

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	補足-60-1 改 99
提出年月日	平成 30 年 8 月 22 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)

【収録内容】

- ・ 6. 1. 3 「止水機構に関する補足説明」について
- ・ 6. 5. 1 「防潮扉の設計に関する補足説明」について
- ・ 6. 6. 1 「放水路ゲートの設計に関する補足説明」について
- ・ 6. 9. 1 浸水防止蓋，水密ハッチ，水密扉，逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明

平成 30 年 8 月

日本原子力発電株式会社

改定履歴

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改0	H30.2.5	<ul style="list-style-type: none"> ・新規制定 ・「6.1.3 止水機構に関する補足説明」を新規作成し、追加
改1	H30.2.7	<ul style="list-style-type: none"> ・「1.1 潮位観測記録の考え方について」及び「1.3 港湾内の局所的な海面の励起について」を新規作成し、追加
改2	H30.2.8	<ul style="list-style-type: none"> ・改0の「6.1.3 止水機構に関する補足説明」を改定
改3	H30.2.9	<ul style="list-style-type: none"> ・改1に、「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」を新規作成し、追加（「1.1 潮位観測記録の考え方について」及び「1.3 港湾内の局所的な海面の励起について」は、変更なし）
改4	H30.2.13	<ul style="list-style-type: none"> ・改3の内、「1.1 潮位観測記録の考え方について」及び「1.3 港湾内の局所的な海面の励起について」を改定（「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」は、変更なし）
改5	H30.2.13	<ul style="list-style-type: none"> ・「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」及び「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」を新規作成し、追加
改6	H30.2.15	<ul style="list-style-type: none"> ・「5.7 自然現象を考慮する浸水防護施設の選定について」及び「5.19 津波荷重の算出における高潮の考慮について」を新規作成し、追加
改7	H30.2.19	<ul style="list-style-type: none"> ・改6に、「5.1 地震と津波の組合せで考慮する荷重について」を新規作成し、追加（「5.7 自然現象を考慮する浸水防護施設の選定について」及び「5.19 津波荷重の算出における高潮の考慮について」は、変更なし）
改8	H30.2.19	<ul style="list-style-type: none"> ・「5.9 浸水防護施設の評価に係る地盤物性値及び地質構造について」及び「5.14 防潮堤止水ジョイント部材及び鋼製防護壁止水シールについて」を新規作成し、追加
改9	H30.2.22	<ul style="list-style-type: none"> ・改8の「5.9 浸水防護施設の評価に係る地盤物性値及び地質構造について」を改定（「5.14 防潮堤止水ジョイント部材及び鋼製防護壁止水シールについて」は、変更なし）
改10	H30.2.23	<ul style="list-style-type: none"> ・改2の「6.1.3 止水機構に関する補足説明」を改定
改11	H30.2.27	<ul style="list-style-type: none"> ・「4.1 設計に用いる遡上波の流速について」及び「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」を新規作成し、追加
改12	H30.3.1	<ul style="list-style-type: none"> ・「1.2 遡上・浸水域の評価の考え方について」、「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」、「4.2 漂流物による影響確認について」、「5.2 耐津波設計における現場確認プロセスについて」及び「5.6 浸水量評価について」を新規作成し、追加 ・改4の内、「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」を改定
改13	H30.3.6	<ul style="list-style-type: none"> ・改12の内、「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」を改定
改14	H30.3.6	<ul style="list-style-type: none"> ・改5の内、「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」を改定（「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」のうち、「5.11.5 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁」を新規作成） ・改9の内、「5.14 防潮堤止水ジョイント部材及び鋼製防護壁止水シールについて」を改定

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改 15	H30. 3. 9	<ul style="list-style-type: none"> 資料番号を「補足-60」→「補足-60-1」に変更（改定番号は継続） 改 7 の内、「5. 7 自然現象を考慮する浸水防護施設の選定について」を改定 改 10 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定
改 16	H30. 3. 12	<ul style="list-style-type: none"> 改 14 の内、「5. 14 防潮堤止水ジョイント部材及び鋼製防護壁止水シールについて」を改定
改 17	H30. 3. 22	<ul style="list-style-type: none"> 改 15 の内、「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定
改 18	H30. 3. 30	<ul style="list-style-type: none"> 「1. 5 入力津波のパラメータスタディの考慮について」、「3. 1 砂移動による影響確認について」、「6. 5. 1 防潮扉の設計に関する補足説明」及び「放水路ゲートに関する補足説明」を新規作成し追加 改 17 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定
改 19	H30. 4. 3	<ul style="list-style-type: none"> 改 18 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定
改 20	H30. 4. 4	<ul style="list-style-type: none"> 改 11 の内「4. 1 設計に用いる遡上波の流速について」を改定 「5. 10 浸水防護施設の強度計算における津波荷重、余震荷重及び漂流物荷重の組合せについて」を新規作成し追加
改 21	H30. 4. 6	<ul style="list-style-type: none"> 改 11 の内「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」を改定 改 16 の内「5. 14 防潮堤止水ジョイント部材及び鋼製防護壁シール材について」を改定（「5. 14 防潮堤止水ジョイント部材及び鋼製防護壁シール材について」のうち「5. 14. 2 鋼製防護壁シール材について」を新規作成）
改 22	H30. 4. 6	<ul style="list-style-type: none"> 「6. 9. 2 逆止弁を構成する各部材の評価及び機能維持の確認方法について」を新規作成し追加
改 23	H30. 4. 10	<ul style="list-style-type: none"> 改 18 の「6. 5. 1 防潮扉の設計に関する補足説明」及び「6. 6. 1 放水路ゲートに関する補足説明」を改訂 改 21 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定
改 24	H30. 4. 11	<ul style="list-style-type: none"> 改 5 の内、「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」を改定（「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」のうち、「5. 11. 4 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）」を改定） 改 14 の内、「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」を改定（「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」のうち、「5. 11. 5 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁」を改定） 改 20 の内、「4. 1 設計に用いる遡上波の流速について」を改定 「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」を新規作成し追加 「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」を新規作成し追加 「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」を新規作成し追加 「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」を新規作成し追加 「6. 8. 1 貯留堰の設計に関する補足説明」を新規作成し追加
改 25	H30. 4. 12	<ul style="list-style-type: none"> 改 23 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定
改 26	H30. 4. 13	<ul style="list-style-type: none"> 改 12 の内、「4. 2 漂流物による影響確認について」及び「5. 6 浸水量評価について」を改定
改 27	H30. 4. 18	<ul style="list-style-type: none"> 改 25 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改 28	H30. 4. 19	<ul style="list-style-type: none"> ・改 5 の内, 「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」を改定(「5. 11. 7 防潮扉」を改定) ・改 24 の内, 「4. 1 設計に用いる遡上波の流速について」を改定 ・改 21 の内, 「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. 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」を新規作成し, 追加 ・「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」を新規作成し, 追加 ・「6. 5. 1 防潮扉の設計に関する補足説明」(土木)を新規作成し, 追加 ・「6. 8. 2 貯留堰取付護岸に関する補足説明」を新規作成し, 追加
改 29	H30. 4. 19	<ul style="list-style-type: none"> ・改 18 の内, 「1. 5 入力津波のパラメータスタディの考慮について」を改定
改 30	H30. 4. 27	<ul style="list-style-type: none"> ・H30. 4. 23 時点での最新版一式として, 改 29 (H30. 4. 19) までの最新版をとりまとめ, 一式版を作成
改 31	H30. 4. 26	<ul style="list-style-type: none"> ・改 28 の内, 「4. 1 設計に用いる遡上波の流速について」を改定 ・改 28 の内, 「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」 ・改 5 の内, 「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」を改定(「5. 11. 2 防潮堤(鋼製防護壁)」, 「5. 11. 3 防潮堤(鉄筋コンクリート防潮壁)」を改定) ・「6. 12 止水ジョイント部の相対変位量に関する補足説明」を新規作成し, 追加 ・「6. 13 止水ジョイント部の漂流物対策に関する補足説明」を新規作成し, 追加
改 32	H30. 5. 1	<ul style="list-style-type: none"> ・改 31 の内, 「4. 1 設計に用いる遡上波の流速について」を改定 ・「5. 9 浸水防護施設の評価に係る地盤物性値及び地質構造について」を削除し, 5. 9 以降の番号を繰り上げ ・改 5 の内, 「5. 10 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」を改定(「5. 10. 8 構内排水路逆流防止設備」を改定) ・改 21 の内, 「5. 13 防潮堤止水ジョイント部材及び鋼製防護壁シール材について」を改定(「5. 13. 2 鋼製防護壁シール材について」を改定) ・「6. 1. 1. 1 鋼製防護壁の耐震計算書に関する補足説明」を新規作成し, 追加 ・「6. 7. 1. 1 構内排水路逆流防止設備の耐震計算書に関する補足説明」を新規作成し, 追加
改 33	H30. 5. 7	<ul style="list-style-type: none"> ・改 5 の内, 「5. 16 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」を改定 ・「6. 2. 1. 2 鉄筋コンクリート防潮壁の強度計算書に関する補足説明資料」を新規作成し, 追加 ・「6. 3. 1. 2 鉄筋コンクリート防潮壁(放水路エリア)の強度計算書に関する補足説明」を新規作成し, 追加 ・「6. 4. 1. 2 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の強度計算書に関する補足説明」を新規作成し, 追加 ・「6. 8. 1. 2 貯留堰の強度計算書に関する補足説明」を新規作成し, 追加

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改 34	H30. 5. 7	<ul style="list-style-type: none"> ・改 27 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定 ・「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」を新規作成し、追加
改 35	H30. 5. 14	<ul style="list-style-type: none"> ・改 34 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定 止水機構の実証試験の記載等について適正化
改 36	H30. 5. 17	<ul style="list-style-type: none"> ・「5. 19 許容応力度法における許容限界について」を新規追加 ・「6. 1. 1. 2 鋼製防護壁の強度計算書に関する補足説明」を新規作成し、追加 ・「6. 5. 1. 2 防潮扉の強度計算書に関する補足説明」を新規作成し、追加
改 37	H30. 5. 17	<ul style="list-style-type: none"> ・改 4 の内、「1. 1 潮位観測記録の考え方について」及び「1. 3 港湾内の局所的な海面の励起について」を改定 ・改 18 の内、「3. 1 砂移動による影響確認について」を改定 ・「6. 9. 1 浸水防止蓋, 水密ハッチ, 水密扉, 逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明」に名称を変更
改 38	H30. 5. 18	<ul style="list-style-type: none"> ・改 24 の内、「5. 10 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」を改定（「5. 10. 5 防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）」を改定） ・改 31 の内、「5. 10 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」を改定（「5. 10. 3 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）」を改定） ・改 31 の内、「6. 12 止水ジョイント部の相対変位量に関する補足説明」を改定
改 39	H30. 5. 22	<ul style="list-style-type: none"> ・改 35 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定 止水機構の解析結果及び実証試験結果について記載を追記。 ・改 34 「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」を改訂
改 40	H30. 5. 25	<ul style="list-style-type: none"> ・「6. 9. 1 浸水防止蓋, 水密ハッチ, 水密扉, 逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明」を新規作成し、追加 ・改 22 の「6. 9. 2 逆止弁を構成する各部材の評価及び機能維持の確認方法について」を改定
改 41	H30. 5. 29	<ul style="list-style-type: none"> ・改 40 の「6. 9. 1 浸水防止蓋, 水密ハッチ, 水密扉, 逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明」を改定
改 42	H30. 5. 31	<ul style="list-style-type: none"> ・改 5 の内、「5. 10 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」を改定（「5. 10. 6 貯留堰及び貯留堰取付護岸」を改定） ・改 24 の内、「6. 4. 1. 1 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の耐震計算書に関する補足説明」を改定 ・改 24 の内、「6. 8. 1. 1 貯留堰の耐震計算書に関する補足説明」を改定 ・改 28 の内、「5. 12 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」を改定
改 43	H30. 6. 1	<ul style="list-style-type: none"> ・改 41 の「6. 9. 1 浸水防止蓋, 水密ハッチ, 水密扉, 逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明」を改定

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改 44	H30.6.5	<ul style="list-style-type: none"> ・改 24 の「6.2.1.1 鉄筋コンクリート防潮壁の耐震計算書に関する補足説明資料」を改定 ・改 28 の「5.10 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」を改定（「5.10.7 防潮扉」を改定） ・改 32 の「5.10 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」を改定（「5.10.8 構内排水路逆流防止設備」を改定）
改 45	H30.6.5	<ul style="list-style-type: none"> ・改 43 の「6.9.1 浸水防止蓋，水密ハッチ，水密扉，逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明」を改定
改 46	H30.6.6	<ul style="list-style-type: none"> ・改 39 の「6.1.3 止水機構に関する補足説明」を改定 審査会合時(H30.5.31)の記載に改訂及び実証試験後の評価方法を記載。
改 47	H30.6.8	<ul style="list-style-type: none"> ・改 24 の「5.14 東海発電所の取放水路の埋戻の施工管理要領について」を改定 ・改 32 の「5.13.2 鋼製防護壁シール材について」を改定 ・改 33 の「5.16 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」を改定
改 48	H30.6.11	<ul style="list-style-type: none"> ・「4.3 漂流物荷重について」を新規作成し，追加 ・改 36 の「5.19 許容応力度法における許容限界について」を改定
改 49	H30.6.12	<ul style="list-style-type: none"> ・改 45 の「6.9.1 浸水防止蓋，水密ハッチ，水密扉，逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明」を改定
改 50	H30.6.12	<ul style="list-style-type: none"> ・改 46 の「6.1.3 止水機構に関する補足説明」を改定 ・改 18 の「6.5.1 防潮扉の設計に関する補足説明」及び「放水路ゲートに関する補足説明」を改定
改 51	H30.6.15	<ul style="list-style-type: none"> ・改 42 の「6.4.1.1 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の耐震計算書に関する補足説明」を改定 ・改 48 の「5.19 許容応力度法における許容限界について」を改定
改 52	H30.6.19	<ul style="list-style-type: none"> ・改 49 の「6.9.1 浸水防止蓋，水密ハッチ，水密扉，逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明」を改定 ・「6.10.1 津波・構内監視カメラの設計に関する補足説明」に名称を変更 ・「6.10.1 津波・構内監視カメラ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」及び「6.10.4 津波監視設備の設備構成及び電源構成について」を新規作成し，追加
改 53	H30.6.19	<ul style="list-style-type: none"> ・改 50 の「6.1.3 止水機構に関する補足説明」を改定
改 54	H30.6.20	<ul style="list-style-type: none"> ・「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」を新規作成し，追加
改 55	H30.6.20	<ul style="list-style-type: none"> ・改 38 の「5.10 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」を改定（「5.10.5 防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）」を改定） ・改 44 の「5.10 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」を改定（「5.10.7 防潮扉」を改定） ・改 51 の「5.19 許容応力度法における許容限界について」を改定

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改 56	H30. 6. 21	<ul style="list-style-type: none"> ・改 42 の「5. 12 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」を改定 ・改 42 の「6. 8. 1. 1 貯留堰の耐震計算書に関する補足説明」を改定
改 57	H30. 6. 25	<ul style="list-style-type: none"> ・改 55 の「5. 19 許容応力度法における許容限界について」を改定 ・改 56 の「5. 12 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」を改定 ・「6. 1. 2 鋼製防護壁アンカーに関する補足説明」を新規作成し、追加
改 58	H30. 6. 26	<ul style="list-style-type: none"> ・改 52 の「6. 9. 1 浸水防止蓋, 水密ハッチ, 水密扉, 逆止弁及び貫通部止水処置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」及び「6. 10. 4 津波監視設備の設備構成及び電源構成について」を改定 ・「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」を新規作成し、追加
改 59	H30. 6. 26	<ul style="list-style-type: none"> ・改 53 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定
改 60	H30. 6. 27	<ul style="list-style-type: none"> ・「5. 11 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」及び「5. 15 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」を新規作成し、追加 ・改 58 の「6. 10. 4 津波監視設備の設備構成及び電源構成について」を登載 (変更なし)
改 61	H30. 6. 28	<ul style="list-style-type: none"> ・改 57 の「6. 1. 2 鋼製防護壁アンカーに関する補足説明」を改定 ・「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」を新規作成し、追加 ・「6. 14 杭-地盤相互作用バネの設定について」を新規作成し、追加
改 62	H30. 6. 28	<ul style="list-style-type: none"> ・改 59 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定 (抜粋版)
改 63	H30. 6. 29	<ul style="list-style-type: none"> ・改 28 の「6. 8. 2 貯留堰取付護岸に関する補足説明」を改定 ・改 33 の「6. 4. 1. 2 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の強度計算書に関する補足説明」を改定 ・改 56 の「6. 8. 1. 1 貯留堰の耐震計算書に関する補足説明」を改定
改 64	H30. 6. 29	<ul style="list-style-type: none"> ・改 58 の「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」を改定 ・「5. 15 地殻変動後の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」に名称を変更
改 65	H30. 7. 3	<ul style="list-style-type: none"> ・改 58 の内, 「6. 9. 1 浸水防止蓋, 水密ハッチ, 水密扉, 逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明」を改定
改 66	H30. 7. 4	<ul style="list-style-type: none"> ・改 28 の内, 「6. 5. 1. 1 防潮扉の耐震計算書に関する補足説明」を改定
改 67	H30. 7. 4	<ul style="list-style-type: none"> ・「5. 5 津波防護施設のアンカーボルトの設計について」を新規作成し、追加 ・改 60 の「5. 11 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. 15 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」及び「6. 10. 4 津波監視設備の設備構成及び電源構成について」を改定

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改 68	H30. 7. 5	・改 56 の「5. 12 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」を改定
改 69	H30. 7. 6	<ul style="list-style-type: none"> ・改 24 の「6. 3. 1. 1 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の耐震計算書に関する補足説明」を改定 ・改 32 の「6. 7. 1. 1 構内排水路逆流防止設備の耐震計算書に関する補足説明」を改定 ・改 32 の「6. 1. 1. 1 鋼製防護壁の耐震計算書に関する補足説明」を改定 ・改 33 の「6. 8. 1. 2 貯留堰の強度計算書に関する補足説明」を改定 ・改 33 の「6. 3. 1. 2 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の強度計算書に関する補足説明」を改定 ・改 36 の「6. 5. 1. 2 防潮扉の強度計算書に関する補足説明」を改定 ・改 44 の「6. 2. 1. 1 鉄筋コンクリート防潮壁の耐震計算書に関する補足説明資料」を改定 ・「6. 7. 1. 2 構内排水路逆流防止設備の強度計算書に関する補足説明」を新規作成し、追加
改 70	H30. 7. 6	<ul style="list-style-type: none"> ・改 33 の「6. 2. 1. 2 鉄筋コンクリート防潮壁の強度計算書に関する補足説明資料」を改定 ・改 36 の「6. 1. 1. 2 鋼製防護壁の強度計算書に関する補足説明」を改定
改 71	H30. 7. 11	・改 62 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定（抜粋版）
改 72	H30. 7. 11	<ul style="list-style-type: none"> ・改 65 の「6. 9. 1 浸水防止蓋，水密ハッチ，水密扉，逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明」を改定 ・改 52 の「6. 10. 1 津波・構内監視カメラの設計に関する補足説明」を改定
改 73	H30. 7. 11	<ul style="list-style-type: none"> ・「3. 2 海水ポンプの波力に対する強度評価について」を新規作成し、追加 ・改 67 の内、「5. 15 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」を改定
改 74	H30. 7. 12	・改 71 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」を改定（抜粋版）
改 75	H30. 7. 17	<ul style="list-style-type: none"> ・改 72 の「6. 9. 1 浸水防止蓋，水密ハッチ，水密扉，逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明」を改定 ・「5. 3 強度計算に用いた規格・基準について」及び「6. 9. 3 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」を新規作成し、追加 ・改 64 の「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」を改定 ・改 58 の「6. 10. 3 加振試験の条件について」を改定
改 76	H30. 7. 18	<ul style="list-style-type: none"> ・改 67 の「6. 10. 4 津波監視設備の設備構成及び電源構成について」を改定 ・「2. 1 津波防護対象設備の選定及び配置について」を新規作成し、追加
改 77	H30. 7. 19	・改 61 の「6. 1. 2 鋼製防護壁アンカーに関する補足説明」を改定
改 78	H30. 7. 23	・改 77 の「6. 1. 2 鋼製防護壁アンカーに関する補足説明」を改定

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改 79	H30. 7. 24	・改 75 の「5. 3 強度計算に用いた規格・基準について」, 「6. 9. 1 浸水防止蓋, 水密ハッチ, 水密扉, 逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明」, 「6. 9. 3 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」及び「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」を改定
改 80	H30. 7. 25	・「3. 3 除塵装置の取水性の影響について」及び「6. 2. 2 フラップゲートに関する補足説明」を新規作成し, 追加
改 81	H30. 7. 27	・改 48 のうち, 「4. 3 漂流物荷重について」を改定
改 82	H30. 7. 27	・改 44 のうち, 「5. 10. 8 構内排水路逆流防止設備」を改定
改 83	H30. 7. 31	・「7. 1 工事計画変更許可後の変更手続き」を新規作成し, 追加 ・改 50 のうち, 「放水路ゲートに関する補足説明」を改定
改 84	H30. 8. 1	・改 37 のうち, 「3. 1 砂移動による影響確認について」を改定
改 85	H30. 8. 1	・改 37 のうち, 「6. 9. 1 浸水防止蓋, 水密ハッチ, 水密扉, 逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明」を改定
改 86	H30. 8. 2	・改 26 の「4. 2 漂流物による影響確認について」及び「5. 6 浸水量評価について」を改定
改 87	H30. 8. 3	・改 15 のうち, 「5. 7 自然現象を考慮する浸水防護施設の選定について」を改定
改 88	H30. 8. 6	・改 51 のうち, 「6. 4. 1. 1 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の耐震計算書に関する補足説明」を改定 ・改 63 のうち, 「6. 4. 1. 2 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の強度計算書に関する補足説明」を改定
改 89	H30. 8. 7	・改 29 の「1. 5 入力津波のパラメータスタディの考慮について」を改定 ・「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」に評価内容を新規作成し追記 (新規分のみ抜粋) ・改 76 の「6. 10. 4 津波監視設備の設備構成及び電源構成について」を改定
改 90	H30. 8. 8	・改 12 の「5. 2 耐津波設計における現場確認プロセスについて」を改定
改 91	H30. 8. 13	・「5. 20 津波防護施設の耐震評価における追加検討ケースの選定について」を新規作成し, 追加 ・改 63 の「6. 8. 1. 1 貯留堰の耐震計算書に関する補足説明」及び「6. 8. 2 貯留堰取付護岸に関する補足説明」を改定 ・改 69 の「6. 8. 1. 2 貯留堰の強度計算書に関する補足説明」を改定
改 92	H30. 8. 16	・改 69 の「6. 3. 1. 1 鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア) の耐震計算書に関する補足説明」及び「6. 3. 1. 2 鉄筋コンクリート防潮壁 (放水路エリア) の強度計算書に関する補足説明」を改定
改 93	H30. 8. 17	・改 66 の「6. 5. 1. 1 防潮扉の耐震計算書に関する補足説明 (土木)」を改定 ・改 69 の「6. 5. 1. 2 防潮扉の強度計算書に関する補足説明 (土木)」を改定

改定	改定日 (提出年月日)	改定内容
改 94	H30. 8. 17	<ul style="list-style-type: none"> ・改 90 の「5. 2 耐津波設計における現場確認プロセスについて」を改定 ・改 86 のうち、「5. 6 浸水量評価について」を改定 ・改 87 の「5. 7 自然現象を考慮する浸水防護施設の選定について」を改定
改 95	H30. 8. 20	<ul style="list-style-type: none"> ・改 69 の「6. 7. 1. 1 構内排水路逆流防止設備の耐震計算書に関する補足説明」及び「6. 7. 1. 2 構内排水路逆流防止設備の強度計算書に関する補足説明」を改定
改 96	H30. 8. 20	<ul style="list-style-type: none"> ・改 55 の「5. 19 許容応力度法における許容限界について」を改定
改 97	H30. 8. 21	<ul style="list-style-type: none"> ・改 81 の「4. 3 漂流物荷重について」を改定
改 98	H30. 8. 22	<ul style="list-style-type: none"> ・改 12 の「1. 2 遡上・浸水域の評価の考え方について」を改定 ・改 89 の「1. 5 入力津波のパラメータスタディの考慮について」を改定 ・改 84 の「3. 1 砂移動による影響確認について」を改定 ・改 86 の「4. 2 漂流物による影響確認について」を改定 ・改 94 の「5. 6 漏水量評価について」を改定
改 99	H30. 8. 22	<ul style="list-style-type: none"> ・改 89 の「6. 1. 3 止水機構に関する補足説明」の改訂及び止水板設置時における隙間の解析結果、評価の報告（新規） ・改 50 の「6. 5. 1 防潮扉の設計に関する補足説明」の改訂 ・改 50, 83 の「6. 6. 1 放水路ゲートの設計に関する補足説明」の改訂 ・改 85 の「6. 9. 1 浸水防止蓋, 水密ハッチ, 水密扉, 逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明」を改定

下線は、今回提出資料を示す。

目 次

[]内は、当該箇所を提出
(最新)したときの改訂を示
す。

1. 入力津波の評価
 - 1.1 潮位観測記録の考え方について[改 37 H30. 5. 17]
 - 1.2 遡上・浸水域の評価の考え方について[改 12 H30. 3. 1]
 - 1.3 港湾内の局所的な海面の励起について[改 37 H30. 5. 17]
 - 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[改 12 H30. 3. 1]
 - 1.5 入力津波のパラメータスタディの考慮について[改 89 H30. 8. 7]
 - 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[改 13 H30. 3. 6]
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[改 76 H30. 7. 18]
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[改 84 H30. 8. 1]
 - 3.2 海水ポンプの波力に対する強度評価について[改 73 H30. 7. 11]
 - 3.3 除塵装置の取水性の影響について[改 80 H30. 7. 25]
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[改 32 H30. 5. 1]
 - 4.2 漂流物による影響確認について[改 86 H30. 8. 2]
 - 4.3 漂流物荷重について[改 87 H30. 8. 21]
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[改 7 H30. 2. 19]
 - 5.2 耐津波設計における現場確認プロセスについて[改 94 H30. 8. 17]
 - 5.3 強度計算に用いた規格・基準について[改 79 H30. 7. 24]
 - 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[改 31 H30. 4. 26]
 - 5.5 津波防護施設のアンカーボルトの設計について[改 67 H30. 7. 4]
 - 5.6 漏水量評価について[改 94 H30. 8. 17]
 - 5.7 自然現象を考慮する浸水防護施設の選定について[改 94 H30. 8. 17]
 - 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[改 54 H30. 6. 20]
 - 5.9 浸水防護施設の強度計算における津波荷重、余震荷重及び漂流物荷重の組合せについて[改 20 H30. 4. 4]
 - 5.10 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
 - 5.10.1 概要[改 5 H30. 2. 13]
 - 5.10.2 防潮堤（鋼製防護壁）[改 31 H30. 4. 26]
 - 5.10.3 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁）[改 38 H30. 5. 18]
 - 5.10.4 防潮堤（鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア））[改 24 H30. 4. 11]
 - 5.10.5 防潮堤（鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）[改 55 H30. 6. 20]
 - 5.10.6 貯留堰及び貯留堰取付護岸[改 42 H30. 5. 31]
 - 5.10.7 防潮扉[改 55 H30. 6. 20]
 - 5.10.8 構内排水路逆流防止設備[改 82 H30. 7. 27]

- 5.11 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[改 67 H30.7.4]
- 5.12 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[改 68 H30.7.5]
- 5.13 防潮堤止水ジョイント部材及び鋼製防護壁シール材について
 - 5.13.1 防潮堤止水ジョイント部材について[改 16 H30.3.19]
 - 5.13.2 鋼製防護壁シール材について[改 47 H30.6.8]
- 5.14 東海発電所の取放水路の埋戻の施工管理要領について[改 47 H30.6.8]
- 5.15 地殻変動後の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[改 67 H30.7.4]
- 5.16 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[改 47 H30.6.8]
- 5.17 津波に対する止水性能を有する施設の評価について[改 28 H30.4.19]
- 5.18 津波荷重の算出における高潮の考慮について[改 7 H30.2.19]
- 5.19 許容応力度法における許容限界について[改 96 H30.8.20]
- 5.20 津波防護施設の耐震評価における追加検討ケースの選定について[改 91 H30.8.13]
- 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
 - 6.1.1.1 鋼製防護壁の耐震計算書に関する補足説明[改 69 H30.7.6]
 - 6.1.1.2 鋼製防護壁の強度計算書に関する補足説明[改 69 H30.7.6]
 - 6.1.2 鋼製防護壁アンカーに関する補足説明[改 78 H30.7.23]
 - 6.1.3 止水機構に関する補足説明[改 99 H30.8.22]
 - 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
 - 6.2.1.1 鉄筋コンクリート防潮壁の耐震計算書に関する補足説明資料[改 69 H30.7.6]
 - 6.2.1.2 鉄筋コンクリート防潮壁の強度計算書に関する補足説明資料[改 69 H30.7.6]
 - 6.2.2 フラップゲートに関する補足説明[改 80 H30.7.25]
 - 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
 - 6.3.1.1 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の耐震計算書に関する補足説明[改 92 H30.8.16]
 - 6.3.1.2 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の強度計算書に関する補足説明[改 92 H30.8.16]
 - 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
 - 6.4.1.1 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の耐震計算書に関する補足説明[改 88 H30.8.6]
 - 6.4.1.2 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の強度計算書に関する補足説明[改 88 H30.8.6]
 - 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[改 99 H30.8.22]
 - 6.5.1.1 防潮扉の耐震計算書に関する補足説明[改 66 H30.8.17]（土木）
 - 6.5.1.2 防潮扉の強度計算書に関する補足説明[改 69 H30.8.17]（土木）
 - 6.6 放水路ゲートに関する補足説明

[]内は、当該箇所を提出（最新）したときの改訂を示す。

- 6.6.1 放水路ゲートの設計に関する補足説明[改 99 H30. 8. 22]
 - 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[改 39 H30. 5. 22]
 - 6.7.1.1 構内排水路逆流防止設備の耐震計算書に関する補足説明[改 95 H30. 8. 20]
 - 6.7.1.2 構内排水路逆流防止設備の強度計算書に関する補足説明[改 95 H30. 8. 20]
 - 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
 - 6.8.1.1 貯留堰の耐震計算書に関する補足説明[改 91 H30. 8. 13]
 - 6.8.1.2 貯留堰の強度計算書に関する補足説明[改 91 H30. 8. 13]
 - 6.8.2 貯留堰取付護岸に関する補足説明[改 91 H30. 8. 10]
 - 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, 逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明[改 99 H30. 8. 22]
 - 6.9.2 逆止弁を構成する各部材の評価及び機能維持の確認方法について[改 40 H30. 5. 25]
 - 6.9.3 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[改 79 H30. 7. 24]
 - 6.10 津波監視設備に関する補足説明
 - 6.10.1 津波・構内監視カメラの設計に関する補足説明[改 72 H30. 7. 11]
 - 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[改 79 H30. 7. 24]
 - 6.10.3 加振試験の条件について[改 75 H30. 7. 17]
 - 6.10.4 津波監視設備の設備構成及び電源構成について[改 89 H30. 8. 7]
 - 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[改 61 H30. 6. 28]
 - 6.12 止水ジョイント部の相対変位量に関する補足説明[改 38 H30. 5. 18]
 - 6.13 止水ジョイント部の漂流物対策に関する補足説明[改 31 H30. 4. 26]
 - 6.14 杭-地盤相互作用バネの設定について[改 61 H30. 6. 28]
- 7. 工事計画変更許可後の変更手続き
 - 7.1 工事計画変更許可後の変更手続き[改 83 H30. 7. 31]

[]内は、当該箇所を提出
(最新)したときの改訂を示
す。

6.1.3.6 止水機構における耐震・強度評価について

1. 目的

鋼製防護壁の止水機構（1次・2次）の耐震・強度評価方法について説明する。

2. 配置

止水機構の全体配置を図1に示す。止水機構の断面を図2に示す。

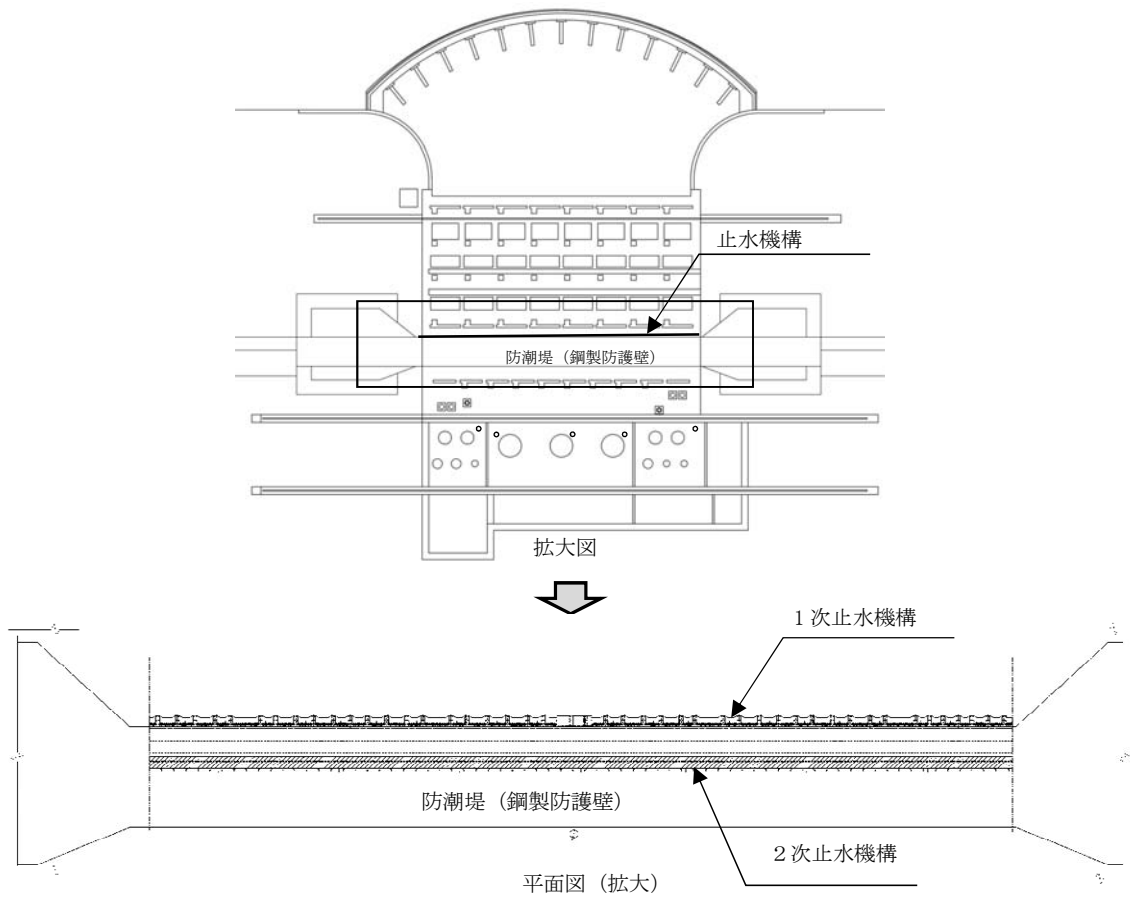
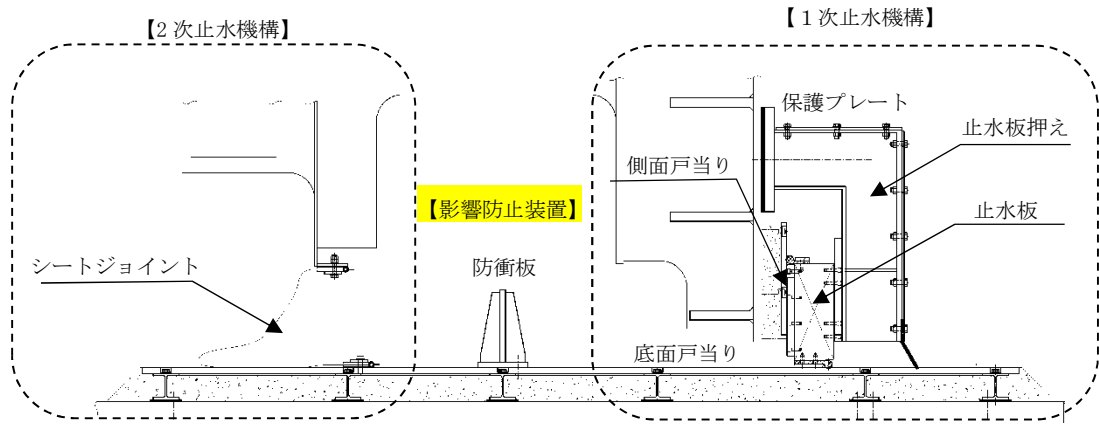


図1 1次止水機構の全体配置図



(断面図)

3.1 次止水機構の評価対象部位

1次止水機構の評価対象部位を図3に示す。各部位の構造及び評価項目等については①～⑩に詳細に記載する。

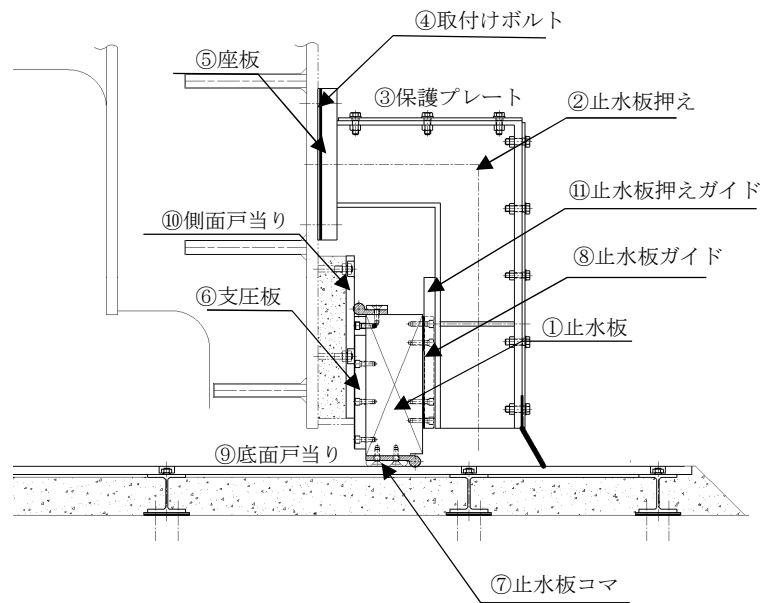


図3 1次止水機構の評価対象部位

①止水板

止水板の仕様とモデル化の概要を図4に示す。

評価部位	—	①止水板				
主要寸法	止水板長さ	mm	1990 (2000*)	1740 (1750*)	1540 (1550*)	1490 (1500*)
	止水板高さ	mm	400			
	止水板厚さ	mm	150			
材料	—	SUS304N2				
個数	—		13	7	1	2
応力評価項目	—	曲げ応力, せん断応力				

注記 * : 公称値

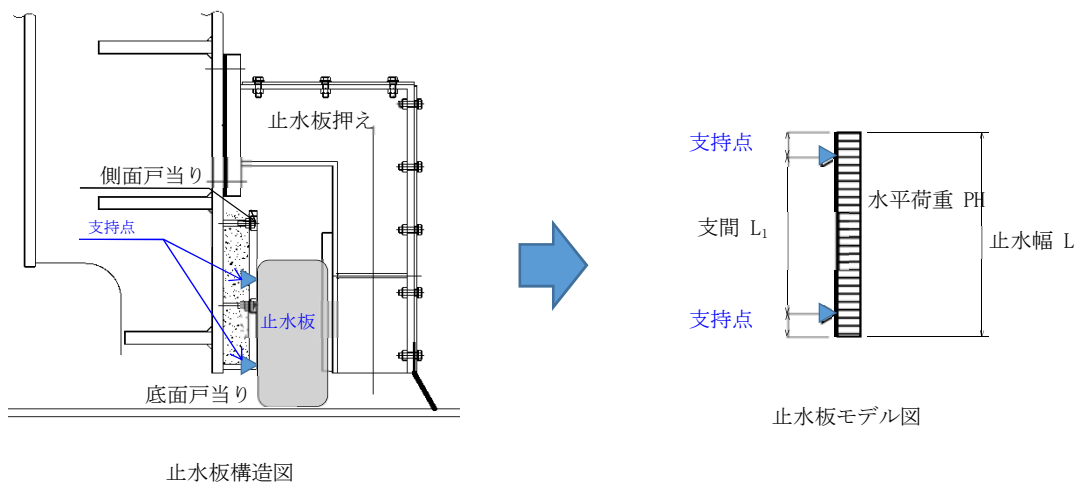


図4 止水板の構造及びモデルの設定

②止水板押え

止水板押えの全体配置図を図5に、止水板押えの構造及びモデルの設定を図6に示す。

- ◆材料：SM570
- ◆寸法：H200-230
- ◆数量：46箇所（止水板1枚に2箇所設置）
- ◆応力評価項目：＜上面＞曲げ応力，圧縮応力，せん断応力
 ＜正面＞曲げ応力，せん断応力

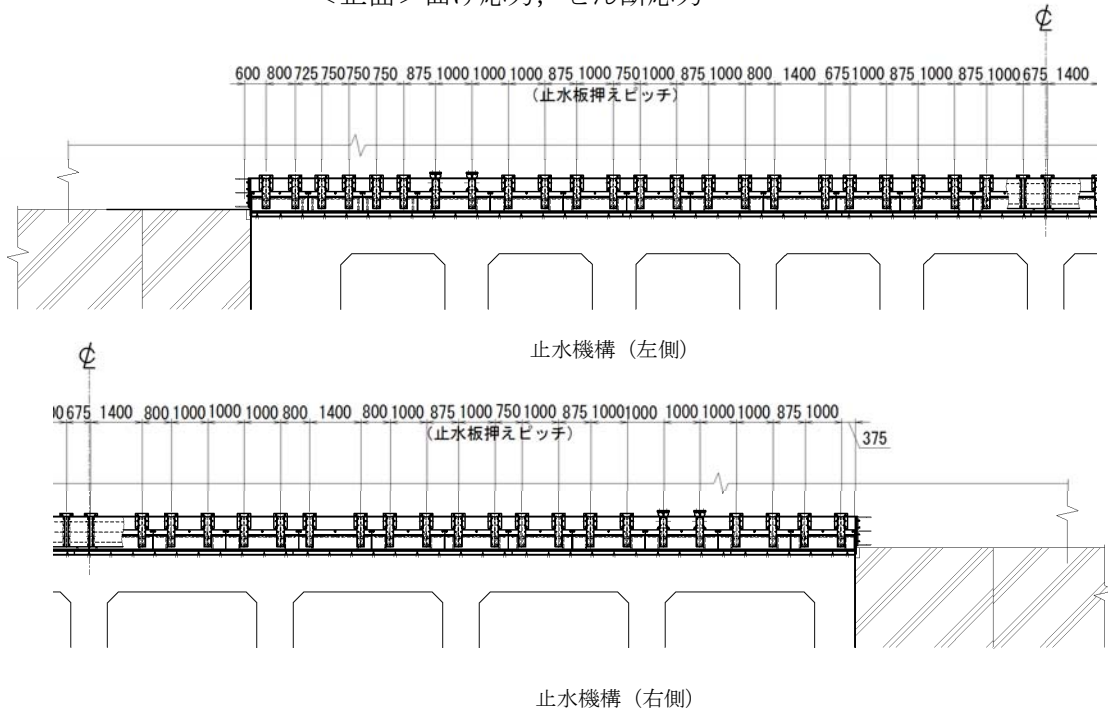


図5 止水板押えの全体配置（正面図：海側より）

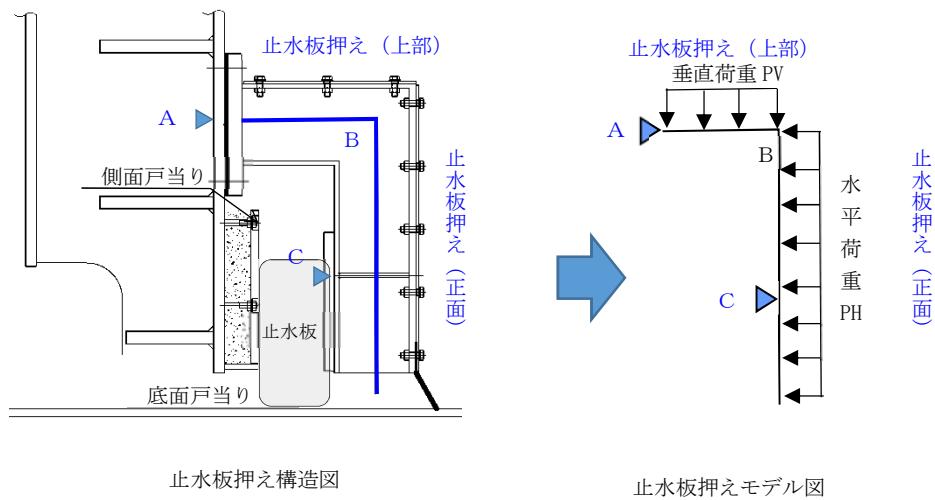


図6 止水板押えの構造及びモデルの設定

③保護プレート (図7)

◆応力評価項目：＜上面，正面＞曲げ応力，せん断応力

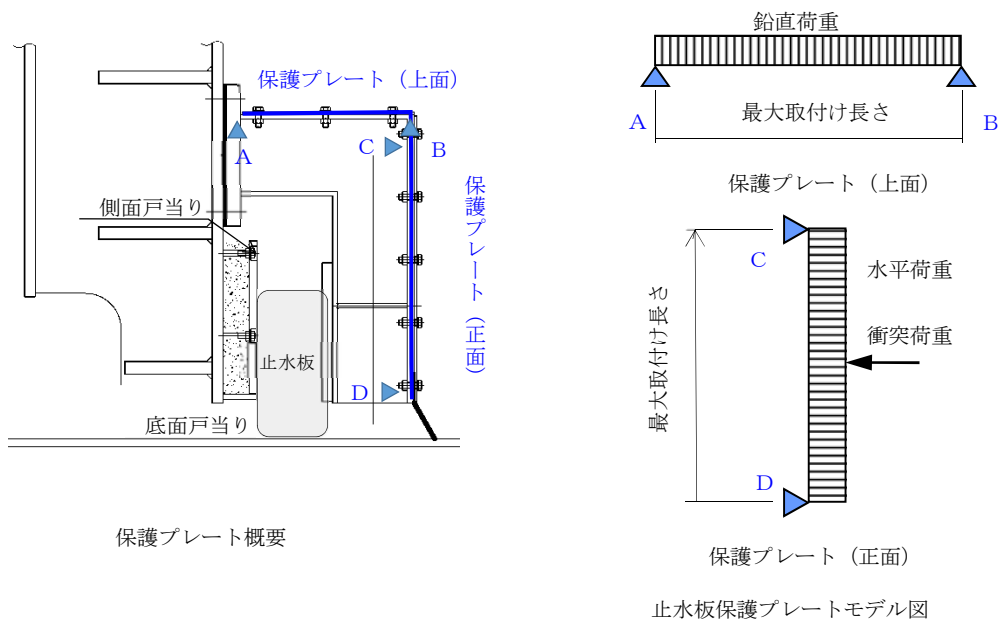


図7 保護プレートのモデルの設定

④取付けボルト，⑤座板 (図8)

◆応力評価項目：＜取付けボルト＞引張り応力，せん断応力
 ＜座板＞曲げ応力，せん断応力

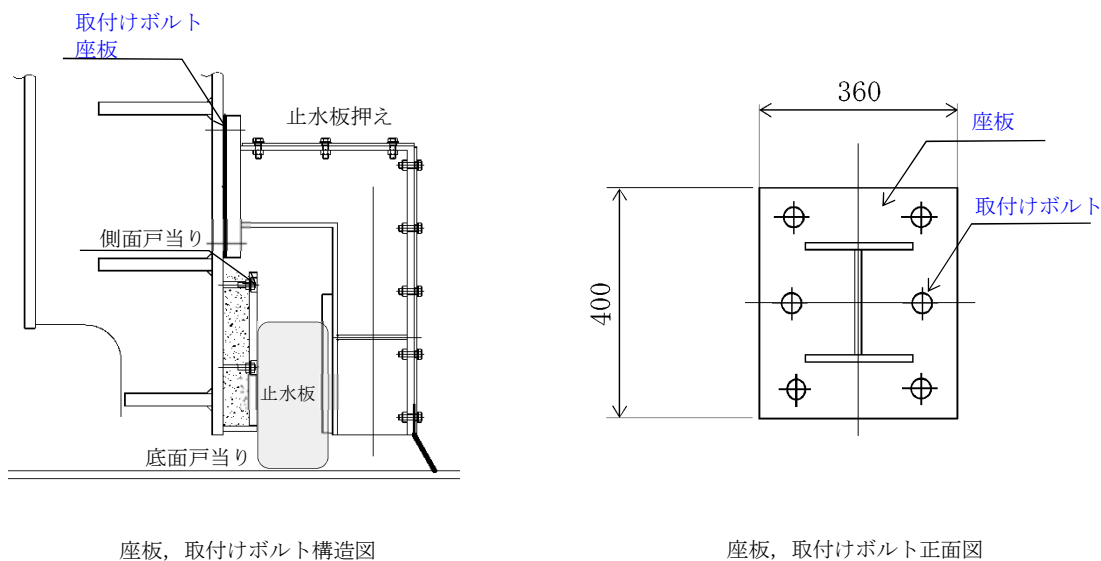
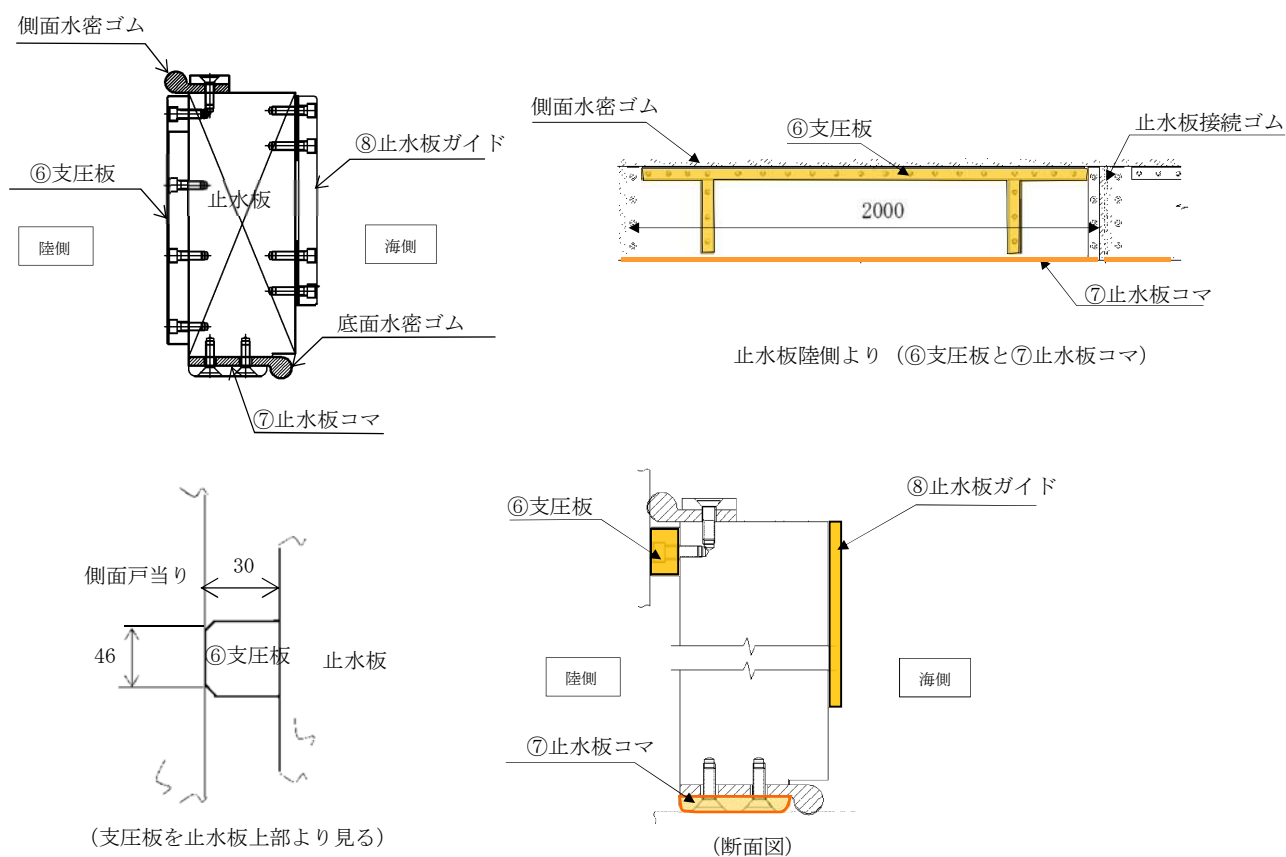


図8 取付けボルト，座板の構造

⑥支圧板, ⑦止水板コマ, ⑧止水板ガイド (図9)



評価部位		—	⑥支圧板	⑦止水板コマ	⑧止水板ガイド
主要寸法	長さ	mm	止水板の長さに合わせる	止水板の長さに合わせる	止水板押えの位置に設置
	厚さ	mm	30	15	30
材料		—	超高分子量ポリエチレン(UPE)	CAC703	CAC703
個数		—	23箇所*1	23箇所*1	46箇所*2
応力評価項目		—	支圧応力	支圧応力	支圧応力

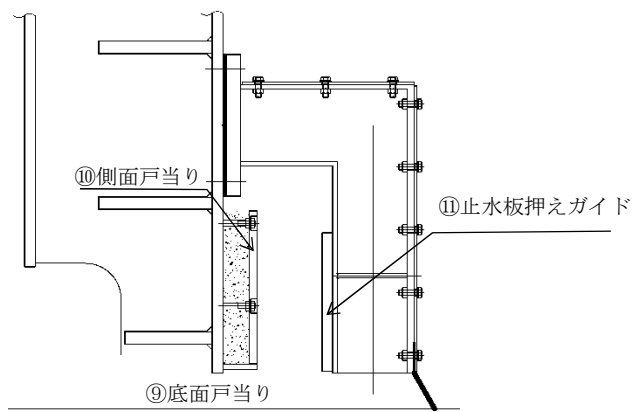
*1: 止水板1枚につき1箇所とする。

*2: 止水板1枚につき2箇所, 合計46箇所

図9 支圧板, 止水板コマ, 止水板ガイドの構造

⑨底面戸当り，⑩側面戸当り，⑪止水板押えガイド（図10）

◆応力評価項目：<底面戸当り，側面戸当り>圧縮応力
<止水板押えガイド>圧縮応力，せん断応力



評価部位		—	⑨底面戸当り	⑩側面戸当り	⑪止水板押えガイド
主要寸法	長さ	mm	L42800×W37000	42800	L370×W40
	厚さ	mm	22	22	26
材料		—	SUS316	SUS316	SUSU304
個数		—	1式* ¹	1式* ²	46箇所* ³
応力評価項目		—	支圧応力	支圧応力	支圧応力

*1：止水機構全域に設置するため1式とする。

*2：止水板と同じ位置の全域に設置するため1式とする。

*3：止水板ガイド箇所と同じ46箇所

図10 底面戸当り，側面戸当り，止水板押えガイドの構造

4.2 次止水機構, 止水板 (影響防止装置) の評価部位

2 次止水機構と止水板の配置を図 11 に示す。

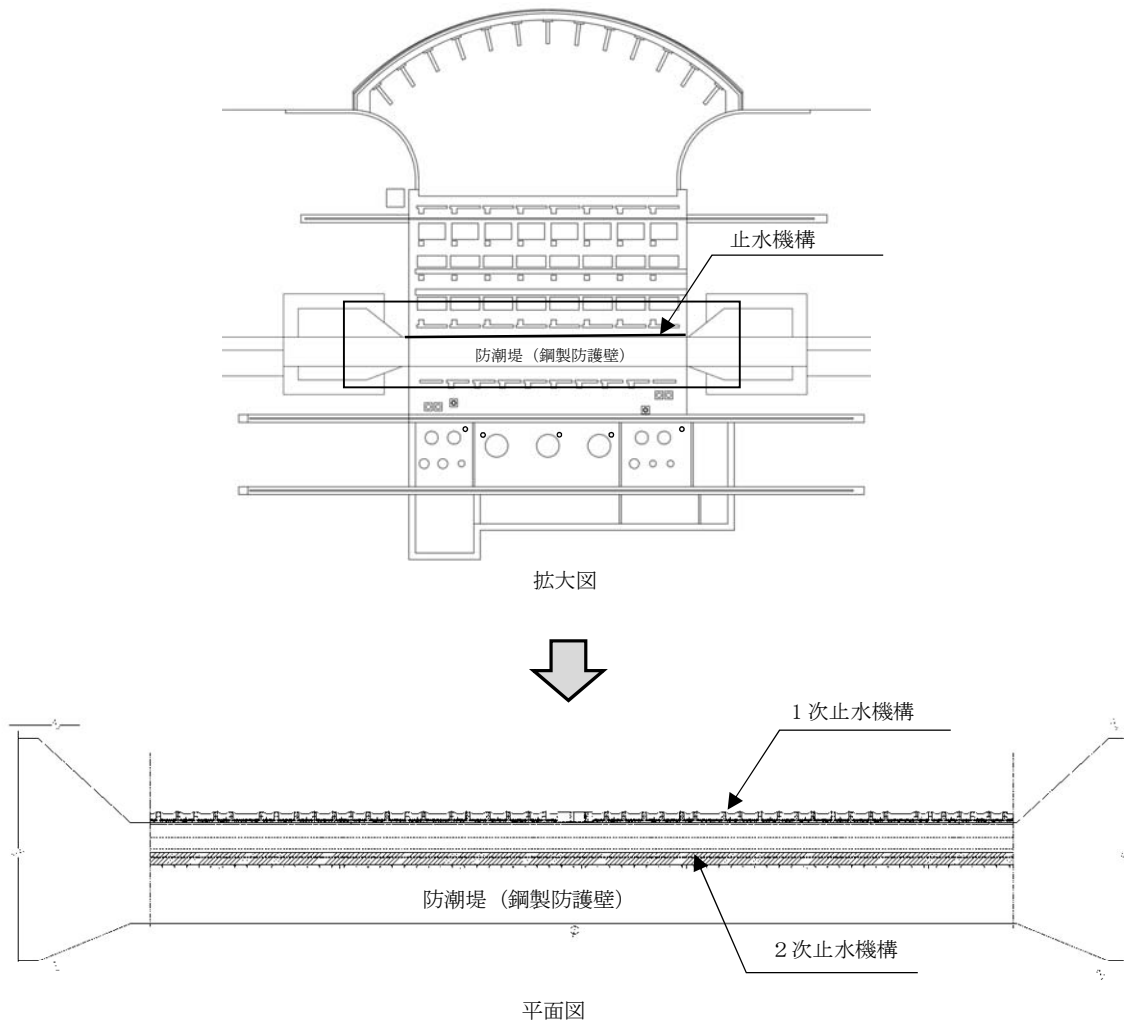


図 11 2 次止水機構の配置図

⑫シートジョイント, ⑬防衝板 (影響防止装置) (図 12)

評価部位		—	⑫シートジョイント (固定部, 地下固定部含む)	⑬防衝板 (基礎ボルト含む)
主要寸法	長さ	mm	約 43000* ¹	約 43000* ¹
	高さ	mm	400	300
	厚さ	mm	—	25
材 料		—	ポリエステル繊維膜材(#800 二重) 補強ベルト (100×2t 両面)	SUS304
個 数		—	1 式* ²	1 式* ²
応力評価項目		—	引張り強度	曲げ応力 せん断応力

*1: 止水機構の全長を示す。

*2: 止水機構の全長部分に設置するため, 1 式とする。

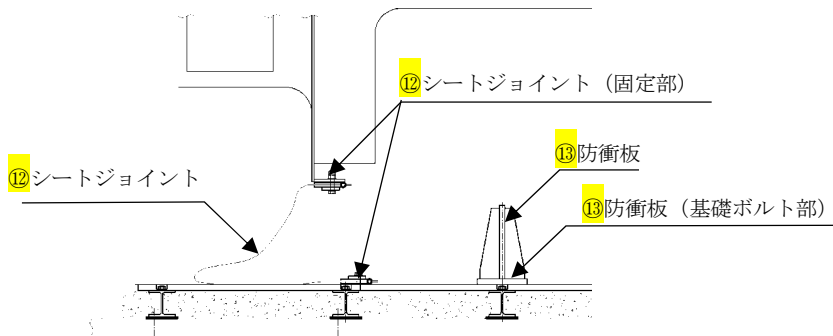
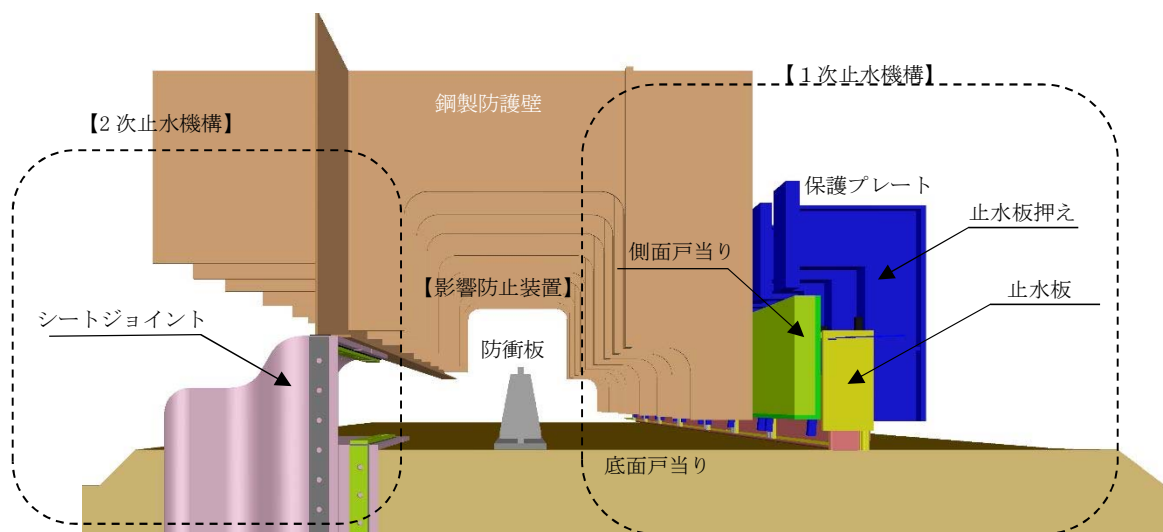


図 12 シートジョイントと防衝板の配置

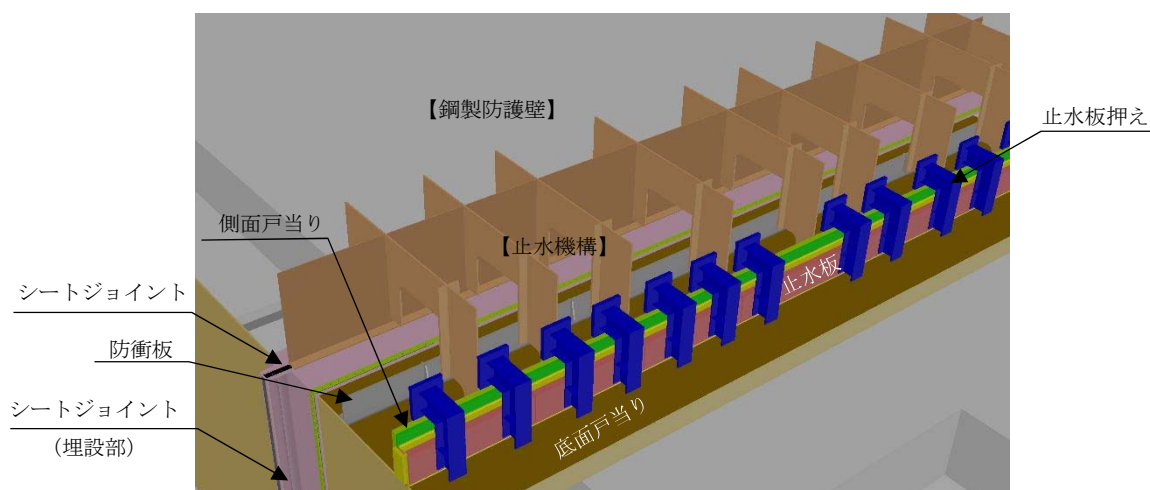
(1) シートジョイントの構造

止水機構の2次止水機構にシートジョイントを設置する。シートジョイントは、防潮堤の境界部に設置する止水ジョイント部材と同等の材質のものを設置する。

鋼製防護壁の端部は、鋼製防護壁の地震時変位による追従性を確保するためシートジョイントに余長を持たせ、変位を吸収する構造とする。また、止水時の水密性を確保するため、埋設部はボルトにて固定し水密性を維持する。シートジョイントの埋設部には、形状維持の観点から砂（珪砂9号）と粘土を充填し形状を確保する。



(止水機構 断面鳥瞰図)



(止水機構 海側南東方向より鳥瞰図)

図 13 止水機構の概要

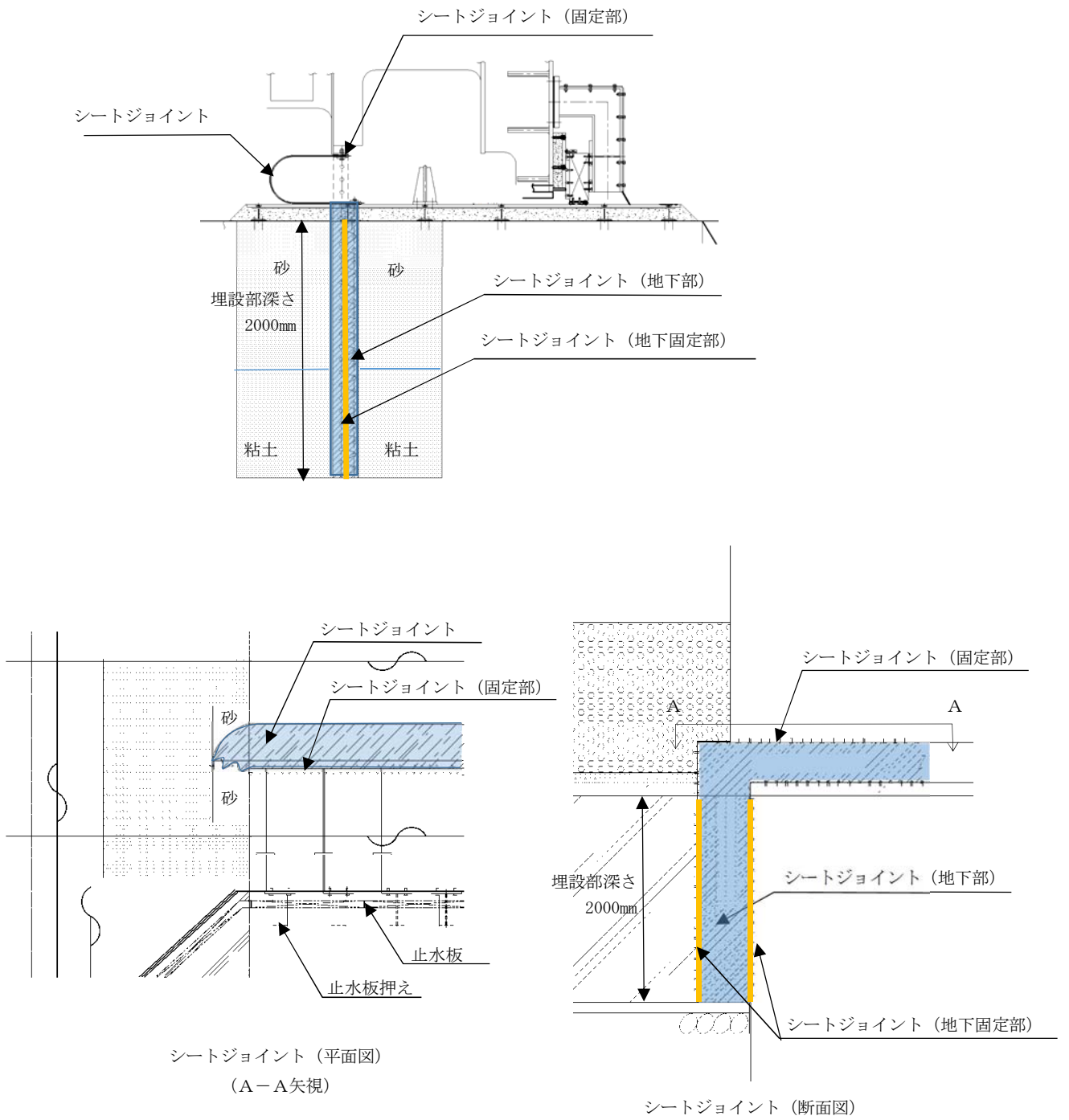


図 14 シートジョイント端部の構造

<膜幅の考え方>

鋼製防護壁が海側= 700mm 移動した場合の最大変位時の状態の膜径間距離にたわみを考慮した長さ 856mm) に両端の取付け部長さ (100mm, 70mm) を加えた長さ (約 1000mm) の 1.5 倍以上とした膜幅 1500mm と設定する。図 15 にシートジョイントの膜幅の設定を示す。

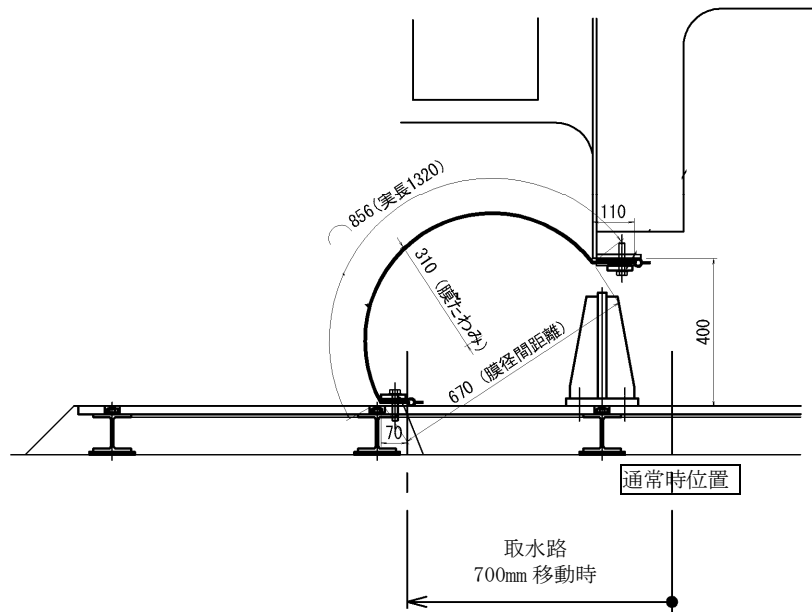


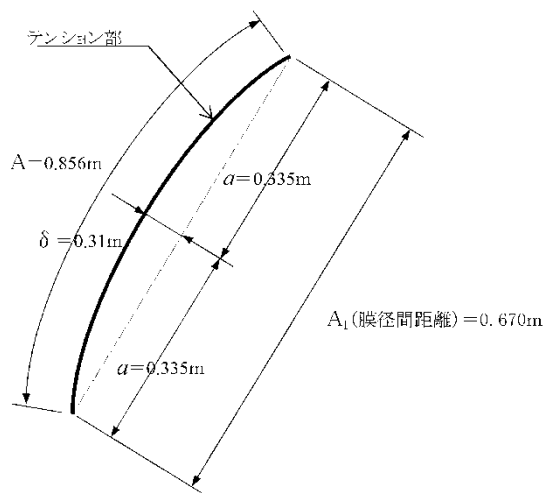
図 15 シートジョイントの膜幅の設定

(2) シートジョイントの張力の算出

シートジョイントの構造計算書に用いる張力の計算方法について、以下のとおり。

①張力の算定

2次止水機構のシートジョイントを取付ける場合の張力を算出する。図16にたわみ形状図を示す。



$$T_c = \frac{P_1 \cdot a}{2 \cdot \delta} \cdot \sqrt{a^2 + 4 \cdot \delta^2}$$

T_c : 膜に発生する張力 (kN/m)

a : 膜径間距離 (A_1) の 1/2

$$a = 0.67 \times 0.5 = 0.335$$

δ : たわみ量 (0.31m)

P_1 : 水圧 (=211.1kN/m²)

図16 たわみ形状図

②膜材強度の照査

膜材に対する安全率は $SF \geq 1.5$ とし膜材の必要張力 (T_{cb}) を求める。

$$T_{cb} \geq SF \cdot T_c$$

$$T_{cb} \geq 1.5 \times 80.4 = 120.6 \text{ kN/m}$$

T_c : 膜材に発生する張力 (80.4kN/m)

膜材の必要張力は、120.6kN/mより、

30cmあたり 36.2kN/30cm < 90kN/30cm (判定値) となる。

6.1.3.7 止水機構のうち防衝板における衝突解析について

1. 目的

鋼製防護壁の1次止水機構の補修時等における津波襲来時において、石などの漂流物が2次止水機構のシートジョイントに到達する前に防衝板（影響防止装置）へ衝突する。その場合の防衝板への漂流物の影響について評価する。

2. 評価の方法

1次止水機構の隙間（100mm）より津波の浸水に伴う漂流物を想定する。その際、防衝板へ衝突した後の漂流物の軌跡や2次止水機構のシートジョイントへの影響について評価する。

(1) 評価条件

【評価条件】

- ・津波条件：T.P. +24.0m 静水圧
- ・解析ソフト：PFC_Ver5.0
- ・流体解析：ANSYS FLUENT

【止水機構の構造条件】

図1に止水機構の構造及びモデル化の範囲を示す。

- ①止水板は補修等により設置していない状態
- ②通常状態で100mmの隙間。100mmの隙間より漂流物を想定する。
- ③防衝板の仕様：
 - ・材質：SUSU304
 - ・寸法：高さ300mm×厚さ22mm
 - ・据付け状況：ボルト固定

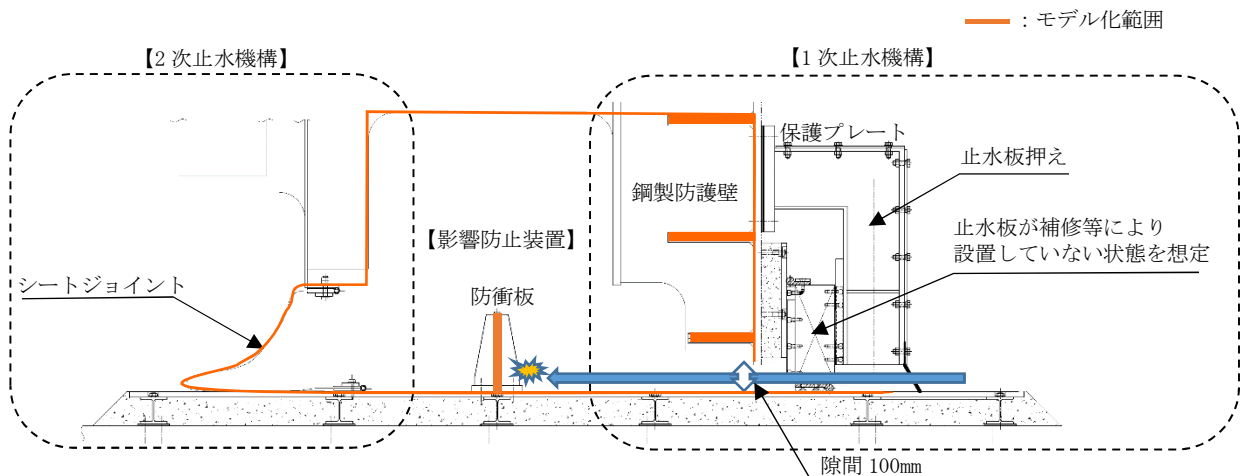


図1 止水機構の構造及び解析モデルの範囲図

【漂流物】

- ①漂流物は花崗岩を想定し、比重は 2750kg/m^3 （一般的に $2600\sim 2800\text{kg/m}^3$ ）
- ②防衝板に衝突した影響を把握するため、岩塊の形状の違う 2 ケースを選定。

図 2 に岩塊のモデル化を示す。

- ・ 1 ケース：岩塊（四角形状）： $100\text{mm}\times 100\text{mm}\times 100\text{mm}$
- ・ 2 ケース：岩塊（丸形状）：直径 100mm

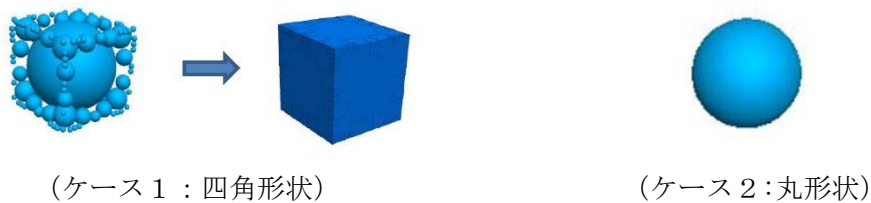


図 2 岩塊のモデル化

【解析モデル図】

止水機構の構造条件に基づく図 1 のモデル化の範囲を図 3 に止水機構のモデル化を示す。

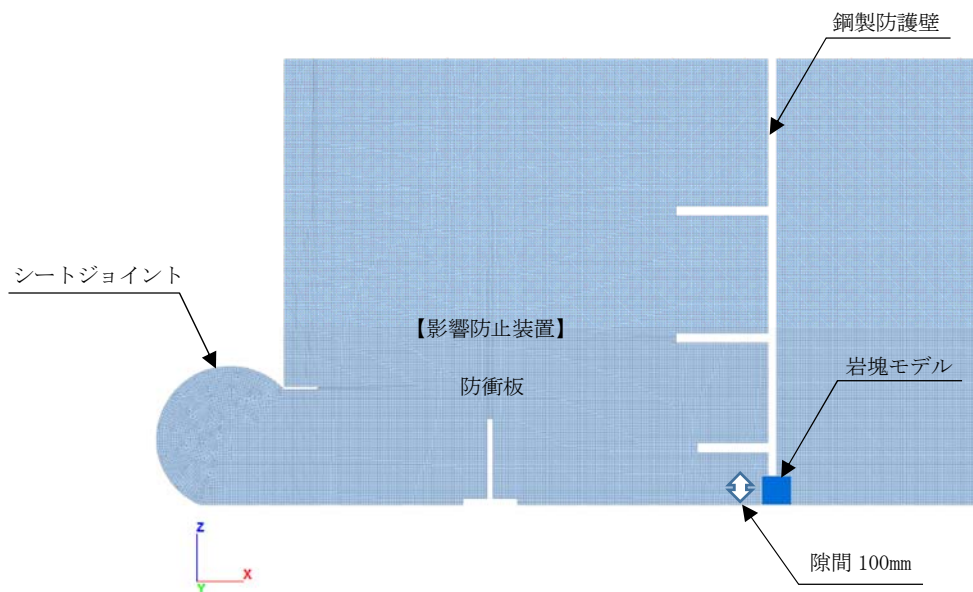


図 3 止水機構のモデル化

3. 挙動の解析結果

(1) ケース 1 岩塊（四角形状）

以下に岩塊（四角形状）の解析結果を示す。

止水板の設置位置の隙間 100mm の間から侵入し、0.3 秒後には防衝板に衝突，その後上部に跳ね上がることから，シートジョイントには直撃せず底面部分に留まる事を確認した。図 4 に岩塊（四角形状）の解析結果を示す。

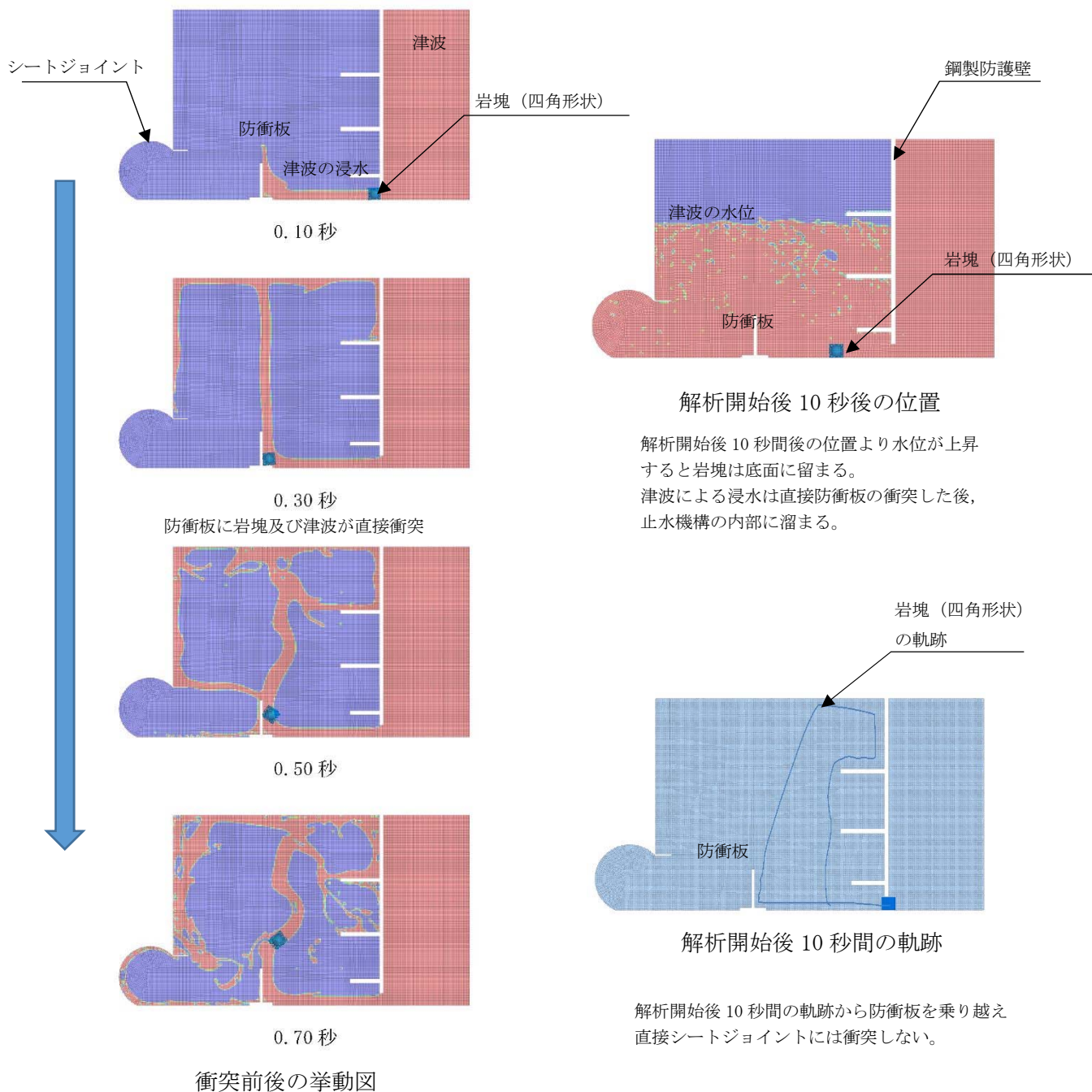


図 4 岩塊（四角形状）の解析結果

(2) ケース 2 岩塊（丸形状）

以下に岩塊（丸形状）の解析結果を示す。

止水板の設置位置の隙間 100mm の間から侵入し、0.3 秒後には防衝板に衝突、その後上部に跳ね上がることから、シートジョイントには直撃せず底面部分に留まる事を確認した。図 5 に岩塊（丸形状）の解析結果を示す。

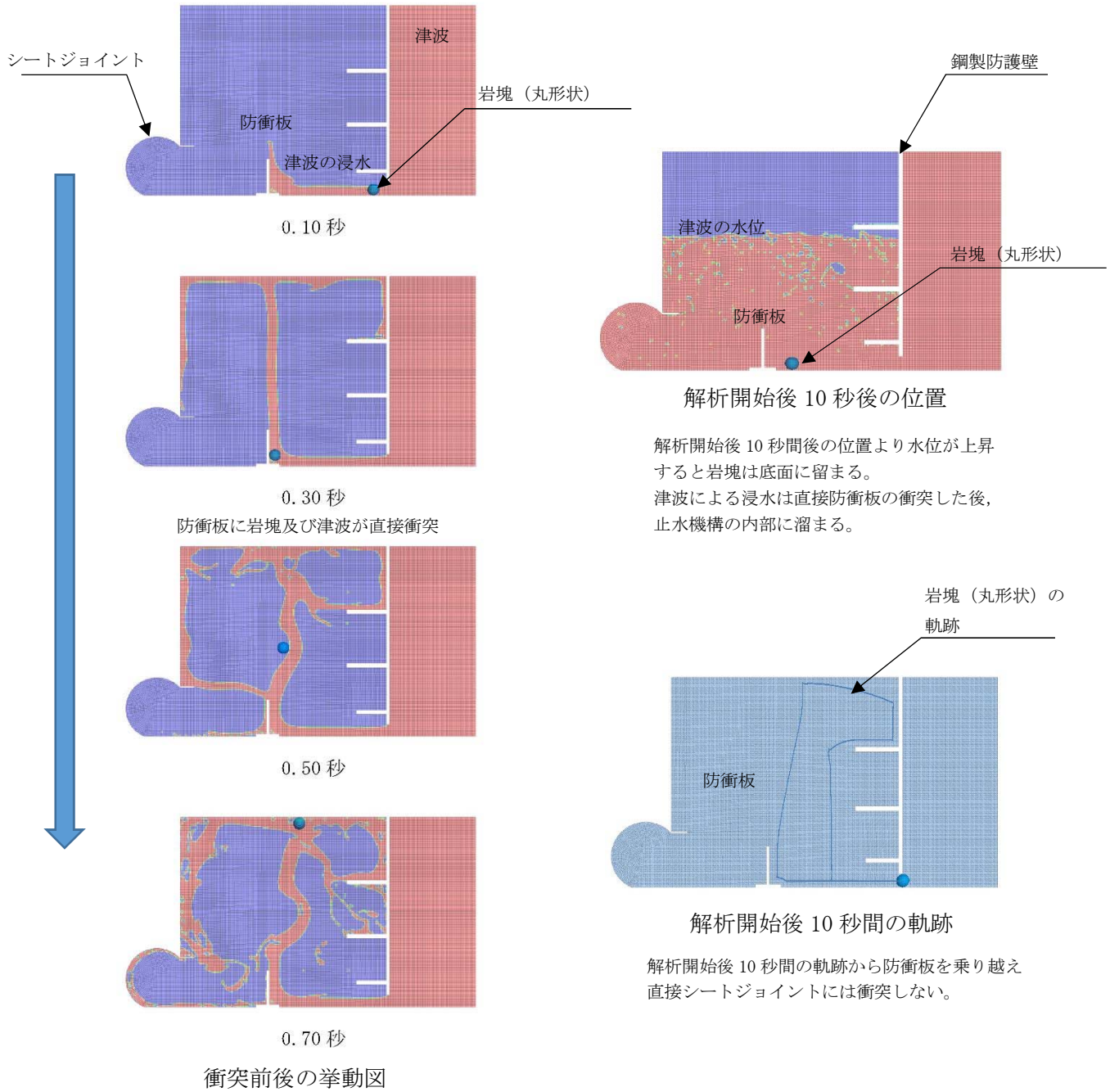


図 5 岩塊（丸形状）の解析結果

4. 衝突解析結果から算出された衝突力による評価

前述の解析結果より防衝板への衝突は、約 0.3 秒後に衝突している。その際の衝突力について解析より求め、強度計算書に反映する。

表 1 衝突板への衝突力の算定

	①衝突力 (N)	強度計算書上に用いる衝突力 (N) ①衝突力×1.2 倍
ケース 1 (四角形状)	11395	13674
ケース 2 (丸形状)	2058	2470

強度計算書に用いる荷重は、最大荷重のケース 1 (四角形状)にて算出した荷重(11395N)に計算書上のばらつき等を考慮し 1.2 倍の衝突力 13674Nを強度計算書に用い評価する。表 1 に衝突版への衝突力の算定を示す。

また、シートジョイントについては、岩塊が直接衝突することがないこと及び津波の浸水も直接受けることがないことから、静水圧による荷重を考慮した強度計算書の評価とする。

6.1.3.8 止水板の設置時における隙間の解析及び衝突解析による評価について

1. 目的

鋼製防護壁の1次止水機構の止水板は、止水板押えと側面戸当りの隙間が3mm～6mmにて設置される解析や応力評価の影響について評価する。

2. 概要

三次元動的解析は、ガイド間の隙間の寸法について公称値の3mmとし評価してきたが、製作や施工上の設置時における公差を考慮した場合に、隙間3mmから最大6mmにて設置することから、三次元動的解析においては、設置時における施工上の公差によるばらつき等も考慮した解析ケースを選定する。

なお、解析ケースの選定については、三次元動的解析による応力評価（衝突応力含む）及び止水板の浮き上がりの観点から適切な解析ケースを選定する。

図1に、止水板と止水板ガイドとの設置時の隙間を示す。

<止水板と止水板ガイド間の設置時の寸法>

	止水板厚さ A (mm)	止水板ガイド付き 厚さB (mm)	ガイド間隔 C (mm)	【隙間管理値】 C-B (mm)
図面寸法	150	210	213	3
実機寸法 (製作公差含む)	150 ⁺¹ -0	210±3 (ライナー調整)	213 ⁺⁶ -3 (ライナー調整)	3 ⁺³ -0
解析モデル	150	210 ⁺⁰ -3	213	3 ⁺³ -0

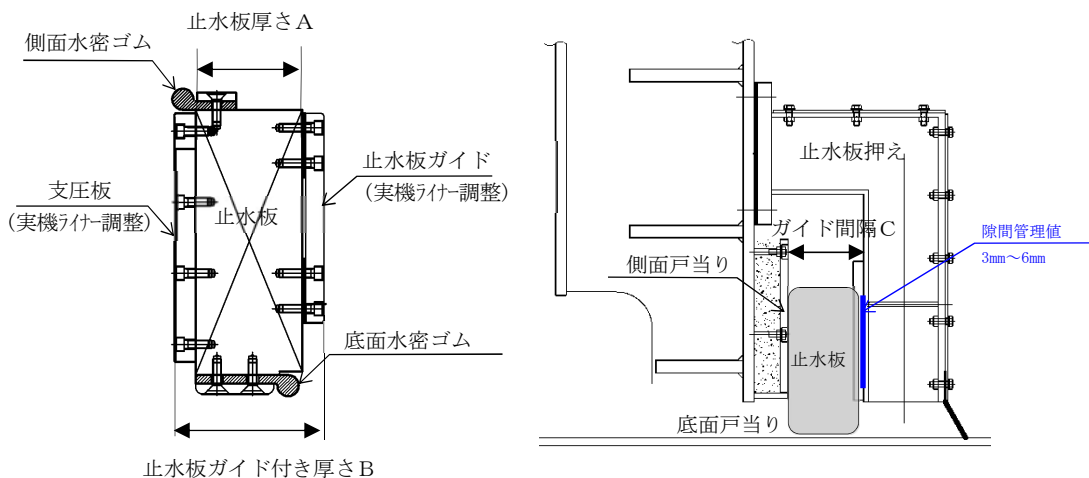


図1 実機における止水板とガイド間の寸法管理値

3. 応力解析の評価フロー

止水板設置時における隙間のケースにおける応力解析及び衝突解析による評価フローについて図2に示す。

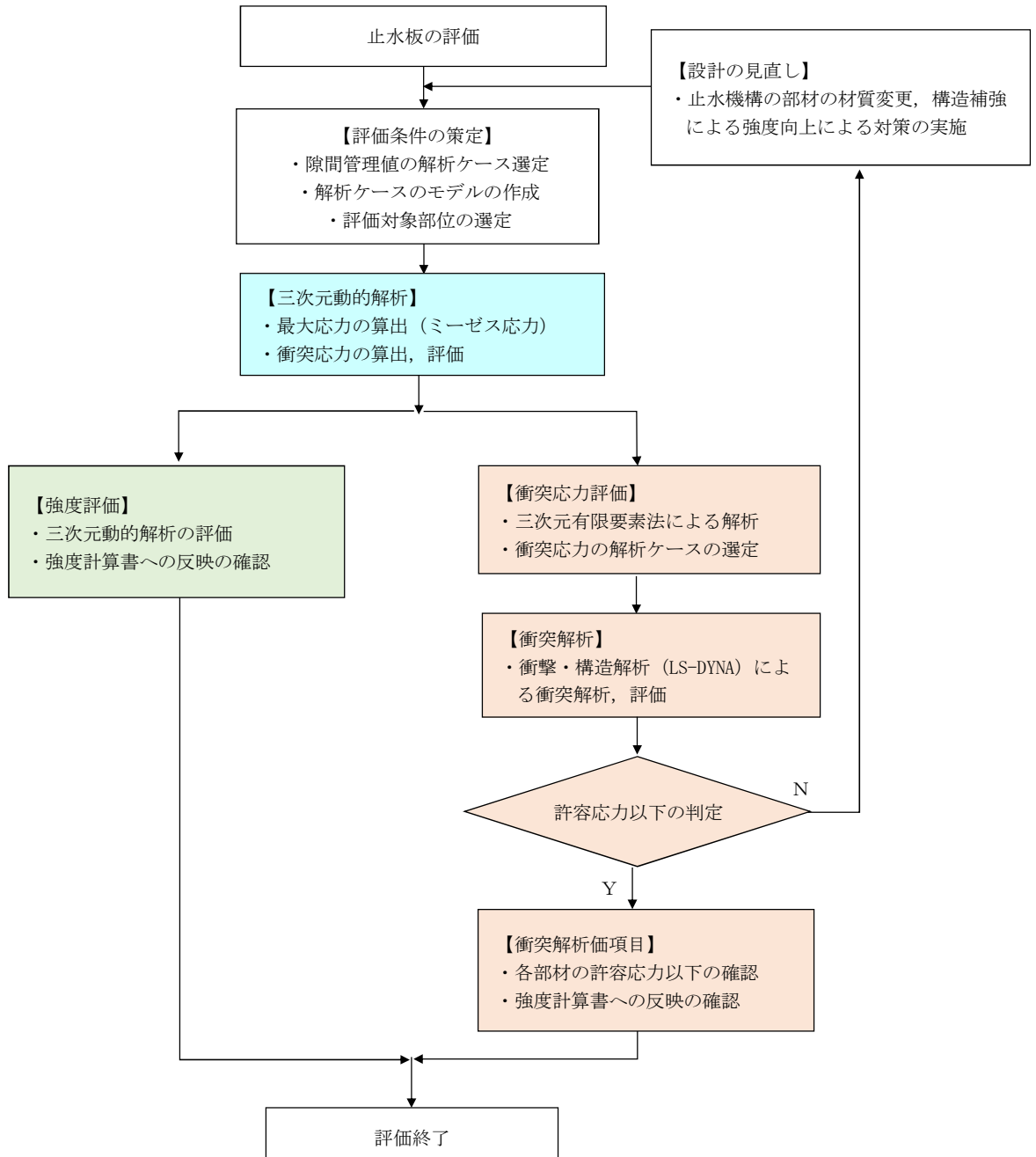
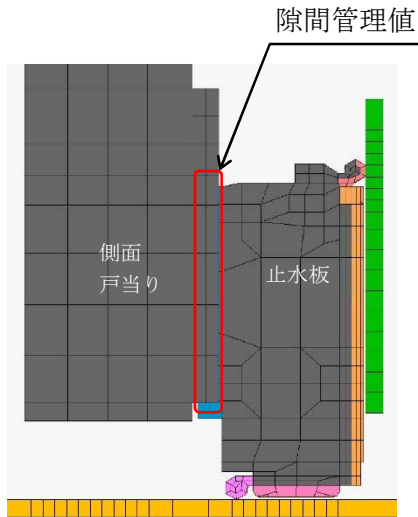


図2 止水板の設置時における隙間の解析及び衝突解析による評価フロー

4. 評価条件の策定

(1) 三次元動的解析モデルと解析ケース

図3に三次元動的解析のモデルとケース数



【解析条件】

◆三次元動的解析のケース

	ケース 1	ケース 2	ケース 3
隙間	3mm	4mm	6mm

◆地震動：基準地震動 S_s （3方向同時加振）

◆継続時間：鋼製防護壁の鉛直加速度最大時付近
40秒から44秒

図3 三次元動的解析のモデルとケース数

(2) 評価対象部位の選定

三次元動的解析の評価対象部位は、止水板の挙動に影響を与える部位を選定した。図4に解析における評価対象部位を示す。

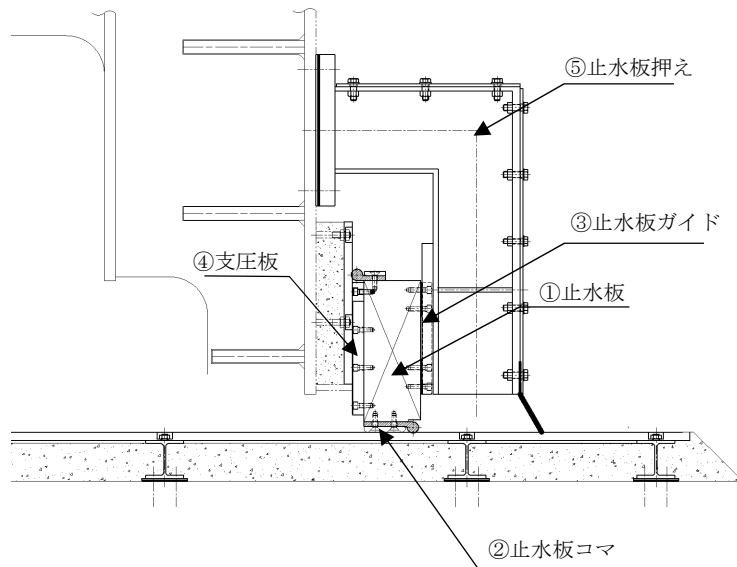


図4 解析における評価対象部位

5. 三次元動的解析（応力評価）の結果

三次元動的解析における応力評価の解析結果を止水板設置の隙間ケース毎に整理した結果を表1に示す。

解析の結果から、ケース3の6mmの場合であればケース1, 2の発生応力よりも顕著に応力が大きくなる傾向があること及び他のケースを包絡していることから、三次元動的解析及び応力評価においてはケース3（隙間6mm）のケースを評価や解析においてのベースケースとする。

表1 止水板設置の隙間ケースにおける三次元動的解析結果（衝突応力）

評価対象部位	ケース1 (隙間：3mm)	ケース2 (隙間：4mm)	ケース3 (隙間：6mm)	許容応力 (MPa)
①止水板	185.4	121.5	348.6	345
②止水板コマ	794.9	962.4	1975.7	245
③止水板ガイド	599.9	829.2	1308.7	245
④支圧板	21.8	14.4	13.1	44
⑤止水板押え	829.0	538.0	915.1	450
評価	公称値ケース	ケース1とケース3の 中間ケース	【ベースケース】 支圧板以外の全ての 部位の包絡ケース	

三次元動的解析における評価の結果、ケース1の隙間3mmのケースでは止水板とガイドとの隙間が小さいことから、止水板を比較的拘束する結果が得られたが、ケース3の6mmの場合には止水板とガイドとの隙間が大きいため、止水板が自由に動きやすく衝突応力に大きい結果が得られたものと思われる。

図5～図8にケース3の①止水板、②止水板コマ、③止水板ガイド、⑤止水板押えの三次元動的解析の結果を示す。

【ケース 3 隙間 6mm の解析結果】

<①止水板>

止水板の中央付近に許容応力をわずかに上回っている衝突応力が確認できることから衝突による応力として評価する。

また、時刻歴波形から許容応力以下のところにも小さな衝突応力が確認できる結果となった。図 5 に三次元動的解析の結果と時刻歴波形を示す。

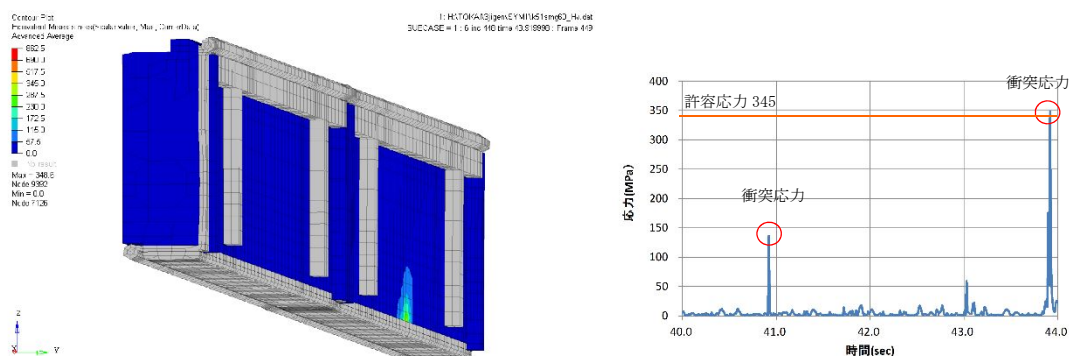


図 5 止水板の三次元動的解析結果と時刻歴波形

<②止水板コマ>

止水板コマの端部に衝突応力が確認できることから衝突による応力として評価する。
なお、

また、時刻歴波形から許容応力の近傍の部分に衝突応力が確認できる結果となった。
図 6 に三次元動的解析の結果と時刻歴波形を示す。

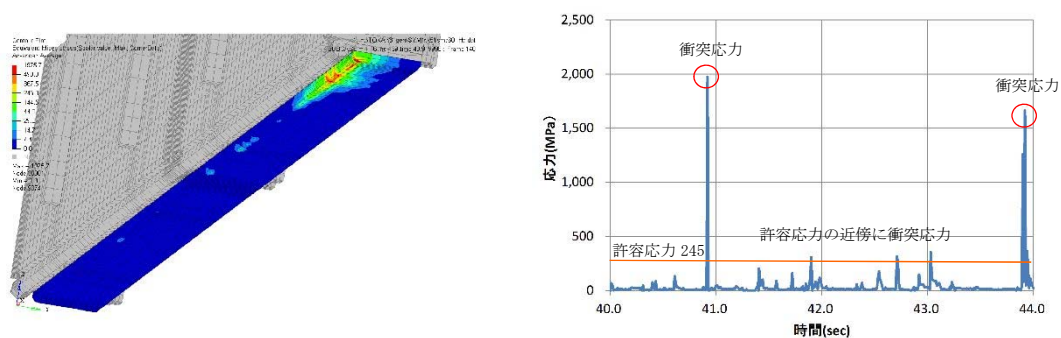


図 6 止水板コマの三次元動的解析結果と時刻歴波形

<③止水板ガイド>

止水板ガイドに衝突応力が確認できることから衝突による応力として評価する。

また、時刻歴波形から許容応力以下のところにもいくつかの衝突応力が確認できる結果となった。図7に三次元動的解析の結果と時刻歴波形を示す。

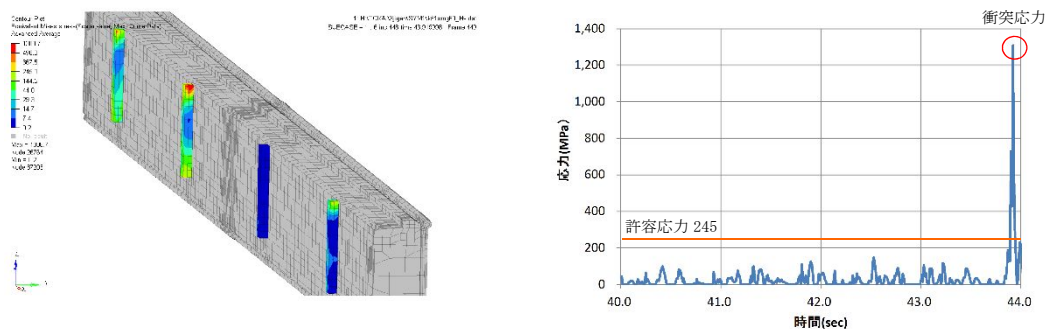


図7 止水板ガイドの三次元動的解析結果と時刻歴波形

<⑤止水板押え>

止水板押えを鋼製防護壁に取り付ける部分やL字の曲り部の近傍に衝突応力が確認できることから衝突による応力として評価する。

また、時刻歴波形から許容応力以下のところにもいくつかの衝突応力が確認できる結果となった。図8に三次元動的解析の結果と時刻歴波形を示す。

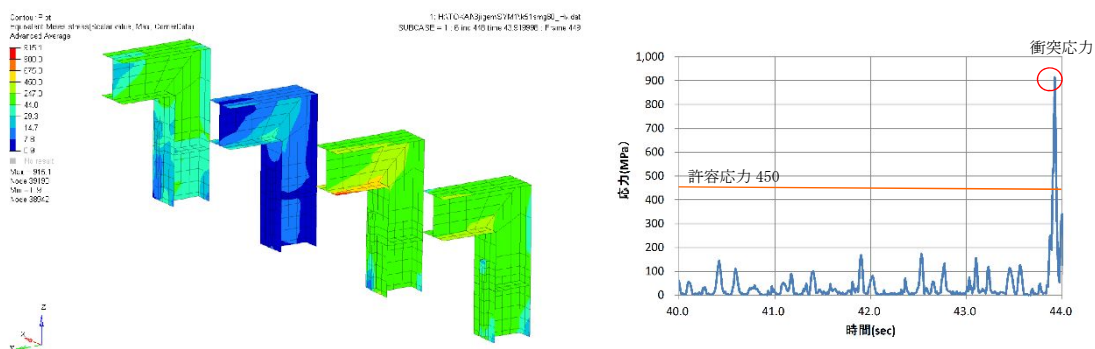


図8 止水板押えの三次元動的解析結果と時刻歴波形

6. 衝突応力の評価

前項 5 項の三次元動的解析の結果から、衝突応力が認められたため、三次元有限要素法による衝突解析を実施し衝突応力について評価する。

(1) 解析条件

- ・加振条件：基準地震動 S_s (S_s-D1)
- ・解析手法：非線形時刻歴応答解析
- ・解析ソフト：LS-DYNA（衝撃・構造解析ソフトウェア）
- ・解析モデル：三次元有限要素法解析モデル（ガイド間の隙間 6mm）

図 9 に止水板とガイド間のモデル図を示す。

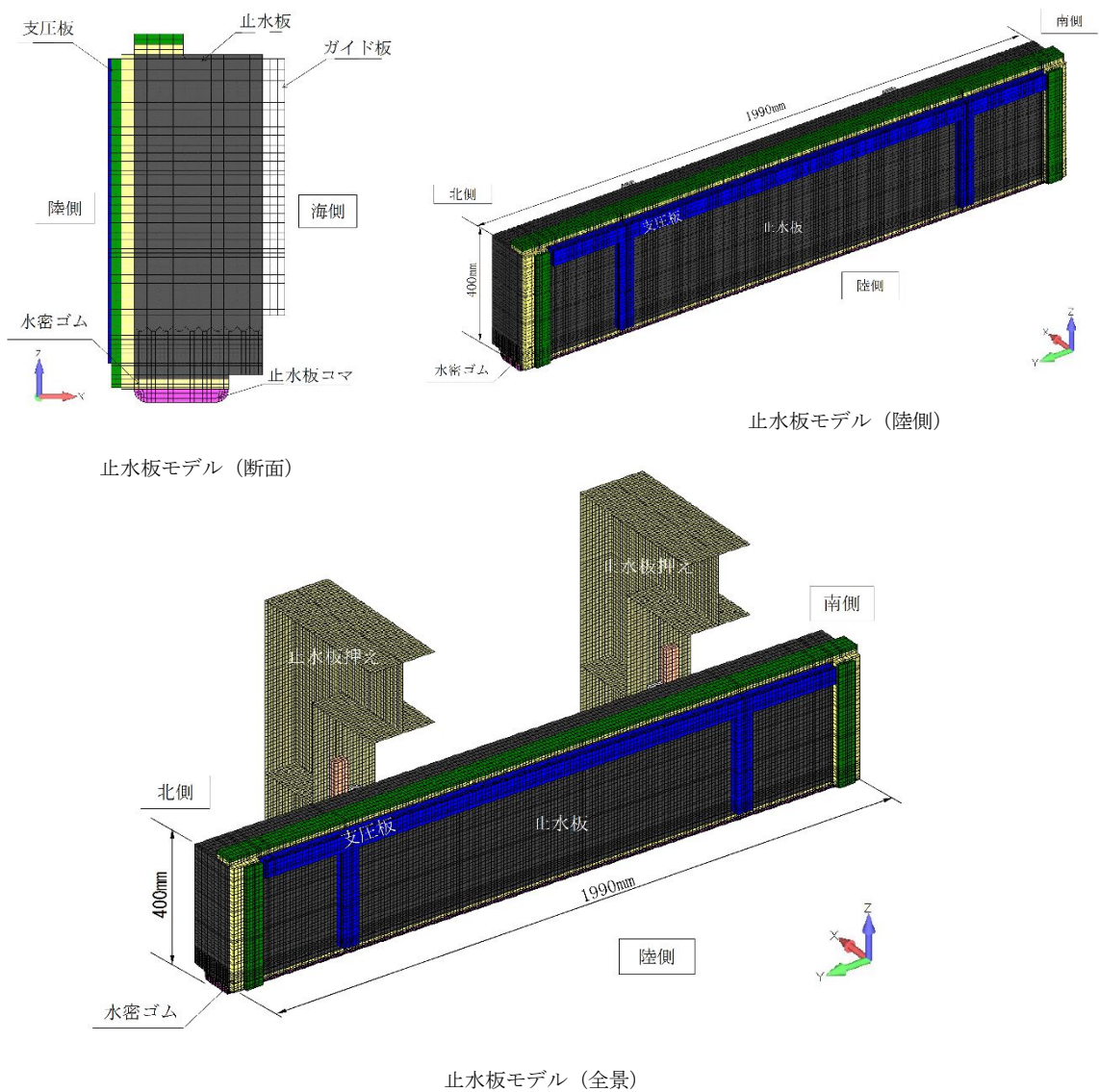


図 9 止水板とガイド間のモデル図

(2) 止水板の衝突条件

止水板の衝突応力の算出に係る止水板の設置条件（イメージ）を図 10 に示す。

< 衝突条件 >

- ① 隣り合う止水板とは接続しない。
- ② 止水板の傾きは三次元動的解析結果の数値を用いる。
- ③ 南側の止水板位置を解析開始時の衝突点とする。

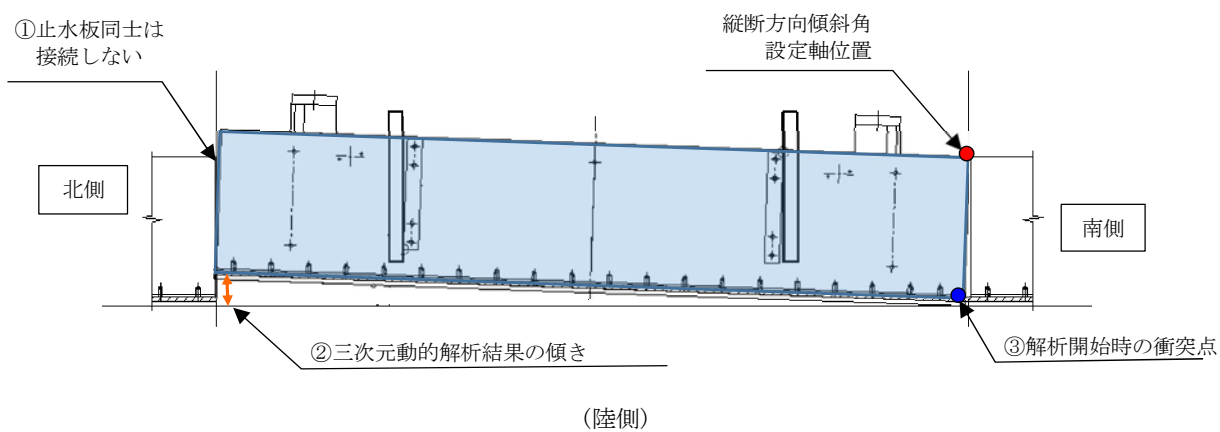


図 10 止水板の衝突応力の算出に係る止水板の解析条件（イメージ）

8. 三次元的解析（止水板の浮き上がり）の結果

三次元的解析における止水板の浮き上がりの解析結果を止水板設置の隙間ケース毎に整理した。表 2 に結果を示す。

ケース毎の解析結果から、浮き上がりの量の最大値に大小の差は生じているが、著しく大きく浮き上がるような結果は得られなかった。

浮き上がりの回数は、三次元的解析における評価の結果、隙間が大きくなる場合（ケース 2, 3）に、浮き上がる回数が減る傾向が得られた。また、ケース 1 の隙間 3mm の場合は、浮き上がる回数が他のケースより多く確認できる結果となった。

そのため、ケース 1 の隙間 3mm のケースを止水板の挙動（浮き上がり）のベースケースとする。

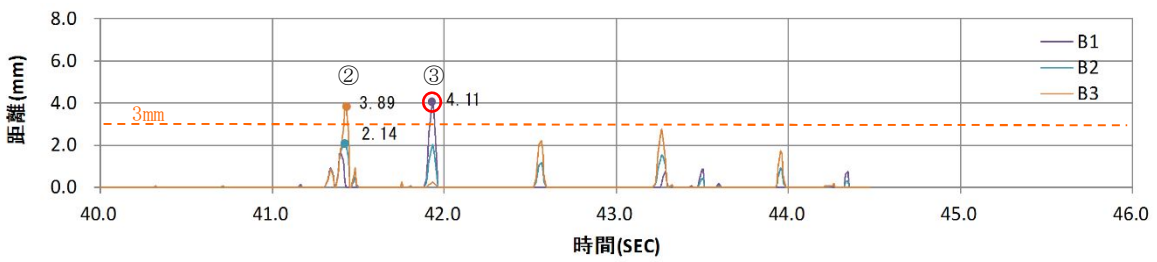
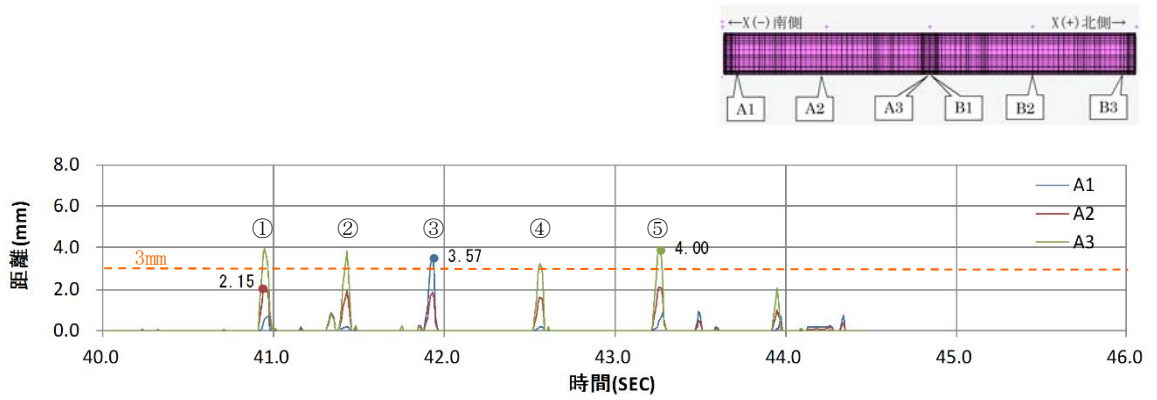
表 2 止水板設置の隙間ケースにおける止水板の浮き上がり結果（最大値）

	ケース 1 (隙間:3mm)	ケース 2 (隙間:4mm)	ケース 3 (隙間:6mm)
止水板の 浮き上がり量	4.11mm	6.25mm	4.16mm
止水板の浮き上 がりの回数 (3mm※以上)	5 回	3 回	2 回
評価	【ベースケース】 3mm 以上の浮き上がりの 回数が多い。	浮き上がりの最大値のケ ース。その他は 3mm 前後 の小さな挙動。	浮き上がりの回数が少な い。

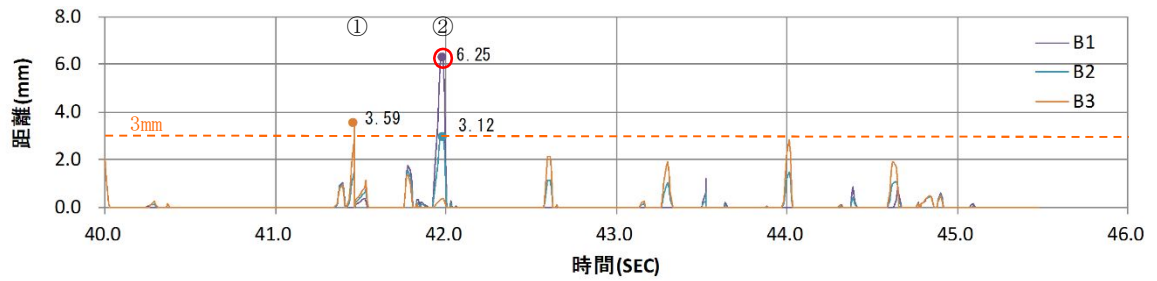
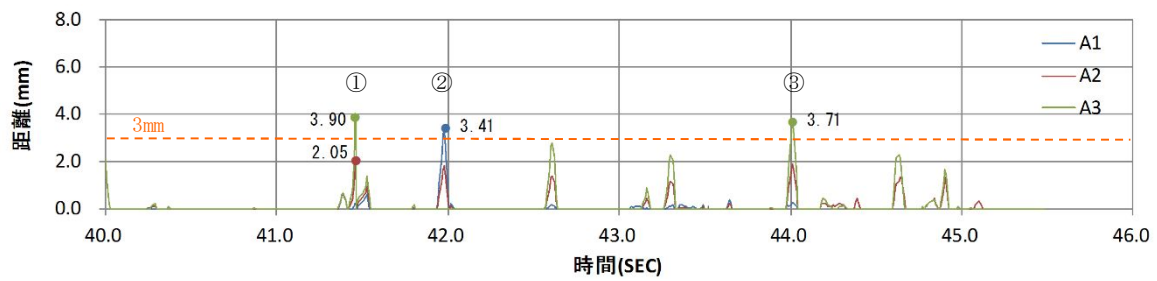
※3mm：3mm 以下の浮き上がりであれば、設計上水密ゴムは底面戸当りと接触状態を示す。

隙間が小さいケース 1 の隙間 3mm の場合は、側面戸当りと止水板押えに拘束され、鉛直方向（Z 方向）の動きに追従しているものと思われる。ケース 3 の隙間 6mm の場合は隙間が大きい分、側面戸当りと止水板押えに拘束されにくいことから、浮き上がりの回数は減る傾向にある。

図 11 に各ケースの浮き上がり量と回数の解析結果を示す。

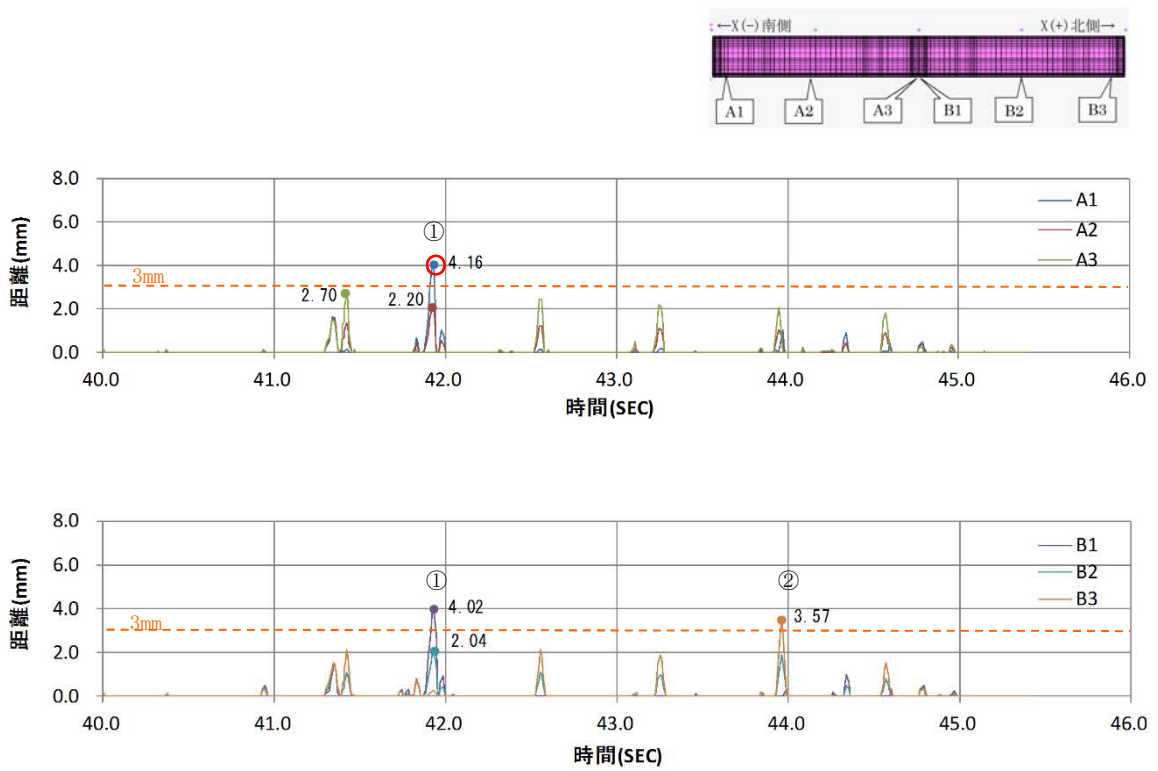


ケース 1 (隙間 : 3mm)



ケース 2 (隙間 : 4mm)

図 11(1/2) 各ケースの浮き上がり量と回数の解析結果



ケース 3 (隙間 : 6mm)

図 11(2/2) 各ケースの浮き上がり量と回数の解析結果

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

1. 目的

防潮扉の開閉装置の成立性確認のため、基準地震動 S_s の選定波を加振波として用い、ここでは、ゲート本体（扉体）の開閉については、上部に設置している開閉装置について、振動試験を行い地震後の動的機能維持を確認する。

また、防潮扉の開閉装置の動的維持確認のため、基準地震動 S_s の実証試験用入力地震動（包絡波）にて振動試験を行い地震後の動的機能維持を確認した。

2. 設計概要

防潮扉は躯体、ゲート本体（扉体）、開閉装置からなるスライドゲートである。ゲート本体（扉体）については浸水防護施設としての耐震 S クラス要求から基準地震動 S_s による地震力を考慮する。

各部材については、構造物と地盤との動的相互作用を考慮した二次元動的有効応力解析コード（FLIP）を用いて水平地震動と鉛直地震動による地震応答解析を行ない、各部材が弾性範囲内に留まることを確認する。

また、開閉装置については、動的機能維持を確保するため、防潮扉の設置位置における応答スペクトルが算出された段階で、加振試験に包絡していることを確認する。

図1に防潮扉の配置図、図2、図3に防潮扉1の構造図、図4、図5に防潮扉2の構造図を示す。

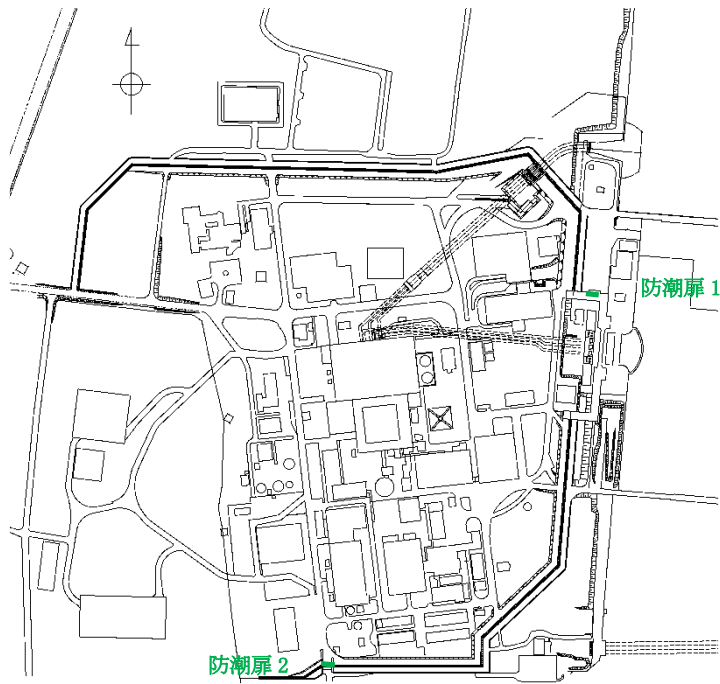


図1 防潮扉の配置図

(1) 防潮扉 1

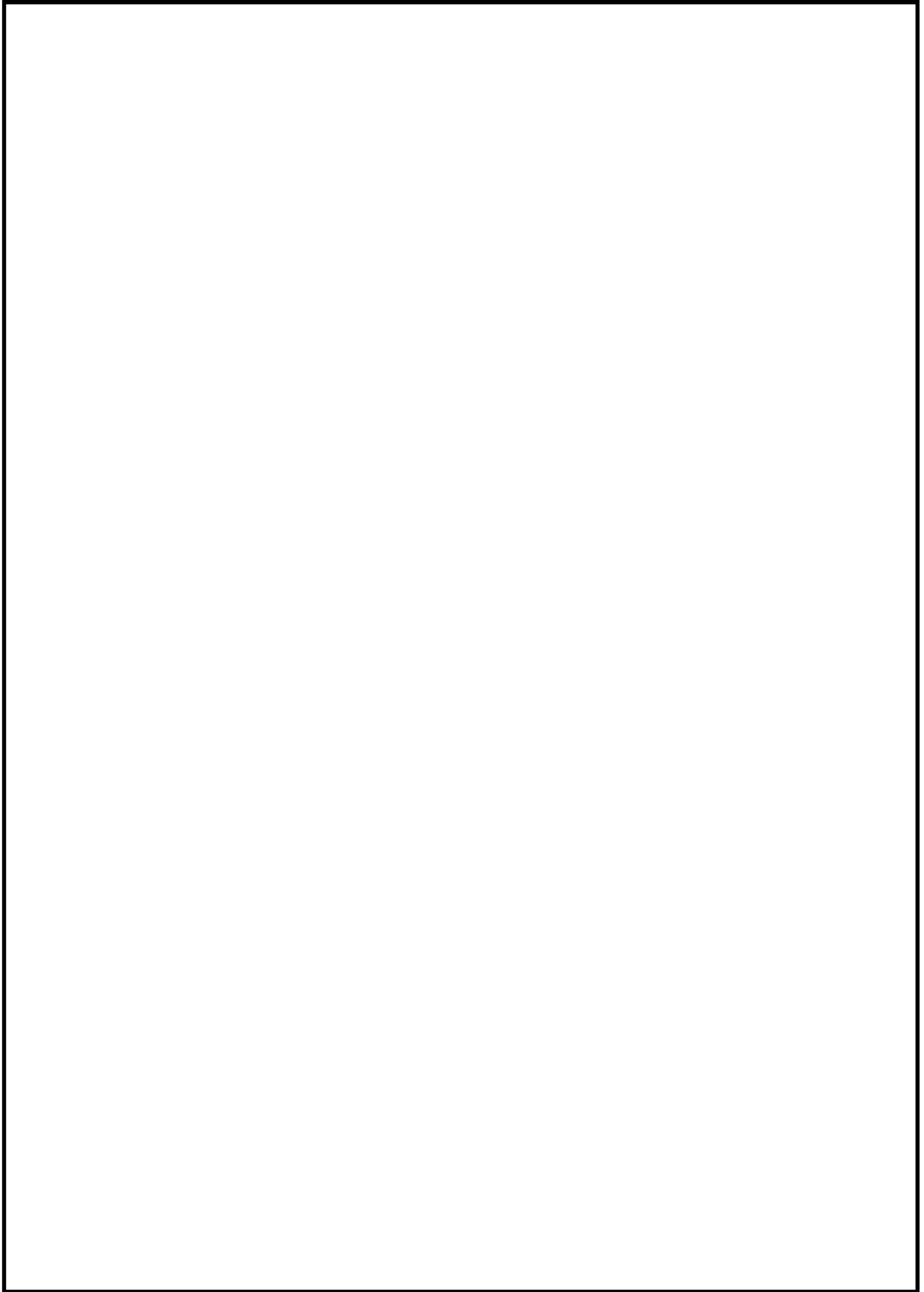
防潮扉の扉体は構造上の目的から、水圧等の荷重を受ける受圧部にスキンプレート、スキンプレートを受ける縦補助桁があり、その受圧部から荷重を受ける架構部に主桁、端桁、架構部から支承部にかけて戸当り、止圧板が構造部材にある。

扉体の構造は、鋼製の桁及びスキンプレートを組合せた構造であり、鉄筋コンクリート防潮壁の躯体で保持している。戸当りは、H形鋼を組合せた構造である。

躯体は、鉄筋コンクリート防潮壁から構成され、地中連続壁基礎で支持する。

鉄筋コンクリート防潮壁は、鉄筋コンクリート造の構造物であり、ブロック間は止水ジョイントを施した構造である。鉄筋コンクリート防潮壁は、地中連続壁基礎を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。鉄筋コンクリート防潮壁のたて壁と地中連続壁基礎とは、鉄筋コンクリート製のフーチングを介した剛結合で一体構造とする。

図 2 に防潮扉 1 の正面図及び平面図、図 3 に側面図を示す。



注：寸法は mm を示す。

図 2 防潮扉 1 正面図及び平面図

6.5.1-4

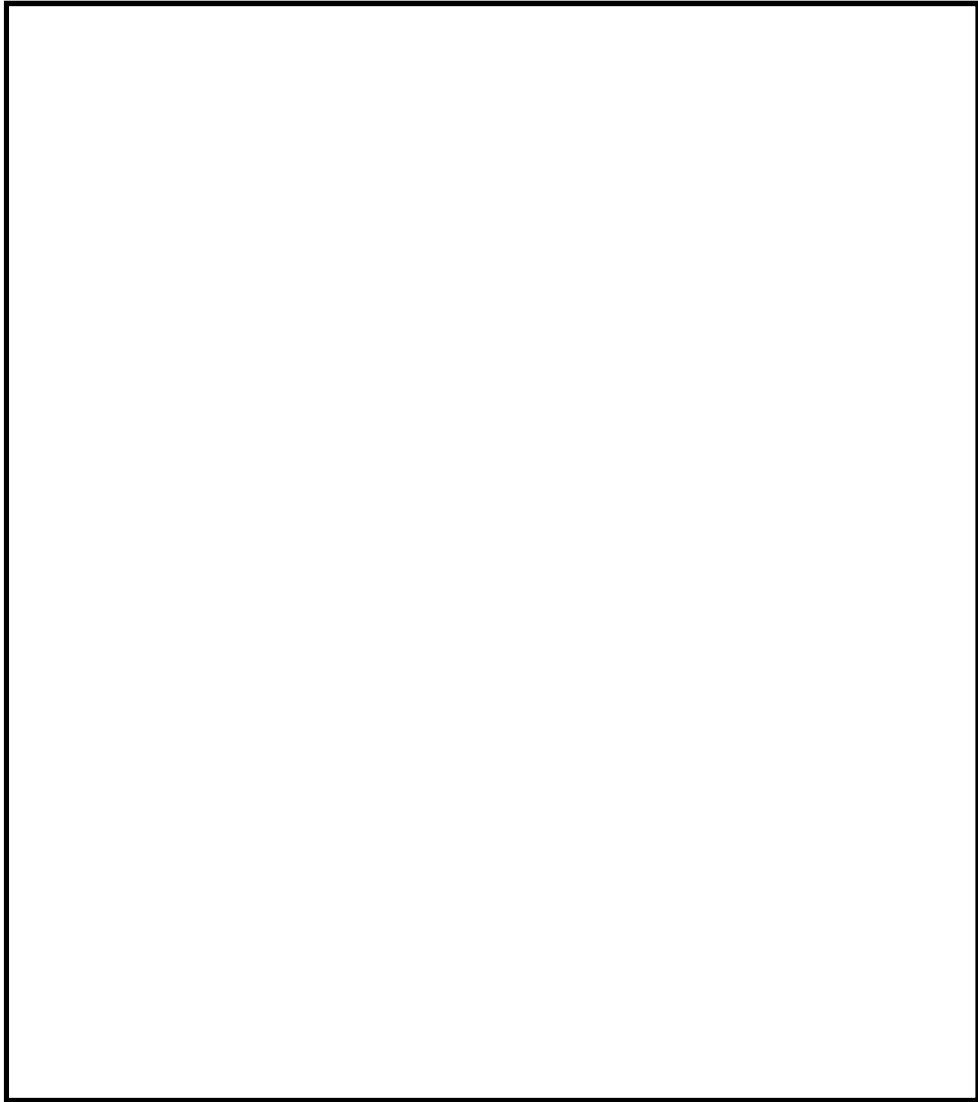


図 3 防潮扉 1 側面図

注：寸法は mm を示す。

(2) 防潮扉 2

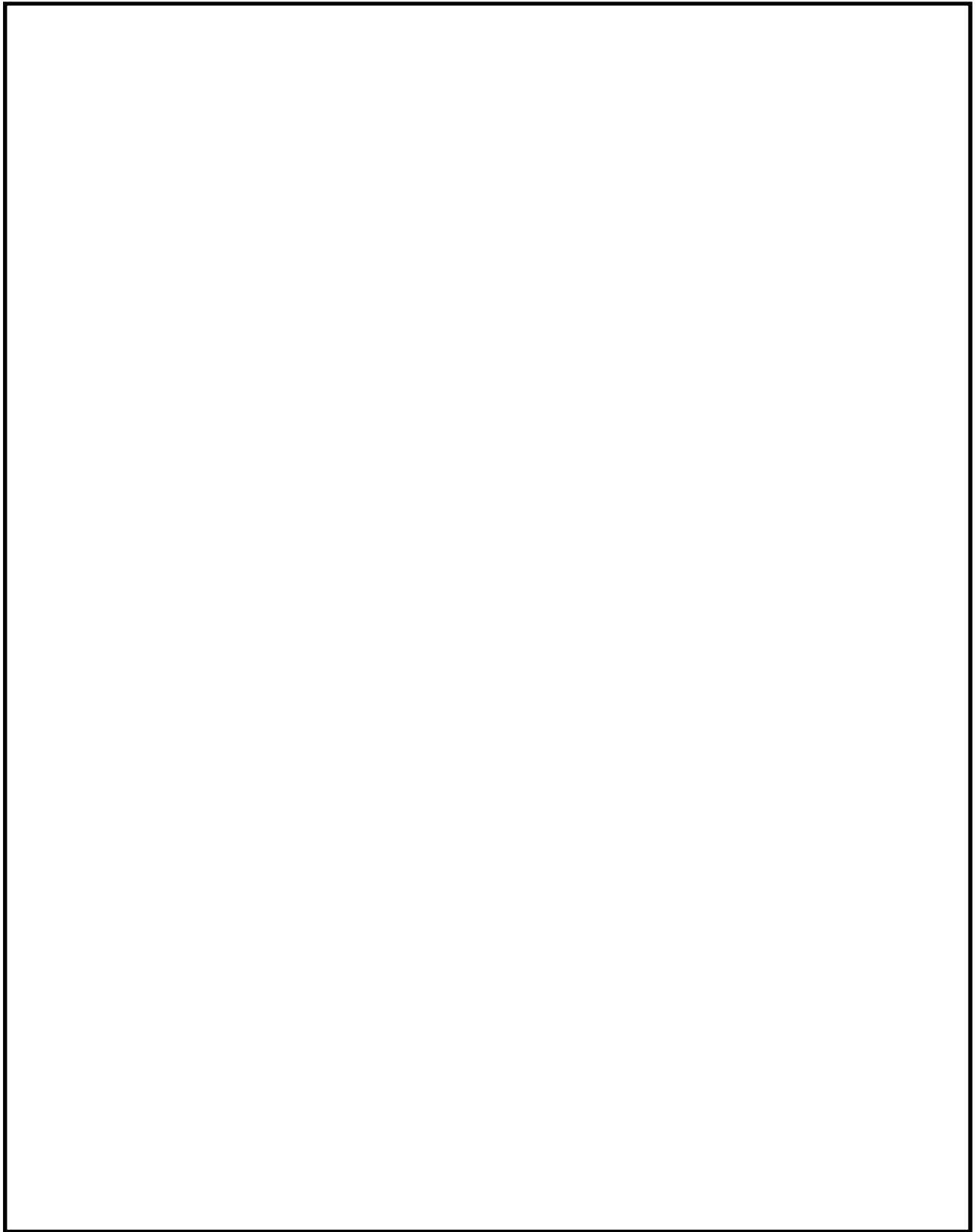
防潮扉の扉体は構造上の目的から、水圧等の荷重を受ける受圧部にスキンプレート、スキンプレートを受ける縦補助桁があり、その受圧部から荷重を受ける架構部に主桁、端桁、架構部から支承部にかけて戸当り、止圧板が構造部材にある。

扉体の構造は、鋼製の桁及びスキンプレートを組合せた構造であり、鉄筋コンクリート防潮壁の躯体で保持している。戸当りは、H形鋼を組合せた構造である。

躯体は、鉄筋コンクリート防潮壁から構成され、鋼管杭鉄筋コンクリートで支持する。

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁は、鉄筋コンクリート造の構造物であり、ブロック間は止水ジョイントを施した構造である。鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁は、鋼管杭を介して十分な支持性能を有する岩盤に設置する。鉄筋コンクリート防潮壁のたて壁と鋼管杭基礎とは、鉄筋コンクリート製のフーチングを介した剛結合で一体構造とする。

図 4 に防潮扉 2 の正面図及び平面図、図 5 に側面図を示す。



(単位 : mm)

図 4 防潮扉 2 正面図及び平面図

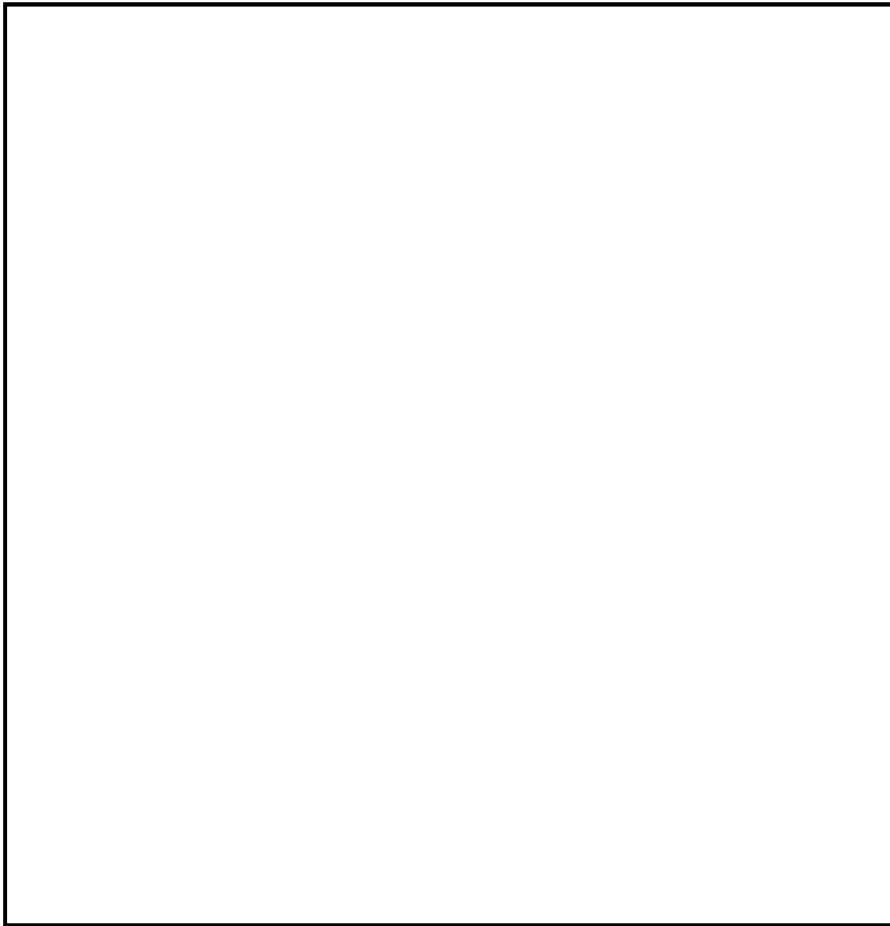


図 5 防潮扉 2 側面図

注：寸法は mm を示す。

(3) 防潮扉の構成部品と役割

防潮扉の構成部品と役割を表1に示す。

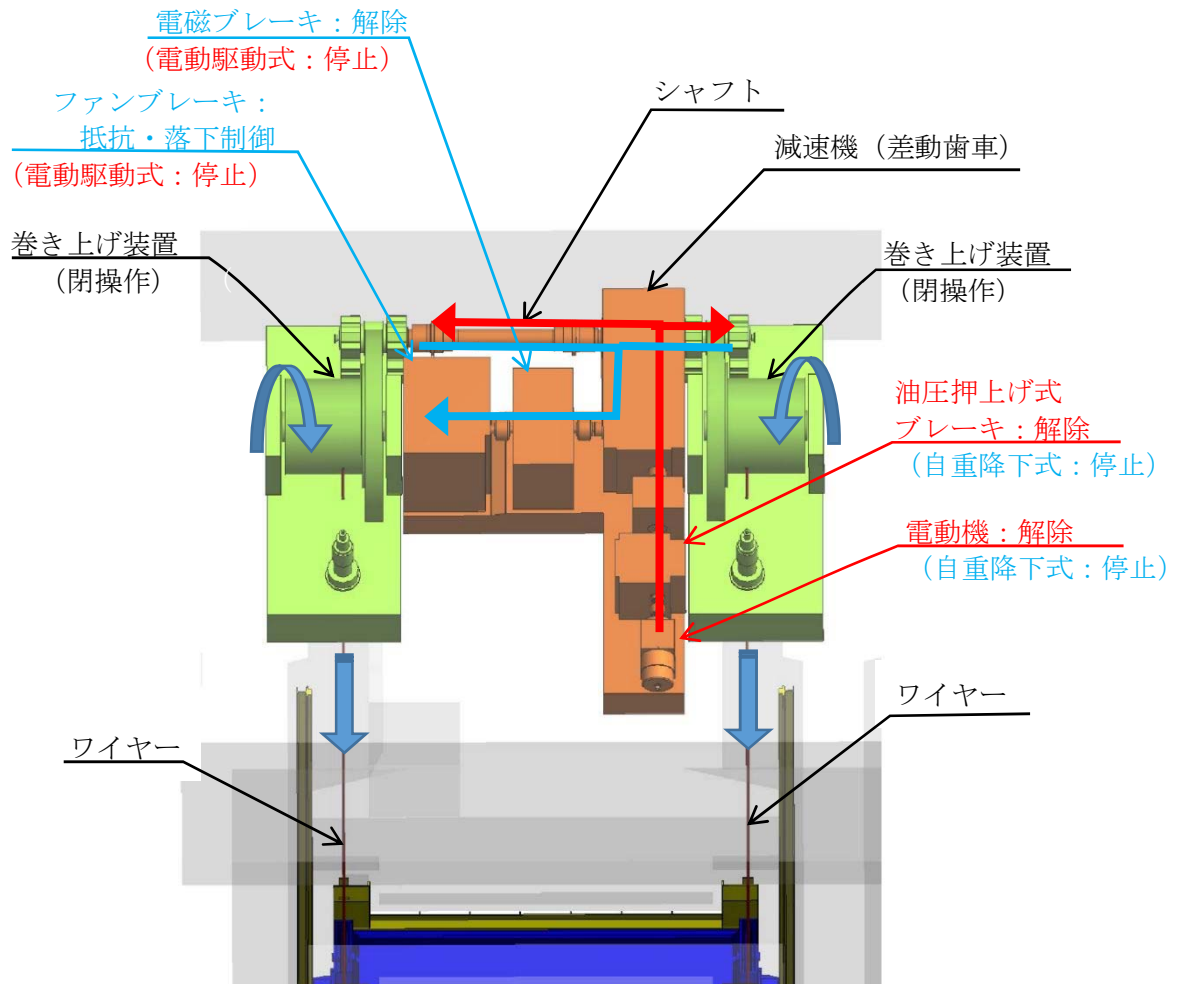
表1 構成部位と役割

構造部位	構成部位と役割
扉体	外部からの地震荷重，津波荷重，漂流物荷重等を地中連続壁基礎に確実に伝達するとともに，各荷重に対して十分な耐性を有することにより止水性を確保し，防潮扉としての機能を保持する。
水密ゴム	扉体の4辺に設置され，水密ゴムによる津波からの，浸水を防止することにより止水性を確保し，防潮扉としての機能を保持する。水密ゴムの使用前検査時の漏水試験方法について【補足説明1】にて説明する。
<防潮扉1> 地中連続壁基礎 (間接支持構造物)	扉体から伝達される基準地震動 S_s による地震荷重及び基準津波による津波荷重について，鉄筋コンクリート防潮壁（防潮扉1）の地中連続壁基礎により支持地盤に確実に伝達し十分な耐性を有している。また，津波に対する防潮扉としての止水機能を保持する。
<防潮扉2> 鋼管杭基礎 (間接支持構造物)	扉体から伝達される基準地震動 S_s による地震荷重及び基準津波による津波荷重について，鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁（防潮扉2）により支持地盤に確実に伝達し十分な耐性を有している。また，津波に対する防潮扉としての止水機能を保持する。
開閉装置	扉体の開閉を実施する。駆動方式は電動機による「電動駆動式」，ファンブレーキによる「自重降下式」の多重性を持たせている。電動駆動式に用いる電源は常用電源より供給する。電動駆動式が使用できない場合には自重降下式にて閉操作できる構造にする。図6に開閉装置の構造及び動作原理を示す。開閉装置の振動試験について【補足説明2】にて説明する。

(4) 開閉装置の構造及び動作原理について

防潮扉の開閉装置の全体構造を示す。

開閉装置の駆動方法は電動機による「電動駆動式」とファンブレーキによる「自重降下式」の2つの構造がある。図6い防潮扉の開閉装置概念図を示す。



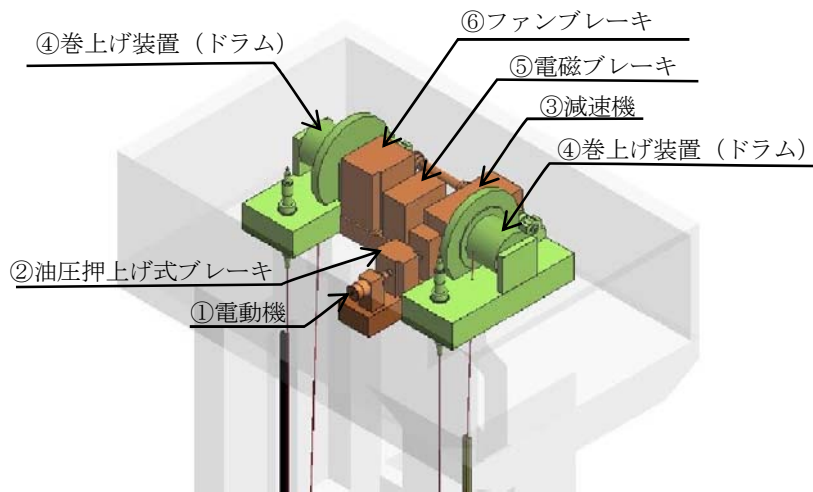
<記載凡例>

- ・ 赤字：電動駆動時のみ使用
- ・ 青字：自重降下式時のみ使用
- ・ 黒字：電動駆動式+自重降下式 共通

- ← (赤)：電動駆動時 (電動機駆動) の駆動が伝達する流れ
- ← (青)：自重降下式時 (自重落下) の駆動が伝達する流れ

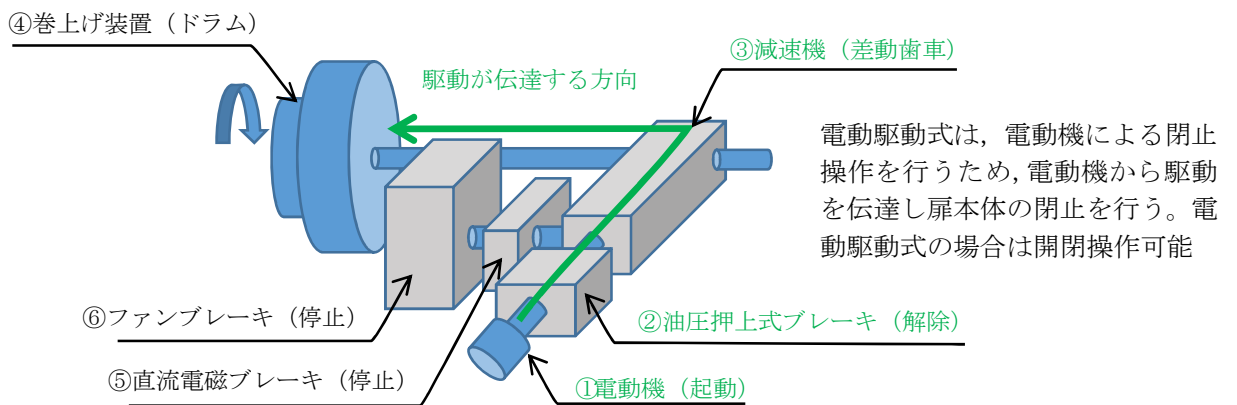
図6 防潮扉の開閉装置概念図

図7の a ～ b に開閉装置の構造及び動作原理について示す。図 a に開閉装置の構成を示す。



【図 a 開閉装置 鳥瞰図】

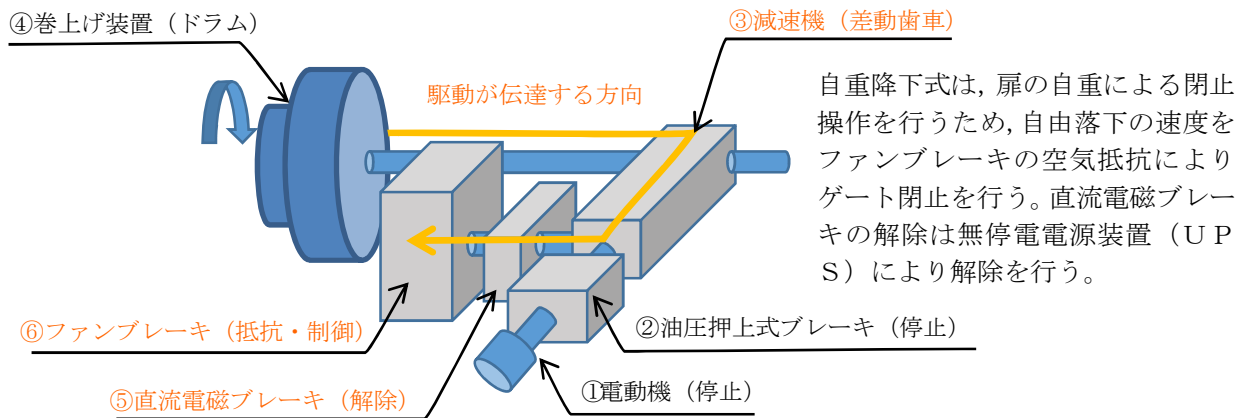
電動駆動式は①電動機を駆動，②油圧押し上げ式ブレーキを解除，③減速機，④巻き上げ装置を介し防潮扉を閉止させる構造である。電動駆動式は開閉操作が可能である。（図 b 参照）



【図 b 電動駆動式（開閉操作可能）】

図7 開閉装置の構造及び動作原理（図 a , 図 b）（1/2）

自重降下式は、⑤直流電磁ブレーキを解除、④巻き上げ装置に引き上げられている防潮扉の自重による落下、⑥ファンブレーキによる落下速度の制御により防潮扉を閉止させる機械的な構造である。自重降下式は電動駆動用の電源を必要とせず、直流電磁ブレーキを解除できるよう無停電電源装置（UPS）を設置している。自重降下式は閉操作のみ可能である。



【図 c 自重降下式（閉操作の

図7 開閉装置の構造及び動作原理（図 c）（2/2）

(5) 防潮扉の電源構成

駆動方式は前項の通り多重性を持たせ「電動駆動式」と「自重降下式」とし，電動駆動式に用いる電源は常用電源より供給する。電動駆動式が使用できない場合には自重降下式にて閉操作できる構成とする。

図8に防潮扉電源概念図を示す。

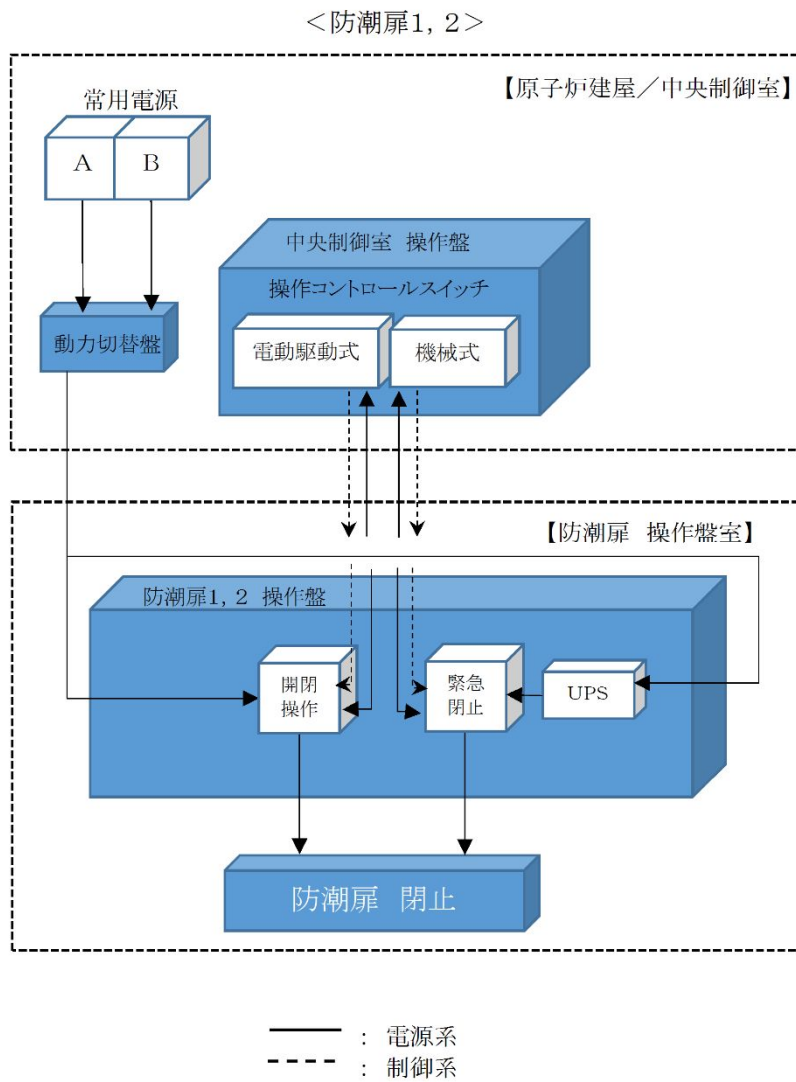


図8 防潮扉電源概念図

3. 防潮扉の運用について

(1) 防潮扉を開閉する場合の体制

防潮扉を開閉する場合には、作業管理体制に基づいた現場管理員を現場に配置し実施する。また、防潮扉の開閉の運用については、保安規定に定め管理する。

(2) 防潮扉を開閉する場合の操作手順

駆動方式による開閉手順は以下の通り。図9に防潮扉閉止操作フローを示す。

① 電動駆動式による開閉操作の手順

開閉操作する場合は、該当する作業件名の作業管理体制に基づき現場の安全を十分に確保（現場管理員が確認）したのち、発電長の許可を得て中央制御室より行う。閉止時間は操作開始後約10分後である。

② 自重降下式による開閉操作の手順

開閉操作中に閉止操作ができない場合又は、大津波警報等が発表された場合には、現場管理員により「自重降下式」による閉止操作が可能である。

操作は、該当する作業管理体制に基づき現場の安全を十分に確保したのち、発電長の許可を得てから、現場にて「自重降下式」の操作を実施する。「自重降下式」による閉止時間は操作開始後約2分である。

防潮扉の閉止操作時間は、地震・津波発生から電動駆動式の場合で約19分、自重降下式の場合で約11分である。基準津波による津波の到達時間は約37分であるため、到達までに防潮扉を閉止することができる。

(3) 防潮扉の開閉の頻度について

防潮扉は常時閉運用であることから、年に1回の定期検査にて開閉動作が適切に可能であることを確認する。その他、開閉する場合は以下のとおり。

- ・ 災害発生時 : 災害, 人身火災, 隣接事業所との災害協力
- ・ 重大事故等時 : 海上モニタリングの実施に伴い小型船舶を着水箇所まで運搬する場合
(小型船舶を東海港に運搬するルートが通行不可な場合の別ルートとして設定)
- ・ そ の 他 : 緊急を要し発電長が認めたもの

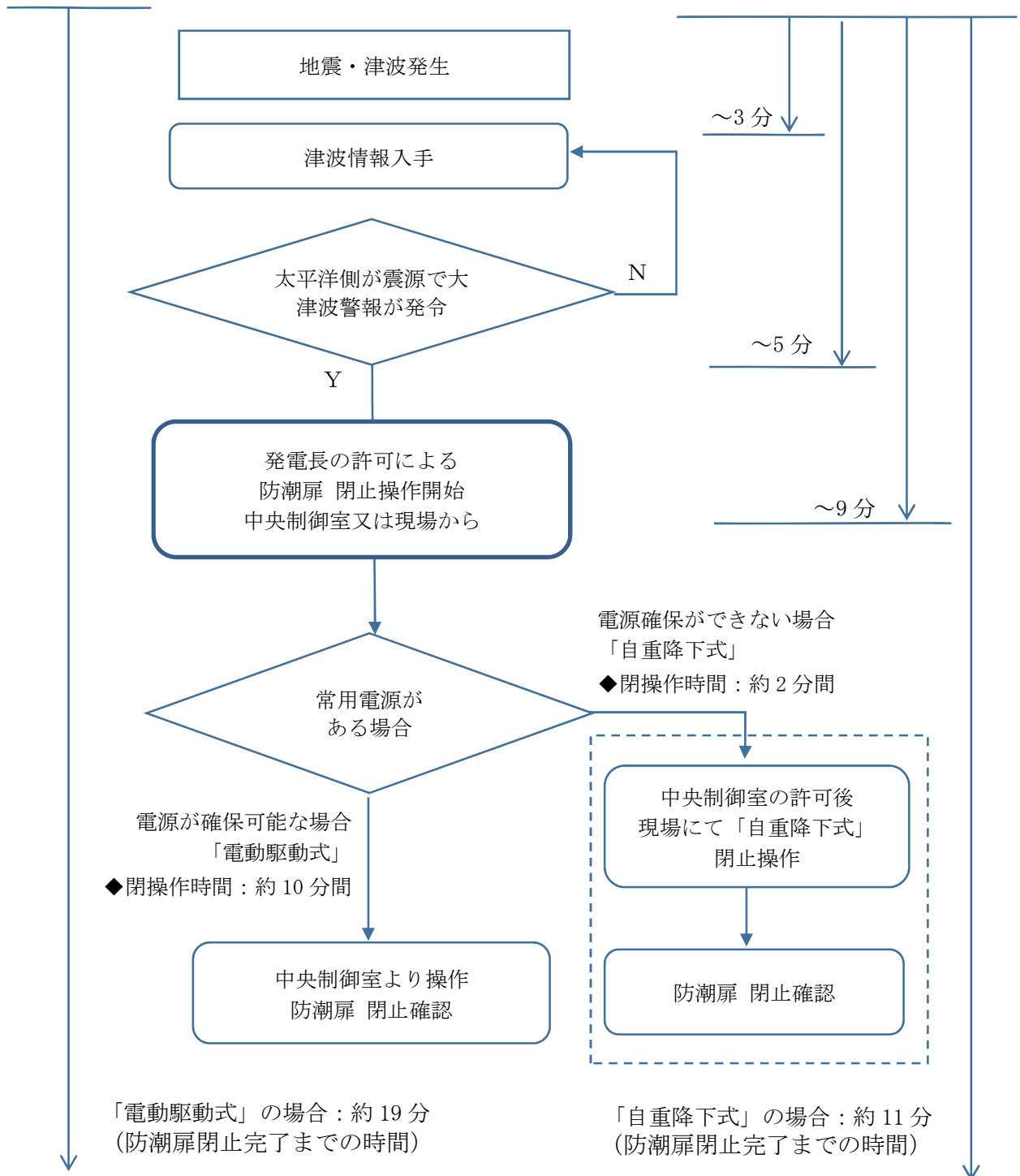


図9 防潮扉閉止操作フロー

4. 防潮扉の耐震計算方法について

防潮扉の開閉に伴う運用は、前項のとおり実施する。そのため、耐震計算書においては荷重条件が最も保守的であつ機能要求の高い「閉状態」にて計算を行う。また、「開状態」については、万一の事を考慮し設計確認を行う。

工事計画認可申請書の計算書の場合において、「閉状態」にて実施している理由を示す。

防潮扉の「開状態」と「閉状態」では、機能要求に伴う評価部位が異なることから、工事計画認可申請書上の耐震計算書の対象は、特に機能要求が高い止水性と開閉機能の要求のある「閉状態」の評価を行う。表4に防潮扉の開閉状態における荷重条件、表5に防潮扉の耐震評価における機能要求と評価部位について示す。

表4 防潮扉の開閉状態における主な荷重条件

		地震荷重	津波荷重	備考
強度	開状態	—	—	
	閉状態	○余震	○	評価条件
耐震	開状態	○	—	
	閉状態	○		評価条件

表5 耐震評価における機能要求と評価部位

ゲート状態	荷重の組合せ*1	機能要求	評価部位	評価
開状態	$G + K_s + P_s + W_k$	・耐震強度	①ガイドレール, ガイドローラ 軸, ブラケット ②ワイヤー	設計確認
閉状態	$G + K_s + P_s + W_k$	・耐震強度 ・止水機能 ・開閉機能	①扉体 (スキンプレート, 主桁, 縦補助桁, 端桁) ②支圧板 ③小扉 ④戸当り ⑤駆動装置	強度計算書

*1: Gは固定荷重, K_s は地震荷重, P_s は積雪荷重, W_k は風荷重を示す。

耐震評価における防潮扉の「開状態」での評価部位及び評価応力は、図 10 のとおり。評価部位については、詳細設計にて確認する。

評価部位	材 料	評価応力
ガイドレール※	SS400、(SUS304)	曲げ, せん断, コンクリートせん断
ガイドローラ・軸・ブラケット	SUS304、SM490A	曲げ, せん断
ワイヤー	6×WS (36) B種メッキ	引張り
軸	SUS304	曲げ, せん断

※ガイドレールのコンクリート部についても評価する。

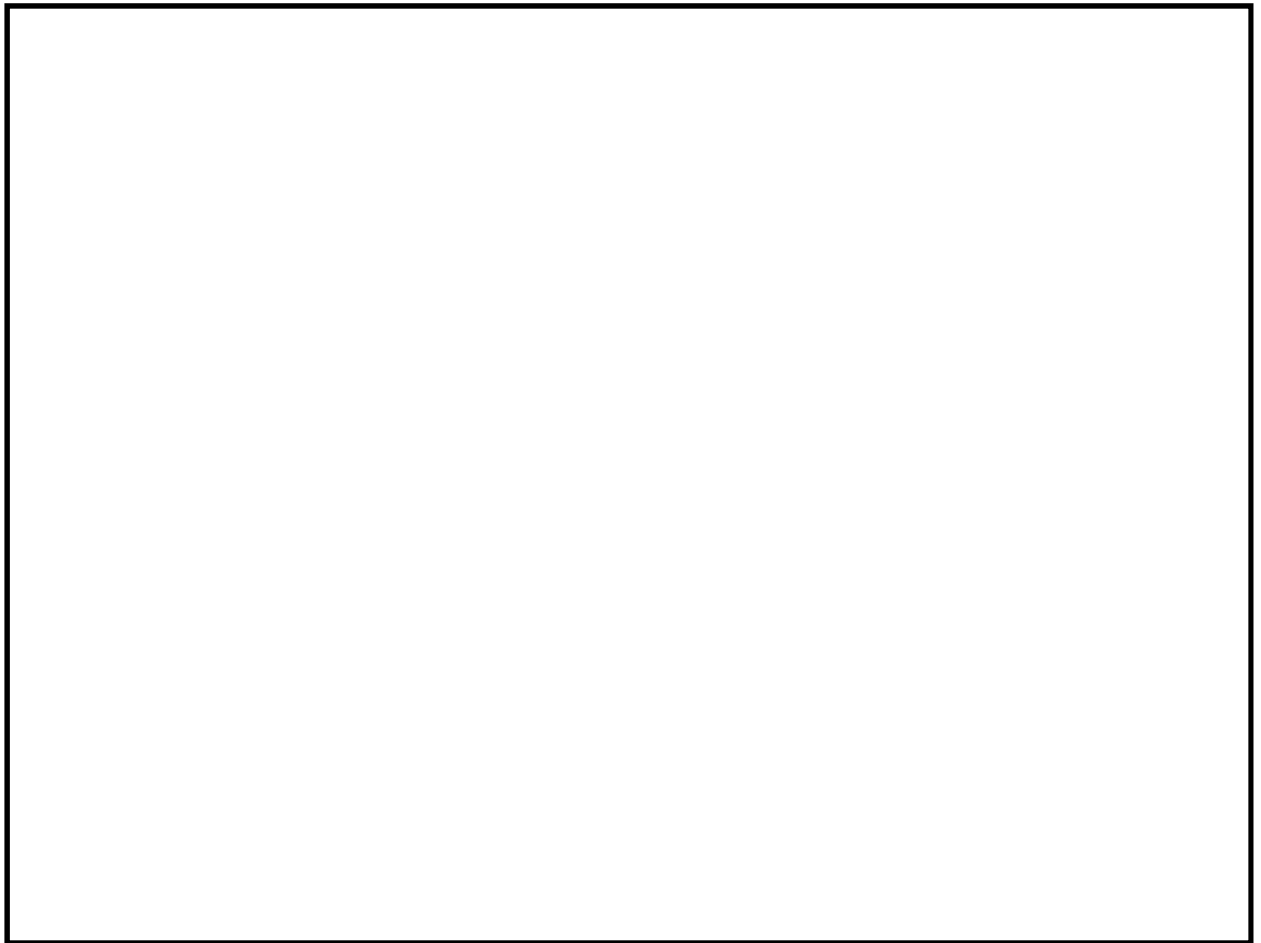


図 10 「開状態」における評価部位の設計確認範囲

耐震評価における防潮扉の「閉状態」での評価部位及び評価内容は、図 11 のとおり。評価部位については、工事計画認可申請書にて確認する。

評価部位	材 料	評価応力
スキンプレート	SM490	曲げ
主桁		曲げ, せん断
縦補助桁		曲げ, せん断
端桁		圧縮
支圧板	SUS304	支圧
小扉	SM490	曲げ
戸当り*		曲げ, せん断

※戸当りのコンクリート部についても評価する。

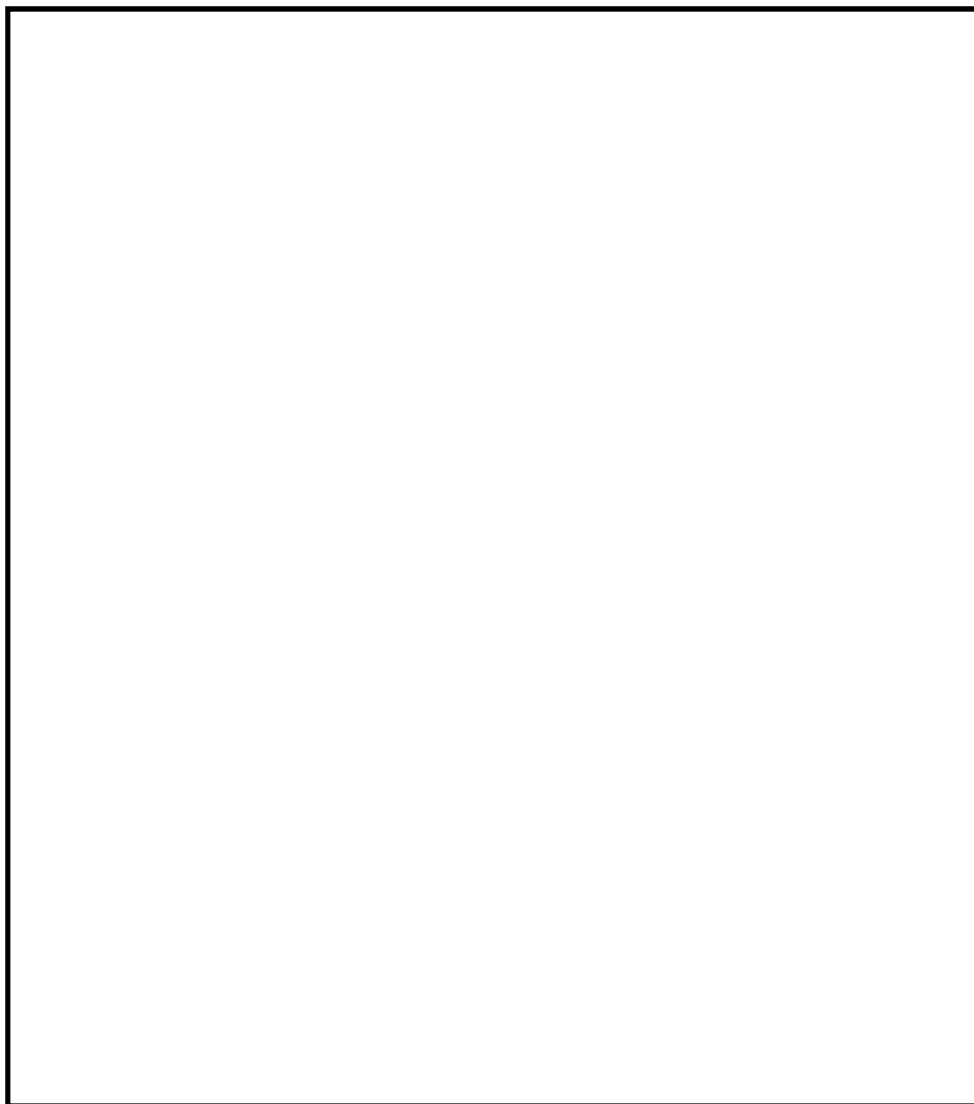


図 11 「閉状態」における評価部位の工事認可申請範囲

【補足説明 1】 水密ゴムの許容漏えい量の評価について

1. 許容漏えい量評価

防潮扉の水密ゴムの許容漏えい量評価は、ダム堰施設技術基準（案）に準じて評価を行う。

(1) 漏水量評価の算定式

ダム堰施設技術基準（案）の機能検査項目に「耐圧，漏水検査」に以下の算定式と試験時間の記載がある。

◆角型スライドゲート

$$W = 10.2 L \cdot P$$

W：漏水量 (ml/min)

L：長辺の長さ (cm)

P：設計圧力 (MPa)

◆試験時間：10分

(2) 許容漏えい量の算定

許容漏えい量は (1) 項の評価式に準じて算出する，

防潮扉 1 及び防潮扉 2 の許容漏えい量の算出例は以下のとおり。表 6 に防潮扉 1 の許容漏えい量 (例)，表 7 に防潮扉 2 の許容漏えい量 (例) を示す。以下の許容漏えい量で管理することにより敷地内へ浸水したとしてもごく僅かである。仮に敷地内 T.P. +8m に浸水した場合には 0.01m 以下であり隣接する原子炉建屋などの安全機能に影響する浸水量ではない。

表 6 防潮扉 1 の許容漏えい量 (例)

試験圧力	0.30MPa ^{※2} 以上	0.40MPa ^{※3} 以上
許容漏えい量 ^{※1}	26.2 ℓ/10 分以下	35.0 ℓ/10 分以下

※1：許容漏えい量の記載は，防潮扉 1 の長辺 8580mm の場合を示す。実際の許容漏えい量の算定は，漏水試験装置に合わせ算定する。

※2：基準津波の波圧 (0.25MPa) に対して保守性を持たせて設定した値

※3：敷地に遡上する津波高さ (T.P. +24m) の波圧 (0.35MPa) に対して保守性を持たせて設定した値

表 7 防潮扉 2 の許容漏えい量 (例)

試験圧力	0.20MPa ^{※2} 以上	0.30MPa ^{※3} 以上
許容漏えい量 ^{※1}	12.4 ℓ/10 分以下	18.6 ℓ/10 分以下

※1：許容漏えい量の記載は，防潮扉 2 の長辺 6080mm の場合を示す。実際の許容漏えい量の算定は，漏水試験装置に合わせ算定する。

※2：基準津波の波圧 (0.14MPa) に対して保守性を持たせて設定した値

※3：敷地に遡上する津波高さ (T.P. +24m) の波圧 (0.25MPa) に対して保守性を持たせて設定した値

2. 漏水試験装置

前項にて評価した防潮扉の水密ゴムの許容漏えい量について、漏水試験を実施する。以下の装置を製作し水密ゴムの漏水試験を実施する。

<漏水試験装置>

水密ゴムの漏水試験装置の一般的な概要は以下のとおり、**図 12** に試験装置の概要図（例）を示す。

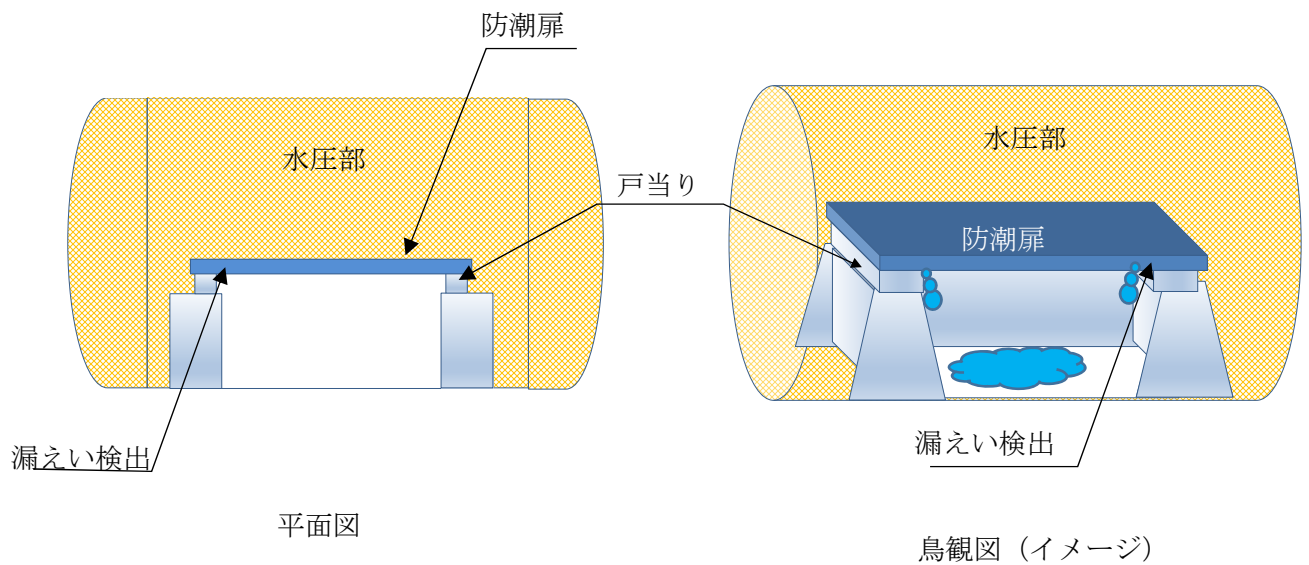


図 12 試験装置の概要図（例）

【補足説明2】 開閉装置の振動試験について

a. 試験目的

開閉装置の成立性確認のため、基準地震動 S_s の選定波を加振波として用い、実機大の防潮扉の開閉装置を用いた振動試験を行い地震後の動的機能維持を確認する。

b. 試験方法

振動台上に架台を設置しその上に防潮扉に設置する開閉装置を基礎ボルトで固定し、水平方向と鉛直方向とを同時加振する。図13に大型3軸振動台の概要を示す。

振動台の仕様

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)

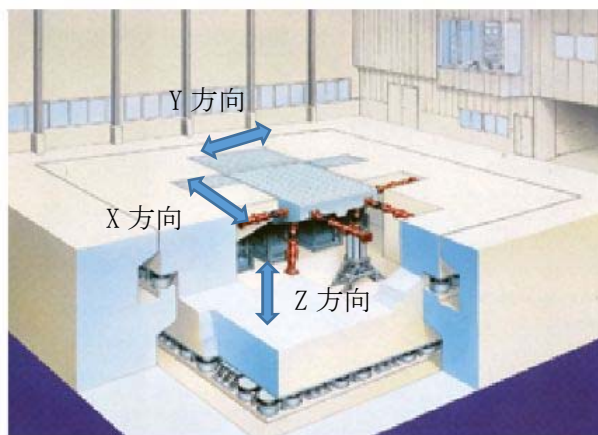


図13 大型3軸振動台の概要

c. 試験条件

加振試験に使用する入力条件は以下のとおり。

<入力地震動の作成>

(1) 評価用地震動の選定

a. 動的機能維持評価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基準地震動 S_s-D1 を選定した。

b. 基準地震動 S_s-D1 については、防潮扉の開閉装置位置 (T.P. +22.5m) における評価が必要になることから、以下の手順にて一次元地盤応答解析

(SHAKE) にて得られた地表面応答加速度の結果を用い開閉装置位置 (T.P. +22.5m) での評価用応答スペクトルとして作成した。

①一次元地盤応答解析 (SHAKE) の地表面応答加速度における結果に対して、開閉装置位置での応答加速度を算出するため、地表面応答加速度 (SHAKE) に対する開閉装置位置でのFLIP応答加速度の倍率 (FLIP/SHAKEの倍率) が1.73倍であったため、SHAKEの応答スペクトルを1.73倍引き上げた。

② a 項にて1.73倍引き上げたSHAKEの応答スペクトルに対し、評価用に基準地震動 S_s8 波の全周期帯を包絡させるスペクトルが必要なことから、全周期帯を包絡するように応答スペクトルを2.59倍した応答スペクトルを作成した。

③その結果、一次元地盤応答解析 (SHAKE) の応答スペクトルに対し4.49倍したものを評価用の応答スペクトルとした。

(2) 確認用地震動の選定

- a. 確認用として、一次元地盤応答解析 (SHAKE) による地表面応答加速度の結果から位相特性による設備への影響を確認するため、最大応答加速度が最も大きくなる S_s-22 (鉛直方向最大) 及び S_s-31 (水平方向最大) について選定した。
- b. S_s-22 (鉛直方向最大) 及び S_s-31 (水平方向最大) については、基準地震動 S_s-D1 と同様に防潮扉の開閉装置位置 (T.P. +22.5m) における評価を行うため、以下の手順にて一次元地盤応答解析 (SHAKE) にて得られた、地表面加速度の結果を用い開閉装置位置 (T.P. +22.5m) での確認用応答スペクトルとして作成した。
- ①一次元地盤応答解析 (SHAKE) の地表面応答加速度における結果に対して、開閉装置位置の応答加速度を算出するため、地表面応答加速度 (SHAKE) に対する開閉装置位置でのFLIP応答加速度の倍率 (FLIP/SHAKEの倍率) が0.93倍 (S_s-22)、
1.73倍 (S_s-31) であったため、SHAKEの応答スペクトルを各々引き上げた。
- ②更に、a. 項にて引き上げた応答スペクトルに対し位相特性による影響を確認する必要があることから、応答スペクトルに対し2倍したものを確認用応答スペクトルとした。なお、 S_s-22 については、振動試験装置の性能上1.61倍とした。

地震波における加振条件について、評価用を表8に、確認用を表9に示す。また、図14に実証試験用入力地震動の加速度応答スペクトルを示す。なお、振動台の性能から高倍率の加振条件においては、各構成部品の固有周期が有しない範囲についてはフィルター処理を実施した。

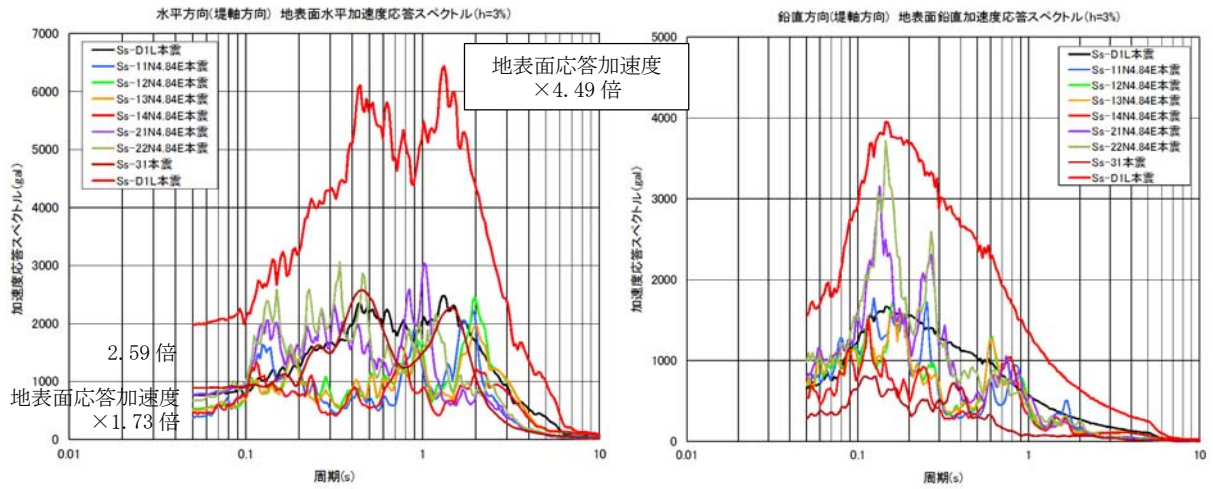
表8 地震波における加振条件（評価用）

地震波	①地表面位置に対する開閉装置位置での応答加速度の倍率 (FLIP/SHAKE)	②地表面応答加速度 (SHAKE) の全周期帯を包絡するための倍率	③振動台への入力地震動の倍率 (①×②)
S _s -D 1	地表面応答加速度 ×1.73	①で作成した応答スペクトル ×2.59	地表面応答加速度 ×4.49

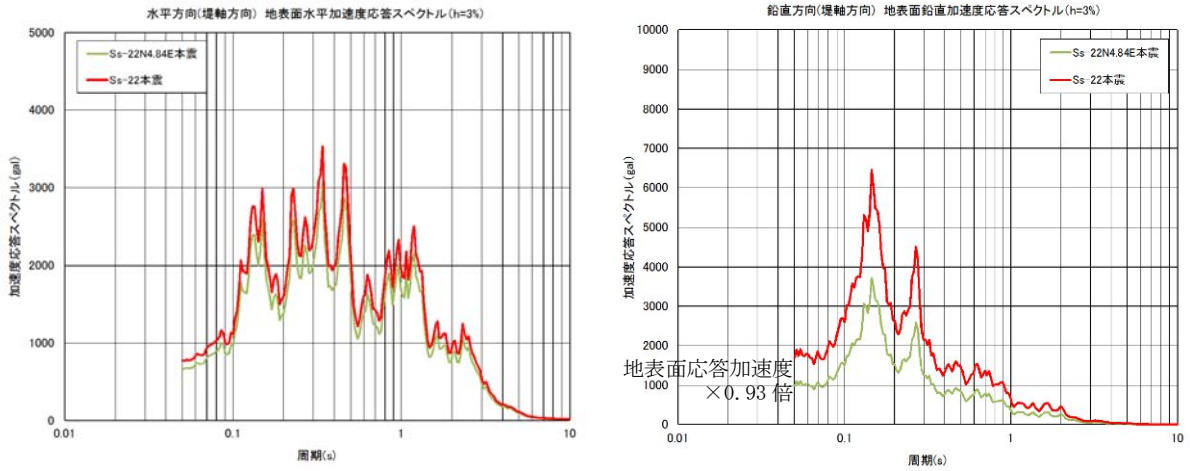
表9 地震波における加振条件（確認用）

地震波	①地表面位置に対する開閉装置位置での応答加速度の倍率 (FLIP/SHAKE)	②振動台への入力地震動の倍率 <2倍> (①<②)
S _s -2 2	地表面応答加速度 ×0.93	地表面応答加速度 ×1.61*
S _s -3 1	地表面応答加速度 ×1.73	地表面応答加速度 ×2

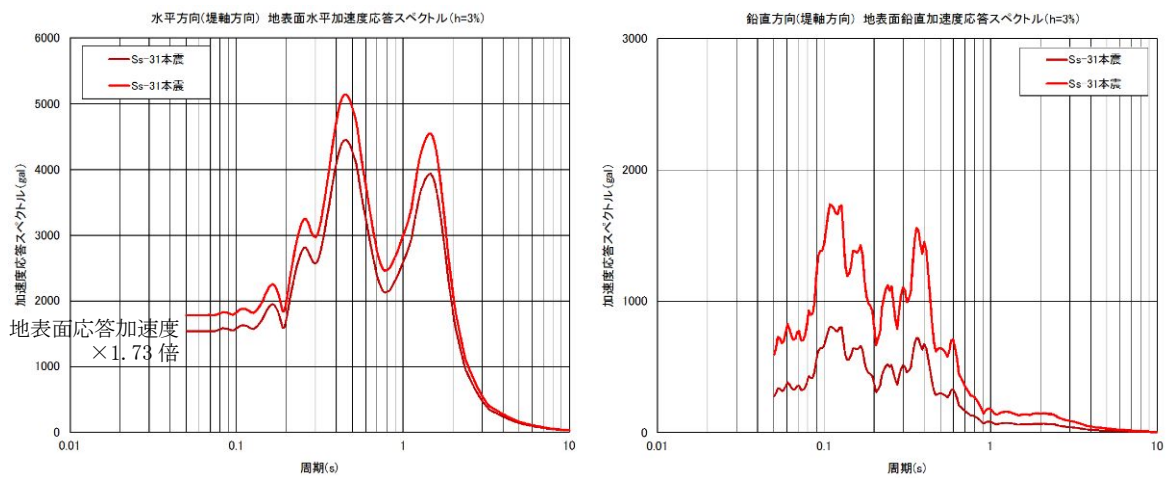
※振動試験装置の性能上 1.61 倍とした。



S s - D 1 (評価用：入力地震動)



S s - 2 2 (確認用：鉛直方向最大)



S s - 3 1 (確認用：水平方向最大)

図 14 実証試験用入力地震動の加速度応答スペクトル

d. 試験装置

防潮扉の開閉装置の中でも最大な設備を選定し、開閉装置のワイヤーの巻き上げ装置については、駆動軸の長いワイヤーの巻き上げ装置側を製作した。

また、ワイヤー巻き上げ装置には扉の荷重を模擬するため巻き上げ装置の下部にトルク装置を設置し扉の荷重を模擬し試験を実施した。

試験に用いた開閉装置の概要は以下の通り。開閉装置の試験装置（全景）を示す。

<試験装置の構成>

- ◆開閉装置（減速機，直流電磁ブレーキ，ファンブレーキ，他） 1式
- ◆制御盤 1式



e. 試験結果

試験前及び加振試験後に外観点検を実施し異常のないことを確認した。また、試験後の動作確認においても試験装置上に設置している操作盤より操作を実施し異常なく開閉装置が動作する事を確認した。

f. 実証試験用入力地震動による動的機能維持の評価

(1) 実証試験用入力地震動による基準地震動 S_s の包絡性について

基準地震動 S_s に対する開閉装置の振動試験に用いた実証試験用入力地震動との包絡性について、以下のとおり基準地震動 S_s を包絡していることを確認した。

図 15 に防潮扉 1 の実証試験用入力地震動と基準地震動 S_s の加速度応答スペクトル、図 16 に防潮扉 2 の実証試験用入力地震動と基準地震動 S_s の加速度応答スペクトルを示す。

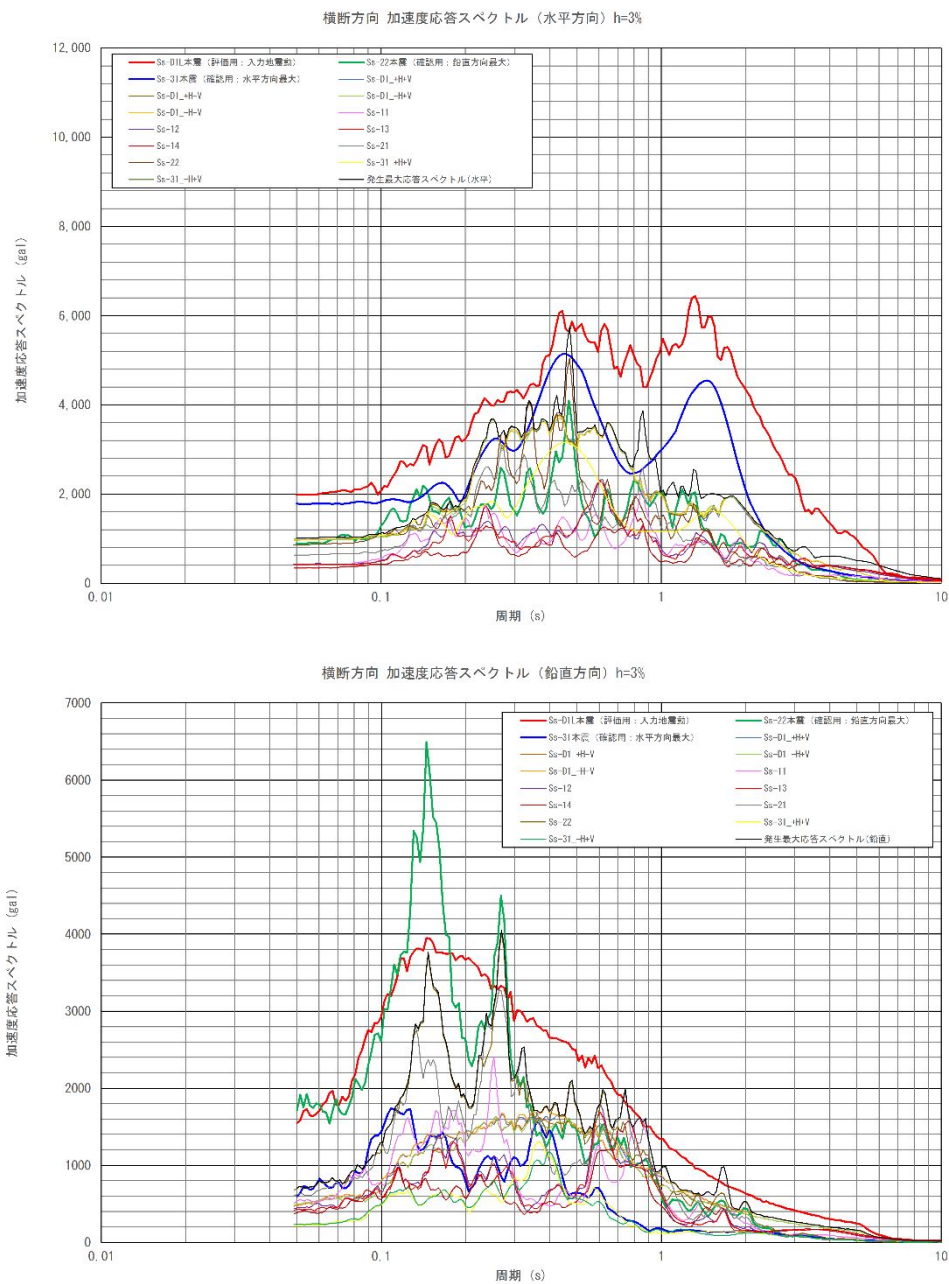


図 15 防潮扉 1 の実証試験用入力地震動と基準地震動 S_s の加速度応答スペクトル

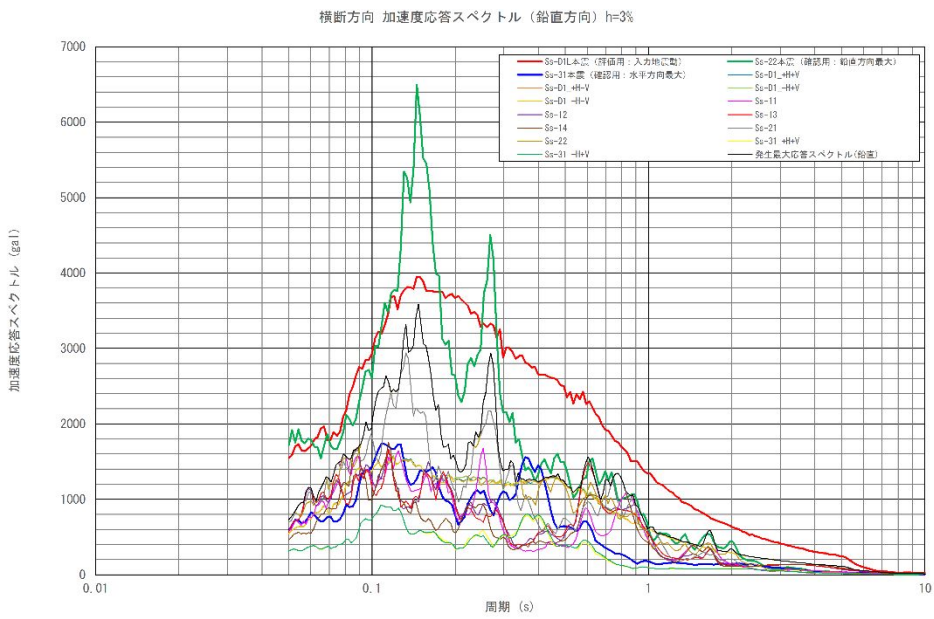
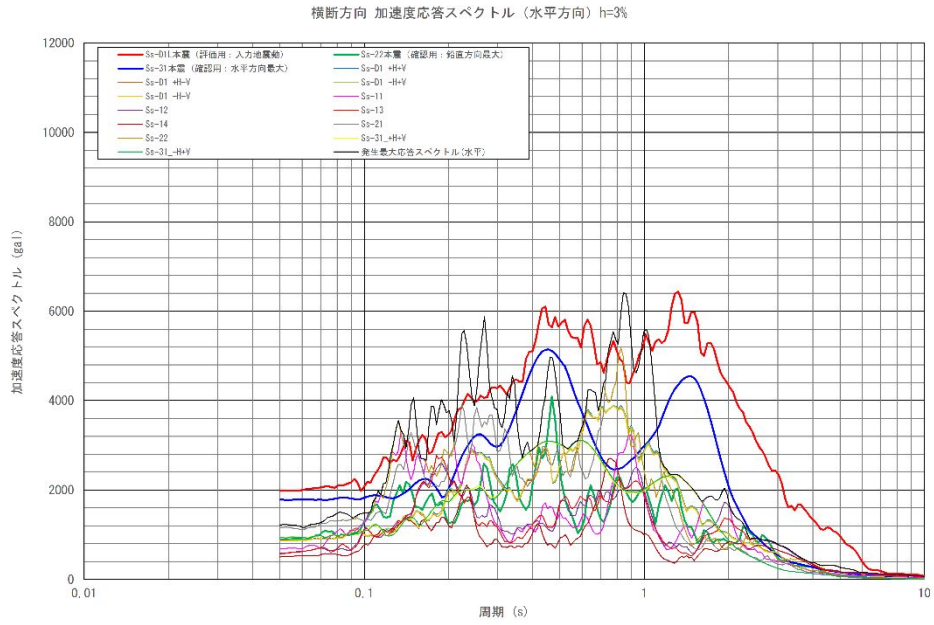
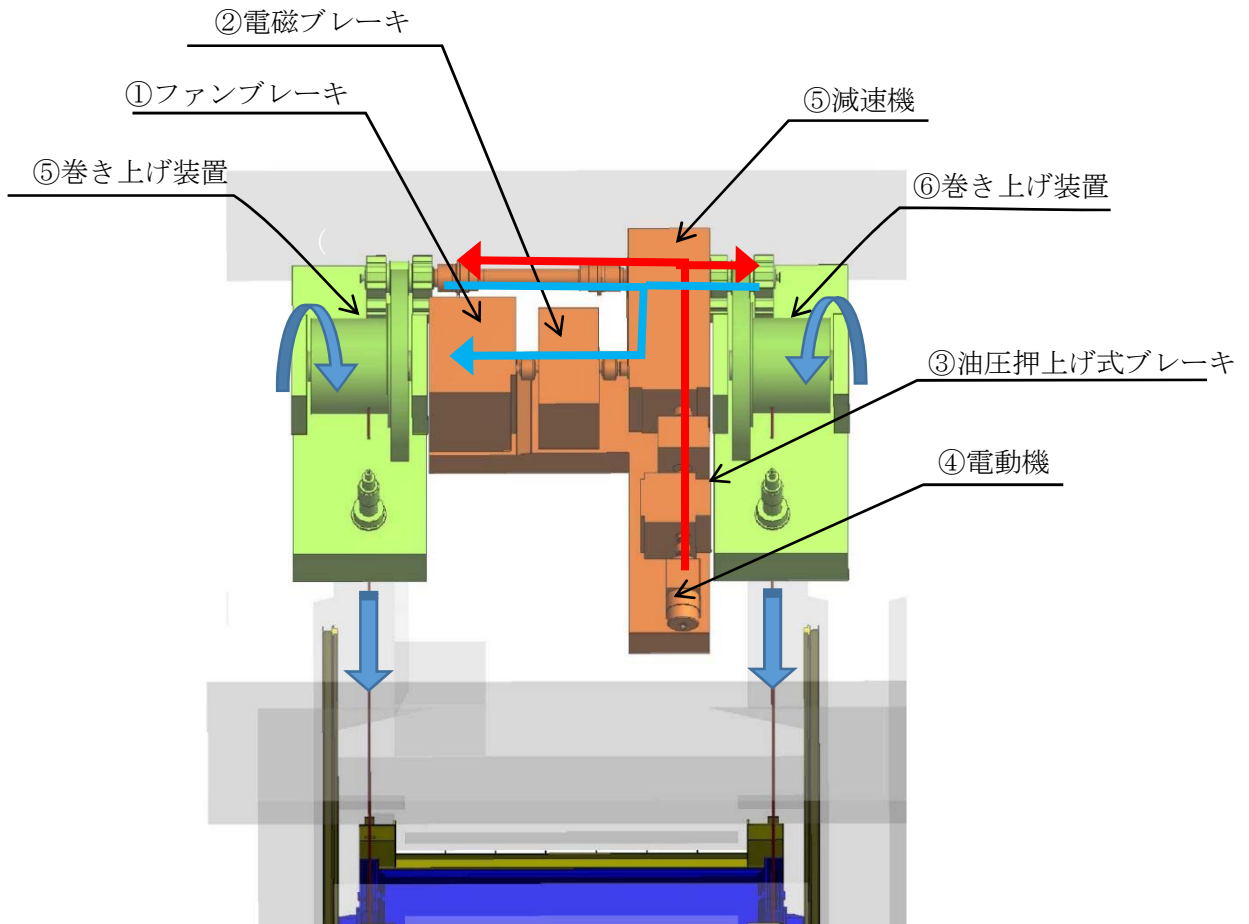


図 16 防潮扉 2 の実証試験用入力地震動と基準地震動 S s の加速度応答スペクトル

(2) 開閉装置の固有周期

防潮扉の開閉装置設備の固有周期は図 17 に示す。

開閉装置の構成する設備は剛構造（20Hz 以上）で設計されている。



主要設備の固有周期

部位	①ファンブレーキ	②電磁ブレーキ	③油圧押し上げブレーキ	④電動機	⑤減速機	⑥巻き上げ装置
固有周期 (Hz)	41.9	23.3	23.4	66.7	23.4	30.3

図 17 防潮扉の開閉装置設備の固有周期

(3) 振動試験における振動台への入力波形と各設備の固有周期

振動台への入力波形と各設備の固有周期を示す。各設備の固有周期が存在する領域において入力波形は基準地震動 S_s を包絡しており、振動試験における動的機能は維持できていると評価する。防潮堤 1 と防潮扉 2 の加速度応答スペクトルを図 18, 図 19 に示す。

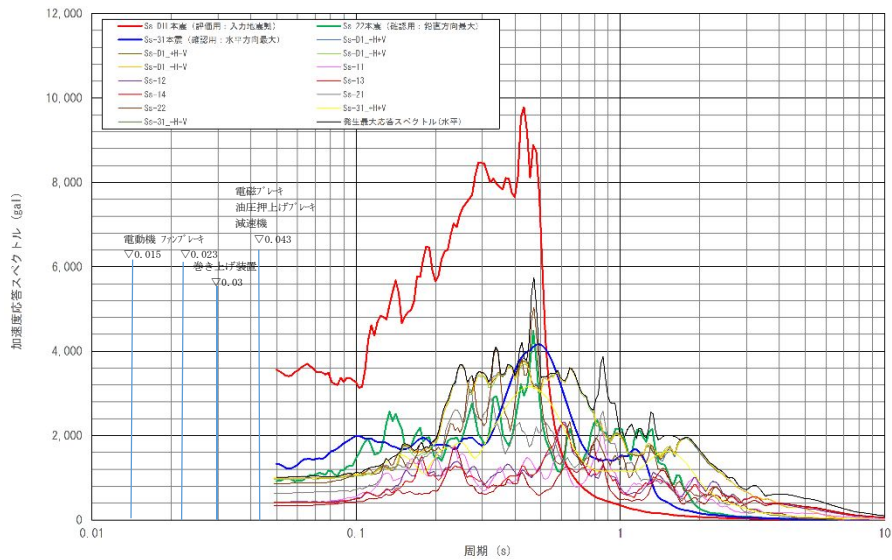


図 18 (1/2) 横断方向 加速度応答スペクトル (水平方向)
 < 防潮扉 1 >

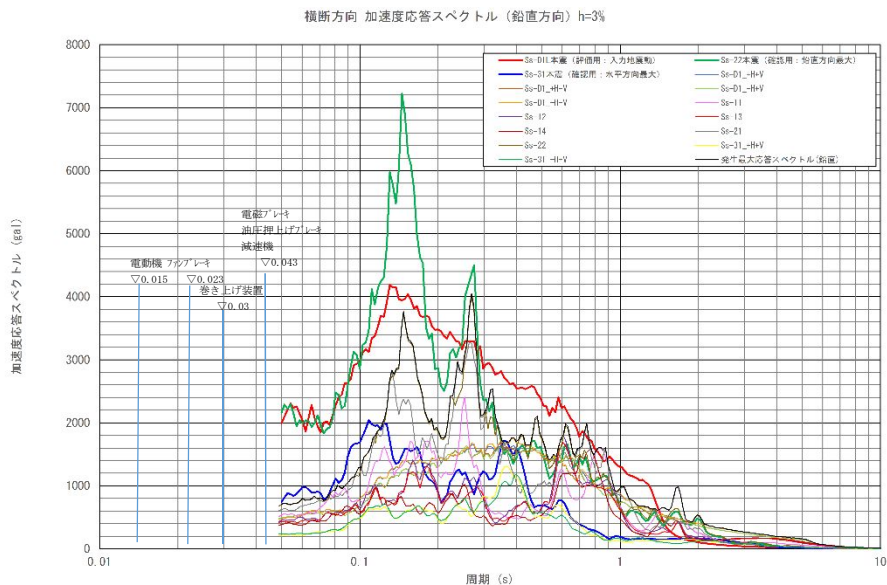


図 18 (2/2) 横断方向 加速度応答スペクトル (鉛直方向)
 < 防潮扉 1 >

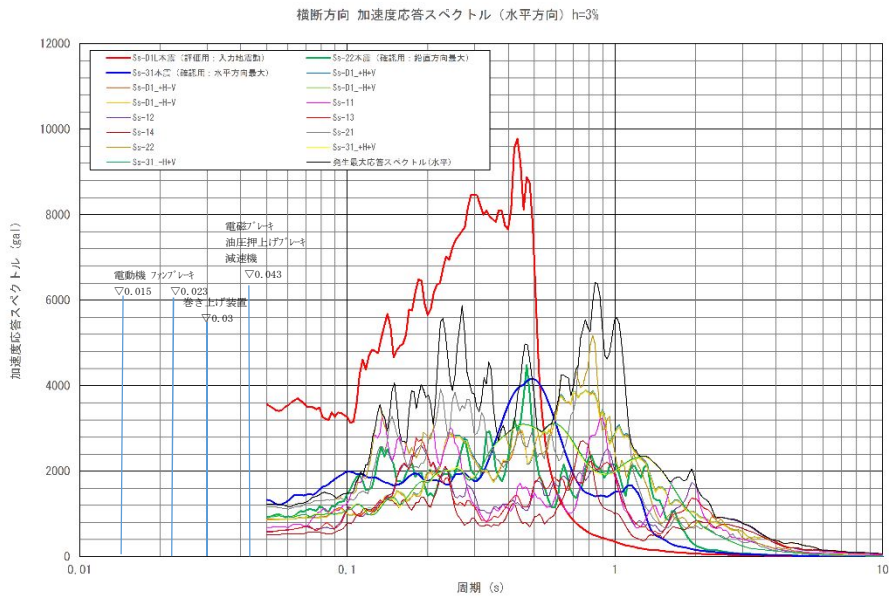


図 19 (1/2) 縦断方向 加速度応答スペクトル (水平方向)
 <防潮扉 2>

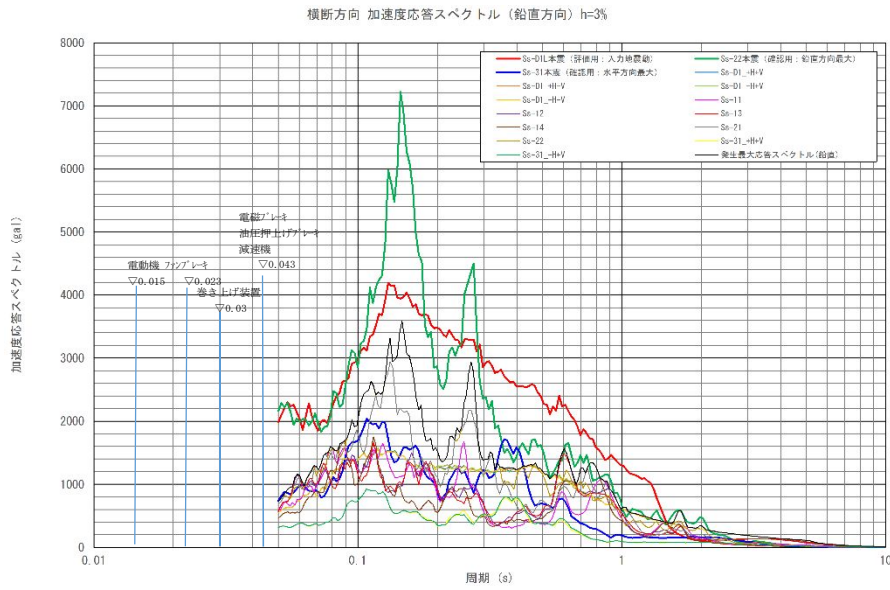


図 19 (2/2) 縦断方向 加速度応答スペクトル (鉛直方向)
 <防潮扉 2>

(4) 機能維持評価

防潮扉 1, 2 の閉止機能維持評価について、表 10 に示す。

なお、評価用加速度は「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

防潮扉は地震時止水機能維持を加振試験により確認しているため、「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、加振試験により確認した加速度を適用する。

防潮扉 1, 2 の機能確認済加速度には、加振試験により止水機能の健全性を確認した振動台の最大加速度を適用する。

表 10 基準地震動 S_s による駆動装置の評価結果

(単位： $\times 9.8\text{m/s}^2$)

部 位	機能確認済加速度との比較			
	水平加速度		鉛直加速度	
	応答加速度	機能確認済 加速度	応答加速度	機能確認済加 速度
駆動装置 (防潮扉 1)	1.02	2.2	0.37	1.6
駆動装置 (防潮扉 2)	1.19		0.58	

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

1. 目的

放水路ゲートは津波防護施設として設置し，入力津波による放水路からの逆流防止を目的のため設置する。設置箇所は防潮堤と放水路の横断部近傍に設置し3水路に分かれている放水路に各1台ずつ合計3台のゲートを設置する。放水路ゲートの運用は，発電所の運転中には開状態で設置し，原則閉操作は実施しない。

但し，大津波警報が発表になった場合に，発電長の判断により中央制御室から閉操作を実施する運用とする。閉操作するためには，常用海水ポンプのうち循環水ポンプを停止させてから操作を行うことで敷地内への溢水を防止する。ここでは，放水路ゲートの設計と運用に関する運用について説明する。

また，放水路ゲート開閉装置の動的維持確認のため，基準地震動 S_s の実証試験用入力地震動（包絡波）にて加振試験を行い地震後の動的機能維持を確認した。

2. 構造概要

放水路ゲートは躯体，ゲート本体（扉体），開閉装置からなるスライドゲートである。ゲート本体（扉体）については浸水防護施設としての耐震Sクラス要求から基準地震動 S_s による地震力に耐える構造にする。

各部材については，構造物と地盤との動的相互作用を考慮した二次元動的有効応力解析コード（FLIP）を用いて水平地震動と鉛直地震動による地震応答解析を行ない，各部材が弾性範囲内に留まる構造にする。

また，開閉装置については，動的機能維持を確保するため，放水路ゲートの設置位置における応答スペクトルが算出された段階で，加振試験に包絡していることを確認する。

図1に放水路ゲートの概要，図2に鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）構造図，図3に放水路ゲート正面図及び平面図，図4に放水路ゲート側面図を示す。表1に構成部位と役割を示す。

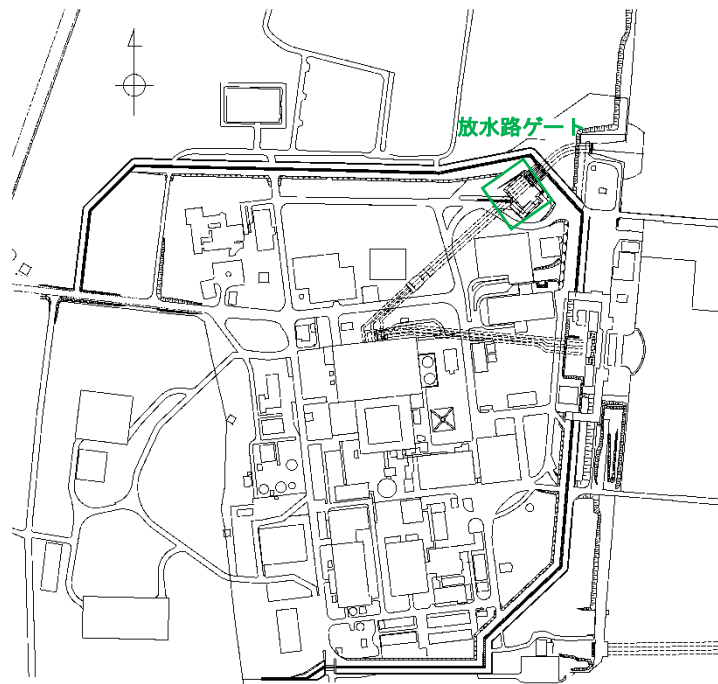


図1 放水路ゲートの位置図

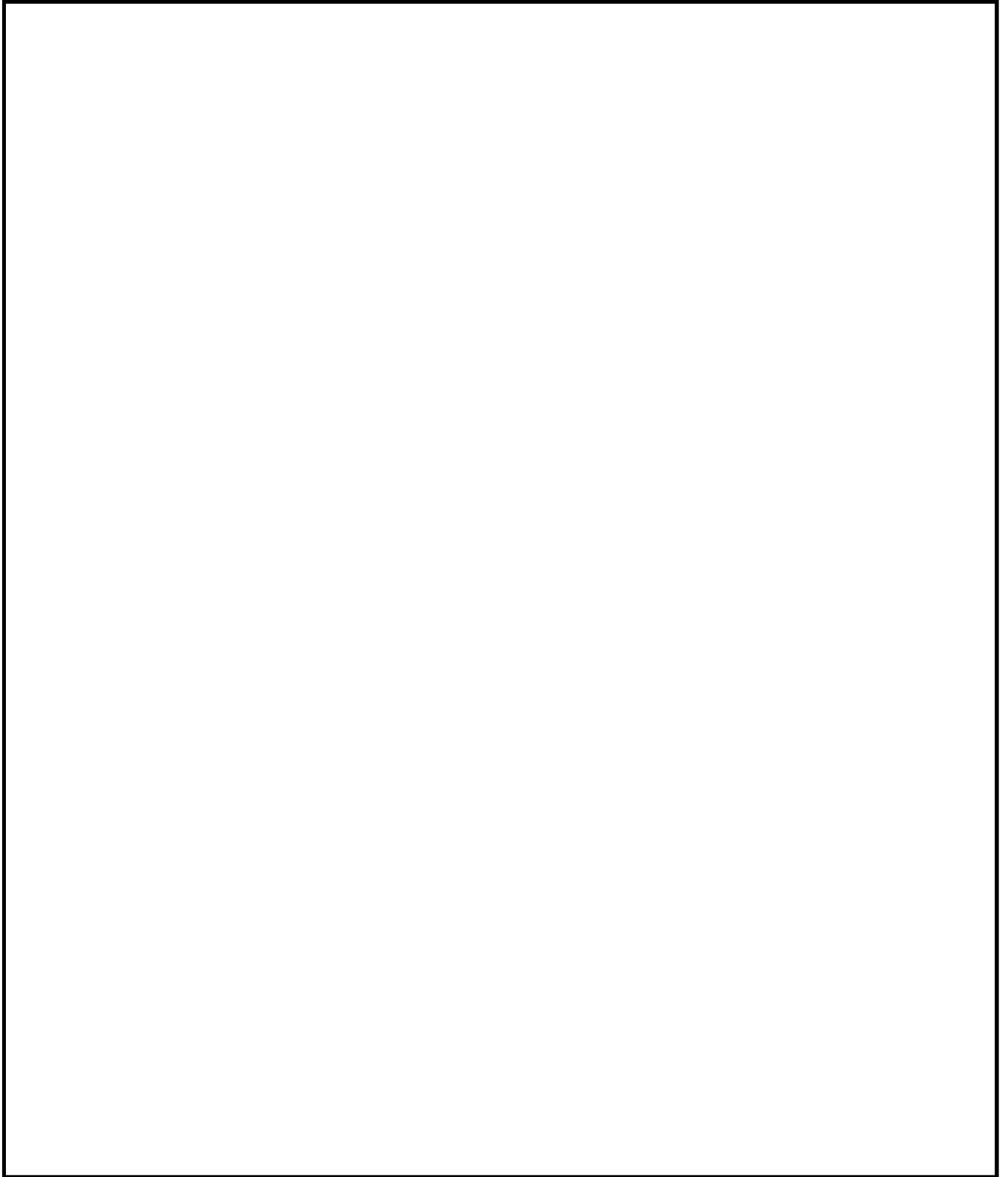
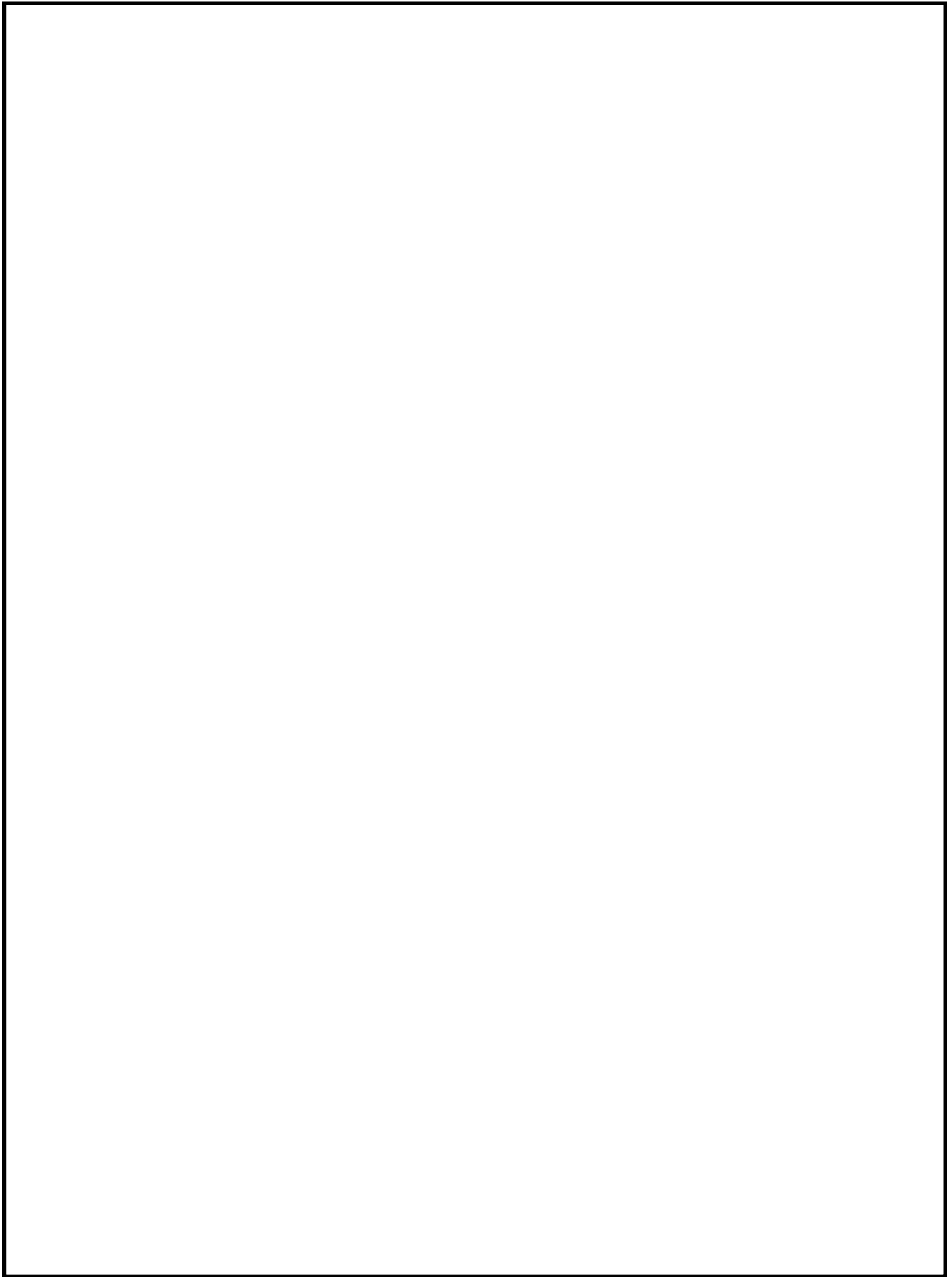
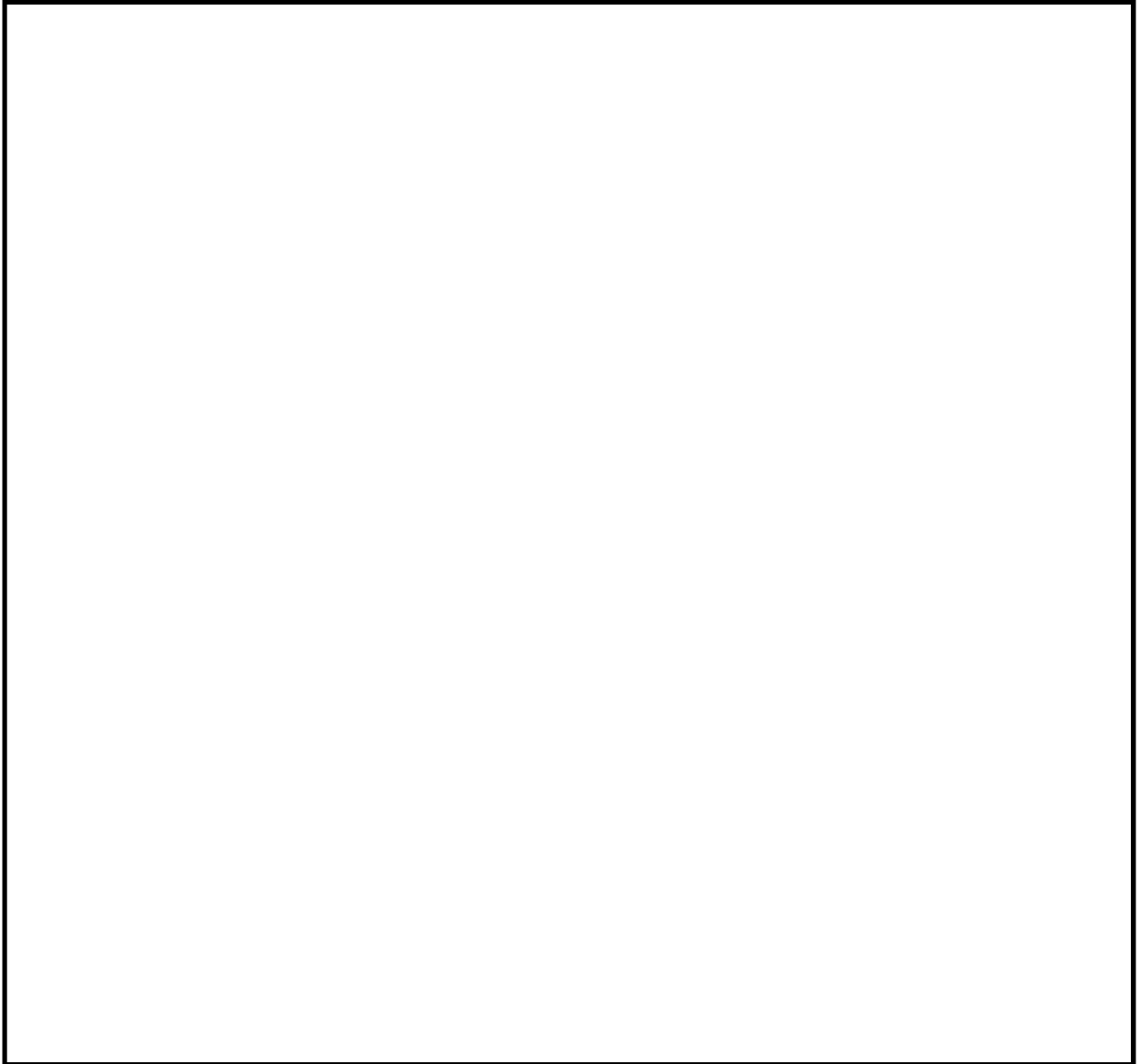


図2 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）構造図



注：寸法は mm を示す。

図 3 放水路ゲート正面図及び平面図



注：寸法は mm を示す。

図 4 放水路ゲート側面図

表1 構成部位と役割

構造部位	構成部位と役割
扉体	外部からの地震荷重, 津波荷重, 漂流物荷重等を地中連続壁基礎に確実に伝達するとともに, 各荷重に対して十分な耐性を有することにより止水性を確保し, 放水路ゲートとしての機能を保持する。
水密ゴム	扉体の4辺に設置され, 水密ゴムによる津波からの, 浸水を防止することにより止水性を確保し, 放水路ゲートとしての機能を保持する。水密ゴムの使用前検査時の漏水試験について【補足説明1】にて説明する。
地中連続壁基礎 (間接支持構造物)	扉体から伝達される基準地震動 S_s による地震荷重及び基準津波による津波荷重について, 鉄筋コンクリート防潮壁(放水路エリア)の地中連続壁基礎により支持地盤に確実に伝達し十分な耐性を有している。また, 津波に対する放水路ゲートとしての止水機能を保持する。
開閉装置	扉体の開閉を実施する。駆動方式は電動機による「電動駆動式」, ファンブレーキによる「自重降下式」の多重性を持たせている。電動駆動式に用いる電源は非常用電源より供給する。電動駆動式が使用できない場合には自重降下式にて閉操作できる構造にする。図5に放水路ゲートの開閉装置概念図を示す。

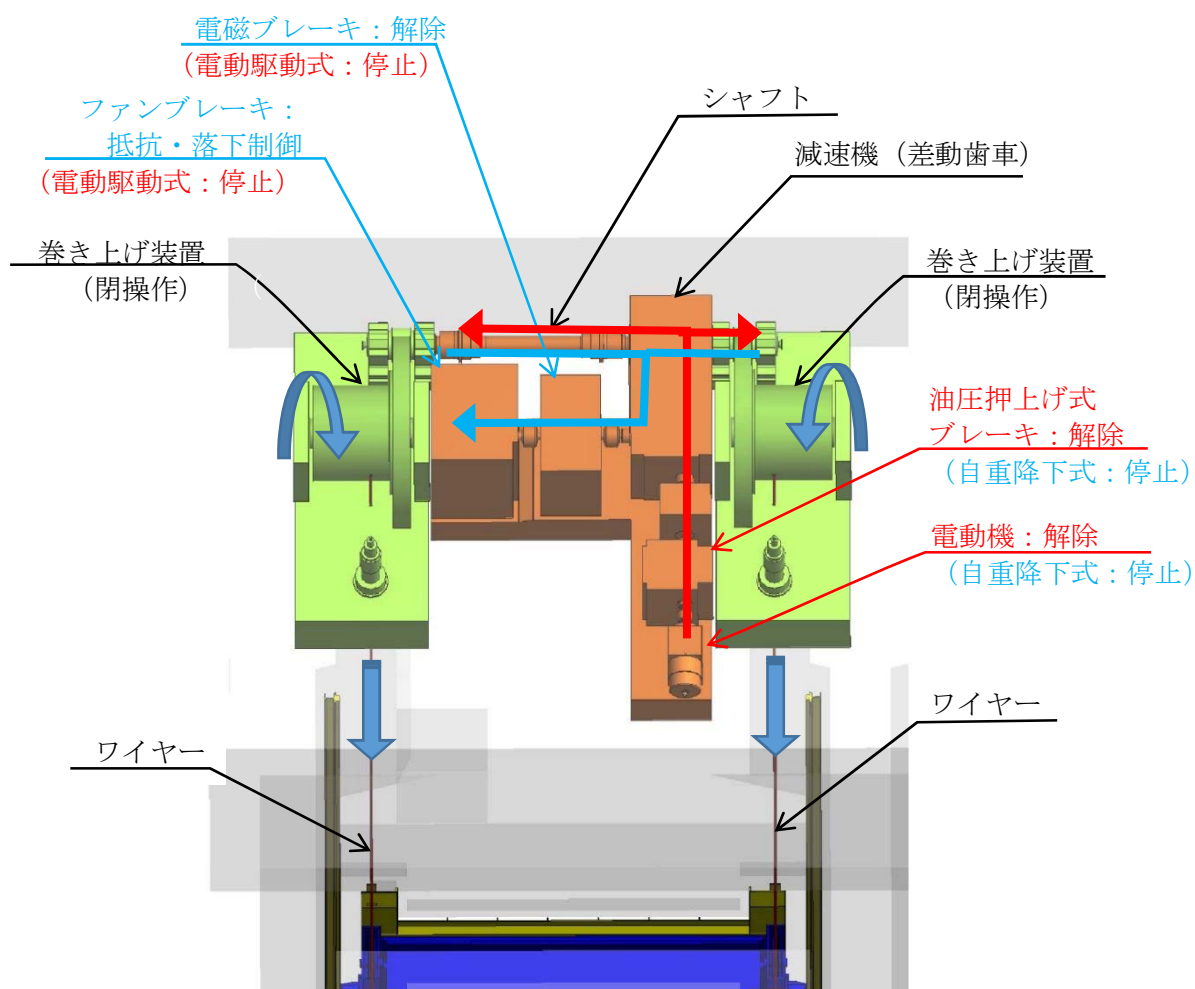
3. 安全機能（MS－1）要求に伴う設計について

放水路ゲートは技術基準の要求に基づき以下の安全機能について設計を行う。

- a. 外部電源喪失時にも閉止できるように放水路ゲートの閉止装置に必要な電源は「独立性」「多重性」を確保し非常用ディーゼル発電機 2 C， 2 D 母線から供給する。
- b. 駆動方式は，多重性を確保し「電動駆動式」及び「自重降下式」で設計する。「自重降下式」はファンブレーキ方式を採用する。また，外部からの動力の供給をがない場合においても操作が可能なよう無停電電源装置（UPS）を設置する。
- c. 運転員による誤操作及び誤信号による誤動作を防止するため，循環水ポンプ運転中は閉止しないインターロックを設ける。
- d. 放水路ゲートが閉止している状態においても，安全系ポンプが運転中のため，完全に閉止してしまうと敷地内へ浸水することから，閉止ゲートの扉体に小扉を設け安全系ポンプの排水は放水口より排水できる設計にする。
- e. 放水路ゲートの状態を監視し，異常の発生を検知できるようにする。

4. 開閉装置の構造及び動作原理について

放水路ゲートは、中央制御室からの遠隔閉止信号により、電動駆動式又は自重降下式の駆動機構によって、確実に閉止できるようにする。具体的には、動的機器である駆動機構は、電動駆動式と自重降下式の異なる仕組みの機構とすることにより多重性又は多様性及び独立性を有する構造にする。電動駆動式の駆動用電源は多重性及び独立性が確保されている非常用母線からの給電とし、自重降下式は駆動用電源を必要とせず扉体を自重降下させる機構とすることで、外部電源喪失にも閉止できる構造にする。また、制御系は多重化して、誤信号による誤動作を防止し、単一故障に対して機能喪失しない構造にする。さらに、循環水ポンプ運転中は閉止しないインターロックを設け、運転員の誤操作による誤動作を防止する。図5に放水路ゲートの開閉装置概念図を示す。



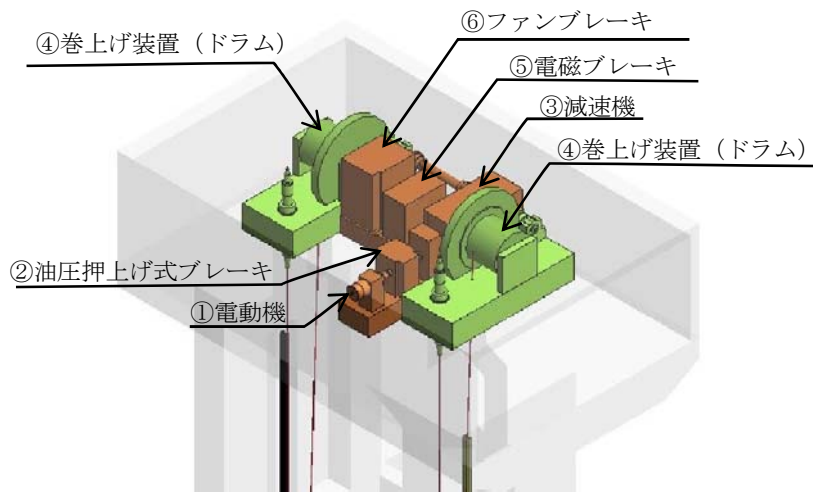
<記載凡例>

- ・赤字：電動駆動時のみ使用
- ・青字：自重降下式時のみ使用
- ・黒字：電動駆動式+自重降下式 共通

- ← (Red arrow) : 電動駆動時 (電動機駆動) の駆動が伝達する流れ
- ← (Blue arrow) : 自重降下式時 (自重降下) の駆動が伝達する流れ

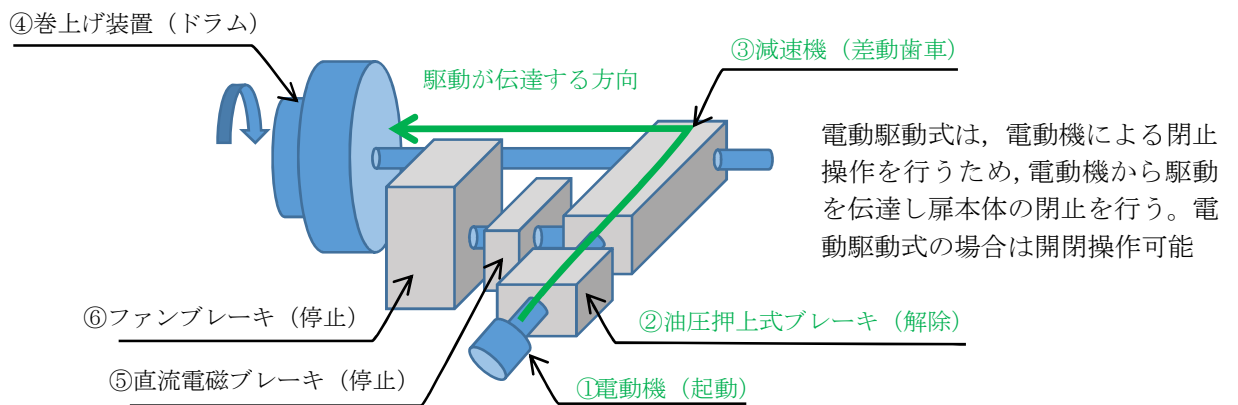
図5 放水路ゲートの開閉装置概念図

図6の a ～ b に開閉装置の構造及び動作原理について示す。図 a に開閉装置の構成を示す。



【図 a 開閉装置 鳥瞰図】

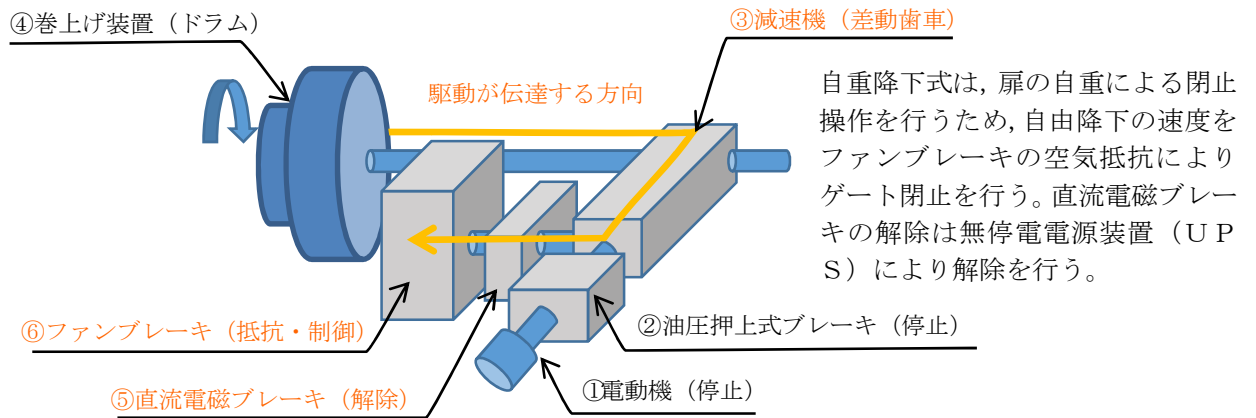
電動駆動式は①電動機を駆動，②油圧押し上げ式ブレーキを解除，③減速機，④巻き上げ装置を経由し放水路ゲートを閉止させる構造である。電動駆動式は開閉操作が可能である。（図 b 参照）



【図 b 電動駆動式 (開閉操作可能)】

図6 開閉装置の構造及び動作原理 (図 a , 図 b) (1/2)

自重降下式は、⑤直流電磁ブレーキを解除、④巻き上げ装置に引き上げられている放水路ゲートの自重による落下、⑥ファンブレーキによる落下速度の制御により放水路ゲートを閉止させる機械的な構造である。自重降下式は電動駆動用の電源を必要とせず、直流電磁ブレーキを解除できるように無停電電源装置（UPS）を設置する。自重降下式は閉操作のみ可能である。



【図c 自重降下式（閉操作のみ）】

図6 開閉装置の構造及び動作原理（図c）（2/2）

5. 放水路ゲート操作用電源系等について

津波の襲来に対して確実な緊急閉止操作を達成するため、基本設計方針に基づき、放水路ゲートの閉止機能は重要安全施設（MS-1）設計とする。動的機器である閉止機構及び閉止機構に関する電源系、制御系は多重化し、ゲート自体は静的機器であることから多重性の必要はなく、シングルであっても確実に閉止する構造とする。

- ・ゲートの閉止に必要な系統（駆動方式、電気系等）は、多重性又は多様性、及び独立性を確保し、遠隔操作が可能な系統とする。
- ・想定される全ての環境条件において、その機能を発揮できるよう、耐震性を含めた耐環境性を確保する。
- ・放水路ゲートの状態を監視し、異常等の発生を検知できるようにする。

この基本設計方針の概念図を第7図に放水路ゲート電源概念図を示す。

開閉機構には、「電動駆動式」「自重降下式」を多重に設けており、通常時は電動駆動式により閉止を行い、緊急を要す場合に「自重降下式」を選択する。なお、「自重降下式」は外部からの電源がない場合においても操作が可能なよう無停電電源装置（UPS）を設置する。無停電電源装置（UPS）は30分以上保持できる設計とする。

放水路ゲートの操作は中央制御室から遠隔操作を可能とし、開閉状態についても監視できる設計にする。また、それぞれの制御系、電源系は多重化し、かつ独立性を確保し、耐震性はSクラスとする。

図7に放水路ゲート電源概念図を示す。

<放水路ゲートA系>

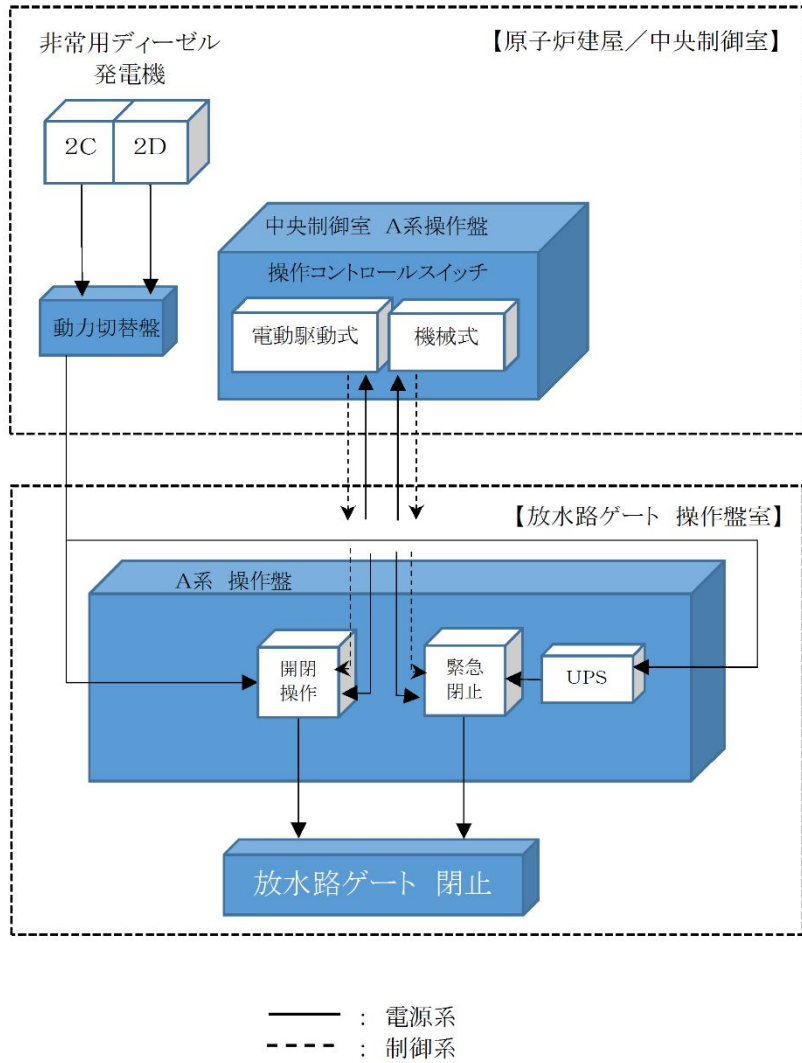


図7 放水路ゲート電源概念図（A系の例）

6. 放水路ゲート閉止方法について

発電所への影響を及ぼすような津波が襲来する恐れがある場合の放水路ゲート閉止操作に関する手順並びに操作系設備の設計の考え方を以下に示す。

(1) 電動駆動式による閉止操作の手順

津波情報については、気象庁からの大津波警報や構内設置の潮位計及び津波・構内監視カメラにより情報を収集しているが、気象庁から発信される津波情報のうち、太平洋側沿岸部に到達する津波（遠方沖含む）の予報区で大津波警報が発表された場合に、放水路ゲートの閉止判断を行い、閉止操作に移行する。放水路ゲートの閉止判断を行った場合の対応手順及び対応時間については以下のとおり。

放水路ゲートを閉止するためには、循環水ポンプを先に停止させる必要がある。誤操作・誤動作による閉止した場合に敷地内へ循環水が溢水することを防止するため、循環水ポンプの停止信号を放水路ゲートの閉操作のインターロックに設定している。

循環水ポンプ停止後、電動駆動式による放水路ゲートの閉止操作を中央制御室から遠隔にて操作し閉止する。地震・津波発生後から放水路ゲート閉止までの時間は約22分である。図8に放水路ゲート操作フローを示す。

(2) 自重降下式による閉止操作の手順

放水路ゲートの閉止操作は、中央制御室からの遠隔操作により実施する。原則として通常は「電動駆動式」の操作としているが、「自重降下式」による自重降下も採用し多重性を確保している。

自重降下式は、外部電源喪失時にも直流電磁ブレーキを開放するだけで放水路ゲートを閉止できる。

操作は中央制御室の選択スイッチにより「電動駆動式」か「自重降下式」を選択し遠隔にて操作し閉止する。地震・津波発生後から放水路ゲート閉止までの時間は約14分である。

図8に放水路ゲートの操作フローを示す。

放水路ゲートの閉止操作時間は、地震・津波発生から電動駆動式の場合で約22分、自重降下式の場合で約14分かかる。基準津波による津波の到達時間は約37分であるため、到達までに放水路ゲートを閉止することができる。

<参考>

ここでは海域活断層を波源とした津波時の場合について評価する。

海域活断層F8の到達時間約24分に対し、電動駆動式約22分、自重降下式約14分であることから敷地へ到達する前に閉止することができる。第4表に各海域活断層の津波高さと到達時間について（取水口前面）示す。

仮に閉止できなかったとしても、海域活断層の津波高さは、最大でもF16のT.P. +2.0mであることから、放水路ゲートを閉止しなくても敷地へ遡上することはない。表2に各海域活断層の津波高さと到達時間について（取水口前面）示す。

表2 各海域活断層の津波高さと到達時間について（取水口前面）

海域活断層名	最高水位 (T.P. m)	到達時刻 (分)
F1～塩ノ平	+1.7	32
F3～F4	+1.2	43
F8	+1.9	24
F16	+2.0	25

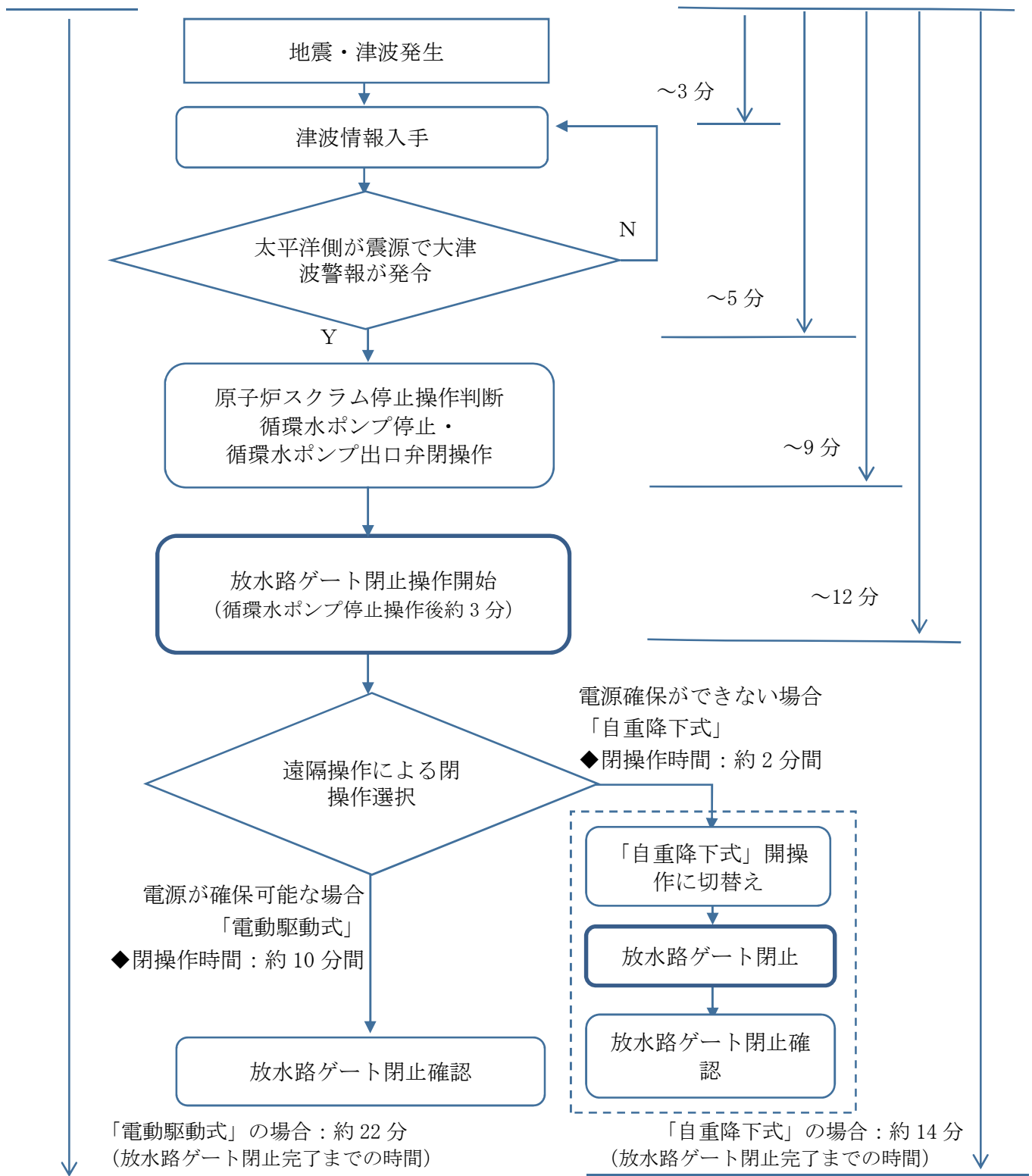


図8 放水路ゲート操作フロー

7. 津波襲来時（放水路ゲート閉止時）の排水について

①排水設計の考え方について

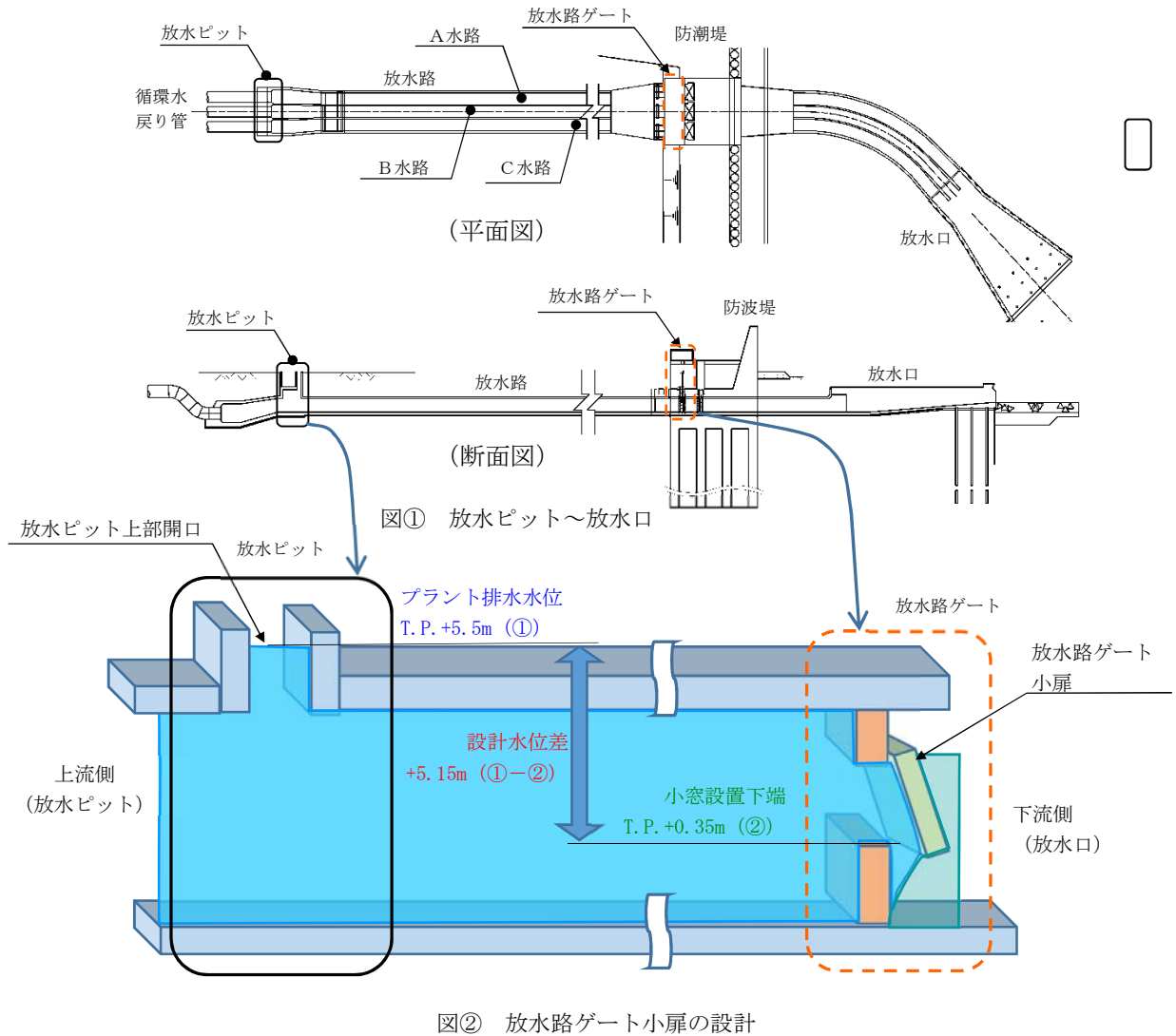
非常用海水ポンプの排水については既設放水路3本のうちいずれか2本より1本を用いて排水をする設計である。

大津波警報が発表された場合には、原子炉スクラム停止操作、循環水ポンプ停止及び出口弁を閉操作する。循環水ポンプが停止した後、放水路ゲートを閉操作する。

放水路ゲートにて放水口を閉止した場合でも、非常用海水ポンプの排水は継続的に排出する必要があることから、ゲート本体に設置している小扉により排水を可能にしている。

②放水路からの排水について

既設放水路からの排水は、朔望平均満潮位の時には排水できる設計とする。放水路ゲートの小扉からの排水条件はプラントの排水による放水ピット水位T.P. +5.5m (①) 以下の場合に排水する設計としている。小扉の設置位置はT.P. +0.35m (②) であることから水位差5.15m以下 (①-②) の条件であれば敷地に浸水させることなく、水位差で小扉が開く設計であることから、朔望平均満潮位T.P. +0.61m以上であっても排水することが十分可能である。図9に放水路ゲートの小扉の排水設計を示す。



図① 放水ピット～放水口

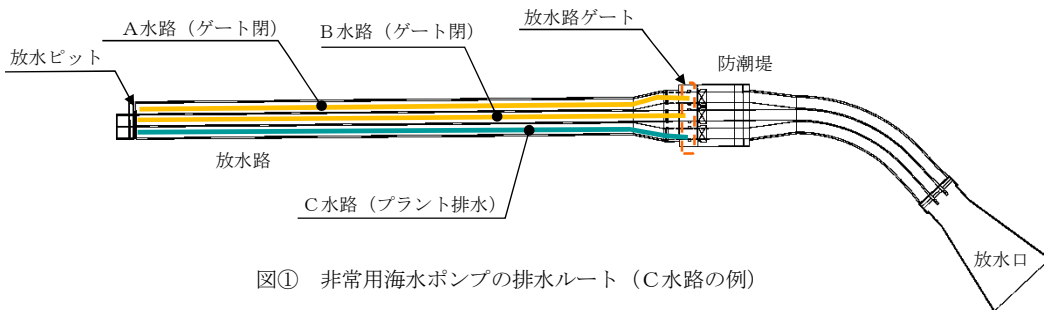
図② 放水路ゲート小扉の設計

- 【放水路ゲートの小扉の排水条件について】 (図②参照)
 <小扉の開条件>
- ◆必要面積 (小扉の面積) : 0.605m² 以上
 - ◆設計水位差 : 5.15m (①-②)
 - ・プラント排水水位 (放水ピット) : T.P. +5.5m (①)
 - ・小窓設置下端 : T.P. +0.35m (②)
 - ◆設計潮位 T.P. +0.61m 以下 (朔望平均満潮位)
 - ◆最大放出流量 : 9996.8 m³/hr
 - ・残留熱除去系海水ポンプ : 885.7(m³/hr/台) × 4台
 - ・非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ : 272.6(m³/hr/台) × 2台
 - ・高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ : 232.8(m³/hr/台) × 1台
 - ・補機冷却系海水ポンプ : 2838(m³/hr/台) × 2台

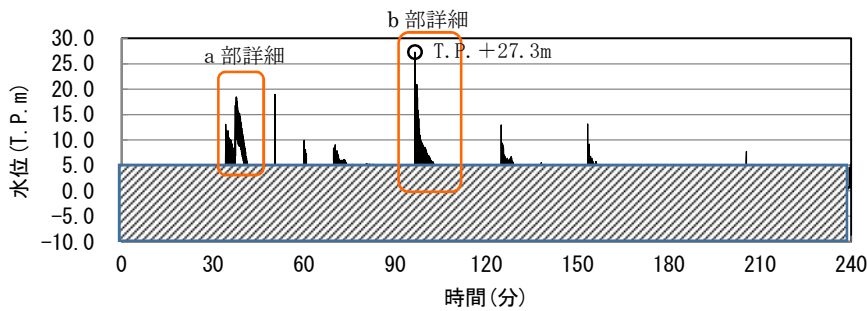
図9 放水路ゲートの小扉からの排水設計

③津波襲来時の排水について

通常は小扉から排水する設計であるが、津波の襲来時には、放水路ゲート位置での津波高さが、放水ピット開口部での設計水位差の上限であるT.P. +5.5mを放水路ゲートの下流の津波高さが上回った場合になると排水ができなくなる。排水できない時間は、最大で約4分であり、**保守的に漏水量を約7分として評価すると排水量に換算すると最大約1170m³**になる。津波襲来時においては敷地内に一時的に排水するよう設計する。排水先は構内排水路に接続する。**仮に、1170m³海水ポンプ室（壁高さT.P. +6.6m以上）の敷地（T.P. +3.2m）に流入した場合においても約1m未満の浸水量であることから、安全機能への影響はない。** 図10に放水路ゲート閉止状態の排水イメージを示す。



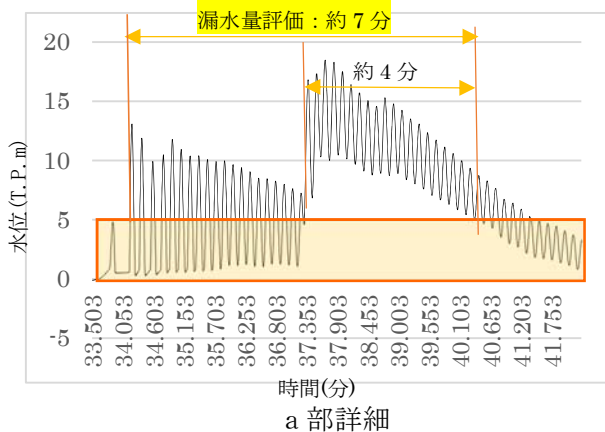
図① 非常用海水ポンプの排水ルート（C水路の例）



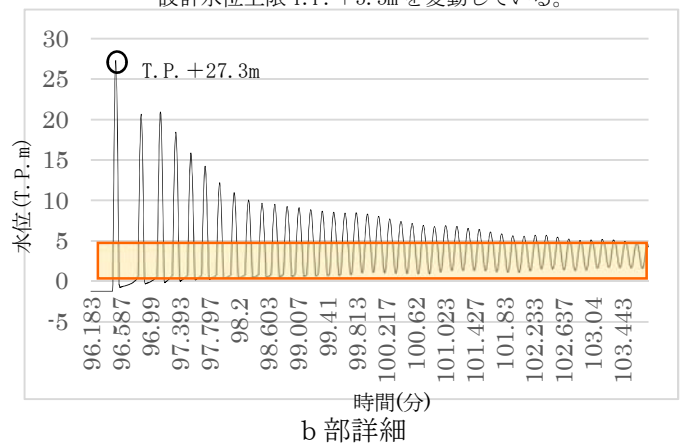
図② 放水路ゲート閉止した場合の時刻歴波形

水位は常に変動している。
設計水位上限の T.P. +5.5m を上回る時間は
約 4 分であり小窓は閉止している状況

水位は常に変動しており小窓が継続して閉まる
状態にはならない。
設計水位上限 T.P. +5.5m を変動している。



a 部詳細



b 部詳細

図10 放水路ゲート閉止時の排水イメージ

8. 開閉装置の加振試験について

a. 試験目的

開閉装置の動的維持確認のため、基準地震動 S_s の選定波を加振波として用い、ここでは、実機大の開閉装置を用いた加振試験を行い地震後の動的機能維持を確認した。

以下に基準地震動 S_s 包絡波にて実施した加振試験結果を示す。

b. 試験方法

振動台上に架台を設置しその上に放水路ゲートに設置する開閉装置を基礎ボルトで固定し、水平方向と鉛直方向とを同時加振する。図11に大型3軸振動台の概要を示す。

振動台の仕様

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)

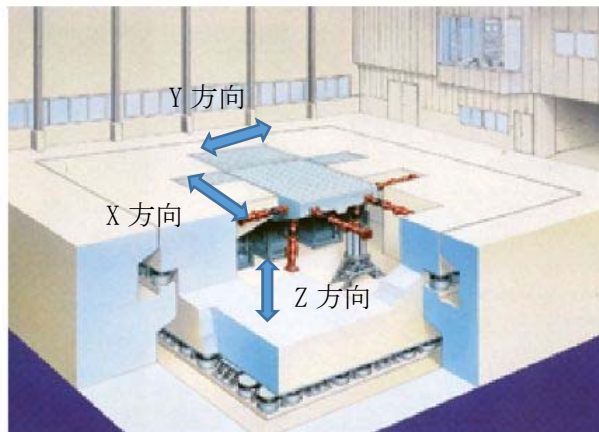


図11 大型3軸振動台の概要

c. 試験条件

加振試験に使用する入力条件は以下のとおり。

＜入力地震動の作成＞

(1) 評価用地震動の選定

①動的機能維持評価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基準地震動 S_s-D1 を選定した。

②基準地震動 S_s-D1 については、放水路ゲートの開閉装置位置 (T.P. +9.5m) における評価が必要になることから、以下の手順にて一次元地盤応答解析 (SHAKE) にて得られた地表面応答加速度の結果を開閉装置位置 (防潮扉開閉装置位置 T.P. +22.5m) での評価用応答スペクトルとして作成した。

a. 一次元地盤応答解析 (SHAKE) の地表面応答加速度における結果に対して、開閉装置位置での応答加速度を算出するため、地表面応答加速度 (SHAKE) に対し開閉装置位置での FLIP 応答解析値の倍率 (FLIP/SHAKE の倍率) を 1.73 倍と算出し、応答スペクトルを引き上げた。

b. a 項にて 1.73 倍引き上げた応答スペクトルに対し、評価用に基準地震動 S_s8 波の全周期帯を包絡させるスペクトルが必要なことから、更に応答スペクトルを 2.59 倍し全周期帯を包絡した応答スペクトルを作成した。

その結果、一次元地盤応答解析 (SHAKE) の地表面応答加速度結果における応答スペクトルに対し 4.49 倍したものを評価用の応答スペクトルとした。

(2) 確認用地震動の選定

- ①確認用として、一次元地盤応答解析 (SHAKE) による地表面応答加速度の結果から位相特性による設備への影響を確認するため、最大応答加速度が最も大きくなる S_s-22 (鉛直方向最大) 及び S_s-31 (水平方向最大) について選定した。
- ② S_s-22 (鉛直方向最大) 及び S_s-31 (水平方向最大) については、基準地震動 S_s-D1 と同様に放水路ゲートの開閉装置位置 (T.P. +9.5m) における評価を行うため、以下の手順にて一次元地盤応答解析 (SHAKE) にて得られた、地表面加速度の結果を開閉装置位置 (防潮扉開閉装置位置 T.P. +22.5m) での確認用応答スペクトルとして作成した。
 - a. 一次元地盤応答解析 (SHAKE) の地表面応答加速度における結果に対して、開閉装置位置の応答加速度を算出するため、地表面応答加速度 (SHAKE) に対し開閉装置位置での FLIP 応答解析値の倍率 (FLIP/SHAKE の倍率) を 0.93 倍 (S_s-22), 1.73 倍 (S_s-31) と算出した。
 - b. 更に、a. 項にて引き上げた応答スペクトルに対し位相特性による影響を確認する必要があることから、地表面応答加速度結果における応答スペクトルに対し 2 倍したものを確認用応答スペクトルとした。なお、 S_s-22 については、加振試験装置の性能上 1.61 倍とした。

地震波における加振条件について、評価用を表3に確認用を表4に示す。図12実証試験用入力地震動の加速度応答スペクトル参照。なお、振動台の性能から高倍率の加振条件においては、各構成部品の固有周期が有しない範囲についてはフィルター処理を実施した。

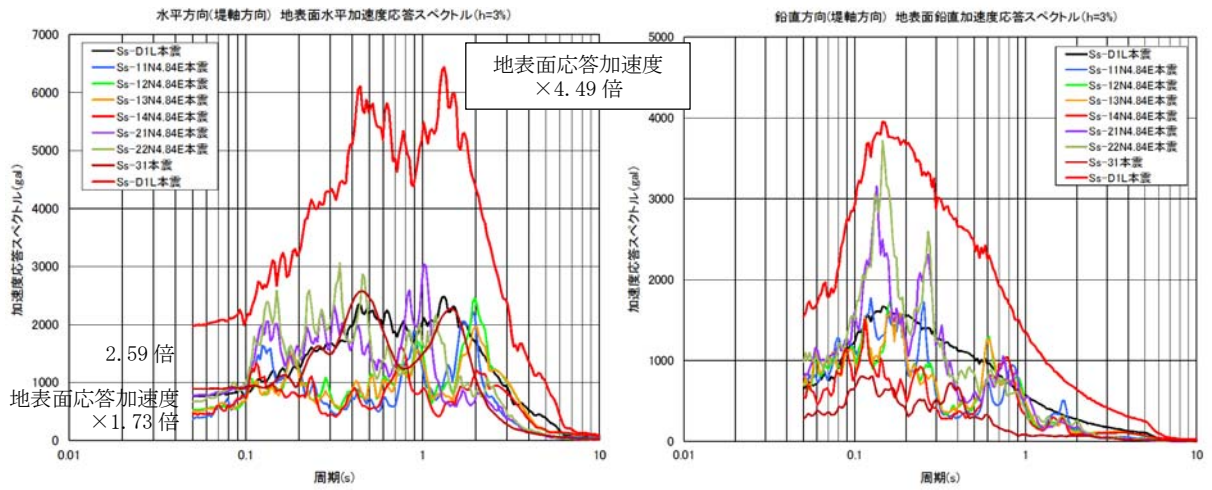
表3 地震波における加振条件（評価用）

地震波	①地表面位置に対する開閉装置位置での応答加速度の倍率 (FLIP/SHAKE)	②地表面応答加速度 (SHAKE) の全周期帯を包絡するための倍率	③振動台への入力地震動の倍率 (①×②)
S _s -D1	地表面応答加速度 ×1.73	①で作成した応答スペクトル ×2.59	地表面応答加速度 ×4.49

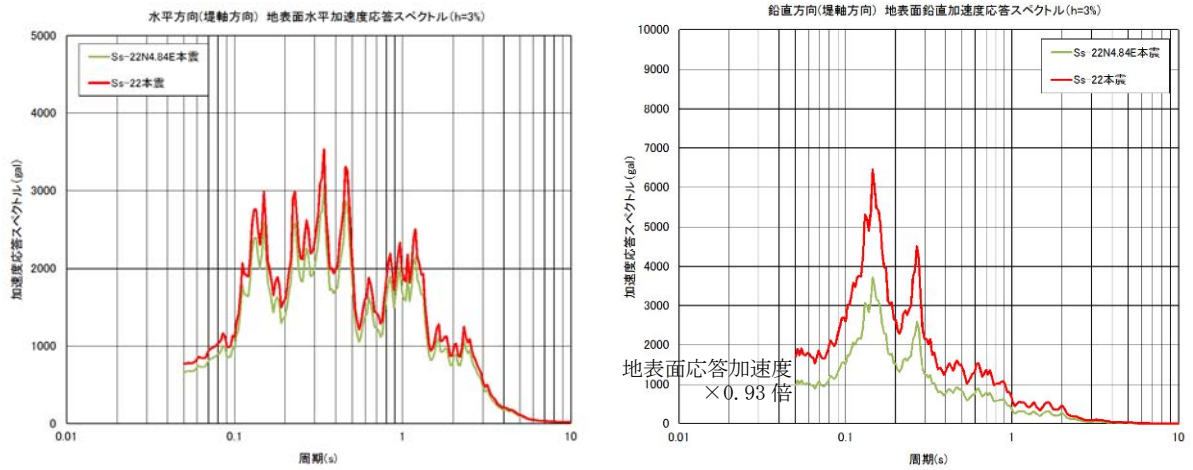
表4 地震波における加振条件（確認用）

地震波	①地表面位置に対する開閉装置位置での応答加速度の倍率 (FLIP/SHAKE)	②振動台への入力地震動の倍率 <2倍> (①<②)
S _s -22	地表面応答加速度 ×0.93	地表面応答加速度 ×1.61*
S _s -31	地表面応答加速度 ×1.73	地表面応答加速度 ×2

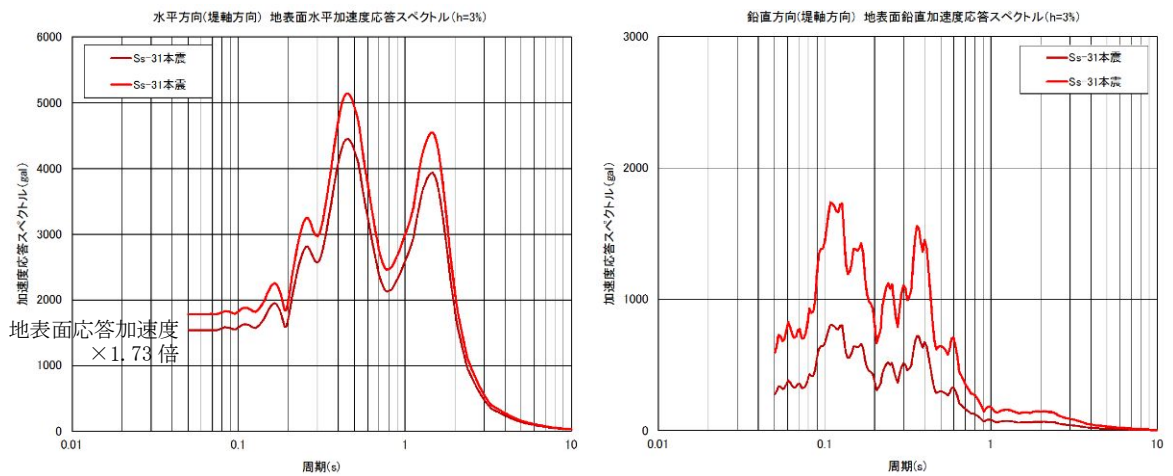
※振動試験装置の性能上1.61倍とした。



S s - D 1 (評価用：入力地震動)



S s - 2 2 (確認用：鉛直方向最大)



S s - 3 1 (確認用：水平方向最大)

図12 実証試験用入力地震動の加速度応答スペクトル

d. 試験装置

放水路ゲートの開閉装置は防潮扉の開閉装置と同じ構造であるため、放水路ゲートと防潮扉の開閉装置の中でも最大な設備を選定し、開閉装置のワイヤーの巻き上げ装置については、駆動軸の長いワイヤーの巻き上げ装置側を製作した。

また、ワイヤー巻き上げ装置には扉の荷重を模擬するため巻き上げ装置の下部にトルク装置を設置し扉の荷重を模擬し試験を実施した。

試験に用いた開閉装置の概要は以下の通り。第9図に開閉装置の試験装置（全景）を示す。

＜試験装置の構成＞

- ◆開閉装置（減速機，直流電磁ブレーキ，ファンブレーキ，他） 1式
- ◆制御盤 1式



e. 試験結果

試験前及び加振試験後に外観点検を実施し異常のないことを確認した。また、試験後の動作確認においても試験装置上に設置している操作盤より操作を実施し異常なく開閉装置が動作する事を確認した。

9. 実証試験用入力地震動による動的機能維持の評価

a. 実証試験用入力地震動による基準地震動 S_s の包絡性について

基準地震動 S_s に対する開閉装置の振動試験に用いた実証試験用入力地震動との包絡性について、以下のとおり基準地震動 S_s を包絡していることを確認した。

図 13 に放水路ゲートの実証試験用入力地震動と基準地震動 S_s の加速度応答スペクトルを示す。

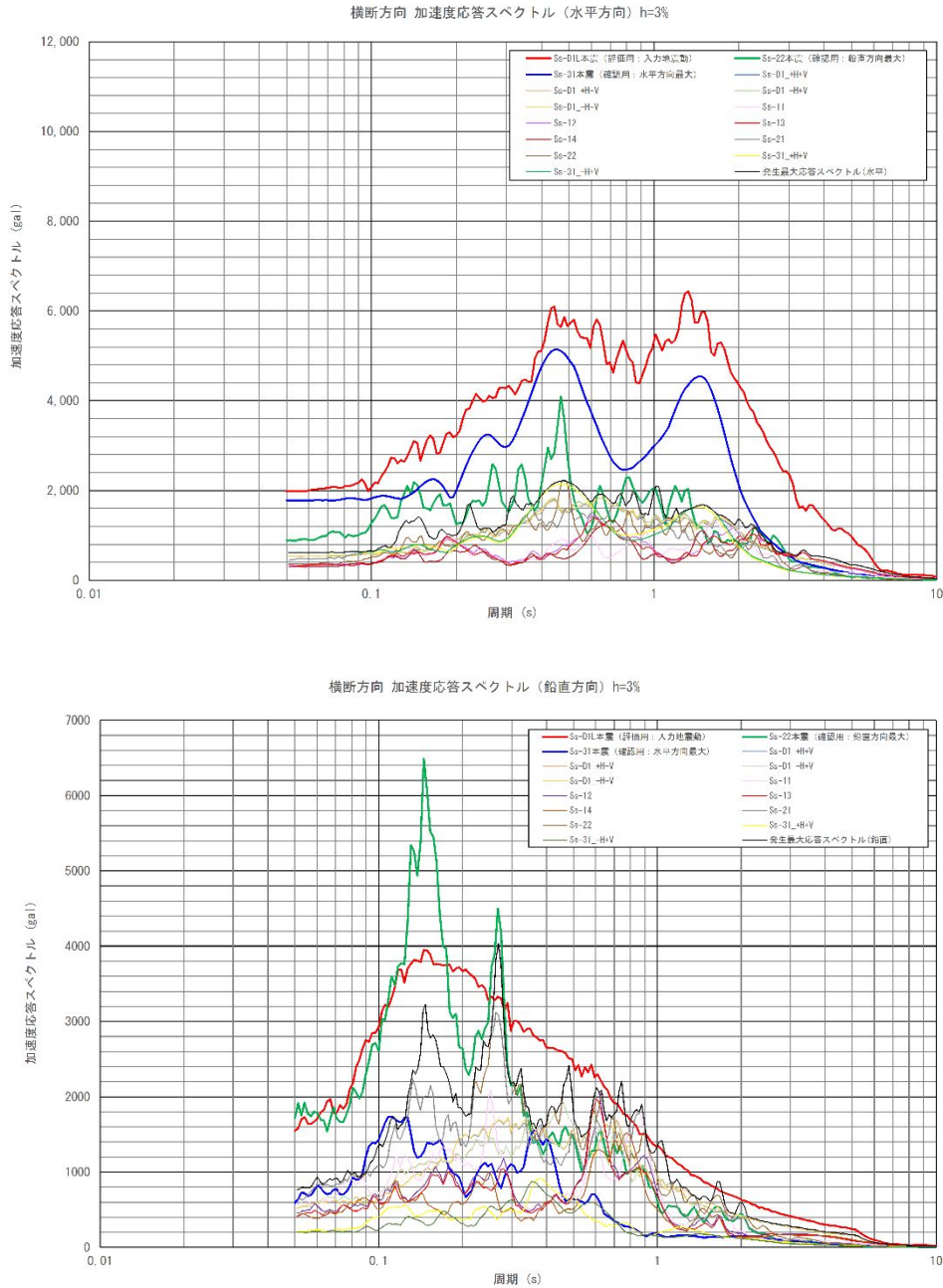
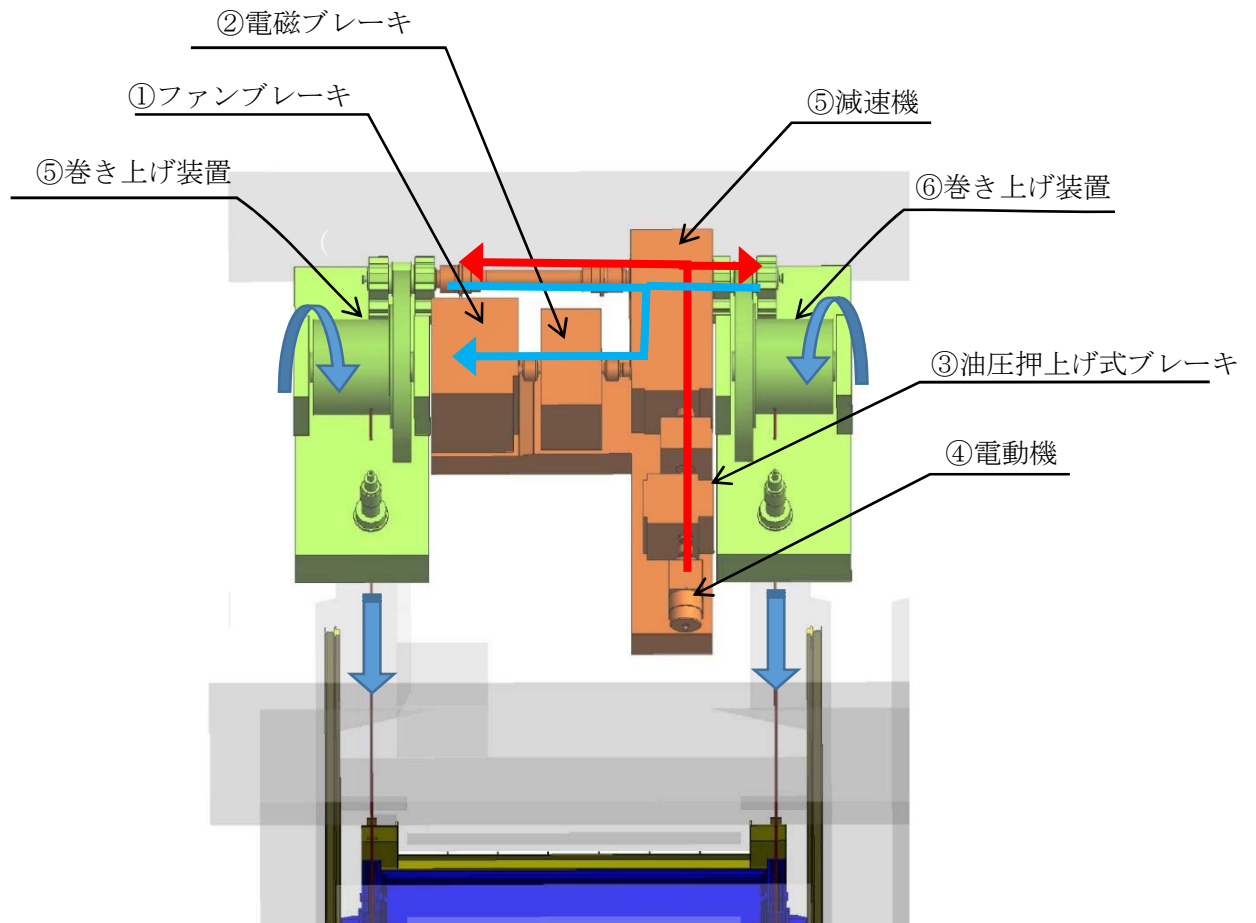


図 13 放水路ゲートの実証試験用入力地震動と基準地震動 S_s の加速度応答スペクトル

b. 開閉装置の固有周期

放水路ゲートの開閉装置設備の固有周期は図 14 に示す。

開閉装置の構成する設備は剛構造（20Hz 以上）で設計されている。



主要設備の固有周期

部位	①ファンブレーキ	②電磁ブレーキ	③油圧押し上げ式ブレーキ	④電動機	⑤減速機	⑥巻き上げ装置
固有周期 (Hz)	41.9	23.3	23.4	66.7	23.4	30.3

図 14 放水路ゲートの開閉装置設備の固有周期

c. 振動試験における振動台への入力波形と各設備の固有周期

振動台への入力波形と各設備の固有周期を示す。各設備の固有周期が存在する領域において入力波形は基準地震動 S_s を包絡しており、振動試験における動的機能は維持できていると評価する。放水路ゲートの加速度応答スペクトルを図 13 に示す。

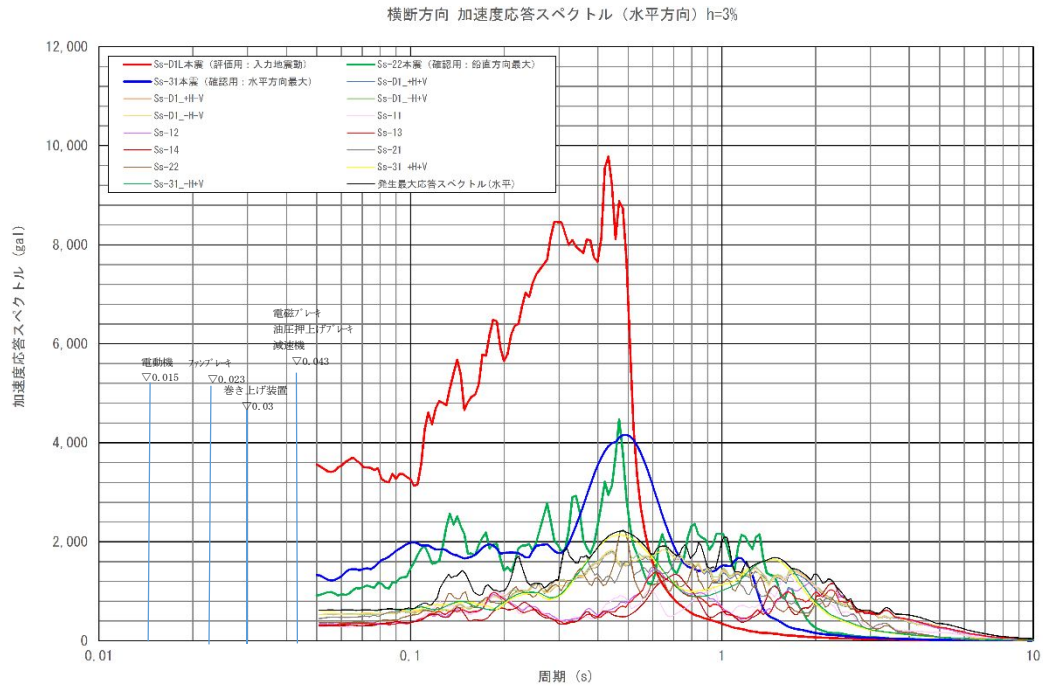


図 15 (1/2) 横断方向 加速度応答スペクトル (水平方向)
<放水路ゲート>

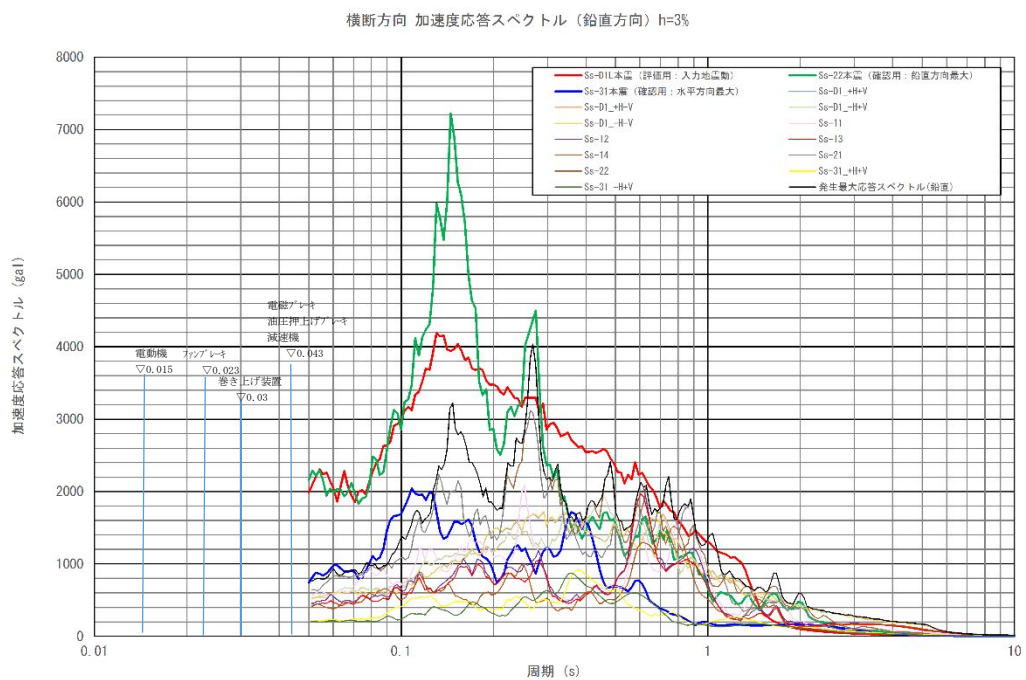


図 15 (2/2) 横断方向 加速度応答スペクトル (鉛直方向)
<放水路ゲート>

(4) 機能維持評価

放水路ゲートの閉止機能維持評価について、表 5 に示す。

なお、評価用加速度は「V-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

防潮扉は地震時止水機能維持を加振試験により確認しているため、「V-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、加振試験により確認した加速度を適用する。

放水路ゲートの機能確認済加速度には、加振試験により止水機能の健全性を確認した振動台の最大加速度を適用する。

表 5 基準地震動 S_g による駆動装置の評価結果

(単位： $\times 9.8\text{m/s}^2$)

部 位	機能確認済加速度との比較			
	水平加速度		鉛直加速度	
	応答加速度	機能確認済 加速度	応答加速度	機能確認済加 速度
駆動装置（放水路ゲート）	0.89	2.2	0.70	1.6

【補足説明 1】水密ゴムの漏水試験について

1. 許容漏えい量評価

放水路ゲートの水密ゴムの許容漏えい量評価は、ダム堰施設技術基準（案）に準じて評価を行う。

(1) 漏水量評価の算定式

ダム堰施設技術基準（案）の機能検査項目に「耐圧，漏水検査」に以下の算定式と試験時間の記載がある。

◆角型スライドゲート

$$W = 10.2 L \cdot P$$

W：漏水量（ml/min）

L：長辺の長さ（cm）

P：設計圧力（MPa）

◆試験時間：10分

(2) 許容漏えい量の算定

許容漏えい量は（1）項の評価式に準じて算出する，

放水路ゲートの許容漏えい量の考え方の例は以下のとおり。表 5 に許容漏えい量（例）を示す。

表 5 許容漏えい量（例）

試験圧力	0.50MPa ^{※2} 以上
許容漏えい量 ^{※1}	19.0 ℓ/10分以下

※1：許容漏えい量の記載は，放水路ゲートの長辺 3730mm の場合を示す。実際の許容漏えい量の算定は，漏水試験装置に合わせ算定する。

※2：防潮ゲートの波圧（0.45MPa）に対して保守性を持たせて設定した値。

2. 漏水試験装置

前項にて評価した放水路ゲートの水密ゴムの許容漏えい量について、漏水試験を実施する。以下の装置を製作し水密ゴムの漏水試験を実施する。

<漏水試験装置>

水密ゴムの漏水試験装置の一般的な概要は以下のとおり、図 16 に試験装置の概要図（例）を示す。

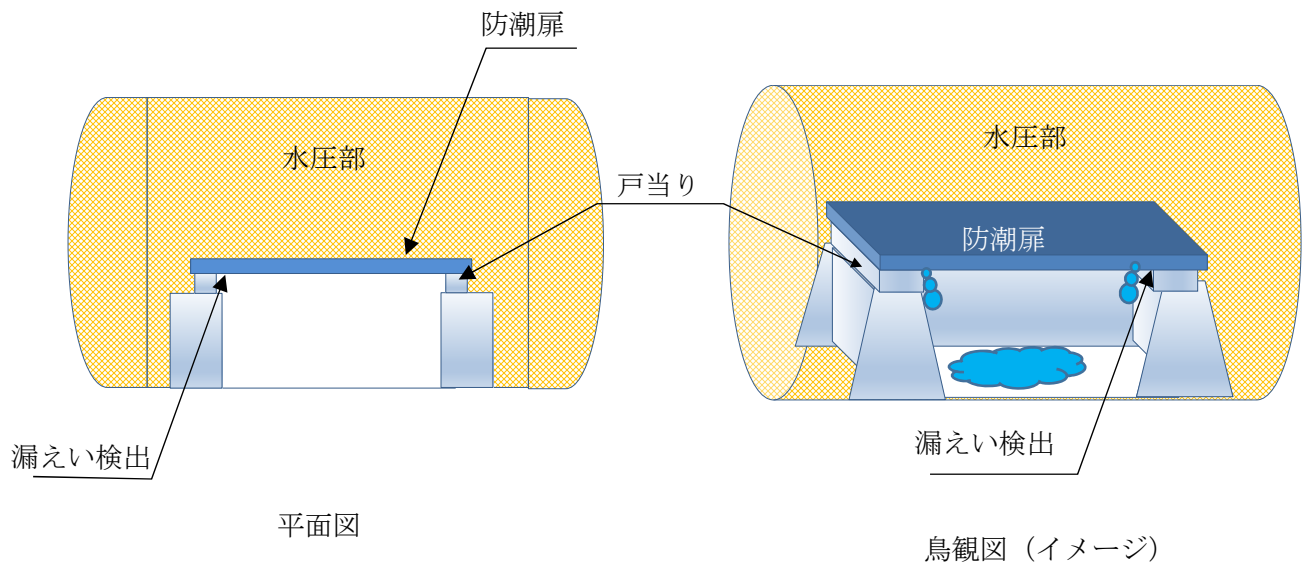


図 16 試験装置の概要図（例）

10. 放水路ゲートの耐震計算方法について

放水路ゲートの耐震評価として放水路ゲートの「開状態」「閉状態」が存在し、実際に大規模な地震（基準地震動 S_s 等）が発生した場合には、「開状態」になる。ここでは、工事計画認可申請書の計算書の場合において、「閉状態」にて実施している理由を示す。

放水路ゲートの「開状態」と「閉状態」では、機能要求に伴う評価部位が異なることから、工事計画認可申請書上の耐震計算書の対象は、特に機能要求が高い止水性と開閉機能の要求のある「閉状態」の評価を行う。表4に放水路ゲートの開閉状態における荷重条件、表5に放水路ゲートの耐震評価における機能要求と評価部位について示す。

表4 放水路ゲートの開閉状態における主な荷重条件

		地震荷重	津波荷重	その他荷重	備考
強度	開状態	—	—	—	
	閉状態	○余震	○津波		評価条件
耐震	開状態	○	—	—	
	閉状態	○		○プラント排水	<ul style="list-style-type: none"> ・評価条件 ・プラント排水は静水圧と動水圧を考慮

表5 耐震評価における機能要求と評価部位

ゲート状態	荷重の組合せ*1	機能要求	評価部位	評価
開状態	$G + K_s + P_s + W_k$	<ul style="list-style-type: none"> ・耐震強度 	①ガイドレール, ガイドローラ軸, ブラケット ②ワイヤー	設計確認
閉状態	$G + K_s + P_s + W_k +$ 静水圧*1 + 動水圧*1	<ul style="list-style-type: none"> ・耐震強度 ・止水機能 ・開閉機能 	①扉体 (スキンプレート, 主桁, 縦補助桁, 端桁) ②支圧板 ③小扉 ④戸当り ⑤駆動装置	強度計算書

*1: G は固定荷重, K_s は地震荷重, P_s は積雪荷重, W_k は風荷重を示す。

*2: 静水圧と動水圧は, プラント排水を考慮する。

耐震評価における放水路ゲートの「開状態」での評価部位及び評価応力は、図 13 のとおり。評価部位については、詳細設計にて確認する。

評価部位	材 料	評価応力
ガイドレール※	SS400、(SUS304)	曲げ, せん断 , コンクリートせん断
ガイドローラ・軸・ブラケット	SUS304、SM490A	曲げ, せん断
ワイヤー	6×WS (36) B種 ^{メッキ}	引張り
軸	SUS304	曲げ, せん断

※ガイドレールのコンクリート部についても評価する。

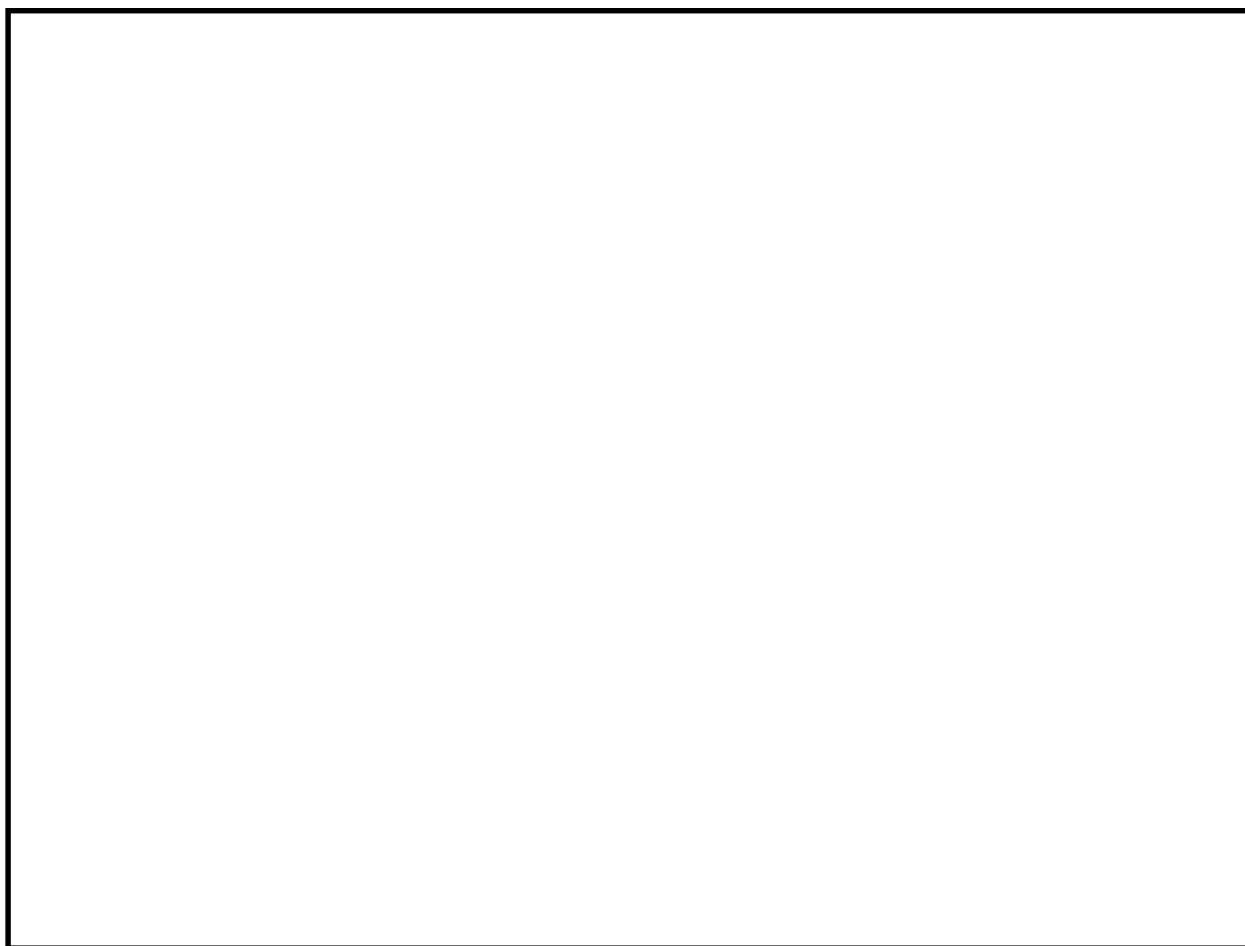


図 13 放水路ゲートの「開状態」における評価部位 (設計確認)

耐震評価における放水路ゲートの「閉状態」での評価部位及び評価内容は、図 14 のとおり。評価部位については、工事計画認可申請書にて確認する。

評価部位	材 料	評価応力
スキンプレート	SM490	曲げ
主桁		曲げ，せん断
縦補助桁		曲げ，せん断
端桁		圧縮
支圧板	SUS304	支圧
小扉	SM490	曲げ
戸当り※		曲げ，せん断

※戸当りのコンクリート部についても評価する。

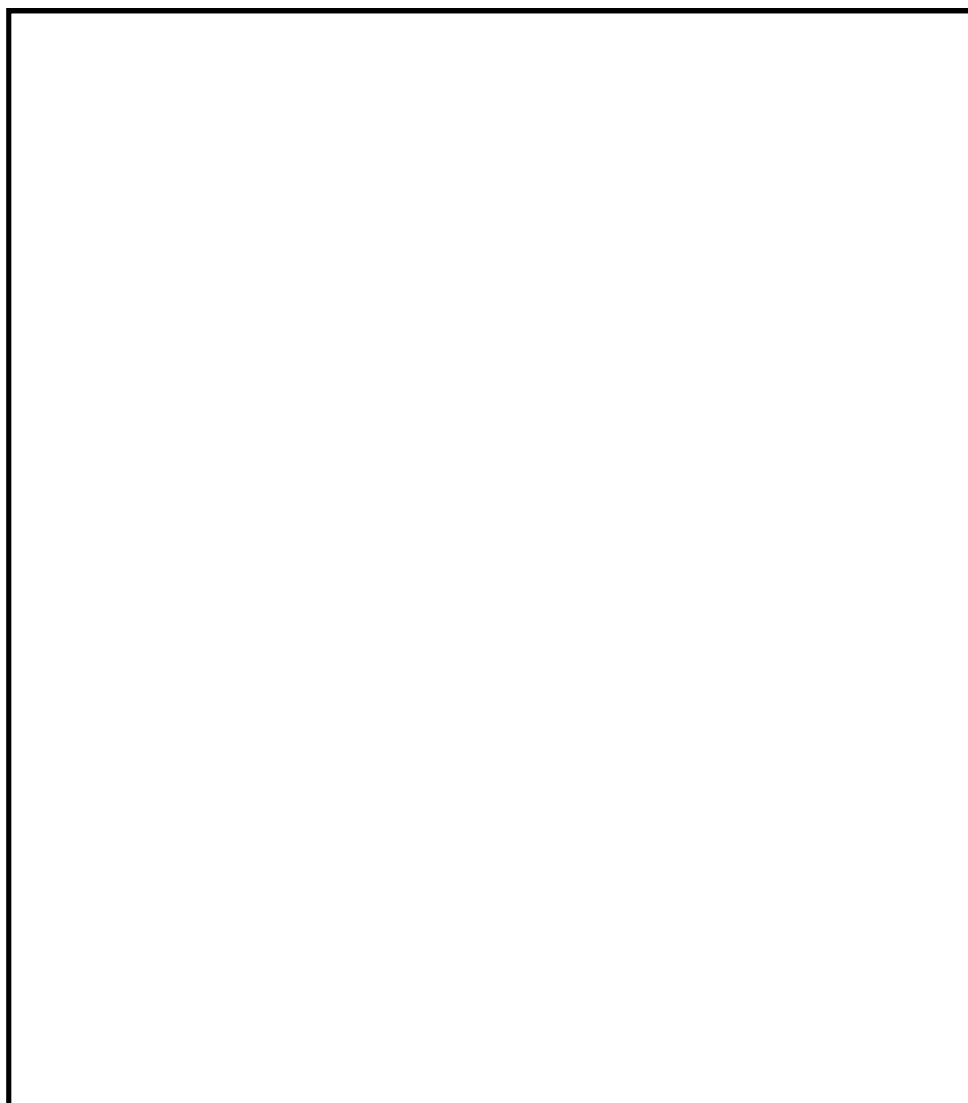


図 14 放水路ゲート「閉状態」における評価部位（工事認可申請）

6.9 浸水防護設備に関する補足説明

下線は、今回提出資料を示す。

目 次

6.9.1 浸水防止蓋，水密ハッチ，水密扉，逆止弁及び貫通部止水処置の設計に関する補足説明

- (1) 概要
- (2) 浸水防止蓋及び水密ハッチの補足説明
 - a. 取水路点検用開口部浸水防止蓋の設計に関する補足説明
 - b. 放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋の設計に関する補足説明
 - c. SA用海水ピット開口部浸水防止蓋の設計に関する補足説明
 - d. 緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋の設計に関する補足説明
 - e. 緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋の設計に関する補足説明
 - f. 緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋の設計に関する補足説明
 - g. 格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチの設計に関する補足説明
 - h. 常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチの設計に関する補足説明
 - i. 常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチの設計に関する補足説明
 - j. 海水ポンプ室ケーブル点検口浸水防止蓋の設計に関する補足説明
- (3) 逆止弁の補足説明
 - a. 海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の設計に関する補足説明
 - b. 取水ピット空気抜き配管逆止弁の設計に関する補足説明
 - c. 緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の設計に関する補足説明
 - d. 緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁の設計に関する補足説明
- (4) 貫通部浸水処置の補足説明
 - a. 貫通部止水処置の設計に関する補足説明
- (5) 水密扉の補足説明
 - a. 水密扉の設計に関する補足説明

(4) 貫通部浸水処置の補足説明

a. 貫通部止水処置の設計に関する補足説明

(a) 耐震性についての計算（防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置）

イ. 評価に用いる数値

貫通物として、最もモルタルに与える荷重が大きくなるものとして、以下の配管を考慮する。

呼び径	:	250A
外径	:	267.4mm
厚さ	:	9.3mm
材料	:	SUS316LTP
内容物	:	海水

(イ) 貫通物の周長S

250Aの配管の周長は、配管の外径Dから次のとおり求める。

$$\begin{aligned} S &= D \cdot \pi \\ &= 267.4 \times \pi \\ &= 840.062 [\text{mm}] \end{aligned}$$

(ロ) 貫通物の投影面積 A_p

$$\begin{aligned} A_p &= D \cdot L \\ &= 267.4 \times 1000 \\ &= 267400 [\text{mm}^2] \end{aligned}$$

(ハ) 貫通物の質量W

- ・配管の質量：約750 [kg]
- ・内容物（海水）の質量：550834 [kg]

$$\frac{\pi \times (267.4 - 9.3 \times 2)}{4 \times 1000^3} \times 1030 = 550.834 [\text{kg}]$$

よって、貫通物の質量Wは、次のとおり。（算出結果を安全側に丸める。）

$$\begin{aligned} W &= 750 + 550.834 \\ &= 1300.83 \\ &= 1500 [\text{kg}] \end{aligned}$$

ロ. 許容荷重

許容荷重は、コンクリート標準示方書 [構造性能照査編] 2002年（(社)土木学会）により算出する。

(イ) モルタルの付着強度 f'_{bok}

$$\begin{aligned} f'_{bok} &= 0.28 \cdot f'_{ck}{}^{2/3} \cdot 0.4 \\ &= 0.28 \times 30^{2/3} \times 0.4 \\ &= 1.08135 [\text{MPa}] \end{aligned}$$

(ロ) モルタルの許容付着荷重 f_s

$$\begin{aligned} f_s &= f'_{\text{bok}} \cdot S \cdot L / \gamma_c \\ &= \frac{1.08135 \times 840.62 \times 1000}{1.3} \\ &= 698770 \text{ [N]} \\ &= 698 \text{ [kN]} \end{aligned}$$

(ハ) モルタルの許容付着荷重 f_c

$$\begin{aligned} f_c &= f'_{\text{ck}} \cdot A_p / \gamma_c \\ &= \frac{30 \times 267400}{1.3} \\ &= 6170770 \text{ [N]} \\ &= 6170 \text{ [kN]} \end{aligned}$$

ハ. 荷重評価

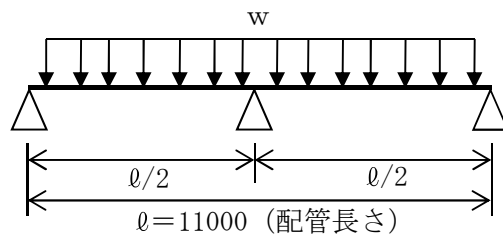
(イ) 貫通物の軸方向荷重として作用する水平反力 F_{H1}

$$\begin{aligned} F_{H1} &= W \cdot g \cdot C_H \\ &= 1500 \times 9.80665 \times 0.82 \\ &= 12062.2 \text{ [N]} \end{aligned}$$

(ロ) 貫通物の軸直方向荷重として水平方向の震度により作用する水平反力 F_{H2}

$$\begin{aligned} F_{H2} &= W \cdot g \cdot C_H \\ &= 1500 \times 9.80665 \times 0.82 \\ &= 12062.2 \text{ [N]} \end{aligned}$$

(ハ) 貫通物の軸直方向荷重として鉛直方向の震度により作用する鉛直反力 F_V



$$\begin{aligned} w &= \frac{W \cdot g \cdot (1 + C_v)}{l} \\ &= \frac{1500 \times 9.80665 \times (1 + 0.56)}{11000} \\ &= 2.08614 \text{ [N / mm]} \\ F_V &= \frac{5}{4} \cdot w \cdot \frac{l}{2} \\ &= \frac{5}{4} \times 2.08614 \times \frac{11000}{2} \\ &= 14342.2 \text{ [N]} \end{aligned}$$

(ニ) 貫通物の反力によりモルタルに生じるせん断荷重 F_s

$$\begin{aligned} F_s &= F_{H1} \\ &= 12062.2 \text{ [N]} \end{aligned}$$

(ホ) 貫通物の反力によりモルタルに生じるせん断荷重 F_c

$$\begin{aligned} F_c &= \sqrt{F_{H2}^2 + F_v^2} \\ &= \sqrt{12062.2^2 + 14342.2^2} \\ &= 18740.2 \text{ [N]} \end{aligned}$$

(ヘ) モルタルに生じる合計せん断荷重 $F_{S\text{total}}$

$$\begin{aligned} F_{S\text{total}} &= F_s \\ &= 12062.2 \text{ [N]} \\ &= 13 \text{ [kN]} \end{aligned}$$

(ト) モルタル部に生じる合計圧縮荷重 $F_{C\text{total}}$

$$\begin{aligned} F_{C\text{total}} &= F_c \\ &= 18740.2 \text{ [N]} \\ &= 19 \text{ [kN]} \end{aligned}$$

二. 結果

貫通部止水処置の評価箇所に発生する荷重は全て許容限界を満足することを確認した。

発生荷重 (kN)		許容限界 (kN)	判定
せん断	13	698	OK
圧縮	19	6170	OK

(b) 強度計算 (防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置)

イ. 評価に用いる数値

貫通物として、最もモルタルに与える荷重が大きくなるものとして、以下の配管を考慮する。

呼び径 : 250A
 外径 : 267.4mm
 厚さ : 9.3mm
 材料 : SUS316LTP
 内容物 : 海水

また、貫通部のスリーブについては、250Aの貫通物(配管)を貫通させるスリーブとして500A(外径:508.0mm)を考慮する。

(イ) 貫通物の周長 S

250A の配管の周長は、配管の外径 D から次のとおり求める。

$$\begin{aligned} S &= D \cdot \pi \\ &= 267.4 \times \pi \\ &= 840.062 [\text{mm}] \end{aligned}$$

(ロ) 貫通物の投影面積 A_p

$$\begin{aligned} A_p &= D \cdot L \\ &= 267.4 \times 1000 \\ &= 267400 [\text{mm}^2] \end{aligned}$$

(ハ) 貫通物の質量 W

- ・配管の質量：約 750 [kg]
- ・内容物（海水）の質量：550.834 [kg]

$$\frac{\pi \times (267.4 - 9.3 \times 2)}{4 \times 1000^3} \times 1030 = 550.834 [\text{kg}]$$

よって、貫通物の質量 W は、次のとおり。（算出結果を安全側に丸める。）

$$\begin{aligned} W &= 750 + 550.834 \\ &= 1300.83 \\ &= 1500 [\text{kg}] \end{aligned}$$

(ニ) モルタルが水圧を受ける面積（受圧面積） A'

$$\begin{aligned} A' &= \frac{\pi \times 508.02^2}{4} \\ &= 202683 [\text{mm}^2] \end{aligned}$$

(ホ) 貫通部における浸水深さ h

防潮堤及び防潮扉下部貫通部の浸水深さは、防潮堤前面において最も津波高さが大きくなる防潮堤東側前面の津波高さから波力を含めた水頭圧として求める。

$$\begin{aligned} H &= 3 \cdot \frac{h}{2} \\ &= 3 \times \frac{17.9}{2} \\ &= 26.85 \\ &= 26.9 [\text{m}] \end{aligned}$$

ロ. 許容限界

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) により算出する。

(イ) モルタルの付着強度 f'_{bok}

$$\begin{aligned} f'_{bok} &= 0.28 \cdot f'_{ck}{}^{2/3} \cdot 0.4 \\ &= 0.28 \times 30^{2/3} \times 0.4 \\ &= 1.08135 [\text{MPa}] \end{aligned}$$

(ロ) モルタルの許容付着荷重 f_s

$$\begin{aligned} f_s &= f'_{\text{bok}} \cdot S \cdot L / \gamma_c \\ &= \frac{1.08135 \times 840.62 \times 1000}{1.3} \\ &= 698770 \text{ [N]} \\ &= 698 \text{ [kN]} \end{aligned}$$

ハ. 荷重評価

(イ) 遡上津波荷重 P_t

$$\begin{aligned} P_t &= \rho \cdot g \cdot H \\ &= 1030 \times 9.80665 \times 26.9 \\ &= 271713 \text{ [Pa]} \end{aligned}$$

(ロ) 余震に伴う水平方向動水圧 P_d

$$\begin{aligned} P_d &= \beta \cdot \frac{7}{8} \cdot \rho \cdot C_H \cdot g \cdot H \\ &= 1.0 \times \frac{7}{8} \times 1030 \times 0.41 \times 9.80665 \times 26.9 \\ &= 97477.0 \text{ [Pa]} \end{aligned}$$

(ハ) 壁貫通配管等の軸方向荷重として作用する水平反力 F_{H1}

$$\begin{aligned} F_{H1} &= W \cdot g \cdot C_H \\ &= 1500 \times 9.80665 \times 0.41 \\ &= 6031.09 \text{ [N]} \end{aligned}$$

(ニ) 貫通物の反力により生じるせん断荷重 F_s

$$\begin{aligned} F_s &= F_{H1} \\ &= 6031.09 \text{ [N]} \end{aligned}$$

(ホ) モルタル部に発生する合計せん断荷重 F_{Stotal}

$$\begin{aligned} F_{\text{Stotal}} &= F_s + (P_t + P_d) \cdot A' \\ &= 6031.09 + (271713 + 97477.0) \times \frac{202683}{1000^2} \\ &= 80860.2 \text{ [N]} \\ &= 81 \text{ [kN]} \end{aligned}$$

二. 結果

貫通部止水処置の評価箇所に発生する荷重は全て許容限界を満足することを確認した。

発生荷重 (kN)		許容荷重 (kN)	判定
せん断荷重 (付着荷重)	81	698	OK

(b) 強度計算 (海水ポンプ室等貫通部止水処置)

イ. 評価に用いる数値

貫通物として、最もモルタルに与える荷重が大きくなるものとして、以下の配管を考慮する。

呼び径 : 500A
 外径 : 508.0mm
 厚さ : 9.5mm
 材料 : 炭素鋼
 内容物 : 海水

また、貫通部のスリーブについては、500Aの貫通物(配管)を貫通させるスリーブとして650A(外径:660.4mm)を考慮する。

(イ) 貫通物の周長S

500Aの配管の周長は、配管の外径Dから次のとおり求める。

$$\begin{aligned} S &= D \cdot \pi \\ &= 508.0 \times \pi \\ &= 1595.93 [\text{mm}] \end{aligned}$$

(ロ) 貫通物の投影面積 A_p

$$\begin{aligned} A_p &= D \cdot L \\ &= 508.0 \times 1000 \\ &= 609600 [\text{mm}^2] \end{aligned}$$

(ハ) 貫通物の質量W

- ・配管の質量: 約950 [kg]
- ・内容物(海水)の質量: 1547.51 [kg]

$$\frac{\pi \times (508.0 - 9.5 \times 2)}{4 \times 1000^3} \times 1030 \times 8000 = 1547.51 [\text{kg}]$$

よって、貫通物の質量Wは、次のとおり。(算出結果を安全側に丸める。)

$$\begin{aligned} W &= 950 + 1547.51 \\ &= 2497.51 \\ &= 2500 [\text{kg}] \end{aligned}$$

(ニ) モルタルが水圧を受ける面積（受圧面積） A'

$$\begin{aligned} A' &= \frac{\pi \times 660.4^2}{4} \\ &= 342534 [\text{mm}^2] \end{aligned}$$

(ホ) 貫通部位置における浸水深さ h

浸水面高さから最地下階床面高さまでの水位とする。

- ・ 浸水面高さ = T.P. ; 8.2 [m]
- ・ 最地下階床面高さ = EL. -4.0 [m]

よって、以下のとおり。

$$\begin{aligned} h &= 8.2 - (-4.0) \\ &= 12.2 [\text{m}] \end{aligned}$$

ロ. 許容限界

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) により算出する。

(イ) モルタルの付着強度 f'_{bok}

$$\begin{aligned} f'_{\text{bok}} &= 0.28 \cdot f'_{\text{ck}}{}^{2/3} \cdot 0.4 \\ &= 0.28 \times 30^{2/3} \times 0.4 \\ &= 1.08135 [\text{MPa}] \end{aligned}$$

(ロ) モルタルの許容付着荷重 f_s

$$\begin{aligned} f_s &= f'_{\text{bok}} \cdot S \cdot L / \gamma_c \\ &= \frac{1.08135 \times 1595.93 \times 1200}{1.3} \\ &= 1593010 [\text{N}] \\ &= 1593 [\text{kN}] \end{aligned}$$

ハ. 荷重の評価

(イ) 遡上津波荷重 P_t

$$\begin{aligned} P_t &= \rho \cdot g \cdot h \\ &= 1030 \times 9.80665 \times 12.2 \\ &= 123230 [\text{Pa}] \end{aligned}$$

(ロ) 余震に伴う水平方向動水圧 P_d

$$\begin{aligned} P_d &= \beta \cdot \frac{7}{8} \cdot \rho \cdot C_H \cdot g \cdot h \\ &= 1.0 \times \frac{7}{8} \times 1030 \times 0.58 \times 9.80665 \times 12.2 \\ &= 62539.4 [\text{Pa}] \end{aligned}$$

(ハ) 壁貫通配管等の軸方向荷重として作用する水平反力 F_{H1}

$$\begin{aligned} F_H &= W \cdot g \cdot C_H \\ &= 1500 \times 9.80665 \times 0.58 \\ &= 14219.6 \text{ [N]} \end{aligned}$$

(ニ) 貫通物の反力により生じるせん断荷重 F_S

$$\begin{aligned} F_S &= F_H \\ &= 14219.6 \text{ [N]} \end{aligned}$$

(ホ) モルタル部に発生する合計せん断荷重 $F_{S_{total}}$

$$\begin{aligned} F_{S_{total}} &= F_S + (P_t + P_d) \cdot A' \\ &= 14219.6 + (123230 + 62539.4) \times \frac{342534}{1000^2} \\ &= 77851.9 \text{ [N]} \\ &= 78 \text{ [kN]} \end{aligned}$$

二. 結果

貫通部止水処置の評価箇所に発生する荷重は全て許容限界を満足することを確認した。

重畳時発生荷重 (kN)		許容荷重 (kN)	判定
せん断荷重 (付着荷重)	78	1593	OK