

資料 4-2-2

大飯発電所 3号炉及び4号炉 津波に対する施設評価について

平成27年12月

関西電力株式会社

本資料のうち、一点鎖線の範囲は機密に係る事項ですので、公開することはできません。

目 次

I. はじめに

II. 耐津波設計方針

1. 基本事項

- 1.1 津波防護対象の選定
- 1.2 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等
- 1.3 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域
- 1.4 入力津波の設定
- 1.5 水位変動・地殻変動の評価
- 1.6 設計または評価に用いる入力津波

2. 津波防護方針

- 2.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針
- 2.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）
 - (1) 遡上波の地上部からの到達、流入の防止
 - (2) 取水路、放水路等の経路からの津波の流入防止
- 2.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）
- 2.4 設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画の隔離
（内郭防護）
 - (1) 浸水防護重点化範囲の設定
 - (2) 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策
- 2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止
 - (1) 海水ポンプの取水性
 - (2) 津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認
- 2.6 津波監視設備
- 2.7 津波影響軽減施設

3. 施設・設備の設計方針

- 3.1 津波防護施設の設計
- 3.2 浸水防止設備の設計
- 3.3 津波監視設備
- 3.4 津波・設備の設計・評価に係る検討事項

I. はじめに

本資料は、大飯発電所3号機及び4号機における耐津波設計方針について示すものである。

設置許可基準規則^{*1}第5条及び技術基準規則^{*2}第6条では、津波による損傷防止について、設計基準対象施設が基準津波により、その安全性が損なわれる恐れがないよう規定されている。さらに、設置許可基準解釈^{*3}の別記3(津波による損傷の防止)(以下「別記3」という)に具体的な要求事項が規定されている。

また、設置許可段階の基準津波策定に係る審査において、設置許可基準規則及びその解釈の妥当性を厳格に確認するために「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」(以下、「審査ガイド」という)が策定されている。

本資料においては、大飯発電所の設計基準対象施設が安全上重要な施設として、津波に対する防護対策が審査ガイドに沿った検討方針及び検討結果であることを確認することにより、津波防護が達成されていることを確認する。(図1)

本資料の構成としては、審査ガイドの要求事項内容を【規制基準における要求事項等】に記載し、大飯発電所3号機及び4号機の各要求事項に対する対応方針を【検討方針】に記載している。また、その方針に基づいた具体的な検討結果又は評価内容については、図表やデータ用いて【検討結果】に記載する構成としている。

なお、入力津波の策定にあたり、若狭海丘列付近断層による波源を基準津波として用いている。(図2、図3)

※ 1 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則

※ 2 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の解釈

※ 3 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈

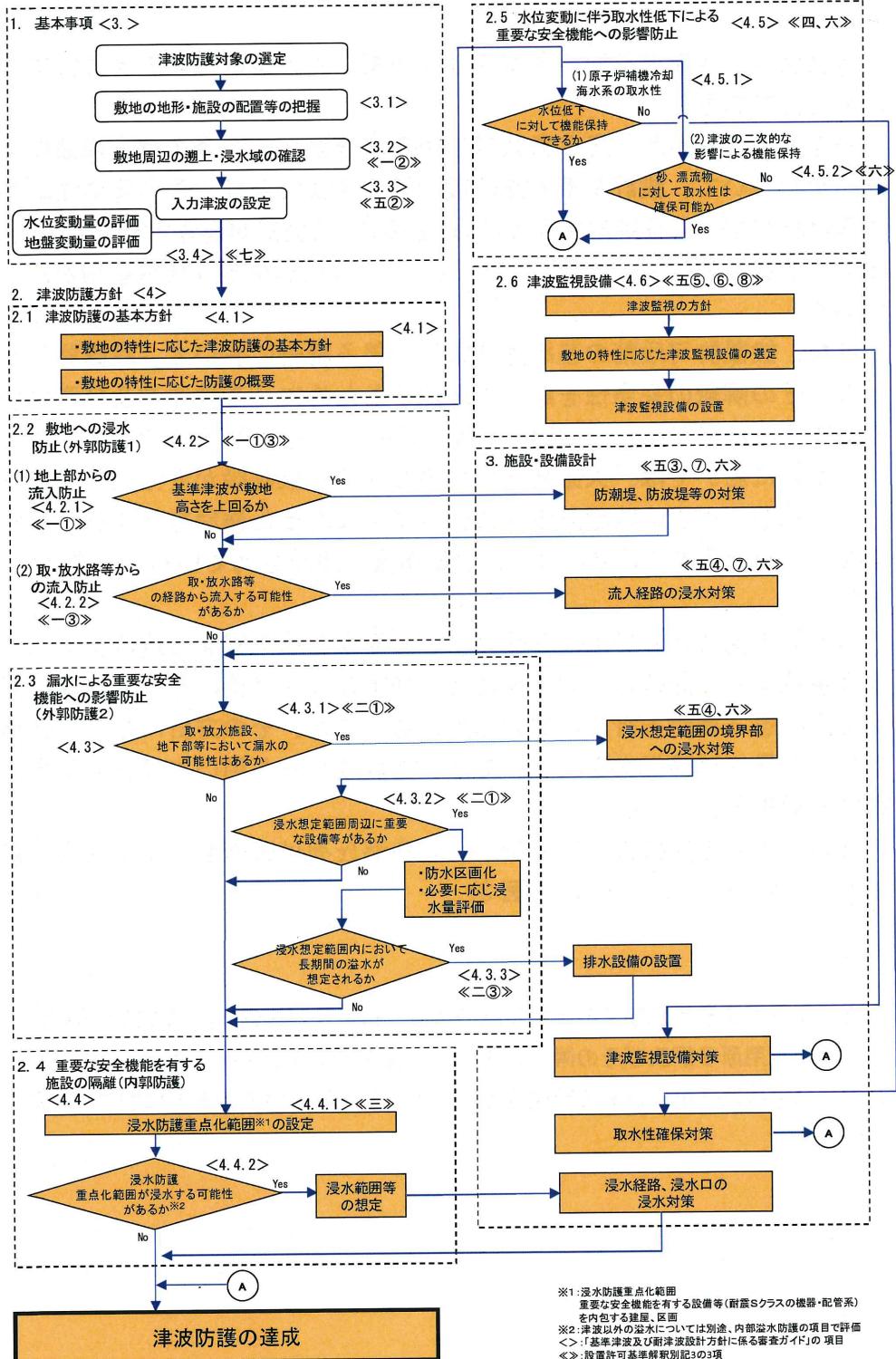


図1 耐津波設計の基本フロー

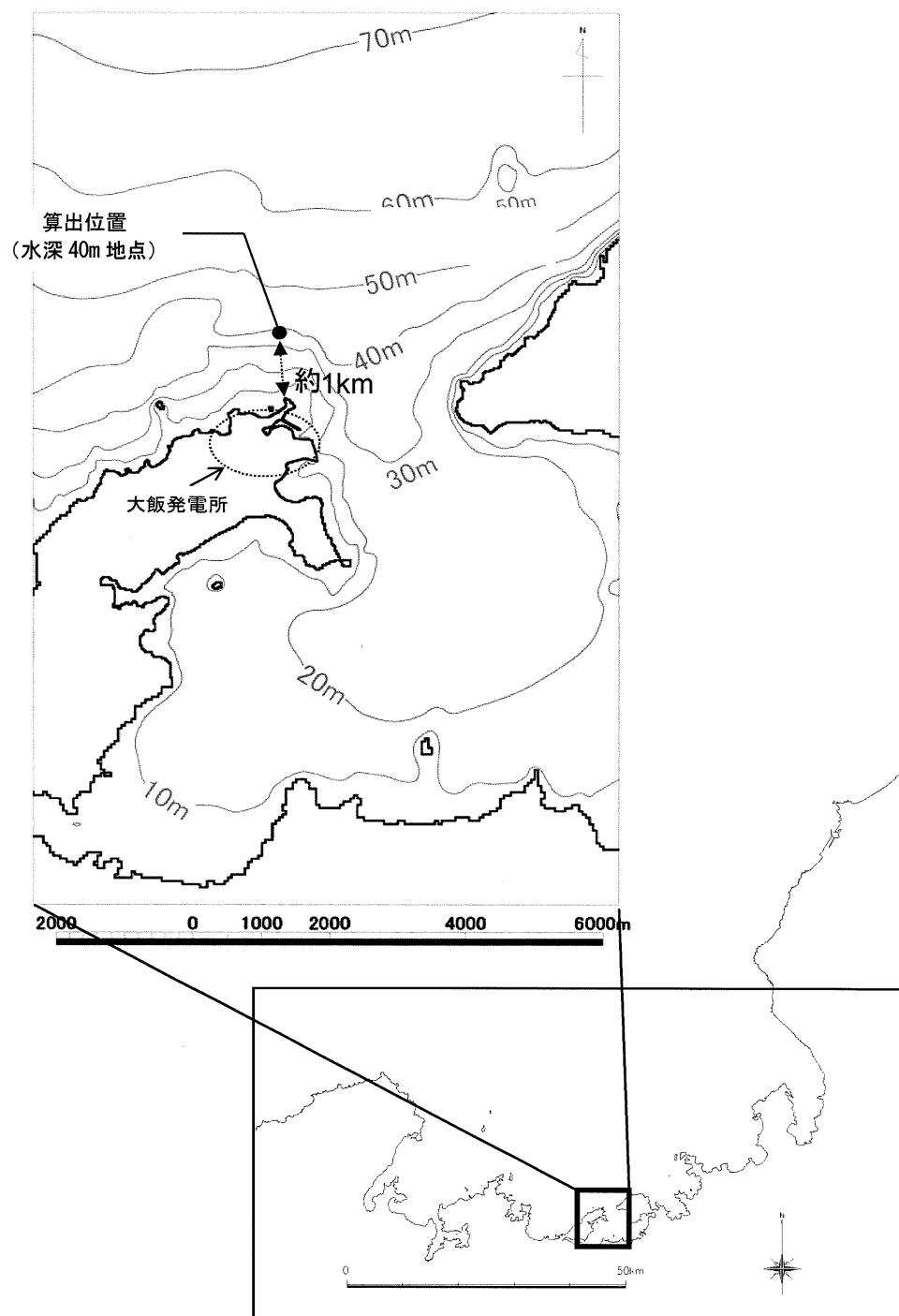
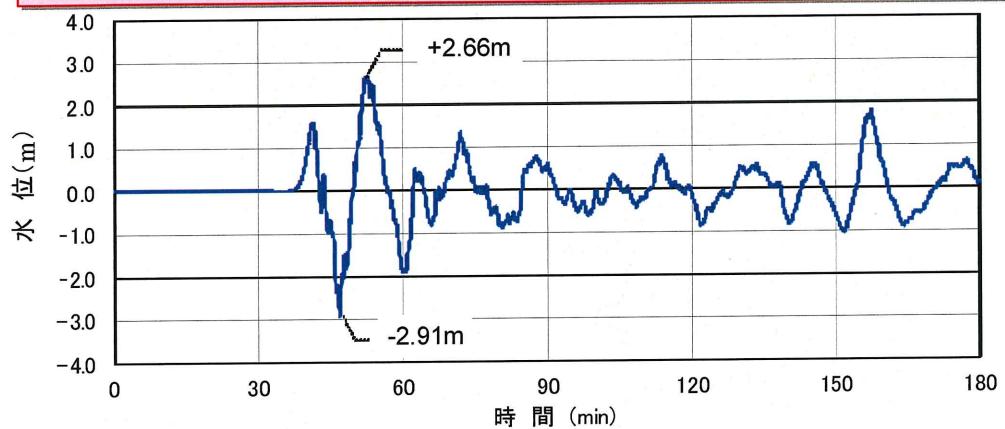


図2 大飯発電所の基準津波定義位置

【基準津波1】

若狭海丘列付近断層と隱岐トラフ海底地すべり(エリアB:Kinematic 81秒ずれ)



【基準津波2】

若狭海丘列付近断層と隱岐トラフ海底地すべり(エリアB:Kinematic 0秒ずれ)

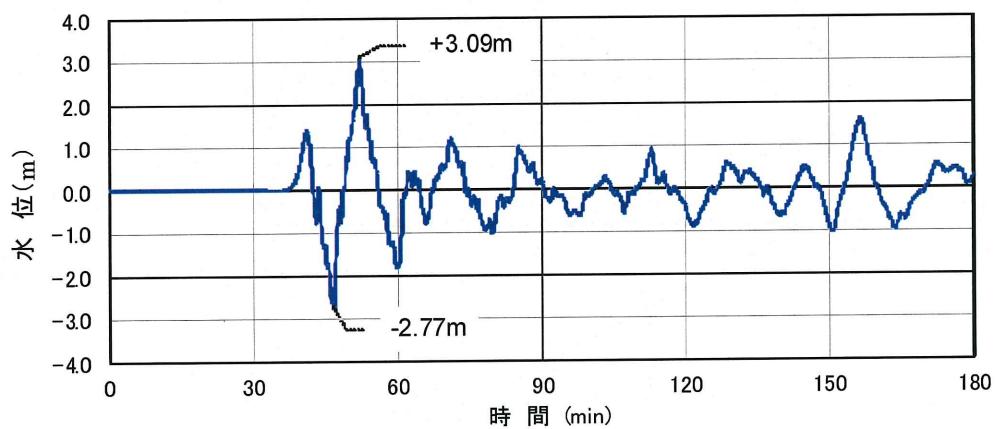


図3 大飯発電所の基準津波

II. 耐津波設計方針

1. 基本事項

1.1 津波防護対象の選定

【規制基準における要求事項等】

第五条 設計基準対象施設は、その供用中に当該施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対してその安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

【検討方針】

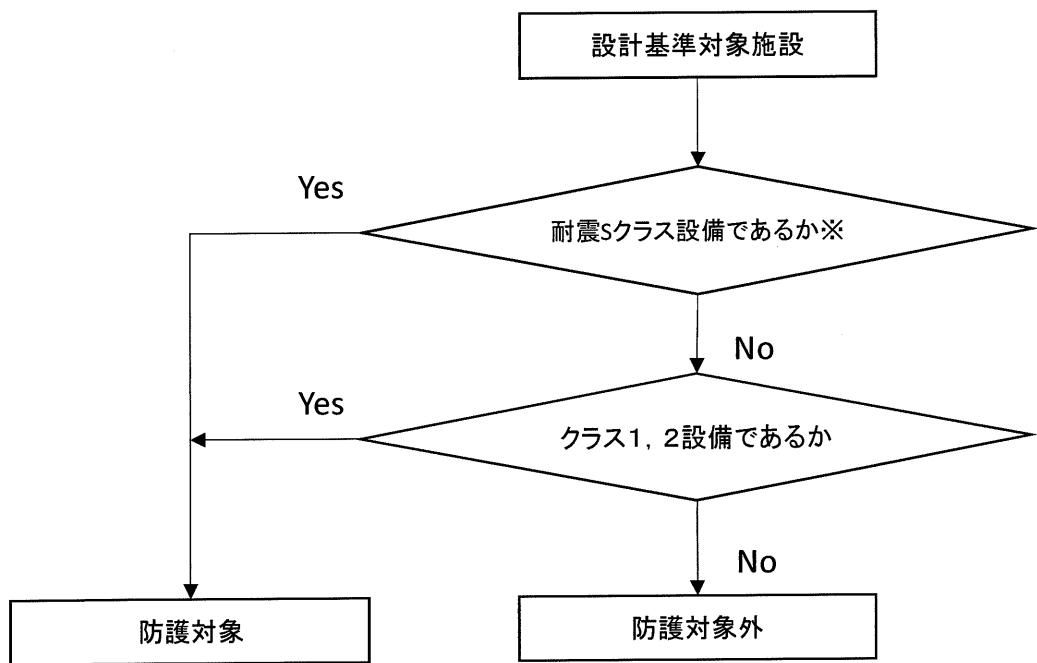
設置許可基準第五条においては、基準津波に対して設計基準対象施設が安全機能を損なわれないことを要求していることから、津波から防護を検討する対象となる設備は、設計基準対象施設のうち安全機能を有する設備である。また、別記3では津波から防護する設備として津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を含む耐震Sクラスに関する設備が要求されている。

このため、設計基準対象施設のうち津波から防護すべき重要な安全機能を有する施設を図-1-1-1のフローに基づき選定する。

【検討結果】

安全機能を有する設備としては、「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」に基づく安全重要度分類のクラス1、2及び3が該当する。このうち、クラス3設備は、損傷した場合を考慮して、代替設備により必要な機能を確保する等の対応を行う設計とする。

このため、津波に対し防護する設備は、クラス1、2設備並びに津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を含む耐震Sクラスに属する設備（以下「設計基準対象施設の津波防護対象設備」という。）とする。主な設備リストを表1-1-1に示す。補足説明資料2に配置図を示す。



※津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を含む

図-1-1-1 津波防護対象の選定フロー

表-1-1-1 主な設計基準対象施設の津波防護対象リスト

設備名称
1. 原子炉本体
2. 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設
3. 原子炉冷却系統施設
(1)一次冷却材の循環設備
(2)余熱除去設備
(3)非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備
(4)化学体積制御設備
(5)原子炉補機冷却設備
(6)蒸気タービンの附属設備
4. 計測制御系統施設
(1)制御材
(2)制御棒駆動装置
(3)ほう酸注入機能を有する設備
(4)計測装置
(5)制御用空氣設備
5. 放射性廃棄物の廃棄施設
6. 放射線管理施設
(1)放射線管理計測装置
(2)換気設備
7. 原子炉格納施設
(1)原子炉格納容器
(2)圧力低減設備その他の安全設備
8. その他発電用原子炉の附属施設
(1)非常用電源設備

1.2 敷地及び敷地周辺における地形、施設の配置等

【規制基準における要求事項】

敷地及び敷地周辺における地形、施設の配置等については、敷地及び敷地周辺の図面等に基づき、以下を把握する。

- a. 敷地及び敷地周辺の地形、標高、河川の存在
- b. 敷地における施設(以下、例示)の位置、形状等

- ① 耐震 S クラスの設備を内包する建屋
- ② 耐震 S クラスの屋外設備
- ③ 津波防護施設(防潮堤、防潮壁等)
- ④ 浸水防止設備(水密扉等)※
- ⑤ 津波監視設備(潮位計、取水ピット水位計等)※

※ 基本設計段階で位置が特定されているもの

- ⑥ 敷地内(防潮堤の外側)の遡上域の建物・構築物等(一般建物、鉄塔、タンク等)

- c. 敷地周辺の人工構造物(以下は例示である。)の位置、形状等

- ① 港湾施設(サイト内及びサイト外)
- ② 河川堤防、海岸線の防波堤、防潮堤等
- ③ 海上設置物(係留された船舶等)
- ④ 遡上域の建物・構築物等(一般建物、鉄塔、タンク等)
- ⑤ 敷地前面海域における通過船舶

【検討方針】

大飯発電所の敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等について、敷地及び敷地周辺の図面等に基づき、以下を把握する。

- a. 敷地及び敷地周辺の地形、標高並びに河川の存在
- b. 敷地における施設の位置、形状等
- c. 敷地周辺の人工構造物の位置、形状等

【検討結果】

a. 敷地及び敷地周辺の地形、標高並びに河川の存在

大飯発電所の敷地は、図-1-2-1～2に示すとおり、福井県の若狭湾に突出し小浜湾の西側を形成している大島半島の先端部に位置する。敷地の地形は、北・西・南側を標高100～200m程度の山で囲まれており、中央部の平地は南西～北東方向に延び小浜湾に臨んでいる。

敷地周辺の地形は、標高150～500m程度の山なみが中央を走り、北西側は急斜面で直接若狭湾に、南東側は比較的緩斜面で小浜湾に臨んでいる。また、発電所海域に流入する河川はない。

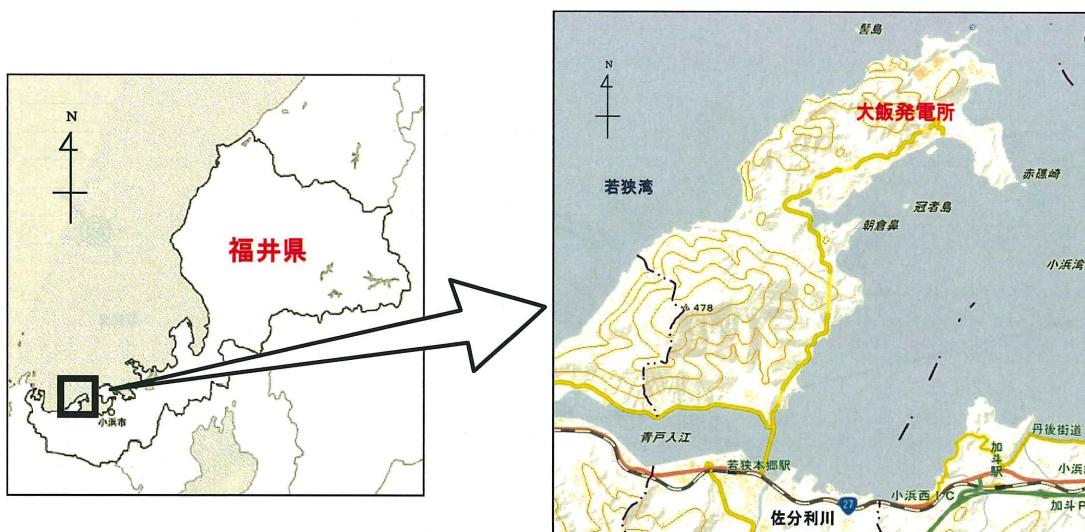


図-1-2-1 大飯発電所の位置

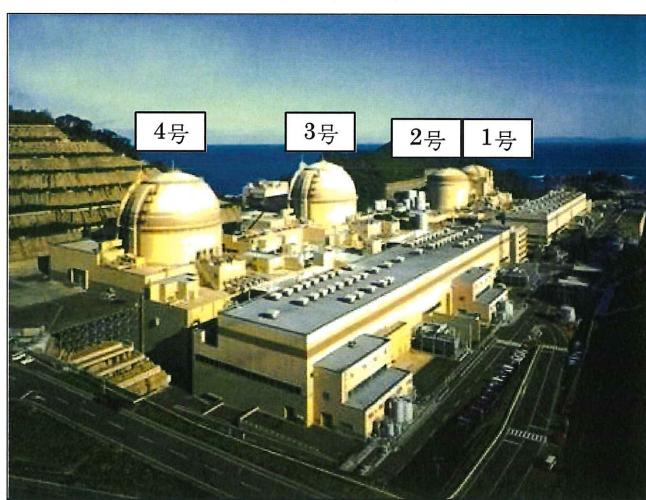


図-1-2-2 大飯発電所全景写真（4号機側より）

b. 敷地における施設の位置、形状等

大飯発電所の敷地図を図-1-2-3 に示す。大飯 3, 4 号機は 1, 2 号機の西側に位置しており、敷地の東側が小浜湾、北側が若狭湾に面している。

タービン復水器冷却水及び原子炉補機冷却海水の取水口は、敷地東側の小浜湾、放水口は、敷地北側の山を挟んだ若狭湾に位置する。主要な発電所施設である原子炉格納施設、原子炉周辺建屋、タービン建屋については、敷地中央部に集約して配置している。

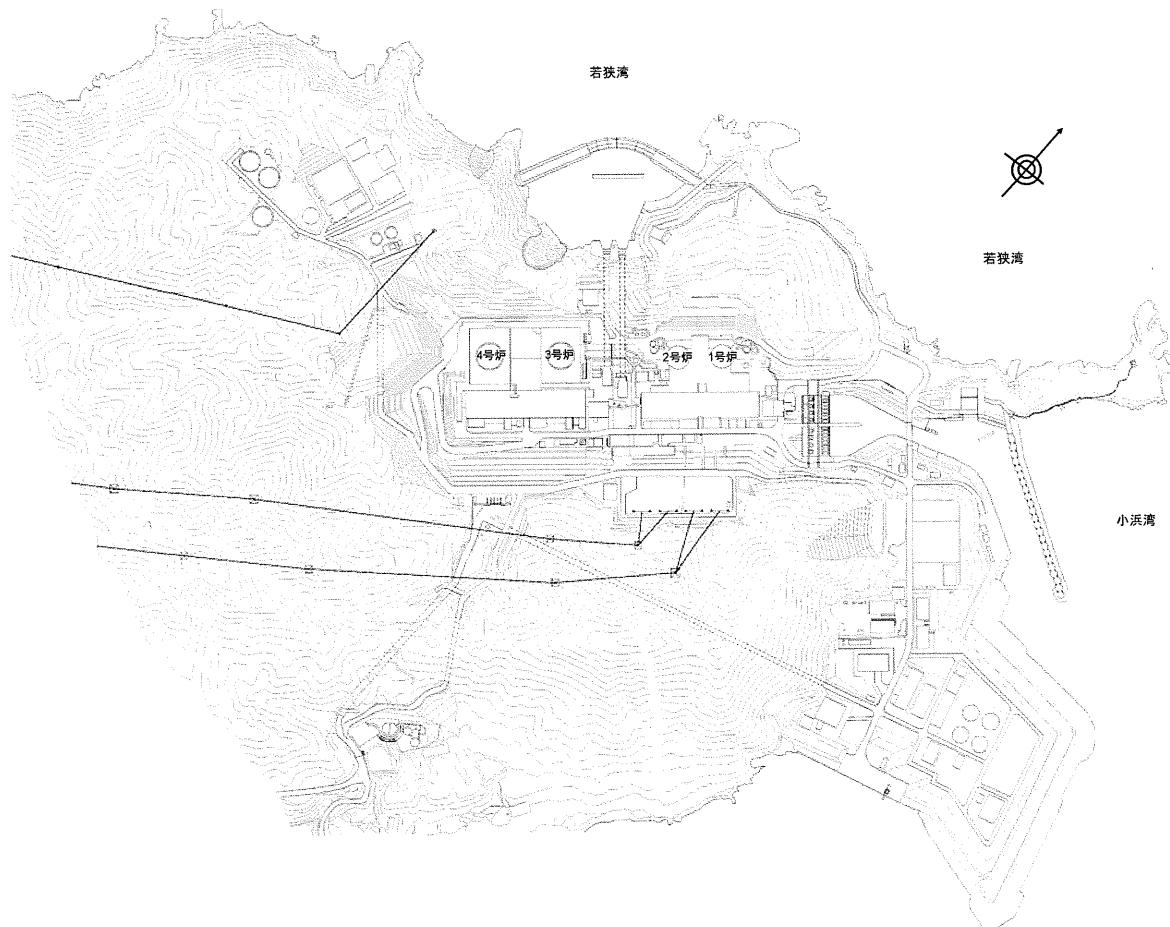


図-1-2-3 大飯発電所の敷地図

設計基準対象施設の津波防護対象設備等を内包する建屋及び区画として、T.P.+9.7mの敷地に原子炉格納施設、原子炉周辺建屋、制御建屋及び廃棄物処理建屋があり、屋外設備としては、T.P.+8.0mの防護壁及び敷地に囲われた海水ポンプ室、T.P.+9.7mの敷地に燃料油貯蔵タンク、T.P.+13.1mの敷地に重油タンクがある。非常用取水設備として、海水ポンプ室を設置する。

津波防護施設として、海水ポンプ室及びその周辺に防護壁、海水ポンプ室前面に貯水堰を設置する。浸水防止設備として、T.P.+2.5mの海水ポンプ室に海水ポンプ室浸水防止蓋及び止水壁を設置する。津波監視設備として、海水ポンプ室内T.P.+約2.1m及び海水ポンプ室前防護壁T.P.約+9.0mに潮位計、原子炉補助建屋屋上T.P.+約38.3m及び海水ポンプ室T.P.+約10mに津波監視カメラを設置する。(図-1-2-4~6)

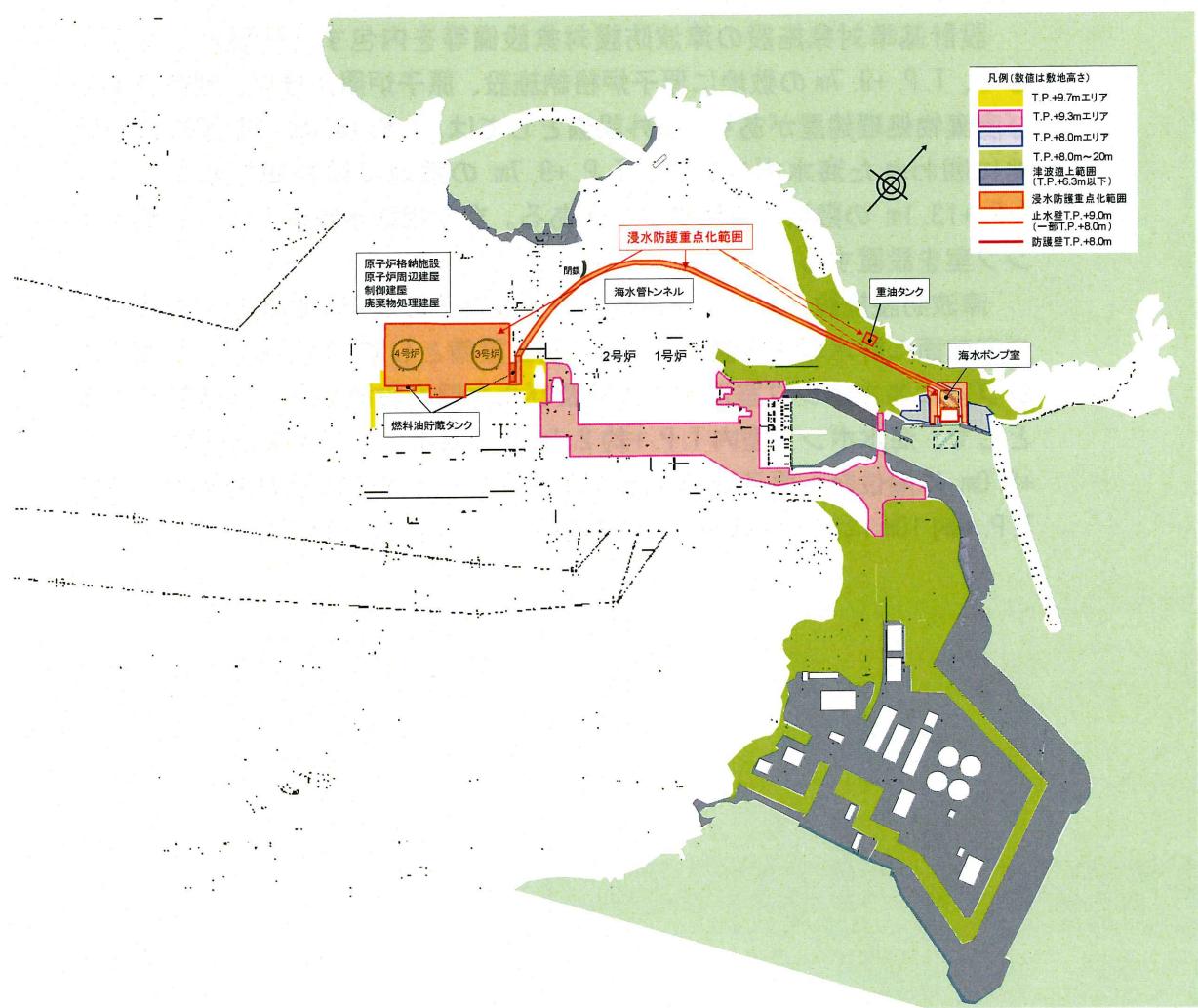


図-1-2-4 大飯発電所 全体配置図

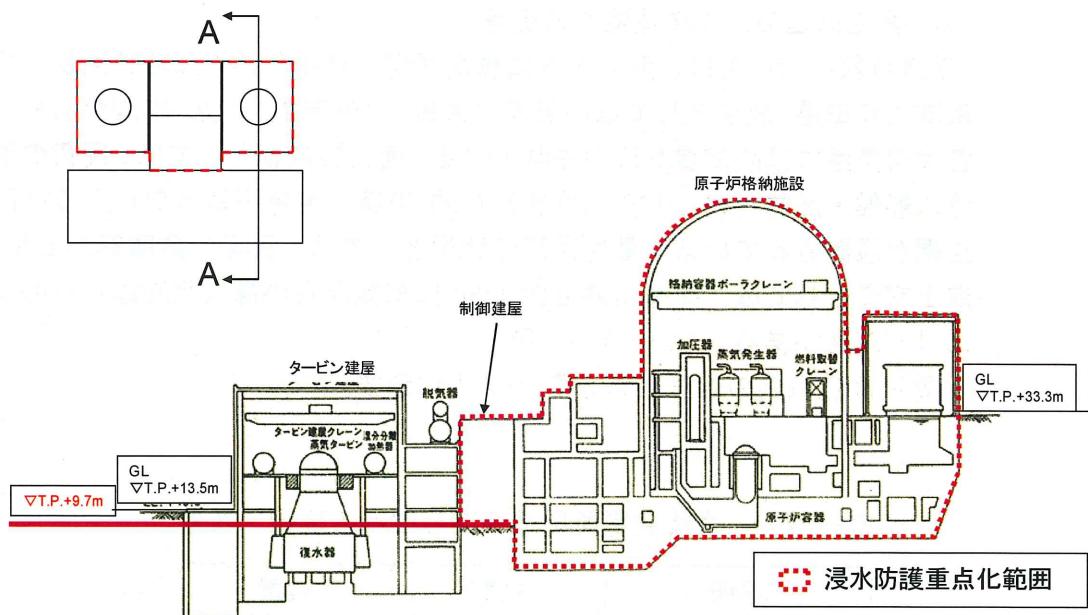


図-1-2-5 大飯 3, 4 号機建屋断面図及び浸水防護重点化範囲（南西方向）

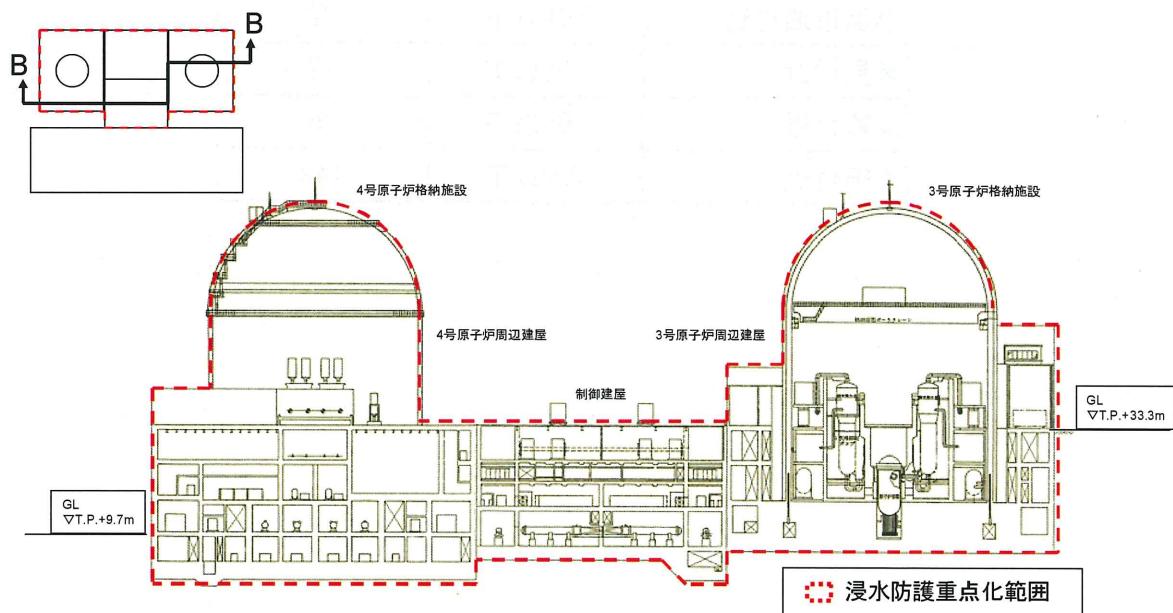


図-1-2-6 大飯 3, 4 号機建屋断面図及び浸水防護重点化範囲（北西方向）

c. 敷地周辺の人工構造物の位置等

港湾施設については、サイト内に物揚岸壁、サイト外では若狭湾及び小浜湾に和田港、漁港としては小浜湾に大島、小浜市泊、犬見、本郷があり、各々の漁港には防波堤が設置されている。海上設置物としては、周辺の漁港に船舶・漁船が約370隻、浮き筏が約70床、発電所取水口にクラゲ防止網が設置されている。敷地周辺の状況としては、民家や倉庫等があり、海上交通としては、発電所沖合約18kmに舞鶴から小樽（北海道）へのフェリー航路がある。（図-1-2-7、8）

発電所周辺漁港の調査結果を表-1-2-1に示す。

表-1-2-1 大飯発電所周辺漁港の船舶の種類・数量

場所	種類	数量
大島付近	10t以下	166
	10t～20t以下	4
小浜市泊付近	10t以下	22
犬見付近	10t以下	22
本郷付近	10t以下	35
和田付近	10t以下	143

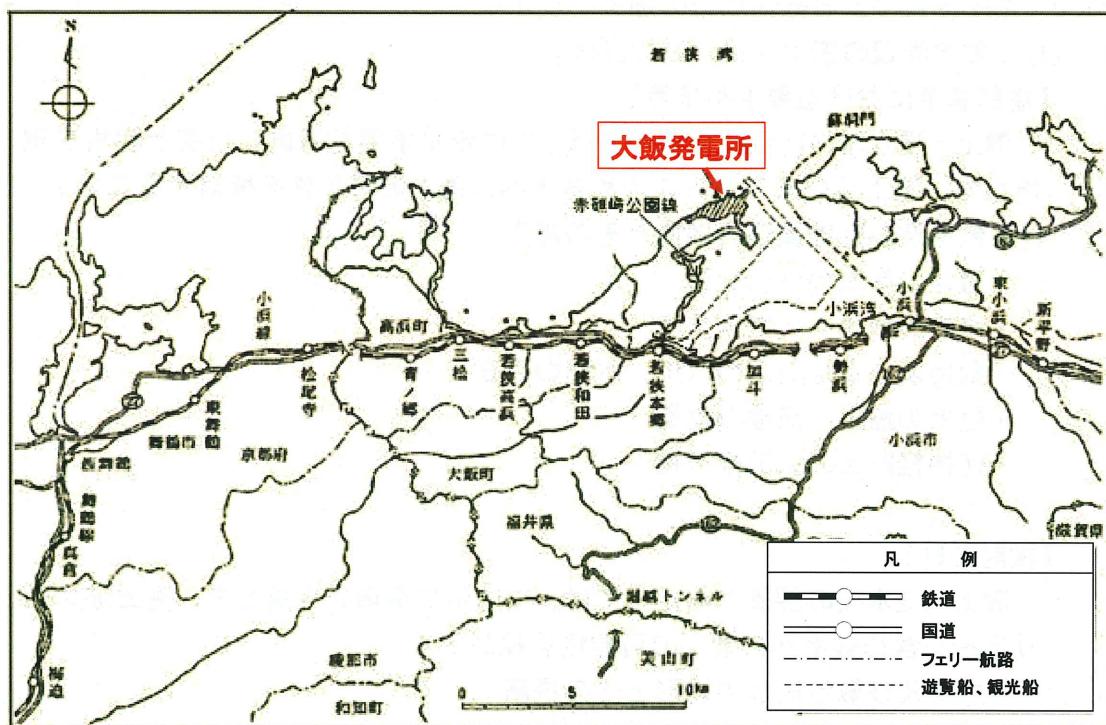


図-1-2-7 大飯発電所周辺の海上交通等

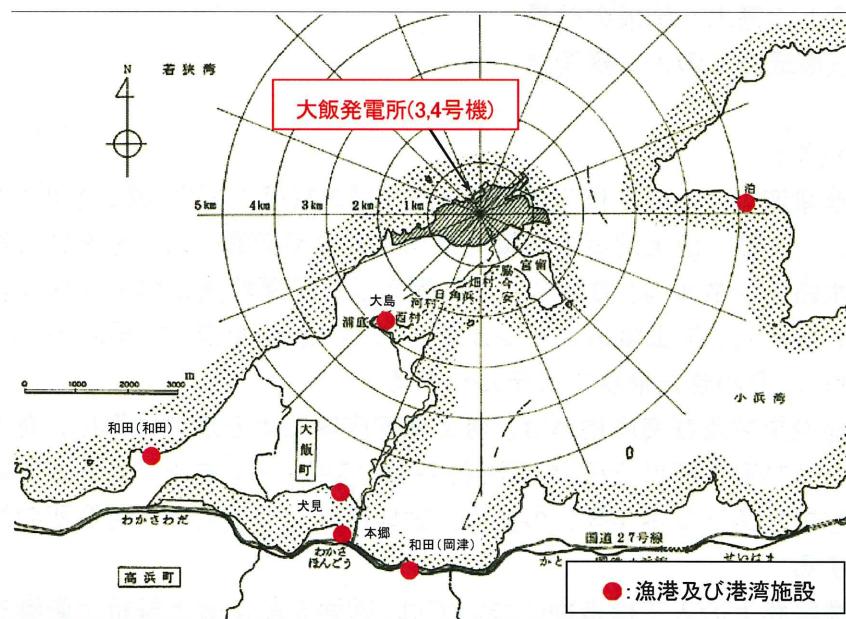


図-1-2-8 大飯発電所周辺の敷地付近地図（港湾施設及び漁港の位置）

1.3 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域

(1) 敷地周辺の遡上・浸水域の評価

【規制基準における要求事項等】

遡上・浸水域の評価に当たっては、次に示す事項を考慮した遡上解析を実施して、遡上波の回り込みを含め敷地への遡上の可能性を検討すること。

- ・敷地及び敷地周辺の地形とその標高
- ・敷地沿岸域の海底地形
- ・津波の敷地への侵入角度
- ・敷地及び敷地周辺の河川、水路の存在
- ・陸上の遡上・伝播の効果
- ・伝播経路上の人工構造物

【検討方針】

遡上・浸水域の評価に当たっては、次に示す事項を考慮して、遡上波の回り込みを含め敷地への遡上の可能性を検討する。

- ・敷地及び敷地周辺の地形とその標高
- ・敷地沿岸域の海底地形
- ・津波の敷地への侵入角度
- ・敷地及び敷地周辺の河川、水路の存在
- ・陸上の遡上・伝播の効果
- ・伝播経路上の人工構造物

【検討結果】

基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域の評価（以下「遡上解析」という。）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（取水路及び放水路トンネル等）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、遡上域のメッッシュサイズ（取水路周辺：6.25m、放水路周辺：12.5m）に合わせた形状にモデル化する。

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路付近の深浅測量結果を使用する。また、取・放水路（取水路及び放水路トンネル等）の諸元、敷地標高については、発電所の竣工図を使用する。

伝播経路上の人工構造物については、図面を基に遡上解析上影響を及ぼす構造物、津波防護施設、津波影響軽減施設を考慮し、遡上・伝播経路の状態に応じた解析モデル、解析条件が適切に設定された遡上域のモデルを作成する。

敷地周辺の遡上・浸水域の把握に当たっては、敷地前面及び敷地周辺の津波の侵入角度及び速度並びにそれらの経時変化を把握する。また、敷地周辺の浸水域の寄せ波・引き波の津波の遡上・流化方向及びそれらの速度について留意し、敷地の地形、標高の局所的な変化等による遡上波の敷地への回り込みを考慮する。

また、敷地周辺の遡上経路上に河川はない。

(2) 地震・津波による地形等の変化に係る評価

【規制基準における要求事項等】

次に示す可能性が考えられる場合は、敷地への遡上経路に及ぼす影響を検討すること。

- ・地震に起因する変状による地形、河川流路の変化
- ・繰返し襲来する津波による洗掘・堆積により地形、河川流路の変化

【検討方針】

次に示す可能性があるかについて検討し、可能性がある場合は、敷地への遡上経路に及ぼす影響を検討する。

- ・地震に起因する変状による地形、河川流路の変化
- ・繰り返し襲来する津波による洗掘・堆積により地形、河川流路の変化

【検討結果】

敷地周辺の遡上経路上に河川はない。取水路及び放水路が存在するが、防護壁の設置及び地盤の高さから、遡上波の敷地への到達の可能性が無いことを確認している。

遡上波の敷地への到達の可能性に係る検討に当たっては、基準地震動 Ss を考慮して設計した防護壁を初期条件として設定している。

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。大飯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、取水路沿いと放水口付近の 2 箇所である。

このうち、取水路周辺には埋立層及び堆積層が分布し、地震力が作用した場合、地盤が液状化により沈下するおそれがあることから、基準地震動 Ss に対する有効応力解析により図-1-3-1 に示す沈下量を設定し、沈下後の敷地高さを遡上解析の条件として考慮した。

初期潮位は朔望平均満潮位 T.P. +0.49m とし、潮位のバラツキ 0.15m については遡上解析により求めた津波水位に加えることで考慮する。

また、取水路上に位置する吉見橋（図-1-3-2～3）については、地震力が

作用した場合、落橋することにより水路を閉塞するおそれがあることから、吉見橋の位置で水路が閉塞した条件で津波シミュレーションを実施し、津波防護施設を設置している3,4号炉海水ポンプ室前面における津波高さに与える影響を評価する。

一方、放水口側については、若狭湾に対して開けた形状であることから、仮に地震力が作用することにより放水口周辺斜面が崩落した場合においても、津波の遡上経路が閉塞することは考えにくい。また、流入経路の大半は岩盤であり、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ことから、遡上解析の条件として、沈下を考慮しないこととした。

放水口前面に設置している有孔堤（図-1-3-4～7）については、地震力が作用した場合、損傷するおそれがあることから、有孔堤の被災を考慮した条件で津波シミュレーションを実施し、放水口前面、1,2号炉放水ピット及び3,4号炉放水ピットにおける津波高さに与える影響を評価する。

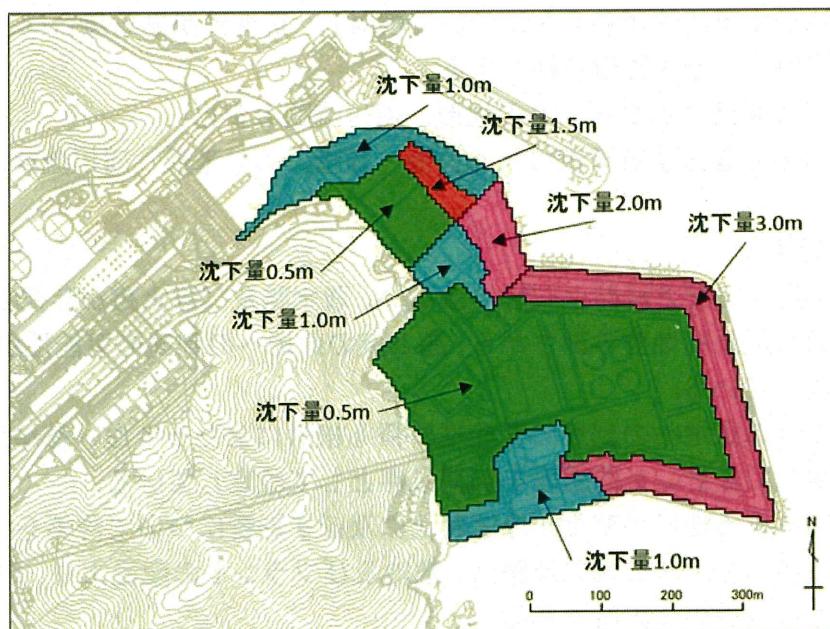


図-1-3-1 現地盤からの沈下量想定

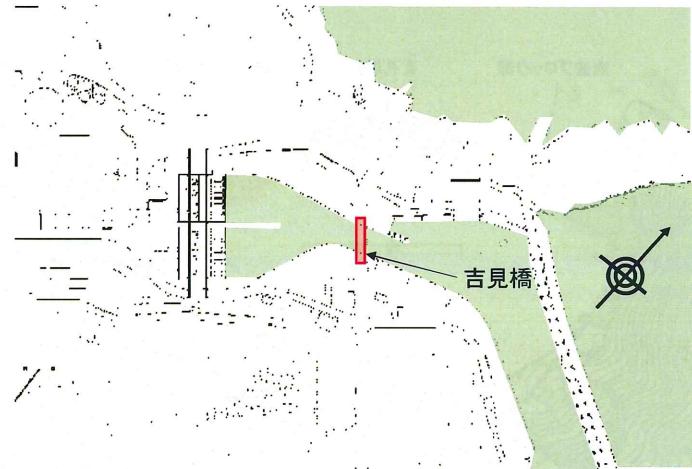


図-1-3-2 吉見橋位置図

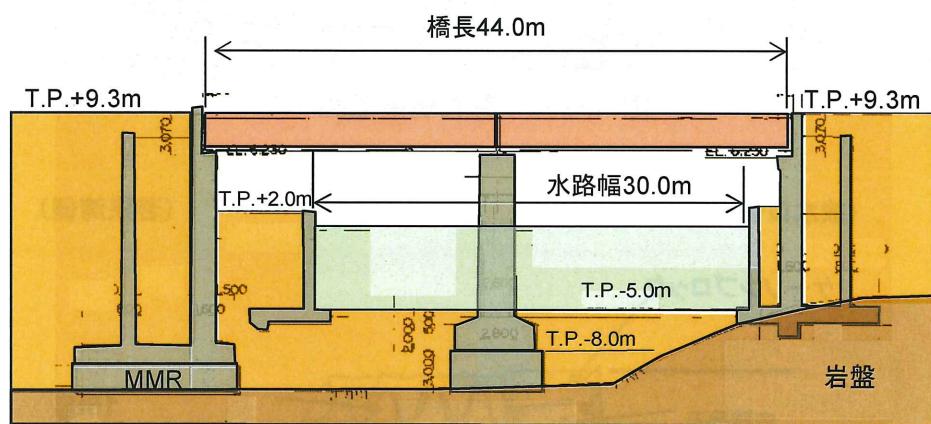


図-1-3-3 吉見橋標準断面図

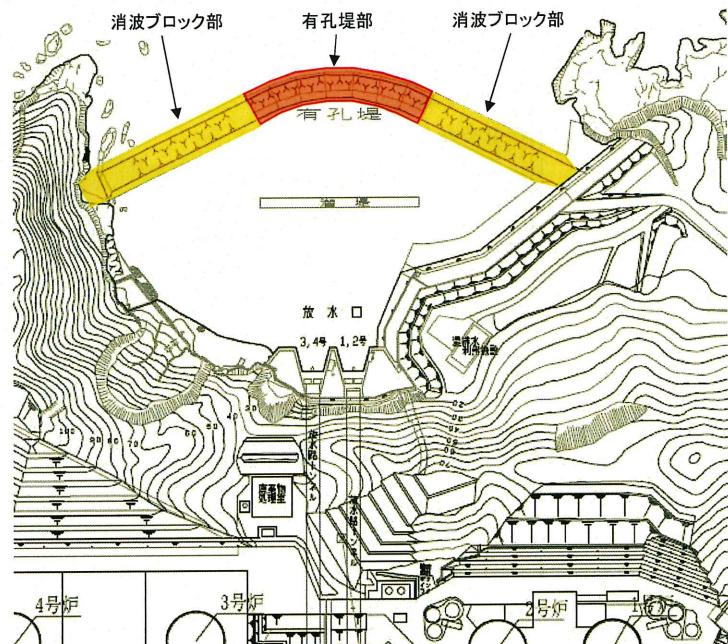


図-1-3-4 有孔堤平面図

(放水口側)

(若狭湾側)

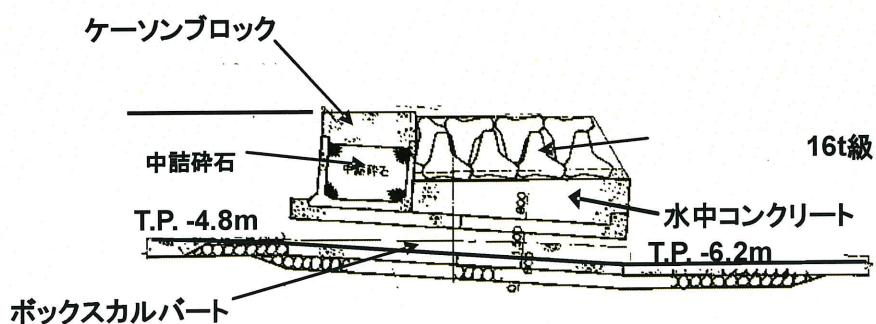


図-1-3-5 有孔堤縦断面図（カルバート部）

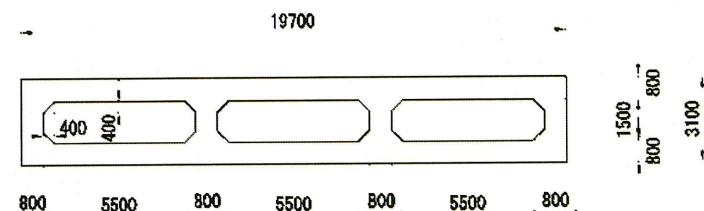


図-1-3-6 有孔堤横断面図（カルバート部）

(若狭湾側)

(放水口側)

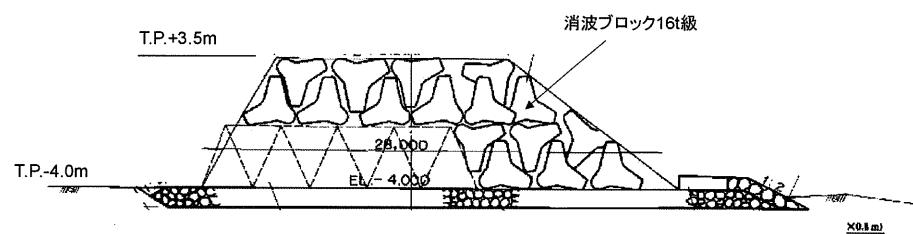


図-1-3-7 有孔堤縦断面図（消波ブロック部）

1.4 入力津波の設定

【規制基準における要求事項等】

基準津波は、波源域から沿岸域までの海底地形等を考慮した、津波伝播及び遡上解析により時刻歴波形として設定していること。

入力津波は、基準津波の波源から各施設・設備等の設置位置において海水面の基準レベルから算定した時刻歴波形として設定していること。

基準津波及び入力津波の設定に当たっては、津波による港湾内の局所的な海面の固有振動の励起を適切に評価し考慮すること。

【検討方針】

- ・ 入力津波は、基準津波の波源から各施設・設備等の設置位置において算定される時刻歴波形として設定している。
なお、具体的には入力津波の設定に当たっては、以下のとおりとする。
 - ① 入力津波は、海水面の基準レベルからの水位変動量を表示することとし、潮位変動量等については、入力津波を設計又は評価に用いる場合に考慮する。
 - ② 入力津波が各施設・設備の設計に用いることを念頭に、津波の高さ、津波の速度、衝撃力等、着目する荷重因子を選定した上で、各施設・設備の構造・機能損傷モードに対応する効果を安全側に評価する。
 - ③ 施設が海岸線の方向において広がりを有している場合は複数の位置において荷重因子の値の大小関係を比較し、最も大きな影響を与える波形を入力津波とする。
- ・ 基準津波及び入力津波の設定に当たっては、津波による港湾内の局所的な海面の固有振動の励起を適切に評価し考慮する。

【検討結果】

地震、地すべり、行政機関による津波評価の検討及び組合せ検討結果より、施設に最も大きな影響を及ぼすおそれのある津波として、「若狭海丘列付近断層と隱岐トラフ海底地すべり (Kinematic エリア B) 81 秒ずれ」、「若狭海丘列付近断層と隱岐トラフ海底地すべり (Kinematic エリア B) 0 秒ずれ」の 2 波を選定し（図-1-4-1）、表-1-4-1 のとおり基準津波を策定した。入力津波の算定方法、波形等の詳細については以降に示す。

また、取水口内外で最高水位や傾向に大きな差異はなく、取水口近傍で局所的な海面の励起は生じていないことを確認している。

入力津波の設定に当たっては、津波の高さ、速度、衝撃力に着目し、各施設・設備において算定された数値を安全側に切り上げた値を入力津波高さや速度として設定することで、各施設・設備の構造・機能の損傷に影響する浸水高、波力・波圧について安全側に評価している。

また、津波防護施設等の新規の施設・設備の設計においては、入力津波高さ以上の津波を設計荷重とし、より安全側の評価を行っている。

施設が海岸線の方向において広がりを有していないため、各評価地点の波形を入力津波として設定している。

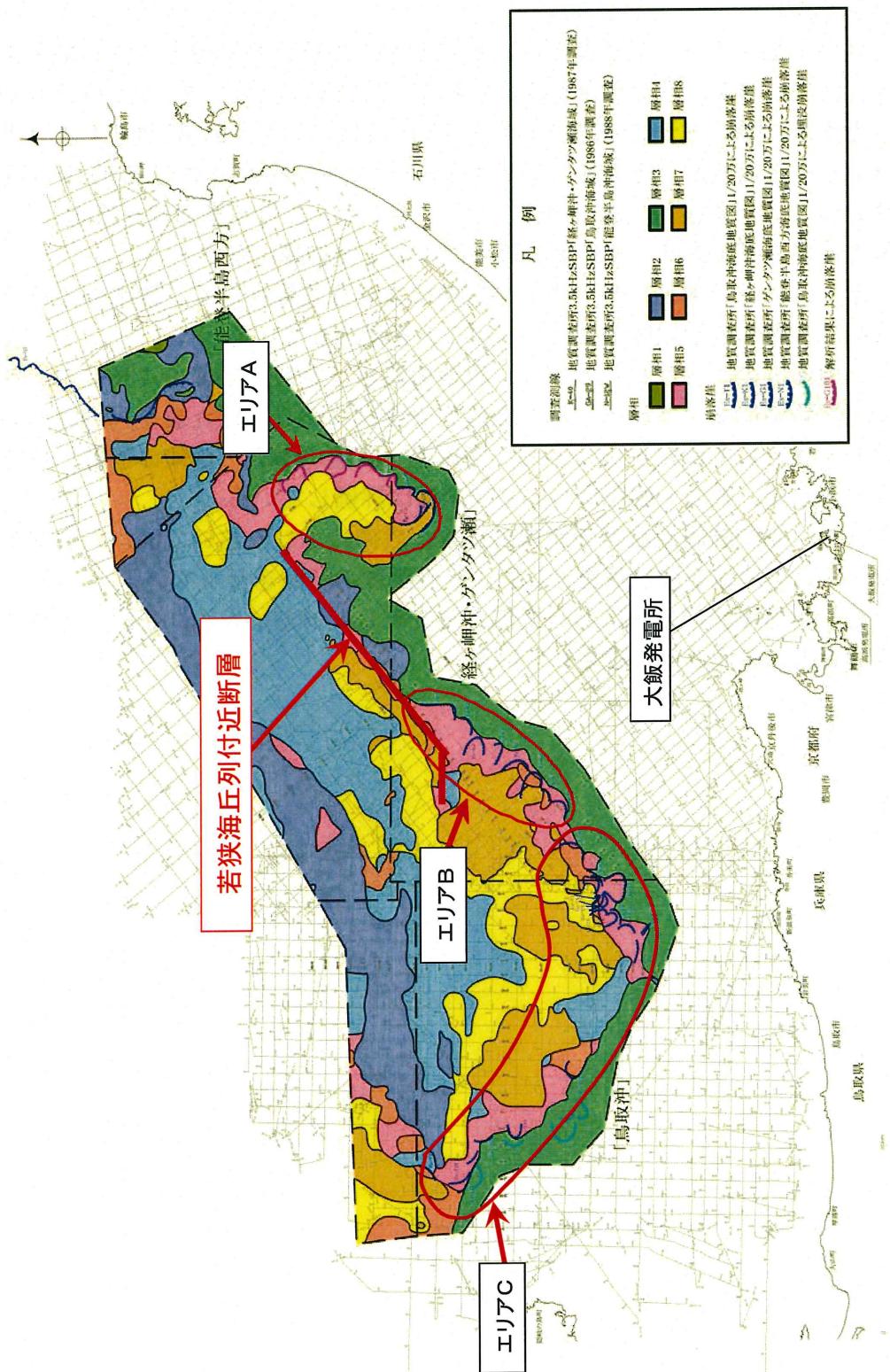


図-1-4-1 基準津波の波源位置

表-1-4-1 大飯3,4号機の基準津波高さ

水位評価結果（単体組合せ）									数字は、T.P.(m)	
波源モデル			水位上昇						水位下降	
地震に起因する津波		地震以外に起因する津波	発生時間の不確かさ	3,4号炉海水ポンプ室前面	取水路(奥)	(参考)放水口前面	(参考)1,2号炉放水ビット	(参考)3,4号炉放水ビット	3,4号炉海水ポンプ室前面	
若狭海丘列付近断層 (福井県モデル)	隠岐トラフ 海底地すべり (Watts)	エリアA	87秒間	3.2	3.9	3.9	5.5	5.5	-2.9	
		エリアB	81秒間	3.1	3.9	4.1	6.2	6.0	-2.4	
		エリアC	102秒間	3.6	4.0	5.5	7.9	7.7	-2.9	
	隠岐トラフ 海底地すべり (Kinematic)	エリアA	87秒間	3.2	3.9	3.9	5.5	5.5	-3.1	
		エリアB	81秒間	① 6.2 (51秒)	② 6.7 (81秒)	5.9	7.3	7.2	③ -4.6 (0秒)	
		エリアC	102秒間	4.7	5.3	4.4	7.0	6.5	-4.1	
FO-A～FO-B～熊川断層		陸上地すべり (運動学的手法)	No.17	51秒間	2.7	1.9	2.0	3.8	3.3	-2.1
FO-A～FO-B～熊川断層 (検討会モデル) F-53	大すべり 隣接LLR	陸上地すべり (運動学的手法)	No.17	51秒間	2.7	2.0	2.0	3.6	3.3	-1.7

※1：地盤変動量 0.98m 隆起
※2：地盤変動量 0.73m 隆起

水位評価結果（一体計算）									数字は、T.P.(m)	
波源モデル			発生時間のずれ	ケース	水位上昇					水位下降
					3,4号炉海水ポンプ室前面	取水路(奥)	(参考)放水口前面	(参考)1,2号炉放水ビット	(参考)3,4号炉放水ビット	3,4号炉海水ポンプ室前面
若狭海丘列付近断層(福井県モデル)と 隠岐トラフ海底地すべり(KinematicエリアB)	0秒	③	5.2	5.4	4.2	6.2	6.2	6.2	-3.4	
	51秒	①	5.6	6.0	4.7	6.4	6.4	6.4	-3.2	
	81秒	②	5.9	6.3	5.2	6.4	7.1	7.1	-3.2	

1.4.1 入力津波設定に関する検討

入力津波の設定に当たっては、津波水位に影響のある項目として、①吉見橋の落橋による津波水位への影響評価、②地震による地盤変状を考慮した遡上解析、③施設条件を考慮した管路解析による津波水位への影響評価、④有孔堤の被災による津波水位への影響評価を実施した。

1.6項において、これらの結果と基準津波を踏まえて、各々の地点における最高（最低）水位に朔望平均のばらつきを加えたものを入力津波とする。

① 吉見橋の落橋による津波水位への影響評価

吉見橋の落橋による影響評価は、吉見橋の位置で水路が閉塞される条件で一体計算による津波シミュレーションを実施し、津波水位を評価した。

その結果、水路を閉塞した場合の3, 4号機海水ポンプ室前の水位は水位上昇側でT.P.+5.6m、水位下降側でT.P.-3.4mであり、閉塞を考慮しない場合（水位上昇側：T.P.+5.9m、水位下降側：T.P.-3.4m）と同等の水位となることを確認した。

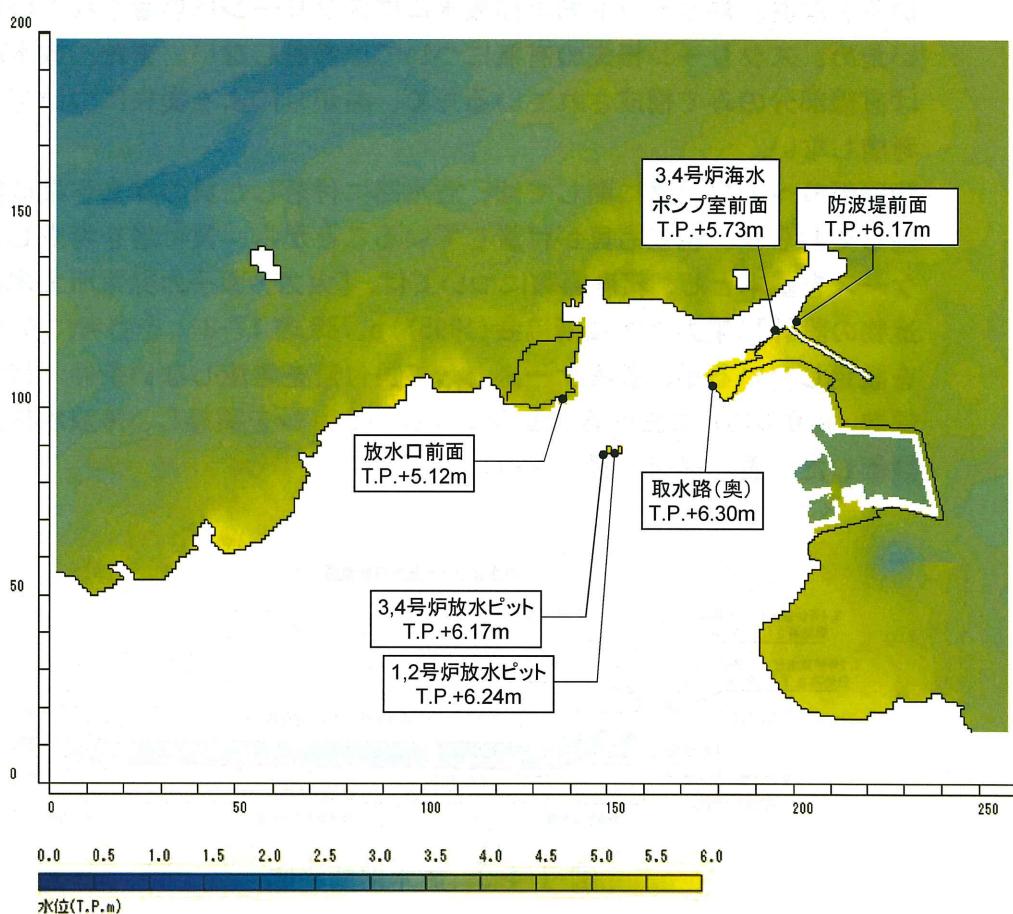
以上のことから、吉見橋の落橋を考慮した場合においても、津波水位に影響を与えないことを確認した。

② 地震による地盤変状を考慮した遡上解析

1.3項で検討した取水路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（表-1-4-2）。

表-1-4-2 地盤変状を考慮した津波水位

	水位上昇側					
	3, 4号炉海水ポンプ室前面	取水路(奥)	防波堤前面	放水口前面	1, 2号炉放水ピット	3, 4号炉放水ピット
地盤変状考慮	T.P. +5.8m	T.P. +6.3m	T.P. +6.2m	T.P. +5.2m	T.P. +6.3m	T.P. +6.2m



【波源】
断層: 若狭海丘列付近断層(福井県モデル)
海底地すべり: エリアB(Kinematic)
地すべり開始時間 t: 81秒
【計算条件】
敷地: 潜上条件
周辺陸域: 完全反射条件
評価潮位: 上昇側 T.P.+0.49m

図-1-4-2 基準津波1による最高水位分布（地盤変状考慮）

③ 施設条件を考慮した管路解析による津波水位への影響評価

一般的に、津波が海域から管路部を経てピットに至る経路においては、スクリーン損失の有無、貝付着の有無、ポンプの運転条件等による影響を受ける。

1, 2号炉放水ピット及び3, 4号炉放水ピットの水位に影響を与える条件については、施設条件を考慮し、表-1-4-3の考えにより設定している。なお、放水ピットおよび放水口にスクリーンは設置されていないため、スクリーン損失の有無については考慮しない。また、放水路は直線部分のみで構成されているため、曲がりによる損失についても考慮しない。

管路部分への貝付着に関しては、放水路に付着した貝の除去作業は実施しておらず、現在も貝が付着していることから、貝付着を考慮したケースを基本とし、粗度係数については、【火力・原子力発電所土木構造物の設計】(電力土木技術協会(1995)) p. 788 表 17-3-1 を参考に 0.02 を設定しているが、参考ケースとして貝付着を考慮しない条件(粗度係数 : $n=0.015$)における津波シミュレーションを実施し、津波水位を評価した(表-1-4-4、図-1-4-4)。

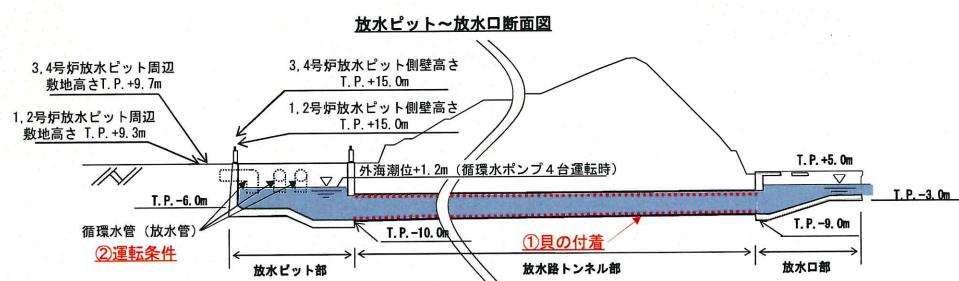


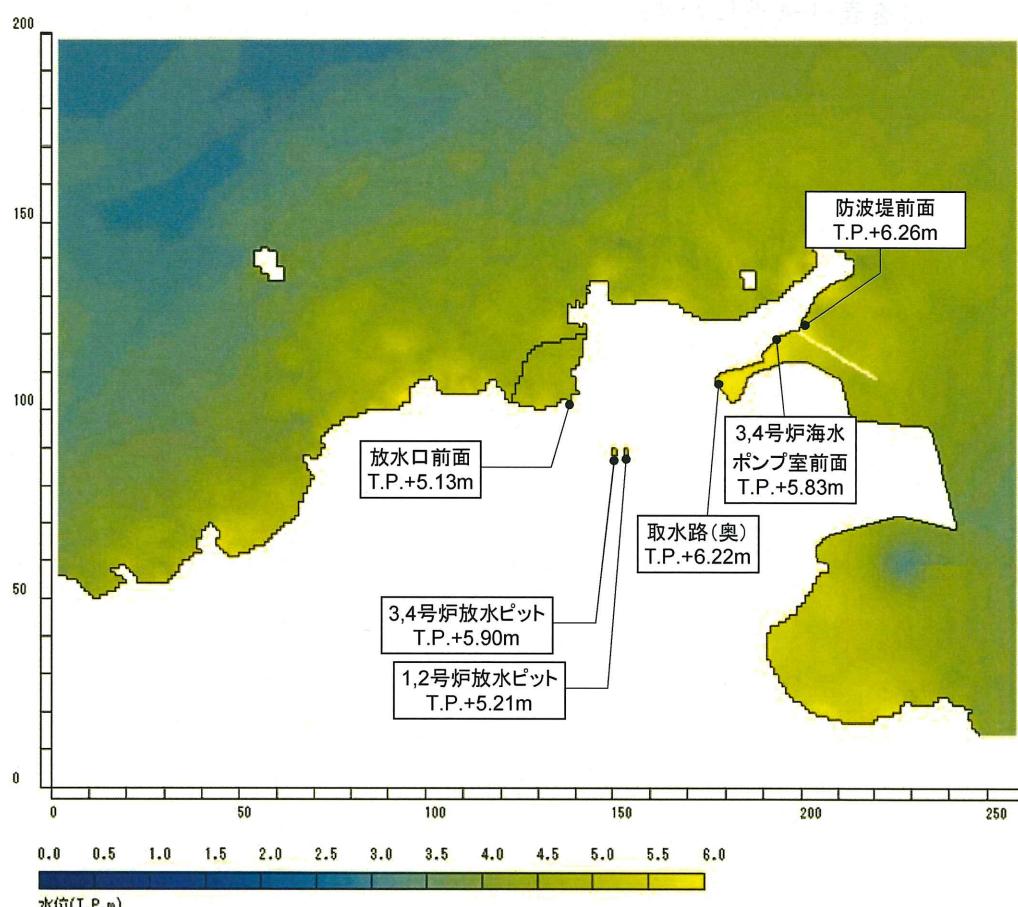
図-1-4-3 放水路断面図

表-1-4-3 津波計算条件設定

計算条件		条件設定
①	貝付着	・貝の付着を考慮した粗度係数を採用 (粗度係数 : $n=0.02$)
②	循環水ポンプ の 運転条件	・循環水ポンプの稼動を考慮しない(停止状態) 循環水ポンプについては、地震発生後、津波 が襲来するまでに停止されることから、循環 水ポンプが停止している条件とする。

表-1-4-4 貝付着無を考慮した津波水位

	水位上昇側					
	3, 4号炉海水ポンプ室前面	取水路(奥)	防波堤前面	放水口前面	1, 2号炉放水ピット	3, 4号炉放水ピット
貝付着無	T.P. +5.9m	T.P. +6.3m	T.P. +6.3m	T.P. +5.2m	T.P. +5.3m	T.P. +5.9m



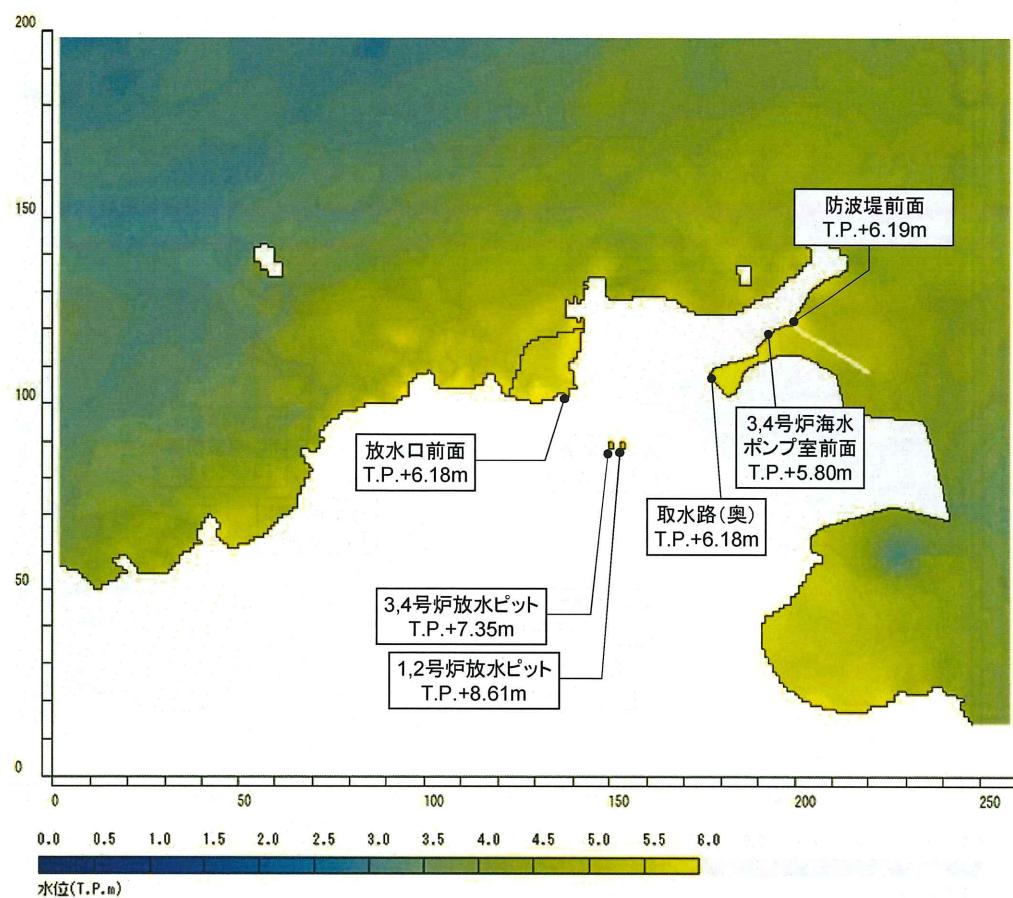
【波源】
断層:若狭海丘列付近断層(福井県モデル)
海底地すべり:エリアB(Kinematic)
地すべり開始時間 t : 81秒

【計算条件】
敷地:完全反射条件
周辺陸域:完全反射条件
評価潮位:上昇側T.P.+0.49m

図-1-4-4 基準津波1による最高水位分布（貝付着無し）

④ 有孔堤の被災による津波水位への影響評価

有孔堤の被災による影響評価は、地震力が作用することによって生じる有孔堤の損傷モードを想定し、それを初期条件として津波シミュレーションを実施することにより評価した。基準津波1による最高水位分布を図-1-4-5に、基準津波2による最高水位分布を図-1-4-6に示す。また、両者を比較し、各評価地点において高くなっている津波水位を表-1-4-5に示す。



【波源】

断層:若狭海丘列付近断層(福井県モデル)

海底地すべり:エリアB(Kinematic)

地すべり開始時間 t :81秒

【計算条件】

敷地:完全反射条件

周辺陸域:完全反射条件

評価潮位:上昇側T.P.+0.49m

図-1-4-5 基準津波1による最高水位分布（有孔堤被災考慮）

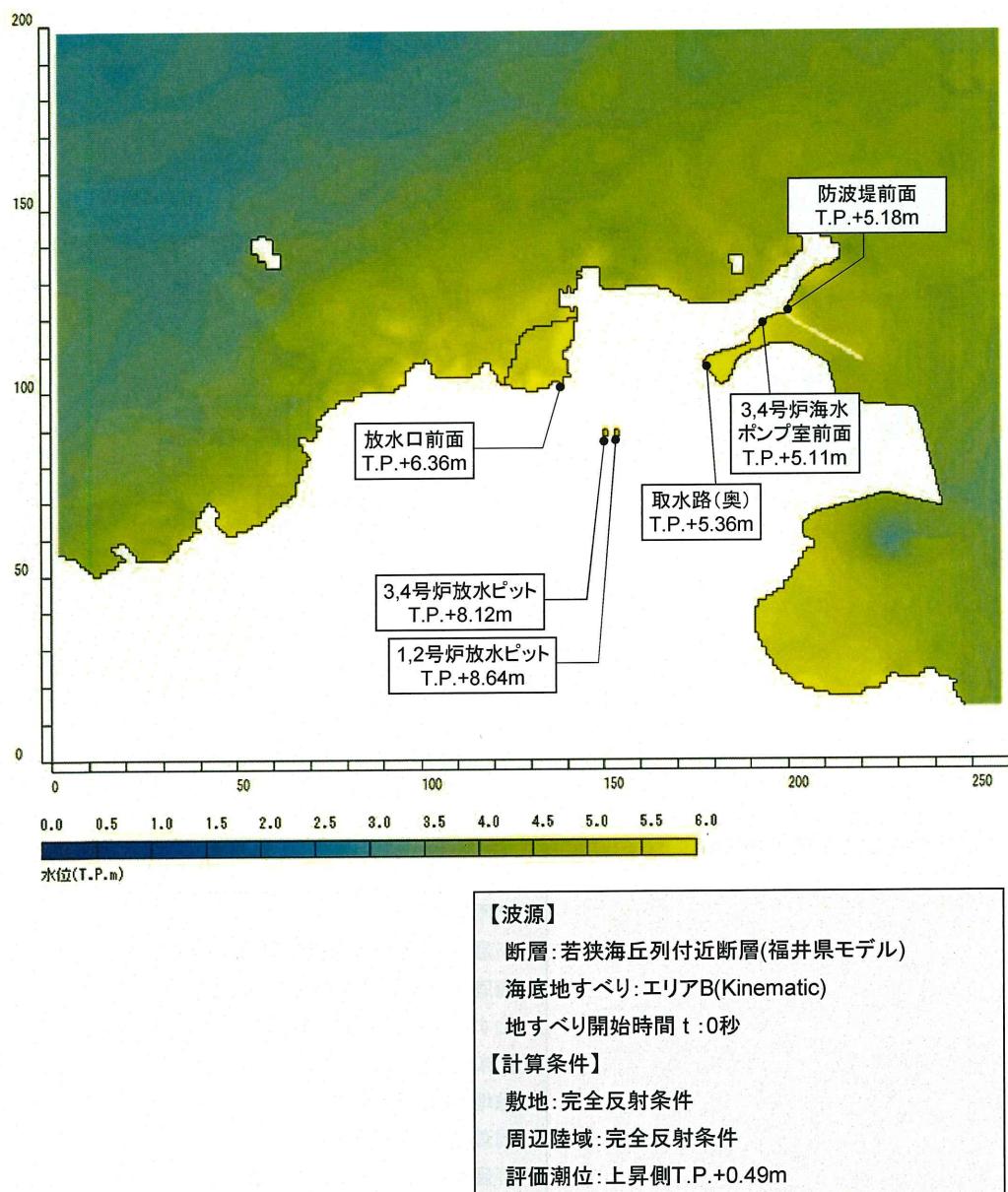


図-1-4-6 基準津波2による最高水位分布（有孔堤被災考慮）

表-1-4-5 有孔堤被災を考慮した津波水位

	水位上昇側					
	3,4号炉海水ポンプ室前面	取水路(奥)	防波堤前面	放水口前面	1,2号炉放水ピット	3,4号炉放水ピット
有孔堤被災考慮	T.P.+5.8m	T.P.+6.2m	T.P.+6.2m	T.P.+6.4m	T.P.+8.7m	T.P.+8.2m

1.5 水位変動・地殻変動の評価

【規制基準における要求事項等】

入力津波による水位変動に対して朔望平均潮位^{*}を考慮して安全側の評価を実施すること。

* : 朔（新月）及び望（満月）の日から 5 日以内に観測された、各月の最高満潮面及び最低干潮面を 1 年以上にわたって平均した高さの水位をそれぞれ、朔望平均満潮位及び朔望平均干潮位という。

潮汐以外の要因による潮位変動についても適切に評価し考慮すること。地震により陸域の隆起又は沈降が想定される場合、地殻変動による敷地の隆起又は沈降及び、強震動に伴う敷地地盤の沈下を考慮して安全側の評価を実施すること。

【検討方針】

津波計算で考慮する朔望平均潮位は、大飯発電所の南西約 30km の観測地点舞鶴検潮所における観測記録に基づき設定している。

上昇側の水位変動に対して朔望平均満潮位及び潮位のバラツキを考慮し、上昇側評価水位を設定する。また、下降側の水位変動に対して朔望平均干潮位及び潮位のバラツキを考慮し、下降側評価水位を設定する。

潮汐以外の要因による潮位変動については、観測地点舞鶴検潮所（気象庁所管）における至近約 40 年(1969～2011 年)の潮位観測記録に基づき、高潮発生状況（発生確率、台風等の高潮要因）、高潮発生可能性とその程度（ハザード）について設定する。

高潮ハザードについては、プラント運転期間を超える再現期間 100 年に対する期待値を設定し、入力津波で考慮した朔望平均満潮位及び潮位のバラツキとの差を外郭防護の裕度評価において参照する。

地震による陸域の隆起又は沈降について、地殻変動量を適切に考慮し、安全側の評価を実施する。

【検討結果】

a. 潮位

施設への影響を確認するため、上昇側の水位変動に対して朔望平均満潮位を考慮し、上昇側水位を設定した。また、下降側の水位変動に対して朔望平均干潮位を考慮し、下降側水位を設定した(表-1-5-1)。

表-1-5-1 考慮すべき水位変動

朔望平均満潮位	T. P. +0.49m
朔望平均干潮位	T. P. -0.01m

b. 潮位観測記録の評価

a. 潮位で設定した朔望平均潮位のもととなっている潮位観測記録及びそのばらつきを確認した。

過去5カ年(2007年1月～2011年12月)のデータ分析の結果、朔望平均満潮位の最大値はT.P.+0.77m、朔望平均干潮位の最小値はT.P.-0.36mで、標準偏差は満潮位で0.15m、干潮位で0.17mとなった(図-1-5-1、表-1-5-2)。

以上の潮位観測記録のばらつきを踏まえ、満干潮位の標準偏差を加味して入力津波を設定した。なお、潮位観測記録の評価に際しては、年間の平均潮位が若干の上昇傾向があるが、潮位のばらつき標準偏差は0.1m～0.2m程度で安定していることから最近5年の潮位観測記録から朔望平均潮位を選定した(図-1-5-2)。

また、大飯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。大飯発電所における潮位観測地点の位置図を図-1-5-3に、大飯発電所と舞鶴検潮所の日最大潮位・日最小潮位の比較を図-1-5-4に示す。

表-1-5-2 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)

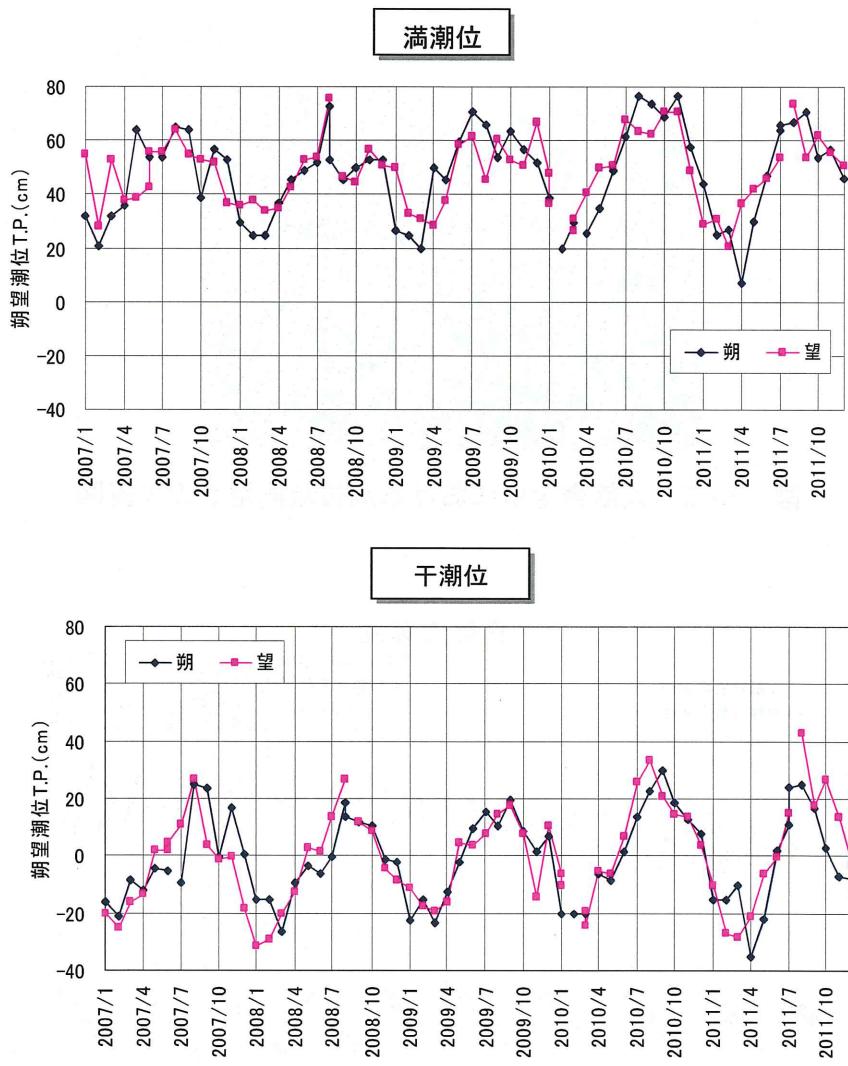


図-1-5-1 各月の朔望平均満干潮位の推移

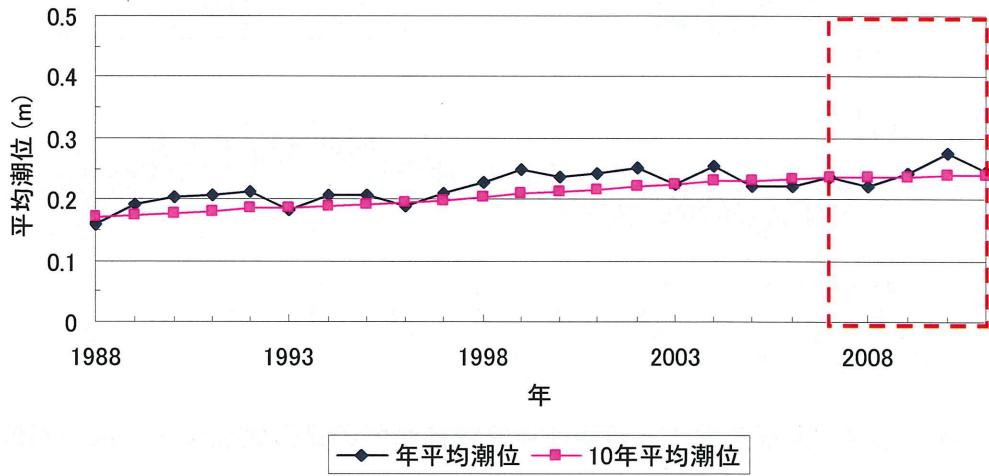


図-1-5-2 観測地点舞鶴検潮所における潮位の推移



図-1-5-3 大飯発電所における潮位観測地点の位置図

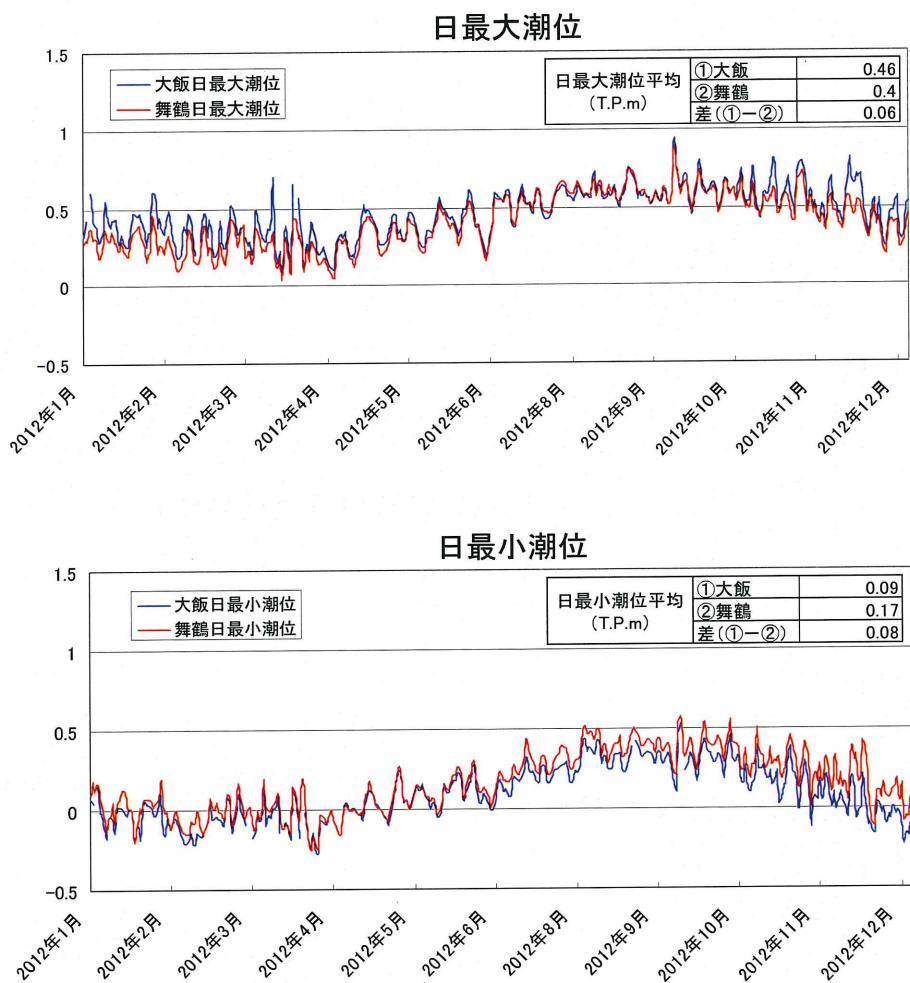


図-1-5-4 大飯発電所と観測地点舞鶴検潮所の日最大潮位・日最小潮位の比較

c. 高潮の評価

潮汐以外の要因について、高潮発生状況を把握したうえで、高潮の発生可能性とその程度について評価する。評価結果を踏まえたうえで、津波防護にあたっての考慮の可否を検討する。

観測地点舞鶴検潮所における公開データが存在する1969年からの過去43カ年（1969年1月～2011年12月）の年最高潮位を表-1-5-4に示す。

表-1-5-4から算定した観測地点舞鶴検潮所における最高潮位の超過発生確率については図-1-5-7に示すとおり、プラント運転期間を超える100年を再現期間とした場合の高潮ハザード期待値はT.P.+1.13mとなった。本数値は、大飯発電所の入力津波で考慮した朔望平均満潮位T.P.+0.49mに朔望平均のばらつきとして満潮位標準偏差0.15m分を考慮した水位であるT.P.+0.64mよりも0.49m高い値であること、また、津波と高潮の重畠についても考慮の必要があると考えるため、外郭防護の裕度評価において参考する。

以上、(1)～(3)の津波水位評価に関する考慮方法について表-1-5-3及び図-1-5-5, 6のとおりである。

表-1-5-3 潮位の考慮方法

	(1)朔望平均潮位(m)	(2)朔望のばらつき(m)	計(m)	(3)高潮の裕度評価(m)
上昇側	満潮位:0.49	0.15	0.64	0.49 [高潮1.13-(1)-(2)]
下降側	干潮位:-0.01	-0.17	-0.18	—

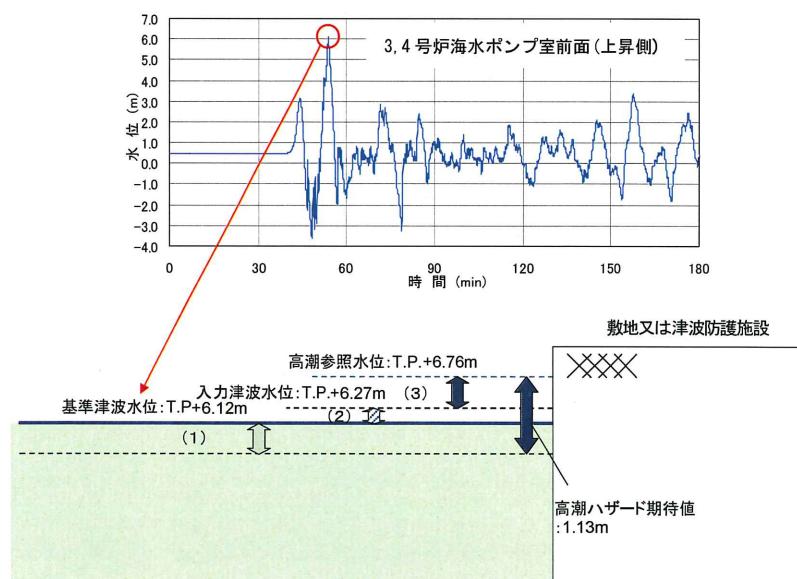


図-1-5-5 潮位の考慮方法イメージ（上昇側）

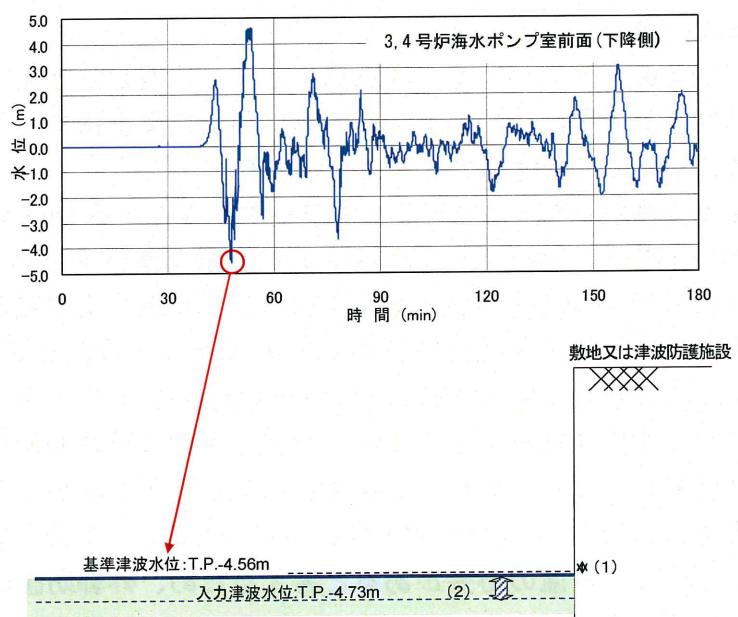


図-1-5-6 潮位の考慮方法イメージ（下降側）

表-1-5-4 観測地点「舞鶴」検潮所における年最高潮位

年	最高潮位 発生月日	年最高潮位 (T.P.m)	(参考) 年最高潮位上位10位
1969	7月31日	0.638	
1970	10月29日	0.638	
1971	10月12日	0.685	
1972	9月16日	0.895	2
1973	8月19日	0.711	
1974	8月16日	0.591	
1975	9月8日	0.744	
1976	10月29日	0.688	
1977	8月9日	0.614	
1978	8月2日	0.627	
1979	8月19日	0.697	
1980	10月26日	0.847	3
1981	9月4日	0.707	
1982	8月17日	0.657	
1983	8月18日	0.687	
1984	8月23日	0.677	
1985	7月18日	0.687	
1986	8月30日	0.807	5
1987	9月1日	0.677	
1988	11月14日	0.595	
1989	9月19日	0.645	
1990	8月24日	0.675	
1991	7月31日	0.665	
1992	9月25日	0.735	
1993	6月4日	0.585	
1994	9月19日	0.709	
1995	9月4日	0.609	
1996	7月1日	0.569	
1997	9月3日	0.689	
1998	9月22日	0.929	1
1999	10月30日	0.749	10
2000	9月2日	0.759	7
2001	8月22日	0.719	
2002	9月2日	0.739	
2003	9月14日	0.758	8
2004	8月20日	0.838	4
2005	12月5日	0.638	
2006	8月17日	0.668	
2007	9月8日	0.738	
2008	8月20日	0.757	9
2009	7月22日	0.707	
2010	9月13日	0.787	6
2011	8月12日	0.74	

(参考) 年最高潮位上位 10 位と発生要因

順位	高潮潮位 (T.P.m)	発生年月日	発生要因
1	0.929	1998年9月22日	台風8号
2	0.895	1972年9月16日	台風20号
3	0.847	1980年10月26日	低気圧
4	0.838	2004年8月20日	台風15号
5	0.807	1986年8月30日	台風13号
6	0.787	2010年9月13日	台風10号
7	0.759	2000年9月2日	台風12号
8	0.758	2003年9月14日	台風14号
9	0.757	2008年8月20日	低気圧
10	0.749	1999年10月30日	低気圧

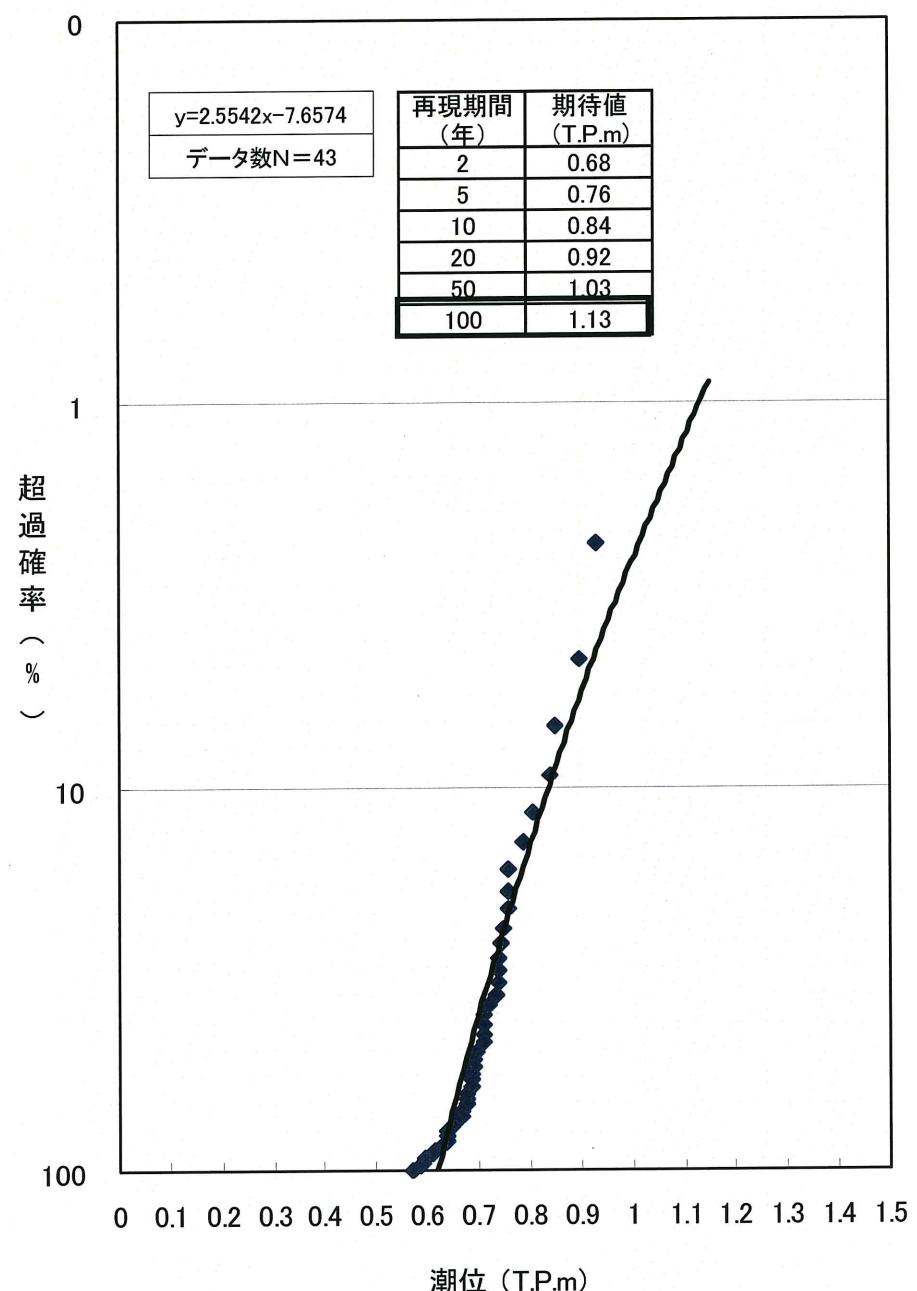


図-1-5-7 観測地点「舞鶴」検潮所における最高潮位の超過発生確率

d. 地殻変動

地震による地殻変動についても安全側の評価を実施する。広域的な地殻変動を評価すべき波源は、基準津波1及び2の若狭海丘列付近断層である。大飯発電所は若狭湾（日本海側）に位置しており、プレート間地震は考慮対象外である。

入力津波については、「日本海における大規模地震に関する調査検討会」の波源モデルを踏まえて、Mansinha et al (1971) の方法により算定した敷地地盤の地殻変動量は、基準津波1及び2の若狭海丘列付近断層で1cm未満のわずかな隆起であり、地震による地殻変動の影響は受けないと評価する。また、基準地震動評価における震源において地震は発生していないことから広域的な余効変動も生じていない。また、文献※1), 2)によると、内陸地殻内地震の水平方向の余効変動は数cm程度と小さく上下方向として余効変動が確認されていないことから、仮に地震が発生したとしても余効変動が津波に対する安全性評価に影響を及ぼすことはない。

- ※1) 小沢慎三郎・水藤尚(2007)：測地データを用いた地震後の余効変動に関する研究（第9年次），平成19年度調査研究報告，国土地理院
※2) 松浦健・河野裕希(2006)：G P S 観測から得られた福岡県西方沖地震発生後の地殻変動（序報），地震予知連絡会会報第75巻10-5，地震予知連絡会

1.6 設計又は評価に用いる入力津波

1.4から1.5に記した事項を考慮して、設計また評価に用いる入力津波は以下のようになる。入力津波は、表-1-4-1、1-4-2、1-4-4及び1-4-5から、最高（最低）となるものにばらつきを加えたものとしている。入力津波の時刻歴波形を以下に示す。（図-1-6-1、表-1-6-1）。

表-1-6-1 入力津波高さ一覧表

		水位上昇側					水位下降側	
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
基準津波の検討	3,4号炉海水ポンプ室前面	取水路（奥）	防波堤前面	放水口前面	1,2号炉放水ビット	※1 （T.P.+5.2m）	3,4号炉放水ビット	3,4号炉海水ポンプ室前面
	基準津波検討過程単体組合せ	T.P.+5.9m	T.P.+6.3m	—※2 [T.P.+6.3m]	※3 （T.P.+5.2m）	※3 （T.P.+5.2m）	※3 （T.P.+5.9m）	T.P.-3.4m
入力津波の検討	地盤変状考慮	T.P.+6.2m	T.P.+6.7m	T.P.+6.3m	T.P.+5.9m	T.P.+6.7m	T.P.+6.5m	T.P.-4.6m
	(参考)※4 貝付着無し	T.P.+5.8m	T.P.+6.3m	T.P.+6.3m	T.P.+5.2m	T.P.+6.3m	T.P.+5.9m	—
	有孔堤被災考慮	T.P.+5.9m	T.P.+6.2m	T.P.+6.2m	T.P.+6.4m	T.P.+8.7m	T.P.+8.2m	—

各々の地点の最高値（最小値）に朔望平均のばらつき上昇側は+0.15m、下降側は-0.17mを考慮



※1：循環水ポンプが停止している条件での水位

※2：基準津波の評価時に評価地点としていない
地点の一体計算による津波高さ

※3：基準津波の評価時の参考地点の基準津波高さ

※4：放水路の貝付着無しは参考ケースとして扱う

		水位上昇側					水位下降側	
		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
入力津波		T.P.+6.3m	T.P.+6.9m	T.P.+6.5m	T.P.+6.6m	T.P.+8.8m	T.P.+8.3m	T.P.-4.8m

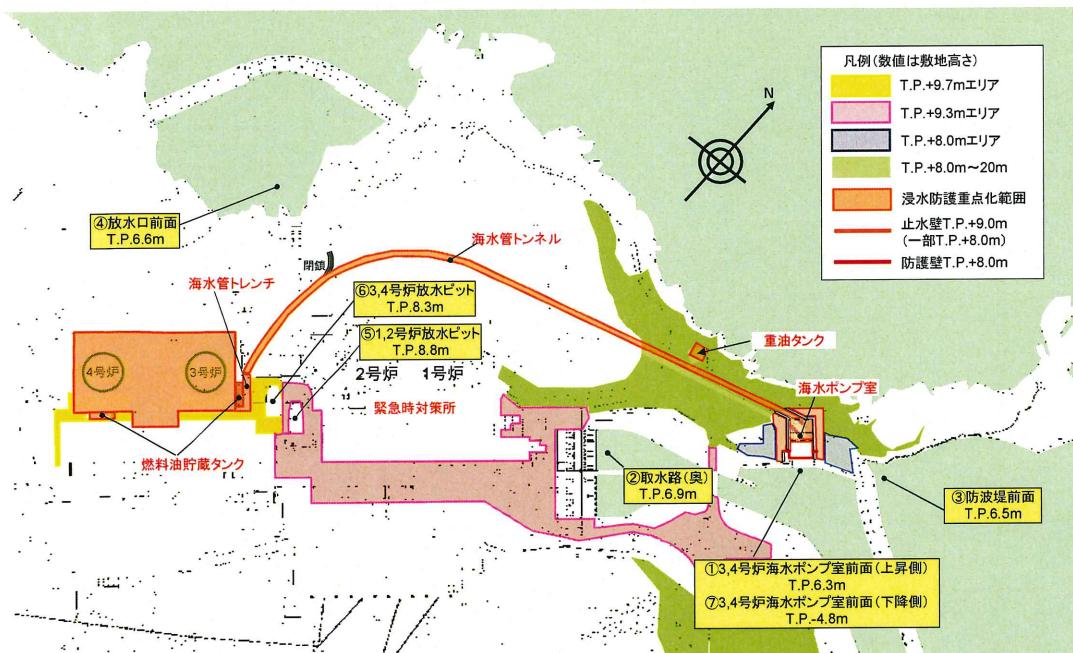
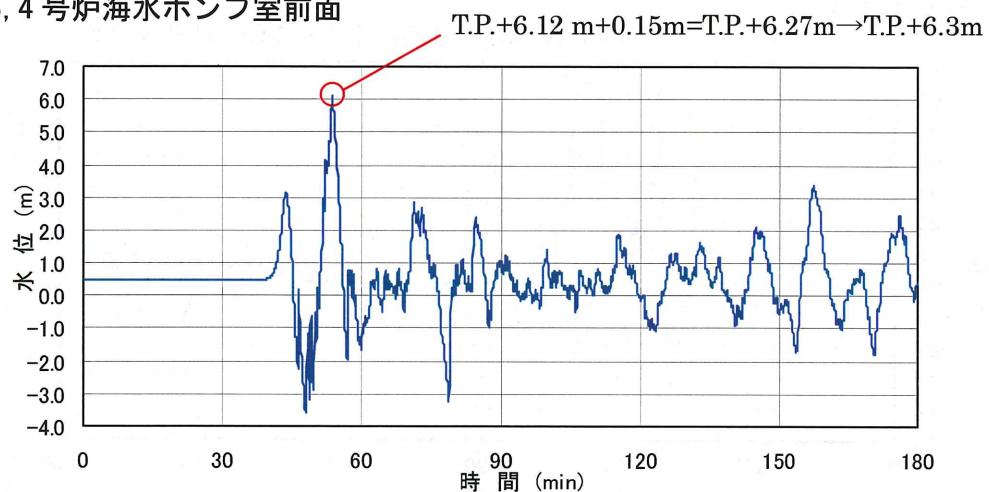
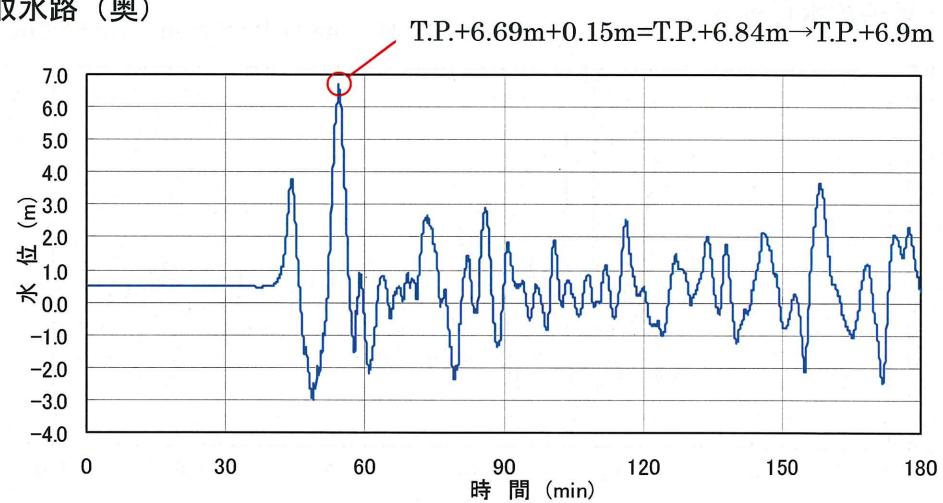


図-1-6-1 大飯発電所における入力津波評価地点

① 3, 4号炉海水ポンプ室前面



② 取水路（奥）



③ 防波堤前面

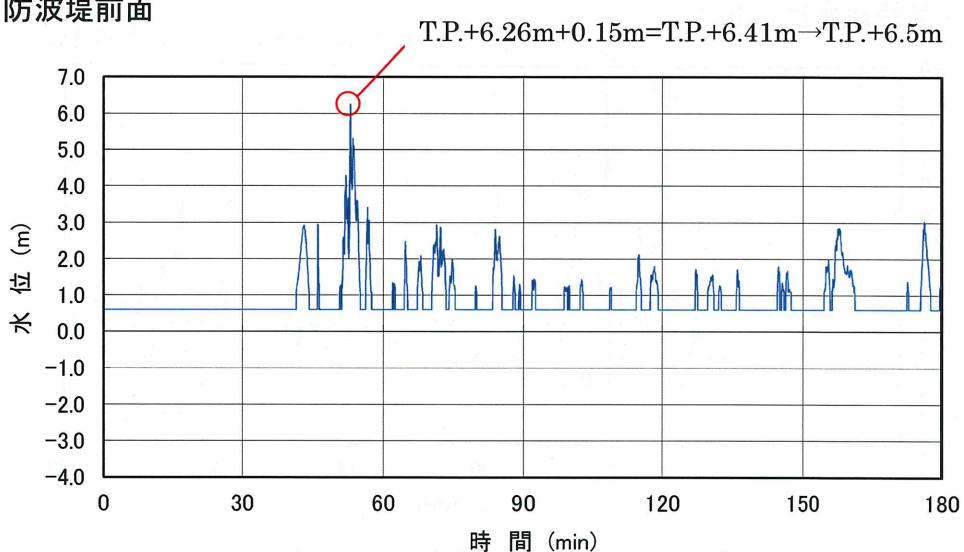
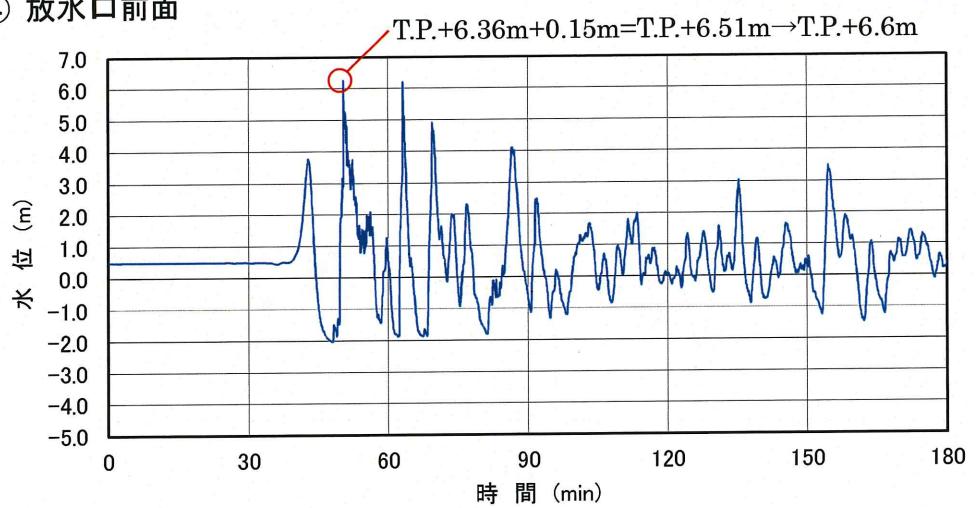
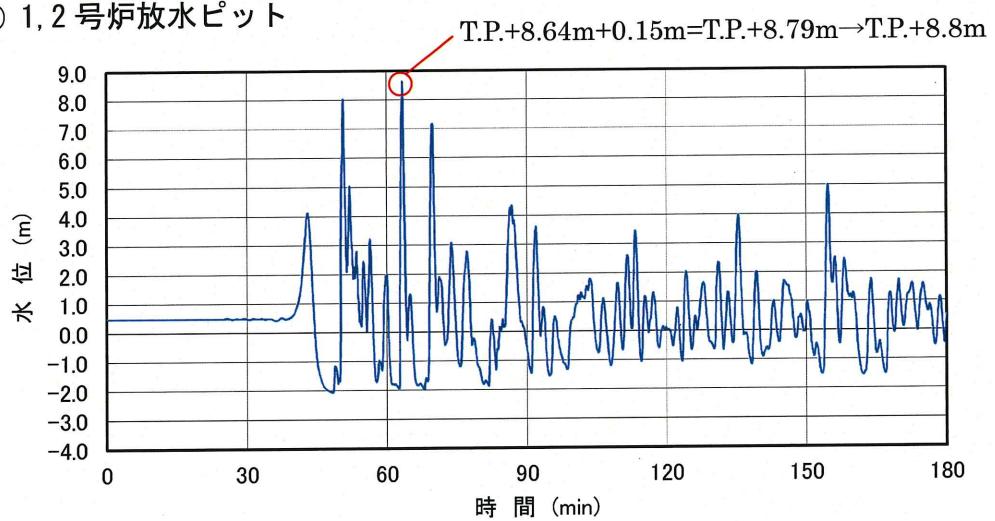


図-1-6-2 入力津波の時刻歴波形(1/3)

④ 放水口前面



⑤ 1, 2号炉放水ピット



⑥ 3, 4号炉放水ピット

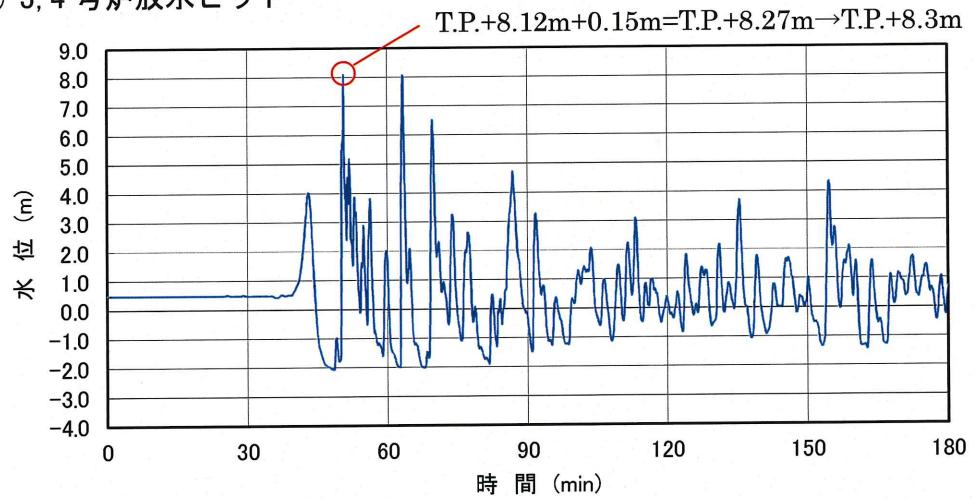


図-1-6-2 入力津波の時刻歴波形 (2/3)

⑦ 3, 4号炉海水ポンプ室前（水位下降側）

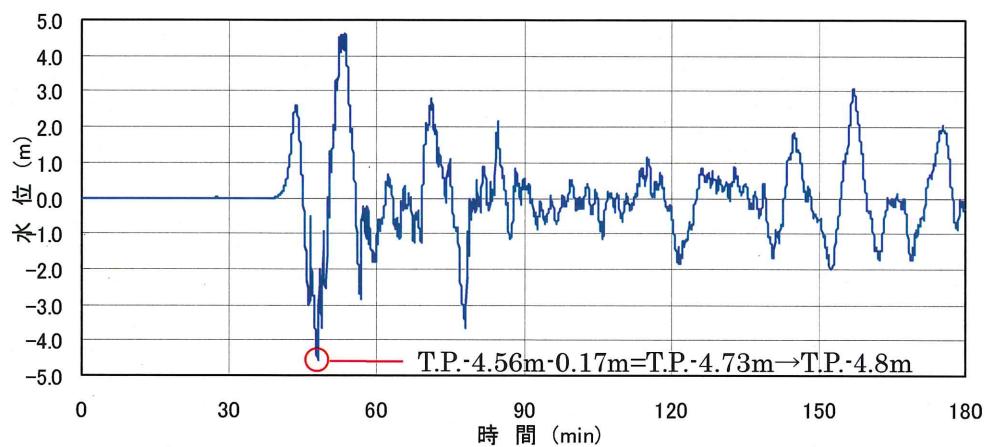


図-1-6-2 入力津波の時刻歴波形(3/3)