

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-339 改8
提出年月日	平成30年8月21日

## V-3-別添 3-4-1 貫通部止水処置の強度計算書

## 目次

1. 概要.....	1
2. 基本方針.....	2
2.1 位置.....	2
2.2 構造概要.....	6
2.3 評価方針.....	8
2.4 適用規格.....	10
3. 強度評価方法.....	11
3.1 記号の定義.....	11
3.2 評価対象部位.....	11
3.3 荷重及び荷重の組合せ.....	12
3.4 許容限界.....	13
3.5 評価方法.....	15
4. 評価条件.....	16
5. 強度評価結果.....	18

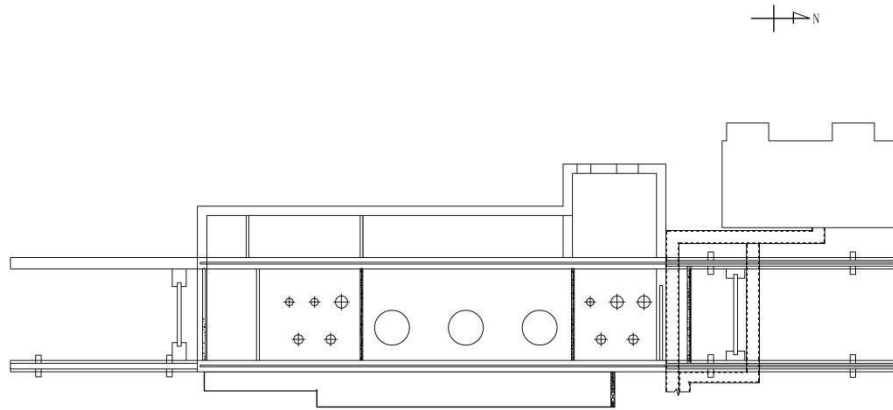
## 1. 概要

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、貫通部止水処置が、発生を想定する溢水による静水压荷重に対し、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有することを確認するものである。

## 2. 基本方針

### 2.1 位置

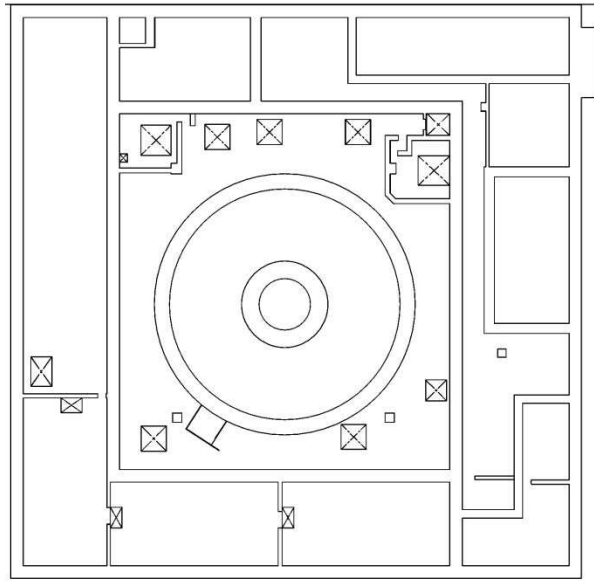
貫通部止水処置は、資料V-3-別添3-3「溢水への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「3. 構造強度設計」の構造計画に示すとおり、原子炉建屋（内壁），海水ポンプ室（内壁），タービン建屋及び廃棄物処理建屋の貫通口と貫通物とのすき間又は貫通物の周囲に施工する。貫通部止水処置の設置位置図を第2-1図に示す。



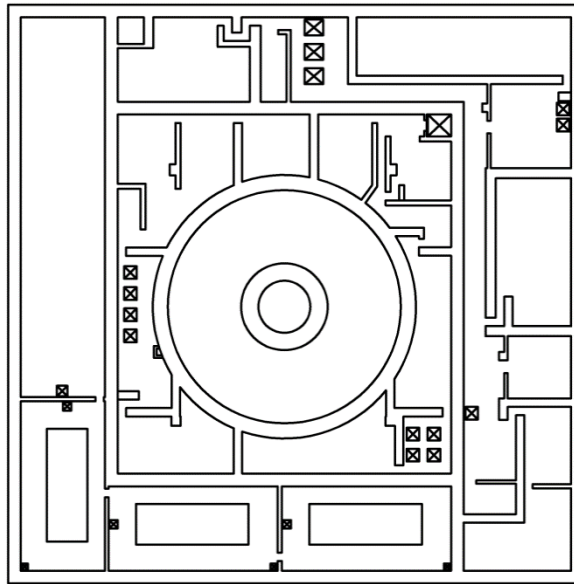
海水ポンプ室 EL. 3.00 m

※：建屋内壁について、溢水影響評価にて伝播を許容しない箇所に貫通部止水処置を実施する。

第2-1図 貫通部止水処置の設置位置図 (1/4)



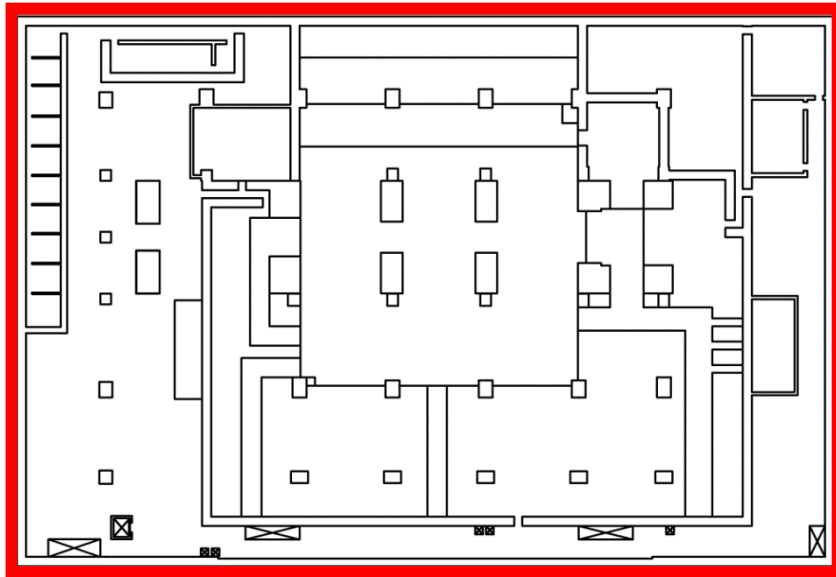
EL. 2.00 m



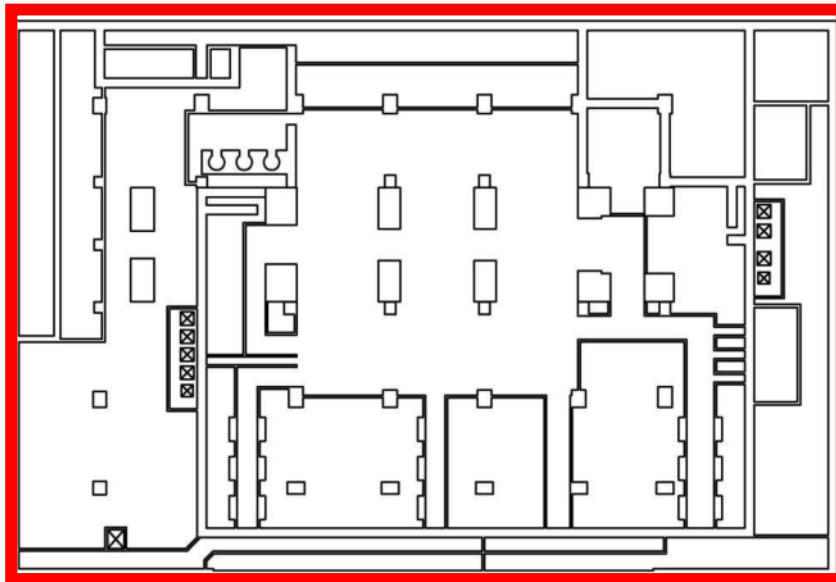
EL. -4.00 m

※：建屋内壁について、溢水影響評価にて伝播を許容しない箇所に貫通部止水処置を実施する。


第2-1図 貫通部止水処置の設置位置図 (2/4)



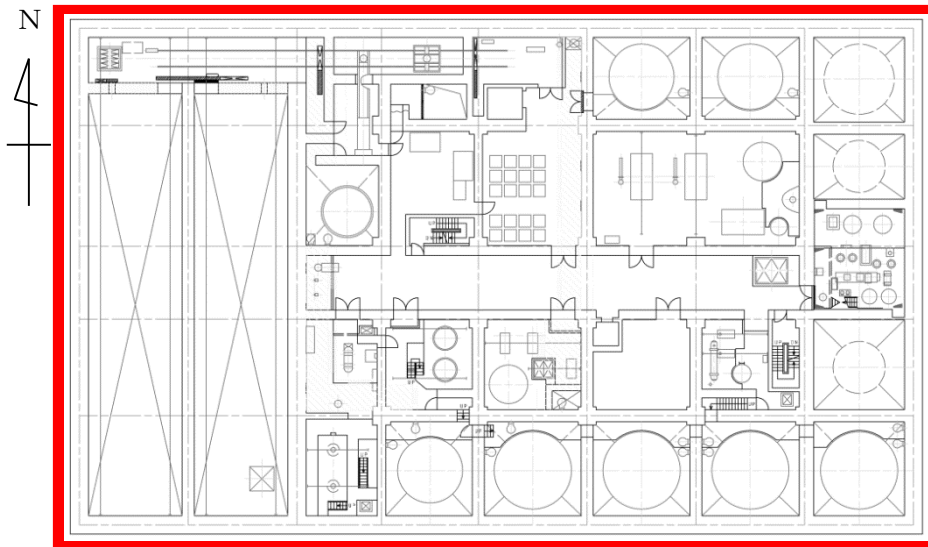
EL. 2.00 m



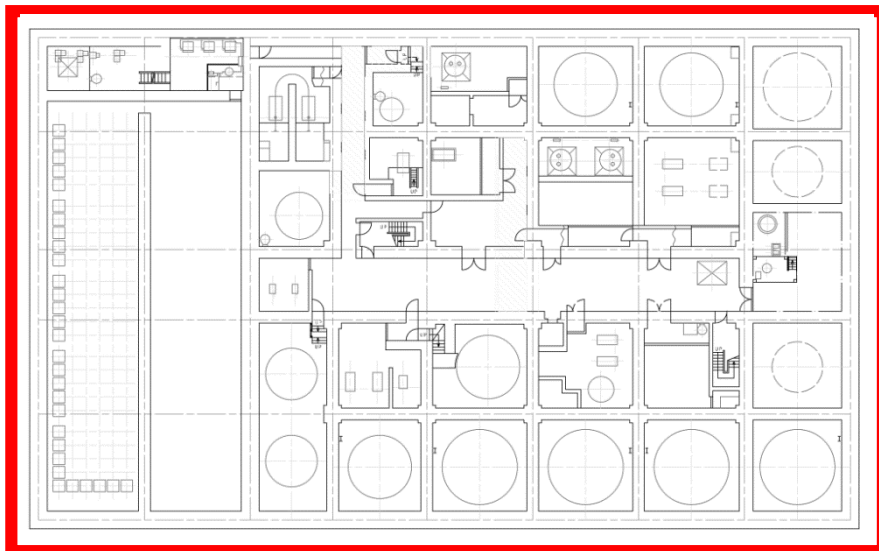
EL. -10.70 m

 貫通部止水処置を実施する外壁

第2-1図 貫通部止水処置の設置位置図 (3/4)



EL. -4.70 m



EL. -10.70 m

— 貫通部止水処置を実施する外壁

第2-1図 貫通部止水処置の設置位置図 (4/4)

## 2.2 構造概要

貫通部止水処置の構造は、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。

貫通部止水処置は、貫通部の位置条件及び貫通物の強度条件に応じて、シール材、モルタル、ブーツ及び堰を使用し、各貫通部止水処置の適用条件を考慮し施工する。シール材及びモルタルは壁の貫通口と貫通物のすき間に施工し、壁と貫通物を接合する構造とする。ブーツは、伸縮性ゴムを用い、壁面に溶接した取付用座と配管を締付けバンドにて固定する構造とする。堰は貫通部の周りに設置し、貫通部への溢水の伝播を防止する構造とする。貫通部止水処置の構造計画を第2-1表に示す。



第2-1表 貫通部止水処置の構造計画

設備名称	計画の概要		対策説明図
	主体構造	支持構造	
貫通部 止水処置			

NT2 補② V-3-別添 3-4-1 R8

## 2.3 評価方針

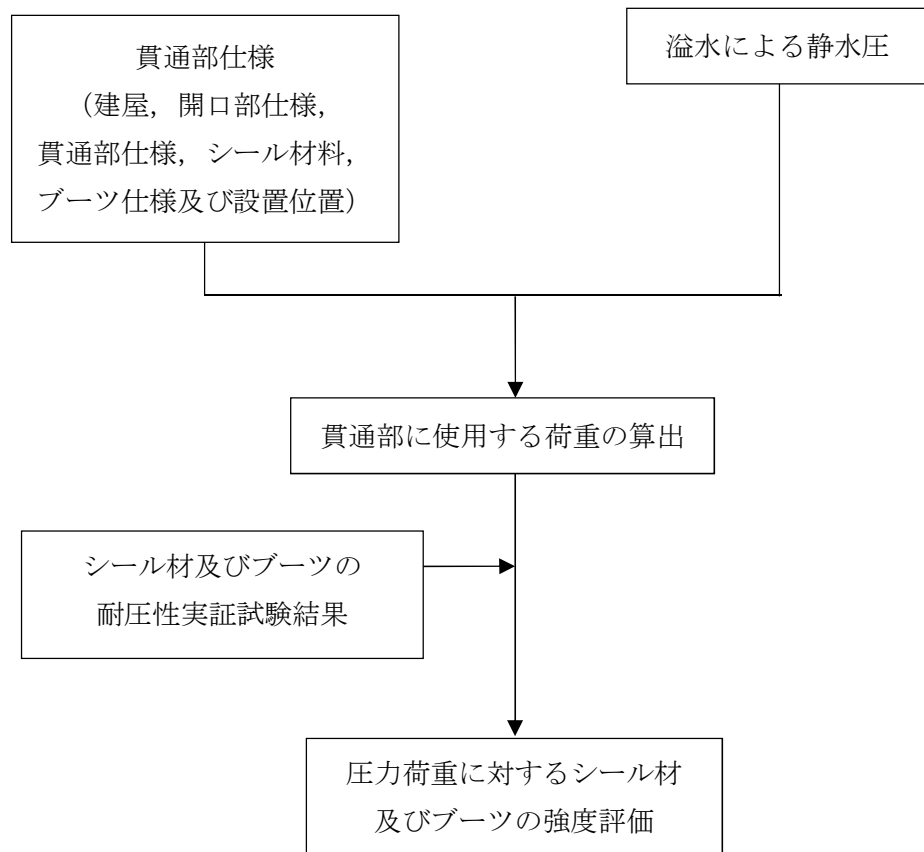
貫通部止水処置の強度評価は、資料V-3-別添 3-3「溢水への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の「4.1 荷重及び荷重の組合せ」及び「4.2 許容限界」にて設定している荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界を踏まえて、貫通部止水処置の評価対象部位に作用する応力等が許容限界内にあることを、「3. 強度評価方法」に示す方法により、「4. 評価条件」に示す評価条件を用いて評価し、「5. 強度評価結果」にて確認する。

貫通部止水処置は構造上の特徴の違いから、シーラ材及びブーツ、モルタル並びに堰に分けて設計を行うこととする。シーラ材及びブーツの強度評価フローを第2-2図に、モルタルの強度評価フローを第2-3図に示す。

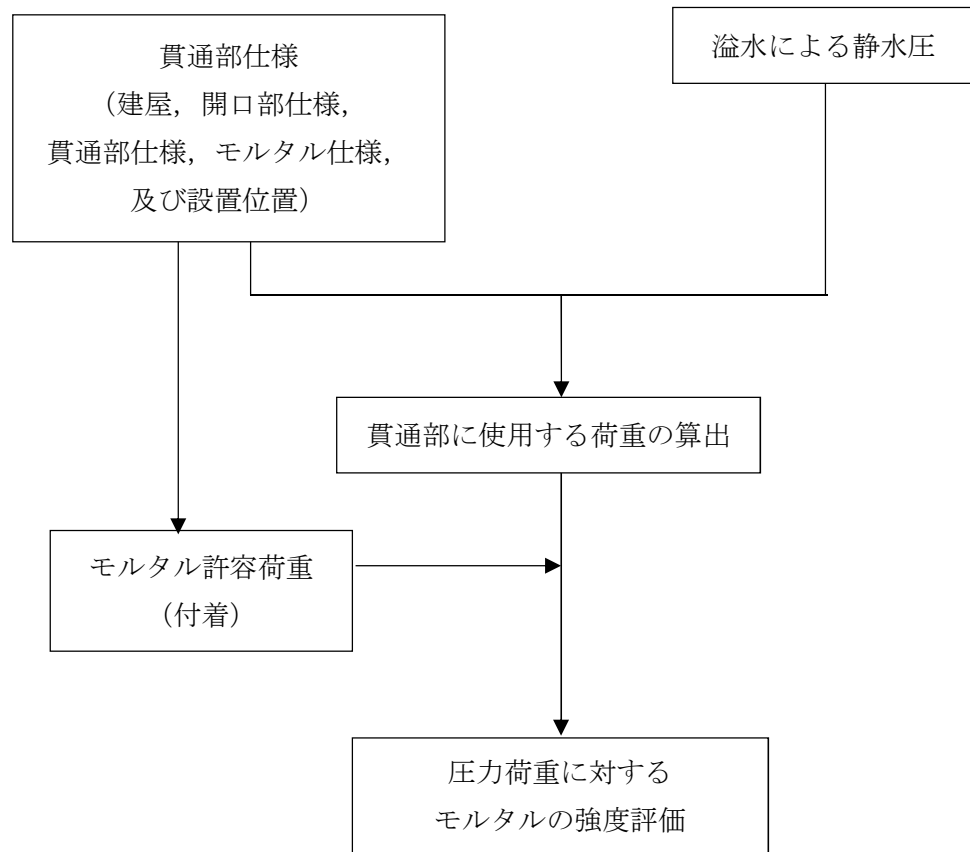
堰については、資料V-3-別添 3-4-3「溢水拡大防止堰及び止水板の強度計算書」にて、堰高さ及び柱材間隔によって定まる静水圧荷重条件及び部材の材料、鋼材種類及び固定方法等によって定まる許容限界を踏まえ、最も評価が厳しい堰（以下「代表堰」という。）について評価している。貫通部止水処置として設置する堰は、代表堰と同様の構造とし、静水圧荷重条件は代表堰を上回らないように、許容限界は代表堰を下回らないように設計する。よって、貫通部止水処置として設置する堰は、資料V-3-別添 3-4-3「溢水拡大防止堰及び止水板の強度計算書」の結果に包絡される。なお、代表堰の具体的な評価結果は、資料V-3-別添 3-4-3「溢水拡大防止堰及び止水板の強度計算書」にて示す。

シーラ材及びブーツについては、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」にて設定しているとおり、溢水による静水圧により生じる圧力を求め、水圧試験で確認した水圧以下であることにより確認する。

使用されていない貫通部は貫通物の自重により生じる荷重がないため、貫通物が通っている場合の評価に包絡される。また、評価においては受圧面積として貫通物の貫通面積を含まないことにより、貫通部止水処置に作用する荷重を保守的に考慮し、余裕を持った評価とする。



第2-2図 シール材及びブーツの強度評価フロー



第 2-3 図 モルタルの強度評価フロー

#### 2.4 適用規格

適用する規格, 基準等を以下に示す。

- ・「コンクリート標準示方書[構造性能照査編]」（（社）土木学会, 2002 年改定）

### 3. 強度評価方法

貫通部止水処置の強度評価は、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。

貫通部止水処置の強度評価は、「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

貫通部止水処置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	単位	定義
$P_h$	$\text{kN/m}^2$	静水圧
$\rho$	$\text{kg/m}^3$	密度
$g$	$\text{m/s}^2$	重力加速度
$h$	m	貫通部位置における浸水高さ
$H$	m	浸水高さ
$S$	m	貫通物の周長
$L$	m	モルタルの充てん深さ
$F$	kN	組合せ荷重
$A$	$\text{mm}^2$	貫通物の投影面積
$A'$	$\text{mm}^2$	モルタルが水圧を受ける面積（受圧面積）
$f_s$	kN	モルタルの許容付着強度
$f'_{b o k}$	$\text{N/mm}^2$	モルタルの付着強度
$f'_{c k}$	$\text{N/mm}^2$	モルタルの圧着強度
$\gamma_c$	-	材料定数

#### 3.2 評価対象部位

貫通部止水処置の評価対象部位は、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、荷重の方向及び伝達過程を考慮し設定する。

溢水による静水圧が、受圧面へ全面的に作用すると考えられることから、止水処置部全体へ伝達される。このことから、シーリング材、ブーツ及びモルタルを用いた止水処置部の全体を評価対象部位として設定する。また、貫通部止水処置の種類ごとに作用する荷重と許容値を比較し評価上最も厳しい貫通部を代表選定して強度評価を行う。

### 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 ( $P_h$ )

溢水による静水圧として、溢水による水位を用いた静水圧を考慮する。

溢水による静水圧  $P_h$  は次式により算出する。

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

$$h = H$$

$P_h$  : 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 (9.80665) (m/s<sup>2</sup>)

$h$  : 浸水高さ (m)

#### 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。

荷重の組合せを第3-2表に示す。

第3-2表 荷重の組合せ

強度評価の対象施設	荷重の組合せ
貫通部止水処置	$P_h$

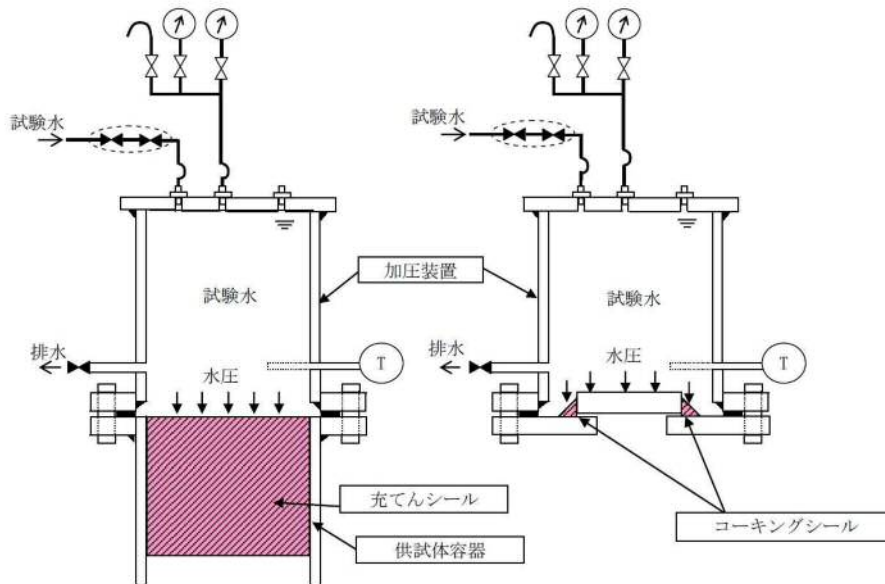
### 3.4 許容限界

貫通部止水処置の許容限界は、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。シール材及びブーツについては試験で確認した水圧を、モルタルについては評価により算出される許容付着荷重に妥当な安全余裕を確保した許容荷重を用いる。

シール材及びブーツの水圧試験の方法、モルタルの許容限界値の算出方法を以下に示す。

#### (1) シール材

シール材の許容限界値は、実機で使用している形状、寸法の試験体にて静水圧を付加した水圧試験に基づく結果を用いる。試験の概要を第3-1図に示す。実機施工時には、試験検証済みの許容限界寸法以上となるように施工する。これにより試験で得られた許容限界値以上の耐圧性を有し、かつ、想定する浸水高さから求まる静水圧が、許容限界値以内であることを確認して、確実に耐圧性を確保する。



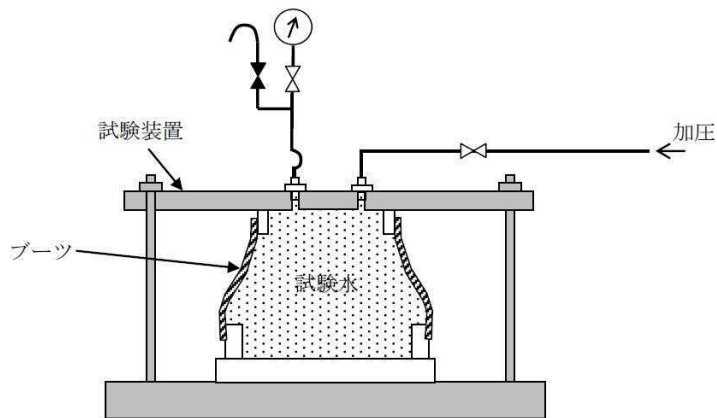
第3-1図 シール材の水圧試験の概要

(2) ブーツ

ブーツの許容限界値は、実機で使用している形状、寸法の試験体にて静水圧を付加した水圧試験に基づく結果を用いる。また、実機の施工状況を考慮し、受圧面がブーツ内側又は外側のどちらの場合でも止水機能が確保できることを確認するため、内圧試験及び外圧試験の両ケースを実施する。試験の概要を第3-2図に示す。

実機施工時においては、試験検証済みの寸法以下で施工する。

これにより試験で得られた許容限界値以上の耐圧性を有し、かつ、想定する浸水高さから求まる静水圧が、許容限界値以内であることを確認して、確実に耐圧性を確保する。



第3-2図 ブーツの水圧試験の概要

(3) モルタル

モルタルの許容限界値は、「コンクリート標準示方書[構造性能照査編]」（（社）土木学会，2002年改定）に基づき、モルタルの許容付着荷重  $f_s$  及び付着強度  $f'_{bok}$  を算出する。なお、圧着強度  $f'_{ck}$  は設計値を用いる。モルタルの施工例を第3-3図に示す。

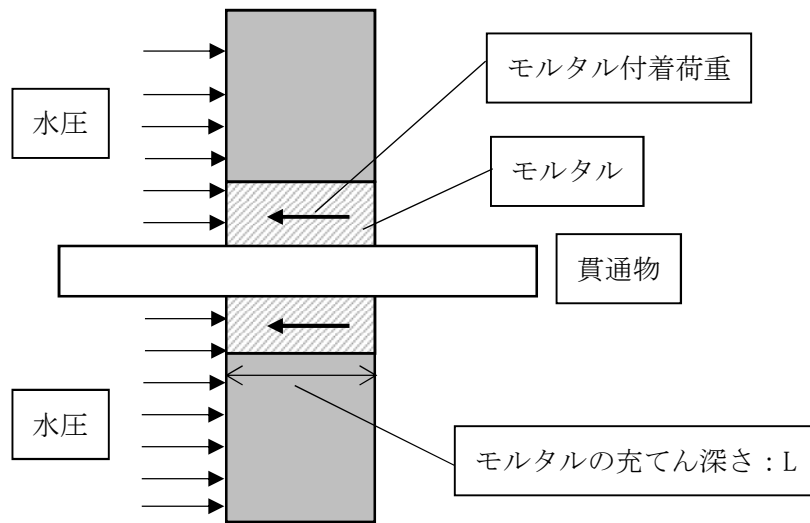
$$f_s = f'_{bok} \times S \times L \div \gamma_c$$

$$f'_{bok} = 0.28 \times f'_{ck}{}^{2/3} \times 0.4$$

$$f'_{ck} = \boxed{\phantom{000}} \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_c = \boxed{\phantom{000}}$$





注：貫通物の自重は鉛直に作用し、水圧が作用する方向と異なるため考慮しない。

第3-3図 モルタルの施工例

### 3.5 評価方法

貫通部止水処置の強度評価は、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。

#### 3.5.1 シール材及びブーツの強度評価

溢水時には、溢水による荷重を考慮する。溢水高さ以下に設置される貫通部については浸水高さに応じた静水圧を考慮することとし、静水圧  $P_h$  の算出式を以下に示す。

$$h = H$$

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

#### 3.5.2 モルタルの強度評価

溢水時には、溢水による荷重を考慮する。溢水高さ以下に設置される貫通部については静水圧荷重を考慮することとし、静水圧  $P_h$  によりモルタル部分に発生する組合せ荷重  $F$  を以下のとおり算出する。

$$F = P_h \times A'$$

4. 評価条件

貫通部止水処置の「3. 強度評価方法」に用いる評価条件を第4-1表に示す。

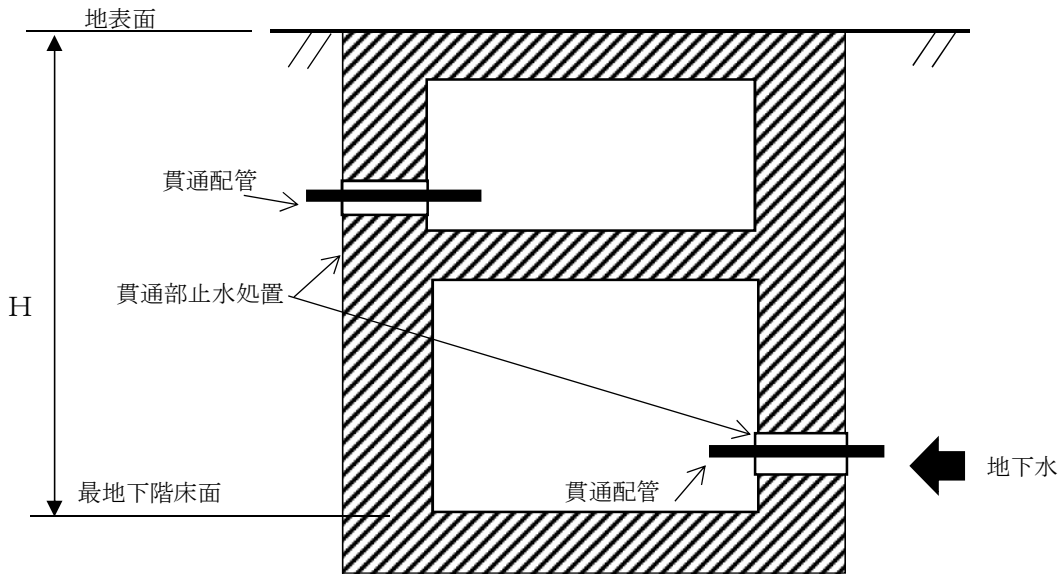
シール材、モルタル及びブーツについて、第4-1表に貫通部止水処置の入力条件を示す。構造及び強度の計算条件は、シール構造ごとに作用する静水圧（シール材、ブーツ）及び静水圧荷重（モルタル）と許容値を比較し評価上最も厳しい貫通部を代表選定して強度評価を行う。

なお、原子炉建屋、タービン建屋及び廃棄物処理建屋の浸水高さHについては、地下水を考慮し、保守的に最地下階の床面から地表面までの水位を用い、海水ポンプ室については、溢水防護区画外で発生を想定する溢水を考慮し、保守的に最地下階の床面から境界壁の上端までの水位を用いる。浸水高さHの設定についての説明を第4-1図に示す。

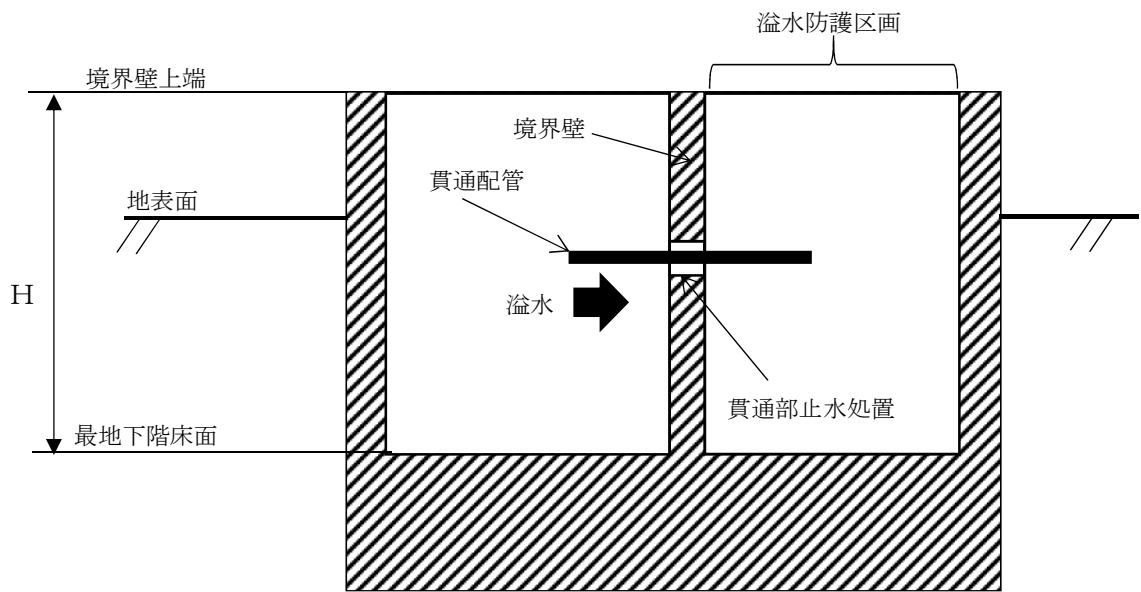
第4-1表 評価条件

建屋	最地下階 高さ (EL. (m) )	地表面又は境 界壁上端高さ (EL. (m) )	浸水高さ H (m)	重力加速度 g (m/s <sup>2</sup> )	溢水密度 ρ (kg/m <sup>3</sup> )
海水ポンプ室				9.80665	1000
原子炉建屋				9.80665	1000
タービン建屋				9.80665	1000
廃棄物処理建屋				9.80665	1000

注：モルタルの充てん深さLは1200mm，貫通物の周長Sは1596mm，モルタルが水圧を受ける面積（受圧面積）A'は0.14m<sup>2</sup>とする。



第4-1図 溢水による静水圧の算出に用いる浸水高さHの設定 (1/2)  
(原子炉建屋，タービン建屋及び廃棄物処理建屋)



第4-1図 溢水による静水圧の算出に用いる浸水高さ $H$ の設定 (2/2)  
(海水ポンプ室)

5. 強度評価結果

シーリング材、モルタル及びブーツの強度評価結果を第5-1表に示す。シーリング材、モルタル及びブーツの発生応力又は発生荷重は許容圧力又は許容荷重以下であることを確認した。

第5-1表 強度評価結果

(シーリング材)

評価対象部位	発生応力 (MPa)	許容圧力 (MPa)
シーリング材	[Redacted]	

(モルタル)

評価対象部位	発生荷重 (kN)	許容荷重 (kN)
モルタル	[Redacted]	

(ブーツ)

評価対象部位	発生応力 (MPa)	許容圧力 (MPa)
ブーツ	[Redacted]	