

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

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-19-0265_改2
提出年月日	2021年10月19日

VI-2-10-1-2-3-6 ガスタービン発電設備  
制御盤の耐震性についての計算書

02 ③ VI-2-10-1-2-3-6 R3

2021年10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
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
2.4.1	制御盤の記号の説明	6
2.4.2	ガバナ盤の記号の説明	7
2.5	計算精度と数値の丸め方	8
3.	評価部位	9
4.	構造強度評価	10
4.1	構造強度評価方法	10
4.2	荷重の組合せ及び許容応力	10
4.2.1	荷重の組合せ及び許容応力状態	10
4.2.2	許容応力	10
4.2.3	使用材料の許容応力評価条件	10
4.3	設計用加速度	14
4.4	計算方法	16
4.4.1	応力の計算方法	16
4.5	計算条件	22
4.5.1	取付ボルトの応力計算条件	22
4.6	応力の評価	22
4.6.1	ボルトの応力評価	22
5.	機能維持評価	24
5.1	電氣的機能維持評価方法	24
6.	評価結果	25
6.1	重大事故等対処設備としての評価結果	25

1. 概要

本計算書は、添付書類「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、ガスタービン発電設備制御盤が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説明するものである。

また、間接支持構造物である車両が設計用地震力に対して十分な支持機能を有していることは、「VI-2-10-1-2-3-1 ガスタービン発電設備 機関・発電機の耐震性についての計算書」で説明している。

ガスタービン発電設備制御盤は、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氣的機能維持評価を示す。

ガスタービン発電設備制御盤は、以下の表 1-1 に示す盤から構成される。本計算書においては、その各々の盤に対して耐震計算を行う。

表 1-1 ガスタービン発電設備制御盤の構成

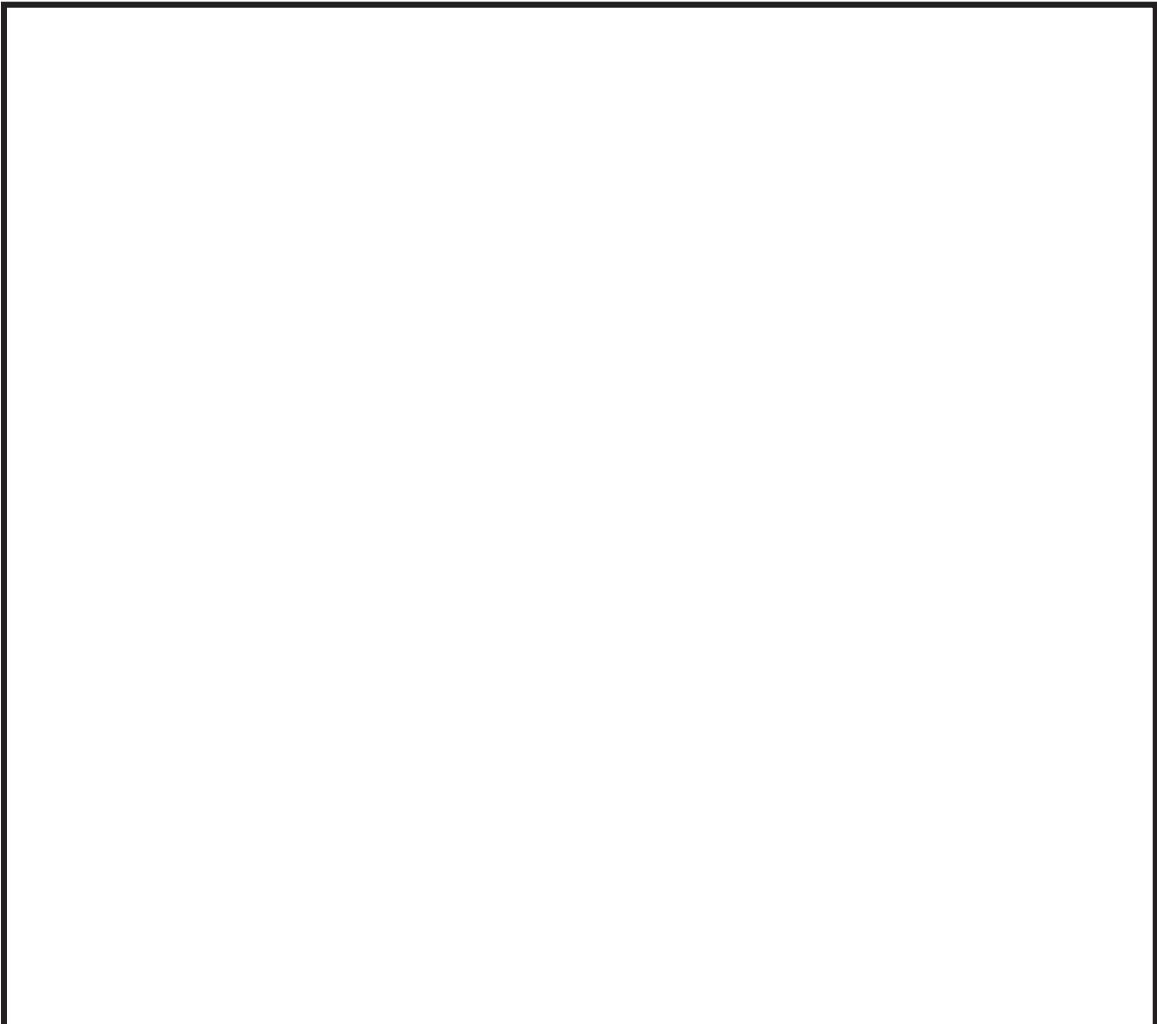
系統	盤名称	個数
ガスタービン発電設備	制御盤	2
ガスタービン発電設備	ガバナ盤	2

2. 一般事項

2.1 構造計画


ガスタービン発電設備制御盤の構造計画を表 2-1 及び表 2-2 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	
制御盤は取付ボルトにより車両に固定する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 2-2 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
ガバナ盤は取付ボルトにより車両に固定する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 2.2 評価方針

ガスタービン発電設備制御盤の応力評価は、添付書類「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」にて示す制御盤及びガバナ盤の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所に発生する応力等が許容限界内に収まることを、「VI-2-10-1-2-3-1 ガスタービン発電設備 機関・発電機の耐震性についての計算書」の「4. 加振試験」で得られた設計用加速度を用い、「4. 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、ガスタービン発電設備制御盤の機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電氣的機能確認済加速度以下であることを、「5. 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「6. 評価結果」に示す。

ガスタービン発電設備制御盤の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

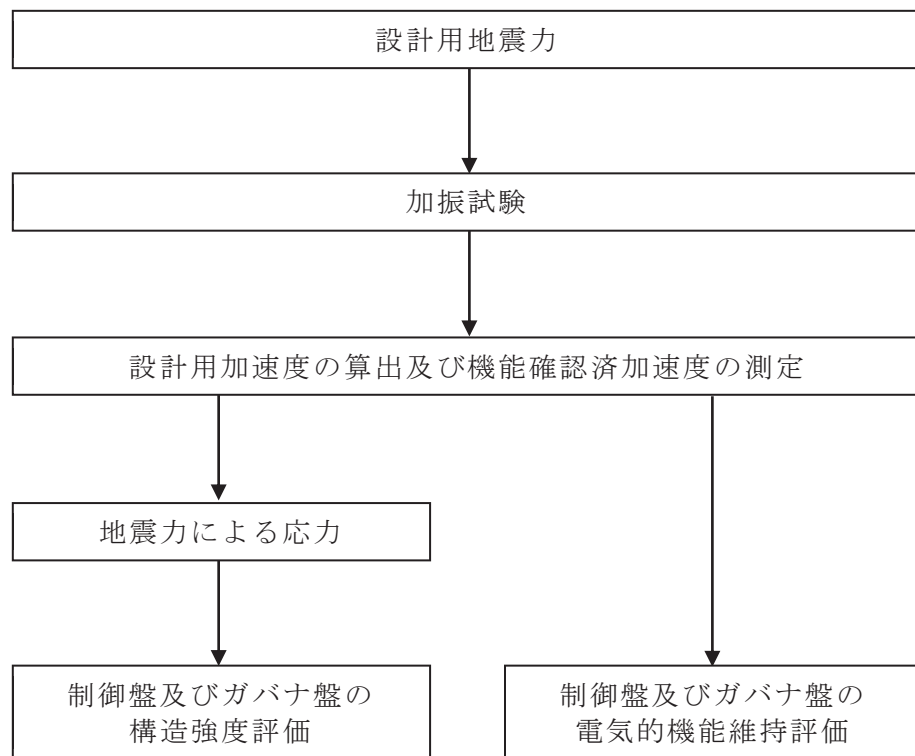


図 2-1 ガスタービン発電設備制御盤の耐震評価フロー

### 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。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1 -1987）
- (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）
- (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）
- (4) J S M E S N C 1 -2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格  
（以下「設計・建設規格」という。）

## 2.4 記号の説明

### 2.4.1 制御盤の記号の説明

記号	記号の説明	単位
$A_b$	取付ボルトの軸断面積	$\text{mm}^2$
$a_H$	水平方向設計用加速度	$\text{m/s}^2$
$a_V$	鉛直方向設計用加速度	$\text{m/s}^2$
$d$	取付ボルトの呼び径	$\text{mm}$
$F^*$	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値	$\text{MPa}$
$F_b$	取付ボルトに作用する引張力 (1 本当たり)	$\text{N}$
$f_{sb}$	せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力	$\text{MPa}$
$f_{to}$	引張力のみを受ける取付ボルトの許容引張応力	$\text{MPa}$
$f_{ts}$	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	$\text{MPa}$
$g$	重力加速度 (=9.80665)	$\text{m/s}^2$
$h$	取付面から重心までの距離	$\text{mm}$
$l_1$	重心と取付ボルト間の水平方向距離* <sup>1</sup>	$\text{mm}$
$l_2$	重心と取付ボルト間の水平方向距離* <sup>1</sup>	$\text{mm}$
$m$	質量	$\text{kg}$
$n$	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取付ボルトの本数	—
$Q_b$	取付ボルトに作用するせん断力	$\text{N}$
$S_u$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9に定める値	$\text{MPa}$
$S_y$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8に定める値	$\text{MPa}$
$\pi$	円周率 (=3.14159)	—
$\sigma_b$	取付ボルトに生じる引張応力	$\text{MPa}$
$\tau_b$	取付ボルトに生じるせん断応力	$\text{MPa}$

注記\*1:  $l_1 \leq l_2$



2.4.2 ガバナ盤の記号の説明

記号	記号の説明	単位
$A_{Gb}$	取付ボルトの軸断面積	$\text{mm}^2$
$a_{GH}$	水平方向設計用加速度	$\text{m/s}^2$
$a_{GV}$	鉛直方向設計用加速度	$\text{m/s}^2$
$d_G$	取付ボルトの呼び径	mm
$F^*$	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値	MPa
$F_{Gb}$	取付ボルトに作用する引張力 (1本あたり)	N
$f_{sb}$	せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力	MPa
$f_{to}$	引張力のみを受ける取付ボルトの許容引張応力	MPa
$f_{ts}$	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	MPa
$g$	重力加速度 (=9.80665)	$\text{m/s}^2$
$h_G$	取付面から重心までの距離	mm
$l_{G1}$	重心と取付ボルト間の水平方向距離* <sup>1</sup>	mm
$l_{G2}$	重心と取付ボルト間の水平方向距離* <sup>1</sup>	mm
$m_G$	質量	kg
$n_G$	取付ボルトの本数	—
$n_{Gf}$	評価上引張力を受けるとして期待する取付ボルトの本数	—
$Q_{Gb}$	取付ボルトに作用するせん断力	N
$S_u$	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
$\pi$	円周率 (=3.14159)	—
$\sigma_{Gb}$	取付ボルトに生じる引張応力	MPa
$\tau_{Gb}$	取付ボルトに生じるせん断応力	MPa

注記\*1:  $l_{G1} \leq l_{G2}$

## 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。

表 2-3 表示する数値の丸め方

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 <sup>*1</sup>
面積	mm <sup>2</sup>	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 <sup>*3</sup>	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位
加速度	m/s <sup>2</sup>	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>

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

ガスタービン発電設備制御盤の耐震評価は、「4.1 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。ガスタービン発電設備制御盤の耐震評価箇所については、表 2-1 及び表 2-2 の概略構造図に示す。

## 4. 構造強度評価

### 4.1 構造強度評価方法

- (1) ガスタービン発電設備制御盤の応力評価には、1 質点系モデルによる公式等を用いた手法を適用する。
- (2) 制御盤は、加振試験で得られた制御盤頂部における最大応答加速度を設計用加速度として用いて発生応力を算出し、応力評価を行う。
- (3) ガバナ盤は、加振試験で得られたガバナ盤頂部における最大応答加速度を設計用加速度として用いて発生応力を算出し、応力評価を行う。
- (4) 転倒方向は、計算モデルにおける短辺方向及び長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) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

### 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

ガスタービン発電設備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

ガスタービン発電設備制御盤の許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

#### 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ガスタービン発電設備制御盤の使用材料の許容応力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*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
非常用 電源設備	非常用 発電装置	ガスタービン発電設備 制御盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	$IV_{AS}$
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_{AS}$ ( $V_{AS}$ として $IV_{AS}$ 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：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*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張り	せん断
IV <sub>AS</sub>	1.5・f <sub>t</sub> *  1.5・f <sub>s</sub> *	1.5・f <sub>s</sub> *
V <sub>AS</sub> (V <sub>AS</sub> としてIV <sub>AS</sub> 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 i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)
取付ボルト* <sup>1</sup>		周囲環境温度	50		
取付ボルト* <sup>2</sup>		周囲環境温度	50		

注記\*1：制御盤の取付ボルトを示す。

\*2：ガバナ盤の取付ボルトを示す。

#### 4.3 設計用加速度

構造強度評価に用いる入力加速度には、「VI-2-10-1-2-3-1 ガスタービン発電設備  
機関・発電機の耐震性についての計算書」の「4. 加振試験」で得られた制御盤及び  
ガバナ盤の設計用加速度を用いる。

設計用加速度を表 4-4 及び表 4-5 に示す。



表 4-4 制御盤の設計用加速度（重大事故等対処設備）

据付場所 及び床面高さ (m)	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> (m/s <sup>2</sup> )	
	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計用加速度	鉛直方向 設計用加速度
緊急用電気品建屋 O. P. 62. 90*	—	—	17. 75	19. 91

注記\*：基準床レベルを示す。

表 4-5 ガバナ盤の設計用加速度（重大事故等対処設備）

据付場所 及び床面高さ (m)	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> (m/s <sup>2</sup> )	
	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計用加速度	鉛直方向 設計用加速度
緊急用電気品建屋 O. P. 62. 90*	—	—	26. 58	19. 12

注記\*：基準床レベルを示す。

#### 4.4 計算方法

##### 4.4.1 応力の計算方法

###### (1) 制御盤

###### a. 取付ボルトの計算方法

取付ボルトの応力は、設計用加速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。

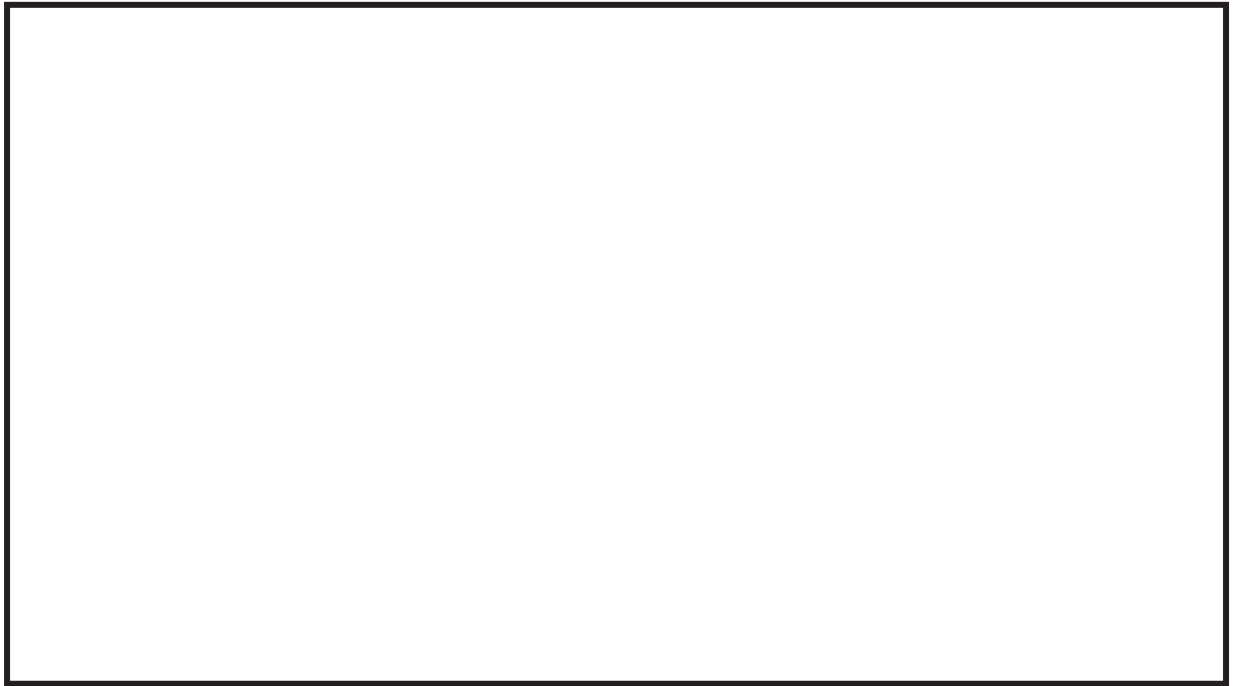


図 4-1 計算モデル図（短辺方向転倒）

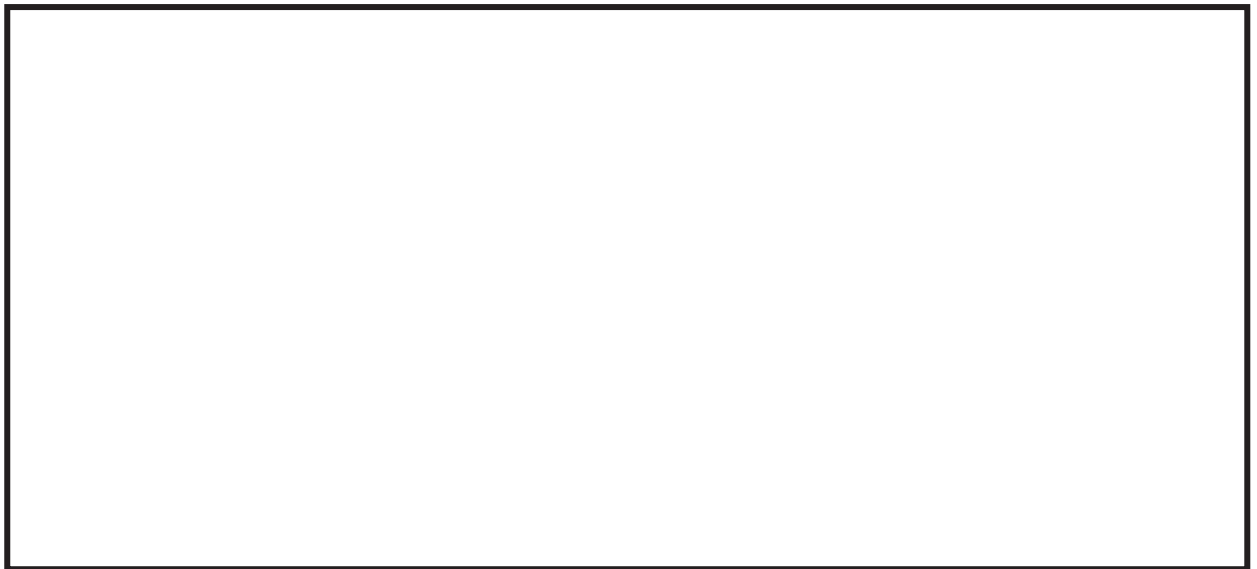


図 4-2 計算モデル図（長辺方向転倒）

（短辺方向転倒及び長辺方向転倒  $(g - a_v) < 0$  の場合）

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(a) 引張応力

取付ボルトに対する引張力は、図 4-1 及び図 4-2 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。

短辺方向転倒の引張力計算式

$$F_b = \frac{m \cdot a_H \cdot h - m \cdot (g - a_V) \cdot \ell_2}{n_f \cdot (\ell_1 + \ell_2)} \dots (4.4.1.1)$$

長辺方向転倒の引張力計算式

$$F_b = \frac{m \cdot a_H \cdot h - m \cdot (g - a_V) \cdot \ell_2}{n_f \cdot (\ell_1 + \ell_2)} \dots (4.4.1.2)$$

短辺方向転倒の引張応力計算式

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots (4.4.1.3)$$

長辺方向転倒の引張応力計算式

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots (4.4.1.4)$$

$\sigma_b$  は、上式で得られる大きい方の値とする。

ここで、取付ボルトの軸断面積  $A_b$  は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots (4.4.1.5)$$

(b) 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

$$Q_b = m \cdot a_H \cdot \dots (4.4.1.6)$$

せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b} \cdot \dots (4.4.1.7)$$

(2) ガバナ盤

a. 取付ボルトの計算方法

取付ボルトの応力は、設計用加速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。

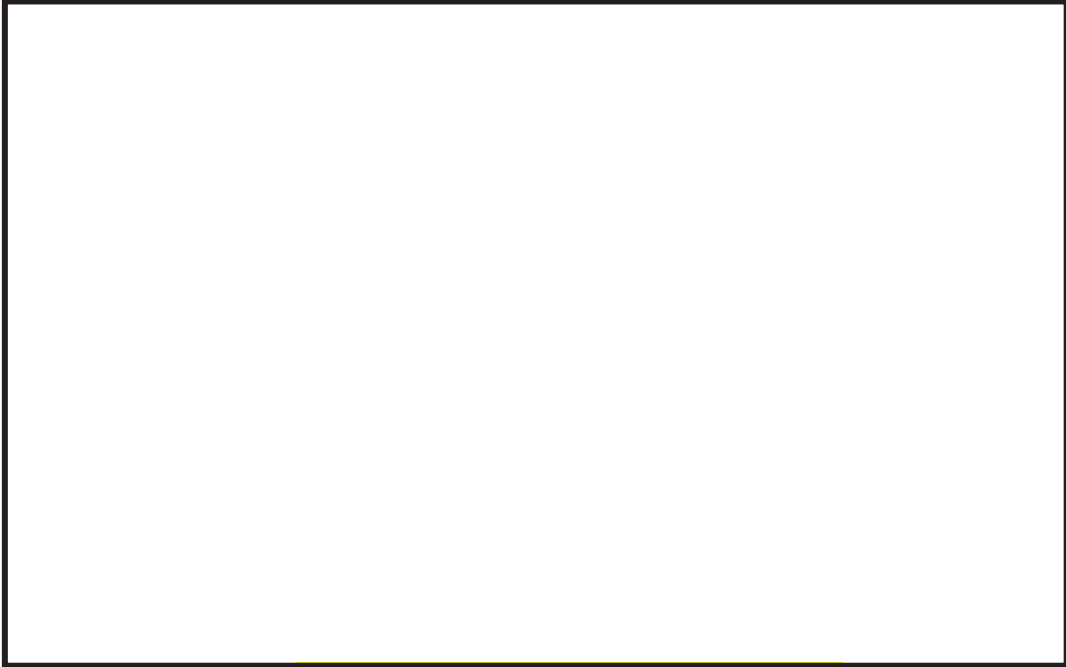


図 4-3 計算モデル図（短辺方向転倒）



図 4-4 計算モデル図（長辺方向転倒）

（短辺方向転倒及び長辺方向転倒  $(g - a_{GV}) < 0$  の場合）

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(a) 引張応力

取付ボルトに対する引張力は、図 4-3 及び図 4-4 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。

短辺方向転倒の引張力計算式

$$F_{G b} = \frac{m_G \cdot a_{GH} \cdot h_G - m_G \cdot (g - a_{GV}) \cdot \ell_{G 2}}{n_{G f} \cdot (\ell_{G 1} + \ell_{G 2})} \dots (4.4.1.8)$$

長辺方向転倒の引張力計算式

$$F_{G b} = \frac{m_G \cdot a_{GH} \cdot h_G - m_G \cdot (g - a_{GV}) \cdot \ell_{G 2}}{n_{G f} \cdot (\ell_{G 1} + \ell_{G 2})} \dots (4.4.1.9)$$

短辺方向転倒の引張応力計算式

$$\sigma_{G b} = \frac{F_{G b}}{A_{G b}} \dots (4.4.1.10)$$

長辺方向転倒の引張応力計算式

$$\sigma_{G b} = \frac{F_{G b}}{A_{G b}} \dots (4.4.1.11)$$

$\sigma_{G b}$  は、上式で得られる大きい方の値とする。

ここで、取付ボルトの軸断面積  $A_{G b}$  は次式により求める。

$$A_{G b} = \frac{\pi}{4} \cdot d_G^2 \dots (4.4.1.12)$$

(b) 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

$$Q_{G b} = m_G \cdot a_{G H} \cdot \dots \quad (4.4.1.13)$$

せん断応力

$$\tau_{G b} = \frac{Q_{G b}}{n_G \cdot A_{G b}} \cdot \dots \quad (4.4.1.14)$$

#### 4.5 計算条件

##### 4.5.1 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【ガスタービン発電設備制御盤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。

#### 4.6 応力の評価

##### 4.6.1 ボルトの応力評価

###### (1) 制御盤

4.4.1項で求めたボルトの引張応力  $\sigma_{bi}$  は次式より求めた許容引張応力  $f_{ts}$  以下であること。ただし、 $f_{to}$  は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \cdots (4.6.1.1)$$

せん断応力  $\tau_b$  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 $S_s$ による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 $f_{to}$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 $f_{sb}$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$



(2) ガバナ盤

4.4.1項で求めたボルトの引張応力  $\sigma_{Gb}$  は次式より求めた許容引張応力  $f_{ts}$  以下であること。ただし、 $f_{to}$  は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_{Gb}, f_{to}] \cdots (4.6.1.2)$$

せん断応力  $\tau_{Gb}$  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 $S_s$ による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 $f_{to}$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 $f_{sb}$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

## 5. 機能維持評価

### 5.1 電氣的機能維持評価方法

ガスタービン発電設備制御盤の電氣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添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

ガスタービン発電設備制御盤の確認は、「VI-2-10-1-2-3-1 ガスタービン発電設備機関・発電機の耐震性についての計算書」の「4. 加振試験」で得られた加振台の最大応答加速度である機能確認済加速度と設置場所の最大床応答加速度を機能維持評価用加速度として比較することで実施する。

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 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

評価部位	方向	機能確認済加速度
制御盤	水平	1.88
	鉛直	1.14
ガバナ盤	水平	1.88
	鉛直	1.14

## 6. 評価結果

### 6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ガスタービン発電設備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。

【ガスタービン発電設備 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

1.1.1 制御盤

機器名称	設備分類	据付場所及びひ床面高さ (m)	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> (m/s <sup>2</sup> )		周囲環境温度 (°C)
			水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計用加速度	鉛直方向 設計用加速度	
制御盤	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急用電気品建屋 O.P. 62. 90*	—	—	a <sub>H</sub> =17. 75	a <sub>V</sub> =19. 91	50

注記\* : 基準床レベルを示す。

1.1.2 ガバナ盤

機器名称	設備分類	据付場所及びひ床面高さ (m)	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> (m/s <sup>2</sup> )		周囲環境温度 (°C)
			水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計用加速度	鉛直方向 設計用加速度	
ガバナ盤	常設耐震/防止 常設/緩和	緊急用電気品建屋 O.P. 62. 90*	—	—	a <sub>GH</sub> =26. 58	a <sub>GV</sub> =19. 12	50

注記\* : 基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

1.2.1 制御盤

部 材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	n	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
取付ボルト							

部 材	ℓ <sub>1</sub> <sup>*1</sup> (mm)	ℓ <sub>2</sub> <sup>*1</sup> (mm)	n <sub>f</sub> <sup>*1</sup>	F* (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>
取付ボルト					—	短辺方向

注記\*1：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。

1.2.2 ガバナ盤

部 材	m <sub>G</sub> (kg)	h <sub>G</sub> (mm)	d <sub>G</sub> (mm)	A <sub>Gb</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>G</sub>	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)
取付ボルト							

部 材	ℓ <sub>G1</sub> <sup>*1</sup> (mm)	ℓ <sub>G2</sub> <sup>*1</sup> (mm)	n <sub>Gf</sub> <sup>*1</sup>	F* (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>
取付ボルト					—	短辺方向

注記\*1：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

(1) 制御盤

(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S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト	—	$4.553 \times 10^3$	—	$2.982 \times 10^4$

(2) ガバナ盤

(単位：N)

部 材	$F_{Gb}$		$Q_{Gb}$	
	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	—	$6.156 \times 10^3$	—	$4.014 \times 10^3$

28

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(1) 制御盤

(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	□	引張り	—	—	$\sigma_b=41$	□
		せん断	—	—	$\tau_b=9$	□

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

(2) ガバナ盤

(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	□	引張り	—	—	$\sigma_{Gb}=79$	□
		せん断	—	—	$\tau_{Gb}=13$	□

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

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

		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	1.19	1.88
	鉛直方向	0.65	1.14
ガバナ盤	水平方向	1.19	1.88
	鉛直方向	0.65	1.14

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)はすべて機能維持確認済加速度以下である。

制御盤



30



ガバナ盤

