

東海第二発電所	工事計画審査資料
資料番号	補足-60 改2
提出年月日	平成30年2月8日

東海第二発電所

工事計画に係る説明資料

(V-1-1-2-2 津波への配慮に関する説明書)

平成30年2月

日本原子力発電株式会社

下線は、今回提出資料を示す。

目 次

1. 入力津波の評価
 - 1.1 潮位観測記録の考え方について
 - 1.2 遡上・浸水域の評価の考え方について
 - 1.3 港湾内の局所的な海面の励起について
 - 1.4 津波シミュレーションにおける解析モデルについて
 - 1.5 入力津波のパラメータスタディの考慮について
 - 1.6 SA用海水ピットの構造を踏まえた影響の有無の検討
2. 津波防護対象設備
 - 2.1 津波防護対象設備の選定及び配置について
3. 取水性に関する考慮事項
 - 3.1 砂移動による影響確認について
 - 3.2 海水ポンプの波力に対する強度評価について
 - 3.3 電源喪失による除塵装置の機能喪失に伴う取水性の影響について
4. 漂流物に関する考慮事項
 - 4.1 設計に用いる遡上波の流速について
 - 4.2 漂流物による影響確認について
 - 4.3 漂流物衝突力について
5. 設計における考慮事項
 - 5.1 地震と津波の組合せで考慮する荷重について
 - 5.2 耐津波設計における現場確認プロセスについて
 - 5.3 強度計算に用いた規格・基準について
 - 5.4 津波波力の選定に用いた規格・基準類の適用性について
 - 5.5 津波防護施設のアンカーの設計に用いる規格・基準類の適用性について
 - 5.6 浸水量評価について
 - 5.7 自然現象を考慮する浸水防護施設の選定について
 - 5.8 浸水防護に関する施設の機能設計・構造設計に係る許容限界について
 - 5.9 浸水防護施設等の評価に係る地盤物性値及び地質構造について
 - 5.10 浸水防護施設の強度計算における津波荷重，余震荷重及び衝突荷重の組合せについて
 - 5.11 浸水防護施設の設計における評価対象断面の選定について
 - 5.12 浸水防護施設の評価における衝突荷重，風荷重及び積雪荷重について
 - 5.13 スロッシングによる貯留堰貯水量に対する影響評価について
 - 5.14 止水ゴム等の耐水性能について
 - 5.15 東海発電所の取放水路の埋戻の施工管理要領について
 - 5.16 地殻変動後の基準津波襲来時における海水ポンプの取水性への影響について
 - 5.17 強度計算における津波時及び重畳時の荷重作用状況について
 - 5.18 津波に対する止水性能を有する施設の評価について
 - 5.19 津波荷重の算出における高潮の考慮について

- 6. 浸水防護施設に関する補足資料
 - 6.1 鋼製防護壁に関する補足説明
 - 6.1.1 鋼製防護壁の設計に関する補足説明
 - 6.1.2 鋼製防護壁アンカーに関する補足説明
 - 6.1.3 止水機構に関する補足説明
 - 6.2 鉄筋コンクリート防潮壁に関する補足説明
 - 6.2.1 鉄筋コンクリート防潮壁の設計に関する補足説明
 - 6.2.2 フラップゲートに関する補足説明
 - 6.3 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）に関する補足説明
 - 6.3.1 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の設計に関する補足説明
 - 6.4 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁に関する補足説明
 - 6.4.1 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の設計に関する補足説明
 - 6.5 防潮扉に関する補足説明
 - 6.5.1 防潮扉の設計に関する補足説明
 - 6.6 放水路ゲートに関する補足説明
 - 6.6.1 放水路ゲートの設計に関する補足説明
 - 6.7 構内排水路逆流防止設備に関する補足説明
 - 6.7.1 構内排水路逆流防止設備の設計に関する補足説明
 - 6.8 貯留堰に関する補足説明
 - 6.8.1 貯留堰の設計に関する補足説明
 - 6.8.2 貯留堰取付護岸に関する補足説明
 - 6.9 浸水防護設備に関する補足説明
 - 6.9.1 浸水防止蓋，水密ハッチ，水密扉，逆止弁の設計に関する補足説明
 - 6.9.2 逆止弁の漏えい試験について
 - 6.9.3 逆止弁を構成する各部材の評価について
 - 6.9.4 津波荷重（突き上げ）の強度評価における鉛直方向荷重の考え方について
 - 6.10 津波監視設備に関する補足説明
 - 6.10.1 津波監視カメラの設計に関する補足説明
 - 6.10.2 取水ピット水位計及び潮位計の設計に関する補足説明
 - 6.10.3 加振試験の条件について
 - 6.10.4 津波監視設備の設備構成及び電源構成について
 - 6.11 耐震計算における材料物性値のばらつきの影響に関する補足説明
 - 6.12 止水ジョイント部の相対変位量に関する補足説明
 - 6.13 止水ジョイント部の漂流物対策に関する補足説明
- 7. 工事計画変更認可後の変更手続きについて
 - 7.1 工事計画変更認可後の変更手続きの要否について

6.1.3 止水機構に関する補足説明

6.1.3.1 止水機構（1次止水機構）の実規模大実証試験の計画について

1. 目的

鋼製防護壁の止水板について、実規模大実証試験（以下「実証試験」と言う。）を実施し、止水板の挙動を確認する。

2. 止水機構（1次止水機構）の概要

鋼製防護壁と既設取水路間の止水構造は、津波による荷重、鋼製防護壁と取水路の地震時における追従性を確保する必要があることから、止水板が可動できるよう止水機構を設置する。止水機構の水密性は、止水板の底面と側面に設置した水密ゴムにて水密性を確保する構造とする。水密ゴムは、摩擦抵抗を低減し追従性を向上させるため、表面ライニング（樹脂）を施工する。

また、止水板には漂流物の衝突による影響も考慮し、止水板押え及び保護プレートを設置し漂流物荷重からも耐える構造とする。

止水機構の構造図を図1に、1次止水機構の役割・機能を表1に示す。

なお、止水機構は、1次止水機構である止水板からの微少な漏えいも考慮し、敷地内に浸水させないよう陸側にシートジョイントからなる2次止水機構を設置する。

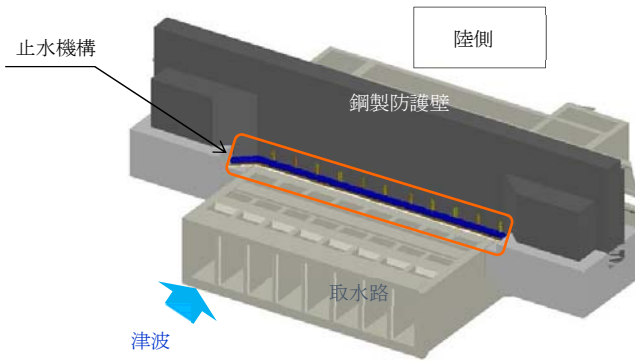


図 止水機構の設置位置

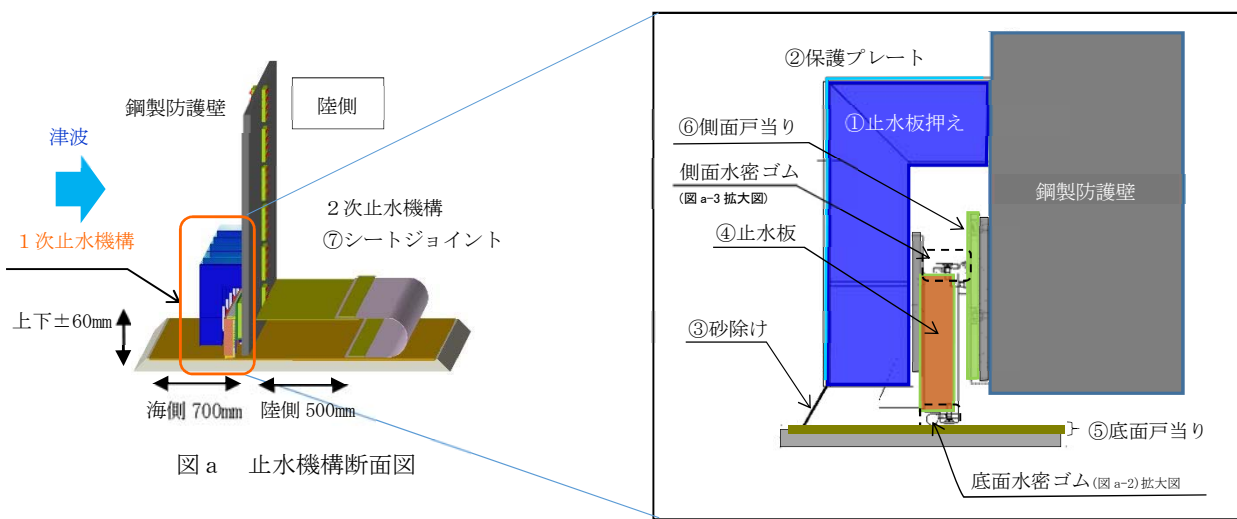


図 a 止水機構断面図

図 a-1 1次止水機構拡大図

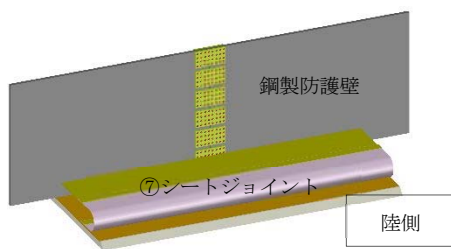


図 b 2次止水機構の構造

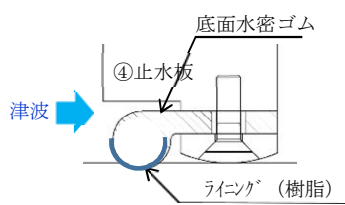


図 a-2 底面水密ゴム拡大図

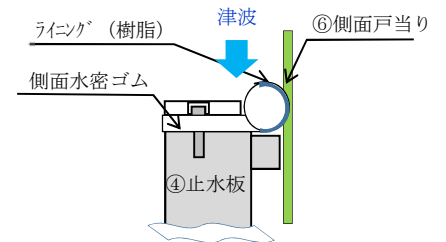


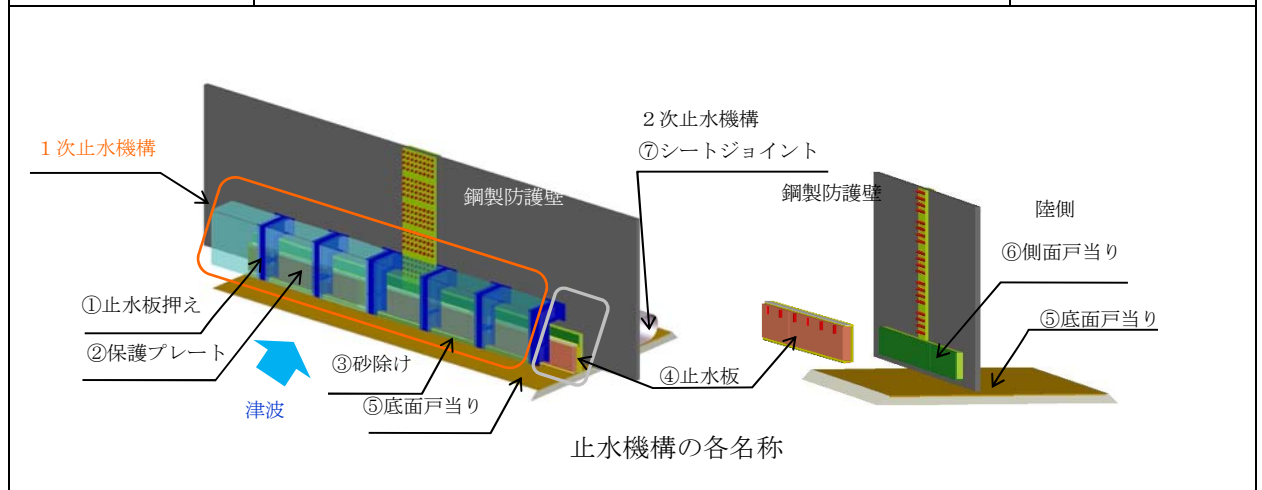
図 a-3 側面水密ゴム拡大図

図1 止水機構の構造図

表1 1次止水機構に係る各部位の役割・機能

各部位の役割・機能については以下のとおり。名称は下図に示す。

名称	役割・機能	材 料
① 止水板押え	<ul style="list-style-type: none"> 止水板を支持する。 漂流物等から止水板を防護する。 	鋼製
② 保護プレート	<ul style="list-style-type: none"> 大型植生などから止水板を防護する。 止水板への異物混入を防止する。 	鋼製
③ 砂除け	<ul style="list-style-type: none"> 底面戸当り面への砂等の異物混入を防止する。 	ナイロン
④ 止水板	<ul style="list-style-type: none"> 止水機構の扉体の機能。 底面及び側面の戸当りに面する部位に水密ゴムを設置し浸水を防止する。 1枚あたりの主要仕様 寸法：横2000mm×幅150mm×高さ400mm 重量：約930kg 	ステンレス (表面仕上げNo.1) [※] + 水密ゴム (P形ゴム)
⑤ 底面戸当り	<ul style="list-style-type: none"> 止水板の底面水密ゴムとのシール性を確保する。(真直度, 平面度の管理) 床部より130mm嵩上げし異物混入を防止する。 	ステンレス (表面仕上げNo.1) [※]
⑥ 側面戸当り	<ul style="list-style-type: none"> 止水板の側面水密ゴムとのシール性を確保する。(真直度, 平面度の管理) 	ステンレス (表面仕上げNo.1) [※]
⑦ シートジョイント(2次止水機構)	<ul style="list-style-type: none"> 水密ゴムからの微少な漏えいを保持する。 陸側からの異物混入を防止する。 	シートジョイント



※：JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯 表面仕上げ より

3. 実証試験における試験評価フロー

実証試験における試験フローについては、以下のとおり。図2に実証試験結果の評価フローを示す。次項より下記フローの記載事項について説明する。

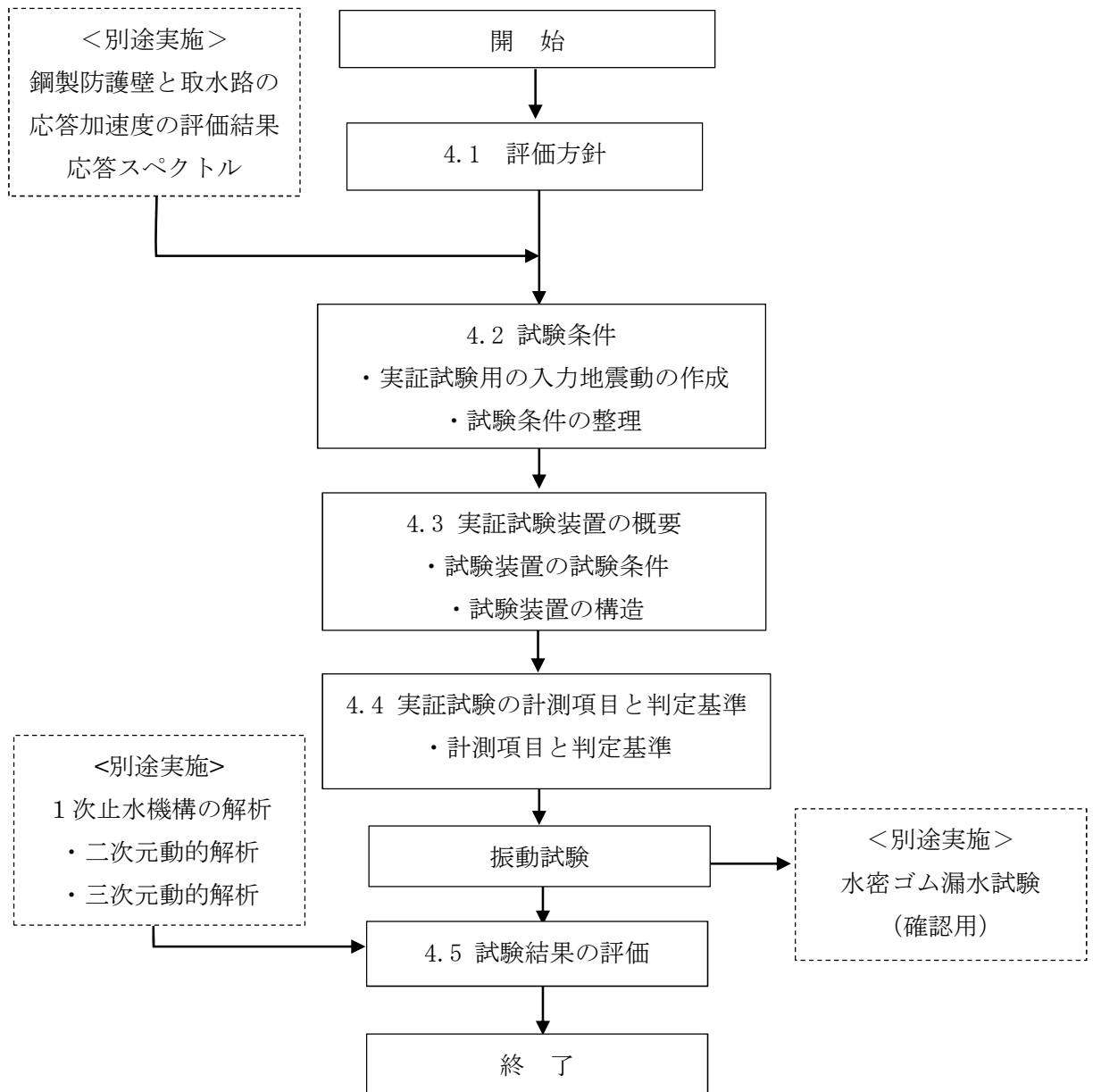


図2 実証試験における試験評価フロー

4. 実証試験の計画について

4.1 評価方針

鋼製防護壁に設置する1次止水機構は、鋼製防護壁の底面と既設水路の応答変位の違いにより相対変位が生じるため、止水性維持のために止水機構を設置する。

止水機構の実証試験において、止水板の地震時及び余震+津波における挙動を確認する。

止水板の評価は、鋼製防護壁と取水路の本震（耐専スペクトル） S_S-D1 の応答加速度から加振試験用応答スペクトル（包絡波）を作成し実証試験を実施する。

実証試験で得られた止水板の挙動について、評価するとともに「止水板の地震時の追従性」、
「水密ゴムの機能」及び「止水機構の構成部品の機能」について確認し、止水板、水密ゴム及び止水機構全体に著しい影響がないか確認する。

また、実証試験の結果と二次元及び三次元動的解析の結果から、止水板の挙動について評価を行う。

4.2 試験条件

(1) 実証試験用の入力地震動の作成

実証試験に用いる評価用の地震動は、解放基盤表面からの地盤の特性に応じた地震動の応答スペクトルとして本震（耐専スペクトル） S_s-D1 を選定し、実証試験用に応答スペクトルの包絡波を作成し実施する。

また、津波防護施設である鋼製防護壁は、余震時にも耐える必要があることから、 S_d-D1 を選定し、実証試験を実施する。表2に加振試験用応答スペクトルに用いる入力地震動を示す。

表2 加振試験用応答スペクトルに用いる入力地震動

種類	入力地震動
本震（耐専スペクトル）	S_s-D1 （包絡波）
余震	S_d-D1

(2) 余震時の津波高さ

余震時の津波高さは、防潮堤の天端高さ T.P. +20mの静水圧とする。

止水板は止水機構の構造上、保護プレートにより直接波力がかからない場所に設置していることから、静水圧として試験を行う。

(3) 試験ケース

実証試験に用いる入力地震動（ S_s-D1 、 S_d-D1 ）による確認は、以下の2ケースを実施する。

- ・ 本震
- ・ 余震+津波

(4) 水密ゴムの摩擦係数

水密ゴムの摩擦係数は、通常使用状態の0.2にて実施する。

更に、水密ゴムのライニングがない状態についても実施し挙動を確認する計画であるが、二次元、三次元動的解析の結果を踏まえ、安全上配慮した試験を実施する。

4.3 実証試験装置の概要

(1) 試験装置

振動台の上に止水機構を設置し、水平方向と鉛直方向とを同時加振する。図3に大型3軸振動台の概要を示す。

振動台の規格

加振自由度	3軸6自由度		
最大積載重量	80 t f		
テーブル寸法	X : 6m × Y : 4m		
定格	X方向	Y方向	Z方向
最大変位	±300mm	±150mm	±100mm
最大加速度 (35 t 積載時)	1G (水平)	3G (水平)	1G (鉛直)

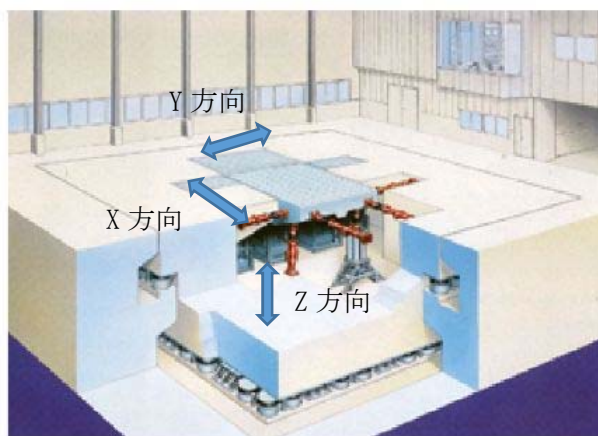


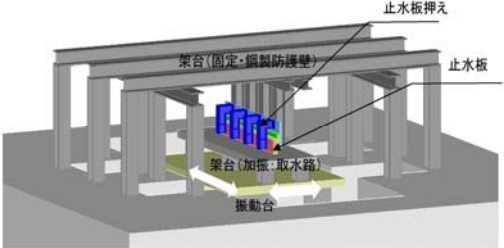
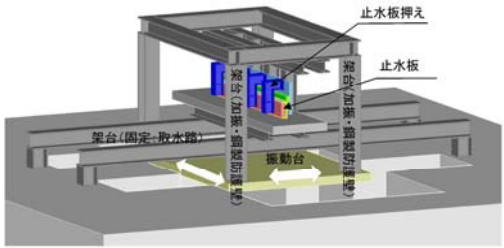
図3 大型3軸振動台の概要

(2) 試験装置の選定

試験装置は、実機状態を模擬するため2ケース選定した。

実証試験を実施するに当たり、鋼製防護壁と取水路の振動特性に違いがあることから実証試験においては鋼製防護壁を固定するケースと加振させるケースの2通りについて検討した。試験装置のケースを表3に示す。

表3 試験装置ケース

	ケース①	ケース②
固定	鋼製防護壁	取水路
加振	取水路	鋼製防護壁
装置概要		
メリット	<ul style="list-style-type: none"> 固定基礎から架構を設置することで鋼製防護壁を想定した架構の剛性が得られやすい。 止水機構の実機に対しての模擬性が高い。 	特になし
デメリット	特になし	<ul style="list-style-type: none"> 固定基礎から取水路を想定した架構と振動台に鋼製防護壁を想定した架構を設置する必要があるため架構が大型化する。 架構の剛性が得られにくく、振動の影響が懸念される。

実証試験を実施するに当たり、実機と同様な状態にする必要があることから、鋼製防護壁の剛性が得られやすいケース①を選択する。

また、止水機構の止水板は、自重（約930kg/枚）により鉛直方向により設置され、水平方向は鋼製防護壁の側面戸当りと止水板押えにより支持され設置されていることから、自重による設置状態が支配的である。そのため、止水板が支持されている取水路側を加振することにより止水板の挙動がより顕著になると考えられる。

(3) 実証試験の試験条件

試験装置は実機と同様の状態で実施するため、以下試験条件にて実施する。

- ①取水路側を加振し、鋼製防護壁側を固定する。
- ②止水板は実機と同じ大きさの2枚を水密ゴムで実機と同様に接続する。
- ③止水板は取水路側に垂直に置かれ鋼製防護壁の側面戸当りと止水板押えにより支持された状態で設置する。

実証試験のイメージ図を図4に、実証試験の試験装置構造図を図5に示す。

- ④鋼製防護壁の応答加速度及び変位は取水路側に与え加振する。

入力波形の作成方法は以下のとおり。

- a. 二次元有効応力解析による鋼製防護壁基礎天端の応答時刻歴を算出する。
- b. 上記を入力した三次元フレーム解析にて止水機構位置の応答時刻歴を抽出する。
- c. 二次元有効応力解析による取水路天端の応答時刻歴を算出する。
- d. b項, c項で求めた応答時刻歴を重ね合わせ、鋼製防護壁と取水路の相対的な応答時刻歴を算出する。
- e. d項にて算出した相対的な応答時刻歴より、応答スペクトルの包絡波を作成する。

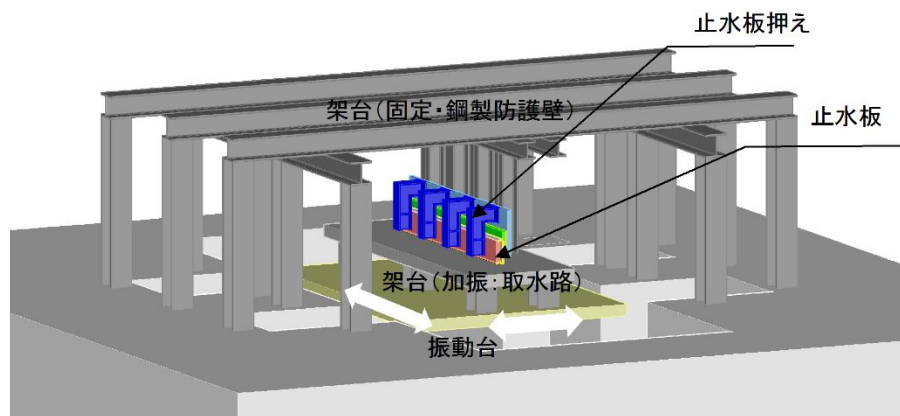


図4 実証試験のイメージ図

(4) 実証試験装置の構造

① 架構（鋼製防護壁）の構造（固定部）

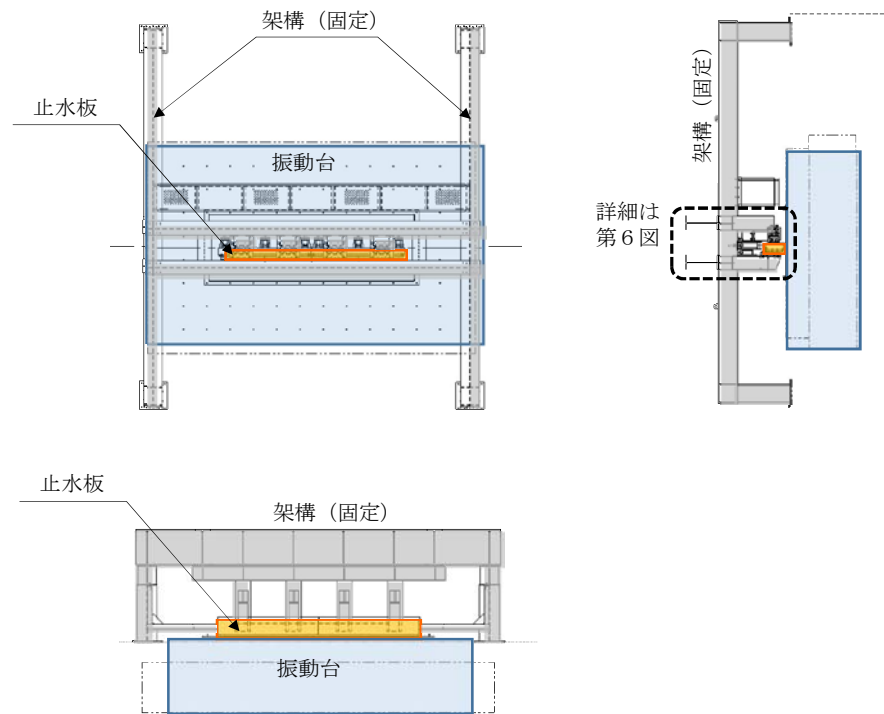


図5 実証試験の試験装置構造図

②余震+津波時の試験装置の構造

余震+津波時における試験装置の構造は、津波高さを模擬する必要があることから、ロードセルを用いて水圧をかけた状態を模擬し余震を与える。余震時の津波高さは防潮堤天端高さ T.P. +20m の静水圧にて実施する。余震+津波時の水圧を模擬した試験装置の構造を図6に示す。

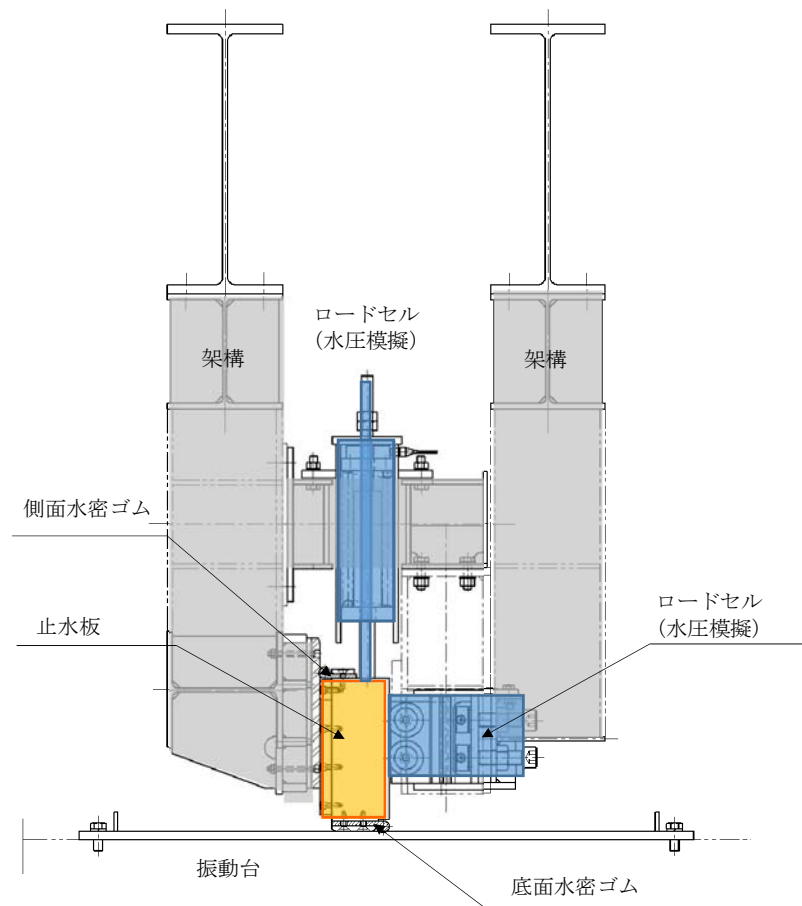


図6 余震+津波時の試験装置の構造図

(5) 供試体（止水板）の構造

止水板は、止水板（実物大）2枚を実機と同じ連結方法（水密ゴム）にて連結させた構造にする。重量も同じ（約930kg/枚）として製作する。

水密ゴムは、止水板の底面及び側面に水密ゴムを設置する。水密ゴムも実物と同じ構造にて設置する。

止水板の構造及び水密ゴムの構造について図7に示す。

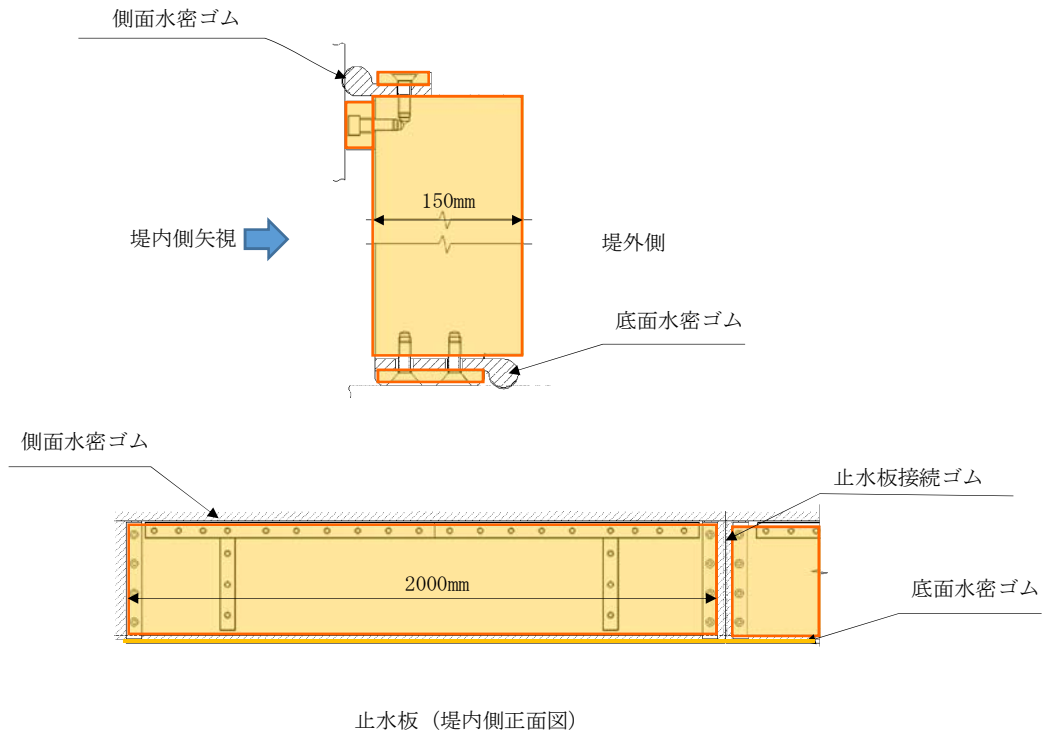


図7 止水板の構造及び水密ゴムの構造

4.4 実証試験の計測項目と判定基準

実証試験について以下の項目の計測を行い「止水板の地震時の追従性」,「水密ゴムの機能」及び「止水機構の構成部品の機能」について確認し,止水機構全体に著しい影響がないか確認する。表4に実証試験の計測項目と判定基準を示す。

表4 実証試験の計測項目と判定基準

	計測項目	判定基準
止水板の地震時の追従性確認	①動画確認 (ビデオ撮影) ②変位計測 (レーザー変位計) ③外観目視検査	・止水板の動作に異常がなく,止水板としての機能が保持されていること。(浮き上がり, 止水板の破損・損傷)
水密ゴムの機能確認	①動画確認 (ビデオ撮影) ②寸法計測 ③外観目視点検	・水密ゴムの動作に異常がなく機能が保持されていること。 (噛み込み, 摺動による亀裂, 破損, 摩耗) ・水密ゴムのライニングに異常がなく機能が保持されていること。(ライニングの破損, めくれ)
止水機構の構成部品の機能確認	①止水板, 側面戸当り, 底面戸当り, 止水板押え, 架構等の外観目視点検 ②三次元計測による試験装置全体の計測	・装置全体に異常がなく健全であること。 (試験装置・部材の変形, 損傷, 他)

4.5 試験結果の評価

実証試験の試験結果については以下の通り分析し、二次元・三次元動的解析の結果との考察を加え、止水機構全体の機能に影響がないか評価する。

①実証試験データの分析

- ・表4の結果から異常の有無を確認する。
- ・加振時の止水板の挙動を評価する。

②二次元及び三次元動的解析結果の分析

- ・二次元及び三次元動的解析の結果から挙動を確認する。
- ・実証試験の結果と二次元及び三次元動的解析の結果から、止水板の挙動について評価を行う。

③総合評価

実証試験の結果と二次元及び三次元動的解析の評価結果から、止水機構全体について機能が保持できることを確認する。

5. 実証試験のスケジュール

実証試験については、平成30年4月中旬頃から実施する計画である。

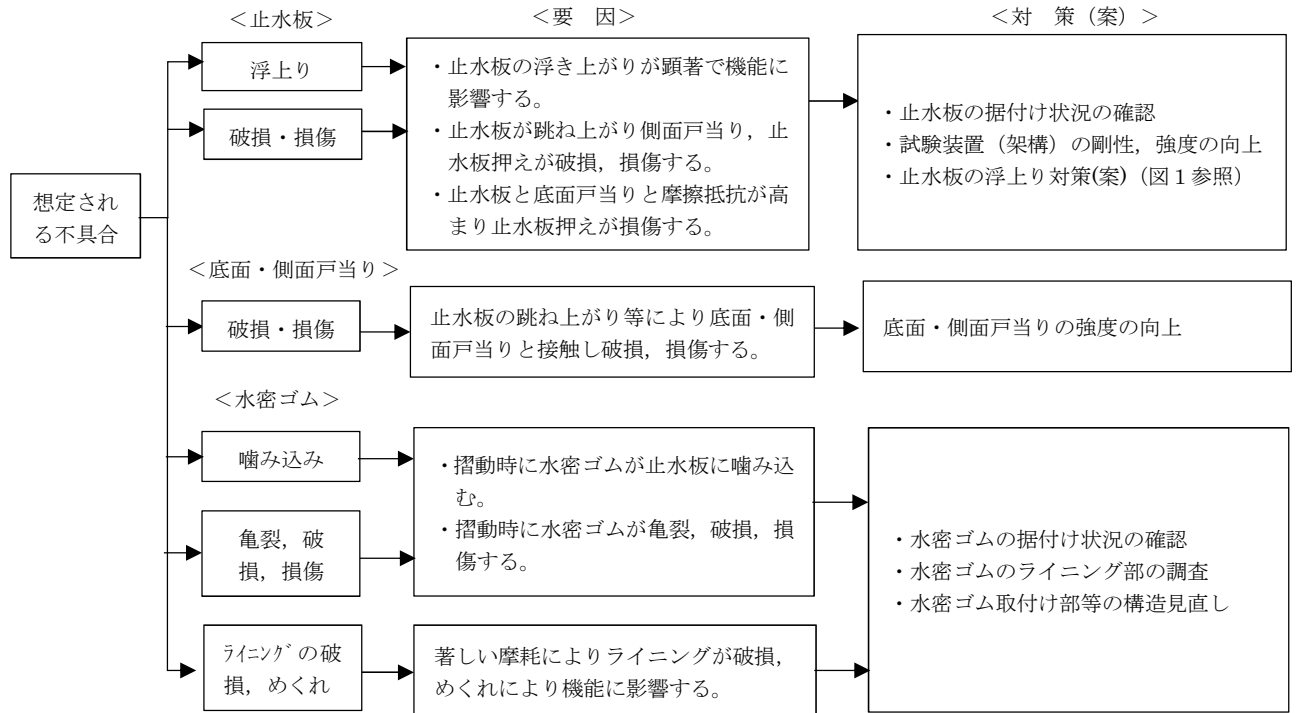
(場所：茨城県つくば市)

【参考】実証試験において想定される不具合と対策（案）

実証試験において想定される不具合として、止水板の浮上りや水密ゴムの噛み込み等が考えられるため、以下の対策（案）を検討している。

対策（案）の実施に当たっては、二次元・三次元動的解析の結果も踏まえ、原因の分析を十分に行い、必要に応じて対策を実施する。

以下に考えられる要因と対策（案）を示す。



止水板の鉛直方向への挙動に対し、スプリングを設置し浮上りを防止する。

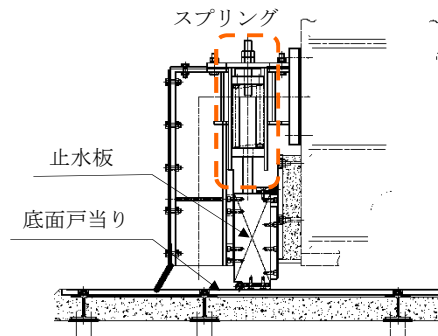


図1 止水板の浮上り対策（案）

以上