VI-2-6-5-25 ドライウェル圧力 (SA)の耐震性についての計算書

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 電気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、ドライウェル圧力(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。

ドライウェル圧力(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、ドライウェル圧力(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

ドライウェル圧力(SA)の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画



 \sim

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

ドライウェル圧力(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:
ドライウェル圧力 (SA)	水平	
(PX217-14)	鉛直	
ドライウェル圧力 (SA)	水平	
(PX217-16)	鉛直	

S2 補 VI-2-6-5-25 R1

- 4. 構造強度評価
- 4.1 構造強度評価方法

ドライウェル圧力(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

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

4.2.2 許容応力

ドライウェル圧力(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

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

4.3 計算条件

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

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
					$D + P_D + M_D + S_s *^3$	IV A S
計測制御	31 2011年1月		常設耐震/防止	4.0		V A S
系統施設	ドライリェル庄川 (SA)	常設/緩和		$D \perp D$ and $\perp M$ and $\perp S$ a	(VASとして	
					D I SAD MISAD 5 S	IVASの許容限
						界を用いる。)

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)

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 s A D+M s A D+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。

ы

	許容限界 ^{*1,*2} (ボルト等)				
許容応力状態	一次応力				
	引張	せん断			
IV A S					
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5 • f t *	1.5 • f s *			

表 4-2 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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。

評価部材	材料	温度条件 (℃)		Sу (MPa)	Su (MPa)	Sy(RT) (MPa)
基礎ボルト (ドライウェル圧力(SA) (PX217-14))	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	100	221	373	
基礎ボルト (ドライウェル圧力(SA) (PX217-16))	SS400 (40mm<径≦100mm)	周囲環境温度	100	194	373	

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)

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

ドライウェル圧力(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。

	(7.5.011/3)	
機器名称	方向	機能確認済加速度
ドライウェル圧力 (SA)	水平	
(PX217-14)	鉛直	
ドライウェル圧力 (SA)	水平	
(PX217-16)	鉛直	

表 5-1 機能確認済加速度

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

- 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。

【ドライウェル圧力(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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動S s		
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
ドライウェル圧力(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})			_	_	Сн=2.83*2	$Cv=2.32^{*2}$	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)	Аь (mm²)	n	Sy (MPa)	Su (MPa)	
基礎ボルト		157	12 (M12)	113. 1	4	221 (径≦16mm)	373 (径≦16mm)	

	lo* lo* l+*				F	F *	転倒方向			
部材	(mm)	(mm)	(mm)	nfv*	пfн*	(MPa)	г (MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	
甘7株-12.7 1	673	160	840	2	2		0.61		++++++	
基礎ホルト	673	160	840	2	2	—	—	261		左右方问

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 (単作								
	F۱	0	Q b					
部材	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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	++*1	C + 1	弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地)	震動Ss	
	1/1 不计	心刀	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
基礎ボルト	55400	引張	_	_	σ b=6	ft s =156*	
	55400	せん断	_	—	au b=4	$f_{\rm s \ b} = 120$	

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能約	$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$		
		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	水平方向	1.95	
(SA) (PX217-14)	鉛直方向	1.98	

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。







【ドライウェル圧力(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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
ドライウェル圧力(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})			_		$C_{H}=3.66^{*2}$	$Cv=2.36^{*2}$	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)	Аь (mm²)	n	Sy (MPa)	S u (MPa)
基礎ボルト		157	12 (M12)	113. 1	4	194 (40mm<径≦100mm)	373 (40mm<径≦100mm)

	l . *	l . *	l . *			F	F *	転倒	削方向
部材	(mm)	(mm)	(mm)	nfv*	пfн*	(MPa)	r (MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
甘7株子月1	674	160	840	2	2		000		
本碇小ルト	674	160	840	2	2		232		左右方问

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	用する力			(単位:N)	
	F۱	0	Q b		
部材	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

						, i =,			
	材料	++北	++*)	++*	₽ +	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動 S s	
司中村		心刀	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力			
甘7株ギルト	55400	引張	_	_	σ b=7	$f_{t s} = 139^*$			
基礎小ルト	55400	せん断	_	—	au b=4	$f_{\rm s\ b} = 107$			

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能維持	寺の評価結果		$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$
		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)	水平方向	2.10	
(PX217-16)	鉛直方向	2.06	

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。







側面

(前後方向)

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

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 電気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 度評価及び電気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



 \sim

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

サプレッションチェンバ圧力(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)

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

サプレッションチェンバ圧力(SA)の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故 等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

サプレッションチェンバ圧力(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

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

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【サ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】、【サ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】の設計条件及び機器要目に示す。

						-
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
					$D + P_D + M_D + S_s s^{*3}$	IV A S
計測制御	計測装置	サプレッションチェンバ圧力	常設耐震/防止	*2		VAS (VASELT
系統施設	(SA)	常設/緩和		$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	(VAS 2 U C IVAS の許容限	
						界を用いる。)

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)

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 s A D+M s A D+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。

ы

	許容限界* ^{1,*2} (ボルト等)				
許容応力状態	一次応力				
	引張	せん断			
IV A S					
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5 • f t *	1.5 • f s *			

表 4-2 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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。

評価部材	材料 (℃)		'牛	Sy (MPa)	Su (MPa)	S y (R T) (MPa)
基礎ボルト (サプレッションチェンバ圧力(SA) (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(SA) (PX217-17))	SS400 (40mm<径≦100mm)	周囲環境温度	100	194	373	_

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)

- 5. 機能維持評価
- 5.1 電気的機能維持評価方法

サプレッションチェンバ圧力(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。

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

表 5-1 機能確認済加速度

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

- 6. 評価結果
- 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

サプレッションチェンバ圧力(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。

【サ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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向	周囲環境温度 (℃)
					 	 	 	 	
サ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})			_	_	$C_{H}=2.83^{*2}$	$Cv=2.32^{*2}$	100

(単位:N)

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)	Аь (mm²)	n	Sy (MPa)	Su (MPa)		
基礎ボルト		157	12 (M12)	113. 1	4	221 (径≦16mm)	373 (径≦16mm)		

	1*	l.*	l . *			F	F *	転倒方向	
部材	(mm)	(mm)	(mm)	nfv*	пfн*	(MPa)	(MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
甘7株-12-1 J	673	160	840	2	2		0.01		+-+-+-+-
基礎ホルト	673	160	840	2	2		261		

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

	Ft)	Q b							
部材	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

側面

Ľ

立7.47	++水	材料 応力 -	弾性設計用地震重	かSd又は静的震度	基準地震動 S s		
司小小	1/1 1/1		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
甘7林-兴,1	55400	引張	_	_	σ b=6	$f_{t s} = 156^*$	
産碇小ルト	33400	せん断			au b=4	<i>f</i> s b = 120	

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

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(SA)	水平方向	1.95	
(PX217-15)	鉛直方向	1.98	

11

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)

m•g

【サ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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
サ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})			_		$C_{H}=3.66^{*2}$	$Cv=2.36^{*2}$	100

(単位:N)

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)	Аь (mm²)	n	Sy (MPa)	S u (MPa)
基礎ボルト		157	12 (M12)	113. 1	4	194 (40mm<径≦100mm)	373 (40mm<径≦100mm)

	l . *	l . *	l . *			F	F *	* 転倒方向	
部材	(mm)	(mm)	(mm)	nfv*	пfн*	(MPa)	(MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
甘7株-12 J	674	160	840	2	2		000		+++++
基礎ホルト	674	160	840	2	2	—	232	— 左右方问	

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

	F۱)	Q b						
部材	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

***	++*1	材料 応力	弾性設計用地震重	めSd又は静的震度	基準地震動S s		
司中权	1/1 1/1		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
甘7林~半,1	55400	引張	_	_	σ b=7	$f_{t s} = 139^*$	
産碇小ルト	55400	せん断		_	au b=4	$f_{\rm s \ b} = 107$	

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

すべて許容応力以下である。

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(SA)	水平方向	2.10	
(PX217-17)	鉛直方向	2.06	

13

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。







VI-2-6-5-27 ドライウェル温度(SA)の耐震性についての計算書

目 次

1. ドライウェル温度 (SA) (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 固有值解析方法	9
1.4.2 解析モデル及び諸元 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	9
1.4.3 固有值解析結果	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 電気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 (SA) (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 固有值解析方法	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 電気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 (SA) (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 電気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 (SA) (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(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。

ドライウェル温度(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。

- 1.2 一般事項
- 1.2.1 構造計画

ドライウェル温度(SA)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)


表 1-2 構造計画 (その 2)



ω

1.2.2 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,「1.2.1 構造計画」にて示すドライウェル温度(SA)の部位を踏まえ「1.3 評価部位」にて設定する箇所において,「1.4 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを,「1.5 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また,ドライウェル温度(SA)の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電気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。

ドライウェル温度(SA)の耐震評価フローを図1-1に示す。



図1-1 ドライウェル温度(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 JEAG4601・補-1984((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 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
А	サポート鋼材の断面積	mm^2
Aw	溶接部の有効断面積	mm^2
Awy	溶接部のFyに対する有効断面積	mm^2
Awz	溶接部のFz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
Сн	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
Fx	溶接部に作用する力(X方向)	Ν
Fу	溶接部に作用する力(Y方向)	Ν
F z	溶接部に作用する力(Z方向)	Ν
f s m	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
Мx	溶接部に作用するモーメント(X軸周り)	N•mm
Му	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	MPa
	40℃における値	
W_1	検出器の荷重	Ν
W_2	保護管の荷重	Ν
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
Zу	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
σb	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
σw	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。

		双王 5 双小り 5 数		
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	Ν	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

表1-3 表示する数値の丸め方

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(SA)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(SA)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 固有值解析方法

ドライウェル温度(SA)の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) ドライウェル温度(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

ドライウェル温度(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【ドライウェル温度(SA)(TE217-11A)の耐震性 についての計算結果】,【ドライウェル温度(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) ドライウェル温度(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) ドライウェル温度(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 1-3 解析モデル (TE217-11B)

1.4.3 固有值解析結果

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。

松阳亚日	- 18			固有周期 (s)		水平方向	鉛直方向	
機奋奋方	モート	早越方问				X方向	Z方向	刺激係数
TE217-11A	1次	水平				_	—	—
TE217-11B	1次	鉛直					—	—

表 1-4 固有值解析結果

図 1-4 振動モード (TE217-11A) (1 次モード 水平方向





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、ドライウェル温度(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。

- 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
 ドライウェル温度(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 1-5 に示す。
 - 1.5.2.2 許容応力

ドライウェル温度(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 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

ドライウェル温度(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1-7に示す。

	設備分類*1 機器等の区分			
			$D + P_D + M_D + S_s *^3$	IV A S
計測装置 ドライウェル温度(SA)	常設耐震/防止	 *2		VAS (VASELT
	常設/緩和		$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	(VASの許容限 RASの許容限
	ドライウェル温度(SA)	と ドライウェル温度(SA) 常設耐震/防止 常設/緩和	と ドライウェル温度(SA) 常設耐震/防止*2 常設/緩和*2	E ドライウェル温度 (SA) 常設耐震/防止 常設/緩和 $-*^2$ $D+P_D+M_D+S_s^{*3}$ D+P_sAD+M_sAD+S_s

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)

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+Psad+Msad+Ss」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

14

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					
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5 • f t *				

表1-6 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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。

主 1 _ 7	は田村料の乾索さも証価条件	(重卡重按竿分如恐儘)
衣 1−7	使用材料の計谷応力評価余件	(里大爭似等对処設佣)

⇒ /≖ ☆/++	士 士米]	温度条	牛	Sу	S u	S y (R T)
青牛11111 百042	171 177	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
溶接部	STKR400	周囲環境温度	200	169	373	_

1.5.3 設計用地震力

ドライウェル温度(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Ss」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。

機器名称	据付場所 及び	固有周期 (s)		弾性設計用 地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	床面高さ (m)	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
ドライウェル温度 (SA) (TE217-11A)	原子炉格納容器 EL 33.2 (EL 34.758 ^{*1})		0.05 以下	_		Сн=5.17*2	$Cv=1.62^{*2}$
ドライウェル温度 (SA) (TE217-11B)	原子炉格納容器 EL 33.2 (EL 34.758 ^{*1})	0.05 以下				Сн=5.17*2	$Cv=1.62^{*2}$

表 1-8 設計用地震力(重大事故等対処設備)

注記*1:基準床レベルを示す。

*2:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)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)

	4					
		反力(N)		モーメント(N・mm)		
対象機器	F x	Fу	F z	Мx	Му	M z
TE217-11A						
TE217-11B						

表1-9 サポート発生反力,モーメント

(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)

ここで、引張力(圧縮力)を受ける溶接部の有効断面積Awは、次式により求める。

$$A_w = a \cdot (h_1 + h_2 + b_1 + b_2) \cdots (1.5.4.1.1.2)$$

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。

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

(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)

ここで, Awy, Awzはせん断力を受ける各方向の有効断面積, Zpは溶接断面におけるねじり断面係数を示す。

Awy, Awzは, 次式により求める。

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

$$A_{w z} = a \cdot (b_1 + b_2) \cdots (1.5.4.1.1.6)$$

- (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。

Zy, Zz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)

$$\sigma_{\rm w} = \sqrt{(\sigma_{\rm t} + \sigma_{\rm b})^2 + \tau^2}$$
 (1.5.4.1.1.8)

1.5.5 計算条件

1.5.5.1 溶接部の応力計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ドライウェル温度(SA)(TE217-11A)の 耐震性についての計算結果】、【ドライウェル温度(SA)(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fsm以下であること。 ただし,下表に示すfsmは下表による。

	基準地震動Ssによる 荷重との組合せの場合
許容せん断応力 <i>f</i> sm	$\frac{\mathrm{F}^{*}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

- 1.6 機能維持評価
- 1.6.1 電気的機能維持評価方法

ドライウェル温度(SA)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Ss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(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 1-10 に示す。

表 1-10 機能確認法		$(\times 9)$	$.8m/s^2$)	
機器名称	方向	機能確認済加速度		
ドライウェル温度 (SA)	水平			
(TE217-11A)	鉛直			
ドライウェル温度(SA)	水平			
(TE217-11B)	鉛直			

表1-10 機能確認溶加速度

 \mathbb{R}^{1} 補 VI-2-6-5-27 S2 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 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。

【ドライウェル温度(SA)(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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
ドライウェル温度(SA) (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	_	_	Сн=5.17*2	$Cv = 1.62^{*2}$	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Ss)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)	$egin{array}{c} A_{w} \ (mm^{2}) \end{array}$	$\begin{array}{c}A_{wy}\\(\text{mm}^2)\end{array}$	$\begin{array}{c}A_{w\ z}\\(\texttt{mm}^2)\end{array}$	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

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

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	У	Fz			
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S 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	F				(単位:N・mm)		
部材	М	x	М	У	M z			
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S 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)

						(平匹、加石)		
×17 ++	++ 本l	応 力	弾性設計用地震動	助Sd又は静的震度	基準地震動 S _s			
司3 12	19. 197		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力		
溶接部	STKR400	せん断	_	_	$\sigma_{w}=13$	$f \le m = 117$		

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

		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	水平方向	2.03	
(TE217-11A)	鉛直方向	1.28	

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。

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	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	200
縦弾性係数	Е	MPa	191000
ポアソン比	ν	_	0.3
要素数	_	個	
節点数		個	

$\overset{\sim}{\neg}$ (2)









【ドライウェル温度(SA)(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			固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地創		
	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
ドライウェル温度(SA) (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		Ι	_	Сн=5.17*2	$Cv=1.62^{*2}$	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Ss)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)	Awy (mm²)	A w z (mm²)	Zy (mm ³)	Zz (mm ³)	Z p (mm ³)	Sy (MPa)	Su (MPa)	Sy (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	У	F z				
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s			
溶接部	_		_		_				

(単位:N・mm)

						(1) =		
部材	М	х	М	У	M z			
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S 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)

						(十四、三百)
部材	材 料	応 力	弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 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	_	_	$\sigma_{\rm w}=63$	$f_{\rm sm} = 117$

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

$(\times$	9.	$8 \mathrm{m}/$	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) (TE217-11B)	水平方向	2.03	
	鉛直方向	1.28	

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。

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		
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	200	
縦弾性係数	Е	MPa	191000	
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	サポート鋼材	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 p' (mm ³)			
断面形状(mm)	a	a	a



- 2. ドライウェル温度 (SA) (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(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。

ドライウェル温度(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。

2.2 一般事項

2.2.1 構造計画

ドライウェル温度(SA)の構造計画を表 2-1 に示す。



表 2-1 構造計画

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

32

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」にて設定した電気的機能維 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 JEAG4601・補-1984((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 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
а	溶接部の有効のど厚	mm
А	サポート鋼材の断面積	mm^2
Aw	溶接部の有効断面積	mm^2
Ашу	溶接部のFyに対する有効断面積	mm^2
Aw z	溶接部のFz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
Сн	水平方向設計震度	
Сv	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
Fx	溶接部に作用する力(X方向)	Ν
Fу	溶接部に作用する力(Y方向)	Ν
F z	溶接部に作用する力(Z方向)	Ν
f s m	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
Мx	溶接部に作用するモーメント (X軸周り)	N•mm
Му	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
Sу	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	MPa
	40℃における値	
W_1	検出器の荷重	Ν
W_2	保護管の荷重	Ν
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
Ζу	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	
σt	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
σb	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	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。

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	Ν	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	

表 2-2 表示する数値の丸め方

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(SA)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(SA)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 固有值解析方法

ドライウェル温度(SA)の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) ドライウェル温度(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

ドライウェル温度(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【ドライウェル温度(SA)(TE217-12A)の耐震性について の計算結果】,【ドライウェル温度(SA)(TE217-12B)の耐震性についての計算結果】,【ド ライウェル温度(SA)(TE217-13A)の耐震性についての計算結果】,【ドライウェル温度 (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) ドライウェル温度(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) ドライウェル温度(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

 \mathbb{R}
2.4.3 固有值解析結果

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。

松田亚口	~);	上+++++	固有周期 (s)		水平方向	刺激係数	鉛直方向
機奋奋方	モート	早越方问			X方向	Z方向	刺激係数
TE217-12A	1次	水平			_		_
TE217-12B	1次	水平			—		_
TE217-13A	1次	水平			—	_	
TE217-13B	1次	水平					

表 2-3 固有值解析結果

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、ドライウェル温度(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。

- 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 ドライウェル温度(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 2-4 に示す。
 - 2.5.2.2 許容応力

ドライウェル温度(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 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

ドライウェル温度(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 2-6 に示す。

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
					$D + P_D + M_D + S_s *^3$	IV A S
計測制御	計測制御 系 法 拉 款 計測 装置	ドライウェル温度(SA)	常設耐震/防止	*2		VAS (VASELT
<i>术 </i>			吊 政 / 液和		$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	IVASの許容限 界を用いる。)

表 2-4 荷重の組合せ及び許容応力状態(重大事故等対処設備)

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+Psad+Msad+Ss」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

41

	許容限界 ^{*1,*2} (ボルト等以外)							
許容応力状態	一次応力							
	引張	せん断	圧縮	曲げ				
IV A S								
VAS (VASとしてWASの 許容限界を用いる。)	1.5 • f t *	1.5 • f s *	1.5 • f c *	1.5 · f b*				

表 2-5 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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。

評価部材	****	温度条(+	Sу	S u	S y (R T)
	19 19	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
溶接部	SUS304	周囲環境温度	200	144	402	205

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)

2.5.3 設計用地震力

ドライウェル温度(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 2-7 に示す。

「基準地震動Ss」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。

機器名称	据付場所及び	固有周期 (s)		弾性 地震 又は静	設計用 動S d 的震度	基準地震動S s		
	床面局さ (m)	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
ドライウェル 温度 (SA) (TE217-12A)	原子炉格納容器 EL 23.930 (EL 27.907 ^{*1})		0.05 以下	_		$C_{\rm H}=4.84^{*2}$	$Cv = 1.73^{*2}$	
ドライウェル 温度 (SA) (TE217-12B)	原子炉格納容器 EL 23.930 (EL 27.907 ^{*1})		0.05 以下	_		$C_{\rm H}=4.84^{*2}$	$Cv = 1.73^{*2}$	
ドライウェル 温度(SA) (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			Сн=4.84*3	C v=1.73*3	
ドライウェル 温度(SA) (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			Сн=4.84*3	$Cv=1.73^{*3}$	

表 2-7 設計用地震力 (重大事故等対処設備)

注記*1:基準床レベルを示す。

*2:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)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。

対象機器		反力(N)		モーメント(N・mm)				
	F x	Fу	Fz	Мx	Му	M z		
TE217-12A								
TE217-12B								
TE217-13A								
TE217-13B								

表 2-8 サポート発生反力,モーメント

(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)

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。

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

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。

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

(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)

ここで, Awy, Awzはせん断力を受ける各方向の有効断面積, Zpは溶接断面におけるねじ り断面係数を示す。

Awy, Awzは, 次式により求める。

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

$$A_{w z} = a \cdot (b_1 + b_2) \cdots (2.5.4.1.1.6)$$

(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。

$$\sigma_{\rm b} = \frac{M_{\rm y}}{Z_{\rm y}} + \frac{M_{\rm z}}{Z_{\rm z}} \quad \dots \quad (2.5.4.1.1.7)$$

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 ω)

$$\sigma_{\rm w} = \sqrt{(\sigma_{\rm t} + \sigma_{\rm b})^2 + \tau^2} \quad \dots \quad (2.5.4.1.1.8)$$

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【ドライウェル温度(SA)(TE217-12A) の耐震性についての計算結果】、【ドライウェル温度(SA)(TE217-12B)の耐震性につ いての計算結果】、【ドライウェル温度(SA)(TE217-13A)の耐震性についての計算結 果】、【ドライウェル温度(SA)(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fsm以下であること。 ただし,下表に示すfsmは下表による。

	基準地震動Ssによる 荷重との組合せの場合
許容せん断応力 <i>f</i> sm	$\frac{\mathrm{F}^{*}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

2.6 機能維持評価

2.6.1 電気的機能維持評価方法

ドライウェル温度(SA)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Ss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(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 2-9 に示す。

表 2-9 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
ドライウェル温度 (SA)	水平	
(TE217-12A)	鉛直	
ドライウェル温度 (SA)	水平	
(TE217-12B)	鉛直	
ドライウェル温度 (SA)	水平	
(TE217-13A)	鉛直	
ドライウェル温度 (SA)	水平	
(TE217-13B)	鉛直	

 $(\cdot \cdot \circ \circ \cdot \circ \cdot \circ)$

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 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。

【ドライウェル温度(SA)(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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動:	S d 又は静的震度	基準地震		
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
ドライウェル温度(SA) (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	_	_	Сн=4.84*2	$Cv=1.73^{*2}$	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Ss)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 w y (mm²)	A w z (mm²)	Z_y (mm ³)	$\begin{array}{c} Z \ z \ (mm^3) \end{array}$	Z_{p} (mm ³)	Sy (MPa)	S u (MPa)	Sy (RT) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
溶	接部															144	402	205	_	194

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

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	У	F z		
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S 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	ŀ				(単位:N•m	
部材	М	x	М	y y	M z		
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	
溶接部	_		_		_		

52 1.4 結論

1.4.1 溶接部の応力

(単位:MPa)

	部材 材料 応	<u>к</u> +	弾性設計用地震動	助Sd又は静的震度	基準地震動 S _s			
24 6日	1/1 1/4	心 기	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 s m=112		

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

		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	水平方向	2.09	
(TE217-12A)	鉛直方向	1.23	

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	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	200
縦弾性係数	Е	MPa	183000
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)	$b \xrightarrow{a} y$ $b \xrightarrow{b} x$ $(a \times b)$

【ドライウェル温度(SA)(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

			固有周	引期(s)	弾性設計用地震動	S d 又は静的震度	基準地震		
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
ドライウェル温度(SA) (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	_	_	Сн=4.84*2	$Cv=1.73^{*2}$	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Ss)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 (mm²)	A w y (mm ²)	A w z (mm²)	Zy (mm ³)	Z z (mm ³)	Z p (mm ³)	Sy (MPa)	S u (MPa)	Sy (RT) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
溶接部															144	402	205	_	194

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

1.3 計算数値

1.3.1 溶接部	に作用する力					(単位:N)		
	F	x	F	у	F z			
部材	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S 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	溶接部に作用するモーメント					(単位:N・mm)		
	Mx		М	[y	М	[z		
部材	部材 弾性設計用地震動 Sd又は静的震度 基準地震動Ss		弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s		

55 1.4 結論

1.4.1 溶接部の応力

溶接部

(単位:MPa)

1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1						(平匹:加口)	
	部 材 材料 応力 –	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動 S _s			
다 가		心刀	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
溶接部	SUS304	せん断	_		$\sigma_{w}=1$	$f \le m = 112$	

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

		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	水平方向	2.09	
(TE217-12B)	鉛直方向	1.23	

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	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	200
縦弾性係数	Е	MPa	183000
ポアソン比	ν		0. 3
要素数	_	個	
節点数	_	個	



56



【ドライウェル温度(SA)(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

			固有周期(s) 弾性設計用地震動Sd又は静的震度				基準地震	§動Ss	
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
ドライウェル温度(SA) (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	—		С н=4.84*2	$Cv=1.73^{*2}$	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 (mm²)	A w y (mm ²)	A w z (mm²)	Zy (mm ³)	Z z (mm ³)	Z p (mm ³)	Sy (MPa)	Su (MPa)	Sy (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)	
	F	x	F	У	F z		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S 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 Sd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	М	х	М	У	M z		
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	
溶接部	_		_		_		

85 1.4 結論

1.4.1 溶接部の応力

(単位:MPa)

立77 十十	++ 本l	応 力	弾性設計用地震動	助Sd又は静的震度	基準地震動 S _s				
部とする	竹科		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力			
溶接部	SUS304	せん断	_		$\sigma_{w}=1$	$f \le m = 112$			

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能維持(1.4.2 電気的機能維持の評価結果 (×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	水平方向	3. 15								
(TE217-13A)	鉛直方向	1.89								

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。

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	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	200
縦弾性係数	Е	MPa	183000
ポアソン比	ν	_	0.3
要素数	—	個	
節点数	_	個	





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)	$b \xrightarrow{a} y$				



【ドライウェル温度(SA)(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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
ドライウェル温度(SA) (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	_	_	Сн=4.84*2	$Cv=1.73^{*2}$	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 w y (mm ²)	A w z (mm²)	Zy (mm ³)	Zz (mm ³)	Z p (mm ³)	Sy (MPa)	Su (MPa)	Sy (RT) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
溶接部															144	402	205	_	194

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

1.3 計算数値

1.3.1 溶接部	1.3.1 溶接部に作用する力 (単位:N)									
部材	F	x	F	У	F z					
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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	М	x	М	У	M z		
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	
溶接部	_		—		_		

6<u>1</u> 1.4 結論

1.4.1 溶接部の応力

(単位:MPa)

部材	++ 本l	応 力	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動 S _s					
	14 科		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 s m=112				

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

		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	水平方向	3.15							
(TE217-13B)	鉛直方向	1.89							

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。

1.5 その他の機器要目

(1) 熾 奋 祐 兀

項目	記号	単位	入力値
材質	_	_	SUS304
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	200
縦弾性係数	Е	MPa	183000
ポアソン比	ν	_	0.3
要素数	—	個	
節点数	—	個	







- 3. ドライウェル温度 (SA) (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(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。

ドライウェル温度(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。

- 3.2 一般事項
- 3.2.1 構造計画

ドライウェル温度(SA)の構造計画を表 3-1 に示す。

表 3-1 構造計画



3.2.2 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、「3.2.1 構造計画」にて示すドライウェル 温度(SA)の部位を踏まえ「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」にて設定した電気的機能維 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。

ドライウェル温度(SA)の耐震評価フローを図3-1に示す。



図 3-1 ドライウェル温度 (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 JEAG4601・補-1984((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 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	
Сн	水平方向設計震度	—	
Сv	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	
Fь	取付ボルトに作用する引張力(1本当たり)	Ν	
fsb	せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力	MPa	
fto	引張力のみを受ける取付ボルトの許容引張応力	MPa	
fts	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		
S u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa	
Sу	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	MPa	
Тн	水平方向固有周期	S	
Τv	鉛直方向固有周期	S	
π	日周率	—	
σb	取付ボルトに生じる引張応力	MPa	
au b	取付ボルトに生じるせん断応力	MPa	

注記 $*:\ell_1 \leq \ell_2$

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。

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	Ν	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	

表 3-2 表示する数値の丸め方

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(SA)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(SA)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。



 $(\ell_1 = \ell_2)$







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。

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

(3) 鉛直方向固有周期

鉛直方向固有周期は次式で求める。

$$T v = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{1000} \cdot \left(\frac{(\ell_1 + \ell_2)^3}{48 \cdot E \cdot I_2}\right)} \quad \dots \quad (3. 4. 1. 2)$$

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【ドライウェル温度(SA)(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 ドライウェル温度(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 3-4 に示す。
- 3.5.2.2 許容応力

ドライウェル温度(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 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

ドライウェル温度(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 3-6 に示す。

S2 補 VI-2-6-5-27 R1

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		常設耐震/防止	*1	$D + P_D + M_D + S_s *^3$	IV A S	
					V A S	
系統施設	系統施設	トフィリエル温度 (SA)	常設/緩和	· 2	$D \perp P \circ A D \perp M \circ A D \perp S \circ$	(VASとして
				D + 1 SAD + WISAD + 5 S	IVASの許容限	
					界を用いる。)	

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)

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+Psad+Msad+Ss」の評価に包絡されるため,評価結果の記載を省略する。

73

S2 補 VI-2-6-5-27 R1

	許容限界* ^{1,*2} (ボルト等)		
許容応力状態	一次応力		
	引張	せん断	
IV A S		1.5 • f s *	
V A S	1.5 • f t *		
$(V_A S \ge U \subset W_A S \mathcal{O})$			
許容限界を用いる。)			

表 3-5 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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。
評価部材	材料	温度条件		Sу	S u	S y (R T)
	1411	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
取付ボルト	SUS304	周囲環境温度	200	144	402	205

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)

3.5.3 設計用地震力

ドライウェル温度(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 3-7 に示す。

「基準地震動Ss」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。

機器名称	据付場所 及び	固有周期 (s)		弾性設計用 地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		
	床面高さ (m)	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
ドライウェル温度	原子炉格納容器							
(SA)	EL 34.737			—	—	$C_{H}=4.20^{*2}$	$C_V = 1.62^{*2}$	
(TE217-16)	(EL 34.758 ^{*1})							

表 3-7 設計用地震力(重大事故等対処設備)

注記*1:基準床レベルを示す。

*2:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)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

$$F_{b} = \frac{\mathbf{m} \cdot \mathbf{g} \cdot \mathbf{C}_{H} \cdot \mathbf{h} - \mathbf{m} \cdot \mathbf{g} \cdot (1 - \mathbf{C}_{V}) \cdot \ell_{2}}{\mathbf{n}_{f} \cdot (\ell_{1} + \ell_{2})} \quad \dots \quad (3.5.4.1.1.1)$$

引張応力

$$\sigma_{\rm b} = \frac{F_{\rm b}}{A_{\rm b}}$$
 (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。

(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

 $Q_{b} = \mathbf{m} \cdot C_{H} \cdot \mathbf{g} \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad \cdots \quad (3.5.4.1.1.4)$

せん断応力

$$\tau_{\rm b} = \frac{Q_{\rm b}}{n \cdot A_{\rm b}}$$
 (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(SA) (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fts以下であること。ただし、ftoは下表による。

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Ssによる 荷重との組合せの場合
許容引張応力 <i>f</i> t o	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 ƒ _{s b}	$\frac{\mathrm{F}^{*}}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot1.5$

3.6 機能維持評価

3.6.1 電気的機能維持評価方法

ドライウェル温度(SA)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Ss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(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 3-8 に示す。

表 3-8 機能確認	济加速度	$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$
機器名称	方向	機能確認済加速度
ドライウェル温度(SA)	水平	
(TE217–16)	鉛直	

末 9 0 燃化 应 初 这 加 击 庄

 $\mathbb{R}1$ 補 VI-2-6-5-27 S2

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 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。

【ドライウェル温度(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		据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s			
	設備分類		水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)	
ドライウェル温度(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)			_		Сн=4.20*2	$Cv=1.62^{*2}$	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Ss)を上回る設計震度

部材	n g)	h (mm)	d (mm)	Аь (mm²)	n	Sy (MPa)	Su (MPa)	Sy(RT) (MPa)
取付ボルト						144	402	205

転倒方向 $\ell_1 *$ $\ell_2 *$ F F* 弹性設計用地震動 基準地震動 部材 nf* (mm) (mm) (MPa) (MPa) Sd 又は静的震度 S s 左右方向, 前後方向 取付ボルト 194____ ____

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)

	F	b	Q b				
部材	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S 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	_		_				

83

1.4 結論

1.4.1 固有周期	(単位:s)
方向	固有周期
水平方向	Тн=
鉛直方向	Т v=

1.4.2 取付ボルトの応力

(単位:MPa)

部材	++水	応力	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動S s		
	们科		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
取付ボルト	SUS304 -	引張	_		σ b=9	ft s =145*	
		せん断	—	—	τ b=6	<i>f</i> s b =112	

注記 *: f t s =Min[1.4・f t o-1.6・ て b, f t o]

すべて許容応力以下である。

4.3 電気的機能維持の評価結果

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度	ŧ
ドライウェル温度(SA) (TE217-16)	水平方向	2.03		
	鉛直方向	1.28		

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。



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

VI-2-6-5-28 ペデスタル温度(SA)の耐震性についての計算書

1. 柞	既要 ······	1
2	-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. 言	平価部位	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. 柞	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. 校	幾能維持評価	19
6.1	電気的機能維持評価方法	19
7. 言	平価結果	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、ペデスタル温度(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。

ペデスタル温度(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

ペデスタル温度(SA)の構造計画を表 2-1 に示す。

計画の概要						
基礎・支持構造	主体構造	一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一一				
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。	熱電対	横 たて 検出器 正縮継手 ヴ ヴ ヴ ヴ ボート鋼材 (山形鋼)				
		(正面図) (側面図)				
		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				
		(単位:mm)				

表 2-1 構造計画

2.2 評価方針

ペデスタル温度(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、「2.1 構造計画」にて示すペデスタル温度(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、ペデスタル温度(SA)の機能維持評価は、 VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電気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。

ペデスタル温度(SA)の耐震評価フローを図2-1に示す。



図 2-1 ペデスタル温度 (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 JEAG4601・補-1984 ((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 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
а	溶接部の有効のど厚	mm
А	サポート鋼材の断面積	mm^2
Aw	溶接部の有効断面積	mm^2
Awy	溶接部のFyに対する有効断面積	mm^2
Aw z	溶接部のFz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
Сн	水平方向設計震度	—
Сv	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)	Ν
Fу	溶接部に作用する力(Y方向)	Ν
F z	溶接部に作用する力(Z方向)	Ν
fsm	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
Мx	溶接部に作用するモーメント (X軸周り)	N•mm
Му	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
Sу	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	MPa
	40℃における値	
W_1	検出器の荷重	Ν
W_2	保護管の荷重	Ν
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
Zp'	サポート鋼材のねじり断面係数	mm^3
Ζу	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Ζ軸方向の断面係数	mm^3
π	円周率	
σt	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
σb	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	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。

-		XI I XAN OM		
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	Ν	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

表 2-2 表示する数値の丸め方

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

ペデスタル温度(SA)の耐震評価は、「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震 評価上厳しくなる溶接部について実施する。ペデスタル温度(SA)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 固有值解析方法

ペデスタル温度(SA)の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) ペデスタル温度(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

ペデスタル温度(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【ペデスタル温度(SA)(TE217-14A)の耐震性についての計算 結果】,【ペデスタル温度(SA)(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(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) ペデスタル温度(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。



4.3 固有值解析結果

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。

松田平日	~ 10		固有周期	水平方向刺激係数		鉛直方向
機奋奋方	モート	早越力回	(s)	X方向	Y方向	刺激係数
TE217-14A	1次	水平		—		
TE217-14B	1次	水平				

表 4-1 固有值解析結果



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、ペデスタル温度(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 ペデスタル温度(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

ペデスタル温度(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

ペデスタル温度(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。

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
					$D + P_D + M_D + S_s *^3$	IV A S
計測制御 系統施設 計測装置	ペデスタル温度(SA)	常設/緩和	*2	$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VAS)	
					(VASとして IVASの許容限	
						界を用いる。)

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)

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+Psad+Msad+Ss」の評価に包絡されるため,評価結果の記載を省略する。

	許容限界 ^{*1,*2} (ボルト等以外)		
許容応力状態	一次応力		
	せん断		
IV A S			
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5 • f s *		

表 5-2 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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)

⇒TT /开 →T++	十 十 兆 [温度条(牛	Sу	S u	S y (R T)
青十11111百1242	11 14	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
溶接部	SUS304	周囲環境温度	200	144	402	205

5.3 設計用地震力

ペデスタル温度(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 5-4に示す。

「基準地震動Ss」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。

爆哭之称	据付場所 及び	固有周期 (s)		弾性設計用 地震動Sd 又は静的震度		基準地震動S s	
100.411-711-717	床面高さ (m)	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
ペデスタル温度 (SA) (TE217-14A)	原子炉圧力容器 ペデスタル EL 12.506 (EL 13.022 ^{*1})		0.05 以下			$C_{\rm H}=2.18^{*2}$	$Cv=1.14^{*2}$
ペデスタル温度 (S A) (TE217-14B)	原子炉圧力容器 ペデスタル EL 12.506 (EL 13.022*1)		0.05 以下	_	_	$C_{\rm H}=2.18^{*2}$	$Cv=1.14^{*2}$

表 5-4 設計用地震力 (重大事故等対処設備)

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。

计包继导	反力(N)			モーメント(N・mm)		
入] 豕(成石)	F x	Fу	F z	Мх	Му	M z
TE217-14A						
TE217-14B						

表 5-5 サポート発生反力,モーメント

(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(σt)

ここで、引張力(圧縮力)を受ける溶接部の有効断面積Awは、次式により求める。

 $A_w = a \cdot (h_1 + h_2 + b_1 + b_2) \cdots (5.4.1.1.2)$

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。

 $a = 0.7 \cdot s \cdots (5.4.1.1.3)$

(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)

ここで, Awy, Awzはせん断力を受ける各方向の有効断面積, Zpは溶接断面におけるねじり断面係数を示す。

Awy, Awzは, 次式により求める。

$$A_{wy} = a \cdot (h_1 + h_2) \cdots (5.4.1.1.5)$$

 $A_{w z} = a \cdot (b_1 + b_2) \cdots (5.4.1.1.6)$

(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 ь)

$$\sigma_{\rm b} = \frac{M_{\rm y}}{Z_{\rm y}} + \frac{M_{\rm z}}{Z_{\rm z}} \cdots (5.4.1.1.7)$$

Zy, Zz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 ω)

$$\sigma_{w} = \sqrt{(\sigma_{t} + \sigma_{b})^{2} + \tau^{2}}$$
 (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【ペデスタル温度(SA)(TE217-14A)の 耐震性についての計算結果】、【ペデスタル温度(SA)(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Ssによる 荷重との組合せの場合
許容せん断応力 fsm	$\frac{\mathrm{F}^{*}}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$

6. 機能維持評価

6.1 電気的機能維持評価方法

ペデスタル温度(SA)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Ss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(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、電気的機能の健全性を確認した評価部位 の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 6-1 に示す。

表 6-1 機能確認済	$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$	
機器名称	方向	機能確認済加速度
ペデスタル温度(SA)	水平	
(TE217-14A)	鉛直	
ペデスタル温度(SA)	水平	
(TE217-14B)	鉛直	

素6−1 機能確認这加速度

 \mathbb{R}^{1} 補 VI-2-6-5-28 S2

- 7. 評価結果
- 7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ペデスタル温度(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。

【ペデスタル温度(SA)(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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動:	S d 又は静的震度	基準地創		
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
ペデスタル温度(SA) (TE217-14A)	常設/緩和	原子炉圧力容器ペデスタル EL 12.506 (EL 13.022*1)		0.05以下	_		Сн=2.18*2	$Cv=1.14^{*2}$	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 w y (mm²)	A w z (mm²)	Zy (mm ³)	Z z (mm ³)	Z p (mm ³)	Sy (MPa)	Su (MPa)	Sy (RT) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
溶接部															144	402	205	_	194

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

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	У	F z			
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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	\vdash				(単位:N・mm)		
	部材	М	x	М	y y	M z			
		弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

						(半匹:血口		
* 17++	++*	内市	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動S s			
司》11	171 147	ሥር / ፓ	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 s m=112		

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ペデスタル温度(SA) (TE217-14A)	水平方向	1.52	
	鉛直方向	1. 11	

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。

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	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	200
縦弾性係数	E	MPa	183000
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	D
A (mm ²)	
Z 1 (mm ³)	
Z 2 (mm ³)	
Z_p ' (mm ³)	
断面形状(mm)	$b \xrightarrow{a} y$



23

【ペデスタル温度(SA)(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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動:	S d 又は静的震度	基準地創		
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
ペデスタル温度(SA) (TE217-14B)	常設/緩和	原子炉圧力容器ペデスタル EL 12.506 (EL 13.022* ¹)		0.05以下	_	_	Сн=2.18*2	$Cv=1.14^{*2}$	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 w y (mm²)	$\begin{array}{c}A \le z \\ (mm^2)\end{array}$	Zy (mm ³)	Z z (mm ³)	Z_{p} (mm ³)	Sy (MPa)	Su (MPa)	Sy (RT) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
溶接部															144	402	205	_	194
$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$

1.3 計算数値

1.3.1 溶技	(部に作用する	うカ
----------	---------	----

(単位:N)

部材	F x		Fу		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 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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	М	x	Му		М	M z	
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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	++北	内中	弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s	
	173 147	ሥር ጋጋ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
溶接部	SUS304	せん断	_		$\sigma = 1$	f s m=112

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度		
ペデスタル温度 (SA)	水平方向	1.52			
(TE217-14B)	鉛直方向	1.11			

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。 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	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	200
縦弾性係数	Е	MPa	183000
ポアソン比	ν	_	0.3
要素数	_	個	
節点数	_	個	



(2) 口[4] (2) 成石	(2) 部内の機 協力 協力 協力 協力 に				
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)	$b \xrightarrow{a} y$ $b \xrightarrow{b} x$ $(a \times b)$				



VI-2-6-5-29 ペデスタル水温度(SA)の耐震性についての計算書

1. 柞	既要 ······	1
2	-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. 言	平価部位	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. 柞	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. 校	幾能維持評価	19
6.1	電気的機能維持評価方法	19
7. 言	平価結果	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、ペデスタル水温度(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。

ペデスタル水温度(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

ペデスタル水温度(SA)の構造計画を表 2-1 に示す。

計画の概要				
基礎・支持構造	主体構造	燃哈傳這凶		
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。	熱電対	横 たて 検出器 地域 正縮継手 地域 原子炉圧力容器 サポート鋼材 (山形鋼)		
		(正面図) (側面図)		
		対象機器ペデスタル水温度(SA) (TE217-17A)ペデスタル水温度(SA) (TE217-17B)		
		たて		
		横		
		(単位:mm)		

表 2-1 構造計画

2.2 評価方針

ペデスタル水温度(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」にて示すペデスタル水温度(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、ペデスタル水温度(SA)の機能維持 評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電気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。

ペデスタル水温度(SA)の耐震評価フローを図2-1に示す。



図 2-1 ペデスタル水温度(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 JEAG4601・補-1984 ((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 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
а	溶接部の有効のど厚	mm
А	サポート鋼材の断面積	mm^2
Aw	溶接部の有効断面積	mm^2
Ашу	溶接部のFyに対する有効断面積	mm^2
Awz	溶接部のFz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
Сн	水平方向設計震度	—
Сv	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
Fx	溶接部に作用する力 (X方向)	Ν
Fу	溶接部に作用する力 (Y方向)	Ν
Fz	溶接部に作用する力(Z方向)	Ν
fsm	溶接部の許容せん断応力	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s^2
h1, h2	溶接の有効長さ(Y方向)	mm
Мx	溶接部に作用するモーメント (X軸周り)	N•mm
Му	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
Sу	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	MPa
	40℃における値	
W_1	検出器の荷重	Ν
W_2	保護管の荷重	Ν
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
Zp	溶接全断面におけるねじり断面係数	mm ³
Zp'	サポート鋼材のねじり断面係数	mm ³
Zу	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	
σt	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
σb	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
$\sigma \mathrm{w}$	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。

		XII I XATTOM		
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	Ν	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

表 2-2 表示する数値の丸め方

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

ペデスタル水温度(SA)の耐震評価は、「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐 震評価上厳しくなる溶接部について実施する。ペデスタル水温度(SA)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 固有值解析方法

ペデスタル水温度(SA)の固有値解析方法を以下に示す。

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

ペデスタル水温度(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【ペデスタル水温度(SA)(TE217-17A)の耐震性についての計算結 果】,【ペデスタル水温度(SA)(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) ペデスタル水温度(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) ペデスタル水温度(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。



(単位:mm)

図 4-1 解析モデル

 $\mathbb{R}1$

4.3 固有值解析結果

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。

松阳亚日	T 18	占地十占	固有周期	水平方向	水平方向刺激係数			
機奋奋方	モート	早越方问	(s)	X方向	Y方向	刺激係数		
TE217-17A	1次	水平		—	_	_		
TE217-17B	1次	水平		_				

表 4-1 固有值解析結果

S2 補 VI-2-6-5-29 R1



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、ペデスタル水温度(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 ペデスタル水温度(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

ペデスタル水温度(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

ペデスタル水温度(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。

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
					$D + P_D + M_D + S_s *^3$	IV A S
計測制御	計測装置	ペデスタル水温度(SA)	常設/緩和	*2		VAS (VASELT
系統施設					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	(VAS 2 C C IVAS の許容限
						界を用いる。)

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)

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+Psad+Msad+Ss」の評価に包絡されるため,評価結果の記載を省略する。

11

	許容限界 ^{*1,*2} (ボルト等以外)
許容応力状態	一次応力
	せん断
IV A S	
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5 • f s *

表 5-2 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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0	の許容応力評価条件	(重大事	故等対処設備)	

氢乙烯 立水大	++水]	温度条何	' +	Sу	S u	S y (R T)
□于11Ⅲ 〒1247)		(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
溶接部	SUS304	周囲環境温度	200	144	402	205

г

5.3 設計用地震力

ペデスタル水温度(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Ss」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。

機哭么称	据付場所 及び	固有周期 (s)		弾性 地震 又は静	^{設計用} 動S d 的震度	基準地震動S s		
1)3411-11-11-1	床面高さ (m)	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
ペデスタル水温度 (SA) (TE217-17A)	原子炉圧力容器 ペデスタル EL 7.706 (EL 13.022*1)		0.05 以下	_		Сн=1.82*2	$Cv=1.32^{*2}$	
ペデスタル水温度 (SA) (TE217-17B)	原子炉圧力容器 ペデスタル EL 7.706 (EL 13.022 ^{*1})		0.05 以下		_	Сн=1.82*2	$Cv=1.32^{*2}$	

表 5-4 設計用地震力(重大事故等対処設備)

注記*1:基準床レベルを示す。

*2:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

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。

対象機器 TF217-17A		反力(N)		モーメント(N・mm)				
	F x	Fу	F z	Мх	Му	M z		
TE217-17A								
TE217-17B								

表 5-5 サポート発生反力,モーメント

(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(σt)

ここで、引張力(圧縮力)を受ける溶接部の有効断面積Awは、次式により求める。

 $A_w = a \cdot (h_1 + h_2 + b_1 + b_2) \cdots (5.4, 1, 1, 2)$

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。

 $a = 0.7 \cdot s \cdots (5.4.1.1.3)$

(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)

ここで、Awy、Awzはせん断力を受ける各方向の有効断面積、Zpは溶接断面におけるねじり断面係数を示す。

Awy, Awzは, 次式により求める。

 $A_{wy} = a \cdot (h_1 + h_2) \cdots (5.4, 1, 1, 5)$

$$A_{w z} = a \cdot (b_1 + b_2) \cdots (5.4.1.1.6)$$

(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。

$$\sigma_{\rm b} = \frac{M_{\rm y}}{Z_{\rm y}} + \frac{M_{\rm z}}{Z_{\rm z}} \quad \dots \quad (5.4.1.1.7)$$

Zy, Zz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 ω)

$$\sigma_{w} = \sqrt{(\sigma_{t} + \sigma_{b})^{2} + \tau^{2}} \quad \dots \quad (5.4.1.1.8)$$

- 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【ペデスタル水温度(SA)(TE217-17A)の 耐震性についての計算結果】、【ペデスタル水温度(SA)(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Ssによる 荷重との組合せの場合
許容せん断応力 ƒ s m	$\frac{\mathbf{F}^*}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot1.5$

6. 機能維持評価

6.1 電気的機能維持評価方法

ペデスタル水温度(SA)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Ss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。

ペデスタル水温度(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、電気的機能の健全性を確認した評価部位 の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 6-1 に示す。

表 6-1 機能確認済	加速度	$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$
機器名称	方向	機能確認済加速度
ペデスタル水温度(SA)	水平	
(TE217-17A)	鉛直	
ペデスタル水温度 (SA)	水平	
(TE217-17B)	鉛直	

表 6-1 機能確認溶加速度

 \mathbb{R}^{1} 補 VI-2-6-5-29 S2

- 7. 評価結果
- 7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ペデスタル水温度(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。

【ペデスタル水温度(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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動:	S d 又は静的震度	基準地震		
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
ペデスタル水温度(SA) (TE217-17A)	常設/緩和	原子炉圧力容器ペデスタル EL 7.706 (EL 13.022*1)		0.05以下	_	_	Сн=1.82*2	$Cv=1.32^{*2}$	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Ss)

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 w y (mm ²)	A w z (mm²)	Zy (mm ³)	Z z (mm ³)	Z p (mm ³)	Sy (MPa)	S u (MPa)	Sy (RT) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
溶接部															144	402	205		194

1.3 計算数値

1.0.1 俗按印に下用りる

(単位:N)

	F	x	F	У	F z		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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)

	М	x	М	У	M z		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S 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)

						(十二:1:1:1)
* 17++	++401	内土	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地	震動 S s
戸り72	11 17	ルいフリ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
溶接部	SUS304	せん断	_		$\sigma_{w}=1$	$f_{\rm sm} = 112$

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能維持の評価結果 (×9.										
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度							
ペデスタル水温度 (SA) (TE217-17A)	水平方向	1.52								
	鉛直方向	1.11								

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。

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	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	200
縦弾性係数	Е	MPa	183000
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	0
A (mm^2)	
Z 1 (mm ³)	
Z 2 (mm ³)	
Z_p ' (mm ³)	
断面形状(mm)	$b \xrightarrow{a} y$



【ペデスタル水温度 (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

			固有周]期(s)	弾性設計用地震動:	S d 又は静的震度	基準地震		
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
ペデスタル水温度(SA) (TE217-17B)	常設/緩和	原子炉圧力容器ペデスタル EL 7.706 (EL 13.022*1)		0.05以下	_	_	Сн=1.82*2	$Cv=1.32^{*2}$	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Ss)

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 (mm²)	A w y (mm²)	A w z (mm²)	Zy (mm ³)	Z z (mm ³)	Z p (mm ³)	Sy (MPa)	Su (MPa)	S y (RT) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
溶接部															144	402	205		194

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

1.3 計算数値

1.3.1 溶技	(部に作用する	うカ
----------	---------	----

(単位:N)

	F	x	F	У	F z		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S 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	Mx		Му		M z	
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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Sd又は静的震度		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。

4.2 電気的機能維持の評価結果

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度	
ペデスタル水温度	水平方向	1.52		
(TE217-17B)	鉛直方向	1.11		

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。 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				
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	200			
縦弾性係数	Е	MPa	183000			
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	0		
A (mm^2)			
Z 1 (mm ³)			
Z 2 (mm ³)			
Z_p ' (mm ³)			
断面形状(mm)	$b \xrightarrow{a} y$ $b \xrightarrow{f} x$ $(a \times b)$		



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

1. 柞	既要 ······	1
2	-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. 言	平価部位	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. 柞	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. 校	幾能維持評価	19
6.1	電気的機能維持評価方法	19
7. 言	平価結果	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。

計画の	概要	概略構造図				
基礎・支持構造	主体構造					
検出器は, 圧縮継手によ	熱電対	サプレッションチェンバ補強リング				
りサポート鋼材に固定す			压縮継手			
サホート鋼材は、浴接に						
ンバ補強リングに設置す				²		
る。			U			
			サポート鋼材 (山形鋼) (正面[図)		
			← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ← ←	لا (
		対免機哭	サプレッションチェンバ温度(SA)	サプレッションチェンバ温度(SA)		
		入] 豕(成石)	(TE217-15A)	(TE217-15B)		
		たて				
		横				
		高さ				
				(単位:mm)		

表 2-1 構造計画

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」にて設定した電気的 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 JEAG4601・補-1984 ((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 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
а	溶接部の有効のど厚	mm
А	サポート鋼材の断面積	mm^2
Aw	溶接部の有効断面積	mm^2
Awy	溶接部のFyに対する有効断面積	mm^2
Aw z	溶接部のFz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
Сн	水平方向設計震度	—
Сv	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
Fx	溶接部に作用する力(X方向)	Ν
Fу	溶接部に作用する力 (Y方向)	Ν
Fz	溶接部に作用する力 (Z方向)	Ν
f s m	溶接部の許容せん断応力	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s^2
h1, h2	溶接の有効長さ(Y方向)	mm
Мx	溶接部に作用するモーメント (X軸周り)	N•mm
Му	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
Sу	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	MPa
	40℃における値	
W_1	検出器の荷重	Ν
W_2	保護管の荷重	Ν
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
Zp	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
Zу	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	—
σt	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
σb	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
$\sigma \mathrm{w}$	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。

		XII I XAN OM		
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	Ν	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

表 2-2 表示する数値の丸め方

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(SA)の耐震評価は、「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に 基づき、耐震評価上厳しくなる溶接部について実施する。サプレッションチェンバ温度(SA) 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 固有值解析方法

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 固有值解析結果

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。

松阳亚日	- 18		固有周期	水平方向	鉛直方向	
機器番号 モード 卓越万向		(s)	X方向	Z方向	刺激係数	
TE217-15A	1次	水平		_	—	—
TE217-15B	1次	水平				

表 4-1 固有值解析結果



- 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(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 サプレッションチェンバ温度(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

サプレッションチェンバ温度(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

サプレッションチェンバ温度(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。

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
					$D + P_D + M_D + S_s s^{*3}$	
計測制御 系統施設	計測結果	サプレッションチェンバ温度	尚 訳 / 經 和	*2		V A S
	(SA)	市叹/ 阪阳		$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_{S}$	(VASとして	
					D + I SAD + WISAD + 0 S	IVASの許容限
						界を用いる。)

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)

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+Psad+Msad+Ss」の評価に包絡されるため,評価結果の記載を省略する。

11

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				
V A S	1.5 • f s*			
(VASとしてIVASの				
許容限界を用いる。)				

表 5-2 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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)	
			_

=元 /元 →7++	材料	温度条	+	S y	S u	S y (R T)
〒十11111〒1242		(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
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Ss」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。

楼哭名称	据付場所 及び	固有周期 (s)		弾性設計用 地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
1及46-口 17	床面高さ (m)	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	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	_	_	С _Н = 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	_	_	С _Н = 6. 15 ^{*2}	Cv = 4.58*2

表 5-4 設計用地震力(重大事故等対処設備)

注記*1:基準床レベルを示す。

*2:設計用震度(基準地震動Ss)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。



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。

対象機器		反力(N)		モーメント(N・mm)				
	F x	Fу	F z	Мх	Му	M z		
TE217-15A								
TE217-15B								

表 5-5 サポート発生反力,モーメント

(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)

$$\sigma_{t} = \frac{\left| F_{x} \right|}{A_{w}} \quad \dots \qquad (5.4.1.1.1)$$

ここで、引張力(圧縮力)を受ける溶接部の有効断面積Awは、次式により求める。

 $A_w = a \cdot (h_1 + h_2 + b_1 + b_2) \cdots (5.4.1.1.2)$

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。

 $a = 0.7 \cdot s \cdots (5.4.1.1.3)$

(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)

ここで、Awy、Awzはせん断力を受ける各方向の有効断面積、Zpは溶接断面におけるねじり断面係数を示す。

Awy, Awzは, 次式により求める。

 $A_{wy} = a \cdot (h_1 + h_2) \cdots (5.4, 1, 1, 5)$

$$A_{wz} = a \cdot (b_1 + b_2) \cdots (5.4, 1, 1, 6)$$

(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。

$$\sigma_{\rm b} = \frac{M_{\rm y}}{Z_{\rm y}} + \frac{M_{\rm z}}{Z_{\rm z}} \quad \dots \quad (5.4.1.1.7)$$

Zy, Zz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 ω)

$$\sigma_{w} = \sqrt{(\sigma_{t} + \sigma_{b})^{2} + \tau^{2}} \quad \dots \quad (5.4.1.1.8)$$

- 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(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Ssによる 荷重との組合せの場合
許容せん断応力 <i>f</i> sm	$\frac{\mathrm{F}^{*}}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$

- 6. 機能維持評価
- 6.1 電気的機能維持評価方法

サプレッションチェンバ温度(SA)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Ss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(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。

		()
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(SA)	水平	
(TE217-15A)	鉛直	
サプレッションチェンバ温度(SA)	水平	
(TE217-15B)	鉛直	

表 6-1 機能確認済加速度

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

- 7. 評価結果
- 7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

サプレッションチェンバ温度(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。

【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】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

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Sd又は静的震度		基準地震動 S s		
	設備分類		水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
サプレッションチェンバ温度(SA) (TE217-15A)	常設/緩和	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	_	_	Сн=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Ss)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)	${ m A}_{ m W}$ (mm ²)	A w y (mm²)	A w z (mm²)	Zy (mm ³)	Z z (mm ³)	Z p (mm ³)	Sy (MPa)	Su (MPa)	Sy (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	У	F z			
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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	М	x	М	У	M z		
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	
溶接部	_		—		_		

221.4 結論

1.4.1 溶接部の応力

(単位:MPa)

部材	++水[亡士	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動 S _s		
	1/1 1/1	ルロノリ	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 s m=116	

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能維持(1.4.2電気的機能維持の評価結果(×9.8m/s											
		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	水平方向	4.34										
)エンバ価度(SA) (TE217-15A)	鉛直方向	3. 69										

注記*:設計用震度 I (基準地震動 Ss)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)	Т	°C	175
縦弾性係数	Е	MPa	184000
ポアソン比	ν		0.3
要素数		個	
節点数	_	個	

23

(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)	b f







【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】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

			固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地創		
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
サプレッションチェンバ温度(SA) (TE217-15B)	常設/緩和	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	-		Сн=6. 15*2	$Cv=4.58^{*2}$	175

注記*1:基準床レベルを示す。

*2:設計用震度(基準地震動Ss)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 (mm²)	A w y (mm²)	$A \le z$ (mm ²)	Zy (mm ³)	Z z (mm ³)	Z p (mm ³)	Sy (MPa)	S u (MPa)	Sy (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	х	F	У	F z			
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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)

TH SAFE	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·					(]]		
部材	М	x	М	У	M z			
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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	++水1	応力	弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動Ss	
	们州		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
溶接部	SUS304	せん断	_		$\sigma_{\rm w}=1$	<i>f</i> s m=116

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

1.4.2 電気的機能維持の評価結果 (×9.8m/						
		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)	水平方向	4. 34				
(TE217–15B)	鉛直方向	3. 69				

注記*:設計用震度(基準地震動Ss)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)	Т	°C	175
縦弾性係数	Е	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	D
A (mm^2)	
Z 1 (mm ³)	
Z 2 (mm ³)	
Z_p ' (mm ³)	
断面形状(mm)	b x $(a \times b)$



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

1. 柞	既要 ······	1
2	-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. 言	平価部位	8
4. Ī	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. 柞	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. 校	幾能維持評価	23
6.1	電気的機能維持評価方法	23
7. 言	平価結果	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)



 \sim

表 2-2 構造計画 (その 2)



ω

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」にて設定した電気的 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 JEAG4601・補-1984 ((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 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				
а	溶接部の有効のど厚	mm				
А	サポート鋼材の断面積	mm^2				
Aw	溶接部の有効断面積	mm^2				
Ашу	溶接部のFyに対する有効断面積	mm^2				
Aw z	溶接部のFz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				
Сн	水平方向設計震度	—				
Сv	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				
Fx	溶接部に作用する力(X方向)	Ν				
Fу	溶接部に作用する力(Y方向)	Ν				
F z	溶接部に作用する力(Z方向)	Ν				
fsm	溶接部の許容せん断応力	MPa				
g	重力加速度(=9.80665)	m/s^2				
h1, h2	溶接の有効長さ(Y方向)	mm				
Мx	溶接部に作用するモーメント(X軸周り)	N•mm				
Му	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					
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	MPa				
	40℃における値					
W	検出器の荷重	Ν				
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				
Zp	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				
Zу	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						
σt	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				
σb	裕接部に生じる曲けモーメントにより発生するせん断応力	MPa				
σ w	裕接部に生じるせん断応力	MPa				
τ	浴 後 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。

		XI O XAT DX			
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	Ν	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	

表 2-3 表示する数値の丸め方

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(SA)の耐震評価は、「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に 基づき、耐震評価上厳しくなる溶接部について実施する。サプレッションプール水温度(SA) 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 固有值解析方法

サプレッションプール水温度(SA)の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) サプレッションプール水温度(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

サプレッションプール水温度(SA)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【サプレッションプール水温度(SA)

(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(SA)(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) サプレッションプール水温度(SA)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) サプレッションプール水温度(SA)の検出器の質量は、重心に集中するものとする。
- (3) サプレッションプール水温度(SA)の検出器の重心位置については,計算条件が厳しく なる位置に重心位置を設定する。
- (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、「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。

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)



4.3 固有值解析結果

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。

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

表 4-1 固有值解析結果




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(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 サプレッションプール水温度(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

サプレッションプール水温度(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

サプレッションプール水温度(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。

施設	区分	機器名称	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
					$D + P_D + M_D + S_s *^3$	IV A S
計測制御	計測法署	サプレッションプール水温度 (S A)	常設耐震/防止 常設/緩和	<u>*</u> *2	$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V A S
系統施設	可似衣色					(VASとして
						IVASの許容限
						界を用いる。)

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)

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+Psad+Msad+Ss」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

15

	許容限界 ^{*1,*2} (ボルト等以外)		
許容応力状態	一次応力		
	せん断		
IV A S			
V A S	1.5 • f t *		
$(V_A S \geq L \subset IV_A S \mathcal{O})$			
許容限界を用いる。)			

表 5-2 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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。

±Γ ο	(中田++*	の新安さも該体を併	(壬十古)	おなりかえば、	
衣 5-3	使用树木	約計谷応力評価条件	(里八尹	议 寺刈处 [2] [1] [1] [1] [1] [1] [1] [1] [1] [1] [1	
					Г

	評価部材	++*	温度条何	牛	Sу	S u	S y (R T)
		17] 177	(°C)	(MPa)			
	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Ss」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。

楼毁夕称	据付場所 及び	固有	周期 s)	弾性割 地震重 又は静	_{設計用} かSd 的震度	基準地震動 S s	
124 HL + H + F + F - F - F - F - F - F - F - F - F	床面高さ (m)	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	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						
サプレッション	チェンバ						
プール水温度	(補強リング及び		0.05			$C_{H} =$	$C_V =$
(SA)	サポート)		以下			6. 15^{*2}	4. 58^{*2}
(TE222-14A)	EL 4.81						
	(EL 11.4 \sim 1.3 *1)						
	サプレッション						
サプレッション	チェンバ						
プール水温度	(補強リング及び		0.05			$C_{H} =$	$C_V =$
(SA)	サポート)		以下			6. 15^{*2}	4. 58^{*2}
(TE222-14B)	EL 4.81						
	(EL 11.4 \sim 1.3 *1)						

表 5-4 設計用地震力(重大事故等対処設備)

注記*1:基準床レベルを示す。

*2:設計用震度(基準地震動Ss)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。

计在继盟		反力(N)		モーメント(N・mm)			
对家懱奋	F x	Fу	F z	Мх	Му	M z	
TE222-14A							
TE222-14B							

表 5-5 サポート発生反力,モーメント

(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)

$$\sigma_{t} = \frac{\left| F_{x} \right|}{A_{w}} \quad \dots \quad (5.4.1.1.1)$$

ここで、引張力(圧縮力)を受ける溶接部の有効断面積Awは、次式により求める。

 $A_w = a \cdot (h_1 + h_2 + b_1 + b_2) \cdots (5.4.1.1.2)$

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。

 $a = 0.7 \cdot s \cdots (5.4.1.1.3)$

(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)

ここで、Awy、Awzはせん断力を受ける各方向の有効断面積、Zpは溶接断面におけるねじり断面係数を示す。

Awy, Awzは, 次式により求める。

 $A_{wy} = a \cdot (h_1 + h_2) \cdots (5.4.1.1.5)$

 $A_{w z} = a \cdot (b_1 + b_2) \cdots (5.4.1.1.6)$

(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。

$$\sigma_{\rm b} = \frac{M_{\rm y}}{Z_{\rm y}} + \frac{M_{\rm z}}{Z_{\rm z}} \quad \dots \quad (5.4.1.1.7)$$

Zy, Zz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 ω)

$$\sigma_{\rm w} = \sqrt{(\sigma_{\rm t} + \sigma_{\rm b})^2 + \tau^2} \quad \dots \quad (5.4.1.1.8)$$

- 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(SA)(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(SA)(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Ssによる 荷重との組合せの場合
許容せん断応力 ƒ s m	$\frac{\mathrm{F}^{*}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 機能維持評価

6.1 電気的機能維持評価方法

サプレッションプール水温度(SA)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Ss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(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。

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(SA)	水平			
(TE222-14A)	鉛直			
サプレッションプール水温度(SA)	水平			
(TE222-14B)	鉛直			

表 6-1 機能確認済加速度

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

- 7. 評価結果
- 7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

サプレッションプール水温度(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。

【サプレッションプール水温度(SA)(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

		据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地創		
機器名称	設備分類		水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
サプレッションプール水温度(SA) (TE222-14A)	常設耐震/防止 常設/緩和	サ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	-		Сн=6. 15*2	$Cv=4.58^{*2}$	175

注記*1:基準床レベルを示す。

*2:設計用震度(基準地震動Ss)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 w y (mm ²)	A w z (mm²)	Zy (mm ³)	Z z (mm ³)	Z p (mm ³)	Sy (MPa)	Su (MPa)	Sy (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)

	F	х	F	У	F z		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S 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)

11 0.0						(<u>+ j</u> • 1, mm)	
部材	М	x	М	y y	M z		
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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	++*1	応力	弾性設計用地震動	S d 又は静的震度	基準地震動Ss		
	材料		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
溶接部	SUS304	せん断			$\sigma w=8$	f s m=116	

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能維持($(\times 9.8 \text{m/s}^2)$		
		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	水平方向	4.34	
(TE222-14A)	鉛直方向	3. 69	

注記*:設計用震度(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。

Y

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)	Т	°C	175
縦弾性係数	Е	MPa	184000
ポアソン比	ν		0. 3
要素数	_	個	
節点数	_	個	

27

(2) 部材の機器要目

(4) pp/pj v//x/pp/3	×μ		
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_p , (mm ³)			
断面形状 (mm)	a	y b a $(a \times b)$	$c \xrightarrow{y} b$



【サプレッションプール水温度(SA)(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

		据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		
機器名称	設備分類		水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
サプレッションプール水温度(SA) (TE222-14B)	常設耐震/防止 常設/緩和	サ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	-		Сн=6. 15*2	$Cv=4.58^{*2}$	175

注記*1:基準床レベルを示す。

*2:設計用震度(基準地震動Ss)を上回る設計震度

1.2 機器要目

DAMA AT																		
部材	W (N)	s (mm)	a (mm)	h 1 (mm)	h 2 (mm)	b 1 (mm)	b 2 (mm)	A w (mm²)	A w y (mm²)	$A \le z$ (mm ²)	Zy (mm ³)	Z z (mm ³)	Z p (mm ³)	Sy (MPa)	Su (MPa)	Sy (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)

	F	х	F	У	F z		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	
溶接部	—		—		—		

139 溶接部に作用するモーメント

(肖伝・N.mm)

部材	М	x	М	У	M z	
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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)

	++水1	応力	弾性設計用地震動	S d 又は静的震度	基準地震動Ss		
司行之	材料		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
溶接部	SUS304	せん断	_	_	$\sigma w=8$	<i>f</i> s m=116	

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能維持($(\times 9.8 \text{m/s}^2)$		
		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	水平方向	4.34	
(TE222-14B)	鉛直方向	3. 69	

注記*:設計用震度(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。

1.5 その他の機器要目

(1)	機器諸元
(1)	

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)	Т	$^{\circ}\mathrm{C}$	175
縦弾性係数	Е	MPa	184000
ポアソン比	ν		0.3
要素数	_	個	
節点数	_	個	









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

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 電気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(02E229-101A)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(02E229-101B)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)



 \sim

表 2-2 構造計画 (その 2)



ω

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							
格納容器酸素濃度	水平						
(2RSR-3-3A (02E229-101A))	鉛直						
格納容器酸素濃度	水平						
(2RSR-3-3B (02E229-101B))	鉛直						

- 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。

施設区分機器名称		耐震重要度分類 機器等の区		荷重の組合せ	許容応力状態	
計測制御			0	*	$D + P_D + M_D + S d^*$	III A S
系統施設	計測装直	格納谷츎酸素濃度	5	·*	$D + P_D + M_D + S_s$	IV A S

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態(設計基準対象施設)

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。

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	
					$D + P_D + M_D + S_s s^{*3}$	IV A S
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+Psad+Msad+Ss	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる)

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)

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。

	許容限界* ^{1,*2} (ボルト等)				
許容応力状態	一次応力				
	引張	せん断			
III A S	1.5 • f t	1.5 • f s			
IV A S					
VAS (VASとしてNASの許容限界を用いる。)	1.5 • f t *	1.5 • f s *			

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)

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。

⇒⊽/म=☆/++	++*1	温度条件		Sу	S u	S y (R T)	
計1111年15月2	竹竹	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)	
取付ボルト	SS41* (40mm<径≦100mm)	周囲環境温度	50	211	394	_	

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件(設計基準対象施設)

注記*:SS400相当

言葉(正文四十十	++101	温度条件		Sу	S u	S y (R T)
計1111111111111111111111111111111111111	1 111111111111111111111111111111111111	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	50	241	394	
取付ボルト	SS400 (16mm<径≦40mm)	周囲環境温度	50	231	394	_

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件(設計基準対象施設)

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 (℃)		Sу (MPa)	Sи (MPa)	Sy(RT) (MPa)
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

格納容器酸素濃度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。

▲ 5 I 1及船舶	1月7月21日	
機器名称	方向	機能確認済加速度
格納容器酸素濃度	水平	
(02E229-101A)	鉛直	
格納容器酸素濃度	水平	
(02E229-101B)	鉛直	

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

S2 補 VI-2-6-5-32 R1

- 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。
- 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

		固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動S s		周囲帶倍泪座	
機器名称	耐震重要度分類	(m)	水平大百	約古士向	水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向	□□張究溫及 (℃)
		\/	小千万间	<u> </u>	設計震度	設計震度	設計震度	設計震度	()
格納容器酸素濃度 (02E229-101A)	S	原子炉建物 EL 34.8 ^{*1}			Сн=1.56*2	$Cv=1.31^{*2}$	Сн=2.07*3	$Cv=2.39^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

					-		
部材	m i (kg)	h i (mm)	d i (mm)	A b i (mm ²)	n i	Sуi (MPa)	Sıui (MPa)
取付ボルト (i=2)		900	16 (M16)	201. 1	40	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

	ĺ 1 ; *	l 2 ; *		E ·	E · *	転倒	方向
部材	(mm)	(mm)	nfi*	F 1 (MPa)	Fi Fi* Pa) (MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト	245	295	16	011	050	ENTED	目知去去
(i = 2)	1845	2145	2	211	253	長辺万回 長辺万回	

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:									
	F	b i	Q b i						
部材	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動S 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)

	++*!	弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地的	基準地震動 S s	
レクション	19 14	ルロノリ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト	SS41	引張	σ b 2=31	ft s 2=158*	σ b 2=71	ft s 2=190*
(i=2)		せん断	τ ь 2=5	fsb2=122	τь2=6	<i>f</i> s b 2=146

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

すべて許容応力以下である。

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
格納容器酸素濃度	水平方向	1.73	
(02E229-101A)	鉛直方向	1.98	

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。 S2 補 VI-2-6-5-32 R1



【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	耐震重要度分類 据付場所及び床面高さ — (m)	さ 固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		周田彊愔温産
			水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向	/□因乘残温及 (℃)
					設計震度	設計震度	設計震度	設計震度	(-)
格納容器酸素濃度 (02E229-101B)	S	原子炉建物 EL 34.8 ^{*1}			Сн=1.56*2	$Cv=1.31^{*2}$	С н=2.07*3	$Cv=2.39^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2	機器要目	

部材	m i (kg)	h i (mm)	d i (mm)	Аьі (mm²)	n i	Syi (MPa)	Sці (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)	

	l . : *	* 60:*		E ·	E . *	転倒方向	
部材	(mm)	(mm)	nfi*	F 1 (MPa)	Fi ⁿ (MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト	345	375	10	9.4.1	976	短辺方向 短辺方向	信证十百
(i =1)	1690	2141	4	241	276		盘边方问
取付ボルト (i=2)	245	295	15	001	070		Events
	1765	2225	2	231	276		

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。

(単位:N)

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

	F	b i	Q b i		
部材	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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)

÷17++	++)(0)	☆ +	弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		
司中心	11 14	ルロフリ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
基礎ボルト	55400	引張	σ b 1=26	ft s 1=144*	σ b 1=42	f t s 1 = 165*	
(i =1)	33400	せん断	τ _{b1} =6	<i>f</i> s b 1 = 111	τь1=7	<i>f</i> s b 1 = 127	
取付ボルト	SS400	引張	σ b 2=28	ft s 2=173*	σ b 2=69	f t s 2=207*	
(i=2)		せん断	τ _{b2} =5	f s b 2=133	τ b 2=7	f s b 2 = 159	

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

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

$(\times 9.$	$8 \mathrm{m/s^2}$)
--------------	----------------------

		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	水平方向	1.73	
(02E229-101B)	鉛直方向	1.98	

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。
2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

		据付提訴及び床面真さ	固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動S s		周田彊愔沮庙
機器名称	設備分類	(m)	水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向	/□□燥現溫及 (℃)
			214 1 22 1 3	2010-701-1	設計震度	設計震度	設計震度	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}			_	_	Сн=2.07*2	$Cv=2.39^{*2}$	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Ss)

2.2 機器要目

	-						
部材	m i (kg)	h i (mm)	d i (mm)	A b i (mm ²)	n i	Sуi (MPa)	Sıui (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)

	l . : *	l 2 i *	1 _{2 i} * F :		Б: *	転倒方向		
部材	(mm)	(mm)	nfi*	(MPa)	(MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	
基礎ボルト	345	375	10		976	一	何辺士向	
(i =1)	1690	2141	4		270		超辺力问	
取付ボルト	245	295	15		976		目辺土山	
(i=2)	1765	2225	2		270			

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。

(単位:N)

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

	F	b i	Q b i		
部材 弾性設計用地震動 S d 又は静的震度 基準地震動 S s		基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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)	_		_		

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位:MPa) 弾性設計用地震動 S d 又は静的震度 基準地震動 S s 部材 材料 応力 算出応力 許容応力 算出応力 許容応力 $f_{t s 1} = 165^*$ ____ ____ 引張 σь1=42 基礎ボルト SS400 (i = 1)せん断 ____ ____ τь1=7 f s b 1 = 127 引張 ____ ____ $f_{t s 2} = 207^*$ σ ь₂=69 取付ボルト SS400 (i = 2)せん断 ____ τь2=7 f s b 2 = 159

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

すべて許容応力以下である。

2.4.2 電気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	水平方向	1.73	
(02E229-101B)	鉛直方向	1.98	

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。



VI-2-6-5-33 格納容器酸素濃度(SA)の耐震性についての計算書

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 電気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 電気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。



注記*:対象計器は02E2D2-1

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



ω

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)
	水平	
検出器(検出部)	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。

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
					$\mathrm{D}+\mathrm{P}_{\mathrm{D}}+\mathrm{M}_{\mathrm{D}}+\mathrm{S}$ s *3	IV A S
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	<u> </u> *2	$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限界
						を用いる。)

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)

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+Psad+Msad+Ss」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

6

	許容限界 ^{*1,*2} (ボルト等)			
許容応力状態	一次応力			
	引張	せん断		
IV A S		1.5 • f s *		
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5 • f t *			

表 2-4 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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。

家 (年本)	キキボ Γ	温度条件 (℃)		S y	S u	S y (R T)
百十 川川 戸り12	173 147			(MPa)	(MPa)	(MPa)
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	

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)

2.5 機能維持評価

2.5.1 電気的機能維持評価方法

検出器(検出部)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。

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気的 機能の健全性を確認した加振台の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 2-6 に示す。

機器名称	方向	機能確認済加速度
	水平	
検出器(検出部)	鉛直	

表 2-6 機能確認済加速度

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

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。

【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

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

11

部材	m i (kg)	h i (mm)	d i (mm)	A b i (mm ²)	n i	S y i (MPa)	Sıui (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)

						転倒方向	
部材 (mm) (mm) n f i * (F i (MPa)	F i* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s		
基礎ボルト	366. 5	463.5	6		261	_	短辺方向
(i =1)	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)		
	F۱	b i	Q b i		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

	++)(1	亡士	弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s															
前机		応力	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力														
基礎ボルト	基礎ボルト (i=1) SS400	引張	_	_	σ b 1=37	fts1=156*														
(i = 1)		せん断	_	_	τь1=7	fsb1=120														
取付ボルト (i=2)	SS400	00400	66400	66400	66400	55400	66400	55400	55400	55400	55400	66400	55400	55400	\$\$400	引張	_	_	σ b 2=58	fts2=190*
		せん断	_	_	τ b 2=10	fsb2=146														

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

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

 1.4.2 電気的機能維持の評 	$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$		
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
	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。

12



- 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				
基礎・支持構造	主体構造	燃哈傅道凶		
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。 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。 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。	磁気力式酸素検出器	取納箱 取納箱 計器 取付ボルト (基板) 中間ブレート 客様 取付ボルト (基板) 後打金物 (正面図) (側面図)		
		(単位:mm)		

15

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」にて設定した電気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 JEAG4601・補-1984 ((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 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
А	収納箱断面積	mm^2
Abi	ボルトの軸断面積*1	mm^2
A s	有効せん断断面積	mm^2
Сн	水平方向設計震度	—
Сv	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 ь і	ボルトに作用する引張力(1本当たり)*1	Ν
$f_{ m s\ b\ i}$	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力*1	MPa
fto i	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力*1	MPa
ftsi	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	MPa
	合せ応力)*1	1 2
g	里 //加速度 (=9.80005)	m/s²
G		мра
h i	描付面又は収納相取付面から重心までの距離。	mm
l		mm⁺
L		mm
l i i		mm
<i>l</i> 2 i		mm
m i		kg
n i		
n f i	評価上引張刀を受けるとして期待するホルトの本数*1	
Qbi		N
Sui	設計・建設規格 付録材料図表 Parts 表9に定める値*1	MPa
Syi	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	MPa
t T		mm
Ін	水平方回回有同 期 公志士白田左田期	S
	如旦刀円回1月同 別 	S
VV		mm
ν		
π	1)四子 ポルトに生じる引張広力*1	MPo
бbi		MDo
τьі		MIL 9

注記*1: Abi, di, Fi, Fi*, Fbi, fsbi, ftoi, ftsi, l1i, l2i, ni, nfi, Qbi, Sui, Syi, Syi(RT), σbi及びτbi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_{1 i} ≦ℓ_{2 i}

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。

		★0 L 私小りの数		
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	Ν	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

表 3-2 表示する数値の丸め方

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。





m 1



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Asは以下とする。
$$I = \frac{1}{12} \cdot \{W \cdot L^{3} - (W - 2 \cdot t) \cdot (L - 2 \cdot t)^{3}\}$$

As = 2 · L · 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	道)	单位: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。

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
					$D+P_D+M_D+S$ s *3	IV A S
計測制御 系統施設 計測装置					V A S	
	格納容器酸素濃度(SA)		*2		(VASとして	
				D + r sad + msad + 3 s	IVASの許容限界	
						を用いる。)

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)

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+Psad+Msad+Ss」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

	許容限界 ^{*1,*2} (ボルト等)			
許容応力状態	一次応力			
	引張	せん断		
IV A S		1.5 • f s *		
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5 • f t *			

表 3-5 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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。

評価部材	材料	温度条件 (℃)		Sy (MPa)	Su (MPa)	Sy(RT)
	SS400	周囲環境温度	100	221	373	
	(16mm≦径)					
取付ボルト	SS400 (16mm<径≦40mm)	周囲環境温度	100	212	373	_

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)

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Ss」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。

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}			_	_	$C_{\rm H}=2.68^{*2}$	$Cv=2.23^{*2}$

表 3-7 設計用地震力 (重大事故等対処設備)

注記*1:基準床レベルを示す。

*2:設計用震度 I (基準地震動 Ss) 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

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

引張応力

$$\sigma_{b1} = \frac{F_{b1}}{A_{b1}} \quad \dots \quad (3.5.4.1.1.2)$$
ここで、基礎ボルトの軸断面積A_bは次式により求める。
$$A_{b1} = \frac{\pi}{4} \cdot d_{1}^{2} \quad \dots \quad (3.5.4.1.1.3)$$

(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

せん断応力

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。

$$F_{b2} = \frac{m_{2} \cdot g \cdot C_{H} \cdot h_{2} - m_{2} \cdot g \cdot (1 - C_{V}) \cdot \ell_{22}}{n_{f2} \cdot (\ell_{12} + \ell_{22})} \quad \dots \quad (3.5.4.1.2.1)$$

引張応力

引張力

$$\sigma_{b2} = \frac{F_{b2}}{A_{b2}} \cdots (3.5.4.1.2.2)$$
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} = $\frac{\pi}{4} \cdot d_{2}^{2} \cdots (3.5.4.1.2.3)$

(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

せん断応力

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

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。

 $f_{t s i} = Min[1.4 \cdot f_{t o i} - 1.6 \cdot \tau_{b i}, f_{t o i}]$ (3.5.6.1.1)

せん断応力 τ b i 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Ssによる 荷重との組合せの場合
許容引張応力 ftoi	$\frac{Fi^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 ƒ _{s b i}	$\frac{\text{F i }^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

3.6 機能維持評価

3.6.1 電気的機能維持評価方法

検出器(基板)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「設計用床スペクトルの作成方針」に基づき, 基準地震動Ss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気的機能の健全性 を確認した加振台の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 3-8 に示す。

機器名称	方向	機能確認済加速度
	水平	
横出器(基 板)	鉛直	

表 3-8 機能確認済加速度

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

- 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。

【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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動S s		
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
検出器(基板)	常設/緩和	原子炉建物 EL 30.500 ^{*1}			—	_	$C_{H}=2.68^{*2}$	$Cv = 2.23^{*2}$	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	Syi (MPa)	Sui (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 l 2 i (mm) (mm		*2) nfi ^{*2}	Fi (MPa)	Fi* (MPa)	転倒方向	
		ℓ 2 i *2 (mm)				弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト				_	261	_	短辺方向
(i = 1)							///////
取付ボルト (i=2)					954	—	病河大点
					204		超边方问

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

36

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位:N)							
	F	b i	Q b i				
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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	Тн=
鉛直方向	T v =

37

1.4.2 ボルトの応力

(単位:MPa)

部材 材料	++*	亡士	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動S s		
	心刀	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力		
基礎ボルト (i=1) SS400	\$\$400	引張	_	_	σь1=35	fts1=156*	
	33400	せん断	—	—	τ в 1=15	fsb1=120	
取付ボルト	55400	引張	_	_	σ b 2=11	fts2=190*	
(i=2)	55400	せん断	_	_	τ b 2 = 6	fsb2=146	

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

すべて許容応力以下である。

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。

S2 補 VI-2-6-5-33 R1E



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

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 電気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)



 \sim

表 2-2 構造計画 (その 2)



ω

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					
格納容器水素濃度	水平				
(2RSR-3-3A (H2E229-101A))	鉛直				
格納容器水素濃度	水平				
(2RSR-3-3B (H2E229-101B))	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。

	A. T. 两里沙地台 C.C. 新台州的 《K.H.五十八次/2K/2K/							
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				*	$D + P_D + M_D + S d^*$	III ∧ S		
系統施設	計測装置	格納谷希水素濃度	S	*	$D + P_D + M_D + S_s$	IV A S		

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態(設計基準対象施設)

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。

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
					$D + P_D + M_D + S_s *^3$	IV A S
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	$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

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)

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。

	許容限界* ^{1,*2} (ボルト等)				
許容応力状態	一次応力				
	引張	せん断			
III A S	1.5 • f t	1.5 • f s			
IV A S					
VAS (VASとしてNASの許容限界を用いる。)	1.5 • f t *	1.5 • f s *			

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)

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。

亚研究社	****	温度条件		Sу	S u	S y (R T)
百十7100百月17月	173 147	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
取付ボルト	SS41* (40mm<径≦100mm)	周囲環境温度	50	211	394	—

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件(設計基準対象施設)

注記*:SS400相当

言葉(正文四十十	++101	温度条件		Sу	S u	S y (R T)
計11111百0111	1 111111111111111111111111111111111111	温度条件 (℃) 周囲環境温度 50 周囲環境温度 50	(MPa)	(MPa)	(MPa)	
基礎ボルト	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度 50		241	394	
取付ボルト	SS400 (16mm<径≦40mm)	周囲環境温度	50	231	394	_

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件(設計基準対象施設)

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 (℃)		Sу (MPa)	Su (MPa)	Sy(RT) (MPa)
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

格納容器水素濃度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。

☆ 5 1 1次肥准	前仍加还	反 (八9.011/3)
機器名称	方向	機能確認済加速度
格納容器水素濃度	水平	
(H2E229-101A)	鉛直	
格納容器水素濃度	水平	
(H2E229-101B)	鉛直	

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

S2 補 VI-2-6-5-34 R1

- 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。
- 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(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

		据付場所及び床面高さ、		引期(s)	弾性設計用地震動	JSd又は静的震度 基準地震動Ss			周囲帶倍迴座
機器名称	耐震重要度分類	(m)	水亚士白	秋声七向	水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向	/可屈乘宛証/≷ (℃)
		(11)	小平方向	<u> </u>	設計震度	設計震度	設計震度	設計震度	(- /
格納容器水素濃度 (H2E229-101A)	S	原子炉建物 EL 34.8 ^{*1}			Сн=1.56*2	$Cv=1.31^{*2}$	Сн=2.07*3	$Cv=2.39^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

Distance and the							
部材	m i (kg)	h i (mm)	d i (mm)	A b i (mm²)	n i	Sуi (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)

	l 1 i *	l 2 i *		E ·	E . *	転倒	方向
部材	(mm)	(mm)	nfi*	F i (MPa)	Fi [^] (MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	245	295	16	011	050	ENDED	Embo
	1845	2145	2	211	253		

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	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	++*!	亡士	弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s	
	竹杆	ルロノリ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS 4 1	引張	σ b 2=31	ft s 2=158*	σ b 2=71	ft s 2=190*
	3341	せん断	τ ь 2=5	fsb2=122	τь2=6	<i>f</i> s b 2=146

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

すべて許容応力以下である。

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	水平方向	1.73	
(H2E229-101A)	鉛直方向	1.98	

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。 S2 補 VI-2-6-5-34 R1



【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

提付 提 证及7%	据付提証及び床面真さ	固有周]期(s)	弾性設計用地震動	S d 又は静的震度	基準地震	震動Ss	周田彊倍沮庇	
機器名称	耐震重要度分類	(m)	水平井山	斜声士向	水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向	/□因梁晃温及 (℃)
		\/	小平力问	亚电刀内	設計震度	設計震度	設計震度	設計震度	()
格納容器水素濃度 (H2E229-101B)	S	原子炉建物 EL 34.8 ^{*1}			$C_H = 1.56^{*2}$	$Cv=1.31^{*2}$	С н=2.07*3	$Cv=2.39^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

D1444 2411							
部材	m i (kg)	h i (mm)	d i (mm)	Аьі (mm²)	n i	S y i (MPa)	Sıui (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)

ĺ. ; *		l . ; *		E .	Б. *	転倒方向	
部材	(mm)	(mm)	nfi*	F 1 (MPa)	F 1 (MPa)	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト	基礎ボルト 345 375 10 041	976	信讯士卢	何辺士向			
(i =1)	1690	2141	4	241	270	超辺万回	虚趋力间
取付ボルト	245 295 15		050				
(i =2)	1765	2225	2	231	276	長辺方回	長辺方回

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

(単位:N) 1.3.1 ボルトに作用する力 Fbi Qbi 部材 弾性設計用地震動 Sd又は静的震度 基準地震動Ss 弾性設計用地震動 Sd又は静的震度 基準地震動Ss 基礎ボルト (i=1) 1 1 1 取付ボルト (i=2) 1 1 1

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位:MPa)

÷17++		内中	弾性設計用地震動	助Sd又は静的震度	基準地震動 S s		
司3个公	1/1 1/1	心刀	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
基礎ボルト	66400	\$\$400	引張	σь1=26	f t s 1 = 144*	σь1=42	ft s 1=165*
(i =1)	33400	せん断	τь1=6	<i>f</i> s b 1 = 111	τь1=7	f s b 1 = 127	
取付ボルト	66400	引張	σ b 2=28	f t s 2=173*	σ b 2=69	f t s 2=207*	
(i =2)	33400	せん断	τь2=5	f s b 2=133	τ b 2=7	f s b 2=159	

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

すべて許容応力以下である。

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
格納容器水素濃度	水平方向	1. 73	
(H2E229-101B)	鉛直方向	1.98	

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。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

	据付場所及び床面高さ 固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動S s		周田彊愔沮庐		
機器名称	設備分類	(m)	水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向	/可团乘晃温度 (℃)
					設計農度	設計農度	設計農度	設計農度	
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}			_	_	Сн=2.07*2	$Cv=2.39^{*2}$	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Ss)

2.2 機器要目

山山小风山又日							
部材	m i (kg)	h i (mm)	d i (mm)	Аьі (mm²)	n i	S y i (MPa)	Sıui (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)

l.1 i *	l . : *	l . : *	F :		F : *	転倒方向	
部材	(mm)	(mm)	nfi*	(MPa)	(MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト	345	375	10		070	标识卡卢	信讯士贞
(i =1)	1690	2141	4		276	一 盘边方问	
取付ボルト	ナボルト 245 295 15 276	976		長辺士向			
(i=2)	(i = 2) 1765 2225 2 276			灭应力问			

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。

(単位:N)

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

	F	b i	Q b i		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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)	_		_		

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位:MPa) 弾性設計用地震動 S d 又は静的震度 基準地震動 S s 部材 材料 応力 算出応力 許容応力 算出応力 許容応力 $f_{t s 1} = 165^*$ ____ ____ 引張 σь1=42 基礎ボルト SS400 (i = 1)せん断 ____ ____ τь1=7 f s b 1 = 127 引張 ____ ____ $f_{t s 2} = 207^*$ σ ь₂=69 取付ボルト SS400 (i = 2)せん断 ____ τ ь₂=7 f s b 2 = 159

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

すべて許容応力以下である。

2.4.2 電気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	水平方向	1. 73	
(H2E229-101B)	鉛直方向	1.98	

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。



VI-2-6-5-35 格納容器水素濃度(SA)の耐震性についての計算書

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 電気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(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。

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

なお,格納容器水素濃度(SA)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(SA)の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画



 \sim

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

格納容器水素濃度(SA)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	(単位:s)	
格納容器水素濃度(SA)	水平	
(H ₂ E2D2-1)	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(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-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(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

格納容器水素濃度(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 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(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【格納容器水素濃度(SA)(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。

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(SA) 常設 常設					$D+P_D+M_D+S$ s *3	IV A S
計測制御 系統施設		格納容器水素濃度 (SA)	常設耐震/防止 常設/緩和	*2		VAS (VASとして	
		m ik/ <i>1</i> /2/14		$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	IVASの許容限界 を用いる。)		

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)

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+Psad+Msad+Ss」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

ы
	許容限界 ^{*1,*2} (ボルト等)				
計容応刀状態	一次応力				
	引張	せん断			
IV A S					
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5 • f t *	1.5 • f s *			

表 4-2 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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。

	++ w1	温度条件		Sу	S u	S y (R T)
6半11111 音1242	竹科	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
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	

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)

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

格納容器水素濃度(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-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気的機能の健全性を 確認した加振台の最大加速度を適用する。

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

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

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

表 5-1 機能確認済加速度

S2 補 VI-2-6-5-35 R1

- 6. 評価結果
- 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

格納容器水素濃度(SA)の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示 す。発生値は許容限界を満足しており,設計用地震力に対して十分な構造強度を有し,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		
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
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}			_	_	С н=2.68*2	$Cv=2.23^{*2}$	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)	Sui (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)

						転倒方向	
部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ₂i* (mm)	nfi*	F i (MPa)	Fi* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd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	_	961	—	短辺方向
	719	771	4		201		
取付ボルト (i=2)	299	396	6		954	_	短辺方向
	664	716	4		254		

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 ボルトに作用するカ

1.3.1 ボルトに作用	(単位:N)				
部材	F۱	b i	Q b i		
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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

11

(単位:MPa)

部材 材料	++*1	内中	弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動S s				
	心刀	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力				
基礎ボルト (i=1) SS4	SS400 -	SS400	SS400	SS400	引張	_	_	σь1=37	f t s 1=156*
					33400	33400	55400	せん断	_
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	_	_	σ b 2=58	ft s 2=190*			
		せん断			τ b 2=10	f s b 2=146			

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

すべて許容応力以下である。

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(SA) (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。

^{1.4.1} ボルトの応力



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

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 電気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



 \sim

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	水平	
(LX2B2-1)	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。

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			$\mathrm{D}+\mathrm{P}_{\mathrm{D}}+\mathrm{M}_{\mathrm{D}}+\mathrm{S}$ s *3	IV A S		
	計測法署	低了百乙后坐井注水槽水台	常設耐震/防止	*2		VAS
	低 江床了於飞音在水值水位	常設/緩和		$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_{S}$	(VASとして	
					D + 1 3AD + MISAD + 5 3	IVASの許容限界
						を用いる。)

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)

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+Psad+Msad+Ss」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

ы

	許容限界 ^{*1,*2} (ボルト等)				
計容応刀状態	一次応力				
	引張	せん断			
IV A S		1.5 • f s*			
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5 • f t *				

表 4-2 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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。

	++ w1	温度条件		Sу	S u	S y (R T)
百半1111百0个月	竹杆	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
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 4-3 使用材料の許容応力評価条件(重大事故等対処設備)

- 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。

	,	
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	水平	
(LX2B2-1)	鉛直	

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

表 5-1 機能確認済加速度

S2 補 VI-2-6-5-36 R1

- 6. 評価結果
- 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

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Sd 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	周囲環境温度 (℃)
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}			_	_	$C_{H}=3.75^{*2}$	$Cv=3.63^{*2}$	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Ss)

1.2 機器要目

部材	m i (kg)	h i (mm)	d i (mm)	A b i (mm ²)	n i	Syi (MPa)	Sıui (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						転倒方向		
	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm) n f i*		F i (MPa)	Fi* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd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		276			
取付ボルト (i=2)	110	140	2		976	—	短辺方向	
	195	255	3		276			

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。

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

1.3 計算数値

131 ボルトに作用する力

1.3.1 ボルトに作用		(単位:N)			
	F۱	o i	Q b i		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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

11

1.4.1 ボルトの応力

(単位:MPa)

部材	++\0]	++\0]	++)()	++	++*	++)(1	++*1	おおお	++本[亡士	弾性設計用地震動	動Sd又は静的震度	基準地)	震動Ss
	1/1 1/1	ルロノナ	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	_	_	σь1=22	f t s 1=165*								
		せん断	_	_	τь1=6	$f_{s b 1} = 127$								
取付ボルト (i=2)	SS400	00400	00400	66400	66400	引張	_	_	σ b 2=23	ft s 2=207*				
		せん断			τь2=5	f s b 2=159								

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

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

		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 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。



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

1. 概	我	1
2. —	·般事項 ·····	1
2.1	構造計画 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	1
3. 固	同有周期 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	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	電気的機能維持評価方法	8
6. 評	平価結果	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



 \sim

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

S2 補 VI-2-6-5-37 R1

- 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。

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	
					$D + P_D + M_D + S_s *^3$	IV A S	
計測制御	計測制御 予測装置 格	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		VAS (VASとして	
					D + P s A D + M s A D + S s	ⅣASの許容限	
						界を用いる。)	

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)

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 s A D+M s A D+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。

ы

	許容限界* ^{1,*2} (ボルト等)				
許容応力状態	一次応力				
	引張	せん断			
IV A S					
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5 • f t *	1.5 • f s *			

表 4-2 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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。

亚研究社	++*1	温度条(+	Sу	S u	S _y (RT)			
司半1四百01个1	173 174	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)			
基礎ボルト	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	100	221	373	_			

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)

- 5. 機能維持評価
- 5.1 電気的機能維持評価方法

格納容器代替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。

		(··· 0· ································
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	水平	
(FX2B5–2A)	鉛直	
格納容器代替スプレイ流量	水平	
(FX2B5-2B)	鉛直	

表 5-1 機能確認済加速度

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

- 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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動S s		
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
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	_	_	Сн=1.59*2	$Cv=1.58^{*2}$	100

(単位 : N)

注記*1:基準床レベルを示す。

*2:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h 1 (mm)	d (mm)	A b (mm ²)	n	Sy (MPa)	S u (MPa)
基礎ボルト		700	12 (M12)	113. 1	4	221 (径≦16mm)	373 (径≦16mm)

	0,*	Ø₀*		F	F* (MPa)	転倒方向	
部材	(mm)	(mm)	nf*	(MPa)		弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
甘7株+ドリー	100	100	2	2	961	一 前後方向	
査(碇小)レト	31	231	2		- 261		

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

	F	b	Q b			
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

* 7++	++*1	₽ +	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動S s		
司小村	材料 応力		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
甘7株2431	55400	引張	_	_	σ b=13	$f_{t s} = 156*$	
基礎ホルト	55400	せん断	_	_	τ b = 2	fs b=120	

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能維持	$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$		
		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	水平方向	1.32	
(FX2B5-2A)	鉛直方向	1.31	

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。







【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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動:	弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s	
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
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	_		Сн=1.59*2	$Cv = 1.58^{*2}$	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Ss)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h 1 (mm)	d (mm)	$A b$ (mm^2)	n	Sy (MPa)	S u (MPa)
基礎ボルト		805	12 (M12)	113. 1	4	221 (径≦16mm)	373 (径≦16mm)

	P.*	¢.,*		Ŧ	F* (MPa)	転倒方向	
部材	(mm)	(mm)	n f*	(MPa)		弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト	100	100	2		961		若然士白
	23	223	2		261		則俊力问

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						
部材	F۱	b	Q b			
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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	_	_	σ b=16	$f_{t s} = 156*$
		せん断			τ b = 2	f s b = 120

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能維持	$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$		
		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。








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

1. 概	我	1
2. —	·般事項 ·····	1
2.1	構造計画 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	1
3. 固	同有周期 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	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	電気的機能維持評価方法	8
6. 評	平価結果	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、ペデスタル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。

ペデスタル代替注水流量は,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、ペデスタル代替注水流量は、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

ペデスタル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



 \sim

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	水平	0.05以下
(FX2B6-2A-1)	鉛直	0.05以下
ペデスタル代替注水流量	水平	0.05以下
(FX2B6-2B-1)	鉛直	0.05以下

- 4. 構造強度評価
- 4.1 構造強度評価方法

ペデスタル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
 ペデスタル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

ペデスタル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

ペデスタル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【ペデスタル代替注水流量(FX2B6-2A-1)の耐震性についての計算結果】、【ペデスタル代替注水流量(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。

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
					$D + P_D + M_D + S_s *^3$	IV A S
計測制御 系統施設	計測装置		常設/緩和	40		V A S
		ペテスタル代替注水流量		<u>*</u> *2	$D \perp D$ and $\perp M$ and $\perp S$ a	(VASとして
					D + r sad + msad + ss	W ASの許容限
						界を用いる。)

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)

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+Psad+Msad+Ss」の評価に包絡されるため,評価結果の記載を省略する。

ы

	許容限界 ^{*1,*2} (ボルト等)				
許容応力状態	一次応力				
	引張	せん断			
IV A S					
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5 • f t *	1.5 • f s *			

表 4-2 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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。

⇒⊽/∓→☆/++	++*1	温度条(+	Sу	S u	S y (R T)						
百十7100 戸り172	17] 177	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)						
基礎ボルト	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	100	221	373	_						

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)

- 5. 機能維持評価
- 5.1 電気的機能維持評価方法

ペデスタル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。

	(,	
機器名称	方向	機能確認済加速度
ペデスタル代替注水流量	水平	
(FX2B6-2A-1)	鉛直	
ペデスタル代替注水流量	水平	
(FX2B6-2B-1)	鉛直	

表 5-1 機能確認済加速度

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

- 6. 評価結果
- 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ペデ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。

【ペデスタル代替注水流量(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

			固有周	引期(s)	弾性設計用地震動 \$	5 d 又は静的震度	基準地創	§動Ss	
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
ペデスタル代替注水流量 (FX2B6-2A-1)	常設/緩和	原子炉建物 EL 1.3 ^{*1}	0.05以下	0.05以下	_	_	Сн=1.41*2	$Cv=1.05^{*2}$	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Ss)

1 9 機器要日

部材	部材 m h 1 d (kg) (mm) (mm)		d (mm)	A b (mm ²)	n	Sy (MPa)	Su (MPa)
基礎ボルト		712	12 (M12)	113. 1	4	221 (径≦16mm)	373 (径≦16mm)

	ρ,*	P*		F	F *	転倒方向		
部材	(mm)	(mm)	nf*	(MPa)	(MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	
基礎ボルト	100	100	2		961		前後古向	
	36	236	2		201		則按力问	

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) Fь Qь 部材 弹性設計用地震動 弹性設計用地震動 基準地震動 S s 基準地震動 S s Sd 又は静的震度 Sd 又は静的震度 基礎ボルト ____ ____

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位:MPa)

	++*1		弾性設計用地震動	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動S s		
司中权	材料	心刀	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力		
甘水,22 1	55400	引張	_	_	σ b=12	$f_{t s} = 156*$		
基礎ホルト	\$\$400	せん断			τ b = 2	f s b = 120		

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能約	$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$		
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ペデスタル代替注水流量	水平方向	1.17	
(FX2B6-2A-1)	鉛直方向	0.87	

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。







11

【ペデスタル代替注水流量(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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
ペデスタル代替注水流量 (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		_	Сн=1.73*2	$Cv=2.07^{*2}$	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Ss)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h 1 (mm)	d (mm)	Аь (mm²)	n	Sy (MPa)	Su (MPa)
基礎ボルト		645	12 (M12)	113. 1	4	221 (径≦16mm)	373 (径≦16mm)

部材	l.*	l_2*	nf*	F	F *	転倒方向	
	(mm)	(mm)		(MPa)	(MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト	100	100	2		261		並後士中
	40	240	2				則俊力回

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	(単位:N)				
部材	Fı	0	Q b		
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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	++*1	応力	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動S s		
	1/1 不计		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
基礎ボルト	SS400	引張	_	_	σ b=15	$f_{t s} = 156*$	
		せん断			τ b = 2	$f_{s b} = 120$	

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能約	$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$				
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度		
ペデスタル代替注水流量	水平方向	1.44			
(FX2B6-2B-1)	鉛直方向	1.73			

13

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。







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

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 電気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、ペデスタル代替注水流量(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。

ペデスタル代替注水流量(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、ペデスタル代替注水流量(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

ペデスタル代替注水流量(狭帯域用)の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画



 \sim

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	水平	0.05以下	
(狭带域用)	鉛直	0.05以下	
(FX2B6-2A-2)	<i>7</i> 11 PC		
ペデスタル代替注水流量	水平	0.05以下	
(狭带项用)			
(FX2B6-2B-2)		0.05以下	

- 4. 構造強度評価
- 4.1 構造強度評価方法

ペデスタル代替注水流量(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

ペデスタル代替注水流量(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

ペデスタル代替注水流量(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

ペデスタル代替注水流量(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【ペデスタル代替注水流量(狭帯域用)(FX2B6-2A-2)の耐震性についての計算結果】、【ペデスタル代替注水流量(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。

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 ペデスタル代替注水流量 (狭帯域用)			$D + P_D + M_D + S_s *^3$	IV A S		
	封測な異	ペデスタル代替注水流量	党 設 /経和	*2		V A S
	(狭帯域用)			$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	(VASとして IVASの許容限	
						界を用いる。)

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)

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+Psad+Msad+Ss」の評価に包絡されるため,評価結果の記載を省略する。

ы

	許容限界 ^{*1,*2} (ボルト等)				
許容応力状態	一次応力				
	引張	せん断			
IV A S					
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5 • f t *	1.5 • f s *			

表 4-2 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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。

≣र्ग्र/म चेग्र++	++*1	温度条件		Sу	S u	S y (R T)
百十 1 四 百 1 1 1	19 17	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	100	221	373	_

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)

- 5. 機能維持評価
- 5.1 電気的機能維持評価方法

ペデスタル代替注水流量(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。

		(,, / /
機器名称	方向	機能確認済加速度
ペデスタル代替注水流量(狭帯域用)	水平	
(FX2B6-2A-2)	鉛直	
ペデスタル代替注水流量(狭帯域用)	水平	
(FX2B6-2B-2)	鉛直	

表 5-1 機能確認済加速度

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

- 6. 評価結果
- 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ペデスタル代替注水流量(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。

【ペデスタル代替注水流量(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		
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
ペデスタル代替注水流量 (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	_	_	Сн=1.41*2	$Cv = 1.05^{*2}$	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Ss)

1.2 機器要目							
部材	m (kg)	h 1 (mm)	d (mm)	Аь (mm²)	n	Sy (MPa)	S u (MPa)
基礎ボルト		689	12 (M12)	113. 1	4	221 (径≦16mm)	373 (径≦16mm)

	ρ,*	ℓ ₂ *		F	F *	転倒方向	
部材	(mm)	(mm) n f * (MPa)	(MPa)	Pa) (MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	
+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++	100	100	2		961		若然十百
基礎ホルト	23	233	2	_	261		則仮力回

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	(単位:N)				
	Ft)	Q b		
部材	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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	++*1	応力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	机科		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	_	_	σь=10	ft s =156*
		せん断			τ b = 2	f s b =120

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能約	$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$		
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ペデスタル代替注水流量	水平方向	1.17	
(狭骨项用) (FX2B6-2A-2)	鉛直方向	0.87	

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。





【ペデスタル代替注水流量(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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
ペデスタル代替注水流量 (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		_	Сн=1.73*2	$Cv = 2.07^{*2}$	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Ss)

1.2 機器要目							
部材	m (kg)	h ı (mm)	d (mm)	Аь (mm²)	n	Sy (MPa)	S u (MPa)
基礎ボルト		628	12 (M12)	113.1	4	221 (径≦16mm)	373 (径≦16mm)

	<i>ℓ</i> ,*	Ø₀*		F	F *	転倒	到方向	
部材	(mm)	(mm) (mm) n f *	(MPa)	(MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s		
基礎ボルト	100	100	2			961		前後古向
	29	229	2		261	——————————————————————————————————————		

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	(単位:N)				
	F	b	Q b		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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	++*[₽ +	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動S s	
	机科	心刀	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	σ b=13	ft s =156*
		せん断			τ ь=2	$f_{\rm s \ b} = 120$

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能約	$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$		
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ペデスタル代替注水流量	水平方向	1.44	
(狭帝或用) (FX2B6-2B-2)	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。







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

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 電気的機能維持評価方法	••••• 8
6. 評価結果	
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果 ······	

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



 \sim

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	水平	0.05以下
格納谷器スプレイ流量	鉛直	0.05以下
(FX222-11)		0.00 1/

- 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。
計測制御 系統施設 ・計測装置 計測規御 系統施設 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	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 残留熱代替除去系 常設ノ緩和 -*2 VAS 系統施設 格納容器スプレイ流量 常設ノ緩和 *2 D+Psad+Msad+Ss VAS						$D + P_D + M_D + S_s *^3$	IV A S
系統施設 格納容器スプレイ流量 格納容器スプレイ流量 D+Psad+Msad+Ss	計測制御 系統施設 計測装置	計測装置	残留熱代替除去系) 世	 *2		V A S
		格納容器スプレイ流量			$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	(VASとして	
							界を用いる。)

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)

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+Psad+Msad+Ss」の評価に包絡されるため,評価結果の記載を省略する。

ы

	許容限界 ^{*1,*2} (ボルト等)				
許容応力状態	一次	応力			
	引張	せん断			
IV A S					
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5 • f t *	1.5 • f s *			

表 4-2 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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。

亚研究社	****	温度条件		Sу	S u	S _y (RT)
百十 1回 百り12	19 17	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	100	221	373	_

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)

- 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。

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	水平	
(FX222-11)	鉛直	

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

表 5-1 機能確認済加速度

S2 補 VI-2-6-5-40 R1

- 6. 評価結果
- 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

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。

【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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
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	_	_	Сн=1.59*2	$Cv = 1.58^{*2}$	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Ss)

1.2 機器要目							
部材	m (kg)	h 1 (mm)	d (mm)	Аь (mm²)	n	Sy (MPa)	S u (MPa)
基礎ボルト		835	12 (M12)	113. 1	4	221 (径≦16mm)	373 (径≦16mm)

部材	l .*	ℓ₂* (mm)	nf*	F (MPa)	E *	転倒方向	
	(mm)				(MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト	100	100	2	— 261	961		並後士中
	33	233	2			則恆力回	

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

131 ボルトに作用する力

1.3.1 ボルトに作用する力							
部材	F۱	0	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 Sd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	弾性設計用地震重	めSd又は静的震度	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	_	_	σ b=18	$f_{t s} = 156*$
		せん断			τ b = 2	$f_{\rm s \ b} = 120$

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能約	$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$		
		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	水平方向	1.32	
格納谷器ヘノレイ 流重 (FX222-11)	鉛直方向	1.31	

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。







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

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 電気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.	サプロ	レッションプール水位(LX217-11	3)	•••••	•••••	····· 29
2	.1 概要	要		•••••	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	····· 29
2.	.2 一点	股事項		•••••	••••••••••	····· 29
	2.2.1	構造計画		•••••	••••••••••	····· 29
2.	.3 固不	有周期 ••••••		•••••	••••••••••	····· 31
	2.3.1	固有周期の確認 ・・・・・		•••••	••••••	····· 31
2.	.4 構建	告強度評価		•••••	••••••	····· 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	能維持評価 ·····		•••••	••••••••••	••••• 36
	2.5.1	電気的機能維持評価方法 ····		•••••	••••••	36
2.	.6 評任	西結果		•••••	••••••••••	····· 37
	2.6.1	設計基準対象施設としての評価	i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。

- 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



 \sim

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」にて設定した電気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 JEAG4601・補-1984 ((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 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
а	溶接部の有効のど厚	mm
Аb	基礎ボルトの軸断面積	mm^2
Aw	溶接部の有効断面積	mm^2
Сн	水平方向設計震度	—
Сv	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
Fь	基礎ボルトに作用する引張力	Ν
F _{b 1}	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	Ν
	により基礎ボルトに作用する引張力	
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	Ν
	により基礎ボルトに作用する引張力	
F _w	溶接部に作用する引張力	Ν
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	Ν
	により溶接部に作用する引張力	
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	Ν
	により溶接部に作用する引張力	
$f_{ m s\ b}$	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
fto	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
ft s	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
	(許容組合せ応力)	
f s m	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
lь	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	—
пfн	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 f v	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	Ν
${ m Q}$ b 1	水平方向地震により基礎ボルトに作用するせん断力	Ν
${ m Q}$ b 2	鉛直方向地震により基礎ボルトに作用するせん断力	Ν
Q_{w}	溶接部に作用するせん断力	Ν
$Q \le 1$	水平方向地震により溶接部に作用するせん断力	Ν
Q_{w2}	鉛直方向地震により溶接部に作用するせん断力	Ν
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
Sу	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	MPa
	40℃における値	
π	円周率	—
σ	溶接部に生じるせん断応力	MPa
σb	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
$\sigma_{ m w}$	溶接部に生じる引張力により発生するせん断応力	MPa
τb	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
au 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。

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁	
固有周期	S	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位	
震度	_	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位	
温度	°C			整数位	
質量	kg			整数位	
長さ	mm		_	整数位*1	
面積	mm^2	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2	
力	Ν	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	

表1-2 表示する数値の丸め方

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)

サプレッションプール水位	水平	0.05以下
(LX217-1A)	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。

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				¥	$D + P_D + M_D + S d^*$	III A S
系統施設	計測装置	サフレッションフール水位	S	^	$D+P_D+M_D+S$ s	IV A S

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)

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)
1	1 0		

	許容限界*1, *2	許容限界*1,*2	
	(ボルト等以外)	(ボルト等)	
許容応力状態	一次応力	一次応力	
	せん断	引張	せん断
III A S	1.5 • f s	1.5 • f t	1.5 • f s
IV A S	1.5 • f s *	1.5 • f t *	1.5 • 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。

評価部材	材料	温度条((℃)	牛	Sу (MPa)	Su (MPa)	S _y (RT) (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	_

表 1-6 使用材料の許容応力評価条件(設計基準対象施設)

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Sd又は静的震度」及び「基準地震動Ss」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。

据付場所 及び 弹性設計用地震動 Sd 固有周期 基準地震動 S s 床面高さ (s)又は静的震度 (m) 水平方向 鉛直方向 水平方向 鉛直方向 原子炉建物 水平方向 鉛直方向 設計震度 設計震度 設計震度 設計震度 EL 1.3 (EL 8.8 *1) 0.05以下 0.05以下 $C_{\rm H} = 0.78^{*2}$ $C_V = 0.54^{*2}$ $C_{H} = 1.56^{*3}$ $C_V = 1.16^{*3}$

表1-7 設計用地震力(設計基準対象施設)

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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

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

前後方向転倒の場合の引張力

$$F_{b} = Max (F_{b1}, F_{b2}) \cdots (1.5.4.1.1.3)$$

引張応力

ここで、基礎ボルトの軸断面積Abは次式により求める。

$$A_{b} = \frac{\pi}{4} \cdot d^{2}$$
 (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

$Q_{b1} = m \cdot C_H \cdot g$	(1.5.4.1.1.6)
$Q_{b2} = m \cdot (1 + C_V) \cdot g \cdots$	(1.5.4.1.1.7)
$Q_{b} = \sqrt{(Q_{b1})^{2} + (Q_{b2})^{2}} \cdots$	(1.5.4.1.1.8)

せん断応力

$$\tau_{\rm b} = \frac{Q_{\rm b}}{n_{\rm b} \cdot A_{\rm b}} \quad \dots \quad (1.5.4.1.1.9)$$

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1-5 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

前後方向転倒の場合の引張力

$$F_{w} = Max (F_{w1}, F_{w2}) \cdots (1.5.4.1.2.3)$$

引張力により発生するせん断応力

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 ・ ℓ' (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 ⋅ s (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

$Q_{w1} = m \cdot C_H \cdot g$	(1. 5. 4. 1. 2. 7)
$Q_{w2} = m \cdot (1+C_V) \cdot g \cdots$	(1.5.4.1.2.8)
$\mathbf{Q}_{\mathbf{w}} = \sqrt{(\mathbf{Q}_{\mathbf{w}1})^2 + (\mathbf{Q}_{\mathbf{w}2})^2} \cdots \cdots$	(1.5.4.1.2.9)

せん断力により発生するせん断応力

(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。

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fts 以下であること。ただし、ftoは下表による。

 $f_{t s} = Min[1.4 \cdot f_{t o} - 1.6 \cdot \tau_{b}, f_{t o}]$ (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fsb以下である こと。ただし, fsbは下表による。

	弾性設計用地震動Sd 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動Ssによる 荷重との組合せの場合
許容引張応力 <i>f</i> t o	$\frac{\mathrm{F}}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 ƒ s b	$\frac{\mathrm{F}}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$	$\frac{\mathrm{F}^{*}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

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fsm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Sd 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動Ssによる 荷重との組合せの場合	
許容せん断応力 <i>f</i> s m	$\frac{\mathrm{F}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{\mathrm{F}^{*}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	

1.6 機能維持評価

1.6.1 電気的機能維持評価方法

サプレッションプール水位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Ss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。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 1-8 に示す。

表 1-8 梯	长能確認済加速度
---------	----------

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

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位	水平	
(LX217–1A)	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

		類 据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		
機器名称	耐震重要度分類		水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
サ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	С н=0. 78*2	$Cv=0.54^{*2}$	Сн=1.56*3	$Cv=1.16^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目												
部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	s (mm)	a (mm)	ℓ′ (mm)	A b (mm ²)	$A_{ m w}$ $(m mm^2)$	n _b	n w	Sy (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)

								転倒方向	
部材 (m	ℓ* (mm)	ℓ a * (mm)	ℓь* (mm)	nfH*	nfv*	F (MPa)	F* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
甘雄光山人	848	160	1125	1	2	206	247	左右方向	左右方向
基礎ホルト {	848	160	1125	1	2				
3×2+☆ ↔1	848 160 1125 1 2	224	970	***	若然十百				
浴接部	848	160	1125	1	2	234	270	則仮力미	則仮力미

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								
部材	F	b	Q b					
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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	$Q_{ m w}$		
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	
溶接部					

1.4 結論

25

1.4.1 基礎ボルト及び溶接部の応力

(単位:MPa)

部材	++水	4-4-	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動S s									
	竹杆	ルロノリ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力								
基礎ボルト	SS41	引張	σ _b =4	$f t s = 123^*$	σь=8	$f t s = 148^*$								
		3341	3341	3341	3341	3341	5541	3341	3341	3341	5541	せん断	au b=4	$f_{\rm s \ b} = 95$
溶接部	SS41	せん断	σ =5	f sm = 135	σ =8	f sm = 155								

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

すべて許容応力以下である。

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	水平方向	1.29	
(LX217-1A)	鉛直方向	0.96	

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。
S2 補 VI-2-6-5-41 R1

溶接部

с Р





(左右方向)

側面



(前後方向)

- 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、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



30

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	水平	0.05以下
(LX217–1B)	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。

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	그 개이구 편			*	$D + P_D + M_D + S d^*$	IIIAS
系統施設	計測装直	サブレッションブール水位	5	↑	$D + P_D + M_D + S_s$	IV A S

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)

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)

	許容限 (ボル	界* ^{1,*2} 下等)
許容応力状態	一次	応力
	引張	せん断
ΠAS	1.5 • f t	1.5 • f s
IV A S	1.5 • f t *	1.5 • 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。

			1 1 1 1 1 1 1 1			
亚研究社	****	温度条	牛	Sу	S u	S _y (RT)
百十 1回 百り12	173 147	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト	SS41*	周囲環境温度	66	206	385	_
	(40mm<径≦100mm)					

表 2-5 使用材料の許容応力評価条件(設計基準対象施設)

注記*:SS400相当

2.5 機能維持評価

2.5.1 電気的機能維持評価方法

サプレッションプール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-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 2-6 に示す。

表 2-6 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位	水平	
(LX217–1B)	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

			固有周]期(s)	弾性設計用地震動 \$	5 d 又は静的震度	基準地震	§動Ss	
機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
サ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	$C_{H}=0.78^{*2}$	$C_V = 0.54^{*2}$	Сн=1.56*3	$Cv = 1.16^{*3}$	66

(単位・N)

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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h 2 (mm)	d (mm)	Аь (mm²)	n	Sy (MPa)	S u (MPa)
基礎ボルト		190	12 (M12)	113. 1	4	206 (40mm<径≦100mm)	385 (40mm<径≦100mm)

	l*	l.*	l . *			F	F *	転倒	刚方向
部材	(mm)	(mm)	(mm)	nfv*	пfн*	(MPa)	(MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
甘7株子り1	848	160	1100	2	2	206	9.47		
本碇小ルト	848	160	1100	2	2	206	247	<u> </u>	左右方问

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

	F۱	2	Q	b
部材	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

±77++	++*1	4-4-	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地)	震動Ss
四十二	121 124	<i>ب</i> تر)	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
甘7林~半,1	CC / 1	引張	σ b=3	$f_{\rm t \ s} = \ 123^*$	σь=5	$f_{\rm t \ s} = \ 148^*$
基礎小ルト	5541	せん断	τ b=2	fs b = 95	τ b=3	$f_{\rm s \ b} = \ 114$

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

$(\land \vartheta, O \parallel / \delta)$

		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	水平方向	1.29	
(LX217-1B)	鉛直方向	0.96	

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。





39

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 電気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 固有值解析方法	38
2.4.2 解析モデル及び諸元	38
2.4.3 固有值解析結果	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 電気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気的機能維持評価を示す。

- 1.2 一般事項
 - 1.2.1 構造計画

ドライウェル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



 \sim

表 1-2 構造計画



1.2.2 評価方針

ドライウェ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」にて示すドライウェル水位 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、ドライウェル水位の機能維 持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電気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。

ドライウェル水位の耐震評価フローを図1-1に示す。



図 1-1 ドライウェ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 JEAG4601・補-1984((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 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
а	溶接部の有効のど厚	mm
А	サポート鋼材の断面積	mm^2
Aw	溶接部の有効断面積	mm^2
Ашу	溶接部のFyに対する有効断面積	mm^2
Awz	溶接部のFz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
Сн	水平方向設計震度	—
Сv	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
Fx	溶接部に作用する力(X方向)	Ν
Fу	溶接部に作用する力(Y方向)	Ν
Fz	溶接部に作用する力(Z方向)	Ν
fsm	溶接部の許容せん断応力	MPa
g	重力加速度(=9.80665)	m/s^2
h1, h2	溶接の有効長さ(Y方向)	mm
Мх	溶接部に作用するモーメント(X軸周り)	N•mm
Му	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
Sу	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	MPa
	40℃における値	
W_1	検出器の荷重	Ν
W_2	保護管の荷重	Ν
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
Zp	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
Zу	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	
σt	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
σb	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
$\sigma{ m w}$	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。

		AI 0 A/19 0 M		
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	Ν	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

表1-3 表示する数値の丸め方

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

ドライウェ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。ドライウェ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 固有值解析方法

ドライウェル水位の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) ドライウェル水位は、「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

ドライウェ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【ドライウェル水位の耐震性についての計算結果(LE2B5-1)】,【ドライウェ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) ドライウェ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) ドライウェ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。



図1-3 解析モデル (LE2B5-5)

1.4.3 固有值解析結果

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。

一般の五日、アード		占地十六	固有周期	水平方向	鉛直方向	
機奋省万	モート	早越力问	(s)	X方向	Z方向	刺激係数
LE2B5-1	1次	鉛直		—	—	—
LE2B5-5	1次	水平		_		

表 1-4 固有值解析結果

図 1-4 振動モード(LE2B5-1)(1 次モード 鉛直方向 _____s)



S2 補 VI-2-6-5-42 R1

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、ドライウェ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
 ドライウェ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

ドライウェ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

ドライウェ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。

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
					$D + P_D + M_D + S_s *^3$	IV A S
計測制御)御 計測装置 ドライウェル水位 常設/緩和 —* ²		VAS (VAS bl T			
系統施設				$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	(VASとして IVASの許容限	
					界を用いる。)	

表1-5 荷重の組合せ及び許容応力状態(重大事故等対処設備)

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+Psad+Msad+Ss」の評価に包絡されるため,評価結果の記載を省略する。

14

	許容限界 ^{*1,*2} (ボルト等以外)
許容応力状態	一次応力
	せん断
IV A S	
VAS (VASとしてWASの許容限界を用いる。)	1.5 • f s *

表1-6 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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)

⇒∞/エ→∞++	十十	温度条	件	Sу	S u	S y (R T)
5半1四百以1A	竹科	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
溶接部	SUS304	周囲環境温度	200	144	402	205

1.5.3 設計用地震力

ドライウェ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Ss」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。

据付場所 及び	固有	·周期 s)	弾性 地震 又は静	設計用 動S d 的震度	基準地震	貢動S s	
1/2/10/2/17/1	床面高さ (m)	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
ドライウェル 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				Сн=4.84*2	$Cv=1.73^{*2}$
ドライウェル 水位 (LE2B5-5)	原子炉格納容器 EL 9.1 (EL 11.9 ^{*1})		0.05 以下	_	_	Сн=2. 29*2	$Cv=1.23^{*2}$

表1-8 設計用地震力(重大事故等対処設備)

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	Fу	F z	Мx	Му	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(G t)

$$\sigma_{t} = \frac{|F_{x}|}{A_{w}}$$
 (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Awは、次式により求める。

 $A_w = a \cdot (h_1 + h_2 + b_1 + b_2) \cdots (1.5.4.1.1.2)$

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。

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

(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)

ここで, Awy, Awzはせん断力を受ける各方向の有効断面積, Zpは溶接断面におけるねじり断面係数を示す。

Awy, Awzは, 次式により求める。

 $A_{wv} = a \cdot (h_1 + h_2) \cdots (1.5.4.1.1.5)$

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

(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(σь)

$$\sigma_{\rm b} = \frac{M_{\rm y}}{Z_{\rm y}} + \frac{M_{\rm z}}{Z_{\rm z}} \quad \dots \qquad (1.5.4.1.1.7)$$

Zy,Zzは溶接断面のY軸及びZ軸に関する断面係数を示す。

20
- (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)

$$\sigma_{w} = \sqrt{(\sigma_{t} + \sigma_{b})^{2} + \tau^{2}} \quad \dots \quad (1.5.4.1.1.8)$$

- 1.5.5 計算条件
 - 1.5.5.1 溶接部の応力計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ドライウェル水位(LE2B5-1)の耐震性 についての計算結果】、【ドライウェル水位(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fsm以下であること。 ただし,下表に示すfsmは下表による。

	基準地震動Ssによる 荷重との組合せの場合
許容せん断応力 <i>f</i> sm	$\frac{\mathrm{F}^{*}}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$

1.6 機能維持評価

1.6.1 電気的機能維持評価方法

ドライウェル水位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Ss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 1-10 に示す。

表 1-10 機能確認法	表 1-10 機能確認済加速度					
機器名称	方向	機能	追確認済加 法	速度		
ドライウェル水位	水平					
(LE2B5-1)	鉛直					
ドライウェル水位	水平					
(LE2B5-5)	鉛直					

表1-10 機能確認溶加速度

補 VI-2-6-5-42 R1 S2

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。

【ドライウェル水位(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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
ドライウェル水位 (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		_	_	Сн=4.84*2	$Cv=1.73^{*2}$	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 (mm²)	A w y (mm ²)	A w z (mm²)	Zy (mm ³)	Z z (mm ³)	$\begin{array}{c} Z \ p \ (mm^3) \end{array}$	Sy (MPa)	Su (MPa)	Sy (RT) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
溶接部															144	402	205	_	194

1.3 計算数値

(単位:N)

	F	х	F	У	F z		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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)

	М	x	М	У	M z		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

立17 十十	++水	亡士	弾性設計用地震重	めSd又は静的震度	基準地震動 S _s		
前材 材料	1/1 1/1	応ノ」	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 s m=112	

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能維持の評価結果 (×9.8							
		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	水平方向	3.15					
(LE2B5-1)	鉛直方向	1.89					

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。

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	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	200
縦弾性係数	Е	MPa	183000
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	D
A (mm^2)	
Z 1 (mm ³)	
Z 2 (mm ³)	
Z_p ' (mm ³)	
断面形状(mm)	$b \xrightarrow{a} y$ $b \xrightarrow{y} x$ $(a \times b)$



【ドライウェル水位(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		
	設備分類		水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
ドライウェル水位 (LE2B5-5)	常設/緩和	原子炉格納容器 EL 9.1 (EL 11.9 ^{*1})		0.05以下	_	_	Сн=2.29*2	$Cv=1.23^{*2}$	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 (mm²)	A w y (mm ²)	A w z (mm²)	Zy (mm ³)	Z z (mm ³)	Z p (mm ³)	Sy (MPa)	S u (MPa)	Sy (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)

	F	x	F	У	F z		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S 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)

	М	x	М	У	M z		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S 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	++*/	応力	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動 S _s				
	材科		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。

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能維持の評価結果 (×9.8m/								
	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	水平方向	1.29						
(LE2B5-5)	鉛直方向	1.08						

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。

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			
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	200		
縦弾性係数	Е	MPa	183000		
ポアソン比	ν	_	0.3		
要素数	_	個			
節点数	_	個			







30

 (2) 部材の機器要目

 材料
 サポート鋼材

 対象部材
 ①

 A (mm²)
 ①

 Z 1 (mm³)
 □

 Z 2 (mm³)
 □

 Z p' (mm³)
 □

 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

ドライウェル水位の構造計画を表 2-1 に示す。

S2 補 VI-2-6-5-42 R1

表 2-1 構造計画



2.2.2 評価方針

ドライウェ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」にて示すドライウェル水位 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,ドライウェル水位の機能維 持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電気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。

ドライウェル水位の耐震評価フローを図 2-1 に示す。



図 2-1 ドライウェ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 JEAG4601・補-1984 ((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 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
А	サポート鋼材の断面積	mm^2
Ab	基礎ボルトの軸断面積	mm^2
Сн	水平方向設計震度	—
Сv	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
Fь	基礎ボルトに作用する引張力	Ν
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
fto	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
fts	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
	(許容組合せ応力)	
g	重力加速度(=9.80665)	m/s^2
Qb	基礎ボルトに作用するせん断力(1本当たり)	Ν
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	MPa
	40℃における値	
W1	検出器の荷重	Ν
W2	保護管の荷重	Ν
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
Zp	サポート鋼材のねじり断面係数	mm^3
π	円周率	—
σь	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
τь	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。

		北山 山 北小 戸 5 妖		
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	Ν	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

表 2-2 表示する数値の丸め方

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 固有值解析方法

ドライウェル水位の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) ドライウェル水位は、「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

ドライウェ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【ドライウェ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) ドライウェ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) ドライウェ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 固有值解析結果

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。

松田平日	- 10		固有周期	水平方向	鉛直方向	
機奋奋方	モート	早越方回	(s)	X方向	Z方向	刺激係数
LE2B5-6	1次	水平		—	—	—

表 2-3 固有值解析結果

- 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、ドライウェ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 ドライウェ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

ドライウェ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

ドライウェ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。

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
					$D + P_D + M_D + S_s *^3$	IV A S
計測制御 系統施設 計測装置	ドライウェル水位	常設/緩和	*2		VAS (VASELT	
				$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	(VAS C C C IVAS C C C IVAS C T C IVAS C T C IVAS C T C IVAS C T C IVAS	
						界を用いる。)

表 2-4 荷重の組合せ及び許容応力状態(重大事故等対処設備)

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+Psad+Msad+Ss」の評価に包絡されるため,評価結果の記載を省略する。

41

	許容限界 ^{*1,*2} (ボルト等) 一次応力				
許容応力状態					
	引張	せん断			
IV A S					
V A S	1 5 • f + *	15•fs*			
(VASとしてWASの					
許容限界を用いる。)					

表 2-5 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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。

	++ w1	温度条件		Sу	S u	S y (R T)		
評価部材	11 17	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)		
基礎ボルト	SS400 (16mm<径≦40mm)	周囲環境温度	200	185	373	_		

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)

2.5.3 設計用地震力

ドライウェ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Ss」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。

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
ドライウェル 水位 (LE2B5-6)	原子炉格納容器 EL 7.1 (EL 11.9 ^{*1})		0.05 以下			Сн=2. 29*2	$Cv=1.23^{*2}$

表 2-7 設計用地震力 (重大事故等対処設備)

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。

対象機器	反力(N)			
	F b	Q b		
L2EB5-6				

表2-8 サポート発生反力

- (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

$$\tau_{\rm b} = \frac{Q_{\rm b}}{A_{\rm b}}$$
 (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【ドライウェル水位(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fts以下であること。ただし、ftoは下表による。

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 s b以下である こと。ただし, f s b は下表による。

	基準地震動Ssによる 荷重との組合せの場合
許容引張応力 <i>f</i> t o	$\frac{\mathbf{F}^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 <i>f</i> s b	$\frac{\mathrm{F}^{*}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

2.6 機能維持評価

2.6.1 電気的機能維持評価方法

ドライウェル水位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Ss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 2-9 に示す。

表 2-9 機能確認済	$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$	
機器名称	方向	機能確認済加速度
ドライウェル水位	水平	
(LE2B5-6)	鉛直	

補 VI-2-6-5-42 R1 S2

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。

【ドライウェル水位 (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			固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		
	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)	
ドライウェル水位 (LE2B5-6)	常設/緩和	原子炉格納容器 EL 7.1 (EL 11.9* ¹)		0.05以下	_		Сн=2.29*2	$Cv=1.23^{*2}$	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	W1 (N)	W ₂ (N)	d (mm)	A b (mm ²)	Sу (MPa)	Su (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 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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	めSd又は静的震度	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	_	_	σ b=1	$f t s = 133^*$	
		せん断	_	_	τ ь=1	<i>f</i> s b = 102	

<u>い</u>注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto] すべて許容応力以下である。

142 電気的機能維持の評価結果

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。

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	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	200
縦弾性係数	E	MPa	183000
ポアソン比	ν	_	0.3
要素数	_	個	
節点数	—	個	









VI-2-6-5-43 サプレッションプール水位 (SA) の耐震性についての計算書

1. 概	我	1
2. —	·般事項 ·····	1
2.1	構造計画 ••••••••••••••••••••••••••••••••••••	1
3. 固	同有周期 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	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	電気的機能維持評価方法	8
6. 評	平価結果	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		
	基礎・支持構造	主体構造	以"哈··阿··································
2	基礎・支持構造 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 スタンションに固定され る。 計器スタンションは,基 礎ボルトにて壁面に設置 する。	主体構造 差圧式水位検出器	(平面図) (平面図) (平面図) (平面図) (安吉知水下ンカ) (安吉知水下ンカ) (安吉知水下ンカ) (安吉知水下ンカ) (安吉知水下ンカ) (安吉和水下水) (安吉和水下水) (安吉和水下水) (安吉和水下水) (安吉和水下水) (安吉和水下水) (田田田) (個面図)
			(単位:mm)
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(SA)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 (SA)	水平	0.05以下
(LX217-5)	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。

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
					$D + P_D + M_D + S_s *^3$	IV A S
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 A)	常設耐震/防止 常設/緩和	*2	$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限界 を用いる。)

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)

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+Psad+Msad+Ss」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

ы

	許容限界 ^{*1,*2} (ボルト等)				
許容応力状態	一次応力				
	引張	せん断			
IV A S					
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5 • f t *	1.5 • f s *			

表 4-2 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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。

	֥ 840/0141		···· (<u></u> ; · · ·	·> · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		
⇒亚(正立/1+1	++*1	温度条件		Sу	S u	S y (R T)
计半1四 节1 41	171 177	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	100	221	373	

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)

- 5. 機能維持評価
- 5.1 電気的機能維持評価方法

サプ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。

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

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

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 (SA)	水平	
(LX217-5)	鉛直	

表 5-1	機能確認済加速度
-------	----------

S2 補 VI-2-6-5-43 R1

- 6. 評価結果
- 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

サプレッションプール水位(SA)の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を 以下に示す。発生値は許容限界を満足しており,設計用地震力に対して十分な構造強度を有し, 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

		据仕損託及び住去する	固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動S s		国田碑協祖库
機器名称	設備分類		水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	同囲環境温度 (℃)
サ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	_	_	Сн=1.56*2	$Cv=1.16^{*2}$	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Ss)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h 2 (mm)	d (mm)	Аь (mm²)	n	Sy (MPa)	Su (MPa)
基礎ボルト		192	12 (M12)	113. 1	4	221 (径≦16 mm)	373 (径≦16 mm)

	l*	l . *	l . *			F	F *	転倒方向	
部材	(mm)	(mm)	(mm)	nfv*	пfн*	r (MPa) ((MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
甘7株+半,1,1	717	160	940	2	2		961	961	
基礎ホルト	717	160	940	2	2		261	—	

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	目する力			(単位:N)	
部材	F	b	Q b		
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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	++*1	応力	弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動S s	
	竹科		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	_	—	σ b=4	$f_{t s} = 156*$
		せん断	_	—	τ ь=3	$f_{s b} = 120$

注記*:fts =Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能維持の評価結果 (
		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	水平方向	1.29						
(SA) (LX217–5)	鉛直方向	0.96						

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。





(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

1. 柞	既要 ······	1
2	-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. 言	平価部位	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. 柞	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. 校	幾能維持評価	19
6.1	電気的機能維持評価方法	19
7. 言	平価結果	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、ペデスタル水位が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維 持できることを説明するものである。

ペデスタル水位は,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気的機能維持評価を示す。

- 2. 一般事項
- 2.1 構造計画

ペデスタル水位の構造計画を表 2-1 に示す。

計画の	概要					
基礎・支持構造	主体構造	燃料 化				
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。	電極式水位検出器		横 横 ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・		検出器 圧線 溶接 原子 ペラ 保調	<u> </u>
			(正面図)	ペデスタル水位	則回凶)	ペデスタル水位
		対象機器	(LE2B6-1)	(LE2B6-2)	(LE2B6-3)	(LE2B6-4)
		たて				
		横				
		高さ				
						(単位:mm)

表 2-1 構造計画

2.2 評価方針

ペデスタ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、「2.1 構造計画」にて示すペデスタル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、ペデスタル水位の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基 本方針」にて設定した電気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。

ペデスタル水位の耐震評価フローを図 2-1 に示す。



図 2-1 ペデスタル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 JEAG4601・補-1984 ((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 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
а	溶接部の有効のど厚	mm
А	サポート鋼材の断面積	mm^2
Aw	溶接部の有効断面積	mm^2
Аму	溶接部のFyに対する有効断面積	mm^2
Aw z	溶接部のFz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
Сн	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
Fx	溶接部に作用する力(X方向)	Ν
Fу	溶接部に作用する力(Y方向)	Ν
Fz	溶接部に作用する力(Z方向)	Ν
f s m	溶接部の許容せん断応力	MPa
g	重力加速度(=9.80665)	m/s^2
h1, h2	溶接の有効長さ(Y方向)	mm
Мx	溶接部に作用するモーメント(X軸周り)	N•mm
Му	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	MPa
	40°Cにおける値	
W_1	検出器の荷重	Ν
W_2	保護管の荷重	Ν
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
Zp	溶接全断面におけるねじり断面係数	mm ³
Zp'	サポート鋼材のねじり断面係数	mm ³
Zy	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
σb	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
$\sigma \mathrm{w}$	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。

-		X 1 1 X/1/0 X		
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	Ν	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

表 2-2 表示する数値の丸め方

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

ペデスタル水位の耐震評価は、「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。ペデスタ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。

- 4. 固有周期
- 4.1 固有值解析方法

ペデスタル水位の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) ペデスタル水位は、「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

ペデスタル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【ペデスタル水位(LE2B6-1)の耐震性についての計算結果】,【ペデスタル水位 (LE2B6-2)の耐震性についての計算結果】,【ペデスタル水位(LE2B6-3)の耐震性についての 計算結果】,【ペデスタル水位(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) ペデスタ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) ペデスタ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



EL 6806 (LE2B6-1) EL 7906 (LE2B6-2) EL 9106 (LE2B6-3, 4)



図 4-1 解析モデル

4.3 固有值解析結果

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。

松田平日			固有周期	水平方向刺激係数		鉛直方向
機奋奋亏		早越力问	(s)	X方向	Y方向	刺激係数
LE2B6-1	1次	鉛直			_	_
LE2B6-2	1次	鉛直		—	_	_
LE2B6-3	1次	鉛直		_	—	
LE2B6-4	1次	鉛直				

表 4-1 固有值解析結果

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、ペデスタ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。
- 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 ペデスタ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 5-1 に示す。
 - 5.2.2 許容応力

ペデスタ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 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

ペデスタ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 5-3 に示す。

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
					$D + P_D + M_D + S_s *^3$	IV A S
計測制御 系統施設	計測装置	ペデスタル水位	常設/緩和	 *2	$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V A S
						(VASとして IVASの許容限
						界を用いる。)

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)

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+Psad+Msad+Ss」の評価に包絡されるため,評価結果の記載を省略する。

11



表 5-2 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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)

∋亚/开·拉/++	士士 本川	温度条(牛	Sу	S u	S y (R T)
計11111 百042	17] 177	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
溶接部	SUS304	周囲環境温度	200	144	402	205

5.3 設計用地震力

ペデスタ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 5-4 に 示す。

「基準地震動Ss」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。

機哭乞称	据付場所 及び	固有周期 (s)		弾性設計用 地震動 S d 又は静的震度		基準地震動S s	
1/2010-01-171	床面高さ (m)	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
ペデスタル水位 (LE2B6-1)	原子炉圧力容器 ペデスタル EL 6.806 (EL 13.022 ^{*1})	0.05 以下		_	_	$C_{\rm H}=2.18^{*2}$	$Cv=1.14^{*2}$
ペデスタル水位 (LE2B6-2)	原子炉圧力容器 ペデスタル EL 7.906 (EL 13.022 ^{*1})	0.05 以下		_	_	С _H =2. 18 ^{*2}	$Cv=1.14^{*2}$
ペデスタル水位 (LE2B6-3)	原子炉圧力容器 ペデスタル EL 9.106 (EL 13.022 ^{*1})	0.05 以下		_		Сн=2. 18*2	$Cv=1.14^{*2}$
ペデスタル水位 (LE2B6-4)	原子炉圧力容器 ペデスタル EL 9.106 (EL 13.022 ^{*1})	0.05 以下		_		$C_{\rm H}=2.18^{*2}$	$C_{v}=1.14^{*2}$

表 5-4 設計用地震力(重大事故等対処設備)

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。

対象機器		反力(N)		モーメント(N・mm)			
	F x	Fу	F z	Мx	Му	M z	
LE2B6-1							
LE2B6-2							
LE2B6-3							
LE2B6-4							

表5-5 サポート発生反力,モーメント

(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)

$$\sigma_{t} = \frac{\left| F_{x} \right|}{A_{w}} \quad \dots \qquad (5.4.1.1.1)$$

ここで、引張力(圧縮力)を受ける溶接部の有効断面積Awは、次式により求める。

$$A_w = a \cdot (h_1 + h_2 + b_1 + b_2) \cdots (5.4.1.1.2)$$

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。

 $a = 0.7 \cdot s \cdots (5.4.1.1.3)$

(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)

ここで、Awy、Awzはせん断力を受ける各方向の有効断面積 Zpは溶接断面におけるねじり 断面係数を示す。

Awy, Awzは, 次式により求める。

 $A_{wy} = a \cdot (h_1 + h_2) \cdots (5.4.1.1.5)$

$$A_{w z} = a \cdot (b_1 + b_2) \cdots (5.4.1.1.6)$$

(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。

$$\sigma_{\rm b} = \frac{M_{\rm y}}{Z_{\rm y}} + \frac{M_{\rm z}}{Z_{\rm z}} \quad \dots \quad (5.4.1.1.7)$$

Zy, Zz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 ω)

$$\sigma_{w} = \sqrt{(\sigma_{t} + \sigma_{b})^{2} + \tau^{2}} \quad \dots \quad (5.4.1.1.8)$$

- 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【ペデスタル水位(LE2B6-1)の耐震性についての計算結果】、【ペデスタル水位(LE2B6-2)の耐震性についての計算結果】、【ペデスタル水位(LE2B6-3)の耐震性についての計算結果】、【ペデスタル水位(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Ssによる 荷重との組合せの場合
許容せん断応力 ƒsm	$\frac{\mathrm{F}^{*}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 機能維持評価

6.1 電気的機能維持評価方法

ペデスタル水位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Ss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、電気的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速 度を適用する。

機能確認済加速度を表 6-1 に示す。

表 6-1 機能確認済	$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$	
機器名称	方向	機能確認済加速度
ペデスタル水位 (LE2B6-1)	水平	
	鉛直	
ペデスタル水位	水平	
(LE2B6-2)	鉛直	
ペデスタル水位	水平	
(LE2B6-3)	鉛直	
ペデスタル水位	水平	
(LE2B6-4)	鉛直	

继起碑刻这加速度 + 0 1

 $(\vee 0 \ \text{Sm}/c^2)$

- 7. 評価結果
- 7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ペデ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

			固有周]期(s)	弾性設計用地震動:	5 d 又は静的震度	基準地震	፪動S s	
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向 鉛直方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲境境温度 (℃)
ペデスタル水位 (LE2B6-1)	常設/緩和	原子炉圧力容器ペデスタル EL 6.806 (EL 13.022*1)	0.05以下		1	_	Сн=2.18*2	$Cv=1.14^{*2}$	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 w y (mm ²)	A w z (mm²)	Zy (mm ³)	Z z (mm ³)	Z p (mm ³)	Sy (MPa)	Su (MPa)	Sy (RT) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
溶接部															144	402	205	_	194

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

1.3 計算数値

1.3.1 溶接部	に作用する力					(単位:N)		
	F	x	F	У	F z			
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S 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)

	М	x	М	У	М	z
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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)

↓ 17++	++101	内中	弾性設計用地震動	助Sd又は静的震度	基準地震動S s			
口が2	11 17	ሥር ጋጋ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力		
溶接部	SUS304	せん断			$\sigma = 1$	$f_{\rm sm} = 112$		

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ペデスタル水位	水平方向	1.52	
(LE2B6-1)	鉛直方向	1.11	

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。

1.5 その他の機器要目

(1)	+46 00 ⇒+7
(1)	懱奋摍兀

(-) (),41111-19			
項目	記号	単位	入力値 (LE2B6-1)
材質	_	—	SUS304
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	200
縦弾性係数	Е	MPa	183000
ポアソン比	ν	_	0.3
要素数	_	個	
節点数	_	個	
(2) 部材の機器要	ミ目		
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)	b (a>	a y ↓ ↓ x < b)	



【ペデスタル水位(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

			固有周	引期(s)	弾性設計用地震動:	S d 又は静的震度	基準地震	震動 S s	
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
ペデスタル水位 (LE2B6-2)	常設/緩和	原子炉圧力容器ペデスタル EL 7.906 (EL 13.022*1)	0.05以下		_	_	Сн=2.18*2	$Cv=1.14^{*2}$	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

\widehat{W}_1 \widehat{W}_2 \widehat{S} \widehat{a} $\widehat{h_1}$ $\widehat{h_2}$ $\widehat{b_1}$ $\widehat{b_2}$ \widehat{A}_w \widehat{A}_{wz} \widehat{Z}_y \widehat{Z}_z \widehat{Z}_p \widehat{S}_y \widehat{S}_w \widehat{S}_w \widehat{F} \widehat{MPa} \widehat{MPa} $\widehat{Mm^2}$ </th <th></th>																				
溶接部	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 (mm²)	$\begin{array}{c}A \le y \\ (mm^2)\end{array}$	$\begin{array}{c}A \le z \\ (mm^2)\end{array}$	Zy (mm ³)	Zz (mm ³)	Z p (mm ³)	Sу (MPa)	Su (MPa)	Sy (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)
	F	x	F	у	F	Z
部材	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S 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 Sd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	Mx		Му		M z	
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

±77++	材料	応力	弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s	
百八个八百			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 s m=112

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能維持($(\times 9.8 \text{m/s}^2)$				
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度		
ペデスタル水位	水平方向	1.52			
(LE2B6-2)	鉛直方向	1.11			

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。
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	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	200
縦弾性係数	E	MPa	183000
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)		$a \\ y \\ \uparrow \\ \downarrow \\ \downarrow$	





【ペデスタル水位(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			固有周	引期(s)	弾性設計用地震動:	S d 又は静的震度	基準地震		
	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
ペデスタル水位 (LE2B6-3)	常設/緩和	原子炉圧力容器ペデスタル EL 9.106 (EL 13.022*1)	0.05以下		_	_	Сн=2.18*2	$Cv=1.14^{*2}$	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 w y (mm ²)	A w z (mm²)	Zy (mm ³)	Z z (mm ³)	Z p (mm ³)	Sy (MPa)	Su (MPa)	Sy (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	У	F z			
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S 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 Sd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	М	x	М	У	M z			
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s		
溶接部	_		—		_			

28 1.4 結論

1.4.1 溶接部の応力

(単位:MPa)

立17 十十	++101	内土	弾性設計用地震動	助Sd又は静的震度	基準地震動 S s									
ロレイン	11 17	<i>P</i> いフリ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力								
溶接部	SUS304	せん断	_		$\sigma_{w}=1$	$f_{\rm sm} = 112$								

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2電気的機能維持の評価結果(×9.8m											
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度								
ペデスタル水位	水平方向	1.52									
(LE2B6-3)	鉛直方向	1.11									

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。

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	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	200
縦弾性係数	E	MPa	183000
ポアソン比	ν		0.3
要素数	_	個	
節点数	_	個	
(2) 部材の機器要	ē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)		a y ↑ x	





29

【ペデスタル水位(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			固有周期(s)		弾性設計用地震動:	S d 又は静的震度	基準地震		
	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
ペデスタル水位 (LE2B6-4)	常設/緩和	原子炉圧力容器ペデスタル EL 9.106 (EL 13.022*1)	0.05以下		_	_	Сн=2.18*2	$Cv=1.14^{*2}$	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	骨蚕目
--------	-----

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 (mm²)	A w y (mm²)	$\begin{array}{c}A \le z \\ (mm^2)\end{array}$	Zy (mm ³)	Z z (mm ³)	Z_{p} (mm ³)	Sy (MPa)	Su (MPa)	Sy (RT) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
溶接部															144	402	205	—	194
11 0 111																			

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

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	У	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 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
溶接部	_		_		_	
溶接部			_			

1.3.2 溶接部	に作用するモーメン	F				(単位:N·m	
	М	M x		Му		M z	
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S 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	_		_		_		

31 1.4 結論

1.4.1 溶接部の応力

(単位:MPa)

部材	++*	内中	弾性設計用地震動	助Sd又は静的震度	基準地震動 S s		
	1/1 1/1	ルロノリ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
溶接部	SUS304	せん断			$\sigma = 1$	f s m=112	

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ペデスタル水位	水平方向	1.52	
(LE2B6-4)	鉛直方向	1. 11	

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。

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	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	$^{\circ}\mathrm{C}$	200
縦弾性係数	E	MPa	183000
ポアソン比	ν	_	0.3
要素数	_	個	
節点数	_	個	







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(H2E278-10D, E, H2E278-14, 15, 16, 17) ·····	1
1.1 柞	既要 ·····	1
1.2 -	-般事項	1
1.2.1	構造計画	1
1.2.2	2 評価方針 ·····	4
1.2.3	3 適用規格・基準等	5
1.2.4	- 記号の説明	6
1.2.5	5 計算精度と数値の丸め方 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	7
1.3	平価部位	8
1.4	国有周期 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	9
1.4.1	固有値解析方法	9
1.4.2	2 解析モデル及び諸元 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	9
1.4.3	3 固有値解析結果	11
1.5 柞	構造強度評価	13
1.5.1	構造強度評価方法	13
1.5.2	2 荷重の組合せ及び許容応力 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	13
1. 5. 3	3 設計用地震力 ······	17
1.5.4	□ 計算方法 ······	18
1.5.5	5 計算条件 ······	20
1.5.6	; 応力の評価	20
1.6 柞	幾能維持評価	21
1.6.1	電気的機能維持評価方法	21
1.7	平価結果	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(H2E278-18) ······	· 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 電気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					
基礎・支持構造	主体構造	燃料 化			
基礎・支持構造 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 ルトにより壁面に設置す る。	熱伝導式水素検出器	基礎ボルト (ケミカルアンカ) サポート鋼材 (山形鋼) サポート鋼材 (山形鋼) 使 度 (正面図) (側面図) 対象機器 原子炉建物水素濃度 たて 横	· 使 速 。 		
		高さ	(畄(古,)		
			(甲位:mm)		

表 1-2 構造計画

計画の概要							
基礎・支持構造	主体構造						
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。	熱伝導式水素検出器	天井 ////////////////////////////////////	基礎ボルト (ケミカルアンカ) たて サポート鋼材 (山形鋼) ・ 検出器 計器取付 ボルト				
		(正面	i図) (側面図)				
		対象機器	原子炉建物原子炉建物原子炉建物原子炉建物水素濃度水素濃度水素濃度水素濃度(H2E278-14)(H2E278-15)(H2E278-16)				
		たて					
		横	+-1 -				
		高さ					

ω

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」にて設定した電気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 JEAG4601・補-1984 ((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 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
А	サポート鋼材の断面積	mm^2
Ab	基礎ボルトの軸断面積	mm^2
Сн	水平方向設計震度	—
Сv	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
Fь	基礎ボルトに作用する引張力(1本当たり)	Ν
fs 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
ft o	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
ft 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	MPa
	容組合せ応力)	
g	重力加速度(=9.80665)	m/s^2
$\mathbf{Q}_{\mathbf{b}}$	基礎ボルトに作用するせん断力(1本当たり)	Ν
S u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
Sу	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	Ν
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
Zp	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
au 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。

		私1 0 私小7 0 		
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	Ν	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

表1-3 表示する数値の丸め方

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 固有值解析方法

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 1-3 解析モデル(H2E278-14, 15, 16, 17)

1.4.3 固有值解析結果

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。

松田平日		占地十占	固有周期		水平方向	刺激係数	鉛直方向	
機奋奋方	モート	早越方问		(s)		X方向	Z方向	刺激係数
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						

表 1-4 固有值解析結果





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。

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 計測装置 原子炉建物水素濃度 系統施設				$D + P_D + M_D + S_s *^3$	IV A S	
	計測装置	原子炉建物水素濃度	常設/緩和	*2		VAS (VASELT
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	【VASEEC IVASの許容限
						界を用いる。)

表1-5 荷重の組合せ及び許容応力状態(重大事故等対処設備)

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+Psad+Msad+Ss」の評価に包絡されるため,評価結果の記載を省略する。

14

	許容限界*1,*2				
	(ボル	/卜等)			
許容応力状態	一次応力				
	引張	せん断			
IV A S					
V A S	1.5 • f t *	1.5 • f s *			
(VASとしてIVASの					
許容限界を用いる。)					

表1-6 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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。

亚研究	+ +*/	温度条(+	Sу	S u	S _y (RT)
1042J	17] 177	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト	SS400 (径≦16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

表 1-7 使用材料の許容応力評価条件(重大事故等対処設備)

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Ss」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。

楼毁名称	据付場所 及び	固有周期 (s)		弾性設計用 地震動S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
141-11-11	床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	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 (H2E278-10D)	原子炉建物 EL 62.5 (EL 63.5*1)	0.05 以下				$C_{\rm H} = 6.28^{*2}$	$Cv=2.43^{*2}$
原子炉建物水素 濃度 (H2E278-10E)	原子炉建物 EL 48.3 (EL 42.8 ^{*1} , 51.7 ^{*1})	0.05 以下		_		Сн=4.93*2	$Cv=2.36^{*2}$
原子炉建物水素 濃度 (H2E278-14)	原子炉建物 EL 33.48 (EL 34.8 ^{*1})	0.05 以下		_		$C_{H}=3.73^{*2}$	$Cv=2.32^{*2}$
原子炉建物水素 濃度 (H2E278-15)	原子炉建物 EL 18.28 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下				Сн=3. 17*2	$Cv=1.95^{*2}$
原子炉建物水素 濃度 (H2E278-16)	原子炉建物 EL 18.18 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下				Сн=3. 17*2	$Cv=1.95^{*2}$
原子炉建物水素 濃度 (H2E278-17)	原子炉建物 EL 34.28 (EL 34.8 ^{*1})	0.05 以下				$C_{\rm H}=3.73^{*2}$	$C_{v}=2.32^{*2}$

表1-8 設計用地震力(重大事故等対処設備)

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 1-7 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。

÷ •			//	•/ •			
		反力(N)					
刈 家 (成 क	F b			Q_{b}			
H2E278-10D							
H2E278-10E							
H2E278-14							
H2E278-15							
H2E278-16							
H2E278-17							

表 1-9 サポート発生反力

(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

$\sigma_{\rm b} = \frac{F_{\rm b}}{A_{\rm b}} \dots \dots$	(1. 5. 4. 1. 1. 1)
ここで、基礎ボルトの軸断面積Аьは次式により求める。	
$A_{b} = \frac{\pi}{4} \cdot d^{2} \cdots$	(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

$$\tau_{b} = \frac{Q_{b}}{A_{b}}$$
 (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fts以下であること。ただし、ftoは下表による。

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fsb以下であること。ただし、fsbは下表による。

	基準地震動Ssによる 荷重との組合せの場合
許容引張応力 <i>f</i> t o	$\frac{-\mathrm{F}^{*}}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 <i>f</i> sb	$\frac{\mathrm{F}^{*}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

1.6 機能維持評価

1.6.1 電気的機能維持評価方法

原子炉建物水素濃度の電気的機能維持評価について以下に示す。

なお,機能維持評価用加速度は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Ss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 1-10 に示す。

表 1-10 機能確認?	斉加速度	$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$
機器名称	方向	機能確認済加速度
原子炉建物水素濃度	水平	
(H ₂ E278–10D)	鉛直	
原子炉建物水素濃度	水平	
(H ₂ E278–10E)	鉛直	
原子炉建物水素濃度	水平	
(H ₂ E278-14)	鉛直	
原子炉建物水素濃度	水平	
(H ₂ E278–15)	鉛直	
原子炉建物水素濃度	水平	
(H ₂ E278–16)	鉛直	
原子炉建物水素濃度	水平	
(H ₂ E278–17)	鉛直	

S2

- 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。

【原子炉建物水素濃度(HzE278-10D)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

		据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		
機器名称	設備分類		水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
原子炉建物水素濃度 (H₂E278-10D)	常設/緩和	原子炉建物 EL 62.5 (EL 63.5 ^{*1})	0.05以下		_	_	Сн=6. 28*2	$Cv=2.43^{*2}$	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)	Аь (mm²)	Sy (MPa)	S u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト		1		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	Ь	Q b		
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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	++*/	応力	弾性設計用地震重	めSd又は静的震度	基準地震動 S s		
	竹科		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
甘水ギルト	55400	引張	_	_	σ b=2	$f_{\rm t\ s} = 156^*$	
基礎小ルト	\$\$400 —	せん断	_	_	τ b=1	<i>f</i> s b =120	

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

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能維持の評価結果 (×9						
		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 (H2E278-10D)	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 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。

Ζ4

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	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	100
縦弾性係数	Е	MPa	190000
ポアソン比	ν	_	0. 3
要素数	_	個	
節点数	_	個	



25







【原子炉建物水素濃度(HzE278-10E)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		固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s			
	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
原子炉建物水素濃度 (H₂E278-10E)	常設/緩和	原子炉建物 EL 48.3 (EL 51.7* ¹ , 42.8* ¹)	0.05以下		_		Сн=4.93*2	$Cv=2.36^{*2}$	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 (mm²)	Sy (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	Ь	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 Sd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)

+水	r , 1	弾性設計用地震重	かSd又は静的震度	基準地震動S s		
149	ルロノリ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
100	引張	_	_	σ b=2	$f_{t s} = 156^*$	
400 せん断	_	_	au b =1	<i>f</i> s b = 120		
ł	料 100 -	料 応力 引張 せん断	料 応力 弾性設計用地震重 算出応力 算出応力 100 引張 - せん断 -	料 応力 弾性設計用地震動Sd又は静的震度 算出応力 許容応力 100 引張 - せん断 - -	料 応力 弾性設計用地震動Sd又は静的震度 基準地別 第出応力 許容応力 算出応力 100 引張 - - せん断 - - τ b=1	

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

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能維持の	$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$		
		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 (HzE278-10E)	水平方向	2.00	
	鉛直方向	1.51	

注記*:設計用震度 I (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。

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	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	$^{\circ}\mathrm{C}$	100
縦弾性係数	Е	MPa	190000
ポアソン比	ν	_	0.3
要素数	_	個	
節点数	_	個	



28



【原子炉建物水素濃度(HzE278-14)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		
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)		
原子炉建物水素濃度 (H2E278-14)	常設/緩和	原子炉建物 EL 33.48 (EL 34.8*1)	0.05以下		_		Сн=3.73*2	$Cv=2.32^{*2}$	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)	Аь (mm²)	Sy (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	Ь	Q b		
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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	++水[応力	弾性設計用地震重	めSd又は静的震度	基準地震動S s		
	竹科		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
基礎ボルト	SS400	引張			σ b=1	$f_{\rm t\ s} = 156^*$	
		せん断	_	_	au b=1	<i>f</i> s b =120	

※ 注記*:fts =Min[1.4・fto-1.6・てb, fto] すべて許容応力以下である。

142 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能維持($(\times 9.8 \text{m/s}^2)$			
		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 (H2E278-14)	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。

Z

1.5 その他の機器要目

			-
項目	記号	単位	入力値
材質	—	_	SUS304
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	100
縦弾性係数	Е	MPa	190000
ポアソン比	ν	_	0.3
要素数	_	個	
節点数	_	個	









【原子炉建物水素濃度(HzE278-15)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Sd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	周囲環境温度 (℃)		
原子炉建物水素濃度 (H ₂ E278-15)	常設/緩和	原子炉建物 EL 18.28 (EL 23.8 ^{*1})	0.05以下		_	I	Сн=3.17*2	$Cv=1.95^{*2}$	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Ss)を上回る設計震度

3.2 機器要目

部材	W (N)	d (mm)	Аь (mm²)	Sy (MPa)	S u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
基礎ボルト		1		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 Sd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	++*I	内市	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動 S s			
	1/1 1/1	ルいフリ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力		
基礎ボルト	55400	引張	_	_	σ b=1	$f_{t s} = 156^*$		
	33400	せん断			au b=1	<i>f</i> s b =120		

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

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能維持の評価結果 (×9.								
		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	水平方向	1.44						
(H ₂ E278–15)	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。

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	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	100
縦弾性係数	E	MPa	190000
ポアソン比	ν	_	0. 3
要素数	_	個	
節点数	—	個	







【原子炉建物水素濃度(HzE278-16)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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
原子炉建物水素濃度 (H2E278-16)	常設/緩和	原子炉建物 EL 18.18 (EL 23.8*1)	0.05以下		_	_	Сн=3.17*2	$Cv=1.95^{*2}$	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)	Аь (mm²)	Sy (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 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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	++水[内中	弾性設計用地震重	めSd又は静的震度	基準地震動S s			
	1/1 1/1	가다フリ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力		
基礎ボルト	SS400 -	引張			σ b=1	$f_{\rm t\ s} = 156^*$		
		せん断	_	_	au b =1	<i>f</i> s b =120		

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

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能維持の	$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$		
		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	水平方向	1.44	
(H ₂ E278–16)	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。

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	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	100
縦弾性係数	E	MPa	190000
ポアソン比	ν		0. 3
要素数	_	個	
節点数	_	個	



37





【原子炉建物水素濃度(HzE278-17)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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
原子炉建物水素濃度 (H2E278-17)	常設/緩和	原子炉建物 EL 34.28 (EL 34.8*1)	0.05以下		_	_	Сн=3.73*2	$Cv=2.32^{*2}$	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

H Z II Z I							
部材	$ \begin{array}{c c} W & d & A \\ (N) & (mm) & (mm^2) \end{array} $		Sy (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 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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	++*(応力 -	弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動S s	
	竹科		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張			σ b=1	$f_{t s} = 156^*$
		せん断	_	_	au b =1	<i>f</i> s b =120

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

4.2 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能維持の評価結果 (×9.8m/s)						
		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	水平方向	1.73				
(H ₂ E278-17)	鉛直方向	1.98				

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。

Z 🖊

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	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	100
縦弾性係数	Е	MPa	190000
ポアソン比	ν	_	0.3
要素数	_	個	
節点数		個	









 \bigcirc

- 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

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」にて設定した電気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 JEAG4601・補-1984 ((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 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
а	溶接部の有効のど厚	mm
А	サポート鋼材の断面積	mm^2
Aw	溶接部の有効断面積	mm^2
Awy	溶接部のFyに対する有効断面積	mm^2
Aw z	溶接部のFz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
Сн	水平方向設計震度	—
Сv	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
Fx	溶接部に作用する力(X方向)	Ν
Fу	溶接部に作用する力 (Y方向)	Ν
Fz	溶接部に作用する力 (Z方向)	Ν
fsm	溶接部の許容せん断応力	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s^2
h1, h2	溶接の有効長さ(Y方向)	mm
Мx	溶接部に作用するモーメント (X軸周り)	N•mm
Му	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
Sу	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	MPa
	40℃における値	
W_1	検出器の荷重	Ν
W_2	保護管の荷重	Ν
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
Zp	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
Zy	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	—
σt	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
σb	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
$\sigma \mathrm{w}$	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。

		XII XIII XX		
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	Ν	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

表 2-2 表示する数値の丸め方

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 固有值解析方法

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。



2.4.3 固有值解析結果

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。

桃田亚日	- 10	卓越方向	固有周期	水平方向	刺激係数	鉛直方向
機器畨号	モード		(s)	X方向	Z方向	刺激係数
H2E278-18	1次	鉛直		—	—	—

表 2-3 固有值解析結果

図 2-3 振動モード(1次モード 鉛直方向

 $_{\rm S})$

- 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。

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					$D + P_D + M_D + S_s *^3$	IV A S
	計測装置	原子炉建物水素濃度	常設/緩和	*2	D+Psad+Msad+Ss	V A S
						(VASELT
						IVASの許容限
						界を用いる。)

表 2-4 荷重の組合せ及び許容応力状態(重大事故等対処設備)

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+Psad+Msad+Ss」の評価に包絡されるため,評価結果の記載を省略する。

51

	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		
	許容限界 ^{*1,*2} (ボルト等以外)		
許容応力状態	一次応力		
	せん断		
IV A S			
V A S	1.5 • f s *		
(VASとしてWASの			
許容限界を用いる。)			

表 2-5 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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。

本 2 - 6	は田材料の鉱家さ力評価冬供	(重卡重势空封如]]
衣 2-6	使用材料の計谷応力評価余件	(里八爭似寺刈処砇佣)

	評価部材	士士 华门	温度条件 (℃)		Sу	S u	S y (R T)
		7/1 个子			(MPa)	(MPa)	(MPa)
	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Ss」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。

機器名称	据付場所 及び	固有周期 (s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s	
	床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	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 (H2E278-18)	原子炉建物 EL 14.025 (EL 15.3*1)	0.05 以下				Сн=3. 17*2	$Cv=1.50^{*2}$

表 2-7 設計用地震力(重大事故等対処設備)

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

计免继哭		反力(N)		モーメント(N・mm)			
入] 豕(成石)	Fх	Fу	F z	Мx	Му	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)

$$\sigma_{t} = \frac{\left| F_{x} \right|}{A_{w}} \quad \dots \qquad (2.5.4.1.1.1)$$

ここで、引張力(圧縮力)を受ける溶接部の有効断面積Awは、次式により求める。

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

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

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

(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)

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。

 $A_{wv} = a \cdot (h_1 + h_2) \cdots (2.5, 4.1, 1.5)$

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

(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)

$$\sigma_{\rm b} = \frac{M_{\rm y}}{Z_{\rm y}} + \frac{M_{\rm z}}{Z_{\rm z}} \quad \dots \qquad (2.5.4.1.1.7)$$

Z_v, 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。

R1

補 VI-2-6-5-45

S2

- (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)

$$\sigma_{\rm w} = \sqrt{(\sigma_{\rm t} + \sigma_{\rm b})^2 + \tau^2}$$
 (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 Ssによる 荷重との組合せの場合
許容せん断応力 ƒ s m	$\frac{\mathrm{F}^{*}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

2.6 機能維持評価

2.6.1 電気的機能維持評価方法

原子炉建物水素濃度の電気的機能維持評価について以下に示す。

なお、機能維持評価用加速度は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Ss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 2-9 に示す。

表 2-9 機能確認済	加速度		$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$
機器名称	方向	機能確認	済加速度
原子炉建物水素濃度	水平		
(H ₂ E278–18)	鉛直		

表 2-9 機能確認 溶加速度

補 VI-2-6-5-45 R1 S2 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。

【原子炉建物水素濃度(HzE278-18)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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		
機器名称	機器名称 設備分類		水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
原子炉建物水素濃度 (H2E278-18)	常設/緩和	原子炉建物 EL 14.025 (EL 15.3 ^{*1})	0.05以下		_	_	Сн=3.17*2	$Cv=1.50^{*2}$	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 (mm²)	A _{wy} (mm ²)	A _{w z} (mm ²)	Z _y (mm ³)	Z _z (mm ³)	$\begin{array}{c} Z_{ m p} \ (mm^3) \end{array}$	S y (MPa)	S _u (MPa)	Sy (RT) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
溶接部														190	373			228

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

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	У	F z		
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S 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 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	
溶接部	_		_		_		

1.3.2 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	М	x	М	У	M z							
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S 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	_		_		_							

62 1.4 結論

1.4.1 溶接部の応力

(単位:MPa)

	++ *1	<u></u> Ч	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動 S _s					
<u>کام</u>	14 科	心力	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力				
溶接部	STKR400	せん断	_		$\sigma w=49$	$f \le m = 131$				

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

		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	水平方向	1.32	
(H ₂ E278–18)	鉛直方向	1.31	

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。
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	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	120
縦弾性係数	Е	MPa	196400
ポアソン比	ν	_	0.3
要素数	_	個	
節点数	_	個	



63





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)

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 電気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気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				把「四夕七年」と月			
	基礎・支持構造	主体構造							
2	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 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。 チャンネルにで手する。 がにてチャンネル で基礎にする。 検にて計器取付板に固定 された 動に は,計器取付板に固取 付板取付ボルトにて計 る。 計装ラック(2RIR-2-8D)に 固定される。 計装ラック(2RIR-2- 8D)に てチャンネルベース	ドライウェル圧力検出 器			 計装ラック ラック 取付ボルト 溶接 埋込金物 計 計 装ラック 取付ボルト 溶接 床 ホ <li< td=""><td>横 (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (二面図) (2RIR- (正面図) (2RIR- (正面図) (2RIR- (正面図) (2RIR- (2RIR- () () () () () () () () () ()</td><td>たて 検出器 器取付板 ジンース (側面図) 2-8A, B, C) 検出器 株工 検出器 たて 検出器 (側面図) 2-8A, C)</td><td>計器取付ボルト 取付板取付ボル 77 計器取付ボルト 取付板取付ボル</td><td><u>~h</u></td></li<>	横 (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (正面図) (二面図) (2RIR- (正面図) (2RIR- (正面図) (2RIR- (正面図) (2RIR- (2RIR- () () () () () () () () () ()	たて 検出器 器取付板 ジンース (側面図) 2-8A, B, C) 検出器 株工 検出器 たて 検出器 (側面図) 2-8A, C)	計器取付ボルト 取付板取付ボル 77 計器取付ボルト 取付板取付ボル	<u>~h</u>
	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		機器名称	ł	×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))	
	埋め込まれた金物に固定		たて						
	する。 後打金物は基礎ボルトに		横						
	て基礎に設置する。		高さ						(単位:mm)

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	(単位	: s)		
ドライウェル圧力	水平			
(2RIR-2-8B (PX293-2B))	鉛直			
ドライウェル圧力	水平			
(2RIR-2-8D (PX293-2D))	鉛直			

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、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)

ドライウェル圧力	水平	0.05以下
(2RIR-2-8A (PX293-2A))	鉛直	0.05以下
ドライウェル圧力	水平	0.05以下
(2RIR-2-8C (PX293-2C))	鉛直	0.05以下

- 4. 構造強度評価
- 4.1 構造強度評価方法

ドライウェ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 ドライウェ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

ドライウェ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

ドライウェ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【ドライウェル圧力(PX293-2A)の耐震性についての計算結果】、【ドライウェル圧力(PX293-2B)の耐震性についての計算結果】、【ドライウェル圧力(PX293-2C)の耐震性についての計算結果】、【ドライウェル圧力(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。

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	工学的安全	非常用ガス処	ドライウェル		*	$D + P_D + M_D + S_d$ *	III A S				
系統施設	施設等の起 理系 圧力高 動信号	S	*	$\mathrm{D} + \mathrm{P}_{\mathrm{D}} + \mathrm{M}_{\mathrm{D}} + \mathrm{S}_{\mathrm{S}}$	IV A S						
計測制御	工学的安全	その他の原子	ドライウェル		~	$D + P_D + M_D + S_d$ *	III A S				
系統施設	施設等の起 動信号	炉格納容器隔 離弁(1)	圧力高	圧力高	圧力高	圧力高	圧力高	S	^	$D + P_D + M_D + S_s$	IV A S
計測制御	原子炉非常			×	$D + P_D + M_D + S_d^*$	III A S					
系統施設	停止信号	ドライウェ	ェル圧力局	S	*	$D + P_D + M_D + S_s$	IV A S				

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態(設計基準対象施設)

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))
--	---	-----	----	------	-------------	---

	許容限界* ^{1,*2} (ボルト等)				
許容応力状態	一次応力				
	引張	せん断			
III A S	1.5 • f t	1.5 • f s			
IV A S	1.5 • f t *	1.5 • 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。

	P C =					
亚研究社	<u>+</u> +*	温度条	+	Sу	S u	S y (R T)
□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□	11 17	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
取付ボルト	SS41* (40mm<径≦100mm)	周囲環境温度	50	211	394	_

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件(設計基準対象施設)

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

ドライウェル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-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。

		(**************************************
機器名称	方向	機能確認済加速度
ドライウェル圧力	水平	
(PX293–2A)	鉛直	
ドライウェル圧力 (PX293-2B)	水平	
	鉛直	
ドライウェル圧力	水平	
(PX293–2C)	鉛直	
ドライウェル圧力	水平	
(PX293–2D)	鉛直	

表 5-1 機能確認済加速度

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

- 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。

【ドライウェル圧力 (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

		据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		国田谭培沮库
機器名称	耐震重要度分類		水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	向囲琭現温度 (℃)
ドライウェル圧力 (PX293-2A)	S	原子炉建物 EL 23.8 ^{*1}	0.05以下	0.05以下	Сн=1.19*2	$C v = 1.10^{*2}$	Сн=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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	m i (kg)	h i (mm)	d i (mm)	A b i (mm ²)	n i	Syi (MPa)	Sui (MPa)
取付ボルト (i=2)		1100*1	16 (M16)	201. 1	12	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

				F i (MPa)	F i* (MPa)	転倒方向		
部材	$\ell_{1 i} *^{2}$ (mm)	$\ell_{2 i} *^2$ (mm)	n f i *2			弾性設計用地震動 Sd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	011	050	目江十百	电记十百	
	470*1	570*1	2	211	253	长 边方问	按边方问	

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

191 ギルトに作用する力

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位:N)										
	Fi	b i	Q b i							
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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	++101	応力	弾性設計用地震重	めSd又は静的震度	基準地震動S s		
	17] 17-1		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
取付ボルト	CC 41	引張	σ b 2=14	ft s 2=158*	σ b 2=26	ft s 2=190*	
(i=2)	5541	せん断	τь2=2	<i>f</i> s b 2 = 122	τь2=3	<i>f</i> s b 2=146	

注記*: $f_{tsi} = Min[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ すべて許容応力以下である。

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	水平方向	1.44	
(PX293-2A)	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。

正面 側面 (短辺方向) (長辺方向) 転倒方向 K チャンネルベース ♥ m₂•g Ø C A ↓ A \mathbf{V} ! ! Π 777 $\stackrel{\ell_{22}}{\longrightarrow}$ ℓ_{22} ℓ_{12} $\overset{\epsilon_{12}}{\overleftarrow{}}$ 取付ボルト $(\ell_{12} { \leq \hspace{-.5ex}=\hspace{-.5ex} } \ell_{22})$ $(\ell_{12} {\triangleq \ell_{22}})$ 取付ボルト A~A矢視図

【ドライウェル圧力 (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

松田女私		据付場所及び店面真さ	固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動S s		国田谭培沮由
機器名称	機器名称 耐震重要度分類 加水 (m)		水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	同囲環現溫度 (℃)
ドライウェル圧力 (PX293-2B)	S	原子炉建物 EL 23.8 ^{*1}			Сн=1. 19*2	$Cv=1.10^{*2}$	Сн=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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	m i (kg)	h i (mm)	d i (mm)	A b i (mm²)	n i	S y i (MPa)	Sui (MPa)
取付ボルト (i=2)		1100*1	16 (M16)	201.1	16	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

						転倒方向		
部材	$\ell_{1 i} *^{2}$ (mm)	ℓ _{2 i} *2 (mm)	n f i *2	F i (MPa)	Fi* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	
取付ボルト	220*1	320*1	6	011	050	目辺七白	目辺七白	
(i=2)	670*1	870*1	2	211	200	 按边方问	 按边方问	

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

191 ギルトに作用する力

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位:N									
	Fi	b i	Q b i						
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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	弾性設計用地震重	かSd又は静的震度	基準地震動S s		
	17] 17-1		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
取付ボルト	CC 41	引張	σ ь 2=13	ft s 2=158*	σ b 2=26	ft s 2=190*	
(i=2)	JJ41	せん断	τ в 2=2	fsb2=122	τ ь 2=3	fsb2=146	

注記*: $f_{tsi} = Min[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ すべて許容応力以下である。

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	水平方向	1.44	
(PX293-2B)	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。



【ドライウェル圧力 (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

		堀付掲売及び店売直々	固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動S s		国田谭培祖庄	
機器名称	機器名称 耐震重要度分類 (m)		水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度		
ドライウェル圧力 (PX293-2C)	S	原子炉建物 EL 23.8 ^{*1}	0.05以下	0.05以下	Сн=1.19*2	$C v = 1.10^{*2}$	Сн=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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

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)	Sui (MPa)		
取付ボルト (i=2)		1100*1	16 (M16)	201. 1	12	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)		

		$\ell_{2 i} * 2 = \ell_{2 i} * 2 $ mm) (mm)			Fi* (MPa)	転倒方向		
部材	ℓ 1 i *2 (mm)		n f i *2	F i (MPa)		弾性設計用地震動 Sd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	011	050	目辺七白	目辺七白	
	470*1	570*1	2	211	253		按边方问	

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

191 ボルトに作用する力

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位										
	F۱	b i	Q b i							
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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	弾性設計用地震重	かSd又は静的震度	基準地震動S s		
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
取付ボルト (i=2)	引張 SS41 せん断	引張	σ b 2=15	ft s 2=158*	σ b 2=27	ft s 2=190*	
		τь2=3	fsb2=122	τ в2=4	fsb2=146		

注記*: $f_{tsi} = Min[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ すべて許容応力以下である。

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 (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。



【ドライウェル圧力 (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	a 据付場所及び床面高さ・ (m)	固有周	哥期(s)	弾性設計用地震動	ISd 又は静的震度	基準地震	€動Ss	国田谭培祖庄
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	问囲垛現溫度 (℃)
ドライウェル圧力 (PX293-2D)	S	原子炉建物 EL 23.8 ^{*1}			Сн=1. 19*2	$C v = 1.10^{*2}$	Сн=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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	m i (kg)	h i (mm)	d i (mm)	A b i (mm²)	n i	Sуi (MPa)	Sui (MPa)
取付ボルト (i=2)		1100*1	16 (M16)	201.1	14	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

	ℓ _{1 i} *2 (mm)	ℓ ₂ i *² (mm)	n f i *2	nfi ^{*2} Fi (MPa)		転倒方向	
部材					F i* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd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	011	050	目辺七白	目辺七白
	620*1	720*1	2	211	253		按边方问

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										
	Fi	b i	Q b i							
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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 せん断	引張	σ b 2=13	ft s 2=158*	σь2=26	f t s 2=190*	
		τь2=3	fsb2=122	τ ь 2=4	fsb2=146		

注記*: $f_{tsi} = Min[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ すべて許容応力以下である。

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	水平方向	1.44		
	(PX293-2D)	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。



VI-2-6-5-47 スクラム排出水容器水位の耐震性についての計算書

1. スクラム排出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 電気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

目 次

2. スクラム排出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 電気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. スクラム排出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 電気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. スクラム排出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 電気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. スクラム排出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 固有值解析方法	· 98
5.4.2 解析モデル及び諸元	· 98
5.4.3 固有值解析結果	· 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 電気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. スクラム排出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、スクラム排出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。

スクラム排出水容器水位は,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、スクラム排出水容器水位は、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

スクラム排出水容器水位の構造計画を表 1-1 に示す。

表 1-1 構造計画



1.3 固有周期

1.3.1 固有周期の確認

スクラム排出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	(単位:s)	
スクラム排出水容器水位	水平	
(LX293–2A)	鉛直	

- 1.4 構造強度評価
 - 1.4.1 構造強度評価方法

スクラム排出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 スクラム排出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

スクラム排出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

スクラム排出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【スクラム排出水容器水位(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	原子炉非常		S	Ψ.	$D + P_D + M_D + S d^*$	III A S
系統施設	停止信号	スクフム排出水谷磊水位高		5	5*	$\mathrm{D} + \mathrm{P}_{\mathrm{D}} + \mathrm{M}_{\mathrm{D}} + \mathrm{S}$ 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。

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 ∧ S	1.5 • f t	1.5 • f s	
IV A S	1.5 • f t *	1.5 • f s *	

表1-4 許容応力 (その他の支持構造物)

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。
亚研究社	<u>+</u> +*[温度条件		Sу	S u	S _y (RT)
青平1四 音1343	17] 177	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト	SS41* (40mm<径<100mm)	周囲環境温度	50	211	394	_

表 1-5 使用材料の許容応力評価条件(設計基準対象施設)

注記*:SS400相当

1.5 機能維持評価

1.5.1 電気的機能維持評価方法

スクラム排出水容器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-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 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、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 1-6 に示す。

機器名称	方向	機能確認済加速度
スクラム排出水容器水位	水平	
(LX293–2A)	鉛直	

表 1-6 機能確認済加速度

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

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

スクラム排出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。

【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

		招仕損託及び広志宣々	固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動S s		田田福存泊年
機器名称	耐震重要度分類	1泊竹場所及0休面同さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	问囲垛現溫度 (℃)
スクラム排出水容器水位 (LX293-2A)	S	原子炉建物 EL 23.8 ^{*1}			Сн=1.19*2	$Cv=1.10^{*2}$	Сн=1.73*3	$C_V = 2.07^{*3}$	50

(単位:N)

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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h 1 (mm)	d (mm)	Аь (mm²)	n	S _y (MPa)	Su (MPa)
基礎ボルト		898	12 (M12)	113. 1	4	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

l . * l o		l a *	,*	F	F *	転倒方向	
部材	(mm)	(mm)	nf*	(MPa)	(MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
甘水光丸」	50	150	2	911	959	並後古向	並後士白
産碇小ルト	31	169	2	211	1 253	削饭刀问	則恆力回

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

	F	b	Q b		
部材	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S 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					

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

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位:MPa)

***	++\k1	料 応力	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動 S s	
司中权	1/1 1/1		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS41 -	引張	σь=13	$f_{\rm t \ s} = 126^*$	σь=21	ft s $=152*$
		せん断	τ b=2	f s b =97	τ b=2	$f_{\rm s \ b} = 117$

注記*:fts =Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
スクラム排出水容器水位	水平方向	1.44	
(LX293–2A)	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)

- 2. スクラム排出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、スクラム排出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。

スクラム排出水容器水位は,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

スクラム排出水容器水位の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画



13

2.2.2 評価方針

スクラム排出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 出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,スクラム排出水 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」にて設定した電気的機能維 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。

スクラム排出水容器水位の耐震評価フローを図 2-1 に示す。



図 2-1 スクラム排出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 JEAG4601・補-1984((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 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
а	溶接部の有効のど厚	mm
Аь	基礎ボルトの軸断面積	mm^2
Aw	溶接部の有効断面積	mm^2
Сн	水平方向設計震度	—
Сv	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 ь	基礎ボルトに作用する引張力(1本当たり)	Ν
F _{b1}	基礎ボルトに作用する引張力(1本当たり)(左右方向転倒)	Ν
Fь2	基礎ボルトに作用する引張力(1本当たり)(前後方向転倒)	Ν
F _w	溶接部に作用する引張力、圧縮力	Ν
F_{w1}	溶接部に作用する引張力(左右方向転倒)	Ν
F_{w2}	溶接部に作用する圧縮力(左右方向転倒)	Ν
f s m	せん断力のみを受ける溶接部の許容せん断応力	MPa
$f_{ m s\ b}$	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
ft o	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
fts	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
пь	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	—
${f Q}$ b	基礎ボルトに作用するせん断力	Ν
Q_{w}	溶接部に作用するせん断力	Ν
S	溶接脚長	mm

記号	記号の説明					
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				
π]周率 — —					
σ	容接部に生じるせん断応力 MPa					
σb	基礎ボルトに生じる引張応力 MPa					
$\sigma_{ m W}$	容接部に生じる引張力により発生するせん断応力 MPa					
au b	基礎ボルトに生じるせん断応力 MPa					
au 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*: $\ell_1 \leq \ell_2$

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。

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	S	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度	_	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
温度	°C			整数位
質量	kg		_	整数位
長さ	mm		_	整数位*1
面積	mm^2	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
力	Ν	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		整数位

表 2-2 表示する数値の丸め方

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

スクラム排出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。

スクラム排出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

スクラム排出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。

<u> </u>	
水平	0.05以下
鉛直	0.05以下

表 2-3 固有周期 (単位:s)

- 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 スクラム排出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

スクラム排出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

スクラム排出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。

施設	区分	機器名称	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	原子炉非常			*	$D + P_D + M_D + S d^*$	III A S
系統施設	停止信号	<i>スクフム</i> 排出水谷器水位局	5	*	$D + P_D + M_D + S_s$	IV A S

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)

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。

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 • f s	1.5 • f t	1.5 • f s			
IV A S	1.5 • f s *	1.5 • f t *	1.5 • f s*			

表 2-5 許容応力(その他の支持構造物)

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。

評価部材	材料	温度条件 (℃)		Sу (MPa)	Sи (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	_

表 2-6 使用材料の許容応力評価条件(設計基準対象施設)

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Sd又は静的震度」及び「基準地震動Ss」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。

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有 (:	周期 s)	弾性設計用 又は静	地震動Sd 的震度	基準地震動S s		
原子炉建物	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
EL 23.8 ^{*1}	0.05以下	0.05以下	$C_{H}=1.19^{*2}$	$C_v = 1.10^{*2}$	$C_{H}=1.73^{*3}$	$C_v = 2.07^{*3}$	

表 2-7 設計用地震力(設計基準対象施設)

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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

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

$$F_{b1} = \frac{\mathbf{m} \cdot \mathbf{g} \cdot \mathbf{C}_{\mathrm{H}} \cdot \mathbf{h}_{1} - \mathbf{m} \cdot \mathbf{g} \cdot (1 - \mathbf{C}_{\mathrm{V}}) \cdot \ell_{1}}{\mathbf{n}_{\mathrm{f}} \cdot (\ell_{1} + \ell_{2})} \cdots (2.5.4.1.1.1)$$

前後方向転倒の場合の引張力

$$F_{b 2} = \frac{\mathbf{m} \cdot \mathbf{g} \cdot \mathbf{C}_{\mathrm{H}} \cdot \mathbf{h}_{1} - \mathbf{m} \cdot \mathbf{g}_{2} \cdot (1 - \mathbf{C}_{\mathrm{V}}) \cdot \ell_{2}}{\mathbf{n}_{\mathrm{f}} \cdot (\ell_{1} + \ell_{2})} \cdots (2.5.4.1.1.2)$$

$$F_{b} = Max (F_{b_1}, F_{b_2}) \cdots (2.5.4.1.1.3)$$

引張応力

$$\sigma_{b} = \frac{F_{b}}{A_{b}}$$
 (2.5.4.1.1.4)

ここで、基礎ボルトの軸断面積Abは次式により求める。
Ab =
$$\frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdots (2.5.4.1.1.5)$$

せん断応力

$$\tau_{b} = \frac{Q_{b}}{n_{b} \cdot A_{b}} \cdots (2.5.4.1.1.7)$$

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

$$\mathbf{F}_{W1} = \frac{\mathbf{m} \cdot \mathbf{g} \cdot \mathbf{C}_{H} \cdot \mathbf{h}_{1} - \mathbf{m} \cdot \mathbf{g}_{1} \cdot (1 - \mathbf{C}_{V}) \cdot \ell_{2}}{(\ell_{1} + \ell_{2})} \cdots (2.5, 4.1, 2.1)$$

左右方向転倒の場合の圧縮力

$$\mathbf{F}_{W2} = \frac{\mathbf{m} \cdot \mathbf{C}_{H} \cdot \mathbf{h}_{1} \cdot \mathbf{g}}{(\ell_{1} + \ell_{2})} + \mathbf{m} \cdot (1 + \mathbf{C}_{V}) \cdot \mathbf{g} \quad \cdots \cdots \quad (2.5.4.1.2.2)$$

$$F_w = Max (F_{w1}, F_{w2}) \cdots (2.5.4.1.2.3)$$

引張力 (圧縮力) により発生するせん断応力 $\sigma_{w} = \frac{F_{w}}{A_{w}}$ (2.5.4.1.2.4)

ここで、溶接部の有効断面積Awは次式により求める。
Aw = a ·
$$\ell'$$
 ······ (2.5.4.1.2.5)

$$a = 0.7 \cdot s \cdots (2.5.4.1.2.6)$$

せん断力により発生するせん断応力

(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。

$$\sigma = \sqrt{(\sigma_{\rm w})^2 + (\tau_{\rm w})^2} \cdots (2.5.4.1.2.9)$$

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。

 $f_{t s} = Min[1.4 \cdot f_{t o} - 1.6 \cdot \tau_{b}, f_{t o}]$ (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Sd 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動Ssによる 荷重との組合せの場合
許容引張応力 <i>f</i> t o	$\frac{\mathrm{F}}{2} \cdot 1.5$	$\frac{\mathbf{F}^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 ƒ s b	$\frac{\mathrm{F}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{\mathrm{F}^{*}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

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Sd 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動Ssによる 荷重との組合せの場合
許容せん断応力 <i>f</i> s m	$\frac{\mathrm{F}}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$	$\frac{\mathrm{F}^{*}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

2.6 機能維持評価

2.6.1 電気的機能維持評価方法

スクラム排出水容器水位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Ss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 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、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 2-8 に示す。

表 2-8 模	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
スクラム排出水容器水位	水平	
(LX293–2B)	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

スクラム排出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。

【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】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

			固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		
機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
スクラム排出水容器水位 (LX293-2B)	S	原子炉建物 EL 23.8 ^{*1}	0.05以下	0.05以下	Сн=1. 19*2	$Cv=1.10^{*2}$	Сн=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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

30

部材	m (kg)	h 1 (mm)	d (mm)	s (mm)	a (mm)	ℓ′ (mm)	A b (mm ²)	$A_{ m w}$ (mm ²)	n b	Sy (MPa)	Su (MPa)
基礎ボルト	\square	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)

						転倒方向		
部材	ℓ 1 * (mm)	ℓ 2 * (mm)	* n f * F F*) n f * (MPa) (MPa)		F* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	
甘7株-ギュート	75	150	2	911	252	前後古向	前後士向	
差碇 小ノレト	31	169	1	211	203	則後刀凹	间位 刀 问	
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

191 甘淋ギルトに作用するも

3.1 基礎ボルトに作用する力 (単位:N)									
	F	b	Q b						
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

	F	w	Q w		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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	σ b=26	f t s = 126*	σь=41	ft s=152*
		せん断	τ b=3	fs b=97	τ b=4	<i>f</i> s b = 117
溶接部	SS41	せん断	$\sigma = 4$	$f_{sm} = 139$	$\sigma = 6$	$f \le m = 159$

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

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*	杉	機能確認済加速度	
スクラム排出水容器水位 (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)









- 3. スクラム排出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、スクラム排出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。

スクラム排出水容器水位は,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。

- 3.2 一般事項
 - 3.2.1 構造計画

スクラム排出水容器水位の構造計画を表 3-1 に示す。

表 3-1 構造計画



39

3.2.2 評価方針

スクラム排出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 出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,スクラム排出水 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」にて設定した電気的機能維 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。

スクラム排出水容器水位の耐震評価フローを図 3-1 に示す。



図 3-1 スクラム排出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 JEAG4601・補-1984((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 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
а	溶接部の有効のど厚	mm
Aw	溶接部の有効断面積	mm^2
Awx	溶接部のFxに対する有効断面積	mm^2
Awz	溶接部のFz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
Сн	水平方向設計震度	—
Сv	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)	Ν
Fу	溶接部に作用する力(Y方向)(引張力,圧縮力)	Ν
F y 1	溶接部に作用する力(Y方向)(引張力)(鉛直方向)	Ν
F у 2	溶接部に作用する力(Y方向)(圧縮力)(鉛直方向)	Ν
F _z	溶接部に作用する力(Z方向)	Ν
f s m	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	計器スタンションの質量	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 (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
Z x	溶接全断面におけるX軸方向の断面係数	mm^3
Zz	溶接全断面におけるΖ軸方向の断面係数	mm^3
π	円周率	—
σb	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
σt	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	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。

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	Ν	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		

表 3-2 表示する数値の丸め方

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

スクラム排出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。

スクラム排出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

スクラム排出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 スクラム排出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

スクラム排出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

スクラム排出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。

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	原子炉非常			*	$D + P_D + M_D + S d^*$	III A S
系統施設	停止信号	スクフム排出水谷畚水位高	S	**	$D + P_D + M_D + S_s$	IV A S

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)

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。

計谷応力 (ての他の文行構垣物)	衣 3-5
許容限界*1,*2	
(ボルト等以外)	

表 3-5 許容応力(その他の支持構造物)

	(ボルト等以外)
許容応力状態	一次応力
	せん断
III ∧ S	1.5 • f s
IV A S	1.5 • 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。

	₹ 0 0 区/前和科学		(政时坐中)	八刻/2012月27		
家研究	****	温度条(牛	Sу	S u	S _y (RT)
百十二川田 旦内42	17] 17]	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
溶接部	SS41* (厚さ≦16mm)	周囲環境温度	50	241	394	_

表 3-6 使用材料の許容応力評価条件(設計基準対象施設)

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Sd又は静的震度」及び「基準地震動Ss」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。

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有 (s	周期	弾性設計用 又は静	地震動Sd 的震度	基準地震動S s		
原子炉建物	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
EL 23.8 ^{*1}	0.05以下	0.05以下	Сн=1. 19*2	$C_V = 1.10^{*2}$	$C_{\rm H} = 1.73^{*3}$	$C_V = 2.07^{*3}$	

表 3-7 設計用地震力(設計基準対象施設)

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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

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)

 $F_{y_1} = m \cdot (C_{v-1}) \cdot q \cdots (3.5.4.1.1.1)$

鉛直方向反力 (圧縮力)

 $F_{y_2} = m \cdot (1 + C_v) \cdot g \cdots (3.5.4.1.1.2)$

引張力 (圧縮力)

 $F_y = Max (F_{y1}, F_{y2}) \cdots (3.5.4.1.1.3)$

引張力(圧縮力)により発生するせん断応力

$$\sigma t = \frac{F y}{A w}$$
 (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Awは、次式により求める。

 $A_w = a \cdot (h_1 + h_2 + b_1 + b_2) \cdots (3.5.4.1.1.5)$

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

(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

$$F_x = m \cdot C_H \cdot q \cdots (3.5.4.1.1.7)$$

 $F_z = m \cdot C_H \cdot q \cdots (3.5.4.1.1.8)$

せん断力により発生するせん断応力

ここで、Awx、Awzはせん断力を受ける各方向の有効断面積を示す。 Awx、Awzは、次式により求める。

$$A_{wx} = a \cdot (h_1 + h_2) \quad \dots \quad (3.5.4.1.1.10)$$
$$A_{wz} = a \cdot (b_1 + b_2) \quad \dots \quad (3.5.4.1.1.11)$$

(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

 $F_x = F_z = m \cdot C_H \cdot g \cdots (3.5.4.1.1.12)$

曲げモーメントにより発生するせん断応力

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

$$\sigma_{\rm w} = \sqrt{(\sigma_{\rm t} + \sigma_{\rm b})^2 + \tau^2}$$
 (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【スクラム排出水容器水位 (LX293-2C)の耐震性についての計算結果】、【スクラム排出水容器水位(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Sd 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動Ssによる 荷重との組合せの場合
許容せん断応力 <i>f</i> s m	$\frac{\mathrm{F}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{\mathrm{F}^{*}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

3.6 機能維持評価

3.6.1 電気的機能維持評価方法

スクラム排出水容器水位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Ss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 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、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 3-8 に示す。

表 3-8 機能確認	肾加速度	$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$
機器名称	方向	機能確認済加速度
スクラム排出水容器水位	水平	
(LX293–2C)	鉛直	
スクラム排出水容器水位	水平	
(LX293–2D)	鉛直	

- 1.... o ())

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

スクラム排出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。

【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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		
機器名称	耐震重要度分類	E度分類 据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
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	Сн=1.19*2	$Cv=1.10^{*2}$	Сн=1.73*3	$Cv=2.07^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

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)	(mm)	A w (mm ²)	Sy (MPa)	Su (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)

	-	7	<u>^</u>		_	_ ×	転倒方向		
部材	Z x (mm ³)	$\begin{array}{c} Z \ z \\ (mm^3) \end{array}$	$A \le x$ (mm ²)	A w z (mm ²)	F (MPa)	F* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd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)

	F y		F	X	F z	
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
溶接部						

56

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

1.4 結論

1.4.1 溶接部の応力

(単位:MPa)

部材	++水	内土	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動 S s			
	竹杆	ルロノリ	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	$\sigma w=3$	$f \le m = 159$		

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
スクラム排出水容器水位	水平方向	1.44	
(LX293-2C)	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。



【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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動	S d 又は静的震度	基準地震動 S s		
機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
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	Сн=1.19*2	$Cv=1.10^{*2}$	Сн=1.73*3	$Cv=2.07^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

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)	(mm)	Aw (mm ²)	Sy (MPa)	Su (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)

			_	_ v	転倒方向			
部材	$Z_{\rm x}$ (mm ³)	(mm^3)	$A \le x$ (mm ²)	A w z (mm ²)	F (MPa)	F* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd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)

	F	У	F	X	F	Z
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
溶接部						

85

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

1.4 結論

1.4.1 溶接部の応力

(単位:MPa)

×r++	++水	六十	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動S s	
안지리	17] 177	心刀	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
溶接部	SS41	せん断	$\sigma_w=2$	$f_{sm} = 139$	$\sigma w=3$	$f \le m = 159$

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

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
スクラム排出水容器水位	水平方向	1.44	
(LX293-2D)	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。



- 4. スクラム排出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、スクラム排出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。

スクラム排出水容器水位は,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

スクラム排出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



61

表 4-1 (2/2) 構造計画



62

4.2.2 評価方針

スクラム排出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 出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,スクラム排出水 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」にて設定した電気的機能維 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。

スクラム排出水容器水位の耐震評価フローを図 4-1 に示す。



図 4-1 スクラム排出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 JEAG4601・補-1984((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 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
а	溶接部の有効のど厚	mm
А	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
Aw	溶接部の有効断面積	mm^2
Awx	溶接部のFxに対する有効断面積	mm^2
Awz	溶接部のFz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
Сн	水平方向設計震度	—
Сv	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
Fь	基礎ボルトに作用する引張力	Ν
Fx	サポート基礎部に作用する力 (x方向)	Ν
Fу	サポート基礎部に作用する力 (y方向)	Ν
Fz	サポート基礎部に作用する力 (z方向)	Ν
f s m	溶接部の許容せん断応力	MPa
$f_{ m s\ b}$	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
fto	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
fts	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
	(許容組合せ応力)	
g	重力加速度(=9.80665)	m/s^2
h1, h2,	溶接の有効長さ(z方向)	mm
h3, h4		
Мx	サポート基礎部に作用するモーメント (x 軸周り)	N•mm
Му	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	Ν
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 у	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	MPa
	40℃における値	
W	計器の荷重	Ν
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
$Z_{\rm p}$	溶接全断面におけるねじり断面係数	mm^3
Zp'	サポート鋼材のねじり断面係数	mm^3
Zx	溶接全断面における x 軸方向の断面係数	mm^3
Zz	溶接全断面における z 軸方向の断面係数	mm^3
π	円周率	—
σb	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
au b	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
σwt	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
σwb	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
au m 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。

		五王 2 五小 7 5 妖		
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	Ν	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

表4-2 表示する数値の丸め方

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

スクラム排出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。スクラム排出水容器水位の耐 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 固有值解析方法

スクラム排出水容器水位の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) スクラム排出水容器水位は、「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
 - スクラム排出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【スクラム排出水容器水位(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) スクラム排出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) スクラム排出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。



図 4-2 解析モデル (LS293-3A, B)

4.4.3 固有值解析結果

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。

	モード	卓越方向	固有周期	水平方向刺激係数		鉛直方向
機畚番亏			(s)	X方向	Y方向	刺激係数
LS293-3A, B	1次	水平		_	—	—

表 4-3 固有值解析結果

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、スクラム排出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 スクラム排出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

スクラム排出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

スクラム排出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。

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	原子炉非常			*	$D + P_D + M_D + S d^*$	III A S
系統施設	停止信号	スクフム排出水谷器水位高	S	**	$D+P_D+M_D+S_s$	IV A S

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)

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。

	許容限界*1,*2 許容限界*1,*2		
許容応力状態	(ボルト等以外) (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 • f s	1.5 • f t	1.5 • f s
IV A S	1.5 • f s *	1.5 • f t *	1.5 • f s*

表 4-5 許容応力 (その他の支持構造物)

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。

⇒亚研究	++ 兆1	温度条件		Sу	S u	S _y (RT)	
百半11111百D个/	竹科	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)	
基礎ボルト	SS41*	用田畑体泊床	50	011	004		
(LS293-3A, B)	(40mm<径≦100mm)	向囲埬項温度	50	211	394		
基礎ボルト	SS400	国田谭培祖库	50	9.4.1	20.4		
(LS293-3A, B)	(径≦16mm)	同囲環現価度	50	241	394		
溶接部	SS41*	国田谭培祖库	50	9.4.1	20.4		
(LS293-3A, B)	(厚さ≦16mm)	问 田	50	241	394		

表 4-6 使用材料の許容応力評価条件(設計基準対象施設)

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Sd又は静的震度」及び「基準地震動Ss」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。

楼哭名称	据付場所 及び	固有周期 (s)		弾性設計用 地震動Sd 又は静的震度		基準地震動S s	
成奋石杯	床面高さ (m)	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	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 (LS293-3A)	原子炉建物 EL 23.8 (EL 30.5 ^{*1})		0.05 以下	$C_{\rm H} =$ 1.92 ^{*2}	$C_V =$ 1. 25 ^{*2}	С _Н = 2. 33 ^{*3}	$C_V =$ 2. 31*3
スクラム 排出水容器 水位 (LS293-3B)	原子炉建物 EL 23.8 (EL 30.5 ^{*1})		0.05 以下	$C_{\rm H} =$ 1. 92 ^{*2}	$C_V =$ 1. 25 ^{*2}	С _Н = 2. 33 ^{*3}	C v = 2. 31* ³

表 4-7 設計用地震力(設計基準対象施設)

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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

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。

计包燃架	材質	反力(N)		
入] 豕(成石)	ボルトサイズ	Fь	Q b	
	SS41 M12			
LS293-3A, B	SS400 M12			
	SS400 M16			

表 4-8 サポート発生反力(弾性設計用地震動Sd又は静的震度)

表4-9 サポート発生反力(基準地震動Ss)

计角楼界	材質	反力(N)		
八水小灰石田	ボルトサイズ	Fь	Q b	
	SS41			
	M12			
	SS400			
L3293-3A, D	M12			
	SS400			
	M16			

(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

 $\sigma_{b} = \frac{F_{b}}{A_{b}}$ (4.5.4.1.1.1)

ここで, 基礎ボルトの軸断面積Abは次式により求める。

$$A_{b} = \frac{\pi}{4} \cdot d^{2}$$
 (4.5.4.1.1.2)

(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

 $\tau_{b} = \frac{Q_{b}}{A_{b}}$ (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Sd又は静的震度)

计在地里		反力(N)		モーメント(N・mm)				
刈豕饿奋	Fх	Fу	F z	Мx	Му	M z		
LS293-3A, B								

	104 11 9	小 下元主汉	<i>, L , Z</i>	1 (盔中地展:	助いる)		
計免機學		反力(N)		モーメント(N・mm)			
刈 豕(成砧	F x	Fу	F z	Мx	Му	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Ss)

 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

$$\sigma_{wt} = \frac{|F_y|}{A_w} \qquad (4.5.4.1.2.1)$$

ここで, 引張力(圧縮力)を受ける溶接部の有効断面積Awは, 次式により求める。

 $A_w = a \cdot (h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + b_1 + b_2) \cdot (4.5, 4.1, 2.2)$

ただし、h₁, h₂, h₃, h₄, b₁, b₂は各溶接部における溶接長さを示し, 溶接部の有効 のど厚 a は、次式により求める。

 $a = 0.7 \cdot s \cdots (4.5, 4.1, 2, 3)$

(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

ここで, Awy, Awzはせん断力を受ける各方向の有効断面積, Zpは溶接断面におけるねじり断面係数を示す。

Awx, Awzは, 次式により求める。

 $A_{wx} = a \cdot (b_1 + b_2) \cdots (4.5.4.1.2.5)$

$$A_{wz} = a \cdot (h_1 + h_2 + h_3 + h_4) \cdots (4.5, 4.1, 2.6)$$

(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

$$\sigma_{wb} = \frac{M_x}{Z_x} + \frac{M_z}{Z_z}$$
 (4.5.4.1.2.7)

ここで、Zx、Zz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。

$$\sigma_{\rm w} = \sqrt{(\sigma_{\rm wt} + \sigma_{\rm wb})^2 + \tau_{\rm w}^2}$$
(4.5.4.1.2.8)

補 VI-2-6-5-47 R1

S2

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【スクラム排出水容器水位(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fts 以下であること。ただし、ftoは下表による。

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Sd 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動Ssによる 荷重との組合せの場合		
許容引張応力 <i>f</i> t o	$\frac{\mathrm{F}}{2} \cdot 1.5$	$\frac{\mathbf{F}^*}{2} \cdot 1.5$		
許容せん断応力 f s b	$\frac{\mathrm{F}}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot1.5$	$\frac{\mathrm{F}^{*}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$		

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Sd 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動Ssによる 荷重との組合せの場合
許容せん断応力 ƒ s m	$\frac{\mathrm{F}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{\mathrm{F}^{*}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

4.6 機能維持評価

4.6.1 電気的機能維持評価方法

スクラム排出水容器水位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Ss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。

スクラム排出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 4-12 に示す。

	(**************************************	
機器名称	方向	機能確認済加速度
スクラム排出水容器水位	水平	
(LS293-3A)	鉛直	
スクラム排出水容器水位	水平	
(LS293-3B)	鉛直	

表 4-12 機能確認済加速度

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

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

スクラム排出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。

【スクラム排出水容器水位(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		据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弹性設計用地震動 \$	ら d 又は静的震度	基準地震動 S s		
	耐震重要度分類		水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
スクラム排出水容器水位 (LS293-3A, B)	S	原子炉建物 EL 23.8 (EL 30.5 ^{*1})		0.05以下	Сн=1.92*2	$Cv=1.25^{*2}$	Сн=2.33*3	$Cv=2.31^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2	機器要目	
-----	------	--

部材	W (N)	d (mm)	A b (mm²)	S y (MPa)	Su (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	s	a	h 1	h 2	hз	h 4	b 1	b 2	A w	A w x	A w z	Z x	Zz	Z p	Sy	Su	F	F*
	(N)	(mm)	(mm²)	(mm ²)	(mm²)	(mm ³)	(mm ³)	(mm ³)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)							
溶接部																241 (厚さ≦16mm)	394 (厚さ≦16mm)	241	276

1.3 計算数値

1.3.1	1.3.1 基礎ボルトに作用する力 (単位											
部材		F	b	Q	b							
		弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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) (S	SS400)											
基礎ボ	ルト											
(M16) (S	SS400)											

1.3.2 溶接部に作用する力

(単位:N)

	F	x	F	у	F z		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

	М	x	М	у	M z		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S 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	溶接部						

1.4	結論
-----	----

1.4.1 基礎ボルトの応力

12				
(EE	1/1/	•	MPal	
\ +	-1.7.		MI a/	

	++>101	++	弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s	
司34公	1/1 1/1	ルロノナ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS41	引張	σь=43	f t s = 126*	σь=54	ft s =152*
(M12)		せん断	τ ь=21	f s b = 97	τ ь=26	$f_{\rm s\ b} = 117$
基礎ボルト (M12)	SS400	引張	σь=23	f t s = 144*	σь=29	ft s = 165*
		せん断	τ b=16	$f_{s b} = 111$	τ ь=20	<i>f</i> s b = 127
基礎ボルト (M16)	SS400	引張	σ _b =18	$f t s = 144^*$	σ _b =23	$f_{t s} = 165^*$
		せん断	τ ь=10	$f_{s b} = 111$	τ _b =13	f s b = 127

注記*:fts =Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

1.4.2 溶接部の応力

87

(単位:MPa)

立17 十十	*+*	亡力	弾性設計用地震動Sd 又は静的震度		基準地震動S s		
	部材	竹科	1211年 1627月	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 s m=139	$\sigma_{\rm w}=5$	f s m=159

すべて許容応力以下である。

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
スクラム排出水容器水位	水平方向	1.95	
(LS293-3A)	鉛直方向	1.94	
スクラム排出水容器水位	水平方向	1.95	
(LS293–3B)	鉛直方向	1.94	

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。

1.5 その他の機器要目

(1) 機器諸元



88

(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)	$(a \times b \times c)$	$\begin{array}{c} a \\ y \\ c \\ c \\ (a \times b \times c) \end{array}$	$(a \times b \times c)$	$\begin{array}{c} a \\ y \\ \hline \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\$	a	a	$(a \times b \times c \times d)$

68





90

- 5. スクラム排出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、スクラム排出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。

スクラム排出水容器水位は,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。

- 5.2 一般事項
 - 5.2.1 構造計画

スクラム排出水容器水位の構造計画を表 5-1 に示す。

表 5-1 構造計画



5.2.2 評価方針

スクラム排出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 出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,スクラム排出水 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」にて設定した電気的機能維 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。

スクラム排出水容器水位の耐震評価フローを図 5-1 に示す。



図 5-1 スクラム排出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 JEAG4601・補-1984 ((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 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
а	溶接部の有効のど厚	mm
А	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
Aw	溶接部の有効断面積	mm^2
b	溶接の有効長さ(z方向)	mm
Сн	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
Fь	基礎ボルト又は溶接部に作用する引張力	Ν
f s m	溶接部の許容せん断応力	MPa
fs 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
fto	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
fts	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
	(許容組合せ応力)	
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	Ν
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
Sу	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	MPa
	40℃における値	
W	計器の荷重	Ν
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
Zp	サポート鋼材のねじり断面係数	mm^3
π	円周率	—
σb	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
τb	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
0 wt	浴接部に生じる引張刀(圧縮力)により発生するせん断応力	MPa
0 w	浴坊部に生じるせん断応刀	MPa
υw	俗	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。

		我 2 我小子 3 级		
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	Ν	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

表 5-2 表示する数値の丸め方

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

スクラム排出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。スクラム排出水容器水位の耐 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 固有值解析方法

スクラム排出水容器水位の固有値解析方法を以下に示す。

- (1) スクラム排出水容器水位は、「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

スクラム排出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【スクラム排出水容器水位(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) スクラム排出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) スクラム排出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。



5.4.3 固有值解析結果

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 固有值解析結果

表告为口	モード	卓越方向	固有周期	水平方向	刺激係数	鉛直方向
機器畨号			(s)	X方向	Y方向	刺激係数
LS293-3C, D	1次	鉛直				



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、スクラム排出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 スクラム排出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

スクラム排出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

スクラム排出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。

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	原子炉非常			*	$D + P_D + M_D + S d^*$	III A S
系統施設	停止信号	スクフム排出水谷器水位高	5	**	$D+P_D+M_D+S_s$	IV A S

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)

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。

	許容限界*1, *2	限界*1,*2		
	(ボルト等以外)	(ボルト等)		
許容応力状態	一次応力	一次応力		
	せん断	引張	せん断	
III ∧ S	1.5 • f s	1.5 • f t	1.5 • f s	
IV A S	1.5 • f s *	1.5 • f t *	1.5 • f s *	

表 5-5 許容応力 (その他の支持構造物)

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。

	++ 兆1	温度条件		Sу	S u	S _y (RT)
計1111百012	竹杆	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト	SS41*	国田谭梓洱库	FO	011	20.4	
(LS293-3C, D)	(40mm<径≦100mm)	同囲現現価度	50	211	394	
溶接部	SS41*	用四個体別在	50	0.41	20.4	
(LS293-3C, D)	(厚さ≦16mm)	向囲埬現温度	50	241	394	

表 5-6 使用材料の許容応力評価条件(設計基準対象施設)

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Sd又は静的震度」及び「基準地震動Ss」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。

機器名称	据付場所 及び	固有周期 (s)		弾性 調 地震 又は静	^{役計用} 動S d 的震度	基準地震動S s	
124,112,517,123,	床面高さ (m)		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 (LS293-3C)	原子炉建物 EL 23.8 (EL 30.5 ^{*1})	0.05 以下		$C_{\rm H} =$ 1. 92 ^{*2}	$C_V =$ 1. 25 ^{*2}	С _Н = 2. 33 ^{*3}	$C_V =$ 2. 31*3
スクラム 排出水容器 水位 (LS293-3D)	原子炉建物 EL 23.8 (EL 30.5 ^{*1})	0.05 以下		$C_{\rm H} =$ 1. 92 ^{*2}	C v = 1. 25 ^{*2}	С _Н = 2. 33 ^{*3}	C v = 2. 31* ³

表 5-7 設計用地震力(設計基準対象施設)

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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

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。

対象機界	材質	反力(N)		
∧]豕(灰仙	ボルトサイズ	Fь	Q b	
LS293-3C, D	SS41 M12			

表5-8 サポート発生反力(弾性設計用地震動Sd又は静的震度)

計每燃架	材質	反力(N)		
入] 多入1成石口	ボルトサイズ	Fь	Q b	
LS293-3C, D	SS41 M12			

表5-9 サポート発生反力(基準地震動Ss)

(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

$$\sigma_{\rm b} = \frac{F_{\rm b}}{A_{\rm b}}$$
 (5. 5. 4. 1. 1. 1)

ここで、基礎ボルトの軸断面積Abは次式により求める。

$$A_{b} = \frac{\pi}{4} \cdot d^{2} \quad \dots \quad (5.5.4.1.1.2)$$

(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

$$\tau_{\rm b} = \frac{Q_{\rm b}}{A_{\rm b}}$$
 (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。

対象機哭	反力(N)			
入了现代成书店	Fь	Q b		
LS293-3C, D				

表5-10 サポート発生反力(弾性設計用地震動Sd又は静的震度)

表5-11 サポート発生反力(基準地震動Ss)

计包燃架	反力(N)				
入] 豕(成在)	Fь	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

$$\sigma_{wt} = \frac{|Fb|}{Aw}$$
 (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Awは、次式により求める。

 $A_w = a \cdot (h+b) \cdots (5.5.4.1.2.2)$

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。

 $a = 0.7 \cdot s \cdots (5.5.4.1.2.3)$

(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Aw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

$$\tau_{\rm w} = \frac{Q_{\rm b}}{A_{\rm w}}$$
 (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。

$$\sigma_{\rm w} = \sqrt{(\sigma_{\rm wt})^2 + \tau_{\rm w}^2} \quad \dots \quad (5.5.4.1.2.5)$$

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【スクラム排出水容器水位(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fts 以下であること。ただし、ftoは下表による。

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Sd 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動Ssによる 荷重との組合せの場合
許容引張応力 <i>f</i> t o	$\frac{\mathrm{F}}{2} \cdot 1.5$	$\frac{\mathbf{F}^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 ƒ s b	$\frac{\mathrm{F}}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot1.5$	$\frac{\mathrm{F}^{*}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

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Sd 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動Ssによる 荷重との組合せの場合
許容せん断応力 ƒ s m	$\frac{\mathrm{F}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{\mathrm{F}^{*}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

5.6 機能維持評価

5.6.1 電気的機能維持評価方法

スクラム排出水容器水位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Ss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。

スクラム排出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 5-12 に示す。

表 5-12 機能確認液	脊加速度	$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$
機器名称	方向	機能確認済加速度
スクラム排出水容器水位	水平	
(LS293-3C)	鉛直	
スクラム排出水容器水位	水平	
(LS293-3D)	鉛直	

表 5-12 機能確認 溶加速度

補 VI-2-6-5-47 R1 S2

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

スクラム排出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。

【スクラム排出水容器水位(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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		
機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
スクラム排出水容器水位 (LS293-3C, D)	S	原子炉建物 EL 23.8 (EL 30.5 ^{*1})	0.05以下		Сн=1.92*2	$Cv=1.25^{*2}$	Сн=2.33*3	$Cv=2.31^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要	目
---------	---

部材	W	d	Аь	Sy	S u	F	F*
	(N)	(mm)	(mm²)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト				211 (40mm≦径<100mm)	394 (40mm≦径<100mm)	211	253

部材	W	s	a	h	b	A w	S y	Su	F	F*
	(N)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
溶接部							241 (厚さ≦16mm)	394 (厚さ≦16mm)	241	276

|--|

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 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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	Fь		Q b	
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
溶接部				
$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$

1.4	結論
-----	----

1.4.1 基礎ボルトの応力

(単位:MPa)

×17 ++	++*/	亡士	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地	震動Ss
司以42	1/1 1/1	心フ」	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
++7*++	SS / 1	引張	σь=101	$f t s = 126^*$	σь=134	$f_{t s} = 152^*$
室庭 小 / レト	5541	せん断	au b =15	fs b=97	τ b=21	$f_{\rm s \ b} = 117$

注記*:fts =Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

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	++*/	内市	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動S s		
	1/1 1/1		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
溶接部	SS41	せん断	$\sigma_{\rm w}=5$	$f_{sm} = 139$	$\sigma_{\rm w}=6$	$f_{sm} = 159$	

すべて許容応力以下である。

4.3 電気的機能維持の評価結果

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
スクラム排出水容器水位	水平方向	1.95	
(LS293-3C)	鉛直方向	1.94] [
スクラム排出水容器水位	水平方向	1.95] [
(LS293-3D)	鉛直方向	1.94	

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。

1.5 その他の機器要目

(1)	機器諸元
(1)	

項目	記号	単位	入力値 (LS293-3C, D)
材質		_	SS41 STKR41
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	50
縦弾性係数	Е	MPa	201000 (SS41) 201000 (STKR41)
ポアソン比	ν		0.3
要素数		個	
節点数	—	個	



116





VI-2-6-5-48 地震加速度の耐震性についての計算書

1. 札	既要	1
2	-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. 言	平価部位	7
4. Ē	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. 柞	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. 栫	幾能維持評価	19
6.1	電気的機能維持評価方法	19
7. 言	平価結果	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、電気的機能を維持で 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 造強度評価及び電気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			市町町々主地ンと下回											
基礎・支持構造	主体構造		「⋈୴압件」と凶											
 基礎・支持構造 地震加速度は、基礎ボル トで基礎に設置する。 	主体構造 地震加速度検出器	機 名 た 横 さ	<u>様</u> (VbS 293 -1A) 320 550 340	後出器 (VbS 293 -1B) 320 550 340	► (正 (平 (平 (平 (平)) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (横 震加速度 (VbS 293 -1D) 320 550 340	▼	高 之 (VbS 293 -2B) 320 550 340	<u>基</u> 截 (VbS 293 -2C) 320 550 340	Eボルト (VbS 293 -2D) 320 550 340	★ たて (側面図) (側面図) (別面図) (VbS 293 -3A) 320 550 340	★ 素加速度 (VbS 293 -3B) 320 550 340	度(鉛直 (VbS 293 -3C) 320 550 340 (単位	 (VbS 293 -3D) 320 550 340 Z : mm)
1														

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」 にて設定した電気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 JEAG4601・補-1984 ((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 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
Аb	基礎ボルトの軸断面積	mm^2
Сн	水平方向設計震度	
Сv	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
Fь	基礎ボルトに作用する引張力(1本当たり)	Ν
$f_{ m s\ b}$	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
ft o	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
fts	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	
Qь	基礎ボルトに作用するせん断力	Ν
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
π	円周率	—
σb	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
τb	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa

注記*: $\ell_1 \leq \ell_2$

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。

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	S	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度	_	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
温度	°C		_	整数位
質量	kg		_	整数位
長さ	mm		—	整数位*1
面積	mm^2	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁*2
力	Ν	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

表 2-2 表示する数値の丸め方

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	(単位:s)	
地震加速度 (水平)	水平	0.05以下
(VbS293-1A)	鉛直	0.05以下
地震加速度 (水平)	水平	0.05以下
(VbS293-1B)	鉛直	0.05以下
地震加速度 (水平)	水平	0.05以下
(VbS293-1C)	鉛直	0.05以下
地震加速度 (水平)	水平	0.05以下
(VbS293-1D)	鉛直	0.05以下
地震加速度 (水平)	水平	0.05以下
(VbS293-2A)	鉛直	0.05以下
地震加速度 (水平)	水平	0.05以下
(VbS293-2B)	鉛直	0.05以下
地震加速度 (水平)	水平	0.05以下
(VbS293-2C)	鉛直	0.05以下
地震加速度 (水平)	水平	0.05以下
(VbS293-2D)	鉛直	0.05以下
地震加速度(鉛直)	水平	0.05以下
(VbS293-3A)	鉛直	0.05以下
地震加速度(鉛直)	水平	0.05以下
(VbS293-3B)	鉛直	0.05以下
地震加速度(鉛直)	水平	0.05以下
(VbS293-3C)	鉛直	0.05以下
地震加速度(鉛直)	水平	0.05以下
(VbS293-3D)	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。

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	原子炉非常			ž	$D + P_D + M_D + S d^*$	III ∧ S
系統施設	停止信号	地震加速度大	S	^	$D + P_D + M_D + S_s$	IV A S

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)

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。

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 ∧ S	1.5 • f t	1.5 • f s			
IV A S	1.5 • f t *	1.5 • f s *			

表 5-2 許容応力 (その他の支持構造物)

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)

亚研究材	****	温度条	4	S y	S u	S y (R T)
	14 14	$(^{\circ}C)$		(MPa)	(MPa)	(MPa)
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Sd又は静的震度」及び「基準地震動Ss」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。

	据付場所 及び	固有(;	固有周期弾性設計(s)又は		地震動Sd 的震度	基準地震	基準地震動S s	
機器名称 	床面高さ (m)	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	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	$C_{\rm H} = 0.71^{*2}$	$Cv=0.48^{*2}$	Сн=1.41*3	$Cv = 1.05^{*3}$	
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	$C_{\rm H} = 0.71^{*2}$	$Cv=0.48^{*2}$	$C_{H}=1.41^{*3}$	$C_V = 1.05^{*3}$	
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	$C_{\rm H} = 0.71^{*2}$	$C_V = 0.48^{*2}$	$C_{H}=1.41^{*3}$	$C_V = 1.05^{*3}$	
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	$C_{\rm H} = 0.71^{*2}$	$C_V = 0.48^{*2}$	$C_{H}=1.41^{*3}$	$Cv=1.05^{*3}$	
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	Сн=1.56*2	$Cv=1.31^{*2}$	$C_{H}=2.07^{*3}$	$Cv=2.39^{*3}$	
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	Сн=1.56*2	$Cv=1.31^{*2}$	$C_{\rm H}=2.07^{*3}$	$Cv=2.39^{*3}$	
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	$C_{H}=1.56^{*2}$	$Cv=1.31^{*2}$	$C_{H}=2.07^{*3}$	$Cv=2.39^{*3}$	
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	Сн=1.56*2	$Cv = 1.31^{*2}$	$C_{H}=2.07^{*3}$	$Cv=2.39^{*3}$	
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	$C_{\rm H} = 0.71^{*2}$	$Cv=0.48^{*2}$	$C_{H}=1.41^{*3}$	$Cv=1.05^{*3}$	
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	$C_{\rm H} = 0.71^{*2}$	$Cv=0.48^{*2}$	$C_{H}=1.41^{*3}$	$Cv=1.05^{*3}$	
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	$C_{\rm H} = 0.71^{*2}$	$Cv=0.48^{*2}$	$C_{H}=1.41^{*3}$	$Cv=1.05^{*3}$	
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	$C_{\rm H} = 0.71^{*2}$	$C_V = 0.48^{*2}$	$C_{H}=1.41^{*3}$	$Cv=1.05^{*3}$	

表 5-4 設計用地震力(設計基準対象施設)

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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

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)≧0



図5-2 計算モデル(長辺方向転倒)(1-C_V)≧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

$$F_{b} = \frac{\mathbf{m} \cdot \mathbf{C}_{H} \cdot \mathbf{h} \cdot \mathbf{g} - \mathbf{m} \cdot (1 - \mathbf{C}_{V}) \cdot \ell_{1} \cdot \mathbf{g}}{\mathbf{n}_{f} \cdot (\ell_{1} + \ell_{2})}$$
(5.4.1.1.1)

計算モデル図5-3,図5-4の場合の引張力

$$F_{b} = \frac{m \cdot C_{H} \cdot h \cdot g - m \cdot (1 - C_{V}) \cdot \ell_{2} \cdot g}{n_{f} \cdot (\ell_{1} + \ell_{2})}$$
(5.4.1.1.2)

(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

 $Q_{b} = \mathbf{m} \cdot C_{H} \cdot \mathbf{g} \quad \cdots \quad (5.4.1.1.5)$

せん断応力

 \sim

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fts以下であること。ただし、ftoは下表による。

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fsb以下であること。ただし, fsbは下表による。

	弾性設計用地震動Sd 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動Ssによる 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f t o	$\frac{\mathrm{F}}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 ƒ s b	$\frac{\mathrm{F}}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot1.5$	$\frac{\mathrm{F}^{*}}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot 1.5$

- 6. 機能維持評価
- 6.1 電気的機能維持評価方法

地震加速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Ss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気的機能の健全性を確認し た評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 6-1 に示す。

表 6-1 機能	確認済加速度	$(\times 9.8 \text{m/s}^2)$
機器名称	方向	機能確認済加速度
地震加速度(水平)	水平	
(VbS293-1A)	鉛直	
地震加速度(水平)	水平	
(VbS293-1B)	鉛直	
地震加速度 (水平)	水平	
(VbS293-1C)	鉛直	
地震加速度(水平)	水平	
(VbS293-1D)	鉛直	
地震加速度 (水平)	水平	
(VbS293-2A)	鉛直	
地震加速度(水平)	水平	
(VbS293-2B)	鉛直	
地震加速度(水平)	水平	
(VbS293-2C)	鉛直	
地震加速度(水平)	水平	
(VbS293-2D)	鉛直	
地震加速度(鉛直)	水平	
(VbS293-3A)	鉛直	
地震加速度(鉛直)	水平	
(VbS293-3B)	鉛直	
地震加速度(鉛直)	水平	
(VbS293-3C)	鉛直	
地震加速度(鉛直)	水平	
(VbS293-3D)	鉛直	

- 7. 評価結果
- 7.1 設計基準対象施設としての評価結果
 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。

【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

		据付場所及び床面高さ]期(s)	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度
機器名称	耐震重要度分類	(m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	(°C)
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	$C_H = 0.71^{*2}$	$Cv=0.48^{*2}$	С н=1.41*3	$Cv=1.05^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	Аь (mm²)	n	Sy (MPa)	Su (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113. 1	4	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

	0	0				転倒	方向
部材	ℓ 1 * (mm)	ℓ₂* (mm)	n f *	F (MPa)	F* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
甘花子 1	110	110	2	011	050	信讯士卢	信冲士中
基礎ホルト	190	230	2	211	253	短边方问	短辺方回

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。

(単位:N)

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

	F	b	Q b		
部材	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

* 17++	++101	亡士	弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動S s	
前5个/	1/1 不十	心刀	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
甘7株-13-1	0041	引張	σ b=0	f t s = 158*	σь=2	f t s = 190*
基礎ホルト	5541	せん断	au b =1	f s b =122	τ b=3	<i>f</i> s b =146

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

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
地震加速度 (水平)	水平方向	1. 17	
(VbS293-1A)	鉛直方向	0.87	

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。



【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

		据付場所及び床面高さ	固有周	引期(s)	弾性設計用地震動	S d 又は静的震度	基準地震	€動S s	周囲環境温度
機器名称	耐震重要度分類	(m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	(°C)
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	Сн=0.71*2	$C v = 0.48^{*2}$	С н=1. 41*3	$Cv=1.05^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	Аь (mm²)	n	Sy (MPa)	Su (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113. 1	4	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

	<i>Q</i> .	0			F* (MPa)	転倒方向	
部材	ℓ 1 * (mm)	ℓ₂* (mm)	n f *	F (MPa)		弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
발생관이	110 110 2	011	050		层调卡卢		
基礎ホルト	190	230	2	211	253	短辺万回	短辺方向

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。

(単位:N)

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

	F	b	Q b		
部材	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S 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

25

1.4.1 ボルトの応力

(単位:MPa)

	++\01	rt= -1-	弾性設計用地震動	動Sd又は静的震度	基準地震動 S s		
61242	材料		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
	0041	引張	σ b=0	f t s = 158*	σь=2	f t s = 190*	
金曜小ルト	5541	せん断	au b =1	<i>f</i> s b =122	τ b=3	<i>f</i> s b =146	

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

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
地震加速度 (水平)	水平方向	1. 17	
(VbS293-1B)	鉛直方向	0.87	

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。



【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

		据付場所及び床面高さ	固有周	引期(s)	弾性設計用地震動	Sd 又は静的震度	基準地震	€動S s	周囲環境温度
機器名称	耐震重要度分類	(m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	(°C)
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	Сн=0.71*2	$Cv=0.48^{*2}$	Сн=1.41*3	$Cv=1.05^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	Аь (mm²)	n	Sy (MPa)	Su (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113. 1	4	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

	<i>Q</i> .	<i>Q</i> .			F* (MPa)	転倒方向	
部材	ℓ 1 * (mm)	ℓ₂* (mm)	n f *	F (MPa)		弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
	110	110	2		050	短辺方向	
基礎ホルト	190	230	2	211	253		湿辺方回

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。

(単位:N)

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

	F	b	Q b		
部材	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S 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)

* 77++	++101	亡士	弾性設計用地震動	動Sd又は静的震度	基準地震動 S s		
于13个A	竹科	心刀	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
	0041	引張	σ b=0	f t s = 158*	σь=2	f t s = 190*	
基礎ホルト	5541	せん断	au b =1	<i>f</i> s b =122	τ b=3	<i>f</i> s b =146	

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

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
地震加速度 (水平)	水平方向	1. 17	
(VbS293-1C)	鉛直方向	0.87	

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。



【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

	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Sd又は静的震度		基準地震動S s		周囲環境温度
機器名称			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	(°C)
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	Сн=0.71*2	$C v = 0.48^{*2}$	Сн=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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	Аь (mm²)	n	Sy (MPa)	Su (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113. 1	4	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

	ℓ 1 * (mm)	ℓ₂* (mm)	n f*	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
部材						弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト	110	110	2	011	253	短辺方向	短辺方向
	190	230	2	211			

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								
	F	b	Q b					
部材	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S 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

31

1.4.1 ボルトの応力

(単位:MPa)

÷17++	材料	応力	弾性設計用地震動	助Sd又は静的震度	基準地震動 S s		
音以本			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
++***** 1× 1	SS41	引張	σ b=0	f t s = 158*	σь=2	f t s = 190*	
基礎ホルト		せん断	au b $= 1$	<i>f</i> s b =122	τ b=3	$f_{\rm s \ b} = 146$	

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

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
地震加速度(水平)	水平方向	1. 17	
(VbS293-1D)	鉛直方向	0.87	

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。 S2 補 VI-2-6-5-48 R1


【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

		据付場所及び床面高さ	固有周期(s)		弾性設計用地震動	弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s	
機器名称	耐震重要度分類	(m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	(°C)
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	Сн=1.56*2	$Cv=1.31^{*2}$	С н=2.07*3	$Cv=2.39^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	Аь (mm²)	n	Sy (MPa)	Su (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113. 1	4	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

						転倒方向		
部材	ℓ 1 * (mm)	ℓ₂* (mm)	n f *	F (MPa)	F* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	
발생관이	110	110	2	2	050		短辺方向	
基礎ホルト	190	230	2	211	253	短辺方回		

(単位:N)

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用す	する力
---------------	-----

	F	b	Q b		
部材	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S 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

34

1.4.1 ボルトの応力

(単位:MPa)

÷17++	++\01	亡士	弾性設計用地震動	動Sd又は静的震度	基準地震動S s		
音以本	竹科	心刀	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
甘7枚	0041	引張	σь=3	f t s = 158*	σь=5	f t s = 190*	
奉碇ホルト	5541	せん断	τ b=3	<i>f</i> s b =122	au b=4	<i>f</i> s b =146	

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

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
地震加速度 (水平)	水平方向	1. 17	
(VbS293-2A)	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)(VbS293-2B)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

		据付場所及び床面高さ	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度
機器名称	耐震重要度分類	(m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	(°C)
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	Сн=1.56*2	$Cv=1.31^{*2}$	С н=2.07*3	$Cv=2.39^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

D24662411	-						
部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	Аь (mm²)	n	Sy (MPa)	Su (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113. 1	4	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

						転倒方向	
部材	ℓ 1 * (mm)	ℓ₂* (mm)	n f *	F (MPa)	F* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
발생관이	110	110	2		050	短辺方向	信冲十百
基礎ボルト	190	230	2	211	253		短辺方回

1.3 計算数値

 (単位:N)

 (単位:N)

 Fb
 Qb

 部材
 弾性設計用地震動 Sd又は静的震度
 基準地震動Ss
 弾性設計用地震動 Sd又は静的震度
 基準地震動Ss

 基礎ボルト
 Image: Colspan="3">Image: Colspan="3">Image: Colspan="3">(単位:N)

1.4 結論

37

1.4.1 ボルトの応力

(単位:MPa)

	++101	₽ +	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動 S s		
台小 村	们科	ルロノJ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
甘 <i>7</i> 株	0041	引張	σь=3	f t s = 158*	σь=5	f t s = 190*	
産碇小ルト	5541	せん断	τь=3	f s b =122	au b=4	$f_{\rm s \ b} = 146$	

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

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
地震加速度 (水平)	水平方向	1. 17	
(VbS293-2B)	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。 S2 補 VI-2-6-5-48 R1



【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

		据付場所及び床面高さ	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度
機器名称	耐震重要度分類 (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	(°C)	
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	Сн=1.56*2	$Cv=1.31^{*2}$	С н=2.07*3	$Cv=2.39^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	A b (mm²)	n	Sy (MPa)	S u (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113. 1	4	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

	0	<i>Q</i> .				転倒方向		
部材	ℓ 1 * (mm)	$\begin{array}{c cccc} \ell_1 * & \ell_2 * & & \\ (mm) & (mm) & & n f * & (MPa) \end{array}$	F (MPa)	F* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s		
발깨관이	110	110	2	011	050		层四十百	
基礎ボルト	190	230	2	211	253	湿辺方回	短辺万问	

1.3 計算数値

 (単位:N)

 (単位:N)

 Fb
 Qb

 部材
 弾性設計用地震動 Sd又は静的震度
 基準地震動Ss
 弾性設計用地震動 Sd又は静的震度
 基準地震動Ss

 基礎ボルト
 Image: Colspan="3">Image: Colspan="3">Image: Colspan="3">(単位:N)

1.4 結論

40

1.4.1 ボルトの応力

(単位:MPa)

***	++101	rt - 1-	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動S s		
司之内	竹科	心刀	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
基礎ボルト	SS41	引張	σ _b =3	f t s = 158*	σь=5	f t s = 190*	
		せん断	τ b=3	f s b =122	τ b=4	<i>f</i> s b =146	

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

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
地震加速度 (水平)	水平方向	1. 17	
(VbS293-2C)	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。



41



-Ò

-Ġ

-Ġ

-¢

A~A矢視図

【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

		据付場所及び床面高さ	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動S s		周囲環境温度
機器名称	機器名称 耐震重要度分類 (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	(°C)	
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	Сн=1.56*2	$Cv=1.31^{*2}$	С н=2.07*3	$Cv=2.39^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	Аь (mm²)	n	Sy (MPa)	Su (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113. 1	4	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

	<i>Q</i> .	0				転倒方向		
部材	ℓ 1 * (mm)	ℓ₂* (mm)	n f *	F (MPa)	F* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	
발생관이	110	110	2	011	050	候评于中	标识十点	
基礎ボルト	190	230	2	211	253	短辺方回	短辺万回	

1.3 計算数値

 I.3.1 ボルトに作用する力
 (単位:N)

 部材
 Fb
 Qb

 部材
 弾性設計用地震動 S d 又は静的震度
 基準地震動Ss
 弾性設計用地震動 S d 又は静的震度
 基準地震動Ss

 基礎ボルト
 Image: Signal Signal

1.4 結論

43

1.4.1 ボルトの応力

(単位:MPa)

立花本本	++>(c)	₽ +	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動S s		
司之内	竹科	心刀	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
基礎ボルト	00.41	引張	σ b=3	f t s = 158*	σь=5	ft s =190*	
	SS41	せん断	τь=3	<i>f</i> s b =122	au b=4	fs b $=$ 146	

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

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	
地震加速度 (水平)	水平方向	1. 17		
(VbS293-2D)	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(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)		据付場所及び床面高さ	固有周期(s)		弾性設計用地震動 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	(°C)		
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	$Cv=0.48^{*2}$	Сн=1.41*3	$Cv = 1.05^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	Аь (mm²)	n	Sy (MPa)	Su (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113. 1	4	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

l *						転倒方向		
部材	ℓ ₁ * (mm)	ℓ₂* (mm)	n f *	* F (MPa)	F* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	
	110 110 2 ott	050						
基礎ボルト	190	230	2	211	253	短辺方回	短辺万回	

(単位:N)

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

	F	b	Qb		
部材	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S 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

46

1.4.1 ボルトの応力

(単位:MPa)

部材 材料	++101	亡士	弾性設計用地震動	助Sd又は静的震度	基準地震動S s		
	竹科	ルビノノ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
基礎ボルト S	00.41	引張	σ b=0	f t s = 158*	σь=2	f t s = 190*	
	5541	せん断	au b =1	<i>f</i> s b =122	τ b=3	$f_{\rm s \ b} = 146$	

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

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
地震加速度(鉛直)	水平方向	1. 17	
(VbS293-3A)	鉛直方向	0.87	

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。





A I

【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

		据付場所及び床面高さ	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度
機器名称	機器名称 耐震重要度分類 (m)	(m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	(°C)
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	$C_H = 0.71^{*2}$	$Cv=0.48^{*2}$	С н=1.41*3	$Cv=1.05^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	Аь (mm²)	n	Sy (MPa)	Su (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113. 1	4	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

	<i>Q</i> .	<i>Q</i> .		F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向		
部材	ℓ 1 * (mm)	ℓ₂* (mm)	n f *			弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	
基礎ボルト 110 190	110	2	011	050				
	190	230	2	211	253	短辺方回	短边方问	

(単位:N)

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

	F	b	Q b		
部材	部材弾性設計用地震動Sd又は静的震度		弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	
基礎ボルト					

1.4 結論

49

1.4.1 ボルトの応力

(単位:MPa)

部材 材	++101	rt= -1-	弾性設計用地震動	助Sd又は静的震度	基準地震動 S s		
	竹科	心刀	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
基礎ボルト	SS41	引張	σ b=0	f t s = 158*	σь=2	f t s = 190*	
		せん断	au b =1	f s b =122	τ b=3	<i>f</i> s b =146	

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

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
地震加速度(鉛直)	水平方向	1. 17	
(VbS293-3B)	鉛直方向	0.87	

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。



【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		据付場所及び床面高さ	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度
	(m)	水平方向	水平方向 鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	(°C)	
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	$Cv=0.48^{*2}$	Сн=1.41*3	$Cv = 1.05^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	Аь (mm²)	n	Sy (MPa)	Su (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113. 1	4	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

	<i>Q</i> .	ℓ₂* (mm)	n f *			転倒方向	
部材	ℓ 1 * (mm)			F (MPa)	F* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト	110	110	2	011	050		信讯士白
	190	230	2	211	211 253	短辺方回	短辺万回

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位								
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

52

1.4.1 ボルトの応力

(単位:MPa)

部材	++101	応力	弾性設計用地震動	助Sd又は静的震度	基準地震動 S s		
	竹科		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
基礎ボルト	SS41	引張	σ b=0	f t s = 158*	σь=2	f t s = 190*	
		せん断	au b =1	f s b =122	τ b=3	<i>f</i> s b =146	

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

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
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。



【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Sd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	(°C)
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	Сн=0.71*2	$C v = 0.48^{*2}$	Сн=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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	Аь (mm²)	n	Sy (MPa)	Su (MPa)
基礎ボルト		85	12 (M12)	113. 1	4	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

	<i>Q</i> .	ℓ₂* (mm)	n f *			転倒方向	
部材	ℓ 1 * (mm)			F (MPa)	F* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト	110	110	2	011	050		信讯士白
	190	230	2	211	211 253	短辺方回	短辺万回

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力								
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	++\\cl	応力	弾性設計用地震動	助Sd又は静的震度	基準地震動S s		
	机科		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
基礎ボルト	SS41	引張	σ b=0	f t s = 158*	σь=2	f t s = 190*	
		せん断	au b =1	f s b =122	τ b=3	<i>f</i> s b =146	

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

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
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。



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

1. 柞	既要	1
2	-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. 言	平価部位	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. 柞	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. 柞	幾能維持評価	40
6.1	電気的機能維持評価方法	40
7. 言	评価結果	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、電気的機 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気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						
基礎・支持構造	主体構造	燃略構造凶				
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。	主蒸気管トンネル温度 検出器	(天井) (天井) サポート鋼材 サポート鋼材 (山形鋼) (山形鋼) (山田部鋼) (山田部) (山面図) (正面図)				
		対象機器 TE202-4A TE202-4B TE202-4C TE202-4D たて 横 高さ				

表 2-2 構造計画 (その 2) (1/2)



表 2-2 構造計画(その 2)(2/2)

計画の概要							
基礎・支持構造	主体構造	燃料的 化 化 化 化 化 化 化 化 化 化 化 化 化 化 化 化 化 化 化					
		计在批职		TEOOD ED	TEDAD EC	TEROR ED	
		対象機研	TEZUZ-DA	1E202-5B	1E202-50	1E202-5D	
		高さ					
		対象機器	TE202-7A	TE202-7B	TE202-7C	TE202-7D	
		たて					
		横					
		「一一」の「一」の「一」の「「」の「「」の「」の「」の「」の「」の「」の「」の「」の「」の「」の「」の					
						(単位:mm)	

表 2-3 構造計画 (その3)



表 2-4 構造計画 (その 4)



表 2-5 構造計画 (その5)



 $\overline{}$

表 2-6 構造計画 (その 6)



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」にて設定した電気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 JEAG4601・補-1984 ((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987((社)日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 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
А	サポート鋼材の断面積	mm^2
Ab	基礎ボルトの軸断面積	mm^2
Сн	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
Fь	基礎ボルトに作用する引張力	Ν
fsb	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
fto	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
fts	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
	(許容組合せ応力)	
g	重力加速度(=9.80665)	m/s^2
${f Q}$ b	基礎ボルトに作用するせん断力(1本当たり)	Ν
S u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
Sу	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	MPa
	40℃における値	
W	検出器の荷重	Ν
W1	検出器の荷重	Ν
W2	電線管類の荷重	Ν
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	—
σь	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
au 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。

		五二 - 五小 - 5 S		
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	Ν	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

表 2-7 表示する数値の丸め方

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 固有值解析方法

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

- (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。







17

4.3 固有值解析結果

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。

			固有周期	水平方向	刺激係数	鉛直方向
機畚畨亏	モード	早越万回	(s)	X方向	Z方向	刺激係数
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				

表 4-1 固有值解析結果



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。

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	工学的安全	ンサロロがら	主蒸気管トン		*	$D + P_D + M_D + S d^*$	III A S
系統施設	施設等の起 動信号	王烝気隔離开	ネル温度高	S	*	$D+P_D+M_D+S_s$	IV A S

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)

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。

	許容限界 ^{*1,*2} (ボルト等)			
許容応力状態	一次応力			
	引張	せん断		
III A S	1.5 • f t	1.5 • f s		
IV A S	1.5 • f t *	1.5 • f s *		

表 5-2 許容応力 (その他の支持構造物)

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。

	***	温度条件		Sу	S u	S y (R T)
計1111111111111111111111111111111111111	竹科	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
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	

表 5-3 使用材料の許容応力評価条件(設計基準対象施設)

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Sd又は静的震度」及び「基準地震動Ss」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。

 据付場所 及び 		固有周期 (s)		弾性設計用 地震動 S d 又は静的震度		基準地震動S s	
1)%16~111	床面高さ (m)	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	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	$C_{\rm H} =$ 1. 19 ^{*2}	$C_V =$ 1. 10 ^{*2}	С _Н = 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	С _Н = 1. 19 ^{*2}	$C_V =$ 1. 10 ^{*2}	С _Н = 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	С _Н = 1.19 ^{*2}	$C_V =$ 1. 10 ^{*2}	С _Н = 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	С _Н = 1. 19 ^{*2}	$C_V =$ 1.10 ^{*2}	С _Н = 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		$C_{\rm H} =$ 1. 19 ^{*2}	$C_V =$ 1. 10 ^{*2}	С _Н = 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		С _Н = 1. 19 ^{*2}	$C_V =$ 1. 10 ^{*2}	С _Н = 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		С _Н = 1. 19 ^{*2}	$C_V =$ 1. 10 ^{*2}	С _Н = 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		$C_{\rm H} =$ 1.19 ^{*2}	$C_V =$ 1. 10 ^{*2}	$C_{H} =$ 1.73* ³	$C_V =$ 2.07*3

表 5-4 (1/2) 設計用地震力(設計基準対象施設)

据付場所 機器名称 及び		固有周期 (s)		弾性設計用 地震動 S d 又は静的震度		基準地震動S s	
120 HH - H - FI - FI -	床面高さ (m)	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	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	С _Н = 1. 19 ^{*2}	$C_V =$ 1. 10 ^{*2}	С _Н = 1.73 ^{*3}	$Cv = 2.07^{*3}$
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	С _Н = 1. 19 ^{*2}	$C_V =$ 1. 10 ^{*2}	С _Н = 1.73 ^{*3}	$Cv = 2.07^{*3}$
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		С _Н = 1. 19 ^{*2}	$C_V =$ 1. 10 ^{*2}	С _Н = 1.73 ^{*3}	Cv = 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	С _Н = 1. 19 ^{*2}	$C_V =$ 1. 10 ^{*2}	С _Н = 1.73 ^{*3}	$Cv = 2.07^{*3}$
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		$C_{\rm H} =$ 1. 19 ^{*2}	$C_V =$ 1. 10 ^{*2}	С _Н = 1. 73 ^{*3}	Cv = 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		С _Н = 1. 19 ^{*2}	$C_V =$ 1. 10 ^{*2}	С _Н = 1.73 ^{*3}	$Cv = 2.07^{*3}$
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		С _Н = 1. 19 ^{*2}	$C_V =$ 1. 10 ^{*2}	С _Н = 1.73 ^{*3}	$Cv = 2.07^{*3}$
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		$C_{\rm H} =$ 1. 19 ^{*2}	$C_V =$ 1. 10 ^{*2}	С _Н = 1.73 ^{*3}	Cv = 2.07* ³

表 5-4 (2/2) 設計用地震力(設計基準対象施設)

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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

30

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。

対象機器	で、 反力 (弾性設計F 又は静的	<u>(N)</u> 用地震動Sd 内震度)	反力(N) (基準地震動Ss)		
	Fь	\mathbf{Q} b	Fь	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					

表5-5 サポート発生反力

(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

$$\sigma_{b} = \frac{F_{b}}{A_{b}}$$
 (5.4.1.1.1)

ここで、基礎ボルトの軸断面積Abは次式により求める。
Ab =
$$\frac{\pi}{4} \cdot d^2$$
 (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

$$\tau_{\rm b} = \frac{Q_{\rm b}}{A_{\rm b}}$$
 (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(TE202-7B)の耐震性についての計算結 果】、【主蒸気管トンネル温度(TE202-7B)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】、【主蒸気管トンネル温度(TE202-7D)の耐震性についての計算結 についての計算結 についての計算結 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fts以下であること。ただし、ftoは下表による。

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 s b以下であること。ただし、f s bは下表による。

	弾性設計用地震動Sd 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動Ssによる 荷重との組合せの場合
許容引張応力 <i>f</i> t o	$\frac{\mathrm{F}}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 <i>f</i> sb	$\frac{\mathrm{F}}{1.5\cdot\sqrt{3}}\cdot1.5$	$\frac{\mathrm{F}^{*}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

- 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Ss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	水平	
(TE202-4A)	鉛直	
主蒸気管トンネル温度	水平	
(TE202-4B)	鉛直	
主蒸気管トンネル温度	水平	
(TE202-4C)	鉛直	
主蒸気管トンネル温度	水平	
(TE202-4D)	鉛直	
主蒸気管トンネル温度	水平	
(TE202–5A)	鉛直	
主蒸気管トンネル温度	水平	
(TE202–5B)	鉛直	
主蒸気管トンネル温度	水平	
(TE202–5C)	鉛直	
主蒸気管トンネル温度	水平	
(TE202–5D)	鉛直	

表 6-1 (2/2)	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	水平	
(TE202–6A)	鉛直	
主蒸気管トンネル温度	水平	
(TE202–6B)	鉛直	
主蒸気管トンネル温度	水平	
(TE202–6C)	鉛直	
主蒸気管トンネル温度	水平	
(TE202-6D)	鉛直	
主蒸気管トンネル温度	水平	
(TE202-7A)	鉛直	
主蒸気管トンネル温度	水平	
(TE202-7B)	鉛直	
主蒸気管トンネル温度	水平	
(TE202-7C)	鉛直	
主蒸気管トンネル温度	水平	
(TE202-7D)	鉛直	

- 7. 評価結果
- 7.1 設計基準対象施設としての評価結果

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。

【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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		
機器名称	耐震重要度分類	分類 据付場所及び床面高さ (m) 水平	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
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	Сн=1.19*2	$Cv=1.10^{*2}$	Сн=1.73*3	$Cv=2.07^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	W	d	Аь	S y	S u	F	F*
	(N)	(mm)	(mm²)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(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 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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	++*/	亡士	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動S s		
	1/1 1/7	応力	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
基礎ボルト	SS41	引張	σ ь=2	$f t s = 124^*$	σ b=3	ft s =149*	
		せん断	τ b=1	fsb =96	au b=1	<i>f</i> s b =115	

注記*: fts =Min[1.4・fto-1.6・τb, fto] すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

,	(()
$(\times 0)$	g_m/c^2
(^).	0111/5/

		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。

1.5 その他の機器要目

(1) 機奋奋刀	(1)	機器諸元
----------	-----	------

(1)们成有的日子口			
項目	記号	単位	入力値 (TE202-4A)
材質	_	_	SS41
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	60
縦弾性係数	Е	MPa	200600
ポアソン比	ν	_	0.3
要素数	_	個	
節点数	_	個	



45 r

(2) 部材の機器	要目
材料	サポート鋼材
対象部材	0
A (mm^2)	
Z 1 (mm ³)	
Z 2 (mm ³)	
Z_{p} (mm ³)	
断面形状(mm)	a

 $Z \xrightarrow{Y} X$



【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

]期(s)	弾性設計用地震動:	5 d 又は静的震度	基準地震動 S s		
機器名称	耐震重要度分類	震重要度分類 据付場所及び床面高さ (m) 水 ³	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
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	Сн=1.19*2	$Cv=1.10^{*2}$	Сн=1.73*3	$Cv=2.07^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	W	d	Аь	Sу	Su	F	F*
	(N)	(mm)	(mm²)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト				208 (40mm<径≦100mm)	389 (40mm<径≦100mm)	208	249
1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位:N)

	F	b	Q b		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

						,		
×17 ++	材料	++>(c)	++**1	亡士	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地)	震動S s
百り72	1/1 1/7	ሥር ጋጋ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力		
甘水ゼルト	CC / 1	引張	σ ь=2	ft s $=124*$	σ ь=3	ft s =149*		
差岐 か/レト	5541	せん断	τ b=1	fsb =96	τ b=1	<i>f</i> s b =115		

A 注記*: fts =Min[1.4・fto-1.6・てb, fto] すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

$(\times 9)$	$8m/c^2$
$(\land 9.$	OIII/S/

		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	水平方向	1.44	
(TE202-4B)	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

(1) 機器諸元			
項目	記号	単位	入力値 (TE202-4B)
材質	_	_	SS41
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	60
縦弾性係数	Е	MPa	200600
ポアソン比	ν	_	0. 3
要素数	_	個	
節点数		個	







【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

			固有周]期(s)	弾性設計用地震動:	5 d 又は静的震度	基準地創	€動Ss	
機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
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	Сн=1.19*2	$Cv=1.10^{*2}$	Сн=1.73*3	$Cv=2.07^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	W	d	A b	Sу	S u	F	F*
	(N)	(mm)	(mm²)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト				208 (40mm<径≦100mm)	389 (40mm<径≦100mm)	208	249

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位:N)

	F	b	Q b		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

						· · · · ·
立77 十十	材料	内市	弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s	
日になって	1/1 1/7	ルレノJ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
甘本ギルト	CC / 1	引張	σ ь=2	ft s $=124*$	σ b=3	ft s =149*
産硬ホルト	5541	せん断	τ b=1	fsb =96	au b =1	<i>f</i> s b =115

5 注記*: fts =Min[1.4・fto-1.6・てb, fto] すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

$(\times 9)$	$8m/s^{2}$
(~ 3.	OIII/S/

		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	水平方向	1.44	
(TE202-4C)	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

Y

Х

Z 🖊

1.5 その他の機器要目

(1) 筬宿舶兀	(1)	機器諸元
----------	-----	------

項目	記号	単位	入力値 (TE202-4C)
材質	_	_	SS41
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	60
縦弾性係数	Е	MPa	200600
ポアソン比	ν	_	0.3
要素数	_	個	
節点数	_	個	



(2)	部材の機器要目	





<u>A-A</u>矢視図



【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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s			
機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)	
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	Сн=1.19*2	$Cv=1.10^{*2}$	Сн=1.73*3	$Cv=2.07^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	W	d	Аь	S y	S u	F	F*
	(N)	(mm)	(mm²)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト				208 (40mm<径≦100mm)	389 (40mm<径≦100mm)	208	249

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位:N)

	F	b	Q b		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

立 17 + +	++水[内市	弾性設計用地震動	助Sd又は静的震度	基準地震動 S s			
日になって	(1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (1975) (算出応力	許容応力	算出応力	許容応力			
基礎ボルト	SS41 —	引張	σ ь=2	ft s $=124*$	σ b=3	ft s =149*		
		せん断	τ b=1	fsb =96	au b =1	<i>f</i> s b =115		

Son 注記*: fts = Min[1.4・fto-1.6・てb, fto] すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

$(\times 9)$	$8m/s^{2}$
(~ 3.	OIII/S/

		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	水平方向	1.44				
(TE202-4D)	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

項目	記号	単位	入力値 (TE202-4D)
材質	_	_	SS41
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	60
縦弾性係数	Е	MPa	200600
ポアソン比	ν	_	0.3
要素数	—	個	
節点数	_	個	



54 (2) 部材の機器要目

(=) FITT : DATE :	
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)	a





【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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s			
機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)	
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		Сн=1.19*2	$Cv = 1.10^{*2}$	Сн=1.73*3	$Cv=2.07^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	W	d	Аь	Sу	S u	F	F*
	(N)	(mm)	(mm²)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト				208 (40mm<径≦100mm)	389 (40mm<径≦100mm)	208	249

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位:N)

	F	Ь	Q b		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

立17 + +	++*(内中	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動S s		
ראינים	1/1 /24	ルロノリ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
甘加+ギルト	SS400	引張	σ b=1	f t s = 124*	σ b=2	$f_{\rm t \ s} = 149^*$	
基礎ホルト	相当せん断	せん断	au b =1	<i>f</i> s b =96	au b=1	f s b =115	

5 注記*: fts =Min[1.4・fto-1.6・てb, fto] すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

$(\times 9)$	$8m/c^2$
$(\land 9.$	OIII/S/

		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	水平方向	1.44	
(TE202-5A)	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

|--|

項目	記号	単位	入力値 (TE202-5A)
材質	_	_	SS41
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	60
縦弾性係数	Е	MPa	200600
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	D			
A (mm^2)				
Z 1 (mm ³)				
Z 2 (mm ³)				
Z_{p} (mm ³)				
断面形状 (mm)	a			





【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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動:	S d 又は静的震度	約震度 基準地震動 S s		
機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
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		Сн=1.19*2	$Cv = 1.10^{*2}$	Сн=1.73*3	$Cv=2.07^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	W	d	Аь	Sу	Su	F	F*
	(N)	(mm)	(mm²)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト				208 (40mm<径≦100mm)	389 (40mm<径≦100mm)	208	249

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位:N)

	F	Ь	Q b		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

立17 十十	++>(c)	++-101	₽ ₽	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動S s		
ראינים	前机机机械		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力		
SS4	SS400	引張	σ b=1	f t s = 124*	σ b=2	$f_{\rm t \ s} = 149^*$		
産業がアト	相当	せん断	au b =1	<i>f</i> s b =96	au b=1	f s b =115		

So 注記*: fts =Min[1.4・fto-1.6・てb, fto] すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

$(\times 9)$	$8m/c^2$
$(\land 9.$	OIII/S/

		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	水平方向	1.44	
(TE202-5B)	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

項目	記号	単位	入力値 (TE202-5B)
材質			SS41
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	60
縦弾性係数	Е	MPa	200600
ポアソン比	ν	_	0.3
要素数	—	個	
節点数	_	個	

60

(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材
対象部材	0
A (mm^2)	
Z 1 (mm ³)	
Z 2 (mm ³)	
Z_{p} (mm ³)	
断面形状 (mm)	a





【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

			固有周]期(s)	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		
機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
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		Сн=1.19*2	$Cv = 1.10^{*2}$	Сн=1.73*3	$Cv=2.07^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	W	d	A b	S y	Su	F	F*
	(N)	(mm)	(mm²)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト				208 (40mm<径≦100mm)	389 (40mm<径≦100mm)	208	249

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位:N)

	F	Ь	Q b		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

立17 十十	++>(c)	++-101	₽ ₽	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動S s		
ראינים	前机机机械		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力		
SS4	SS400	引張	σ b=1	f t s = 124*	σ b=2	$f_{\rm t \ s} = 149^*$		
産業がアト	相当	せん断	au b =1	<i>f</i> s b =96	au b=1	f s b =115		

S 注記*: fts =Min[1.4・fto-1.6・てb, fto] すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

$(\times 9)$	$8m/c^2$
$(\land 9.$	OIII/S/

		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	水平方向	1.44	
(TE202-5C)	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

項目	記号	単位	入力値 (TE202-5C)
材質	_	_	SS41
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	60
縦弾性係数	Е	MPa	200600
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	
節点数	—	個	

63

(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材
対象部材	0
A (mm^2)	
Z 1 (mm ³)	
Z 2 (mm ³)	
Z_{p} (mm ³)	
断面形状(mm)	a





【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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		
機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
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		Сн=1.19*2	$Cv = 1.10^{*2}$	Сн=1.73*3	$Cv=2.07^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	W	d	Аь	Sу	Su	F	F*
	(N)	(mm)	(mm²)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト				208 (40mm<径≦100mm)	389 (40mm<径≦100mm)	208	249

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位:N)

	F	b	Q b		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

47++	++水		弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動 S s				
日にて	1/1 1/7	ルレノJ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力			
甘本ギルト	SS400	引張	σ b=1	ft s =124*	σ b=2	$f_{\rm t \ s} = 149^*$			
基礎ホルト	相当せん断	τ b=1	fsb =96	τ b=1	f s b =115				

の 注記*: fts =Min[1.4・fto-1.6・てb, fto] すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

$(\times 9)$	$8m/c^2$
$(\land 9.$	OIII/S/

		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	水平方向	1.44			
(TE202-5D)	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

(1) 機器諸元

項目	記号	単位	入力値 (TE202-5D)
材質	_	_	SS41
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	60
縦弾性係数	Е	MPa	200600
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	_	個	
節点数	—	個	

66

(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)	a		





【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

		固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s			
機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
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	$C_H = 1.19^{*2}$	$Cv=1.10^{*2}$	Сн=1.73*3	$Cv=2.07^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	W1	W2	d	A b	Sу	S u	F	F*
	(N)	(N)	(mm)	(mm²)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト					237 (径≦16mm)	389 (径≦16mm)	237	272

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位:N)

部材	F	Ь	Q b		
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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	++水	内市	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動 S s		
	们州	ルロノノ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
基礎ボルト	SS400 -	引張	σ b=9	ft s = 142*	σь=12	$f_{t s} = 163^*$	
		せん断	τ b=1	<i>f</i> s b =109	τ b=1	f s b = 125	

∞ 注記*: fts =Min[1.4・fto-1.6・τb, fto] すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

$(\times 9)$	$8m/s^{2}$)
$\langle \wedge g \rangle$	011/5/

		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Ss)により定まる加速度

(1)	機器諸元
(+/	

項目	記号	単位	入力値 (TE202-6A)
材質	_		STKR400
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	60
縦弾性係数	Е	MPa	200600
ポアソン比	ν	_	0.3
要素数	_	個	
節点数	_	個	

69





【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 耐震重要因			固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		
	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
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	$C_H = 1.19^{*2}$	$Cv=1.10^{*2}$	Сн=1.73*3	$Cv=2.07^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	W1	W2	d	Аь	S y	S u	F	F*
	(N)	(N)	(mm)	(mm²)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト					237 (径≦16mm)	389 (径≦16mm)	237	272

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 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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	++水[亡士	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動 S s		
	竹科	ルロノリ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
基礎ボルト	66400	引張	σ b=9	f t s = 142*	σ b=12	$f_{t s} = 163^*$	
	33400	せん断	τ b=1	fsb =109	τ b=1	<i>f</i> s b = 125	

2 注記*: fts = Min[1.4・fto-1.6・てb, fto] すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

$(\times$	9.	$8m/s^{2}$)	
(/ `	υ.	Om/O/	

		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	水平方向	1.44			
(TE202-6B)	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

(1)機器諸元			
項目	記号	単位	入力値 (TE202-6B)
材質	_	_	STKR400
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	60
縦弾性係数	Е	MPa	200600
ポアソン比	ν	_	0. 3
要素数	_	個	
節点数		個	





【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		夏重要度分類 据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		
	耐震重要度分類		水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
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		Сн=1.19*2	$Cv=1.10^{*2}$	Сн=1.73*3	$Cv=2.07^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要	目
---------	---

部材	W1	W2	d	A b	Sу	S u	F	F*
	(N)	(N)	(mm)	(mm²)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト					237 (径≦16mm)	389 (径≦16mm)	237	272

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位:N)

	F	b	Q b		
部材	部材 弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

* 7++	++水	亡士	弾性設計用地震動	めSd又は静的震度	基準地震動 S s		
日になって		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力		
基礎ボルト	66400	引張	σ b=9	f t s = 142*	σ _b =13	$f_{t s} = 163^*$	
	33400	せん断	τ b=1	fsb =109	τ b=1	<i>f</i> s b = 125	

☆ 注記*: fts =Min[1.4・fto-1.6・てb, fto] すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

$(\times 9)$	$8m/c^2$
$(\land 9.$	OIII/S/

		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	水平方向	1.44	
(TE202-6C)	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

(1) 機器諸元			
項目	記号	単位	入力値 (TE202-6C)
材質	_	_	STKR400
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	60
縦弾性係数	Е	MPa	200600
ポアソン比	ν	_	0.3
要素数		個	
節点数	_	個	





【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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		
機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	「「おお」、水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
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	$C_{H}=1.19^{*2}$	$Cv=1.10^{*2}$	Сн=1.73*3	$Cv=2.07^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	W1	W2	d	A b	S y	S u	F	F*
	(N)	(N)	(mm)	(mm²)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト					237 (径≦16mm)	389 (径≦16mm)	237	272

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位:N)

	F	b	Q b		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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	++水[÷	弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動S s	
	111 11-1	ሥር ጋጋ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト SS4	55400	引張	σ b=9	f t s = 142*	σ _b =13	$f_{t s} = 163^*$
	33400	SS400 せん断	τ b=1	fsb =109	τ b=1	<i>f</i> s b = 125

73 注記*: fts =Min[1.4・fto-1.6・てb, fto] すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

$(\times 9)$	$8m/s^{2}$
(~ 3.	OIII/S/

		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

(1)機器諸元			
項目	記号	単位	入力値 (TE202-6D)
材質	_	_	STKR400
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	60
縦弾性係数	Е	MPa	200600
ポアソン比	ν		0. 3
要素数		個	
節点数	_	個	







【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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		
機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
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		Сн=1.19*2	$Cv = 1.10^{*2}$	Сн=1.73*3	$Cv=2.07^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	W	d	Аь	Sу	Su	F	F*
	(N)	(mm)	(mm²)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト				208 (40mm<径≦100mm)	389 (40mm<径≦100mm)	208	249

1.3.1 基礎ボルトに作用する力

(単位:N)

	F	b	Q b		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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Sd又は静的震度		基準地震動 S s	
	1/1 /24		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
甘7株2231	SS400	引張	σ b=1	f t s = 124*	σ b=2	$f_{\rm t \ s} = 149^*$
産業がアト	相当	せん断	au b =1	<i>f</i> s b =96	au b =1	f s b =115

8 注記*: fts =Min[1.4・fto-1.6・てb, fto] すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

$(\times 9)$	$8m/s^{2}$)
$\langle \wedge g \rangle$	011/5/

		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Ss)により定まる加速度

(1) 機器諸元			
項目	記号	単位	入力値 (TE202-7A)
材質	_	_	SS41
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	60
縦弾性係数	Е	MPa	200600
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)					
$Z_{\rm p}$ (mm ³)					
断面形状(mm)	a				







【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Sd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	周囲環境温度 (℃)
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		Сн=1.19*2	$Cv = 1.10^{*2}$	Сн=1.73*3	$Cv=2.07^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	W	d	Аь	S y	S u	F	F*
	(N)	(mm)	(mm²)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(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)

	F	b	Q b		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

立17 + +	++>(c)	++-101		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s	
ראינים	1/1 /24	ルロノリ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
SS400	SS400	引張	σ b=1	f t s = 124*	σ b=2	$f_{t s} = 149^*$	
産業がアト	相当	せん断	au b =1	<i>f</i> s b =96	au b =1	<i>f</i> s b =115	

∞ 注記*: fts =Min[1.4・fto-1.6・τb, fto] すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

$(\times 9)$	$8m/s^{2}$)
$\langle \wedge g \rangle$	011/5/

		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	水平方向	1.44	
(TE202-7B)	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。

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	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	60
縦弾性係数	Е	MPa	200600
ポアソン比	ν	_	0.3
要素数	—	個	
節点数	_	個	

84

(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材
対象部材	0
A (mm^2)	
Z 1 (mm ³)	
Z 2 (mm ³)	
Z_{p} (mm ³)	
断面形状 (mm)	a





【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

			固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動S s		
機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
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		$C_H = 1.19^{*2}$	$Cv=1.10^{*2}$	Сн=1.73*3	$Cv=2.07^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	W	d	A b	S y	Su	F	F*
	(N)	(mm)	(mm²)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(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)

	F	Ь	Q b		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

立17 + +	++>(c)	++-101		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s	
ראינים	1/1 /24	ルロノリ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
SS400	SS400	引張	σ b=1	f t s = 124*	σ b=2	$f_{t s} = 149^*$	
産業がアト	相当	せん断	au b =1	<i>f</i> s b =96	au b =1	<i>f</i> s b =115	

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

$(\times 9)$	$8m/s^{2}$
(~ 3.	OIII/S/

		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	水平方向	1.44	
(TE202-7C)	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。

1.5 その他の機器要目

() () () () () () () () () () () () () (
項目	記号	単位	入力値 (TE202-7C)
材質			SS41
質量	m	kg	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	°C	60
縦弾性係数	E	MPa	200600
ポアソン比	ν	_	0.3
要素数	—	個	
節点数	—	個	

87

(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材		
対象部材	D		
A (mm^2)			
$Z_1 (mm^3)$			
Z 2 (mm ³)			
Z_{p} (mm ³)			
断面形状 (mm)	a		





【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 据付均			固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s			
	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)		
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		Сн=1.19*2	$Cv = 1.10^{*2}$	Сн=1.73*3	$Cv=2.07^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	W	d	Аь	S y	Su	F	F*
	(N)	(mm)	(mm²)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト				208 (40mm<径≦100mm)	389 (40mm<径≦100mm)	208	249

88

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	Ь	Q b		
	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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	弾性設計用地震重	めSd又は静的震度	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	σ b=1	f t s = 124*	σ b=2	$f_{\rm t \ s} = 149^*$	
	相当	せん断	au b=1	<i>f</i> s b =96	au b =1	f s b =115	

※ 注記*: fts = Min[1.4・fto-1.6・てb, fto] すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

$(\times 9)$	$8m/c^2$
$(\land 9.$	OIII/S/

		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。

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	
温度条件 (雰囲気温度)	Т	$^{\circ}\mathrm{C}$	60
縦弾性係数	Е	MPa	200600
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	_	個	
節点数	_	個	

00

(2) 部材の機器要目

材料	サポート鋼材
対象部材	(I)
A (mm^2)	
Z 1 (mm ³)	
Z 2 (mm ³)	
$Z p (mm^3)$	
断面形状 (mm)	a





VI-2-6-5-50 主蒸気管流量の耐震性についての計算書

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 電気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、電気的機能を維持 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気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							
基礎・支持構造	主体構造	燃哈佛垣凶						
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。	主蒸気管流量検出器	<u>計装ラック</u> ラック 取付ボルト 溶接 床 埋込金物			<u>検</u> 出器 取付ボルト 計器取付板			
			(正面因) 主蒸気管流量 (281R-1-34	主蒸気管流量 (2RIR-1-3B	主蒸気管流量 (2RIR-1-3C	主蒸気管流量 (2RIR-1-3D		
		機器名称	(dPX202-1A, 2A, 3A, 4A))	(dPX202-1B, 2B, 3B, 4B))	(dPX202-1C, 2C, 3C, 4C))	(dPX202-1D, 2D, 3D, 4D))		
		たて						
		横						
		高さ						
						(単位:mm)		

 \sim

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	水平	0.05以下
(2RIR-1-3A (dPX202-1A, 2A, 3A, 4A))	鉛直	0.05以下
主蒸気管流量	水平	0.05以下
(2RIR-1-3B (dPX202-1B, 2B, 3B, 4B))	鉛直	0.05以下
主蒸気管流量	水平	0.05以下
(2RIR-1-3C (dPX202-1C, 2C, 3C, 4C))	鉛直	0.05以下
主蒸気管流量	水平	0.05以下
(2RIR-1-3D (dPX202-1D, 2D, 3D, 4D))	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。

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	工学的安全		主蒸気管流量		¥	$D + P_D + M_D + S_d$ *	IIIAS
系統施設	施設等の起 動信号	王杰気隔離并	王蒸気管流量大	S	*	$\mathrm{D} + \mathrm{P}_{\mathrm{D}} + \mathrm{M}_{\mathrm{D}} + \mathrm{S}$ s	IV A S

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態(設計基準対象施設)

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。

|--|

	許容限界 ^{*1,*2} (ボルト等)				
許容応力状態	一次応力				
	引張	せん断			
III A S	1.5 • f t	1.5 • f s			
IV A S	1.5 • f t *	1.5 • 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。

家 (研究)##	***!	温度条件		Sу	S u	S _y (RT)
計1111 百049	11 17	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
取付ボルト	SS41* (40mm<径≦100mm)	周囲環境温度	50	211	394	_

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件(設計基準対象施設)

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。

		(0000000) 0)
機器名称	方向	機能確認済加速度
主蒸気管流量	水平	
(dPX202-1A)	鉛直	
主蒸気管流量	水平	
(dPX202-2A)	鉛直	
主蒸気管流量	水平	
(dPX202-3A)	鉛直	
主蒸気管流量	水平	
(dPX202-4A)	鉛直	
主蒸気管流量	水平	
(dPX202-1B)	鉛直	
主蒸気管流量	水平	
(dPX202-2B)	鉛直	
主蒸気管流量	水平	
(dPX202-3B)	鉛直	

表 5-1 機能確認済加速度(1/2)

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

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	水平	
(dPX202-4B)	鉛直	
主蒸気管流量	水平	
(dPX202-1C)	鉛直	
主蒸気管流量	水平	
(dPX202-2C)	鉛直	
主蒸気管流量	水平	
(dPX202-3C)	鉛直	
主蒸気管流量	水平	
(dPX202-4C)	鉛直	
主蒸気管流量	水平	
(dPX202-1D)	鉛直	
主蒸気管流量	水平	
(dPX202-2D)	鉛直	
主蒸気管流量	水平	
(dPX202-3D)	鉛直	
主蒸気管流量	水平	
(dPX202-4D)	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

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。

【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

	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Sd又は静的震度		基準地震動S s		国田福母河中
機器名称			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	问囲垛現価度 (℃)
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	Сн=0.89* ²	$C v = 0.81^{*2}$	С н=1.59*3	$Cv=1.58^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

1.0					-			
	部材	m i (kg)	h i (mm)	d i (mm)	A b i (mm ²)	n i	S y i (MPa)	Sıui (MPa)
	取付ボルト (i=2)		1100*1	16 (M16)	201.1	20	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

						転倒方向		
部材	$\ell_{1 i} *^{2}$ (mm)	$\ell_{2 i} *^{2}$ (mm)	n f i ^{*2}	F i (MPa)	F i* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd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	011	050	有四古向	長辺方向	
	1070^{*1}	1170^{*1}	2	211	253	超边方问		

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	こ 作用する力			(単位:N)	
	Fi	b i	Q b i		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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	++*)	六 十	弾性設計用地震重	めSd又は静的震度	基準地震動 S s		
	ルロフリ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力		
取付ボルト	CC / 1	引張	σ b 2=9	ft s 2=158*	σ b 2=22	ft s 2=190*	
(i=2)	5541 せん断	τь2=2	<i>f</i> s b 2 = 122	τ ь2=4	fsb2=146		

注記 $*: f_{tsi} = Min[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ すべて許容応力以下である。

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
主蒸気管流量	水平方向	1.32	
(dPX202-1A)	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	水平方向	1.32	
(dPX202-3A)	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。



13

S2 補 VI-2-6-5-50 R1

【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

		堀仕掲武及び広志宣々	固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動S s		国田谭培洱庄
機器名称	機器名称 耐震重要度分類 (m)		水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	应因绿現區及 (℃)
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	Сн=0.89*2	$C v = 0.81^{*2}$	Сн=1.59*3	$Cv = 1.58^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

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)	Sıui (MPa)
取付ボルト (i=2)		1100*1	16 (M16)	201.1	14	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

						転倒方向		
部材	$\ell_{1 i} *^{2}$ (mm)	$\ell_{2 i} *^{2}$ (mm)	n f i ^{*2}	F i (MPa)	Fi* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd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	011	959	后讯士白	目辺七白	
	620*1	720*1	2	211	253	超边方问		

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	こ 作用する力			(単位:N)	
	Fi	b i	Q b i		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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	++北	r-+	弾性設計用地震重	めSd又は静的震度	基準地震動 S s		
	心刀	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力		
取付ボルト	CC/1	引張	σь2=11	ft s 2=158*	σ b 2=24	ft s 2=190*	
(i=2)	3341	せん断	τь2=2	<i>f</i> s b 2 = 122	τ ь2=4	fsb2=146	

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

すべて許容応力以下である。

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
主蒸気管流量	水平方向	1.32	
(dPX202-1B)	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	水平方向	1.32	
(dPX202-3B)	鉛直方向	1.31	
主蒸気管流量	水平方向	1.32	
(dPX202-4B)	鉛直方向	1. 31	

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。



<u>B~B矢視図</u>

【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

		堀仕担正及び庄声言を	固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動S s		国田彊培沮由
機器名称	耐震重要度分類	1泊竹笏川及0休面同さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	向囲垛現価度 (℃)
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	$C v = 0.81^{*2}$	Сн=1.59*3	$Cv=1.58^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	m i (kg)	h i (mm)	d i (mm)	A b i (mm²)	n i	Syi (MPa)	Sui (MPa)
取付ボルト (i=2)		1100*1	16 (M16)	201.1	20	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

					_ ×	転倒方向		
部材	ℓ 1 i *2 (mm)	ℓ _{2 i} *2 (mm)	n f i *2	F i (MPa)	Fi [*] (MPa)	弾性設計用地震動 Sd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	011	050	信讯士白	目河十百	
	1070^{*1}	1170^{*1}	2	211	253	湿边方回		

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	こ作用する力			(単位:N)	
	F	b i	Q b i		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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	++101	₽ +	弾性設計用地震重	かSd又は静的震度	基準地震動S s		
	17] 17-1	ルロノリ	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
取付ボルト	CC / 1	引張	σ b 2=9	ft s 2=158*	σ b 2=22	f t s 2=190*	
(i=2)	\$\$41	せん断	τь2=2	<i>f</i> s b 2 = 122	τ b 2=4	fsb2=146	

注記 $*: f_{tsi} = Min[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ すべて許容応力以下である。

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
主蒸気管流量	水平方向	1.32	
(dPX202-1C)	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	水平方向	1.32	
(dPX202-4C)	鉛直方向	1. 31	

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。



<u>B~B矢視図</u>

【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		堀仕担託及び広志宣々	固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動S s		国田谭培洱庄	
	1泊竹場所及0休面同さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	问囲環境溫度 (℃)		
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	Сн=0.89 ^{*2}	$C v = 0.81^{*2}$	Сн=1.59*3	$Cv=1.58^{*3}$	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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	m i (kg)	h i (mm)	d i (mm)	A b i (mm ²)	n i	Syi (MPa)	Sui (MPa)
取付ボルト (i=2)		1100*1	16 (M16)	201. 1	14	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

				e Fi Fi (MPa) (MPa		転倒方向	
部材	$\ell_{1 i} *^{2}$ (mm)	$\ell_{2 i} *^2$ (mm)	n f i *2		F i* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd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	011	050	偏调士向	巨河十台
	620*1	720*1	2	211	200	短辺方回	長辺方回

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

191 ギルトに作用ナスカ

1.3.1 ボルトに作用する力							
	Fi	b i	Q b i				
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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	弾性設計用地震重	めSd又は静的震度	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	σ b 2=10	ft s 2=158*	σь2=23	ft s 2=190*	
		せん断	τь2=2	fsb2=122	τ ь 2=4	fsb2=146	

21

注記*: $f_{tsi} = Min[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ すべて許容応力以下である。

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
主蒸気管流量	水平方向	1.32	
(dPX202-1D)	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	水平方向	1. 32	
(dPX202-4D)	鉛直方向	1. 31	

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。

S2 補 VI-2-6-5-50 R1E



<u>B~B矢視図</u>

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)

1. 根	我要	1
2. –	-般事項	1
2.1	構造計画	1
3. 固	回有周期	3
3.1	固有周期の確認	3
4. 樟	青造強度評価	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. 楼	&能維持評価 ····································	8
5.1	電気的機能維持評価方法	8
6. 評	平価結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	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気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



 \sim
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、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-	表 3-1 固有周期					
ドライウェル圧力	水平	0.05以下				
(2RIR-2-8A (PX217-8A, C))	鉛直	0.05以下				
ドライウェル圧力	水平	0.05以下				
(2RIR-2-8C (PX217-8B, D))	鉛直	0.05以下				

- 4. 構造強度評価
- 4.1 構造強度評価方法

ドライウェ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 ドライウェ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

ドライウェ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

ドライウェ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【ドライウェル圧力(PX217-8A, C)の耐震性についての計算結果】、【ドライウェル圧力(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。

施設	区分	機器名称		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	工学的安全	高圧炉心スプ	ドライウェル		×	$D + P_D + M_D + S_d$ *	III A S		
系統施設	施設等の起 動信号	レイ系	圧力高	S	*	$\mathrm{D} + \mathrm{P}_{\mathrm{D}} + \mathrm{M}_{\mathrm{D}} + \mathrm{S}$ s	IV A S		

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態(設計基準対象施設)

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。

衣 4-2 計谷応力(ての他の文持博I	造物)
---------------------	-----

	許容限界*1,*2 (ボルト等)				
許容応力状態	一次応力				
	引張	せん断			
III A S	1.5 • f t	1.5 • f s			
IV A S	1.5 • f t *	1.5 • 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。

亚研究社	****	温度条件		Sу	S u	S _y (RT)
青十 川川 戸り12	17] 177	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
取付ボルト	SS41* (40mm<径≦100mm)	周囲環境温度	50	211	394	_

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件(設計基準対象施設)

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

ドライウェル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-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。

		(**************************************
機器名称	方向	機能確認済加速度
ドライウェル圧力	水平	
(PX217–8A)	鉛直	
ドライウェル圧力	水平	
(PX217–8B)	鉛直	
ドライウェル圧力	水平	
(PX217–8C)	鉛直	
ドライウェル圧力	水平	
(PX217-8D)	鉛直	

表 5-1 機能確認済加速度

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

- 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。

【ドライウェル圧力(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		堀仕担正及び庄五百々	固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動S s		国田福梓祖庄
		1泊竹場所及0休面同さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	问囲環境溫度 (℃)
ドライウェル圧力 (PX217-8A, C)	S	原子炉建物 EL 23.8 ^{*1}	0.05以下	0.05以下	Сн=1. 19*2	$Cv=1.10^{*2}$	Сн=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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	m i (kg)	h i (mm)	d i (mm)	Аьі (mm²)	n i	Syi (MPa)	Sui (MPa)
取付ボルト (i=2)		1100*1	16 (M16)	201. 1	12	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

				転倒方向			
部材	$\ell_{1 i} *^{2}$ (mm)	$\ell_{2 i} *^2$ (mm)	n f i *2	F i (MPa)	F i* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd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	011	050	長辺方向 長辺方向	电记十百
	470*1	570*1	2	211	253		按边方问

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

191 ギルトに作用ナスカ

1.3.1 ボルトに	こ 作用する力			(単位:N)	
	Fi	b i	Q b i		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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	下 十	弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動S s	
		心刀	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	σ b 2=14	ft s 2=158*	σь2=26	ft s 2=190*
		せん断	τь2=2	<i>f</i> s b 2 = 122	τь2=3	fsb2=146

注記*: $f_{tsi} = Min[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ すべて許容応力以下である。

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	水平方向	1.44	
(PX217-8A)	鉛直方向	1.73	
ドライウェル圧力	水平方向	1.44	
(PX217-8C)	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。



【ドライウェル圧力 (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

		招仕祖武及ぶ年五百ヶ	固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震	田田福禄泊年	
機器名称	耐震重要度分類	1泊竹笏川及0休面同さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	问囲垛現溫度 (℃)
ドライウェル圧力 (PX217-8B, D)	S	原子炉建物 EL 23.8 ^{*1}	0.05以下	0.05以下	Сн=1. 19*2	$C v = 1.10^{*2}$	Сн=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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

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)	Sui (MPa)
取付ボルト (i=2)		1100*1	16 (M16)	201. 1	12	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

						転倒	方向
部材	$\ell_{1 i} *^{2}$ (mm)	$\ell_{2 i} *^{2}$ (mm)	n f i ^{*2}	F i (MPa)	Fi* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト	220*1	320*1	4	011	052	目辺七白	目江十百
(i=2)	470*1	570*1	2	211	253	<i> </i>	专业万问

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	こ作用する力			(単位:N)	
	F	b i	Q b i		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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)

立7.47	++*	下士	弾性設計用地震重	めSd又は静的震度	基準地震	震動S s
ליינום	17] 17-1	147 PG7J	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	CC / 1	引張	σь2=15	ft s 2=158*	σ b 2=27	ft s 2=190*
	SS41	せん断	τь2=3	<i>f</i> s b 2 = 122	τ ь2=4	<i>f</i> s b 2=146

注記*: $f_{tsi} = Min[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ すべて許容応力以下である。

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	水平方向	1.44	
(PX217-8B)	鉛直方向	1.73	
ドライウェル圧力	水平方向	1.44	
(PX217-8D)	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。



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)

l. 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 電気的機能維持評価方法	8
3. 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気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



 \sim

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	水平	ſ		
(2RIR-2-8B (PX217-7A, C))	鉛直			

鉛直

- 4. 構造強度評価
- 4.1 構造強度評価方法

ドライウェ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 ドライウェ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

ドライウェ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

ドライウェ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【ドライウェル圧力(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。

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	工学的安全	低圧炉心スプ		ドライウェル		*	$D + P_D + M_D + S d^*$	III A S
系統施設	施設等の起 動信号	V-	(系	圧力高	S	^	$\mathrm{D} + \mathrm{P}_{\mathrm{D}} + \mathrm{M}_{\mathrm{D}} + \mathrm{S}_{\mathrm{S}}$	IV A S
計測制御	工学的安全	残留	低圧	ドライウェル		×.	$D + P_D + M_D + S d^*$	III A S
系統施設	施設等の起 動信号	熱除 去系	注水系	圧力高	S	*	$D + P_D + M_D + S_s$	IV A S
計測制御	工学的安全	4-51		原子炉水位低 (レベル1)		*	$D + P_D + M_D + S d^*$	III A S
系統施設	施設等の起 動信号	目動/)	 威止 糸	とドフイウェ ル圧力高の同 時信号	S	*	$D + P_D + M_D + S_s$	IV A S

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態(設計基準対象施設)

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。

сл

	表	4 -	-2	許容応力	(その他の支持構造物))
--	---	-----	----	------	-------------	---

	許容限 (ボル	界* ^{1,*2} 下等)		
許容応力状態	一次応力			
	引張	せん断		
III A S	1.5 • f t	1.5 • f s		
IV A S	1.5 • f t *	1.5 • 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。

亚研究社	<u>+</u> +*[温度条件		Sу	S u	Sy(RT)
6半1回音042	17] 177	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
取付ボルト	SS41* (40mm<径≦100mm)	周囲環境温度	50	211	394	_

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件(設計基準対象施設)

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

ドライウェル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-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。

秋 0 1 饭船伸跑仍为		(// 5. 011/ 5 /
機器名称	方向	機能確認済加速度
ドライウェル圧力	水平	
(PX217-7A)	鉛直	
ドライウェル圧力	水平	
(PX217-7C)	鉛直	

表 5-1 機能確認済加速度

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

- 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。

【ドライウェル圧力(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

		国住地市及び広声言さ	固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		国田福梓祖庄
機器名称	耐震重要度分類	1泊竹笏川及0休面同さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	问囲垛現価度 (℃)
ドライウェル圧力 (PX217-7A, C)	S	原子炉建物 EL 23.8 ^{*1}			Сн=1. 19*2	$C v = 1.10^{*2}$	Сн=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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

	-						
部材	m i (kg)	h i (mm)	d i (mm)	A b i (mm ²)	n i	Syi (MPa)	Sıui (MPa)
取付ボルト (i=2)		1100*1	16 (M16)	201. 1	16	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

				転倒方向			
部材	$\ell_{1 i} *^{2}$ (mm)	ℓ _{2 i} *2 (mm)	n f i *2	F i (MPa)	F i* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd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	911	052	長辺方向 長辺方	电台
	670*1	870*1	2	211	253		灭应 刀问

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

191 ボルトに作用する力

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位:N)							
	F	b i	Q b i				
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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)

立7 十十	☆17 + + + ナ 北1		弾性設計用地震重	めSd又は静的震度	基準地震動S s		
前树村村科	17] 17-1	応力	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
取付ボルト	CC / 1	引張	σь2=13	ft s 2=158*	σ b 2=26	f t s 2=190*	
(i=2)	5541	せん断	τ в 2=2	fsb2=122	τ ь 2=3	<i>f</i> s b 2=146	

注記*: $f_{tsi} = Min[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ すべて許容応力以下である。

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	水平方向	1.44	
(PX217-7A)	鉛直方向	1.73	
ドライウェル圧力	水平方向	1.44	
(PX217-7C)	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。



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)

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 電気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気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



 \sim

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	水平		
(2RIR-2-8D (PX217-7B, D))	鉛直		

- 4. 構造強度評価
- 4.1 構造強度評価方法

ドライウェ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 ドライウェ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

ドライウェ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

ドライウェ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【ドライウェル圧力(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。

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	工学的安全	残留	低圧	ドライウェル		*	$D + P_D + M_D + S_d$ *	III A S
系統施設	施設等の起 動信号	熟除 去系	注水 系	圧力高	S	*	$D + P_D + M_D + S_s$	IV A S
計測制御	工学的安全	4-51		原子炉水位低 (レベル1)			$D + P_D + M_D + S_d$ *	III A S
系統施設	施設等の起 動信号	目動進	 咸 上 糸	とドフイウェ ル圧力高の同 時信号	S	*	$D + P_D + M_D + S_s$	IV A S

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態(設計基準対象施設)

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。

ы

衣 4-2 計谷応力(ての他の文持博I	造物)
---------------------	-----

	許容限界 ^{*1,*2} (ボルト等)				
許容応力状態	一次応力				
	引張	せん断			
III A S	1.5 • f t	1.5 • f s			
IV A S	1.5 • f t *	1.5 • 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。

評価部材	材料	温度条件		Sу	S u	Sy(RT)
		(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
取付ボルト	SS41* (40mm<径≦100mm)	周囲環境温度	50	211	394	_

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件(設計基準対象施設)

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

ドライウェル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-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。

	述及	(7.5.011/3)
機器名称	方向	機能確認済加速度
ドライウェル圧力	水平	
(PX217-7B)	鉛直	
ドライウェル圧力	水平	
(PX217-7D)	鉛直	

表 5-1 機能確認済加速度

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

- 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。

【ドライウェル圧力 (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

		→類 据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		国田彊侍祖庄
機器名称	耐震重要度分類		水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
ドライウェル圧力 (PX217-7B, D)	S	原子炉建物 EL 23.8 ^{*1}			Сн=1.19*2	$C v = 1.10^{*2}$	Сн=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Sd)又は静的震度

*3:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目

部材	m i (kg)	h i (mm)	d i (mm)	A b i (mm ²)	n i	Syi (MPa)	Sıui (MPa)
取付ボルト (i=2)		1100*1	16 (M16)	201.1	14	211 (40mm<径≦100mm)	394 (40mm<径≦100mm)

	0 10					転倒方向		
部材	ℓ 1 i *2 (mm)	$\ell_{2 i} *^2$ (mm)	n f i *2	F i (MPa)	F i* (MPa)	弾性設計用地震動 Sd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	011	959	長辺方向	巨河十台	
	620*1	720*1	2	211	253		 按边方问	

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	こ作用する力			(単位:N)	
	F	b i	Q b i		
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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	弾性設計用地震重	めSd又は静的震度	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	SS41	引張	σ b 2=13	ft s 2=158*	σ b 2=26	ft s 2=190*	
(i=2)		せん断	τь2=3	<i>f</i> s b 2 = 122	τ в2=4	fs b 2=146	

注記*: $f_{tsi} = Min[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ すべて許容応力以下である。

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	水平方向	1.44	
(PX217-7B)	鉛直方向	1.73	
ドライウェル圧力	水平方向	1.44	
(PX217-7D)	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。



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)

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 電気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気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



 \sim

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	水平	0.05以下
(PX298-8A)	鉛直	0.05以下
原子炉圧力	水平	0.05以下
(PX298-8B)	鉛直	0.05以下
原子炉圧力	水平	0.05以下
(PX298-8C)	鉛直	0.05以下
原子炉圧力	水平	0.05以下
(PX298-8D)	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。

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
	A TWS 緩和					$D + P_D + M_D + S_s *^3$	IV A S
計測制御	工学的安全	設備(代替制			*2		V A S
系統施設 施設等0 系統施設 動信号	施設等の起	御棒挿入機	原子炉圧力高	常設耐震/防止		$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_S$	(VASとして
	動信号	能)					ⅣASの許容限
							界を用いる。)
		ATWS緩和				$D + P_D + M_D + S_s *^3$	IV A S
計測制御	工学的安全	設備(代替原					V A S
系統施設	施設等の起	子炉再循環ポ	原子炉圧力高	常設耐震/防止	 *2		(VASとして
	動信号	ンプトリップ				D + P sad + M sad + S s	ⅣASの許容限
		機能)					界を用いる。)

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)

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。

	許容限界 ^{*1,*2} (ボルト等)				
許容応力状態	一次応力				
	引張	せん断			
IV A S					
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5 • f t *	1.5 • f s *			

表 4-2 許容応力(重大事故等その他の支持構造物)

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。

亚研究社	***!	温度条件		Sу	S u	S y (R T)			
F平1111 音1) 1/1	17] 177	(°C)		(MPa)	(MPa)	(MPa)			
基礎ボルト	SS41* (40mm<径≦100mm)	周囲環境温度	100	194	373	_			

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)

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。

+份 日日 力 五4-		
	<u></u> 力 问	機能確認済加速度
原子炉圧力	水平	
(PX298–8A)	鉛直	
原子炉圧力	水平	
(PX298–8B)	鉛直	
原子炉圧力	水平	
(PX298–8C)	鉛直	
原子炉圧力	水平	
(PX298–8D)	鉛直	

表 5-1 機能確認済加速度

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

- 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。

【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 据付場所及び床面語 (m)		固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動S s		
機器名称		据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
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	_	_	Сн=1.73*2	$Cv = 2.07^{*2}$	100

(単位:N)

注記*1:基準床レベルを示す。

*2:設計用震度Ⅱ(基準地震動Ss)

1.2 機器要目										
部材	m (kg)	h 2 (mm)	d (mm)	Аь (mm²)	n	S y (MPa)	Su (MPa)			
基礎ボルト		135	12 (M12)	113. 1	4	194 (40mm<径≦100mm)	373 (40mm<径≦100mm)			

	l 2* l 2*		l . *			F	F *	転倒方向	
部材	(mm)	(mm)	(mm)	nfv*	пfн*	(MPa)	(MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト	807	160	1140	2	2	_	000	_	七七十百
	807	160	1140	2	2		232	— 左右方问	

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

	Fι)	Q b						
部材	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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	++*1	応力	弾性設計用地震重	めSd又は静的震度	基準地震動 S s		
	1/1 1/1		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
基礎ボルト	CC/1	引張	_	_	σ b=3	$f_{t s} = 139^*$	
	5541	せん断			τь=3	f s b = 107	

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

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
原子炉圧力	水平方向	1.44	
(PX298-8A)	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。







【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

	後器名称 設備分類 据付場所及び床面高 (m)		固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動S s		
機器名称		据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
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	_	_	Сн=1.73*2	$Cv = 2.07^{*2}$	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Ss)

1.2 機器要目							
部材	m (kg)	h 2 (mm)	d (mm)	Аь (mm²)	n	Sy (MPa)	Su (MPa)
基礎ボルト		135	12 (M12)	113. 1	4	194 (40mm<径≦100mm)	373 (40mm<径≦100mm)

	l		l . *			F	F *	転倒方向	
部材	(mm)	(mm)	(mm)	nfv*	пfн*	(MPa)	(MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト	807	160	1140	2	2		000		— 左右方向
	807	160	1140	2	2		232		

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

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位									
	Fi	2	Q b						
部材	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動S s	弾性設計用地震動 Sd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)

±77++	++*	4 H	弾性設計用地震重	めSd又は静的震度	基準地質	震動Ss
司马公	竹朴	心力	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
甘7林~半,1	CC / 1	引張	_	_	$\sigma_{b}=3$	$f_{t s} = 139^*$
産碇小ルト	3341	せん断	_	_	τ b=3	$f_{\rm s\ b} = 107$

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

$(\land 9.0 \text{ m/s})$	(\times	9.	8m/	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	水平方向	1.44	
(PX298-8B)	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。







【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

			固有周]期(s)	弾性設計用地震動:	ら d 又は静的震度	基準地震	€動Ss	
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
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	_	_	Сн=1.73*2	$Cv = 2.07^{*2}$	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Ss)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h 2 (mm)	d (mm)	A b (mm ²)	n	Sy (MPa)	Su (MPa)
基礎ボルト		135	12 (M12)	113. 1	4	194 (40mm<径≦100mm)	373 (40mm<径≦100mm)

	l . *	l.*	l . *			F	F *	転倒	刚方向
部材	(mm)	(mm)	(mm)	nfv*	пfн*	(MPa)	(MPa)	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
甘水(北)。	807	160	1140	2	2		000		+-+-+-
基礎ホルト	807	160	1140	2	2		232		左右方问

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	用する力			(単位:N)
	F۱	0	Q	b
部材	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

±77++	++*1	4 4	弾性設計用地震重	めSd又は静的震度	基準地質	震動Ss
11/1/1	竹杆	心力	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
甘7株-ビュー	CC/1	引張	_	_	σ b=3	$f_{t s} = 139^*$
産碇小ルト	3341	せん断	_	_	τ ь=3	$f_{\rm s\ b} = 107$

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

4.2 電気的機能維持の評価結果

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉圧力	水平方向	1.44	
(PX298-8C)	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。







【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

			固有周]期(s)	弾性設計用地震動:	ら d 又は静的震度	基準地震	€動Ss	
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	周囲環境温度 (℃)
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	_	_	Сн=1.73*2	$Cv = 2.07^{*2}$	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Ss)

1.4 1双位女日

1.00								
	部材	m (kg)	h 2 (mm)	d (mm)	A b (mm ²)	n	Sy (MPa)	S u (MPa)
	基礎ボルト		135	12 (M12)	113. 1	4	194 (40mm<径≦100mm)	373 (40mm<径≦100mm)

	l . *	ℓ ₃ * ℓ _a * (mm) (mm)	ℓь* (mm)	nfv*	пfн*	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
部材	(mm)							弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s
井7株-22 1	807	160	1140	2	2	_	232	— 左右	
基礎ホルト	807	160	1140	2	2				左右方问

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								
	F۱	0	Q b					
部材	弾性設計用地震動 Sd又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 Sd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)

±17++	材料	応力	弾性設計用地震重	めSd又は静的震度	基準地震動S s		
日口本			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
甘7林-兴,1	SS41	引張	_	_	$\sigma_{b}=3$	ft s =139*	
産碇小/2下		せん断			τь=3	$f_{\rm s \ b} = 107$	

注記*:fts=Min[1.4・fto-1.6・てb, fto]

すべて許容応力以下である。

149 電気的機能維持の評価結果

1.4.2 電気的機能維持の評価結果 (X							
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度				
原子炉圧力	水平方向	1.44					
(PX298-8D)	鉛直方向	1.73					

17

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。





