

VI-2-6-5-25 ドライウェル圧力 (S A) の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ドライウエル圧力（SA）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

ドライウエル圧力（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気的機能維持評価を示す。

なお、ドライウエル圧力（SA）は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の壁掛形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ドライウエル圧力（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、計器取付ボルトにて計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトにて壁面に設置する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>ドライウェル圧力 (SA) (PX217-14)</th> <th>ドライウェル圧力 (SA) (PX217-16)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">(単位 : mm)</p>	機器名称	ドライウェル圧力 (SA) (PX217-14)	ドライウェル圧力 (SA) (PX217-16)	たて			横			高さ		
機器名称	ドライウェル圧力 (SA) (PX217-14)	ドライウェル圧力 (SA) (PX217-16)												
たて														
横														
高さ														

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

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

表 3-1 固有周期 (単位：s)

ドライウエル圧力（S A） （PX217-14）	水平	
	鉛直	
ドライウエル圧力（S A） （PX217-16）	水平	
	鉛直	

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

ドライウエル圧力（S A）の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-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

ドライウエル圧力（S A）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

ドライウエル圧力（S A）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ドライウエル圧力（S A）の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ドライウエル圧力（S A）（PX217-14）の耐震性についての計算結果】、【ドライウエル圧力（S A）（PX217-16）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	ドライウェル圧力（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。）

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

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

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

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f _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 (ドライウエル圧力 (S A) (PX217-14))	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—
基礎ボルト (ドライウエル圧力 (S A) (PX217-16))	SS400 (40mm < 径 ≤ 100mm)	周囲環境温度	100	194	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

ドライウエル圧力（S A）の電気的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

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

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
ドライウエル圧力（S A） （PX217-14）	水平	
	鉛直	
ドライウエル圧力（S A） （PX217-16）	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

ドライウェル圧力（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を有し、電気的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ドライウエル圧力（SA）（PX217-14）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	
ドライウエル圧力（SA） （PX217-14）	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建物 EL 30.5* ¹ (EL 34.8* ¹)			—	—	C _H =2.83* ²	C _V =2.32* ²	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度I（基準地震動S_s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

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		157	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	673	160	840	2	2	—	261	—	左右方向
	673	160	840	2	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _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	—	—	$\sigma_b = 6$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 4$	$f_{sb} = 120$

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

すべて許容応力以下である。

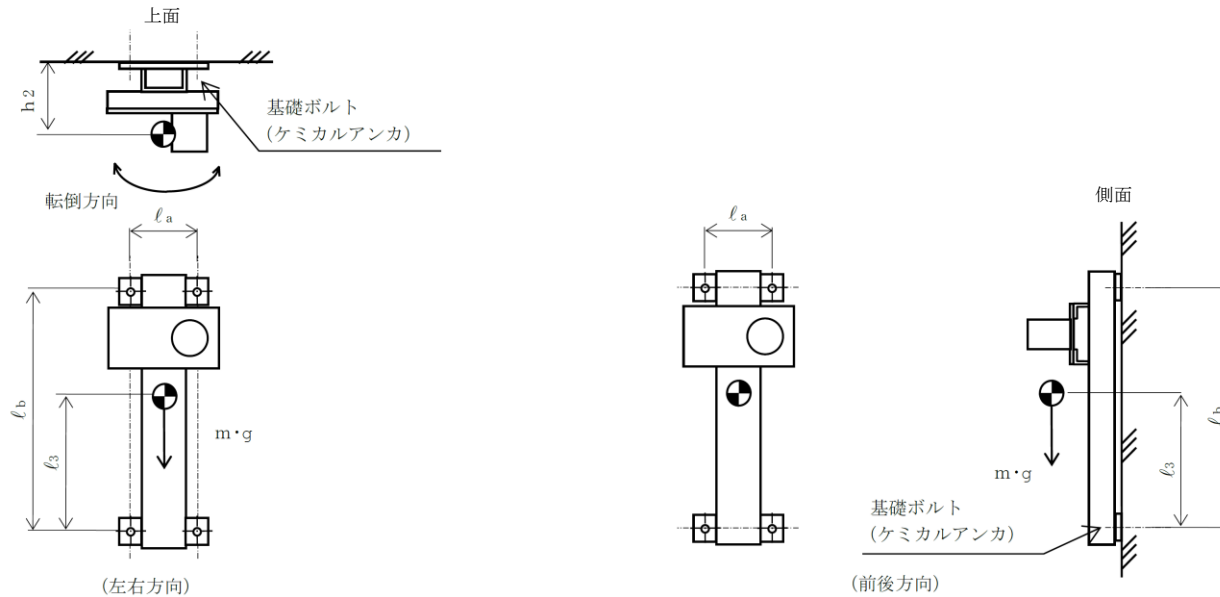
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドライウェル圧力 (S A) (PX217-14)	水平方向	1.95	
	鉛直方向	1.98	

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【ドライウエル圧力 (SA) (PX217-16) 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	
ドライウエル圧力 (SA) (PX217-16)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 34.8 (EL 42.8 ^{*1})			—	—	C _H =3.66 ^{*2}	C _V =2.36 ^{*2}	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 I (基準地震動 S_s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

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		157	12 (M12)	113.1	4	194 (40mm < 径 ≤ 100mm)	373 (40mm < 径 ≤ 100mm)

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	674	160	840	2	2	—	232	—	左右方向
	674	160	840	2	2				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F _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	—	—	$\sigma_b = 7$	$f_{ts} = 139^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 4$	$f_{sb} = 107$

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

すべて許容応力以下である。

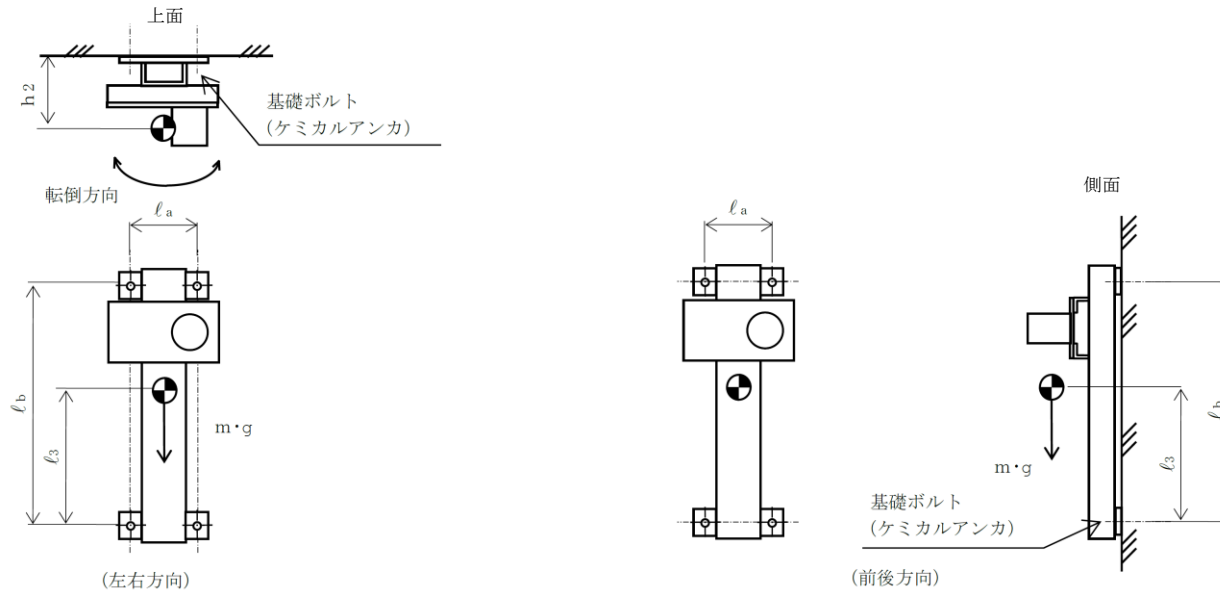
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドライウェル圧力 (SA) (PX217-16)	水平方向	2.10	
	鉛直方向	2.06	

注記*: 設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-26 サプレッションチェンバ圧力 (S A) の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、サプレッションチェンバ圧力（SA）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

サプレッションチェンバ圧力（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、サプレッションチェンバ圧力（SA）は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の壁掛形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

サプレッションチェンバ圧力（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、計器取付ボルトにて計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトにて壁面に設置する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>サブプレッションチェンバ圧力 (SA) (PX217-15)</th> <th>サブプレッションチェンバ圧力 (SA) (PX217-17)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	機器名称	サブプレッションチェンバ圧力 (SA) (PX217-15)	サブプレッションチェンバ圧力 (SA) (PX217-17)	たて			横			高さ		
機器名称	サブプレッションチェンバ圧力 (SA) (PX217-15)	サブプレッションチェンバ圧力 (SA) (PX217-17)												
たて														
横														
高さ														
		(単位 : mm)												

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

サブプレッションチェンバ圧力（SA）の固有周期は，プラスチックハンマ等により，当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し，確認する。試験の結果，剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

サブプレッションチェンバ圧力 (SA) (PX217-15)	水平	
	鉛直	
サブプレッションチェンバ圧力 (SA) (PX217-17)	水平	
	鉛直	

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圧力（S A）の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-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圧力（S A）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

サプレッションチェンバ圧力（S A）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

サプレッションチェンバ圧力（S A）の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【サプレッションチェンバ圧力（S A）(PX217-15)の耐震性についての計算結果】、【サプレッションチェンバ圧力（S A）(PX217-17)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。)

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

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

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

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f _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 (サプレッションチェンバ圧力 (S A) (PX217-15))	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—
基礎ボルト (サプレッションチェンバ圧力 (S A) (PX217-17))	SS400 (40mm < 径 ≤ 100mm)	周囲環境温度	100	194	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

サブプレッションチェンバ圧力（S A）の電気的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

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

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
サブプレッションチェンバ圧力（S A） (PX217-15)	水平	
	鉛直	
サブプレッションチェンバ圧力（S A） (PX217-17)	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

サブプレッションチェンバ圧力（S A）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【サブプレッションチェンバ圧力（SA）（PX217-15）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 圧力（SA） （PX217-15）	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建物 EL 30.5* ¹ (EL 34.8* ¹)			—	—	C _H =2.83* ²	C _V =2.32* ²	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 I（基準地震動 S_s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

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		157	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	673	160	840	2	2	—	261	—	左右方向
	673	160	840	2	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _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	—	—	$\sigma_b = 6$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 4$	$f_{sb} = 120$

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

すべて許容応力以下である。

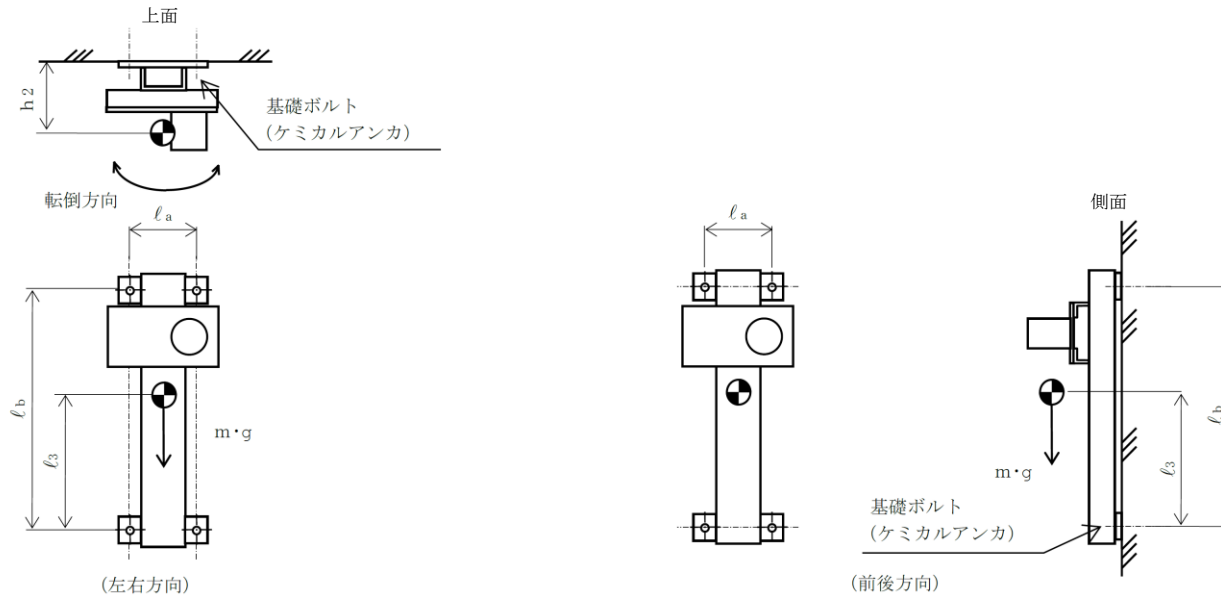
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
サプレッションチェンバ圧力 (S A) (PX217-15)	水平方向	1.95	
	鉛直方向	1.98	

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【サブプレッションチェンバ圧力（SA）（PX217-17）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 圧力（SA） （PX217-17）	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建物 EL 34.8 (EL 42.8 ^{*1})			—	—	C _H =3.66 ^{*2}	C _V =2.36 ^{*2}	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度I（基準地震動S_s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

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		157	12 (M12)	113.1	4	194 (40mm < 径 ≤ 100mm)	373 (40mm < 径 ≤ 100mm)

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	674	160	840	2	2	—	232	—	左右方向
	674	160	840	2	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _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	—	—	$\sigma_b = 7$	$f_{ts} = 139^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 4$	$f_{sb} = 107$

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

すべて許容応力以下である。

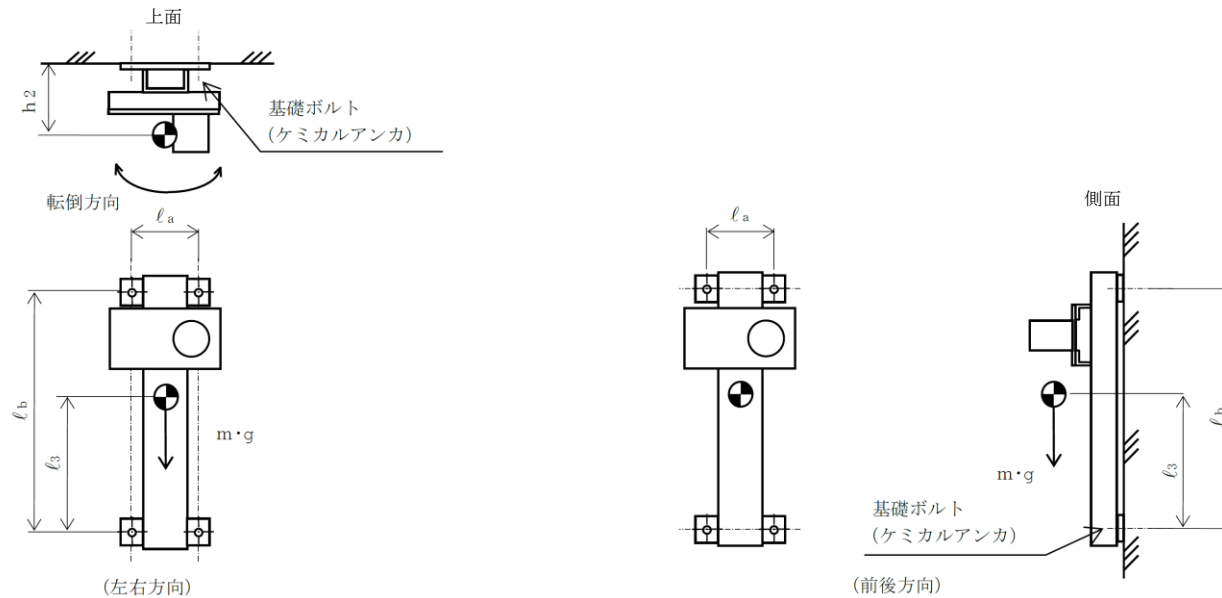
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
サプレッションチェンバ圧力 (SA) (PX217-17)	水平方向	2.10	
	鉛直方向	2.06	

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-27 ドライウェル温度 (S A) の耐震性についての計算書

目 次

1. ドライウェル温度 (S A) (TE217-11A, B)	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	4
1.2.3 適用規格・基準等	5
1.2.4 記号の説明	6
1.2.5 計算精度と数値の丸め方	7
1.3 評価部位	8
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 構造強度評価	13
1.5.1 構造強度評価方法	13
1.5.2 荷重の組合せ及び許容応力	13
1.5.3 設計用地震力	17
1.5.4 計算方法	18
1.5.5 計算条件	22
1.5.6 応力の評価	22
1.6 機能維持評価	23
1.6.1 電氣的機能維持評価方法	23
1.7 評価結果	24
1.7.1 重大事故等対処設備としての評価結果	24

2. ドライウェル温度 (S A) (TE217-12A, B, TE217-13A, B)	31
2.1 概要	31
2.2 一般事項	31
2.2.1 構造計画	31
2.2.2 評価方針	33
2.2.3 適用規格・基準等	34
2.2.4 記号の説明	35
2.2.5 計算精度と数値の丸め方	36
2.3 評価部位	37
2.4 固有周期	38
2.4.1 固有値解析方法	38
2.4.2 解析モデル及び諸元	38
2.4.3 固有値解析結果	39
2.5 構造強度評価	40
2.5.1 構造強度評価方法	40
2.5.2 荷重の組合せ及び許容応力	40
2.5.3 設計用地震力	44
2.5.4 計算方法	45
2.5.5 計算条件	48
2.5.6 応力の評価	48
2.6 機能維持評価	49
2.6.1 電氣的機能維持評価方法	49
2.7 評価結果	50
2.7.1 重大事故等対処設備としての評価結果	50

3. ドライウェル温度（S A）（TE217-16）	63
3.1 概要	63
3.2 一般事項	63
3.2.1 構造計画	63
3.2.2 評価方針	65
3.2.3 適用規格・基準等	66
3.2.4 記号の説明	67
3.2.5 計算精度と数値の丸め方	68
3.3 評価部位	69
3.4 固有周期	70
3.4.1 固有周期の計算方法	70
3.4.2 固有周期の計算条件	71
3.4.3 固有周期の計算結果	71
3.5 構造強度評価	72
3.5.1 構造強度評価方法	72
3.5.2 荷重の組合せ及び許容応力	72
3.5.3 設計用地震力	76
3.5.4 計算方法	77
3.5.5 計算条件	79
3.5.6 応力の評価	80
3.6 機能維持評価	81
3.6.1 電氣的機能維持評価方法	81
3.7 評価結果	82
3.7.1 重大事故等対処設備としての評価結果	82

1. ドライウェル温度（S A）（TE217-11A, B）

1.1 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ドライウェル温度（S A）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

ドライウェル温度（S A）は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

1.2 一般事項

1.2.1 構造計画

ドライウェル温度（S A）の構造計画を表 1-1 及び表 1-2 に示す。

表 1-1 構造計画 (その 1)

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、圧縮継手によりサポート鋼材に固定する。 サポート鋼材は、溶接により原子炉格納容器ウェルディングパッドに固定する。</p>	<p>熱電対</p>	<p>【ドライウエル温度 (S A) (TE217-11A)】</p> <p>(単位: mm)</p>

表 1-2 構造計画 (その 2)

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、圧縮継手によりサポート鋼材に固定する。 サポート鋼材は、溶接により原子炉格納容器ウェルディングパッドに固定する。</p>	<p>熱電対</p>	<p>【ドライウエル温度 (S A) (TE217-11B)】</p> <p>(単位: mm)</p>

1.2.2 評価方針

ドライウエル温度（SA）の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「1.2.1 構造計画」にて示すドライウエル温度（SA）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、ドライウエル温度（SA）の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「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。

ドライウエル温度（SA）の耐震評価フローを図1-1に示す。

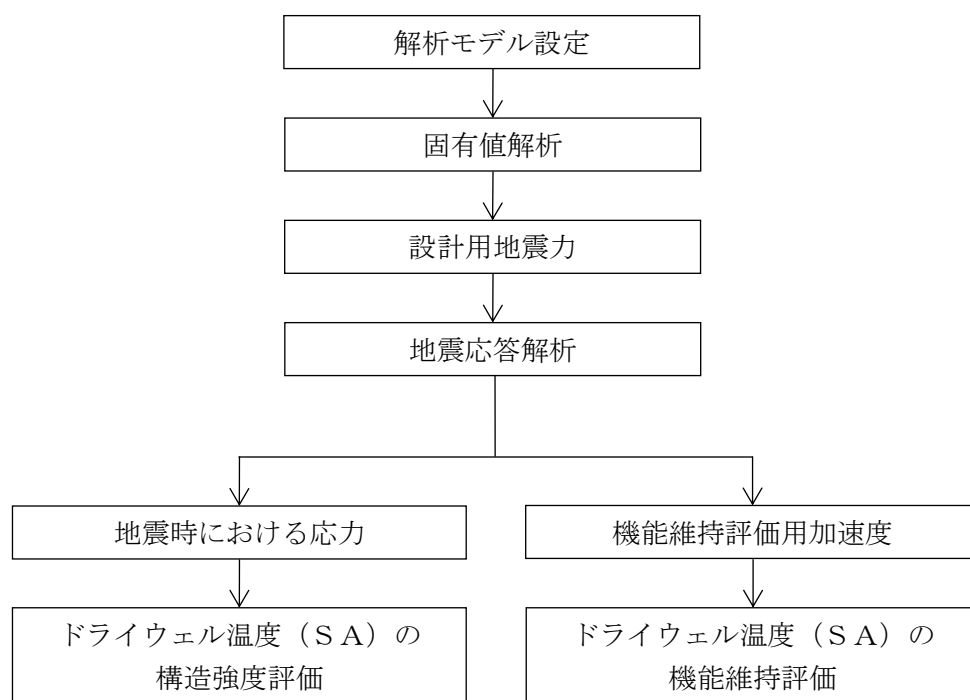


図1-1 ドライウエル温度（SA）の耐震評価フロー

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	サポート鋼材の断面積	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	—
F	設計・建設規格 SSB-3121.1 (1) に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3121.3 に定める値	MPa
F _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 _{sm}	溶接部の許容せん断応力	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h ₁ , h ₂	溶接の有効長さ (Y 方向)	mm
M _x	溶接部に作用するモーメント (X 軸周り)	N・mm
M _y	溶接部に作用するモーメント (Y 軸周り)	N・mm
M _z	溶接部に作用するモーメント (Z 軸周り)	N・mm
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 (R T)	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の 40℃における値	MPa
W ₁	検出器の荷重	N
W ₂	保護管の荷重	N
Z ₁	サポート鋼材の弱軸回りの断面係数	mm ³
Z ₂	サポート鋼材の強軸回りの断面係数	mm ³
Z _p	溶接全断面におけるねじり断面係数	mm ³
Z _p '	サポート鋼材のねじり断面係数	mm ³
Z _y	溶接全断面における Y 軸方向の断面係数	mm ³
Z _z	溶接全断面における Z 軸方向の断面係数	mm ³
π	円周率	—
σ _t	溶接部に生じる引張力 (圧縮力) により発生するせん断応力	MPa
σ _b	溶接部に生じる曲げモーメントにより発生するせん断応力	MPa
σ _w	溶接部に生じるせん断応力	MPa
τ	溶接部に生じるせん断力により発生するせん断応力	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 1-3 に示すとおりである。

表 1-3 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
力	N	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*4}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：計算機プログラム固有の桁処理により算出値が有効数字 4 桁未満となる場合は、計算機プログラム保有の最大桁数表示とする。

*4：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

1.3 評価部位

ドライウェル温度（S A）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。ドライウェル温度（S A）の耐震評価部位については、表 1-1 及び 表 1-2 の概略構造図に示す。

1.4 固有周期

1.4.1 固有値解析方法

ドライウエル温度（SA）の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) ドライウエル温度（SA）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する。

1.4.2 解析モデル及び諸元

ドライウエル温度（SA）の解析モデルを図 1-2，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【ドライウエル温度（SA）（TE217-11A）の耐震性についての計算結果】，【ドライウエル温度（SA）（TE217-11B）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) ドライウエル温度（SA）の検出器及び保護管の質量は，それぞれの重心に集中するものとする。
- (2) ドライウエル温度（SA）の検出器及び保護管の重心位置については，計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定する。
- (3) 拘束条件は，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，VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

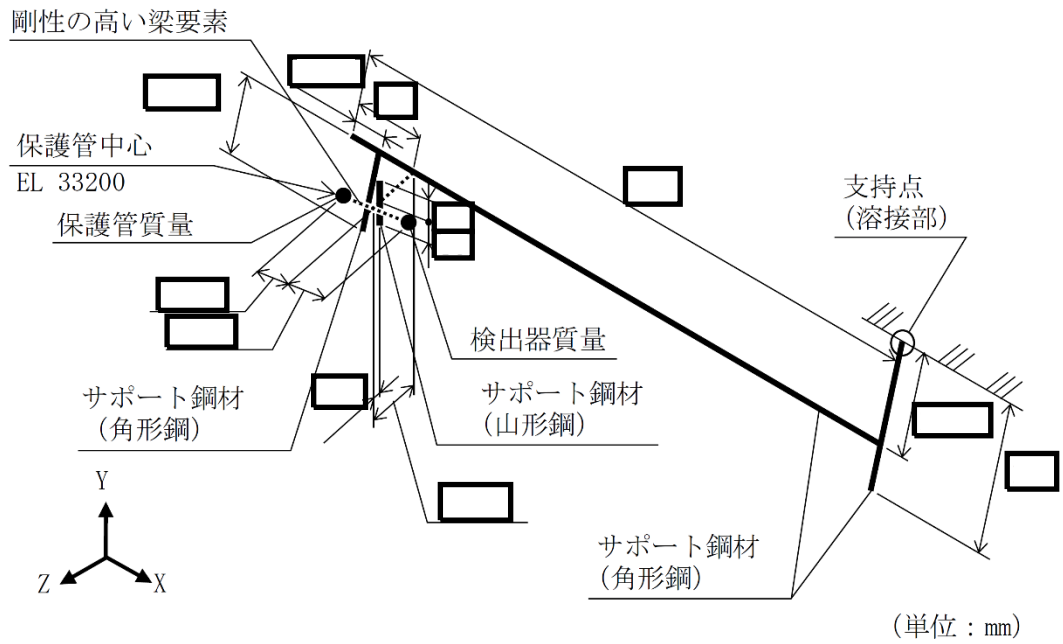


図 1-2 解析モデル (TE217-11A)

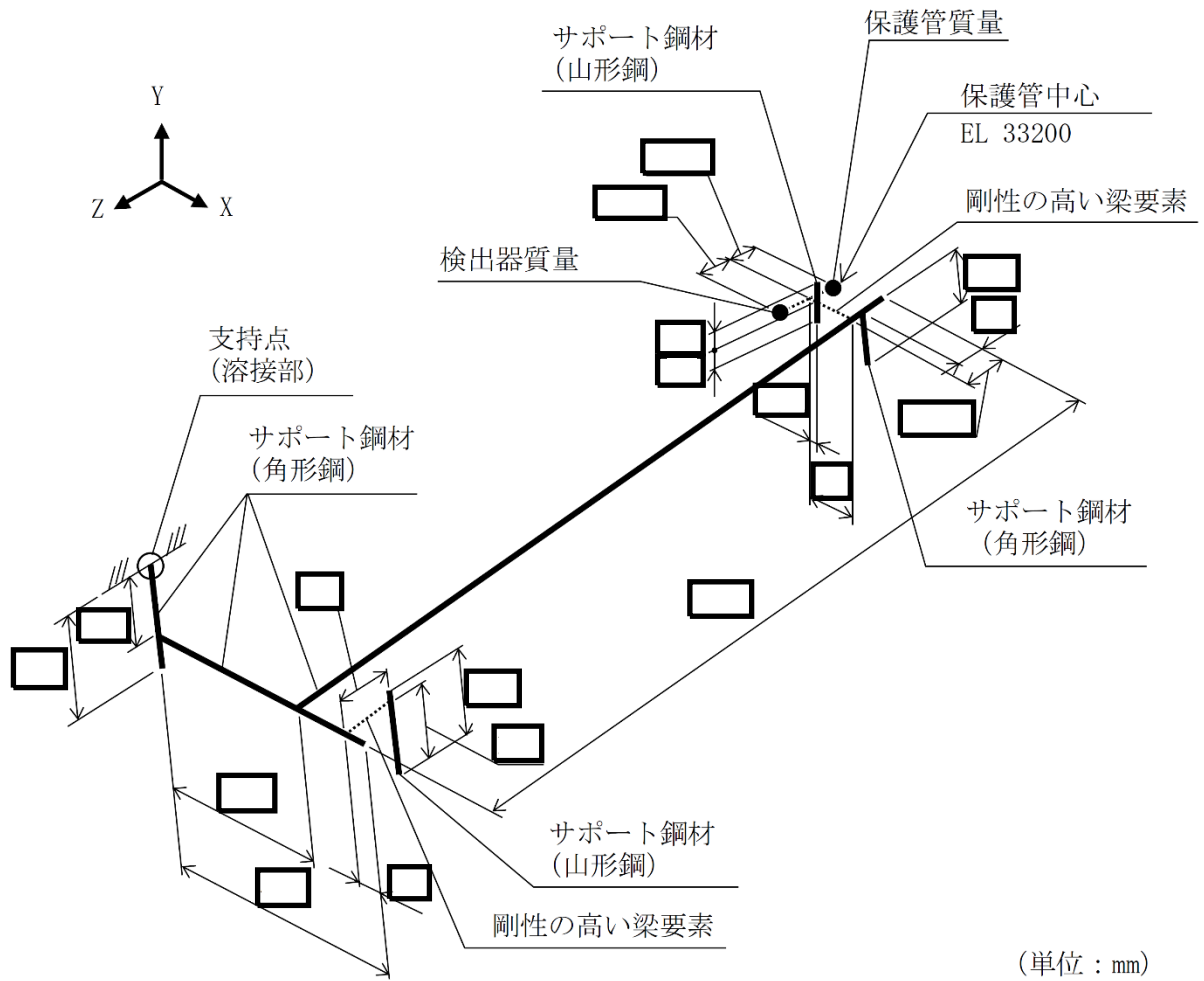


図 1-3 解析モデル (TE217-11B)

1.4.3 固有値解析結果

固有値解析結果を表 1-4, 振動モード図を図 1-4 及び図 1-5 に示す。固有周期は 0.05 秒以下であり, 剛構造であることを確認した。

表 1-4 固有値解析結果

機器番号	モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向 刺激係数
				X方向	Z方向	
TE217-11A	1次	水平	□	—	—	—
TE217-11B	1次	鉛直	□	—	—	—

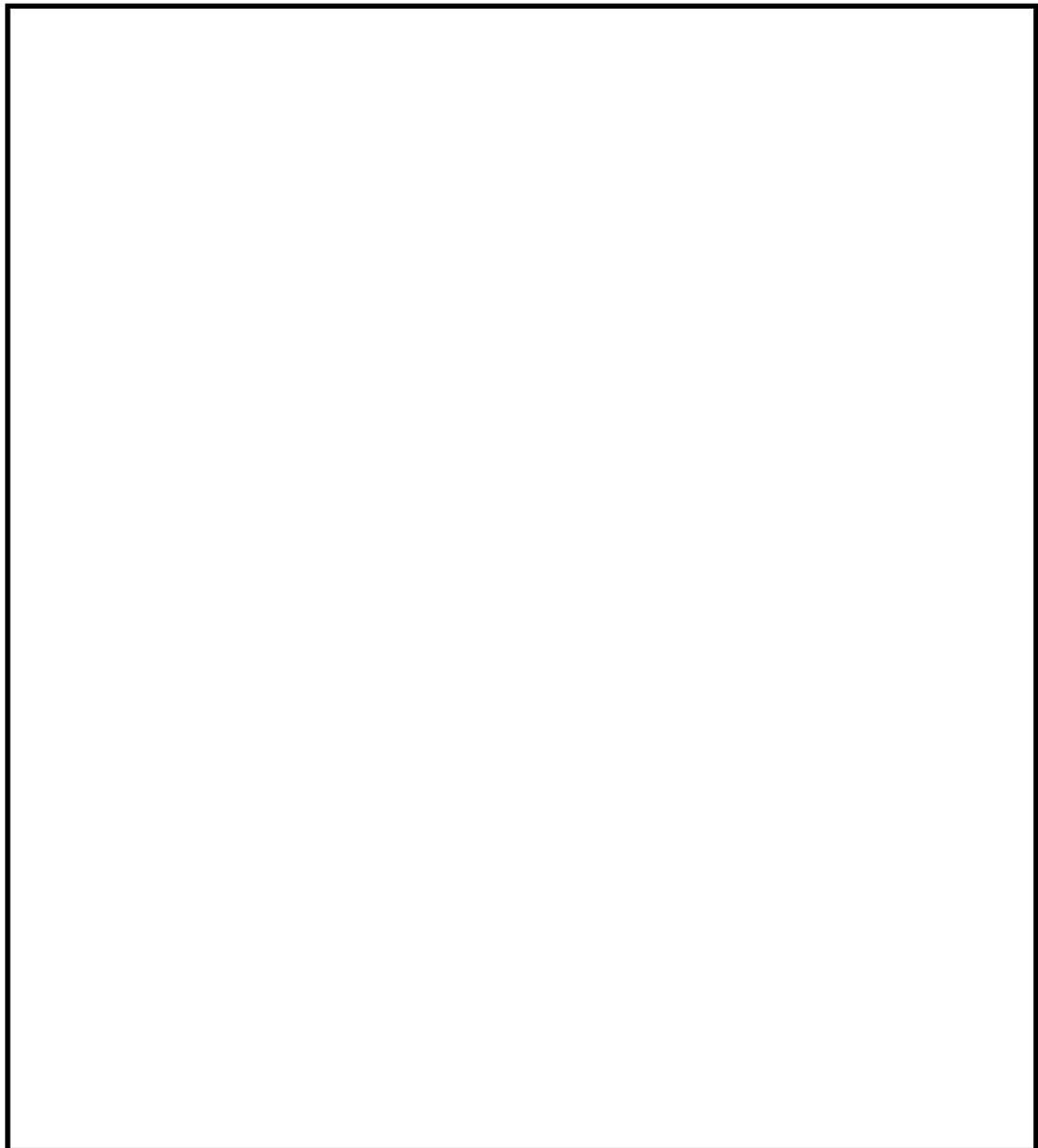


図 1-4 振動モード (TE217-11A) (1次モード 水平方向 □ s)

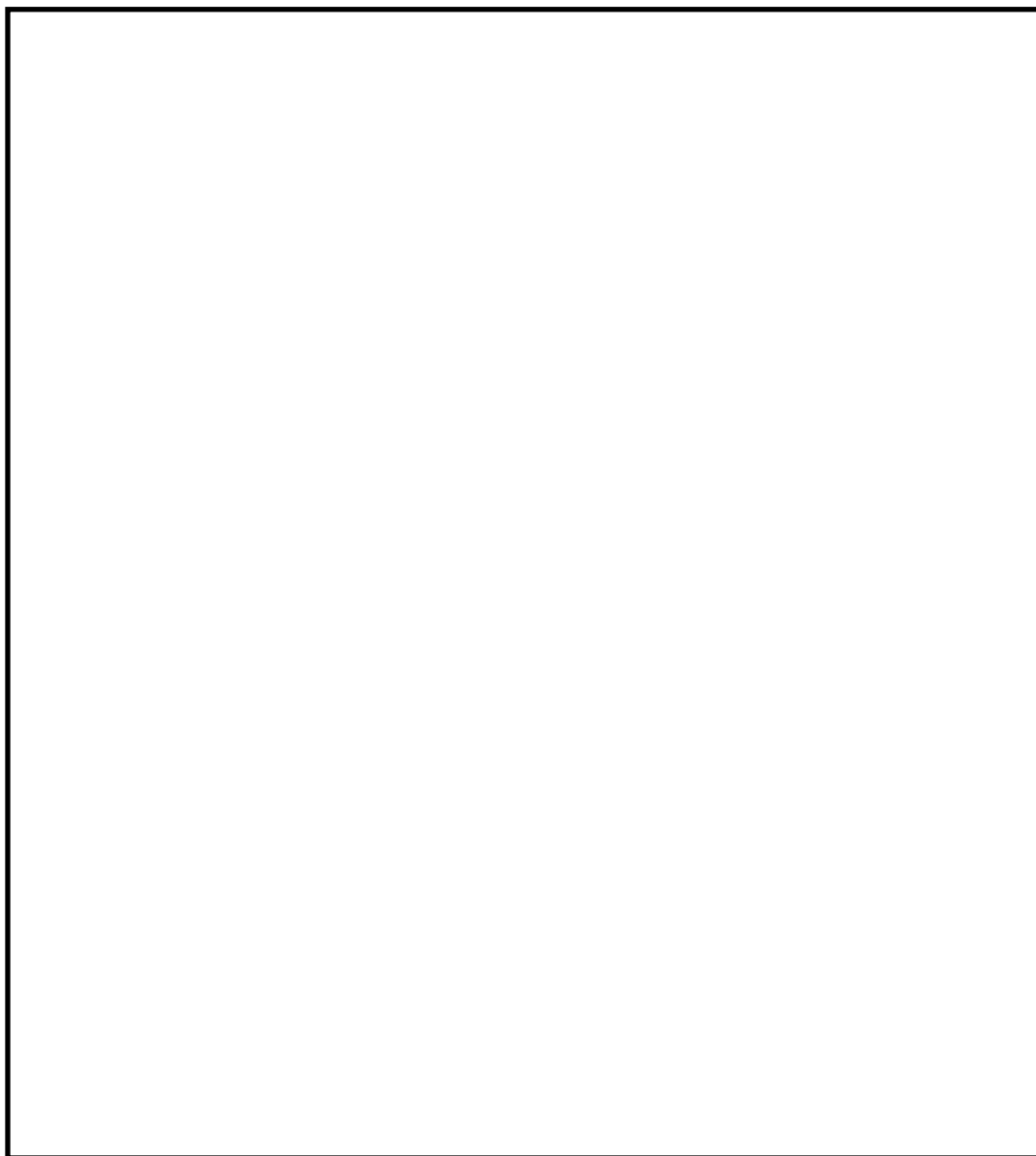



図 1-5 振動モード (TE217-11B) (1 次モード 鉛直方向  s)

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、ドライウエル温度（S A）に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。

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

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

ドライウエル温度（S A）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 1-5 に示す。

1.5.2.2 許容応力

ドライウエル温度（S A）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 1-6 のとおりとする。

1.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ドライウエル温度（S A）の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 1-7 に示す。

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	ドライウエル温度（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 1-6 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2} ボルト等以外)
	一次応力
	せん断
IV _A S	1.5・f _t [*]
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 1-7 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				
溶接部	STKR400	周囲環境温度	200	169	373	—

1.5.3 設計用地震力

ドライウエル温度（SA）の設計用地震力のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表1-8に示す。

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

表1-8 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
ドライウエル温度 (SA) (TE217-11A)	原子炉格納容器 EL 33.2 (EL 34.758 ^{*1})		0.05 以下	—	—	C _H =5.17 ^{*2}	C _V =1.62 ^{*2}
ドライウエル温度 (SA) (TE217-11B)	原子炉格納容器 EL 33.2 (EL 34.758 ^{*1})	0.05 以下		—	—	C _H =5.17 ^{*2}	C _V =1.62 ^{*2}

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動S_s）を上回る設計震度

1.5.4 計算方法

1.5.4.1 応力の計算方法

1.5.4.1.1 溶接部の計算方法

溶接部の応力は、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計算する。

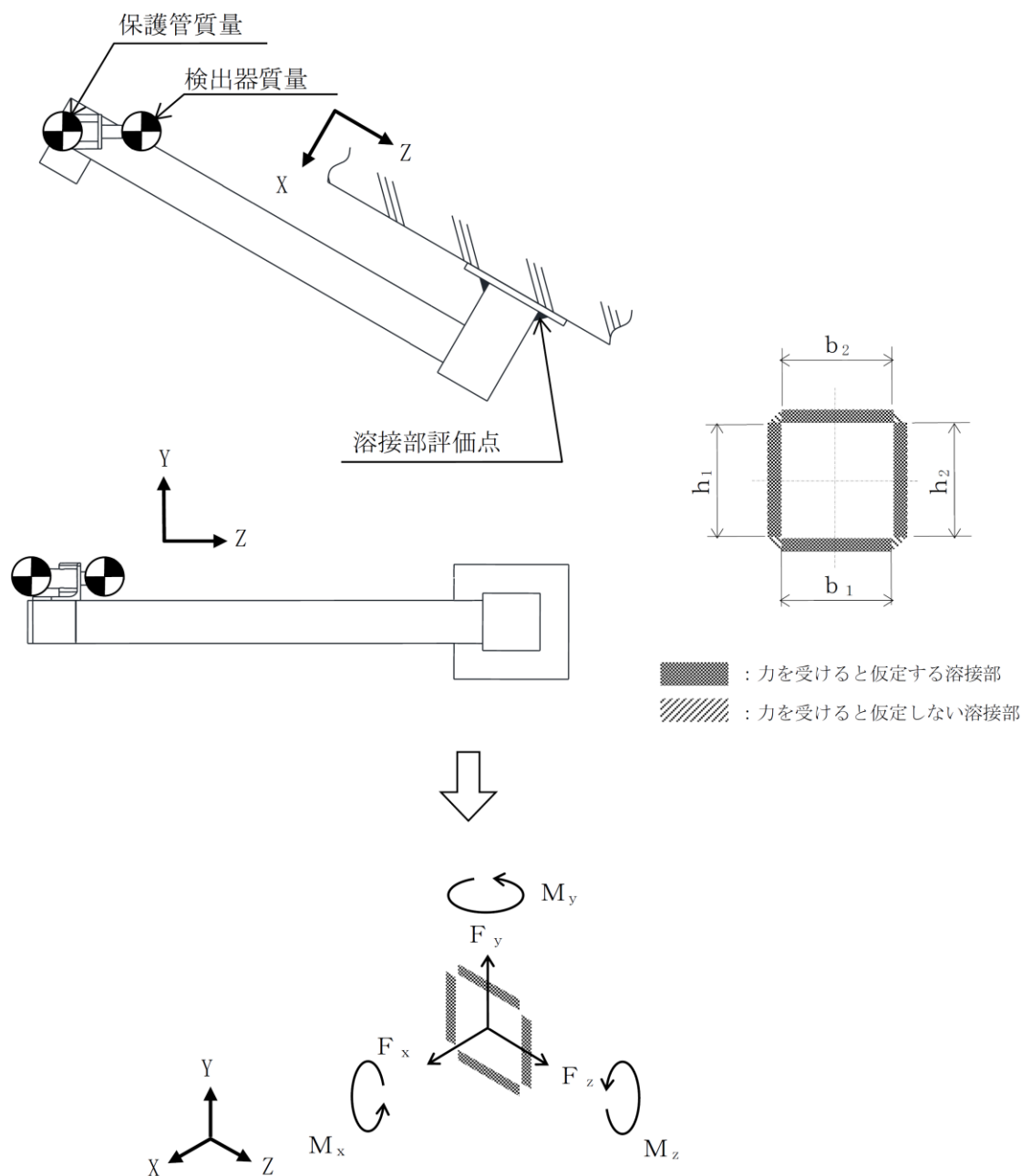


図 1-6 計算モデル (溶接部) (TE217-11A)

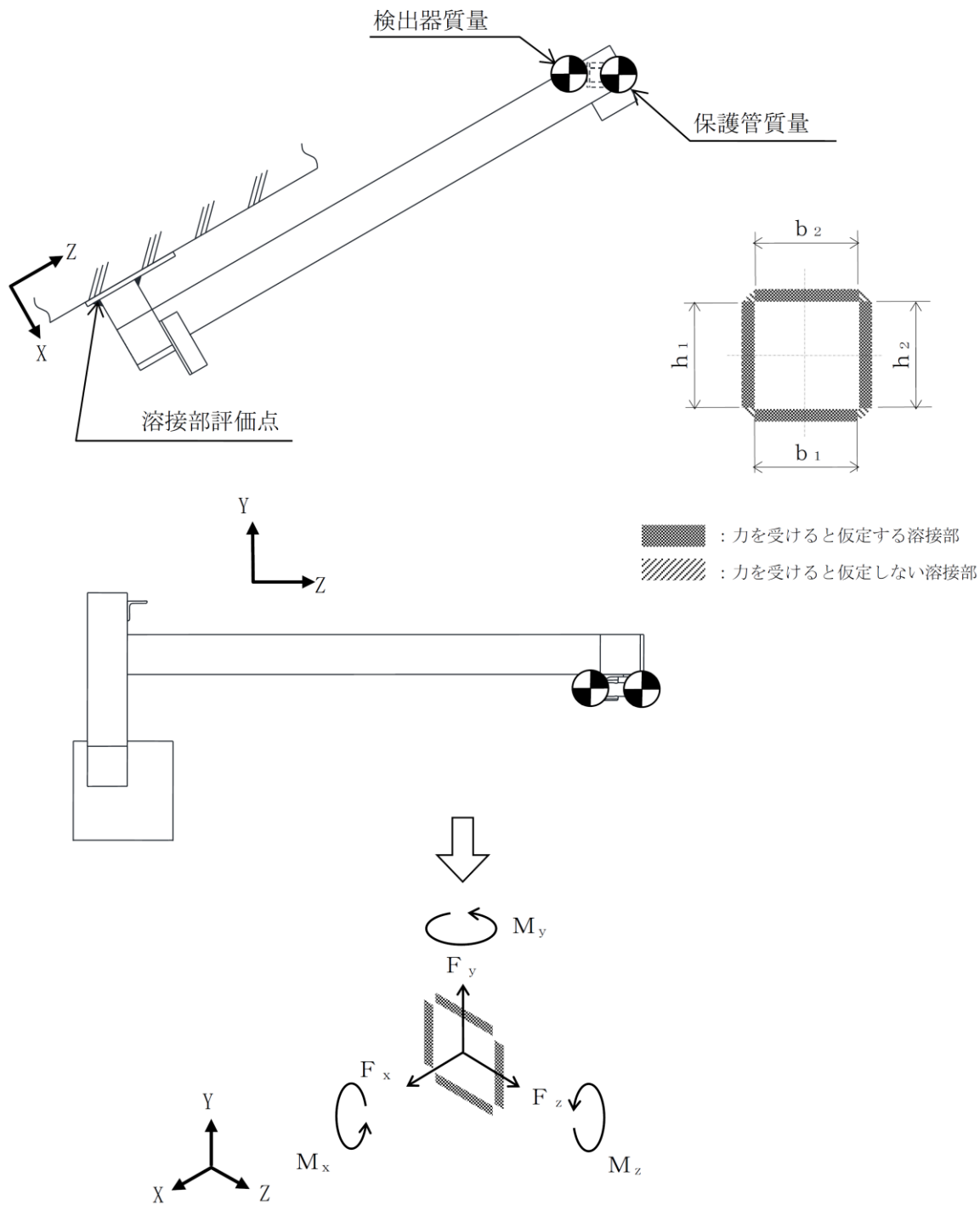


図 1-7 計算モデル (溶接部) (TE217-11B)

表1-9 サポート発生反力, モーメント

対象機器	反力(N)			モーメント(N・mm)		
	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z
TE217-11A						
TE217-11B						

(1) 引張力 (圧縮力) により発生するせん断応力

溶接部に対する引張力 (圧縮力) により発生するせん断応力は, 全溶接断面積で受けるものとして計算する。

引張力 (圧縮力) により発生するせん断応力 (σ_t)

$$\sigma_t = \frac{|F_x|}{A_w} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.1)$$

ここで, 引張力 (圧縮力) 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, h₁, h₂, b₁, b₂ は各溶接部における溶接の有効長さを示し, 溶接部の有効のど厚aは, 次式により求める。

$$a = 0.7 \cdot s \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.3)$$

(2) せん断力により発生するせん断応力

溶接部に対するせん断力により発生するせん断応力は, 各方向の有効せん断面積で受けるものとして計算する。

せん断力により発生するせん断応力 (τ)

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{F_y}{A_{wy}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2 + \left(\frac{F_z}{A_{wz}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.4)$$

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。

$$A_{wy} = a \cdot (h_1 + h_2) \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.5)$$

$$A_{wz} = a \cdot (b_1 + b_2) \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.6)$$

(3) 曲げモーメントにより発生するせん断応力

溶接部に対する曲げモーメントは、図1-6及び図1-7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。

曲げモーメントにより発生するせん断応力 (σ_b)

$$\sigma_b = \frac{M_y}{Z_y} + \frac{M_z}{Z_z} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.7)$$

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) せん断応力

溶接に対する組合せ応力は、各せん断応力を足し合わせたものとして計算する。

組合せ応力 (σ_w)

$$\sigma_w = \sqrt{(\sigma_t + \sigma_b)^2 + \tau^2} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.8)$$

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【ドライウエル温度 (S A) (TE217-11A)の耐震性についての計算結果】、【ドライウエル温度 (S A) (TE217-11B)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せん断応力は、許容応力 f_{sm} 以下であること。ただし、下表に示す f_{sm} 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
許容せん断応力 f_{sm}	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

1.6 機能維持評価

1.6.1 電氣的機能維持評価方法

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

ドライウエル温度（SA）の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 1-10 に示す。

表 1-10 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度	
ドライウエル温度（SA） （TE217-11A）	水平		
	鉛直		
ドライウエル温度（SA） （TE217-11B）	水平		
	鉛直		

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

ドライウェル温度（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を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ドライウエル温度 (S A) (TE217-11A)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	
ドライウエル温度 (S A) (TE217-11A)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉格納容器 EL 33.2 (EL 34.758*1)		0.05 以下	—	—	C _H =5.17*2	C _V =1.62*2	200

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部 材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	s (mm)	a (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 (R T) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
溶接部															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	—	<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・mm)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

26

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	せん断	—	—	$\sigma_w = 13$	$f_{sm} = 117$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドライウエル温度 (SA) (TE217-11A)	水平方向	2.03	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.28	<input type="text"/>

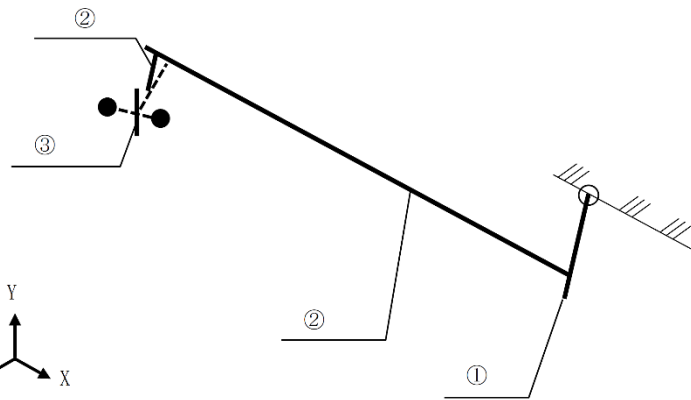
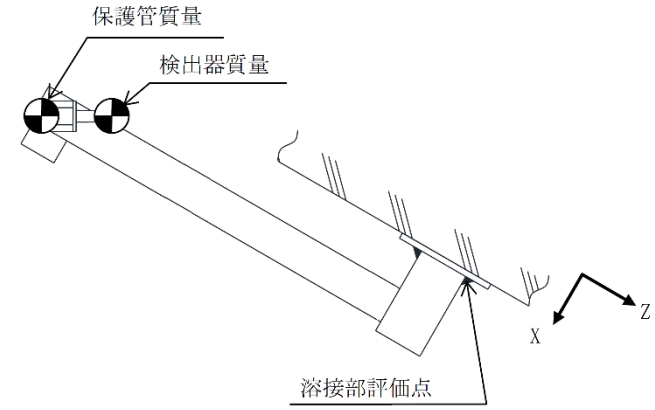
注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	STKR400
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	°C	200
縦弾性係数	E	MPa	191000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



27

(2) 部材の機器要目

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

【ドライウエル温度 (S A) (TE217-11B) 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	
ドライウエル温度 (S A) (TE217-11B)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉格納容器 EL 33.2 (EL 34.758*1)	0.05 以下		—	—	C _H =5.17*2	C _V =1.62*2	200

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部 材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	s (mm)	a (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)	F* (MPa)
溶接部															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	—	<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・mm)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

29

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	せん断	—	—	σ _w =63	f _{sm} =117

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドライウエル温度 (S A) (TE217-11B)	水平方向	2.03	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.28	<input type="text"/>

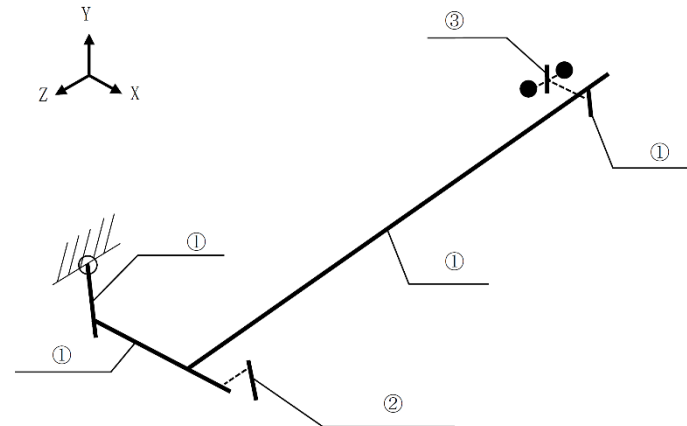
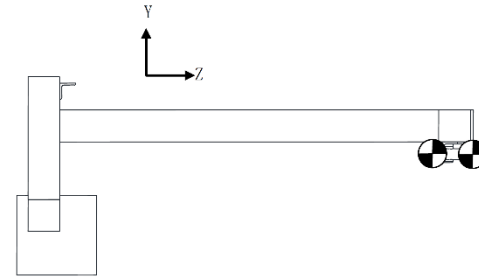
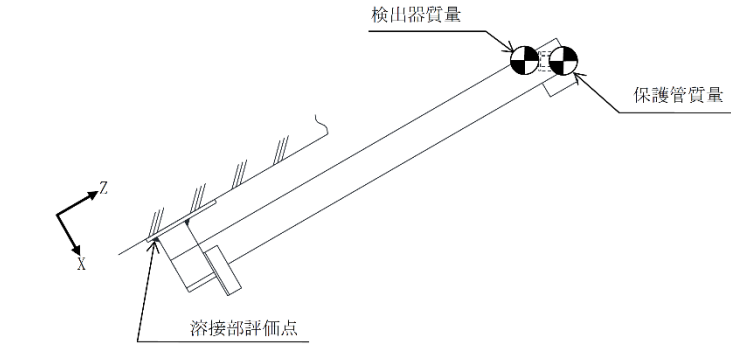
注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	STKR400
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	°C	200
縦弾性係数	E	MPa	191000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



(2) 部材の機器要目

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

2. ドライウェル温度（S A）（TE217-12A, B, TE217-13A, B）

2.1 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ドライウェル温度（S A）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

ドライウェル温度（S A）は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

2.2 一般事項

2.2.1 構造計画

ドライウェル温度（S A）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図																				
基礎・支持構造	主体構造																					
<p>検出器は、圧縮継手によりサポート鋼材に固定する。 サポート鋼材は、溶接により原子炉格納容器ウェルディングパッド*又は原子炉格納容器パイプホイップレストレントストラクチャ*に設置する。</p>	<p>熱電対</p>	<p>(正面図) (側面図)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>対象機器</th> <th>TE217-12A</th> <th>TE217-12B</th> <th>TE217-13A</th> <th>TE217-13B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	対象機器	TE217-12A	TE217-12B	TE217-13A	TE217-13B	たて					横					高さ				
対象機器	TE217-12A	TE217-12B	TE217-13A	TE217-13B																		
たて																						
横																						
高さ																						

注記*：TE217-12A, Bは原子炉格納容器ウェルディングパッド，TE217-13A, Bは原子炉格納容器パイプホイップレストレントストラクチャに設置する。

2.2.2 評価方針

ドライウェル温度（SA）の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.2.1 構造計画」にて示すドライウェル温度（SA）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、ドライウェル温度（SA）の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「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。

ドライウェル温度（SA）の耐震評価フローを図2-1に示す。

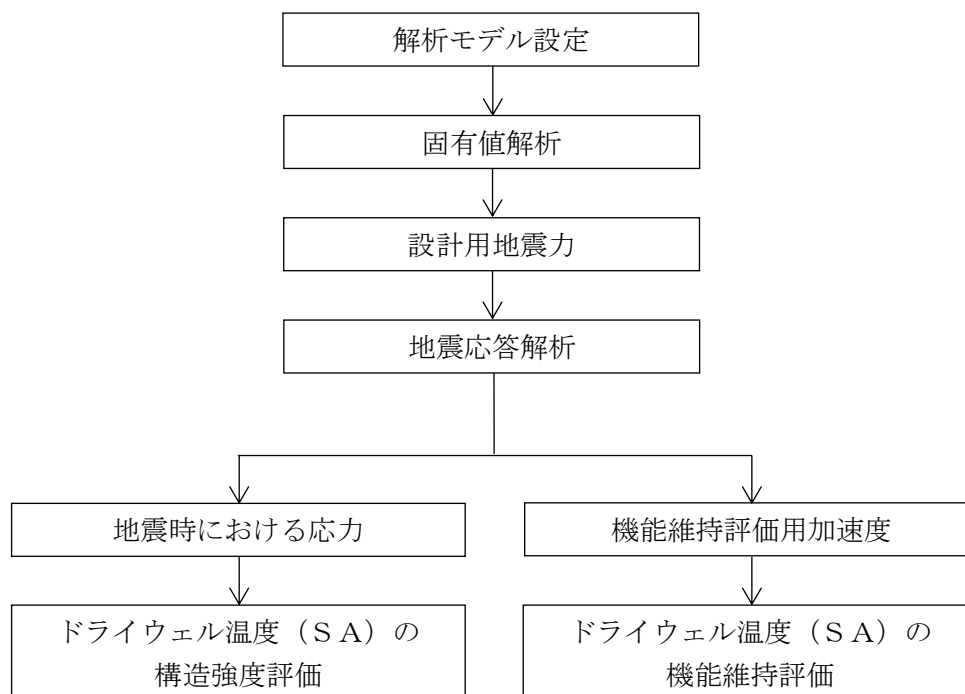


図2-1 ドライウェル温度（SA）の耐震評価フロー

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	サポート鋼材の断面積	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	—
F	設計・建設規格 SSB-3121.1 (1) に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3121.3に定める値	MPa
F _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 _{sm}	溶接部の許容せん断応力	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h ₁ , h ₂	溶接の有効長さ (Y方向)	mm
M _x	溶接部に作用するモーメント (X軸周り)	N・mm
M _y	溶接部に作用するモーメント (Y軸周り)	N・mm
M _z	溶接部に作用するモーメント (Z軸周り)	N・mm
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 (R T)	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の 40℃における値	MPa
W ₁	検出器の荷重	N
W ₂	保護管の荷重	N
Z ₁	サポート鋼材の弱軸回りの断面係数	mm ³
Z ₂	サポート鋼材の強軸回りの断面係数	mm ³
Z _p	溶接全断面におけるねじり断面係数	mm ³
Z _{p'}	サポート鋼材のねじり断面係数	mm ³
Z _y	溶接全断面におけるY軸方向の断面係数	mm ³
Z _z	溶接全断面におけるZ軸方向の断面係数	mm ³
π	円周率	—
σ _t	溶接部に生じる引張力 (圧縮力) により発生するせん断応力	MPa
σ _b	溶接部に生じる曲げモーメントにより発生するせん断応力	MPa
σ _w	溶接部に生じるせん断応力	MPa
τ	溶接部に生じるせん断力により発生するせん断応力	MPa

2.2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-2 に示すとおりである。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
力	N	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*4}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：計算機プログラム固有の桁処理により算出値が有効数字 4 桁以下となる場合は、計算機プログラム保有の最大桁数表示とする。

*4：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

2.3 評価部位

ドライウェル温度（S A）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。ドライウェル温度（S A）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

ドライウエル温度（SA）の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) ドライウエル温度（SA）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する。

2.4.2 解析モデル及び諸元

ドライウエル温度（SA）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【ドライウエル温度（SA）(TE217-12A)の耐震性についての計算結果】、【ドライウエル温度（SA）(TE217-12B)の耐震性についての計算結果】、【ドライウエル温度（SA）(TE217-13A)の耐震性についての計算結果】、【ドライウエル温度（SA）(TE217-13B)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) ドライウエル温度（SA）の検出器及び保護管の質量は、それぞれの重心に集中するものとする。
- (2) ドライウエル温度（SA）の検出器及び保護管の重心位置については、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定する。
- (3) 拘束条件は、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、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

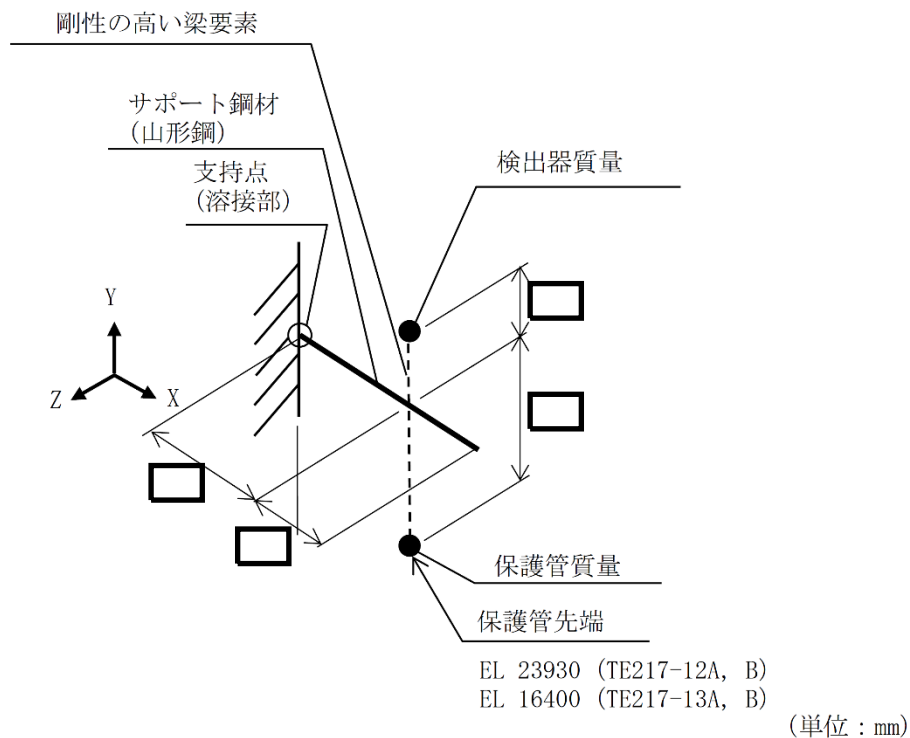


図 2-2 解析モデル

2.4.3 固有値解析結果

固有値解析結果を表 2-3, 振動モード図を図 2-3 に示す。固有周期は 0.05 秒以下であり, 剛構造であることを確認した。

表 2-3 固有値解析結果

機器番号	モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向 刺激係数
				X方向	Z方向	
TE217-12A	1次	水平		—	—	—
TE217-12B	1次	水平		—	—	—
TE217-13A	1次	水平		—	—	—
TE217-13B	1次	水平		—	—	—



図 2-3 振動モード (1次モード 水平方向 s)

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、ドライウエル温度（S A）に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。

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

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

ドライウエル温度（S A）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 2-4 に示す。

2.5.2.2 許容応力

ドライウエル温度（S A）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 2-5 のとおりとする。

2.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ドライウエル温度（S A）の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 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	ドライウエル温度（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 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 (ボルト等以外)			
	一次応力			
	引張	せん断	圧縮	曲げ
IVAS				
VAS (VASとしてIVASの 許容限界を用いる。)	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_c^*$	$1.5 \cdot f_b^*$

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 (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	144	402	205
溶接部	SUS304	周囲環境温度	200	144	402	205

2.5.3 設計用地震力

ドライウエル温度（S A）の設計用地震力のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表2-7に示す。

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

表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 温度（S A） （TE217-12A）	原子炉格納容器 EL 23.930 （EL 27.907*1）		0.05 以下	—	—	$C_H=4.84^{*2}$	$C_V=1.73^{*2}$
ドライウエル 温度（S A） （TE217-12B）	原子炉格納容器 EL 23.930 （EL 27.907*1）		0.05 以下	—	—	$C_H=4.84^{*2}$	$C_V=1.73^{*2}$
ドライウエル 温度（S A） （TE217-13A）	原子炉格納容器 パイプホイップ レストレント ストラクチャ EL 16.4 （ガンマ線遮蔽壁 EL 29.962*1）		0.05 以下	—	—	$C_H=4.84^{*3}$	$C_V=1.73^{*3}$
ドライウエル 温度（S A） （TE217-13B）	原子炉格納容器 パイプホイップ レストレント ストラクチャ EL 16.4 （ガンマ線遮蔽壁 EL 29.962*1）		0.05 以下	—	—	$C_H=4.84^{*3}$	$C_V=1.73^{*3}$

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動S s）を上回る設計震度

*3：設計用震度Ⅰ（基準地震動S s）を上回る設計震度

2.5.4 計算方法

2.5.4.1 応力の計算方法

2.5.4.1.1 溶接部の計算方法

溶接部の応力は，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計算する。

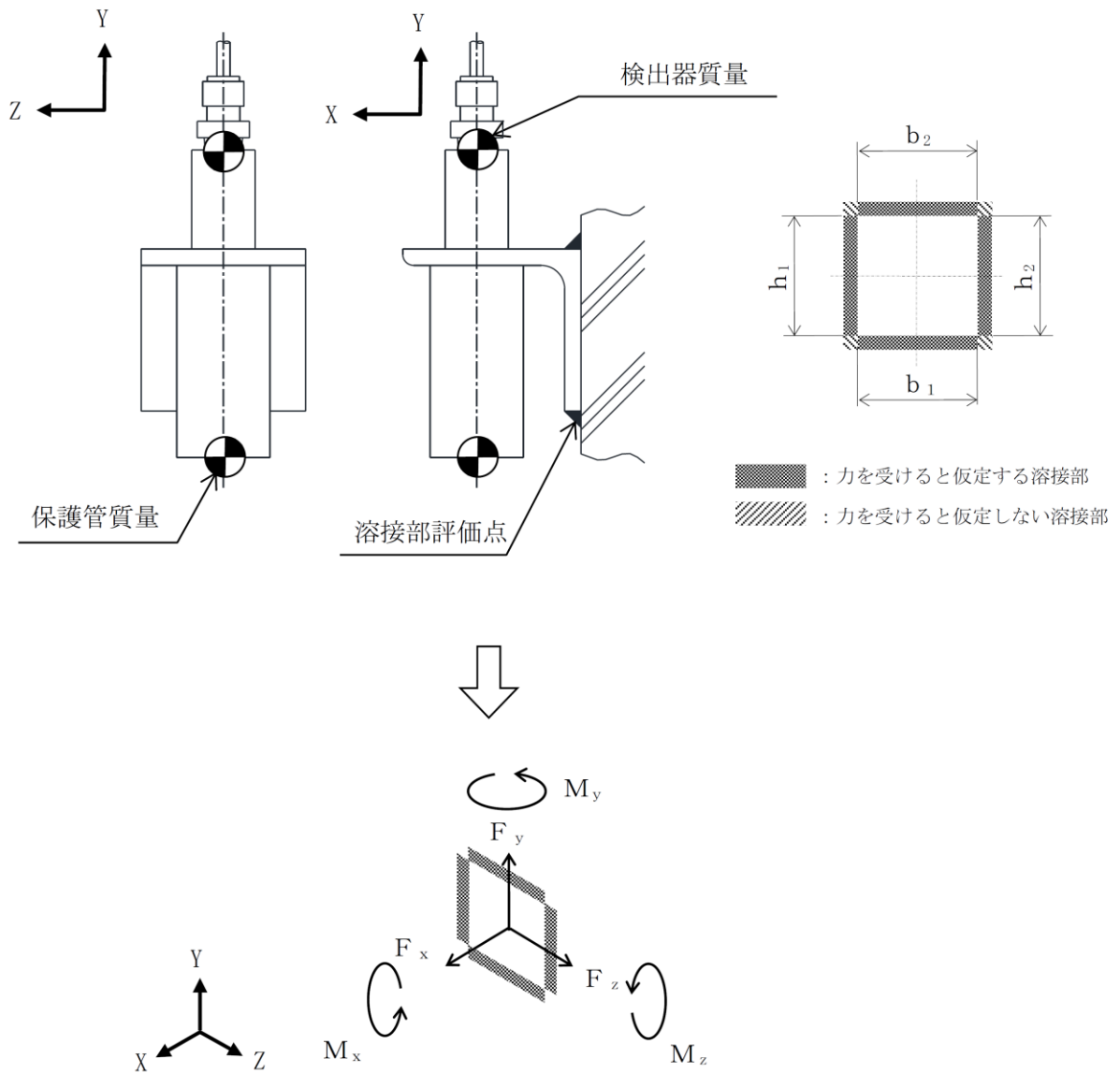


図 2-4 計算モデル（溶接部）

個別解析によって得られた溶接部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

対象機器	反力(N)			モーメント(N・mm)		
	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z
TE217-12A						
TE217-12B						
TE217-13A						
TE217-13B						

(1) 引張力 (圧縮力) により発生するせん断応力

溶接部に対する引張力 (圧縮力) により発生するせん断応力は, 全溶接断面積で受けるものとして計算する。

引張力 (圧縮力) により発生するせん断応力 (σ_t)

$$\sigma_t = \frac{|F_x|}{A_w} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.1)$$

ここで, 引張力 (圧縮力) により発生するせん断応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。

$$A_w = a \cdot (h_1 + h_2 + b_1 + b_2) \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.2)$$

ただし, h₁, h₂, b₁, b₂ は各溶接部における溶接の有効長さを示し, 溶接部の有効のど厚 a は, 次式により求める。

$$a = 0.7 \cdot s \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.3)$$

(2) せん断力により発生するせん断応力

溶接部に対するせん断力により発生するせん断応力は, 各方向の有効せん断面積で受けるものとして計算する。

せん断力により発生するせん断応力 (τ)

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{F_y}{A_{wy}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2 + \left(\frac{F_z}{A_{wz}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.4)$$

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。

$$A_{wy} = a \cdot (h_1 + h_2) \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.5)$$

$$A_{wz} = a \cdot (b_1 + b_2) \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.6)$$

(3) 曲げモーメントにより発生するせん断応力

溶接部に対する曲げモーメントにより発生するせん断応力は、図2-4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。

曲げモーメントにより発生するせん断応力 (σ_b)

$$\sigma_b = \frac{M_y}{Z_y} + \frac{M_z}{Z_z} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.7)$$

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) せん断応力

溶接に対するせん断応力は、各せん断応力を足し合わせたものとして計算する。

せん断応力 (σ_w)

$$\sigma_w = \sqrt{(\sigma_t + \sigma_b)^2 + \tau^2} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.8)$$

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【ドライウエル温度（S A）（TE217-12A）の耐震性についての計算結果】、【ドライウエル温度（S A）（TE217-12B）の耐震性についての計算結果】、【ドライウエル温度（S A）（TE217-13A）の耐震性についての計算結果】、【ドライウエル温度（S A）（TE217-13B）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せん断応力は、許容応力 f_{sm} 以下であること。ただし、下表に示す f_{sm} 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
許容せん断応力 f_{sm}	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

2.6 機能維持評価

2.6.1 電氣的機能維持評価方法

ドライウエル温度（S A）の電氣的機能維持評価について以下に示す。

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

ドライウエル温度（S A）の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、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)

機器名称	方向	機能確認済加速度
ドライウエル温度（S A） (TE217-12A)	水平	
	鉛直	
ドライウエル温度（S A） (TE217-12B)	水平	
	鉛直	
ドライウエル温度（S A） (TE217-13A)	水平	
	鉛直	
ドライウエル温度（S A） (TE217-13B)	水平	
	鉛直	

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

ドライウェル温度（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を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ドライウエル温度 (S A) (TE217-12A) 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	
ドライウエル温度 (S A) (TE217-12A)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉格納容器 EL 23.930 (EL 27.907*1)	□	0.05 以下	—	—	$C_H=4.84^{*2}$	$C_V=1.73^{*2}$	200

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部 材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	s (mm)	a (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 (R T) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
溶接部															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・mm)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

52

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	せん断	—	—	$\sigma_w=1$	$f_{sm}=112$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドライウェル温度 (S A) (TE217-12A)	水平方向	2.09	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.23	<input type="text"/>

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

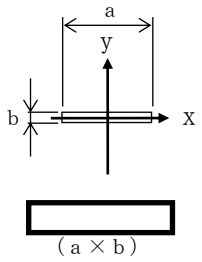
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

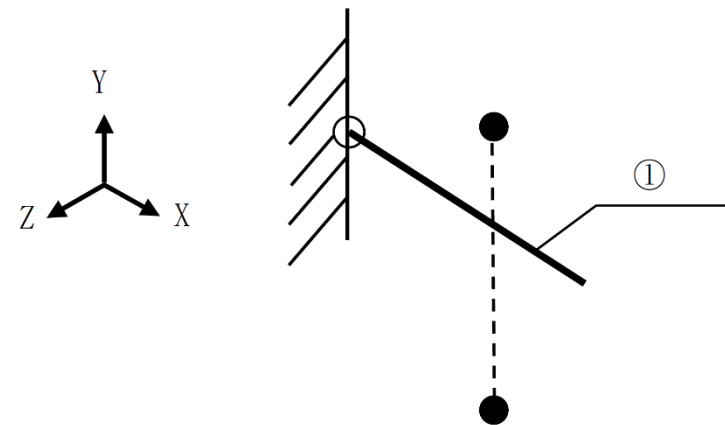
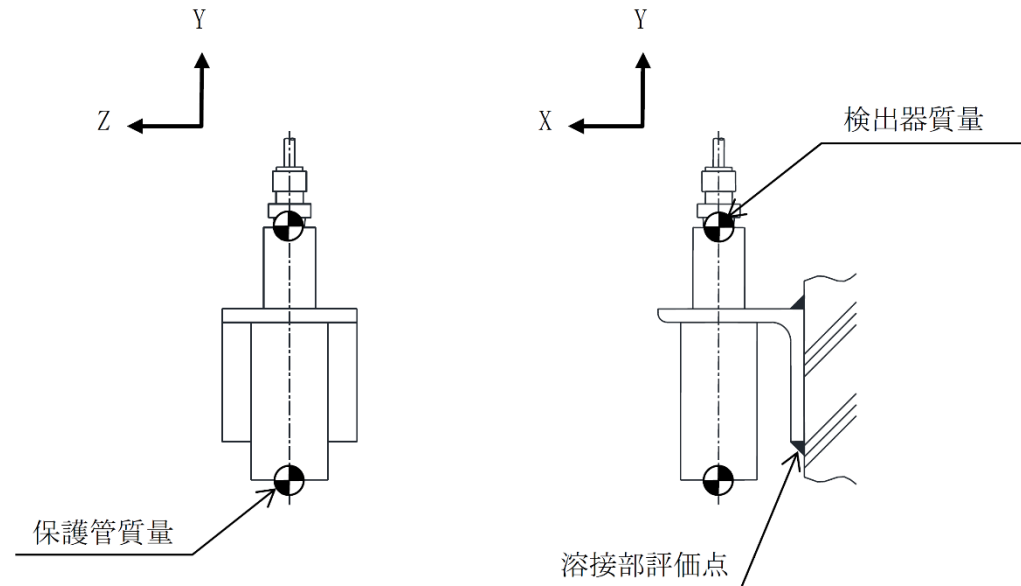
1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	°C	200
縦弾性係数	E	MPa	183000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>

(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材
対象部材	①
A (mm ²)	<input type="text"/>
Z ₁ (mm ³)	<input type="text"/>
Z ₂ (mm ³)	<input type="text"/>
Z _{p'} (mm ³)	<input type="text"/>
断面形状 (mm)	



【ドライウエル温度 (S A) (TE217-12B) 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	
ドライウエル温度 (S A) (TE217-12B)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉格納容器 EL 23.930 (EL 27.907*1)	□	0.05 以下	—	—	C _H =4.84*2	C _V =1.73*2	200

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部 材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	s (mm)	a (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)	F* (MPa)
溶接部															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・mm)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

55

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	せん断	—	—	$\sigma_w=1$	$f_{sm}=112$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドライウェル温度 (S A) (TE217-12B)	水平方向	2.09	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.23	<input type="text"/>

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

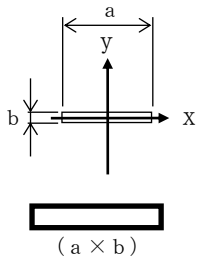
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

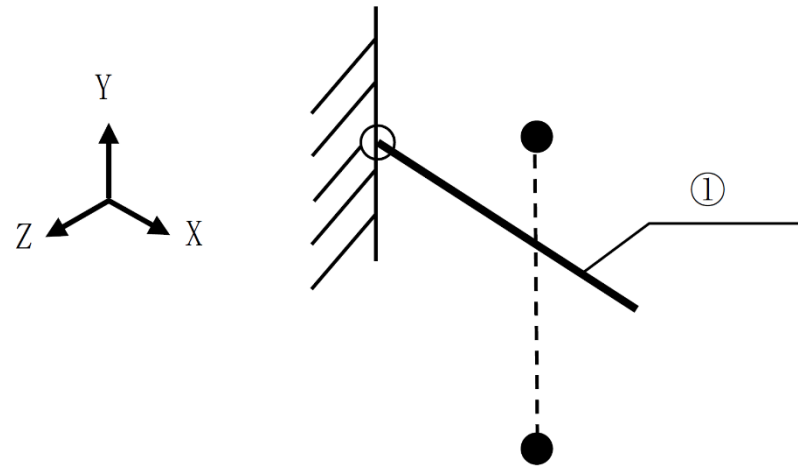
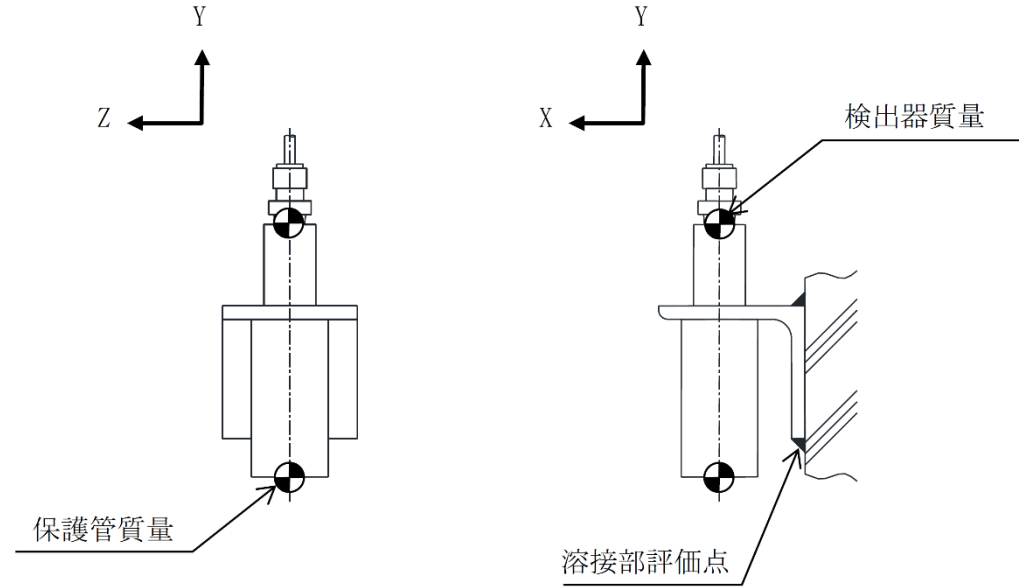
1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	°C	200
縦弾性係数	E	MPa	183000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>

(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材
対象部材	①
A (mm ²)	<input type="text"/>
Z ₁ (mm ³)	<input type="text"/>
Z ₂ (mm ³)	<input type="text"/>
Z _{p'} (mm ³)	<input type="text"/>
断面形状 (mm)	



【ドライウエル温度 (S A) (TE217-13A)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	
ドライウエル温度 (S A) (TE217-13A)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉格納容器パイプホイップ レストレントストラクチャ EL 16.4 (ガンマ線遮蔽壁 EL 29.962*1)		0.05 以下	—	—	C _H =4.84*2	C _V =1.73*2	200

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 I (基準地震動 S s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部 材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	s (mm)	a (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)	F* (MPa)
溶接部														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・mm)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

58

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	せん断	—	—	$\sigma_w=1$	$f_{sm}=112$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドライウェル温度 (S A) (TE217-13A)	水平方向	3.15	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.89	<input type="text"/>

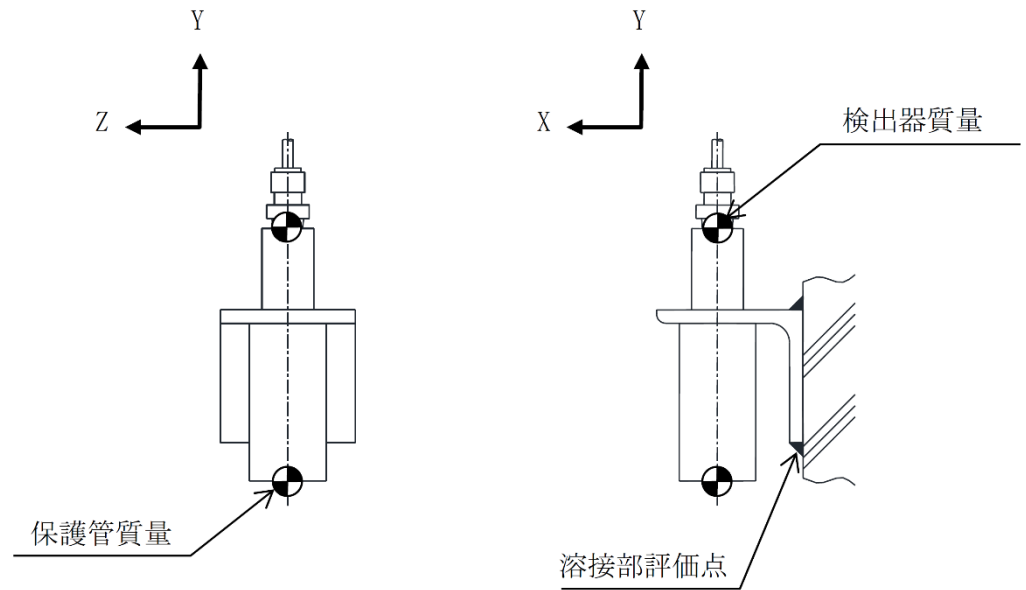
注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

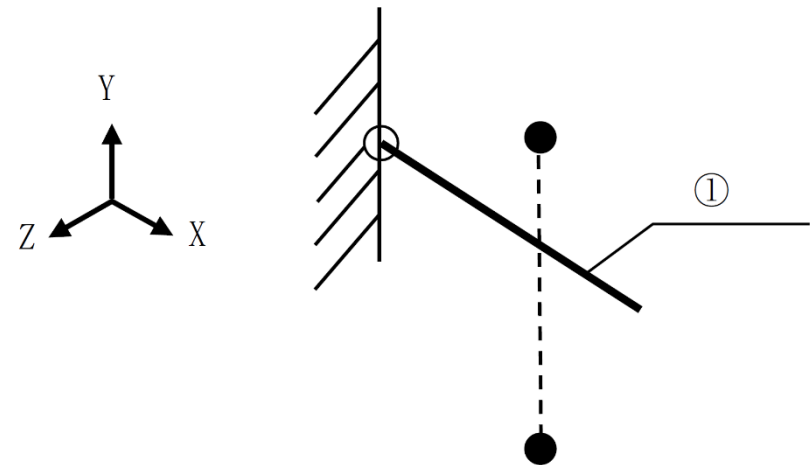
項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	°C	200
縦弾性係数	E	MPa	183000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材
対象部材	①
A (mm ²)	<input type="text"/>
Z ₁ (mm ³)	<input type="text"/>
Z ₂ (mm ³)	<input type="text"/>
Z _{p'} (mm ³)	<input type="text"/>
断面形状 (mm)	

59



【ドライウエル温度 (S A) (TE217-13B)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	
ドライウエル温度 (S A) (TE217-13B)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉格納容器パイプホイップ レストレントストラクチャ EL 16.4 (ガンマ線遮蔽壁 EL 29.962*1)	□	0.05 以下	—	—	C _H =4.84*2	C _V =1.73*2	200

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 I (基準地震動 S s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部 材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	s (mm)	a (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)	F* (MPa)
溶接部														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・mm)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

61

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	せん断	—	—	$\sigma_w=1$	$f_{sm}=112$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドライウエル温度 (S A) (TE217-13B)	水平方向	3.15	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.89	<input type="text"/>

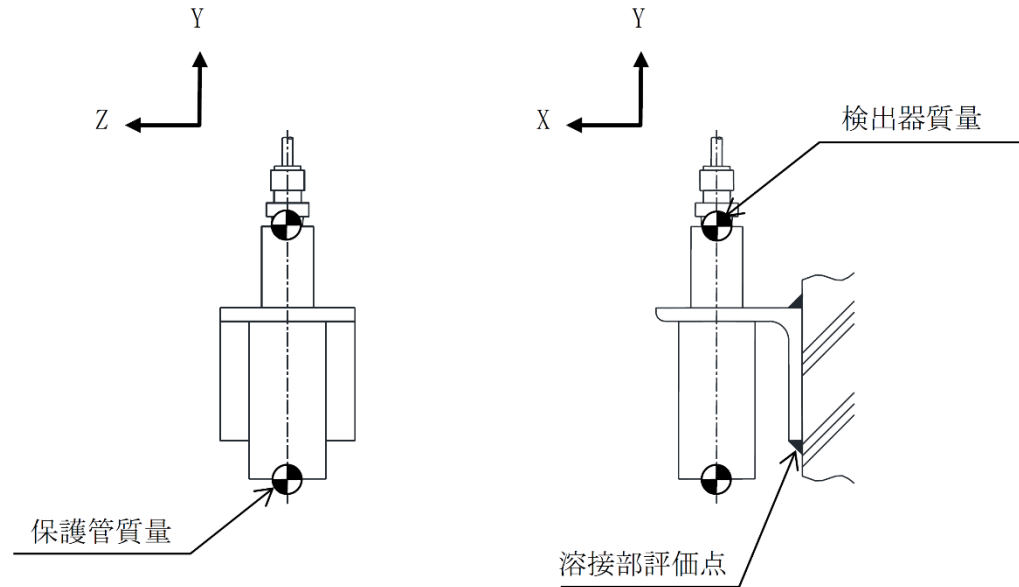
注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

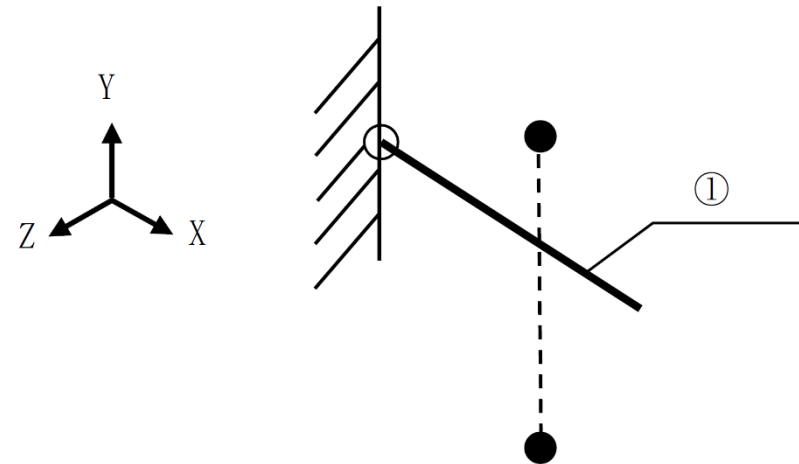
項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	200
縦弾性係数	E	MPa	183000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



62

(2) 部材の機器要目

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



3. ドライウェル温度（S A）（TE217-16）

3.1 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ドライウェル温度（S A）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

ドライウェル温度（S A）は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

3.2 一般事項

3.2.1 構造計画

ドライウェル温度（S A）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、圧縮継手により温度計固定用プレートに固定する。 温度計固定用プレートは、取付ボルトによりバルクヘッドプレートマンホールに設置する。</p>	<p>熱電対</p>	<p>(平面図)</p> <p>(断面図)</p>

(単位：mm)

3.2.2 評価方針

ドライウエル温度（SA）の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3.2.1 構造計画」にて示すドライウエル温度（SA）の部位を踏まえ「3.3 評価部位」にて設定する箇所において、「3.4 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、「3.5 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、ドライウエル温度（SA）の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「3.6 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「3.7 評価結果」に示す。

ドライウエル温度（SA）の耐震評価フローを図3-1に示す。

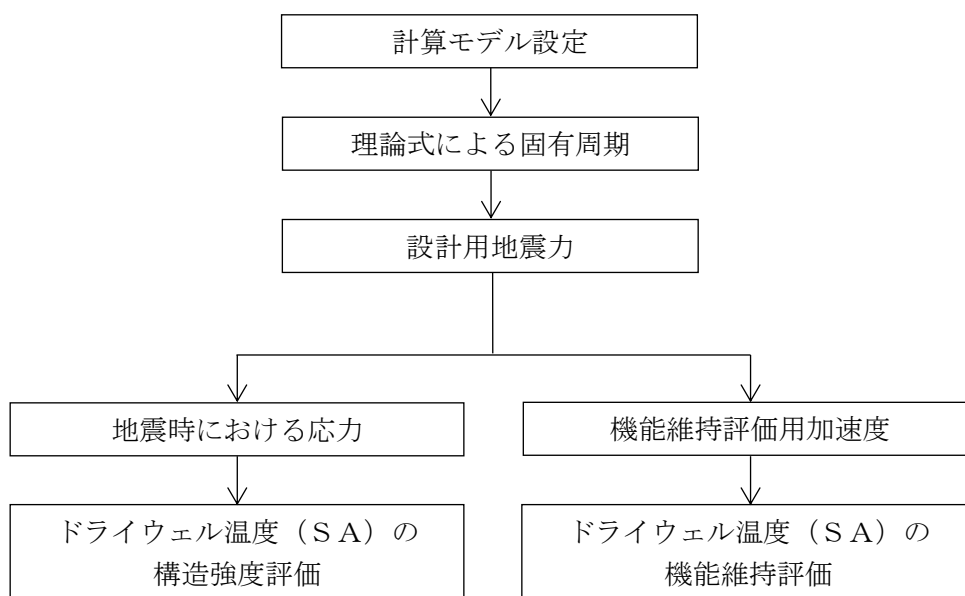


図3-1 ドライウエル温度（SA）の耐震評価フロー

3.2.3 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。)

3.2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	ボルトの軸断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d	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-3121.1(1) に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値	MPa
F_b	取付ボルトに作用する引張力 (1本当たり)	N
f_{sb}	せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受ける取付ボルトの許容引張応力	MPa
f_{ts}	引張力とせん断力を同時に受ける取付ボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力)	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s^2
h	取付面から重心までの距離	mm
I_1	断面二次モーメント (スリーブ)	mm^4
I_2	断面二次モーメント (温度計固定用プレート)	mm^4
l_1	重心と取付ボルト間の水平方向距離*	mm
l_2	重心と取付ボルト間の水平方向距離*	mm
m	計器架台の質量	kg
n	取付ボルトの本数	—
n_f	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数	—
Q_b	取付ボルトに作用するせん断力	N
S_u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
S_y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
$S_y(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の40°Cにおける値	MPa
T_H	水平方向固有周期	s
T_V	鉛直方向固有周期	s
π	円周率	—
σ_b	取付ボルトに生じる引張応力	MPa
τ_b	取付ボルトに生じるせん断応力	MPa

注記* : $l_1 \leq l_2$

3.2.5 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 3-2 に示すとおりである。

表 3-2 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・mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*3}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

3.3 評価部位

ドライウェル温度（S A）の耐震評価は、「3.5.1 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。ドライウェル温度（S A）の耐震評価部位については、表 3-1 の概略構造図に示す。

3.4 固有周期

3.4.1 固有周期の計算方法

ドライウェル温度（SA）の固有周期の計算方法を以下に示す。

(1) 計算モデル

- a. 温度計固定用プレートの質量は重心に集中するものとする。
- b. 温度計固定用プレートは取付ボルトでバルクヘッドプレートマンホールに固定されており、固定端とする。
- c. 耐震計算に用いる数値は、公称値を使用する。
- d. 温度計固定用プレートは、図 3-2 に示す下端固定の 1 質点系振動モデルとして考える。

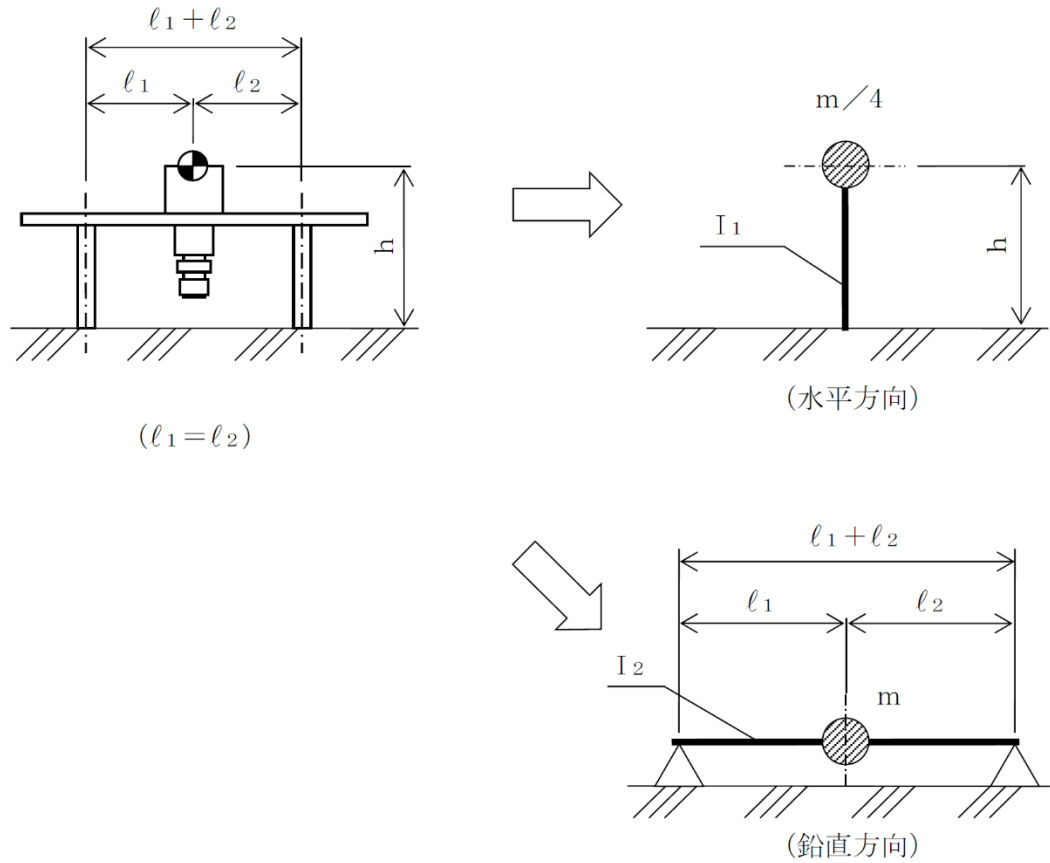


図 3-2 固有周期の計算モデル

(2) 水平方向固有周期

水平方向固有周期は次式で求める。

$$T_H = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{(m/4)}{1000} \cdot \left(\frac{h^3}{3 \cdot E \cdot I_1}\right)} \dots\dots\dots (3.4.1.1)$$

(3) 鉛直方向固有周期

鉛直方向固有周期は次式で求める。

$$T_V = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{1000} \cdot \left(\frac{(\ell_1 + \ell_2)^3}{48 \cdot E \cdot I_2}\right)} \dots\dots\dots (3.4.1.2)$$

3.4.2 固有周期の計算条件

固有周期の計算に用いる計算条件は、本計算書の【ドライウエル温度 (S A) (TE217-16) の耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

3.4.3 固有周期の計算結果

固有周期の計算結果を表 3-3 に示す。試験の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 3-3 固有周期 (単位：s)

水平		
鉛直		

3.5 構造強度評価

3.5.1 構造強度評価方法

- (1) 温度計固定用プレートの質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は温度計固定用プレートに対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 温度計固定用プレートは取付ボルトでバルクヘッドプレートマンホールに固定されており、固定質量は重心に集中しているものとする。
- (4) 転倒方向は、正面より見て左右方向及び前後方向について検討し、計算書には結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。
- (5) 温度計固定用プレートの重心については、転倒方向を考慮して、計算条件が厳しくなる位置に重心を設定して耐震性の計算を行う。
- (6) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

3.5.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ドライウエル温度（S A）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-4 に示す。

3.5.2.2 許容応力

ドライウエル温度（S A）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 3-5 のとおりとする。

3.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ドライウエル温度（S A）の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-6 に示す。

表 3-4 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	ドライウエル温度（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 3-5 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 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	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 3-6 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				
取付ボルト	SUS304	周囲環境温度	200	144	402	205

3.5.3 設計用地震力

ドライウエル温度（S A）の設計用地震力のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表3-7に示す。

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

表3-7 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
ドライウエル温度 (S A) (TE217-16)	原子炉格納容器 EL 34.737 (EL 34.758 ^{*1})			—	—	C _H =4.20 ^{*2}	C _V =1.62 ^{*2}

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動S_s）を上回る設計震度

3.5.4 計算方法

3.5.4.1 応力の計算方法

3.5.4.1.1 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。

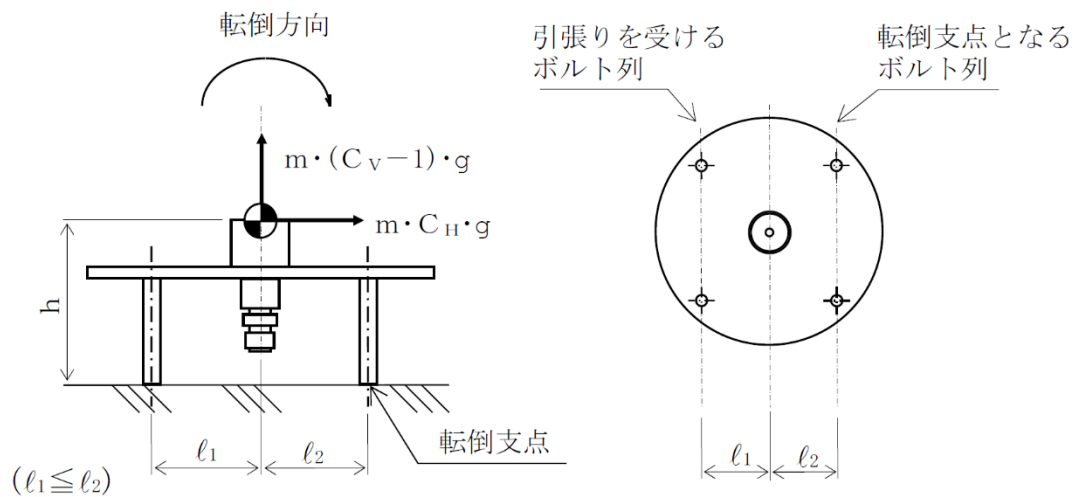


図3-3 計算モデル（左右方向転倒）

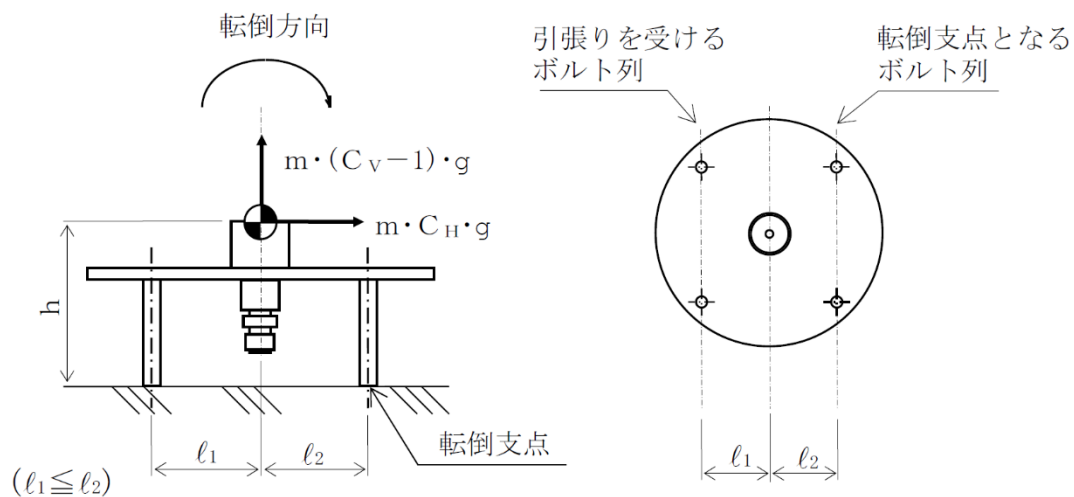


図3-4 計算モデル（前後方向転倒）

(1) 引張応力

取付ボルトに対する引張力は、図3-3及び図3-4でそれぞれのボルトを支点とする転倒を考え、これを片側のボルトで受けるものとして計算する。

引張力

$$F_b = \frac{m \cdot g \cdot C_H \cdot h - m \cdot g \cdot (1 - C_V) \cdot l_2}{n_f \cdot (l_1 + l_2)} \quad \dots\dots (3.5.4.1.1.1)$$

引張応力

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \quad \dots\dots (3.5.4.1.1.2)$$

ここで、取付ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad \dots\dots (3.5.4.1.1.3)$$

(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

$$Q_b = m \cdot C_H \cdot g \quad \dots\dots (3.5.4.1.1.4)$$

せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b} \quad \dots\dots (3.5.4.1.1.5)$$

3.5.5 計算条件

3.5.5.1 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【ドライウェル温度（S A）（TE217-16）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。

3.5.6 応力の評価

3.5.6.1 取付ボルトの応力評価

3.5.4.1.1項で求めた取付ボルトの引張応力 σ_b は次式より求めた許容組合せ応力 f_{ts} 以下であること。ただし、 f_{to} は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \quad \dots\dots\dots (3.5.6.1.1)$$

せん断応力 τ_b は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。ただし、 f_{sb} は下表による。

	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}	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

3.6 機能維持評価

3.6.1 電氣的機能維持評価方法

ドライウェル温度（S A）の電氣的機能維持評価について以下に示す。

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

ドライウェル温度（S A）の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、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 3-8 に示す。

表 3-8 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
ドライウェル温度（S A） （TE217-16）	水平	
	鉛直	

3.7 評価結果

3.7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ドライウェル温度（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を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ドライウエル温度 (SA) (TE217-16) 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	
ドライウエル温度 (SA) (TE217-16)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉格納容器 EL 34.737 (EL 34.758*1)			—	—	C _H =4.20*2	C _V =1.62*2	200

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
取付ボルト						144	402	205

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
取付ボルト				—	194	—	左右方向, 前後方向

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し, 下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

E (MPa)	I ₁ (mm ⁴)	I ₂ (mm ⁴)
183000		

1.3 計算数値

1.3.3 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
取付ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位: s)

方向	固有周期
水平方向	$T_H =$ <input type="text"/>
鉛直方向	$T_V =$ <input type="text"/>

1.4.2 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
取付ボルト	SUS304	引張	—	—	$\sigma_b = 9$	$f_{ts} = 145^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 6$	$f_{sb} = 112$

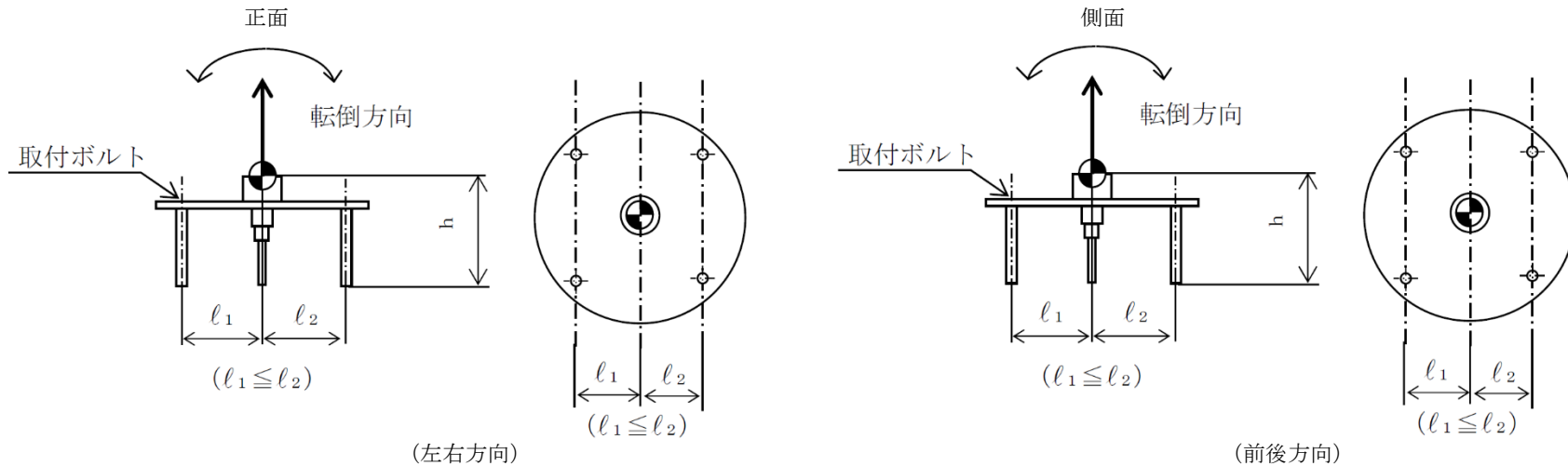
注記*: $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$
 すべて許容応力以下である。

1.4.3 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
ドライウェル温度 (SA) (TE217-16)	水平方向	2.03	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.28	<input type="text"/>

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



VI-2-6-5-28 ペデスタル温度 (S A) の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	6
3. 評価部位	7
4. 固有周期	8
4.1 固有値解析方法	8
4.2 解析モデル及び諸元	8
4.3 固有値解析結果	9
5. 構造強度評価	10
5.1 構造強度評価方法	10
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	10
5.3 設計用地震力	14
5.4 計算方法	15
5.5 計算条件	18
5.6 応力の評価	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、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ペDESTAL温度（S A）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

ペDESTAL温度（S A）は、重大事故等対処設備においては常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ペDESTAL温度（S A）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>検出器は、圧縮継手によりサポート鋼材に固定する。 サポート鋼材は、溶接により原子炉圧力容器ペデスタルに設置する。</p>	<p>熱電対</p>	<p>(正面図) (側面図)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>対象機器</th> <th>ペデスタル温度 (SA) (TE217-14A)</th> <th>ペデスタル温度 (SA) (TE217-14B)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位 : mm)</p>	対象機器	ペデスタル温度 (SA) (TE217-14A)	ペデスタル温度 (SA) (TE217-14B)	たて			横			高さ		
対象機器	ペデスタル温度 (SA) (TE217-14A)	ペデスタル温度 (SA) (TE217-14B)												
たて														
横														
高さ														

2.2 評価方針

ペDESTAL温度（SA）の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示すペDESTAL温度（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、ペDESTAL温度（SA）の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「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。

ペDESTAL温度（SA）の耐震評価フローを図2-1に示す。

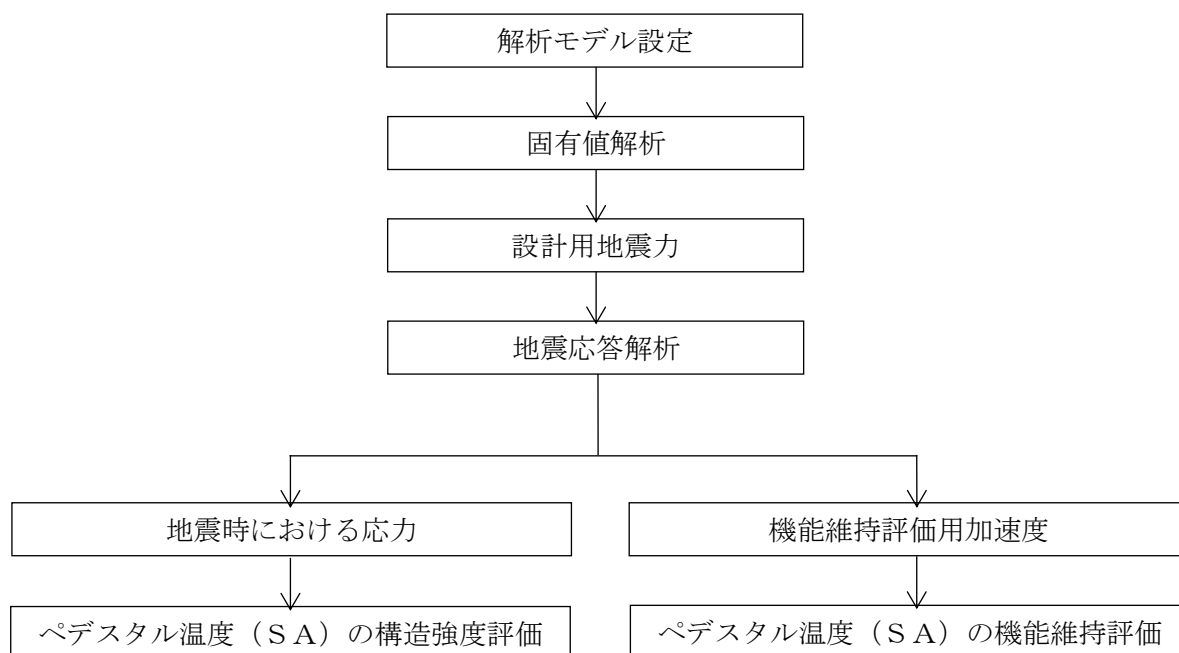


図2-1 ペDESTAL温度（SA）の耐震評価フロー

2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 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	サポート鋼材の断面積	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	—
F	設計・建設規格 SSB-3121.1 (1) に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3121.3 に定める値	MPa
F _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 _{sm}	溶接部の許容せん断応力	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h ₁ , h ₂	溶接の有効長さ (Y 方向)	mm
M _x	溶接部に作用するモーメント (X 軸周り)	N・mm
M _y	溶接部に作用するモーメント (Y 軸周り)	N・mm
M _z	溶接部に作用するモーメント (Z 軸周り)	N・mm
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 (R T)	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の 40℃における値	MPa
W ₁	検出器の荷重	N
W ₂	保護管の荷重	N
Z ₁	サポート鋼材の弱軸回りの断面係数	mm ³
Z ₂	サポート鋼材の強軸回りの断面係数	mm ³
Z _p	溶接全断面におけるねじり断面係数	mm ³
Z _p '	サポート鋼材のねじり断面係数	mm ³
Z _y	溶接全断面における Y 軸方向の断面係数	mm ³
Z _z	溶接全断面における Z 軸方向の断面係数	mm ³
π	円周率	—
σ _t	溶接部に生じる引張力又は圧縮力により発生するせん断応力	MPa
σ _b	溶接部に生じる曲げモーメントにより発生するせん断応力	MPa
σ _w	溶接部に生じるせん断応力	MPa
τ	溶接部に生じるせん断力により発生するせん断応力	MPa

2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表2-2に示すとおりである。

表2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度	—	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
面積	mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*2}
モーメント	N・mm	有効数字5桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字4桁 ^{*2, *3}
力	N	有効数字5桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字4桁 ^{*2, *3}
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*4}	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第1位の場合は、小数点以下第1位表示とする。

*2：絶対値が1000以上のときは、べき数表示とする。

*3：計算機プログラム固有の桁処理により算出値が有効数字4桁以下となる場合は、計算機プログラム保有の最大桁数表示とする。

*4：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て、整数位までの値とする。

3. 評価部位

ペDESTAL温度（S A）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。ペDESTAL温度（S A）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

ペデスタル温度（S A）の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) ペデスタル温度（S A）は、「4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元はりモデルとする。

4.2 解析モデル及び諸元

ペデスタル温度（S A）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【ペデスタル温度（S A）(TE217-14A) の耐震性についての計算結果】、【ペデスタル温度（S A）(TE217-14B) 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) ペデスタル温度（S A）の検出器及び保護管の質量は、それぞれの重心に集中するものとする。
- (2) ペデスタル温度（S A）の検出器及び保護管の重心位置については、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定する。
- (3) 拘束条件は、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、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

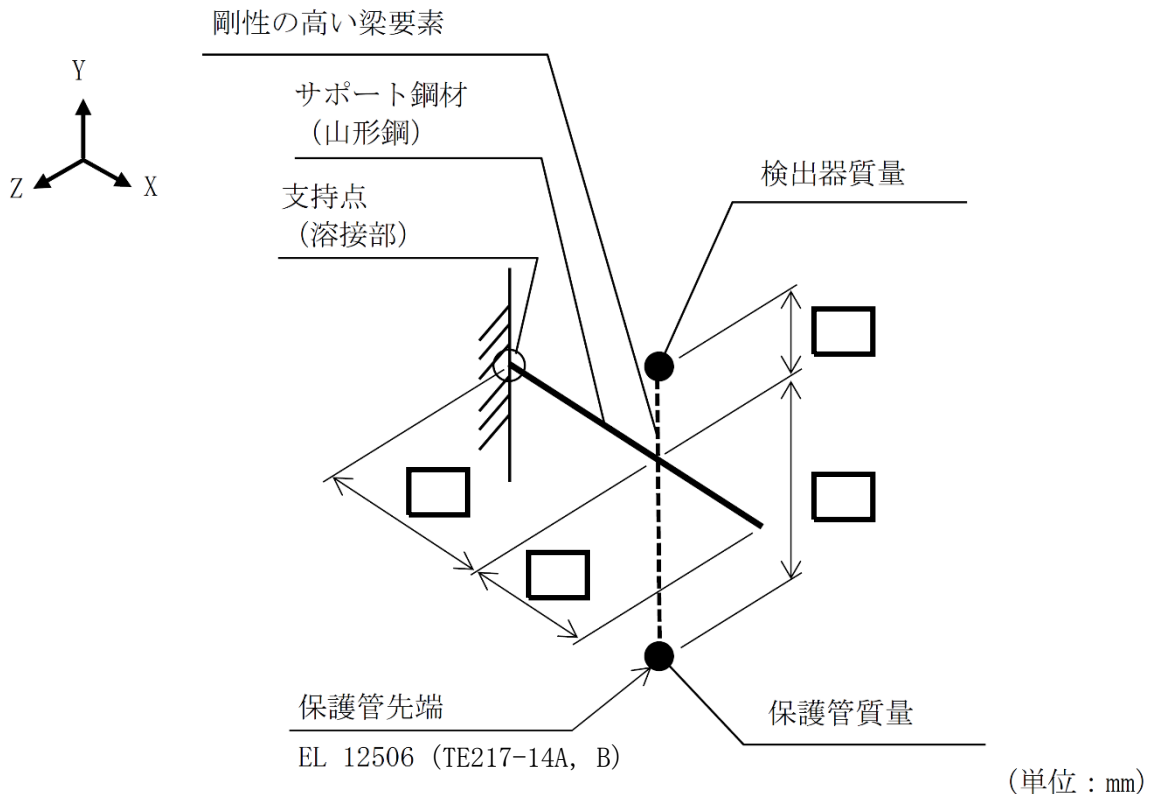


図 4-1 解析モデル

4.3 固有値解析結果

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

表 4-1 固有値解析結果

機器番号	モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向 刺激係数
				X方向	Y方向	
TE217-14A	1次	水平		—	—	—
TE217-14B	1次	水平		—	—	—

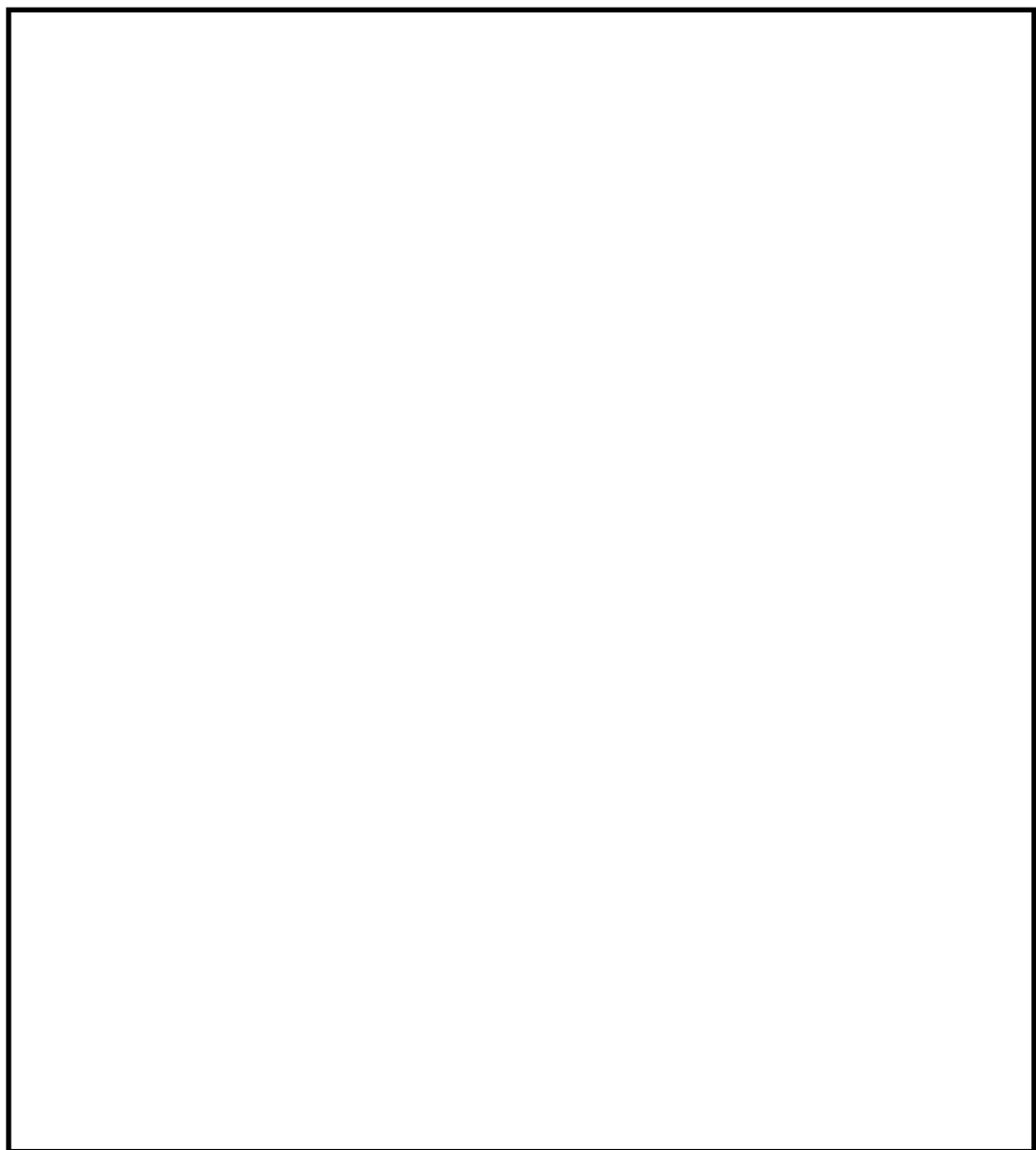


図 4-2 振動モード (1次モード 水平方向 s)

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

4.2 項(1)～(5)のほか、次の条件で計算する。

- (1) 地震力は、ペDESTAL温度（SA）に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。

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

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ペDESTAL温度（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

ペDESTAL温度（SA）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表5-2のとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ペDESTAL温度（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	ペDESTAL温度（SA）	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} (ボルト等以外)
	一次応力
	せん断
IV _A S	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 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	200	144	402	205
溶接部	SUS304	周囲環境温度	200	144	402	205

5.3 設計用地震力

ペDESTAL温度（S A）の設計用地震力のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表5-4に示す。

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

表5-4 設計用地震力（重大事故等対処設備）

機器名称	据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用 地震動S d 又は静的震度		基準地震動S s	
		水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
ペDESTAL温度 (S A) (TE217-14A)	原子炉圧力容器 ペDESTAL EL 12.506 (EL 13.022* ¹)		0.05 以下	—	—	C _H =2.18* ²	C _V =1.14* ²
ペDESTAL温度 (S A) (TE217-14B)	原子炉圧力容器 ペDESTAL EL 12.506 (EL 13.022* ¹)		0.05 以下	—	—	C _H =2.18* ²	C _V =1.14* ²

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 I（基準地震動S s）を上回る設計震度

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 溶接部の計算方法

溶接部の応力は、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計算する。

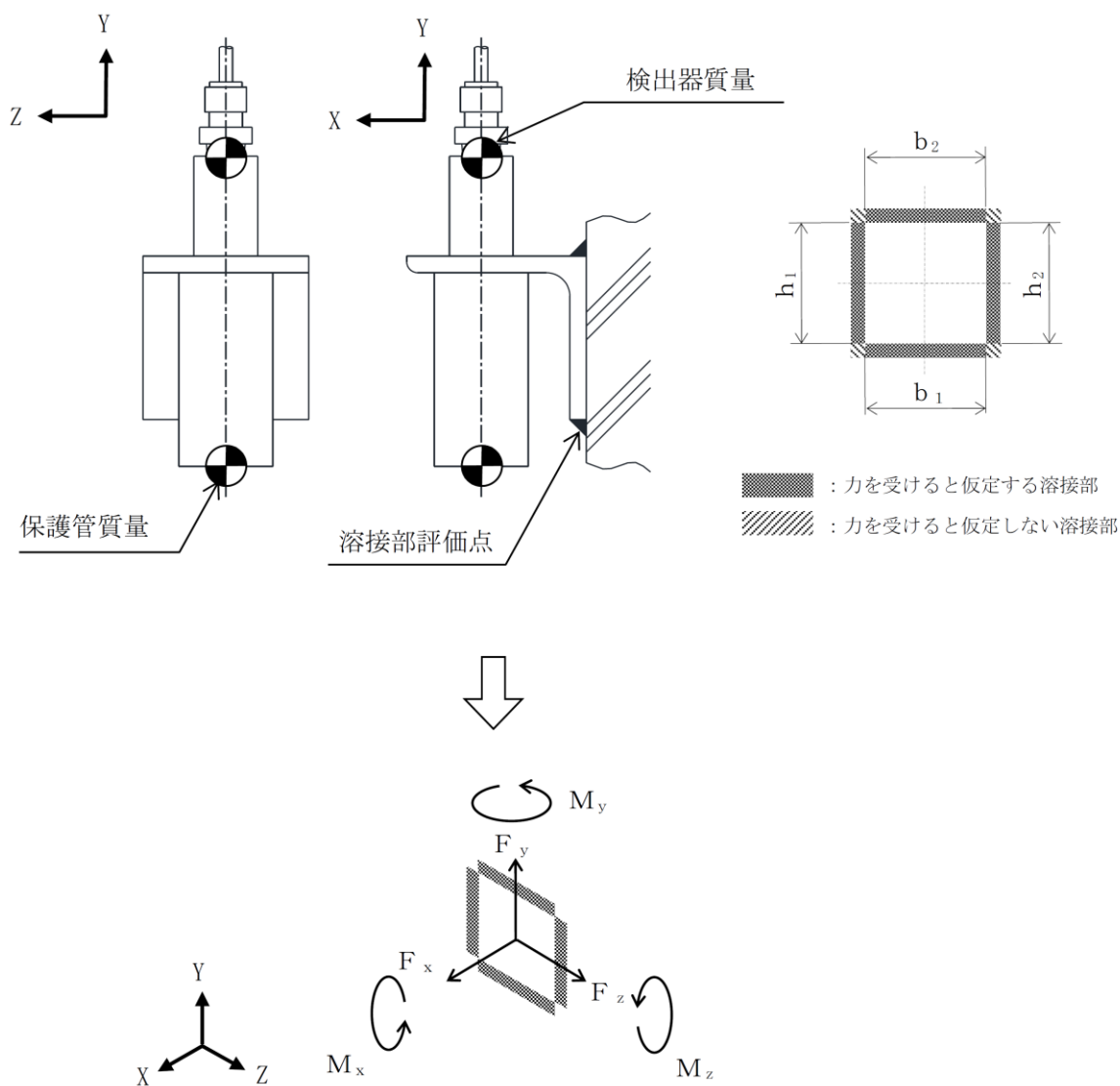


図 5-1 計算モデル（溶接部）

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

対象機器	反力(N)			モーメント(N・mm)		
	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z
TE217-14A						
TE217-14B						

(1) 引張力又は圧縮力により発生するせん断応力

溶接部に対する引張力又は圧縮力により発生するせん断応力は、全溶接断面積で受けるものとして計算する。

引張力又は圧縮力により発生するせん断応力 (σ_t)

$$\sigma_t = \frac{|F_x|}{A_w} \dots\dots\dots (5.4.1.1.1)$$

ここで、引張力 (圧縮力) 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、h₁、h₂、b₁、b₂ は各溶接部における溶接の有効長さを示し、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) せん断力により発生するせん断応力

溶接部に対するせん断力により発生するせん断応力は、各方向の有効せん断面積で受けるものとして計算する。

せん断力により発生するせん断応力 (τ)

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{F_y}{A_{wy}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2 + \left(\frac{F_z}{A_{wz}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

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) 曲げモーメントにより発生するせん断応力

溶接部に対する曲げモーメントにより発生するせん断応力は、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。

曲げモーメントにより発生するせん断応力 (σ_b)

$$\sigma_b = \frac{M_y}{Z_y} + \frac{M_z}{Z_z} \dots\dots\dots (5.4.1.1.7)$$

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) 溶接部に生じるせん断応力

溶接部に生じるせん断応力は、各せん断応力を足し合わせたものとして計算する。

溶接部に生じるせん断応力 (σ_w)

$$\sigma_w = \sqrt{(\sigma_t + \sigma_b)^2 + \tau^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.8)$$

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【ペDESTAL温度（S A）（TE217-14A）の耐震性についての計算結果】、【ペDESTAL温度（S A）（TE217-14B）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

5.4.1.1項で求めた溶接部に発生するせん断応力は、許容応力 f_{sm} 以下であること。ただし、 f_{sm} 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
許容せん断応力 f_{sm}	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 機能維持評価

6.1 電氣的機能維持評価方法

ペデスタル温度（S A）の電氣的機能維持評価について以下に示す。

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

ペデスタル温度（S A）の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 6-1 に示す。

表 6-1 機能確認済加速度

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

機器名称	方向	機能確認済加速度
ペデスタル温度（S A） （TE217-14A）	水平	
	鉛直	
ペデスタル温度（S A） （TE217-14B）	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

ペダスタル温度（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を有し、電気的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ペDESTAL温度 (S A) (TE217-14A) 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	
ペDESTAL温度 (S A) (TE217-14A)	常設/緩和	原子炉圧力容器ペDESTAL EL 12.506 (EL 13.022* ¹)		0.05 以下	—	—	C _H =2.18* ²	C _V =1.14* ²	200

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 I (基準地震動 S s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	s (mm)	a (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)	F* (MPa)
溶接部															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・mm)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

22

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	せん断	—	—	$\sigma_w = 1$	$f_{sm} = 112$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ペDESTAL温度 (SA) (TE217-14A)	水平方向	1.52	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.11	<input type="text"/>

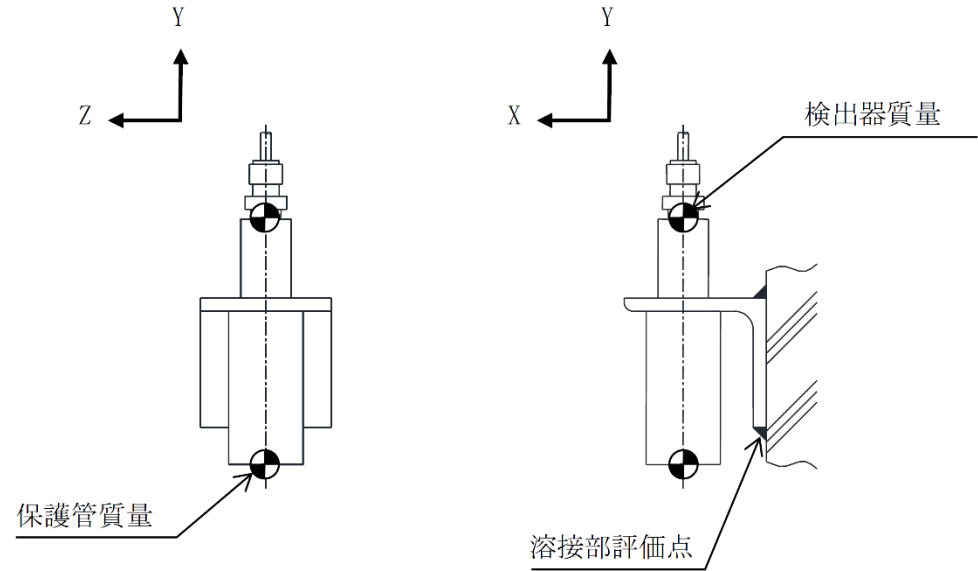
注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

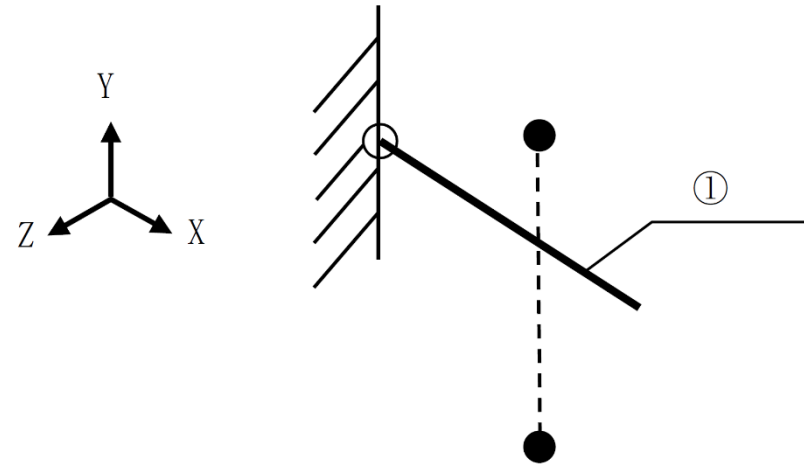
(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (TE217-14A)
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	°C	200
縦弾性係数	E	MPa	183000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材
対象部材	①
A (mm ²)	<input type="text"/>
Z ₁ (mm ³)	<input type="text"/>
Z ₂ (mm ³)	<input type="text"/>
Z _{p'} (mm ³)	<input type="text"/>
断面形状 (mm)	



【ペDESTAL温度 (S A) (TE217-14B) 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	
ペDESTAL温度 (S A) (TE217-14B)	常設/緩和	原子炉圧力容器ペDESTAL EL 12.506 (EL 13.022* ¹)		0.05 以下	—	—	C _H =2.18* ²	C _V =1.14* ²	200

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 I (基準地震動 S s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	s (mm)	a (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)	F* (MPa)
溶接部															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・mm)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

25

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	せん断	—	—	$\sigma_w=1$	$f_{sm}=112$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ペDESTAL温度 (SA) (TE217-14B)	水平方向	1.52	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.11	<input type="text"/>

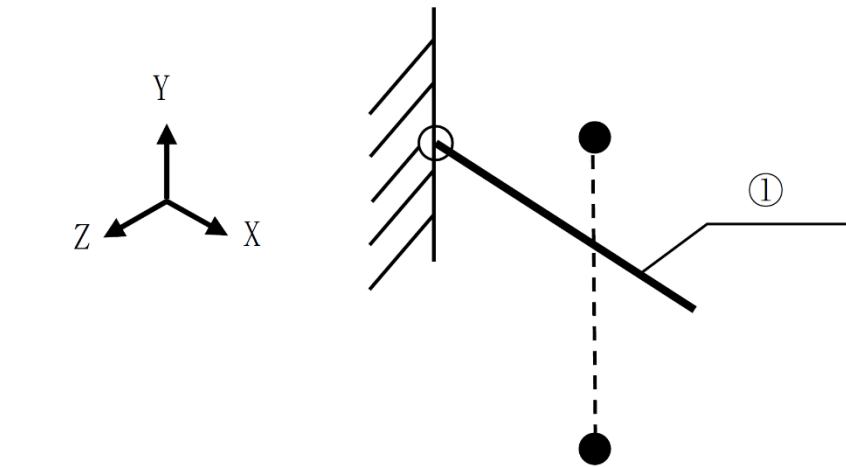
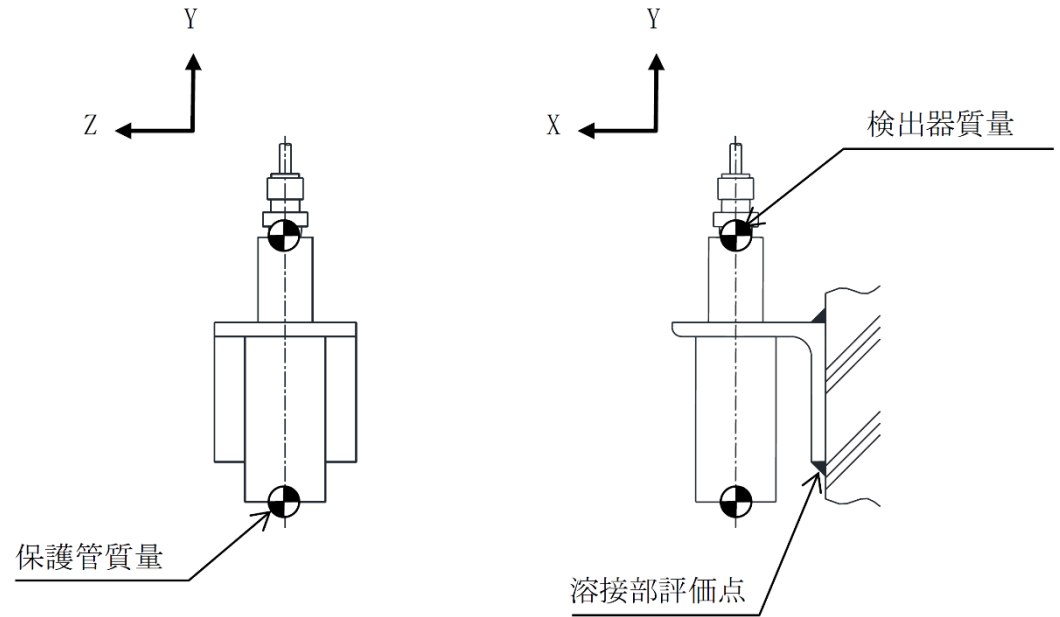
注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (TE217-14B)
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	°C	200
縦弾性係数	E	MPa	183000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



26

(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材
対象部材	①
A (mm ²)	<input type="text"/>
Z ₁ (mm ³)	<input type="text"/>
Z ₂ (mm ³)	<input type="text"/>
Z _{p'} (mm ³)	<input type="text"/>
断面形状 (mm)	

VI-2-6-5-29 ペDESTAL水温度 (S A) の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	6
3. 評価部位	7
4. 固有周期	8
4.1 固有値解析方法	8
4.2 解析モデル及び諸元	8
4.3 固有値解析結果	9
5. 構造強度評価	10
5.1 構造強度評価方法	10
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	10
5.3 設計用地震力	14
5.4 計算方法	15
5.5 計算条件	18
5.6 応力の評価	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、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ペDESTAL水温度（S A）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

ペDESTAL水温度（S A）は、重大事故等対処設備においては常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ペDESTAL水温度（S A）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>検出器は、圧縮継手によりサポート鋼材に固定する。 サポート鋼材は、溶接により原子炉圧力容器ペDESTALに設置する。</p>	<p>熱電対</p>	<p>(正面図) (側面図)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>対象機器</th> <th>ペDESTAL水温度 (S A) (TE217-17A)</th> <th>ペDESTAL水温度 (S A) (TE217-17B)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	対象機器	ペDESTAL水温度 (S A) (TE217-17A)	ペDESTAL水温度 (S A) (TE217-17B)	たて			横			高さ		
対象機器	ペDESTAL水温度 (S A) (TE217-17A)	ペDESTAL水温度 (S A) (TE217-17B)												
たて														
横														
高さ														

2.2 評価方針

ペDESTAL水温度（S A）の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示すペDESTAL水温度（S A）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、ペDESTAL水温度（S A）の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「6. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「7. 評価結果」に示す。

ペDESTAL水温度（S A）の耐震評価フローを図2-1に示す。

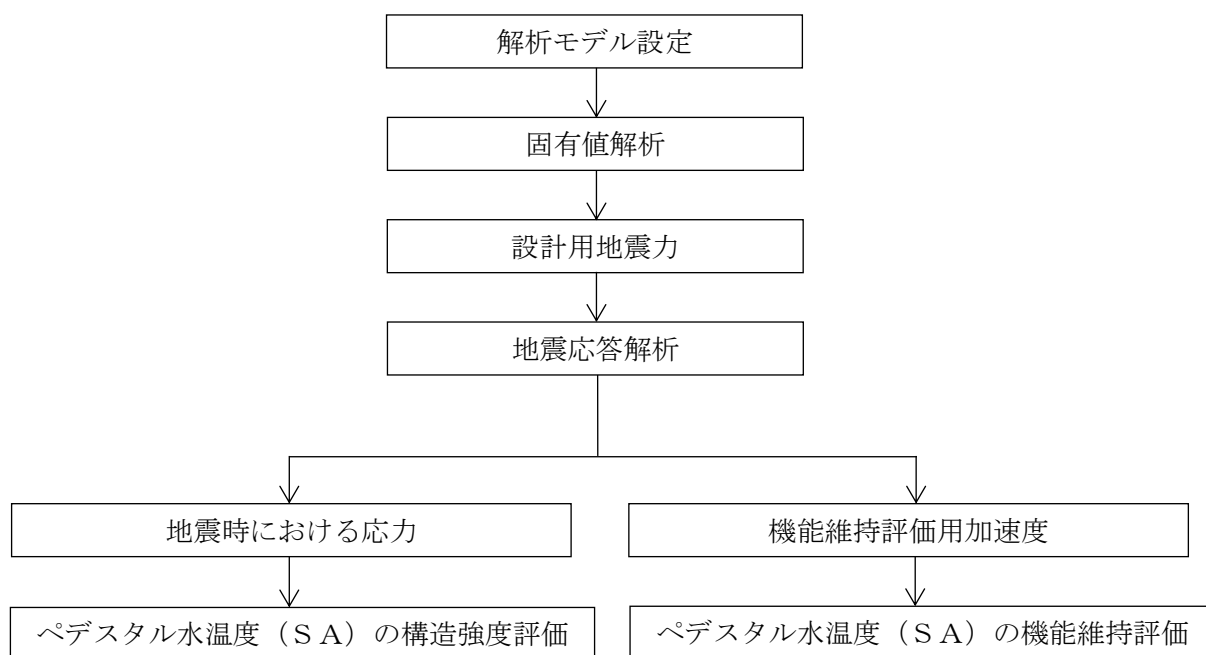


図2-1 ペDESTAL水温度（S A）の耐震評価フロー

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	サポート鋼材の断面積	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	—
F	設計・建設規格 SSB-3121.1 (1) に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3121.3 に定める値	MPa
F _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 _{sm}	溶接部の許容せん断応力	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h ₁ , h ₂	溶接の有効長さ (Y 方向)	mm
M _x	溶接部に作用するモーメント (X 軸周り)	N・mm
M _y	溶接部に作用するモーメント (Y 軸周り)	N・mm
M _z	溶接部に作用するモーメント (Z 軸周り)	N・mm
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 (R T)	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の 40℃における値	MPa
W ₁	検出器の荷重	N
W ₂	保護管の荷重	N
Z ₁	サポート鋼材の弱軸回りの断面係数	mm ³
Z ₂	サポート鋼材の強軸回りの断面係数	mm ³
Z _p	溶接全断面におけるねじり断面係数	mm ³
Z _p '	サポート鋼材のねじり断面係数	mm ³
Z _y	溶接全断面における Y 軸方向の断面係数	mm ³
Z _z	溶接全断面における Z 軸方向の断面係数	mm ³
π	円周率	—
σ _t	溶接部に生じる引張力又は圧縮力により発生するせん断応力	MPa
σ _b	溶接部に生じる曲げモーメントにより発生するせん断応力	MPa
σ _w	溶接部に生じるせん断応力	MPa
τ	溶接部に生じるせん断力により発生するせん断応力	MPa

2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-2 に示すとおりである。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
力	N	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*4}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：計算機プログラム固有の桁処理により算出値が有効数字 4 桁以下となる場合は、計算機プログラム保有の最大桁数表示とする。

*4：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

3. 評価部位

ペDESTAL水温度（S A）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。ペDESTAL水温度（S A）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

ペDESTAL水温度 (S A) の固有値解析方法を以下に示す。

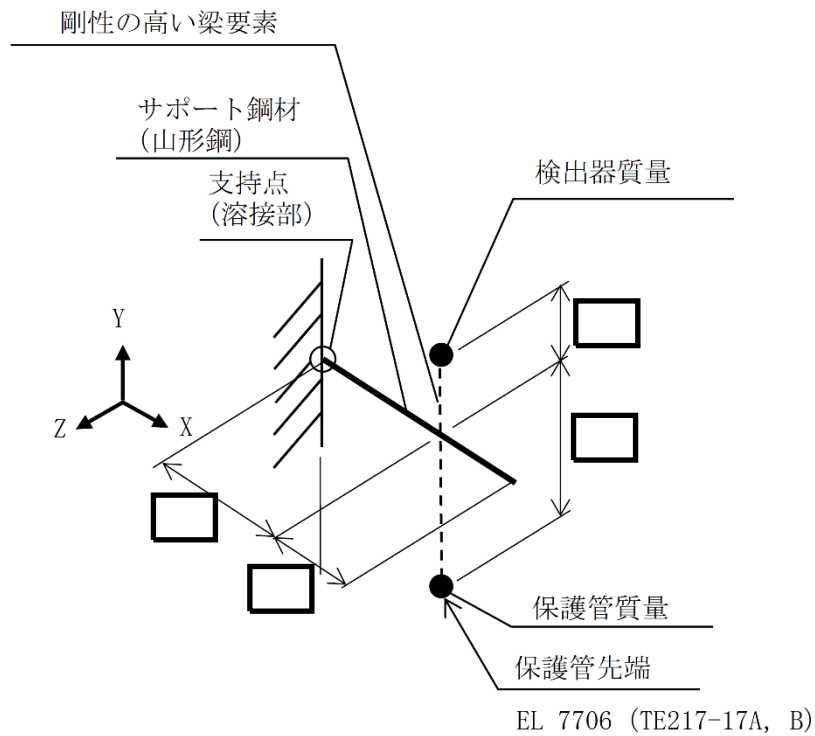
- (1) ペDESTAL水温度 (S A) は、「4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元はりモデルにより固有周期を算出する。

4.2 解析モデル及び諸元

ペDESTAL水温度 (S A) 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【ペDESTAL水温度 (S A) (TE217-17A) の耐震性についての計算結果】、【ペDESTAL水温度 (S A) (TE217-17B) 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) ペDESTAL水温度 (S A) の検出器及び保護管の質量は、それぞれの重心に集中するものとする。
- (2) ペDESTAL水温度 (S A) の検出器及び保護管の重心位置については、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定する。
- (3) 拘束条件は、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、VI-5「計算機プログラム (解析コード) の概要」に示す。



(単位 : mm)

図 4-1 解析モデル

4.3 固有値解析結果

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

表 4-1 固有値解析結果

機器番号	モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向 刺激係数
				X方向	Y方向	
TE217-17A	1次	水平		—	—	—
TE217-17B	1次	水平		—	—	—

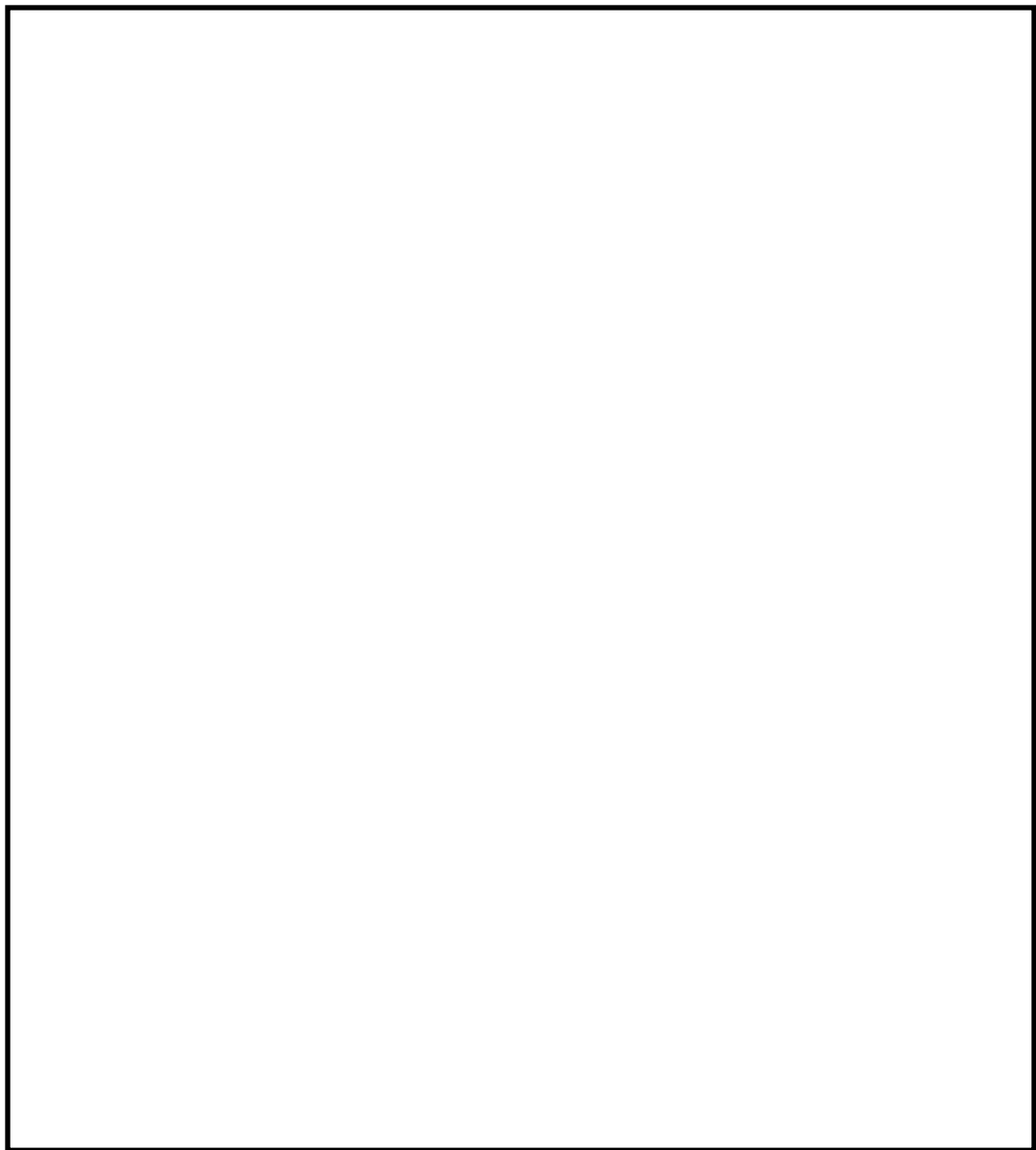


図 4-2 振動モード (1次モード 水平方向 s)

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

4.2 項(1)～(5)のほか、次の条件で計算する。

- (1) 地震力は、ペDESTAL水温度（S A）に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。

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

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ペDESTAL水温度（S A）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-1 に示す。

5.2.2 許容応力

ペDESTAL水温度（S A）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 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

ペDESTAL水温度（S A）の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 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	ペDESTAL水温度（SA）	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} (ボルト等以外)
	一次応力
	せん断
IV _A S	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 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				
溶接部	SUS304	周囲環境温度	200	144	402	205

5.3 設計用地震力

ペDESTAL水温度（S A）の設計用地震力のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表5-4に示す。

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

表5-4 設計用地震力（重大事故等対処設備）

機器名称	据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用 地震動S d 又は静的震度		基準地震動S s	
		水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
ペDESTAL水温度 (S A) (TE217-17A)	原子炉圧力容器 ペDESTAL EL 7.706 (EL 13.022*1)		0.05 以下	—	—	$C_H=1.82^{*2}$	$C_V=1.32^{*2}$
ペDESTAL水温度 (S A) (TE217-17B)	原子炉圧力容器 ペDESTAL EL 7.706 (EL 13.022*1)		0.05 以下	—	—	$C_H=1.82^{*2}$	$C_V=1.32^{*2}$

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度II（基準地震動S s）

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 溶接部の計算方法

溶接部の応力は，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計算する。

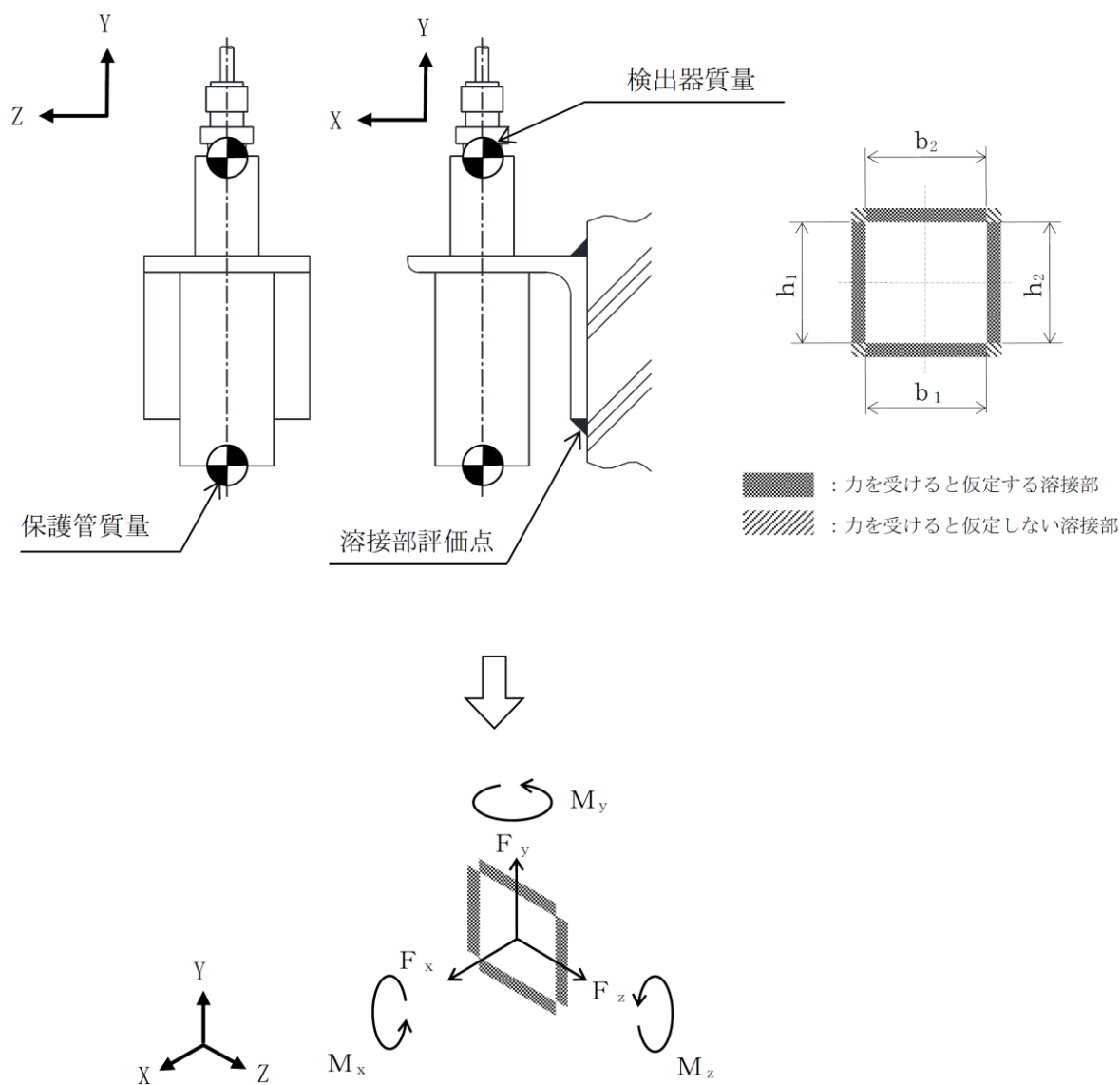


図 5-1 計算モデル（溶接部）

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

対象機器	反力(N)			モーメント(N・mm)		
	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z
TE217-17A						
TE217-17B						

(1) 引張力又は圧縮力により発生するせん断応力

溶接部に対する引張力又は圧縮力により発生するせん断応力は、全溶接断面積で受けるものとして計算する。

引張力又は圧縮力により発生するせん断応力 (σ_t)

$$\sigma_t = \frac{|F_x|}{A_w} \dots\dots\dots (5.4.1.1.1)$$

ここで、引張力 (圧縮力) 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、h₁、h₂、b₁、b₂ は各溶接部における溶接の有効長さを示し、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) せん断力により発生するせん断応力

溶接部に対するせん断力により発生するせん断応力は、各方向の有効せん断面積で受けるものとして計算する。

せん断力により発生するせん断応力 (τ)

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{F_y}{A_{wy}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2 + \left(\frac{F_z}{A_{wz}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

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) 曲げモーメントにより発生するせん断応力

溶接部に対する曲げモーメントにより発生するせん断応力は、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。

曲げモーメントにより発生するせん断応力 (σ_b)

$$\sigma_b = \frac{M_y}{Z_y} + \frac{M_z}{Z_z} \dots\dots\dots (5.4.1.1.7)$$

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) 溶接部に生じるせん断応力

溶接部に生じるせん断応力は、各せん断応力を足し合わせたものとして計算する。

溶接部に生じるせん断応力 (σ_w)

$$\sigma_w = \sqrt{(\sigma_t + \sigma_b)^2 + \tau^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.8)$$

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【ペDESTAL水温度（S A）（TE217-17A）の耐震性についての計算結果】、【ペDESTAL水温度（S A）（TE217-17B）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

5.4.1.1項で求めた溶接部に発生するせん断応力は、許容応力 f_{sm} 以下であること。ただし、 f_{sm} 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
許容せん断応力 f_{sm}	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 機能維持評価

6.1 電氣的機能維持評価方法

ペDESTAL水温度 (S A) の電氣的機能維持評価について以下に示す。

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

ペDESTAL水温度 (S A) の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、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)

機器名称	方向	機能確認済加速度
ペDESTAL水温度 (S A) (TE217-17A)	水平	
	鉛直	
ペDESTAL水温度 (S A) (TE217-17B)	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

ペDESTAL水温度（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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ペDESTAL水温度 (SA) (TE217-17A) 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	
ペDESTAL水温度 (SA) (TE217-17A)	常設/緩和	原子炉圧力容器ペDESTAL EL 7.706 (EL 13.022* ¹)		0.05 以下	—	—	C _H =1.82* ²	C _V =1.32* ²	200

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	s (mm)	a (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)	F* (MPa)
溶接部															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・mm)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

22

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	せん断	—	—	$\sigma_w=1$	$f_{sm}=112$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ペDESTAL水温度 (S A) (TE217-17A)	水平方向	1.52	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.11	<input type="text"/>

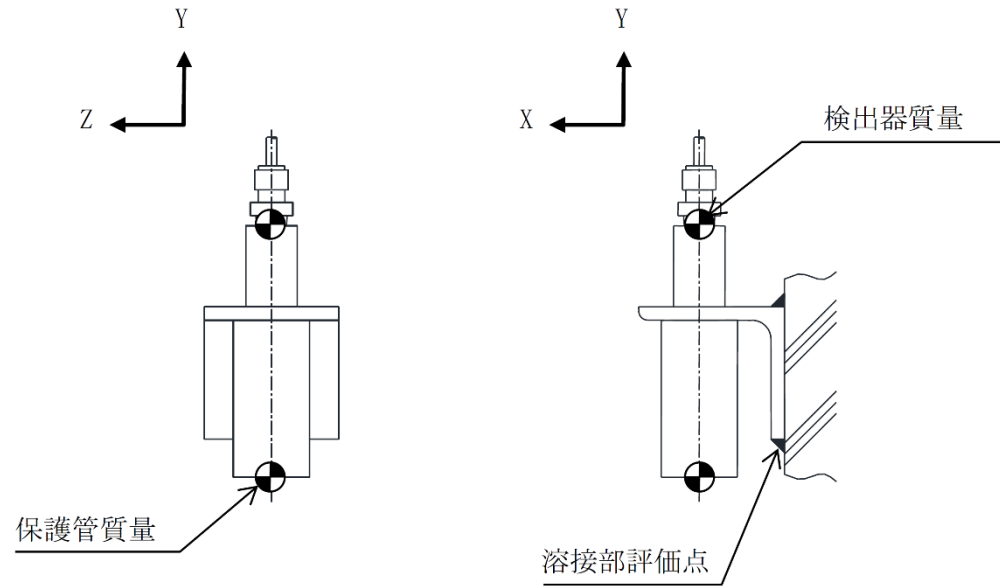
注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

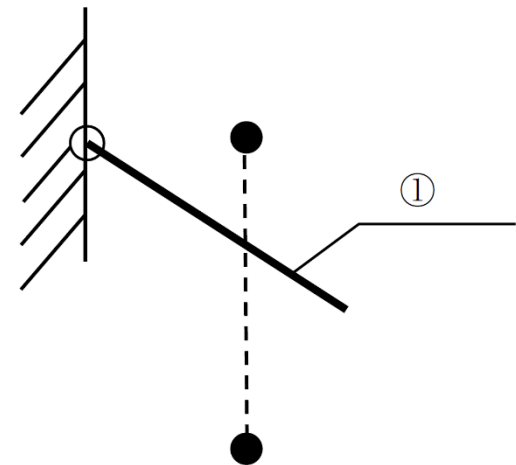
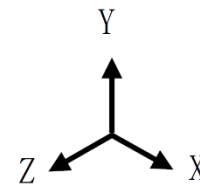
(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (TE217-17A)
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	200
縦弾性係数	E	MPa	183000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材
対象部材	①
A (mm ²)	<input type="text"/>
Z ₁ (mm ³)	<input type="text"/>
Z ₂ (mm ³)	<input type="text"/>
Z _{p'} (mm ³)	<input type="text"/>
断面形状 (mm)	



【ペDESTAL水温度 (SA) (TE217-17B) 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	
ペDESTAL水温度 (SA) (TE217-17B)	常設/緩和	原子炉圧力容器ペDESTAL EL 7.706 (EL 13.022* ¹)		0.05 以下	—	—	C _H =1.82* ²	C _V =1.32* ²	200

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	s (mm)	a (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)	F* (MPa)
溶接部															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・mm)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

25

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	せん断	—	—	$\sigma_w=1$	$f_{sm}=112$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ペDESTAL水温度 (S A) (TE217-17B)	水平方向	1.52	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.11	<input type="text"/>

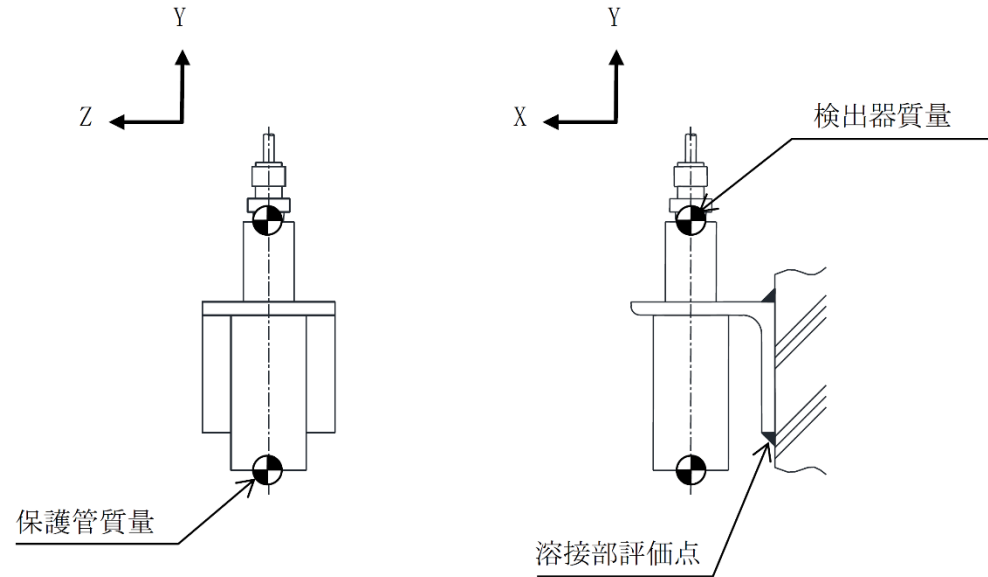
注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

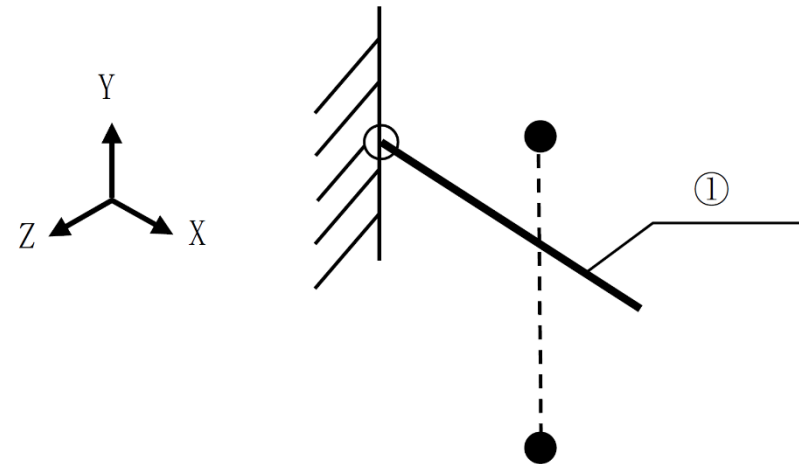
(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (TE217-17B)
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	200
縦弾性係数	E	MPa	183000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材
対象部材	①
A (mm ²)	<input type="text"/>
Z ₁ (mm ³)	<input type="text"/>
Z ₂ (mm ³)	<input type="text"/>
Z _{p'} (mm ³)	<input type="text"/>
断面形状 (mm)	



VI-2-6-5-30 サプレッションチェンバ温度 (S A) の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	6
3. 評価部位	7
4. 固有周期	8
4.1 固有値解析方法	8
4.2 解析モデル及び諸元	8
4.3 固有値解析結果	9
5. 構造強度評価	10
5.1 構造強度評価方法	10
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	10
5.3 設計用地震力	14
5.4 計算方法	15
5.5 計算条件	18
5.6 応力の評価	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、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、サブプレッションチェンバ温度（SA）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

サブプレッションチェンバ温度（SA）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

サブプレッションチェンバ温度（SA）の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図		
基礎・支持構造	主体構造			
<p>検出器は、圧縮継手によりサポート鋼材に固定する。 サポート鋼材は、溶接によりサブプレッションチェンバ補強リングに設置する。</p>	<p>熱電対</p>			
		対象機器	サブプレッションチェンバ温度(S A) (TE217-15A)	サブプレッションチェンバ温度(S A) (TE217-15B)
		たて		
		横		
高さ				

(単位：mm)

2.2 評価方針

サプレッションチェンバ温度（SA）の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示すサプレッションチェンバ温度（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、サプレッションチェンバ温度（SA）の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「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温度（SA）の耐震評価フローを図2-1に示す。

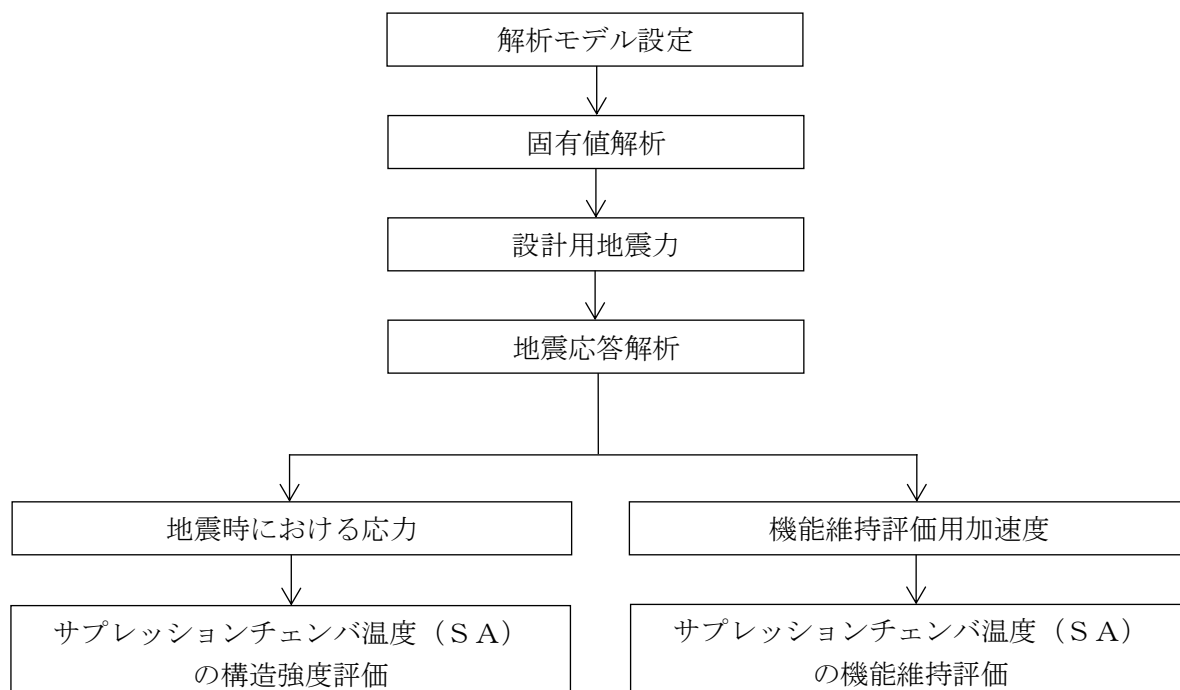


図2-1 サプレッションチェンバ温度（SA）の耐震評価フロー

2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 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	サポート鋼材の断面積	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	—
F	設計・建設規格 SSB-3121.1 (1) に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3121.3 に定める値	MPa
F _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 _{sm}	溶接部の許容せん断応力	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h ₁ , h ₂	溶接の有効長さ (Y 方向)	mm
M _x	溶接部に作用するモーメント (X 軸周り)	N・mm
M _y	溶接部に作用するモーメント (Y 軸周り)	N・mm
M _z	溶接部に作用するモーメント (Z 軸周り)	N・mm
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 (R T)	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の 40℃における値	MPa
W ₁	検出器の荷重	N
W ₂	保護管の荷重	N
Z ₁	サポート鋼材の弱軸回りの断面係数	mm ³
Z ₂	サポート鋼材の強軸回りの断面係数	mm ³
Z _p	溶接全断面におけるねじり断面係数	mm ³
Z _p '	サポート鋼材のねじり断面係数	mm ³
Z _y	溶接全断面における Y 軸方向の断面係数	mm ³
Z _z	溶接全断面における Z 軸方向の断面係数	mm ³
π	円周率	—
σ _t	溶接部に生じる引張力又は圧縮力により発生するせん断応力	MPa
σ _b	溶接部に生じる曲げモーメントにより発生するせん断応力	MPa
σ _w	溶接部に生じるせん断応力	MPa
τ	溶接部に生じるせん断力により発生するせん断応力	MPa

2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-2 に示すとおりである。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
力	N	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*4}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：計算機プログラム固有の桁処理により算出値が有効数字 4 桁以下となる場合は、計算機プログラム保有の最大桁数表示とする。

*4：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

3. 評価部位

サプレッションチェンバ温度（S A）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温度（S A）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温度（SA）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温度（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する。

4.2 解析モデル及び諸元

サプレッションチェンバ温度（SA）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温度（SA）（TE217-15A）の耐震性についての計算結果】、【サプレッションチェンバ温度（SA）（TE217-15B）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温度（SA）の検出器及び保護管の質量は、それぞれの重心に集中するものとする。
- (2) サプレッションチェンバ温度（SA）の検出器及び保護管の重心位置については、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定する。
- (3) 拘束条件は、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、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

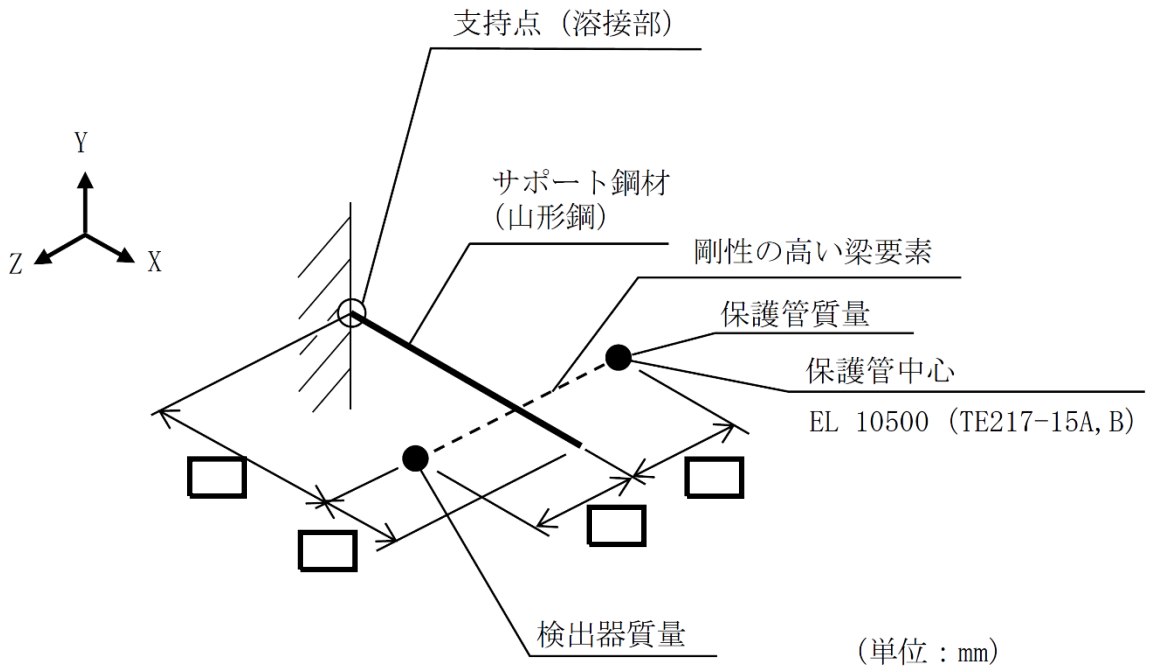


図4-1 解析モデル

4.3 固有値解析結果

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

表 4-1 固有値解析結果

機器番号	モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向 刺激係数
				X方向	Z方向	
TE217-15A	1次	水平		—	—	—
TE217-15B	1次	水平		—	—	—

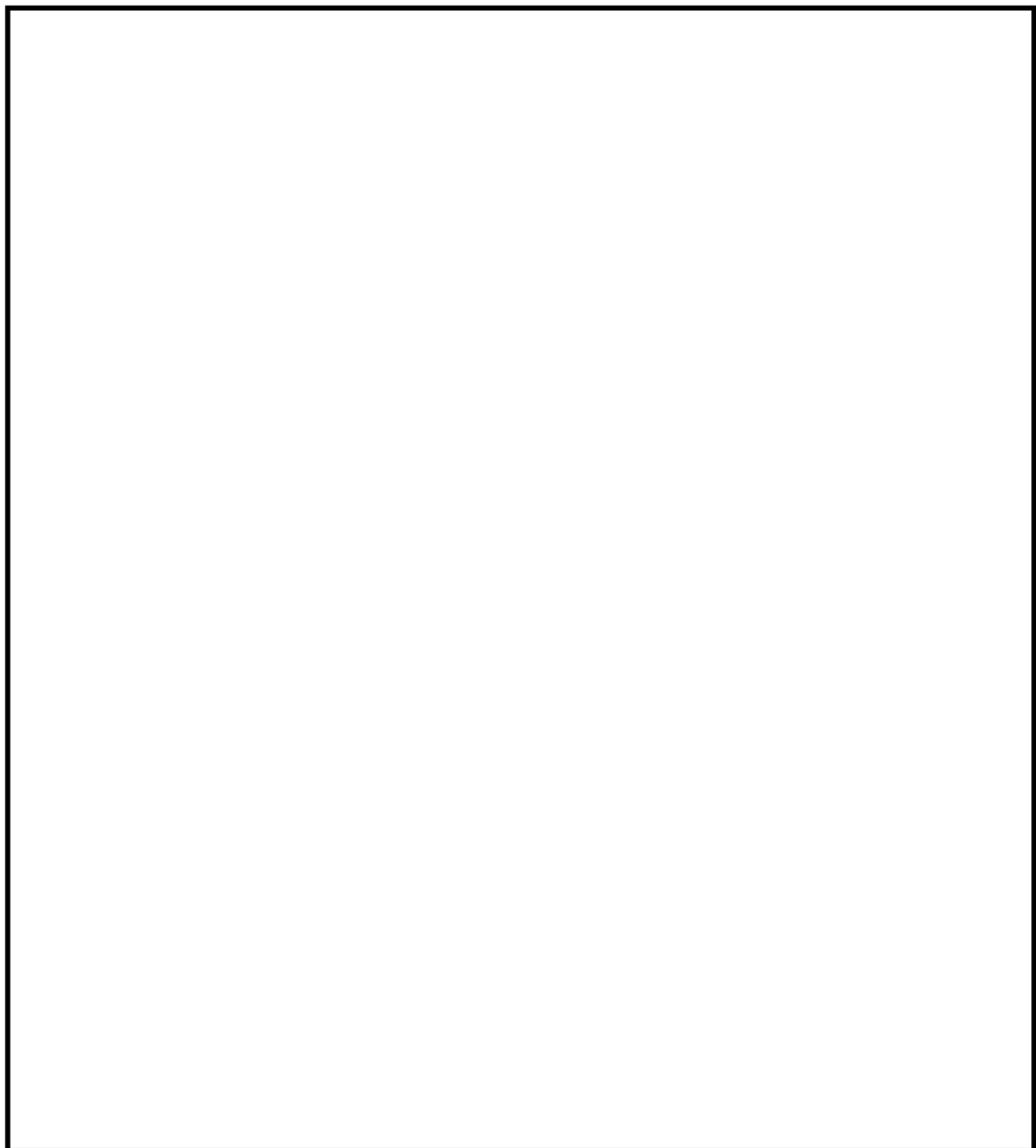


図 4-2 振動モード (1次モード 水平方向 s)

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

4.2 項(1)～(5)のほか、次の条件で計算する。

- (1) 地震力は、サプレッションチェンバ温度（S A）に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。

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

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

サプレッションチェンバ温度（S A）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-1 に示す。

5.2.2 許容応力

サプレッションチェンバ温度（S A）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 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温度（S A）の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 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温度 (SA)	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} (ボルト等以外)
	一次応力
	せん断
IVAS	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				
溶接部	SUS304	周囲環境温度	175	149	412	205

5.3 設計用地震力

サプレッションチェンバ温度（SA）の設計用地震力のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表5-4に示す。

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

表5-4 設計用地震力（重大事故等対処設備）

機器名称	据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用 地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
		水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
サプレッション チェンバ温度 (SA) (TE217-15A)	サプレッション チェンバ (補強リング及び サポート) EL 10.5 (EL 11.4~1.3* ¹)		0.05 以下	—	—	C _H = 6.15* ²	C _V = 4.58* ²
サプレッション チェンバ温度 (SA) (TE217-15B)	サプレッション チェンバ (補強リング及び サポート) EL 10.5 (EL 11.4~1.3* ¹)		0.05 以下	—	—	C _H = 6.15* ²	C _V = 4.58* ²

注記*1：基準床レベルを示す。

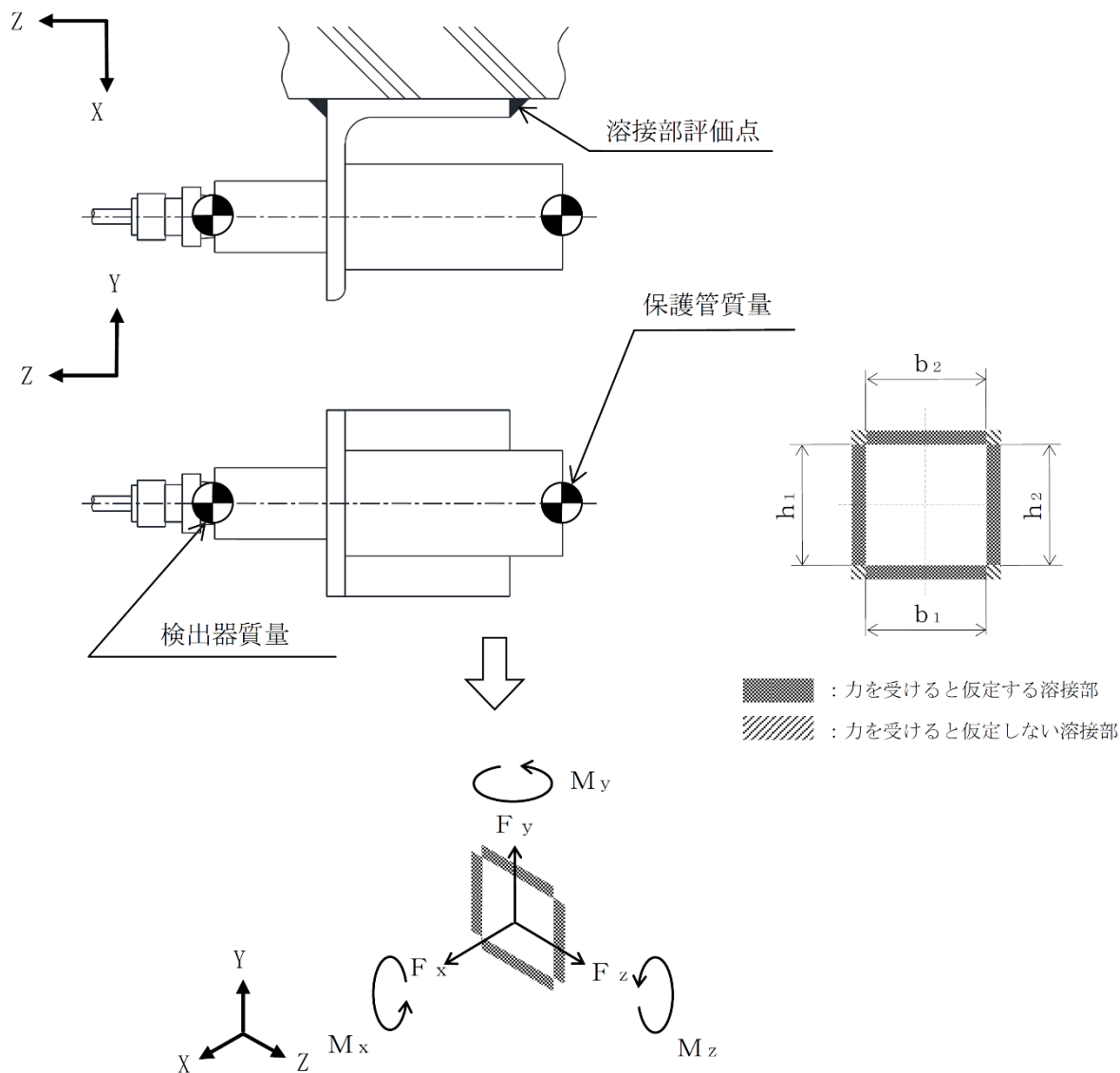
*2：設計用震度（基準地震動S_s）を上回る設計震度

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 溶接部の計算方法

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計算する。



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 5-5 に示す。

表 5-5 サポート発生反力, モーメント

対象機器	反力(N)			モーメント(N・mm)		
	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z
TE217-15A						
TE217-15B						

(1) 引張力又は圧縮力により発生するせん断応力

溶接部に対する引張力又は圧縮力により発生するせん断応力は、全溶接断面積で受けるものとして計算する。

引張力又は圧縮力により発生するせん断応力 (σ_t)

$$\sigma_t = \frac{|F_x|}{A_w} \dots\dots\dots (5.4.1.1.1)$$

ここで、引張力 (圧縮力) 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、h₁、h₂、b₁、b₂ は各溶接部における溶接の有効長さを示し、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) せん断力により発生するせん断応力

溶接部に対するせん断力により発生するせん断応力は、各方向の有効せん断面積で受けるものとして計算する。

せん断力により発生するせん断応力 (τ)

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{F_y}{A_{wy}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2 + \left(\frac{F_z}{A_{wz}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

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) 曲げモーメントにより発生するせん断応力

溶接部に対する曲げモーメントにより発生するせん断応力は、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。

曲げモーメントにより発生するせん断応力 (σ_b)

$$\sigma_b = \frac{M_y}{Z_y} + \frac{M_z}{Z_z} \dots\dots\dots (5.4.1.1.7)$$

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) 溶接部に生じるせん断応力

溶接部に生じるせん断応力は、各せん断応力を足し合わせたものとして計算する。

溶接部に生じるせん断応力 (σ_w)

$$\sigma_w = \sqrt{(\sigma_t + \sigma_b)^2 + \tau^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.8)$$

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【サプレッションチェンバ温度 (S A) (TE217-15A) の耐震性についての計算結果】、【サプレッションチェンバ温度 (S A) (TE217-15B) 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

5.4.1.1項で求めた溶接部に発生するせん断応力は、許容応力 f_{sm} 以下であること。ただし、 f_{sm} 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
許容せん断応力 f_{sm}	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 機能維持評価

6.1 電氣的機能維持評価方法

サプレッションチェンバ温度（S A）の電氣的機能維持評価について以下に示す。

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

サプレッションチェンバ温度（S A）の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 6-1 に示す。

表 6-1 機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

機器名称	方向	機能確認済加速度
サプレッションチェンバ温度（S A） (TE217-15A)	水平	
	鉛直	
サプレッションチェンバ温度（S A） (TE217-15B)	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

サブプレッションチェンバ温度（S A）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【サブプレッションチェンバ温度 (S A) (TE217-15A) 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温度 (S A) (TE217-15A)	常設/緩和	サブプレッションチェンバ (補強リング及びサポート) EL 10.5 (EL 11.4~1.3*1)		0.05 以下	—	—	C _H =6.15*2	C _V =4.58*2	175

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 (基準地震動 S s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	s (mm)	a (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)	F* (MPa)
溶接部															149	412	205	—	201

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・mm)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—		—		—	

22

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	せん断	—	—	$\sigma_w=1$	$f_{sm}=116$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
サプレッション チェンバ温度 (S A) (TE217-15A)	水平方向	4.34	
	鉛直方向	3.69	

注記*：設計用震度 I (基準地震動 S_s) を上回る設計震度により定まる加速度

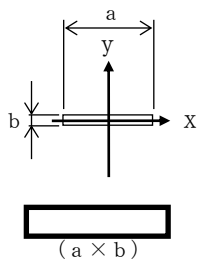
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

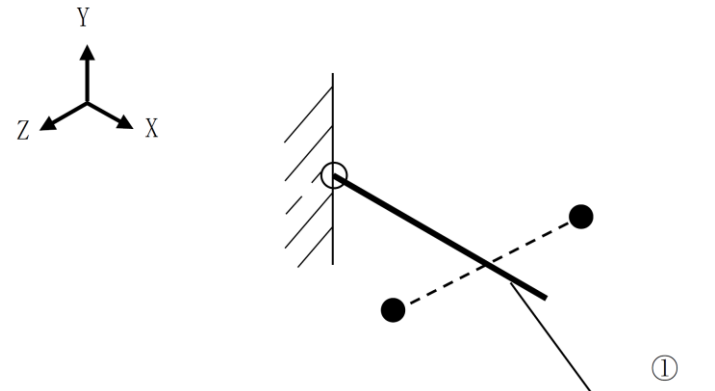
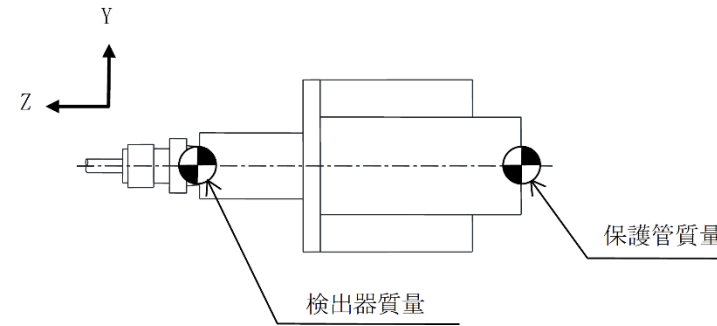
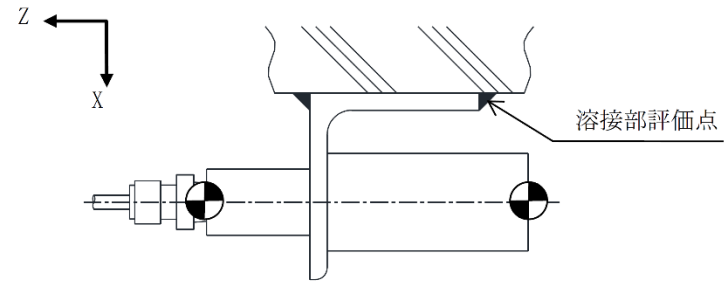
1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (TE217-15A)
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	175
縦弾性係数	E	MPa	184000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	
節点数	—	個	

(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材
対象部材	①
A (mm ²)	
Z ₁ (mm ³)	
Z ₂ (mm ³)	
Z _{D'} (mm ³)	
断面形状 (mm)	



【サブプレッションチェンバ温度（S A）（TE217-15B）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温度（S A） （TE217-15B）	常設／緩和	サブプレッションチェンバ （補強リング及びサポート） EL 10.5 （EL 11.4～1.3*1）		0.05 以下	—	—	C _H =6.15*2	C _V =4.58*2	175

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度（基準地震動 S s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	s (mm)	a (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)	F* (MPa)
溶接部															149	412	205	—	201

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・mm)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—		—		—	

25

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	せん断	—	—	$\sigma_w=1$	$f_{sm}=116$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
サプレッション チェンバ温度 (SA) (TE217-15B)	水平方向	4.34	
	鉛直方向	3.69	

注記*：設計用震度（基準地震動 S_s）を上回る設計震度により定まる加速度

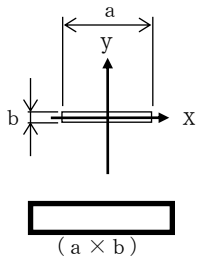
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

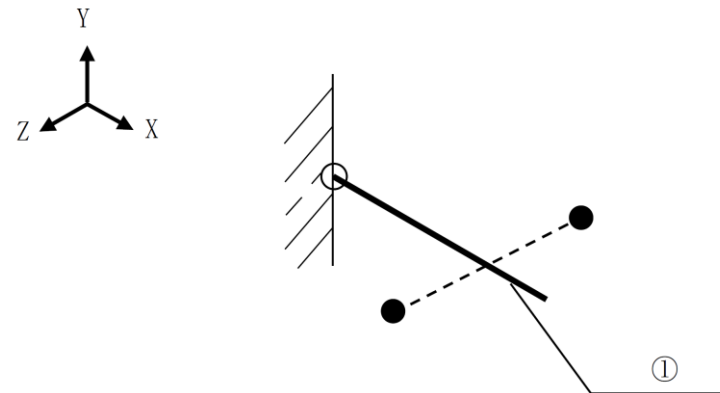
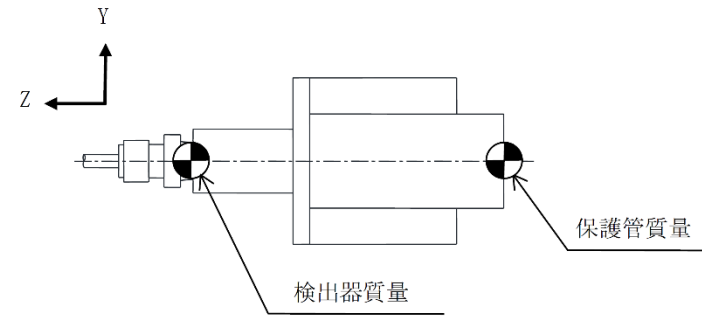
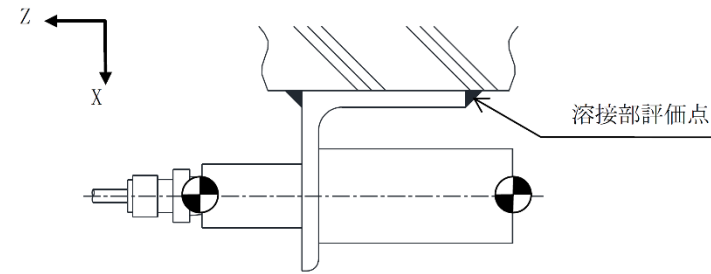
1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (TE217-15B)
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	175
縦弾性係数	E	MPa	184000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	
節点数	—	個	

(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材
対象部材	①
A (mm ²)	
Z ₁ (mm ³)	
Z ₂ (mm ³)	
Z _{p'} (mm ³)	
断面形状 (mm)	



VI-2-6-5-31 サプレッションプール水温度（S A）の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	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	12
5. 構造強度評価	14
5.1 構造強度評価方法	14
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	14
5.3 設計用地震力	18
5.4 計算方法	19
5.5 計算条件	22
5.6 応力の評価	22
6. 機能維持評価	23
6.1 電氣的機能維持評価方法	23
7. 評価結果	24
7.1 重大事故等対処設備としての評価結果	24

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、サブプレッションプール水温度（SA）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

サブプレッションプール水温度（SA）は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての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

サブプレッションプール水温度（SA）の構造計画を表2-1及び表2-2に示す。

表 2-1 構造計画 (その 1)

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、保護管に圧縮継手により固定され、保護管は、サポート鋼材にて固定する。 サポート鋼材は、溶接によりサブプレッションチェンバ補強リングに設置する。</p>	<p>測温抵抗体</p>	<p>【サブプレッションプール水温度 (S A) (TE222-14A)】</p> <p>(側面図) (正面図) (単位: mm)</p>

表 2-2 構造計画 (その 2)

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、保護管に圧縮継手により固定され、保護管は、サポート鋼材にて固定する。</p> <p>サポート鋼材は、溶接によりサブプレッションチェンバ補強リングに設置する。</p>	<p>測温抵抗体</p>	<p>【サブプレッションプール水温度 (S A) (TE222-14B)】</p> <p>(側面図) (正面図) (単位: mm)</p>

2.2 評価方針

サプレッションプール水温度（SA）の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示すサプレッションプール水温度（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、サプレッションプール水温度（SA）の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「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。

サプレッションプール水温度（SA）の耐震評価フローを図2-1に示す。

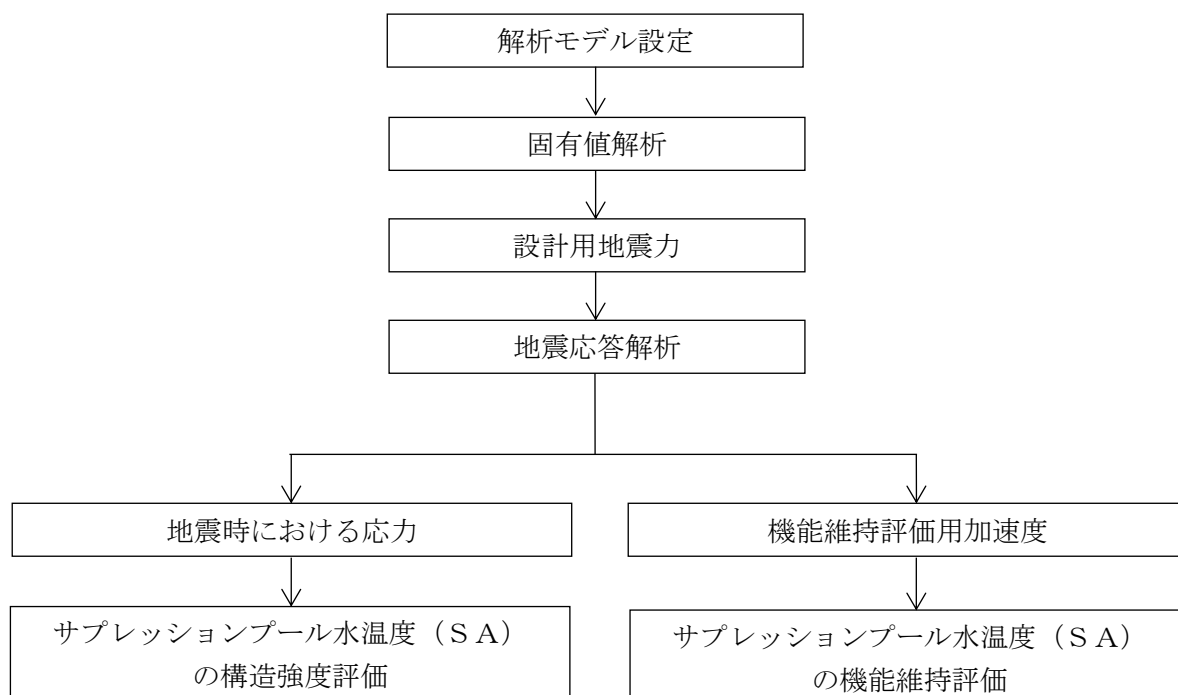


図2-1 サプレッションプール水温度（SA）の耐震評価フロー

2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 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	サポート鋼材の断面積	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	—
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3121.3に定める値	MPa
F _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 _{sm}	溶接部の許容せん断応力	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h ₁ , h ₂	溶接の有効長さ (Y 方向)	mm
M _x	溶接部に作用するモーメント (X 軸周り)	N・mm
M _y	溶接部に作用するモーメント (Y 軸周り)	N・mm
M _z	溶接部に作用するモーメント (Z 軸周り)	N・mm
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 (R T)	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の 40℃における値	MPa
W	検出器の荷重	N
Z ₁	サポート鋼材の弱軸回りの断面係数	mm ³
Z ₂	サポート鋼材の強軸回りの断面係数	mm ³
Z _p	溶接全断面におけるねじり断面係数	mm ³
Z _{p'}	サポート鋼材のねじり断面係数	mm ³
Z _y	溶接全断面における Y 軸方向の断面係数	mm ³
Z _z	溶接全断面における Z 軸方向の断面係数	mm ³
π	円周率	—
σ _t	溶接部に生じる引張力 (圧縮力) により発生するせん断応力	MPa
σ _b	溶接部に生じる曲げモーメントにより発生するせん断応力	MPa
σ _w	溶接部に生じるせん断応力	MPa
τ	溶接部に生じるせん断力により発生するせん断応力	MPa

2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-3 に示すとおりである。

表 2-3 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
力	N	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*4}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：計算機プログラム固有の桁処理により算出値が有効数字 4 桁以下となる場合は、計算機プログラム保有の最大桁数表示とする。

*4：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

3. 評価部位

サプレッションプール水温度（S A）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。サプレッションプール水温度（S A）の耐震評価部位については、表 2-1 及び表 2-2 の概略構造図に示す。

4. 固有周期

4.1 固有値解析方法

サブプレッションプール水温度（S A）の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) サブプレッションプール水温度（S A）は、「4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元はりモデルとする。

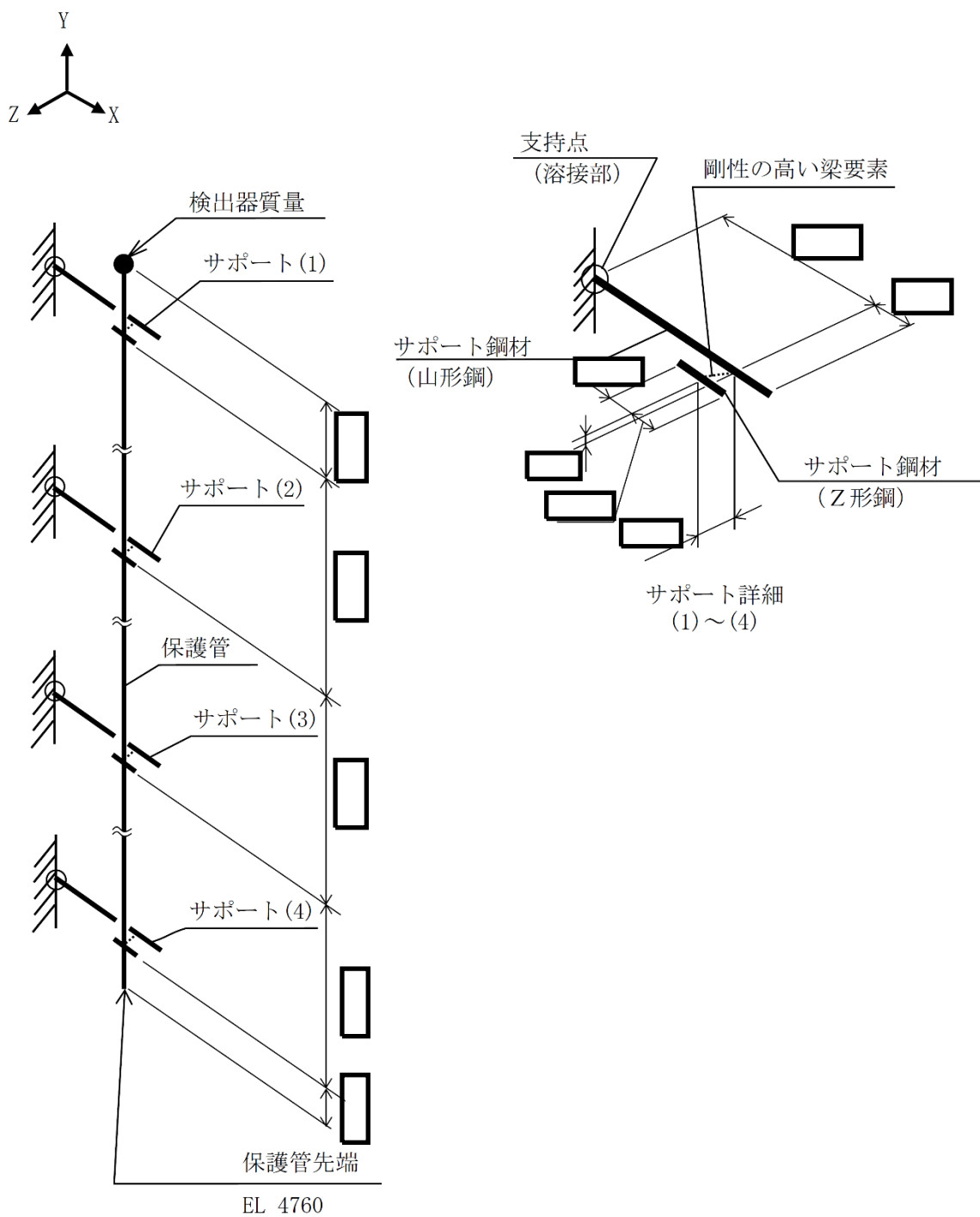
4.2 解析モデル及び諸元

サブプレッションプール水温度（S A）の解析モデルを図 4-1 及び図 4-2 に、解析モデルの概要を以下に示す。また、機器の諸元を本計算書の【サブプレッションプール水温度（S A）（TE222-14A）の耐震性についての計算結果】、【サブプレッションプール水温度（S A）（TE222-14B）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) サブプレッションプール水温度（S A）の保護管の質量は、保護管自身の質量のほか、内包水及び水の付加質量*を考慮する。
- (2) サブプレッションプール水温度（S A）の検出器の質量は、重心に集中するものとする。
- (3) サブプレッションプール水温度（S A）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。
- (4) 拘束条件は、溶接部を完全拘束とする。
- (5) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。
- (6) 解析コードは、「N S A F E」を使用し、固有値及び荷重を求める。

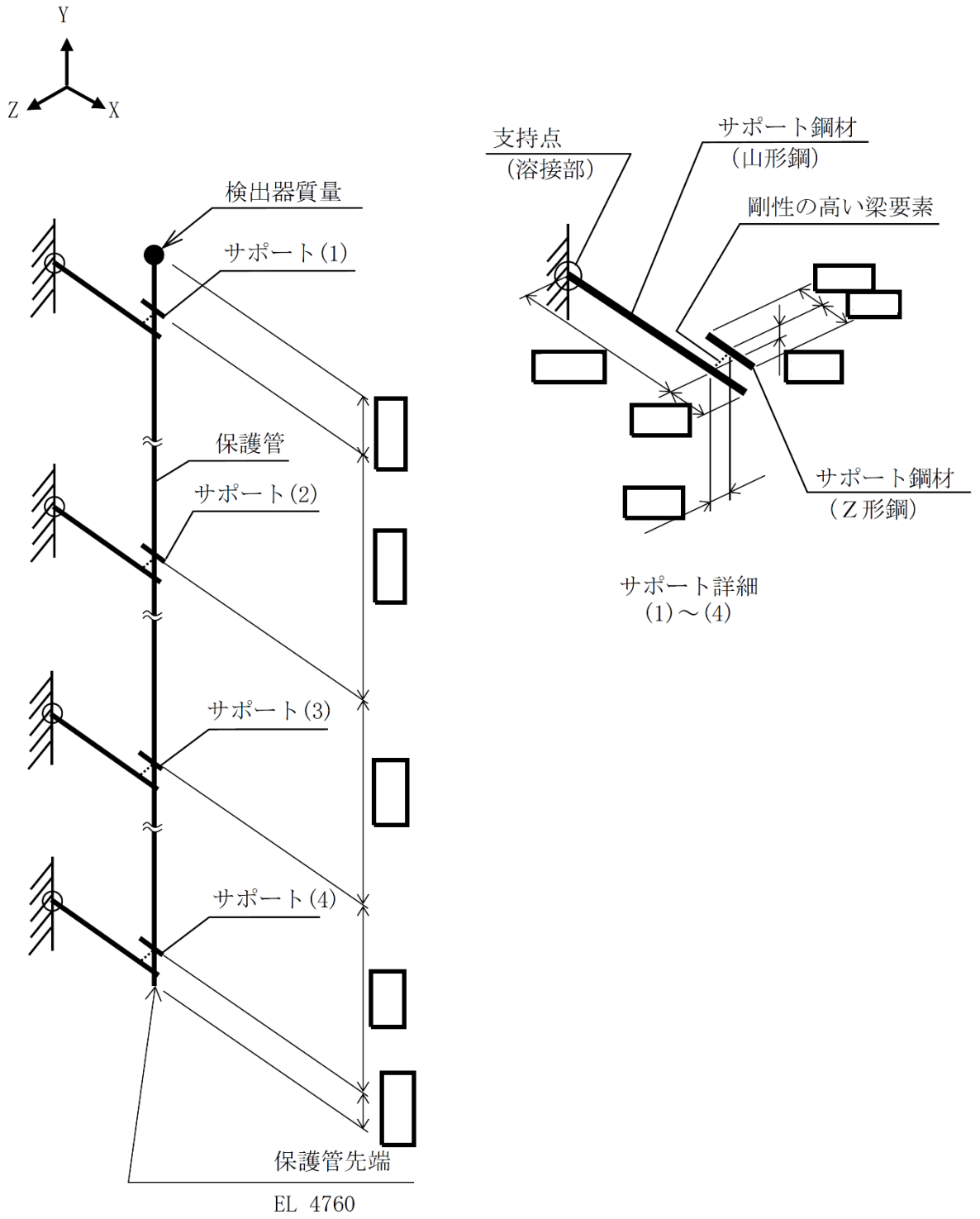
なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

注記*：機器が流体中で加速度を受けた場合に質量が増加したような効果を模擬した質量



(単位：mm)

図 4-1 解析モデル (TE222-14A)



(単位：mm)

図 4-2 解析モデル (TE222-14B)

4.3 固有値解析結果

固有値解析結果を表 4-1, 振動モード図を図 4-3 及び図 4-4 に示す。固有周期は 0.05 秒以下であり, 剛構造であることを確認した。

表 4-1 固有値解析結果

機器番号	モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向 刺激係数
				X方向	Z方向	
TE222-14A	1次	水平		—	—	—
TE222-14B	1次	水平		—	—	—

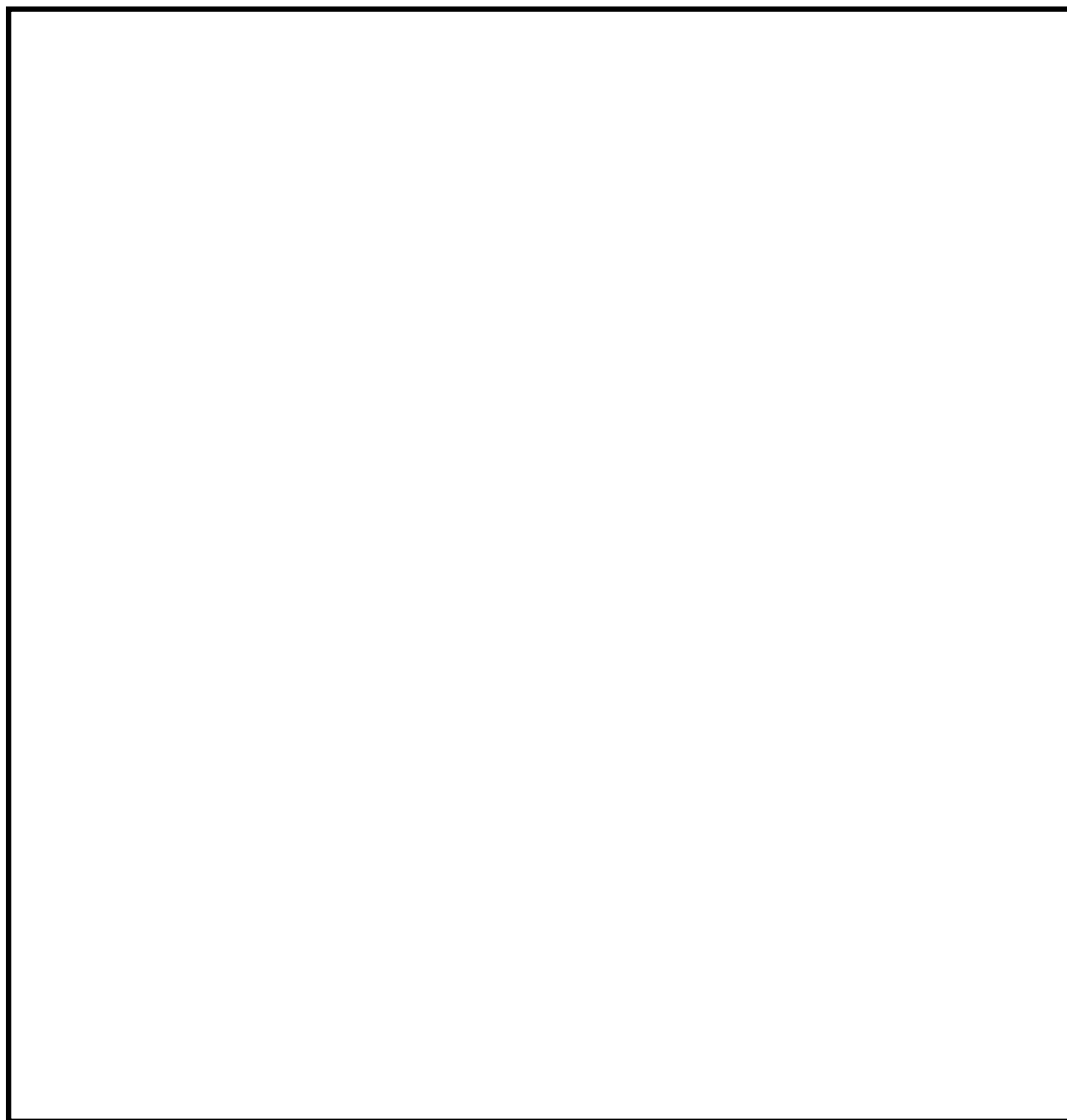


図 4-3 振動モード (TE222-14A) (1次モード 水平方向 s)

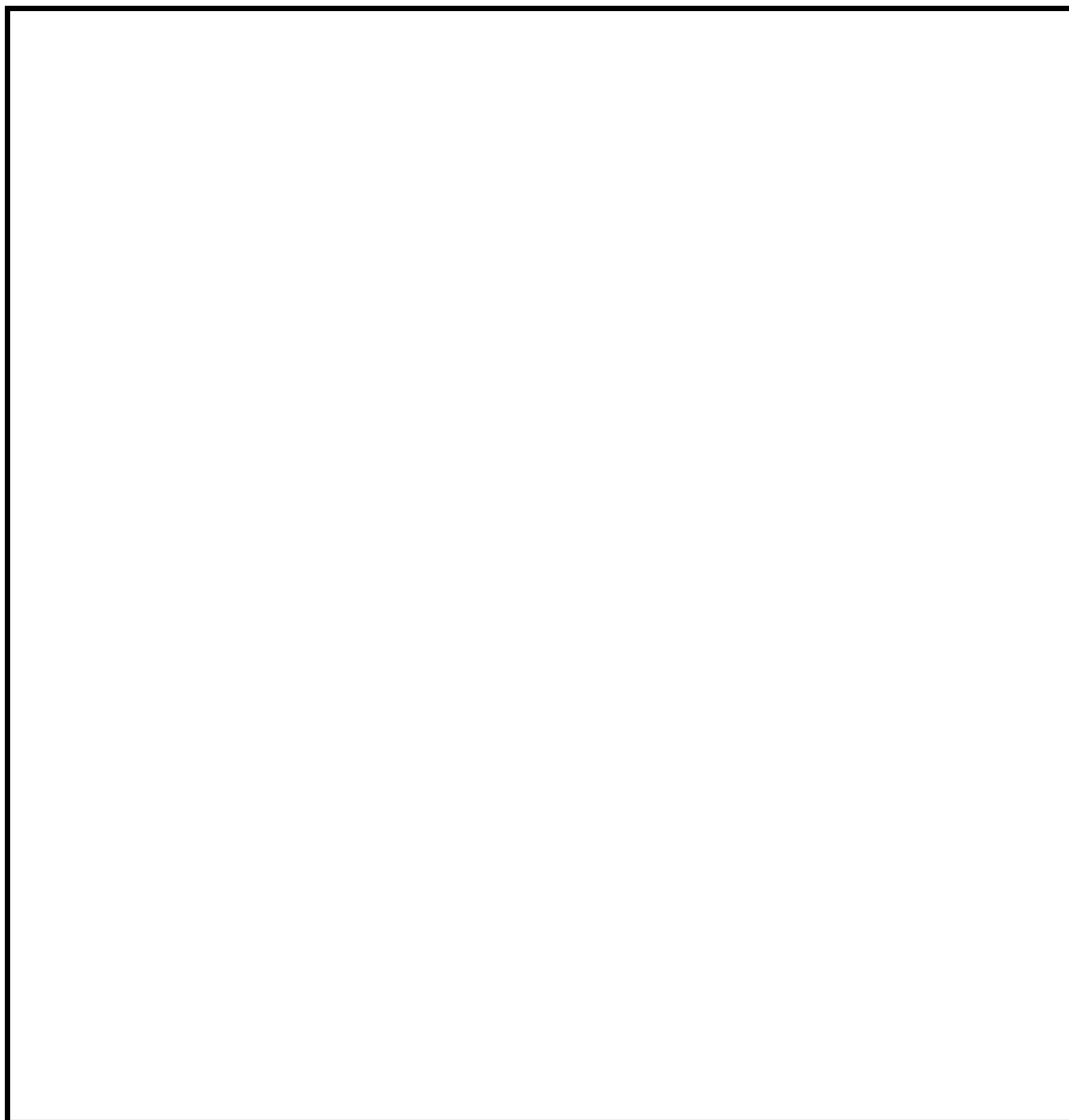


図 4-4 振動モード (TE222-14B) (1 次モード 水平方向 s)

5. 構造強度評価

5.1 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、サプレッションプール水温度（S A）に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。

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

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

サプレッションプール水温度（S A）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-1 に示す。

5.2.2 許容応力

サプレッションプール水温度（S A）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 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

サプレッションプール水温度（S A）の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 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	サプレッションプール水温度 (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} (ボルト等以外)
	一次応力
	せん断
IVAS	1.5・f _t [*]
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	175	149	412	205
溶接部	SUS304	周囲環境温度	175	149	412	205

5.3 設計用地震力

サブプレッションプール水温度（SA）の設計用地震力のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表5-4に示す。

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

表5-4 設計用地震力（重大事故等対処設備）

機器名称	据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用 地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s	
		水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
サブプレッション プール水温度 (SA) (TE222-14A)	サブプレッション チェンバ (補強リング及び サポート) EL 4.81 (EL 11.4~1.3* ¹)		0.05 以下	—	—	C _H = 6.15* ²	C _V = 4.58* ²
サブプレッション プール水温度 (SA) (TE222-14B)	サブプレッション チェンバ (補強リング及び サポート) EL 4.81 (EL 11.4~1.3* ¹)		0.05 以下	—	—	C _H = 6.15* ²	C _V = 4.58* ²

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度（基準地震動S_s）を上回る設計震度

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 溶接部の計算方法

溶接部の応力は、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計算する。

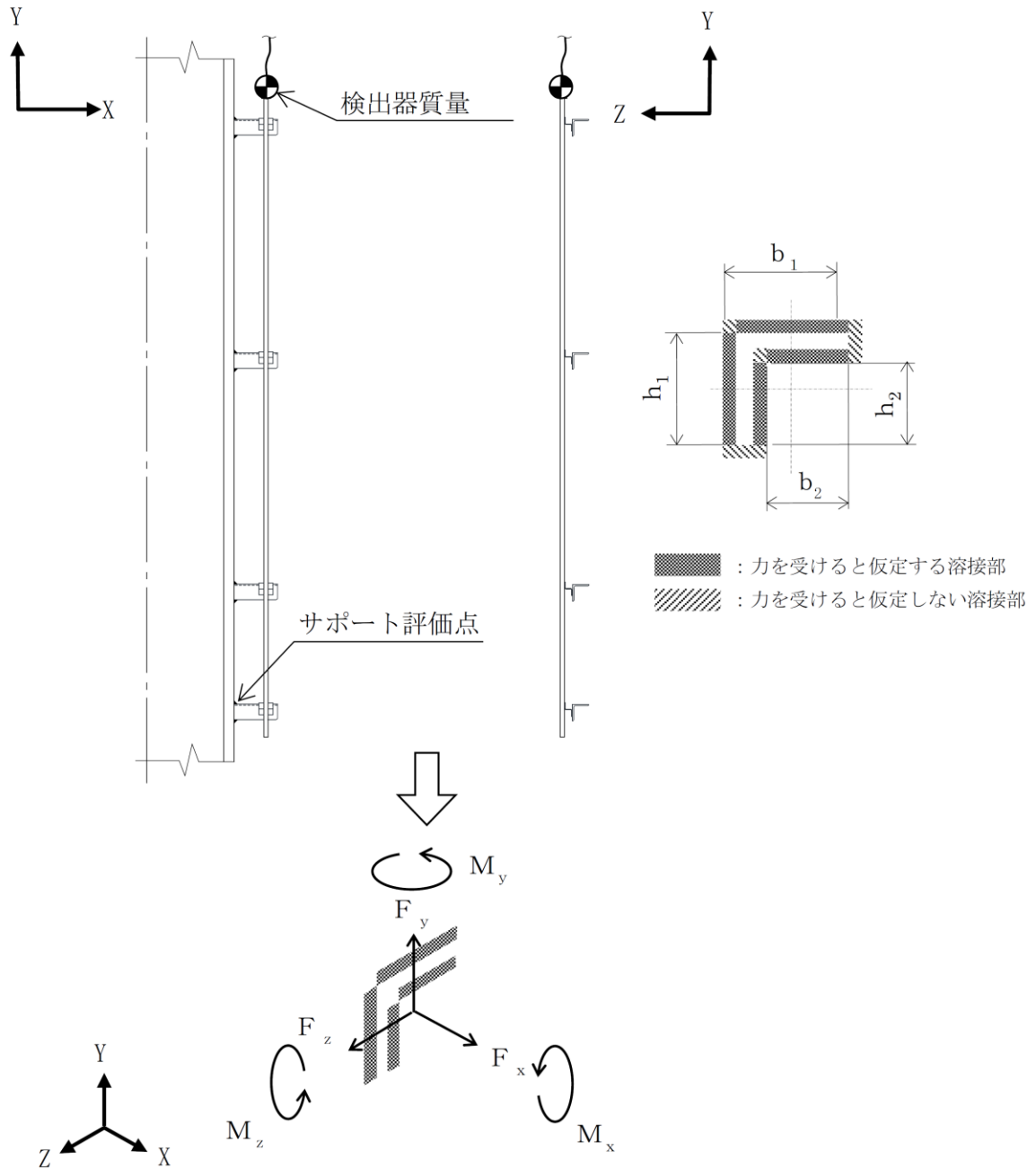


図 5-1 計算モデル (溶接部)

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

対象機器	反力(N)			モーメント(N・mm)		
	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z
TE222-14A						
TE222-14B						

(1) 引張力（圧縮力）により発生するせん断応力

溶接部に対する引張力（圧縮力）により発生するせん断応力は，全溶接断面積で受けるものとして計算する。

引張力（圧縮力）により発生するせん断応力（ σ_t ）

$$\sigma_t = \frac{|F_x|}{A_w} \dots\dots\dots (5.4.1.1.1)$$

ここで，引張力（圧縮力）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の有効長さを示し，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) せん断力により発生するせん断応力

溶接部に対するせん断力により発生するせん断応力は，各方向の有効せん断面積で受けるものとして計算する。

せん断力により発生するせん断応力（ τ ）

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{F_y}{A_{wy}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2 + \left(\frac{F_z}{A_{wz}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

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) 曲げモーメントにより発生するせん断応力

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。

曲げモーメントにより発生するせん断応力 (σ_b)

$$\sigma_b = \frac{M_y}{Z_y} + \frac{M_z}{Z_z} \dots\dots\dots (5.4.1.1.7)$$

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) せん断応力

溶接に対するせん断応力は、各せん断応力を足し合わせたものとして計算する。

せん断応力 (σ_w)

$$\sigma_w = \sqrt{(\sigma_t + \sigma_b)^2 + \tau^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.8)$$

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【サプレッションプール水温度 (S A) (TE222-14A) の耐震性についての計算結果】、【サプレッションプール水温度 (S A) (TE222-14B) 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

5.4.1.1項で求めた溶接部に発生するせん断応力は、許容せん断応力 f_{sm} 以下であること。ただし、 f_{sm} は下表による。

	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容せん断応力 f_{sm}	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 機能維持評価

6.1 電氣的機能維持評価方法

サプレッションプール水温度（S A）の電氣的機能維持評価について以下に示す。

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

サプレッションプール水温度（S A）の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 6-1 に示す。

表 6-1 機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

機器名称	方向	機能確認済加速度
サプレッションプール水温度（S A） （TE222-14A）	水平	
	鉛直	
サプレッションプール水温度（S A） （TE222-14B）	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

サブプレッションプール水温度（S A）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【サブプレッションプール水温度（S A）（TE222-14A）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	
サブプレッションプール水温度（S A） （TE222-14A）	常設耐震／防止 常設／緩和	サブプレッションチェンバ （補強リング及びサポート） EL 4.81 （EL 11.4～1.3*1）		0.05 以下	—	—	C _H =6.15*2	C _V =4.58*2	175

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度（基準地震動 S s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	W (N)	s (mm)	a (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 (R T) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
溶接部														149	412	205	—	201

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・mm)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—		—		—	

26

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	せん断	—	—	σ _w =8	f _{sm} =116

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

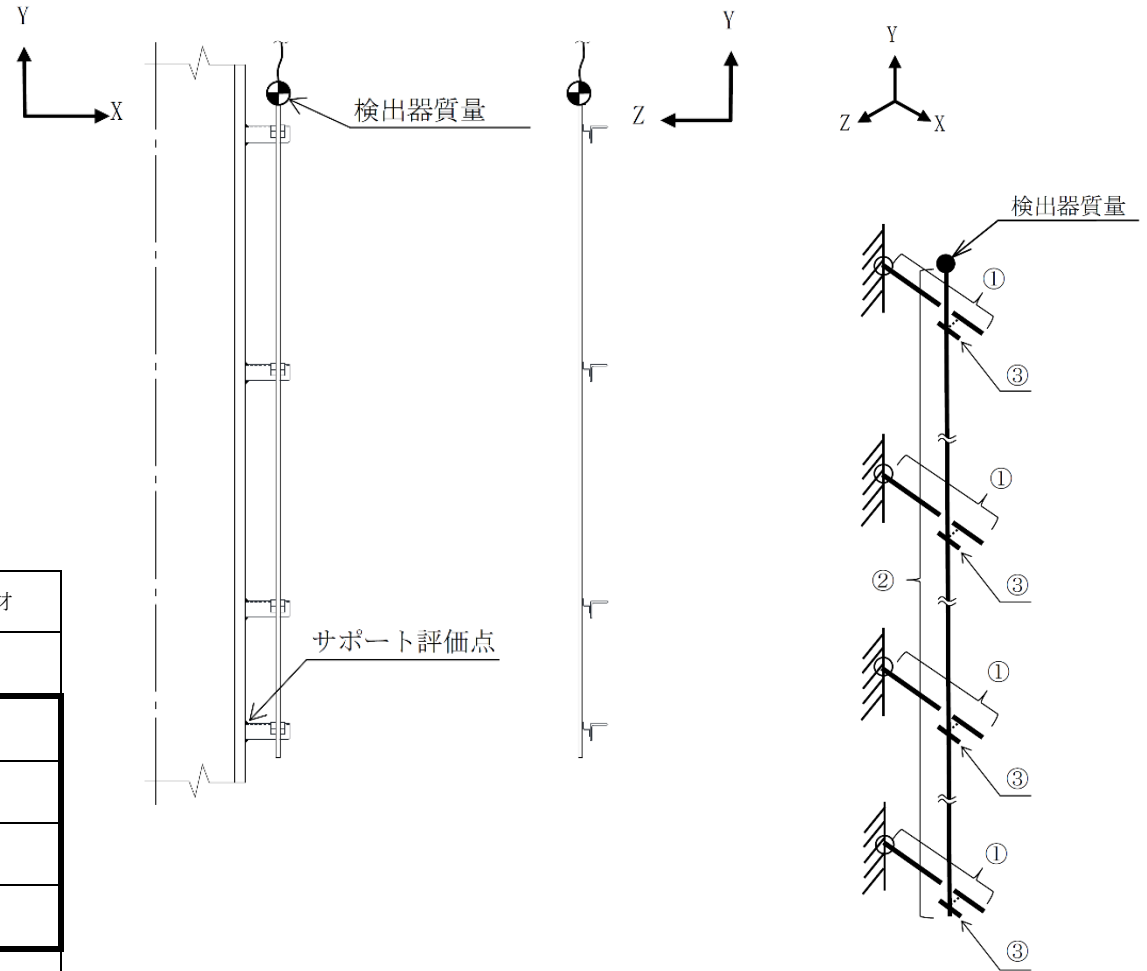
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
サプレッションプール 水温度 (S A) (TE222-14A)	水平方向	4.34	
	鉛直方向	3.69	

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

1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (TE222-14A)
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	175
縦弾性係数	E	MPa	184000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	
節点数	—	個	



(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材	保護管	サポート鋼材
対象部材	①	②	③
A (mm ²)			
Z ₁ (mm ³)			
Z ₂ (mm ³)			
Z _{D'} (mm ³)			
断面形状 (mm)	<p>(a × b × c)</p>	<p>(a × b)</p>	<p>(a × b × c × d)</p>

【サブプレッションプール水温度（S A）（TE222-14B）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	
サブプレッションプール水温度（S A） （TE222-14B）	常設耐震／防止 常設／緩和	サブプレッションチェンバ （補強リング及びサポート） EL 4.81 （EL 11.4～1.3*1）		0.05 以下	—	—	C _H =6.15*2	C _V =4.58*2	175

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度（基準地震動 S s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	W (N)	s (mm)	a (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)	F* (MPa)
溶接部														149	412	205	—	201

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・mm)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—		—		—	

29

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	せん断	—	—	σ _w =8	f _{sm} =116

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

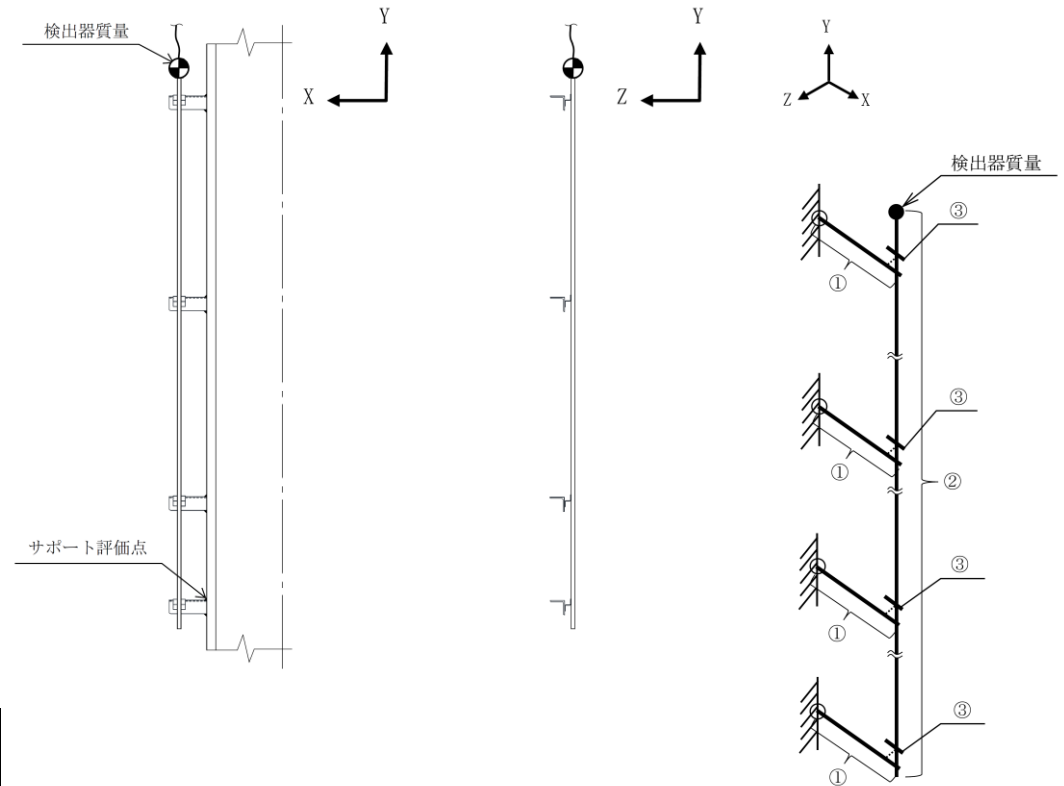
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
サプレッションプール 水温度 (S A) (TE222-14B)	水平方向	4.34	
	鉛直方向	3.69	

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

1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (TE222-14B)
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	175
縦弾性係数	E	MPa	184000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	
節点数	—	個	



(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材	保護管	サポート鋼材
対象部材	①	②	③
A (mm ²)			
Z ₁ (mm ³)			
Z ₂ (mm ³)			
Z _{D'} (mm ³)			
断面形状 (mm)	 (a × b × c)	 (a × b)	 (a × b × c × d)

VI-2-6-5-32 格納容器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	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
4.3 計算条件	5
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、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、格納容器酸素濃度が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

格納容器酸素濃度（O2E229-101A）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。

格納容器酸素濃度（O2E229-101B）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気的機能維持評価を示す。

なお、格納容器酸素濃度が設置される計装ラックは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計装ラックであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

格納容器酸素濃度の構造計画を表 2-1 及び表 2-2 に示す。

表 2-1 構造計画 (その 1)

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、計器取付ボルトにて計装ラックに固定する。</p> <p>計装ラックは、ラック取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。</p> <p>チャンネルベースは、溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>熱磁気風式酸素検出器</p>	<p>【格納容器酸素濃度 (2RSR-3-3A (02E229-101A))】</p> <p>(単位 : mm)</p>

表 2-2 構造計画 (その 2)

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、計器取付ボルトにて計装ラックに固定する。</p> <p>計装ラックは、ラック取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。</p> <p>チャンネルベースは、溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>熱磁気風式酸素検出器</p>	<p>【格納容器酸素濃度 (2RSR-3-3B (02E229-101B))】</p> <p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位 : mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

格納容器酸素濃度が設置される計装ラックの固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

格納容器酸素濃度 (2RSR-3-3A (02E229-101A))	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
格納容器酸素濃度 (2RSR-3-3B (02E229-101B))	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

格納容器酸素濃度の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

格納容器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

格納容器酸素濃度の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 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

格納容器酸素濃度（02E229-101A）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 に示す。

格納容器酸素濃度（02E229-101B）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 4-5 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-6 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【格納容器酸素濃度（02E229-101A）の耐震性についての計算結果】、【格納容器酸素濃度（02E229-101B）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	格納容器酸素濃度 (02E229-101B)	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	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	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（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	50			
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—
取付ボルト	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

表 4-6 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	50			
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—
取付ボルト	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

格納容器酸素濃度の電氣的機能維持評価は，VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

計装ラックに設置される検出器の機能確認済加速度は，VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき，同形式の検出器単体の正弦波加振試験又はサインビート波試験において，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)

機器名称	方向	機能確認済加速度
格納容器酸素濃度 (02E229-101A)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
格納容器酸素濃度 (02E229-101B)	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

格納容器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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

格納容器酸素濃度（02E229-101B）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。



(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【格納容器酸素濃度 (02E229-101A) 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	
格納容器酸素濃度 (02E229-101A)	S	原子炉建物 EL 34.8* ¹			C _H =1.56* ²	C _V =1.31* ²	C _H =2.07* ³	C _V =2.39* ³	50

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S_d) 又は静的震度

*3: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		900	16 (M16)	201.1	40	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} *	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	245	295	16	211	253	長辺方向	長辺方向
	1845	2145	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)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=31$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=71$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=146$

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

すべて許容応力以下である。

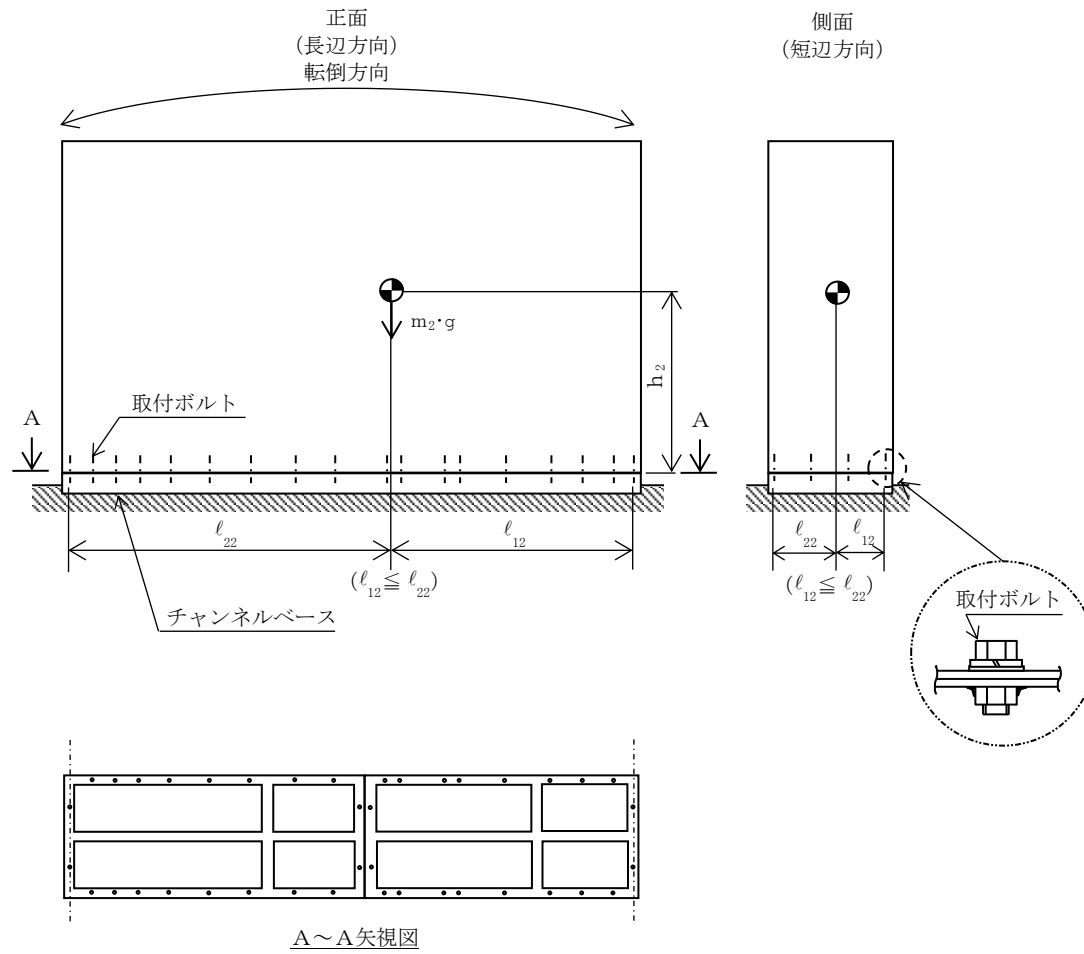
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器酸素濃度 (O2E229-101A)	水平方向	1.73	□
	鉛直方向	1.98	□

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【格納容器酸素濃度 (02E229-101B) 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	
格納容器酸素濃度 (02E229-101B)	S	原子炉建物 EL 34.8* ¹			C _H =1.56* ²	C _V =1.31* ²	C _H =2.07* ³	C _V =2.39* ³	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
基礎ボルト (i=1)		839	16 (M16)	201.1	40	241 (径 ≤ 16mm)	394 (径 ≤ 16mm)
取付ボルト (i=2)		770	16 (M16)	201.1	38	231 (16mm < 径 ≤ 40mm)	394 (16mm < 径 ≤ 40mm)

部材	ℓ _{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
基礎ボルト (i=1)	345	375	10	241	276	短辺方向	短辺方向
	1690	2141	4				
取付ボルト (i=2)	245	295	15	231	276	長辺方向	長辺方向
	1765	2225	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{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	$\sigma_{b1}=26$	$f_{ts1}=144^*$	$\sigma_{b1}=42$	$f_{ts1}=165^*$
		せん断	$\tau_{b1}=6$	$f_{sb1}=111$	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=127$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=28$	$f_{ts2}=173^*$	$\sigma_{b2}=69$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=133$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器酸素濃度 (02E229-101B)	水平方向	1.73	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.98	<input type="checkbox"/>

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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	
格納容器酸素濃度 (02E229-101B)	常設/緩和	原子炉建物 EL 34.8 ^{*1}	□	□	—	—	C _H =2.07 ^{*2}	C _V =2.39 ^{*2}	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

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)	□	839	16 (M16)	201.1	40	241 (径≤16mm)	394 (径≤16mm)
取付ボルト (i=2)	□	770	16 (M16)	201.1	38	231 (16mm<径≤40mm)	394 (16mm<径≤40mm)

部材	l _{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
基礎ボルト (i=1)	345	375	10	—	276	—	短辺方向
	1690	2141	4				
取付ボルト (i=2)	245	295	15	—	276	—	長辺方向
	1765	2225	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{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"/>
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	—	—	$\sigma_{b1}=42$	$f_{ts1}=165^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=127$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=69$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

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

すべて許容応力以下である。

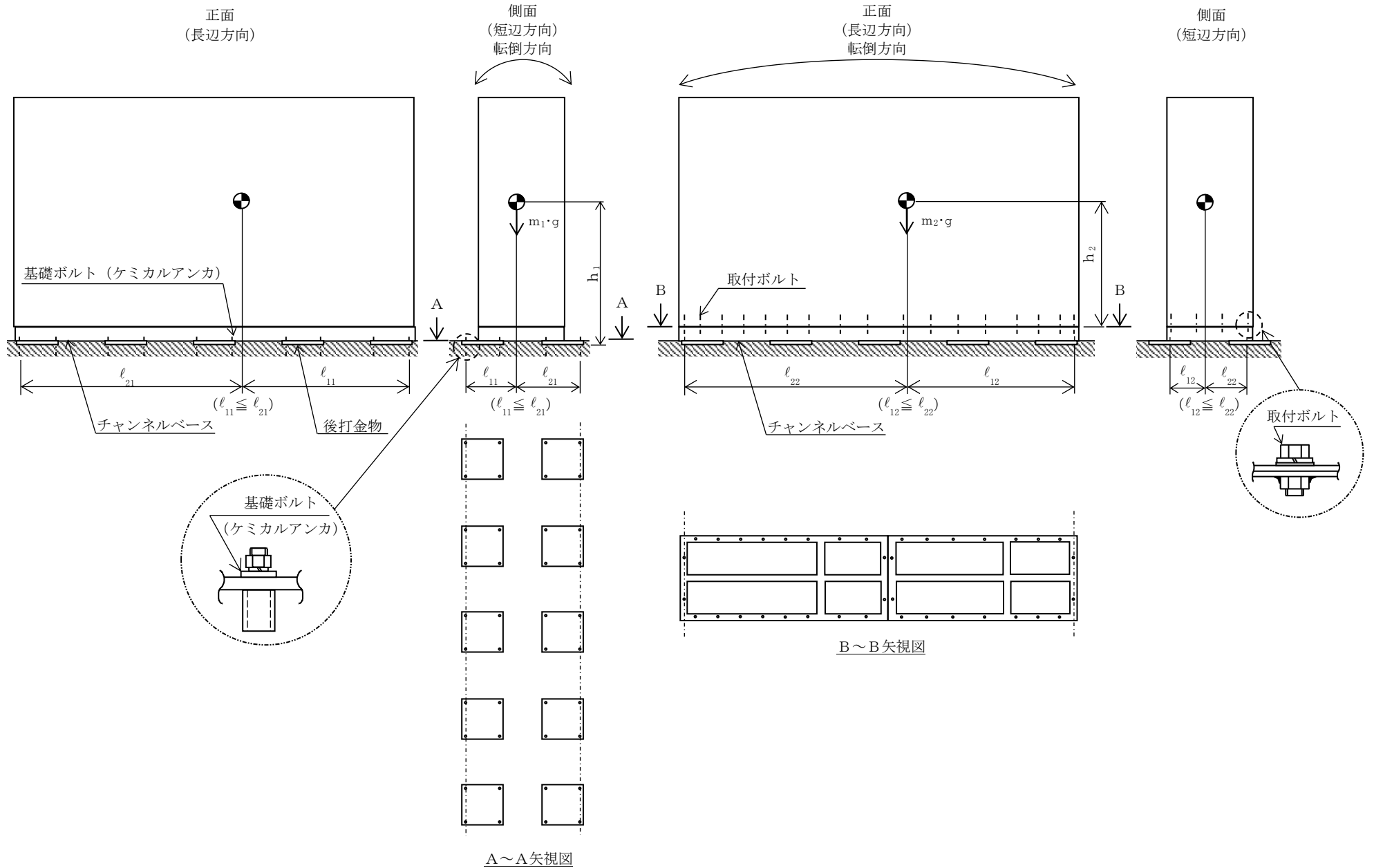
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器酸素濃度 (02E229-101B)	水平方向	1.73	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.98	<input type="checkbox"/>

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-33 格納容器酸素濃度（S A）の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 検出器（検出部）	2
2.1 概要	2
2.2 一般事項	2
2.2.1 構造計画	2
2.3 固有周期	4
2.3.1 固有周期の確認	4
2.4 構造強度評価	5
2.4.1 構造強度評価方法	5
2.4.2 荷重の組合せ及び許容応力	5
2.4.3 計算条件	5
2.5 機能維持評価	9
2.5.1 電氣的機能維持評価方法	9
2.6 評価結果	10
2.6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	10

3. 検出器（基板）	14
3.1 概要	14
3.2 一般事項	14
3.2.1 構造計画	14
3.2.2 評価方針	16
3.2.3 適用規格・基準等	17
3.2.4 記号の説明	18
3.2.5 計算精度と数値の丸め方	20
3.3 評価部位	21
3.4 固有周期	21
3.4.1 固有周期の計算方法	21
3.4.2 固有周期の計算条件	22
3.4.3 固有周期の計算結果	22
3.5 構造強度評価	23
3.5.1 構造強度評価方法	23
3.5.2 荷重の組合せ及び許容応力	23
3.5.3 設計用地震力	27
3.5.4 計算方法	28
3.5.5 計算条件	32
3.5.6 応力の評価	33
3.6 機能維持評価	34
3.6.1 電氣的機能維持評価方法	34
3.7 評価結果	35
3.7.1 重大事故等対処設備としての評価結果	35

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、格納容器酸素濃度（SA）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

格納容器酸素濃度（SA）は、検出器（検出部）及び検出器（基板）から構成される。格納容器酸素濃度（SA）の構造図を図1-1に示す。

「2. 検出器（検出部）」においては、格納容器酸素濃度（SA）のうち検出器（検出部）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明する。構造強度評価では、耐震評価上厳しくなる取付ボルト及び基礎ボルトについて評価を実施する。電気的機能維持評価では、機能維持評価用加速度がすべて機能確認済加速度以下であることで評価する。

「3. 検出器（基板）」においては、格納容器酸素濃度（SA）のうち検出器（基板）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明する。構造強度評価では、耐震評価上厳しくなる取付ボルト及び基礎ボルトについて評価を実施する。電気的機能維持評価では、機能維持評価用加速度がすべて機能確認済加速度以下であることで評価する。

検出器（検出部）及び検出器（基板）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、検出器（検出部）及び検出器（基板）は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。

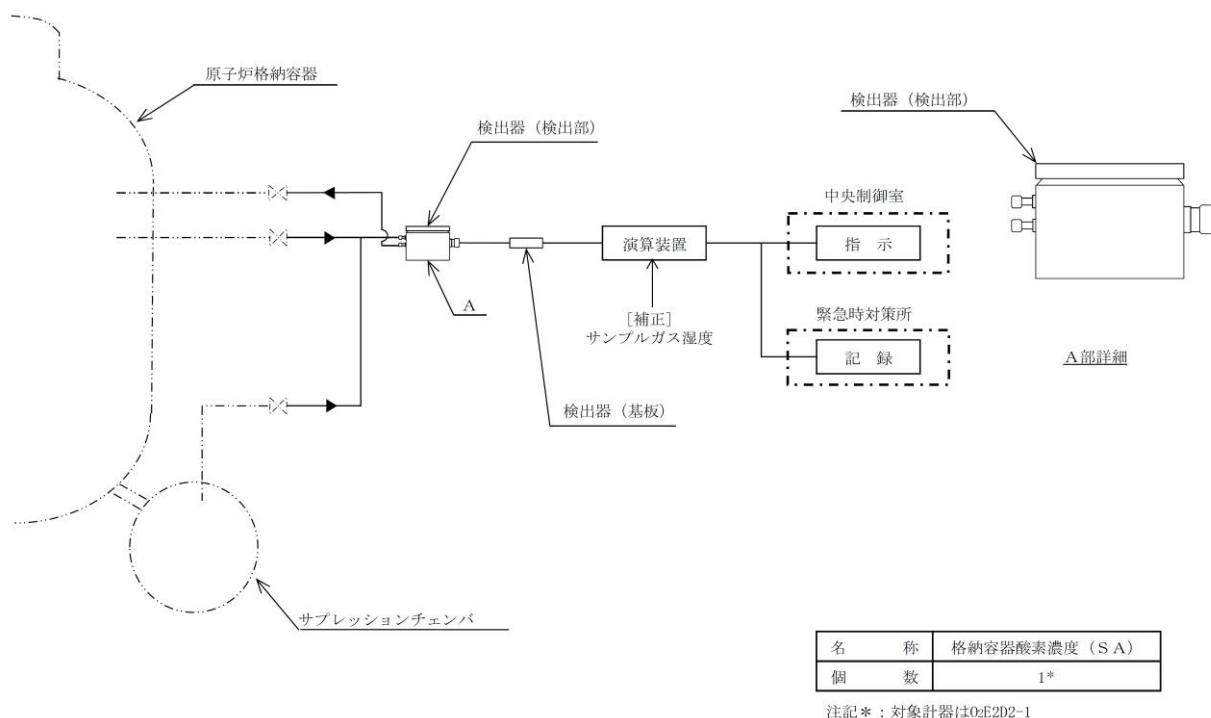


図 1-1 格納容器酸素濃度（SA）の構造図

2. 検出器（検出部）

2.1 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、検出器（検出部）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

なお、検出器（検出部）が設置されるサンプリング装置は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計装ラックであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2.2 一般事項

2.2.1 構造計画

検出器（検出部）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器（検出部）は、計器取付ボルトによりサンプリング装置に固定される。</p> <p>サンプリング装置は、サンプリング装置取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。</p> <p>チャンネルベースは、溶接にて後打金物に固定され、後打金物は、基礎ボルトで基礎に設置する。</p>	<p>磁気力式酸素検出器</p>	<p>The diagram consists of two views: a front view (正面図) and a side view (側面図). The front view shows a vertical assembly on a base. At the top is the 'サンプリング装置' (sampling device). Below it is the '検出器 (検出部)' (detector/detection part), which is secured by '計器取付ボルト' (instrument mounting bolts). The detector is mounted on a 'チャンネルベース' (channel base) using 'サンプリング装置取付ボルト' (sampling device mounting bolts). The channel base is welded to a '後打金物' (post-impact metal piece) on the '床' (floor). The post-impact metal piece is secured to the floor by '基礎ボルト (ケミカルアンカ)' (foundation bolts/chemical anchors). A '溶接' (weld) is shown at the junction of the channel base and the post-impact metal piece.</p> <p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

2.3 固有周期

2.3.1 固有周期の確認

検出器（検出部）が設置されるサンプリング装置の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表2-2に示す。

表2-2 固有周期 (単位：s)

検出器（検出部）	水平	
	鉛直	

2.4 構造強度評価

2.4.1 構造強度評価方法

検出器（検出部）の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

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

検出器（検出部）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

検出器（検出部）の許容応力は、VI-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

検出器（検出部）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【検出器（検出部）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	格納容器酸素濃度（SA）	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 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	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 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	—
取付ボルト	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	100	212	373	—

2.5 機能維持評価

2.5.1 電氣的機能維持評価方法

検出器（検出部）の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

サンプリング装置に設置される検出器（検出部）の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、実機の据付状態を模擬したうえで、当該機器が設置される床における設計用床応答スペクトルを包絡する模擬地震波による加振試験において電氣的機能の健全性を確認した加振台の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 2-6 に示す。

表 2-6 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
検出器（検出部）	水平	
	鉛直	

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

検出器（検出部）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【検出器（検出部）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
検出器（検出部）	常設／緩和	原子炉建物 EL 30.5* ¹			—	—	C _H =2.68* ²	C _V =2.23* ²	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 I（基準地震動 S_s）を上回る設計震度

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)		987	16 (M16)	201.1	24	221 (径≦16mm)	373 (径≦16mm)
取付ボルト (i=2)		868	12 (M12)	113.1	24	212 (16mm<径≦40mm)	373 (16mm<径≦40mm)

部材	ℓ _{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
基礎ボルト (i=1)	366.5	463.5	6	—	261	—	短辺方向
	719	771	4				
取付ボルト (i=2)	299	396	6	—	254	—	短辺方向
	664	716	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{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)	—		—	
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
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=37$	$f_{ts1}=156^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=120$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=58$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=146$

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

すべて許容応力以下である。

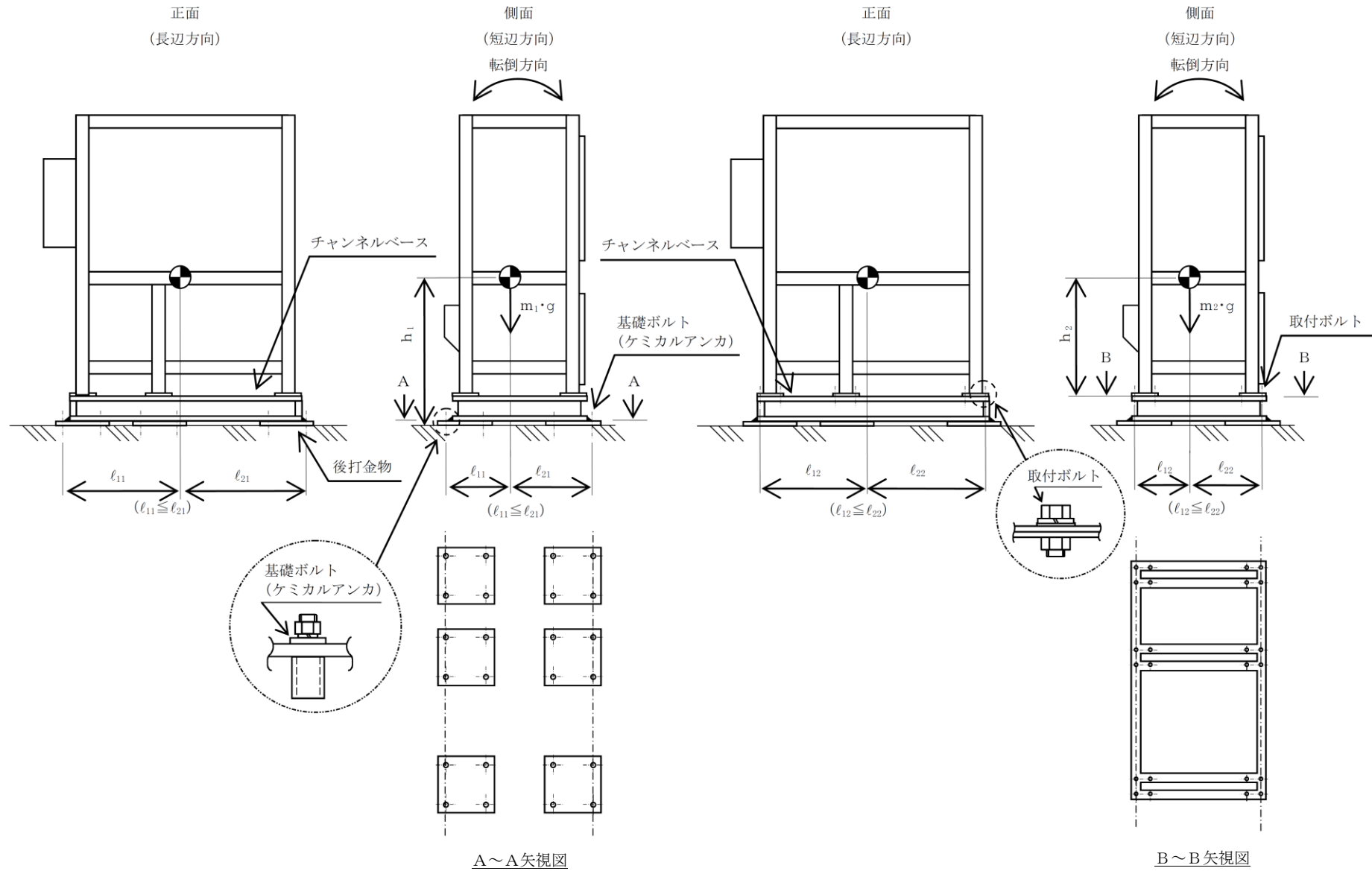
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
検出器 (検出部)	水平方向	1.95	
	鉛直方向	1.94	

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



3. 検出器（基板）

3.1 概要

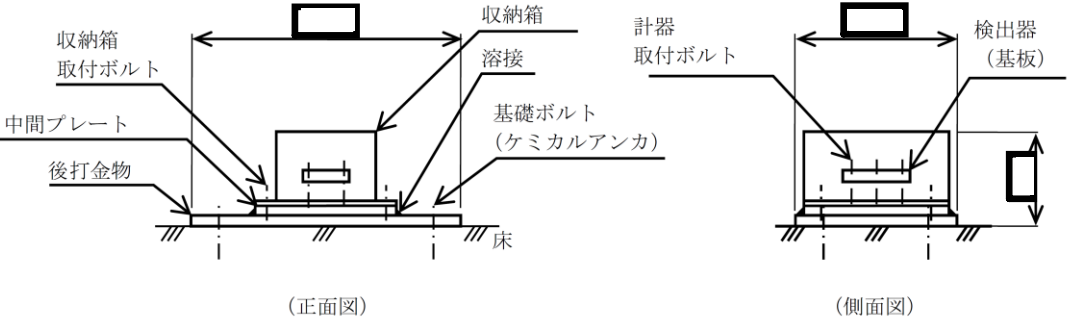
本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、検出器（基板）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

3.2 一般事項

3.2.1 構造計画

検出器（基板）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（基板）は、計器 取付ボルトにより収納箱 に固定される。</p> <p>収納箱は、収納箱取付ボ ルトにて中間プレートに 設置する。</p> <p>中間プレートは、溶接に より後打金物に固定さ れ、後打金物は、基礎ボ ルトで基礎に設置する。</p>	<p>磁気力式酸素検出器</p>	 <p>(正面図) (側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

3.2.2 評価方針

検出器（基板）の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3.2.1 構造計画」にて示す検出器（基板）の部位を踏まえ「3.3 評価部位」にて設定する箇所において、「3.4 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、「3.5 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、検出器（基板）の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「3.6 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「3.7 評価結果」に示す。検出器（基板）の耐震評価フローを図3-1に示す。

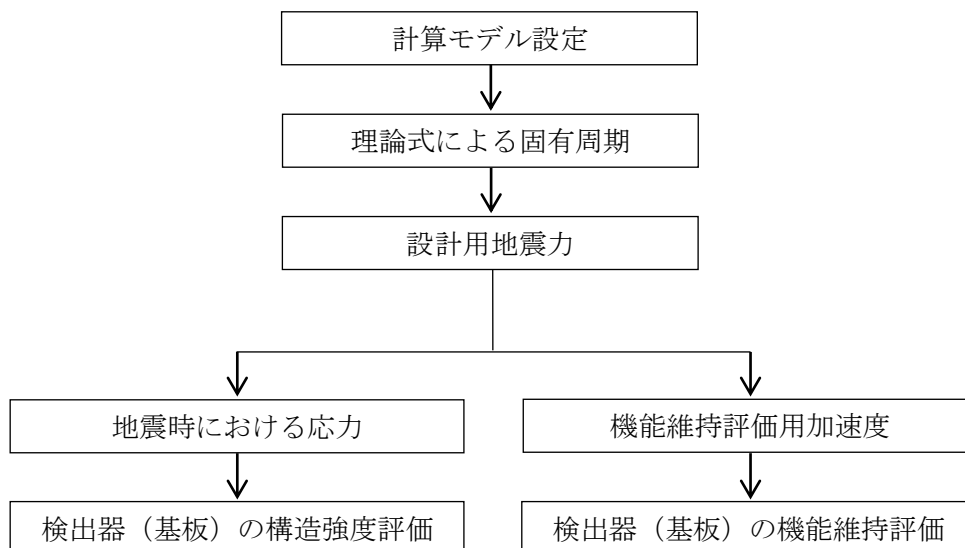


図3-1 検出器（基板）の耐震評価フロー

3.2.3 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。)

3.2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	収納箱断面積	mm ²
A _{bi}	ボルトの軸断面積* ¹	mm ²
A _s	有効せん断断面積	mm ²
C _H	水平方向設計震度	—
C _V	鉛直方向設計震度	—
d _i	ボルトの呼び径* ¹	mm
E	縦弾性係数	MPa
F _i	設計・建設規格 SSB-3121.1(1) に定める値* ¹	MPa
F _i *	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* ¹	MPa
F _{bi}	ボルトに作用する引張力 (1本当たり) * ¹	N
f _{sbi}	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* ¹	MPa
f _{t oi}	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* ¹	MPa
f _{t si}	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力) * ¹	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
G	せん断弾性係数	MPa
h _i	据付面又は収納箱取付面から重心までの距離* ²	mm
I	断面二次モーメント	mm ⁴
L	収納箱長さ	mm
l _{1 i}	重心とボルト間の水平方向距離* ¹ , * ³	mm
l _{2 i}	重心とボルト間の水平方向距離* ¹ , * ³	mm
m _i	収納箱の質量* ²	kg
n _i	ボルトの本数* ¹	—
n _{f i}	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数* ¹	—
Q _{bi}	ボルトに作用するせん断力* ¹	N
S _{u i}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値* ¹	MPa
S _{y i}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値* ¹	MPa
S _{y i} (R T)	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の40℃における値* ¹	MPa
t	収納箱板厚	mm
T _H	水平方向固有周期	s
T _V	鉛直方向固有周期	s
W	収納箱幅	mm
ν	ポアソン比	—
π	円周率	—
σ _{bi}	ボルトに生じる引張応力* ¹	MPa
τ _{bi}	ボルトに生じるせん断応力* ¹	MPa

注記*1: A_{bi} , d_i , F_i , F_i^* , F_{bi} , f_{sbi} , f_{toi} , f_{tsi} , l_{1i} , l_{2i} , n_i , n_{fi} , 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

$i = 2$: 収納箱取付面

*3: $l_{1i} \leq l_{2i}$

3.2.5 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 3-2 に示すとおりである。

表 3-2 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・mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*3}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

3.3 評価部位

検出器（基板）の耐震評価は、「3.5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる基礎ボルト及び取付ボルト部について実施する。検出器（基板）の耐震評価部位については、表 3-1 の概略構造図に示す。

3.4 固有周期

3.4.1 固有周期の計算方法

検出器（基板）の固有周期の計算方法を以下に示す。

(1) 計算モデル

- a. 収納箱の質量は重心に集中するものとする。
- b. 収納箱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。
- c. 収納箱は基礎ボルトで基礎に固定されており、固定端とする。
- d. 耐震計算に用いる数値は、公称値を使用する。
- e. 収納箱は、図 3-2 に示す下端固定の 1 質点系振動モデルとする。

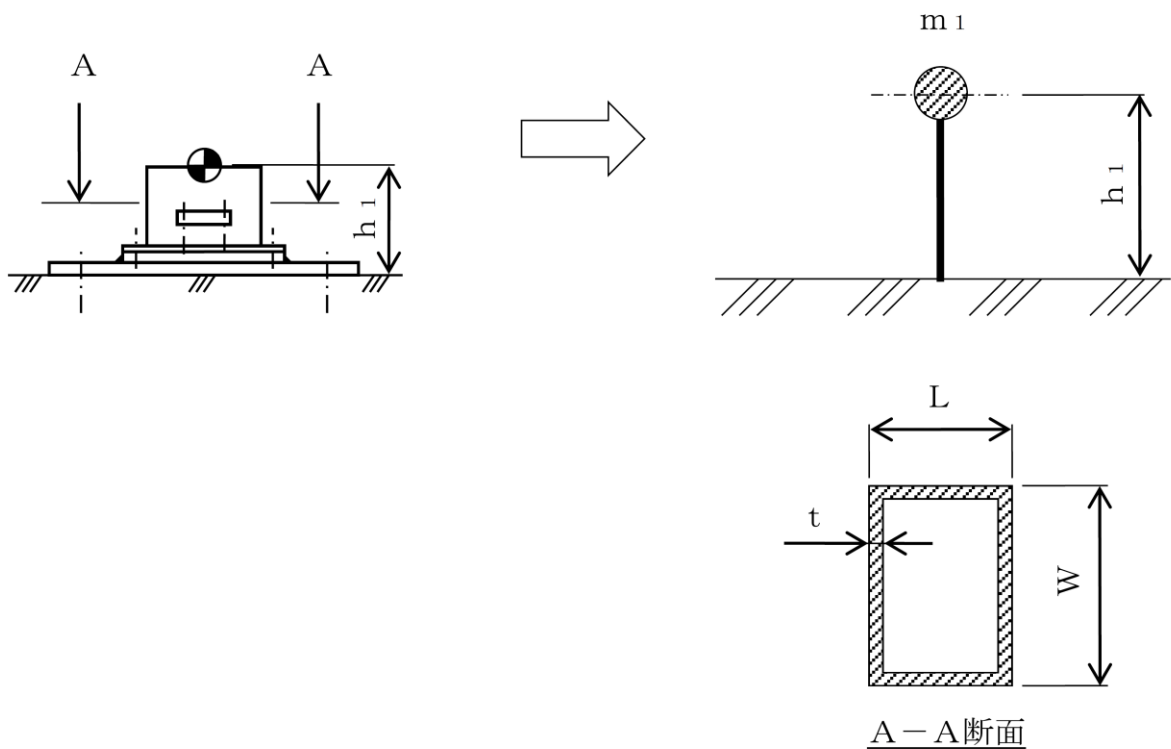


図 3-2 固有周期の計算モデル

(2) 水平方向固有周期

水平方向固有周期は次式で求める。

$$T_H = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_1}{1000} \cdot \left(\frac{h_1^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{h_1}{G \cdot A_s} \right)}$$

ここで、 I 及び A_s は以下とする。

$$I = \frac{1}{12} \cdot \{W \cdot L^3 - (W - 2 \cdot t) \cdot (L - 2 \cdot t)^3\}$$

$$A_s = 2 \cdot L \cdot t$$

(3) 鉛直方向固有周期

鉛直方向固有周期は次式で求める。

$$T_V = 2 \cdot \pi \sqrt{\frac{m_1}{1000} \cdot \frac{h_1}{E \cdot A}}$$

ここで、 A は以下とする。

$$A = 2 \cdot L \cdot t + 2 \cdot (W - 2 \cdot t) \cdot t$$

3.4.2 固有周期の計算条件

固有周期の計算に用いる計算条件は、本計算書の【検出器（基板）の耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

3.4.3 固有周期の計算結果

固有周期の計算結果を表 3-3 に示す。固有周期は 0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 3-3 固有周期 (単位：s)

水平			
鉛直			

3.5 構造強度評価

3.5.1 構造強度評価方法

- (1) 収納箱の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は収納箱に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 収納箱は取付ボルト及び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、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。
- (5) 収納箱の重心については、転倒方向を考慮して、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行う。
- (6) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

3.5.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

検出器（基板）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 3-4 に示す。

3.5.2.2 許容応力

検出器（基板）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 3-5 のとおりとする。

3.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

検出器（基板）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 3-6 に示す。

表 3-4 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	格納容器酸素濃度（S A）	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 3-5 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} (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	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 3-6 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				
基礎ボルト	SS400 (16mm≦径)	周囲環境温度	100	221	373	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≦40mm)	周囲環境温度	100	212	373	—

3.5.3 設計用地震力

検出器（基板）の設計用地震力のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-7 に示す。

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

表 3-7 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
検出器 (基板)	原子炉建物 EL 30.500* ¹			—	—	$C_H=2.68^{*2}$	$C_V=2.23^{*2}$

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 I（基準地震動 S_s ）を上回る設計震度

3.5.4 計算方法

3.5.4.1 応力の計算方法

3.5.4.1.1 基礎ボルトの計算方法

基礎ボルトの応力は、地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

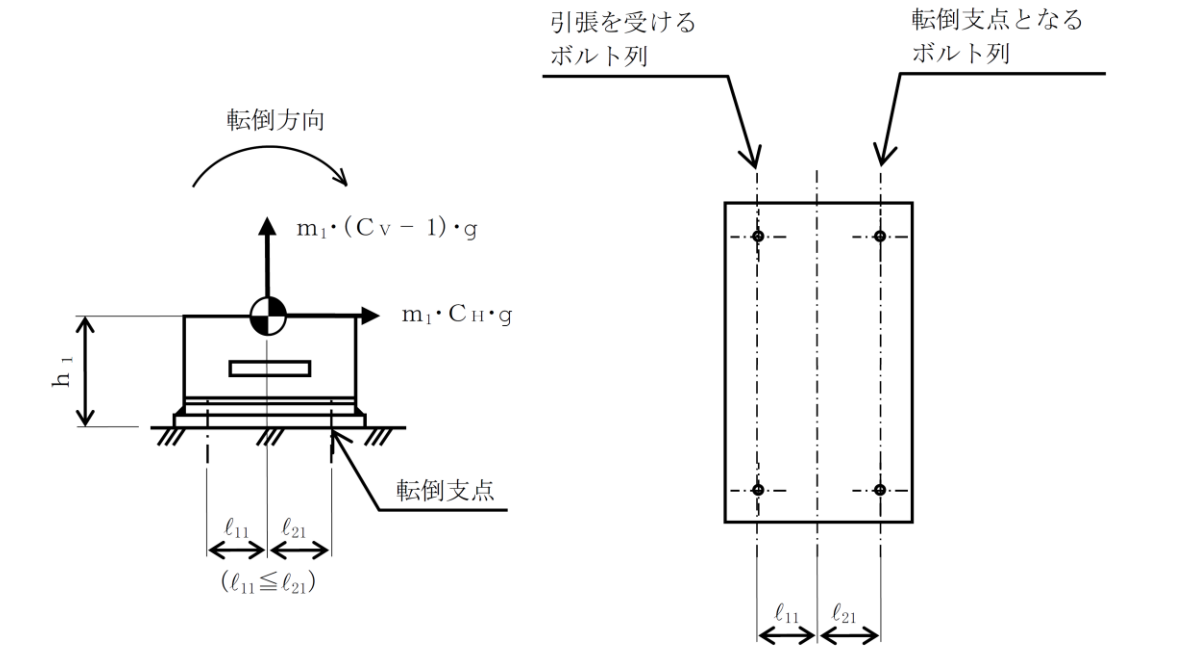


図3-3 計算モデル（短辺方向転倒）

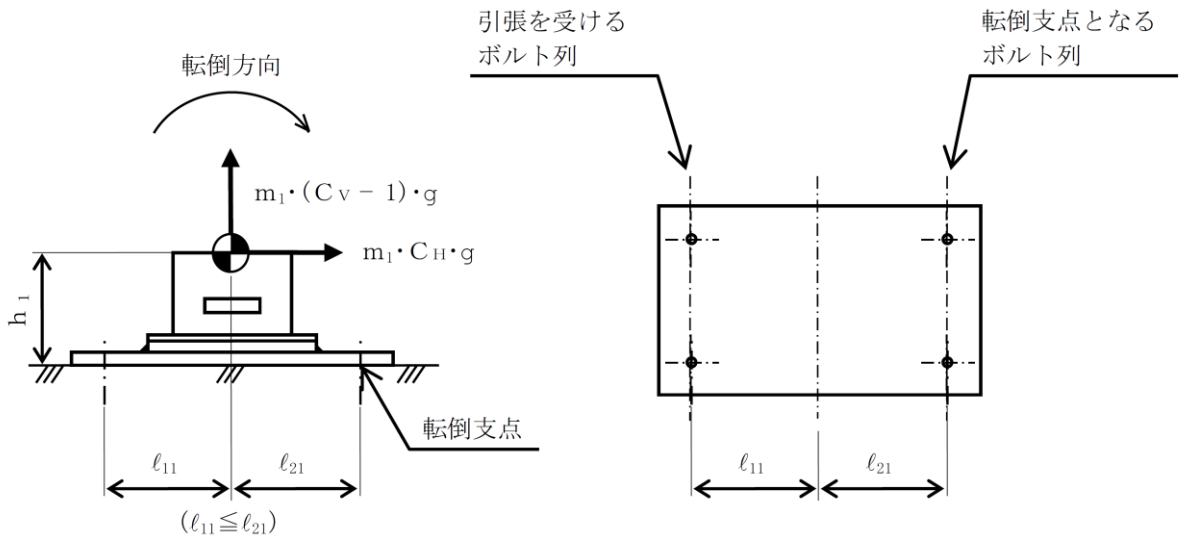


図3-4 計算モデル（長辺方向転倒）

(1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は、図3-3及び図3-4でそれぞれの基礎ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の基礎ボルトで受けるものとして計算する。

引張力

$$F_{b1} = \frac{m_1 \cdot g \cdot C_H \cdot h_1 - m_1 \cdot g \cdot (1 - C_V) \cdot l_{21}}{n_{f1} \cdot (l_{11} + l_{21})} \dots\dots (3.5.4.1.1.1)$$

引張応力

$$\sigma_{b1} = \frac{F_{b1}}{A_{b1}} \dots\dots\dots (3.5.4.1.1.2)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_{b1} = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \dots\dots\dots (3.5.4.1.1.3)$$

(2) せん断応力

基礎ボルトに対するせん断力は、基礎ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b1} = m_1 \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (3.5.4.1.1.4)$$

せん断応力

$$\tau_{b1} = \frac{Q_{b1}}{n_1 \cdot A_{b1}} \dots\dots\dots (3.5.4.1.1.5)$$

3.5.4.1.2 取付ボルトの計算方法

取付ボルトの応力は、地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

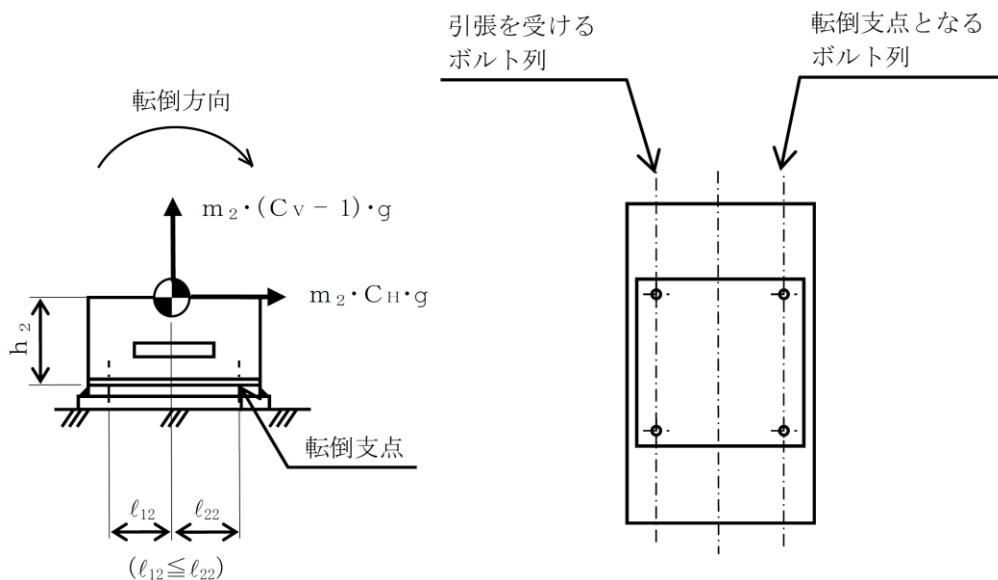


図3-5 計算モデル（短辺方向転倒）

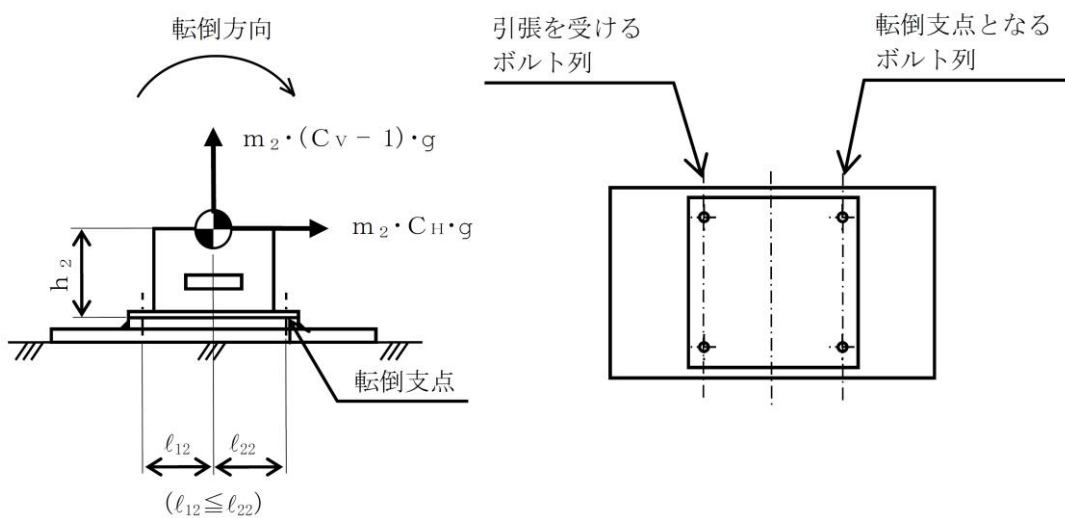


図3-6 計算モデル（長辺方向転倒）

(1) 引張応力

取付ボルトに対する引張力は、図3-5及び図3-6でそれぞれの取付ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の取付ボルトで受けるものとして計算する。

引張力

$$F_{b2} = \frac{m_2 \cdot g \cdot C_H \cdot h_2 - m_2 \cdot g \cdot (1 - C_V) \cdot l_{22}}{n_{f2} \cdot (l_{12} + l_{22})} \dots\dots (3.5.4.1.2.1)$$

引張応力

$$\sigma_{b2} = \frac{F_{b2}}{A_{b2}} \dots\dots\dots (3.5.4.1.2.2)$$

ここで、取付ボルトの軸断面積 A_{b2} は次式により求める。

$$A_{b2} = \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 \dots\dots\dots (3.5.4.1.2.3)$$

(2) せん断応力

取付ボルトに対するせん断力は、取付ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b2} = m_2 \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (3.5.4.1.2.4)$$

せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{Q_{b2}}{n_2 \cdot A_{b2}} \dots\dots\dots (3.5.4.1.2.5)$$

3.5.5 計算条件

3.5.5.1 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【検出器（検出部）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。

3.5.5.2 取付ボルトの応力計算条件

取付ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【検出器（基板）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。

3.5.6 応力の評価

3.5.6.1 ボルトの応力評価

3.5.4.1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組合せ応力 f_{tsi} 以下であること。ただし、 f_{toi} は下表による。

$$f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}] \quad \dots\dots\dots (3.5.6.1.1)$$

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}	$\frac{F_i^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

3.6 機能維持評価

3.6.1 電氣的機能維持評価方法

検出器（基板）の電氣的機能維持評価について以下に示す。

なお、機能維持評価用加速度は、VI-2-1-7「設計用床スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動 S_s により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

収納箱に設置される検出器（基板）の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、実機の据付状態を模擬したうえで、当該機器が設置される床における設計用床応答スペクトルを包絡する模擬地震波による加振試験において電氣的機能の健全性を確認した加振台の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 3-8 に示す。

表 3-8 機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

機器名称	方向	機能確認済加速度
検出器（基板）	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

3.7 評価結果

3.7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

検出器（基板）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【検出器（基板）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
検出器（基板）	常設／緩和	原子炉建物 EL 30.500*1			—	—	C _H =2.68*2	C _V =2.23*2	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度

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)						221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)
取付ボルト (i=2)						212 (16mm<径≤40mm)	373 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ _{1 i} *2 (mm)	ℓ _{2 i} *2 (mm)	n _{f i} *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
基礎ボルト (i=1)				—	261	—	短辺方向
取付ボルト (i=2)				—	254	—	短辺方向

注記*1：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

*2：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

L (mm)	W (mm)	t (mm)	ν	E (MPa)	G (MPa)	I (mm ⁴)	A _s (mm ²)	A (mm ²)

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)	—		—	
取付ボルト (i=2)	—		—	

1.4 結論

1.4.1 固有周期

(単位：s)

方向	固有周期
水平方向	T _H =
鉛直方向	T _V =

1.4.2 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		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	—	—	$\sigma_{b1}=35$	$f_{ts1}=156^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=15$	$f_{sb1}=120$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=11$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=146$

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

すべて許容応力以下である。

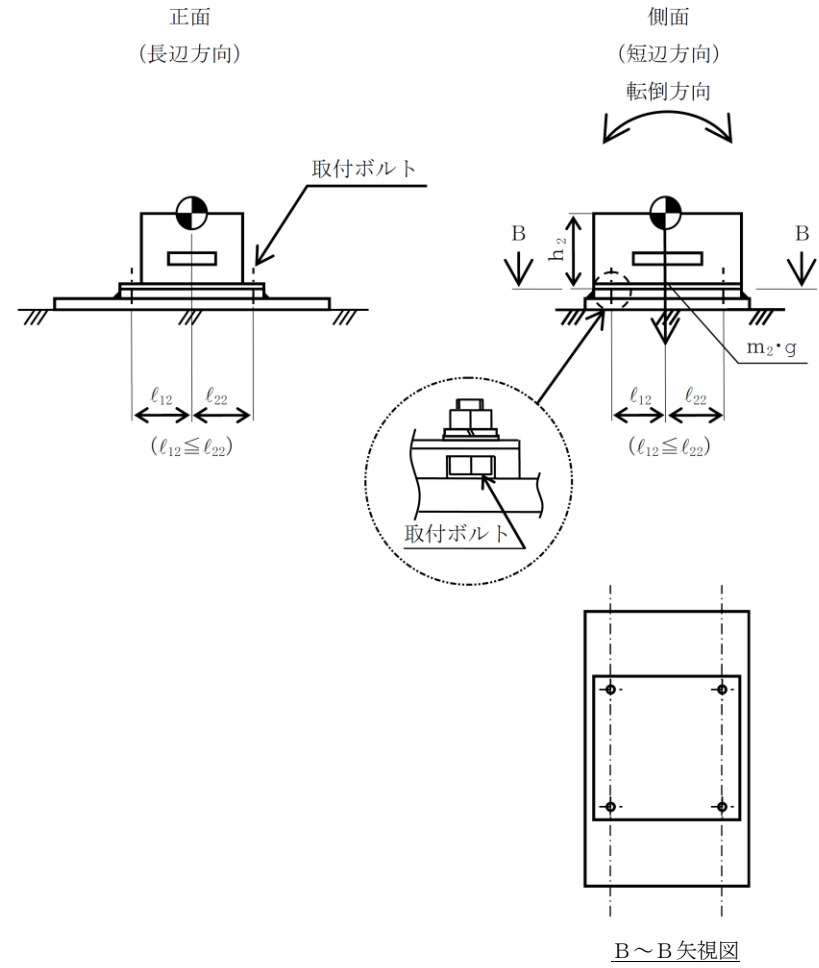
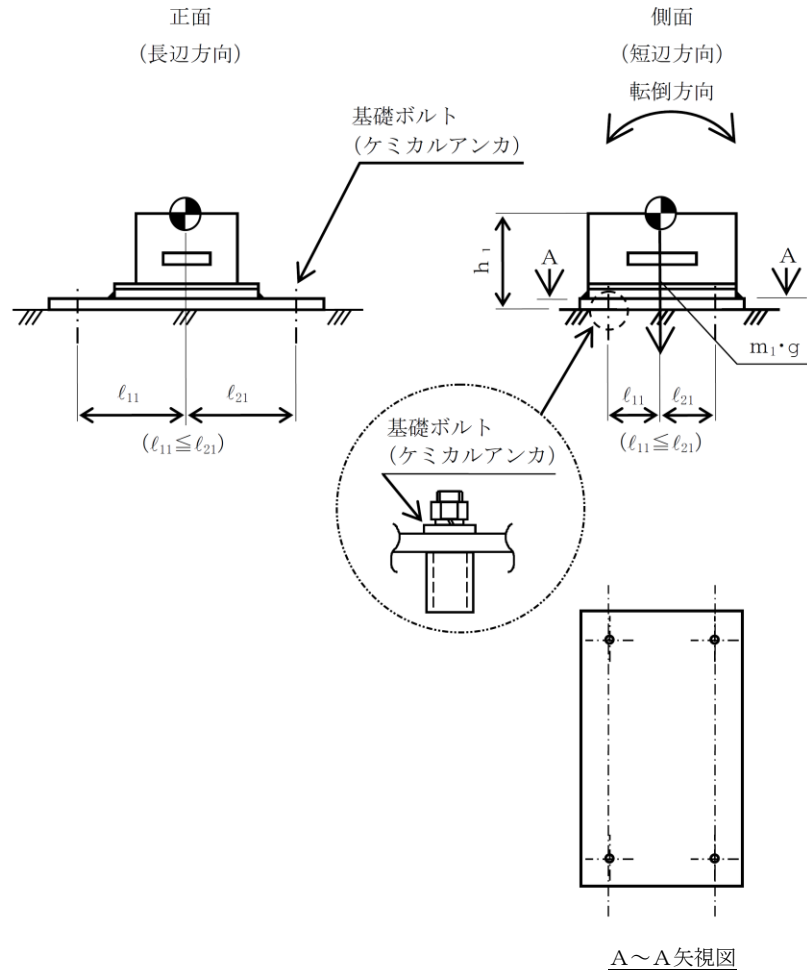
1.4.3 電気的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
検出器 (基板)	水平方向	1.95	
	鉛直方向	1.94	

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-34 格納容器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	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
4.3 計算条件	5
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、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、格納容器水素濃度が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

格納容器水素濃度(H2E229-101A)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。

格納容器水素濃度(H2E229-101B)は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、格納容器水素濃度が設置される計装ラックは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計装ラックであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

格納容器水素濃度の構造計画を表2-1及び表2-2に示す。

表 2-1 構造計画 (その 1)

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は，計器取付ボルトにて計装ラックに固定する。</p> <p>計装ラックは，ラック取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。</p> <p>チャンネルベースは，溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>熱伝導式水素検出器</p>	<p>【格納容器水素濃度 (2RSR-3-3A (H2E229-101A))】</p> <p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位 : mm)</p>

表 2-2 構造計画 (その 2)

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、計器取付ボルトにて計装ラックに固定する。</p> <p>計装ラックは、ラック取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。</p> <p>チャンネルベースは、溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>熱伝導式水素検出器</p>	<p>【格納容器水素濃度 (2RSR-3-3B (H2E229-101B))】</p> <p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位 : mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

格納容器水素濃度が設置される計装ラックの固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

格納容器水素濃度 (2RSR-3-3A (H2E229-101A))	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
格納容器水素濃度 (2RSR-3-3B (H2E229-101B))	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

格納容器水素濃度の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

格納容器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

格納容器水素濃度の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 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

格納容器水素濃度（H2E229-101A）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 に示す。

格納容器水素濃度（H2E229-101B）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 4-5 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-6 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【格納容器水素濃度（H2E229-101A）の耐震性についての計算結果】、【格納容器水素濃度（H2E229-101B）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	格納容器水素濃度 (H2E229-101B)	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	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	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（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	50			
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—
取付ボルト	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

表 4-6 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	50			
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—
取付ボルト	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

格納容器水素濃度の電氣的機能維持評価は，VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

計装ラックに設置される検出器の機能確認済加速度は，VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき，同形式の検出器単体の正弦波加振試験又はサインビート波加振試験において，電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
格納容器水素濃度 (H2E229-101A)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
格納容器水素濃度 (H2E229-101B)	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

格納容器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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

格納容器水素濃度（H2E229-101B）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。



(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【格納容器水素濃度 (H2E229-101A) 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	
格納容器水素濃度 (H2E229-101A)	S	原子炉建物 EL 34.8* ¹			C _H =1.56* ²	C _V =1.31* ²	C _H =2.07* ³	C _V =2.39* ³	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		900	16 (M16)	201.1	40	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

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)	245	295	16	211	253	長辺方向	長辺方向
	1845	2145	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)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=31$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=71$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=6$	$f_{sb2}=146$

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

すべて許容応力以下である。

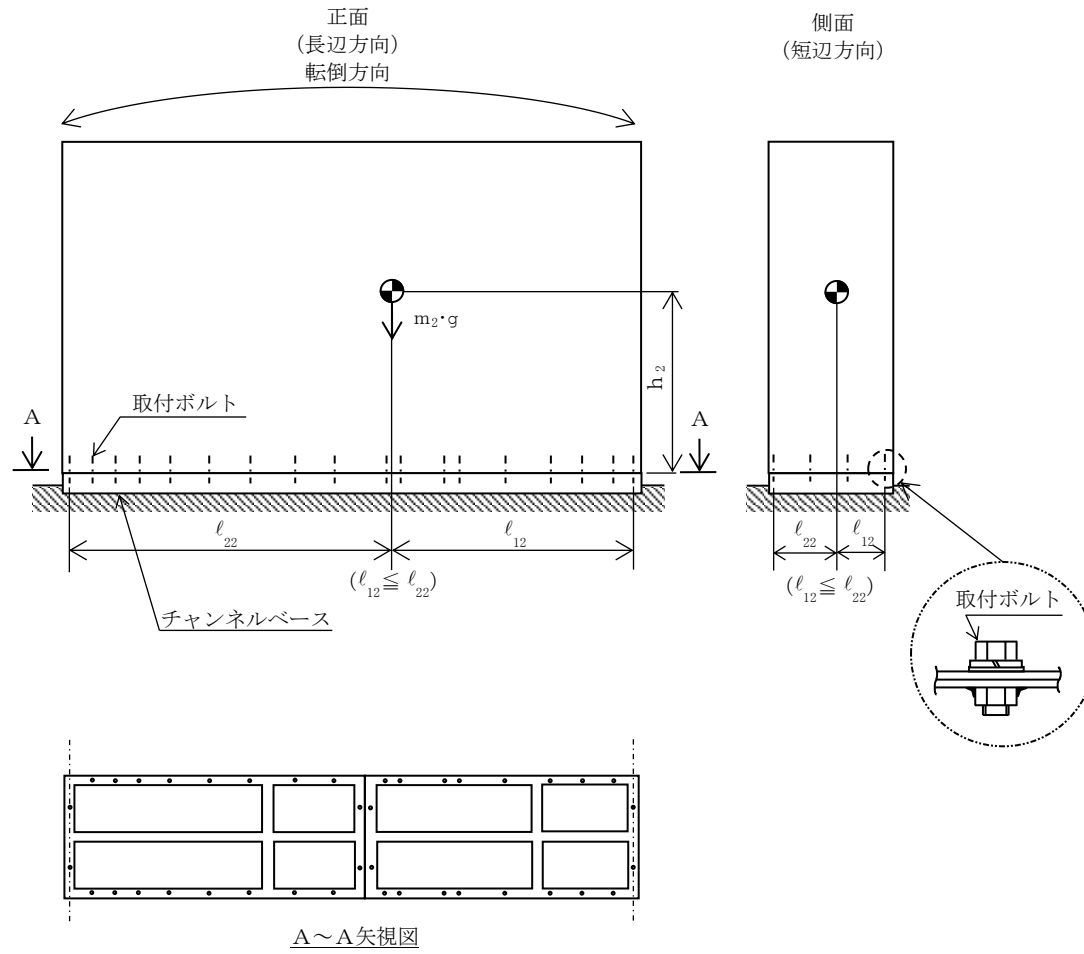
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器水素濃度 (H2E229-101A)	水平方向	1.73	□
	鉛直方向	1.98	□

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【格納容器水素濃度 (H2E229-101B) 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	
格納容器水素濃度 (H2E229-101B)	S	原子炉建物 EL 34.8* ¹			C _H =1.56* ²	C _V =1.31* ²	C _H =2.07* ³	C _V =2.39* ³	50

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S_d) 又は静的震度

*3: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
基礎ボルト (i=1)		839	16 (M16)	201.1	40	241 (径 ≤ 16mm)	394 (径 ≤ 16mm)
取付ボルト (i=2)		770	16 (M16)	201.1	38	231 (16mm < 径 ≤ 40mm)	394 (16mm < 径 ≤ 40mm)

部材	l _{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
基礎ボルト (i=1)	345	375	10	241	276	短辺方向	短辺方向
	1690	2141	4				
取付ボルト (i=2)	245	295	15	231	276	長辺方向	長辺方向
	1765	2225	2				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{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	$\sigma_{b1}=26$	$f_{ts1}=144^*$	$\sigma_{b1}=42$	$f_{ts1}=165^*$
		せん断	$\tau_{b1}=6$	$f_{sb1}=111$	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=127$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	$\sigma_{b2}=28$	$f_{ts2}=173^*$	$\sigma_{b2}=69$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=133$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器水素濃度 (H2E229-101B)	水平方向	1.73	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.98	<input type="checkbox"/>

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

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	
格納容器水素濃度 (H2E229-101B)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 34.8*1	□	□	—	—	C _H =2.07*2	C _V =2.39*2	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

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)	□	839	16 (M16)	201.1	40	241 (径≤16mm)	394 (径≤16mm)
取付ボルト (i=2)	□	770	16 (M16)	201.1	38	231 (16mm<径≤40mm)	394 (16mm<径≤40mm)

部材	l _{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
基礎ボルト (i=1)	345	375	10	—	276	—	短辺方向
	1690	2141	4				
取付ボルト (i=2)	245	295	15	—	276	—	長辺方向
	1765	2225	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{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	—	—	$\sigma_{b1}=42$	$f_{ts1}=165^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=127$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=69$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

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

すべて許容応力以下である。

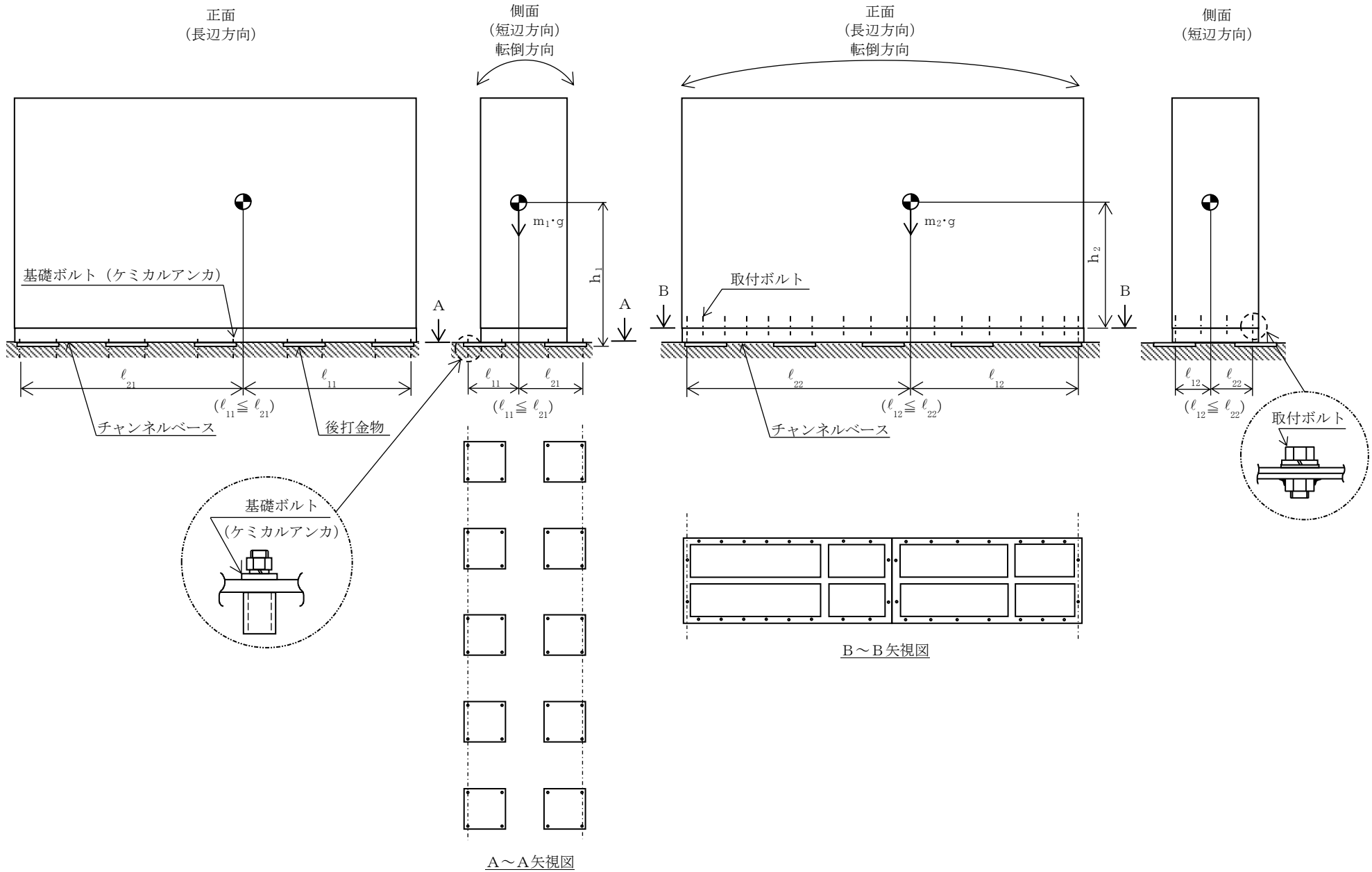
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器水素濃度 (H2E229-101B)	水平方向	1.73	<input type="checkbox"/>
	鉛直方向	1.98	<input type="checkbox"/>

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-35 格納容器水素濃度（S A）の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、格納容器水素濃度（S A）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

格納容器水素濃度（S A）は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

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

2. 一般事項

2.1 構造計画

格納容器水素濃度（S A）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、計器取付ボルトによりサンプリング装置に固定される。</p> <p>サンプリング装置は、サンプリング装置取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。</p> <p>チャンネルベースは、溶接にて後打金物に固定され、後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>熱伝導式水素検出器</p>	<p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

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

表 3-1 固有周期

(単位：s)

格納容器水素濃度（S A） (H ₂ E2D2-1)	水平	
	鉛直	

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

格納容器水素濃度（S A）の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

格納容器水素濃度（S A）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

格納容器水素濃度（S A）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

格納容器水素濃度（S A）の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【格納容器水素濃度（S A）（H₂E2D2-1）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	格納容器水素濃度（S A）	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限界 を用いる。)

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

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

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

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IV _A S	1.5・f _t * 1.5・f _s *	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				
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—
取付ボルト	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	100	212	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

格納容器水素濃度（S A）の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

サンプリング装置に設置される検出器の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、実機の据付状態を模擬したうえで、サンプリング装置が設置される床における設計用床応答スペクトルを包絡する模擬地震波による加振試験において電氣的機能の健全性を確認した加振台の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
格納容器水素濃度（S A） (H ₂ E2D2-1)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

格納容器水素濃度（S A）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電気的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【格納容器水素濃度（SA）（H₂E2D2-1）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	
格納容器水素濃度（SA） (H ₂ E2D2-1)	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建物 EL 30.5* ¹			—	—	C _H =2.68* ²	C _V =2.23* ²	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 I（基準地震動 S_s）を上回る設計震度

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)		987	16 (M16)	201.1	24	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)
取付ボルト (i=2)		868	12 (M12)	113.1	24	212 (16mm<径≤40mm)	373 (16mm<径≤40mm)

部材	l _{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
基礎ボルト (i=1)	366.5	463.5	6	—	261	—	短辺方向
	719	771	4				
取付ボルト (i=2)	299	396	6	—	254	—	短辺方向
	664	716	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{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)	—		—	
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
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=37$	$f_{ts1}=156^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=120$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=58$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=146$

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

すべて許容応力以下である。

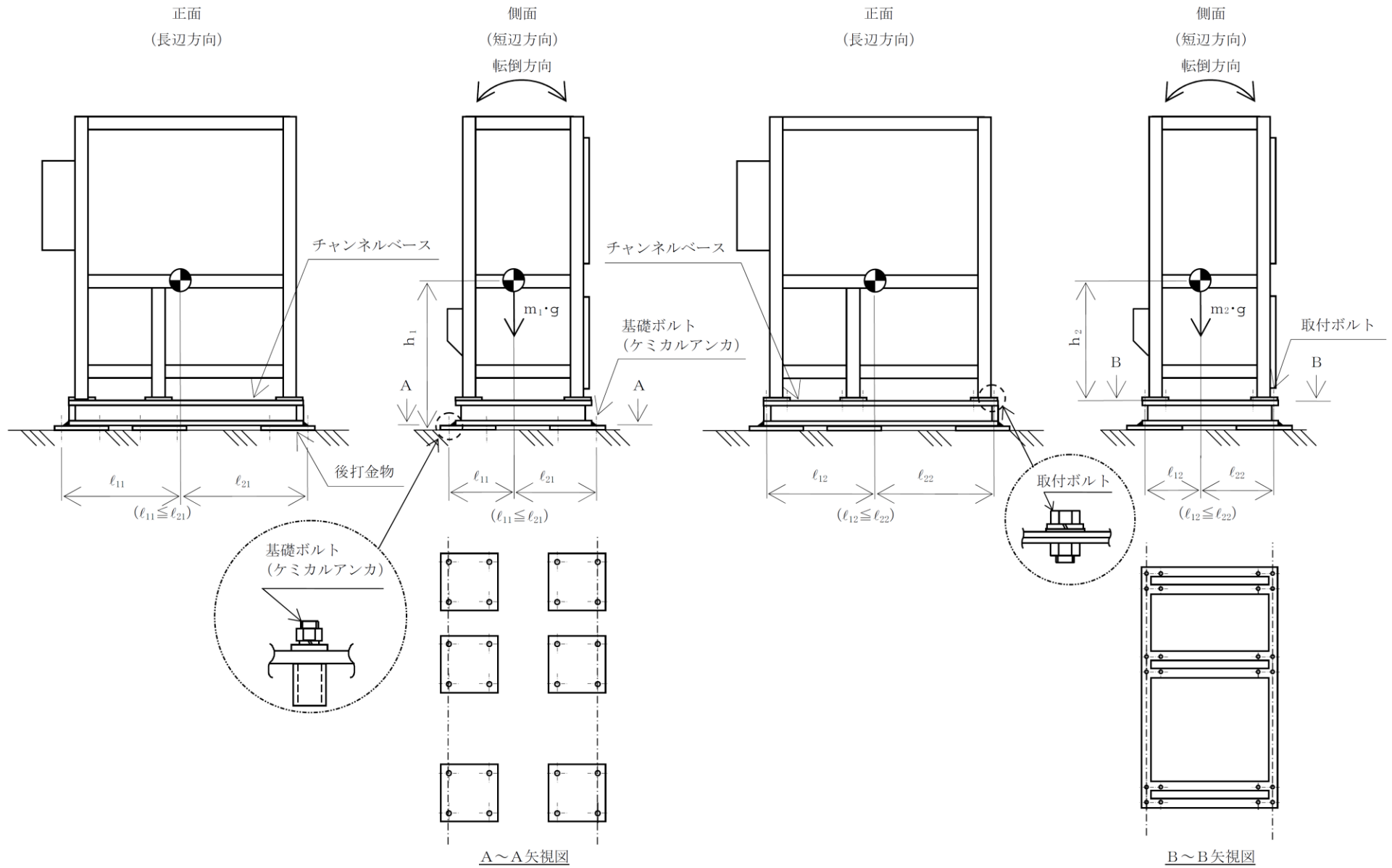
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器水素濃度 (S A) (H ₂ E2D2-1)	水平方向	1.95	
	鉛直方向	1.94	

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-36 低圧原子炉代替注水槽水位の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、低圧原子炉代替注水槽水位が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

低圧原子炉代替注水槽水位は、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気的機能維持評価を示す。

なお、低圧原子炉代替注水槽水位は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計装ラックであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

低圧原子炉代替注水槽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計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにより箱形計器ステーション内に固定される。</p> <p>箱形計器ステーションは、チャンネルベースに箱形計器ステーション取付ボルトで固定され、チャンネルベースは、基礎ボルトで基礎に設置する。</p>	<p>差圧式水位検出器</p>	<p>(正面図) (側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

2

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

低圧原子炉代替注水槽水位が設置される箱形スタンションの固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

低圧原子炉代替注水槽水位 (LX2B2-1)	水平	
	鉛直	

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

低圧原子炉代替注水槽水位の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-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

低圧原子炉代替注水槽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

低圧原子炉代替注水槽水位の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

低圧原子炉代替注水槽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【低圧原子炉代替注水槽水位 (LX2B2-1) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	低圧原子炉代替注水槽水位	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限界 を用いる。)

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

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

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

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
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				
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—
取付ボルト	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

低圧原子炉代替注水槽水位の電気的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

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

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
低圧原子炉代替注水槽水位 (LX2B2-1)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

低圧原子炉代替注水槽水位の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【低圧原子炉代替注水槽水位 (LX2B2-1) 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	
低圧原子炉代替注水槽水位 (LX2B2-1)	常設耐震/防止 常設/緩和	低圧原子炉代替注水 ポンプ格納槽 EL 0.7*1			—	—	C _H =3.75*2	C _V =3.63*2	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

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)		360	12 (M12)	113.1	4	241 (径≤16mm)	394 (径≤16mm)
取付ボルト (i=2)		285	10 (M10)	78.54	6	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
基礎ボルト (i=1)	100	130	2	—	276	—	短辺方向
	250	310	2				
取付ボルト (i=2)	110	140	2	—	276	—	短辺方向
	195	255	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
基礎ボルト (i=1)	—		—	
取付ボルト (i=2)	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		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	—	—	$\sigma_{b1}=22$	$f_{ts1}=165^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=6$	$f_{sb1}=127$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=23$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=159$

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

すべて許容応力以下である。

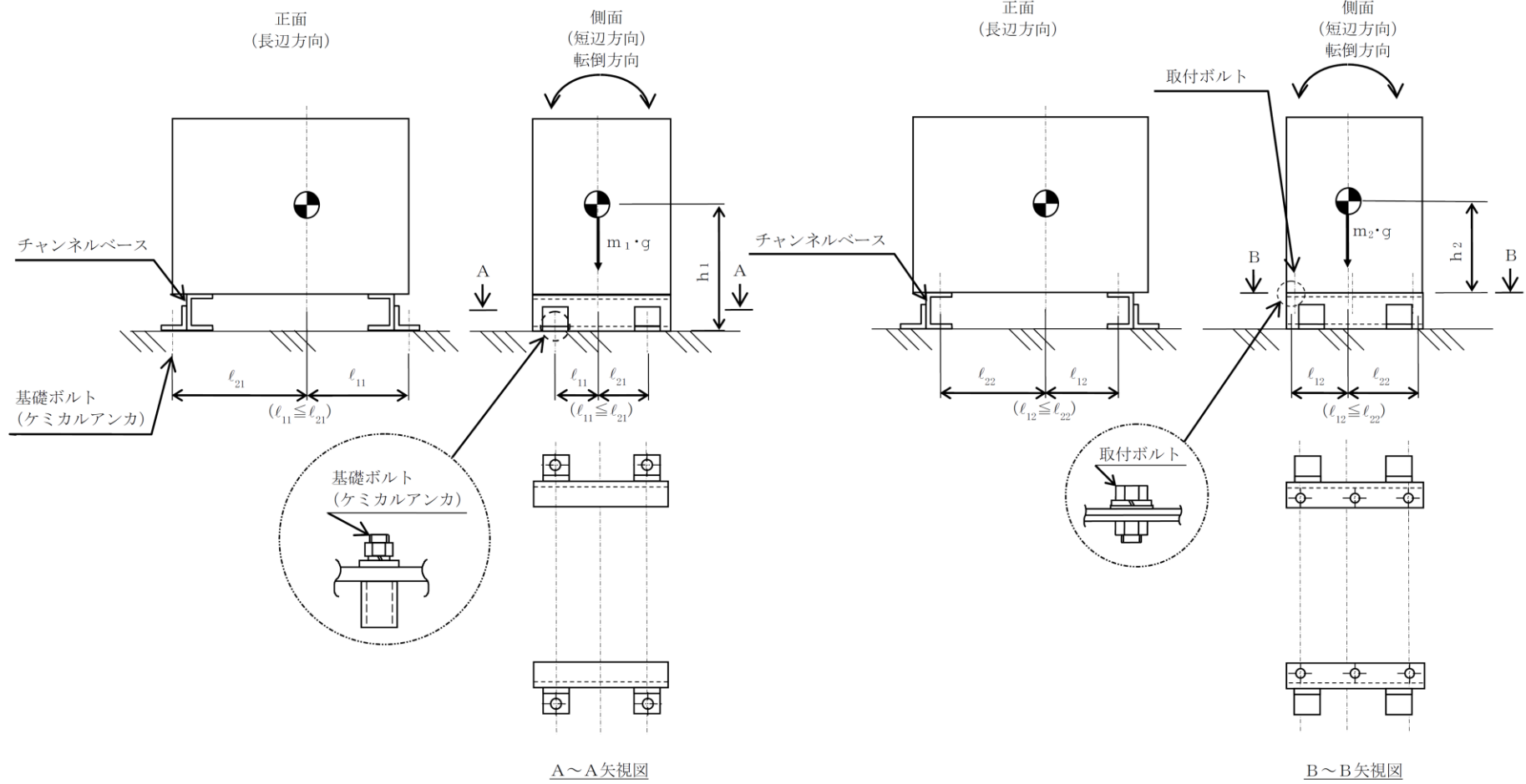
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
低圧原子炉代替注水槽水位 (LX2B2-1)	水平方向	3.02	
	鉛直方向	2.28	

注記*：設計用震度 I（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-37 格納容器代替スプレイ流量の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、格納容器代替スプレイ流量が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

格納容器代替スプレイ流量は、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、格納容器代替スプレイ流量は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

格納容器代替スプレイ流量の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>検出器は、計器取付ボルトにて計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>差圧式流量検出器</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2A)</th> <th>格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2B)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>	機器名称	格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2A)	格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2B)	たて			横			高さ		
機器名称	格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2A)	格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2B)												
たて														
横														
高さ														

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

格納容器代替スプレイ流量の固有周期は、構造が同等な計器スタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位 : s)

格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2A)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2B)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

格納容器代替スプレイ流量の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-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

格納容器代替スプレイ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

格納容器代替スプレイ流量の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

格納容器代替スプレイ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【格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2A) の耐震性についての計算結果】、【格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2B) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	格納容器代替スプレイ流量	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。

51 *3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f _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 (RT) (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

格納容器代替スプレイ流量の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

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

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2A)	水平	
	鉛直	
格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2B)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

格納容器代替スプレイ流量の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2A) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2A)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 15.3 ^{*1}	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.59 ^{*2}	C _V =1.58 ^{*2}	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

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		700	12 (M12)	113.1	4	221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)

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	—	261	—	前後方向
	31	231	2				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F _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	—	—	$\sigma_b = 13$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 120$

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

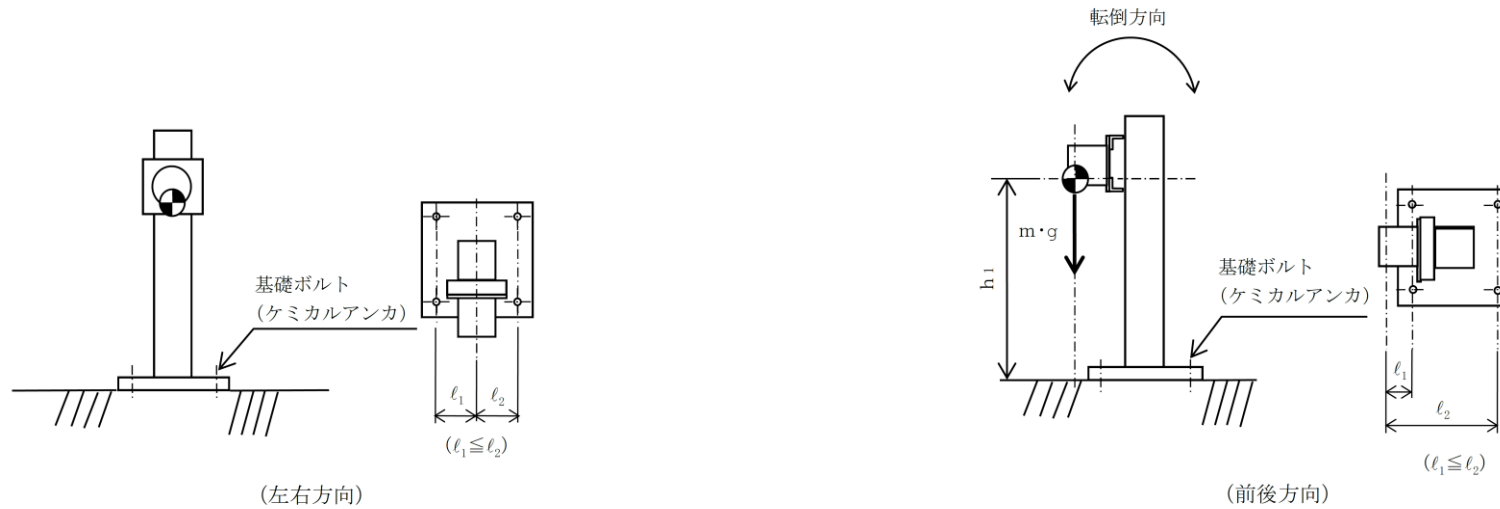
($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2A)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

11



【格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2B) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2B)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 15.3 ^{*1}	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.59 ^{*2}	C _V =1.58 ^{*2}	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

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		805	12 (M12)	113.1	4	221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)

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	—	261	—	前後方向
	23	223	2				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F _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	—	—	$\sigma_b = 16$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 120$

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

すべて許容応力以下である。

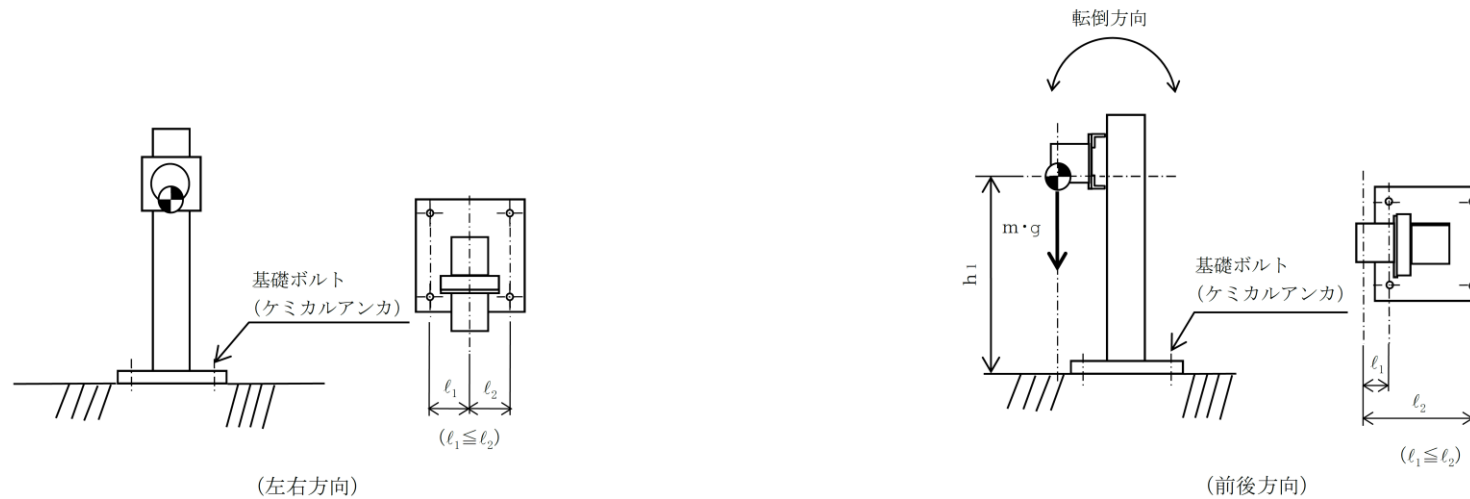
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2B)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-38 ペデスタル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
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ペDESTAL代替注水流量が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

ペDESTAL代替注水流量は、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気的機能維持評価を示す。

なお、ペDESTAL代替注水流量は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ペDESTAL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、計器取付ボルトにて計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>差圧式流量検出器</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2A-1)</th> <th>ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2B-1)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>	機器名称	ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2A-1)	ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2B-1)	たて			横			高さ		
機器名称	ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2A-1)	ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2B-1)												
たて														
横														
高さ														

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

ペDESTAL代替注水流量の固有周期は、構造が同等な計器スタンションに対する振動試験(自由振動試験)の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位 : s)

ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2A-1)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2B-1)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

ペDESTAL代替注水流量の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-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

ペDESTAL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

ペDESTAL代替注水流量の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表4-2のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ペDESTAL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【ペDESTAL代替注水流量（FX2B6-2A-1）の耐震性についての計算結果】、【ペDESTAL代替注水流量（FX2B6-2B-1）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	ペDESTAL代替注水流量	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。

51 *3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f _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	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 電気的機能維持評価方法

ペDESTAL代替注水流量の電気的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

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

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2A-1)	水平	
	鉛直	
ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2B-1)	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

ペダスタル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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2A-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	
ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2A-1)	常設/緩和	原子炉建物 EL 1.3*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.41*2	C _V =1.05*2	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

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		712	12 (M12)	113.1	4	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

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	—	261	—	前後方向
	36	236	2				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F _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	—	—	$\sigma_b = 12$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 120$

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

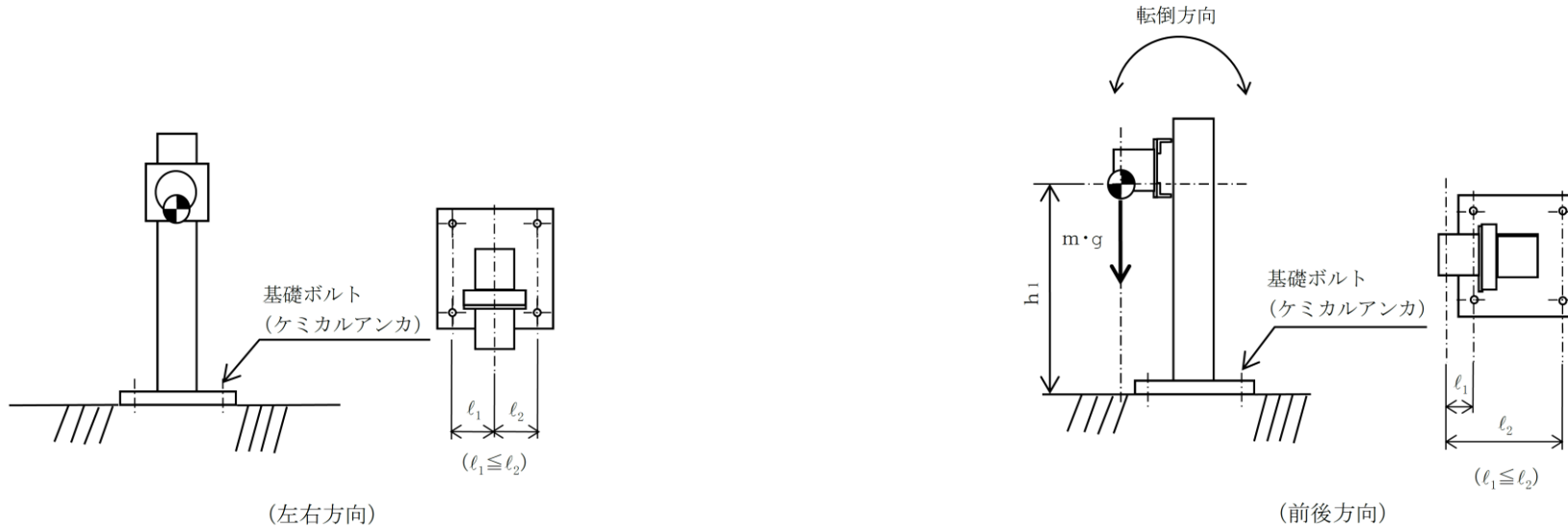
($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2A-1)	水平方向	1.17	
	鉛直方向	0.87	

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

11



【ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2B-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	
ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2B-1)	常設/緩和	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.73 ^{*2}	C _V =2.07 ^{*2}	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

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		645	12 (M12)	113.1	4	221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)

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	—	261	—	前後方向
	40	240	2				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F _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	—	—	$\sigma_b = 15$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 120$

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

すべて許容応力以下である。

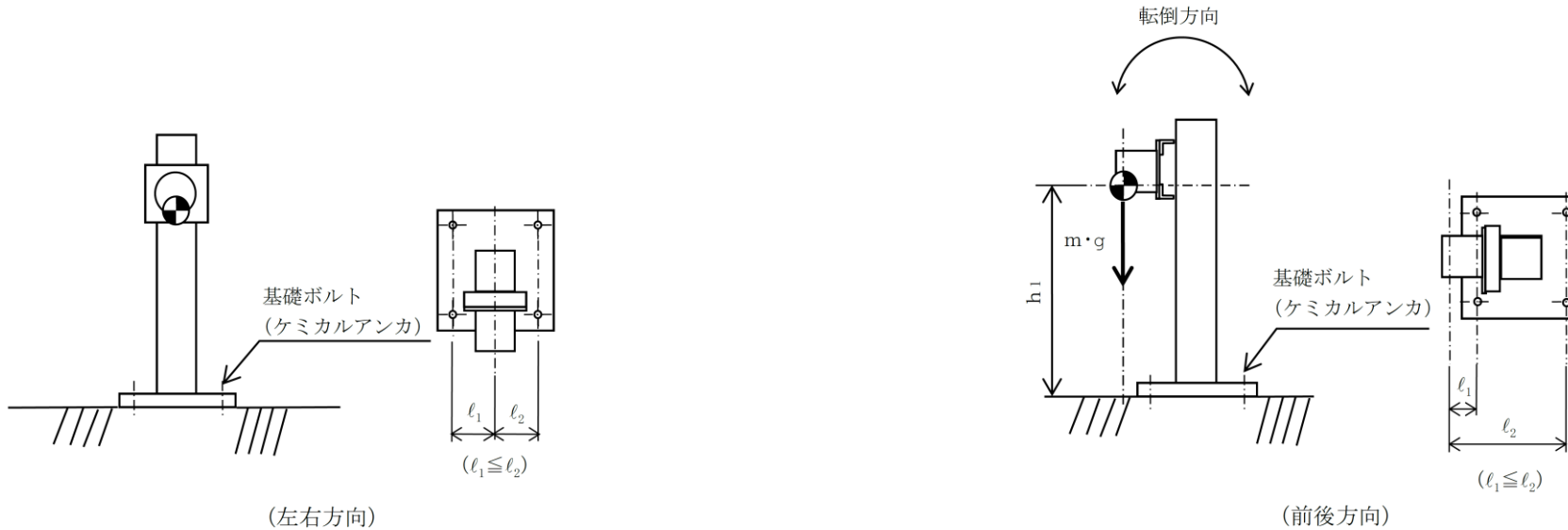
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ペダスタル代替注水流量 (FX2B6-2B-1)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-39 ペデスタル代替注水流量（狭帯域用）の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）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。

なお、ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>検出器は、計器取付ボルトにて計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>差圧式流量検出器</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>ペDESTAL代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B6-2A-2)</th> <th>ペDESTAL代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B6-2B-2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>	機器名称	ペDESTAL代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B6-2A-2)	ペDESTAL代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B6-2B-2)	たて			横			高さ		
機器名称	ペDESTAL代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B6-2A-2)	ペDESTAL代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B6-2B-2)												
たて														
横														
高さ														

2

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

ペデスタル代替注水流量（狭帯域用）の固有周期は，構造が同等な計器スタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

ペデスタル代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B6-2A-2)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
ペデスタル代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B6-2B-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

ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-1に示す。

4.2.2 許容応力

ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表4-2のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）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【ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）(FX2B6-2A-2)の耐震性についての計算結果】、【ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）(FX2B6-2B-2)の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	ペDESTAL代替注水流量 (狭帯域用)	常設/緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

51 *3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f _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	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 電気的機能維持評価方法

ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）の電気的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

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

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用） (FX2B6-2A-2)	水平	
	鉛直	
ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用） (FX2B6-2B-2)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）（FX2B6-2A-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	
ペDESTAL代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B6-2A-2)	常設/緩和	原子炉建物 EL 1.3*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.41*2	C _V =1.05*2	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

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		689	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	—	前後方向
	23	233	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _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	—	—	$\sigma_b = 10$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 120$

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

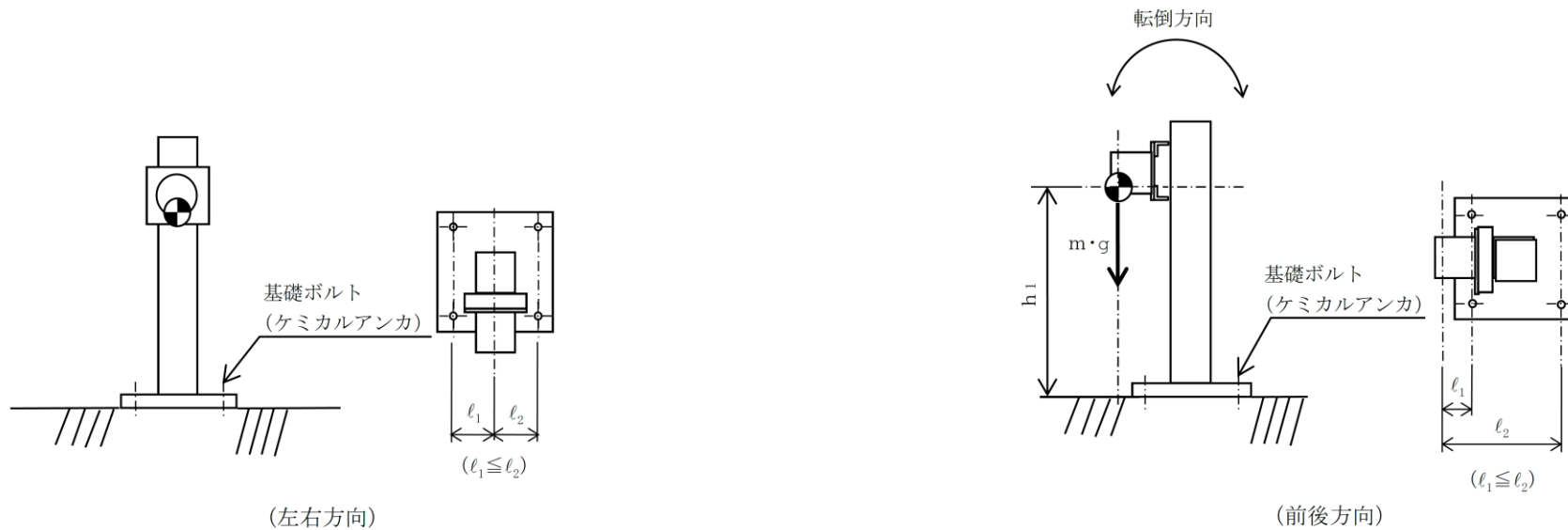
($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ペDESTAL代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B6-2A-2)	水平方向	1.17	
	鉛直方向	0.87	

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

11



【ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）（FX2B6-2B-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	
ペDESTAL代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B6-2B-2)	常設/緩和	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.73 ^{*2}	C _V =2.07 ^{*2}	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

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		628	12 (M12)	113.1	4	221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)

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	—	261	—	前後方向
	29	229	2				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F _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	—	—	$\sigma_b = 13$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 120$

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

すべて許容応力以下である。

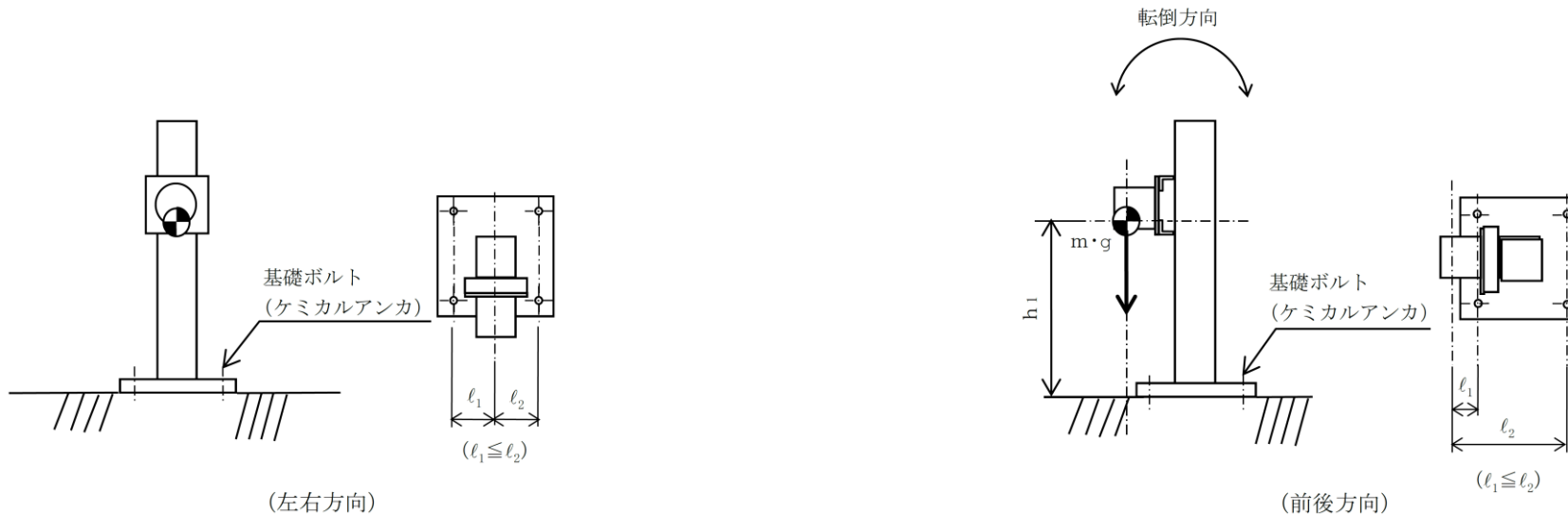
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ペDESTAL代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B6-2B-2)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-40 残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量は、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気的機能維持評価を示す。

なお、残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、計器取付ボルトにて計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>差圧式流量検出器</p>	<div style="text-align: center;"> <p>(平面図)</p> <p>(正面図) 床</p> <p>(側面図)</p> </div> <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量の固有周期は、構造が同等な計器スタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位 : s)

残留熱代替除去系 格納容器スプレイ流量 (FX222-11)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

残留熱代替除去系格納容器スプレイ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

残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

残留熱代替除去系格納容器スプレイ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【残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量 (FX222-11) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	残留熱代替除去系 格納容器スプレイ流量	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。

51 *3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
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 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	100	221	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量の電気的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

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

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量 (FX222-11)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量 (FX222-11) 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	
残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量 (FX222-11)	常設/緩和	原子炉建物 EL 15.3*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.59*2	C _V =1.58*2	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

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		835	12 (M12)	113.1	4	221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)

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	—	261	—	前後方向
	33	233	2				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F _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	—	—	$\sigma_b = 18$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 120$

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

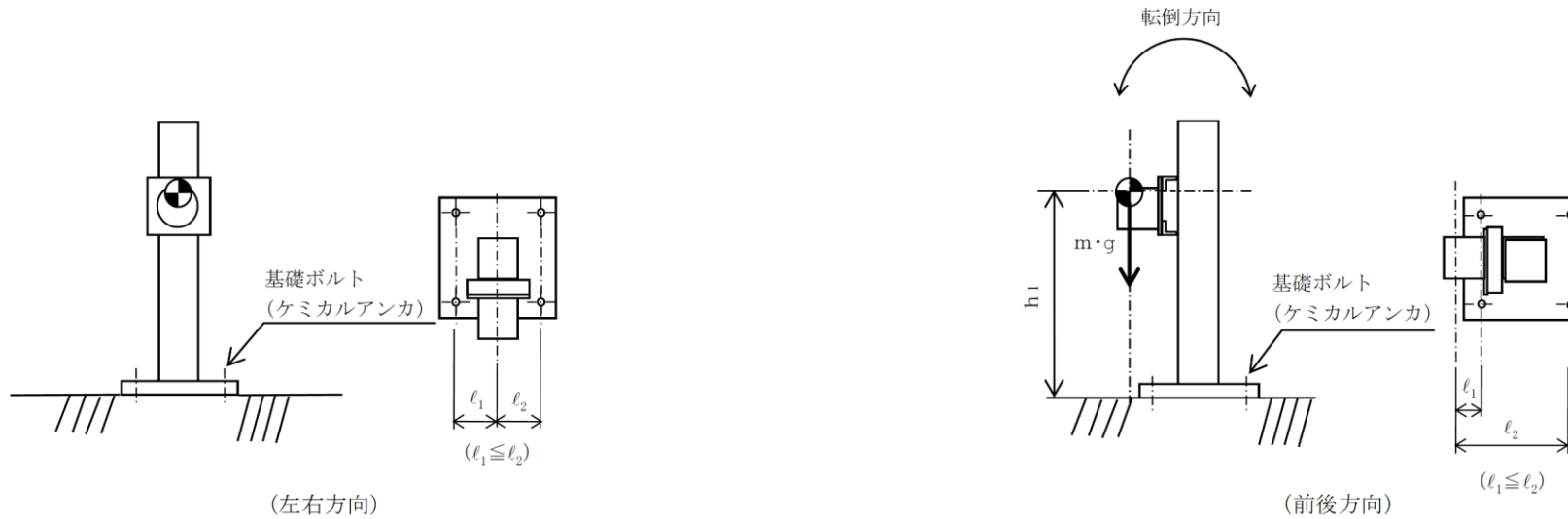
($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
残留熱代替除去系 格納容器スプレイ流量 (FX222-11)	水平方向	1.32	<div style="border: 2px solid black; width: 100px; height: 20px;"></div>
	鉛直方向	1.31	

注記*: 設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

11



VI-2-6-5-41 サプレッションプール水位の耐震性についての計算書

目 次

1. サプレッションプール水位 (LX217-1A)	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	7
1.3 評価部位	8
1.4 固有周期	8
1.4.1 固有周期の確認	8
1.5 構造強度評価	9
1.5.1 構造強度評価方法	9
1.5.2 荷重の組合せ及び許容応力	9
1.5.3 設計用地震力	13
1.5.4 計算方法	14
1.5.5 計算条件	20
1.5.6 応力の評価	20
1.6 機能維持評価	22
1.6.1 電氣的機能維持評価方法	22
1.7 評価結果	23
1.7.1 設計基準対象施設としての評価結果	23

2. サプレッションプール水位 (LX217-1B)	29
2.1 概要	29
2.2 一般事項	29
2.2.1 構造計画	29
2.3 固有周期	31
2.3.1 固有周期の確認	31
2.4 構造強度評価	32
2.4.1 構造強度評価方法	32
2.4.2 荷重の組合せ及び許容応力	32
2.4.3 計算条件	32
2.5 機能維持評価	36
2.5.1 電氣的機能維持評価方法	36
2.6 評価結果	37
2.6.1 設計基準対象施設としての評価結果	37

1. サプレッションプール水位 (LX217-1A)

1.1 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、サプレッションプール水位が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

サプレッションプール水位は、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。

1.2 一般事項

1.2.1 構造計画

サプレッションプール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、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計器ステーションに固定される。</p> <p>計器ステーションは、基礎ボルト及び壁面に設置された埋込金物への溶接にて壁面に設置する。</p>	<p>差圧式水位検出器</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>

1.2.2 評価方針

サプレッションプール水位の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「1.2.1 構造計画」にて示すサプレッションプール水位の部位を踏まえ「1.3 評価部位」にて設定する箇所において、「1.4 固有周期」で測定した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「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、サプレッションプール水位の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「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。

サプレッションプール水位の耐震評価フローを図1-1に示す。

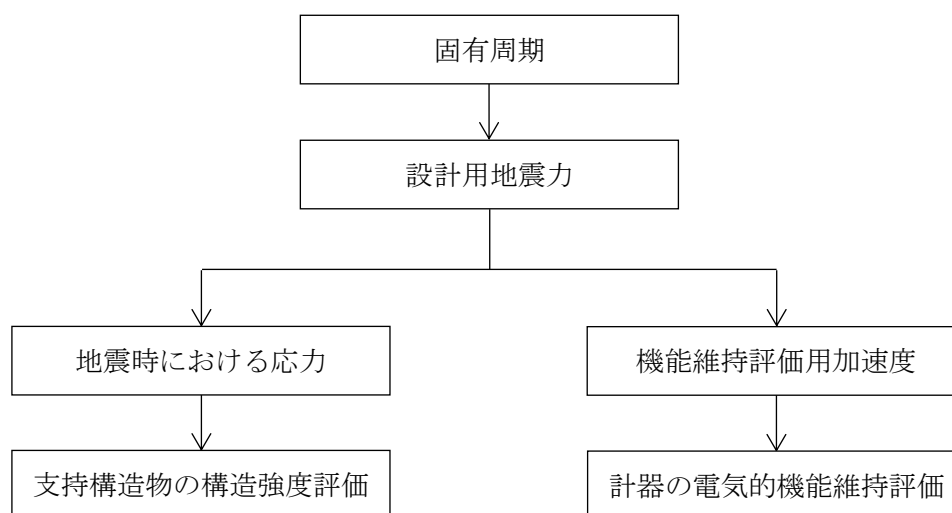


図1-1 サプレッションプール水位の耐震評価フロー

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 _b	基礎ボルトの軸断面積	mm ²
A _w	溶接部の有効断面積	mm ²
C _H	水平方向設計震度	—
C _V	鉛直方向設計震度	—
d	基礎ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3121.3に定める値	MPa
F _b	基礎ボルトに作用する引張力	N
F _{b1}	鉛直方向地震及び計器架台取付面に対し左右方向の水平方向地震により基礎ボルトに作用する引張力	N
F _{b2}	鉛直方向地震及び計器架台取付面に対し前後方向の水平方向地震により基礎ボルトに作用する引張力	N
F _w	溶接部に作用する引張力	N
F _{w1}	鉛直方向地震及び計器架台取付面に対し左右方向の水平方向地震により溶接部に作用する引張力	N
F _{w2}	鉛直方向地震及び計器架台取付面に対し前後方向の水平方向地震により溶接部に作用する引張力	N
f _{sb}	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f _{to}	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f _{ts}	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力)	MPa
f _{sm}	せん断力のみを受ける溶接部の許容せん断応力	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h	据付面から重心までの距離	mm
ℓ'	溶接の有効長さ	mm
ℓ	重心と下側基礎ボルト間の距離	mm
ℓ _a	側面(左右)基礎ボルト間の距離	mm
ℓ _b	上側溶接部と下側基礎ボルト間の距離	mm
m	計器架台の質量	kg
n _b	基礎ボルトの本数	—
n _w	溶接部の数	—
n _{fH}	評価上引張力を受けるとして期待する水平方向基礎ボルト, 溶接数	—
n _{fV}	評価上引張力を受けるとして期待する鉛直方向基礎ボルト, 溶接数	—

記号	記号の説明	単位
Q_b	基礎ボルトに作用するせん断力	N
Q_{b1}	水平方向地震により基礎ボルトに作用するせん断力	N
Q_{b2}	鉛直方向地震により基礎ボルトに作用するせん断力	N
Q_w	溶接部に作用するせん断力	N
Q_{w1}	水平方向地震により溶接部に作用するせん断力	N
Q_{w2}	鉛直方向地震により溶接部に作用するせん断力	N
s	溶接脚長	mm
S_u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
S_y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
$S_y(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の40°Cにおける値	MPa
π	円周率	—
σ	溶接部に生じるせん断応力	MPa
σ_b	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
σ_w	溶接部に生じる引張力により発生するせん断応力	MPa
τ_b	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
τ_w	溶接部に生じるせん断力により発生するせん断応力	MPa

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 に示すとおりである。

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	℃	—	—	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。

1.3 評価部位

サブプレッションプール水位の耐震評価は、「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基礎ボルト及び溶接部について実施する。

サブプレッションプール水位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 固有周期

1.4.1 固有周期の確認

サブプレッションプール水位の固有周期は、構造が同等な計器スタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 1-3 に示す。

表 1-3 固有周期 (単位：s)

サブプレッションプール水位 (LX217-1A)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

1.5 構造強度評価

1.5.1 構造強度評価方法

- (1) 計器スタンションの質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は計器スタンションに対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 計器スタンションは基礎ボルト及び溶接により壁面に固定されており、固定端とする。
- (4) 転倒方向*は、左右方向及び前後方向について検討し、計算書には結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。
- (5) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

注記*：計器スタンションの転倒方向は、計器スタンションを正面より見て左右に転倒する場合を「左右方向転倒」、前方又は後方に転倒する場合を「前後方向転倒」という。

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

サプレッションプール水位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 に示す。

1.5.2.2 許容応力

サプレッションプール水位の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 1-5 のとおりとする。

1.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

サプレッションプール水位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 に示す。

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	サプレッションプール水位	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 1-5 許容応力 (その他の支持構造物)

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等以外)		許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等)	
	一次応力		一次応力	
	せん断		引張	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_s$		$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_s^*$		$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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 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)
基礎ボルト	SS41* (40mm < 径 ≤ 100mm)	周囲環境温度	66	206	385	—
溶接部	SS41* (厚さ ≤ 16mm)	周囲環境温度	66	234	385	—

注記* : SS400 相当

1.5.3 設計用地震力

サプレッションプール水位の設計用地震力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 1-7 に示す。

「弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度」及び「基準地震動 S_s」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 1-7 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)	固有周期 (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
原子炉建物 EL 1.3 (EL 8.8 ^{*1})	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.78 ^{*2}	C _V =0.54 ^{*2}	C _H =1.56 ^{*3}	C _V =1.16 ^{*3}

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度 II（基準地震動 S_s）

1.5.4 計算方法

1.5.4.1 応力の計算方法

1.5.4.1.1 基礎ボルトの計算方法

基礎ボルトの応力は、地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

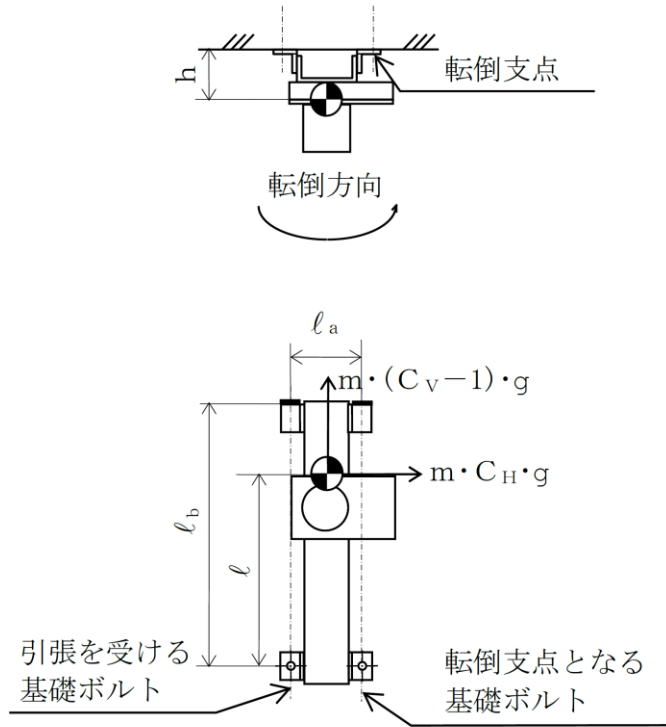


図1-2 計算モデル（基礎ボルト）（左右方向転倒）

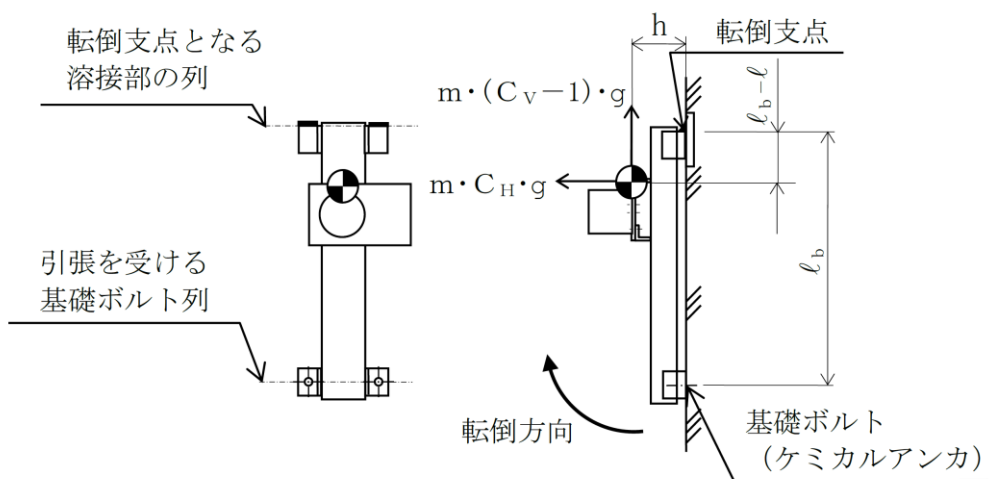


図1-3 計算モデル（基礎ボルト）（前後方向転倒）

(1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は、図1-2及び図1-3で基礎ボルト及び溶接部を支点とする転倒を考え、これを片側の基礎ボルトで受けるものとして計算する。

引張力

左右方向転倒の場合の引張力

$$F_{b1} = m \cdot g \cdot \left(\frac{C_H \cdot h}{n_{fH} \cdot \ell_a} + \frac{(C_V - 1) \cdot h}{n_{fV} \cdot \ell_b} \right) \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.1)$$

前後方向転倒の場合の引張力

$$F_{b2} = m \cdot g \cdot \left(\frac{C_H \cdot (\ell_b - \ell) + (C_V - 1) \cdot h}{n_{fV} \cdot \ell_b} \right) \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.2)$$

$$F_b = \text{Max} (F_{b1}, F_{b2}) \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.3)$$

引張応力

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.4)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.5)$$

(2) せん断応力

基礎ボルトに対するせん断力は、基礎ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b1} = m \cdot C_H \cdot g \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.6)$$

$$Q_{b2} = m \cdot (1 + C_V) \cdot g \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.7)$$

$$Q_b = \sqrt{(Q_{b1})^2 + (Q_{b2})^2} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.8)$$

せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n_b \cdot A_b} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.9)$$

1.5.4.1.2 溶接部の計算方法

溶接部の応力は，地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力により発生するせん断応力について計算する。

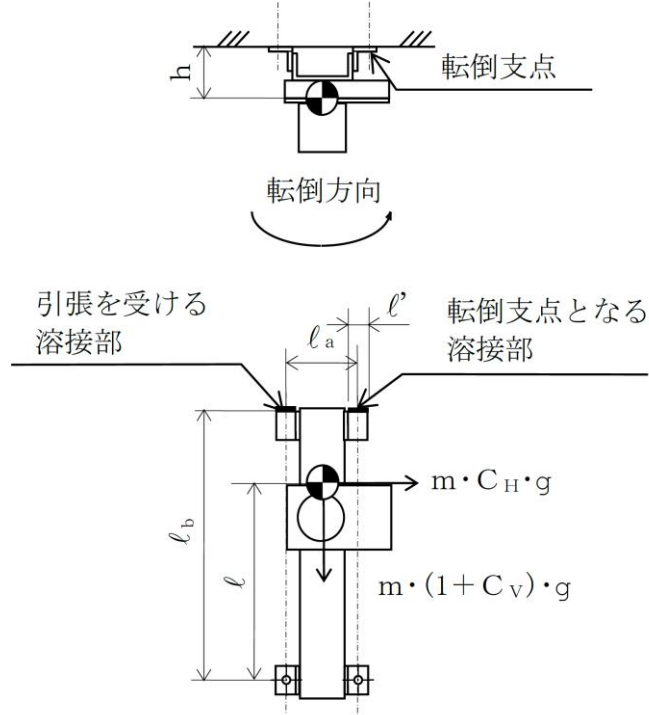


図1-4 計算モデル（溶接部）（左右方向転倒）

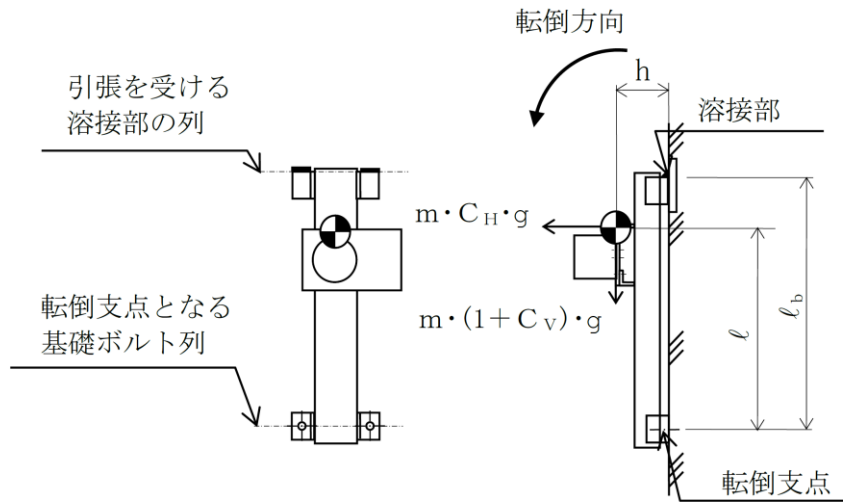


図1-5 計算モデル（溶接部）（前後方向転倒）

(1) 引張力により発生するせん断応力

溶接部に対する引張力は、図1-4及び図1-5で基礎ボルト及び溶接部を支点とする転倒を考え、これを片側の溶接部で受けるものとして計算する。

引張力

左右方向転倒の場合の引張力

$$F_{w1} = m \cdot g \cdot \left(\frac{C_H \cdot h}{n_{fH} \cdot \ell_a} + \frac{(1 + C_V) \cdot h}{n_{fV} \cdot \ell_b} \right) \dots\dots\dots (1.5.4.1.2.1)$$

前後方向転倒の場合の引張力

$$F_{w2} = m \cdot g \cdot \left(\frac{C_H \cdot \ell + (1 + C_V) \cdot h}{n_{fV} \cdot \ell_b} \right) \dots\dots\dots (1.5.4.1.2.2)$$

$$F_w = \text{MAX} (F_{w1}, F_{w2}) \dots\dots\dots (1.5.4.1.2.3)$$

引張力により発生するせん断応力

$$\sigma_w = \frac{F_w}{A_w} \dots\dots\dots (1.5.4.1.2.4)$$

ここで、溶接部の有効断面積 A_w は次式により求める。

$$A_w = a \cdot \ell' \dots\dots\dots (1.5.4.1.2.5)$$

ただし溶接部の有効のど厚 a は次式により求める。

$$a = 0.7 \cdot s \dots\dots\dots (1.5.4.1.2.6)$$

(2) せん断力により発生するせん断応力

溶接部に対するせん断力は、溶接部全数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{w1} = m \cdot C_H \cdot g \cdots \cdots \cdots (1.5.4.1.2.7)$$

$$Q_{w2} = m \cdot (1 + C_V) \cdot g \cdots \cdots \cdots (1.5.4.1.2.8)$$

$$Q_w = \sqrt{(Q_{w1})^2 + (Q_{w2})^2} \cdots \cdots \cdots (1.5.4.1.2.9)$$

せん断力により発生するせん断応力

$$\tau_w = \frac{Q_w}{n_w \cdot A_w} \cdots \cdots \cdots (1.5.4.1.2.10)$$

(3) 溶接部に生じるせん断応力

溶接部に生じるせん断応力は、各せん断応力を足し合わせたものとして計算する。

$$\sigma = \sqrt{(\sigma_w)^2 + (\tau_w)^2} \cdots \cdots \cdots (1.5.4.1.2.11)$$

1.5.5 計算条件

1.5.5.1 基礎ボルト及び溶接部の応力計算条件

基礎ボルト及び溶接部の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
ンプール水位 (LX217-1A) 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 ボルトの応力評価

1.5.4.1.1 項で求めたボルトの引張応力 σ_b は次式より求めた許容組合せ応力 f_{ts}
以下であること。ただし、 f_{to} は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \quad \dots\dots\dots (1.5.6.1.1)$$

せん断応力 τ_b は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下である
こと。ただし、 f_{sb} は下表による。

	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{to}	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sb}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

1.5.6.2 溶接部の応力評価

1.5.4.1.2項で求めた溶接部に発生するせん断応力は、許容せん断応力 f_{sm} 以下であること。

ただし、 f_{sm} は下表による。

	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容せん断応力 f_{sm}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

1.6 機能維持評価

1.6.1 電氣的機能維持評価方法

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

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

機能確認済加速度を表1-8に示す。

表1-8 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
サプレッションプール水位 (LX217-1A)	水平	
	鉛直	

1.7 評価結果

1.7.1 設計基準対象施設としての評価結果

サプレッションプール水位の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【サブプレッションプール水位 (LX217-1A) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
サブプレッションプール水位 (LX217-1A)	S	原子炉建物 EL 1.3 (EL 8.8*1)	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.78*2	C _V =0.54*2	C _H =1.56*3	C _V =1.16*3	66

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S_d) 又は静的震度

*3: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	s (mm)	a (mm)	ℓ' (mm)	A _b (mm ²)	A _w (mm ²)	n _b	n _w	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		190	12 (M12)	—	—	—	113.1	—	2	—	206 (40mm<径≤100mm)	385 (40mm<径≤100mm)
溶接部		190	—	4.2	2.9	50	—	147.0	—	2	234 (厚さ≤16mm)	385 (厚さ≤16mm)

部材	ℓ* (mm)	ℓ _a * (mm)	ℓ _b * (mm)	n _{fH} * (mm)	n _{fV} * (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	848	160	1125	1	2	206	247	左右方向	左右方向
	848	160	1125	1	2				
溶接部	848	160	1125	1	2	234	270	前後方向	前後方向
	848	160	1125	1	2				

注記*: 各ボルト, 溶接部の機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し, 下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト				

1.3.2 溶接部に作用する力

(単位：N)

部材	F _w		Q _w	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _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 基礎ボルト及び溶接部の応力

(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
基礎ボルト	SS41	引張	$\sigma_b = 4$	$f_{ts} = 123^*$	$\sigma_b = 8$	$f_{ts} = 148^*$
		せん断	$\tau_b = 4$	$f_{sb} = 95$	$\tau_b = 6$	$f_{sb} = 114$
溶接部	SS41	せん断	$\sigma = 5$	$f_{sm} = 135$	$\sigma = 8$	$f_{sm} = 155$

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

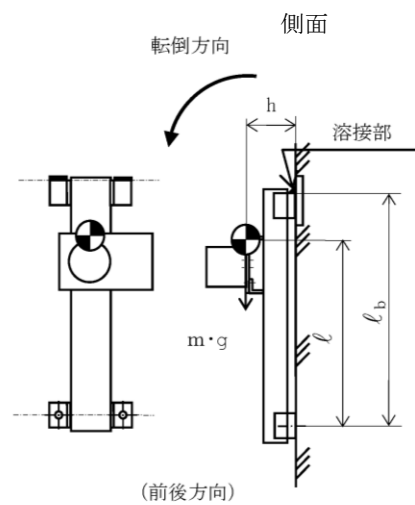
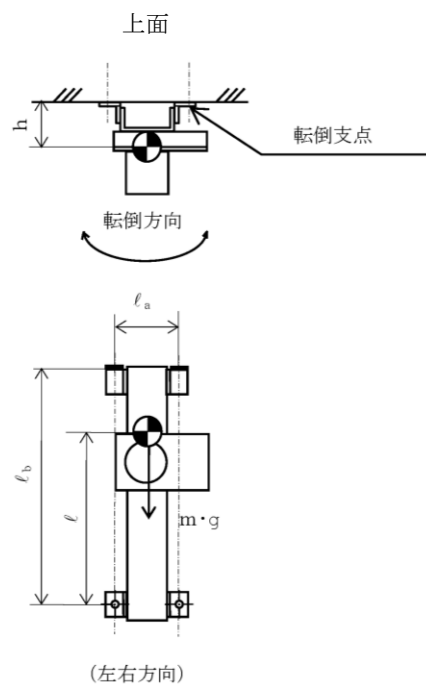
すべて許容応力以下である。

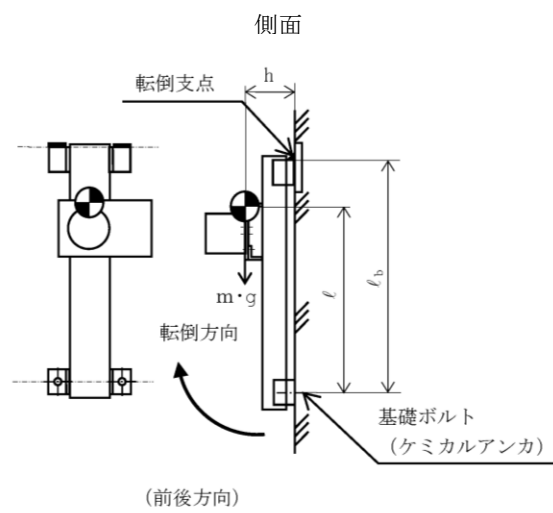
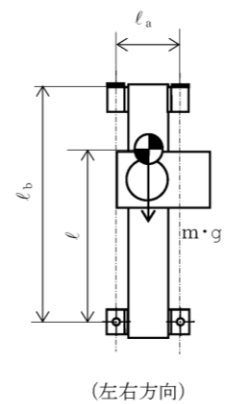
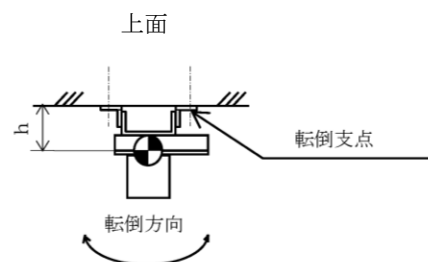
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
サブプレッション プール水位 (LX217-1A)	水平方向	1.29	
	鉛直方向	0.96	

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





2. サプレッションプール水位 (LX217-1B)

2.1 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、サプレッションプール水位が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

サプレッションプール水位は、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、サプレッションプール水位は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の壁掛形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2.2 一般事項

2.2.1 構造計画

サプレッション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、計器取付ボルトにて計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトにて壁面に設置する。</p>	<p>差圧式水位検出器</p>	<p>(単位：mm)</p>

2.3 固有周期

2.3.1 固有周期の確認

サプレッションプール水位の固有周期は、構造が同等な計器スタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表2-2に示す。

表2-2 固有周期 (単位：s)

サプレッションプール水位 (LX217-1B)	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

サプレッションプール水位の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

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

サプレッションプール水位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 に示す。

2.4.2.2 許容応力

サプレッションプール水位の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 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

サプレッションプール水位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 2-5 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【サプレッションプール水位 (LX217-1B) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 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	サプレッションプール水位	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	ⅢA S
					$D + P_D + M_D + S_s$	ⅣA S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 2-4 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
ⅢA S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
ⅣA 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 2-5 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	66			
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	66	206	385	—

注記* : SS400 相当

2.5 機能維持評価

2.5.1 電氣的機能維持評価方法

サプレッションプール水位の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

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

機器名称	方向	機能確認済加速度
サプレッションプール水位 (LX217-1B)	水平	
	鉛直	

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

サプレッションプール水位の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【サブプレッションプール水位（LX217-1B）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
サブプレッションプール水位 (LX217-1B)	S	原子炉建物 EL 1.3 (EL 8.8 ^{*1})	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.78 ^{*2}	C _V =0.54 ^{*2}	C _H =1.56 ^{*3}	C _V =1.16 ^{*3}	66

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度 II（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		190	12 (M12)	113.1	4	206 (40mm < 径 ≤ 100mm)	385 (40mm < 径 ≤ 100mm)

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	848	160	1100	2	2	206	247	左右方向	左右方向
	848	160	1100	2	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _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	274.8		795.7	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		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	SS41	引張	$\sigma_b = 3$	$f_{ts} = 123^*$	$\sigma_b = 5$	$f_{ts} = 148^*$
		せん断	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 95$	$\tau_b = 3$	$f_{sb} = 114$

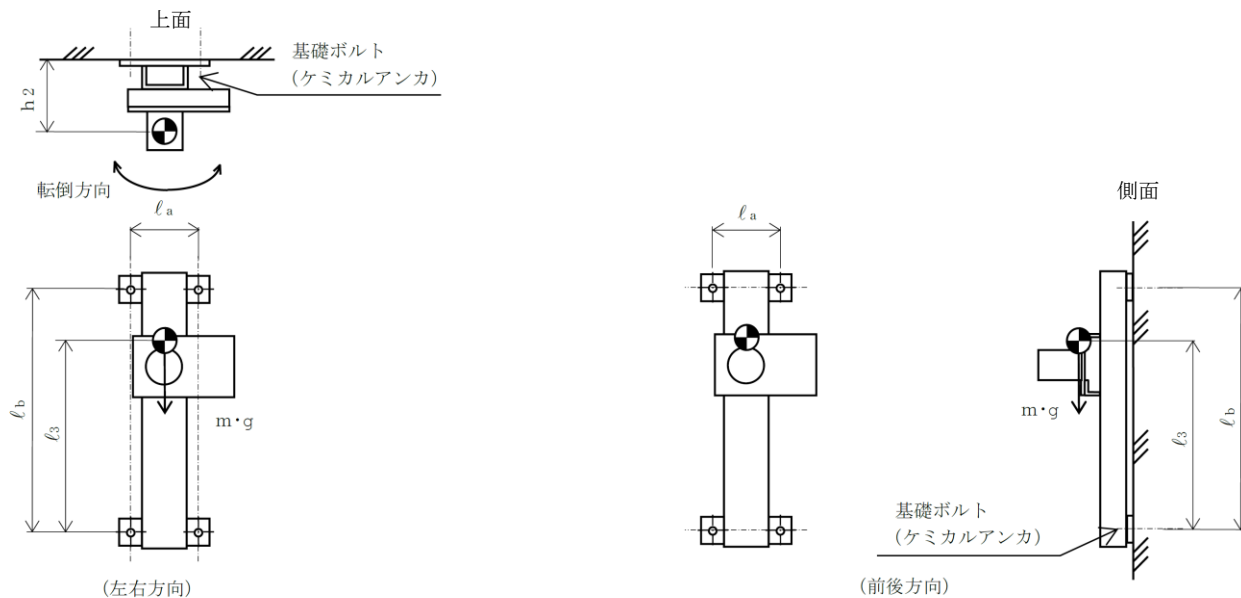
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$
 すべて許容応力以下である。

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
サプレッションプール水位 (LX217-1B)	水平方向	1.29	
	鉛直方向	0.96	

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



VI-2-6-5-42 ドライウェル水位の耐震性についての計算書

目 次

1. ドライウェル水位 (LE2B5-1, 5)	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	4
1.2.3 適用規格・基準等	5
1.2.4 記号の説明	6
1.2.5 計算精度と数値の丸め方	7
1.3 評価部位	8
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 構造強度評価	13
1.5.1 構造強度評価方法	13
1.5.2 荷重の組合せ及び許容応力	13
1.5.3 設計用地震力	17
1.5.4 計算方法	18
1.5.5 計算条件	22
1.5.6 応力の評価	22
1.6 機能維持評価	23
1.6.1 電氣的機能維持評価方法	23
1.7 評価結果	24
1.7.1 重大事故等対処設備としての評価結果	24

2.	ドライウエル水位 (LE2B5-6)	31
2.1	概要	31
2.2	一般事項	31
2.2.1	構造計画	31
2.2.2	評価方針	33
2.2.3	適用規格・基準等	34
2.2.4	記号の説明	35
2.2.5	計算精度と数値の丸め方	36
2.3	評価部位	37
2.4	固有周期	38
2.4.1	固有値解析方法	38
2.4.2	解析モデル及び諸元	38
2.4.3	固有値解析結果	39
2.5	構造強度評価	40
2.5.1	構造強度評価方法	40
2.5.2	荷重の組合せ及び許容応力	40
2.5.3	設計用地震力	44
2.5.4	計算方法	45
2.5.5	計算条件	47
2.5.6	応力の評価	47
2.6	機能維持評価	48
2.6.1	電氣的機能維持評価方法	48
2.7	評価結果	49
2.7.1	重大事故等対処設備としての評価結果	49

1. ドライウェル水位 (LE2B5-1, 5)

1.1 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ドライウェル水位が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

ドライウェル水位は、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。

1.2 一般事項

1.2.1 構造計画

ドライウェル水位の構造計画を表 1-1 及び表 1-2 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、圧縮継手によりサポート鋼材に固定する。</p> <p>サポート鋼材は、溶接により原子炉格納容器パイプホイップレストレントストラクチャに設置する。</p>	<p>電極式水位検出器</p>	<p>(正面図) (側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

表 1-2 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、圧縮継手によりサポート鋼材に固定する。</p> <p>サポート鋼材は、溶接により原子炉圧力容器ペDESTALに設置する。</p>	<p>電極式水位検出器</p>	<p>(正面図) (側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

1.2.2 評価方針

ドライウエル水位の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「1.2.1 構造計画」にて示すドライウエル水位の部位を踏まえ「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、ドライウエル水位の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「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。

ドライウエル水位の耐震評価フローを図1-1に示す。

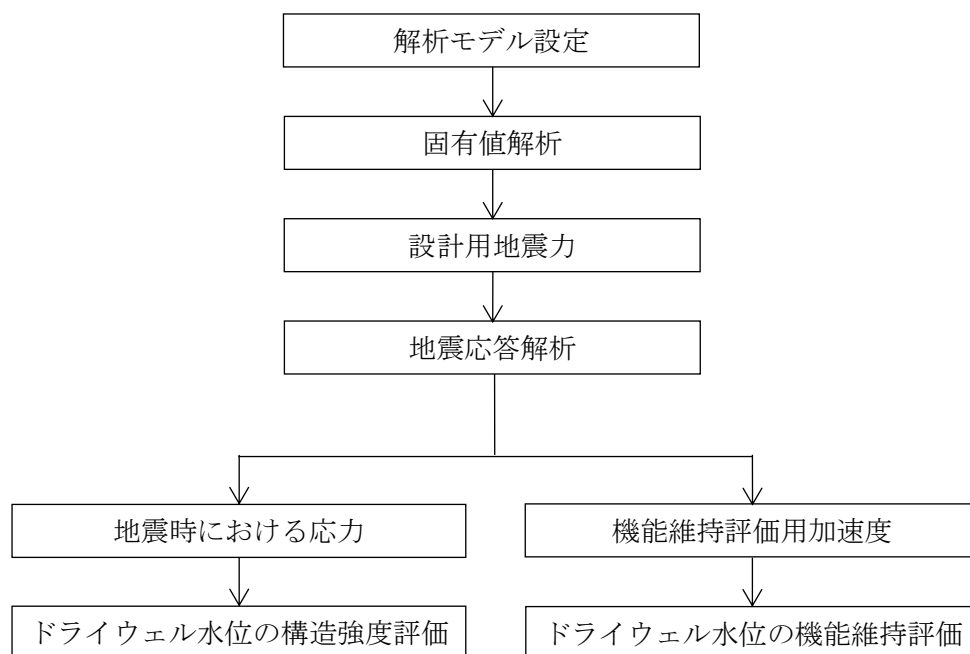


図1-1 ドライウエル水位の耐震評価フロー

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	サポート鋼材の断面積	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	—
F	設計・建設規格 SSB-3121.1 (1) に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3121.3 に定める値	MPa
F _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 _{sm}	溶接部の許容せん断応力	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h ₁ , h ₂	溶接の有効長さ (Y 方向)	mm
M _x	溶接部に作用するモーメント (X 軸周り)	N・mm
M _y	溶接部に作用するモーメント (Y 軸周り)	N・mm
M _z	溶接部に作用するモーメント (Z 軸周り)	N・mm
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 (R T)	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の 40℃における値	MPa
W ₁	検出器の荷重	N
W ₂	保護管の荷重	N
Z ₁	サポート鋼材の弱軸回りの断面係数	mm ³
Z ₂	サポート鋼材の強軸回りの断面係数	mm ³
Z _p	溶接全断面におけるねじり断面係数	mm ³
Z _p '	サポート鋼材のねじり断面係数	mm ³
Z _y	溶接全断面における Y 軸方向の断面係数	mm ³
Z _z	溶接全断面における Z 軸方向の断面係数	mm ³
π	円周率	—
σ _t	溶接部に生じる引張力又は圧縮力により発生するせん断応力	MPa
σ _b	溶接部に生じる曲げモーメントにより発生するせん断応力	MPa
σ _w	溶接部に生じるせん断応力	MPa
τ	溶接部に生じるせん断力により発生するせん断応力	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 1-3 に示すとおりである。

表 1-3 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
力	N	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*4}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：計算機プログラム固有の桁処理により算出値が有効数字 4 桁以下となる場合は、計算機プログラム保有の最大桁数表示とする。

*4：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

1.3 評価部位

ドライウエル水位の耐震評価は、「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。ドライウエル水位の耐震評価部位については、表 1-1 及び表 1-2 の概略構造図に示す。

1.4 固有周期

1.4.1 固有値解析方法

ドライウエル水位の固有値解析方法を以下に示す。

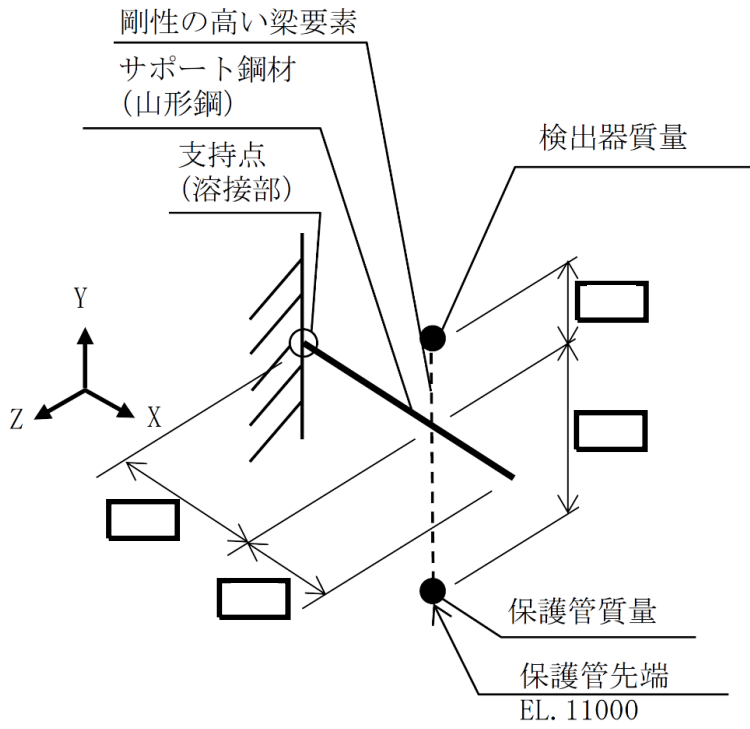
- (1) ドライウエル水位は、「1.4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元はりモデルにより固有周期を算出する。

1.4.2 解析モデル及び諸元

ドライウエル水位の解析モデルを図 1-2 及び図 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【ドライウエル水位の耐震性についての計算結果 (LE2B5-1)】、【ドライウエル水位の耐震性についての計算結果 (LE2B5-5)】のその他の機器要目に示す。

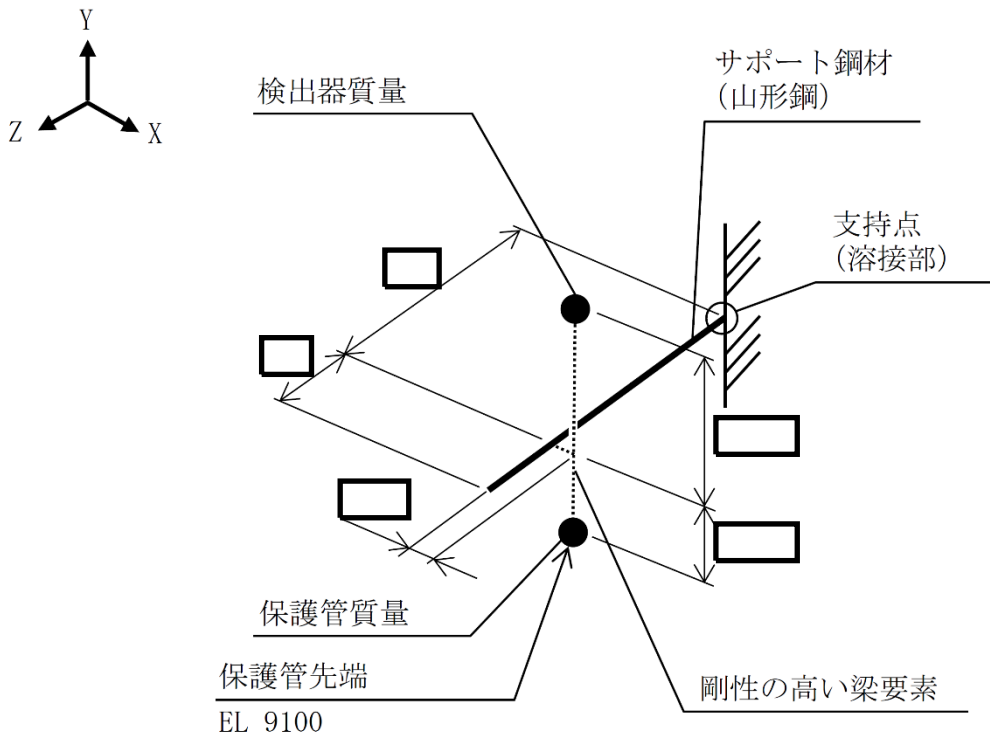
- (1) ドライウエル水位の検出器及び保護管の質量は、それぞれの重心に集中するものとする。
- (2) ドライウエル水位の検出器及び保護管の重心位置については、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定する。
- (3) 拘束条件は、溶接部を完全拘束とする。
- (4) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。
- (5) 解析コードは、「NSAFE」を使用し、固有値及び荷重を求める。

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、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



(単位：mm)

図1-2 解析モデル (LE2B5-1)



(単位：mm)

図1-3 解析モデル (LE2B5-5)

1.4.3 固有値解析結果

固有値解析結果を表 1-4, 振動モード図を図 1-4 及び図 1-5 に示す。固有周期は 0.05 秒以下であり, 剛構造であることを確認した。

表 1-4 固有値解析結果

機器番号	モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向 刺激係数
				X方向	Z方向	
LE2B5-1	1次	鉛直		—	—	—
LE2B5-5	1次	水平		—	—	—

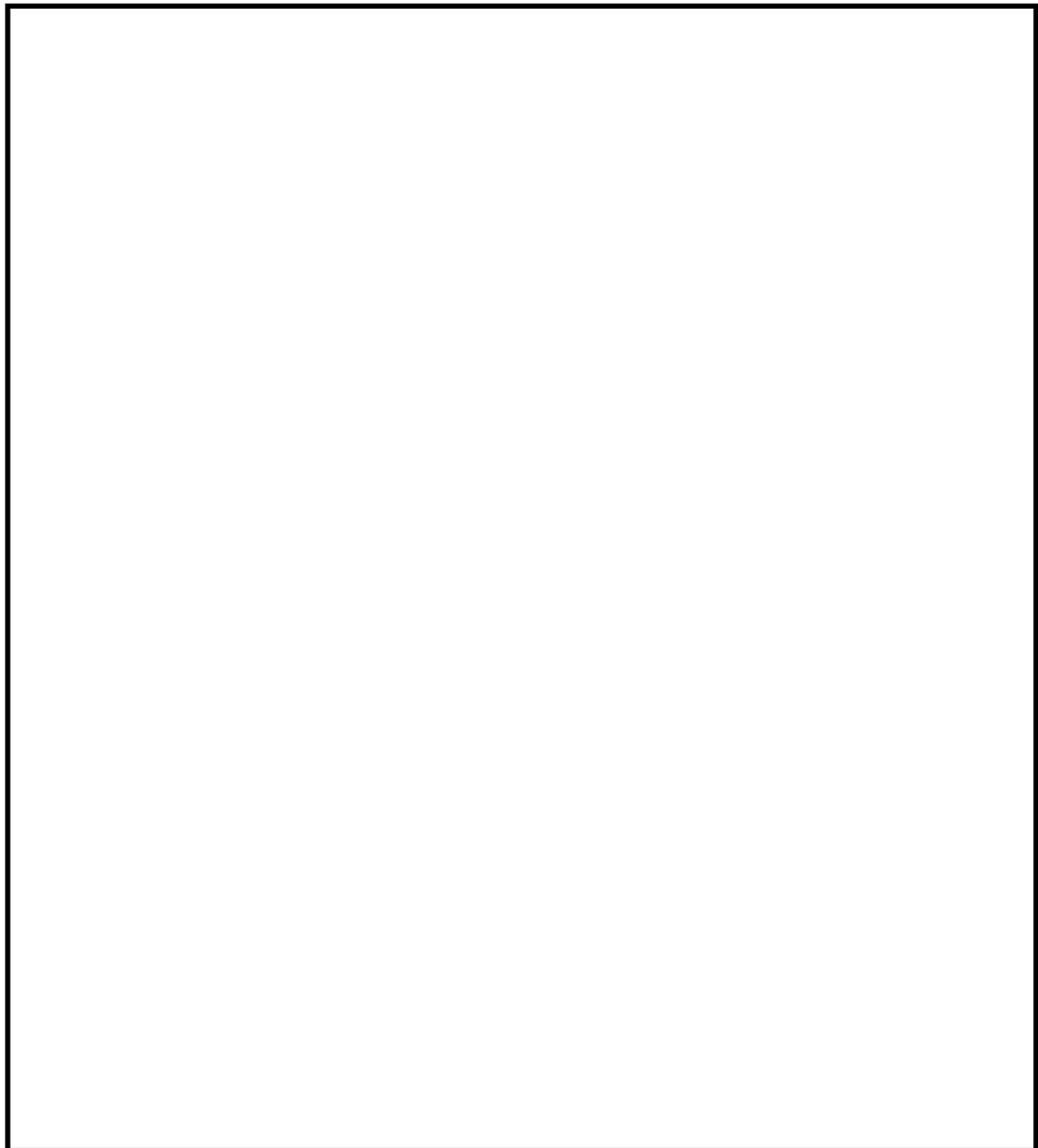


図 1-4 振動モード (LE2B5-1) (1次モード 鉛直方向 s)

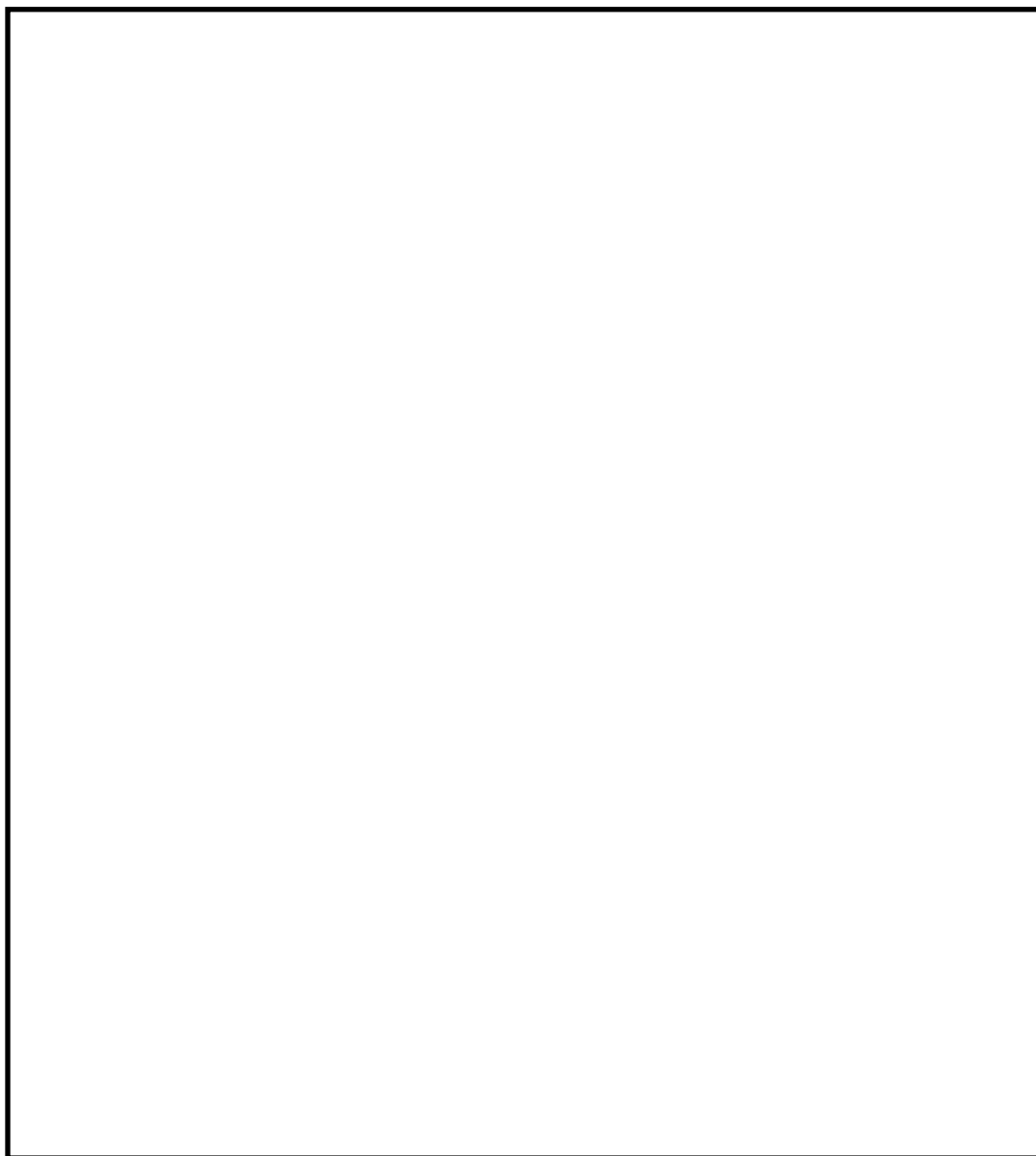


図 1-5 振動モード (LE2B5-5) (1 次モード 水平方向 s)

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、ドライウエル水位に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。

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

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 1-5 に示す。

1.5.2.2 許容応力

ドライウエル水位の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 1-6 のとおりとする。

1.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ドライウエ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 1-7 に示す。

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	ドライウエル水位	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 1-6 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等以外)
	一次応力
	せん断
IV _A S	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 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	200	144	402	205
溶接部	SUS304	周囲環境温度	200	144	402	205

1.5.3 設計用地震力

ドライウエル水位の設計用地震力のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 1-8 に示す。

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

表 1-8 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 水位 (LE2B5-1)	原子炉格納容器内 架構 EL 11.0 (ガンマ線遮蔽壁 EL 29.962* ¹)	0.05 以下		—	—	$C_H=4.84^{*2}$	$C_V=1.73^{*2}$
ドライウエル 水位 (LE2B5-5)	原子炉格納容器 EL 9.1 (EL 11.9* ¹)		0.05 以下	—	—	$C_H=2.29^{*2}$	$C_V=1.23^{*2}$

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 I（基準地震動 S_s ）を上回る設計震度

1.5.4 計算方法

1.5.4.1 応力の計算方法

1.5.4.1.1 溶接部の計算方法

溶接部の応力は、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計算する。

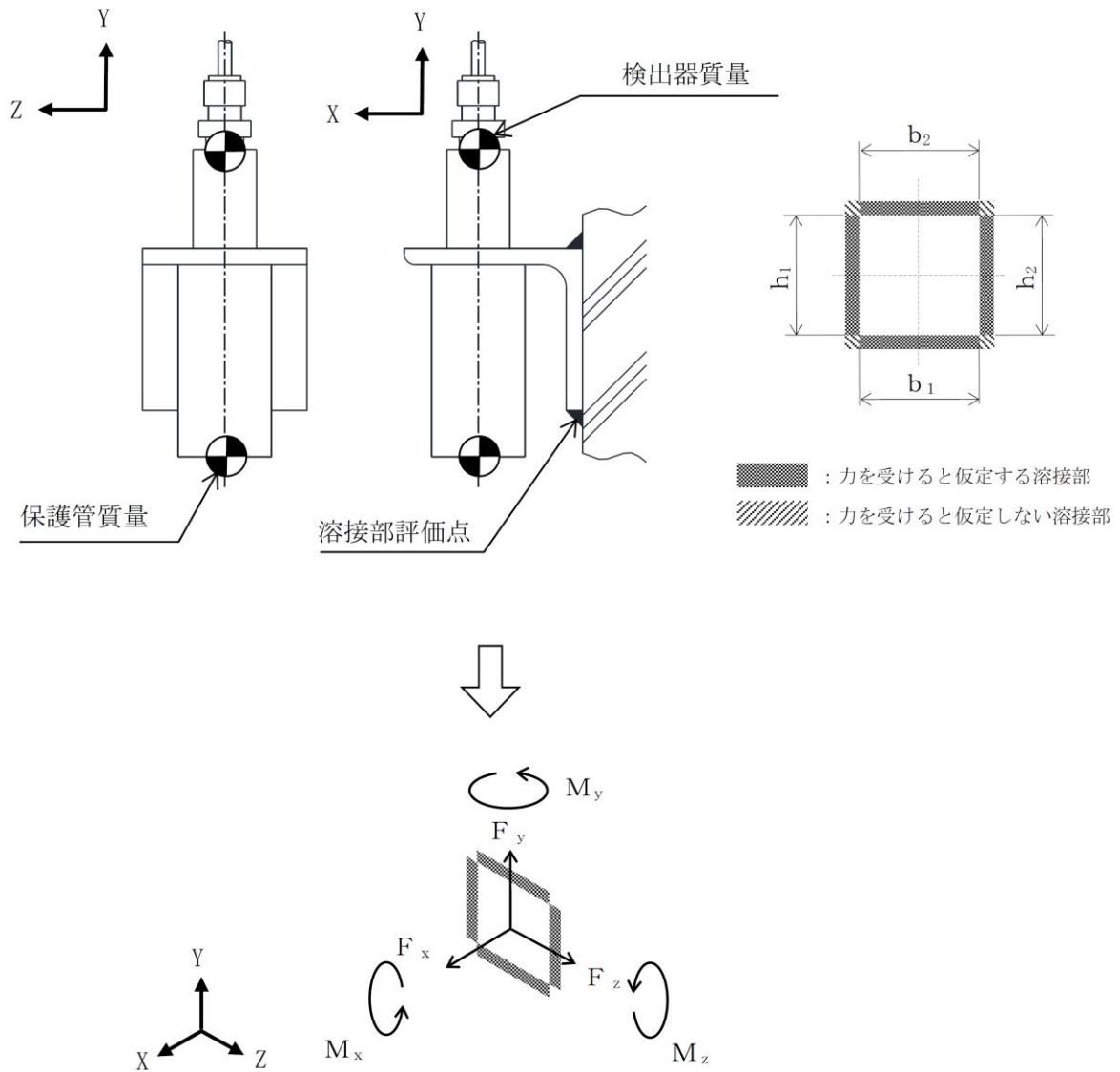


図1-6 計算モデル（溶接部）(LE2B5-1)

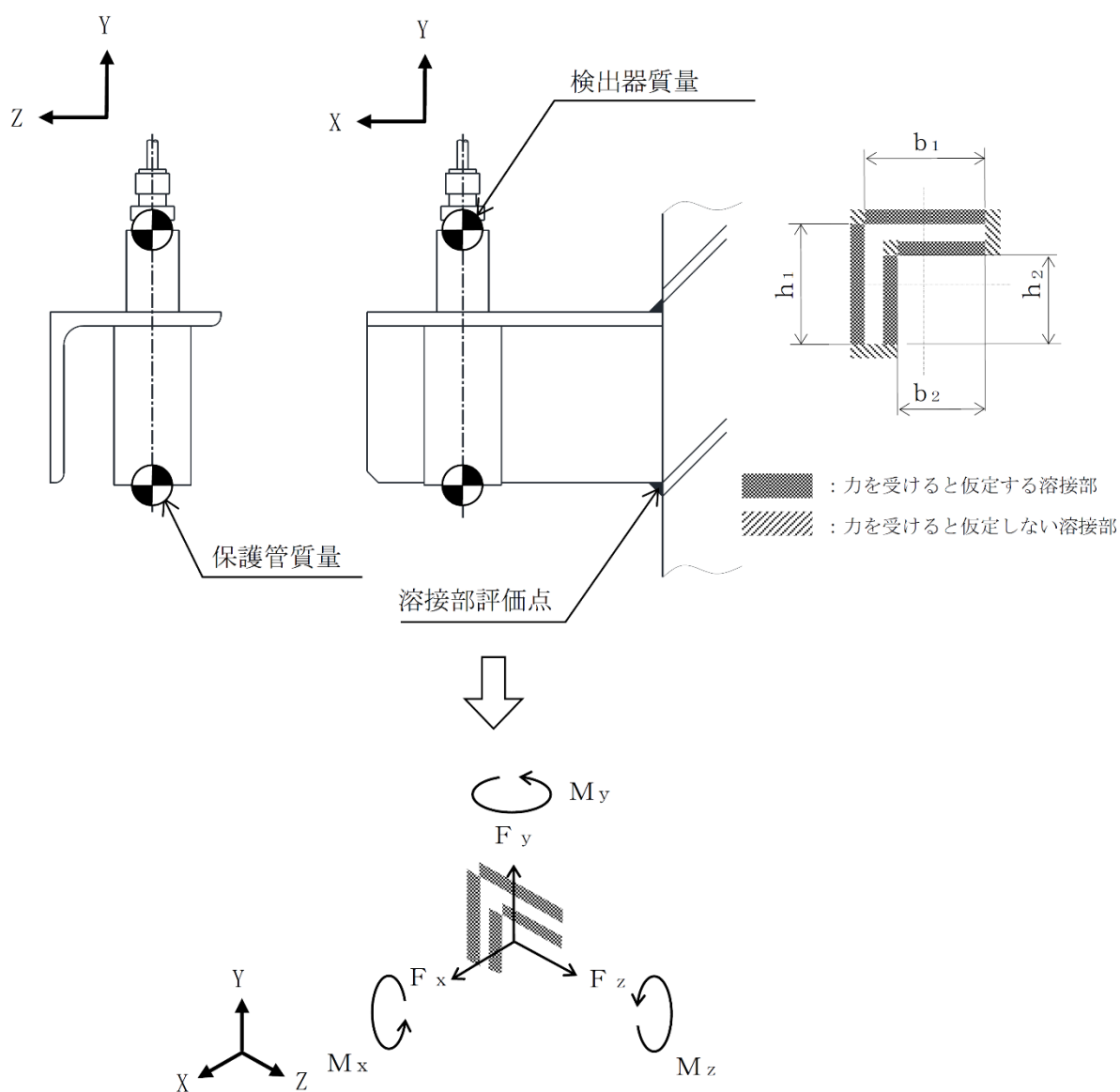


図1-7 計算モデル（溶接部）（LE2B5-5）

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1-9に示す。

表1-9 サポート発生反力，モーメント

対象機器	反力(N)			モーメント(N・mm)		
	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
L2EB5-1						
L2EB5-5						

(1) 引張力又は圧縮力により発生するせん断応力

溶接部に対する引張力又は圧縮力により発生するせん断応力は、全溶接断面積で受けるものとして計算する。

引張力又は圧縮力により発生するせん断応力 (σ_t)

$$\sigma_t = \frac{|F_x|}{A_w} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.1)$$

ここで、引張力（圧縮力）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の有効長さを示し、溶接部の有効のど厚 a は、次式により求める。

$$a = 0.7 \cdot s \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.3)$$

(2) せん断力により発生するせん断応力

溶接部に対するせん断力により発生するせん断応力は、各方向の有効せん断面積で受けるものとして計算する。

せん断力により発生するせん断応力 (τ)

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{F_y}{A_{wy}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2 + \left(\frac{F_z}{A_{wz}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.4)$$

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。

$$A_{wy} = a \cdot (h_1 + h_2) \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.5)$$

$$A_{wz} = a \cdot (b_1 + b_2) \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.6)$$

(3) 曲げモーメントにより発生するせん断応力

溶接部に対する曲げモーメントにより発生するせん断応力は、図1-6及び図1-7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。

曲げモーメントにより発生するせん断応力 (σ_b)

$$\sigma_b = \frac{M_y}{Z_y} + \frac{M_z}{Z_z} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.7)$$

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) 溶接部に生じるせん断応力

溶接部に生じるせん断応力は、各せん断応力を足し合わせたものとして計算する。

溶接部に生じるせん断応力 (σ_w)

$$\sigma_w = \sqrt{(\sigma_t + \sigma_b)^2 + \tau^2} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.8)$$

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【ドライウエル水位 (LE2B5-1) の耐震性についての計算結果】、【ドライウエル水位 (LE2B5-5) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

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せん断応力は、許容応力 f_{sm} 以下であること。ただし、下表に示す f_{sm} 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
許容せん断応力 f_{sm}	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

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

ドライウエル水位の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表1-10に示す。

表1-10 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度	
ドライウエル水位 (LE2B5-1)	水平		
	鉛直		
ドライウエル水位 (LE2B5-5)	水平		
	鉛直		

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

ドライウエ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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ドライウエル水位 (LE2B5-1) 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	
ドライウエル水位 (LE2B5-1)	常設/緩和	原子炉格納容器内架構 EL 11.0 (ガンマ線遮蔽壁 EL 29.962*1)	0.05 以下		—	—	C _H =4.84*2	C _V =1.73*2	200

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 I (基準地震動 S_s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	s (mm)	a (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)	F* (MPa)
溶接部															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・mm)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

26

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	せん断	—	—	$\sigma_w = 1$	$f_{sm} = 112$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドライウェル水位 (LE2B5-1)	水平方向	3.15	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.89	<input type="text"/>

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度

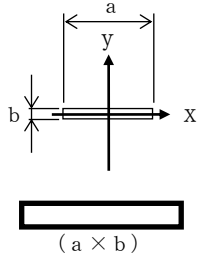
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

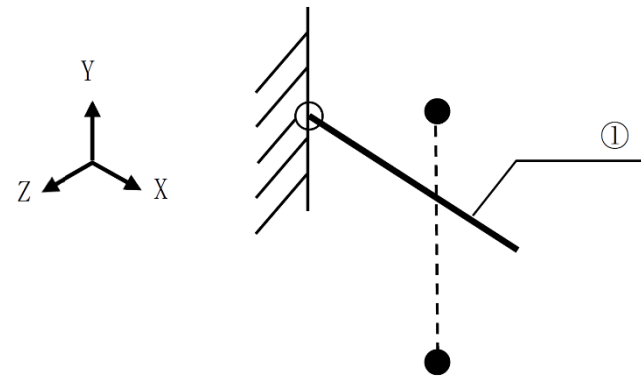
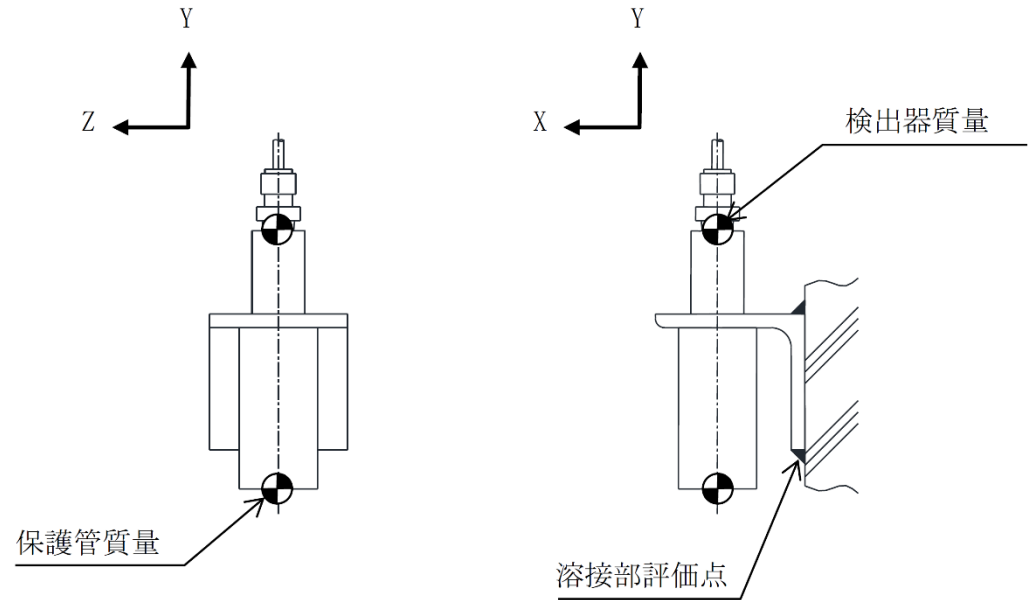
1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	°C	200
縦弾性係数	E	MPa	183000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>

(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材
対象部材	①
A (mm ²)	<input type="text"/>
Z ₁ (mm ³)	<input type="text"/>
Z ₂ (mm ³)	<input type="text"/>
Z _{p'} (mm ³)	<input type="text"/>
断面形状 (mm)	



【ドライウエル水位 (LE2B5-5) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
ドライウエル水位 (LE2B5-5)	常設/緩和	原子炉格納容器 EL 9.1 (EL 11.9*1)		0.05 以下	—	—	C _H =2.29*2	C _V =1.23*2	200

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 I (基準地震動 S s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	s (mm)	a (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)	F* (MPa)
溶接部															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・mm)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—		—		—	

29

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	せん断	—	—	$\sigma_w = 1$	$f_{sm} = 112$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドライウェル水位 (LE2B5-5)	水平方向	1.29	
	鉛直方向	1.08	

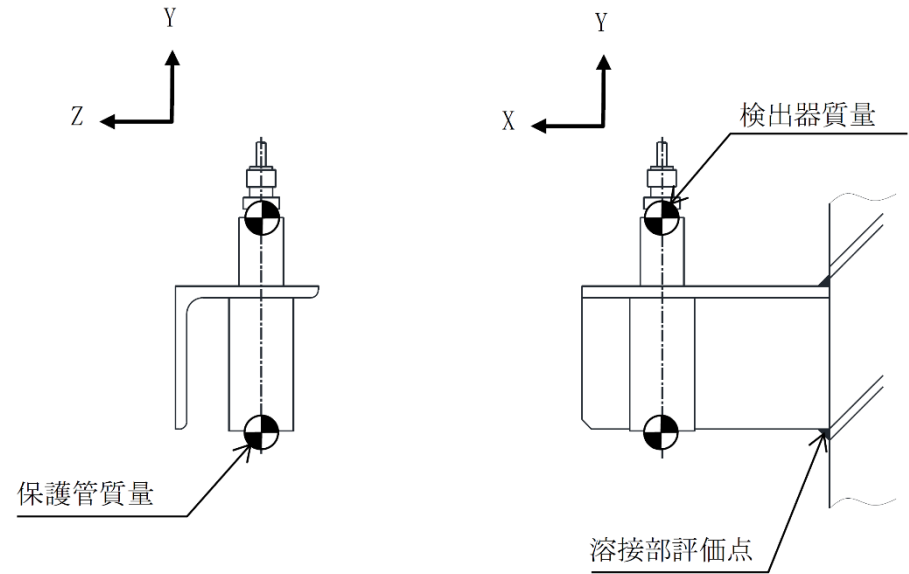
注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

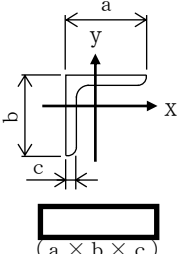
1.5 その他の機器要目

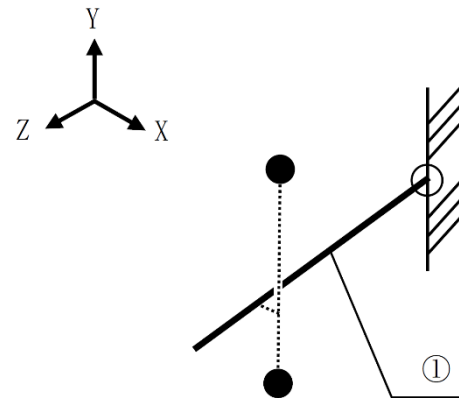
(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	200
縦弾性係数	E	MPa	183000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材
対象部材	①
A (mm ²)	<input type="text"/>
Z ₁ (mm ³)	<input type="text"/>
Z ₂ (mm ³)	<input type="text"/>
Z _{p'} (mm ³)	<input type="text"/>
断面形状 (mm)	



2. ドライウェル水位 (LE2B5-6)

2.1 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ドライウェル水位が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

ドライウェル水位は、重大事故等対処設備においては常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2.2 一般事項

2.2.1 構造計画

ドライウェ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、圧縮継手によりサポート鋼材に固定する。 サポート鋼材は、基礎ボルトにより壁面に設置する。</p>	<p>電極式水位検出器</p>	<p>(正面図) (側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

2.2.2 評価方針

ドライウエル水位の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.2.1 構造計画」にて示すドライウエル水位の部位を踏まえ「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、ドライウエル水位の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「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。

ドライウエル水位の耐震評価フローを図2-1に示す。

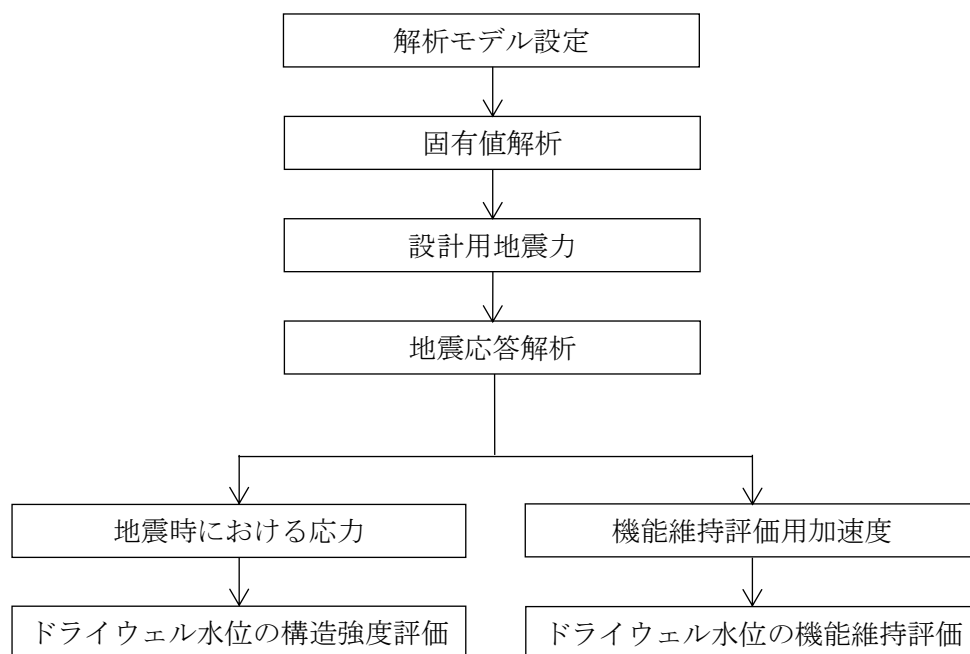


図2-1 ドライウエル水位の耐震評価フロー

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	サポート鋼材の断面積	mm ²
A _b	基礎ボルトの軸断面積	mm ²
C _H	水平方向設計震度	—
C _V	鉛直方向設計震度	—
d	基礎ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格 SSB-3121.1 (1) に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3133に定める値	MPa
F _b	基礎ボルトに作用する引張力	N
f _{s b}	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f _{t o}	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f _{t s}	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力)	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
Q _b	基礎ボルトに作用するせん断力 (1本当たり)	N
S _u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
S _y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
S _y (R T)	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の 40°Cにおける値	MPa
W ₁	検出器の荷重	N
W ₂	保護管の荷重	N
Z ₁	サポート鋼材の弱軸回りの断面係数	mm ³
Z ₂	サポート鋼材の強軸回りの断面係数	mm ³
Z _p	サポート鋼材のねじり断面係数	mm ³
π	円周率	—
σ _b	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
τ _b	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa

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 に示すとおりである。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
力	N	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*4}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：計算機プログラム固有の桁処理により算出値が有効数字 4 桁未満となる場合は、計算機プログラム保有の最大桁数表示とする。

*4：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

2.3 評価部位

ドライウェル水位の耐震評価は、「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基礎ボルト部について実施する。ドライウェル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。

2.4 固有周期

2.4.1 固有値解析方法

ドライウエル水位の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) ドライウエル水位は、「2.4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元はりモデルにより固有周期を算出する。

2.4.2 解析モデル及び諸元

ドライウエル水位の解析モデルを図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【ドライウエル水位の耐震性についての計算結果 (LE2B5-6)】のその他の機器要目に示す。

- (1) ドライウエル水位の検出器及び保護管の質量は、それぞれの重心に集中するものとする。
- (2) ドライウエル水位の検出器及び保護管の重心位置については、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定する。
- (3) 拘束条件として、基礎部の並進方向及び回転方向を固定する。なお、基礎ボルト部は剛体として評価する。
- (4) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。
- (5) 解析コードは、「NSAFE」を使用し、固有値及び荷重を求める。

なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

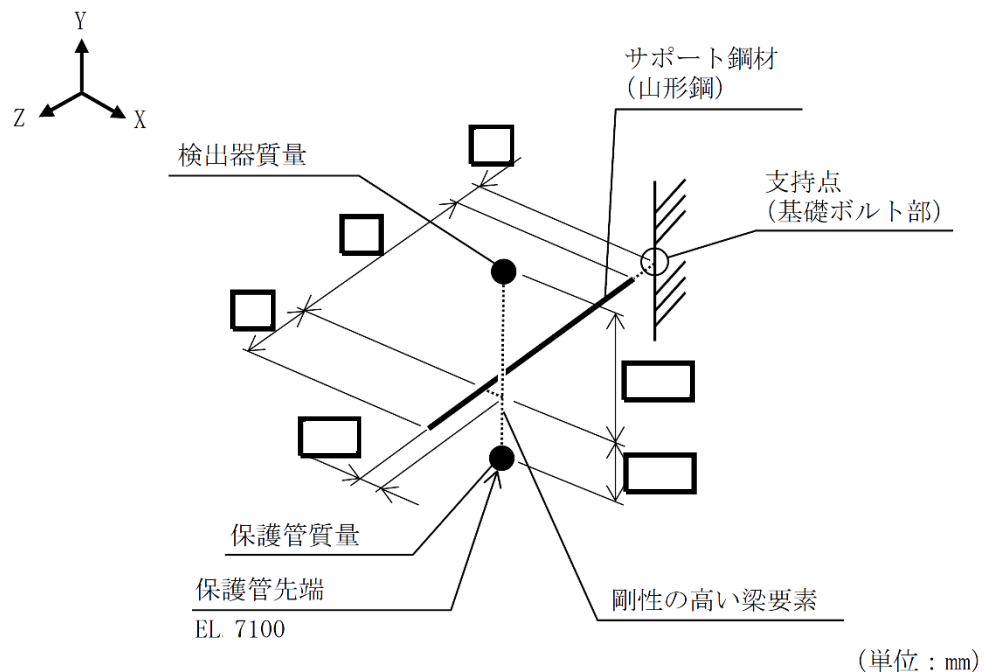


図2-2 解析モデル

2.4.3 固有値解析結果

固有値解析結果を表 2-3, 振動モード図を図 2-3 に示す。固有周期は 0.05 秒以下であり, 剛構造であることを確認した。

表 2-3 固有値解析結果

機器番号	モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向 刺激係数
				X方向	Z方向	
LE2B5-6	1次	水平		—	—	—

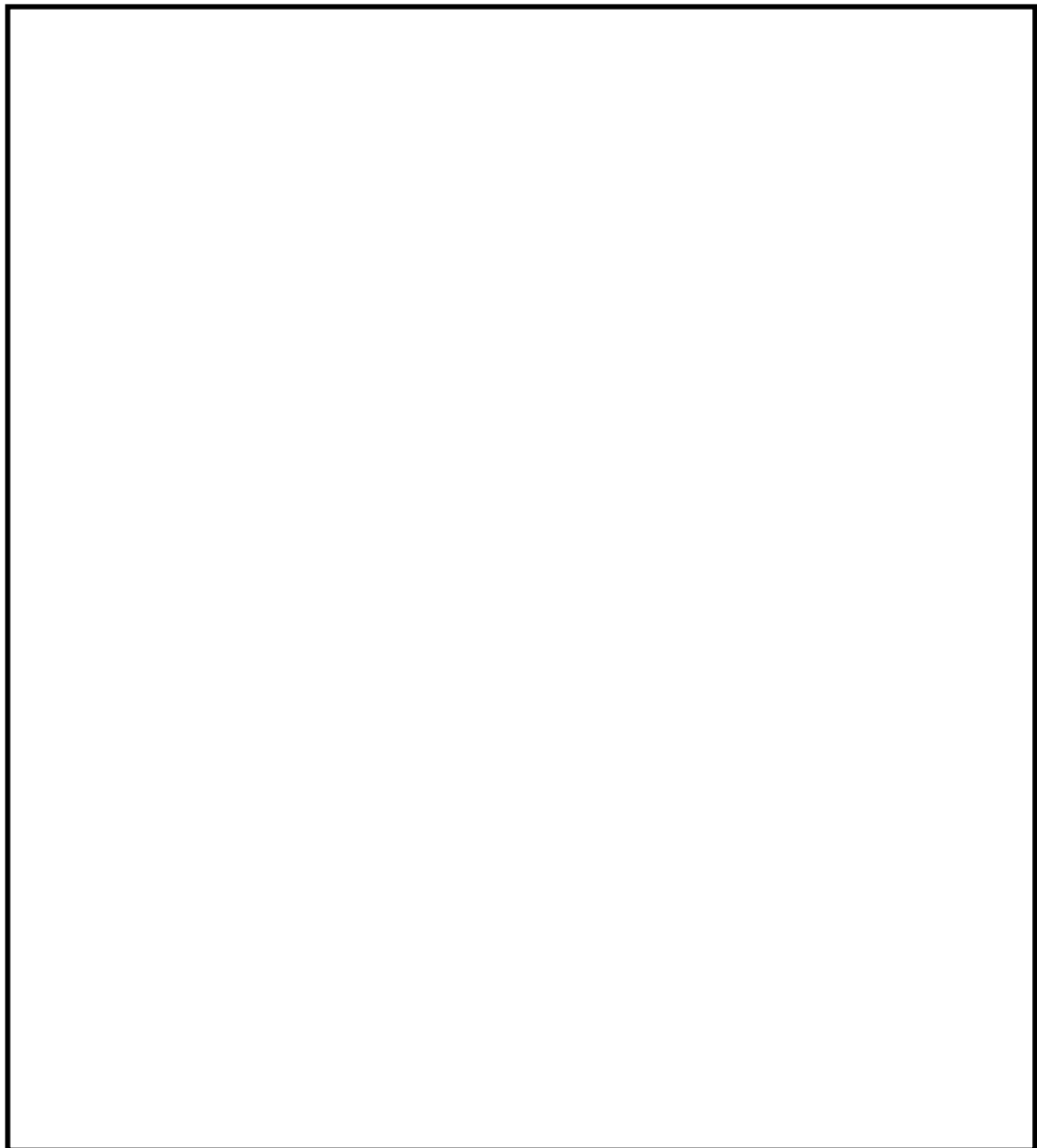


図 2-3 振動モード (1次モード 水平方向 s)

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、ドライウエル水位に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。

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

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 2-4 に示す。

2.5.2.2 許容応力

ドライウエル水位の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 2-5 のとおりとする。

2.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ドライウエ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 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 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 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	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 2-6 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				
基礎ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	200	185	373	—

2.5.3 設計用地震力

ドライウエル水位の設計用地震力のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 2-7 に示す。

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

表 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 水位 (LE2B5-6)	原子炉格納容器 EL 7.1 (EL 11.9 ^{*1})		0.05 以下	—	—	$C_H=2.29^{*2}$	$C_V=1.23^{*2}$

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 I（基準地震動 S_s ）を上回る設計震度

2.5.4 計算方法

2.5.4.1 応力の計算方法

2.5.4.1.1 基礎ボルトの計算方法

基礎ボルトの応力は、三次元はりモデルによる個別解析から基礎ボルト部の内力を求めて、その結果を用いて手計算にて計算する。

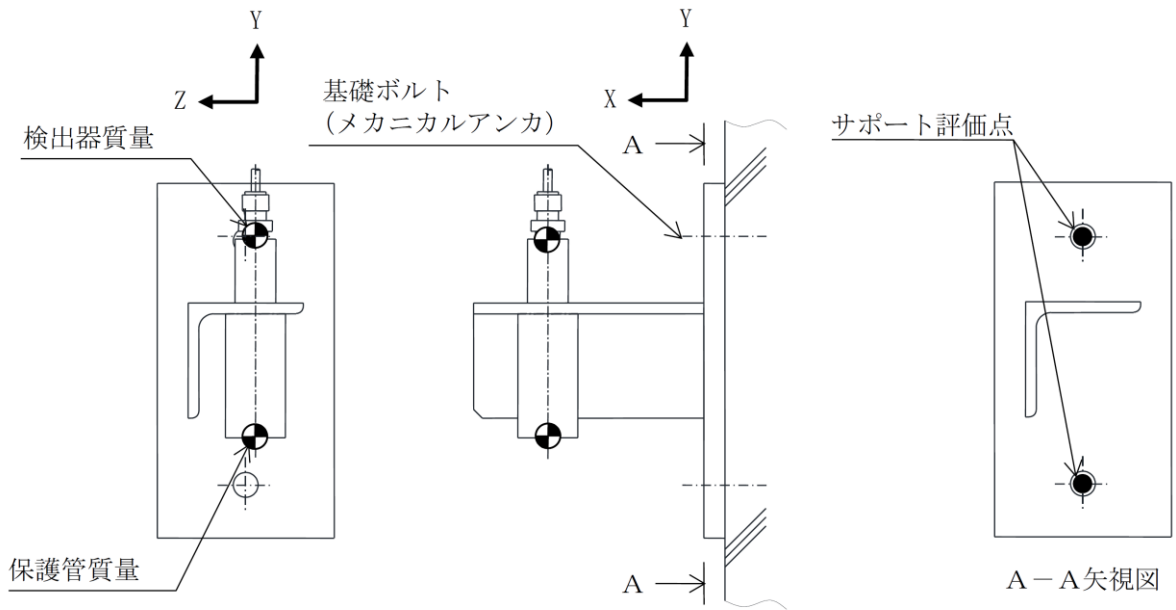


図 2-4 計算モデル (基礎ボルト) (LE2B5-6)

個別解析によって得られた基礎ボルト部の評価点の最大発生力を表 2-8 に示す。

表2-8 サポート発生反力

対象機器	反力(N)	
	F _b	Q _b
L2EB5-6		

(1) 引張応力

基礎ボルト（1本あたり）に対する引張応力は，下式により計算する。

引張応力

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.1)$$

ここで，基礎ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.2)$$

(2) せん断応力

基礎ボルト（1本あたり）に対するせん断応力は，下式により計算する。

せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{A_b} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.3)$$

2.5.5 計算条件

2.5.5.1 基礎ボルトの応力計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ドライウエル水位 (LE2B5-6) 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 基礎ボルトの応力評価

2.5.4.1項で求めたボルトの引張応力 σ_b は次式より求めた許容組合せ応力 f_{ts} 以下であること。ただし、 f_{to} は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \quad \dots\dots\dots (2.5.6.1.1)$$

せん断応力 τ_b は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。ただし、 f_{sb} は下表による。

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

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

ドライウエル水位の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表2-9に示す。

表2-9 機能確認済加速度

(×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
ドライウエル水位 (LE2B5-6)	水平	
	鉛直	

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

ドライウエ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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ドライウエル水位 (LE2B5-6) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
ドライウエル水位 (LE2B5-6)	常設/緩和	原子炉格納容器 EL 7.1 (EL 11.9*1)		0.05 以下	—	—	C _H =2.29*2	C _V =1.23*2	200

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 I (基準地震動 S_s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト					185 (16mm < 径 ≤ 40mm)	373 (16mm < 径 ≤ 40mm)	—	222

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b=1$	$f_{ts}=133^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=1$	$f_{sb}=102$

51

注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$
 すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

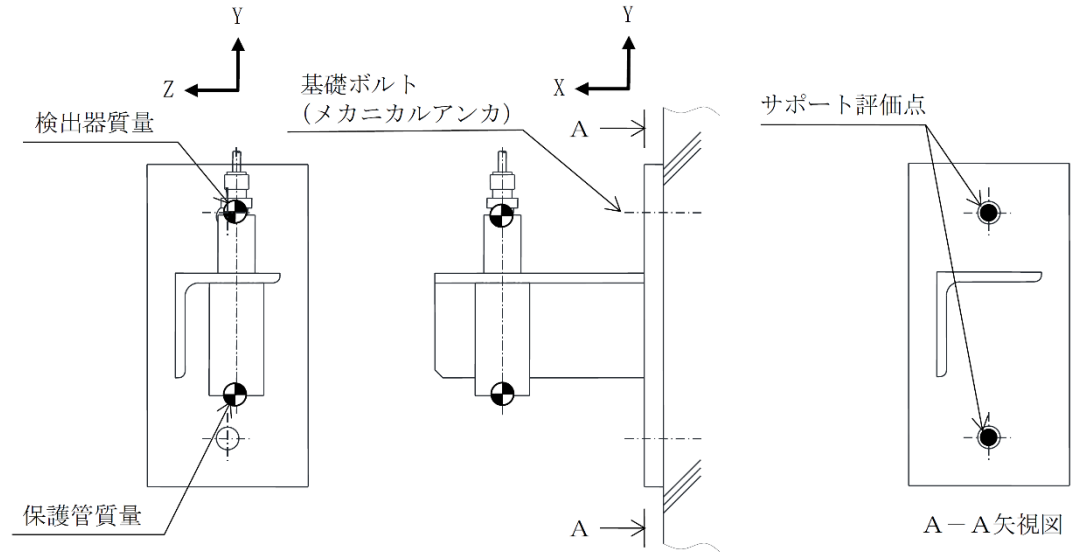
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドライウエル水位 (LE2B5-6)	水平方向	1.29	
	鉛直方向	1.08	

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

1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

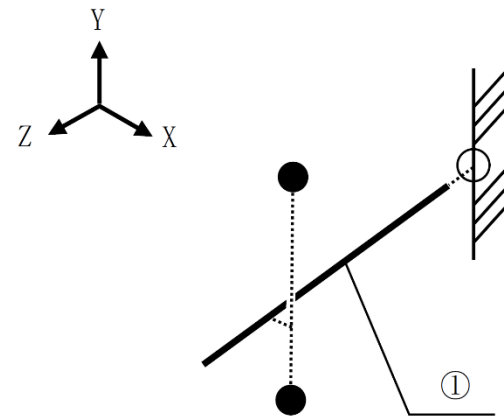
項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	°C	200
縦弾性係数	E	MPa	183000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



52

(2) 部材の機器要目

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



VI-2-6-5-43 サプレッションプール水位 (S A)
の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、サプレッションプール水位（SA）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

サプレッションプール水位（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、サプレッションプール水位（SA）は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の壁掛形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

サプレッションプール水位（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、計器取付ボルトにて計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトにて壁面に設置する。</p>	<p>差圧式水位検出器</p>	<p>(平面図)</p> <p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

サプレッションプール水位（S A）の固有周期は、構造が同等な計器スタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

サプレッションプール水位（S A） (LX217-5)	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

サプレッションプール水位（SA）の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

サプレッションプール水位（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

サプレッションプール水位（SA）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表4-2のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

サプレッションプール水位（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【サプレッションプール水位（SA）(LX217-5)の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	サプレッションプール水位 (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	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 (RT) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

サブレッションプール水位（SA）の電気的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

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

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
サブレッションプール水位（SA） (LX217-5)	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

サプレッションプール水位（S A）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【サブプレッションプール水位（SA）（LX217-5）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
サブプレッションプール水位 (SA) (LX217-5)	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建物 EL 1.3 (EL 8.8 ^{*1})	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.56 ^{*2}	C _V =1.16 ^{*2}	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

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		192	12 (M12)	113.1	4	221 (径 ≤ 16 mm)	373 (径 ≤ 16 mm)

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	717	160	940	2	2	—	261	—	左右方向
	717	160	940	2	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _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	—	—	$\sigma_b = 4$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 3$	$f_{sb} = 120$

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

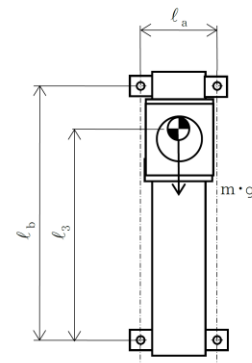
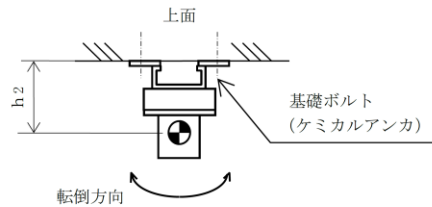
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

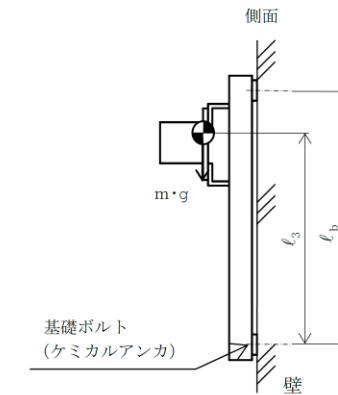
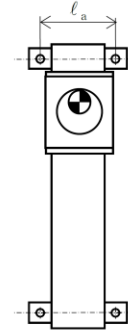
($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
サプレッションプール水位 (SA) (LX217-5)	水平方向	1.29	
	鉛直方向	0.96	

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



(左右方向)



(前後方向)

VI-2-6-5-44 ペデスタ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
2.2 評価方針	3
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	6
3. 評価部位	7
4. 固有周期	8
4.1 固有値解析方法	8
4.2 解析モデル及び諸元	8
4.3 固有値解析結果	9
5. 構造強度評価	10
5.1 構造強度評価方法	10
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	10
5.3 設計用地震力	14
5.4 計算方法	15
5.5 計算条件	18
5.6 応力の評価	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、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ペDESTAL水位が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

ペDESTAL水位は、重大事故等対処設備においては常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ペDESTAL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、圧縮継手によりサポート鋼材に固定する。 サポート鋼材は、溶接により原子炉圧力容器ペデスタルに設置する。</p>	<p>電極式水位検出器</p>					
		(正面図)	(側面図)			
		対象機器	ペデスタル水位 (LE2B6-1)	ペデスタル水位 (LE2B6-2)	ペデスタル水位 (LE2B6-3)	ペデスタル水位 (LE2B6-4)
		たて				
		横				
		高さ				

(単位：mm)

2.2 評価方針

ペDESTAL水位の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示すペDESTAL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、ペDESTAL水位の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「6. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「7. 評価結果」に示す。

ペDESTAL水位の耐震評価フローを図2-1に示す。

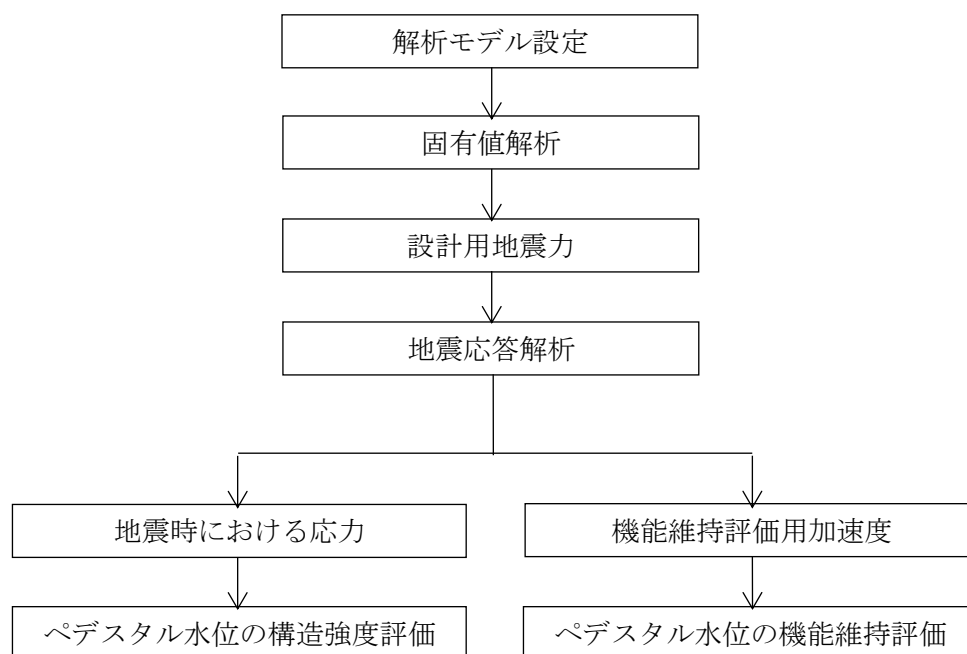


図2-1 ペDESTAL水位の耐震評価フロー

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	サポート鋼材の断面積	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	—
F	設計・建設規格 SSB-3121.1 (1) に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3121.3 に定める値	MPa
F _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 _{sm}	溶接部の許容せん断応力	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h ₁ , h ₂	溶接の有効長さ (Y 方向)	mm
M _x	溶接部に作用するモーメント (X 軸周り)	N・mm
M _y	溶接部に作用するモーメント (Y 軸周り)	N・mm
M _z	溶接部に作用するモーメント (Z 軸周り)	N・mm
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 (R T)	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の 40℃における値	MPa
W ₁	検出器の荷重	N
W ₂	保護管の荷重	N
Z ₁	サポート鋼材の弱軸回りの断面係数	mm ³
Z ₂	サポート鋼材の強軸回りの断面係数	mm ³
Z _p	溶接全断面におけるねじり断面係数	mm ³
Z _p '	サポート鋼材のねじり断面係数	mm ³
Z _y	溶接全断面における Y 軸方向の断面係数	mm ³
Z _z	溶接全断面における Z 軸方向の断面係数	mm ³
π	円周率	—
σ _t	溶接部に生じる引張力又は圧縮力により発生するせん断応力	MPa
σ _b	溶接部に生じる曲げモーメントにより発生するせん断応力	MPa
σ _w	溶接部に生じるせん断応力	MPa
τ	溶接部に生じるせん断力により発生するせん断応力	MPa

2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-2 に示すとおりである。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
力	N	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*4}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：計算機プログラム固有の桁処理により算出値が有効数字 4 桁以下となる場合は、計算機プログラム保有の最大桁数表示とする。

*4：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

3. 評価部位

ペDESTAL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。ペDESTAL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

ペDESTAL水位の固有値解析方法を以下に示す。

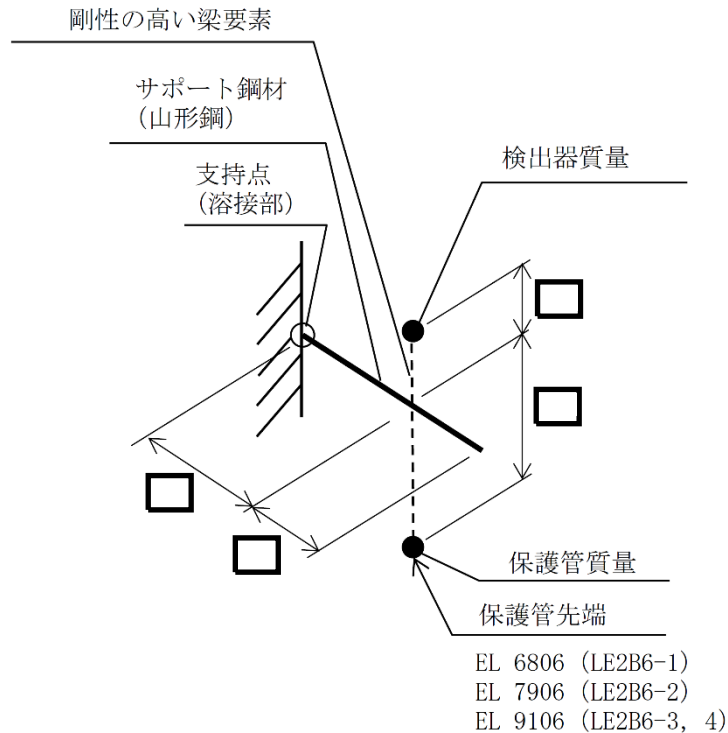
- (1) ペDESTAL水位は、「4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元はりモデルにより固有周期を算出する。

4.2 解析モデル及び諸元

ペDESTAL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【ペDESTAL水位 (LE2B6-1) の耐震性についての計算結果】、【ペDESTAL水位 (LE2B6-2) の耐震性についての計算結果】、【ペDESTAL水位 (LE2B6-3) の耐震性についての計算結果】、【ペDESTAL水位 (LE2B6-4) 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) ペDESTAL水位の検出器及び保護管の質量は、それぞれの重心に集中するものとする。
- (2) ペDESTAL水位の検出器及び保護管の重心位置については、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定する。
- (3) 拘束条件は、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、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



(単位：mm)

図4-1 解析モデル

4.3 固有値解析結果

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

表 4-1 固有値解析結果

機器番号	モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向 刺激係数
				X方向	Y方向	
LE2B6-1	1次	鉛直		—	—	—
LE2B6-2	1次	鉛直		—	—	—
LE2B6-3	1次	鉛直		—	—	—
LE2B6-4	1次	鉛直		—	—	—



図 4-2 振動モード (1次モード 鉛直方向 s)

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

4.2 項(1)～(5)のほか、次の条件で計算する。

- (1) 地震力は、ペDESTAL水位に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ペDESTAL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

ペDESTAL水位の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表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

ペDESTAL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	ペDESTAL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} (ボルト等以外)
	一次応力
	せん断
IV _A S	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 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				
溶接部	SUS304	周囲環境温度	200	144	402	205

5.3 設計用地震力

ペDESTAL水位の設計用地震力のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-4 に示す。

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

表 5-4 設計用地震力（重大事故等対処設備）

機器名称	据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用 地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
		水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
ペDESTAL水位 (LE2B6-1)	原子炉圧力容器 ペDESTAL EL 6.806 (EL 13.022* ¹)	0.05 以下		—	—	$C_H=2.18^{*2}$	$C_V=1.14^{*2}$
ペDESTAL水位 (LE2B6-2)	原子炉圧力容器 ペDESTAL EL 7.906 (EL 13.022* ¹)	0.05 以下		—	—	$C_H=2.18^{*2}$	$C_V=1.14^{*2}$
ペDESTAL水位 (LE2B6-3)	原子炉圧力容器 ペDESTAL EL 9.106 (EL 13.022* ¹)	0.05 以下		—	—	$C_H=2.18^{*2}$	$C_V=1.14^{*2}$
ペDESTAL水位 (LE2B6-4)	原子炉圧力容器 ペDESTAL EL 9.106 (EL 13.022* ¹)	0.05 以下		—	—	$C_H=2.18^{*2}$	$C_V=1.14^{*2}$

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 溶接部の計算方法

溶接部の応力は，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計算する。

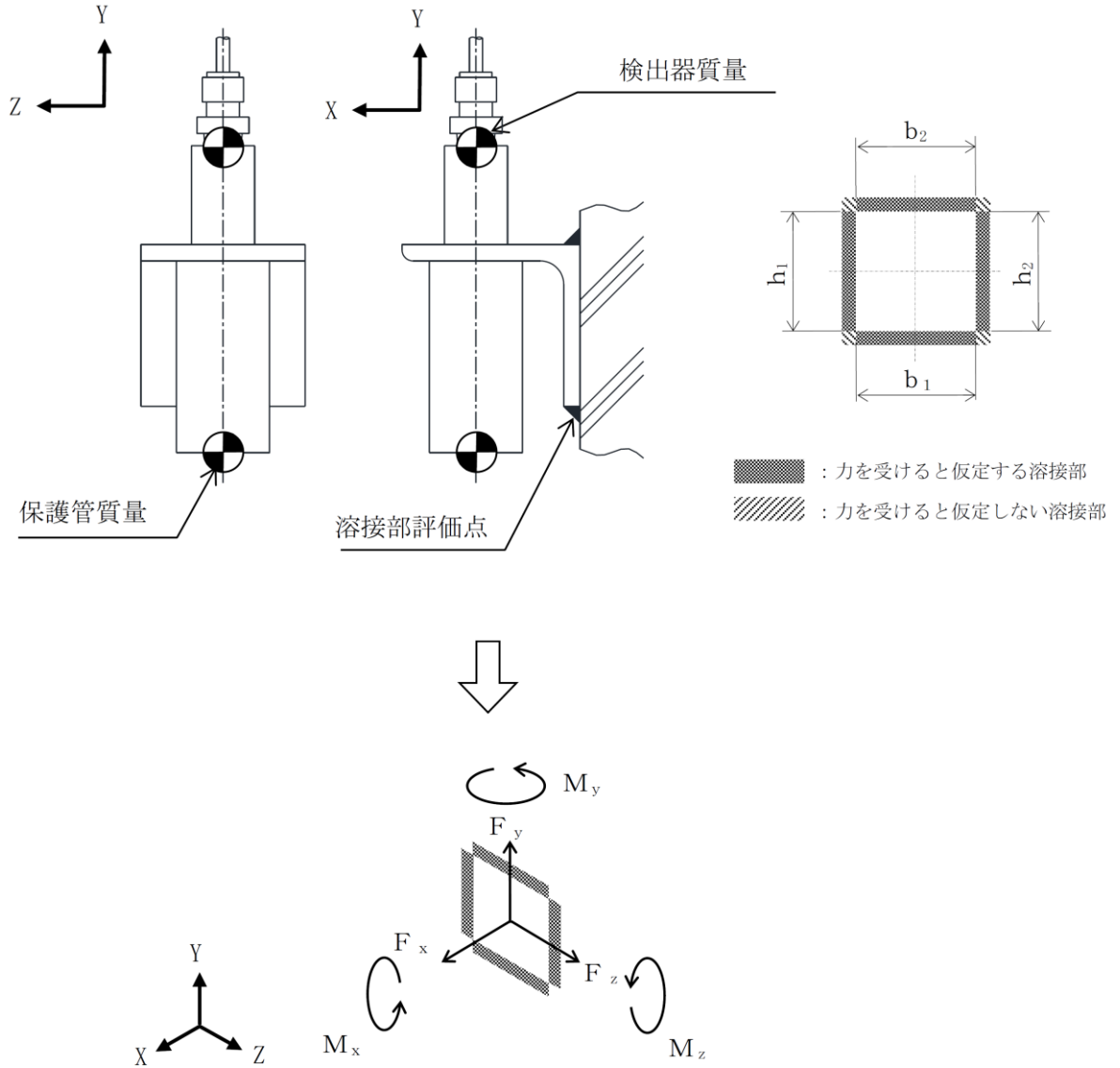


図 5-1 計算モデル (溶接部)

個別解析によって得られたサポート基礎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

対象機器	反力(N)			モーメント(N・mm)		
	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z
LE2B6-1						
LE2B6-2						
LE2B6-3						
LE2B6-4						

(1) 引張力又は圧縮力により発生するせん断応力

溶接部に対する引張力又は圧縮力により発生するせん断応力は、全溶接断面積で受けるものとして計算する。

引張力又は圧縮力により発生するせん断応力 (σ_t)

$$\sigma_t = \frac{|F_x|}{A_w} \dots\dots\dots (5.4.1.1.1)$$

ここで、引張力 (圧縮力) 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、h₁、h₂、b₁、b₂ は各溶接部における溶接の有効長さを示し、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) せん断力により発生するせん断応力

溶接部に対するせん断力により発生するせん断応力は、各方向の有効せん断面積で受けるものとして計算する。

せん断力により発生するせん断応力 (τ)

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{F_y}{A_{wy}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2 + \left(\frac{F_z}{A_{wz}} + \frac{M_y}{Z_p}\right)^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

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) 曲げモーメントにより発生するせん断応力

溶接部に対する曲げモーメントにより発生するせん断応力は、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。

曲げモーメントにより発生するせん断応力 (σ_b)

$$\sigma_b = \frac{M_y}{Z_y} + \frac{M_z}{Z_z} \dots\dots\dots (5.4.1.1.7)$$

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) 溶接部に生じるせん断応力

溶接部に生じるせん断応力は、各せん断応力を足し合わせたものとして計算する。

溶接部に生じるせん断応力 (σ_w)

$$\sigma_w = \sqrt{(\sigma_t + \sigma_b)^2 + \tau^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.8)$$

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【ペDESTAL水位 (LE2B6-1) の耐震性についての計算結果】、【ペDESTAL水位 (LE2B6-2) の耐震性についての計算結果】、【ペDESTAL水位 (LE2B6-3) の耐震性についての計算結果】、【ペDESTAL水位 (LE2B6-4) 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。

5.6 応力の評価

5.6.1 溶接部の応力評価

5.4.1.1項で求めた溶接部に発生するせん断応力は、許容応力 f_{sm} 以下であること。ただし、下表に示す f_{sm} 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
許容せん断応力 f_{sm}	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 機能維持評価

6.1 電氣的機能維持評価方法

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

ペDESTAL水位の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 6-1 に示す。

表 6-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
ペDESTAL水位 (LE2B6-1)	水平	
	鉛直	
ペDESTAL水位 (LE2B6-2)	水平	
	鉛直	
ペDESTAL水位 (LE2B6-3)	水平	
	鉛直	
ペDESTAL水位 (LE2B6-4)	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

ペダスタ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を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

S2 補 VI-2-6-5-44 R1

【ベデスタル水位 (LE2B6-1) 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	
ベデスタル水位 (LE2B6-1)	常設/緩和	原子炉圧力容器ベデスタル EL 6.806 (EL 13.022* ¹)	0.05 以下		—	—	C _H =2.18* ²	C _V =1.14* ²	200

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 I (基準地震動 S_s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	s (mm)	a (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)	F* (MPa)
溶接部															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・mm)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

22

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	せん断	—	—	$\sigma_w=1$	$f_{sm}=112$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ベデスタル水位 (LE2B6-1)	水平方向	1.52	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.11	<input type="text"/>

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

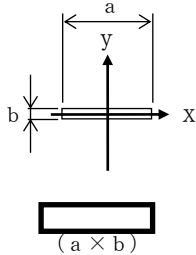
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

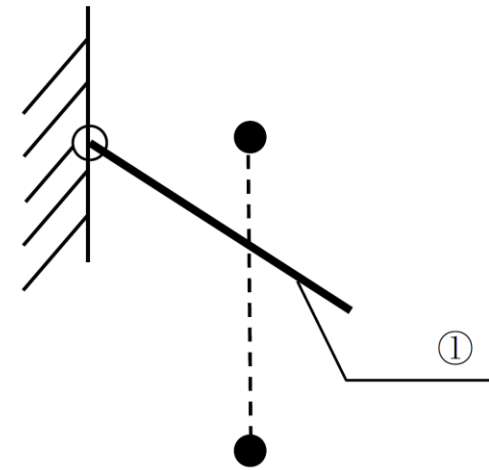
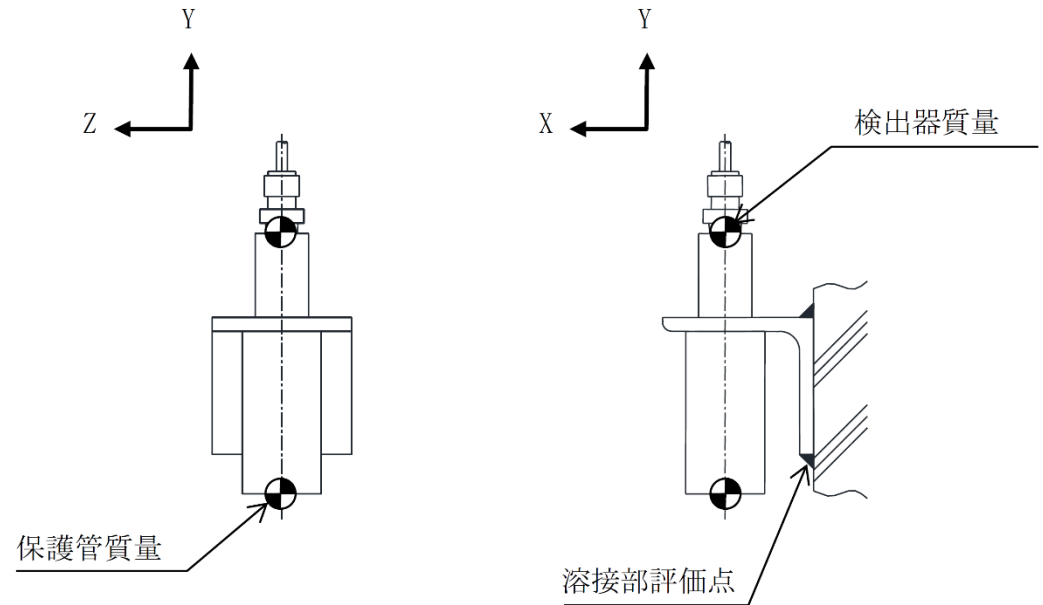
1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (LE2B6-1)
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	°C	200
縦弾性係数	E	MPa	183000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>

(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材
対象部材	①
A (mm ²)	<input type="text"/>
Z ₁ (mm ³)	<input type="text"/>
Z ₂ (mm ³)	<input type="text"/>
Z _{p'} (mm ³)	<input type="text"/>
断面形状 (mm)	



【ベデスタル水位 (LE2B6-2) 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	
ベデスタル水位 (LE2B6-2)	常設/緩和	原子炉圧力容器ベデスタル EL 7.906 (EL 13.022* ¹)	0.05 以下		—	—	C _H =2.18* ²	C _V =1.14* ²	200

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 I (基準地震動 S_s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	s (mm)	a (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 (R T) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
溶接部															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・mm)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

25

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	せん断	—	—	$\sigma_w=1$	$f_{sm}=112$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ベデスタル水位 (LE2B6-2)	水平方向	1.52	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.11	<input type="text"/>

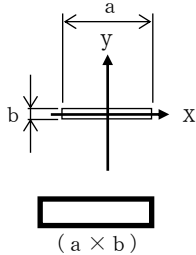
注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

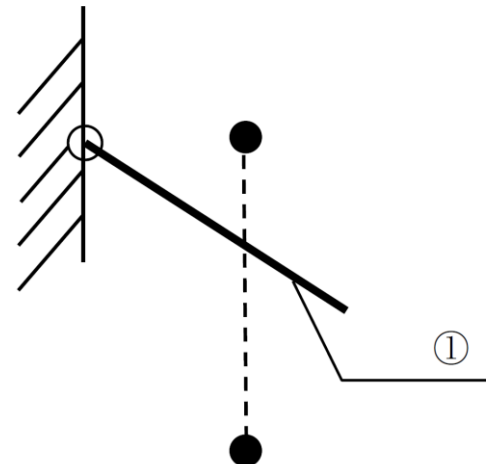
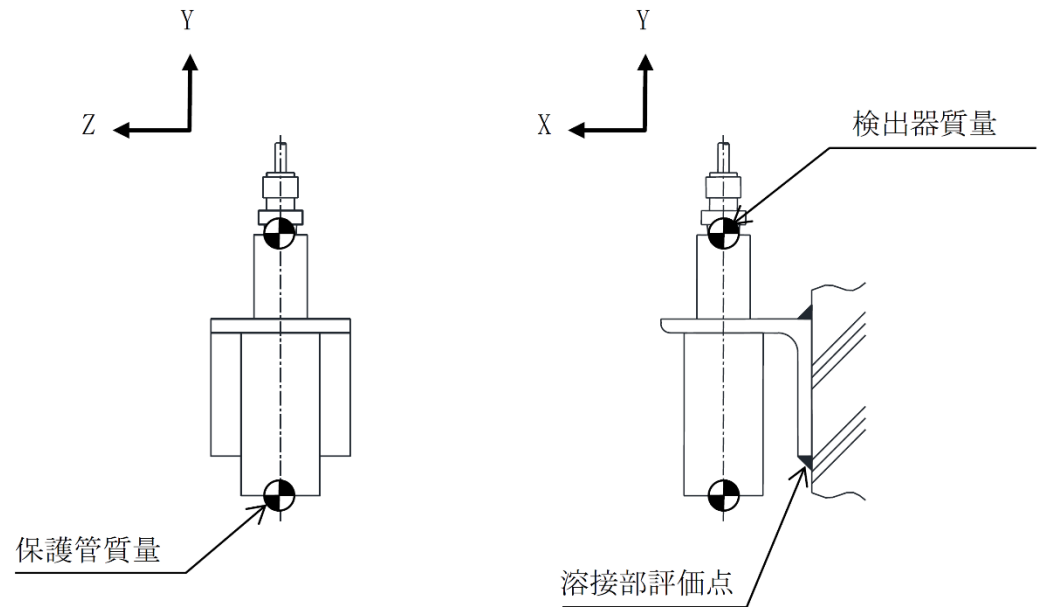
1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (LE2B6-2)
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	200
縦弾性係数	E	MPa	183000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>

(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材
対象部材	①
A (mm ²)	<input type="text"/>
Z ₁ (mm ³)	<input type="text"/>
Z ₂ (mm ³)	<input type="text"/>
Z _{p'} (mm ³)	<input type="text"/>
断面形状 (mm)	



S2 補 VI-2-6-5-44 R1

【ベデスタル水位 (LE2B6-3) 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	
ベデスタル水位 (LE2B6-3)	常設/緩和	原子炉圧力容器ベデスタル EL 9.106 (EL 13.022* ¹)	0.05 以下		—	—	C _H =2.18* ²	C _V =1.14* ²	200

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 I (基準地震動 S_s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	s (mm)	a (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)	F* (MPa)
溶接部															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・mm)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

28

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	せん断	—	—	$\sigma_w=1$	$f_{sm}=112$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ベデスタル水位 (LE2B6-3)	水平方向	1.52	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.11	<input type="text"/>

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

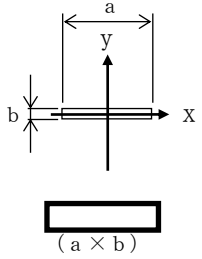
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

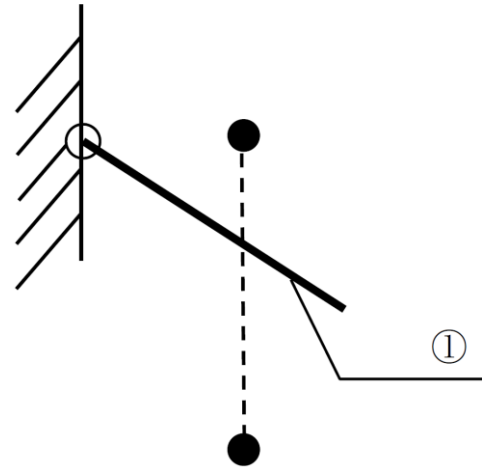
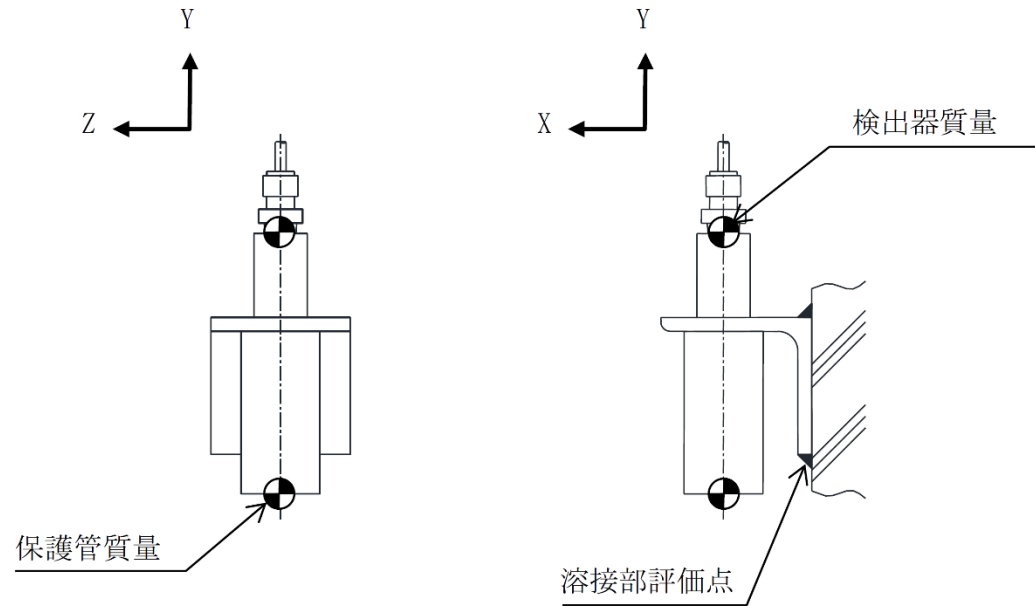
1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (LE2B6-3)
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	200
縦弾性係数	E	MPa	183000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>

(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材
対象部材	①
A (mm ²)	<input type="text"/>
Z ₁ (mm ³)	<input type="text"/>
Z ₂ (mm ³)	<input type="text"/>
Z _{p'} (mm ³)	<input type="text"/>
断面形状 (mm)	



【ベデスタル水位 (LE2B6-4) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
ベデスタル水位 (LE2B6-4)	常設/緩和	原子炉圧力容器ベデスタル EL 9.106 (EL 13.022* ¹)	0.05 以下		—	—	C _H =2.18* ²	C _V =1.14* ²	200

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 I (基準地震動 S_s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	s (mm)	a (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)	F* (MPa)
溶接部															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・mm)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

31

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	せん断	—	—	$\sigma_w=1$	$f_{sm}=112$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ベデスタル水位 (LE2B6-4)	水平方向	1.52	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.11	<input type="text"/>

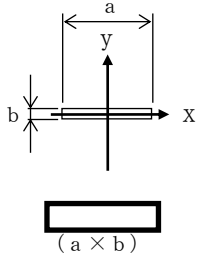
注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

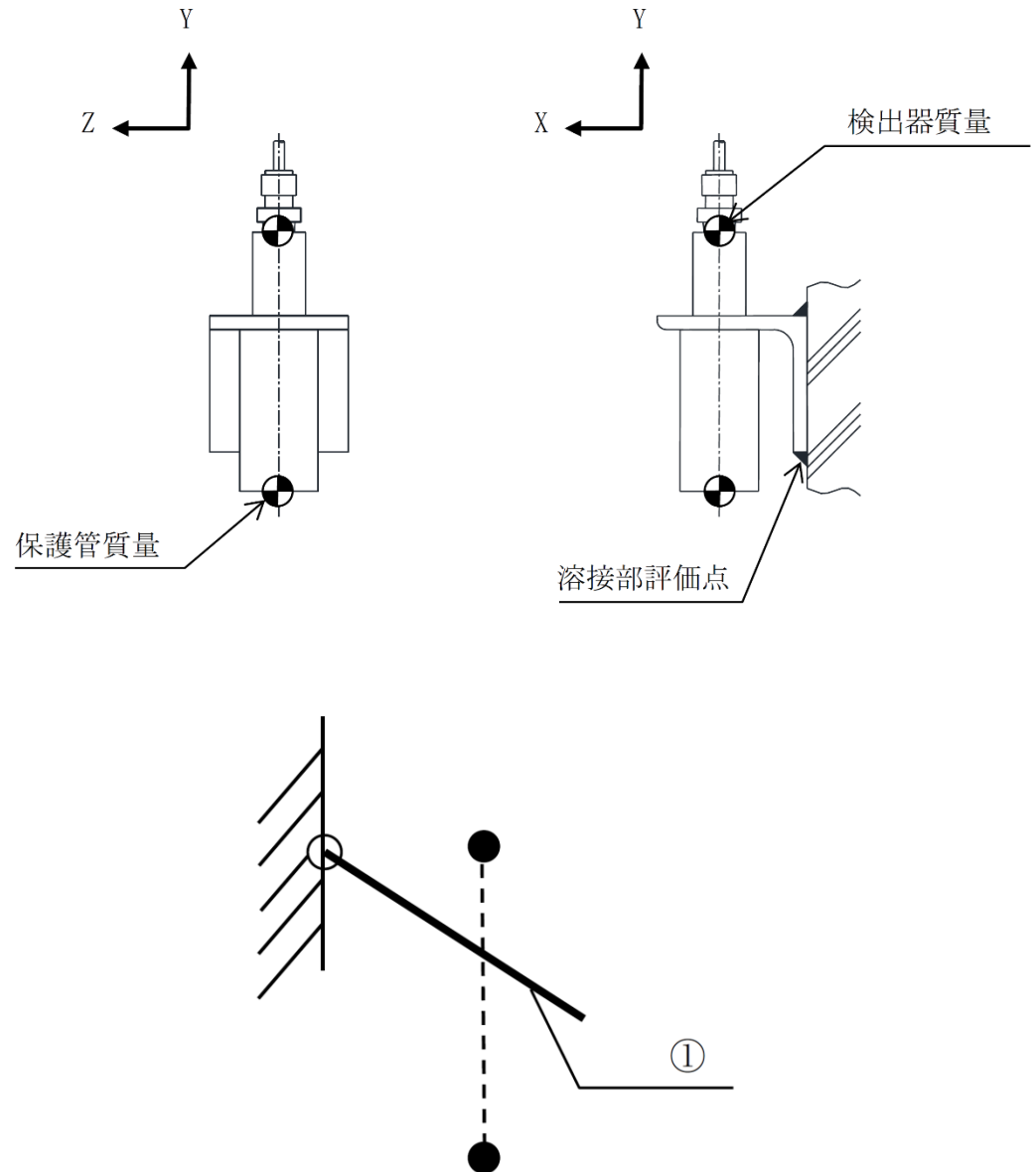
1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (LE2B6-4)
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	200
縦弾性係数	E	MPa	183000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>

(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材
対象部材	①
A (mm ²)	<input type="text"/>
Z ₁ (mm ³)	<input type="text"/>
Z ₂ (mm ³)	<input type="text"/>
Z _{p'} (mm ³)	<input type="text"/>
断面形状 (mm)	



VI-2-6-5-45 原子炉建物水素濃度の耐震性についての計算書

目 次

1. 原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-10D, E, H ₂ E278-14, 15, 16, 17)	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	4
1.2.3 適用規格・基準等	5
1.2.4 記号の説明	6
1.2.5 計算精度と数値の丸め方	7
1.3 評価部位	8
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 構造強度評価	13
1.5.1 構造強度評価方法	13
1.5.2 荷重の組合せ及び許容応力	13
1.5.3 設計用地震力	17
1.5.4 計算方法	18
1.5.5 計算条件	20
1.5.6 応力の評価	20
1.6 機能維持評価	21
1.6.1 電氣的機能維持評価方法	21
1.7 評価結果	22
1.7.1 重大事故等対処設備としての評価結果	22

2.	原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-18)	41
2.1	概要	41
2.2	一般事項	41
2.2.1	構造計画	41
2.2.2	評価方針	43
2.2.3	適用規格・基準等	44
2.2.4	記号の説明	45
2.2.5	計算精度と数値の丸め方	46
2.3	評価部位	47
2.4	固有周期	48
2.4.1	固有値解析方法	48
2.4.2	解析モデル及び諸元	48
2.4.3	固有値解析結果	49
2.5	構造強度評価	50
2.5.1	構造強度評価方法	50
2.5.2	荷重の組合せ及び許容応力	50
2.5.3	設計用地震力	54
2.5.4	計算方法	55
2.5.5	計算条件	58
2.5.6	応力の評価	58
2.6	機能維持評価	59
2.6.1	電氣的機能維持評価方法	59
2.7	評価結果	60
2.7.1	重大事故等対処設備としての評価結果	60

1. 原子炉建物水素濃度 (H₂E278-10D, E, H₂E278-14, 15, 16, 17)

1.1 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、原子炉建物水素濃度が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

原子炉建物水素濃度は、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。

1.2 一般事項

1.2.1 構造計画

原子炉建物水素濃度の構造計画を表 1-1 及び表 1-2 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、サポート鋼材に計器取付ボルトにより固定する。</p> <p>サポート鋼材は、基礎ボルトにより壁面に設置する。</p>	<p>熱伝導式水素検出器</p>	<p>基礎ボルト (ケミカルアンカ)</p> <p>サポート鋼材 (山形鋼)</p> <p>検出器</p> <p>計器取付ボルト</p> <p>壁</p> <p>たて</p> <p>横</p> <p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>対象機器</th> <th>原子炉建物水素濃度 (H₂E278-10D)</th> <th>原子炉建物水素濃度 (H₂E278-10E)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td colspan="2" rowspan="3" style="border: 2px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>横</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位 : mm)</p>	対象機器	原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-10D)	原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-10E)	たて			横	高さ
対象機器	原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-10D)	原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-10E)								
たて										
横										
高さ										

表 1-2 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、サポート鋼材に計器取付ボルトにより固定する。 サポート鋼材は、基礎ボルトにより天井面に設置する。</p>	<p>熱伝導式水素検出器</p>																
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>対象機器</th> <th>原子炉建物 水素濃度 (H₂E278-14)</th> <th>原子炉建物 水素濃度 (H₂E278-15)</th> <th>原子炉建物 水素濃度 (H₂E278-16)</th> <th>原子炉建物 水素濃度 (H₂E278-17)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td colspan="4" rowspan="3" style="border: 2px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>横</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> </tr> </tbody> </table>				対象機器	原子炉建物 水素濃度 (H ₂ E278-14)	原子炉建物 水素濃度 (H ₂ E278-15)	原子炉建物 水素濃度 (H ₂ E278-16)	原子炉建物 水素濃度 (H ₂ E278-17)	たて					横	高さ
対象機器	原子炉建物 水素濃度 (H ₂ E278-14)	原子炉建物 水素濃度 (H ₂ E278-15)	原子炉建物 水素濃度 (H ₂ E278-16)	原子炉建物 水素濃度 (H ₂ E278-17)													
たて																	
横																	
高さ																	
		(単位 : mm)															

1.2.2 評価方針

原子炉建物水素濃度の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「1.2.1 構造計画」にて示す原子炉建物水素濃度の部位を踏まえ「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、原子炉建物水素濃度の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「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。

原子炉建物水素濃度の耐震評価フローを図1-1に示す。

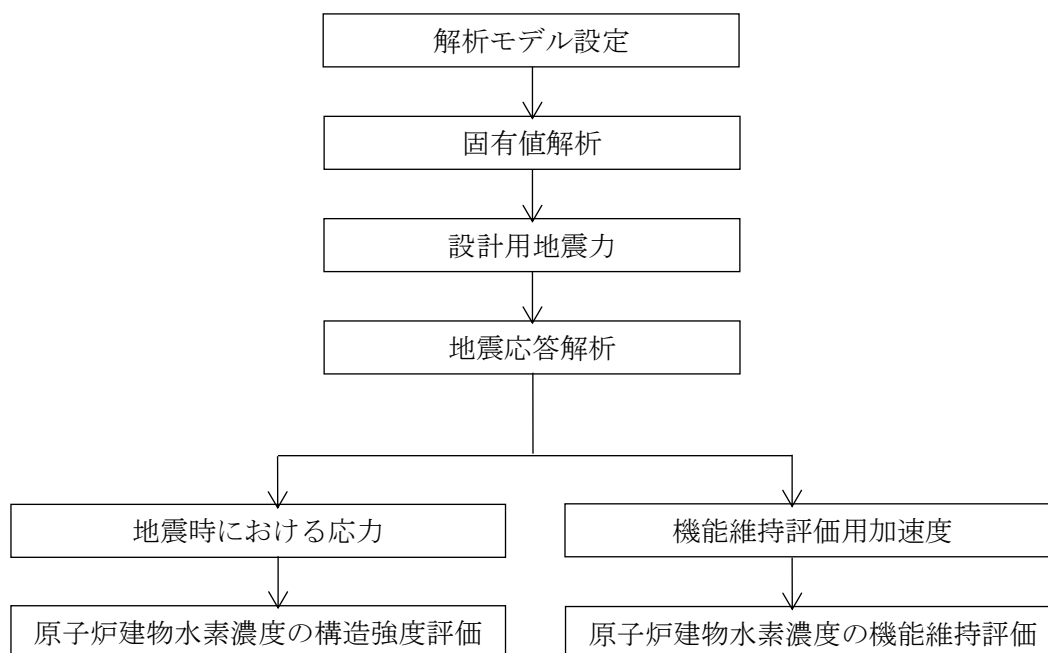


図1-1 原子炉建物水素濃度の耐震評価フロー

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	サポート鋼材の断面積	mm ²
A _b	基礎ボルトの軸断面積	mm ²
C _H	水平方向設計震度	—
C _V	鉛直方向設計震度	—
d	基礎ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3133に定める値	MPa
F _b	基礎ボルトに作用する引張力 (1本当たり)	N
f _{s b}	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f _{t o}	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f _{t s}	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力)	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
Q _b	基礎ボルトに作用するせん断力 (1本当たり)	N
S _u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
S _y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
W	検出器の荷重	N
Z ₁	サポート鋼材の弱軸回りの断面係数	mm ³
Z ₂	サポート鋼材の強軸回りの断面係数	mm ³
Z _p	サポート鋼材のねじり断面係数	mm ³
π	円周率	—
σ _b	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
τ _b	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa

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 1-3 に示すとおりである。

表 1-3 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
力	N	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*4}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：計算機プログラム固有の桁処理により算出値が有効数字 4 桁未満となる場合は、計算機プログラム保有の最大桁数表示とする。

*4：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

1.3 評価部位

原子炉建物水素濃度の耐震評価は、「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基礎ボルト部について実施する。原子炉建物水素濃度の耐震評価部位については、表 1-1 及び表 1-2 の概略構造図に示す。

1.4 固有周期

1.4.1 固有値解析方法

原子炉建物水素濃度の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) 原子炉建物水素濃度は、「1.4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元はりモデルとする。

1.4.2 解析モデル及び諸元

原子炉建物水素濃度の解析モデルを図 1-2 及び図 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【原子炉建物水素濃度の耐震性についての計算結果

(H₂E278-10D)】、【原子炉建物水素濃度の耐震性についての計算結果 (H₂E278-10E)】、【原子炉建物水素濃度の耐震性についての計算結果 (H₂E278-14)】、【原子炉建物水素濃度の耐震性についての計算結果 (H₂E278-15)】、【原子炉建物水素濃度の耐震性についての計算結果 (H₂E278-16)】、【原子炉建物水素濃度の耐震性についての計算結果 (H₂E278-17)】のその他の機器要目に示す。

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

なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

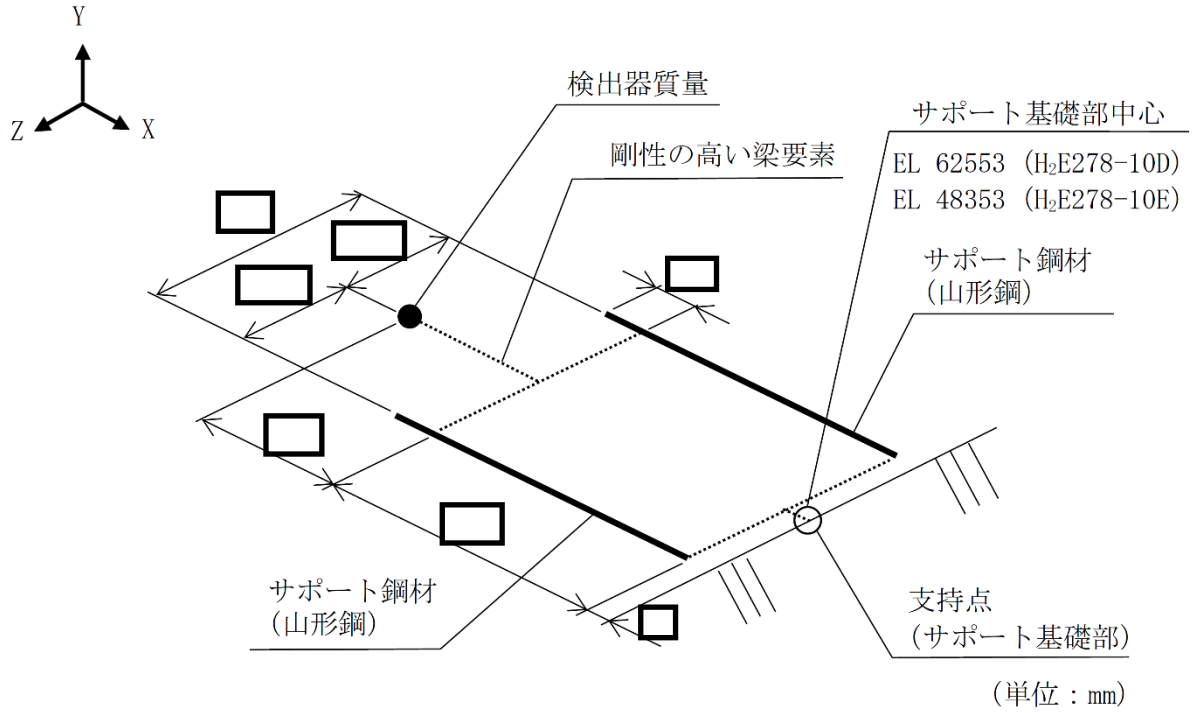


図 1-2 解析モデル(H2E278-10D, E)

支持点 (サポート基礎部)

- EL 33600 (H2E278-14)
- EL 18400 (H2E278-15)
- EL 18300 (H2E278-16)
- EL 34400 (H2E278-17)

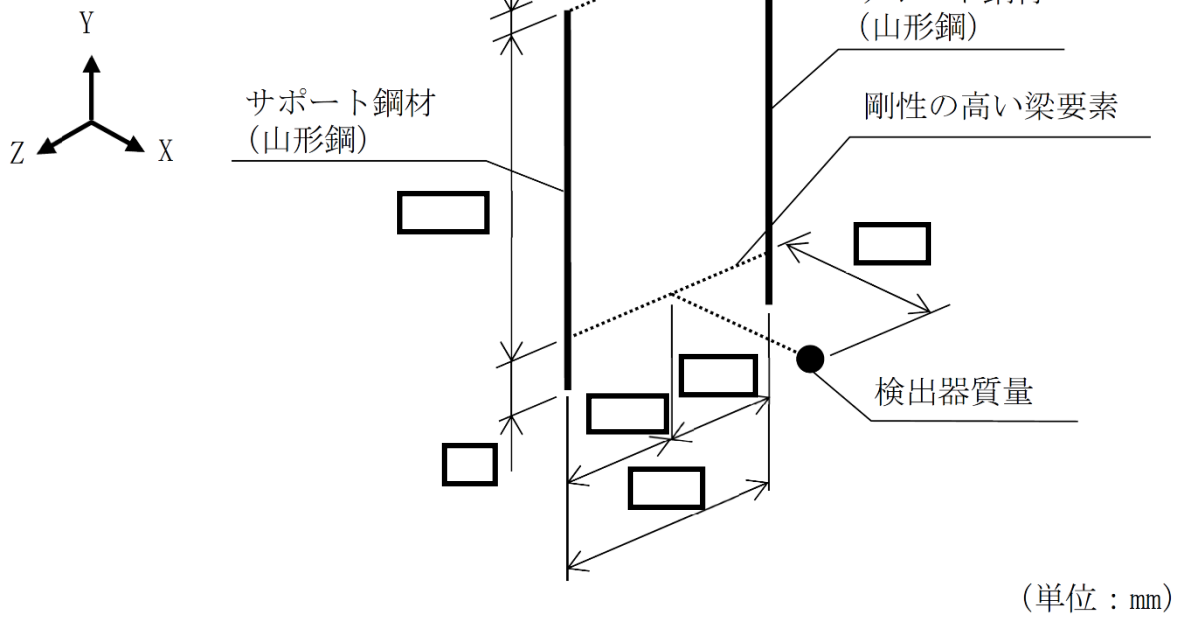


図 1-3 解析モデル(H2E278-14, 15, 16, 17)

1.4.3 固有値解析結果

固有値解析結果を表 1-4, 振動モード図を図 1-4 及び図 1-5 に示す。固有周期は 0.05 秒以下であり, 剛構造であることを確認した。

表 1-4 固有値解析結果

機器番号	モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向 刺激係数
				X方向	Z方向	
H2E278-10D	1次	鉛直		—	—	—
H2E278-10E	1次	鉛直		—	—	—
H2E278-14	1次	鉛直		—	—	—
H2E278-15	1次	鉛直		—	—	—
H2E278-16	1次	鉛直		—	—	—
H2E278-17	1次	鉛直		—	—	—

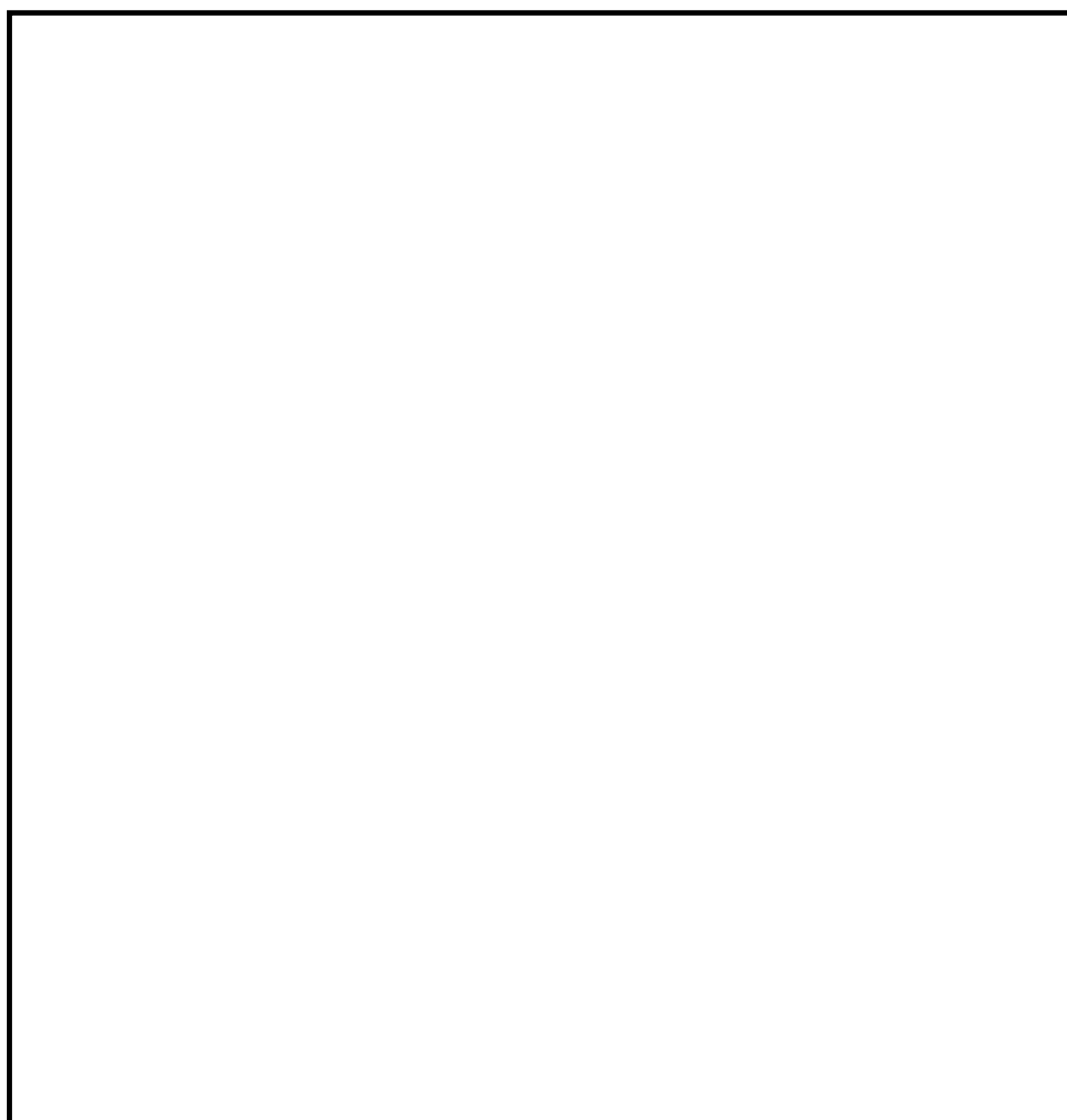


図 1-4 振動モード (H2E278-10D, E) (1次モード 鉛直方向 s)

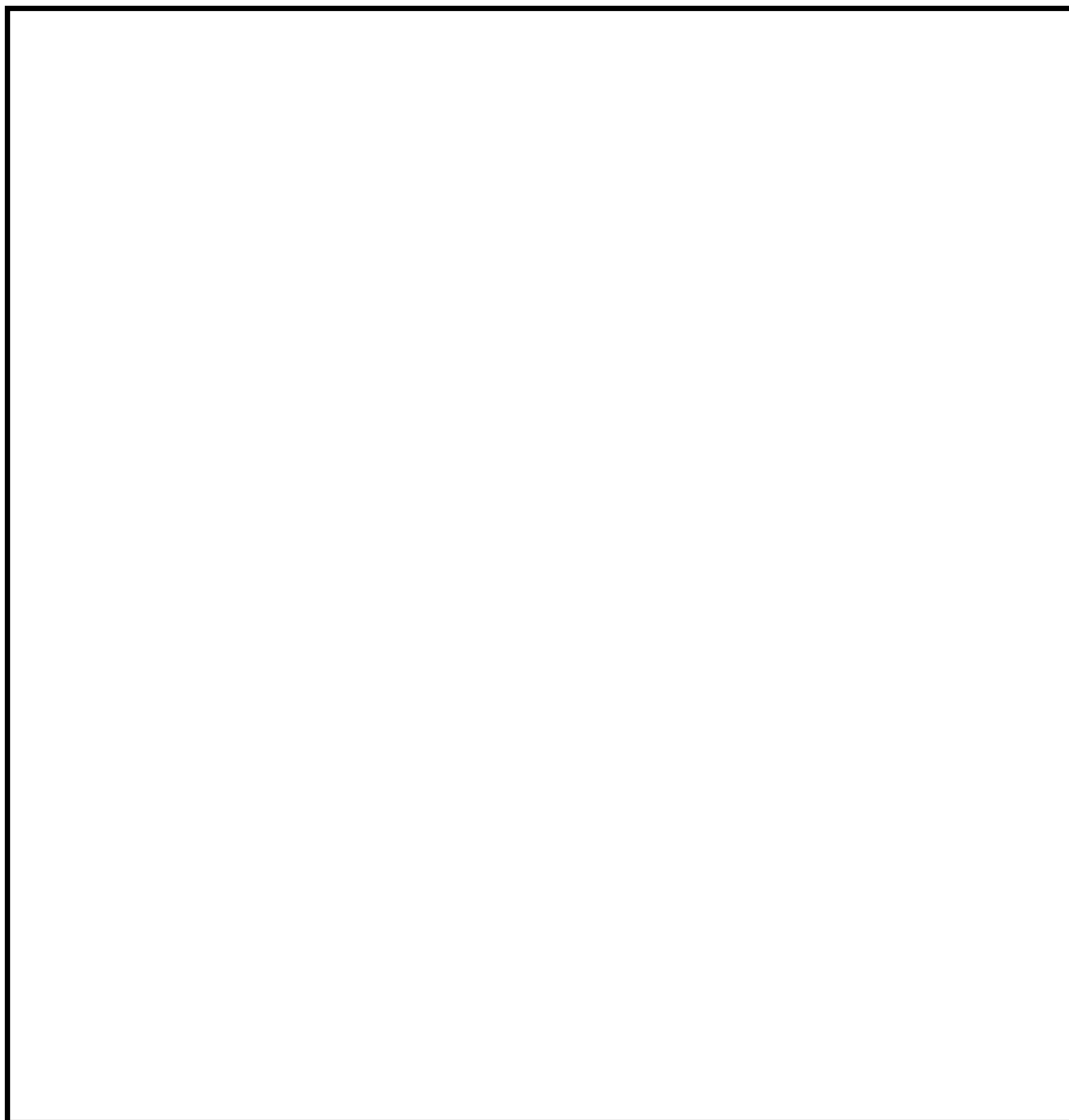


図 1-5 振動モード (H₂E278-14, 15, 16, 17) (1 次モード 鉛直方向 s)

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，原子炉建物水素濃度に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。
また，水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには，絶対値和を適用する。

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

原子炉建物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 1-5 に示す。

1.5.2.2 許容応力

原子炉建物水素濃度の許容応力は，VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 1-6 のとおりとする。

1.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

原子炉建物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 1-7 に示す。

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	原子炉建物水素濃度	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 1-6 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f _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 1-7 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			
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

1.5.3 設計用地震力

原子炉建物水素濃度の設計用地震力のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 1-8 に示す。

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

表 1-8 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
原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-10D)	原子炉建物 EL 62.5 (EL 63.5 ^{*1})	0.05 以下		—	—	$C_H=6.28^{*2}$	$C_V=2.43^{*2}$
原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-10E)	原子炉建物 EL 48.3 (EL 42.8 ^{*1} , 51.7 ^{*1})	0.05 以下		—	—	$C_H=4.93^{*2}$	$C_V=2.36^{*2}$
原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-14)	原子炉建物 EL 33.48 (EL 34.8 ^{*1})	0.05 以下		—	—	$C_H=3.73^{*2}$	$C_V=2.32^{*2}$
原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-15)	原子炉建物 EL 18.28 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下		—	—	$C_H=3.17^{*2}$	$C_V=1.95^{*2}$
原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-16)	原子炉建物 EL 18.18 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下		—	—	$C_H=3.17^{*2}$	$C_V=1.95^{*2}$
原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-17)	原子炉建物 EL 34.28 (EL 34.8 ^{*1})	0.05 以下		—	—	$C_H=3.73^{*2}$	$C_V=2.32^{*2}$

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 I（基準地震動 S_s ）を上回る設計震度

1.5.4 計算方法

1.5.4.1 応力の計算方法

1.5.4.1.1 基礎ボルトの計算方法

基礎ボルトの応力は、三次元はりモデルによる個別解析から基礎ボルト1本当たりの発生力を求めて、その結果を用いて手計算にて計算する。

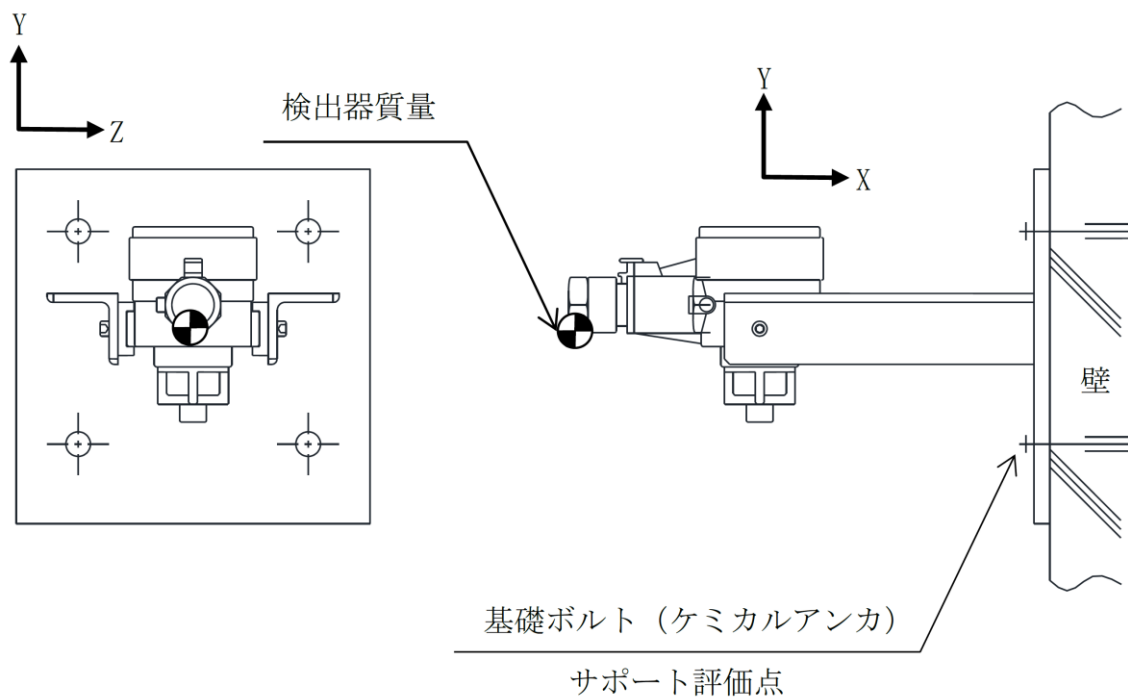


図1-6 計算モデル (基礎ボルト) (H₂E278-10D, E)

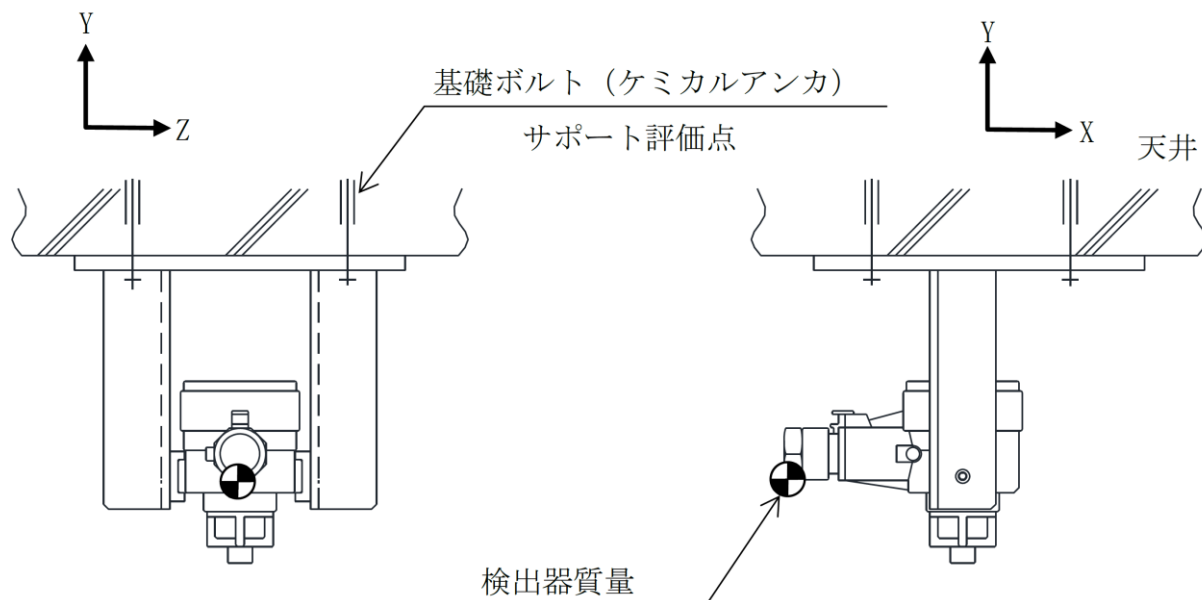


図1-7 計算モデル (基礎ボルト) (H₂E278-14, 15, 16, 17)

個別解析によって得られた基礎ボルト部の評価点の最大発生力を表 1-9 に示す。

表 1-9 サポート発生反力

対象機器	反力(N)	
	F _b	Q _b
H ₂ E278-10D		
H ₂ E278-10E		
H ₂ E278-14		
H ₂ E278-15		
H ₂ E278-16		
H ₂ E278-17		

(1) 引張応力

基礎ボルト（1本当たり）に対する引張応力は、下式により計算する。

引張応力

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.1)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.2)$$

(2) せん断応力

基礎ボルト（1本当たり）に対するせん断応力は、下式により計算する。

せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{A_b} \dots\dots\dots (1.5.4.1.1.3)$$

1.5.5 計算条件

1.5.5.1 基礎ボルトの応力計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【原子炉建物水素濃度の耐震性についての計算結果 (H2E278-10D)】、【原子炉建物水素濃度の耐震性についての計算結果 (H2E278-10E)】、【原子炉建物水素濃度の耐震性についての計算結果 (H2E278-14)】、【原子炉建物水素濃度の耐震性についての計算結果 (H2E278-15)】、【原子炉建物水素濃度の耐震性についての計算結果 (H2E278-16)】、【原子炉建物水素濃度の耐震性についての計算結果 (H2E278-17)】 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 基礎ボルトの応力評価

1.5.4.1項で求めたボルトの引張応力 σ_b は次式より求めた許容組合せ応力 f_{ts} 以下であること。ただし、 f_{to} は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \quad \dots\dots\dots (1.5.6.1.1)$$

せん断応力 τ_b は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。ただし、 f_{sb} は下表による。

	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}	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

1.6 機能維持評価

1.6.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉建物水素濃度の電氣的機能維持評価について以下に示す。

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

原子炉建物水素濃度の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 1-10 に示す。

表 1-10 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-10D)	水平	
	鉛直	
原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-10E)	水平	
	鉛直	
原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-14)	水平	
	鉛直	
原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-15)	水平	
	鉛直	
原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-16)	水平	
	鉛直	
原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-17)	水平	
	鉛直	

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

原子炉建物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を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉建物水素濃度 (H₂E278-10D) 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	
原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-10D)	常設/緩和	原子炉建物 EL 62.5 (EL 63.5* ¹)	0.05 以下		—	—	C _H =6.28* ²	C _V =2.43* ²	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 I (基準地震動 S_s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	W (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト				221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)	—	261

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 2$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 1$	$f_{sb} = 120$

注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$
 すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

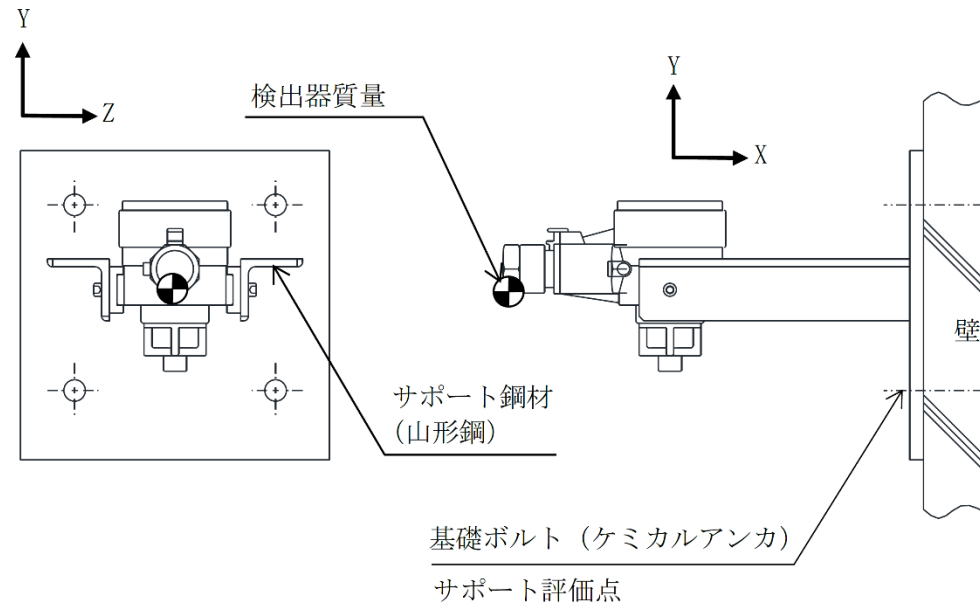
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-10D)	水平方向	2.76	
	鉛直方向	1.63	

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

1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

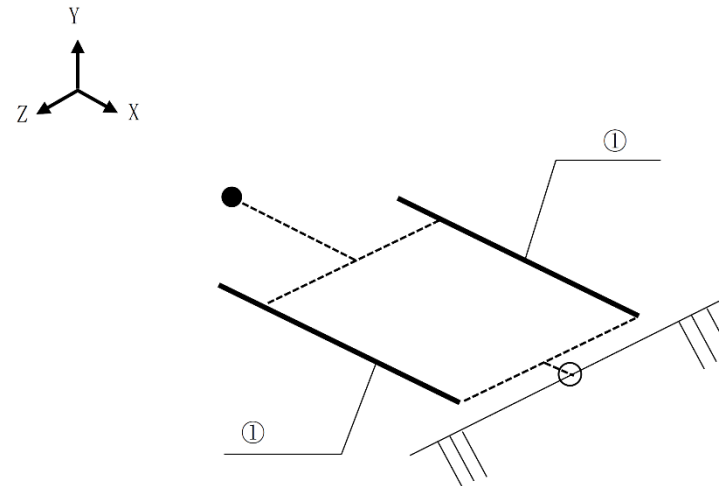
項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	100
縦弾性係数	E	MPa	190000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



25

(2) 部材の機器要目

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



【原子炉建物水素濃度 (H₂E278-10E) 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	
原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-10E)	常設/緩和	原子炉建物 EL 48.3 (EL 51.7* ¹ , 42.8* ¹)	0.05 以下		—	—	C _H =4.93* ²	C _V =2.36* ²	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 I (基準地震動 S_s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	W (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト				221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)	—	261

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _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 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=1$	$f_{sb}=120$

注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$
 すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

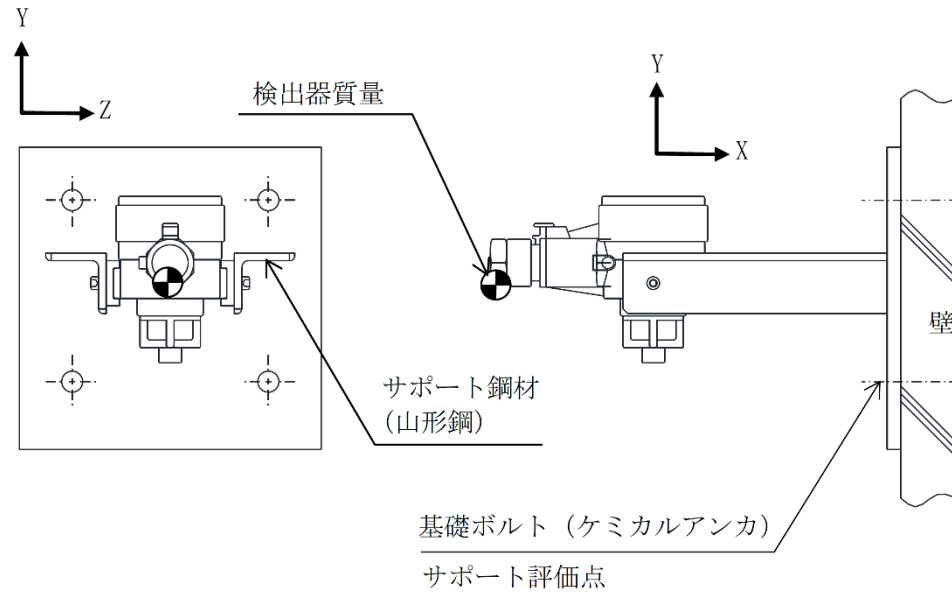
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-10E)	水平方向	2.00	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.51	<input type="text"/>

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

1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

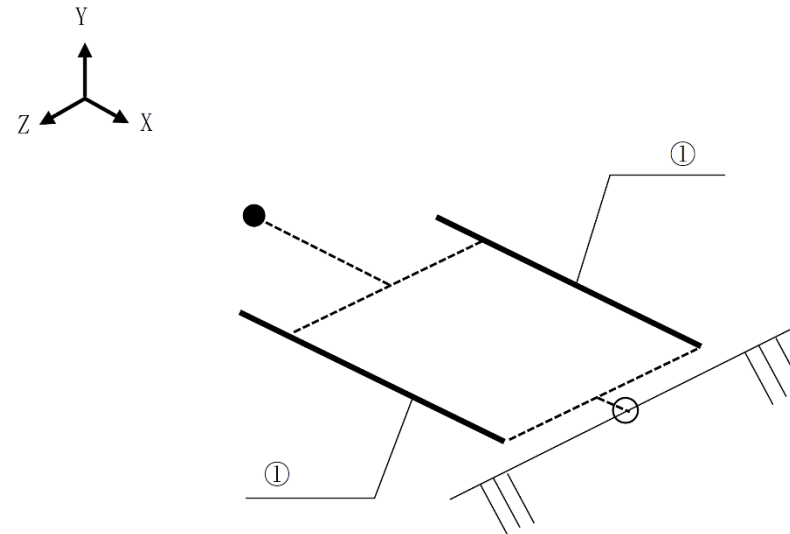
項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	100
縦弾性係数	E	MPa	190000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



28

(2) 部材の機器要目

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



【原子炉建物水素濃度 (HeE278-14) 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	
原子炉建物水素濃度 (HeE278-14)	常設/緩和	原子炉建物 EL 33.48 (EL 34.8 ^{*1})	0.05 以下		—	—	C _H =3.73 ^{*2}	C _V =2.32 ^{*2}	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 I (基準地震動 S_s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	W (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト				221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)	—	261

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 1$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 1$	$f_{sb} = 120$

注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$
 すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

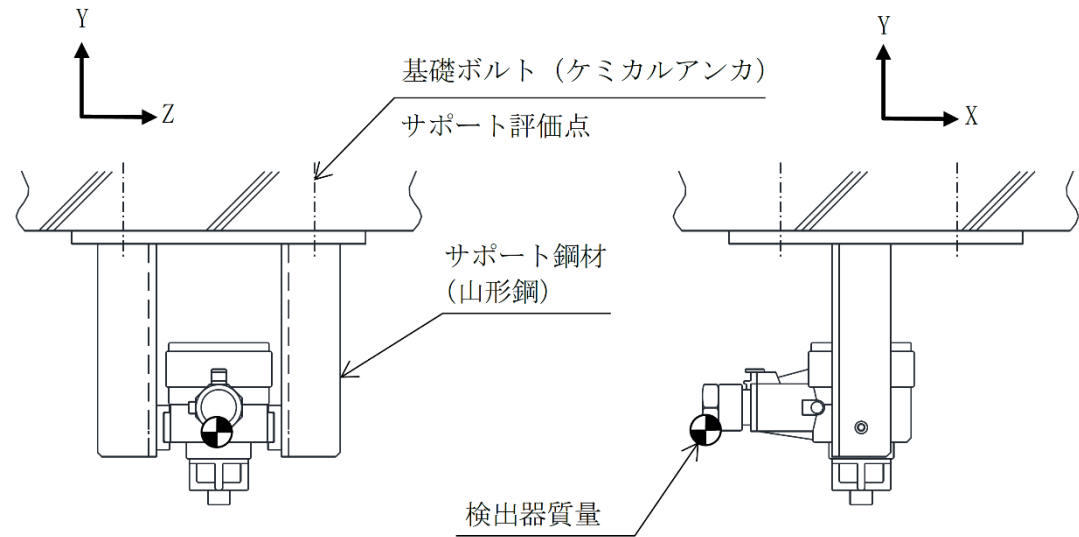
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-14)	水平方向	1.73	
	鉛直方向	1.98	

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

1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

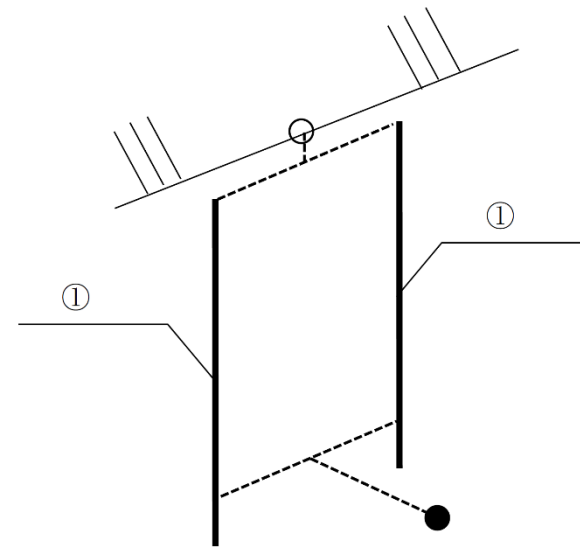
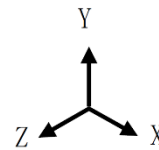
項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	100
縦弾性係数	E	MPa	190000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



31

(2) 部材の機器要目

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



【原子炉建物水素濃度 (HeE278-15) 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	
原子炉建物水素濃度 (HeE278-15)	常設/緩和	原子炉建物 EL 18.28 (EL 23.8*1)	0.05 以下		—	—	C _H =3.17*2	C _V =1.95*2	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 I (基準地震動 S_s) を上回る設計震度

3.2 機器要目

部材	W (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト				221 (径≤16mm)	373 (径≤16mm)	—	261

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b=1$	$f_{ts}=156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=1$	$f_{sb}=120$

33

注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$
 すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

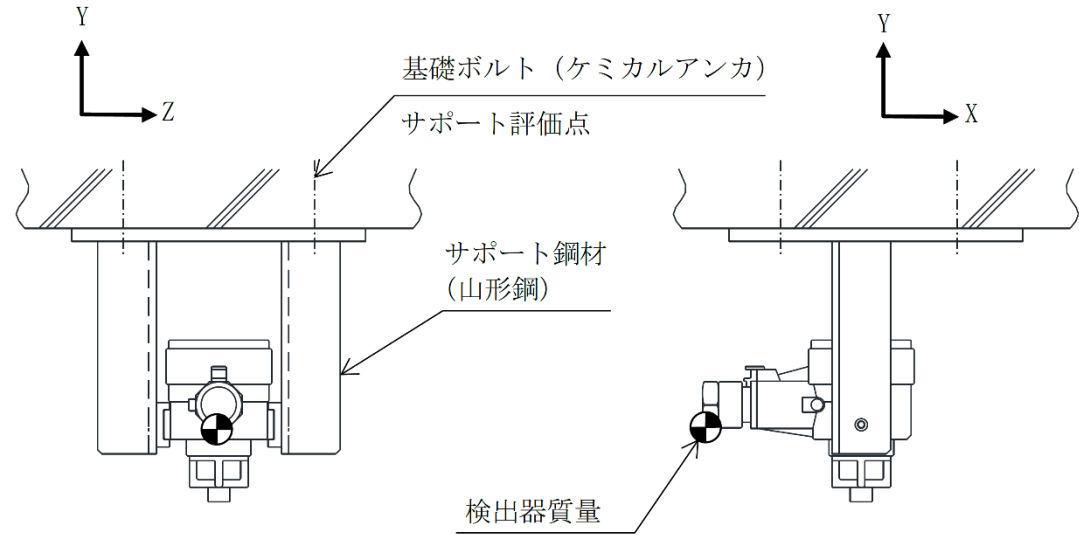
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-15)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

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

1.5 その他の機器要目

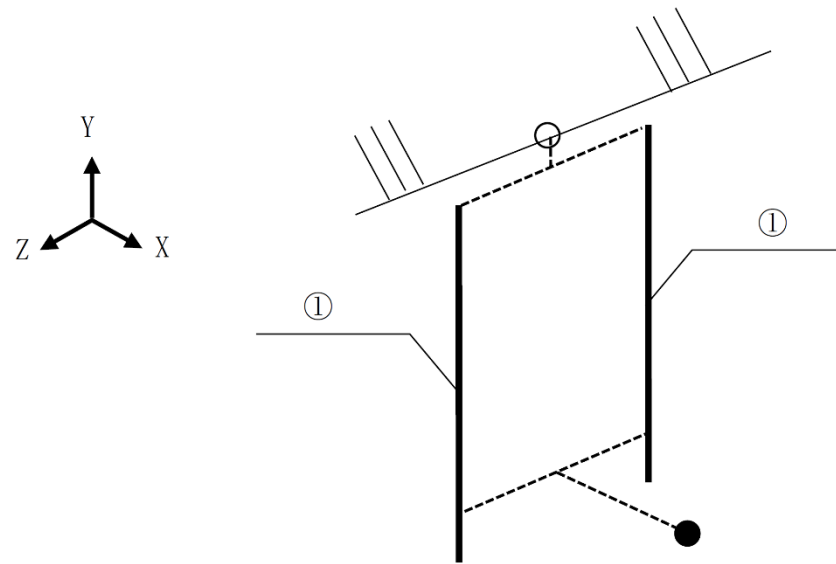
(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	100
縦弾性係数	E	MPa	190000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



(2) 部材の機器要目

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



【原子炉建物水素濃度 (HeE278-16) 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	
原子炉建物水素濃度 (HeE278-16)	常設/緩和	原子炉建物 EL 18.18 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下		—	—	C _H =3.17 ^{*2}	C _V =1.95 ^{*2}	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 I (基準地震動 S_s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	W (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト				221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)	—	261

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b=1$	$f_{ts}=156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=1$	$f_{sb}=120$

36

注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$
 すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

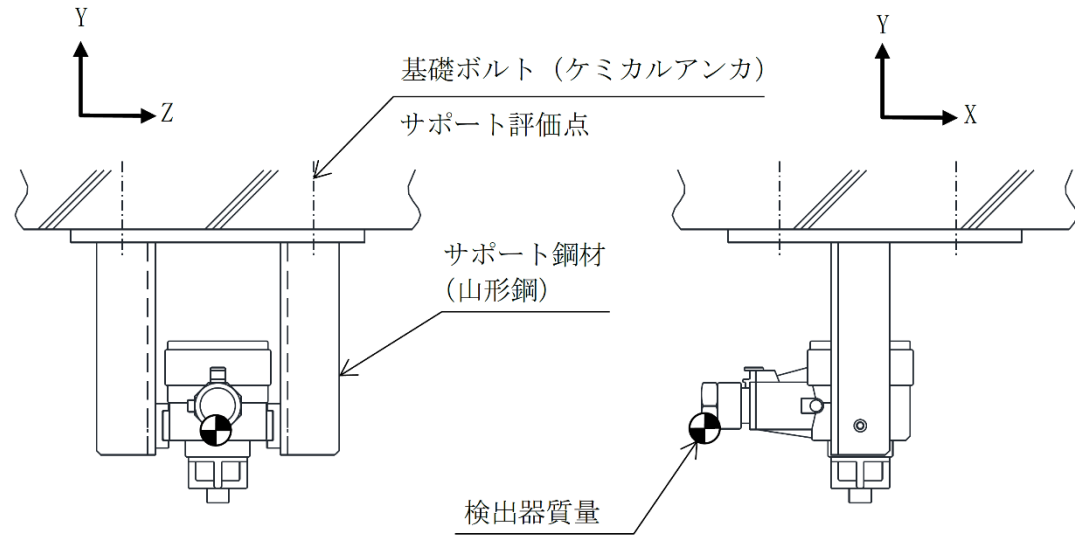
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-16)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

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

1.5 その他の機器要目

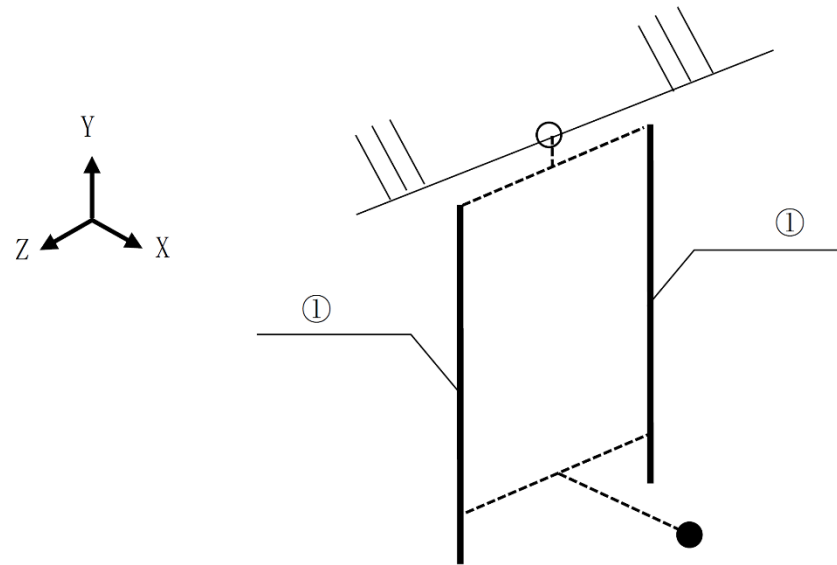
(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	100
縦弾性係数	E	MPa	190000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



(2) 部材の機器要目

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



【原子炉建物水素濃度 (HeE278-17) 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	
原子炉建物水素濃度 (HeE278-17)	常設/緩和	原子炉建物 EL 34.28 (EL 34.8 ^{*1})	0.05 以下		—	—	C _H =3.73 ^{*2}	C _V =2.32 ^{*2}	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 I (基準地震動 S_s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	W (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト				221 (径 ≤ 16mm)	373 (径 ≤ 16mm)	—	261

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b=1$	$f_{ts}=156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=1$	$f_{sb}=120$

注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$
 すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

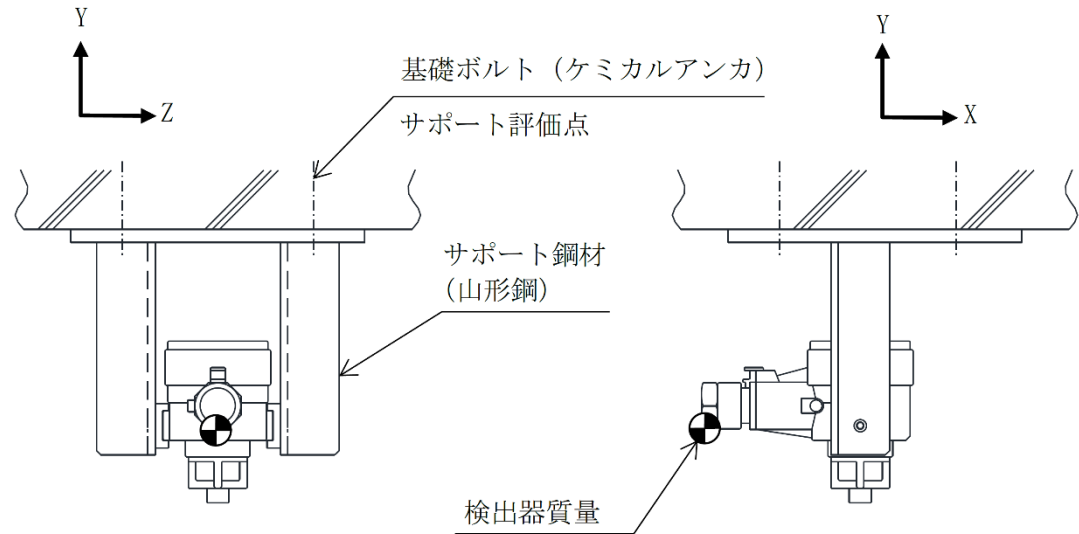
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-17)	水平方向	1.73	
	鉛直方向	1.98	

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

1.5 その他の機器要目

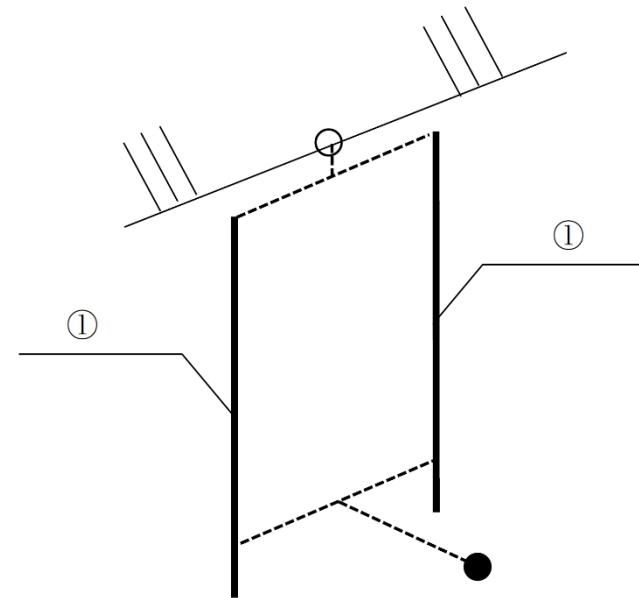
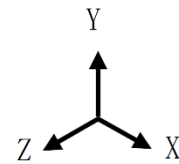
(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	SUS304
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	100
縦弾性係数	E	MPa	190000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



(2) 部材の機器要目

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



2. 原子炉建物水素濃度 (H₂E278-18)

2.1 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、原子炉建物水素濃度が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

原子炉建物水素濃度は、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。

2.2 一般事項

2.2.1 構造計画

原子炉建物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、サポート鋼材に計器取付ボルトにより固定する。 サポート鋼材は、溶接により天井梁に設置する。</p>	<p>触媒式水素検出器</p>	<p>(側面図) (正面図)</p>
		<p>(単位：mm)</p>

2.2.2 評価方針

原子炉建物水素濃度の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.2.1 構造計画」にて示す原子炉建物水素濃度の部位を踏まえ「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、原子炉建物水素濃度の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「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。

原子炉建物水素濃度の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

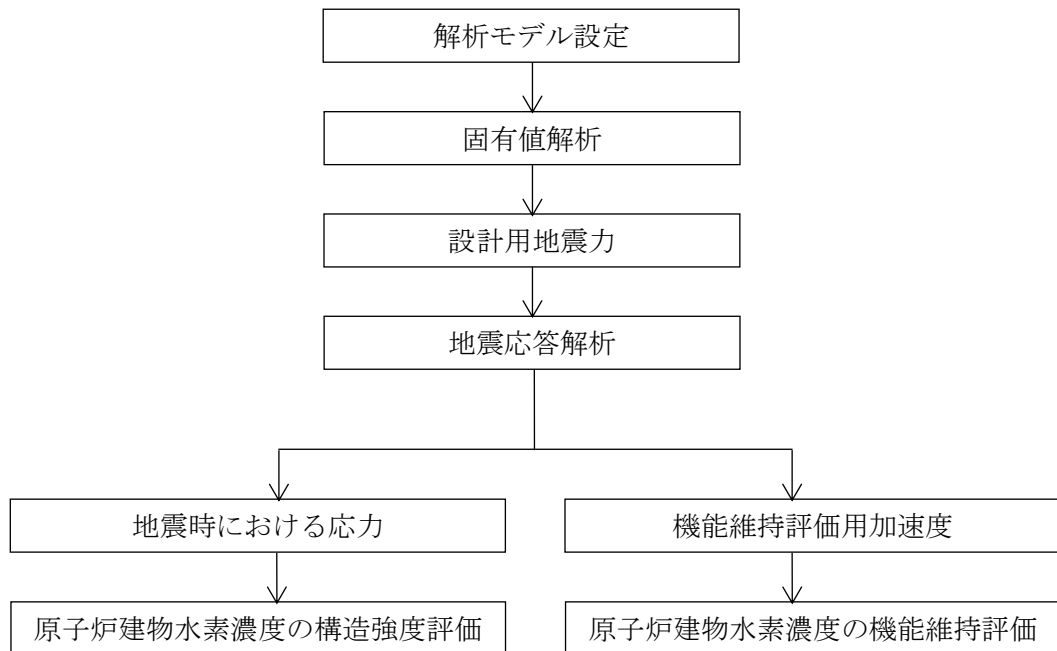


図 2-1 原子炉建物水素濃度の耐震評価フロー

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	サポート鋼材の断面積	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	—
F	設計・建設規格 SSB-3121.1 (1) に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3121.3 に定める値	MPa
F _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 _{sm}	溶接部の許容せん断応力	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h ₁ , h ₂	溶接の有効長さ (Y 方向)	mm
M _x	溶接部に作用するモーメント (X 軸周り)	N・mm
M _y	溶接部に作用するモーメント (Y 軸周り)	N・mm
M _z	溶接部に作用するモーメント (Z 軸周り)	N・mm
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 (R T)	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の 40℃における値	MPa
W ₁	検出器の荷重	N
W ₂	保護管の荷重	N
Z ₁	サポート鋼材の弱軸回りの断面係数	mm ³
Z ₂	サポート鋼材の強軸回りの断面係数	mm ³
Z _p	溶接全断面におけるねじり断面係数	mm ³
Z _p '	サポート鋼材のねじり断面係数	mm ³
Z _y	溶接全断面における Y 軸方向の断面係数	mm ³
Z _z	溶接全断面における Z 軸方向の断面係数	mm ³
π	円周率	—
σ _t	溶接部に生じる引張力又は圧縮力により発生するせん断応力	MPa
σ _b	溶接部に生じる曲げモーメントにより発生するせん断応力	MPa
σ _w	溶接部に生じるせん断応力	MPa
τ	溶接部に生じるせん断力により発生するせん断応力	MPa

2.2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-2 に示すとおりである。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
力	N	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*4}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：計算機プログラム固有の桁処理により算出値が有効数字 4 桁未満となる場合は、計算機プログラム保有の最大桁数表示とする。

*4：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

2.3 評価部位

原子炉建物水素濃度の耐震評価は、「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。原子炉建物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。

2.4 固有周期

2.4.1 固有値解析方法

原子炉建物水素濃度の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) 原子炉建物水素濃度は、「2.4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元はりモデルとする。

2.4.2 解析モデル及び諸元

原子炉建物水素濃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【原子炉建物水素濃度の耐震性についての計算結果 (H2E278-18)】のその他の機器要目に示す。

- (1) 原子炉建物水素濃度の計器の質量は、重心に集中するものとする。
- (2) 原子炉建物水素濃度の計器の重心位置については、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定する。
- (3) 拘束条件として、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、VI-5「計算機プログラム (解析コード) の概要」に示す。

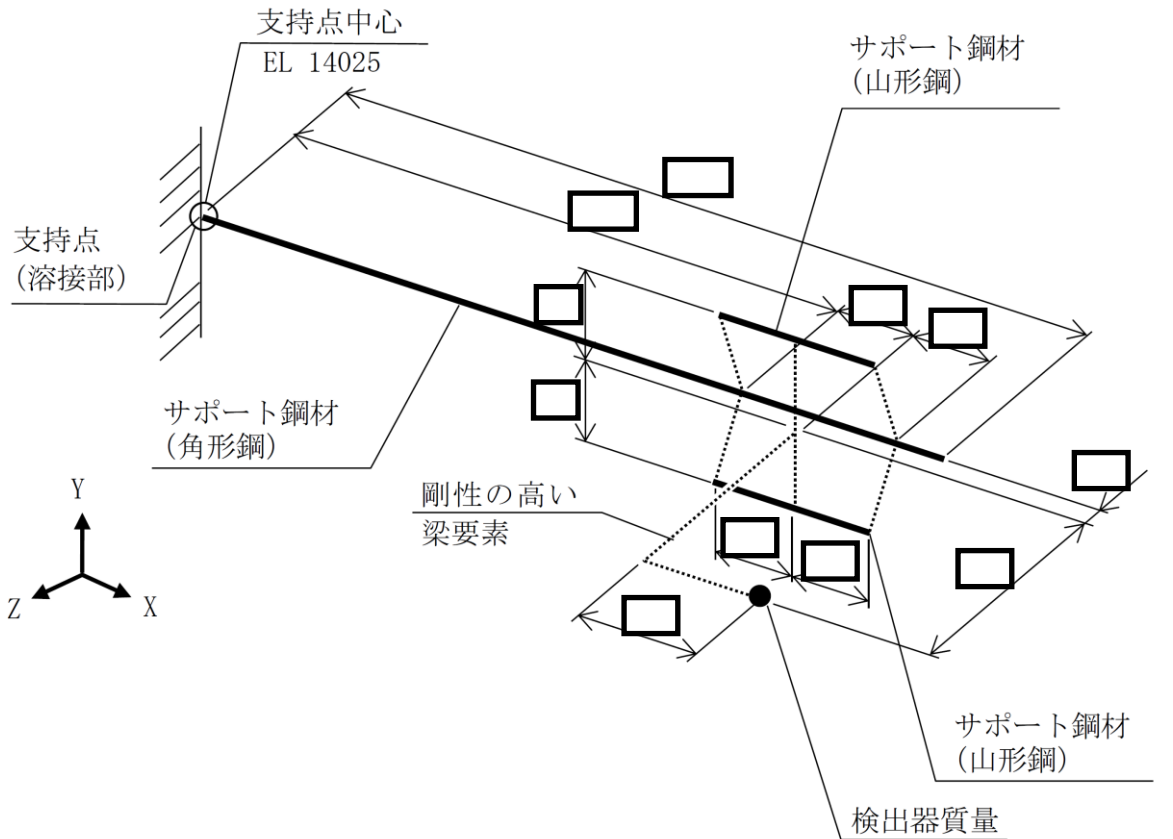


図 2-2 解析モデル (H2E278-18)

(単位 : mm)

2.4.3 固有値解析結果

固有値解析結果を表 2-3, 振動モード図を図 2-3 に示す。固有周期は 0.05 秒以下であり, 剛構造であることを確認した。

表 2-3 固有値解析結果

機器番号	モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向 刺激係数
				X方向	Z方向	
H2E278-18	1次	鉛直	□	—	—	—

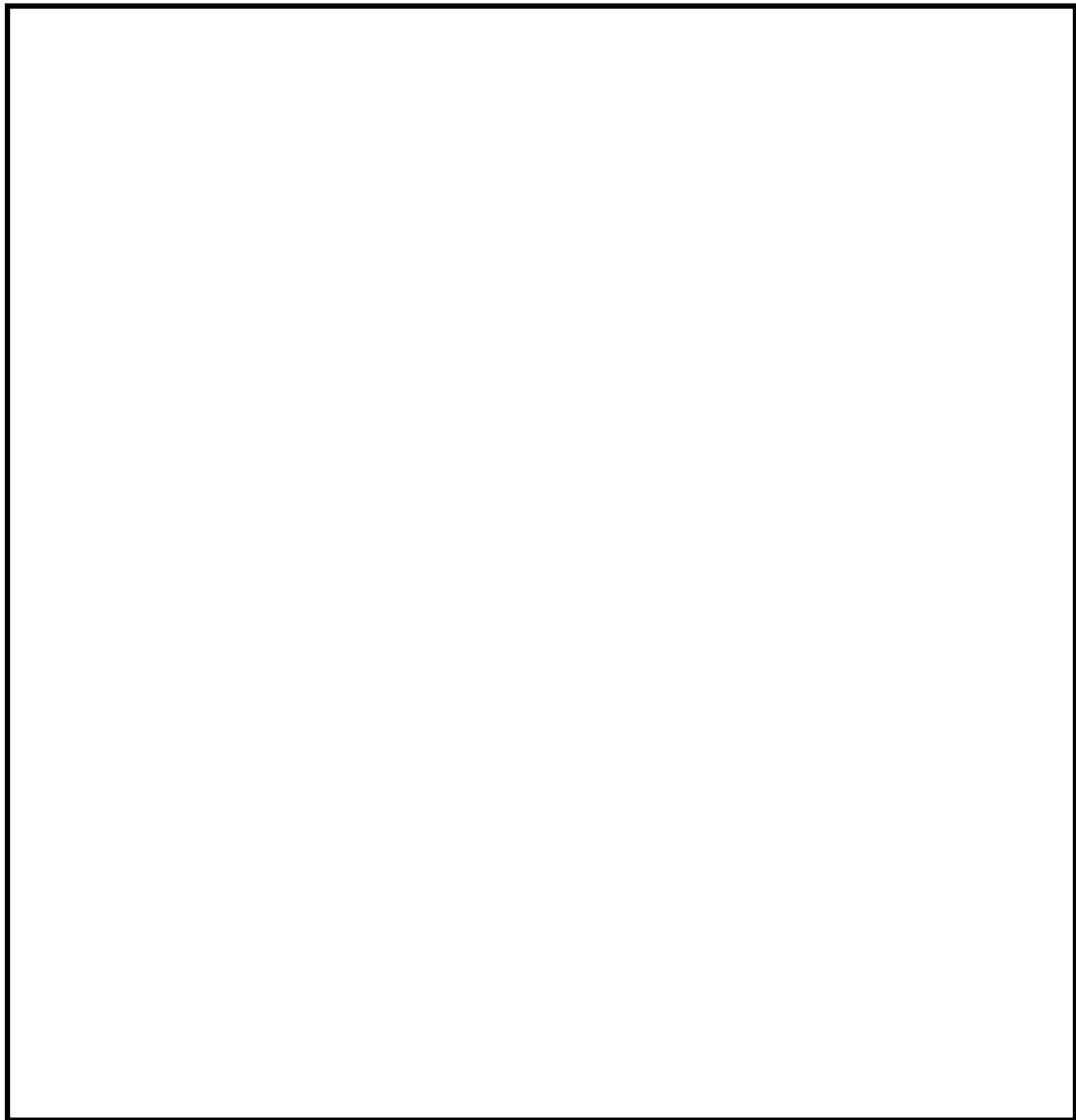


図 2-3 振動モード (1次モード 鉛直方向 □ s)

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、原子炉建物水素濃度に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

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

原子炉建物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 2-4 に示す。

2.5.2.2 許容応力

原子炉建物水素濃度の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 2-5 のとおりとする。

2.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

原子炉建物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 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	原子炉建物水素濃度	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 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 (ボルト等以外)
	一次応力
	せん断
IVAS	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 2-6 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	120	190	373	—
溶接部	STKR400	周囲環境温度	120	190	373	—

2.5.3 設計用地震力

原子炉建物水素濃度の設計用地震力のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 2-7 に示す。

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

表 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
原子炉建物水素 濃度 (H ₂ E278-18)	原子炉建物 EL 14.025 (EL 15.3* ¹)	0.05 以下		—	—	$C_H=3.17^{*2}$	$C_V=1.50^{*2}$

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 I（基準地震動 S_s ）を上回る設計震度

2.5.4 計算方法

2.5.4.1 応力の計算方法

2.5.4.1.1 溶接部の計算方法

溶接部の応力は，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計算する。

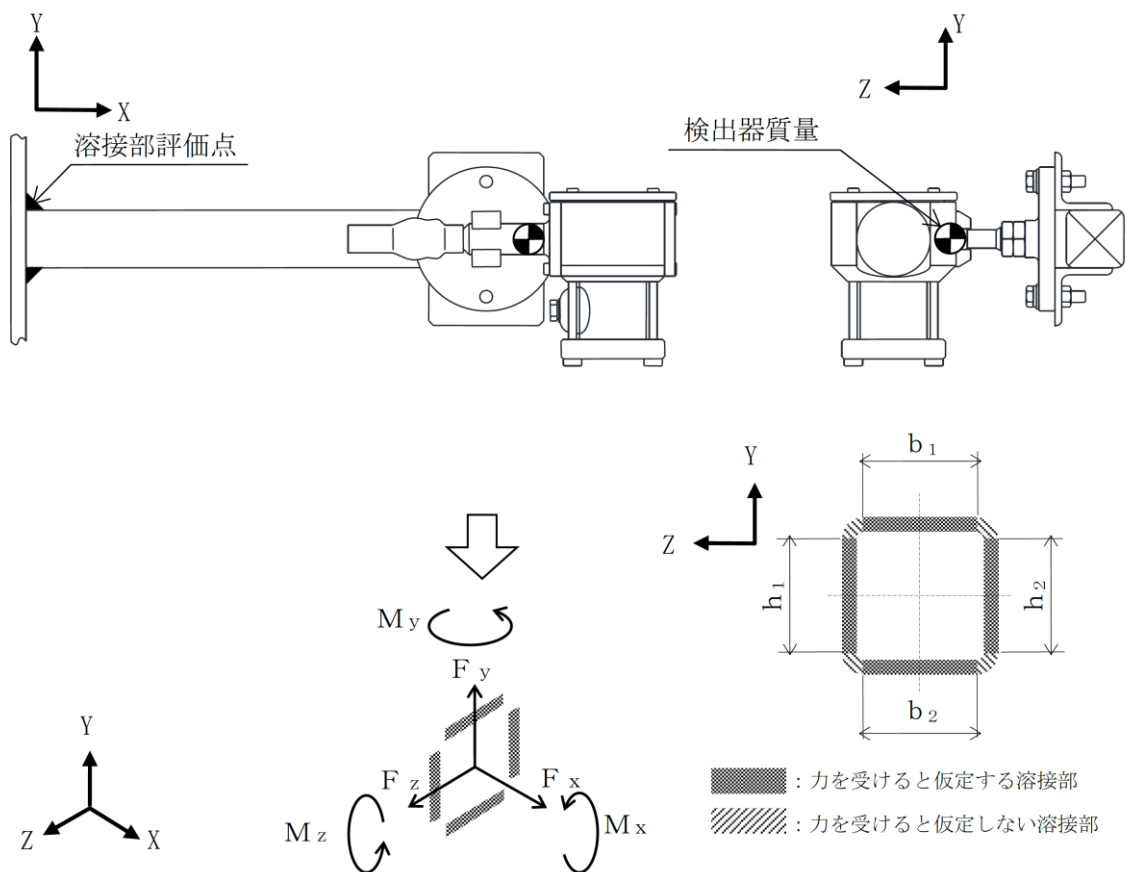


図 2-4 計算モデル（溶接部）（H2E278-18）

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

対象機器	反力 (N)			モーメント (N・mm)		
	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
H2E278-18						

(1) 引張力又は圧縮力により発生するせん断応力

溶接部に対する引張力又は圧縮力により発生するせん断応力は、全溶接断面積で受けるものとして計算する。

引張力又は圧縮力により発生するせん断応力 (σ_t)

$$\sigma_t = \frac{|F_x|}{A_w} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.1)$$

ここで、引張力（圧縮力）を受ける溶接部の有効断面積 A_w は、次式により求める。

$$A_w = a \cdot (h_1 + h_2 + b_1 + b_2) \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.2)$$

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。

$$a = 0.7 \cdot s \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.3)$$

(2) せん断力により発生するせん断応力

溶接部に対するせん断力により発生するせん断応力は、各方向の有効せん断面積で受けるものとして計算する。

せん断力により発生するせん断応力 (τ)

$$\tau = \sqrt{\left(\frac{F_y}{A_{wy}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2 + \left(\frac{F_z}{A_{wz}} + \frac{M_x}{Z_p}\right)^2} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.4)$$

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。

$$A_{wy} = a \cdot (h_1 + h_2) \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.5)$$

$$A_{wz} = a \cdot (b_1 + b_2) \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.6)$$

(3) 曲げモーメントにより発生するせん断応力

溶接部に対する曲げモーメントにより発生するせん断応力は、図2-4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。

曲げモーメントにより発生するせん断応力 (σ_b)

$$\sigma_b = \frac{M_y}{Z_y} + \frac{M_z}{Z_z} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.7)$$

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) 溶接部に生じるせん断応力

溶接部に生じるせん断応力は、各せん断応力を足し合わせたものとして計算する。

溶接部に生じるせん断応力 (σ_w)

$$\sigma_w = \sqrt{(\sigma_t + \sigma_b)^2 + \tau^2} \dots\dots\dots (2.5.4.1.1.8)$$

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【原子炉建物水素濃度の耐震性についての計算結果 (H2E278-18)】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項で求めた溶接部に発生する応力は、許容応力 f_{sm} 以下であること。ただし、下表に示す f_{sm} 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
許容せん断応力 f_{sm}	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

2.6 機能維持評価

2.6.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉建物水素濃度の電氣的機能維持評価について以下に示す。

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

原子炉建物水素濃度の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 2-9 に示す。

表 2-9 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-18)	水平	
	鉛直	

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

原子炉建物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を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉建物水素濃度 (HeE278-18) 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	
原子炉建物水素濃度 (HeE278-18)	常設/緩和	原子炉建物 EL 14.025 (EL 15.3 ^{*1})	0.05 以下		—	—	C _H =3.17 ^{*2}	C _V =1.50 ^{*2}	120

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 I（基準地震動 S_s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部 材	W (N)	s (mm)	a (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)	F* (MPa)
溶接部														190	373	—	—	228

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・mm)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

62

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	せん断	—	—	σ _w =49	f _{sm} =131

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

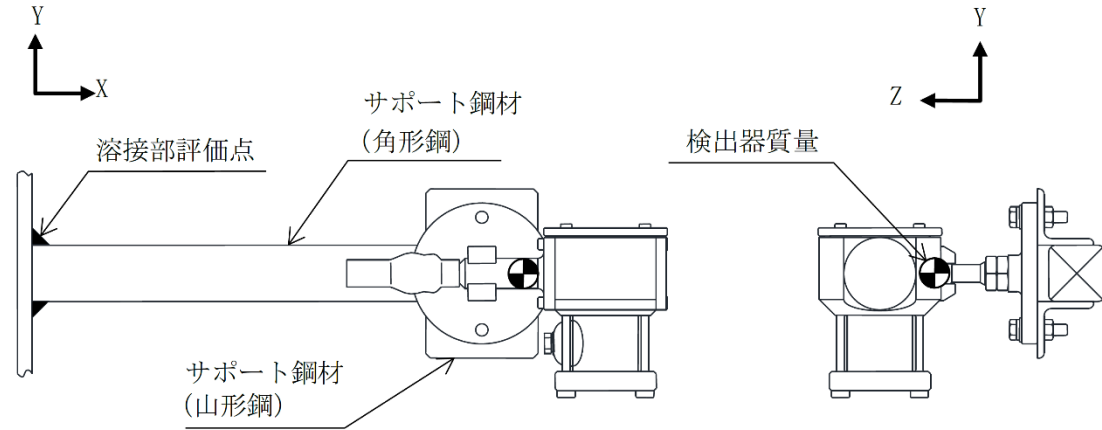
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-18)	水平方向	1.32	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.31	<input type="text"/>

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

1.5 その他の機器要目

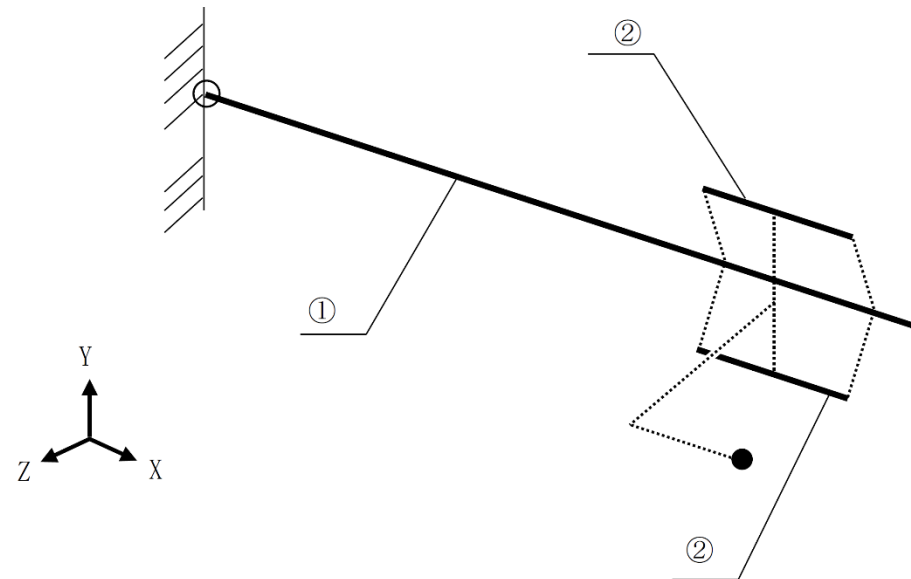
(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値
材質	—	—	STKR400
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	120
縦弾性係数	E	MPa	196400
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



(2) 部材の機器要目

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



VI-2-6-5-46 ドライウェル圧力の耐震性についての計算書（その2）

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ドライウェル圧力が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

ドライウェル圧力は、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、ドライウェル圧力が設置される計装ラックは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計装ラックであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ドライウェル圧力の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図																				
基礎・支持構造	主体構造																					
<p>検出器は、計器取付ボルトにて計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計装ラック (2RIR-2-8A, B, C) に固定される。 計装ラック (2RIR-2-8A, B, C) は、ラック取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p> <p>検出器は、計器取付ボルトにて計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計装ラック (2RIR-2-8D) に固定される。 計装ラック (2RIR-2-8D) は、ラック取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。 チャンネルベースは溶接にて後打金物及び基礎に埋め込まれた金物に固定する。 後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>ドライウェル圧力検出器</p>	<p>計装ラック (2RIR-2-8A, B, C)</p> <p>計装ラック (2RIR-2-8D)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>ドライウェル圧力 (2RIR-2-8A (PX293-2A))</th> <th>ドライウェル圧力 (2RIR-2-8B (PX293-2B))</th> <th>ドライウェル圧力 (2RIR-2-8C (PX293-2C))</th> <th>ドライウェル圧力 (2RIR-2-8D (PX293-2D))</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位 : mm)</p>	機器名称	ドライウェル圧力 (2RIR-2-8A (PX293-2A))	ドライウェル圧力 (2RIR-2-8B (PX293-2B))	ドライウェル圧力 (2RIR-2-8C (PX293-2C))	ドライウェル圧力 (2RIR-2-8D (PX293-2D))	たて					横					高さ				
機器名称	ドライウェル圧力 (2RIR-2-8A (PX293-2A))	ドライウェル圧力 (2RIR-2-8B (PX293-2B))	ドライウェル圧力 (2RIR-2-8C (PX293-2C))	ドライウェル圧力 (2RIR-2-8D (PX293-2D))																		
たて																						
横																						
高さ																						

2

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

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

表 3-1 固有周期 (単位：s)

ドライウエル圧力 (2RIR-2-8B (PX293-2B))	水平	
	鉛直	
ドライウエル圧力 (2RIR-2-8D (PX293-2D))	水平	
	鉛直	

ドライウエル圧力が設置される計装ラックの固有周期は、構造が同等な計装ラックに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-2 に示す。

表 3-2 固有周期 (単位：s)

ドライウエル圧力 (2RIR-2-8A (PX293-2A))	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
ドライウエル圧力 (2RIR-2-8C (PX293-2C))	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

ドライウエル圧力の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ドライウエル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 に示す。

4.2.2 許容応力

ドライウエル圧力の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ドライウエル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 4-3 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【ドライウエル圧力 (PX293-2A) の耐震性についての計算結果】、【ドライウエル圧力 (PX293-2B) の耐震性についての計算結果】、【ドライウエル圧力 (PX293-2C) の耐震性についての計算結果】、【ドライウエル圧力 (PX293-2D) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（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	工学的安全 施設等の起 動信号	非常用ガス処 理系	ドライウエル 圧力高	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	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(1)	ドライウエル 圧力高	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	ドライウエル圧力高		S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	ⅢA S
						$D + P_D + M_D + S_s$	ⅣA S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
ⅢA S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
ⅣA 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	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

ドライウエル圧力の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

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

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
ドライウエル圧力 (PX293-2A)	水平	□
	鉛直	
ドライウエル圧力 (PX293-2B)	水平	□
	鉛直	
ドライウエル圧力 (PX293-2C)	水平	□
	鉛直	
ドライウエル圧力 (PX293-2D)	水平	□
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

ドライウェル圧力の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ドライウエル圧力 (PX293-2A) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
ドライウエル圧力 (PX293-2A)	S	原子炉建物 EL 23.8 ^{*1}	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	50

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S_d) 又は静的震度

*3: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	m _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"/>	1100 ^{*1}	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm < 径 ≤ 100mm)	394 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	ℓ _{1 i} ^{*2} (mm)	ℓ _{2 i} ^{*2} (mm)	n _{f i} ^{*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)	220 ^{*1}	320 ^{*1}	4	211	253	長辺方向	長辺方向
	470 ^{*1}	570 ^{*1}	2				

注記*1: 重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

*2: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{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)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=14$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=26$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=146$

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

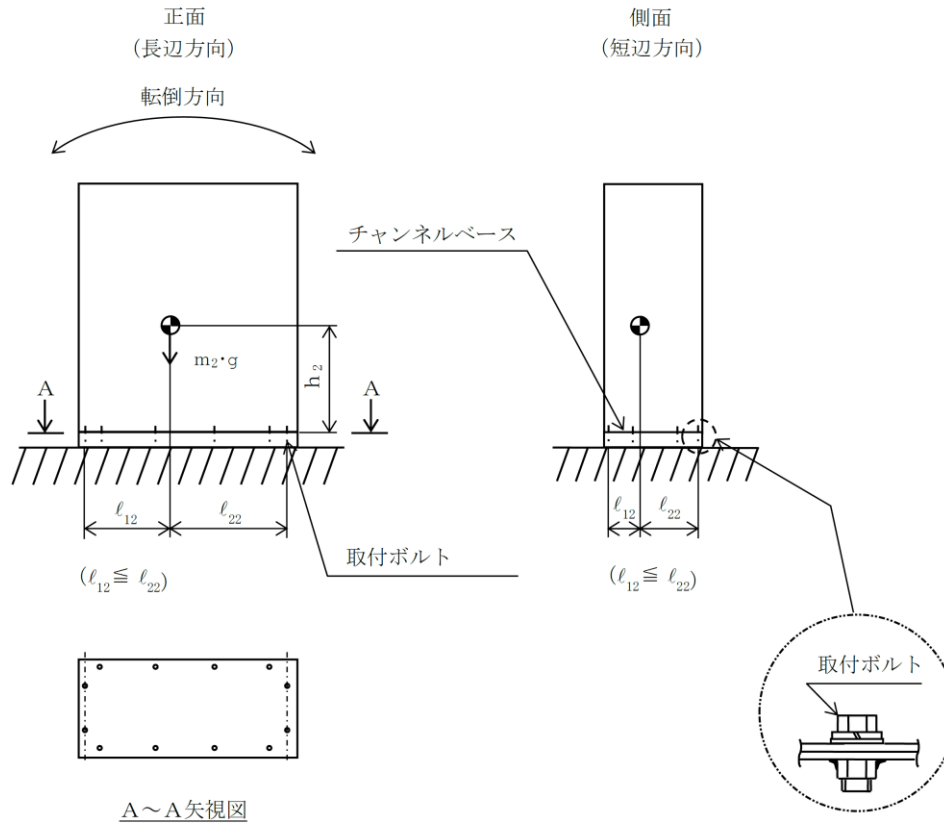
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドライウエル圧力 (PX293-2A)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【ドライウエル圧力 (PX293-2B) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
ドライウエル圧力 (PX293-2B)	S	原子炉建物 EL 23.8 ^{*1}			C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	50

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度Ⅱ (弾性設計用地震動 S_d) 又は静的震度

*3: 設計用震度Ⅱ (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	m _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)		1100 ^{*1}	16 (M16)	201.1	16	211 (40mm < 径 ≤ 100mm)	394 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	ℓ _{1 i} ^{*2} (mm)	ℓ _{2 i} ^{*2} (mm)	n _{f i} ^{*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)	220 ^{*1}	320 ^{*1}	6	211	253	長辺方向	長辺方向
	670 ^{*1}	870 ^{*1}	2				

注記*1: 重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

*2: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{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)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=26$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=146$

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

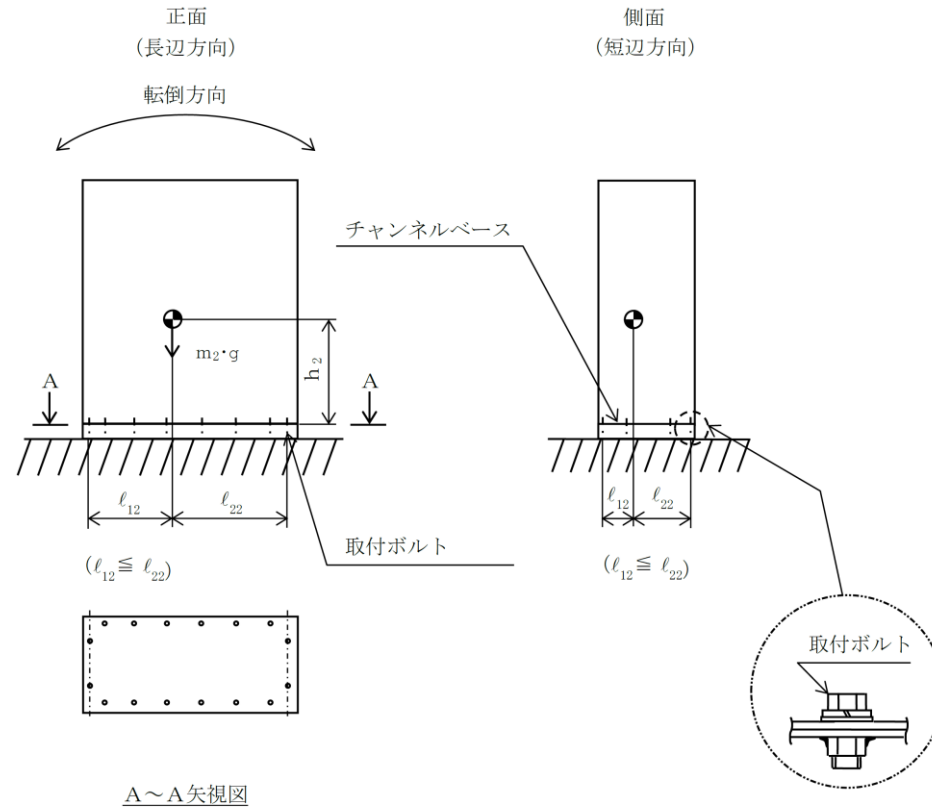
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドライウエル圧力 (PX293-2B)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【ドライウエル圧力 (PX293-2C) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
ドライウエル圧力 (PX293-2C)	S	原子炉建物 EL 23.8 ^{*1}	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	m _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)		1100 ^{*1}	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm < 径 ≤ 100mm)	394 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	ℓ _{1 i} ^{*2} (mm)	ℓ _{2 i} ^{*2} (mm)	n _{f i} ^{*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)	220 ^{*1}	320 ^{*1}	4	211	253	長辺方向	長辺方向
	470 ^{*1}	570 ^{*1}	2				

注記*1：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

*2：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{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)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=27$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=146$

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

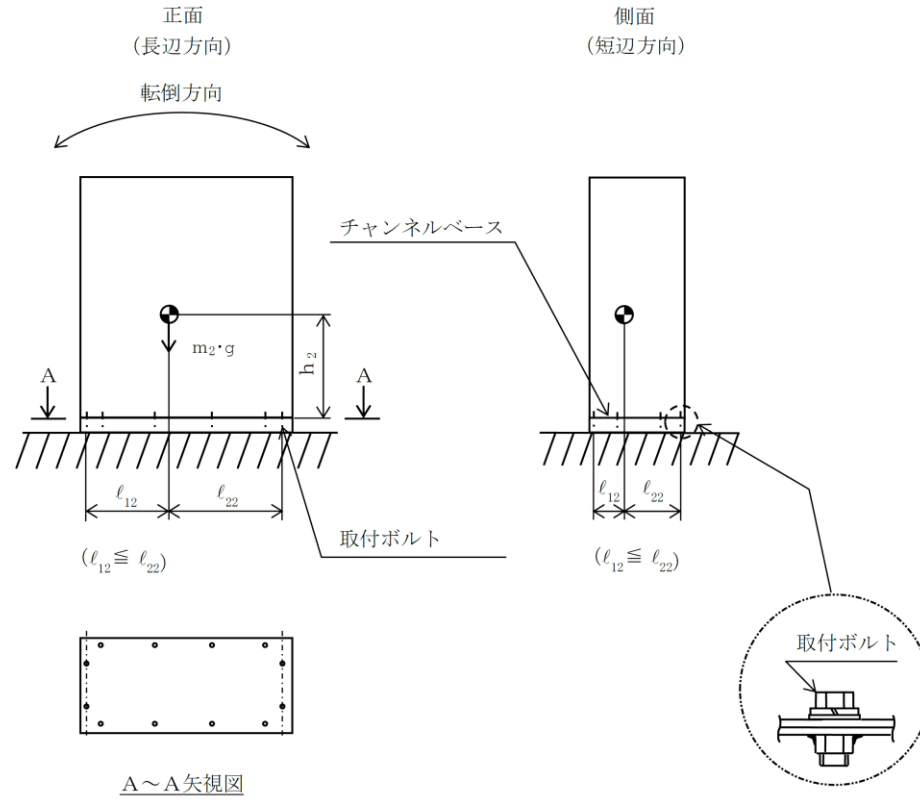
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドライウエル圧力 (PX293-2C)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【ドライウエル圧力 (PX293-2D) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
ドライウエル圧力 (PX293-2D)	S	原子炉建物 EL 23.8 ^{*1}			C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	50

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S_d) 又は静的震度

*3: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	m _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)		1100 ^{*1}	16 (M16)	201.1	14	211 (40mm < 径 ≤ 100mm)	394 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	ℓ _{1 i} ^{*2} (mm)	ℓ _{2 i} ^{*2} (mm)	n _{f i} ^{*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)	220 ^{*1}	320 ^{*1}	5	211	253	長辺方向	長辺方向
	620 ^{*1}	720 ^{*1}	2				

注記*1: 重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

*2: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{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)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=26$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=146$

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

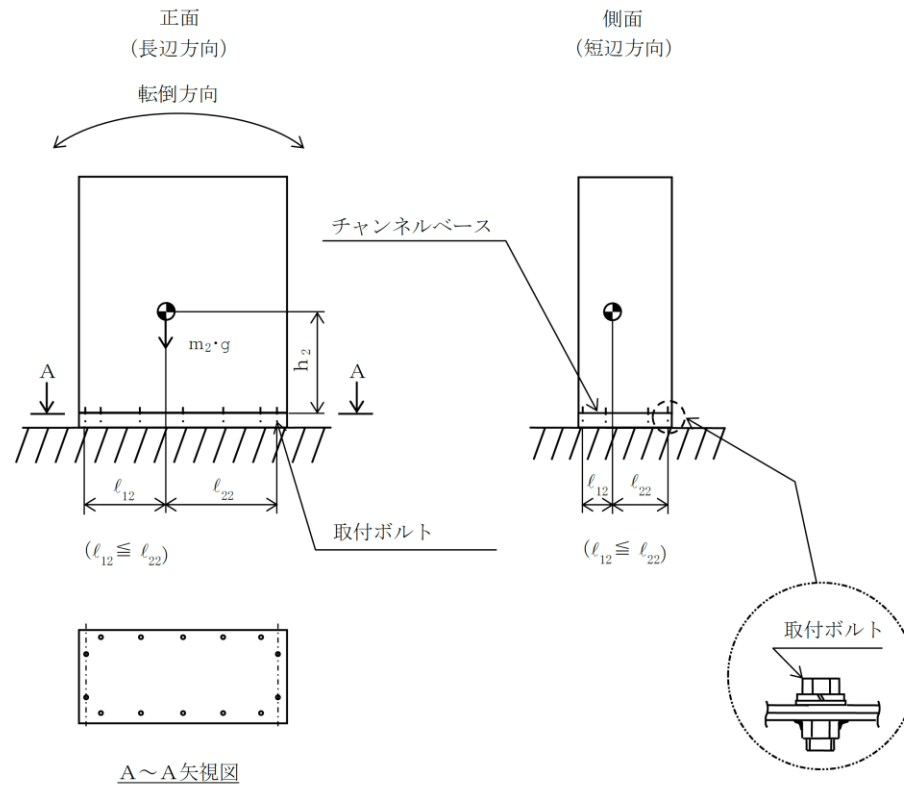
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドライウエル圧力 (PX293-2D)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-47 スクラム排水容器水位の耐震性についての計算書

目 次

1. スクラム排水容器水位の耐震性についての計算書 (LX293-2A)	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

2. スクラム排水容器水位の耐震性についての計算書 (LX293-2B)	12
2.1 概要	12
2.2 一般事項	12
2.2.1 構造計画	12
2.2.2 評価方針	14
2.2.3 適用規格・基準等	15
2.2.4 記号の説明	16
2.2.5 計算精度と数値の丸め方	18
2.3 評価部位	19
2.4 固有周期	19
2.4.1 固有周期の確認	19
2.5 構造強度評価	20
2.5.1 構造強度評価方法	20
2.5.2 荷重の組合せ及び許容応力	20
2.5.3 設計用地震力	24
2.5.4 計算方法	25
2.5.5 計算条件	30
2.5.6 応力の評価	31
2.6 機能維持評価	33
2.6.1 電氣的機能維持評価方法	33
2.7 評価結果	34
2.7.1 設計基準対象施設としての評価結果	34

3.	スクラム排水容器水位の耐震性についての計算書 (LX293-2C, D)	38
3.1	概要	38
3.2	一般事項	38
3.2.1	構造計画	38
3.2.2	評価方針	40
3.2.3	適用規格・基準等	41
3.2.4	記号の説明	42
3.2.5	計算精度と数値の丸め方	43
3.3	評価部位	44
3.4	固有周期	44
3.4.1	固有周期の確認	44
3.5	構造強度評価	45
3.5.1	構造強度評価方法	45
3.5.2	荷重の組合せ及び許容応力	45
3.5.3	設計用地震力	49
3.5.4	計算方法	50
3.5.5	計算条件	53
3.5.6	応力の評価	53
3.6	機能維持評価	54
3.6.1	電氣的機能維持評価方法	54
3.7	評価結果	55
3.7.1	設計基準対象施設としての評価結果	55

4. スクラム排水容器水位の耐震性についての計算書 (LS293-3A, B)	60
4.1 概要	60
4.2 一般事項	60
4.2.1 構造計画	60
4.2.2 評価方針	63
4.2.3 適用規格・基準等	64
4.2.4 記号の説明	65
4.2.5 計算精度と数値の丸め方	67
4.3 評価部位	68
4.4 固有周期	69
4.4.1 固有値解析方法	69
4.4.2 解析モデル及び諸元	69
4.4.3 固有値解析結果	71
4.5 構造強度評価	72
4.5.1 構造強度評価方法	72
4.5.2 荷重の組合せ及び許容応力	72
4.5.3 設計用地震力	76
4.5.4 計算方法	77
4.5.5 計算条件	82
4.5.6 応力の評価	82
4.6 機能維持評価	83
4.6.1 電氣的機能維持評価方法	83
4.7 評価結果	84
4.7.1 設計基準対象施設としての評価結果	84

5. スクラム排水容器水位の耐震性についての計算書 (LS293-3C, D)	91
5.1 概要	91
5.2 一般事項	91
5.2.1 構造計画	91
5.2.2 評価方針	93
5.2.3 適用規格・基準等	94
5.2.4 記号の説明	95
5.2.5 計算精度と数値の丸め方	96
5.3 評価部位	97
5.4 固有周期	98
5.4.1 固有値解析方法	98
5.4.2 解析モデル及び諸元	98
5.4.3 固有値解析結果	99
5.5 構造強度評価	100
5.5.1 構造強度評価方法	100
5.5.2 荷重の組合せ及び許容応力	100
5.5.3 設計用地震力	104
5.5.4 計算方法	105
5.5.5 計算条件	110
5.5.6 応力の評価	110
5.6 機能維持評価	111
5.6.1 電氣的機能維持評価方法	111
5.7 評価結果	112
5.7.1 設計基準対象施設としての評価結果	112

1. スクラム排水容器水位の耐震性についての計算書（LX293-2A）

1.1 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、スクラム排水容器水位が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

スクラム排水容器水位は、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、スクラム排水容器水位は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

1.2 一般事項

1.2.1 構造計画

スクラム排水容器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、計器取付板は、取付板取付ボルトにより計器スターションに固定される。 計器スターションは、基礎ボルトで床に設置する。</p>	<p>スクラム排水容器 水位検出器</p>	<p>(平面図)</p> <p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

1.3 固有周期

1.3.1 固有周期の確認

スクラム排水容器水位の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 1-2 に示す。

表 1-2 固有周期 (単位 : s)

スクラム排水容器水位 (LX293-2A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	

1.4 構造強度評価

1.4.1 構造強度評価方法

スクラム排水容器水位の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

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

スクラム排水容器水位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 に示す。

1.4.2.2 許容応力

スクラム排水容器水位の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 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

スクラム排水容器水位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 1-5 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【スクラム排水容器水位 (LX293-2A) 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	原子炉非常 停止信号	スクラム排水容器水位高	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 1-4 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ _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 1-5 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

1.5 機能維持評価

1.5.1 電氣的機能維持評価方法

スクラム排水容器水位の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

計器スタンションに設置される検出器の水平方向の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体のサインビート波加振試験において電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。計器スタンションに設置される検出器の鉛直方向の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、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)

機器名称	方向	機能確認済加速度
スクラム排水容器水位 (LX293-2A)	水平	
	鉛直	

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

スクラム排水容器水位の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【スクラム排出水容器水位 (LX293-2A) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
スクラム排出水容器水位 (LX293-2A)	S	原子炉建物 EL 23.8 ^{*1}			C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度 II（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₁ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		898	12 (M12)	113.1	4	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

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	50	150	2	211	253	前後方向	前後方向
	31	169	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _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	SS41	引張	$\sigma_b = 13$	$f_{ts} = 126^*$	$\sigma_b = 21$	$f_{ts} = 152^*$
		せん断	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 97$	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 117$

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

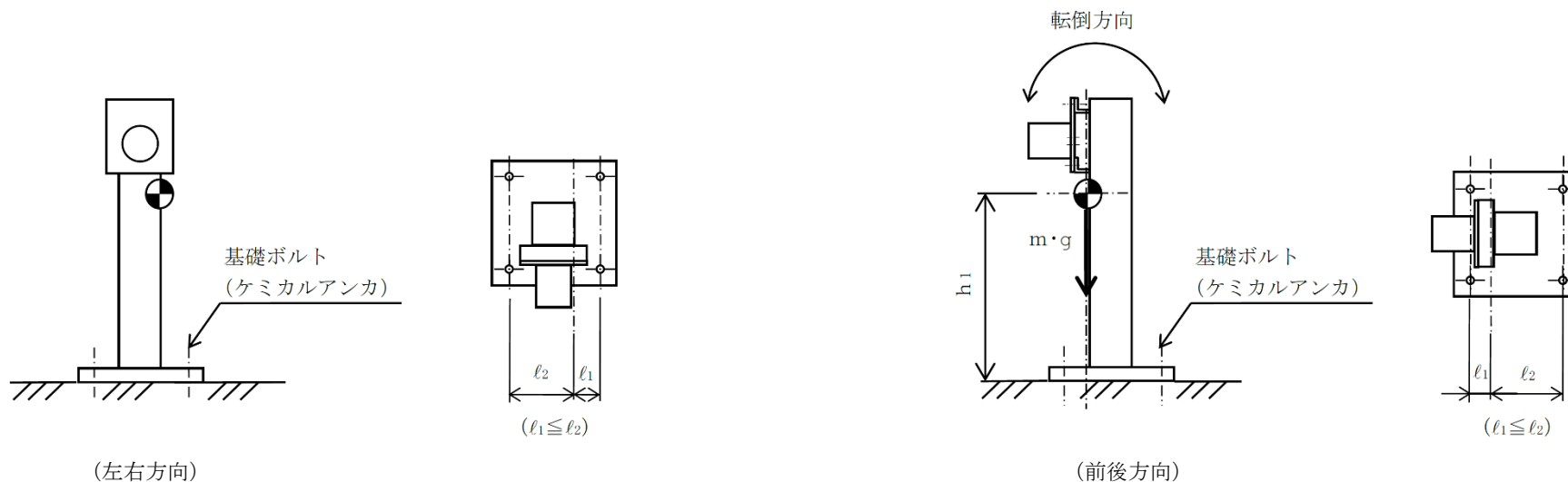
($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
スクラム排水水容器水位 (LX293-2A)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

11



2. スクラム排水容器水位の耐震性についての計算書 (LX293-2B)

2.1 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、スクラム排水容器水位が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

スクラム排水容器水位は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に分類される。以下、設計基準対象施設としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

2.2 一般事項

2.2.1 構造計画

スクラム排水容器水位の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、計器取付ボルトにより計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにより計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、床に基礎ボルトと埋込金物に溶接で設置する。</p>	<p>スクラム排水容器 水位検出器</p>	<p>(単位：mm)</p>

2.2.2 評価方針

スクラム排水容器水位の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.2.1 構造計画」にて示すスクラム排水容器水位の部位を踏まえ「2.3 評価部位」にて設定する箇所において、「2.4 固有周期」で測定した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「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、スクラム排水容器水位の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「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。

スクラム排水容器水位の耐震評価フローを図2-1に示す。

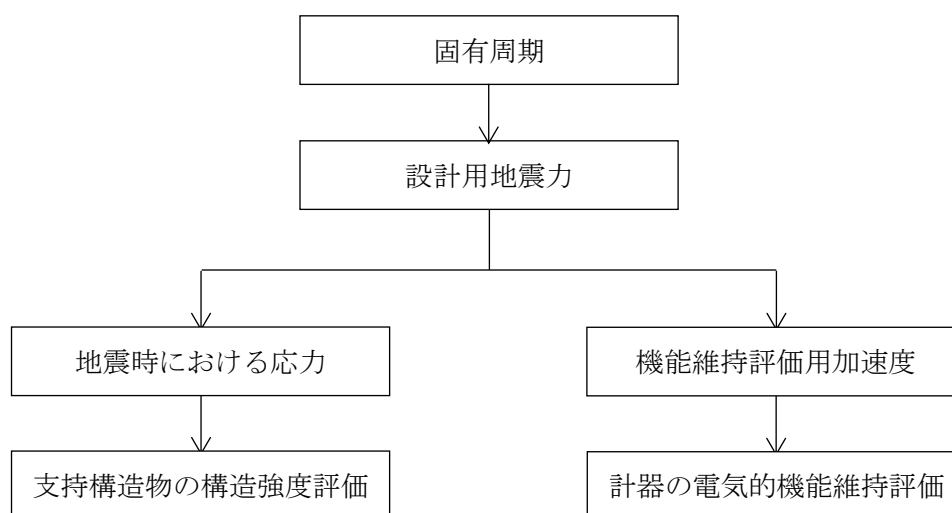


図2-1 スクラム排水容器水位の耐震評価フロー

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 _b	基礎ボルトの軸断面積	mm ²
A _w	溶接部の有効断面積	mm ²
C _H	水平方向設計震度	—
C _V	鉛直方向設計震度	—
d	基礎ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3121.3, SSB-3133 に定める値	MPa
F _b	基礎ボルトに作用する引張力 (1本あたり)	N
F _{b1}	基礎ボルトに作用する引張力 (1本あたり) (左右方向転倒)	N
F _{b2}	基礎ボルトに作用する引張力 (1本あたり) (前後方向転倒)	N
F _w	溶接部に作用する引張力, 圧縮力	N
F _{w1}	溶接部に作用する引張力 (左右方向転倒)	N
F _{w2}	溶接部に作用する圧縮力 (左右方向転倒)	N
f _{sm}	せん断力のみを受ける溶接部の許容せん断応力	MPa
f _{sb}	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f _{to}	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f _{ts}	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力)	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h ₁	据付面又は取付面から重心までの距離	mm
l'	溶接長さ	mm
l ₁	重心とボルト, 溶接間の水平方向距離*	mm
l ₂	重心とボルトの水平方向距離*	mm
m	計器スタンションの質量	kg
n _b	基礎ボルトの本数	—
n _f	評価上引張力を受けるとして期待する基礎ボルト, 溶接数	—
Q _b	基礎ボルトに作用するせん断力	N
Q _w	溶接部に作用するせん断力	N
s	溶接脚長	mm

記号	記号の説明	単位
S_u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に定める値	MPa
S_y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める値	MPa
$S_y(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める材料の 40°Cにおける値	MPa
π	円周率	—
σ	溶接部に生じるせん断応力	MPa
σ_b	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
σ_w	溶接部に生じる引張力により発生するせん断応力	MPa
τ_b	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
τ_w	溶接部に生じるせん断力により発生するせん断応力	MPa

注記* : $l_1 \leq l_2$

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 に示すとおりである。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位* ¹
面積	mm 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。

2.3 評価部位

スクラム排水容器水位の耐震評価は、「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基礎ボルト及び溶接部について実施する。

スクラム排水容器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。

2.4 固有周期

2.4.1 固有周期の確認

スクラム排水容器水位の固有周期は、構造が同等な計器スタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 2-3 に示す。

表 2-3 固有周期 (単位：s)

水平	0.05 以下
鉛直	0.05 以下

2.5 構造強度評価

2.5.1 構造強度評価方法

- (1) 計器スタンションの質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は計器スタンションに対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 計器スタンションは基礎ボルト及び溶接により床面に固定されており、固定端とする。
- (4) 転倒方向は、正面より見て左右方向及び前後方向について検討し、計算書には結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。
- (5) 計器スタンションの重心位置については、転倒方向を考慮して、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行う。
- (6) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

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

スクラム排水容器水位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 に示す。

2.5.2.2 許容応力

スクラム排水容器水位の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 2-5 のとおりとする。

2.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

スクラム排水容器水位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 に示す。

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	原子炉非常 停止信号	スクラム排水容器水位高	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 2-5 許容応力 (その他の支持構造物)

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等以外)	許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等)	
	一次応力	一次応力	
	せん断	引張	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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 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)
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
溶接部	SS41* (厚さ≤16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—

注記* : SS400 相当

2.5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 2-7 に示す。

「弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度」及び「基準地震動 S_s」による地震力は、
VI-2-1-7 「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 2-7 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)	固有周期 (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
原子炉建物 EL 23.8 ^{*1}	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度 II（基準地震動 S_s）

2.5.4 計算方法

2.5.4.1 応力の計算方法

2.5.4.1.1 基礎ボルトの計算方法

基礎ボルトの応力は、地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

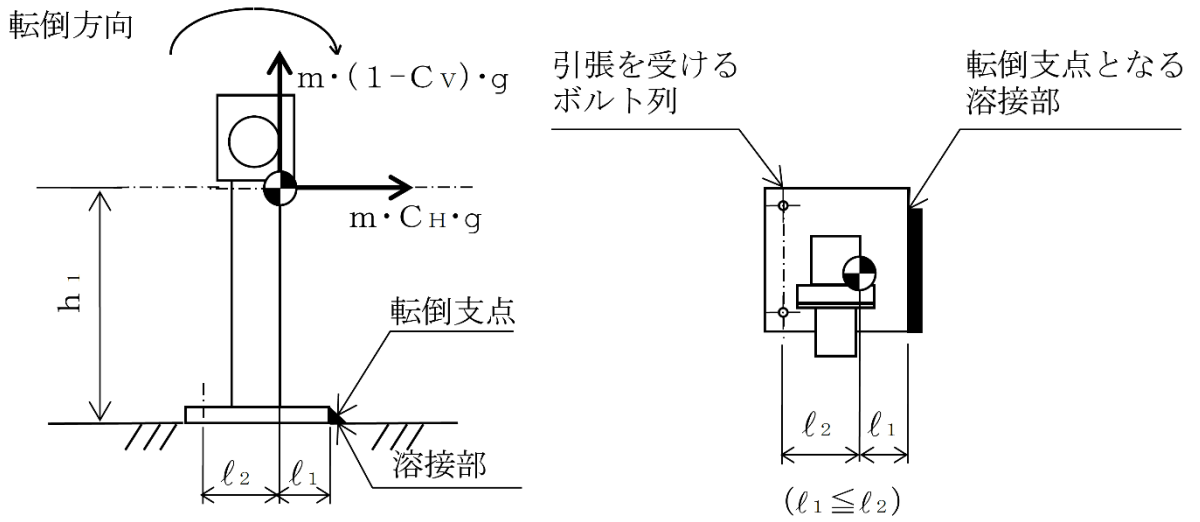


図2-2 計算モデル（基礎ボルト）（左右方向転倒）

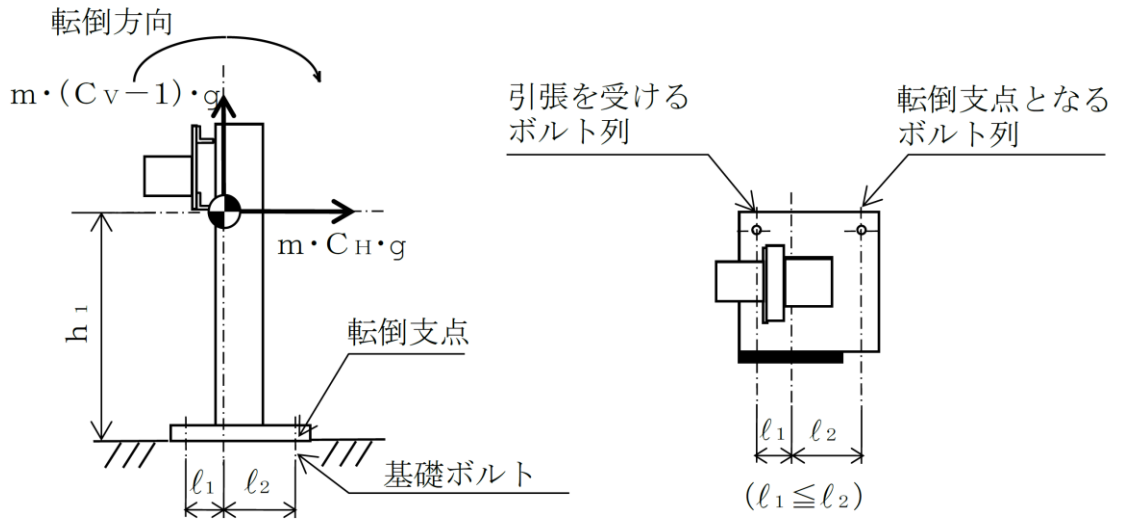


図2-3 計算モデル（基礎ボルト）（前後方向転倒）

(1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は、図2-2及び図2-3で基礎ボルト及び溶接部を支点とする転倒を考え、これを片側の基礎ボルトで受けるものとして計算する。

引張力

左右方向転倒の場合の引張力

$$F_{b1} = \frac{m \cdot g \cdot C_H \cdot h_1 - m \cdot g \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_1}{n_f \cdot (\ell_1 + \ell_2)} \quad \dots (2.5.4.1.1.1)$$

前後方向転倒の場合の引張力

$$F_{b2} = \frac{m \cdot g \cdot C_H \cdot h_1 - m \cdot g \cdot (1 - C_V) \cdot \ell_2}{n_f \cdot (\ell_1 + \ell_2)} \quad \dots (2.5.4.1.1.2)$$

$$F_b = \text{Max} (F_{b1}, F_{b2}) \quad \dots (2.5.4.1.1.3)$$

引張応力

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \quad \dots (2.5.4.1.1.4)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad \dots (2.5.4.1.1.5)$$

(2) せん断応力

基礎ボルトに対するせん断力は、基礎ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_b = m \cdot g \cdot C_H \quad \dots (2.5.4.1.1.6)$$

せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n_b \cdot A_b} \quad \dots (2.5.4.1.1.7)$$

2.5.4.1.2 溶接部の計算方法

溶接部の応力は、地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張力（圧縮力）により発生するせん断応力及びせん断力により発生するせん断応力について計算する。

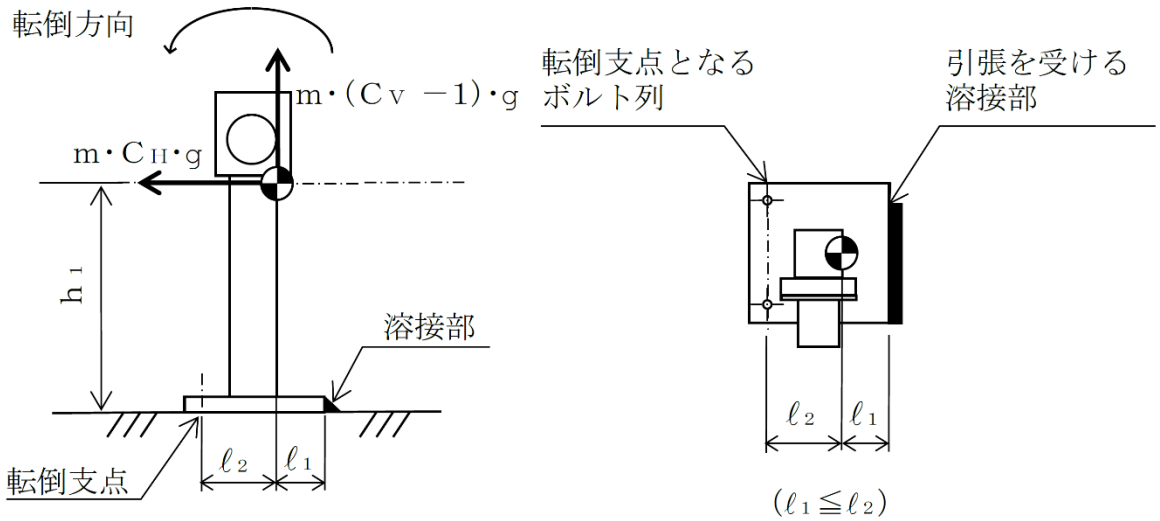


図2-4 計算モデル（溶接部）（左右方向転倒）（引張力）

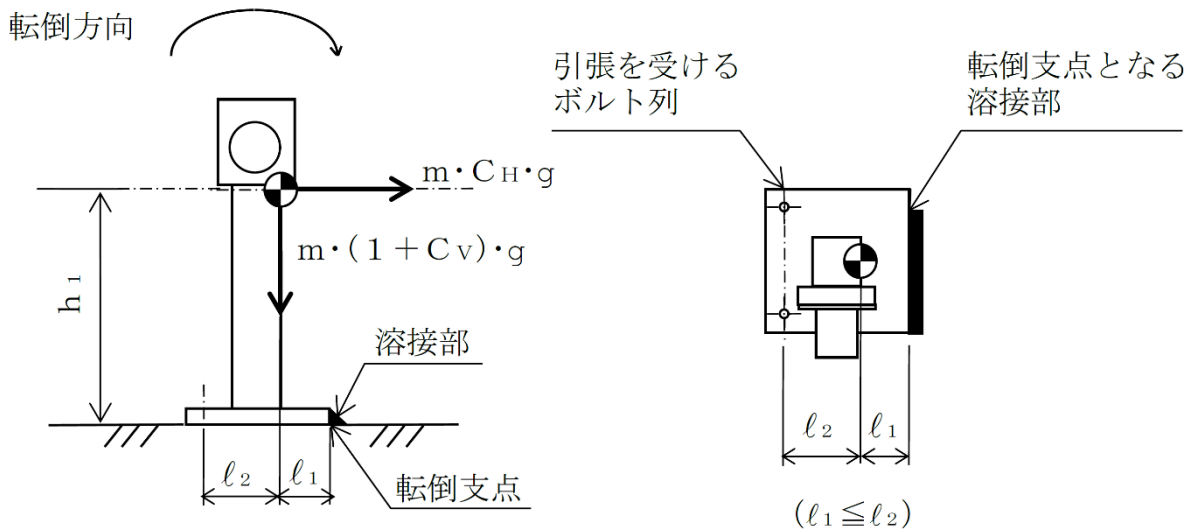


図2-5 計算モデル（溶接部）（左右方向転倒）（圧縮力）

(1) 引張力（圧縮力）により発生するせん断応力

溶接部に対する引張力（圧縮力）は、図2-4及び図2-5で基礎ボルト及び溶接部を支点とする転倒を考え、これを片側の溶接部で受けるものとして計算する。

引張力（圧縮力）

左右方向転倒の場合の引張力

$$F_{w1} = \frac{m \cdot g \cdot C_H \cdot h_1 - m \cdot g \cdot (1 - C_V) \cdot l_2}{(l_1 + l_2)} \dots (2.5.4.1.2.1)$$

左右方向転倒の場合の圧縮力

$$F_{w2} = \frac{m \cdot C_H \cdot h_1 \cdot g}{(l_1 + l_2)} + m \cdot (1 + C_V) \cdot g \dots (2.5.4.1.2.2)$$

$$F_w = \text{Max} (F_{w1}, F_{w2}) \dots (2.5.4.1.2.3)$$

引張力（圧縮力）により発生するせん断応力

$$\sigma_w = \frac{F_w}{A_w} \dots (2.5.4.1.2.4)$$

ここで、溶接部の有効断面積 A_w は次式により求める。

$$A_w = a \cdot l' \dots (2.5.4.1.2.5)$$

ただし、溶接部の有効のど厚 a は次式により求める。

$$a = 0.7 \cdot s \dots (2.5.4.1.2.6)$$

- (2) せん断力により発生するせん断応力
溶接部に対するせん断力は，溶接部全数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_w = m \cdot g \cdot C_H \dots\dots\dots (2.5.4.1.2.7)$$

せん断力により発生するせん断応力

$$\tau_w = \frac{Q_w}{A_w} \dots\dots\dots (2.5.4.1.2.8)$$

- (3) せん断応力
溶接に対するせん断応力は，各せん断応力を足し合わせたものとして計算する。

$$\sigma = \sqrt{(\sigma_w)^2 + (\tau_w)^2} \dots\dots\dots (2.5.4.1.2.9)$$

2.5.5 計算条件

2.5.5.1 基礎ボルト及び溶接部の応力計算条件

基礎ボルト及び溶接部の応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【スクラム排出水容器水位 (LX293-2B) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

2.5.6 応力の評価

2.5.6.1 基礎ボルトの応力評価

2.5.4.1.1項で求めた基礎ボルトの引張応力 σ_b は次式より求めた許容組合せ応力 f_{ts} 以下であること。ただし、 f_{to} は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \dots\dots\dots (2.5.6.1.1)$$

せん断応力 τ_b は、せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。ただし、 f_{sb} は下表による。

	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{to}	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sb}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

2.5.6.2 溶接部の応力評価

2.5.4.1.2項で求めた溶接部に発生するせん断応力は、許容せん断応力 f_{sm} 以下であること。ただし、 f_{sm} は下表による。

	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容せん断応力 f_{sm}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

2.6 機能維持評価

2.6.1 電氣的機能維持評価方法

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

計器スタンションに設置される検出器の水平方向の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体のサインビート波加振試験において電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。計器スタンションに設置される検出器の鉛直方向の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、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)

機器名称	方向	機能確認済加速度
スクラム排水容器水位 (LX293-2B)	水平	
	鉛直	

2.7 評価結果

2.7.1 設計基準対象施設としての評価結果

スクラム排水容器水位の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【スクラム排水容器水位 (LX293-2B) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	
スクラム排水容器水位 (LX293-2B)	S	原子炉建物 EL 23.8*1	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.19*2	C _V =1.10*2	C _H =1.73*3	C _V =2.07*3	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₁ (mm)	d (mm)	s (mm)	a (mm)	ℓ' (mm)	A _b (mm ²)	A _w (mm ²)	n _b	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		898	12 (M12)	—	—	—	113.1	—	2	211 (40mm < 径 ≤ 100mm)	394 (40mm < 径 ≤ 100mm)
溶接部		898	—	6.3	4.4	210	—	926.1	—	241 (厚さ ≤ 16mm)	394 (厚さ ≤ 16mm)

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	75	150	2	211	253	前後方向	前後方向
	31	169	1				
溶接部	75	150	1	241	276	左右方向	左右方向

注記*：基礎ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

溶接部の機器要目は左右方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト				

1.3.2 溶接部に作用する力

(単位：N)

部材	F _w		Q _w	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _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				

36

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルト及び溶接部の応力

(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
基礎ボルト	SS41	引張	$\sigma_b=26$	$f_{ts}=126^*$	$\sigma_b=41$	$f_{ts}=152^*$
		せん断	$\tau_b=3$	$f_{sb}=97$	$\tau_b=4$	$f_{sb}=117$
溶接部	SS41	せん断	$\sigma=4$	$f_{sm}=139$	$\sigma=6$	$f_{sm}=159$

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

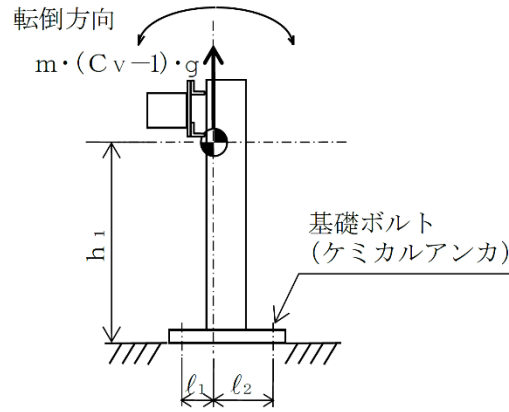
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

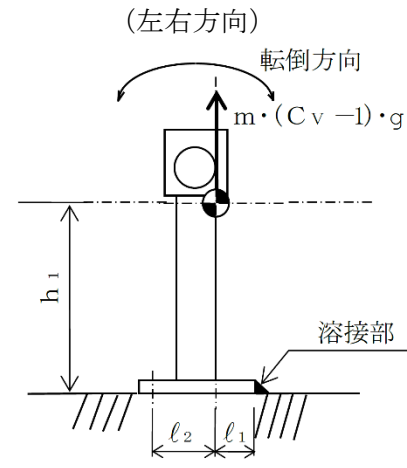
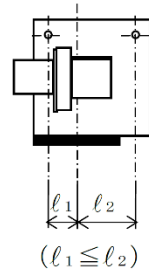
($\times 9.8 \text{ m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
スクラム排水容器水位 (LX293-2B)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

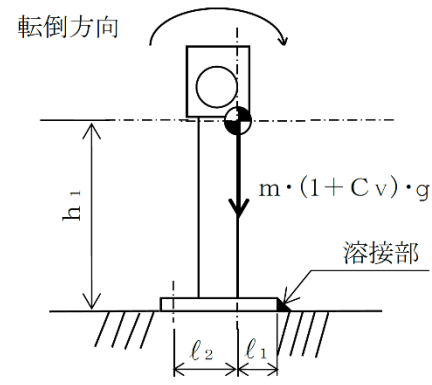
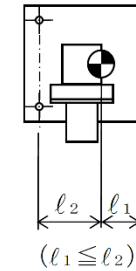
注記*：設計用震度II（基準地震動Ss）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



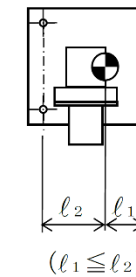
(前後方向)



(左右方向)



(左右方向)



3. スクラム排水容器水位の耐震性についての計算書 (LX293-2C, D)

3.1 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、スクラム排水容器水位が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

スクラム排水容器水位は、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。

3.2 一般事項

3.2.1 構造計画

スクラム排水容器水位の構造計画を表 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、計器取付板は、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。</p> <p>計器ステーションは、溶接にて床に埋め込まれた埋込金物に設置する。</p>	<p>スクラム排水容器 水位検出器</p>									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>スクラム排水容器水位 (LX293-2C)</th> <th>スクラム排水容器水位 (LX293-2D)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td colspan="2" rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> <div style="border: 2px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div> </td> </tr> <tr> <td>横</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> </tr> </tbody> </table>		スクラム排水容器水位 (LX293-2C)	スクラム排水容器水位 (LX293-2D)	たて	<div style="border: 2px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>		横	高さ
	スクラム排水容器水位 (LX293-2C)	スクラム排水容器水位 (LX293-2D)								
たて	<div style="border: 2px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>									
横										
高さ										
		(単位：mm)								

3.2.2 評価方針

スクラム排水容器水位の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3.2.1 構造計画」にて示すスクラム排水容器水位の部位を踏まえ「3.3 評価部位」にて設定する箇所において、「3.4 固有周期」で測定した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「3.5 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、スクラム排水容器水位の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「3.6 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「3.7 評価結果」に示す。

スクラム排水容器水位の耐震評価フローを図3-1に示す。

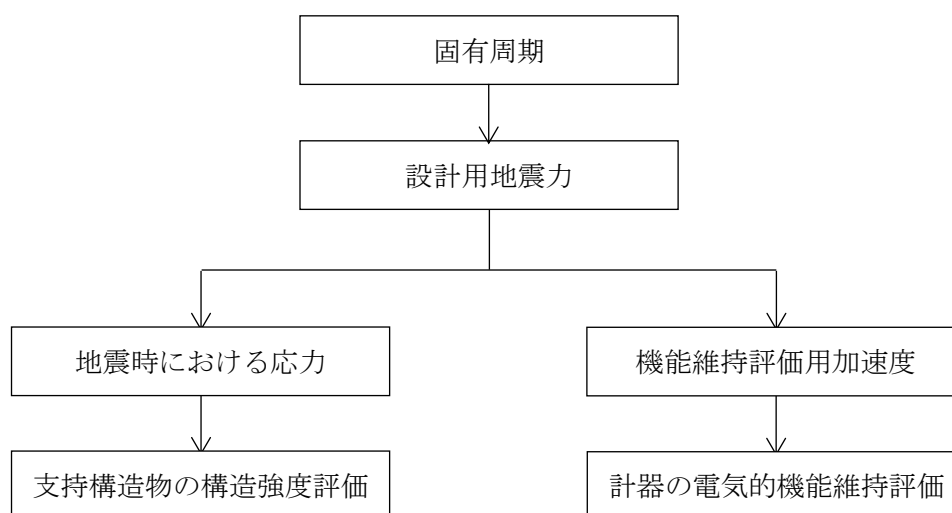


図3-1 スクラム排水容器水位の耐震評価フロー

3.2.3 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。)

3.2.4 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_{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	—
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格 SSB-3121.3, SSB-3133.3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) (引張力, 圧縮力)	N
F_{y1}	溶接部に作用する力 (Y方向) (引張力) (鉛直方向)	N
F_{y2}	溶接部に作用する力 (Y方向) (圧縮力) (鉛直方向)	N
F_z	溶接部に作用する力 (Z方向)	N
f_{sm}	せん断力のみを受ける溶接部の許容せん断応力	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h_1, h_2	溶接の有効長さ (X方向)	mm
l	据付面から重心までの距離	mm
m	計器スタンプの質量	kg
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
Z_x	溶接全断面におけるX軸方向の断面係数	mm ³
Z_z	溶接全断面におけるZ軸方向の断面係数	mm ³
π	円周率	—
σ_b	溶接部に生じる曲げモーメントにより発生するせん断応力	MPa
σ_t	溶接部に生じる引張力 (圧縮力) により発生するせん断応力	MPa
σ_w	溶接部に生じるせん断応力	MPa
τ	溶接部に生じるせん断力により発生するせん断応力	MPa

3.2.5 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3-2に示すとおりである。

表3-2 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・mm	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力*3	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第1位の場合は、小数点以下第1位表示とする。

*2：絶対値が1000以上のときは、べき数表示とする。

*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て、整数位までの値とする。

3.3 評価部位

スクラム排水容器水位の耐震評価は、「3.5.1 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。

スクラム排水容器水位の耐震評価部位については、表 3-1 の概略構造図に示す。

3.4 固有周期

3.4.1 固有周期の確認

スクラム排水容器水位の固有周期は、構造が同等な計器スタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。

固有周期の確認結果を表 3-3 に示す。

表 3-3 固有周期 (単位：s)

水平	0.05 以下
鉛直	0.05 以下

3.5 構造強度評価

3.5.1 構造強度評価方法

- (1) 計器スタンションの質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は計器スタンションに対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 計器スタンションは溶接により埋込金物に固定されており、固定端とする。
- (4) 転倒方向は、正面より見て左右方向及び前後方向について検討し、計算書には結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。
- (5) 計器スタンションの重心位置については、転倒方向を考慮して、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行う。
- (6) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

3.5.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

スクラム排水容器水位の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-4 に示す。

3.5.2.2 許容応力

スクラム排水容器水位の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 3-5 のとおりとする。

3.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

スクラム排水容器水位の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 3-6 に示す。

表 3-4 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	原子炉非常 停止信号	スクラム排水容器水位高	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 3-5 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等以外)
	一次応力
	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_s^*$

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 3-6 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	50			
溶接部	SS41* (厚さ ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—

注記* : SS400 相当

3.5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 3-7 に示す。

「弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度」及び「基準地震動 S_s」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 3-7 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)	固有周期 (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
原子炉建物 EL 23.8 ^{*1}	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S_d）又は静的震度

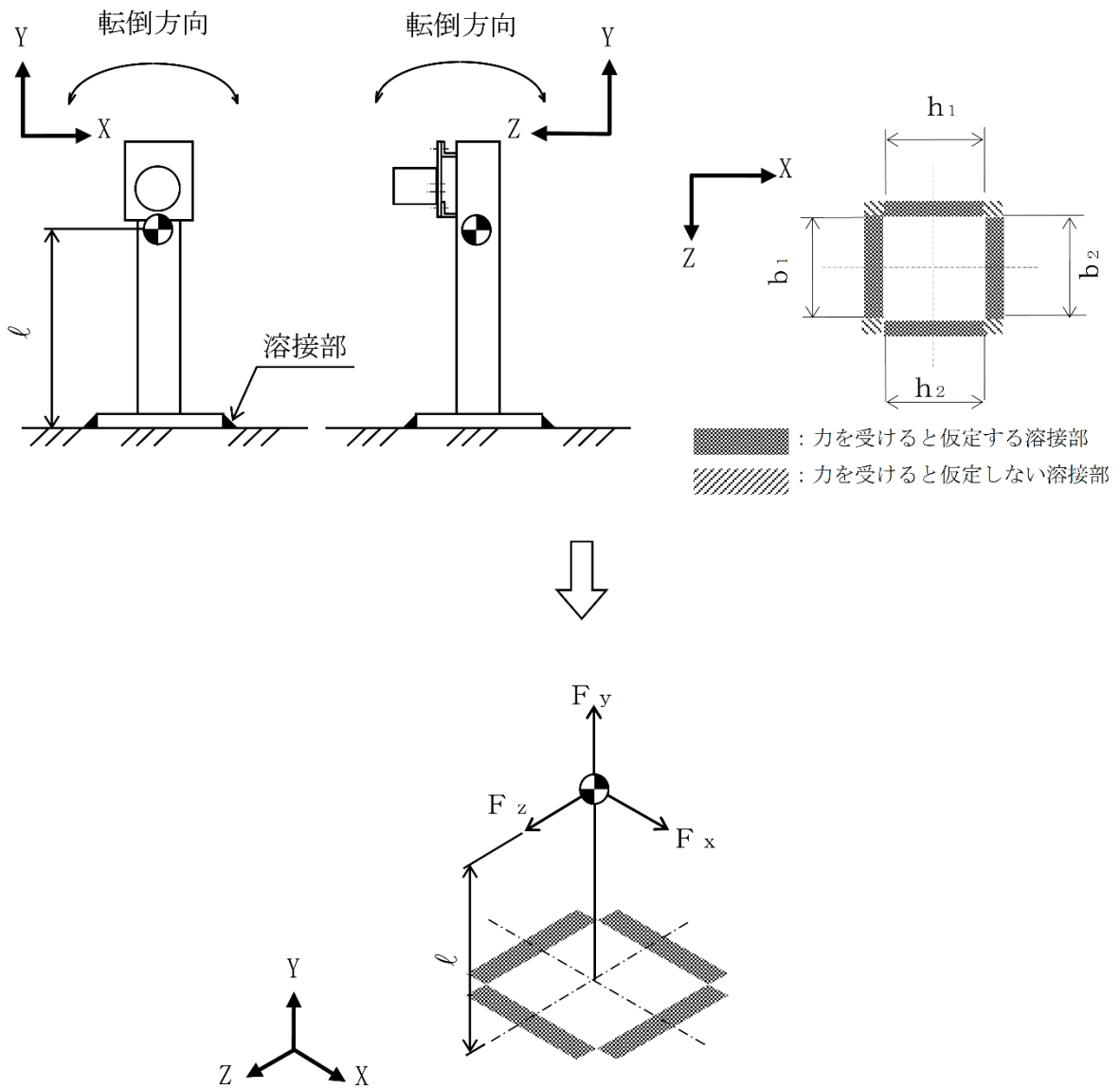
*3：設計用震度 II（基準地震動 S_s）

3.5.4 計算方法

3.5.4.1 応力の計算方法

3.5.4.1.1 溶接部の計算方法

溶接部の応力は、地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張力（圧縮力）により発生するせん断応力と曲げモーメントにより発生するせん断応力とせん断力により発生するせん断応力について計算する。



(1) 引張力（圧縮力）により発生するせん断応力

溶接部に対する引張力（圧縮力）は、全溶接断面積で受けるものとして計算する。

鉛直方向反力（引張力）

$$F_{y1} = m \cdot (C_v - 1) \cdot g \quad \dots\dots\dots (3.5.4.1.1.1)$$

鉛直方向反力（圧縮力）

$$F_{y2} = m \cdot (1 + C_v) \cdot g \quad \dots\dots\dots (3.5.4.1.1.2)$$

引張力（圧縮力）

$$F_y = \text{Max} (F_{y1}, F_{y2}) \quad \dots\dots\dots (3.5.4.1.1.3)$$

引張力（圧縮力）により発生するせん断応力

$$\sigma_t = \frac{F_y}{A_w} \quad \dots\dots\dots (3.5.4.1.1.4)$$

ここで、引張力（圧縮力）を受ける溶接部の有効断面積 A_w は、次式により求める。

$$A_w = a \cdot (h_1 + h_2 + b_1 + b_2) \quad \dots\dots\dots (3.5.4.1.1.5)$$

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。

$$a = 0.7 \cdot s \quad \dots\dots\dots (3.5.4.1.1.6)$$

(2) せん断力により発生するせん断応力

溶接部に対するせん断力は、各方向の有効せん断面積で受けるものとして計算する。

せん断力

$$F_x = m \cdot C_H \cdot g \cdots \cdots \cdots (3.5.4.1.1.7)$$

$$F_z = m \cdot C_H \cdot g \cdots \cdots \cdots (3.5.4.1.1.8)$$

せん断力により発生するせん断応力

$$\tau = \text{Max} \left(\frac{F_x}{A_{wx}}, \frac{F_z}{A_{wz}} \right) \cdots \cdots \cdots (3.5.4.1.1.9)$$

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を示す。

A_{wx} 、 A_{wz} は、次式により求める。

$$A_{wx} = a \cdot (h_1 + h_2) \cdots \cdots \cdots (3.5.4.1.1.10)$$

$$A_{wz} = a \cdot (b_1 + b_2) \cdots \cdots \cdots (3.5.4.1.1.11)$$

(3) 曲げモーメントにより発生するせん断応力

溶接部に対する曲げモーメントは、図3-2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。

水平方向反力

$$F_x = F_z = m \cdot C_H \cdot g \cdots \cdots \cdots (3.5.4.1.1.12)$$

曲げモーメントにより発生するせん断応力

$$\sigma_b = \text{Max} \left(\frac{F_x \cdot \ell}{Z_x}, \frac{F_z \cdot \ell}{Z_z} \right) \cdots \cdots \cdots (3.5.4.1.1.13)$$

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) せん断応力

溶接に対するせん断応力は、各せん断応力を足し合わせたものとして計算する。

せん断応力

$$\sigma_w = \sqrt{(\sigma_t + \sigma_b)^2 + \tau^2} \cdots \cdots \cdots (3.5.4.1.1.14)$$

3.5.5 計算条件

3.5.5.1 溶接部の応力計算条件

溶接部の応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【スクラム排水容器水位 (LX293-2C) の耐震性についての計算結果】、【スクラム排水容器水位 (LX293-2D) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

3.5.6 応力の評価

3.5.6.1 溶接部の応力評価

3.5.4.1.1項で求めた溶接部に発生するせん断応力は、許容せん断応力 f_{sm} 以下であること。

ただし、 f_{sm} は下表による。

	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容せん断応力 f_{sm}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

3.6 機能維持評価

3.6.1 電氣的機能維持評価方法

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

計器スタンションに設置される検出器の水平方向の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体のサインビート波加振試験において電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。計器スタンションに設置される検出器の鉛直方向の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、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 3-8 に示す。

表 3-8 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
スクラム排水容器水位 (LX293-2C)	水平	
	鉛直	
スクラム排水容器水位 (LX293-2D)	水平	
	鉛直	

3.7 評価結果

3.7.1 設計基準対象施設としての評価結果

スクラム排水容器水位の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【スクラム排出水容器水位 (LX293-2C) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
スクラム排出水容器水位 (LX293-2C)	S	原子炉建物 EL 23.8*1	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.19*2	C _V =1.10*2	C _H =1.73*3	C _V =2.07*3	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	b ₁ (mm)	b ₂ (mm)	s (mm)	a (mm)	ℓ (mm)	A _w (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)
溶接部		250	250	250	250	6.3	4.4	898	4.410×10 ³	241 (厚さ ≤ 16mm)	394 (厚さ ≤ 16mm)

部材	Z _x (mm ³)	Z _z (mm ³)	A _{wx} (mm ²)	A _{wz} (mm ²)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
							弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
溶接部					241	276	左右方向, 前後方向	左右方向, 前後方向

1.3 計算数値

1.3.1 溶接部に作用する力

(単位：N)

部材	F _y		F _x		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						

1.4 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	SS41	せん断	$\sigma_w=2$	$f_{sm}=139$	$\sigma_w=3$	$f_{sm}=159$

すべて許容応力以下である。

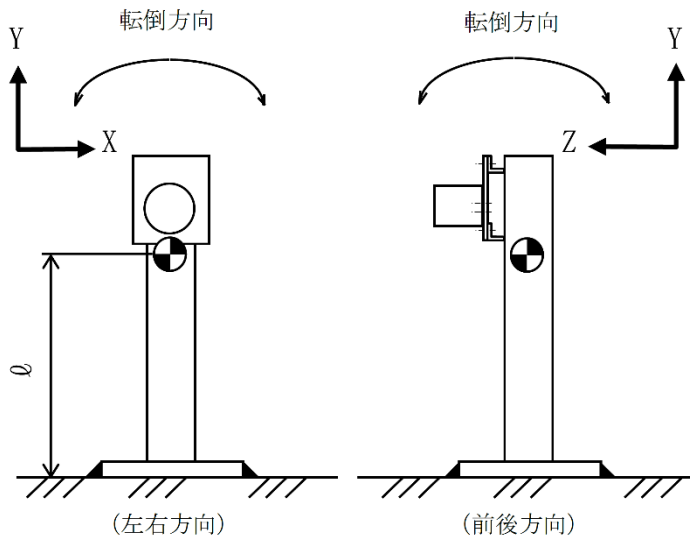
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
スクラム排水容器水位 (LX293-2C)	水平方向	1.44	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.73	

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

57



【スクラム排出水容器水位 (LX293-2D) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
スクラム排出水容器水位 (LX293-2D)	S	原子炉建物 EL 23.8*1	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.19*2	C _V =1.10*2	C _H =1.73*3	C _V =2.07*3	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II (弾性設計用地震動 S_d) 又は静的震度

*3：設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	b ₁ (mm)	b ₂ (mm)	s (mm)	a (mm)	ℓ (mm)	A _w (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)
溶接部		250	250	250	250	6.3	4.4	898	4.410×10 ³	241 (厚さ ≤ 16mm)	394 (厚さ ≤ 16mm)

部材	Z _x (mm ³)	Z _z (mm ³)	A _{wx} (mm ²)	A _{wz} (mm ²)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
							弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
溶接部					241	276	左右方向, 前後方向	左右方向, 前後方向

1.3 計算数値

1.3.1 溶接部に作用する力

(単位：N)

部材	F _y		F _x		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						

1.4 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	SS41	せん断	$\sigma_w=2$	$f_{sm}=139$	$\sigma_w=3$	$f_{sm}=159$

すべて許容応力以下である。

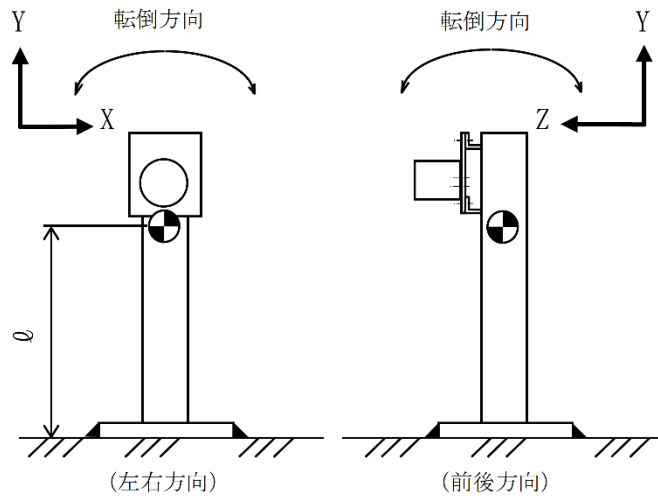
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
スクラム排水容器水位 (LX293-2D)	水平方向	1.44	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.73	

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

59



4. スクラム排水容器水位の耐震性についての計算書 (LS293-3A, B)

4.1 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、スクラム排水容器水位が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

スクラム排水容器水位は、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。

4.2 一般事項

4.2.1 構造計画

スクラム排水容器水位の構造計画を表4-1に示す。

表 4-1 (1/2) 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、サポート鋼材に計器取付ボルトにより固定する。</p> <p>サポート鋼材は、基礎ボルトにより天井及び壁面に設置する。また、サポート鋼材は、天井に設置された埋込金物への溶接により設置する。</p>	<p>スクラム排水容器 水位検出器</p>	<p>横</p> <p>高さ</p> <p>(天井)</p> <p>埋込金物</p> <p>溶接</p> <p>(天井)</p> <p>サポート鋼材 (溝形鋼)</p> <p>サポート鋼材 (角形鋼)</p> <p>検出器</p> <p>基礎ボルト (ケミカルアンカ)</p> <p>(天井)</p> <p>(壁)</p> <p>計器取付ボルト</p> <p>(正面図)</p> <p>(側面図)</p>

表 4-1 (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>基礎ボルト (ケミカルアンカ)</p> <p>(壁)</p> <p>支持鋼材 (山形鋼) (Z形鋼)</p> <p>たて</p> <p>溶接</p> <p>埋込金物</p> <p>支持鋼材 (角形鋼)</p> <p>(平面図)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>対象計器</th> <th>たて</th> <th>横</th> <th>高さ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LS293-3A</td> <td colspan="3" rowspan="2" style="border: 2px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>LS293-3B</td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位 : mm)</p>	対象計器	たて	横	高さ	LS293-3A				LS293-3B
対象計器	たて	横	高さ								
LS293-3A											
LS293-3B											

4.2.2 評価方針

スクラム排水容器水位の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「4.2.1 構造計画」にて示すスクラム排水容器水位の部位を踏まえ「4.3 評価部位」にて設定する箇所において、「4.4 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「4.5 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、スクラム排水容器水位の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「4.6 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「4.7 評価結果」に示す。

スクラム排水容器水位の耐震評価フローを図4-1に示す。

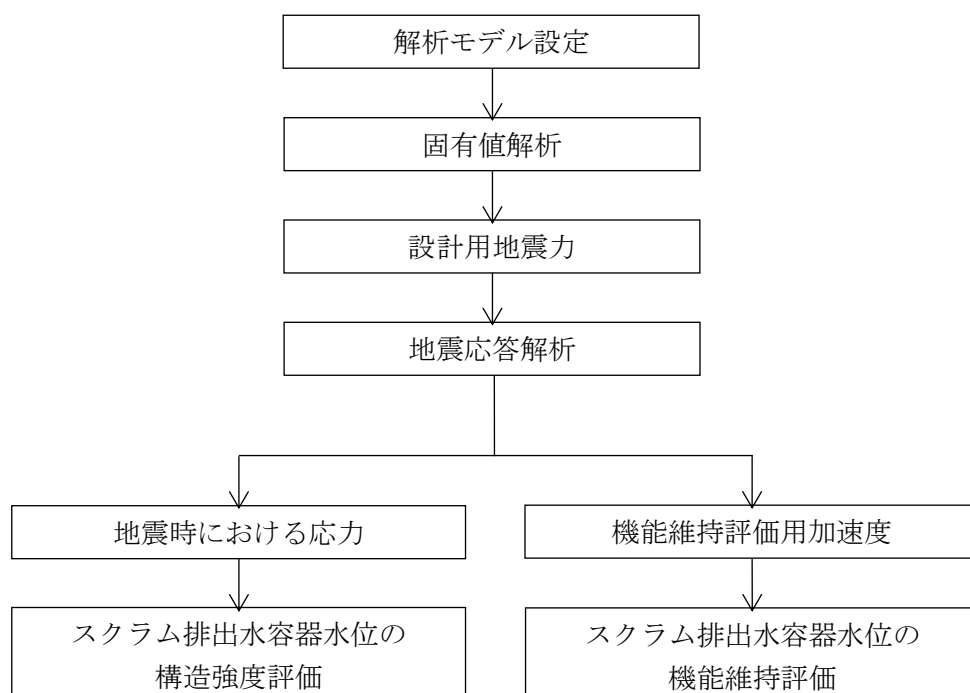


図4-1 スクラム排水容器水位の耐震評価フロー

4.2.3 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。)

4.2.4 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	サポート鋼材の断面積	mm ²
A _b	基礎ボルトの軸断面積	mm ²
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 _{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	—
d	基礎ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3121.3又はSSB-3133に定める値	MPa
F _b	基礎ボルトに作用する引張力	N
F _x	サポート基礎部に作用する力 (x 方向)	N
F _y	サポート基礎部に作用する力 (y 方向)	N
F _z	サポート基礎部に作用する力 (z 方向)	N
f _{sm}	溶接部の許容せん断応力	MPa
f _{sb}	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f _{to}	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f _{ts}	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力)	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h ₁ , h ₂ , h ₃ , h ₄	溶接の有効長さ (z 方向)	mm
M _x	サポート基礎部に作用するモーメント (x 軸周り)	N・mm
M _y	サポート基礎部に作用するモーメント (y 軸周り)	N・mm
M _z	サポート基礎部に作用するモーメント (z 軸周り)	N・mm
Q _b	基礎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 (R T)	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の 40℃における値	MPa
W	計器の荷重	N
Z ₁	サポート鋼材の弱軸回りの断面係数	mm ³
Z ₂	サポート鋼材の強軸回りの断面係数	mm ³

記号	記号の説明	単位
Z_p	溶接全断面におけるねじり断面係数	mm^3
Z_p'	サポート鋼材のねじり断面係数	mm^3
Z_x	溶接全断面における x 軸方向の断面係数	mm^3
Z_z	溶接全断面における z 軸方向の断面係数	mm^3
π	円周率	—
σ_b	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
τ_b	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
σ_{wt}	溶接部に生じる引張力（圧縮力）により発生するせん断応力	MPa
σ_{wb}	溶接部に生じる曲げモーメントにより発生するせん断応力	MPa
σ_w	溶接部に生じるせん断応力	MPa
τ_w	溶接部に生じるせん断力により発生するせん断応力	MPa

4.2.5 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 4-2 に示すとおりである。

表 4-2 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・mm	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
力	N	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*4}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：計算機プログラム固有の桁処理により算出値が有効数字 4 桁以下となる場合は、計算機プログラム保有の最大桁数表示とする。

*4：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

4.3 評価部位

スクラム排水容器水位の耐震評価は、「4.5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる基礎ボルト及び溶接部について実施する。スクラム排水容器水位の耐震評価部位については、表 4-1 の概略構造図に示す。

4.4 固有周期

4.4.1 固有値解析方法

スクラム排水容器水位の固有値解析方法を以下に示す。

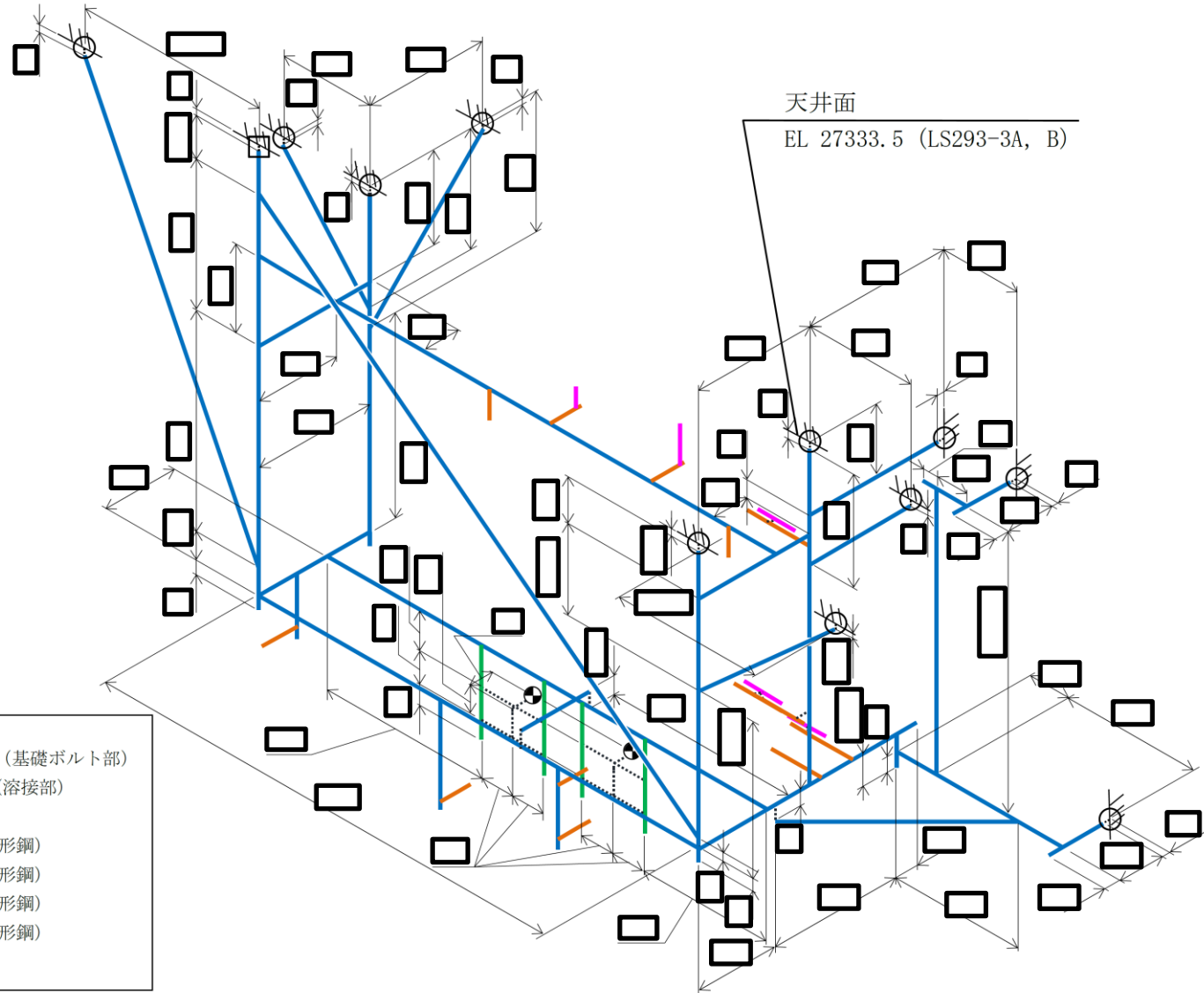
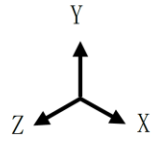
- (1) スクラム排水容器水位は、「4.4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元はりモデルとする。

4.4.2 解析モデル及び諸元

スクラム排水容器水位の解析モデルを図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【スクラム排水容器水位 (LS293-3A, B) 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) スクラム排水容器水位の計器の質量は、それぞれの重心に集中するものとする。
- (2) スクラム排水容器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。
- (3) 拘束条件は、溶接部は完全拘束とし、基礎ボルト部は並進方向及び回転方向を固定する。なお、基礎ボルトは剛体として評価する。
- (4) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。
- (5) 解析コードは、「NSAFE」を使用し、固有値及び荷重を求める。

なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



- 【凡例】
- : 支持点 (11 箇所) (基礎ボルト部)
 - : 支持点 (1 箇所) (溶接部)
 - : 検出器質量
 - : サポート鋼材 (角形鋼)
 - : サポート鋼材 (溝形鋼)
 - : サポート鋼材 (山形鋼)
 - : サポート鋼材 (Z形鋼)
 - : 剛性の高い梁要素

(単位 : mm)

図 4-2 解析モデル (LS293-3A, B)

4.4.3 固有値解析結果

固有値解析の結果を表 4-3、振動モード図を図 4-3 に示す。固有周期は、0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 4-3 固有値解析結果

機器番号	モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向 刺激係数
				X方向	Y方向	
LS293-3A, B	1次	水平		—	—	—

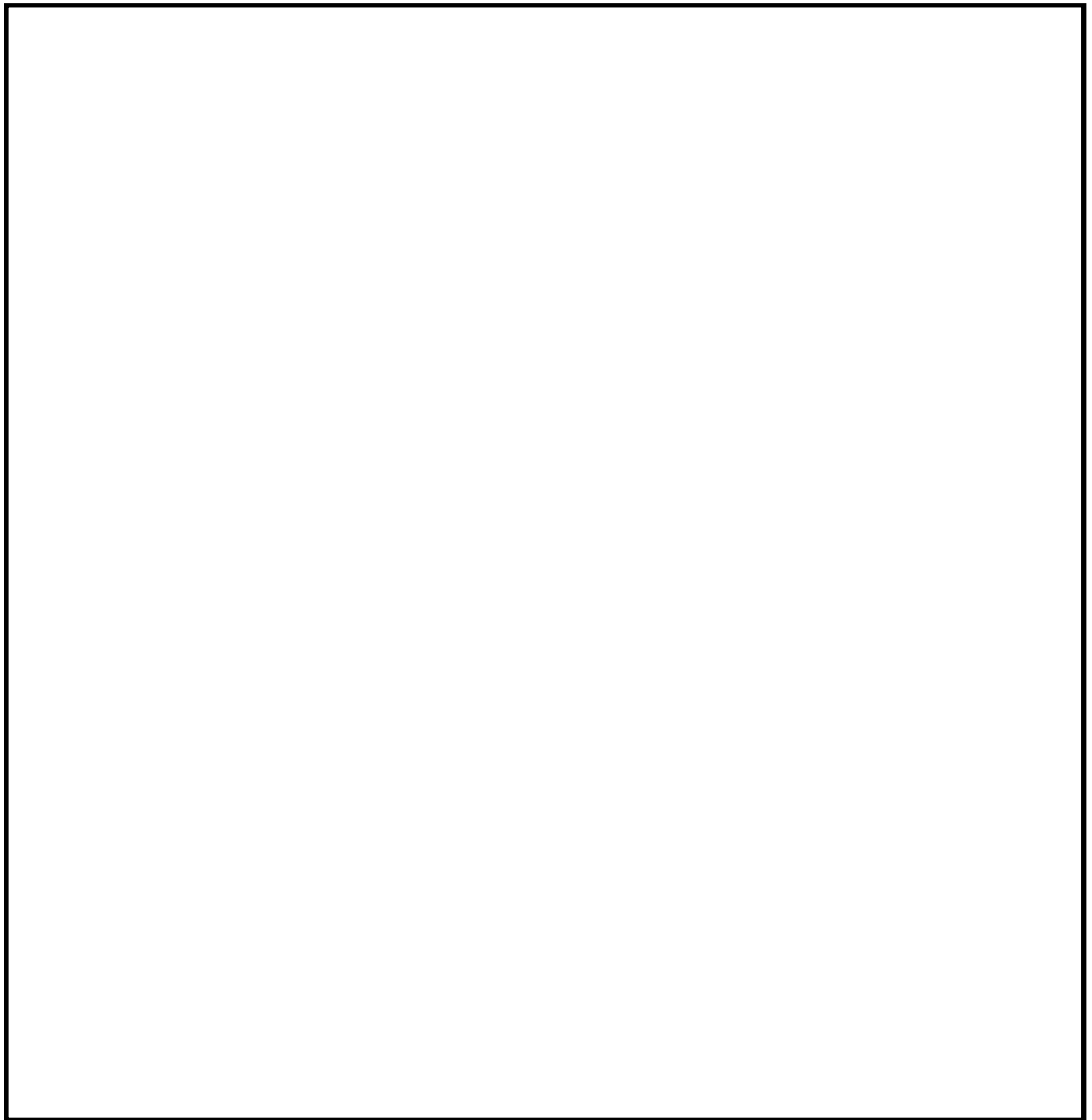


図 4-3 振動モード (LS293-3A, B) (1次モード 水平方向 s)

4.5 構造強度評価

4.5.1 構造強度評価方法

4.4.2 項(1)～(5)のほか、次の条件で計算する。

- (1) 地震力は、スクラム排水容器水位に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

4.5.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

スクラム排水容器水位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 4-4 に示す。

4.5.2.2 許容応力

スクラム排水容器水位の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-5 のとおりとする。

4.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

スクラム排水容器水位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 4-6 に示す。

表 4-4 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	原子炉非常 停止信号	スクラム排水容器水位高	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 4-5 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等以外)	許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等)	
	一次応力	一次応力	
	せん断	引張	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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 4-6 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				
基礎ボルト (LS293-3A, B)	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
基礎ボルト (LS293-3A, B)	SS400 (径≤16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—
溶接部 (LS293-3A, B)	SS41* (厚さ≤16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—

注記* : SS400 相当

4.5.3 設計用地震力

耐震評価に用いる設計用地震力を表 4-7 に示す。

「弾性設計用地震動 S d 又は静的震度」及び「基準地震動 S s」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 4-7 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
スクラム 排水容器 水位 (LS293-3A)	原子炉建物 EL 23.8 (EL 30.5* ¹)		0.05 以下	$C_H =$ 1.92* ²	$C_V =$ 1.25* ²	$C_H =$ 2.33* ³	$C_V =$ 2.31* ³
スクラム 排水容器 水位 (LS293-3B)	原子炉建物 EL 23.8 (EL 30.5* ¹)		0.05 以下	$C_H =$ 1.92* ²	$C_V =$ 1.25* ²	$C_H =$ 2.33* ³	$C_V =$ 2.31* ³

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

4.5.4 計算方法

4.5.4.1 応力の計算方法

4.5.4.1.1 基礎ボルトの計算方法

基礎ボルトの応力は、三次元はりモデルによる個別解析から基礎ボルト 1 本当たりの発生力を求めて、その結果を用いて手計算にて計算する。

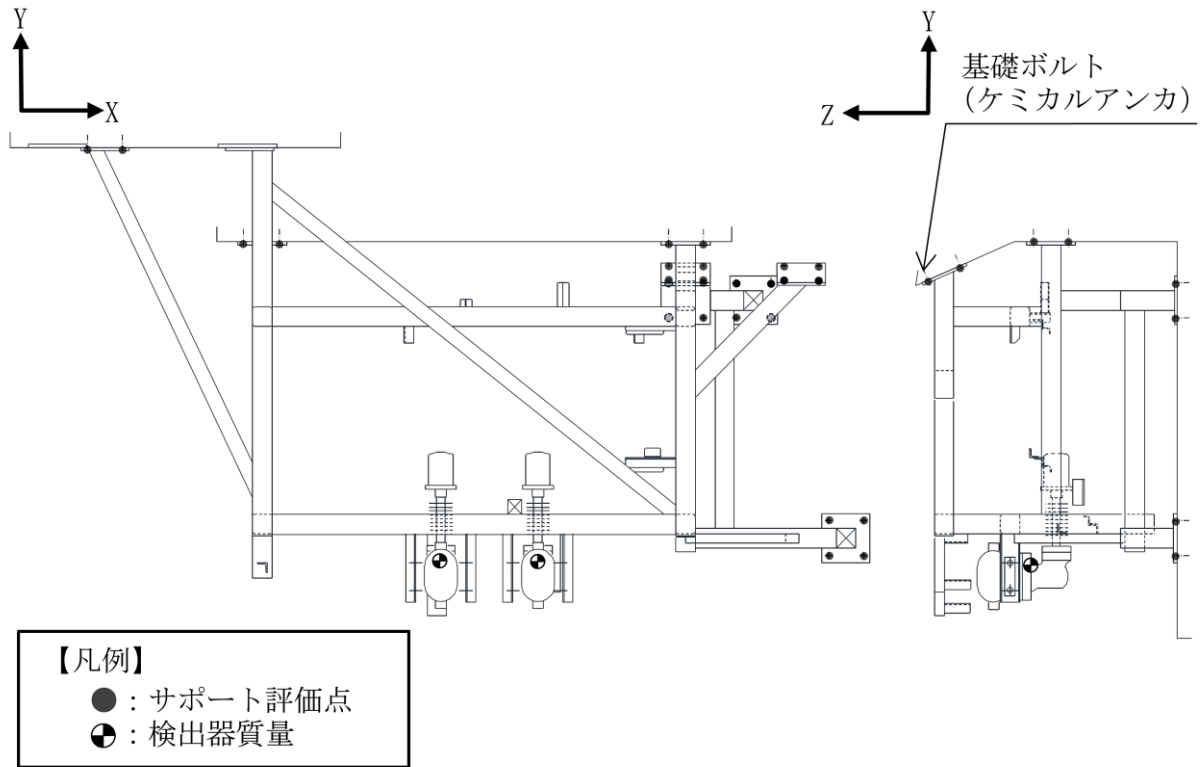


図 4-4 計算モデル (基礎ボルト) (LS293-3A, B)

個別解析によって得られた基礎ボルト部の評価点の最大発生力を表 4-8 及び表 4-9 に示す。

表 4-8 サポート発生反力 (弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度)

対象機器	材質 ボルトサイズ	反力(N)	
		F _b	Q _b
LS293-3A, B	SS41 M12		
	SS400 M12		
	SS400 M16		

表4-9 サポート発生反力 (基準地震動 S_s)

対象機器	材質 ボルトサイズ	反力(N)	
		F _b	Q _b
LS293-3A, B	SS41 M12		
	SS400 M12		
	SS400 M16		

(1) 引張応力

基礎ボルト (1本あたり) に対する引張応力は、下式により計算する。

引張応力

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots\dots\dots (4.5.4.1.1.1)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (4.5.4.1.1.2)$$

(2) せん断応力

基礎ボルト (1本あたり) に対するせん断応力は、下式により計算する。

せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{A_b} \dots\dots\dots (4.5.4.1.1.3)$$

4.5.4.1.2 溶接部の応力

溶接部の応力は、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計算する。

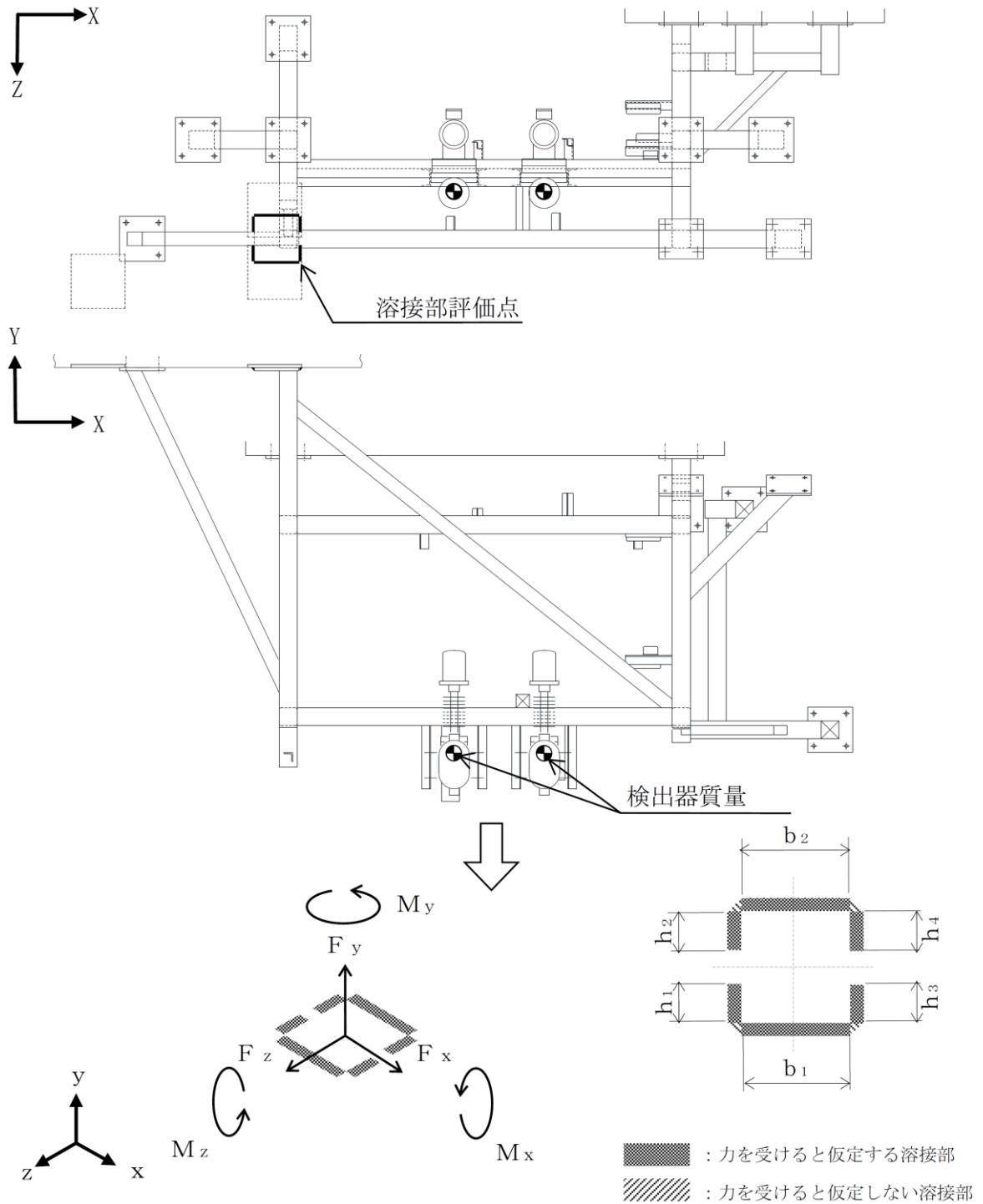


図 4-5 計算モデル (溶接部) (LS293-3A, B)

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 4-10 及び表 4-11 に示す。

表4-10 サポート発生反力，モーメント（弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度）

対象機器	反力(N)			モーメント(N・mm)		
	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z
LS293-3A, B						

表4-11 サポート発生反力，モーメント（基準地震動 S_s）

対象機器	反力(N)			モーメント(N・mm)		
	F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z
LS293-3A, B						

- (1) 引張力（圧縮力）により発生するせん断応力
 溶接部に対する引張力（圧縮力）は，全溶接断面積で受けるものとして計算する。

引張力（圧縮力）により発生するせん断応力

$$\sigma_{wt} = \frac{|F_y|}{A_w} \dots\dots\dots (4.5.4.1.2.1)$$

ここで，引張力(圧縮力)を受ける溶接部の有効断面積 A_w は，次式により求める。

$$A_w = a \cdot (h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + b_1 + b_2) \dots\dots\dots (4.5.4.1.2.2)$$

ただし， $h_1, h_2, h_3, h_4, b_1, b_2$ 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。

$$a = 0.7 \cdot s \dots\dots\dots (4.5.4.1.2.3)$$

- (2) せん断力により発生するせん断応力
 溶接部に対するせん断力は，各方向の有効せん断面積で受けるものとして計算する。

せん断力により発生するせん断応力

$$\tau_w = \sqrt{\left(\frac{F_x}{A_{wx}} + \frac{M_y}{Z_p}\right)^2 + \left(\frac{F_z}{A_{wz}} + \frac{M_y}{Z_p}\right)^2} \dots\dots\dots (4.5.4.1.2.4)$$

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_{wx}, A_{wz} は，次式により求める。

$$A_{wx} = a \cdot (b_1 + b_2) \dots\dots\dots (4.5.4.1.2.5)$$

$$A_{wz} = a \cdot (h_1 + h_2 + h_3 + h_4) \dots\dots\dots (4.5.4.1.2.6)$$

- (3) 曲げモーメントにより発生するせん断応力
 溶接部に対する曲げモーメントは，図4-5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。

曲げモーメントにより発生するせん断応力

$$\sigma_{wb} = \frac{M_x}{Z_x} + \frac{M_z}{Z_z} \dots\dots\dots (4.5.4.1.2.7)$$

ここで， 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) せん断応力
 溶接に対するせん断応力は，各せん断応力を足し合わせたものとして計算する。

$$\sigma_w = \sqrt{(\sigma_{wt} + \sigma_{wb})^2 + \tau_w^2} \dots\dots\dots (4.5.4.1.2.8)$$

4.5.5 計算条件

4.5.5.1 基礎ボルト及び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【スクラム排水容器水位（LS293-3A, B）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

4.5.6 応力の評価

4.5.6.1 基礎ボルトの応力評価

4.5.4.1.1項で求めたボルトの引張応力 σ_b は次式より求めた許容組合せ応力 f_{ts} 以下であること。ただし、 f_{to} は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \quad \dots\dots\dots (4.5.6.1.1)$$

せん断応力 τ_b は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。ただし、 f_{sb} は下表による。

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{to}	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sb}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

4.5.6.2 溶接部の応力評価

4.5.4.1.2項で求めた溶接部に発生するせん断応力は、許容せん断応力 f_{sm} 以下であること。ただし、 f_{sm} は下表による。

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S s による 荷重との組合せの場合
許容せん断応力 f_{sm}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

4.6 機能維持評価

4.6.1 電氣的機能維持評価方法

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

スクラム排水容器水位の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 4-12 に示す。

表 4-12 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
スクラム排水容器水位 (LS293-3A)	水平	
	鉛直	
スクラム排水容器水位 (LS293-3B)	水平	
	鉛直	

4.7 評価結果

4.7.1 設計基準対象施設としての評価結果

スクラム排水容器水位の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【スクラム排水水容器水位（LS293-3A, B）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	
スクラム排水水容器水位 (LS293-3A, B)	S	原子炉建物 EL 23.8 (EL 30.5 ^{*1})		0.05 以下	C _H =1.92 ^{*2}	C _V =1.25 ^{*2}	C _H =2.33 ^{*3}	C _V =2.31 ^{*3}	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	W (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト (SS41)				211 (40mm≦径<100mm)	394 (40mm≦径<100mm)	211	253
基礎ボルト (SS400)				241 (径≦16mm)	394 (径≦16mm)	241	276
基礎ボルト (SS400)				241 (径≦16mm)	394 (径≦16mm)	241	276

部材	W (N)	s (mm)	a (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 _{wz} (mm ²)	Z _x (mm ³)	Z _z (mm ³)	Z _p (mm ³)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
溶接部																241 (厚さ≦16mm)	394 (厚さ≦16mm)	241	276

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動S _s
基礎ボルト (M12) (SS41)				
基礎ボルト (M12) (SS400)				
基礎ボルト (M16) (SS400)				

1.3.2 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						

1.3.3 溶接部に作用するモーメント

(単位：N・mm)

部材	M _x		M _y		M _z	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動S _s
溶接部						

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (M12)	SS41	引張	$\sigma_b=43$	$f_{ts}=126^*$	$\sigma_b=54$	$f_{ts}=152^*$
		せん断	$\tau_b=21$	$f_{sb}=97$	$\tau_b=26$	$f_{sb}=117$
基礎ボルト (M12)	SS400	引張	$\sigma_b=23$	$f_{ts}=144^*$	$\sigma_b=29$	$f_{ts}=165^*$
		せん断	$\tau_b=16$	$f_{sb}=111$	$\tau_b=20$	$f_{sb}=127$
基礎ボルト (M16)	SS400	引張	$\sigma_b=18$	$f_{ts}=144^*$	$\sigma_b=23$	$f_{ts}=165^*$
		せん断	$\tau_b=10$	$f_{sb}=111$	$\tau_b=13$	$f_{sb}=127$

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 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	SS41	せん断	$\sigma_w=4$	$f_{sm}=139$	$\sigma_w=5$	$f_{sm}=159$

すべて許容応力以下である。

1.4.3 電気の機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
スクラム排水水容器水位 (LS293-3A)	水平方向	1.95	
	鉛直方向	1.94	
スクラム排水水容器水位 (LS293-3B)	水平方向	1.95	
	鉛直方向	1.94	

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S s）により定まる加速度

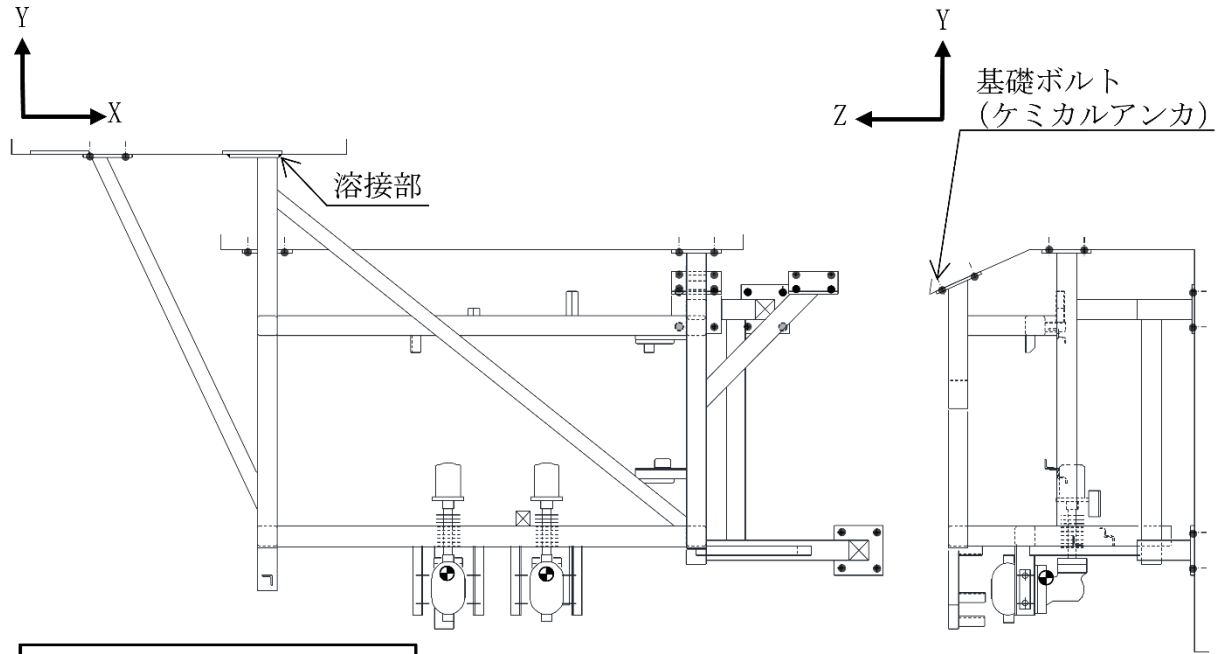
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

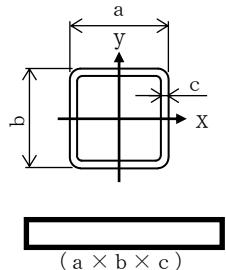
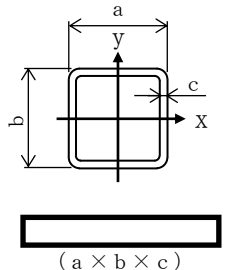
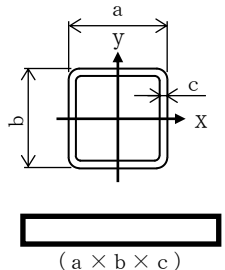
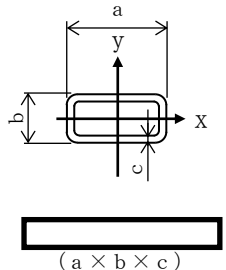
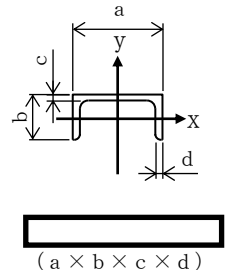
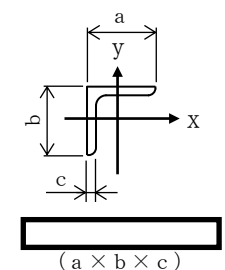
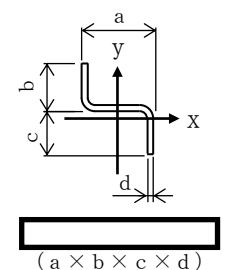
項目	記号	単位	入力値 (LS293-3A, B)
材質	—	—	SS41 SS400 STKR41 STKR400
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	50
縦弾性係数	E	MPa	201000 (SS41) 201000 (SS400) 201000 (STKR41) 201000 (STKR400)
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>


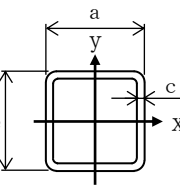
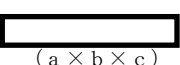
88



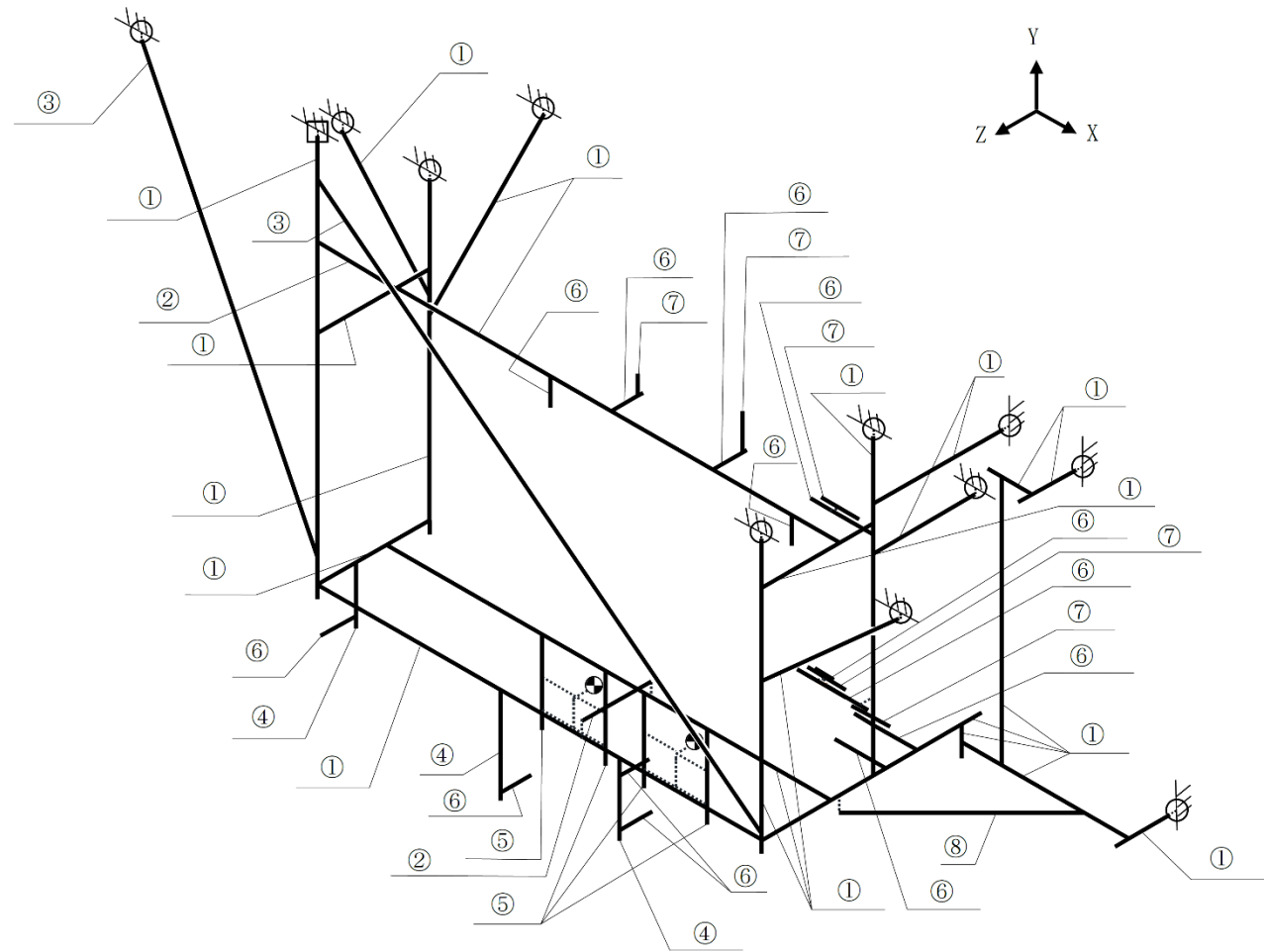
【凡例】
 ● : サポート評価点
 ⊕ : 検出器質量

(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材	サポート鋼材	サポート鋼材	サポート鋼材	サポート鋼材	サポート鋼材	サポート鋼材
対象部材	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
A (mm ²)							
Z ₁ (mm ³)							
Z ₂ (mm ³)							
Z _{p'} (mm ³)							
断面形状 (mm)							

材料	サポート鋼材
対象部材	⑧
A (mm ²)	
Z ₁ (mm ³)	
Z ₂ (mm ³)	
Z _{p'} (mm ³)	
断面形状 (mm)	  (a × b × c)

06



5. スクラム排水容器水位の耐震性についての計算書 (LS293-3C, D)

5.1 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、スクラム排水容器水位が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

スクラム排水容器水位は、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。

5.2 一般事項

5.2.1 構造計画

スクラム排水容器水位の構造計画を表 5-1 に示す。

表 5-1 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、サポート鋼材に計器取付ボルトにより固定する。 サポート鋼材は、基礎ボルト及び壁面に設置された埋込金物への溶接により壁に設置する。</p>	<p>スクラム排水容器 水位検出器</p>										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>対象計器</th> <th>たて</th> <th>横</th> <th>高さ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LS293-3C</td> <td colspan="3" rowspan="2" style="background-color: #cccccc;"></td> </tr> <tr> <td>LS293-3D</td> </tr> </tbody> </table>	対象計器	たて	横	高さ	LS293-3C				LS293-3D
対象計器	たて	横	高さ								
LS293-3C											
LS293-3D											
		<p>(単位：mm)</p>									

5.2.2 評価方針

スクラム排水容器水位の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「5.2.1 構造計画」にて示すスクラム排水容器水位の部位を踏まえ「5.3 評価部位」にて設定する箇所において、「5.4 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、「5.5 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、スクラム排水容器水位の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「5.6 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「5.7 評価結果」に示す。

スクラム排水容器水位の耐震評価フローを図5-1に示す。

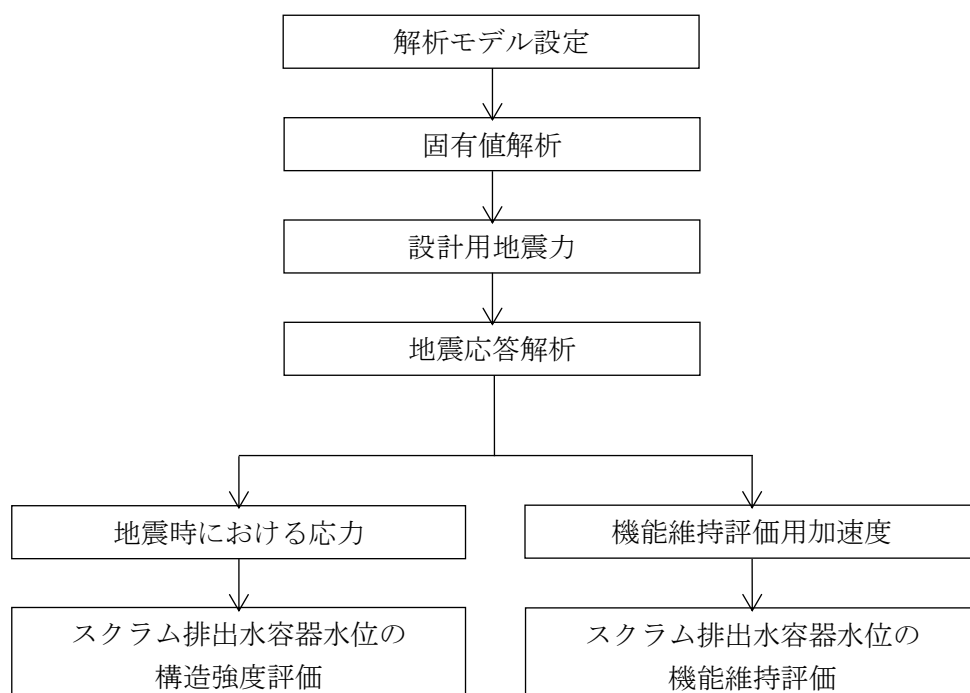


図5-1 スクラム排水容器水位の耐震評価フロー

5.2.3 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。)

5.2.4 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	サポート鋼材の断面積	mm ²
A _b	基礎ボルトの軸断面積	mm ²
A _w	溶接部の有効断面積	mm ²
b	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	基礎ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3121.3又はSSB-3133に定める値	MPa
F _b	基礎ボルト又は溶接部に作用する引張力	N
f _{s m}	溶接部の許容せん断応力	MPa
f _{s b}	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f _{t o}	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f _{t s}	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力)	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h	溶接の有効長さ (y 方向)	mm
Q _b	基礎ボルト又は溶接部に作用するせん断力	N
s	溶接脚長	mm
S _u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
S _y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
S _y (R T)	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の 40℃における値	MPa
W	計器の荷重	N
Z ₁	サポート鋼材の弱軸回りの断面係数	mm ³
Z ₂	サポート鋼材の強軸回りの断面係数	mm ³
Z _p	サポート鋼材のねじり断面係数	mm ³
π	円周率	—
σ _b	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
τ _b	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
σ _{w t}	溶接部に生じる引張力 (圧縮力) により発生するせん断応力	MPa
σ _w	溶接部に生じるせん断応力	MPa
τ _w	溶接部に生じるせん断力により発生するせん断応力	MPa

5.2.5 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 5-2 に示すとおりである。

表 5-2 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・mm	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
力	N	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*4}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：計算機プログラム固有の桁処理により算出値が有効数字 4 桁以下となる場合は、計算機プログラム保有の最大桁数表示とする。

*4：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

5.3 評価部位

スクラム排水容器水位の耐震評価は、「5.5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる基礎ボルト及び溶接部について実施する。スクラム排水容器水位の耐震評価部位については、表 5-1 の概略構造図に示す。

5.4 固有周期

5.4.1 固有値解析方法

スクラム排水容器水位の固有値解析方法を以下に示す。

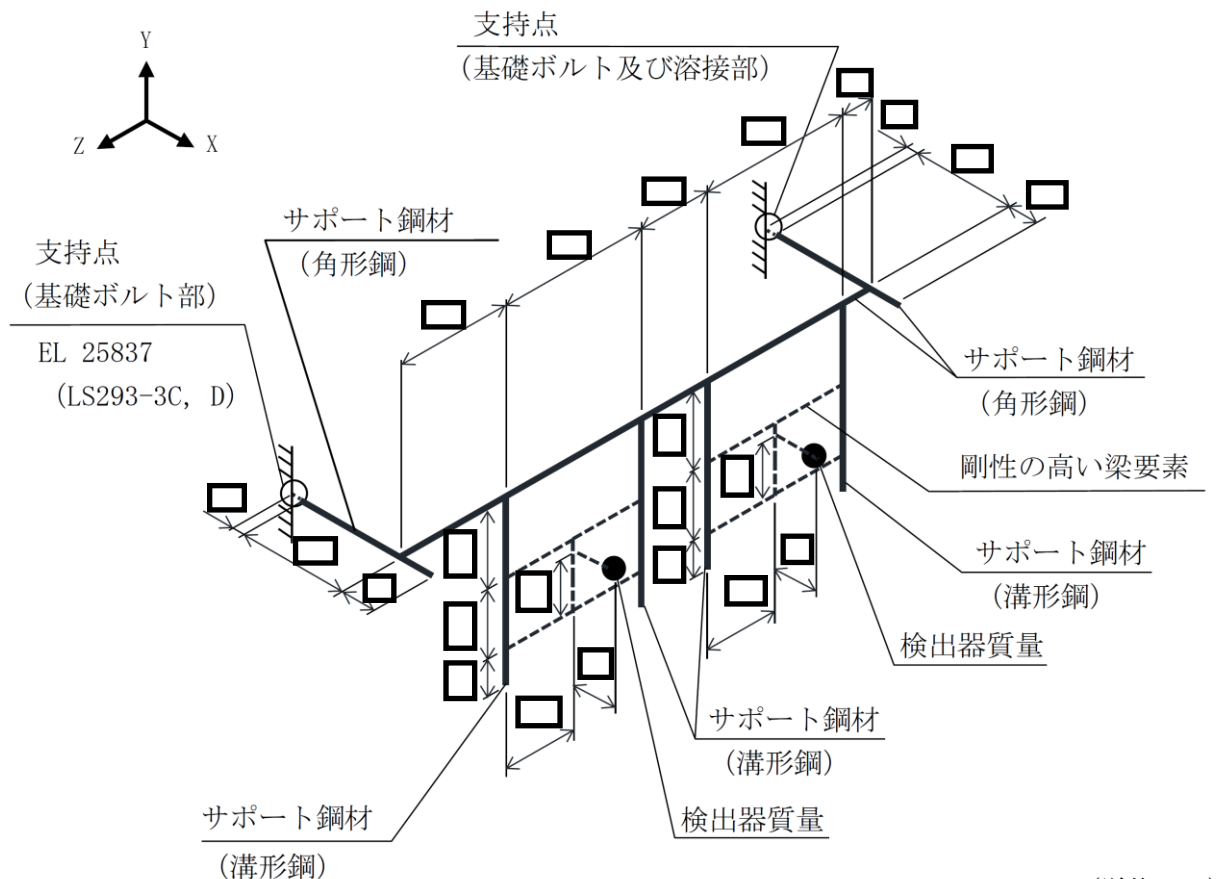
- (1) スクラム排水容器水位は、「5.4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元はりモデルとする。

5.4.2 解析モデル及び諸元

スクラム排水容器水位の解析モデルを図 5-2 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【スクラム排水容器水位 (LS293-3C, D) 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) スクラム排水容器水位の計器の質量は、それぞれの重心に集中するものとする。
- (2) スクラム排水容器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。
- (3) 拘束条件は、溶接部は完全拘束とし、基礎ボルト部は並進方向及び回転方向を固定する。なお、基礎ボルトは剛体として評価する。
- (4) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。
- (5) 解析コードは、「NSAFE」を使用し、固有値及び荷重を求める。

なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



(単位 : mm)

図 5-2 解析モデル (LS293-3C, D)

5.4.3 固有値解析結果

固有値解析の結果を表 5-3, 振動モード図を図 5-3 に示す。固有周期は, 0.05 秒以下であり, 剛構造であることを確認した。

表 5-3 固有値解析結果

機器番号	モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向 刺激係数
				X方向	Y方向	
LS293-3C, D	1次	鉛直		—	—	—

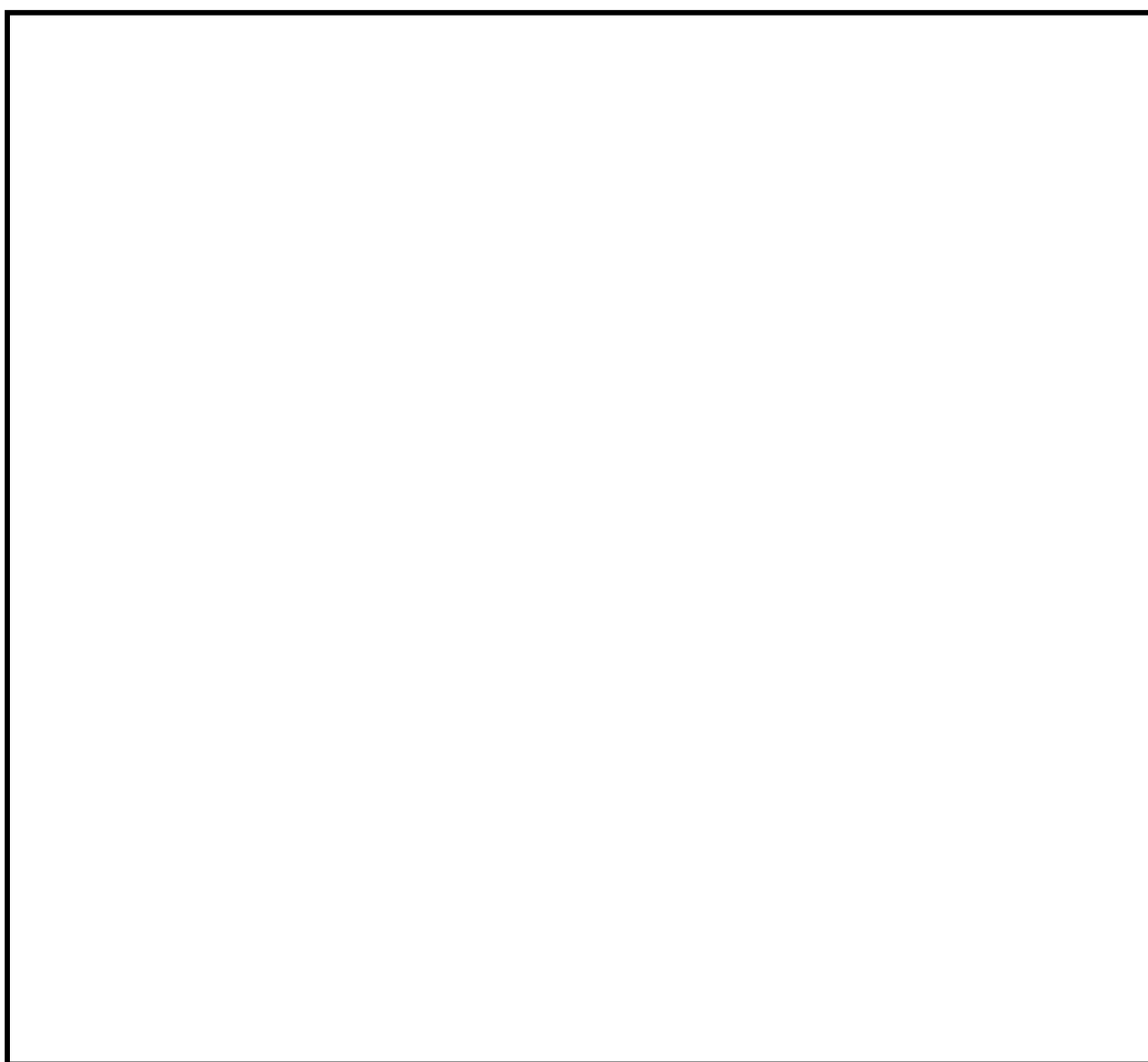


図 5-3 振動モード (LS293-3C, D) (1次モード 鉛直方向 s)

5.5 構造強度評価

5.5.1 構造強度評価方法

5.4.2 項(1)～(5)のほか、次の条件で計算する。

- (1) 地震力は、スクラム排水容器水位に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。

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

5.5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

スクラム排水容器水位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 5-4 に示す。

5.5.2.2 許容応力

スクラム排水容器水位の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 5-5 のとおりとする。

5.5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

スクラム排水容器水位の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-6 に示す。

表 5-4 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	原子炉非常 停止信号	スクラム排水容器水位高	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 5-5 許容応力 (その他の支持構造物)

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等以外)	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	一次応力	
	せん断	引張	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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

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

表 5-6 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				
基礎ボルト (LS293-3C, D)	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—
溶接部 (LS293-3C, D)	SS41* (厚さ≤16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—

注記* : SS400 相当

5.5.3 設計用地震力

耐震評価に用いる設計用地震力を表 5-7 に示す。

「弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度」及び「基準地震動 S_s」による地震力は、VI-2-1-7 「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 5-7 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
スクラム 排水容器 水位 (LS293-3C)	原子炉建物 EL 23.8 (EL 30.5* ¹)	0.05 以下		C _H = 1.92* ²	C _V = 1.25* ²	C _H = 2.33* ³	C _V = 2.31* ³
スクラム 排水容器 水位 (LS293-3D)	原子炉建物 EL 23.8 (EL 30.5* ¹)	0.05 以下		C _H = 1.92* ²	C _V = 1.25* ²	C _H = 2.33* ³	C _V = 2.31* ³

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

5.5.4 計算方法

5.5.4.1 応力の計算方法

5.5.4.1.1 基礎ボルトの計算方法

基礎ボルトの応力は、三次元はりモデルによる個別解析から基礎ボルト 1 本当たりの発生力を求めて、その結果を用いて手計算にて計算する。

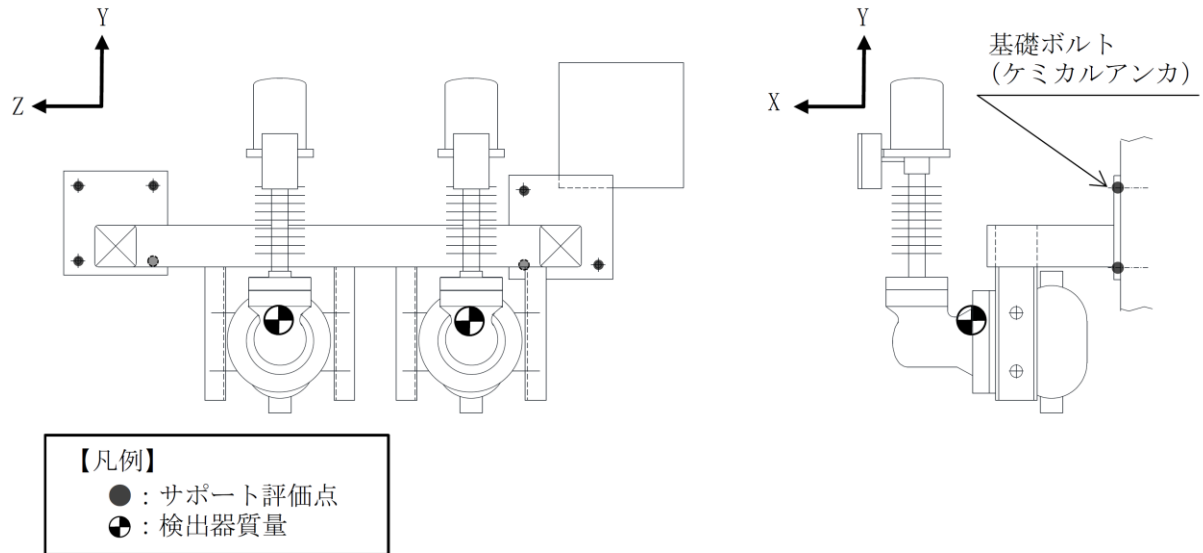


図 5-4 計算モデル（基礎ボルト）（LS293-3C, D）

個別解析によって得られた基礎ボルト部の評価点の最大発生力を表 5-8 及び表 5-9 に示す。

表5-8 サポート発生反力（弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度）

対象機器	材質 ボルトサイズ	反力(N)	
		F _b	Q _b
LS293-3C, D	SS41 M12		

表5-9 サポート発生反力（基準地震動 S_s）

対象機器	材質 ボルトサイズ	反力(N)	
		F _b	Q _b
LS293-3C, D	SS41 M12		

(1) 引張応力

基礎ボルト（1本当たり）に対する引張応力は、下式により計算する。

引張応力

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots\dots\dots (5.5.4.1.1.1)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (5.5.4.1.1.2)$$

(2) せん断応力

基礎ボルト（1本当たり）に対するせん断応力は、下式により計算する。

せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{A_b} \dots\dots\dots (5.5.4.1.1.3)$$

5.5.4.1.2 溶接部の応力

溶接部の応力は、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計算する。

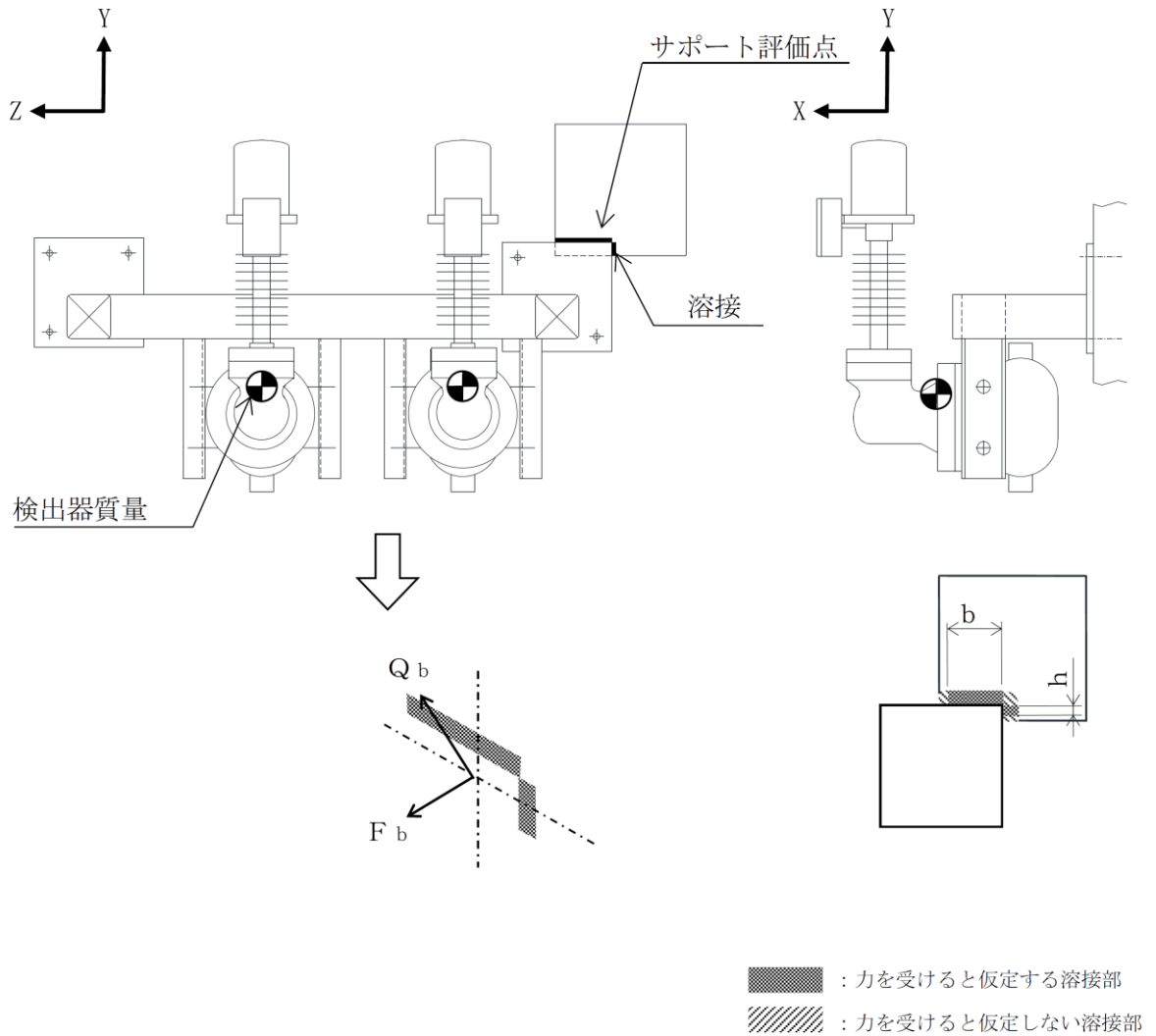


図 5-5 計算モデル（溶接部）（LS293-3C, D）

個別解析によって得られた溶接部の評価点の最大反力を表 5-10 及び表 5-11 に示す。

表5-10 サポート発生反力（弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度）

対象機器	反力(N)	
	F_b	Q_b
LS293-3C, D		

表5-11 サポート発生反力（基準地震動 S_s ）

対象機器	反力(N)	
	F_b	Q_b
LS293-3C, D		

- (1) 引張力（圧縮力）により発生するせん断応力
溶接部に対する引張力（圧縮力）は，溶接部の有効断面積で受けるものとして計算する。

引張力（圧縮力）により発生するせん断応力

$$\sigma_{wt} = \frac{|F_b|}{A_w} \dots\dots\dots (5.5.4.1.2.1)$$

ここで，引張力（圧縮力）を受ける溶接部の有効断面積 A_w は，次式により求める。

$$A_w = a \cdot (h + b) \dots\dots\dots (5.5.4.1.2.2)$$

ただし， h ， b 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。

$$a = 0.7 \cdot s \dots\dots\dots (5.5.4.1.2.3)$$

- (2) せん断力により発生するせん断応力
溶接部に対するせん断力は，溶接部の有効断面積 A_w で受けるものとして計算する。

せん断力により発生するせん断応力

$$\tau_w = \frac{Q_b}{A_w} \dots\dots\dots (5.5.4.1.2.4)$$

- (3) せん断応力
溶接に対するせん断応力は，各せん断応力を足し合わせたものとして計算する。

$$\sigma_w = \sqrt{(\sigma_{wt})^2 + \tau_w^2} \dots\dots\dots (5.5.4.1.2.5)$$

5.5.5 計算条件

5.5.5.1 基礎ボルト及び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【スクラム排水容器水位 (LS293-3C, D) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

5.5.6 応力の評価

5.5.6.1 基礎ボルトの応力評価

5.5.4.1.1項で求めたボルトの引張応力 σ_b は次式より求めた許容組合せ応力 f_{ts} 以下であること。ただし、 f_{to} は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \quad \dots\dots\dots (5.5.6.1.1)$$

せん断応力 τ_b は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。ただし、 f_{sb} は下表による。

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{to}	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sb}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

5.5.6.2 溶接部の応力評価

5.5.4.1.2項で求めた溶接部に発生するせん断応力は、許容せん断応力 f_{sm} 以下であること。ただし、 f_{sm} は下表による。

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S s による 荷重との組合せの場合
許容せん断応力 f_{sm}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

5.6 機能維持評価

5.6.1 電氣的機能維持評価方法

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

スクラム排水容器水位の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体のサインビート波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表5-12に示す。

表5-12 機能確認済加速度

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

機器名称	方向	機能確認済加速度
スクラム排水容器水位 (LS293-3C)	水平	
	鉛直	
スクラム排水容器水位 (LS293-3D)	水平	
	鉛直	

5.7 評価結果

5.7.1 設計基準対象施設としての評価結果

スクラム排水容器水位の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【スクラム排水容器水位 (LS293-3C, D) 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	
スクラム排水容器水位 (LS293-3C, D)	S	原子炉建物 EL 23.8 (EL 30.5 ^{*1})	0.05 以下		C _H =1.92 ^{*2}	C _V =1.25 ^{*2}	C _H =2.33 ^{*3}	C _V =2.31 ^{*3}	50

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S_d) 又は静的震度

*3: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	W (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト				211 (40mm ≦ 径 < 100mm)	394 (40mm ≦ 径 < 100mm)	211	253

部材	W (N)	s (mm)	a (mm)	h (mm)	b (mm)	A _w (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
溶接部							241 (厚さ ≦ 16mm)	394 (厚さ ≦ 16mm)	241	276

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位 : N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動S _s
基礎ボルト				

1.3.2 溶接部に作用する力

(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
溶接部				

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS41	引張	$\sigma_b=101$	$f_{ts}=126^*$	$\sigma_b=134$	$f_{ts}=152^*$
		せん断	$\tau_b=15$	$f_{sb}=97$	$\tau_b=21$	$f_{sb}=117$

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 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	SS41	せん断	$\sigma_w=5$	$f_{sm}=139$	$\sigma_w=6$	$f_{sm}=159$

すべて許容応力以下である。

1.4.3 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
スクラム排水容器水位 (LS293-3C)	水平方向	1.95	
	鉛直方向	1.94	
スクラム排水容器水位 (LS293-3D)	水平方向	1.95	
	鉛直方向	1.94	

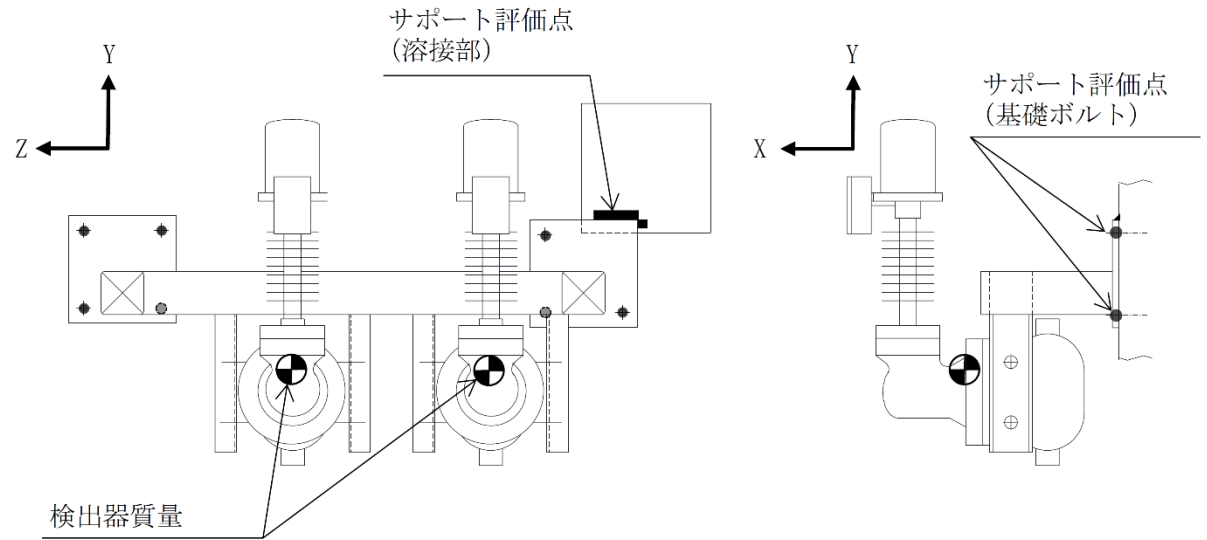
注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

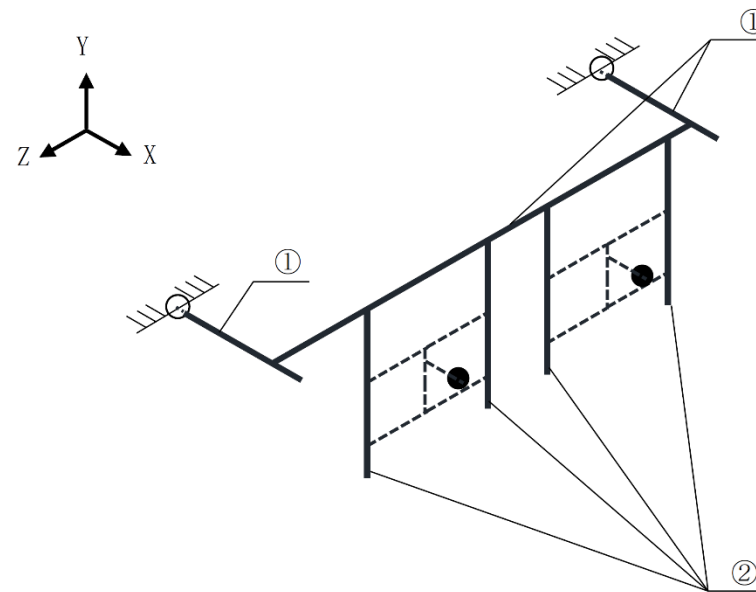
(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (LS293-3C, D)
材質	—	—	SS41 STKR41
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	°C	50
縦弾性係数	E	MPa	201000 (SS41) 201000 (STKR41)
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



(2) 部材の機器要目

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



VI-2-6-5-48 地震加速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	7
4.1 基本方針	7
4.2 固有周期の確認方法	7
4.3 固有周期の確認結果	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
5.3 設計用地震力	13
5.4 計算方法	14
5.5 計算条件	17
5.6 応力の評価	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 設計基準対象施設としての評価結果	20

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、地震加速度が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

地震加速度は、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。地震加速度は、水平方向の地震を検知する検出器（以下「地震加速度（水平）」という。）及び鉛直方向の地震を検知する検出器（以下「地震加速度（鉛直）」という。）があり、以下、設計基準対象施設としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

地震加速度の構造計画を表 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																																																																	
地震加速度は、基礎ボルトで基礎に設置する。	地震加速度検出器	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>(正面図)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>(側面図)</p> </div> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="3">機器 名称</th> <th colspan="8">地震加速度 (水平)</th> <th colspan="4">地震加速度 (鉛直)</th> </tr> <tr> <th>(VbS 293 -1A)</th> <th>(VbS 293 -1B)</th> <th>(VbS 293 -1C)</th> <th>(VbS 293 -1D)</th> <th>(VbS 293 -2A)</th> <th>(VbS 293 -2B)</th> <th>(VbS 293 -2C)</th> <th>(VbS 293 -2D)</th> <th>(VbS 293 -3A)</th> <th>(VbS 293 -3B)</th> <th>(VbS 293 -3C)</th> <th>(VbS 293 -3D)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>320</td><td>320</td><td>320</td><td>320</td><td>320</td><td>320</td><td>320</td><td>320</td><td>320</td><td>320</td><td>320</td><td>320</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>550</td><td>550</td><td>550</td><td>550</td><td>550</td><td>550</td><td>550</td><td>550</td><td>550</td><td>550</td><td>550</td><td>550</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>340</td><td>340</td><td>340</td><td>340</td><td>340</td><td>340</td><td>340</td><td>340</td><td>340</td><td>340</td><td>340</td><td>340</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">(単位 : mm)</p>	機器 名称	地震加速度 (水平)								地震加速度 (鉛直)				(VbS 293 -1A)	(VbS 293 -1B)	(VbS 293 -1C)	(VbS 293 -1D)	(VbS 293 -2A)	(VbS 293 -2B)	(VbS 293 -2C)	(VbS 293 -2D)	(VbS 293 -3A)	(VbS 293 -3B)	(VbS 293 -3C)	(VbS 293 -3D)	たて	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	横	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	高さ	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340
機器 名称	地震加速度 (水平)								地震加速度 (鉛直)																																																									
	(VbS 293 -1A)	(VbS 293 -1B)		(VbS 293 -1C)	(VbS 293 -1D)	(VbS 293 -2A)	(VbS 293 -2B)	(VbS 293 -2C)	(VbS 293 -2D)	(VbS 293 -3A)	(VbS 293 -3B)	(VbS 293 -3C)	(VbS 293 -3D)																																																					
	たて	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320																																																					
横	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550																																																						
高さ	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340	340																																																						

2.2 評価方針

地震加速度の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示す地震加速度の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で測定した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、地震加速度の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「6. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「7. 評価結果」に示す。

地震加速度の耐震評価フローを図2-1に示す。

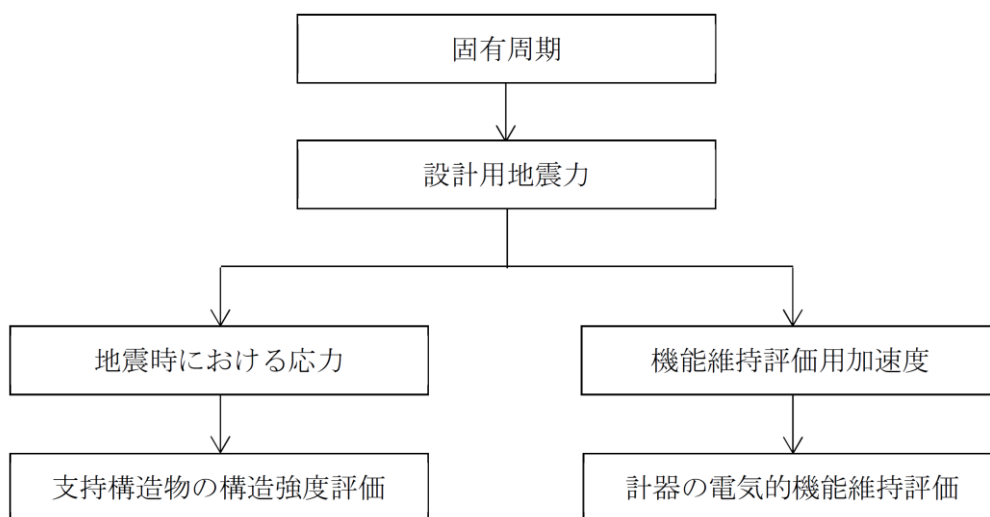


図2-1 地震加速度の耐震評価フロー

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_b	基礎ボルトの軸断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d	基礎ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値	MPa
F_b	基礎ボルトに作用する引張力 (1本当たり)	N
f_{sb}	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f_{ts}	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力)	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s^2
h	据付面から重心までの距離	mm
l_1	重心と基礎ボルト間の水平方向距離*	mm
l_2	重心と基礎ボルト間の水平方向距離*	mm
m	検出器の質量	kg
n	基礎ボルトの本数	—
n_f	評価上引張力を受けるとして期待する基礎ボルトの本数	—
Q_b	基礎ボルトに作用するせん断力	N
S_u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
S_y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
$S_y(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の40°Cにおける値	MPa
π	円周率	—
σ_b	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
τ_b	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa

注記* : $l_1 \leq l_2$

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に示すとおりである。

表2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度	—	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位*1
面積	mm 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

地震加速度の耐震評価は、「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。

地震加速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

地震加速度の固有周期は、振動試験（加振試験）にて求める。

4.2 固有周期の確認方法

正弦波掃引試験により固有周期を確認する。地震加速度の外形図を表 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。試験の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 4-1 固有周期 (単位：s)

地震加速度 (水平) (VbS293-1A)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
地震加速度 (水平) (VbS293-1B)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
地震加速度 (水平) (VbS293-1C)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
地震加速度 (水平) (VbS293-1D)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
地震加速度 (水平) (VbS293-2A)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
地震加速度 (水平) (VbS293-2B)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
地震加速度 (水平) (VbS293-2C)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
地震加速度 (水平) (VbS293-2D)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
地震加速度 (鉛直) (VbS293-3A)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
地震加速度 (鉛直) (VbS293-3B)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
地震加速度 (鉛直) (VbS293-3C)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
地震加速度 (鉛直) (VbS293-3D)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

- (1) 地震加速度の質量は重心に集中しているものとする。
- (2) 地震力は地震加速度に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 地震加速度は基礎ボルトで床に固定されており、固定端とする。
- (4) 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。
- (5) 地震加速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。
- (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

地震加速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 5-1 に示す。

5.2.2 許容応力

地震加速度の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 5-2 のとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

地震加速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 5-3 に示す。

表 5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	原子炉非常 停止信号	地震加速度大	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 5-2 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	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。

二

表 5-3 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

5.3 設計用地震力

地震加速度の設計用地震力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表5-4に示す。

「弾性設計用地震動 S d 又は静的震度」及び「基準地震動 S s」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表5-4 設計用地震力（設計基準対象施設）

機器名称	据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
		水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
地震加速度（水平） (VbS293-1A)	原子炉建物 EL 1.3 ^{*1}	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=0.71^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=1.41^{*3}$	$C_V=1.05^{*3}$
地震加速度（水平） (VbS293-1B)	原子炉建物 EL 1.3 ^{*1}	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=0.71^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=1.41^{*3}$	$C_V=1.05^{*3}$
地震加速度（水平） (VbS293-1C)	原子炉建物 EL 1.3 ^{*1}	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=0.71^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=1.41^{*3}$	$C_V=1.05^{*3}$
地震加速度（水平） (VbS293-1D)	原子炉建物 EL 1.3 ^{*1}	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=0.71^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=1.41^{*3}$	$C_V=1.05^{*3}$
地震加速度（水平） (VbS293-2A)	原子炉建物 EL 34.8 ^{*1}	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=1.56^{*2}$	$C_V=1.31^{*2}$	$C_H=2.07^{*3}$	$C_V=2.39^{*3}$
地震加速度（水平） (VbS293-2B)	原子炉建物 EL 34.8 ^{*1}	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=1.56^{*2}$	$C_V=1.31^{*2}$	$C_H=2.07^{*3}$	$C_V=2.39^{*3}$
地震加速度（水平） (VbS293-2C)	原子炉建物 EL 34.8 ^{*1}	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=1.56^{*2}$	$C_V=1.31^{*2}$	$C_H=2.07^{*3}$	$C_V=2.39^{*3}$
地震加速度（水平） (VbS293-2D)	原子炉建物 EL 34.8 ^{*1}	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=1.56^{*2}$	$C_V=1.31^{*2}$	$C_H=2.07^{*3}$	$C_V=2.39^{*3}$
地震加速度（鉛直） (VbS293-3A)	原子炉建物 EL 1.3 ^{*1}	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=0.71^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=1.41^{*3}$	$C_V=1.05^{*3}$
地震加速度（鉛直） (VbS293-3B)	原子炉建物 EL 1.3 ^{*1}	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=0.71^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=1.41^{*3}$	$C_V=1.05^{*3}$
地震加速度（鉛直） (VbS293-3C)	原子炉建物 EL 1.3 ^{*1}	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=0.71^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=1.41^{*3}$	$C_V=1.05^{*3}$
地震加速度（鉛直） (VbS293-3D)	原子炉建物 EL 1.3 ^{*1}	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=0.71^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=1.41^{*3}$	$C_V=1.05^{*3}$

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 基礎ボルトの計算方法

基礎ボルトの応力は、地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

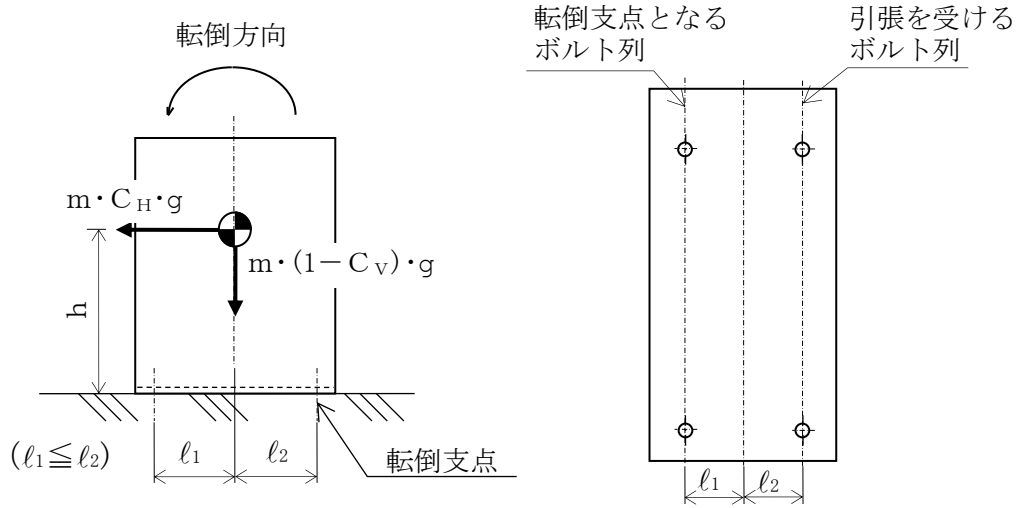


図5-1 計算モデル（短辺方向転倒） $(1 - C_V) \geq 0$

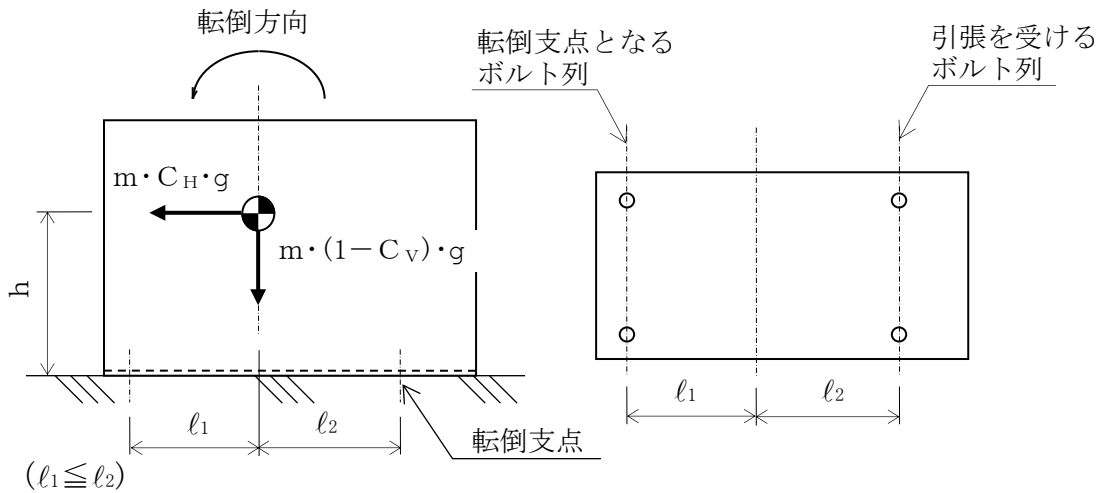


図5-2 計算モデル（長辺方向転倒） $(1 - C_V) \geq 0$ の場合

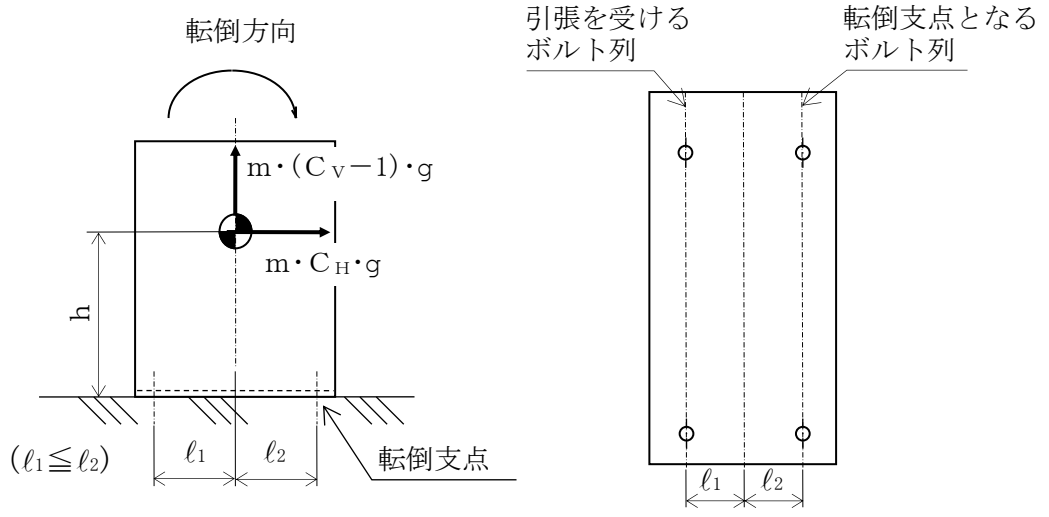


図5-3 計算モデル（短辺方向転倒） $(1 - C_V) < 0$ の場合

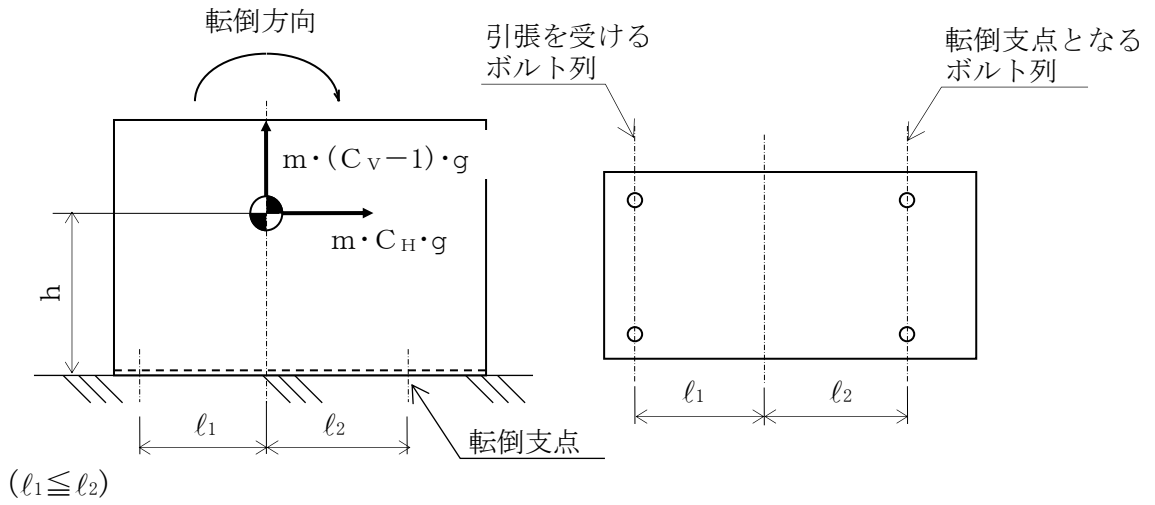


図5-4 計算モデル（長辺方向転倒） $(1 - C_V) < 0$ の場合

(1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は、図5-1～図5-4でそれぞれの基礎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の場合の引張力

$$F_b = \frac{m \cdot C_H \cdot h \cdot g - m \cdot (1 - C_V) \cdot l_1 \cdot g}{n_f \cdot (l_1 + l_2)} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.1)$$

計算モデル図5-3, 図5-4の場合の引張力

$$F_b = \frac{m \cdot C_H \cdot h \cdot g - m \cdot (1 - C_V) \cdot l_2 \cdot g}{n_f \cdot (l_1 + l_2)} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.2)$$

引張応力

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.3)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 A_{b1} は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

(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

$$Q_b = m \cdot C_H \cdot g \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.5)$$

せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.6)$$

5.5 計算条件

5.5.1 基礎ボルトの応力計算条件

基礎ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【地震加速度（水平）(VbS293-1A)の耐震性についての計算結果】【地震加速度（水平）(VbS293-1B)の耐震性についての計算結果】【地震加速度（水平）(VbS293-1C)の耐震性についての計算結果】【地震加速度（水平）(VbS293-1D)の耐震性についての計算結果】【地震加速度（水平）(VbS293-2A)の耐震性についての計算結果】【地震加速度（水平）(VbS293-2B)の耐震性についての計算結果】【地震加速度（水平）(VbS293-2C)の耐震性についての計算結果】【地震加速度（水平）(VbS293-2D)の耐震性についての計算結果】【地震加速度（鉛直）(VbS293-3A)の耐震性についての計算結果】【地震加速度（鉛直）(VbS293-3B)の耐震性についての計算結果】【地震加速度（鉛直）(VbS293-3C)の耐震性についての計算結果】【地震加速度（鉛直）(VbS293-3D)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_b は次式より求めた許容組合せ応力 f_{ts} 以下であること。ただし、 f_{to} は下表による。

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

せん断応力 τ_b は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。ただし、 f_{sb} は下表による。

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{to}	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sb}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 機能維持評価

6.1 電氣的機能維持評価方法

地震加速度の電氣的機能維持評価について以下に示す。

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

地震加速度の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体のサインビート波加振試験又は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 ($\times 9.8m/s^2$)

機器名称	方向	機能確認済加速度
地震加速度 (水平) (VbS293-1A)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
地震加速度 (水平) (VbS293-1B)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
地震加速度 (水平) (VbS293-1C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
地震加速度 (水平) (VbS293-1D)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
地震加速度 (水平) (VbS293-2A)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
地震加速度 (水平) (VbS293-2B)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
地震加速度 (水平) (VbS293-2C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
地震加速度 (水平) (VbS293-2D)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
地震加速度 (鉛直) (VbS293-3A)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
地震加速度 (鉛直) (VbS293-3B)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
地震加速度 (鉛直) (VbS293-3C)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
地震加速度 (鉛直) (VbS293-3D)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>

7. 評価結果

7.1 設計基準対象施設としての評価結果

地震加速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を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【地震加速度（水平）(VbS293-1A) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
地震加速度（水平） (VbS293-1A)	S	原子炉建物 EL 1.3*1	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.71*2	C _V =0.48*2	C _H =1.41*3	C _V =1.05*3	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113.1	4	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

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	110	110	2	211	253	短辺方向	短辺方向
	190	230	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		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	SS41	引張	$\sigma_b=0$	$f_{ts}=158^*$	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=190^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=122$	$\tau_b=3$	$f_{sb}=146$

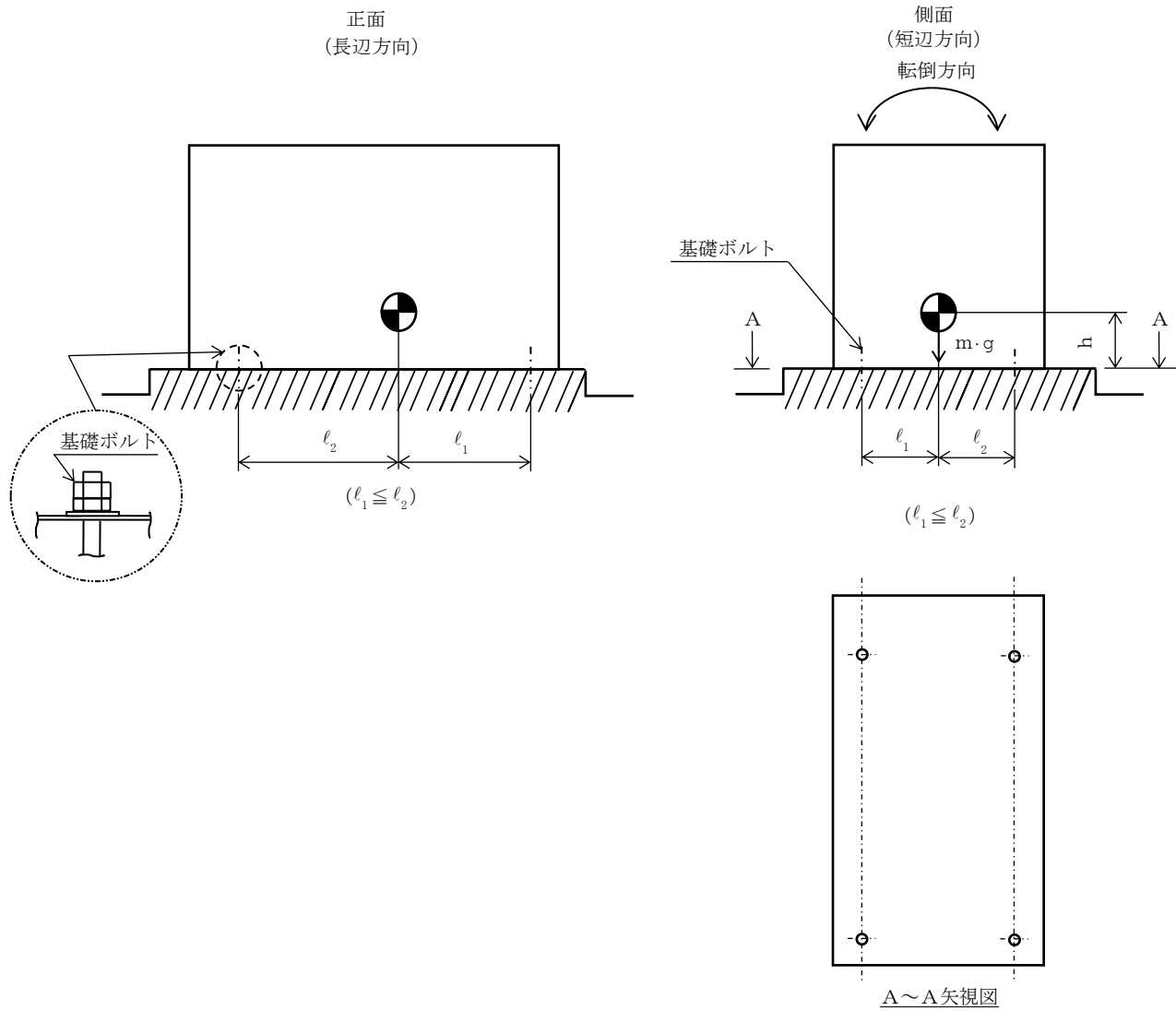
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
地震加速度 (水平) (VbS293-1A)	水平方向	1.17	□
	鉛直方向	0.87	□

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



【地震加速度（水平）（VbS293-1B）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
地震加速度（水平） (VbS293-1B)	S	原子炉建物 EL 1.3*1	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=0.71^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=1.41^{*3}$	$C_V=1.05^{*3}$	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	A b (mm ²)	n	S y (MPa)	S u (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113.1	4	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

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	110	110	2	211	253	短辺方向	短辺方向
	190	230	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		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	SS41	引張	$\sigma_b=0$	$f_{ts}=158^*$	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=190^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=122$	$\tau_b=3$	$f_{sb}=146$

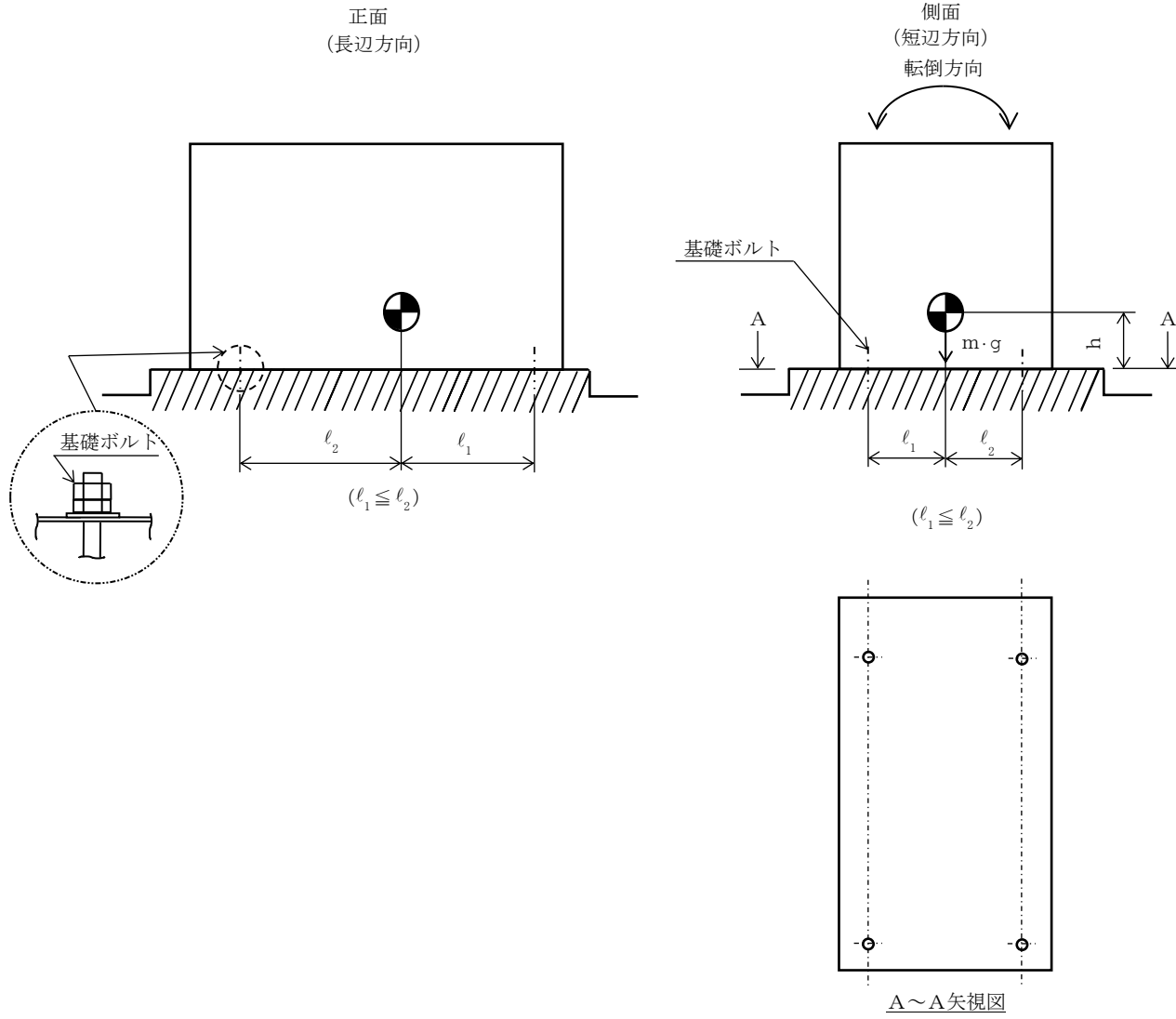
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
地震加速度 (水平) (VbS293-1B)	水平方向	1.17	□
	鉛直方向	0.87	□

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



【地震加速度（水平）(VbS293-1C) 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	
地震加速度（水平） (VbS293-1C)	S	原子炉建物 EL 1.3*1	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=0.71^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=1.41^{*3}$	$C_V=1.05^{*3}$	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113.1	4	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

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	110	110	2	211	253	短辺方向	短辺方向
	190	230	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		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	SS41	引張	$\sigma_b = 0$	$f_{ts} = 158^*$	$\sigma_b = 2$	$f_{ts} = 190^*$
		せん断	$\tau_b = 1$	$f_{sb} = 122$	$\tau_b = 3$	$f_{sb} = 146$

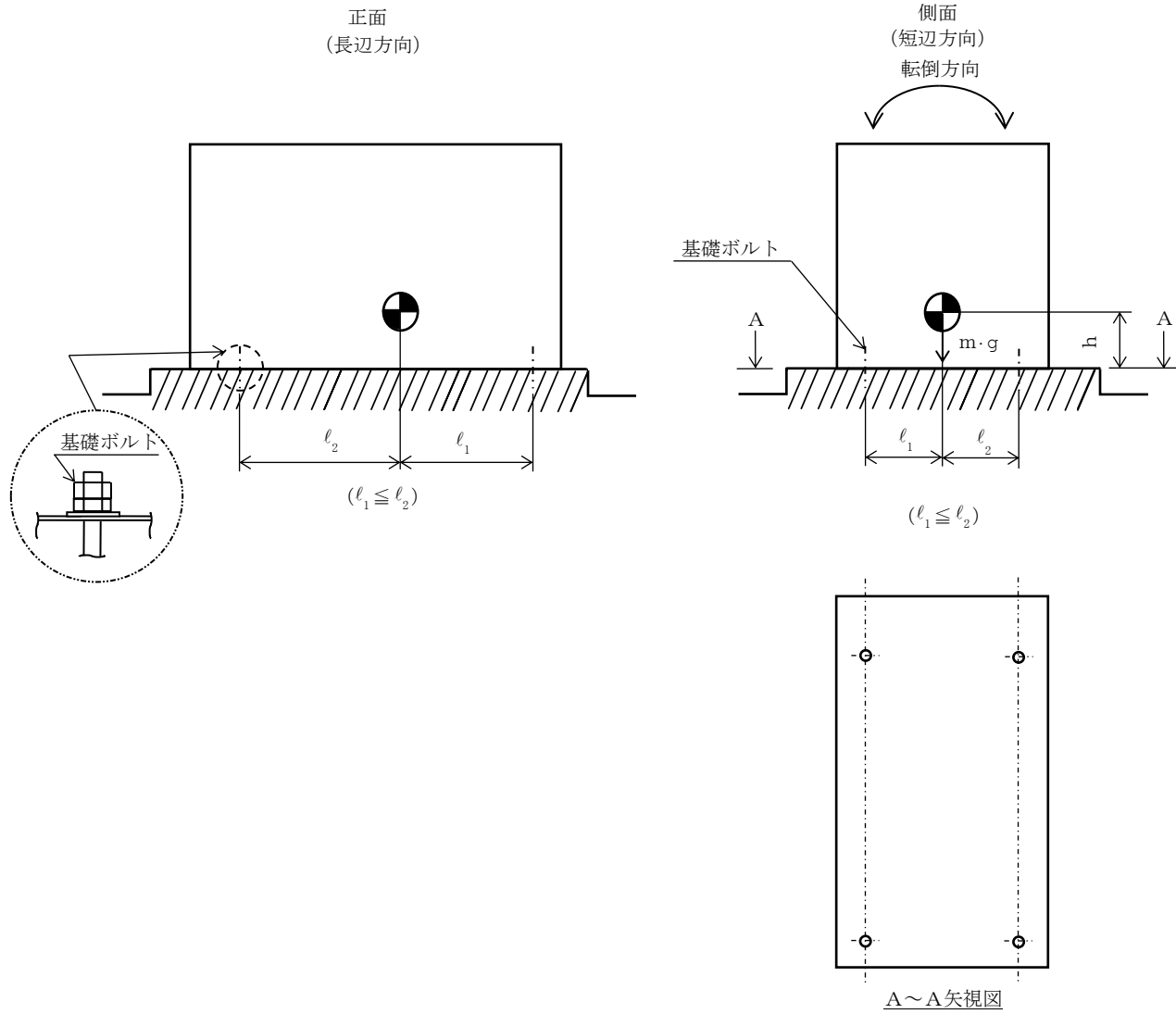
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
地震加速度 (水平) (VbS293-1C)	水平方向	1.17	□
	鉛直方向	0.87	□

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



【地震加速度（水平）(VbS293-1D) 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	
地震加速度（水平） (VbS293-1D)	S	原子炉建物 EL 1.3*1	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=0.71^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=1.41^{*3}$	$C_V=1.05^{*3}$	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113.1	4	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

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	110	110	2	211	253	短辺方向	短辺方向
	190	230	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		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	SS41	引張	$\sigma_b = 0$	$f_{ts} = 158^*$	$\sigma_b = 2$	$f_{ts} = 190^*$
		せん断	$\tau_b = 1$	$f_{sb} = 122$	$\tau_b = 3$	$f_{sb} = 146$

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

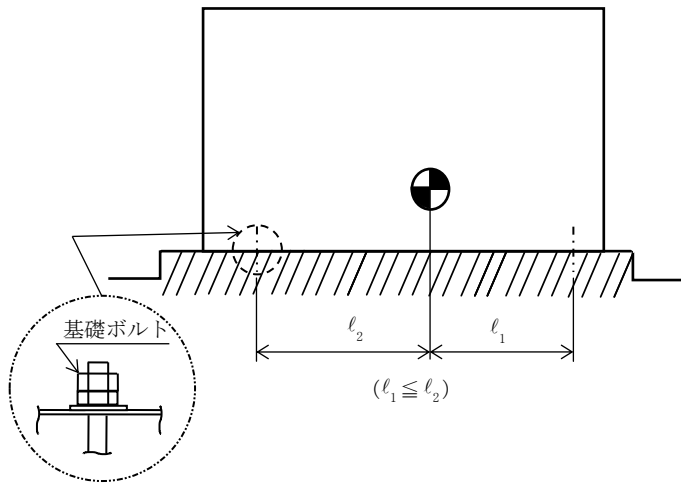
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

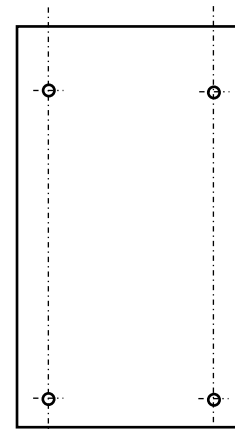
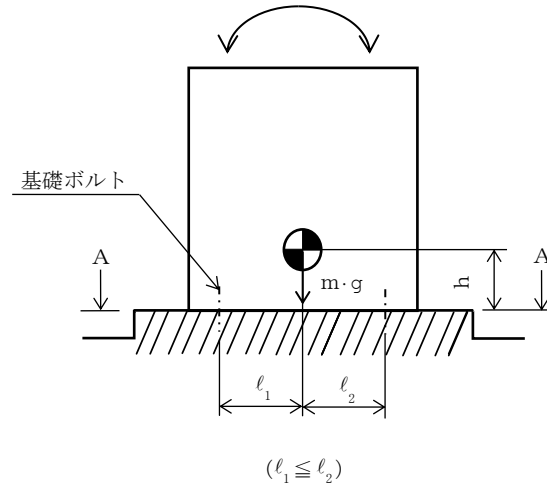
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
地震加速度 (水平) (VbS293-1D)	水平方向	1.17	□
	鉛直方向	0.87	□

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

正面
(長辺方向)



側面
(短辺方向)
転倒方向



A~A矢视图

【地震加速度（水平）（VbS293-2A）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
地震加速度（水平） (VbS293-2A)	S	原子炉建物 EL 34.8*1	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=1.56^{*2}$	$C_V=1.31^{*2}$	$C_H=2.07^{*3}$	$C_V=2.39^{*3}$	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	A b (mm ²)	n	S y (MPa)	S u (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113.1	4	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

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	110	110	2	211	253	短辺方向	短辺方向
	190	230	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		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	SS41	引張	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=158^*$	$\sigma_b=5$	$f_{ts}=190^*$
		せん断	$\tau_b=3$	$f_{sb}=122$	$\tau_b=4$	$f_{sb}=146$

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

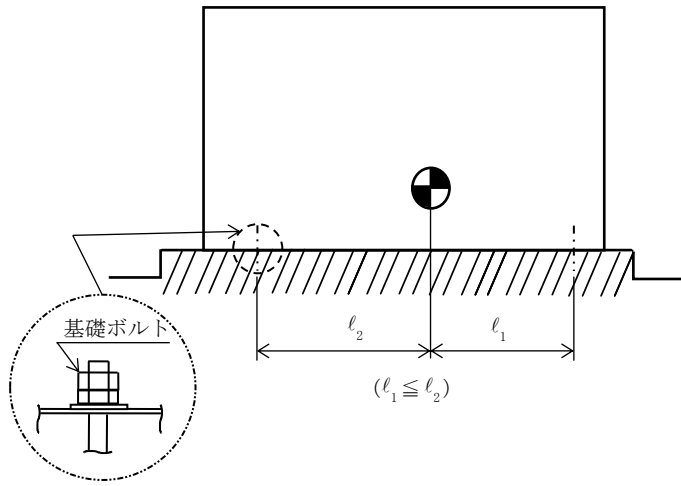
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

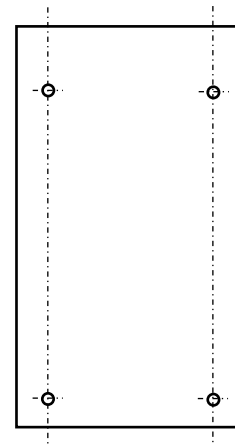
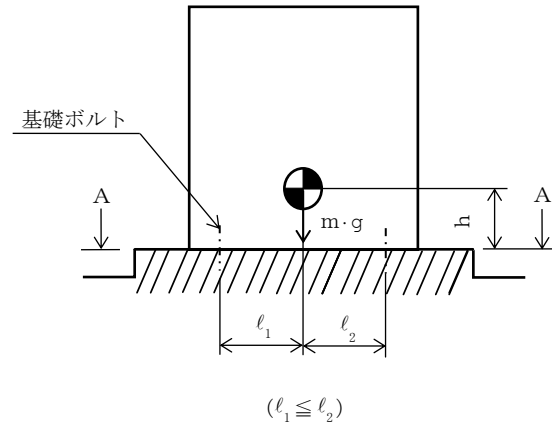
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
地震加速度 (水平) (VbS293-2A)	水平方向	1.17	□
	鉛直方向	1.49	□

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

正面
(長辺方向)



側面
(短辺方向)
転倒方向



A~A 矢視図

【地震加速度（水平）（VbS293-2B）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
地震加速度（水平） (VbS293-2B)	S	原子炉建物 EL 34.8*1	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=1.56^{*2}$	$C_V=1.31^{*2}$	$C_H=2.07^{*3}$	$C_V=2.39^{*3}$	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	A b (mm ²)	n	S y (MPa)	S u (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113.1	4	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

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	110	110	2	211	253	短辺方向	短辺方向
	190	230	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		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	SS41	引張	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=158^*$	$\sigma_b=5$	$f_{ts}=190^*$
		せん断	$\tau_b=3$	$f_{sb}=122$	$\tau_b=4$	$f_{sb}=146$

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

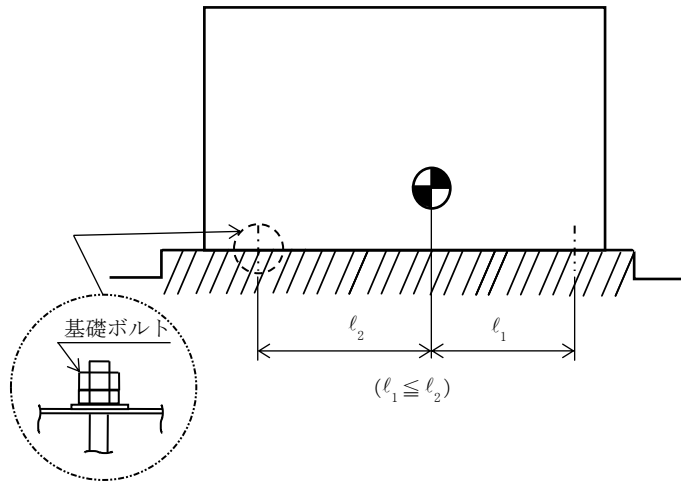
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

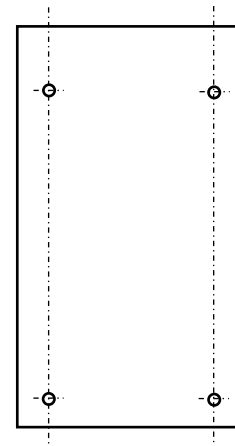
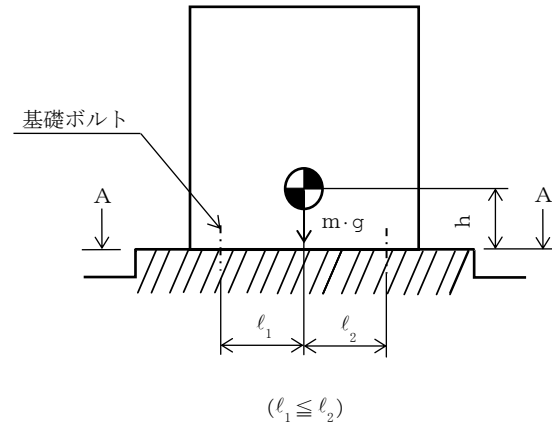
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
地震加速度 (水平) (VbS293-2B)	水平方向	1.17	□
	鉛直方向	1.49	□

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

正面
(長辺方向)



側面
(短辺方向)
転倒方向



A~A 矢视图

【地震加速度（水平）（VbS293-2C）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
地震加速度（水平） (VbS293-2C)	S	原子炉建物 EL 34.8*1	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=1.56^{*2}$	$C_V=1.31^{*2}$	$C_H=2.07^{*3}$	$C_V=2.39^{*3}$	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	A b (mm ²)	n	S y (MPa)	S u (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113.1	4	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

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	110	110	2	211	253	短辺方向	短辺方向
	190	230	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		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	SS41	引張	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=158^*$	$\sigma_b=5$	$f_{ts}=190^*$
		せん断	$\tau_b=3$	$f_{sb}=122$	$\tau_b=4$	$f_{sb}=146$

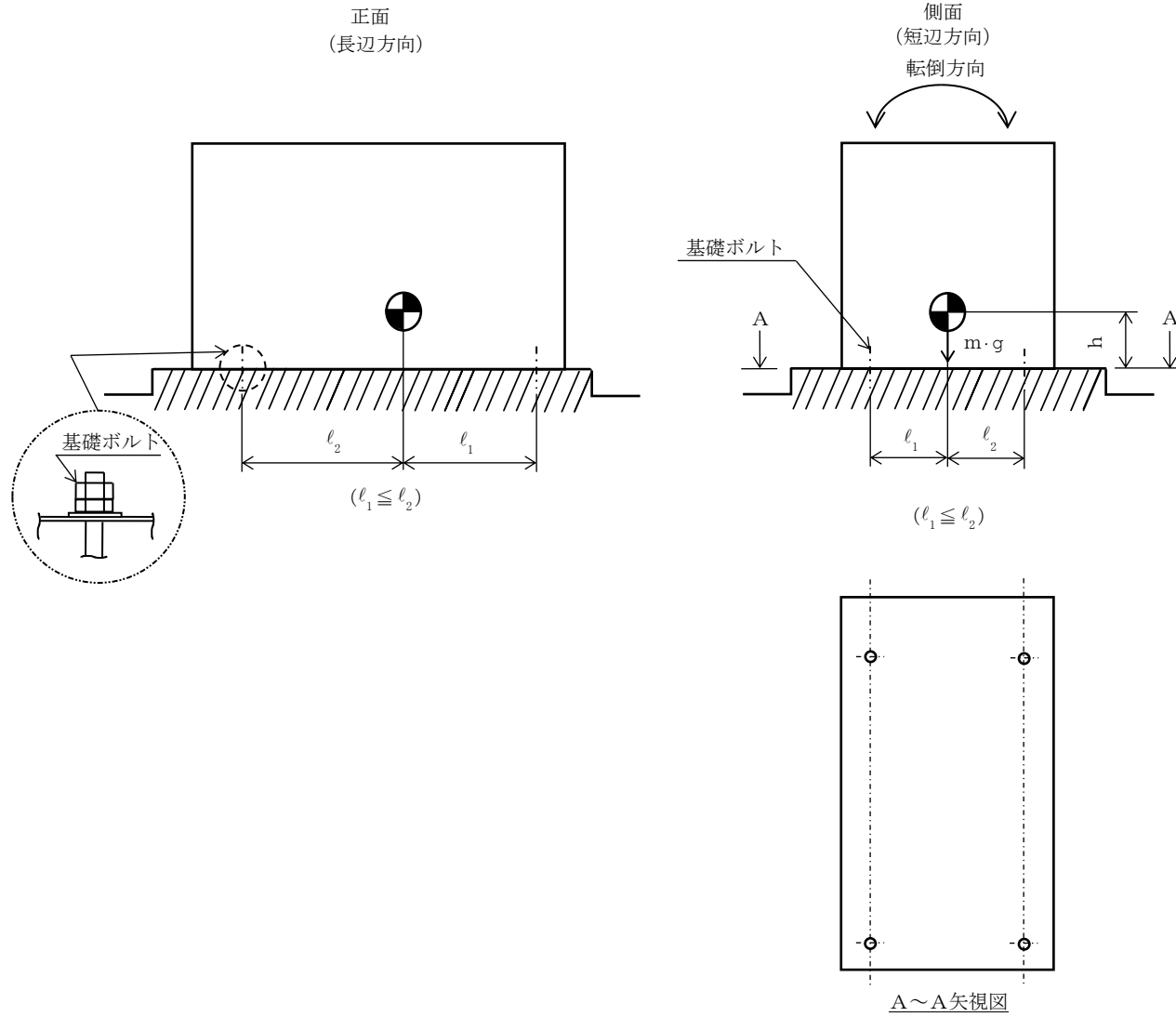
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
地震加速度 (水平) (VbS293-2C)	水平方向	1.17	□
	鉛直方向	1.49	□

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



【地震加速度（水平）（VbS293-2D）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
地震加速度（水平） (VbS293-2D)	S	原子炉建物 EL 34.8*1	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=1.56^{*2}$	$C_V=1.31^{*2}$	$C_H=2.07^{*3}$	$C_V=2.39^{*3}$	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	A b (mm ²)	n	S y (MPa)	S u (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113.1	4	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

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	110	110	2	211	253	短辺方向	短辺方向
	190	230	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		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	SS41	引張	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=158^*$	$\sigma_b=5$	$f_{ts}=190^*$
		せん断	$\tau_b=3$	$f_{sb}=122$	$\tau_b=4$	$f_{sb}=146$

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

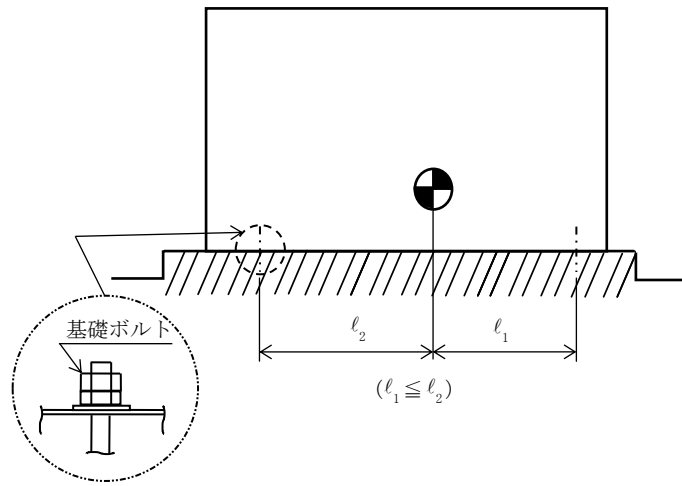
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

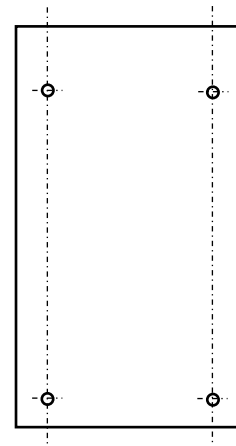
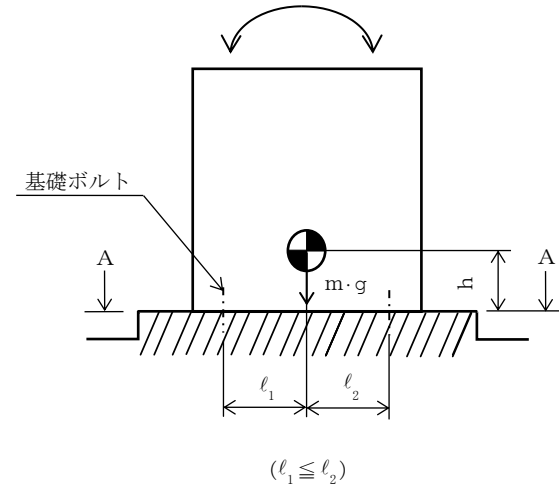
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
地震加速度 (水平) (VbS293-2D)	水平方向	1.17	□
	鉛直方向	1.49	□

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

正面
(長辺方向)



側面
(短辺方向)
転倒方向



A~A 矢视图

【地震加速度（鉛直）（VbS293-3A）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	
地震加速度（鉛直） (VbS293-3A)	S	原子炉建物 EL 1.3*1	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=0.71^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=1.41^{*3}$	$C_V=1.05^{*3}$	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113.1	4	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

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	110	110	2	211	253	短辺方向	短辺方向
	190	230	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		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	SS41	引張	$\sigma_b = 0$	$f_{ts} = 158^*$	$\sigma_b = 2$	$f_{ts} = 190^*$
		せん断	$\tau_b = 1$	$f_{sb} = 122$	$\tau_b = 3$	$f_{sb} = 146$

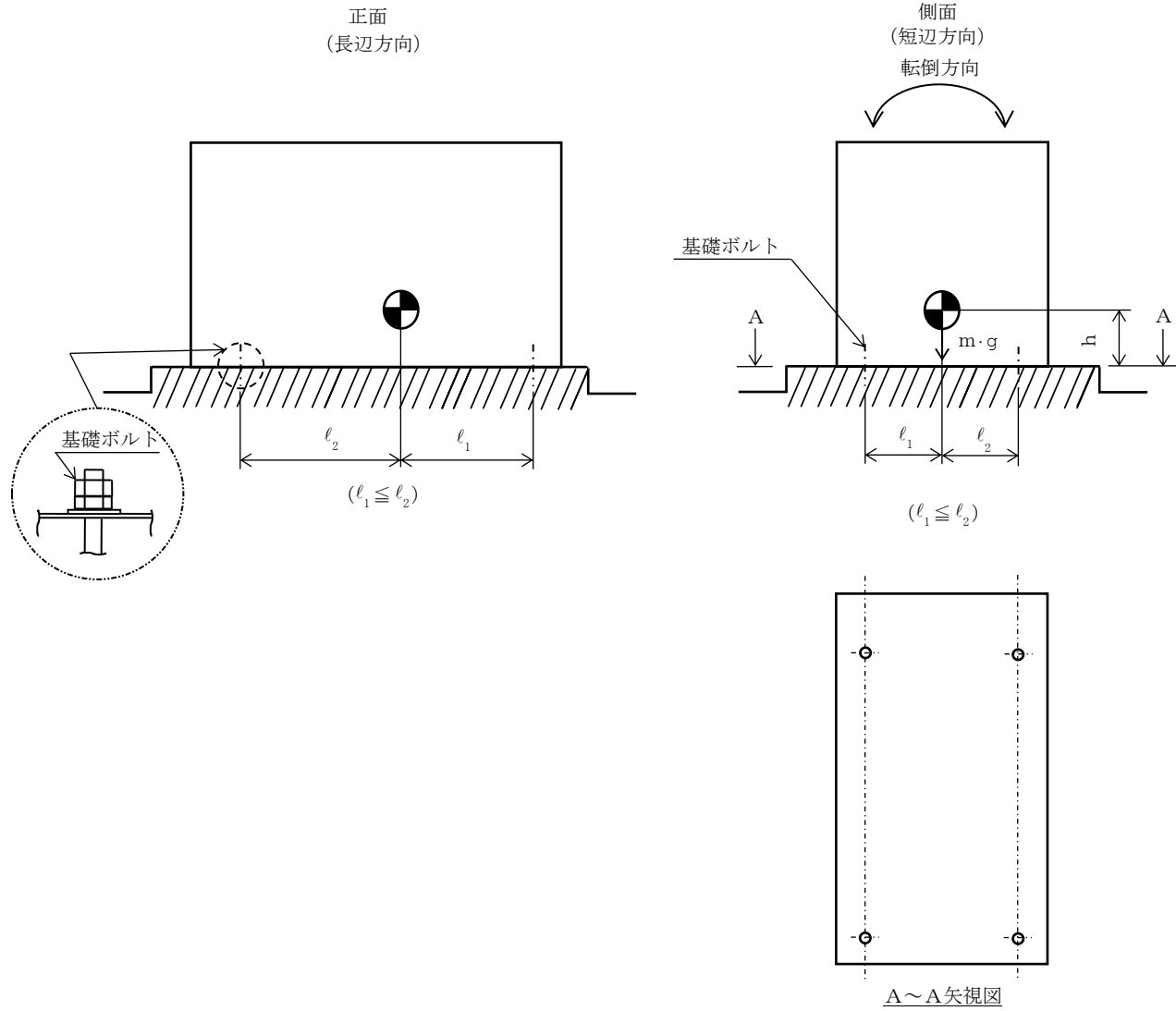
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
地震加速度 (鉛直) (VbS293-3A)	水平方向	1.17	□
	鉛直方向	0.87	□

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



【地震加速度（鉛直）（VbS293-3B）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
地震加速度（鉛直） (VbS293-3B)	S	原子炉建物 EL 1.3*1	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=0.71^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=1.41^{*3}$	$C_V=1.05^{*3}$	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	A b (mm ²)	n	S y (MPa)	S u (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113.1	4	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

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	110	110	2	211	253	短辺方向	短辺方向
	190	230	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		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	SS41	引張	$\sigma_b = 0$	$f_{ts} = 158^*$	$\sigma_b = 2$	$f_{ts} = 190^*$
		せん断	$\tau_b = 1$	$f_{sb} = 122$	$\tau_b = 3$	$f_{sb} = 146$

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

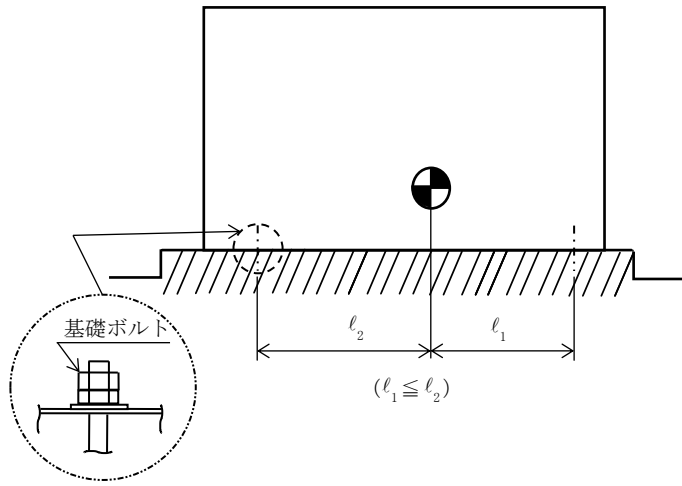
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

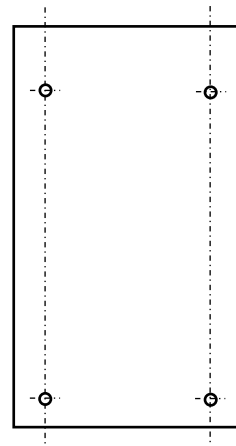
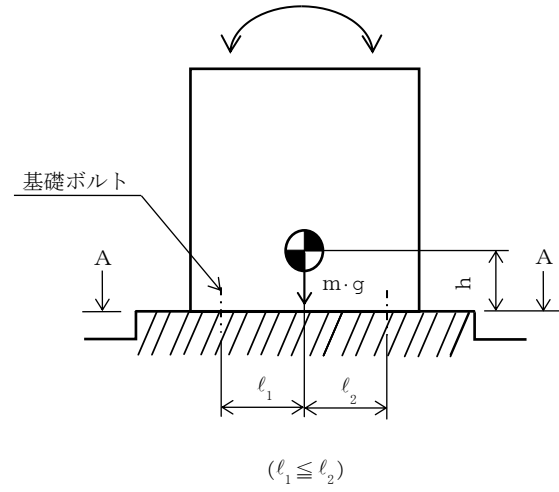
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
地震加速度 (鉛直) (VbS293-3B)	水平方向	1.17	□
	鉛直方向	0.87	□

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

正面
(長辺方向)



側面
(短辺方向)
転倒方向



A~A 矢視図

【地震加速度（鉛直）（VbS293-3C）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	
地震加速度（鉛直） (VbS293-3C)	S	原子炉建物 EL 1.3*1	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=0.71^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=1.41^{*3}$	$C_V=1.05^{*3}$	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	A b (mm ²)	n	S y (MPa)	S u (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113.1	4	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

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	110	110	2	211	253	短辺方向	短辺方向
	190	230	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		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	SS41	引張	$\sigma_b=0$	$f_{ts}=158^*$	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=190^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=122$	$\tau_b=3$	$f_{sb}=146$

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

すべて許容応力以下である。

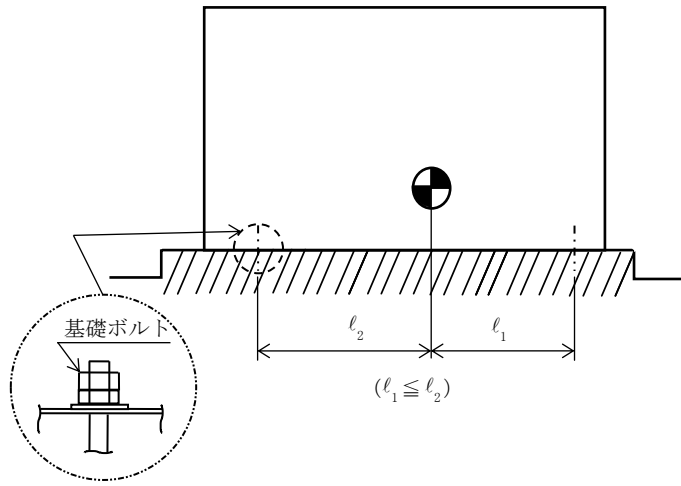
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

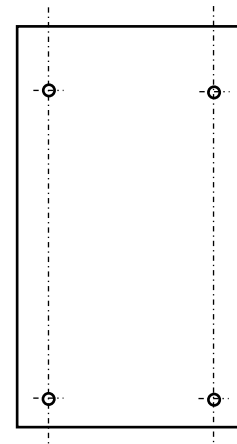
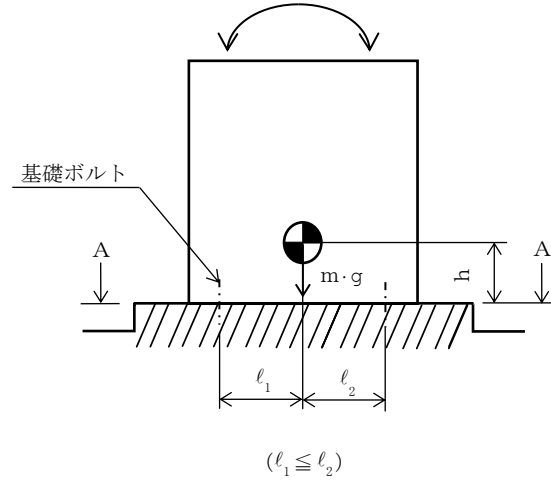
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
地震加速度 (鉛直) (VbS293-3C)	水平方向	1.17	□
	鉛直方向	0.87	□

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

正面
(長辺方向)



側面
(短辺方向)
転倒方向



A~A 矢視図

【地震加速度（鉛直）（VbS293-3D）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	
地震加速度（鉛直） (VbS293-3D)	S	原子炉建物 EL 1.3*1	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=0.71^{*2}$	$C_V=0.48^{*2}$	$C_H=1.41^{*3}$	$C_V=1.05^{*3}$	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	A b (mm ²)	n	S y (MPa)	S u (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113.1	4	211 (40mm<径≤100mm)	394 (40mm<径≤100mm)

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	110	110	2	211	253	短辺方向	短辺方向
	190	230	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		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	SS41	引張	$\sigma_b=0$	$f_{ts}=158^*$	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=190^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=122$	$\tau_b=3$	$f_{sb}=146$

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

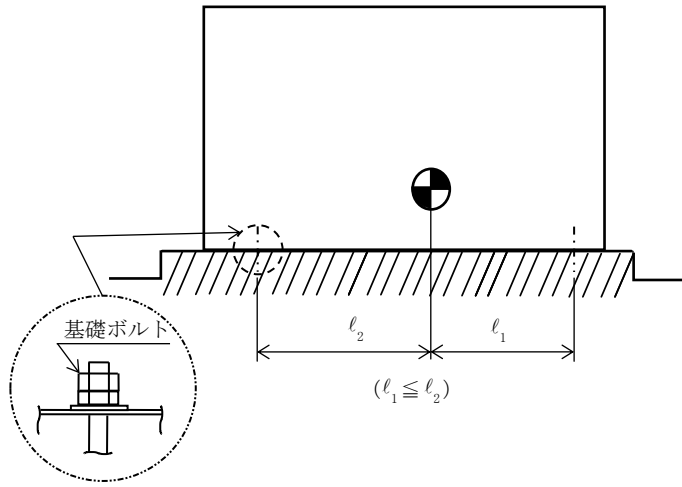
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

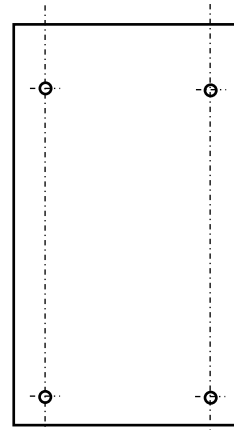
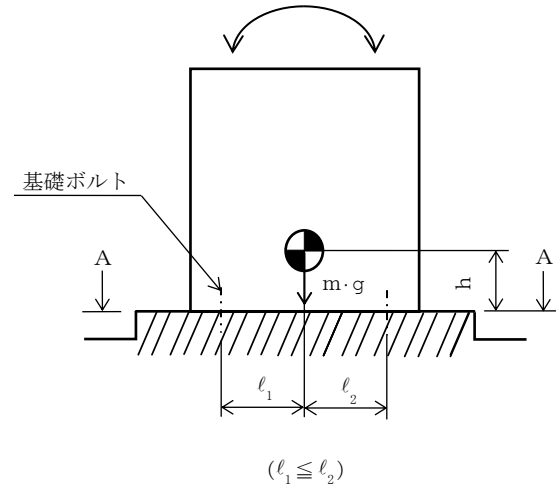
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
地震加速度 (鉛直) (VbS293-3D)	水平方向	1.17	□
	鉛直方向	0.87	□

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

正面
(長辺方向)



側面
(短辺方向)
転倒方向



A~A 矢视图

VI-2-6-5-49 主蒸気管トンネル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	9
2.3 適用規格・基準等	10
2.4 記号の説明	11
2.5 計算精度と数値の丸め方	12
3. 評価部位	13
4. 固有周期	14
4.1 固有値解析方法	14
4.2 解析モデル及び諸元	14
4.3 固有値解析結果	18
5. 構造強度評価	25
5.1 構造強度評価方法	25
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	25
5.3 設計用地震力	29
5.4 計算方法	31
5.5 計算条件	39
5.6 応力の評価	39
6. 機能維持評価	40
6.1 電氣的機能維持評価方法	40
7. 評価結果	42
7.1 設計基準対象施設としての評価結果	42

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、主蒸気管トンネル温度が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

主蒸気管トンネル温度は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に分類される。以下、設計基準対象施設としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

主蒸気管トンネル温度の構造計画を表 2-1～表 2-6 に示す。

表 2-1 構造計画 (その 1)

計画の概要		概略構造図																							
基礎・支持構造	主体構造																								
<p>検出器は、計器取付ボルトによりサポート鋼材に固定する。 サポート鋼材は、基礎ボルトにより天井に設置する。</p>	<p>主蒸気管トンネル温度 検出器</p>																								
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>対象機器</th> <th>TE202-4A</th> <th>TE202-4B</th> <th>TE202-4C</th> <th>TE202-4D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				対象機器	TE202-4A	TE202-4B	TE202-4C	TE202-4D	たて					横					高さ				
対象機器	TE202-4A	TE202-4B	TE202-4C	TE202-4D																					
たて																									
横																									
高さ																									
		(単位 : mm)																							

表 2-2 構造計画 (その 2) (1/2)

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サポート鋼材に固定する。 サポート鋼材は、基礎ボルトにより梁に設置する。</p>	<p>主蒸気管トンネル温度 検出器</p>	<p>(側面図)</p> <p>(正面図)</p>

表 2-2 構造計画 (その 2) (2/2)

計画の概要		概略構造図																																											
基礎・支持構造	主体構造																																												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>対象機器</th> <th>TE202-5A</th> <th>TE202-5B</th> <th>TE202-5C</th> <th>TE202-5D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>対象機器</th> <th>TE202-7A</th> <th>TE202-7B</th> <th>TE202-7C</th> <th>TE202-7D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				対象機器	TE202-5A	TE202-5B	TE202-5C	TE202-5D	たて					横					高さ					対象機器	TE202-7A	TE202-7B	TE202-7C	TE202-7D	たて					横					高さ				
対象機器	TE202-5A	TE202-5B	TE202-5C	TE202-5D																																									
たて																																													
横																																													
高さ																																													
対象機器	TE202-7A	TE202-7B	TE202-7C	TE202-7D																																									
たて																																													
横																																													
高さ																																													

(単位 : mm)

表 2-3 構造計画 (その 3)

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サポート鋼材に固定する。 サポート鋼材は、基礎ボルトにより天井に設置する。</p>	<p>主蒸気管トンネル温度 検出器</p>	<p>基礎ボルト (ケミカルアンカ)</p> <p>(平面図)</p> <p>(天井)</p> <p>サポート鋼材 (山形鋼)</p> <p>(正面図)</p> <p>検出器</p> <p>計器取付 ボルト</p> <p>(側面図)</p> <p>(単位 : mm)</p> <p>主蒸気管トンネル温度 (TE202-6A)</p>

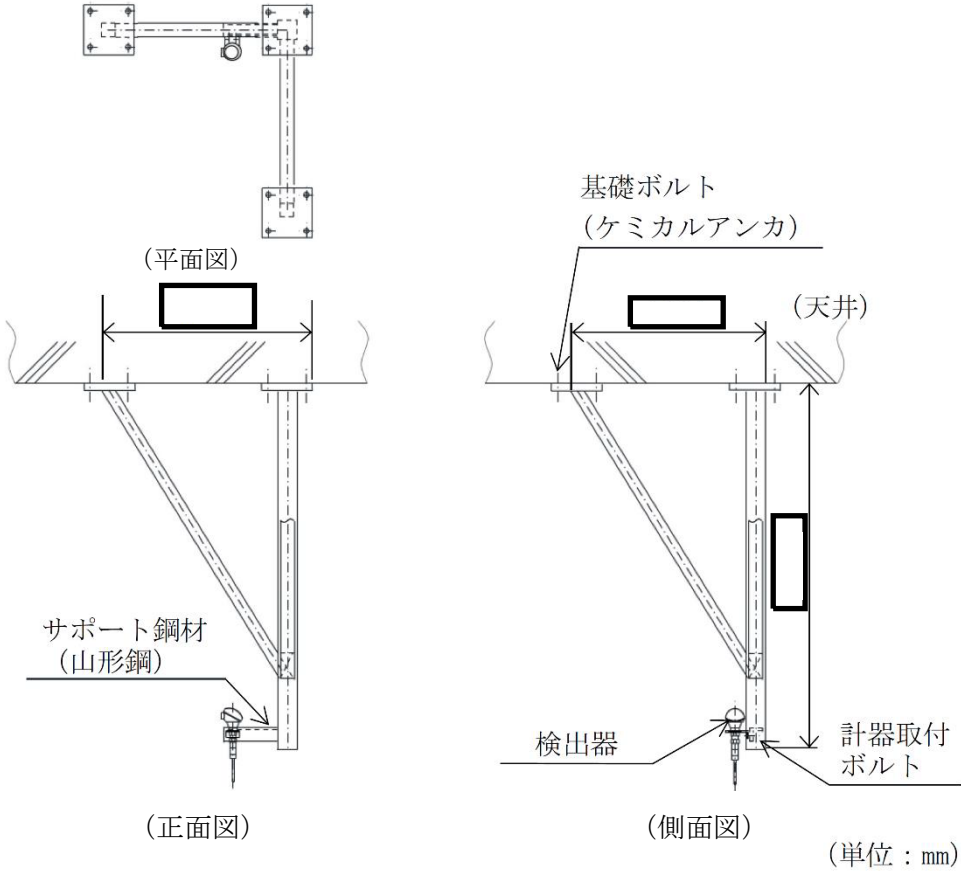
表 2-4 構造計画 (その 4)

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サポート鋼材に固定する。 サポート鋼材は、基礎ボルトにより天井に設置する。</p>	<p>主蒸気管トンネル温度 検出器</p>	<p>(平面図)</p> <p>基礎ボルト (ケミカルアンカ)</p> <p>(天井)</p> <p>サポート鋼材 (山形鋼)</p> <p>検出器</p> <p>計器取付ボルト</p> <p>(正面図)</p> <p>(側面図) (単位: mm)</p> <p>主蒸気管トンネル温度 (TE202-6B)</p>

表 2-5 構造計画 (その 5)

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サポート鋼材に固定する。 サポート鋼材は、基礎ボルトにより天井に設置する。</p>	<p>主蒸気管トンネル温度 検出器</p>	<p>(平面図)</p> <p>(正面図)</p> <p>(側面図) (単位：mm)</p> <p>基礎ボルト (ケミカルアンカ)</p> <p>(天井)</p> <p>サポート鋼材 (山形鋼)</p> <p>検出器</p> <p>計器取付ボルト</p> <p>主蒸気管トンネル温度 (TE202-6C)</p>

表 2-6 構造計画 (その 6)

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サポート鋼材に固定する。 サポート鋼材は、基礎ボルトにより天井に設置する。</p>	<p>主蒸気管トンネル温度 検出器</p>	 <p>主蒸気管トンネル温度 (TE202-6D)</p>

2.2 評価方針

主蒸気管トンネル温度の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示す主蒸気管トンネル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、主蒸気管トンネル温度の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「6. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「7. 評価結果」に示す。

主蒸気管トンネル温度の耐震評価フローを図2-1に示す。

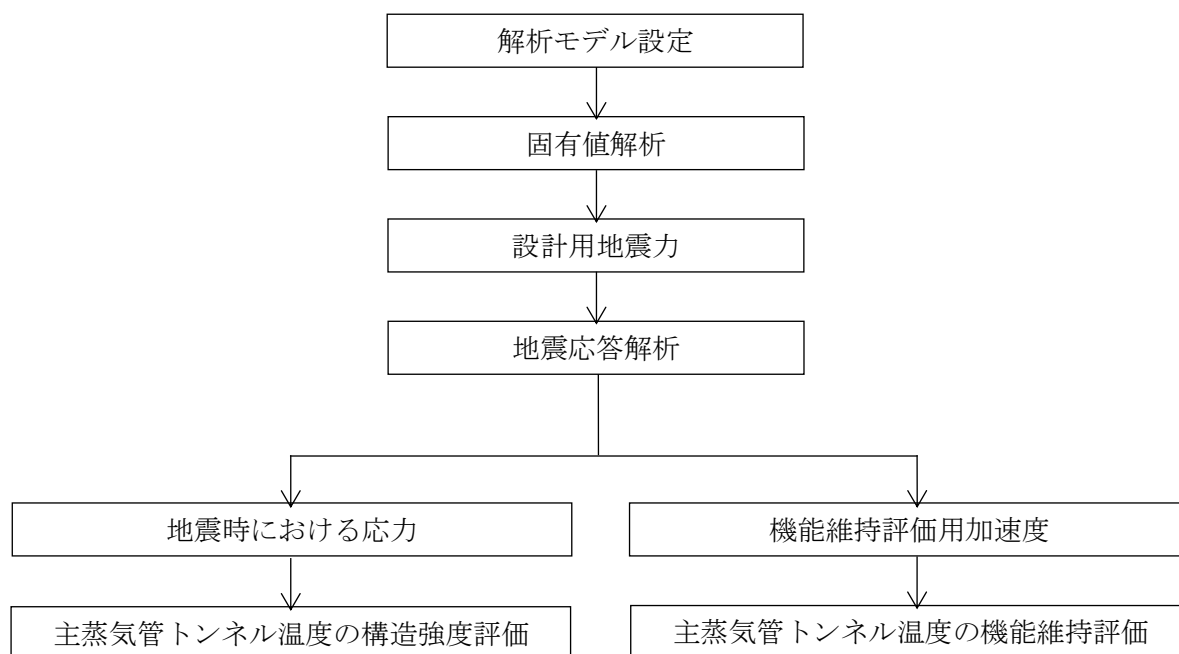


図2-1 主蒸気管トンネル温度の耐震評価フロー

2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

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

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	サポート鋼材の断面積	mm ²
A _b	基礎ボルトの軸断面積	mm ²
C _H	水平方向設計震度	—
C _V	鉛直方向設計震度	—
d	基礎ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3133に定める値	MPa
F _b	基礎ボルトに作用する引張力	N
f _{s b}	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f _{t o}	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f _{t s}	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力)	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
Q _b	基礎ボルトに作用するせん断力 (1本当たり)	N
S _u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
S _y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
S _y (R T)	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の 40°Cにおける値	MPa
W	検出器の荷重	N
W ₁	検出器の荷重	N
W ₂	電線管類の荷重	N
Z ₁	サポート鋼材の弱軸回りの断面係数	mm ³
Z ₂	サポート鋼材の強軸回りの断面係数	mm ³
Z _p	サポート鋼材のねじり断面係数	mm ³
π	円周率	—
σ _b	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
τ _b	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa

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 2-7 に示すとおりである。

表 2-7 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
力	N	有効数字 5 桁目 ^{*3}	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2, *3}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*4}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：計算機プログラム固有の桁処理により算出値が有効数字 4 桁以下となる場合は、計算機プログラム保有の最大桁数表示とする。

*4：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

3. 評価部位

主蒸気管トンネル温度の耐震評価は、「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる基礎ボルトについて実施する。主蒸気管トンネル温度の耐震評価部位については、表 2-1～表 2-6 の概略構造図に示す。

4. 固有周期

4.1 固有値解析方法

主蒸気管トンネル温度の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) 主蒸気管トンネル温度は、「4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元はりモデルとする。

4.2 解析モデル及び諸元

主蒸気管トンネル温度の解析モデルを図 4-1～図 4-6 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【主蒸気管トンネル温度 (TE202-4A) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-4B) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-4C) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-4D) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-5A) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-5B) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-5C) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-5D) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-6A) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-6B) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-6C) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-6D) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-7A) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-7B) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-7C) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-7D) 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) 主蒸気管トンネル温度の検出器及び電線管類の質量は、それぞれの重心に集中するものとする。
- (2) 主蒸気管トンネル温度の検出器及び電線管類の重心位置については、計算条件が厳しくなる位置に重心位置を設定する。
- (3) 拘束条件は、基礎部の並進方向及び回転方向を固定する。なお、基礎ボルトは剛体として評価する。
- (4) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。
- (5) 解析コードは、「NSAFE」を使用し、固有値及び荷重を求める。

なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム (解析コード) の概要」に示す。

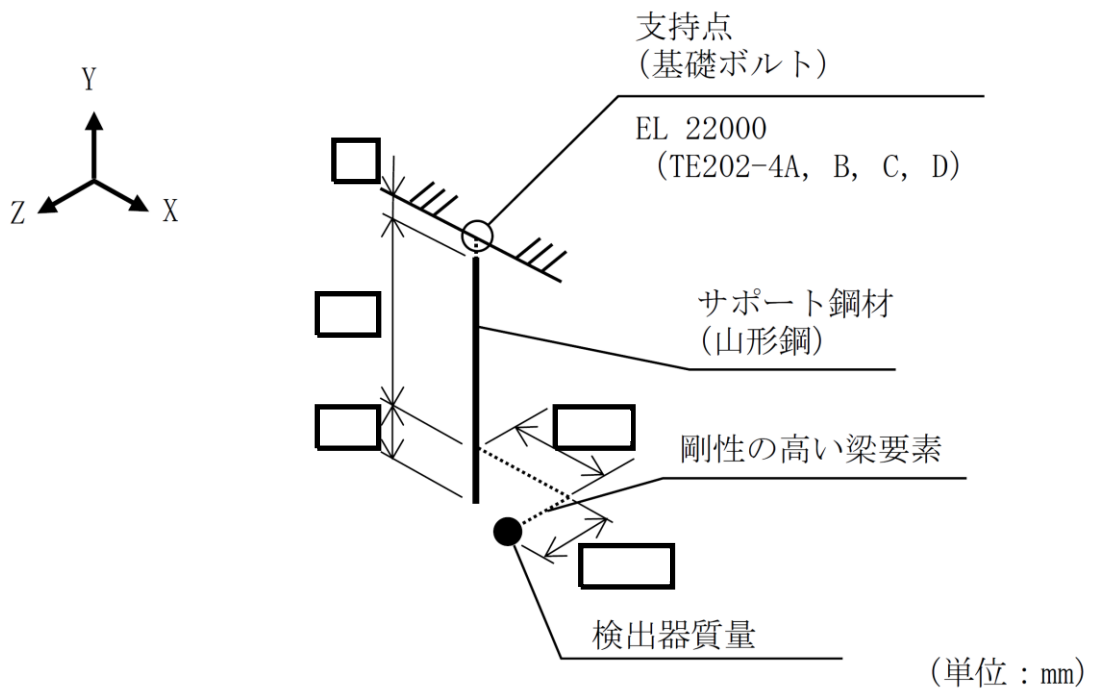


図 4-1 解析モデル (TE202-4A, B, C, D)

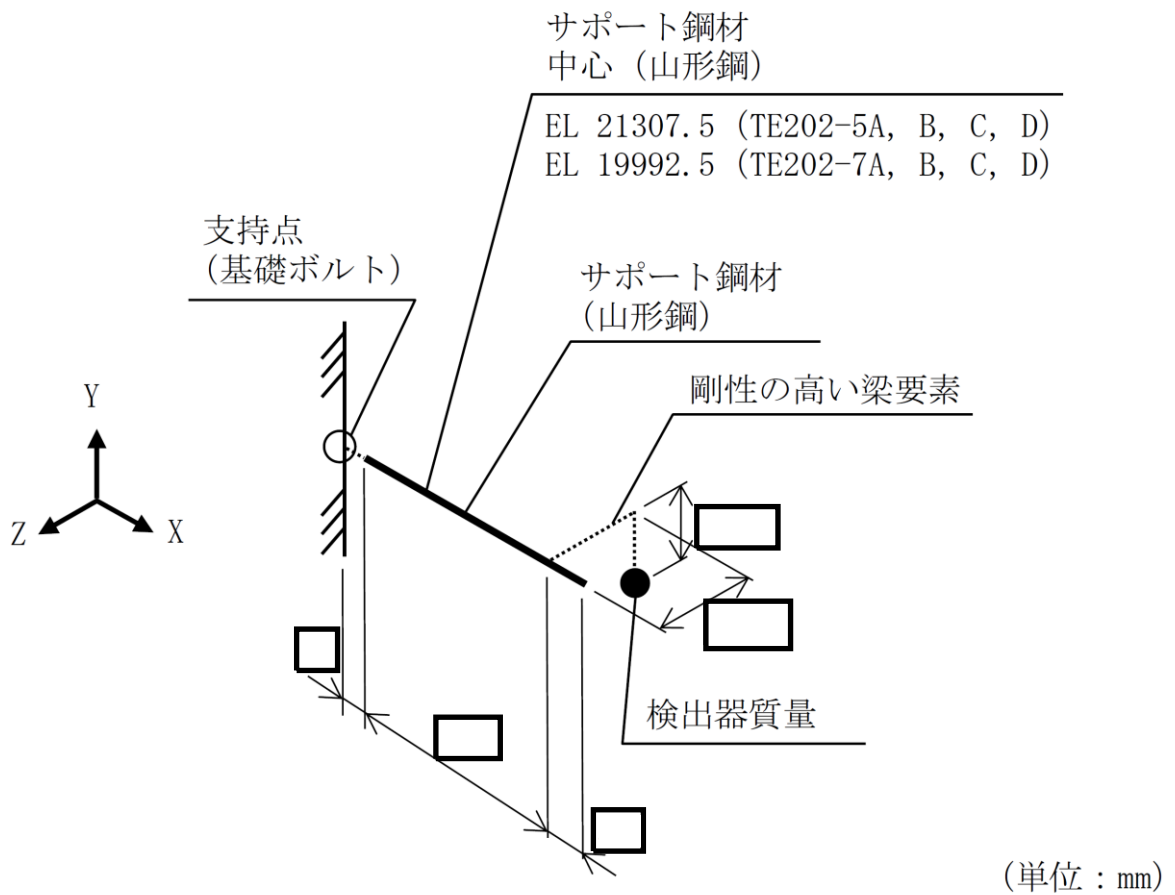


図 4-2 解析モデル (TE202-5A, B, C, D, TE202-7A, B, C, D)

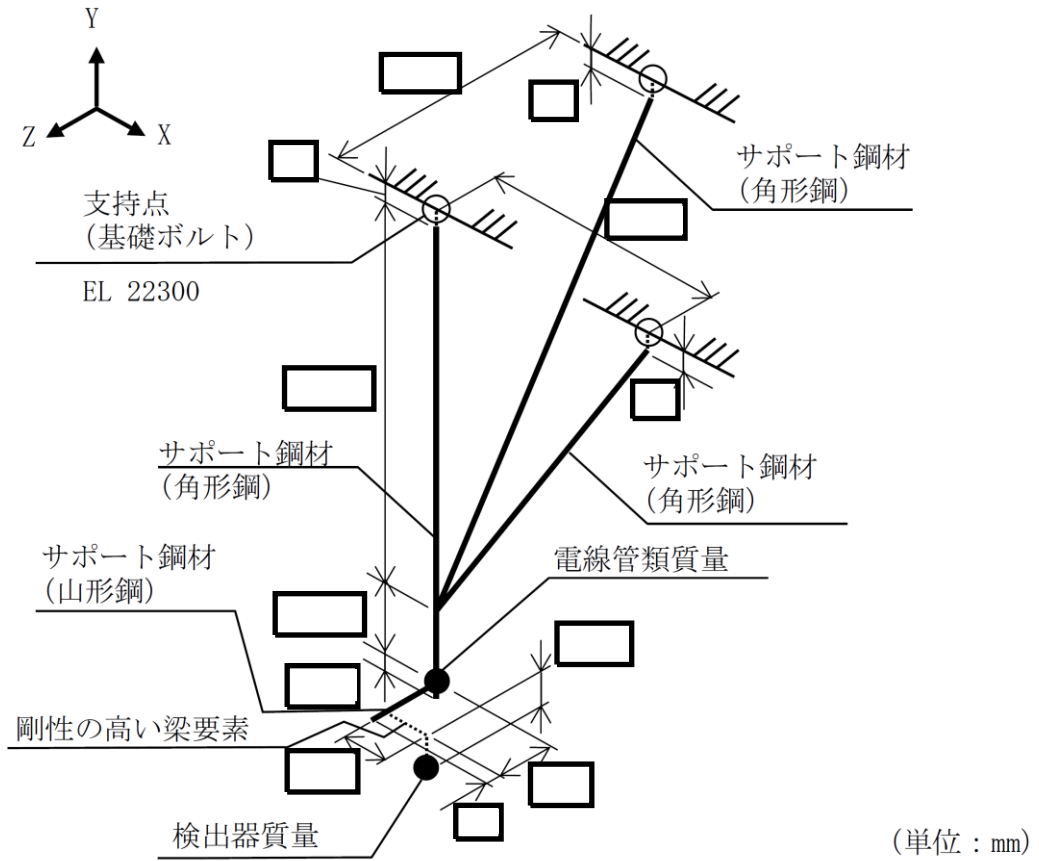


図4-3 解析モデル (TE202-6A)

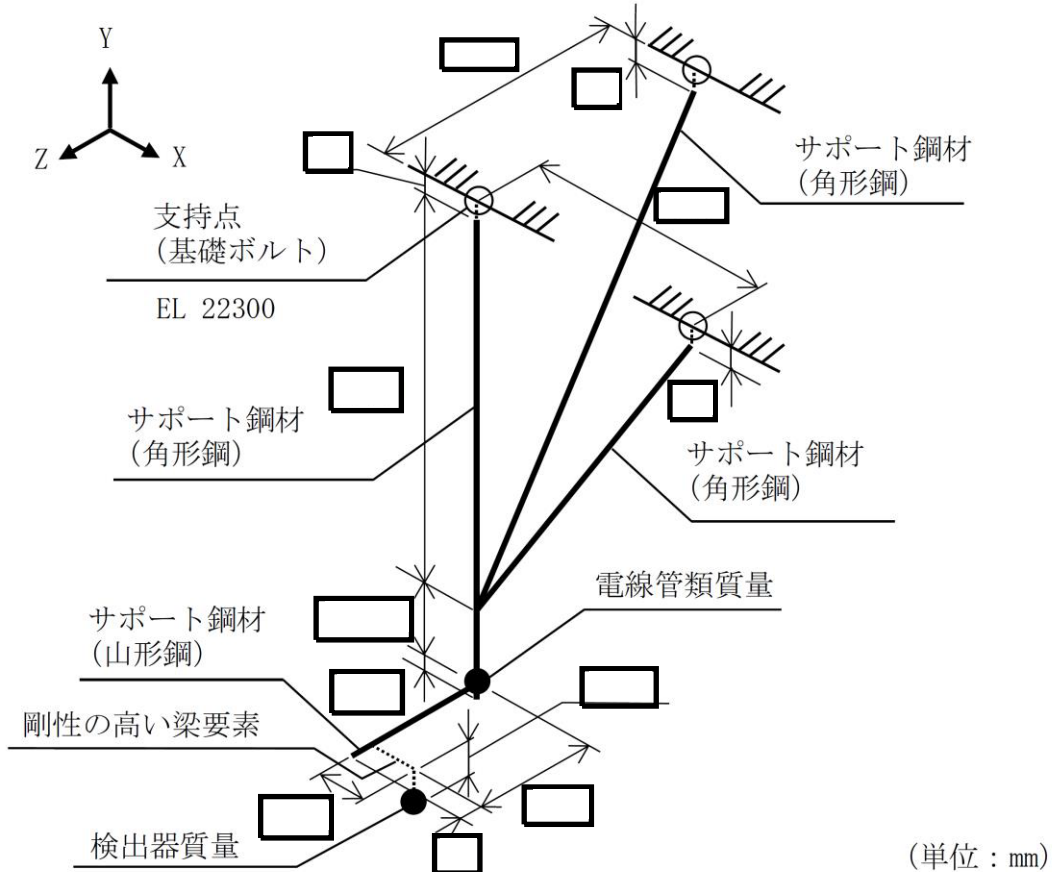


図4-4 解析モデル (TE202-6B)

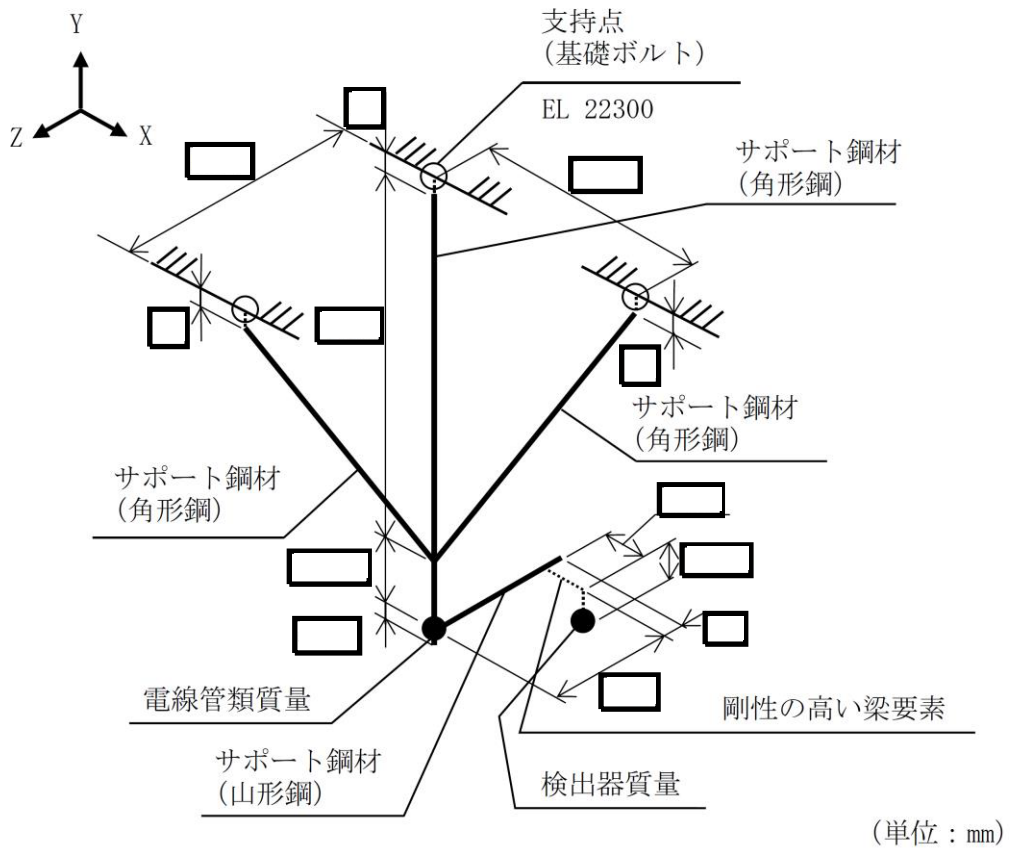


図4-5 解析モデル (TE202-6C)

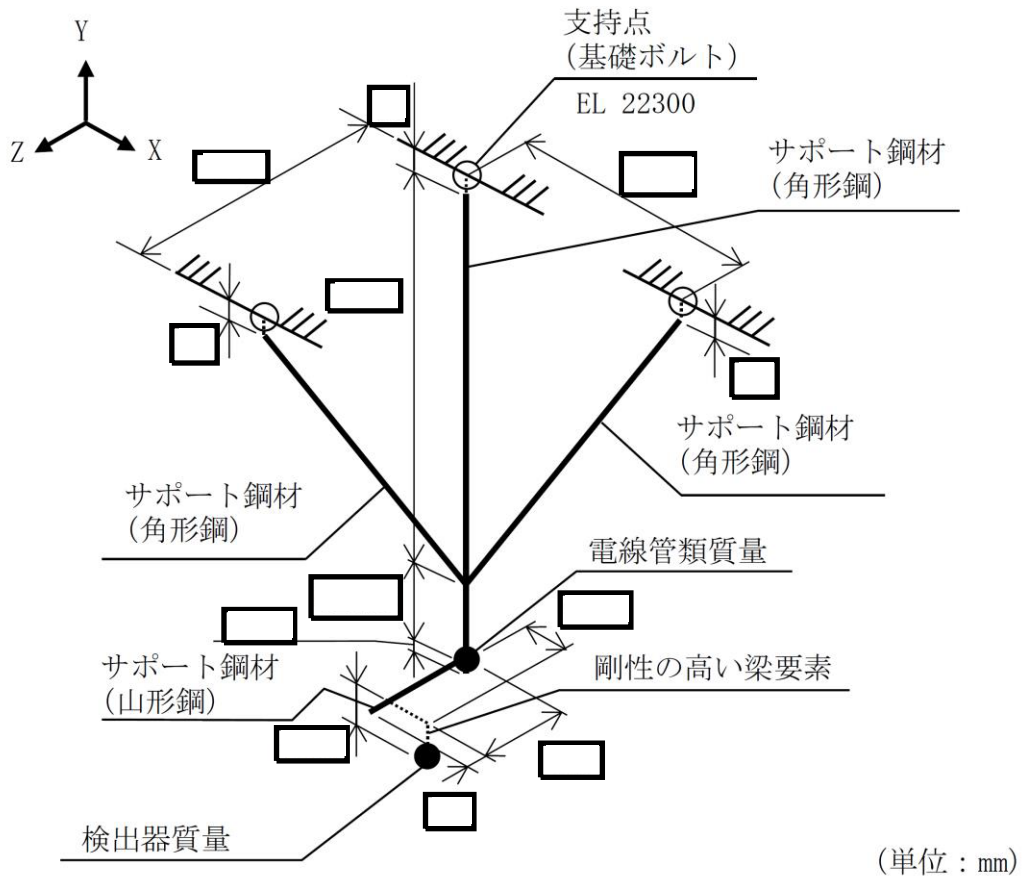


図4-6 解析モデル (TE202-6D)

4.3 固有値解析結果

固有値解析結果を表 4-1, 振動モード図を図 4-7~図 4-12 に示す。固有周期は 0.05 秒以下であり, 剛構造であることを確認した。

表 4-1 固有値解析結果

機器番号	モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向 刺激係数
				X方向	Z方向	
TE202-4A	1次	水平		—	—	—
TE202-4B	1次	水平		—	—	—
TE202-4C	1次	水平		—	—	—
TE202-4D	1次	水平		—	—	—
TE202-5A	1次	鉛直		—	—	—
TE202-5B	1次	鉛直		—	—	—
TE202-5C	1次	鉛直		—	—	—
TE202-5D	1次	鉛直		—	—	—
TE202-6A	1次	水平		—	—	—
TE202-6B	1次	水平		—	—	—
TE202-6C	1次	鉛直		—	—	—
TE202-6D	1次	水平		—	—	—
TE202-7A	1次	鉛直		—	—	—
TE202-7B	1次	鉛直		—	—	—
TE202-7C	1次	鉛直		—	—	—
TE202-7D	1次	鉛直		—	—	—

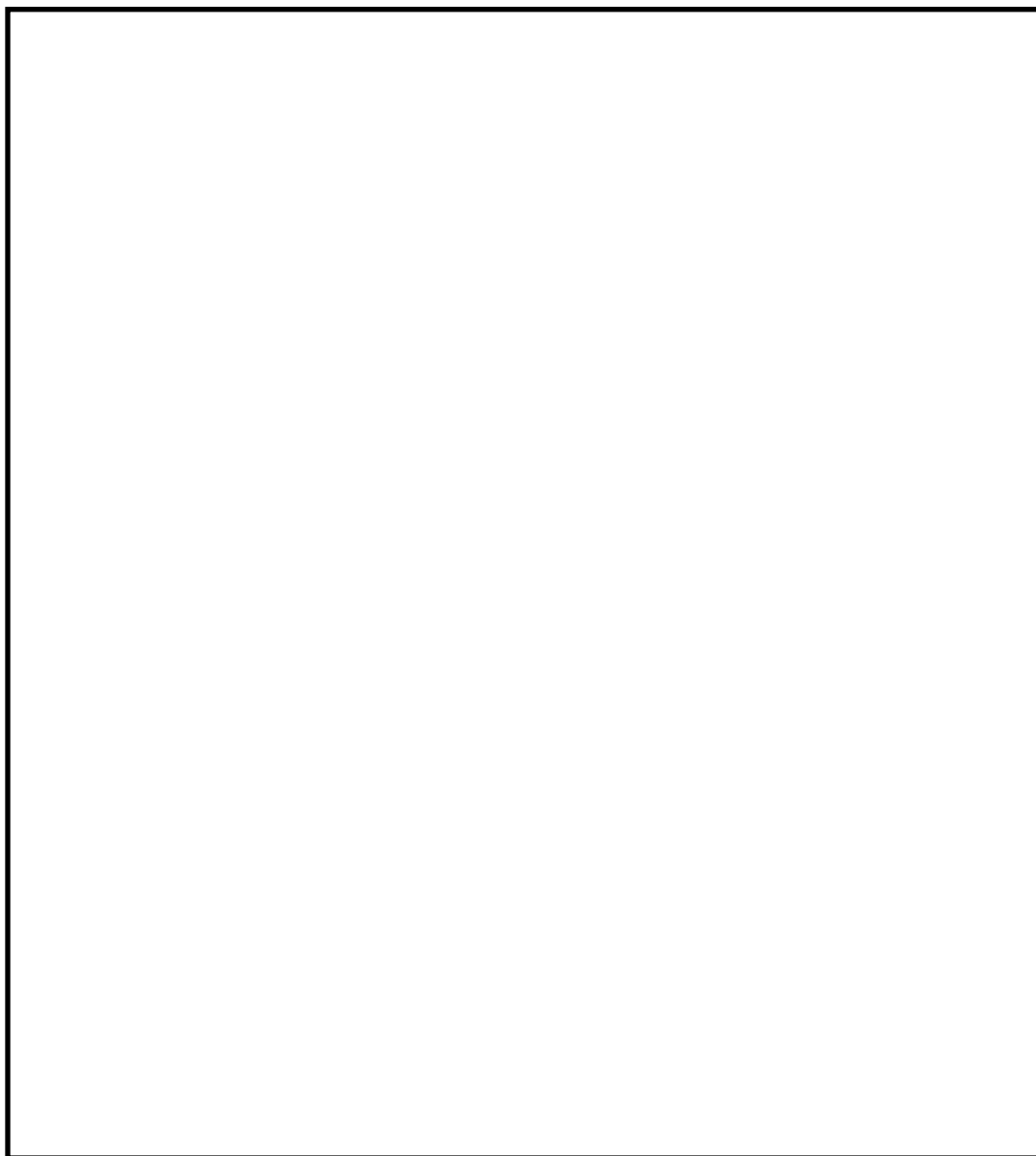


図 4-7 振動モード (TE202-4A, B, C, D) (1 次モード 水平方向 s)

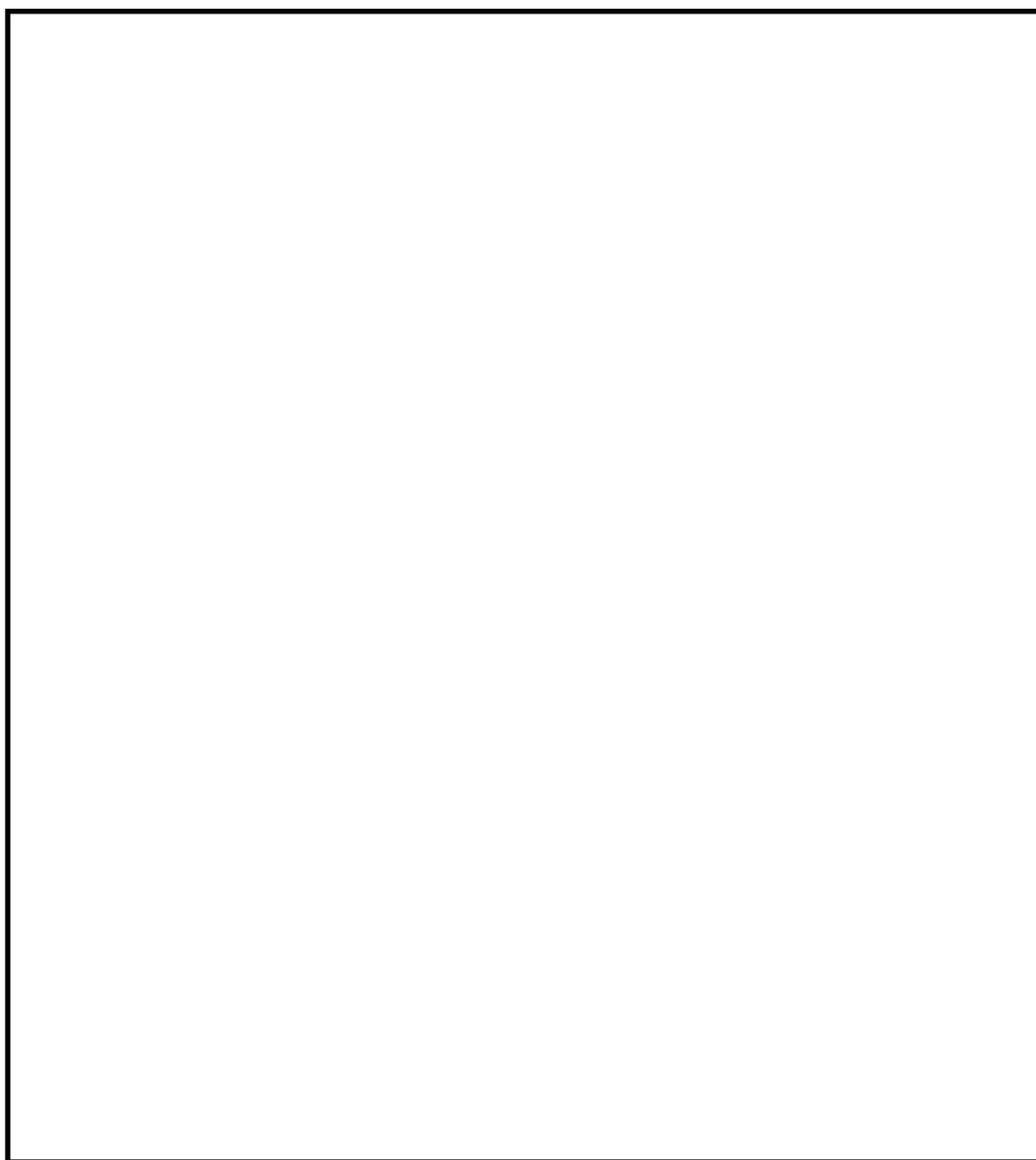


図 4-8 振動モード (TE202-5A, B, C, D, TE202-7A, B, C, D) (1 次モード 鉛直方向 s)

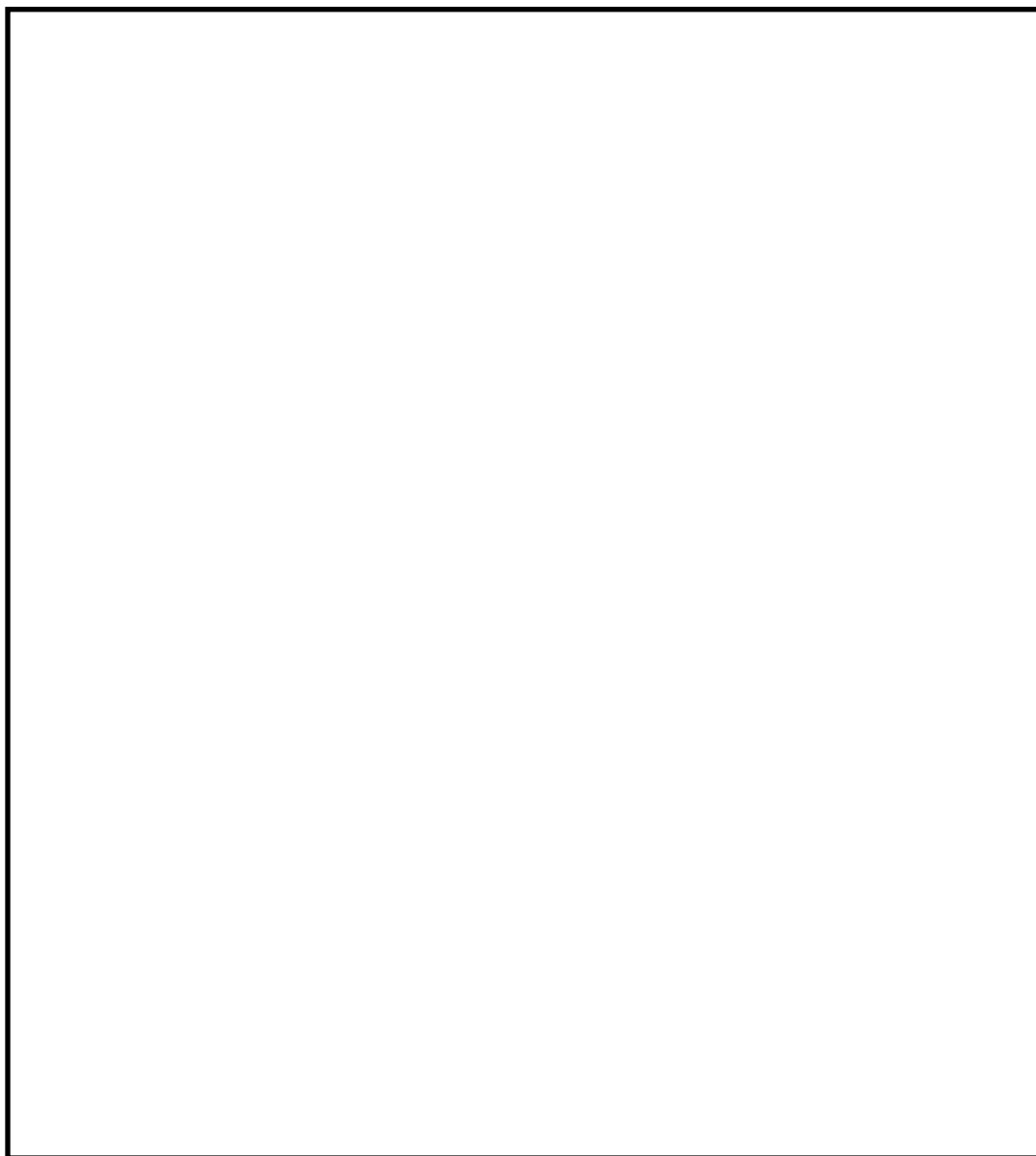


図 4-9 振動モード (TE202-6A) (1 次モード 水平方向 s)

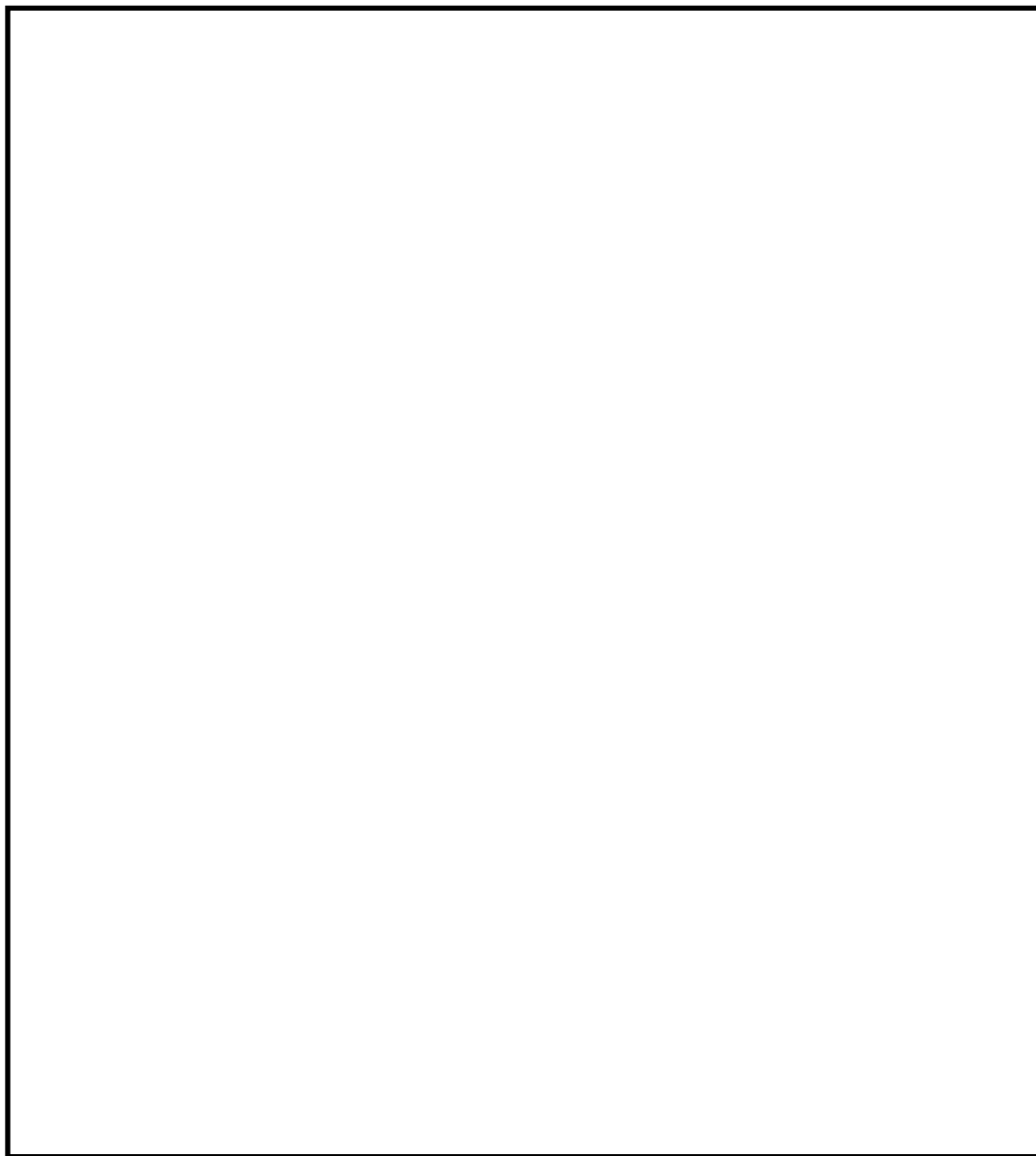


図 4-10 振動モード (TE202-6B) (1 次モード 水平方向 s)

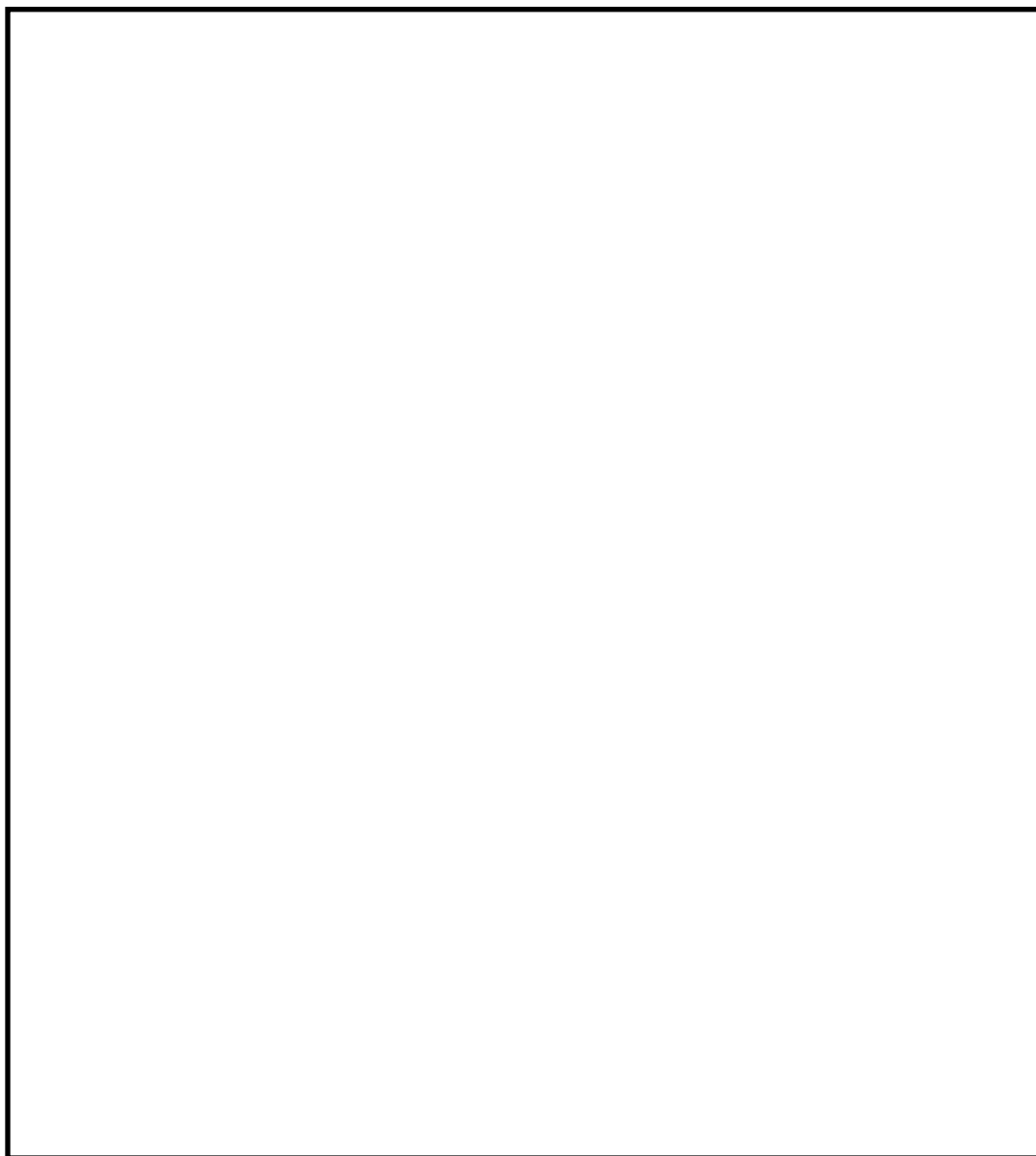


図 4-11 振動モード (TE202-6C) (1 次モード 鉛直方向 s)

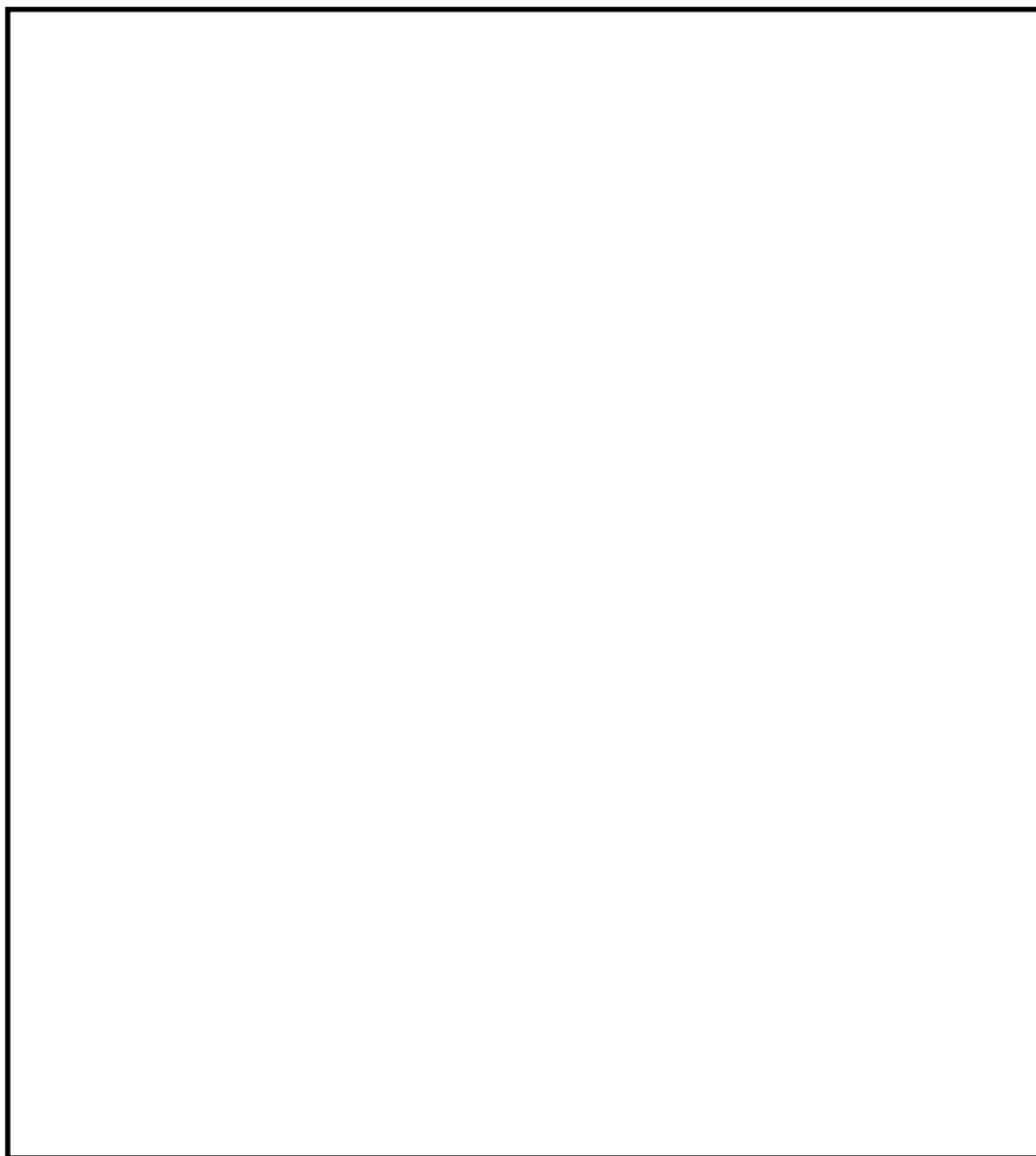


図 4-12 振動モード (TE202-6D) (1 次モード 水平方向 s)

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

4.2 項(1)～(5)のほか、次の条件で計算する。

- (1) 地震力は、主蒸気管トンネル温度に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用させる。
また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

主蒸気管トンネル温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 5-1 に示す。

5.2.2 許容応力

主蒸気管トンネル温度の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 5-2 のとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

主蒸気管トンネル温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 5-3 に示す。

表 5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称		耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	工学的安全 施設等の起 動信号	主蒸気隔離弁	主蒸気管ト ネル温度高	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 5-2 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
ⅢA S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
ⅣA S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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

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

表 5-3 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	60	208	389	—
基礎ボルト	SS400 相当 (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	60	208	389	—
基礎ボルト	SS400 (径≤16mm)	周囲環境温度	60	237	389	—

注記* : SS400 相当

5.3 設計用地震力

主蒸気管トンネル温度の設計用地震力のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-4 に示す。

「弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度」及び「基準地震動 S_s」による地震力は、VI-2-1-7 「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 5-4 (1/2) 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
主蒸気管 トンネル温度 (TE202-4A)	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})		0.05 以下	C _H = 1.19 ^{*2}	C _V = 1.10 ^{*2}	C _H = 1.73 ^{*3}	C _V = 2.07 ^{*3}
主蒸気管 トンネル温度 (TE202-4B)	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})		0.05 以下	C _H = 1.19 ^{*2}	C _V = 1.10 ^{*2}	C _H = 1.73 ^{*3}	C _V = 2.07 ^{*3}
主蒸気管 トンネル温度 (TE202-4C)	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})		0.05 以下	C _H = 1.19 ^{*2}	C _V = 1.10 ^{*2}	C _H = 1.73 ^{*3}	C _V = 2.07 ^{*3}
主蒸気管 トンネル温度 (TE202-4D)	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})		0.05 以下	C _H = 1.19 ^{*2}	C _V = 1.10 ^{*2}	C _H = 1.73 ^{*3}	C _V = 2.07 ^{*3}
主蒸気管 トンネル温度 (TE202-5A)	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下		C _H = 1.19 ^{*2}	C _V = 1.10 ^{*2}	C _H = 1.73 ^{*3}	C _V = 2.07 ^{*3}
主蒸気管 トンネル温度 (TE202-5B)	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下		C _H = 1.19 ^{*2}	C _V = 1.10 ^{*2}	C _H = 1.73 ^{*3}	C _V = 2.07 ^{*3}
主蒸気管 トンネル温度 (TE202-5C)	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下		C _H = 1.19 ^{*2}	C _V = 1.10 ^{*2}	C _H = 1.73 ^{*3}	C _V = 2.07 ^{*3}
主蒸気管 トンネル温度 (TE202-5D)	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下		C _H = 1.19 ^{*2}	C _V = 1.10 ^{*2}	C _H = 1.73 ^{*3}	C _V = 2.07 ^{*3}

表 5-4 (2/2) 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
主蒸気管 トンネル温度 (TE202-6A)	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})		0.05 以下	C _H = 1.19 ^{*2}	C _V = 1.10 ^{*2}	C _H = 1.73 ^{*3}	C _V = 2.07 ^{*3}
主蒸気管 トンネル温度 (TE202-6B)	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})		0.05 以下	C _H = 1.19 ^{*2}	C _V = 1.10 ^{*2}	C _H = 1.73 ^{*3}	C _V = 2.07 ^{*3}
主蒸気管 トンネル温度 (TE202-6C)	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下		C _H = 1.19 ^{*2}	C _V = 1.10 ^{*2}	C _H = 1.73 ^{*3}	C _V = 2.07 ^{*3}
主蒸気管 トンネル温度 (TE202-6D)	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})		0.05 以下	C _H = 1.19 ^{*2}	C _V = 1.10 ^{*2}	C _H = 1.73 ^{*3}	C _V = 2.07 ^{*3}
主蒸気管 トンネル温度 (TE202-7A)	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下		C _H = 1.19 ^{*2}	C _V = 1.10 ^{*2}	C _H = 1.73 ^{*3}	C _V = 2.07 ^{*3}
主蒸気管 トンネル温度 (TE202-7B)	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下		C _H = 1.19 ^{*2}	C _V = 1.10 ^{*2}	C _H = 1.73 ^{*3}	C _V = 2.07 ^{*3}
主蒸気管 トンネル温度 (TE202-7C)	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下		C _H = 1.19 ^{*2}	C _V = 1.10 ^{*2}	C _H = 1.73 ^{*3}	C _V = 2.07 ^{*3}
主蒸気管 トンネル温度 (TE202-7D)	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下		C _H = 1.19 ^{*2}	C _V = 1.10 ^{*2}	C _H = 1.73 ^{*3}	C _V = 2.07 ^{*3}

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II (弾性設計用地震動 S d) 又は静的震度

*3：設計用震度 II (基準地震動 S s)

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 基礎ボルトの応力

基礎ボルトの応力は、三次元はりモデルによる個別解析から基礎ボルト1本当たりの発生力を求めて、その結果を用いて手計算にて計算する。

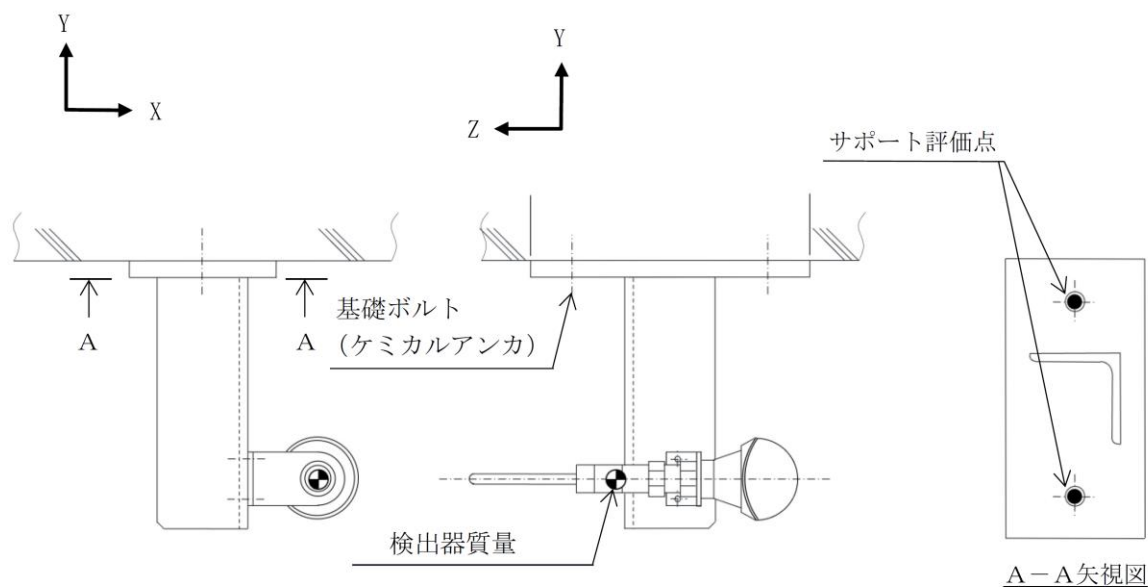


図 5-1 計算モデル (TE202-4A, B, C, D)

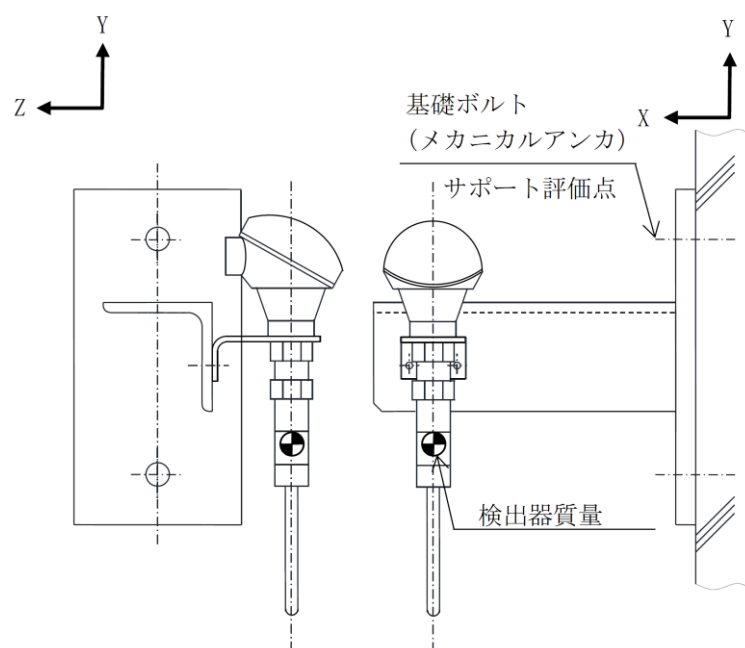


図 5-2 計算モデル (TE202-5A, B, C, D, TE202-7A, B, C, D)

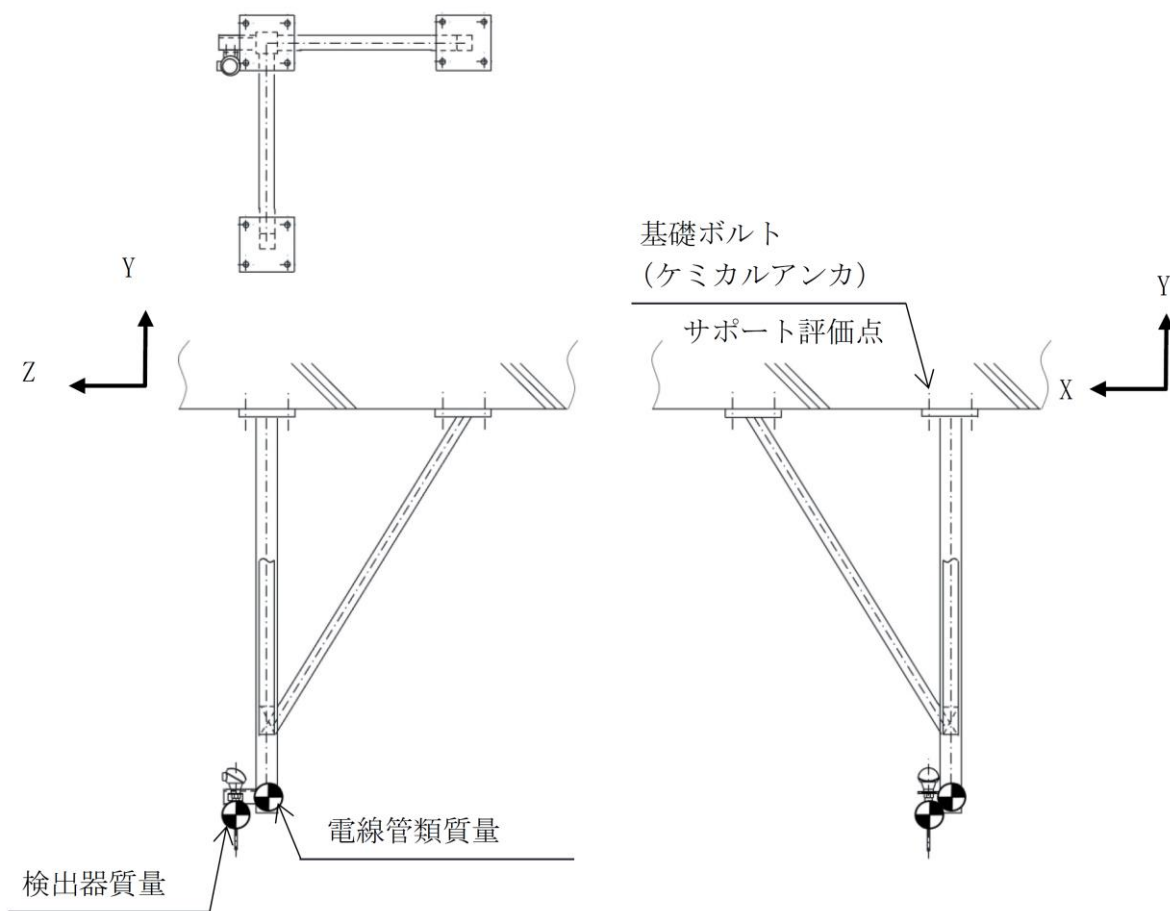


図 5-3 計算モデル (TE202-6A)

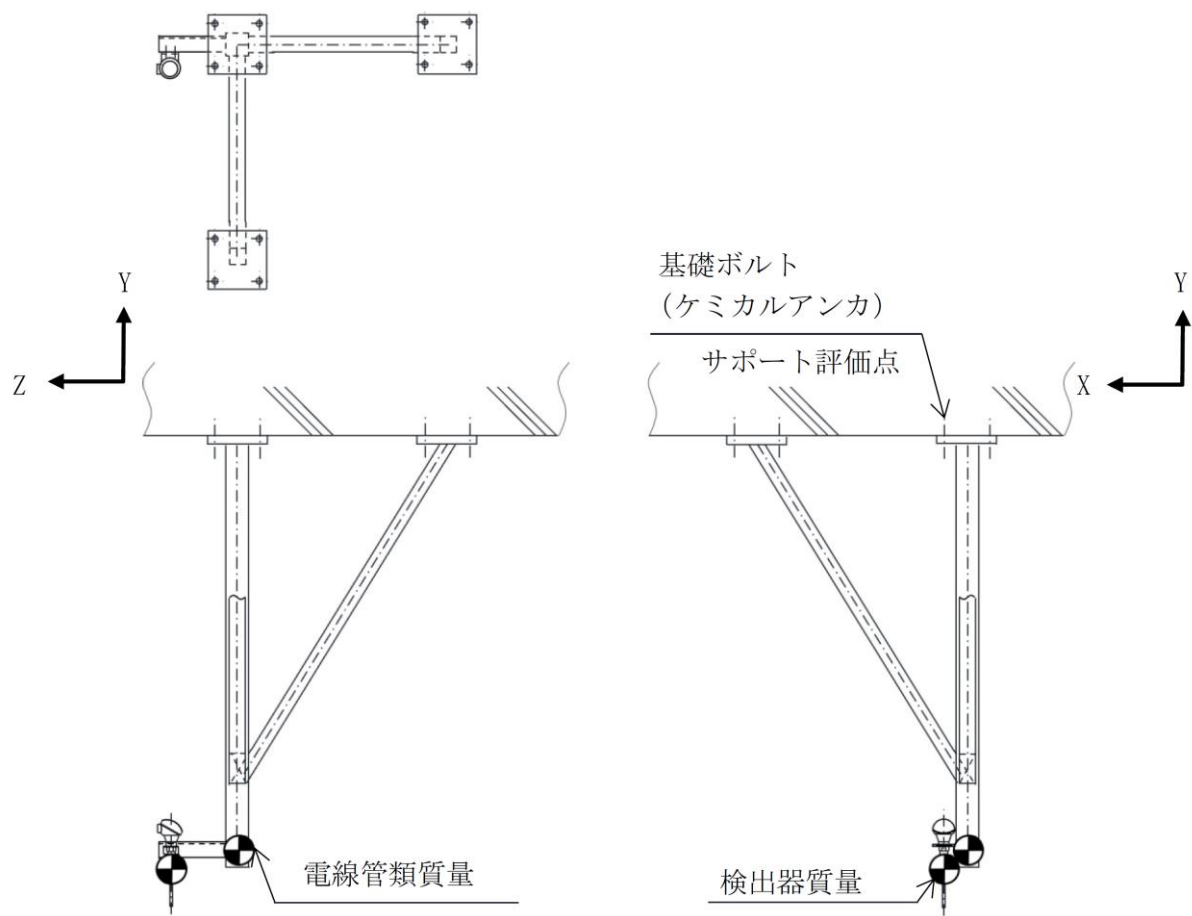


図 5-4 計算モデル (TE202-6B)

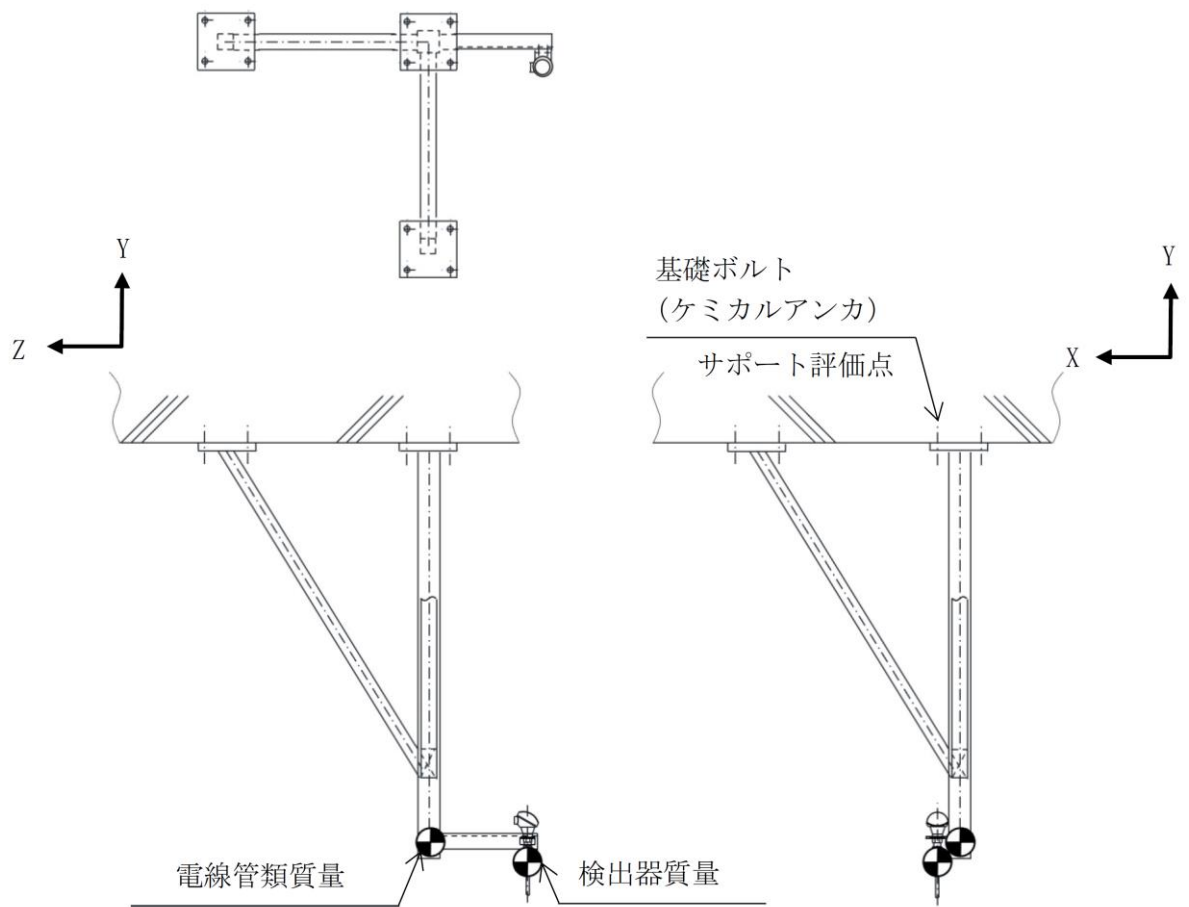


図 5-5 計算モデル (TE202-6C)

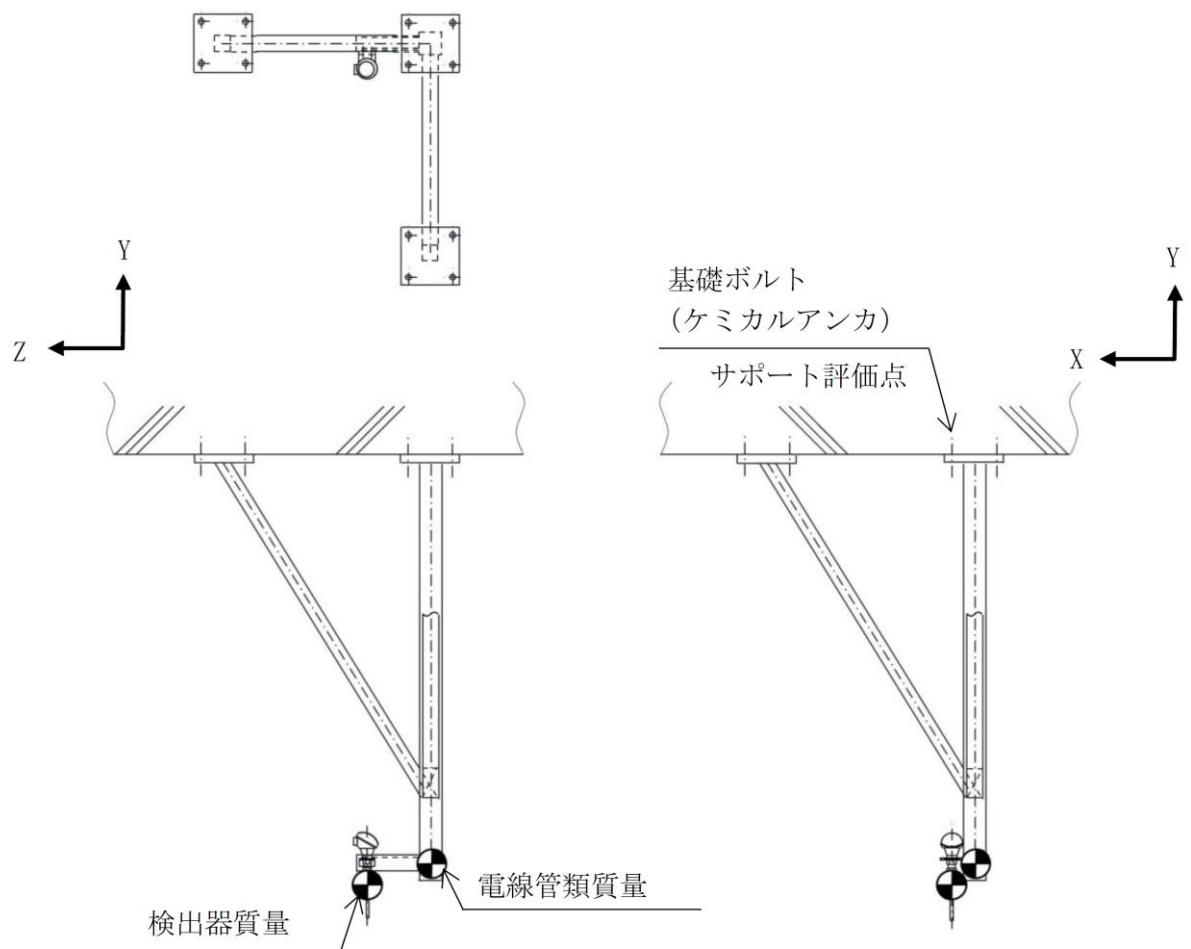


図 5-6 計算モデル (TE202-6D)

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

表5-5 サポート発生反力

対象機器	反力(N) (弾性設計用地震動S _d 又は静的震度)		反力(N) (基準地震動S _s)	
	F _b	Q _b	F _b	Q _b
TE202-4A				
TE202-4B				
TE202-4C				
TE202-4D				
TE202-5A				
TE202-5B				
TE202-5C				
TE202-5D				
TE202-6A				
TE202-6B				
TE202-6C				
TE202-6D				
TE202-7A				
TE202-7B				
TE202-7C				
TE202-7D				

(1) 引張応力

基礎ボルト（1本あたり）に対する引張応力は，下式により計算する。

引張応力

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

ここで，基礎ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

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

(2) せん断応力

基礎ボルト（1本あたり）に対するせん断応力は，下式により計算する。

せん断応力

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

5.5 計算条件

5.5.1 基礎ボルトの応力計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【主蒸気管トンネル温度 (TE202-4A) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-4B) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-4C) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-4D) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-5A) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-5B) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-5C) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-5D) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-6A) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-6B) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-6C) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-6D) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-7A) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-7B) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-7C) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管トンネル温度 (TE202-7D) 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_b は次式より求めた許容組合せ応力 f_{ts} 以下であること。ただし、 f_{to} は下表による。

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

せん断応力 τ_b は、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。ただし、 f_{sb} は下表による。

	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{to}	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sb}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 機能維持評価

6.1 電気的機能維持評価方法

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

主蒸気管トンネル温度の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、類似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 (1/2) 機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

機器名称	方向	機能確認済加速度
主蒸気管トンネル温度 (TE202-4A)	水平	
	鉛直	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-4B)	水平	
	鉛直	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-4C)	水平	
	鉛直	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-4D)	水平	
	鉛直	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-5A)	水平	
	鉛直	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-5B)	水平	
	鉛直	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-5C)	水平	
	鉛直	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-5D)	水平	
	鉛直	

表 6-1 (2/2) 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
主蒸気管トンネル温度 (TE202-6A)	水平	
	鉛直	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-6B)	水平	
	鉛直	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-6C)	水平	
	鉛直	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-6D)	水平	
	鉛直	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-7A)	水平	
	鉛直	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-7B)	水平	
	鉛直	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-7C)	水平	
	鉛直	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-7D)	水平	
	鉛直	

S2 補 VI-2-6-5-49 R1

7. 評価結果

7.1 設計基準対象施設としての評価結果

主蒸気管トンネル温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を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【主蒸気管トンネル温度 (TE202-4A) 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	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-4A)	S	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})		0.05 以下	C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	60

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S_d) 又は静的震度

*3: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	W (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト				208 (40mm < 径 ≤ 100mm)	389 (40mm < 径 ≤ 100mm)	208	249

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト				

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS41	引張	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=124^*$	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=149^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=96$	$\tau_b=1$	$f_{sb}=115$

4

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
主蒸気管トンネル温度 (TE202-4A)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

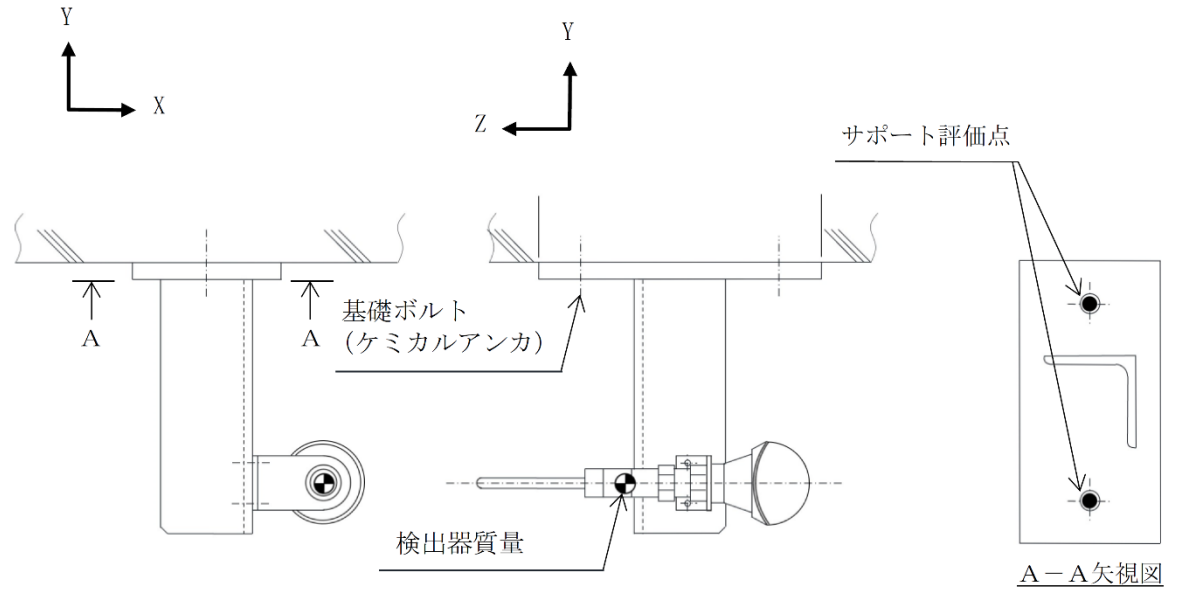
注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

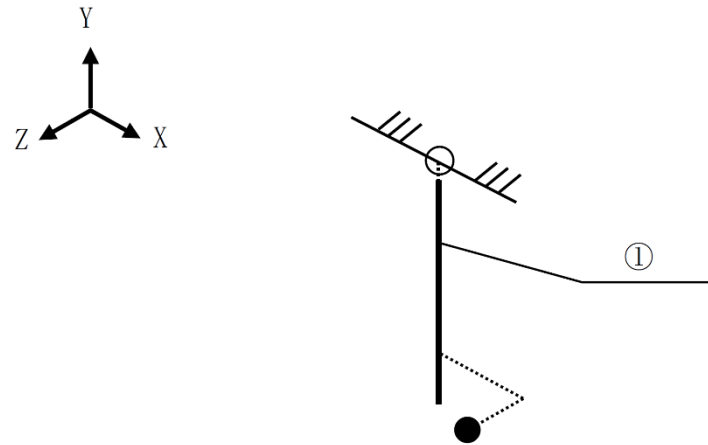
(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (TE202-4A)
材質	—	—	SS41
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	60
縦弾性係数	E	MPa	200600
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



(2) 部材の機器要目

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



【主蒸気管トンネル温度 (TE202-4B) 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	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-4B)	S	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})		0.05 以下	C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	60

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	W (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト				208 (40mm < 径 ≤ 100mm)	389 (40mm < 径 ≤ 100mm)	208	249

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト				

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS41	引張	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=124^*$	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=149^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=96$	$\tau_b=1$	$f_{sb}=115$

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
主蒸気管トンネル温度 (TE202-4B)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

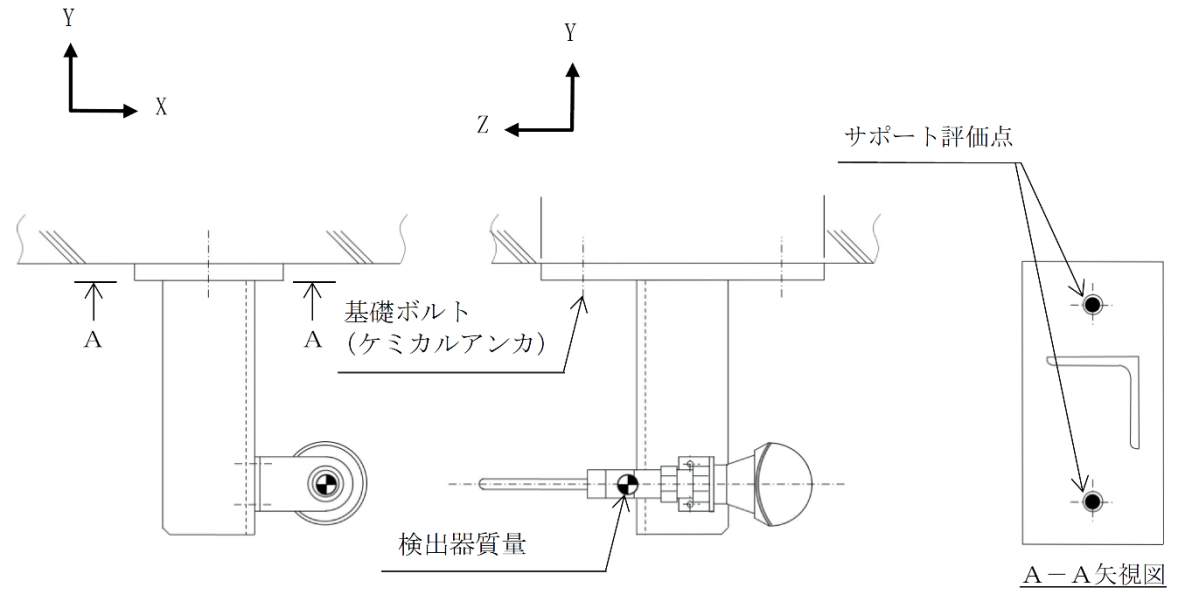
注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

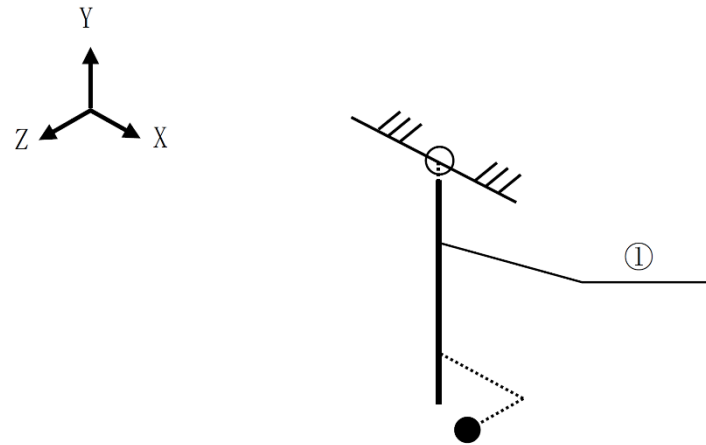
(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (TE202-4B)
材質	—	—	SS41
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	60
縦弾性係数	E	MPa	200600
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



(2) 部材の機器要目

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



【主蒸気管トンネル温度 (TE202-4C) 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	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-4C)	S	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})		0.05 以下	C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	60

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	W (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト				208 (40mm < 径 ≤ 100mm)	389 (40mm < 径 ≤ 100mm)	208	249

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト				

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS41	引張	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=124^*$	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=149^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=96$	$\tau_b=1$	$f_{sb}=115$

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
主蒸気管トンネル温度 (TE202-4C)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

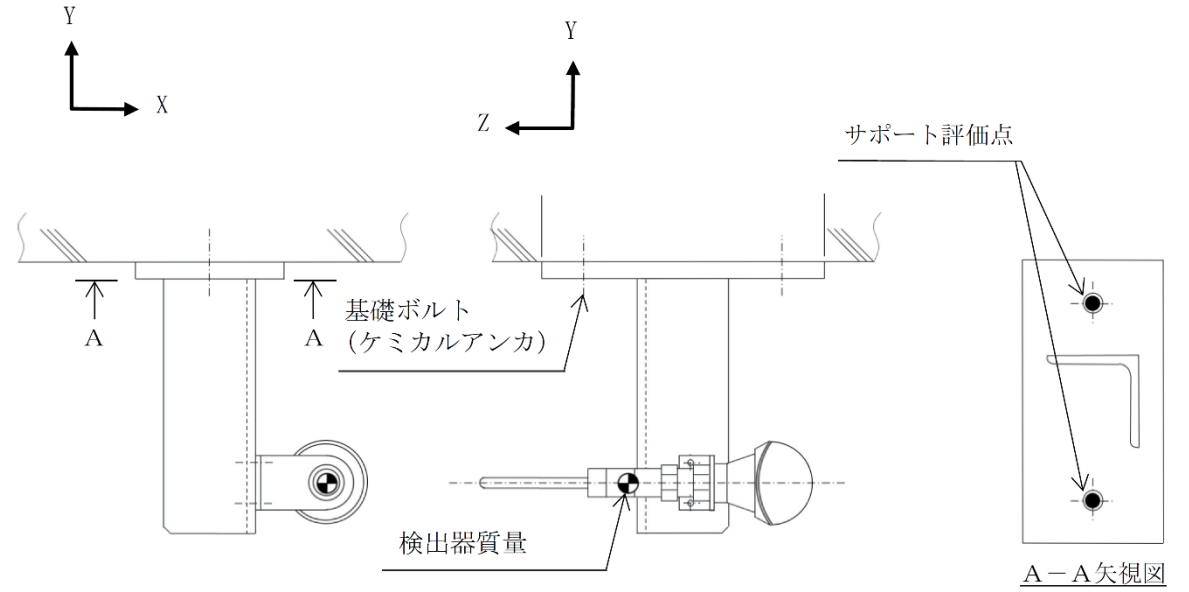
注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

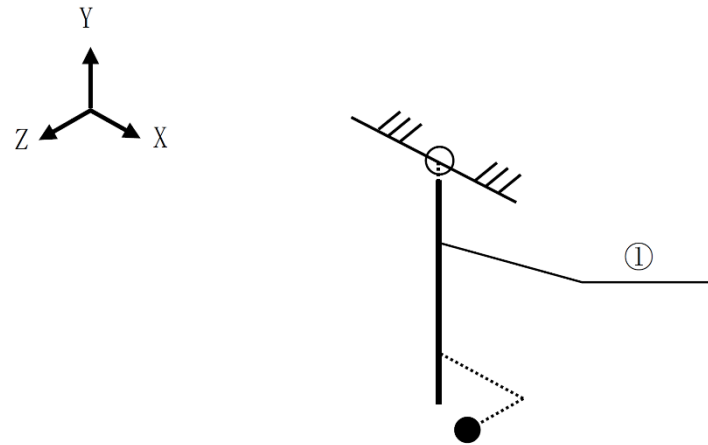
項目	記号	単位	入力値 (TE202-4C)
材質	—	—	SS41
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	60
縦弾性係数	E	MPa	200600
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



51

(2) 部材の機器要目

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



【主蒸気管トンネル温度 (TE202-4D) 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	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-4D)	S	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})		0.05 以下	C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	60

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	W (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト				208 (40mm < 径 ≤ 100mm)	389 (40mm < 径 ≤ 100mm)	208	249

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト				

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS41	引張	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=124^*$	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=149^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=96$	$\tau_b=1$	$f_{sb}=115$

53

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
主蒸気管トンネル温度 (TE202-4D)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

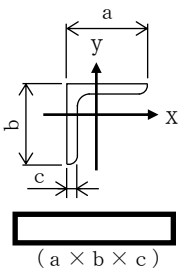
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

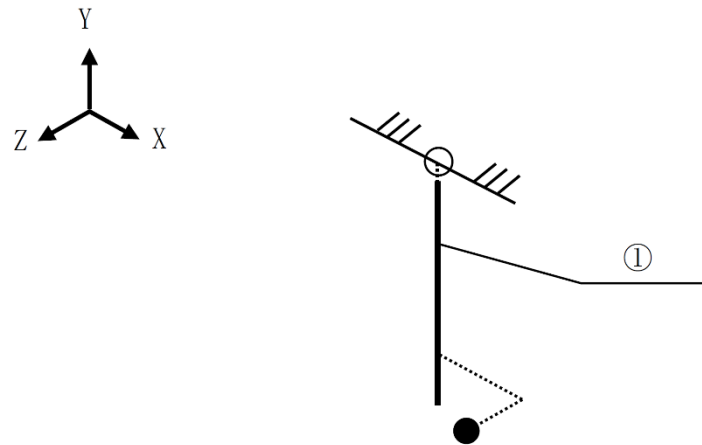
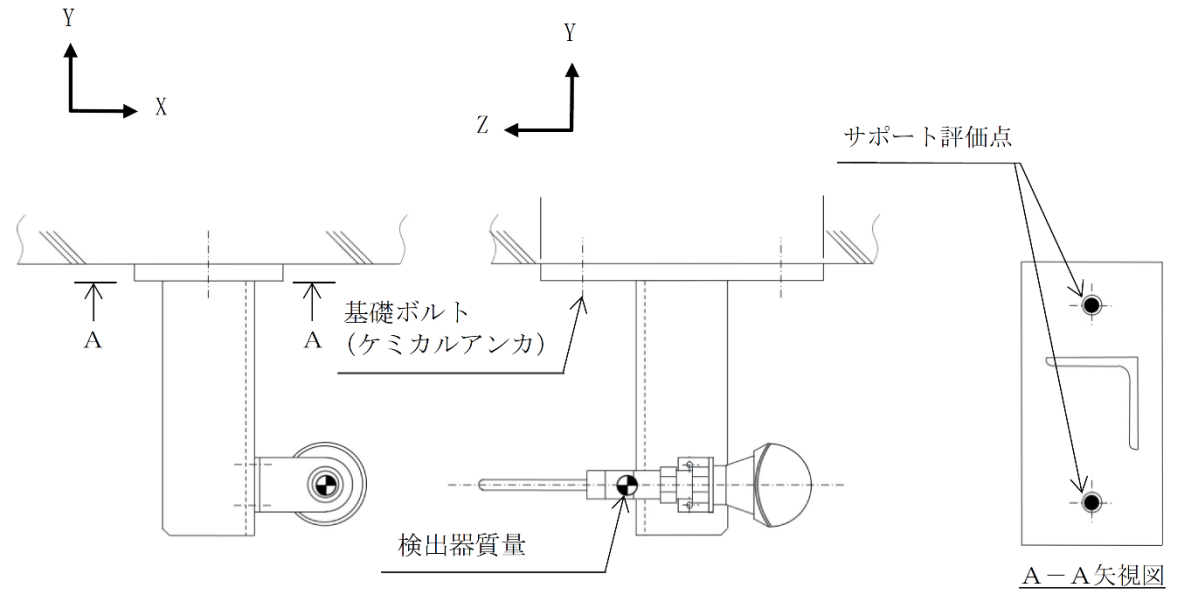
1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (TE202-4D)
材質	—	—	SS41
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	60
縦弾性係数	E	MPa	200600
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>

(2) 部材の機器要目

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



【主蒸気管トンネル温度 (TE202-5A) 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	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-5A)	S	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下		C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	60

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S_d) 又は静的震度

*3: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	W (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト				208 (40mm < 径 ≤ 100mm)	389 (40mm < 径 ≤ 100mm)	208	249

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト				

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400 相当	引張	$\sigma_b=1$	$f_{ts}=124^*$	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=149^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=96$	$\tau_b=1$	$f_{sb}=115$

注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$
 すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

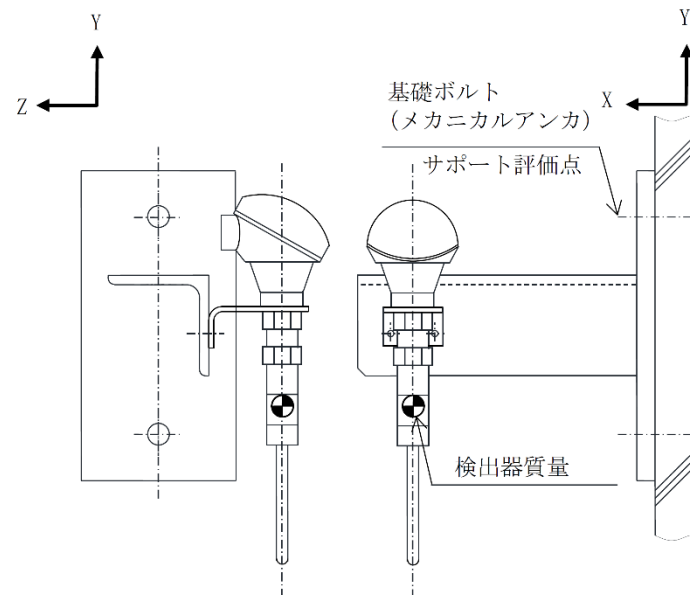
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
主蒸気管トンネル温度 (TE202-5A)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

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

1.5 その他の機器要目

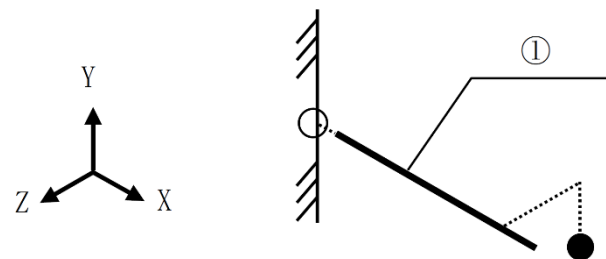
(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (TE202-5A)
材質	—	—	SS41
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	60
縦弾性係数	E	MPa	200600
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



(2) 部材の機器要目

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



【主蒸気管トンネル温度 (TE202-5B) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-5B)	S	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下		C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	60

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II (弾性設計用地震動 S_d) 又は静的震度

*3：設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	W (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト				208 (40mm < 径 ≤ 100mm)	389 (40mm < 径 ≤ 100mm)	208	249

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト				

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400 相当	引張	$\sigma_b=1$	$f_{ts}=124^*$	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=149^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=96$	$\tau_b=1$	$f_{sb}=115$

59

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
主蒸気管トンネル温度 (TE202-5B)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

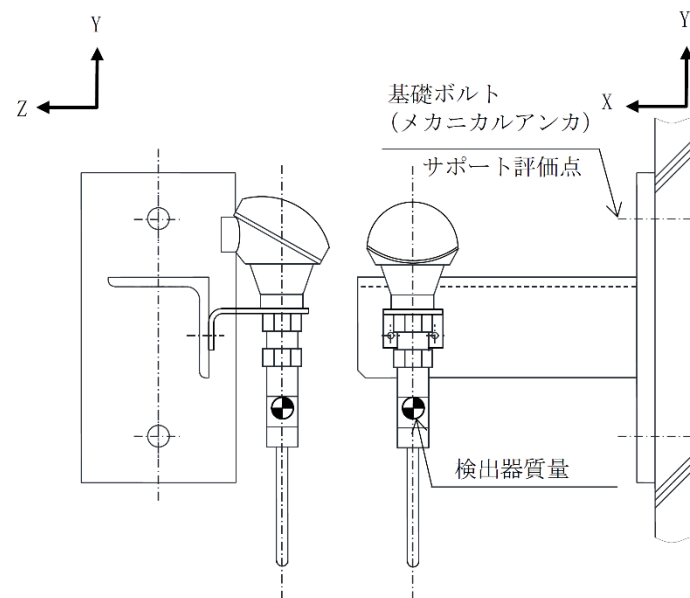
注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

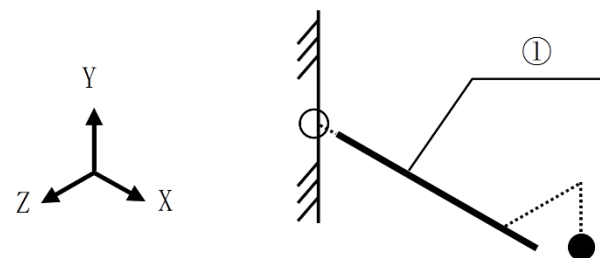
(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (TE202-5B)
材質	—	—	SS41
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	60
縦弾性係数	E	MPa	200600
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



(2) 部材の機器要目

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



【主蒸気管トンネル温度 (TE202-5C) 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	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-5C)	S	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下		C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	60

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S_d) 又は静的震度

*3: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	W (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト				208 (40mm < 径 ≤ 100mm)	389 (40mm < 径 ≤ 100mm)	208	249

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト				

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400 相当	引張	$\sigma_b=1$	$f_{ts}=124^*$	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=149^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=96$	$\tau_b=1$	$f_{sb}=115$

62

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
主蒸気管トンネル温度 (TE202-5C)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

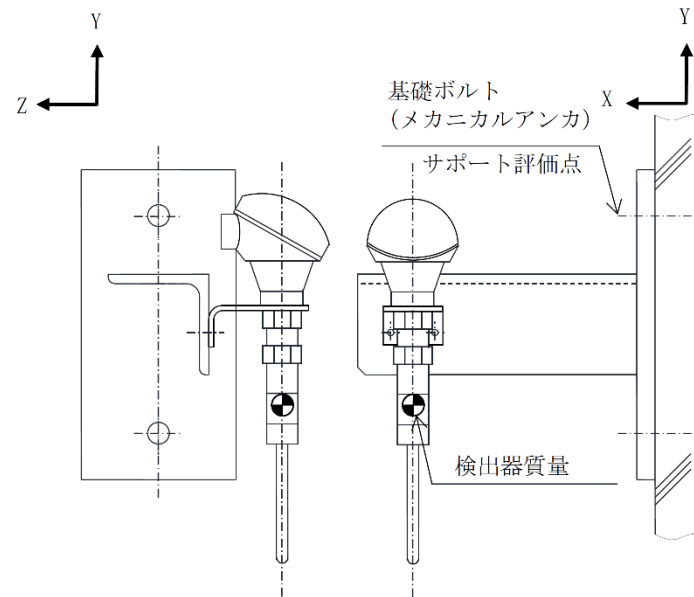
注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

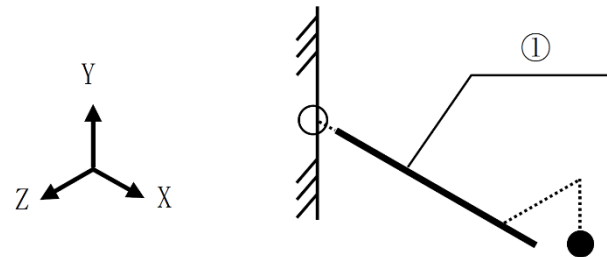
(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (TE202-5C)
材質	—	—	SS41
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	60
縦弾性係数	E	MPa	200600
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



(2) 部材の機器要目

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



【主蒸気管トンネル温度 (TE202-5D) 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	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-5D)	S	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下		C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	60

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S d) 又は静的震度

*3: 設計用震度 II (基準地震動 S s)

1.2 機器要目

部材	W (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト				208 (40mm<径≦100mm)	389 (40mm<径≦100mm)	208	249

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト				

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400 相当	引張	$\sigma_b=1$	$f_{ts}=124^*$	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=149^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=96$	$\tau_b=1$	$f_{sb}=115$

65

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
主蒸気管トンネル温度 (TE202-5D)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

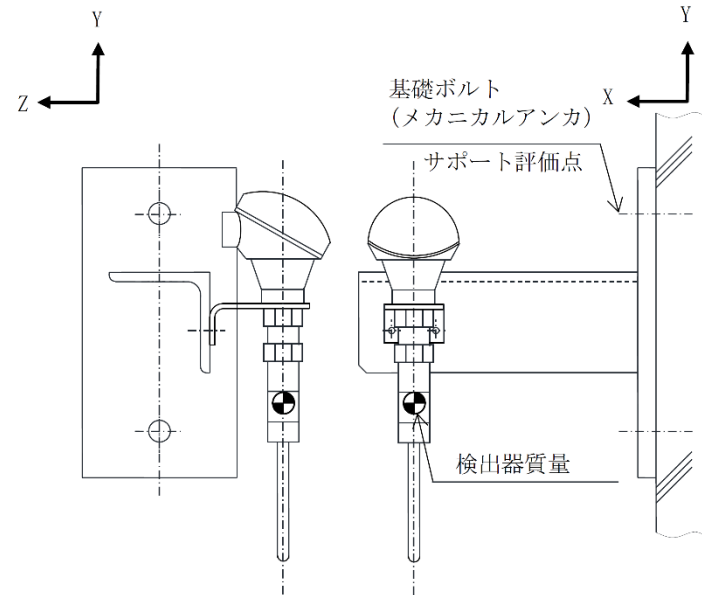
注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

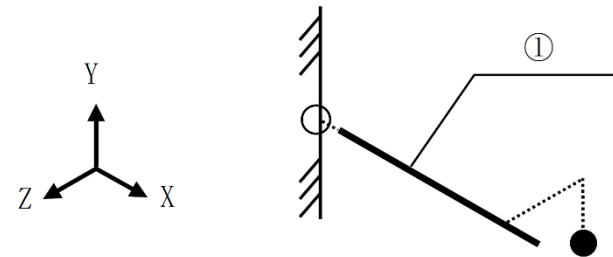
(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (TE202-5D)
材質	—	—	SS41
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	60
縦弾性係数	E	MPa	200600
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



(2) 部材の機器要目

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



【主蒸気管トンネル温度 (TE202-6A) 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	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-6A)	S	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})		0.05 以下	C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	60

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト					237 (径 ≤ 16mm)	389 (径 ≤ 16mm)	237	272

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト				

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	$\sigma_b = 9$	$f_{ts} = 142^*$	$\sigma_b = 12$	$f_{ts} = 163^*$
		せん断	$\tau_b = 1$	$f_{sb} = 109$	$\tau_b = 1$	$f_{sb} = 125$

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
主蒸気管トンネル温度 (TE202-6A)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

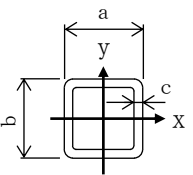
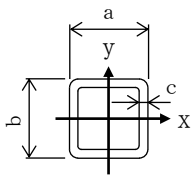
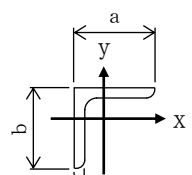
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

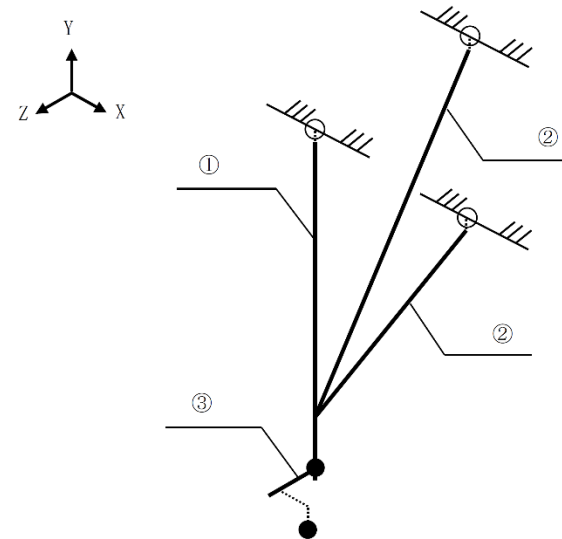
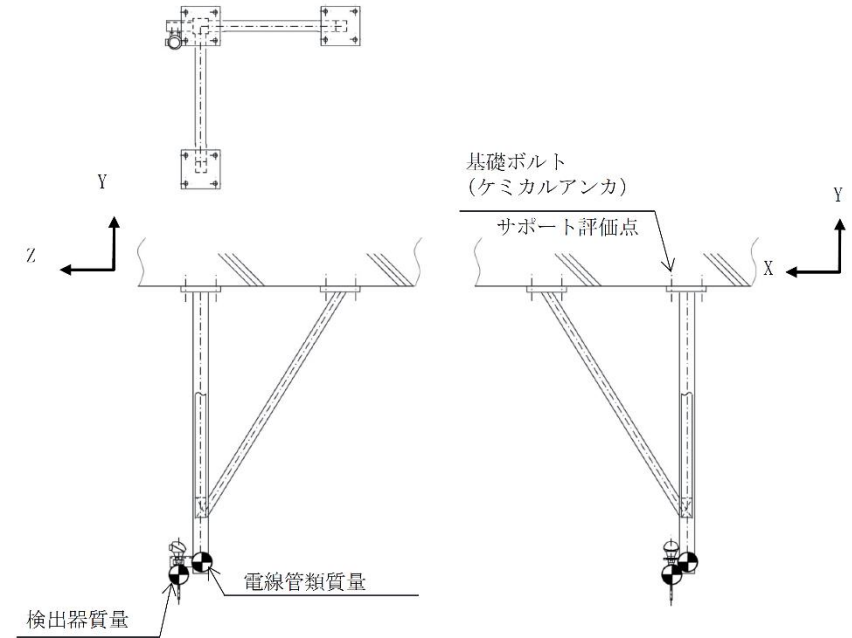
1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (TE202-6A)
材質	—	—	STKR400
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	°C	60
縦弾性係数	E	MPa	200600
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>

(2) 部材の機器要目

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



【主蒸気管トンネル温度 (TE202-6B) 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	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-6B)	S	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})		0.05 以下	C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	60

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト					237 (径 ≤ 16mm)	389 (径 ≤ 16mm)	237	272

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト				

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	$\sigma_b = 9$	$f_{ts} = 142^*$	$\sigma_b = 12$	$f_{ts} = 163^*$
		せん断	$\tau_b = 1$	$f_{sb} = 109$	$\tau_b = 1$	$f_{sb} = 125$

71

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
主蒸気管トンネル温度 (TE202-6B)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

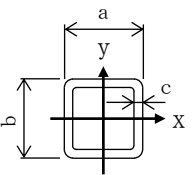
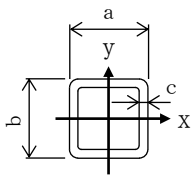
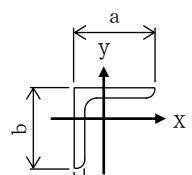
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

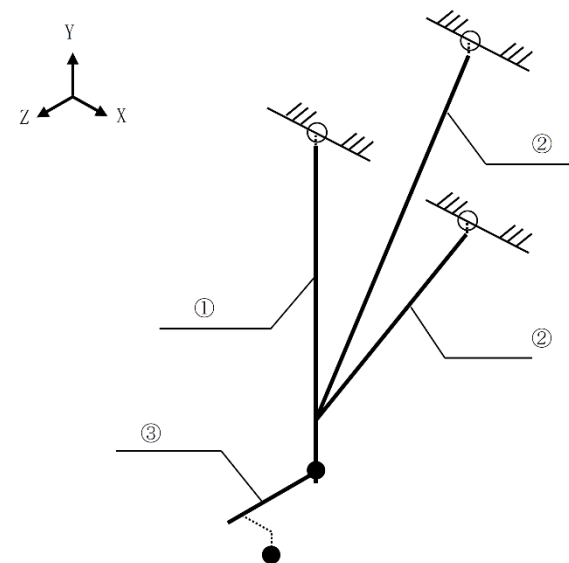
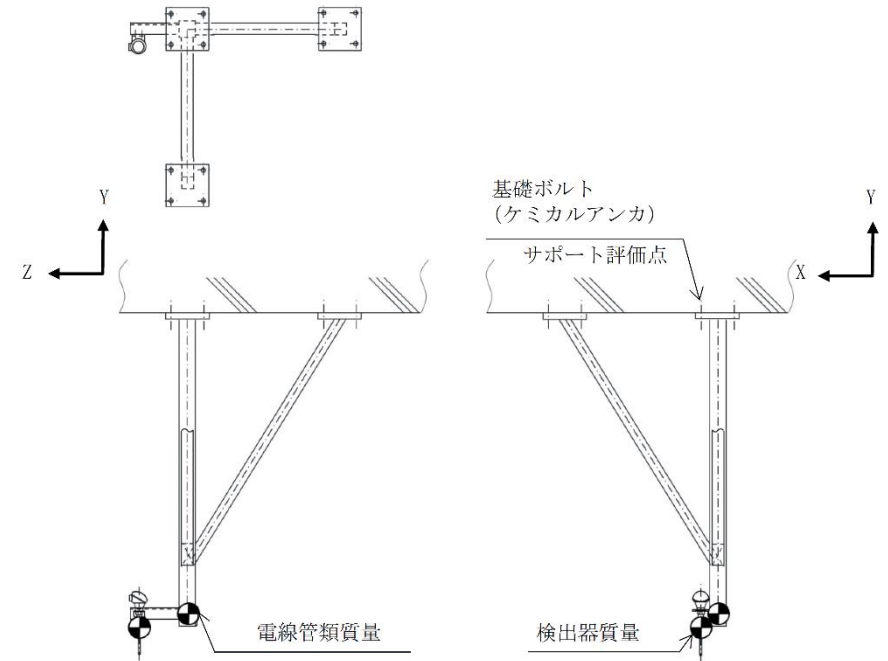
1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (TE202-6B)
材質	—	—	STKR400
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	°C	60
縦弾性係数	E	MPa	200600
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>

(2) 部材の機器要目

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



【主蒸気管トンネル温度 (TE202-6C) 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	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-6C)	S	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下		C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	60

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト					237 (径 ≤ 16mm)	389 (径 ≤ 16mm)	237	272

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト				

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	$\sigma_b = 9$	$f_{ts} = 142^*$	$\sigma_b = 13$	$f_{ts} = 163^*$
		せん断	$\tau_b = 1$	$f_{sb} = 109$	$\tau_b = 1$	$f_{sb} = 125$

注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$
 すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
主蒸気管トンネル温度 (TE202-6C)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

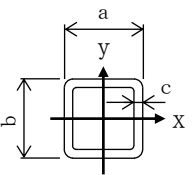
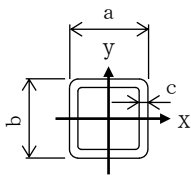
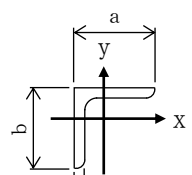
注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
 機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

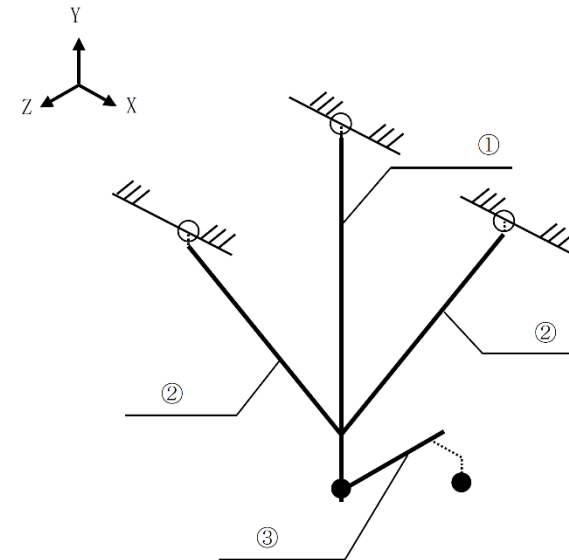
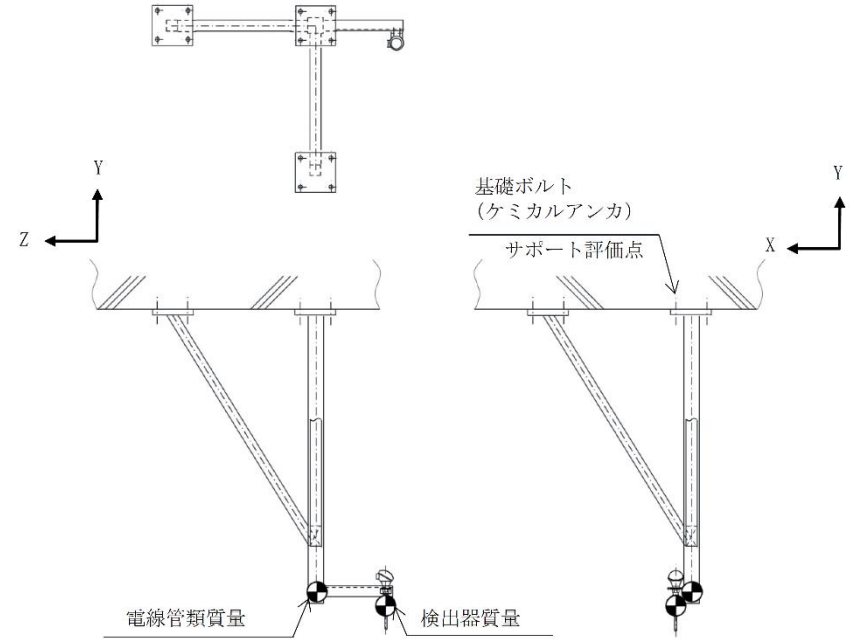
1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (TE202-6C)
材質	—	—	STKR400
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	60
縦弾性係数	E	MPa	200600
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>

(2) 部材の機器要目

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



【主蒸気管トンネル温度 (TE202-6D) 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	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-6D)	S	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})		0.05 以下	C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	60

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S_d）又は静的震度*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	W ₁ (N)	W ₂ (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト					237 (径 ≤ 16mm)	389 (径 ≤ 16mm)	237	272

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト				

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	$\sigma_b = 9$	$f_{ts} = 142^*$	$\sigma_b = 13$	$f_{ts} = 163^*$
		せん断	$\tau_b = 1$	$f_{sb} = 109$	$\tau_b = 1$	$f_{sb} = 125$

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
主蒸気管トンネル温度 (TE202-6D)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

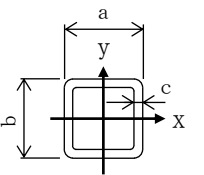
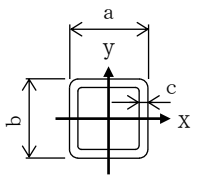
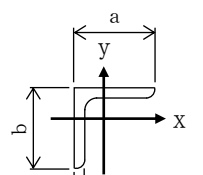
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

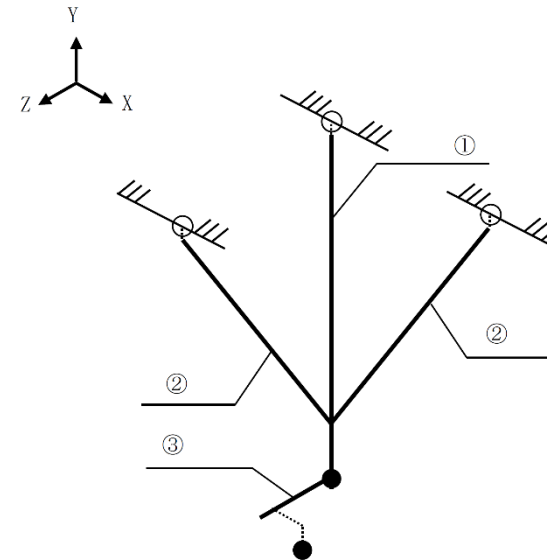
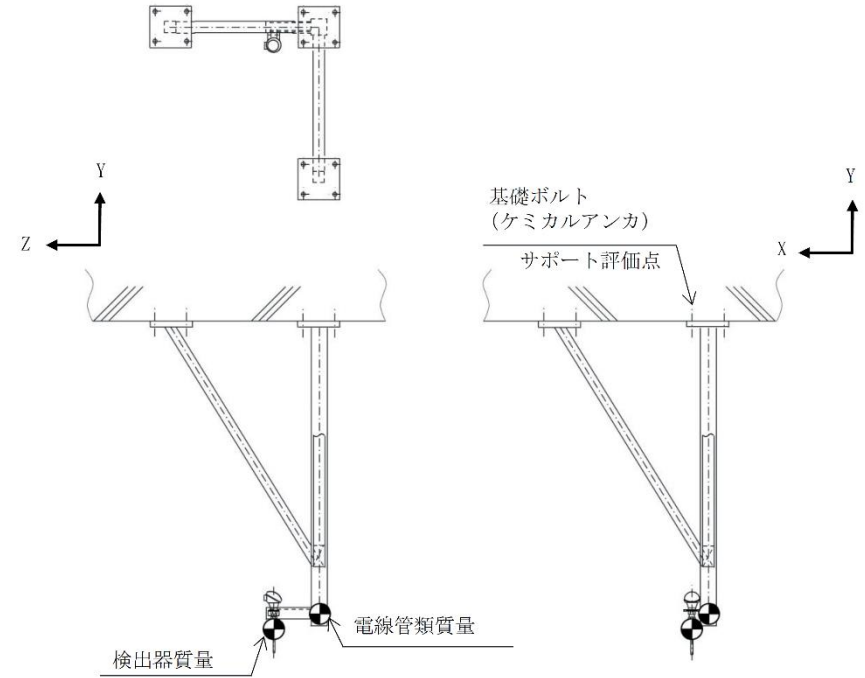
1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (TE202-6D)
材質	—	—	STKR400
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	60
縦弾性係数	E	MPa	200600
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>

(2) 部材の機器要目

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



【主蒸気管トンネル温度 (TE202-7A) 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	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-7A)	S	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下		C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	60

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S_d) 又は静的震度

*3: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	W (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト				208 (40mm < 径 ≤ 100mm)	389 (40mm < 径 ≤ 100mm)	208	249

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト				

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400 相当	引張	$\sigma_b=1$	$f_{ts}=124^*$	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=149^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=96$	$\tau_b=1$	$f_{sb}=115$

08

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
主蒸気管トンネル温度 (TE202-7A)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

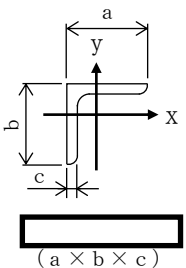
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

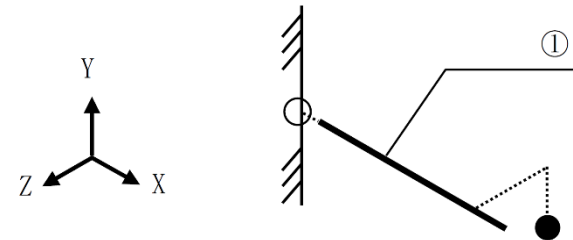
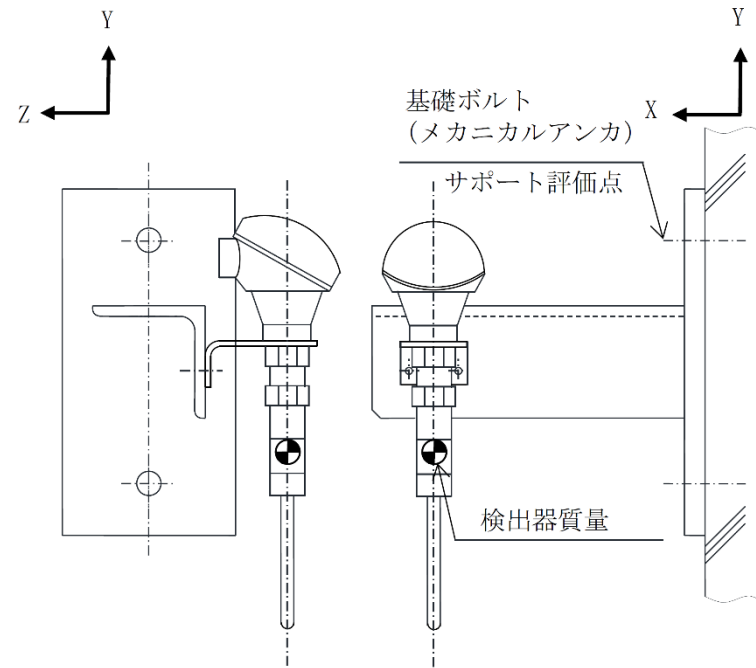
1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (TE202-7A)
材質	—	—	SS41
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	°C	60
縦弾性係数	E	MPa	200600
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>

(2) 部材の機器要目

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



【主蒸気管トンネル温度 (TE202-7B) 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	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-7B)	S	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下		C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	60

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S_d) 又は静的震度

*3: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	W (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト				208 (40mm < 径 ≤ 100mm)	389 (40mm < 径 ≤ 100mm)	208	249

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト				

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400 相当	引張	$\sigma_b=1$	$f_{ts}=124^*$	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=149^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=96$	$\tau_b=1$	$f_{sb}=115$

8

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
主蒸気管トンネル温度 (TE202-7B)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

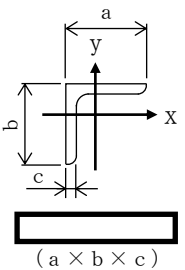
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

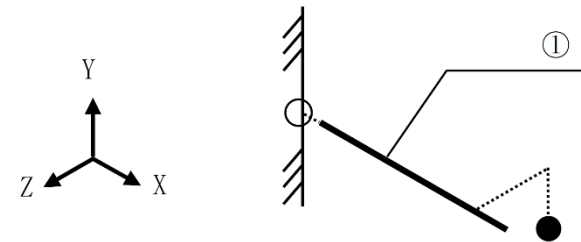
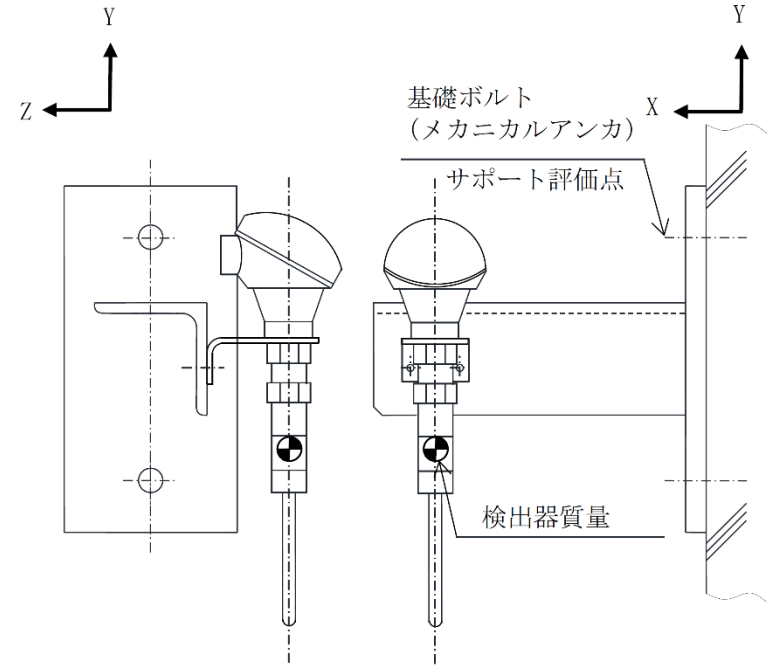
1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (TE202-7B)
材質	—	—	SS41
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	°C	60
縦弾性係数	E	MPa	200600
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>

(2) 部材の機器要目

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



【主蒸気管トンネル温度 (TE202-7C) 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	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-7C)	S	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下		C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	60

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S_d) 又は静的震度

*3: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	W (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト				208 (40mm < 径 ≤ 100mm)	389 (40mm < 径 ≤ 100mm)	208	249

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト				

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400 相当	引張	$\sigma_b=1$	$f_{ts}=124^*$	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=149^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=96$	$\tau_b=1$	$f_{sb}=115$

98

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
主蒸気管トンネル温度 (TE202-7C)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

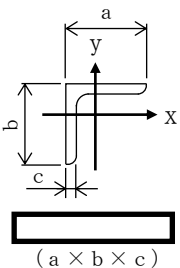
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

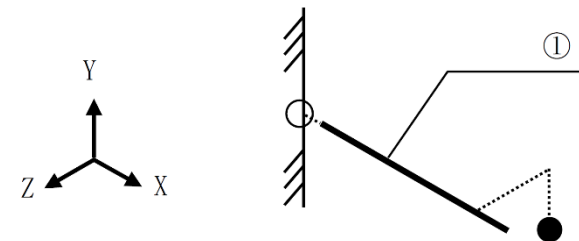
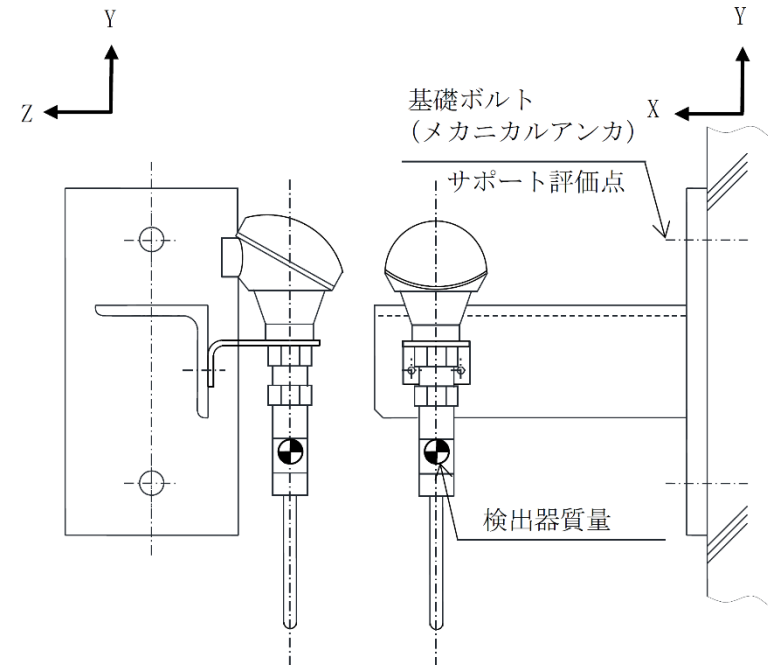
1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (TE202-7C)
材質	—	—	SS41
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	°C	60
縦弾性係数	E	MPa	200600
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>

(2) 部材の機器要目

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



【主蒸気管トンネル温度 (TE202-7D) 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	
主蒸気管トンネル温度 (TE202-7D)	S	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下		C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	60

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II (弾性設計用地震動 S d) 又は静的震度

*3：設計用震度 II (基準地震動 S s)

1.2 機器要目

部材	W (N)	d (mm)	A _b (mm ²)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト				208 (40mm < 径 ≤ 100mm)	389 (40mm < 径 ≤ 100mm)	208	249

1.3 計算数値

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト				

1.4 結論

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400 相当	引張	$\sigma_b=1$	$f_{ts}=124^*$	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=149^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=96$	$\tau_b=1$	$f_{sb}=115$

68

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
主蒸気管トンネル温度 (TE202-7D)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

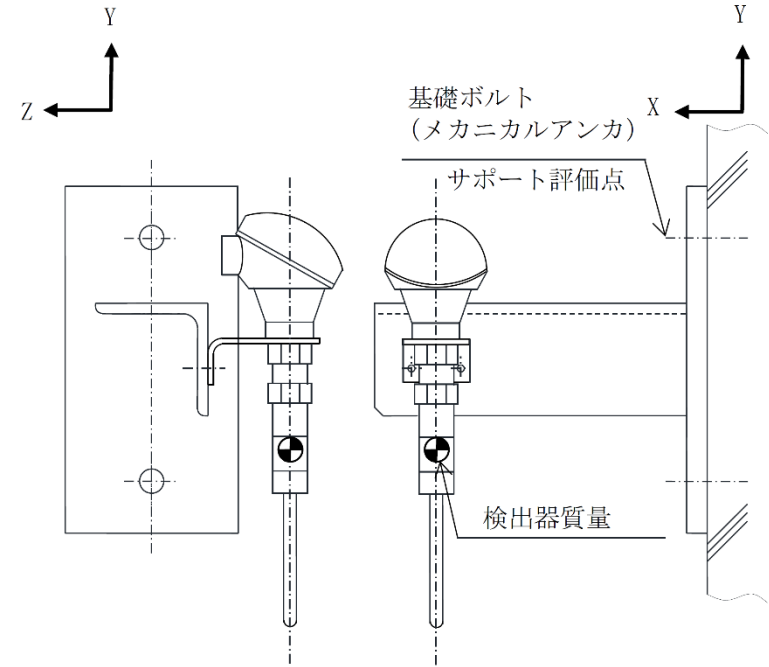
注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元

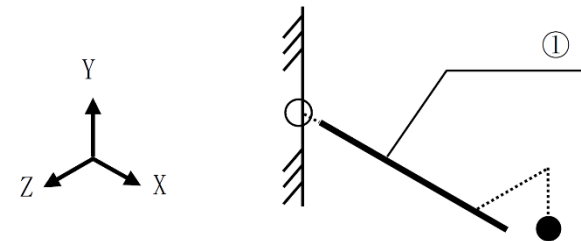
項目	記号	単位	入力値 (TE202-7D)
材質	—	—	SS41
質量	m	kg	<input type="text"/>
温度条件 (雰囲気温度)	T	℃	60
縦弾性係数	E	MPa	200600
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	<input type="text"/>
節点数	—	個	<input type="text"/>



06

(2) 部材の機器要目

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



VI-2-6-5-50 主蒸気管流量の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	10
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	10

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、主蒸気管流量が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

主蒸気管流量は、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、主蒸気管流量が設置される計装ラックは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計装ラックであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

主蒸気管流量の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図																					
基礎・支持構造	主体構造																						
<p>検出器は、計器取付ボルトにて計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計装ラックに固定される。計装ラックは、ラック取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>主蒸気管流量検出器</p>																						
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>主蒸気管流量 (2RIR-1-3A (dPX202-1A, 2A, 3A, 4A))</th> <th>主蒸気管流量 (2RIR-1-3B (dPX202-1B, 2B, 3B, 4B))</th> <th>主蒸気管流量 (2RIR-1-3C (dPX202-1C, 2C, 3C, 4C))</th> <th>主蒸気管流量 (2RIR-1-3D (dPX202-1D, 2D, 3D, 4D))</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		機器名称	主蒸気管流量 (2RIR-1-3A (dPX202-1A, 2A, 3A, 4A))	主蒸気管流量 (2RIR-1-3B (dPX202-1B, 2B, 3B, 4B))	主蒸気管流量 (2RIR-1-3C (dPX202-1C, 2C, 3C, 4C))	主蒸気管流量 (2RIR-1-3D (dPX202-1D, 2D, 3D, 4D))	たて					横					高さ				
機器名称	主蒸気管流量 (2RIR-1-3A (dPX202-1A, 2A, 3A, 4A))	主蒸気管流量 (2RIR-1-3B (dPX202-1B, 2B, 3B, 4B))	主蒸気管流量 (2RIR-1-3C (dPX202-1C, 2C, 3C, 4C))	主蒸気管流量 (2RIR-1-3D (dPX202-1D, 2D, 3D, 4D))																			
たて																							
横																							
高さ																							
		(単位：mm)																					

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

主蒸気管流量が設置される計装ラックの固有周期は、構造が同等な計装ラックに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

主蒸気管流量 (2RIR-1-3A (dPX202-1A, 2A, 3A, 4A))	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
主蒸気管流量 (2RIR-1-3B (dPX202-1B, 2B, 3B, 4B))	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
主蒸気管流量 (2RIR-1-3C (dPX202-1C, 2C, 3C, 4C))	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
主蒸気管流量 (2RIR-1-3D (dPX202-1D, 2D, 3D, 4D))	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

主蒸気管流量の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

主蒸気管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 に示す。

4.2.2 許容応力

主蒸気管流量の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

主蒸気管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 4-3 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【主蒸気管流量 (dPX202-1A, 2A, 3A, 4A) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管流量 (dPX202-1B, 2B, 3B, 4B) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管流量 (dPX202-1C, 2C, 3C, 4C) の耐震性についての計算結果】、【主蒸気管流量 (dPX202-1D, 2D, 3D, 4D) 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	工学的安全 施設等の起 動信号	主蒸気隔離弁	主蒸気管流量 大	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	せん断
ⅢA S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
ⅣA 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	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

主蒸気管流量の電気的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

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

機能確認済加速度を表5-1に示す。

表5-1 機能確認済加速度 (1/2) (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
主蒸気管流量 (dPX202-1A)	水平	
	鉛直	
主蒸気管流量 (dPX202-2A)	水平	
	鉛直	
主蒸気管流量 (dPX202-3A)	水平	
	鉛直	
主蒸気管流量 (dPX202-4A)	水平	
	鉛直	
主蒸気管流量 (dPX202-1B)	水平	
	鉛直	
主蒸気管流量 (dPX202-2B)	水平	
	鉛直	
主蒸気管流量 (dPX202-3B)	水平	
	鉛直	

表 5-1 機能確認済加速度 (2/2)

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

機器名称	方向	機能確認済加速度	
主蒸気管流量 (dPX202-4B)	水平		
	鉛直		
主蒸気管流量 (dPX202-1C)	水平		
	鉛直		
主蒸気管流量 (dPX202-2C)	水平		
	鉛直		
主蒸気管流量 (dPX202-3C)	水平		
	鉛直		
主蒸気管流量 (dPX202-4C)	水平		
	鉛直		
主蒸気管流量 (dPX202-1D)	水平		
	鉛直		
主蒸気管流量 (dPX202-2D)	水平		
	鉛直		
主蒸気管流量 (dPX202-3D)	水平		
	鉛直		
主蒸気管流量 (dPX202-4D)	水平		
	鉛直		

S2 補 VI-2-6-5-50 R1

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

主蒸気管流量の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【主蒸気管流量（dPX202-1A, 2A, 3A, 4A）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	
主蒸気管流量 (dPX202-1A, 2A, 3A, 4A)	S	原子炉建物 EL 15.3 ^{*1}	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.89 ^{*2}	C _V =0.81 ^{*2}	C _H =1.59 ^{*3}	C _V =1.58 ^{*3}	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i = 2)		1100 ^{*1}	16 (M16)	201.1	20	211 (40mm < 径 ≤ 100mm)	394 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	ℓ _{1 i} ^{*2} (mm)	ℓ _{2 i} ^{*2} (mm)	n _{f i} ^{*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)	220 ^{*1}	320 ^{*1}	8	211	253	短辺方向	長辺方向
	1070 ^{*1}	1170 ^{*1}	2				

注記*1：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

*2：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{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)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=9$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=22$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=146$

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

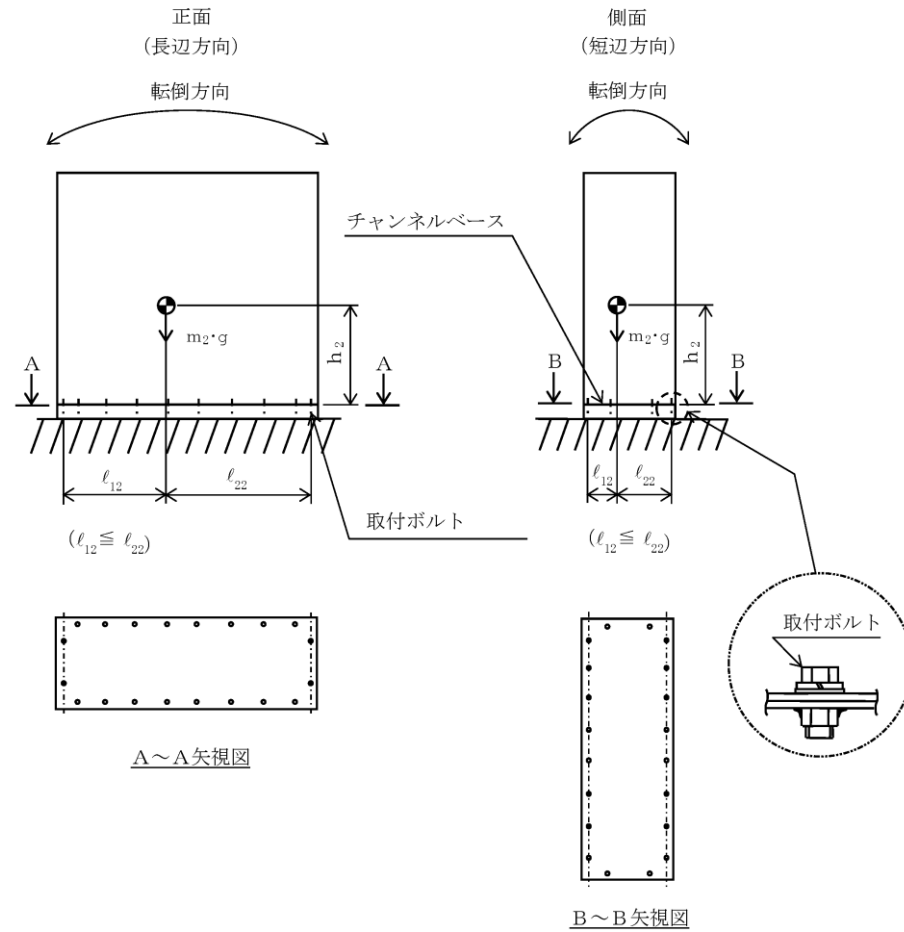
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
主蒸気管流量 (dPX202-1A)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	
主蒸気管流量 (dPX202-2A)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	
主蒸気管流量 (dPX202-3A)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	
主蒸気管流量 (dPX202-4A)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【主蒸気管流量（dPX202-1B, 2B, 3B, 4B）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	
主蒸気管流量 (dPX202-1B, 2B, 3B, 4B)	S	原子炉建物 EL 15.3 ^{*1}	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.89 ^{*2}	C _V =0.81 ^{*2}	C _H =1.59 ^{*3}	C _V =1.58 ^{*3}	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i = 2)	<input type="text"/>	1100 ^{*1}	16 (M16)	201.1	14	211 (40mm < 径 ≤ 100mm)	394 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	ℓ _{1 i} ^{*2} (mm)	ℓ _{2 i} ^{*2} (mm)	n _{f i} ^{*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)	220 ^{*1}	320 ^{*1}	5	211	253	短辺方向	長辺方向
	620 ^{*1}	720 ^{*1}	2				

注記*1：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

*2：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{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)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=11$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=24$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=146$

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

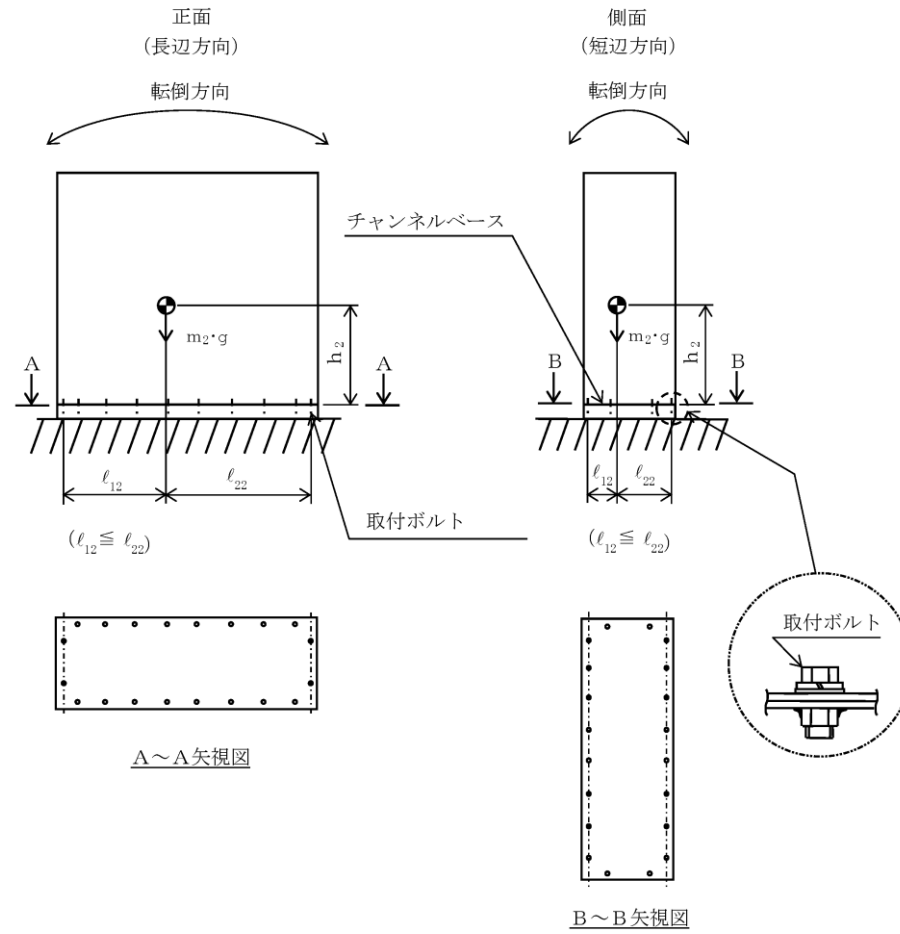
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
主蒸気管流量 (dPX202-1B)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	
主蒸気管流量 (dPX202-2B)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	
主蒸気管流量 (dPX202-3B)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	
主蒸気管流量 (dPX202-4B)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【主蒸気管流量（dPX202-1C, 2C, 3C, 4C）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	
主蒸気管流量 (PX202-1C, 2C, 3C, 4C)	S	原子炉建物 EL 15.3*1	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.89*2	C _V =0.81*2	C _H =1.59*3	C _V =1.58*3	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i = 2)		1100*1	16 (M16)	201.1	20	211 (40mm < 径 ≤ 100mm)	394 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	ℓ _{1 i} *2 (mm)	ℓ _{2 i} *2 (mm)	n _{f i} *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)	220*1	320*1	8	211	253	短辺方向	長辺方向
	1070*1	1170*1	2				

注記*1：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

*2：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{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)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=9$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=22$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=146$

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

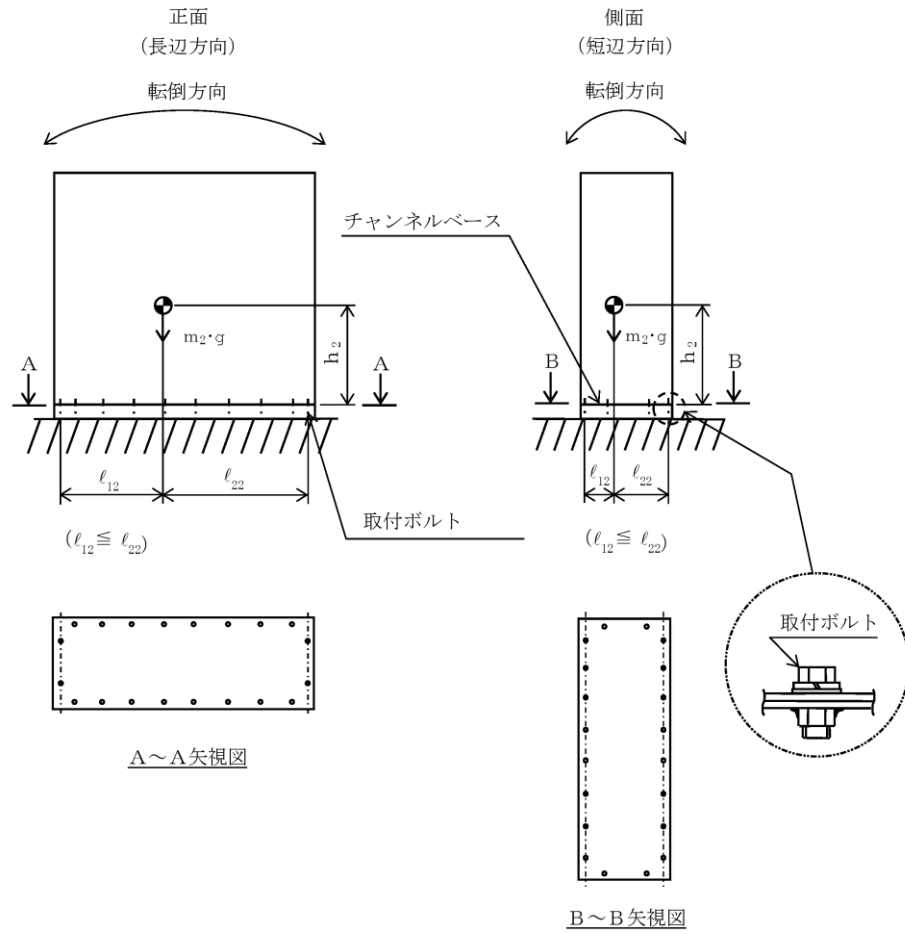
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
主蒸気管流量 (dPX202-1C)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	
主蒸気管流量 (dPX202-2C)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	
主蒸気管流量 (dPX202-3C)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	
主蒸気管流量 (dPX202-4C)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【主蒸気管流量（dPX202-1D, 2D, 3D, 4D）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	
主蒸気管流量 (dPX202-1D, 2D, 3D, 4D)	S	原子炉建物 EL 15.3 ^{*1}	0.05 以下	0.05 以下	C _H =0.89 ^{*2}	C _V =0.81 ^{*2}	C _H =1.59 ^{*3}	C _V =1.58 ^{*3}	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i = 2)		1100 ^{*1}	16 (M16)	201.1	14	211 (40mm < 径 ≤ 100mm)	394 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	l _{1 i} ^{*2} (mm)	l _{2 i} ^{*2} (mm)	n _{f i} ^{*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)	220 ^{*1}	320 ^{*1}	5	211	253	短辺方向	長辺方向
	620 ^{*1}	720 ^{*1}	2				

注記*1：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

*2：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{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)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=10$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=23$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=146$

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

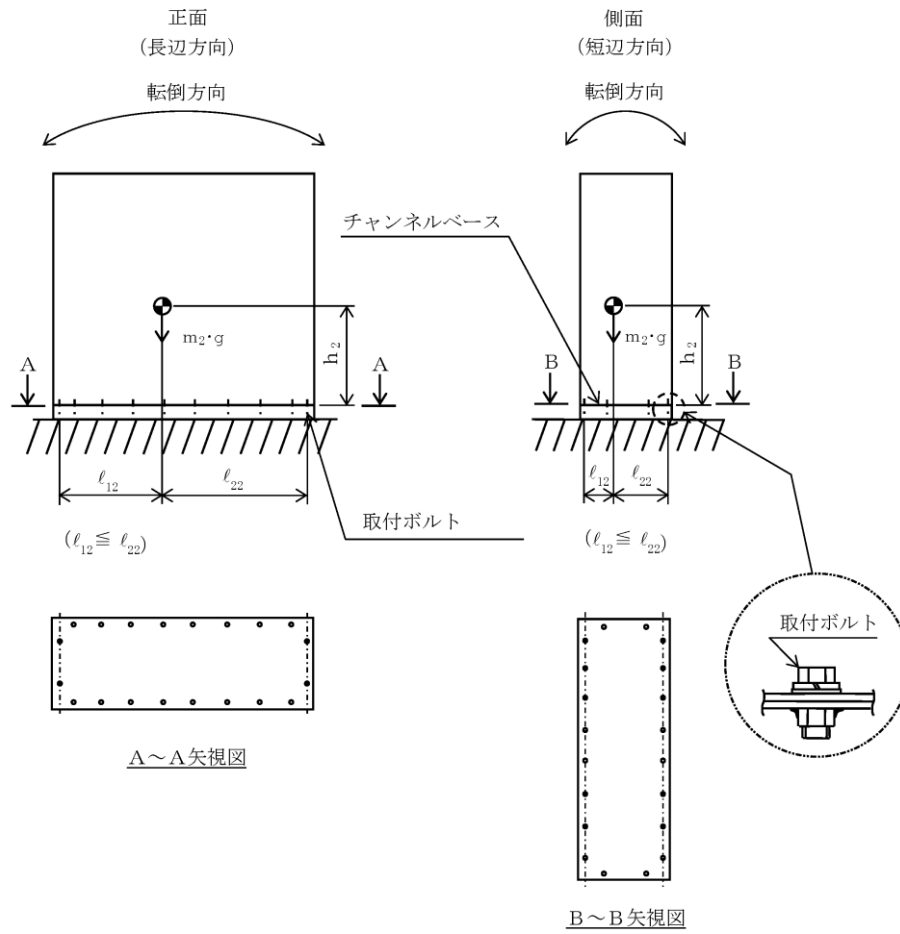
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
主蒸気管流量 (dPX202-1D)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	
主蒸気管流量 (dPX202-2D)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	
主蒸気管流量 (dPX202-3D)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	
主蒸気管流量 (dPX202-4D)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-51 ドライウェル圧力の耐震性についての計算書（その3）

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ドライウェル圧力が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

ドライウェル圧力は、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、ドライウェル圧力が設置される計装ラックは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計装ラックであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ドライウェル圧力の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>検出器は、計器取付ボルトにて計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計装ラックに固定される。計装ラックは、ラック取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>ドライウェル圧力検出器</p>	<p>(正面図) (側面図)</p> <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>ドライウェル圧力 (2RIR-2-8A (PX217-8A, C))</th> <th>ドライウェル圧力 (2RIR-2-8C (PX217-8B, D))</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td style="border: 2px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td style="border: 2px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td style="border: 2px solid black;"></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>	機器名称	ドライウェル圧力 (2RIR-2-8A (PX217-8A, C))	ドライウェル圧力 (2RIR-2-8C (PX217-8B, D))	たて			横			高さ		
機器名称	ドライウェル圧力 (2RIR-2-8A (PX217-8A, C))	ドライウェル圧力 (2RIR-2-8C (PX217-8B, D))												
たて														
横														
高さ														

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

ドライウエル圧力が設置される計装ラックの固有周期は、構造が同等な計装ラックに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

ドライウエル圧力 (2RIR-2-8A (PX217-8A, C))	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
ドライウエル圧力 (2RIR-2-8C (PX217-8B, D))	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

ドライウエル圧力の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ドライウエル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 に示す。

4.2.2 許容応力

ドライウエル圧力の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ドライウエル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 4-3 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【ドライウエル圧力 (PX217-8A, C) の耐震性についての計算結果】、【ドライウエル圧力 (PX217-8B, D) 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	工学的安全 施設等の起 動信号	高圧炉心スプ レイ系	ドライウエル 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 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
ⅢA S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
ⅣA 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	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

ドライウエル圧力の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

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

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
ドライウエル圧力 (PX217-8A)	水平	
	鉛直	
ドライウエル圧力 (PX217-8B)	水平	
	鉛直	
ドライウエル圧力 (PX217-8C)	水平	
	鉛直	
ドライウエル圧力 (PX217-8D)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

ドライウェル圧力の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ドライウエル圧力 (PX217-8A, C) 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	
ドライウエル圧力 (PX217-8A, C)	S	原子炉建物 EL 23.8 ^{*1}	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	50

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S_d) 又は静的震度

*3: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	m _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)		1100 ^{*1}	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm < 径 ≤ 100mm)	394 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	ℓ _{1 i} ^{*2} (mm)	ℓ _{2 i} ^{*2} (mm)	n _{f i} ^{*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)	220 ^{*1}	320 ^{*1}	4	211	253	長辺方向	長辺方向
	470 ^{*1}	570 ^{*1}	2				

注記*1: 重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

*2: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{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)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=14$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=26$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=146$

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

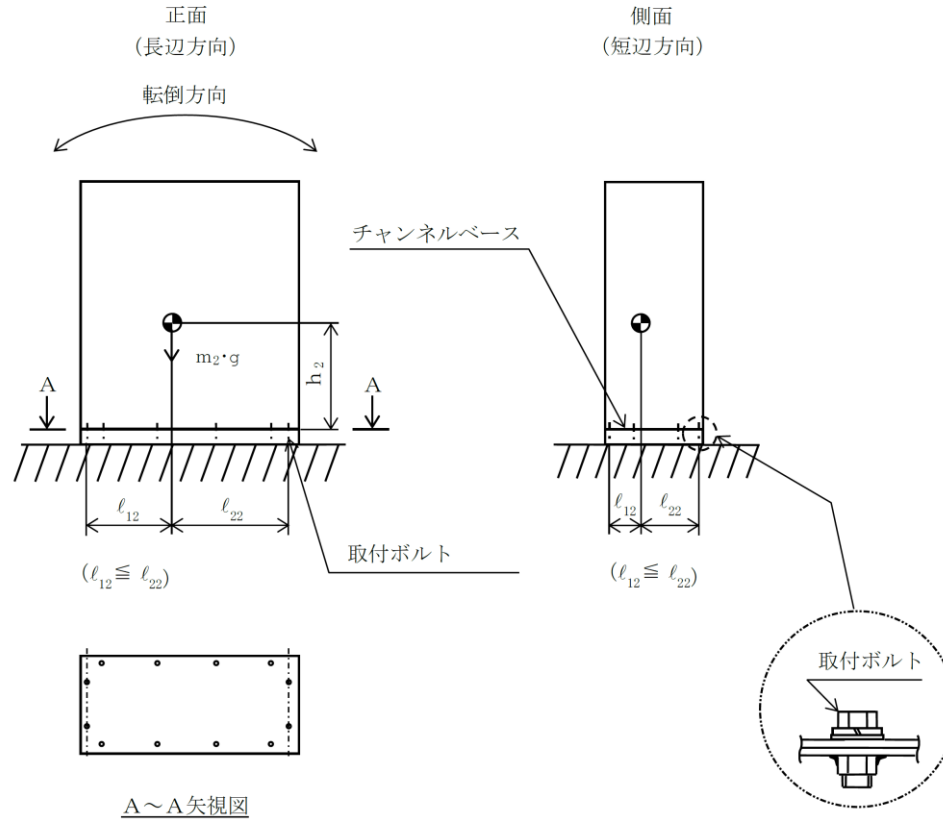
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドライウエル圧力 (PX217-8A)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	
ドライウエル圧力 (PX217-8C)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【ドライウエル圧力 (PX217-8B, D) 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	
ドライウエル圧力 (PX217-8B, D)	S	原子炉建物 EL 23.8 ^{*1}	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	m _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)		1100 ^{*1}	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm < 径 ≤ 100mm)	394 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	ℓ _{1 i} ^{*2} (mm)	ℓ _{2 i} ^{*2} (mm)	n _{f i} ^{*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)	220 ^{*1}	320 ^{*1}	4	211	253	長辺方向	長辺方向
	470 ^{*1}	570 ^{*1}	2				

注記*1：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

*2：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し，下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{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)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=15$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=27$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=146$

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

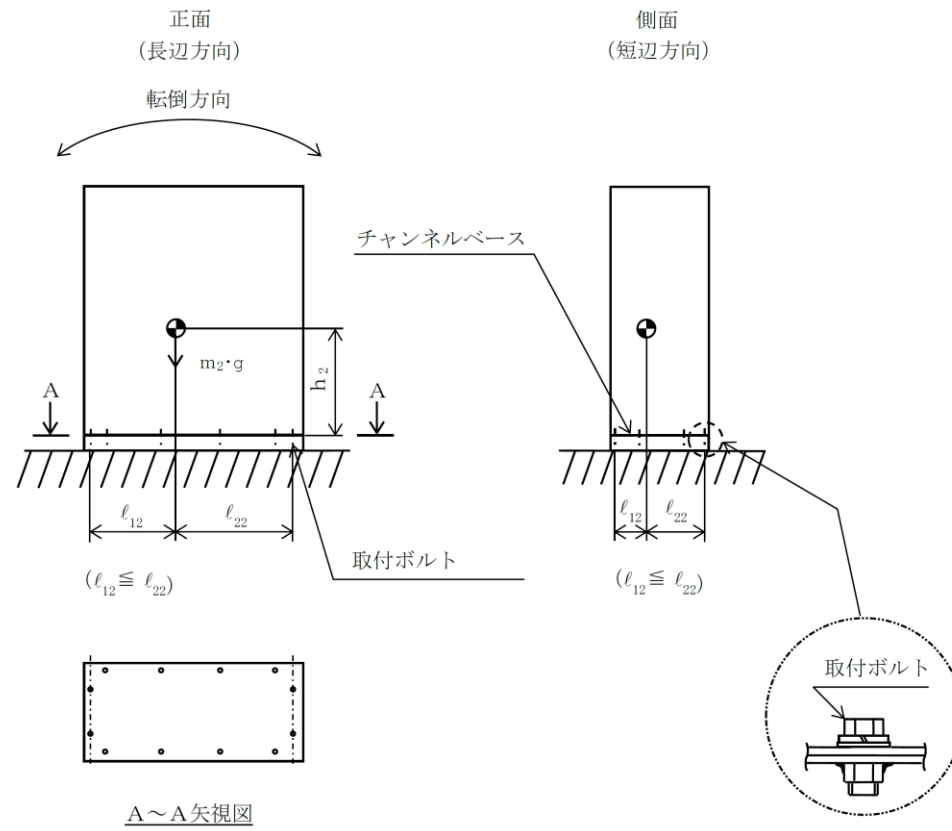
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドライウエル圧力 (PX217-8B)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	
ドライウエル圧力 (PX217-8D)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-52 ドライウェル圧力の耐震性についての計算書（その4）

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ドライウェル圧力が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

ドライウェル圧力は、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、ドライウェル圧力が設置される計装ラックは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計装ラックであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ドライウェル圧力の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、計器取付ボルトにて計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計装ラックに固定される。 計装ラックは、ラック取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。チャンネルベースは溶接にて基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p>	<p>ドライウェル圧力検出器</p>	<p>(単位: mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

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

表 3-1 固有周期

(単位：s)

ドライウェル圧力 (2RIR-2-8B (PX217-7A, C))	水平	
	鉛直	

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

ドライウエル圧力の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ドライウエル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 に示す。

4.2.2 許容応力

ドライウエル圧力の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ドライウエル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 4-3 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【ドライウエル圧力 (PX217-7A, C) 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	工学的安全 施設等の起 動信号	低圧炉心スプ レイ系		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	工学的安全 施設等の起 動信号	残留 熱除 去系	低圧 注水 系	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	工学的安全 施設等の起 動信号	自動減圧系		S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	ⅢA S
						$D + P_D + M_D + S_s$	ⅣA S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
ⅢA S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
ⅣA 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	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

ドライウエル圧力の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

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

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
ドライウエル圧力 (PX217-7A)	水平	
	鉛直	
ドライウエル圧力 (PX217-7C)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

ドライウェル圧力の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ドライウエル圧力 (PX217-7A, C) 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	
ドライウエル圧力 (PX217-7A, C)	S	原子炉建物 EL 23.8 ^{*1}			C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	50

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度Ⅱ (弾性設計用地震動 S_d) 又は静的震度

*3: 設計用震度Ⅱ (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	m _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)		1100 ^{*1}	16 (M16)	201.1	16	211 (40mm < 径 ≤ 100mm)	394 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	ℓ _{1 i} ^{*2} (mm)	ℓ _{2 i} ^{*2} (mm)	n _{f i} ^{*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)	220 ^{*1}	320 ^{*1}	6	211	253	長辺方向	長辺方向
	670 ^{*1}	870 ^{*1}	2				

注記*1: 重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

*2: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{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)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=26$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=2$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=146$

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

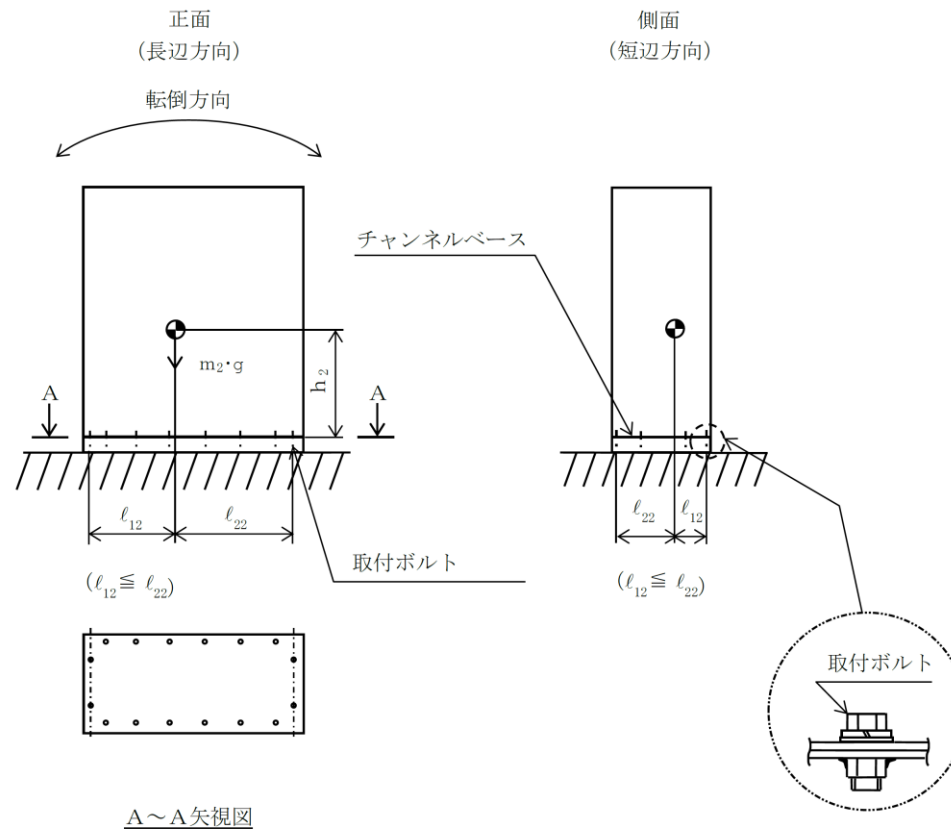
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドライウエル圧力 (PX217-7A)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	
ドライウエル圧力 (PX217-7C)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-53 ドライウェル圧力の耐震性についての計算書（その5）

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ドライウェル圧力が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

ドライウェル圧力は、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、ドライウェル圧力が設置される計装ラックは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計装ラックであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ドライウェル圧力の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、計器取付ボルトにて計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計装ラックに固定される。</p> <p>計装ラックは、ラック取付ボルトにてチャンネルベースに設置する。チャンネルベースは溶接にて後打金物及び基礎に埋め込まれた金物に固定する。</p> <p>後打金物は基礎ボルトにて基礎に設置する。</p>	<p>ドライウェル圧力検出器</p>	<p>(単位: mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

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

表 3-1 固有周期

(単位：s)

ドライウェル圧力 (2RIR-2-8D (PX217-7B, D))	水平	
	鉛直	

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

ドライウエル圧力の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ドライウエル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に示す。

4.2.2 許容応力

ドライウエル圧力の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表4-2のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ドライウエル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4-3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【ドライウエル圧力 (PX217-7B, D) 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	工学的安全 施設等の起 動信号	残留 熱除 去系	低圧 注水 系	ドライウエル 圧力高	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	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) とドライウエ ル圧力高の同 時信号	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	ⅢA S
							$D + P_D + M_D + S_s$	ⅣA S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
ⅢA S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
ⅣA 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	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

ドライウエル圧力の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

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

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
ドライウエル圧力 (PX217-7B)	水平	
	鉛直	
ドライウエル圧力 (PX217-7D)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

ドライウェル圧力の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ドライウエル圧力 (PX217-7B, D) 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	
ドライウエル圧力 (PX217-7B, D)	S	原子炉建物 EL 23.8 ^{*1}			C _H =1.19 ^{*2}	C _V =1.10 ^{*2}	C _H =1.73 ^{*3}	C _V =2.07 ^{*3}	50

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (弾性設計用地震動 S_d) 又は静的震度

*3: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	m _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)		1100 ^{*1}	16 (M16)	201.1	14	211 (40mm < 径 ≤ 100mm)	394 (40mm < 径 ≤ 100mm)

部材	ℓ _{1 i} ^{*2} (mm)	ℓ _{2 i} ^{*2} (mm)	n _{f i} ^{*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)	220 ^{*1}	320 ^{*1}	5	211	253	長辺方向	長辺方向
	620 ^{*1}	720 ^{*1}	2				

注記*1: 重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

*2: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{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)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=13$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=26$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=3$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=146$

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

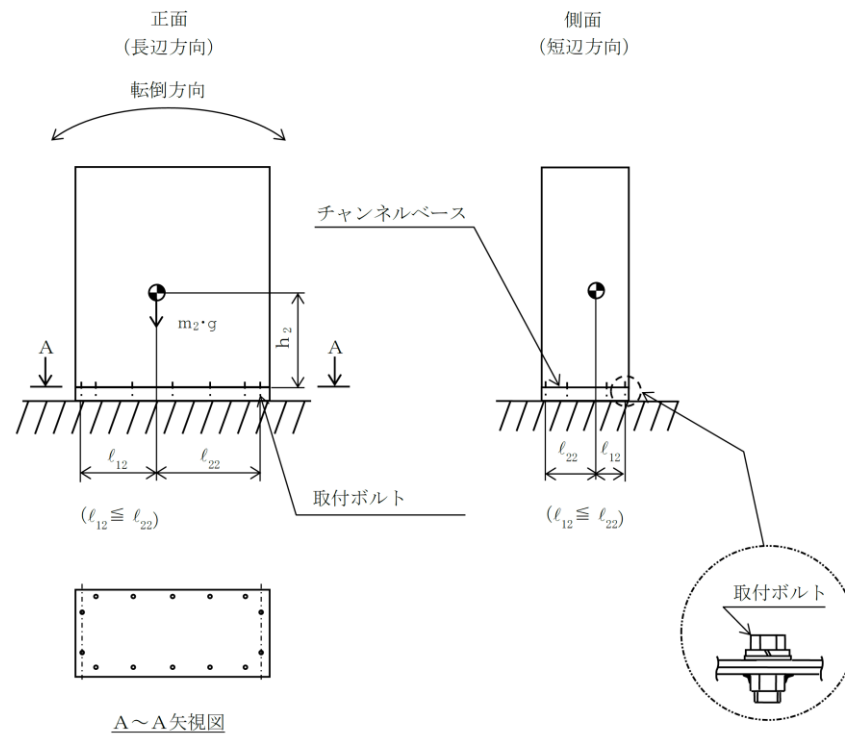
すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドライウエル圧力 (PX217-7B)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	
ドライウエル圧力 (PX217-7D)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-54 原子炉圧力の耐震性についての計算書（その2）

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、原子炉圧力が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

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、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の壁掛形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

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、計器取付ボルトにて計器取付板に固定され、計器取付板は、取付板取付ボルトにて計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトにて壁面に設置する。</p>	<p>原子炉圧力検出器</p>																					
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>原子炉圧力 (PX298-8A)</th> <th>原子炉圧力 (PX298-8B)</th> <th>原子炉圧力 (PX298-8C)</th> <th>原子炉圧力 (PX298-8D)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">(単位 : mm)</p>	機器名称	原子炉圧力 (PX298-8A)	原子炉圧力 (PX298-8B)	原子炉圧力 (PX298-8C)	原子炉圧力 (PX298-8D)	たて					横					高さ			
機器名称	原子炉圧力 (PX298-8A)	原子炉圧力 (PX298-8B)	原子炉圧力 (PX298-8C)	原子炉圧力 (PX298-8D)																		
たて																						
横																						
高さ																						

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

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

表 3-1 固有周期 (単位 : s)

原子炉圧力 (PX298-8A)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
原子炉圧力 (PX298-8B)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
原子炉圧力 (PX298-8C)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
原子炉圧力 (PX298-8D)	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、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

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 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

原子炉圧力の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

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 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 (PX298-8A) の耐震性についての計算結果】、【原子炉圧力 (PX298-8B) の耐震性についての計算結果】、【原子炉圧力 (PX298-8C) の耐震性についての計算結果】、【原子炉圧力 (PX298-8D) 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（代替制 御棒挿入機 能）	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	ATWS緩和 設備（代替原 子炉再循環ポ ンプトリップ 機能）	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 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f _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	100	194	373	—
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≤100mm)	周囲環境温度	100	194	373	—

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

原子炉圧力の電気的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

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

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
原子炉圧力 (PX298-8A)	水平	
	鉛直	
原子炉圧力 (PX298-8B)	水平	
	鉛直	
原子炉圧力 (PX298-8C)	水平	
	鉛直	
原子炉圧力 (PX298-8D)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

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

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉圧力 (PX298-8A) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	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 (PX298-8A)	常設耐震/防止	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.73 ^{*2}	C _V =2.07 ^{*2}	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

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		135	12 (M12)	113.1	4	194 (40mm < 径 ≤ 100mm)	373 (40mm < 径 ≤ 100mm)

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	807	160	1140	2	2	—	232	—	左右方向
	807	160	1140	2	2				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F _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	SS41	引張	—	—	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=139^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=3$	$f_{sb}=107$

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

すべて許容応力以下である。

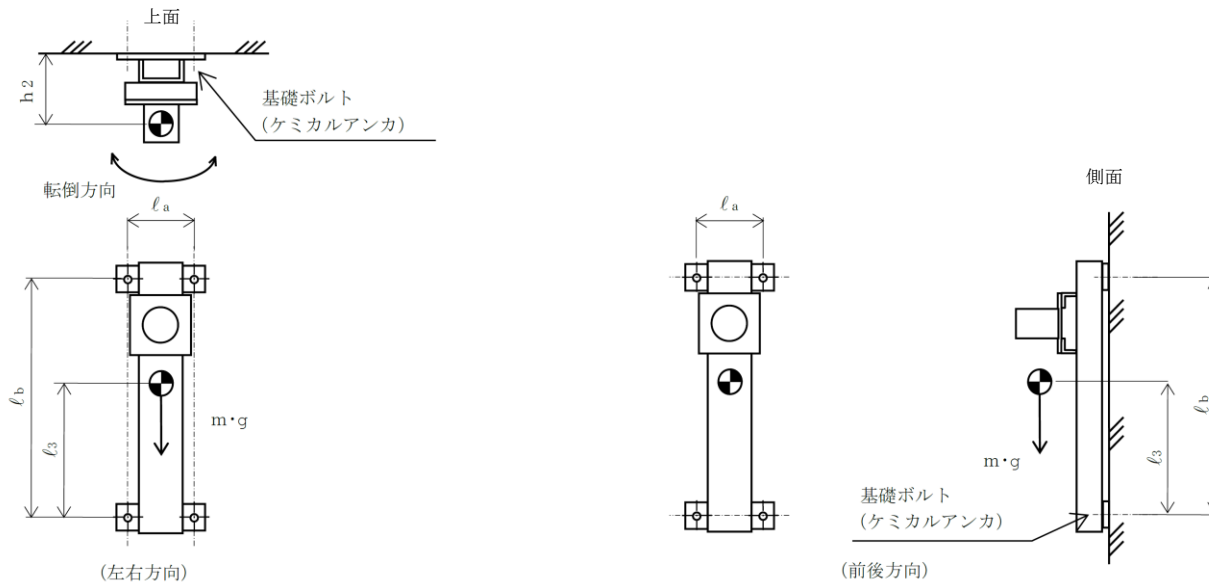
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉圧力 (PX298-8A)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉圧力 (PX298-8B) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	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 (PX298-8B)	常設耐震/防止	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.73 ^{*2}	C _V =2.07 ^{*2}	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

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		135	12 (M12)	113.1	4	194 (40mm<径≤100mm)	373 (40mm<径≤100mm)

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	807	160	1140	2	2	—	232	—	左右方向
	807	160	1140	2	2				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F _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	SS41	引張	—	—	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=139^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=3$	$f_{sb}=107$

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

すべて許容応力以下である。

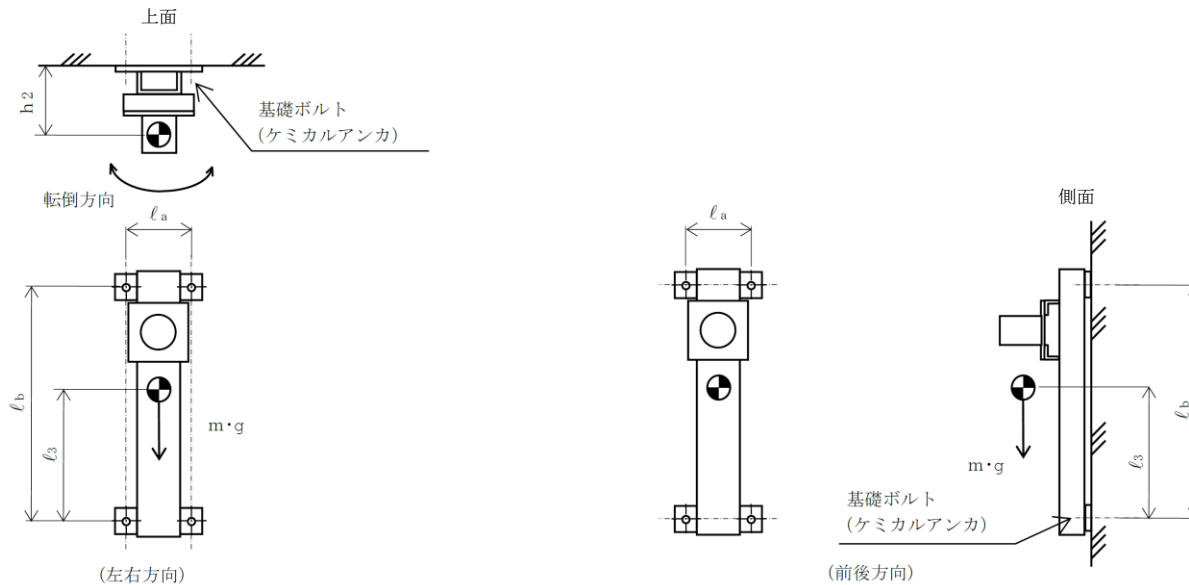
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉圧力 (PX298-8B)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉圧力 (PX298-8C) 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 (PX298-8C)	常設耐震/防止	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.73 ^{*2}	C _V =2.07 ^{*2}	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

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		135	12 (M12)	113.1	4	194 (40mm<径≤100mm)	373 (40mm<径≤100mm)

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	807	160	1140	2	2	—	232	—	左右方向
	807	160	1140	2	2				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F _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	SS41	引張	—	—	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=139^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=3$	$f_{sb}=107$

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

すべて許容応力以下である。

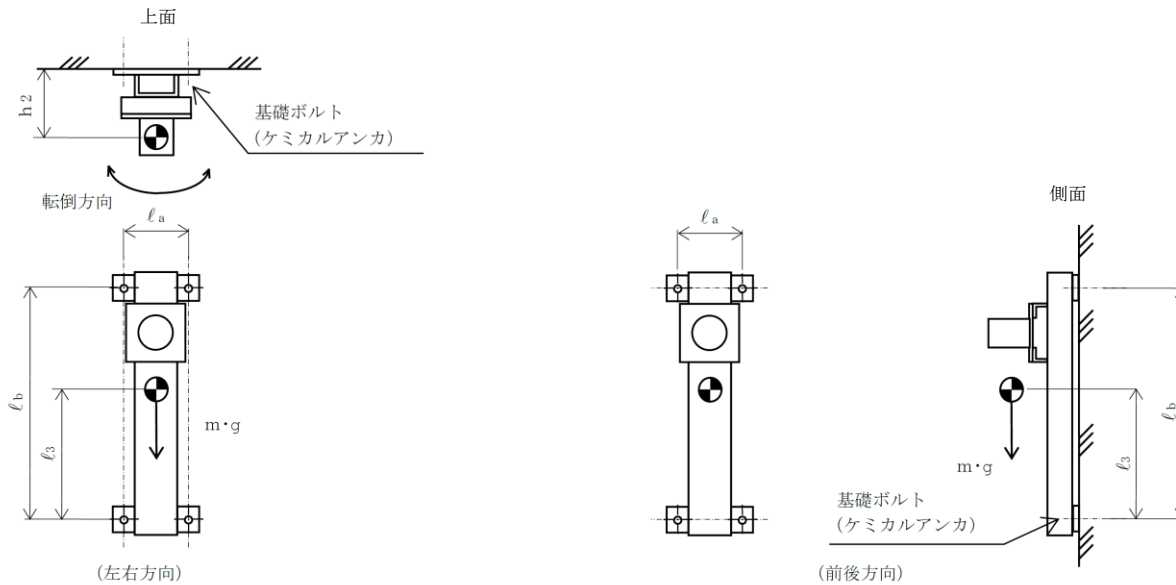
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉圧力 (PX298-8C)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉圧力 (PX298-8D) 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 (PX298-8D)	常設耐震/防止	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.73 ^{*2}	C _V =2.07 ^{*2}	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

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		135	12 (M12)	113.1	4	194 (40mm<径≤100mm)	373 (40mm<径≤100mm)

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	807	160	1140	2	2	—	232	—	左右方向
	807	160	1140	2	2				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F _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	SS41	引張	—	—	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=139^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=3$	$f_{sb}=107$

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

すべて許容応力以下である。

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉圧力 (PX298-8D)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

