

本資料のうち、枠囲みの内容は、  
営業秘密又は防護上の観点から  
公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-178 改8
提出年月日	平成30年10月1日

V-2-別添 2-2 溢水源としない耐震B，Cクラス機器の耐震性に  
ついての計算書

## 目次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 配置概要	1
2.2 構造計画	1
2.3 評価方針	1
2.4 適用基準	2
3. 評価部位	3
4. 地震応答解析及び構造強度評価	4
4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法	4
4.2 荷重及び荷重の組合せ	6
4.3 許容限界	7
4.4 計算方法	15
4.5 計算条件	16
5. 評価結果	18

## 1. 概要

本資料は、添付書類「V-2-別添2-1 溢水防護に係る施設の耐震性についての計算書の方針」の「2. 耐震評価の基本方針」に基づき、溢水源となり得る流体を内包する機器のうち溢水源として設定しない機器（以下「耐震B、Cクラス機器」という。）が、基準地震動 $S_0$ による地震力に対して、十分な耐震性を有することを説明するものである。その耐震評価は、応力評価により行う。

耐震B、Cクラス機器は、設計基準対象施設においてはBクラス施設又はCクラス施設に分類される。以下、設計基準対象施設としての構造強度評価を示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 配置概要

耐震B、Cクラス機器は、原子炉建屋原子炉棟及び海水ポンプ室に設置する。各機器の具体的な設置建屋及び設置高さは、表4-1に示し、設置建屋及び設置高さに応じた評価を行う。

### 2.2 構造計画

耐震B、Cクラス機器のうちタンク、熱交換器、冷却器等（以下「容器類」という。）の構造は、添付書類「V-2-1-13-1 スカート支持たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」、添付書類「V-2-1-13-2 横置一胴円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」、添付書類「V-2-1-13-3 平底たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」にて示しているスカート支持たて置円筒形容器、横置円筒形容器、平底たて置円筒形容器を適用できる構造である。

耐震B、Cクラス機器のうちポンプ及びファン等（以下「ポンプ類」という。）の構造は、添付書類「V-2-1-13-4 横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」、添付書類「V-2-1-13-5 たて軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」にて示している横置ポンプ、ファンを適用できる構造である。耐震B、Cクラス機器のうち配管、弁及び支持構造物の構造は、添付書類「V-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」にて示す配管、弁及び支持構造物を適用できる構造である。

### 2.3 評価方針

耐震B、Cクラス機器の応力評価は、添付書類「V-2-別添2-1 溢水防護に係る施設の耐震性についての計算書の方針」の「3.1 荷重及び荷重の組合せ」及び「3.2 許容限界」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、耐震B、Cクラス機器の評価部位に作用する応力が許容限界内にあることを、「3. 地震応答解析」及び「4. 応力評価」に示す方法により計算し、「5. 耐震評価」にて確認する。

耐震B、Cクラス機器のうち容器類については、添付書類「V-2-1-13-1 スカート支持たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」、添付書類「V-2-1-13-2 横置一胴円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」、添付書類「V-2-1-13-3 平底たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」にて示しているスカート支持たて置円筒形容器、四脚たて置円筒形容器、横置円筒形容器、平底たて置円筒形容器、プレート

式熱交換器及びラグ支持たて置き円筒形容器の構造と同様であり、耐震B、Cクラス機器のうちポンプ類については、添付書類「V-2-1-13-4 横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」、添付書類「V-2-1-13-5 たて軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」にて示している横置ポンプ、ファン及びユニットの構造と同様であることから、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に示している各機器、許容応力状態IV<sub>A</sub>Sの荷重の組合せを踏まえて、添付書類「V-2-1-13-1 スカート支持たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」、添付書類「V-2-1-13-2 横置一胴円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」、添付書類「V-2-1-13-3 平底たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」の胴板、側板、支持脚、スカート、ラグ、基礎ボルト、取付ボルト及び溶接部並びに添付書類「V-2-1-13-4 横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」、添付書類「V-2-1-13-5 たて軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」の基礎ボルト及び取付ボルトの評価式を用いて評価する。

耐震B、Cクラス機器の配管、弁及び支持構造物については、添付書類「V-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」にて示す配管、弁及び支持構造物の構造と同様であることから、添付書類「V-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」に示す配管、弁及び支持構造物の解析方法を用いて評価する。

#### 2.4 適用基準

適用する規格、基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 (日本電気協会)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 (日本電気協会)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 (日本電気協会)
- (4) 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (2005年版 (2007年追補版を含む)) J S M E S N C 1 -2005/2007 (日本機械学会)

### 3. 評価部位

耐震B，Cクラス機器の評価部位は，容器及びポンプ類については，添付書類「V-2-1-13-1 スカート支持たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」，添付書類「V-2-1-13-2 横置一胴円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」，添付書類「V-2-1-13-3 平底たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」にて設定している胴板，側板，支持脚，スカート，ラグ，基礎ボルト，取付ボルト及び溶接部並びに添付書類「V-2-1-13-4 横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」，添付書類「V-2-1-13-5 たて軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」にて設定している基礎ボルト及び取付ボルトを評価部位とする。

配管，弁及び支持構造物については，添付書類「V-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」に示す配管，弁及び支持構造物を評価部位とする。

評価結果は，発生応力と許容応力を踏まえ，評価上厳しい箇所の結果について記載する。

4. 地震応答解析及び構造強度評価

4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法

4.1.1 地震応答解析方法

基準地震動  $S_s$  による設計用地震力は、添付書類「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

耐震B，Cクラス機器の地震応答解析は、添付書類「V-2-別添2-1 溢水防護に係る施設の耐震性についての計算書の方針」の「4.1 地震応答解析」にて設定している評価方針に従い実施する。

表4-1に各機器の設置床の最大応答加速度から算出した設計震度を示す。

表4-1 耐震B，Cクラス機器の設計震度 (1/3)

評価対象設備	設置建屋及び 設置高さ EL. (m)	設計震度	
		水平方向	鉛直方向
R/B機器ドレンサンプ熱交換器 (A)	-4.00	0.87	0.90
R/B機器ドレンサンプ熱交換器 (B)			
制御棒駆動水ポンプ潤滑油冷却器 (A)	2.00	0.96	0.92
制御棒駆動水ポンプ潤滑油冷却器 (B)			
制御棒駆動水加熱器			
制御棒駆動水系ポンプ (A) サクシオンフィルタ			
制御棒駆動水系ポンプ (B) サクシオンフィルタ			
制御棒駆動水ポンプA	8.20	1.10	0.96
制御棒駆動水ポンプB			
PASSクーラ	14.00	1.13	0.99
原子炉冷却材浄化系循環ポンプA			
原子炉冷却材浄化系循環ポンプB	20.30	1.34	1.01
スクラム排水容器 (I)			
スクラム排水容器 (II)		又は*	

注記 \* : 基準地震動  $S_s$  に基づく設備評価用床応答曲線より得られる値。

表4-1 耐震B, Cクラス機器の設計震度 (2/3)

評価対象設備	設置建屋及び 設置高さ EL. (m)	設計震度	
		水平方向	鉛直方向
非再生熱交換器 (A)	<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 30px; margin: 0 auto;"></div> 29.00	1.55 又は*	1.17
非再生熱交換器 (B)			
再生熱交換器 (A)			
再生熱交換器 (B)			
再生熱交換器 (C)			
原子炉冷却材浄化系逆洗水受タンク			
原子炉冷却材浄化系逆洗水移送ポンプ			
燃料プール冷却浄化系熱交換器 (A)			
燃料プール冷却浄化系熱交換器 (B)			
燃料プール冷却浄化系再循環ポンプA			
燃料プール冷却浄化系再循環ポンプB			
燃料プール冷却浄化系逆洗水移送ポンプ			
燃料プール冷却浄化系逆洗水受タンク			
燃料プール冷却浄化系保持ポンプA			
燃料プール冷却浄化系保持ポンプB			
サンプルクーラ			
PLR-LFMG室空調機			
ドライウェル除湿機	<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 30px; margin: 0 auto;"></div> 38.80	1.67 又は*	1.44
燃料プール冷却浄化系フィルタ脱塩器 (A)			
燃料プール冷却浄化系フィルタ脱塩器 (B)			
燃料プール冷却浄化系プリコートポンプ			
燃料プール冷却浄化系プリコートタンク			
原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器 (A)			
原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器 (B)			
原子炉冷却材浄化系プリコートタンク			
原子炉冷却材浄化系プリコートポンプ			
原子炉冷却材浄化系保持ポンプA			
原子炉冷却材浄化系保持ポンプB			
DHC冷水ポンプ			

注記 \* : 基準地震動  $S_s$  に基づく設備評価用床応答曲線より得られる値。

表 4-1 耐震 B, C クラス機器の設計震度 (3/3)

評価対象設備	設置建屋及び 設置高さ EL. (m)	設計震度	
		水平方向	鉛直方向
R/B 6F ローカルクーラ	46.50	1.74	1.52
原子炉補機冷却系サージタンク		又は*	
補機冷却系海水ポンプA	0.300	1.10	1.03
補機冷却系海水ポンプB			
補機冷却系海水ポンプC			

注記 \* : 基準地震動  $S_s$  に基づく設備評価用床応答曲線より得られる値。

#### 4.1.2 構造強度評価方法

耐震 B, C クラス機器の応力評価は、添付書類「V-2-別添2-1 溢水防護に係る施設の耐震性についての計算書の方針」の「4.2 耐震評価」にて設定している評価方針を踏まえ、応力評価を実施する。

耐震 B, C クラス機器の応力評価は、「4.2 評価部位」に示す評価部位に対し、「4.3 荷重及び荷重の組合せ」及び「4.4 許容限界」に示す荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえ、「4.5 評価方法」に示す方法を用いて評価を行う。

#### 4.2 荷重及び荷重の組合せ

応力評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、添付書類「V-2-別添2-1 溢水防護に係る施設の耐震性についての計算書の方針」の「3.1 荷重及び荷重の組合せ」にて示している荷重及び荷重の組合せを用いる。

##### 4.2.1 荷重の種類

荷重は、溢水起因の荷重と組合せはない\*ため、以下の荷重を用いる。

(1) 常時作用する荷重 (D)

死荷重は、持続的に生じる荷重であり、自重とする。

(2) 内圧荷重 ( $P_D$ )

内圧荷重は、当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重とする。

(3) 機械的荷重 ( $M_D$ )

当該設備に設計上定められた機械的荷重。

(4) 地震荷重 ( $S_s$ )

地震荷重は、基準地震動  $S_s$  により定まる地震力とする。

注記 \* : 地震起因により発生する溢水は、地震後に作用するため、地震荷重と組合せない。なお、添付書類「V-1-1-8-3 溢水評価条件の設定」にて溢水源として設定する想定破損による溢水及び消火水の放水による溢水による荷重は、地震起因による溢水と重畳しない。



#### 4.2.2 荷重の組合せ

応力評価に用いる荷重の組合せは、各機器の評価部位ごとに設定する。荷重の組合せを表4-2、表4-3及び表4-4に示す。

表4-2 容器類の荷重の組合せ

許容応力状態	荷重の組合せ	評価部位
IV <sub>A</sub> S	D + P <sub>D</sub> + M <sub>D</sub> + S <sub>s</sub>	胴板
		側板

表4-3 配管の荷重の組合せ

許容応力状態	荷重の組合せ	評価部位
IV <sub>A</sub> S	D + P <sub>D</sub> + M <sub>D</sub> + S <sub>s</sub>	配管
		弁

表4-4 支持構造物の荷重の組合せ

許容応力状態	荷重の組合せ	評価部位
IV <sub>A</sub> S	D + P <sub>D</sub> + M <sub>D</sub> + S <sub>s</sub>	支持脚
		スカート
		ラグ
		基礎ボルト
		取付ボルト
		溶接部

#### 4.3 許容限界

耐震B，Cクラス機器の評価の許容限界は、添付書類「V-2-別添2-1 溢水防護に係る施設の耐震性についての計算書の方針」の「3.2 許容限界」にて設定している許容限界に従って、「4.2 評価部位」にて設定している評価部位ごとに、許容応力状態IV<sub>A</sub>Sの許容応力を用いる。

各機器の評価部位ごとの許容限界を表4-5、表4-6及び表4-7に、使用材料及び使用材料の許容応力評価条件を表4-8に示す。

表4-5 容器類の許容限界

区分	耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応 力状態	許容限界*1			
				一次一般 膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
容器類	B, C	$D + P_D + M_D + S_s$	$IV_A S$	$0.6 \cdot S_u$	左欄の1.5倍 の値	*2 $S_s$ 地震力のみによる疲労解析を行い、疲労累 積係数が1.0以下であること。ただし、地震動 のみによる一次+二次応力の変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば、疲労解析は不要。	

注記 \*1 : 座屈に対する評価が必要な場合は、クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

\*2 :  $2 \cdot S_y$ を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・規格 PVB-3000 (PVB-3313を除く。Smは $2/3 \cdot S_y$ と読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

表4-6 配管の許容限界

区分	耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応 力状態	許容限界			
				一次一般 膜応力	一次応力 (曲げ応力含 む)	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
配管	B, C	$D + P_D + M_D + S_s$	$IV_A S$	*1 $0.6 \cdot S_u$	左欄の1.5倍 の値	*2 $S_s$ 地震力のみによる疲労解析を行い、疲労累 積係数が1.0以下であること。ただし、地震動 のみによる一次+二次応力の変動値は $2 \cdot S_y$ 以下であれば、疲労解析は不要。	

注記 \*1 : 軸力による全断面平均応力については、許容応力状態 $III_A S$ の一次一般膜応力の許容値の0.8倍の値とする。

\*2 :  $2 \cdot S_y$ を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 P P B-3536(1), (2), (4)及び(5) (ただし、 $S_m$ は $2/3 \cdot S_y$ と読み替える。)の簡易弾塑性解析を用いる。

表4-7 支持構造物の許容限界

耐震 クラス	荷重の 組合せ	許容応 力状態	許容限界*1, *2, *3 (ボルト等以外)										許容限界*2, *4 (ボルト等)	形式試験 による場合		
			一次応力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重	
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断 *6	曲げ *7	支圧	座屈	引張	せん断		
B, C	D + P <sub>D</sub> + M <sub>D</sub> + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S	1.5・ f <sub>r</sub> * *	1.5・ f <sub>s</sub> * *	1.5・ f <sub>c</sub> * *	1.5・ f <sub>b</sub> * *	1.5・ f <sub>p</sub> * *	S <sub>s</sub> 地震力のみによる応 力振幅について評価する。	3・f <sub>t</sub>	3・f <sub>s</sub>	2・f <sub>b</sub>	*8 1.5・ f <sub>p</sub> * *	*7, *8 1.5・f <sub>b</sub> 1.5・f <sub>s</sub> 又は 1.5・f <sub>c</sub>	1.5・ f <sub>t</sub> * *	1.5・ f <sub>s</sub> * *	$T_L \cdot 0.6 \cdot \frac{S_{y d}}{S_{y t}}$

- 注記 \*1: 「鋼構造設計規準 S I 単位版」(2002年日本建築学会)等の幅厚比の制限を満足させる。  
 \*2: 応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。  
 \*3: 耐圧部に溶接等により直接取り付けられる支持構造物であって耐圧部と一体の応力解析を行うものについては、耐圧部と同じ許容応力とする。  
 \*4: コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって、トルク管理、材料の照合等を行わないものについては、材料の品質、据付状態等のゆらぎ等を考慮して、III<sub>A</sub>Sの許容応力を一次引張応力に対してはf<sub>t</sub>、一次せん断応力に対してはf<sub>s</sub>として、またIV<sub>A</sub>S→III<sub>A</sub>Sとして応力評価を行う。  
 \*5: 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあつては、クラスMC容器の座屈に対する評価式による。  
 \*6: すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して1.5・f<sub>s</sub>とする。  
 \*7: 設計・建設規格 S S B-3121.1(4)により求めたf<sub>b</sub>とする。  
 \*8: 自重、熱膨張等により常時作用する荷重に、地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

表4-8 使用材料及び使用材料の許容応力評価条件 (1/4)

評価対象設備	評価部位	材料	温度 条件 (°C)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
原子炉補機冷却系 サージタンク	胴	SM400A	65.6	234	386
	脚	SM400A	65.6	206	386
	基礎ボルト	SS400	60	208	389
非再生熱交換器 (A)	胴	SB410	188	190	391
	脚	SM400A	188	188	373
	基礎ボルト	SS400	60	208	389
非再生熱交換器 (B)	胴	SB410	188	190	391
	脚	SM400A	188	188	373
	基礎ボルト	SS400	60	208	389
ドライウエル除湿機	基礎ボルト	SS400	60	208	389
DHC冷水ポンプ	基礎ボルト	SS400	60	237	389
R/B機器ドレンサンプ 熱交換器 (A)	支持材	SUS304	80	180	461
R/B機器ドレンサンプ 熱交換器 (B)	支持材	SUS304	80	180	461
制御棒駆動水ポンプ 潤滑油冷却器 (A)	基礎ボルト	SS400	60	237	389
制御棒駆動水ポンプ 潤滑油冷却器 (B)	基礎ボルト	SS400	60	237	389
PASSクーラ	基礎ボルト	SS400	60	237	389
サンプルクーラ	基礎ボルト	SS400	60	237	389
PLR-LFMG室 空調機	基礎ボルト	SS400	60	237	389
R/B 6Fローカル クーラ	基礎ボルト	SS400	60	237	389
原子炉冷却材浄化系 循環ポンプA	基礎ボルト	S20C	60	237	382
原子炉冷却材浄化系 循環ポンプB	基礎ボルト	S20C	60	237	382
燃料プール冷却浄化系 熱交換器 (A)	胴	SB410	66	212	400
	脚	SM400A	66	206	385
	基礎ボルト	SS400	60	208	389

表 4-8 使用材料及び使用材料の許容応力評価条件 (2/4)

評価対象設備	評価部位	材料	温度 条件 (°C)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
燃料プール冷却浄化系 熱交換器 (B)	胴	SB410	66	212	400
	脚	SM400A	66	206	385
	基礎ボルト	SS400	60	208	389
燃料プール冷却浄化系 逆洗水移送ポンプ	基礎ボルト	SS400	60	208	389
燃料プール冷却浄化系 フィルタ脱塩器 (A)	胴	SUS304	94	173	447
	脚	SS400	94	223	374
	基礎ボルト	S25C	60	256	420
燃料プール冷却浄化系 フィルタ脱塩器 (B)	胴	SUS304	94	173	447
	脚	SS400	94	223	374
	基礎ボルト	S25C	60	256	420
燃料プール冷却浄化系 逆洗水受タンク	胴	SUS304L	94	147	413
	脚	SS400	94	196	374
	基礎ボルト	SS400	60	208	389
燃料プール冷却浄化系 保持ポンプA	基礎ボルト	S25C	60	256	420
燃料プール冷却浄化系 保持ポンプB	基礎ボルト	S25C	60	256	420
燃料プール冷却浄化系 プリコートポンプ	基礎ボルト	S25C	60	256	420
燃料プール冷却浄化系 プリコートタンク	胴	SM400	94	223	374
	基礎ボルト	S25C	94	245	406
燃料プール冷却浄化系 再循環ポンプA	基礎ボルト	S20C	65	235	378
燃料プール冷却浄化系 再循環ポンプB	基礎ボルト	S20C	65	235	378
原子炉冷却材浄化系 逆洗水受タンク	胴	SUS304L	94	147	413
	脚	SM400A	94	223	374
	基礎ボルト	SS400	60	208	389
原子炉冷却材浄化系 逆洗水移送ポンプ	基礎ボルト	SS400	60	208	389

表 4-8 使用材料及び使用材料の許容応力評価条件 (3/4)

評価対象設備	評価部位	材料	温度条件 (°C)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
原子炉冷却材浄化系 フィルタ脱塩器 (A)	胴	SB410	66	212	400
	脚	SS400	66	234	385
	基礎ボルト	S25C	60	256	420
原子炉冷却材浄化系 フィルタ脱塩器 (B)	胴	SB410	66	212	400
	脚	SS400	66	234	385
	基礎ボルト	S25C	60	256	420
原子炉冷却材浄化系 プリコートタンク	胴	SM400A	66	234	385
	基礎ボルト	S25C	66	253	414
原子炉冷却材浄化系 プリコートポンプ	基礎ボルト	S25C	60	256	420
原子炉冷却材浄化系 保持ポンプA	基礎ボルト	S25C	60	256	420
原子炉冷却材浄化系 保持ポンプB	基礎ボルト	S25C	60	256	420
再生熱交換器 (A)	胴	SUS316	302	130	427
	脚	SM400A	302	149	373
	基礎ボルト	S25C	50	260	430
再生熱交換器 (B)	胴	SUS316	302	130	427
	脚	SM400A	302	149	373
	基礎ボルト	S25C	50	260	430
再生熱交換器 (C)	胴	SUS316	302	130	427
	脚	SM400A	302	149	373
	基礎ボルト	S25C	50	260	430
制御棒駆動水加熱器	胴	SUS304	90	175	451
	脚	SS400	90	216	376
	基礎ボルト	S20C	60	227	389
制御棒駆動水系ポンプ (A) サクシオンフィルタ	胴	STPT 相当	66	234	385
	脚	SS400 相当	66	234	385
	基礎ボルト	SS400	60	227	389
制御棒駆動水系ポンプ (B) サクシオンフィルタ	胴	STPT 相当	66	234	385
	脚	SS400 相当	66	234	385
	基礎ボルト	SS400	60	227	389

表 4-8 使用材料及び使用材料の許容応力評価条件 (4/4)

評価対象設備	評価部位	材料	温度 条件 (°C)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
スクラム排水容器 (I)	胴	STPT410	138	215	404
	架台	SS400	60	237	389
スクラム排水容器 (II)	胴	STPT410	138	215	404
	架台	SS400	60	237	389
制御棒駆動水ポンプ A	基礎ボルト	S20C	60	237	382
制御棒駆動水ポンプ B	基礎ボルト	S20C	60	237	382
補機冷却系海水系ポンプ A	基礎ボルト	SS400	50	211	394
補機冷却系海水系ポンプ B	基礎ボルト	SS400	50	211	394
補機冷却系海水系ポンプ C	基礎ボルト	SS400	50	211	394



#### 4.4 計算方法

(1) 溢水防護として要求する機能を踏まえ、添付書類「V-2-別添2-1 溢水防護に係る施設の耐震性についての計算書の方針」の「3.2 許容限界」より、基準地震動 $S_s$ による地震力に対して耐震性が確保され溢水に至らないことを確認するために、許容応力状態 $IV_{AS}$ で、許容限界を満足することを確認する。

(2) 減衰定数については、添付書類「V-2-別添2-1 溢水防護に係る施設の耐震性についての計算書の方針」の「4.1.3 設計用減衰定数」に示す値を適用する。

(3) 評価に用いる解析コード並びにその適用機器及び使用目的を以下に記す。

耐震B、Cクラス機器の容器類及びポンプ類の固有値解析及び応力評価に用いる「MSC NASTRAN」の検証及び妥当性確認の概要については、添付書類「V-5-1 計算機プログラム（解析コード）の概要・NASTRAN」に示す。配管、弁及び支持構造物の固有値解析等に用いる「SAP-IV」，「HISAP」，「AutoPIPE」の検証及び妥当性確認の概要については、添付書類「V-5-3 計算機プログラム（解析コード）の概要・SAP-IV」，添付書類「V-5-4 計算機プログラム（解析コード）の概要・HISAP」及び添付書類「V-5-35 計算機プログラム（解析コード）の概要・AutoPIPE」に示す。

応力評価は、添付書類「V-2-1-13-1 スカート支持たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」，添付書類「V-2-1-13-2 横置一胴円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」，添付書類「V-2-1-13-3 平底たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」，添付書類「V-2-1-13-4 横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」及び添付書類「V-2-1-13-5 たて軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」にて示す評価方法及び、原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-1987（日本電気協会）に準拠した、評価方法により評価を行う。

耐震B、Cクラス機器のうち配管の応力評価は、添付書類「V-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」に示す配管の解析方法を用いて評価する。

#### 4.5 計算条件

3次元はりモデル解析により応力計算を行った配管について、解析モデル図を図4-1に示し、配管諸元の一覧表を表4-9に、質点質量の一覧表を表4-10に示す。

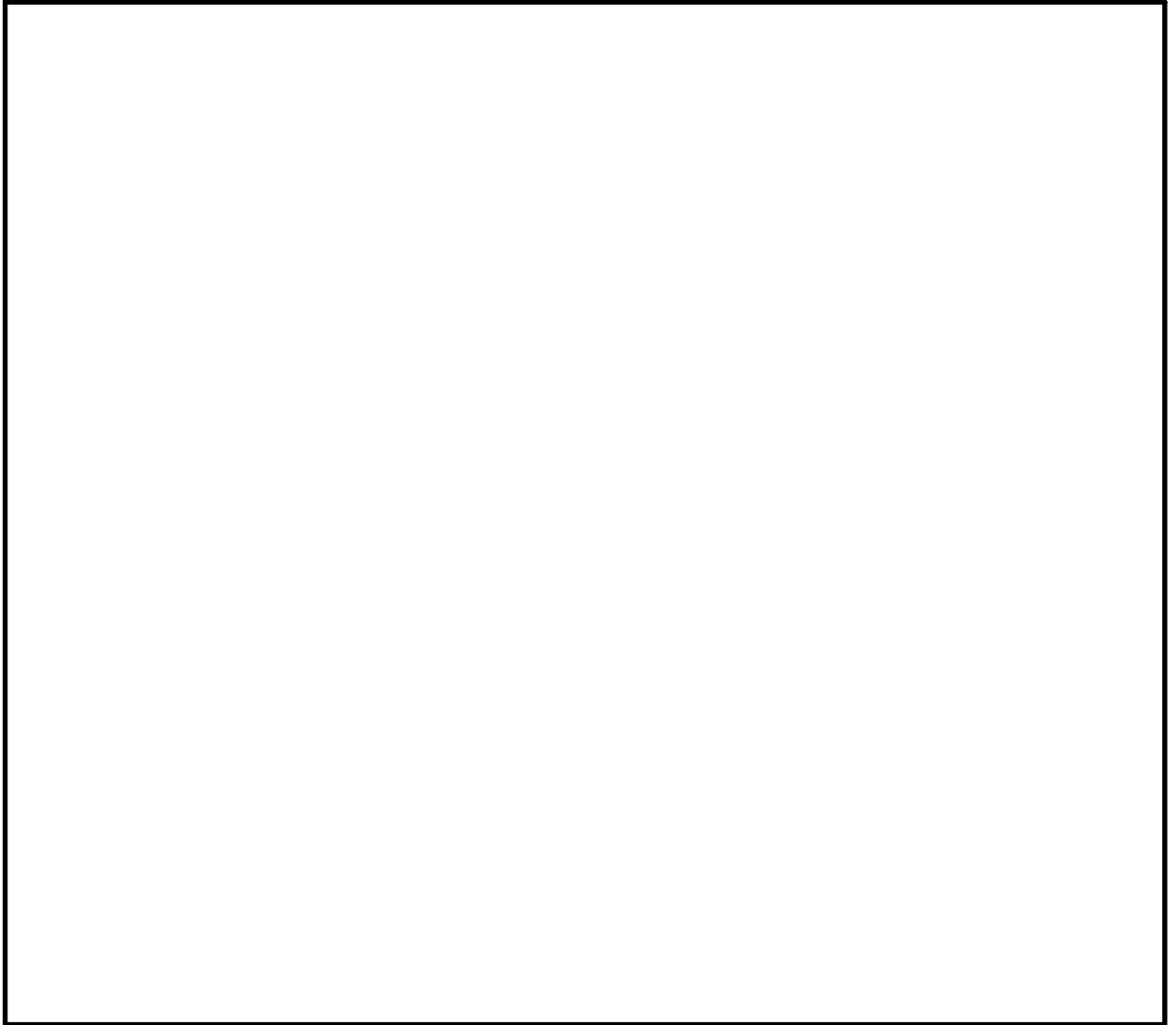


図4-1 解析モデル図

表4-9 配管諸元

名称	単位	節点 2から8040
外径	mm	27.2
厚さ	mm	2.9
材料	—	STPG370
縦弾性係数	$\times 10^5$ MPa	2.06
最高使用圧力	MPa	0.87
最高使用温度	°C	66

表4-10 質点質量

--

5. 評価結果

耐震B, Cクラス機器が基準地震 $S_s$ による地震力に対し、耐震性を有することを確認した。  
 なお、原子炉建屋内設置の機器について、算出応力が許容応力に近い機器・配管があるが、地盤物性等のばらつきとして1.5を乗じた設計震度を用いていることから、実際の機器・配管の裕度は表5-1及び表5-2記載の値よりも大きくなる。

表5-1 基準地震動 $S_s$ に対する容器・ポンプ類の応力評価結果 (1/7)

区分	評価対象設備	耐震設計上の重要度分類	設置高さ EL. (m)	評価対象部位	応力の種類	算出応力	許容応力	判定	備考
						(MPa)	(MPa)		
容器類・ポンプ類	原子炉補機冷却系 サージタンク	B	46.50	胴	組合せ	144	468	○	
				脚	組合せ	79	247	○	
				基礎ボルト	引張	85	100*	○	
					せん断	68	115	○	
	非再生熱交換器 (A)	B	29.00	胴	組合せ	223	380	○	
				脚	組合せ	50	225	○	
				基礎ボルト	引張	149	186*	○	
					せん断	43	143	○	
	非再生熱交換器 (B)	B	29.00	胴	組合せ	223	380	○	
				脚	組合せ	50	225	○	
				基礎ボルト	引張	149	186*	○	
					せん断	43	143	○	
ドライウエル除湿機	C	38.80	基礎ボルト	引張	98	154*	○		
				せん断	67	143	○		

注記 \* :  $f_{ts} = \text{Min} \{1.4 \cdot f_{t0} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{t0}\}$  より算出。

表5-1 基準地震動  $S_s$  に対する容器・ポンプ類の応力評価結果 (2/7)

区分	評価対象設備	耐震設計上の重要度分類	設置高さ	評価対象部位	応力の種類	算出応力	許容応力	判定	備考
			EL. (m)			(MPa)	(MPa)		
容器類・ポンプ類	DHC冷水ポンプ	C	38.80	基礎ボルト	引張	15	204*	○	
					せん断	9	157	○	
	R/B機器ドレン サンパ熱交換器 (A)	B	-4.00	支持材	せん断	3	124	○	
	R/B機器ドレン サンパ熱交換器 (B)	B	-4.00	支持材	せん断	3	124	○	
	制御棒駆動水 ポンプ潤滑油 冷却器 (A)	B	2.00	基礎ボルト	引張	3	163*	○	
					せん断	2	125	○	
	制御棒駆動水 ポンプ潤滑油 冷却器 (B)	B	2.00	基礎ボルト	引張	3	163*	○	
					せん断	2	125	○	
	PASSクーラ	B	8.20	基礎ボルト	引張	9	163*	○	
					せん断	3	125	○	
	サンプルクーラ	B	29.00	基礎ボルト	引張	37	163*	○	
					せん断	11	125	○	
	PLR-LFMG室 空調機	B	29.00	基礎ボルト	引張	44	204*	○	
					せん断	20	157	○	
R/B 6F ローカルクーラ	B	46.50	基礎ボルト	引張	69	163*	○		
				せん断	20	125	○		

注記 \* :  $f_{ts} = \text{Min} \{1.4 \cdot f_{t0} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{t0}\}$  より算出。

表5-1 基準地震動  $S_s$  に対する容器・ポンプ類の応力評価結果 (3/7)

区分	評価対象設備	耐震設計上の重要度分類	設置高さ	評価対象部位	応力の種類	算出応力	許容応力	判定	備考	
			EL. (m)			(MPa)	(MPa)			
容器類・ポンプ類	原子炉冷却材浄化系循環ポンプA	B	14.00	基礎ボルト	引張	15	160*	○		
					せん断	12	123	○		
	原子炉冷却材浄化系循環ポンプB	B	14.00	基礎ボルト	引張	15	160*	○		
					せん断	12	123	○		
	燃料プール冷却浄化系熱交換器 (A)	B	29.00	脚	引張	15	186*	○		
					せん断	31	143	○		
					基礎ボルト	引張	15	186*	○	
						せん断	31	143	○	
	燃料プール冷却浄化系熱交換器 (B)	B	29.00	脚	引張	15	186*	○		
					せん断	31	143	○		
					基礎ボルト	引張	15	186*	○	
						せん断	31	143	○	
	燃料プール冷却浄化系逆洗水移送ポンプ	B	29.00	基礎ボルト	引張	8	186*	○		
					せん断	4	143	○		
燃料プール冷却浄化系フィルタ脱塩器 (A)	B	38.80	脚	引張	163	176*	○			
				せん断	42	135	○			
				基礎ボルト	引張	163	176*	○		
					せん断	42	135	○		

注記 \* :  $f_{ts} = \text{Min} \{1.4 \cdot f_{t0} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{t0}\}$  より算出。

表5-1 基準地震動  $S_s$  に対する容器・ポンプ類の応力評価結果 (4/7)

区分	評価対象設備	耐震設計上の重要度分類	設置高さ EL. (m)	評価対象 部位	応力の 種類	算出応力	許容応力	判定	備考
						(MPa)	(MPa)		
容器 ・ ポン プ 類	燃料プール 冷却浄化系 フィルタ脱塩器 (B)	B	38.80	胴	組合せ	298	346	○	
				脚	組合せ	202	261	○	
				基礎ボルト	引張	163	176*	○	
					せん断	42	135	○	
	燃料プール 冷却浄化系 逆洗水受タンク	B	29.00	胴	組合せ	286	294	○	
				脚	組合せ	138	235	○	
				基礎ボルト	引張	154	178*	○	
					せん断	52	143	○	
	燃料プール 冷却浄化系 保持ポンプA	B	29.00	基礎ボルト	引張	10	220*	○	
					せん断	5	169	○	
	燃料プール 冷却浄化系 保持ポンプB	B	29.00	基礎ボルト	引張	10	220*	○	
					せん断	5	169	○	
	燃料プール 冷却浄化系 プリコートポンプ	B	38.80	基礎ボルト	引張	12	220*	○	
					せん断	7	169	○	
	燃料プール 冷却浄化系 プリコートタンク	B	38.80	基礎ボルト	引張	129	211*	○	
せん断					55	163	○		
燃料プール 冷却浄化系 再循環ポンプA	B	29.00	基礎ボルト	引張	12	198*	○		
				せん断	11	152	○		
燃料プール 冷却浄化系 再循環ポンプB	B	29.00	基礎ボルト	引張	12	198*	○		
				せん断	11	152	○		

注記 \* :  $f_{ts} = \text{Min} \{1.4 \cdot f_{t0} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{t0}\}$  より算出。

表5-1 基準地震動  $S_s$  に対する容器・ポンプ類の応力評価結果 (5/7)

区分	評価対象設備	耐震設計上の重要度分類	設置高さ	評価対象部位	応力の種類	算出応力	許容応力	判定	備考
						(MPa)	(MPa)		
容器類・ポンプ類	原子炉冷却材浄化系逆洗水受タンク	B	29.00	胴	組合せ	87	294	○	
				脚	組合せ	51	261	○	
				基礎ボルト	引張	143	186*	○	
					せん断	33	143	○	
	原子炉冷却材浄化系逆洗水移送ポンプ	B	29.00	基礎ボルト	引張	9	186*	○	
					せん断	4	143	○	
	原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器 (A)	B	38.80	胴	組合せ	111	360	○	
				脚	組合せ	213	269	○	
				基礎ボルト	引張	175	176*	○	
					せん断	29	135	○	
	原子炉冷却材浄化系フィルタ脱塩器 (B)	B	38.80	胴	組合せ	111	360	○	
				脚	組合せ	213	269	○	
				基礎ボルト	引張	175	176*	○	
					せん断	29	135	○	
原子炉冷却材浄化系ブリコートタンク	B	38.80	胴	組合せ	12	468	○		
			基礎ボルト	引張	129	216*	○		
				せん断	55	166	○		
原子炉冷却材浄化系ブリコートポンプ	B	38.80	基礎ボルト	引張	12	220*	○		
せん断	7	169		○					
原子炉冷却材浄化系保持ポンプA	B	38.80	基礎ボルト	引張	16	220*	○		
せん断	7	169		○					
原子炉冷却材浄化系保持ポンプB	B	38.80	基礎ボルト	引張	16	220*	○		
				せん断	7	169	○		

注記 \* :  $f_{ts} = \text{Min} \{1.4 \cdot f_{t0} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{t0}\}$  より算出。



表5-1 基準地震動  $S_s$  に対する容器類・ポンプ類の応力評価結果 (6/7)

区分	評価対象設備	耐震設計上の重要度分類	設置高さ EL. (m)	評価対象部位	応力の種類	算出応力	許容応力	判定	備考
						(MPa)	(MPa)		
容器類・ポンプ類	再生熱交換器 (A)	B	29.00	胴	組合せ	221	260	○	
						85	178	○	
				基礎ボルト	引張	3	39*	○	
					せん断	173	173	○	
	再生熱交換器 (B)	B	29.00	胴	組合せ	221	260	○	
						85	178	○	
				基礎ボルト	引張	3	39*	○	
					せん断	173	173	○	
	再生熱交換器 (C)	B	29.00	胴	組合せ	221	260	○	
						85	178	○	
				基礎ボルト	引張	3	39*	○	
					せん断	173	173	○	
	制御棒駆動水加熱器	B	2.00	胴	組合せ	30	405	○	
						66	259	○	
				基礎ボルト	引張	47	163*	○	
					せん断	14	125	○	
	制御棒駆動水系ポンプ (A) サクションフィルタ	B	2.00	胴	組合せ	34	346	○	
						86	269	○	
基礎ボルト				引張	50	163*	○		
				せん断	8	125	○		
制御棒駆動水系ポンプ (B) サクションフィルタ	B	2.00	胴	組合せ	34	346	○		
					86	269	○		
			基礎ボルト	引張	50	163*	○		
				せん断	8	125	○		

注記 \* :  $f_{ts} = \text{Min} \{1.4 \cdot f_{t0} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{t0}\}$  より算出。

表 5-1 基準地震動  $S_s$  に対する容器類・ポンプ類の応力評価結果 (7/7)

区分	評価対象設備	耐震設計上の重要度分類	設置高さ	評価対象部位	応力の種類	算出応力	許容応力	判定	備考
			EL. (m)			(MPa)	(MPa)		
容器類・ポンプ類	スクラム排水容器 (I)	B	20.30	胴	組合せ	52	363	○	
				架台	組合せ	144	272	○	
	スクラム排水容器 (II)	B	20.30	胴	組合せ	52	363	○	
				架台	組合せ	144	272	○	
	制御棒駆動水ポンプA	B	2.00	基礎ボルト	引張	20	200*	○	
					せん断	14	154	○	
	制御棒駆動水ポンプB	B	2.00	基礎ボルト	引張	20	200*	○	
					せん断	14	154	○	
	補機冷却系海水系ポンプA	C	0.300	基礎ボルト	引張	87	190*	○	
					せん断	43	146	○	
	補機冷却系海水系ポンプB	C	0.300	基礎ボルト	引張	87	190*	○	
					せん断	43	146	○	
	補機冷却系海水系ポンプC	C	0.300	基礎ボルト	引張	87	190*	○	
					せん断	43	146	○	

注記 \* :  $f_{ts} = \text{Min} \{1.4 \cdot f_{t0} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{t0}\}$  より算出。

表5-2 基準地震動  $S_s$  に対する配管、弁及び支持構造物の応力評価結果

区分	評価対象系統	設置高さ	耐震設計上の重要度分類	評価対象部位	応力の種類	算出応力	許容応力
						(MPa)	(MPa)
配管・弁及び支持構造物	原子炉補機冷却水系 (RCW系)	EL. 8.20 m	B	配管本体	一次+二次	379	379
				支持構造物	組合せ	227	268
	燃料プール冷却浄化系 (FPC系)	EL. 29.00 m	B	配管本体	一次+二次	410	463
				支持構造物	組合せ	239	268
	復水・純水移送系 (MUW系)	EL. -4.00 m～ EL. 8.20 m	B	配管本体	一次+二次	455	463
				支持構造物	組合せ	226	268
	原子炉冷却材浄化系 (CUW系)	EL. 38.80 m	B	配管本体	一次+二次	462	463
				支持構造物	組合せ	113	268
	制御棒駆動系 (CRD系)	EL. 20.30 m	B	配管本体	一次+二次	327	430
				支持構造物	組合せ	220	271
	屋内消火系 (FP系)	EL. 8.20 m～ EL. 29.00 m	C	配管本体	一次+二次	326	396
				支持構造物	組合せ	35	234
	所内蒸気系 (HS系)	EL. -4.00 m～ EL. 14.00 m	C	配管本体	一次+二次	134	428
				支持構造物	組合せ	211	268
補機冷却海水系 (ASW系)	EL. 0.300 m	C	配管本体	一次+二次	255	490	
			支持構造物	圧縮	46	160	