

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所第6号機 設計及び工事計画審査資料	
資料番号	KK6 添-2-042-7 改0
提出年月日	2023年12月19日

VI-2-10-2-4-2 貫通部止水処置の耐震性についての計算書

2023年12月
東京電力ホールディングス株式会社

VI-2-10-2-4-2 貫通部止水処置の耐震性についての計算書

目 次

1.	概要	1
2.	一般事項	1
2.1	配置概要	1
2.2	構造計画	1
2.3	評価方針	4
2.4	適用規格・基準等	7
2.5	記号の説明	8
3.	評価部位	10
4.	固有周期	12
4.1	固有周期の確認方法	12
4.2	固有周期の確認条件	13
4.3	固有周期の確認結果	14
5.	構造強度評価	15
5.1	構造強度評価方法	15
5.2	荷重及び荷重の組合せ	15
5.2.1	荷重の設定	15
5.2.2	荷重の組合せ	17
5.3	許容限界	17
5.4	設計用地震力	20
5.5	計算方法	21
5.5.1	荷重計算	21
5.6	計算条件	23
6.	評価結果	24
6.1	モルタル	24
6.2	ケーブルトレイ金属ボックス	24

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9 「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度に基づき、浸水防護施設のうち、貫通部止水処置が設計用地震力に対して、主要な構造部材が津波による溢水並びに内部溢水の伝播を防止する機能を維持するための十分な構造健全性を有することを説明するものである。その耐震評価は貫通部止水処置の荷重又は応力評価により行う。

貫通部止水処置は、設計基準対象施設においては浸水防止設備としてSクラス及びCクラス施設に分類される。以下、設計基準対象施設としての構造強度評価及び機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 配置概要

貫通部止水処置は、原子炉建屋、タービン建屋、コントロール建屋及び廃棄物処理建屋の貫通口と貫通物とのすき間に施工する。

2.2 構造計画

貫通部止水処置は、貫通部の位置や条件に応じて、シール材、モルタル、ブーツ、鉄板を使用し、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。なお、シール材をケーブルトレイ貫通部の止水に用いる場合は、シール材が型崩れしないように金属ボックスをアンカーボルトで壁・床面に固定し、金属ボックスにシール材を充填、もしくは塗布する。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。鉄板は、鉄板と開口縁金物を全周溶接する。貫通部止水処置の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 貫通部止水処置の構造計画 (1/2)

設備名称	計画の概要		概略構造図
	主体構造	支持構造	
貫通部 止水処置	モルタルにて構成する。	貫通部の開口部にモルタルを充填し、硬化後は貫通部内面及び貫通物外面と一定の付着力によって接合する。	
	ブーツと締付けバンドにて構成する。	高温配管の熱膨張変位及び地震時の変位を吸収できるように伸縮性ゴムを用い、壁面又は床面に溶接した取付用座と配管を締付けバンドにて締結する。	
	鉄板にて閉止する構成とする。	開口部に鉄板を挿入し、溶接によって接合する。	

表 2-1 貫通部止水処置の構造計画 (2/2)

設備名称	計画の概要		概略構造図
	主体構造	支持構造	
貫通部 止水処置		<p>ケーブルトレイ貫通部については、シール材が型崩れしないよう金属ボックスをアンカーボルトで壁・床面に固定し、金属ボックスにシール材を充填、もしくは塗布する。シール材は、施工時は液状であり、反応硬化によって所定の強度を有する構造物が形成される。</p>	<p>水圧方向 →</p> <p>壁、床</p> <p>アンカーボルト</p> <p>金属ボックス</p> <p>ケーブル</p> <p>シール材</p> <p>ケーブルトレイ</p> <p>← 水圧方向</p>
	<p>充填タイプのシール材にて構成する。</p>	<p>貫通部の開口部にシール材を充填する。施工時は液状であり、反応硬化によって所定の強度を有する構造物が形成され、貫通部内面及び貫通物外面と一定の付着力によって接合する。</p>	<p>シール材</p> <p>ケーブルボックス</p> <p>壁、床</p> <p>電線管</p> <p>水圧方向 →</p> <p>ケーブル</p> <p>← 水圧方向</p>
	<p>コーキングタイプのシール材にて構成する。</p>	<p>貫通部の開口部と貫通部のすき間にコーキングする。施工時は液状であり、反応硬化によって所定の強度を有する構造物が形成され、鉄板及び貫通物外面と一定の付着力によって接合する。</p>	<p>水圧方向 →</p> <p>壁、床</p> <p>シール材</p> <p>鉄板</p> <p>配管</p> <p>← 水圧方向</p>

2.3 評価方針

貫通部止水処置の耐震評価は、VI-2-1-9 「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.2 構造計画」に示す貫通部止水処置の構造を踏まえ、「3. 評価部位」にて設定する評価部位において、発生する荷重が許容限界内に収まることを「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施し、確認結果を「6. 評価結果」に示す。貫通部止水処置（モルタル）の耐震評価フローを図2-1、シール材施工に用いるケーブルトレイ金属ボックスの耐震評価フローを図2-2に示す。

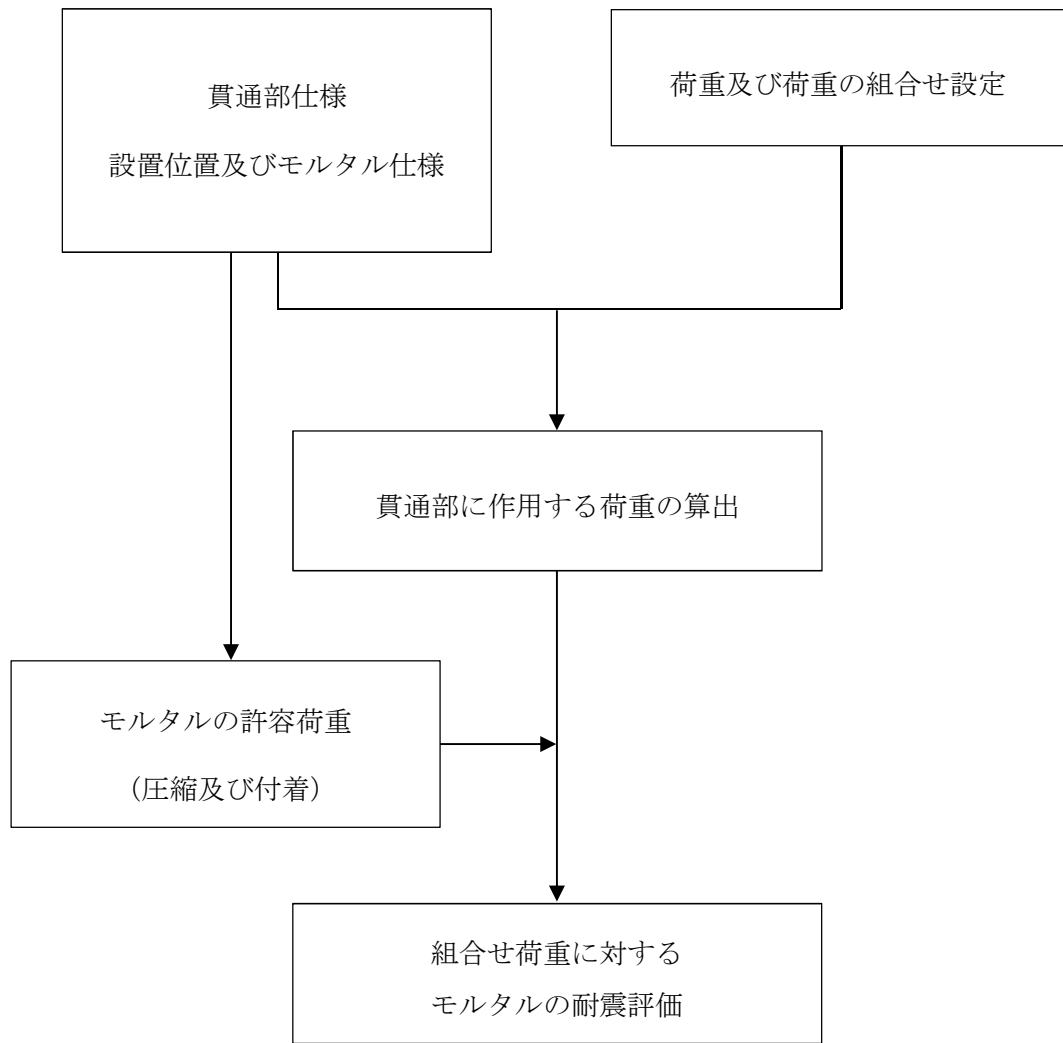


図 2-1 モルタルの耐震評価フロー

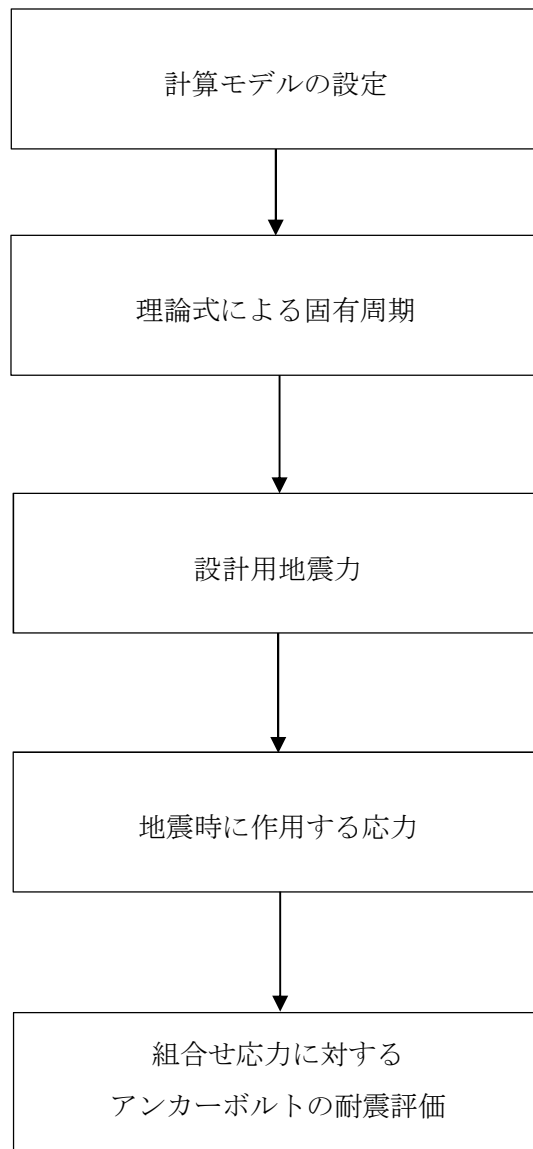


図 2-2 ケーブルトレイ金属ボックスの耐震評価フロー

2.4 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・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 年制定)
- ・ 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (2005 年版 (2007 年追補版含む。))
J S M E S N C 1 - 2 0 0 5 / 2 0 0 7 ((社) 日本機械学会) (以下「設計・建設規格」という。)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 補 - 1 9 8 4 ((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 - 1 9 8 7 ((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 - 1 9 9 1 追補版 ((社) 日本電気協会)
- ・ 機械工学便覧 ((社) 日本機械学会)

2.5 記号の説明

モルタル及びケーブルトレイ金属ボックスの耐震評価に用いる記号を表 2-2, 表 2-3 に示す。

表 2-2 モルタルの耐震評価に用いる記号

記号	記号の説明	単位
A_P	貫通物の投影面積	mm^2
C_H	基準地震動 S_s により生じる貫通物の水平方向設計震度	—
C_V	基準地震動 S_s により生じる貫通物の鉛直方向設計震度	—
d	モルタル貫通物の外径	mm
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	貫通物反力によりモルタルに生じる圧縮荷重	N
F_{H1}	基準地震動 S_s により生じる貫通物の軸方向に作用する荷重	N
F_{H2}	基準地震動 S_s により生じる貫通物の軸直方向に作用する荷重	N
F_V	基準地震動 S_s により生じる貫通物の軸直方向に作用する荷重	N
g	重力加速度	m/s^2
L	貫通物の支持間隔	mm
L_w	モルタルの充填深さ	mm
S	貫通物の周長	mm
w	貫通物の支持間隔の単位長さ当たりの質量	kg/mm
γ_c	材料定数	—

表 2-3 ケーブルトレイ金属ボックスの耐震評価に用いる記号

記号	記号の説明	単位
A_b	アンカーボルトの軸断面積	mm^2
A	評価対象の逆圧を受ける部分の面積	mm^2
n	アンカーボルトの本数	本
C_H	水平方向設計震度	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
g	重力加速度	m/s^2
h	据付面又は取付面から重心までの距離	mm
l_1	重心と下側ボルト間の鉛直方向距離	mm
l_2	上側ボルトと下側ボルト間の鉛直方向距離	mm
l_3	左側ボルトと右側ボルト間の水平方向距離	mm
m	金属ボックスの質量（充填もしくは塗布されているシール材質量を含む。）	kg
nf_h	評価上引張力を受けるとして期待するアンカーボルトの本数（水平方向）	本
nf_v	評価上引張力を受けるとして期待するアンカーボルトの本数（鉛直方向）	本
σ_b	アンカーボルト 1 本あたりに作用する引張応力	MPa
F_b	アンカーボルト 1 本あたりに作用する引張力	N
P_h	静水圧荷重（逆圧）	MPa
P_d	動水圧荷重（逆圧）	MPa
τ_b	アンカーボルト 1 本あたりに作用するせん断応力	MPa
Q_b	アンカーボルトに作用するせん断応力	N

3. 評価部位

貫通部止水処置の評価部位は、「2.2 構造計画」にて設定している構造にしたがって、地震荷重の作用方向及び伝達過程を考慮し選定する。

モルタルについては、地震時に貫通物の反力が直接作用することが考えられる。

鉄板については、貫通物がないため、地震による力が作用しないことから評価対象としない。

シール材（充填，コーキング）については、貫通部直近に支持構造物を設置しており、地震時は建屋壁と配管系が一体で動く事から、相対変位が軽微な箇所に設置している。また、電線管・ケーブルトレイ内に適用するシール材は、柔軟性及び余長を有するケーブルすき間に充填することとしており、地震時にケーブルに発生する荷重は小さく軽微である。このため、地震によるシール材への影響は軽微であることから評価対象としない。ただし、ケーブルトレイ貫通部については、シール材が型崩れしないように金属ボックスをアンカーボルトで壁・床面に固定し、金属ボックスにシール材を充填、もしくは塗布する構造であることから、金属ボックスを固定するアンカーボルトを評価対象部位とする。なお、ケーブルトレイ自体はサポートにより支持されており、金属ボックスとは金属同士で接しておらず、ケーブルトレイからの地震の影響は金属ボックスには及ばない構造となっていることから、評価対象部位として考慮しない。

ブーツについては、伸縮性ゴムを使用しており、配管の地震変位に対しても十分な伸縮性を有している。このため、地震による影響は軽微であることから評価対象としない。

以上より、貫通部止水処置のうち、モルタルを用いた貫通部及びケーブルトレイ金属ボックスを固定するアンカーボルトを評価部位とする。また、モルタルに作用する荷重が最も大きい貫通部を代表として評価する。モルタルを用いた貫通部のうち、貫通物がないため埋め戻しを行っている貫通部は貫通物の追従により生じる荷重がないため、貫通物を通っている場合の評価に包絡される。ケーブルトレイ金属ボックスについては、アンカーボルトに対して引張力がかかる方向からの水圧が、最も大きく作用する貫通部を代表として評価する。

モルタルの評価部位を図 3-1 に、ケーブルトレイ金属ボックスの評価部位を図 3-2 に示す。

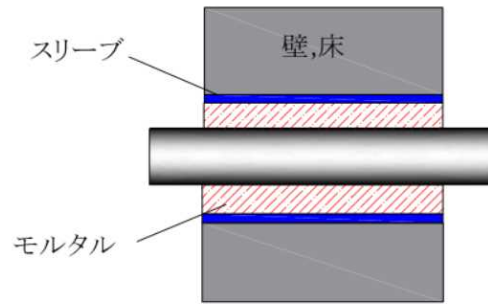


図 3-1 モルタルの評価部位

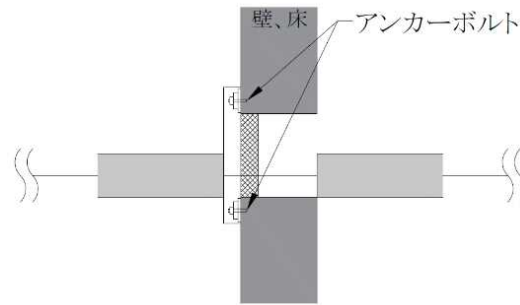


図 3-2 ケーブルトレイ金属ボックスの評価部位

4. 固有周期

4.1 固有周期の確認方法

モルタルについては、壁・床に埋め込まれたり、表面に張り付いたりしている構造で躯体側と一体となって振動するため、モルタル自体の耐震計算は不要であり固有周期は算出しない。

一方、ケーブルトレイ金属ボックスは、壁に固定しているアンカーボルトの健全性を確認するため固有周期を算出する。その方法を以下に示す。

(1) 確認手法

a. ケーブルトレイ金属ボックス

ケーブルトレイ金属ボックスの寸法や形状を踏まえ、図4-1に示す片持ちはりに単純化したモデルとして考える。

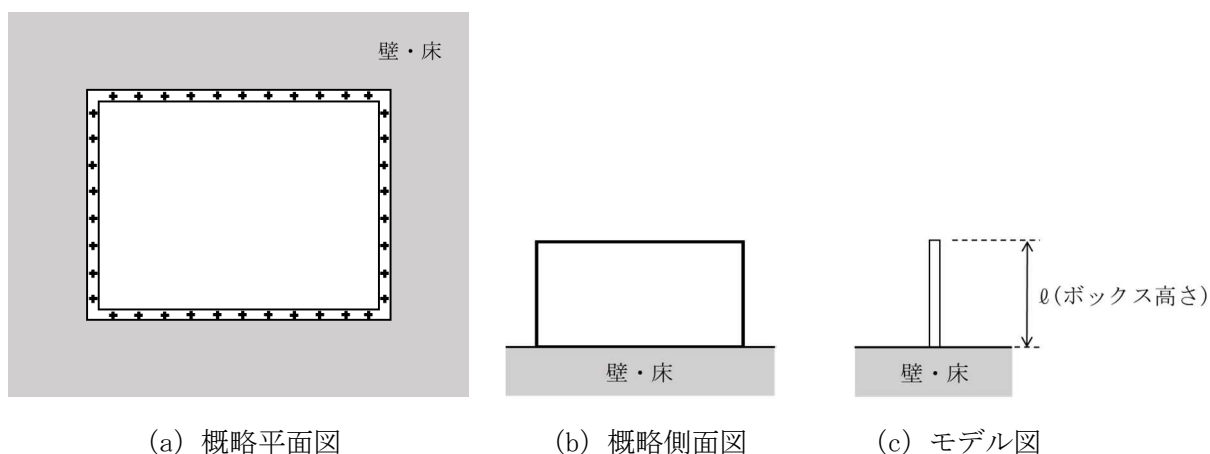


図4-1 ケーブルトレイ金属ボックスの評価モデル

(2) 記号の説明

ケーブルトレイ金属ボックスの固有周期算出に用いる記号を表 4-1 に示す。

表 4-1 固有周期算出に用いる記号

記号	記号の説明	単位
T	固有周期	秒
f	固有振動数	Hz
ℓ	ボックス高さ	mm
E	ヤング率	N/mm ²
I	断面二次モーメント	mm ⁴
m	単位長さ当りの質量	kg/m

(3) 固有周期の算出方法

固有周期 T を「機械学会 機械工学便覧」に基づき、以下の式より算出する。

$$f = \frac{1.875^2}{2 \cdot \pi \cdot \ell^2} \sqrt{\frac{E \cdot I}{m}} \cdot 10^3$$

$$T = 1 / f$$

4.2 固有周期の確認条件

ケーブルトレイ金属ボックスの固有周期の計算条件を表 4-2 に示す。

表 4-2 ケーブルトレイ金属ボックスの固有周期の計算条件

ボックス 高さ ℓ (mm)	ヤング率 E (N/mm ²)	断面二次モーメント I (mm ⁴)		質量分布 m (kg/m)
		水平方向	鉛直方向	
386	205000	6.743 × 10 ⁸	4.993 × 10 ⁷	391.191

4.3 固有周期の確認結果

ケーブルトレイ金属ボックスの固有周期の計算結果を表 4-3 に示す。

(1) ケーブルトレイ金属ボックス

固有周期は、0.05秒以下であり、剛であることを確認した。

表 4-3 ケーブルトレイ金属ボックスの固有周期

(単位：秒)

水平	0.001
鉛直	0.002

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

- (1) 貫通部止水処置の評価部位の荷重（応力）評価を実施し，発生荷重（応力）を算出する。
- (2) 評価部位の発生荷重（応力）と許容荷重（応力）を比較し，発生荷重（応力）が許容荷重（応力）以下であることを確認する。

5.2 荷重及び荷重の組合せ

耐震評価に用いる荷重及び荷重の組合せに関して以下に示す。

5.2.1 荷重の設定

(1) モルタルに作用する地震荷重

強度評価に用いる荷重は，以下の荷重を用いる。

a. 固定荷重（G）

固定荷重として，貫通軸上の貫通物（配管等を示す。以下同じ。）及びその内容物の質量を考慮する。

b. 地震荷重（Ks）

地震荷重は，基準地震動 S_s に伴う地震力とする。

モルタルに作用する荷重は，付着荷重及び圧縮荷重を考慮する。地震動により貫通物に地震荷重が発生し，その荷重がモルタルに作用するものとして算出する。

(a) 貫通物からモルタルに作用する地震荷重

モルタルに作用する荷重はモルタル端部とモルタルから最も近い支持構造物までの間の貫通物の固定荷重と地震荷重が作用する。評価においては，安全側の評価となるように貫通部の両側の支持構造物間の貫通物の固定荷重及び地震力がモルタルに作用し，モルタルに反力が発生するものとして荷重を算出する。貫通物からモルタルに作用する荷重作用図を図 5-1 に示す。

また，貫通物は柔構造となる場合もあることから，貫通物の設置場所における床応答スペクトル，当該スペクトルが無い場合は上層の床応答スペクトルの最大応答加速度を用いて算出する。

(b) 評価において考慮する貫通部

評価においては，それぞれの貫通部のうち，発生する荷重が最も大きいものを算出する。

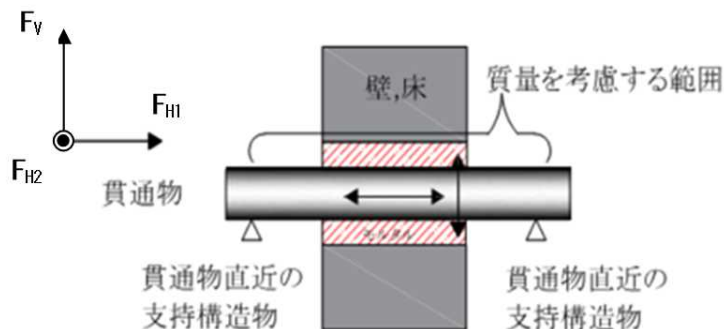


図 5-1 モルタルへの荷重作用図

(2) ケーブルトレイ金属ボックスに作用する地震荷重

強度評価に用いる荷重は、以下の荷重を用いる。

a. 固定荷重 (G)

固定荷重として、ケーブルトレイ金属ボックス及びボックスに充填、もしくは塗布されているシール材の質量を考慮する。なお、ケーブルトレイ及びトレイ内構造物の質量は、外部サポートによって支持されているため考慮しない。

b. 地震荷重 (Ks)

地震荷重は、基準地震動 S_s に伴う地震力とする。

金属ボックスのアンカーボルトに作用する荷重は、金属ボックスの固定荷重と地震荷重が作用する。

(a) ボルトに作用する地震荷重

ケーブルトレイ金属ボックスはアンカーボルトによって固定されていることから、アンカーボルトには固定荷重と地震荷重が作用し、金属ボックスが水平方向及び鉛直方向へ転倒する力が働く。アンカーボルトに作用する地震荷重作用図を図 5-2 に示す。

また、4.3 項に示す固有周期の計算結果 (表 4-3) から固有周期が 0.05 秒以下で剛構造のため、金属ボックスの設置場所における最大応答加速度を用いて算出する。

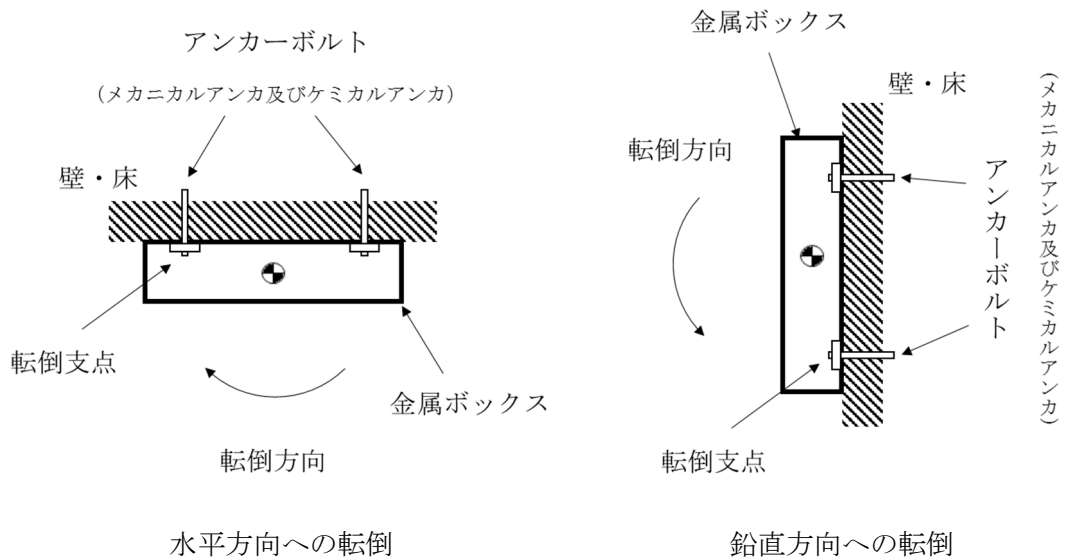


図 5-2 ケーブルトレイ金属ボックスの荷重作用図

5.2.2 荷重の組合せ

貫通部止水処置の荷重の組合せを表 5-1 に示す。

表 5-1 荷重の組合せ

施設区分	機器名称	荷重の組合せ*
浸水防護施設 (浸水防止設備)	貫通部止水処置	G + K _s

注記* : Gは固定荷重, K_sは基準地震動 S_sによる地震荷重を示す。

5.3 許容限界

貫通部止水処置のうち, モルタル及びケーブルトレイ金属ボックスの許容限界に関して以下に示す。

(1) モルタル

各評価部位の許容値は, 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) に規定される許容限界を用いる。

貫通部止水処置の許容限界を表 5-2, 貫通部止水処置の許容限界評価条件を表 5-3, 貫通部止水処置の許容限界算出結果を表 5-4 に示す。

表 5-2 貫通部止水処置の設計にて考慮する許容限界 (許容荷重)

状態	許容限界*	
	付着荷重	圧縮荷重
短期	f_s	f_c

注記* : モルタルの許容限界は, コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] ((社) 土木学会 2002 年制定) によりモルタルの許容付着荷重 f_s , モルタル付着強度 f'_{bok} 及びモルタルの許容圧縮荷重 f_c を算出する。モルタル圧縮強度 f'_{ck} は設計値を用いる。本計算書では, 許容付着荷重及び許容圧縮荷重の計算に適用する貫通物の口径 850A, モルタル充填深さ $L_w = 1100$ mm とする。

$$\begin{aligned} \text{許容付着荷重 } f_s &= f'_{bok} \cdot S \cdot L_w / \gamma_c \\ f'_{bok} &= 0.28 \cdot f'_{ck}{}^{2/3} \cdot 0.4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{許容圧縮荷重 } f_c &= f'_{ck} \cdot A_p / \gamma_c \\ A_p &= d \cdot L_w \end{aligned}$$

表 5-3 貫通部止水処置の許容限界評価条件

評価部位	f'_{ck} *1 (N/mm ²)	γ_c *2
モルタル	32.3	1.3

注記*1： f'_{ck} ：モルタル圧縮強度

*2： γ_c ：材料定数を示す。

表 5-4 貫通部止水処置の許容限界算出結果

状態	評価部位	許容限界	
		付着荷重 f_s (kN)	圧縮荷重 f_c (kN)
短期	モルタル	2607	23602

(2) ケーブルトレイ金属ボックス

ケーブルトレイ金属ボックスのアンカーボルトの許容限界は、設計・建設規格によりボルトの許容引張応力 f_{ts} 、ボルトの許容せん断応力 f_{sb} を算出する。

ボルトの許容限界を表5-5，許容限界評価条件を表5-6 に示す。

表5-5 アンカーボルトの許容限界

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張応力 f_{to}	せん断応力 f_{sb}
Ⅲ _A S	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F}{1.5\sqrt{3}} \cdot 1.5$

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表5-6 アンカーボルトの許容限界評価条件

評価部位	材料	温度条件 (°C)		F (MPa)
		周囲環境温度		
アンカーボルト	SS400 相当	周囲環境温度	40	215

5.4 設計用地震力

(1) モルタル

モルタル止水処置については、耐震計算に用いる設計震度をVI-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方法」における設計用地震力に基づき設計する。貫通部止水処置の耐震計算に用いる設計震度を表5-7に示す。

表5-7 設計用震度

地震動	設置場所 及び 床面高さ (mm)	地震による設計震度*1*3	
		基準地震動 S _s	タービン建屋 T. M. S. L. -4250 (T. M. S. L. -1100*2)
		鉛直方向C _V	6.88

注記*1：モルタル止水処置は評価対象箇所が多いことから、設計震度の算出が全ての対象箇所を包絡するように全周期帯の最大加速度を用いた。また、保守的な評価となるように設置場所の床応答曲線は減衰定数0.5%を適用した。

*2：設置場所の一階層上の基準床レベルを示す。

*3：設計用最大応答加速度I（基準地震動S_s）

(2) ケーブルトレイ金属ボックス

ケーブルトレイ金属ボックスについては、耐震計算に用いる設計震度をVI-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方法」における設計用地震力に基づき設計する。ケーブルトレイ金属ボックスの耐震計算に用いる設計震度を表5-8に示す。

表5-8 設計用震度

地震動	設置場所 及び 床面高さ (mm)	地震による設計震度*1*3	
		基準地震動 S _s	タービン建屋 T. M. S. L. 9150 (T. M. S. L. 12300*2)
		鉛直方向C _V	0.96

注記*1：ケーブルトレイ金属ボックスは固有周期が0.05秒以下であり剛構造のため、基準床の最大応答加速度の1.2倍を設計震度とした。

*2：設置場所の一階層上の基準床レベルを示す。

*3：設計用最大応答加速度I（基準地震動S_s）

5.5 計算方法

5.5.1 荷重計算

(1) モルタル

固定荷重及び基準地震動 S_s による貫通物の反力によりモルタルに生じる荷重を算出する。

付着荷重は、鉛直反力と貫通軸上の貫通物の質量から次のとおり算出する。

$$F_{H1} = w(1 + C_H) \cdot L \cdot g$$

圧縮荷重は、貫通物の水平反力から次のとおり算出する。

$$F_{H2} = 5/8 \cdot w(1 + C_H) \cdot L \cdot g$$

$$F_V = 5/8 \cdot w(1 + C_V) \cdot L \cdot g$$

$$F_C = \sqrt{F_{H2}^2 + F_V^2}$$

(2) ケーブルトレイ金属ボックス

固定荷重及び基準地震動 S_s による荷重は次のとおり算出する。

(a) 引張応力の計算

アンカーボルトに対する引張応力は、最も厳しい条件として、図 5-2 で片側のボルト列を支点とする転倒を考え、これをもう片側のボルト列で受けるものとして計算する。

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A_b}$$

金属ボックスが水平方向に転倒する場合の引張力

$$F_{b1} = \frac{m \cdot g \cdot C_H \cdot h}{nf_h \cdot l_3} + \frac{m \cdot g \cdot (1 + C_V) \cdot h}{nf_v \cdot l_2}$$

金属ボックスが鉛直方向に転倒する場合の引張力

$$F_{b2} = \frac{m \cdot g \cdot C_H \cdot l_1 + m \cdot g \cdot (1 + C_V) \cdot h}{nf_v \cdot l_2}$$

逆圧による引張力

$$F_{b3} = \frac{(P_h + P_d) \cdot A}{n}$$

総じた引張力

$$F_b = \text{Max}((F_{b1} + F_{b3}), (F_{b2} + F_{b3}))$$

(b) せん断応力の計算

アンカーボルトに対するせん断応力は、ボルト全本数で受けるものとして計算する。

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n \cdot A_b}$$

水平方向のせん断力

$$Q_{b1} = m \cdot g \cdot C_H$$

鉛直方向のせん断力

$$Q_{b2} = m \cdot g \cdot (1 + C_V)$$

総じたせん断力

$$Q_b = \sqrt{(Q_{b1})^2 + (Q_{b2})^2}$$

5.6 計算条件

(1) モルタル

貫通部止水処置（モルタル）の耐震評価に関する荷重評価条件を表 5-9 に示す。

表 5-9 モルタルの耐震評価に関する荷重評価条件

貫通部箇所 (貫通部仕様)	モルタルの充填深さ L _w (mm)	貫通部から直近支持 点までの距離 L (mm)	貫通部から支持点ま での単位長さ当たり の質量 w (kg/m)
タービン建屋地下 2 階 壁貫通部 (モルタル)	1100	10814	□

(2) ケーブルトレイ金属ボックス

ケーブルトレイ金属ボックスの耐震評価に関する荷重評価条件を表 5-10 に示す。

表 5-10 ケーブルトレイ金属ボックスの耐震評価に関する荷重評価条件 (1/2)

貫通部箇所	質量 m (kg)	重心距離 h (mm)	重心高さ ℓ ₁ (mm)	評価上引張力を受け るとして期待す るアンカーボルト の軸断面積 A _b (mm ²)
タービン建屋 地下 1 階 壁貫通部 (ケーブルトレイ)	□	283*	95*	113.097

注記*：重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

評価上引張力を受け るとして期待するア ンカーボルトの本数 (転倒方向：水平) nf _h (本)	評価上引張力を受け るとして期待するア ンカーボルトの本数 (転倒方向：鉛直) nf _v (本)	上側アンカーボルトと 下側アンカーボルト間 の鉛直方向距離 ℓ ₂ (mm)	左側アンカーボルトと 右側アンカーボルト間 の水平方向距離 ℓ ₃ (mm)
2	1	170	910

表 5-10 ケーブルトレイ金属ボックスの耐震評価に関する荷重評価条件 (2/2)

評価対象の逆圧を受ける部分の面積 A (mm ²)	評価上せん断力を受けるとして期待するアンカーボルトの総断面積 A _b (mm ²)	評価上せん断力を受けるとして期待するアンカーボルトの本数 n (本)	重力加速度 g (m/s ²)
105000	113.097	4	9.80665

6. 評価結果

6.1 モルタル

貫通部止水処置（モルタル）の耐震評価結果を表 6-1 に示す。貫通部止水処置の評価部位における発生荷重は許容荷重以下であり，構造部材が設計用地震力に対して溢水の伝播を防止する機能を維持するための十分な構造健全性を有することを確認した。

表 6-1 モルタルの耐震評価結果

荷重	発生荷重 (kN)	許容荷重 (kN)
付着荷重		2607
圧縮荷重		23602

6.2 ケーブルトレイ金属ボックス

ケーブルトレイ金属ボックスの耐震評価結果を表 6-2 に示す。貫通部止水処置の評価部位における発生応力は許容応力以下であり，設計用地震力に対して構造部材が津波による溢水の伝播を防止する機能を維持するための十分な構造健全性を有することを確認した。

表 6-2 ケーブルトレイ金属ボックスの耐震評価結果

応力	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
引張応力		$f_{ts} = 161^*$
せん断応力		$f_{sb} = 124$

注記* : $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$