前置増幅器盤 (H21-P320-4)	S	原子炉建屋 T. M. S. L. 18. 100 (T. M. S. L. 23. 500*)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	C _H =0. 78	C _V =0. 71	C _H =1. 51	C _V =1. 38	100

注記*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	<input type="text"/>	355	16 (M16)	201. 1	12	221 (径≦16mm)	373 (径≦16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	ℓ _{3 i} * (mm)	n _{f v i} *	n _{f H 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)	672	1100	1060	2	6	221	261	側面方向	側面方向
	672	1100	1060	2	6				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=9$	$f_{ts2}=165^*$	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=127$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

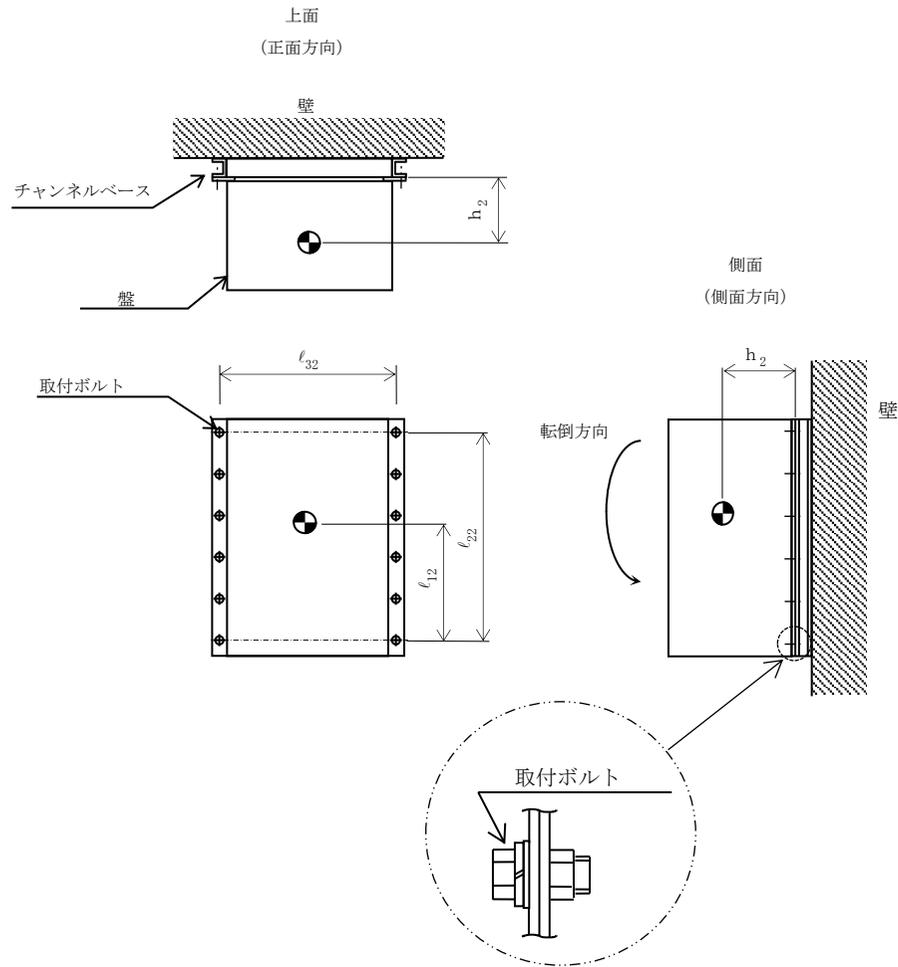
1.4.2 電氣的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
起動領域モニタ 前置増幅器盤 (H21-P320-4)	水平方向	1.27	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.15	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
起動領域モニタ 前置増幅器盤 (H21-P320-4)	常設耐震/防止	原子炉建屋 T. M. S. L. 18. 100 (T. M. S. L. 23. 500*)	□	□	—	—	C _H =1. 51	C _V =1. 38	100

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	355	16 (M16)	201. 1	12	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	ℓ _{3 i} * (mm)	n _{f v i} *	n _{f H 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)	672	1100	1060	2	6	—	261	—	側面方向
	672	1100	1060	2	6				

注記* : 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し,
下段は側面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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=195^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=150$

すべて許容応力以下である。

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

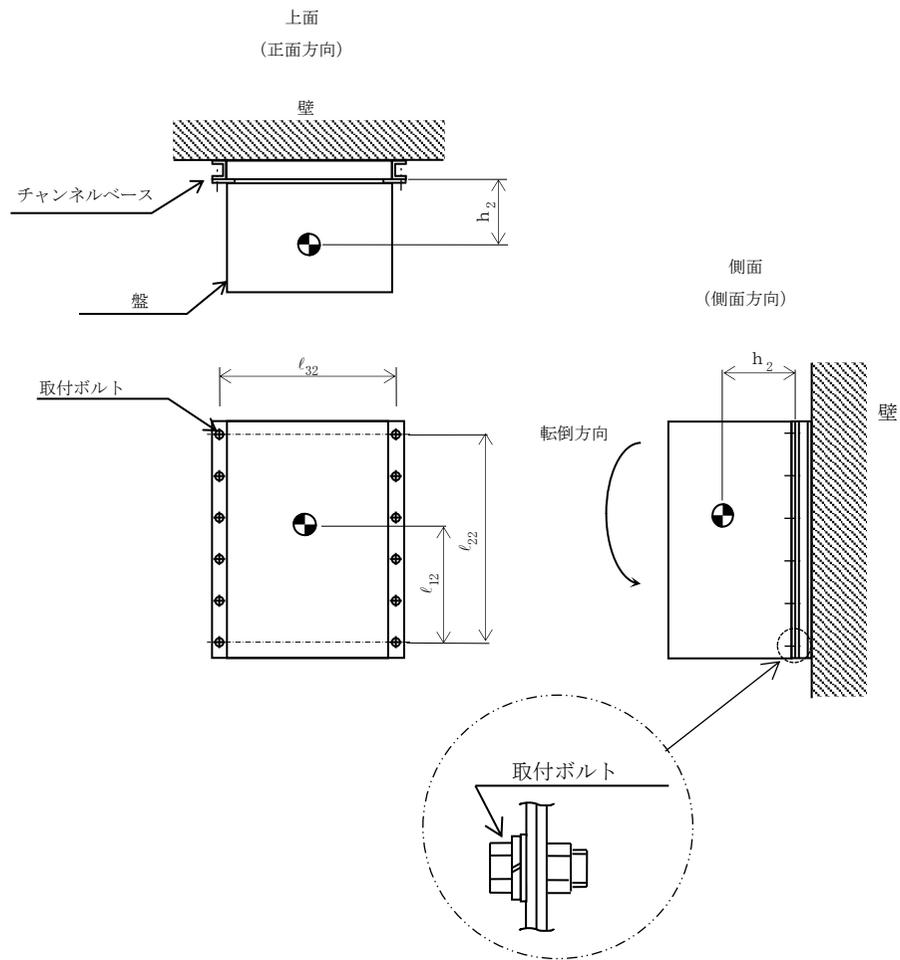
2.4.2 電気的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
起動領域モニタ 前置増幅器盤 (H21-P320-4)	水平方向	1.27	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.15	<input type="text"/>

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



(13) 核計装系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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、核計装系盤が設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを説明するものである。

核計装系盤は、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、核計装系盤は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、V-2-1-14「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

核計装系盤の構造計画を表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																								
核計装系盤は、基礎に固定されたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【核計装系盤】</p>																							
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>核計装系盤 (H11-P635-1)</th> <th>核計装系盤 (H11-P635-2)</th> <th>核計装系盤 (H11-P635-3)</th> <th>核計装系盤 (H11-P635-4)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>1000</td> <td>1000</td> <td>1000</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>1600</td> <td>1600</td> <td>1600</td> <td>1600</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2300</td> <td>2300</td> <td>2300</td> <td>2300</td> </tr> </tbody> </table>	機器名称	核計装系盤 (H11-P635-1)	核計装系盤 (H11-P635-2)	核計装系盤 (H11-P635-3)	核計装系盤 (H11-P635-4)	たて	1000	1000	1000	1000	横	1600	1600	1600	1600	高さ	2300	2300	2300	2300			
機器名称	核計装系盤 (H11-P635-1)	核計装系盤 (H11-P635-2)	核計装系盤 (H11-P635-3)	核計装系盤 (H11-P635-4)																					
たて	1000	1000	1000	1000																					
横	1600	1600	1600	1600																					
高さ	2300	2300	2300	2300																					
		(単位：mm)																							

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

核計装系盤の固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認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)

核計装系盤 (H11-P635-1)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
核計装系盤 (H11-P635-2)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
核計装系盤 (H11-P635-3)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
核計装系盤 (H11-P635-4)	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

盤の構造強度評価は、V-2-1-14「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

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

盤の許容応力は、V-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

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【核計装系盤 (H11-P635-1) の耐震性についての計算結果】、【核計装系盤 (H11-P635-2) の耐震性についての計算結果】、【核計装系盤 (H11-P635-3) の耐震性についての計算結果】及び【核計装系盤 (H11-P635-4) 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	核計装系盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 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	核計装系盤	常設耐震／防止	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限界 を用いる。)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)		

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

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	26	235	400	—

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
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

核計装系盤の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

核計装系盤に設置される器具の機能確認済加速度は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具及び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/s²)

評価部位	方向	機能確認済加速度
核計装系盤 (H11-P635-1)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
核計装系盤 (H11-P635-2)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
核計装系盤 (H11-P635-3)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
核計装系盤 (H11-P635-4)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

核計装系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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

核計装系盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【核計装系盤 (H11-P635-1) 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	
核計装系盤 (H11-P635-1)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.04	C _V =0.72	C _H =2.06	C _V =1.42	26

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A ^b _i (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1280	16 (M16)	201.1	24	235 (16mm < 径 ≤ 40mm)	400 (16mm < 径 ≤ 40mm)

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)	335	545	8	235	280	長辺方向	長辺方向
	655	875	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=33$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=87$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

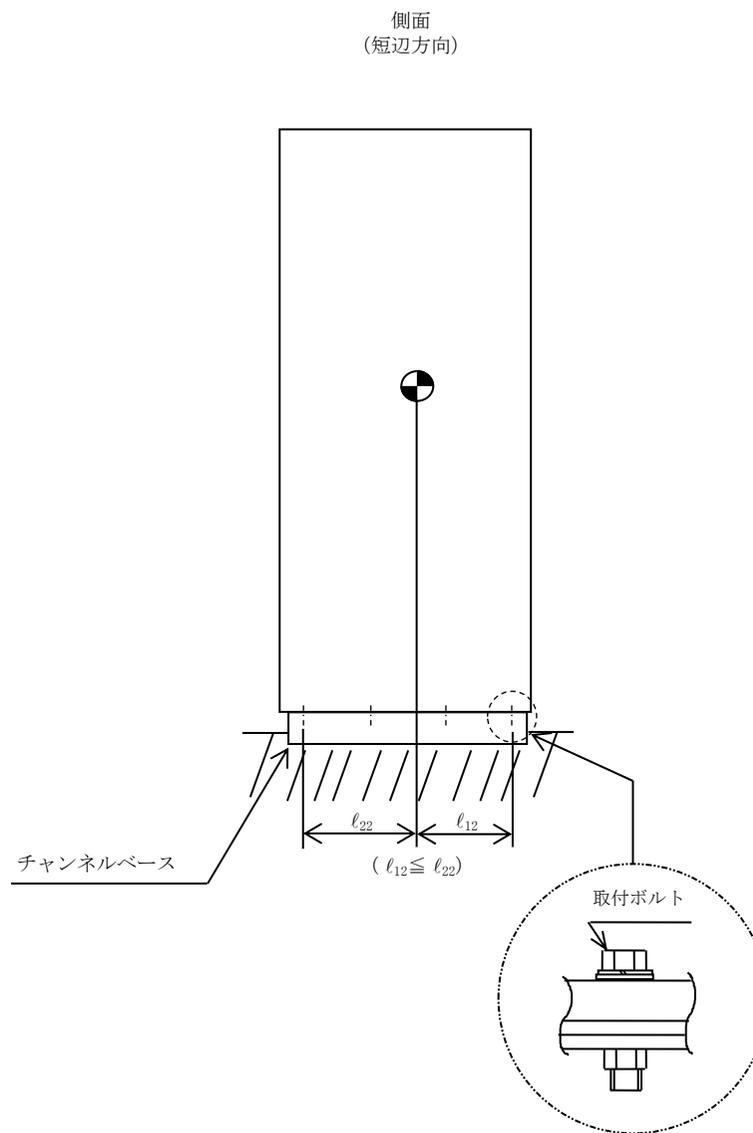
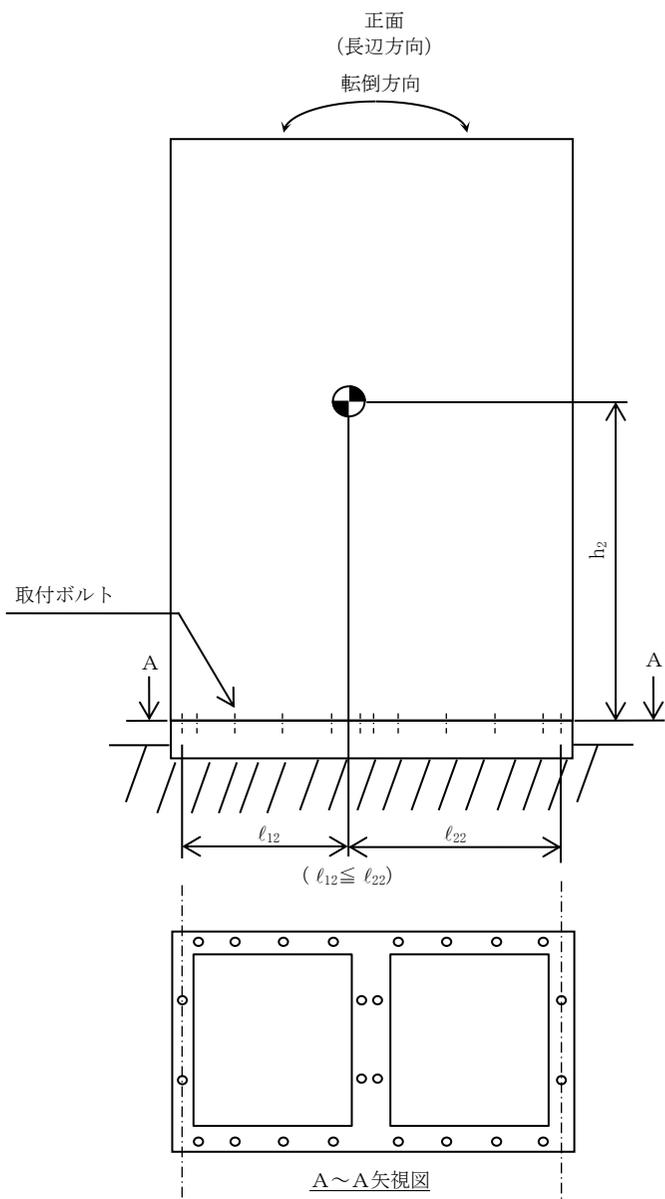
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
核計装系盤 (H11-P635-1)	水平方向	1.71	□
	鉛直方向	1.19	□

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
核計装系盤 (H11-P635-1)	常設耐震/防止	コントロール建屋 T. M. S. L. 17. 950 (T. M. S. L. 17. 300*)	0. 05 以下	0. 05 以下	—	—	C _H =2. 06	C _V =1. 42	50

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i = 2)		1280	16 (M16)	201. 1	24	231 (16mm<径≤40mm)	394 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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)	335	545	8	—	276	—	長辺方向
	655	875	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 _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=87$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

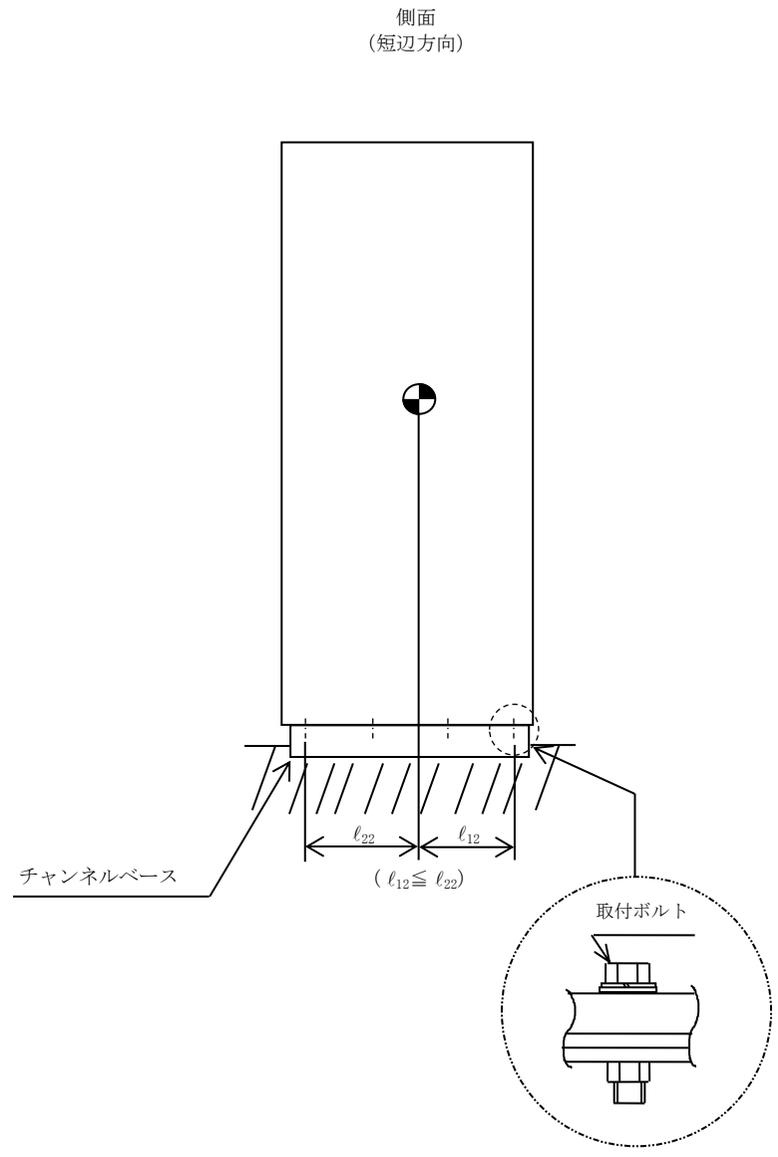
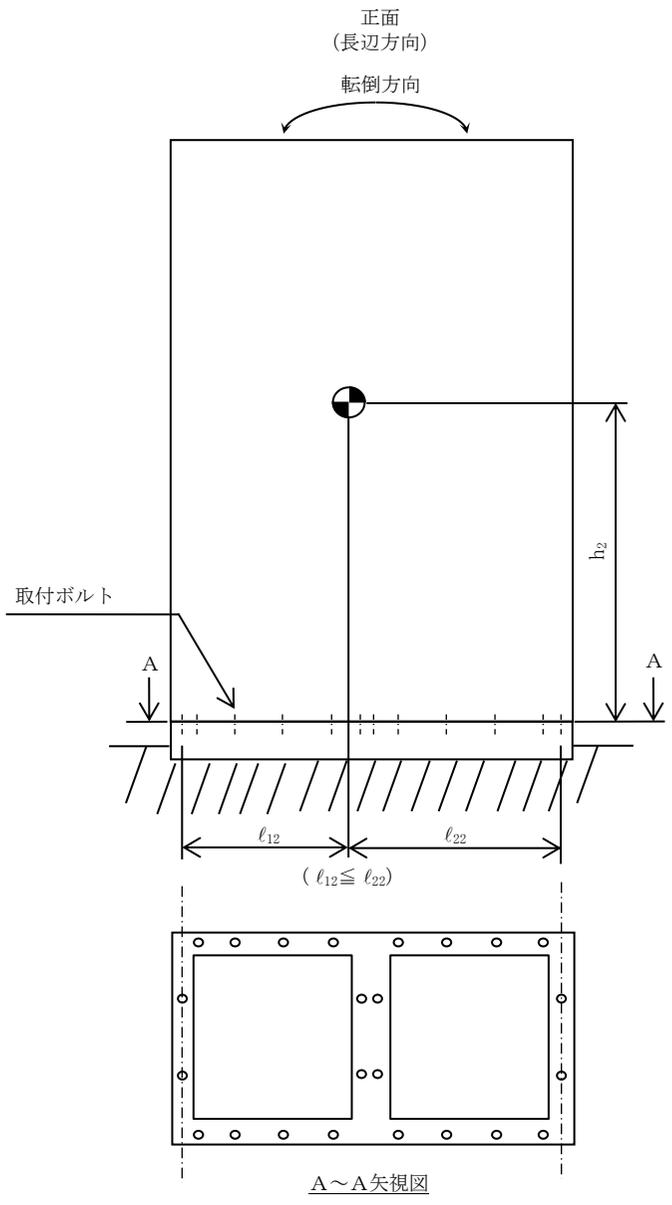
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
核計装系盤 (H11-P635-1)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【核計装系盤 (H11-P635-2) 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	
核計装系盤 (H11-P635-2)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.04	C _V =0.72	C _H =2.06	C _V =1.42	26

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A ^b _i (mm ²)	n _i	S _{y_i} (MPa)	S _{u_i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1285	16 (M16)	201.1	24	235 (16mm < 径 ≤ 40mm)	400 (16mm < 径 ≤ 40mm)

部材	ℓ _{1_i} * (mm)	ℓ _{2_i} * (mm)	n _{f_i} * (mm)	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)	335	545	8	235	280	長辺方向	長辺方向
	660	870	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=33$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=87$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

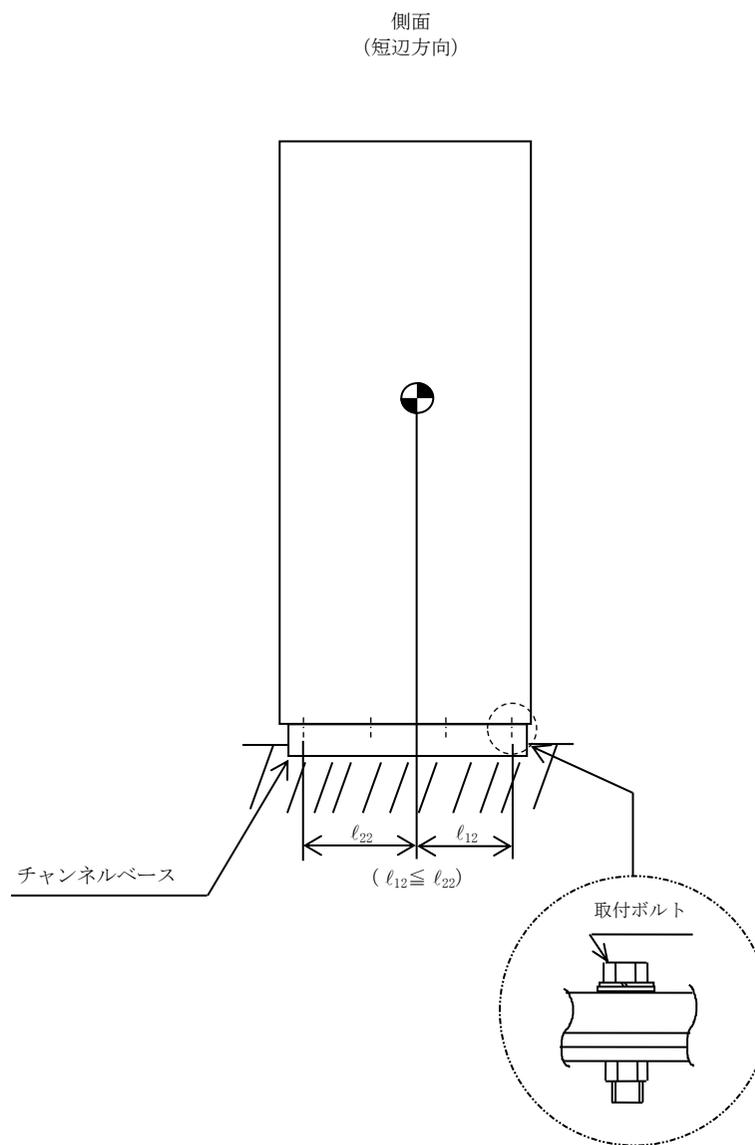
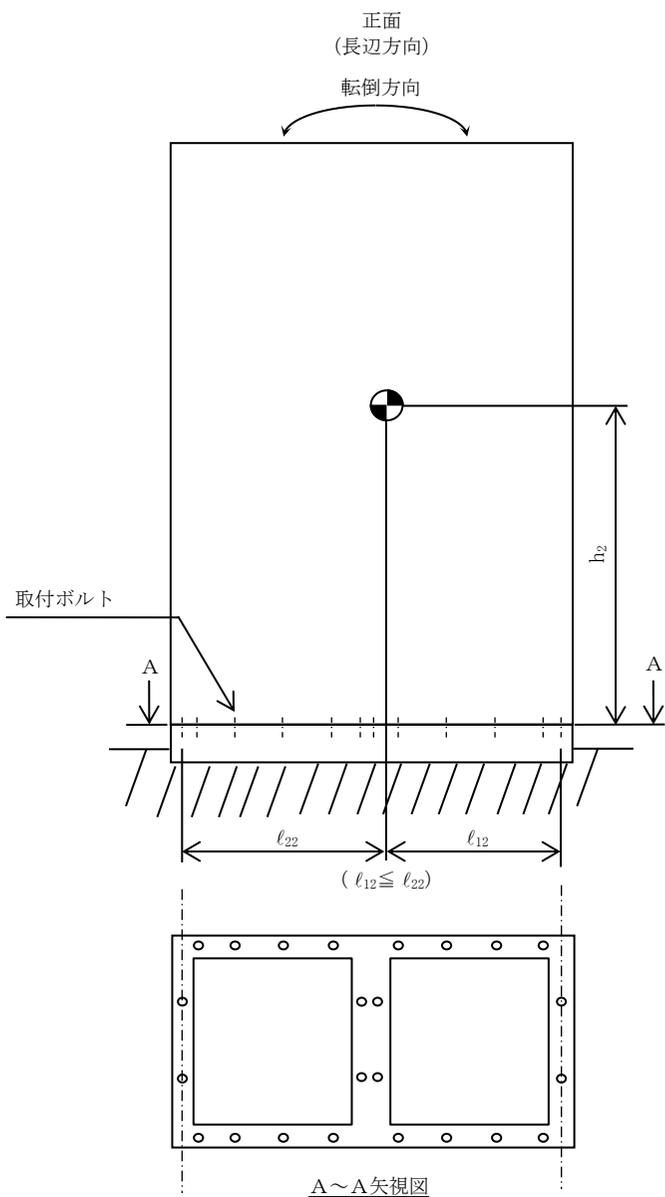
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
核計装系盤 (H11-P635-2)	水平方向	1.71	□
	鉛直方向	1.19	□

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
核計装系盤 (H11-P635-2)	常設耐震/防止	コントロール建屋 T. M. S. L. 17. 950 (T. M. S. L. 17. 300*)	0. 05 以下	0. 05 以下	—	—	C _H =2. 06	C _V =1. 42	50

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i = 2)		1285	16 (M16)	201. 1	24	231 (16mm < 径 ≤ 40mm)	394 (16mm < 径 ≤ 40mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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)	335	545	8	—	276	—	長辺方向
	660	870	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 _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=87$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

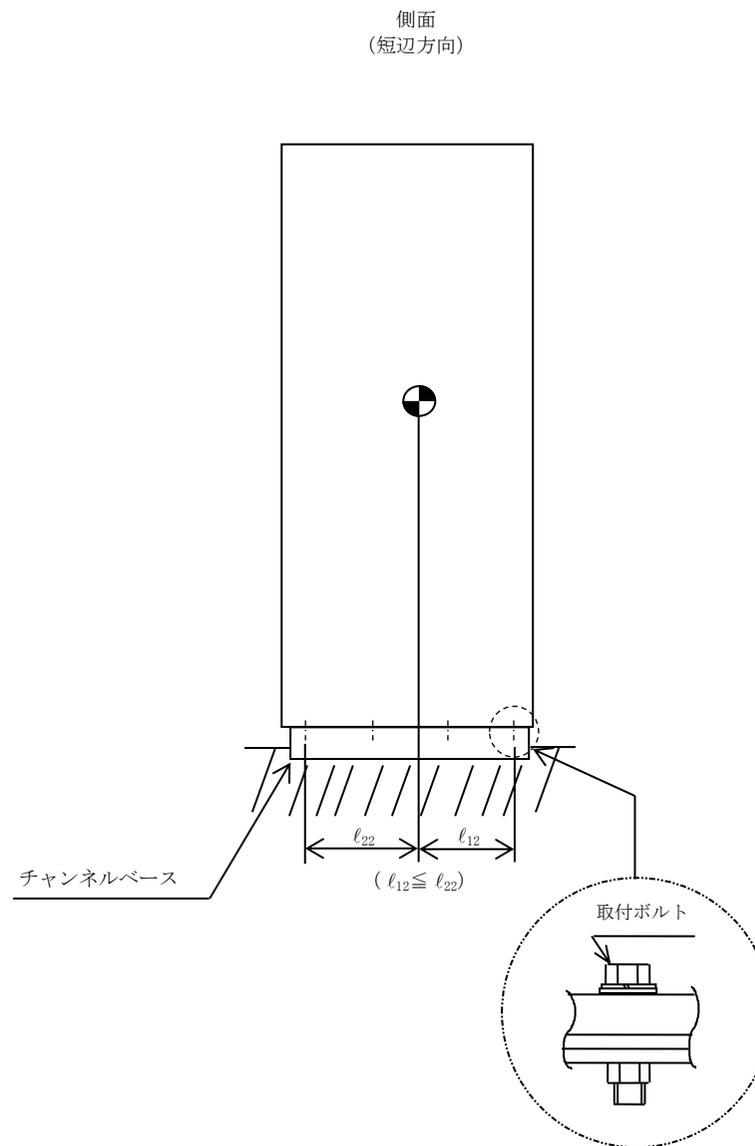
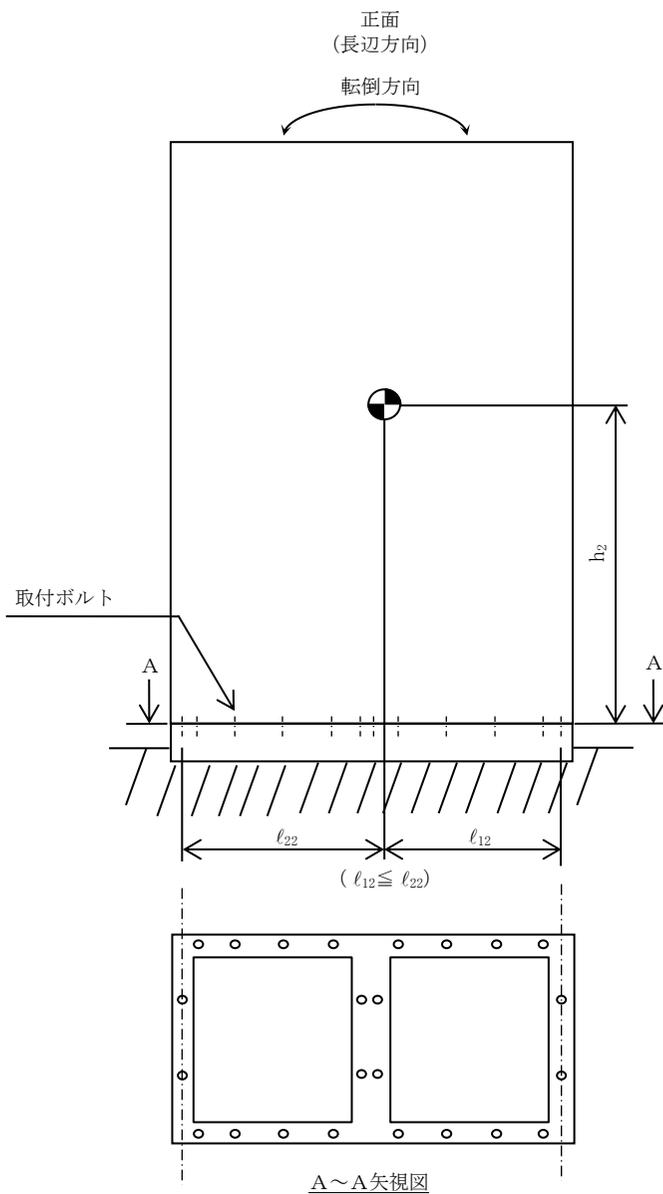
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
核計装系盤 (H11-P635-2)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【核計装系盤 (H11-P635-3) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
核計装系盤 (H11-P635-3)	S	コントロール建屋 T.M.S.L. 17.950 (T.M.S.L. 17.300*)	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.04	C _V =0.72	C _H =2.06	C _V =1.42	26

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1285	16 (M16)	201.1	24	235 (16mm < 径 ≤ 40mm)	400 (16mm < 径 ≤ 40mm)

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)	335	545	8	235	280	長辺方向	長辺方向
	675	855	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=33$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=87$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

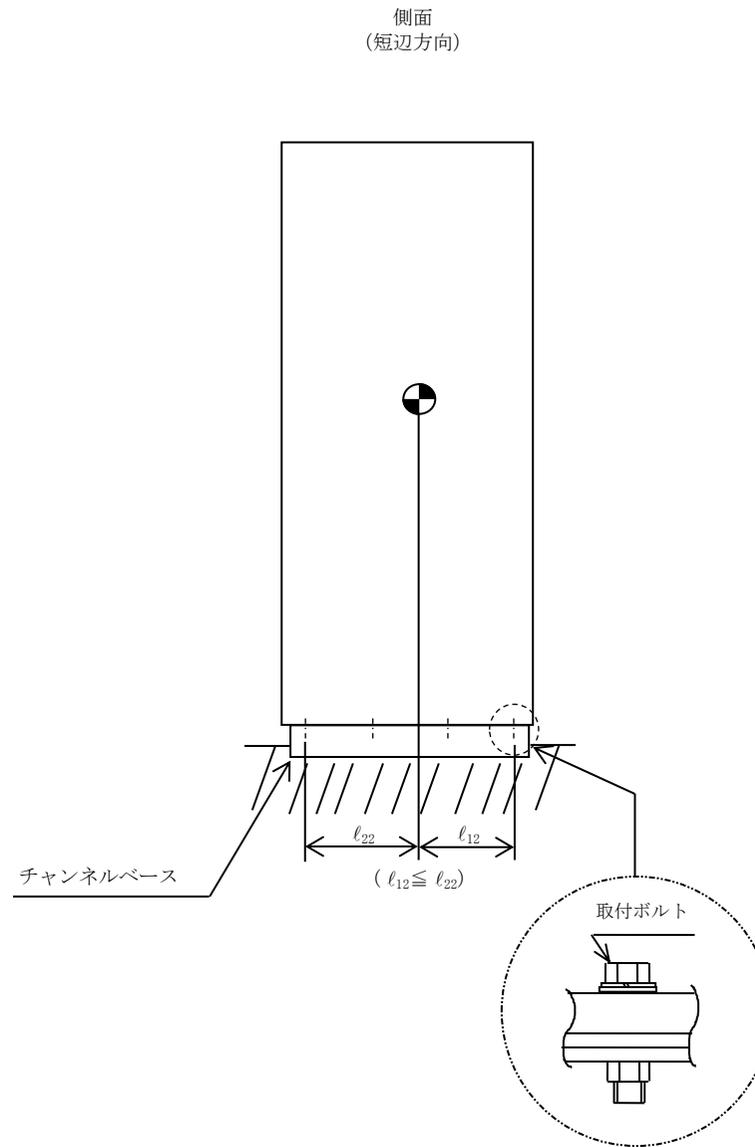
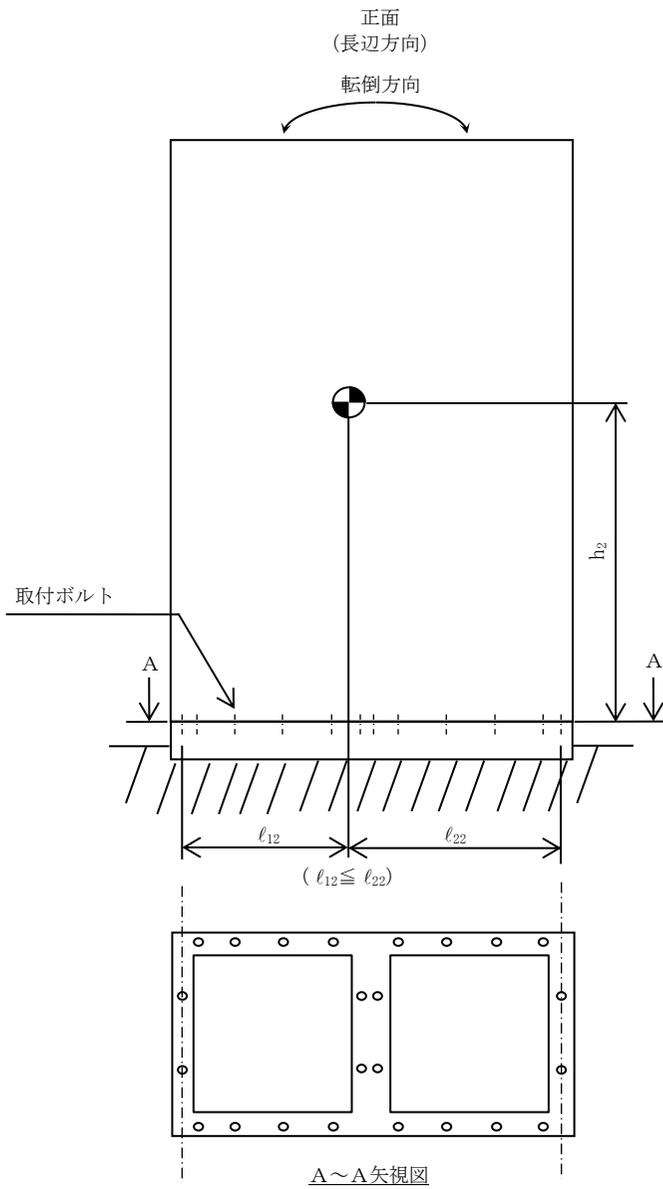
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電気的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
核計装系盤 (H11-P635-3)	水平方向	1.71	□
	鉛直方向	1.19	□

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
核計装系盤 (H11-P635-3)	常設耐震/防止	コントロール建屋 T. M. S. L. 17. 950 (T. M. S. L. 17. 300*)	0. 05 以下	0. 05 以下	—	—	C _H =2. 06	C _V =1. 42	50

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i = 2)		1285	16 (M16)	201. 1	24	231 (16mm < 径 ≤ 40mm)	394 (16mm < 径 ≤ 40mm)

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)	335	545	8	—	276	—	長辺方向
	675	855	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 _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=87$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

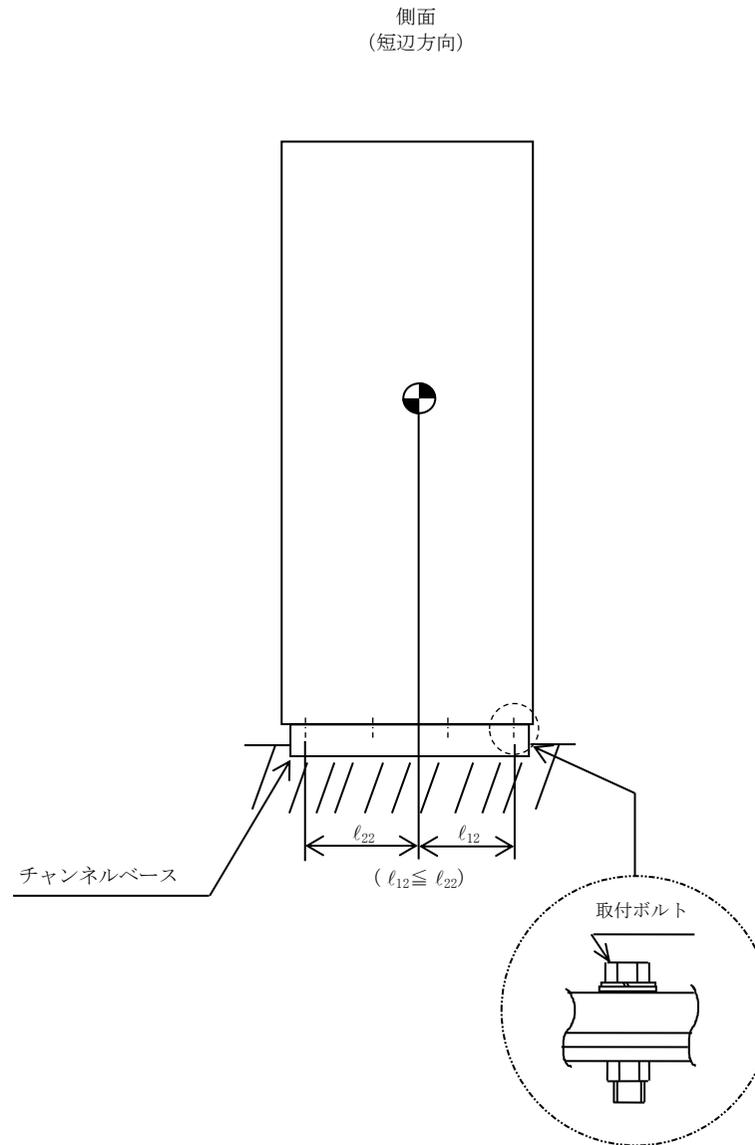
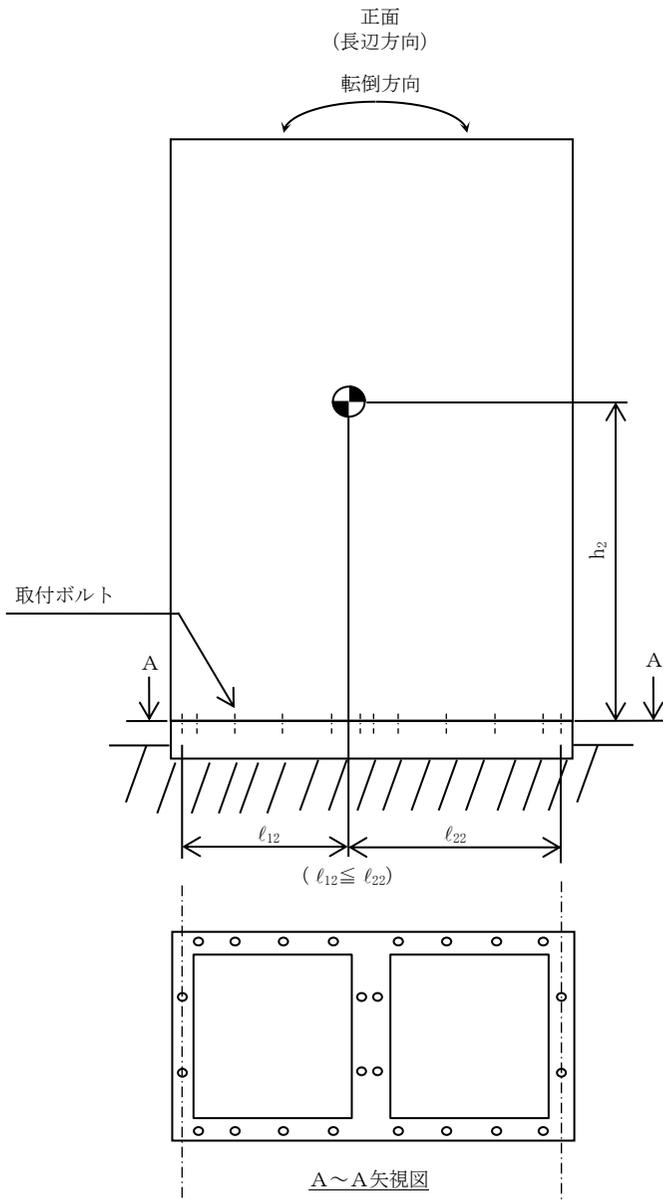
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
核計装系盤 (H11-P635-3)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【核計装系盤 (H11-P635-4) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
核計装系盤 (H11-P635-4)	S	コントロール建屋 T. M. S. L. 17. 950 (T. M. S. L. 17. 300*)	0. 05 以下	0. 05 以下	C _H =1. 04	C _V =0. 72	C _H =2. 06	C _V =1. 42	26

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A ^b _i (mm ²)	n _i	S _y _i (MPa)	S _u _i (MPa)
取付ボルト (i=2)		1285	16 (M16)	201. 1	24	235 (16mm<径≦40mm)	400 (16mm<径≦40mm)

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)	340	540	8	235	280	長辺方向	長辺方向
	640	890	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 _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=34$	$f_{ts2}=176^*$	$\sigma_{b2}=87$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=135$	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

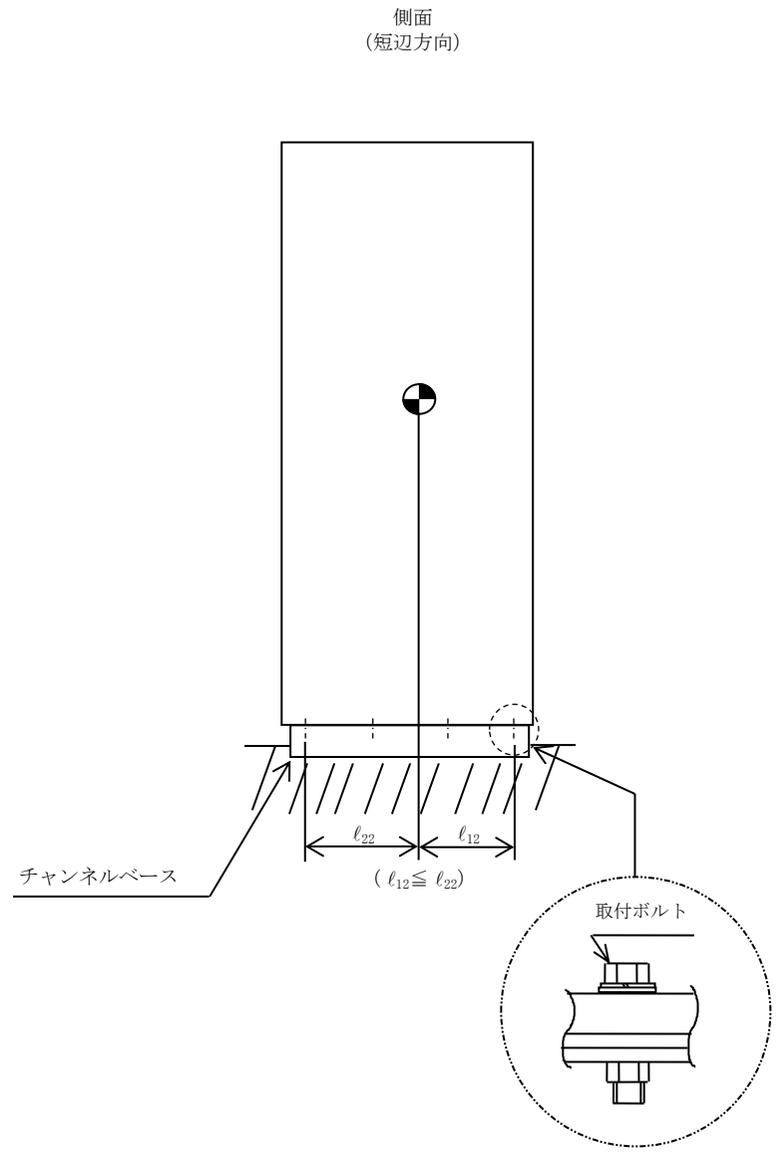
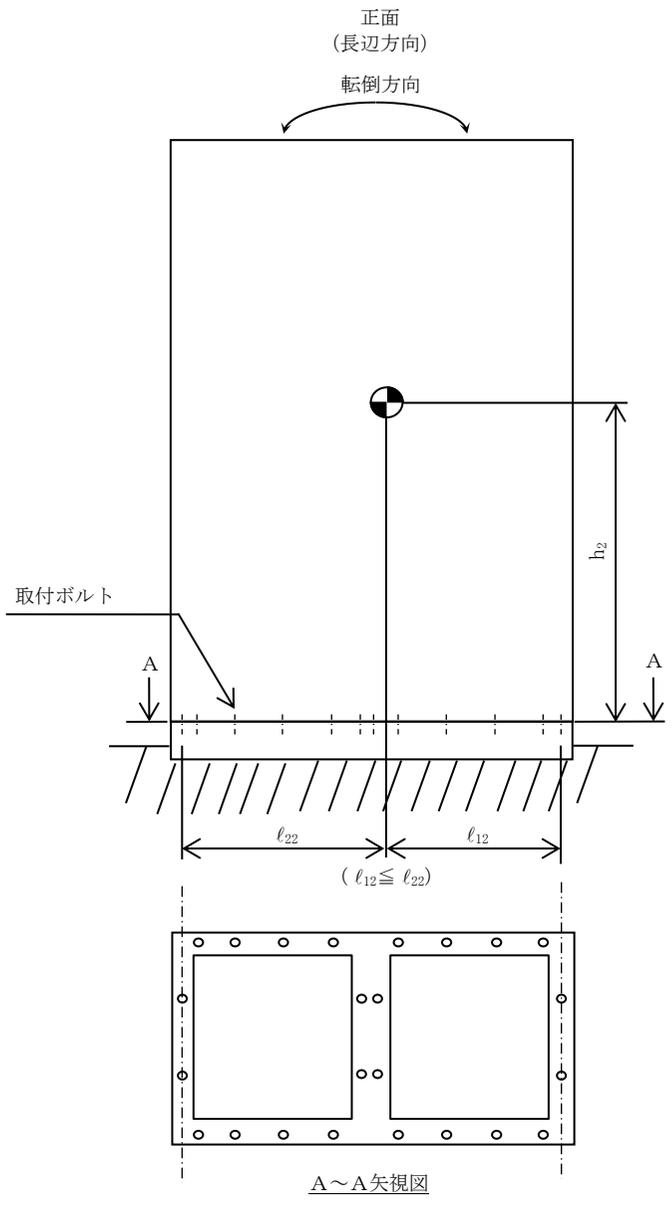
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
核計装系盤 (H11-P635-4)	水平方向	1.71	□
	鉛直方向	1.19	□

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能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	
核計装系盤 (H11-P635-4)	常設耐震/防止	コントロール建屋 T. M. S. L. 17. 950 (T. M. S. L. 17. 300*)	0. 05 以下	0. 05 以下	—	—	C _H =2. 06	C _V =1. 42	50

注記* : 基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i = 2)		1285	16 (M16)	201. 1	24	231 (16mm < 径 ≤ 40mm)	394 (16mm < 径 ≤ 40mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	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)	340	540	8	—	276	—	長辺方向
	640	890	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 _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動S _s
取付ボルト (i=2)	—	<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 _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=87$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

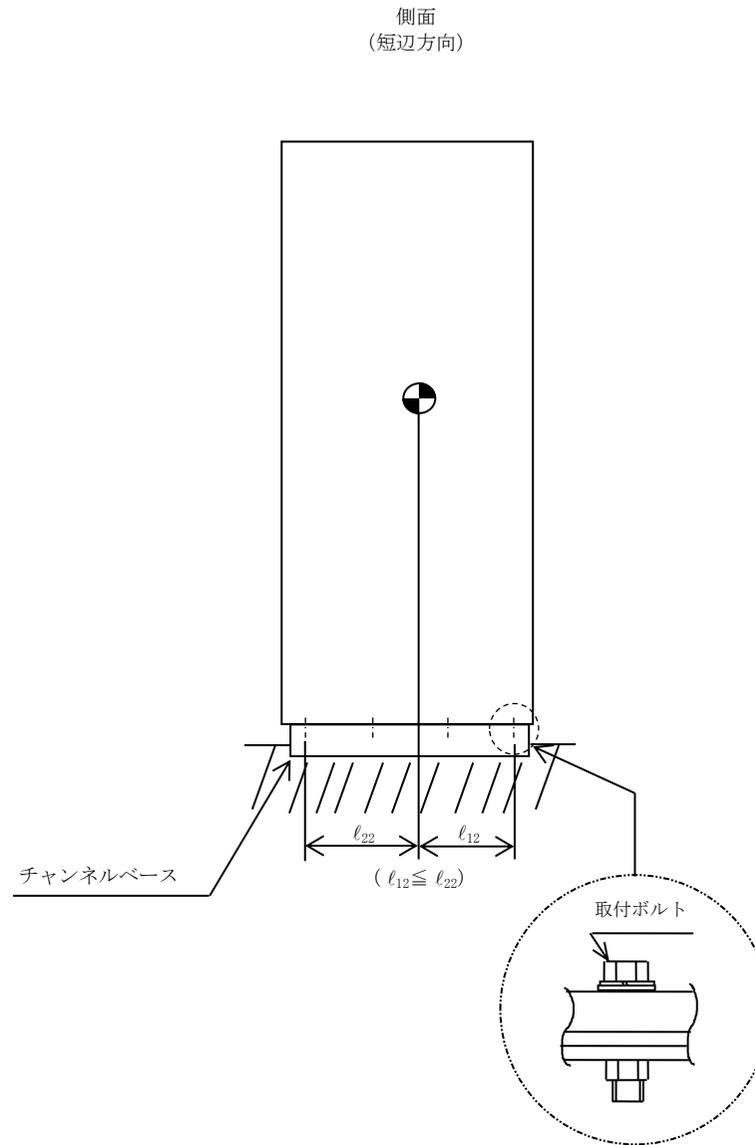
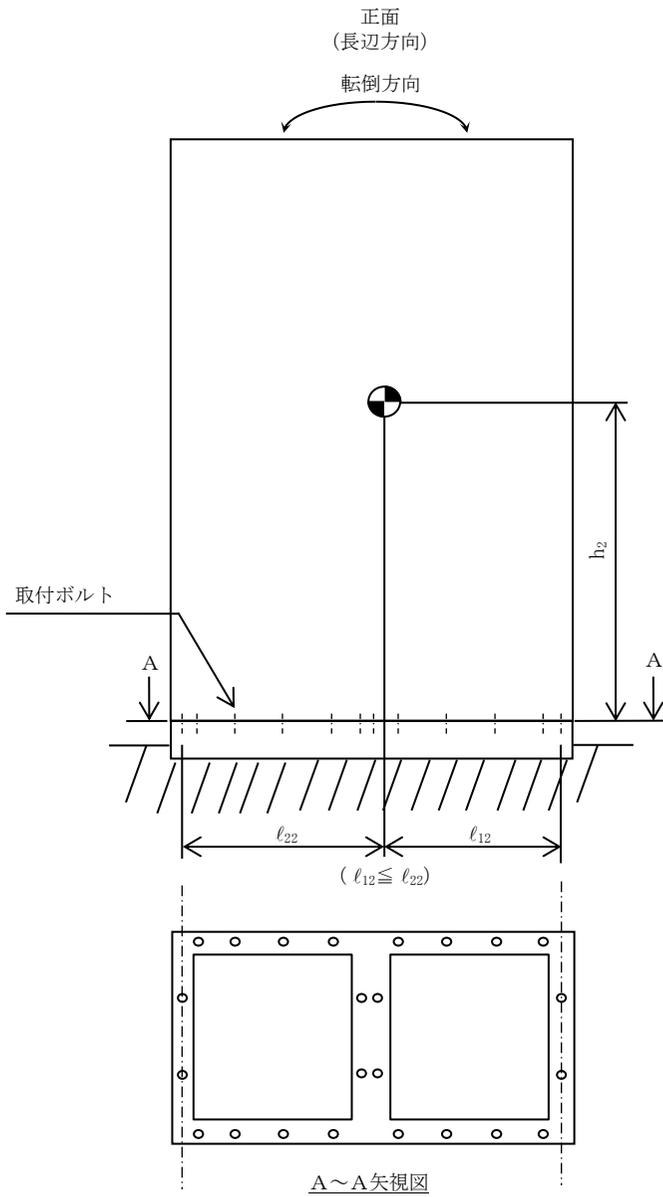
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
核計装系盤 (H11-P635-4)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



(14) 安全系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
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.2.2 許容応力	4
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	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、V-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、安全系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及び電気的機能を有していることを説明するものである。

安全系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、安全系プロセス放射線モニタ盤は、V-2-1-14「計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、V-2-1-14「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

安全系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													
安全系プロセス放射線モニタ盤は、基礎に固定されたチャンネルベースに取付ボルトで設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【安全系プロセス放射線モニタ盤】</p> <p>(短辺方向)</p> <p>(長辺方向)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>安全系プロセス放射線モニタ盤 (H11-P604-1)</th> <th>安全系プロセス放射線モニタ盤 (H11-P604-2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>1000</td> <td>1000</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	安全系プロセス放射線モニタ盤 (H11-P604-1)	安全系プロセス放射線モニタ盤 (H11-P604-2)	たて	1000	1000	横	800	800	高さ	2300	2300
機器名称	安全系プロセス放射線モニタ盤 (H11-P604-1)	安全系プロセス放射線モニタ盤 (H11-P604-2)												
たて	1000	1000												
横	800	800												
高さ	2300	2300												

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

安全系プロセス放射線モニタ盤（H11-P604-1）及び安全系プロセス放射線モニタ盤（H11-P604-2）の固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果確認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)

安全系プロセス放射線モニタ盤 (H11-P604-1)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
安全系プロセス放射線モニタ盤 (H11-P604-2)	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

盤の構造強度評価は、V-2-1-14「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

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

盤の許容応力は、V-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

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【安全系プロセス放射線モニタ盤 (H11-P604-1)の耐震性についての計算結果】及び【安全系プロセス放射線モニタ盤 (H11-P604-2)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	安全系プロセス放射線モニタ盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 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	
	引張り	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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 _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	26			
取付ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	26	245	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

盤の電氣的機能維持評価は、V-2-1-14「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。

盤に設置される器具の機能確認済加速度は、V-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、電氣的機能維持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

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

評価部位	方向	機能確認済加速度
安全系プロセス放射線モニタ盤 (H11-P604-1)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
安全系プロセス放射線モニタ盤 (H11-P604-2)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

安全系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及び電氣的機能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【安全系プロセス放射線モニタ盤 (H11-P604-1) 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	
安全系プロセス放射線 モニタ盤 (H11-P604-1)	S	コントロール建屋 T. M. S. L. 17. 950 (T. M. S. L. 17. 300*)	0. 05 以下	0. 05 以下	C _H =1. 04	C _V =0. 72	C _H =2. 06	C _V =1. 42	26

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A ^b _i (mm ²)	n _i	S _y _i (MPa)	S _u _i (MPa)
取付ボルト (i=2)		1265	16 (M16)	201. 1	12	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

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	2	245	280	短辺方向	短辺方向
	380	500	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 _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用地震動S _d 又は静的震度	基準地震動S _s
取付ボルト (i=2)	<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 _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=37$	$f_{ts2}=183^*$	$\sigma_{b2}=84$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=141$	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

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

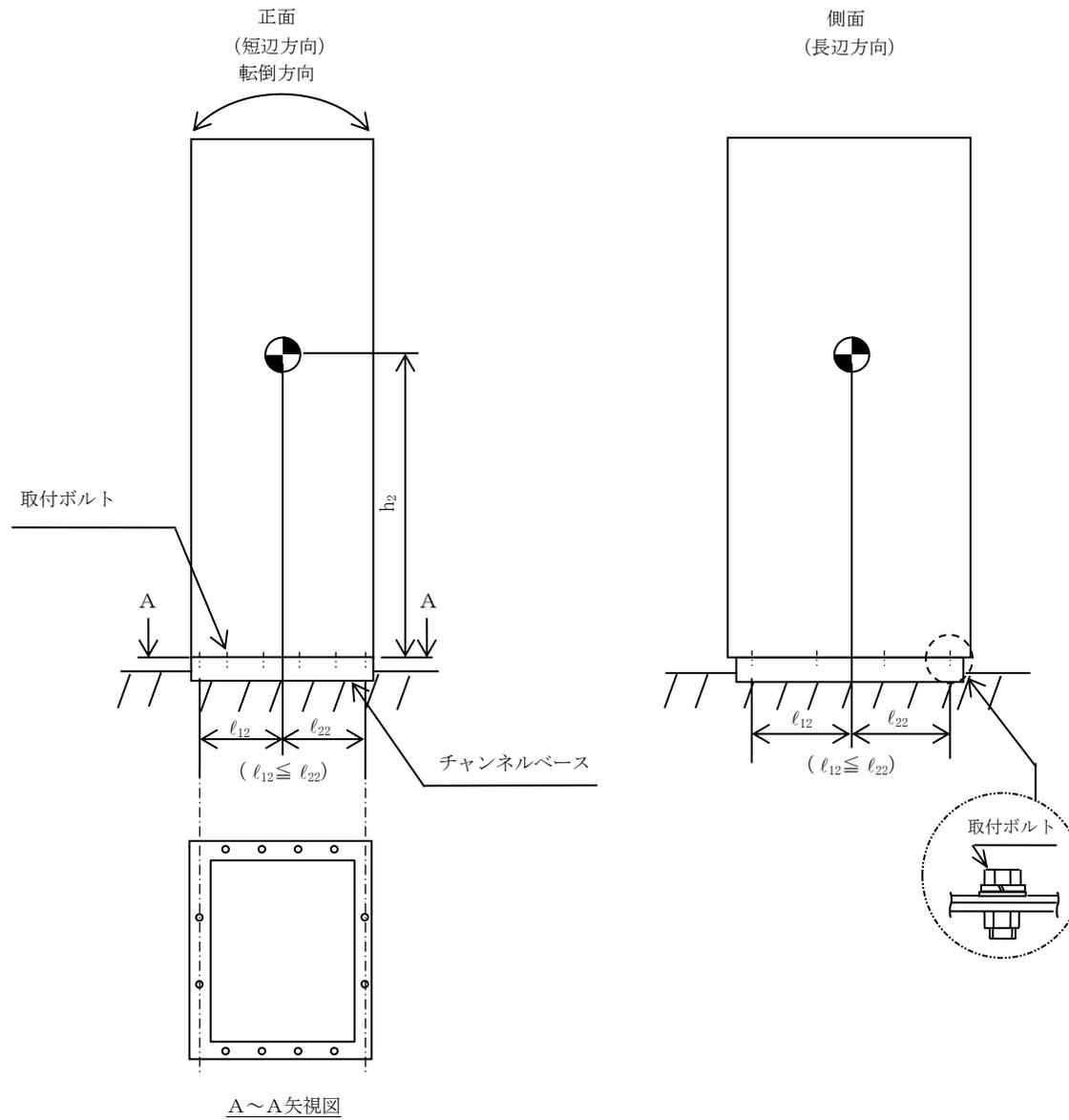
1.4.2 電気的機能の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
安全系プロセス放射線 モニタ盤 (H11-P604-1)	水平方向	1.71	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.19	<input type="text"/>

注記*：基準地震動S_sにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。



【安全系プロセス放射線モニタ盤 (H11-P604-2) 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	
安全系プロセス放射線 モニタ盤 (H11-P604-2)	S	コントロール建屋 T. M. S. L. 17. 950 (T. M. S. L. 17. 300*)	0. 05 以下	0. 05 以下	C _H =1. 04	C _V =0. 72	C _H =2. 06	C _V =1. 42	26

注記* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1265	16 (M16)	201. 1	12	245 (径≦16mm)	400 (径≦16mm)

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	2	245	280	短辺方向	短辺方向
	380	500	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 _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張り	$\sigma_{b2}=37$	$f_{ts2}=183^*$	$\sigma_{b2}=84$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=141$	$\tau_{b2}=8$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

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

1.4.2 電氣的機能の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
安全系プロセス放射線 モニタ盤 (H11-P604-2)	水平方向	1.71	□
	鉛直方向	1.19	□

注記*：基準地震動 S_s により定まる応答加速度とする。
機能維持評価用加速度 (1.0・ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

