

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-添 2-009-34 改 01
提出年月日	2023年1月12日

VI-2-9-4-5-2-2 可燃性ガス濃度制御系再結合装置
の耐震性についての計算書

2023年1月

中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

- (1) 可燃性ガス濃度制御系再結合装置
- (2) 可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ

(1) 可燃性ガス濃度制御系再結合装置

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	3
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	6
3. 評価部位	6
4. 固有周期	6
5. 構造強度評価	7
5.1 構造強度評価方法	7
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	7
5.3 設計用地震力	10
5.4 計算方法	11
5.5 計算条件	14
5.6 応力の評価	14
6. 評価結果	14
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	14
7. 参照図書	14

1. 概要

本計算書は、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、可燃性ガス濃度制御系再結合装置が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

可燃性ガス濃度制御系再結合装置は、設計基準対象施設においてはS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 構造計画

可燃性ガス濃度制御系再結合装置の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要	
基礎・支持構造	主体構造
<p>ブロワ等はスキッドベースに溶接で固定され、スキッドベースは基礎ボルトで基礎に据え付ける。</p>	<p>熱反応式 (スキッドベース上にブロワ及びヒータボックスを取り付けた構造)</p>

概略構造図

(単位：mm)

2.2 評価方針

可燃性ガス濃度制御系再結合装置の応力評価は、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」にて示す可燃性ガス濃度制御系再結合装置の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 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。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

可燃性ガス濃度制御系再結合装置の耐震評価フローを図2-1に示す。

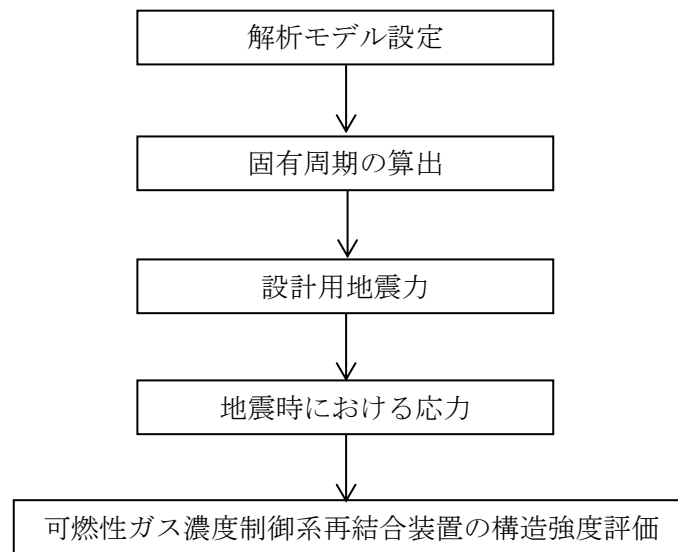


図2-1 可燃性ガス濃度制御系再結合装置の耐震評価フロー

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。

- ・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
((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・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 ((社) 日本電気協会)
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_{bh}	基礎ボルトの軸断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
d	基礎ボルトの呼び径	mm
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値	MPa
F_{bh}	基礎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基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受ける基礎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基礎ボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力)	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s^2
h	据付面又は取付面から重心までの距離	mm
l_1	重心と基礎ボルト間の水平方向距離*	mm
l_2	重心と基礎ボルト間の水平方向距離*	mm
m	可燃性ガス濃度制御系再結合装置の質量	kg
n	せん断力を受ける基礎ボルトの本数	—
n_f	評価上引張力を受けるとして期待する基礎ボルトの本数	—
Q_{bh}	基礎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
$S_y(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の 40°Cにおける値	MPa
π	円周率	—
σ_{bh}	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
τ_{bh}	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa

注記* : $l_1 \leq l_2$

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 2-2 に示すとおりとする。

表 2-2 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* ¹
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* ²
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* ²
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力* ³	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

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

可燃性ガス濃度制御系再結合装置の耐震評価は、「5.1 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基礎ボルトについて実施する。可燃性ガス濃度制御系再結合装置の耐震評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

4. 固有周期

固有周期は、既工認から変更はなく「7. 参照図書」に示すとおり 0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

- (1) 可燃性ガス濃度制御系再結合装置の質量は重心に集中するものとする。
- (2) 地震力は、可燃性ガス濃度制御系再結合装置に対して、水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (3) 可燃性ガス濃度制御系再結合装置全体の構造強度評価に対するブロワの運転による影響は微小であるため、ブロワの振動は考慮しないものとする。
- (4) 転倒方向は図 5-1 及び図 5-2 における長辺方向及び短辺方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方（許容値／発生値の小さい方をいう。）を記載する。
- (5) 耐震計算に用いる値は公称値を使用する。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

可燃性ガス濃度制御系再結合装置基礎ボルトの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-1 に示す。

5.2.2 許容応力

可燃性ガス濃度制御系再結合装置の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 5-2 のとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

可燃性ガス濃度制御系再結合装置の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-3 に示す。

表 5-1 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
原子炉格納施設	放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに格納容器再循環設備	S	—*	$D + P_D + M_D + S d^*$	Ⅲ _A S
				$D + P_D + M_D + S s$	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を適用する。

表 5-2 許容応力 (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)	
	引張	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
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 5-3 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		周囲環境温度	100			
基礎ボルト	SCM435 (径 ≤ 60mm)	周囲環境温度	100	685	847	—

5.3 設計用地震力

耐震評価に用いる設計用地震力を表 5-4 に示す。

「弾性設計用地震動 S d 又は静的震度」及び「基準地震動 S s」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 5-4 設計用地震力（設計基準対象施設）

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	
		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
原子炉建物 EL 34.8*1	0.05 以下	$C_H=1.56^{*2}$	$C_V=1.31^{*2}$	$C_H=3.73^{*3}$	$C_V=2.32^{*3}$

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

基礎ボルトの応力は地震による震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。

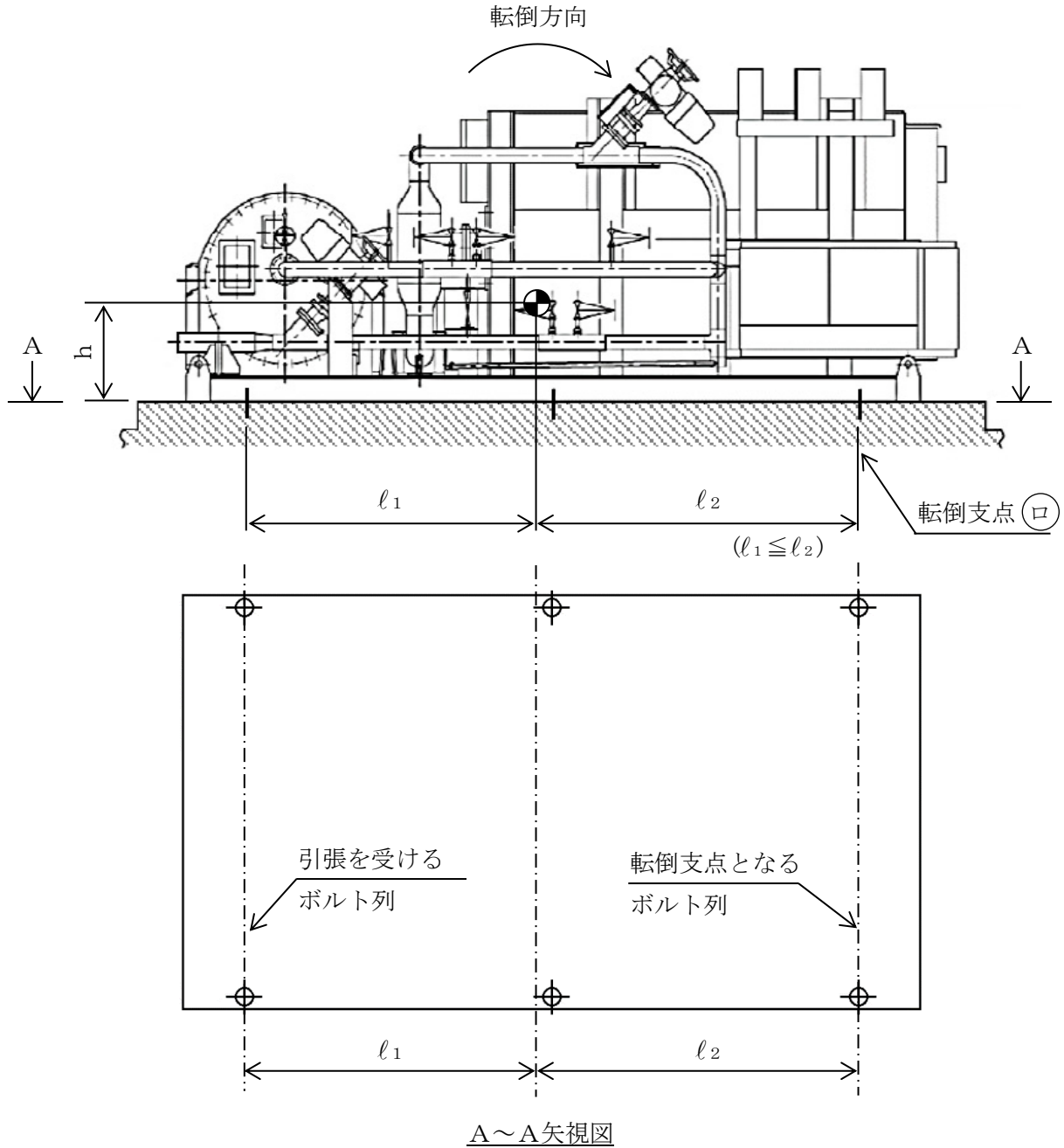


図 5-1 計算モデル（長辺方向転倒）

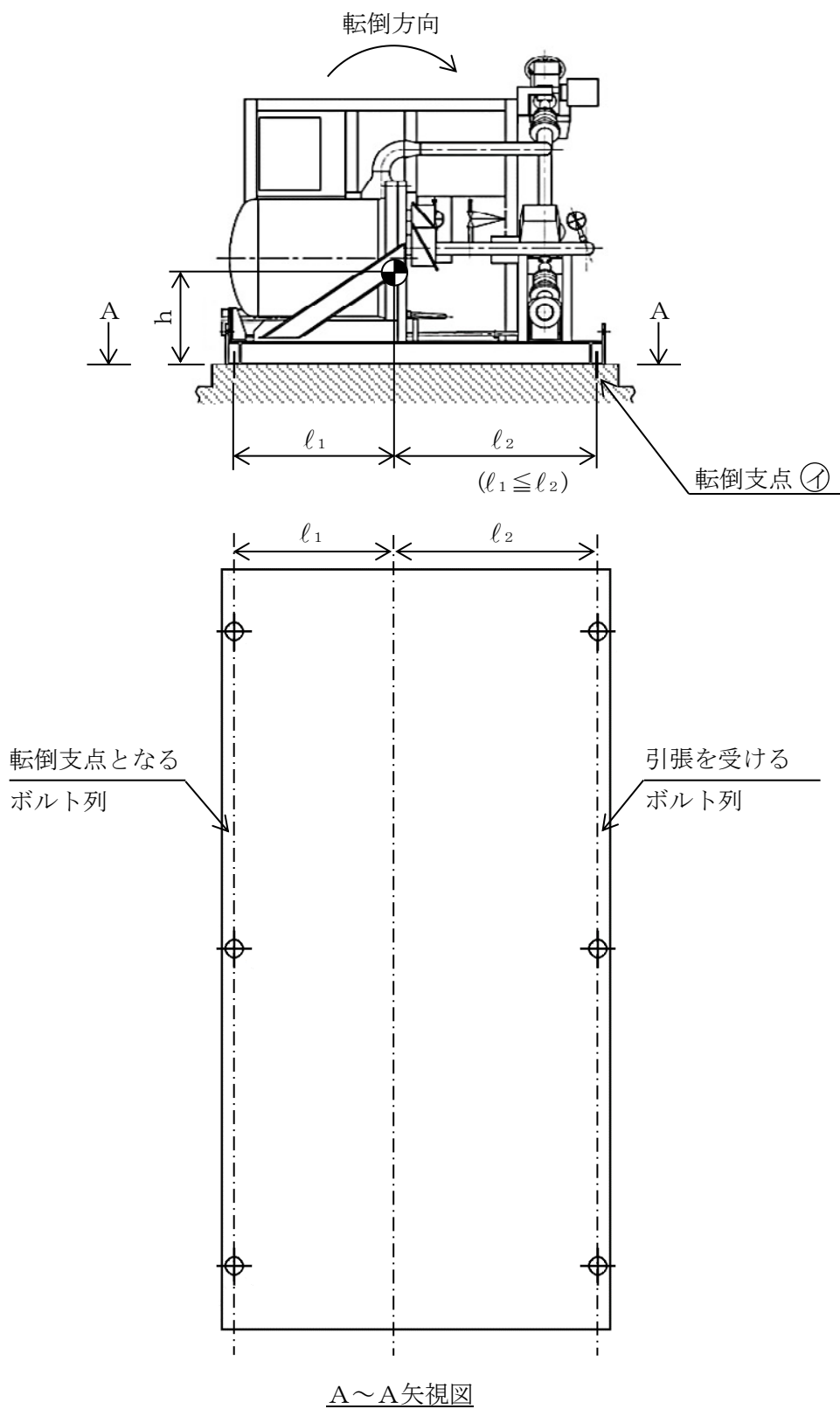


図 5-2 計算モデル (短辺方向転倒)

(1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は最も厳しい条件として、図 5-1 及び図 5-2 に示すモデルにより (イ) 点及び (ロ) 点を支点とする転倒を考え、これを片側の最外列の基礎ボルトで受けるものとして計算する。

引張力

$$F_{bh} = \frac{C_H \cdot m \cdot g \cdot h - (1 - C_V) \cdot m \cdot g \cdot \ell_2}{n_f \cdot (\ell_1 + \ell_2)} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1)$$

引張応力

$$\sigma_{bh} = \frac{F_{bh}}{A_{bh}} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.2)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 A_{bh} は次式により求める。

$$A_{bh} = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3)$$

ただし、 F_{bh} が負のとき基礎ボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

(2) せん断応力

基礎ボルトに対するせん断力は、基礎ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{bh} = C_H \cdot m \cdot g \quad \dots\dots\dots (5.4.1.4)$$

せん断応力

$$\tau_{bh} = \frac{Q_{bh}}{n \cdot A_{bh}} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.5)$$

5.5 計算条件

5.5.1 基礎ボルトの応力計算条件

基礎ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【可燃性ガス濃度制御系再結合装置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。

5.6 応力の評価

5.6.1 基礎ボルトの応力評価

5.4.1項で求めたボルトの引張応力 σ_{bh} は次式より求めた許容組合せ応力 f_{ts} 以下であること。ただし、 f_{to} は表5-5による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_{bh}, f_{to}] \quad \dots\dots\dots (5.6.1.1)$$

せん断応力 τ_{bh} 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} は表5-5による。

表5-5 許容応力

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	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}	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sb}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

可燃性ガス濃度制御系再結合装置の設計基準対象施設として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。

7. 参照図書

- ・建設時第5回工事計画認可申請書（60資庁第11431号 昭和60年9月9日）
IV-2-7-1-2「可燃性ガス濃度制御系再結合装置の耐震性についての計算書」

【可燃性ガス濃度制御系再結合装置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	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		最高使用 温度 (°C)	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 設計震度	鉛直方向 設計震度		
可燃性ガス濃度 制御系再結合装置	S	原子炉建物 EL 34.8*1	0.05 以下	C _H =1.56*2	C _V =1.31*2	C _H =3.73*3	C _V =2.32*3	—	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅰ（基準地震動 S s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	ℓ_1^* (mm)	ℓ_2^* (mm)	d (mm)	A _{b h} (mm ²)	n	n f *
基礎ボルト								

部材	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (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	685	847	592	592	長辺方向	長辺方向

注記*：基礎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

(単位：N)

部材	F _{bh}		Q _{bh}	
	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				

1.4 結論

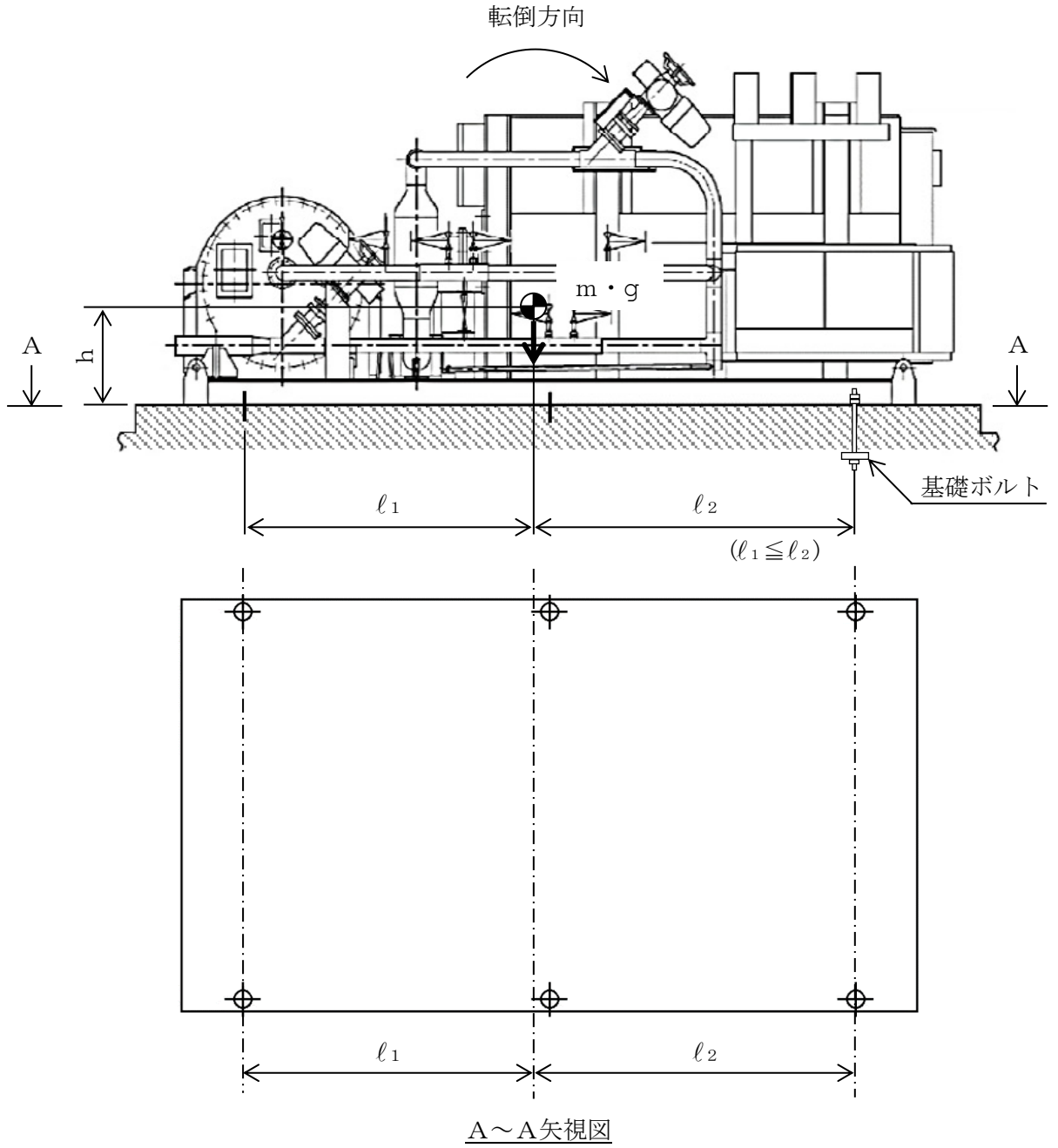
1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _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	SCM435	引張	$\sigma_{bh} = 52$	$f_{ts} = 444^*$	$\sigma_{bh} = 159$	$f_{ts} = 386^*$
		せん断	$\tau_{bh} = 62$	$f_{sb} = 342$	$\tau_{bh} = 148$	$f_{sb} = 342$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_{bh}, f_{to}]$



(2) 可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ

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	5
2.3 適用規格・基準等	6
2.4 記号の説明	7
2.5 計算精度と数値の丸め方	9
3. 評価部位	10
4. 固有周期	11
4.1 固有周期の計算方法	11
4.2 固有周期の計算条件	12
4.3 固有周期の計算結果	12
5. 構造強度評価	13
5.1 構造強度評価方法	13
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	14
5.3 設計用地震力	18
5.4 計算方法	18
5.5 計算条件	19
5.6 応力の評価	20
6. 機能維持評価	21
6.1 基本方針	21
6.2 ブロワの動的機能維持評価	22
6.3 原動機の動的機能維持評価	34
7. 評価結果	42
7.1 設計基準対象施設としての評価結果	42

1. 概要

本計算書は、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、可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ（以下「ブロワ」という。）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、動的機能を維持できることを説明するものである。

ブロワは、設計基準対象施設においてはS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及び動的機能維持評価を示す。

なお、ブロワは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載の遠心直動型ファンであり、機能維持評価において機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を上回ることから、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 電気技術基準調査委員会 平成3年6月）（以下「J E A G 4 6 0 1」という。）に定められた評価部位の健全性を詳細評価することで動的機能維持の確認を行う。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ブロワの構造計画を表2-1及び表2-3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>キヤンはキヤン取付ボルトでサポートプレートに固定され、サポートプレート、ブレース及びベースは溶接で固定され、サポートプレート及びベースはスキッドベース（再結合装置と共通）に溶接で固定される。</p>	<p>キヤンド形遠心式（遠心直動型ファン）</p>	<p>(単位：mm)</p>

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	
<p>ブローはケーシング取付ボルトで原動機に固定され、原動機は原動機取付ボルトでブラケットに固定される。ブラケットはブラケット取付ボルトでサポートプレートに固定される。</p>	<p>キャンナ形遠心式 (遠心直動型ファン)</p>	<p>サポートプレート 原動機 ブロー ケーシング取付ボルト ケーシング インペラ 原動機取付ボルト ブラケット取付ボルト ブラケット</p> <p>(キャンナ内部構造図)</p>

表 2-3 構造計画

計画の概要		概略構造図
<p>基礎・支持構造</p>	<p>主体構造</p>	<p>(正面図)</p> <p>(A-A断面図)</p> <p>(原動機構造図)</p> <p>(単位：mm)</p>
<p>原動機の軸(回転子)は軸受に支持され、軸受及び固定子はモータフレームに支持される。</p>	<p>誘導電動機(横形)が り軸受電動機)</p>	

2.2 評価方針

ブロワの応力評価は、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」にて示すブロワの部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」にて算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 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、ブロワの機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した動的機器の機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が動的機能確認済加速度以下であることを、「6. 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「7. 評価結果」に示す。

ブロワの耐震評価フローを図2-1に示す。

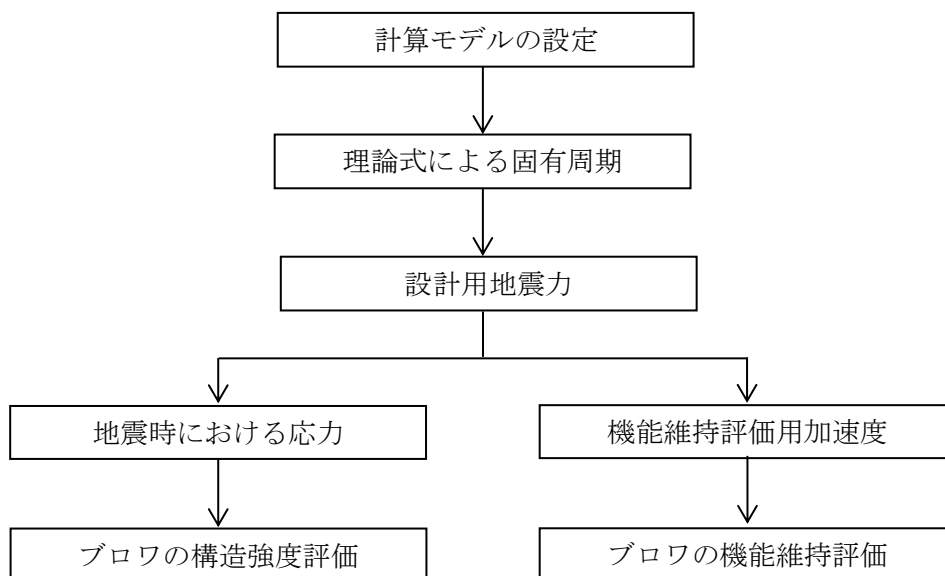


図2-1 ブロワの耐震評価フロー

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。

- ・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
((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・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 ((社) 日本電気協会)
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	鉛直方向荷重を受ける支持構造物の断面積	mm ²
A _b	ブレースの断面積	mm ²
A _s	水平方向荷重を受ける支持構造物の有効せん断断面積	mm ²
A _{s b}	ブレースの有効せん断断面積	mm ²
A _{s s}	サポートプレートの有効せん断断面積	mm ²
A _{HW}	水平方向荷重を受ける溶接部の有効断面積	mm ²
A _{VW}	鉛直方向荷重を受ける溶接部の有効断面積	mm ²
C _H	水平方向設計震度	—
C _V	鉛直方向設計震度	—
C _P	ブロワ振動による震度	—
E	支持構造物の縦弾性係数	MPa
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F [*]	設計・建設規格 SSB-3121.3に定める値	MPa
F _{CB}	ブレースに作用する圧縮力	N
F _{HB}	ブレースに作用する水平方向反力	N
F _{HW}	ベース取付溶接部に作用する水平方向せん断荷重	N
F _{VB}	ブレースに作用する鉛直方向反力	N
F _{VW}	ベース取付溶接部に作用する鉛直方向せん断荷重	N
f _{bc}	ブレースの許容圧縮応力	MPa
f _{ws}	ベース取付溶接部の許容せん断応力	MPa
G	支持構造物のせん断弾性係数	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
H _P	予想最大両振幅	μm
h _c	ブロワ水平方向重心位置	mm
I _H	水平方向荷重を受ける支持構造物の断面二次モーメント	mm ⁴
I _b	ブレースの断面二次モーメント	mm ⁴
I _v	鉛直方向荷重を受ける支持構造物の断面二次モーメント	mm ⁴
i	座屈軸についての断面二次半径	mm
L	重心高さ (ブロワ中心高さ)	mm
ℓ	ブロワベース長さ	mm
ℓ _B	ブレース水平方向投影長さ	mm
ℓ _k	ブレース長さ	mm
m _C	ブロワ質量	kg
N	回転数 (原動機の同期回転数)	rpm
P _B	ブレースに作用する水平方向荷重	N
S _u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa

記号	記号の説明	単位
S_y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
$S_y(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の 40℃における値	MPa
T_H	水平方向固有周期	s
T_V	鉛直方向固有周期	s
τ_w	ベース取付溶接部に作用する最大せん断応力	MPa
τ_{w1}	ベース取付溶接部に作用する水平方向せん断応力	MPa
τ_{w2}	ベース取付溶接部に作用する鉛直方向せん断応力	MPa
σ_c	ブレースに生じる圧縮応力	MPa
Λ	圧縮材の限界細長比	—
λ	圧縮材の有効細長比	—
ν	設計・建設規格 SSB-3121.1(3)に定める値	—
π	円周率	—

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 2-4 に示すとおりである。

表 2-4 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 ^{*1}
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
断面二次モーメント	mm ⁴	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*3}	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

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

ブロワの耐震評価は、「5.1 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ブレース及びベース取付溶接部について実施する。ブロワの耐震評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

4. 固有周期

4.1 固有周期の計算方法

ブローの固有周期の計算方法を以下に示す。

(1) 計算モデル

- ブローの質量は重心に集中するものとする。
- ブローは溶接によりスキッドベースに固定されており，固定端とする。
- 耐震計算に用いる寸法は，公称値を使用する。
- ブローは，図 4-1 及び図 4-2 に示す下端固定の 1 質点系振動モデルとして考える。

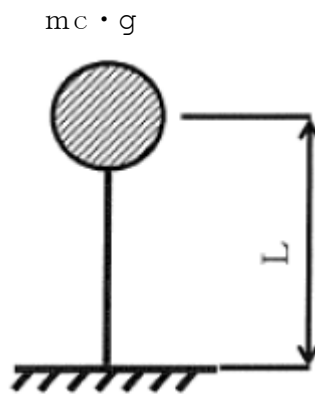


図 4-1 水平方向固有周期の計算モデル

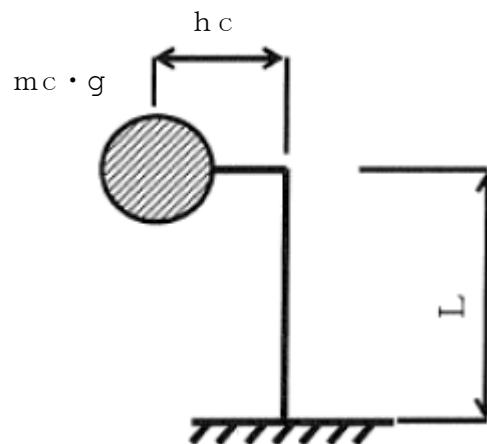


図 4-2 鉛直方向固有周期の計算モデル

(2) 水平方向固有周期

水平方向固有周期は次式で求める。

$$T_H = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{mc}{1000} \cdot \left(\frac{L^3}{3 \cdot E \cdot I_H} + \frac{L}{G \cdot A_s} \right)} \dots\dots\dots (4.1.1)$$

ここで、水平方向荷重を受ける支持構造物の断面二次モーメントは、

$$I_H = I_V + 2 \cdot I_b \dots\dots\dots (4.1.2)$$

水平方向荷重を受ける支持構造物の有効せん断断面積は、

$$A_s = A_{ss} + 2 \cdot A_{sb} \dots\dots\dots (4.1.3)$$

(3) 鉛直方向固有周期

鉛直方向固有周期は次式で求める。

$$T_V = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{mc}{1000} \cdot \left(\frac{L \cdot h_c^2}{E \cdot I_V} + \frac{L}{E \cdot A} \right)} \dots\dots\dots (4.1.4)$$

4.2 固有周期の計算条件

固有周期の計算に用いる計算条件は、本計算書の【プロワの耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

4.3 固有周期の計算結果

固有周期の計算結果を表4-1に示す。計算の結果、固有周期は0.05秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 4-1 固有周期 (単位：s)

水平	<input style="width: 100px; height: 30px;" type="text"/>
鉛直	<input style="width: 100px; height: 30px;" type="text"/>

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

4.1 項 a. ～d. のほか、次の条件で評価する。

- (1) 地震力はブローに対して水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。
- (2) ブレース
 - a. ブローの質量は、2本のブレースに均等にかかるため、1本のブレースについて計算する。
 - b. 荷重方向はブレースの応力が最も厳しい方向として図5-1の方向を計算する。

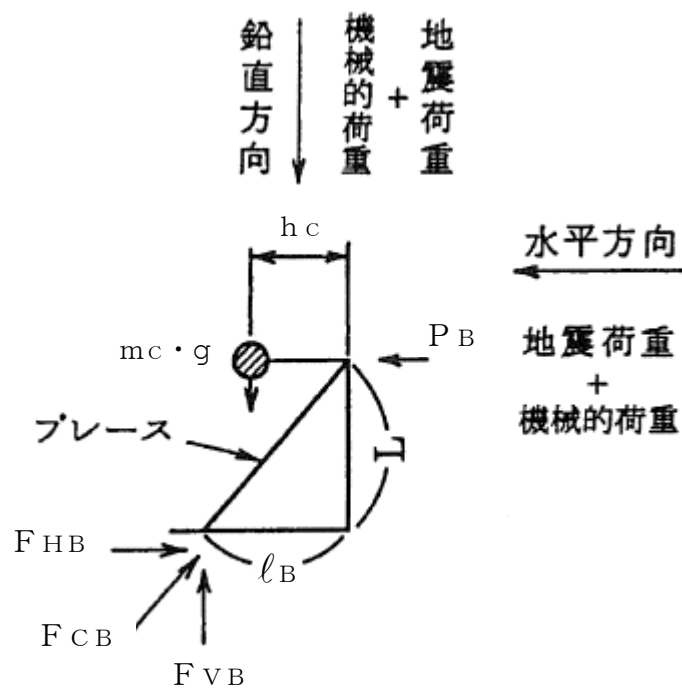


図5-1 ブレースに作用する荷重

(3) ベース取付溶接部

- a. 荷重がベース取付溶接部に水平方向せん断荷重として作用する場合と、転倒モーメントによる鉛直方向せん断荷重として作用する場合について計算する。
- b. 転倒方向はベース取付溶接部に対する鉛直方向せん断荷重が最も厳しい方向として図5-2の転倒支点を支点とする方向を計算する。

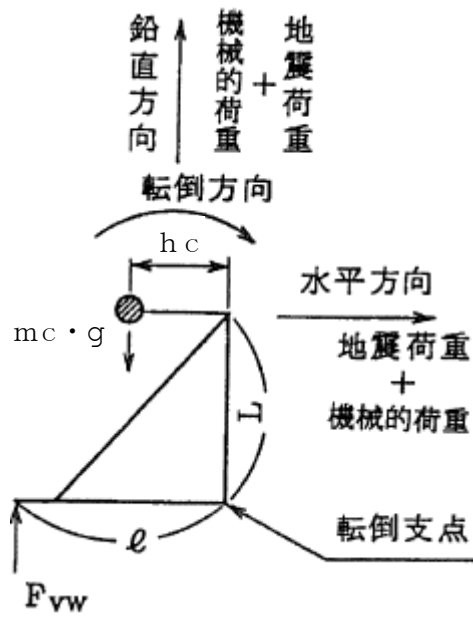


図 5-2 ベース取付溶接部に作用する荷重

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ブロワの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-1 に示す。

5.2.2 許容応力

ブロワの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 5-2 のとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ブロワの使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-3 に示す。

表 5-1 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
原子炉格納施設	放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに格納容器再循環設備	S	—*	D + P _D + M _D + S d *	Ⅲ _A S
				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を適用する。

表 5-2 許容応力 (その他の支持構造物)

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等以外)	
	せん断	一次応力
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_s$	圧縮 $1.5 \cdot f_c$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_c^*$

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 5-3 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		最高使用温度	171			
ブレース	SS41* (厚さ ≤ 16mm)	最高使用温度	171	201	373	—
ベース取付溶接部	SS41* (厚さ ≤ 16mm)	最高使用温度	171	201	373	—

注記* : SS400 相当

5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 5-4 に示す。

「弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度」及び「基準地震動 S_s」による地震力は、VI-2-1-7 「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 5-4 設計用地震力（設計基準対象施設）

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	
	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
原子炉建物 EL 34.8* ¹			C _H =3.73* ²	C _V =2.32* ²	C _H =3.73* ³	C _V =2.32* ³

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S_d）及び静的震度を上回る設計震度

*3：設計用震度 I（基準地震動 S_s）を上回る設計震度

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 ブレースの応力

(1) 圧縮応力

ブレースに作用する水平方向反力は

$$F_{HB} = P_B = \frac{1}{2} \cdot (C_H + C_P) \cdot m_C \cdot g \quad \dots \quad (5.4.1.1.1)$$

ここで、C_Pはプロワ振動による振幅及び原動機の同期回転数を考慮して定める値である。

$$C_P = \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{H_P}{1000} \cdot \left(2 \cdot \pi \cdot \frac{N}{60}\right)^2}{g \cdot 1000} \quad \dots \quad (5.4.1.1.2)$$

ブレースに作用する鉛直方向反力は

$$F_{VB} = \frac{\frac{1}{2} \cdot (1 + C_V + C_P) \cdot m_C \cdot g \cdot h_C + \frac{1}{2} \cdot (C_H + C_P) \cdot m_C \cdot g \cdot L}{\ell_B} \quad \dots \quad (5.4.1.1.3)$$

ブレースに作用する圧縮力は

$$F_{CB} = \sqrt{F_{HB}^2 + F_{VB}^2} \quad \dots \quad (5.4.1.1.4)$$

圧縮応力は

$$\sigma_c = \frac{F_{CB}}{A_b} \quad \dots \quad (5.4.1.1.5)$$

5.4.1.2 ベース取付溶接部の応力

(1) 水平方向せん断応力

水平方向せん断荷重はベース取付溶接部に作用するものとして計算する。

水平方向せん断荷重

$$F_{HW} = (C_H + C_P) \cdot m_C \cdot g \quad \dots\dots\dots (5.4.1.2.1)$$

水平方向せん断応力

$$\tau_{W1} = \frac{F_{HW}}{A_{HW}} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.2.2)$$

(2) 鉛直方向せん断応力

転倒方向はベース取付溶接部に対する鉛直方向せん断荷重が最も厳しい方向として
図5-2の転倒支点を支点とする方向を計算する。

鉛直方向せん断荷重

$$F_{VW} = \frac{(C_V + C_P - 1) \cdot m_C \cdot g \cdot h_C + (C_H + C_P) \cdot m_C \cdot g \cdot L}{\ell} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.2.3)$$

鉛直方向せん断応力

$$\tau_{W2} = \frac{F_{VW}}{A_{VW}} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.2.4)$$

(3) ベース取付溶接部の応力

$$\tau_W = \text{Max}[\text{水平方向せん断応力} (\tau_{W1}), \text{鉛直方向せん断応力} (\tau_{W2})] \quad \dots\dots\dots (5.4.1.2.5)$$

5.5 計算条件

5.5.1 ブレースの応力計算条件

ブレースの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ブレース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。

5.5.2 ベース取付溶接部の応力計算条件

ベース取付溶接部の応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ブレース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。

5.6 応力の評価

5.6.1 ブレースの応力評価

5.4 項で求めたブレースの圧縮応力 σ_c は許容圧縮応力 f_{bc} 以下であること。ただし、 f_{bc} は下表による。

	弾性設計用地震動 S d 又は 静的震度による荷重との組合せ の場合	基準地震動 S s による荷重との 組合せの場合
許容圧縮応力 f_{bc}	$\left\{ 1 - 0.4 \cdot \left(\frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2 \right\} \cdot \frac{F}{\nu} \cdot 1.5$	$\left\{ 1 - 0.4 \cdot \left(\frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2 \right\} \cdot \frac{F^*}{\nu} \cdot 1.5$

ここで、 λ は、圧縮材の有効細長比で、次の計算式による。

$$\lambda = \frac{\ell_k}{i} \dots\dots\dots (5.6.1.1)$$

Λ は、圧縮材の限界細長比で、次の計算式による。

$$\Lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E}{0.6 \cdot F}} \dots\dots\dots (5.6.1.2)$$

注：基準地震動 S s 評価の場合は、F を F* に置き換える。

ν は、次の計算式による。

$$\nu = 1.5 + \frac{2}{3} \left(\frac{\lambda}{\Lambda} \right)^2 \dots\dots\dots (5.6.1.3)$$

5.6.2 ベース取付溶接部の応力評価

5.4 項で求めたベース取付溶接部に作用するせん断応力 τ_w は許容せん断応力 f_{ws} 以下であること。ただし、 f_{ws} は下表による。

	弾性設計用地震動 S d 又は 静的震度による荷重との組合せ の場合	基準地震動 S s による荷重との 組合せの場合
許容せん断応力 f_{ws}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 機能維持評価

6.1 基本方針

ブロワ及び原動機は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載の遠心直動型ファン及び横形ころがり軸受電動機であり、表6-1に示すとおり機能維持評価において機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を上回ることから、J E A G 4 6 0 1 に定められた評価部位の健全性を詳細評価することで動的機能維持の確認を行う。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

詳細評価に用いる応答加速度は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動 S_s により定まる加速度又はこれを上回る加速度を設定する。

表 6-1 機能維持評価用加速度及び機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

評価部位	形式	方向	機能維持評価用加速度	機能確認済加速度
ファン	遠心直動型 ファン	水平	2.26	2.6
		鉛直	2.69	1.0
原動機	横形ころがり 軸受電動機	水平	2.26	4.7
		鉛直	2.69	1.0

6.2 ブロワの動的機能維持評価

ブロワは、地震後機能維持が要求される設備であるが、ブロワの動的機能維持評価は保守的に動作時の評価を実施する。

6.2.1 評価対象部位

ブロワは、横置型の原動機にインペラを直接取り付け付けた遠心式ブロワであり、J E A G 4 6 0 1 に示される遠心直動型ファンと同等の構造であるため、J E A G 4 6 0 1 に記載のファンの動的機能維持評価を基に、以下の部位について評価を実施する。

- a. 軸
- b. 軸受
- c. インペラとファンケーシング間のクリアランス
- d. ファンケーシング
- e. 軸シール
- f. 軸系架台
- g. ファンケーシング固定ボルト
- h. 電動機固定ボルト
- i. 基礎ボルト

このうち「a. 軸」及び「b. 軸受」については、「6.3 原動機の動的機能維持評価」に含まれる。

「d. ファンケーシング」は、キャン及びケーシングが該当するが、これらは十分な剛性を有しており、地震時にはこれらの固定ボルトに最も荷重が作用することから、キャン及びケーシングの評価は対象外とする。

「e. 軸シール」及び「f. 軸系架台」は、ブロワの構成部材にはないため、評価対象外とする。

「i. 基礎ボルト」は、基礎ボルトに相当するブレース及びベース取付溶接部が「5. 構造強度評価」に従い評価を行った「7. 評価結果」にて設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認している。

また、原動機の評価対象部位である端子箱はブロワのサポートプレートに取り付けられているためブロワ側の評価対象部位としているが、端子箱は箱状の構造物で十分な剛性を有しており、軽量であること、及び当該機器に掛かる荷重は原動機取付ボルトで代表されることから、評価対象外とする。

以上より、本計算書においては、インペラとファンケーシング間のクリアランスに相当する部位としてインペラとケーシング間のクリアランス、ファンケーシング固定ボルトに相当する部材としてキャン取付ボルト及びケーシング取付ボルト、電動機固定ボルトに相当する部材として原動機取付ボルト及びブラケット取付ボルトを評価対象部位とする。

6.2.2 評価基準値

原動機取付ボルト，ブラケット取付ボルト，キャン取付ボルト，ケーシング取付ボルトの許容応力は，その他の支持構造物の許容応力状態Ⅳ_ASに準拠し設定する。また，インペラとケーシング間のクリアランスについては，変位可能寸法を評価基準値として設定する。

評価基準値を表6-2に示す。

表6-2 評価基準値

評価対象部位		材料	単位	評価基準値
原動機取付ボルト	引張	SS41*	MPa	
	せん断	SS41*	MPa	
ブラケット取付ボルト	引張	SS41*	MPa	
	せん断	SS41*	MPa	
キャン取付ボルト	引張		MPa	
	せん断		MPa	
ケーシング取付ボルト	引張		MPa	
	せん断		MPa	
インペラとケーシング間のクリアランス		—	mm	

注記* : SS400相当

6.2.3 記号の説明

ブロワの動的機能維持評価に使用する記号を表6-3に示す。

表 6-3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_{bi}^*	ボルトの断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_P	ブロワ振動による震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
D_{cb}	キャン取付ボルトのピッチ円直径	mm
D_{ci}	キャンの内径	mm
D_{fb}	ケーシング取付ボルトのピッチ円直径	mm
D_{fs}	軸の外径	mm
E_{fs}	軸の縦弾性係数	MPa
F_{bi}^*	ボルトに作用する引張力 (1本当たり)	N
F_{bp}	最高使用圧力により生じる引張力	N
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s^2
$h_{1i} \sim h_{2i}^*$	ボルトの位置を示す鉛直方向距離	mm
h_{f1}	インペラ中心からインペラでケーシングに最も近い位置までの距離	mm
h_{f2}	ケーシング中心からケーシングでインペラに最も近い位置までの距離	mm
I_{fs}	軸の断面二次モーメント	mm^4
$k_{\theta r}$	軸直角方向回転バネ剛性	$\text{N}\cdot\text{mm}/\text{rad}$
$k_{\theta t}$	軸方向回転バネ剛性	$\text{N}\cdot\text{mm}/\text{rad}$
$l_{1i} \sim l_{3i}^*$	ボルトの位置を示す水平方向距離	mm
l_{fs}	インペラ重心から負荷側軸受までの距離	mm
M_P	ブロワの回転により作用するモーメント	$\text{N}\cdot\text{mm}$
N	回転数 (原動機の同期回転数)	rpm
n_{bi}	ボルトの本数	—
n_{f1i}, n_{f2i}^*	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数	—
P	原動機出力	kW
P_0	最高使用圧力	MPa

記号	記号の説明	単位
Q_{bi}^*	ボルトに作用するせん断力	N
W_{11}	原動機の重量	kg
W_{12}	ケーシングの重量	kg
W_{13}	ブラケットの重量	kg
W_{14}	インペラの重量	kg
W_{15}	キャンの重量	kg
W_{16}	軸の質量	kg
π	円周率	—
σ_{bi}^*	ボルトに生じる引張応力	MPa
τ_{bi}^*	ボルトに生じるせん断応力	MPa
β_1	軸のたわみ角	rad
β_2	ケーシングの軸方向の傾き角	rad
β_3	ケーシングの軸直角方向の傾き角	rad
δ	インペラとケーシングの合計変位量	mm
δ_1	軸のたわみ量	mm
δ_2	軸のたわみによるインペラの変位量	mm
δ_3	ケーシングの傾きによる軸方向の変位量	mm
δ_4	ケーシングの傾きによる軸直角方向の変位量	mm

注記* : A_{bi} , F_{bi} , $h_{1i} \sim h_{3i}$, $l_{1i} \sim l_{3i}$, n_{bi} , n_{f1i} , n_{f2i} , Q_{bi} , σ_{bi} 及び τ_{bi} の添字 i の意味は、以下のとおりとする。

- $i = 1$: 原動機取付ボルト
- $i = 2$: ブラケット取付ボルト
- $i = 3$: キャン取付ボルト
- $i = 4$: ケーシング取付ボルト

6.2.4 評価方法

(1) 原動機取付ボルト

図 6-1 に示す計算モデルにて、原動機取付ボルトに生じる荷重を算出し、原動機取付ボルトに生じる応力を求め、許容応力以下であることを確認する。

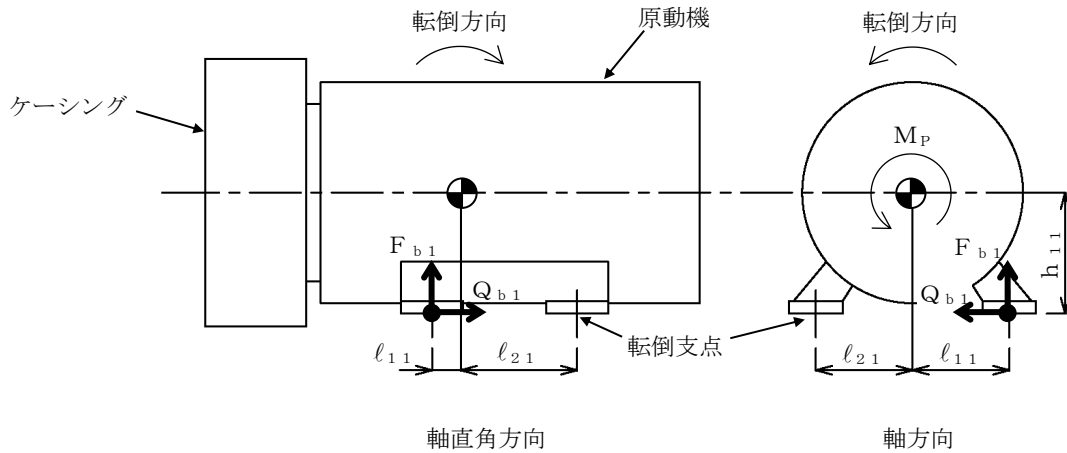


図 6-1 原動機取付ボルトの計算モデル

原動機取付ボルトに生じる引張応力 σ_{b1} は次式で求める。

$$\sigma_{b1} = F_{b1} / A_{b1} \quad \dots\dots\dots (6.2.4.1)$$

ここで、原動機取付ボルト 1 本あたりに作用する引張力 F_{b1} は

軸直角方向

$$F_{b1} = \frac{(W_{11} + W_{12} + W_{14}) \cdot g \cdot (C_H + C_P) \cdot h_{11} + M_P + (W_{11} + W_{12} + W_{14}) \cdot g \cdot (C_V + C_P - 1) \cdot l_{21}}{n_{f11} \cdot (l_{11} + l_{21})} \quad \dots\dots\dots (6.2.4.2)$$

軸方向

$$F_{b1} = \frac{(W_{11} + W_{12} + W_{14}) \cdot g \cdot (C_H + C_P) \cdot h_{11} + (W_{11} + W_{12} + W_{14}) \cdot g \cdot (C_V + C_P - 1) \cdot l_{21}}{n_{f21} \cdot (l_{11} + l_{21})} \quad \dots\dots\dots (6.2.4.3)$$

ブロワの回転により作用するモーメント M_P は

$$M_P = \left(\frac{60}{2 \cdot \pi \cdot N} \right) \cdot 10^6 \cdot P \quad \dots\dots\dots (6.2.4.4)$$

(1kW = 10⁶N·mm/s)

原動機取付ボルトに生じるせん断応力 τ_{b1} は次式で求める。

$$\tau_{b1} = Q_{b1} / (n_{b1} \cdot A_{b1}) \quad \dots\dots\dots (6.2.4.5)$$

ここで、原動機取付ボルトに生じるせん断力 Q_{b1} は

$$Q_{b1} = (W_{11} + W_{12} + W_{14}) \cdot g \cdot (C_H + C_P) \quad \dots\dots\dots (6.2.4.6)$$

(2) ブラケット取付ボルト

図 6-2 に示す計算モデルにて、ブラケット取付ボルトに生じる荷重を算出し、ブラケット取付ボルトに生じる応力を求め、許容応力以下であることを確認する。

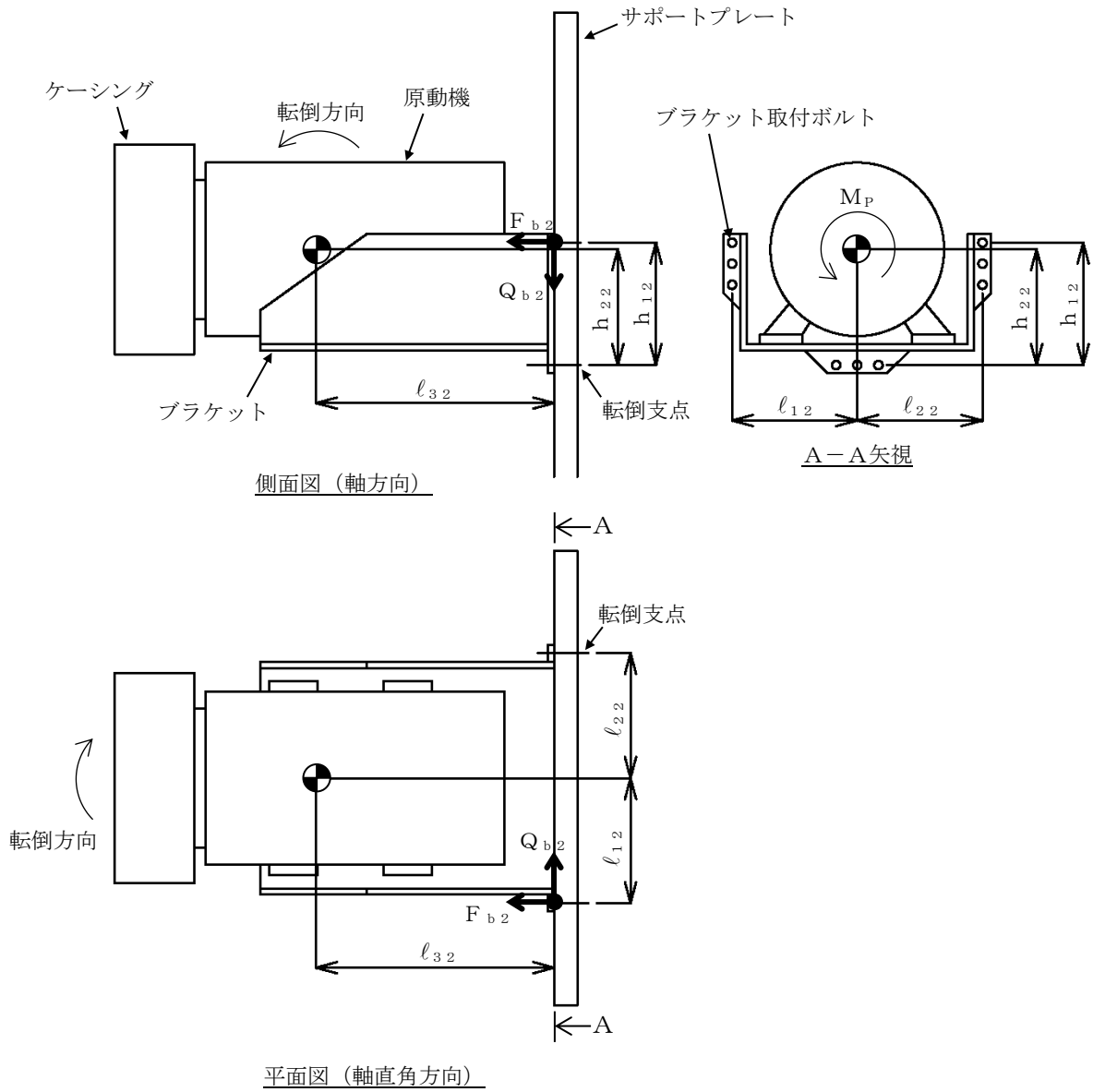


図 6-2 ブラケット取付ボルトの計算モデル

ブラケット取付ボルトに生じる引張応力 σ_{b2} は次式で求める。

$$\sigma_{b2} = F_{b2} / A_{b2} \quad \dots\dots\dots (6.2.4.7)$$

ここで、ブラケット取付ボルト 1 本あたりに作用する引張力 F_{b2} は
軸直角方向

$$F_{b2} = \frac{(W_{11} + W_{12} + W_{13} + W_{14}) \cdot g \cdot (1 + C_V + C_P) \cdot \ell_{32}}{n_{f22} \cdot h_{12}} + \frac{(W_{11} + W_{12} + W_{13} + W_{14}) \cdot g \cdot (C_H + C_P) \cdot \ell_{32}}{n_{f12} \cdot (\ell_{12} + \ell_{22})} \quad \dots\dots\dots (6.2.4.8)$$

軸方向

$$F_{b2} = \frac{(W_{11} + W_{12} + W_{13} + W_{14}) \cdot g \cdot (C_H + C_P) \cdot h_{22} + (W_{11} + W_{12} + W_{13} + W_{14}) \cdot g \cdot (1 + C_V + C_P) \cdot \ell_{32}}{n_{f22} \cdot h_{12}} \quad \dots\dots\dots (6.2.4.9)$$

ブラケット取付ボルトに生じるせん断応力 τ_{b2} は次式で求める。

$$\tau_{b2} = Q_{b2} / (n_{b2} \cdot A_{b2}) \quad \dots\dots\dots (6.2.4.10)$$

ここで、ブラケット取付ボルトに生じるせん断力 Q_{b2} は

$$Q_{b2} = (W_{11} + W_{12} + W_{13} + W_{14}) \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P) + \frac{M_P}{h_{22}} \quad \dots\dots\dots (6.2.4.11)$$

(3) キャン取付ボルト

図 6-3 に示す計算モデルにて、キャン取付ボルトに生じる荷重を算出し、キャン取付ボルトに生じる応力を求め、許容応力以下であることを確認する。

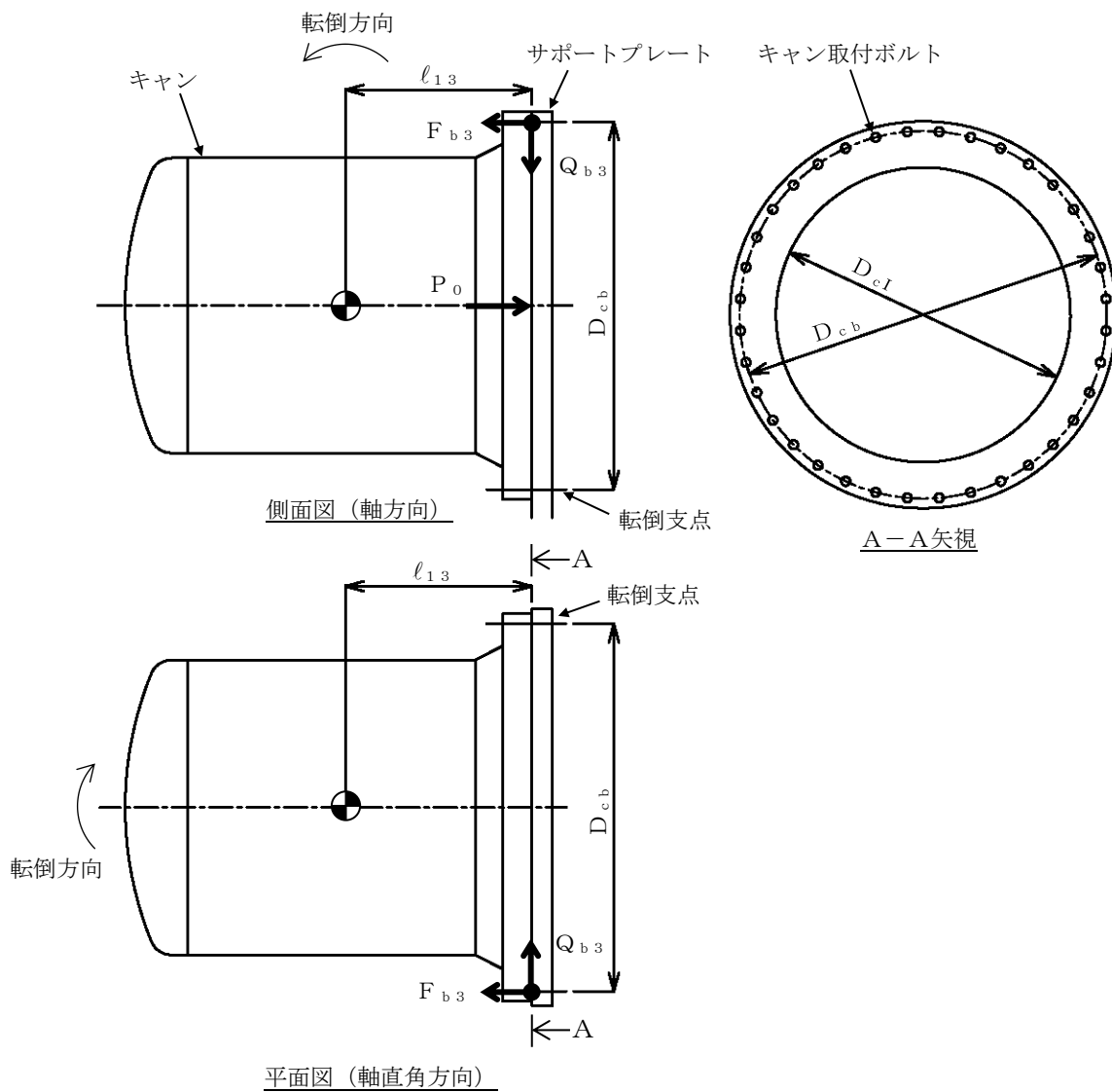


図 6-3 キャン取付ボルトの計算モデル

キャン取付ボルトに生じる引張応力 σ_{b3} は次式で求める。

$$\sigma_{b3} = F_{b3} / A_{b3} \quad \dots\dots\dots (6.2.4.12)$$

ここで、キャン取付ボルト 1 本あたりに作用する引張力 F_{b3} は

軸直角方向

$$F_{b3} = \frac{\frac{8}{3 \cdot D_{cb}} \cdot (W_{15} \cdot g \cdot (C_H + C_P) \cdot \ell_{13}) + W_{15} \cdot g \cdot (1 + C_V + C_P) \cdot \ell_{13}}{n_{f13}} \quad \dots\dots\dots (6.2.4.13)$$

軸方向

$$F_{b3} = \frac{\frac{8}{3 \cdot D_{cb}} \cdot (W_{15} \cdot g \cdot (C_H + C_P) \cdot \frac{D_{cb}}{2}) + W_{15} \cdot g \cdot (1 + C_V + C_P) \cdot \ell_{13} + F_{bP}}{n_{f13}} \quad \dots\dots\dots (6.2.4.14)$$

最高使用圧力により生じる引張力 F_{bP} は

$$F_{bP} = \frac{8}{3 \cdot D_{cb}} \cdot (\pi / 4 \cdot D_{cI}^2 \cdot P_0 \cdot \frac{D_{cb}}{2}) \quad \dots\dots\dots (6.2.4.15)$$

キャン取付ボルトに生じるせん断応力 τ_{b3} は次式で求める。

$$\tau_{b3} = Q_{b3} / (n_{b3} \cdot A_{b3}) \quad \dots\dots\dots (6.2.4.16)$$

ここで、キャン取付ボルトに生じるせん断力 Q_{b3} は

$$Q_{b3} = W_{16} \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2} + C_P) \quad \dots\dots\dots (6.2.4.17)$$

(4) ケーシング取付ボルト

図 6-4 に示す計算モデルにて、ケーシング取付ボルトに生じる荷重を算出し、ケーシング取付ボルトに生じる応力を求め、許容応力以下であることを確認する。

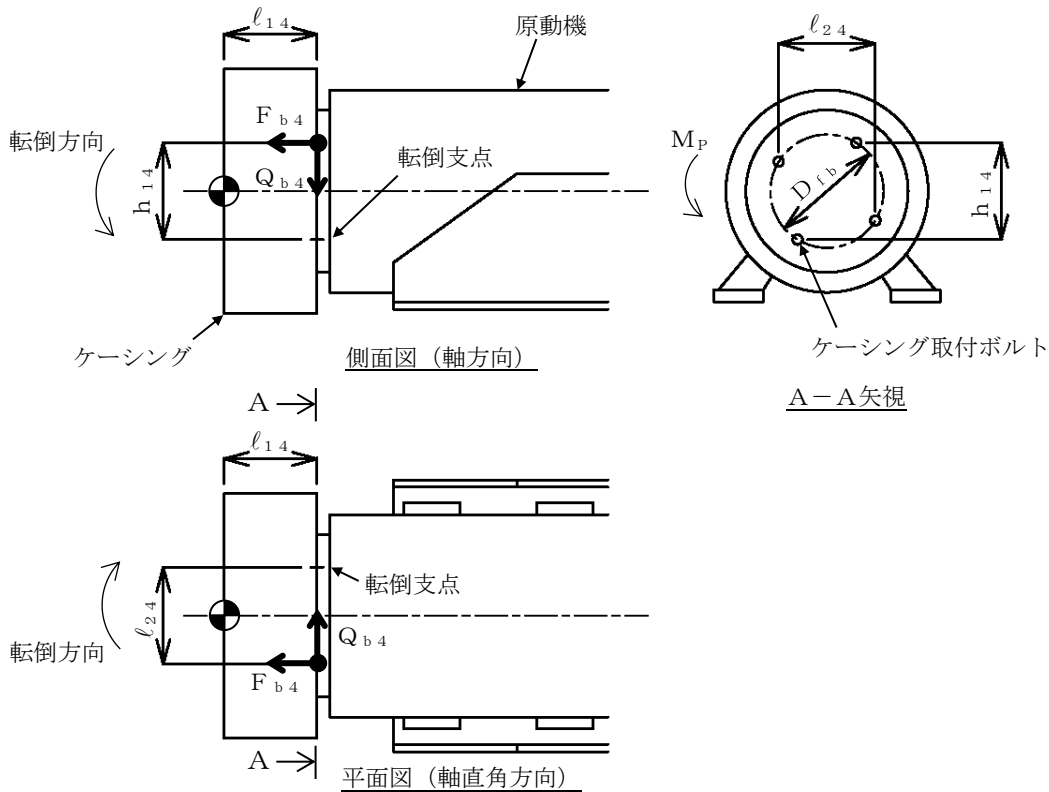


図 6-4 ケーシング取付ボルトの計算モデル

ケーシング取付ボルトに生じる引張応力 σ_{b4} は次式で求める。

$$\sigma_{b4} = F_{b4} / A_{b4} \quad \dots \dots \dots (6.2.4.18)$$

ここで、ケーシング取付ボルト 1 本あたりに作用する引張力 F_{b4} は
軸直角方向

$$F_{b4} = \frac{W_{12} \cdot g \cdot (1 + C_V + C_P) \cdot l_{14}}{n_{f24} \cdot h_{14}} + \frac{W_{12} \cdot g \cdot (C_H + C_P) \cdot l_{14}}{n_{f14} \cdot l_{24}} \quad \dots \dots \dots (6.2.4.19)$$

軸方向

$$F_{b4} = \frac{W_{12} \cdot g \cdot (C_H + C_P) \cdot \frac{h_{14}}{2} + W_{12} \cdot g \cdot (1 + C_V + C_P) \cdot l_{14}}{n_{f24} \cdot h_{14}} \quad \dots \dots \dots (6.2.4.20)$$

ケーシング取付ボルトに生じるせん断応力 τ_{b4} は次式で求める。

$$\tau_{b4} = Q_{b4} / (n_{b4} \cdot A_{b4}) \quad \dots \dots \dots (6.2.4.21)$$

ここで、ケーシング取付ボルトに作用するせん断力 Q_{b4} は

$$Q_{b4} = W_{12} \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (1 + C_V)^2 + C_P}) + M_P \cdot \frac{2}{D_{fb}} \quad \dots \dots (6.2.4.22)$$

(5) インペラとケーシング間のクリアランス

図 4-3 に示す計算モデルにて、軸及びケーシングに地震力が作用することにより生じる変位量を求め、変位可能寸法以下であることを確認する。

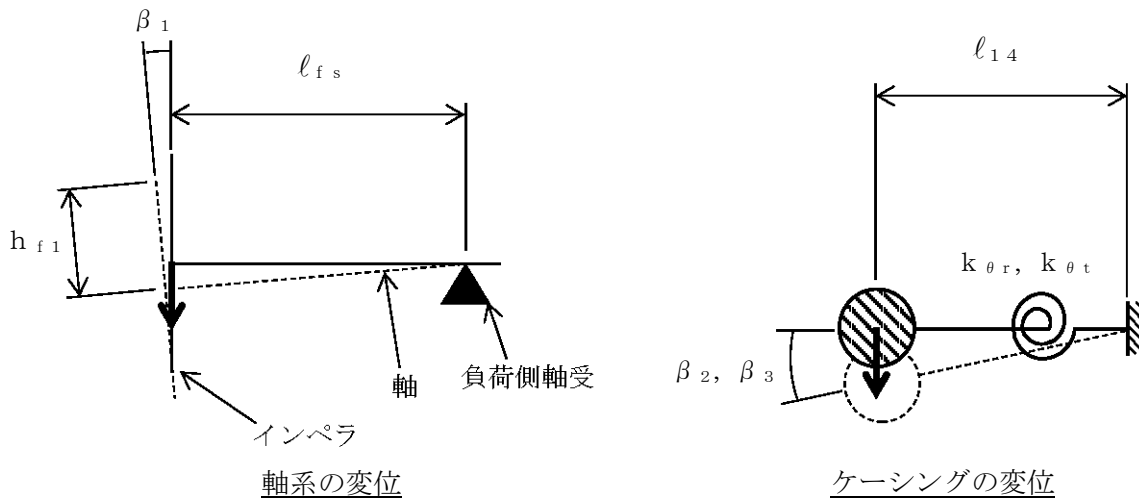


図 4-3 インペラとケーシング間のクリアランスの計算モデル

インペラとケーシングの合計変位量 δ は次式で求める。

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 + \sqrt{\delta_3^2 + \delta_4^2} \quad \dots \dots \dots (6.2.4.23)$$

ここで、軸のたわみ量 δ_1 は

$$\delta_1 = \frac{(W_{14} + W_{16}) \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (C_V + 1)^2} + C_P) \cdot l_{fs}^3}{3 \cdot E_{fs} \cdot I_{fs}} \quad \dots \dots \dots (6.2.4.24)$$

軸の断面二次モーメント I_{fs} は

$$I_{fs} = \frac{\pi \cdot D_{fs}^4}{64} \quad \dots \dots \dots (6.2.4.25)$$

軸のたわみによるインペラの変位量 δ_2 は

$$\delta_2 = h_{f1} \cdot \beta_1 \quad \dots \dots \dots (6.2.4.26)$$

軸のたわみ角 β_1 は

$$\beta_1 = \frac{l_{fs}^2}{2 \cdot E_{fs} \cdot I_{fs}} \cdot (W_{14} + W_{16}) \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (C_V + 1)^2} + C_P) \quad \dots \dots \dots (6.2.4.27)$$

ケーシングの傾きによる変位量は

軸方向の変位量 δ_3

$$\delta_3 = h_{f2} \cdot \beta_2 \quad \dots\dots\dots (6.2.4.28)$$

軸直角方向の変位量 δ_4

$$\delta_4 = h_{f2} \cdot \beta_3 \quad \dots\dots\dots (6.2.4.29)$$

ケーシングの傾き角は

軸方向の傾き角 β_2

$$\beta_2 = \frac{W_{12} \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (C_V + 1)^2} + C_P) \cdot \ell_{14}}{k_{\theta t}} \quad \dots\dots\dots (6.2.4.30)$$

軸直角方向の傾き角 β_3

$$\beta_3 = \frac{W_{12} \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (C_V + 1)^2} + C_P) \cdot \ell_{14}}{k_{\theta r}} \quad \dots\dots\dots (6.2.4.31)$$

6.3 原動機の動的機能維持評価

ブロワは、地震後機能維持が要求される設備であるが、原動機の動的機能維持評価は保守的に動作時の評価を実施する。

6.3.1 評価対象部位

J E A G 4 6 0 1における原動機の動的機能維持評価に従い、以下の部位について評価を実施する。

- a. 取付ボルト
- b. 固定子
- c. 軸（回転子）
- d. 端子箱
- e. 軸受
- f. 固定子と回転子間のクリアランス
- g. モータフレーム
- h. 冷却ファン，クーラユニット

このうち「a. 取付ボルト」及び「d. 端子箱」については、「6.2 ブロワの動的機能維持評価」に含まれる。「h. 冷却ファン，クーラユニット」については、冷却ファンは遠心直動式ファンであり、インペラ・ケーシング間の接触が回転機能の喪失に関わるが、原動機においては、同じ軸上に取り付けられている固定子と回転子のクリアランスの方が許容可能変位の観点から厳しいことから、当該クリアランスで回転機能維持の評価を代表するため、冷却ファンの評価を省略する。

以上より、本計算書においては、固定子，軸（回転子），軸受，固定子と回転子間のクリアランス及びモータフレームを評価対象部位とする。

6.3.2 評価基準値

固定子及び軸（回転子）の許容応力は、その他の支持構造物の許容応力状態Ⅲ_ASに準拠し設定し、モータフレームの許容応力は、その他の支持構造物の許容応力状態Ⅳ_ASに準拠し設定する。また、軸受についてはメーカ規定の許容値を、固定子と回転子間のクリアランスについては、変位可能寸法を評価基準値として設定する。

評価基準値を表6-4に示す。

表6-4 評価基準値

評価対象部位		材料	単位	評価基準値
固定子		SS41*	MPa	
軸（回転子）			MPa	
軸受	負荷側	—	N	
	反負荷側	—	N	
固定子と回転子間のクリアランス		—	mm	
モータフレーム		SS41*	MPa	

注記* : SS400相当

6.3.3 記号の説明

可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ用原動機の動的機能維持評価に使用する記号を表6-5に示す。

表 6-5 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_F	モータフレーム（脚部）の断面積	mm^2
A_S	軸（回転子）の断面積	mm^2
C_H	水平方向設計震度	—
C_P	ブロワ振動による震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
D_S	軸（回転子）の直径	mm
E_S	軸（回転子）の縦弾性係数	MPa
F_{B1}	負荷側軸受に生じる静等価荷重	N
F_{B2}	反負荷側軸受に生じる静等価荷重	N
F_H	水平方向（軸直角方向）地震力によりキーに生じるせん断力	N
F_K	キーに生じるせん断力	N
F_M	原動機の回転によりキーに生じるせん断力	N
F_R	軸（回転子）に生じるラジアル荷重	N
g	重力加速度（=9.80665）	m/s^2
h_F	原動機取付面から原動機重心までの高さ	mm
I	軸（回転子）の断面二次モーメント	mm^4
l_b	モータフレームの脚部の長さ	mm
$l_{b,L}$	軸受間の距離	mm
l_{h1}	モータフレームの脚部間の距離（内側）	mm
l_{h2}	モータフレームの脚部間の距離（外側）	mm
L_K	キーと固定子の接触長さ	mm
$l_{r,C}$	軸受間の距離の1/2	mm
M_P	原動機の回転により作用するモーメント	$\text{N}\cdot\text{mm}$
Q_B	軸（回転子）に生じるスラスト荷重	N
r	固定子の半径	mm
t_K	キーの厚さ	mm
W_{21}	固定子の質量	kg
W_{22}	軸（回転子）の質量	kg

記号	記号の説明	単位
W_{23}	インペラの質量	kg
W_{24}	原動機の質量	kg
W_{25}	ケーシングの質量	kg
X_{01}	負荷側軸受の静ラジアル荷重係数	—
X_{02}	反負荷側軸受の静ラジアル荷重係数	—
y	軸（回転子）の変位量	mm
Y_{01}	負荷側軸受の静アキシアル荷重係数	—
Y_{02}	反負荷側軸受の静アキシアル荷重係数	—
Z_F	モータフレーム（脚部）の断面係数	mm ³
Z_P	軸（回転子）の極断面係数	mm ³
Z_S	軸（回転子）の断面係数	mm ³
π	円周率	—
σ_b	軸（回転子）に生じる引張応力及び曲げ応力	MPa
σ_F	モータフレーム（脚部）に生じる組合せ応力	MPa
σ_{F1}	モータフレーム（脚部）に生じる曲げ応力	MPa
σ_{F2}	モータフレーム（脚部）に生じる圧縮応力	MPa
σ_{F3}	原動機回転により作用するモーメントによる圧縮応力	MPa
σ_S	軸（回転子）に生じる組合せ応力	MPa
τ_K	キーに生じるせん断応力	MPa
τ_F	モータフレーム（脚部）に生じるせん断応力	MPa
τ_t	軸（回転子）に生じるねじり応力	MPa

6.3.4 評価方法

(1) 固定子

図6-5に示す計算モデルにて、キーに生じるせん断力を算出し、キーに生じるせん断応力を求め、許容応力以下であることを確認する。

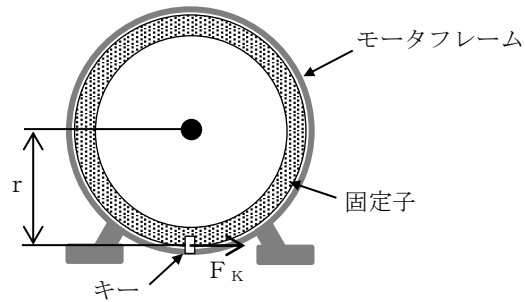


図6-5 固定子の計算モデル

キーに生じるせん断応力 τ_K は次式で求める。

$$\tau_K = F_K / (t_K \cdot L_K) \quad \dots \quad (6.3.4.1)$$

ここで、キーに生じるせん断力 F_K は

$$F_K = F_H + F_M \quad \dots \quad (6.3.4.2)$$

水平方向（軸直角方向）地震力によりキーに生じるせん断力 F_H は

$$F_H = W_{21} \cdot g \cdot (C_H + C_P) \quad \dots \quad (6.3.4.3)$$

原動機の回転によりキーに生じるせん断力 F_M は

$$F_M = M_P / r \quad \dots \quad (6.3.4.4)$$

(2) 軸（回転子）

図 6-6 に示す計算モデルにて、軸に生じる荷重とモーメントから軸に生じる応力を算出し、軸に生じる組合せ応力を求め、許容応力以下であることを確認する。

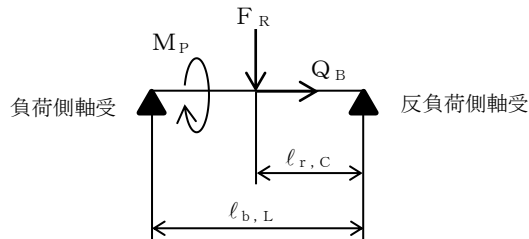


図 6-6 軸（回転子）の計算モデル

軸（回転子）に生じる組合せ応力 σ_s は次式で求める。

$$\sigma_s = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \cdot \tau_t^2} \quad \dots \dots \dots (6.3.4.5)$$

ここで、軸（回転子）に生じる引張応力及び曲げ応力 σ_b は

$$\sigma_b = \frac{(\ell_{b,L} - \ell_{r,C}) \cdot \ell_{r,C}}{Z_s \cdot \ell_{b,L}} \cdot F_R + \frac{Q_B}{A_s} \quad \dots \dots \dots (6.3.4.6)$$

軸（回転子）に生じるねじり応力 τ_t は

$$\tau_t = \frac{M_P}{Z_P} \quad \dots \dots \dots (6.3.4.7)$$

軸（回転子）の断面係数 Z_s は

$$Z_s = \frac{\pi \cdot D_s^3}{32} \quad \dots \dots \dots (6.3.4.8)$$

軸（回転子）の極断面係数 Z_P は

$$Z_P = \frac{\pi \cdot D_s^3}{16} \quad \dots \dots \dots (6.3.4.9)$$

軸（回転子）に生じる荷重は

ラジアル荷重 F_R

$$F_R = (W_{22} + W_{23}) \cdot g \cdot (\sqrt{C_H^2 + (C_V + 1)^2} + C_P) \quad \dots \dots \dots (6.3.4.10)$$

スラスト荷重 Q_B

$$Q_B = (W_{22} + W_{23}) \cdot g \cdot (C_H + C_P) \quad \dots \dots \dots (6.3.4.11)$$

(3) 軸受

図 6-7 に示す計算モデルにて、地震力が加わる場合に発生する全荷重を軸受が受けるものとし、軸受に生じる静等価荷重を求め、メーカ規定の許容値以下であることを確認する。

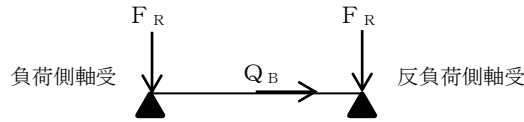


図 6-7 軸受の計算モデル

軸受に生じる静等価荷重は次式で求める。

負荷側軸受に生じる静等価荷重 F_{B1}

$$F_{B1} = \max (X_{01} \cdot F_R + Y_{01} \cdot Q_B, F_R) \quad \dots \dots \dots (6.3.4.12)$$

反負荷側軸受に生じる静等価荷重 F_{B2}

$$F_{B2} = \max (X_{02} \cdot F_R + Y_{02} \cdot Q_B, F_R) \quad \dots \dots \dots (6.3.4.13)$$

(4) 固定子と回転子間のクリアランス

図 6-8 に示す計算モデルにて、軸（回転子）に生じる変位量を求め、変位可能寸法以下であることを確認する。

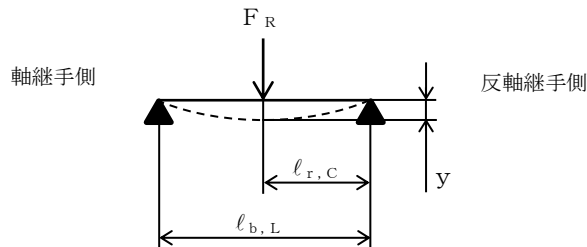


図 6-8 固定子と回転子間のクリアランスの計算モデル

軸（回転子）の変位量 y は次式で求める。

$$y = \frac{F_R \cdot l_{r,C} \cdot (l_{b,L}^2 - l_{r,C}^2)^{3/2}}{9 \cdot \sqrt{3} \cdot E_S \cdot I \cdot l_{b,L}} \quad \dots \dots \dots (6.3.4.14)$$

ここで、軸（回転子）の断面二次モーメント I は

$$I = \frac{\pi \cdot D_S^4}{64} \quad \dots \dots \dots (6.3.4.15)$$

(5) モータフレーム

図6-9に示す計算モデルにて、モータフレーム(脚部)に生じる応力を算出し、モータフレーム(脚部)に生じる組合せ応力を求め、許容応力以下であることを確認する。なお、モータフレーム(脚部)の評価は、構造上厳しくなる軸直角方向について評価を実施する。

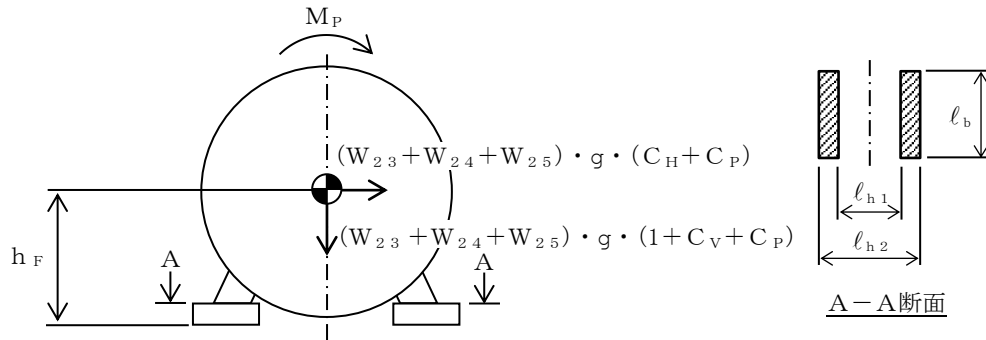


図 6-9 モータフレームの計算モデル

モータフレーム(脚部)に生じる組合せ応力 σ_F は次式で求める。

$$\sigma_F = \sqrt{(\sigma_{F1} + \sigma_{F2} + \sigma_{F3})^2 + 3 \cdot \tau_F^2} \quad \dots\dots\dots (6.3.4.16)$$

ここで、水平方向(軸直角方向)地震力によりモータフレームに生じる曲げ応力 σ_{F1} は

$$\sigma_{F1} = (W_{23} + W_{24} + W_{25}) \cdot g \cdot (C_H + C_P) \cdot h_F / Z_F \quad \dots\dots\dots (6.3.4.17)$$

鉛直方向地震力によりモータフレーム(脚部)に生じる圧縮応力 σ_{F2} は

$$\sigma_{F2} = (W_{23} + W_{24} + W_{25}) \cdot g \cdot (1 + C_V + C_P) / A_F \quad \dots\dots\dots (6.3.4.18)$$

原動機回転により作用するモーメントによる圧縮応力 σ_{F3} は

$$\sigma_{F3} = M_P / Z_F \quad \dots\dots\dots (6.3.4.19)$$

水平方向(軸直角方向)地震力によりモータフレーム(脚部)に生じるせん断応力 τ_F は

$$\tau_F = (W_{23} + W_{24} + W_{25}) \cdot g \cdot (C_H + C_P) / A_F \quad \dots\dots\dots (6.3.4.20)$$

フレームの断面係数 Z_F は

$$Z_F = \frac{1}{6} \cdot \frac{\ell_b \cdot (\ell_{h2}^3 - \ell_{h1}^3)}{\ell_{h2}} \quad \dots\dots\dots (6.3.4.21)$$

7. 評価結果

7.1 設計基準対象施設としての評価結果

ブローの設計基準対象施設として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を有し、動的機能を維持できることを確認した。

(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。

【プロワ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	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		プロワ振動 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			
可燃性ガス濃度制御系 再結合装置プロワ	S	原子炉建物 EL. 34.8*1			C _H =3.73*2	C _V =2.32*2	C _H =3.73*3	C _V =2.32*3		171	—

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）及び静的震度を上回る設計震度

*3：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度

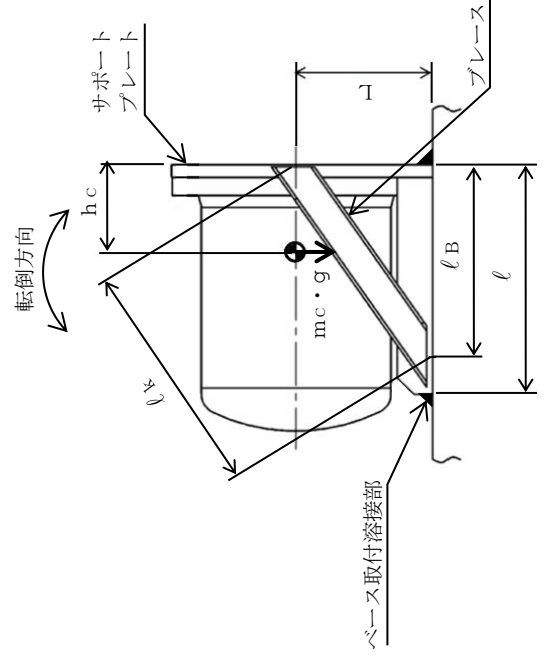
1.2 機器要目

部材	m _c (kg)	L (mm)	h _c (mm)	ℓ (mm)	ℓ _B (mm)	ℓ _k (mm)	A _b (mm ²)	A _{s s} (mm ²)	A _{s b} (mm ²)
ブレース及び ベース取付溶接部									

部材	A _{HW} (mm ²)	A _{VW} (mm ²)	A (mm ²)	i (mm)	E (MPa)	G (MPa)	I _b (mm ⁴)	I _v (mm ⁴)
ブレース及び ベース取付溶接部								

部材	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (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
ブレース及び ベース取付溶接部	201 (厚さ ≤ 16mm)	373 (厚さ ≤ 16mm)	201	241	軸	軸

H _P (μm)	N (rpm)



1.3 計算数値

1.3.1 ブレースに作用する力

(単位：N)

部材	F _{HB}		F _{VB}		F _{CB}	
	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	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
ブレース						

1.3.2 ベース取付溶接部に作用する力

(単位：N)

部材	F _{HW}		F _{VW}	
	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
ベース取付溶接部				

1.4 結論

1.4.1 応力

(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
ブレース	SS41	圧縮	$\sigma_c = 15$	$f_{bc} = 179$	$\sigma_c = 15$	$f_{bc} = 210$
ベース取付溶接部	SS41	せん断	$\tau_w = 24$	$f_{ws} = 116$	$\tau_w = 24$	$f_{ws} = 139$

すべて許容応力以下である。

1.5 動的機能維持評価

1.5.1 設計条件

機器名称	形式	定格容量 (m ³ /h)	据付場所及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		基準地震動 S s		プロフ振動 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			
可燃性ガス濃度制御系 再結合装置プロワ	遠心直動型 ファン	255	原子炉建物 EL 34.8*1			C _H =2.26*2	C _V =2.69*2		171	—

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）を上回る設計震度

機器名称	形式	出力 (kW)	据付場所及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		基準地震動 S s		プロフ振動 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			
可燃性ガス濃度制御系 再結合装置プロワ用原動機	横形ころがり 軸受電動機	15	原子炉建物 EL 34.8*1	—*2	—*2	C _H =2.26*2	C _V =2.69*2		171	—

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。

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）を上回る設計震度

1.5.2 機器要目

1.5.2.1 プロワ

(1) 原動機取付ボルト

評価部位	A _{b1} (mm ²)	h ₁₁ (mm)	ℓ ₁₁ * (mm)	ℓ ₂₁ * (mm)	N (rpm)	n _{b1}	n _{f11}	n _{f21}	P (kW)	W ₁₁ (kg)
原動機取付ボルト										

注記*：機器要目における上段は軸直角方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。

評価部位	W ₁₂ (kg)	W ₁₄ (kg)
原動機取付ボルト		

(2) ブラケット取付ボルト

評価部位	A _{b2} (mm ²)	h ₁₂ (mm)	ℓ ₁₂ (mm)	ℓ ₂₂ (mm)	ℓ ₃₂ (mm)	n _{b2}	n _{f12}	n _{f22}	W ₁₁ (kg)
ブラケット取付ボルト									

評価部位	W ₁₂ (kg)	W ₁₃ (kg)	W ₁₄ (kg)
ブラケット取付ボルト			

(3) キャン取付ボルト

評価部位	A_{b3} (mm ²)	D_{cb} (mm)	D_{c1} (mm)	ℓ_{13} (mm)	n_{b3}	n_{f13}	P_0 (MPa)	W_{15} (kg)
キャン取付ボルト								

(4) ケーシング取付ボルト

評価部位	A_{b4} (mm ²)	D_{fb} (mm)	h_{f4} (mm)	ℓ_{14} (mm)	ℓ_{24} (mm)	n_{b4}	n_{f14}	W_{12} (kg)
ケーシング取付ボルト								

(5) インペラとケーシング間のクリアランス

評価部位	D_{fs} (mm)	E_{fs} (MPa)	h_{f1} (mm)	h_{f2} (mm)	$k_{\theta r}$ (N・mm/rad)	$k_{\theta t}$ (N・mm/rad)	ℓ_{14} (mm)	ℓ_{fs} (mm)	W_{12} (kg)	W_{14} (kg)
インペラとケーシング間のクリアランス										

評価部位

W_{16} (kg)
インペラとケーシング間のクリアランス

1.5.2.2 原動機

(1) 固定子

評価部位	L_K (mm)	r (mm)	t_K (mm)	$W_{2.1}$ (kg)
固定子				

(2) 軸 (回転子)

評価部位	A_S (mm ²)	D_S (mm)	$\ell_{b,L}$ (mm)	$\ell_{r,C}$ (mm)	$W_{2.2}$ (kg)	$W_{2.3}$ (kg)
軸 (回転子)						

(3) 軸受

評価部位	$X_{0.1}$	$X_{0.2}$	$Y_{0.1}$	$Y_{0.2}$
軸受				

(4) 固定子と回転子間のクリアランス

評価部位	D_S (mm)	E_S (MPa)	$\ell_{b,L}$ (mm)	$\ell_{r,C}$ (mm)
固定子と回転子間のクリアランス				

(5) モーターフレーム

評価部位	A_F (mm ²)	h_F (mm)	ℓ_b (mm)	$\ell_{h.1}$ (mm)	$\ell_{h.2}$ (mm)	$W_{2.3}$ (kg)	$W_{2.4}$ (kg)	$W_{2.5}$ (kg)
モーターフレーム								

1.6 結論

1.6.1 機能確認認済加速度との比較

		(×9.8 m/s ²)	
		機能維持評価用加速度*	機能確認認済加速度
プロワ	水平方向	2.26	2.6
	鉛直方向	2.69	1.0
原動機	水平方向	2.26	4.7
	鉛直方向	2.69	1.0

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動Ss）を上回る設計震度により定まる加速度
 プロワは、鉛直方向の機能維持評価用加速度が機能確認認済加速度を超えるため、1.6.2 プロワの動的機能維持評価で評価する。
 原動機は、鉛直方向の機能維持評価用加速度が機能確認認済加速度を超えるため、1.6.3 原動機の動的機能維持評価で評価する。

1.6.2 プロワの動的機能維持評価

1.6.2.1 代表評価項目の評価

ブレース、ベース取付溶接部については、構造強度評価において設計用地震力に対して十分な強度を有しているため、計算は省略する。

1.6.2.2 上記以外の基本評価項目の評価

		(単位：MPa)	
評価部位	応力	算出応力	許容応力
原動機取付ボルト	引張	33	□
	せん断	12	

すべて許容応力以下である。

1.6.2.2.2 ブラケット取付ボルト

		(単位：MPa)	
評価部位	応力	算出応力	許容応力
ブラケット取付ボルト	引張	73	□
	せん断	7	

すべて許容応力以下である。

1.6.2.2.3 キャン取付ボルト

		(単位：MPa)	
評価部位	応力	算出応力	許容応力
キャン取付ボルト	引張	19	□
	せん断	2	

すべて許容応力以下である。

1.6.2.2.4 ケーシング取付ボルト (単位：MPa)

評価部位	応力	算出応力	許容応力
ケーシング取付ボルト	引張	28	□
	せん断	6	

すべて許容応力以下である。

1.6.2.2.5 ケーシングとインペラ間のクリアランスの評価 (単位：mm)

評価部位	変位量	許容変位量
ケーシングとインペラ間のクリアランス	1.18	□

すべて許容変位量以下である。

1.6.3 原動機の動的機能維持評価

1.6.3.1 代表評価項目の評価

原動機取付ボルトについては、プロワの動的機能維持評価にて確認しているため、計算は省略する。

1.6.3.2 上記以外の基本評価項目の評価

1.6.3.2.1 固定子の評価 (単位：MPa)

評価部位	算出応力	許容応力
固定子	2	□

すべて許容応力以下である。

1.6.3.2.2 軸（回転子）の評価 (単位：MPa)

評価部位	算出応力	許容応力
軸（回転子）	21	□

すべて許容応力以下である。

1.6.3.2.3 軸受の評価 (単位：N)

評価部位	算出荷重	許容荷重
負荷側軸受	3.459×10^3	□
反負荷側軸受	3.459×10^3	

すべて許容荷重以下である。

1.6.3.2.4 固定子と回転子間のクリアランスの評価 (単位：mm)

評価部位	変位量	許容変位量
固定子と回転子間のクリアランス	0.07	

すべて許容変位量以下である。

1.6.3.2.5 モータフレームの評価 (単位：MPa)

評価部位	算出応力	許容応力
モータフレーム	8	

すべて許容応力以下である。