

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-285 改1
提出年月日	平成30年7月18日

V-3-別添 3-2-6 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.....	3
2.3	評価方針.....	4
2.4	適用規格.....	5
3.	強度評価方法.....	6
3.1	記号の説明.....	6
3.2	評価対象部位.....	7
3.3	荷重及び荷重の組合せ.....	7
3.3.1	荷重の設定.....	7
3.3.2	荷重の組合せ.....	9
3.4	許容限界.....	10
3.5	評価方法.....	11
3.5.1	モルタルの強度評価.....	11
4.	評価条件.....	12
5.	強度評価結果.....	13

1. 概 要

本資料は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示すとおり、貫通部止水処置が繰返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水や冠水に伴う津波荷重及び余震を考慮した荷重に対し、津波後の再使用性を考慮して、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

添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」に示す構造計画のとおり、貫通部止水処置の位置及び構造概要を示す。

2.1 位置

貫通部止水処置は、添付資料V-3-別添 3-1「津波への配慮が必要な施設の強度計算の方針」の構造計画に示すとおり、津波の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画への流入を防止するために、防潮堤及び防潮扉下部に配管等貫通部を施工する。

防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置の位置図を図 2-1 に示す。

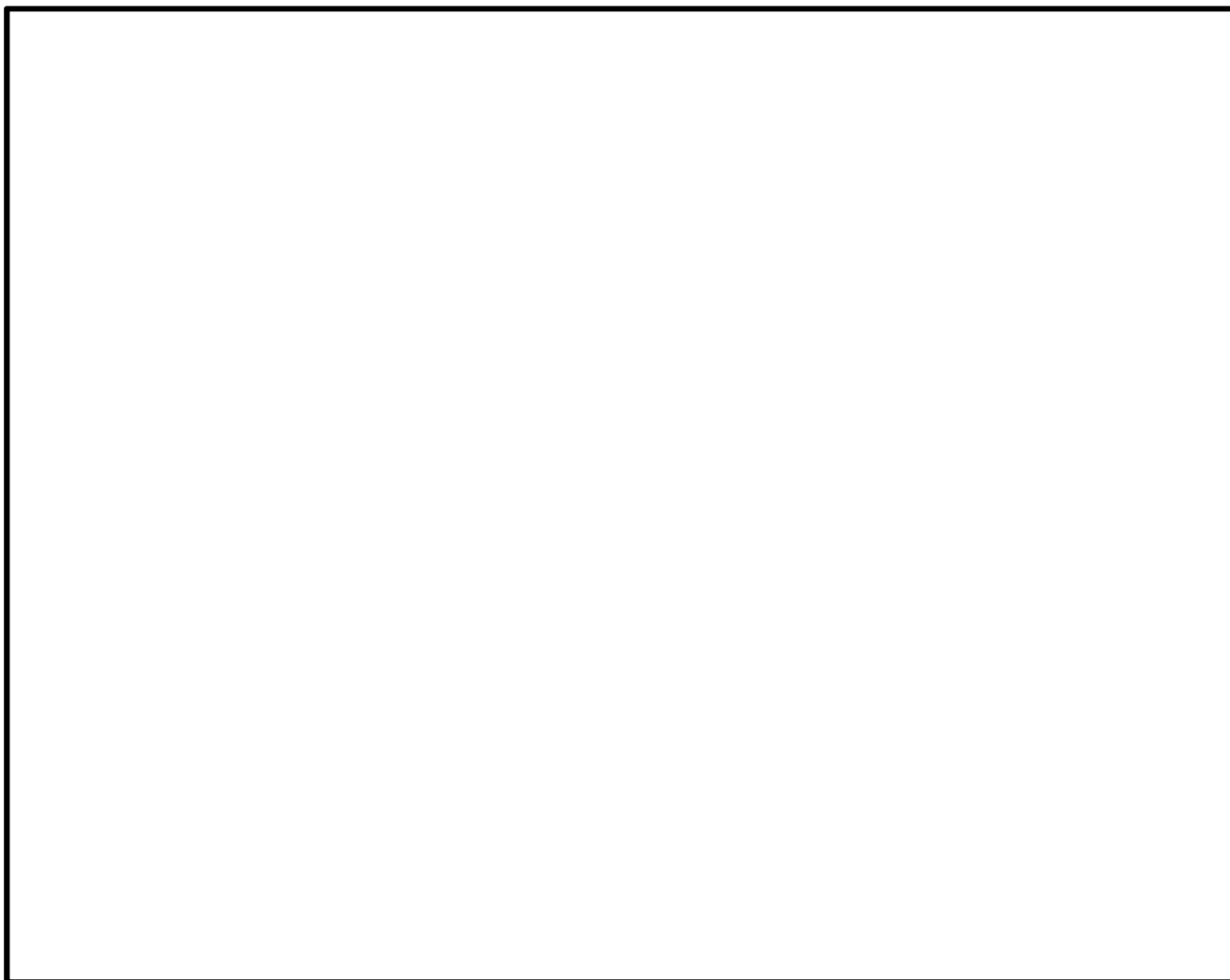


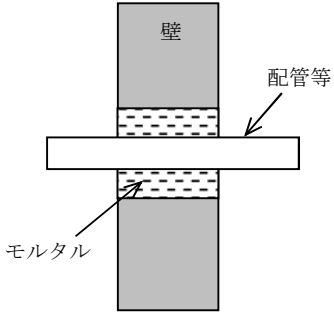
図 2-1 防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置の位置図

2.2 構造概要

貫通部止水処置の構造は、貫通する壁に貫通スリーブを設置し、貫通スリーブと配管等との間にモルタルを充填することで、止水性を確保する構造である。

貫通部止水処置の構造計画を表 2-1 に、貫通部止水処置の概要図を図 2-2 に示す。

表 2-1 貫通部止水処置の構造計画

設備名称	計画の概要		説明図
	主体構造	支持構造	
貫通部 止水処置	モルタルにより構成する。	貫通部の開口部にモルタルを充てんし、貫通部内面、配管等の外面と一定の付着力によって接合される。	

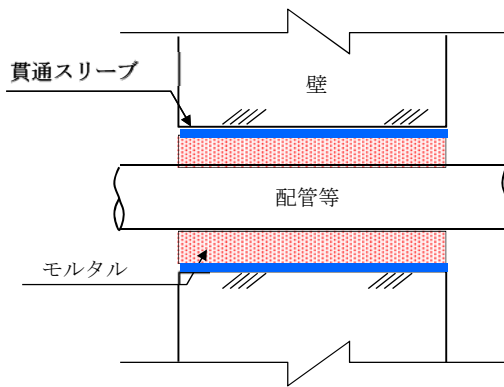


図 2-2 貫通部止水処置概要図

2.3 評価方針

貫通部止水処置の強度評価は、添付資料V-3-別添 3-1「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、貫通部止水処置の評価対象部位に作用する荷重が許容限界内に収まることを「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。

強度評価フローを図 2-3 に示す。

評価用加速度は、添付資料V-2「耐震性に関する説明書」のうち添付資料V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき、評価対象貫通部の設置階層を包絡する設計用床応答曲線を用いる。当該貫通部は貫通部の周りをモルタルで固定しており、壁と一体に動く構造となっており、貫通配管等の評価用加速度には最大床応答加速度の 1.2 倍を用いて評価する。地震荷重は添付資料V-2「耐震性に関する説明書」のうち添付資料V-2-1-11「機器・配管の耐震支持設計方針」に基づいて評価を行う。使用されていない貫通部は配管等の自重により生じる荷重がないため、配管等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配管等の貫通面積を含まないことにより、貫通部止水処置部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。

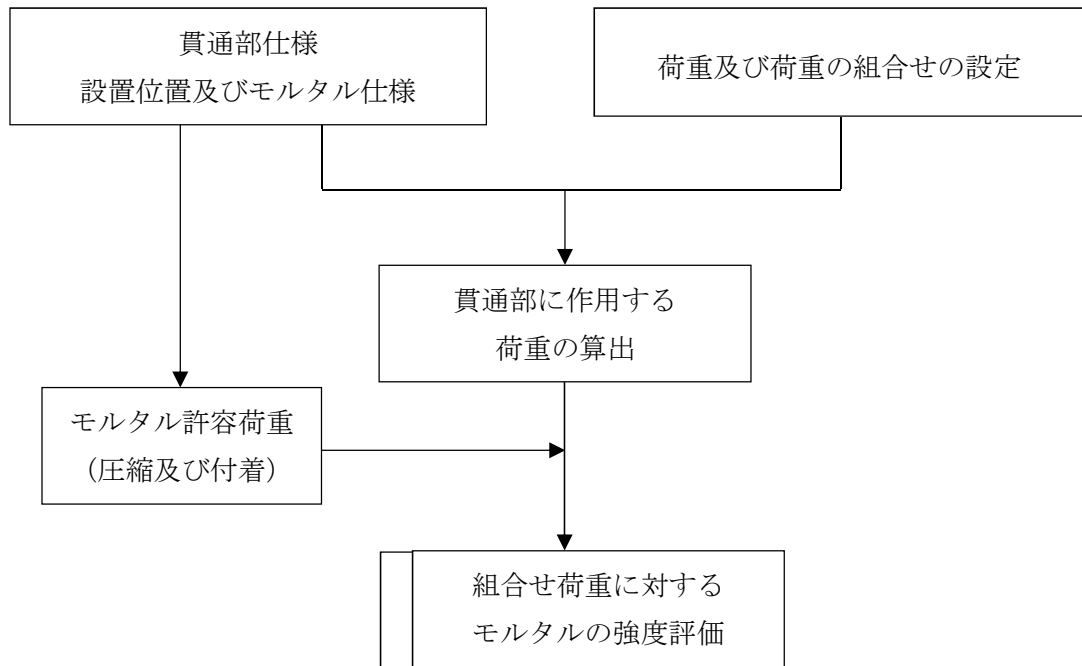


図 2-3 強度評価フロー

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] 2002 年制定 ((社) 土木学会 平成 14 年 3 月)
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格 J S M E S N C 1 - 2005 / 2007 ((社) 日本機械学会)
- ・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 重要度分類・許容応力度編 J E A G 4 6 0 1 ・補一 1984 ((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)

3. 強度評価方法

貫通部止水処置の強度評価は、V-3-別添 3-1「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」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 記号の説明

貫通部止水処置の強度評価に用いる記号を表 3-1 に示す。

表 3-1 強度評価に用いる記号 (1/2)

記号	記号の説明	単位
a_H	余震による水平加速度	$\times 9.8\text{m/s}^2$
A_P	貫通物の投影面積	mm^2
A'	モルタルが水圧を受ける面積 (受圧面積)	mm^2
f_c	モルタルの許容圧縮荷重	N
f_s	モルタルの許容付着荷重	N
f'_{bok}	モルタル付着強度	MPa
f'_{ck}	モルタル圧縮強度	MPa
F_C	貫通物の反力によりモルタルに生じる圧縮荷重	N
F_{C_total}	モルタル部に生じる合計圧縮荷重	N
F_H	標準支持間隔において余震により生じる水平反力	N
F_{H1}	壁貫通配管等の軸方向荷重として作用する F_H	N
F_{H2}	壁貫通配管等の軸直方向荷重として作用する F_H	N
F_S	貫通物の反力によりモルタルに生じるせん断荷重	N
F_{S_total}	モルタル部に生じる合計せん断荷重	N
F_V	標準支持間隔において余震により生じる鉛直反力	N
g	重力加速度	m/s^2
h	貫通部位置における浸水深さ	mm
H	水深	mm
l'	直管部標準支持間隔	mm
L	モルタルの充てん深さ	mm
P_d	動水圧	MPa
P_h	静水圧	MPa
S	貫通物の周長	mm
W	貫通軸上配管等の質量	kg
β	浸水エリアの幅と水深の比による補正係数	—

表 3-1 強度評価に用いる記号 (2/2)

記号	記号の説明	単位
ρ	海水の密度	kg/m ³
γ_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、V-3-別添 3-1「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」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、津波に伴う荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し設定する。

貫通部止水処置部に設置位置で支配的な津波荷重である浸水津波荷重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、貫通部止水処置部の全体を評価対象部位として設定する。また、作用する圧力又は荷重が最も大きい箇所を選定して評価を行う。

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、V-3-別添 3-1「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」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。

貫通部位置における浸水深さ h は、津波高さ H と貫通部設置高さ H_s の差とする。水深 H は津波高さ H と浸水最低床面高さ H_b との差とする。

(1) 常時作用する荷重 (D)

常時作用する荷重として、貫通軸上の配管等の質量を考慮する。

(2) 浸水津波荷重による静水圧荷重 (P_h)

浸水津波荷重による静水圧荷重として、経路からの津波に伴う水位を用いた静水圧を考慮する。

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h$$

(3) 余震荷重 (S_d)

余震荷重は、弾性設計用地震動 S_d に伴う地震力（動水圧含む。）とする。

a. 動水圧

(a) 水平方向動水圧

$$P_d = \beta \cdot \frac{7}{8} \cdot \rho \cdot a_H \cdot g \cdot \sqrt{H \cdot h}$$

b. 慣性荷重

自重及び余震時の配管等反力により生じるせん断荷重及び圧縮荷重について、標準支持間隔で支持された配管等による余震荷重及び貫通軸上配管等による余震荷重から算出する。モルタルに負荷される荷重の考え方を示した模式図を図 3-1 に示す。標準支持間隔における地震荷重の算出は V-2 「耐震性に関する説明書」のうち V-2-1-11 「機器・配管耐震支持設計方針」に基づき実施する。

また、貫通部止水処置としてモルタルを充てんしている貫通部については、第 3-1 図に示す壁を挟んだ支持点間の間隔が V-2 「耐震性に関する説明書」のうち V-2-1-11 「機器・配管の耐震支持設計方針」を満足するよう支持点の位置を定めている。モルタルを充てんすることにより、標準支持間隔以内で支持された配管等に対して更に固定点を追加することとなるため、貫通配管等は標準支持間隔を下回る間隔で支持することになるが、ここでは保守的に標準支持間隔による反力を用いて評価を行う。

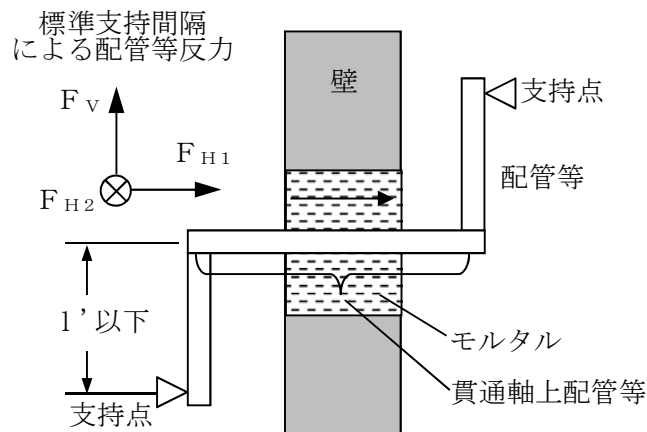


図 3-1 荷重模式図

自重及び余震時の配管等反力により生じるせん断荷重，圧縮荷重は次のとおり算出する。

- (a) せん断荷重

$$F_s = F_{H1}$$

- (b) 圧縮荷重

$$F_c = \sqrt{F_{H2}^2 + F_v^2}$$

3.3.2 荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重の組合せは，津波時，津波と余震の重畳時（以下「重畳時」という。）に区分して設定し，評価される最大荷重を用いる。

荷重の組合せを表 3-2 に示す。

表 3-2 荷重の組合せ

施設区分		強度評価の対象設備	設置位置	強度評価に用いる荷重の組合せ (○：用いる，×：用いない)		
				浸水時	$D + P_h$	×
津波防護施設	浸水防止設備	貫通部 止水処置	防潮堤及び 防潮扉下部	重畳時	$D + P_h + S_d$	○

3.4 許容限界

貫通部止水処置の許容限界は、V-3-別添 3-1「津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算書の方針」の「4.2 許容限界」にて設定している許容限界を踏まえ「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、評価により算出される許容付着荷重及び許容圧縮荷重に妥当な安全余裕を確保した許容荷重を用いる。

モルタルの許容限界値の算出方法を以下に示す。

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〕2002年制定（（社）土木学会平成14年3月）によりモルタルの許容付着荷重 f_s 、付着強度 $f'_{b o k}$ 及び許容圧縮荷重 f_c を算出する。圧縮強度 $f'_{c k}$ は設計値を用いる。

モルタルの施工例を図 3-2 に示す。

$$f_s = f'_{b o k} \cdot S \cdot L / \gamma_c$$

$$f_c = f'_{c k} \cdot A_p / \gamma_c$$

$$f'_{b o k} = 0.28 \cdot f'_{c k}^{2/3} \cdot 0.4$$

$$f'_{c k} = 30$$

$$\gamma_c = 1.3$$

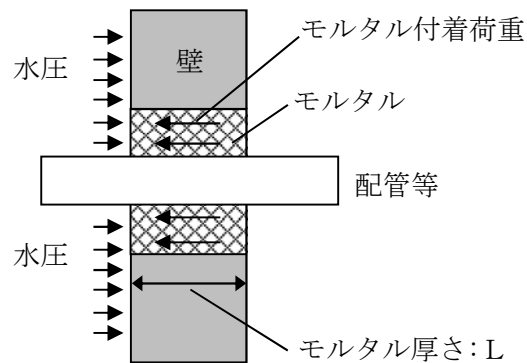


図 3-2 モルタルの施行例

3.5 評価方法

以下の様に荷重を算出し，許容荷重との比較を行う。

3.5.1 モルタルの強度評価

モルタルに作用する合計せん断荷重 F_{S_total} 及び合計圧縮荷重 F_{C_total} は次の通り算出する。

$$F_{S_total} = F_S + (P_h + P_d) \cdot A'$$

$$F_{C_total} = F_C$$

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表 4-1 に示す。

表 4-1 評価条件

貫通部箇所 (貫通物仕様)	貫通物の 周長 S (mm)	モルタルの 充てん深さ L (mm)	貫通物の 投影面積 A_p (mm ²)
防潮堤及び 防潮扉下部 (配管等)	1952	10000	6213408

受圧面積 A' (mm ²)	津波高さ (EL. m)	浸水 最低床面高さ (EL. m)	貫通部 設置高さ (EL. m)
1955000	20	1.6	1.9

補正係数 β (-)	重力加速度 g (m/s ²)	海水の密度 ρ (kg/m ³)	余震による 水平加速度 a_H ($\times 9.8\text{m/s}^2$)
1.0	9.80665	1030	0.44

配管等反力 (水平軸方向) F_{H1} (N)	配管等反力 (水平軸直方向) F_{H2} (N)	配管等反力 (鉛直方向) F_V (N)	貫通軸上の 配管等質量 W (kg)
11737	11737	38344	2720

5. 強度評価結果

モルタルの強度評価結果を表 5-1 に示す。モルタルの発生荷重は許容荷重以下である。

表 5-1 強度評価結果

評価対象部位	発生荷重 (N)			許容荷重 (N)
	モルタル	重畳時	せん断荷重	507904
圧縮荷重			40101	143386338