

本資料のうち、枠囲みの内容は、
商業機密あるいは防護上の観点
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-140 改0
提出年月日	平成30年2月15日

V-2-別添 2-6 浸水防止堰の耐震性についての計算書

目次

1. 概要.....	1
2. 基本方針.....	1
2.1 位置.....	1
2.2 構造概要.....	7
2.3 評価方針.....	8
2.4 適用規格.....	8
3. 地震応答解析.....	9
4. 耐震評価方法.....	9
4.1 基本方針.....	9
4.2 評価対象部位.....	9
4.3 荷重及び荷重の組合せ.....	11
4.4 許容限界.....	11
4.5 評価方法.....	11

1. 概要

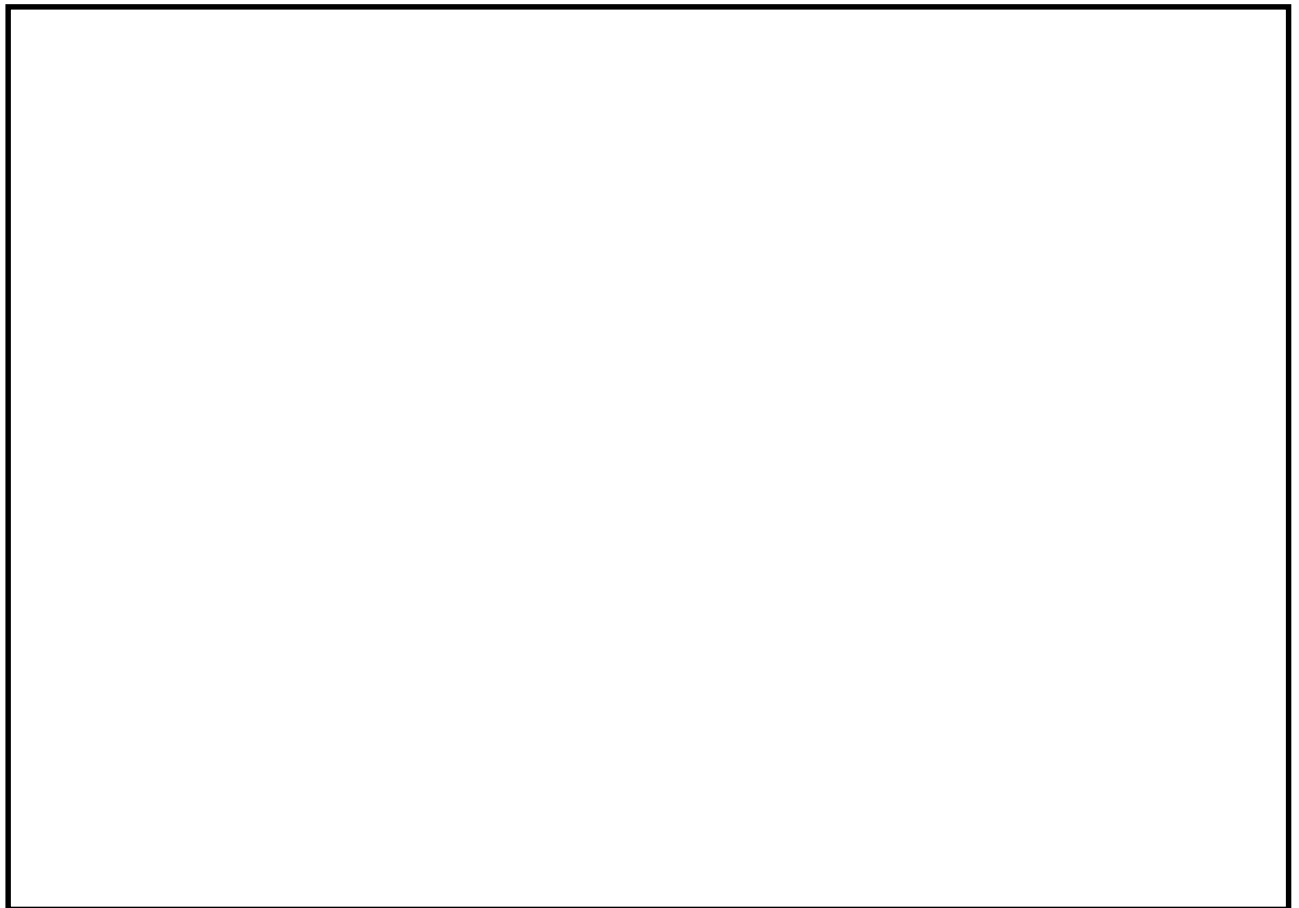
本資料は、V-1-1-8-5「溢水防護施設の詳細設定」に示すとおり、溢水拡大防止堰(以下「堰」という。)が、溢水伝播防止機能を維持可能な耐震強度及び止水性を有することを確認するものである。

2. 基本方針

2.1 位置

堰は、V-1-1-8-5「溢水防護施設の詳細設定」の「4.1 溢水伝播を防止する設備」に示す配置のとおり、原子炉建屋 EL. 46.5 m, 同 38.8 m, 同 29.0 m, 同 20.3 m, 同 14.0 m, 同 8.2 m, 同 2.0 m に設置する。

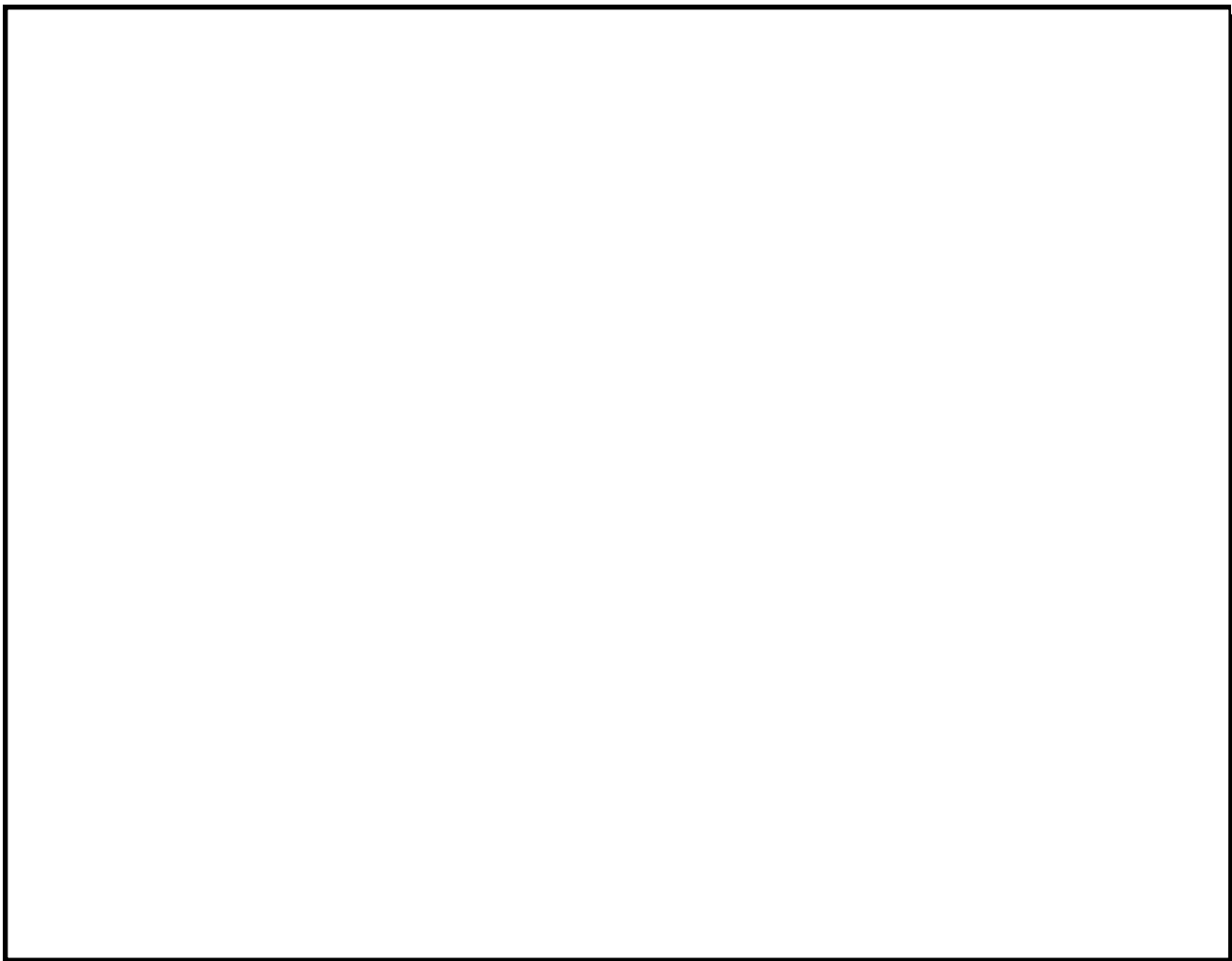
堰の設置位置を第 2-1 図～第 2-7 図に示す。



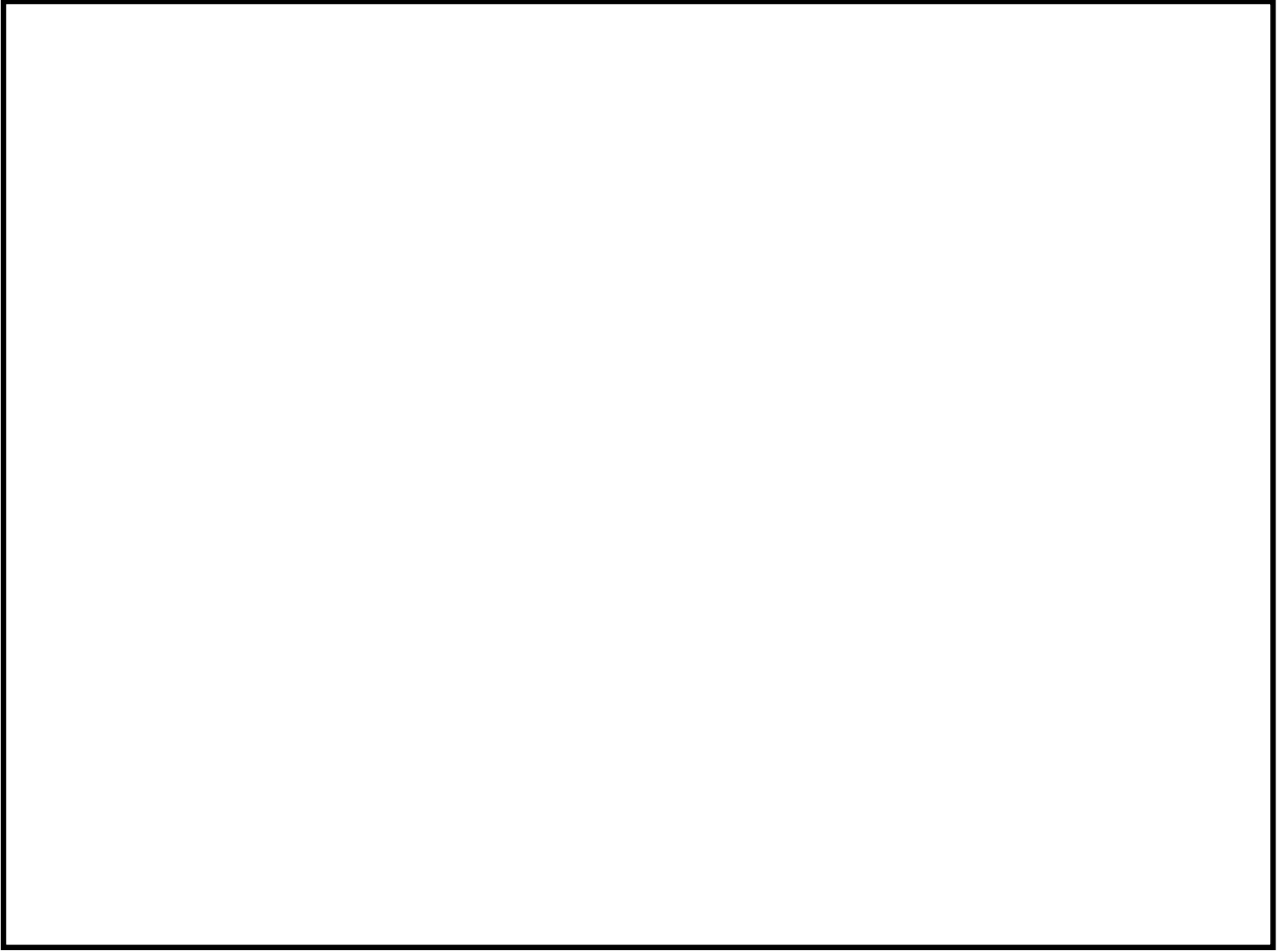
第 2-1 図 堰の設置位置図 (EL. 46.5 m)



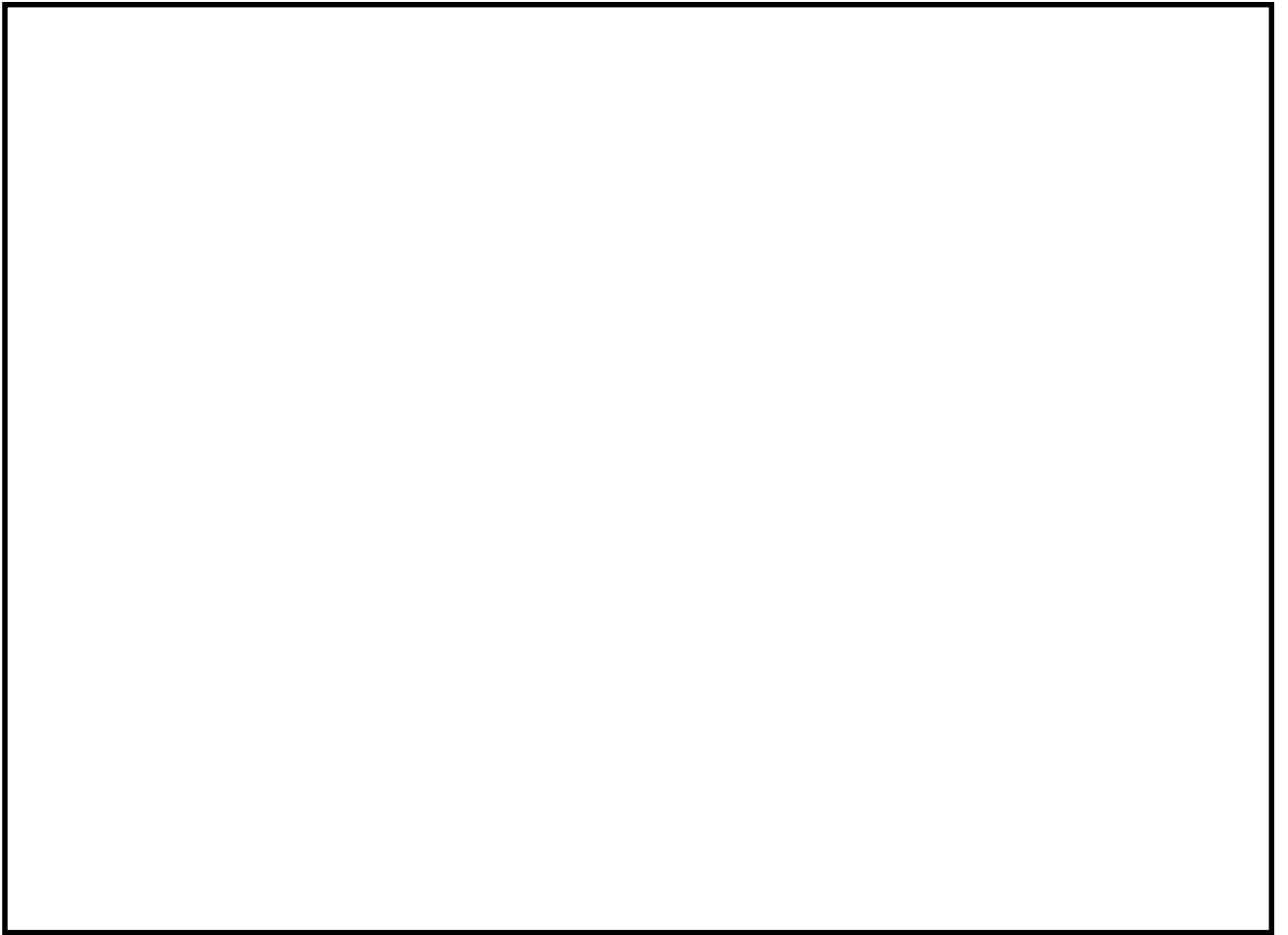
第 2-2 図 堰の設置位置図 (EL. 38.8 m)



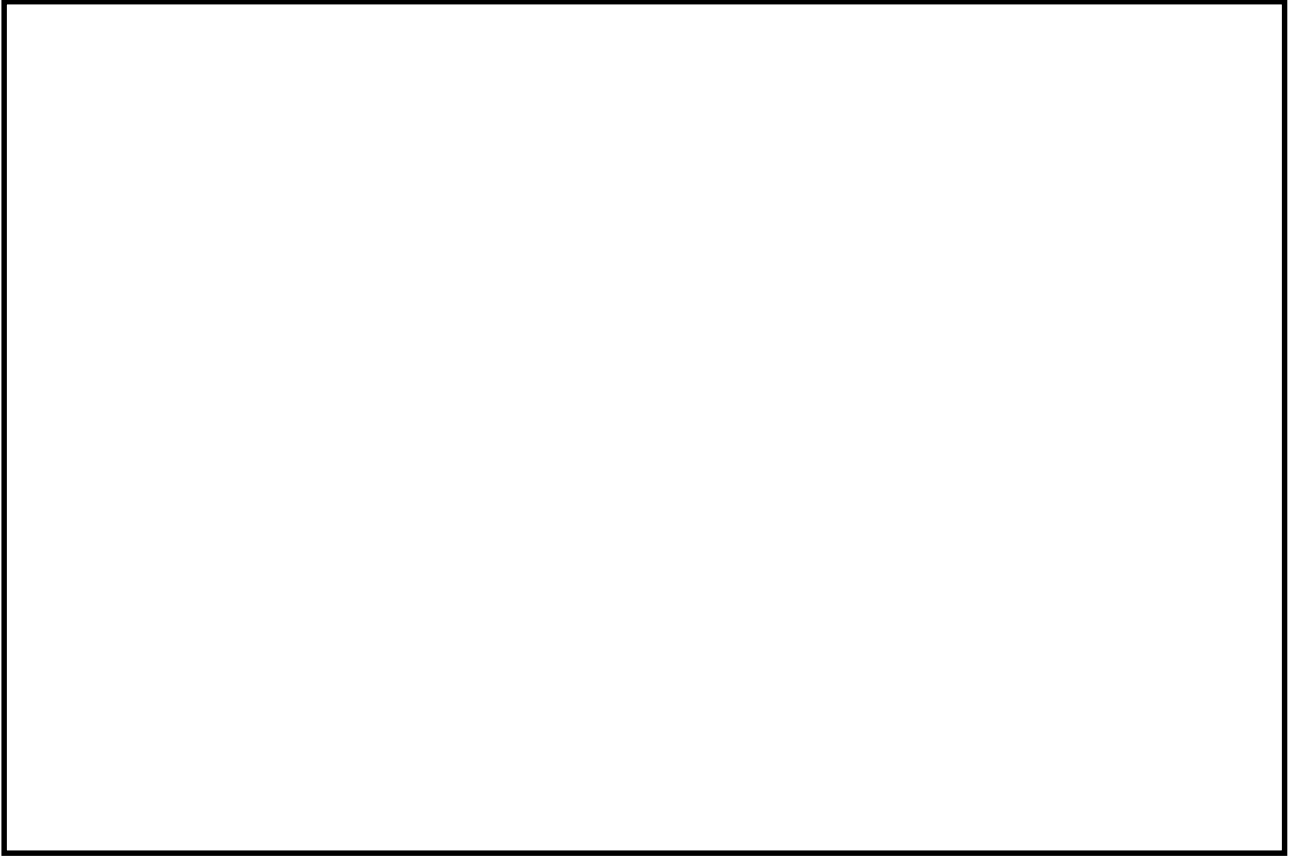
第 2-3 図 堰の設置位置図 (EL. 29.0 m)



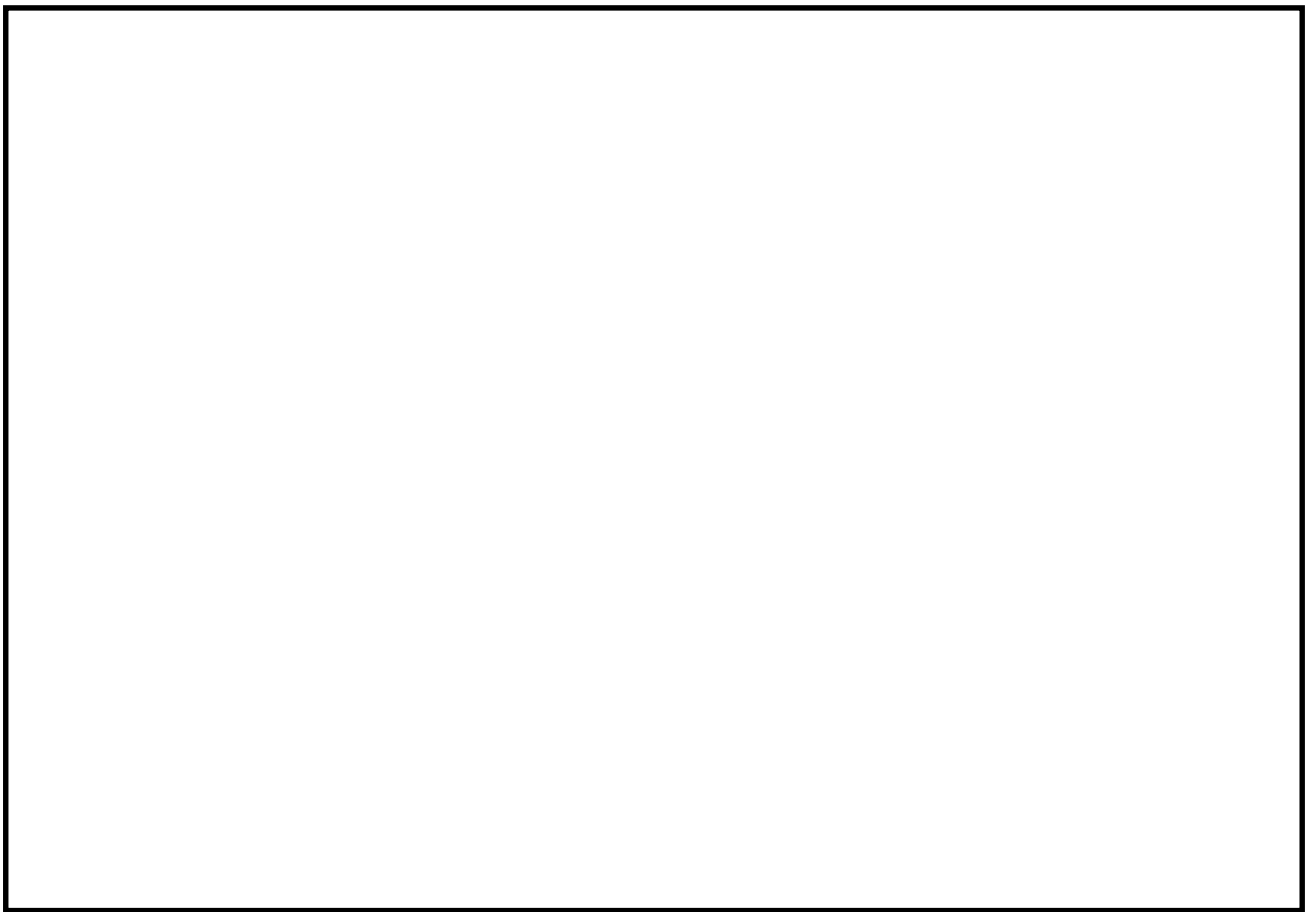
第 2-4 図 堰の設置位置図 (EL. 20.3 m)



第 2-5 図 堰の設置位置図 (EL. 14.0 m)



第 2-6 図 堰の設置位置図 (EL. 8.2 m)

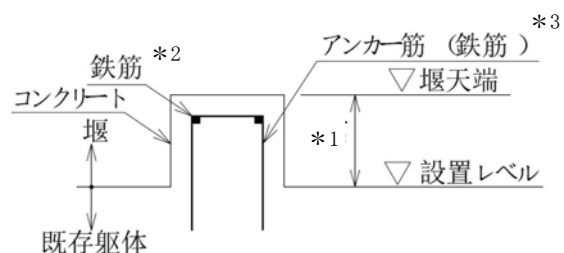


第 2-7 図 堰の設置位置図 (EL. 2.0 m)

2.2 構造概要

堰の構造は、V-1-1-8「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」のうちV-1-1-8-5「溢水防護施設の詳細設定」の「3. 要求機能及び性能目標」に示す構造計画を踏まえて、詳細な構造を設定する。

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。堰の概略構造図を第 2-8 図に示す。



*1 高さ 0.30 m 以上、又は 0.40 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、既設堰は埋込み鉄筋とし、既存躯体への定着長さ、径の 10 倍以上とする。

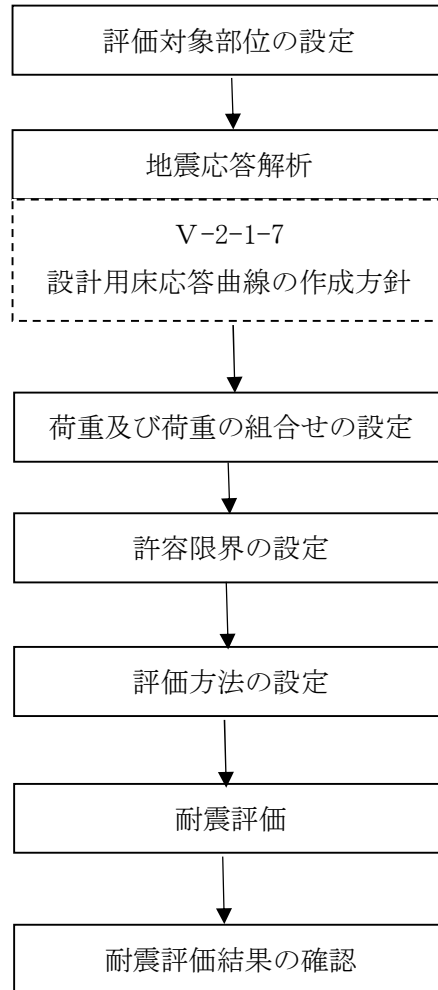
第 2-8 図 堰の概略構造図

2.3 評価方針

堰の耐震評価は、V-2-1-9「機能維持の基本方針」に準じて、堰の評価対象部位に作用する応力又は荷重が許容限界内にあることを、「4. 耐震評価方法」に示す方法により確認を行う。

堰の耐震クラスは、V-2-1-4「重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分の基本方針」より、Cクラスである。

堰の耐震評価フローを第2-9図に示す。



第2-9図 堰の耐震評価フロー

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
- ・ 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）

3. 地震応答解析

堰の耐震評価に用いる地震荷重を算定するための地震応答解析は、V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」にて実施し、地震応答解析に基づいて算定された堰設置位置における最大応答加速度から設計震度を設定する。

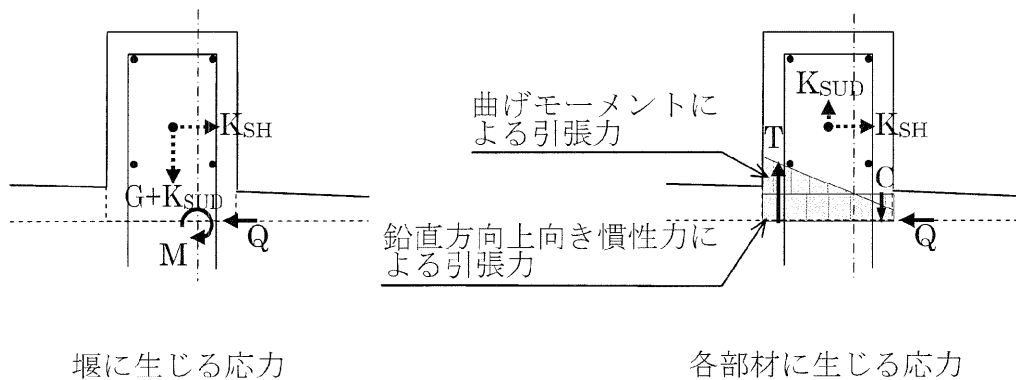
4. 耐震評価方法

4.1 基本方針

V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、堰に生じる応力は、地震荷重(水平方向及び鉛直方向)を受ける片持ちはりとして、第4-1図に示すとおり、既存躯体との接合部に生じる曲げモーメント及びせん断力を算定し、鉄筋に生じる引張力及びせん断力並びにコンクリートに生じるせん断力及び圧縮力に対する確認を行う。

また、鉄筋に生じる引張力に対する確認においては、堰の自重による鉛直方向上向き地震荷重を組み合わせるものとし、荷重の組み合わせは組合せ係数法による。鉛直方向下向きに生じる荷重は、既存躯体により支持されるため堰の設計に考慮しない。

堰の重量は設計積載荷重以内であることから、既存躯体への影響はない。



第4-1図 堰に生じる応力

4.2 評価対象部位

評価対象部位は、V-1-1-8「発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書」のうちV-1-1-8-5「溢水防護施設の詳細設定」の「3. 要求機能及び性能目標」に示す構造計画にて設定している構造に基づき、地震荷重の作用方向及び伝達過程を考慮して設定する。

評価対象部位は、地震荷重により応力が発生する堰と既存躯体の取合い部分とし、地震荷重の算定に用いる堰の自重、設計震度及び設計断面を踏まえ評価を包含できる堰により代表して評価する。

評価の対象となる堰の溢水水位及び堰高さを第4-1表に示す。

第4-1表 評価の対象となる堰の選定

設置建屋	設置床高さ	設備名称	溢水水位床上(m)	設置堰高さ床上(m)
原子炉棟	EL. 2.0 m	原子炉建屋地下 1 階エレベータ入口用溢水拡大防止堰	0.1	0.3 以上
	EL. 2.0 m	東側階段用溢水拡大防止堰	0.1	0.3 以上
	EL. 2.0 m	北側階段用溢水拡大防止堰	0.1	0.3 以上
	EL. 2.0 m	残留熱除去系 B 系熱交換器室用溢水拡大防止堰	0.1	0.3 以上
	EL. 8.2 m	原子炉建屋 1 階エレベータ入口用溢水拡大防止堰	0.1	0.3 以上
	EL. 8.2 m	残留熱除去系 A 系熱交換器ハッチ用溢水拡大防止堰	0.1	0.3 以上
	EL. 8.2 m	残留熱除去系 B 系熱交換器ハッチ用溢水拡大防止堰	0.1	0.3 以上
	EL. 14.0 m	原子炉建屋 2 階エレベータ入口用溢水拡大防止堰	0.1	0.3 以上
	EL. 14.0 m	原子炉力建屋 2 階西側階段用溢水拡大防止堰	0.1	0.3 以上
	EL. 20.3 m	原子炉建屋 3 階エレベータ入口用溢水拡大防止堰	0.1	0.3 以上
	EL. 20.3 m	原子炉建屋 3 階西側階段用溢水拡大防止堰	0.1	0.3 以上
	EL. 29.0 m	原子炉建屋 4 階エレベータ入口用溢水拡大防止堰	0.1	0.3 以上
	EL. 29.0 m	原子炉建屋 4 階西側階段用溢水拡大防止堰	0.1	0.3 以上
	EL. 38.8 m	原子炉建屋 5 階エレベータ入口用溢水拡大防止堰	0.1	0.3 以上
	EL. 38.8 m	原子炉建屋 5 階西側階段用溢水拡大防止堰	0.1	0.3 以上
	EL. 46.5 m	原子炉建屋 6 階エレベータ入口用溢水拡大防止堰	0.12	0.4
	EL. 46.5 m	燃料輸送容器搬出口用溢水拡大防止堰	0.12	0.4
	EL. 46.5 m	大物機器搬入口用溢水拡大防止堰	0.12	0.4
EL. 46.5 m	原子炉建屋換気系ダクト用溢水拡大防止堰	0.12	0.4	

4.3 荷重及び荷重の組合せ

4.3.1 荷重

- (1) 固定荷重 (G)
- (2) 地震荷重 (K_s)

地震荷重は、基準地震動 S_s による荷重を考慮する。

「3. 地震応答解析」で設定した設計震度を用いて、次式により算定する。

$$K_s = G \cdot k$$

ここで、 K_s : 地震荷重 (kN)
 G : 堰の固定荷重 (kN)
 k : 設計震度

4.3.2 荷重の組合せ

評価に用いる荷重の組合せを第 4-2 表に示す。

積載荷重は、既存躯体により支持されることから、荷重の組合せをして考慮しない。

第 4-2 表 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
S_s 地震動	$G + K_{SH} + K_{SUD}$

G : 堰の固定荷重
 K_{SH} : 基準地震動 S_s による水平方向の地震荷重
 K_{SUD} : 基準地震動 S_s による鉛直方向の地震荷重

4.4 許容限界

V-2-1-9「機能維持の基本方針」のうち「3.1 構造強度上の制限」に基づき、使用材料の許容限界は短期許容応力度又は短期許容荷重とする。

(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許容限界として設定する。

(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)」に基づき算定したコンクリートの短期許容応力度を許容限界として設定する。

4.5 評価方法

堰の耐震評価は、地震により生じる応力度又は荷重が、「4.4 許容限界」で設定した許容限界値を超えないことを確認する。

(1) 応力算定

基準地震動 S_s により堰に生じる応力は、第 4-2 図及び第 4-3 図に示すとおり、地震荷重

が堰の重心位置に作用するものとし、単位幅当たりの算定とする。

a. 曲げモーメント

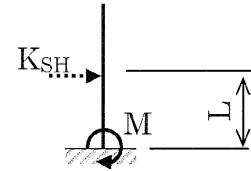
曲げモーメントは次式により算定する。

$$M = K_{SH} \cdot L$$

ここで、 M : 曲げモーメント (kN・m)

K_{SH} : 地震荷重 (kN)

L : 堰の接合部から荷重作業位置までの高さ (m)



第4-2図 堰に生じる応力模式図
(曲げモーメント)

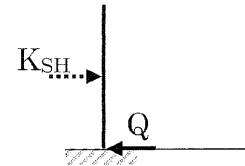
b. せん断力

せん断力は次式により算定する。

$$Q = K_{SH}$$

ここで、 Q : せん断力 (kN)

K_{SH} : 地震荷重 (kN)



第4-3図 堰に生じる応力模式図
(せん断力)

(2) 断面検定

a. 鉄筋

(a) 引張力に対する検定

堰に生じる曲げモーメント及び堰の自重による鉛直方向上向き地震荷重の組合せにより、鉄筋1本当たりに生じる引張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。地震荷重は、組合せ係数法に基づいて水平1.0+鉛直0.4又は水平0.4+鉛直1.0のうち大なる値とする。

堰に生じる荷重の概念図を第4-4図に示す。

$$T = \frac{M}{n \cdot j} + \frac{K_{SUD}}{n}$$

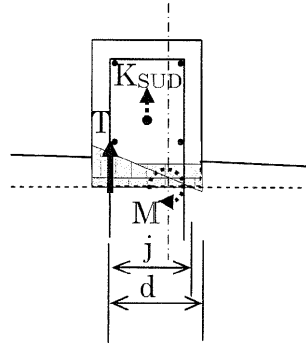
ここで、 T : 鉄筋1本当たりに生じる引張力 (kN/本)

M : 曲げモーメント (kN・m)

n : 単位幅 (1m) 当たりの鉄筋本数 (本)

j : 応力中心距離 ($j = \frac{7}{8} \cdot d$) (mm)

K_{SUD} : 地震荷重 (鉛直上向き) (kN)



第4-4図 堰に生じる荷重

(b) せん断力に対する検定

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

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

ここで、 Q_a : 鉄筋1本あたりに生じるせん断力 (kN/本)
 Q : せん断力 (kN)
 n : 単位幅 (1m) 当たりの鉄筋本数 (本)

b. コンクリート

(a) せん断力に対する検定

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。

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

ここで、 τ : せん断応力度 (N/mm²)
 Q : せん断力 (kN)
 A : 堰の断面積 (mm²)

(b) 圧縮力に対する検定

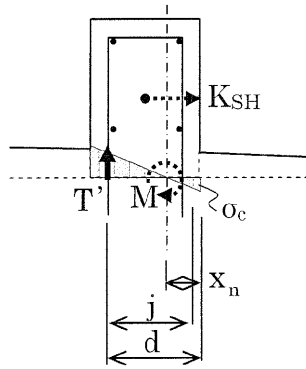
堰に生じる曲げモーメントにより発生するコンクリートの圧縮縁応力度を次式により算定し、コンクリートの許容限界値を超えないことを確認する。圧縮縁応力の算定にあたり、圧縮側鉄筋は考慮しない。

堰に生じる荷重の概念図を第4-5図に示す。

$$\sigma_c = \frac{T' \cdot 2}{x_n \cdot b}$$

ここで、 σ_c : コンクリートの圧縮縁応力度 (N/mm²)

- T' : 引張側鉄筋に生じる引張力 (M/j) (N)
 M : 曲げモーメント ($\text{kN}\cdot\text{m}$)
 j : 応力中心距離 ($j = \frac{7}{8} \cdot d$) (mm)
 d : 部材の有効せい (mm)
 x_n : 中心軸から圧縮縁までの距離 (mm)
 $x_n = (d - j) \cdot 3$
 b : 単位幅 (1000) (mm)



第4-5図 堰に生じる荷重