

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 98
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】

- ・ 1.2 遡上・浸水域の評価の考え方について
- ・ 1.5 入力津波のパラメータスタディの考慮について
- ・ 3.1 砂移動による影響確認について
- ・ 4.2 漂流物による影響確認について
- ・ 5.6 漏水量評価について

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

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 98 H30. 8. 22]
 - 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 98 H30. 8. 22]
 - 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 98 H30. 8. 22]
 - 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 98 H30. 8. 22]
 - 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 98 H30. 8. 22]
 - 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 89 H30.8.7]
 - 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 50 H30.6.12]
 - 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 83 H30.7.31]
 - 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 85 H30.8.1]
 - 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。

1.2 遡上・浸水域の考え方について

(1) 遡上・浸水域の評価の考え方

a. 基準津波

基準津波の遡上・浸水域の評価（以下「数値シミュレーション」という。）に当たっては、遡上解析を実施し、遡上波の敷地への到達（回り込みによるものを含む。）の可能性を検討する必要があることから、安全側の評価となるよう、以下の条件を考慮して数値シミュレーションを実施する。

(a) 地震に起因する地形変化等の影響の考慮

基準地震動 S_s に伴う地形変化及び標高変化が生じる可能性があり、遡上・浸水域に影響を及ぼす可能性があるため、基準地震動 S_s による地盤変状の有無を数値シミュレーションの条件として考慮する。また、基準地震動 S_s による人工構造物の形状変化として、敷地内の防波堤並びに茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港 \square の防波堤の形状変化の有無が遡上・浸水域に影響を及ぼす可能性があるため、数値シミュレーションの条件として考慮する。なお、取水構造物（取水路及び取水ピット）、放水路（防潮堤廻り）、SA用海水ピット取水塔、海水引込み管、SA用海水ピット、緊急用海水取水管及び緊急用海水ポンプピットについては、岩盤により支持されていることから、基準地震動 S_s に伴う形状変化は考慮しない。

地震による地殻変動が遡上・浸水域に影響を及ぼす可能性があるため、基準津波の波源である茨城県沖から房総沖におけるプレート間に想定される地震による広域的な地殻変動及び広域的な余効変動を含む2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動を数値シミュレーションの条件として考慮する。

(b) 初期潮位への考慮

数値シミュレーションの初期潮位として、朔望平均満潮位並びに上記(a)に示す茨城県沖から房総沖におけるプレート間に想定される地震による広域的な地殻変動及び広域的な余効変動を含む2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動を考慮する。なお、潮位のばらつきについては、数値シミュレーションにより求めた津波水位に加えることで考慮する。

b. 敷地に遡上する津波

敷地に遡上する津波は、確率論的リスク評価において全炉心損傷頻度に対して津波のリスクが有意となるような津波として設定する。このため、数値シミュレーションにおいて初期潮位として設定する条件のみを考慮して数値シミュレーションを実施し、防潮堤前面においてT.P.+24mとなるように設定する。

また、敷地に遡上する津波については、防潮堤の内側にも津波が遡上し、浸水域となることから、防潮堤の内側の人工構造物については、以下に示すように考慮して数値シミュレーションを実施する。

(a) 地震に起因する地形変化等の影響の考慮

基準地震動 S_s に伴う地形変化及び標高変化が生じる可能性があるが、数値シミュレーションの初期潮位として設定する条件ではなく、敷地に遡上する津波を確率論的リ

スク評価において全炉心損傷頻度に対して津波のリスクが有意となるように防潮堤前面において T.P.+24m と設定するため、基準地震動 S_s による地盤変状は考慮せず、地盤変状が生じない条件のみで数値シミュレーションを実施する。

基準地震動 S_s による人工構造物の形状変化として、敷地内の防波堤並びに茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区の防波堤の形状変化の有無が遡上・浸水域に影響を及ぼす可能性があるが、数値シミュレーションの初期潮位として設定する条件ではなく、敷地に遡上する津波を確率論的リスク評価において全炉心損傷頻度に対して津波のリスクが有意となるように防潮堤前面において T.P.+24m と設定するため、人工構造物の形状変化は考慮せず、防波堤が地震により損壊することを前提に数値シミュレーションを実施する。なお、取水構造物（取水路及び取水ピット）、放水路（防潮堤廻り）、SA用海水ピット取水塔、海水引込み管、SA用海水ピット、緊急用海水取水管及び緊急用海水ポンプピットについては、基準津波における数値シミュレーションと同様に基準地震動 S_s に伴う形状変化は考慮しない。また、防潮堤内側の人工構造物については、東海発電所が廃止措置中であり建屋等の人工構造物が撤去される予定であるが、防潮堤内側の遡上・浸水域への影響を確認するため、東海発電所の人工構造物の有無を考慮する。

地震による地殻変動が遡上・浸水域に影響を及ぼす可能性があり、数値シミュレーションにおいて初期潮位として設定しているため、基準津波の波源である茨城県沖から房総沖におけるプレート間に想定される地震による広域的な地殻変動及び広域的な余効変動を含む 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動を数値シミュレーションの条件として考慮する。

(b) 初期潮位への考慮

数値シミュレーションの初期潮位として設定する朔望平均満潮位並びに上記 (a) に示す茨城県沖から房総沖におけるプレート間に想定される地震による広域的な地殻変動及び広域的な余効変動を含む 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動を考慮する。なお、潮位のばらつきについては、数値シミュレーションの初期潮位として設定する条件ではなく、敷地に遡上する津波を確率論的リスク評価において全炉心損傷頻度に対して津波のリスクが有意となるように防潮堤前面において T.P.+24m と設定するため考慮しない。

(2) 地震に起因する変状による地形変化等の考え方について

a. 基準津波

(a) 基準地震動 S_s に伴う地形変化及び標高変化の考え方について

基準地震動 S_s に伴う地形変化及び標高変化については、敷地内のすべての砂層及び礫層に対して強制的な液状化を仮定し、地盤面を大きく沈下させた条件として、敷地北側が 1.0m の沈下、敷地東側が 1.5m の沈下、敷地南側及び西側が 0.5m の沈下した状態を考慮する。「(参考 1) 敷地内の遡上経路の沈下量算定評価について」に詳細を示す。

(b) 基準地震動 S_s に伴う人工構造物の形状変化の考え方について

基準地震動 S_s による人工構造物の形状変化については、地震による防波堤の損壊を想定し、敷地内の防波堤並びに茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区の防波堤がある場合とない場合について、数値シミュレーションを実施する。

(c) 地震による地殻変動の考え方について

地震による地殻変動については、基準津波の波源である茨城県沖から房総沖におけるプレート間に想定される地震による広域的な地殻変動量及び広域的な余効変動を含む 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量を以下のとおり考慮する。

茨城県沖から房総沖におけるプレート間に想定される地震による広域的な地殻変動量については、0.31m の陸域の沈降を想定する。

2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動については、地震により沈降が生じたが、その後、地殻の沈降は回復傾向となっている。この状況を考慮して、広域的な余効変動を含む 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量として、0.2m の沈降を想定する。「(参考 2) 広域的な余効変動を含む 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量について」に広域的な余効変動を含む 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量の詳細を示す。

b. 敷地に遡上する津波

(a) 基準地震動 S_s に伴う地形変化及び標高変化の考え方について

敷地に遡上する津波においては、基準地震動 S_s に伴う地形変化及び標高変化は考慮しないため、基準地震動 S_s に伴う地盤変状は設定しない。

(b) 基準地震動 S_s に伴う人工構造物の形状変化の考え方について

基準地震動 S_s による人工構造物の形状変化については、地震による防波堤の損壊を想定されるため、敷地内の防波堤並びに茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区の防波堤がない場合について、数値シミュレーションを実施する。

(c) 地震による地殻変動の考え方について

地震による地殻変動については、基準津波の波源である茨城県沖から房総沖におけるプレート間に想定される地震による広域的な地殻変動量及び広域的な余効変動を含む 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量を以下のとおり考慮する。

茨城県沖から房総沖におけるプレート間に想定される地震による広域的な地殻変動量については、0.46m の陸域の沈降を想定する。

2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動については、地震により沈降が生じたが、その後、地殻の沈降は回復傾向となっている。この状況を考慮して、広域的な余効変動を含む 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量として、0.2m の沈降を想定する。「(参考 2) 広域的な余効変動を含む 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量について」に広域的な余効変動を含む 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量の詳細を示す。

(3) 数値シミュレーションにおける解析モデルについて

a. 基準津波

基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域の評価における数値シミュレーションモデルについては、遡上解析に影響を及ぼす斜面や道路、取水口、放水口等の地形とその標高及び伝播経路上の人工構造物の設置状況を考慮し、遡上域の格子サイズ（敷地内：5～10m、敷地周辺：5～80m）に合わせた形状にモデル化する。数値シミュレーションにおける解析モデルの詳細については、「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」に示す。

(a) 敷地及び敷地周辺の地形及び標高

敷地沿岸域及び海底地形は、茨城県による津波解析用データ、一般財団法人日本水路協会による沿岸の海の基本図等を使用する。また、取水口、放水口等の諸元及び敷地標高については、発電所の竣工図等のほか、当社が計測を実施した敷地平面図及び東海水深図を使用する。

(b) 伝播経路上の人工構造物

既設の人工構造物については、発電所の竣工図等で調査し、将来設置される計画がある人工構造物については、計画図等により調査した。

竣工図等による調査において確認した既設の人工構造物は、社員による現場ウォークダウンにより竣工図等と相違ないことを確認した。また、竣工図等に反映されていない人工構造物は、数値シミュレーションに影響する変更がないことを確認した。

伝播経路上の人工構造物の調査の詳細については、「5.2 耐津波設計における現場確認プロセスについて」に示す。

(c) 数値シミュレーションにおける解析モデルの作成

上記(b)において実施した調査結果を踏まえ、数値シミュレーション上影響を及ぼす人工構造物を考慮し、遡上・伝播経路の状態に応じてモデルを作成した。モデルの作成に当たっては、伝播経路上の人工構造物のうち、敷地内の防波堤並びに茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区の防波堤のほか、防潮堤の外側に設置している海水電解装置建屋及び燃料輸送本部について考慮した。

なお、敷地内については、貯留堰の存在及び放水路ゲートの閉止を考慮してモデル化する。敷地外については、久慈川及び新川からの回り込みの有無を適切に評価するため、敷地北側、西側及び南側並びに久慈川流域及び新川流域の標高を考慮してモデル化する。

図 1.2-1 に数値シミュレーションにおける解析モデル図を示す。

b. 敷地に遡上する津波

敷地遡上する津波による敷地周辺の遡上・浸水域の評価における数値シミュレーションモデルについては、基準津波にの数値シミュレーションモデルと同じものを用いて解析を実施する。

(a) 敷地及び敷地周辺の地形及び標高

基準津波と同じ。

(b) 伝播経路上の人工構造物

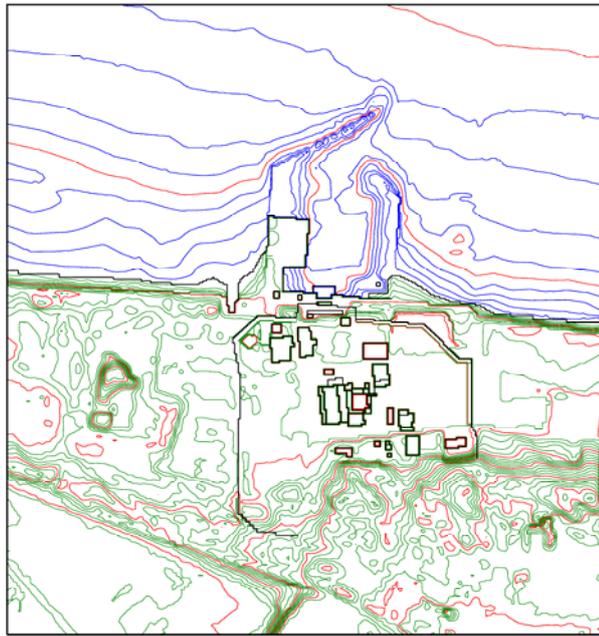
基準津波と同じ。

ただし、防潮堤内側の人工構造物のうち、東海発電所の人工構造物については、廃止措置にともない建屋等の人工構造物が撤去される予定であるが、防潮堤内側の遡上・浸水域への影響を確認するため、東海発電所の人工構造物の有無を数値シミュレーションモデルに反映して解析を実施する。

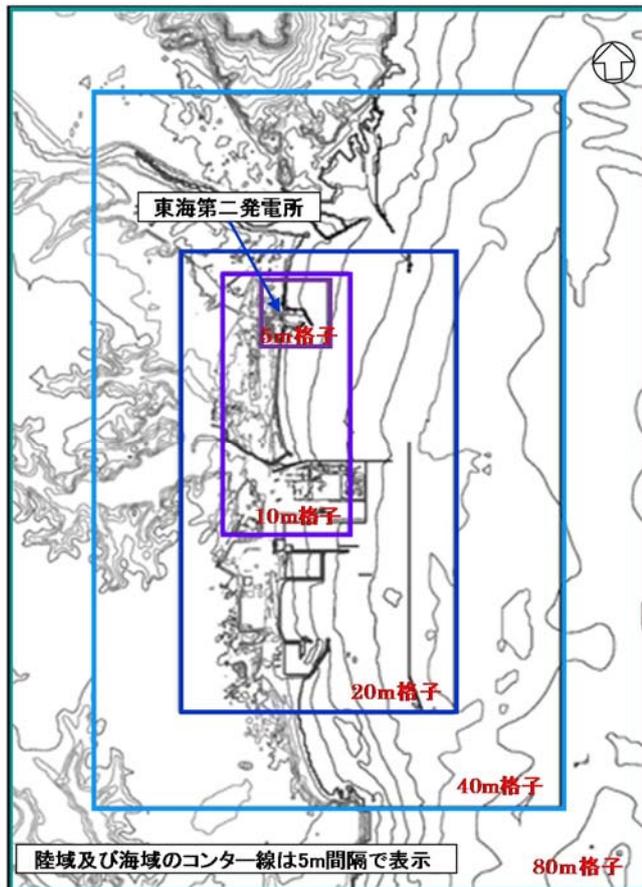
(c) 数値シミュレーションにおける解析モデルの作成

基準津波と同様に、上記(b)において実施した調査結果を踏まえ、数値シミュレーション上影響を及ぼす人工構造物を考慮し、遡上・伝播経路の状態に応じてモデルを作成した。モデルの作成に当たっては、伝播経路上の人工構造物のうち、防潮堤の外側に設置している海水電解装置建屋及び燃料輸送本部について考慮した。伝播経路上の人工構造物のうち、防潮堤の内側については、原子炉建屋、タービン建屋等の人工構造物を数値シミュレーションモデルに反映し、東海発電所の人工構造物については、ある場合とない場合を数値シミュレーションのモデルに反映して解析を実施する。また、敷地内の防波堤並びに茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区の防波堤については、防波堤が地震により損壊することを前提としているため、防波堤がない状態を数値シミュレーションモデルに反映して解析を実施する。

なお、敷地内については、貯留堰の存在及び放水路ゲートの閉止を考慮してモデル化する。敷地外については、久慈川及び新川からの回り込みの有無を適切に評価するため、敷地北側、西側及び南側並びに久慈川流域及び新川流域の標高を考慮してモデル化する。



(発電所敷地内)



(発電所敷地周辺)

図 1.2-1 数値シミュレーションにおける解析モデル

(4) 数値シミュレーション結果

a. 基準津波

数値シミュレーションの結果として、図 1.2-2 に基準津波による最大水位上昇量分布を示す。

津波は、敷地の大部分に遡上するが、津波防護施設の設置により津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地には遡上しない結果となった。また、津波は久慈川及び新川流域に沿って遡上するが、津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画が設置された敷地への流入はなく河川からの回り込みによる遡上・浸水域への影響はない。

以下に、基準地震動 S_s に伴う地形変化及び標高変化及び基準地震動 S_s による人工構造物の形状変化が遡上・浸水域へ与える影響を示す。

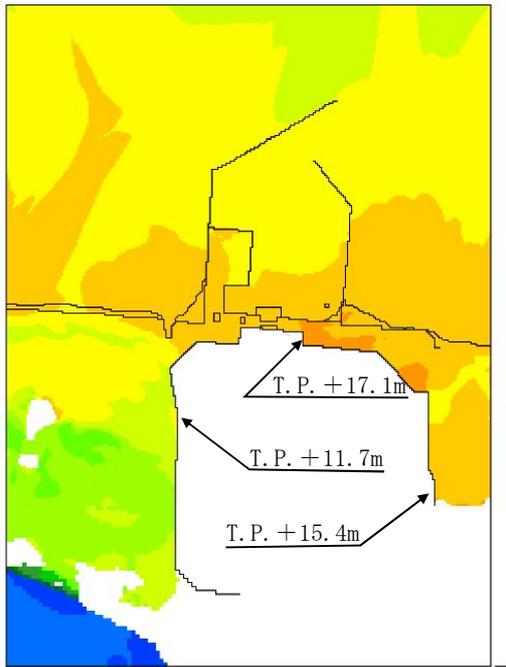
(a) 基準地震動 S_s に伴う地形変化及び標高変化の影響について

基準地震動 S_s に伴う地形変化及び標高変化の影響として、基準地震動 S_s によって地盤面を大きく沈下させた場合とさせない場合（以下「地盤変状あり」及び「地盤変状なし」という。）の影響を示す。図 2.1-2 から、地盤変状なしの場合に比べて、地盤変状ありの場合において、敷地北西部でわずかに遡上・浸水域が広がっているものの、全体的には大きな差はない結果となっている。また、敷地側面北側及び敷地前面東側の最大水位上昇量は、地盤変状ありの場合より地盤変状なしの場合の方が大きくなる傾向となっている。敷地側面南側の最大水位上昇量においては、地盤変状なしの場合より地盤変状ありの場合の方が大きくなる傾向となっている。

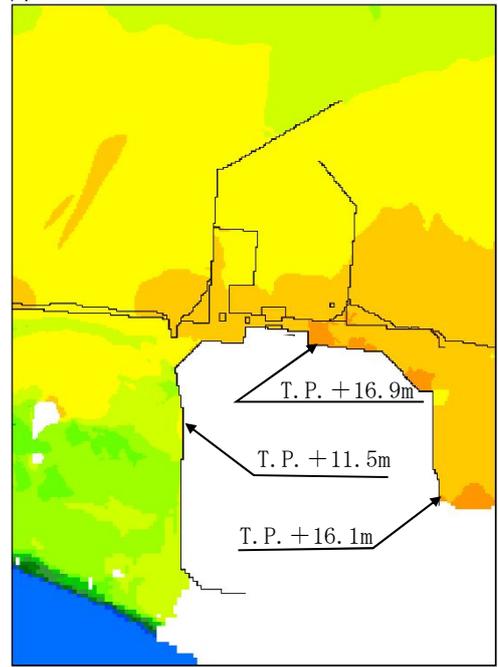
(b) 基準地震動 S_s に伴う人工構造物の形状変化の影響について

基準地震動 S_s に伴う人工構造物の形状変化の影響として、敷地内の防波堤並びに茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区の防波堤がある場合とない場合（以下「防波堤あり」及び「防波堤なし」という。）の影響を示す。図 2.1-2 から、防波堤ありと防波堤なしの場合において、遡上・浸水域のほとんど差がない結果となっている。また、地盤変状ありの場合の敷地前面東側の水位の最大値が防波堤なしより防波堤ありの方が大きくなっているが、全体的な分布の傾向として、防波堤ありの場合より防波堤なしの方が最大水位上昇量が大きくなる傾向となっている。

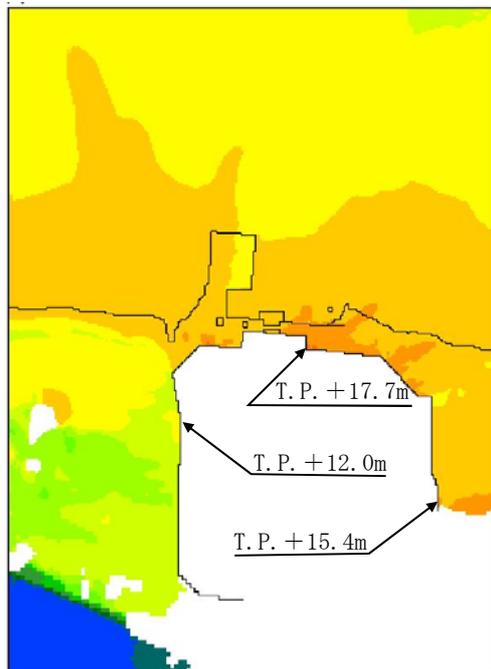
なお、敷地内の防波堤については、基準地震動 S_s が作用した時の沈下の状況を考慮し、敷地内の防波堤の高さが1m低い状態を想定して、防潮堤前面の津波高さへの影響を確認した。防潮堤前面における津波水位は、防波堤がない場合における津波水位を上回らない結果となった。防波堤の沈下については「(参考 3) 地震による防波堤への影響評価について」、敷地内の防波堤の高さが1m低い状態での津波高さへの影響については「(参考 4) 防波堤の高さが1m低い状態での津波高さへの影響について」に詳細を示す。



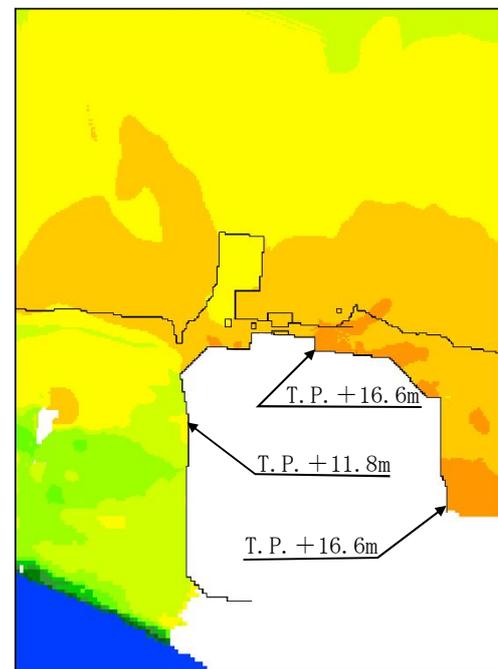
〔 防波堤あり
地盤変状なし 〕



〔 防波堤あり
地盤変状あり 〕



〔 防波堤なし
地盤変状なし 〕



〔 防波堤なし
地盤変状あり 〕

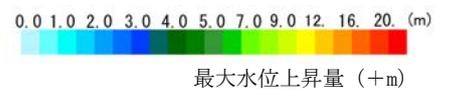


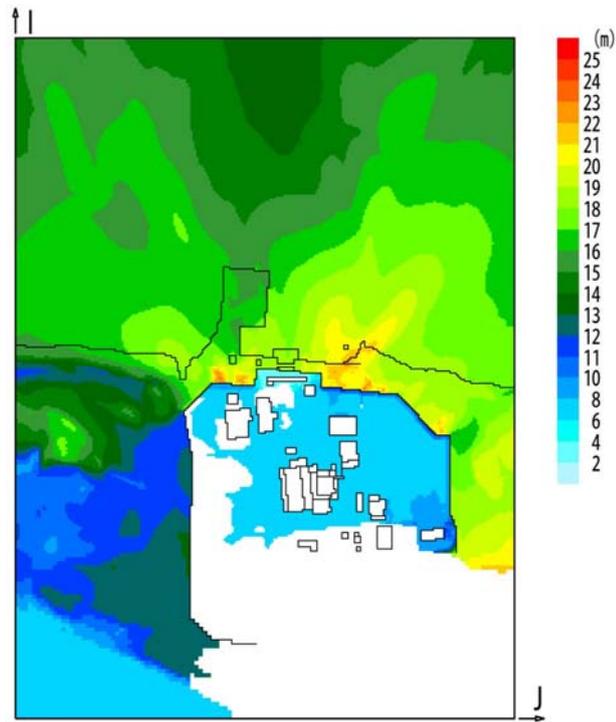
図 1.2-2 基準津波による遡上解析結果（最大水位上昇量分布）

b. 敷地に遡上する津波

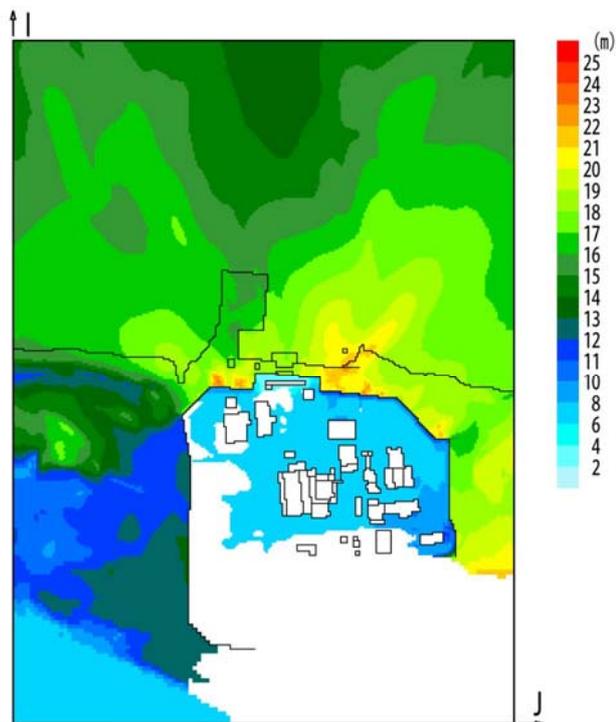
数値シミュレーションの結果として、図 1.2-3 に最大水位上昇量分布を示す。

津波は、防潮堤を超え、T.P. +8m 以下の敷地の大部分に遡上し、原子炉建屋、タービン建屋、排気筒等の周辺が浸水する結果となった。T.P. +11m 以上の敷地については、津波が遡上し到達しない結果となった。また、津波は久慈川及び新川流域に沿って遡上するが、敷地西側からの防潮堤内側への流入はなく河川からの回り込みによる遡上・浸水域への影響はない。

東海発電所の人工構造物の有無による影響については、使用済燃料乾式貯蔵建屋廻り及び東海発電所タービン建屋西側が、東海発電所の人工構造物ない場合よりもある場合の方が、わずかに最大水位上昇量が大きくなる傾向となったが、敷地に遡上する津波に対する津波防護対象設備を内包する建屋及び区画である原子炉建屋、常設代替高圧電源装置用カルバート、常設低圧代替注水系格納槽、格納容器圧力逃がし装置格納槽、緊急用海水ポンプピット及び排気筒周辺の水位への影響はない結果となった。



〔 東海発電所の
人工構造物なし 〕



〔 東海発電所の
人工構造物あり 〕

図 1. 2-3 敷地に遡上する津波による遡上解析結果（最大水位上昇量分布）

(参考1) 敷地内の遡上経路の沈下量算定評価について

1. 検討方針

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイドに基づき、地震に起因する変状による地形、河川流路の変化に対して、敷地への遡上経路に及ぼす影響を検討する。

防潮堤外側の地盤においては、地震に起因する変状による地形の変化を確認するために、有効応力解析に基づき沈下量を算定し、基準津波による敷地周辺の遡上及び浸水域の評価（以下「数値シミュレーション」という。）への影響を確認する。

沈下量の検討では、地下水位を地表面に設定した有効応力解析モデルを用いて地震による残留沈下量を求め、Ishiharaほか（1992）の地盤の相対密度に応じた最大せん断ひずみと体積ひずみ（沈下率）の関係を用いて地震後の過剰間隙水圧の消散に伴う排水沈下量を算定する。有効応力解析には、有効応力解析コード「FLIP (Finite element analysis of Liquefaction Program) Ver. 7.3.0_2」を用いる。検討範囲を図1に示す。

本検討においては、液状化検討対象層である全ての砂層、礫層に対し豊浦標準砂の液状化強度特性により強制的に液状化させることを仮定し、地盤面を大きく沈下させる条件にて評価する。

豊浦標準砂は、山口県豊浦で産出される淡黄色の天然の珪砂であり、敷地には存在しないものであるが、丸みのある粒から成り、粒度が揃い、ほぼ均質で非常に液状化しやすい特性を有していることから、液状化検討対象層を強制的に液状化させることを仮定した場合の影響評価に適用する。豊浦標準砂の液状化強度試験データに基づき -1σ を考慮したFLIPによる液状化強度特性（強制的な液状化の仮定に用いる液状化強度特性）を図2及び図3に示す。また、図2に示した敷地内の各土質の液状化強度特性は、試験結果に基づき -1σ を考慮した液状化強度特性（原地盤に基づく液状化強度特性）である。なお、 σ は、試験データのバラツキを考慮し、液状化強度試験データの最小二乗法による回帰曲線と、その回帰係数の自由度を考慮した不偏分散に基づく標準偏差である。

豊浦標準砂の液状化強度特性は、原地盤の液状化強度特性の全てを包含しており、極めて液状化しやすい液状化特性を有していることから、豊浦標準砂の液状化強度特性を仮定した有効応力解析は、強制的に液状化させることを仮定した影響評価となる。

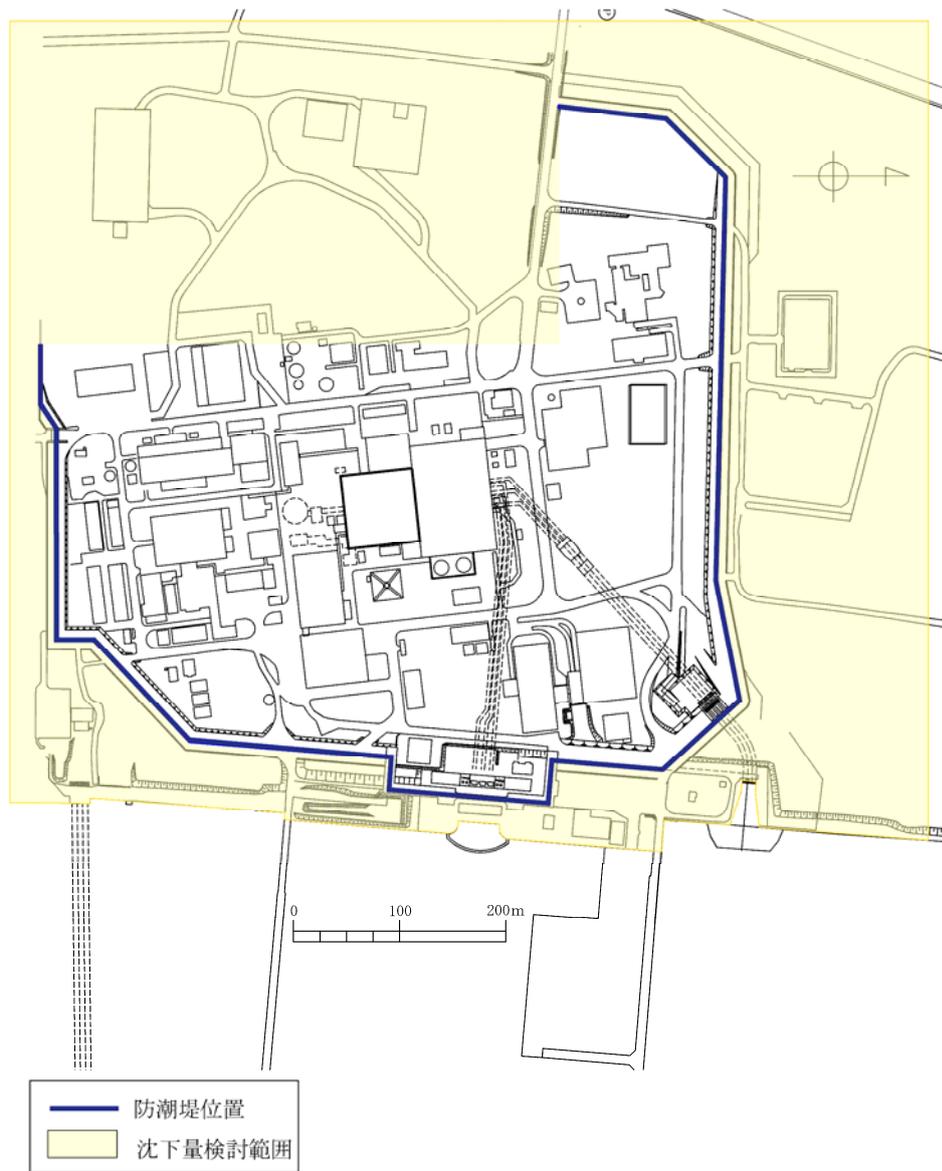
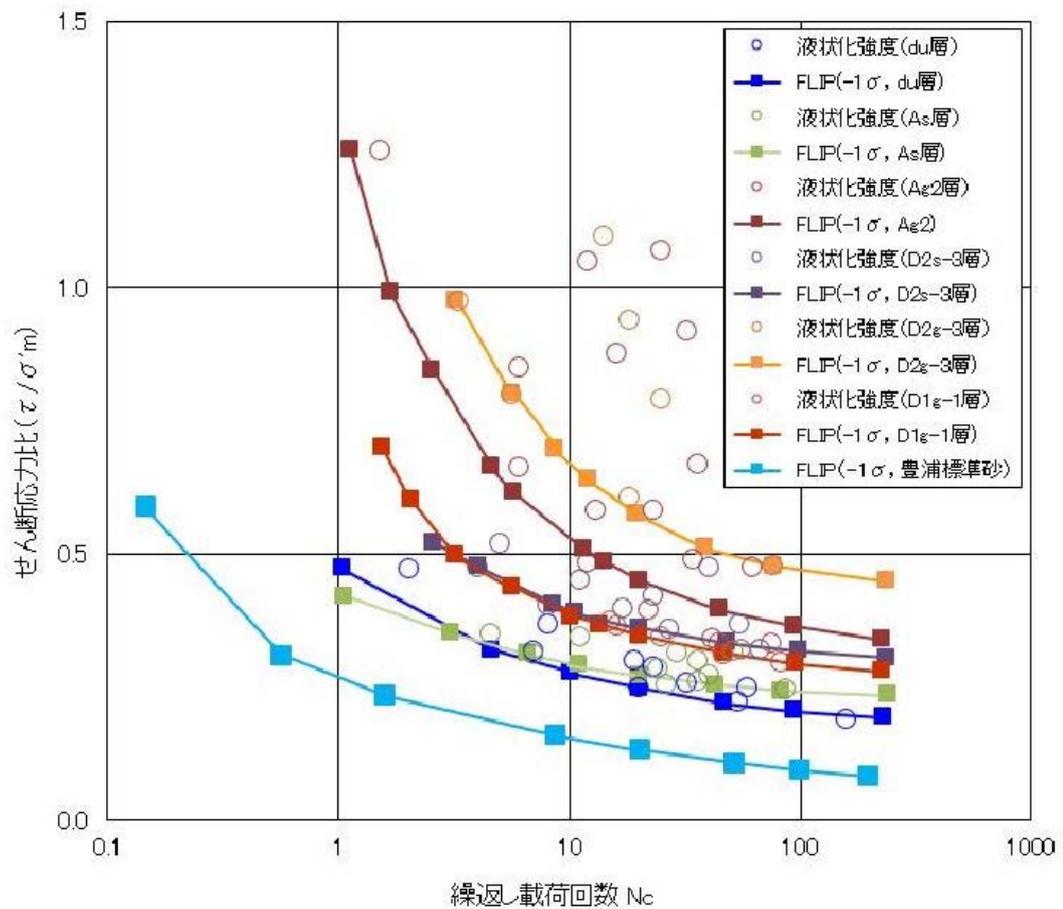


図1 沈下量検討範囲



凡例中の σ は、試験データのバラツキを考慮し、液状化強度試験データの最小二乗法による回帰曲線と、その回帰係数の自由度を考慮した不偏分散に基づく標準偏差である。

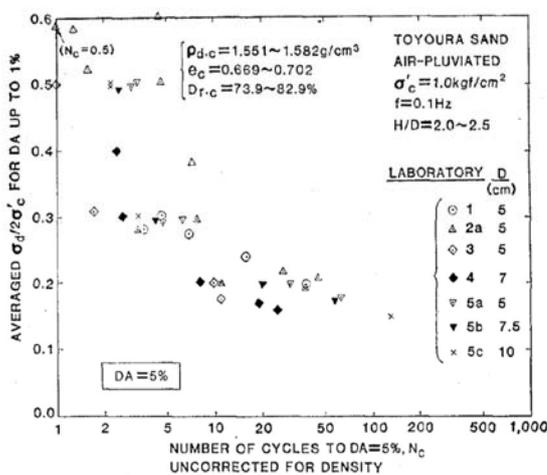
図2 東海第二発電所の原地盤に基づく液状化強度試験データとその全てを包含するFLIPの液状化強度特性 (-1σ , 豊浦標準砂)

■豊浦標準砂^{*1}に基づく液状化強度特性の仮定

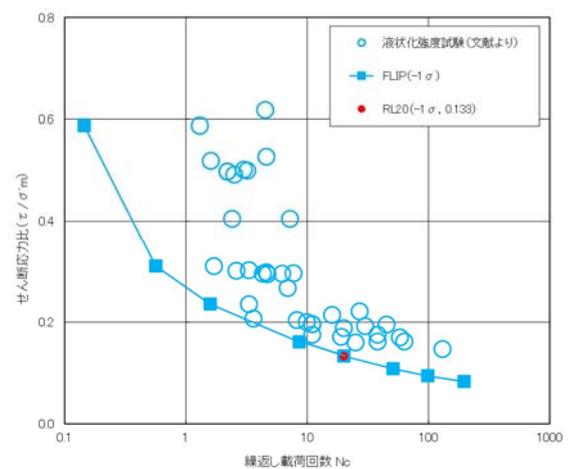
文献^{*2}から引用した相対密度 73.9~82.9 %の豊浦標準砂の液状化強度試験データに対し、それらを全て包含する FLIP の液状化特性を設定する。

注記 * 1 : 豊浦標準砂は、山口県豊浦で産出される天然の珪砂であり、敷地には存在しないものである。豊浦標準砂は、淡黄色の丸みのある粒から成り、粒度が揃い均質で非常に液状化しやすい特性を有していることから、液状化強度特性に関する研究等における実験などで多く用いられている。

* 2 : CYCLIC UNDRAINED TRIAXIAL STRENGTH OF SAND BY A COOPERATIVE TEST PROGRAM [Soils and Foundations, JSSMFE. 26-3. (1986)]



豊浦標準砂の液状化強度試験データ
(文献^{*2}からの引用)



FLIP による液状化強度特性
(-1σ, 豊浦標準砂)

凡例中のσは、試験データのバラツキを考慮し、液状化強度試験データの最小二乗法による回帰曲線と、その回帰係数の自由度を考慮した不偏分散に基づく標準偏差である。

豊浦標準砂の液状化パラメータ

	液状化パラメータ									
	間隙比 e	基準平均有効 主応力 σ'ma [kN/m ²]	基準初期 せん断剛性 Gma [kN/m ²]	最大履歴減衰率 hmax	φ _p [度]	S ₁	W ₁	P ₁	P ₂	C ₁
豊浦標準砂	0.702	12.6	18,975	0.287	28.0	0.005	5.06	0.57	0.80	1.44

図 3 豊浦標準砂の液状化強度試験データ及び FLIP による豊浦標準砂の液状化強度特性 (-1σ)

2. 検討内容

(1) 有効応力解析による残留沈下量

防潮堤前面の地盤の沈下量を二次元有効応力解析により算定した。解析モデルは構造物を線形梁要素，地盤をマルチスプリング要素でモデル化した。解析において，地下水位は保守的に地表面に設定し，地震動は基準地震動 S_s-D1 を用いた。また，全ての液状化検討対象層に対して，豊浦標準砂の液状化強度特性 (-1σ) により強制的な液状化を仮定した。

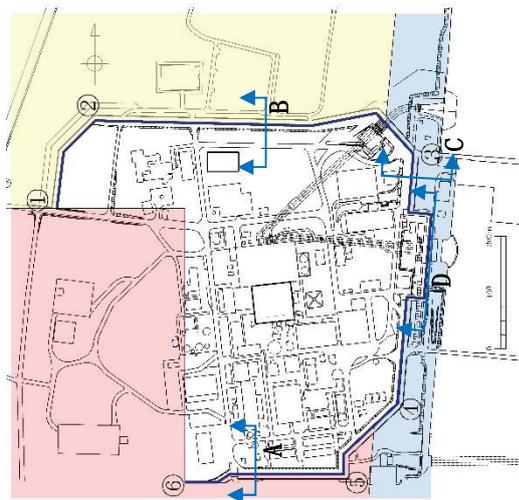
検討断面は，敷地南側の第四紀層が薄い範囲の代表地点としてA断面，敷地北側の第四紀層が厚く堆積した範囲の代表として過圧密粘土層 (Ac層) が最も薄い地点のB断面，敷地東側の海岸より約100 m以内の範囲の地点としてC断面及びD断面を選定した。平面図，地質断面図及び解析断面位置を図4に示し，A～D断面の解析モデルを図5に示す。

有効応力解析による残留沈下量の検討結果を表1に示す。

有効応力解析による地表面の残留沈下量の最大は，敷地南側では0.049 m，敷地北側では0.021 m，敷地東側では0.210 mとなった。

表1 有効応力解析による残留沈下量

	敷地南側 (A断面)	敷地北側 (B断面)	敷地東側 (C, D断面)
最大残留沈下量 (m)	0.049	0.021	0.210



地質構成表

地質時代	記号	層相
第三紀	山	砂
	Ag2	砂礫
第四紀	As	粘土
	As	砂
第四紀	Ak1	砂礫
	DZc-3	シルト
第四紀	DZc-3	砂
	DZg-3	砂礫
第四紀	DZc-2	シルト
	DZg-2	砂礫
第四紀	DZc-1	砂礫
	Kn	砂質泥岩

□ : 液化化検討対象層
(豊浦標準砂と仮定)

敷地南側
敷地東側
敷地北側
地質断面位置

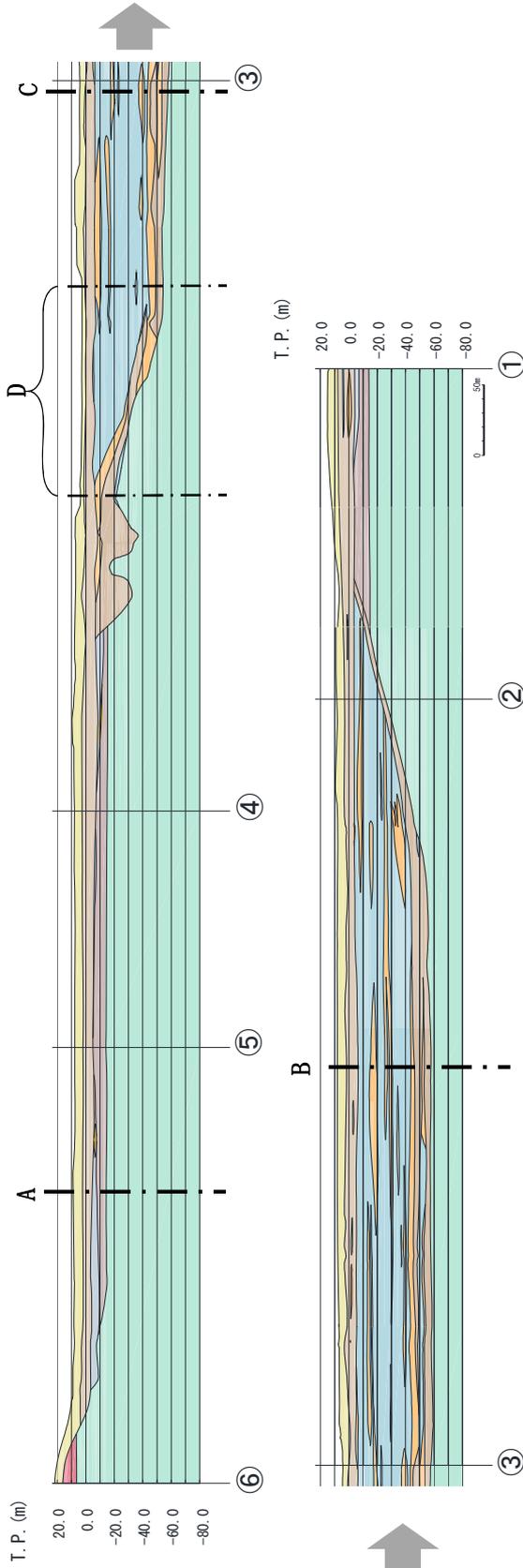


図4 平面図，地質断面図及び解析断面位置

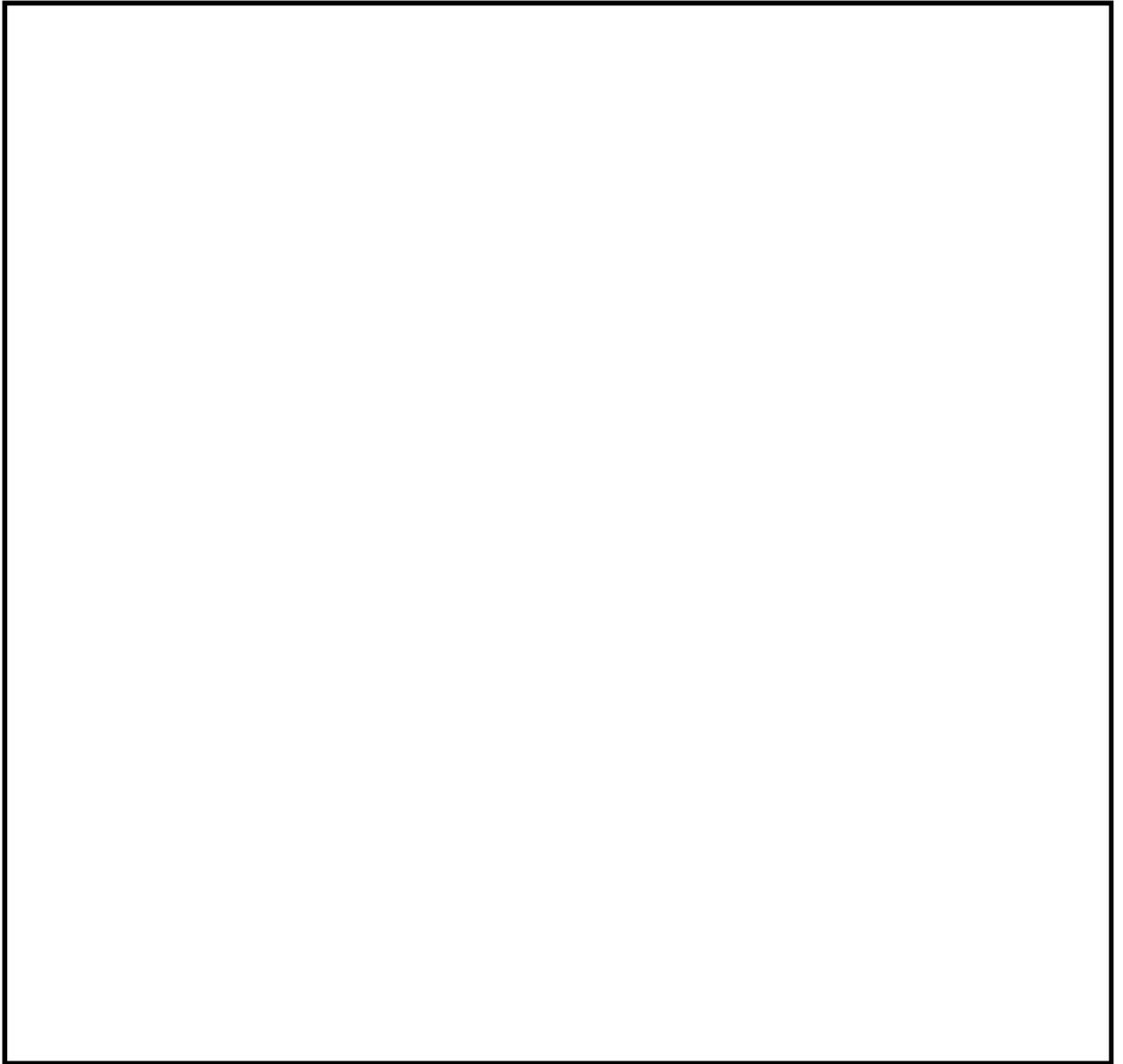


図5 解析モデル図

(2) 過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量（排水沈下量）

排水沈下量の算定は、有効応力解析を実施した地点で行った。

排水沈下率は、Ishiharaほか（1992）の地盤の相対密度に応じた最大せん断ひずみと体積ひずみ（沈下率）の関係から設定した。排水沈下量の計算に用いる豊浦標準砂の相対密度は、豊浦標準砂の液状化強度試験に用いられた供試体の相対密度が73.9 %～82.9 %であったことから、沈下量の算定上保守的に70 %とし、沈下率の設定においても解析結果の最大せん断ひずみによらず、安全側に体積ひずみ（沈下率）の最大値を採用した。排水沈下量の算定フローを図6に、相対密度より設定した沈下率を図7に示す。

排水沈下量の検討結果を表2に示す。

敷地南側の排水沈下量は最大0.362 m、敷地北側の排水沈下量は最大0.715 m、敷地東側の排水沈下量は最大0.708 mとなった。

表2 排水沈下量

	敷地南側	敷地北側	敷地東側
最大排水沈下量 (m)	0.362	0.715	0.708

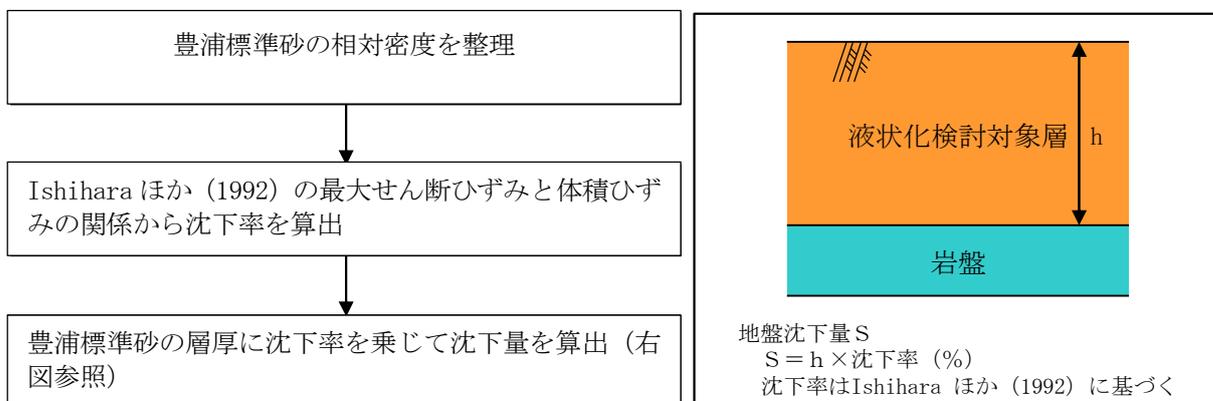


図6 排水沈下量の算定フロー

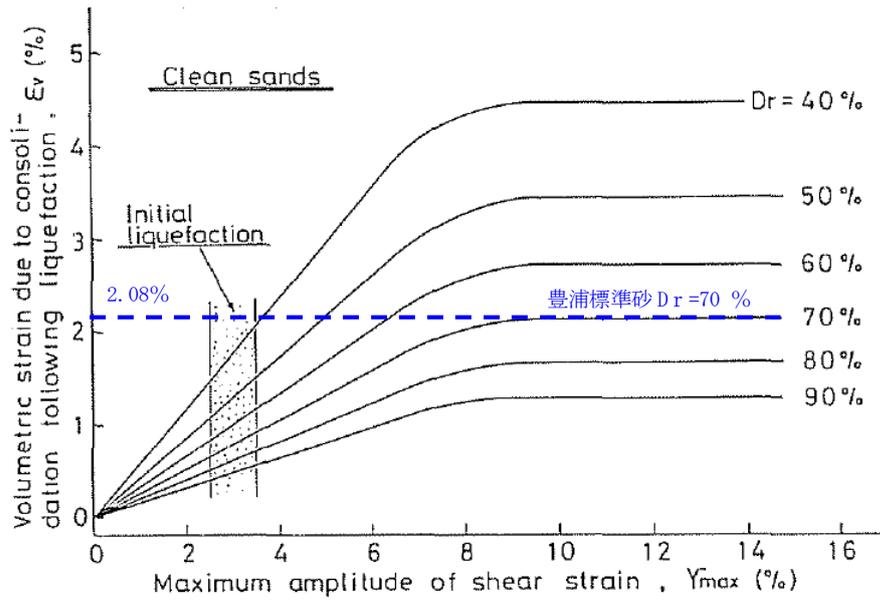


図7 Ishiharaほか (1992) の地盤の最大せん断ひずみと体積ひずみの関係から設定した豊浦標準砂の沈下率

3. 検討結果

有効応力解析から算定した残留沈下量及びIshiharaほか（1992）の地盤の相対密度に応じた最大せん断ひずみと体積ひずみ（沈下率）の関係から算定した排水沈下量の合計を表3に示す。

敷地南側では合計沈下量が0.411 mとなったことから、数値シミュレーションにおいて想定する津波遡上経路の沈下量（以下「想定沈下量」という。）は保守的に0.5 mとする。敷地北側では合計沈下量が0.736 mとなったことから、想定沈下量は保守的に1.0 mとする。敷地東側では合計沈下量が0.918 mとなったことから、想定沈下量を1.5 mとする。

以上の検討結果に基づき、数値シミュレーションで考慮する地震に起因する変状による地形の変化は、図8に示すとおり設定する。

表3 有効応力解析から算定した残留沈下量及びIshiharaほか（1992）の地盤の相対密度に応じた最大せん断ひずみと体積ひずみ（沈下率）の関係から算定した排水沈下量

	敷地南側	敷地北側	敷地東側
	最大沈下量 (m)	最大沈下量 (m)	最大沈下量 (m)
有効応力解析から算定した残留沈下量	0.049	0.021	0.210
Ishihara ほか（1992）から算定した排水沈下量	0.362	0.715	0.708
合計	0.411	0.736	0.918
数値シミュレーションにおいて想定する津波遡上経路の沈下量	0.5	1.0	1.5

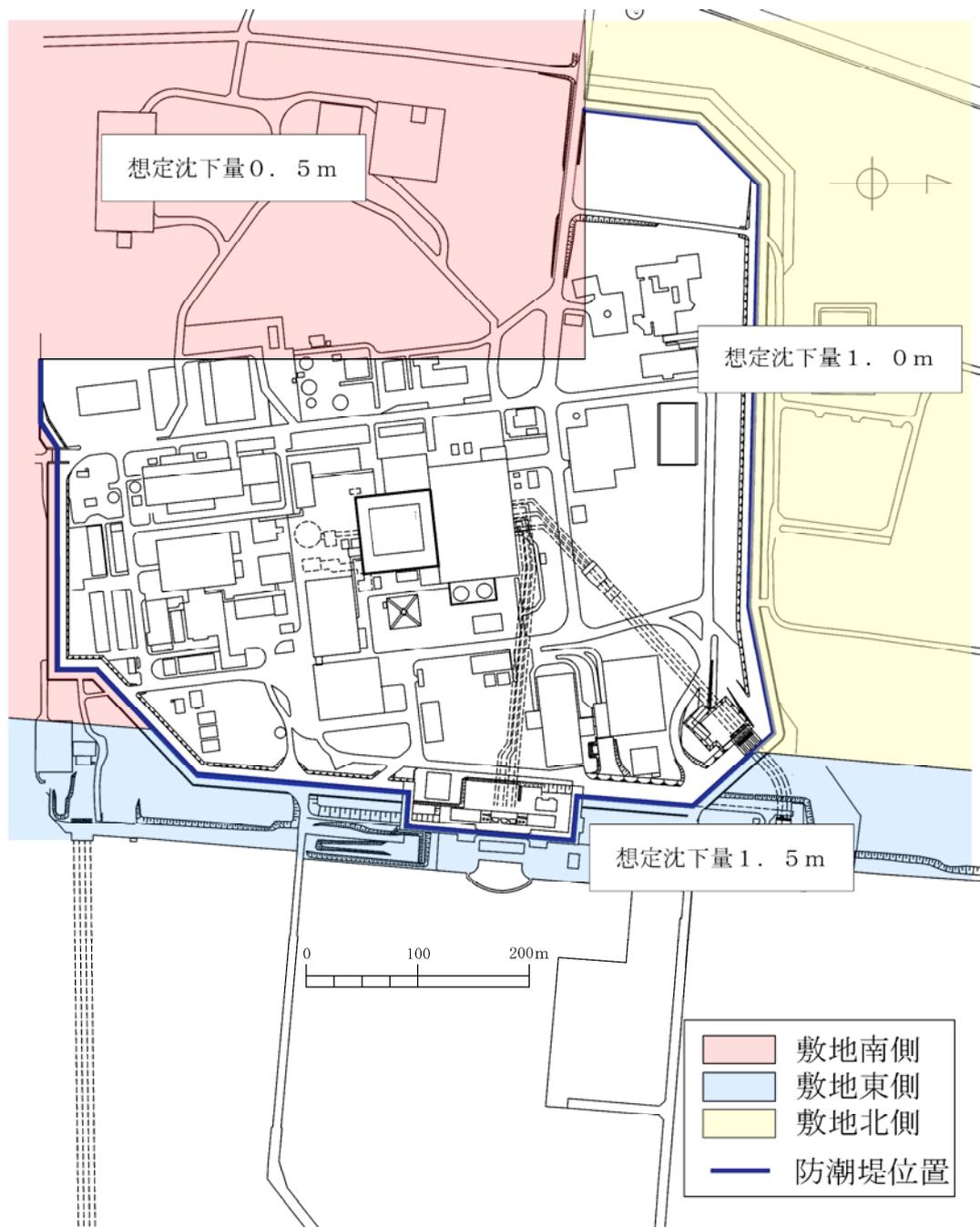


図 8 想定沈下量評価結果

(参考2) 広域的な余効変動を含む2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量について

広域的な余効変動を含む2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量については、以下に示すとおり0.2mの沈降と設定する。

2011年東北地方太平洋沖地震後に、発電所敷地内にある基準点を対象にGPS測量し、地震前と比較した結果、敷地全体が約0.2m沈降していた。さらに、国土地理院(2017)による2011年東北地方太平洋沖地震(2011年3月)から6年後(2017年6月)までの地殻変動を参照すると、2011年東北地方太平洋沖地震前後では約0.3m程度沈降している。その後、2011年東北地方太平洋沖地震に伴い生じた地殻の沈降は回復傾向にあり、2017年時点において発電所周辺(日立)で約0.2m程度の沈降となっている。これらを考慮し、余効変動を含む2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量として沈降量0.2mとする。表1に東海第二発電所周辺の電子基準点の高さ変動量、図1に2011年東北地方太平洋沖地震前から6年後までの地殻変動量分布、図2に2010年1月～2017年6月における電子基準点(日立)の高さ変動を示す。

なお、耐津波設計の評価に用いる入力津波の設定に当たっては、水位上昇側及び下降側それぞれに対して地殻変動量を安全側に考慮するため、上昇側の水位変動に対しては、余効変動を含む2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動(0.2mの沈降)を考慮する。下降側の水位変動に対しては、2011年東北地方太平洋沖地震の地殻変動量が回復傾向にあることを踏まえ、安全側の評価となるように余効変動を含む2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量(0.2mの沈降)は考慮しない。

表1 東海第二発電所周辺の電子基準点の高さ変動量

観測局名	所在地	高さの変動量 [cm]								
		本震前後(※1)	本震翌日から1年後までの累積(※2)	本震1年後から2年後までの累積(※2)	本震2年後から3年後までの累積(※2)	本震3年後から4年後までの累積(※2)	本震4年後から5年後までの累積(※2)	本震5年後から6年後までの累積(※2)	本震翌日から6年間の累積(※3)	本震前から6年間の累積(※4)
日立	茨城県日立市金沢町	-31	4	2	2	1	1	2	12	-19

国土地理院(2017)

(※1) 2011年3月10日と2011年3月12日の比較

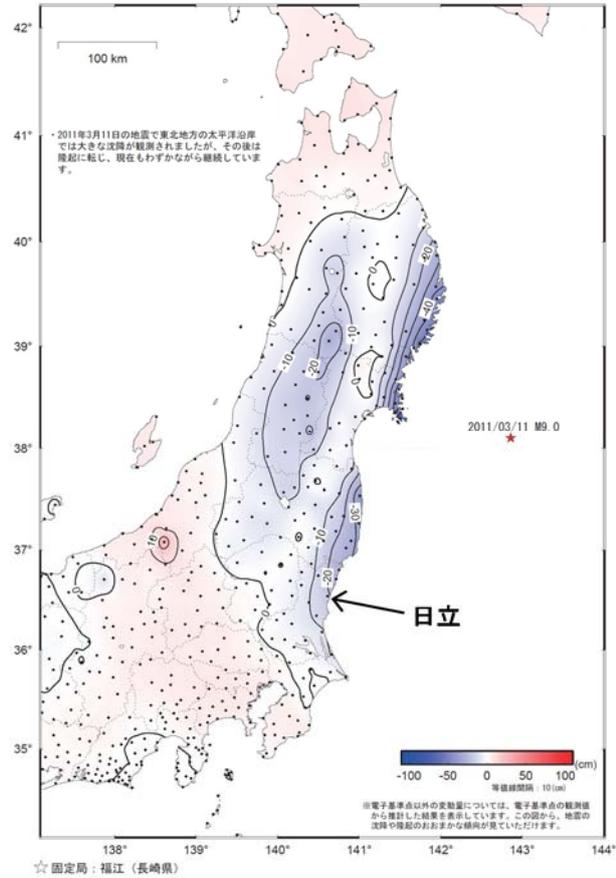
(※2) 「本震翌日, 1, 2, 3, 4年後から1, 2, 3, 4, 5年後までの累積」は、2011年, 2012年, 2013年, 2014年, 2015年3月と2012年, 2013年, 2014年, 2015年, 2016年3月をそれぞれ比較したもの、「本震5年後から6年後までの累積」は2016年2月と2017年2月を比較したもの

(※3) 2011年3月12日と2017年2月の比較

(※4) 2011年2月と2017年2月の比較

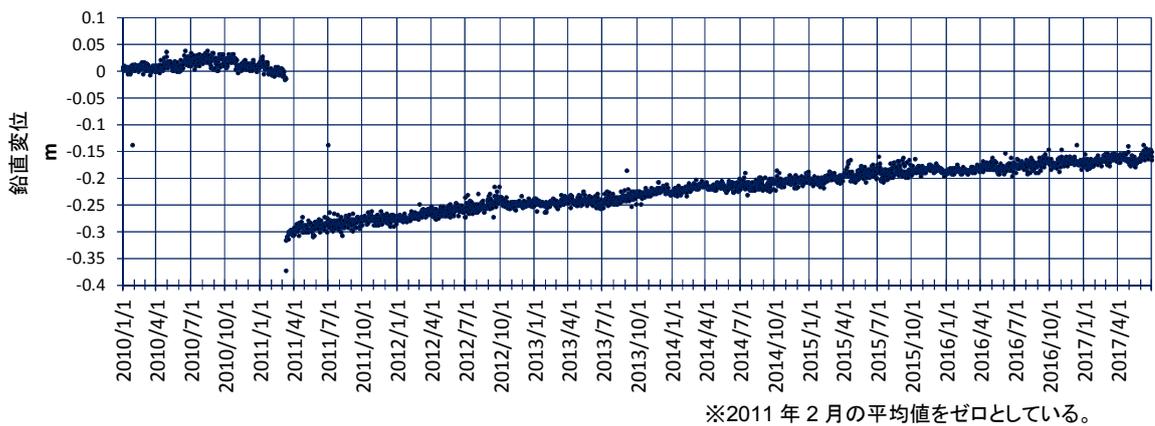
東北地方太平洋沖地震（M9.0）前後の地殻変動（上下）— 本震前から6年間の累積—

基準期間：2011/02/01 — 2011/02/15 [F3：最終解]
 比較期間：2017/02/01 — 2017/02/11 [F3：最終解]



国土地理院 (2017) に加筆

図1 2011年東北地方太平洋沖地震前から6年後までの地殻変動量分布



※2011年2月の平均値をゼロとしている。

国土地理院 (2017)

図2 2010年1月～2017年6月における電子基準点（日立）の鉛直変動

(参考 3) 地震による防波堤への影響評価について

1. 防波堤の施設概要

東海第二発電所の防波堤は、傾斜堤、ケーソン堤及び物揚岸壁からなる。傾斜堤は捨石や消波ブロック類からなり、上端には上部工を設置し道路として使用している。ケーソン堤は傾斜堤の先端部に 2 函ずつ設置されている。また、物揚岸壁は北側の防波堤にあり、港内側は控え杭式鋼管矢板の岸壁からなる。平面図及び構造断面図を図 1～図 8 に、東海港深浅図を図 9 に示す。

評価を行う断面は、構造形式の異なる傾斜堤、ケーソン堤の 2 断面を選定した。傾斜堤の評価位置は、水深が深い北防波堤先端付近とし、また、大型船舶の緊急離岸のための航路も考慮し、航路幅が最も狭隘となる断面①-①を選定した。ケーソン堤の評価断面は、同様に緊急離岸航路を考慮し南防波堤ケーソン堤断面②-②とした。

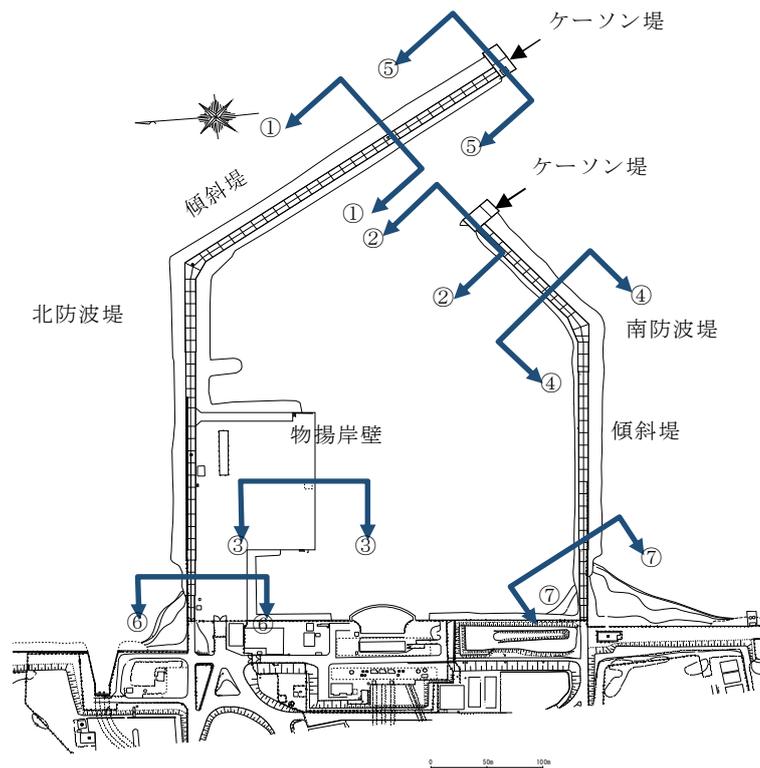


図 1 港湾施設平面図

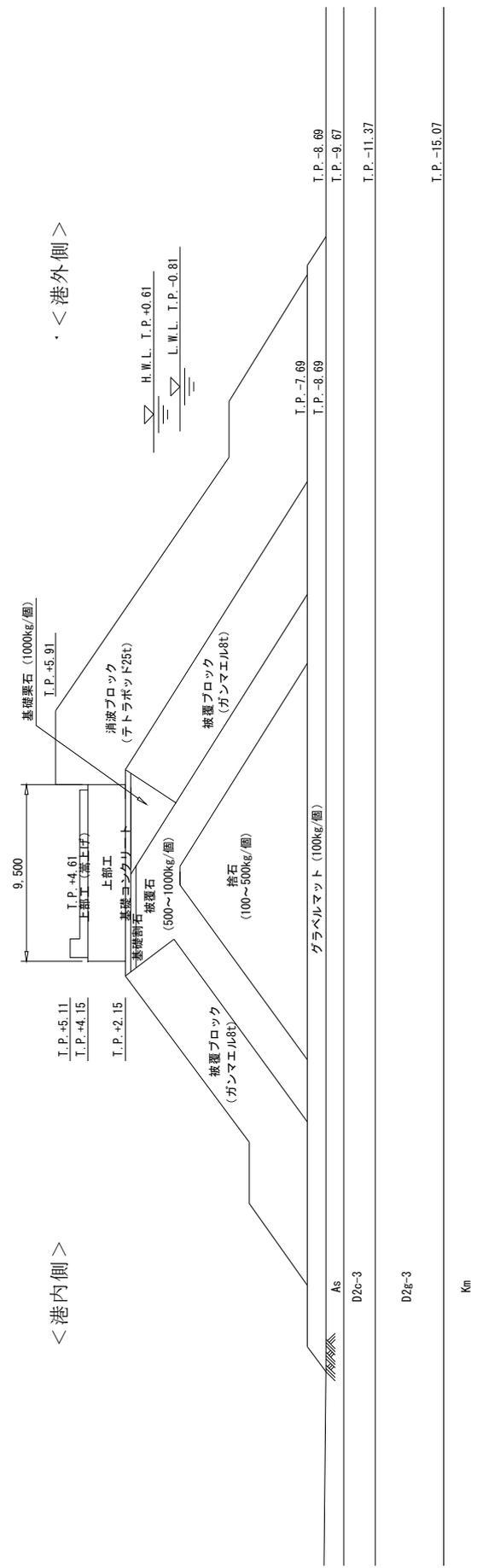


図 2 北側防波堤傾斜堤断面 (①-①)

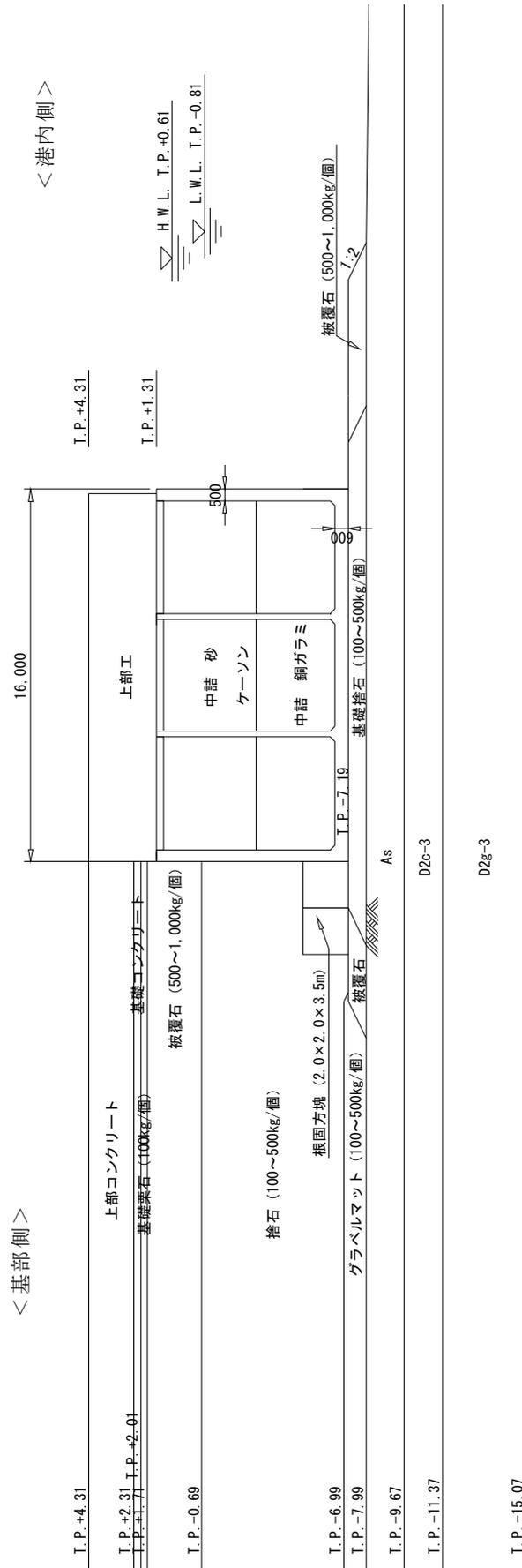


図3 南側防波堤ケーソン堤断面 (2-2)

< 港外側 >

< 港内側 >

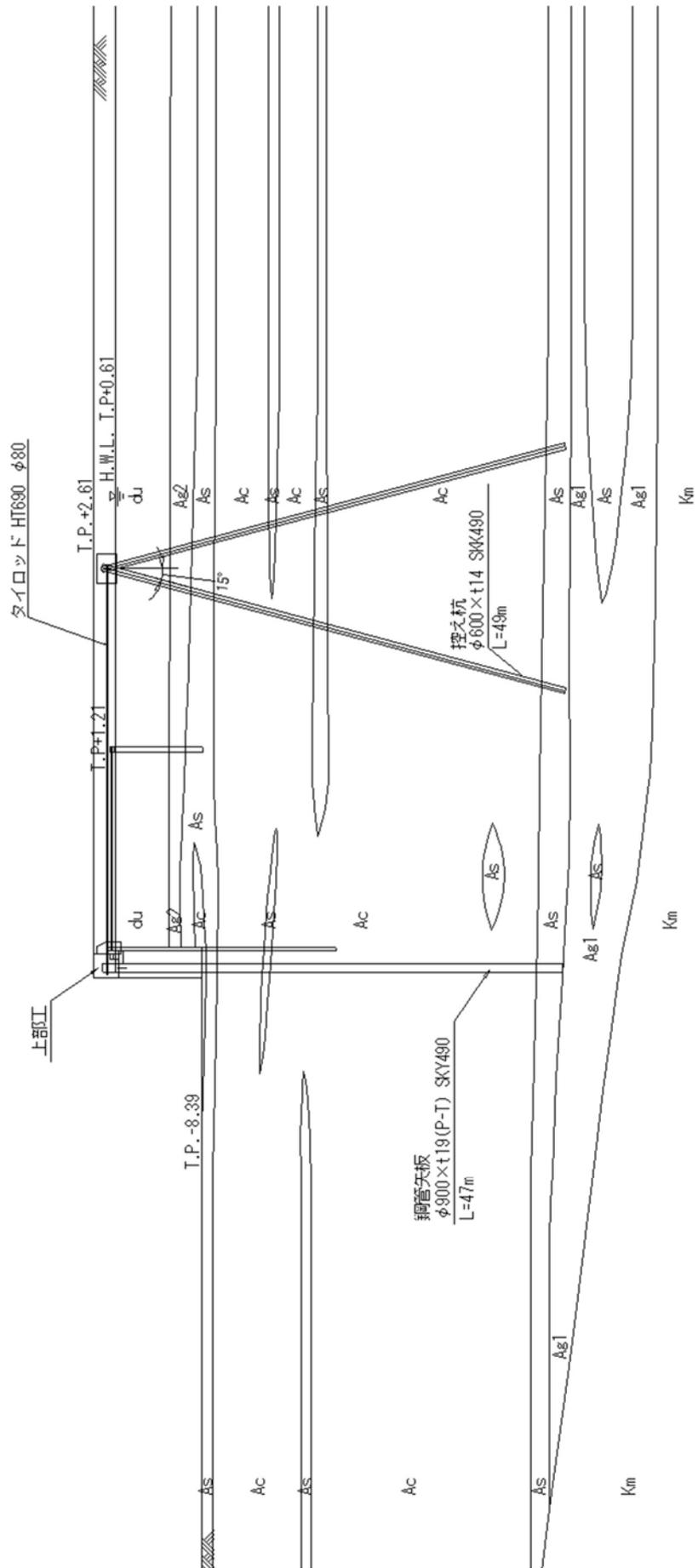


図 4 物揚岸壁断面 (③-③)

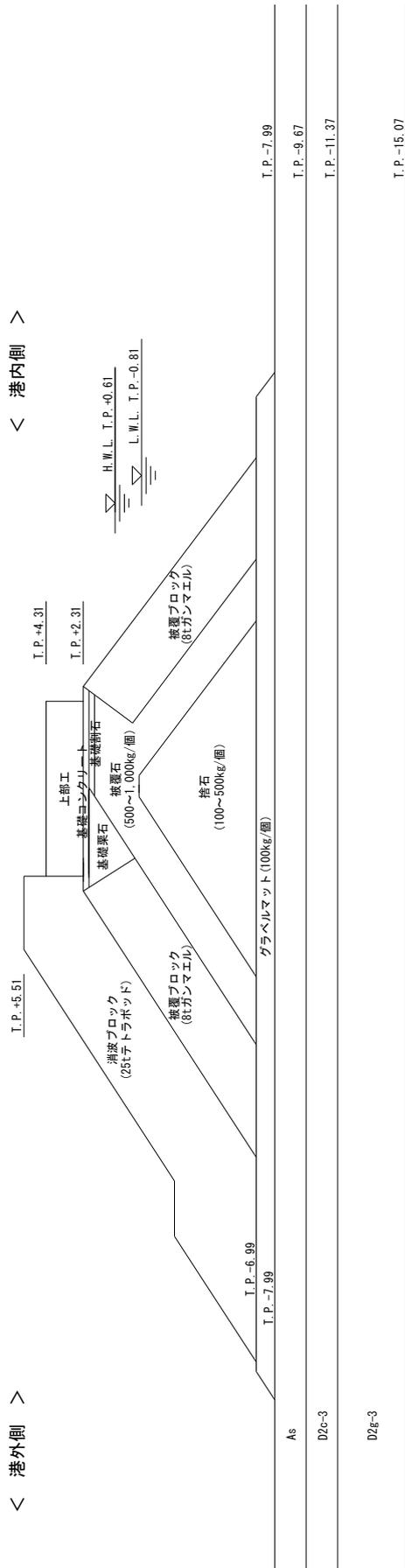


図5 南側防波堤傾斜堤断面 (④-④)

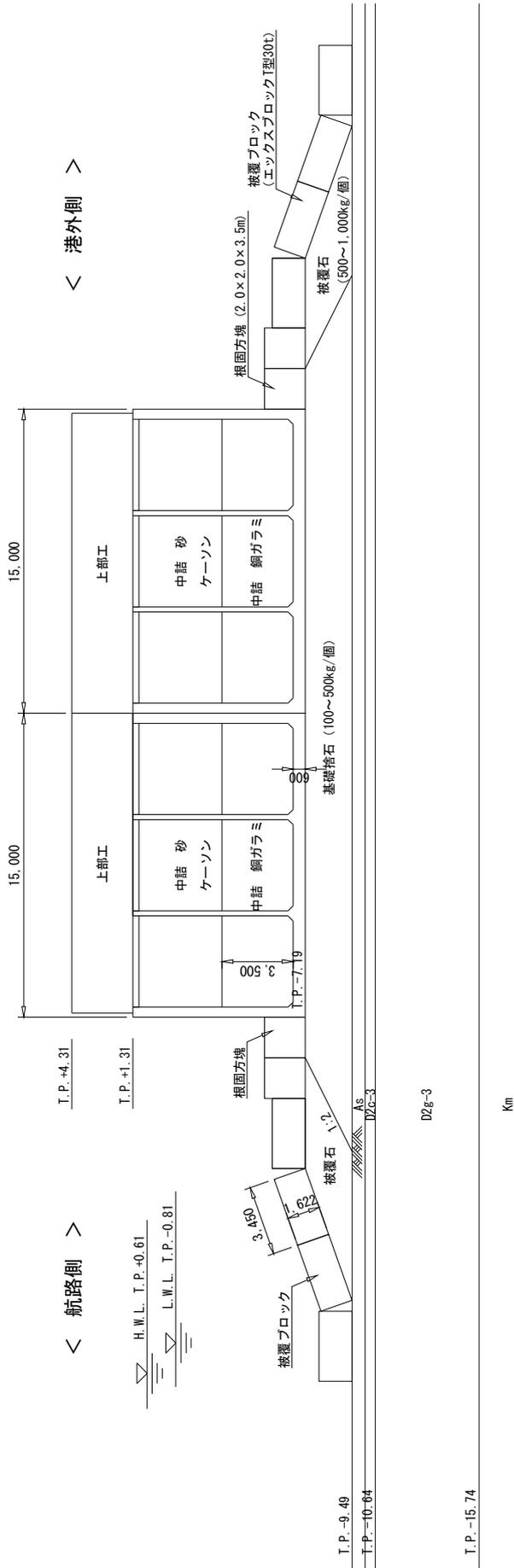


図 6 北側防波堤ケーソン堤断面 (⑤-⑤)

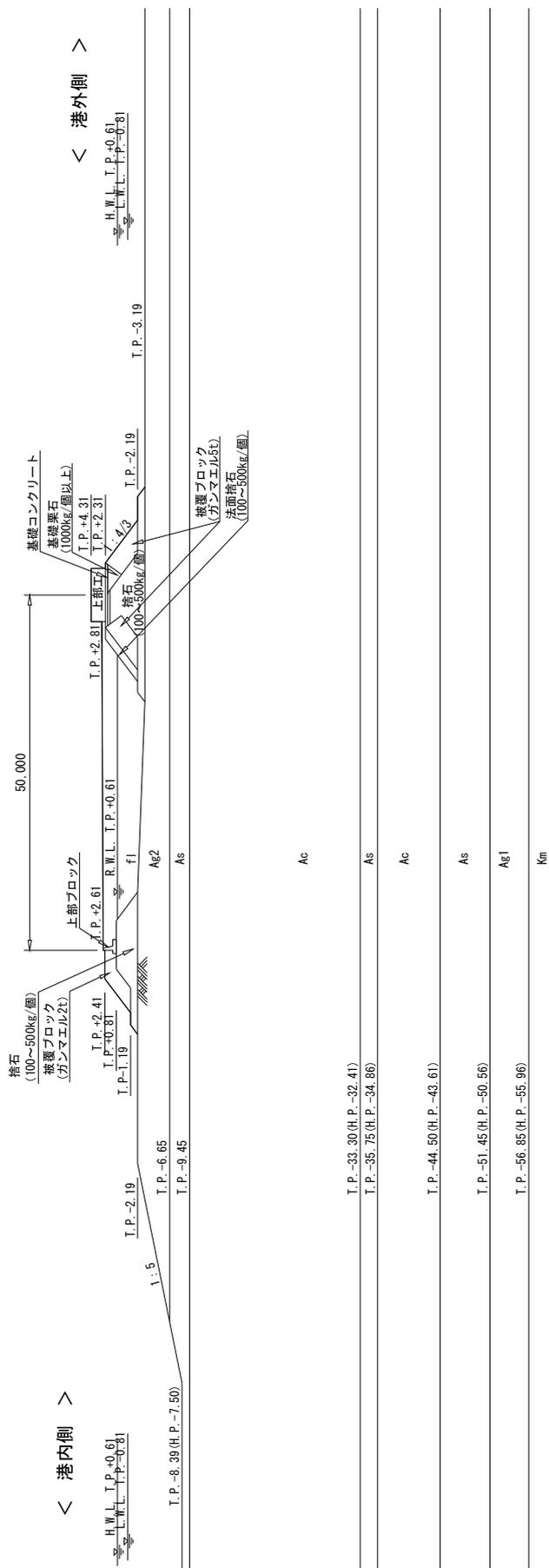


図 7 物揚岸壁進入路断面 (⑥-⑥)

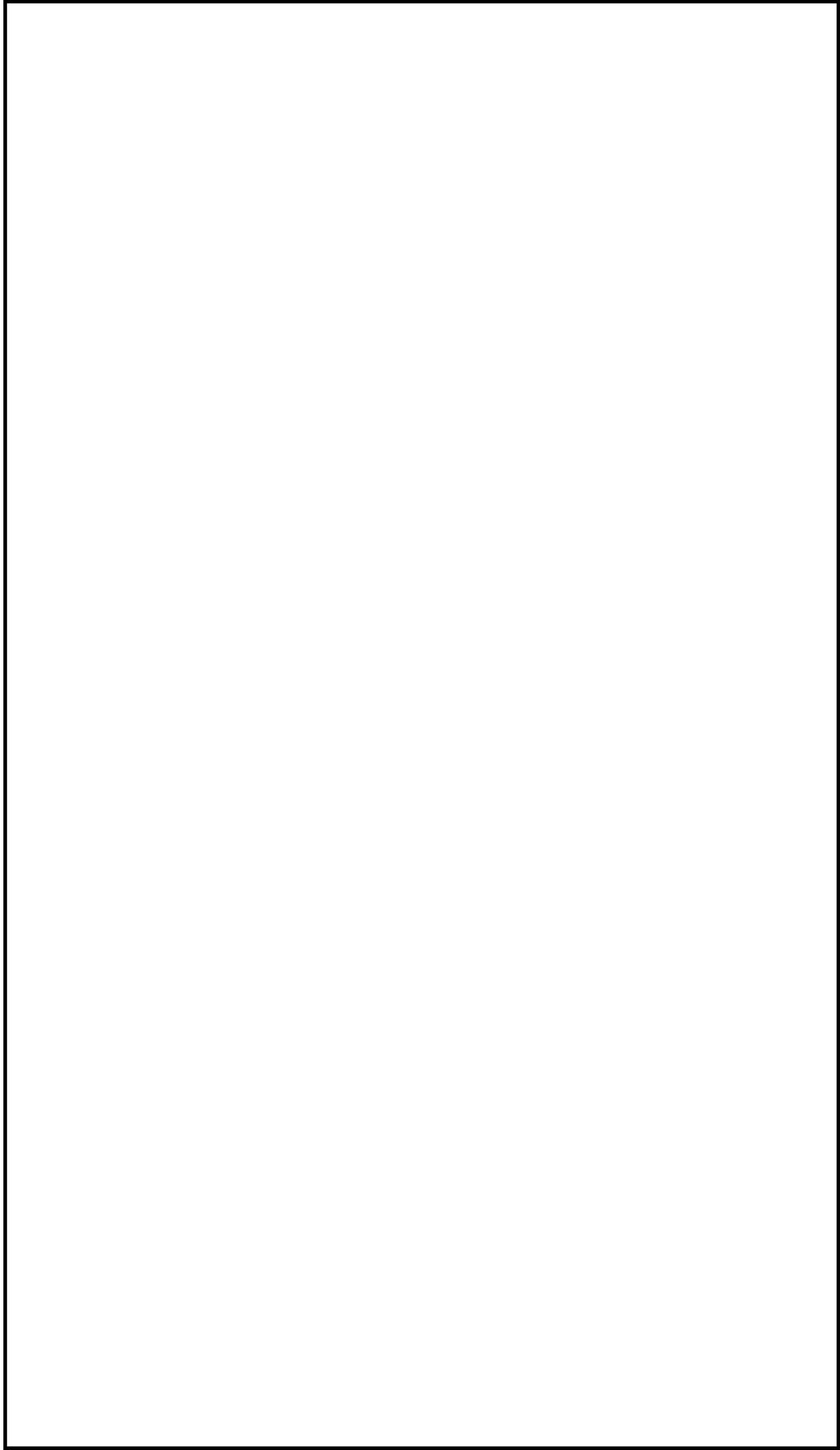


图 8 南防波堤陸側断面 (⑦-⑦)

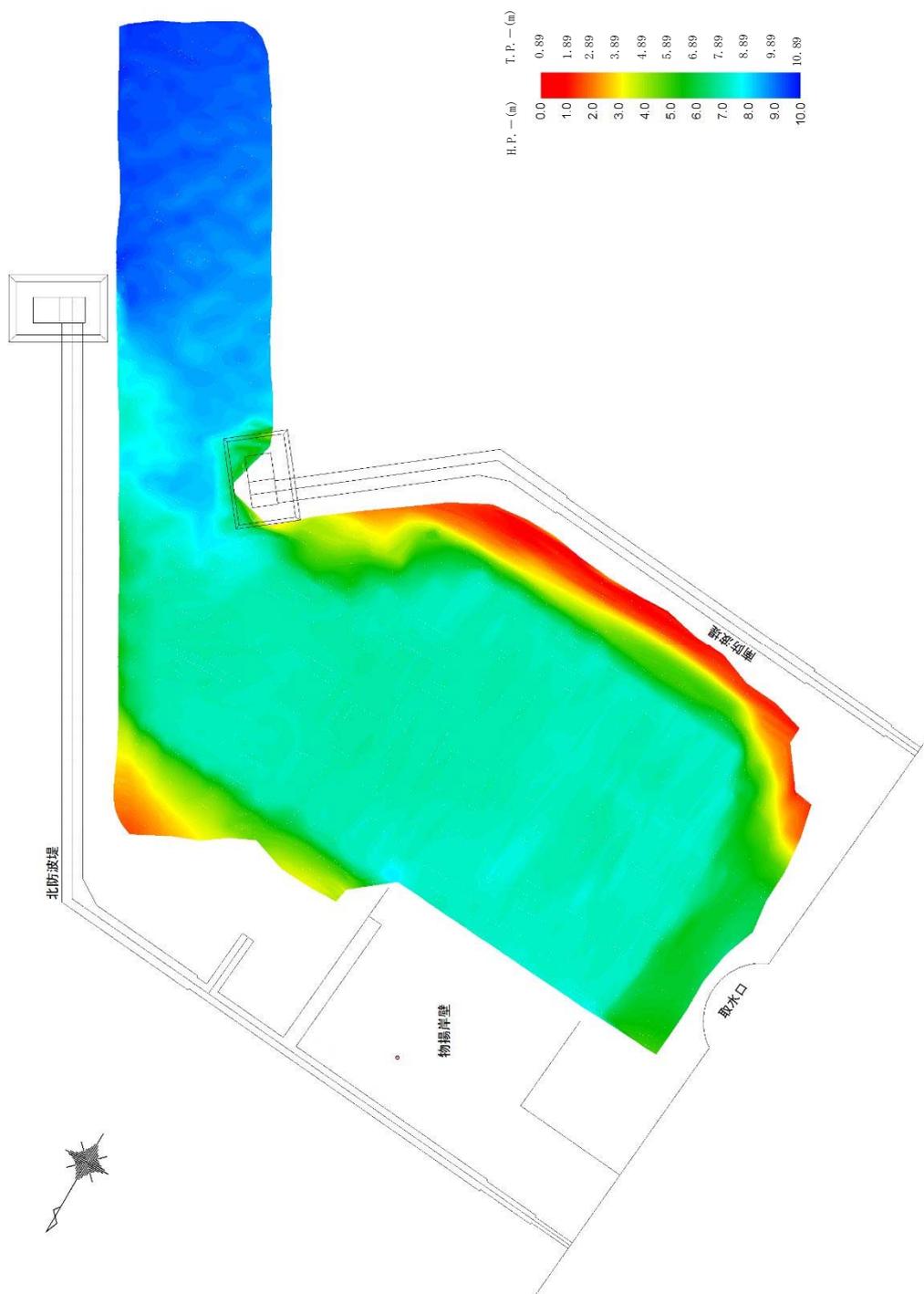


図9 東海港深浅図 (2016年12月12日測量)

2. 地震時評価

2.1 有効応力解析による評価

(1) 解析方法

防波堤の基礎地盤には、液状化検討対象層が分布しているため、地震後の状態を確認する上で、二次元有効応力解析（FLIP Ver. 7.3.0_2）を用いた地震応答解析を行う。

1) 構造部材

ケーソン及び上部工は、剛体として挙動するため線形弾性体としてモデル化する。

傾斜堤を構成する捨石、被覆石等の石材はマルチスプリング要素でモデル化し、傾斜堤の基礎部ではない消波ブロックは節点荷重でモデル化する。

2) 地盤

地盤の動的変形特性には、Hardin-Drnevich モデルを適用したマルチスプリング要素により、割線せん断剛性比と履歴減衰率のせん断ひずみ依存性を考慮する。

3) 減衰定数

減衰特性は、数値計算の安定のための Rayleigh 減衰と、地盤の履歴減衰を考慮する。

(2) 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、以下の通り設定する。

1) 荷重

地震応答解析において考慮する荷重を以下に示す。

a. 常時荷重

常時荷重として、構造物及び海水の自重を考慮する。

物揚岸壁については、「港湾の施設の技術上の基準・同解説（日本港湾協会、平成 19 年 7 月）」に準じて、上載荷重（15 kN/m²）を考慮する。

b. 地震荷重

地震荷重として、基準地震動 S_s による地震力を考慮する。

2) 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 1 に示す。

表 1 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
地震時 (S_s)	a + b

(3) 入力地震動

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を一次元波動論によって地震応答解析モデルの下端位置で評価した地震波を用いる。

入力地震動算定の概念図を図 10 に示す。

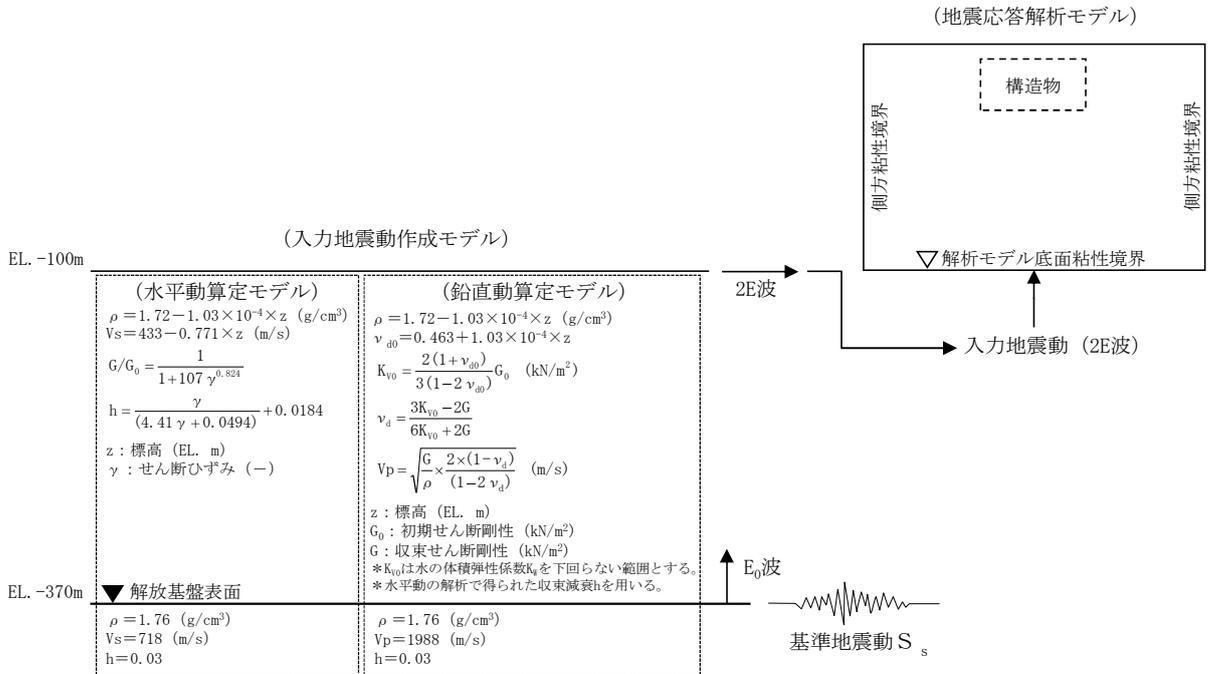


図 10 入力地震動算定の概念図

(4) 解析モデル

地震応答解析モデルを図 11 に示す。

1) 解析領域

解析領域は、側方境界及び底面境界が構造物の応答に影響しないよう、構造物と側方境界及び底面境界との距離が十分長くなるよう広く設定する。

2) 境界条件

解析領域の側面及び底面には、エネルギーの逸散効果を評価するため、粘性境界を設ける。

3) 構造物のモデル化

構造物のコンクリート部材は線形平面要素でモデル化する。また、傾斜堤の石材はマルチスプリング要素、消波ブロックは節点荷重でモデル化する。

4) 地盤のモデル化

地盤は、地質区分に基づき、平面ひずみ要素でモデル化する。

5) ジョイント要素

構造物と地盤の境界部にジョイント要素を設けることにより、構造物と地盤の剥離及びすべりを考慮する。

6) 水位条件

海面の水位は、基準津波時の水位評価に用いた朔望平均干潮位 L. W. L. T. P. -0.81 m とする。



底面粘性境界

図 11 地震応答解析モデル（傾斜堤，ケーソン堤断面）

(5) 使用材料及び材料の物性値

1) 構造物の物性値

使用材料を表 2 に、材料の物性値を表 3 に示す。

表 2 使用材料

材料	部位	諸元
コンクリート	上部工	設計基準強度 24.0 N/mm ²
	基礎	設計基準強度 18.0 N/mm ²
	ケーソン (気中)	設計基準強度 24.0 N/mm ²
	ケーソン (海中)	設計基準強度 24.0 N/mm ²

表 3 材料の物性値

材料	部位	単位体積重量 (kN/m ³)	ヤング係数 (kN/mm ²)	ポアソン比
コンクリート	上部工	24.0	25	0.2
	基礎	22.6	22	0.2
	ケーソン (気中)	21.8	25	0.2
	ケーソン (海中)	21.8	25	0.2
	根固方塊	22.6	22	0.2

2) 地盤の物性値

解析に用いる地盤の物性値と液状化パラメータを表4に示す。液状化検討対象層であるdu層, Ag2層, As層, Ag1層及びD2g-3層について液状化強度特性を設定する。液状化パラメータについては、液状化強度試験結果より設定する。

試験結果から設定した解析上の液状化強度曲線を図12に示す。なお、液状化強度特性が保守的に評価されるように、液状化強度試験値の平均-1σの液状化強度特性を再現するように設定する。

表4(1) 地盤の物性値と液状化パラメータ

名称	記号	単位	du	Ag2	Ac	As
単位体積質量	ρ	t/m ³	1.98	2.01	1.65	1.74
間隙率	n	—	0.43	0.40	0.61	0.55
基準せん断弾性係数	G_{ma}	kN/m ²	253,389	278,044	121,857	143,367
基準体積弾性係数	K_{ma}	kN/m ²	443,431	463,407	111,702	250,892
基準平均有効主応力	σ_{ma}'	kN/m ²	358	497	480	378
拘束圧依存係数	mG,m K	—	0.50	0.50	0.50	0.50
ポアソン比	ν	—	0.26	0.25	0.10	0.26
内部摩擦角	ϕ	°	37.3	37.4	29.1	41.0
粘着力	c	kN/m ²	0	0	25	0
最大減衰定数	h_{max}	—	0.220	0.233	0.200	0.216
液状化パラメータ	ϕ_p	°	34.8	34.9	—	38.3
	s1	—	0.047	0.028	—	0.046
	w1	—	6.5	56.5	—	6.9
	p1	—	1.26	9.00	—	1.00
	p2	—	0.80	0.60	—	0.75
	c1	—	2.00	3.40	—	2.27

表 4 (2) 地盤の物性値と液状化パラメータ

名称	記号	単位	Ag1	D2c-3	D2g-3	Km
単位体積質量	ρ	t/m ³	2.01	1.77	2.15	$1.72-1.03 \times 10^{-4} \times Z$
間隙率	n	—	0.40	0.52	0.30	0.54
基準せん断弾性係数	G_{ma}	kN/m ²	392,183	285,240	1,361,843	$\rho \times V_s^2$
基準体積弾性係数	K_{ma}	kN/m ²	653,638	414,277	2,383,225	$2(1+\nu)/3/(1-2\nu) \times G_{ma}$
基準平均有効主応力	σ_{ma}'	kN/m ²	814	696	1167	動的変形試験における有効 上載圧と静ポアソン比より深 度毎に設定
拘束圧依存係数	mG,m K	—	0.50	0.50	0.50	0.00
ポアソン比	ν	—	0.25	0.22	0.26	$0.16+0.00025 \times Z$
内部摩擦角	ϕ	°	37.4	35.6	44.4	$23.2+0.099 \times Z$
粘着力	c	kN/m ²	0	26	0	$358-6.03 \times Z$
最大減衰定数	h_{max}	—	0.221	0.186	0.130	履歴減衰率のせん断ひずみ 依存性試験データを最小二 乗法誤差で再現する最大履 歴減衰率を設定
液状化パラメータ	ϕp	°	34.9	—	41.4	—
	s1	—	0.029	—	0.030	—
	w1	—	51.6	—	45.2	—
	p1	—	12.0	—	8.00	—
	p2	—	0.60	—	0.60	—
	c1	—	3.35	—	3.82	—

Z: 標高

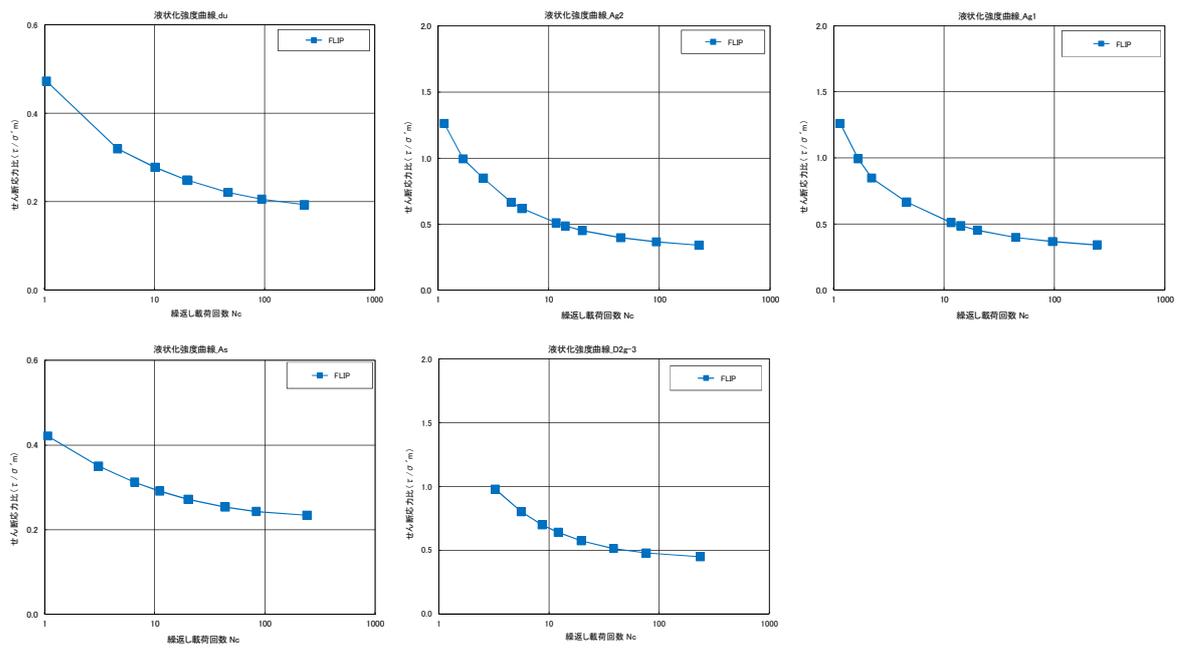


図 12 液状化強度曲線

3) ジョイント要素

構造物と地盤の境界部にジョイント要素を設けることを基本とし、境界部での剥離及びすべりを考慮する。ジョイント要素の特性は法線方向、接線方向に分けて設定する。D 2 g—3 線方向では、構造物と地盤の境界部のせん断抵抗力以上のせん断応力が発生した場合、剛性をゼロとし、すべりを考慮する。静止摩擦力 τ_f は Mohr-Coulomb 式により規定する。

4) 荷重の入力方法

a. 常時荷重

常時荷重である自重は、鉄筋コンクリート等の単位体積重量を踏まえ、構造物の断面の大きさに応じて算定する。

b. 地震荷重

地震荷重は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s を、一次元波動論によって地震応答解析モデルの下端位置で評価した地震波を用いて算定する。

(6) 評価結果

現状のケーソン堤，傾斜堤に対する評価結果を示す。

1) ケーソン堤

ケーソン堤は基準地震動 S_s 後に多少傾斜し，水平残留変位量は約30 cm，鉛直残留変位量は約26 cmである。

したがって，基準地震動 S_s 後，津波襲来前のケーソン堤の状態としては，ほぼ当初の位置，高さを確保しているものと判断される。残留変位図を図13，過剰間隙水圧比分布図を図14に示す。

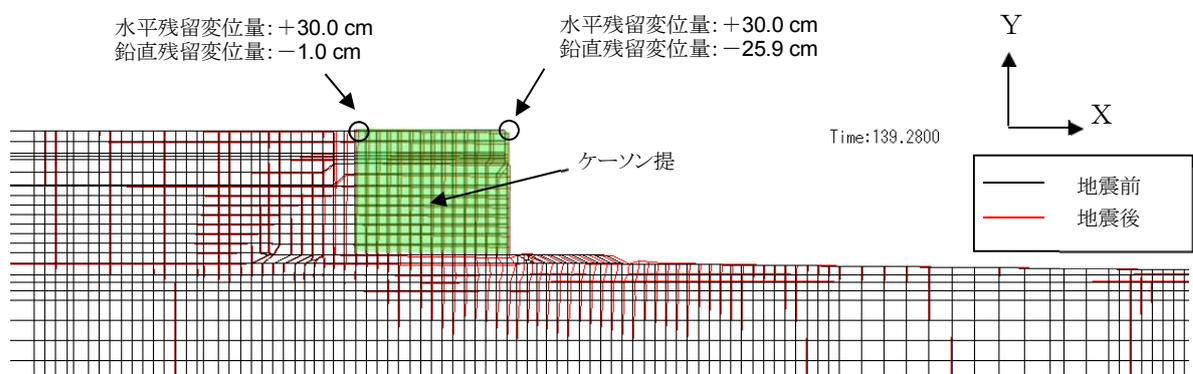


図13 残留変位図 (ケーソン堤)

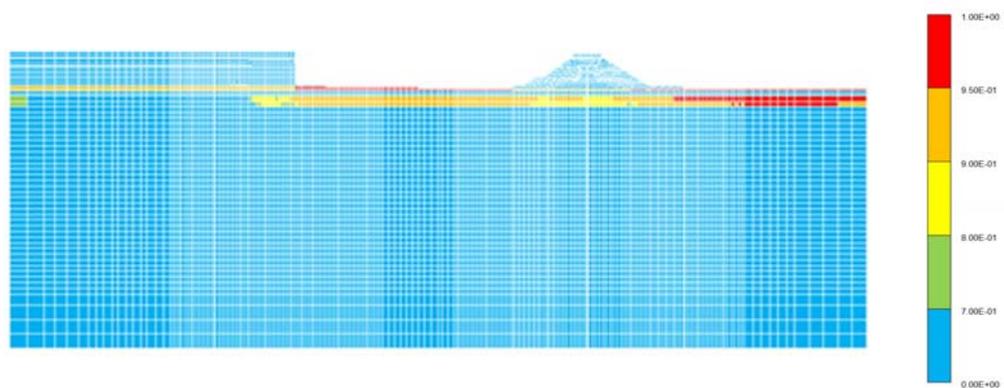


図14 過剰間隙水圧比分布図

2) 傾斜堤

傾斜堤の基準地震動 S_s による水平残留変位量は約 43 cm, 鉛直残留変位量は堤外側で約 97 cm である。

したがって, 基準地震動 S_s 後, 津波襲来前の傾斜堤の状態としては, ほぼ当初の位置に存在するものの, 傾斜堤天端高さとしては約 1 m 低い状態にあると判断される。残留変位図を図 15, 過剰間隙水圧比分布図を図 16 に示す。

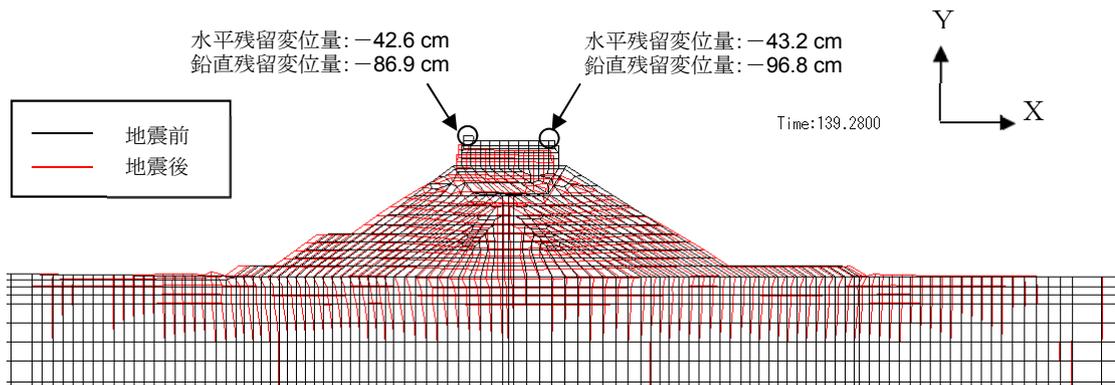


図 15 残留変位図 (傾斜堤)

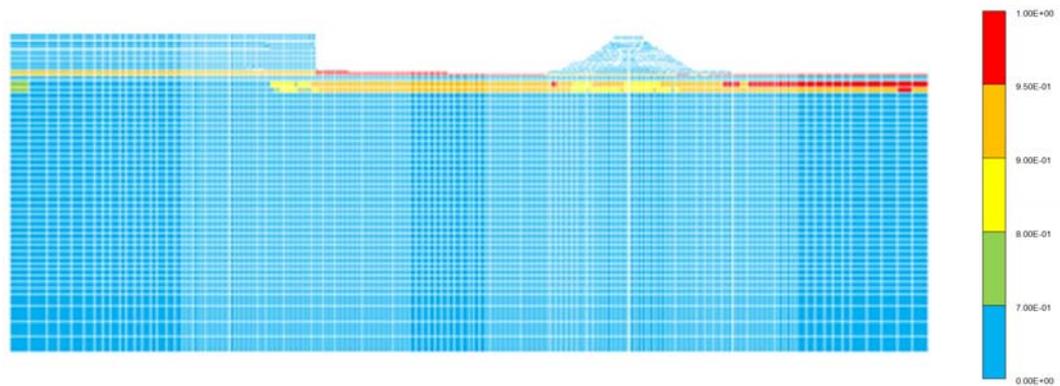


図 16 過剰間隙水圧比分布図

2.2 過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量（排水沈下量）

地震時評価として、過剰間隙水圧の消散に伴う沈下量（排水沈下量）の算定を実施した。排水沈下量の算定は、有効応力解析を実施した地点で行った。排水沈下量の検討結果を表5に示す。

排水沈下量の算定に用いる排水沈下率は、Ishihara ほか（1992）の地盤の相対密度に応じた最大せん断ひずみと体積ひずみ（沈下率）の関係から設定した。排水沈下量の計算に用いる沈下率は、解析結果の最大せん断ひずみによらず、安全側に体積ひずみ（沈下率）の最大値を採用した。排水沈下量の算定フローを図17に、相対密度より設定した沈下率を図18に示す。

ケーソン堤の排水沈下量は最大 0.085 m、傾斜堤の排水沈下量は最大 0.070 m となった。

表5 排水沈下量

	ケーソン堤	傾斜堤
最大排水沈下量(m)	0.085	0.070

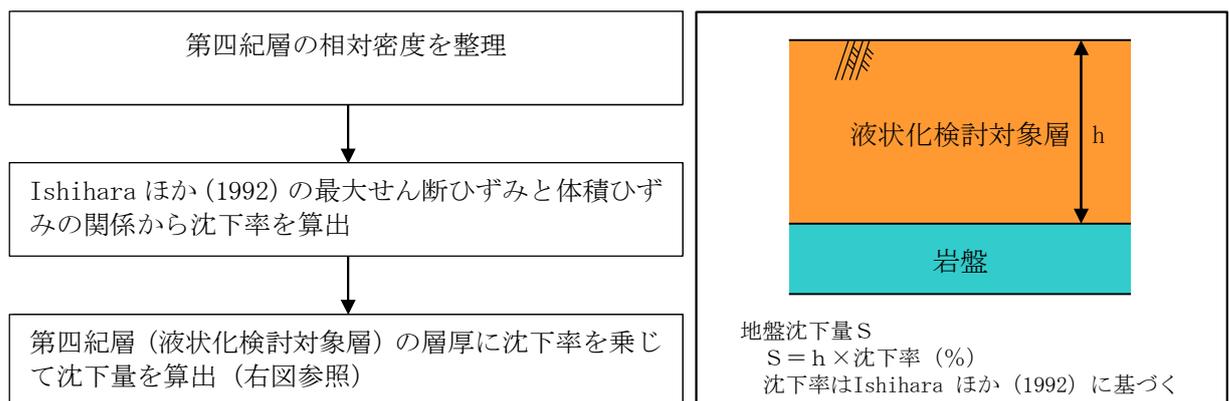


図17 排水沈下量の算定フロー

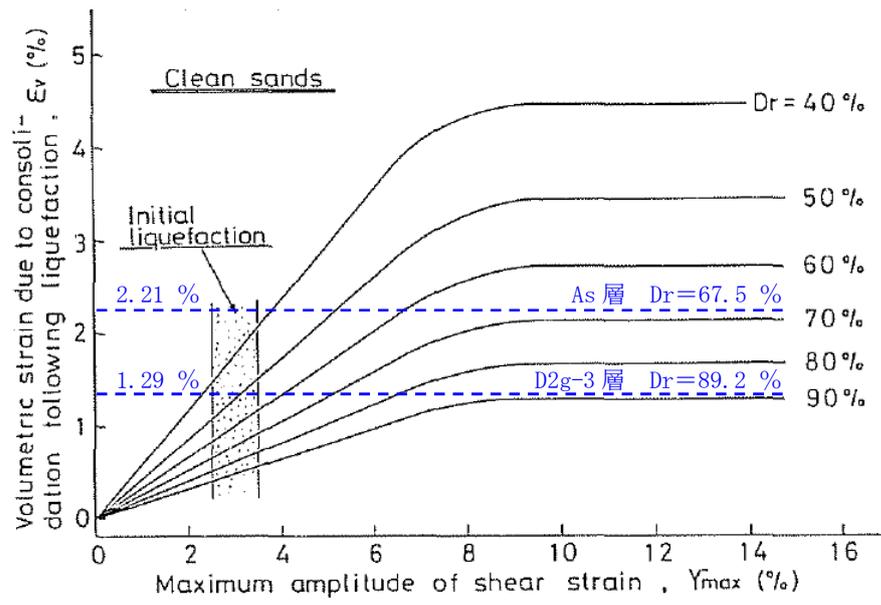


図18 Ishiharaほか (1992) の地盤の最大せん断ひずみと体積ひずみの関係から設定した第四紀層 (As層及びD2g-3層) の沈下率

2.3 地震時沈下量の整理

地震時に発生する最大の沈下量として、有効応力解析から算定した残留沈下量及び Ishihara ほか (1992) の地盤の相対密度に応じた最大せん断ひずみと体積ひずみ (沈下率) の関係から算定した排水沈下量の合計を表 6 に示す。

ケーソン堤及び傾斜堤における沈下量の合計は、それぞれ 0.344 m 及び 1.038 m となり、防波堤が 1 m 程度沈下する結果が得られた。

津波シミュレーションでは、防波堤の沈下が及ぼす影響を確認することを目的とし、防波堤がある場合と無い場合のケースに加え、防波堤が沈下した場合のケースを実施する。本検討結果を踏まえ、その津波シミュレーションにおいて考慮する防波堤の沈下量は 1 m とする。

表6 有効応力解析から算定した残留沈下量及びIshiharaほか (1992) の地盤の相対密度に応じた最大せん断ひずみと体積ひずみ (沈下率) の関係から算定した排水沈下量

	ケーソン堤 最大沈下量 (m)	傾斜堤 最大沈下量 (m)
有効応力解析から算定した残留沈下量	0.259	0.968
Ishihara ほか (1992) から算定した排水沈下量	0.085	0.070
合計	0.344	1.038
津波シミュレーションにおいて考慮する防波堤の沈下量	1 m	

(参考4) 防波堤の高さが1m低い状態での津波高さへの影響について

防潮堤前面における入力津波の設定に当たり、防波堤の有無による影響に加えて、その中間状態として防波堤が地震により状態変化した場合の影響評価を実施した。防波堤の沈下量評価結果を踏まえ、防波堤の高さを1m沈下させた場合を想定して津波シミュレーションを実施した。地震による防波堤の状態変化を考慮した防潮堤前面における上昇側水位への影響評価結果を図1に示す。防潮堤前面における水位を評価した結果、防波堤がない場合における評価値を上回らないことを確認した。

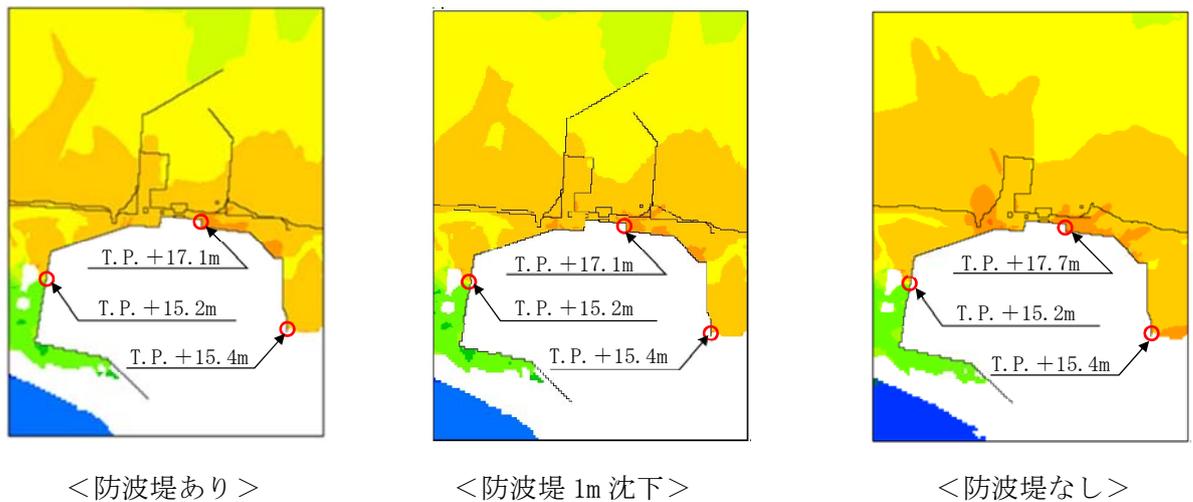


図1 防波堤の1m沈下を考慮した場合の評価結果

1.5.2 敷地に遡上する津波

(1) 考慮の程度の妥当性についての検討の方針

浸水防護施設の設計においては、入力津波高さに影響を与え得る条件についてパラメータスタディを実施し、入力津波高さが有するパラメータによる影響を考慮する。入力津波高さが有するパラメータによる影響については、各施設・設備の設置位置で算定された津波高さを安全側に評価することで考慮している。

入力津波高さに影響を与え得る要因のうち、パラメータスタディの実施対象である「敷地の地形及び敷地周辺の人工構造物等のパラメータによる影響（遡上解析におけるパラメータによる影響及び管路解析におけるパラメータによる影響）」の入力津波高さに対する考慮の程度の妥当性については、各評価点における基本ケースによる水位と最も水位が高くなったケースによる水位を比較することで確認する。

(2) 検討の対象

検討の対象設備を表 1.5-20 に示す。

表 1.5-20 検討の対象設備

津波対策設備	設備分類	対象	備考
防潮堤及び防潮扉	津波防護 施設	○	
放水路ゲート		○	
構内排水路逆流防止設備		○	
原子炉建屋外壁		○	
原子炉建屋原子炉棟水密扉		○	検討対象である外郭防護（津波防護施設）として整理
原子炉建屋附属棟北側水密扉 1		○	検討対象である外郭防護（津波防護施設）として整理
原子炉建屋附属棟北側水密扉 2		○	検討対象である外郭防護（津波防護施設）として整理
原子炉建屋附属棟東側水密扉		○	検討対象である外郭防護（津波防護施設）として整理
原子炉建屋附属棟南側水密扉		○	検討対象である外郭防護（津波防護施設）として整理
原子炉建屋附属棟西側水密扉		○	検討対象である外郭防護（津波防護施設）として整理
取水路点検用開口部浸水防止蓋	浸水防止 設備	○	
海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁		○	
取水ピット空気抜き配管逆止弁		○	
放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋		○	
S A用海水ピット開口部浸水防止蓋		○	
緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋		○	
緊急用海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁		○	
緊急用海水ポンプ室床 dren 排出口逆止弁		○	
緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋		○	
緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋		○	
格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチ		○	
常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチ		○	
常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチ		○	
常設代替高圧電源装置用カルバート原子炉建屋側水密扉		○	
防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置		○	
原子炉建屋境界貫通部（1階外壁）止水処置		○	
常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）止水処置		○	
取水ピット水位計		津波監視 設備	○
潮位計	○		

(3) 入力津波高さが有するパラメータによる影響について

a. 入力津波高さに影響を与え得る要因

(a) 朔望平均潮位

水位上昇側に対して朔望平均満潮位 T.P. +0.61m を初期潮位として考慮し、敷地に遡上する津波の水位を算出している。

(b) 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動

水位上昇側に対して 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量である 0.2m の沈降（余効変動含む。）を考慮して敷地に遡上する津波の水位を算出している。

(c) 入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動

入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動として、水位上昇側に対して茨城県沖から房総沖に想定するプレート間地震に想定される広域的な地殻変動量である 0.46m の沈降を考慮して基準津波の水位を算出している。

(d) 敷地の地形及び敷地周辺の人工構造物等のパラメータによる影響

入力津波高さが有する敷地の地形及び敷地周辺の人工構造物等のパラメータによる影響として、以下のものを考慮する。

<遡上解析におけるパラメータによる影響>

- ・東海発電所の人工構造物の有無による影響

<管路解析におけるパラメータによる影響>

- ・スクリーンによる損失の有無による影響
- ・貝付着の有無による影響

管路解析におけるパラメータによる影響については、上記のパラメータのうち影響を与え得るパラメータを管路毎に設定し、影響を考慮する。

(e) その他の影響

その他の影響として、以下のものを考慮する。

<防潮堤前面における遡上解析結果と想定水位（T.P. +24.0m）との差分>

- ・防潮堤前面における遡上解析結果と想定水位（T.P. +24.0m）との差分を考慮する。
具体的には、敷地に遡上する津波による遡上解析から得られた防潮堤前面（敷地側面北側、敷地前面東側及び敷地側面南側）における水位に対し、敷地に遡上する津波に対する耐津波設計として考慮する防潮堤前面水位 T.P. +24.0m との差分を加え、防潮堤前面（敷地側面北側、敷地前面東側及び敷地側面南側）における入力津波高さを T.P. +24.0m とする。

<敷地内の各評価位置における浸水深に対し数値計算上の不確かさを考慮した差分>

- ・敷地内の各評価位置における遡上解析結果による浸水深に対して、数値計算上の不

確かさによる差分を考慮する。具体的には、敷地に遡上する津波による遡上解析から得られた敷地内の各評価位置における浸水深に対し、評価範囲における浸水深の不確かさを考慮し、敷地内の各評価位置における入力津波高さを設定する。

<防潮堤設置ルート変更前後における遡上解析結果又は管路解析結果の差分>

- ・防潮堤設置ルート変更前後における遡上解析結果又は管路解析結果の差分を入力津波高さに考慮する。具体的には、防潮堤設置ルート変更前後における各施設・設備の設置位置で算定された設定水位を比較し、より水位が高いモデルによる解析結果をもとに入力津波高さを設定する。なお、敷地内の各評価位置における遡上解析結果については、設置許可段階において防潮堤設置ルート変更を反映したモデルにより入力津波高さを設定していることから、敷地内の各評価位置における遡上解析結果については防潮堤設置ルート変更前後における遡上解析結果の差分を考慮しない。

b. 入力津波高さが有するパラメータによる影響の考慮の程度

敷地の地形及び敷地周辺の人工構造物等のパラメータによる影響及びその他の影響を考慮した各施設・設備の設置位置における入力津波高さの算定式は以下の式で表される。

入力津波高さ=①+②+③

① 敷地に遡上する津波

- ・朔望平均潮位
- ・2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動
- ・入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動

② 敷地の地形及び敷地周辺の人工構造物等のパラメータによる影響

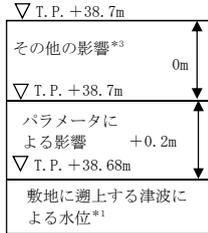
③ その他の影響

表 1.5-21 に各施設・設備の設置位置における流入、遡上に伴う入力津波高さと、敷地の地形及び敷地周辺の人工構造物等のパラメータによる影響及びその他の影響の考え方を示す。

また、「敷地の地形及び敷地周辺の人工構造物等のパラメータによる影響（遡上解析におけるパラメータによる影響及び管路解析におけるパラメータによる影響）」（以下「パラメータによる影響」という。）の入力津波高さに対する考慮の程度について表 1.5-21 に示す。

さらに、各施設・設備の設計・評価に用いる入力津波高さに対するパラメータによる影響及びその他の影響の一覧を表 1.5-22 に示す。

表 1.5-21 各施設・設備の設計・評価に用いる入力津波高さに対するパラメータによる影響の考慮の程度について (1/7)

津波対策設備 (津波防護施設)	入力津波高さ (水位上昇側)	パラメータによる影響の考慮の程度
防潮堤及び防潮扉	 <p>敷地側面北側</p>	0m
	 <p>敷地前面東側</p>	0m
	 <p>敷地側面南側</p>	0m
放水路ゲート		+0.2m

*1: 朔望平均満潮位, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量及び入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動量を考慮し設定した津波高さ又は浸水深

*2: 防潮堤前面における遡上解析結果と想定水位 (T.P. +24.0m) との差分

*3: 防潮堤設置ルート変更前後における各施設・設備の設置位置で算定された設定水位を比較し, より水位が高いモデルによる解析結果をもとに入力津波高さを設定

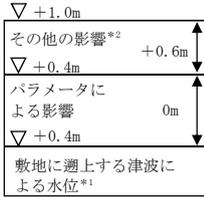
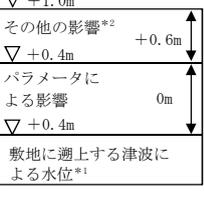
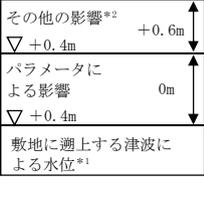
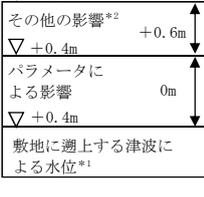
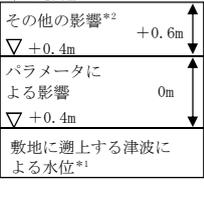
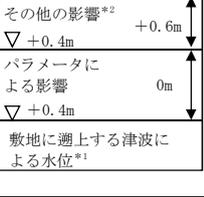
表 1.5-21 各施設・設備の設計・評価に用いる入力津波高さに対するパラメータによる影響の考慮の程度について (2/7)

津波対策設備 (津波防護施設)	入力津波高さ (水位上昇側)	パラメータによる影響の考慮の程度
構内排水路逆流防止設備	 <p>敷地側面北側</p>	0m
	 <p>敷地前面東側</p>	0m

*1: 朔望平均満潮位, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量及び入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動量を考慮し設定した津波高さ又は浸水深

*2: 防潮堤前面における遡上解析結果と想定水位 (T.P. +24.0m) との差分

表 1.5-21 各施設・設備の設計・評価に用いる入力津波高さに対するパラメータによる影響の考慮の程度について (3/7)

津波対策設備 (津波防護施設)	入力津波高さ (水位上昇側)	パラメータによる影響の考慮の程度
原子炉建屋外壁	 <p>▽ +1.0m その他の影響*2 +0.6m ▽ +0.4m パラメータによる影響 0m ▽ +0.4m 敷地に遡上する津波による水位*1</p>	0m
原子炉建屋原子炉棟水密扉	 <p>▽ +1.0m その他の影響*2 +0.6m ▽ +0.4m パラメータによる影響 0m ▽ +0.4m 敷地に遡上する津波による水位*1</p>	0m
原子炉建屋附属棟北側水密扉 1	 <p>▽ +1.0m その他の影響*2 +0.6m ▽ +0.4m パラメータによる影響 0m ▽ +0.4m 敷地に遡上する津波による水位*1</p>	0m
原子炉建屋附属棟北側水密扉 2	 <p>▽ +1.0m その他の影響*2 +0.6m ▽ +0.4m パラメータによる影響 0m ▽ +0.4m 敷地に遡上する津波による水位*1</p>	0m
原子炉建屋附属棟東側水密扉	 <p>▽ +1.0m その他の影響*2 +0.6m ▽ +0.4m パラメータによる影響 0m ▽ +0.4m 敷地に遡上する津波による水位*1</p>	0m
原子炉建屋附属棟南側水密扉	 <p>▽ +1.0m その他の影響*2 +0.6m ▽ +0.4m パラメータによる影響 0m ▽ +0.4m 敷地に遡上する津波による水位*1</p>	0m

*1 : 朔望平均満潮位, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量及び入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動量を考慮し設定した津波高さ又は浸水深
*2 : 敷地内の各評価位置における浸水深に対し数値計算上の不確かさを考慮した差分

表 1.5-21 各施設・設備の設計・評価に用いる入力津波高さに対するパラメータによる影響の考慮の程度について (4/7)

津波対策設備 (浸水防止設備)		入力津波高さ (水位上昇側)	パラメータによる影響の考慮の程度
原子炉建屋付属棟西側水密扉		<p>▽ +1.0m その他の影響*2 +0.6m ▽ +0.4m パラメータによる影響 0m ▽ +0.4m 敷地に遡上する津波による水位*1</p>	0m
取水路	取水路点検用開口部浸水防止蓋	<p>▽ T. P. +25.5m その他の影響 0m ▽ T. P. +25.5m パラメータによる影響 +3.33m ▽ T. P. +22.17m 敷地に遡上する津波による水位*1</p>	+3.33m
海水ポンプ室	海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁		
循環水ポンプ室	取水ピット空気抜き配管逆止弁		
放水路	放水路ゲート点検用開口部浸水防止蓋	<p>▽ T. P. +38.7m その他の影響*3 0m ▽ T. P. +38.7m パラメータによる影響 +0.2m ▽ T. P. +38.68m 敷地に遡上する津波による水位*1</p>	+0.2m
S A用海水ピット	S A用海水ピット開口部浸水防止蓋	<p>▽ T. P. +10.9m その他の影響*3 0.5m ▽ T. P. +10.4m パラメータによる影響 +3.23m ▽ T. P. +7.17m 敷地に遡上する津波による水位*1</p>	+3.23m
緊急用海水ポンプ室	緊急用海水ポンプピット点検用開口部浸水防止蓋	<p>▽ T. P. +10.9m その他の影響*3 0.1m ▽ T. P. +10.8m パラメータによる影響 +3.63m ▽ T. P. +7.17m 敷地に遡上する津波による水位*1</p>	+3.63m
	緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁		
	緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁		

*1: 朔望平均満潮位, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量及び入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動量を考慮し設定した津波高さ又は浸水深

*2: 敷地内の各評価位置における浸水深に対し数値計算上の不確かさを考慮した差分

*3：防潮堤設置ルート変更前後における各施設・設備の設置位置で算定された設定水位を比較し、より水位が高いモデルによる解析結果をもとに入力津波高さを設定

表 1.5-21 各施設・設備の設計・評価に用いる入力津波高さに対するパラメータによる影響の考慮の程度について (5/7)

津波対策設備（浸水防止設備）	入力津波高さ（水位上昇側）	パラメータによる影響の考慮の程度
緊急用海水ポンプ点検用開口部浸水防止蓋		0m
緊急用海水ポンプ室人員用開口部浸水防止蓋		0m
格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチ		0m
常設低圧代替注水系格納槽点検用水密ハッチ		0m
常設低圧代替注水系格納槽可搬型ポンプ用水密ハッチ		0m
常設代替高圧電源装置用カルバート原子炉建屋側水密扉		0m

*1：朔望平均満潮位，2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量及び入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動量を考慮し設定した津波高さ又は浸水深

*2：敷地内の各評価位置における浸水深に対し数値計算上の不確かさを考慮した差分

表 1.5-21 各施設・設備の設計・評価に用いる入力津波高さに対するパラメータによる影響の考慮の程度について (6/7)

津波対策設備（浸水防止設備）	入力津波高さ（水位上昇側）	パラメータによる影響の考慮の程度
防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置		0m
		0m
原子炉建屋境界貫通部（1階外壁）止水処置		0m
常設代替高圧電源装置用カルバート（立坑部）止水処置		0m

- *1：朔望平均満潮位，2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量及び入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動量を考慮し設定した津波高さ又は浸水深
- *2：敷地内の各評価位置における浸水深に対し数値計算上の不確かさを考慮した差分

表 1.5-21 各施設・設備の設計・評価に用いる入力津波高さに対するパラメータによる影響の考慮の程度について (7/7)

津波対策設備 (津波監視設備)	入力津波高さ (水位上昇側)	パラメータによる影響の考慮の程度
取水ピット水位計	<p>▽ T.P. +25.5m その他の影響*3 ▽ T.P. +25.5m パラメータによる影響 +3.33m ▽ T.P. +22.17m 敷地に遡上する津波による水位*1</p>	+3.33m
潮位計	<p>▽ T.P. +24.0m その他の影響*2 +0.55m ▽ T.P. +23.45m パラメータによる影響 0m ▽ T.P. +23.45m 敷地に遡上する津波による水位*1</p>	0m

*1: 朔望平均満潮位, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量及び入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動量を考慮し設定した津波高さ又は浸水深

*2: 各評価位置における遡上解析結果による浸水深に対し考慮する裕度

*3: 防潮堤設置ルート変更前後における各施設・設備の設置位置で算定された設定水位を比較し, より水位が高いモデルによる解析結果をもとに入力津波高さを設定

表 1.5-22 各施設・設備の設計・評価に用いる入力津波高さ又は浸水深に対するパラメータによる影響及びその他の影響の一覧

区分	設定位置	入力津波高さ又は 浸水深	その他の影響		設定水位又は 浸水深	パラメータによる影響		基本ケースの水位 又は浸水深
			その他の影響 の考慮の程度	考慮した事項		パラメータによる 影響の考慮の程度	考慮した条件	
上昇側水位	原子炉建屋南側	1.0m ^{*1}	0.6m	敷地内の各評価位置における浸水深 に対し数値計算上の不確かさを考慮 した差分 ^{*2}	0.4m ^{*1}	0m ^{*5}	—	0.4m ^{*1}
	排気筒東側	1.0m ^{*1}	0.8m		0.2m ^{*1}	0m ^{*5}	—	0.2m ^{*1}
	常設低圧代替注水系の代替淡水貯 槽上部	1.0m ^{*1}	0.5m		0.5m ^{*1}	0m ^{*5}	—	0.5m ^{*1}
	緊急用海水ポンプピット上部	1.0m ^{*1}	0.8m		0.2m ^{*1}	0m ^{*5}	—	0.2m ^{*1}
	S A用海水ピット上部	1.0m ^{*1}	0. m		0.5m ^{*1}	0m ^{*5}	—	0.5m ^{*1}
	防潮堤前面（敷地側面北側）	T. P. +24.0m ^{*1*6}	+0.55m	防潮堤前面における遡上解析結果と 想定水位（T. P. +24.0m）との差分 ^{*3}	T. P. +23.45m ^{*1*6}	0m	—	T. P. +23.45m ^{*1*6}
	防潮堤前面（敷地前面東側）	T. P. +24.0m ^{*1}	+0.55m		T. P. +23.45m ^{*1}	0m	—	T. P. +23.45m ^{*1}
	防潮堤前面（敷地側面南側）	T. P. +24.0m ^{*1*6}	+0.55m		T. P. +23.45m ^{*1*6}	0m	—	T. P. +23.45m ^{*1*6}
	取水ピット	T. P. +25.5m ^{*1*4}	0m	防潮堤設置ルート変更前後における 各施設・設備の設置位置で算定され た設定水位を比較し、より水位が高 いモデルによる解析結果をもとに入 力津波高さを設定	T. P. +25.5m ^{*1}	+3.33m	・スクリーンによる損失の有無 ・貝付着の有無	T. P. +22.17m ^{*1*4}
	放水路ゲート設置箇所	T. P. +38.7m ^{*1*4}	0		T. P. +38.7m ^{*1}	+0.2m	・貝付着の有無	T. P. +38.68m ^{*1*4}
	S A用海水ピット	T. P. +10.9m ^{*1*4}	+0.5m		T. P. +10.4m ^{*1}	+3.23m	・貝付着の有無	T. P. +7.17m ^{*1*4}
	緊急用海水ポンプピット	T. P. +10.9m ^{*1*4}	+0.1m		T. P. +10.8m ^{*1}	+3.63m	・貝付着の有無	T. P. +7.17m ^{*1*4}
	構内排水路逆流防止設備 （防潮堤前面（敷地前面東側）の入 力津波高さを使用している。）	T. P. +24.0m ^{*1}	+0.55m	防潮堤前面における遡上解析結果と 想定水位（T. P. +24.0m）との差分 ^{*3}	T. P. +23.45m ^{*1}	0m	—	T. P. +23.45m ^{*1}
	構内排水路逆流防止設備 （防潮堤前面（敷地側面北側）の入 力津波高さを使用している。）	T. P. +24.0m ^{*1*6}	+0.55m		T. P. +23.45m ^{*1*6}	0m	—	T. P. +23.45m ^{*1*6}

*1 朔望平均満潮位T. P. +0.61m, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m及び入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動（沈降）0.46mを考慮している。

*2 敷地に遡上する津波による遡上解析から得られた敷地内の各評価位置における浸水深に対し、評価範囲における浸水深の不確かさを考慮する。

*3 敷地に遡上する津波による遡上解析から得られた防潮堤前面（敷地側面北側、敷地前面東側及び敷地側面南側）における水位に対し、敷地に遡上する津波に対する耐津波設計として考慮する防潮堤前面水位 T. P. +24.0m との差分を加え、防潮堤前面（敷地側面北側、敷地前面東側及び敷地側面南側）における入力津波高さを T. P. +24.0m とする。

*4 防潮堤設置ルート変更前後における各施設・設備の設置位置で算定された設定水位を比較し、より水位が高いモデルによる解析結果をもとに入力津波高さを設定する。

*5 影響評価の結果、東一人工構造物なしの条件において水位が高くなる傾向であったことから、東一人工構造物なしの条件における遡上解析結果をもとに浸水深を設定しているため、パラメータによる影響を考慮しない。

*6 防潮堤前面においては敷地前面東側にて最高水位となっており、敷地に遡上する津波に対する耐津波設計では防潮堤前面の水位を一律 T. P. +24.0m と想定することから、敷地側面北側及び敷地側面南側における入力津波高さについては敷地前面東側における水位をもとに設定した。

c. 防潮堤前面の評価結果

敷地に遡上する津波による防潮堤前面における上昇側水位の評価結果（防波堤なし，地盤変状なし）を図 1.5-15 に示す。図 1.5-15 は防潮堤設置ルート変更を反映したモデルによる評価結果を示している。なお，敷地に遡上する津波に対する耐津波設計においては，防潮堤前面の水位を一律 T.P. +24.0m と想定することから，防潮堤設置ルート変更による影響，防波堤の有無による影響及び地盤変状の有無による影響は考慮しない。このため，後段に示す遡上解析による敷地内浸水深の評価結果及び管路解析結果については地盤変状なし，防波堤なしの条件にて評価を実施した。

図 1.5-15 に示す評価結果から，防潮堤前面における評価結果（上昇側最高水位）は敷地前面東側における T.P. +23.45m であった。敷地に遡上する津波に対する耐津波設計では防潮堤前面の水位を一律 T.P. +24.0m と想定することから，敷地側面北側及び敷地側面南側における入力津波高さについては敷地前面東側における評価結果をもとに設定した。

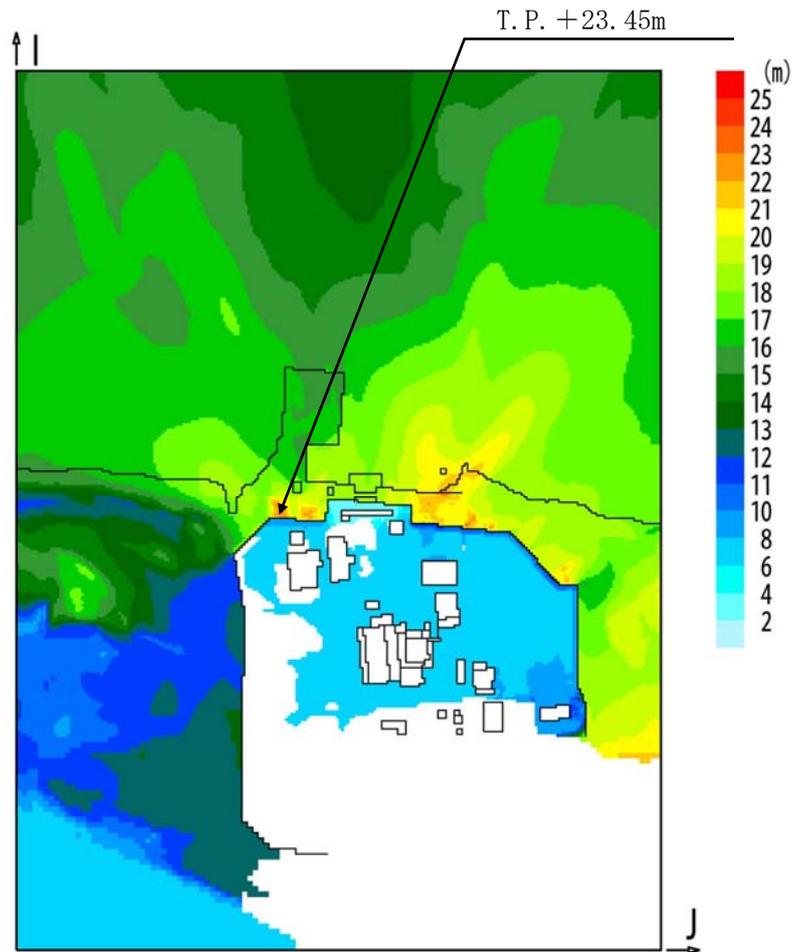


図 1.5-15 防潮堤前面における上昇側水位の評価結果（防波堤なし，地盤変状なし）

d. パラメータによる影響が入力津波高さに与える影響

(a) 敷地内評価点

イ. 東海発電所の人工構造物の有無による影響

「1.2 遡上・浸水域の考え方について」に示したとおり、東海発電所の人工構造物の有無による影響として、東海発電所の人工構造物がある場合とない場合（以下「東一人工構造物あり」及び「東一人工構造物なし」という。）について影響評価を実施した。敷地内における水位分布の評価結果を図 1.5-16 に示す。

東一人工構造物による浸水深への影響が考えられる原子炉建屋南側について、コンタースケールを比較すると、東一人工構造物ありの場合における評価結果では大部分が+0.3m～+0.4mの浸水深であることに対し、東一人工構造物なしの場合における評価結果では大部分が+0.4m～+0.5mの浸水深であり、一部に+0.5m～+0.6mの浸水深となるエリアが確認されたことから、東一人工構造物ありの場合に比べ、東一人工構造物なしの場合の方が浸水深が大きくなる傾向となっている。

上記に示した影響評価結果から、敷地に遡上する津波による敷地内評価点（原子炉建屋南側、排気筒東側、常設低圧代替注水系の代替淡水貯槽上部、緊急用海水ポンプピット上部及びS A用海水ピット上部）における入力津波については、東一人工構造物なしのモデルによる評価結果をもとに設定する。東一人工構造物なしのモデルによる遡上解析結果一覧を表 1.5-23 に示す。なお、表 1.5-23 は防潮堤設置ルート変更を反映したモデルによる評価結果を示している。遡上解析の結果から、原子炉建屋南側における浸水深は+0.4m、排気筒東側における浸水深は+0.2m、常設低圧代替注水系の代替淡水貯槽上部における浸水深は+0.5m、緊急用海水ポンプピット上部における浸水深は+0.2m、S A用海水ピット上部における浸水深は+0.5mであった。

東一人工構造物なしの条件において水位が高くなる傾向であったことから、東一人工構造物なしの条件における遡上解析結果をもとに浸水深を設定しているため、敷地内評価点における入力津波の設定に当たってはパラメータによる影響を考慮しない。

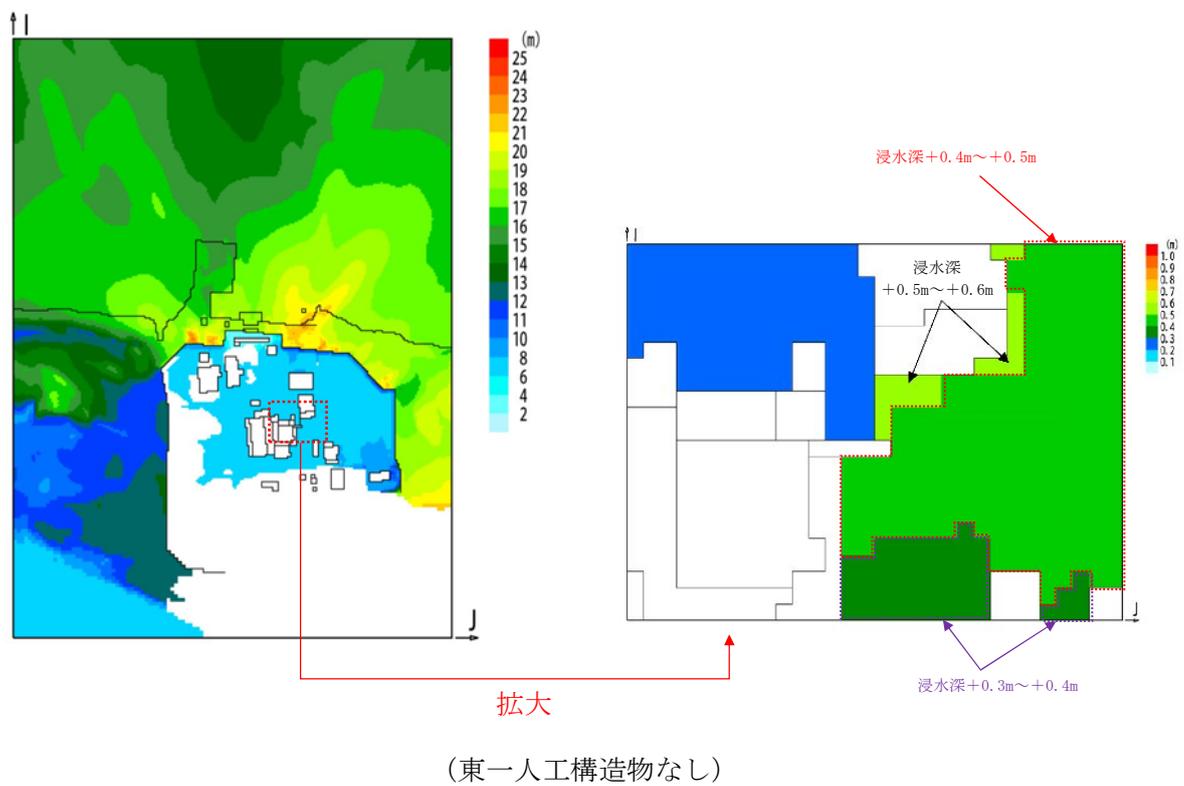
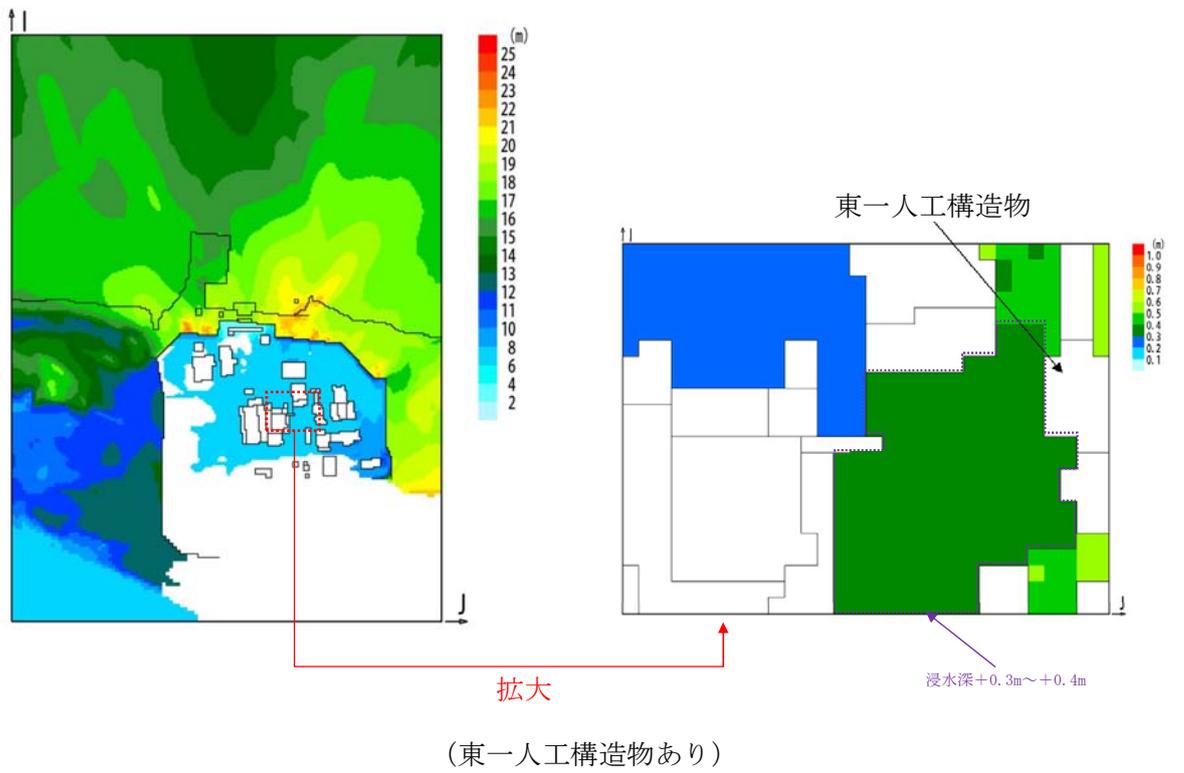


図 1.5-16 敷地内評価点における浸水深の評価結果 (防波堤なし, 地盤変状なし)

表 1.5-23 敷地内評価点における浸水深の評価結果（防波堤なし，地盤変状なし，東一人工構造物なし）

水位 (T. P. m)				
原子炉建屋南側	排気筒東側	常設低圧代替注水系の 代替淡水貯槽上部	緊急用海水 ポンプピット上部	SA用海水 ピット上部
0.4	0.2	0.5	0.2	0.5

(b) 管路解析におけるパラメータによる影響

イ. 取水路の管路解析（上昇側水位）にて考慮する条件による影響

取水路及び取水ピットの構造を図 1.5-17 に示す。取水路から取水ピットに至る経路においては、スクリーンによる損失の有無及び貝付着の有無による影響を受けることから、これらを管路解析の条件として考慮する。取水路の管路解析条件を表 1.5-23 に示す。取水路の管路解析にて考慮する条件による影響評価結果のうち上昇側最高水位一覧を表 1.5-24 に示す。なお、表 1.5-24 は防潮堤設置ルート変更を反映したモデルによる評価結果を示している。

また、パラメータによる影響を確認するに当たり、現地形状態を考慮し、解析ケース 1 の条件である「スクリーンによる損失あり、貝付着あり」を基本ケースとした。

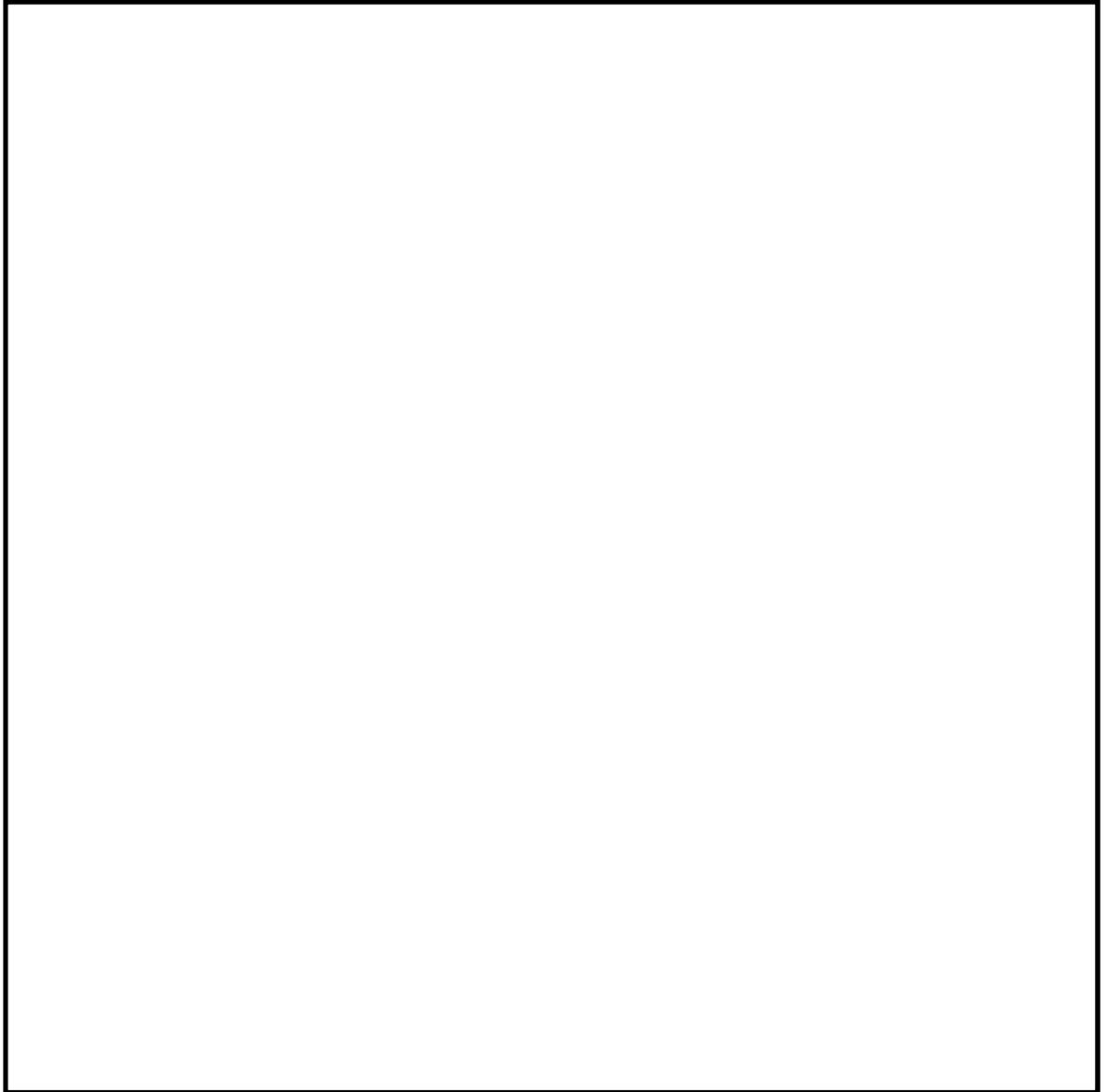


図 1.5-17 取水路及び取水ピットの構造

表1.5-24 取水路の管路解析条件

項目	解析条件
計算領域	取水口～取水路～取水ピット(非常用海水ポンプ, 常用海水ポンプ)
計算時間間隔 Δt	0.01 秒
基礎方程式	非定常開水路流及び管路流の連続式・運動方程式 ※1
境界条件	○流量なし: 計 $0(\text{m}^3/\text{hr})$
摩擦損失係数	マンニング粗度係数 $n=0.020$ (貝代あり) $\text{m}^{-1/3}\cdot\text{s}$ $n=0.015$ (貝代なし) $\text{m}^{-1/3}\cdot\text{s}$
貝の付着代	貝代なし, 貝代あり 10cm を考慮
局所損失係数	電力土木技術協会(1995): 火力・原子力発電所土木構造物の設計-補強改訂版-, 千秋信一(1967): 発電水力演習, 土木学会(1999): 水理公式集 [平成 11 年版] による
入射条件	防波堤なしケース 上昇側
地盤変動条件	上昇側: +3.11 地震の地殻変動量(0.2m沈下を考慮) +24m 津波の地殻変動量
潮位条件	上昇側: 朔望平均満潮位(T.P. +0.61m)
計算時間	4 時間(津波計算と同時間)

※1 基礎方程式

<開水路>

$$\text{a) 運動方程式} \quad \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

$$\text{b) 連続式} \quad \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

<管路>

$$\text{a) 運動方程式} \quad \frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

$$\text{b) 連続式} \quad \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

ここに, t : 時間 Q : 流量 v : 流速 x : 管底に沿った座標
 A : 流水断面積 H : 圧力水頭+位置水頭 (管路の場合)
 位置水頭 (開水路の場合)

z : 管底高 g : 重力加速度
 n : マニングの粗度係数 R : 径深
 Δx : 管路の流れ方向の長さ f : 局所損失係数

<水槽および立坑部>

$$A_p \frac{dH_p}{dt} = Q_s$$

ここに, A_p : 水槽の平面積 (水位の関数となる) H_p : 水槽水位
 Q_s : 水槽へ流入する流量の総和 t : 時間

(イ) スクリーンによる損失の有無による影響

表 1.5-25 に示す上昇側最高水位の評価結果から、貝付着の有無によらず、スクリーンによる損失ありの場合に比べ、スクリーンによる損失なしの場合の方が水位が高くなった。

(ロ) 貝付着の有無による影響

表 1.5-25 に示す上昇側最高水位の評価結果から、スクリーンによる損失の有無によらず、貝付着がある場合とない場合においてその差異は非常に小さく、有意な差異とはならなかった。

以上に示した影響評価結果から、上昇側最高水位である T.P. +25.48m (解析ケース 4) をもとに、取水ピットにおける上昇側の入力津波を T.P. +25.5m とする。基本ケースの水位である T.P. +22.17m と上昇側最高水位をもとに設定した入力津波 T.P. +25.5m との差異を取水路管路解析におけるパラメータによる影響として考慮することとし、取水路管路解析におけるパラメータによる影響を+3.33m とした。

表 1.5-25 取水路の管路解析結果（上昇側最高水位）一覧

解析ケース	パラメータ				取水ピット水位(T.P.m)						解析ケース毎の最高水位 (T.P.m)
	ポンプ	防波堤	スクリーン損失	貝付着	非常用海水ポンプ(南側)	非常用海水ポンプ(北側)	循環水ポンプ(南側)	循環水ポンプ(中央)	循環水ポンプ(北側)		
1*	なし	なし	あり	あり	+22.17	+22.17	+21.07	+21.48	+21.07	+22.17	
2	なし	なし	なし	あり	+24.93	+24.93	+22.45	+22.22	+22.45	+24.93	
3	なし	なし	あり	なし	+22.29	+22.29	+21.09	+21.40	+21.09	+22.29	
4	なし	なし	なし	なし	+25.48	+25.48	+22.75	+22.46	+22.75	+25.48	

*：パラメータによる影響の考慮における基本ケース



：解析ケース毎の最高水位

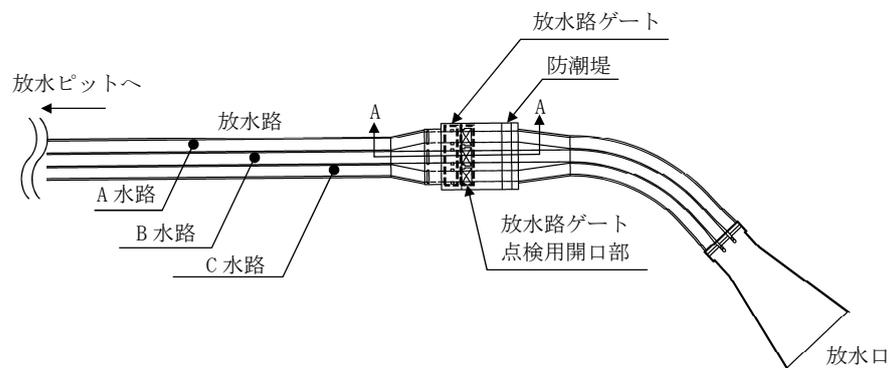


：上昇側最高水位

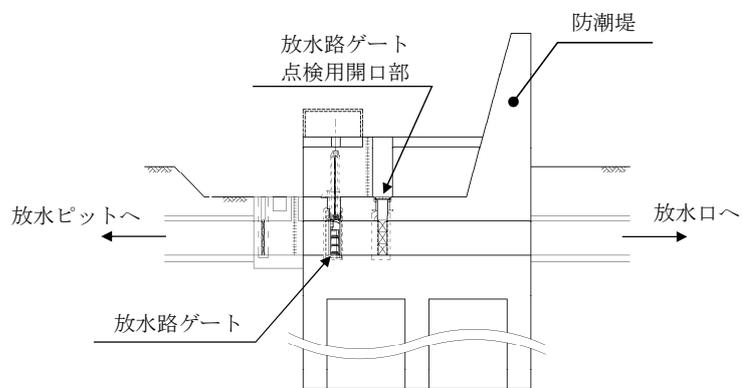
ロ. 放水路の管路解析にて考慮する条件による影響

放水路の構造を図 1.5-18 に示す。放水路から放水路ゲート設置箇所に至る経路においては、貝付着の有無による影響を受けることから、これを管路解析の条件として考慮する。放水路の管路解析条件を表 1.5-26 に示す。放水路の管路解析にて考慮する条件による影響評価結果を表 1.5-27 に示す。なお、表 1.5-27 は防潮堤設置ルート変更を反映したモデルによる評価結果を示している。

また、パラメータによる影響を考慮するに当たり、現地形状態を考慮し、解析ケース 1 の条件である「貝付着あり」を基本ケースとした。



(平面図)



(A-A 断面)

図 1.5-18 放水路の構造

表 1.5-26 放水路の管路解析条件

項目	解析条件
計算領域	ゲート部～放水路～放水口(非常用海水ポンプ)
計算時間間隔 Δt	0.001 秒
基礎方程式	非定常開水路流及び管路流の連続式・運動方程式 ※1
境界条件	○流量なし：計 0(m ³ /hr)
摩擦損失係数	マンニング粗度係数 $n=0.020$ (貝代あり)m ^{-1/3} ・s
貝の付着代	貝代なし, 貝代あり 10cm を考慮
局所損失係数	電力土木技術協会(1995)：火力・原子力発電所土木構造物の設計－補強改訂版－, 千秋信一(1967)：発電水力演習, 土木学会(1999)：水理公式集 [平成 11 年版] による
入射条件	防波堤なしケース 上昇側
地盤変動条件	+3.11 地震の地殻変動量(0.2m 沈下を考慮) +24m 津波の地殻変動量
潮位条件	朔望平均満潮位(T.P. +0.61m)
計算時間	4 時間(津波計算と同時間)

※1 基礎方程式

<開水路>

$$a) \text{運動方程式} \quad \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

$$b) \text{連続式} \quad \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

<管路>

$$a) \text{運動方程式} \quad \frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

$$b) \text{連続式} \quad \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

ここに, t : 時間 Q : 流量 v : 流速 x : 管底に沿った座標
 A : 流水断面積 H : 圧力水頭+位置水頭 (管路の場合)
 位置水頭 (開水路の場合)
 z : 管底高 g : 重力加速度
 n : マニングの粗度係数 R : 径深
 Δx : 管路の流れ方向の長さ f : 局所損失係数

<水槽および立坑部>

$$A_P \frac{dH_P}{dt} = Q_S$$

ここに, A_P : 水槽の平面積 (水位の関数となる) H_P : 水槽水位
 Q_S : 水槽へ流入する流量の総和 t : 時間

(イ) 貝付着の有無による影響

表 1.5-27 に示す上昇側最高水位の評価結果から、貝付着なしの場合に比べ、貝付着ありの場合における水位が高くなる傾向にあった。

以上に示した影響評価結果から、上昇側最高水位である T.P. +38.68m (解析ケース 1) をもとに、放水路ゲート設置箇所における上昇側の入力津波を T.P. +38.7m とする。基本ケースの水位である T.P. +38.68m と上昇側最高水位をもとに設定した入力津波 T.P. +38.68m との差異を放水路管路解析におけるパラメータによる影響として考慮することとし、放水路管路解析におけるパラメータによる影響を +0.2m とした。

表 1.5-27 放水路の管路解析結果（上昇側最高水位）一覧

解析 ケース	パラメータ	放水路ゲート設置箇所水位(T.P.m)			解析ケース毎の最高 水位 (T.P.m)
		A水路 (北側)	B水路 (東側)	C水路 (南側)	
1*	貝付着 あり	+38.68	+37.66	+36.59	+38.68
2	なし	+36.36	+35.40	+35.62	+36.36

*：パラメータによる影響の考慮における基本ケース

■：解析ケース毎の最高水位

■：上昇側最高水位

ハ. S A用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析にて考慮する条件による影響

S A用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの構造を図 1.5-19 に示す。S A用海水ピット取水塔から緊急用海水ポンプピットに至る経路においては、貝付着の有無による影響を受けることから、これを管路解析の条件として考慮する。S A用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析条件を表 1.5-28 に示す。S A用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析にて考慮する条件による影響評価結果を表 1.5-29 に示す。なお、表 1.5-29 は防潮堤設置ルート変更を反映したモデルによる評価結果を示している。

また、パラメータによる影響を考慮するに当たり、現地形状態を考慮し、解析ケース 1 の条件である「貝付着あり」を基本ケースとした。

(イ) 貝付着の有無による影響

表 1.5-29 に示す上昇側最高水位の評価結果から、貝付着ありの場合に比べ、貝付着なしの場合の方が水位が高くなった。

以上に示した影響評価結果から、S A用海水ピットについては上昇側最高水位である T.P. +10.33m (解析ケース 2) をもとに、上昇側の入力津波を T.P. +10.4m とする。緊急用海水ポンプピットについては上昇側最高水位である T.P. +10.73m (解析ケース 2) をもとに、上昇側の入力津波を T.P. +10.8m とする。基本ケースの水位 (S A用海水ピット: T.P. +7.17m, 緊急用海水ポンプピット: T.P. +7.17m) と上昇側最高水位をもとに設定した入力津波 (S A用海水ピット: T.P. +10.4m, 緊急用海水ポンプピット: T.P. +10.8m) との差異を S A用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析におけるパラメータによる影響として考慮することとし、S A用海水ピットでは+3.23m, 緊急用海水ポンプピットでは+3.63m をそれぞれパラメータによる影響とした。

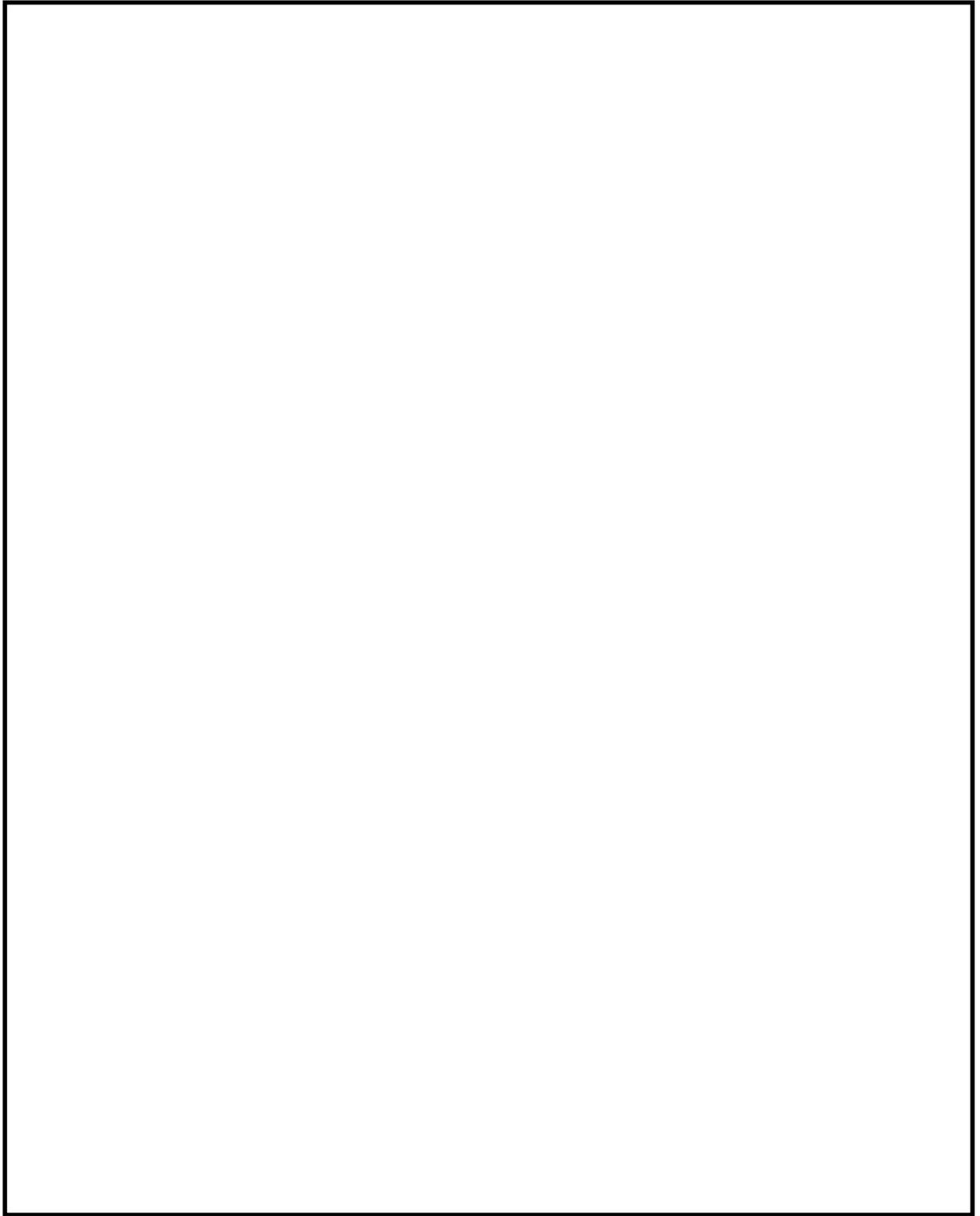


図 1.5-19 S A用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの構造

表 1.5-28 SA用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析条件

項目	解析条件
計算領域	SA用海水ピット取水塔～SA用海水ピット～緊急用海水ポンプピット
計算時間間隔 Δt	0.01 秒
基礎方程式	非定常開水路流及び管路流の連続式・運動方程式 ※1
境界条件	○流量なし：計 0(m ³ /hr)
摩擦損失係数	マンニング粗度係数 n=0.020(貝代あり)m ^{-1/3} ・s n=0.015(貝代なし)m ^{-1/3} ・s
貝の付着代	貝代なし， 貝代あり 10cm を考慮
局所損失係数	電力土木技術協会(1995)：火力・原子力発電所土木構造物の設計 －補強改訂版－， 千秋信一(1967)：発電水力演習， 土木学会(1999)：水理公式集 [平成 11 年版] による
入射条件	防波堤なしケース 上昇側
地盤変動条件	+3.11 地震の地殻変動量(0.2m 沈下を考慮) +24m 津波の地殻変動量
潮位条件	朔望平均満潮位(T.P. +0.61m)
計算時間	4 時間(津波計算と同時間)

※1 基礎方程式

<開水路>

$$a) \text{運動方程式} \quad \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

$$b) \text{連続式} \quad \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

<管路>

$$a) \text{運動方程式} \quad \frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

$$b) \text{連続式} \quad \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

ここに、 t : 時間 Q : 流量 v : 流速 x : 管底に沿った座標
A : 流水断面積 H : 圧力水頭+位置水頭 (管路の場合)
位置水頭 (開水路の場合)
z : 管底高 g : 重力加速度
n : マンニングの粗度係数 R : 径深
Δx : 管路の流れ方向の長さ f : 局所損失係数

<水槽および立坑部>

$$A_p \frac{dH_p}{dt} = Q_s$$

ここに、 A_p: 水槽の平面積 (水位の関数となる)

H_p: 水槽水位

Q_s: 水槽へ流入する流量の総和

t: 時間

表 1.5-29 SA用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析結果（上昇側最高水位）一覧

解析 ケース	パラメータ 具付着	取水ピット水位 (T.P.m)		緊急用海水ポンプピット	解析ケース毎の最高水位 (T.P.m)
		SA用海水ピット	取 水 ピ ット		
1*	あり		+7.17	+7.17	SA用海水ピット：+10.33
2	なし		+10.33	+10.73	緊急用海水ポンプピット：+10.73

*：パラメータによる影響の考慮における基本ケース

：上昇側最高水位

「イ. 取水路の管路解析（上昇側水位）にて考慮する条件による影響」、「ロ. 放水路の管路解析にて考慮する条件による影響」及び「ハ. SA用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析にて考慮する条件による影響」に示した影響評価結果をもとに、各経路の設定位置における設定水位に対するパラメータによる影響の考慮の程度を整理した。各経路の設定位置における設定水位に対するパラメータによる影響の考慮の詳細を表 1.5-30 に示す。

表 1.5-30 各経路の設定位置における設定水位に対するパラメータによる影響の考慮

区分	設定位置	設定水位	パラメータによる影響		基本ケースの水位	遡上解析により求めた津波水位に加えることで考慮	初期潮位に考慮			
			パラメータによる影響の考慮の程度	考慮した条件			潮位のばらつき	入力津波モデルに想定される地震により生じる地殻変動	2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動	朔望平均潮位
上昇側水位	取水ピット	T.P. +25.5m ^{*2}	+3.33m	・スクリーンによる損失の有無 ・貝付着の有無	T.P. +22.17m ^{*1}	考慮しない。	考慮する。 (地殻変動量(沈降)0.46m)	考慮する。 (地殻変動量(沈降)0.2m)	考慮する。 (朔望平均満潮位 T.P. +0.61m)	
	放水路ゲート設置箇所	T.P. +38.7m ^{*2}	+0.2m	・貝付着の有無	T.P. +38.68m ^{*1}	考慮しない。	考慮する。 (地殻変動量(沈降)0.46m)	考慮する。 (地殻変動量(沈降)0.2m)	考慮する。 (朔望平均満潮位 T.P. +0.61m)	
	SA用海水ピット	T.P. +10.4m ^{*2}	+3.23m	・貝付着の有無	T.P. +7.17m ^{*1}	考慮しない。	考慮する。 (地殻変動量(沈降)0.46m)	考慮する。 (地殻変動量(沈降)0.2m)	考慮する。 (朔望平均満潮位 T.P. +0.61m)	
	緊急用海水ポンプピット	T.P. +10.8m ^{*2}	+3.63m	・貝付着の有無	T.P. +7.17m ^{*1}	考慮しない。	考慮する。 (地殻変動量(沈降)0.46m)	考慮する。 (地殻変動量(沈降)0.2m)	考慮する。 (朔望平均満潮位 T.P. +0.61m)	

*1 朔望平均満潮位 T.P. +0.61m, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量(沈降)0.2m及び入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動(沈降)0.46mを考慮している。

*2 *1に加えてパラメータによる影響を考慮している。

(b) パラメータによる影響が入力津波高さに与える影響のまとめ

「c. 遡上解析の評価結果」及び「d. パラメータによる影響が入力津波高さに与える影響」の検討結果を踏まえ、パラメータによる影響評価結果により設定した設定水位又は浸水深一覧を表 1.5-31 に示す。また、防潮堤前面における最高水位を示す時刻歴波形を図 1.5-20 に、敷地内評価点における浸水深を示す時刻歴波形を図 1.5-21 に、各経路からの津波の時刻歴波形を図 1.5-22 にそれぞれ示す。

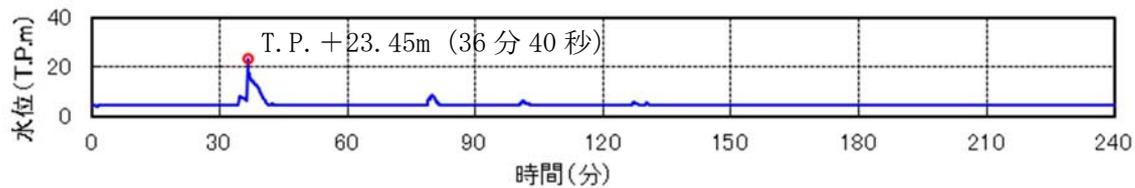
表 1.5-31 パラメータによる影響評価結果により設定した設定水位又は浸水深一覧表

区分	設定位置	設定水位又は浸水深	パラメータによる影響		基本ケースの水位又は浸水深
			パラメータによる影響の考慮の程度	考慮した条件	
上昇側水位	原子炉建屋南側	+0.4m ^{*1}	0m ^{*2}	・東一人工構造物の有無	+0.4m ^{*1}
	排気筒東側	+0.2m ^{*1}	0m ^{*2}	・東一人工構造物の有無	+0.2m ^{*1}
	常設低圧代替注水系の代替淡水貯槽上部	+0.5m ^{*1}	0m ^{*2}	・東一人工構造物の有無	+0.5m ^{*1}
	緊急用海水ポンプピット上部	+0.2m ^{*1}	0m ^{*2}	・東一人工構造物の有無	+0.2m ^{*1}
	S A用海水ピット上部	+0.5m ^{*1}	0m ^{*2}	・東一人工構造物の有無	+0.5m ^{*1}
	防潮堤前面（敷地側面北側）	T. P. +23.45m ^{*1*3}	0m	—	T. P. +23.45m ^{*1*3}
	防潮堤前面（敷地前面東側）	T. P. +23.45m ^{*1}	0m	—	T. P. +23.45m ^{*1}
	防潮堤前面（敷地側面南側）	T. P. +23.45m ^{*1*3}	0m	—	T. P. +23.45m ^{*1*3}
	取水ピット	T. P. +25.5m ^{*1}	+3.33m	・スクリーンによる損失の有無 ・貝付着の有無	T. P. +22.17m ^{*1}
	放水路ゲート設置箇所	T. P. +38.7m ^{*1}	+0.2m	・貝付着の有無	T. P. +38.68m ^{*1}
	S A用海水ピット	T. P. +10.4m ^{*1}	+3.23m	・貝付着の有無	T. P. +7.17m ^{*1}
	緊急用海水ポンプピット	T. P. +10.8m ^{*1}	+3.63m	・貝付着の有無	T. P. +7.17m ^{*1}
	構内排水路逆流防止設備 （防潮堤前面（敷地前面東側）の入力津波高さを使用している。）	T. P. +23.45m ^{*1}	0m	—	T. P. +23.45m ^{*1}
構内排水路逆流防止設備 （防潮堤前面（敷地側面北側）の入力津波高さを使用している。）	T. P. +23.45m ^{*1*3}	0m	—	T. P. +23.45m ^{*1*3}	

*1 朔望平均満潮位T. P. +0.61m, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m及び入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動（沈降）0.46mを考慮している。

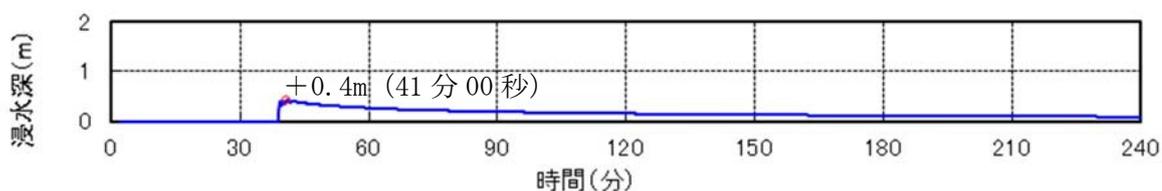
*2 影響評価の結果、東一人工構造物なしの条件において水位が高くなる傾向であったことから、東一人工構造物なしの条件における遡上解析結果をもとに浸水深を設定しているため、パラメータによる影響を考慮しない。

*3 防潮堤前面においては敷地前面東側にて最高水位となっており、敷地に遡上する津波に対する耐津波設計では防潮堤前面の水位を一律 T. P. +24.0m と想定することから、敷地側面北側及び敷地側面南側における入力津波高さについては敷地前面東側における水位をもとに設定した。

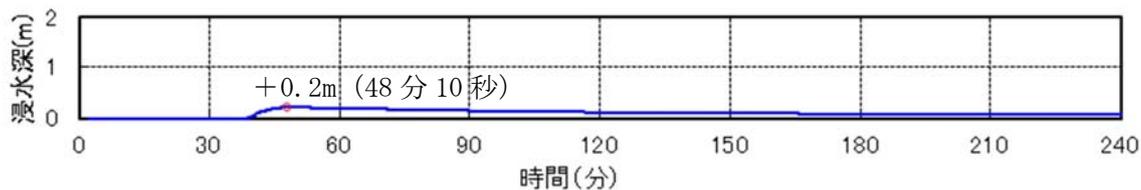


(防潮提前面 敷地前面東側)

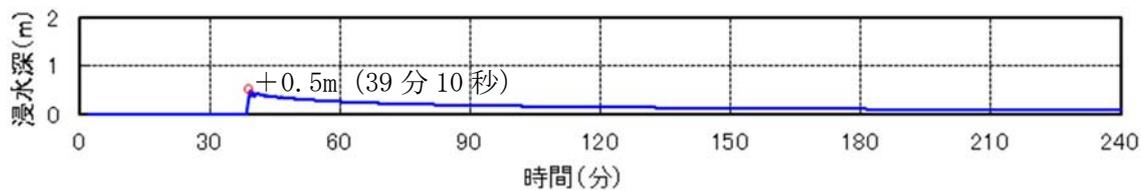
図 1.5-20 防潮提前面における最高水位を示す時刻歴波形



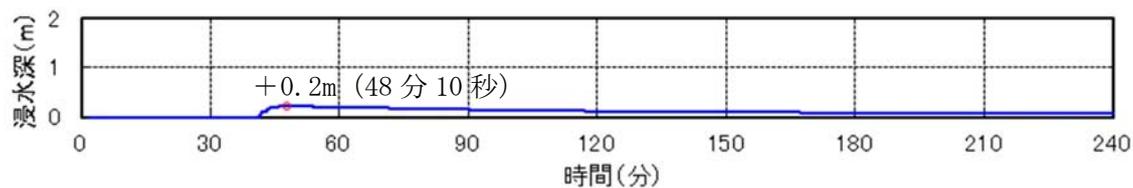
(原子炉建屋南側)



(排気筒東側)



(常設低圧代替注水系の代替淡水貯槽上部)



(緊急用海水ポンプピット上部)

図 1.5-21 敷地内評価点における浸水深を示す時刻歴波形 (1/2)



図 1.5-21 敷地内評価点における浸水深を示す時刻歴波形 (2/2)

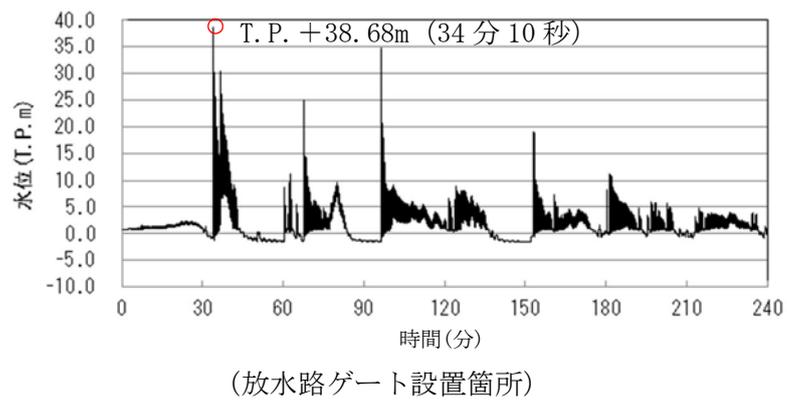
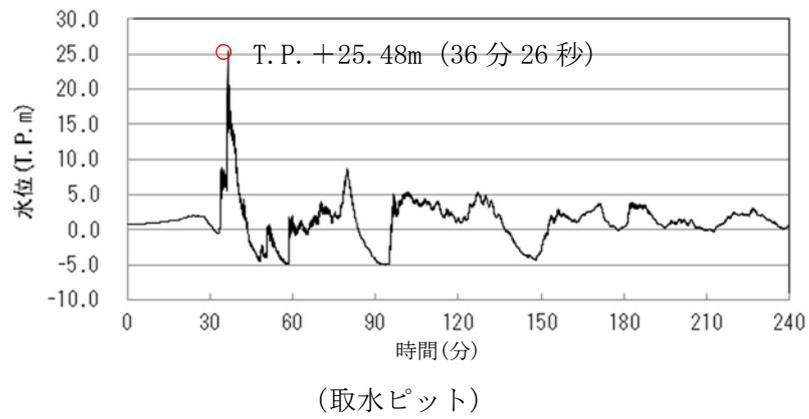


図 1.5-22 各経路からの津波の時刻歴波形 (1/2)

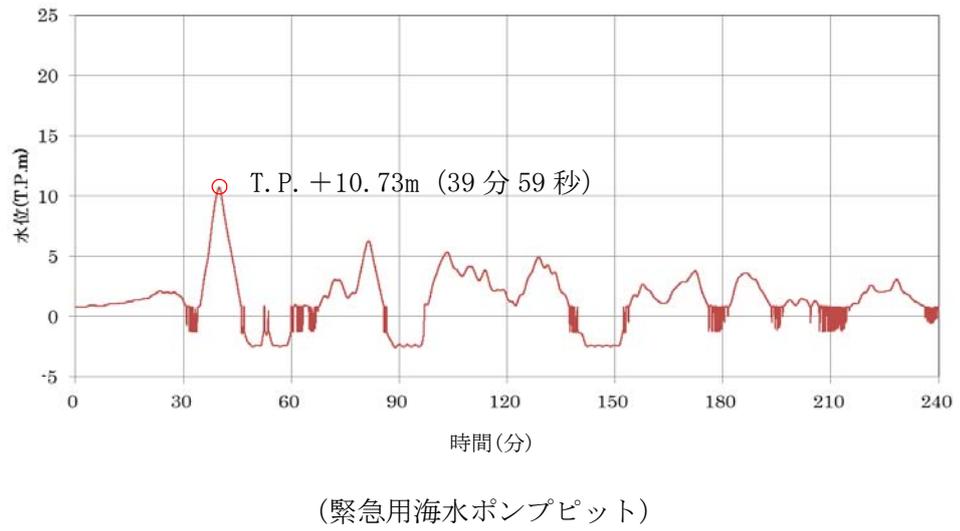
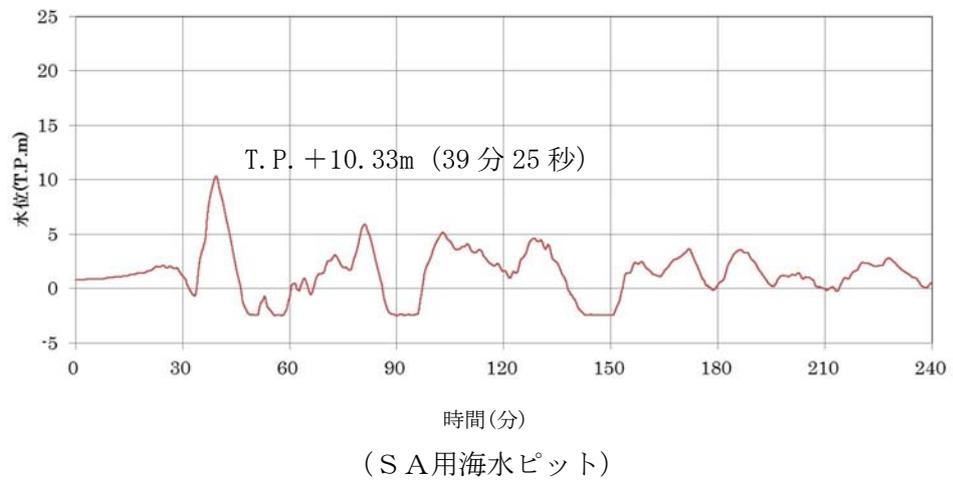


図 1.5-22 各経路からの津波の時刻歴波形 (2/2)

(c) その他の影響

その他の影響として、防潮堤前面における遡上解析結果と想定水位 (T.P. +24.0m) との差分及び敷地内の各評価位置における遡上解析結果による浸水深に対する裕度を考慮する。以下に詳細を示す。

イ. 防潮堤前面における遡上解析結果と想定水位 (T.P. +24.0m) との差分

敷地に遡上する津波による遡上解析から得られた防潮堤前面 (敷地側面北側, 敷地前面東側及び敷地側面南側) における水位に対し, 敷地に遡上する津波に対する耐津波設計として考慮する防潮堤前面水位 T.P. +24.0m との差分を加え, 防潮堤前面 (敷地側面北側, 敷地前面東側及び敷地側面南側) における入力津波高さを T.P. +24.0m とする。その他の影響を考慮した防潮堤前面における入力津波高さ一覧表を表 1.5-32 に示す。表 1.5-32 に示したとおり, 防潮堤前面 (敷地側面北側), 防潮堤前面 (敷地前面東側) 及び防潮堤前面 (敷地側面南側) におけるその他の影響を +0.55m とした。

表 1.5-32 その他の影響を考慮した防潮堤前面における入力津波高さ一覧表

区分	設定位置	入力津波高さ	防潮堤前面における 遡上解析結果による水位	その他の影響*2
上 昇 側 水 位	防潮堤前面 (敷地側面北側)	T. P. +24.0m*1*3	T. P. +23.45m*1*3	+0.55m
	防潮堤前面 (敷地前面東側)	T. P. +24.0m*1	T. P. +23.45m*1	+0.55m
	防潮堤前面 (敷地側面南側)	T. P. +24.0m*1*3	T. P. +23.45m*1*3	+0.55m
	構内排水路逆流防止 設備 (防潮堤前面(敷地前 面東側)の入力津波高 さを使用している。)	T. P. +24.0m*1	T. P. +23.45m*1	+0.55m
	構内排水路逆流防止 設備 (防潮堤前面(敷地側 面北側)の入力津波高 さを使用している。)	T. P. +24.0m*1*3	T. P. +23.45m*1*3	+0.55m

注記 *1: 朔望平均満潮位 T. P. +0.61m, 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量(沈降) 0.2m 及び入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動(沈降) 0.46m を考慮している。

*2: 敷地に遡上する津波による遡上解析から得られた防潮堤前面(敷地側面北側, 敷地前面東側及び敷地側面南側)における水位に対し, 敷地に遡上する津波に対する耐津波設計として考慮する防潮堤前面水位 T. P. +24.0m との差分を加え, 防潮堤前面(敷地側面北側, 敷地前面東側及び敷地側面南側)における入力津波高さを T. P. +24.0m とする。

*3: 防潮堤前面においては敷地前面東側にて最高水位となっており, 敷地に遡上する津波に対する耐津波設計では防潮堤前面の水位を一律 T. P. +24.0m と想定することから, 敷地側面北側及び敷地側面南側における入力津波高さについては敷地前面東側における水位をもとに設定した。

ロ. 敷地内の各評価位置における遡上解析結果による浸水深に対する裕度

敷地に遡上する津波による遡上解析から得られた敷地内の各評価位置における浸水深に対し、評価位置毎に裕度を考慮し、敷地内の各設定位置における入力津波高さを設定する。敷地内の各設定位置における入力津波高さの設定に考慮するその他の影響を表1.5-33に示す。表1.5-33に示したとおり、原子炉建屋南側におけるその他の影響を+0.6m、排気筒東側におけるその他の影響を+0.8m、常設低圧代替注水系の代替淡水貯槽上部におけるその他の影響を+0.5m、緊急用海水ポンプピット上部におけるその他の影響を+0.8m、S A用海水ピット上部におけるその他の影響を+0.5mとした。

表 1.5-33 敷地内の各設定位置における入力津波高さの設定に考慮するその他の影響

区分	設定位置	入力津波高さ	遡上解析結果から得られた 各設定位置における浸水深	その他の影響*2
上 昇 側 水 位	原子炉建屋南側	+1.0m*1	+0.4m*1	+0.6m
	排気筒東側	+1.0m*1	+0.2m*1	+0.8m
	常設低圧代替注水系の代 替淡水貯槽上部	+1.0m*1	+0.5m*1	+0.5m
	緊急用海水ポンプピット 上部	+1.0m*1	+0.2m*1	+0.8m
	S A用海水ピット上部	+1.0m*1	+0.5m*1	+0.5m

注記 *1：朔望平均満潮位T.P. +0.61m、2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m及び入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動（沈降）0.46mを考慮している。

*2：敷地に遡上する津波による遡上解析から得られた敷地内の各評価位置における浸水深に対し、評価範囲における浸水深の不確かさを考慮する。

ハ. 防潮堤設置ルート変更前後における遡上解析結果又は管路解析結果の差分

防潮堤設置ルート変更前後における遡上解析結果又は管路解析結果の差分を入力津波高さに考慮する。具体的には、防潮堤設置ルート変更前後における各施設・設備の設置位置で算定された設定水位を比較し、より水位が高いモデルによる解析結果をもとに入力津波高さを設定する。なお、敷地内の各評価位置における遡上解析結果については、設置許可段階において防潮堤設置ルート変更を反映したモデルにより入力津波高さを設定していることから、敷地内の各評価位置における遡上解析結果については防潮堤設置ルート変更前後における遡上解析結果の差分を考慮しない。

防潮堤設置ルート変更前後における設定水位一覧及びその他の影響を考慮した入力津波一覧表を表 1.5-34 に示す。表 1.5-33 に示した水位から、SA用海水ピットにおけるその他の影響を+0.5m、緊急用海水ポンプピットにおけるその他の影響を+0.1mとした。

表 1.5-34 防潮堤設置ルート変更前後における設定水位一覧及び
その他の影響を考慮した入力津波一覧

区分	設定位置	入力津波高さ	設定水位		その他の影響*2
			防潮堤設置ルート変更前	防潮堤設置ルート変更後	
上昇側水位	原子炉建屋南側	+1.0m	—*3	+1.0m	0m
	排気筒東側	+1.0m	—*3	+1.0m	0m
	常設低圧代替注水系の代替淡水貯槽上部	+1.0m	—*3	+1.0m	0m
	緊急用海水ポンプピット上部	+1.0m	—*3	+1.0m	0m
	S A用海水ピット上部	+1.0m	—*3	+1.0m	0m
	防潮堤前面 (敷地側面北側)	T. P. +24.0m	—*4	T. P. +24.0m	0m*4
	防潮堤前面 (敷地前面東側)	T. P. +24.0m	—*4	T. P. +24.0m	0m*4
	防潮堤前面 (敷地側面南側)	T. P. +24.0m	—*4	T. P. +24.0m	0m*4
	取水ピット	T. P. +25.5m	T. P. +24.8m	T. P. +25.5m	0m
	放水路ゲート 設置箇所	T. P. +38.7m	T. P. +32.0m	T. P. +38.7m	0m
	S A用海水ピット	T. P. +10.9m	T. P. +10.9m	T. P. +10.4m	+0.5m
	緊急用海水ポンプピット	T. P. +10.9m	T. P. +10.9m	T. P. +10.8m	+0.1m
	構内排水路逆流防止設備 (防潮堤前面(敷地前面東側)の入力津波高さを使用している。)	T. P. +24.0m	T. P. +24.0m	T. P. +24.0m	0m
	構内排水路逆流防止設備 (防潮堤前面(敷地側面北側)の入力津波高さを使用している。)	T. P. +24.0m	T. P. +24.0m	T. P. +24.0m	0m

- *1 朔望平均満潮位T. P. +0.61m, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量(沈降)0.2m及び入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動(沈降)0.46mを考慮している。
- *2 防潮堤設置ルート変更前後における各施設・設備の設置位置で算定された設定水位を比較し、より水位が高いモデルによる解析結果をもとに入力津波高さを設定する。
- *3 敷地内の各評価位置における遡上解析結果については、設置許可段階において防潮堤設置ルート変更を反映したモデルにより入力津波高さを設定していることから、敷地内の各評価位置における遡上解析結果については防潮堤設置ルート変更前後における遡上解析結果の差分を考慮しない。
- *4 敷地に遡上する津波に対する耐津波設計においては、防潮堤前面の水位を一律T. P. +24.0mと想定することから、防潮堤前面における入力津波高さの設定に当たっては防潮堤設置ルート変更による影響を考慮しない。

(d) 入力津波高さに対するパラメータによる影響のまとめ

「(a) 管路解析におけるパラメータによる影響」及び「(c) その他の影響」の検討結果を踏まえ設定した各施設・設備の設置位置における設計又は評価に用いる入力津波高さ一覧を表 1.5-35 に示す。

表 1.5-35 各施設・設備の設置位置における設計又は評価に用いる入力津波高さ一覧表

設定位置	入力津波高さ*1
原子炉建屋南側	+1.0m
排気筒東側	
常設低圧代替注水系の 代替淡水貯槽上部	
緊急用海水ポンプピット上部	
S A用海水ピット上部	
防潮堤前面（敷地側面北側）	T. P. +24.0m
防潮堤前面（敷地前面東側）	
防潮堤前面（敷地側面南側）	
取水ピット	T. P. +25.5m
放水路ゲート設置箇所	T. P. +38.7m
S A用海水ピット	T. P. +10.9m
緊急用海水ポンプピット	T. P. +10.9m
構内排水路逆流防止設備 （防潮堤前面（敷地前面東側）の入力津波高さを 使用している。）	T. P. +24.0m
構内排水路逆流防止設備 （防潮堤前面（敷地側面北側）の入力津波高さを 使用している。）	T. P. +24.0m

*1 朔望平均満潮位+0.61m, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m及び入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動（沈降）0.46mを考慮した値である。

1.5 入力津波のパラメータスタディの考慮について

1.5.1 基準津波

(1) 考慮の程度の妥当性についての検討の方針

浸水防護施設の設計においては、入力津波高さに影響を与え得る条件についてパラメータスタディを実施し、入力津波高さが有するパラメータによる影響を考慮する。入力津波高さが有するパラメータによる影響については、各施設・設備の設置位置で算定された津波高さを安全側に評価することで考慮している。

入力津波高さに影響を与え得る要因のうち、パラメータスタディの実施対象である「敷地の地形及び敷地周辺の人工構造物等のパラメータによる影響（遡上解析におけるパラメータによる影響及び管路解析におけるパラメータによる影響）」の入力津波高さに対する考慮の程度の妥当性については、各評価点における基本ケースによる水位と最も水位が高くなったケースによる水位を比較することで確認する。

(2) 検討の対象

検討の対象設備を表 1.5-1 に示す。

表 1.5-1 検討の対象設備

津波対策設備		設備分類	対象	備考
防潮堤及び防潮扉		津波防護 施設	○	
放水路ゲート			○	
構内排水路逆流防止設備			○	
取水路	取水路点検用開口部浸水 防止蓋	浸水防止 設備	○	
海水ポンプ室	海水ポンプグランドドレ ン排出口逆止弁		○	
循環水ポンプ室	取水ピット空気抜き配管 逆止弁		○	
放水路	放水路ゲート点検用開口 部浸水防止蓋		○	
S A用海水ピット	S A用海水ピット開口部 浸水防止蓋		○	
緊急用海水ポンプ室	緊急用海水ポンプピット 点検用開口部浸水防止蓋		○	
	緊急用海水ポンプグランド ドレン排出口逆止弁		○	
	緊急用海水ポンプ室床ド レン排出口逆止弁		○	
防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置			○	
取水ピット水位計		津波監視 設備	○	
潮位計			○	

(3) 入力津波高さが有するパラメータによる影響について

a. 入力津波高さに影響を与え得る要因

(a) 朔望平均潮位

水位上昇側に対しては朔望平均満潮位 T.P. +0.61m, 水位下降側に対しては朔望平均干潮位 T.P. -0.81m をそれぞれ初期潮位として考慮し, 基準津波の水位を算出している。

(b) 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動

水位上昇側に対しては, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量である0.2mの沈降(余効変動含む。)を考慮して基準津波の水位を算出している。

水位下降側に対しては, 安全側の評価となるよう, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量である0.2mの沈降(余効変動含む。)を考慮していない。

(c) 入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動

入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動として, 水位上昇側に対しては, 茨城県沖から房総沖に想定するプレート間地震に想定される広域的な地殻変動量である0.31mの沈降を考慮して基準津波の水位を算出している。

水位下降側に対しては, 安全側の評価となるよう, 茨城県沖から房総沖に想定するプレート間地震に想定される広域的な地殻変動量である0.31mの沈降を考慮していない。

(d) 潮位のばらつき

水位上昇側の潮位のばらつき+0.18mについては, 遡上解析により求めた上昇側の津波水位に加えることで考慮している。

水位下降側の潮位のばらつき-0.16mについては, 遡上解析により求めた下降側の津波水位に加えることで考慮している。

(e) 敷地の地形及び敷地周辺の人工構造物等のパラメータによる影響

入力津波高さが有する敷地の地形及び敷地周辺の人工構造物等のパラメータによる影響として, 以下のものを考慮する。

<遡上解析におけるパラメータによる影響>

- ・基準地震動 S_s に伴う地形変化及び標高変化の影響
- ・基準地震動 S_s に伴う人工構造物の形状変化の影響

<管路解析におけるパラメータによる影響>

- ・スクリーンによる損失の有無による影響
- ・貝付着の有無による影響
- ・海水ポンプの運転状態による影響

管路解析におけるパラメータによる影響については, 上記のパラメータのうち影響を与え得るパラメータを管路毎に設定し, 影響を考慮する。

(f) その他の影響

その他の影響として、以下のものを考慮する。

<防潮堤設置ルート変更前後における遡上解析結果又は管路解析結果の差分>

- ・防潮堤設置ルート変更前後における遡上解析結果又は管路解析結果の差分を入力津波高さに考慮する。具体的には、防潮堤設置ルート変更前後における各施設・設備の設置位置で算定された設定水位を比較し、防潮堤設置ルート変更後における各施設・設備の設置位置で算定された設定水位が防潮堤設置ルート変更前における各施設・設備の設置位置で算定された設定水位を下回る場合は、その差分を防潮堤設置ルート変更後における各施設・設備の設置位置で算定された設定水位に加え入力津波高さを設定する。

<下降側水位の初期潮位に考慮していた地殻変動量（沈降）の差し引き>

- ・取水ピットにおける下降側水位の入力津波高さの設定に~~当たり~~、初期潮位に考慮していた「2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量」について、安全側の評価となるように、パラメータによる影響を考慮して設定した設定水位から地殻変動量（沈降）分の値を差し引いて入力津波高さを設定する。

b. 入力津波高さが有するパラメータによる影響の考慮の程度

潮位のばらつき、敷地の地形及び敷地周辺の人工構造物等のパラメータによる影響及びその他の影響を考慮した各施設・設備の設置位置における入力津波高さの算定式は以下の式で表される。

$$\text{入力津波高さ} = \text{①} + \text{②} + \text{③} + \text{④}$$

① 基準津波

- ・朔望平均潮位
- ・2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動
- ・入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動

② 潮位のばらつき

③ 敷地の地形及び敷地周辺の人工構造物等のパラメータによる影響

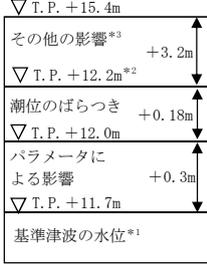
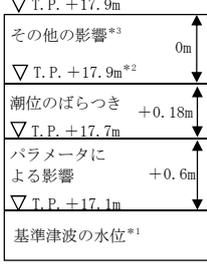
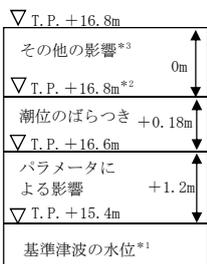
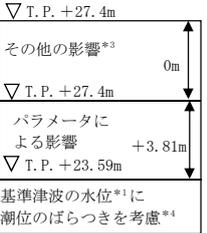
④ その他の影響

表 1.5-2 に各施設・設備の設置位置における流入、遡上に伴う入力津波高さと、潮位のばらつき、敷地の地形及び敷地周辺の人工構造物等のパラメータによる影響及びその他の影響の考え方を示す。

また、「敷地の地形及び敷地周辺の人工構造物等のパラメータによる影響（遡上解析におけるパラメータによる影響及び管路解析におけるパラメータによる影響）」（以下「パラメータによる影響」という。）の入力津波高さに対する考慮の程度について表 1.5-2 に示す。

さらに、各施設・設備の設計・評価に用いる入力津波高さに対するパラメータによる影響及びその他の影響の一覧を表 1.5-3 に示す。

表 1.5-2 各施設・設備の設計・評価に用いる入力津波高さに対する
パラメータによる影響の考慮の程度について (1/6)

津波対策設備 (津波防護施設)	入力津波高さ (水位上昇側)	パラメータによる 影響の考慮の 程度
防潮堤及び防潮扉	 <p>敷地側面北側</p>	+0.3m
	 <p>敷地前面東側</p>	+0.6m
	 <p>敷地側面南側</p>	+1.2m
放水路ゲート		+3.81m

*1: 朔望平均満潮位, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量及び入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動量を考慮し設定した津波高さ

*2: 潮位のばらつき+0.18mを考慮して設定した入力津波高さ

*3: 防潮堤設置ルート変更前後における遡上解析結果又は管路解析結果の差分

*4: 遡上解析により求めた津波水位に潮位のばらつき+0.18mを加えることで考慮している。

表 1.5-2 各施設・設備の設計・評価に用いる入力津波高さに対する
 パラメータによる影響の考慮の程度について (2/6)

津波対策設備 (津波防護施設)	入力津波高さ (水位上昇側)	パラメータによる 影響の考慮の 程度
構内排水路逆流防止設備	<p>敷地側面北側</p>	+0.3m
	<p>敷地前面東側</p>	+0.6m

*1: 朔望平均満潮位, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量及び入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動量を考慮し設定した津波高さ

*2: 潮位のばらつき+0.18mを考慮して設定した津波高さ

*3: 防潮堤設置ルート変更前後における遡上解析結果又は管路解析結果の差分

表 1.5-2 各施設・設備の設計・評価に用いる入力津波高さに対する
パラメータによる影響の考慮の程度について (3/6)

津波対策設備 (浸水防止設備)		入力津波高さ (水位上昇側)	パラメータによる 影響の考慮の 程度
取水路	取水路点検用開口部 浸水防止蓋		+3.16m
海水ポンプ室	海水ポンプグランドドレン 排出口逆止弁		
循環水ポンプ室	取水ピット空気抜き 配管逆止弁		
放水路	放水路ゲート点検用開口部 浸水防止蓋		+3.81m
S A用海水ピット	S A用海水ピット開口部 浸水防止蓋		+2.91m
緊急用海水ポンプ室	緊急用海水ポンプピット 点検用開口部浸水防止蓋		+3.17m
	緊急用海水ポンプ グランドドレン排出口逆止弁		
	緊急用海水ポンプ室床ドレン 排出口逆止弁		

- *1: 朔望平均満潮位, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量及び入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動量を考慮し設定した津波高さ
- *2: 遡上解析により求めた津波水位に潮位のばらつき+0.18mを加えることで考慮している。
- *3: 防潮堤設置ルート変更前後における遡上解析結果又は管路解析結果の差分

表 1.5-2 各施設・設備の設計・評価に用いる入力津波高さに対する
 パラメータによる影響の考慮の程度について (4/6)

津波対策設備 (浸水防止設備)	入力津波高さ (水位上昇側)	パラメータによる 影響の考慮の 程度
防潮堤及び防潮扉下部貫通部止水処置	<p>敷地側面北側</p>	+0.3m
	<p>敷地前面東側</p>	+0.6m

*1 : 朔望平均満潮位, 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量及び入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動量を考慮し設定した津波高さ

*2 : 潮位のばらつき+0.18m を考慮して設定した津波高さ

*3 : 防潮堤設置ルート変更前後における遡上解析結果又は管路解析結果の差分

表 1.5-2 各施設・設備の設計・評価に用いる入力津波高さに対するパラメータによる影響の考慮の程度について (5/6)

津波対策設備 (津波監視設備)	入力津波高さ (水位上昇側)	パラメータによる影響の考慮の程度
取水ピット水位計	<p>▽ T.P. +19.2m その他の影響*3 0m ▽ T.P. +19.2m パラメータによる影響 +3.16m ▽ T.P. +16.04m 基準津波の水位*1に潮位のばらつきを考慮*2</p>	+3.16m
潮位計	<p>▽ T.P. +17.9m その他の影響*3 0m ▽ T.P. +17.9m*4 潮位のばらつき +0.18m ▽ T.P. +17.7m パラメータによる影響 +0.6m ▽ T.P. +17.1m 基準津波の水位*1 敷地前面東側</p>	+0.6m

- *1: 朔望平均満潮位, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量及び入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動量を考慮し設定した津波高さ
- *2: 遡上解析により求めた津波水位に潮位のばらつき+0.18mを加えることで考慮している。
- *3: 防潮堤設置ルート変更前後における遡上解析結果又は管路解析結果の差分
- *4: 潮位のばらつき+0.18mを考慮して設定した津波高さ

表 1.5-2 各施設・設備の設計・評価に用いる入力津波高さに対するパラメータによる影響の考慮の程度について (6/6)

非常用海水ポンプの取水性評価	入力津波高さ (水位下降側)	パラメータによる影響の考慮の程度
取水ピット位置	<p>基準津波の水位*1に潮位のばらつきを考慮*2 ▽ T.P. -4.95m パラメータによる影響 -0.15m ▽ T.P. -5.1m その他の影響*3 -0.2m ▽ T.P. -5.3m</p>	-0.15m

- *1: 朔望平均干潮位, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量及び入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動量を考慮し設定した津波高さ
- *2: 遡上解析により求めた津波水位に潮位のばらつき-0.16mを加えることで考慮している。
- *3: 初期潮位に考慮していた「2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量」について、安全側の評価となるように地殻変動量(沈降)分の値を差し引く。

表 1.5-3 各施設・設備の設計・評価に用いる入力津波高さに対するパラメータによる影響及びその他の影響の一覧

区分	設定位置	入力津波高さ	その他の影響		設定水位	パラメータによる影響		基本ケースの水位
			その他の影響の考慮の程度	考慮した事項		パラメータによる影響の考慮の程度	考慮した条件	
上昇側水位	防潮堤前面（敷地側面北側）	T.P. +15.4m ^{*1}	+3.2m	防潮堤設置ルート変更前後における遡上解析結果又は管路解析結果の差分 ^{*5}	T.P. +12.2m ^{*1}	+0.3m	・地盤変状の有無 ・防波堤の有無	T.P. +11.7m
	防潮堤前面（敷地前面東側）	T.P. +17.9m ^{*1}	0m	—	T.P. +17.9m ^{*1}	+0.6m	・地盤変状の有無 ・防波堤の有無	T.P. +17.1m
	防潮堤前面（敷地側面南側）	T.P. +16.8m ^{*1}	0m	—	T.P. +16.8m ^{*1}	+1.2m	・地盤変状の有無 ・防波堤の有無	T.P. +15.4m
	取水ピット	T.P. +19.2m ^{*1}	0m	—	T.P. +19.2m ^{*1}	+3.16m	・防波堤の有無 ・スクリーンによる損失の有無 ・貝付着の有無 ・海水ポンプの運転状態	T.P. +16.04m
	放水路ゲート設置箇所	T.P. +27.4m ^{*1}	0m	—	T.P. +27.4m ^{*1}	+3.81m	・防波堤の有無 ・貝付着の有無 ・海水ポンプの運転状態	T.P. +23.59m
	S A用海水ピット	T.P. +8.9m ^{*1}	0m	—	T.P. +8.9m ^{*1}	+2.91m	・防波堤の有無 ・貝付着の有無	T.P. +5.99m
	緊急用海水ポンプピット	T.P. +9.3m ^{*1}	0m	—	T.P. +9.3m ^{*1}	+3.17m	・防波堤の有無 ・貝付着の有無	T.P. +6.13m
	構内排水路逆流防止設備 （防潮堤前面（敷地前面東側）の入力津波高さを使用している。）	T.P. +17.9m ^{*1}	0m	—	T.P. +17.9m ^{*1}	+0.6m	・地盤変状の有無 ・防波堤の有無	T.P. +17.1m
	構内排水路逆流防止設備 （防潮堤前面（敷地側面北側）の入力津波高さを使用している。）	T.P. +15.4m ^{*1}	+3.2m	防潮堤設置ルート変更前後における遡上解析結果又は管路解析結果の差分 ^{*5}	T.P. +12.2m ^{*1}	+0.3m	・地盤変状の有無 ・防波堤の有無	T.P. +11.7m
下降側水位	取水ピット ^{*2}	T.P. -5.3m ^{*4}	-0.2m	下降側の評価に当たって安全側の考慮となるように、2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2mを差し引く。	T.P. -5.1m ^{*3}	-0.15m	・防波堤の有無 ・スクリーンによる損失の有無 ・貝付着の有無 ・海水ポンプの運転状態	T.P. -4.95m

- *1 朔望平均満潮位T.P. +0.61m, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m, 入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動（沈降）0.31m及び潮位のばらつき+0.18mを考慮している。
- *2 取水口前面に貯留堰を設置するため、引き波時における非常用海水ポンプの取水性については貯留堰天端高さ及び貯留堰の有効容量に依存し、防潮堤設置ルートには依存しないことから、取水ピットにおける下降側水位については防潮堤設置ルート変更前のモデルによる管路解析結果をもとに設定した入力津波を示す。
- *3 朔望平均干潮位T.P. -0.81m, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m及び潮位のばらつき-0.16mを考慮している。
- *4 下降側の評価に当たって安全側の考慮となるように、初期潮位に考慮していた「2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量」地殻変動量（沈降）0.2mを差し引く。
- *5 防潮堤設置ルート変更前後における各施設・設備の設置位置で算定された設定水位を比較し、防潮堤設置ルート変更後における各施設・設備の設置位置で算定された設定水位が防潮堤設置ルート変更前における各施設・設備の設置位置で算定された設定水位を下回る場合は、その差分を防潮堤設置ルート変更後における各施設・設備の設置位置で算定された設定水位に加え入力津波高さを設定する。

c. パラメータによる影響が入力津波高さに与える影響

(a) 遡上解析におけるパラメータによる影響

イ. 基準地震動 S_s に伴う地形変化及び標高変化の影響

「1.2 遡上・浸水域の考え方について」に示したとおり、基準地震動 S_s に伴う地形変化及び標高変化として、地盤面を大きく沈下させた条件である敷地北側における1.0mの沈下、敷地東側における1.5mの沈下、敷地南側及び西側における0.5mの沈下状態を考慮する。基準地震動 S_s によって地盤面を大きく沈下させた場合とさせない場合（以下「地盤変状あり」及び「地盤変状なし」という。）の防潮堤前面における遡上解析結果（上昇側最高水位）一覧を表1.5-4に、防潮堤前面における上昇側水位の評価結果を図1.5-1にそれぞれ示す。なお、表1.5-4及び図1.5-1は防潮堤設置ルート変更を反映したモデルによる解析結果又は評価結果を示している。

また、パラメータによる影響を考慮するに当たり、現地形状態を考慮し、解析ケース1の条件である「地盤変状なし、防波堤あり」を基本ケースとした。

評価の結果、地盤変状なしの場合に比べ、地盤変状ありの場合において、敷地北西部でわずかに遡上・浸水域が広がっているものの、全体的には大きな差異はない結果であった。また、敷地側面北側及び敷地前面東側の水位は、地盤変状ありの場合に比べ、地盤変状なしの場合の方が高くなる傾向となっている。敷地側面南側の水位については、地盤変状なしの場合に比べ、地盤変状ありの場合の方が高くなる傾向となっている。

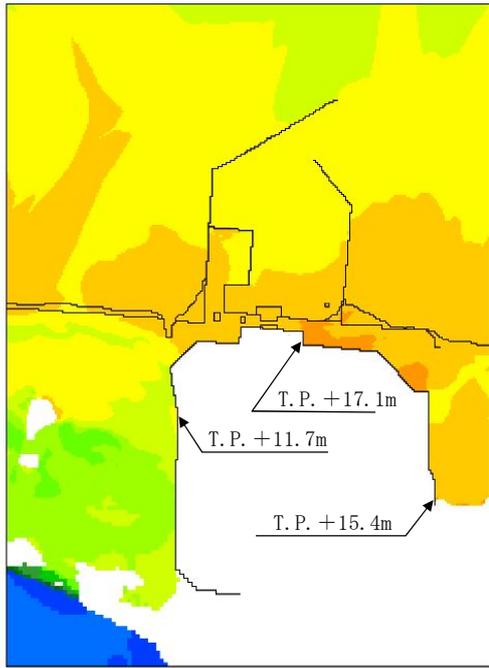
なお、津波の流入経路を有する敷地前面東側における水位を確認した結果、地盤変状ありの場合に比べ、地盤変状なしの場合において水位が高くなる傾向であったことから、取水路、放水路、SA用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析条件としては地盤変状なしの場合とした。

表 1.5-4 防潮堤前面における遡上解析結果（上昇側最高水位）一覧

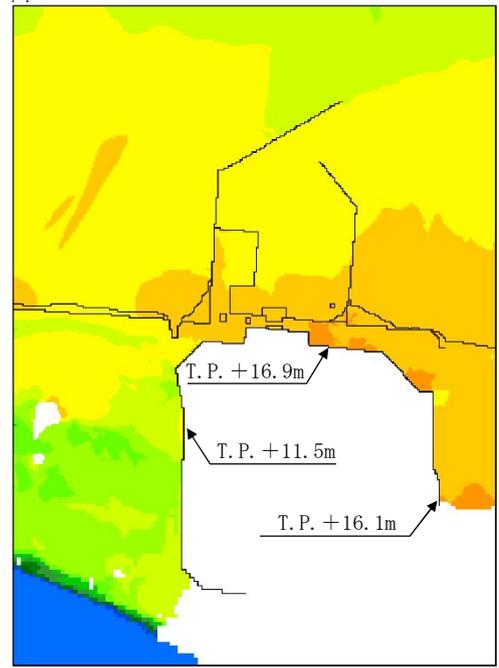
解析ケース	パラメータ		防潮堤前面水位 (T.P.m)		
	地盤変状	防波堤	敷地側面北側	敷地前面東側	敷地側面南側
1*	なし	あり	+11.7	+17.1	+15.4
2	なし	なし	+12.0	+17.7	+15.4
3	あり	あり	+11.5	+16.9	+16.1
4	あり	なし	+11.8	+16.6	+16.6

*：パラメータによる影響の考慮における基本ケース

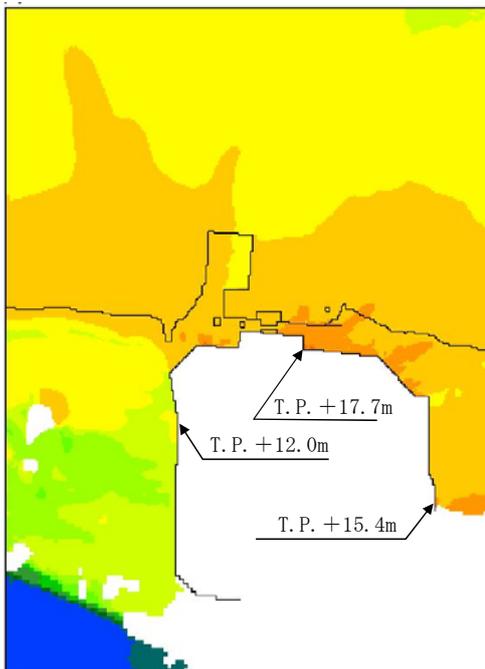
■：評価点毎の最高水位



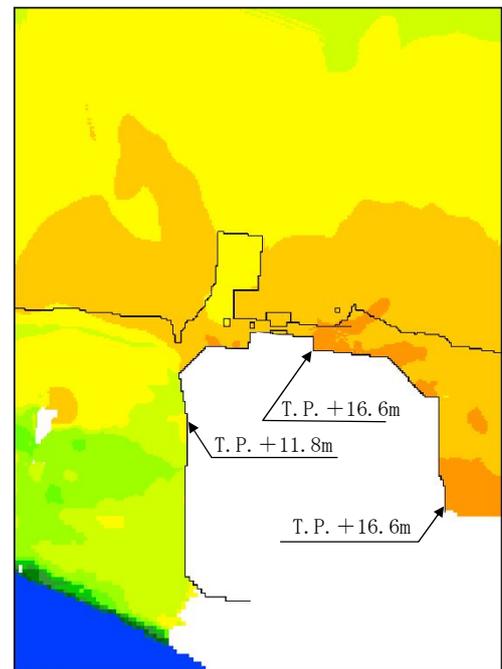
〔 防波堤あり
地盤変状なし 〕



〔 防波堤あり
地盤変状あり 〕



〔 防波堤なし
地盤変状なし 〕



〔 防波堤なし
地盤変状あり 〕

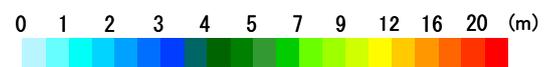


図 1.5—1 防潮堤前面における上昇側水位の評価結果

ロ. 基準地震動 S_s に伴う人工構造物の形状変化の影響

「1.2 遡上・浸水域の考え方について」に示したとおり、基準地震動 S_s による人工構造物の形状変化として、敷地内の防波堤並びに茨城港日立港区及び茨城港常陸那珂港区の防波堤がある場合とない場合（以下「防波堤あり」及び「防波堤なし」という。）を考慮する。防波堤あり及び防波堤なしの防潮堤前面における遡上解析結果（上昇側最高水位）一覧を表 1.5-4 に、防潮堤前面における水位の評価結果を図 1.5-1 にそれぞれ示す。

また、パラメータによる影響を考慮するに当たり、現地形状態を考慮し、解析ケース 1 の条件である「地盤変状なし、防波堤あり」を基本ケースとした。

評価の結果、防波堤ありの場合及び防波堤なしの場合において、遡上・浸水域については大きな差異はない結果であった。また、地盤変状ありの場合の敷地前面東側の水位の最高値が防波堤なしの場合に比べ、防波堤ありの場合の方が大きくなっているが、全体的な分布の傾向として、防波堤ありの場合に比べ、防波堤なしの場合において水位が高くなる傾向となっている。

「イ. 基準地震動 S_s に伴う地形変化及び標高変化の影響」及び「ロ. 基準地震動 S_s に伴う人工構造物の形状変化の影響」に示した影響評価結果から、基本ケースの水位（敷地側面北側：T.P. +11.7m, 敷地前面東側：T.P. +17.1m, 敷地側面南側：T.P. +15.4m）と評価点毎の最高水位（敷地側面北側：T.P. +12.0m, 敷地前面東側：T.P. +17.7m, 敷地側面南側：T.P. +16.6m）との差異を遡上解析におけるパラメータによる影響として考慮することとし、敷地側面北側におけるパラメータによる影響を+0.3m, 敷地前面東側におけるパラメータによる影響を+0.6m, 敷地側面南側におけるパラメータによる影響を+1.2m とした。防潮堤前面の設定位置における設定水位に対するパラメータによる影響の考慮の詳細を表 1.5-5 に示す。

表 1.5-5 防潮堤前面の設定位置における設定水位に対するパラメータによる影響の考慮

区分	設定位置	設定水位	潮位のばらつき	評価点毎の最高水位	パラメータによる影響		基本ケースの水位	初期潮位に考慮		
					パラメータによる影響の考慮の程度	考慮した条件		入力津波モデルに想定される地震により生じる地殻変動	2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動	朔望平均潮位
上昇側水位	防潮堤前面（敷地側面北側）	T.P. +12.2m ^{*3}	考慮する。 (+0.18m)	T.P. +12.0m ^{*2}	+0.3m	・地盤変状の有無 ・防波堤の有無	T.P. +11.7m ^{*1}	考慮する。 (地殻変動量 (沈降) 0.31m)	考慮する。 (地殻変動量 (沈降) 0.2m)	考慮する。 (朔望平均満潮位 T.P. +0.61m)
	防潮堤前面（敷地前面東側）	T.P. +17.9m ^{*3}	考慮する。 (+0.18m)	T.P. +17.7m ^{*2}	+0.6m	・地盤変状の有無 ・防波堤の有無	T.P. +17.1m ^{*1}	考慮する。 (地殻変動量 (沈降) 0.31m)	考慮する。 (地殻変動量 (沈降) 0.2m)	考慮する。 (朔望平均満潮位 T.P. +0.61m)
	防潮堤前面（敷地側面南側）	T.P. +16.8m ^{*3}	考慮する。 (+0.18m)	T.P. +16.6m ^{*2}	+1.2m	・地盤変状の有無 ・防波堤の有無	T.P. +15.4m ^{*1}	考慮する。 (地殻変動量 (沈降) 0.31m)	考慮する。 (地殻変動量 (沈降) 0.2m)	考慮する。 (朔望平均満潮位 T.P. +0.61m)

*1 朔望平均満潮位T.P. +0.61m, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量 (沈降) 0.2m, 入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動 (沈降) 0.31mを考慮している。

*2 *1に加えてパラメータによる影響を考慮している。

*3 *2に加えて潮位のばらつき+0.18mを考慮している。

(b) 防潮堤設置ルート変更に伴う各管路解析のパラメータによる影響評価結果の取扱い

防潮堤設置ルート変更前のモデルによるパラメータによる影響評価結果を適用可能な管路解析と、防潮堤設置ルート変更を反映したモデルによりパラメータによる影響を評価する必要がある管路解析を以下のとおり整理した。

取水路の管路解析結果については防潮堤設置ルート変更前のモデルによりパラメータによる影響を評価した。その根拠として、取水路管路解析の入力波である取水口前面における水位に差異がなく、取水路及び取水ピットの構造に変更を伴わず、防潮堤設置ルート変更に伴う取水路の管路解析結果への影響確認の結果、影響のないことを確認した。防潮堤設置ルート変更に伴う取水路の管路解析結果への影響評価の詳細については「(c)イ. 取水路の管路解析（上昇側水位）にて考慮する条件による影響」に示す。

放水路、S A用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットにおける管路解析については防潮堤設置ルート変更を反映したモデルによりパラメータによる影響を評価した。その理由としては、防潮堤設置ルート変更に伴い放水路ゲートの設置位置及び鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の岩着支持杭との干渉に伴いS A用海水ピット取水塔からS A用海水ピットへ接続する海水引込み管の埋設ルートに変更が生じたためである。防潮堤設置ルート変更に伴う放水路ゲート及び海水引込み管の設置位置等の変更事項を表 1.5-6 に示す。

表 1.5—6 防潮堤設置ルート変更に伴う放水路ゲート及び海水引込み管の設置位置等の変更事項

施設・設備	既往の設置位置等	防潮堤設置ルート変更に伴う設置位置等	設置位置等の変更事項
放水路ゲート			敷地北側防潮堤設置ルートの変更に伴う放水路ゲート設置位置の変更
海水引込み管			鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の岩着支持杭との干渉回避に伴う海水引込み管の埋設ルートの変更

上記を踏まえ、防潮堤設置ルート変更に伴う各管路解析のパラメータによる影響評価結果の取扱いを表 1.5-7 に示す。

表 1.5-7 防潮堤設置ルート変更に伴う各管路解析のパラメータによる影響評価結果の取扱い

防潮堤設置ルート変更前のモデルによるパラメータによる影響評価結果を適用可能な管路解析	防潮堤設置ルート変更を反映したモデルによりパラメータによる影響を評価する必要がある管路解析
○取水路の管路解析	○放水路の管路解析 ○S A用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析

(c) 管路解析におけるパラメータによる影響

イ. 取水路の管路解析（上昇側水位）にて考慮する条件による影響

取水路及び取水ピットの構造を図 1.5—2 に示す。取水路から取水ピットに至る経路においては、「(a) 遡上解析におけるパラメータによる影響」にて考慮した防波堤の有無をはじめ、スクリーンによる損失の有無、貝付着の有無及び海水ポンプの運転状態による影響を受けることから、これらを管路解析の条件として考慮する。取水路の管路解析条件を表 1.5—8 に示す。取水路の管路解析にて考慮する条件による影響評価結果のうち上昇側最高水位一覧を表 1.5—9 に示す。

また、パラメータによる影響を確認するに当たり、現地形状態を考慮し、解析ケース 2 の条件である「防波堤あり、スクリーンによる損失あり、貝付着あり、非常用海水ポンプの運転あり（常用 0 台、非常用 5 台）」を基本ケースとした。

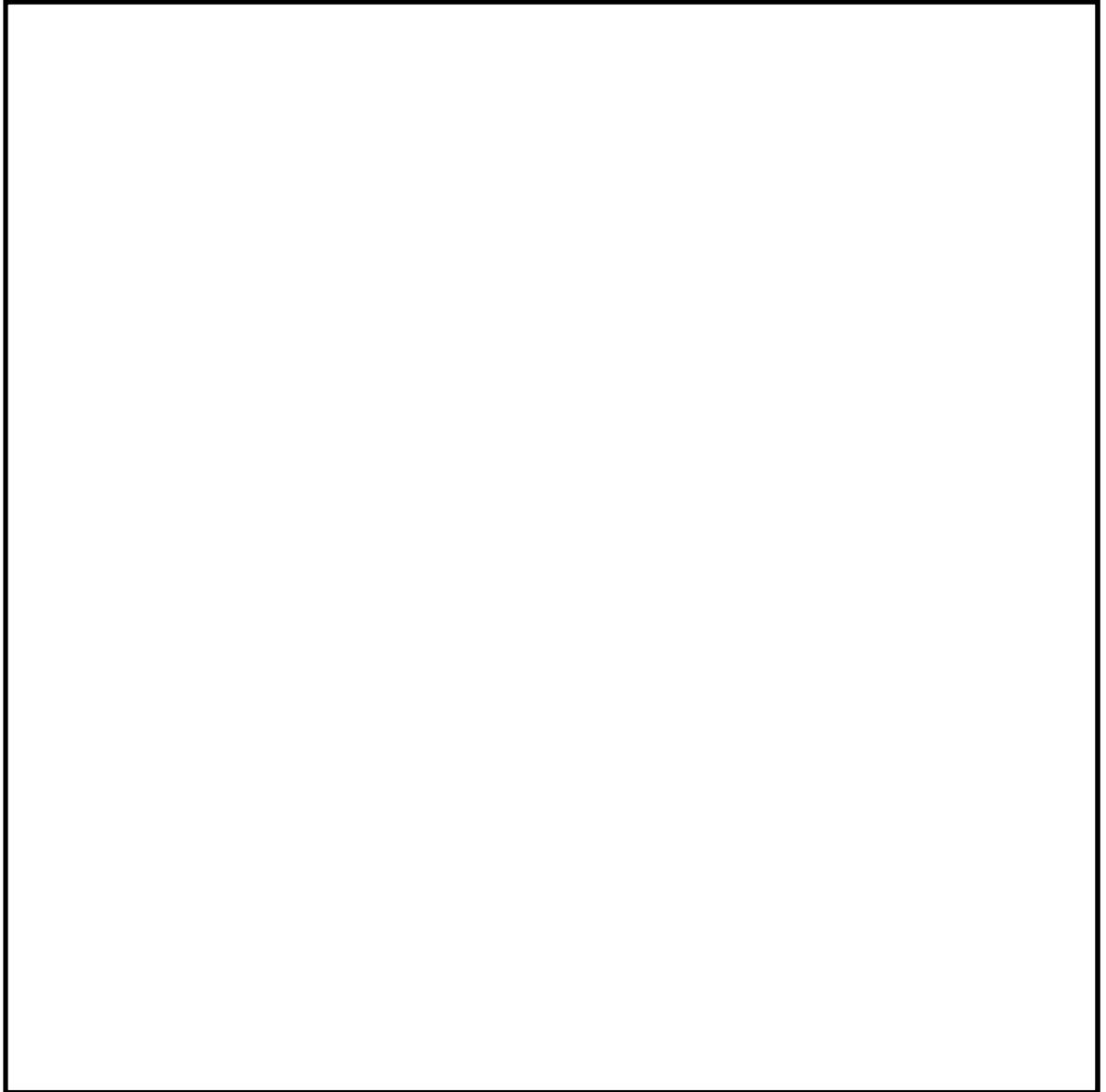


図 1.5-2 取水路及び取水ピットの構造

表1.5-8 取水路の管路解析条件

項目	解析条件
計算領域	取水口～取水路～取水ピット(非常用海水ポンプ, 常用海水ポンプ)
計算時間間隔 Δt	0.01 秒
基礎方程式	非定常開水路流及び管路流の連続式・運動方程式 ※1
境界条件	<p>○流量あり ケース1：計 4320.8(m³/hr) 循環水ポンプ：74220(m³/hr/台)×0 台 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 高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機用海水ポンプ：232.8(m³/hr/台)×1 台 補機冷却用系海水ポンプ：2838(m³/hr/台)×0 台 (津波襲来時の状態として、常用海水ポンプ全台停止かつ非常用海水ポンプの運転状態を想定。(原子炉トリップ+ (所内電源喪失又は原子炉水位低下) の状態))</p> <p>○流量あり ケース2：計 9996.8(m³/hr) 循環水ポンプ：74220(m³/hr/台)×0 台 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 高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機用海水ポンプ：232.8(m³/hr/台)×1 台 補機冷却用系海水ポンプ：2838(m³/hr/台)×2 台 (ケース1の状態から、燃料プール冷却等のため ASW ポンプを追加起動した状態を想定)</p> <p>○流量あり ケース3：計 2549.4(m³/hr) 循環水ポンプ：74220(m³/hr/台)×0 台 残留熱除去系海水ポンプ：885.7(m³/hr/台)×2 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 高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機用海水ポンプ：232.8(m³/hr/台)×1 台 補機冷却用系海水ポンプ：2838(m³/hr/台)×0 台 (津波襲来時の状態として、常用海水ポンプ全台停止かつ非常用海水ポンプの運転状態を想定)</p> <p>○流量なし：計 0(m³/hr)</p>
摩擦損失係数	マンニング粗度係数 n=0.020(貝代あり)m ^{-1/3} ・s n=0.015(貝代なし)m ^{-1/3} ・s
貝の付着代	貝代なし, 貝代あり 10cmを考慮
局所損失係数	電力土木技術協会(1995)：火力・原子力発電所土木構造物の設計—補強改訂版—, 千秋信一(1967)：発電水力演習, 土木学会(1999)：水理公式集 [平成 11 年版] による
入射条件	防波堤ありケース 上昇側, 下降側 / 防波堤なしケース 上昇側, 下降側
地盤変動条件	上昇側：3.11 地震の地殻変動量(0.2m 沈下を考慮) Mw8.7 の地殻変動量 潮位のばらつき(σ = +0.18m) 下降側：3.11 地震の地殻変動量(0.2m 沈下を考慮) 潮位のばらつき(σ = -0.16m)
潮位条件	上昇側：朔望平均満潮位(T.P. +0.61m) 下降側：朔望平均干潮位(T.P. -0.81m)
計算時間	4 時間(津波計算と同時間)

※1 基礎方程式

<開水路>

$$a) \text{運動方程式} \quad \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

$$b) \text{連続式} \quad \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

<管路>

$$a) \text{運動方程式} \quad \frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

$$b) \text{連続式} \quad \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

ここに、 t : 時間 Q : 流量 v : 流速 x : 管底に沿った座標
 A : 流水断面積 H : 圧力水頭+位置水頭 (管路の場合)
 位置水頭 (開水路の場合)
 z : 管底高 g : 重力加速度
 n : マンニングの粗度係数 R : 径深
 Δx : 管路の流れ方向の長さ f : 局所損失係数

<水槽および立坑部>

$$A_p \frac{dH_p}{dt} = Q_S$$

ここに、 A_p : 水槽の平面積 (水位の関数となる) H_p : 水槽水位
 Q_S : 水槽へ流入する流量の総和 t : 時間

(イ) 防波堤の有無による影響

表 1.5-9 に示す上昇側最高水位の評価結果から、スクリーンによる損失の有無、貝付着の有無及び海水ポンプの運転状態によらず、防波堤ありの場合に比べ、防波堤なしの方が水位が高くなった。

(ロ) スクリーンによる損失の有無による影響

表 1.5-9 に示す上昇側最高水位の評価結果から、防波堤の有無、貝付着の有無及び海水ポンプの運転状態によらず、スクリーンによる損失ありの場合に比べ、スクリーンによる損失なしの方が水位が高くなった。

(ハ) 貝付着の有無による影響

表 1.5-9 に示す上昇側最高水位の評価結果から、防波堤の有無、スクリーンによる損失の有無及び海水ポンプの運転状態によらず、貝付着がある場合とない場合においてその差異は非常に小さく、有意な差異とはならなかった。

(ニ) 海水ポンプの運転状態による影響

表 1.5-9 に示す上昇側最高水位の評価結果から、防波堤の有無、スクリーンによる損失の有無及び貝付着の有無によらず、海水ポンプの運転状態の違いによる差異は非常に小さく、有意な差異とはならなかった。

以上に示した影響評価結果から、上昇側最高水位である T.P. +19.19m (解析ケース 21) をもとに、取水ピットにおける上昇側の入力津波を T.P. +19.2m とする。基本ケースの水位である T.P. +16.04m と上昇側最高水位をもとに設定した入力津波 T.P. +19.2m との差異を取水路管路解析におけるパラメータによる影響として考慮することとし、取水路管路解析におけるパラメータによる影響を +3.16m とした。

表 1.5-9 取水路の管路解析結果（上昇側最高水位）一覧（1/4）

解析ケース	パラメータ				取水ピット水位(T. P. m)						解析ケース毎の最高水位 (T. P. m)
	防波堤	スクリーン損失	貝付着	海水ポンプの運転状態	非常用海水ポンプ(南側)	非常用海水ポンプ(北側)	循環水ポンプ(南側)	循環水ポンプ(中央)	循環水ポンプ(北側)		
1	あり	あり	あり	常用：0台 非常用：0台	+15.79	+15.79	+15.95	+16.04	+15.95	+16.04	
2*	あり	あり	あり	常用：0台 非常用：5台	+15.79	+15.79	+15.95	+16.04	+15.95	+16.04	
3	あり	あり	あり	常用：0台 非常用：7台	+15.79	+15.79	+15.94	+16.04	+15.94	+16.04	
4	あり	あり	あり	常用：2台 非常用：7台	+15.79	+15.79	+15.94	+16.04	+15.94	+16.04	
5	あり	なし	あり	常用：0台 非常用：0台	+16.91	+16.91	+16.74	+16.56	+16.74	+16.91	
6	あり	なし	あり	常用：0台 非常用：5台	+16.91	+16.91	+16.74	+16.57	+16.74	+16.91	
7	あり	なし	あり	常用：0台 非常用：7台	+16.91	+16.91	+16.74	+16.57	+16.74	+16.91	
8	あり	なし	あり	常用：2台 非常用：7台	+16.90	+16.90	+16.73	+16.57	+16.73	+16.90	

*：パラメータによる影響の考慮における基本ケース

■：解析ケース毎の最高水位

表 1.5-9 取水路の管路解析結果（上昇側最高水位）一覧（2/4）

解析ケース	パラメータ					取水ピット水位(T. P. m)					解析ケース毎の最高水位 (T. P. m)
	防波堤	スクリーン損失	貝付着	海水ポンプの運転状態	非常用海水ポンプ(南側)	非常用海水ポンプ(北側)	循環水ポンプ(南側)	循環水ポンプ(中央)	循環水ポンプ(北側)		
9	あり	あり	なし	常用：0台 非常用：0台	+15.68	+15.68	+15.97	+16.09	+15.97	+16.09	
10	あり	あり	なし	常用：0台 非常用：5台	+15.68	+15.68	+15.97	+16.09	+15.97	+16.09	
11	あり	あり	なし	常用：0台 非常用：7台	+15.68	+15.68	+15.97	+16.09	+15.97	+16.09	
12	あり	あり	なし	常用：2台 非常用：7台	+15.67	+15.67	+15.96	+16.09	+15.96	+16.09	
13	あり	なし	なし	常用：0台 非常用：0台	+17.10	+17.10	+16.56	+16.46	+16.56	+17.10	
14	あり	なし	なし	常用：0台 非常用：5台	+17.09	+17.09	+16.56	+16.46	+16.56	+17.09	
15	あり	なし	なし	常用：0台 非常用：7台	+17.09	+17.09	+16.56	+16.46	+16.56	+17.09	
16	あり	なし	なし	常用：2台 非常用：7台	+17.09	+17.09	+16.56	+16.47	+16.56	+17.09	

■：解析ケース毎の最高水位

表 1.5-9 取水路の管路解析結果（上昇側最高水位）一覧（3/4）

解析ケース	パラメータ					取水ピット水位 (T. P. m)						解析ケース毎の最高水位 (T. P. m)
	防波堤	スクリーン損失	貝付着	海水ポンプの運転状態	非常用海水ポンプ (南側)	非常用海水ポンプ (北側)	循環水ポンプ (南側)	循環水ポンプ (中央)	循環水ポンプ (北側)			
17	なし	あり	あり	常用：0台 非常用：0台	+16.61	+16.61	+16.39	+16.56	+16.39	+16.61	+16.61	
18	なし	あり	あり	常用：0台 非常用：5台	+16.61	+16.61	+16.39	+16.56	+16.39	+16.61	+16.61	
19	なし	あり	あり	常用：0台 非常用：7台	+16.61	+16.61	+16.39	+16.56	+16.39	+16.61	+16.61	
20	なし	あり	あり	常用：2台 非常用：7台	+16.60	+16.60	+16.38	+16.55	+16.38	+16.60	+16.60	
21	なし	なし	あり	常用：0台 非常用：0台	+19.19	+19.19	+18.35	+17.87	+18.35	+19.19	+19.19	
22	なし	なし	あり	常用：0台 非常用：5台	+19.18	+19.18	+18.35	+17.87	+18.35	+19.18	+19.18	
23	なし	なし	あり	常用：0台 非常用：7台	+19.18	+19.18	+18.35	+17.87	+18.35	+19.18	+19.18	
24	なし	なし	あり	常用：2台 非常用：7台	+19.18	+19.18	+18.35	+17.87	+18.35	+19.18	+19.18	

■：解析ケース毎の最高水位

■：上昇側最高水位

表 1.5-9 取水路の管路解析結果（上昇側最高水位）一覧（4/4）

解析ケース	パラメータ				取水ピット水位(T. P. m)						解析ケース毎の最高水位 (T. P. m)
	防波堤	スクリーン損失	貝付着	海水ポンプの 運転状態	非常用海水 ポンプ (南側)	非常用海水 ポンプ (北側)	循環水ポンプ (南側)	循環水ポンプ (中央)	循環水ポンプ (北側)		
25	なし	あり	なし	常用：0台 非常用：0台	+16.67	+16.67	+16.40	+16.49	+16.40	+16.67	
26	なし	あり	なし	常用：0台 非常用：5台	+16.66	+16.66	+16.39	+16.49	+16.39	+16.66	
27	なし	あり	なし	常用：0台 非常用：7台	+16.66	+16.66	+16.39	+16.49	+16.39	+16.66	
28	なし	あり	なし	常用：2台 非常用：7台	+16.65	+16.65	+16.39	+16.49	+16.39	+16.65	
29	なし	なし	なし	常用：0台 非常用：0台	+19.17	+19.17	+18.38	+17.88	+18.38	+19.17	
30	なし	なし	なし	常用：0台 非常用：5台	+19.17	+19.17	+18.38	+17.88	+18.38	+19.17	
31	なし	なし	なし	常用：0台 非常用：7台	+19.17	+19.16	+18.38	+17.88	+18.38	+19.17	
32	なし	なし	なし	常用：2台 非常用：7台	+19.16	+19.16	+18.38	+17.88	+18.38	+19.16	

■：解析ケース毎の最高水位

なお、防潮堤設置ルート変更の前後において、取水路管路解析の入力波である取水口前面における水位に差異がなく、取水路及び取水ピットの構造に変更を伴わず、防潮堤設置ルート変更に伴う取水路の管路解析結果への影響確認として、防潮堤設置ルート変更前のモデルによる管路解析において最も高い水位となった解析条件（防波堤なし、スクリーンによる損失なし、貝付着あり、海水ポンプの運転なし）と同様の条件にて防潮堤設置ルートを変更したモデルにより管路解析を実施し、影響評価の結果、影響のないことを確認したことから、表 1.5-9 には防潮堤設置ルート変更前の管路解析結果を示している。防潮堤設置ルート変更に伴う取水路の管路解析結果への影響確認結果を以下に示す。

防潮堤設置ルート変更前のモデルによる取水口前面における遡上解析の評価結果（上昇側）は図 1.5-3 に示すとおりである。取水口前面の上昇側最高水位は T.P. +14.7m であった。

防潮堤設置ルート変更を反映したモデルによる評価結果（上昇側）を図 1.5-4 に示す。図 1.5-4 に示すとおり、遡上解析の評価結果から、取水口前面の上昇側最高水位は T.P. +14.7m であった。防潮堤設置ルート変更前のモデルによる評価結果と比べて有意な差異はなく、同等の評価結果であった。

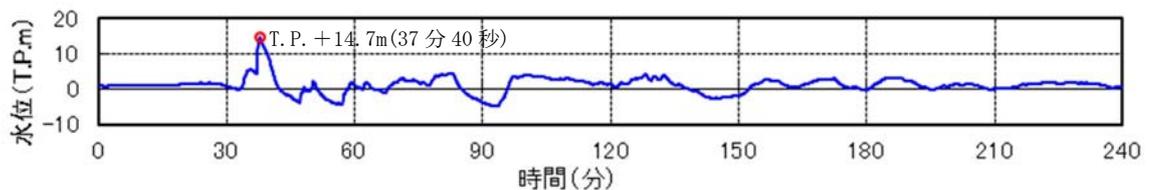


図 1.5-3 防潮堤設置ルート変更前のモデルによる取水口前面における遡上解析の評価結果（上昇側）（防波堤なし）

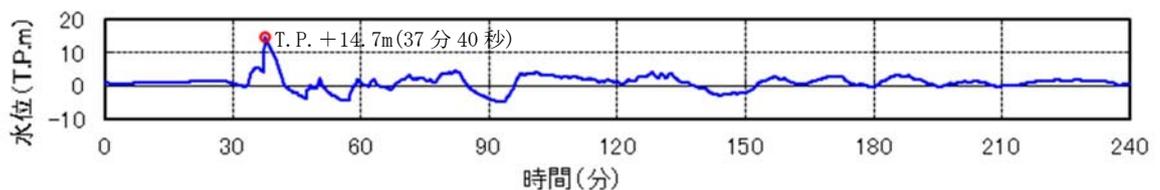


図 1.5-4 防潮堤設置ルート変更を反映したモデルによる取水口前面における遡上解析の評価結果（上昇側）（防波堤なし）

さらに、管路解析による取水ピットにおける評価結果（上昇側）への影響確認を実施した。防潮堤設置ルート変更前のモデルによる取水ピットにおける管路解析の評価結果（上昇側）は図 1.5-5 に示すとおりである。取水ピットにおける上昇側最高水位は T.P. +19.19m であった。

防潮堤設置ルート変更を反映したモデルによる評価結果を図 1.5-6 に示す。図 1.5-6 に示すとおり、管路解析の評価結果から、取水ピットの上昇側最高水位は T.P. +19.19m であった。防潮堤設置ルート変更前のモデルによる評価結果と比べて有意な差異はなく、同等の評価結果であった。

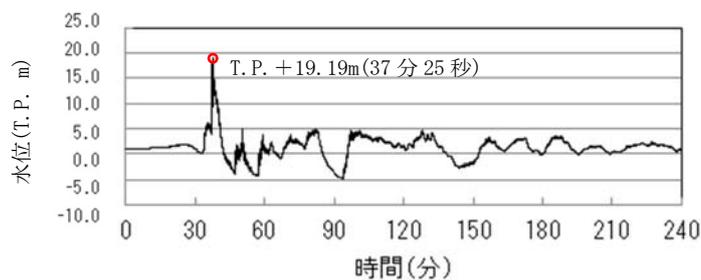


図 1.5-5 防潮堤設置ルート変更前のモデルによる取水ピットにおける
管路解析の評価結果（上昇側）
(防波堤なし、スクリーンによる損失なし、貝付着あり、海水ポンプの運転なし)

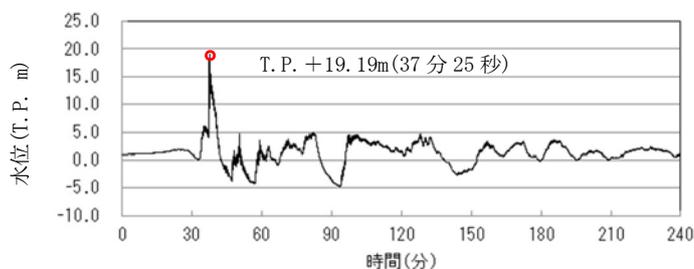


図 1.5-6 防潮堤設置ルート変更を反映したモデルによる取水ピットにおける
管路解析の評価結果（上昇側）
(防波堤なし、スクリーンによる損失なし、貝付着あり、海水ポンプの運転なし)

また、取水ピットにおける上昇側水位の入力津波については、防潮堤設置ルート変更を反映したモデルによる管路解析結果（防波堤なし、スクリーンによる損失なし、貝付着あり、海水ポンプの運転なしの解析条件）をもとに設定した。

ロ. 取水路の管路解析（下降側水位）にて考慮する条件による影響

取水路及び取水ピットの構造を図 1.5-2 に示す。取水路から取水ピットに至る経路においては、「(a) 遡上解析におけるパラメータによる影響」にて考慮した防波堤の有無をはじめ、スクリーンによる損失の有無、貝付着の有無及び海水ポンプの運転状態による影響を受けることから、これらを管路解析の条件として考慮する。取水路の管路解析条件を表 1.5-8 に示す。取水路の管路解析にて考慮する条件による影響評価結果のうち下降側最低水位一覧を表 1.5-10 に示す。

また、パラメータによる影響を確認するに当たり、現地形状態を考慮し、解析ケース 2 の条件である「防波堤あり、スクリーンによる損失あり、貝付着あり、非常用海水ポンプの運転あり（常用 0 台、非常用 5 台）」を基本ケースとした。

(イ) 防波堤の有無による影響

表 1.5-10 に示す下降側最低水位の評価結果から、スクリーンによる損失の有無、貝付着の有無及び海水ポンプの運転状態によらず、防波堤ありの場合に比べ、防波堤なしの場合の方が水位が低くなる傾向にあるが、その差異は非常に小さく、有意な差異とはならなかった。

(ロ) スクリーンによる損失の有無による影響

表 1.5-10 に示す下降側最低水位の評価結果から、防波堤の有無、貝付着の有無及び海水ポンプの運転状態によらず、スクリーンによる損失ありの場合に比べ、スクリーンによる損失なしの場合の方が低くなる傾向にあるが、その差異は非常に小さく、有意な差異とはならなかった。

(ハ) 貝付着の有無による影響

表 1.5-10 に示す下降側最低水位の評価結果から、防波堤の有無、スクリーンによる損失の有無及び海水ポンプの運転状態によらず、貝付着がある場合とない場合においてその差異は非常に小さく、有意な差異とはならなかった。

(ニ) 海水ポンプの運転状態による影響

表 1.5-10 に示す下降側最低水位の評価結果から、防波堤の有無、スクリーンによる損失の有無及び貝付着の有無によらず、海水ポンプの運転状態の違いによる差異は非常に小さく、有意な差異とはならなかった。

以上に示した影響評価結果から、下降側最低水位である T.P. -5.04m（解析ケース 31 及び解析ケース 32）をもとに、取水ピットにおける下降側の設定水位を T.P. -5.1m とする。基本ケースの水位である T.P. -4.95m と下降側最低水位をもとに設定した入力津波 T.P. -5.1m との差異を取水路管路解析におけるパラメータによる影響として考慮することとし、取水路管路解析におけるパラメータによる影響を -0.15m とした。

表 1.5-10 取水路の管路解析結果（下降側最低水位）一覧（1/4）

解析ケース	パラメータ				取水ピット水位(T.P.m)				解析ケース毎の最低水位*1 (T.P.m)	
	防波堤	スクリーン損失	貝付着	海水ポンプの運転状態	非常用海水ポンプ(南側)	非常用海水ポンプ(北側)	循環水ポンプ(南側)	循環水ポンプ(中央)		循環水ポンプ(北側)
1	あり	あり	あり	常用：0台 非常用：0台	-4.94	-4.94	-4.94	-4.94	-4.94	-4.94
2*2	あり	あり	あり	常用：0台 非常用：5台	-4.95	-4.95	-4.94	-4.94	-4.94	-4.95
3	あり	あり	あり	常用：0台 非常用：7台	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95
4	あり	あり	あり	常用：2台 非常用：7台	-4.96	-4.96	-4.96	-4.96	-4.96	-4.96
5	あり	なし	あり	常用：0台 非常用：0台	-4.97	-4.97	-4.98	-4.98	-4.98	-4.97
6	あり	なし	あり	常用：0台 非常用：5台	-4.97	-4.97	-4.98	-4.98	-4.98	-4.97
7	あり	なし	あり	常用：0台 非常用：7台	-4.97	-4.97	-4.98	-4.98	-4.98	-4.97
8	あり	なし	あり	常用：2台 非常用：7台	-4.97	-4.97	-4.99	-4.98	-4.99	-4.97

*1：下降側水位については非常用海水ポンプ位置における水位を対象に評価を実施

*2：パラメータによる影響の考慮における基本ケース

■：解析ケース毎の最低水位

表 1.5-10 取水路の管路解析結果（下降側最低水位）一覧（2/4）

解析ケース	パラメータ				取水ピット水位(T.P.m)				解析ケース毎の最低水位* (T.P.m)	
	防波堤	スクリーン損失	貝付着	海水ポンプの運転状態	非常用海水ポンプ(南側)	非常用海水ポンプ(北側)	循環水ポンプ(南側)	循環水ポンプ(中央)		循環水ポンプ(北側)
9	あり	あり	なし	常用: 0 台 非常用: 0 台	-4.94	-4.94	-4.94	-4.94	-4.94	-4.94
10	あり	あり	なし	常用: 0 台 非常用: 5 台	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95
11	あり	あり	なし	常用: 0 台 非常用: 7 台	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95
12	あり	あり	なし	常用: 2 台 非常用: 7 台	-4.96	-4.96	-4.96	-4.96	-4.96	-4.96
13	あり	なし	なし	常用: 0 台 非常用: 0 台	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95
14	あり	なし	なし	常用: 0 台 非常用: 5 台	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95
15	あり	なし	なし	常用: 0 台 非常用: 7 台	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95
16	あり	なし	なし	常用: 2 台 非常用: 7 台	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95

* : 下降側水位については非常用海水ポンプ位置における水位を対象に評価を実施

■ : 解析ケース毎の最低水位

表 1.5-10 取水路の管路解析結果（下降側最低水位）一覧（3/4）

解析ケース	パラメータ				取水ピット水位(T.P.m)				解析ケース毎の最低水位* (T.P.m)	
	防波堤	スクリーン損失	貝付着	海水ポンプの運転状態	非常用海水ポンプ(南側)	非常用海水ポンプ(北側)	循環水ポンプ(南側)	循環水ポンプ(中央)		循環水ポンプ(北側)
17	なし	あり	あり	常用:0台 非常用:0台	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95
18	なし	あり	あり	常用:0台 非常用:5台	-4.95	-4.95	-4.95	-4.96	-4.95	-4.95
19	なし	あり	あり	常用:0台 非常用:7台	-4.96	-4.96	-4.96	-4.96	-4.96	-4.96
20	なし	あり	あり	常用:2台 非常用:7台	-4.97	-4.97	-4.97	-4.98	-4.97	-4.97
21	なし	なし	あり	常用:0台 非常用:0台	-5.02	-5.02	-5.02	-5.05	-5.02	-5.02
22	なし	なし	あり	常用:0台 非常用:5台	-5.03	-5.03	-5.03	-5.05	-5.03	-5.03
23	なし	なし	あり	常用:0台 非常用:7台	-5.03	-5.03	-5.03	-5.05	-5.03	-5.03
24	なし	なし	あり	常用:2台 非常用:7台	-5.03	-5.03	-5.03	-5.06	-5.03	-5.03

* : 下降側水位については非常用海水ポンプ位置における水位を対象に評価を実施

■ : 解析ケース毎の最低水位

表 1.5-10 取水路の管路解析結果（下降側最低水位）一覧（4/4）

解析ケース	パラメータ				取水ピット水位(T.P.m)					解析ケース毎の最低水位* (T.P.m)	
	防波堤	スクリーン損失	貝付着	海水ポンプの運転状態	非常用海水ポンプ(南側)	非常用海水ポンプ(北側)	循環水ポンプ(南側)	循環水ポンプ(中央)	循環水ポンプ(北側)		
25	なし	あり	なし	常用: 0台 非常用: 0台	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95
26	なし	あり	なし	常用: 0台 非常用: 5台	-4.96	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.95	-4.96
27	なし	あり	なし	常用: 0台 非常用: 7台	-4.96	-4.96	-4.96	-4.96	-4.96	-4.96	-4.96
28	なし	あり	なし	常用: 2台 非常用: 7台	-4.97	-4.97	-4.97	-4.98	-4.97	-4.97	-4.97
29	なし	なし	なし	常用: 0台 非常用: 0台	-5.03	-5.03	-5.02	-5.05	-5.02	-5.02	-5.03
30	なし	なし	なし	常用: 0台 非常用: 5台	-5.03	-5.03	-5.02	-5.06	-5.02	-5.02	-5.03
31	なし	なし	なし	常用: 0台 非常用: 7台	-5.04	-5.04	-5.02	-5.06	-5.02	-5.02	-5.04
32	なし	なし	なし	常用: 2台 非常用: 7台	-5.04	-5.04	-5.03	-5.07	-5.03	-5.03	-5.04

* : 下降側水位については非常用海水ポンプ位置における水位を対象に評価を実施

■ : 解析ケース毎の最低水位

■ : 下降側最低水位

なお、防潮堤設置ルート変更の前後において、取水路管路解析の入力波である取水口前面における水位に差異がなく、取水路及び取水ピットの構造に変更を伴わず、防潮堤設置ルート変更に伴う取水路の管路解析結果への影響確認として、防潮堤設置ルート変更前のモデルによる管路解析において最も低い水位となった解析条件（防波堤なし、スクリーンによる損失なし、貝付着なし、海水ポンプの運転あり（常用：2台，非常用：7台））と同様の条件にて防潮堤設置ルートを変更したモデルにより管路解析を実施し、影響評価の結果、影響のないことを確認したことから、表 1.5-10 には防潮堤設置ルート変更前の管路解析結果を示している。防潮堤設置ルート変更に伴う取水路の管路解析結果への影響確認結果を以下に示す。

防潮堤設置ルート変更前のモデルによる取水口前面における遡上解析の評価結果（下降側）は図 1.5-7 に示すとおりである。取水口前面の下降側最低水位は T.P. -4.9m であった。

防潮堤設置ルート変更を反映したモデルによる評価結果（下降側）を図 1.5-8 に示す。図 1.5-8 に示すとおり、遡上解析の評価結果から、取水口前面の下降側最低水位は T.P. -4.9m であった。防潮堤設置ルート変更前のモデルによる評価結果と比べて有意な差異はなく、同等の評価結果であった。

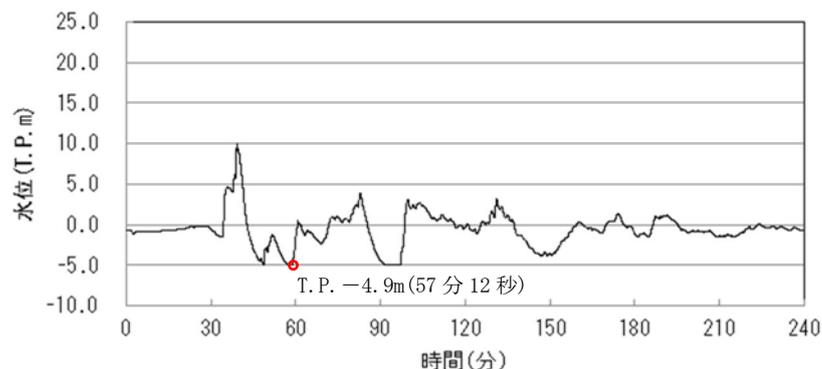


図 1.5-7 防潮堤設置ルート変更前のモデルによる取水口前面における遡上解析の評価結果（下降側）（防波堤なし）

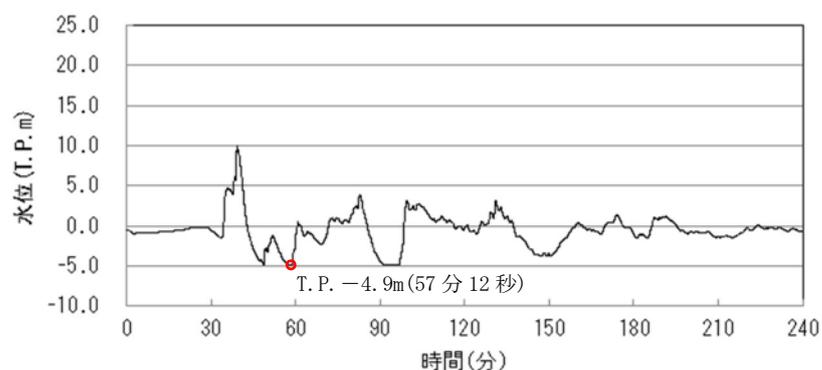


図 1.5-8 防潮堤設置ルート変更を反映したモデルによる取水口前面における遡上解析の評価結果（下降側）（防波堤なし）

さらに、管路解析による取水ピットにおける評価結果（下降側）への影響確認を実施した。防潮堤設置ルート変更前のモデルによる取水ピットにおける管路解析の評価結果（下降側）は図 1.5-9 に示すとおりである。取水ピットにおける下降側最低水位は T.P. -5.04m であった。

防潮堤設置ルート変更を反映したモデルによる評価結果を図 1.5-10 に示す。図 1.5-10 に示すとおり、管路解析の評価結果から、取水ピットの下降側最低水位は T.P. -5.04m であった。防潮堤設置ルート変更前のモデルによる評価結果と比べて有意な差異はなく、同等の評価結果であった。

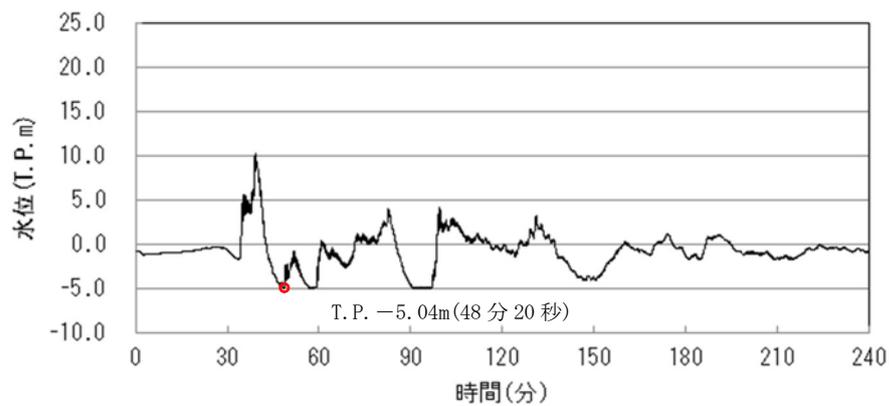


図 1.5-9 防潮堤設置ルート変更前のモデルによる取水ピットにおける
管路解析の評価結果（下降側）

(防波堤なし、スクリーンによる損失なし、貝付着なし、
海水ポンプの運転あり（常用：2台、非常用：7台））

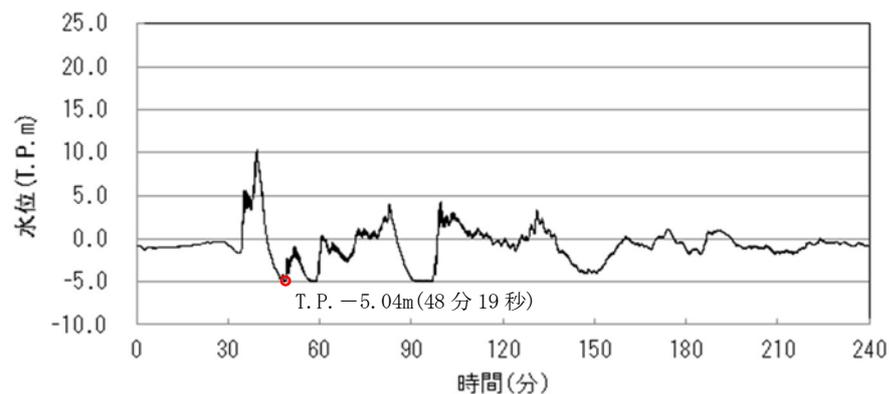


図 1.5-10 防潮堤設置ルート変更を反映したモデルによる取水ピットにおける
管路解析の評価結果（下降側）

(防波堤なし、スクリーンによる損失なし、貝付着なし、
海水ポンプの運転あり（常用：2台、非常用：7台））

ハ. 放水路の管路解析にて考慮する条件による影響

放水路の構造を図 1.5-11 に示す。放水路から放水路ゲート設置箇所に至る経路においては、「(a) 遡上解析におけるパラメータによる影響」にて考慮した防波堤の有無をはじめ、貝付着の有無及び海水ポンプの運転状態による影響を受けることから、これらを管路解析の条件として考慮する。放水路の管路解析条件を表 1.5-11 に示す。放水路の管路解析にて考慮する条件による影響評価結果を表 1.5-12 に示す。なお、表 1.5-12 は防潮堤設置ルート変更を反映したモデルによる評価結果を示している。

また、パラメータによる影響を考慮するに当たり、現地形状態を考慮し、解析ケース 13 の条件である「防波堤あり、貝付着あり、非常用海水ポンプの運転あり（常用 0 台、非常用 5 台）、C 水路放水」を基本ケースとした。

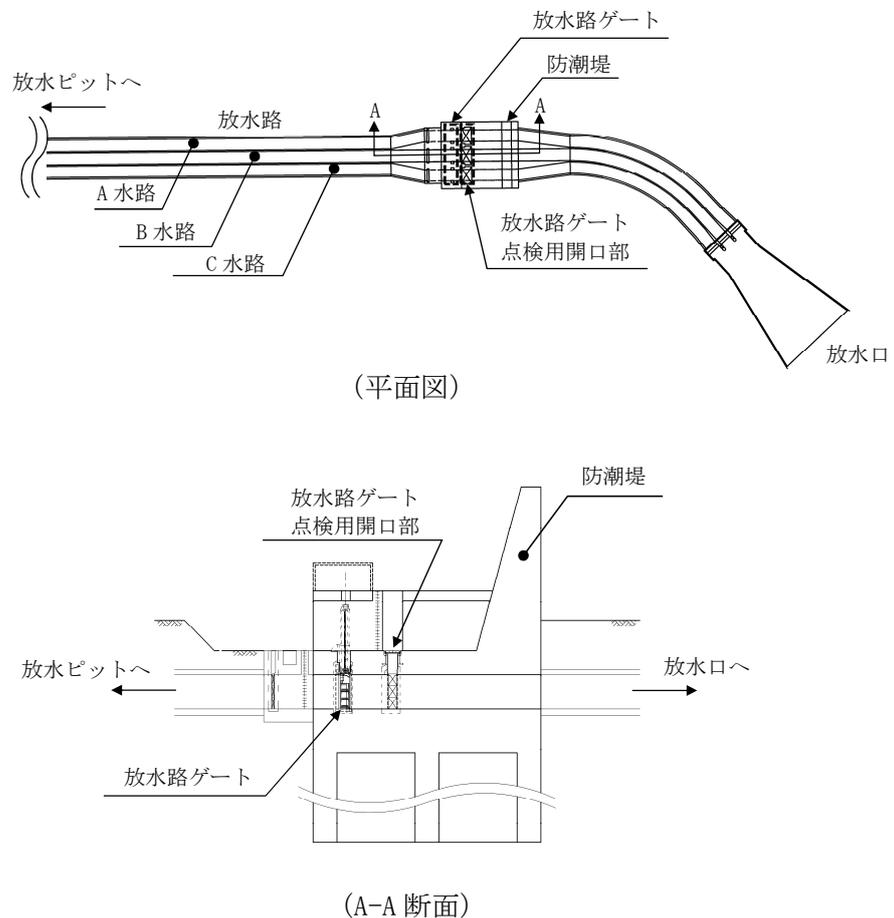


図 1.5-11 放水路の構造

表 1.5-11 放水路の管路解析条件

項目	解析条件
計算領域	ゲート部～放水路～放水口(非常用海水ポンプ)
計算時間間隔 Δt	0.001 秒
基礎方程式	非定常開水路流及び管路流の連続式・運動方程式 ※1
境界条件	<p>○流量あり ケース 1 B 水路, C 水路: 計 4320.8 (m³/hr)</p> <p>循環水ポンプ: 74220 (m³/hr/台) × 0 台</p> <p>残留熱除去系海水ポンプ: 885.7 (m³/hr/台) × 4 台</p> <p>非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ: 272.6 (m³/hr/台) × 2 台</p> <p>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</p> <p>補機冷却用系海水ポンプ: 2838 (m³/hr/台) × 0 台</p> <p>(津波襲来時の状態として, 常用海水ポンプ全台停止かつ非常用海水ポンプの運転状態を想定。(原子炉トリップ+ (所内電源喪失又は原子炉水位低下) の状態))</p> <p>○流量あり ケース 2 B 水路, C 水路: 計 9996.8 (m³/hr)</p> <p>循環水ポンプ: 74220 (m³/hr/台) × 0 台</p> <p>残留熱除去系海水ポンプ: 885.7 (m³/hr/台) × 4 台</p> <p>非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ: 272.6 (m³/hr/台) × 2 台</p> <p>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</p> <p>補機冷却用系海水ポンプ: 2838 (m³/hr/台) × 2 台</p> <p>(ケース 1 の状態から, 燃料プール冷却等のため ASW ポンプを追加起動した状態を想定)</p> <p>○流量あり ケース 3 B 水路, C 水路: 計 2549.4 (m³/hr)</p> <p>循環水ポンプ: 74220 (m³/hr/台) × 0 台</p> <p>残留熱除去系海水ポンプ: 885.7 (m³/hr/台) × 2 台</p> <p>非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ: 272.6 (m³/hr/台) × 2 台</p> <p>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</p> <p>補機冷却用系海水ポンプ: 2838 (m³/hr/台) × 0 台</p> <p>(津波襲来時の状態として, 常用海水ポンプ全台停止かつ非常用海水ポンプの運転状態を想定)</p> <p>○流量なし: 計 0 (m³/hr)</p>
摩擦損失係数	マニング粗度係数 n=0.020(貝代あり) m ^{-1/3} ・s
貝の付着代	貝代なし, 貝代あり 10cm を考慮
局所損失係数	電力土木技術協会(1995): 火力・原子力発電所土木構造物の設計-補強改訂版-, 千秋信一(1967): 発電水力演習, 土木学会(1999): 水理公式集 [平成 11 年版] による
入射条件	防波堤ありケース 上昇側 / 防波堤なしケース 上昇側
地盤変動条件	3.11 地震の地殻変動量(0.2m 沈下を考慮) Mw8.7 の地殻変動量 潮位のばらつき (σ = +0.18m)
潮位条件	朔望平均満潮位(T.P. +0.61m)
計算時間	4 時間(津波計算と同時間)

※1 基礎方程式

<開水路>

$$a) \text{運動方程式} \quad \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

$$b) \text{連続式} \quad \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

<管路>

$$a) \text{運動方程式} \quad \frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

$$b) \text{連続式} \quad \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

ここに, t : 時間 Q : 流量 v : 流速 x : 管底に沿った座標
A : 流水断面積 H : 圧力水頭+位置水頭 (管路の場合)
位置水頭 (開水路の場合)

z : 管底高 g : 重力加速度
n : マニングの粗度係数 R : 径深
Δx : 管路の流れ方向の長さ f : 局所損失係数

<水槽および立坑部>

$$A_p \frac{dH_p}{dt} = Q_s$$

ここに, A_p : 水槽の平面積 (水位の関数となる) H_p : 水槽水位
 Q_s : 水槽へ流入する流量の総和 t : 時間

(イ) 防波堤の有無による影響

表 1.5-12 に示す上昇側最高水位の評価結果から、スクリーンによる損失の有無、貝付着の有無及び海水ポンプの運転状態によらず、防波堤なしの場合に比べ、防波堤ありの場合の方が水位が高くなる傾向にあった。

(ロ) 貝付着の有無による影響

表 1.5-12 に示す上昇側最高水位の評価結果から、防波堤の有無及び海水ポンプの運転状態によらず、B 水路では貝付着なしの場合に比べ、貝付着ありの場合における水位が高くなる傾向にあった。

また、A 水路及び C 水路では、防波堤がある場合においては貝付着がある場合の水位が高くなり、防波堤がない場合においては貝付着がない場合の水位が高くなる傾向にあった。

(ハ) 海水ポンプの運転状態による影響

① ポンプの運転台数による影響

表 1.5-12 に示す上昇側最高水位の評価結果から、貝付着の有無及び放水する水路によらず、防波堤がない場合に比べ、防波堤がある場合において、海水ポンプの運転台数が増えるにつれて水位が高くなる傾向にあった。

また、防波堤がない場合における海水ポンプの運転状態による影響を比較した結果、その差異は非常に小さく、有意な差異とはならなかった。

② 放水する水路による影響

表 1.5-12 に示す上昇側最高水位の評価結果から、貝付着の有無及び海水ポンプの運転台数によらず、防波堤がある場合においては放水する水路における水位が高くなる傾向にあった。

また、防波堤がない場合における放水する水路による影響を比較した結果、常用海水ポンプ 2 台及び非常用海水ポンプ 7 台運転を想定した解析ケースを除き、放水する水路によらず C 水路における水位が高くなる傾向にあった。常用海水ポンプ 2 台及び非常用海水ポンプ 7 台運転を想定した解析ケースでは、それぞれ放水する水路における水位が高くなる傾向にあった。

以上に示した影響評価結果から、上昇側最高水位である T.P. +27.30m (解析ケース 7) をもとに、放水路ゲート設置箇所における上昇側の入力津波を T.P. +27.4m とする。基本ケースの水位である T.P. +23.59m と上昇側最高水位をもとに設定した入力津波 T.P. +27.4m との差異を放水路管路解析におけるパラメータによる影響として考慮することとし、放水路管路解析におけるパラメータによる影響を +3.81m とした。

表 1.5-12 放水路の管路解析結果（上昇側最高水位）一覧（1/2）

解析 ケース	パラメータ			放水路ゲート設置箇所水位(T.P.m)			解析ケース毎の最高 水位 (T.P.m)			
	防波堤	貝付着	海水ポンプの運転状態 放水する水路	A水路 (北側)	B水路 (東側)	C水路 (南側)				
								ポンプ運転台数		
1	あり	あり	常用：0台 非常用：0台	+	+	+	+23.56	+22.72	+22.15	+23.56
2	なし	あり	常用：0台 非常用：0台	-	-	-	+19.32	+19.29	+17.71	+19.32
3	あり	あり	常用：0台 非常用：7台	B水路	B水路	B水路	+23.56	+25.42	+22.15	+25.42
4	なし	あり	常用：0台 非常用：7台	B水路	B水路	B水路	+19.32	+19.24	+17.71	+19.32
5	あり	あり	常用：0台 非常用：7台	C水路	C水路	C水路	+23.56	+22.72	+24.67	+24.67
6	なし	あり	常用：0台 非常用：7台	C水路	C水路	C水路	+19.32	+19.29	+18.56	+19.32
7	あり	あり	常用：2台 非常用：7台	B水路	B水路	B水路	+23.56	+27.30	+22.15	+27.30
8	なし	あり	常用：2台 非常用：7台	B水路	B水路	B水路	+19.32	+20.98	+17.71	+20.98
9	あり	あり	常用：2台 非常用：7台	C水路	C水路	C水路	+23.56	+22.72	+26.80	+26.80
10	なし	あり	常用：2台 非常用：7台	C水路	C水路	C水路	+19.32	+19.29	+20.66	+20.66
11	あり	あり	常用：0台 非常用：5台	B水路	B水路	B水路	+23.56	+24.35	+22.15	+24.35
12	なし	あり	常用：0台 非常用：5台	B水路	B水路	B水路	+19.32	+19.31	+17.71	+19.32
13*	あり	あり	常用：0台 非常用：5台	C水路	C水路	C水路	+23.56	+22.72	+23.59	+23.59
14	なし	あり	常用：0台 非常用：5台	C水路	C水路	C水路	+19.32	+19.29	+17.82	+19.32

*：パラメータによる影響の考慮における基本ケース

■：解析ケース毎の最高水位

■：上昇側最高水位

表 1.5-12 放水路の管路解析結果（上昇側最高水位）一覧（2/2）

解析 ケース	パラメータ			放水路ゲート設置箇所水位(T.P.m)			解析ケース毎の最高 水位 (T.P.m)	
	防波堤	貝付着	海水ポンプの運転状態 放水する水路	A水路 (北側)	B水路 (東側)	C水路 (南側)		
								ポンプ運転台数
15	あり	なし	常用：0台 非常用：0台	—	+21.68	+21.15	+20.99	+21.68
16	なし	なし	常用：0台 非常用：0台	—	+19.51	+17.97	+19.43	+19.51
17	あり	なし	常用：0台 非常用：7台	B水路	+21.68	+23.37	+20.99	+23.37
18	なし	なし	常用：0台 非常用：7台	B水路	+19.51	+17.85	+19.43	+19.51
19	あり	なし	常用：0台 非常用：7台	C水路	+21.68	+21.15	+22.67	+22.67
20	なし	なし	常用：0台 非常用：7台	C水路	+19.51	+17.97	+19.94	+19.94
21	あり	なし	常用：2台 非常用：7台	B水路	+21.68	+25.63	+20.99	+25.63
22	なし	なし	常用：2台 非常用：7台	B水路	+19.51	+19.28	+19.43	+19.51
23	あり	なし	常用：2台 非常用：7台	C水路	+21.68	+21.15	+24.87	+24.87
24	なし	なし	常用：2台 非常用：7台	C水路	+19.51	+17.97	+19.96	+19.96
25	あり	なし	常用：0台 非常用：5台	B水路	+21.68	+22.36	+20.99	+22.36
26	なし	なし	常用：0台 非常用：5台	B水路	+19.51	+17.97	+19.43	+19.51
27	あり	なし	常用：0台 非常用：5台	C水路	+21.68	+21.15	+21.87	+21.87
28	なし	なし	常用：0台 非常用：5台	C水路	+19.51	+17.97	+19.77	+19.77

■：解析ケース毎の最高水位

ニ. SA用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析にて考慮する条件による影響

SA用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの構造を図 1.5-12 に示す。SA用海水ピット取水塔から緊急用海水ポンプピットに至る経路においては、「(a) 遡上解析におけるパラメータによる影響」にて考慮した防波堤の有無をはじめ、貝付着の有無による影響を受けることから、これらを管路解析の条件として考慮する。SA用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析条件を表 1.5-13 に示す。SA用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析にて考慮する条件による影響評価結果を表 1.5-14 に示す。なお、表 1.5-14 は防潮堤設置ルート変更を反映したモデルによる評価結果を示している。

また、パラメータによる影響を考慮するに当たり、現地形状態を考慮し、解析ケース 1 の条件である「防波堤あり、貝付着あり」を基本ケースとした。

(イ) 防波堤の有無による影響

表 1.5-14 に示す上昇側最高水位の評価結果から、貝付着の有無によらず、防波堤ありの場合に比べ、防波堤なしの場合の方が水位が高くなった。

(ロ) 貝付着の有無による影響

表 1.5-14 に示す上昇側最高水位の評価結果から、防波堤の有無によらず、貝付着ありの場合に比べ、貝付着なしの場合の方が水位が高くなった。

以上に示した影響評価結果から、SA用海水ピットについては上昇側最高水位である T.P. +8.80m (解析ケース 4) をもとに、上昇側の入力津波を T.P. +8.9m とする。緊急用海水ポンプピットについては上昇側最高水位である T.P. +9.21m (解析ケース 4) をもとに、上昇側の入力津波を T.P. +9.3m とする。基本ケースの水位 (SA用海水ピット : T.P. +5.99m, 緊急用海水ポンプピット : T.P. +6.13m) と上昇側最高水位をもとに設定した入力津波 (SA用海水ピット : T.P. +8.9m, 緊急用海水ポンプピット : T.P. +9.3m) との差異を SA用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析におけるパラメータによる影響として考慮することとし、SA用海水ピットでは+2.91m, 緊急用海水ポンプピットでは+3.17m をそれぞれパラメータによる影響とした。

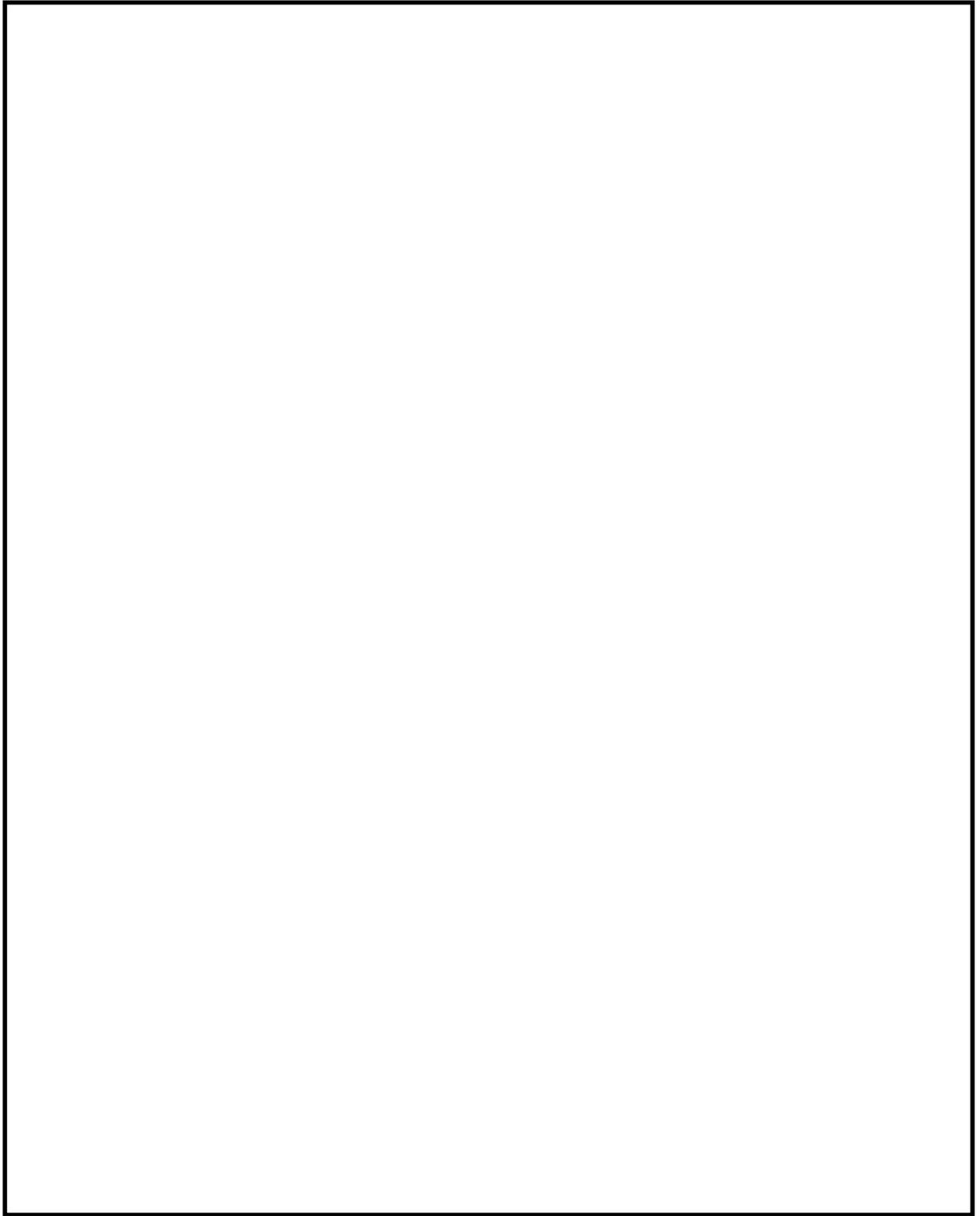


図 1.5-12 SA用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの構造

表 1.5-13 SA用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析条件

項目	解析条件
計算領域	SA用海水ピット取水塔～SA用海水ピット～緊急用海水ポンプピット
計算時間間隔 Δt	0.01 秒
基礎方程式	非定常開水路流及び管路流の連続式・運動方程式 ※1
境界条件	○流量なし：計 0(m ³ /hr)
摩擦損失係数	マンニング粗度係数 $n=0.020$ (貝代あり)m ^{-1/3} ・s $n=0.015$ (貝代なし)m ^{-1/3} ・s
貝の付着代	貝代なし， 貝代あり 10cm を考慮
局所損失係数	電力土木技術協会(1995)：火力・原子力発電所土木構造物の設計 －補強改訂版－， 千秋信一(1967)：発電水力演習， 土木学会(1999)：水理公式集 [平成 11 年版] による
入射条件	防波堤ありケース 上昇側 / 防波堤なしケース 上昇側
地盤変動条件	上昇側：3.11 地震の地殻変動量(0.2m 沈下を考慮) Mw8.7 の地殻変動量 潮位のばらつき ($\sigma = +0.18m$)
潮位条件	上昇側：朔望平均満潮位(T.P. +0.61m)
計算時間	4 時間(津波計算と同時間)

※1 基礎方程式

<開水路>

$$a) \text{運動方程式} \quad \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

$$b) \text{連続式} \quad \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

<管路>

$$a) \text{運動方程式} \quad \frac{\partial Q}{\partial t} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gA \left(\frac{n^2 |v| v}{R^{4/3}} + \frac{1}{\Delta x} f \frac{|v| v}{2g} \right) = 0$$

$$b) \text{連続式} \quad \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

ここに、 t : 時間 Q : 流量 v : 流速 x : 管底に沿った座標
 A : 流水断面積 H : 圧力水頭+位置水頭 (管路の場合)
 位置水頭 (開水路の場合)
 z : 管底高 g : 重力加速度
 n : マンニングの粗度係数 R : 径深
 Δx : 管路の流れ方向の長さ f : 局所損失係数

<水槽および立坑部>

$$A_p \frac{dH_p}{dt} = Q_s$$

ここに、 A_p : 水槽の平面積 (水位の関数となる) H_p : 水槽水位
 Q_s : 水槽へ流入する流量の総和 t : 時間

表 1.5-14 S A用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析結果（上昇側最高水位）一覧

解析ケース	パラメータ		各ピットの水位(T.P.m)		解析ケース毎の最高水位 (T.P.m)
	防波堤	貝付着	S A用海水ピット	緊急用海水ポンプピット	
1*	あり	あり	+5.99	+6.13	S A用海水ピット：+8.80 緊急用海水ポンプピット：+9.21
2	なし	あり	+6.37	+6.45	
3	あり	なし	+8.31	+8.71	
4	なし	なし	+8.80	+9.21	

*：パラメータによる影響の考慮における基本ケース

■：上昇側最高水位

「イ. 取水路の管路解析（上昇側水位）にて考慮する条件による影響」、 「ロ. 取水路の管路解析（下降側水位）にて考慮する条件による影響」、 「ハ. 放水路の管路解析にて考慮する条件による影響」 及び 「ニ. SA用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの管路解析にて考慮する条件による影響」 に示した影響評価結果をもとに、各経路の設定位置における設定水位に対するパラメータによる影響の考慮の程度を整理した。各経路の設定位置における設定水位に対するパラメータによる影響の考慮の詳細を表 1.5-15 に示す。

表 1.5-15 各経路の設定位置における設定水位に対するパラメータによる影響の考慮

区分	設定位置	設定水位	パラメータによる影響		基本ケースの水位	遡上解析により求めた津波水位に加えることで考慮			
			パラメータによる影響の考慮の程度	考慮した条件		潮位のばらつき	初期潮位に考慮		
							入力津波モデルに想定される地震により生じる地殻変動	2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動	朔望平均潮位
上昇側水位	取水ピット	T.P. +19.2m ^{*2}	+3.16m	・防波堤の有無 ・スクリーンによる損失の有無 ・貝付着の有無 ・海水ポンプの運転状態	T.P. +16.04m ^{*1}	考慮する。 (+0.18m)	考慮する。 (地殻変動量(沈降)0.31m)	考慮する。 (地殻変動量(沈降)0.2m)	考慮する。 (朔望平均満潮位 T.P. +0.61m)
	放水路ゲート設置箇所	T.P. +27.4m ^{*2}	+3.81m	・防波堤の有無 ・貝付着の有無 ・海水ポンプの運転状態	T.P. +23.59m ^{*1}	考慮する。 (+0.18m)	考慮する。 (地殻変動量(沈降)0.31m)	考慮する。 (地殻変動量(沈降)0.2m)	考慮する。 (朔望平均満潮位 T.P. +0.61m)
	SA用海水ピット	T.P. +8.9m ^{*2}	+2.91m	・防波堤の有無 ・貝付着の有無	T.P. +5.99m ^{*1}	考慮する。 (+0.18m)	考慮する。 (地殻変動量(沈降)0.31m)	考慮する。 (地殻変動量(沈降)0.2m)	考慮する。 (朔望平均満潮位 T.P. +0.61m)
	緊急用海水ポンプピット	T.P. +9.3m ^{*2}	+3.17m	・防波堤の有無 ・貝付着の有無	T.P. +6.13m ^{*1}	考慮する。 (+0.18m)	考慮する。 (地殻変動量(沈降)0.31m)	考慮する。 (地殻変動量(沈降)0.2m)	考慮する。 (朔望平均満潮位 T.P. +0.61m)
下降側水位	取水ピット	T.P. -5.1m ^{*4}	-0.15m	・防波堤の有無 ・スクリーンによる損失の有無 ・貝付着の有無 ・海水ポンプの運転状態	T.P. -4.95m ^{*3}	考慮する。 (-0.16m)	考慮しない。	考慮する。 (地殻変動量(沈降)0.2m)	考慮する。 (朔望平均干潮位 T.P. -0.81m)

*1 朔望平均満潮位 T.P. +0.61m, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量(沈降)0.2m, 入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動(沈降)0.31m及び潮位のばらつき+0.18mを考慮している。

*2 *1に加えてパラメータによる影響を考慮している。

*3 朔望平均干潮位 T.P. -0.81m, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量(沈降)0.2m及び潮位のばらつき-0.16mを考慮している。

*4 *3に加えてパラメータによる影響を考慮している。

(d) パラメータによる影響が入力津波高さに与える影響のまとめ

「(a) 遡上解析におけるパラメータによる影響」及び「(b) 管路解析におけるパラメータによる影響」の検討結果を踏まえ、取水ピットにおける下降側水位を除き、防潮堤設置ルート変更を反映したモデルにおけるパラメータによる影響評価結果により設定した設定水位一覧を表 1.5-16 に示す。また、防潮堤前面における最高水位を示す時刻歴波形を図 1.5-13 に、各経路からの津波の時刻歴波形を図 1.5-14 にそれぞれ示す。

表 1.5-16 防潮堤設置ルート変更を反映したモデルにおける数値シミュレーション結果により設定した設定水位一覧表

区分	設定位置	設定水位	パラメータによる影響		基本ケースの水位
			パラメータによる影響の考慮の程度	考慮した条件	
上昇側水位	防潮堤前面（敷地側面北側）	T.P. +12.0m ^{*1} (T.P. +12.2m) ^{*2}	+0.3m	・地盤変状の有無 ・防波堤の有無	T.P. +11.7m
	防潮堤前面（敷地前面東側）	T.P. +17.7m ^{*1} (T.P. +17.9m) ^{*2}	+0.6m	・地盤変状の有無 ・防波堤の有無	T.P. +17.1m
	防潮堤前面（敷地側面南側）	T.P. +16.6m ^{*1} (T.P. +16.8m) ^{*2}	+1.2m	・地盤変状の有無 ・防波堤の有無	T.P. +15.4m
	取水ピット	(T.P. +19.2m) ^{*3}	+3.16m	・防波堤の有無 ・スクリーンによる損失の有無 ・貝付着の有無 ・海水ポンプの運転状態	T.P. +16.04m
	放水路ゲート設置箇所	(T.P. +27.4m) ^{*3}	+3.81m	・防波堤の有無 ・貝付着の有無 ・海水ポンプの運転状態	T.P. +23.59m
	SA用海水ピット	(T.P. +8.9m) ^{*3}	+2.91m	・防波堤の有無 ・貝付着の有無	T.P. +5.99m
	緊急用海水ポンプピット	(T.P. +9.3m) ^{*3}	+3.17m	・防波堤の有無 ・貝付着の有無	T.P. +6.13m
	構内排水路逆流防止設備 （防潮堤前面（敷地前面東側）の入力津波高さを 使用している。）	T.P. +17.7m ^{*1} (T.P. +17.9m) ^{*2}	+0.6m	・地盤変状の有無 ・防波堤の有無	T.P. +17.1m
	構内排水路逆流防止設備 （防潮堤前面（敷地側面北側）の入力津波高さを 使用している。）	T.P. +12.0m ^{*1} (T.P. +12.2m) ^{*2}	+0.3m	・地盤変状の有無 ・防波堤の有無	T.P. +11.7m
下降側水位	取水ピット ^{*4}	T.P. -5.1m ^{*5}	-0.15m	・防波堤の有無 ・スクリーンによる損失の有無 ・貝付着の有無 ・海水ポンプの運転状態	T.P. -4.95m

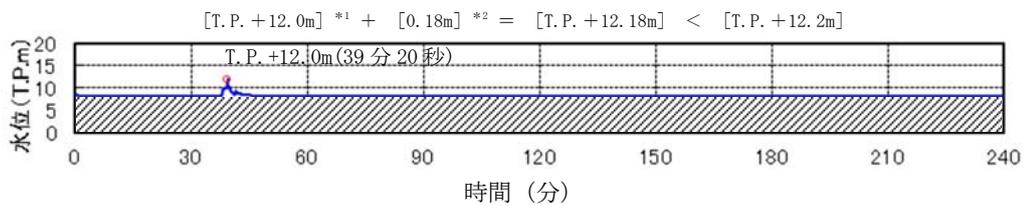
*1 朔望平均満潮位T.P. +0.61m, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m及び入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動（沈降）0.31mを考慮している。

*2 *1に加えて潮位のばらつき+0.18mを考慮している。

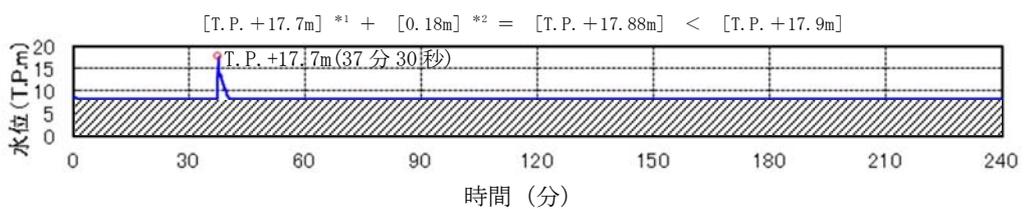
*3 朔望平均満潮位T.P. +0.61m, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m, 入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動（沈降）0.31m及び潮位のばらつき+0.18mを考慮している。

*4 取水口前面に貯留堰を設置するため、引き波時における非常用海水ポンプの取水性については貯留堰天端高さ及び貯留堰の有効容量に依存し、防潮堤設置ルートには依存しないことから、取水ピットにおける下降側水位については防潮堤設置ルート変更前のモデルによる管路解析結果をもとに設定した入力津波を示す。

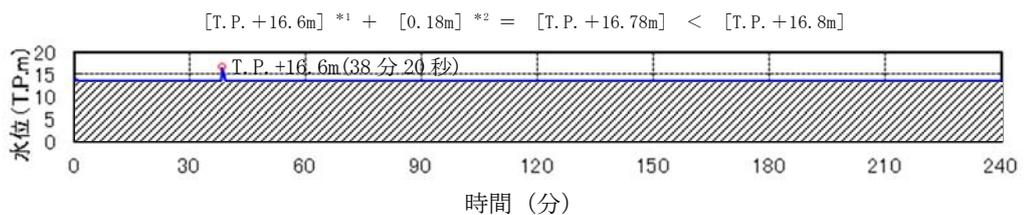
*5 朔望平均干潮位T.P. -0.81m, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m及び潮位のばらつき-0.16mを考慮している。



(防潮堤前面評価点 敷地側面北側)



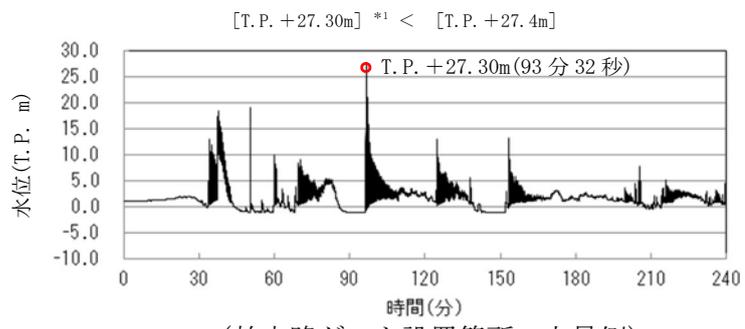
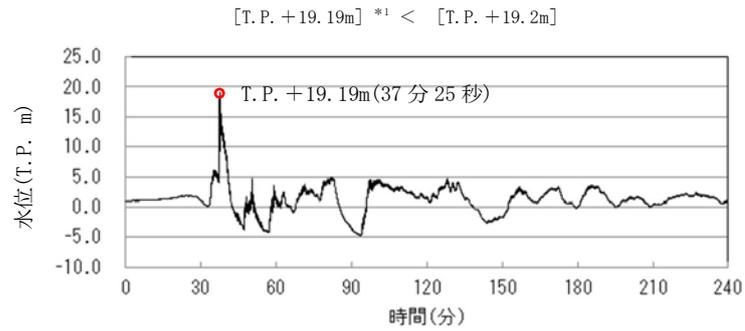
(防潮堤前面評価点 敷地前面東側)



(防潮堤前面評価点 敷地側面南側)

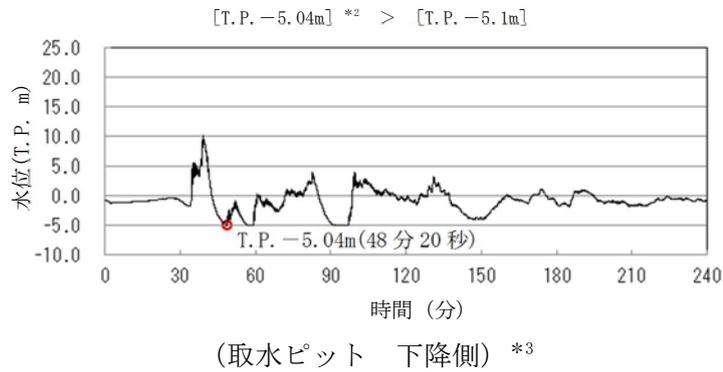
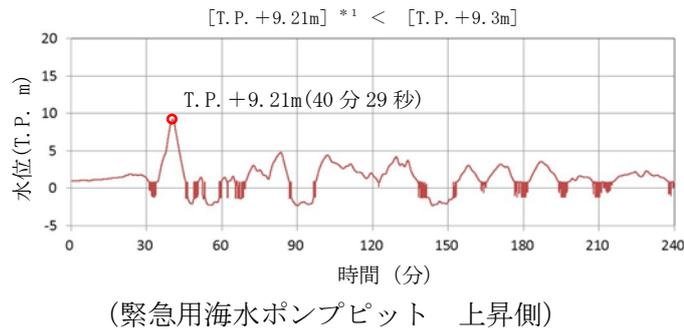
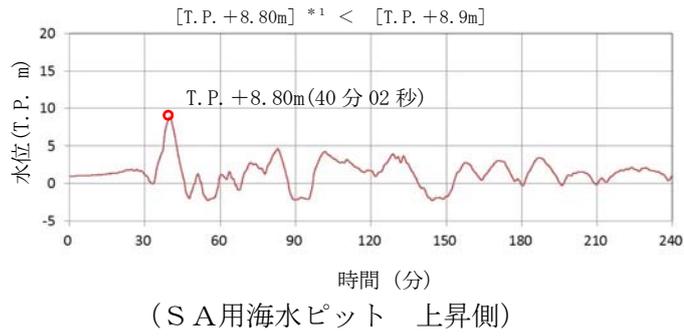
- *1 朔望平均満潮位 T.P. + 0.61m, 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量 (沈降) 0.2m 及び入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動 (沈降) 0.31m を考慮している。
- *2 潮位のばらつきを示す。

図 1.5-13 防潮堤前面における最高水位を示す時刻歴波形



*1 朔望平均満潮位 T.P. +0.61m, 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量 (沈降) 0.2m, 入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動 (沈降) 0.31m 及び潮位のばらつき +0.18m を考慮している。

図 1.5-14 各経路からの津波の時刻歴波形 (1/2)



- *1 朔望平均満潮位 T.P. +0.61m, 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量 (沈降) 0.2m, 入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動 (沈降) 0.31m 及び潮位のばらつき +0.18m を考慮している。
- *2 朔望平均干潮位 -0.81m, 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量 (沈降) 0.2m 及び潮位のばらつき -0.16m を考慮している。
- *3 取水口前面に貯留堰を設置するため, 引き波時における非常用海水ポンプの取水性については貯留堰天端高さ及び貯留堰の有効容量に依存し, 防潮堤設置ルートには依存しないことから, 取水ピットにおける下降側水位については防潮堤設置ルート変更前のモデルによる管路解析結果をもとに設定した入力津波を示す。

図 1.5-14 各経路からの津波の時刻歴波形 (2/2)

(e) その他の影響

その他の影響として、防潮堤設置ルート変更前後における遡上解析結果又は管路解析結果の差分及び下降側水位の初期潮位に考慮していた地殻変動量（沈降）の差し引きを考慮する。以下に詳細を示す。

イ. 防潮堤設置ルート変更前後における遡上解析結果又は管路解析結果の差分

防潮堤設置ルート変更前後における各施設・設備の設置位置で算定された設定水位を比較し、防潮堤設置ルート変更後における各施設・設備の設置位置で算定された設定水位が防潮堤設置ルート変更前における各施設・設備の設置位置で算定された設定水位を下回る場合は、その差分を防潮堤設置ルート変更後における各施設・設備の設置位置で算定された設定水位に加え入力津波高さを設定することで考慮する。防潮堤設置ルート変更前後における設定水位一覧及びその他の影響を考慮した入力津波一覧表を表 1.5-17 に示す。表 1.5-17 に示した水位から、防潮堤前面（敷地側面北側）におけるその他の影響を+3.2m とした。

また、防潮堤設置ルート変更前後における放水路ゲート設置箇所の設定水位を比較したところ、防潮堤設置ルート変更前における設定水位が T.P. +19.1m であり、防潮堤設置ルート変更後における設定水位が T.P. +27.4m であった。防潮堤の設置ルート変更前後における放水路ゲート設置箇所の水位差は、管路応答の周期特性の違いによるものであると考えられる。放水路の管路解析結果に関する考察を（参考 1）に示す。

表 1.5-17 防潮堤設置ルート変更前後における設定水位一覧及び
その他の影響を考慮した入力津波一覧

区分	設定位置	入力津波高さ	設定水位		その他の影響*4
			防潮堤設置ルート変更前	防潮堤設置ルート変更後	
上昇側水位	防潮堤前面 (敷地側面北側)	T. P. +15.2m*1 (T. P. +15.4m) *2	T. P. +15.2m*1 (T. P. +15.4m) *2	T. P. +12.0m*1 (T. P. +12.2m) *2	+3.2m
	防潮堤前面 (敷地前面東側)	T. P. +17.7m*1 (T. P. +17.9m) *2	T. P. +17.7m*1 (T. P. +17.9m) *2	T. P. +17.7m*1 (T. P. +17.9m) *2	0m
	防潮堤前面 (敷地側面南側)	T. P. +16.6m*1 (T. P. +16.8m) *2	T. P. +16.6m*1 (T. P. +16.8m) *2	T. P. +16.6m*1 (T. P. +16.8m) *2	0m
	取水ピット	(T. P. +19.2m) *3	(T. P. +19.2m) *3	(T. P. +19.2m) *3	0m
	放水路ゲート 設置箇所	(T. P. +27.4m) *3	(T. P. +19.1m) *3	(T. P. +27.4m) *3	0m
	S A用海水ピット	(T. P. +8.9m) *3	(T. P. +8.9m) *3	(T. P. +8.9m) *3	0m
	緊急用海水ポンプ ピット	(T. P. +9.3m) *3	(T. P. +9.3m) *3	(T. P. +9.3m) *3	0m
	構内排水路 逆流防止設備 (防潮堤前面(敷地前面東側)の入力津波高さを使用している。)	T. P. +17.7m*1 (T. P. +17.9m) *2	T. P. +17.7m*1 (T. P. +17.9m) *2	T. P. +17.7m*1 (T. P. +17.9m) *2	0m
	構内排水路 逆流防止設備 (防潮堤前面(敷地側面北側)の入力津波高さを使用している。)	T. P. +15.2m*1 (T. P. +15.4m) *2	T. P. +15.2m*1 (T. P. +15.4m) *2	T. P. +12.0m*1 (T. P. +12.2m) *2	+3.2m

*1 朔望平均満潮位T. P. +0.61m, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量(沈降)0.2m及び入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動(沈降)0.31mを考慮している。

*2 *1に加えて潮位のばらつき+0.18mを考慮している。

*3 朔望平均満潮位T. P. +0.61m, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量(沈降)0.2m, 入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動(沈降)0.31m及び潮位のばらつき+0.18mを考慮している。

*4 防潮堤設置ルート変更前後における各施設・設備の設置位置で算定された入力津波高さを比較し、防潮堤設置ルート変更後における各施設・設備の設置位置で算定された入力津波高さが防潮堤設置ルート変更前における各施設・設備の設置位置で算定された入力津波高さを下回る場合は、その差分を防潮堤設置ルート変更後における各施設・設備の設置位置で算定された設定水位に加え入力津波高さを設定する。

ロ. 下降側水位の初期潮位に考慮していた地殻変動量（沈降）の差し引き

下降側水位の初期潮位に考慮していた地殻変動量（沈降）については、安全側の考慮となるように、取水ピットにて設定した下降側の設定水位に対し、2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2mを差し引き入力津波高さを設定することで考慮する。取水ピットにおける下降側入力津波の設定に考慮するその他の影響を表1.5-18に示す。表1.5-18に示した水位から、取水ピットにおける下降側入力津波の設定に考慮するその他の影響を-0.2mとした。

表 1.5-18 取水ピットにおける下降側入力津波の設定に考慮するその他の影響

区分	設定位置	入力津波高さ	設定水位	その他の影響*4
下降側水位	取水ピット*1	T. P. -5.3m*3	T. P. -5.1m*2	-0.2m

- *1 取水口前面に貯留堰を設置するため、引き波時における非常用海水ポンプの取水性については貯留堰天端高さ及び貯留堰の有効容量に依存し、防潮堤設置ルートには依存しないことから、取水ピットにおける下降側水位については防潮堤設置ルート変更前のモデルによる管路解析結果をもとに設定した入力津波を示す。
- *2 朔望平均干潮位T. P. -0.81m、2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2m及び潮位のばらつき-0.16mを考慮している。
- *3 下降側の評価に当たって安全側の考慮となるように、*2から2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2mを差し引いたものである。
- *4 下降側水位の初期潮位に考慮していた地殻変動量（沈降）について、安全側の考慮となるように、取水ピットにて設定した下降側の設定水位に対し、2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量（沈降）0.2mを差し引き入力津波高さを設定する。

(f) 入力津波高さに対するパラメータによる影響のまとめ

「(a) 遡上解析におけるパラメータによる影響」, 「(c) 管路解析におけるパラメータによる影響」及び「(e) その他の影響」の検討結果を踏まえ設定した各施設・設備の設置位置における設計又は評価に用いる入力津波高さ一覧を表 1.5-19 に示す。

表 1.5-19 各施設・設備の設置位置における設計又は評価に用いる入力津波高さ一覧表

区分	設定位置	入力津波高さ
上昇側水位	防潮堤前面 (敷地側面北側)	T. P. +15.2m ^{*1} (T. P. +15.4m) ^{*2}
	防潮堤前面 (敷地前面東側)	T. P. +17.7m ^{*1} (T. P. +17.9m) ^{*2}
	防潮堤前面 (敷地側面南側)	T. P. +16.6m ^{*1} (T. P. +16.8m) ^{*2}
	取水ピット	(T. P. +19.2m) ^{*3}
	放水路ゲート設置箇所	(T. P. +27.4m) ^{*3}
	S A用海水ピット	(T. P. +8.9m) ^{*3}
	緊急用海水ポンプピット	(T. P. +9.3m) ^{*3}
	構内排水路逆流防止設備 (防潮堤前面 (敷地前面東側) の入力津波高さ を使用している。)	T. P. +17.7m ^{*1} (T. P. +17.9m) ^{*2}
構内排水路逆流防止設備 (防潮堤前面 (敷地側面北側) の入力津波高さ を使用している。)	T. P. +15.2m ^{*1} (T. P. +15.4m) ^{*2}	
下降側水位	取水ピット ^{*4}	T. P. -5.1m ^{*5} (T. P. -5.3m) ^{*6}

- *1 朔望平均満潮位T. P. +0.61m, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量 (沈降) 0.2m及び津波波源モデルの活動による地殻変動量 (沈降) 0.31mを考慮している。
- *2 *1に加えて潮位のばらつき+0.18mを考慮している。
- *3 朔望平均満潮位T. P. +0.61m, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量 (沈降) 0.2m, **入力津波の波源モデルに想定される地震により生じる地殻変動** (沈降) 0.31m及び潮位のばらつき+0.18mを考慮している。
- *4 取水口前面に貯留堰を設置するため, 引き波時における非常用海水ポンプの取水性については貯留堰天端高さ及び貯留堰の有効容量に依存し, 防潮堤設置ルートには依存しないことから, 取水ピットにおける下降側水位については防潮堤設置ルート変更前のモデルによる管路解析結果をもとに設定した入力津波を示す。
- *5 朔望平均干潮位T. P. -0.81m, 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量 (沈降) 0.2m及び潮位のばらつき-0.16mを考慮している。
- *6 下降側の評価に当たって安全側の考慮となるように, *5 から 2011年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量 (沈降) 0.2mを差し引いたものである。

(参考1) 放水路の管路解析結果に関する考察について

1. はじめに

防潮堤設置ルート変更に伴い、放水路ゲート設置位置等も変更となったことによる放水路ゲート設置箇所への水位への影響を確認した結果、変更前は T. P. +19. 1m に対し、変更後では T. P. +27. 3m と変更前に比べ、変更後の最高水位が約 8m 高くなった。防潮堤設置ルート変更前後における放水路ゲートの設置位置等の比較を第 1 表に示す。

この結果について以下のとおり考察した。

2. 考察

防潮堤の設置ルート変更前後の放水路ゲート設置箇所の水位時刻歴波形を比較したところ、最初のピークである 37 分付近においては水位に有意な差が認められないが、96 分付近のピークにおいては変更前に比べて変更後の水位が高くなる傾向を示した。また、放水口前面についても同様に比較したところ、変更前後どちらも 37 分付近のピークが最大水位となり有意な差は認められなかった。この結果を踏まえ、変更前後において 96 分付近のピークに水位差が生じた要因について考察を行った。防潮堤の設置ルート変更前後における放水口前面の水位時刻歴波形を第 1 図、防潮堤の設置ルート変更前後における放水路ゲート設置箇所の水位時刻歴波形を第 2 図に示す。

変更前後において 96 分付近のピークに水位差が出た要因について考察するにあたり、管路応答の周期特性の違いに着目した検討を実施した。

まず、以下の計算式によって求められる放水路の固有周期を確認した。その結果、変更前は 7. 1 秒、変更後は 9. 3 秒となった。防潮堤の設置ルート変更前後における放水路の固有周期を第 2 表に示す。

$$T=2\pi\sqrt{AL/ga} \quad (\text{土木学会 (2016) P105})$$

T : 固有周期 [秒], A : 池の底面積 [m²], a : 管路断面積[m²], L : 管路長[m],
g : 重力加速度 [m/s²], π : 円周率

次に、放水路ゲート設置箇所及び放水口前面の水位時刻歴波形に対し、スペクトル解析を実施した。なお、スペクトル解析は変更前後での水位差が最も大きい 96 分付近のピークにおける周期に着目し、95 分～105 分を対象に実施した。また、着目する周期の範囲は、上記計算式で求めた固有周期を包絡する 0 秒～16 秒とした。

解析の結果、放水路ゲート設置箇所のパワースペクトルの卓越周期は変更前で 7 秒付近、変更後は 9 秒～12 秒となった。この結果は、上記計算式で求めた固有周期と概ね整合している。また、変更前に比べ、変更後の方がパワースペクトルのピークが大きくなる傾向を示している。

また、放水口前面のパワースペクトルについては、変更前後で差異はほとんど認められず、7 秒付近に比べ、9 秒～12 秒の方が、パワースペクトルが大きくなる傾向を示している。

このことから、防潮堤の設置ルート変更前後において 96 分付近のピークに水位差が生じた要因としては、放水ゲート設置箇所及び放水口前面ともにパワースペクトルが、変更前の 7 秒付近に比べ、変更後の 9 秒～12 秒の方が卓越したことによって、水位の増幅に差が生じたことが考えられる。防潮堤の設置ルート変更前後における放水路ゲート設置箇所の水位時刻歴波形のパワースペクトルを第 3 図、防潮堤の設置ルート変更前後の放水口前面の水位時刻歴波形のパワースペクトルを第 4 図に示す。

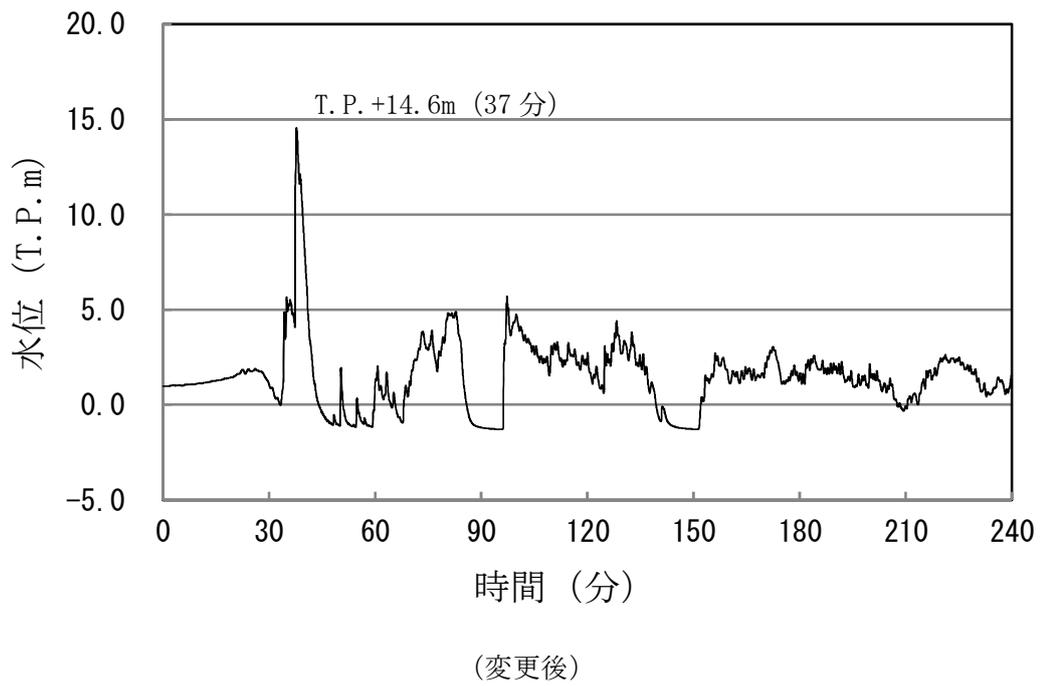
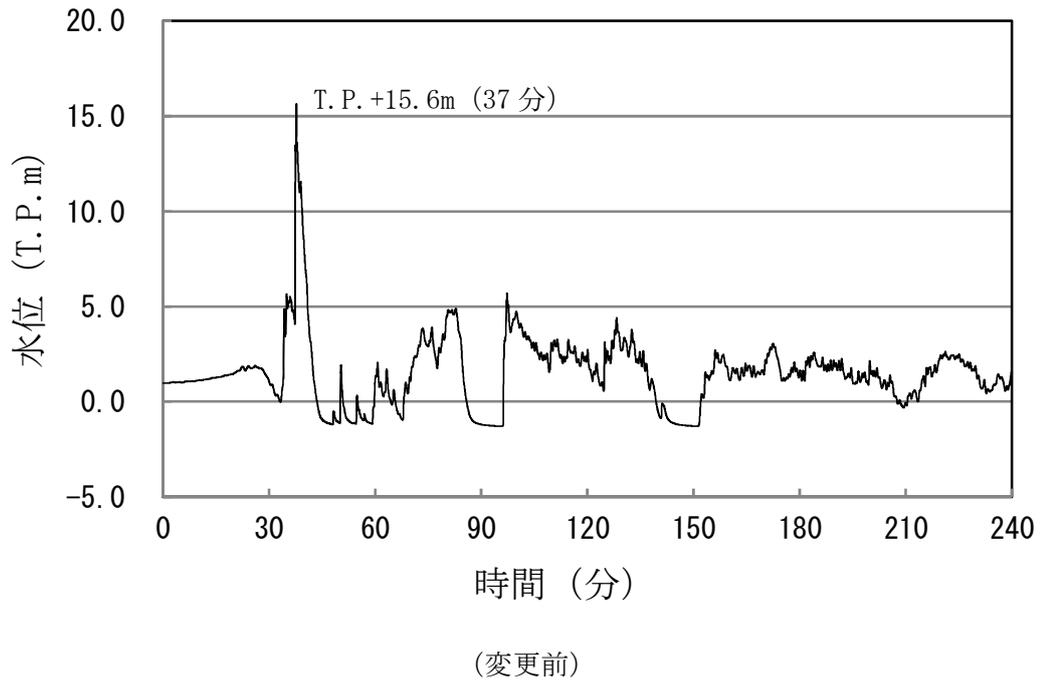
以上のことから、防潮堤の設置ルート変更に伴う放水路ゲート設置箇所の水位差は、管路応答の周期特性の違いによるものであると考えられる。

第1表 防潮堤設置ルート変更前後における放水路ゲートの設置位置等の比較

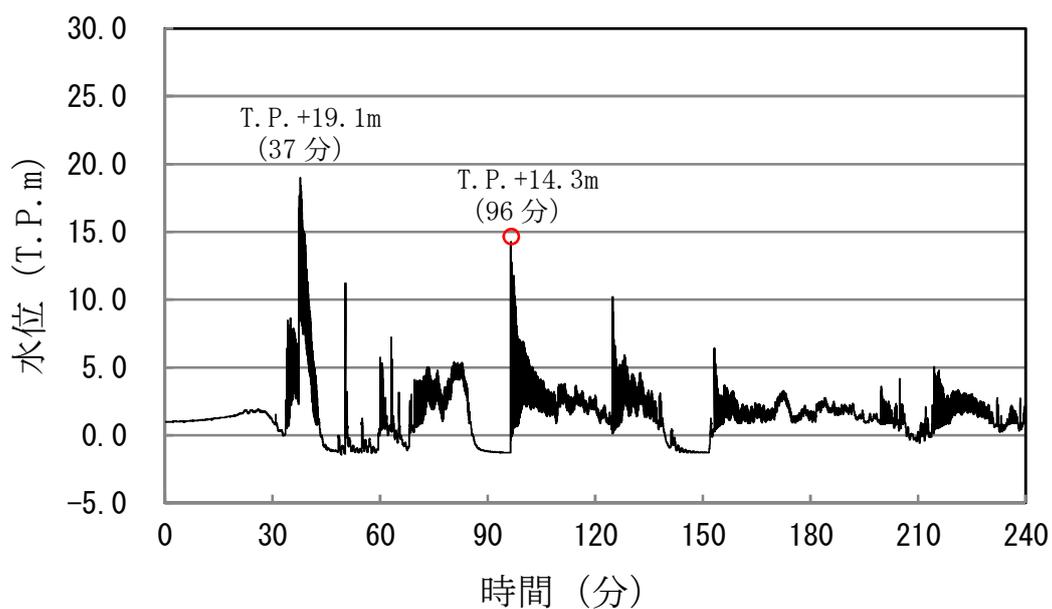
	既往の設置位置等 (変更前)	防潮堤の設置ルート変更に伴う設置位置等 (防潮堤の設置ルート変更後)																
平面図																		
モデル図	<p>注) 順流: 放水路ゲート→放水口 逆流: 放水口→放水路ゲート</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>管路長</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>水路 A</td> <td>55.21m</td> </tr> <tr> <td>水路 B</td> <td>53.26m</td> </tr> <tr> <td>水路 C</td> <td>51.46m</td> </tr> </tbody> </table>		管路長	水路 A	55.21m	水路 B	53.26m	水路 C	51.46m	<p>注) 順流: 放水路ゲート→放水口 逆流: 放水口→放水路ゲート ※: 括弧内は逆流の場合</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>管路長</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>水路 A</td> <td>91.76m</td> </tr> <tr> <td>水路 B</td> <td>88.50m</td> </tr> <tr> <td>水路 C</td> <td>85.29m</td> </tr> </tbody> </table>		管路長	水路 A	91.76m	水路 B	88.50m	水路 C	85.29m
	管路長																	
水路 A	55.21m																	
水路 B	53.26m																	
水路 C	51.46m																	
	管路長																	
水路 A	91.76m																	
水路 B	88.50m																	
水路 C	85.29m																	

第2表 防潮堤の設置ルート変更前後における放水路の固有周期 (水路B)

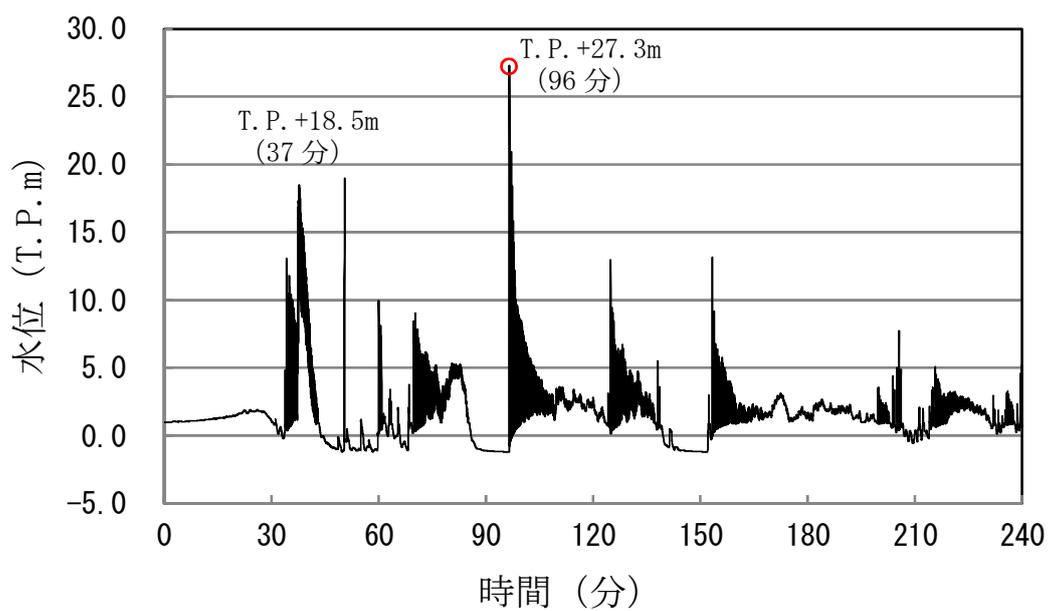
	変更前	変更後
管路長 L [m]	53.26	88.50
池の底面積 A [m ²]	2.54	2.54
管路断面積 a [m ²]	10.77	10.77
固有周期 T [秒]	7.1	9.2



第1図 防潮堤の設置ルート変更前後における放水口前面の水位時刻歴波形

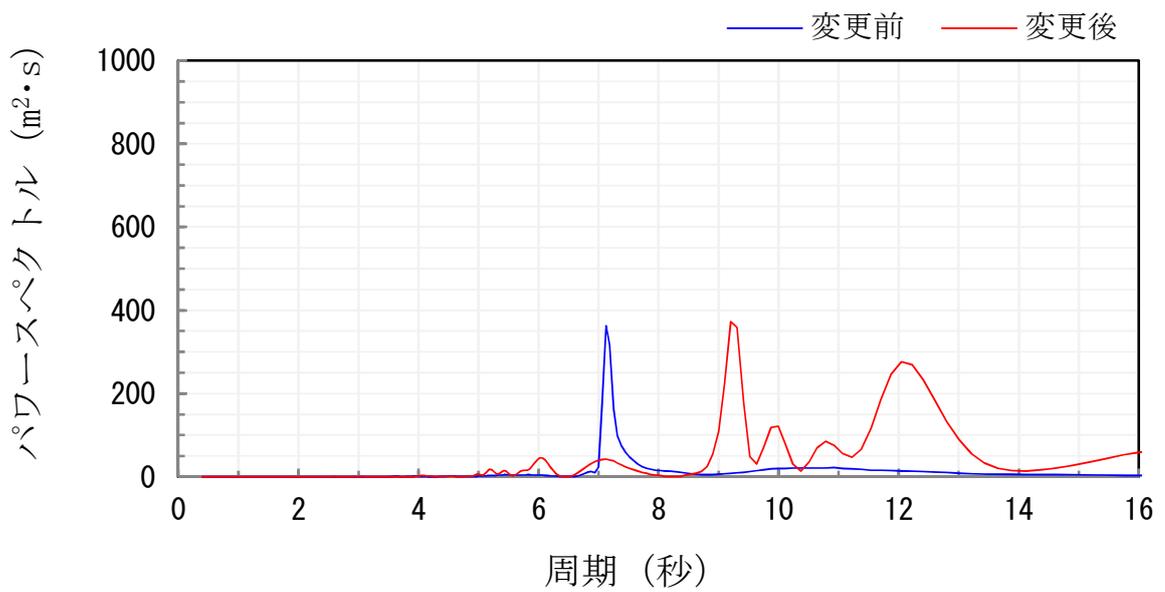


(変更前)

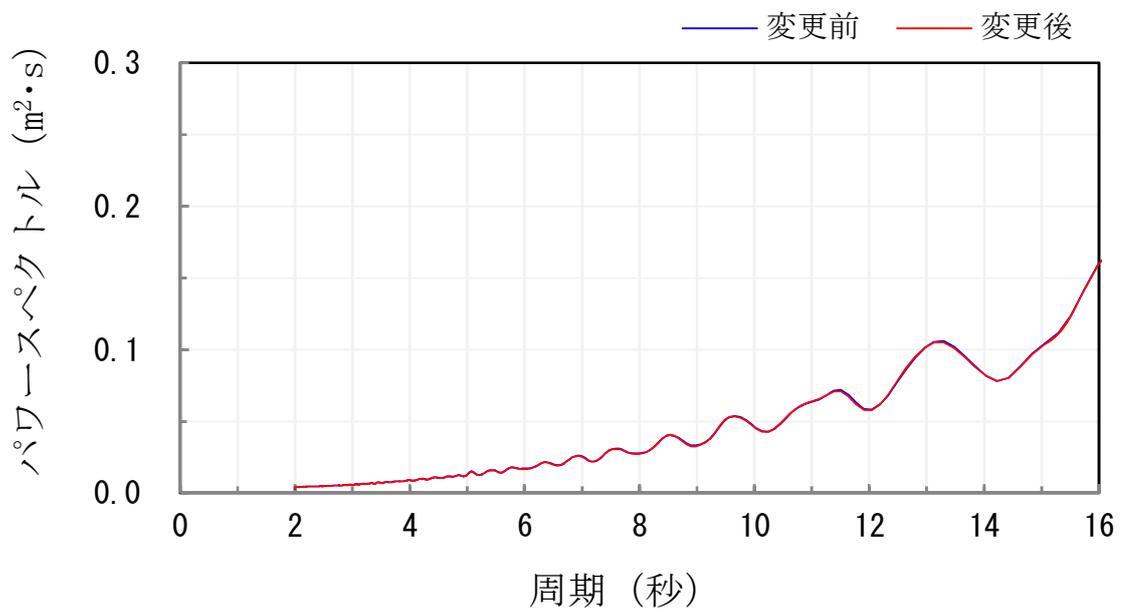


(変更後)

第2図 防潮堤の設置ルート変更前後における放水路ゲート設置箇所の水水位時刻歴波形



第3図 防潮堤の設置ルート変更前後における放水路ゲート設置箇所の水位時刻歴波形の
パワースペクトル (95分~105分)



第4図 防潮堤の設置ルート変更前後の放水口前面の水位時刻歴波形の
パワースペクトル (95分~105分)

3. 取水性に関する考慮事項

3.1 砂移動による影響評価

津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認として、津波に伴う砂移動により、非常用海水冷却系の通水性が確保できること、浮遊砂の混入に対して海水ポンプが機能保持できることを確認する。

具体的には、残留熱除去系海水ポンプ、非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機用海水ポンプ（以下「非常用海水ポンプ」という。）を対象に、基準津波による砂移動に対して、取水口及び取水路の通水性が確保できること、非常用海水ポンプ及び非常用海水系が浮遊砂の混入に対して機能保持できること、非常用海水ポンプ軸受の浮遊砂に対する耐性を確認する。また、緊急用海水ポンプを対象に、敷地に遡上する津波に対して、SA用海水取水塔から緊急用海水ポンプヒットまでの通水性が確保できること、緊急用海水ポンプ及び緊急用海水系が浮遊砂の混入に対して機能保持できること、緊急用海水ポンプ軸受の浮遊砂に対する耐性を確認する。

以下、3.1.1において非常用海水ポンプの砂移動による影響評価、3.1.2において緊急用海水ポンプの砂移動による影響評価を示す。

3.1.1 非常用海水ポンプの砂移動による影響評価

(1) 基準津波による砂移動評価における解析条件

砂移動評価における解析条件（粒径の違い、防波堤の有無、防潮堤設置ルートの変更）について、以下の影響評価を実施した。

- a. 防潮堤設置ルート変更前のモデルを用いた砂移動評価における粒径の違いによる堆積厚さへの影響評価
- b. 防潮堤設置ルート変更前のモデルを用いた防波堤をモデル化しない状態での堆積厚さへの影響評価
- c. a., b. の影響評価において堆積厚さが最大となった解析条件を用いた防潮堤設置ルート変更に伴う砂移動評価結果への影響評価

c. の影響評価の結果、取水口前面における砂の堆積厚さに変化はなく、また、堆積侵食分布図に有意な差異がないことを確認した。

よって、防潮堤設置ルート変更に伴う砂移動評価結果への影響はないことから、防潮堤設置ルート変更前のモデルで評価した結果（a. 及び b. の影響評価結果）を用いることは問題ないと考える。

影響評価結果を踏まえて設定した解析条件として、平均粒径、防波堤なし、防潮堤設置ルート変更後の砂移動評価を実施した結果、基準津波による取水口前面における砂の堆積厚さは、最大で0.36mとなった。

取水口の呑口下端高さはT.P. -6.04mである。これに対して、呑口前面の海底面高さはT.P. -6.89mであり、呑口下端高さは海底面高さより約0.8m高い位置にある。

以上のことから、基準津波による水位変動に伴う海底の砂の移動が取水口及び取水路の通水性に影響がないことを確認した。

また、上記の評価のほか、以下に示す評価を実施した。

d. 平均粒径よりも大きな粒径を有する砂の浮遊可能性評価

この結果、平均粒径よりも粒径が大きい砂ほど浮遊しにくいことを確認した。

以下に、a. ～d. の評価結果を示す。

a. 砂移動評価における粒径の違いによる堆積厚さへの影響評価

砂移動評価における粒径の違いによる堆積厚さへの影響を確認するため、粒径のパラメータスタディを実施した。

検討は、基本ケースである敷地周辺海域の平均粒径 0.15mm (D_{50}) に加えて、10%粒径 (D_{10}) 及び 90%粒径 (D_{90}) を粒径としたケースを追加した。検討ケースを表 3.1.1-1 に示す。各試料採取地点の粒径加積曲線から D_{10} 相当及び D_{90} 相当の粒径を求め、平均した結果、 D_{10} 相当は 0.10mm、 D_{90} 相当は 1.8mm に設定した。試料採取地点を図 3.1.1-1、各試料採取地点の粒径加積曲線を図 3.1.1-2 に示す。

砂移動評価は、基本ケースにおいて、堆積厚さが厚く評価された高橋他（1999）の方法を用いた。取水口前面の砂の堆積厚さの評価結果を表 3.1.1-2、堆積侵食分布図を図 3.1.1-3 に示す。

図 3.1.1-3 から、粒径を変えることにより敷地周辺海域の砂の堆積厚さに変動はあるものの、いずれも取水口前面においては、基本ケースより最大堆積厚さが薄くなっており、粒径の違いによる取水口前面における堆積厚さへの影響は小さいことを確認した。

表 3. 1. 1-1 検討ケース

粒径	備考
0. 15mm	D ₅₀ , 基本ケース
0. 10mm	D ₁₀ 相当
1. 8mm	D ₉₀ 相当

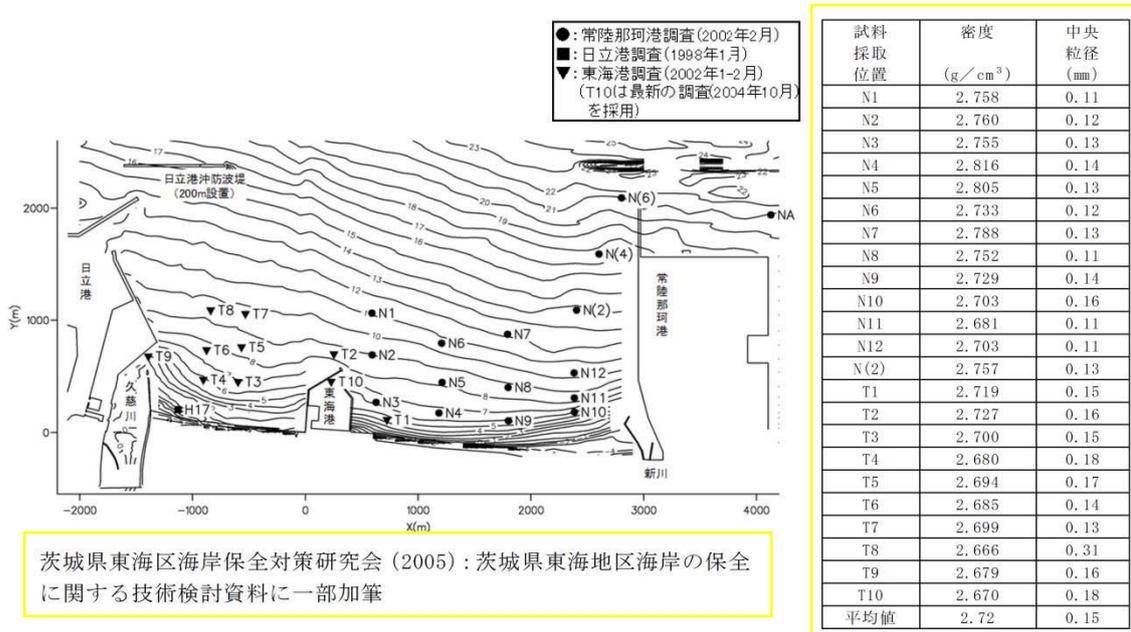


図 3. 1. 1-1 試料採取地点

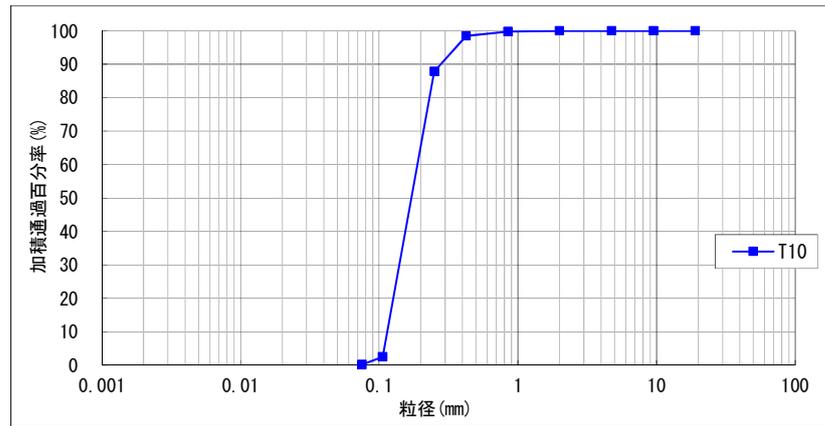


図 3.1.1-2(1) 粒径加積曲線 (2004年10月調査, T10)

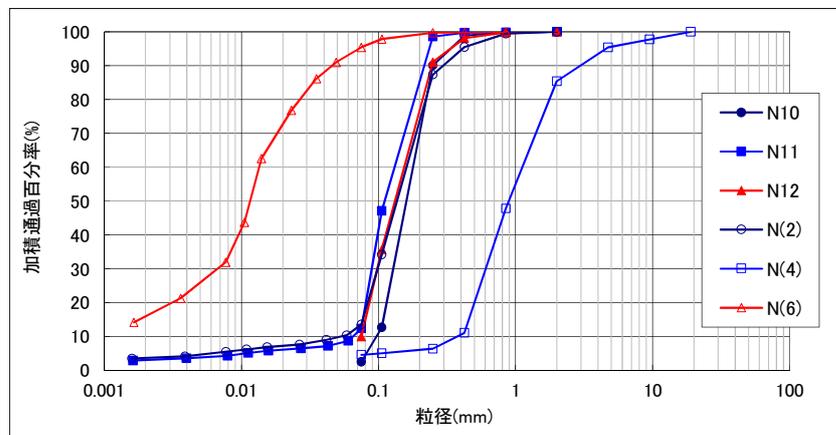


図 3.1.1-2 (2) 粒径加積曲線 (2002年2月調査, N10/N11/N12/N(2)/N(4)/N(6))

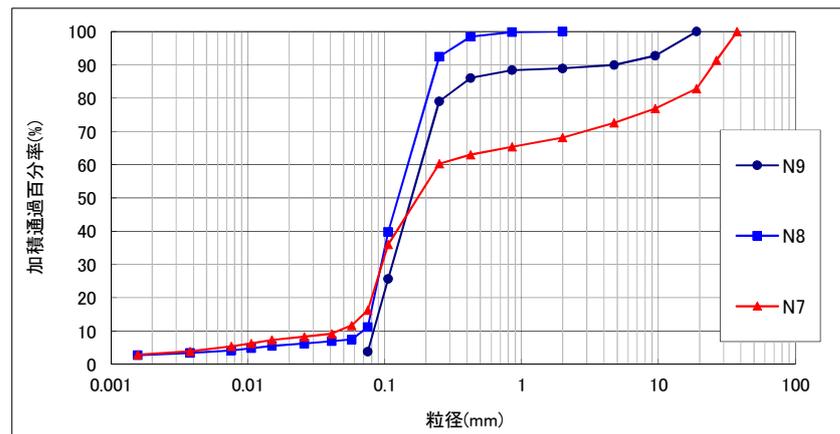


図 3.1.1-2 (3) 粒径加積曲線 (2002年2月調査, N7/N8/N9)

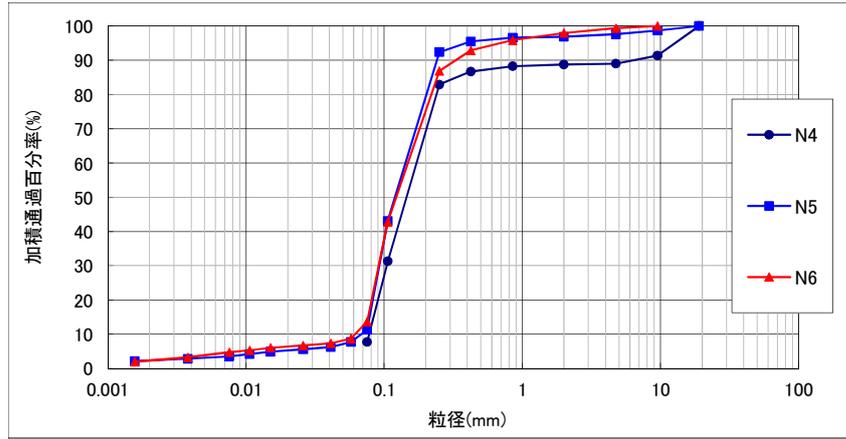


图 3.1.1-2 (4) 粒径加積曲線 (2002 年 2 月調查, N4/N5/N6)

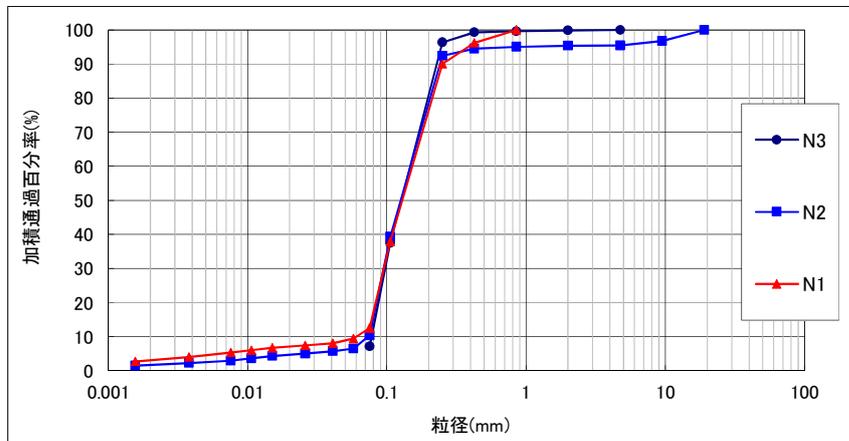


图 3.1.1-2 (5) 粒径加積曲線 (2002 年 2 月調查, N1/N2/N3)

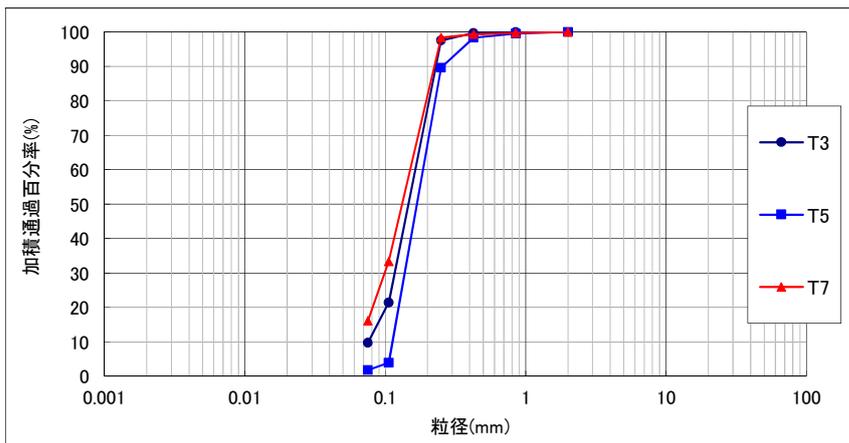


图 3.1.1-2 (6) 粒径加積曲線 (2002 年 1-2 月調查, T3/T5/T7)

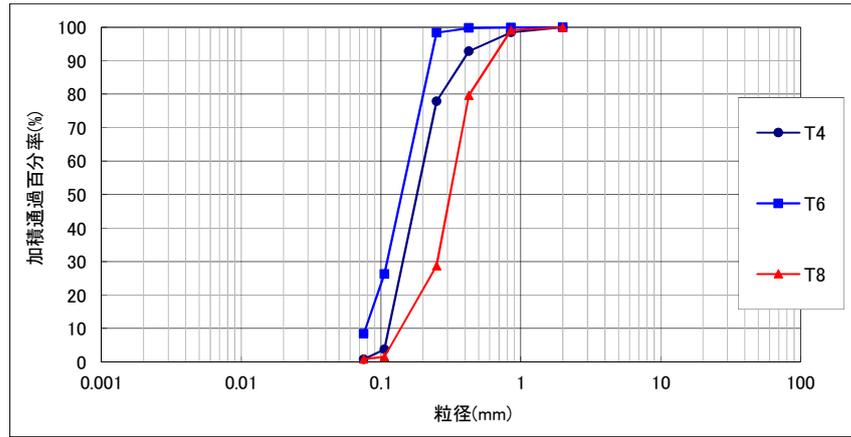


図 3.1.1-2 (7) 粒径加積曲線 (2002 年 1-2 月調査, T4/T6/T8)

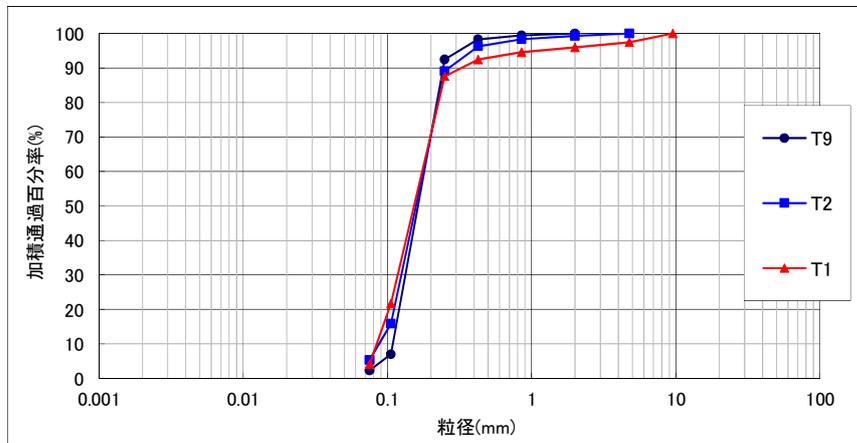


図 3.1.1-2 (8) 粒径加積曲線 (2002 年 1-2 月調査, T1/T2/T9)

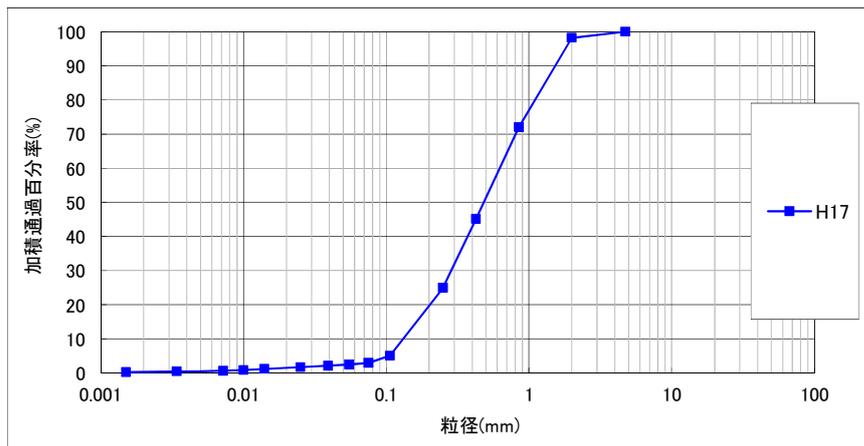


図 3.1.1-2 (9) 粒径加積曲線 (1998 年 1 月調査, H17)

表 3. 1. 1-2 取水口前面の砂の堆積厚さ

基準津波	粒径	取水口前面
上昇側	D ₅₀ 相当 (0. 15mm)	0. 33m
	D ₁₀ 相当 (0. 10mm)	0. 31m
	D ₉₀ 相当 (1. 8mm)	0. 13m
下降側	D ₅₀ 相当 (0. 15mm)	0. 19m
	D ₁₀ 相当 (0. 10mm)	0. 18m
	D ₉₀ 相当 (1. 8mm)	0. 02m

※高橋他 (1999), 浮遊砂上限濃度 1%

水位上昇側

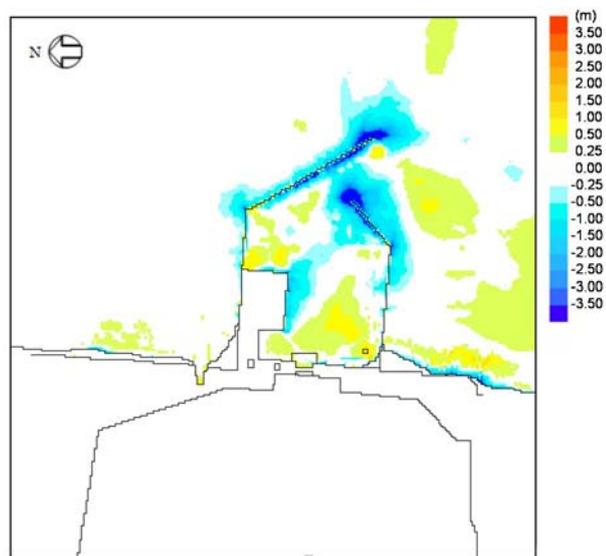


図 3. 1. 1-3 (1) 堆積侵食分布図 D₅₀ 相当 (0. 15mm)

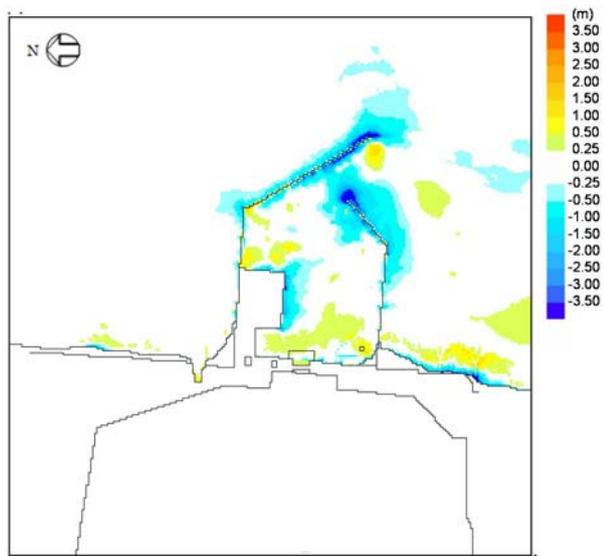


图 3.1.1-3 (2) 堆積侵食分布图 D_{10} 相当 (0.10mm)

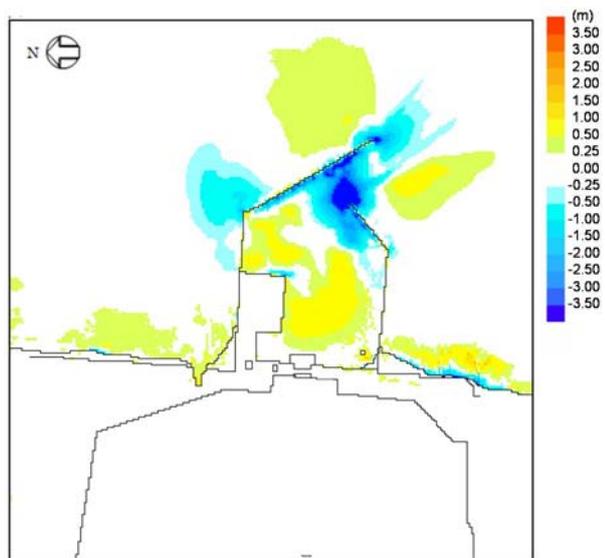


图 3.1.1-3 (3) 堆積侵食分布图 D_{90} 相当 (1.8mm)

水位下降側

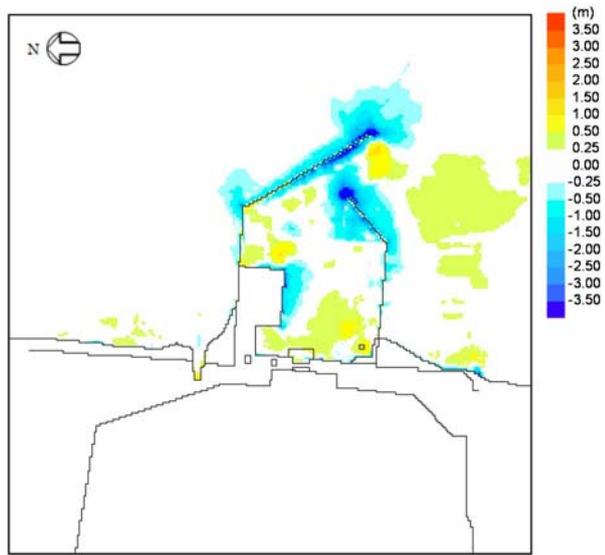


图 3.1.1-3 (4) 堆積侵食分布図 D_{50} 相当 (0.15mm)

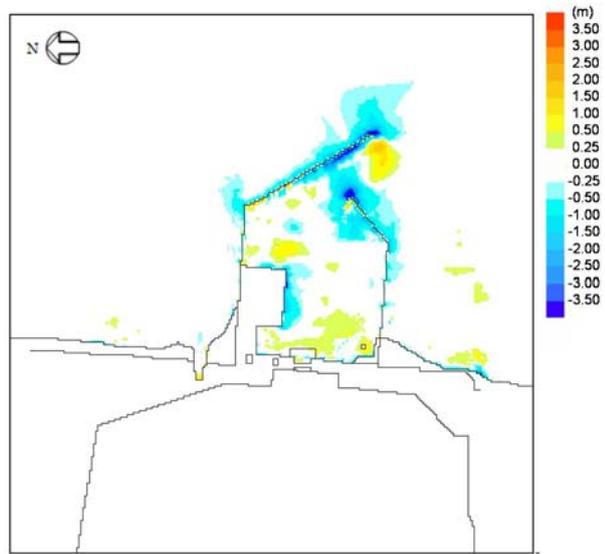


图 3.1.1-3 (5) 堆積侵食分布図 D_{10} 相当 (0.10mm)

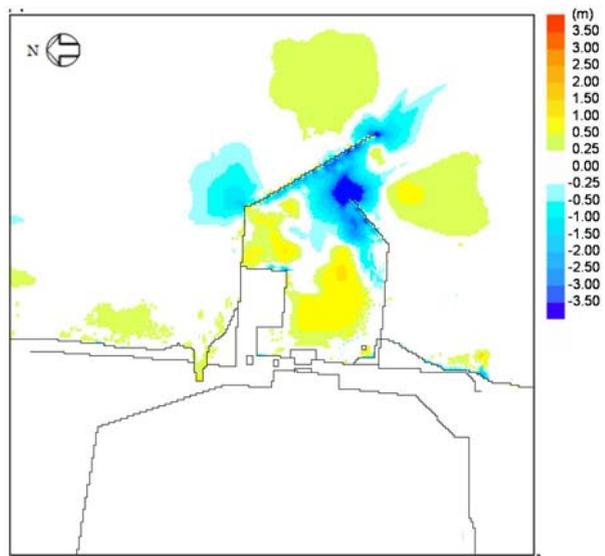


图 3.1.1-3 (6) 堆積侵食分布図 D_{90} 相当 (1.8mm)

b. 防波堤をモデル化しない状態での堆積厚さへの影響評価

砂移動評価においては、防波堤は健全な状態と仮定して解析を実施している。ここでは、影響評価として、地震時における防波堤の損傷を考慮して、保守的に防波堤をモデル化しない状態とした砂移動解析を実施し、取水口前面における堆積厚さへの影響を検討した。なお、解析条件は「a. 砂移動評価における粒径の違いによる堆積厚さへの影響評価」と同様に、高橋他（1999）、浮遊砂上限濃度 1%とし、平均粒径を用いて実施した。

取水口前面における堆積厚さの評価結果を表 3.1.1-3、防波堤の有無による堆積侵食分布図を図 3.1.1-4 に示す。図 3.1.1-4 から、防波堤の有無による敷地周辺海域の砂の堆積厚さの分布に変化があるものの、最大堆積厚さについては大差はなかった。しかし、取水口前面の最大堆積厚さについては防波堤の有無による影響は小さいものの、防波堤なし条件の最大堆積厚さは大きくなった。

表 3.1.1-3 防波堤の有無による取水口前面の堆積厚さ

基準津波	防波堤	取水口前面
上昇側	あり	0.33m
	なし	0.36m
下降側	あり	0.19m
	なし	0.23m

※解析条件（防波堤なし、高橋他（1999）、浮遊砂上限濃度 1%、平均粒径）

水位上昇側

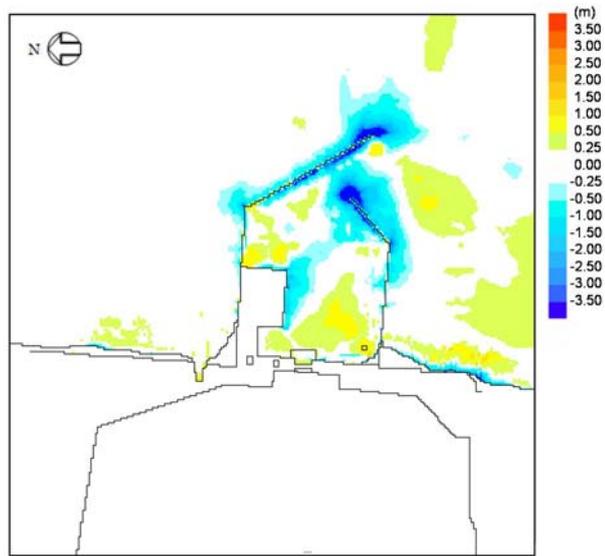


図 3.1.1-4 (1) 堆積侵食分布図 防波堤あり

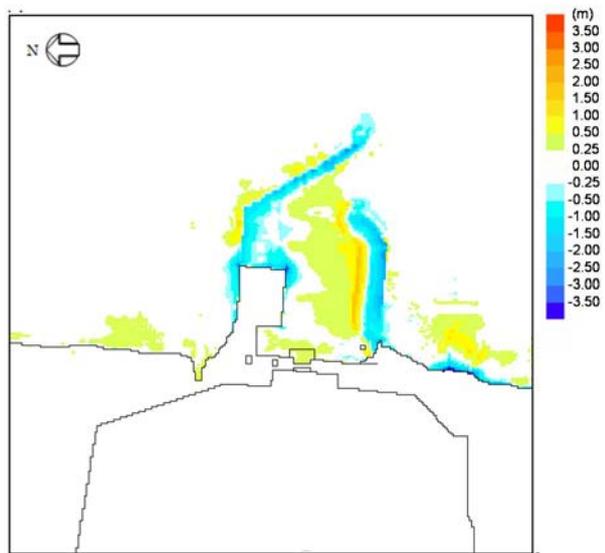


図 3.1.1-4 (2) 堆積侵食分布図 防波堤なし

水位下降側

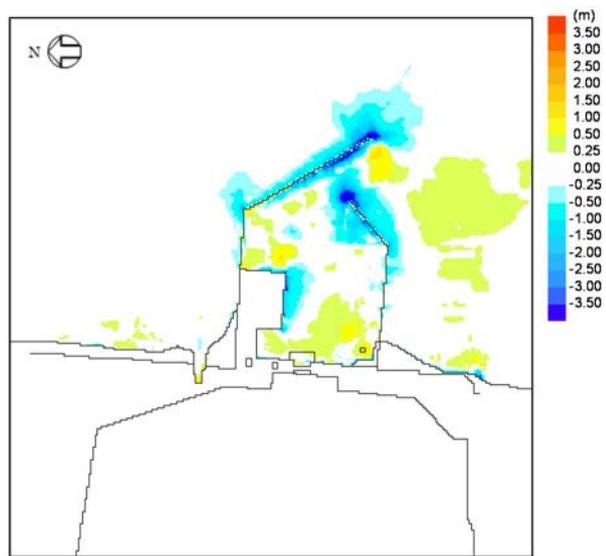


図 3.1.1-4 (3) 堆積侵食分布図 防波堤あり

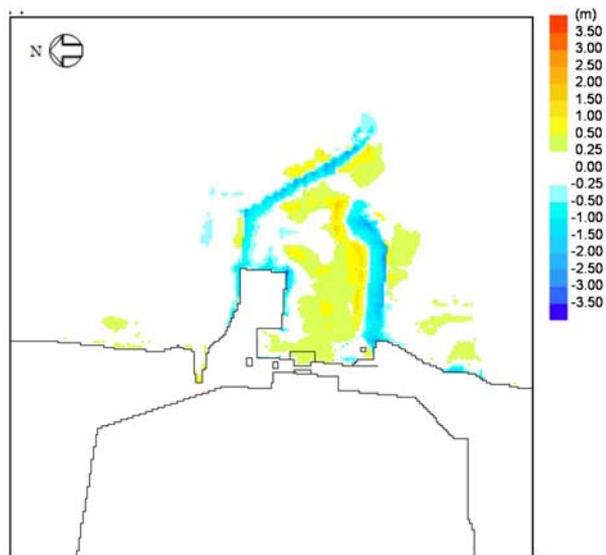


図 3.1.1-4 (4) 堆積侵食分布図 防波堤なし

c. 防潮堤設置ルート変更に伴う砂移動評価結果への影響評価

a., b. の影響評価の結果から、砂の堆積厚さが最も大きい解析条件（防波堤なし，高橋他（1999），浮遊砂上限濃度 1%，平均粒径）と同様の条件にて防潮堤設置ルートを変更したモデルにより，取水口前面における砂の堆積厚さについて評価を実施した。

取水口前面における砂の堆積厚さの評価結果を表 3. 1. 1-4，防潮堤設置ルート変更前後による取水口前面における堆積侵食分布図を図 3. 1. 1-5 に示す。

防潮堤設置ルート変更前後における砂の堆積厚さに変化はなく、堆積侵食分布図にも有意な差異がないことを確認した。

よって，防潮堤設置ルート変更に伴う砂移動評価結果への影響はないことから，防潮堤設置ルート変更前のモデルで評価した結果（砂移動評価における粒径の違いによる堆積厚さへの影響及び防波堤をモデル化しない状態での堆積厚さへの影響）を用いることは問題ないと考える。

表 3. 1. 1-4 防潮堤設置ルート変更前後における取水口前面の堆積厚さ

基準津波	取水口前面における砂の堆積厚さ	
	防潮堤設置ルート変更前	防潮堤設置ルート変更後
上昇側	0.36m	0.36m
下降側	0.23m	0.23m

※解析条件（防波堤なし，高橋他（1999），浮遊砂上限濃度 1%，平均粒径）

水位上昇側

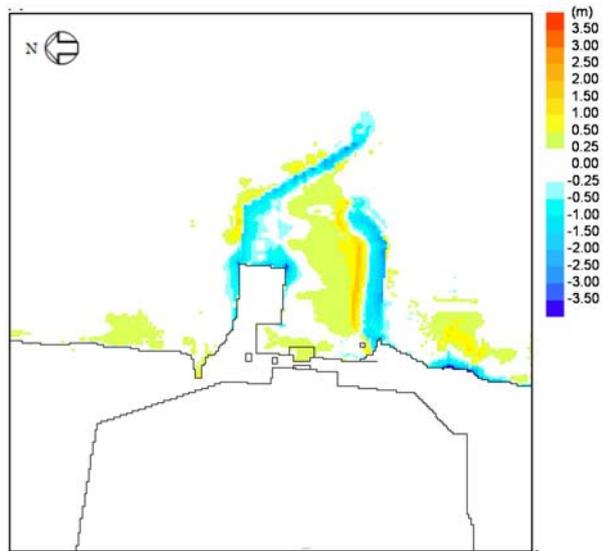


図 3.1.1-5 (1) 堆積侵食分布図 防潮堤設置ルート変更前

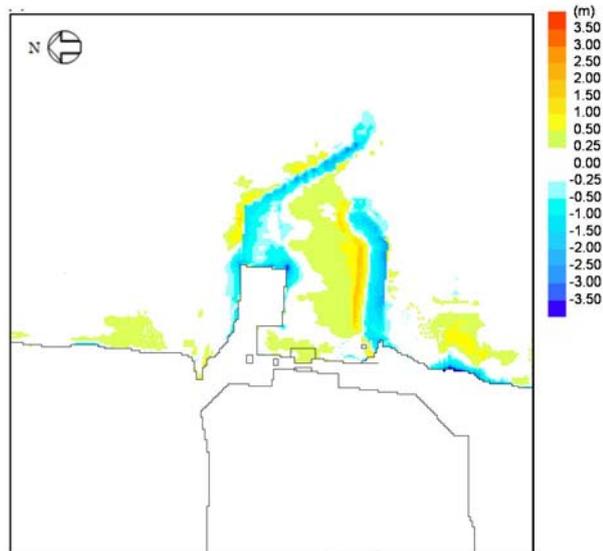


図 3.1.1-5 (2) 堆積侵食分布図 防潮堤設置ルート変更後

水位下降側

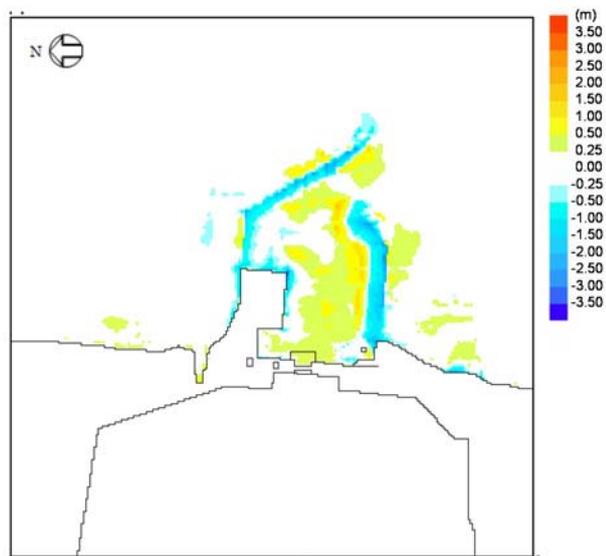


図 3. 1. 1-5 (3) 堆積侵食分布図 防潮堤設置ルート変更前

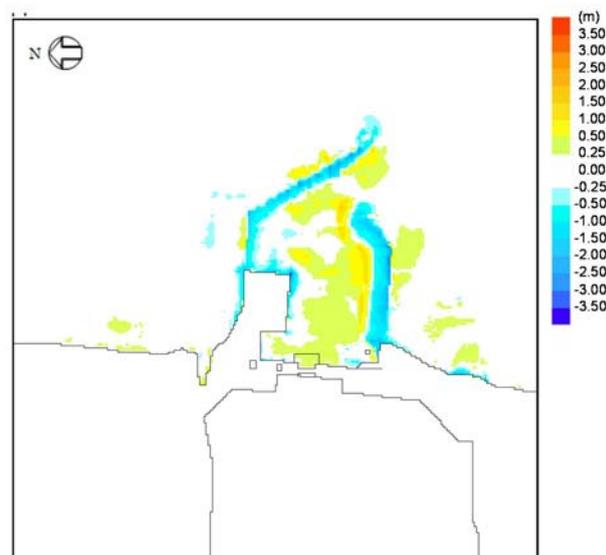


図 3. 1. 1-5 (4) 堆積侵食分布図 防潮堤設置ルート変更後

d. 平均粒径よりも大きな粒径を有する砂の浮遊可能性評価

非常用海水ポンプによる取水とともに海水系に混入する微小な浮遊砂は、ポンプ出口の海水ストレーナを通過した後、海水系の各機器に供給され、最終的に放水ピットから放水される。大きな粒径を有する砂が供給される場合は、非常用海水ポンプの軸固着又は、海水系機器の閉塞が懸念されることから、ここでは平均粒径よりも大きな粒径を有する砂の浮遊可能性について、一般的な技術知見を用いて評価を実施した。

砂移動に関する技術知見としては、①沈降速度、②移動形態、③底面摩擦速度の関係がある。

①沈降速度 (Rubey 式 (河川・海岸の砂移動で一般的に使用))

$$\frac{w_f}{\sqrt{sgd}} = \sqrt{\frac{2}{3} + \frac{36v^2}{sgd^3}} - \sqrt{\frac{36v^2}{sgd^3}}$$

w_f : 土砂の沈降速度, s : 土砂の水中比重, g : 重力加速度 (=9.8), d : 土砂の粒径
 v : 水の動粘性係数 ($\approx 1.0 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s}$)

②移動形態※ (荒井・清水「現場のための水理学3」)

掃流卓越領域..... $\frac{u^*}{w_f} < 1.08$

掃流・浮遊の混在領域..... $1.08 < \frac{u^*}{w_f} < 1.67$

浮遊卓越領域..... $1.67 < \frac{u^*}{w_f}$

※ 土砂粒子の浮遊速度と沈降速度の関係から導出した理論式。

③底面摩擦速度 (岩垣式 (河川・海岸の砂移動で一般的に使用))

$$\begin{aligned} d \geq 0.303 \text{ cm}; & u_{*c}^2 = 80.9d \\ 0.118 \leq d \leq 0.303 \text{ cm}; & = 134.6d^{31/32} \\ 0.0565 \leq d \leq 0.118 \text{ cm}; & = 55.0d \\ 0.0065 \leq d \leq 0.0565 \text{ cm}; & = 8.41d^{11/32} \\ d \leq 0.0065 \text{ cm}; & = 226d \end{aligned}$$

①～③を摩擦速度と粒径の関係で整理すると図 3.1.1-6 となり、平均粒径よりも大きな粒径を有する砂は浮遊しにくい。

東海第二発電所のサイト条件を踏まえた上で、平均粒径よりも大きな粒径を有する砂の浮遊可能性について考察した。対象地点については、海水ポンプ室の閉塞性への影響を踏まえ、取水口前面とした。

まず、浮遊可能性の検討に必要な摩擦速度を算出した。摩擦速度の算出に当たっては、砂移動による砂の堆積量が大きい上昇側の基準津波における取水口前面の流速と全水深を用いた。

$$u_* = \sqrt{gn^2U|U|/D^{1/3}} \quad (\text{マニング則})$$

摩擦速度は u^* で表される。ここで、 n はマンニングの粗度係数、 U は流速、 D は全水深である。マンニングの粗度係数は $n: 0.03\text{m}^{-1/3} \cdot \text{s}$ (土木学会 2016) を用いた。流速 U 及び全水深 D については、最大流速時における流速 (1.5m/s) と全水深 (17.8m)、最高水位時における流速 (0.9m/s) と全水深 (21.6m) 及び最低水位時における流速 (0.01m/s) と全水深 (2.1m) とした。

計算の結果、最大流速時の摩擦速度は 8.7cm/s、最高水位時の摩擦速度は 5.0cm/s、最低水位時の摩擦速度は 0.1cm/s となった。これらを考慮すると、取水口前面の摩擦速度は主に 0.1～8.7cm/s の範囲内となると考えられる。

粒径については粒径加積曲線の結果から、東海第二発電所前面における平均粒径 (D_{50}) は 0.15mm であり、 D_{90} 相当は 1.8mm である。

摩擦速度と粒径の関係から、最大流速時及び最高水位の場合、平均粒径 (D_{50}) では浮遊卓越となるが D_{90} 相当では掃流卓越となる。よって、東海第二発電所のサイト条件を踏まえても、粒径が大きい砂ほど浮遊しにくいと考えられる。

なお、非常用海水ポンプの軸受には、異物混入による軸受の損傷を防止するため、異物逃し溝 (最小約 3.7mm) が設けられている。砂の粒径の 90% を占める D_{90} 相当でも粒径は 1.8mm であり、最小約 3.7mm を大きく下回る。このため、非常用海水ポンプの取水時に浮遊砂の一部がポンプ軸受に混入したとしても、異物の逃し溝から排出される構造となっている。

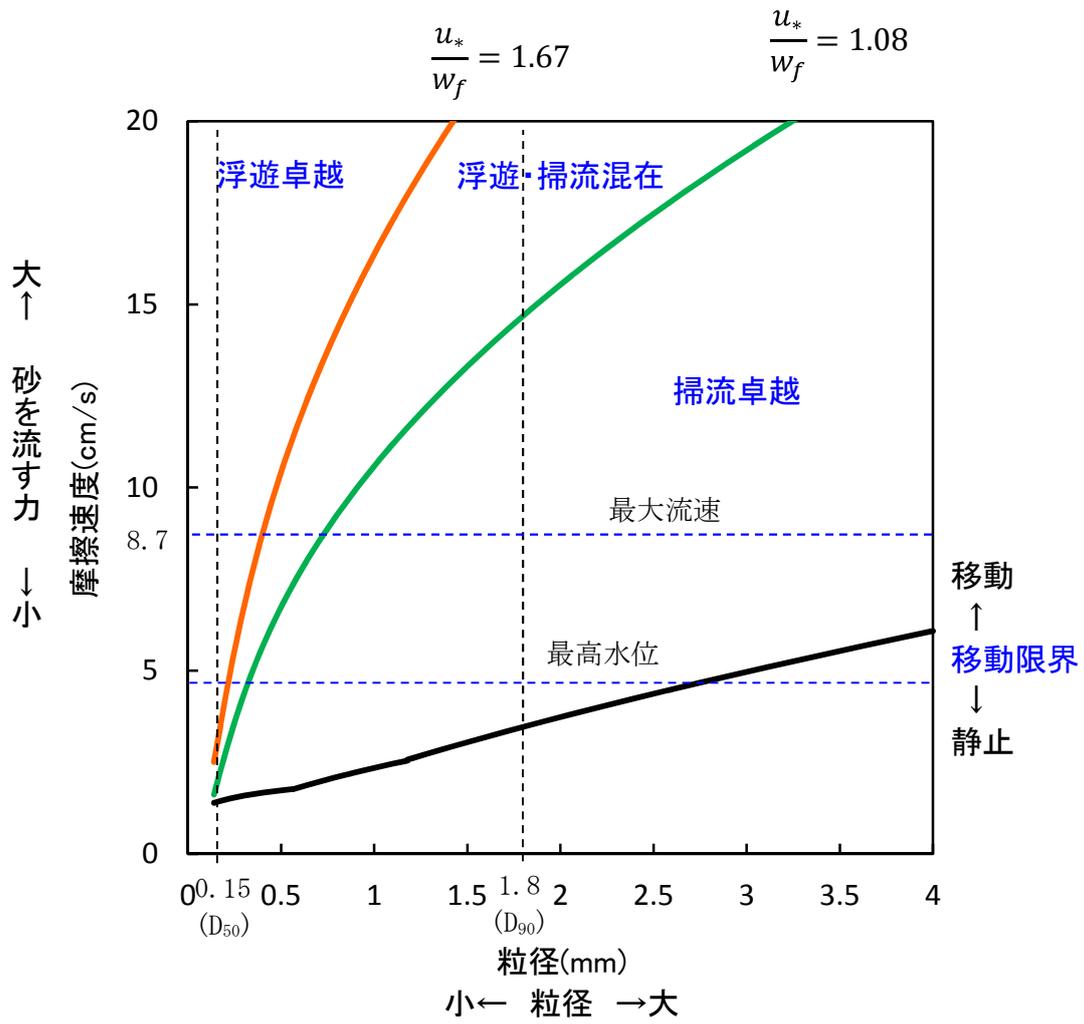


図 3. 1. 1-6 摩擦速度と粒径の関係

(2) 砂混入時の非常用海水ポンプへの影響評価

a. 砂混入時の非常用海水ポンプ取水機能維持の確認

基準津波による浮遊砂については、除塵装置で除去することが困難であることから、非常用海水ポンプそのものが運転時の砂の混入に対して、軸固着することなく機能保持できる設計であることを以下のとおり確認した。

非常用海水ポンプの軸受には、異物混入による軸受の損傷を防止するため、異物逃し溝（最小約 3.7mm）が設けられている。このため、非常用海水ポンプの取水時に浮遊砂の一部がポンプ軸受に混入したとしても、異物の逃し溝から排出される構造となっている。残留熱除去系海水系ポンプの軸受配置図を図 3. 1. 1-7、非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高压炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプの軸受配置図を図 3. 1. 1-8 に示す。

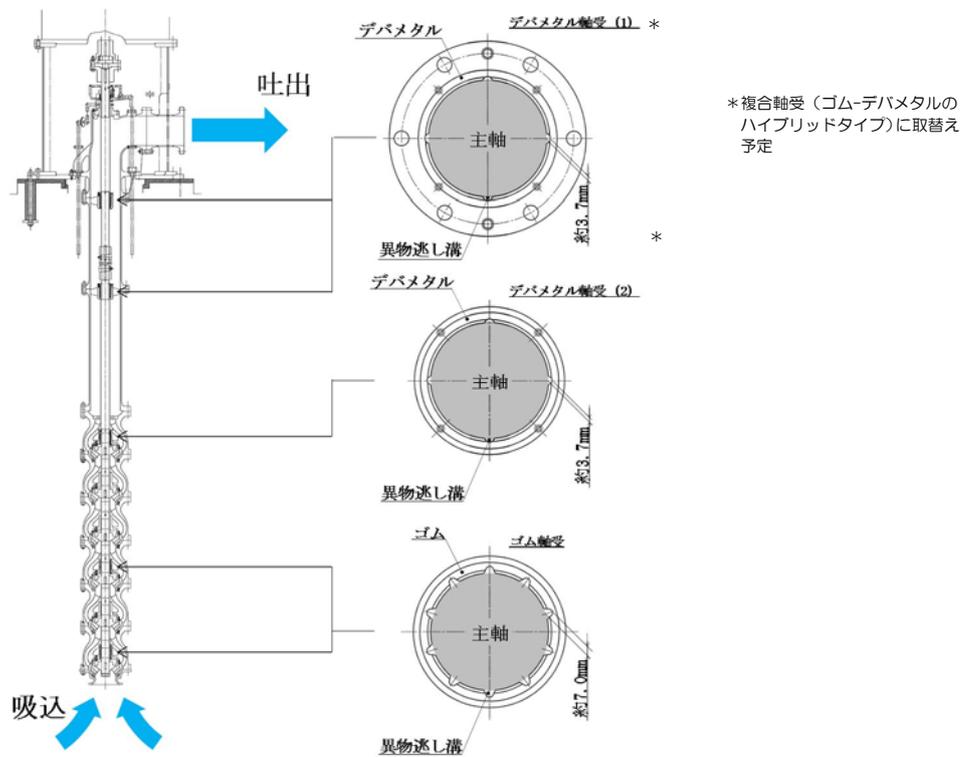


図 3. 1. 1-7 残留熱除去系海水系ポンプ軸受配置図

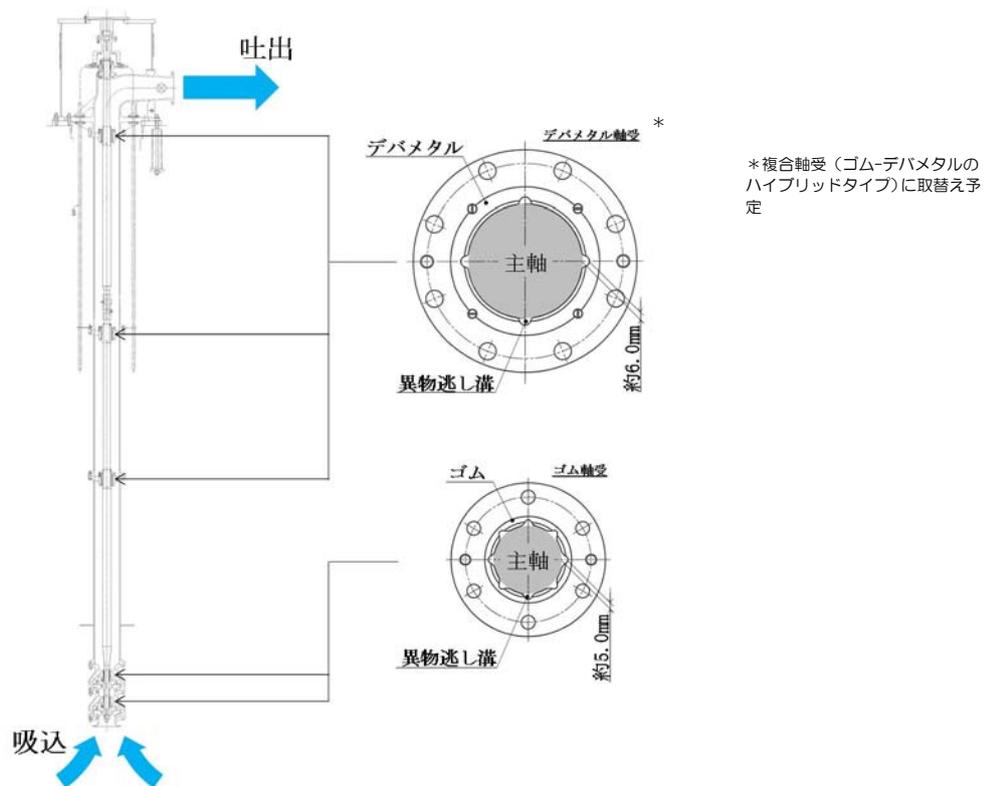


図 3. 1. 1-8 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系
ディーゼル発電機用海水ポンプ軸受配置図

これに対して、「(1) a. 砂移動評価における粒径の違いによる堆積厚さへの影響評価」に示したとおり発電所前面の海域を含む周辺の砂の平均粒径は約 0. 15mm で、数ミリ以上の粒子はごくわずかである。また、「(1) d. 平均粒径よりも大きな粒径を有する砂の浮遊可能性評価」に示したとおり、そもそも粒径数ミリの砂は浮遊し難いものであることを踏まえ、大きな粒径の砂はほとんど混入しないと考えられる。このため、非常用海水ポンプは、砂の混入に対して軸固着することはなく取水機能は維持できる。

また、砂の混入による軸受摩耗の評価として、後述のとおり、非常用海水ポンプの軸受を模擬した供試材を用いた軸受摩耗試験を実施し、ゴム軸受及び複合軸受に十分な浮遊砂耐性があることを確認している。

b. 混入した浮遊砂に対する取水性確保（系統の評価）

非常用海水ポンプによる取水とともに海水系に混入する微小な浮遊砂は、ポンプ出口の海水ストレーナを通過した後、海水系の各機器に供給され、最終的に放水ピットから放水される。

海水系の各機器の最小流路幅は、残留熱除去系海水系ポンプから供給される低圧炉心スプレイ系ポンプメカニカルシール冷却器及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプから供給される高圧炉心スプレイ系ポンプメカニカルシール冷却器の約 4. 8 mm であり、発電所前面の海域を含む周辺の砂の平均粒径である約 0. 15mm に対して十分大きい。このため、海水系の各機器の閉塞の可能性はないものと考えられ、海水ポンプの取水機能は維持できる。

図 3.1.1-9～図 3.1.1-11 に非常用海水ポンプの概略系統図，表 3.1.1-5～表 3.1.1-7 に非常用海水系の各機器の最小流路幅を示す。

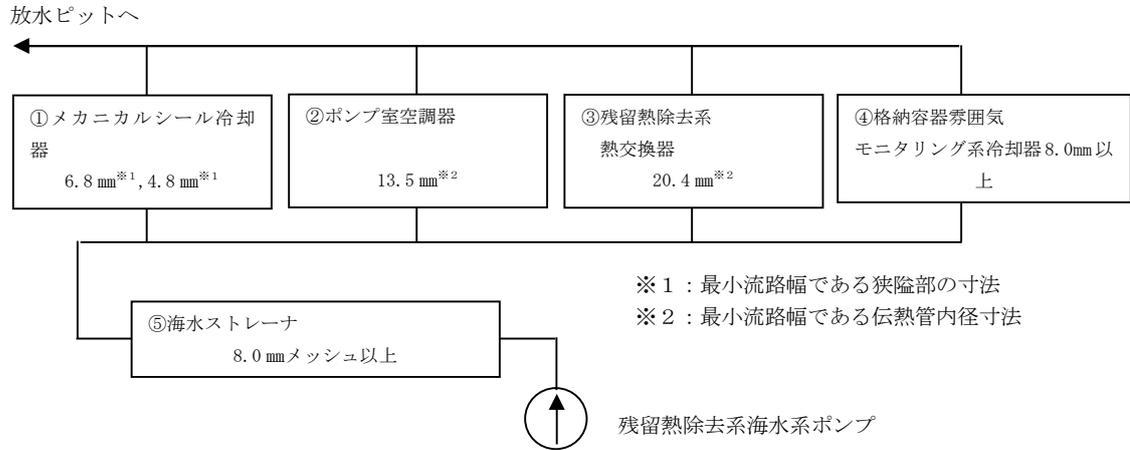


図 3.1.1-9 非常用海水ポンプの概略系統図（残留熱除去系のうち海水ライン）

表 3.1.1-5 非常用海水系の各機器の最小流路幅（残留熱除去系のうち海水ライン）

海水供給機器		最小流路幅 (mm)	砂粒径 (mm)
①メカニカルシール冷却器	残留熱除去系ポンプ メカニカルシール冷却器	6.8	約 0.15
	低圧炉心スプレー系ポンプ メカニカルシール冷却器	4.8	
②ポンプ室空調器	残留熱除去系ポンプ室空調器	13.5	
	低圧炉心スプレー系ポンプ室空調器	13.5	
	原子炉隔離時冷却系ポンプ室空調器	13.5	
③残留熱除去系熱交換器	残留熱除去系熱交換器	20.4	
④格納容器雰囲気モニタリング系冷却器	格納容器雰囲気モニタリング系冷却器	8.0mm 以上	
⑤海水ストレーナ	残留熱除去系海水系ストレーナ	8.0mm メッシュ以上	

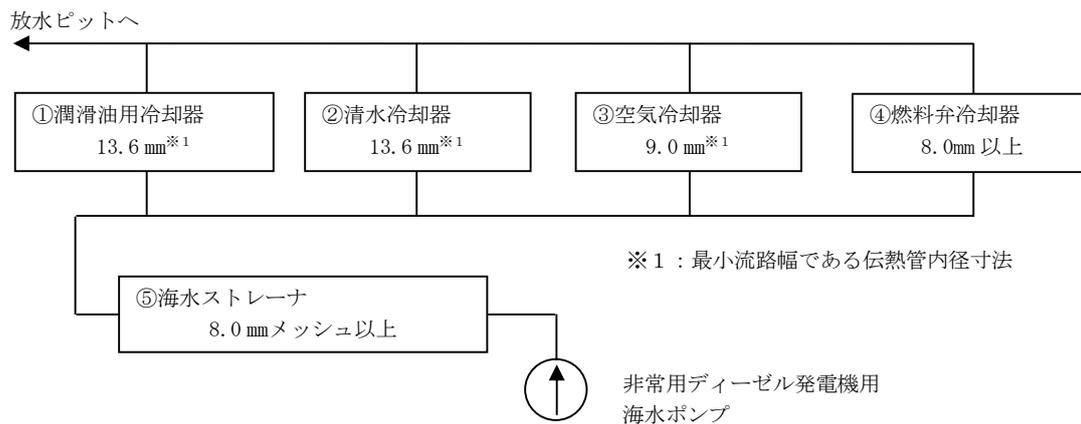


図 3. 1. 1-10 非常用海水ポンプの概略系統図（非常用ディーゼル発電機のうち海水ライン）

表 3. 1. 1-6 非常用海水系の各機器の最小流路幅（非常用ディーゼル発電機のうち海水ライン）

海水供給機器	最小流路幅 (mm)	砂粒径 (mm)
①非常用ディーゼル発電機用潤滑油用冷却器	13.6	約 0.15
②非常用ディーゼル発電機用清水冷却器	13.6	
③非常用ディーゼル発電機用空気冷却器	8.0mm 以上	
④非常用ディーゼル発電機燃料弁冷却器	13.6	
⑤非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ	8.0mm メッシュ 以上	

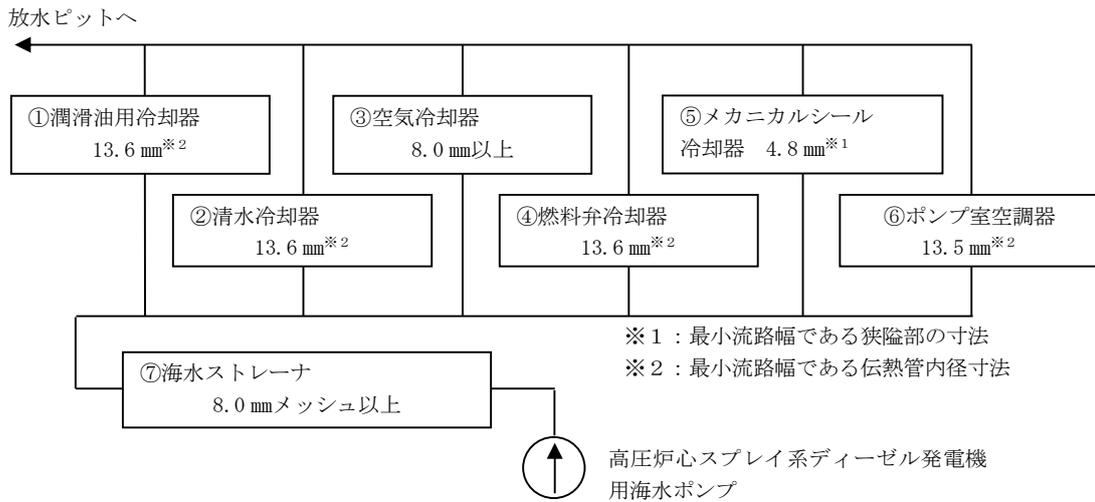


図 3.1.1-11 非常用海水ポンプの概略系統図

(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機のうち海水ライン)

表 3.1.1-7 非常用海水系の各機器の最小流路幅

(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機のうち海水ライン)

海水供給機器	最小流路幅 (mm)	砂粒径 (mm)
①高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機 潤滑油用冷却器	13.6	約 0.15
②高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用 清水冷却器	13.6	
③高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用 空気冷却器	8.0mm 以上	
④高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用 燃料弁冷却器	13.6	
⑤高圧炉心スプレイ系ポンプ メカニカルシール冷却器	4.8	
⑥高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調器	13.5	
⑦高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用 海水ストレーナ	8.0mm メッシュ 以上	

c. 非常用海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性

非常用海水ポンプは、海水取水時に海水中に含まれる浮遊砂を吸い込み、軸受隙間に入り込む可能性を考慮し、砂が混入してもこれを排出することで機能維持可能な設計としている（図 3.1.1-12）。また、これまでの運転実績から、浮遊砂混入によるトラブルは発生していない。

しかしながら、津波発生時は、津波により海底の砂が巻き上げられ、通常よりも浮遊砂環境が厳しくなる可能性があることから、既設のデバメタル軸受については、浮遊砂に対する耐性の高い複合軸受に取り替える計画とし、試験装置を用い、高濃度の浮遊砂濃度を模擬した試験を実施し、非常用海水ポンプ軸受の耐性を評価した。

評価の結果、評価濃度である 0.48[wt%]が継続した状態においても、非常用海水ポンプは約 27 時間運転可能であるため、非常用海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性に問題ない。以下に非常用海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性の評価結果を示す。

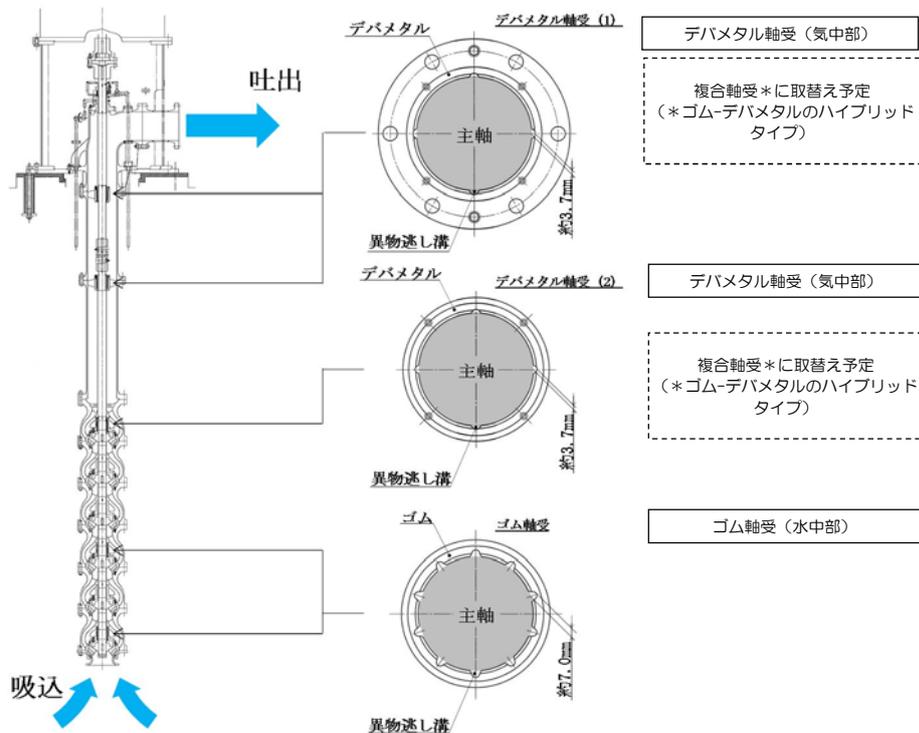


図 3.1.1-12 非常用海水ポンプ断面図，軸受図

(a) 軸受摩耗試験

試験装置に、軸受供試材を取り付けて一定時間運転し、運転前後の供試材寸法測定により摩耗量を求めた。試験溶液の砂濃度は、通常運転時模擬濃度 0.02[wt%]及び高濃度 3[wt%]を設定し、試験時間を通して、連続的にこの濃度の溶液が軸受に供給される試験系統とした。試験装置の概略構成図を **図 3.1.1-3** に示す。

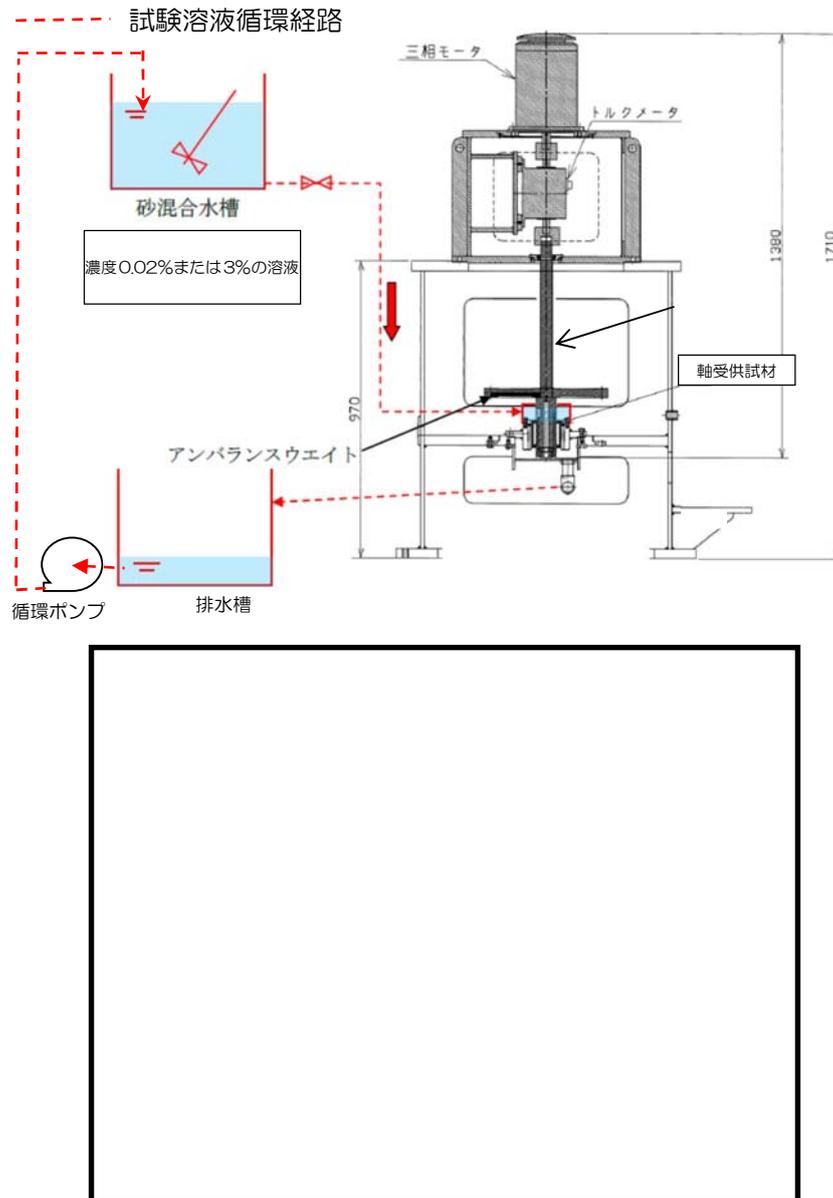


図 3.1.1-3 試験装置概略構成図

軸受供試材は、既設のゴム軸受（水中部）と、複合軸受（デバメタル軸受（気中部）から取替を計画している軸受※）の供試材を用いた。軸受摩耗試験条件を表 3. 1. 1-8 に示す。

※以下のとおり東海第二発電所と類似環境で運用される同型式の海水ポンプに採用実績がある。また、良好な運転実績（軸受に起因する不具合なし）がある。

- A原子力発電所 a 号炉
- A原子力発電所 b 号炉
- B原子力発電所 a 号炉
- B原子力発電所 b 号炉
- B原子力発電所 c 号炉
- B原子力発電所 d 号炉
- C原子力発電所 a 号炉

表3. 1. 1-8 軸受摩耗試験条件

項目	試験条件
回転数 [m/s]	試験装置：5(実機：9.4* ¹)
面圧 [kPa]	3.7* ²
砂粒径 [mm]	0.15
軸受供試材材料	ゴム，複合型
試験時間[hr]	5

*1：試験時摩耗量に9.4/5を乗じて実機周速に補正

*2：回転体アンバランスによる実機の振れ回りを再現した荷重

軸受摩耗試験結果から、寿命評価式（①式）を用いて比摩耗量 K_1 を算出した結果を以下に示す。

$$T_1 = \frac{\sigma}{PVK_1} \dots \textcircled{1}$$

(機械工学便覧参照)

K_1 : 比摩耗量[mm²/kgf]

σ : 摩耗量[mm]

P : 軸受面圧[kgf/mm²]

V : 周速[mm/s]

T_1 : 摩耗量 σ に至るまでの時間[s]

【ゴム軸受】

砂濃度 0.02[wt%]時の比摩耗量 K_1 (ω_0) 2.74×10^{-7} [mm²/kgf]

砂濃度 3[wt%]時の比摩耗量 K_1 (ω) 4.65×10^{-6} [mm²/kgf]

【複合軸受】

砂濃度 0.02[wt%]時の比摩耗量 $K_1 (\omega_0)$ $9.41 \times 10^{-7} [\text{mm}^2 / \text{kgf}]$

砂濃度 3[wt%]時の比摩耗量 $K_1 (\omega)$ $5.76 \times 10^{-6} [\text{mm}^2 / \text{kgf}]$

(b) 軸受寿命評価 (0.02[wt%], 3[wt%])

試験時、基準津波時の浮遊砂濃度（評価点）が未知であったことから、通常時を模擬した浮遊砂濃度 0.02[wt%]と、基準津波時に予想される高濃度を包絡すると予想される濃度 3[wt%]で摩耗量を実測し、比摩耗量及び軸受寿命を算出した結果を表 3.1.1-9 に示す。

表3.1.1-9 比摩耗量と軸受寿命(0.02[wt%], 3[wt%])

0.02wt%試験実測値							
軸受/濃度	摩耗量(平均)	面圧[kgf/mm2]	周速[mm/s]	比摩耗量	許容隙間	軸受寿命(sec)	軸受寿命(hr)
ゴム軸受/ 0.02%	0.0171	0.00037	9400	2.73145E-07	1.012	1065263.158	295.9064327
複合軸受/ 0.02%	0.0589	0.00037	9400	9.40834E-07	1.012	309269.9491	85.90831919
3wt%試験実測値							
軸受/濃度	摩耗量(平均)	面圧[kgf/mm2]	周速[mm/s]	比摩耗量	許容隙間	軸受寿命(sec)	軸受寿命(hr)
ゴム軸受/ 3%	0.5814	0.00037	9400	4.64347E-06	1.012	62662.5387	17.40626075
複合軸受/ 3%	0.7201	0.00037	9400	5.75123E-06	1.012	50592.9732	14.05360367

(c) 軸受寿命評価(0.48[wt%])

基準津波時の砂移動解析結果から、非常用系海水ポンプ室近傍の浮遊砂濃度は、0.18[vol%]との結果が得られたことから、砂の密度 $2.72 [\text{g} / \text{cm}^3]$ を乗じて重量濃度 0.48[wt%]に換算した上で、比摩耗量の式 (2) を参考に、0.02 [wt%] と 3 [wt%] の試験結果から、浮遊砂濃度 0.48[wt%]における比摩耗量を算出した。

なお、比摩耗量の式 (2) は公開文献「立軸ポンプセラミックス軸受に関する研究」*から引用している。この公開文献では、200~3000ppmのスラリー濃度の軸受摩耗量を測定しており、比摩耗量とスラリー濃度との間には相関関係があると結論づけられており、この知見を参考とした。

$$\frac{\omega}{\omega_0} = \left[\frac{C_\omega}{C_0} \right]^{0.9} \dots \textcircled{2}$$

* 出典：立軸ポンプセラミックス軸受に関する研究，湧川ほか（日本機械学会論文集（B編）53巻491号（昭62-7）、pp.2094~2098

②式を参考とし、0.02[wt%]の比摩耗量と3[wt%]の比摩耗量の2点間が線形近似できると評価し、以下の式にて0.48[wt%]におけるゴム軸受と複合軸受の比摩耗量を算出した。

【ゴム軸受】



【複合軸受】



③及び④を元に寿命評価した結果、隙間許容値に至るまでの運転時間は、表 3.1.1-10 のとおり、ゴム軸受で約 49 時間、複合軸受で約 27 時間と評価した。

表3.1.1-10 比摩耗量と軸受寿命(0.48wt%)

0.48wt%(評価濃度)における寿命評価							
軸受/濃度	摩耗量(平均)	面圧[kgf/mm ²]	周速[mm/s ²]	比摩耗量	許容隙間	軸受寿命(sec)	軸受寿命(hr)
ゴム軸受/ 0.48	—	0.00037	9400	1.64748E-06	1.012	176616.1197	49.06003324
複合軸受/ 0.48	—	0.00037	9400	2.9662E-06	1.012	98095.94829	27.24887453

浮遊砂濃度と比摩耗量との相関関係を図 3.1.1-14 及び図 3.1.1-15 に示す。

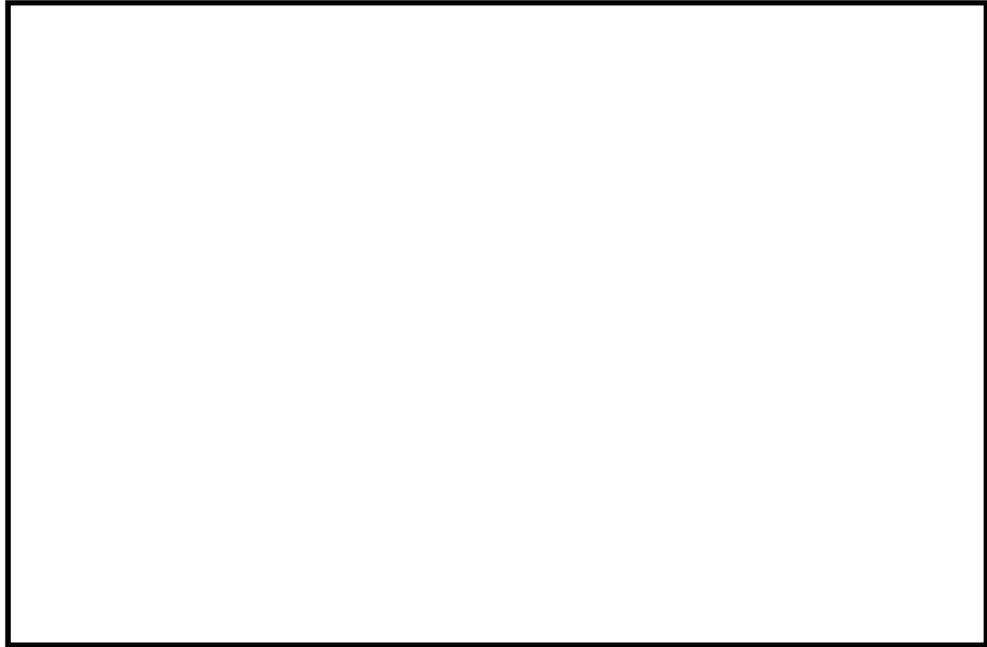


図3.1.1-14 浮遊砂濃度と比摩耗量との相関図（ゴム軸受）

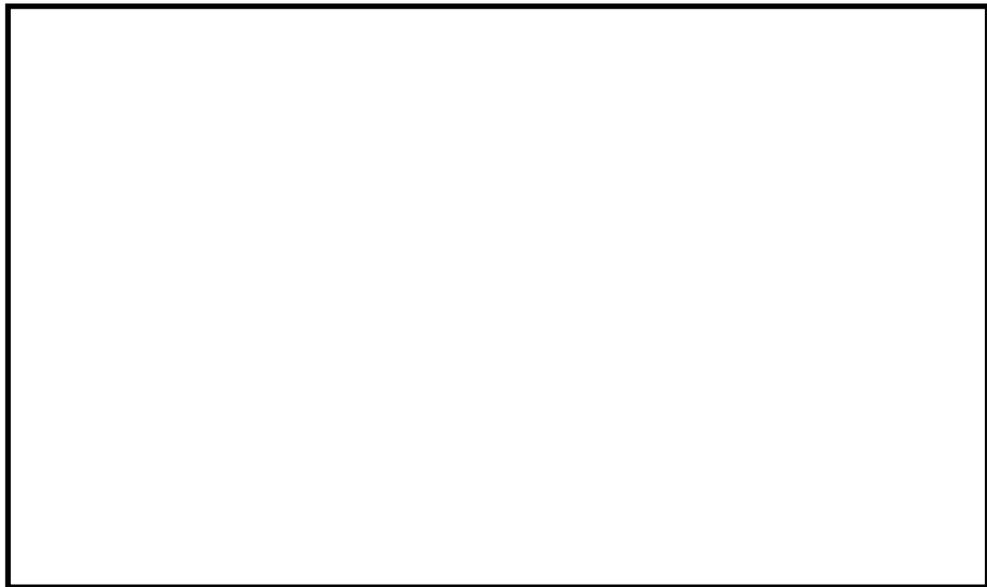


図3.1.1-15 浮遊砂濃度と比摩耗量との相関図（複合軸受）

(d) 浮遊砂濃度のピーク時間の評価

基準津波時の砂移動計算結果から得られた浮遊砂濃度の時刻歴グラフを図 3.1.1-16, 取水口及び取水構造物（取水路及び取水ピット）の配置を図 3.1.1-17 に示す。また、砂移動計算の諸条件を表 3.1.1-11, その他の解析条件を表 3.1.1-12 に示す。

非常用海水ポンプが設置される全水路の計算結果から、最も高い砂濃度を示すE水路のケースを想定しても、基準津波時の浮遊砂濃度のピークは数分で収束し、軸受摩耗試験で設定したような連続 5 時間の高濃度の状態は認められない。

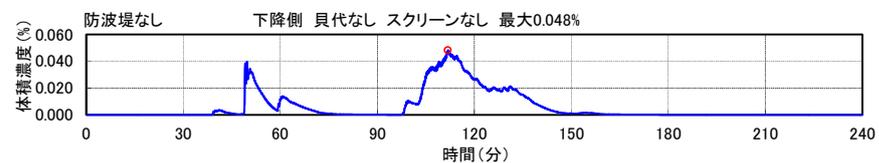
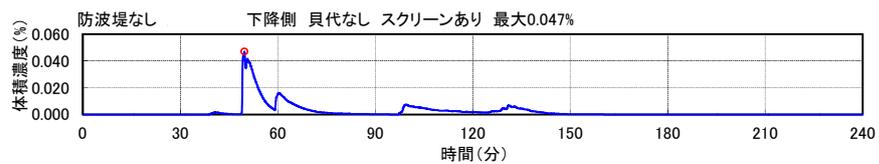
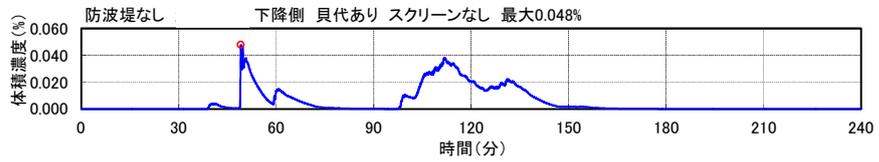
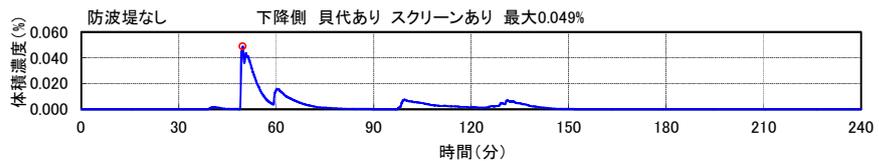
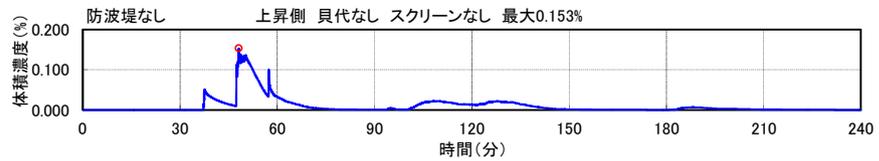
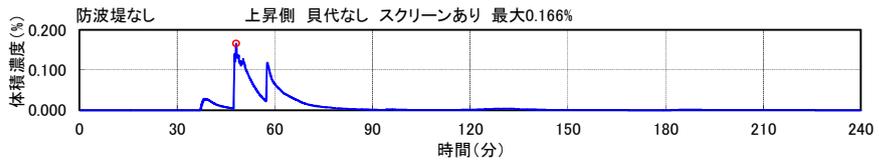
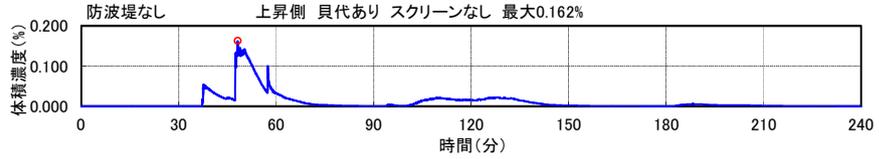
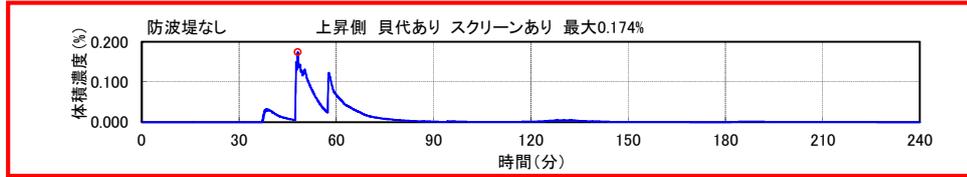


図3.1.1-16 浮遊砂濃度時刻歴グラフ

(E水路水位上昇時(防波堤なし, 貝代考慮, スクリーンあり))

 は最大濃度を示す時刻歴を示す。

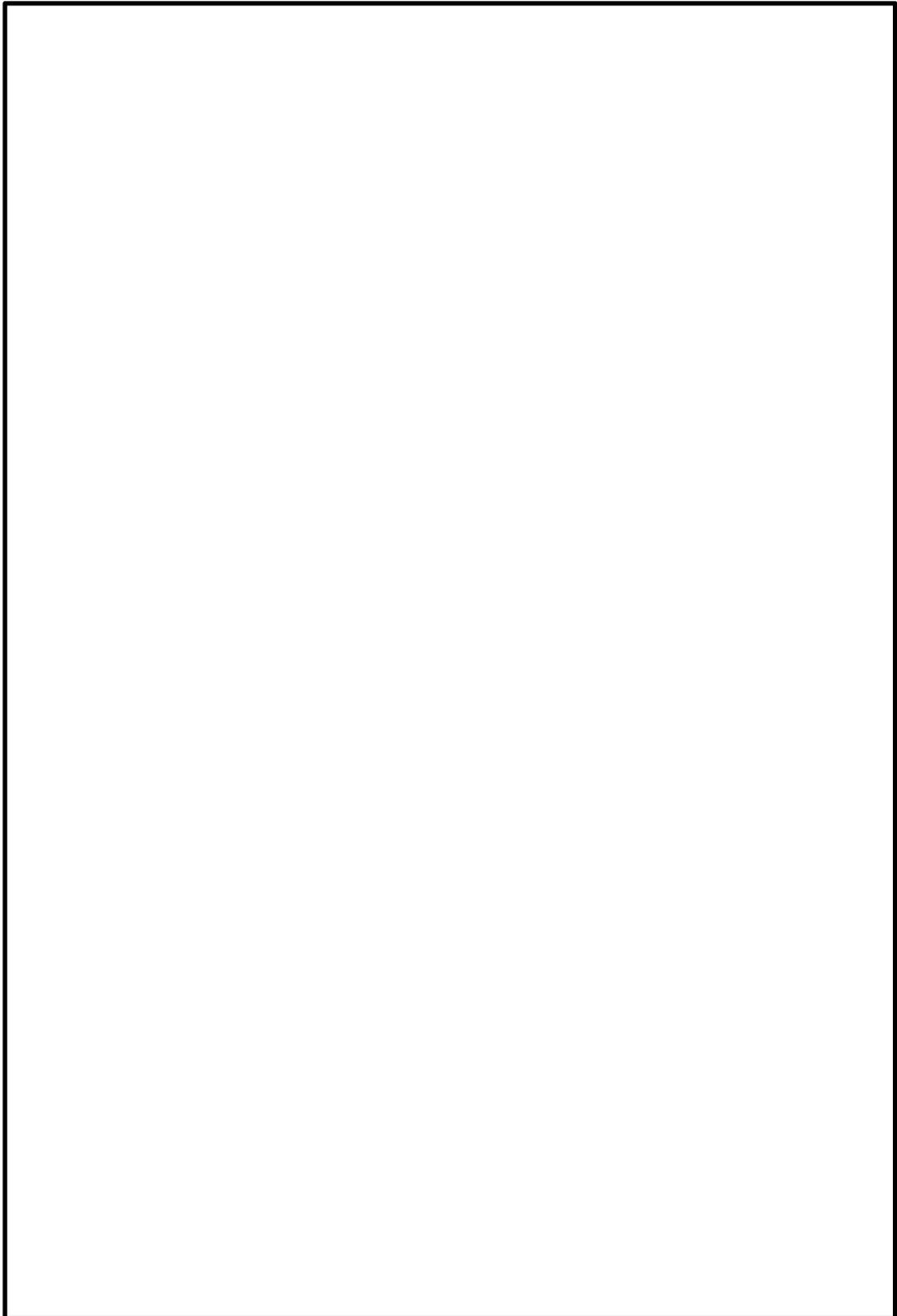


図3.1.1-17 取水口及び取水構造物（取水路及び取水ピット）配置図

表3.1.1-11 砂移動計算の諸条件

	設定値	備考
解析対象範囲	取水口～取水路～取水ピット	
砂移動モデル	高橋ほか(1999)によるモデル	
マンニングの粗度係数	0.03[m ^{-1/3} ・s]	土木学会(2002)より
浮遊砂体積濃度上限値	1, 3, 5[vol%] うち, 1[vol%]が最もよく砂移動を再現していると確認できたことから, 上限濃度1%時の解析結果を採用	
砂の粒径	0.15[mm]	底質調査より設定
砂粒の密度	2.72[g/cm ³]	底質調査より設定

表3.1.1-12 その他の解析条件

項目	評価条件
海水取水流量[m ³ /hr]	2549.4*
その他の考慮事項	防波堤の有無, スクリーンの有無, 貝代の有無

* 非常用海水ポンプ全台運転, 循環水ポンプ及び補機冷却系海水ポンプ停止時の流量

3.1.2 緊急用海水ポンプの砂移動による影響評価

(1) 敷地に遡上する津波による砂移動評価における解析条件

「3.1.1 (1) 基準津波による砂移動評価条件」に示したとおり、基準津波による砂移動評価においては、平均粒径、防波堤なし、防潮堤設置ルート変更後の解析条件における取水口前面の砂の堆積厚さが最大となった。このため、敷地に遡上する津波による砂移動評価においても、基準津波による砂移動評価の解析条件と同条件のもと、緊急用海水ポンプの砂移動による影響評価を実施する。

a. 緊急用海水系流路の浮遊砂の移動・堆積評価

敷地に遡上する津波による緊急用海水系の流路であるSA用海水ピット取水塔、SA用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットの砂の移動・堆積による緊急用海水ポンプの取水性への影響について評価した。

評価の結果、緊急用海水系の流路の砂の移動・堆積による影響はなく、緊急用海水ポンプの通水性に影響がないことを確認した。以下にSA用海水ピット取水塔、SA用海水ピット及び緊急用海水ポンプピットにおける砂の移動・堆積評価結果を示す。また、緊急用海水系概略構造と砂の堆積評価結果を図3.1.2-1、緊急用海水系流路の砂の堆積高さの評価結果表を3.1.2-1を示す。

(a) SA用海水ピット取水塔

SA用海水ピット取水塔の砂の堆積量は、上限浮遊砂上限濃度1%時において約1mの砂の堆積が想定されるが、海水取水吸込み位置は10m以上上方にあることから取水性に影響はない。

(b) SA用海水ピット

SA用海水ピットの砂の堆積量は、上限浮遊砂上限濃度1%時において約30cm程度であり、ピット底部より約1.8m上方に取り付けられる緊急用海水取水管を閉塞させることはない。

(c) 緊急用海水ポンプピット

緊急用海水ポンプピットの砂の堆積量は、敷地に遡上する津波による砂移動に関する数値シミュレーションの結果、浮遊砂の上限濃度1%時において約1cm程度であり、緊急用海水ポンプ吸込み位置はポンプピット底面より20m以上高い位置にあることから、吸込み口に達することはない。

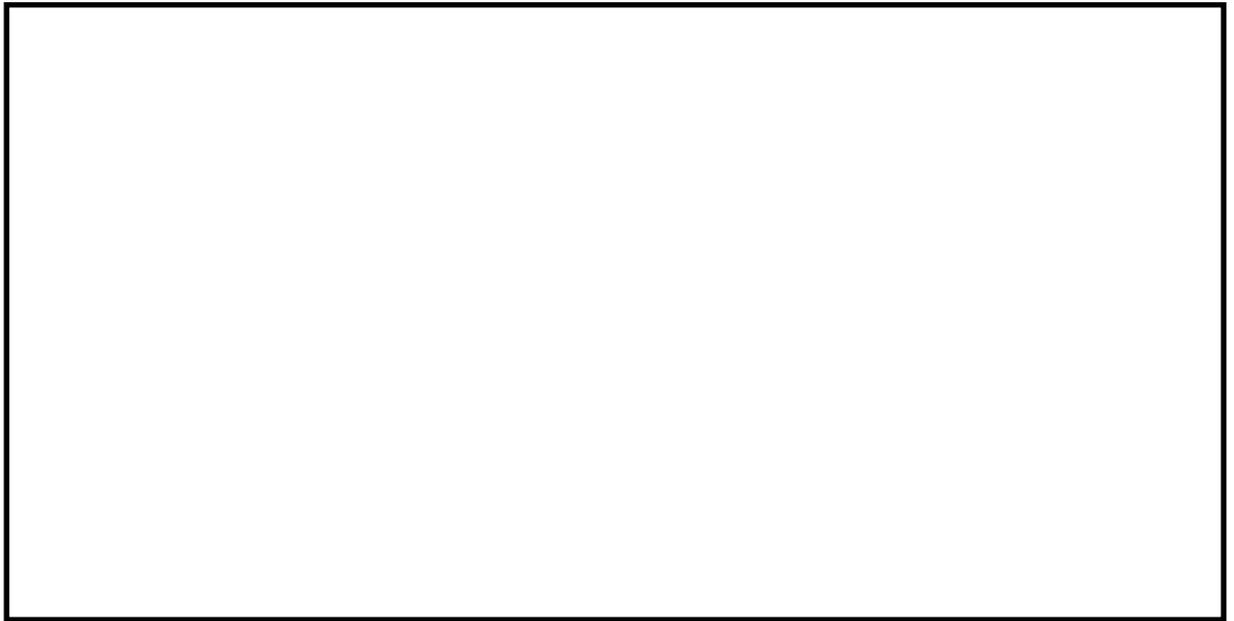


図 3.1.2-1 緊急用海水系流路の概略構造と砂の堆積評価

表 3.1.2-1 緊急用海水系流路の砂の堆積高さの評価

上限浮遊砂体積濃度[%]	出力	SA 用海水 ピット取水塔 [m]	SA 用海水 ピット [m]	緊急用海水 ポンプピット [m]	備考
1	終了時	1.020	0.263	0.014	
	最大値	1.020	0.263	0.014	
3	終了時	2.474	0.699	0.041	
	最大値	2.474	0.699	0.041	
5	終了時	3.618	1.093	0.066	
	最大値	3.618	1.093	0.066	

(2) 砂混入時の緊急用海水ポンプへの影響評価

a. 砂混入時の緊急用海水ポンプ取水機能維持の確認

敷地に遡上する津波による浮遊砂については、SA用海水ピット取水塔から海水とともに取り込まれ、海水引込み管、SA用海水ピット、緊急用海水取水管を通じて緊急用海水ポンプピットまで移動する可能性がある。当該流路には、SA用海水ピット取水塔内に下向きのノズルを有する取水管を設置することで砂の持ち込みを抑制する設計である。また、一連の閉回路であることから、SA用海水ピット取水塔以外からの砂の持ち込みがない設計である。

緊急用海水ポンプは、定期試験等での運転を除き待機停止状態であり、海水の緊急用海水系への混入量自体が少ないが、敷地に遡上する津波への対応においては、通常より砂濃度が高い状態で連続運転する可能性があることから、緊急用海水ポンプそのものが運転時の砂の混入に対して、軸固着することなく機能保持できる設計であることを以下のとおり確認した。

非常用海水ポンプ同様、緊急用海水ポンプの軸受には、異物混入による軸受の損傷を防止するため、異物逃し溝（最小約 3.7mm）を設ける設計としている。このため、緊急用海水ポンプの取水時に浮遊砂の一部がポンプ軸受に混入したとしても、異物の逃し溝から排出される構造となっている。図 3.1.2-2 に緊急用海水ポンプの軸受配置図を示す。

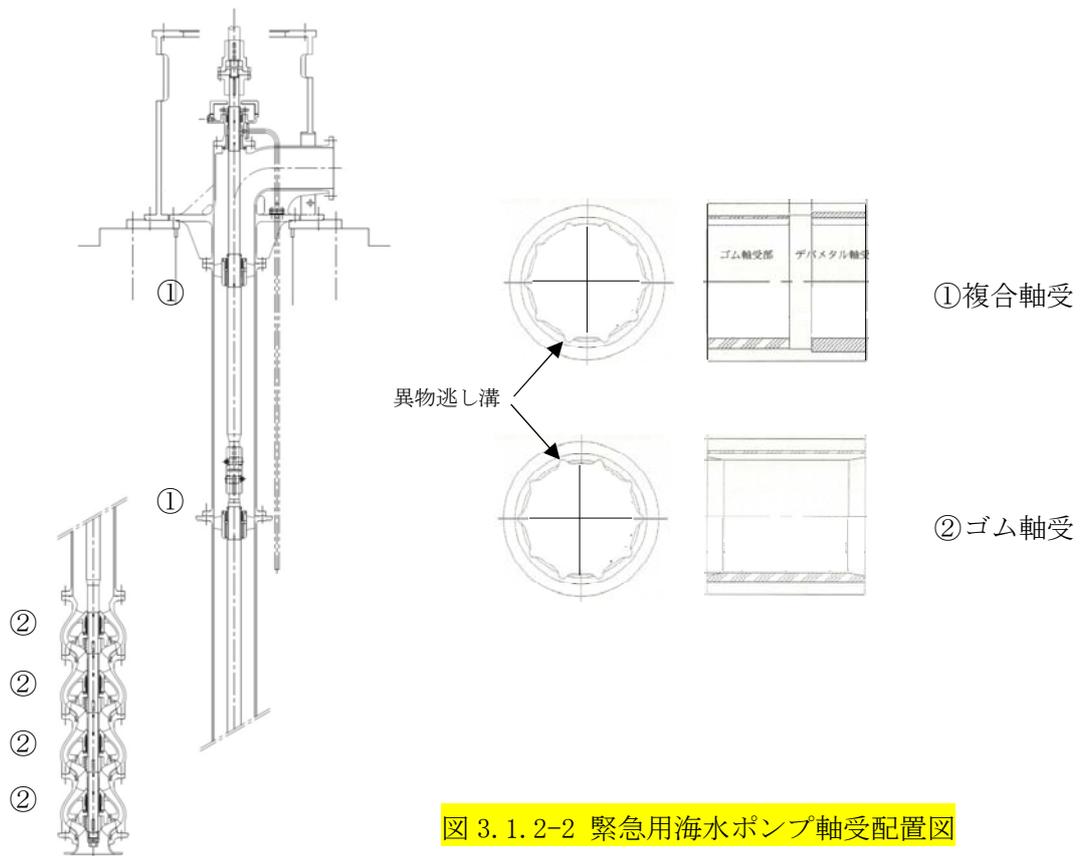


図 3.1.2-2 緊急用海水ポンプ軸受配置図

これに対して、発電所前面の海域を含む周辺の砂の平均粒径は約 0.15mm で、数ミリ以上の粒子はごくわずかであり、そもそも粒径数ミリの砂は浮遊し難いものであることを踏まえると、大きな粒径の砂はほとんど混入しないと考えられる。このため、緊急用海水ポンプは、砂の混入に対して軸固着することなく取水機能は維持できる。

また、砂の混入による軸受摩耗の評価としては、緊急用海水ポンプの軸受は、非常用海水ポンプの軸受と同仕様であるため、非常用海水ポンプの軸受を模擬した供試材を用いた軸受摩耗試験結果が適用できることから、十分な浮遊砂耐性がある。詳細は「c. 緊急用海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性」参照。

b. 混入した浮遊砂に対する取水性確保（系統の評価）

緊急用海水ポンプによる取水とともに海水系に混入する微小な浮遊砂は、ポンプ出口の海水ストレーナを通過した後、海水系の各機器に供給され、最終的に放水ピットから放水される。なお、敷地に遡上する津波においては、非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプは機能喪失を想定することから、緊急用海水ポンプは、残留熱除去系海水系の負荷に海水を供給し、上記の非常用海水ポンプの負荷である非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機には海水を供給しない。

緊急用海水系が海水を供給する残留熱除去系の各機器の最小流路幅は、残留熱除去系海水系ポンプから供給される低圧炉心スプレイ系ポンプメカニカルシール冷却器及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプから供給される高圧炉心スプレイ系ポンプメカニカルシール冷却器の約 4.8 mm であり、発電所前面の海域を含む周辺の砂の平均粒径である約 0.15mm に対して十分大きい。このため、海水系の各機器の閉塞の可能性はないものと考えられ、海水ポンプの取水機能は維持できる。

図 3.1.2-3 に残留熱除去系の概略系統を示す。表 3.1.2-3 に残留熱除去系の各機器の最小流路幅を示す。

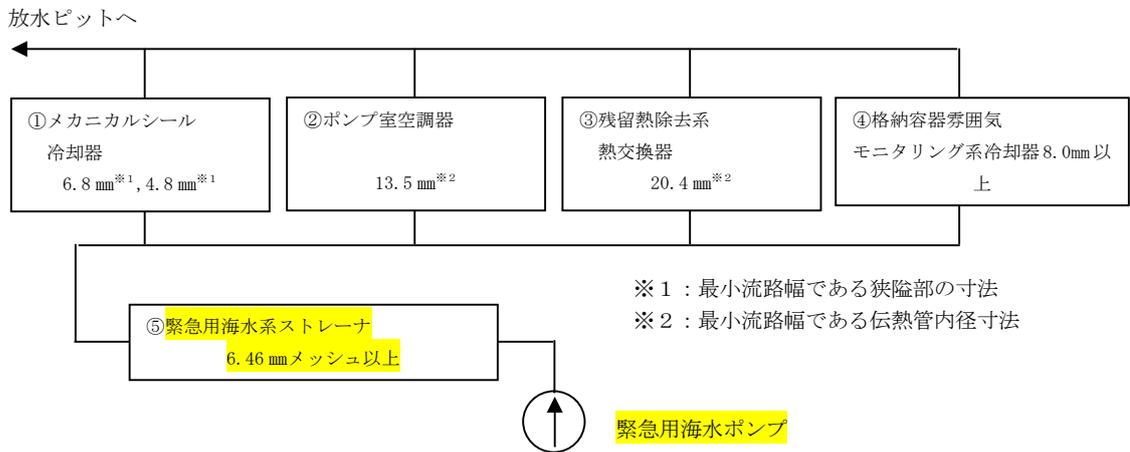


図 3.1.2-3 緊急用海水ポンプで海水を供給する残留熱除去系の概略系統図

表 3.1.2-2 残留熱除去系の各機器の最小流路幅（残留熱除去系のうち海水ライン）

海水供給機器		最小流路幅 (mm)	砂粒径 (mm)
①メカニカル シール冷却器	残留熱除去系ポンプ メカニカルシール冷却器	6.8	約 0.15
	低圧炉心スプレィ系ポンプ メカニカルシール冷却器	4.8	
②ポンプ室 空調器	残留熱除去系ポンプ室空調器	13.5	
	低圧炉心スプレィ系ポンプ室空調器	13.5	
	原子炉隔離時冷却系ポンプ室空調器	13.5	
③残留熱除去系 熱交換器	残留熱除去系熱交換器	20.4	
④格納容器雰囲気 モニタリング系 冷却器	格納容器雰囲気 モニタリング系冷却器	8.0mm 以上	
⑤緊急用海水系 ストレーナ	緊急用海水系ストレーナ	6.46mm メッシュ	

c. 緊急用海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性

緊急用海水ポンプ軸受は、図3.1.2-1に示したとおり、浮遊砂が混入しても、軸受に設けた異物逃し溝から排出することで、ポンプの運転に影響のない設計である。また、浮遊砂濃度上昇に対して、気中部の軸受として、より高い耐性を有する軸受（複合軸受）を使用する設計とする。

SA用海水ピット取水塔から緊急用海水ポンプピットまでの敷地に遡上する津波による砂移動に関する数値シミュレーションの結果、緊急用海水ポンプピット部の浮遊砂濃度の最大値は、最大で約0.03 [wt%] である。この値は、非常用海水ポンプの取水ピット部の最大濃度0.48 [wt%] に対し十分低い。残留熱除去系海水系の取水路概の略図を図3.1.2-4、緊急用海水系の非常用取水路の概略図を図3.1.2-5、敷地に遡上する津波の緊急用海水系流路各部の浮遊砂濃度の時刻歴波形を図3.2.2-6、砂移動計算の諸条件を表3.1.2-3に示す。



図 3.1.2-4 残留熱除去系海水系 取水路概略図



図 3.1.2-5 緊急用海水系 非常用取水路概略図

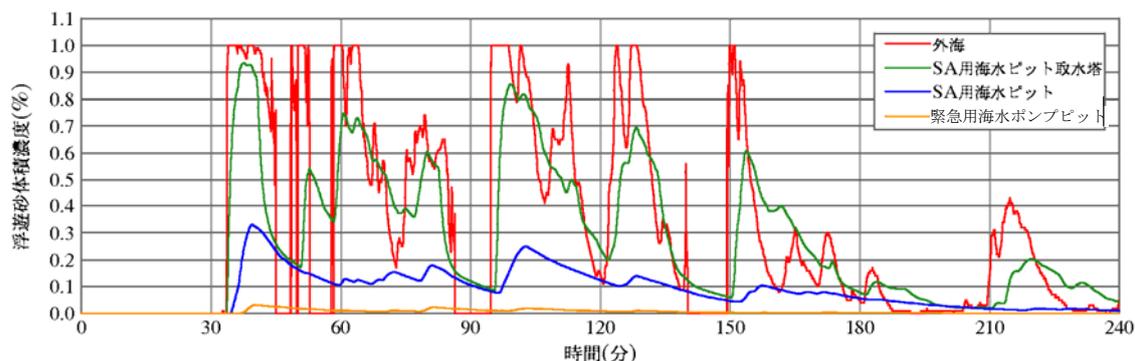


図 3.1.2-6 緊急用海水系流路各部の浮遊砂濃度時刻歴

表 3.1.2-3 砂移動計算の諸条件

	設定値	備考
解析対象範囲	SA用海水取水ピット～SA用海水ピット ～緊急用海水ポンプピット	
砂移動モデル	高橋ほか(1999)によるモデル	
マンニングの粗度係数	0.03[m ^{-1/3} ・s]	土木学会(2002)より
浮遊砂体積濃度上限値	1, 3, 5[vol%] うち, 1[vol%]が最もよく砂移動を再現している と確認できたことから, 上限濃度1%時の 解析結果を採用	
砂の粒径	0.15[mm]	底質調査より設定
砂粒の密度	2.72[g/cm ³]	底質調査より設定

非常用海水ポンプの軸受に浮遊砂が混入した場合のポンプの運転可能時間については、「3.1.1 (2) d. (c) 軸受寿命評価 (0.48[wt%])」に示したとおり、評価濃度である 0.48 [wt%] が継続した状態でも約 27 時間運転可能である。このため、敷地に遡上する津波時の浮遊砂濃度が低い緊急用海水ポンプは、非常用海水ポンプと同等以上の継続運転が可能と評価する。

表 3.1.3-1 に浮遊砂濃度とポンプ運転可能時間の関係を示す。

なお、事故シーケンスグループ「津波浸水による最終ヒートシンク喪失」の有効性評価では、24 時間の全交流動力電源喪失を想定していることから、緊急用海水ポンプが事象発生後約 24 時間後の起動となる場合、水位変動に伴う取水性への影響はない。また、これよりも早いタイミングでの起動を想定しても、上述のとおり、非常用海水ポンプと同等以上の継続運転が可能と評価する。

3.1.3 まとめ

非常用海水ポンプの基準津波時の砂移動及び緊急用海水ポンプの敷地に遡上する津波時の砂移動による影響評価を実施した結果、砂の移動・堆積に対して取水経路の通水性が確保でき、浮遊砂の混入に対して機能保持できることを確認した。以下に評価の結果を整理して示す。

(1) 非常用海水ポンプ

- a. 高橋他（1999）、浮遊砂濃度 1%条件における砂移動解析の結果、取水口前面の砂の堆積厚さは、防波堤なしモデル、平均粒径（0.15mm）で0.36mであり、非常用海水ポンプの取水経路である取水口及び取水路を閉塞させることがなく、非常用海水ポンプの通水性に影響がないことを確認した。
- b. 浮遊砂が非常用海水ポンプ軸受に混入したとしても、軸受には異物逃し溝（最小約 3.7mm）が設けられており、軸受に混入した浮遊砂は逃し溝から排出できる構造になっている。
- c. 非常用海水ポンプによる取水とともに海水系に浮遊砂が混入したとしても、系統の各機器の最小流路幅は砂の平均粒径に対して十分大きく、各機器の閉塞の可能性は小さい。
- d. 非常用海水ポンプ軸受の浮遊砂に対する軸受摩耗試験の結果、想定する砂濃度においても、軸受寿命は約 27 時間と評価され、十分な耐性を有していることを確認した（表 3.1.3-1）。

(2) 緊急用海水ポンプ

- a. 高橋他（1999）、浮遊砂濃度 1%条件における砂移動解析の結果、緊急用海水系の流路である SA 用海水取水ピット～緊急用海水ポンプピットの砂の移動・堆積による影響はなく、緊急用海水ポンプの通水性に影響がないことを確認した。
- b. 浮遊砂が緊急用海水ポンプ軸受に混入したとしても、軸受には異物逃し溝（最小約 3.7mm）が設けられており、軸受に混入した浮遊砂は逃し溝から排出できる構造になっている。
- c. 緊急用海水ポンプによる取水とともに海水系に浮遊砂が混入したとしても、系統の各機器の最小流路幅は砂の平均粒径に対して十分大きく、各機器の閉塞の可能性は小さい。
- d. 緊急用海水ポンプ軸受は、非常用海水ポンプ軸受と同仕様のものを採用することから、十分な耐性を有している（表 3.1.3-1）。

表 3.1.3-1 非常用海水ポンプ及び緊急用海水ポンプの浮遊砂に対する運転時間評価結果

設備名称	ポンプピット近傍 浮遊砂濃度	運転可能 時間 [hr]	備考
非常用海水ポンプ	0.48%（解析値）	27（複合軸受）	基準津波
緊急用海水ポンプ	0.03%	同等以上	敷地に遡上 する津波

4.2.2 漂流物による影響評価について

(5) 基準津波を超え敷地に遡上する津波に伴う漂流物による影響評価

基準津波を超え敷地に遡上する津波（以下「敷地に遡上する津波」という。）において発生する漂流物に対し、緊急用海水ポンプ※の取水性への影響評価並びに津波防護施設及び建屋・区画に内包されない重大事故等対処設備への漂流物の衝突影響を評価する。

※ 敷地に遡上する津波においては、津波が防潮堤を超え敷地に流入する前提としているため、取水口から取水構造物（取水路及び取水ピット）を経て海水を取水する**残留熱除去系海水系ポンプ、非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ**（以下「非常用海水ポンプ」という。）の機能喪失を想定し、系統への海水供給を緊急用海水ポンプで実施することとしている。このため、敷地に遡上する津波に伴う漂流物に伴う影響評価対象は緊急用海水ポンプとしている。

1) 緊急用海水ポンプの取水性の評価

a. 緊急用海水系の流路の設計

緊急用海水ポンプは、防潮堤外側の東海港内の海中に海水取入れ口を有するSA用海水ピット取水塔から海水を取水し、海水引込み管、SA用海水ピット、緊急用海水取水管を経て緊急用海水ポンプピットに海水を引き込む設計としている。これらの施設は、非常用海水ポンプの取水構造物（取水路及び取水ピット）から独立しており、SA用海水ピット取水塔内に設置する取水管に下向きのノズルを設けることで、浮遊砂等の異物の持ち込みを抑制する設計としている。また、SA用海水ピット取水塔上部の海水取入れ口には、鋼製の格子状開口蓋を設置し異物の侵入を防止する設計としている。図4.2.2-1に緊急用海水系の流路等の配置図を示す。

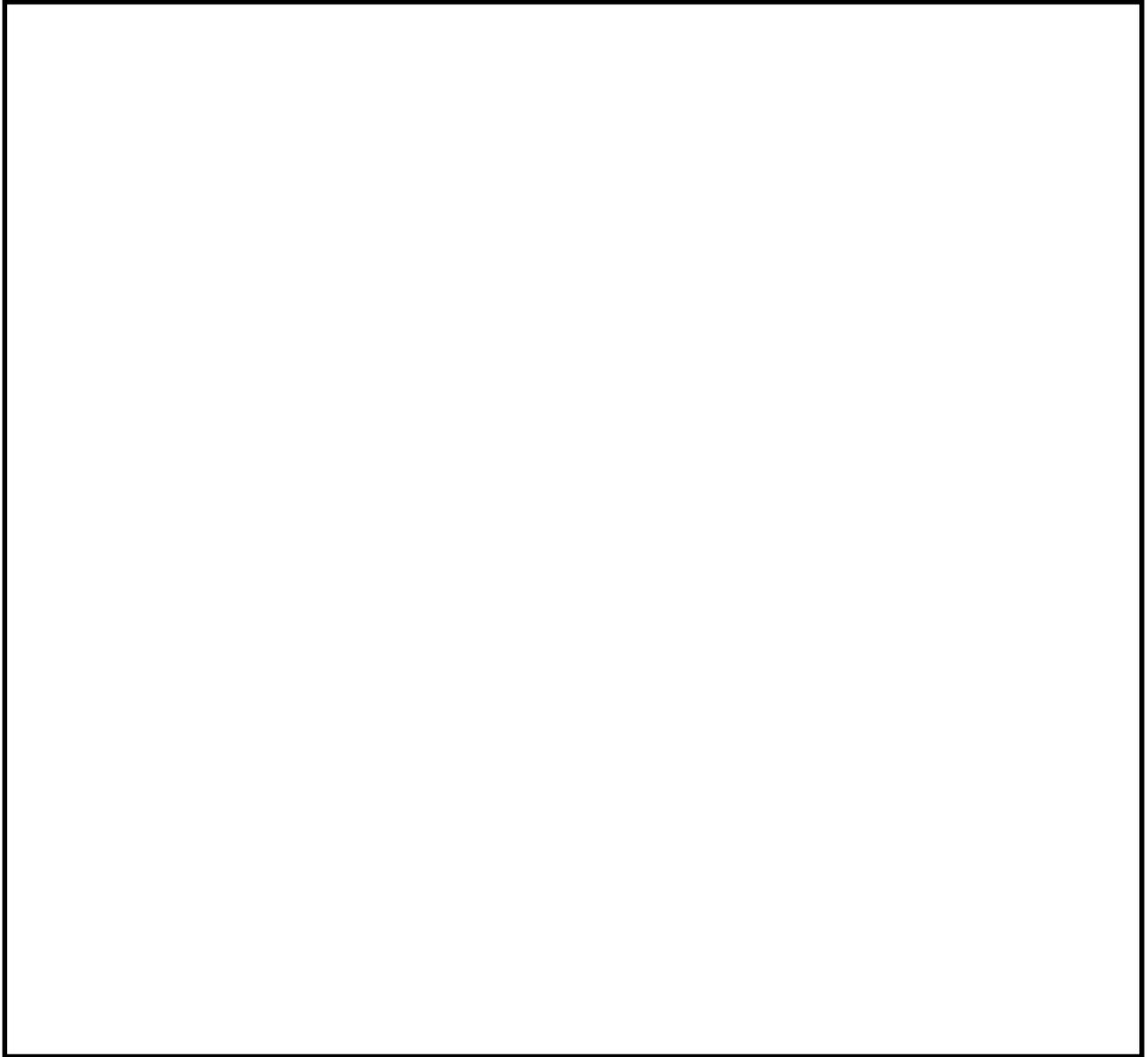


図 4.2.2-1 緊急用海水系の流路等の配置図

b. 漂流物の抽出

基準津波に伴う漂流物による影響評価においては、基準津波における沿岸域の流向、流速等から、想定する漂流物の最大移動量を約 3.6 km と評価しており、これに保守性を考慮し取水口から半径 5 km の範囲を漂流物の調査範囲に設定した上で漂流物調査を実施している。漂流物調査結果から、主に以下に示す施設・設備等は、基準津波において取水口への影響を及ぼし得るものとして抽出された施設・設備等であるが、敷地に遡上する津波は、基準津波と類似した流況を示すこと、後述のとおり、敷地に遡上する津波による漂流物の移動量が基準津波において設定した取水口から半径 5 km に包含されることから、敷地に遡上する津波においてもこれらの抽出結果を考慮する。

- ・コンクリート片，施設・設備の外装板，車両，漁船（総トン数 5t，排水トン数 15t），プラント設備の一部，防砂林等

また，S A用海水ピット取水塔近傍の漂流の可能性のある物品等を考慮する。

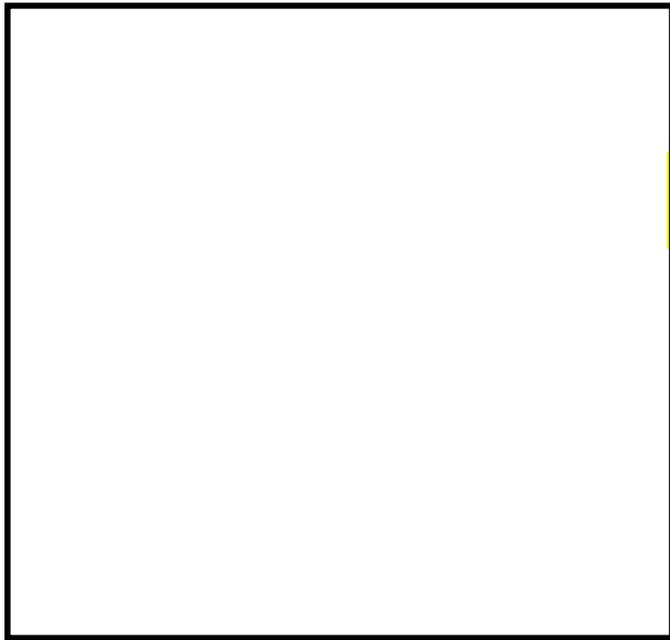
- ・S A用海水ピット取水塔近傍の防波堤（傾斜堤）のマウンドの被覆材（以下「マウンド被覆材」という。）

c. 漂流物による緊急用海水ポンプの取水性への影響評価

非常用海水ポンプの取水性の観点から，取水口に影響を及ぼし得るものとして抽出された船舶については，水中に海水取り入れ口を有する緊急用海水ポンプの取水性への影響評価の対象とはならない。また，海面を浮遊する形態の漂流物は，海水取入れ口が海中にあるS A用海水ピット取水塔を閉塞させることはないため，緊急用海水ポンプの取水性への影響評価の対象とはならない。

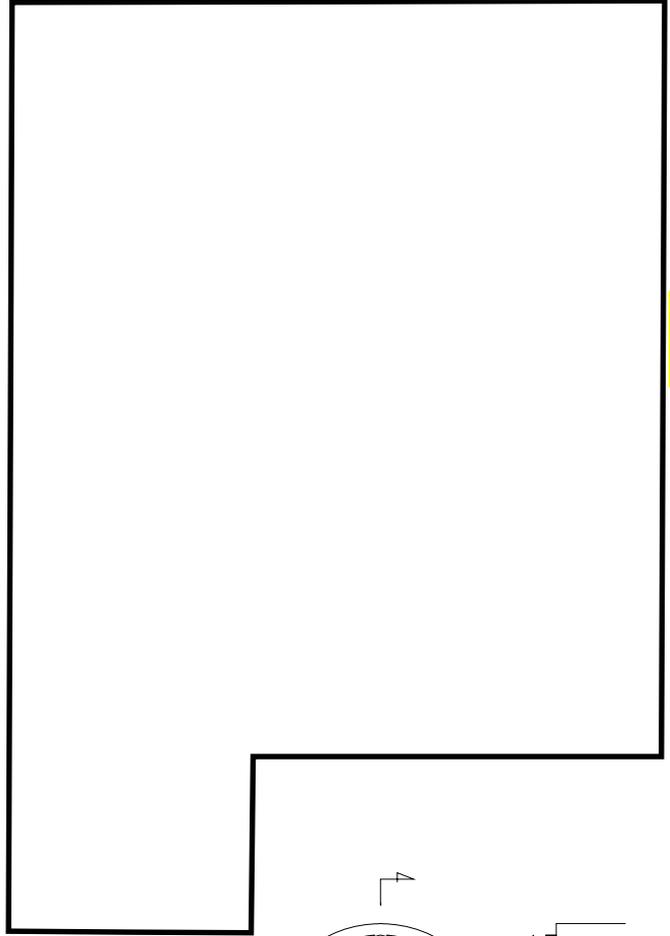
S A用海水ピット取水塔近傍のマウンド被覆材については，津波により漂流する可能性が否定できないため，S A用海水ピット取水塔頂部にマウンド被覆材が到達し，鋼製の開口蓋に堆積した場合を想定し，緊急用海水ポンプの取水性への影響を評価した。

この結果，S A用海水ピット取水塔頂部の開口蓋にマウンド被覆材が堆積した場合を想定しても，想定される透水係数から算出される通水量は約 $1.5\text{m}^3/\text{s}$ であり，必要取水量である $0.75\text{m}^3/\text{s}$ と比較し，通水量が必要取水量を上回る。このため，S A用海水ピット取水塔からの海水の取水は可能であり，緊急用海水ポンプの取水性への影響はない。図 4.2.2-2 に漂流物堆積時のS A用海水ピット取水塔イメージを示す。



SA用海水ピット取水塔

断面図（通常時）



SA用海水ピット取水塔

断面図（漂流物堆積時）

図 4.2.2-2 漂流物堆積時のSA用海水ピット取水塔イメージ

2) 津波防護施設及び建屋・区画に内包されない重大事故等対処設備の漂流物による衝突影響評価

敷地に遡上する津波に伴う漂流物による衝突影響評価は、津波防護施設及び建屋・区画に内包されない重大事故等対処設備を対象とする。ここで、津波防護施設は、基準津波においては、遡上波の地上部から敷地への流入、到達防止を目的とした防潮堤及び防潮扉が該当するが、敷地に遡上する津波においては、津波が防潮堤及び防潮扉を超え敷地に流入することから、防潮堤及び防潮扉に代えて、原子炉建屋外壁及び原子炉建屋外壁の水密扉（以下、これらを合せて「原子炉建屋」という。）とする。

漂流物として考慮するものとしては、防潮堤外側で発生し、津波とともに防潮堤及び防潮扉を乗り越え、防潮堤内側に侵入する可能性のある施設・設備等及び防潮堤内側で漂流物となり得る施設・設備等とする。また、防潮堤内側では、施設・設備等が地震で倒壊する等により、漂流物となる可能性を考慮する。

その上で、津波防護施設である原子炉建屋及び建屋・区画に内包されない重大事故等対処設備への漂流物の到達の可能性を考慮し、漂流物による衝突影響評価を実施する。

以下に漂流物による衝突影響評価結果について記載する。

a. 敷地に遡上する津波に伴う漂流物による衝突影響評価対象設備

敷地に遡上する津波に伴う漂流物による衝突影響評価対象設備の選定及び後述する防潮堤内側において漂流物となり得る可能性のある施設・設備等の調査範囲を設定するため、防潮堤内側における敷地に遡上する津波の数値シミュレーションを実施した。その結果、図 4.2.2-3 の敷地に遡上する津波による敷地の最大浸水深分布に示すとおり、T.P. +8m の敷地の原子炉建屋周辺には、**最大約 0.6m** の浸水が確認された。

このため、原子炉建屋並びに原子炉建屋近傍に設置される建物・区画に内包されない重大事故等対処施設のうち、排気筒、格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置出口配管及び原子炉建屋東側接続口（以下「漂流物衝突影響評価対象設備」という。）を対象に漂流物による衝突影響評価を実施する。

なお、原子炉建屋近傍には、上記のほか**重大事故等対処設備を内包する**地下格納槽が設置され、上部に浸水防止設備を設置するが、地上部鉛直方向に漂流物の衝突影響を受ける構造を有しないことから漂流物の衝突影響評価は不要である。また、数値シミュレーションの結果、T.P. +11m 以上の敷地には津波が到達しないことから、T.P. +11m の敷地に設置する常設代替高圧電源装置置場、T.P. +23m から T.P. +25m の敷地に設置する緊急時対策所建屋、可搬型重大事故等対処設備保管場所等についても漂流物の衝突影響評価は不要である。

T.P. +11m の敷地には、常設代替高圧電源装置等の重大事故等対処施設を設置することから、新たにアクセスルートを設置する。このため、津波の浸水域である T.P. +8m と T.P. +11m の敷地の間に勾配をつけて道路を設置することから、当該道路を沿って津波が T.P. +11m の敷地に遡上しないことを確認することを目的に数値シミュレーションを実施した。この結果、津波は T.P. +8m の敷地からアクセスルートを遡上するものの、T.P. +11m の敷地までは到達しないことが確認できたため、T.P. +11m 以上の敷地に設置する施設・設備等を高所に設置する施設として漂流物の評価対象外とすることは妥当

であると評価する。図 4.2.2-4 に敷地に遡上する津波によるアクセスルートへの影響を示す。

数値シミュレーションにおいてモデル化していない東海発電所については、漂流物衝突影響評価対象設備である東海第二発電所原子炉建屋等に対し、津波の流入を妨げる位置に設置されており、原子炉建屋周辺の浸水深、流速等に影響を与える可能性が考えられることから、東海発電所をモデル化した数値シミュレーションを実施し影響を確認した。その結果、東海発電所をモデル化した場合のほうが、浸水深が低下することを確認したことから、評価に用いている数値シミュレーション結果は保守的であると評価する。図 4.2.2-5 に東海発電所をモデル化した際の浸水深の変化状況を示す。

以上を踏まえて、表 4.2.2-1 に敷地に遡上する津波における漂流物衝突影響設備を示す。



図 4. 2. 2-3 敷地に遡上する津波による敷地の最大浸水深分布

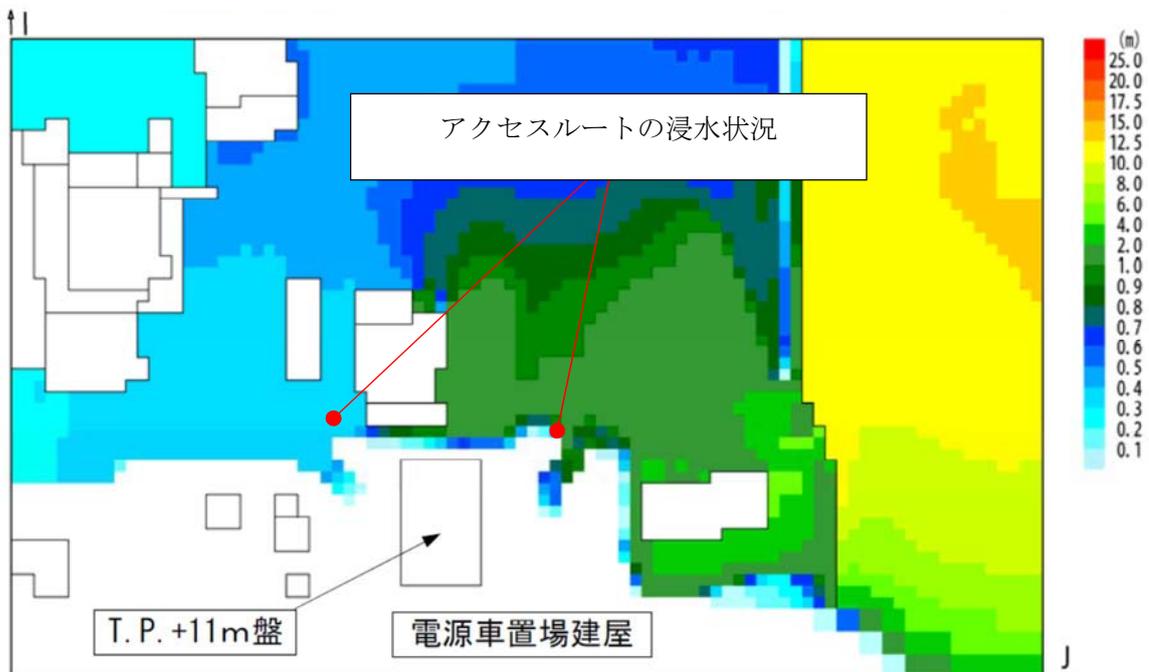


図 4. 2. 2-4 敷地に遡上する津波によるアクセスルートへの影響

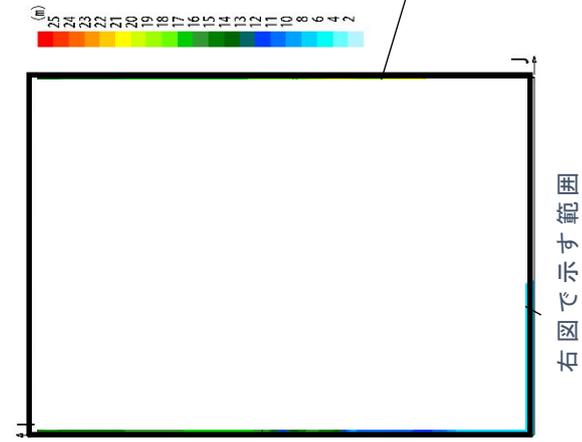


図 4.2.2-5(1) 敷地の最大浸水分布
(東海発電所圏)

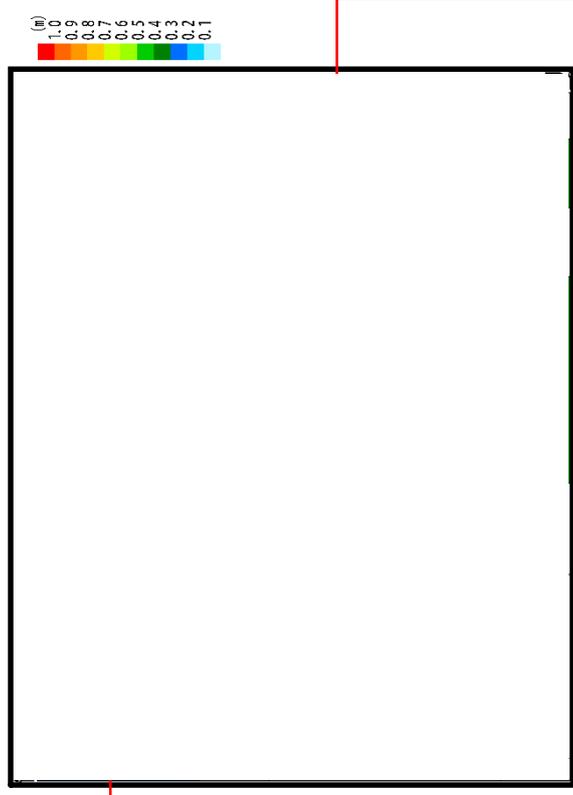


図 4.2.2-5(2) 東海発電所モデル化なし

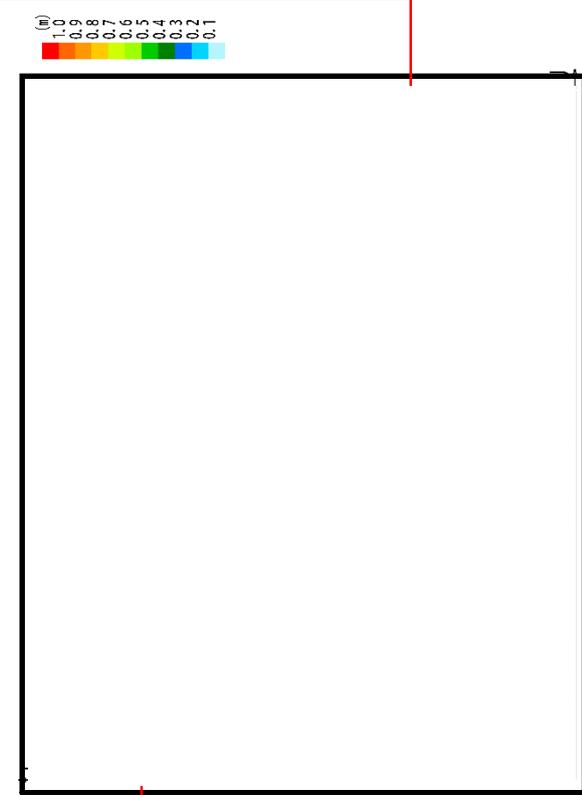


図 4.2.2-5(3) 東海発電所モデル化あり

変化なし

追加解析において
モデル化した東海
発電所建屋

水位低下

表 4.2.2-1 敷地に遡上する津波における漂流物衝突影響設備

施設・設備	内包する主な設備等	漂流物の影響
原子炉建屋(外壁・水密扉)	常設高圧代替注水系ポンプ等の重大事故等 対処設備	T.P.+8mの敷地に設置されており津波とともに漂流物が到達・衝突する可能性が否定できない。
格納容器圧力逃し装置フィルタ装置出口 配管	格納容器圧力逃し装置フィルタ装置出口 配管	原子炉建屋外壁部地上約1.5mに設置されており津波とともに漂流物が到達・衝突する可能性が否定できない。
排気筒	非常用ガス処理系排気筒	T.P.+8mの敷地に設置されており津波が津波とともに漂流物が到達・衝突する可能性が否定できない。
原子炉建屋東側接続口	可搬型設備接続口	T.P.+8mの敷地に設置されており津波とともに漂流物が到達・衝突する可能性が否定できない。
常設代替高圧電源装置置場 軽油貯蔵タンク	常設代替高圧電源装置 軽油貯蔵タンク	T.P.+11mの敷地に設置されており津波は遡上しないため、漂流物の影響はない。
可搬型重大事故等対処設備保管場所(西側), (南側)	可搬型代替注水大型ポンプ	T.P.+23m及びT.P.+25mの敷地に設置されており津波は遡上しないため、漂流物の影響はない。
緊急時対策所	緊急時対応に必要な設備等	T.P.+25mの敷地に設置されており津波は遡上しないため、漂流物の影響はない。

b. 漂流物となる得る可能性のある施設・設備の抽出

敷地に遡上する津波の波源モデルは、基準津波の波源モデルと同じであるため、防潮堤外側における流向は、基準津波と同じ傾向を示すが、流速については、敷地に遡上する津波のほうが想定する津波高さが高くなることから増加するものと考えられる。また、敷地に遡上する津波においては、津波が防潮堤内側の敷地に到達する。このため、防潮堤外側と防潮堤内側において、漂流物の調査範囲を設定し、漂流物となり得る可能性のある施設・設備を抽出した。

(a) 漂流物の調査範囲の設定

a) 防潮堤外側における調査範囲

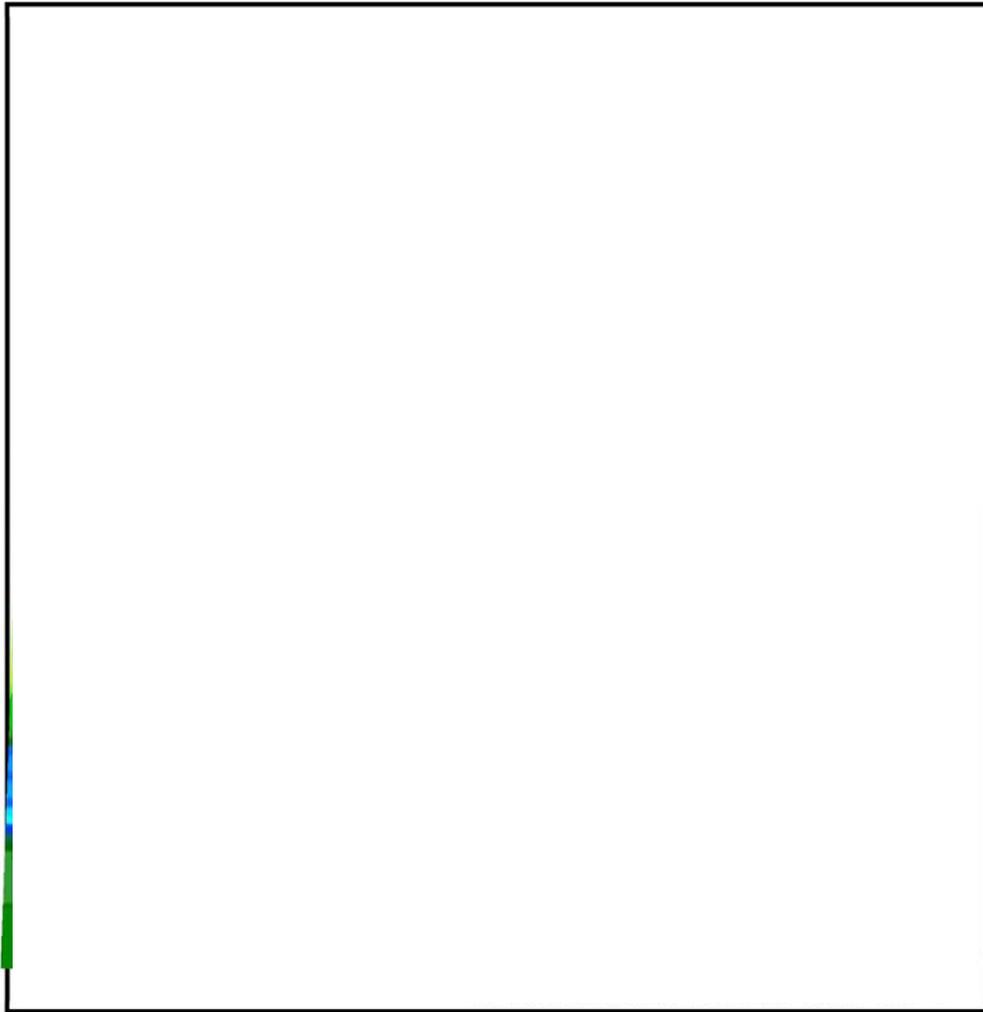
基準津波による防潮堤外側の漂流物については、基準津波に伴う沿岸域の漂流物を漂流物評価フローに基づき適切に評価し、取水口及び取水路の取水性が確保されることを確認している。基準津波による漂流物調査範囲の設定は、東海第二発電所の取水口から半径5kmの範囲としているが、これは基準津波による流向、流速及び流速の時系列データに基づく継続時間から、想定する漂流物の最大移動量を約3.6kmと評価しており、これに保守性を考慮して半径5kmの範囲を漂流物調査範囲として設定したものである

敷地に遡上する津波の最高水位は、防潮堤位置に鉛直無限壁をモデル化した場合の津波による駆け上がり高さとして、防潮堤前面においてT.P.+24mとなるよう設定している。このため、敷地に遡上する津波の流速は、津波高さの増分に比例するものと仮定し、漂流物の移動量を評価した。この結果、敷地に遡上する津波の漂流物の移動量は約4.9kmであり、基準津波による漂流物調査範囲として設定した取水口から半径5kmの範囲に包絡される。

このため、敷地に遡上する津波による防潮堤外側の漂流物調査範囲については、基準津波による防潮堤外側の漂流物調査範囲と同じ、取水口から半径5kmとする。

b) 防潮堤内側における調査範囲

敷地に遡上する津波による防潮堤内側における漂流物調査範囲については、2) a. において示した敷地に遡上する津波の数値シミュレーション解析による敷地の最大浸水深分布（図 4.2.2-3）のとおり、原子炉建屋等が設置される T.P. +8m の敷地に津波が到達するため、防潮堤内側における調査範囲は、浸水域である T.P. +8m の敷地を包絡する範囲とした。図 4.2.2-6 に防潮堤内側の敷地における漂流物調査範囲を示す。



 防潮堤内側の敷地における調査範囲

図 4.2.2-6 防潮堤内側の敷地における調査範囲

(b) 漂流物となる得る可能性のある施設・設備の抽出

a) 防潮堤外側から流入する漂流物

敷地に遡上する津波高さは、鉛直無限壁において T.P. +24m であるが、数値シミュレーションにおいては、実際の防潮堤の高さである T.P. +20m 及び T.P. +18m をモデル化しており、津波が防潮堤前面上部を越流する際の津波高さは、最高水位で T.P. +23.45m である。

一方、防潮堤外側で発生する主な漂流物は、「1) 緊急用海水ポンプの取水性評価」に示したとおり、コンクリート片、外装板、車両、漁船等が抽出されており、防潮堤前面上部を越流する津波高さである T.P. +23.45m を考慮すると、いずれの漂流物も津波と

ともに防潮堤を乗り越え敷地に流入する可能性があるため、漂流物衝突影響評価設備への到達の可能性を評価した。

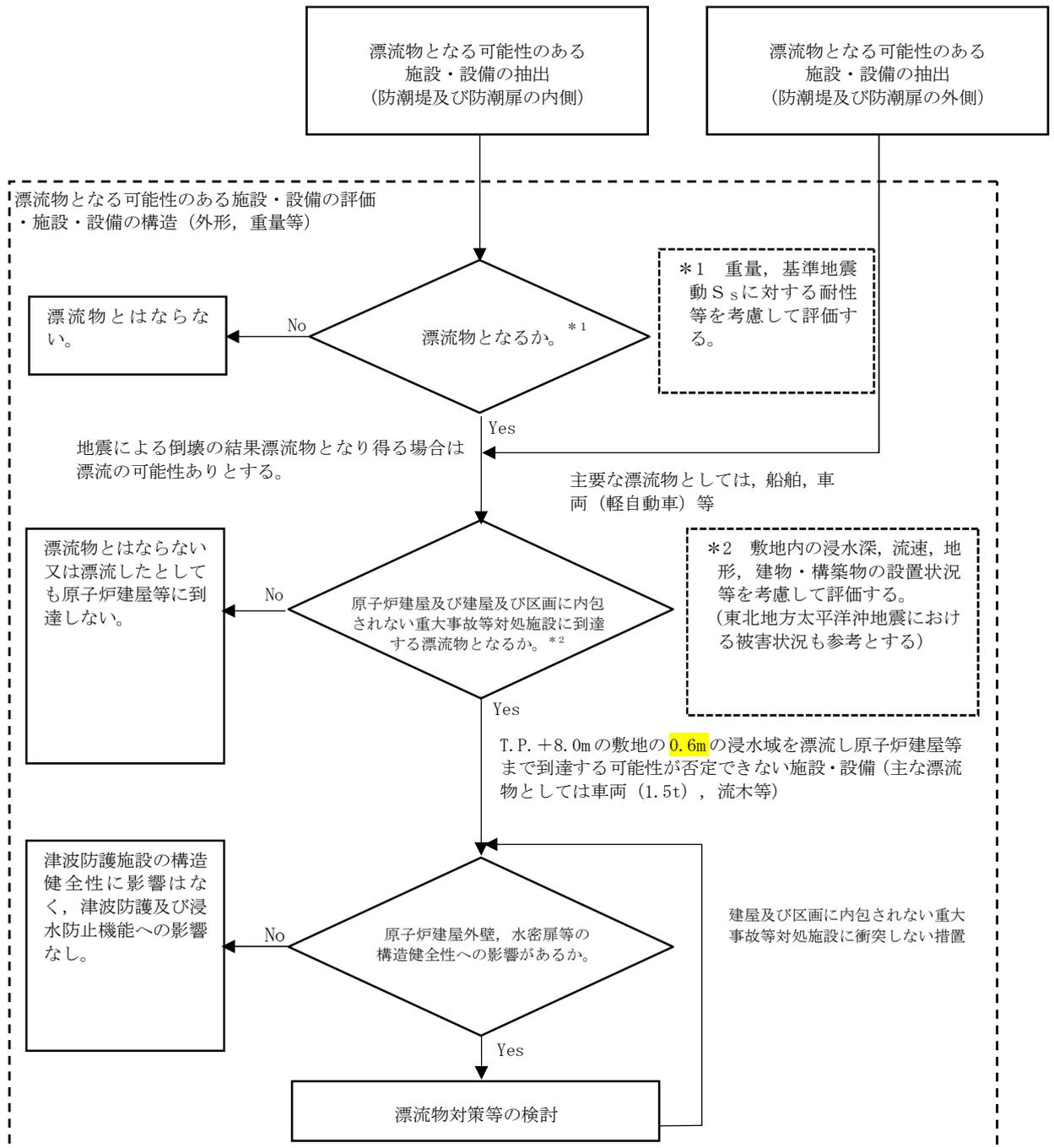
漂流物衝突影響の観点からは最も重量のある漁船を考慮するが、一般的な漁船の形状、喫水線と、敷地に流入した津波の浸水深等を考慮すると、防潮堤を乗り越えても敷地内を漂流・移動するとは考え難く、防潮堤を乗り越えて落下した地点付近に留まると考えられる。その他、防潮堤外側で発生する車両については、想定される車種が軽自動車であり、防潮堤を乗り越え落下した後、浮遊・移動する可能性が否定できず、最大浸水深約 0.6m のエリアを漂流し原子炉建屋等まで到達する可能性が否定できない。ただし、後述するとおり、防潮堤内側で発生し同様に原子炉建屋等まで到達する可能性のある車両（1.5t）の評価に包絡される。

b) 防潮堤内の漂流物

防潮堤内側において漂流物となる可能性のある施設・設備を抽出するため、漂流物評価フローを策定し、漂流物となり得る施設・設備について調査した。なお、漂流物評価フローには、防潮堤外側で抽出された漂流物が防潮堤を超えて敷地内に流入する可能性を考慮し、防潮堤外側における漂流物抽出結果を入力している。図 4.2.2-7 に防潮堤内側における漂流物評価フロー（原子炉建屋及び建物・区画等に内包されない敷地に遡上する津波に対する防護対象設備に対する影響評価）を示す。

また、漂流物衝突影響評価対象設備への到達の可能性の評価に当たっては、地形、建物・構築物等の設置状態を考慮した数値シミュレーションにより、浸水域にある漂流物衝突影響評価対象設備近傍の浸水深、流速等を評価した。図 4.2.2-8 に漂流物衝突影響評価対象設備近傍の評価点及び評価点における流速、表 4.2.2-2 に漂流物衝突影響評価対象設備近傍における最大浸水深及び流速を示す。

上記の漂流物評価フロー及び数値シミュレーションによる浸水深、流速等に基づき、漂流物衝突影響評価対象設備に到達する可能性のある漂流物を評価した結果、最も重量の大きいものとして車両（1.5t）を抽出した。なお、構内の車両については、原則、津波等の際に緊急退避措置が講じられるが、一部の車両が構内に残存する可能性を考慮し、原子炉建屋等まで到達する可能性のある漂流物として選定した。漂流物となり得る可能性のある施設・設備の結果について、防潮堤外側の調査結果を含めて表 4.2.2-3 の漂流物となり得る主な施設・設備を示す。



第 4.2.2-7 図 防潮堤内側における漂流物評価フロー
(原子炉建屋及び建物・区画等に内包されない敷地に遡上する津波に対する防護対象設備に対する影響評価)

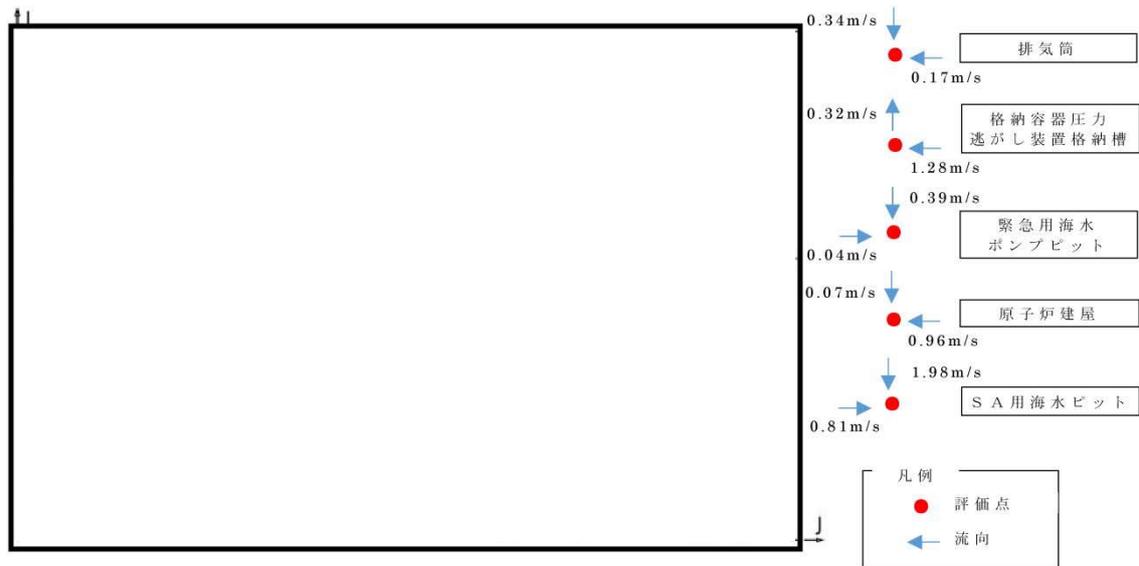


図 4.2.2-8 漂流物衝突影響評価対象設備近傍の評価点及び評価点における流速

表 4.2.2-2 漂流物衝突影響評価対象設備近傍における最大浸水深及び流速

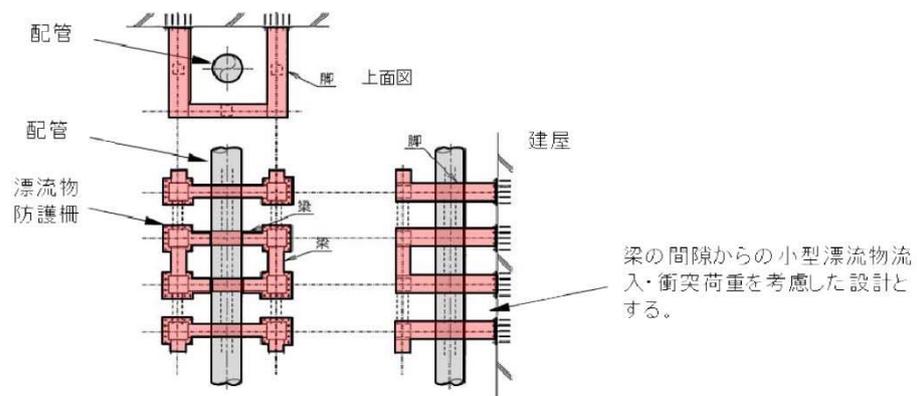
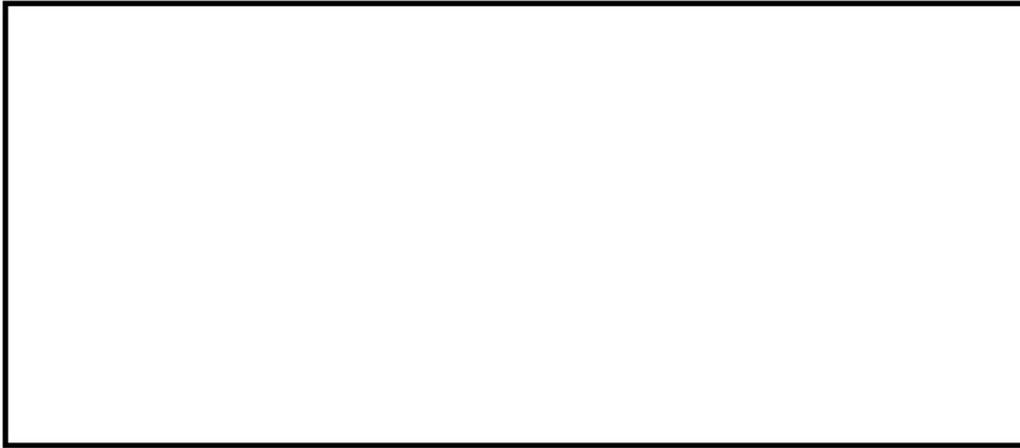
東海第二発電所原子炉建屋東南エリアの津波防護対象施設・設備	最大浸水深 [m]	最大流速 <東西方向> [m/s]	最大流速 <南北方向> [m/s]
①原子炉建屋 (原子炉建屋外壁・水密扉)	0.43	+0.07	-0.96
②緊急用海水ポンプピット (参考)	0.22	-0.39	+0.04
③格納容器圧力逃がし装置格納槽 (格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置 出口配管)	0.50	+0.32	-1.28

表 4.2.2-3 漂流物となり得る主な施設・設備

防潮堤内側における主な施設・設備	防潮堤外側における主な施設・設備	
	発電所敷地内	発電所敷地外
<ul style="list-style-type: none"> ◆車両等 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 社有車, 構内作業用等 ◆建物類等 <ul style="list-style-type: none"> ▶ プラント設備の建屋(鉄筋コンクリート造) ▶ 再利用物品倉庫((鉄骨造) ▶ 取水口電気室(鉄筋コンクリート造) ▶ その他建物(鉄筋コンクリート造) ▶ その他建物(東海発電所)(鉄筋コンクリート造) ◆設備類等 <ul style="list-style-type: none"> ▶ プラント設備(配管・弁, 盤等) ▶ プラント設備(東海発電所) ▶ 工用具資材(仮設ハウス等) ▶ クレーン ▶ 植生(防砂林) 	<ul style="list-style-type: none"> ◆船舶 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 燃料等輸送船 ▶ 作業台船 ◆建物類等 <ul style="list-style-type: none"> ▶ プラント設備の建屋(鉄筋コンクリート造) ▶ メンテナンスセンター(鉄骨造) ▶ 輸送本部建屋(鉄骨造) ▶ その他建物(鉄筋コンクリート造) ▶ その他建物(東海発電所)(鉄筋コンクリート造) ◆設備類等 <ul style="list-style-type: none"> ▶ プラント設備(配管・弁, 盤等) ▶ プラント設備(東海発電所) ▶ 工用具資材(クレーンウエイト, 治具等) ▶ クレーン ▶ 灯台 ▶ 標識ブイ ▶ 植生(防砂林) 	<ul style="list-style-type: none"> ◆船舶 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 漁船 ▶ 大型船(貨物船等) ◆建物類等 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 事務所等(鉄骨造, 鉄筋コンクリート造) ▶ 倉庫(鉄骨造, 鉄筋コンクリート造, プレハブ, 物置タイプ) ▶ 大型テント ▶ その他建屋(鉄骨造, 鉄筋コンクリート造) ▶ 仮設ハウス ▶ 商業施設(鉄骨造, 鉄筋コンクリート造) ▶ 公共施設(鉄骨造, 鉄筋コンクリート造) ▶ 民家 ◆設備類等 <ul style="list-style-type: none"> ▶ プラント設備(タンク, 配管, 弁, 盤等) ▶ 重機(クレーン等) ▶ 資機材類(工用具物品, 点検用資材等) ▶ 車両 ▶ 植生(防砂林) ▶ その他物品

c. 漂流物による衝突影響評価

上記「b. (b) 漂流物となる得る可能性のある施設・設備」において選定した最も重量の大きい一般車両(1.5t)が、漂流物衝突影響評価対象設備である原子炉建屋等に衝突した際の衝突力を漂流物荷重として設定し、影響を評価する。なお、格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置出口配管は、漂流物を到達させないための鋼製の防護柵を設置する対策が可能であることから、当該配管への漂流物の衝突は想定しない。原子炉建屋東側接続口についても同様である。第4.2.2-9 図に漂流物への対応図を示す。



第 4.2.2-9 図 漂流物対策概要図

(a) 漂流物衝突荷重の評価

衝突力の算定式は「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（平成 24 年）」を参考に次式により算定する。

<算定式>

$$\text{衝突荷重 } P = 0.1 \times W \times v$$

ここで、P：衝突力 (kN)

W：漂流物の重量 (kN)

v：表面流速 (m/s)

津波の遡上に係る数値シミュレーションの結果、敷地に遡上する津波の浸水深は最大でも約 0.6m であること、流速は最大でも 2m/s を超えないことから、防潮堤外側において、津波の第 1 波の波力とともに漂流物の衝撃力を受ける防潮堤及び防潮扉等の施設・設備とは違い、漂流速度を考慮した慣性力による衝突であると評価し道路橋示方書に示される算定式を適用した。

衝突力の算定結果については、添付書類「V-1-1-2-2-5 津波防護に関する施設の設計方針」の補足説明資料「4.3 漂流物の衝突力について」で説明する。

(b) 許容限界

漂流物衝突影響評価対象設備である原子炉建屋等の許容限界は、地震後、津波後の再

使用性や、津波の繰返し作用を想定し、施設・設備を構成する材料がおおむね弾性状態に留まること基本とする。

防潮堤及び防潮扉については、敷地に遡上する津波においては漂流物衝突影響評価対象設備ではないが、数値シミュレーションにおいて設置状態をモデル化していることから、地震後の再使用性及び敷地に遡上する津波の第1波の越流後における再使用性を考慮し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、おおむね弾性状態を維持する設計とする。

5.6 漏水量評価について

(1) 基本方針

本資料は、浸水想定範囲の評価結果より、基準津波に対する津波防護対象設備として重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能を有する残留熱除去系海水系ポンプ、非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ（以下「非常用海水ポンプ」という。）の設置される海水ポンプ室に津波の直接の流入経路となる海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁があること、また、海水ポンプ室に隣接する循環水ポンプ室に取水ピット空気抜き配管逆止弁があることから、漏水が継続することによる「浸水想定範囲」として、海水ポンプ室及び循環水ポンプ室を設定し、基準津波による漏水量評価を行うことにより、非常用海水ポンプへの影響を確認する。

また、基準津波を超え敷地に遡上する津波（以下「敷地に遡上する津波」という。）に対する防護対象設備として、重大事故等に対処するために必要な機能を有する緊急用海水ポンプの設置される緊急用海水ポンプ室に津波の直接の流入経路となる緊急用海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁及び緊急用海水ポンプ室床 dren 排出口逆止弁があるため、漏水が継続することによる「浸水想定範囲」として、緊急用海水ポンプ室を設定し、敷地に遡上する津波による漏水量評価を行うことにより、緊急用海水ポンプへの影響を確認する。

本評価では、添付書類「V-1-1-2-2-4 入力津波による浸水防護対象設備への影響評価」のうち、漏水による重要な安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（外郭防護 2）に係る評価を実施している。

(2) 浸水想定範囲及び浸水想定対象設備の選定

a. 基準津波に対する浸水想定範囲及び漏水を想定する設備

基準津波に対する浸水想定範囲は、海水ポンプ室に海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁、循環水ポンプ室に取水ピット空気抜き配管逆止弁があることから、海水ポンプ室及び循環水ポンプ室とした。また、緊急用海水ポンプ室に緊急用海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁及び緊急用海水ポンプ室床 dren 排出口逆止弁があることから、緊急用海水ポンプ室とした。

なお、浸水想定範囲及び浸水想定対象設備の選定においては、海水ポンプエリア内にある防護対象設備が海水ポンプエリア内及びエリア外で発生する溢水の影響を受けて、安全機能を損なわない設計であることを考慮する。

具体的には、波及的影響防止及び津波の浸水を防止する目的での低耐震設備の耐震補強対策に加え、海水ポンプエリア外で発生する地震に起因する循環水管の伸縮継手の全円周状の破損や屋外タンク破損による溢水が、海水ポンプエリアへ流入しないようにするための、壁、閉止板等による溢水伝播防止対策及び循環水管の伸縮継手については、可撓継手への交換を実施し、溢水量を削減する設計とする。

以上を踏まえ、漏水量評価において漏水を想定する設備としては、海水ポンプ室は北側及び南側の海水ポンプ室に区分され、それぞれ 1 台ずつ海水ポンプグラウンド dren 排出口逆

止弁があるため、これを選定する。緊急用海水ポンプ室には、緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁及び緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁がそれぞれ 1 台ずつ計 2 台設置されているため、代表設備として緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁を選定する。

しかし、緊急用海水ポンプ室は、敷地に遡上する津波に対して漏水量評価を行う浸水想定範囲でもあることから、基準津波に対する漏水量評価は省略する。

海水ポンプグランドドレン排出口配置図及び浸水想定範囲と防水区画を図 5.6-1、取水ピット空気抜き配管配置図及び浸水想定範囲と防水区画を図 5.6-2 に示す。

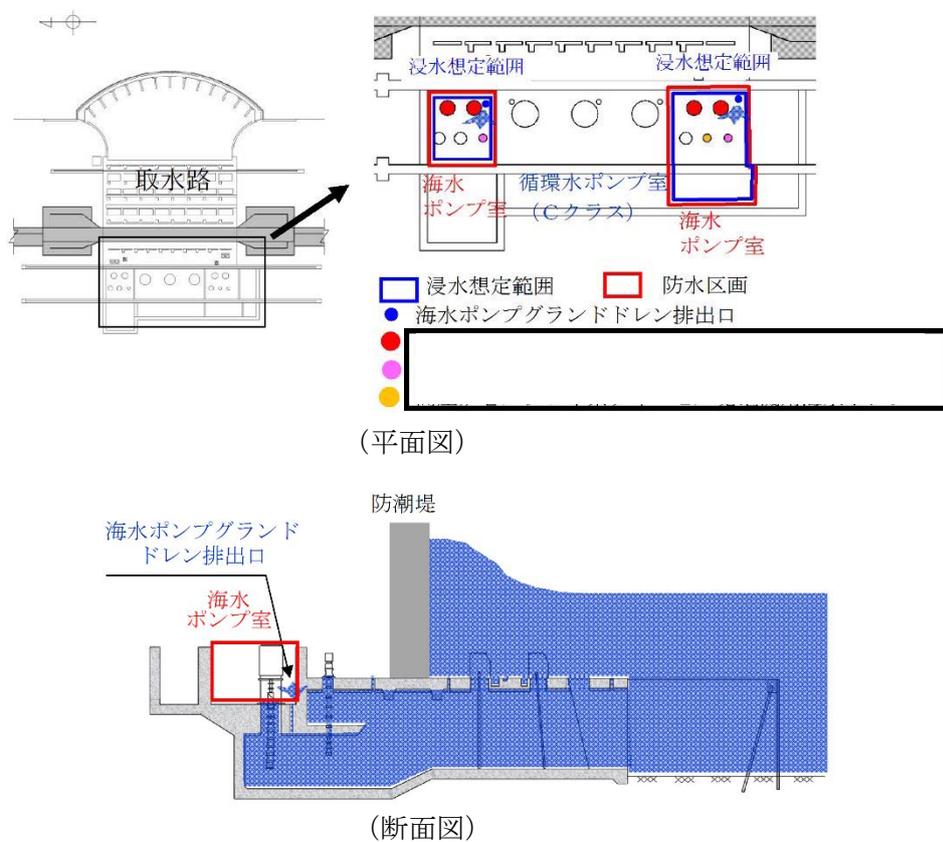


図5.6-1 海水ポンプグランドドレン排出口配置図及び浸水想定範囲と防水区画

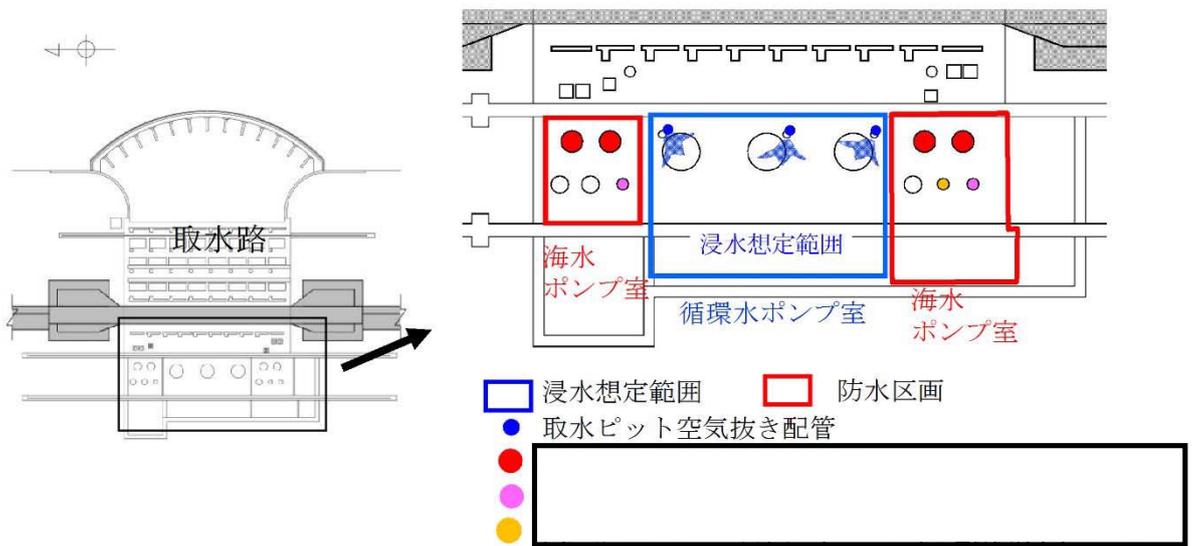


図 5.6-2 取水ピット空気抜き配管配置図及び浸水想定範囲と防水区画

b. 敷地に遡上する津波に対する浸水想定範囲及び浸水想定設備

敷地に遡上する津波に対する浸水想定範囲及び浸水想定設備は、a. に記載したとおり、緊急用海水ポンプ室及び緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁とする。

緊急用海水ポンプグランドドレン排出口配置図及び浸水想定範囲と防水区画を図 5.6-3 に示す。

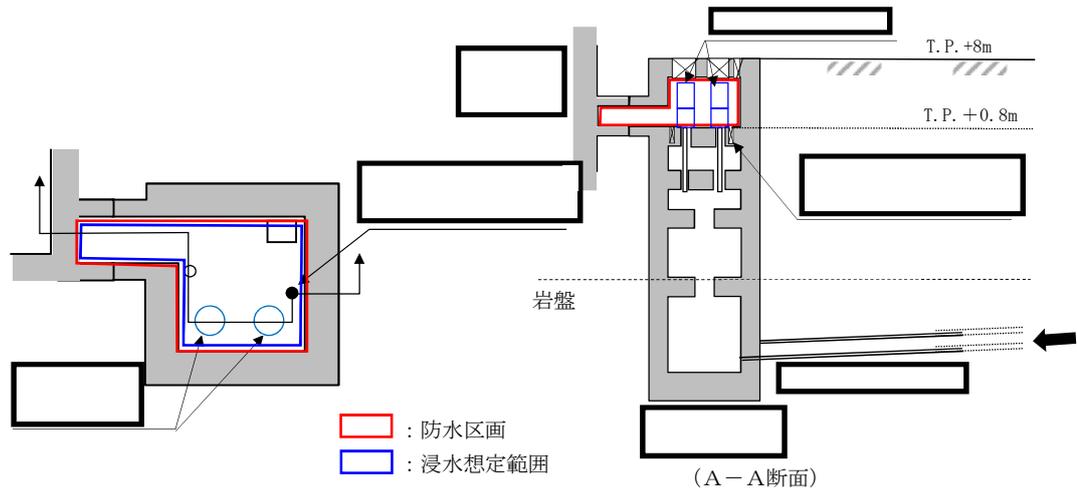


図 5.6-3 緊急用海水ポンプグランドドレン排出口配置図及び浸水想定範囲と防水区画

(3) 漏水量評価における漏水量算出方法

a. 漏水量評価時間

漏水量評価時間は、海水ポンプ室及び循環水ポンプ室においては、基準津波による取水ピットの上昇側の入力津波の時刻歴波形、緊急用海水ポンプ室においては、敷地に遡上する津波による緊急用ピットの上昇側の入力津波の時刻歴波形から、各設備の漏水発生高さを上回る時間として設定する。

b. 機能喪失高さ

海水ポンプ室及び緊急用海水ポンプ室が漏水した場合に、非常用海水ポンプ及び緊急用海水ポンプの機能に影響を及ぼす可能性のある設備の設置高さのうち、最も設置高さの低い設備を機能喪失高さとして設定する。具体的には、非常用海水ポンプ及び緊急用海水ポンプのモータ下端の標高を機能喪失高さとする。

c. 漏水発生高さ

津波による漏水発生高さは、非常用海水ポンプ室及び緊急用海水ポンプ室においては、非常用海水ポンプ及び緊急用海水ポンプのグランドドレン排出配管のポンプ接続部下端高さ、循環水ポンプ室においては、取水ピット空気抜き配管上部の配管下端高さを基本とする。

d. 漏水量算定式

a. にて求めた漏水量評価時間を用いて、以下の式にて漏水量を算出する。

【漏水量算出式】

$$Q = \int (A \times \sqrt{2g(Ha - Hb)}) dt$$

ここで、Q : 漏水量 (m³)

A : 漏水部面積 ($\pi/4 \times$ (グラウンド dren 排出配管内径)²)

g : 重力加速度 (9.80665m/s²)

Ha : 評価用津波高さ (T.P. +m)

Hb : 漏水発生高さ

(4) 漏水量評価

a. 海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁

① 漏水量算出に用いる基準津波の時刻歴波形

海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁からの漏水量の算出に用いる時刻歴波形は、取水ピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形とする。基準津波による取水ピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形を図 5.6-4 に示す。

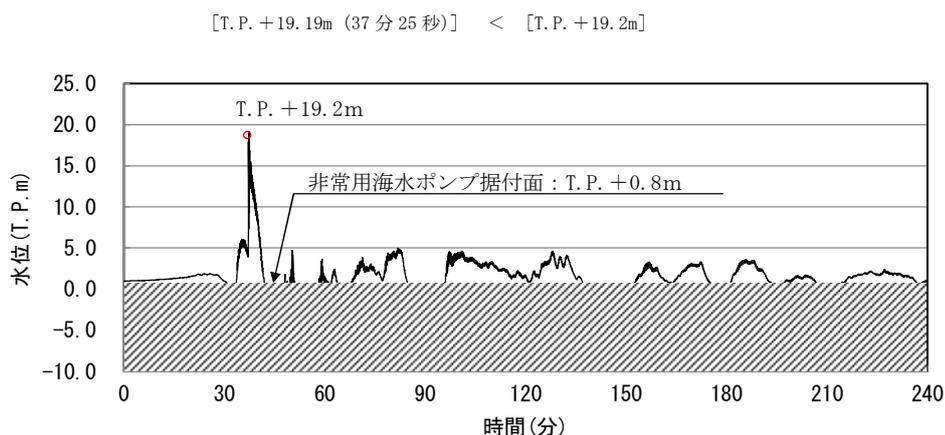


図 5.6-4 基準津波による取水ピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形

② 機能喪失高さ及び漏水発生高さの設定

機能喪失高さは、機能喪失高さの最も低い非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプのモータ下端高さである T.P. +2.2m を設定する。非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプの電源関係高さ位置図を図 5.6-5 に示す。

また、漏水発生高さは、非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプのグラント dren 排出配管のポンプ接続部下端の高さである T.P. +1.64m に設定する。非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプグラント dren 排出配管位置図を図 5.6-6 に示す。

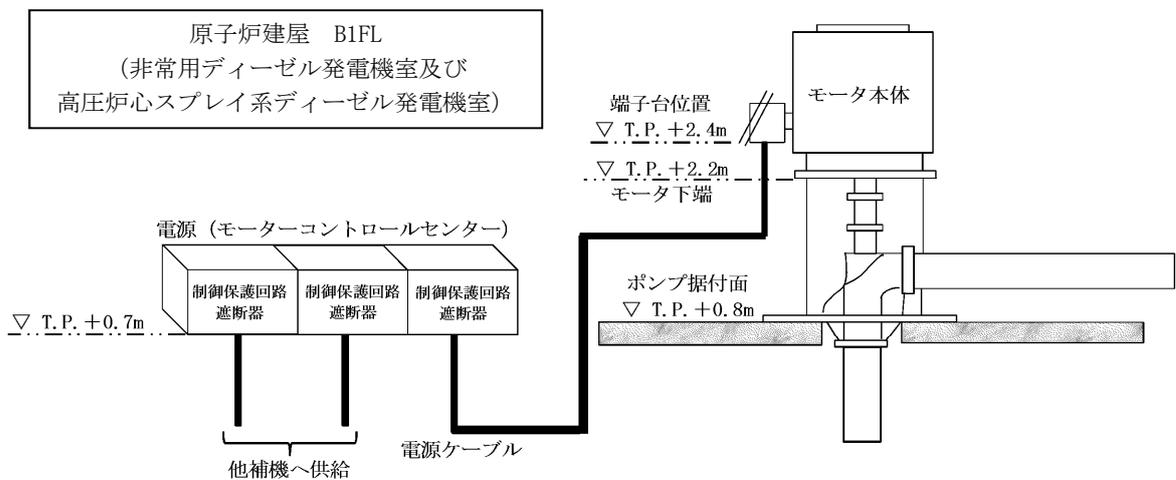


図 5.6-5 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプの電源関係高さ位置図

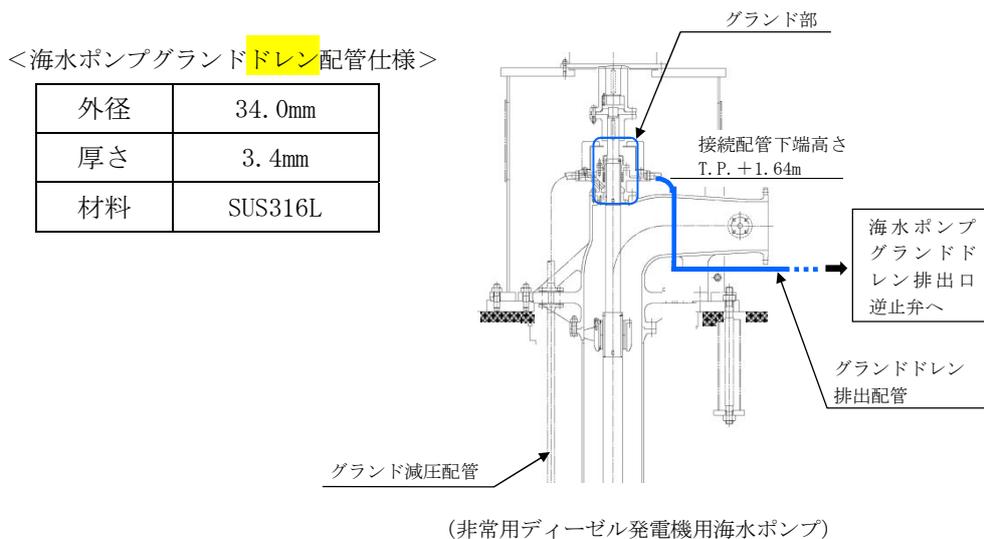
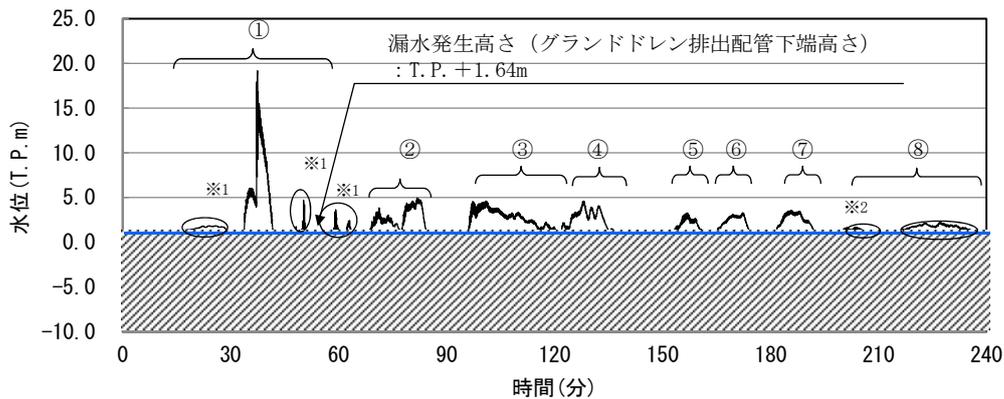


図 5.6-6 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプグラント dren 排出配管位置図

③ 漏水量評価

a) 漏水継続時間及び津波高さ

非常用海水ポンプグランド dren 排出配管のポンプ接続部下端の高さである 1.64m を超える継続時間については、入力津波の時刻歴波形から 6 パターンに類型化した上で、漏水の継続時間を算定した。また、漏水量の算出に当たっては、各パターンの継続時間及び津波高さを保守的に設定した上で、津波高さは正弦波として評価した。取水ピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形及び類型化を図 5.6-7、時刻歴波形の正弦波モデル例を図 5.6-8 に示す。



注：漏水発生高さ T.P. +1.64m を超える津波水位について、時刻歴波形中の番号 (①～⑧) により整理した。

※1, 2: T.P. +1.64m を僅かに超える津波水位であり、当該部の津波継続時間については、※1 は下表に示す津波①の「時刻歴波形に基づく津波高さ及び継続時間」の継続時間 17.0 分に、※2 は津波⑧の「時刻歴波形に基づく津波高さ及び継続時間」の継続時間 14.5 分にそれぞれ含めている。

津波	時刻歴波形に基づく津波高さ及び継続時間		保守的に設定した評価用津波高さ及び継続時間		類型化パターン
	解析津波高さ (T.P.m)	継続時間 (分)	評価津波高さ (T.P.m)	継続時間 (分)	
①	+19.2	17.00	+20.0	18.0	a
②	+4.99	13.93	+6.0	15.0	b
③	+4.61	21.50	+5.0	23.0	c
④	+4.64	12.08	+5.0	13.0	d
⑤	+3.31	6.12	+4.0	10.0	e
⑥	+3.31	7.82	+4.0	10.0	
⑦	+3.59	9.80	+4.0	10.0	
⑧	+2.38	14.50	+3.0	16.0	f
合計	—	102.75	—	115.0	—

図 5.6-7 取水ピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形及び類型化

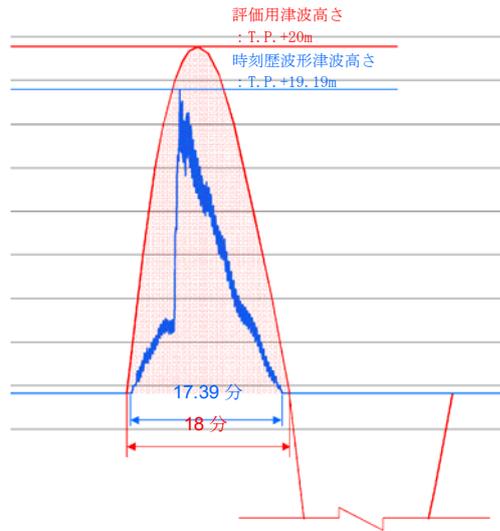


図5.6-8 時刻歴波形の正弦波モデル例
(津波①(類型化a)の場合)

b) 漏水量評価結果

図5.6-7において6パターンに類型化した保守的な津波高さ及び継続時間に基づき、北側及び南側の海水ポンプ室に設置される非常用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の動作不良(開固着)を想定した場合の漏水量を評価した。

評価の結果、漏水量は、海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁1台当たり 11.4m^3 となり、浸水高さは、海水ポンプ室(北側)で $\text{T.P.} + 1.12\text{m}$ 及び海水ポンプ室(南側)で $\text{T.P.} + 0.92\text{m}$ であり、機能喪失高さとして設定した非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプのモータ下端高さである $\text{T.P.} + 2.2\text{m}$ に対して、 1m 以上の裕度があることを確認した。

以上より、海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁の動作不良(開固着)を想定した漏水の発生によっても、非常用海水ポンプの機能に影響がない。海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁作動不良時の漏水量評価結果を表5.6-1に示す。

表5.6-1 海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁作動不良時の漏水量評価結果

項 目		海水ポンプ室 (北側)	海水ポンプ室 (南側)	
①評価津波高さ及び 継続時間	右記 参照	類型化パターン毎の評価用 津波高さ及び継続時間		
		類型化 パターン	評価用津波高さ (T.P.m)	継続時間 (分)
		a	+20.0	18.0
		b	+6.0	15.0
		c	+5.0	23.0
		d	+5.0	13.0
		e	+4.0	30.0
		f	+3.0	16.0
	合計	—	115.0	
②漏水量	m ³	11.4	11.4	
③有効区画面積 ^{*1}	m ²	36.5	94.6	
④浸水深さ (②/③)	m	0.32	0.12	
⑤浸水高さ (④+T.P.+0.8m ^{*2})	T.P.+m	1.12	0.92	
⑥機能喪失高さ ^{*3}	T.P.+m	2.2		
⑦裕度 (⑥-⑤)	m	1.08	1.28	
⑧評価結果	—	○	○	

【漏水量算出式】

$$Q = \int (A \times \sqrt{2g(Ha - Hb)}) dt$$

ここで、Q : 漏水量 (m³)

A : 漏水部面積 (5.81×10⁻⁴m²)

[π/4×(0.0272m(グランドドレン排出配管内径))²]

g : 重力加速度 (9.80665m/s²)

Ha : 評価用津波高さ (T.P.+m)

Hb : 漏水発生高さ (T.P.+1.64m)

【評価結果判定】

- : 非常用海水ポンプの安全機能は喪失しない
- × : 非常用海水ポンプの安全機能が喪失する

【注釈】

- ※1 : 有効区画面積 = 海水ポンプ室区画面積 - 控除面積 (ポンプ・配管基礎面積, 配管ルート投影面積)
- ※2 : 非常用海水ポンプ室床版標高
- ※3 : 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプのモータ下端高さ
非常用海水ポンプ室床版標高(T.P.+0.8m)からの許容浸水深さは1.4m

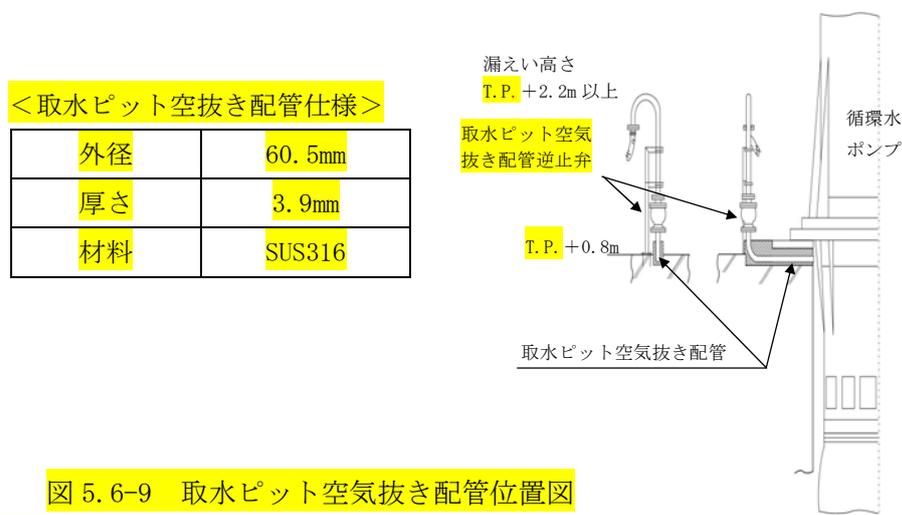
b. 取水ピット空気抜き配管逆止弁

① 漏水量評価に用いる基準津波の時刻歴波形

取水ピット空気抜き配管からの漏水量の算出に用いる時刻歴波形は、海水ポンプグラウンドドレン排出口逆止弁と同様に、取水ピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形とする。基準津波による取水ピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形は図 5.6-4 に示したとおり。

② 漏水発生高さの設定

取水ピット空気抜き配管上部の配管下端高さは T.P. +2.2m であるが、漏水発生高さは保守的に非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機用海水ポンプのグラウンドドレン排出配管のポンプ接続部下端の高さと同じ T.P. +1.64m に設定する。取水ピット空気抜き配管の位置図を図 5.6-9 に示す。



③ 漏水量評価

a) 漏水継続時間及び津波高さ

取水ピット空気抜き配管からの漏水発生時間及び津波高さは、取水ピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形を用い、また、漏水発生高さを 1.64m としていることから、非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機用海水ポンプと同じである (図 5.6-7)。

b) 漏水量評価結果

循環水ポンプ室に設置される取水ピット空気抜き配管逆止弁 3 台のうち 1 台の逆止弁の動作不良 (開固着) を想定した場合の漏水量を評価した。

評価の結果、取水ピット空気抜き配管逆止弁 1 台からの漏水量は約 43m³ であり、これに対して循環水ポンプ室で貯留できる容量は約 645m³ であるため、取水ピット空気抜き配管逆止弁からの漏水は循環水ポンプ室内に留まり、隣接する海水ポンプ室に流入することはない。また、地震による循環水ポンプ室の循環水管の伸縮継手の破損による溢水及び津波の流入量は約 515m³ であり、これに取水ピット空気抜き配管逆止弁からの漏水量を考慮しても合計で約 558m³ であることから、隣接する海水ポンプ室に流入することはない。このため、取水ピット空気抜き配管の動作不良 (開固着) を想定した漏水の発生によっても、

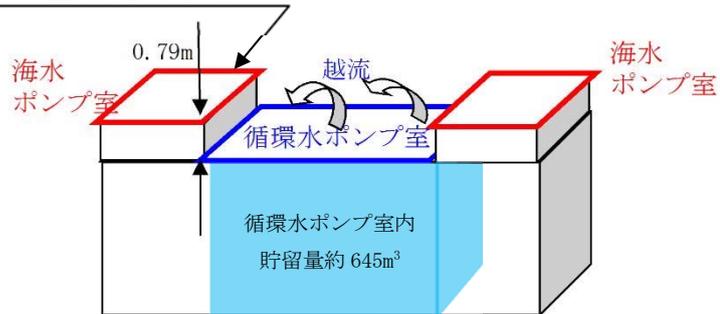
非常用海水ポンプの機能に影響がない。

仮に、取水ピット空気抜き配管からの漏水並びに循環水管の伸縮継手の破損による溢水及び津波の流入により、循環水ポンプ室から溢れる場合を想定しても、循環水ポンプ室と海水ポンプ室間には分離壁が存在し、海水ポンプ室の壁高さは循環水ポンプ室の壁高さよりも0.79m高いことから、循環水ポンプ室に流入した津波が分離壁を越流して海水ポンプ室に流入することはない。なお、分離壁の配管貫通部はコンクリートにより充填されているため浸水ルートにはならない。取水ピット空気抜き配管配置図及び浸水想定範囲と防水区画図を図5.6-10、海水ポンプ室（防水区画）の壁高さの概要を図5.6-11に示す。



図 5.6-10 取水ピット空気抜き配管配置図及び浸水想定範囲と防水区画

海水ポンプ室の壁高さは循環水ポンプ室壁高さよりも0.79m高いため海水ポンプ室には流入しない。



(概要図)

図 5.6-11 海水ポンプ室（防水区画）の壁高さの概要

c. 緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁

① 漏水量評価に用いる敷地に遡上する津波の時刻歴波形

緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁からの漏水量の算出に用いる時刻歴波形は、緊急用海水ポンプピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形とする。敷地に遡上する津波による緊急用海水ポンプピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形を図5.6-12に示す。



図 5.6-12 緊急用海水ポンプピットにおける上昇側の入力津波の時刻歴波形

② 機能喪失高さ及び漏水発生高さの設定

機能喪失高さは、緊急用海水ポンプのモータ下端高さである T.P. +1.77m を設定する。緊急用海水ポンプの電源関係位置図を図 5.6-13 に示す。

また、漏水発生高さは、緊急用海水ポンプのグランドドレン排出配管のポンプ接続部下端の高さである T.P. +2.04m に設定する。緊急用海水ポンプグランドドレン接続配管概念図を図 5.6-14 に示す。

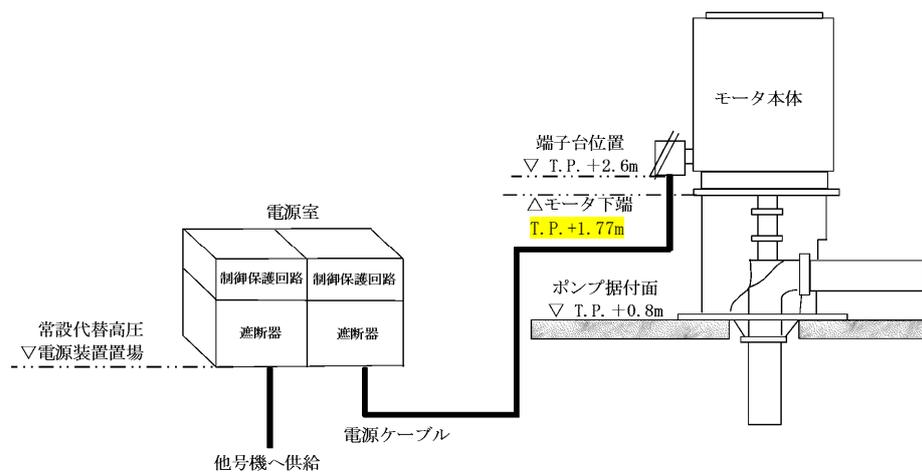


図 5.6-13 緊急用海水ポンプの電源関係位置図

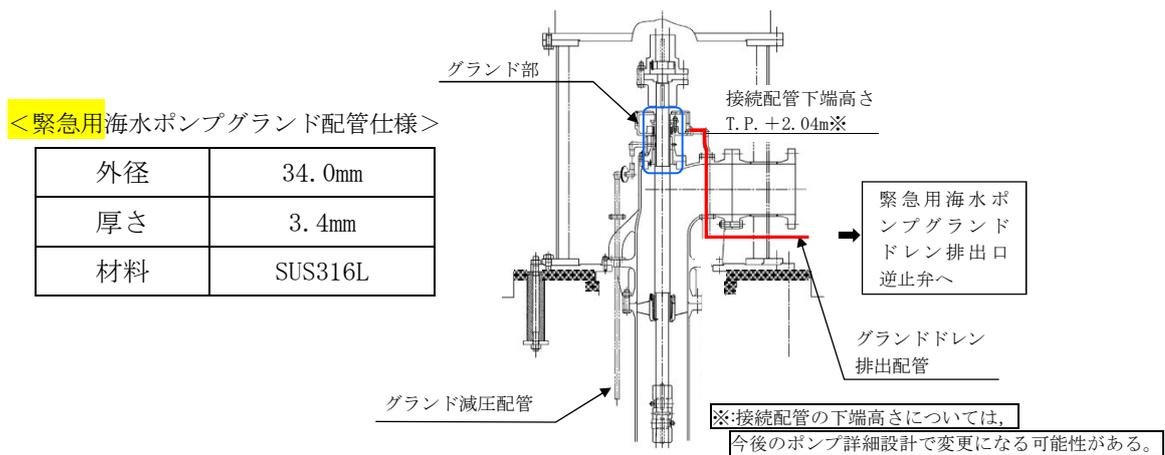
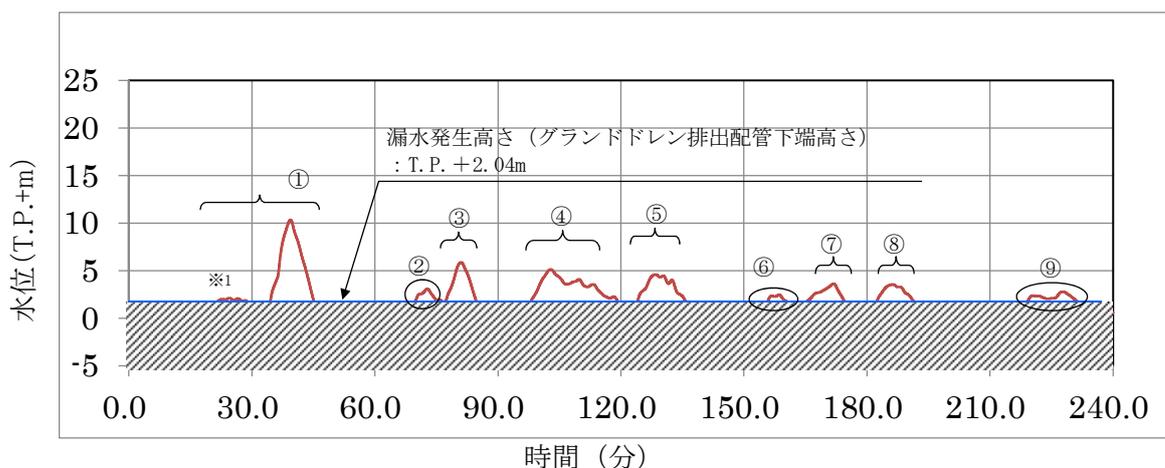


図 5.6-14 緊急用海水ポンプグランドドレン接続配管図

② 漏水量評価

a) 漏水継続時間及び津波高さ

緊急用海水ポンプグランドドレン排出配管のポンプ接続部高さである T.P. +2.04m を超える継続時間については、入力津波の時刻歴波形から 7 パターンに類型化した上で、漏水の継続時間を算定した。また、漏水量の算出に当たっては、各パターンの継続時間及び津波高さを保守的に設定した上で、津波高さは正弦波として評価した。緊急用海水ポンプピットにおける入力津波の時刻歴波形及び類型化を 5.6-15 に示す。



注：漏水発生高さ T.P. + 2.04m を超える津波水位について、時刻歴波形中の番号 (①～⑩) により整理した。
 ※1: T.P. + 2.04m を僅かに超える津波水位であり、当該部の津波継続時間については、下表に示す津波①の「時刻歴波形に基づく津波高さ及び継続時間」の継続時間 11.75 分に含めた。

津波	時刻歴波形に基づく津波高さ及び継続時間		保守的に設定した評価用津波高さ及び継続時間		類型化パターン
	解析津波高さ (T.P. m)	継続時間 (分)	評価津波高さ (T.P. m)	継続時間 (分)	
①	+10.34	11.75	+11.0	12.0	a
②	+3.09	4.56	+4.0	5.0	b
③	+5.88	7.03	+6.0	8.0	c
④	+5.14	20.6	+6.0	21.0	d
⑤	+4.61	11.2	+5.0	12.0	e
⑥	+2.48	3.47	+4.0	9.0	f
⑦	+3.64	8.07	+4.0	9.0	
⑧	+3.57	8.28	+4.0	9.0	
⑨	+2.79	11.0	+3.0	11.0	g
合計	—	85.96	—	96.0	—

図 5.6-15 緊急用海水ポンプピットにおける入力津波の時刻歴波形及び類型化

c) 漏水量評価結果

図 5.6-12 において 7) パターンに類型化した保守的な津波高さ及び継続時間に基づき、緊急用海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁の動作不良（開固着）を想定した場合の漏水量を評価した。

評価の結果、緊急用海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁 1 台からの漏水量は 7.78m³ となり、緊急用海水ポンプのモータ設置エリアの浸水高さは、T.P. + 0.91m であり、機能喪失高さとして設定した緊急用海水ポンプのモータ下端高さである T.P. + 1.77m に対して、1m 以上の裕度があることを確認した。

以上より、緊急用海水ポンプグラウンド dren 排出口逆止弁の動作不良（開固着）を想定し

た漏水の発生によっても、緊急用海水ポンプの機能に影響はない。

表5.6-2 緊急用海水ポンプグランドドレン排出口逆止弁作動不良時の漏水量評価結果

項 目		緊急用海水ポンプピット		
① 評価津波高さ及び 継続時間	右記 参照	類型化パターン毎の評価用 津波高さ及び継続時間		
		類型化 パターン	評価用津波高さ (T.P.m)	継続時間 (分)
		a	+11.0	12.0
		b	+4.0	5.0
		c	+6.0	8.0
		d	+6.0	21.0
		e	+5.0	12.0
		f	+4.0	27.0
		g	+4.0	11.0
合計	—	96.0		
② 漏水量	m ³	7.78		
③ 有効区画面積 ^{※1}	m ²	71.7		
④ 浸水深さ (②/③)	m	0.11		
⑤ 浸水高さ (④+T.P.+0.8m ^{※2})	T.P.+m	0.91		
⑥ 機能喪失高さ ^{※3}	T.P.+m	1.77		
⑦ 裕度 (⑥-⑤)	m	0.86		
評価結果	—	○		

【漏水量算定式】

$$Q = \int (A \times \sqrt{2g(Ha - Hb)}) dt$$

ここで、Q : 漏水量 (m³)

A : 漏水部面積 (5.81×10⁻⁴m²)

[π/4×(0.0272m (グランドドレン排出配管内径))²]

g : 重力加速度 (9.80665m/s²)

Ha : 評価用津波高さ (T.P.+m)

Hb : 漏水発生高さ (T.P.+2.04m)

【評価結果判定】

○ : 緊急用海水ポンプは機能喪失しない

× : 緊急用海水ポンプは機能喪失する

【注釈】

※1 : 有効区画面積=緊急用海水ポンプピット面積-控除面積 (ポンプ・配管基礎面積, 配管ルート投影面積)

※2 : 緊急用海水ポンプのモータ設置エリア床版標高

※3 : 緊急用海水ポンプのモータ下端高さ

緊急用海水ポンプのモータ設置エリア床版標高(T.P.+0.8m)からの許容浸水深さは1.9m