

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-添 2-014-31改01
提出年月日	2023年2月2日

VI-2-11-2-7-16 タービン補機海水ストレーナの耐震性についての計算書

S2 補 VI-2-11-2-7-16 R0

2023年2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。

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 配置概要	1
2.2 構造計画	1
2.3 評価方針	3
2.4 適用規格・基準等	4
2.5 記号の説明	5
2.6 計算精度と数値の丸め方	7
3. 評価部位	8
4. 固有周期	8
4.1 固有周期の計算方法	8
4.2 固有周期の計算条件	11
4.3 固有周期の計算結果	11
5. 構造強度評価	12
5.1 構造強度評価方法	12
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	12
5.3 設計用地震力	16
5.4 計算方法	17
5.5 計算条件	19
5.6 応力の評価	19
6. 評価結果	22
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	22

1. 概要

本計算書は、VI-2-11-1「波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針」の耐震評価方針に基づき、下位クラス施設であるタービン補機海水ストレーナ（Cクラス施設）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を有していることを確認することで、隣接している上位クラス施設である循環水系配管（ポンプ出口～タービン建物外壁）に対して、波及的影響を及ぼさないことを説明するものである。

2. 一般事項

2.1 配置概要

タービン補機海水ストレーナは、取水槽に設置されている。タービン補機海水ストレーナは、図2-1の位置関係図に示すように、上位クラス施設である循環水系配管（ポンプ出口～タービン建物外壁）に隣接していることから、地震時に本機器が転倒した場合は、循環水系配管（ポンプ出口～タービン建物外壁）に対して波及的影響を及ぼすおそれがある。

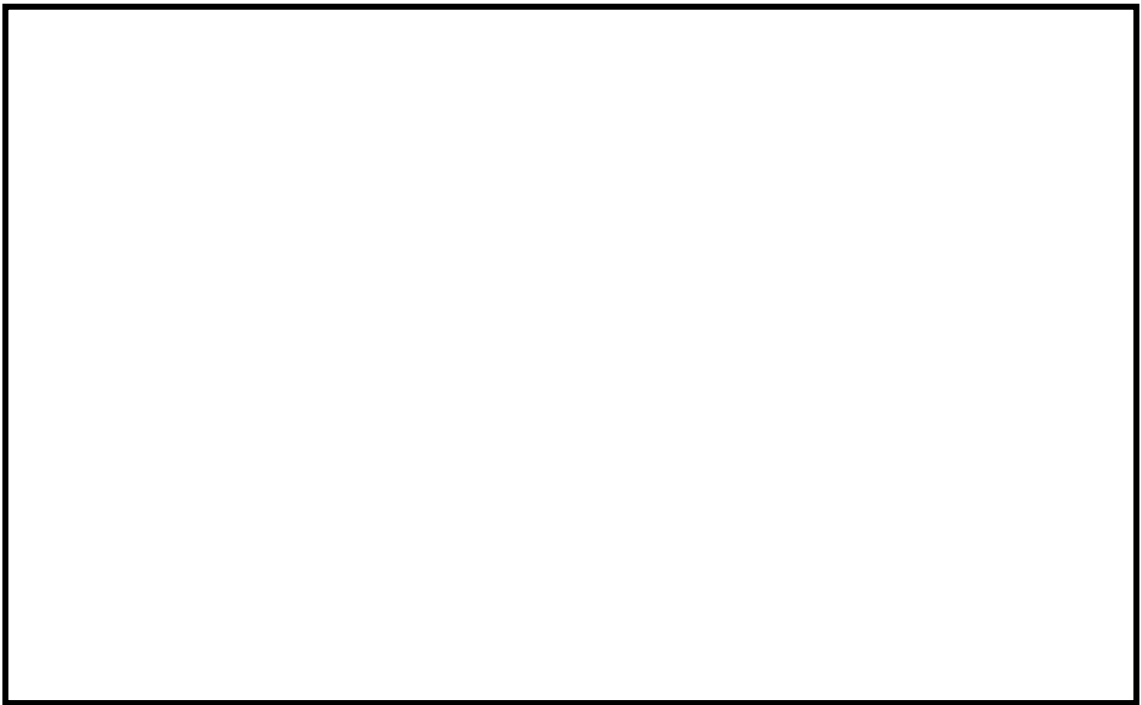


図2-1 タービン補機海水ストレーナと上位クラス施設の位置関係図

2.2 構造計画

タービン補機海水ストレーナの構造計画を表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>胴をスカートで支持し、スカート下端及び底板（下）は溶接で4枚のベースプレートに接続され、ベースプレートは基礎ボルトで基礎に据え付ける。</p>	<p>たて置円筒形（4枚のベースプレートを有するスカート支持たて置円筒形容器）</p>	<p>(側面図)</p> <p>(平面図)</p> <p>(単位：mm)</p>

2.3 評価方針

タービン補機海水ストレーナの応力評価は、VI-2-11-1「波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針」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、「2.2 構造計画」にて示すタービン補機海水ストレーナの部位を踏まえ「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。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

タービン補機海水ストレーナの耐震評価フローを図 2-2 に示す。

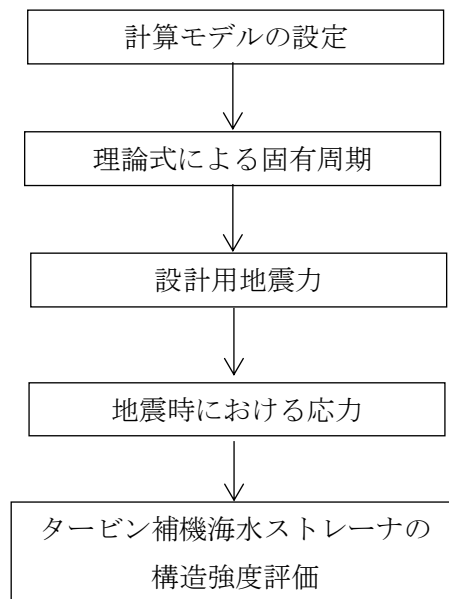


図 2-2 タービン補機海水ストレーナの耐震評価フロー

2.4 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。）

2.5 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	胴の軸断面積	mm ²
A _b	基礎ボルトの軸断面積	mm ²
A _e	胴の有効せん断断面積	mm ²
A _s	スカートの軸断面積	mm ²
A _{s e}	スカートの有効せん断断面積	mm ²
C _H	水平方向設計震度	—
C _V	鉛直方向設計震度	—
D _i	胴の内径	mm
D _s	スカートの内径	mm
d	基礎ボルトの呼び径	mm
E	胴の縦弾性係数	MPa
E _s	スカートの縦弾性係数	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又はSSB-3133に定める値	MPa
F _b	基礎ボルトに作用する引張力	N
<i>f</i> _{bm}	曲げモーメントに対する許容座屈応力	MPa
<i>f</i> _{cm}	軸圧縮荷重に対する許容座屈応力	MPa
<i>f</i> _{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
<i>f</i> _{tm}	スカートの許容引張応力	MPa
<i>f</i> _{to}	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
<i>f</i> _{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	胴のせん断弾性係数	MPa
G _s	スカートのせん断弾性係数	MPa
g	重力加速度（=9.80665）	m/s ²
I	胴の断面二次モーメント	mm ⁴
I _s	スカートの断面二次モーメント	mm ⁴
K _H	水平方向ばね定数	N/m
K _V	鉛直方向ばね定数	N/m
<i>l</i>	胴のスカート接合点から重心までの距離	mm
<i>l</i> ₁	重心と引張を受けるボルト間の水平方向距離	mm
<i>l</i> ₂	重心と転倒支点となるボルト間の水平方向距離	mm
<i>l</i> _s	スカートの長さ	mm
M _s	スカートに作用する転倒モーメント	N・mm
m _o	容器の運転時質量	kg
m _e	容器のスカート接合部から上部の空質量	kg

記号	記号の説明	単位
n	基礎ボルトの本数	—
n_f	引張力を受ける基礎ボルトの本数	—
Q_b	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
T_H	水平方向固有周期	s
T_V	鉛直方向固有周期	s
t	胴板の厚さ	mm
t_s	スカートの厚さ	mm
η	座屈応力に対する安全率	—
π	円周率	—
σ_b	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
σ_s	スカートの組合せ応力	MPa
σ_{s1}	スカートの運転時質量による軸方向応力	MPa
σ_{s2}	水平方向地震によりスカートに生じる曲げモーメントによる 軸方向応力	MPa
σ_{s3}	スカートの鉛直方向地震による軸方向応力	MPa
τ_b	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
τ_s	地震によりスカートに生じるせん断応力	MPa
$\phi_1(x)$	圧縮荷重に対する許容座屈応力の関数	MPa
$\phi_2(x)$	曲げモーメントに対する許容座屈応力の関数	MPa

2.6 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に示すとおりである。

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	下記以外の長さ	mm	—	整数位 ^{*1}
	胴板の厚さ	mm	—	小数点以下第1位
	スカート厚さ	mm	—	小数点以下第1位
面積	mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*2}
モーメント	N・mm	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

タービン補機海水ストレーナの耐震評価は、「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、タービン補機海水ストレーナの転倒により、上位クラス施設が損傷することを防止するために、支持機能に関連するもののうち、スカート及び基礎ボルトについて評価を実施する。タービン補機海水ストレーナ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

タービン補機海水ストレーナの固有周期の計算方法を以下に示す。計算に当たってはスカート支持たて置円筒形容器の固有周期の計算方法を準用する。

(1) 計算モデル

モデル化に当たっては次の条件で行う。

- 容器及び内容物の質量は重心に集中するものとする。
- 容器はスカートで支持され、スカート下端及び底板（下）と接続したベースプレートを基礎ボルトで基礎に固定しており、固定端とする。
- 胴とスカートをはりと考え、変形モードは曲げ及びせん断変形を考慮する。
- スカート部材には、開口部はない。
- 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

本容器は、前記の条件より図4-1に示す下端固定の1質点系振動モデルとして考える。

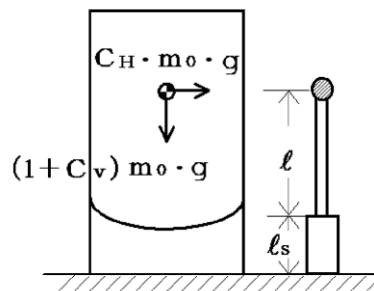


図4-1 固有周期の計算モデル

(2) 水平方向固有周期

曲げ及びせん断変形によるばね定数 K_H は次式で求める。

$$K_H = 1000 \left\{ \frac{l^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{1}{3 \cdot E_s \cdot I_s} \cdot (3 \cdot l^2 \cdot l_s + 3 \cdot l \cdot l_s^2 + l_s^3) + \frac{l}{G \cdot A_e} + \frac{l_s}{G_s \cdot A_{s e}} \right\} \dots \dots \dots (4.1.1)$$

ここで、胴及びスカートの断面性能は次のように求める。

胴の断面性能は次式で求める。

$$I = \frac{\pi}{8} \cdot (D_i + t)^3 \cdot t \quad \dots\dots\dots (4.1.2)$$

$$A_e = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot (D_i + t) \cdot t \quad \dots\dots\dots (4.1.3)$$

スカートの断面性能は次式で求める。

$$I_s = \frac{\pi}{8} \cdot (D_s + t_s)^3 \cdot t_s \quad \dots\dots\dots (4.1.4)$$

$$A_{se} = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot (D_s + t_s) \cdot t_s \quad \dots\dots\dots (4.1.6)$$

したがって、固有周期は次式で求める。

$$T_H = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_0}{K_H}} \quad \dots\dots\dots (4.1.7)$$

(3) 鉛直方向固有周期

軸方向変形によるばね定数 K_v は、次式で求める。

$$K_v = 1000 \left/ \left(\frac{\ell}{E \cdot A} + \frac{\ell_s}{E_s \cdot A_s} \right) \right. \dots\dots\dots (4.1.8)$$

$$A = \pi \cdot (D_i + t) \cdot t \dots\dots\dots (4.1.9)$$

$$A_s = \pi \cdot (D_s + t_s) \cdot t_s \dots\dots\dots (4.1.10)$$

したがって、固有周期 T_v は次式で求める。

$$T_v = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_0}{K_v}} \dots\dots\dots (4.1.11)$$

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【タービン補機海水ストレーナ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	
鉛直	

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

4.1(1)項a.～e.のほか、次の条件で計算する。概要図を図5-1に示す。

- (1) 地震力は、容器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、S R S S法を適用する。

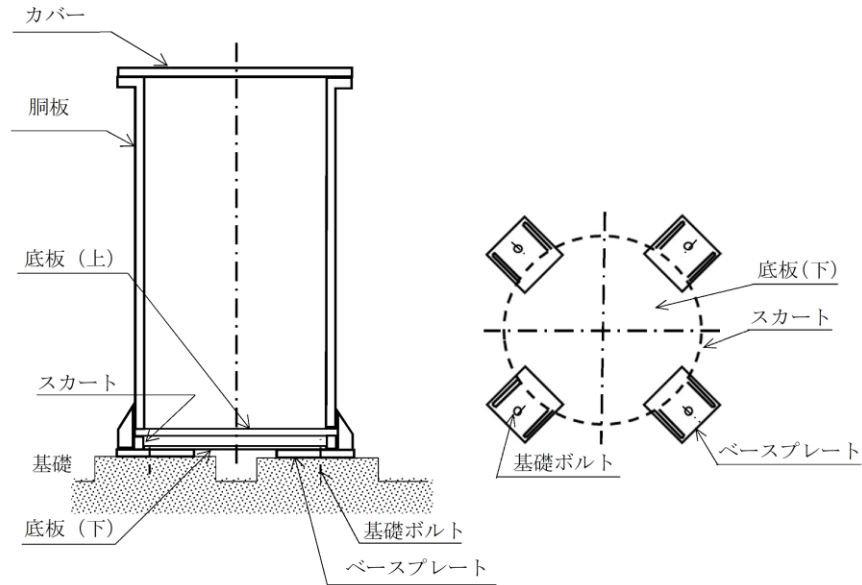


図5-1 概要図

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

タービン補機海水ストレーナ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

タービン補機海水ストレーナの許容応力は、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

タービン補機海水ストレーナ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
その他	タービン補機海水ストレーナ	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)		許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等)	
	一次応力	一次+二次応力	一次応力	
	引張	座屈 ^{*3}	引張	せん断
IVAS	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_b,$ $1.5 \cdot f_s$ 又は $1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

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。

*3：薄肉円筒形状のものの座屈の評価にあつては、クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

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 (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
スカート	SS41* (厚さ ≤ 16mm)	周囲環境温度	40	245	400	—
基礎ボルト	SS41* (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

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。

「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
取水槽 EL 1.1*1			—	—	$C_H=1.67^{*2}$	$C_V=1.26^{*2}$

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

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

タービン補機海水ストレーナは、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載のスカート支持たて置円筒形容器と類似の構造であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-3 スカート支持たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針」を準用して評価を実施する。ただし、本設備の基礎ボルトは基本方針によらないことから、「5.4.1.2 基礎ボルトの計算方法」に記載の方法により評価を実施する。

5.4.1.1 スカートの計算方法

(1) 運転時質量及び鉛直方向地震による応力

スカート底部に生じる運転時質量及び鉛直方向地震による圧縮応力は次式で求める。

$$\sigma_{s1} = \frac{m_o \cdot g}{\pi \cdot (D_s + t_s) \cdot t_s} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.1)$$

$$\sigma_{s3} = \frac{m_o \cdot g \cdot C_v}{\pi \cdot (D_s + t_s) \cdot t_s} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.2)$$

(2) 水平方向地震による応力

水平方向の地震力によりスカートに作用する曲げモーメントにより生じる軸方向応力及び水平方向地震力によるせん断応力は次のように求める。

$$\sigma_{s2} = \frac{M_s}{(D_s + t_s) \cdot t_s \cdot \frac{\pi}{4}(D_s + t_s)} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.3)$$

$$\tau_s = \frac{2 \cdot C_H \cdot m_o \cdot g}{\pi \cdot (D_s + t_s) \cdot t_s} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

ここで、

$$M_s = C_H \cdot m_o \cdot g \cdot (l_s + \ell) \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.5)$$

(3) 組合せ応力

組合せ応力は次式で求める。

$$\sigma_s = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sqrt{\sigma_{s2}^2 + \sigma_{s3}^2})^2 + 3 \cdot \tau_s^2} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.6)$$

5.4.1.2 基礎ボルトの計算方法

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。

(1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は、図5-2でボルト列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。

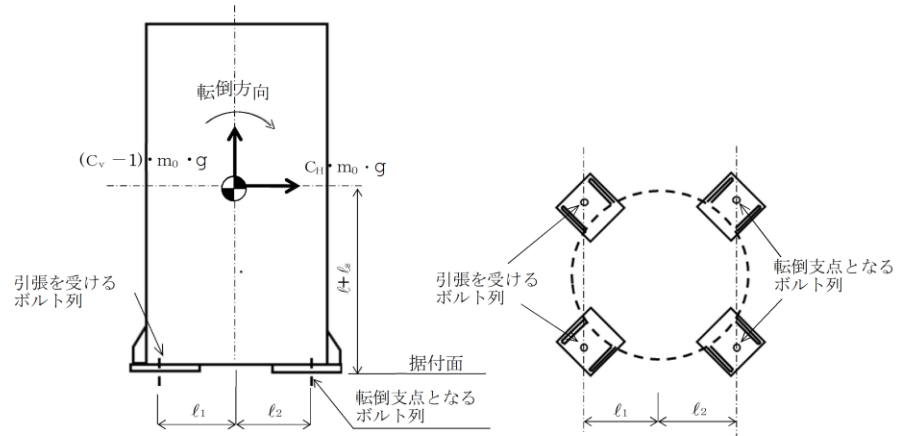


図5-2 転倒モーメントによる引張荷重の計算モデル

引張力

$$F_b = \frac{m_0 \cdot g \cdot \sqrt{(C_H \cdot (l_s + l))^2 + (C_V \cdot l_2)^2} - m_0 \cdot g \cdot l_2}{n_f \cdot (l_1 + l_2)} \dots \dots \dots (5.4.1.1.7)$$

引張応力

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b} \dots \dots \dots (5.4.1.1.8)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots \dots \dots (5.4.1.1.9)$$

(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

$$Q_b = C_H \cdot m_0 \cdot g \dots \dots \dots (4.3.1.1.10)$$

せん断応力

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b} \dots \dots \dots (4.3.1.1.11)$$

5.5 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【タービン補機海水ストレーナ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 スカートの応力評価

- (1) 5.4.1.1項で求めたスカートの組合せ応力が許容引張応力 f_{tm} 以下であること。
ただし、 f_{tm} 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_{tm}	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$

- (2) 圧縮膜応力（圧縮応力と曲げによる圧縮側応力の組合せ）は次式を満足すること。
（座屈の評価）

$$\frac{\eta \cdot (\sigma_{s1} + \sigma_{s3})}{f_{cm}} + \frac{\eta \cdot \sigma_{s2}}{f_{bm}} \leq 1 \quad \dots\dots\dots (5.6.1.1)$$

ここで、

$$\frac{1200 \cdot g}{F} < \frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} < \frac{8000 \cdot g}{F} \quad \text{より、} f_{cm} \text{は次による。}$$

$$f_{cm} = F \cdot \left[1 - \frac{1}{6800 \cdot g} \cdot \left\{ F - \phi_1 \left(\frac{8000 \cdot g}{F} \right) \right\} \cdot \left(\frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} - \frac{1200 \cdot g}{F} \right) \right] \quad \dots\dots\dots (5.6.1.2)$$

ただし、 $\phi_1(x)$ は次の関数とする。

$$\phi_1(x) = 0.6 \cdot \frac{E_s}{x} \cdot \left[1 - 0.901 \cdot \left\{ 1 - e^{-x} \cdot \text{erfc} \left(-\frac{1}{16} \cdot \sqrt{x} \right) \right\} \right] \quad \dots\dots\dots (5.6.1.3)$$

また、 f_{bm} は次による。

$$f_{bm} = F \cdot \left[1 - \frac{1}{8400 \cdot g} \cdot \left\{ F - \phi_2 \left(\frac{9600 \cdot g}{F} \right) \right\} \cdot \left(\frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} - \frac{1200 \cdot g}{F} \right) \right] \quad \dots\dots\dots (5.6.1.4)$$

ただし、 $\phi_2(x)$ は次の関数とする。

$$\phi_2(x) = 0.6 \cdot \frac{E_s}{x} \cdot \left[1 - 0.731 \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{1}{16} \cdot \sqrt{x}\right) \right\} \right] \quad \dots\dots (5.6.1.5)$$

η は安全率で次による。

$$\eta = 1 + \frac{0.5 \cdot F}{6800 \cdot g} \cdot \left(\frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} - \frac{1200 \cdot g}{F} \right) \quad \dots\dots\dots (5.6.1.6)$$

5.6.2 基礎ボルトの応力評価

5.4.1.2項で求めた基礎ボルトの引張応力 σ_b 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} は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \quad \dots\dots\dots (5.6.2.1)$$

せん断応力 τ_b はせん断力のみを受ける基礎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}	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

タービン補機海水ストレーナ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することを確認した。

(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。

【タービン補機海水ストレーナ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	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		
タービン補機海水ストレーナ	C	取水槽 EL 1.1 ^{*1}			—	—	C _H =1.67 ^{*2}	C _V =1.26 ^{*2}	40	40

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

1.2 機器要目

m ₀ (kg)	m _e (kg)	D _i (mm)	t (mm)	D _s (mm)	t _s (mm)	E (MPa)	E _s (MPa)	G (MPa)	G _s (MPa)
12300	6800	1400	14.0	1400	14.0	201000 ^{*1}	201000 ^{*2}	77300 ^{*1}	77300 ^{*2}

ℓ (mm)	ℓ _s (mm)	n	n _f	ℓ ₁ (mm)	ℓ ₂ (mm)
1638	175	4	2	619	619

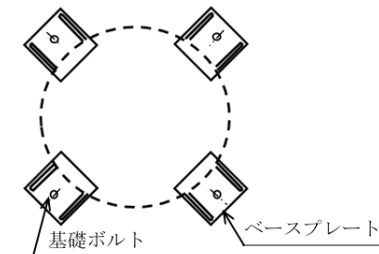
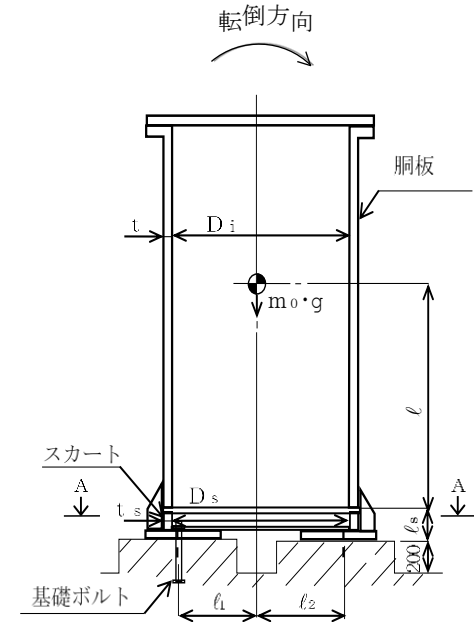
d (mm)	A _b (mm ²)	M _s (N・mm)		F _b (N)		Q _b (N)	
		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
30 (M30)	706.9	—	3.652×10 ⁸	—	1.222×10 ⁵	—	2.014×10 ⁵

S _y (スカート) (MPa)	S _u (スカート) (MPa)	F [*] (スカート) (MPa)
245 ^{*2} (厚さ ≤ 16mm)	400 ^{*2} (厚さ ≤ 16mm)	280

S _y (基礎ボルト) (MPa)	S _u (基礎ボルト) (MPa)	F [*] (基礎ボルト) (MPa)
235 ^{*2} (16mm < 径 ≤ 40mm)	400 ^{*2} (16mm < 径 ≤ 40mm)	280

注記*1：最高使用温度で算出

*2：周囲環境温度で算出



A-A 矢視図

S2 補 VI-2-11-2-7-16 ROE

1.3 計算数値

1.3.1 スカートに生じる応力

(単位：MPa)

		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
		応力	組合せ応力	応力	組合せ応力
運転時質量による応力		—	—	$\sigma_{s1}=2$	$\sigma_s=22$
鉛直方向地震による応力		—		$\sigma_{s3}=3$	
水平方向地震による応力	曲げ	—		$\sigma_{s2}=17$	
	せん断	—		$\tau_s=7$	

1.3.2 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
引張応力	—	$\sigma_b=173$
せん断応力	—	$\tau_b=72$

1.4 結論

1.4.1 固有周期

(単位：s)

方向	固有周期
水平方向	
鉛直方向	

1.4.2 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
スカート	SS41*1 (厚さ ≤ 16mm)	組合せ	—	—	$\sigma_s=22$	$f_{tm}=280$
		圧縮と曲げの組合せ (座屈の評価)	—		$\frac{\eta \cdot (\sigma_{s1} + \sigma_{s3})}{f_{cm}} + \frac{\eta \cdot \sigma_{s2}}{f_{bm}} \leq 1$	
			—		0.09 (無次元)	
基礎ボルト	SS41*1 (16mm < 径 ≤ 40mm)	引張	—	—	$\sigma_b=173$	$f_{ts}=180^{*2}$
		せん断	—	—	$\tau_b=72$	$f_{sb}=161$

すべて許容応力以下である。

注記*1：SS400 相当

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