

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-工-B-17-0033_改2
提出年月日	2021年7月27日

VI-2-別添 1-6 制御盤の耐震性についての計算書

2021年7月  
東北電力株式会社

## 目次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	2
3.1 固有周期の確認方法	2
3.2 固有周期の確認結果	2
3.3 設計用地震力	2
4. 構造強度評価	2
4.1 構造強度評価方法	2
4.2 荷重の組合せ及び許容応力評価条件	2
5. 機能維持評価	4
5.1 電氣的機能維持評価方法	4
6. 評価結果	5

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-別添 1-1 火災防護設備の耐震計算の方針」（以下「別添 1-1」という。）に示すとおり、制御盤が基準地震動  $S_s$  による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おり、火災を早期に消火する機能を維持することを確認するものである。

評価結果は、裕度（許容値／発生値）が最小となるものを代表として記載する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

制御盤の構造計画を表2-1に示す。

表2-1 制御盤の構造計画

計画の概要		説明図
基礎・支持構造	主体構造	
制御盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。チャンネルベースは基礎ボルトにより基礎部である壁に固定する。	制御盤 (壁掛型)	<p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>

### 3. 固有周期

#### 3.1 固有周期の確認方法

制御盤の固有周期は、添付書類「別添1-1」の「4. 固有周期」に示す算出方法に基づき、正弦波掃引試験により算出する。

#### 3.2 固有周期の確認結果

固有周期の確認結果を表3-1に示す。測定の結果、固有周期は0.050秒以下であり、剛であることを確認した。

表3-1 制御盤の固有周期（単位：s）

方向	固有周期*
水平	0.050以下
鉛直	0.050以下

注記\*：正弦波掃引試験により33Hzまで共振振動数がないことを確認。

#### 3.3 設計用地震力

制御盤の耐震計算に用いる設計用地震力については、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づく。

## 4. 構造強度評価

#### 4.1 構造強度評価方法

制御盤は、添付書類「別添1-1」の「5.1 構造強度評価方法」に示す評価方針に従い、構造強度評価を実施する。

#### 4.2 荷重の組合せ及び許容応力評価条件

構造強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、添付書類「別添1-1」の「5.2 荷重の組合せ及び許容応力」に示す荷重及び荷重の組合せを使用する。

##### 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

構造強度評価に用いる荷重の組合せ及び許容応力状態は、制御盤の評価対象部位ごとに設定する。荷重の組合せ及び許容応力状態を表4-1に示す。

##### 4.2.2 許容応力及び許容応力評価条件

制御盤の基礎ボルト及び取付ボルトにおける許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表4-2に示す。

また、基礎ボルト及び取付ボルトの許容応力評価条件を表4-3に示す。

表4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
その他の発電用原 子炉の附属施設	火災防護設備	制御盤	C	—*	$D + P_D + M_D + S_s$	$IV_A S$

注記 \*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力状態を適用する。

表4-2 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界（ボルト等）*1, *2	
	一次応力	
	引張り	せん断
$IV_A S$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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

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

表4-3 許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価対象 部位	材料	温度条件 (°C)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	F <sup>*</sup> (MPa)
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	40 (周囲環境温度)	245	400	280
取付ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	40 (周囲環境温度)	245	400	280

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

制御盤は、添付書類「別添1-1」の「6. 機能維持評価」に示す評価方針に従い、機能維持評価を実施する。

なお、機能確認済加速度には、対象機器の加振試験において電氣的機能の健全性を確認した最大加速度を適用する。

## 6. 評価結果

制御盤の構造強度評価結果及び機能維持評価結果を以下に示す。なお、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。

【制御盤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	設置場所及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は設計震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		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	
制御盤	C	制御建屋 (O.P. 19.50*1)	0.050 以下	0.050 以下	—	—	C <sub>H</sub> =2.78*2	C <sub>V</sub> =2.00*2	40

注記\*1：基準床レベルを示す。

\*2：制御盤は壁掛型のため、評価対象フロアの上下階のうちいずれか大きい方の基準地震動 S<sub>s</sub> により定まる応答加速度を用いる。

1.2 機器要目

部材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	ℓ <sub>1i</sub> * (mm)	ℓ <sub>2i</sub> * (mm)	ℓ <sub>3i</sub> * (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>bi</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	n <sub>fVi</sub>	n <sub>fHi</sub>
基礎ボルト (i=1)	166	318	1247	1194	550	16 (M16)	201.1	6	3	2
			1247	1194	550				3	2
取付ボルト (i=2)	110	235	1245	1190	646	12 (M12)	113.1	12	3	4
			1245	1190	646				3	4

部材	S <sub>yi</sub> (MPa)	S <sub>ui</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向	
					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)	245 (径 ≤ 16mm)	400	—	280	—	側面方向
取付ボルト (i=2)	245 (径 ≤ 16mm)	400	—	280	—	側面方向

注記\*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。



1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	$F_{b i}$		$Q_{b i}$	
	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト ( i =1)	—	$2.009 \times 10^3$	—	$6.658 \times 10^3$
取付ボルト ( i =2)	—	$1.259 \times 10^3$	—	$4.412 \times 10^3$

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力分類	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト ( i =1)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b1}=10$	$f_{t s1}=168^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=6$	$f_{s b1}=129$
取付ボルト ( i =2)	SS400	引張り	—	—	$\sigma_{b2}=12$	$f_{t s2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=4$	$f_{s b2}=161$

すべて許容応力以下である。

注記 \* :  $f_{t s i} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{t o i} - 1.6 \cdot \tau_{b i}, f_{t o i}]$  より算出

1.4.2 電気の機能維持評価結果

(単位 :  $\times 9.8 \text{ m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
制御盤	水平方向	2.32	5.00
	鉛直方向	1.67	3.00

注記\* : 基準地震動  $S_s$  により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

