

高浜発電所1～4号機
工事計画に係る補足説明資料

津波警報等が発表されない可能性のある津波への対応

2020年12月
関西電力株式会社

補足説明資料目次

I. はじめに

1. 津波警報等が発表されない可能性のある津波への対応に係る設計及び工事計画（変更）認可申請書の概要
 - 1.1 概要
 - 1.2 設計及び工事の計画における適用条文の整理について
 - 1.3 設計及び工事の計画における添付書類の整理について
 - 1.4 設計及び工事計画（変更）認可申請書の記載概要について
 - 1.5 設計及び工事計画（変更）認可申請にかかる技術基準則への適合性について

2. 入力津波の評価
 - 2.1 潮位観測記録の考え方について
 - 2.2 港湾内の局所的な海面の励起について
 - 2.3 管路解析のモデルについて
 - 2.4 入力津波の不確かさの考慮について
 - 2.5 遡上解析のモデルについて

3. 漂流物に関する考慮事項
 - 3.1 漂流物による影響確認について

4. 設計における考慮事項
 - 4.1 加振試験の条件について
 - 4.2 津波監視設備の設備構成及び電源構成について

5. 浸水防護施設に関する補足資料
 - 5.1 潮位観測システム（防護用）の設計に関する補足資料

枠囲み範囲は機密の係る事項ですので、公開することはできません

I. はじめに

本補足説明資料は、以下の説明書についての内容を補足するものである。

本補足説明資料と添付資料との関連を第1表に示す。

【高浜1，2号機の添付資料】

- ・ 資料2「耐震設計上重要な設備を設置する施設に関する説明書（自然現象への配慮に関する説明を含む。）」のうち資料2-2「津波への配慮に関する説明書」
- ・ 資料1-3「耐震性に関する説明書」のうち浸水防護施設に関する計算書

【高浜3，4号機の添付資料】

- ・ 資料2「耐震設計上重要な設備を設置する施設に関する説明書（自然現象への配慮に関する説明を含む。）」のうち資料2-2「津波への配慮に関する説明書」
- ・ 資料5「耐震性に関する説明書」のうち浸水防護施設に関する計算書

第1表 補足説明資料と添付資料との関連

工事計画に係る補足説明資料	該当添付資料
1. 津波警報等が発表されない可能性のある津波への対応に係る設計及び工事計画（変更）認可申請書の概要	
1.1 概要	
1.2 設計及び工事の計画における適用条文の整理について	
1.3 設計及び工事の計画における添付書類の整理について	
1.4 設計及び工事計画（変更）認可申請書の記載概要について	
1.5 設計及び工事計画（変更）認可申請にかかる技術基準則への適合性について	
2. 入力津波の評価	
2.1 潮位観測記録の考え方について	
2.2 港湾内の局所的な海面の励起について	資料2-2-3 入力津波の設定
2.3 管路解析のモデルについて	資料2-2-4 入力津波による津波防護対象設備への影響評価
2.4 入力津波の不確かさの考慮について	資料2-2-5 津波防護に関する施設の設計方針
2.5 遡上解析のモデルについて	
3. 漂流物に関する考慮事項	
3.1 漂流物による影響確認について	資料2-2-4 入力津波による津波防護対象設備への影響評価
4. 設計における考慮事項	
4.1 加振試験の条件について	資料5-4 潮位観測システム（防護用）の耐震計算書
4.2 津波監視設備の設備構成及び電源構成について	資料2-2-1 耐津波設計の基本方針
5. 浸水防護施設に関する補足資料	
5.1 潮位観測システム（防護用）の設計に関する補足資料	資料2-2-5 津波防護に関する施設の設計方針

1. 津波警報等が発表されない可能性のある津波への対応に係る設計及び工事計画（変更）認可申請書の概要

1. 1 概要

本資料は、高浜発電所における津波警報等が発表されない可能性のある津波への対応として、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づく設計及び工事計画の手続きを行うにあたり、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（以下「技術基準」という。）」の各条文のうち今回の申請対象が適用を受ける条文とそれらのうち適合性の確認が必要となる条文、及び設計及び工事計画（変更）認可申請書（以下「設工認」という。）に添付する書類について整理するものである。

また、上記の整理を踏まえ、設工認の本文（要目表及び基本設計方針）及び添付資料の記載概要並びに技術基準の各条文に対する適合性についても示す。

1. 2 設計及び工事の計画における適用条文の整理について

本章では、高浜発電所の津波警報等が発表されない可能性のある津波への対応に係る設工認について、「技術基準」の各条文のうち申請対象が適用を受ける条文とそれらのうち適合性の確認が必要となる条文の整理を行う。

設工認の申請対象を第 1-2-1 表、申請対象が適用を受ける条文と適合性の確認が必要となる条文の整理結果を第 1-2-2 表に示す。なお、第 1-2-2 表における凡例は以下のとおりである。

【凡例】

○：適用条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文

△：適用条文であるが、既に適合性が確認されている条文、又は工事計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文

×：適用を受けない条文

第 1-2-1 表 申請対象

別表第二			対象設備
施設区分	設備区分	機器区分	
計測制御系統施設	2 中央制御室機能及び中央制御室外原子炉停止機能	—	中央制御室機能（以下の設備を含む） ○潮位観測システム（防護用）（4号機設備、1・2・3・4号機共用）※1 ○潮位観測システム（補助用）（4号機設備、1・2・3・4号機共用） ○潮位計（1号機設備、1・2号機共用）※2 ○潮位計（3号機設備、3・4号機共用）※3
			中央制御室外原子炉停止機能
	基本設計方針対象設備		衛星電話（固定）
その他原子炉の付属施設	浸水防護施設 1 外郭浸水防護設備	—	潮位観測システム（防護用） （4号機設備、1・2・3・4号機共用）※1
			基本設計方針対象設備
	緊急時対策所 基本設計方針対象設備		衛星電話（固定）

※1：潮位計（4台）、衛星電話（津波防護用）（各中央制御室に3台）を含む。このうち、潮位計は津波監視設備の潮位計（3号機設備、3・4号機共用（2台））及び潮位計（1号機設備、1・2号機共用（2台））を兼ねる。また、衛星電話（津波防護用）は、各中央制御室の3台のうち1台を衛星電話（固定）と兼ねる。

※2：1号機海水ポンプ室に1台、2号機海水ポンプ室に1台設置する。このうち、1号機海水ポンプ室に設置するものは既設である。

※3：3・4号機海水ポンプ室に2台設置する。これらは2台とも既設である。

第 1-2-2 表 適用条文の整理結果 (1/8)

技術基準規則	適用要否判断	理由
○設計基準対象施設		
第4条 設計基準対象施設の地盤	△	本申請により設置する機器を支持する地盤は十分な支持性能を持つ地盤として評価済であること、及び本申請は既評価結果に影響を与えるものではないことから、審査対象条文とならない。
第5条 地震による損傷の防止	○	本申請により設置する機器は、耐震重要度Sクラスに分類され、それに応じた地震力に耐えうる設計であることの確認が必要であり、本条文に適合していることの確認が必要であるため、審査対象条文となる。
第6条 津波による損傷の防止	○	本申請により設置する機器は、設計基準対象施設の津波防護及び津波監視を目的とする設備であり、本条文に適合していることの確認が必要であるため、審査対象条文となる。 なお、本申請により設置する機器は、設計基準対象施設の津波防護及び津波監視を目的とする第6条要求設備であるとともに、重大事故等対処施設及び特定重大事故等対処施設の津波防護及び津波監視を目的とする第51条要求設備であり、第6条要求事項を満足することにより第51条要求事項も満足した設計となることから、設計基準対象施設に区分している。
第7条 外部からの衝撃による損傷の防止	△	本申請において、本条文に関する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、審査対象条文とならない。
第8条 立ち入りの防止	△	本申請において、本条文に関する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、審査対象条文とならない。
第9条 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	△	本申請において、本条文に関する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、審査対象条文とならない。
第10条 急傾斜地の崩壊の防止	△	高浜発電所において、急傾斜地崩壊危険区域に指定された箇所がないことが確認できているため、審査対象条文とならない。
第11条 火災による損傷の防止	△	本申請において、本条文に関する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、審査対象条文とならない。

○：適用条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文
△：適用条文であるが、既に適合性が確認されている条文、又は工事計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文
×：適用を受けない条文

第 1-2-2 表 適用条文の整理結果 (2/8)

技術基準規則	適用要否判断	理由
第 12 条 発電用原子炉施設内における溢水等による損傷の防止	△	本申請において、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、審査対象条文とならない。
第 13 条 安全避難通路等	△	本申請において、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、審査対象条文とならない。
第 14 条 安全設備	○	本申請により設置する機器のうち潮位観測システム（防護用）は、発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針における MS1 と同等と分類され、想定される環境条件について適合性の確認が必要であるため、審査対象条文となる。
第 15 条 設計基準対象施設の機能	○	本申請により設置する機器は、安全設備であり、設計基準対象施設の機能として共用化に伴う安全性、保守点検を含めた試験・検査性について適合性の確認が必要であるため、審査対象条文となる。
第 16 条 全交流動力電源喪失対策設備	×	本申請設備は、全交流動力電源喪失対策設備に該当しないため、審査対象条文とならない。
第 17 条 材料及び構造	×	本申請設備に容器、菅、ポンプ及び弁は含まれないため、審査対象条文とならない。
第 18 条 使用中の亀裂等による破壊の防止	×	本申請設備に容器、菅、ポンプ及び弁は含まれないため、審査対象条文とならない。
第 19 条 流体振動等による損傷の防止	×	本申請設備は流体振動等発生しない系統であるため、審査対象条文とならない。
第 20 条 安全弁等	×	本申請設備に安全弁等が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 21 条 耐圧試験等	×	本申請設備に容器、菅、ポンプ及び弁は含まれないため、審査対象条文とならない。
第 22 条 監視試験片	×	本申請設備に原子炉圧力容器が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 23 条 炉心等	×	本申請設備に炉心等が含まれないため、審査対象条文とならない。

○：適用条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文
△：適用条文であるが、既に適合性が確認されている条文、又は工事計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文
×：適用を受けない条文

第 1-2-2 表 適用条文の整理結果 (3/8)

技術基準規則	適用要否判断	理由
第 24 条 熱遮蔽材	×	本申請設備に熱遮蔽材が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 25 条 一次冷却材	×	本申請は一次冷却材に関するものではないため、審査対象条文とならない。
第 26 条 燃料取扱設備及び燃料貯蔵設備	×	本申請設備に燃料体等が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 27 条 原子炉冷却材圧力バウンダリ	×	本申請設備に原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 28 条 原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置等	×	本申請設備に原子炉冷却材圧力バウンダリの隔離装置等が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 29 条 一次冷却材処理装置	×	本申請設備に一次冷却材処理装置が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 30 条 逆止め弁	×	本申請設備に逆止め弁が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 31 条 蒸気タービン	×	本申請設備に蒸気タービンが含まれないため、審査対象条文とならない。
第 32 条 非常用炉心冷却設備	×	本申請設備に非常用炉心冷却設備が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 33 条 循環設備等	×	本申請設備に循環設備等が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 34 条 計測装置	×	本申請設備に計測装置が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 35 条 安全保護装置	×	本申請設備に安全保護装置が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 36 条 反応度制御系統及び原子炉停止系統	×	本申請設備に反応度制御系統及び原子炉停止系統を構成する機器が含まれないため、審査対象条文とならない。

○：適用条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文
△：適用条文であるが、既に適合性が確認されている条文、又は工事計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文
×：適用を受けない条文

第 1-2-2 表 適用条文の整理結果 (4/8)

技術基準規則	適用要否判断	理由
第 37 条 制御材駆動装置	×	本申請設備に制御材駆動装置が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 38 条 原子炉制御室等	○	本申請により設置する機器は、外部状況を把握する設備であり、原子炉制御室等として適合性の確認が必要であるため、審査対象条文となる。
第 39 条 廃棄物処理設備等	×	本申請設備に廃棄物処理設備等が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 40 条 廃棄物貯蔵設備等	×	本申請設備に廃棄物貯蔵設備等が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 41 条 放射性物質による汚染の防止	×	本申請設備に放射性物質による汚染の防止に関連する機器が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 42 条 生体遮蔽等	×	本申請設備に生体遮蔽等が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 43 条 換気設備	×	本申請設備に換気設備が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 44 条 原子炉格納施設	×	本申請設備に原子炉格納施設が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 45 条 保安電源設備	×	本申請設備に保安電源設備が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 46 条 緊急時対策所	△	本申請において、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、審査対象条文とならない。なお、本申請において、通信連絡設備のうち衛星電話（固定）を、衛星電話（津波防護用）として一部兼用するため、これにかかる記載を変更する。
第 47 条 警報装置等	△	本申請において、本条文に関係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、審査対象条文とならない。なお、本申請において、通信連絡設備のうち衛星電話（固定）を、衛星電話（津波防護用）として一部兼用するため、これにかかる記載を変更する。
第 48 条 準用	×	本申請設備に火力設備等に関連する設備は含まれないため、審査対象条文とならない。

○：適用条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文
△：適用条文であるが、既に適合性が確認されている条文、又は工事計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文
×：適用を受けない条文

第 1-2-2 表 適用条文の整理結果 (5/8)

技術基準規則	適用要否 判断	理由
○重大事故等対処施設		
第 49 条 重大事故等対処施設の地 盤	△	本申請において、本条文に係る設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、審査対象条文とならない。
第 50 条 地震による損傷の防止	△	本申請において、本条文に係る設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、審査対象条文とならない。
第 51 条 津波による損傷の防止	○	本申請により設置する機器は、重大事故等対処施設及び特定重大事故等対処施設の津波防護及び津波監視を目的とする設備であり、本条文に適合していることの確認が必要であるため、審査対象条文となる。 なお、本申請により設置する機器は、設計基準対象施設の津波防護及び津波監視を目的とする第 6 条要求設備であるとともに、重大事故等対処施設及び特定重大事故等対処施設の津波防護及び津波監視を目的とする第 51 条要求設備であり、第 6 条要求事項を満足することにより第 51 条要求事項も満足した設計となることから、設計基準対象施設に区分している。
第 52 条 火災による損傷の防止	△	本申請において、本条文に係る設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、審査対象条文とならない。
第 53 条 特定重大事故等対処施設	△	本申請において、本条文に係る設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、審査対象条文とならない。
第 54 条 重大事故等対処設備	△	本申請において、本条文に係る設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、審査対象条文とならない。
第 55 条 材料及び構造	×	本申請設備に容器、菅、ポンプ及び弁は含まれないため、審査対象条文とならない。

○：適用条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文
△：適用条文であるが、既に適合性が確認されている条文、又は工事計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文
×：適用を受けない条文

第 1-2-2 表 適用条文の整理結果 (6/8)

技術基準規則	適用要否 判断	理由
第 56 条 使用中の亀裂等による破壊 の防止	×	本申請設備に容器、管、ポンプ及び弁は含まれないため、審査対象条文とならない。
第 57 条 安全弁等	×	本申請設備に安全弁等が含まれないため、審査対象条文とならない。
第 58 条 耐圧試験等	×	本申請設備に容器、管、ポンプ及び弁は含まれないため、審査対象条文とならない。
第 59 条 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備	×	本申請設備に本条文の対象設備は含まれないため、審査対象条文とならない。
第 60 条 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	×	本申請設備に本条文の対象設備は含まれないため、審査対象条文とならない。
第 61 条 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備	×	本申請設備に本条文の対象設備は含まれないため、審査対象条文とならない。
第 62 条 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	×	本申請設備に本条文の対象設備は含まれないため、審査対象条文とならない。
第 63 条 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備	×	本申請設備に本条文の対象設備は含まれないため、審査対象条文とならない。
第 64 条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備	×	本申請設備に本条文の対象設備は含まれないため、審査対象条文とならない。
第 65 条 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備	×	本申請設備に本条文の対象設備は含まれないため、審査対象条文とならない。

○：適用条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文
△：適用条文であるが、既に適合性が確認されている条文、又は工事計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文
×：適用を受けない条文

第 1-2-2 表 適用条文の整理結果 (7/8)

技術基準規則	適用要否 判 断	理 由
第 66 条 原子炉格納容器下部の溶 融炉心を冷却するための 設備	×	本申請設備に本条文の対象設備は含まれないため、審査対象条 文とならない。
第 67 条 水素爆発による原子炉格 納容器の破損を防止する ための設備	×	本申請設備に本条文の対象設備は含まれないため、審査対象条 文とならない。
第 68 条 水素爆発による原子炉建 屋等の損傷を防止するた めの設備	×	本申請設備に本条文の対象設備は含まれないため、審査対象条 文とならない。
第 69 条 使用済燃料貯蔵槽の冷却 等のための設備	×	本申請設備に本条文の対象設備は含まれないため、審査対象条 文とならない。
第 70 条 工場等外への放射性物質 の拡散を抑制するための 設備	×	本申請設備に本条文の対象設備は含まれないため、審査対象条 文とならない。
第 71 条 重大事故等の収束に必要 となる水の供給設備	×	本申請設備に本条文の対象設備は含まれないため、審査対象条 文とならない。
第 72 条 電源設備	×	本申請設備に本条文の対象設備は含まれないため、審査対象条 文とならない。
第 73 条 計装設備	×	本申請設備に本条文の対象設備は含まれないため、審査対象条 文とならない。
第 74 条 原子炉制御室	×	本申請設備に本条文の対象設備は含まれないため、審査対象条 文とならない。
第 75 条 監視測定設備	×	本申請設備に本条文の対象設備は含まれないため、審査対象条 文とならない。
第 76 条 緊急時対策所	△	本申請において、本条文に係る設備に変更はなく、及びそれ らの運用の変更は伴わないことから、審査対象条文とならない。 なお、本申請において、通信連絡設備のうち衛星電話(固定)を、 衛星電話(津波防護用)として一部兼用するため、これにかかる 記載を変更する。

○：適用条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文
△：適用条文であるが、既に適合性が確認されている条文、又は工事計
画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文
×：適用を受けない条文

第 1-2-2 表 適用条文の整理結果 (8/8)

技術基準規則	適用要否 判 断	理 由
第 77 条 通信連絡を行うために必要な設備	△	本申請において、本条文に關係する設備に変更はなく、及びそれらの運用の変更は伴わないことから、審査対象条文とならない。 なお、本申請において、通信連絡設備のうち衛星電話(固定)を、衛星電話(津波防護用)として一部兼用するため、これにかかる記載を変更する。
第 78 条 準用	×	本申請設備に火力設備等に関連する設備は含まれないため、審査対象条文とならない。

○：適用条文であり、今回の申請で適合性を確認する必要がある条文
 △：適用条文であるが、既に適合性が確認されている条文、又は工事計画に係る内容に影響を受けないことが明確に確認できる条文
 ×：適用を受けない条文

1. 3 設計及び工事の計画における添付書類の整理について

本章では、高浜発電所の津波警報等が発表されない可能性のある津波への対応に係る設工認に添付する書類について「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」に基づき整理する。整理結果を第 1-3-1 表に示す。

第 1-3-1 表 本申請に添付する書類の整理結果 (1/6)

実用発電用原子炉の設置、 運転等に関する規則 別表第二添付書類	添付の要否 (○・×)	理由
○各発電用原子炉施設に共通		
送電関係一覧図	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
急傾斜地崩壊危険区域内において行う制限工事に係る場合は、当該区域内の急傾斜地の崩壊の防止措置に関する説明書	×	本申請に伴い影響するものではなく、急傾斜地崩壊危険区域内ではないことから不要。
工場又は事業所の概要を明示した地形図	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
主要設備の配置の状況を明示した平面図及び断面図	×	本申請は、発電用原子炉施設全体の申請ではなく、一部の施設の局所的な改造であることから不要。
単線結線図	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
新技術の内容を十分に説明した書類	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
発電用原子炉施設の熱精算図	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
熱出力計算書	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書	○	設置変更許可の変更内容と本申請内容との整合性を示す必要であるため添付する。
排気中及び排水中の放射性物質の濃度に関する説明書	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
人が常時勤務し、又は頻繁に出入する工場又は事業所内の場所における線量に関する説明書	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書	○	本申請設備の技術基準規則第 6 条及び第 51 条への適合性を示す必要があるため添付する。

第 1-3-1 表 本申請に添付する書類の整理結果 (2/6)

実用発電用原子炉の設置、 運転等に関する規則 別表第二 添付書類	添付の要否 (○・×)	理由
放射性物質により汚染するおそれがある管理区域並びにその地下に施設する排水路並びに当該排水路に施設する排水監視設備及び放射性物質を含む排水を安全に処理する設備の配置の概要を明示した図面	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
取水口及び放水口に関する説明書	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
設備別記載事項の設定根拠に関する説明書	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
環境測定装置（放射線管理用計測装置に係るものを除く。）の構造図及び取付箇所を明示した図面	○ (1・2号機) × (3・4号機)	1・2号機については、本申請設備（2号機海水ポンプ室に設置する潮位計）の技術基準規則第6条及び第51条への適合性を示す必要があるため図面を添付する。3・4号機については、本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
クラス1 機器及び炉心支持構造物の応力腐食割れ対策に関する説明書	×	本申請は、クラス1 機器及び炉心支持構造物に係る工事ではないことから不要。
安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書	○	本申請設備が使用される条件の下における健全性について、技術基準規則第14条及び第15条への適合性を示す必要があるため添付する。
発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。

第 1-3-1 表 本申請に添付する書類の整理結果 (3/6)

実用発電用原子炉の設置、 運転等に関する規則 別表第二 添付書類	添付の可否 (○・×)	理由
発電用原子炉施設の蒸気タービン、 ポンプ等の損壊に伴う飛散物による 損傷防護に関する説明書	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから 不要。
通信連絡設備に関する説明書及び取 付箇所を明示した図面	説明書：○ 図面：○	説明書及び図面については、本申請において、通 信連絡設備のうち衛星電話(固定)を、衛星電話 (津波防護用)として一部兼用するため、これに かかる記載を変更する必要があることから添付 する。 図面については、本申請に伴い変更がなく、影響 がないことから不要。
安全避難通路に関する説明書及び安 全避難通路を明示した図面	説明書：× 図面：×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから 不要。
非常用照明に関する説明書及び取付 箇所を明示した図面	説明書：× 図面：×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから 不要。

第 1-3-1 表 本申請に添付する書類の整理結果 (4/6)

実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則 別表第二添付書類	添付の要否 (○・×)	理由
○計測制御系統施設		
計測制御系統施設に係る機器 (計測装置を除く。)の配置を明示した図面及び系統図	配置図：× 系統図：×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
制御能力についての計算書	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
耐震性に関する説明書(支持構造物を含めて記載すること。)	○	本申請設備の技術基準規則第 5 条への適合性を示す必要があるため添付する。
強度に関する説明書(支持構造物を含めて記載すること。)	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
構造図	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
計測装置の構成に関する説明書、計測制御系統図及び検出器の取付箇所を明示した図面並びに計測範囲及び警報動作範囲に関する説明書	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
原子炉非常停止信号の作動回路の説明図及び設定値の根拠に関する説明書	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
工学的安全施設等の起動(作動)信号の起動(作動)回路の説明図及び設定値の根拠に関する説明書	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
デジタル制御方式を使用する安全保護系等の適用に関する説明書	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。

第 1-3-1 表 本申請に添付する書類の整理結果 (5/6)

実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則 別表第二添付書類	添付の要否 (○・×)	理由
発電用原子炉の運転を管理するための制御装置に係る制御方法に関する説明書	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
中央制御室の機能に関する説明書、中央制御室外の原子炉停止機能及び監視機能並びに緊急時制御室の機能に関する説明書	○	本申請設備について、外部状況を把握する設備としての技術基準規則第 38 条への適合性を示す必要があるため添付する。
安全弁の吹出量計算書 (バネ式のものに限る。)	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。

第 1-3-1 表 本申請に添付する書類の整理結果 (6/6)

実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則 別表第二添付書類	添付の可否 (○・×)	理由
○その他発電用原子炉の附属施設 浸水防護施設		
浸水防護施設に係る機器の配置を明示した図面及び系統図	図面：○ 系統図：×	図面については、本申請設備の技術基準規則第 6 条及び第 51 条への適合性を示す必要があるため添付する。 系統図については、本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
耐震性に関する説明書（支持構造物を含めて記載すること。）	○	本申請設備の技術基準規則第 5 条への適合性を示す必要があるため添付する。
強度に関する説明書（支持構造物を含めて記載すること。）	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
構造図	○	本申請設備の技術基準規則第 6 条及び第 51 条への適合性を示す必要があるため添付する。
○その他発電用原子炉の附属施設 緊急時対策所		
緊急時対策所の設置場所を明示した図面及び機能に関する説明書	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
耐震性に関する説明書（支持構造物を含めて記載すること。）	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
緊急時対策所の居住性に関する説明書	×	本申請に伴い変更がなく、影響がないことから不要。
○「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」（第九条）		
設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書	○	本申請に伴う品質管理の方法等のプロセス確認のため、添付する。

1. 4 設計及び工事計画（変更）認可申請書の記載概要について

本章では、1. 2章及び1. 3章の整理を踏まえ、設工認の本文（要目表及び基本設計方針）及び添付資料の記載概要を示す。本文の記載概要を第1-4-1表、添付資料の記載概要を第1-4-2表に示す。

第1-4-1表 設工認本文の記載概要（1/2）

施設の種類の種類		本文の記載概要（既工認からの変更箇所）	
		要目表	基本設計方針
計測制御 系統施設		以下を変更 ○中央制御室機能（以下の設備にかかる記載を追加する） ・潮位観測システム（防護用）（4号機設備、1・2・3・4号機共用） ・潮位観測システム（補助用）（4号機設備、1・2・3・4号機共用） ・潮位計（1号機設備、1・2号機共用） ・潮位計（3号機設備、3・4号機共用）	○「第2章 個別項目 1.4.1 通信連絡設備（発電所内）」について、衛星電話（固定）を、衛星電話（津波防護用）として一部兼用することにかかる記載を変更する。
その他 発電用 原子炉 の 附属 施設	浸水防 護施設	以下を追加 ○潮位観測システム（防護用）（4号機設備、1・2・3・4号機共用）	○「第2章 個別項目」について、津波警報等が発表されない可能性のある津波に対する耐津波設計（取水路防潮ゲートの閉止判断基準の設定方法や津波防護施設としての潮位観測システム（防護用）の設計等）にかかる記載を追記する。
	緊急時 対策所	変更なし	○「第2章個別項目 1.1 緊急時対策所の設置等」について、衛星電話（固定）を、衛星電話（津波防護用）として一部兼用することにかかる記載を変更する。

第 1-4-2 表 設工認添付資料の記載概要 (2/2)

添付資料*		記載概要
資料 1	発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書	本申請が設置変更許可申請書の基本方針に従った詳細設計であることについて、設置変更許可申請書本文の変更箇所と設工認本文との整合性により示す。
資料 2	発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書	津波警報等が発表されない可能性のある津波に対する耐津波設計（取水路防潮ゲートの閉止判断基準の設定方法や津波防護施設としての潮位観測システム（防護用）の設計等）について説明する。
資料 3 (資料 6)	安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書	安全設備である潮位観測システム（防護用）の「多様性及び位置的分散」、「悪影響防止」、「環境条件等」並びに「操作性及び試験・検査性」について説明する。
資料 4 (資料 10)	通信連絡設備に関する説明書	通信連絡設備のうち衛星電話（固定）は、本申請において衛星電話（津波防護用）として一部兼用するため、これにかかる変更を踏まえた、通信連絡を行うために必要な設備について説明する。
資料 5 (資料 13)	耐震性に関する説明書	耐震重要度 S クラスに分類される潮位観測システム（防護用）及び潮位計が、基準地震動 Ss による地震力に対し、その機能を喪失しないために必要な耐震性を有していることを説明する。
資料 6 (資料 17、 48)	設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書	本申請の品質管理の実績・計画について説明する。
資料 7 (資料 31)	中央制御室の機能に関する説明書	本申請において、津波警報等が発表されない可能性のある津波に対する耐津波設計として、取水路防潮ゲートの閉止判断基準を中央制御室にて確認する設計とするため、これにかかる変更を踏まえた、中央制御室の機能のうちの外部状況把握に関する機能について説明する。

※カッコ内の添付資料番号は、設計及び工事計画変更認可申請となる 1・2 号機の添付資料番号である。

1. 5 設計及び工事計画（変更）認可申請にかかる技術基準則への適合性について

本章では、1. 2章から1. 4章までの整理を踏まえ、今回の設計及び工事計画（変更）認可申請において、適合性の確認が必要となる技術基準の各条文の適合性を示す。適合性及び適合性を説明する添付資料を第 1-5-1 表に示す。

第 1-5-1 表 技術基準への適合性確認結果 (1/2)

技術基準規則	適合性の確認	添付資料※
第 5 条 地震による損傷の防止	耐震重要度 S クラスに分類される潮位観測システム（防護用）及び潮位計が、基準地震動 Ss による地震力に対して、要求される機能を喪失しないために必要な耐震性を有していることを確認したことから、本条の規定に適合していると判断した。	資料 5 (資料 1 3)
第 6 条 津波による損傷の防止	津波警報等が発表されない可能性のある津波に対する耐津波設計によって、当該の津波に対して、その安全性又は重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないことを確認したことから、本条の規定に適合していると判断した。	資料 2
第 14 条 安全設備	安全設備である潮位観測システム（防護用）について、想定される環境条件において、要求される機能を発揮する設計としていることを確認したことから、本条の規定に適合していると判断した。	資料 3 (資料 6)
第 15 条 設計基準対象施設の機能	安全設備である潮位観測システム（防護用）について、他号機と共用し、又は相互に接続しても原子炉施設の安全性を損なわない設計としていること、保守点検が可能な設計としていること等を確認したことから、本条の規定に適合していると判断した。	資料 3 (資料 6)
第 38 条 原子炉制御室等	中央制御室の機能のうちの外部状況把握に関する機能について、津波警報等が発表されない可能性のある津波に対する耐津波設計として、取水路防潮ゲートの閉止判断基準を中央制御室にて確認する設計としていることを確認したことから、本条の規定に適合していると判断した。	資料 7 (資料 3 1)

※カッコ内の添付資料番号は、設計及び工事計画変更認可申請となる 1・2号機の添付資料番号である。

第 1-5-1 表 技術基準への適合性確認結果 (2/2)

技術基準規則	適合性の確認	添付資料※
<p>第 51 条 津波による損傷の防止</p>	<p>本申請により設置する機器は、設計基準対象施設の津波防護及び津波監視を目的とする第 6 条要求設備であるとともに、重大事故等対処施設及び特定重大事故等対処施設の津波防護及び津波監視を目的とする第 51 条要求設備であり、第 6 条要求事項を満足することにより第 51 条要求事項も満足した設計となることから、本条の規定に適合していると判断した。</p>	<p>資料 2</p>

※カッコ内の添付資料番号は、設計及び工事計画変更認可申請となる 1・2 号機の添付資料番号である。

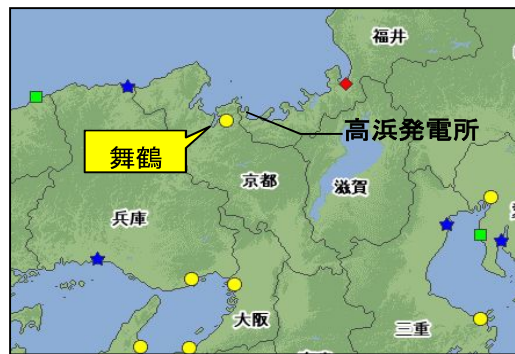
2.1 潮位観測記録の考え方について

設定した潮位のバラツキ等を把握するために、潮位観測記録を用いて評価を実施した。

舞鶴観測所は高浜発電所の敷地近傍にあり、発電所と同様に若狭湾に面した海に設置されていることから、潮位に関する気象・海象的な傾向は類似している。観測地点の位置を第 2-1-1 図に示す。

過去 5 ヶ年（2007 年 1 月～2011 年 12 月）の朔望平均潮位に関するデータ分析の結果を第 2-1-1 表及び第 2-1-2 図に示す。標準偏差は満潮位で 0.15m、干潮位で 0.17m となった。

また、高浜発電所における過去 1 年間の潮位観測について、舞鶴検潮所と比較した結果、潮位の差はほとんど見られなかった。高浜原子力発電所における潮位観測地点の位置図を第 2-1-3 図に、高浜発電所と舞鶴検潮所の日最大潮位・日最小潮位の比較を第 2-1-4 図に示す。

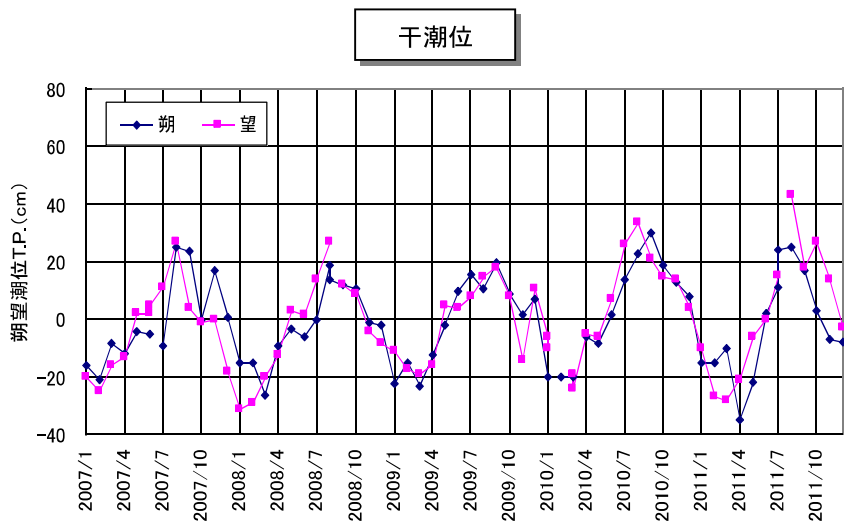
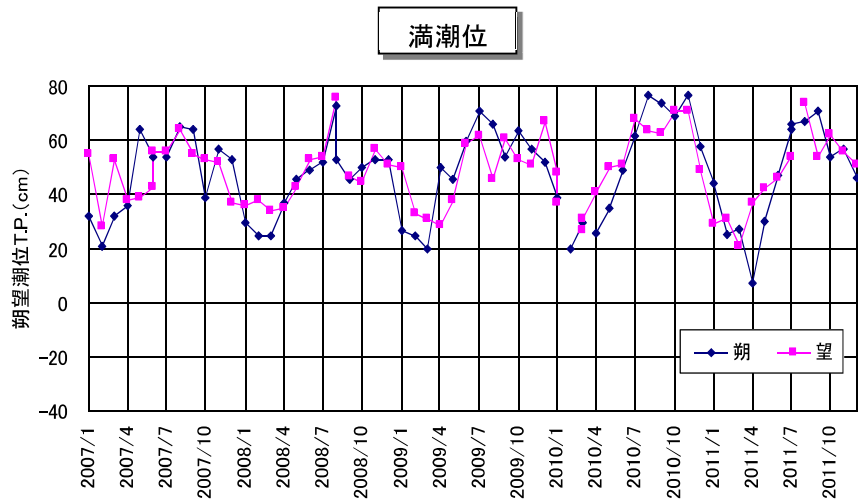


第 2-1-1 図 高浜発電所における潮位観測地点の位置図

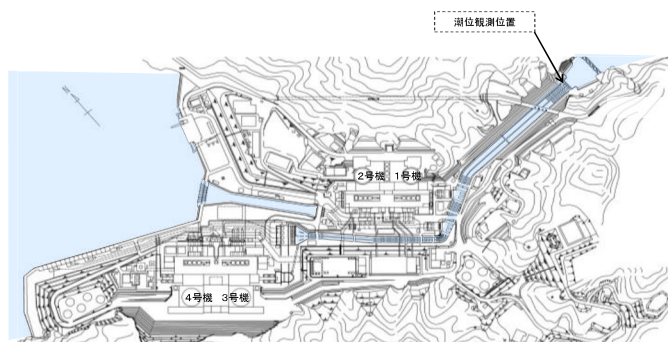
第 2-1-1 表 朔望平均満干潮位に関するデータ分析

	満潮位	干潮位
最大値	T. P. +0.77m	T. P. +0.43m
平均値	T. P. +0.49m	T. P. -0.01m
最小値	T. P. +0.07m	T. P. -0.36m
標準偏差	0.15m	0.17m

観測地点「舞鶴」、気象庁ホームページ（分析対象期間：2007 年 1 月～2011 年 12 月）

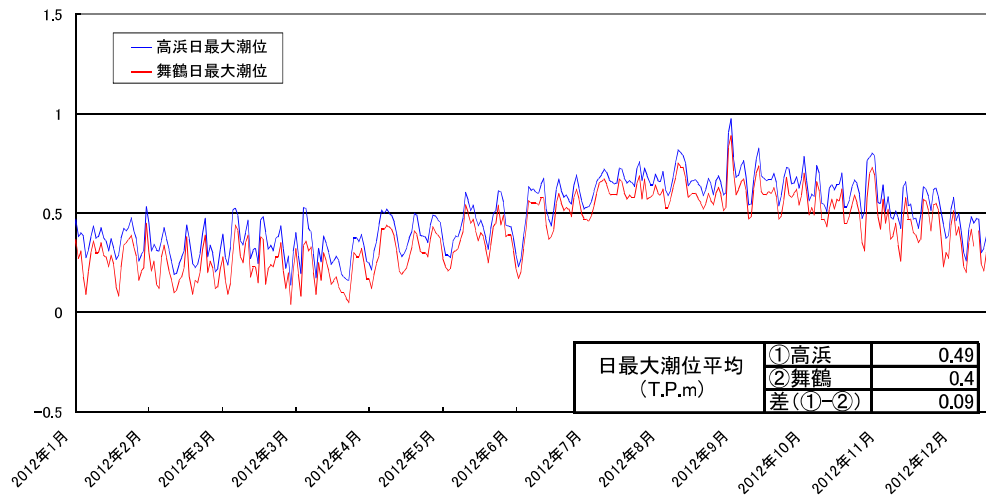


第 2-1-2 図 観測地点舞鶴検潮所における潮位の推移

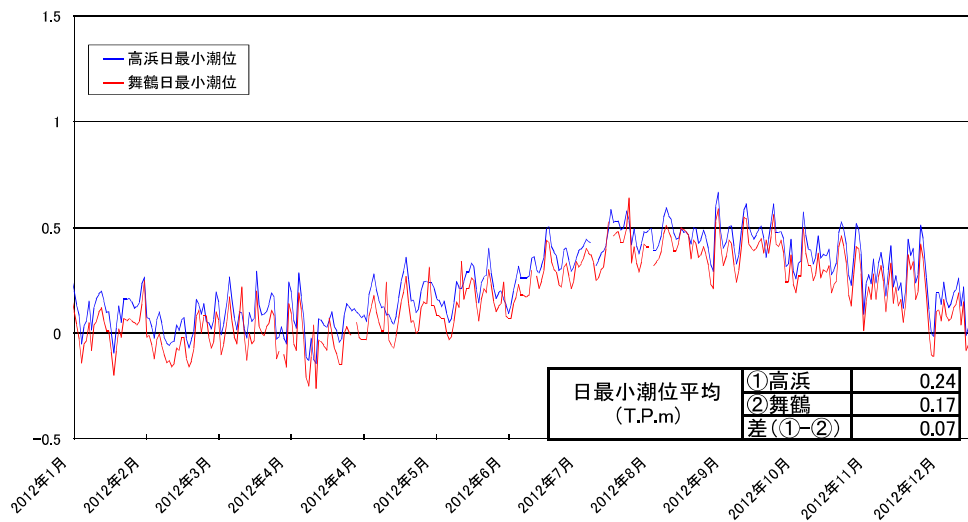


第 2-1-3 図 高浜発電所における潮位観測地点の位置図

日最大潮位



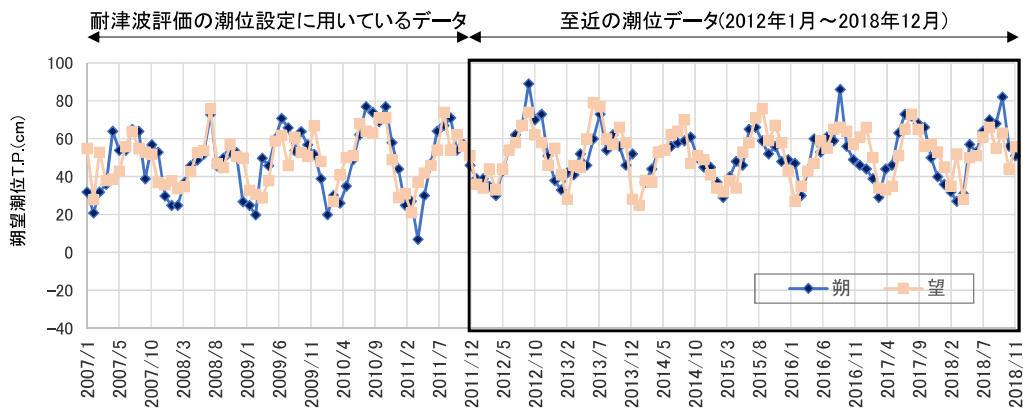
日最小潮位



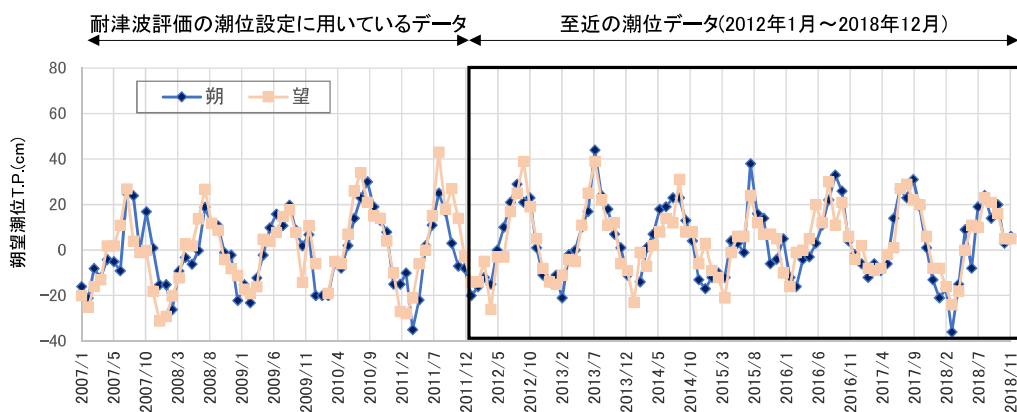
第 2-1-4 図 高浜発電所と観測地点舞鶴検潮所の日最大潮位・日最小潮位の比較

至近の潮位データの整理について

基準津波の策定における評価期間（2007年1月～2011年12月）に加えて、至近の2018年までの過去12ヵ年（2007年1月～2018年12月）のデータを分析した結果、朔望平均満潮位の平均値はT.P.+0.51m、朔望平均干潮位の平均値はT.P.+0.03m、標準偏差は満潮位で0.15m、干潮位で0.17mとなった。過去5ヵ年（2007年1月～2011年12月）のデータ分析結果と比較した結果を図-1及び表-1に示す。表-1より、至近の2018年までのデータを追加した場合でも、潮位のばらつき（標準偏差）はほぼ同等であることを確認した。



(a) 満潮位



(b) 干潮位

図-1 各月の朔望平均満干潮位の推移

(観測地点「舞鶴」、気象庁ホームページ (対象期間：2007年1月～2018年12月))

表-1 データ分析結果の比較（朔望平均満干潮位）

	満潮位		干潮位	
	過去5ヵ年 (2007年1月～ 2011年12月)	過去12ヵ年 (2007年1月～ 2018年12月)	過去5ヵ年 (2007年1月～ 2011年12月)	過去12ヵ年 (2007年1月～ 2018年12月)
最大値	T. P. +0. 77m	T. P. +0. 89m	T. P. +0. 43m	T. P. +0. 44m
平均値	T. P. +0. 49m	T. P. +0. 51m	T. P. -0. 01m	T. P. +0. 03m
最小値	T. P. +0. 07m	T. P. +0. 07m	T. P. -0. 36m	T. P. -0. 37m
標準偏差	0. 15m	0. 15m	0. 17m	0. 17m

2.2 港湾内の局所的な海面の励起について

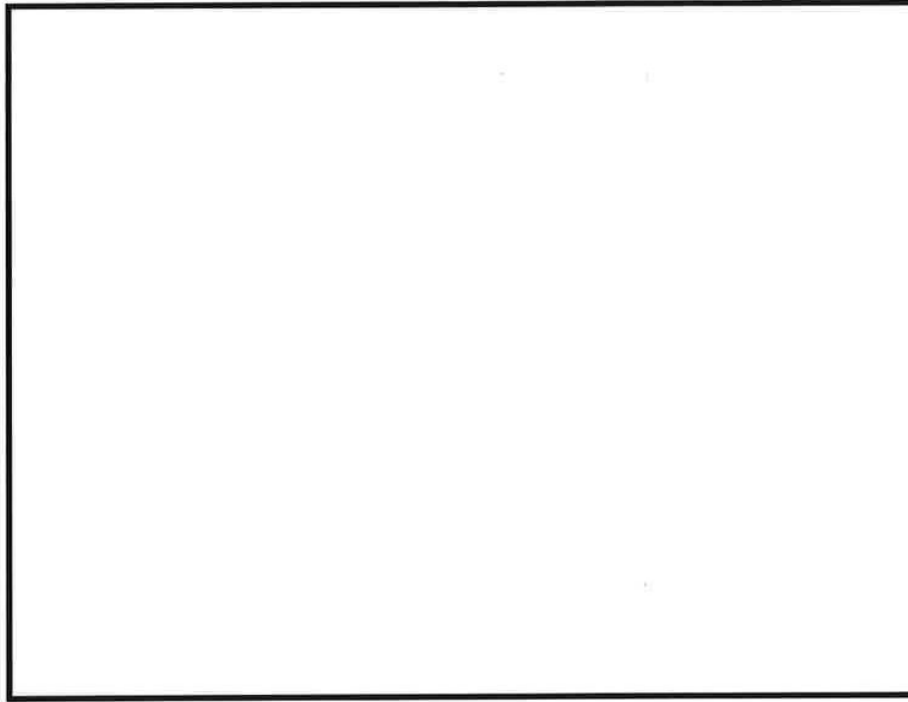
第 2-2-1 図～第 2-2-4 図に基準津波 1、2、3 及び 4 による最大水位上昇量分布を、第 2-2-5 図～第 2-2-14 図に取水口側及び放水口側での時刻歴波形の地点別比較を示す。

第 2-2-1 図～第 2-2-4 図に示すとおり、発電所周辺での最大水位上昇量や水位の分布傾向に大きな差異はなく、取・放水口近傍の局所的な励起は生じていない。

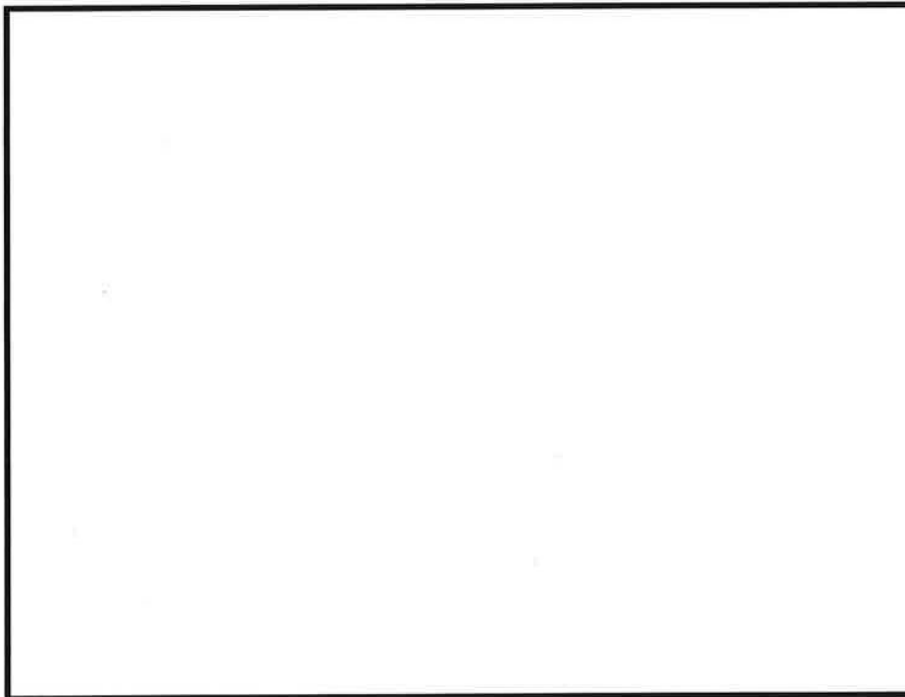
次に、第 2-2-5 図～第 2-2-14 図は津波の伝播経路を考慮し、基準津波 1、3 及び 4 については①取水口前面→②取水路防潮ゲート前面、及び①'放水口前面→②'放水路（奥）の時刻歴波形をそれぞれ重ね合わせている。また、基準津波 2 については①取水口前面→②3,4 号機循環水ポンプ室前面、及び①'放水口前面→②'放水路（奥）の時刻歴波形をそれぞれ重ね合わせている。

基準津波 1、2、3 及び 4 ともに、外海に面した①、①' と開水路最奥部となる②、②' の時刻歴波形を比較した結果、①、①' に比べて全振幅が若干大きくなる程度で、周期特性や時間の経過に伴う津波の減衰傾向に大差はなく、湾内の固有周期との共振による特異な増幅は生じていない。

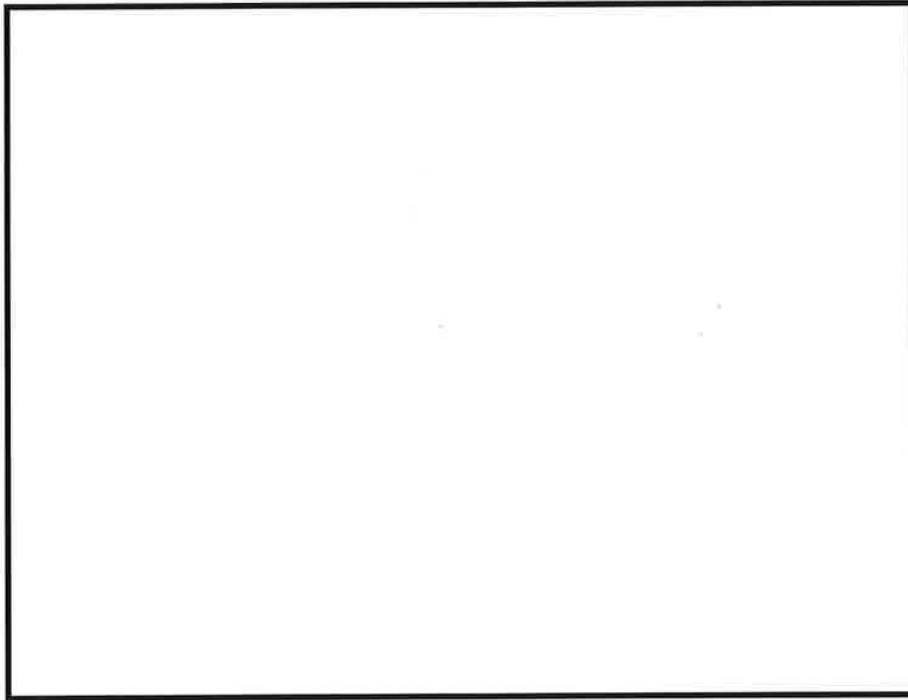
また、1 号機及び 2 号機海水ポンプ室については、管路（非常用海水路）を通じて、3、4 号機海水ポンプ室については、管路（海水取水トンネル及び海水路）を通じて取水経路とつながっていることから他の評価点と水理特性が異なるが、第 2-2-7 図、第 2-2-9 図及び第 2-2-10 図に示すとおり、基準津波 2 の時刻歴波形について、3、4 号機循環水ポンプ室とはほぼ同様の傾向を示すことを確認している。



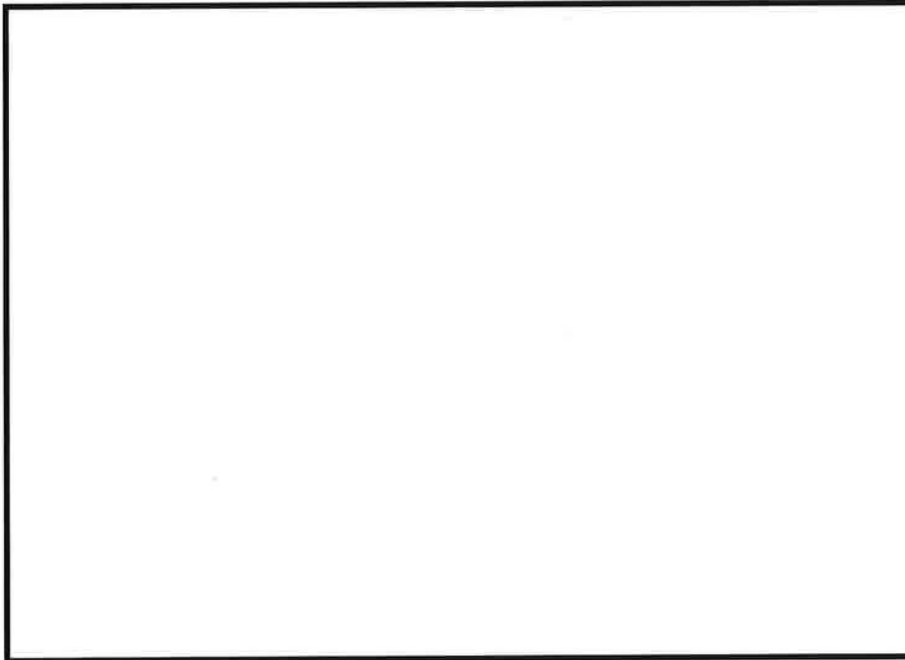
第 2-2-1 図 最大水位上昇量分布図（基準津波 1）



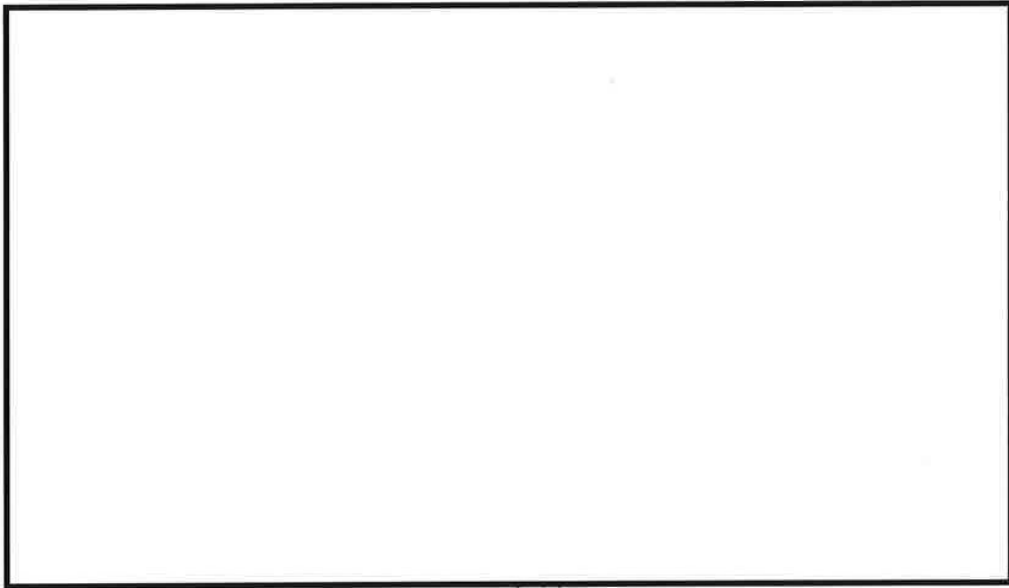
第 2-2-2 図 最大水位上昇量分布図（基準津波 2）



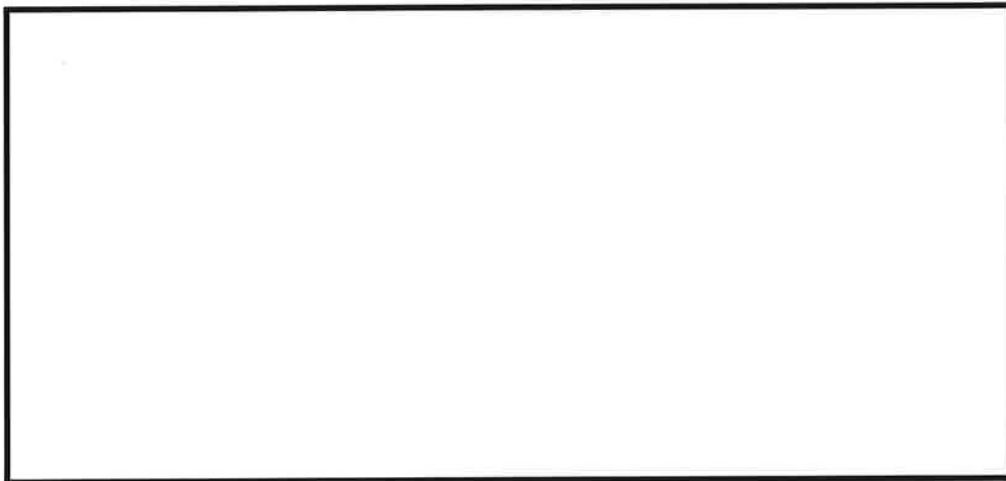
第 2-2-3 図 最大水位上昇量分布図 (基準津波 3)



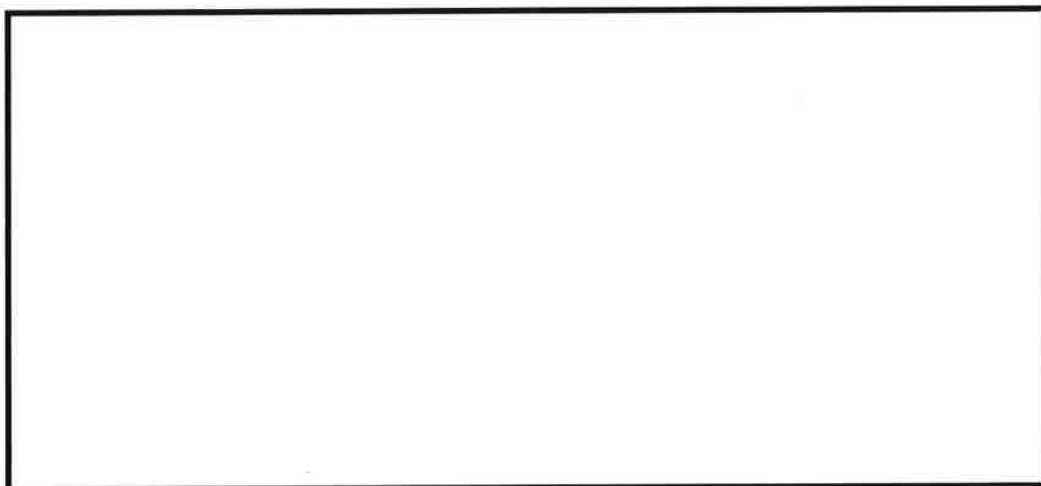
第 2-2-4 図 最大水位上昇量分布図 (基準津波 4)



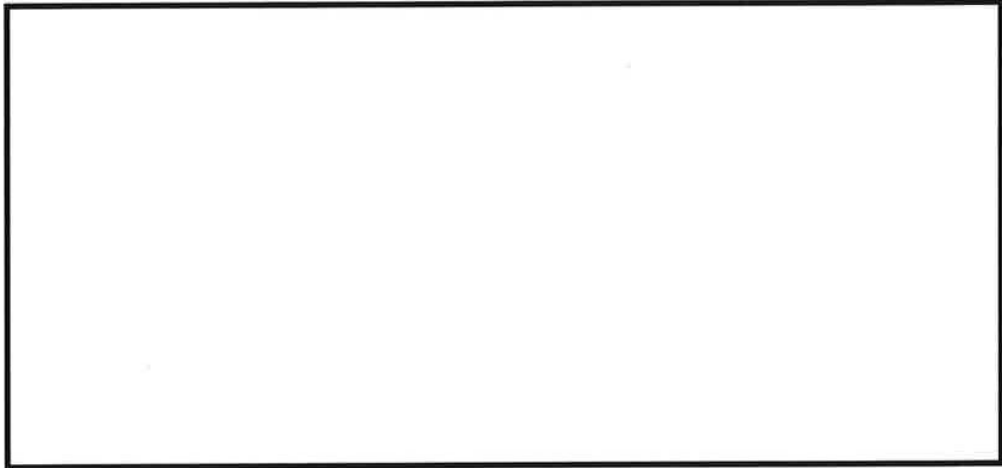
第 2-2-5 図 基準津波 1 における取水口前面及び取水路防潮ゲート前面の時刻歴波形



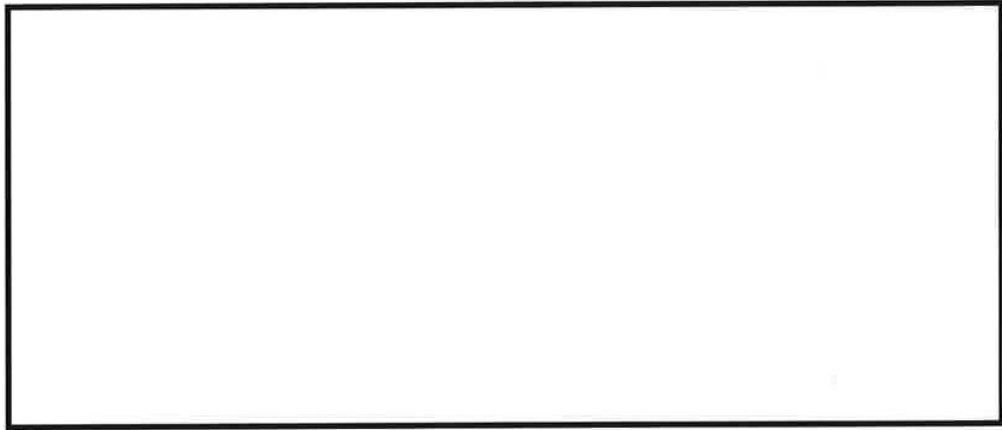
第 2-2-6 図 基準津波 1 における放水口前面及び放水路（奥）の時刻歴波形



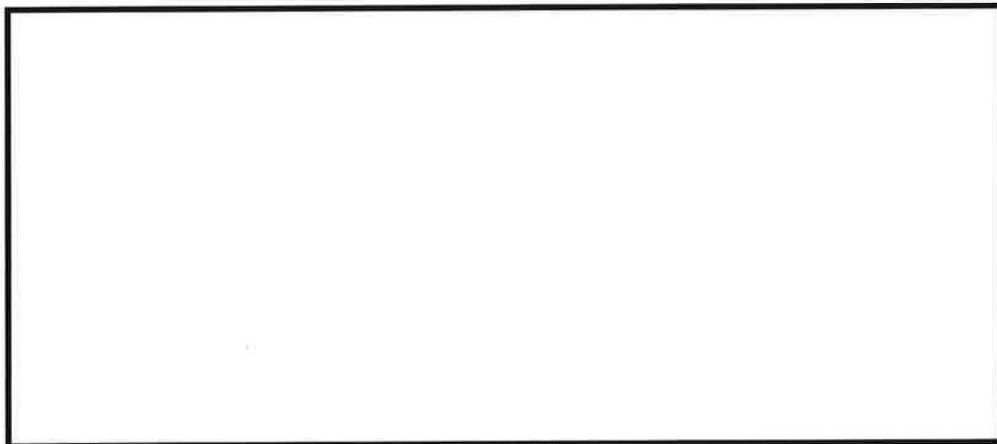
第 2-2-7 図 基準津波 2 における取水口前面及び 3, 4 号機循環水ポンプ室前の時刻歴波形



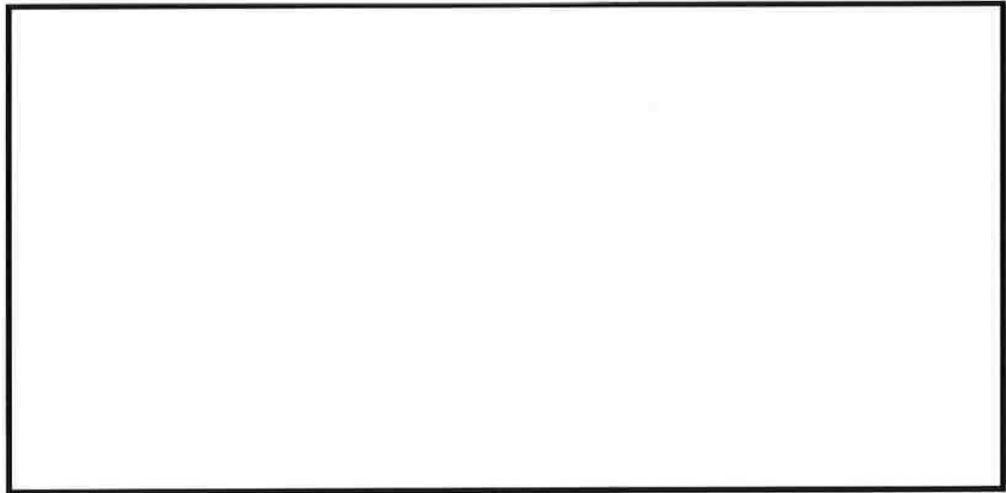
第 2-2-8 図 基準津波 2 における放水口前面と放水路（奥）の時刻歴波形



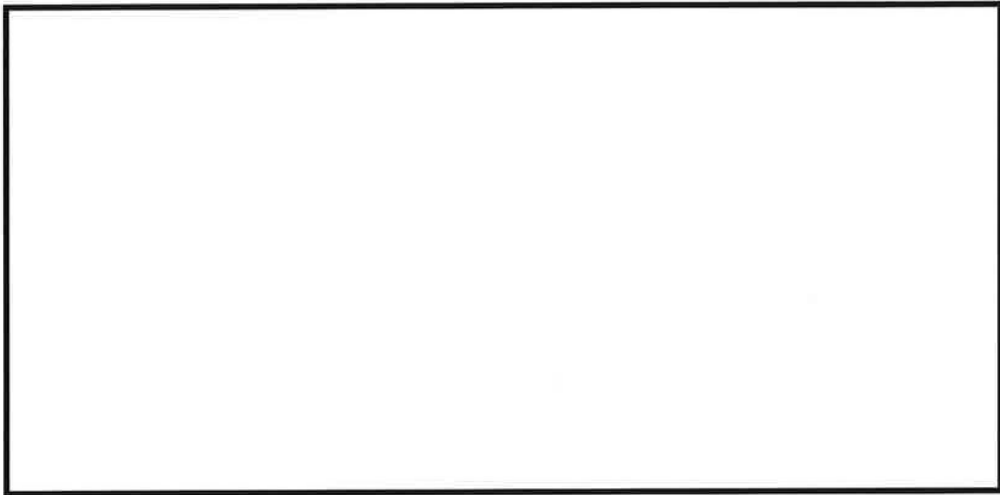
第 2-2-9 図 基準津波 2 における取水口前面、1 号機及び 2 号機海水ポンプ室前面の時刻歴波形



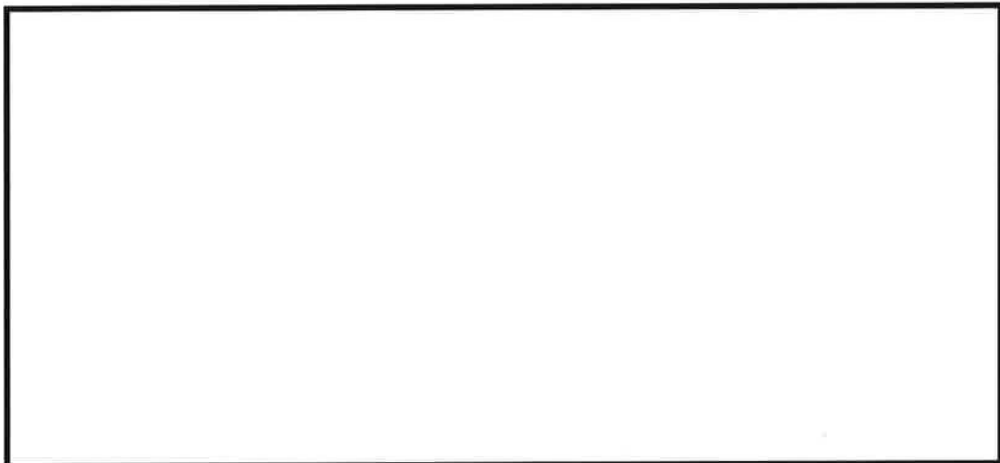
第 2-2-10 図 基準津波 2 における取水口前面、3, 4 号機海水ポンプ室前面の時刻歴波形



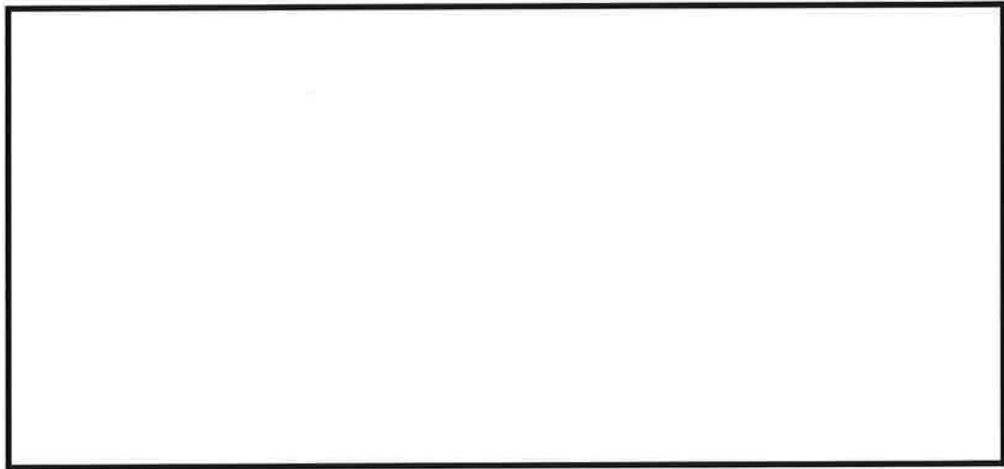
第 2-2-11 図 基準津波 3 における取水口前面及び取水路防潮ゲート前面の時刻歴波形



第 2-2-12 図 基準津波 3 における放水口前面及び放水路（奥）の時刻歴波形



第 2-2-13 図 基準津波 4 における取水口前面及び取水路防潮ゲート前面の時刻歴波形



第 2-2-14 図 基準津波 4 における放水口前面及び放水路（奥）の時刻歴波形

2.3 管路解析のモデルについて

基準津波の選定において、津波に伴う水位変動の評価は、非線形長波理論に基づき、差分スキームとして Staggered Leap-frog 法を採用した平面二次元モデルによる津波シミュレーションプログラムを用いて実施した。

津波シミュレーションに用いる数値計算モデルについては、各海水ポンプ室までの水理特性を考慮した詳細格子分割の数値計算モデル（以下「詳細数値計算モデル」という。）を基本とし、パラメータスタディや津波ハザード評価の計算には、取水口及び放水口の前面で完全反射条件とした概略数値計算モデルを用いた。

計算上考慮している水深分布図を第 2-3-1 図に、概略数値計算モデルの計算条件及び計算モデルを第 2-3-1 表と第 2-3-2 図に、詳細数値計算モデルの計算条件及び計算モデルを第 2-3-2 表と第 2-3-3 図に示す。また、津波シミュレーションによる津波水位評価点の位置を第 2-3-4 図に示す。

また、取水路内に設置した取水路防潮ゲート及び放水路付近の敷地を囲むように設置した防潮堤を計算モデルに反映したほか、取水口及び放水口付近の陸側境界条件について陸上遡上を考慮し、取水口及び放水口のカーテンウォールについては、本間公式及び土木研究所（1996）による計算式から、越流量及び開口部通過流量を計算した（第 2-3-5 図、第 2-3-6 図）。

さらに、2 系列ある取水路の防潮ゲートについては、遠隔操作によるゲート閉止に必要な時間を考慮して、閉止時間前に第 1 波のピークが到達する津波に対しては「開」の条件を設定した。また、構内の 2 台の潮位観測システム（防護用）による観測潮位がいずれも 10 分以内に 0.5m 以上下降し、その後、最低潮位から 10 分以内に 0.5m 以上上昇すること、又は 10 分以内に 0.5m 以上上昇し、その後、最高潮位から 10 分以内に 0.5m 以上下降した場合には、取水路防潮ゲート「開→閉」とする条件を設定した。

なお、防潮ゲート「開」時の開口部より上部については、計算上カーテンウォールとして取り扱った。

1 号機及び 2 号機海水ポンプ室の取水経路の一部である非常用海水路並びに 3, 4 号機海水ポンプ室の取水経路の一部である海水路及び海水取水トンネルについては、平面二次元モデルによる津波シミュレーションに仮想スロットモデルによる一次元不定流計算を接続して検討を行った（第 2-3-7 図）。

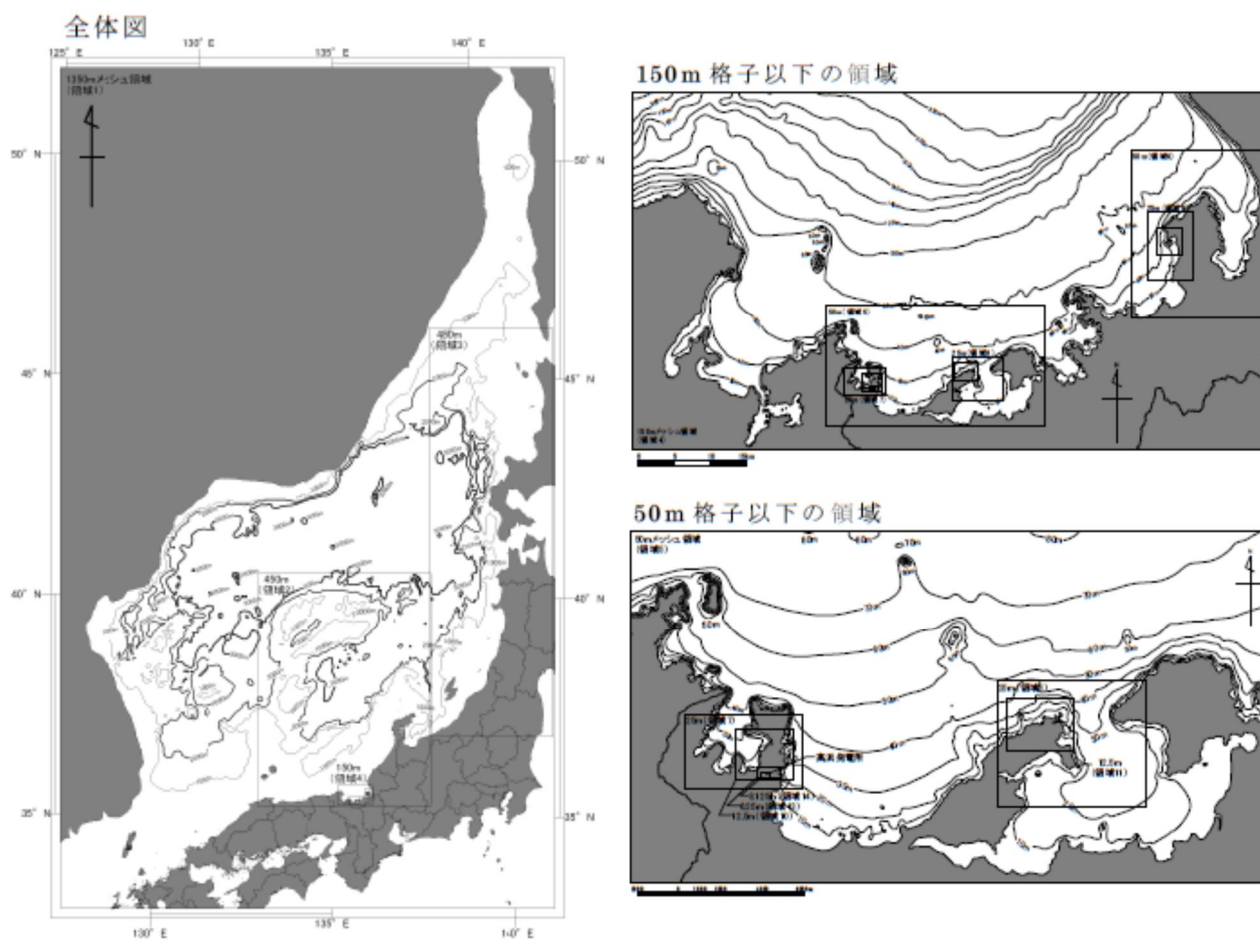
第 2-3-1 表 津波シミュレーションの概略計算手法および計算条件

設定項目		設定値	
津波計算	基礎方程式	非線形長波理論式及び連続式（後藤・小川(1982) ⁽⁹⁾ ）	
	変数配置および 差分スキーム	Staggered Leap-frog法	
計算条件等	計算領域	対馬海峡から間宮海峡に至る東西方向約1,500km, 南北方向約2,000km	
	空間格子間隔	1,350m→450m→150m→50m→25m→12.5m	
	時間格子間隔	0.3秒 安定条件（CFL条件）を十分満足するように設定	
	初期条件	断層モデルを用いて、Mansinha and Smylie(1971) ⁽¹⁰⁾ の方法により計算される海底面の鉛直変位分布を初期条件とする	
	境界 条件	沖側 境界	特性曲線法をもとに誘導される自由透過の条件 （後藤・小川(1982) ⁽⁹⁾ ）
		陸域 境界	完全反射条件
	海底摩擦	マンニングの粗度係数 $n=0.030$ （土木学会(2016) ⁽⁸⁾ ）	
	水平渦動粘性係数	$0\text{m}^2/\text{s}$	
	計算時間	3.0時間（日本海東縁部のケースは6.0時間）	
	計算潮位	T.H. <input type="text"/> m	
津波水位評価	cmを切り上げ、10cm単位で評価		

第 2-3-2 表 津波シミュレーションの詳細計算手法および計算条件

設定項目		設定値	
津波計算	基礎方程式	非線形長波理論式及び連続式 (後藤・小川(1982) ⁽⁹⁾)	
	変数配置および差分スキーム	Staggered Leap-frog 法	
計算条件等	計算領域	対馬海峡から間宮海峡に至る東西方向約 1,500km, 南北方向約 2,000km	
	空間格子間隔	1,350m→450m→150m→50m→25m→12.5m→6.25m→3.125m	
	時間格子間隔*	地震	0.05 秒 (取水路防潮ゲート開時は 0.025 秒)
		海底地すべり	0.05 秒 (取水路防潮ゲート開時は 0.025 秒)
		陸上地すべり	0.025 秒
	初期条件	地震	断層モデルを用いて、Mansinha and Smylie(1971) ⁽¹⁰⁾ の方法により計算される海底面の鉛直変位分布を初期条件とする
		海底地すべり	(Watts 他による予測式) Grilli and Watts(2005) ⁽³⁷⁾ 及び Watts et al.(2005) ⁽³⁸⁾ の予測式により計算される初期水位分布を初期条件とする。 (Kinematic モデルによる方法) Kinematic モデルによる方法を用いて算出される時間刻みあたりの地形変化量が、海面水位と海底地形にそのまま反映されるものとする。
		陸上地すべり	(Watts 他による方法) Fritz et al.(2009) ⁽⁴¹⁾ による波源振幅予測式を用いた Grilli and Watts(2005) ⁽³⁷⁾ 及び Watts et al.(2005) ⁽³⁸⁾ による予測式により計算される初期水位分布を初期条件とする。 (運動学的手法) 土砂崩壊シミュレーションによる時間刻みあたりの地形変化量が、海面水位と海底地形にそのまま反映されるものとする。
	境界条件	沖側境界	特性曲線法をもとに誘導される自由透過の条件 (後藤・小川(1982) ⁽⁹⁾)
		陸域境界	完全反射条件 (発電所敷地については遡上境界)
	海底摩擦	マンニングの粗度係数 $n=0.030$ (土木学会(2016) ⁽⁸⁾)	
水平渦動粘性係数	$0\text{m}^2/\text{s}$		
計算時間	3.0 時間 (日本海東縁部のケースは 6.0 時間)		
計算潮位	水位上昇側 T.P. <input type="text"/> m、水位下降側 T.P. <input type="text"/> m		
評価潮位	水位上昇側 T.P. <input type="text"/> m、水位下降側 T.P. <input type="text"/> m 気象庁・舞鶴観潮所のデータによる(2007年1月～2011年12月の5箇年)		
津波水位評価	cm を切り上げ、10cm 単位で評価		

※安定条件(CFL 条件)を十分満足するように設定



第 2-3-1 図 水深分布図

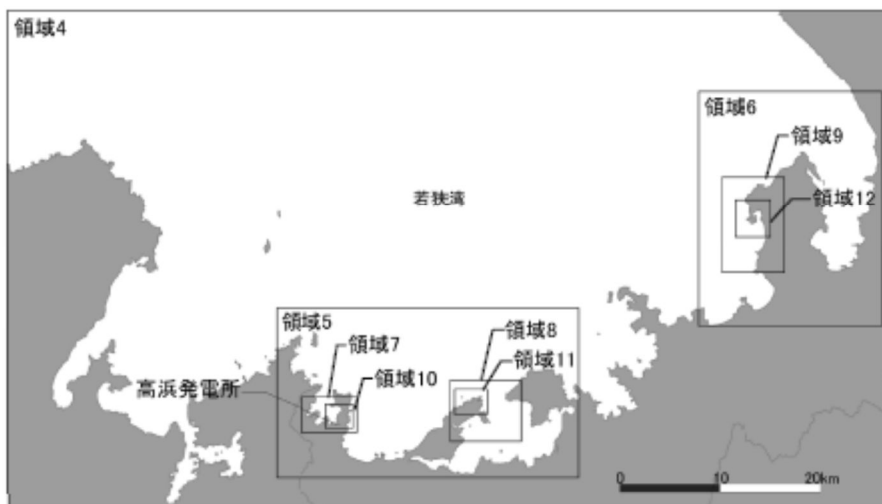


領域番号	空間格子間隔 $\Delta x(\text{m})$	最大水深 $h_{\text{max}}(\text{m})$	CFL条件を満たす $\Delta t(\text{sec})$ ※1
1	1350	3800	4.95
2,3	450	3700	1.67
4	150	240	2.19
5,6	50	90	1.19
7,8,9	25	80	0.63
10,11,12	12.5	60	0.36

※1)

$$\Delta t \leq \frac{\Delta x}{\sqrt{2gh_{\text{max}}}}$$

ここに、
 Δx : 空間格子間隔
 Δt : 時間格子間隔
 h_{max} : 最大水深
 g : 重力加速度



第 2-3-2 図 概略津波計算モデル（津波伝播計算領域及び空間格子間隔）



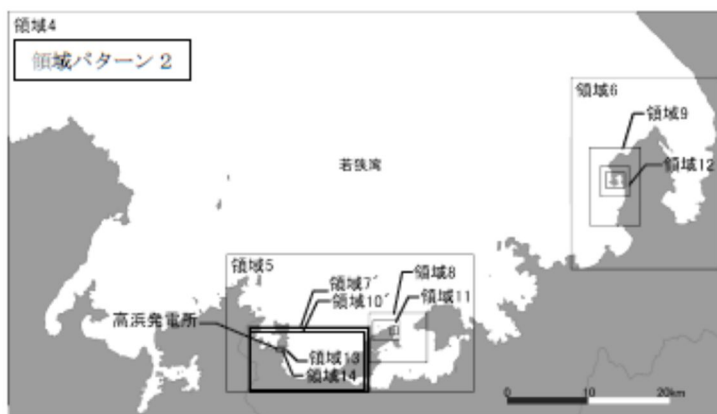
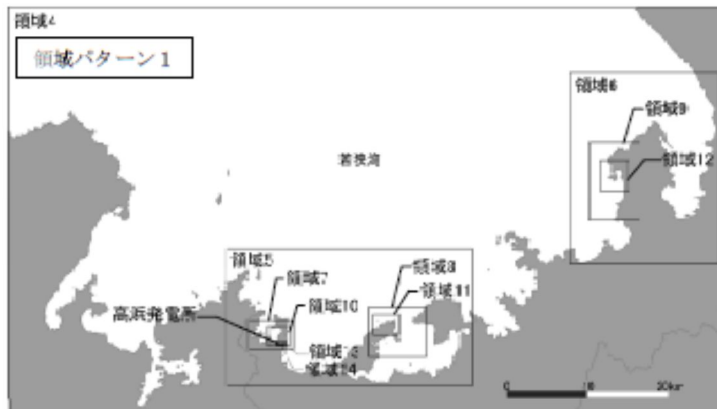
領域番号	空間格子間隔 Δx (m)	最大水深 h_{max} (m)	CFL条件を満たす Δt (sec) ^{※1}
1	1350	3800	4.95
2,3	450	3700	1.67
4	150	240	2.19
5,6	50	90	1.19
7or7 ^{※2} ,8,9	25	80	0.63
10or10 ^{※2} ,11,12	12.5	60	0.36
13	6.25	10	0.44
14	3.125	10	0.22

※1)

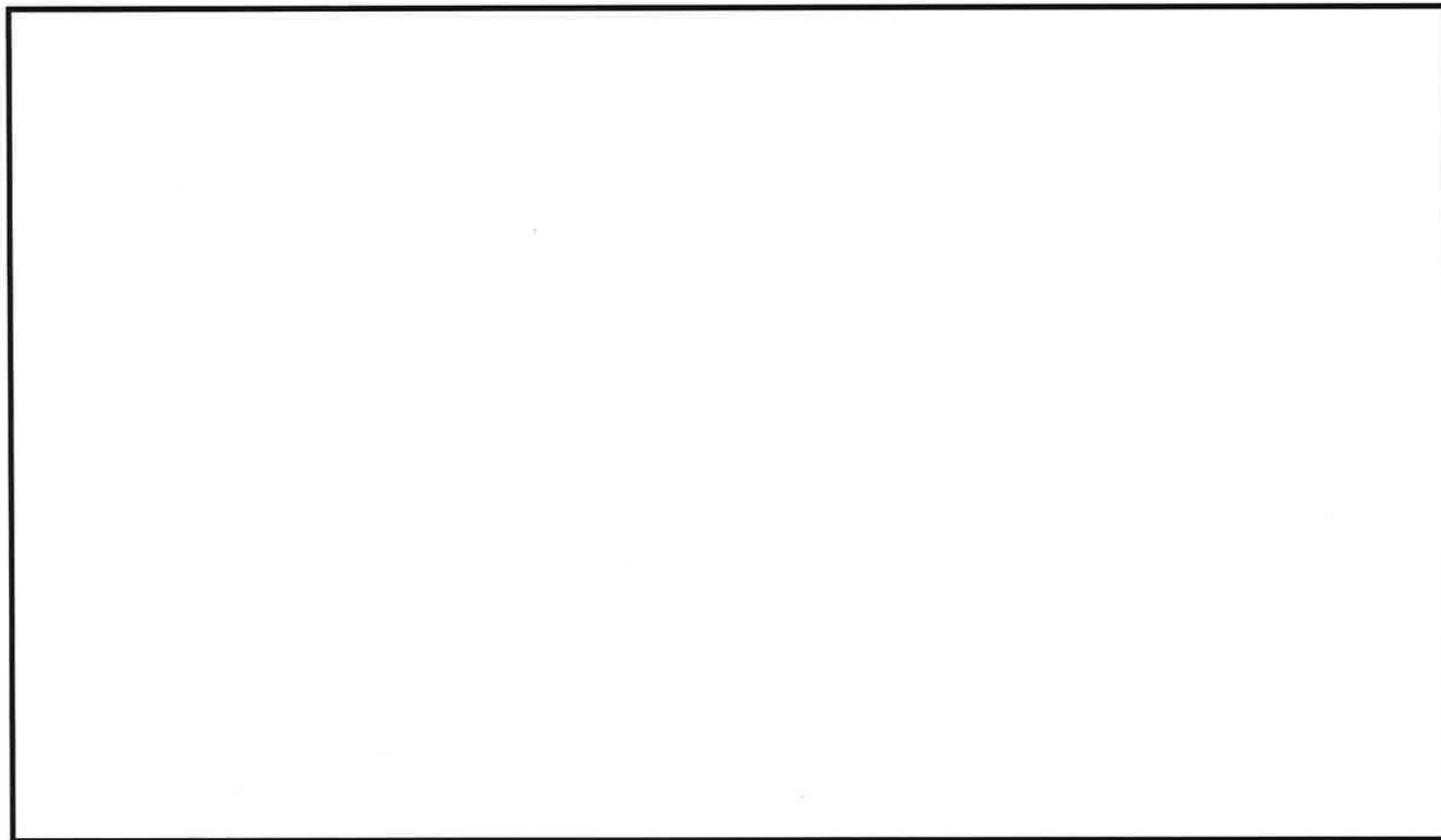
$$\Delta t \leq \frac{\Delta x}{\sqrt{2gh_{max}}}$$

ここに、
 Δx : 空間格子間隔
 Δt : 時間格子間隔
 h_{max} : 最大水深
 g : 重力加速度

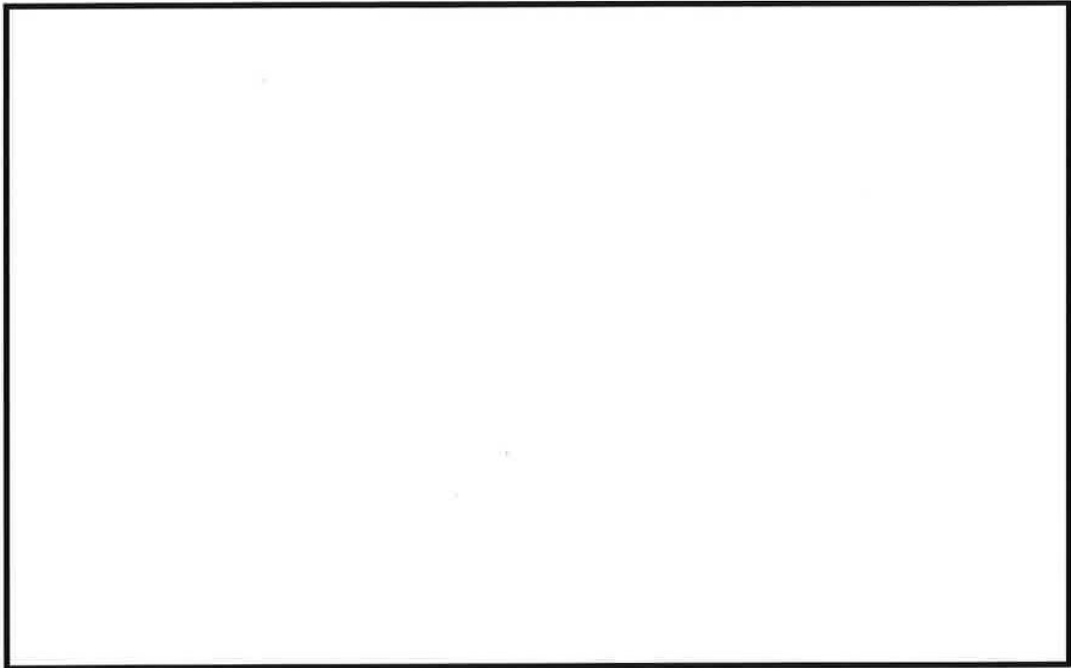
※2) PO-A~PO-B断層~箱川断層、陸上地すべりの計算時には7'及び10' (領域パターン2) を用いている。



第 2-3-3 図 詳細津波計算モデル (津波伝播計算領域及び空間格子間隔)



第 2-3-4 図 詳細津波計算モデル (敷地内)

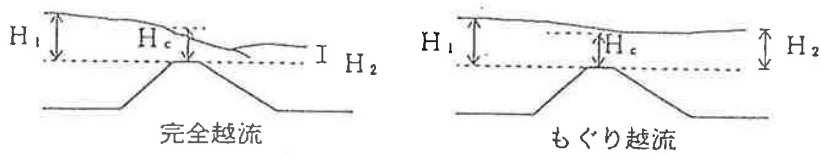


越流量の計算方法(本間公式)

- 高浜発電所の構造物(カーテンウォール、隔壁、角落し)については、水位がその天端を超える場合に本間公式を用いて越流量を計算する。
- 天端高を基準とした防波堤前後の水深を H_1 、 H_2 ($H_1 > H_2$) としたとき、線流量 Q は次式に示すとおりである。

$$Q = 0.35 H_1 \sqrt{2gH_1} \quad ; \quad H_2 \leq 2H_1/3 \quad (\text{完全越流})$$

$$Q = 0.91 H_1 \sqrt{2g(H_1 - H_2)} \quad ; \quad H_2 > 2H_1/3 \quad (\text{もぐり越流})$$

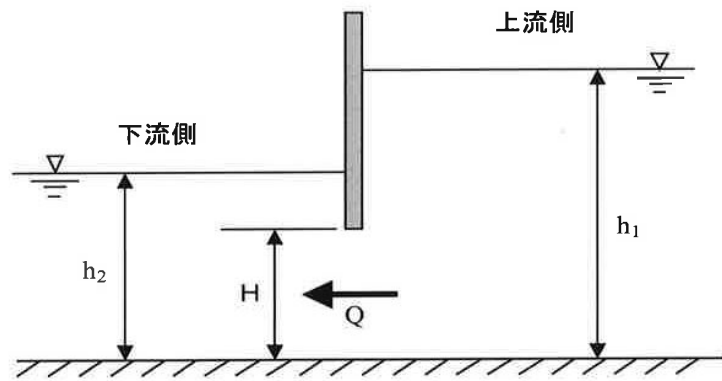


第 2-3-5 図 取水口及び放水口のカーテンウォール(1/2)

カーテンウォールの通過流量の計算方法(土木研究所(1996)の計算式)

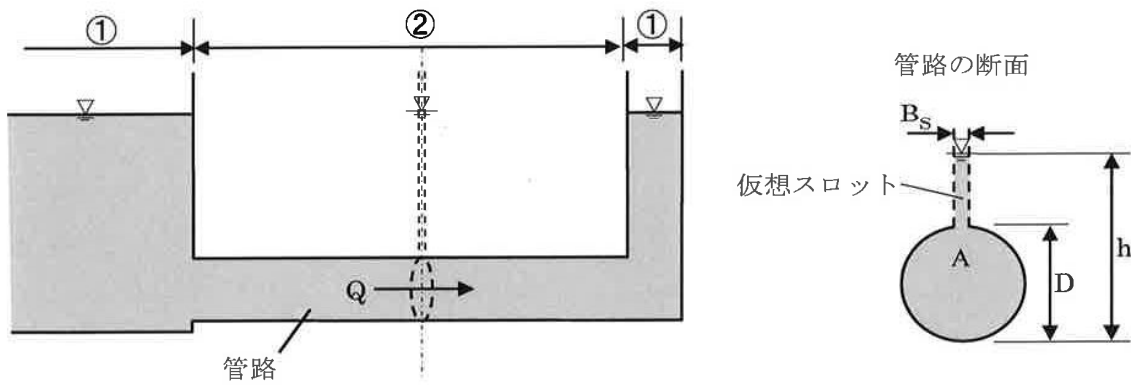
- 高浜発電所のカーテンウォールを通過する流量は、ゲートからの流出量算定式として、一般によく用いられる土木研究所(1996)の計算式により求めるものとする。
- なお、津波がカーテンウォールの天端を超える場合には、本間公式から求まる越流量を加算する。

	水位の関係		計算式	流量係数 C
①	$h_2 \geq H$	$h_1 < \frac{3}{2}H$	自由流出： $Q = CBh_2\sqrt{2g(h_1 - h_2)}$ ただし、 $\frac{h_1}{h_2} \geq \frac{3}{2}$ の場合は $h_2 = \frac{2}{3}h_1$ とする	0.79
②		$h_1 \geq \frac{3}{2}H$	中間流出： $Q = CBH\sqrt{2gh_1}$	0.51
③	$h_2 < H$		潜り流出： $Q = CBH\sqrt{2g(h_1 - h_2)}$	0.75



h_1, h_2 : 施設前後の水位 (m) H : 開口部高さ (m) Q : 流量 (m^3/s)
 B : 開口幅 (m) C : 流量係数 g : 重力加速度 (m/s^2)

第 2-3-6 図 取水口及び放水口のカーテンウォール(2/2)



管路部の計算条件

計算条件	条件設定
スクリーン損失	・海水ポンプ室内のスクリーン損失については考慮しない
貝付着	・貝の付着を考慮した粗度係数を採用 (粗度係数: $n=0.02$)
海水ポンプの 運転条件	・水位上昇側: 海水ポンプの取水なし ・水位下降側: 海水ポンプの取水あり

第 2-3-7 図 仮想スロットモデルによる一次元不定流計算手法(1/2)

①開水路の連続式及び運動方程式

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + f_c \frac{MQ}{D^2} = 0$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + f_c \frac{NQ}{D^2} = 0$$

ここに、 η : 水面の鉛直変位量,
 $D = \eta + h$, h : 静水深,
 $M = uD$, $N = vD$, (u, v) : (x, y) 方向の流速,
 $Q = \sqrt{M^2 + N^2}$, g : 重力加速度,
 $f_c = gn^2 D^{-4/3}$, n : マニングの粗度係数

②管路の連続式及び運動方程式

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + g \frac{\partial M}{\partial x} = gA(s_0 - s_f)$$

ここに、 $A = A_0 + B_s(h - D)$, $B_s = \frac{gA_0}{a^2}$, $M = \frac{Q^2}{gA} + h_G A \cos \theta$, $S_0 = -\sin \theta = -dz/dx$, $S_f = \frac{n^2 Q |Q|}{R^{4/3} A^2}$,

A : 流水断面積, M : 比力,
 Q : 流量, S_0 : 水路底勾配,
 D : 管径 (円形の場合), S_f : 摩擦勾配,
 B_s : 仮想スロット幅, n : マニングの粗度係数,
 h : 水深 (圧力水頭), R : 径深,
 A_0 : 管断面積 (円形の場合 $\pi D^2 / 4$), h_G : 水面から図心までの距離
 g : 重力加速度,
 a : 圧力伝播速度,

第 2-3-7 図 仮想スロットモデルによる一次元不定流計算手法 (2/2)

2.4 入力津波の不確かさの考慮について

2.4.1 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、以下の2つの不確かさを考慮する。

- ① 入力津波が有する数値計算上の不確かさ
- ② 各施設・設備の機能損傷モードに対応した津波荷重の算定過程に介在する不確かさ

このうち、①の不確かさについては、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。今回、考慮の程度の妥当性について、数値計算上の不確かさの要因である、地震津波と海底地すべり又は陸上地すべりの組み合わせ、地すべり角度の考慮、地盤変状の考慮並びに設備形状又は管路解析のパラメータスタディを比較することで確認する。

また、②の不確かさについては、津波荷重の算定において、不確かさを考慮した既往の津波波力算定式を使用することで考慮している。今回、考慮の程度の妥当性について、当該サイトの津波条件を踏まえた現実的な津波荷重に対して、適用した算定式による津波荷重がどの程度の余裕を確保しているか検討することで確認する。

2.4.2 検討の対象

第2-4-1表に設備毎の検討の対象範囲を示す。「①入力津波が有する数値計算上の不確かさ」については、全ての設備を対象とする。また「②津波荷重の算定過程に介在する不確かさ」については、設計に津波波力算定式を使用している設備を対象とする。すなわち津波の遡上波が直接作用する、取水路防潮ゲート、放水口側防潮堤、防潮扉が対象となる。

第 2-4-1 表 検討の範囲

設備位置	設備名称	設備区分	不確かさ	
			①	②
取水路	取水路防潮ゲート	津波防護施設	○	○
放水路	放水口側防潮堤		○	○
	防潮扉		○	○
	屋外排水路逆流防止設備		○	—
	1号及び2号機放水ピット止水板		○	—
1号機、2号機 及び3、4号機 海水ポンプ室	潮位観測システム（防護用）※	○	—	
1号機及び2号機 海水ポンプ室	海水ポンプ室浸水防止蓋	浸水防止設備	○	—
1号機及び2号機 循環水ポンプ室	循環水ポンプ室浸水防止蓋		○	—
3、4号機 海水ポンプ室	海水ポンプ室浸水防止蓋		○	—
1号機、2号機 及び3、4号機 海水ポンプ室	潮位計	津波監視設備	○	—
3号機格納施設	津波監視カメラ		○	—
4号機原子炉補助 建屋			○	—

※：潮位観測システム（防護用）のうち潮位検出器

2.4.3 入力津波が有する数値計算上の不確かさについて

(1) 不確かさの要因

入力津波が有する数値計算上の不確かさとして、以下の3つの不確かさ（バラツキ）を考慮する。

- ① 地震津波と海底地すべり又は陸上地すべりの組み合わせ
- ② 地すべり角度の考慮
- ③ 地盤変状の考慮
- ④ 設備形状又は管路解析のパラメータスタディ

(2) 不確かさの考慮の程度

不確かさやバラツキを考慮した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 = 基準津波 + 朔望平均潮位 + 潮位のバラツキ + 数値計算上の不確かさ

第 2-4-2 表に各設備位置における流入、遡上に伴う入力津波高さとして、不確かさ及びバラツキの考え方を示す。なお、朔望平均潮位を考慮した入力津波高さの評価は「資料 2-2-3 入力津波の設定」による。第 2-4-2 表に示すとおり、数値計算上の不確かさについては 0.24~0.6m 程度を考慮している。

第 2-4-2 表 各設備におけるバラツキの考慮の程度について

設備位置	設備名称	①流入入力津波水位	②遡上入力津波水位	数値計算上のバラツキの考慮の程度 (最小値)
取水路	取水路防潮ゲート		—	0.6m
放水路	放水口側防潮堤		—	0.44m
	屋外排水路 逆流防止設備			
	1号及び2号機 放水ピット止水板			
	防潮扉	—		0.41m

設備位置	設備名称	①流入入力津波水位	②遡上入力津波水位	数値計算上のバラツキの考慮の程度 (最小値)
1号機 海水ポンプ室	潮位観測システム (防護用) ※	<p>▽T.P. [] 数値計算上の不確かさ 0.49m ▽T.P. [] 潮位のバラツキ 0.15m ▽T.P. [] 朔望平均満潮位を考慮</p>	—	0.49m
2号機 海水ポンプ室		<p>▽T.P. [] 数値計算上の不確かさ 0.46m ▽T.P. [] 潮位のバラツキ 0.15m ▽T.P. [] 朔望平均満潮位を考慮</p>	—	0.46m
3, 4号機 海水ポンプ室		<p>▽T.P. [] 数値計算上の不確かさ 0.24m ▽T.P. [] 潮位のバラツキ 0.15m ▽T.P. [] 朔望平均満潮位を考慮</p>	—	0.24m
1号機 海水ポンプ室	海水ポンプ室 浸水防止蓋	<p>▽T.P. [] 数値計算上の不確かさ 0.49m ▽T.P. [] 潮位のバラツキ 0.15m ▽T.P. [] 朔望平均満潮位を考慮</p>	—	0.49m
1号機 循環水ポンプ室	循環水ポンプ室 浸水防止蓋	<p>▽T.P. [] 数値計算上の不確かさ 0.49m ▽T.P. [] 潮位のバラツキ 0.15m ▽T.P. [] 朔望平均満潮位を考慮</p>	—	0.49m
2号機 海水ポンプ室	海水ポンプ室 浸水防止蓋	<p>▽T.P. [] 数値計算上の不確かさ 0.46m ▽T.P. [] 潮位のバラツキ 0.15m ▽T.P. [] 朔望平均満潮位を考慮</p>	—	0.46m
2号機 循環水ポンプ室	循環水ポンプ室 浸水防止蓋	<p>▽T.P. [] 数値計算上の不確かさ 0.46m ▽T.P. [] 潮位のバラツキ 0.15m ▽T.P. [] 朔望平均満潮位を考慮</p>	—	0.46m

※：潮位観測システム（防護用）のうち潮位検出器

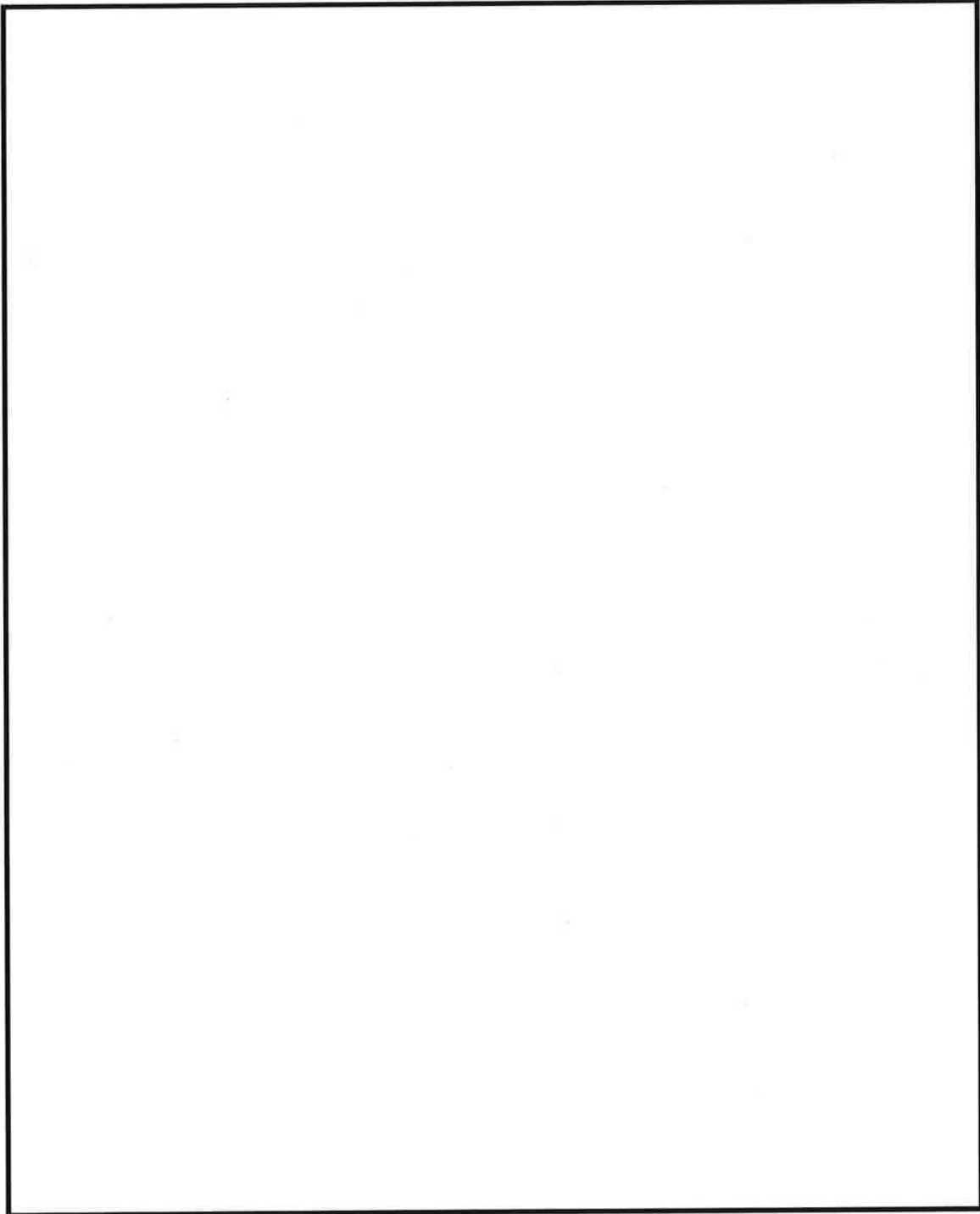
設備位置	設備名称	①流入入力津波水位	②遡上入力津波水位	数値計算上のバラツキの考慮の程度 (最小値)
3, 4号機 海水ポンプ室	海水ポンプ室 浸水防止蓋		-	0.24m
1号機 海水ポンプ室	潮位計		-	0.49m
2号機 海水ポンプ室			-	0.46m
3, 4号機 海水ポンプ室			-	0.24m

(3) 不確かさが与える影響

a. 地震津波と海底地すべり又は陸上地すべりの組み合わせ

基準津波では、若狭海丘列付近断層と隠岐トラフ海底地すべりの組合せ及びFO-A～FO-B～熊川断層と陸上地すべりとの組合せとして、断層と地すべりによる初期水位を同一の伝播計算上で考慮した一体計算の結果としているが、入力津波としては、計算手法のバラツキとして各波源及び地すべりの単体組合せを考慮する。

第 2-4-3 表 単体組合せと一体計算



b. 地すべり角度の考慮

日本海における大規模地震に関する調査検討会においては、日本海における最大クラスの津波断層モデル等の設定に関する検討を行っており、想定波源として、当社の基準津波2に関係するFO-A～FO-B～熊川断層が取り上げられる。

FO-A～FO-B～熊川断層のすべり角については、海上音波探査の結果や周辺の活断層と同等の活動度を想定した場合、5度～10度と推定される。

津波評価技術（土木学会(2002)）によると、広域応力場のばらつきを考慮することが定められているため、津波水位評価にあたっては、土木学会の手法に則って広域応力場のばらつきを考慮し、広域応力場のばらつきとして、90度～120度の間でパラメータスタディを実施した結果、FO-A～FO-B～熊川断層においては、広域応力場90度のケースが最も厳しい結果となり、その場合のすべり角として算出された、北側のセグメントから30度、0度、0度を津波水位評価におけるFO-A～FO-B～熊川断層のすべり角として採用した。

一方、検討会では、横ずれ断層に対して上下方向の断層変位を与える方法として、すべり角を35度としたケースを検討していることから、FO-A～FO-B～熊川断層について、これまでの一様すべりモデルのすべり角を35度とし、断層上端深さを0km、1kmとした2つのケースについて補足検討を実施した。

津波水位評価の結果、検討会モデルに対して、すべり角35度、断層上端深さ1kmとしたケースがほぼ同等であり、すべり角35度、断層上端深さ0kmとすると水位が上乘せされる結果となった（第2-4-4表）。

第2-4-4表 日本海における大規模地震に関する調査検討会モデルの補足検討結果

--

c. 地盤変状の考慮

放水口側については、放水口側防潮堤周辺における敷地の沈下量を津波シミュレーションに反映し、地盤変状(沈下)を考慮した津波水位を評価した(第2-4-5表)。取水口側の流入経路の大半は岩盤であり、取水口についても地盤改良を行い沈下は殆どしないことから、基準津波1の波源のみで検討した。

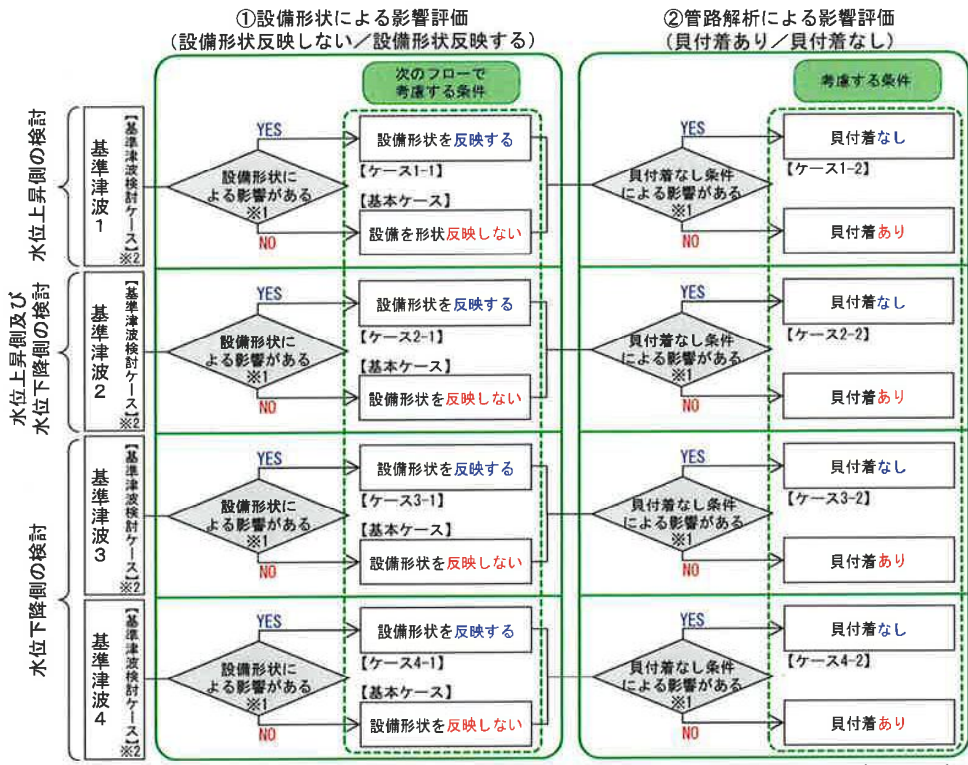
第2-4-5表 地盤変状を考慮した津波水位結果

--

d. 設備形状又は管路解析のパラメータスタディ

取水口側については、設備形状による影響及び管路解析による影響を考慮し、津波水位を評価した。取水口側の影響評価は、基準津波1、2、3及び4で検討する。

影響評価の検討フローを第2-4-1図に示す。影響評価の各フローでは、各フローの条件を考慮した方が、より保守的な津波水位となる場合(水位上昇側の検討で最高水位が上昇、水位下降側の検討で最低水位が低下)、次のフローの影響評価において、津波シミュレーションのモデルに考慮する。



※1 水位上昇側では各条件を考慮した方が津波水位が上昇する場合に、また、水位下降側では各条件を考慮した方が津波水位が低下する場合に影響があると次フローでの解析に考慮する。
 ※2 基準津波検討ケースは「設備形状反映しない」+「貝付着あり」を指す。

第2-4-1図 影響評価検討フロー

①設備形状による影響評価

設備形状による影響評価結果を第 2-4-6 表に示す。

基準津波 1（取水路防潮ゲート【閉】条件）では、設備形状を反映することで、水位上昇側の検討における各評価点の最高水位は概ね同等又は 0.1m 程度低下する傾向にあるが、2 号機海水ポンプ室前面においては、0.1m 程度上昇する結果が得られた。

基準津波 2（取水路防潮ゲート【開】条件）では、設備形状を反映することで、水位上昇側の検討における各評価点の最高水位は同等又は 0.1m～0.3m 程度低下する結果が得られた。また、水位下降側の検討における各評価点の最低水位は、0.1m～0.2m 程度上昇する結果が得られた。

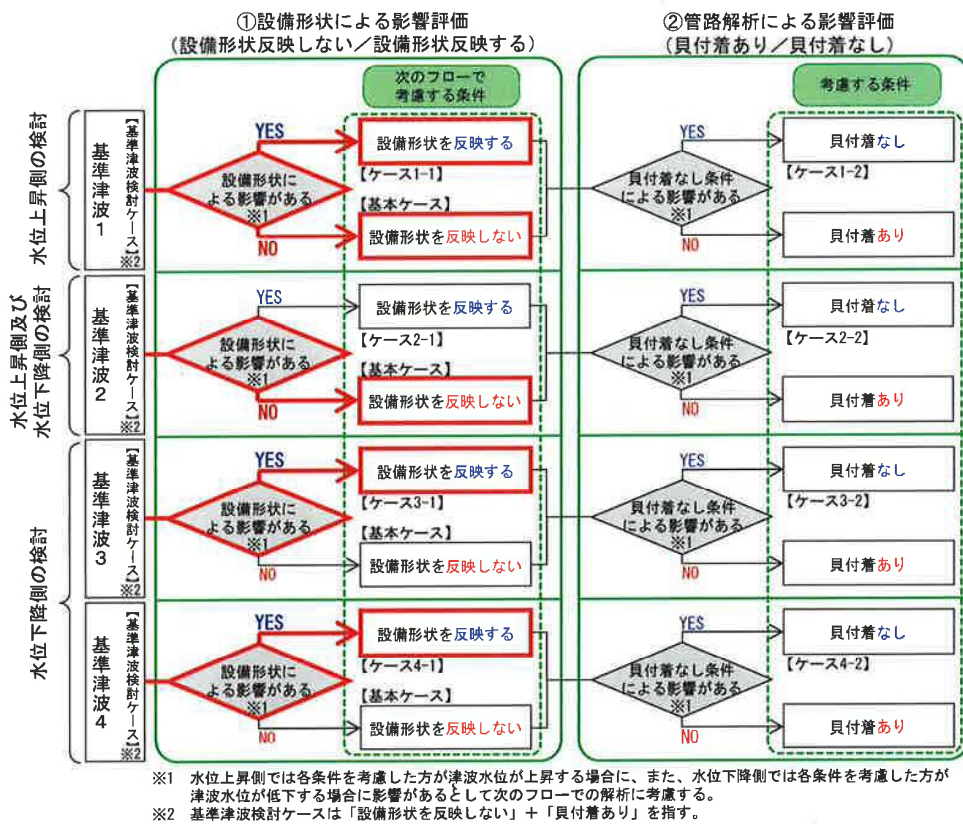
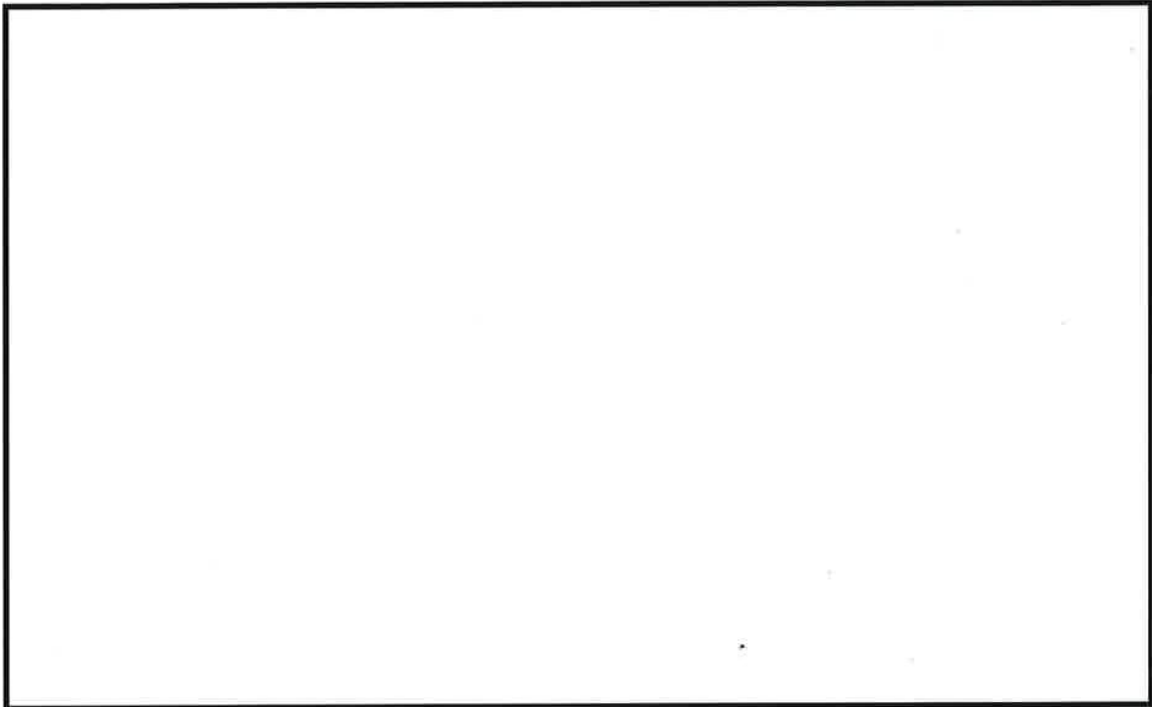
基準津波 3（取水路防潮ゲート【開→閉】条件）では、設備形状を反映することで、水位下降側の検討における各評価点の最低水位は 0.2m 程度低下する結果が得られた。

基準津波 4（取水路防潮ゲート【開→閉】条件）では、設備形状を反映することで、水位下降側の検討における各評価点の最低水位は 0.3m 程度低下する結果が得られた。

以上より、基準津波 1 による評価においては、評価点によって設備形状を反映した場合の津波水位の傾向に違いがあることを踏まえ、②の検討において、設備形状を反映する場合と反映しない場合の両方を考慮する。基準津波 2 による評価においては、設備形状を反映した場合、水位上昇側の各評価点の最高水位は低下し、水位下降側の各評価点の最低水位は上昇することから、②の検討においては設備形状を反映しない。基準津波 3 及び基準津波 4 による評価においては、設備形状を反映した場合、水位下降側の各評価点の最低水位は低下することから、②の検討においては設備形状を反映する。

設備形状による影響評価結果を第 2-4-2 図に示す。

第2-4-6表 設備形状による影響評価における津波水位の比較



第2-4-2図 設備形状による影響評価結果

②管路解析による影響評価

管路解析による影響評価を第 2-4-7 表に示す。

基準津波 1（取水路防潮ゲート【閉】条件）においては、貝付着なしとすることで、水位上昇側の検討における 1 号機海水ポンプ室前面、2 号機海水ポンプ室前面、3, 4 号機循環水ポンプ室前面及び 3, 4 号機海水ポンプ室前面の最高水位が 0.1～0.2m 程度上昇する結果が得られた。

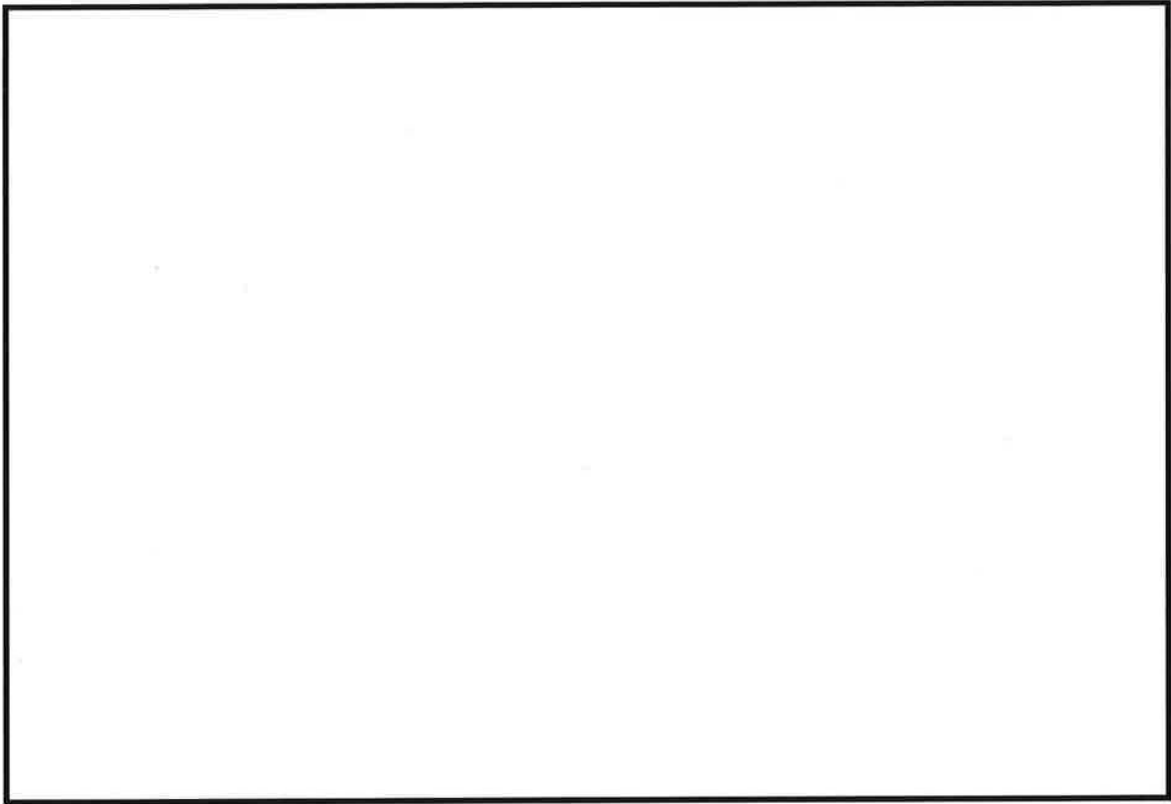
基準津波 2（取水路防潮ゲート【開】条件）においては、貝付着なしとすることで、水位上昇側の検討における 3, 4 号機海水ポンプ室前面の最高水位が 0.2m 程度上昇する結果が得られた。また、水位下降側の検討における 3, 4 号機海水ポンプ室前面の最低水位が 0.1m 程度低下する結果が得られた。

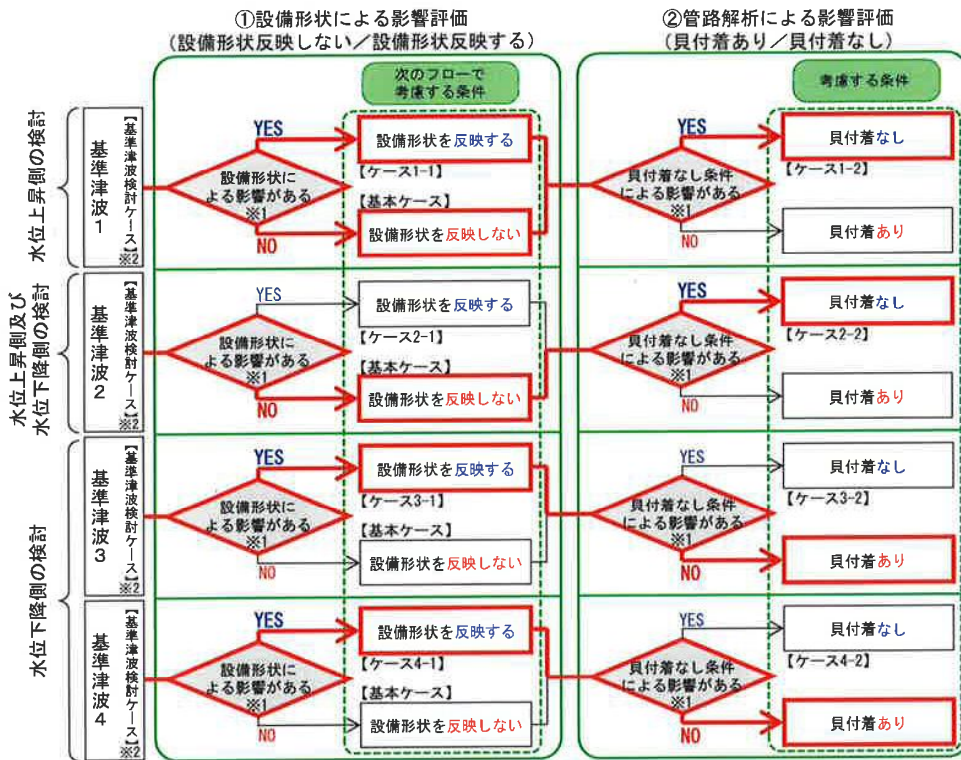
基準津波 3（取水路防潮ゲート【開→閉】条件）においては、貝付着なしとした場合でも、水位下降側の検討における最低水位は同等となる結果が得られた。

基準津波 4（取水路防潮ゲート【開→閉】条件）においては、貝付着なしとすることで、水位下降側の検討における最低水位は概ね同等又は 0.1m 程度上昇する結果が得られた。

設備形状による影響評価結果を第 2-4-3 図に示す。

第 2-4-7 表 管路解析による影響評価における津波水位の比較





※1 水位上昇側では各条件を考慮した方が津波水位が上昇する場合に、また、水位下降側では各条件を考慮した方が津波水位が低下する場合に影響があるとして次のフローでの解析に考慮する。

※2 基準津波検討ケースは「設備形状を反映しない」＋「貝付着あり」を指す。

第2-4-3 図 管路解析による影響評価結果

a. ～d. の検討を踏まえ、設計又は評価に用いる入力津波は以下ようになる。
入力津波は、最高（最低）水位に潮位のバラツキを加えたものとする。

第2-4-8表 入力津波高さ一覧表

--

2.4.4 各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重の算定過程に介在する不確かさの考慮について

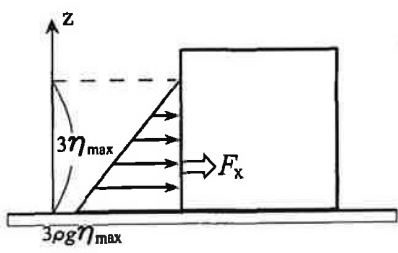
(1) 不確かさの要因

津波の荷重算定過程に介在する不確かさとして、以下の6つの不確かさやバラツキを考慮する。

- ①海水密度
- ②海底勾配
- ③波高
- ④周期
- ⑤初期位相
- ⑥護岸からの距離

なお、②～⑥については適用する津波荷重の算定式の中で考慮されている要因である。第2-4-9表に津波荷重の算定に適用する津波波圧及び作用高さの算定式を示す。

第2-4-9表 津波波圧及び作用高さの算定式

対象構造	陸上構造部	 <p style="text-align: center;">荷重作用イメージ</p>
該当設備	放水口側防潮堤のうち杭基礎形式部 防潮扉	
津波波圧・ 作用高さの 算定式	津波波圧 $p=3.0 \rho g \eta_{\max}$ 作用高さ $\eta=3 \eta_{\max}$ η_{\max} : 最大遡上水深 ρ : 水の単位体積重量 g : 重力加速度	

(2) 海水密度のバラツキ

各種文献に示される海水密度の値を第2-4-10表に示す。

第2-4-10表 海水密度の値

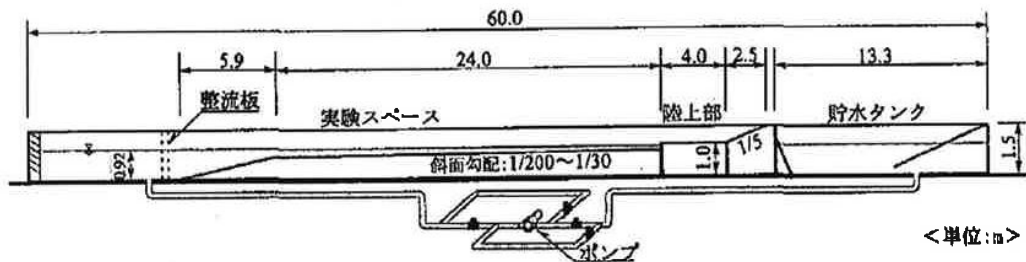
参考文献	海水密度 ρ (t/m ³)	備考
FEMA ^(注1)	1.20	堆積物を含んだ液体の比重
国土交通省港湾局 ^(注2)	1.03	海水

(注1) 津波からの避難のための構造物の設計ガイドライン(アメリカ合衆国連邦緊急事態管理庁(FEMA))

(注2) 港湾の施設の技術上の基準・同解説(国土交通省港湾局 2007年版)

(3) 既往の算定式に含まれるバラツキ

朝倉らの実験においては、上記の②～⑥の要因をそれぞれ変化させて合計形 84 ケースの実験を行っている。第2-4-4図に実験水路の図を、第2-4-11表に実験条件を示す。また、実験は実験毎のバラツキを考慮して1ケースについて3回ずつ行い、その平均値を用いている。



第2-4-4図 実験水路

第2-4-11表 実験条件

斜面勾配	1/200, 1/100, 1/50, 1/30	
波条件 (正弦波)	波高 (cm)	10, 15, 20
	周期 (秒)	42, 63, 126, 336
	初期位相	押し初動, 引き初動
構造物の位置	護岸先端 からの距離	50, 100, 150, 200 (cm)
護岸前面の水深	11.0 cm	
護岸の天端高	静水面から 8.0 cm	

第 2-4-5 図に実験で得られた構造物に作用する最大波圧分布を示す。縦軸は波圧計が取り付けられている地表面からの高さであり、横軸は各計測点での波圧の最大値である。第 2-4-5 図を見ると、波条件や斜面の勾配によって波圧の最大値に違いはあるものの分布形としては相似であることが分かる。

構造物前面の無次元最大波圧分布を第 2-4-6 図に示す。ここで $P_{max}/\rho g \eta_{max}$ を無次元最大波圧と呼ぶ。ここで全ケース包絡する直線と横軸との交点を水平波圧指数 α と呼び、周期が短いときは α は 3.0 程度であるが、周期が非常に長くなると、陸上部への遡上現象は準定常現象となり、すなわち水位が静的に上昇して下降する。そのため遡上水深は対応する圧力水頭とその地点での波圧は等しくなり α は 1.0 (静水圧) に近くなる。

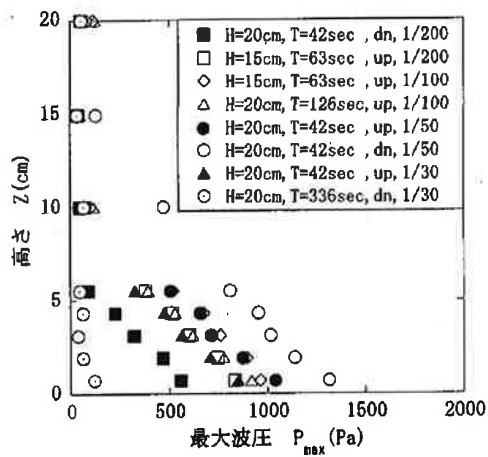
最終的に構造物に働く水平波力は以下の式のように評価できる。

$$F_x = \frac{1}{2} \cdot 3\eta_{max} \cdot 3\rho g \eta_{max} = 4.5\rho g \eta_{max}^2$$

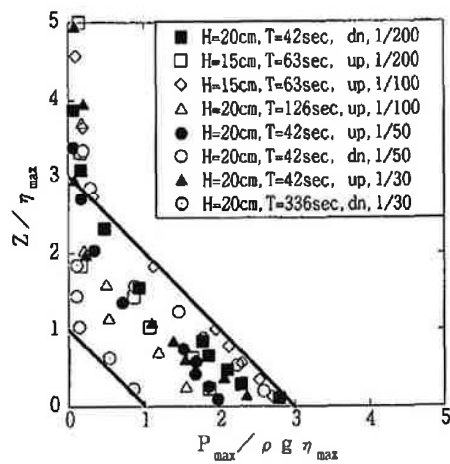
ここで、 F_x : 水平波力、 η_{max} : 最大遡上水深、 ρ : 水の密度、 g : 重力加速度

上式を用いると水平波力は第 2-4-7 図のようになり推定値で包絡できる。

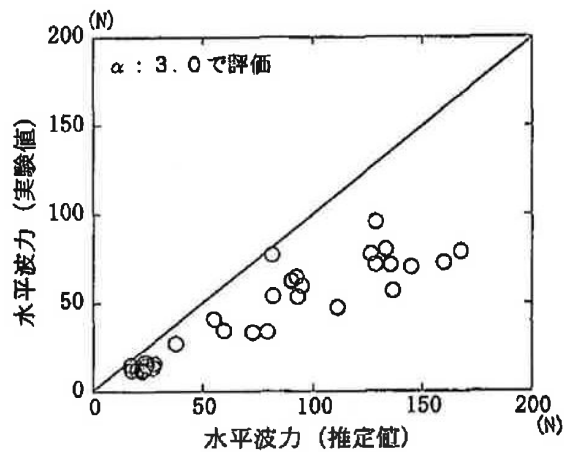
以上のように今回適用した津波波力算定式は、 α に 3.0 を適用することで各種バラツキを包絡した式である。



第 2-4-5 図 最大波圧分布



第 2-4-6 図 無次元最大波圧分布



第 2-4-7 図 水平波力の推定

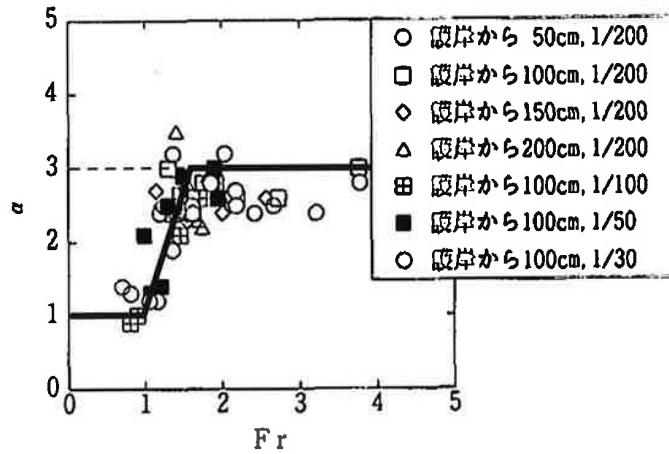
(4) サイト条件を踏まえた津波荷重

当該サイトの条件を踏まえた現実的な津波荷重について朝倉らの実験結果を参考に推定する。

朝倉らは、構造物前面での α （水平波圧指数）とFr（フルード数）の関係を第2-4-8図のように整理している。フルード数が1.5以上では α が3.0程度であり、フルード数が小さくなり1.0近くになると、 α はほぼ1.0となることが分かる。

一方で、当該サイトの構造物前面におけるフルード数は第2-4-12表のように1.0以下であることから、 α は1.0として、津波荷重は以下のように算定される。

$$\text{津波荷重 } F = 1/2 \cdot \rho \cdot \eta_{\max} \cdot g \cdot \eta_{\max}$$



第2-4-8図 α とFrの関係

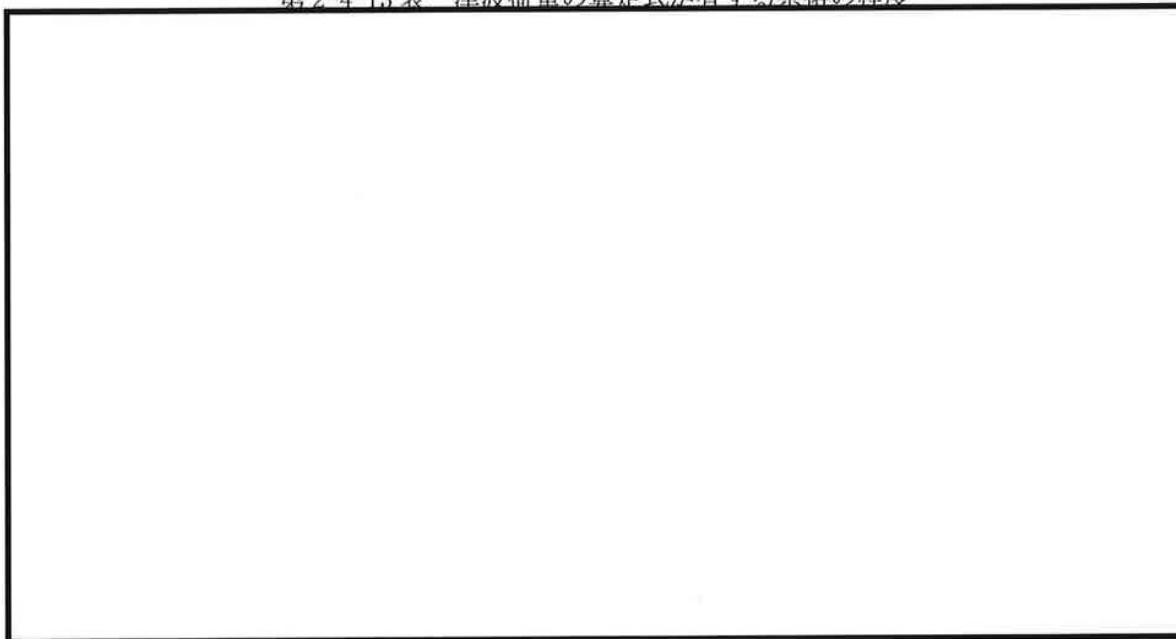
第2-4-12表 当該サイトの構造物前面におけるフルード数

	フルード数
防潮扉前面	0.9

(5) 余裕の程度

津波荷重の算定式が有する余裕の程度を第 2-4-13 表に示す。①に示す当該サイト条件を踏まえた津波荷重、及び②に示す海水密度のバラツキを考慮した津波荷重に対して、③、④に示す朝倉式又は谷本式を適用した場合の津波荷重は十分に保守的であり、約 4 倍から 9 倍の余裕の程度を有している。

第 2-4-13 表 津波荷重の算定式が有する余裕の程度



2.5 遡上解析のモデルについて

基準津波による敷地周辺の遡上解析に当たっては、遡上解析上影響を及ぼす斜面や道路、取・放水路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、遡上域のメッシュサイズ（3.125m）に合わせた形状にモデル化した。

(1) 敷地及び敷地周辺の地形及び標高

a. 陸域

発電所の竣工図に基づいた。

b. 海域

敷地沿岸域及び海底地形は、海上保安庁等による海底地形図、海上音波探査結果及び取水口付近の深淺測量結果を使用した。

(2) 津波伝播経路上の人工構造物

a. 図面等による調査

既設の人工構造物については、高さ及び面積を設備図面で確認した。

将来設置される計画がある人工構造物は、計画図面により調査した。

b. 現場調査

図面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図面と相違ないことを確認した。また、図面に反映されていない人工構造物は、遡上解析に影響する変更がないことを確認した。

(3) 敷地モデルの作成

(2)で実施した調査の結果を踏まえ、津波の遡上解析結果に影響を及ぼす人工構造物をモデル化した。津波伝播経路上の人工構造物のうち、使用済燃料輸送容器保管建屋、放水口モニタ信号処理建屋などの人工構造物については、構造物が存在することで津波の影響軽減効果が生じ、遡上範囲を過小に評価する可能性があることから、遡上解析上で保守的な評価となるよう対象外とした。

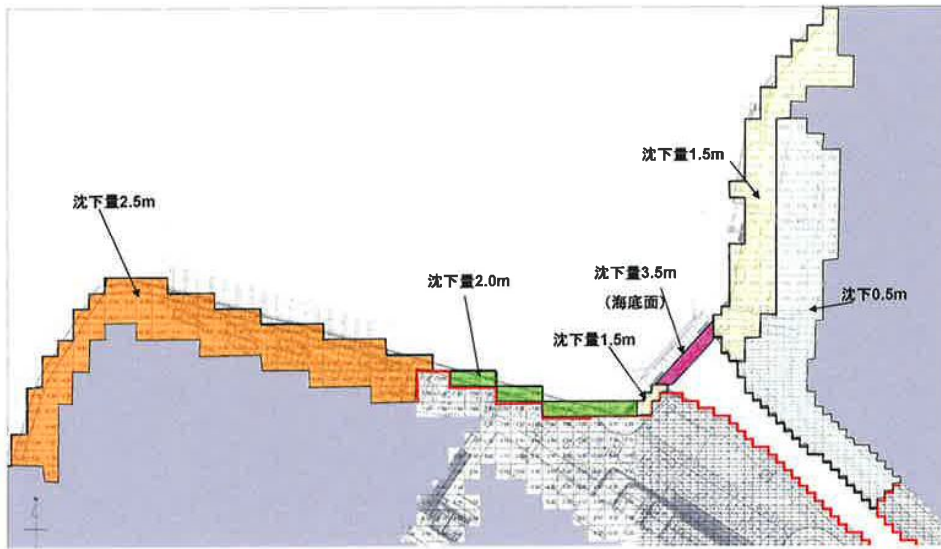
なお、遡上解析で考慮する設備は数十メートル程度の大きさであるため、適切な形状にモデル化されるメッシュサイズとなっている。

また、地震による地形の変化が津波遡上に及ぼす影響について評価を行った。高浜発電所への津波の浸入経路は、敷地及びプラントの配置より、取水口側と放水口側の2箇所である。

このうち、放水口側は、埋立層および沖積層が分布し基準地震動 S_s が作用した場合地盤が液状化により沈下するおそれがあることから、有効応力解析結果により第2-5-1 図に示す沈下量を設定し、沈下後の敷地高さを津波の遡上解析の条件として考慮した。

一方、取水口側については、流入経路の大半は岩盤であり取水口についても地盤改良を行っていることから、基準地震動 S_s が作用した場合においても沈下はほとんど生じることはない。

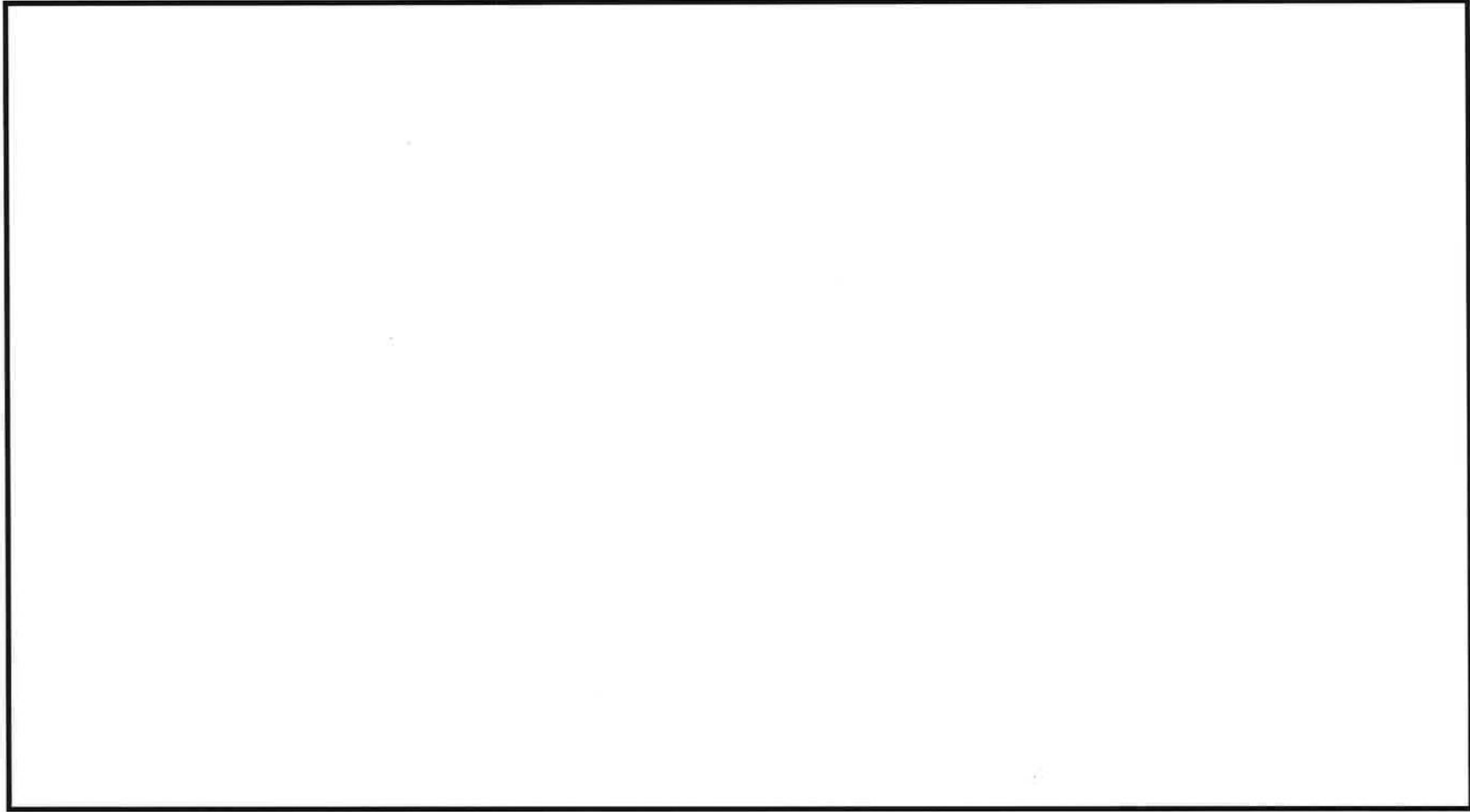
第2-5-1表に遡上解析モデルに反映した設備などを、第2-5-2図に遡上解析モデルを示す。



第2-5-1図 現地盤からの沈下量想定

第2-5-1表 津波の遡上解析モデルへの反映

分類	設備
遡上解析モデルに反映した設備など	放水口側防潮堤、取水路防潮ゲート、海水取水トンネル、3,4号機海水ポンプ室、取水口、放水口など
遡上解析モデルに反映していない設備など	使用済燃料輸送容器保管建屋、放水口モニタ信号処理建屋など



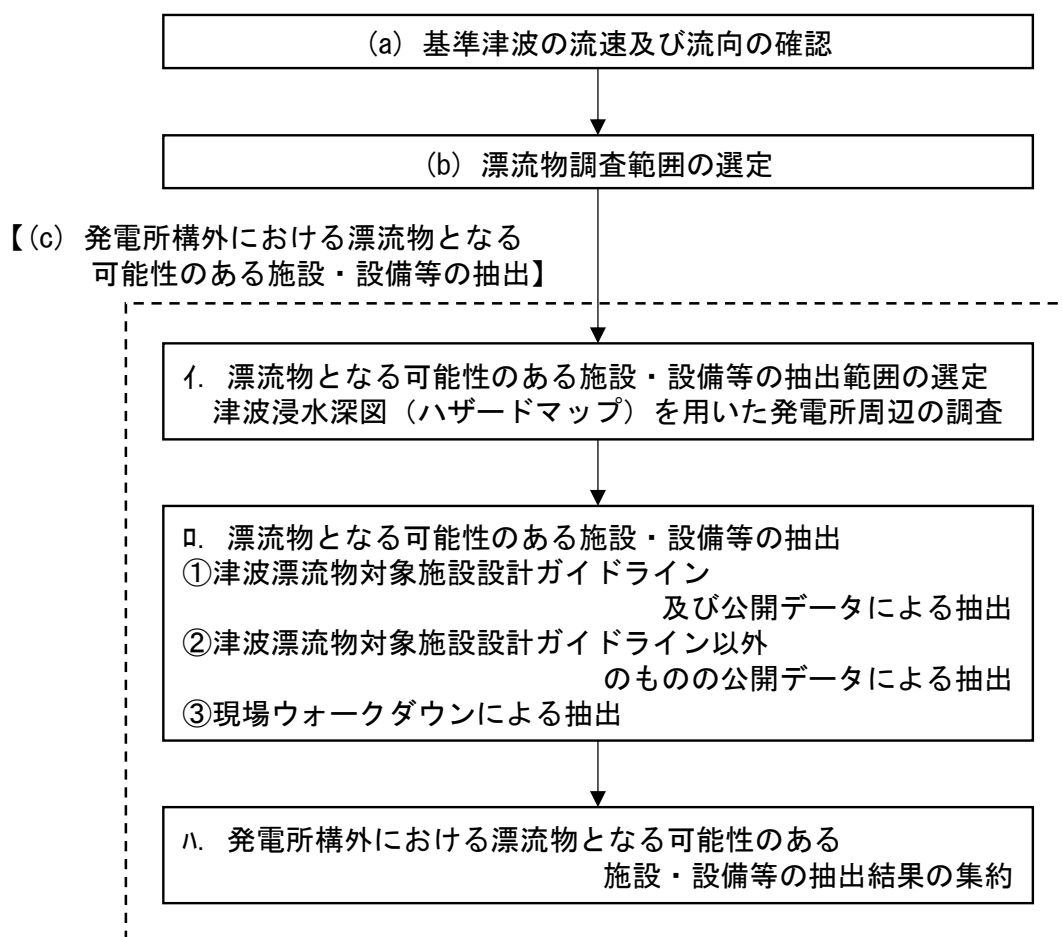
第 2-5-2 図 遡上解析モデル図

3. 漂流物に対する考慮事項

3.1 漂流物による影響確認について

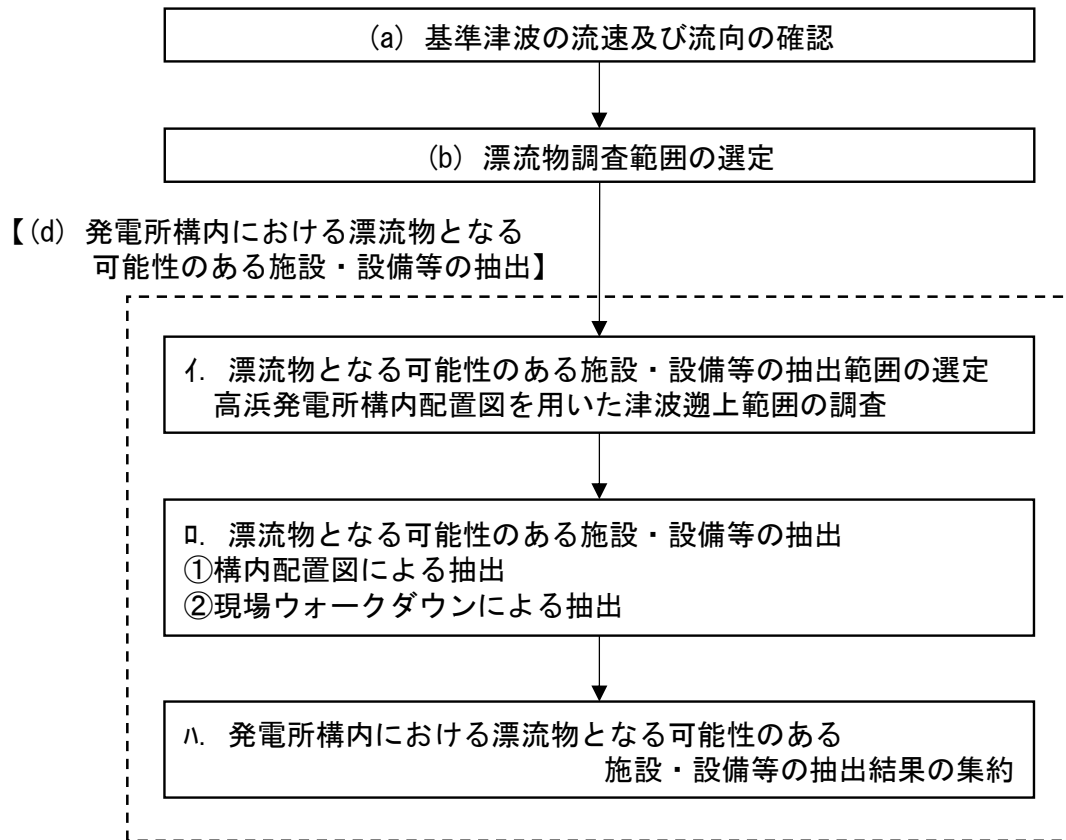
基準津波の津波シミュレーション結果によると、基準地震動による液状化等に伴う敷地の変状や潮位のばらつきを考慮した場合、取水路付近及び放水口付近の低地に津波が遡上する。基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備等が海水ポンプの取水性確保に影響を及ぼさないことを、以下の漂流物抽出フロー及び漂流物評価フローに基づき発電所構外と発電所構内で区分けして整理する（第 3-1-1 図～第 3-1-3 図）。

発電所構外

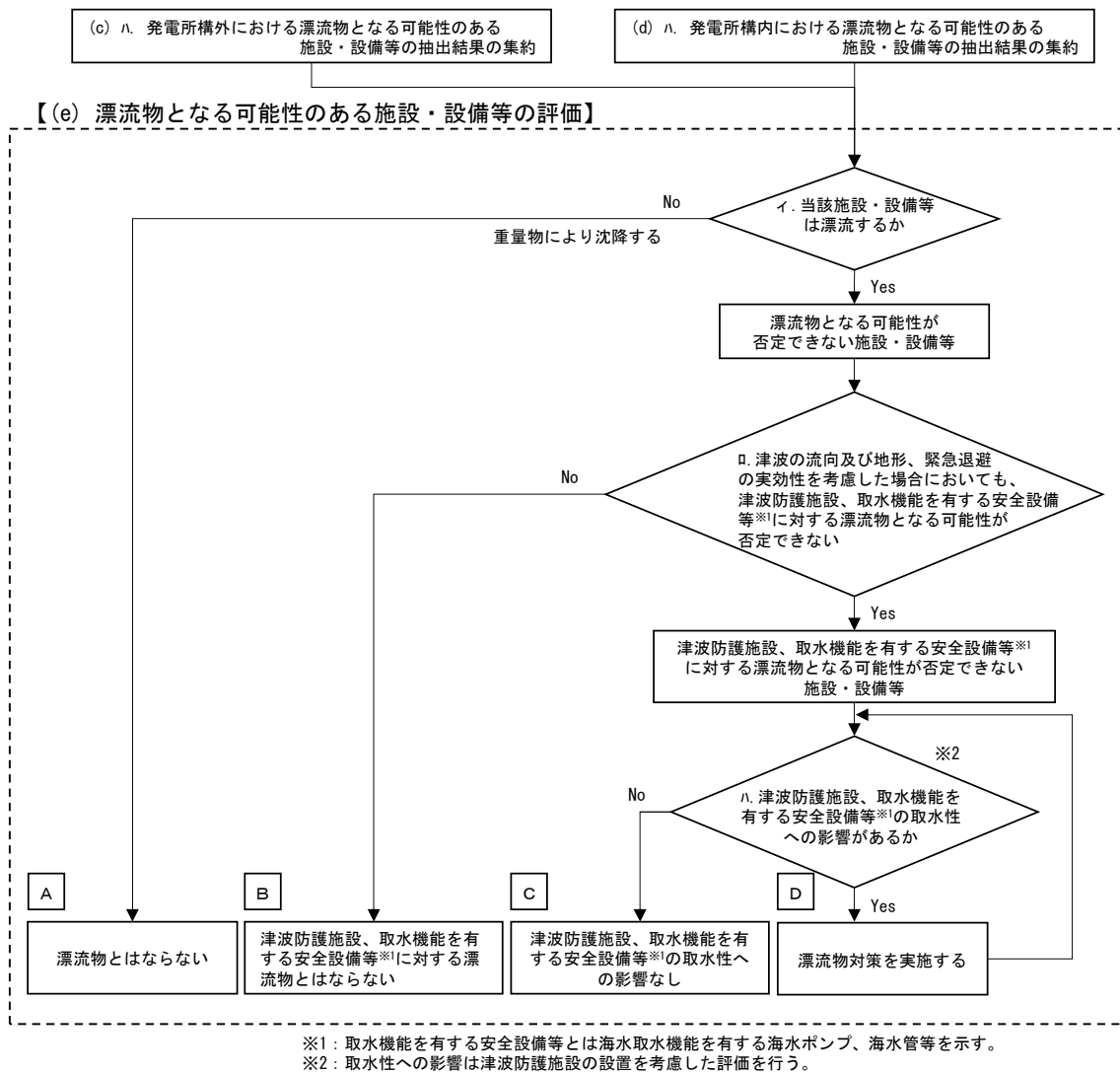


第 3-1-1 図 発電所構外漂流物抽出フロー

発電所構内



第 3-1-2 図 発電所構内漂流物抽出フロー



第 3-1-3 図 発電所構外及び構内漂流物評価フロー

(1) 基準津波の流速および流向の確認

基準津波 1 (若狭海丘列付近断層と隠岐トラフ海底地すべりエリア B の一体計算) の津波は北東から約 40 分後に敷地前面に到達し、地形に沿って少しずつ向きを変えながら、約 43 分後に湾内に真直ぐ進入する向きを主流として敷地に襲来する。

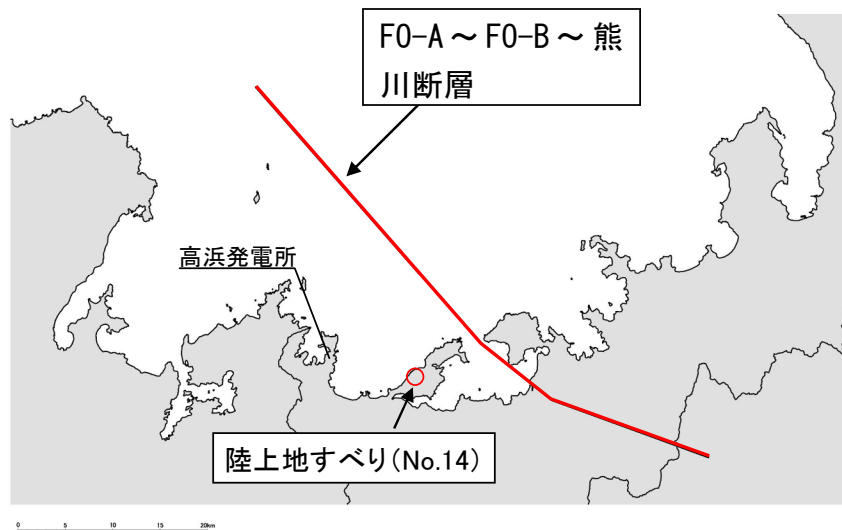
基準津波 2 (F0-A~F0-B~熊川断層と陸上地すべり (No. 14) の一体計算) の津波は北東から約 5 分後に敷地前面に到達し、地形に沿って少しずつ向きを変えながら、約 9 分後に湾内に真直ぐ進入する向きを主流として敷地に襲来する。

基準津波 3 (隠岐トラフ海底地すべりエリア B) の津波 (押し波) は北東から約 50 分後に敷地前面に到達し、地形に沿って少しずつ向きを変えながら、約 52 分後に湾内に真直ぐ進入する向きを主流として敷地に襲来する。

基準津波 4 (隠岐トラフ海底地すべりエリア C) の津波 (押し波) は北東から約 58 分後に敷地前面に到達し、地形に沿って少しずつ向きを変えながら、約 60 分後に湾内に真直ぐ進入する向きを主流として敷地に襲来する。(第 3-1-4 図及び第 3-1-5 図)

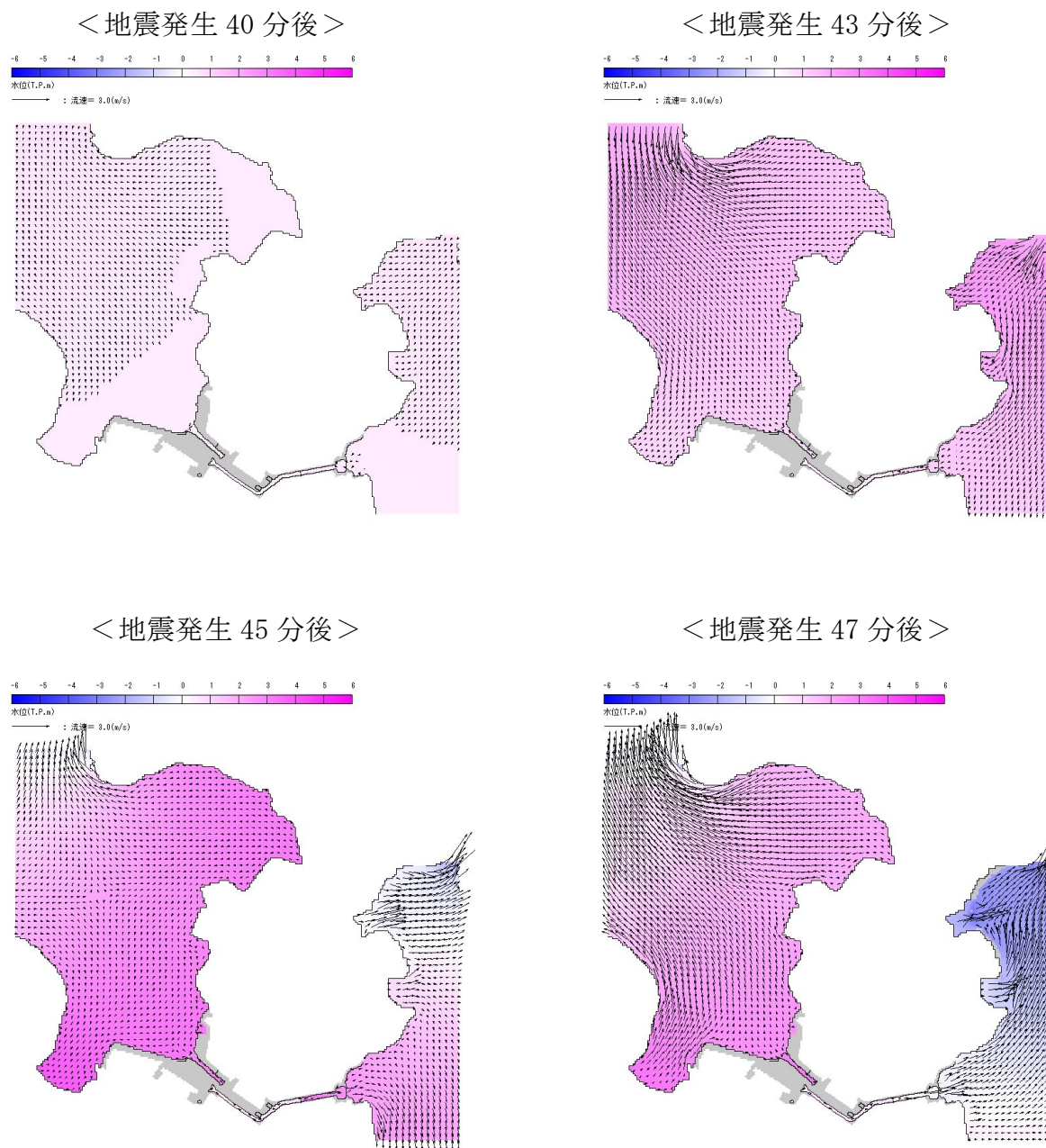


- 基準津波 1 (若狭海丘列付近断層と隠岐トラフ海底地すべりエリア B)
- 基準津波 3 (隠岐トラフ海底地すべりエリア B)
- 基準津波 4 (隠岐トラフ海底地すべりエリア C)



- 基準津波 2 (F0-A~F0-B~熊川断層と陸上地すべり (No. 14))

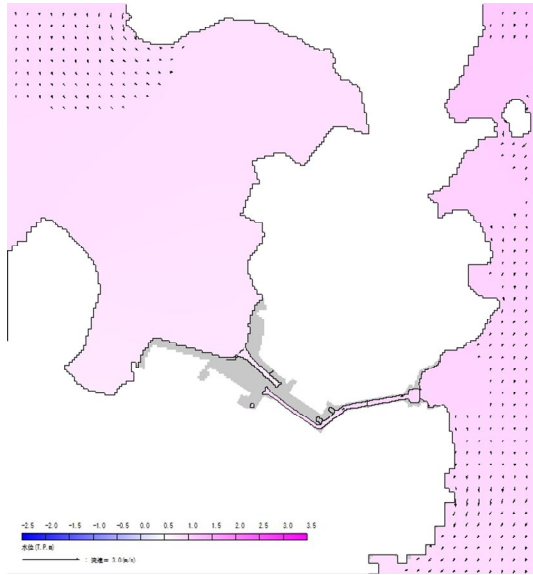
第 3-1-4 図 基準津波 波源位置



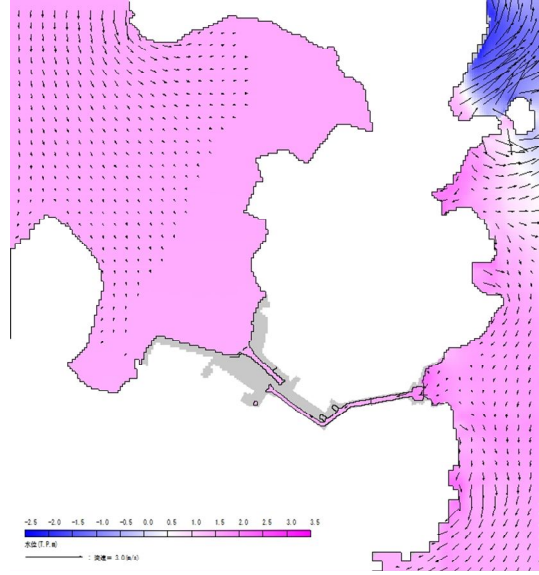
基準津波 1 (若狭海丘列付近断層と隠岐トラフ海底地すべりエリア B の一体計算)

第 3-1-5 図 (1/4) 基準津波の流向ベクトル

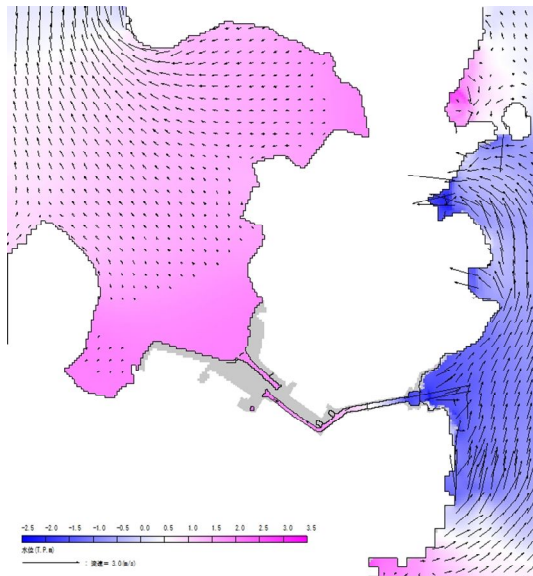
<地震発生 5 分後>



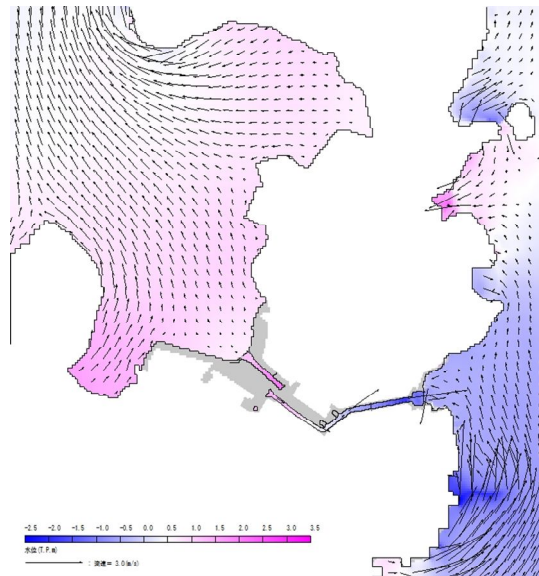
<地震発生 9 分後>



<地震発生 11 分後>



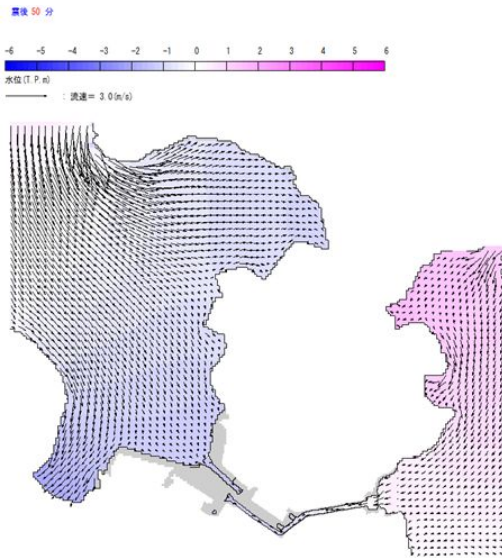
<地震発生 12 分後>



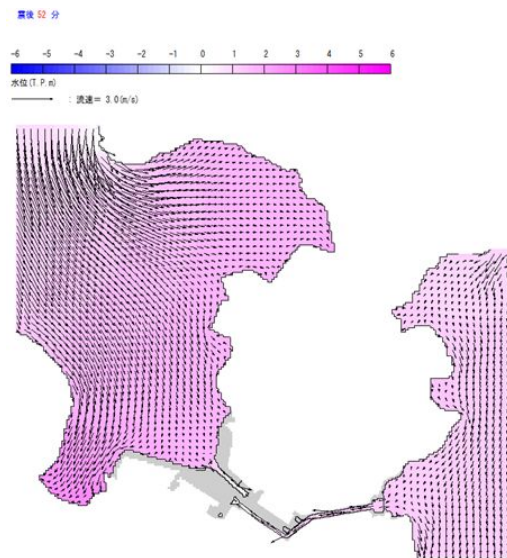
基準津波 2 (F0-A~F0-B~熊川断層と陸上地すべり (No. 14) の一体計算)

第 3-1-5 図 (2/4) 基準津波の流向ベクトル

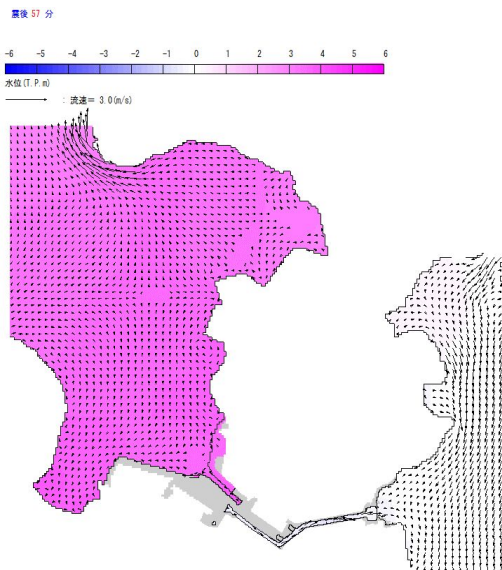
<海底地すべり発生 50 分後>



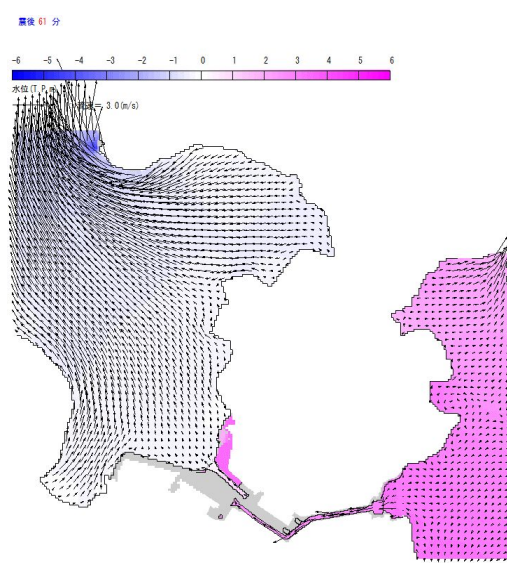
<海底地すべり発生 52 分後>



<海底地すべり発生 57 分後>



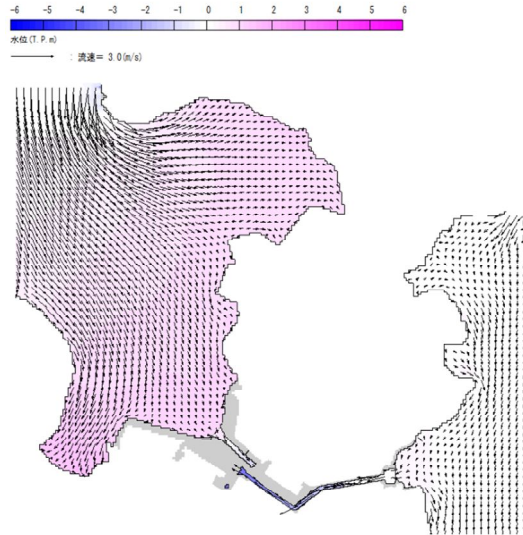
<海底地すべり発生 61 分後>



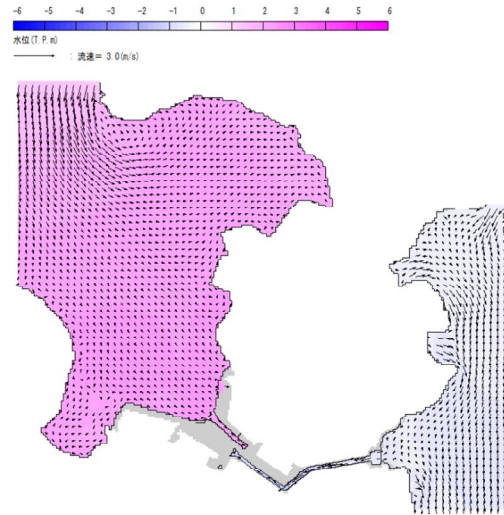
基準津波 3 (隠岐トラフ海底地すべりエリア B の計算)

第 3-1-5 図 (3/4) 基準津波の流向ベクトル

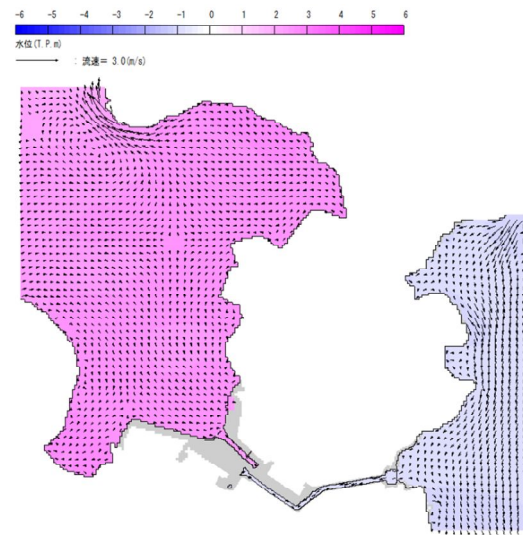
<海底地すべり発生 58 分後>



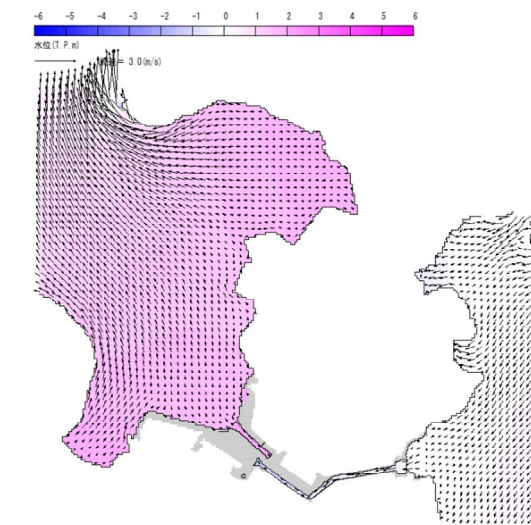
<海底地すべり発生 60 分後>



<海底地すべり発生 62 分後>



<海底地すべり発生 65 分後>



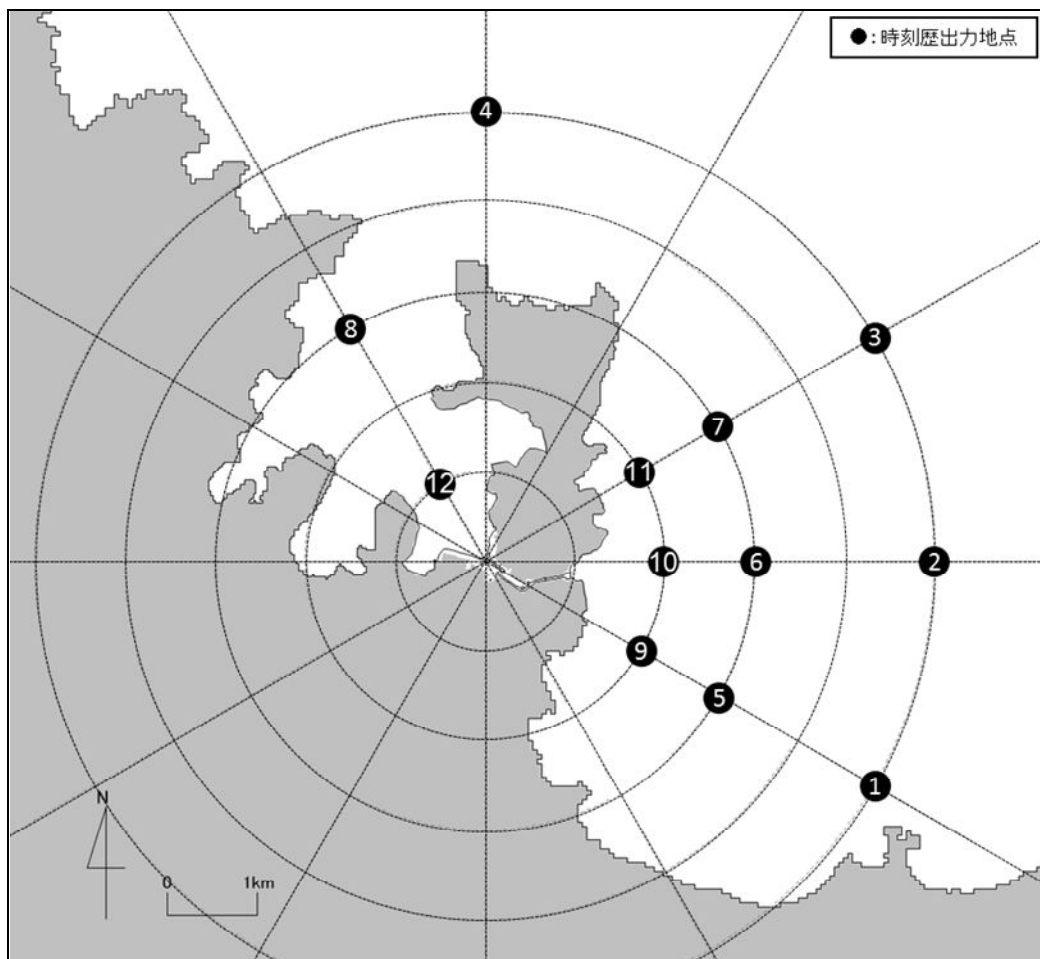
基準津波 4 (隠岐トラフ海底地すべりエリア C の計算)

第 3-1-5 図 (4/4) 基準津波の流向ベクトル

(2) 漂流物調査範囲の選定

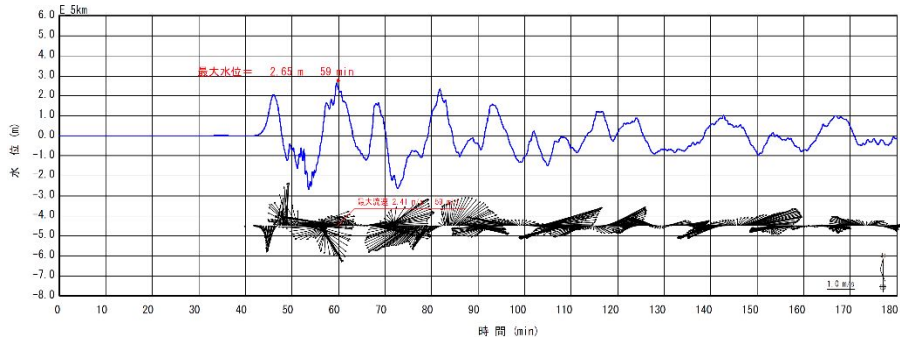
漂流物調査範囲の選定のため、基準津波 1（若狭海丘列付近断層と隠岐トラフ海底地すべりエリア B の一定計算）における沿岸域の 12 地点における水位、流向の時系列データを抽出した。抽出結果は、第 3-1-6 図及び第 3-1-7 図に示すとおりであるが、津波流速については、4.0m/s 以下となっている。

漂流物に対する津波の影響は第 1 波、第 2 波によるものが大きいと考えられるため、2 波分の移動量を考慮すると、津波による移動量は約 3.0km となるが、保守的に発電所周辺約 5km の範囲を漂流物調査範囲とした。（第 3-1-8 図及び第 3-1-9 図）

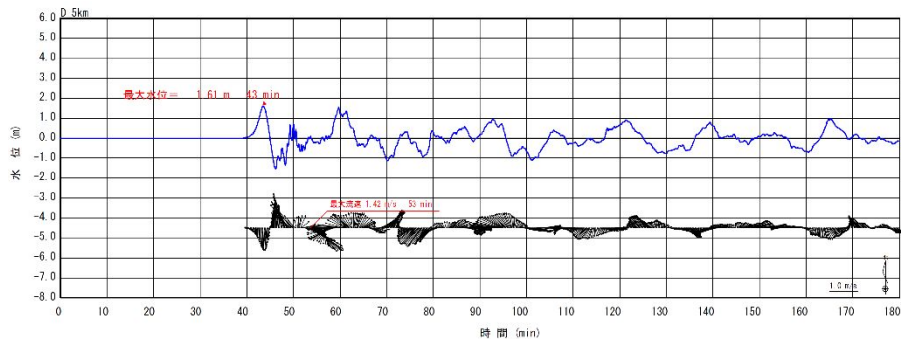


第 3-1-6 図 水位・流向・流速の抽出地点

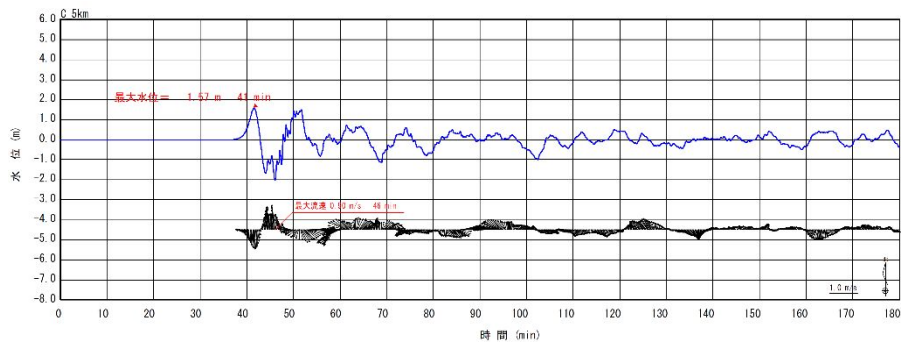
地点 1
 (最大水位 : 2.65m 最大流速 : 2.41m/s)



地点 2
 (最大水位 : 1.61m 最大流速 : 1.42m/s)

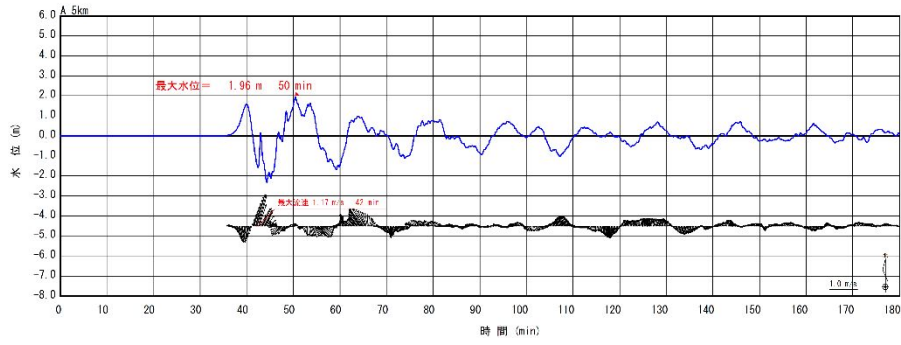


地点 3
 (最大水位 : 1.57m 最大流速 : 0.50m/s)

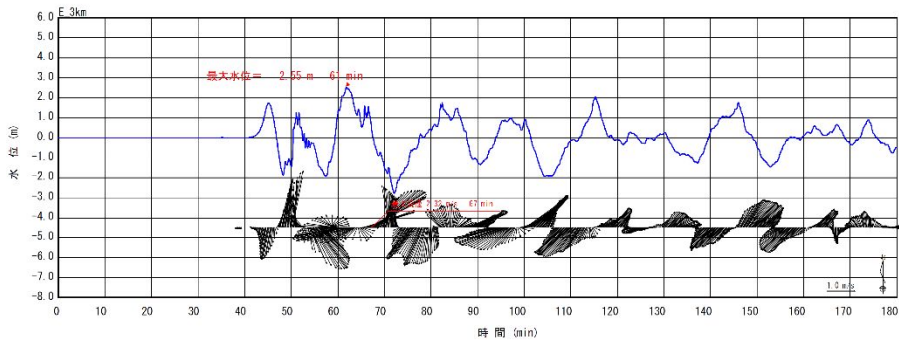


第 3-1-7 図 (1/4) 沿岸域において抽出した地点の水位、流向、流速

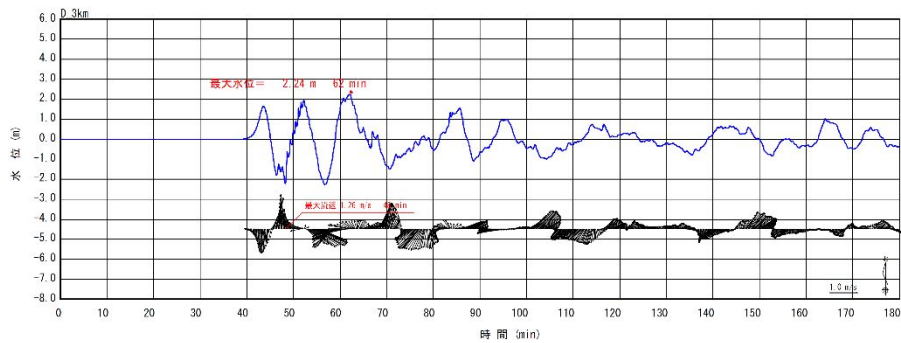
地点 4
 (最大水位 : 1.96m 最大流速 : 1.17m/s)



地点 5
 (最大水位 : 2.55m 最大流速 : 2.32m/s)

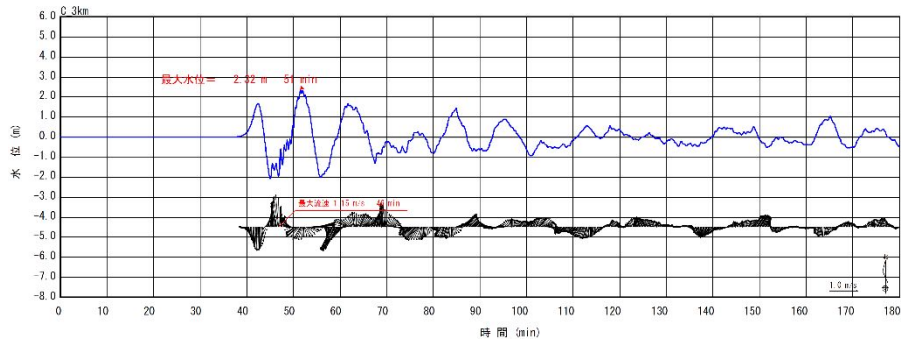


地点 6
 (最大水位 : 2.24m 最大流速 : 1.26m/s)

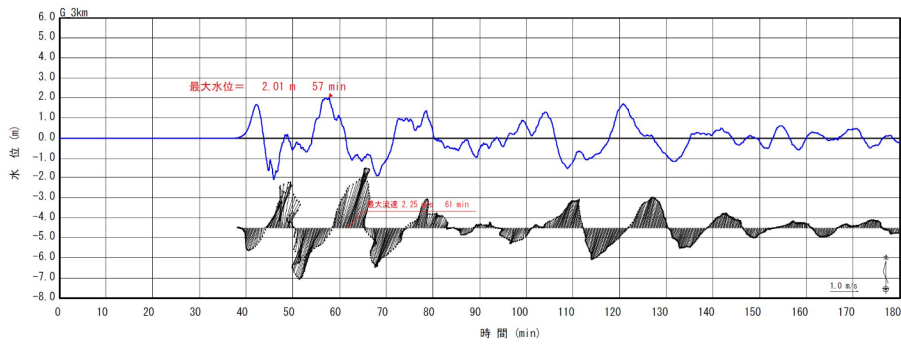


第 3-1-7 図 (2/4) 沿岸域において抽出した地点の水位、流向、流速

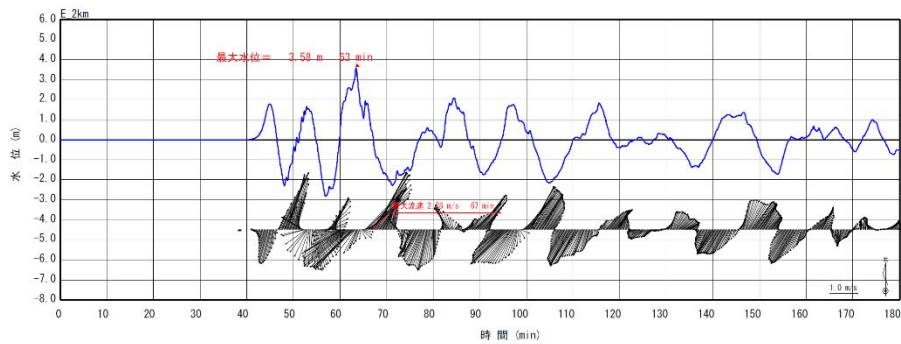
地点 7
 (最大水位 : 2.32m 最大流速 : 1.15m/s)



地点 8
 (最大水位 : 2.01m 最大流速 : 2.25m/s)

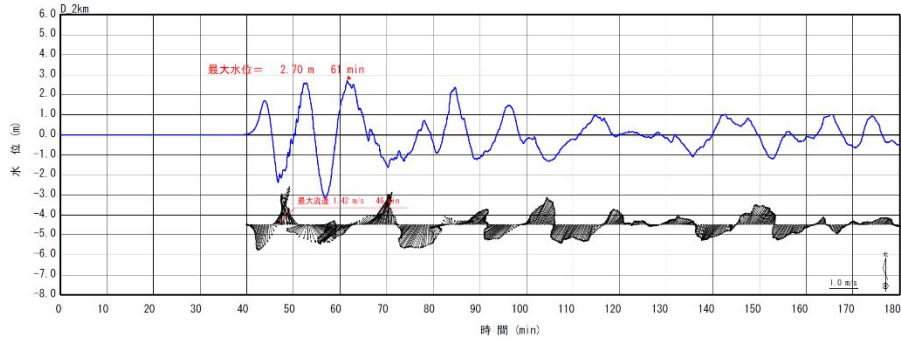


地点 9
 (最大水位 : 3.58m 最大流速 : 2.38m/s)

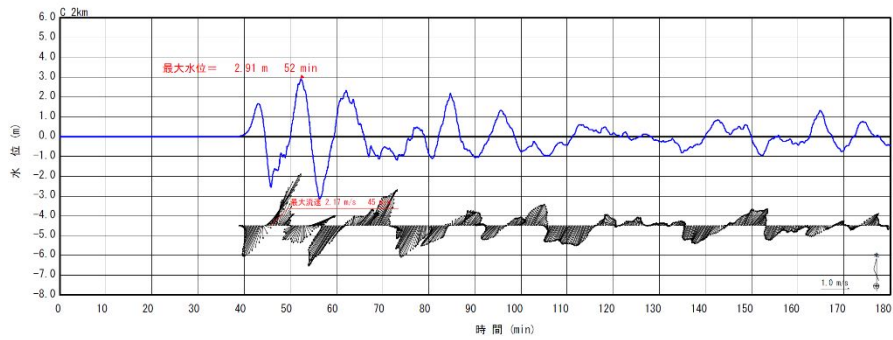


第 3-1-7 図 (3/4) 沿岸域において抽出した地点の水位、流向、流速

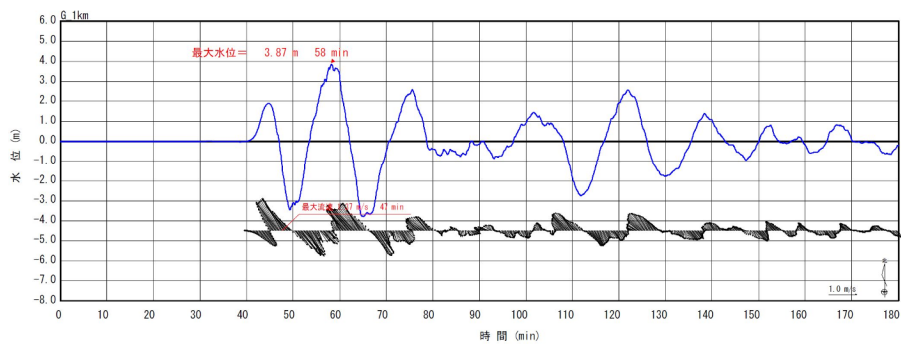
地点 10
 (最大水位 : 2.70m 最大流速 : 1.42m/s)



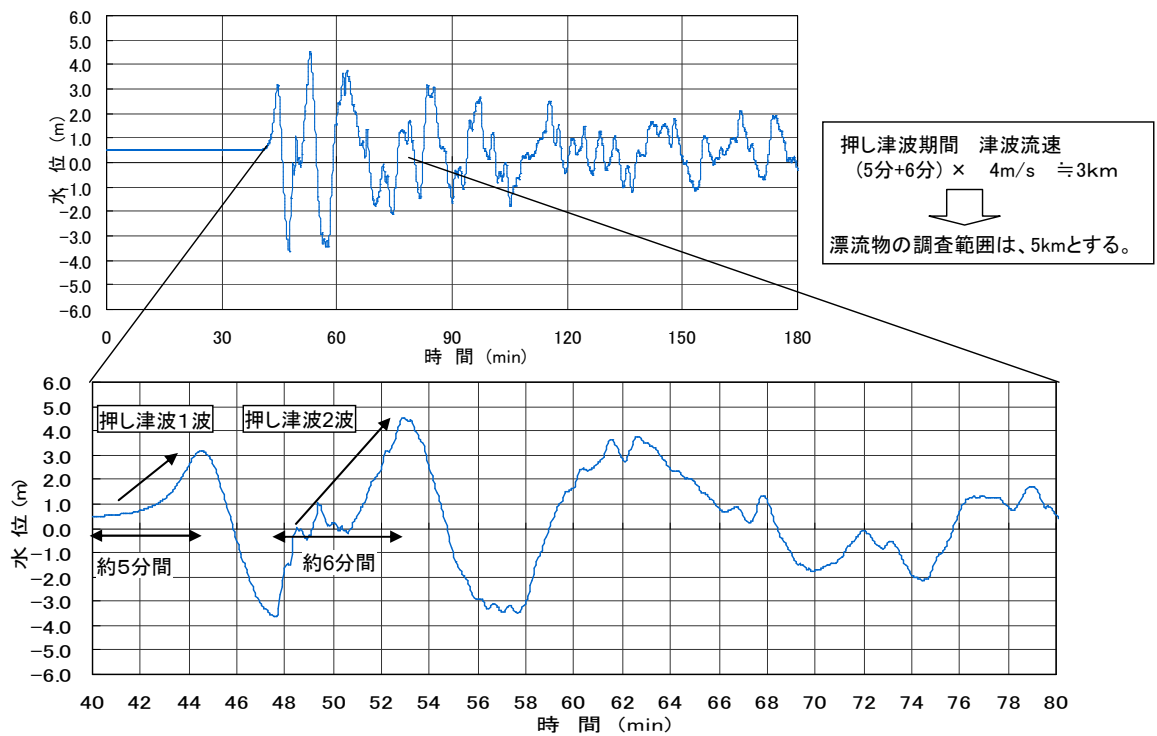
地点 11
 (最大水位 : 2.91m 最大流速 : 2.17m/s)



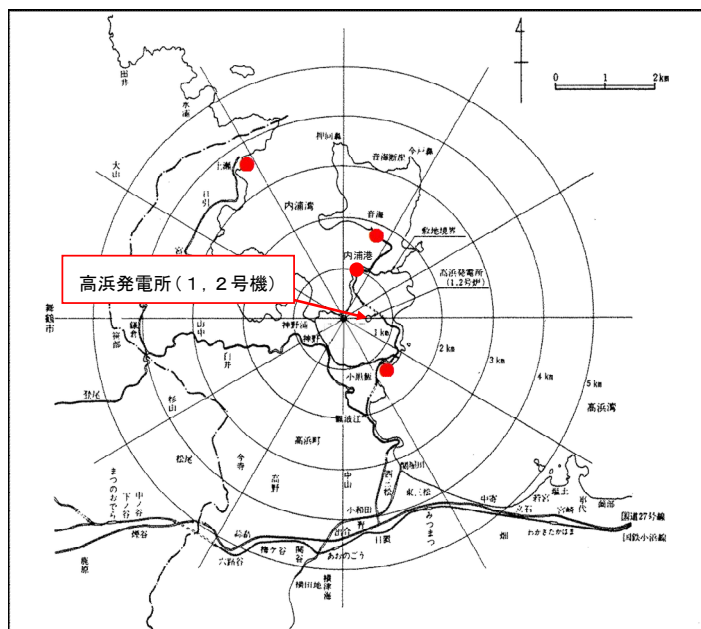
地点 12
 (最大水位 : 3.87m 最大流速 : 1.37m/s)



第 3-1-7 図 (4/4) 沿岸域において抽出した地点の水位、流向、流速



第 3-1-8 図 漂流物調査範囲の考え方について



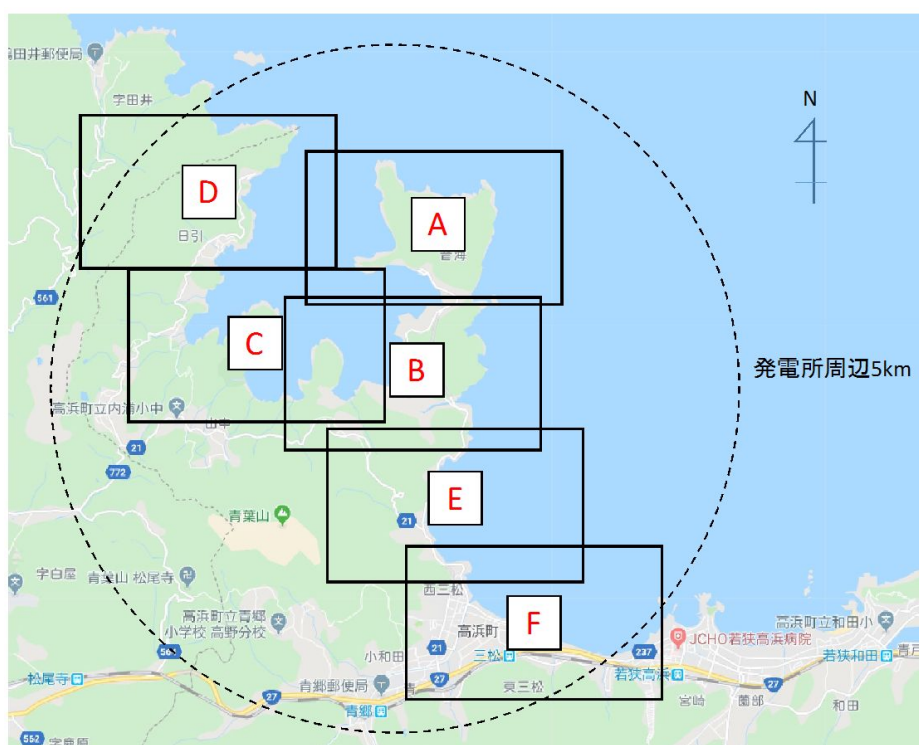
第 3-1-9 図 高浜発電所敷地付近地図 (港湾施設及び漁港の位置)

(3) 発電所構外における漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出

a. 漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出範囲の選定

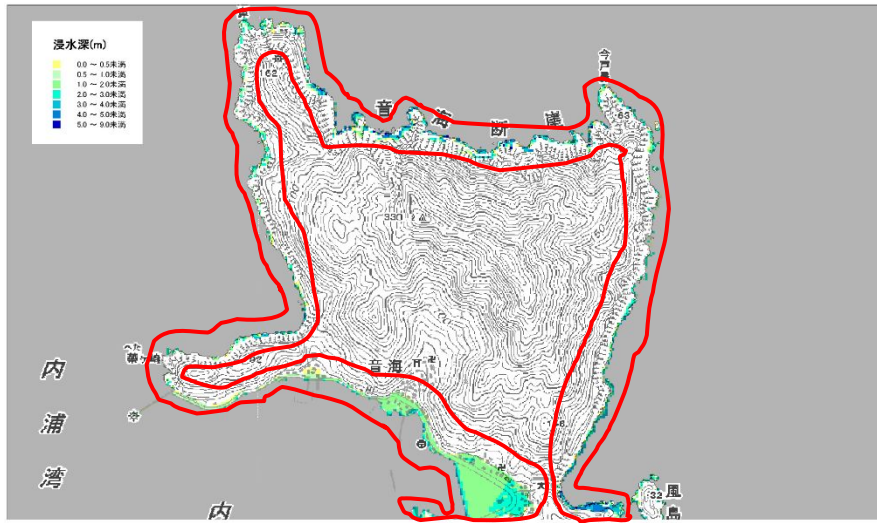
発電所周辺約 5km の範囲（第 3-1-10 図）について、「福井県における津波シミュレーション結果について 津波最大浸水深図（高浜町別図）平成 24 年 9 月 3 日」（以下「高浜町津波ハザードマップ」という。）により示される浸水域に、施設・設備等の有無を考慮して抽出範囲を赤枠で示した。赤枠で示した範囲内について漂流物となる可能性のある施設・設備等を抽出する。網羅的に調査した結果を漂流の可能性のある施設・設備として取り纏めた（第 3-1-11 図、第 3-1-12 図及び第 3-1-1 表～第 3-1-3 表）。

なお、高浜町津波ハザードマップと同じ波源（若狭海丘列付近断層）である高浜発電所津波シミュレーション結果から、音海地区における最高津波水位は m ～ m 程度となり、音海地区の敷地高さが m 程度であることを考慮すると、音海地区の津波浸水深さは 2.8m ～ 3.3m 程度と想定できる。これは、高浜町津波ハザードマップにて示される津波浸水深さとほぼ同等の結果であることから、抽出範囲として妥当と考える。

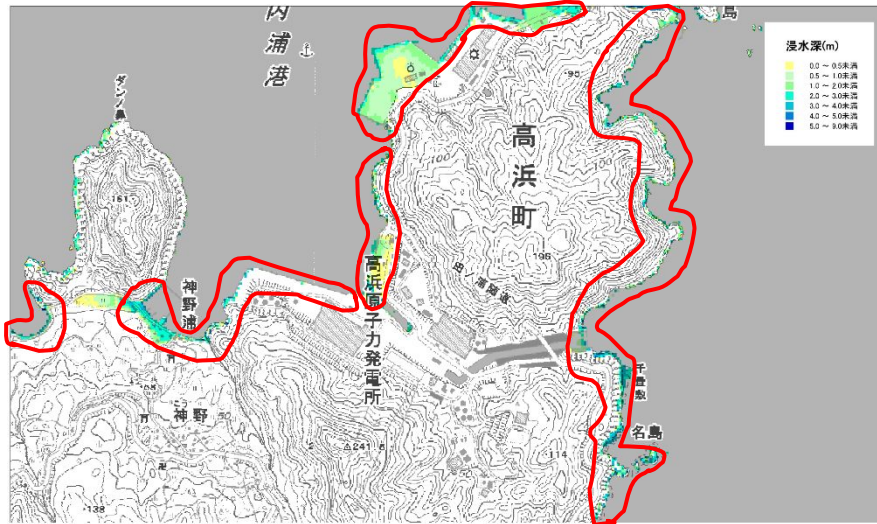


第 3-1-10 図 発電所周辺約 5km の範囲

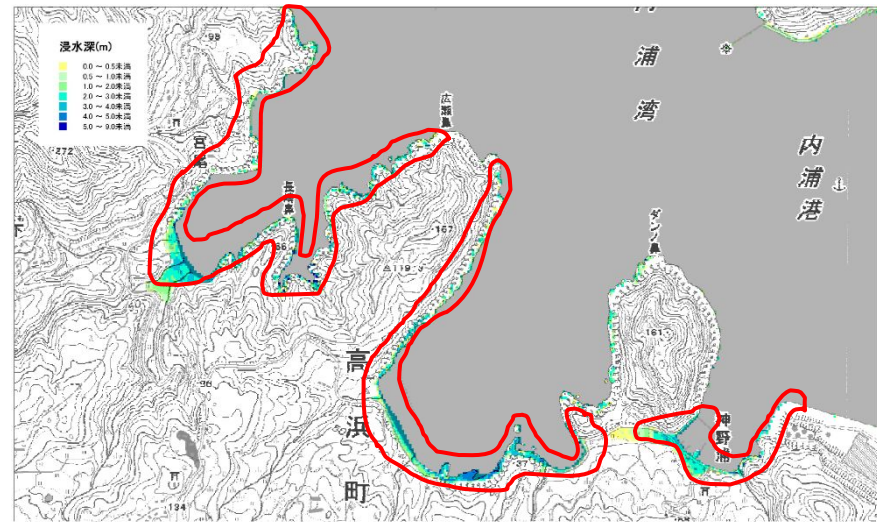
A



B

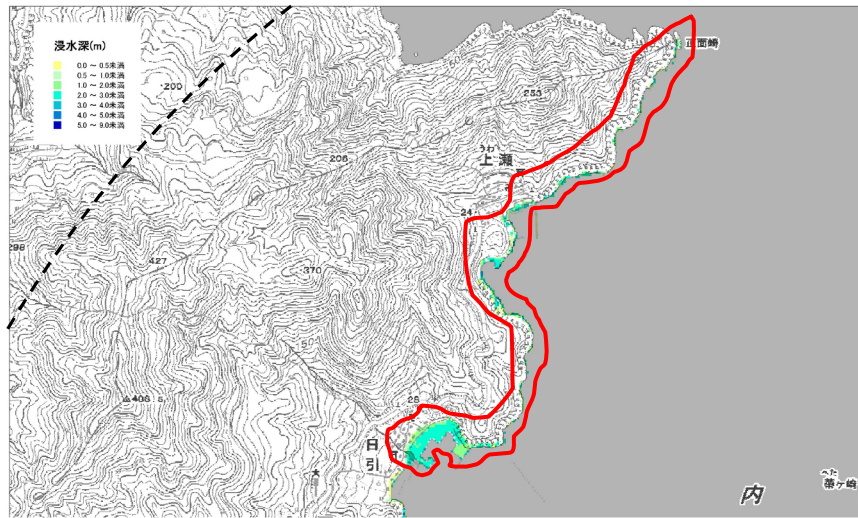


C

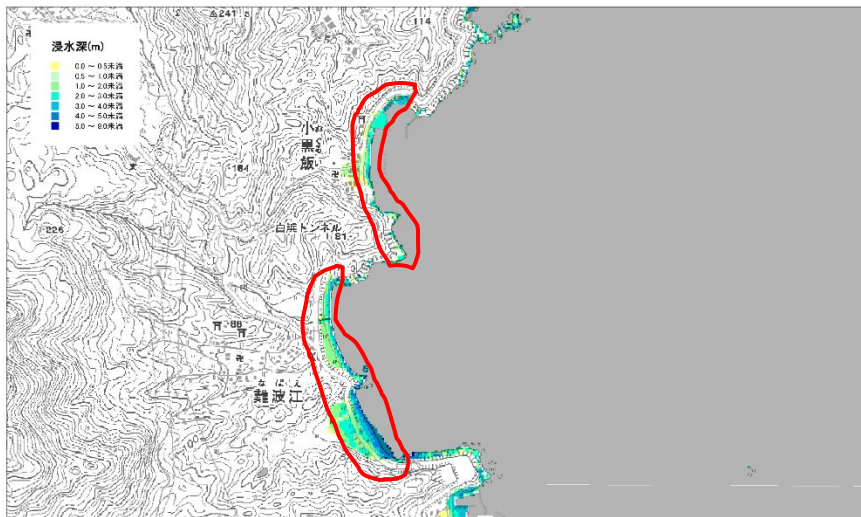


第 3-1-11 図(1/2) 高浜町津波ハザードマップ

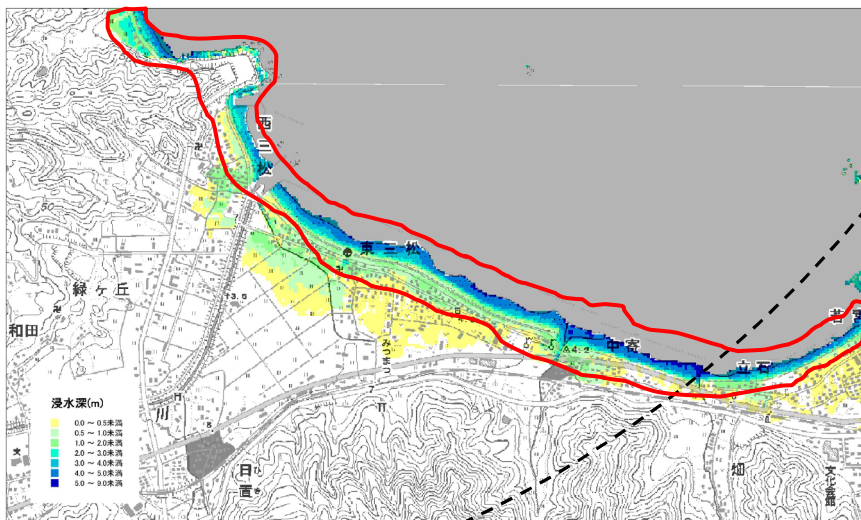
D



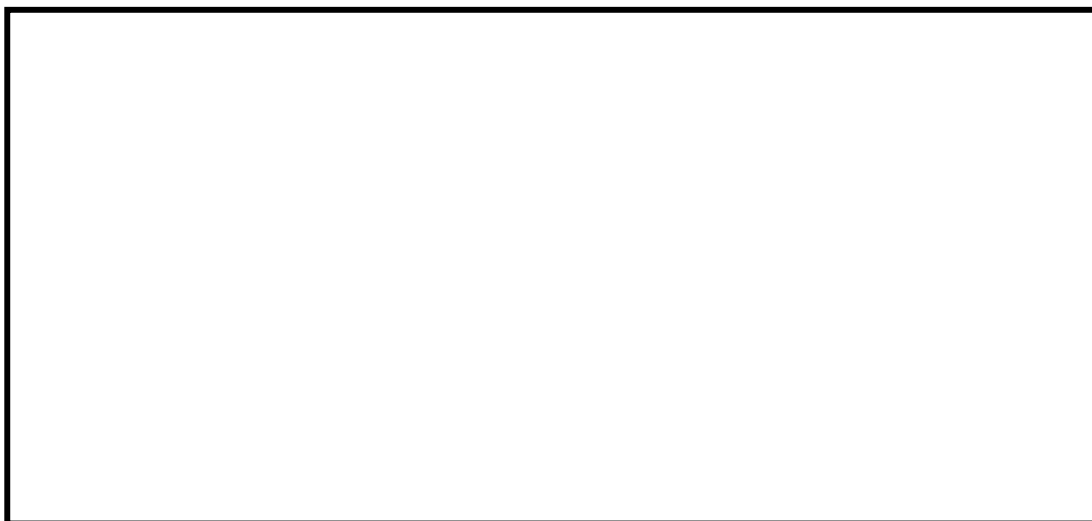
E



F



第 3-1-11 図(2/2) 高浜町津波ハザードマップ



第 3-1-12 図 高浜発電所津波シミュレーション結果

b. 漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出

漂流物としては主に、津波漂流物対象施設設計ガイドライン（以下「漂流物ガイドライン」という。）にて示される船舶、車両、コンテナ及び木材が考えられる。これらを対象漂流物として、公開データを確認するとともに、漂流物ガイドラインにて示される漂流物以外のものについても公開データを確認する。なお、定期的を実施する津波漂流物の確認を踏まえ、公開データにより抽出した施設・設備等の現場確認を行うとともに、それ以外の漂流物となる可能性のある施設・設備等を整理する。

① 漂流物ガイドラインにて示される施設・設備等の公開データによる抽出

漂流物ガイドラインにて示される対象漂流物である船舶、車両、コンテナ、木材を抽出項目として設定し、公開データを確認した（第 3-1-1 表）。

第 3-1-1 表 漂流物ガイドラインにて示される対象漂流物の確認結果

抽出項目	公開データ	確認結果
船舶（漁船）	市町村基本データ	高浜町に動力船、船外機付船、無動力船の存在が確認される
車両	人口統計ラボ	車両が存在すると想定される
コンテナ	市町村基本データ	高浜町にはコンテナを多数扱う施設はないことから、多数のコンテナは存在しないと想定される。
木材	市町村基本データ	高浜町には木材を多数扱う製材所等が無いことから、多数の木材は存在しないと想定される

② 漂流物ガイドラインにて示される施設・設備等以外の公開データによる抽出

漂流物ガイドラインにて示される対象漂流物以外についても公開データより網羅的に抽出を行い、施設・設備等を抽出した（第 3-1-2 表）。

第 3-1-2 表 漂流物ガイドラインにて示される対象漂流物以外の確認結果

公開データ	公開データにて抽出した施設・設備等	確認結果
市町村基本データ	音海漁港 上瀬漁港 神野浦漁港 小黒飯漁港	高浜町には漁港が存在することから、漁具、魚網の存在が想定される
人口統計ラボ	家屋	家屋が存在すると想定される

③ 現場ウォークダウンによる抽出結果

現場ウォークダウンにより、①②にて抽出した施設・設備等の現場確認を行うとともに、それ以外の漂流物となる可能性のある施設・設備等を抽出した（第 3-1-3 表）。

第3-1-3表 現場ウォークダウンによる抽出結果

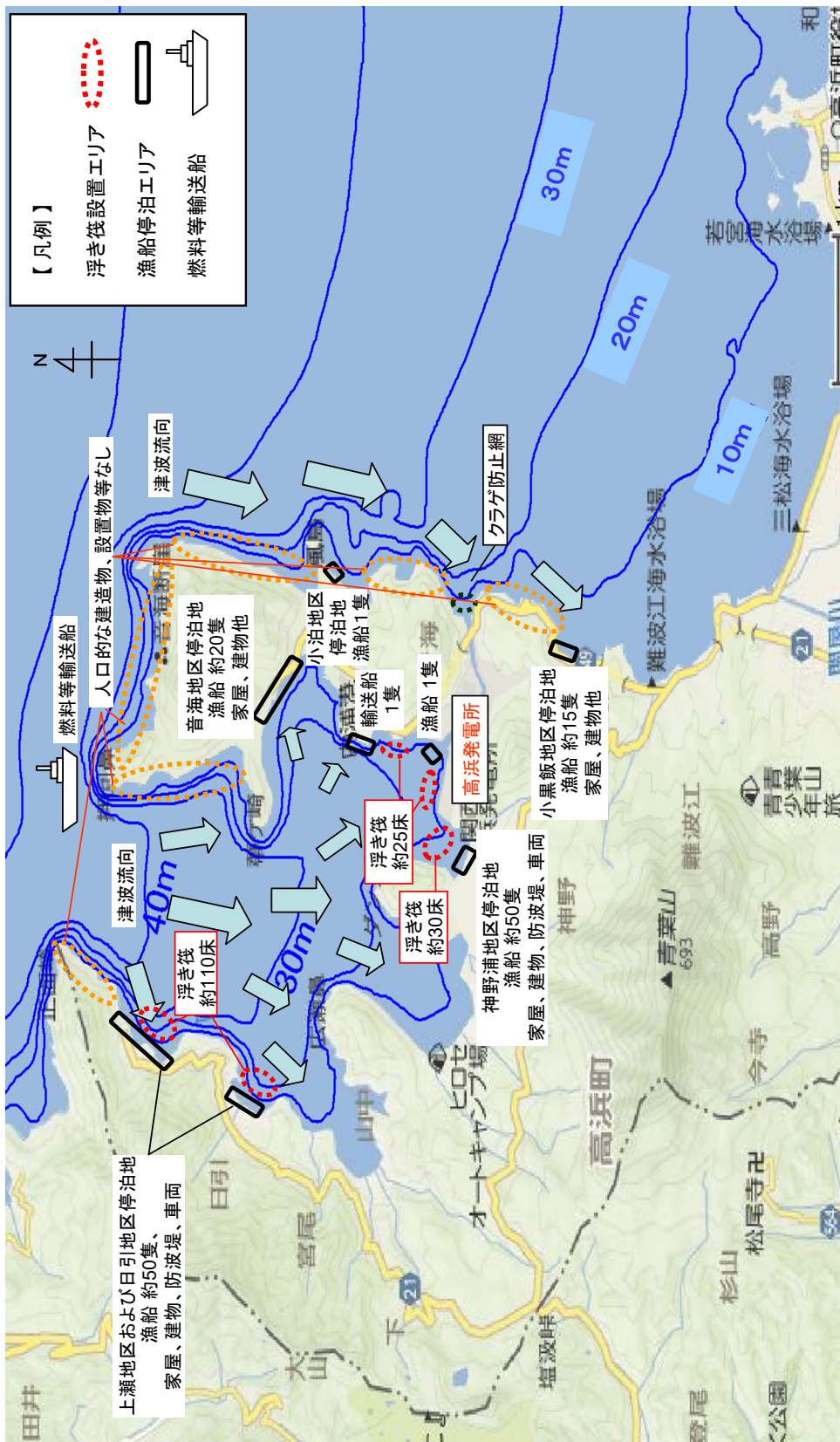
現場ウォークダウンにて抽出した施設・設備等	抽出した位置	数量
船舶 ・漁船 ・輸送船	内浦湾 内浦湾以外 内浦港	1隻 (10t) 約120隻 (10t) 15隻 (10t) 1隻 (5000t)
車両 (一般車両)	音海地区 神野浦地区 日引地区 上瀬地区 内浦港	多数
家屋、建物	音海地区 神野浦地区 日引地区 上瀬地区 内浦港	多数
その他 ・浮き筏 ・防波堤	音海地区 神野浦地区 日引地区 上瀬地区 内浦港	165床 (1t) 多数

c. 発電所構外における漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出結果の集約

抽出結果を以下の通り集約した以下の通り集約した(第3-1-4表及び第3-1-13図)。なお、施設・設備等については、ウォークダウンを実施し漂流物の評価への影響がないことを確認している。

第3-1-4表 発電所構外における漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出結果

施設・設備等	種類	状況	場所	数量	重量 (概数)	備考
漁船	船舶	停泊・航行	内浦港	1隻	10t	
				約120隻	10t	
輸送船			小黒飯地区	約15隻	10t	
			内浦港	1隻	5000t 未満	
家屋 (建物)	木造建屋	設置	音海地区	多数	—	
家屋 (建物)	鉄筋コンクリート造建屋		神野浦地区	多数	—	
防波堤	防波堤		日引地区	多数	—	
車両	車両		上瀬地区 内浦港	多数	—	
浮き筏	その他	設置	内浦港	約165床	約1t	

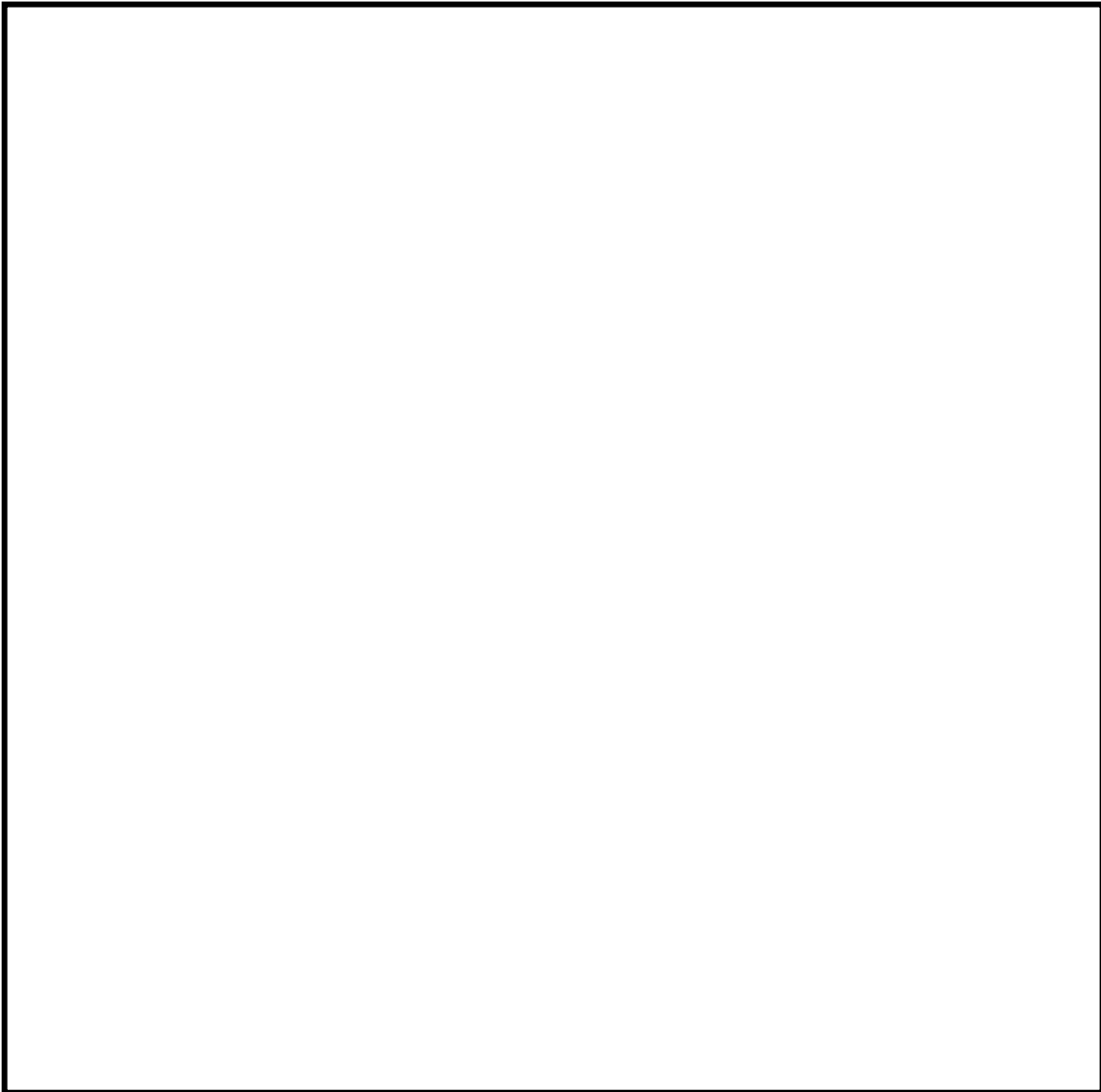


第 3-1-13 図 発電所構外における漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出結果

(4) 発電所構内における漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出

a. 漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出範囲の選定

発電所構内の敷地において、津波シミュレーション結果から浸水する範囲を抽出範囲として選定する（第 3-1-14 図及び第 3-1-15 図）。



第 3-1-14 図 発電所構内の敷地において、津波シミュレーション結果から浸水する範囲



第 3-1-15 図 高浜発電所 津波遡上範囲

b. 漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出範囲の抽出

構内配置図により、津波シミュレーション結果から浸水する範囲において漂流物となる可能性のある施設・設備等を抽出する。また、構内配置図では確認できない施設・設備等については現場ウォークダウンにより抽出する。

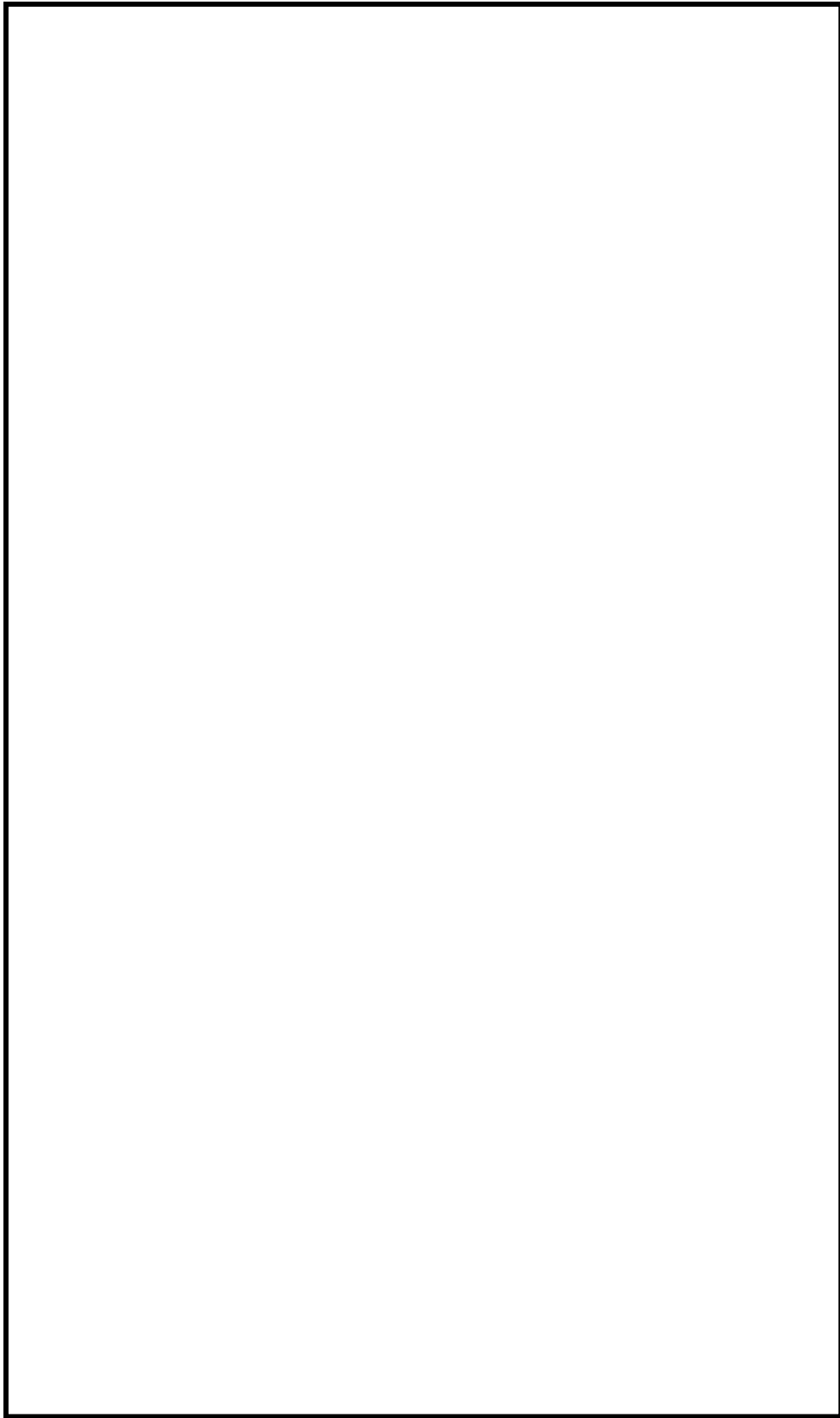
① 構内配置図による抽出

構内配置図に赤枠で示した津波遡上範囲に対して、漂流物となる可能性のある施設・設備等を抽出した。

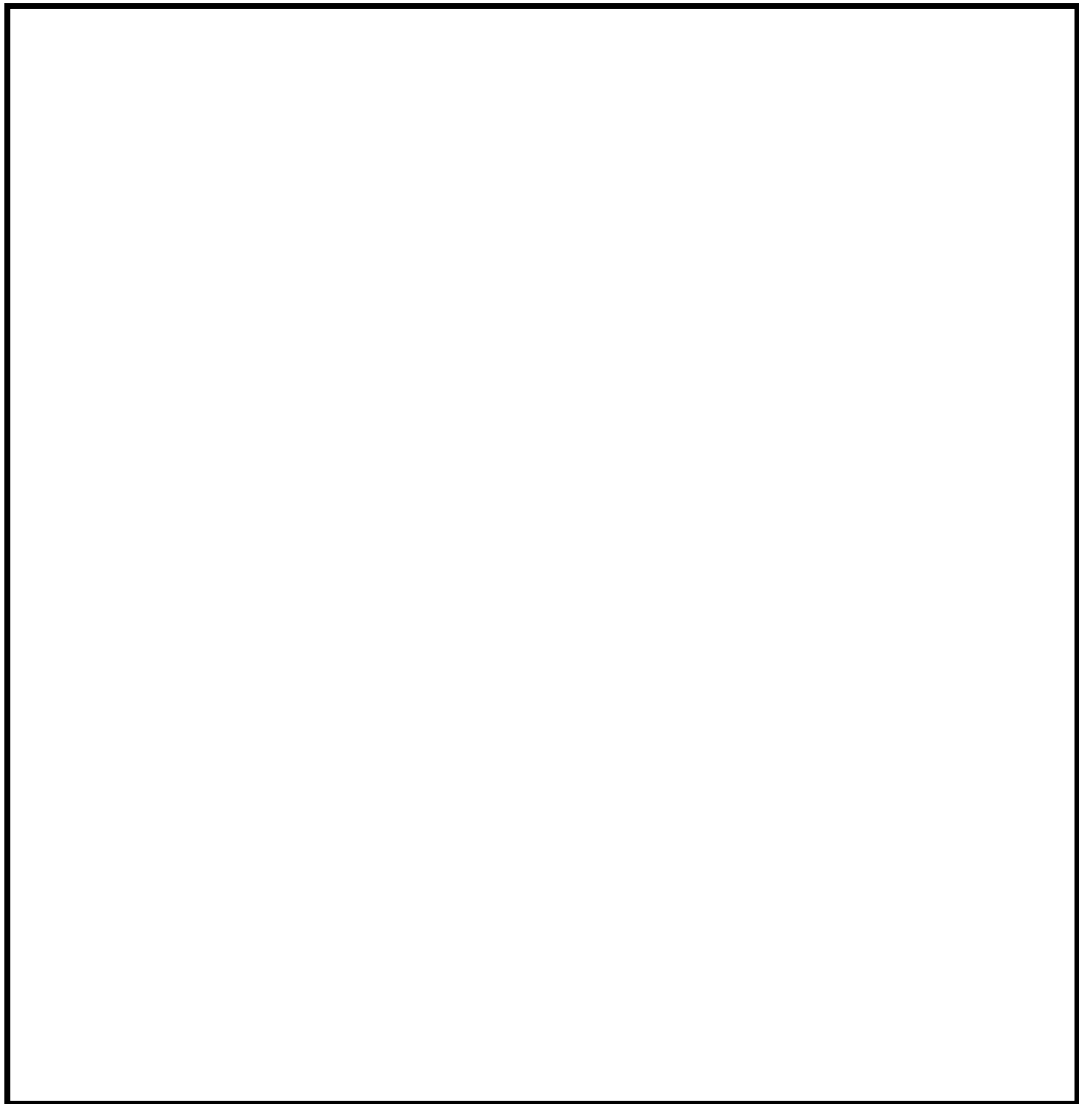
② 現場ウォークダウンによる抽出

現場ウォークダウンにより、①にて抽出した施設・設備等について現場確認を行うと共に、構内配置図上では確認できない漂流物となる可能性のある施設・設備等を抽出した。

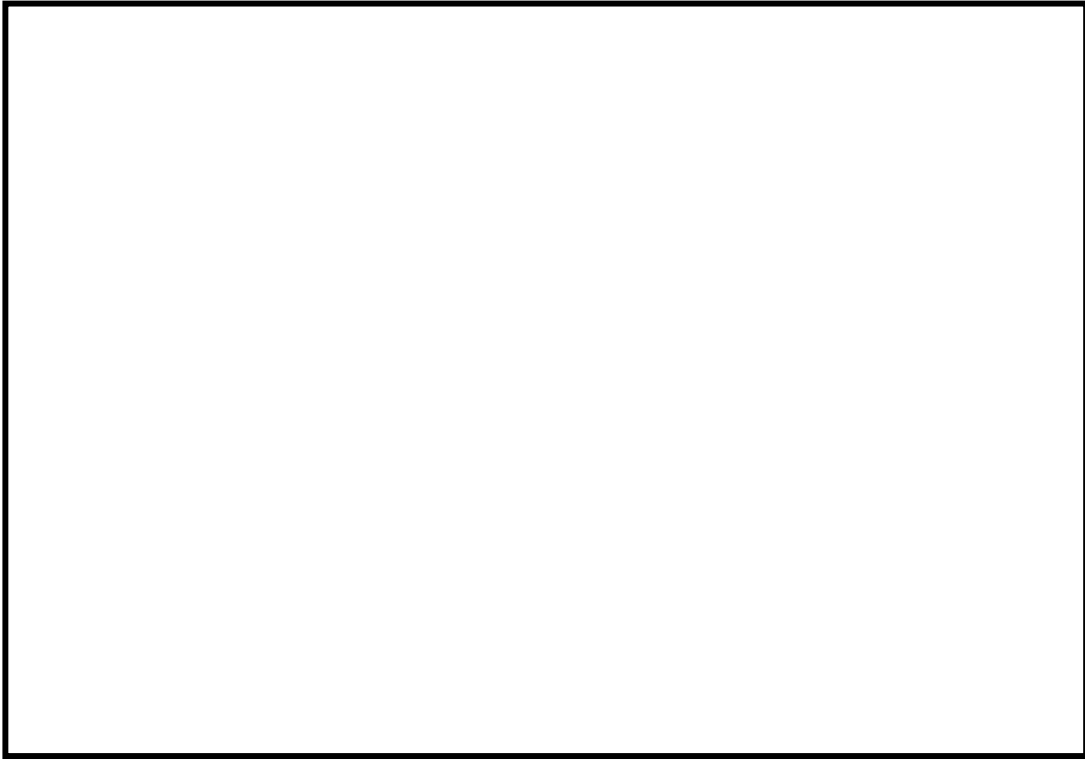
また、物揚岸壁に停泊する可能性のある燃料等輸送船については、漂流物となる可能性のある船舶として整理した（第 3-1-16 図～第 3-1-19 図）。



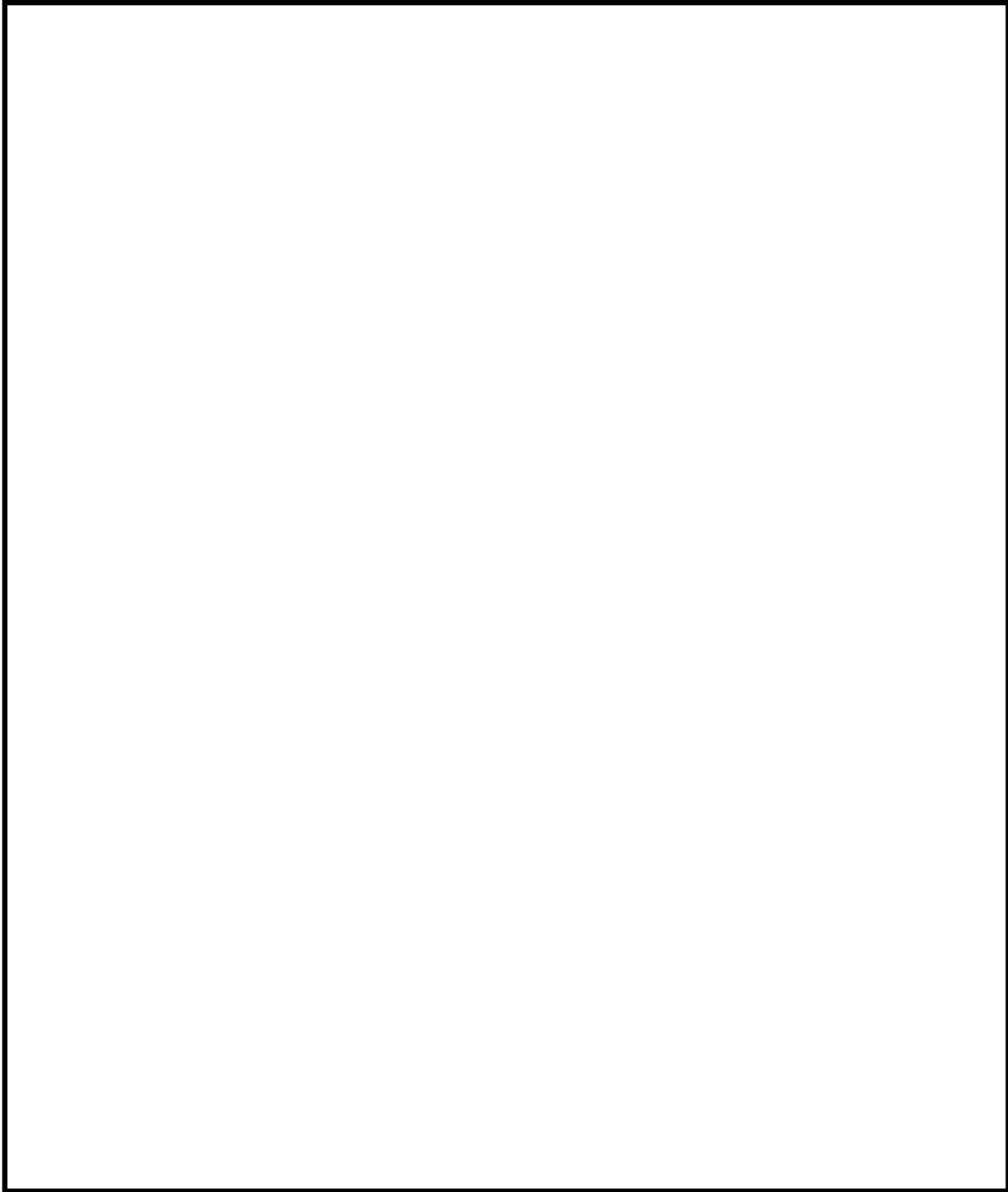
第 3-1-16 図 放水口側（物揚岸壁付近）の協力会社事務所等構築物



第 3-1-17 図 放水口側（物揚岸壁付近）の協力会社事務所等構築物



第 3-1-18 図 放水口側（3号及び4号機放水口付近）の協力会社事務所等構築物



第 3-1-19 図 敷地周辺の漂流物調査結果（発電所敷地内及び取水口近傍）

- c. 発電所構内における漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出結果の集約

抽出結果を以下の通り集約した以下の通り集約した(第 3-1-5 表)。なお、施設・設備等については、ウォークダウンを実施し漂流物の評価への影響がないことを確認している。

第 3-1-5 表 発電所構内における漂流物となる可能性のある
施設・設備等の抽出結果

--