

本資料のうち、枠囲みの内容は、
営業秘密又は防護上の観点から
公開できません。

東海第二発電所 工事計画審査資料	
資料番号	工認-598 改1
提出年月日	平成30年6月29日

V-3-別添 3-4-4 管理区域外伝播防止堰の強度計算書

目次

1. 概要.....	1
2. 基本方針.....	1
2.1 位置.....	1
2.2 構造概要.....	4
2.3 評価方針.....	5
2.4 適用規格.....	6
3. 強度評価方法.....	7
3.1 記号の定義.....	7
3.2 評価対象部位.....	8
3.3 荷重及び荷重の組合せ.....	10
3.4 許容限界.....	12
3.5 評価方法.....	14
4. 評価条件.....	15
5. 強度評価結果.....	16

1. 概要

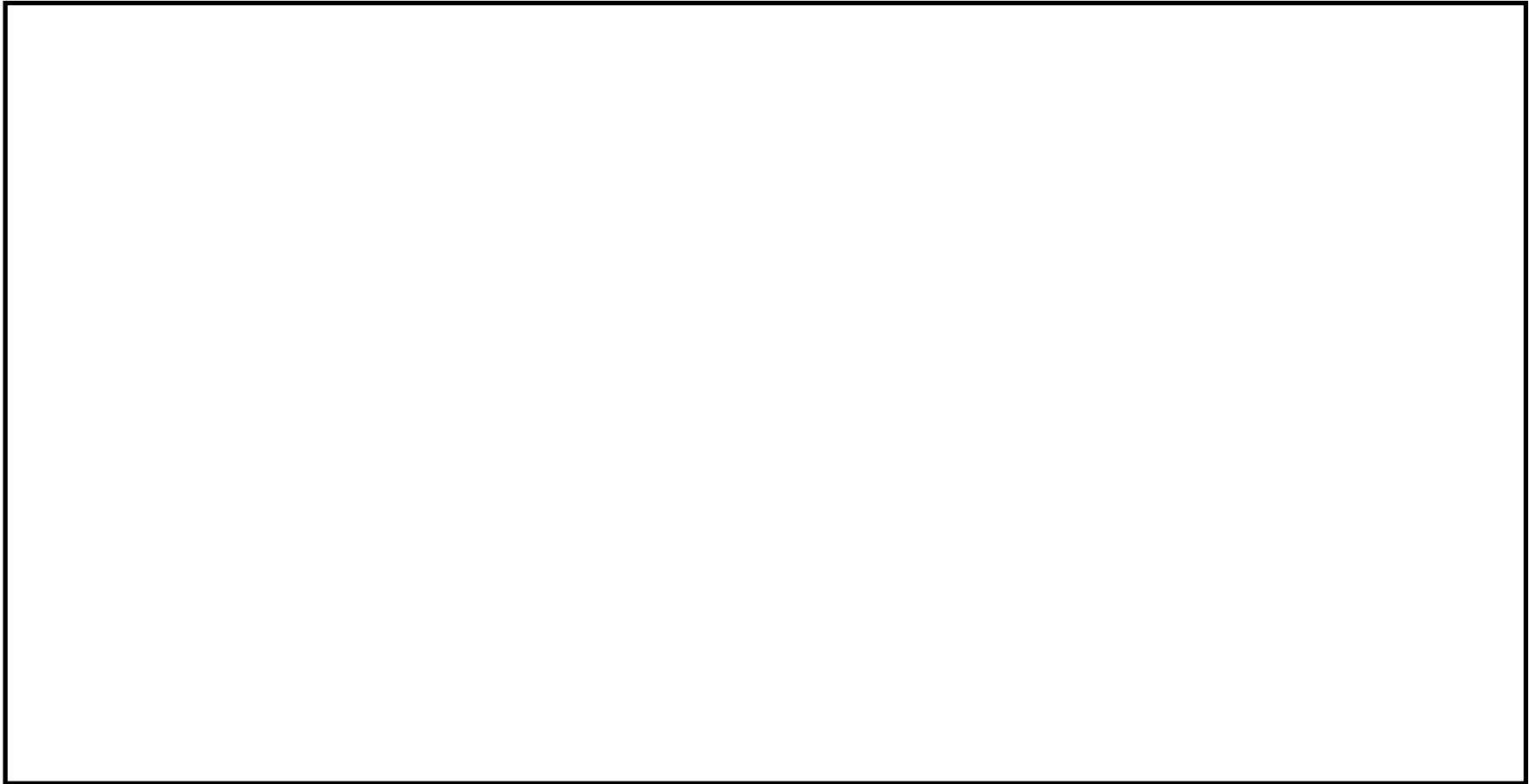
本資料は、資料V-3-別添 3-3「溢水への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり、管理区域外伝播防止堰（以下、堰という。）が、溢水伝播防止機能を維持可能な構造強度を有することを説明するものである。

2. 基本方針

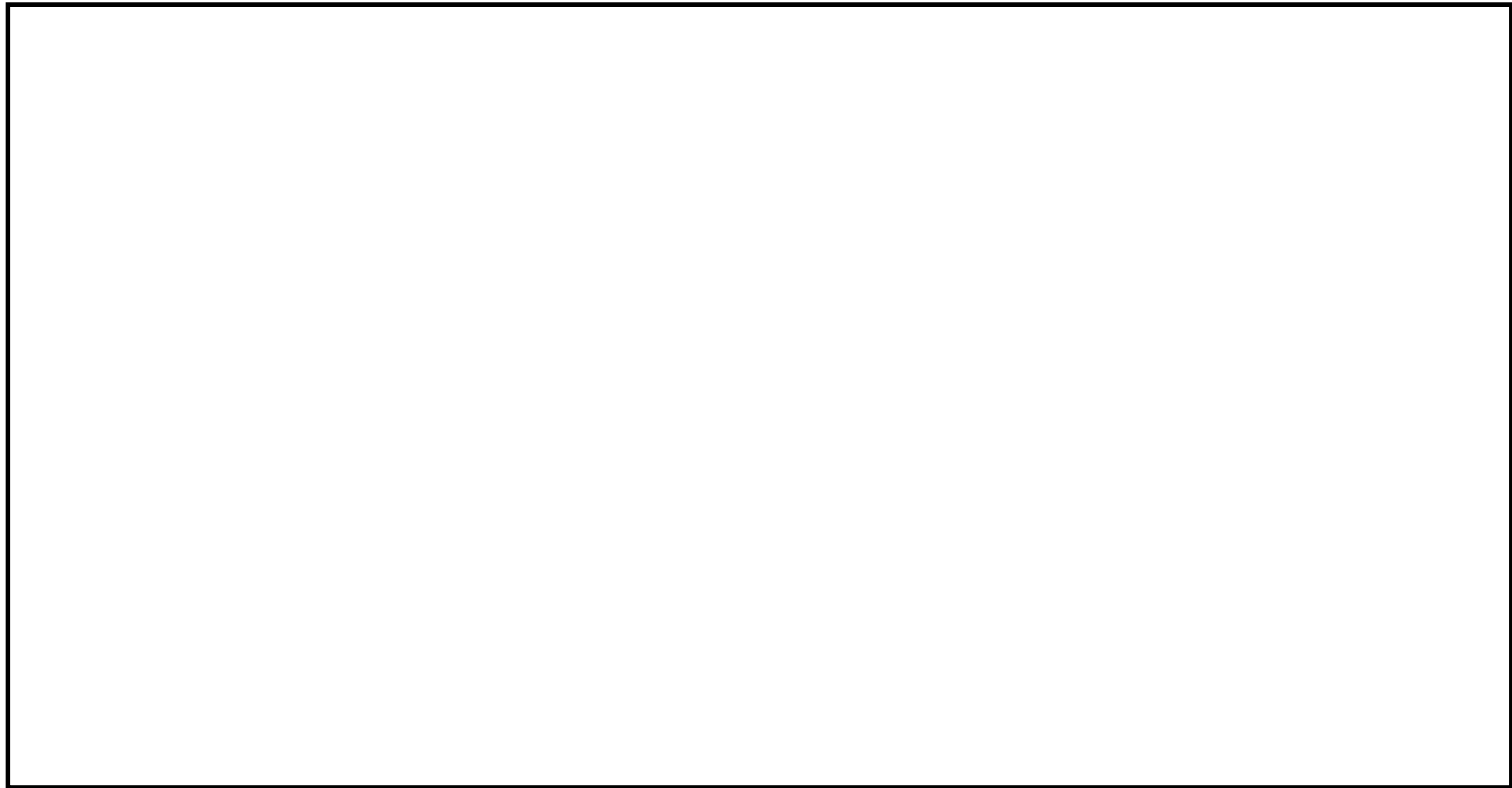
2.1 位置

堰は、資料V-3-別添 3-3「溢水への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「3 構造強度設計」の構造計画に示すとおり、原子炉建屋廃棄物処理棟及びタービン建屋に設置する。

堰の設置位置図を第 2-1 図～第 2-2 図に示す。



第 2-1 図 管理区域外伝播防止堰の設置位置図 (原子炉建屋廃棄物処理棟)



第2-2図 管理区域外伝播防止堰の設置位置図 (タービン建屋 EL. 8.20 m)

2.2 構造概要

堰の構造は、V-3-別添 3-3「溢水への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「3 構造強度設計」に示す構造計画を踏まえて、詳細な構造を設定する。管理区域外伝播防止堰は鉄筋コンクリート製堰に分類できる。構造について第2-1表に示す。

2.2.1 鉄筋コンクリート製堰の構造

鉄筋コンクリート製堰は、アンカー筋（鉄筋）により、既存の鉄筋コンクリート躯体と一体化させた鉄筋コンクリート構造物である。

第2-1表 鉄筋コンクリート製堰の構造計画

設備名称	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
管理区域外伝播防止堰	コンクリート及びアンカー筋により構成する。	躯体を既設コンクリート床版にアンカー筋で固定する。	

*1 高さ 0.30 m

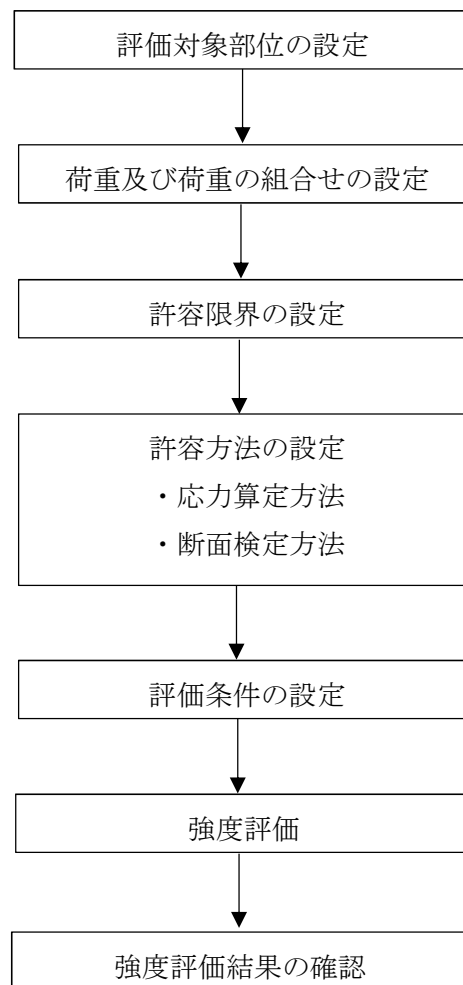
*2 既存のコンクリート躯体と一体化

*3 新設堰は接着系アンカーとし、既存躯体への定着長さは径の10倍以上とする

2.3 評価方針

堰の強度評価は、V-3-別添 3-3「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」及び「4.2 許容限界」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、堰の評価対象部位に作用する応力又は作用する荷重が許容限界値以内であることを「3. 強度評価方法」に示す方法により、「4. 評価条件」に示す評価条件を用いて計算し、「5. 強度評価結果」にて確認する。

堰の強度評価フローを第 2-3 図に示す。



第 2-3 図 堰の強度評価フロー

2.4 適用規格

適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施工令
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ー許容応力度設計法ー
（（社）日本建築学会、1999 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）
- ・ 鋼構造設計規準 ー許容応力度設計法ー（（社）日本建築学会、2005 改定）

3. 強度評価方法

堰の強度評価は、V-3-別添 3-3「溢水への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「5 強度評価方法」にて設定している方法を用いて、強度評価を実施する。

堰の強度評価は、「3.2 評価対象部位」に示す評価対象部位に対し、「3.3 荷重及び荷重の組合せ」及び「3.4 許容限界」に示す荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえ、「3.5 評価方法」に示す方法を用いて評価を行う。

3.1 記号の定義

強度評価に用いる記号を第3-1表に示す。

第3-1表 強度評価に用いる記号（鉄筋コンクリート製堰）

記号	定義	単位
P	溢水荷重（集中荷重置換）	kN
P_h	溢水による静水圧荷重	kN/m
H	堰の高さ	m
P'	堰が転倒する荷重	kN
G	堰の固定荷重	kN
L	堰の固定荷重作用点と応力作用点との水平距離	m
h'	溢水荷重（集中荷重置換）が作用する高さ	m
ρ_1	溢水の密度	t/m ³
g	重力加速度	m/s ²
h	当該部分の浸水深	m
M	曲げモーメント	kN・m
Q	せん断力	kN
T	鉄筋1本当たりの引張力	kN/本
n	単位幅（1m）当たりの鉄筋本数	本
j	応力中心距離（ $=7/8 \cdot d$ ）	mm
d	部材の有効せい	mm
Q_a	鉄筋1本当たりのせん断力	kN/本
A	堰の断面積	mm ²
τ	せん断応力度	N/mm ²
σ_c	圧縮縁応力度	N/mm ²
T'	引張側鉄筋に生じる引張力（ $=M/j$ ）	N
x_n	圧縮縁から中立軸までの距離	mm
b	堰の幅（単位幅）	mm

3.2 評価対象部位

堰の評価対象部位は、V-3-別添 3-3「溢水への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.2 許容限界」にて示している評価対象部位を踏まえて、「2.2 構造概要」に示す構造計画にて設定している構造に基づき、溢水に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し設定する。

3.2.1 コンクリート製堰の評価対象部位

コンクリート製堰については、考慮する静水圧荷重が大きくなる評価高さの高い堰を代表として評価する。なお、評価においては、設計断面を踏まえ、評価を包絡できるコンクリート製堰により代表する。

また、コンクリート製堰に作用する静水圧荷重により応力が発生する堰と既存躯体の取り合い部分のコンクリート及びアンカー筋を評価対象部位として選定し、代表評価対象として、各評価対象のアンカー筋のサイズ、ピッチ及び材質が同じであることから、考慮する鉄筋コンクリート断面及び静水圧荷重の諸条件を踏まえ、タービン建屋 EL. 8.20m に設置される「タービン建屋管理区域外伝播防止堰 1-1」を抽出した。堰に生じる応力は、第 3-1 図に示すとおり。

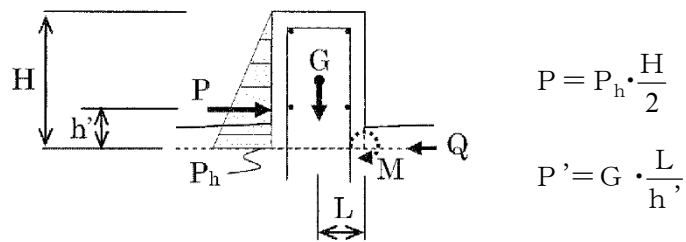
溢水荷重に伴う転倒力に対して自重のみで抵抗できるコンクリート製堰については、コンクリート製堰への曲げモーメント及び引張力が生じないため、せん断力のみ評価する。また、溢水荷重に対して自重のみで抵抗できないコンクリート製堰については、コンクリート製堰への曲げモーメント、引張力及びせん断力を評価する。

評価の対象となるコンクリート製堰の選定結果を第 3-2 表に、溢水荷重とコンクリート製堰が転倒する荷重の比較を第 3-3 表に示す。

第3-2表 鉄筋コンクリート製堰の選定結果

設置建屋	設置床 高さ	設備名称	設計断面			評価 対象 (代 表)
			幅	高さ*1	鉄筋量	
原子炉建屋 廃棄物処理 棟 (確認 中)	(確認 中)	原子炉建屋廃棄物処理棟 管理区域外伝播防止堰1-1 (確認中)	0.2m (確認中)	0.3m (確認中)	D13@ 200	
		原子炉建屋廃棄物処理棟 管理区域外伝播防止堰 1- 2 (確認中)	0.2m (確認中)	0.3m (確認中)	D13@ 200	
タービン 建屋	EL. 8.20 m	タービン建屋管理区域外 伝播防止堰1-1	0.2m	0.45m	D13@ 200	○
		タービン建屋管理区域外 伝播防止堰 1-2	0.2m	0.45m	D13@ 200	
		タービン建屋管理区域外 伝播防止堰 1-3	0.2m	0.45m	D13@ 200	
		タービン建屋管理区域外 伝播防止堰 1-4	0.2m	0.45m	D13@ 200	

*1：設計上の浸水高さは堰の高さとする。



第3-1図 堰に生じる応力

第3-3表 溢水荷重と堰が転倒する荷重の比較

名称	溢水荷重 P (kN)	堰が転倒する荷重 P' (kN)	転倒の有無
タービン建屋管理区 域外伝播防止堰 1-1	1.00	1.44	無

3.3 荷重及び荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せは、V-3-別添3-3「溢水への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」にて示している荷重及び荷重の組合せを用いる。

3.3.1 荷重の設定

強度評価に用いる荷重は、以下の荷重を用いる。

(1) 溢水による静水圧荷重 (P_h)

溢水による静水圧荷重として、溢水に伴う水位を用いた静水圧を考慮する。

溢水による静水圧荷重 P_h は次式により算定する。

$$P_h = \rho_1 \cdot g \cdot h \cdot 10^{-3}$$

P_h : 溢水による静水圧荷重 (kN/m²)

ρ : 溢水の密度 (kg/m³)

g : 重力加速度 (m/s²)

h : 当該部分の浸水高さ (m)

第3-6表 溢水荷重の算定に用いる浸水高さ

名称	設置場所	設計浸水高さ*
タービン建屋管理区 域外伝播防止堰 1-1	タービン建屋 EL. 8.20 m	0.45 m

*: 保守的な評価を行うため、溢水評価水位を上回る設計上の水位として堰高さとする。

3.3.2 荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の組合せは、V-3-別添 3-3「溢水への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」にて設定している荷重を踏まえて堰の設置位置ごとに設定する。

また、自重は既存躯体により支持されることから、荷重の組合せとして考慮せず、溢水荷重のみとする。荷重の組合せを第3-7表に示す。

第3-7表 荷重の組合せ

強度評価の対象施設	荷重の組合せ
鉄筋コンクリート製堰	P_h

3.4 許容限界

堰の許容限界は、V-3-別添 3-3「溢水への配慮が必要な施設の強度計算の方針」うち「4.2 許容限界」にて設定している許容限界を踏まえて、「3.2 評価対象部位」にて設定している評価対象部位ごとに、機能損傷モードを考慮し短期許容応力度又は短期許容荷重を設定する。

3.4.1 鉄筋コンクリート製堰の許容限界

(1) 鉄筋

「各種合成構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会，2010 改定）」に基づきアンカー筋として使用する鉄筋の短期許容荷重を第3-8表に示す。

第3-8表 鉄筋の短期許容荷重

堰名称	種類	短期許容荷重 (kN/本)
		せん断
タービン建屋管理区 域外伝播防止堰 1-1	SD295A	4.18

(2) コンクリート

「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 一許容応力度設計法一（（社）日本建築学会、1999 改定）」に基づきコンクリートの短期許容応力度を第 3-9 表に示す。

第 3-9 表 コンクリートの短期許容応力度

設計基準強度 F_c (N/mm^2)	短期許容応力度 (N/mm^2)
	せん断
22.1	1.08

3.5 評価方法

堰の応力評価は、V-3-別添 3-3「溢水への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「5. 強度評価の方針」にて示している評価式を踏まえて、評価対象部位の発生応力を計算し、許容応力以下となることを確認する。

3.5.1 堰の評価方法

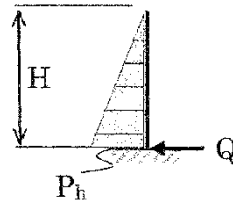
堰を、静水圧荷重を変分布荷重として受ける片持ちはりに置き換え、コンクリート及び鉄筋に発生する応力を算定し、各許容限界との比較により強度を確認する。

(1) 応力算定

a. せん断力

溢水の荷重により生じるせん断力は、単位幅当たりとして次式により算定する。
堰に生じる応力の概念図を第 3-2 図に示す。

$$Q = \frac{P_h \cdot H}{2}$$



第 3-2 図 堰に生じる応力の概念図

(1) 断面検定

a. せん断力に対する検定

(a) 鉄筋

堰に生じるせん断力より、鉄筋 1 本当たりに生じるせん断力を次式により算定し、鉄筋 1 本当たりの許容限界値を超えないことを確認する。

$$Q_a = \frac{Q}{n}$$

(b) コンクリート

堰に生じるせん断応力度を次式により算定し、コンクリートの許容限界値を超えないことを確認する。

$$\tau = \frac{Q}{A}$$

4. 評価条件

「3. 強度評価方法」に用いる鉄筋コンクリート製堰の評価条件を第4-1表に、鋼製堰の評価条件を第4-2表に示す。

第4-1表 鉄筋コンクリート製堰の強度評価に用いる評価条件

記号	単位	定義	数値
P	kN	溢水荷重（集中荷重置換）	1.00 0.45-
P_h	kN/m	溢水による静水圧荷重	4.42 2.95
H	m	堰の高さ	0.45 0.3
P'	kN	堰が転倒する荷重	1.44 1.44
G	kN	堰の固定荷重	2.16 1.44
L	m	堰の固定荷重作用点と応力作用点との水平距離	0.1 0.1
h'	m	溢水荷重（集中荷重置換）が作用する高さ	0.15 0.1
ρ_1	t/m ³	溢水の密度	1.0
g	m/s ²	重力加速度	9.80665
h	m	当該部分の浸水深	0.45 0.3
Q	kN	せん断力	1.00 0.45
n	本	単位幅（1m）当たりの鉄筋本数	5
Q_a	kN/本	鉄筋1本当たりのせん断力	0.2 0.09
A	mm ²	堰の断面積	90000 60000
τ	N/mm ²	せん断応力度	0.02 0.01

5. 強度評価結果

鉄筋コンクリート製堰の強度評価結果を第5-1表に示す。発生応力度又は応力若しくは荷重（以下「発生値」という。）は許容限界以下であることを確認した。

第5-1表 鉄筋コンクリート製堰の強度評価結果

評価部位		発生値		許容限界		検定
鉄筋	せん断	0.20	kN	4.18	kN	0.05 < 1.0
		0.09				0.03 < 1.0
コンクリート	せん断	0.02	N/mm ²	1.08	N/mm ²	0.02 < 1.0
		0.01				0.01 < 1.0