

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6
提出年月日	平成30年8月21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.....	6
2.3 評価方針.....	7
2.4 適用規格.....	8
3. 強度評価方法.....	9
3.1 記号の定義.....	9
3.2 評価対象部位.....	10
3.3 荷重及び荷重の組合せ.....	12
3.4 許容限界.....	14
3.5 評価方法.....	16
4. 評価条件.....	17
5. 強度評価結果.....	18

## 1. 概要

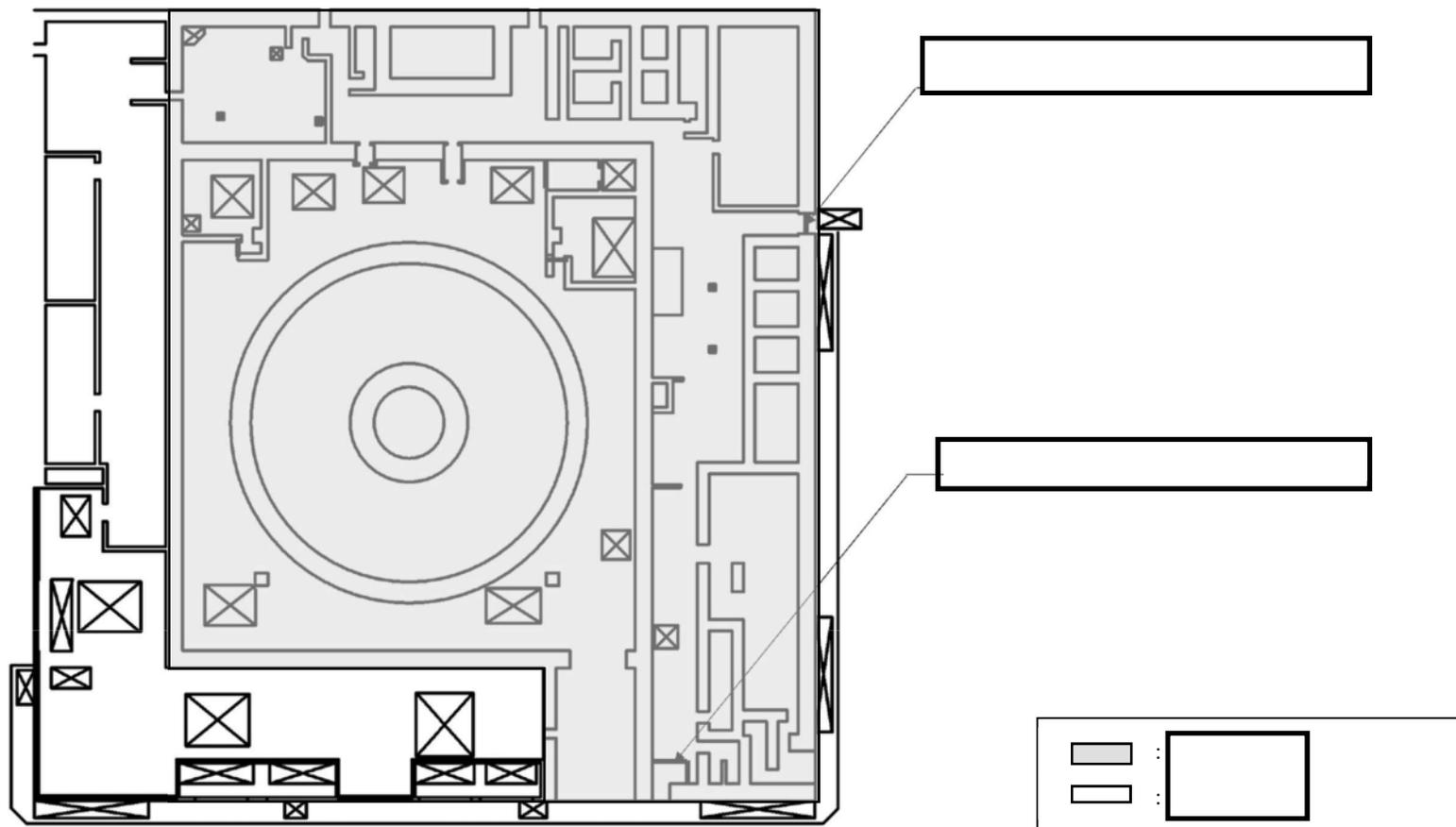
本資料は、資料V-3-別添 3-3「溢水への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり、管理区域外伝播防止堰（以下「堰」という。）が、管理区域内で発生を想定する溢水の静水圧荷重に対し、止水性の維持を考慮して、主要な構造部材が構造健全性を維持することを確認するものである。

## 2. 基本方針

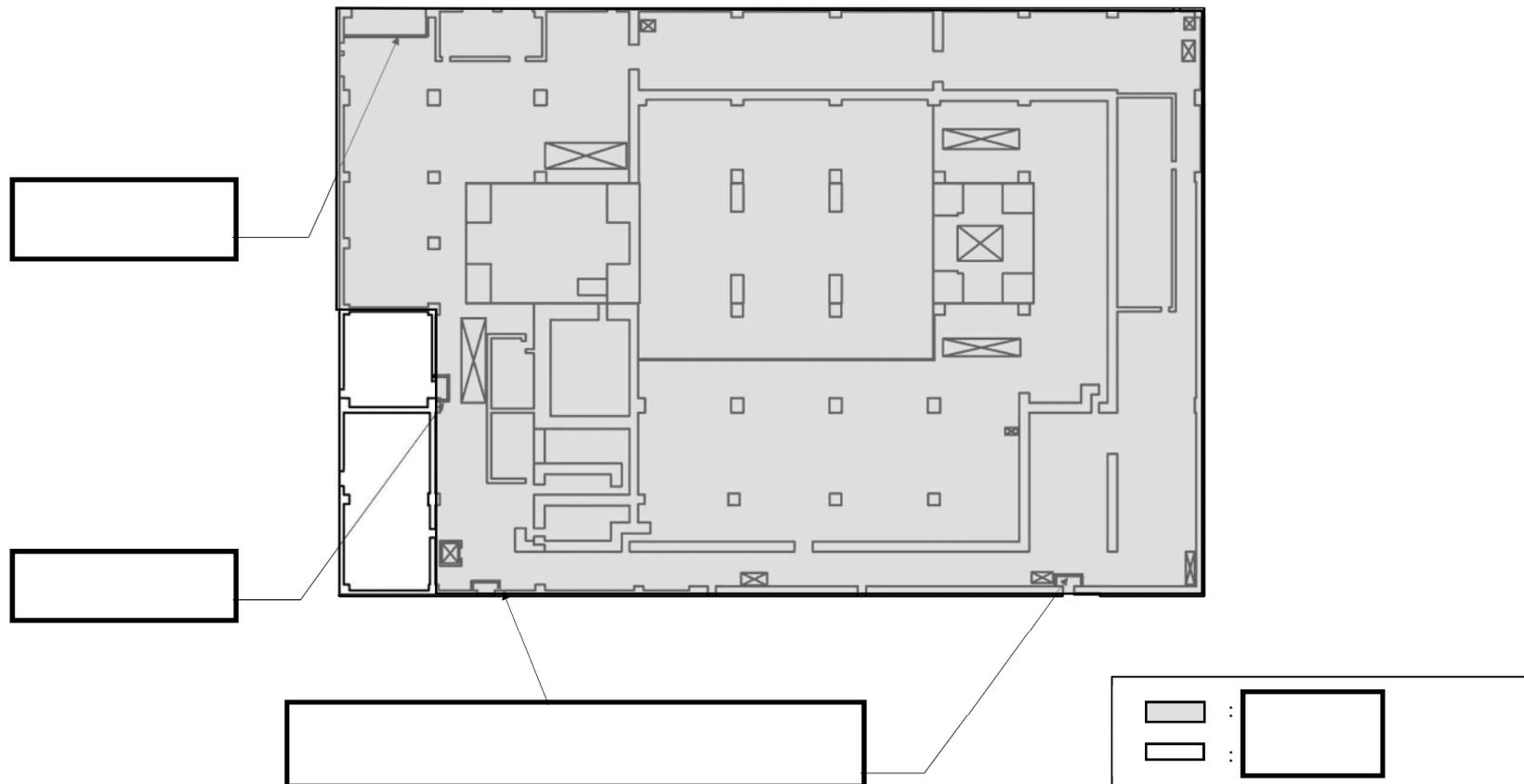
### 2.1 位置

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、タービン建屋、原子炉建屋廃棄物処理棟及び廃棄物処理建屋に設置する。

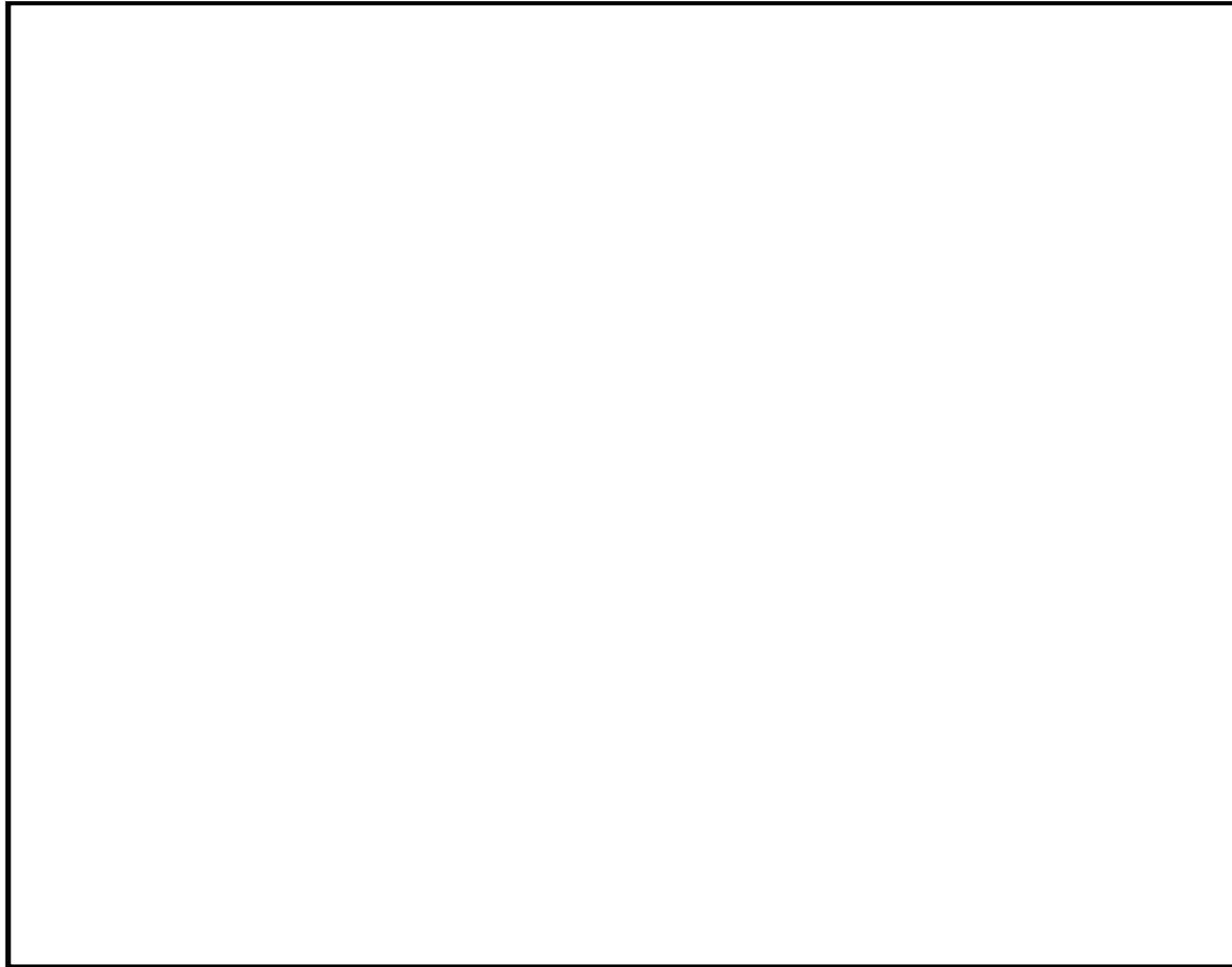
堰の設置位置図を第2-1図～第2-4図に示す。



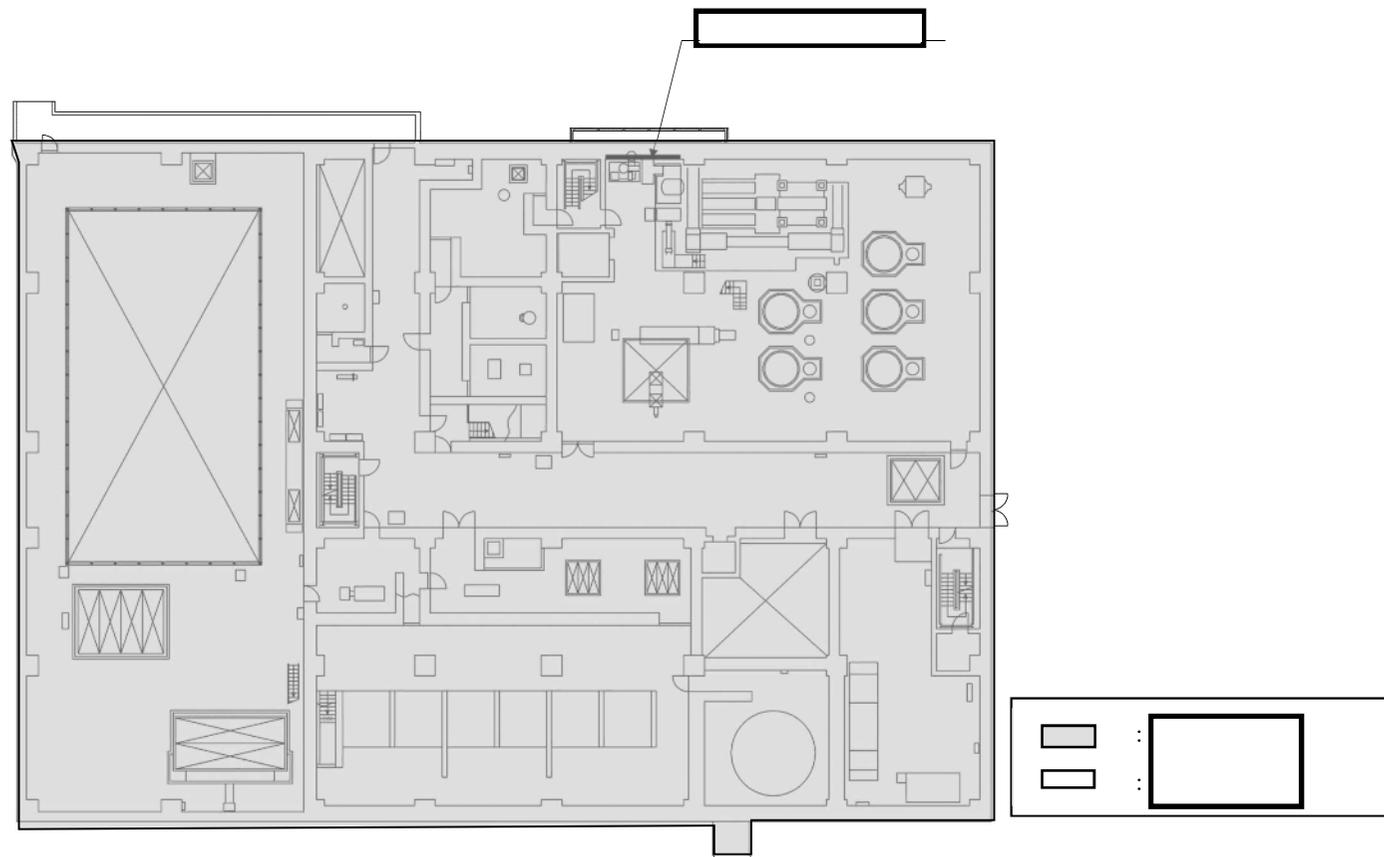
第 2-1 図 管理区域外伝播防止堰の設置位置図 ( ) (EL. 8.20 m)



第2-2図 管理区域外伝播防止堰の設置位置図 (EL. 8.20 m)



第 2-3 図 管理区域外伝播防止堰の設置位置図 (廃棄物処理建屋 EL. 8.30 m)



第 2-4 図 管理区域外伝播防止堰の設置位置図  (EL. 15.80 m)

## 2.2 構造概要

堰の構造は、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」に示す構造計画を踏まえて、詳細な構造を設定する。堰の構造計画を第2-1表に示す。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製堰と既設コンクリート床版の一部であるコンクリート製堰の2種類に分類できる。

第2-1表 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。	
	コンクリートにより構成する。	躯体と既設コンクリート床版が同じ構造物である。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・矩形型                      </li> <li>・スロープ型                      </li> <li>・スロープ及び矩形型                      </li> </ul>

\*1：高さ 0.15 m, 0.3 m 又は 0.45 m。

\*2：幅 0.15 m～3.75 m。

\*3：既存のコンクリート躯体と一体化。

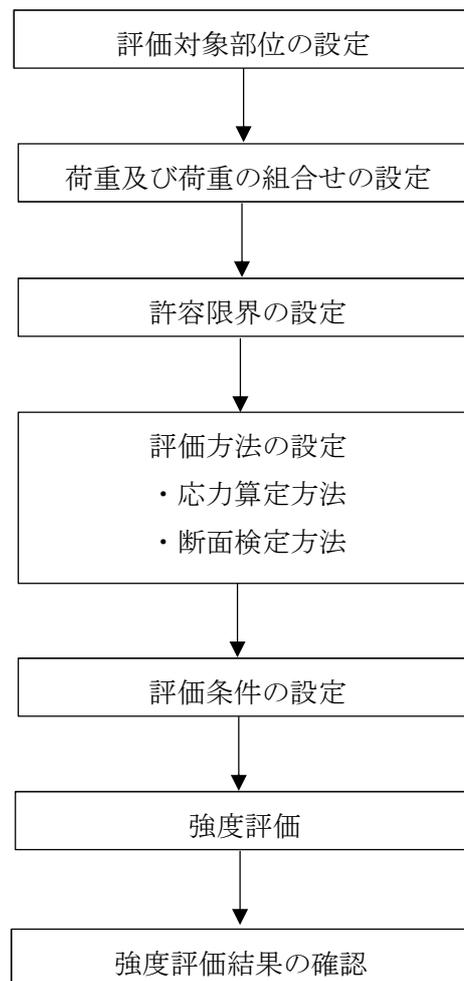
\*4：新設堰は接着系アンカーとし、既存躯体への定着長さは径の 10 倍以上とする。

\*5：スロープが片側のみの場合。

### 2.3 評価方針

堰の強度評価は、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「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等が許容限界内にあることを「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評価し、「5. 強度評価結果」にて確認する。

堰の強度評価フローを第2-5図に示す。



第2-5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、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「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

堰の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

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	$\text{kN/m}^2$
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
$\rho$	溢水の密度	$\text{kg/m}^3$
g	重力加速度	$\text{m/s}^2$
h	当該部分の浸水深	m
M	曲げモーメント	$\text{kN} \cdot \text{m}$
Q	せん断力	kN
T	鉄筋 1 本当たりの引張力	$\text{kN/本}$
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	$\text{kN/本}$
A	堰のせん断断面積	$\text{mm}^2$
$\tau$	せん断応力度	$\text{N/mm}^2$
$\sigma_c$	圧縮縁応力度	$\text{N/mm}^2$
$T'$	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
c	鉄筋のへりあき寸法	mm

### 3.2 評価対象部位

堰の評価対象部位は、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「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、荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し設定する。

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する。

堰は、溢水荷重に伴う転倒力に対して自重のみで抵抗でき、曲げモーメントが生じないため、せん断力のみ評価する。

鉄筋コンクリート製堰は、各評価対象のアンカー筋のサイズ、ピッチ及び材料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」を代表として抽出した。

コンクリート製堰は、堰の高さにより定まる静水圧荷重条件が同じであることから、堰の幅により定まる堰のせん断断面積を比較し、廃棄物処理建屋 EL. 15.80 m に設置される「焼却設備機器搬出入用出入口」を代表として抽出した。堰に生じる応力は、第 3-1 図に示すとおり。

評価の対象となる堰の選定結果を第 3-2 表に、溢水荷重と堰が転倒する荷重の比較を第 3-3 表に示す。

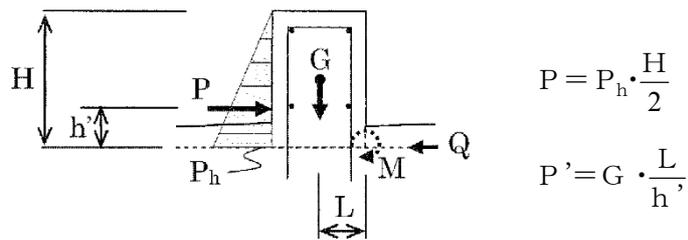
第3-2表 堰の選定結果

設置建屋	設置床 高さ	設備名称	設計断面				評価 対象 (代表)
			種類	幅	高さ*1	鉄筋量	
原子炉建屋 廃棄物 処理棟	EL. 8.20 m	原子炉建屋廃棄物処理棟 管理区域外伝播防止堰1-1	矩形	0.2 m	0.3 m	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	矩形	0.2 m	0.3 m	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	矩形	0.2 m	0.45 m	D13@ 200	○*2
		タービン建屋管理区域外 伝播防止堰 1-2	矩形	0.2 m	0.45 m	D13@ 200	
		タービン建屋管理区域外 伝播防止堰 1-3	矩形	0.2 m	0.45 m	D13@ 200	
		タービン建屋管理区域外 伝播防止堰 1-4	矩形	0.2 m	0.45 m	D13@ 200	
廃棄物処 理建屋	EL. 8.30 m	キャスク搬出入用出入口	スロープ	2.05 m	0.15 m	—	
		サイトバンカトラックエ リア出入口	矩形	0.48 m	0.15 m	—	
		廃棄物処理建屋出入口	スロープ及 び矩形	3.75 m	0.15 m	—	
		ドラム搬入室出入口	スロープ及 び矩形	2.3 m	0.15 m	—	
		雑固体ドラム搬出入用出 入口	スロープ及 び矩形	2.3 m	0.15 m	—	
	廃棄物処理建屋機器搬出 入用出入口	スロープ	2.025 m	0.15 m	—		
	EL. 15.80 m	焼却設備機器搬出入用出 入口	矩形	0.15 m	0.15 m	—	○*3

\*1：設計上の浸水高さは堰の高さとする。

\*2：静水圧荷重条件が最大の堰を選定。

\*3：堰の幅が最小の堰を選定。



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
焼却設備機器搬出入 用出入口	0.11	0.81	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、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「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踏まえて設定する。

### 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、発生を想定する溢水による浸水高さを用いた静水圧を考慮する。溢水による静水圧荷重の算定に用いる浸水高さを第3-4表に示す。

溢水による静水圧荷重  $P_h$  は次式により算定する。

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

$P_h$  : 溢水による静水圧荷重 (kN/m<sup>2</sup>)

$\rho$  : 溢水の密度 (kg/m<sup>3</sup>)

$g$  : 重力加速度 (m/s<sup>2</sup>)

$h$  : 溢水による静水圧荷重の算定に用いる浸水高さ (m)

第3-4表 溢水による静水圧荷重の算定に用いる浸水高さ

名称	設置場所	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
焼却設備機器搬出入 用出入口	廃棄物処理建屋 EL. 15.80 m	0.15 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、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「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、溢水による静水圧荷重のみとする。荷重の組合せを第3-5表に示す。

第3-5表 荷重の組合せ

強度評価の対象施設	荷重の組合せ
管理区域外伝播防止堰	$P_h$

### 3.4 許容限界

堰の許容限界は、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「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設定する。

#### (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3-6表に示す。

第3-6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
焼却設備機器搬出入用出入口	—	—

(2) コンクリート

「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）」に基づきコンクリートの短期許容応力度を第 3-7 表に示す。

第 3-7 表 コンクリートの短期許容応力度

堰名称	設計基準強度 $F_c$ ( $N/mm^2$ )	短期許容応力度 ( $N/mm^2$ )
		せん断
タービン建屋管理区域 外伝播防止堰 1-1	22.1	1.08
焼却設備機器搬出入用 出入口		

### 3.5 評価方法

堰の強度評価は、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「5. 強度評価方法」にて設定している評価式を用いる。

堰を、静水圧荷重を等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。

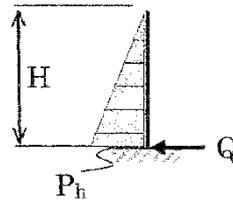
#### (1) 応力算定

##### 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

#### (2) 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

堰の「3. 強度評価方法」に用いる評価条件を第4-1表に示す。

第4-1表 堰の強度評価に用いる評価条件

強度評価に用いる評価条件	数値	
	タービン建屋管理 区域外伝播防止堰 1-1	焼却設備機器搬出 入用出入口
溢水荷重（集中荷重置換） $P$ （単位：kN）	1.00	0.11
溢水による静水圧荷重 $P_h$ （単位：kN/m）	4.42	1.48
堰の高さ $H$ （単位：m）	0.45	0.15
堰が転倒する荷重 $P'$ （単位：kN）	1.44	0.81
堰の固定荷重 $G$ （単位：kN）	2.16	0.54
堰の固定荷重作用点と応力作用点との水平距離 $L$ （単位：m）	0.1	0.075
溢水荷重（集中荷重置換）が作用する高さ $h'$ （単位：m）	0.15	0.05
溢水の密度 $\rho$ （単位：kg/m <sup>3</sup> ）	1000	
重力加速度 $g$ （単位：m/s <sup>2</sup> ）	9.80665	
当該部分の浸水深 $h$ （単位：m）	0.45	0.15
せん断力 $Q$ （単位：kN）	1.00	0.12
単位幅（1m）当たりの鉄筋本数 $n$ （単位：本）	5	—
鉄筋1本当たりのせん断力 $Q_a$ （単位：kN/本）	0.2	—
堰のせん断断面積 $A$ （単位：mm <sup>2</sup> ）	200000	150000
せん断応力度 $\tau$ （単位：N/mm <sup>2</sup> ）	0.01	0.01
鉄筋のへりあき寸法 $C$ （単位：mm）	52.5	—

5. 強度評価結果

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 堰の強度評価結果

堰名称	評価部位		発生値		許容限界		検定
タービン建 屋管理区域	鉄筋	せん断	0.20	kN	4.18	kN	0.05 < 1.0
外伝播防止 堰 1-1			コンクリート	せん断	0.01	N/mm <sup>2</sup>	1.08
焼却設備機 器搬出入用 出入口	コンクリート	せん断	0.01	N/mm <sup>2</sup>	1.08	N/mm <sup>2</sup>	0.01 < 1.0