

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-1098 改3
提出年月日	平成30年10月1日

V-2-2-2-5 原子炉建屋地下排水設備排水ポンプ制御盤の耐震性について  
の計算書

## 目次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の算出方法	3
4. 構造強度評価	3
4.1 構造強度評価方法	3
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	3
5. 機能維持評価	7
5.1 電氣的機能維持評価方法	7
6. 評価結果	8
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	8

## 1. 概要

原子炉建屋地下排水設備は、「Sクラスの施設の間接支持構造物」及び「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の間接支持構造物」である原子炉建屋に対し、その耐震性を確保するため地下水位を原子炉建屋基礎底面レベル以深に維持するための機能を有している。

したがって、原子炉建屋地下排水設備については、添付書類「V-2-1 耐震設計の基本方針の概要」のうち「10. 耐震計算の基本方針 10.1 建物・構築物」に基づきS<sub>0</sub>機能維持ができる設計とする。

本資料は、原子炉建屋地下排水設備排水ポンプ制御盤（以下、「排水ポンプ制御盤」という。）について、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」で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、設計用地震力に対し十分な構造強度及び機能を有していることを説明するものである。

## 2. 一般事項

本計算書は、添付書類「V-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

### 2.1 構造計画

排水ポンプ制御盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
排水ポンプ制御盤は、 チャンネルベースに取 付ボルトで固定され、 チャンネルベースは、 床に基礎ボルトで設置 する。	垂直自立形	<p style="text-align: right;">(単位:mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の算出方法

プラスチックハンマ等により当該装置に振動を与え、固有振動数測定装置（圧電式加速度ピックアップ、振動計、分析器）により固有振動数（共振周波数）を測定する。測定の結果、固有周期は0.05秒以下であり、剛であることを確認した。固有周期を表3-1に示す。

表 3-1 固有周期 (s)

水平方向	鉛直方向
<input type="text"/>	<input type="text"/>

### 4. 構造強度評価

#### 4.1 構造強度評価方法

排水ポンプ制御盤の構造は垂直自立形であるため、構造強度評価は、添付書類「V-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

#### 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

排水ポンプ制御盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表4-1に示す。

##### 4.2.2 許容応力

排水ポンプ制御盤の許容応力は、添付書類「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表4-2のとおりとする。

##### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

排水ポンプ制御盤の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備としての評価に用いるものを表4-3に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
施設共通 (地震)	原子炉建屋 地下排水設備	排水ポンプ制御盤	—*1	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IV <sub>A</sub> S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして IV <sub>A</sub> Sの許容限 界を用いる。)

注記 \*1：評価にあたっては、重大事故等対処設備のうち常設重大事故緩和設備として扱う。

\*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

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

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 <sup>*1, *2</sup> (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV <sub>A</sub> S	1.5・f <sub>t</sub> <sup>*</sup>	1.5・f <sub>s</sub> <sup>*</sup>
V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてIV <sub>A</sub> Sの 許容限界を用いる。)		

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

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

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (R T) (MPa)
基礎ボルト		周囲環境温度		245	400	—
取付ボルト		周囲環境温度		235	400	—



5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

排水ポンプ制御盤の電氣的機能維持評価について、以下に示す。評価用加速度は、添付書類「V-2-2-2-1 原子炉建屋地下排水設備設置位置の地盤応答」に示す地震応答解析で評価した加速度とし、評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを確認する。機能確認済加速度には、制御盤の加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の加速度を適用する。機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 ( $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ )

評価部位	方向	機能確認済加速度
排水ポンプ制御盤	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

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

#### (1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

#### (2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【排水ポンプ制御盤の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

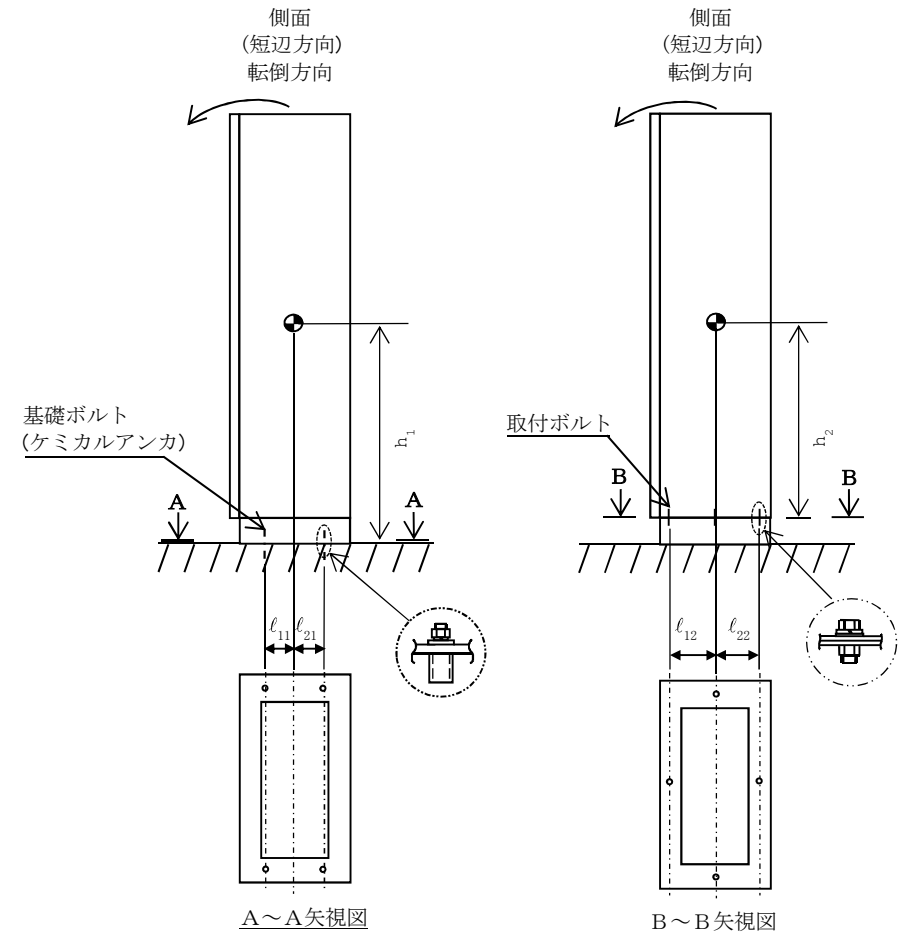
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度		基準地震動 $S_s$		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
排水ポンプ制御盤	—	地下排水上屋 EL. 8.00	<input type="text"/>	<input type="text"/>	—	—	$C_H=1.16$	$C_V=1.10$	<input type="text"/>

1.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$l_{1i}^*$ (mm)	$l_{2i}^*$ (mm)	$A_{bi}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$n_{fi}^*$
基礎ボルト ( $i=1$ )	130	850	75	75	113.1 (M12)	4	2
			270	270			2
取付ボルト ( $i=2$ )	110	750	130	130	201.1 (M16)	4	1
			270	270			1

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

部材	$S_{yi}$ (MPa)	$S_{ui}$ (MPa)	$F_i$ (MPa)	$F_i^*$ (MPa)	転倒方向	
					弾性設計用 地震動 $S_d$ 又は 静的震度	基準地震動 $S_s$
基礎ボルト ( $i=1$ )	245	400	—	280	—	短辺方向
取付ボルト ( $i=2$ )	235	400	—	280	—	短辺方向



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—	4.222×10 <sup>3</sup>	—	1.479×10 <sup>3</sup>
取付ボルト (i=2)	—	3.664×10 <sup>3</sup>	—	1.251×10 <sup>3</sup>

1.4 結 論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	□	引張り	—	—	σ <sub>b1</sub> =38	f <sub>t s1</sub> =168*
		せん断	—	—	τ <sub>b1</sub> =4	f <sub>s b1</sub> =129
取付ボルト	□	引張り	—	—	σ <sub>b2</sub> =19	f <sub>t s2</sub> =210*
		せん断	—	—	τ <sub>b2</sub> =2	f <sub>s b2</sub> =161

すべて許容応力以下である。

注記 \* : f<sub>t s i</sub> = Min[1.4 · f<sub>t o i</sub> - 1.6 · τ<sub>b i</sub>, f<sub>t o i</sub>]より算出

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8 m/s<sup>2</sup>)

		評価用加速度	機能確認済加速度
排水ポンプ制御盤	水平方向	0.97	□
	鉛直方向	0.91	□

評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。