

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所第6号機 設計及び工事計画審査資料	
資料番号	KK6 添-3-015-4 改0
提出年月日	2023年11月24日

VI-3-別添3-1-4 取水槽閉止板の強度計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	2
2.1 配置概要	2
2.2 構造計画	3
2.3 評価方針	4
2.4 適用規格・基準等	5
2.5 記号の説明	6
3. 評価対象部位及び評価対象設備	7
4. 構造強度評価	9
4.1 構造強度評価方法	9
4.2 荷重及び荷重の組合せ	9
4.2.1 荷重の組合せ	9
4.2.2 荷重の設定	9
4.3 許容限界	11
4.3.1 使用材料	11
4.3.2 許容限界	12
4.4 評価方法	13
4.4.1 主桁	13
4.4.2 スキンプレート	16
4.4.3 締付ボルト	18
4.4.4 戸当り	19
4.4.5 アンカーボルト	22
4.5 評価条件	25
5. 評価結果	26

1. 概要

本資料は、VI-3-別添 3-1-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している構造強度に基づき、浸水防護設備のうちタービン補機冷却用海水取水槽閉止板 1、タービン補機冷却用海水取水槽閉止板 2、補機冷却用海水取水槽(A)閉止板、補機冷却用海水取水槽(B)閉止板及び補機冷却用海水取水槽(C)閉止板（以下「取水槽閉止板」という。）が津波の冠水に伴う突き上げ荷重及び余震を考慮した荷重に対して、浸水防護重点化範囲であるタービン建屋内に津波が侵入することを防止するために、十分な構造健全性及び止水性を有していることを説明するものである。

2. 一般事項

2.1 配置概要

取水槽閉止板は、タービン建屋の補機冷却用海水取水槽の上部床面に設置する。取水槽閉止板の設置位置図を図 2-1 に示す。

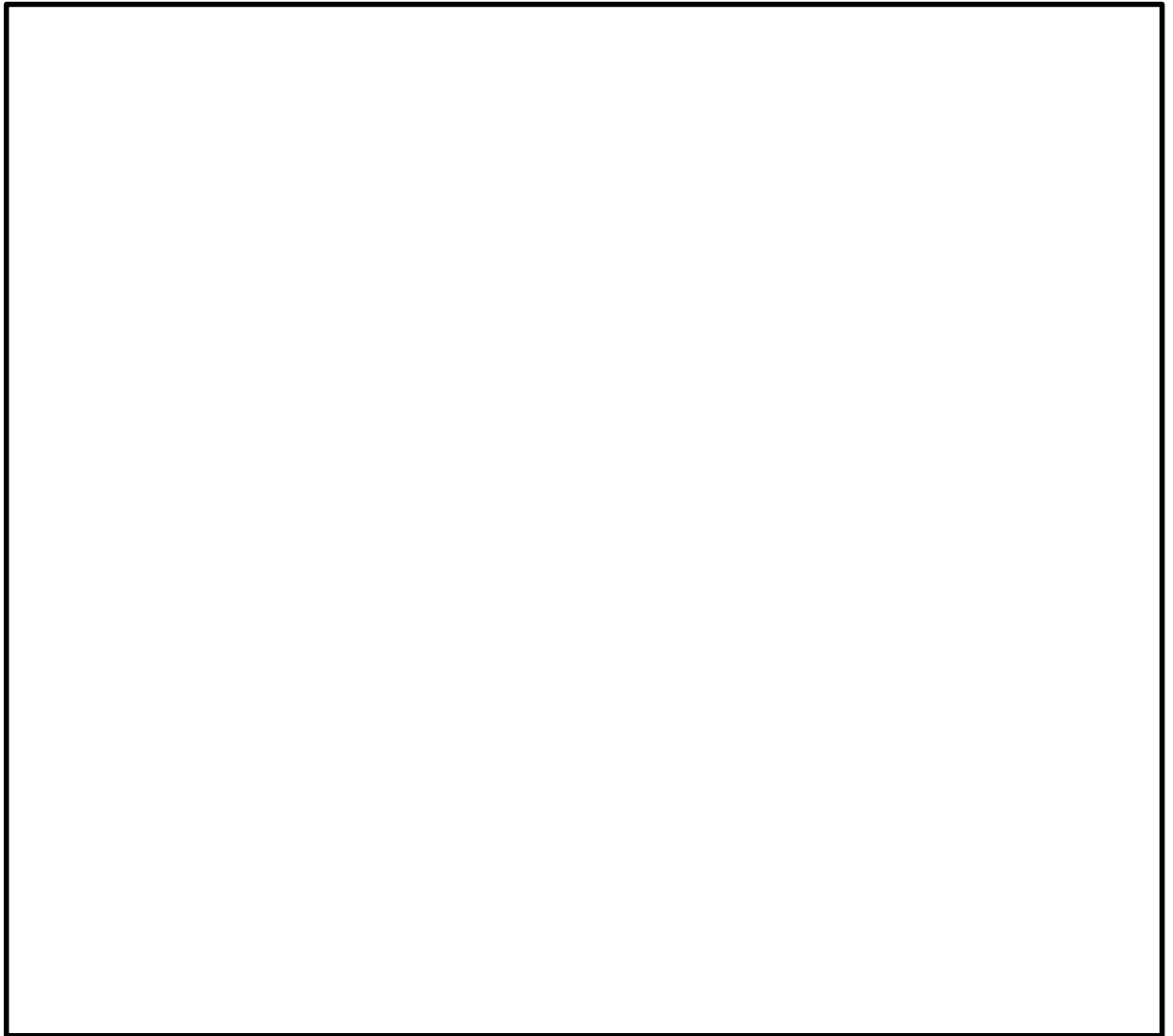


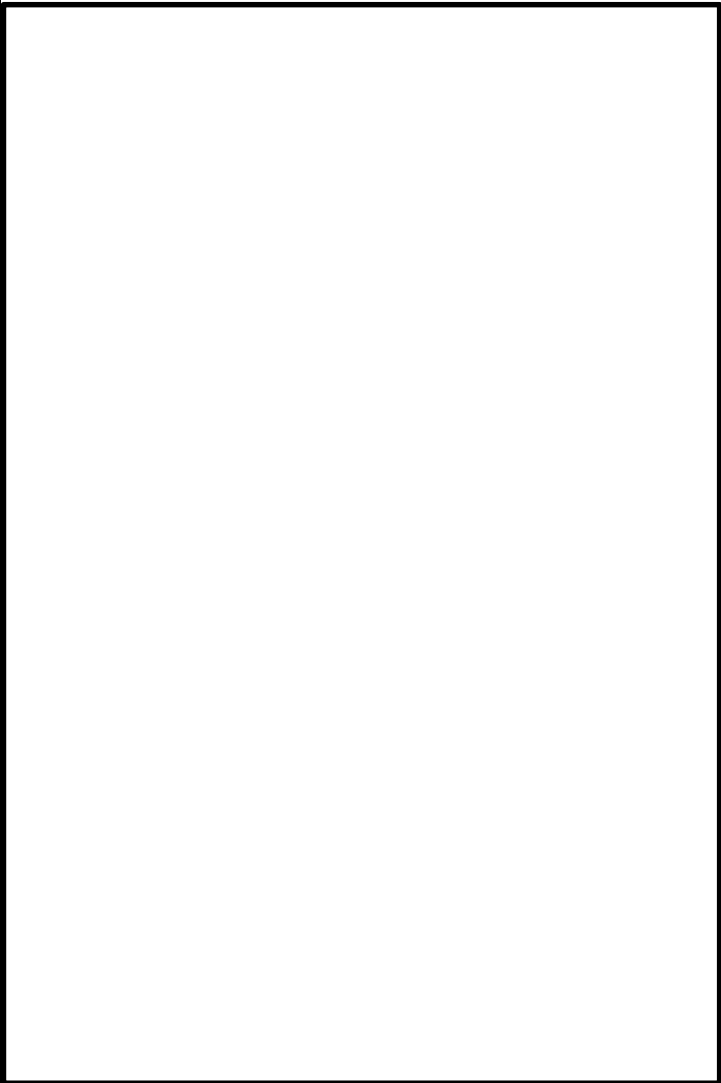
図 2-1 取水槽閉止板の設置位置図（タービン建屋 地下 1 階）

2.2 構造計画

取水槽閉止板の構造は、長方形のスキンプレートに主桁（溝形鋼）を組合せた構造とする。

取水槽閉止板は、補機冷却用海水取水槽の上部床面及び壁面に設置するアンカーボルトにて固定する。取水槽閉止板の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 取水槽閉止板の構造計画

計画の概要		概略構造図
主体構造	支持構造	
スキンプレート、主桁及び戸当りにより構成する。	補機冷却用海水取水槽の上部床面及び壁面に設置するアンカーボルトで戸当りを躯体に固定し、締付ボルトによりスキンプレート、主桁を戸当りに固定する。	

2.3 評価方針

取水槽閉止板の強度評価は、VI-3-別添 3-1-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」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」に示す取水槽閉止板の構造を踏まえ、「3. 評価対象部位及び評価対象設備」にて設定する評価部位において、「4.4 評価方法」で算出した応力等が許容限界内に収まることを、「4. 構造強度評価」に示す方法にて確認する。強度評価の確認結果を「5. 評価結果」にて確認する。

強度評価フローを図 2-2 に示す。

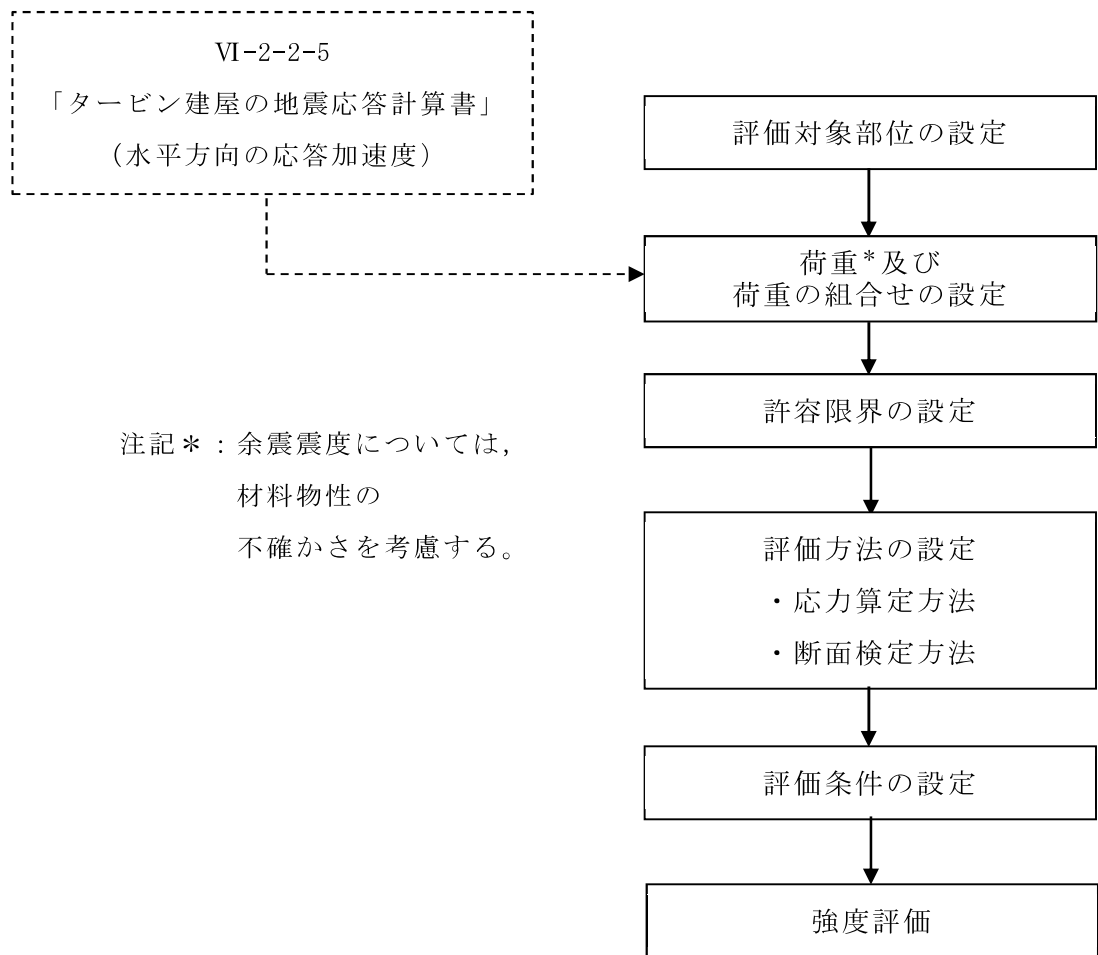


図 2-2 強度評価フロー

2.4 適用規格・基準等

適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005 改定）
- ・ 各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会，2010 改定）
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－
（（社）日本建築学会，1999 改定）
- ・ 日本産業規格（J I S）
- ・ 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）

2.5 記号の説明

取水槽閉止板の強度評価に用いる記号を表 2-2 に示す。

表 2-2 強度評価に用いる記号

記号	単位	定義
P_t	kN/m^2	突き上げ津波荷重
C_D	-	抗力係数
U	m/s	流速
g	m/s^2	重力加速度
H	mm	評価高さ
$K S_d$	kN/m^2	余震荷重
S_d	kN	弾性設計用地震動 S_d に伴う水平方向の地震力
P_v	kN/m^2	弾性設計用地震動 S_d に伴う鉛直方向の動水圧荷重
α_H	-	水平方向の余震震度
α_v	-	鉛直方向の余震震度
$w_{s s}$	kN/m	単位長さ当りの鉛直方向の等分布荷重
$w_{s s}'$	kN/m	単位長さ当りの水平方向の等分布荷重
τ	N/mm^2	最大せん断応力度
σ	N/mm^2	最大曲げ応力度
Q	kN	最大せん断力
M	$\text{kN} \cdot \text{m}$	最大曲げモーメント
x	N/mm^2	組合せ応力度
A_s	mm^2	せん断面積
Z	mm^3	断面係数
L_1	mm	主桁の負担幅
L_2	mm	主桁と直交方向のスキンプレートの長さ
L_3	mm	主桁全長
L_4	mm	スキンプレートの負担幅
L_5	mm	戸当り全長
L_6	mm	戸当りウェブ中心から上フランジに等分布荷重が作用する位置までの距離
L_7	mm	アンカーボルト中心位置から戸当りウェブ中心位置までの距離
N_1	本	戸当り本数
T_s	kN	締付ボルト1本当りに作用する引張力
q_s	kN	締付ボルト1本当りに作用するせん断力
σ_t	N/mm^2	最大引張応力度
A	mm^2	締付ボルトの有効断面積
n_s	本	締付ボルトの本数
F_H	kN	アンカーボルトに作用する水平方向力
F_v	kN	アンカーボルトに作用する鉛直方向力
Q_A	kN	アンカーボルト1本当りの短期許容せん断力
T_A	kN	アンカーボルト1本当りの短期許容引張力
D	mm	閉止板の縦方向寸法
n_{NS}	本	壁 (NS 方向) に設置されたアンカーボルト本数
n_{EW}	本	壁 (EW 方向) に設置されたアンカーボルト本数
n_v	本	床に設置されたアンカーボルト本数
f_{NS}	kN	NS 方向荷重時のアンカーボルト耐力
f_{EW}	kN	EW 方向荷重時のアンカーボルト耐力
f_v	kN	鉛直荷重時のアンカーボルト耐力

3. 評価対象部位及び評価対象設備

取水槽閉止板の評価対象部位は、「2.2 構造計画」にて設定している構造を踏まえて、突き上げ津波荷重及び余震荷重の伝達過程を考慮し設定する。また、取水槽閉止板は構成部材の寸法、規格等が等しく、評価結果が変わらないことから、代表としてタービン補機冷却用海水取水槽(C)閉止板を評価対象設備として選定する。ただし、アンカーボルトについては各取水槽閉止板により固定条件や本数が異なるため、全ての取水槽閉止板を選定する。

取水槽閉止板に生じる突き上げ津波荷重は、取水槽閉止板のスキンプレート、主桁、締付ボルト及び戸当りに伝わり、取水槽閉止板を固定するアンカーボルトを介して躯体に伝達され、取水槽閉止板に生じる余震荷重は、スキンプレート及び主桁の自重による慣性力として締付ボルト及び戸当りに伝わり、取水槽閉止板を固定するアンカーボルトを介して躯体に伝達されることから、取水槽閉止板の評価対象部位は、スキンプレート、主桁、締付ボルト、戸当り及びアンカーボルトとし、評価対象部位を図3-1に示す。

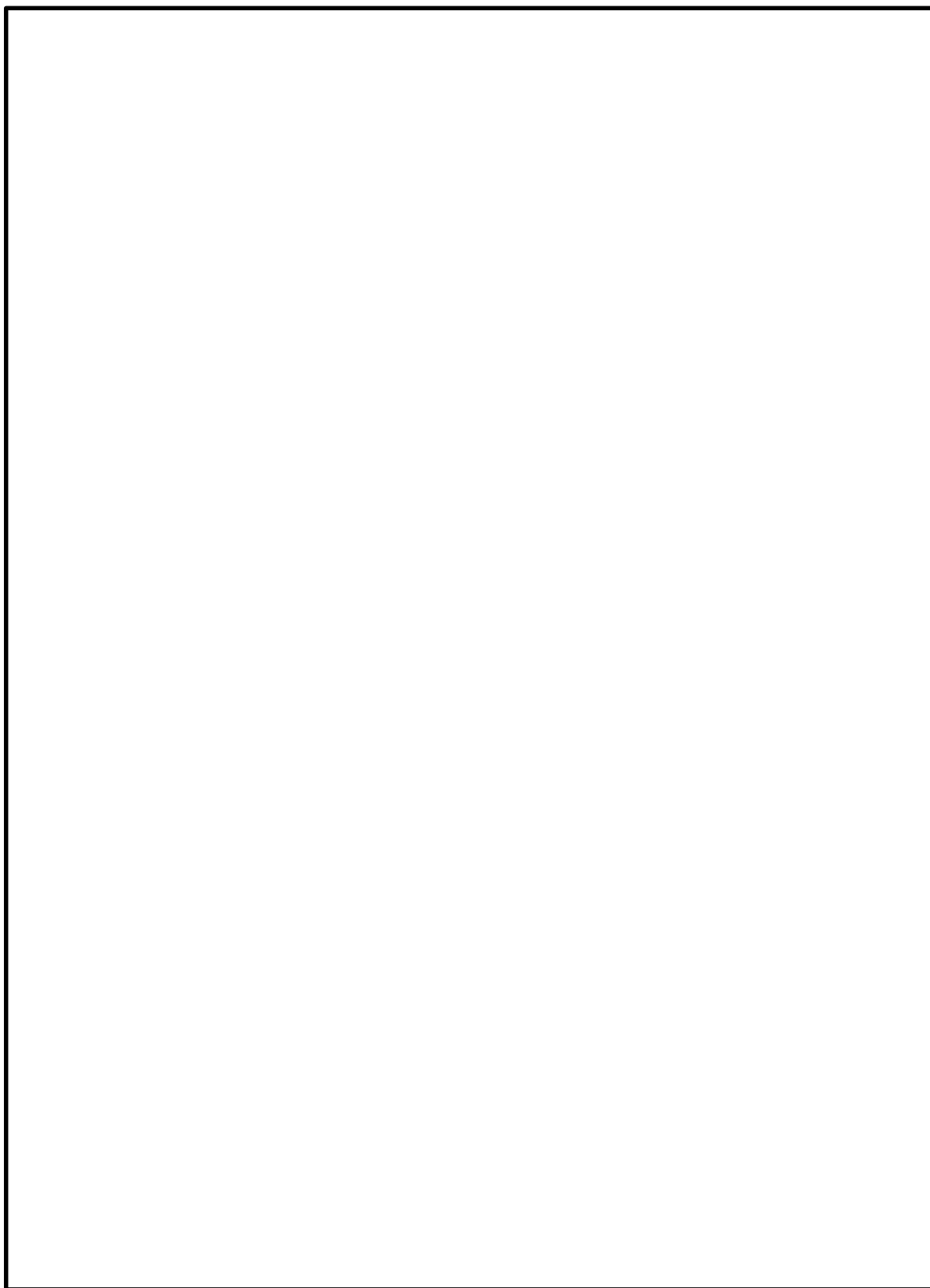


図 3-1 評価対象部位

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

取水槽閉止板の強度評価は、VI-3-別添 3-1-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、「3. 評価対象部位及び評価対象設備」にて設定する評価対象部位に作用する応力等が「4.3 許容限界」にて示す許容限界以下であることを確認する。

4.2 荷重及び荷重の組合せ

4.2.1 荷重の組合せ

取水槽閉止板の評価に用いる荷重の組合せを下記に示す。

$$P_t + K S_d$$

ここで、 P_t : 突き上げ津波荷重 (kN/m²)

$K S_d$: 余震荷重 (弾性設計用地震動 S_d に伴う地震力 (kN) 及び動水圧荷重 (kN/m²) を考慮する)

なお、積載荷重は考慮しない。

4.2.2 荷重の設定

強度評価に用いる荷重は、以下のとおりとする。

(1) 突き上げ津波荷重 (P_t)

突き上げ津波荷重は、取水槽閉止板の全面に作用するものとする。また、評価においては浸水津波荷重を含むものとし、以下の式により算出する。

$$P_t = 1/2 \cdot C_D \cdot \rho_o \cdot U^2 + \rho_o \cdot g \cdot H \cdot 10^{-3}$$

P_t : 突き上げ津波荷重 (kN/m²)

C_D : 抗力係数 (=2.01)

ρ_o : 水の密度 (t/m³)

U : 流速 (=1.5m/s)

g : 重力加速度 (=9.80665m/s²)

H : 評価高さ (mm)

(2) 余震荷重 (K S d)

余震荷重として、弾性設計用地震動 S d に伴う地震力及び動水圧荷重を考慮するものとし、水平方向については、弾性設計用地震動 S d に伴う地震力を考慮する。鉛直方向については、弾性設計用地震動 S d に伴う動水圧荷重を考慮する。

なお、取水槽閉止板の強度評価に用いる余震震度は、材料物性の不確かさを考慮したものとして VI-2-2-5 「タービン建屋の地震応答計算書」の地震応答解析結果を用いる。ここで、地震力は取水槽閉止板の設置位置における水平方向の最大応答加速度から設定する震度を用いて評価するものとし、下記の通り算出する。

$$S d = G \cdot \alpha_H$$

ここで、S d : 弾性設計用地震動 S d に伴う水平方向の地震力 (kN)
 G : 固定荷重 (kN)
 α_H : 水平方向の余震震度

また、表 4-1 の通り、鉛直方向の余震震度が 1 未満であることから、取水槽閉止板の自重と鉛直方向の地震力を足し合わせた荷重は、突き上げ津波荷重を相殺する向きに取水槽閉止板に作用するため、強度評価においては取水槽閉止板の自重と鉛直方向の地震力を保守的に考慮しないこととする。

動水圧荷重は、取水槽閉止板の設置位置における鉛直方向の最大応答加速度から設定する震度、水の密度及び評価高さをを用いて評価するものとし、下記の通り算出する。

$$P_v = \rho_o \cdot \alpha_v \cdot g \cdot H \cdot 10^{-3}$$

ここで、P v : 弾性設計用地震動 S d に伴う鉛直方向の
 動水圧荷重 (kN/m²)
 ρ_o : 水の密度 (t/m³)
 α_v : 鉛直方向の余震震度
 g : 重力加速度 (= 9.80665m/s²)
 H : 評価高さ (mm)

余震震度 α_H , α_V を表 4-1 に示す。

表 4-1 余震震度

建屋	フロア	弾性設計用地震動 S d の余震震度	
		水平 α_H	鉛直 α_V
タービン建屋	B1F	0.468	0.378

4.3 許容限界

取水槽閉止板の許容限界は、「3. 評価対象部位及び評価対象設備」にて設定した部位に対し、VI-3-別添 3-1-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」にて設定している許容限界を踏まえ設定する。

4.3.1 使用材料

取水槽閉止板を構成するスキンプレート、主桁、戸当り、締付ボルト及びアンカーボルトの使用材料を表 4-2 に示す。

表 4-2 使用材料

評価対象部位	材質	仕様
スキンプレート	SUS304	厚さ <input type="text"/>
主桁	SUS304	C-150×75×9×9 (mm)
戸当り	SUS304	BH-150×150×7×10 (mm)
締付ボルト	SUS304	M30
アンカーボルト	SUS304	M16

4.3.2 許容限界

(1) スキンプレート，主桁，戸当り，締付ボルト

鋼材の許容応力度は，「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005改定）」を踏まえて表4-3の値とする。

表4-3 鋼材の短期許容応力度

材質	短期許容応力度 (N/mm ²)		
	曲げ	引張	せん断
SUS304	205	205	118

注：許容応力度を決定する場合の基準値Fは，日本産業規格（J I S）に基づく。

(2) アンカーボルト

アンカーボルトの許容荷重は，「3. 評価対象部位及び評価対象設備」に記載したアンカーボルトに作用する荷重の向きを踏まえて，「各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会，2010改定）」に基づき算定する。

突き上げ津波荷重を考慮する場合のアンカーボルトの許容荷重を表4-4に示す。

なお，アンカーボルトは躯体に埋め込まれていることから，アンカーボルトが引張力を受ける場合においては，アンカーボルトの降伏により決まる許容荷重，付着力により決まる許容荷重を比較して，いずれか小さい値を採用する。また，アンカーボルトがせん断力を受ける場合においては，アンカーボルトのせん断強度により決まる許容荷重，定着したコンクリート躯体の支圧強度により決まる許容荷重及びコーン状破壊により決まる許容荷重を比較して，いずれか小さい値を採用する。

表4-4 アンカーボルトの短期許容荷重

材質	短期許容耐力 (kN/本)	
	引張	せん断
SUS304	32.1	22.4

4.4 評価方法

取水槽閉止板を構成する主桁，スキンプレート，戸当り，締付ボルト及びアンカーボルトに発生する応力より算定する応力度が，許容限界以下であることを確認する。主桁とスキンプレートについては，箇所によって評価結果に差異が生じることから，図 4-1，図 4-2 にそれぞれ評価の対象とする主桁，スキンプレートを示す。また，図 4-3 に，戸当り，締付ボルト及びアンカーボルトの納まりを示す。

4.4.1 主桁

主桁の支持条件は両端をピン支持とし，図 4-1 に示す通り，主桁が荷重を負担する範囲が最も大きくなり，評価上最も厳しい条件となるよう評価を実施する。

- (1) 主桁に作用する単位長さ当りの鉛直方向の等分布荷重 w_{ss}

$$w_{ss} = (P_t + P_v) \cdot L_1 \cdot 10^{-3}$$

w_{ss} : 主桁に作用する単位長さ当りの鉛直方向の等分布荷重 (kN/m)

L_1 : 主桁の負担幅 (mm)

- (2) 主桁に作用する最大曲げ応力度 σ

$$\sigma = (M \cdot 10^6) / Z$$

σ : 主桁に作用する最大曲げ応力度 (N/mm²)

M : 主桁に作用する最大曲げモーメント (kN・m)

Z : 主桁の断面係数 (mm³)

ここで， $M = 1/8 \cdot w_{ss} \cdot (L_3 \cdot 10^{-3})^2$

M : 主桁に作用する最大曲げモーメント (kN・m)

w_{ss} : 主桁に作用する単位長さ当りの鉛直方向の等分布荷重 (kN/m)

L_3 : 主桁全長 (mm)

(3) 主桁に作用する最大せん断応力度 τ

$$\tau = (Q \cdot 10^3) / A_s$$

τ : 主桁に作用する最大せん断応力度 (N/mm²)

Q : 主桁に作用する最大せん断力 (kN)

A_s : 主桁のせん断断面積 (mm²)

ここで, $Q = 1/2 \cdot w_{ss} \cdot L_3 \cdot 10^{-3}$

Q : 主桁に作用する最大せん断力 (kN)

w_{ss} : 主桁に作用する単位長さ当りの鉛直方向の等分布荷重 (kN/m)

L_3 : 主桁全長 (mm)

(4) 主桁に作用する組合せ応力度

主桁に作用する曲げ応力度, せん断応力度を算定し, 主桁の短期許容応力度以下であることを確認する。また主桁に生じる曲げ応力度とせん断応力度から, 組合せ応力度を「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—((社) 日本建築学会, 2005改定)」に基づく次式により算定し, 短期許容応力度以下であることを確認する。

$$x = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

x : 組合せ応力度 (N/mm²)

σ : 曲げ応力度 M/Z (N/mm²)

(M : 曲げモーメント, Z : 断面係数)

τ : せん断応力度 Q/A_s (N/mm²)

(Q : せん断力, A_s : せん断断面積)

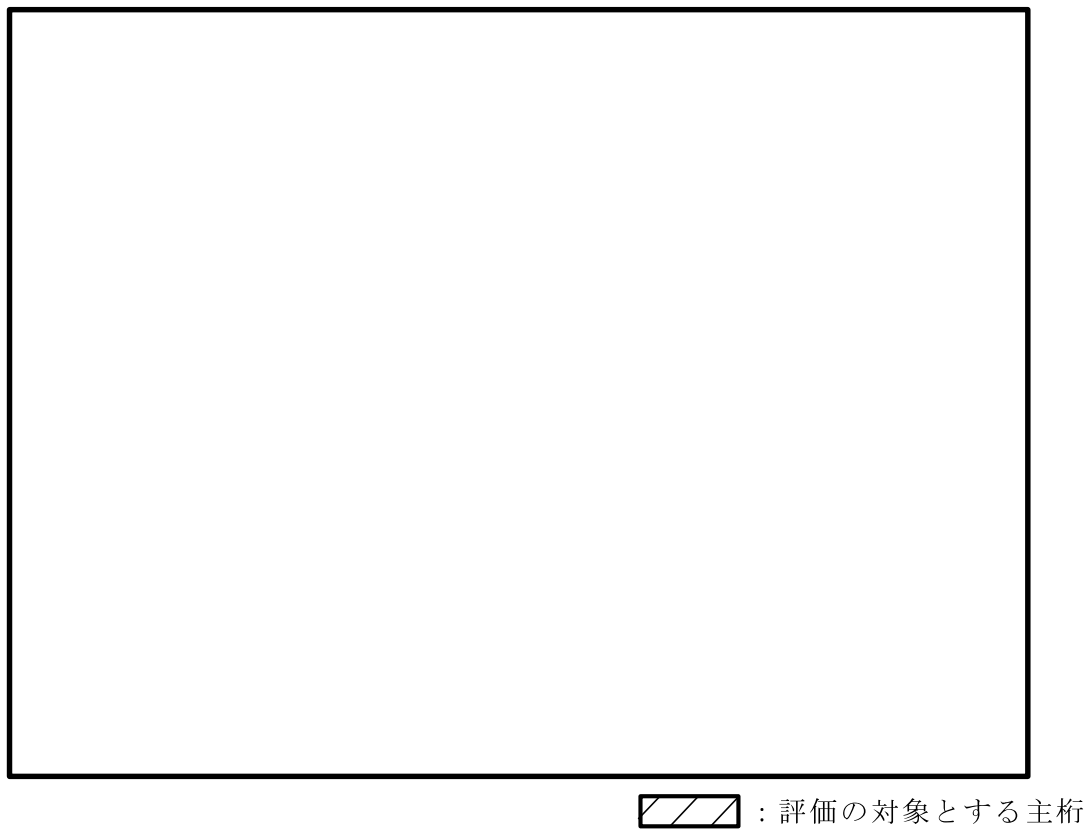


図 4-1 評価の対象とする主桁

4.4.2 スキンプレート

図 4-2 に示す通り，スキンプレートが荷重を負担する範囲が最も大きくなり，評価上最も厳しい条件となるよう評価を実施する。

- (1) スキンプレートに作用する単位長さ当りの鉛直方向の等分布荷重 w_{ss}

$$w_{ss} = (P_t + P_v) \cdot L_3 \cdot 10^{-3}$$

w_{ss} : スキンプレートに作用する単位長さ当りの鉛直方向の等分布荷重 (kN/m)

L_3 : 主桁全長 (mm)

- (2) スキンプレートに作用する最大曲げ応力度 σ

$$\sigma = (M \cdot 10^6) / Z$$

σ : スキンプレートに作用する最大曲げ応力度 (N/mm²)

M : スキンプレートに作用する最大曲げモーメント (kN・m)

Z : スキンプレートの断面係数 (mm³)

ここで， $M = 1/12 \cdot w_{ss} \cdot (L_4 \cdot 10^{-3})^2$

M : スキンプレートに作用する最大曲げモーメント (kN・m)

w_{ss} : スキンプレートに作用する単位長さ当りの鉛直方向の等分布荷重 (kN/m)

L_4 : スキンプレートの負担幅 (mm)




 : 評価の対象とするスキンプレート

図 4-2 評価の対象とするスキンプレート

4.4.3 締付ボルト

- (1) 締付ボルト 1 本当りに作用する鉛直方向の引張荷重 T_s

$$T_s = (P_t + P_v) \cdot L_2^2 \cdot 10^{-6} / n_s$$

T_s : 締付ボルト 1 本当りに作用する引張力 (kN)

P_t : 突き上げ津波荷重 (kN/m²)

P_v : 弾性設計用地震動 S_d に伴う鉛直方向の動水圧荷重 (kN/m²)

L_2 : 主桁と直交方向のスキンプレーートの長さ (mm)

n_s : 締付ボルトの本数 (本)

- (2) 締付ボルト 1 本当りに作用する鉛直方向の引張応力度 σ_t

$$\sigma_t = T_s \cdot 10^3 / A$$

σ_t : 締付ボルト 1 本当りに作用する鉛直方向の引張応力度 (N/mm²)

T_s : 締付ボルト 1 本当りに作用する引張力 (kN)

A : 締付ボルトの有効断面積 (mm²)

- (3) 締付ボルト 1 本当りに作用する水平方向のせん断荷重 q_s

$$q_s = S_d / n_s$$

S_d : 弾性設計用地震動 S_d に伴う水平方向の地震力 (kN)

n_s : 締付ボルトの本数 (本)

- (4) 締付ボルト 1 本当りに作用する水平方向のせん断応力度 τ

$$\tau = q_s \cdot 10^3 / A$$

τ : 締付ボルト 1 本当りに作用する水平方向のせん断応力度 (N/mm²)

q_s : 締付ボルト 1 本当りに作用する水平方向のせん断荷重 (kN)

A : 締付ボルトの有効断面積 (mm²)

4.4.4 戸当り

- (1) 戸当りに作用する単位長さ当りの鉛直方向の等分布荷重 w_{ss}

$$w_{ss} = (P_t + P_v) \cdot (L_2 \cdot 10^{-3})^2 / (N_1 \cdot L_5 \cdot 10^{-3})$$

w_{ss} : 戸当りに作用する単位長さ当りの鉛直方向の等分布荷重 (kN/m)

L_2 : 主桁と直交方向のスキンプレートの長さ (mm)

L_5 : 戸当り全長 (mm)

N_1 : 戸当り本数

- (2) 戸当り上フランジに作用する単位長さ当りの最大曲げ応力度 σ

$$\sigma = (M \cdot 10^6) / Z$$

σ : 戸当り上フランジに作用する最大曲げ応力度 (N/mm²)

M : 戸当り上フランジに作用する最大曲げモーメント (kN・m/m)

Z : 戸当り上フランジの断面係数 (mm³/m)

ここで, $M = w_{ss} \cdot L_6 \cdot 10^{-3}$

w_{ss} : 戸当りに作用する単位長さ当りの鉛直方向の等分布荷重
(kN/m)

L_6 : 戸当りウェブ中心から上フランジに等分布荷重が作用する
位置までの距離 (mm)

- (3) 戸当り下フランジに作用する単位長さ当りの最大曲げ応力度 σ

$$\sigma = (M \cdot 10^6) / Z$$

σ : 戸当り下フランジに作用する最大曲げ応力度 (N/mm²)

M : 戸当り下フランジに作用する最大曲げモーメント (kN・m/m)

Z : 戸当り下フランジの断面係数 (mm³/m)

ここで, $M = w_{ss} \cdot L_7 \cdot 10^{-3}$

w_{ss} : 戸当りに作用する単位長さ当りの鉛直方向の等分布荷重
(kN/m)

L_7 : アンカーボルト中心位置から戸当りウェブ中心位置までの
距離 (mm)

- (4) 水平方向の余震荷重が作用する戸当りウェブ部に作用する等分布荷重 w_{ss}'

$$w_{ss}' = S_d / (L_5 \cdot 10^{-3})$$

w_{ss}' : 戸当りウェブ部に作用する単位長さ当りの水平方向の
等分布荷重(kN/m)

S_d : 弾性設計用地震動 S_d に伴う水平方向の地震力(kN)

L_5 : 戸当り全長(mm)

- (5) 水平方向の余震荷重が作用する戸当りウェブ部に作用するせん断応力度 τ

$$\tau = (Q \cdot 10^3) / A_s$$

τ : 戸当りに作用する最大せん断応力度(N/mm²)

Q : 戸当りに作用する最大せん断力(kN)

A_s : 戸当りのせん断断面積(mm²)

ここで、 $Q = w_{ss}' \cdot L_5 \cdot 10^{-3}$

L_5 : 戸当り全長(mm)

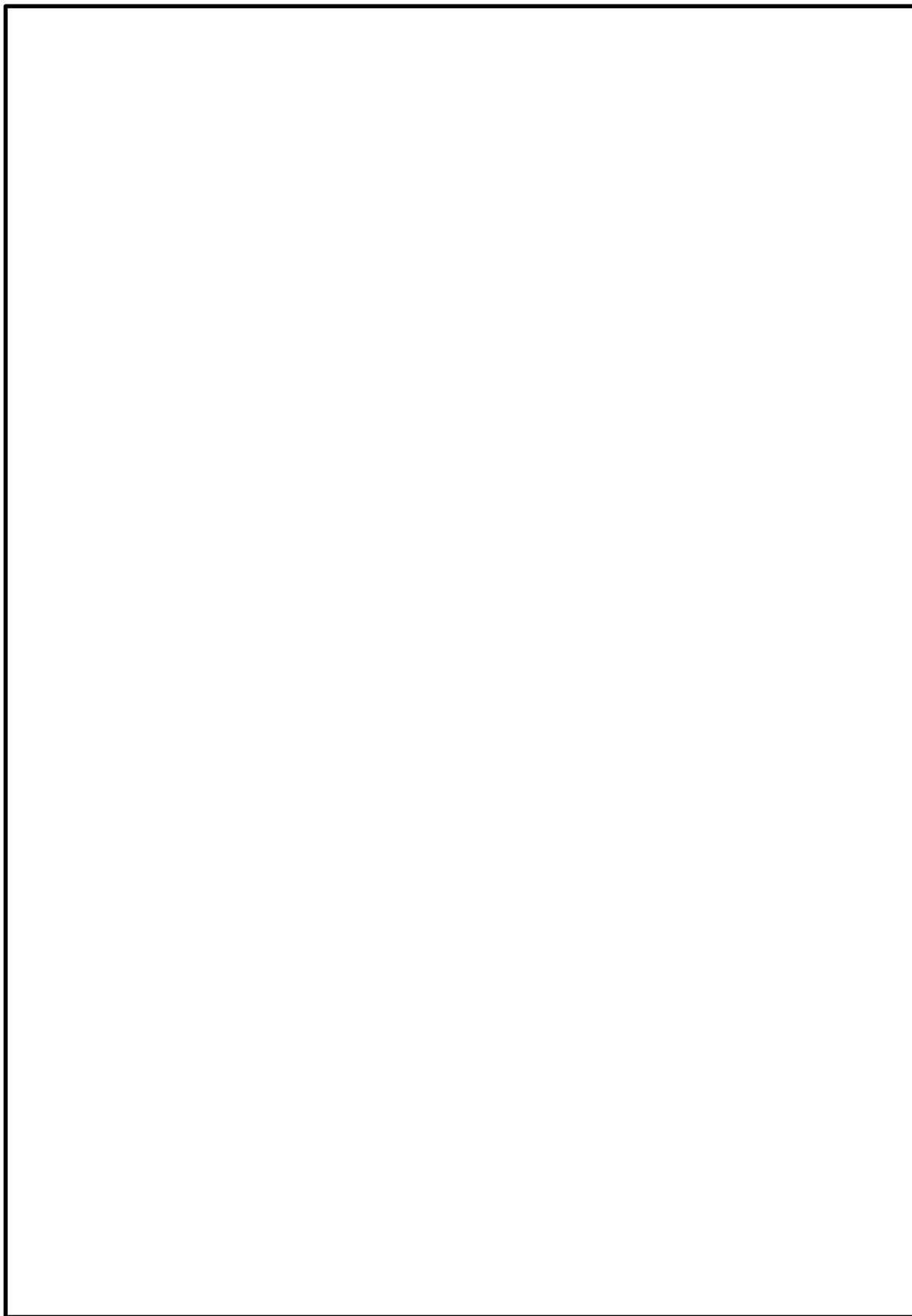


図 4-3 戸当り，締付ボルト及びアンカーボルトの納まり

4.4.5 アンカーボルト

- (1) アンカーボルトに作用する水平方向力 F_H

$$F_H = S_d$$

F_H : アンカーボルトに作用する水平方向力 (kN)

S_d : 弾性設計用地震動 S_d に伴う水平方向の地震力 (kN)

- (2) アンカーボルトに作用する鉛直方向力 F_v

$$F_v = (P_t + P_v) \cdot D \cdot L_3$$

F_v : アンカーボルトに作用する鉛直方向力 (kN)

D : 閉止板の縦方向寸法 (mm)

L_3 : 主桁全長 (mm)

(3) 水平方向力 F_H に対する検討

水平方向力 F_H は、床に敷設したアンカーボルトのせん断耐力の合計と壁に敷設したアンカーボルトのせん断耐力及び引張耐力の合計により評価を行う。検討概要を図 4-4 に示す。

$$F_H / f_{NS} \leq 1$$

$$F_H / f_{EW} \leq 1$$

$$f_{NS} = (n_{NS} + n_V) \cdot Q_A + n_{EW} \cdot T_A$$

$$f_{EW} = (n_{EW} + n_V) \cdot Q_A + n_{NS} \cdot T_A$$

f_{NS} : NS 方向荷重時のアンカーボルト耐力 (kN)

f_{EW} : EW 方向荷重時のアンカーボルト耐力 (kN)

n_{NS} : 壁 (NS 方向) に設置されたアンカーボルト本数 (本)

n_{EW} : 壁 (EW 方向) に設置されたアンカーボルト本数 (本)

n_V : 床に設置されたアンカーボルト本数 (本)

Q_A : アンカーボルト 1 本当りの短期許容せん断力 (kN)

T_A : アンカーボルト 1 本当りの短期許容引張力 (kN)

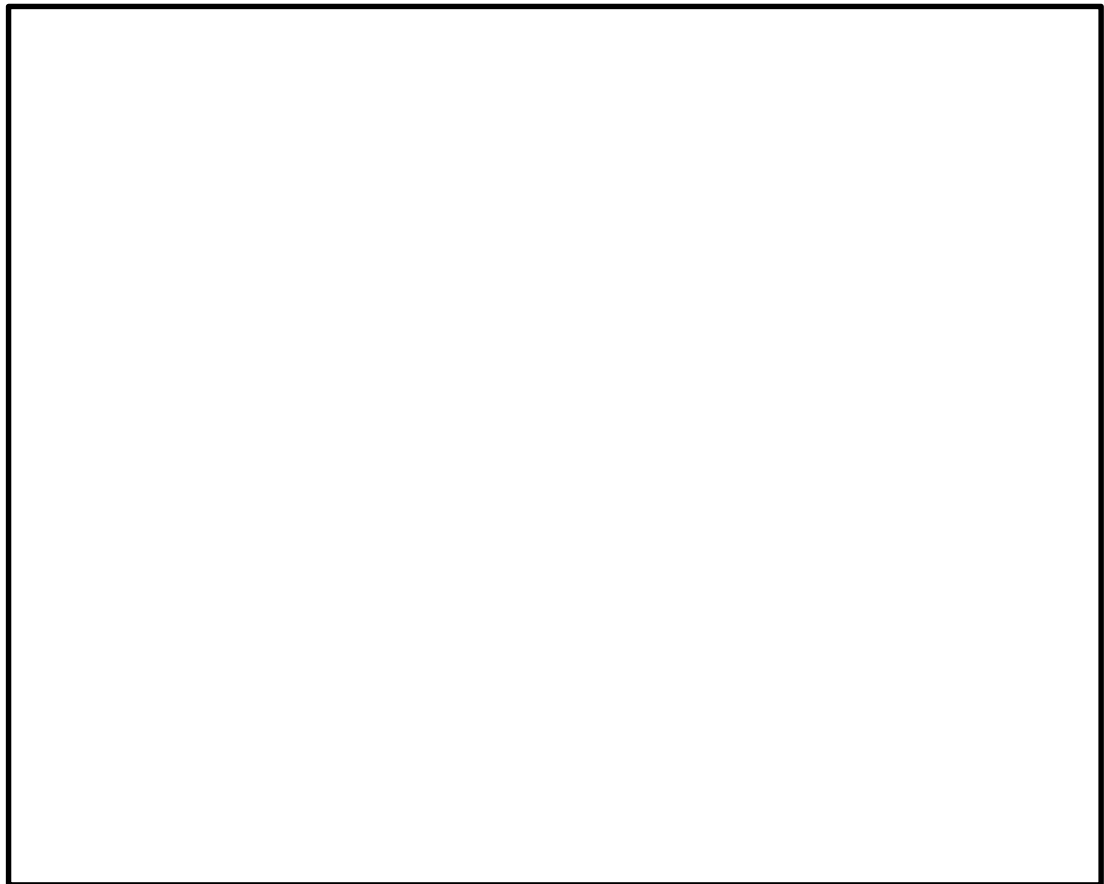


図 4-4 水平方向荷重時の検討概念図
(補機冷却用海水取水槽 (C) 閉止板の例)

(4) 鉛直方向力 F_v に対する検討

鉛直方向力 F_v は、床に敷設したアンカーボルトの引張耐力の合計と壁に敷設したアンカーボルトのせん断耐力の合計により評価を行う。検討概要を図 4-5 に示す。

$$F_v / f_v \leq 1$$

$$f_v = (n_{NS} + n_{EW}) \cdot Q_A + n_v \cdot T_A$$

f_v : 鉛直方向荷重時のアンカーボルト耐力 (kN)

n_{NS} : 壁 (NS 方向) に設置されたアンカーボルト本数 (本)

n_{EW} : 壁 (EW 方向) に設置されたアンカーボルト本数 (本)

n_v : 床に設置されたアンカーボルト本数 (本)

Q_A : アンカーボルト 1 本当りの短期許容せん断力 (kN)

T_A : アンカーボルト 1 本当りの短期許容引張力 (kN)

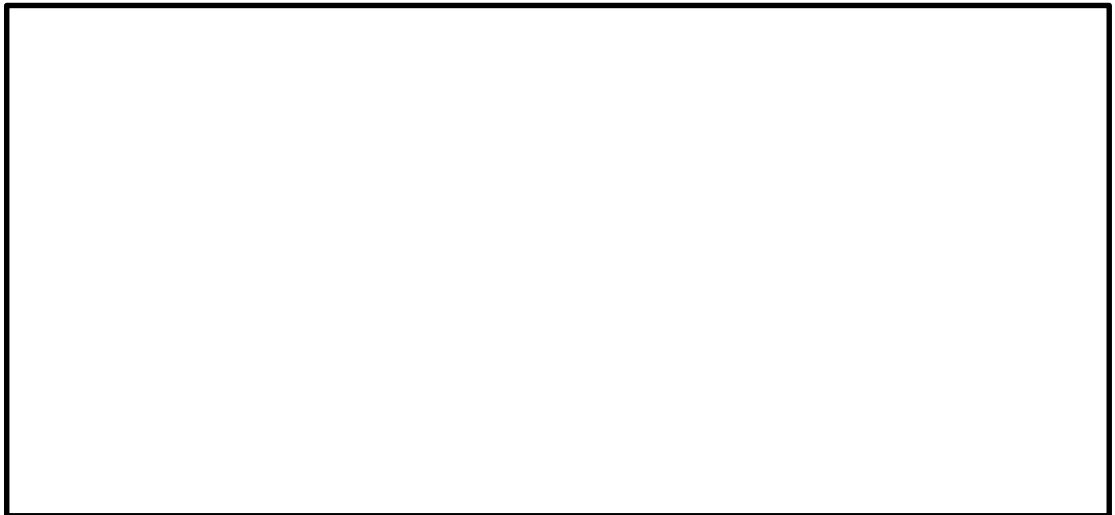


図 4-5 鉛直方向荷重時の検討概念図
(補機冷却用海水取水槽 (C) 閉止板の例)

4.5 評価条件

取水槽閉止板の強度評価に用いる入力値を表 4-5 に示す。

表 4-5 取水槽閉止板の強度評価に用いる入力値

評価対象部位	記号	単位	定義	数値				
				タービン補機冷却用海水取水槽閉止板1	タービン補機冷却用海水取水槽閉止板2	補機冷却用海水取水槽(A)閉止板	補機冷却用海水取水槽(B)閉止板	補機冷却用海水取水槽(C)閉止板
共通	H	mm	評価高さ	5500				
	ρ_o	t/m ³	水の密度	1.03				
	g	m/s ²	重力加速度	9.80665				
主桁	L ₁	mm	主桁の負担幅	275				
	L ₂	mm	主桁と直交方向のスキンプレートの長さ	850				
	L ₃	mm	主桁全長	1000				
	A _s	mm ²	せん断断面積	1.188 × 10 ³				
	Z	mm ³	断面係数	1.130 × 10 ⁵				
スキンプレート	L ₄	mm	スキンプレートの負担幅	175				
	Z	mm ³	断面係数	1.140 × 10 ⁴				
締付ボルト	L ₂	mm	主桁と直交方向のスキンプレートの長さ	850				
	n _s	本	締付ボルトの本数	8				
	A	mm ²	締付ボルトの有効断面積	561				
	G	kN	スキンプレート及び主桁の固定荷重	3.54				
戸当り	L ₅	mm	戸当り全長	1150				
	L ₆	mm	戸当りウェブ中心から上フランジに等分布荷重が作用する中心位置までの距離	37.5				
	L ₇	mm	アンカーボルト中心位置から戸当りウェブ中心位置までの距離	45				
	A _s	mm ²	戸当りウェブ部のせん断断面積	8050				
	Z	mm ³ /m	戸当りフランジ部の断面係数	1.660 × 10 ⁴				
	N ₁	本	戸当り本数	4				
アンカーボルト	G	kN	スキンプレート、主桁及び戸当りの固定荷重	5.31				
	n _v	本	床に設置されたアンカーボルト本数	14	14	16	14	8
	n _{NS}	本	壁(NS方向)に設置されたアンカーボルト本数	0	0	0	0	4
	n _{EW}	本	壁(EW方向)に設置されたアンカーボルト本数	2	2	0	2	4
	f _{NS}	kN	NS方向荷重時のアンカーボルト耐力	376.4	376.4	358.4	376.4	394.4
	f _{EW}	kN	EW方向荷重時のアンカーボルト耐力	358.4	358.4	358.4	358.4	394.4
	f _v	kN	鉛直荷重時のアンカーボルト耐力	484.4	484.4	502.4	484.4	430.4

5. 評価結果

取水槽閉止板の強度評価結果を表 5-1 に示す。各部材の断面検定を行った結果、全ての部材において発生応力又は応力度が許容限界以下であることを確認した。

表 5-1 強度評価結果

設備名称	評価対象部材		発生値 (応力度 又は荷重)		許容限界値		検定値
補機冷却用 海水取水槽 (C)閉止板	主桁	曲げ	24.1	N/mm ²	205	N/mm ²	0.12 < 1.0
		せん断	9.14	N/mm ²	118	N/mm ²	0.08 < 1.0
		組合せ	28.9	N/mm ²	205	N/mm ²	0.15 < 1.0
	スキンプレート	曲げ	18.5	N/mm ²	205	N/mm ²	0.09 < 1.0
	締付ボルト	引張	12.8	N/mm ²	205	N/mm ²	0.07 < 1.0
		せん断	0.40	N/mm ²	118	N/mm ²	0.01 < 1.0
	戸当り	曲げ*1	33.8	N/mm ²	205	N/mm ²	0.17 < 1.0
		せん断*2	0.32	N/mm ²	118	N/mm ²	0.01 < 1.0
タービン補機冷却用 海水取水槽 閉止板 1	アンカー ボルト	NS 方向	2.49	kN	376.4	kN	0.01 < 1.0
		EW 方向	2.49	kN	358.4	kN	0.01 < 1.0
		鉛直方向	78.9	kN	484.4	kN	0.17 < 1.0
タービン補機冷却用 海水取水槽 閉止板 2	アンカー ボルト	NS 方向	2.49	kN	376.4	kN	0.01 < 1.0
		EW 方向	2.49	kN	358.4	kN	0.01 < 1.0
		鉛直方向	78.9	kN	484.4	kN	0.16 < 1.0
補機冷却用 海水取水槽 (A)閉止板	アンカー ボルト	NS 方向	2.49	kN	358.4	kN	0.01 < 1.0
		EW 方向	2.49	kN	358.4	kN	0.01 < 1.0
		鉛直方向	78.9	kN	502.4	kN	0.16 < 1.0
補機冷却用 海水取水槽 (B)閉止板	アンカー ボルト	NS 方向	2.49	kN	376.4	kN	0.01 < 1.0
		EW 方向	2.49	kN	358.4	kN	0.01 < 1.0
		鉛直方向	78.9	kN	484.4	kN	0.16 < 1.0
補機冷却用 海水取水槽 (C)閉止板	アンカー ボルト	NS 方向	2.49	kN	394.4	kN	0.01 < 1.0
		EW 方向	2.49	kN	394.4	kN	0.01 < 1.0
		鉛直方向	78.9	kN	430.4	kN	0.19 < 1.0

注記*1：上フランジと下フランジのうち厳しい評価結果を記載する。

*2：ウェブ部を評価対象とする。