

本資料のうち、枠囲みの内容は、  
営業秘密また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-901 改0
提出年月日	平成30年7月3日

V-2-5-5-5-1 常設低圧代替注水系ポンプ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. 構造強度評価	3
3.1 構造強度評価方法	3
3.2 荷重の組合せ及び許容応力	3
4. 機能維持評価	7
4.1 動的機能維持評価方法	7
5. 評価結果	8
5.1 重大事故等対処設備としての評価結果	8

## 1. 概要

本計算書は、「V-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、常設低圧代替注水系ポンプが設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

常設低圧代替注水系ポンプは、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、分類に応じた構造強度評価及び動的機能維持評価を示す。

## 2. 一般事項

### 2.1 構造計画

常設低圧代替注水系ポンプの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>ポンプはポンプベースに固定され、ポンプベースは基礎ボルトで基礎に据え付ける。</p>	<p>ターボ形</p>	

### 3. 構造強度評価

#### 3.1 構造強度評価方法

常設低圧代替注水系ポンプの構造は横軸ポンプであるため、構造強度評価は、「V-2-1-14-4 横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき評価する。

#### 3.2 荷重の組合せ及び許容応力

##### 3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

常設低圧代替注水系ポンプ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 3-1 に示す。

##### 3.2.2 許容応力

常設低圧代替注水系ポンプの許容応力を表 3-2 に示す。

##### 3.2.3 使用材料の許容応力

常設低圧代替注水系ポンプの使用材料の許容応力のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-4 に示す。

表 3-1 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 <sup>*1</sup>	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉冷却 系統施設	残留熱除去 設備	常設低圧代替注水系 ポンプ	常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等 クラス 2 ポンプ <sup>*2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s$ <sup>*3</sup>	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。)
原子炉格納 施設	圧力低減設 備その他の 安全設備	常設低圧代替注水系 ポンプ	常設耐震／防止 常設／緩和	重大事故等 クラス 2 ポンプ <sup>*2</sup>	$D + P_D + M_D + S_s$ <sup>*3</sup>	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：「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：重大事故等クラス 2 ポンプの支持構造物を含む。

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

表 3-2 許容応力（重大事故等クラス 2 支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV <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 3-4 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 (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	S <sub>y</sub> (RT) (MPa)
		基礎ボルト		周囲環境温度		—	188
ポンプ取付ボルト	最高使用温度	66		—	699	803	—
原動機取付ボルト	周囲環境温度			—	699	803	—

#### 4. 機能維持評価

##### 4.1 動的機能維持評価方法

常設低圧代替注水系ポンプの地震後の動的機能維持評価について、以下に示す。

常設低圧代替注水系ポンプは地震時動的機能維持が確認された機種と類似の構造及び振動特性であるため、「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に記載の機能確認済加速度を適用する。機能確認済加速度を表 4-1 に示す。

表 4-1 機能確認済加速度

(単位： $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ )

評価部位	形式	方向	機能確認済加速度
ポンプ	横形多段遠心式 ポンプ	水平	1.4
		鉛直	1.0
原動機	横形すべり軸受 電動機	水平	2.6
		鉛直	1.0

## 5. 評価結果

### 5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

常設低圧代替注水系ポンプ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動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

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【常設低圧代替注水系ポンプ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 $S_s$		ポンプ振動による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度			
常設低圧代替注水系ポンプ	常設耐震/防止 常設/緩和	常設低圧代替注水系ポンプ格納槽 EL. -18.5*1	—*2	—*2	—	—	$C_H=1.58$	$C_V=1.10$	$C_P=0.09$	66	

注記 \*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

1.2 機器要目

部材	$m_i$ (kg)	$h_i$ (mm)	$\varnothing_{1i}$ (mm)	$\varnothing_{2i}$ (mm)	$A_{bi}$ (mm <sup>2</sup> )	$n_i$	$n_{fi}$	
							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)						8	—	4
ポンプ取付ボルト (i=2)						4	—	2
原動機取付ボルト (i=3)						4	—	2

G

部材	$S_{yi}$ (MPa)	$S_{ui}$ (MPa)	$F_i$ (MPa)	$F_i^*$ (MPa)	転倒方向		$M_p$ (N・mm)	
					弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度	基準地震動 $S_s$	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)	188*2	479*2	—	246	—	軸直角	—	—
ポンプ取付ボルト (i=2)	699*1 (径 $\leq 63$ mm)	803*1 (径 $\leq 63$ mm)	—	562	—	軸	—	—
原動機取付ボルト (i=3)	699*2 (径 $\leq 63$ mm)	803*2 (径 $\leq 63$ mm)	—	562	—	軸直角	—	$1.210 \times 10^6$

注記 \*1: 最高使用温度で算出

\*2: 周囲環境温度で算出

予想最大両振幅 ( $\mu m$ )	回転速度 ( $min^{-1}$ )
$H_p$ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">  </span>	$N$ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">  </span>

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>bi</sub>		Q <sub>bi</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)	—	2.685×10 <sup>4</sup>	—	1.376×10 <sup>5</sup>
ポンプ取付ボルト (i=2)	—	1.615×10 <sup>4</sup>	—	8.885×10 <sup>4</sup>
原動機取付ボルト (i=3)	—	9.898×10 <sup>3</sup>	—	2.620×10 <sup>4</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	—	—		
		せん断	—	—		
ポンプ取付ボルト		引張り	—	—		
		せん断	—	—		
原動機取付ボルト		引張り	—	—		
		せん断	—	—		

すべて許容応力以下である。

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

1.4.2 動的機能の評価結果

(単位：×9.8m/s<sup>2</sup>)

		評価用加速度	機能確認済加速度
ポンプ	水平方向	1.31	1.4
	鉛直方向	0.92	1.0
原動機	水平方向	1.31	2.6
	鉛直方向	0.92	1.0

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。

