

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 48
提出年月日	平成 30 年 6 月 11 日

東海第二発電所

工事計画に係る説明資料

(V-1-1-2-2 津波への配慮に関する説明書)

平成 30 年 6 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"> ・新規定定 ・「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 S A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 S A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 S A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 S A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 <p>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。</p>
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

下線は、今回提出資料を示す。

目 次

[]内は、当該箇所を提出
(最新)したときの改訂を示
す。

1. 入力津波の評価

- 1.1 潮位観測記録の考え方について[改 37 H30. 5. 17]
- 1.2 遡上・浸水域の評価の考え方について[改 12 H30. 3. 1]
- 1.3 港湾内の局所的な海面の励起について[改 37 H30. 5. 17]
- 1.4 津波シミュレーションにおける解析モデルについて[改 12 H30. 3. 1]
- 1.5 入力津波のパラメータスタディの考慮について[改 29 H30. 4. 19]
- 1.6 S A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

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 37 H30. 5. 17]
- 3.2 海水ポンプの波力に対する強度評価について
- 3.3 電源喪失による除塵装置の機能喪失に伴う取水性の影響について

4. 漂流物に関する考慮事項

- 4.1 設計に用いる遡上波の流速について[改 32 H30. 5. 1]
- 4.2 漂流物による影響確認について[改 26 H30. 4. 13]
- 4.3 漂流物荷重について[改 48 H30. 6. 11]

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 12 H30. 3. 1]
- 5.3 強度計算に用いた規格・基準について
- 5.4 津波波力の選定に用いた規格・基準類の適用性について[改 31 H30. 4. 26]
- 5.5 津波防護施設のアンカーの設計に用いる規格・基準類の適用性について
- 5.6 浸水量評価について[改 26 H30. 4. 13]
- 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 15 H30. 3. 9]
- 5.8 浸水防護に関する施設の機能設計・構造設計に係る許容限界について
- 5.9 浸水防護施設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 38 H30. 5. 18]
 - 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 44 H30. 6. 5]
 - 5.10.8 構内排水路逆流防止設備[改 44 H30. 6. 5]

- 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
- 5.12 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 42 H30. 5. 31]
- 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 地殻変動後の基準津波襲来時における海水ポンプの取水性への影響について
- 5.16 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 48 H30. 6. 11]

[]内は，当該箇所を提出
(最新) したときの改訂を示
す。

- 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 32 H30. 5. 1]
 - 6.1.1.2 鋼製防護壁の強度計算書に関する補足説明[改 36 H30. 5. 17]
 - 6.1.2 鋼製防護壁アンカーに関する補足説明
 - 6.1.3 止水機構に関する補足説明[改 46 H30. 6. 6]
 - 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 44 H30. 6. 5]
 - 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 33 H30. 5. 7]
 - 6.2.2 フラップゲートに関する補足説明
 - 6.3 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）に関する補足説明
 - 6.3.1 鉄筋コンクリート防潮壁（放水路エリア）の設計に関する補足説明
 - 6.3.1.1 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 24 H30. 4. 11]
 - 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 33 H30. 5. 7]
 - 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 42 H30. 5. 31]
 - 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 33 H30. 5. 7]
 - 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 23 H30. 4. 10]
 - 6.5.1.1 防潮扉の耐震計算書に関する補足説明[改 28 H30. 4. 19]（土木）
 - 6.5.1.2 防潮扉の強度計算書に関する補足説明[改 36 H30. 5. 17]
 - 6.6 放水路ゲートに関する補足説明
 - 6.6.1 放水路ゲートの設計に関する補足説明[改 23 H30. 4. 10]

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 32 H30. 5. 1]

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

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 42 H30. 5. 31]

6.8.1.2 貯留堰の強度計算書に関する補足説明[改 33 H30. 5. 7]

6.8.2 貯留堰取付護岸に関する補足説明[改 28 H30. 4. 19]

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 45 H30. 6. 5]

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

6.10 津波監視設備に関する補足説明

6.10.1 津波監視カメラの設計に関する補足説明

6.10.2 取水ピット水位計及び潮位計の設計に関する補足説明

6.10.3 加振試験の条件について

6.10.4 津波監視設備の設備構成及び電源構成について

6.11 耐震計算における材料物性値のばらつきの影響に関する補足説明

6.12 止水ジョイント部の相対変位量に関する補足説明[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]

[]内は、当該箇所を提出
（最新）したときの改訂を示
す。

4.3 漂流物荷重について

目 次

4.3 漂流物荷重について	1
4.3.1 防潮堤外における検討	1
4.3.1.1 検討方針について	1
4.3.1.2 サイト特性を踏まえた津波防護施設の機能に対する影響評価の検討範囲の設定	3
(1) 分裂波発生に関する検討	3
(2) 水理模型実験	4
a. 目的	4
b. 検討断面	4
c. 実験条件	5
d. 入射津波の造波	6
e. 水理模型実験におけるソリトン分裂波の確認	6
(3) 水理模型実験結果の再現性に関する検証	8
(4) サイト特性を踏まえた津波防護施設の機能に対する影響評価の検討範囲の設定	9
4.3.1.3 検討対象漂流物の選定	10
(1) 流況の整理結果に基づく代表検討対象エリアの設定	10
(2) 検討対象漂流物の選定	11
(3) 検討対象漂流物の選定結果	17
4.3.1.4 漂流物による荷重算定式に関する規格・基準類及び既往の研究論文	18
(1) 規格・基準類及び既往の研究論文の漂流物荷重算定式の整理	18
(2) 検討対象漂流物への漂流物荷重算定式の適用について	19
a. 船舶	19
b. 流木	19
c. 車両	19
(3) 規格・基準類及び既往の研究論文の漂流物荷重算定式の整理結果	20
(4) 漂流物荷重の算定における設計上の配慮について	21
(5) 検討対象漂流物の漂流物荷重の算定	22
4.3.2 防潮堤内における検討	25

4.3 漂流物荷重について

4.3.1 防潮堤外における検討

4.3.1.1 検討方針について

東海第二発電所における津波防護施設の機能に対する影響評価の対象である施設・設備を図4.3.1.1-1に示す。津波防護施設の機能に対する影響評価は、図4.3.1.1-2に示す検討フローにより実施する。なお、本検討は、防潮堤外の津波防護施設に関する検討であり、敷地を遡上する津波（以下「T.P. +24 m 津波」）における防潮堤内の検討は、「4.3.2 防潮堤内における検討」に示す。

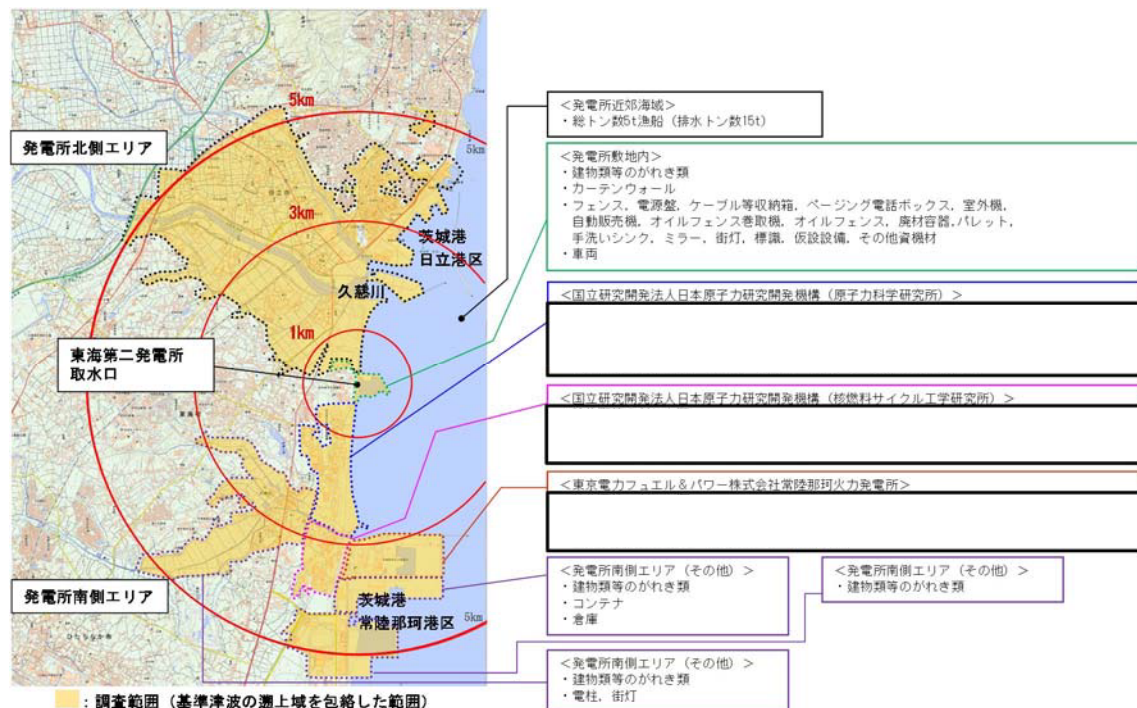


図 4.3.1.1-1 漂流物評価フローにより評価する対象の施設・設備の配置

□ は、営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

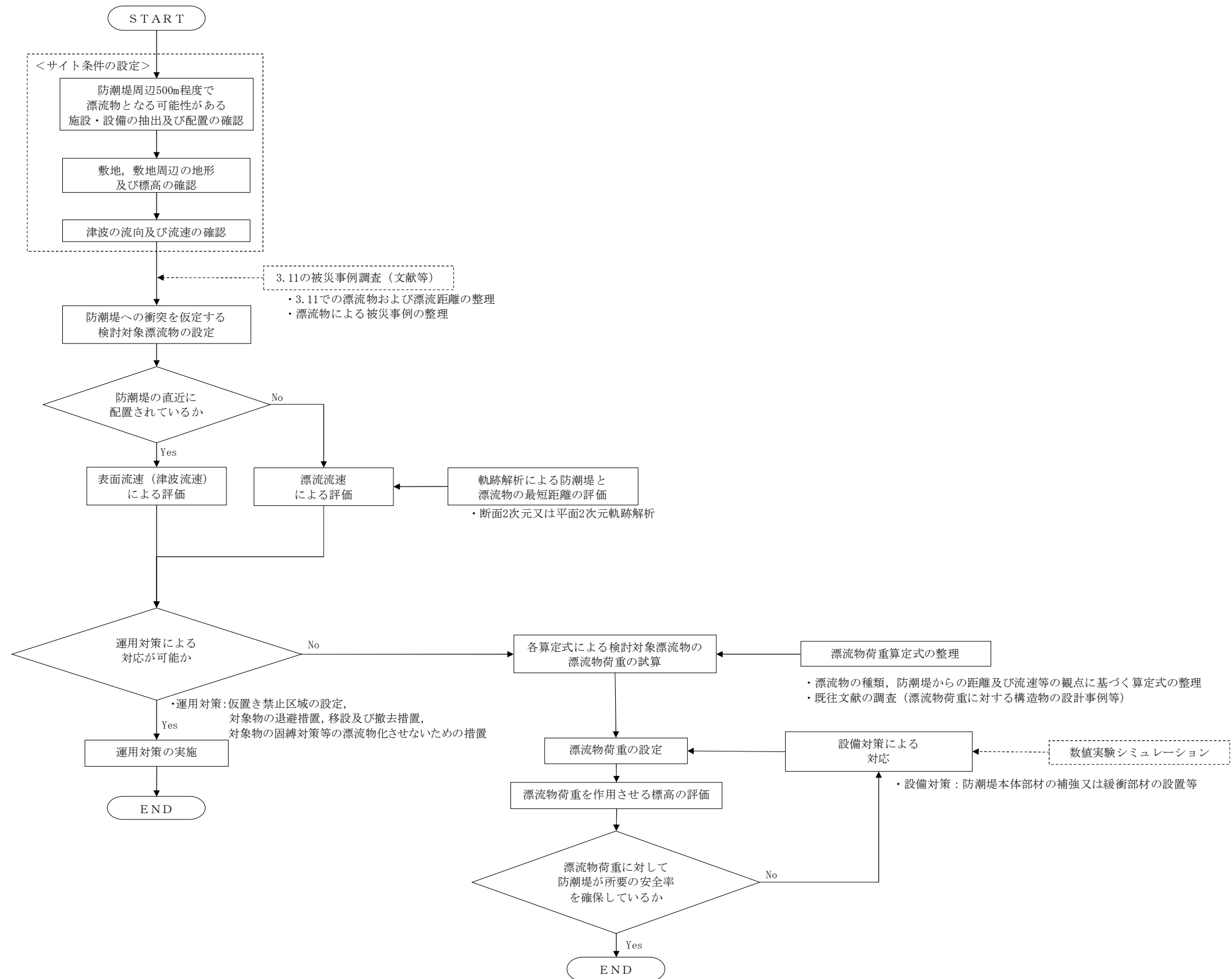


図 4.3.1.1-2 津波防護施設の機能に対する影響評価の検討フロー

4.3.1.2 サイト特性を踏まえた津波防護施設の機能に対する影響評価の検討範囲の設定

漂流物は津波の襲来により発生するが、漂流物の移動は津波の砕波位置に漂流物が存在する場合に大きな移動距離となることが知られている。そこで、東海第二発電所のサイト特性を踏まえた、津波による分裂波や砕波の発生位置を確認するために、水理模型実験及び数値解析シミュレーションを実施した。

(1) 分裂波発生に関する検討

沖合から伝播してくる津波がサイト前面においてソリトン分裂波を伴うか否かの判定にあたっては、「防波堤の耐津波設計ガイドライン」において以下の2つの条件に合致する場合、ソリトン分裂波が発生するとされている。

- ① おおむね入射津波高さが水深の 30 % 以上（津波数値解析等による津波高さが水深の 60 % 以上）
- ② 海底勾配が 1/100 以下程度の遠浅

東海第二発電所前面の海底地形は約 1/200 勾配で遠浅であり、入射波津波高さと水深の関係についても入射津波高さが水深の 30 % 以上であることから、両方の条件に合致する。そこで、沖合におけるソリトン分裂波及び砕波の発生の有無や陸上へ遡上する過程での減衰の状況と防潮堤が受ける津波波圧への有意な影響の有無を定量的に確認するため、東海第二発電所のサイト特性を考慮した水理模型実験を行い、防潮堤が受ける波圧分布等を測定した。海底地形断面位置図及び海底地形断面図を図 4.3.1.2-1、津波高さと水深の関係を表 4.3.1.3-1 に示す。

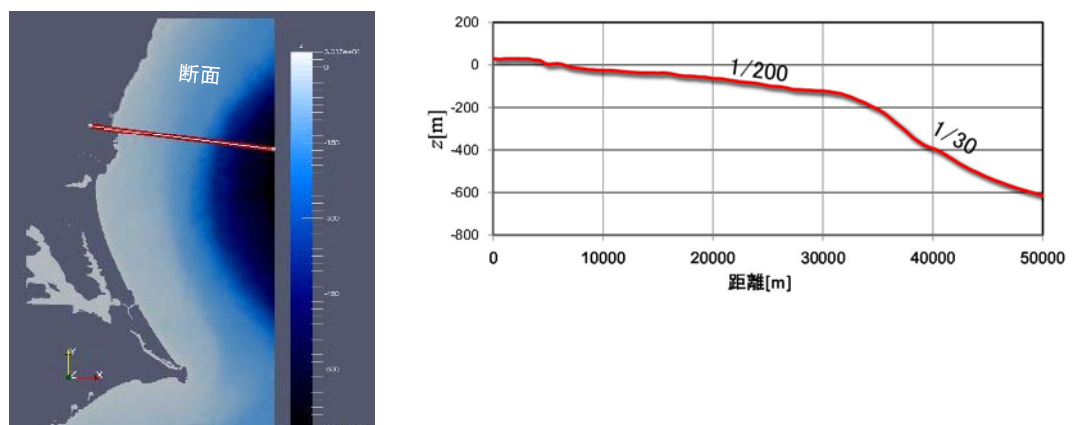


図 4.3.1.2-1 海底地形断面位置図及び海底地形断面図

表 4.3.1.2-1 津波高さと水深の関係

地点	(1) 水深	(2) 入射津波高さ*	(2) / (1)
東海第二発電所前面	7.5 m	4.7 m	62 %

* 津波数値解析による津波高さの 1/2 を入射津波高さと定義（防潮堤の耐津波ガイドライン）

(2) 水理模型実験

a. 目的

基準津波の策定に用いた波源は、2011 年東北地方太平洋沖地震で得られた知見を踏まえて設定した波源のすべり領域を拡大することや、すべり量の割増しを行うなどの保守的な設定を複数加えたものである。

水理模型実験は、ソリトン分裂波が生じない沖合 5.0 km における津波波形を入力し、ソリトン分裂波や砕波の発生の有無及び陸上へ遡上する過程での減衰状況と防潮堤が受ける津波波圧への有意な影響の有無並びにフルード数の把握を目的に実施した。

b. 検討断面

東海第二発電所前面の海底地形は概ね一様の地形となっていることから、本実験では、津波水位が最大となる地点を基に、津波の伝播特性を踏まえ、等深線図に直交する断面を選定した。検討断面位置図を図 4.3.1.2-2 に示す。

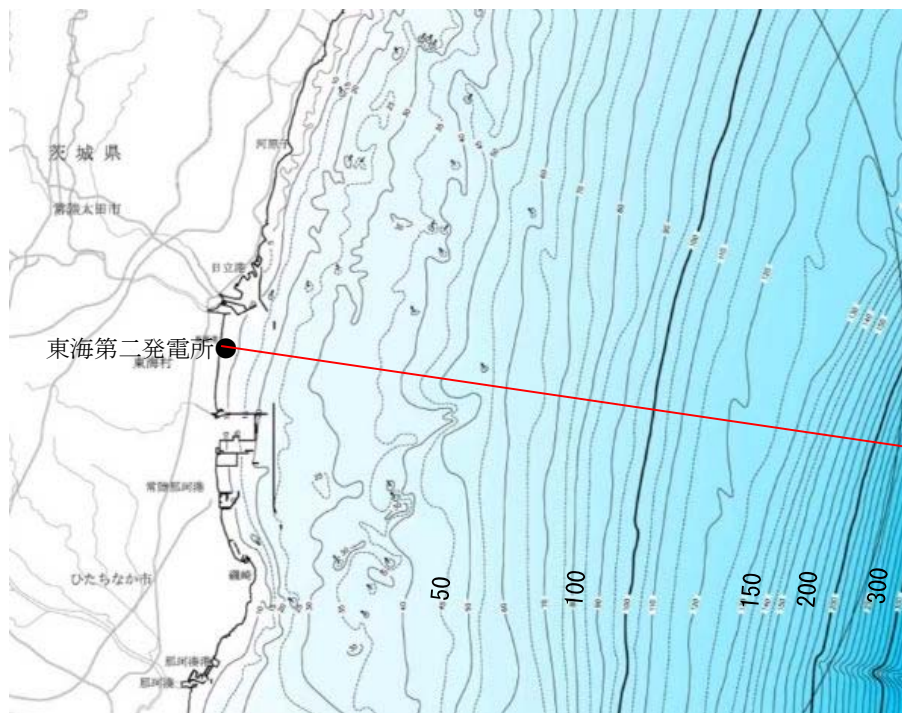
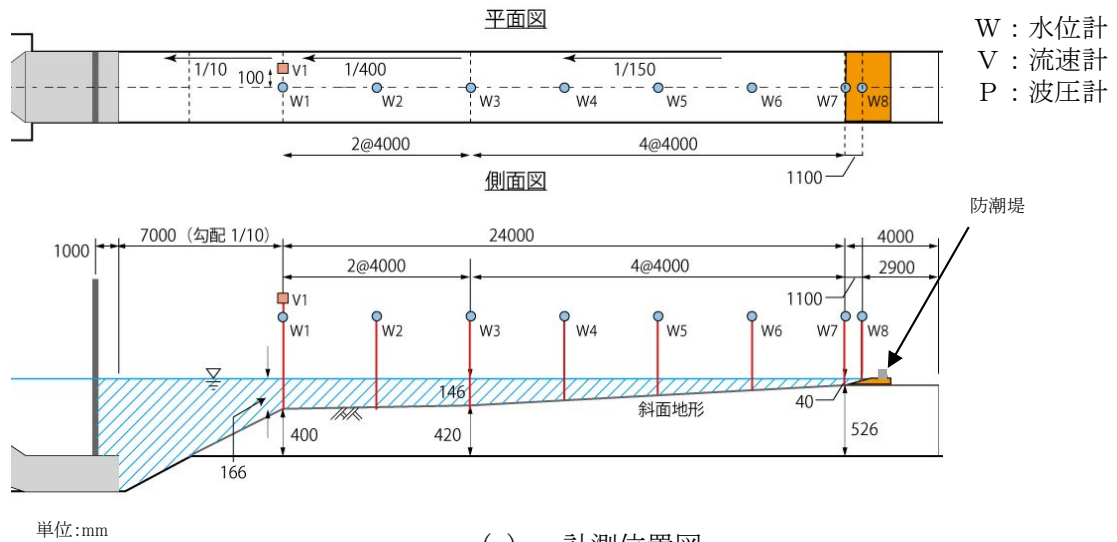


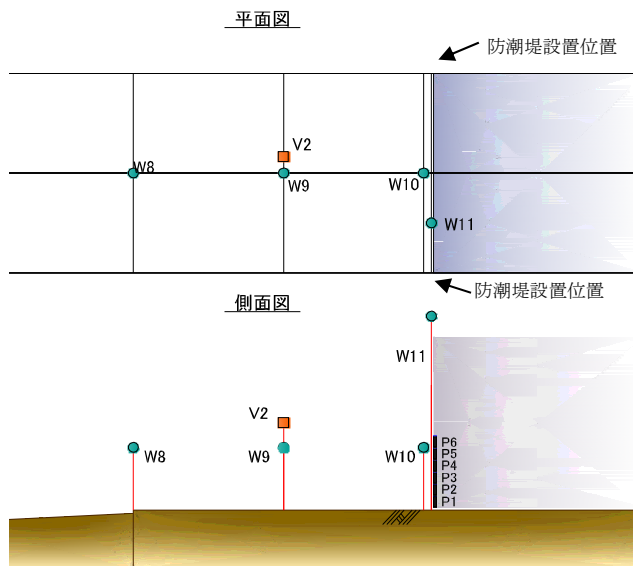
図 4.3.1.2-2 検討断面位置図

c. 実験条件

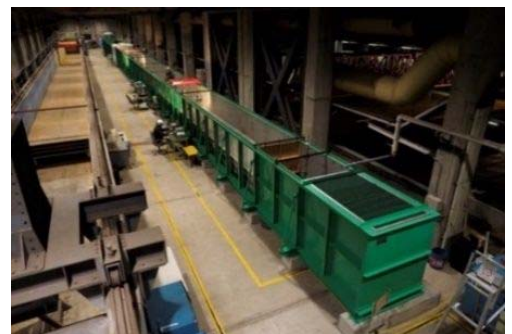
断面2次元実験施設の水路は、長さ60 m×幅1.2 m（貯水部は1.8 m）×高さ1.5 mとし、沖合5 kmから陸側の範囲を再現するために実験縮尺（幾何縮尺）は $\lambda=1/200$ とした。実験の概要を図4.3.1.2-3に示す。



(a) 計測位置図



(b) 防潮堤位置拡大図



(c) 実験施設写真

図4.3.1.2-3 実験の概要

d. 入射津波の造波

水理模型実験における再現範囲の最沖地点はソリトン分裂波が発生しない沖合 5.0 km の位置とし、基準津波の波源モデルを用いた数値解析から求めた同地点における津波波形を入力した。また、この津波波形を防潮堤位置で平面 2 次元津波シミュレーション解析結果と同様の高さになるよう振幅を調整した。沖合 5 km 地点における入射津波の造波波形図を図 4.3.1.2-4 に示す。

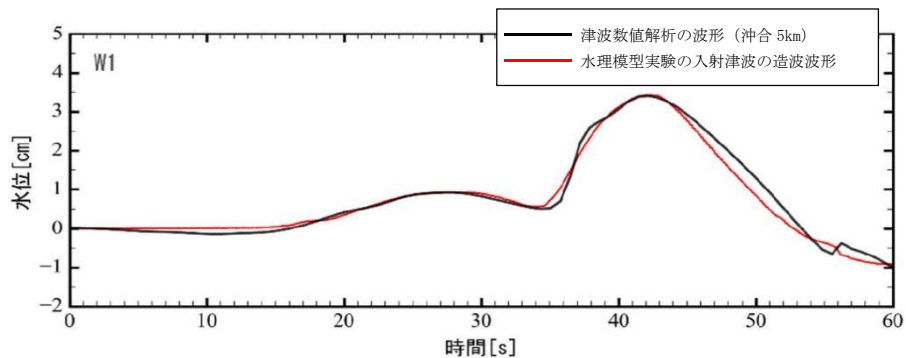


図 4.3.1.2-4 沖合 5 km 地点における入射津波の造波波形図

e. 水理模型実験におけるソリトン分裂波の確認

平面 2 次元津波シミュレーション解析に即した津波波形を造波し、水理模型実験を行った。水理模型実験における時刻歴図を図 4.3.1.2-5 に示す。その結果、目視観察と波高計による計測により、沖合約 220 m 地点 (W7) においてソリトン分裂波が生じることを確認した。ただし、陸上に遡上する過程で分裂波は減衰しており、防潮堤位置における波圧分布への有意な影響は認められない。なお、W10 及び W11 で確認できる波形は、津波の進行波と反射波が合わさった瞬間の波形であり、防潮堤位置における波圧分布への有意な影響は認められない。

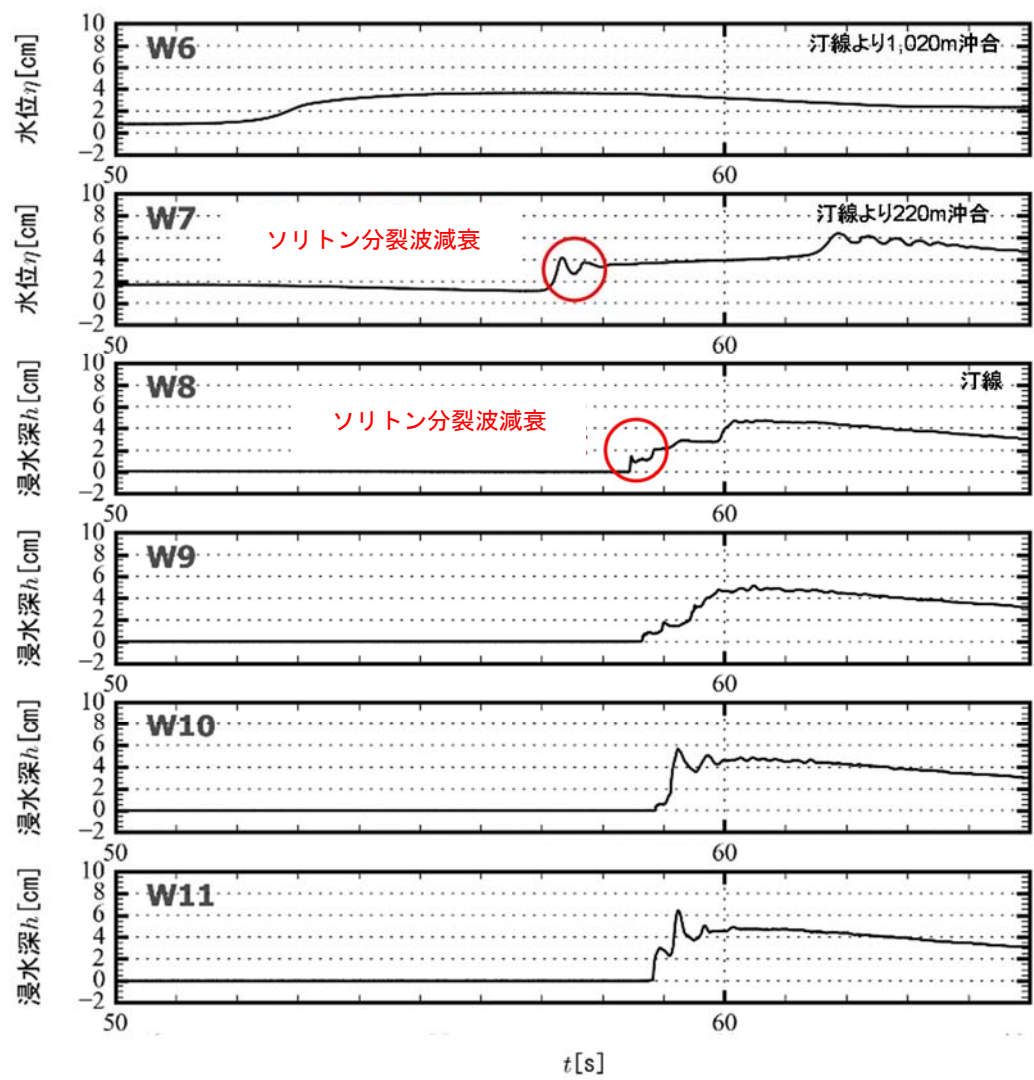


図 4.3.1.2-5 水理模型実験における時刻歴図

(3) 水理模型実験結果の再現性に関する検証

水理模型実験結果について、断面 2 次元津波シミュレーション解析を実施し、防潮堤位置での津波波圧算定式が朝倉式①で妥当であることを検証した。断面 2 次元津波シミュレーション解析は、分散波理論に基づいた解析手法でありソリトン分裂波を表現可能な数値波動水路 CADMAS-SURF/2D (Ver. 5.1) を用いた。

水理模型実験でモデル化した区間と同じ区間を解析領域としてモデル化した。解析モデル図を図 4.3.1.2-6 に示す。また、入射波は水理模型実験の入力波形に合わせて作成した。

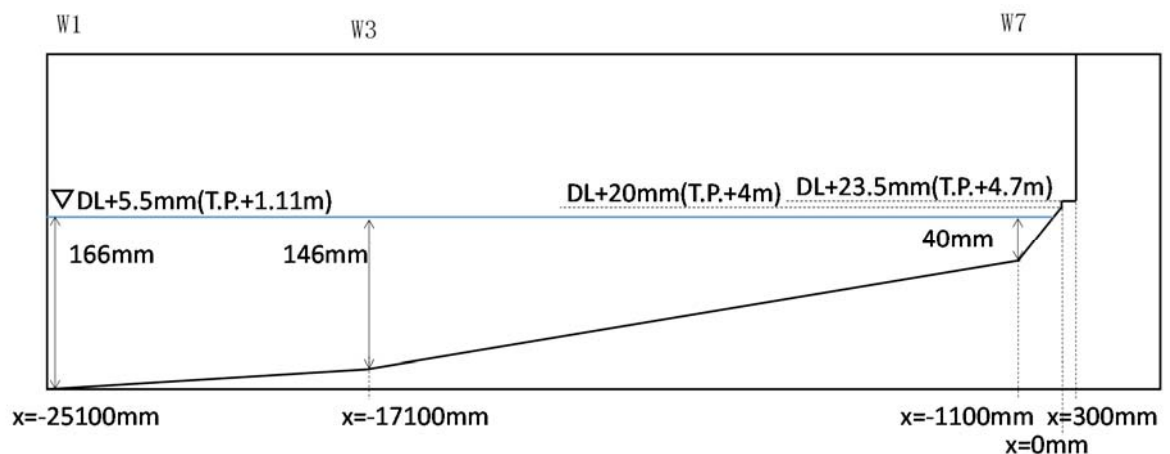


図 4.3.1.3-6 解析モデル図

断面 2 次元津波シミュレーション解析結果を図 4.3.3-7 に示す。水理模型実験結果と同様、沖合約 220 m 地点 (W7) においてソリトン分裂波を確認した。ただし、陸上に遡上する過程で分裂波は減衰しており、防潮堤位置における波圧分布への有意な影響は認められない。なお、W10 及び W11 で確認できる波形は、津波の進行波と反射波が合わさった瞬間の波形であり、防潮堤位置における波圧分布への有意な影響は認められない。

防潮堤壁面に作用する津波波圧は実験値とほぼ同等のものとなり、朝倉式①による波圧分布を下回るとともに、朝倉式②のような波圧分布は認められず、朝倉式①と整合する結果となった。

断面 2 次元津波シミュレーション解析においても、ソリトン分裂波及び碎波の防潮堤に対する波圧分布への有意な影響はなく、単直線型の朝倉式①に包含されることを確認した。

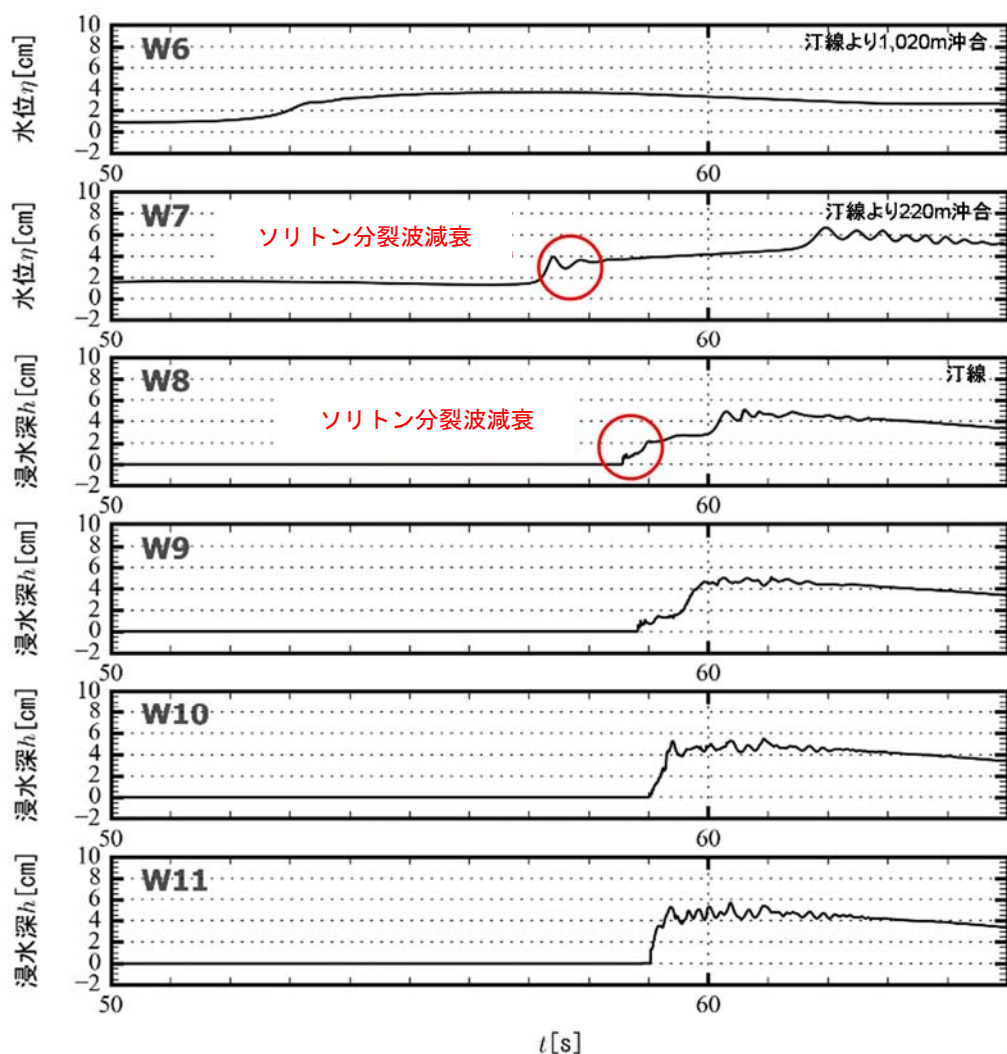


図 4.3.1.2-7 断面 2 次元津波シミュレーション解析結果（時刻歴図）

(4) サイト特性を踏まえた津波防護施設の機能に対する影響評価の検討範囲の設定

水理模型実験及び断面 2 次元津波シミュレーション解析の結果、沖合約 220 m 地点において、ソリトン分裂波を確認したが、汀線位置では分裂波は減衰している。津波防護施設の機能に対する影響評価の検討においては、沖合約 220 m に余裕を持たせ、保守的に汀線から 500 m 以内の海域を砕波により漂流物が移動する範囲として設定する。

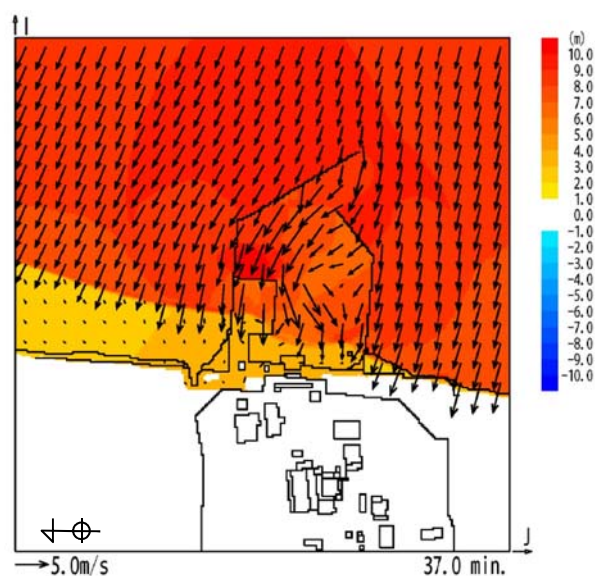
防潮堤から汀線までの概ね 100m 以内の陸域を「直近（陸域）」，汀線より 500 m 以内の海域を「直近（海域）」，汀線より 500 m 以上の海域を「前面海域」と定義する。

4.3.1.3 検討対象漂流物の選定

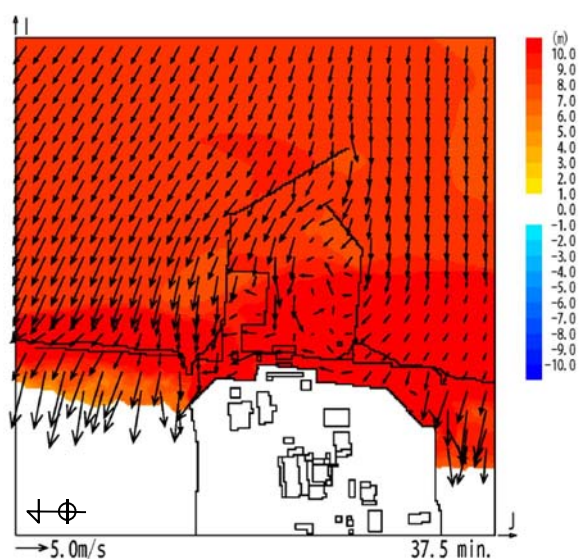
(1) 流況の整理結果に基づく代表検討対象エリアの設定

東海第二発電所での基準津波による発電所敷地前面海域の流向は、「4.2 漂流物による影響確認について(1)基準津波の流速及び流向の確認」に示すとおり、防潮堤東側の法線方向から遡上し、北側及び南側では防潮堤に沿うような流れとなっている。発電所敷地エリアの主な流向ベクトルを図4.3.1.3-1に示す。

防潮堤東側エリアは、津波が法線方向に遡上することから、津波防護施設の機能に対する影響評価を行うために、代表検討対象エリアとして設定する。



(37.0 分*)



(37.5 分*)

* : 津波の原因となる地震発生後の経過時間

図 4.3.1.3-1 発電所敷地前面海域の流向ベクトル（防波堤ありの場合）

(2) 検討対象漂流物の選定

「4.2 漂流物による影響確認について(4) 漂流物検討対象の選定」において抽出した施設・設備のうち、防潮堤周辺 500m 範囲の施設・設備の配置を図 4.3.1.3-2 に示す。

図 4.3.1.3-3, 写真 4.3.1.3-1 及び表 4.3.1.3-1 に防潮堤東側エリアに設置されている構築物を示す。防潮堤東側エリアの構築物は、撤去又は移設することを基本とし、撤去又は移設ができない場合については、耐震性等を評価した上で、必要に応じ補強対策を検討する。

津波防護施設の機能に対する影響評価の検討対象漂流物は、津波防護施設への漂流物荷重として考慮する船舶（排水トン数 15 t）に加え、漂流物となる可能性が否定できない施設・設備のうち、防潮堤の前面に仮置きや残置の可能性があるもの及び地震・津波による過去の被災事例をもとに選定した。表 4.3.1.3-2 に仮置きや残置の可能性があるものの一覧を示す。仮置きや残置の可能性があるものは、運用での対応が行えるかを検討した上で、津波防護施設の機能に対する影響評価の検討対象漂流物を選定する。

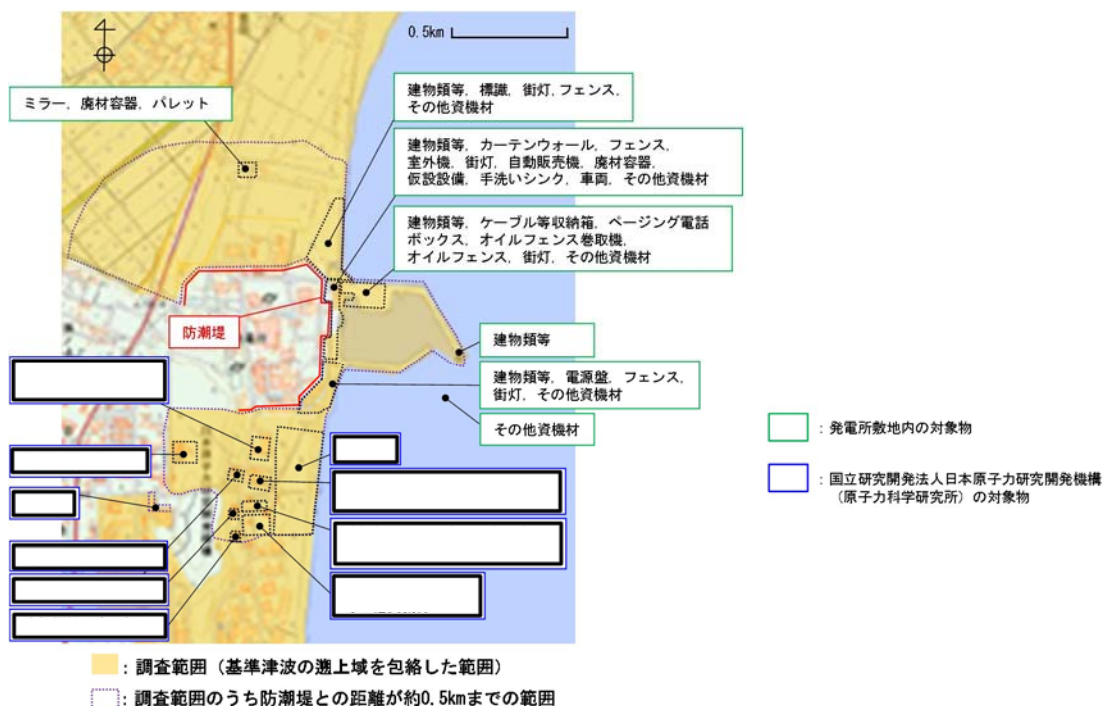


図 4.3.1.3-2 防潮堤周辺 500m 範囲の施設・設備の配置

□ は、営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

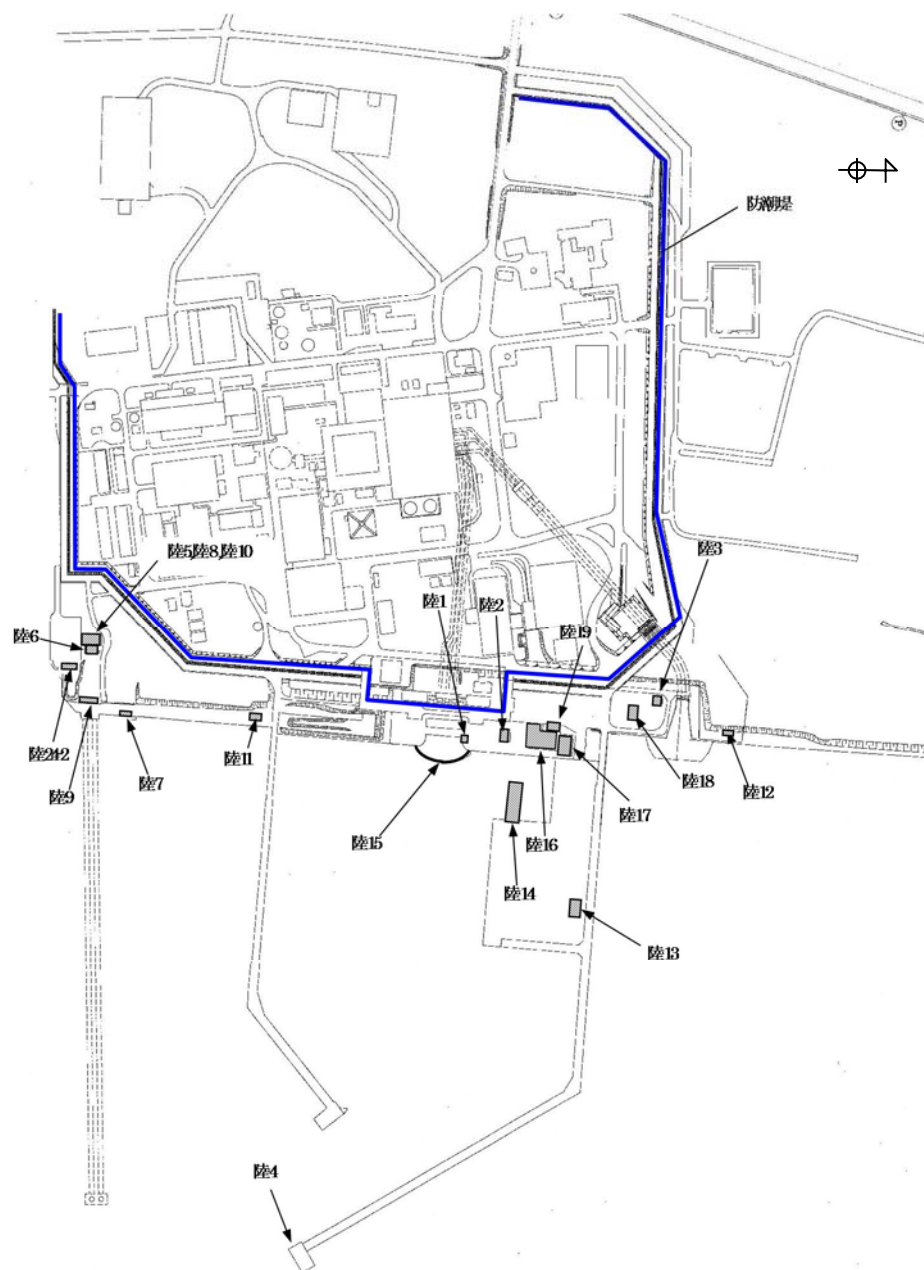


図 4.3.1.3-3 防潮堤東側エリアに設置されている構築物位置図

			
陸 1 検潮小屋	陸 2 海水電解装置建屋	陸 3 放水口モニター小屋	陸 4 北防波堤灯台
			
陸 5 復水冷却用水路スクリーン室	陸 6 塩素処理室	陸 7 放水口放射能測定機器上屋	陸 8 ロータリースクリーン室
			
陸 9 主ゲート	陸 10 次亜塩素酸ソーダ注入室	陸 11 合併処理浄化槽設備	陸 12 海上レーダー
			
陸 13 物揚場倉庫	陸 14 栈橋	陸 15 カーテンウォール	陸 16 メンテナンスセンター
			
陸 17 輸送本部建屋	陸 18 輸送本部倉庫	陸 24 再利用物品置場テント	

写真 4.3.1.3-1 防潮堤東側エリアに設置されている構築物


 は、営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

表 4.3.1.3-1 防潮堤東側エリアに設置されている構築物一覧表

番号	名称	主要構造（形状）	寸法	対策
陸1	検潮小屋	鉄筋 コンクリート造	2.9 m×2.9 m×2.3 m	撤去又は移設することを基本とし、撤去又は移設が出来ない場合は、耐震性等を評価した上で、必要に応じ漂流化しないための補強対策を検討する。
陸2	海水電解装置建屋	鉄筋 コンクリート造	8 m×11 m×3.7 m	
陸3	放水口モニター小屋	鉄筋 コンクリート造	4 m×5 m×3 m	
陸4	北防波堤灯台	鉄筋 コンクリート造	Φ3 m×9 m	
陸5	復水冷却用水路 スクリーン室	鉄筋 コンクリート造	—	
陸6	塩素処理室	鉄筋 コンクリート造	10 m×13 m×10 m	
陸7	放水口放射能 測定機器上屋	鉄筋 コンクリート造	3 m×5 m×3 m	
陸8	ロータリースクリーン室	鉄筋 コンクリート造	13 m×21 m×11 m	
陸9	主ゲート	鉄筋 コンクリート造	4 m×18 m×10 m	
陸10	次亜塩素酸ソーダ注入室	鉄筋 コンクリート造	—	
陸11	合併処理浄化槽設備	鉄筋 コンクリート造	10 m×15 m×10 m	
陸12	海上レーダー	鋼製支柱	—	
陸13	物揚場倉庫	コンクリート製ブ ロック	7 m×12 m×3 m	
陸14	栈橋	鋼製コンクリート造	1.2 m×40 m×4 m	
陸15	カーテンウォール	鉄筋 コンクリート造 (鋼材支柱)	—	
陸16	メンテナンスセンター	鉄骨造	34 m×19 m×11 m	
陸17	輸送本部建屋	鉄骨造	22 m×13 m×7 m	
陸18	輸送本部倉庫	鉄骨造	12 m×8 m×4 m	
陸24 -2	再利用物品置場テント	—	—	

表 4.3.1.3-2 (1) 漂流物となる可能性が否定できない仮置きや残置の可能性があるもの (1/2)

場所	種類	想定質量 (t)	防潮堤との 距離	対策の 要否	対策不要である根拠	対策	検討 対象
東側	船舶	15 (排水トン数)	500 m 以上 (前面海域)	否	—	—	○
	流木	0.08*1	500 m 以内 (前面海域)	否	—	—	○
	流木 (丸太)	—	100 m 以内 (直近 (陸域))	要	—	仮置禁止又は固縛	—
	フェンス	0.9	100 m 以内 (直近 (陸域))	否	受圧面積が小さく、津波が透過することから、漂流には至らないと考えられるため。	—	—
	電源盤	0.6	100 m 以内 (直近 (陸域))	要	—	移設・撤去又は固縛	—
	ケーブル等収納箱	0.04	100 m 以内 (直近 (陸域))	要	—	移設・撤去又は固縛	—
	ペーキングボックス	0.02	100 m 以内 (直近 (陸域))	要	—	移設・撤去又は固縛	—
	室外機	0.3	100 m 以内 (直近 (陸域))	要	—	移設・撤去又は固縛	—
	自動販売機	0.5	100 m 以内 (直近 (陸域))	要	—	移設・撤去又は固縛	—
	オイルフェンス巻取機	1.5	100 m 以内 (直近 (陸域))	要	—	移設・撤去又は固縛	—
	オイルフェンス	0.07	100 m 以内 (直近 (陸域))	要	—	移設・撤去又は固縛	—

*1：流木の想定質量 (t) は、敷地周辺の植生調査結果のうち汀線沿いの海岸植生の樹木 (平均直径 12 cm, 平均樹高 8 m) を選定し、建築空間の緑化手法 (1988) の算定式により設定した。

表 4.3.1.3-2 (2) 漂流物となる可能性が否定できない仮置きや残置の可能性があるもの (2/2)

場所	種類	想定質量 (t)	防潮堤との 距離	対策の 要否	対策不要である根拠	対策	検討 対象
東側	廃材容器	0.04	100 m 以内 (直近 (陸域))	要	—	移設・撤去又 は固縛	—
	手洗いシンク	0.02	100 m 以内 (直近 (陸域))	要	—	移設・撤去又 は固縛	—
	仮設設備	0.2	100 m 以内 (直近 (陸域))	要	—	移設・撤去又 は固縛	—
	車両 (工事車両)	—	100 m 以内 (直近 (陸域))	要	—	退避措置	—
	車両 (パトロール車)	0.69	100 m 以内 (直近 (陸域))	否	—	—	○

(3) 検討対象漂流物の選定結果

検討対象漂流物の選定結果を表 4.3.1.3-3 に示す。津波防護施設の機能に対する影響評価の検討対象である設備として、船舶、流木及び車両（パトロール車）を検討対象漂流物として選定する。

発電所構内に入域する車両については退避措置を基本とし、工事車両については退避措置の徹底について工事契約時に定める運用を図る。しかしながら、日常的に使用する車両（パトロール車）は漂流する可能性が否定できないことから、津波防護施設の機能に対する影響評価の検討対象漂流物とする。

表 4.3.1.3-3 検討対象漂流物の選定結果

場所	種類	想定質量 (t)	防潮堤との 距離
東側	船舶	15 (排水トン数)	500 m 以上 (前面海域)
	流木	0.08	500 m 以上 (前面海域)
	車両 (パトロール車)	0.69	100 m 以内 (直近 (陸域))

4.3.1.4 漂流物による荷重算定式に関する規格・基準類及び既往の研究論文

- (1) 規格・基準類及び既往の研究論文の漂流物荷重算定式の整理
規格・基準類及び既往の研究論文の漂流物荷重算定式を表 4.3.1.4－1 に示す。

表 4.3.1.4－1 規格・基準類及び既往の研究論文の漂流物荷重算定式の整理

	出典	種類	概要及び算定式	算定式の適用性が確認された範囲（実験条件等）
①	松富ほか（1999）	流木	津波による流木の漂流荷重を提案している。本式は円柱形状の流木が縦向きに衝突する場合の漂流荷重算定式である。 $F_m/(\gamma D^2 L) = 1.6 C_{MA} \{v_{A0}/(gD)^{0.5}\}^{1.2} (\sigma_v/\gamma L)^{0.4}$ F_m ：衝突力， γ ：流木の単位体積重量， D ：木材の直径， L ：木材の長さ， g ：重力加速度， C_{MA} ：見かけの質量係数(水の緩衝機能も加味)， v_{A0} ：衝突速度， σ_y ：木材の降伏応力	「実験に基づく推定式」 ・見かけの質量係数に関する水路実験（実験：高さ 0.5 m, 幅 0.3 m, 長さ 11.0 m） 流木（丸太）の直径：4.8 cm～12 cm，流木の重量：305～8615 gf ・衝突荷重に関する空中での実験 水理模型実験及び空中衝突実験において，流木（植生林ではない丸太）を被衝突体の前面（2.5 m 以内）に設置した状態で衝突させている。東海第二のサイト条件を踏まえると，被衝突体の直近に衝突体があることを仮定する場合に適用性がある可能性がある。個別の流木（丸太）の種類等に応じて，実現象を再現するようなパラメータを適切に定める必要がある。
②	池野・田中（2003）	流木	円柱以外にも角柱，球の形状をした木材による漂流荷重を提案している。 $F_H/(gM) = S \cdot C_{MA} \cdot \{V_H/(g^{0.5} D^{0.25} L^{0.25})\}^{2.5}$ F_H ：衝突力， g ：重力加速度， M ：漂流物の質量， S ：係数（＝5.0）， C_{MA} ：付加質量係数， V_H ：漂流物移動速度， D ：漂流物の直径（角柱の場合は正方形断面辺長）， L ：漂流物の長さ	「実験に基づく推定式」（縮尺 1/100 の模型実験） 漂流物の形状：円柱，角柱，球 漂流物重量：0.588 N～29.792 N 受圧板を陸上構造物と想定し，衝突体を受圧板前面 80 cm（現地換算 80 m）離れた位置に設置した状態で衝突させた実験である。模型縮尺（1/100）を考慮した場合，現地換算で直径 2.6～8 m の仮定となり，東海第二のサイト条件を考慮すると適用性が無いものと判断する。
③	道路橋示方書（2002）	流木等	橋（橋脚）に自動車，流木あるいは船舶等による漂流荷重を定めている。 $P = 0.1 W U$ P ：衝突力， W ：流送物の重量， U ：表面流速	新規制基準に基づく審査において適用された実績がある。 漂流物が流下（漂流）して来た場合に，表面流速（津波流速）を与えることで漂流流速に対する荷重を算定できることから，被衝突体の前面海域からの漂流物を想定する場合に適用性があると判断する。
④	FEMA（2012） （FEMA：FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY）	流木 コンテナ	$F_i = 1.3 u_{max} \sqrt{k m_d (1 + c)}$ F_i ：衝突力， c ：付加質量係数， u_{max} ：漂流物を運ぶ流体の最大流速， m_d ：漂流物の質量， k ：漂流物の有効軸剛性	「運動方程式に基づく衝突力方程式」 非減衰系の振動方程式に基づいており，衝突体及び被衝突体の両方とも完全弾性体で，かつ衝突時のエネルギー減衰が一切考慮されていない前提条件での算定式であることから，衝突時に塑性変形を伴う漂流物の荷重算定では，個別の漂流物に対して，実現象を再現するような軸剛性を適切に定める必要がある。 漂流物が地表面を転がるような場合は，衝突流速を 50%として良い可能性があるとの記載がある。
⑤	水谷ほか（2005）	コンテナ	漂流するコンテナの漂流荷重を提案している。 $F_m = 2 \rho_w \eta_m B_c V_x^2 + \left(\frac{W V_x}{g dt} \right), \quad V_x \cong C_x = 2 \sqrt{g \eta_m}$ F_m ：衝突力， g ：重力加速度， W ：コンテナの重量， B_c ：コンテナ幅， ρ_m ：遡上波の最大水位， dt ：衝突時間， ρ_w ：水の密度， V_x ：コンテナの漂流速度， C_x ：津波の遡上流速	「実験に基づく推定式」（縮尺 1/75 の模型実験） 使用コンテナ：長さを 20 ft と 40 ft，コンテナ重量：0.2 N～1.3 N 程度，遡上流速：1.0 m/s 以下，材質：アクリル 被衝突体の直近のエプロン上にコンテナを設置して衝突力を求めた算定式である。運動方程式に基づく算定式であり，右辺の第 1 項は付加質量による荷重を表している。
⑥	有川ほか（2007, 2010）	流木 コンテナ	鋼製構造物（コンテナ等）による漂流荷重を提案している。 $F = \gamma_p x^{\frac{2}{5}} \left(\frac{5}{4} \tilde{m} \right)^{\frac{3}{5}} v^{\frac{6}{5}}, \quad x = \frac{4\sqrt{a}}{3\pi} \frac{1}{k_1 + k_2}, \quad k = \frac{(1-\nu^2)}{\pi E}, \quad \tilde{m} = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$ a ：衝突面半径の 1/2（ここではコンテナ衝突面の縦横長さの平均の 1/4）， E ：ヤング係数， ν ：ポアソン比， m ：質量， v ：衝突速度， γ_p ：塑性によるエネルギー減衰効果，添字 1, 2 は衝突体と被衝突体を表す	「実験に基づく推定式」（縮尺 1/5 の模型実験） 使用コンテナ：長さ 1.21 m, 高さ 0.52 m, 幅 0.49 m 衝突速度：1.0～2.5 m/s 程度，材質：鋼製 水理模型実験では，コンテナを被衝突体の前面 1.21 m（現地換算 6.05 m）に設置して衝突力を求めた算定式である。 衝突体の剛性 k_1 と被衝突体の剛性 k_2 の両方がパラメータとして含まれている算定式であり，個別の漂流物に対して，実現象を再現するような剛性に係る k 値を適切に定める必要があるが，対象としている種類以外への適用性がある k 値に係る k_1 及び k_2 の値，すなわち実験データを再現するよう同定された当該式の妥当な k_1 及び k_2 の値が不明であるため，現状では当該式は対象としている種類以外への適用は難しいと考える。

(2) 検討対象漂流物への漂流物荷重算定式の適用について

a. 船舶

道路橋示方書（2002）は、新規制基準に基づく審査において、船舶に適用された実績がある。

道路橋示方書（2002）は、漂流物が流下（漂流）して来た場合に、表面流速（津波流速）を与えることで漂流流速に対する荷重を算定できることから、被衝突体の前面海域からの漂流物を想定する場合に適用性があると判断し、前面海域からの船舶の衝突による漂流物荷重算定に適用する。

b. 流木

規格・基準類及び既往の研究論文の漂流物荷重算定式において、流木を対象とした算定式は松富ほか（1999）、池野・田中（2003）、道路橋示方書（2002）、FEMA（2012）及び有川ほか（2007、2010）である。

道路橋示方書（2002）は、漂流物が流下（漂流）して来た場合に、表面流速（津波流速）を与えることで漂流流速に対する荷重を算定できることから、被衝突体の前面海域からの漂流物を想定する場合に適用性があると判断し、前面海域からの流木の衝突による漂流物荷重算定に適用する。

池野・田中（2003）は、実験の模型縮尺を考慮した場合、東海第二発電所におけるサイト条件を考慮すると適用性が無いものと判断する。

松富ほか（1999）、FEMA（2012）及び有川ほか（2007、2010）は、被衝突体の前面に漂流物が設置されている場合の衝突時の荷重を算定するものである。そのため、直近（海域）からの流木の衝突による漂流物荷重の算定に適用する。

c. 車両

規格・基準類及び既往の研究論文の漂流物荷重算定式において、車両を対象とした算定式が無いことから、対象種別がコンテナとされている算定式（FEMA、水谷ほか、有川ほか）の車両への適用について検討した。

FEMA（2012）は、高畠ら（2015）※¹の水流中衝突実験により車両の妥当な有効軸剛性が既知となっていることから、その有効軸剛性を用いることで車両へ適用できるものと判断し漂流物荷重の算定の対象とする。

水谷ほか（2005）の式は、入力パラメータの車両に対する実験での検証がされていないため、車両への適用は難しいと考える。よって、車両の漂流物荷重の算定の対象外とする。

有川ほか（2007、2010）の式では、入力パラメータとして、衝突面積、ヤング率、ポアソン比、塑性によるエネルギー減衰効果が必要なるが、車両の実験データを再現するよう同定された当該式の妥当なパラメータが不明であるため、現状では当該式は車両への適用は難しいと考える。よって、車両の漂流物荷重の試算の対象外とする。

(3) 規格・基準類及び既往の研究論文の漂流物荷重算定式の整理結果

規格・基準類及び既往の研究論文の漂流物荷重算定式の整理結果を表 4.3.1.4-2 に示す。

運用対策による対応が行えない場合において、漂流物荷重の算定する際は、表 4.3.1.4-2 に示す各算定式の適用条件（種類、被衝突体からの距離、適用流速）を踏まえた上で実施するものとする。

表 4.3.1.4-2 各種基準類の漂流物荷重算定式の整理結果

出典		種類	被衝突体との距離	適用流速	備考
①	松富ほか	流木	直近（陸域） 直近（海域）	衝突速度	個別の流木（丸太）の種類等に応じて、実現象を再現するようなパラメータを適切に定める必要がある。
②	池野・田中	流木	直近（陸域）	漂流物移動速度	模型縮尺（1/100）を考慮した場合、東海第二発電所への適用性が無いものと判断する。
③	道路橋示方書	流木等	前面海域	表面流速 （津波流速）	前面海域から漂流してくる流木及び船舶に適用する。
④	FEMA	流木 コンテナ	直近（陸域）	漂流物を運ぶ 流体の最大流速	非減衰系の振動方程式に基づいており、衝突体及び被衝突体の両方とも完全弾性体で、かつ衝突時のエネルギー減衰が一切考慮されていない前提条件での算定式であることから、衝突時に塑性変形を伴う漂流物の荷重算定では、個別の漂流物に対して、実現象を再現するような軸剛性を適切に定める必要がある。
⑤	水谷ほか	コンテナ	直近（陸域）	津波の 遡上流速	東海第二発電所では、防潮堤東側エリアの500m範囲内にコンテナが無く、検討対象漂流物とはならないため、対象外とする。
⑥	有川ほか	流木 コンテナ	直近（陸域） 直近（海域）	衝突速度	衝突体の剛性k1と被衝突体の剛性k2の両方がパラメータとして含まれている算定式であり、個別の漂流物に対して、実現象を再現するような剛性に係るk値を適切に定める必要があるが、対象としている種類以外への適用性があるk値に係るk1及びk2の値、すなわち実験データを再現するよう同定された当該式の妥当なk1及びk2の値が不明であるため、現状では当該式は対象としている種類以外への適用は難しいと考える。

(4) 漂流物荷重の算定における設計上の配慮について

漂流物荷重の算定においては、各パラメータについて、以下の項目を考慮して設定する。

① 漂流物荷重算定用の流速

漂流物荷重の算定に用いる遡上波の流速は、「4.1 設計に用いる遡上波の流速について」に示すとおり、漂流物荷重の大きさは構造物に対して法線方向の流速による影響が大きいため、本来は法線方向の速度値に着目するが、設計上の配慮として全ての方向の流速ベクトルを含めた中での最大流速の数値を切り上げ、基準津波時は 11.0 m/s、T.P.+24m 津波時は 15.0 m/s としている。すなわち、この設計用の流速は、防潮堤近傍における基準津波時の法線方向最大流速である 7.08 m/s を 5 割増しした値、T.P. +24.0 m 津波時の法線方向最大流速である 9.98 m/s を 5 割増しした値に相当する。

② 漂流物の漂流流速

「4.1 設計に用いる遡上波の流速について」に示すとおり、文献^{※2}によれば、津波による漂流物の漂流流速は、津波の表面流速（津波流速）よりも小さいとされている（図 4.3.1.4-1）。文献^{※3, 4}によれば、漂流物の衝突直前の漂流流速 v (m/s) と水の表面流速 U (m/s) の比率 α について、漂流流速 v は表面流速（津波流速） U に対して 0～60 % に低下するとされている。文献^{※4}で述べられている比重 0.6 の漂流物の場合の表面流速に対する漂流流速 v の比率 α の確率分布を図 4.3.1.4-2 に示す。図 4.3.1.4-2 の通り、 $\alpha = v / U = 0.1$ (10 % 程度) 以下において相対頻度が最も高いことを示している。

以上の知見はあるが、津波防護施設の設計のための漂流物荷重算定に用いる漂流流速 v は $\alpha = v / U = 1.0$ (100 %) となるように設定する。

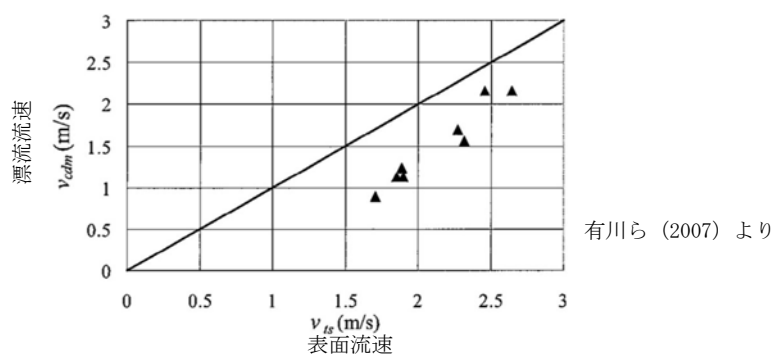


図 4.3.1.4-1 表面流速と漂流流速の関係

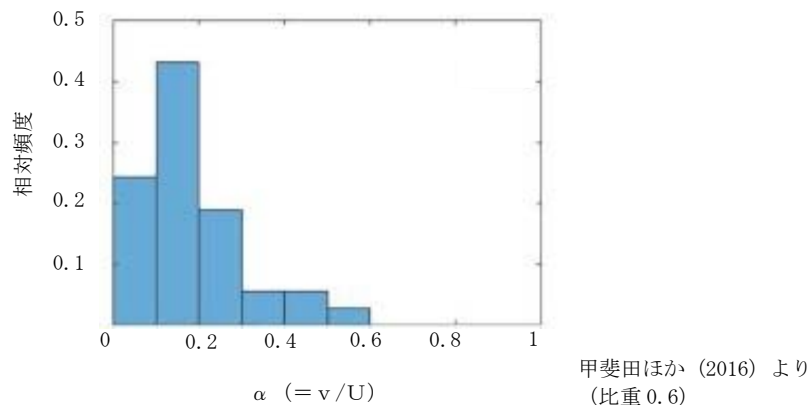


図 4.3.1.4-2 構造物模型に衝突する漂流物の速度比率 α ($= v/U$) の確率分布

③ 漂流物荷重を作用させる標高

防潮堤前面での最大流速時の水深は、基準津波時は T.P. +10.6 m 程度、T.P. +24.0 m 津波時は T.P. +17.7 m 程度であり、防潮堤前面における最高水位と比較して十分に小さい。しかし、防潮堤の設計においては、設計上最大モーメントとなり最も厳しくなる防潮堤の天端に漂流物荷重を作用させる。

④ 漂流物荷重と津波荷重の重畳

漂流物荷重は津波荷重との組合せは、実際に施設に作用する荷重としては、津波による最大荷重と漂流物による最大荷重が同時に作用する可能性は小さいものの、設計上の配慮として津波による最大荷重（最大波高時における波力）と漂流物による最大荷重（最大流速時における漂流物荷重）を重畳させる。

(5) 検討対象漂流物の漂流物荷重の算定

検討対象漂流物として選定した船舶、流木及び車両について、規格・基準類及び既往の研究論文の漂流物算定式の東海第二発電所での適用性を考慮した上で、漂流物荷重を算定する。

漂流物荷重の算定に用いる流速は、基準津波時 11 m/s、T.P. +24m 津波時は 15 m/s とした。

船舶は道路橋示方書式により漂流物荷重を算定した。

流木の漂流物荷重は、松富ほか、有川ほかの式による算定に加え、FEMA (2012) により算定する。FEMA (2012) における係数 1.3 は、ASCE (American Society of Civil Engineers) による設備の重要度に応じた安全係数であり、重要施設として指定されているビル・構造物に対する係数となっている。東海第二発電所における津波防護施設の設計においては、係数 1.3 を考慮する。

流木の漂流物荷重に用いる流木の軸剛性は、図 4.3.1.4-3 に示す FEMA (2012) の軸剛性 2.4×10^6 N/m を用いた。

車両の漂流物荷重は、FEMA (2012) により算定する。車両の漂流物荷重算定時に用いる付加質量係数 C は、FEMA (2012) においては図 4.3.1.4-3 に示す通りとなっており、車両の

付加質量係数 C は記載がないため、FEMA (2012) において最大の付加質量係数 $C=1.0$ を用いた。車両の軸剛性には、高畠ら (2015) ^{※1} の水流中衝突実験により求められた3段階の軸剛性のうち、最も軸剛性が大きい3次剛性 k_3 (2.04×10^6 N/m) を用いるものとする。

Table 6-1 Mass and Stiffness of Some Waterborne Floating Debris

Type of Debris	Mass (m_d) in kg	Hydrodynamic	
		Mass Coefft. (c)	Debris Stiffness (k_d) in N/m
Lumber or Wood Log – oriented longitudinally	450	0	2.4×10^6 *
20-ft Standard Shipping Container – oriented longitudinally	2200 (empty)	0.30	85×10^6 **
20-ft Standard Shipping Container – oriented transverse to flow	2200 (empty)	1.00	80×10^6 **
20-ft Heavy Shipping Container – oriented longitudinally	2400 (empty)	0.30	93×10^6 **
20-ft Heavy Shipping Container – oriented transverse to flow	2400 (empty)	1.00	87×10^6 **
40-ft Standard Shipping Container – oriented longitudinally	3800 (empty)	0.20	60×10^6
40-ft Standard Shipping Container – oriented transverse to flow	3800 (empty)	1.00	40×10^6

* Haehnal and Daly, 2002; ** Peterson and Naito, 2012

図 4.3.1.4-3 FEMA (2012) における流木及びコンテナの付加質量

表 4.3.1.4-3 に船舶、流木及び車両の漂流物荷重一覧を示す。

算出の結果、漂流物荷重は、基準津波時（流速 11m/s）では 759kN、T.P.+24m 津波時（流速 15m/s）では 1035kN となり、これらを設計用漂流物荷重とする。

表 4.3.1.4-3 漂流物荷重一覧

種類	質量 (t)	適用式	漂流物荷重 (kN)	
			基準津波時 (流速11 m/s)	T.P.+24 m津波時 (流速15 m/s)
船舶	15	道路橋示方書	162	221
流木	0.08	松富ほか	157	226
		FEMA	198	270
		有川ほか	390	565
車両	0.69	FEMA (C=1.0)	759	1035

※1：高畠ら：津波漂流物の衝突力推定における軸剛性モデル，土木学会論文集 B2（海岸工学）（2015）

※2：遡上津波によるコンテナ漂流力に関する大規模実験，海岸工学論文集，第 54 巻（2007）（有川ら）

※3：原子力発電所における津波漂流物の影響評価技術－現状調査とその適用に関する考察－研究報告 16010，電力中央研究所報告書（2017）

※4：甲斐田ら：陸上遡上津波中の漂流物挙動に関する研究，土木学会論文集 B2（海岸工学）（2016）

4.3.2 防潮堤内における検討

追而

以上

5.19 許容応力度法における許容限界について

(1) 基本方針

津波防護施設の許容応力度法による耐震設計にあたり、部材に適用する許容応力度及び短期許容応力度は、「コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（（社）土木学会，2002 年制定）」（以下、「コンクリート標準示方書」という。）に基づき設定することを基本とする。「コンクリート標準示方書」において対象部材に直接適用できる値がない場合は、「道路橋示方書（Ⅰ 共通編・Ⅱ 鋼橋編・Ⅳ 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 14 年 3 月）」（以下、「道路橋示方書（平成 14 年 3 月）」という。）に基づき設定する。また、「道路橋示方書（平成 14 年 3 月）」においても対象部材に直接適用できる値がない場合は、その他の規格，基準類を検討し、適切に設定する。

(2) 適用する規格，基準類

a. コンクリート

コンクリートの曲げ圧縮及びせん断に対する許容応力度は、「コンクリート標準示方書」に基づき設定する。ただし、設計基準強度 50 N/mm^2 のコンクリートの曲げ圧縮に対する許容応力度については、「カルバート工指針（平成 21 年度版）」に基づき設定する。表 5.19-1 にコンクリートの許容応力度及び短期許容応力度を示す。

なお、図 5.19-1 に示すとおり、「カルバート工指針（平成 21 年度版）」における設計基準強度 50 N/mm^2 に対する許容曲げ圧縮応力度 16 N/mm^2 は、「コンクリート標準示方書」データの近似曲線による設計基準強度 50 N/mm^2 での許容曲げ圧縮応力度の算定値とほぼ同値である。

短期許容応力度の算定に用いる割増し係数については、「コンクリート標準示方書」に基づき設定する。

表 5.19-1 コンクリートの許容応力度及び短期許容応力度

		許容応力度 (N/mm ²)	短期許容応力度 (N/mm ²)	
			地震, 基準津波時 (1.5) *	T. P. +24m 津波時 (2.0) *
設計基準強度 $f'_{ck} = 24$ N/mm ²	許容曲げ圧縮応力度	9	13.5	18
	許容せん断応力度	0.45	0.675	0.9
設計基準強度 $f'_{ck} = 40$ N/mm ²	許容曲げ圧縮応力度	14	21	28
	許容せん断応力度	0.55	0.825	1.1
	許容押抜きせん断応力度	1.1	1.65	2.2
	許容支圧応力度	12	18	24
設計基準強度 $f'_{ck} = 50$ N/mm ²	許容曲げ圧縮応力度	16	24	32
	許容せん断応力度	0.55	0.825	1.1

* 注記：() 内は割増し係数を示す。

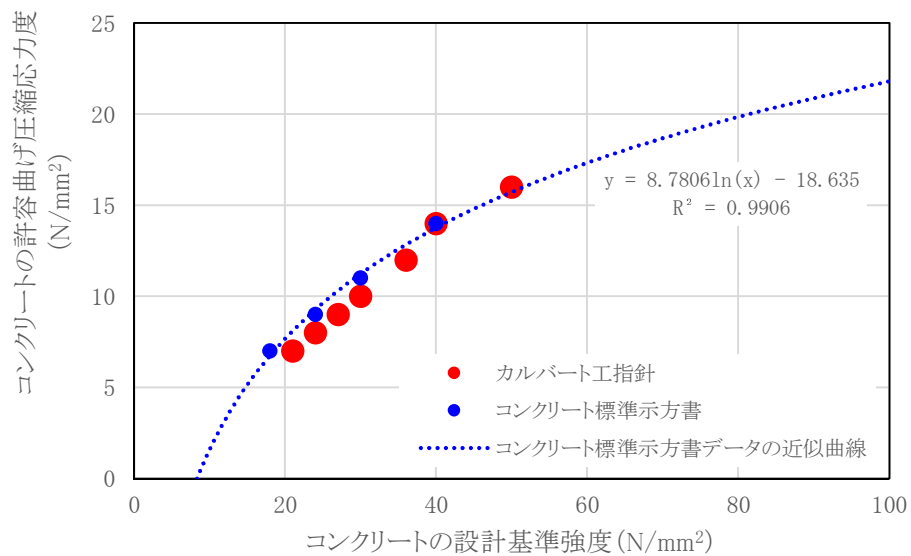


図 5.19-1 コンクリートの設計基準強度と許容曲げ圧縮応力度の関係

b. 鉄筋

鉄筋の引張に対する許容応力度は、「コンクリート標準示方書」に基づき設定する。ただし、SD490 の引張に対する許容応力度については、「道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 24 年 3 月）」（以下，「道路橋示方書（平成 24 年 3 月）」という。）に基づき設定する。表 5.19-2 に鉄筋の許容応力度及び短期許容応力度を示す。

本来，降伏応力度は SD490 の方が SD390 より大きい，表 5.19-2 に示すとおり，「道路橋示方書（平成 24 年 3 月）」に基づく SD490 のせん断補強筋の許容応力度は，「コンクリート標準示方書」に基づく SD390 の許容応力度より小さい値であり保守的な設定となる。

短期許容応力度の算定に用いる割増し係数については，「コンクリート標準示方書」に基づき設定する。

表 5.19-2 鉄筋の許容応力度及び短期許容応力度

		許容応力度 (N/mm ²)	短期許容応力度 (N/mm ²)	
			地震， 基準津波時 (1.5) *	T. P. +24m 津波時 (1.65) *
SD345	許容引張応力度	196	294	323.4
	許容引張り応力度（せん断補強筋）	196	294	323.4
SD390	許容引張応力度	206	309	339.9
	許容引張応力度（せん断補強筋）	206	309	339.9
SD490	許容引張応力度	290	435	478.5
	許容引張応力度（せん断補強筋）	200	300	330

* 注記：（ ）内は割増し係数を示す。

c. 鋼材

鋼材の引張及びせん断に対する許容応力度及び割増し係数は，「道路橋示方書（平成 14 年 3 月）」に基づき設定する。ただし，SM520B 相当（鋼製防護壁接合部のアンカーボルト）の引張に対する許容応力度及び割増し係数並びに降伏応力度については，「鋼構造物設計基準」（Ⅱ鋼製橋脚編，名古屋高速道路公社，平成 15 年 10 月）に基づき設定する。表 5.19-3 に鋼材の許容応力度及び短期許容応力度並びに降伏応力度を示す。

表 5. 19－3 鋼材の許容応力度及び短期許容応力度並びに降伏応力度

		許容応力度 (N/mm ²)	短期許容応力度 (N/mm ²)		降伏応力度 (N/mm ²)
			地震，基準 津波時 (1.5) *	T. P. +24m 津波時 (1.7) *	T. P. +24m 津波時
SS400	許容引張応力度	140	210	238	—
	許容せん断応力度	80	120	136	—
SM400	許容引張応力度	140	210	238	—
	許容せん断応力度	80	120	136	—
SM490	許容引張応力度	185	277.5	314.5	—
	許容せん断応力度	105	157.5	178.5	—
SM490Y	許容引張応力度	210	315	357	—
	許容せん断応力度	120	180	204	—
SM570	許容引張応力度	255	382.5	433.5	—
	許容せん断応力度	145	217.5	246.5	—
SM520B相当	許容引張応力度	210	315	—	355

* 注記：（ ）内は割増し係数を示す。

表 5. 19－4 に各津波防護施設に適用する規格，基準類を示す。また，表 5. 19－5 に各部材の許容応力度，短期許容応力度及び降伏応力度並びに適用する規格，基準類を以下に示す。

表 5.19-5 各部材の許容応力度，短期許容応力度及び降伏応力度並びに適用する規格，基準類

部材(材料)	規格	項目	許容限界					適用する規格、基準類		
			地震時、基準津波時、余震＋基準津波時		T.P.+24m津波時、余震＋T.P.+24m津波時					
			許容応力度 (N/mm ²)	割増し係数 ^{*1}	短期許容応力度 (N/mm ²)	許容応力度 (N/mm ²)	短期許容応力度 ^{*2} (N/mm ²)		降伏応力度 ^{*3} (N/mm ²)	
コンクリート	設計基準強度 f _{ck} =50 N/mm ²	許容曲げ圧縮応力度	16	1.5	24	2.0	32	—	・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕(社)土木学会、2002年制定) ・カルバート工指針(平成21年度版)	
		許容せん断応力度	0.55	1.5	0.825	2.0	1.1	—	・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕(社)土木学会、2002年制定)	
	設計基準強度 f _{ck} =40 N/mm ²	許容曲げ圧縮応力度	14	1.5	21	2.0	28	—		
		許容せん断応力度	0.55	1.5	0.825	2.0	1.1	—	・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕(社)土木学会、2002年制定)	
		許容圧縮せん断応力度	1.1	1.5	1.65	2.0	2.2	—		
	設計基準強度 f _{ck} =24 N/mm ²	許容支圧応力度	12	1.5	18	2.0	24	—		
許容曲げ圧縮応力度		9	1.5	13.5	9	2.0	18	—	・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕(社)土木学会、2002年制定)	
許容せん断応力度		0.45	1.5	0.675	0.45	2.0	0.9	—		
鉄筋	SD490	許容引張応力度	290	1.5	435	1.65	290	478.5	—	・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕(社)土木学会、2002年制定) ・道路橋示方書(Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編)・同解説(社)日本道路協会、平成24年3月)
		許容引張応力度(せん断補強筋)	200	1.5	300	1.65	200	330	—	
	SD390	許容引張応力度	206	1.5	309	206	339.9	—		・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕(社)土木学会、2002年制定)
		許容引張応力度(せん断補強筋)	206	1.5	309	206	339.9	—		
	SD345	許容引張応力度	196	1.5	294	196	323.4	—		
		許容引張応力度(せん断補強筋)	196	1.5	294	196	323.4	—		
鋼材	SM570	許容引張応力度	255	1.5	382.5	255	433.5	—		・道路橋示方書(Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編)・同解説(社)日本道路協会、平成14年3月)
		許容せん断応力度	145	1.5	217.5	145	246.5	—		
	SM490Y	許容引張応力度	210	1.5	315	210	357	—		
		許容せん断応力度	120	1.5	180	120	204	—		・道路橋示方書(Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編)・同解説(社)日本道路協会、平成14年3月)
	SM490	許容引張応力度	185	1.5	277.5	185	314.5	—		・道路橋示方書(Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編)・同解説(社)日本道路協会、平成14年3月)
		許容せん断応力度	105	1.5	157.5	105	178.5	—		・道路橋示方書(Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編)・同解説(社)日本道路協会、平成14年3月)
SS400	許容引張応力度	140	1.5	210	140	238	—			
	許容せん断応力度	80	1.5	120	80	136	—			
	許容引張応力度	140	1.5	210	140	238	—			
	許容せん断応力度	80	1.5	120	80	136	—			
SM520B相当	許容引張応力度	210	1.5	315	—	—	355		・鋼構造物設計基準(Ⅱ鋼製橋脚編、名古屋高速道路公社、平成15年10月)	

注記 *1:短期許容応力度は，地震及び津波の影響を考慮した荷重の組み合わせに対して割増し係数を乗じた値であることがそれぞれの規格，基準類に示されている。

*2:T.P.+24m津波時，余震＋T.P.+24m津波時の許容限界は，上記の規格，基準類に示されている短期許容応力度とする。

*3:T.P.+24m津波時，余震＋T.P.+24m津波時のアンカーボルトの許容限界は，鋼構造物設計基準(Ⅱ鋼製橋脚編，名古屋高速道路公社，平成15年10月)に示されている降伏応力度とする。