

本資料のうち、枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉審査資料	
資料番号	KK67-0094
提出年月日	平成28年2月10日

## 柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉

### 津波による損傷の防止について

平成28年2月

東京電力株式会社

## 第5条：津波による損傷の防止

### <目次>

1. 基本方針
  - 1.1 要求事項の整理
  
2. 追加要求事項に対する適合方針
  - 2.1 設計基準対象施設の耐津波設計
    - 2.1.1 耐津波設計の基本方針
      - 2.1.1.1 津波防護対象の選定
      - 2.1.1.2 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等
      - 2.1.1.3 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域
      - 2.1.1.4 入力津波の設定
      - 2.1.1.5 設計または評価に用いる入力津波
    - 2.1.2 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針
    - 2.1.3 敷地への浸水防止（外郭防護1）
      - 2.1.3.1 遡上波の地上部からの到達，流入の防止
      - 2.1.3.2 取水路，放水路等の経路からの津波の流入防止
    - 2.1.4 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）
      - 2.1.4.1 漏水対策
      - 2.1.4.2 安全機能への影響評価
      - 2.1.4.3 排水設備設置の検討
    - 2.1.5 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）
      - 2.1.5.1 浸水防護重点化範囲の設定
      - 2.1.5.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策
    - 2.1.6 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
      - 2.1.6.1 非常用海水冷却系の取水性
      - 2.1.6.2 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
    - 2.1.7 津波監視
  - 2.2 津波に対する防護設備
    - 2.2.1 概要
    - 2.2.2 設計方針
    - 2.2.3 主要設備
    - 2.2.4 主要仕様

2.2.5 試験検査

2.2.6 手順等

3. 別添

別添 1 柏崎刈羽原子力発電所 6 号炉及び 7 号炉 耐津波設計方針について

## 1. 基本方針

### 1.1 要求事項の整理

津波による損傷の防止について、設置許可基準規則第 5 条並びに技術基準規則第 6 条において、追加要求事項を明確化する（表 1）。

表1 設置許可基準規則第5条並びに技術基準規則第6条 要求事項

設置許可基準規則 第5条（津波による損傷の防止）	技術基準規則 第6条（津波による損傷の防止）	備考
<p><u>設計基準対象施設は、その供用中に当該設計基準対象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。</u></p>	<p><u>設計基準対象施設が基準津波（設置許可基準規則第5条に規定する基準津波をいう。以下同じ。）によりその安全性が損なわれるおそれがないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。</u></p>	<p>追加要求事項</p>

## 2. 追加要求事項に対する適合方針

### 2.1 設計基準対象施設の耐津波設計

本章は、柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉において、新たに設置する設計基準対象施設及び新たに申請対象となった設計基準対象施設の耐津波設計方針について説明する。なお、資料中で「6 号炉」「7 号炉」の区別を特に記載しない場合は 6 号及び 7 号炉共通の記載である。

#### 2.1.1 耐津波設計の基本方針

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設計とする。

##### 2.1.1.1 津波防護対象の選定

「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（以下「設置許可基準規則」という。）第五条（津波による損傷の防止）」では「設計基準対象施設は、基準津波に対して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」ことが要求されており、その解釈を定める同解釈別記 3 では、耐震 S クラスに属する設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備を除く）について津波から防護すること、重要な安全機能への津波による影響を防止することが求められている。

以上を踏まえ、安全機能を有する設備（クラス 1、クラス 2 及びクラス 3 設備）のうちクラス 3 設備については、津波により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し、重要な安全機能を有する設備としてクラス 1、クラス 2 設備、及び耐震 S クラスに属する設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備を除く）を津波から防護する設備（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。

なお、耐震 S クラスに属する設備のうち津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備は、設計基準対象施設の津波防護対象設備を防護する機能を有する設備であり、設置許可基準解釈別記 3 において「入力津波に対して津波防護機能、浸水防止機能及び津波監視機能が保持できること」が要求されており、これを満足するように設計する。

##### 2.1.1.2 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等

耐津波設計の前提条件とする敷地及び敷地周辺の地形、施設の配置等を

以下に示す。

a. 敷地及び敷地周辺の地形、標高、河川の存在

柏崎刈羽原子力発電所の敷地は、新潟県の柏崎市及び刈羽村の海岸沿いに位置する。敷地の地形は標高 60m 前後の日本海に面したなだらかな丘陵地であり、その形状は、汀線を長軸とし、背面境界の稜線が北東－南西の直線状を呈した、海岸線と平行したほぼ半楕円形である。

敷地周辺の地形は、寺泊・西山丘陵、中央丘陵及び柏崎平野からなり、寺泊・西山丘陵は日本海に面した標高 150m 程度のなだらかな丘陵、中央丘陵は北北東－南南西方向に連続する標高 300m 程度の丘陵である。また、柏崎平野は、鯖石川、別山川等により形成された南北 15 km、東西 4km～7km の沖積平野であり、平野西側の海岸部には荒浜砂丘が分布している。

敷地付近の河川としては、上記の別山川が敷地背面の柏崎平野を北東から南西に流れ、また、敷地南西約 5km で鯖石川が別山川と合流して日本海に注いでいる。なお、敷地内に流入する河川は存在しない。

b. 敷地における施設の位置、形状等

柏崎刈羽原子力発電所の敷地は大きく主要面の高さが T.M.S.L+5.0m の南側（荒浜側）と T.M.S.L.+12.0m の北側（大湊側）とに分かれており、6号炉及び7号炉は5号炉とともに北側（大湊側）に位置している。また、5～7号の各号炉の復水器冷却用水の取水口は敷地前面に設ける北防波堤の内側に、放水口は北防波堤の外側に位置する。

6号炉及び7号炉の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としては原子炉建屋、タービン建屋、コントロール建屋及び廃棄物処理建屋があり、いずれも T.M.S.L.+12m の敷地に設置されている。屋外設備としては同じ T.M.S.L.+12m の敷地に燃料設備の一部（軽油タンク、燃料輸送ポンプ）が、また、他に非常用取水設備が各号炉の取水口からタービン建屋海水熱交換器区域までの間に敷設されている。

なお、6号炉及び7号炉では、重要な安全機能を有する海水ポンプ（原子炉補機冷却海水ポンプ）は、その他の海水ポンプ（循環水ポンプ、タービン補機冷却海水ポンプ）とともにタービン建屋海水熱交換器区域の地下に設置されている。

6号炉及び7号炉の浸水防止設備としては、タービン建屋海水熱交換器区域地下の補機取水槽上部床面に取水槽閉止板を設置し、またタービン建屋内の区画境界部及び他の建屋との境界部に水密扉、ダクト閉止板、浸水防止ダクト、床ドレン浸水防止治具の設置及び貫通部止水処置を実施

する。また、非常用取水設備として各号炉の取水口前面に海水貯留堰を、津波防護施設（非常用取水設備を兼ねる）と位置づけて設置する。

津波監視設備としては、7号炉排気筒に津波監視カメラを設置し、各号炉の補機取水槽に取水槽水位計を設置する。

敷地内の遡上域の建物・構築物としては、T.M.S.L. +3m の敷地上に除塵装置やその電源室、点検用クレーン等がある。

### 2.1.1.3 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域

#### a. 敷地周辺の遡上・浸水域の評価

敷地周辺の遡上・浸水域の評価に当たり、基準津波による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。遡上解析の手法やデータ、条件は次のとおりとする。

(a) 基準津波による敷地周辺の遡上解析にあたっては、遡上解析上、影響を及ぼす斜面や道路等の地形とその標高、及び伝播経路上の人工構築物の設置状況を考慮し、遡上域のメッシュサイズ (5.0m) に合わせた形状にモデル化する。

(b) 敷地沿岸域及び海底地形は、国土地理院等による海底地形図及び発電所近傍や港湾内の深浅測量結果を使用する。また、取・放水路の諸元、敷地標高については、発電所の竣工図を使用する。

(c) モデル化の対象とする構築物は、耐震性や耐津波性を有する恒設の人工構築物、及び津波の遡上経路に影響する恒設の人工構築物とする。その他の津波伝播経路上の人工構築物については、構築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、保守的な評価となるよう対象外とする。

また、遡上・浸水域の把握に当たっては以下を考慮する。

(a) 敷地周辺の遡上・浸水域の把握に当たっては、敷地前面・側面及び敷地周辺の津波の浸入角度及び速度並びにそれらの経時変化を把握する。

(b) 敷地周辺の浸水域の寄せ波・引き波の津波の遡上・流下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。

遡上解析により得られる、基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域の最高水位分布及び最大浸水深分布を第 2. 1-1 図及び第 2. 1-2 図に示す。

#### 2. 1. 1. 4 入力津波の設定

入力津波を基準津波の波源から各施設・設備の設置位置において算定される時刻歴波形として設定する。

入力津波の設定に当たっては、津波の高さ、速度及び衝撃力に着目し、各施設・設備において算定された数値を安全側に評価し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や波力・波圧等について安全側に評価する。

#### 2. 1. 1. 5 設計または評価に用いる入力津波

入力津波を設計または評価に用いるに当たり、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とともに、潮汐以外の要因による潮位変動として、高潮についても適切に評価を行い考慮する。また、地震により陸域の隆起又は沈降が想定される場合は、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。具体的には以下のとおり実施する。

##### a. 水位変動

入力津波の設定に当たっては、潮位変動として、上昇側の水位変動に対しては朔望平均満潮位 T. M. S. L. +0. 49m 及び潮位のばらつき 0. 16m を考慮し、下降側の水位変動に対しては朔望平均干潮位 T. M. S. L. -0. 03m 及び潮位のばらつき 0. 15m を考慮する。朔望平均潮位は、敷地周辺の観測地点「柏崎」における観測記録に基づき設定する。

潮汐以外の要因による潮位変動については、観測地点「柏崎」における過去約 60 年（1955 年～2012 年）の潮位観測記録に基づき、高潮発生状況（頻度、台風等の高潮要因）を確認し、高潮要因の発生履歴及びその状況を考慮して、高潮の発生可能性とその程度（ハザード）について検討する。基準津波による水位の年超過確率は  $10^{-4}$ ～ $10^{-5}$  程度であり、独立事象としての津波と高潮が重畳する可能性は極めて低いと考えられるものの、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 T. M. S. L. +1. 07m と、入力津波で考慮した朔望平均満潮位 T. M. S. L. +0. 49m 及び潮位のばらつき 0. 15m の合計との差である 0. 42m を

外郭防護の裕度評価において参照する。

b. 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。基準津波の波源である日本海東縁部に想定される地震及び海域活断層に想定される地震について、広域的な地殻変動を考慮する。入力津波の波源モデルから算定される地殻変動量は、発電所敷地において、水位上昇側の入力津波の波源では 0.20m から 0.21m の沈降量が想定され、水位下降側の入力津波の波源では 0.29m の沈降量が想定されるため、上昇側の水位変動に対して安全評価を実施する際には、0.20m から 0.21m の沈降を考慮し、下降側の水位変動に対して安全評価を実施する際には、沈降しないものとする。

なお、プレート間地震の活動により発電所周辺で局所的な地殻変動があった可能性は指摘されていない。また、基準地震動評価における震源モデルから算定される広域的な地殻変動について、津波に対する安全性評価への影響はなく、広域的な余効変動は継続していない。

c. 設計または評価に用いる入力津波

水位変動、地殻変動を踏まえた、各施設・設備の設計または評価に用いる入力津波の津波高さを第 2.1-1 表に、時刻歴波形を第 2.1-3 図に示す。水位下降側の入力津波高さは、海水ポンプの取水性を確保するため、海水貯留堰を設置することから、同堰の機能を考慮して評価する。

なお、基準津波による遡上波を入力津波として設計または評価を行う場合には、第 2.1-1 図、第 2.1-2 図に示した基準津波の遡上解析結果を安全側に評価した値を入力津波高さとして考慮する。

2.1.2 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針

津波防護の基本方針は、以下の(1)～(5)のとおりとする。

- (1) 設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。下記(3)において同じ。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とする。また、取水路、放水路等の経路から同敷地及び同建屋並びに区画に流入させない設計とする。
- (2) 取水・放水施設及び地下部等において、漏水する可能性を考慮の上、漏水

による浸水範囲を限定して、重要な安全機能への影響を防止できる設計とする。

- (3) 上記の二方針のほか、設計基準対象施設の津波防護対象設備については、浸水防護をすることにより、津波による影響等から隔離可能な設計とする。
- (4) 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を防止できる設計とする。
- (5) 敷地への津波の繰り返しの襲来を察知、その影響を俯瞰的に把握できる津波監視設備を設置する。

以上の基本方針に基づき設置する津波防護対策の設備分類と設置目的を第 2.1-2 表、構築した敷地の特性に応じた津波防護の概要を第 2.1-4 図に、また各方針に基づく具体的な設計内容を以降に示す。

### 2.1.3 敷地への浸水防止（外郭防護1）

#### 2.1.3.1 遡上波の地上部からの到達、流入の防止

設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画が設置されている周辺敷地高さは T.M.S.L. +12m 以上であり、津波による遡上波は地上部から到達、流入しない。

なお、遡上波の地上部からの到達、流入の防止において、地山斜面、盛土斜面等の活用はしていない。

#### 2.1.3.2 取水路、放水路等の経路からの津波の流入防止

設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地、及び同建屋及び区画へ津波が流入する可能性のある経路を第 2.1-3 表に示す。

各経路に対して、開口部等の標高に基づく許容津波高さと当該部における入力津波高さと比較し、高潮による水位変動も考慮した上で津波が流入する可能性について検討を行い、流入の可能性のある経路として特定されたタービン建屋地下の補機取水槽上部床面の開口部に、津波の流入を防止するため、浸水防止設備として取水槽閉止板を設置する。

以上の浸水対策の概要を第 2.1-5 図及び第 2.1-6 図に、また、浸水対策の実施により、津波が流入する可能性のある経路としてとして挙げた各経路において津波の流入防止が可能であることを確認した結果を第 2.1-4 表

に示す。

## 2.1.4 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）

### 2.1.4.1 漏水対策

#### (1) 漏水対策

6号炉及び7号炉の取水槽及び補機取水槽の入力津波高さは各槽の上部床面高さよりも高いため、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への漏水による浸水の可能性が考えられる経路としては当該の床面が挙げられる。これらの床面に対して構造上の特徴等を考慮して漏水の可能性を検討した結果、床面の開口部については前項において外郭防護1として閉止板を設置することとしており、また他に有意な漏水が生じ得る隙間部等は存在しないことから、漏水が継続することによる浸水の範囲（以下「浸水想定範囲」）は想定しない。

なお、次項の安全機能への影響評価を行うにあたっては保守的な想定として、取水槽及び補機取水槽の上部床面に設置されている循環水ポンプ及び海水ポンプ（原子炉補機冷却海水ポンプ、タービン補機冷却海水ポンプ）のグランドドレン配管の詰まりや取水槽・補機取水槽につながる海水ポンプのエアベント配管、ブローオフ配管の破損等を仮定して漏水が発生するものとし、各ポンプが設置されているエリア（循環水ポンプエリア、原子炉補機冷却海水ポンプA/C系エリア、原子炉補機冷却海水ポンプB系エリア）を浸水想定範囲として設定する。

#### 2.1.4.2 安全機能への影響評価

浸水想定範囲である循環水ポンプエリアには重要な安全機能を有する設備はないが、隣接する補機冷却海水ポンプエリア（A/C系エリア、B系エリア）に重要な安全機能を有する原子炉補機冷却海水ポンプ等があるため、これらのエリアとの境界を防水区画化する。

補機冷却海水ポンプA/C系エリアは、下部エリアに重要な安全機能を有するC系の原子炉補機冷却ポンプ等があるため、当該エリアとの境界を防水区画化する。また、補機冷却海水ポンプA/C系エリアはエリア内にも重要な安全機能を有するA/C系の原子炉補機冷却海水ポンプ等があるため、エリア内における漏水による浸水量を評価し、安全機能への影響がないことを確認する。

補機冷却海水ポンプB系エリアは、隣接するエリア（B系非常用電気品室）に重要な安全機能を有するB系の電源があるため、当該エリアとの境界を防水区画化する。また、補機冷却海水ポンプB系エリアはエリア内に

も重要な安全機能を有する B 系の原子炉補機冷却海水ポンプ等があるため、エリア内における漏水による浸水量を評価し、安全機能への影響がないことを確認する。

浸水想定範囲及び防水区画の概要を第 2.1-7 図に示す。

#### 2.1.4.3 排水設備設置の検討

上記(2)において浸水想定範囲である各エリアが、長期間冠水が想定される場合は、排水設備を設置する。

#### 2.1.5 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）

##### 2.1.5.1 浸水防護重点化範囲の設定

浸水防護重点化範囲として、原子炉建屋、タービン建屋、コントロール建屋、廃棄物処理建屋、及び燃料設備（軽油タンク、燃料移送ポンプ）を敷設する区画を設定する。

##### 2.1.5.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策

津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量について、地震による溢水の影響も含めて以下の a.～d. のとおり安全側の想定を行い、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口を特定し、浸水対策を実施する。具体的にはタービン建屋内の海域と繋がる低耐震クラス配管である循環水管とタービン補機冷却海水管に地震による損傷を想定し、当該損傷箇所を介して流入した津波が、浸水防護重点化範囲に浸水することを防止するため、浸水防護重点化範囲の境界に水密扉、ダクト閉止板、浸水防止ダクト、床ドレン浸水防止治具の設置及び貫通部止水処置を実施する。

なお、地震による溢水のうち、屋外タンク等の損傷による溢水及びドレン系ポンプの停止による地下水の流入については、津波による溢水に影響を及ぼさないように、別に実施する「溢水防護に関する基本方針」の影響評価に基づき、壁、扉、貫通部止水処置等により津波による浸水範囲に流入させない設計とする。

##### a. 建屋内の機器・配管の損傷による津波、溢水等の事象想定

タービン建屋における溢水については、循環水ポンプ及び復水器との接続部における循環水管伸縮継手の地震に起因する全円周状の破損、並びにタービン補機冷却水系熱交換器の設置区画におけるタービン補機冷却水管の地震に起因する全円周状の破損を想定する。

循環水ポンプとの接続部における循環水管伸縮継手の破損箇所からの

溢水は、循環水ポンプが停止するまでの間に生じる溢水量と破損箇所からの津波の流入量を合算した水量が、循環水ポンプを設置する区画の空間部に滞留するとして溢水水位を算出する。復水器との接続部における循環水管伸縮継手の破損箇所からの溢水は、循環水ポンプが停止するまでの間に生じる溢水量と、溢水が検知され止め弁により破損箇所が海域から隔離されるまでの間の津波の流入量を合算した水量が、復水器を設置する区画の空間部に滞留するものとして溢水水位を算出する。また、タービン補機冷却水管の破損箇所からの溢水は、タービン補機冷却海水ポンプが停止するまでの間に生じる溢水量と破損箇所からの津波の流入量を合算した水量が、タービン補機冷却水系熱交換器を設置する区画の空間部に滞留するとして溢水水位を算出する。

b. 機器・配管損傷による津波浸水量の考慮

循環水系機器・配管損傷による津波浸水量については、入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰返しの襲来を考慮し、タービン建屋の溢水水位は津波等の流入の都度上昇するものとして計算する。

また、取水槽水位及び放水庭水位が低い場合、流入経路を逆流してタービン建屋外へ流出する可能性があるが、保守的に一度流入したものはタービン建屋外へ流出しないものとして評価する。

c. 機器・配管等の損傷による内部溢水の考慮

機器・配管等の損傷による浸水範囲、浸水量については、損傷箇所を介したタービン建屋への津波の流入、内部溢水等の事象想定も考慮して算定する。

d. 施設・設備施工上生じうる隙間部等についての考慮

津波及び溢水により浸水を想定するタービン建屋地下部において、施工上生じうる建屋間の隙間部には、止水処置を行い、浸水防護重点化範囲への浸水を防止する設計とする。

2.1.6 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

2.1.6.1 非常用海水冷却系の取水性

基準津波による水位の低下に対して、非常用海水冷却系の海水ポンプである原子炉補機冷却海水ポンプが機能保持でき、かつ非常用海水冷却系による冷却に必要な海水が確保できる設計とするため、以下の a., b. を実施する。

a. 取水路の特性を考慮した管路解析の実施

基準津波による水位の低下に伴う取水路の特性を考慮した原子炉補機冷却海水ポンプ位置の評価水位を適切に算定するため、開水路及び管路において非定常管路流の連続式及び運動方程式を用いて管路解析を実施する。また、その際、取水口から補機取水槽に至る系をモデル化し、管路の形状、材質及び表面の状況に応じた摩擦損失を考慮し、計算結果に潮位のばらつきの加算や安全側に評価した値を用いる。

b. 水位低下に対する耐性の確保

管路解析により得られた基準津波による補機取水槽内の水位下降側の津波高さは、原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位（6号炉 T. M. S. L. -5.24m, 7号炉 T. M. S. L. -4.92m）を一時的に下回る。このため、その間においても原子炉補機冷却海水ポンプの継続運転が可能となるよう、各号炉の取水口前面に非常用取水設備として海水貯留堰を設置する。なお、海水貯留堰は津波防護施設と位置づけて設計を行う。

海水貯留堰は、1プラント当たり原子炉補機冷却海水ポンプを6台運転（全台運転）する場合においても十分な量の海水を貯留でき、原子炉補機冷却海水ポンプの継続運転に支障をきたすことがない設計とする。具体的には6号炉、7号炉ともに、貯留堰天端高さを T. M. S. L. -3.5m とし、原子炉補機冷却海水ポンプの継続運転のための必要貯水量約 2,700m<sup>3</sup> に対して、6号炉では約 10,000m<sup>3</sup>、7号炉では約 8,000m<sup>3</sup> と十分量の海水を堰内に貯留する。

なお、6号炉及び7号炉では、取水路が常用系（循環水系、タービン補機冷却海水系）と非常用系（原子炉補機冷却海水系）で併用されることから、津波による水位低下を確認した際には、常用系のポンプ（循環水ポンプ、タービン補機冷却海水ポンプ）を手動停止する運用とする。さらに、保守的な想定として津波発生時には中央制御室の操作が輻輳していることも考慮し、これらのポンプに自動停止インターロックを設けることで、非常用海水冷却系による冷却に必要な海水の喪失を確実に防止できる設計とする。

2.1.6.2 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

基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積及び漂流物に対して6号炉及び7号炉の取水口及び取水路の通水性が確保できる設計とする。

また、基準津波による水位変動に伴う浮遊砂等の混入に対して原子炉補

機冷却海水ポンプが機能保持できる設計とする。

a. 砂移動・堆積の影響

6号炉及び7号炉の取水口前面における取水口呑口の下端の高さは T.M.S.L. -5.5m であり、平均潮位 (T.M.S.L. +0.26m) において、取水路の取水可能部は 5m を超える高さを有する。

砂移動に関する数値シミュレーションを実施した結果、基準津波による砂移動に伴う取水口前面の砂の堆積量は、取水路横断方向の平均で、6号炉が約 0.3m、7号炉が約 0.6m であり、砂移動・堆積に伴って、海水取水口が閉塞することはない。

b. 海水ポンプへの浮遊砂の影響

発電所周辺の砂の平均粒径は 0.27mm で、数ミリ以上の砂はごくわずかであることに加えて、粒径数ミリの砂は浮遊し難いものであることを踏まえると、大きな粒径の砂はほとんど混入しないと考えられる。

c. 漂流物の取水性への影響

(a) 漂流物の抽出方法

漂流物となる可能性のある施設・設備を抽出するため、海域については構内を含み発電所から 5km 圏内を、陸域については基準津波の遡上域を考慮し、発電所から 5km 圏内における海岸線に沿った標高 10m 以下の範囲を網羅的に調査する。設置物については、地震で倒壊する可能性のあるものは倒壊させた上で、浮力計算により漂流するか否かの検討を行う (第 2.1-8 図)。

(b) 抽出された漂流物となる可能性のある施設・設備の影響確認

調査により抽出された漂流物となる可能性のある施設・設備等について、設置状況や重量、退避性の観点から津波により漂流物化する可能性を検討し、漂流物化する可能性がある場合には 6号炉及び7号炉の取水口への接近可能性や接近時の取水口の閉塞性を評価し、非常用海水冷却系に必要な通水性に影響を及ぼさないことを確認する。

この結果、発電所構内の海域に来航する船舶、海上設置物の主なものとしては物揚場に停泊する燃料等輸送船や港湾内で作業を行う浚渫船が挙げられ、これらについては退避や係留により漂流物化させない設計とすることを基本とし、また仮に漂流物化した場合においても津波の流向より各号炉の取水口に接近しないことを確認する。他に港湾施

設の点検などに用いる作業船があり、6号炉、7号炉の取水口近傍で作業を行うことがあり、津波時には乗員が陸域に避難するのに伴い6号炉、7号炉の取水口付近で漂流物化する可能性がある。これについては、取水口に接近した場合でも船舶の寸法と取水口呑口の断面寸法より、取水口及び取水路を閉塞させることはなく、非常用海水冷却系に必要な通水性に影響を及ぼすことはない。

また、発電所構内の陸域で漂流物化する可能性があるものとして、物揚場や除塵装置の周辺における資機材等が挙げられるが、これらについても設置位置や物量、取水口呑口の断面寸法より、仮に取水口に接近する場合でも取水口及び取水路を閉塞させることはなく、非常用海水冷却系に必要な通水性に影響を及ぼすことはない。

発電所構外で漂流物化する可能性があるものとして主なものは、発電所近傍で航行不能になった船舶・漁船等が挙げられるが、これらについては津波の流向より、発電所あるいは取水口に接近しないため、非常用海水冷却系に必要な通水性に影響を及ぼすことはない。

除塵装置である固定式バースクリーン、バー回転式スクリーン及びトラベリングスクリーンについては、基準津波の流速に対し、各鋼製部材が破損・分離し漂流物化することはなく、非常用海水冷却系に必要な通水性に影響を及ぼさないことを確認している。

なお、上記の港湾施設の点検などに用いる作業船や資機材については、6号炉及び7号炉の取水口の周囲に津波防護施設として位置づけて設置する海水貯留堰に接近する可能性があることから、その衝突荷重を海水貯留堰の設計において考慮する。

### 2.1.7 津波監視

敷地への津波の繰返しの襲来を察知し、その影響を俯瞰的に把握するとともに、津波防護施設及び浸水防止設備の機能を確実に確保するために、津波監視設備を設置する。津波監視設備として、津波監視カメラ及び取水槽水位計を設置する。各設備は基準津波による入力津波高さに対して波力、漂流物の影響を受けない位置に設置し、津波監視機能が十分に保持できる設計とする。また、基準地震動に対して、機能を喪失しない設計とする。設計に当たって、荷重の組み合わせを考慮する自然現象として風及び積雪を考慮する。

#### (1) 津波監視カメラ

7号炉原子炉建屋屋上に設置された排気筒の T. M. S. L. +76m の位置に設置し、水平 360°、垂直 90° の旋回が可能な設備とすることで、津波の襲来の

察知とその影響の俯瞰的な把握を可能な設計とする。また、赤外線撮像機能を有したカメラを用い、かつ中央制御室から監視可能な設備とすることで、昼夜を問わない継続した監視を可能な設計とする。

(2) 取水槽水位計

6号炉及び7号炉の各補機取水槽に設置し、水位下降側の入力津波高さを計測できるよう、測定範囲を6号炉でT.M.S.L. -6.5m～T.M.S.L. +1.5m, 7号炉でT.M.S.L. -5.0m～T.M.S.L. +2.4m とすることで、主に津波による水位下降側の影響の把握を可能な設計とする。

## 2.2 津波に対する防護設備

### 2.2.1 概要

津波に対する防護設備は、設計基準対象施設が基準津波により、その安全機能を損なわれるおそれがないよう、また、重大事故等対処施設が、基準津波により、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よう設置するものであり、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備がある。

### 2.2.2 設計方針

- (1) 津波防護施設及び浸水防止設備については、入力津波（施設の津波に対する設計を行うために、津波の伝播特性及び浸水経路等を考慮して、それぞれの施設に対して設定するものをいう。以下同じ。）に対して津波防護機能及び浸水防止機能が保持できる設計とする。また、津波監視設備については、入力津波に対して津波監視機能が保持できる設計とする。

具体的な設計方針を以下に示す。

- a. 「津波防護施設」は、荒浜側防潮堤、海水貯留堰とする。「浸水防止設備」は、取水槽閉止板、取放水路止水蓋、放水庭止水壁、構内排水路フラップゲート、水密扉、ダクト閉止板、浸水防止ダクト、床ドレンライン浸水防止治具、貫通部止水処置及び電源ケーブル止水トレンチとする。また、「津波監視設備」は、津波監視カメラ及び取水槽水位計とする。
- b. 入力津波については、基準津波の波源からの数値計算により、各施設・設備の設置位置において算定される時刻歴波形とする。  
数値計算に当たっては、敷地形状、敷地沿岸域の海底地形、津波の敷地への浸入角度、河川の有無、陸上の遡上・伝播の効果及び伝播経路上の人工構造物等を考慮する。また、津波による港湾内の局所的な海面の固有振動による励起を適切に評価し考慮する。
- c. 津波防護施設については、その構造に応じ、波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できる設計とする。
- d. 浸水防止設備については、浸水想定範囲等における浸水時及び冠水後の波圧等に対する耐性等を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津

波に対して浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。

- e. 津波監視設備については、津波の影響（波力及び漂流物の衝突）に対して、影響を受けない位置への設置及び影響の防止策・緩和策等を検討し、入力津波に対して津波監視機能が十分に保持できる設計とする。
- f. 津波防護施設の外側の発電所敷地内及び近傍において建物・構築物及び設置物等が破損、倒壊及び漂流する可能性がある場合には、津波防護施設及び浸水防止設備に波及的影響を及ぼさないよう、漂流防止措置又は津波防護施設及び浸水防止設備への影響の防止措置を施す設計とする。
- g. 上記 c. , d. 及び f. の設計等においては、耐津波設計上の十分な裕度を含めるため、各施設・設備の機能損傷モードに対応した津波荷重（浸水高、波力・波圧、洗掘力、浮力等）について、入力津波から十分な余裕を考慮して設定する。また、余震の発生の可能性を検討した上で、必要に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組み合わせを考慮する。さらに、入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰返しの襲来による作用が津波防護機能及び浸水防止機能へ及ぼす影響について検討する。
- h. 上記 g. における津波荷重の設定については、入力津波が有する数値計算上の不確かさ及び各施設・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を考慮する。

入力津波が有する数値計算上の不確かさの考慮に当たっては、各施設・設備の設置位置で算定された津波の高さを安全側に評価して入力津波を設定することで、不確かさを考慮する。また、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当たっては、入力津波の荷重因子である浸水高、速度、衝撃力等を安全側に評価することで、不確かさを考慮し、荷重設定に考慮している余裕の程度を検討する。
- i. 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の設計においては、津波（漂流物含む）及び地震（本震及び余震）の他に、自然現象として風及び積雪を考慮し、これらによる荷重を組み合わせる。漂流物の衝突荷重、風荷重及び積雪荷重については、設計対象の構造や設置場所、周辺の状況等を考慮して組み合わせる。

j. 上津波防護施設及び浸水防止設備の設計における許容限界は、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、各施設・設備を構成する材料が弾性域内に収まることを基本とする。

(2) 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の設計に当たっては、地震による敷地の隆起・沈降、地震（本震及び余震）による影響、津波の繰返しの襲来による影響及び津波による二次的な影響（洗掘，砂移動，漂流物等）を考慮する。

(3) 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の設計並びに海水ポンプの取水性の評価に当たっては、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。なお、その他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。また、地震により陸域の隆起又は沈降が想定される場合、想定される地震の震源モデルから算定される敷地の地殻変動量を考慮して安全側の評価を実施する。

### 2.2.3 主要設備

#### (1) 荒浜側防潮堤

津波が地上部から重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋を設置する荒浜側の敷地に到達することのない設計とするため、荒浜側の敷地前面に荒浜側防潮堤を設置する。荒浜側防潮堤は、その構造に応じ、波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できるとともに、基準地震動による地震力に対しても同機能が十分に保持できる設計とする。

#### (2) 海水貯留堰

基準津波による補機取水槽水位低下時に、原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位を維持し、同ポンプの継続運転が可能な取水量を十分確保できる設計とするため、6号炉及び7号炉の取水口前面に海水貯留堰を設置する。海水貯留堰は、その構造に応じ、波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対する津波防護機能（海水貯留機能）が十分に保持できるとともに、基準地震動による地震力に対しても同機能が十分に保持できる設計とする。

(3) 取水槽閉止板

津波が取水路から設計基準対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋であるタービン建屋へ流入することのない設計とするため、補機取水槽上部床面に設けられた取水槽の点検口に取水槽閉止板を設置する。取水槽閉止板は、入力津波や基準地震動による地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できる設計する。

(4) 取放水路止水蓋

津波が取水路、放水路等の経路から点検坑を經由して重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋を設置する荒浜側の敷地に流入することのない設計とするため、荒浜側の取水路点検坑や放水庭に取放水路止水蓋を設置する。取放水路止水蓋は、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるとともに、基準地震動による地震力に対しても同機能が十分に保持できる設計とする。

(5) 放水庭止水壁

津波が放水路から放水庭を経て重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋を設置する荒浜側の敷地に流入することのない設計とするため、荒浜側の放水庭に放水庭止水壁を設置する。放水庭止水壁は、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるとともに、基準地震動による地震力に対しても同機能が十分に保持できる設計する。

(6) 構内排水路フラップゲート

津波が構内排水路から重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋を設置する荒浜側の敷地に流入することのない設計とするため、荒浜側の構内排水路に構内排水路フラップゲートを設置する。構内排水路フラップゲートは、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるとともに、基準地震動による地震力に対しても同機能が十分に保持できる設計とする。

(7) 水密扉

タービン建屋内へ流入した津波・溢水、タービン建屋内で発生した溢水が隣接する浸水防護重点化範囲へ流入することのない設計とするため、タービン建屋の浸水防護重点化範囲の境界に水密扉を設置する。水密扉は、浸水

時及び冠水時の波圧等に対する耐性を評価し、入力津波に対する浸水防止機能が十分に保持できるとともに、基準地震動による地震力に対しても同機能が十分に保持できる設計とする。

#### (8) ダクト閉止板

タービン建屋内へ流入した津波・溢水、タービン建屋内で発生した溢水が排気ダクトシャフトを介して隣接する浸水防護重点化範囲へ流入することのない設計とするため、タービン建屋の浸水防護重点化範囲の境界におけるダクト吹出口にダクト閉止板を設置する。ダクト閉止板は、入力津波や基準地震動による地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できる設計する。

#### (9) 浸水防止ダクト

タービン建屋内へ流入した津波・溢水、タービン建屋内で発生した溢水が排気ダクトシャフトを介して隣接する浸水防護重点化範囲へ流入することのない設計とするため、タービン建屋の浸水防護重点化範囲の境界におけるダクト吹出口に浸水防止ダクトを設置する。浸水防止ダクトは、入力津波や基準地震動による地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できる設計する。

#### (10) 電源ケーブルトレンチ止水壁

津波が取水電源ケーブルトレンチを経て重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋を設置する荒浜側の敷地に流入することのない設計とするため、荒浜側の取水電源ケーブルトレンチに止水壁を設置する。

### 2.2.4 主要仕様

主要設備の仕様を第 2.2-1 表に示す。

### 2.2.5 試験検査

津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備は、健全性及び性能を確認するため、発電用原子炉の運転中又は停止中に試験又は検査を実施する。

### 2.2.6 手順等

津波に対する防護については、津波による影響評価を行い、設計基準対象施設の津波防護対象設備が基準津波によりその安全機能を損なわないよう手順を定める。

- (1) 水密扉については、開放後の確実な閉止操作、中央制御室における閉止状態の確認及び閉止されていない状態が確認された場合の閉止操作の手順等を定める。
- (2) 燃料等輸送船に関し、津波警報等が発令された場合において、荷役作業を中断し、陸側作業員及び輸送物を退避させるとともに、緊急離岸する船側と退避状況に関する情報連絡を行う手順等を定める。
- (3) 津波監視カメラ及び取水槽水位計による津波の襲来状況の監視に係る運用手順等を定める。

第 2.1-1 表 入力津波高さ一覧

基準津波 名称	策定対象とする 入力津波の種類	発生要因		入力津波高さ T.M.S.L. (m)							
		地震 (断層モデル)	地すべり	評価地点							
				取水路					荒浜側 防潮堤	遡上域	
				5号炉	6号炉		7号炉			荒浜側	大湊側
取水口 前面	取水口 前面	補機 取水槽	取水口 前面	補機取 水槽							
基準津波 1	水位上昇量	日本海東縁部 (2 領域モデル)	LS-2	+6.4	+6.4	+6.6	+6.3	+7.4	—	—	—
基準津波 2	水位下降量	日本海東縁部 (2 領域モデル)	—	—	-3.5	-3.5	-3.5	-3.5	—	—	—
基準津波 3	防潮堤・遡上域 最高水位	海域の活断層 (5 断層連動モデル)	LS-2	—	—	—	—	—	+7.8	+7.8	+7.7

第 2.1-2 表 津波防護対策の設備分類と設置目的

津波防護対策		設備分類	設置目的
上部床面 補機取水槽 タービン建屋	取水槽閉止板	浸水防止設備	取水路からタービン建屋への津波の流入を防止する
境界 浸水防護重点化範囲 タービン建屋内	水密扉		地震によるタービン建屋内の循環水管や他の海水系機器の損傷に伴う溢水及び損傷箇所を介しての津波の流入に対して、浸水防護重点化範囲の浸水を防止する
	ダクト閉止板		
	浸水防止ダクト		
	貫通部止水処置		
	床ドレンライン 浸水防止治具		
海水貯留堰		津波防護施設 (非常用取水設備)	引き波時において、非常用海水冷却系の海水ポンプの機能を保持し、同系による冷却に必要な海水を確保する
津波監視カメラ		津波監視設備	敷地への津波の繰り返しの襲来を察知、その影響を俯瞰的に把握する
取水槽水位計			

第 2.1-3 表 敷地，建屋及び区画へ津波が流入する可能性のある経路

経路		経路の構成	
取水路	6号炉	循環水系	スクリーン室，取水路，取水槽
		補機冷却海水系	スクリーン室，取水路，補機冷却用海水取水路，補機冷却用海水取水槽
	7号炉	循環水系	スクリーン室，取水路，取水槽
		補機冷却海水系	スクリーン室，取水路，補機冷却用海水取水路，補機冷却用海水取水槽
	5号炉	循環水系	スクリーン室，取水路，取水槽，循環水管
		補機冷却海水系	スクリーン室，取水路，補機冷却用海水取水路，補機冷却用海水取水槽
放水路	6号炉	循環水系	放水路，放水庭，循環水管
		補機冷却海水系	放水路，補機冷却用海水放水路，補機冷却用海水放水庭
	7号炉	循環水系	放水路，放水庭，循環水管
		補機冷却海水系	放水路，補機冷却用海水放水路，補機冷却用海水放水庭
	5号炉	循環水系	放水路，放水庭，循環水管
		補機冷却海水系	放水路，補機冷却用海水放水路，補機冷却用海水放水庭
屋外排水路		排水路，集水枡	
電源ケーブルトレンチ	6，7号炉共用		電源ケーブルトレンチ
	5号炉		電源ケーブルトレンチ

第 2.1-4 表 取水路，放水路等からの津波の流入評価結果（1/3）

流入経路			①	②	裕度 (②-①)	評価	
			入力津波 高さ (T.M.S.L.)	許容津波 高さ (T.M.S.L.)			
取水路	6号炉	循環水系	取水路	+6.4m <sup>**1</sup>	+12.2m <sup>**4</sup>	5.8m	○（許容津波高さ>入力津波高さ）
		補機冷却海水系	補機取水路	+6.4m <sup>**1</sup>	+12.2m <sup>**4</sup>	5.8m	○（許容津波高さ>入力津波高さ）
			補機取水槽点検口	+6.6m <sup>**3</sup>	+3.5 <sup>**6</sup>	5.9m	○（許容津波高さ>入力津波高さ）
	7号炉	循環水系	取水路	+6.3m <sup>**1</sup>	+12.2m <sup>**4</sup>	5.9m	○（許容津波高さ>入力津波高さ）
			循環水間周囲隙間部	+6.9m <sup>**2</sup>	4.0m <sup>**6</sup>	—	○（コンクリート巻建て）
		補機冷却海水系	補機取水路	+6.4m <sup>**1</sup>	+12.2m <sup>**4</sup>	—	○（許容津波高さ>入力津波高さ）
			補機取水槽点検口	+7.4m <sup>**3</sup>	3.5 <sup>**6</sup>	5.9m	○（許容津波高さ>入力津波高さ）
		補機冷却海水管 周囲貫通部	+6.9m <sup>**2</sup>	14.5m <sup>**7</sup>	—	○（許容津波高さ>入力津波高さ）	
	5号炉	循環水系	取水路	+6.4m <sup>**1</sup>	+12.2m <sup>**4</sup>	5.8m	○（許容津波高さ>入力津波高さ）

第 2.1-4 表 取水路，放水路等からの津波の流入評価結果（2/3）

流入経路			①	②	裕度 (②-①)	評価	
			入力津波 高さ (T. M. S. L.)	許容津波 高さ (T. M. S. L.)			
放水路	6号炉	循環水系	放水路	+7.7m <sup>**2</sup>	+15.4m <sup>**4</sup>	7.7m	○（許容津波高さ>入力津波高さ）
			放水庭	+7.7m <sup>**2</sup>	+13.0m <sup>**4</sup>	5.3m	○（許容津波高さ>入力津波高さ）
			循環水管周囲隙間部	+7.7m <sup>**2</sup>	+4.0m <sup>**5</sup>	—	○（コンクリート巻立て）
		補機冷却海水系	補機放水路	+7.7m <sup>**2</sup>	+12.2m <sup>**4</sup>	4.5m	○（許容津波高さ>入力津波高さ）
			補機放水庭	+7.7m <sup>**2</sup>	+12.5m <sup>**4</sup>	4.8m	○（許容津波高さ>入力津波高さ）
			補機冷却海水管 周囲貫通部	+7.7m <sup>**2</sup>	+14.3m <sup>**7</sup>	—	○（許容津波高さ>入力津波高さ）
	7号炉	循環水系	放水路	+7.7m <sup>**2</sup>	+13.0m <sup>**4</sup>	6.4m	○（許容津波高さ>入力津波高さ）
			放水庭	+7.7m <sup>**2</sup>	+13.0m <sup>**4</sup>	6.4m	○（許容津波高さ>入力津波高さ）
			循環水管周囲隙間部	+7.7m <sup>**2</sup>	+4.0m <sup>**6</sup>	—	○（コンクリート巻立て）
		補機冷却海水系	補機放水路	+7.7m <sup>**2</sup>	+12.2m <sup>**4</sup>	4.5m	○（許容津波高さ>入力津波高さ）
			補機放水庭	+7.7m <sup>**2</sup>	+12.2m <sup>**4</sup>	4.5m	○（許容津波高さ>入力津波高さ）
			補機冷却海水管 周囲貫通部	+7.7m <sup>**2</sup>	+14.5m <sup>**7</sup>	—	○（許容津波高さ>入力津波高さ）
	5号炉	循環水系	放水路	+7.7m <sup>**2</sup>	+12.2m <sup>**4</sup>	4.5m	○（許容津波高さ>入力津波高さ）
		補機冷却海水系	補機放水路	+7.7m <sup>**2</sup>	+12.2m <sup>**4</sup>	4.5m	○（許容津波高さ>入力津波高さ）

第 2.1-4 表 取水路，放水路等からの津波の流入評価結果（3/3）

流入経路		①	②	裕度 (②- ①)	評価
		入力津波 高さ (T. M. S. L.)	許容津波 高さ (T. M. S. L.)		
屋外排水路	排水路①	+7.7m <sup>**2</sup>	+12.2m <sup>**4</sup>	4.5m	○（許容津波高さ>入力津波高さ）
	排水路②	+7.7m <sup>**2</sup>	+15.4m <sup>**4</sup>	7.7m	○（許容津波高さ>入力津波高さ）
	排水路③	+7.7m <sup>**2</sup>	+12.0m <sup>**4</sup>	4.3m	○（許容津波高さ>入力津波高さ）
	排水路④	+7.7m <sup>**2</sup>	+12.0m <sup>**4</sup>	4.3m	○（許容津波高さ>入力津波高さ）
	排水路⑤	+7.7m <sup>**2</sup>	+12.0m <sup>**4</sup>	4.3m	○（許容津波高さ>入力津波高さ）
電源ケーブルトレンチ	6,7号炉共用	+6.4m <sup>**1</sup>	+12.2m <sup>**6</sup>	5.8m	○（許容津波高さ>入力津波高さ）
	5号炉	+6.4m <sup>**1</sup>	+13.0m <sup>**6</sup>	6.6m	○（許容津波高さ>入力津波高さ）

第 2.2-1 表 主要設備の仕様

(1) 荒浜側防潮堤

種 類	防潮堤
材 料	鉄筋コンクリート
個 数	1

(2) 海水貯留堰

種 類	堰
材 料	鋼管矢板
個 数	2

(3) 取水槽閉止板

種 類	閉止板
材 料	ステンレス鋼
個 数	43

(4) 取放水路止水蓋

種 類	閉止板
材 料	ステンレス鋼／鉄筋コンクリート
個 数	42

(5) 放水庭止水壁

種 類	止水壁
材 料	ステンレス鋼／鉄筋コンクリート
個 数	8

(6) 構内排水路フラップゲート

種 類	フラップゲート
材 料	ステンレス鋼
個 数	3

(7) 水密扉

種 類	片開扉
材 料	ステンレス鋼
個 数	32

(8) ダクト閉止板

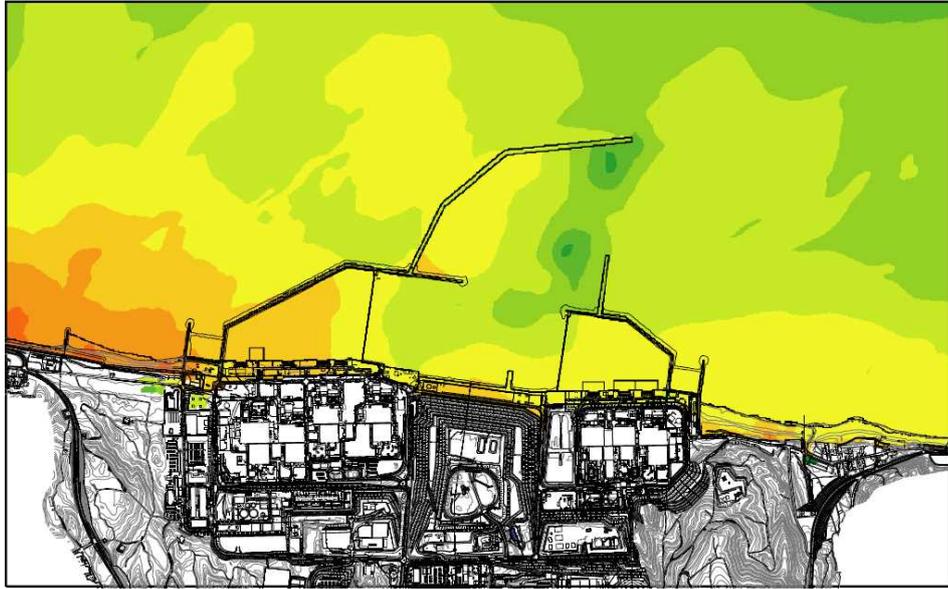
種 類 閉止板  
材 料 ステンレス鋼  
個 数 4

(9) 浸水防止止水ダクト

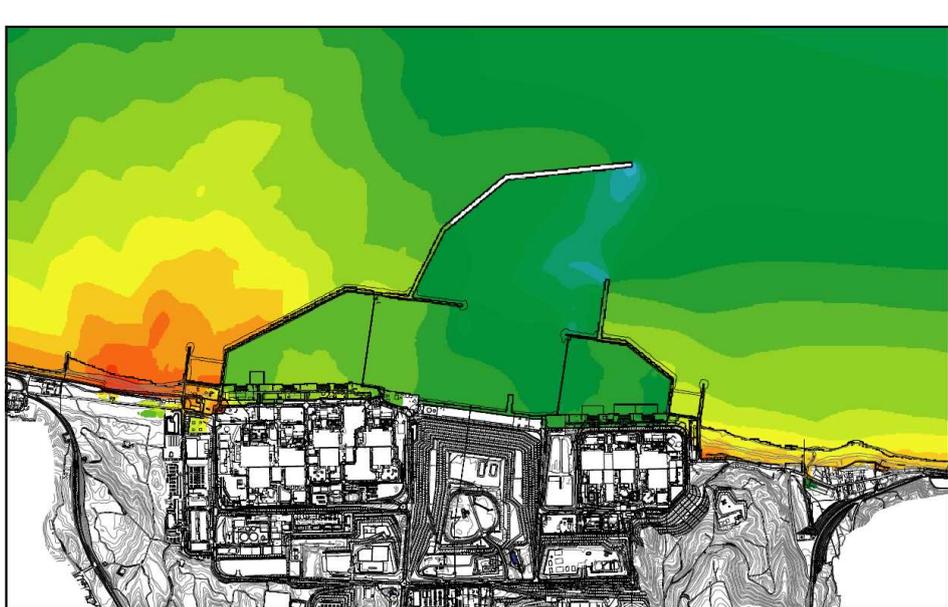
種 類 浸水防止ダクト  
材 料 ステンレス鋼  
個 数 1

(10) 取水電源ケーブルトレンチ止水壁

種 類 止水壁  
材 料 鉄筋コンクリート  
個 数 1

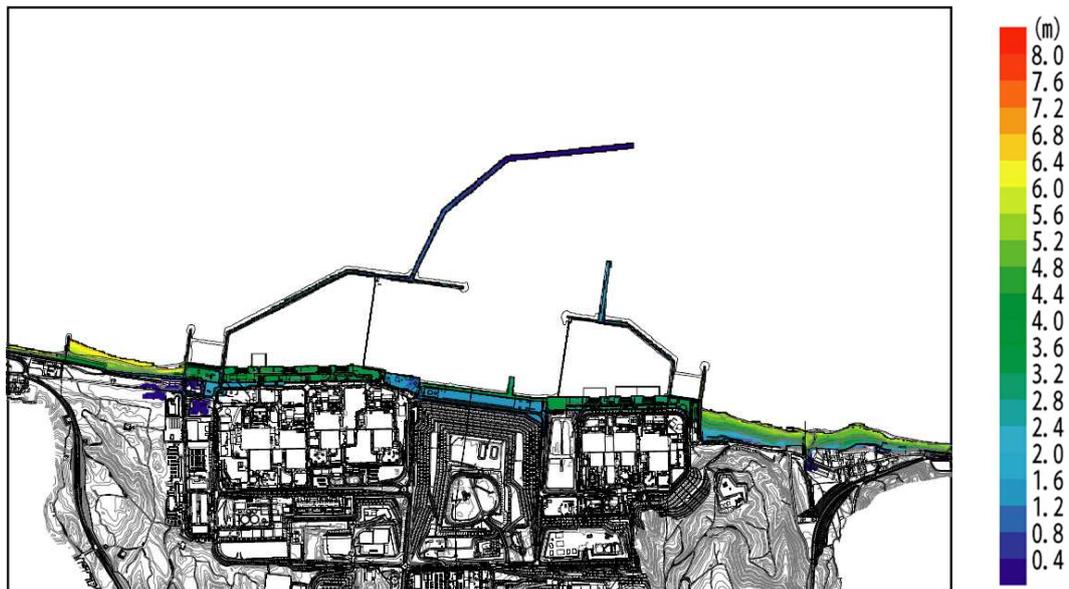


基準津波 1

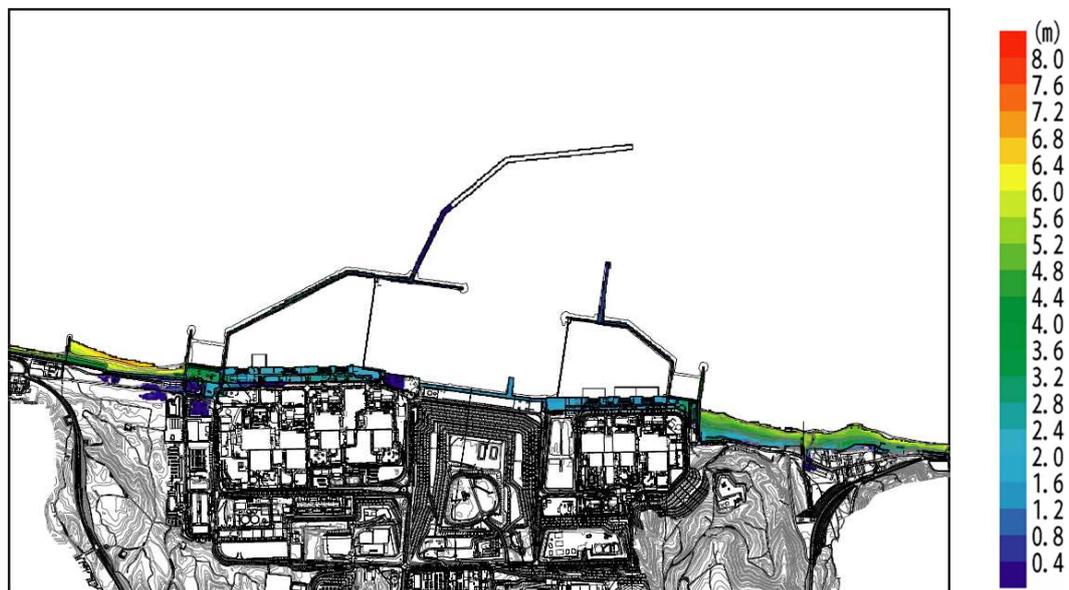


基準津波 3

第 2.1-1 図 基準津波の遡上波による最高水位分布

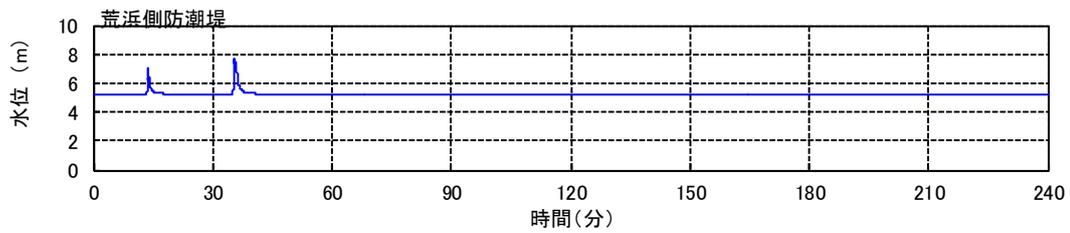
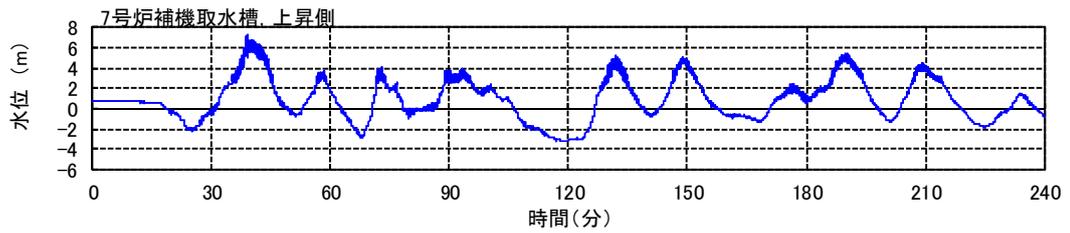
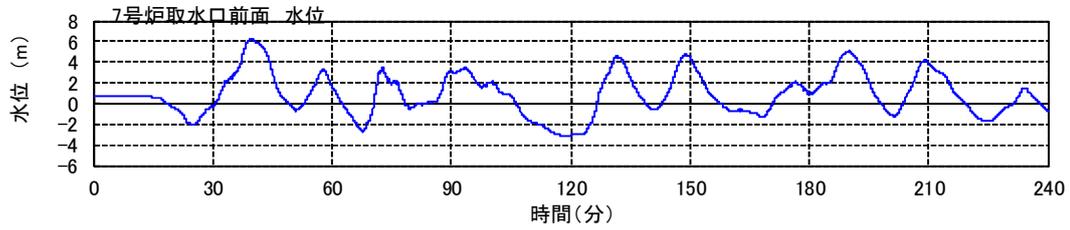
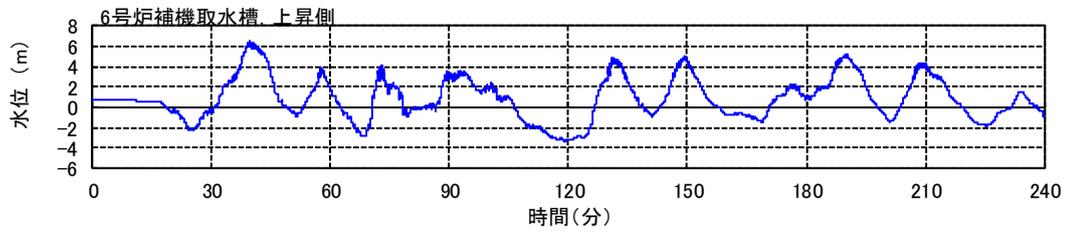
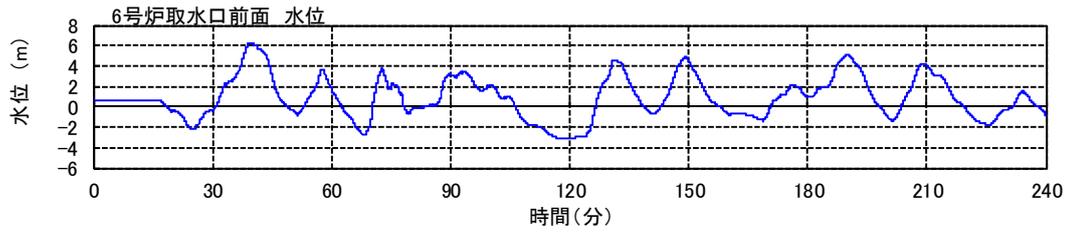
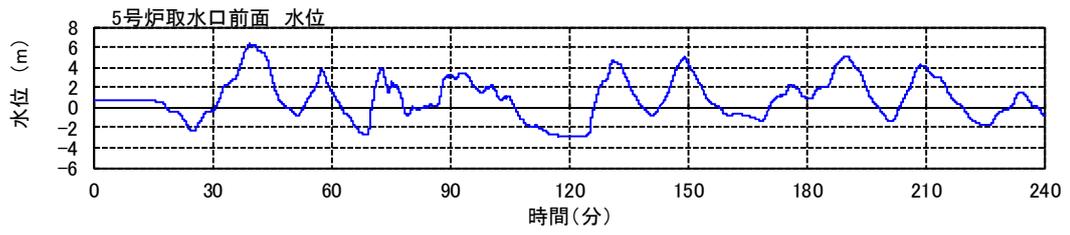


基準津波 1

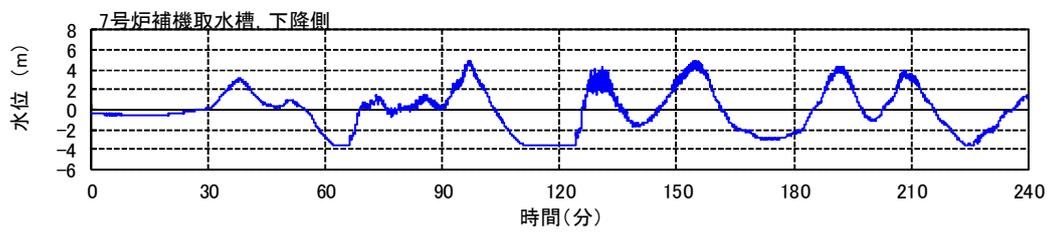
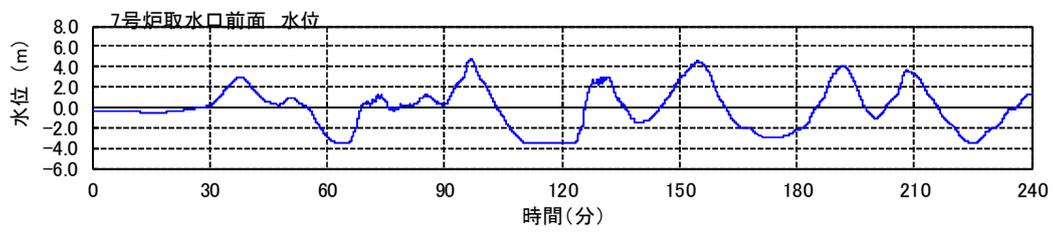
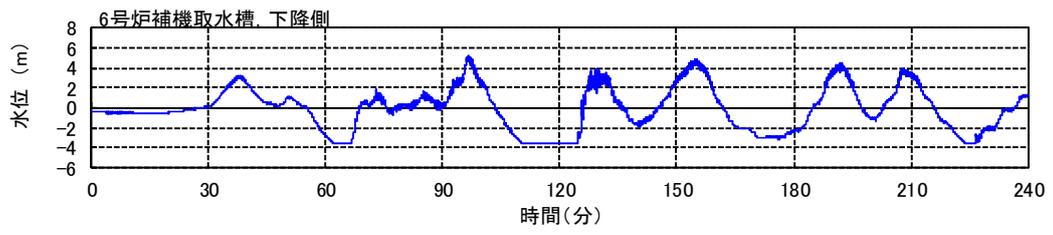
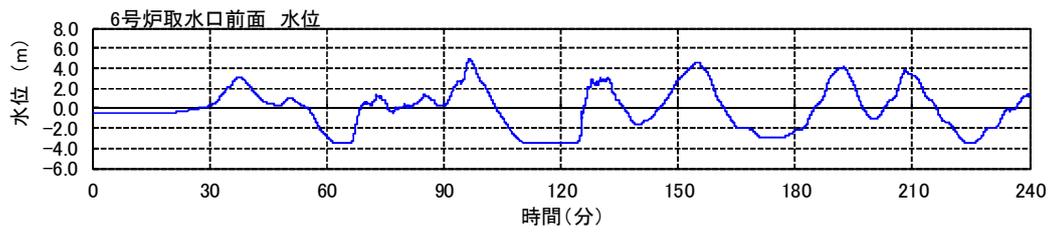


基準津波 3

第 2.1-2 図 基準津波の遡上波による最大浸水深分布



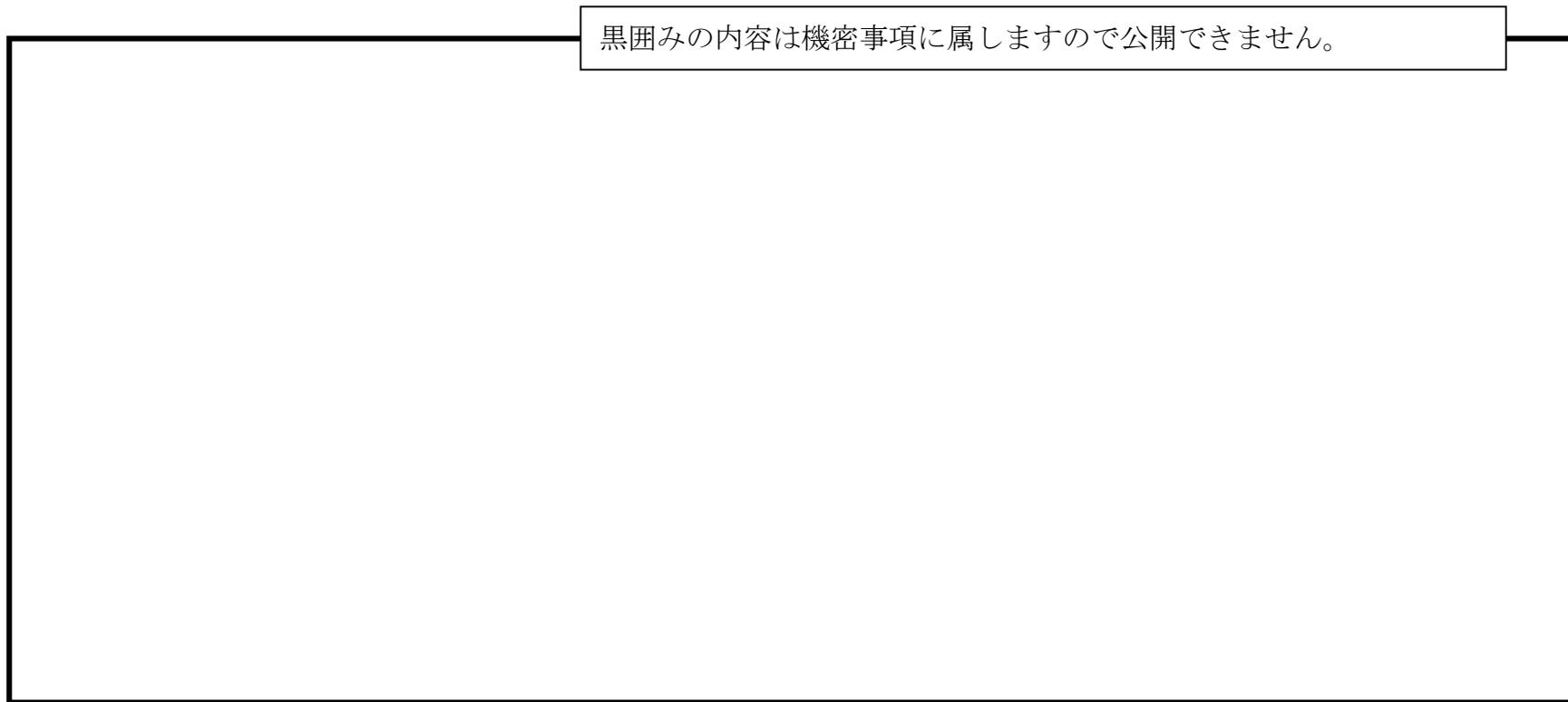
第 2.1-3-1 図 入力津波の時刻歴波形（上昇側）



第 2.1-3-1 図 入力津波の時刻歴波形 (下降側)

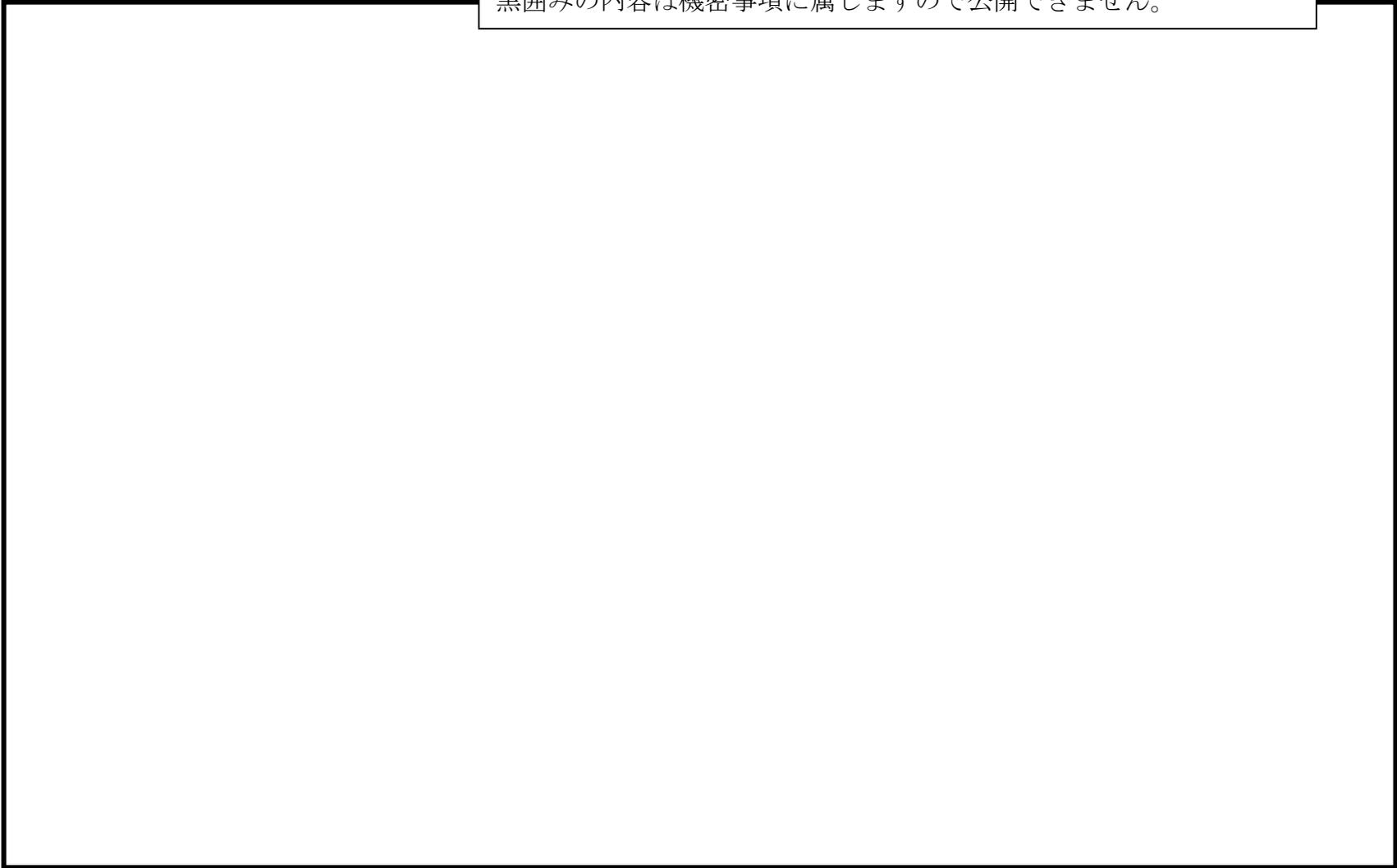
黒囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

第 2.1-4 図 敷地の特性に応じた津波防護の概要



第 2.1-5 図 浸水対策の概要 (6 号炉補機取水路の例)

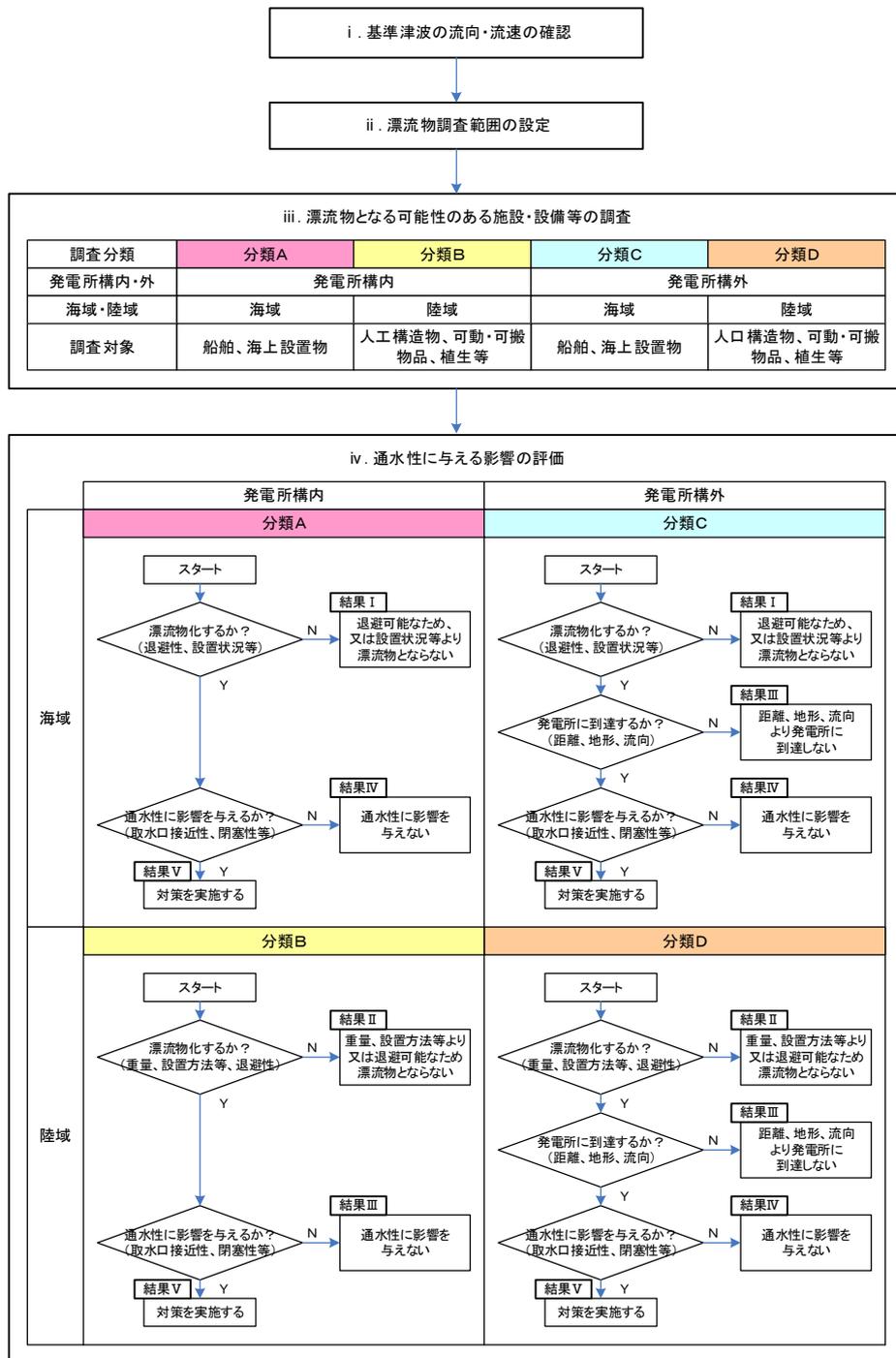
黒囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



第 2.1-6 図 浸水対策の概要（取水槽閉止板）

黒囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

第 2. 1-7 図 浸水想定範囲と設計基準対象施設の津波防護対象設備 (6 号炉の例)



第 2.1-8 図 漂流物影響確認フロー

別添 1

柏崎刈羽原子力発電所 6 号炉及び 7 号炉  
耐津波設計方針について

平成 28 年 2 月  
東京電力株式会社

# 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 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）
- 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 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）
- 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
- 2.6 津波監視

### 3. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件

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

(添付資料)

- －1 設計基準対象施設の津波防護対象設備とその配置について
- －2 地震時における地盤沈下量の評価方法
- －3 管路解析の詳細について
- －4 港湾内の局所的な海面の励起について
- －5 防護重点化範囲の境界における浸水対策の位置及び内容
- －6 水密扉の運用管理について
- －7 津波による水位低下時の常用系ポンプの停止に関わる運用
- －8 柏崎刈羽原子力発電所周辺海域における底質土砂の分析結果について
- －9 海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について
- －10 燃料等輸送船の喫水と津波高さとの関係について
- －11 耐津波設計における余震荷重と津波荷重の組合せについて

(参考資料)

- －1 柏崎刈羽原子力発電所における津波評価
- －2 柏崎刈羽原子力発電所 6号炉及び7号炉 内部溢水の影響評価について（別添資料1 第9章）
- －3 柏崎刈羽原子力発電所 6号炉及び7号炉 内部溢水の影響評価について（別添資料1 第10章）

## I. はじめに

本資料は、柏崎刈羽原子力発電所 6 号炉及び 7 号炉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<sup>※1</sup>第 5 条及び技術基準規則<sup>※2</sup>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おそれがないよう規定されている。さらに、設置許可基準解釈<sup>※3</sup>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及び耐津波設計方針に係る審査において、設置許可基準規則及びその解釈に対する適合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、柏崎刈羽原子力発電所 6 号炉及び 7 号炉の設計基準対象施設について、津波に対する防護の妥当性を審査ガイドに沿って確認することにより、設置許可基準規則に適合する津波による損傷防止が達成されていることを確認する。（第 1 図）

なお、設置許可基準規則第 40 条には、重大事故等対処施設に関して、基準津波に対して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ものでなければならないと規定され、さらに、設置許可基準規則第 43 条には、可搬型重大事故等対処設備に関して、防護要求が規定されている。これらに対する耐津波設計方針については、当該条文における基準適合性説明資料に示す。

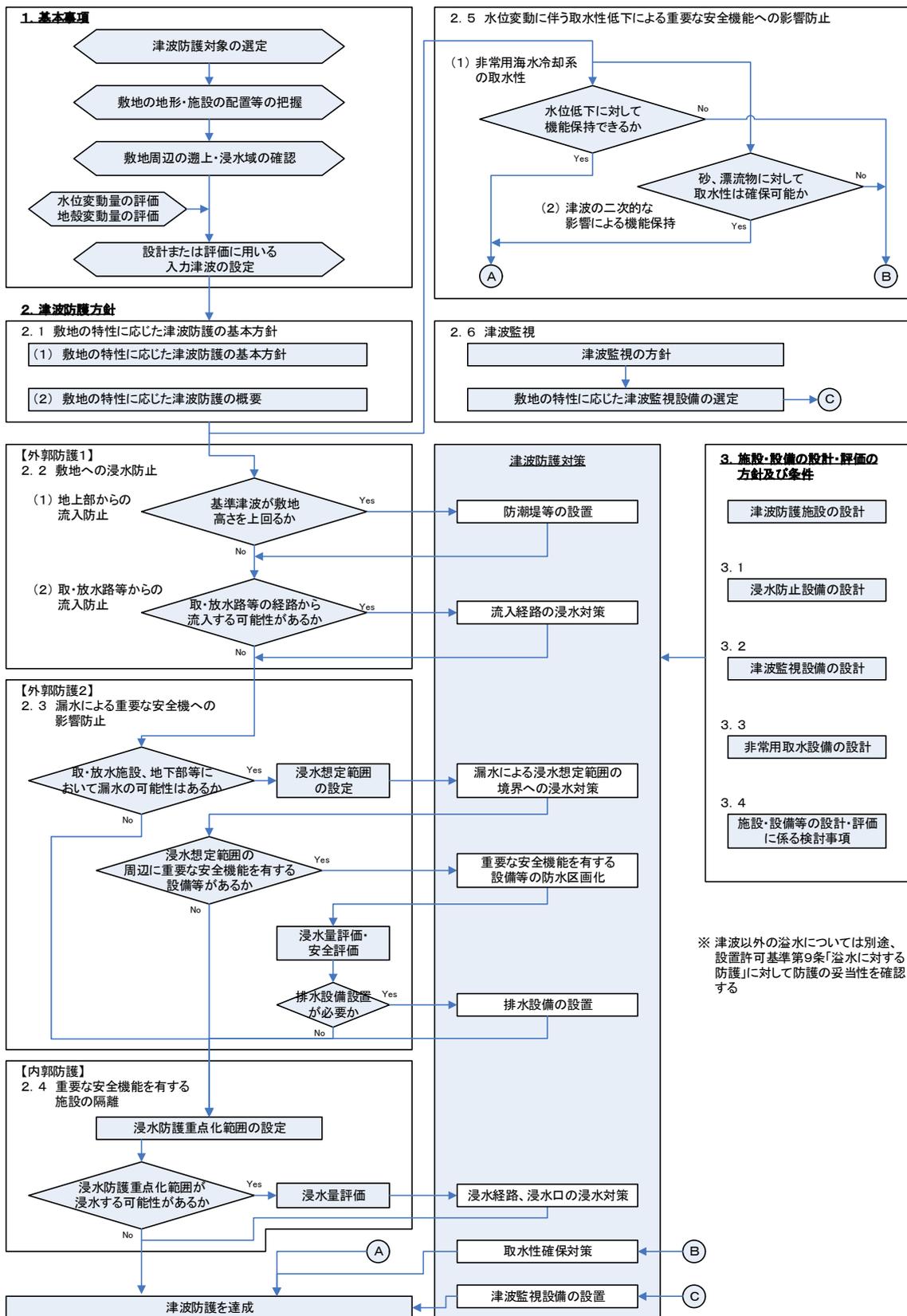
本資料の構成としては、審査ガイドに示される要求事項を【規制基準における要求事項等】に記載し、柏崎刈羽原子力発電所 6 号炉及び 7 号炉における各要求事項に対する対応方針を【検討方針】に記載しており、その上で、同方針に基づき実施した具体的な対応の結果を、図表やデータを用いて【検討結果】に記載する形としている。

なお、本資料では入力津波の策定にあたり、水位上昇側の評価には「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」と「敷地周辺の海底地すべりに伴う津波」の重ね合わせによる「重畳津波」、水位下降側の評価には「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」を、また荒浜側防潮堤及び遡上域における最大水位の評価には「海域活断層に想定される地震に伴う津波」と「敷地周辺の海底地すべりに伴う津波」の重ね合わせによる「重畳津波」をそれぞれ基準津波として用いている。（第 2 図，第 1 表）

※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

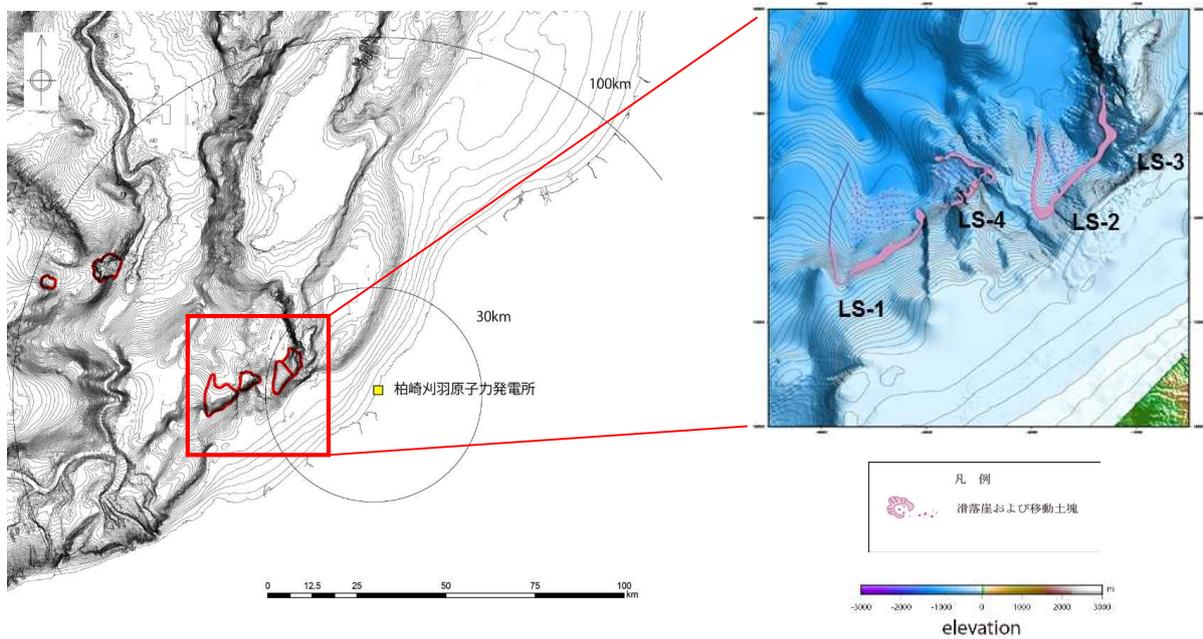
※3 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈



第 1 図 津波による損傷防止の確認フロー



基準津波の想定波源図



海底地すべり地形の位置図

第2図 柏崎刈羽原子力発電所の基準津波の波源

第 1 表 柏崎刈羽原子力発電所の基準津波

基準津波 名称	策定対象とする 入力津波の種類	発生要因		入力津波高さ T.M.S.L. (m)								
		地震 (断層モデル)	地すべり	評価地点								
				取水路					荒浜側 防潮堤	遡上域		
				5号炉 取水口 前面	6号炉 取水口 前面		7号炉 取水口 前面			補機取 水槽	荒浜側	大湊側
基準津波 1	水位上昇量	日本海東縁部 (2領域モデル)	LS-2	+6.4	+6.4	+6.6	+6.3	+7.4	-	-	-	
基準津波 2	水位下降量	日本海東縁部 (2領域モデル)	-	-	-3.5	-3.5	-3.5	-3.5	-	-	-	
基準津波 3	荒浜側防潮堤・ 遡上域最高水位	海域の活断層 (5断層連動モデル)	LS-2	-	-	-	-	-	+7.8	+7.8	+7.7	

※水位上昇側（水位上昇量、最高水位）は朔望平均満潮位（T.M.S.L.+0.49m）、潮位のばらつき（0.16m）、地殻沈降量（-0.20~0.21m）を考慮した値

※水位下降側（水位下降量）は海水貯留堰の天端標高により定まる値

## 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，その供用中に当該設計基準対象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】

設置許可基準規則第五条の要求に基づき基準津波から防護する設備を選定する。

##### 【検討結果】

設置許可基準規則第五条では「設計基準対象施設は，基準津波に対して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」ことが要求されており，その解釈を定める同解釈別記 3 では，耐震 S クラスに属する設備（津波防護施設，浸水防止設備，津波監視設備を除く）について津波から防護すること，重要な安全機能への津波による影響を防止することが求められている。

以上を踏まえ，安全機能を有する設備（クラス 1，クラス 2 及びクラス 3 設備）のうちクラス 3 設備については，津波により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し，重要な安全機能を有する設備としてクラス 1，クラス 2 設備，及び耐震 S クラスに属する設備（津波防護施設，浸水防止設備，津波監視設備を除く）を津波から防護する設備（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。

なお，耐震 S クラスに属する設備のうち津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備は，設計基準対象施設の津波防護対象設備を防護する機能を有する設備であり，設置許可基準解釈別記 3 において「入力津波に対して津波防護機能，浸水防止機能及び津波監視機能が保持できること」が要求されており，これを満足するように設計する。

設計基準対象施設の津波防護対象設備の主な設備を第 1.1-1 表に，また，その配置を添付資料 1 に示す。

第 1.1-1 表 主な設計基準対象施設の津波防護対象設備

機器名称
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) 原子炉冷却材再循環設備
(2) 原子炉冷却材の循環設備
(3) 残留熱除去設備
(4) 非常用炉心冷却設備その他原子炉設備
(5) 原子炉冷却材補給設備
(6) 原子炉補機冷却設備
(7) 原子炉冷却材浄化設備
4. 計測制御系統施設
(1) 制御材
(2) 制御材駆動装置
(3) ほう酸水注入設備
(4) 計測装置
5. 放射性廃棄物の廃棄施設
6. 放射線管理施設
(1) 放射線管理用計測装置
(2) 換気設備
(3) 生体遮蔽装置
7. 原子炉格納施設
(1) 原子炉格納容器
(2) 原子炉建屋
(3) 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及び施設の配置等

### 【規制基準における要求事項等】

敷地及び敷地周辺の図面等に基づき，以下を把握する。

- 敷地及び敷地周辺における地形，標高，河川の存在
- 敷地における施設（以下，例示）の位置，形状等
  - ① 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
  - ② 屋外に設置されている設計基準対象施設の津波防護対象設備
  - 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，取水槽水位計等）※
- ※ 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）
- 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】

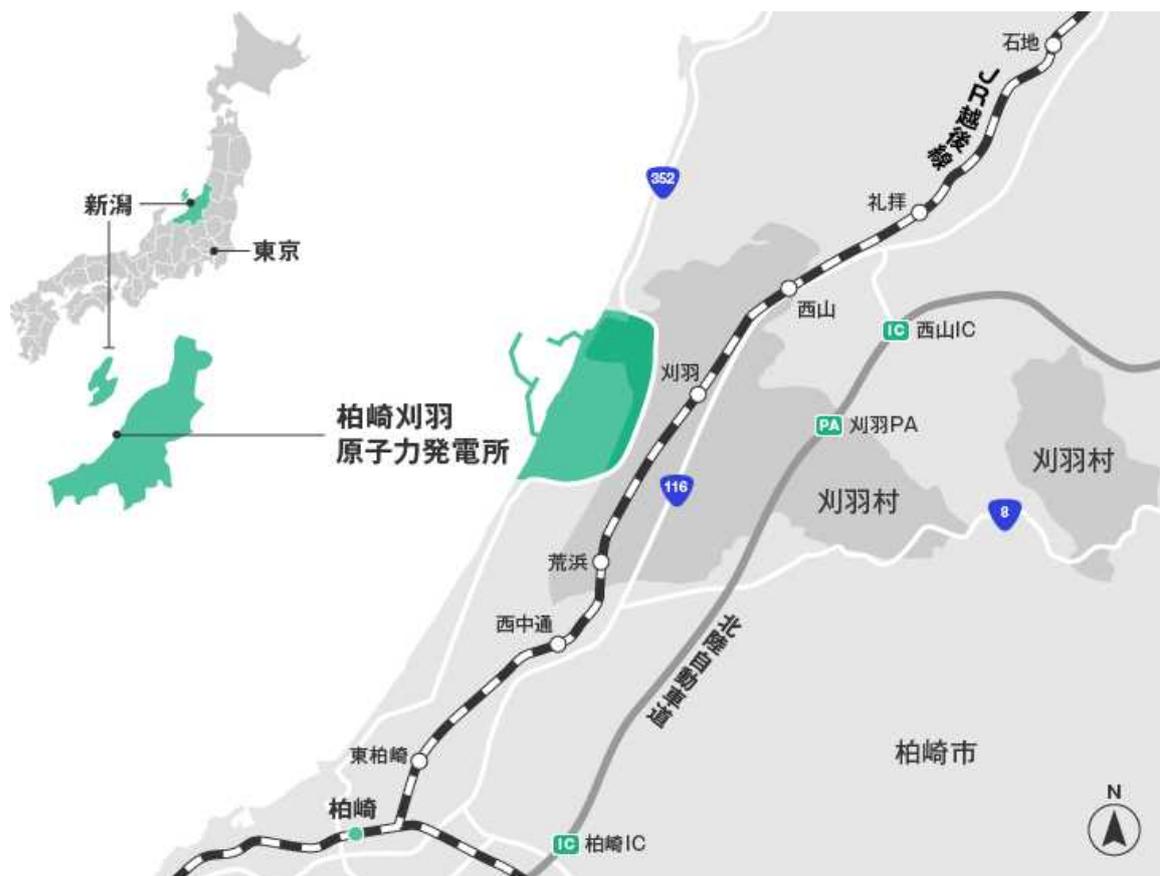
柏崎刈羽原子力発電所の敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等について，敷地及び敷地周辺の図面等に基づき，以下を把握する。

- 敷地及び敷地周辺の地形，標高，河川の存在
- 敷地における施設の位置，形状等
- 敷地周辺の人工構造物の位置，形状等

### 【検討結果】

#### (1) 敷地及び敷地周辺における地形，標高，河川の存在

柏崎刈羽原子力発電所の敷地は，新潟県の柏崎市及び刈羽村の海岸沿いに位置する。敷地の地形は標高 60m 前後の日本海に面したなだらかな丘陵地であり，その形状は，汀線を長軸とし，背面境界の稜線が北東－南西の直線状を呈した，海岸線と平行したほぼ半楕円形である。（第 1.2-1 図）

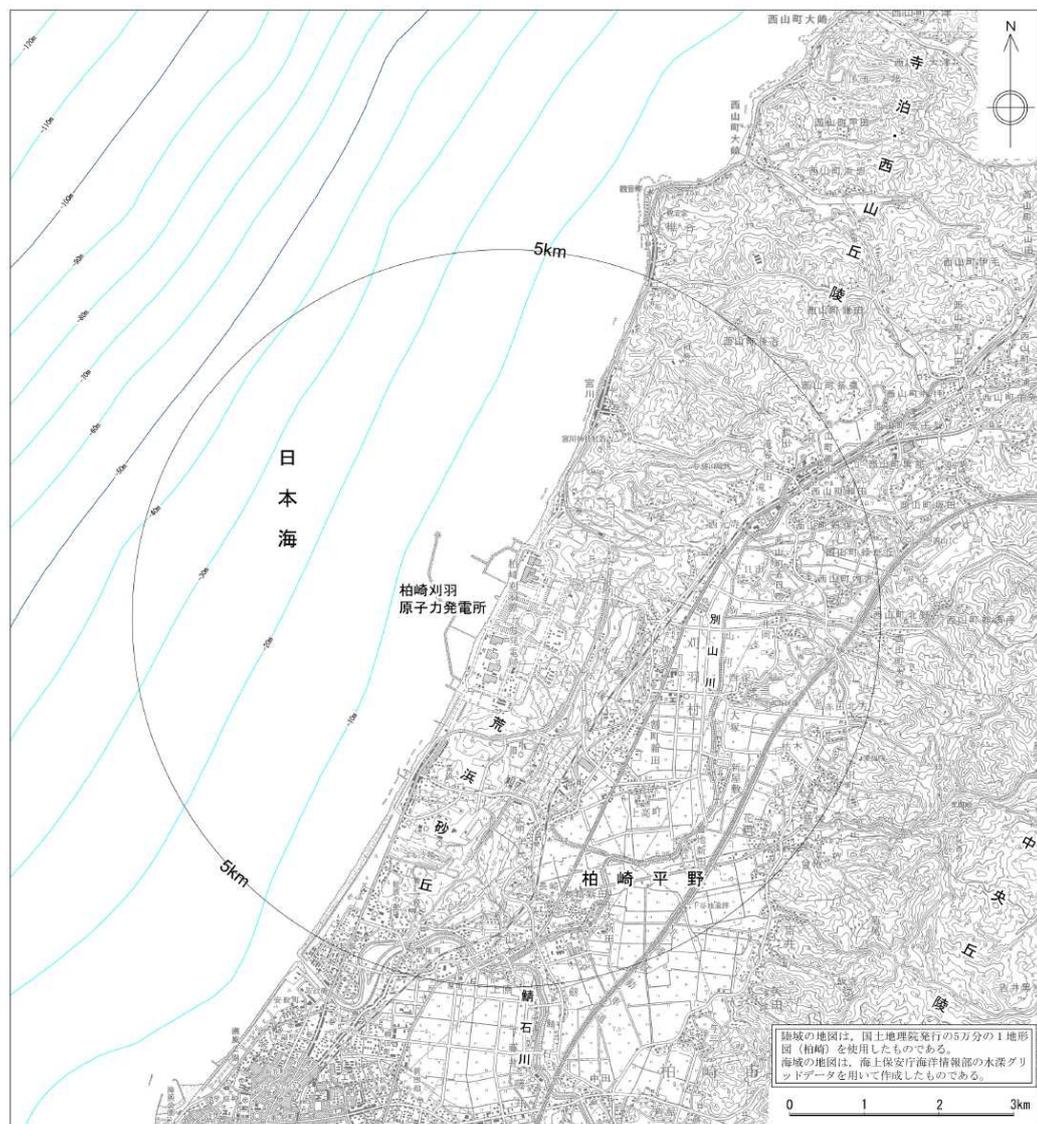


第 1.2-1 図 柏崎刈羽原子力発電所の位置及び敷地概要

敷地周辺の地形は、寺泊・西山丘陵、中央丘陵及び柏崎平野からなり、寺泊・西山丘陵は日本海に面した標高 150m 程度のなだらかな丘陵、中央丘陵は北北東－南南西方向に連続する標高 300m 程度の丘陵である。また、柏崎平野は、鯖石川、別山川等により形成された南北 15km、東西 4km～7km の沖積平野であり、平野西側の海岸部には荒浜砂丘が分布している。

敷地付近の河川としては、上記の別山川が敷地背面の柏崎平野を北東から南西に流れ、また、敷地南西約 5km で鯖石川が別山川と合流して日本海に注いでいる。なお、敷地内に流入する河川は存在しない。

柏崎刈羽原子力発電所の敷地周辺の地形及び河川を第 1.2-2 図に、また、全景を第 1.2-3 図に示す。



第 1.2-2 図 柏崎刈羽原子力発電所の敷地周辺の地形及び河川

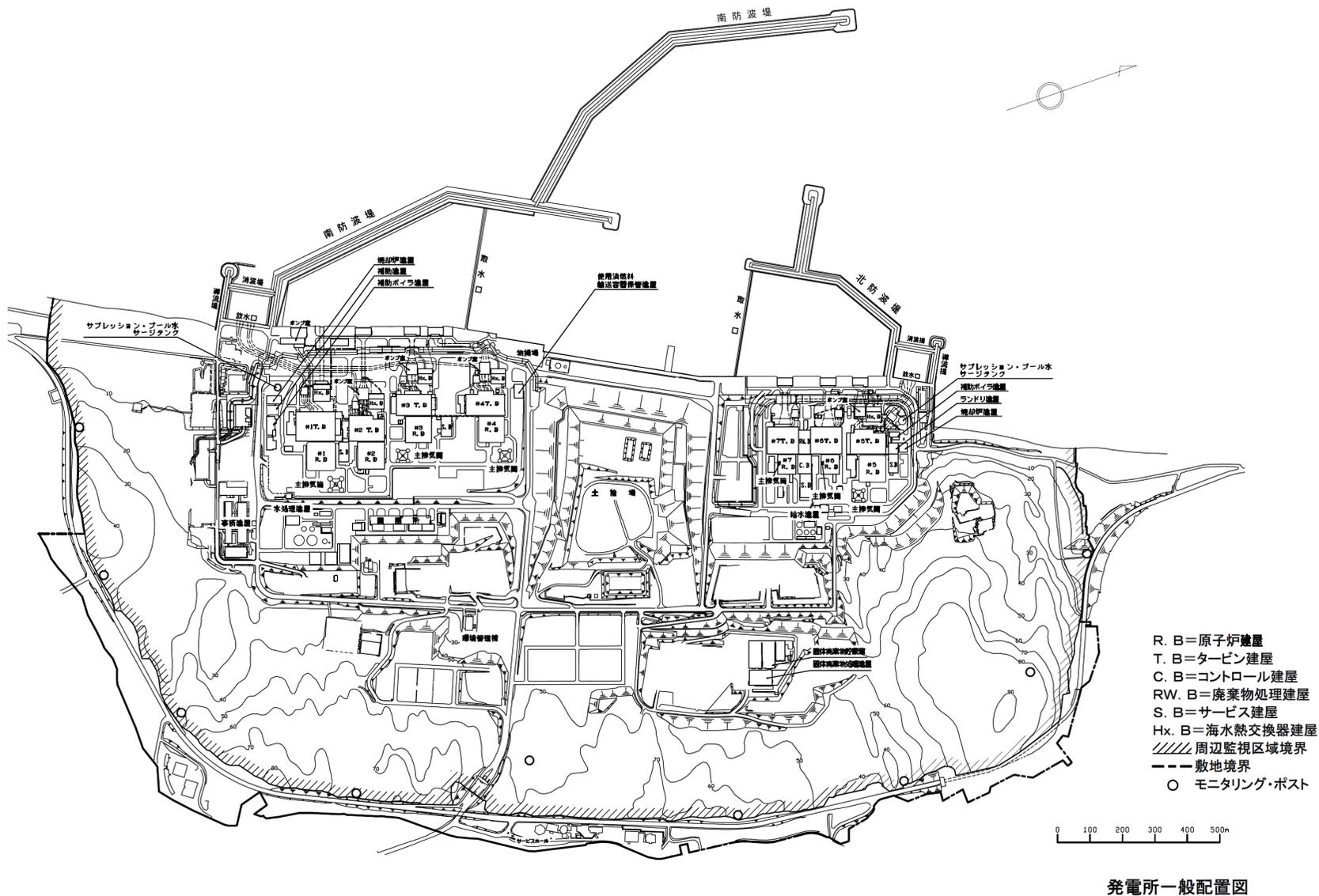


第 1.2-3 図 柏崎刈羽原子力発電所全景（右から 1~4, 7~5 号炉）

## (2) 敷地における施設の位置，形状等

柏崎刈羽原子力発電所の敷地の全体配置図を第 1.2-4 図に示す。

敷地は大きく主要面の高さが T.M.S.L+5.0m の南側（荒浜側）と T.M.S.L.+12.0m の北側（大湊側）とに分かれており，6 号炉及び 7 号炉は 5 号炉とともに北側（大湊側）に位置している。また，5～7 号の各号炉の復水器冷却水の取水口は敷地前面に設ける北防波堤の内側に，放水口は北防波堤の外側に位置する。



6号炉及び7号炉を設置する敷地（大湊側）の全体配置図及び主要断面図を第1.2-5図，第1.2-6図に示す。

6号炉及び7号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋としては原子炉建屋，タービン建屋，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋があり，いずれも T.M.S.L. +12m の敷地に設置されている。屋外設備としては同じ T.M.S.L. +12m の敷地に燃料設備の一部（軽油タンク，燃料輸送ポンプ）が，また，他に非常用取水設備が各号炉の取水口からタービン建屋までの間に敷設されている。

なお，6号炉及び7号炉では，重要な安全機能を有する海水ポンプ（原子炉補機冷却海水ポンプ）は，その他の海水ポンプ（循環水ポンプ，タービン補機冷却海水ポンプ）とともにタービン建屋海水熱交換器区域の地下に設置されている。

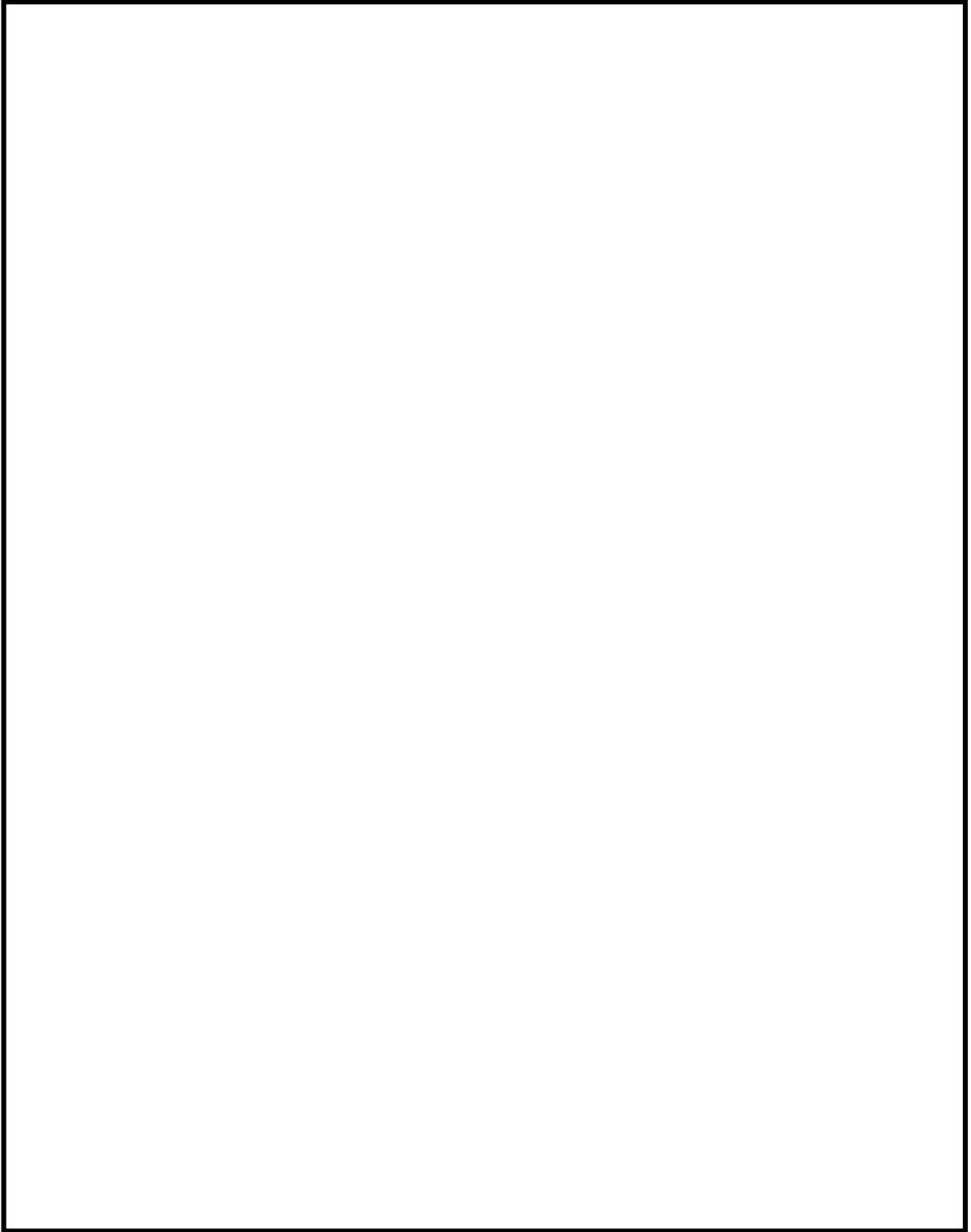
6号炉及び7号炉の浸水防止設備としては，タービン建屋海水熱交換器区域地下の補機取水槽上部床面に取水槽閉止板を設置し，またタービン建屋内の区画境界部及び他の建屋との境界部に水密扉，ダクト閉止板，浸水防止ダクト，床ドレンライン浸水防止治具の設置及び貫通部止水処置を実施する。また，非常用取水設備として各号炉の取水口前面に海水貯留堰を，津波防護施設（非常用取水設備を兼ねる）と位置づけて設置する。

津波監視設備としては，7号炉排気筒に津波監視カメラを設置し，各号炉の補機取水槽に取水槽水位計を設置する。

敷地内の遡上域の建物・構築物としては，T.M.S.L. +3m の敷地上に除塵装置やその電源室，点検用クレーン等がある。

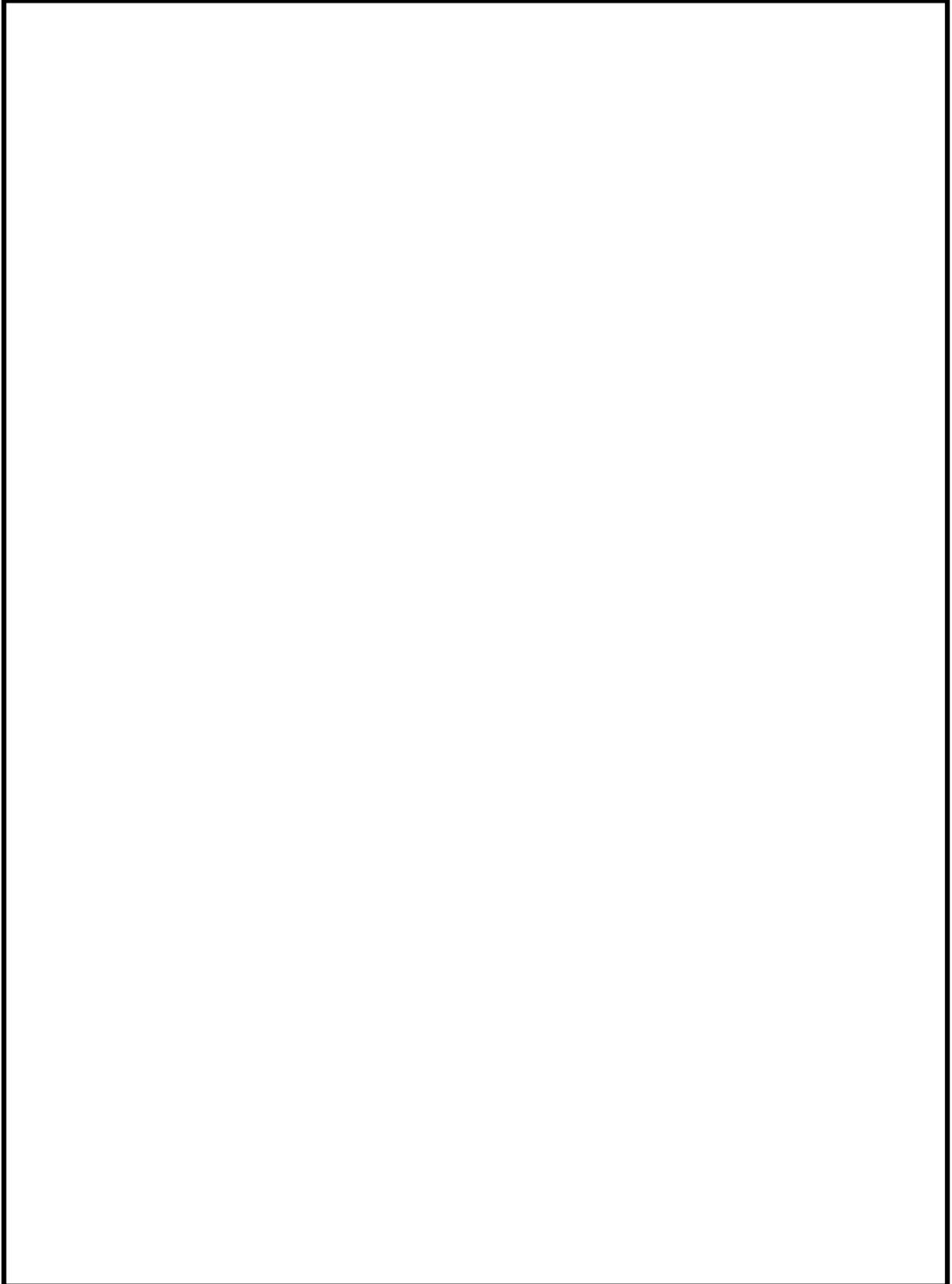
なお，T.M.S.L. +12m の主要面と T.M.S.L. +3m の敷地との間に基準津波を上回る規模の津波に備えた自主的な対策設備として天端標高 T.M.S.L. 約 +15m のセメント改良土による防潮堤を設置する。また，南側（荒浜側）の敷地には3号炉の原子炉建屋内に重大事故等対処施設として緊急時対策所を設け，敷地の前面にはこれを防護する津波防護施設として天端高さ T.M.S.L. 約 +15m の鉄筋コンクリート造の防潮堤を設置する。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



第 1.2-5 図 柏崎刈羽原子力発電所（大湊側）全体配置

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



第 1.2-6 図 柏崎刈羽原子力発電所 6, 7 号炉主要断面 (6 号炉の例)

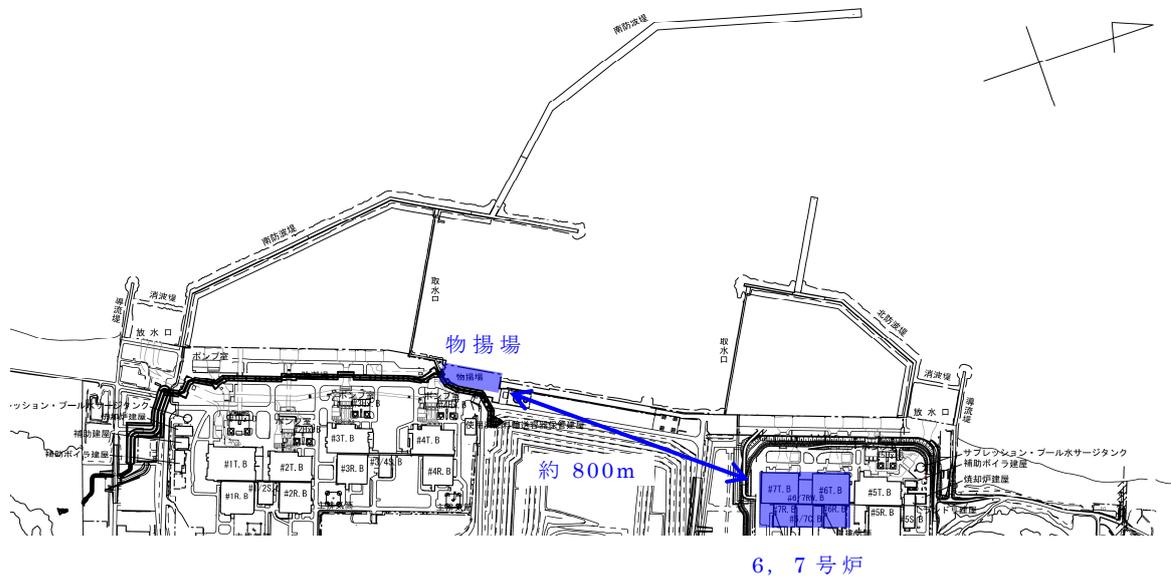
### (3) 敷地周辺の人工構造物の位置，形状等

発電所の構内の主な港湾施設としては，6，7号炉主要建屋の南方約800mの位置に物揚場があり，燃料等輸送船が不定期に停泊する。また，発電所の周辺の港湾施設としては，6，7号炉の南方約3kmに荒浜漁港があり，小型の漁船，プレジャーボートが約30隻，停泊している。この他に発電所周辺の5km圏内には港湾施設はなく，また，定置網等の固定式漁具，浮筏，浮棧橋等の海上設置物もない。

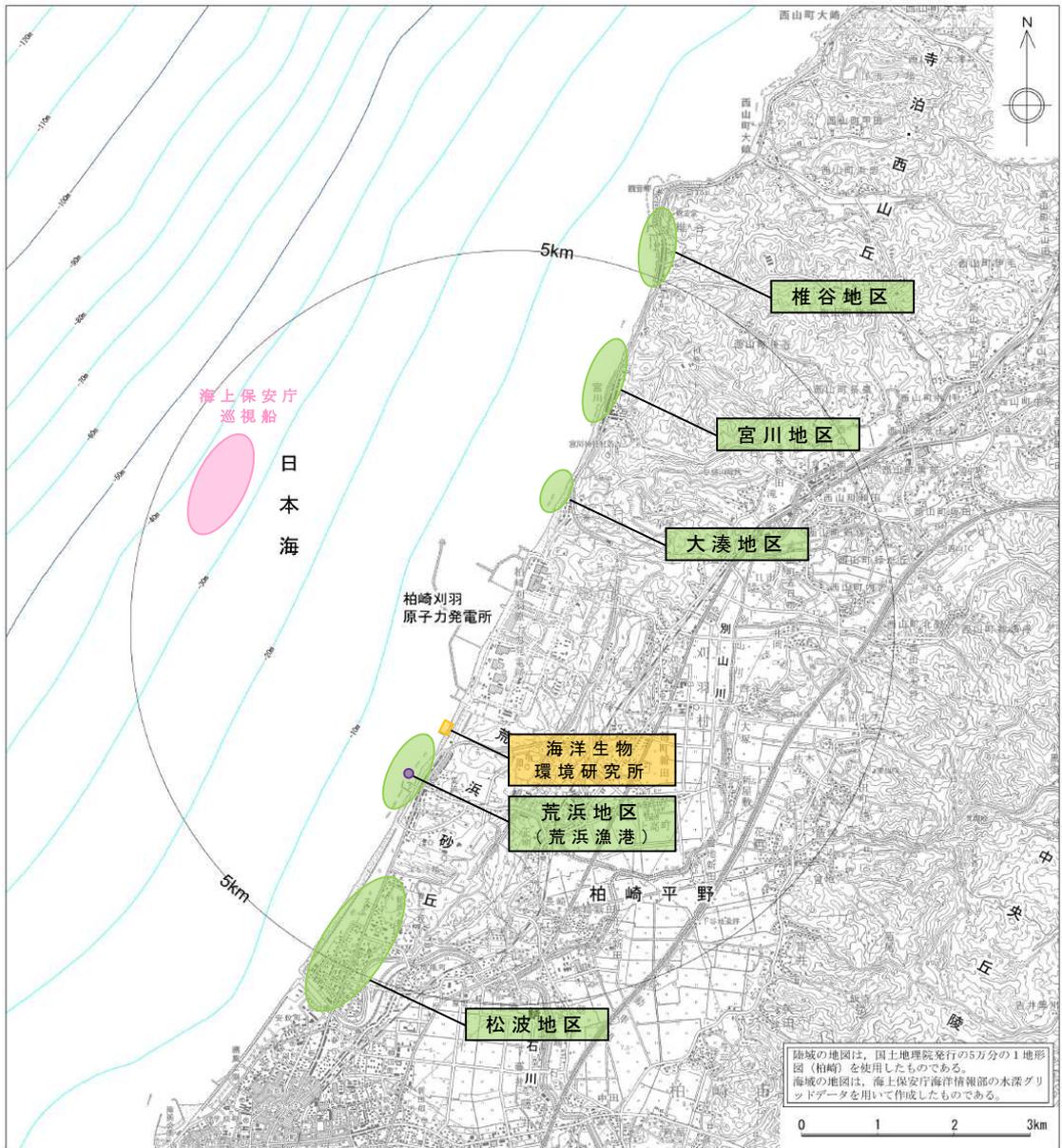
発電所周辺5km圏内の集落としては，発電所の南方に荒浜地区，松波地区が，また北方に大湊地区，宮川地区，椎谷地区がある。また，他には6，7号炉の南方約2.5kmに研究施設があり，事務所等の建築物，タンクや貯槽等の構築物がある。

敷地前面海域を通過する船舶としては，海上保安庁の巡視船がパトロールをしている。他には定期船として直江津と小木，寺泊と赤泊，新潟と舞鶴との間を就航する旅客船等があるが，発電所沖合30km圏内を通過するものはない。

柏崎刈羽原子力発電所の港湾施設の配置を第1.2-7図に，また，発電所から半径5km圏内の港湾施設等の配置を第1.2-8図に示す。



第 1.2-7 図 柏崎刈羽原子力発電所構内配置図



第 1.2-8 図 柏崎刈羽原子力発電所敷地周辺図

### 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】

基準津波による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。

- 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】

#### a. 遡上解析の手法，データ及び条件

上記の検討方針について、遡上解析の手法，データ及び条件を以下のとおりとした。

- 基準津波による敷地周辺の遡上解析にあたっては、遡上解析上、影響を及ぼす斜面や道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（5.0m）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、国土地理院等による海底地形図及び発電所近傍や港湾内の深浅測量結果を使用する。また、取・放水路の諸元，敷地標高については、発電所の竣工図を使用する。
- モデル化の対象とする構造物は、耐震性や耐津波性を有する恒設の人工構造物，及び津波の遡上経路に影響する恒設の人工構

造物とする。その他の津波伝播経路上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、保守的な評価となるよう対象外とする。

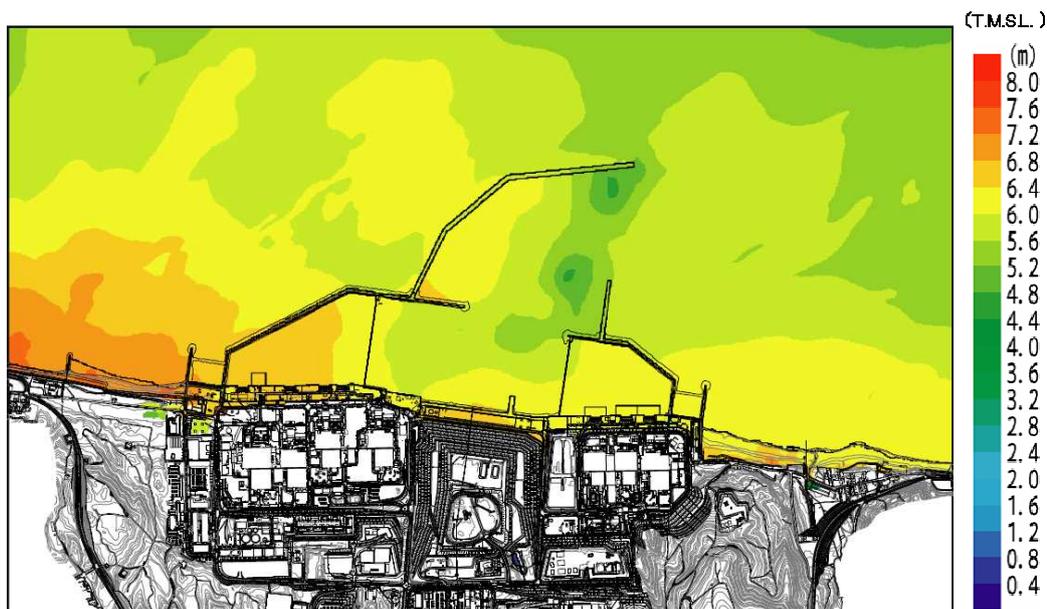
#### b. 敷地周辺の遡上・浸水域の把握

敷地周辺の遡上・浸水域の把握にあたって以下のとおりとした。

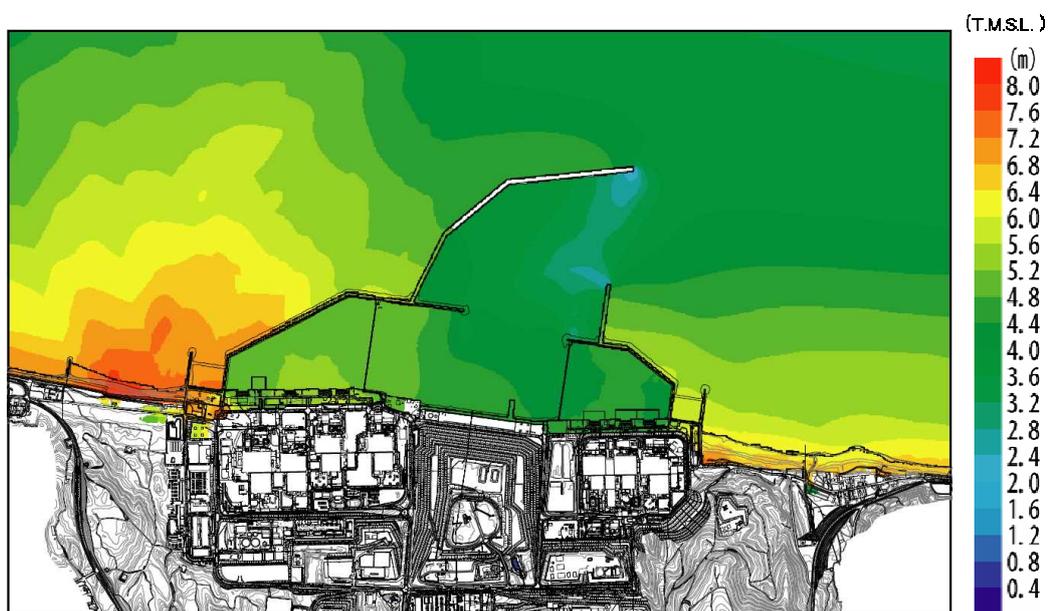
- 敷地周辺の遡上・浸水域の把握にあたっては、敷地前面・側面及び敷地周辺の津波の浸入角度及び速度並びにそれらの経時変化を把握する。
- 敷地周辺の浸水域の寄せ波・引き波の津波の遡上・流下方向及びそれらの速度について留意し、敷地の地形、標高の局所的な変化等による遡上波の敷地への回り込みを考慮する。

遡上解析により得られた基準津波による最高水位分布及び最大浸水深分布をそれぞれ第 1.3-1 図、第 1.3-2 図に示す。

発電所敷地前面又は津波浸入方向に正対した面における敷地について、その標高の分布と津波の遡上高さの分布を比較すると、遡上波が護岸付近の敷地に地上部から到達、流入する可能性があるが、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設置された敷地に地上部から到達、流入する可能性はない。

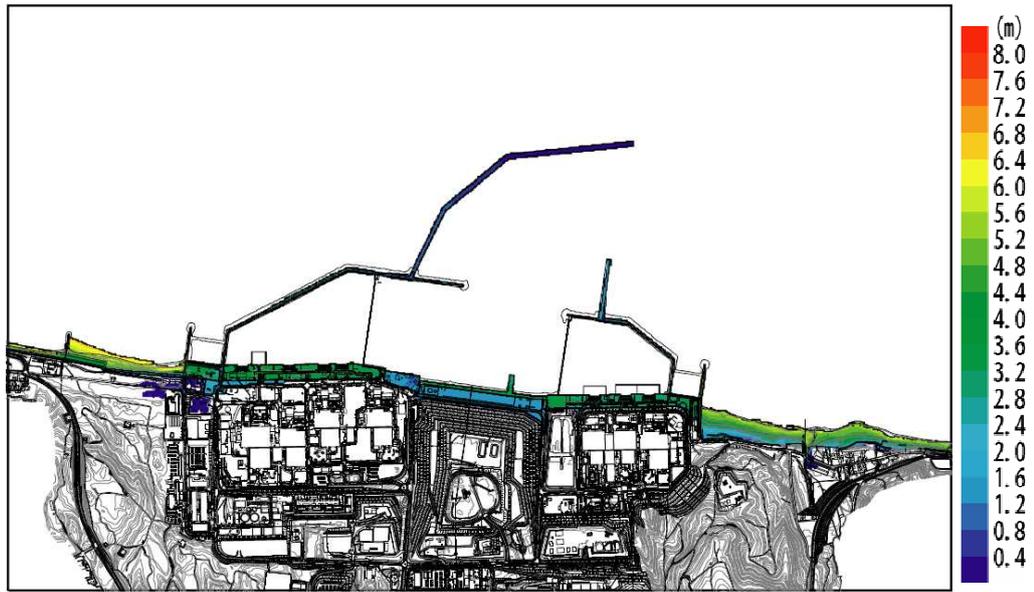


基準津波 1



基準津波 3

第 1.3-1 図 基準津波の遡上波による最高水位分布



基準津波 1



基準津波 3

第 1.3-2 図 基準津波の遡上波による最大浸水深分布

## (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・堆積による地形，河川流路の変化

### 【検討結果】

敷地周辺の遡上経路に河川はないが，基準地震動  $S_s$  に起因する地形変化が考えられるため，敷地の変形について検討を行う。また，周辺斜面が遡上波の敷地への到達に対して障壁となっている箇所はない。

地震による地形の変化について，発電所敷地への遡上経路である護岸付近の地盤は，西山層，古安田層，埋戻土層等から構成されており，基準地震動  $S_s$  による震動で沈下が想定されるため，地質調査結果等を基にした沈下量解析を行った。

解析対象地点は，大湊側よりも荒浜側の方が，震動で沈下が想定される護岸付近の埋戻土の層厚が厚く，かつ，基準地震動  $S_s$  が大きいことから，荒浜側に着目し，護岸付近の埋戻土の層厚が最も厚い地点を選定した（第 1.3-3 図）。

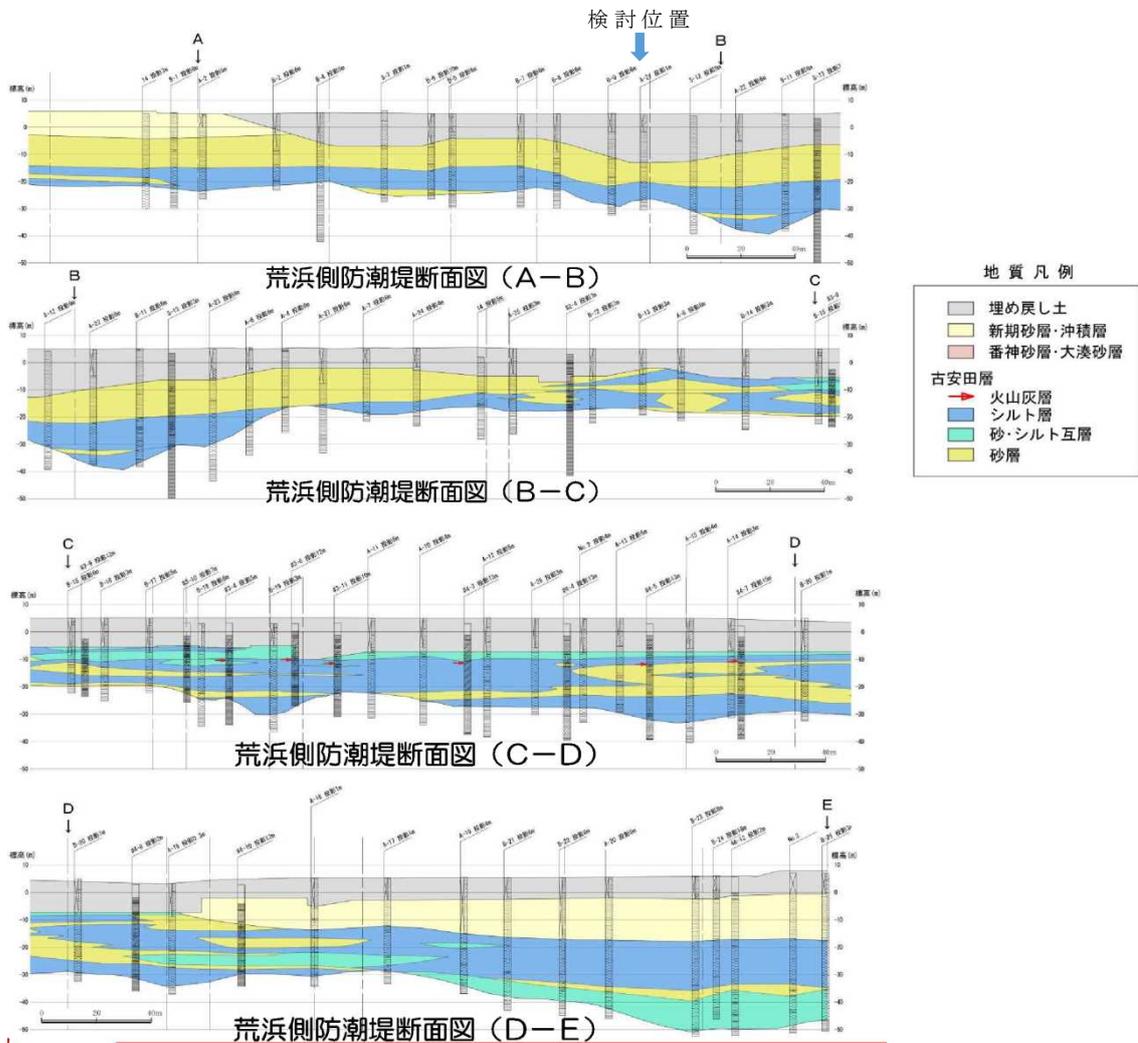
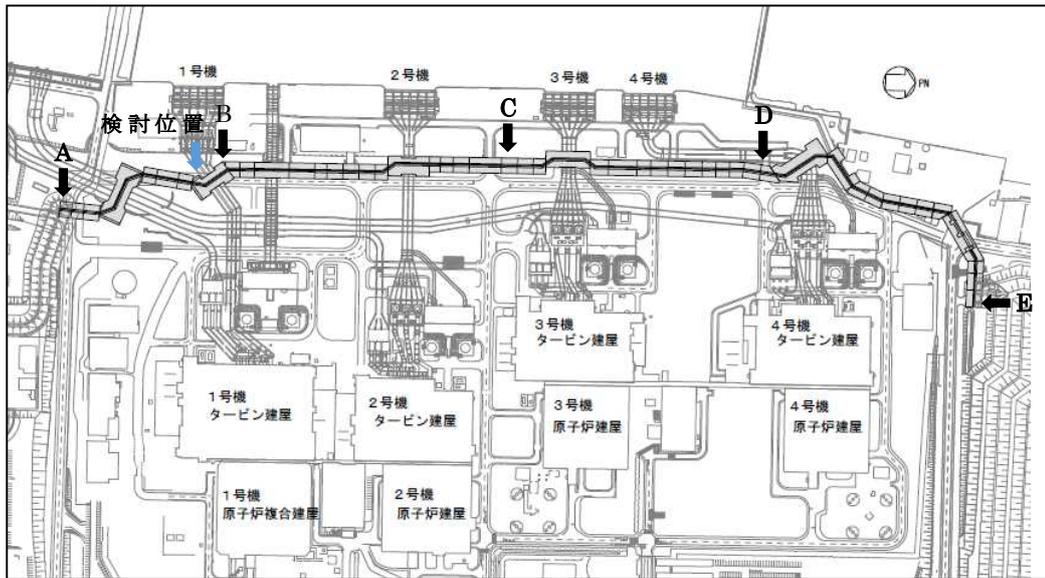
解析の結果，地震時における地盤の最大沈下量は約 43cm と算定された（添付資料 2）。

これに対し，敷地の地形及び施設の配置について「1.2 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等」で示したとおり，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は，T.M.S.L. + 12.0m の敷地（大湊側）に設置されており，また重大事故等対象施設の 3 号炉原子炉建屋内緊急時対策所を設置する敷地（荒浜側）は，敷地前面に T.M.S.L. 約 +15.0m の防潮堤を設けている。したがって，護岸付近の地盤の沈下により遡上波の水位が若干大きくなったとして

も、前項で示した基準津波による遡上波の最高水位に対して十分余裕があることから、敷地への遡上経路に与える影響はない。

なお、今回実施した沈下量解析には、液状化の影響を考慮できる逐次非線形解析（FLIP）を用いた。

一方、遡上域となる護岸付近の地盤の地表は舗装されていることから、繰り返し襲来する津波による洗掘や堆積による地形の変化は生じない。



第 1.3-3 図 荒浜側地質断面図と解析対象位置

## 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算定される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】

基準津波については、「柏崎刈羽原子力発電所における津波評価」(参考資料1)において説明する。

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する。具体的な入力津波の設定にあたっては、以下のとおりとする。

- 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、潮位変動等については、入力津波を設計または評価に用いる場合に考慮する。
- 入力津波が各施設・設備の設計・評価に用いるものであることを念頭に、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。
- 施設が海岸線の方向において広がりを持っている場合は、複数の位置において荷重因子の値の大小関係を比較し、施設に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あたっては、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】

取水路、放水路からの津波の流入及び非常用海水冷却系の取水性に関する設計・評価を行うために、取水口、取水槽及び放水口に着目した入力津波を設定した。具体的には、波源から発電所敷地までの津波伝播・遡上解析、及び水路部について水理特性を考慮した管路解析を行い、潮位変動や地殻変動を踏まえ、各施設・設備等の設置位置において設計または評価に用いる入力津波を設定した。津波伝播・遡上解析の詳細は「柏崎刈羽原子力発電所における津波評価」で説明する。また、管路解析の詳細は添付資料3に示す。

なお、非常用海水冷却系の海水ポンプ（原子炉補機冷却海水ポンプ）の取水源を確保するため、海水貯留堰を設置し、津波による水位低下時には循環水ポンプを停止する運用とすることから、津波評価の前提として「循環水ポンプ停止」とした。

入力津波の設定にあたっては、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・波圧等について安全側に評価している。また、浸水防止設備等の新規の施設・設備の設計においては、入力津波高さ以上の高さの津波を設計荷重とする等により、安全側の設計となるよう配慮している。

なお、柏崎刈羽原子力発電所の6号炉及び7号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備に対しては、海岸線の方向に広がりを持つ防護のための施設等は存在しない。

柏崎刈羽原子力発電所の港湾部においては、取水口及び放水口内外で最高水位や傾向に大きな差異はなく、取水口及び放水口近傍で局所的な海水の励起は生じていないことを確認している。その詳細を添付資料4に示す。

設定した設計または評価に用いる入力津波は「1.5 設計または評価に用いる入力津波」において示す。

## 1.5 設計または評価に用いる入力津波

### 【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（注）を考慮して安全側の評価を実施すること。

注）：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または沈降が想定される場合、地殻変動による敷地の隆起または沈降及び、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】

入力津波を設計または評価に用いるにあたり、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。潮汐以外の要因による潮位変動として、高潮についても適切に評価を行い考慮する。また、地震により陸域の隆起又は沈降が想定される場合は、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。

具体的には以下のとおり実施する。

- 朔望平均潮位については、敷地周辺の港における潮位観測記録に基づき、観測設備の仕様に留意の上、評価を実施する。
- 上昇側の水位変動に対しては、朔望平均満潮位及び潮位のバラつきを考慮して上昇側評価水位を設定し、下降側の水位変動に対しては、朔望平均干潮位及び潮位のバラつきを考慮して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、潮位観測記録に基づき、観測期間等に留意の上、高潮発生状況（程度、台風等の高潮要因）について把握する。また、高潮の発生履歴を考慮して、高潮の可能性とその程度（ハザード）について検討し、津波ハザード評価結果を踏まえた上で、独立事象としての津波と高潮による重畳頻度を検討した上で、考慮の可否、津波と高潮の重畳を考慮する場合の高潮の再現期間を設定する。
- 地震により陸域の隆起または沈降が想定される場合、以下のとおり考慮する。
- 地殻変動が隆起の場合、下降側の水位変動に対する安全評価の際

には、下降側評価水位から隆起量を差引いた水位と対象物の高さを比較する。また、上昇側の水位変動に対する安全評価の際には、隆起を考慮しないものと仮定して、対象物の高さとは上昇側評価水位を直接比較する。

- 地殻変動が沈降の場合、上昇側の水位変動に対する安全評価の際には、上昇側水位に沈降量を加算して、対象物の高さと比較する。また、下降側の水位変動に対する安全評価の際には、沈降しないものと仮定して、対象物の高さとは下降側評価水位を直接比較する。

## 【検討結果】

### (1) 朔望平均潮位

柏崎刈羽原子力発電所の南西約 11km の観測地点「柏崎」（国土交通省国土地理院柏崎検潮所）の朔望平均潮位は第 1.5-1 表のとおりである。

耐津波設計においては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は朔望平均満潮位を考慮して上昇側水位を設定し、また、下降側の水位変動に対しては朔望平均干潮位を考慮して下降側水位を設定する。

第 1.5-1 表 考慮すべき水位変動

朔望平均満潮位	T. M. S. L. + 0.49m
朔望平均干潮位	T. M. S. L. - 0.03m

### (2) 潮位のバラつき

設定した朔望平均潮位のバラつきを把握するため、潮位観測記録を用いてバラつきの程度を確認した。

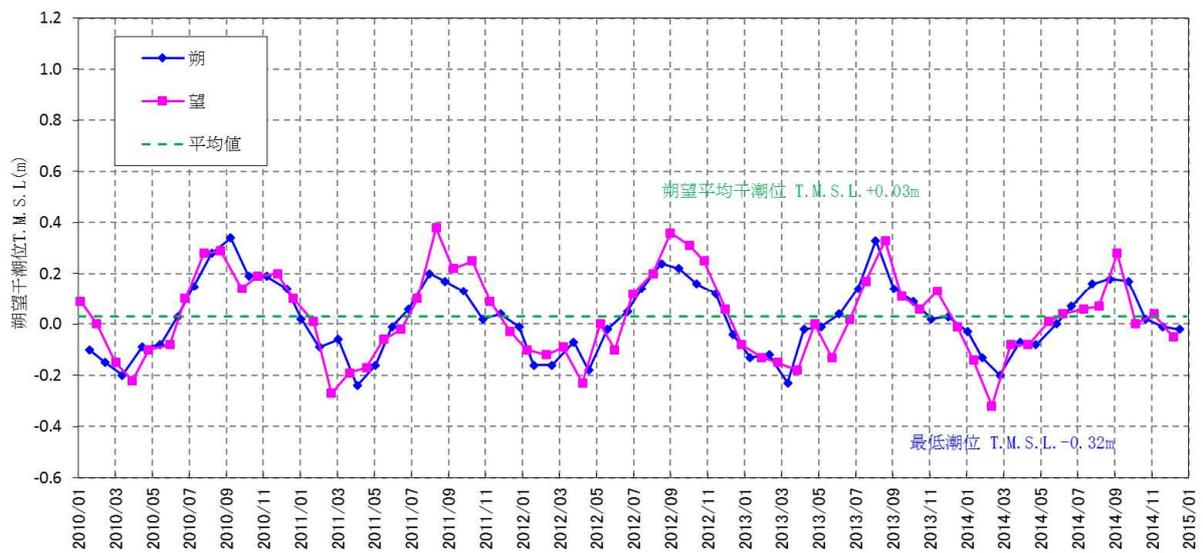
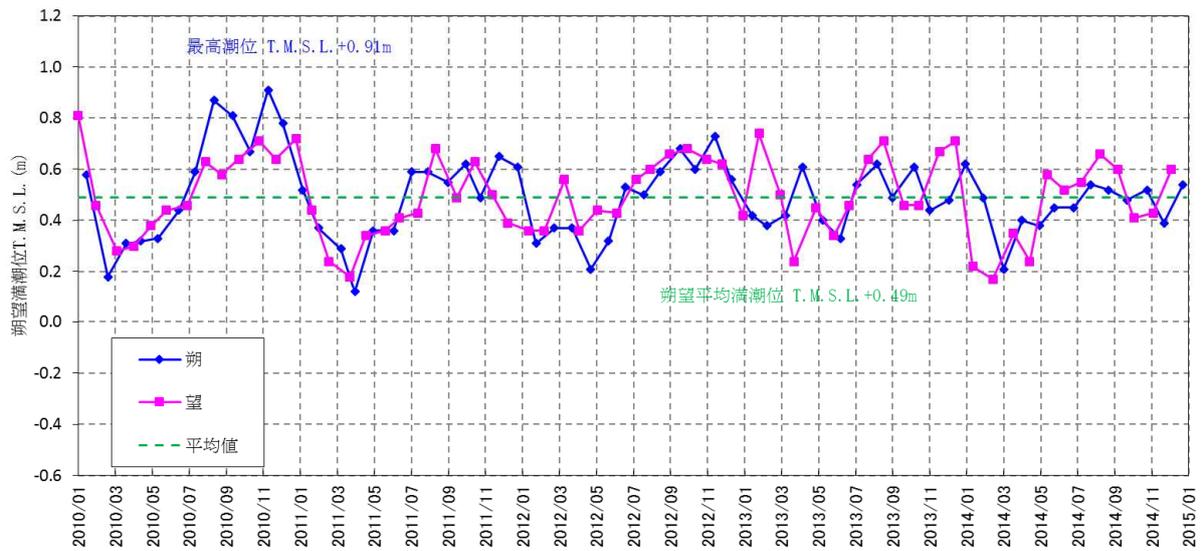
確認は平成 22 年 1 月から平成 26 年 12 月まで（2010 年 1 月～2014 年 12 月）の 5 ヶ年のデータを用いて行った。用いたデータを第 1.5-1 図に示す。

データ分析の結果は第 1.5-2 表に示すとおりであり、標準偏差は満潮位で 0.16m、干潮位で 0.15m であった。

満潮位の標準偏差（0.16m）は、耐津波設計における上昇側水位の設定の際に考慮し、干潮位の標準偏差（0.15m）は下降側水位の設定の際に考慮する。

第 1.5-2 表 朔望潮位に関するデータ分析（柏崎）

	朔望満潮位 (m)	朔望干潮位 (m)
最大値	T. M. S. L. + 0.91	T. M. S. L. + 0.38
平均値	T. M. S. L. + 0.49	T. M. S. L. - 0.03
最小値	T. M. S. L. + 0.12	T. M. S. L. - 0.32
標準偏差	0.16	0.15



第 1.5-1 図 各月の朔望満干潮位の推移

### (3) 高潮

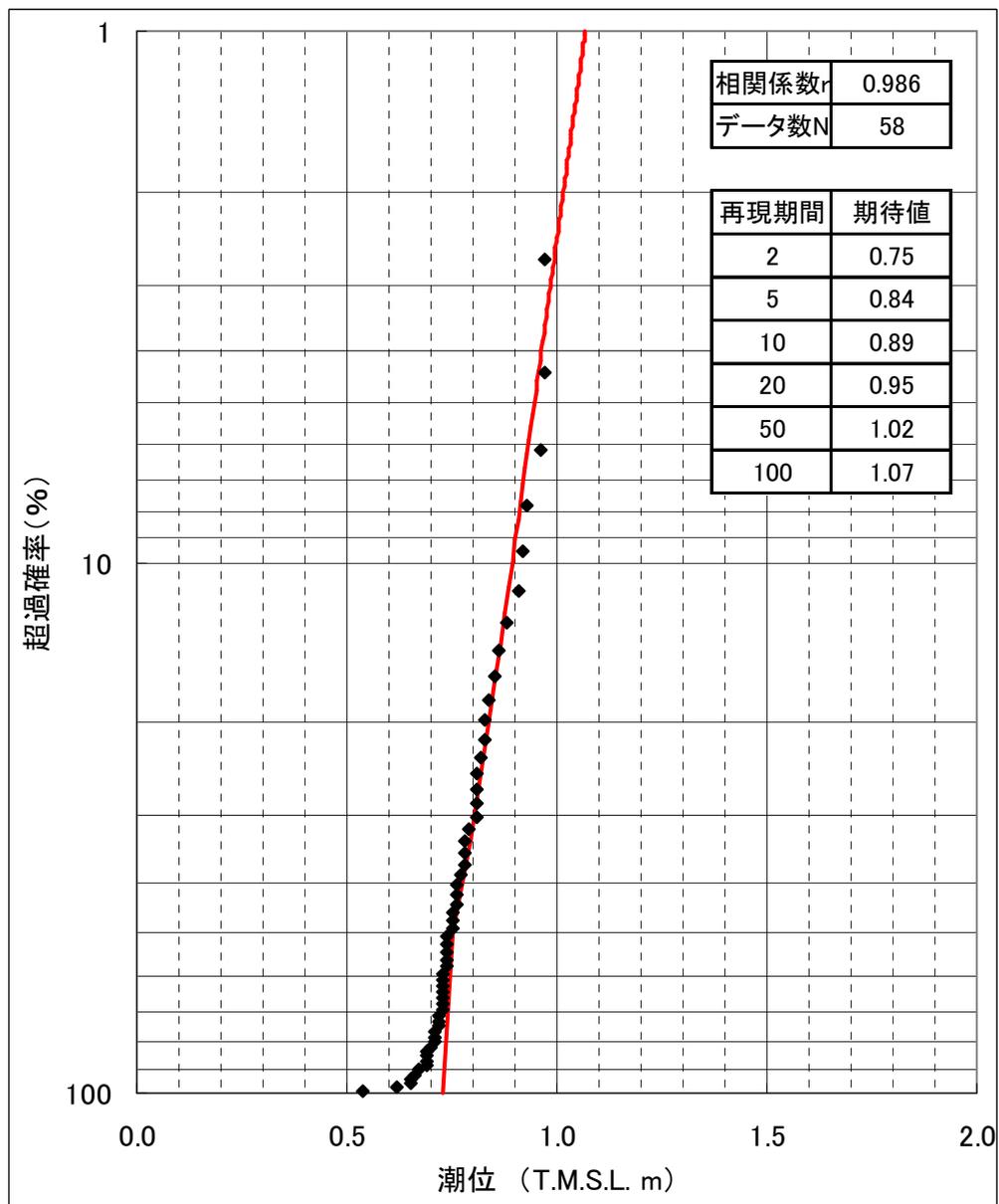
#### a. 高潮の評価

観測地点「柏崎」における過去 58 年（1955 年～2012 年）の年最高潮位を第 1-5-3 表に示す。また，表から算定した観測地点「柏崎」における最高潮位の超過発生確率を第 1.5-2 図に示す。これより，再現期間と期待値は次のとおりとなる。

— 2 年	: T.M.S.L. + 0.75m
— 5 年	: T.M.S.L. + 0.84m
— 10 年	: T.M.S.L. + 0.89m
— 20 年	: T.M.S.L. + 0.95m
— 50 年	: T.M.S.L. + 1.02m
— 100 年	: T.M.S.L. + 1.07m

第 1.5-3 表 観測地点「柏崎」における年最高潮位

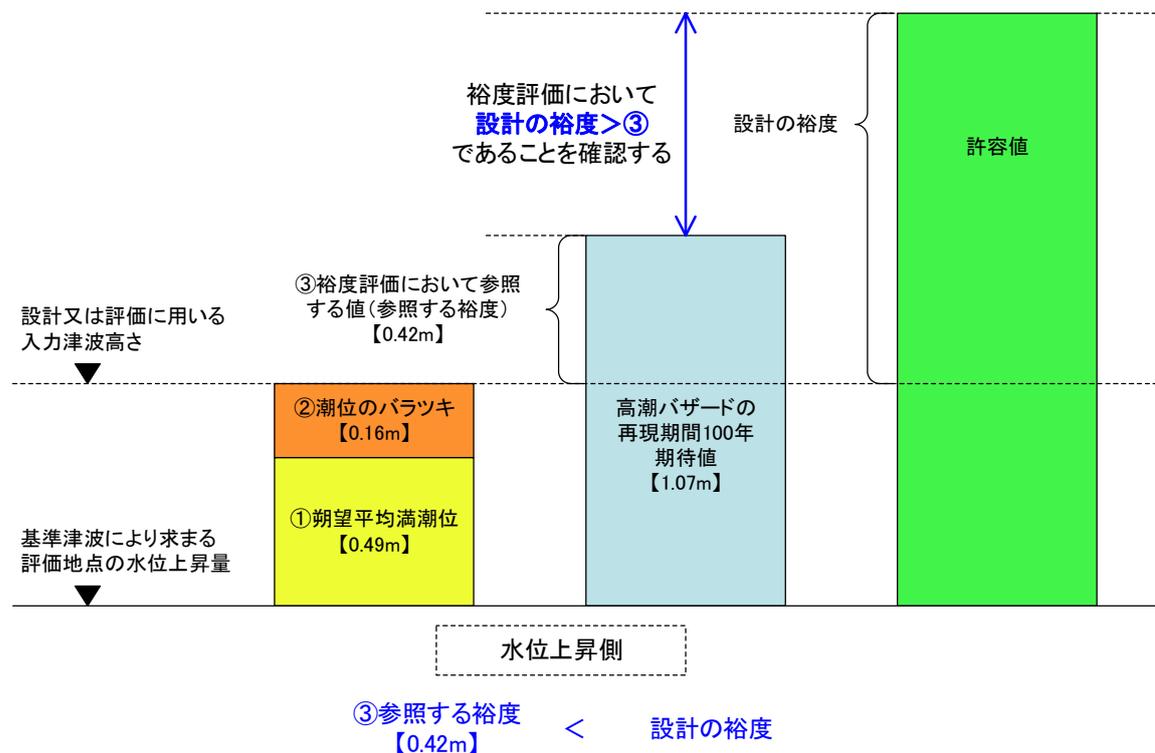
年	年最高潮位				
	月	日	時	潮位(m)	順位
1955	7	22	16	0.62	
1956	12	5	17	0.93	⑤
1957	12	18	23	0.72	
1958	8	21	6	0.65	
1959	9	18	13	0.82	
1960	1	5	20	0.69	
1961	8	7	1	0.83	
1962	8	4	7	0.79	
1963	11	9	5	0.86	⑨
1964	11	23	19	0.78	
1965	12	12	20	0.81	
1966	12	1	1	0.73	
1967	8	29	5	0.71	
1968	1	14	17	0.71	
1969	12	3	10	0.74	
1970	12	4	6	0.84	
1971	9	27	4	0.73	
1972	12	2	0	0.96	④
1973	11	17	8	0.72	
1974	11	18	20	0.78	
1975	8	23	15	0.75	
1976	10	29	21	0.97	③
1977	12	26	1	0.66	
1978	8	3	13	0.69	
1979	3	31	5	0.74	
1980	10	26	17	0.88	⑧
1981	8	23	7	0.92	⑥
1982	10	25	3	0.70	
1983	11	18	17	0.76	
1984	8	23	2	0.81	
1985	11	13	16	0.73	
1986	8	30	6	0.71	
1987	1	1	2	0.81	
1988	7	1	14	0.54	
1989	11	30	2	0.69	
1990	12	27	14	0.75	
1991	2	17	3	0.65	
1992	12	14	1	0.74	
1993	2	23	16	0.67	
1994	9	20	15	0.72	
1995	12	24	19	0.77	
1996	6	19	14	0.76	
1997	1	3	21	0.74	
1998	11	17	16	0.83	
1999	10	28	3	0.81	
2000	2	9	4	0.97	②
2001	1	2	19	0.73	
2002	10	28	5	0.76	
2003	9	13	18	0.74	
2004	8	20	5	1.05	①
2005	12	5	3	0.73	
2006	11	7	17	0.78	
2007	1	7	18	0.85	⑩
2008	2	24	5	0.73	
2009	12	21	5	0.75	
2010	11	10	3	0.91	⑦
2011	1	1	0	0.69	
2012	4	4	5	0.73	



第 1.5-2 図 観測地点「柏崎」における最高潮位の超過発生確率

## b. 高潮の考慮

基準津波による水位の年超過確率は  $10^{-4} \sim 10^{-5}$  程度であり、独立事象としての津波と高潮が重畳する可能性は低いと考えられるものの、高潮ハザードについては、プラントの運転期間を超える再現期間 100 年に対する期待値 (T.M.S.L. + 1.07m) と入力津波で考慮する朔望平均満潮位 (T.M.S.L. + 0.49m) 及び潮位のばらつき (0.16m) との差である 0.42m を外郭防護の裕度評価において参照する。(第 1.5-3 図)



第 1.5-3 図 高潮の考慮のイメージ

#### (4) 地殻変動

津波の波源としている地震による地殻変動としては、第 1.5-4 表に示す沈降及び隆起が想定される。なお、基準津波の波源については第 1.5-4 図に示す。

耐津波設計においては施設への影響を確認するため、地殻変動が沈降の場合、上昇側の水位変動に対しては設計、評価を行う際には、沈降量を考慮して上昇側水位を設定する。また、下降側の水位変動に対して設計、評価を行う際は、沈降しないものと仮定する。

地殻変動が隆起の場合、下降側の水位変動に対して設計、評価を行う際には、隆起量を考慮して下降側水位を設定する。また、上昇側の水位変動に対して設計、評価を行う際は、隆起しないものと仮定する。

なお、「柏崎刈羽原子力発電所における津波評価」における地震による津波の数値シミュレーションでは、地殻変動量を含む形で表現している。

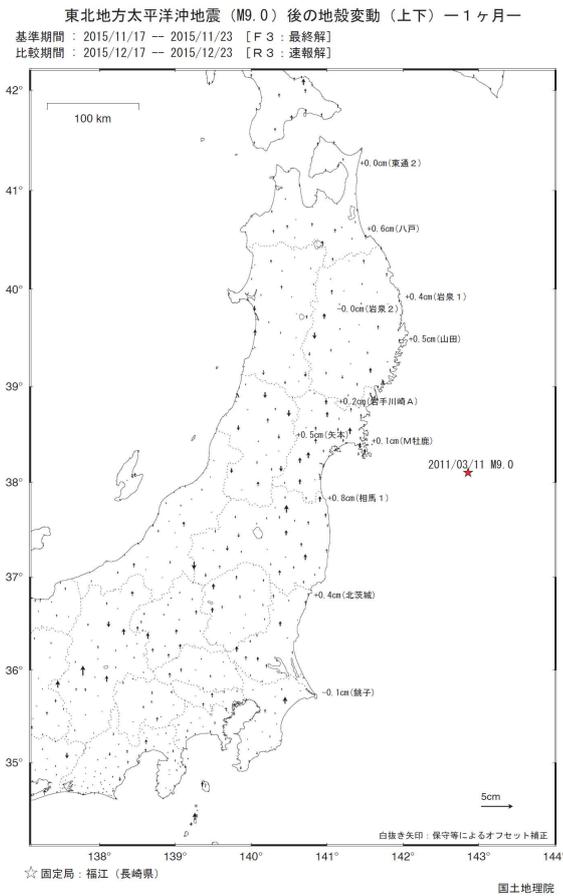
基準地震動評価における震源モデルから算定される広域的な地殻変動について、津波に対する安全性評価への影響はない。また、国土地理院発表の最新の地殻変動（第 1.5-5 図）を参照すると、2011 年東北地方太平洋沖地震後の余効変動は、東日本の広い範囲で継続しているものの、その変動速度は小さくなってきていることから、津波に対する安全性評価への影響はない。

第 1.5-4 表 津波の波源としている地震による地殻変動量

	津波	波源となる地震 (断層モデル)	地殻 変動量	設計・評価に 考慮する変動量
上昇側 評価時	基準津波 1	日本海東縁部 (2 領域モデル)	0.21m 沈降	0.21m の沈降を考慮
	基準津波 3	海域の活断層 (5 断層連動モデル)	0.20m 沈降	0.20m の沈降を考慮
下降側 評価時	基準津波 2	日本海東縁部 (2 領域モデル)	0.29m 沈降	沈降しないものと仮定



第 1.5-4 図 基準津波の想定波源図

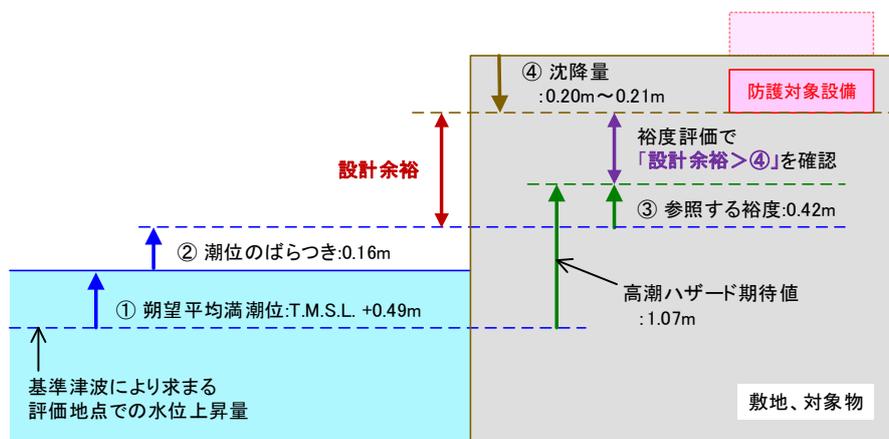


第 1.5-5 図 東日本の地殻変動 (2015年12月)

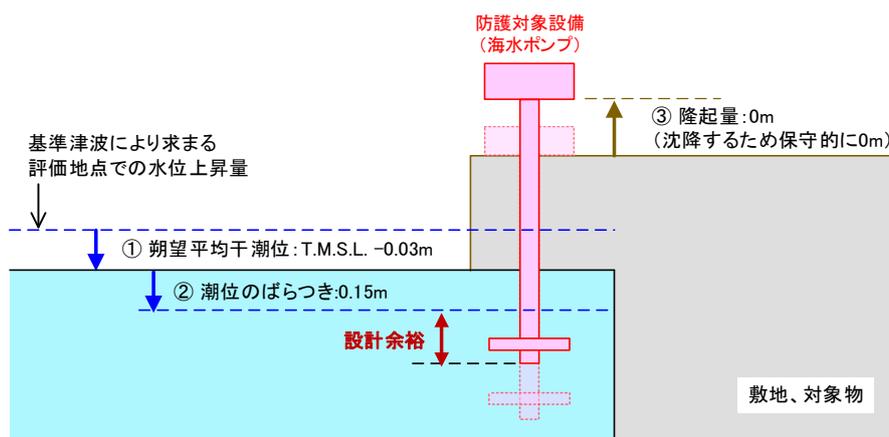
## (5) 設計または評価に用いる入力津波

「1.4 入力津波の設定」及び上記の(1)から(4)に記した考慮事項を踏まえた設計または評価に用いる入力津波設定の概念を第1.5-6図に示す。また、設定した各施設・設備の設計または評価に用いる入力津波の評価位置及び津波高さを第1.5-7図、第1.5-5表に、各入力津波の時刻歴波形を第1.5-8図に示す。ここで、水位下降側の入力津波高さは、海水ポンプの取水性を確保するため、海水貯留堰を設置することから、同堰の機能を考慮して評価する。

なお、基準津波による遡上波を入力津波として設計または評価を行う場合には、基準津波の遡上解析結果による最高水位を安全側に評価した値を入力津波高さとして考慮する。

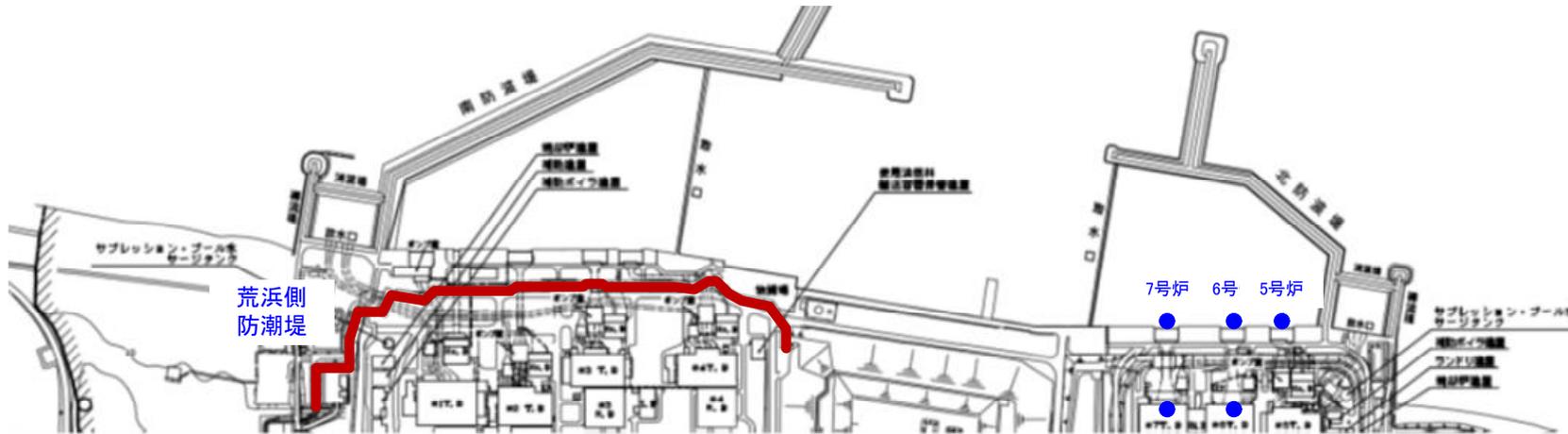


(水位上昇側)



(水位下降側)

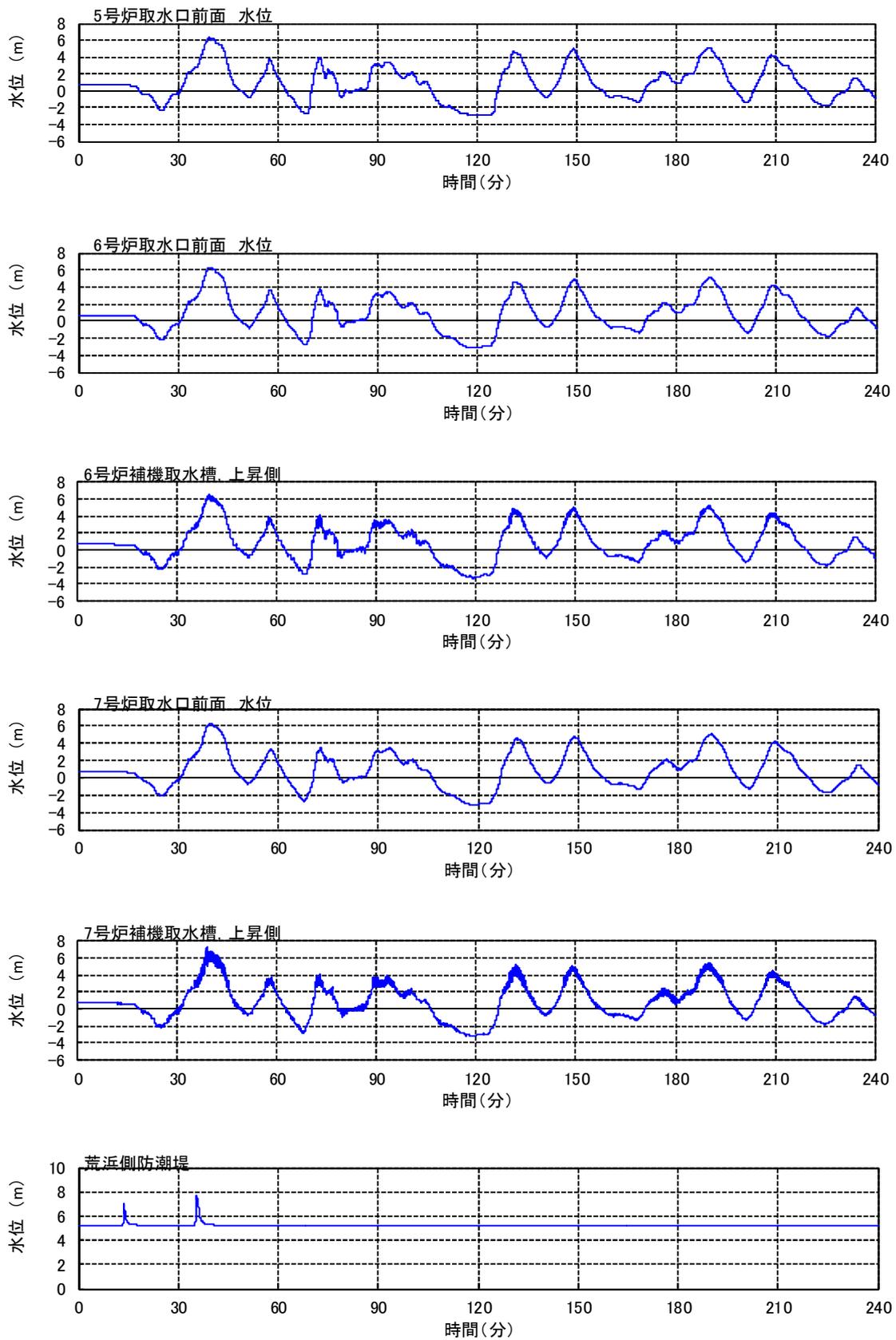
第1.5-6図 設計または評価に用いる入力津波設定の概念



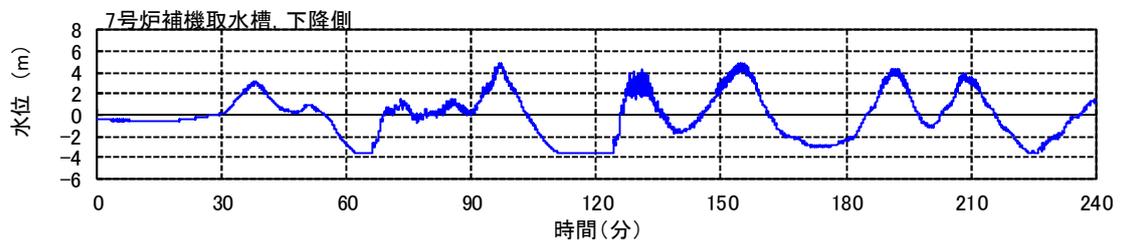
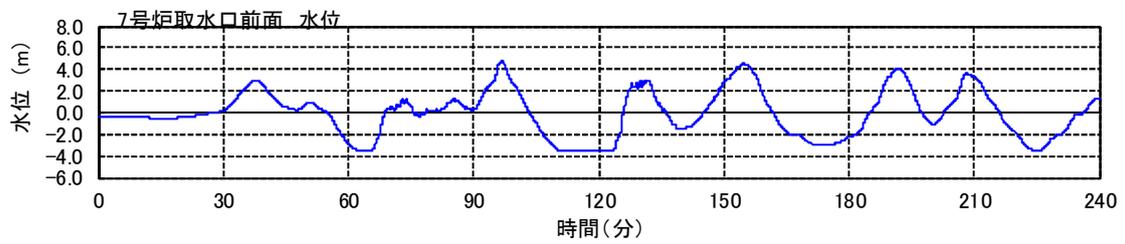
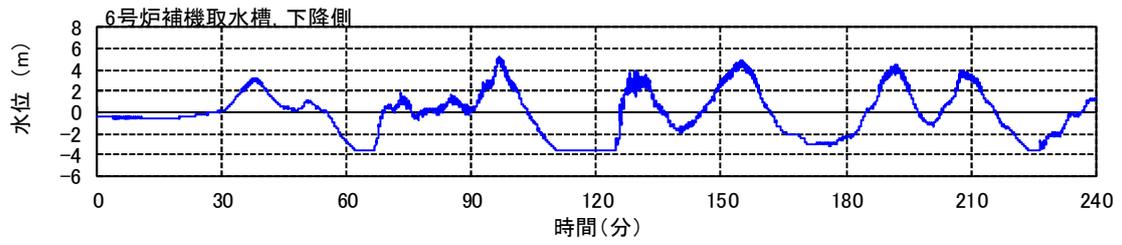
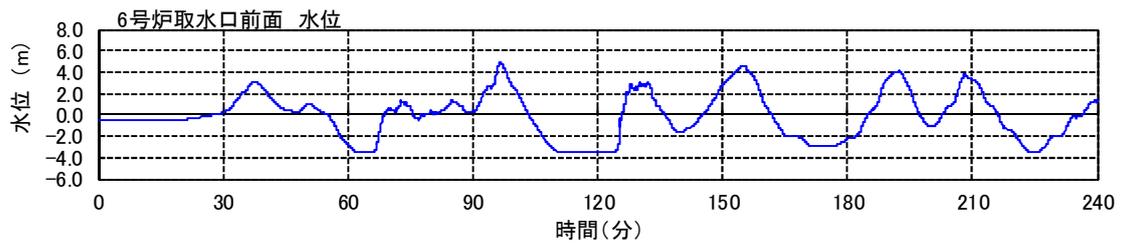
第 1.5-7 図 入力津波の評価位置

第 1.5-5 表 入力津波高さ一覧

基準津波 名称	策定対象とする 入力津波の種類	発生要因		入力津波高さ T.M.S.L. (m)							
		地震 (断層モデル)	地すべり	評価地点							
				取水路					荒浜側 防潮堤	遡上域	
				5号炉 取水口 前面	6号炉 取水口 前面    補機 取水槽		7号炉 取水口 前面    補機取 水槽			荒浜側	大湊側
基準津波 1	水位上昇量	日本海東縁部 (2領域モデル)	LS-2	+6.4	+6.4	+6.6	+6.3	+7.4	-	-	-
基準津波 2	水位下降量	日本海東縁部 (2領域モデル)	-	-	-3.5	-3.5	-3.5	-3.5	-	-	-
基準津波 3	防潮堤・遡上域 最高水位	海域の活断層 (5断層連動モデル)	LS-2	-	-	-	-	-	+7.8	+7.8	+7.7



第 1.5-8-1 図 入力津波の時刻歴波形（上昇側）



第 1.5-8-2 図 入力津波の時刻歴波形（下降側）

## 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

#### 【規制基準における要求事項等】

敷地の特性に応じた津波防護の基本方針が敷地及び敷地周辺全体図、施設配置図等により明示されていること。

津波防護施設，浸水防止設備，津波監視設備等として設置されるものの概要が網羅かつ明示されていること。

#### 【検討方針】

敷地の特性（敷地の地形，敷地周辺の津波の遡上，浸水状況等）に応じた津波防護の基本方針を，敷地及び敷地周辺全体図，施設配置図等により明示する。また，敷地の特性に応じた津波防護（津波防護施設，浸水防止設備，津波監視設備等）の概要（外郭防護の位置及び浸水想定範囲の設定，並びに内郭防護の位置及び浸水防護重点化範囲の設定等）について整理する。

#### 【検討結果】

##### (1) 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針

敷地の特性に応じた津波防護の基本方針は以下のとおりとする。

##### a. 敷地への浸水防止（外郭防護 1）

設計基準対象施設の津波防護対象設備（海水と接した状態で機能する非常用取水設備を除く。下記 c. において同じ。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地において，基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とする。

また，取水路及び放水路等の経路から同敷地及び同建屋並びに区画に流入させない設計とする。

##### b. 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護 2）

取水・放水施設及び地下部等において，漏水する可能性を考慮の上，漏水による浸水範囲を限定して，重要な安全機能への影響を防止できる設計とする。

##### c. 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）

上記の二方針のほか，設計基準対象施設の津波防護対象設備については，浸水防護をすることにより津波による影響等から隔離可能な設計とする。

d. **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**

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を防止できる設計とする。

e. **津波監視**

敷地への津波の繰り返しの襲来を察知，その影響を俯瞰的に把握できる津波監視設備を設置する。

**(2) 敷地の特性に応じた津波防護の概要**

柏崎刈羽原子力発電所の基準津波の遡上波による敷地周辺の最高水位分布及び敷地の最大浸水深分布はそれぞれ第 1.3-1 図，第 1.3-2 図に示すとおりである。一方，6号炉及び7号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備は「1.1 津波防護対象の選定」に示すとおりであり，同設備を内包する建屋としては原子炉建屋，タービン建屋，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋が，また，屋外設備としては燃料設備の一部（軽油タンク，燃料移送ポンプ）及び非常用取水設備がある。

以上を踏まえ，前項で示した基本方針に基づき構築した敷地の特性に応じた津波防護の概要を以下に示す。また，津波防護の概要図を第 2.1-1 図に，設置した各津波防護対策の設備分類と目的を第 2.1-1 表に示す。

a. **敷地への浸水防止（外郭防護 1）**

設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画が設置された敷地への，基準津波による遡上波の地上部からの到達又は流入，及び同敷地への取水路，放水路等の経路からの流入に対する外郭防護（外郭防護 1）は，敷地高さにより達成する。

また，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への取水路，放水路等の経路からの流入に対する外郭防護（外郭防護 1）として，タービン建屋海水熱交換器区域地下の補機取水槽上部床面の開口部に，浸水防止設備（取水槽閉止板）を設置する。

詳細は「2.2 敷地への浸水防止（外郭防護 1）」において示す。

b. **漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護 2）**

漏水による重要な安全機能への影響はないと考えられるため，これに対する外郭防護（外郭防護 2）の設置は要しない。

詳細は「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) において示す。

**c. 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）**

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として、原子炉建屋，タービン建屋，コントロール建屋，廃棄物処理建屋，及び燃料設備（軽油タンク，燃料移送ポンプ）を敷設する区画を浸水防護重点化範囲として設定する。その上で，保守的に想定した溢水である，タービン建屋内海水系機器の地震・津波による損傷等の際に生じる溢水に対して，内郭防護として，タービン建屋内の浸水防護重点化範囲の境界に浸水防止設備（水密扉，ダクト閉止板，浸水防止ダクト，床ドレンライン浸水防止治具及び貫通部止水処置）を設置する。

詳細は「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」において示す。

**d. 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**

基準津波による水位の低下に対して，非常用海水冷却系（原子炉補機冷却系，以下同じ。）の海水ポンプを機能保持し，同系による冷却に必要な海水を確保するための対策として，各号炉の取水口前面に非常用取水設備として海水貯留堰を設置する。なお，海水貯留堰は津波防護施設と位置づけて設計を行う。

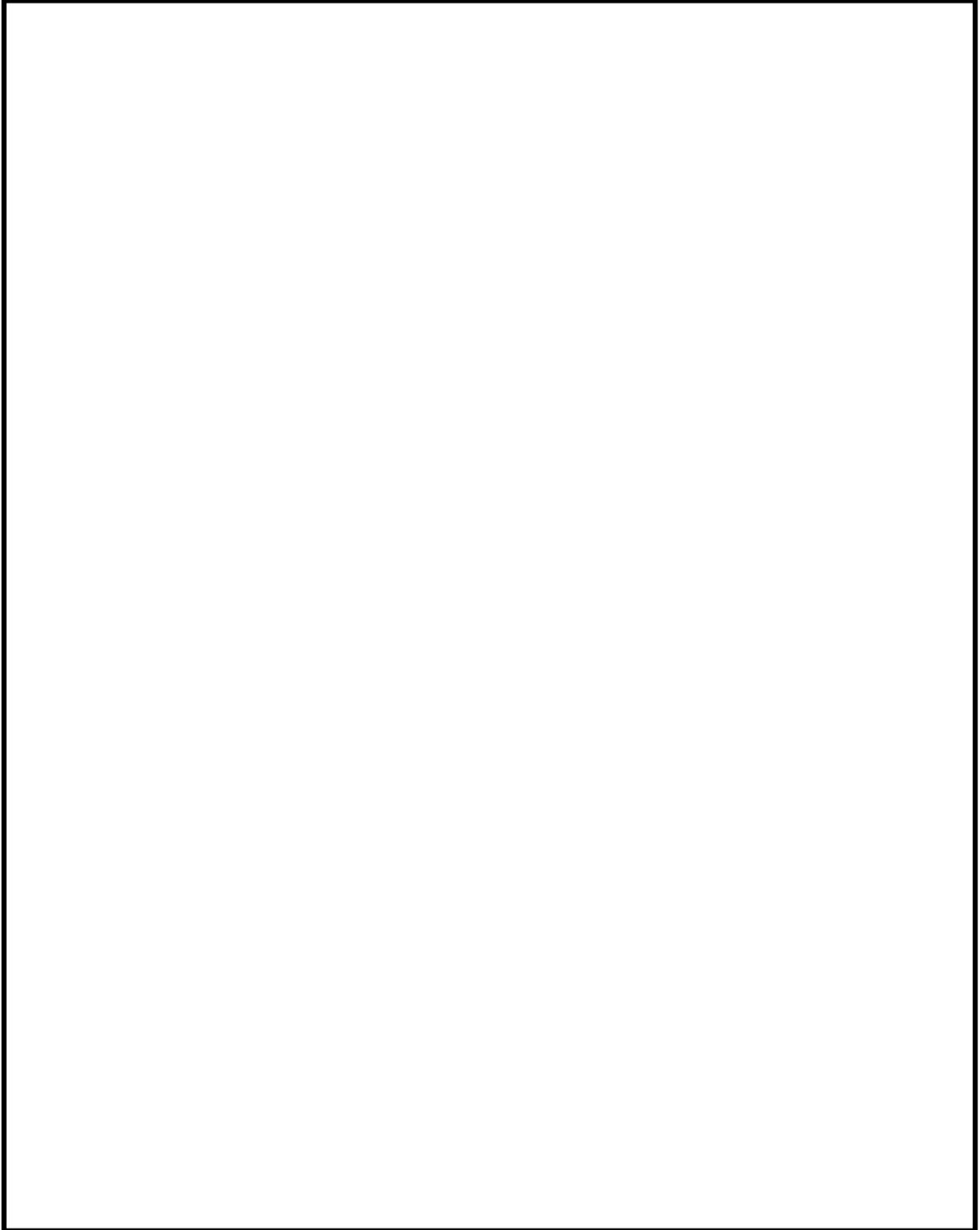
詳細は「2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止」において示す。

**e. 津波監視**

津波監視設備として，7号炉の主排気塔に津波監視カメラを，また各号炉の取水槽に取水槽水位計を設置する。

詳細は「2.6 津波監視」において示す。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



第 2.1-1 図 敷地の特性に応じた津波防護の概要

第 2.1-1 表 津波防護対策の設備分類と設置目的

津波防護対策		設備分類	設置目的
上部床面 補機取水槽 タービン建屋	取水槽閉止板	浸水防止設備	取水路からタービン建屋への津波の流入を防止する
境界(※) 浸水防護重点化範囲 タービン建屋内	水密扉		地震によるタービン建屋内の循環水管や他の海水系機器の損傷に伴う溢水及び損傷箇所を介しての津波の流入に対して、浸水防護重点化範囲の浸水を防止する
	ダクト閉止板		
	浸水防止ダクト		
	貫通部止水処置		
	床ドレンライン 浸水防止治具		
海水貯留堰		津波防護施設 (非常用取水設備)	引き波時において、非常用海水冷却系の海水ポンプの機能を保持し、同系による冷却に必要な海水を確保する
津波監視カメラ		津波監視設備	敷地への津波の繰り返しへの襲来を察知、その影響を俯瞰的に把握する
取水槽水位計			

※：境界の詳細は「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」において示す

## 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

#### 【規制基準における要求事項等】

重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び重要な安全機能を有する屋外設備等は，基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置すること。

基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には，防潮堤等の津波防護施設，浸水防止設備を設置すること。

#### 【検討方針】

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は，基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置していることを確認する。

また，基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には，津波防護施設，浸水防止設備の設置により遡上波が到達しないようにする。

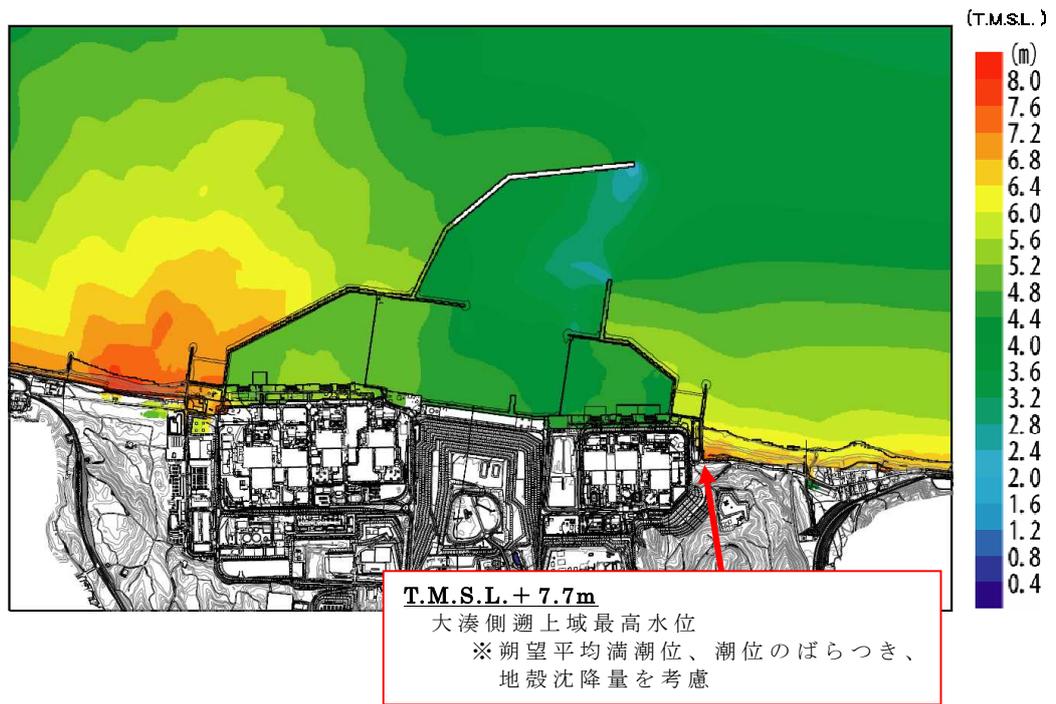
具体的には，設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画に対して，基準津波による遡上波が地上部から到達，流入しないことを確認する。

#### 【検討結果】

6号炉及び7号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備は，燃料設備の一部（軽油タンク，燃料移送ポンプ）を除き，すべて原子炉建屋，タービン建屋，コントロール建屋及び廃棄物処理建屋に内包しており，これらの建屋はいずれも T.M.S.L. +12m の敷地に設置している。また，屋外設備である燃料設備の一部（軽油タンク，燃料移送ポンプ）を敷設する区画も同じ T.M.S.L. +12m の敷地に設置している。以上に対して，敷地周辺の基準津波の遡上の状況，浸水域の分布等を踏まえ，以下を確認している。（第 2.2-1 図，第 2.2-2 図）

- 大湊側における基準津波による遡上波の最高水位（最大遡上高さ）は T.M.S.L. +7.7m であり，これより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を設置する T.M.S.L. +12m の敷地に基準津波による遡上波が地上部から到達，流入することはない。この結果は，参照する裕度（0.42m）を考慮しても余裕がある。
- なお，遡上波の到達・流入の防止において，既存の地山斜面，盛土斜面等は活用していない。

以上の結果を第 2.2-1 表にまとめて示す。



第 2.2-1 図 基準津波（基準津波 3）の遡上波による最高水位分布



第 2.2-2 図 基準津波（基準津波 3）の遡上波による最大浸水深分布

第 2.2-1 表 遡上波の地上部からの到達，流入の評価結果

評価対象		①	②	裕度 (②－①)	評価
		入力 津波高さ (T.M.S.L.)	設置する 敷地高さ (T.M.S.L.)		
設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋	原子炉建屋	+ 7.7m	+ 12m	4.3m	○ 設置する敷地高さが入力津波高さを上回っており，基準津波の遡上は敷地に地上部から到達，流入しない
	タービン建屋				
	コントロール建屋				
	廃棄物処理建屋				
屋外に設置する設計基準対象施設設備を敷設する区画	燃料設備の敷設区画				

## (2) 取水路，放水路等の経路からの津波の流入防止

### 【規制基準における要求事項等】

取水路，放水路等の経路から，津波が流入する可能性について検討した上で，流入の可能性のある経路（扉，開口部，貫通部等）を特定すること。

特定した経路に対して浸水対策を施すことにより津波の流入を防止すること。

### 【検討方針】

取水路，放水路等の経路から，津波が流入する可能性について検討した上で，流入の可能性のある経路（扉，開口部，貫通部等）を特定する。

特定した経路に対して浸水対策を施すことにより津波の流入を防止する。

### 【検討結果】

海域に接続し，6号炉及び7号炉の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を設置する敷地及び同建屋並びに区画に繋がる経路としては，5～7号炉の取水路及び放水路，屋外排水路，6，7号炉及び5号炉の電源ケーブルトレンチが挙げられる。（第2.2-2表，第2.2-3図）

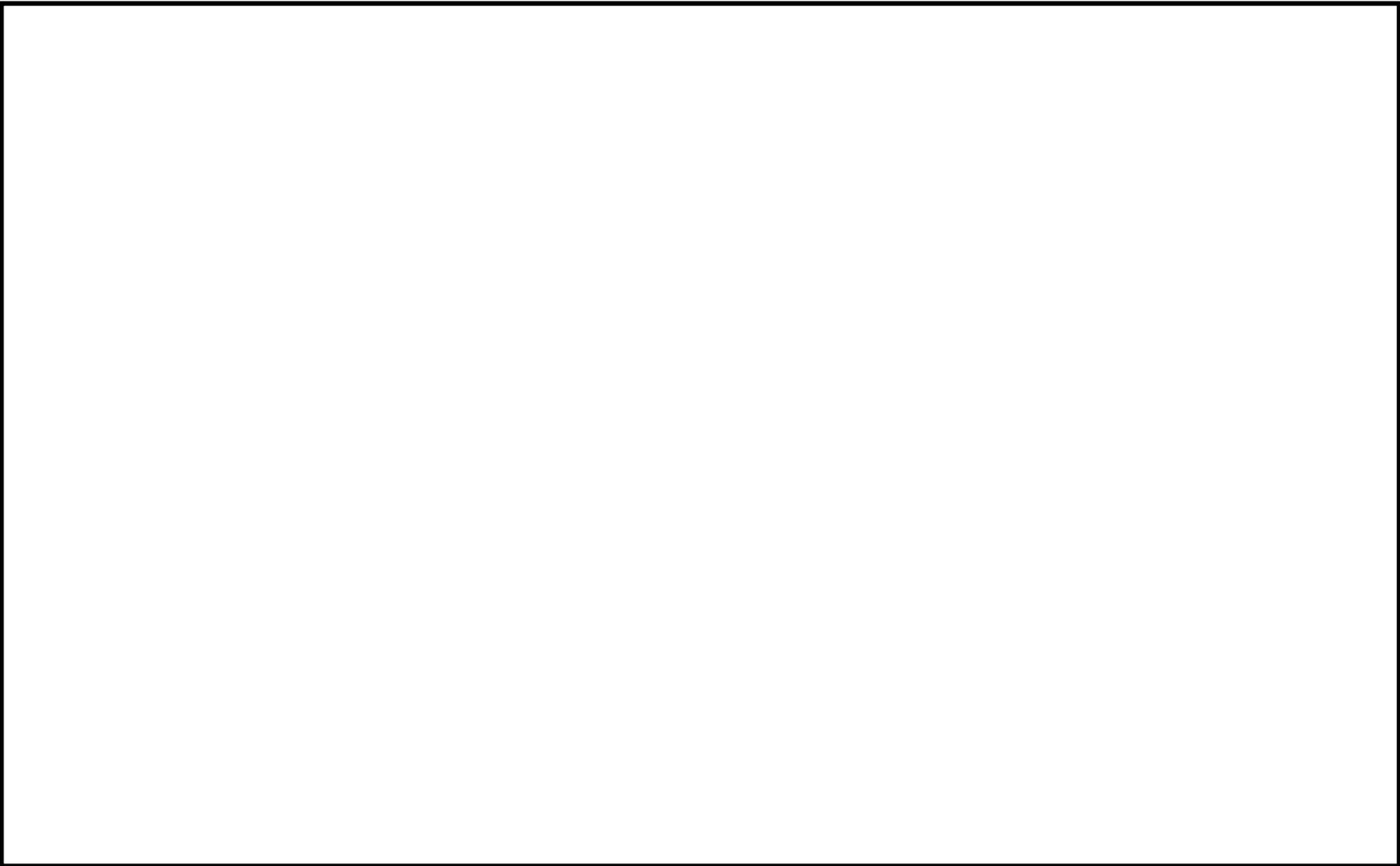
これらに繋がる経路からの，上記の敷地及び建屋並びに区画への津波の流入可能性の検討結果を以降に示す。

なお，検討の結果，経路と入力津波高さの比較や浸水対策の実施状況等より，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を設置する敷地及び同建屋並びに区画に流入する経路はないことを確認した。

第 2.2-2 表 海域と接続する経路

経路		経路の構成	
取水路	6号炉	循環水系	スクリーン室，取水路，取水槽
		補機冷却海水系	スクリーン室，取水路，補機冷却用海水取水路，補機冷却用海水取水槽
	7号炉	循環水系	スクリーン室，取水路，取水槽
		補機冷却海水系	スクリーン室，取水路，補機冷却用海水取水路，補機冷却用海水取水槽
	5号炉	循環水系	スクリーン室，取水路，取水槽，循環水管
		補機冷却海水系	スクリーン室，取水路，補機冷却用海水取水路，補機冷却用海水取水槽
放水路	6号炉	循環水系	放水路，放水庭，循環水管
		補機冷却海水系	放水路，補機冷却用海水放水路，補機冷却用海水放水庭
	7号炉	循環水系	放水路，放水庭，循環水管
		補機冷却海水系	放水路，補機冷却用海水放水路，補機冷却用海水放水庭
	5号炉	循環水系	放水路，放水庭，循環水管
		補機冷却海水系	放水路，補機冷却用海水放水路，補機冷却用海水放水庭
屋外排水路		排水路，集水枘	
電源ケーブルトレンチ	6，7号炉共用		電源ケーブルトレンチ
	5号炉		電源ケーブルトレンチ

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



第 2.2-3 図 海域と接続する経路

## a. 取水路

6号炉及び7号炉の取水路は、海域と接続しスクリーン室、取水路を經由し、タービン建屋内の取水槽に至る系統と、取水路から補機冷却用海水取水路（以下、「補機取水路」という）に分岐しタービン建屋内の補機冷却用海水取水槽（以下、「補機取水槽」という）に至る系統からなる地中構造物である。また、5号炉取水路は、海域と接続しスクリーン室、取水路、取水槽、循環水管を經由しタービン建屋に至る系統と、取水路から補機取水路に分岐し海水熱交換器建屋内の補機取水槽に至る系統からなる地中構造物である。これら地中構造物には点検用の立坑が設置されている。（第2.2-4図）

これらの取水路から6号炉及び7号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備を設置する敷地に津波が流入する可能性、及び同設備を内包する建屋に津波が流入する可能性について評価を行った。結果を以下に、また結果の一覧を第2.2-3表にまとめて示す。

### (a) 敷地への流入の可能性

取水路に繋がり6号炉及び7号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備を設置する敷地に津波が流入する可能性のある経路としては5～7号炉取水路の点検用立坑の開口部が挙げられるが、これらの開口部の天端標高は、いずれも対応する各号炉の取水路（取水口）における入力津波高さよりも高い。また、この高さは参照する裕度（0.42m）を考慮しても余裕がある。したがって、これらの経路から設計基準対象施設の津波防護対象設備を設置する敷地に津波が流入することはない。（第2.2-4-2図～第2-2-4-4図）

### (b) 建屋への流入の可能性

取水路に繋がり6号炉及び7号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋に流入する可能性のある経路としては、各号炉の取水路（取水槽）の入力津波高さが対応する取水槽及び補機取水槽の上部床面高さよりも高いため、これらの床面に存在する開口部が考えられる。具体的には6号炉及び7号炉とも取水槽の上部床面には開口部はないが、補機取水槽の上部床面（タービン建屋海水熱交換器区域地下1階床面）には取水槽の点検口が存在し、これが流入経路として挙げられる。（第2.2-4-2図、第2.2-4-3図）

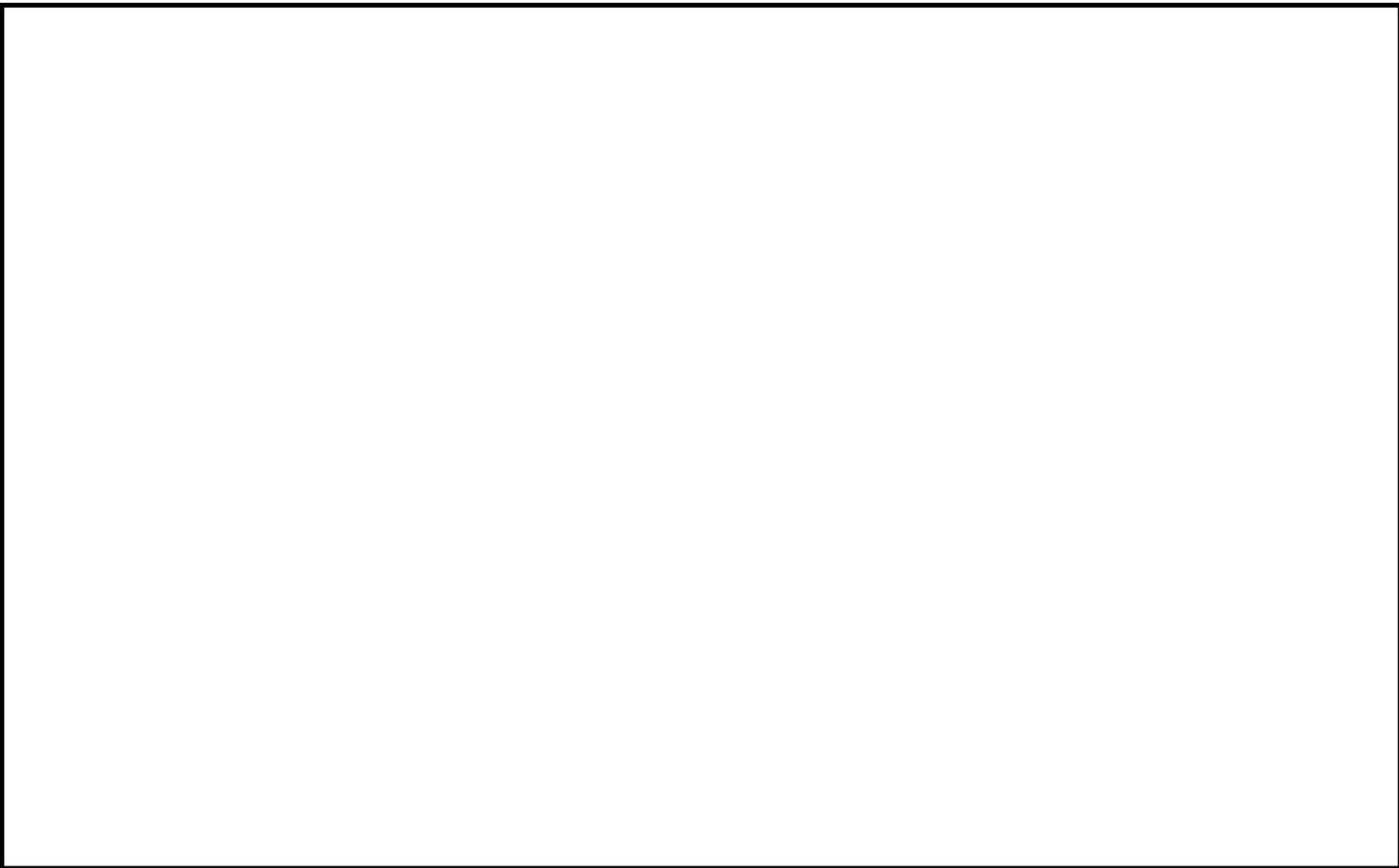
なお、他に、取水槽上部床面に設置されている循環水ポンプや補機取水槽上部床面に設置されている補機冷却海水ポンプの軸受部等の構造上の隙間部からの流入の可能性も考えられるが、これにつ

いては、「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）」において評価する。

補機取水槽上部床面の点検口に対しては浸水防止設備として取水槽閉止板を設置することにより、この経路から設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋への津波の流入を防止する。（第2.2-4-5図，第2.2-4-6図）

なお、（申請対象ではない）5号炉においても海水熱交換器建屋に同様の補機取水槽の点検口があるが、同様に閉止板を設置し建屋への流入を防止している。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開で

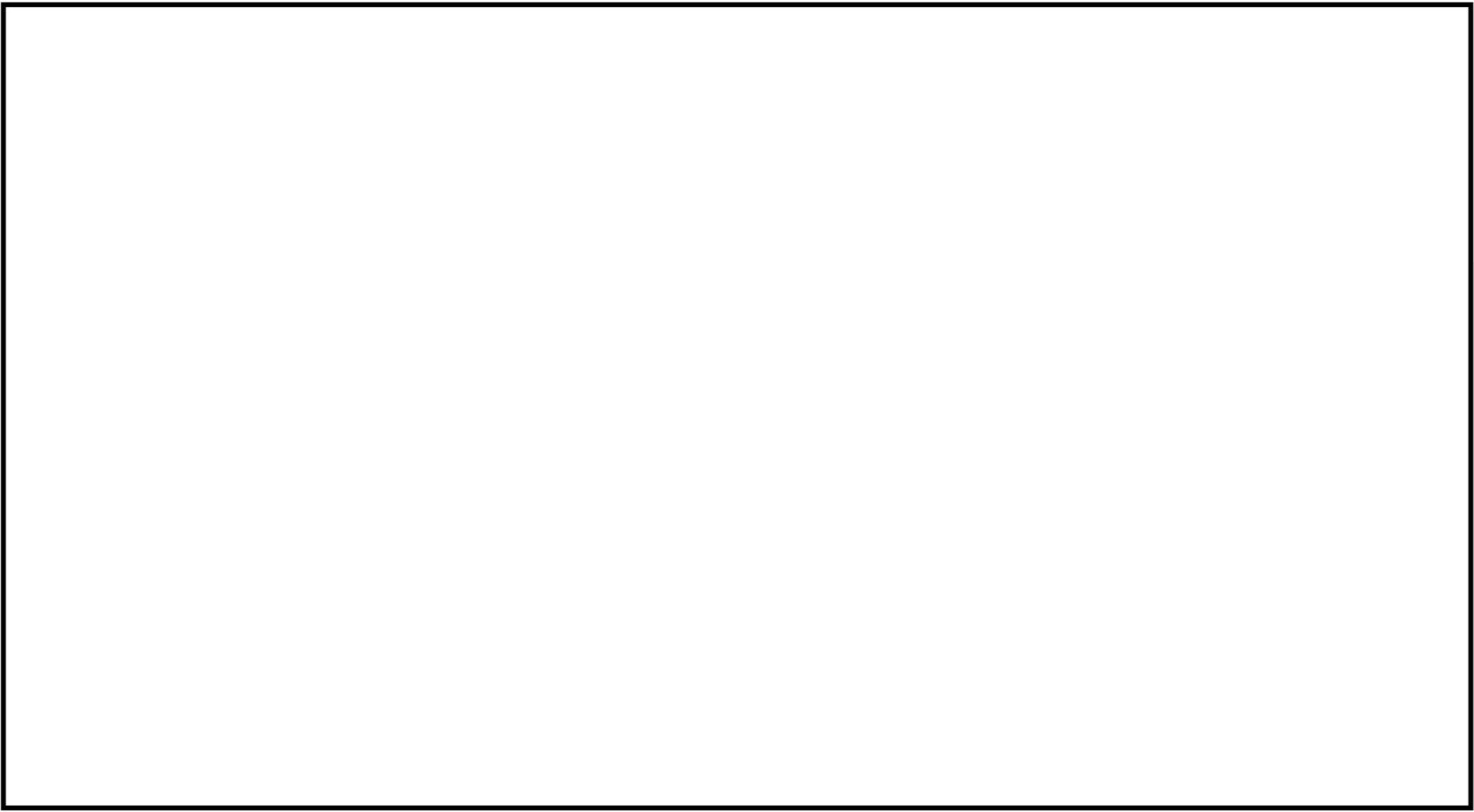


第 2.2-4-1 図 取水路配置図

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

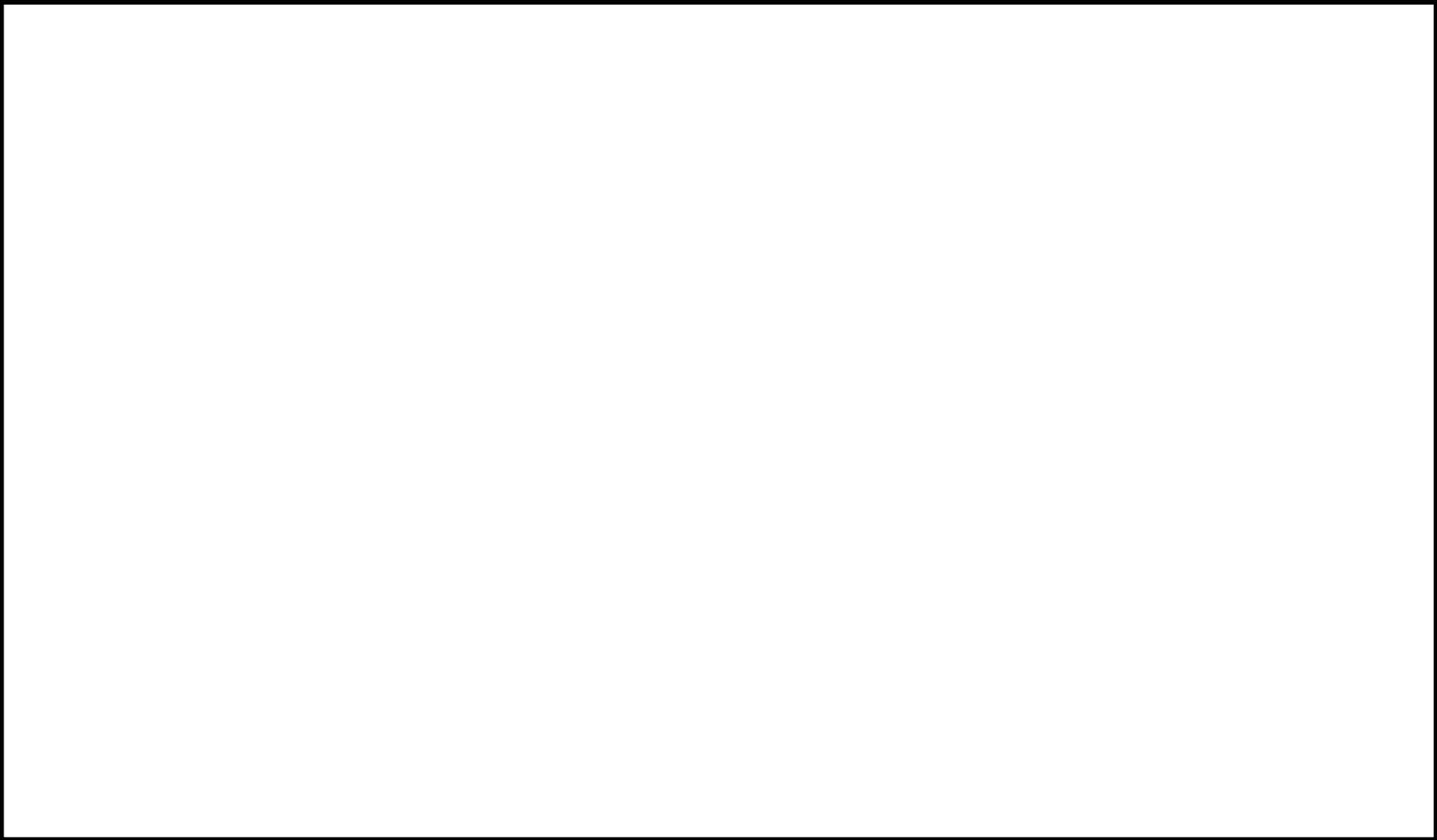
第 2.2-4-2 図 6 号炉 取水路断面図

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



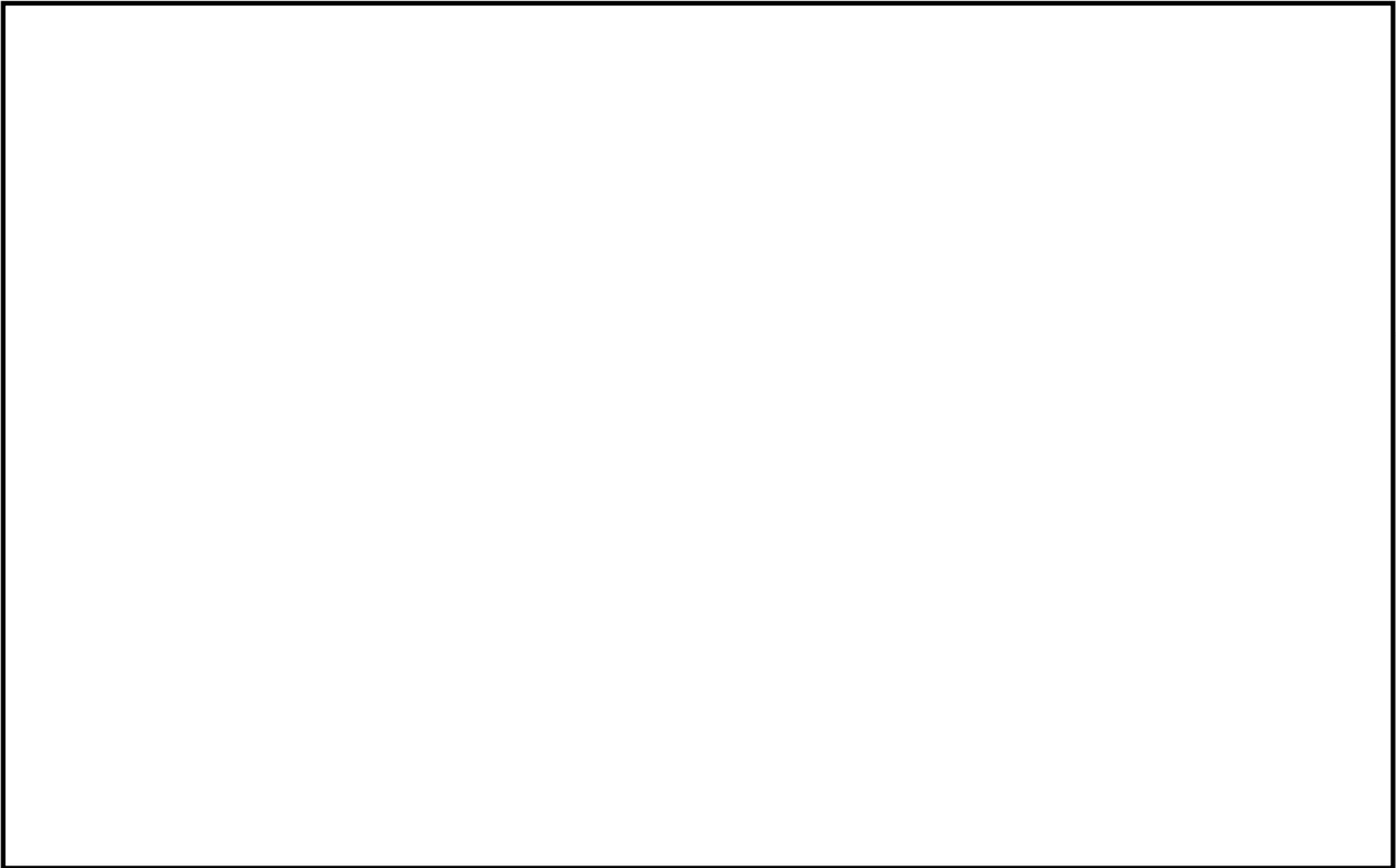
第 2.2-4-3 図 7 号炉 取水路断面図

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



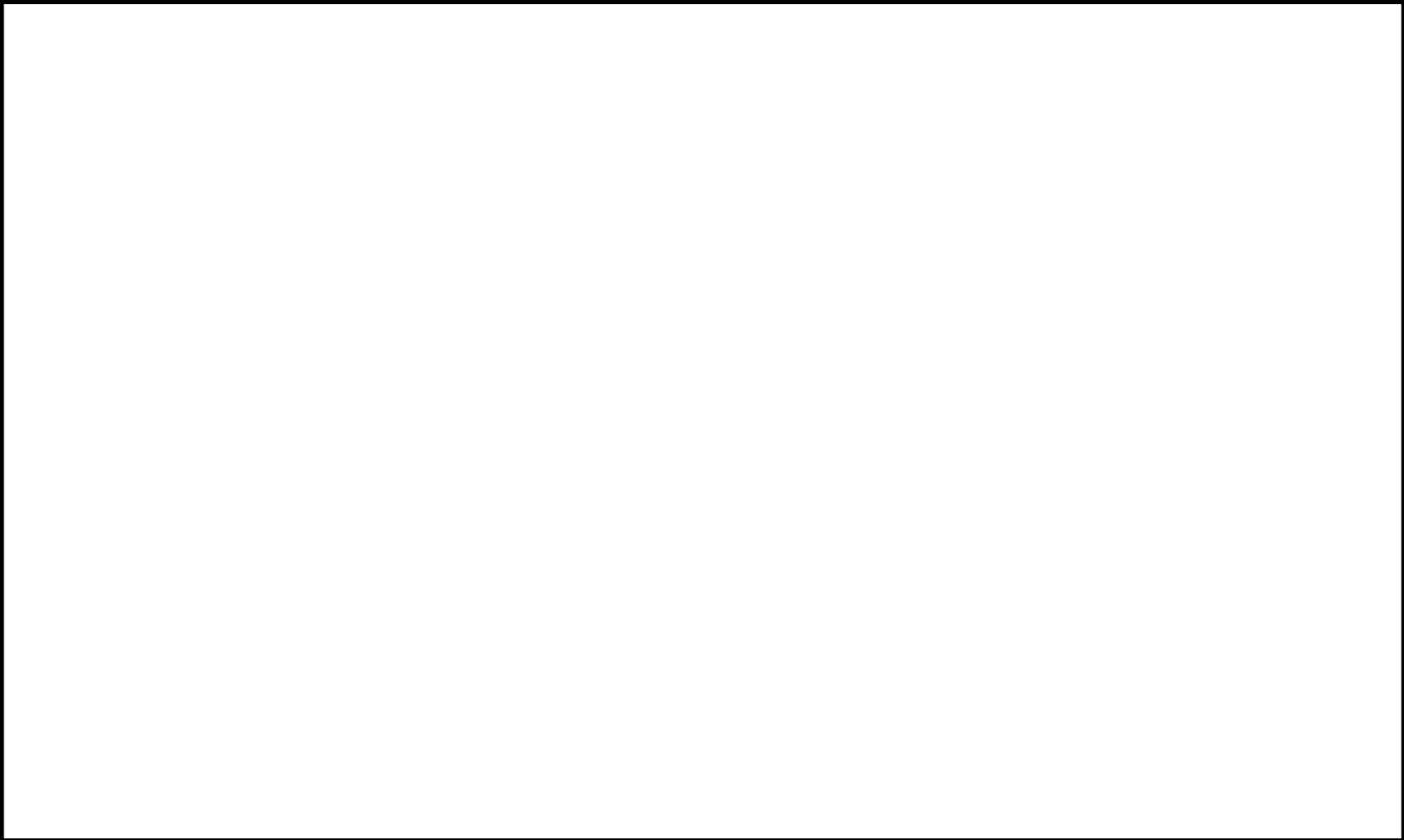
第 2.2-3-4 図 5 号炉 取水路断面図

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



第 2.2-4-5 図 6 号炉 取水槽閉止板配置図

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



第 2.2-4-6 図 7 号炉 取水槽閉止板配置図

第 2.2-3 表 取水路からの津波の流入評価結果

流入経路		①	②	裕度 (②-①)	評価
		入力 津波高さ (T.M.S.L.)	許容 津波高さ (T.M.S.L.)		
6号炉	取水路 点検用立坑	+6.4m <sup>※1</sup>	+12.2m <sup>※3</sup>	5.8m	○ 許容津波高さが入力 津波高さを上回って おり、敷地に津波は流 入しない
	補機取水路 点検用立坑	+6.4m <sup>※1</sup>	+12.2m <sup>※3</sup>	5.8m	○ 許容津波高さが入力 津波高さを上回って おり、敷地に津波は流 入しない
	補機取水槽 点検口	+6.6m <sup>※2</sup>	+3.5m <sup>※4</sup>	—	○ 浸水防止設備として 取水槽閉止板を設置 しており、建屋に津波 は流入しない
7号炉	取水路 点検用立坑	+6.3m <sup>※1</sup>	+12.2m <sup>※3</sup>	5.9m	○ 許容津波高さが入力 津波高さを上回って おり、敷地に津波は流 入しない
	補機取水路 点検用立坑	+6.3m <sup>※1</sup>	+12.2m <sup>※3</sup>	5.9m	○ 許容津波高さが入力 津波高さを上回って おり、敷地に津波は流 入しない
	補機取水槽 点検口	+7.4m <sup>※2</sup>	+3.5m <sup>※4</sup>	—	○ 浸水防止設備として 取水槽閉止板を設置 しており、建屋に津波 は流入しない
5号炉	取水路 点検用立坑	+6.4m <sup>※1</sup>	+12.2m <sup>※3</sup>	5.8m	○ 許容津波高さが入力 津波高さを上回って おり、敷地に津波は流 入しない

※1：各号炉の取水口における入力津波高さ

※2：各号炉の補機取水槽における入力津波高さ

※3：立坑の天端標高

※4：点検口の設置床面（補機取水槽の上部床面）高さ

## b. 放水路

6号炉及び7号炉の放水路は、タービン建屋から循環水管、放水庭、放水路を經由し海域に至る系統と補機冷却用海水放水庭（以下、「補機放水庭」という）、補機冷却用海水放水路（以下、「補機放水路」という）、放水庭、放水路を經由し海域に至る系統からなる地中構造物である。また、5号炉放水路は、タービン建屋から循環水管、放水庭、放水路を經由し海域に至る系統と海水熱交換器建屋から補機放水庭、補機放水路、放水路を經由し海域に至る系統からなる地中構造物である。これら地中構造物には点検用の立坑が設置されている。（第2.2-5図）

これらの放水路から6号炉及び7号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備を設置する敷地に津波が流入する可能性、及び同設備を内包する建屋に津波が流入する可能性について評価を行った。結果を以下に、また結果の一覧を第2.2-4表にまとめて示す。

### (a) 敷地への流入の可能性

放水路に繋がり6号炉及び7号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備を設置する敷地に津波が流入する可能性のある経路としては5～7号炉放水庭及び放水路の点検用立坑等の開口部が挙げられるが、これらの開口部の天端標高は、いずれも放水路における入力津波高さ（大湊側の遡上域最高水位）よりも高い。また、この高さは参照する裕度（0.42m）を考慮しても余裕がある。したがって、これらの経路から設計基準対象施設の津波防護対象設備を設置する敷地に津波が流入することはない。（第2.2-5-2図～第2.2-5-4図）

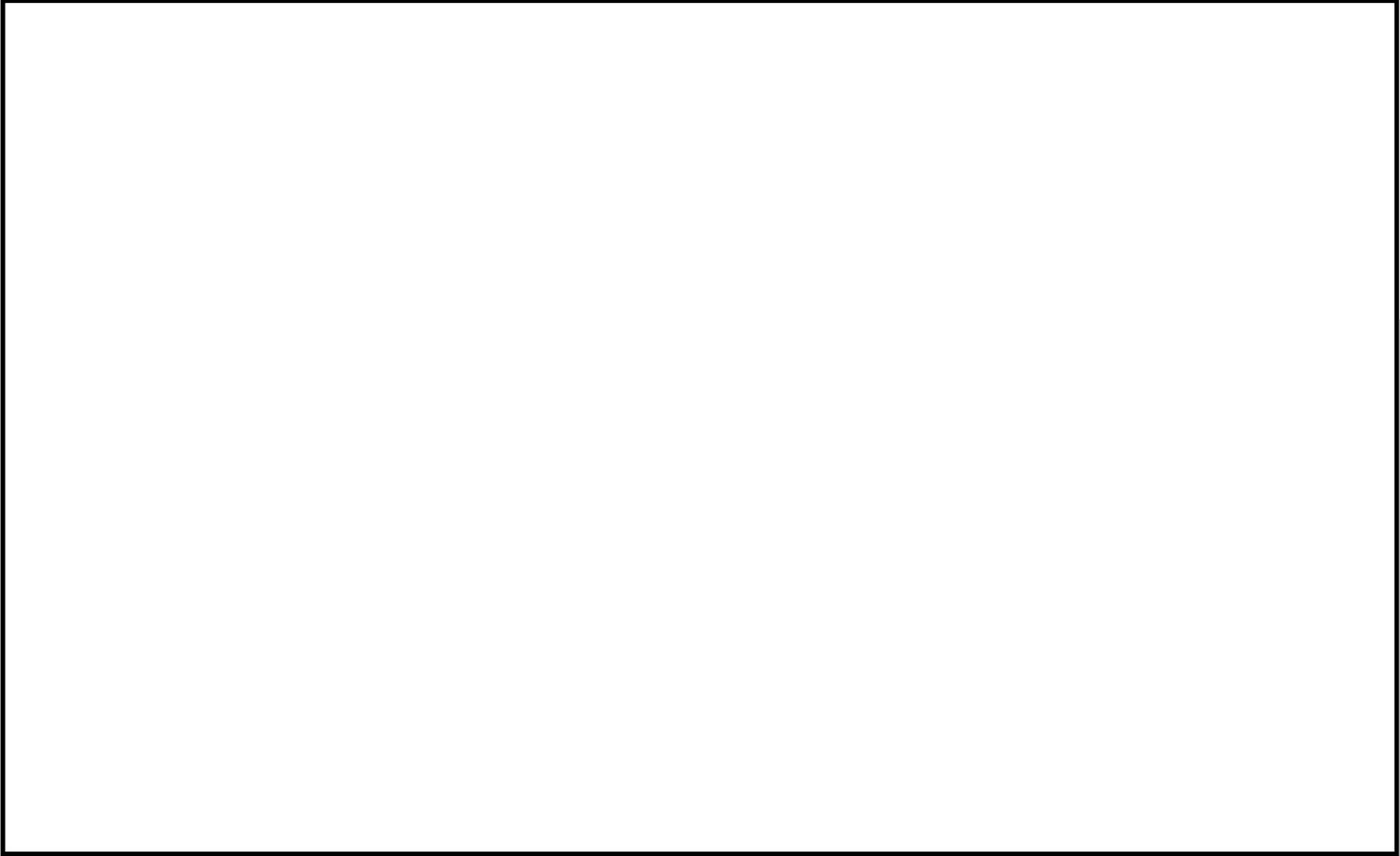
### (b) 建屋への流入の可能性

放水路に繋がり6号炉及び7号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋に流入する可能性のある経路としては、放水庭と6号炉及び7号炉タービン建屋の間に敷設されている循環水管の周囲の隙間部、及び補機放水庭と6号炉及び7号炉タービン建屋の間に敷設されている補機冷却海水管の周囲の隙間部が考えられる。このうち前者については、放水庭側壁の循環水管貫通部がコンクリート巻立てとなっていること（かつボール捕集器ピットから先の循環水管は直接埋設となっていること）、また後者については、補機冷却海水管のタービン建屋外壁の貫通部が高所に位置する（T.M.S.L. +12mの敷地よりも上部）ことから、いずれも設計基準

対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋への津波の流入経路となることはない。(第 2.2-5-2 図, 第 2.2-5-3 図)

なお, 5 号炉においても同様に, 放水庭とタービン建屋の間に敷設されている循環水管の周囲の隙間部, 及び補機放水庭とタービン建屋の間に敷設されている補機冷却海水管の周囲の隙間部が建屋に流入する可能性がある経路として考えられるが, 5 号炉ではいずれの隙間部も, それぞれ放水側壁部及びタービン建屋外周部でコンクリート巻立てとなっているため, 当該隙間部から建屋に津波が流入することはない。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



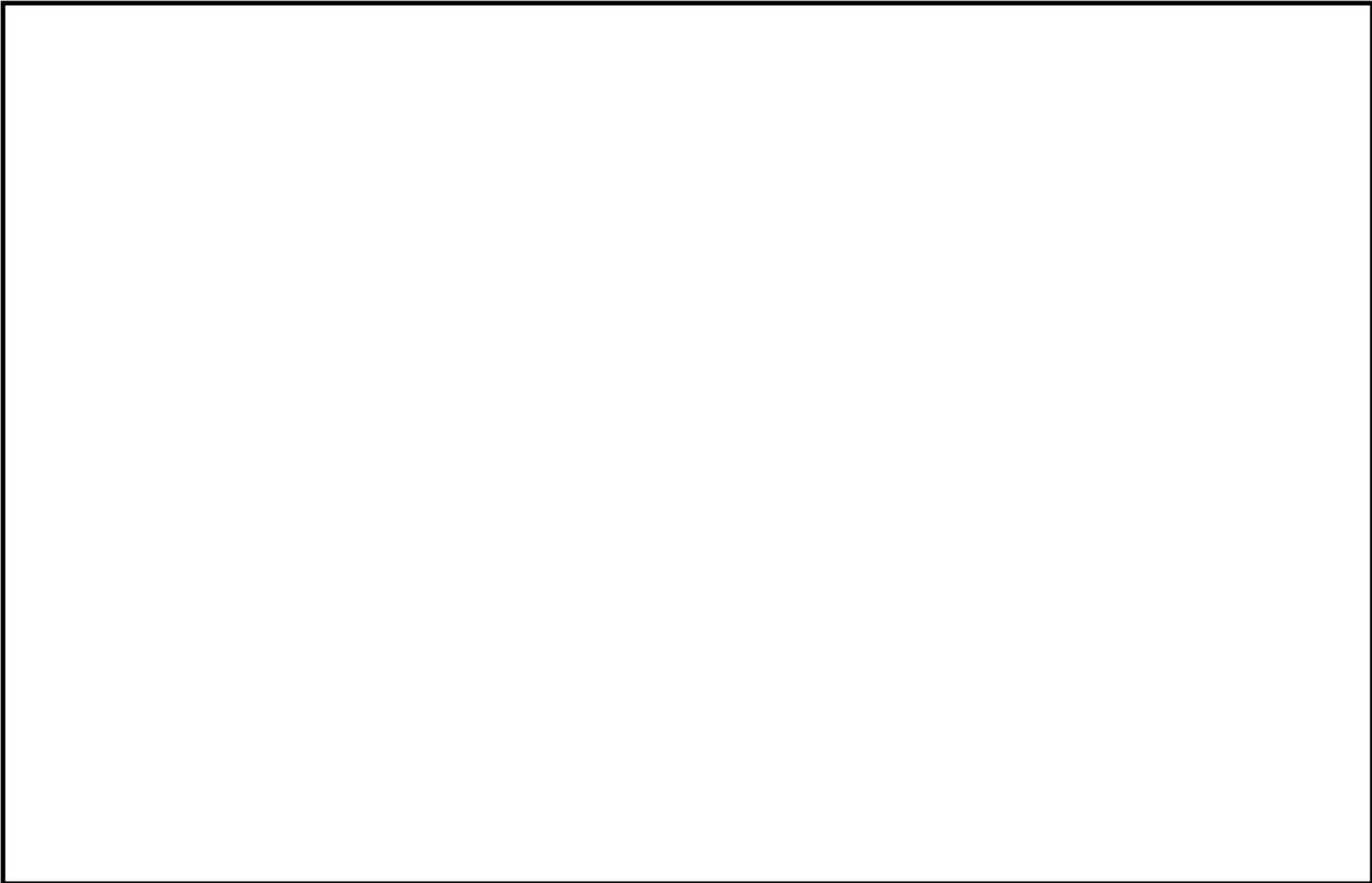
第 2.2-5-1 図 放水路配置図

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



第 2.2-5-2 図 6 号炉 放水路断面図

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



第 2.2-5-3 図 7 号炉 放水路断面図

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



第 2.2-5-4 図 5 号炉 放水路断面図

第 2.2-4 表 放水路からの津波の流入評価結果 (1/2)

流入経路		①	②	裕度 (②-①)	評価
		入力 津波高さ (T.M.S.L.)	許容 津波高さ (T.M.S.L.)		
6 号 炉	放水庭	+7.7m <sup>*1</sup>	+13.0m <sup>*2</sup>	5.3m	○ 許容津波高さが入力 津波高さを上回って おり、敷地に津波は 流入しない
	補機放水庭	+7.7m <sup>*1</sup>	+12.5m <sup>*2</sup>	4.8m	○ 許容津波高さが入力 津波高さを上回って おり、敷地に津波は 流入しない
	放水路 点検用立坑	+7.7m <sup>*1</sup>	+15.4m <sup>*2</sup>	7.7m	○ 許容津波高さが入力 津波高さを上回って おり、敷地に津波は 流入しない
	補機放水路 点検用立坑	+7.7m <sup>*1</sup>	+12.2m <sup>*2</sup>	4.5m	○ 許容津波高さが入力 津波高さを上回って おり、敷地に津波は 流入しない
	循環水管 周囲隙間部	+7.7m <sup>*1</sup>	+4.0m <sup>*3</sup>	—	○ コンクリート巻立て となっており、建屋 に津波は流入しない
	補機冷却 海水管 周囲隙間部	+7.7m <sup>*1</sup>	+14.3m <sup>*4</sup>	—	○ 許容津波高さが入力 津波高さを上回って おり、建屋に津波は 流入しない
7 号 炉	放水庭	+7.7m <sup>*1</sup>	+13.0m <sup>*2</sup>	5.3m	○ 許容津波高さが入力 津波高さを上回って おり、敷地に津波は 流入しない
	補機放水庭	+7.7m <sup>*1</sup>	+12.2m <sup>*2</sup>	4.5m	○ 許容津波高さが入力 津波高さを上回って おり、敷地に津波は 流入しない
	補機放水路 点検用立坑	+7.7m <sup>*1</sup>	+12.2m <sup>*2</sup>	4.5m	○ 許容津波高さが入力 津波高さを上回って おり、敷地に津波は 流入しない
	循環水管 周囲隙間部	+7.7m <sup>*1</sup>	+4.0m <sup>*3</sup>	—	○ コンクリート巻立て となっており、建屋 に津波は流入しない

第 2.2-4 表 放水路からの津波の流入評価結果 (2/2)

流入経路		①	②	裕度 (②-①)	評価
		入力 津波高さ (T.M.S.L.)	許容 津波高さ (T.M.S.L.)		
7 号 炉	補機冷却 海水管 周囲隙間部	+7.7m <sup>※1</sup>	+14.5m <sup>※4</sup>	-	○ 許容津波高さが入力 津波高さを上回って おり、建屋に津波は 流入しない
5 号 炉	放水路 点検用立坑	+7.7m <sup>※1</sup>	+12.2m <sup>※2</sup>	4.5m	○ 許容津波高さが入力 津波高さを上回って おり、敷地に津波は 流入しない
	補機放水路 点検用立坑	+7.7m <sup>※1</sup>	+12.2m <sup>※2</sup>	4.5m	○ 許容津波高さが入力 津波高さを上回って おり、敷地に津波は 流入しない

※1：大湊側の遡上域最高水位

※2：放水庭、立坑の天端標高

※3：循環水管の放水庭側壁貫通部下端（配管外周部）の中で最も低い値（参考）

※4：補機冷却海水管のタービン建屋外壁貫通部下端（配管外周部）の中で最も低い値

### c. 屋外排水路

海域から 6 号炉及び 7 号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備を設置する敷地に繋がる屋外排水路としては、敷地の北側を通り海域に到るものが一つ(①)、放水路を経由して海域に至るものが一つ(②)、5～7 号炉各タービン建屋西側から海域に到るものが三つ(③、④、⑤)の、計五つがある。(第 2.2-6 図)

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

第 2.2-6 図 屋外排水路配置図

各屋外排水路は地中構造物であり、これらに繋がり 6 号炉及び 7 号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備を設置する敷地に津波が流入する可能性のある経路としては排水路上に設置される集水枡が挙げられるが、集水枡の天端標高は、いずれも各排水路における入力津波高さ（大湊側遡上域最高水位）よりも高い。また、この高さは参照する裕度（0.42m）を考慮しても余裕がある。したがって、これらの経路から設計基準対象施設の津波防護対象設備を設置する敷地に津波が流入することはない。

以上の結果を第 2.2-5 表にまとめて示す。

第 2.2-5 表 屋外排水路からの津波の流入評価結果

流入経路	①	②	裕度 (②-①)	評価
	入力 津波高さ※ <sup>1</sup> (T.M.S.L.)	許容 津波高さ※ <sup>3</sup> (T.M.S.L.)		
排水路①	+7.7m <sup>※1</sup>	+12.2m	4.5m	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない
排水路②	+7.7m <sup>※1</sup>	+15.4m	7.7m	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない
排水路③	+7.7m <sup>※2</sup>	+12.0m	4.3m	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない
排水路④	+7.7m <sup>※2</sup>	+12.0m	4.3m	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない
排水路⑤	+7.7m <sup>※2</sup>	+12.0m	4.3m	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない

※1：大湊側の遡上域最高水位

※2：遡上域の最大遡上高さ

※3：各排水路集水樹の天端標高

#### d. 電源ケーブルトレンチ

海域から 6 号炉及び 7 号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備を設置する敷地に至る電源ケーブルトレンチとしては、5 号炉のスクリーン室から海水熱交換器建屋に接続するトレンチ（①）と 6 号炉のスクリーン室から放水庭に接続するトレンチ（②）とがある。各トレンチは地中構造物である。（第 2.2-7 図）

これらの電源ケーブルトレンチから 6 号炉及び 7 号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備を設置する敷地に津波が流入する可能性、及び同設備を内包する建屋に津波が流入する可能性について評価を行った。結果を以下に、また結果の一覧を第 2.2-6 表にまとめて示す。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

第 2.2-7 図 電源ケーブルトレンチ配置図

#### (a) 敷地への流入の可能性

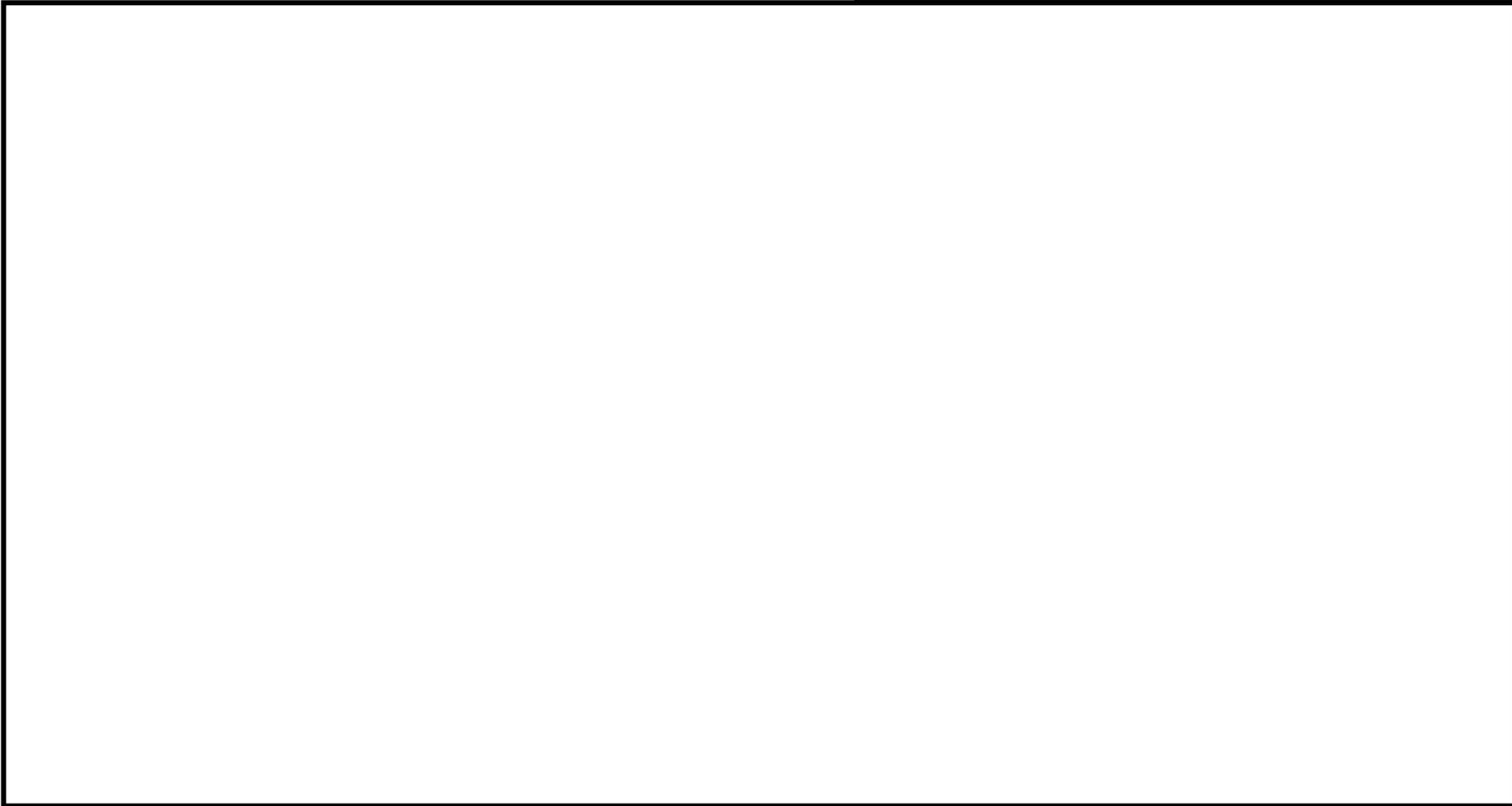
電源ケーブルトレンチに繋がり 6 号炉及び 7 号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備を設置する敷地に津波が流入する可能性のある経路としてはトレンチの敷地面における開口部（蓋付）が挙げられるが、トレンチ開口部の天端標高は、いずれも対応する各号炉の取水路（取水口）における入力津波高さよりも高い。また、この高さは参照する裕度（0.42m）を考慮しても余裕がある。したが

って、これらの経路から設計基準対象施設の津波防護対象設備を設置する敷地に津波が流入することはない。(第 2.2-8 図)

**(b) 建屋への流入の可能性**

電源ケーブルトレンチは 6 号炉及び 7 号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋と直接つながっておらず、また直接つながる循環水ポンプ建屋 (①) や放水庭 (②) との接続箇所も T.M.S.L. +12m の敷地地表面下であり入力津波高さよりも高所であるため、当該トレンチが設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋への津波の流入経路となることはない。(第 2.2-8 図)

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



5 条-別添-2-33

第 2.2-8 図 電源ケーブルトレンチ断面図

第 2.2-6 表 電源ケーブルトレンチから津波の流入評価結果

流入経路	①	②	裕度 (②-①)	評価
	入力 津波高さ (T.M.S.L.)	許容 津波高さ※1 (T.M.S.L.)		
トレンチ①	+6.4m	+12.2m	5.8m	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない
トレンチ②	+6.4m	+13.0m	6.6m	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており、敷地に津波は流入しない

※1：各トレンチ開口部の天端標高

## 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）

### （1）漏水対策

#### 【規制基準における要求事項等】

取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して，取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性を検討すること。

漏水が継続することによる浸水の範囲を想定（以下「浸水想定範囲」という。）すること。

浸水想定範囲の境界において浸水の可能性のある経路，浸水口（扉，開口部，貫通口等）を特定すること。

特定した経路，浸水口に対して浸水対策を施すことにより浸水範囲を限定すること。

#### 【検討方針】

取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して，取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性を検討する。

漏水が継続する場合は，浸水想定範囲を明確にし，浸水想定範囲の境界において浸水の可能性のある経路，浸水口（扉，開口部，貫通口等）を特定する。

また，浸水想定範囲がある場合は，浸水の可能性のある経路，浸水口に対して浸水対策を施すことにより浸水範囲を限定する。

#### 【検討結果】

「2.2 敷地への浸水防止（外郭防護 1）」で示したように，6号炉及び7号炉の取水路（取水槽）の入力津波高さは，対応する取水槽及び補機取水槽の上部床面高さよりも高い。このため，これらの床面に隙間部等が存在する場合には，当該部を介した設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋への漏水による浸水の可能性が考えられる。そこで，漏水による浸水の可能性，及び漏水が継続する場合の浸水想定範囲，必要な浸水対策について，上記の各床面に存在する隙間部等を対象として検討を行った。結果を以下に示す。

##### a. 取水槽上部床面

取水槽上部床面を貫き漏水による浸水経路となり得る隙間部等としては，循環水ポンプのグランド部が挙げられるが，グランド部はグランドパッキンが挿入されており，グランド押さえで蓋をし，締め付けボルトで圧縮力を与えてシールをするとともに，適宜，日常点検及びパトロールで増し締めによる締め付け管理をしていること

から，設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋に海水が有意に流入し建屋が浸水することはない。(第 2.3-1 図 B-B 断面)

また，グラント部における漏水はグラントドレン配管を介してドレンサンプに排水されるが，ドレンサンプはタービン建屋地下にあり海域と接続されているものではないため，海水がドレン配管を逆流して建屋に流入するようなこともない。

以上より，取水槽上部床面を介した設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋への漏水による浸水の可能性はない。

#### b. 補機取水槽上部床面

補機取水槽上部床面を貫き漏水による浸水経路となり得る隙間部等としては，補機冷却海水ポンプのグラント部及び補機取水槽のベント管が挙げられる。(第 2.3-1 図 C-C 断面)

補機冷却海水ポンプのグラント部はグラントパッキンが挿入されており，グラント押さえで蓋をし，締め付けボルトで圧縮力を与えてシールをするとともに，適宜，日常点検及びパトロールで増し締めによる締め付け管理をしていることから，有意な浸水が生じることはない。また，グラント部における漏水はグラントドレン配管を介してドレンサンプに排水されるが，ドレンサンプはタービン建屋地下にあり海域と接続されたものではないため，海水がドレン配管を逆流して建屋に流入するようなこともない。(第 2.3-1 図 C-C 断面 a 部)

一方，補機取水槽のベント管は，管を T. M. S. L. +12m の敷地の地表面よりも高所に導いた後に屋外に排気させているため，海水がベント管を介して建屋内に流入することはない。なお，ベント管の排気高さは補機取水槽における入力津波高さよりも高いため，ベント管を介して敷地が浸水することもない。(第 2.3-1 図 C-C 断面 b, c 部)

以上より，補機取水槽上部床面を介した設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋への漏水による浸水の可能性はない。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

5 条-別添-2-37

第 2.3-1 図 取水槽及び補機取水槽上部床面を介した漏水の可能性の検討（6号炉の例）

## (2) 安全機能への影響評価

### 【規制基準における要求事項等】

浸水想定範囲の周辺に重要な安全機能を有する設備等がある場合は、防水区画化すること。

必要に応じて防水区画内への浸水量評価を実施し、安全機能への影響がないことを確認すること。

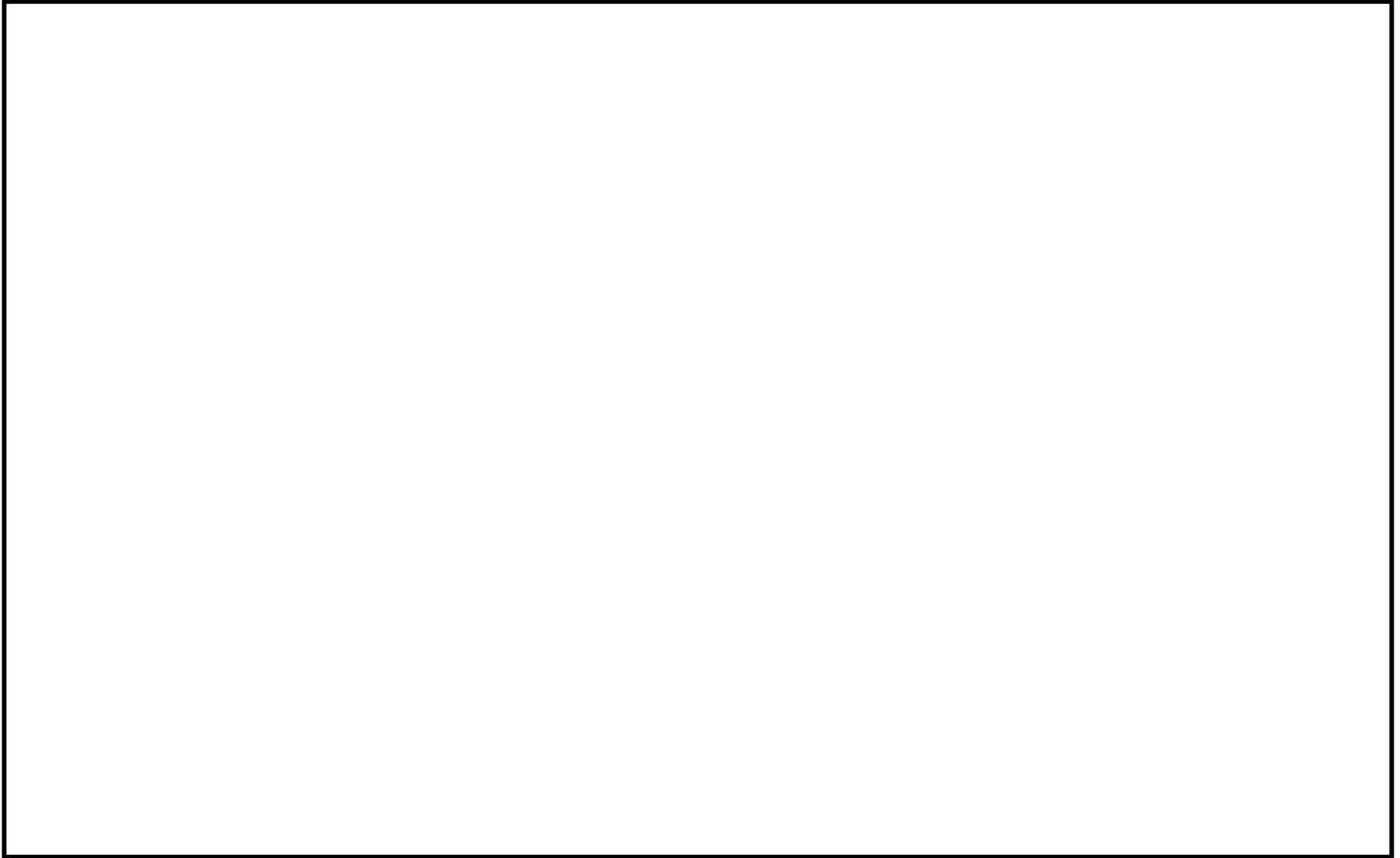
### 【検討方針】

浸水想定範囲が存在する場合、その周辺に重要な安全機能を有する設備等がある場合は、防水区画化する。必要に応じて防水区画内への浸水量評価を実施し、安全機能への影響がないことを確認する。

### 【検討結果】

「(1) 漏水対策」で示したとおり、取水槽上部床面、補機取水槽上部床面ともに、当該部を介した設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋への漏水による浸水の可能性はない。このため、周辺に存在する安全機能を有する設備等に対する防水区画化は要しないが、ここでは保守的な想定としてグラウンド dren 配管の詰まりや取水槽・補機取水槽につながる海水ポンプのエアベント配管、ブローオフ配管の破損等を仮定して漏水が発生するものとし、循環水ポンプエリア、原子炉補機冷却海水ポンプエリア（A/C系エリア、B系エリア）を各床面からの漏水に対する浸水想定範囲として設定した上で、安全機能への影響を評価した。

設定した浸水想定範囲の詳細及び周辺に存在する設計基準対象施設の津波防護対象設備を第2.3-2図に、また評価の結果を以下に示す。



第 2.3-2 図 浸水想定範囲と設計基準対象施設の津波防護対象設備（6号炉の例）

#### a. 循環水ポンプエリア

浸水想定範囲である循環水ポンプエリアには設計基準対象施設の津波防護対象設備は存在しないが，周辺に存在する設計基準対象施設の津波防護対象設備としては第 2.3-2 図に示すとおり，隣接する補機冷却海水ポンプエリア（A/C系エリア，B系エリア）に原子炉補機冷却海水ポンプ及び原子炉補機冷却水ポンプ，その電源等がある。

「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に後述するとおり，原子炉補機冷却海水ポンプエリアは，循環水ポンプエリアにおいて地震により循環水管が破断すると想定した際の大規模な溢水に対して防水区画化している。これより，循環水ポンプエリアへの漏水については，これにより防水区画内に浸水が生じ，安全機能に影響が及ぶことはないものと評価する。

#### b. 原子炉補機冷却海水ポンプ A/C系エリア

浸水想定範囲である原子炉補機冷却海水ポンプ A/C系エリアは，隣接する下部エリアに設計基準対象施設の津波防護対象設備であるC系の原子炉補機冷却ポンプ，原子炉補機冷却水系熱交換器等があるが，当該下部エリアは，原子炉補機冷却海水ポンプ A/C系エリアとの境界部に存在する浸水の可能性のある経路，浸水口（扉，開口部，貫通口等）に対して浸水対策を施すことにより防水区画化している。（第 2.3-2 図）

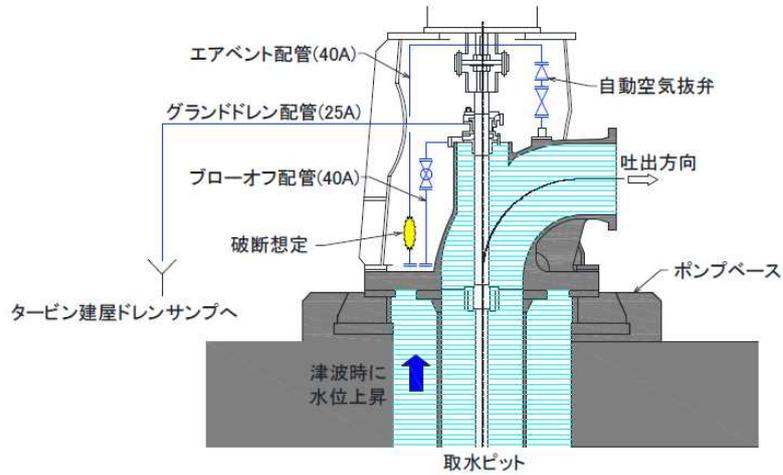
一方，原子炉補機冷却海水ポンプ A/C系エリアはエリア内にも設計基準対象施設の津波防護対象設備である A/C系の原子炉補機冷却海水ポンプ及び A系の原子炉補機冷却水ポンプ等がある。これらについて保守的な想定に基づき漏水による浸水量（浸水深）を設定し，安全機能への影響評価を実施すると以下の結果となり，いずれも漏水により安全機能に影響が及ぶことのないことを確認した。

##### (a) 保守的な想定に基づく浸水深

保守的な想定として原子炉補機冷却海水ポンプに設置されるエアベント配管（配管口径 40A）が原子炉補機冷却海水ポンプ設置床部（T.M.S.L.+3.5m）で全周破断するものとし，第 2.3-3 図に示す手法，条件（入力津波）により評価を行うと，漏水による浸水量は約 8m<sup>3</sup>と算定される。

原子炉補機冷却海水ポンプ A/C系エリアの床面積は約 580m<sup>2</sup>であることから，上記の漏水量より，当該エリアの浸水深は 2cm 以下と評価される。

なお、海域に接続する配管としては他にポンプのブローオフ配管が存在するが、配管口径はエアベント配管と同等であるため、この配管の破断を想定した際も浸水深は同等となる。

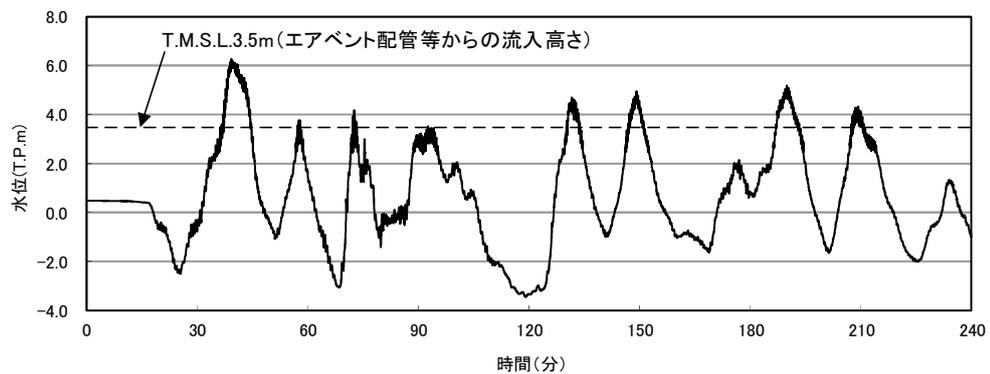


想定事象

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

- Q : 合計漏水量 [m<sup>3</sup>]
- A : 流入部の面積 (配管口径) [m<sup>2</sup>]
- G : 重力加速度 [m/s<sup>2</sup>]
- H<sub>A</sub> : 入力津波高さ [m]
- H<sub>B</sub> : 流入部の高さ [m]

評価手法



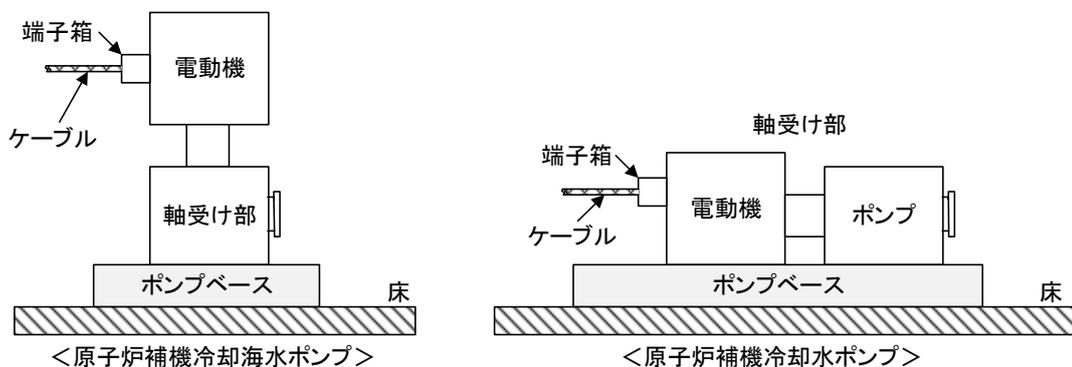
評価条件 (補機取水槽内入力津波時刻歴波形)

第 2.3-3 図 漏水による浸水量評価

## (b) 影響評価

原子炉補機冷却海水ポンプ及び原子炉補機冷却水ポンプの中で浸水により安全機能に影響を及ぼす可能性のある要素としては、電動機本体及びケーブル接続部（端子箱）が挙げられるが、これらのポンプは30cmを超えるベース上に設置されている（第2.3-5図）。

したがって、(a) で示した浸水深2cm以下程度の漏水により各要素が浸水することはないと、これより、漏水により各ポンプの安全機能に影響が及ぶことはないものと評価する。



第2.3-5図 ポンプ機能喪失要因の概念図

## c. 原子炉補機冷却海水ポンプ B系エリア

浸水想定範囲である原子炉補機冷却海水ポンプ B系エリアは、隣接するエリア（B系非常用電気品室）に設計基準対象施設の津波防護対象設備である B系の電源があるが、当該エリアは、原子炉補機冷却海水ポンプ B系エリアとの境界部に存在する浸水の可能性のある扉部に対して浸水対策として高さ30cmの堰を設けることにより防水区画化している。（第2.3-2図）

一方、補機冷却海水ポンプ B系エリアはエリア内にも設計基準対象施設の津波防護対象設備である B系の原子炉補機冷却海水ポンプ及び原子炉補機冷却水ポンプ等がある。これらについて保守的な想定に基づき漏水による浸水量（浸水深）を設定し、安全機能への影響評価を実施すると以下の結果となり、いずれも漏水により安全機能に影響が及ぶことのないことを確認した。

**(a) 保守的な想定に基づく浸水深**

前項と同様の考え方，方法により漏水量を算出すると，漏水量は約  $8\text{m}^3$  となる。これより，原子炉補機冷却海水ポンプ B 系エリアの床面積は約  $680\text{m}^2$  であるため，当該エリアの浸水深は 2cm 以下と評価される。

**(b) 影響評価**

前項と同様，ポンプは 30cm を超えるベース上に設置されていることから，浸水深 2cm 以下程度の漏水により各ポンプの安全機能に影響が及ぶことはないものと評価する。

### (3) 排水設備設置の検討

#### 【規制基準における要求事項等】

浸水想定範囲における長期間の冠水が想定される場合は、排水設備を設置すること。

#### 【検討方針】

浸水想定範囲における長期間の冠水が想定される場合は、排水設備を設置する。

#### 【検討結果】

「(1) 漏水対策」で示したとおり、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋への漏水による有意な浸水は想定されないため、排水設備は不要である。

## 2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）

### (1) 浸水防護重点化範囲の設定

#### 【規制基準における要求事項等】

重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び区画については、浸水防護重点化範囲として明確化すること。

#### 【検討方針】

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については、浸水防護重点化範囲として明確化する。

#### 【検討結果】

6号炉及び7号炉の設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画としては、原子炉建屋、タービン建屋、コントロール建屋及び廃棄物処理建屋、及び燃料設備（軽油タンク、燃料移送ポンプ）を敷設する区画がある。また、各建屋内の設計基準対象施設の津波防護対象設備の配置は添付資料-1に示すとおりである。

以上を踏まえ、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について、第2.4-1図に概略、第2.4-2図に詳細を示すとおり浸水防護重点化範囲として設定した。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

第 2.4-1 図 浸水防護重点化範囲概略図

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

5 条-別添-2-47

第 2.4-2-1 図 浸水防護重点化範囲詳細図（横断面）

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

5 条-別添-2-48

第 2.4-2-2 図 浸水防護重点化範囲詳細図（6号炉縦断面）（1/2）

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

5 条-別添-2-49

第 2.4-2-2 図 浸水防護重点化範囲詳細図（6号炉縦断面）（2/2）

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

5 条-別添-2-50

第 2.4-2-3 図 浸水防護重点化範囲詳細図 (7 号炉縦断面) (1/2)

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

5 条-別添-2-51

第 2.4-2-3 図 浸水防護重点化範囲詳細図 (7 号炉縦断面) (2/2)

## (2) 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策

### 【規制基準における要求事項等】

津波による溢水を考慮した浸水範囲，浸水量を安全側に想定すること。

浸水範囲，浸水量の安全側の想定に基づき，浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路，浸水口（扉，開口部，貫通口等）を特定し，それらに対して浸水対策を施すこと。

### 【検討方針】

津波による溢水を考慮した浸水範囲，浸水量を安全側に想定する。浸水範囲，浸水量の安全側の想定に基づき，浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路，浸水口（扉，開口部，貫通口等）を特定し，それらに対して浸水対策を実施する。

津波による溢水を考慮した浸水範囲，浸水量については，地震による溢水の影響も含めて，以下の方針により安全側の想定を実施する。

- 地震・津波による建屋内の循環水系等の機器・配管の損傷による建屋内への津波及び系統設備保有水の溢水，下位クラス建屋における地震時のドレン系ポンプの停止による地下水の流入等の事象を考慮する。
- 地震・津波による敷地内のタンク等の損傷による敷地内への津波及び系統保有水の溢水等の事象を考慮する。
- 循環水系機器・配管等損傷による津波浸水量については，入力津波の時刻歴波形に基づき，津波の繰り返し襲来を考慮する。また，サイフォン効果も考慮する。
- 機器・配管等の損傷による溢水量については，内部溢水における溢水事象想定を考慮して算定する。
- 地下水の流入量は，対象建屋周辺のドレン系による排水量の実績値に基づき，安全側の仮定条件で算定する。
- 施設・設備施工上生じうる隙間部等がある場合には，当該部からの溢水も考慮する。

## 【検討結果】

前項までに述べたとおり，設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建屋及び区画が設置された敷地に対する外郭防護は，敷地高さにより達成しており，また，取水路，放水路等の経路から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への流入に対する外郭防護は，浸水防止設備を設置することにより実現している。これより，津波単独事象に対しては，浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路は存在しない。

一方，【検討方針】に示される「地震による溢水の影響」について，6号炉及び7号炉に対して「地震による溢水」を具体化すると次の各事象が挙げられる。これらの概念図を第2.4-3図に示す。

### ①タービン建屋（循環水ポンプエリア及び熱交換器エリア※を除く）における溢水

当該エリアにある低耐震配管である循環水管の伸縮継手が津波の原因となる地震により損傷し，津波襲来下において当該損傷部から海水が流入する。

※第2.4-2-1図における原子炉補機冷却水系（A/C系，B系）エリア，タービン補機冷却水系熱交換器エリア

### ②タービン建屋循環水ポンプエリアにおける溢水

当該エリアにある低耐震配管である循環水管の伸縮継手が津波の原因となる地震により損傷し，津波襲来下において当該損傷部から海水が流入する。

### ③タービン建屋熱交換器エリアにおける溢水

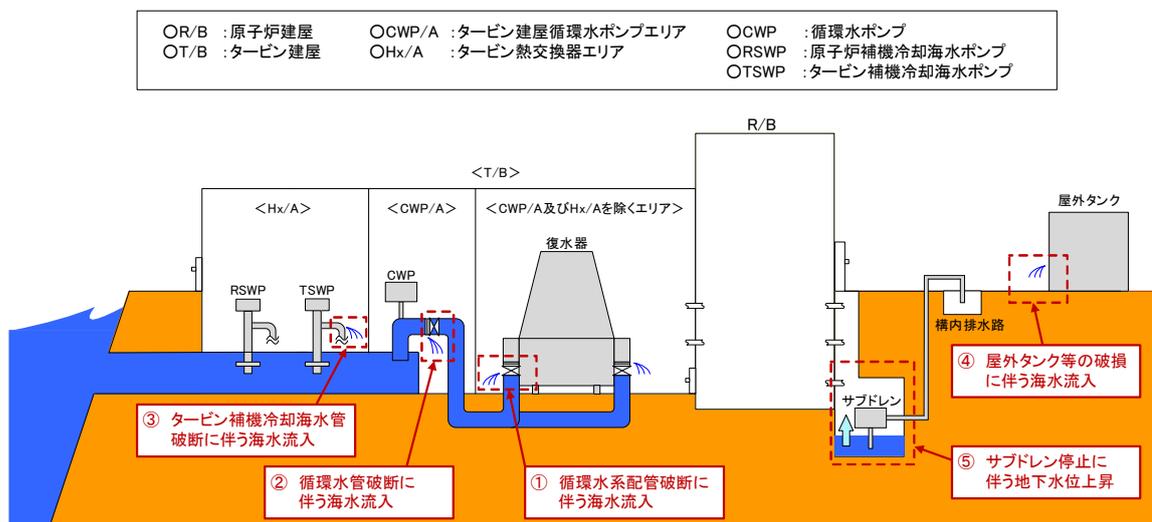
当該エリアにある低耐震設備であるタービン補機冷却海水管が津波の原因となる地震により損傷し，津波襲来下において当該損傷部から海水が流入する。なお，低耐震機器であるタービン補機冷却海水ポンプ及び同ポンプと同一エリアに敷設されている配管は基準地震動  $S_s$  に対する健全性を確認しているため，地震による損傷はないものとしている。

### ④建屋外周部における溢水

地震により敷地内にある低耐震機器である屋外タンク等が損傷し，保有水が敷地内に流出する。

⑤ 建屋外周地下部における溢水

地震により地下水を排出するための排水設備（サブドレン）が停止し、建屋周辺の地下水位が上昇する。



第 2.4-3 図 地震による溢水の概念図

以上の各事象の中で、「津波による溢水」に該当する事象（津波襲来下において海水が流入する事象）、あるいは「津波による溢水」への影響が考えられる事象（津波による溢水の浸水範囲内で、同時に起こり得る溢水事象）としては、①～③が挙げられ、これらの各事象について、浸水防護重点化範囲への影響を以下に評価した。

なお、上記の「地震による溢水」のうち④、⑤については、これらによる影響に対して「設置許可基準規則第 9 条（溢水による損傷の防止等）」への適合のために評価及び対策を行うこととしており、その結果、「津波による溢水」には影響しない地震単独事象となっている。本内容については、同条に対する適合性（参考資料 2 第 10 章）において説明する。

a. 浸水量評価

①タービン建屋（循環水ポンプエリア及び熱交換器エリアを除く）  
における溢水

本事象による浸水量評価の具体的な内容は、「設置許可基準規則第9条（溢水による損傷の防止等）」に対する適合性（参考資料2第9章9.1）において説明する。

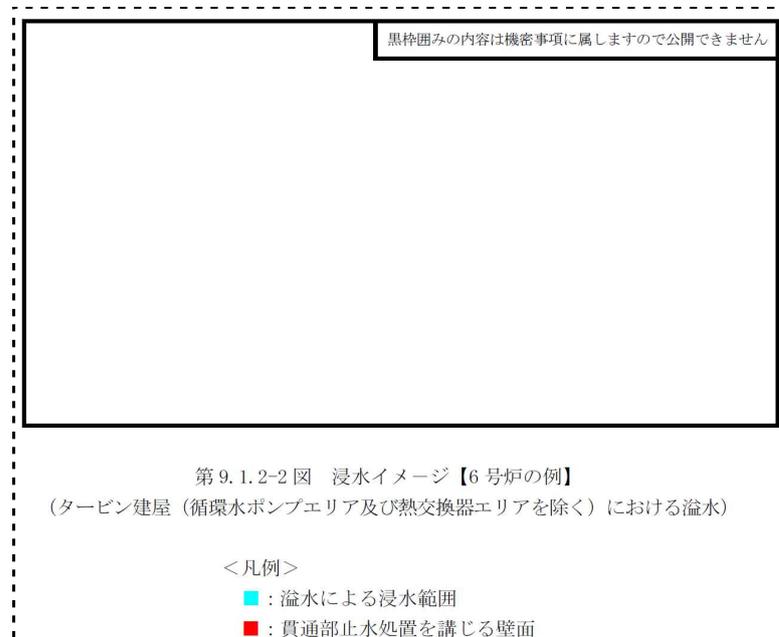
本事象による浸水水位及び浸水イメージを第2.4-1表及び第2.4-4図に示す。（それぞれ参考資料2第9.1.2-9表及び第9.1.2-2図より転載）

第2.4-1表 浸水水位

第9.1.2-9表 タービン建屋（循環水ポンプエリア及び熱交換器エリアを除く）の溢水量及び浸水水位

	溢水量[m <sup>3</sup> ]			
	循環水管	復水器	耐震B、Cクラス機器	合計（浸水水位）
【6号炉】	約7,813 <sup>**</sup>	約1,668	約8,100	約17,580 <sup>**</sup> (T.M.S.L.約+0.56m)
【7号炉】	約13,905 <sup>**</sup>	約1,820	約8,100	約23,830 <sup>**</sup> (T.M.S.L.約+2.91m)

※：各項目の溢水量の値を表記上切り上げているため、各表の合計値と異なる場合がある。



第2.4-4図 浸水イメージ（6号炉の例）

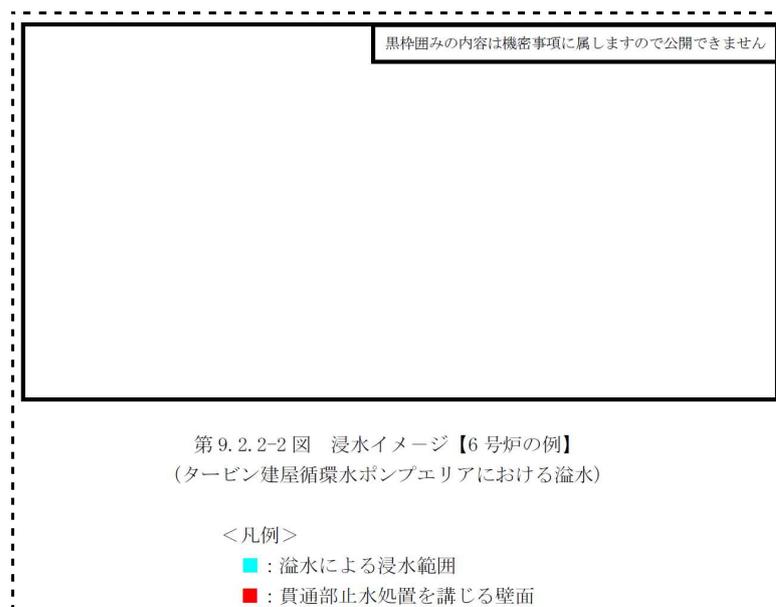
## ②タービン建屋循環水ポンプエリアにおける溢水

本事象による浸水量評価の具体的な内容は、「設置許可基準規則第9条（溢水による損傷の防止等）」に対する適合性（参考資料2第9章9.2）において説明する。

本事象による浸水水位及び浸水イメージを第2.4-2表及び第2.4-5図に示す。（それぞれ参考資料2第9.2.2-2表及び第9.2.2-2図より転載）

第2.4-2表 浸水水位

	溢水量 [m <sup>3</sup> ]	溢水水位 T. M. S. L. [m]	循環水ポンプ電動機 上端 T. M. S. L. [m]
【6号炉】	約9,910	約+12.19	+12.145
【7号炉】	約9,740	約+11.89	+11.66



第2.4-5図 浸水イメージ（6号炉の例）

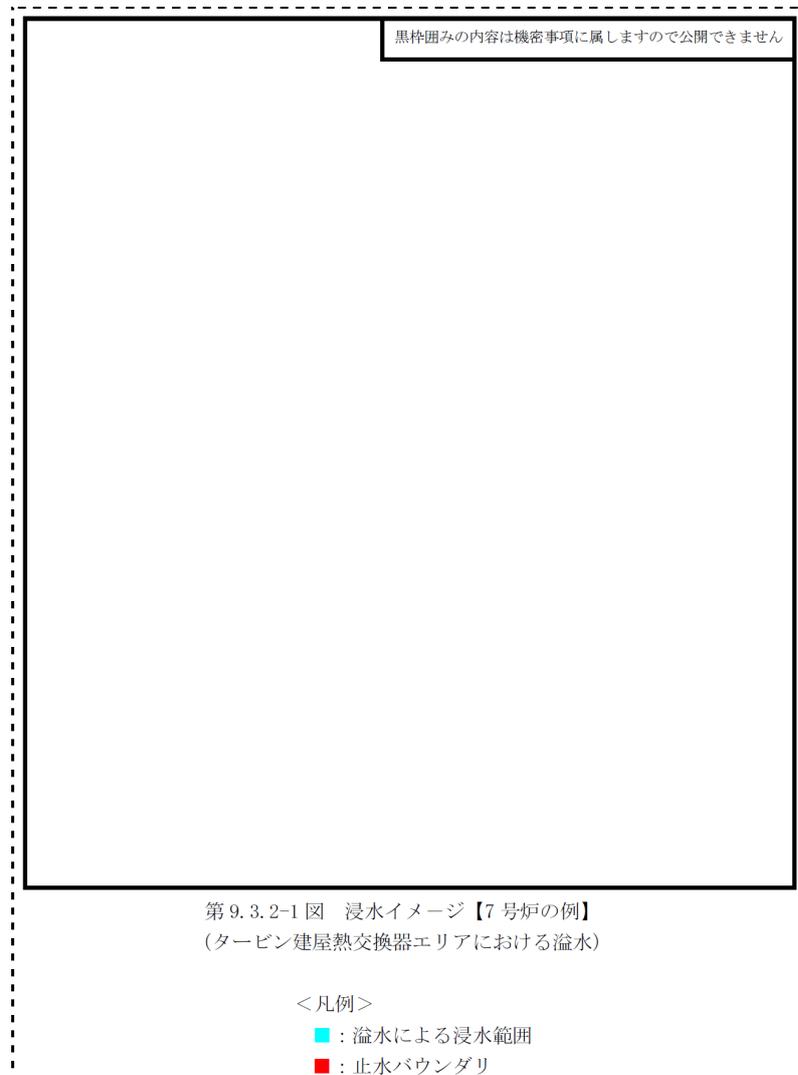
### ③タービン建屋熱交換器エリアにおける溢水

本事象による浸水量評価の具体的な内容は、「設置許可基準規則第9条（溢水による損傷の防止等）」に対する適合性（参考資料2第9章9.3）において説明する。

本事象による浸水水位及び浸水イメージを第2.4-3表及び第2.4-6図に示す。（それぞれ参考資料2第9.3.2-1表及び第9.3.2-1図より転載）

第2.4-3表 浸水水位

第9.3.2-1表 タービン建屋熱交換器エリアの浸水水位 (津波波形の最高値)	
	浸水水位 T.M.S.L. [m]
【6号炉】	約+6.6
【7号炉】	約+7.4



第2.4-6図 浸水イメージ（7号炉の例）

**b. 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策**

「a. 浸水量評価」で示した各事象により想定される浸水範囲，浸水量に対し，浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路，浸水口（扉，開口部，貫通口等）を特定し，それらに対して浸水対策を実施した。

浸水対策の実施範囲を第 2.4-7 図に，浸水対策の種類を第 2.4-4 表に示す。また，浸水対策の設置位置，実施範囲を添付資料 5 に示す。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

第 2.4-7-1 図 浸水対策の実施範囲（横断面）（1/2）

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

第 2.4-7-1 図 浸水対策の実施範囲（横断面）（2/2）

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

5 条-別添-2-61

第 2.4-7-2 図 浸水対策の実施範囲（6号炉縦断面）（1/2）

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

5条-別添-2-62

第 2.4-7-2 図 浸水対策の実施範囲（6号炉縦断面）（2/2）

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

5 条-別添-2-63

第 2.4-7-3 図 浸水対策の実施範囲（7号炉縦断面）（1/2）

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

5 条-別添-2-64

第 2.4-7-3 図 浸水対策の実施範囲（7号炉縦断面）（2/2）

第 2.4-4 表 浸水対策の種類

浸水経路，浸水口の種類		浸水対策
通路，扉部		・ 浸水防止設備として「水密扉」を設置
壁貫通口		
貫 通 物	○ 配管	・ 浸水防止設備として「貫通部止水処置」を実施
	○ 電線	
	○ ケーブルトレイ	
	○ なし	
	・ 予備スリーブ ・ 予備電線管 等	・ 浸水防護施設として「貫通部止水処置」を実施
	・ ダクトシャフト 排気口	・ 浸水防護施設として「ダクト閉止板」， 「浸水防止ダクト」を設置
床貫通口		
貫 通 物	○ 配管	・ 浸水防護施設として「貫通部止水処置」を実施
	○ 電線	
	○ ケーブルトレイ	
	○ なし	
	・ 予備スリーブ ・ 予備電線管 等	
床ドレンライン		・ 浸水防護施設として「床ドレンライン浸水防止治具」を設置

## 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) 非常用海水冷却系の取水性

#### 【規制基準における要求事項等】

非常用海水冷却系の取水性については、次に示す方針を満足すること。

- 基準津波による水位の低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計であること。
- 基準津波による水位の低下に対して冷却に必要な海水が確保できる設計であること。

#### 【検討方針】

基準津波による水位の低下に対して、非常用海水冷却系の海水ポンプである原子炉補機冷却海水ポンプが機能保持できる設計であることを確認する。

また、基準津波による水位の低下に対して、非常用海水冷却系による冷却に必要な海水が確保できる設計であることを確認する。

具体的には、以下のとおり実施する。

- 原子炉補機冷却海水ポンプ位置の評価水位の算定を適切に行うため、取水路の特性に応じた手法を用いる。また、取水路の管路の形状や材質、表面の状況に応じた摩擦損失を設定する。
- 原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位が下降側評価水位を下回る等、水位低下に対して同ポンプが機能保持できる設計となっていることを確認する。
- 引き波時に水位が実際の取水可能水位を下回る場合には、下回っている時間において、原子炉補機冷却海水ポンプの継続運転が可能な貯水量を十分確保できる設計となっていることを確認する。なお、取水路または取水槽が循環水系と非常用系で併用される場合においては、循環水系運転継続等による取水量の喪失を防止できる措置が施される方針であることを確認する。

## 【検討結果】

基準津波による水位の低下に伴う取水路の特性を考慮した原子炉補機冷却海水ポンプ位置の評価水位を適切に算定するため、開水路及び管路において非定常管路流の連続式及び運動方程式を用いて管路解析を実施する。また、その際、取水口から補機取水槽に至る系をモデル化し、管路の形状、材質及び表面の状況に応じた摩擦損失を考慮し、計算結果に潮位のばらつきの加算や安全側に評価した値を用いる。（「1.4 入力津波の設定」参照）

管路解析により得られた基準津波による補機取水槽内の水位下降側の津波高さは、原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位（6号炉 T.M.S.L. -5.24m、7号炉 T.M.S.L. -4.92m）を一時的に下回る。このため、その間においても原子炉補機冷却海水ポンプの継続運転が可能となるよう、各号炉の取水口前面に非常用取水設備として海水貯留堰を設置する。なお、海水貯留堰は津波防護施設と位置づけて設計を行う。

海水貯留堰は、1プラント当たり原子炉補機冷却海水ポンプを6台運転（全台運転）する場合においても十分な量の海水を貯留でき、原子炉補機冷却海水ポンプの継続運転に支障をきたすことがない設計とする。具体的には6号炉、7号炉ともに、貯留堰天端標高を T.M.S.L. -3.5m とし、原子炉補機冷却海水ポンプの継続運転のための必要貯水量約 2,700m<sup>3</sup>（※）に対して、6号炉では約 10,000m<sup>3</sup>、7号炉では約 8,000m<sup>3</sup> と十分量の海水を堰内に貯留する。

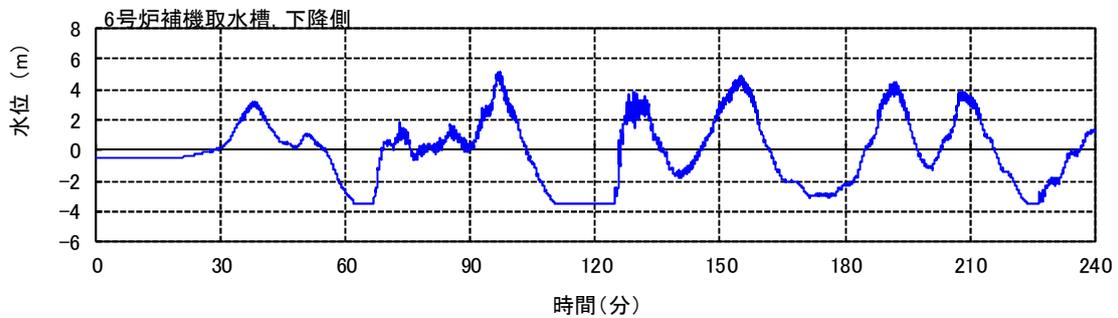
なお、柏崎刈羽原子力発電所の6号炉及び7号炉では、取水路が常用系（循環水系、タービン補機冷却海水系）と非常用系（原子炉補機冷却海水系）で併用されることから、津波による水位低下を確認した際には、常用系のポンプ（循環水ポンプ、タービン補機冷却海水ポンプ）を手動停止する運用とする。さらに、保守的な想定として津波発生時には中央制御室の操作が輻輳していることも考慮し、これらのポンプに自動停止インターロックを設けることで、非常用海水冷却系による冷却に必要な海水の喪失を確実に防止できる設計とする。

海水貯留堰の設置後における基準津波による補機取水槽内の津波高さを第2.5-1図に、海水貯留堰に関わる施設及び海水貯留堰の概要を第2.5-2図、第2.5-3図に示す。また、津波による水位低下時の常用系ポンプの停止に関わる運用を添付資料7に示す。

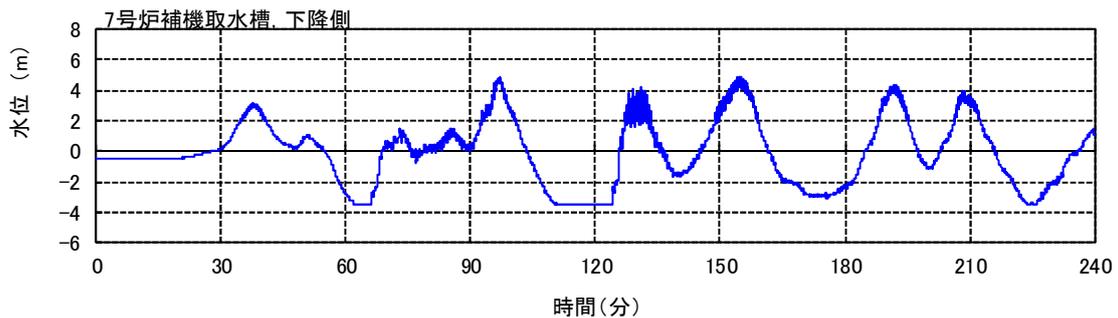
※原子炉補機冷却海水ポンプの継続運転のための必要貯水量

第 2.5-1 図に示すように、基準津波による補機取水槽内の津波高さが海水貯留堰の天端標高 T.M.S.L. - 3.5m を下回る継続時間は、最大でも 15 分程度である。一方、原子炉補機冷却海水ポンプの定格容量は  $30\text{m}^3/\text{min}$  であるため、取水量が最大となる全台運転（6 台運転）の場合には毎分  $180\text{m}^3$  が取水されることになる。

したがって、海水貯留堰の天端標高を T.M.S.L. - 3.5m とした際の貯留堰の必要貯水量は、以上の両者を乗じることより、約  $2,700\text{m}^3$  ( $15\text{分} \times 180\text{m}^3/\text{min} = 2,700\text{m}^3$ ) となる。



6 号炉



7 号炉

第 2.5-1 図 補機取水槽内の津波高さ

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

5 条-別添-2-69

第 2.5-2 図 海水貯留堰に関わる施設の概要（6号炉の例）

原子炉補機冷却海水ポンプの運転継続可能時間の算出

運転継続可能時間 = 貯留容量 ÷ 取水量  
=  $10,000 \text{ m}^3 \div 180 \text{ m}^3/\text{min}$  (7号炉では  $8,000 \text{ m}^3 \div 180 \text{ m}^3/\text{min}$ )  
= 約 55 分 (7号炉では約 44 分)

[貯留堰]

貯留容量 : 約  $10,000 \text{ m}^3$  (7号炉では約  $8,000 \text{ m}^3$ )

[非常用海水ポンプ] (7号炉も同じ)

- ・ 定格容量(1台あたり) :  $30 \text{ m}^3/\text{min}$
- ・ 台数 : 6 台
- ・ 合計取水量 :  $180 \text{ m}^3/\text{min}$

※以上は引き波後の押し波による堰内への水の補充がないとした場合の運転継続可能時間であり、実際は第 2.5-1 図に示されるとおり約 10 分程度の周期で引き波と押し波が繰り返されるため上記の時間を超えても運転の継続にあたり支障はない

第 2.5-3 図 海水貯留堰の概要 (6号炉の例)

## (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

### 【規制基準における要求事項等】

基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積が適切に評価されていること。

基準津波に伴う取水口付近の漂流物が適切に評価されていること。

非常用海水冷却系については、次に示す方針を満足すること。

- 基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積，陸上斜面崩壊による土砂移動・堆積及び漂流物に対して取水口及び取水路の通水性が確保できる設計であること。
- 基準津波による水位変動に伴う浮遊砂等の混入に対して海水ポンプが機能保持できる設計であること。

### 【検討方針】

基準津波に伴う 6 号炉及び 7 号炉の取水口付近の砂の移動・堆積や漂流物を適切に評価する。その上で、非常用海水冷却系について、基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積，陸上斜面崩壊による土砂移動・堆積及び漂流物に対して各号炉の取水口及び取水路の通水性が確保できる設計であること，浮遊砂等の混入に対して非常用海水冷却系の海水ポンプである原子炉補機冷却海水ポンプが機能保持できる設計であることを確認する。

具体的には、以下のとおり確認する。

- 遡上解析結果における取水口付近の砂の堆積状況に基づき，砂の堆積高さが取水口下端に到達しないことを確認する。取水口下端に到達する場合は，取水口及び取水路が閉塞する可能性を安全側に検討し，閉塞しないことを確認する。
- 混入した浮遊砂は，スクリーン等で除去することが困難なため，原子炉補機冷却海水ポンプそのものが運転時の砂の混入に対して軸固着しにくい仕様であることを確認する。
- 基準津波に伴う取水口付近の漂流物については，遡上解析結果における取水口付近を含む敷地前面及び遡上域の寄せ波及び引き波の方向，速度の変化を分析した上で，漂流物の可能性を検討し，漂流物により取水口が閉塞しないことを確認する。また，スクリーン自体が漂流物となる可能性が無いか確認する。

## 【検討結果】

### a. 砂の移動・堆積に対する通水性確保

6号炉及び7号炉の取水口前面における取水口呑口の下端の高さはT.M.S.L. -5.5mであり、平均潮位(T.M.S.L. +0.26m)において、取水路の取水可能部は5mを超える高さを有する(第2.5-4図)。これに対し、数値シミュレーションにより得られた基準津波による砂移動に伴う取水口前面の砂の堆積量は、取水路横断方向の平均で、6号炉が約0.3m、7号炉が約0.6mであった。

以上より、基準津波による砂移動・堆積により取水口及び取水路が閉塞する可能性はないと考えられ、これより、基準津波による砂移動・堆積に対して非常用海水冷却系(原子炉補機冷却海水系)に必要な取水口及び取水路の通水性は確保できるものと評価する。

なお、基準津波による砂の移動・堆積の数値シミュレーションによる評価は「柏崎刈羽原子力発電所における津波評価」(参考資料1)において説明する。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

第2.5-4図 取水口前面における取水路断面

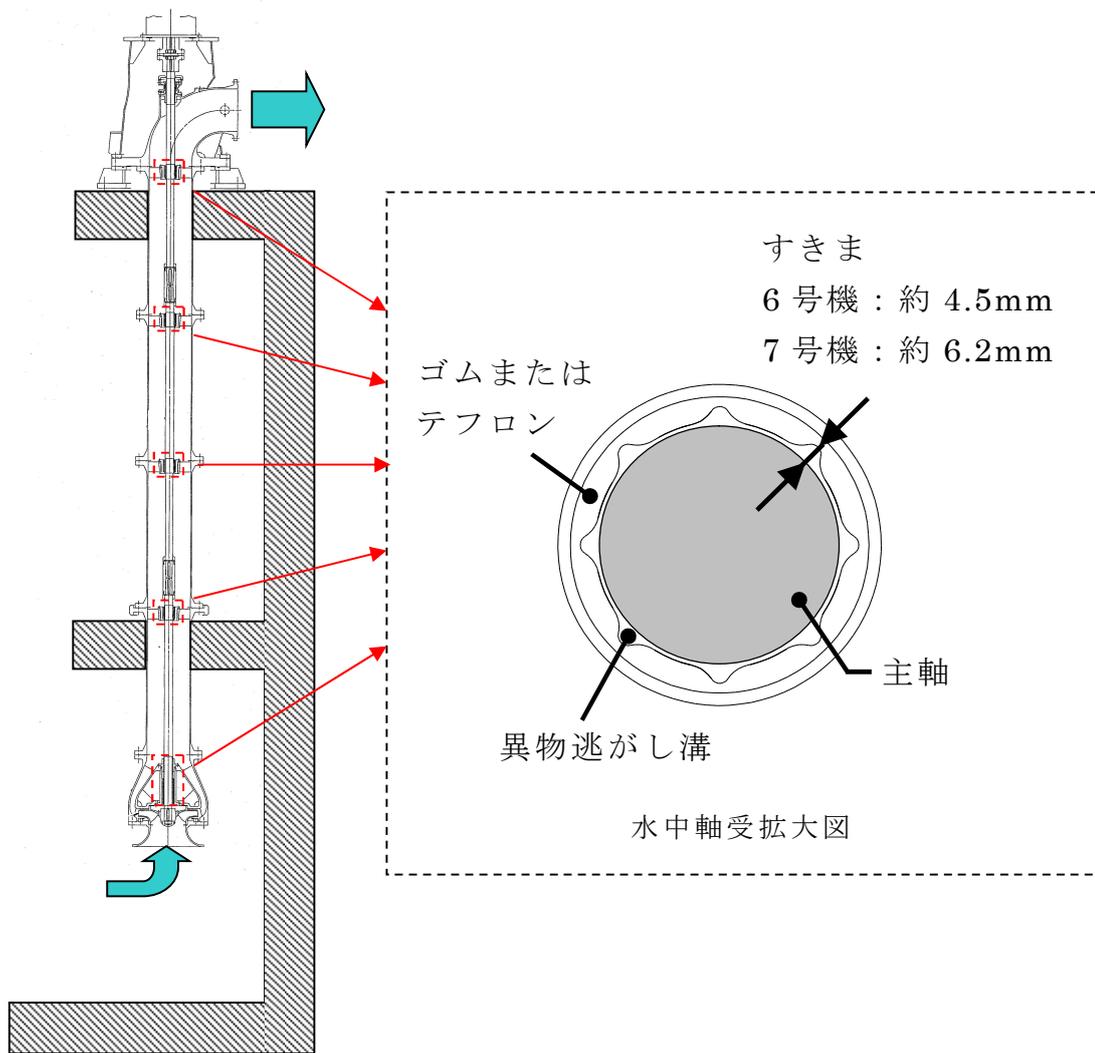
## b. 混入した浮遊砂に対する機能保持

基準津波による浮遊砂については、スクリーン等で除去することが困難なため、海水ポンプそのものが運転時の砂の混入に対して軸固着等を行うことがなく機能保持できる設計であることを、以下のとおり確認した。

海水ポンプ軸受は、取水された海水の一部が潤滑水として軸受摺動面に流入するが、異物逃がし溝（6号炉：約4.5mm，7号炉：約7.0mm）が設けられており、異物が連続排出される構造となっている（第2.5-5図）。これに対し、発電所港湾内の土砂は中央粒径が約0.27mmで、大半が粒径2.0mm未満（添付資料8）であることから、異物逃がし溝と比べて微小であり、浮遊砂の噛み込みによる軸固着への影響はない。

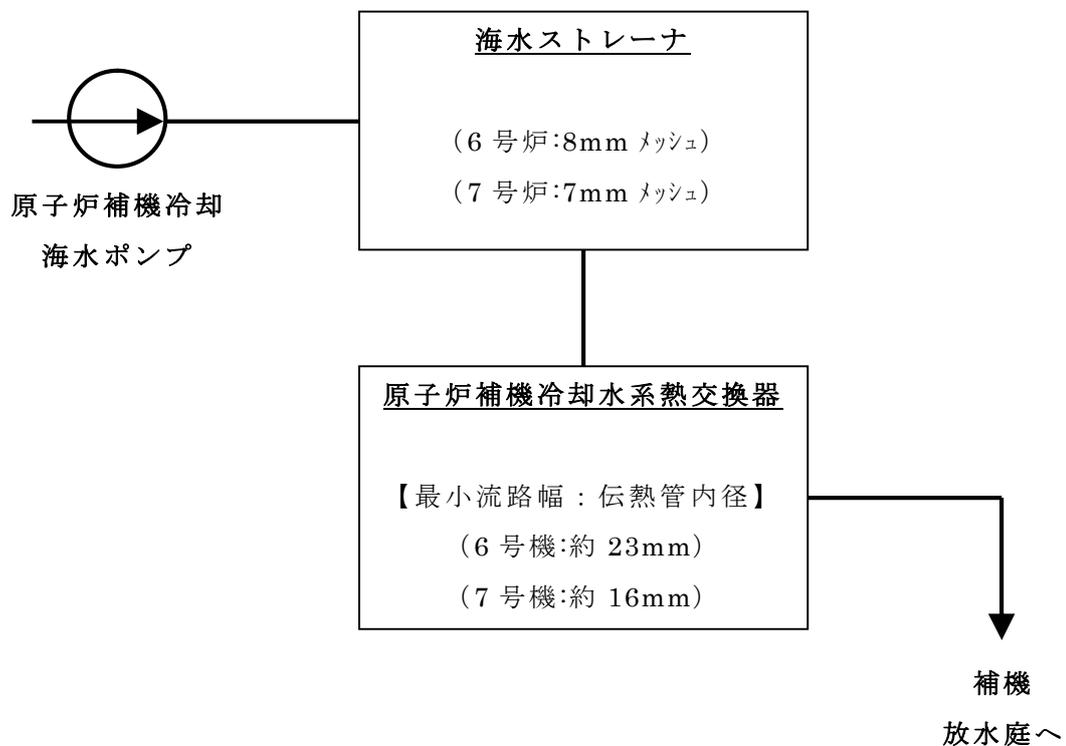
また、基準津波襲来時を想定した取水路における砂移動解析を実施した結果、浮遊砂は海水ポンプ取水地点に到達する前に大半が沈降し、海水ポンプ取水地点における浮遊砂の影響は極めて小さく、無視し得る程度であることからポンプ軸受への影響はない（添付資料9）。

以上より、基準津波の襲来に伴う浮遊砂による海水ポンプ軸受への影響はなく、海水ポンプの取水機能は保持できるものと評価する。



第 2.5-5 図 原子炉補機冷却海水ポンプ軸受構造図

また、原子炉補機海水冷却系の系統に混入した微小の浮遊砂は、6号炉、7号炉とも海水ストレーナを通過し、原子炉補機冷却水系熱交換器を経て補機放水庭へ排出されるが、この間の最小流路幅は熱交換器伝熱管である（第2.5-6図）。この幅（伝熱管内径）は6号炉で約23mm、7号炉で約16mmであり、砂粒径約0.27mmに対し十分大きいため、砂による閉塞の可能性はないと考えられ、これより浮遊砂の原子炉補機海水冷却系の系統への混入により、原子炉補機冷却海水系の取水性が損なわれることはないものと評価する。

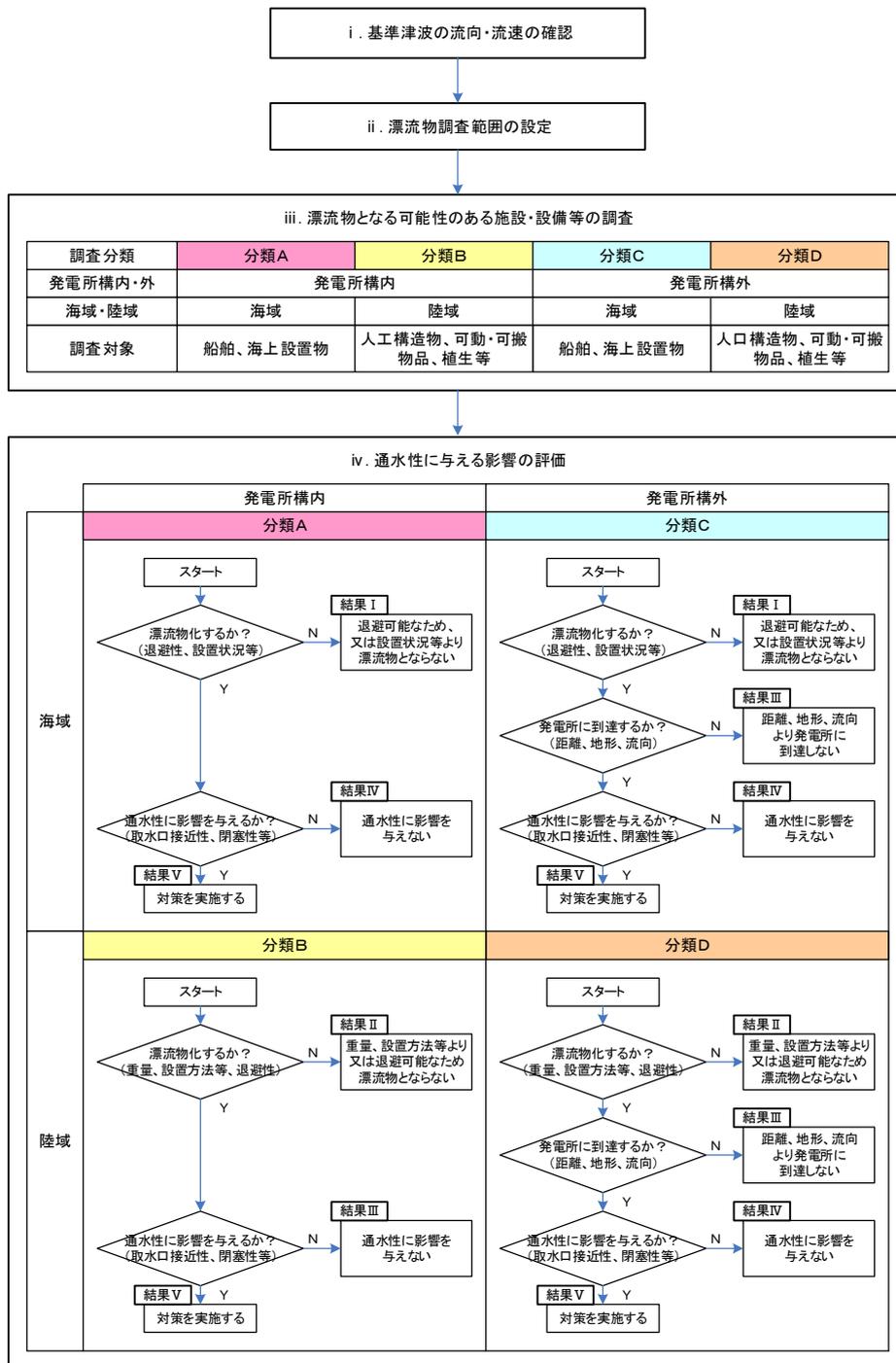


第2.5-6図 原子炉補機冷却海水系 系統概略図

c. 基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する通水性確保

(a) 取水口付近の漂流物に対する通水性確保

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、取水口あるいは取水路を閉塞させ、非常用海水冷却系（原子炉補機冷却海水系）に必要な通水性に影響を及ぼす可能性について確認した。確認のフローを第 2.5-7 図に、また確認の結果を以降に示す。



第 2.5-7 図 漂流物影響確認フロー

### i. 基準津波の流向及び流速の確認

基準津波 1～3 の波源を第 2.5-8 図に、流向及び流速を第 2.5-9 図に示す。

「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」と「敷地周辺の海底地すべりに伴う津波」の「重畳津波」である基準津波 1 は、発電所の西方より襲来し、地震発生の約 15 分後に敷地前面に到達する。港湾内へは、まず北西の港湾口より引き波として進入し、約 10 分後（地震発生約 25 分後）に寄せ波に転じ、その約 15 分後（地震発生約 40 分後）に再び引き波に転ずる。

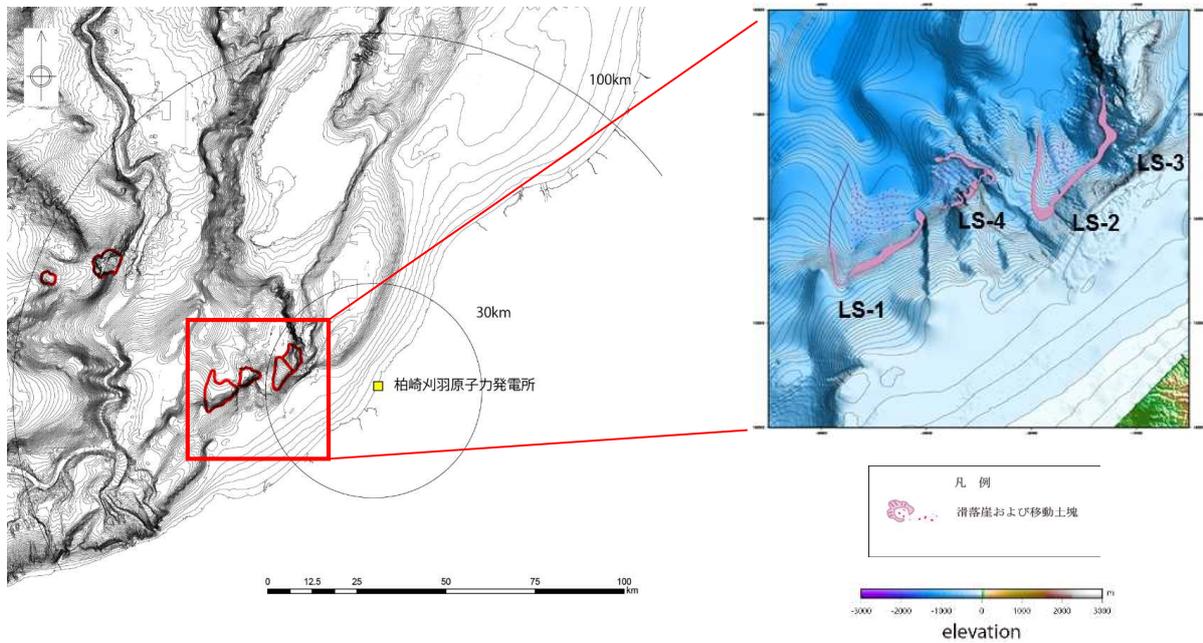
「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」である基準津波 2 は、発電所の北西より襲来し、地震発生の約 30 分後に敷地前面に到達する。港湾内へは、港湾口より寄せ波として進入し、約 10 分後（地震発生約 40 分後）に引き波に転じ、その約 25 分後（地震発生約 65 分後）に再び寄せ波に転ずる。

また、「海域活断層に想定される地震に伴う津波」と「敷地周辺の海底地すべりに伴う津波」の「重畳津波」である基準津波 3 は、発電所の西方より襲来し、地震発生の約 10 分後に敷地前面に到達する。港湾内へは、港湾口より寄せ波として進入し、約 5 分後（地震発生約 15 分後）に引き波に転じ、その約 10 分後（地震発生約 25 分後）に再び引き波に転ずる。

港湾内の主たる流れは基準津波 1～3 でいずれも、港湾口からの寄せ波時の海水の流入、引き波時の流出に応じ、1～4 号炉が設置された荒浜側と 5～7 号炉が設置された大湊側で方向の異なる二つの渦が生じる形となる。



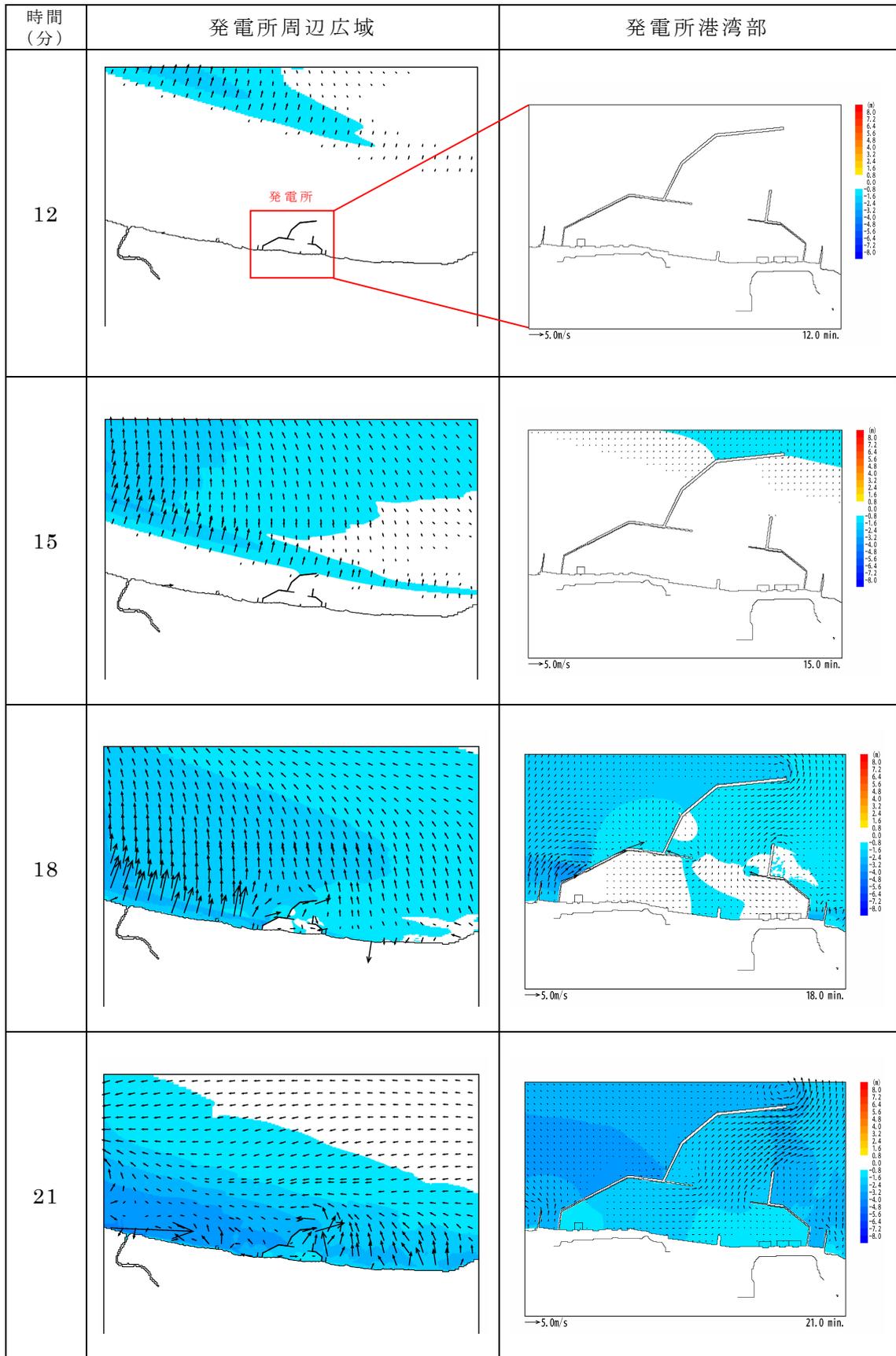
基準地震の想定波源図



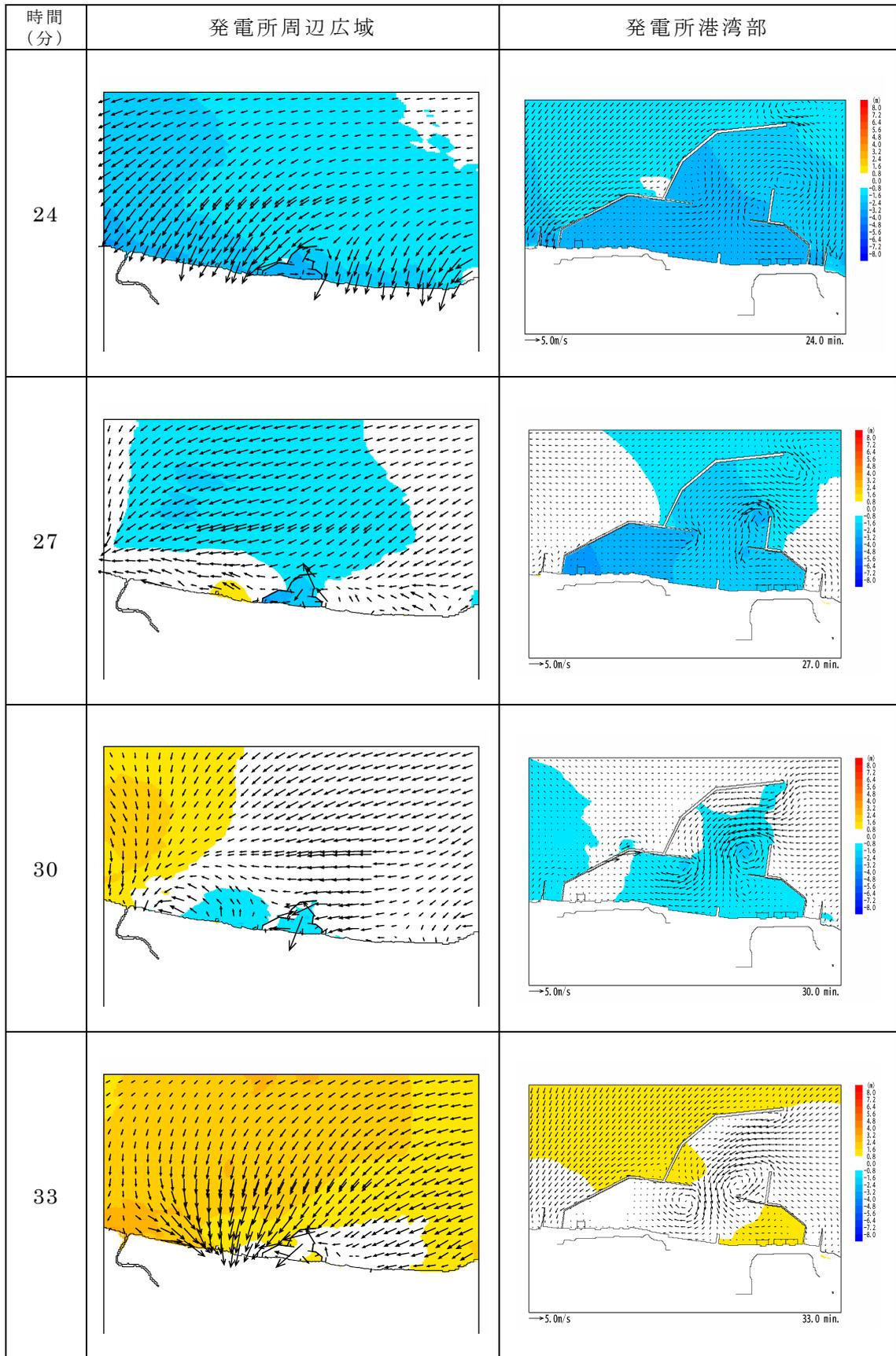
海底地すべり地形の位置図

第 2.5-8 図 基準津波の波源

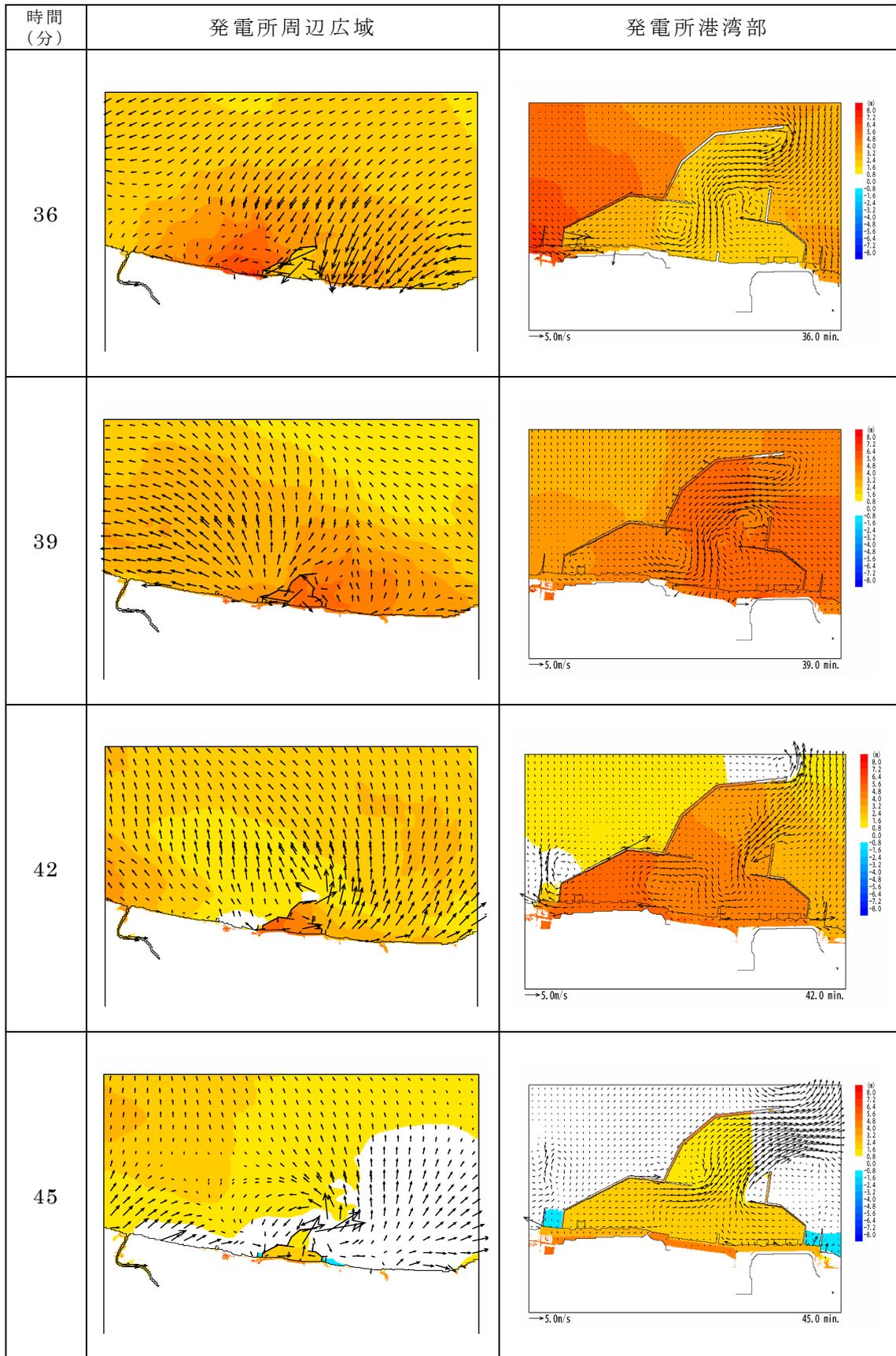
5 条-別添-2-78



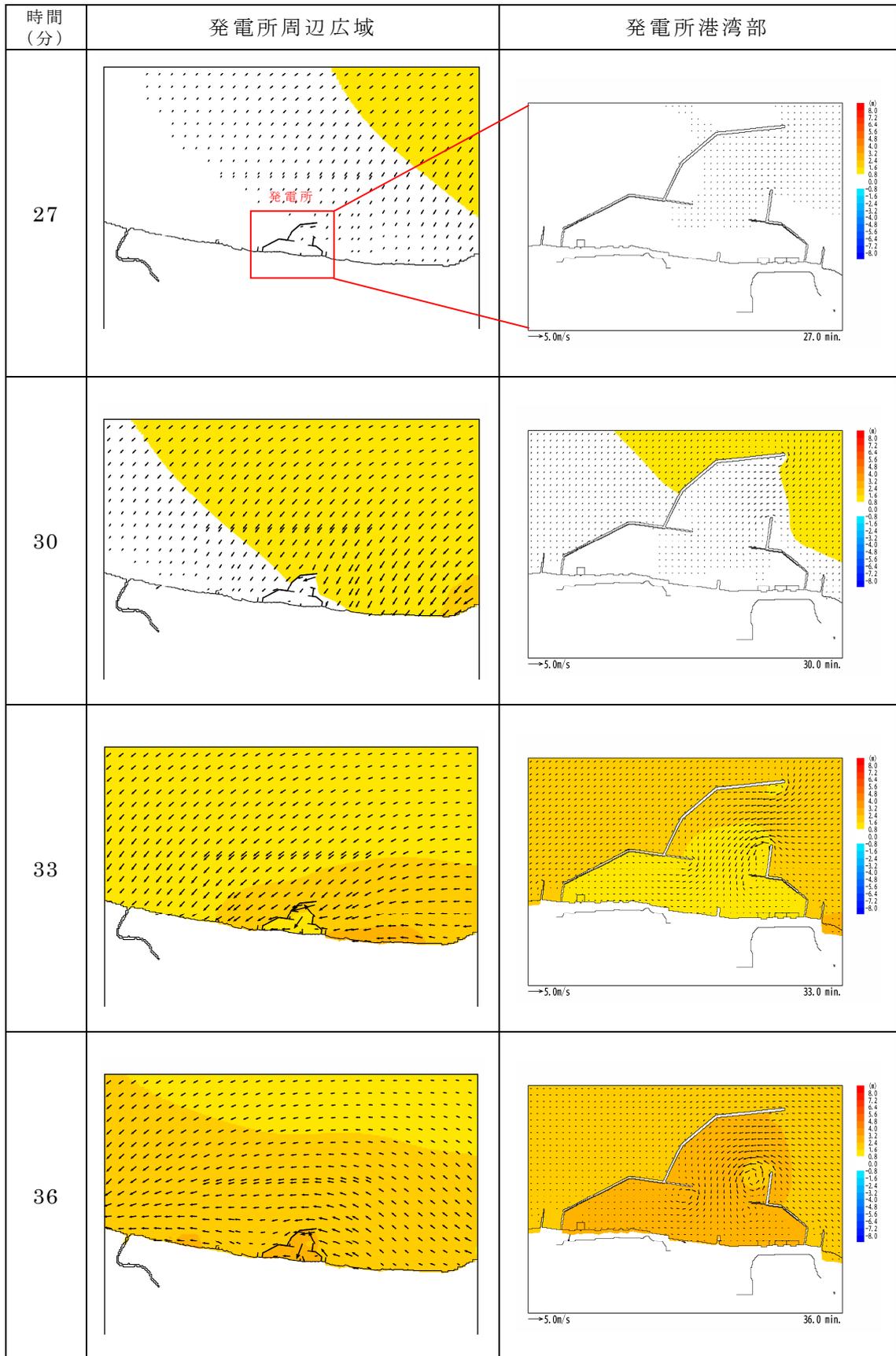
第 2.5-9-1 図 基準津波の流向ベクトル (基準津波 1) (1/3)



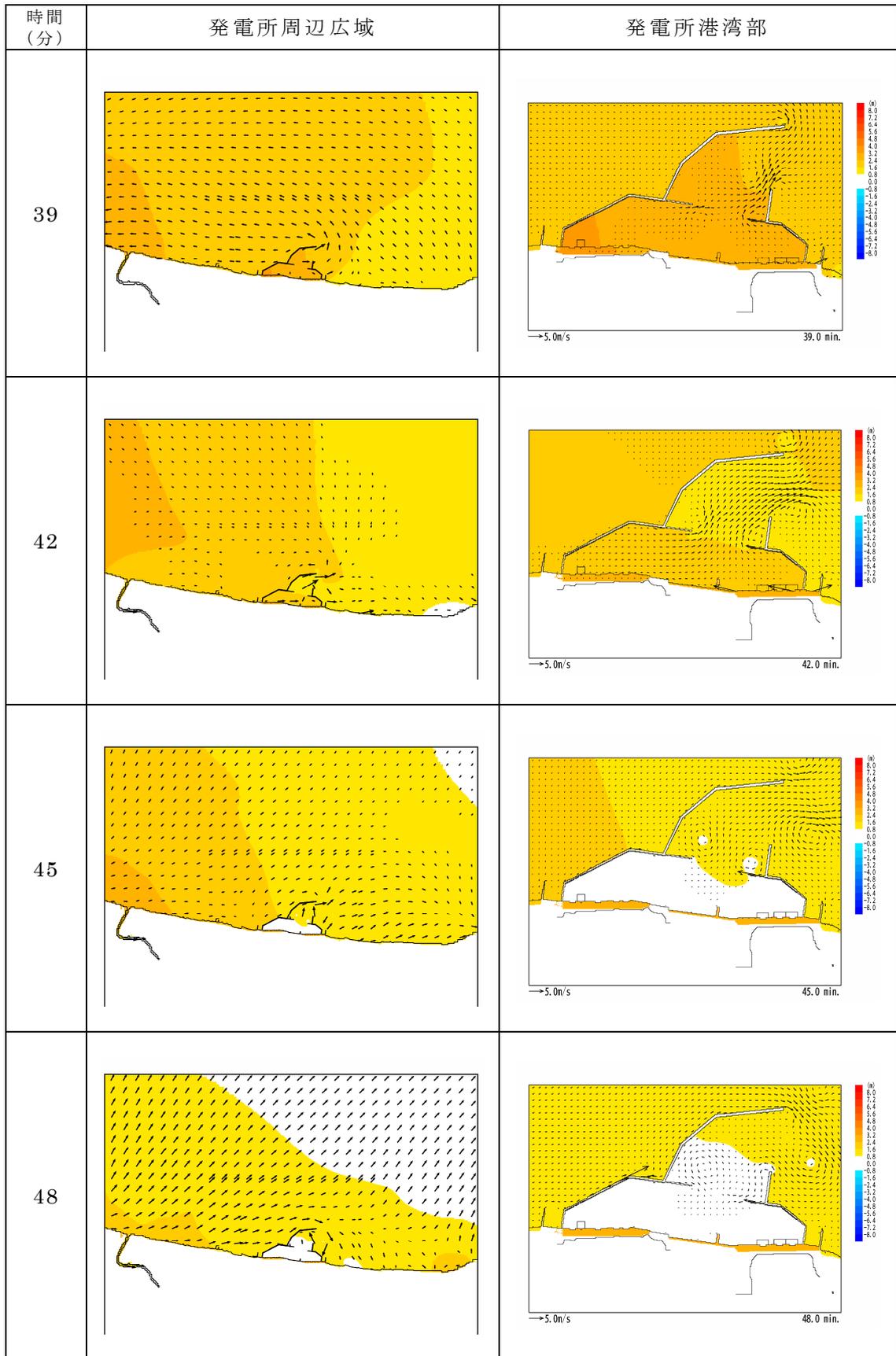
第 2.5-9-1 図 基準津波の流向ベクトル (基準津波 1) (2/3)



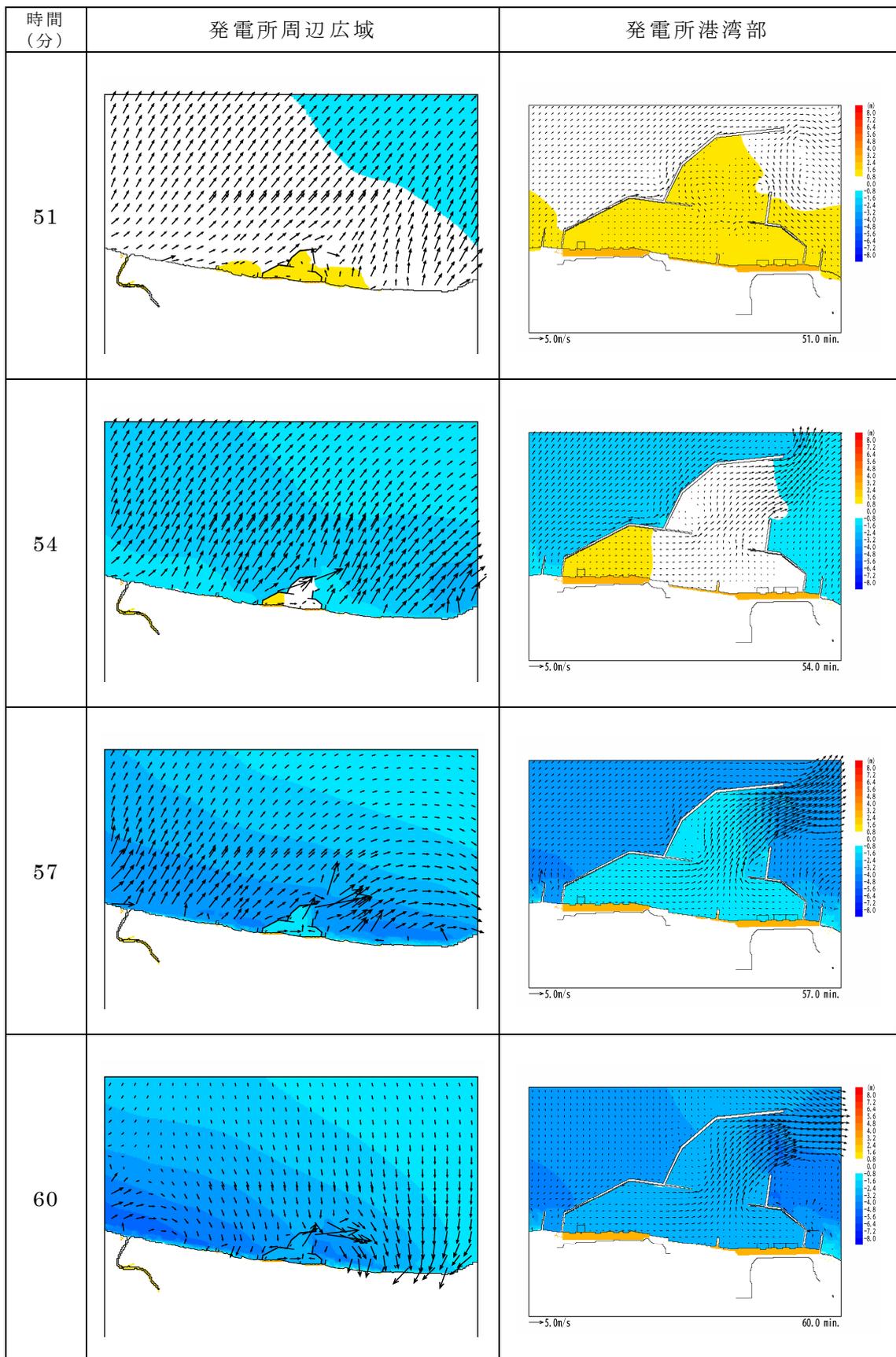
第 2.5-9-1 図 基準津波の流向ベクトル (基準津波 1) (3/3)



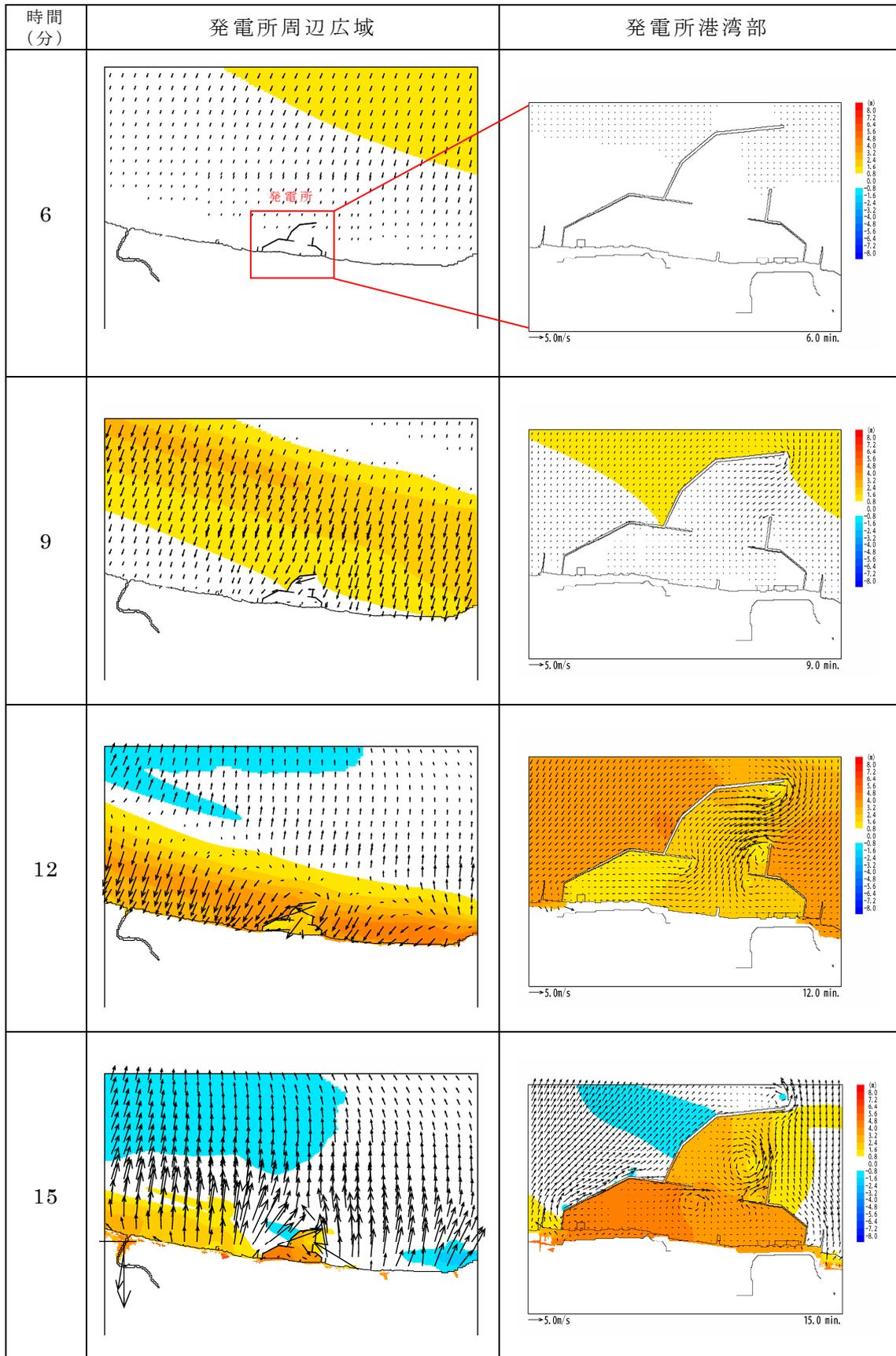
第 2.5-9-2 図 基準津波の流向ベクトル (基準津波 2) (1/3)



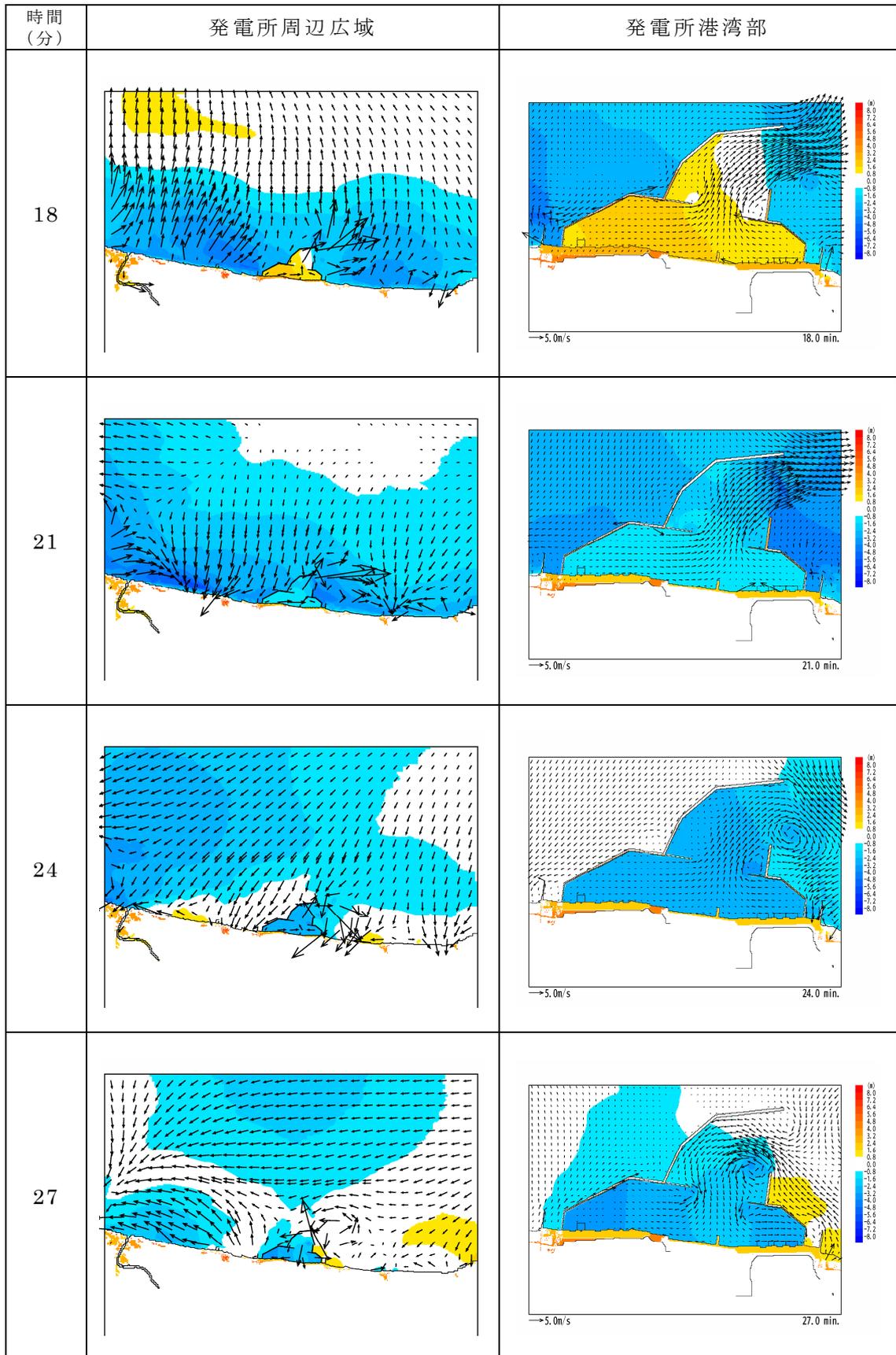
第 2.5-9-2 図 基準津波の流向ベクトル (基準津波 2) (2/3)



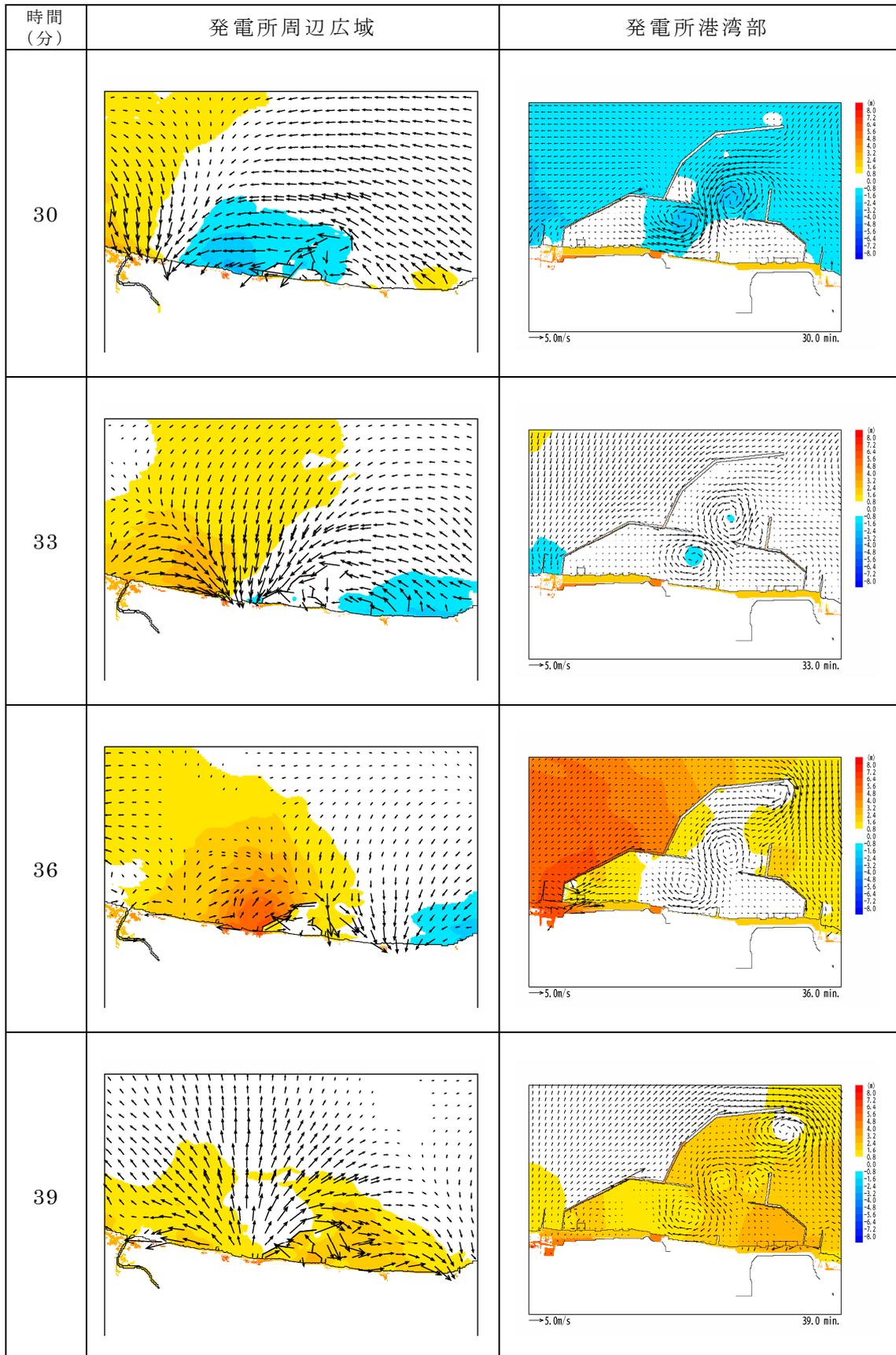
第 2.5-9-2 図 基準津波の流向ベクトル (基準津波 2) (3/3)



第 2.5-9-3 図 基準津波の流向ベクトル (基準津波 3) (1/3)



第 2.5-9-3 図 基準津波の流向ベクトル (基準津波 3) (2/3)



第 2.5-9-3 図 基準津波の流向ベクトル (基準津波 3) (3/3)

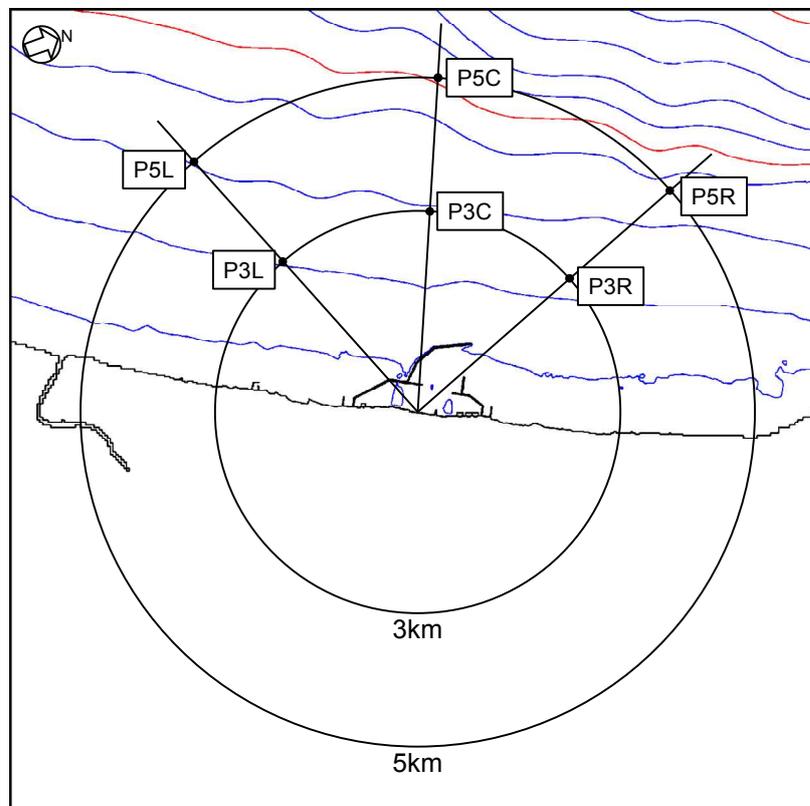
## ii. 漂流物調査範囲の設定

基準津波 1~3 について、第 2.5-10 図に示す沿岸域の 6 地点において、水位、流向、流速の時系列データを抽出した。結果を第 2.5-11 図に示す。

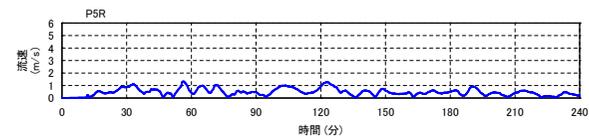
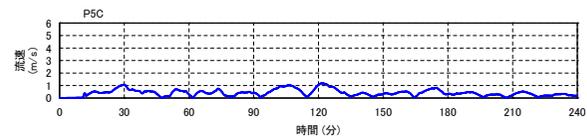
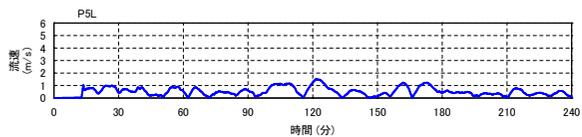
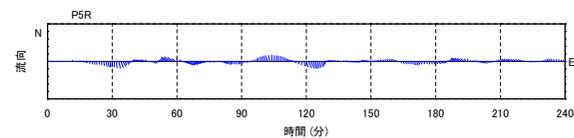
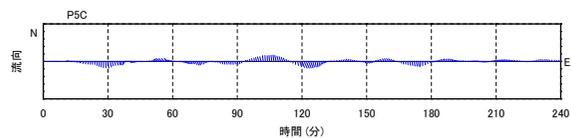
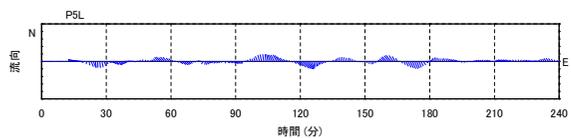
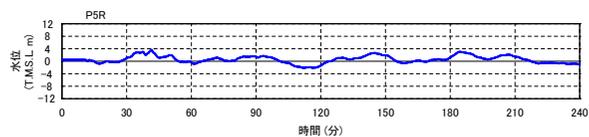
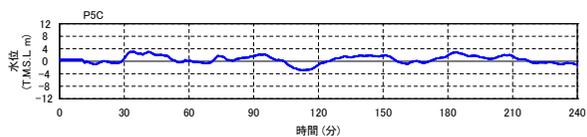
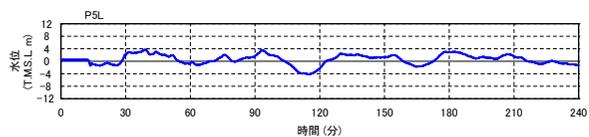
第 2.5-11 図より、基準津波 3 の第二波を除き、津波流速は最大で 2.0m/s 程度、流向は寄せ波と引き波とではほぼ向きが反転し、その反転周期は最長で 20 分程度である。一方、基準津波 3 の第二波は、最大流速は 3m/s 程度であるが、その反転周期は 8 分程度である。

これより、津波の（寄せ波）1 波による水の移動量は、最大流速が常に継続すると仮定することにより、最大で約 2.4km ( $2.0\text{m/s} \times 20\text{分}$ ) と評価できる。

海域における漂流物調査範囲は、保守的な想定として（引き波による反対方向の流れを考慮せず）寄せ波の 2 波分が最大流速で一定方向に流れるものとし、この際の移動量 4.8km を安全側に切り上げた発電所周辺 5km 圏内と設定した。また陸域については、基準津波の遡上域を考慮し、この 5km 圏内における海岸線沿った標高 10m 以下の範囲と設定した（第 2.5-12 図）。



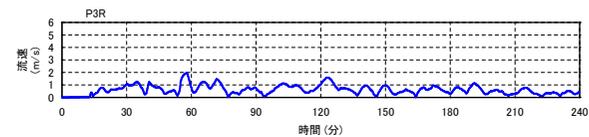
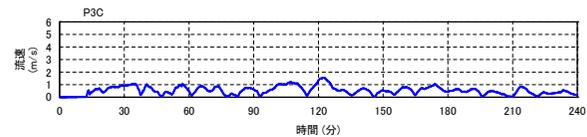
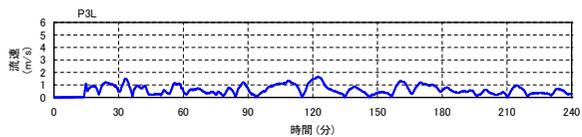
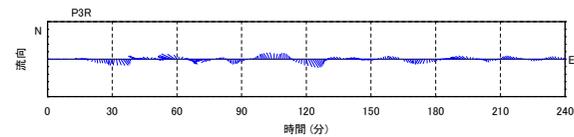
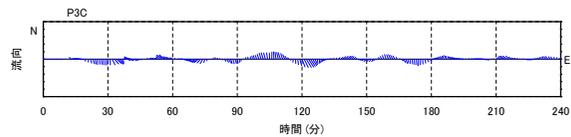
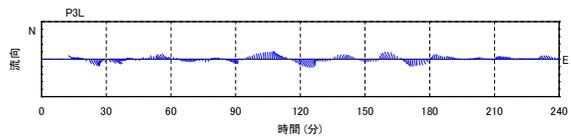
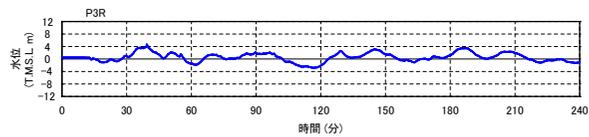
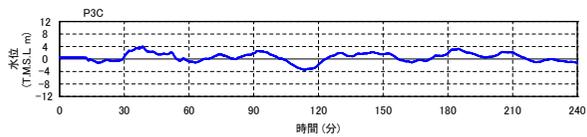
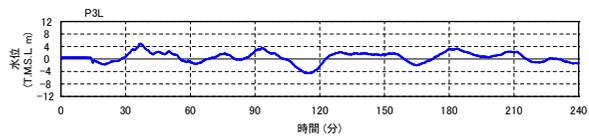
第 2.5-10 図 水位、流向、流速の抽出地点



P5L (左 5km)

P5C (中央 5km)

P5R (右 5km)

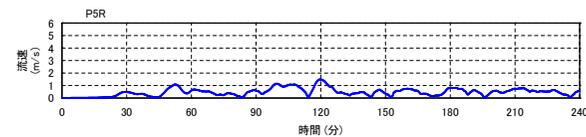
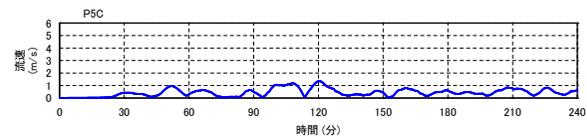
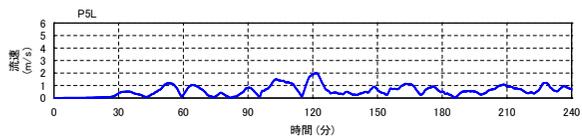
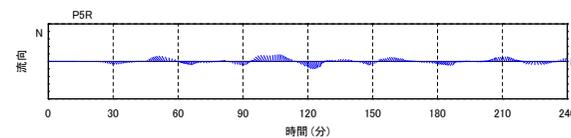
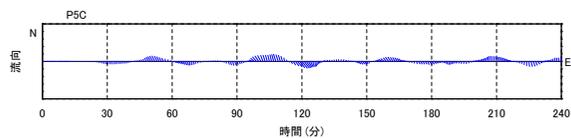
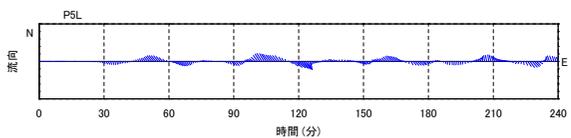
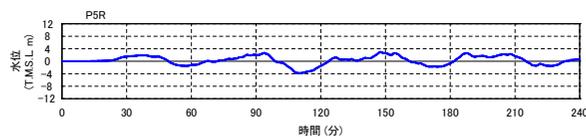
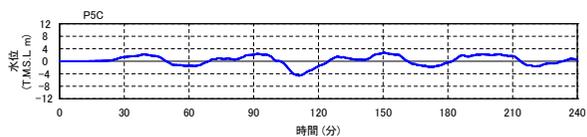
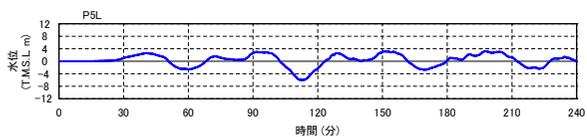


P3L (左 3km)

P3C (中央 3km)

P3R (右 3km)

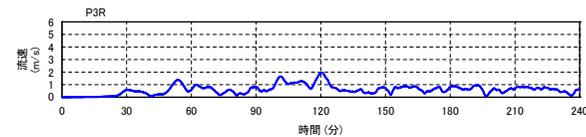
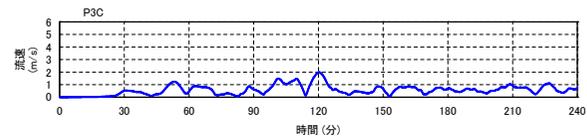
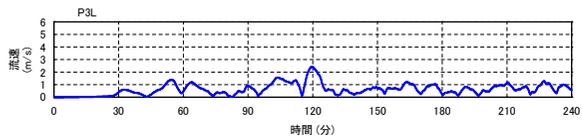
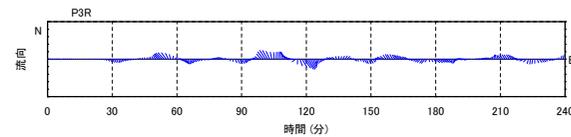
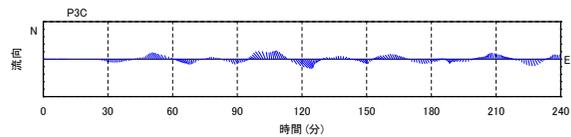
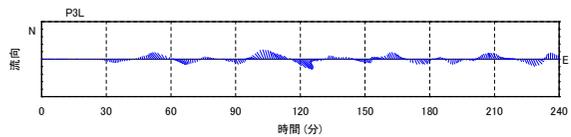
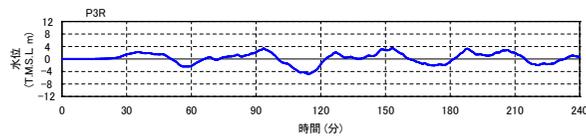
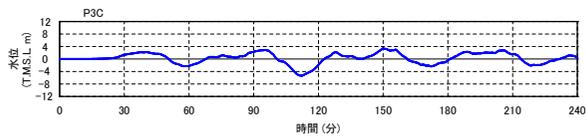
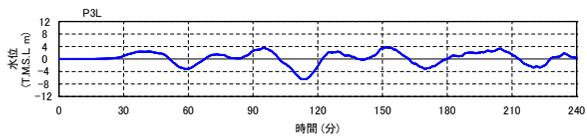
第 2.5-11-1 図 抽出地点における水位，流向，流速（基準津波 1）



P5L (左 5km)

P5C (中央 5km)

P5R (右 5km)

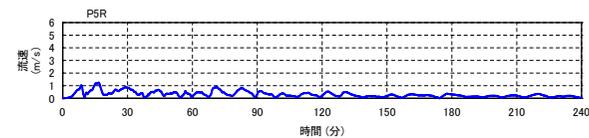
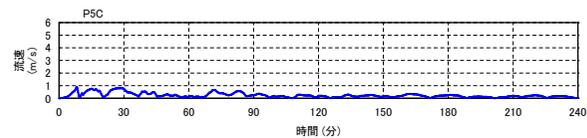
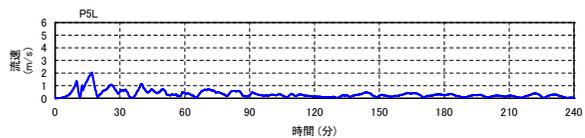
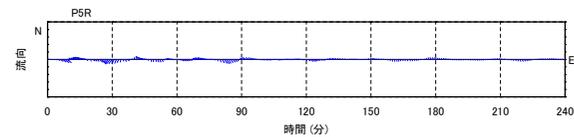
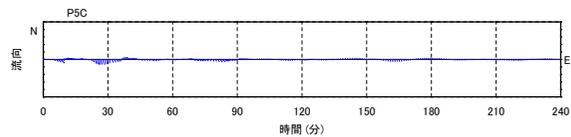
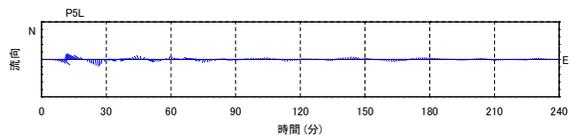
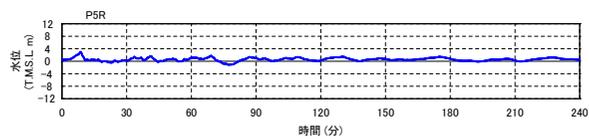
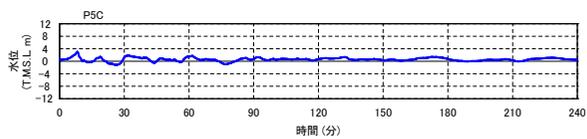
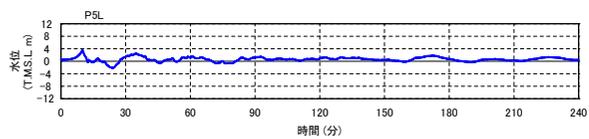


P3L (左 3km)

P3C (中央 3km)

P3R (右 3km)

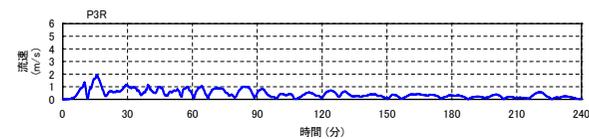
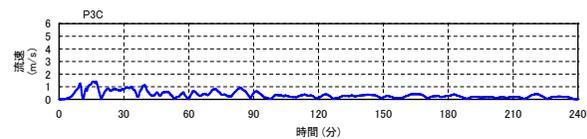
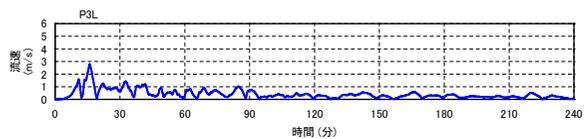
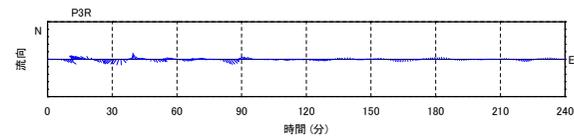
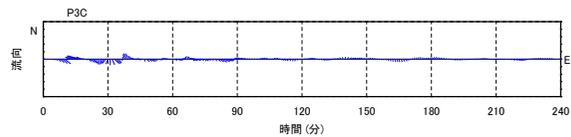
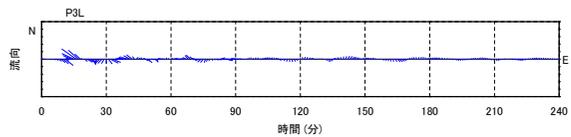
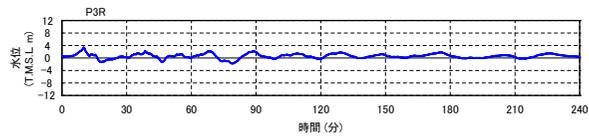
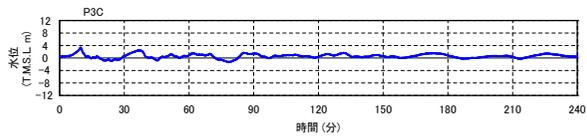
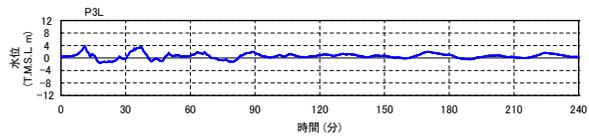
第 2.5-11-2 図 抽出地点における水位，流向，流速（基準津波 2）



P5L (左 5km)

P5C (中央 5km)

P5R (右 5km)

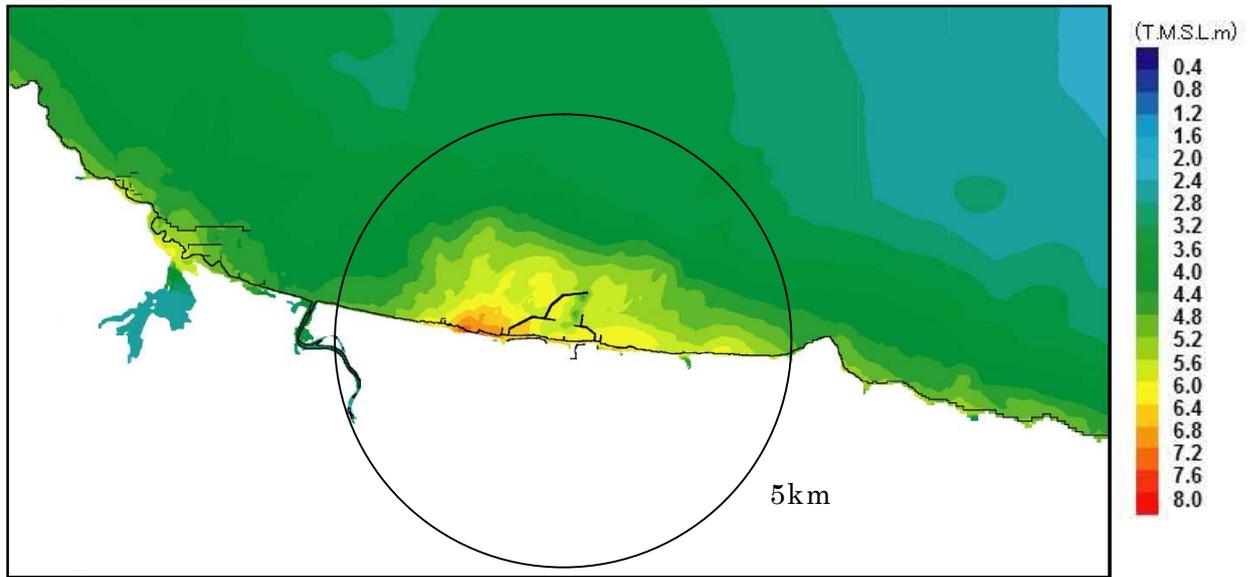


P3L (左 3km)

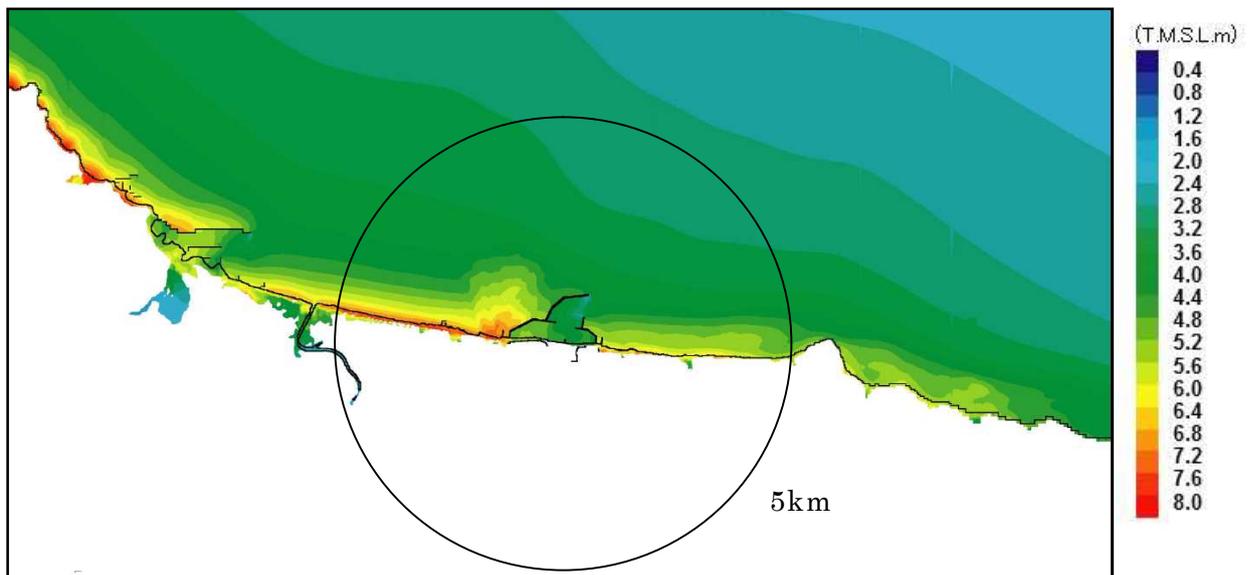
P3C (中央 3km)

P3R (右 3km)

第 2.5-11-3 図 抽出地点における水位，流向，流速（基準津波 3）



基準津波 1（上昇側水位評価用）



基準津波 3（荒浜側防潮堤・遡上域最高水位評価用）

第 2.5-12 図 基準津波による広域最大水位分布

### iii. 漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出

設定した漂流物調査範囲について、発電所の構内と構外、また海域と陸域とに分類し、各々について第 2.5-1 表に示す対象に対して、同表に示す方法により調査を実施し、漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出を行った。

第 2.5-1 表 漂流物の調査方法

調査分類	調査範囲		調査対象	調査方法
	発電所 構内・構外	海域・陸域		
A	発電所 構内	海域	船舶，海上設置物	<ul style="list-style-type: none"> <li>・資料調査</li> <li>・現場調査</li> <li>・聞き取り調査</li> </ul>
B		陸域	人工構造物，可動・可搬物品，植生等	<ul style="list-style-type: none"> <li>・資料調査</li> <li>・現場調査</li> <li>・聞き取り調査</li> </ul>
C	発電所 構外	海域	船舶，海上設置物	<ul style="list-style-type: none"> <li>・資料調査</li> <li>・現場調査</li> <li>・聞き取り調査</li> </ul>
D		陸域	人工構造物，可動・可搬物品，植生等	<ul style="list-style-type: none"> <li>・図上調査</li> <li>・現場調査</li> </ul>

調査結果を、発電所構内について第 2.5-13 図に、発電所構外について第 2.5-14 図及び第 2.5-2 表にそれぞれ示す。また、第 2.5-13 図中には、参考として基準津波 1 の遡上波による最大水位分布を併せて示す。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

5 条-別添-2-94

第 2.5-13-1 図 漂流物調査結果（発電所構内全体）

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

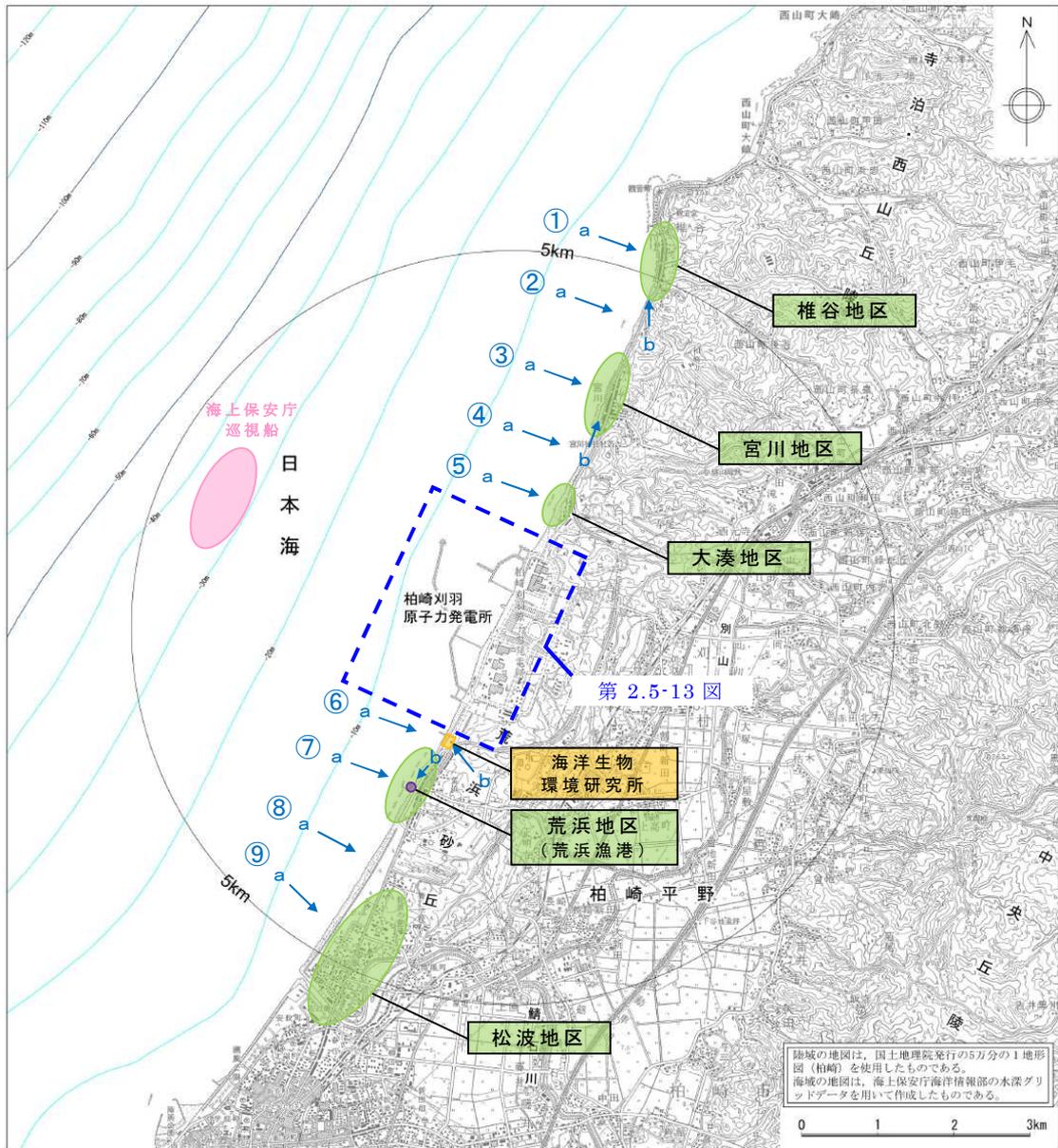
5 条-別添-2-95

第 2.5-13-2 図 漂流物調査結果（発電所構内荒浜側詳細）

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

5 条-別添-2-96

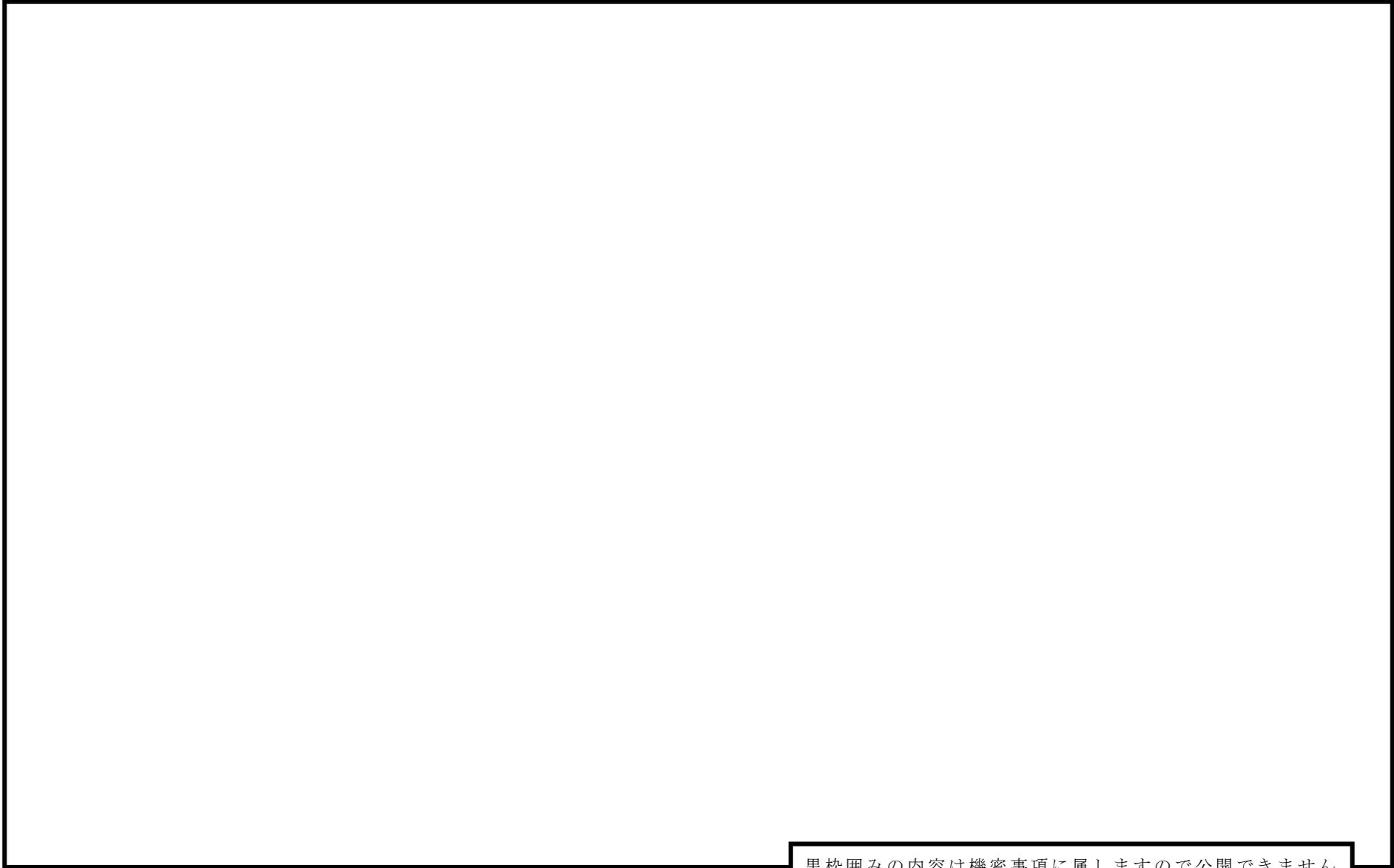
第 2.5-13-3 図 漂流物調査結果（発電所構内大湊側詳細）



※図中“a→”，“b→”は第 2.5-2 表中の写真の撮影方向（矢視）を示す

第 2.5-14 図 漂流物調査結果（発電所構外）

第 2.5-2 表 漂流物調査結果（発電所構外）（1/3）



黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

第 2.5-2 表 漂流物調査結果（発電所構外）（2/3）

--

5 条-別添-2-99

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

第 2.5-2 表 漂流物調査結果（発電所構外）（3/3）

5 条-別添-2-100

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

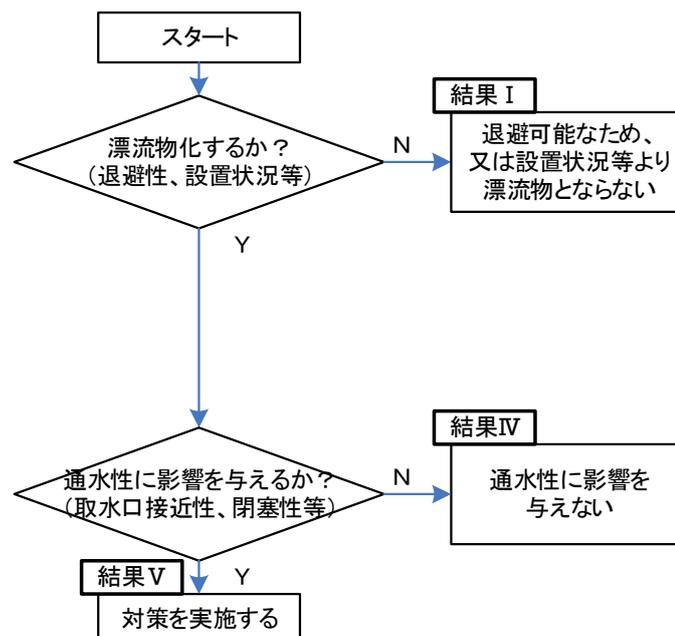
#### iv. 通水性に与える影響の評価

調査により抽出された漂流物となる可能性のある施設・設備等の詳細，及びそれらに対して行った6号炉及び7号炉の取水口及び取水路の通水性に与える影響評価の結果について調査分類ごとに以下に示す。

##### 分類A（構内・海域）

発電所の構内（港湾内）にある港湾施設としては，6，7号炉取水口の南方約800mの位置に物揚場が，また，南方約350mの位置に揚陸栈橋，南防波堤内側に小型船栈橋がある。港湾周辺及び港湾内に定期的に来航する船舶としては，燃料等輸送船（約5,000t）が年に数度来航し，物揚場に停泊する。また，港湾の入口に1～数年に一度，2～3ヶ月程度の期間，浚渫作業のために浚渫船（約500t）及び土運船（約500t）が来航・停泊し，土運船は土砂の揚陸作業のため揚陸栈橋にも停泊する。他には，港湾設備保守点検，海洋環境監視調査等のための作業船（5t未満～約20t）が港湾の周辺及び港湾内に定期的に来航し，必要に応じ港湾施設にも停泊する。以上の他には発電所の港湾付近に定期的に来航する船舶はなく，また，発電所の港湾内には港湾口部の浮標を除き海上設置物もない。（第2.5-13-1図）

抽出された以上の船舶に対して第2.5-15図に示すフローにより取水口及び取水路の通水性に与える影響評価を実施した。評価結果を以下に示す。また評価結果の一覧を第2.5-3表にまとめて示す。

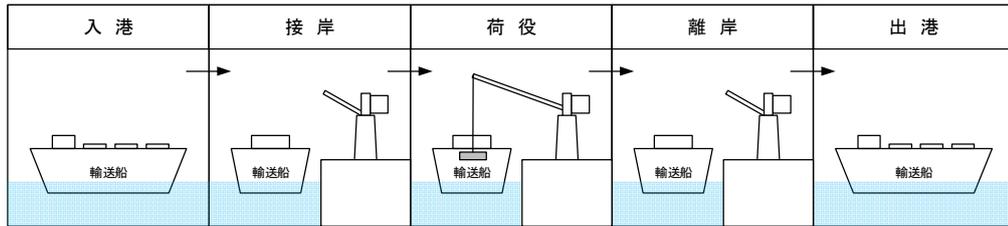


第2.5-15図 通水性に与える影響評価フロー

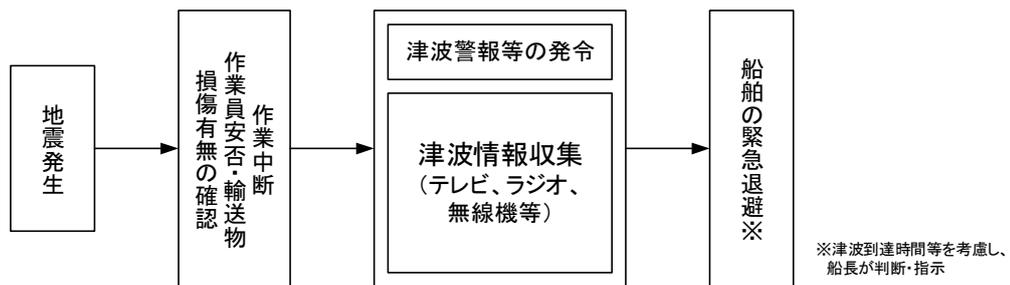
### ①燃料等輸送船

燃料等輸送船の主な輸送工程を第 2.5-16 図に示す。

津波警報等発令時には、燃料等輸送船は原則、緊急退避（離岸）することとしており、東日本大震災以降に、第 2.5-17 図に示すフローを取り込んだマニュアルを整備している。



第 2.5-16 図 主な輸送工程



第 2.5-17 図 緊急退避フロー図（例）

このマニュアルに沿って実施した訓練実績では、輸送船と輸送物の干渉がある「荷役」工程において津波警報が発令した場合でも 30 分程度で緊急退避が可能であった。これより、柏崎刈羽原子力発電所に襲来が想定される津波のうち、襲来までに時間的余裕がある津波（地震発生から 40 分程度以上）に対しては、緊急退避が可能であるため、漂流物となることはないと考えられる。【結果 I】

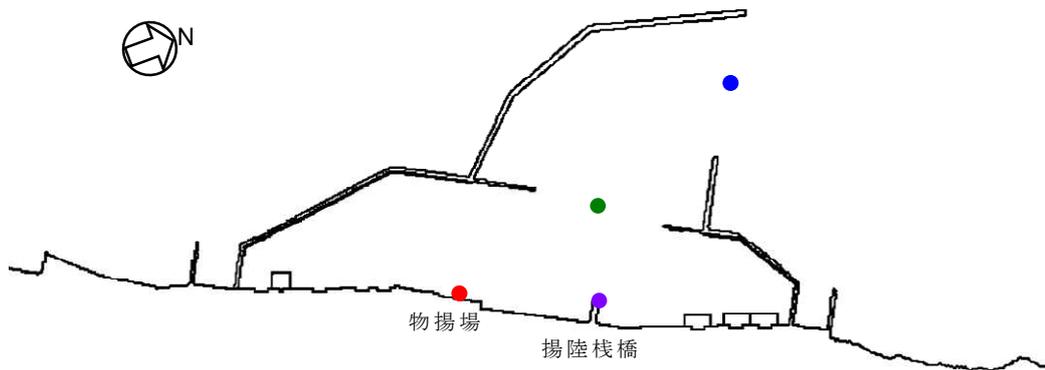
一方、津波襲来までに時間的な余裕がなく、緊急退避できない場合であっても、以下の理由から輸送船は航行不能となることは考えられず、漂流物になることはないと考えられる。【結果 I】

- 輸送船は岸壁に係留されている。
- 津波高さと喫水高さの関係から、輸送船は岸壁を越えない。(添付資料 10)

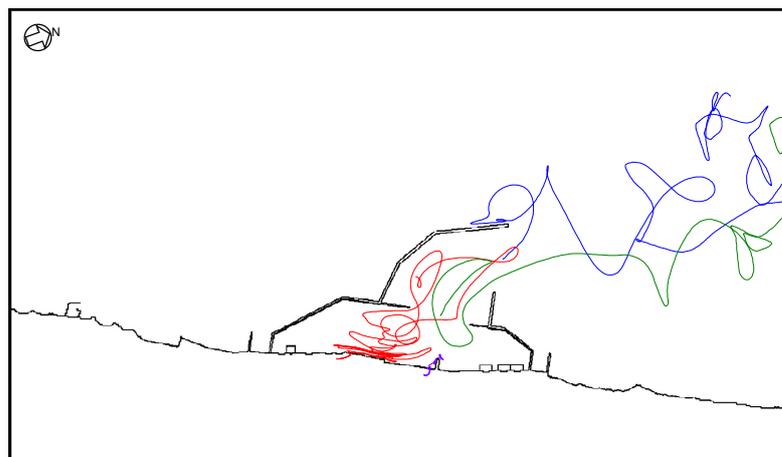
- 岸壁に接触しても防げん材を有しており、かつ法令（危険物船舶運送及び貯蔵規則）に基づく二重船殻構造等十分な船体強度を有する。

なお、万一、漂流物となった場合でも、物揚場は6,7号炉取水口から南側に約800m離れており、第2.5-9図に示される物揚場付近の津波の流向を考慮すると6,7号炉の取水口へ接近する可能性は考えにくい。これを確認するため、港湾内で漂流物化した船舶の津波下における挙動について軌跡のシミュレーション評価を実施した。

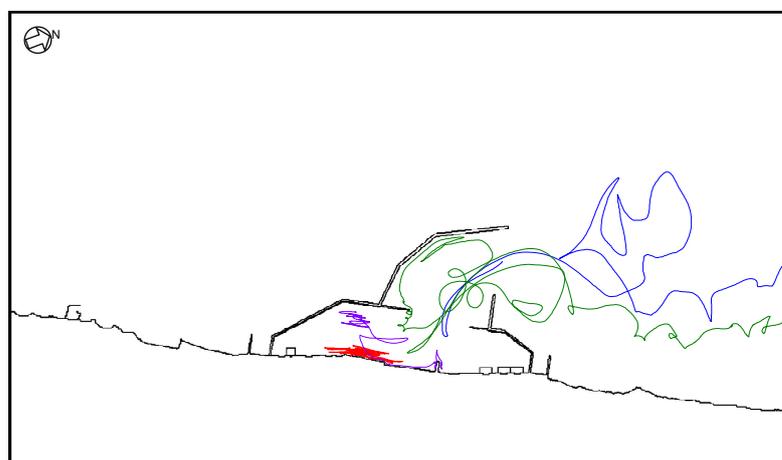
物揚場と港湾口を含む、第2.5-18図に示す地点を初期配置とし、地震発生から240分間の軌跡のシミュレーションを実施したところ第2.5-19図の結果となった。



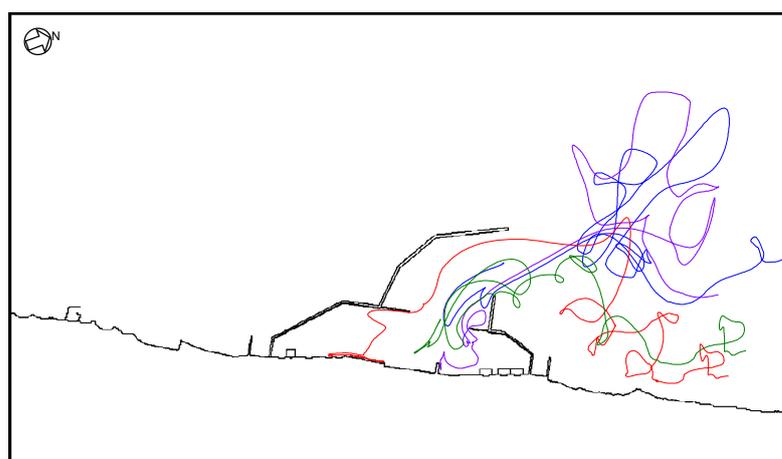
第2.5-18図 漂流船舶軌跡シミュレーションの初期配置



基準津波 1



基準津波 2



基準津波 3

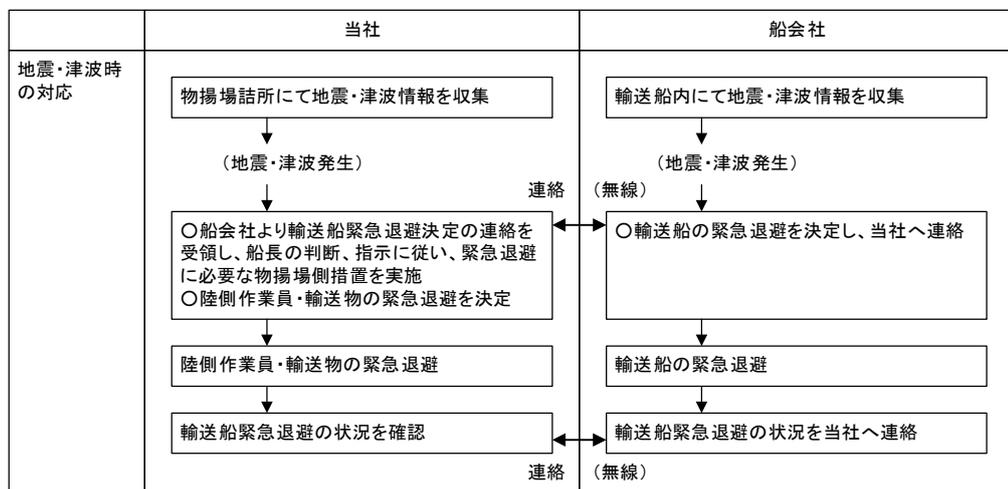
第 2.5-19 図 基準津波による漂流船舶の軌跡

この結果より，仮に燃料等輸送船が漂流物化した場合でも，津波の流向より，6，7号炉の取水口へ接近する可能性はないものと考えられる。【結果Ⅳ】

以上より，燃料等輸送船は非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物とはならないものと評価する。

なお，燃料等輸送船の緊急退避は輸送事業者・船会社（以下，船会社）と協働で行うことになるが，その運用における当社と船会社の関係性を示すと第2.5-20図のとおりとなる。すなわち，地震・津波が発生した場合には，速やかに作業を中断するとともに，船会社からの輸送船緊急退避の決定連絡を受け，当社にて陸側の必要な措置を実施し，また陸側作業員・輸送物の退避を決定するなど，両者で互いに連絡を取りながら協調して緊急退避を行う。

これら一連の対応を行うため，当社では，当社－船会社間の連絡体制を整備するとともに前述の地震・津波発生時の緊急時対応マニュアルを定めており，その上で船会社との間で互いのマニュアルを共有した上で，合同で緊急退避訓練を実施することにより，各々のマニュアルの実効性を確認している。

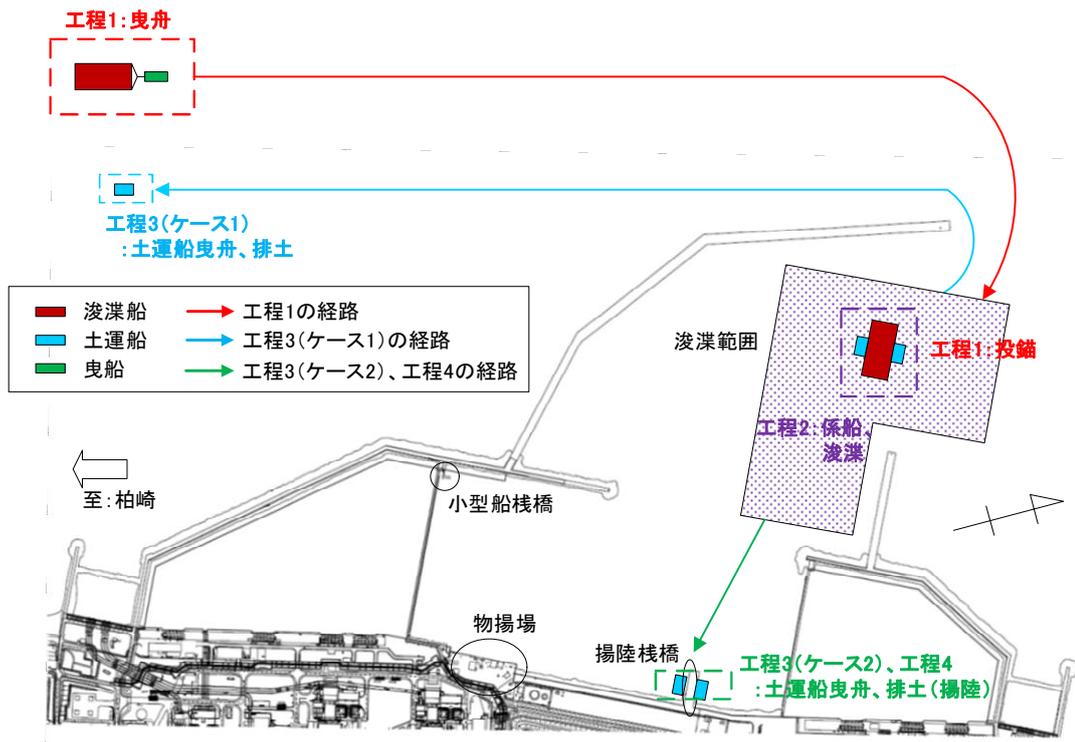


第2.5-20図 輸送船緊急退避時の当社と船会社の関係性

## ②浚渫船・土運船

浚渫作業の主な作業工程を第 2.5-21 図に示す。

工程	ケース 1 (構外に排土)	ケース 2 (構内に排土)
1	<b>曳船・投錨作業</b> 曳船により浚渫船 (非行式) を, 近隣の柏崎港から港湾内の所定の位置まで曳船し, 揚錨船でアンカーを投錨し, 浚渫船を固定する	
2	<b>係船・浚渫作業</b> 曳船により土運船を浚渫船に横付けし, もやいロープで係船した後, 浚渫作業を実施する (2 台の土運船を浚渫船の両側に係船する)	
3	<b>土運船曳船～排土作業</b> 土運船に浚渫土が一定量積み込まれたら, もやいロープを取外し, 曳船で還元区域 (港湾外) まで曳船し, 排土する	<b>土運船接岸作業</b> 土運船に浚渫土が一定量積み込まれたら, もやいロープを取外し, 曳船で揚陸棧橋まで曳船し, 接岸する
4	—	<b>揚陸～積み込み作業</b> 土運船の土砂をバックホウでダンプトラックに積み込みを行う



第 2.5-21 図 主な浚渫作業工程

津波警報等発令時には, 予め施工者が定めて当社が承認した安全計画書に基づき, 原則として作業を中止して即時に退避を行うが, 浚渫作業中あるいは土運船による揚陸作業中等に襲来の早い津波が発生した場合など, 緊急退避が困難な場合には, 施工者の判断によ

り、南防波堤裏への係留、また、それも困難な場合には作業現場における係留により津波に備える。

第 2.5-9 図に示されるとおり港湾口では流速が大きくなる傾向があるため、港湾口で浚渫船を係留するケースが比較的、船舶の漂流物化の観点では厳しい条件になると考えられるが、この場合も、浚渫船は投錨されているため、寄せ波や引き波のピークの際などに流されることは考えられるが、ピーク外ではその場に留まるものと考えられ、浚渫船が湾内を漂う漂流物になることはないものと考えられる。**【結果 I】**

なお、万一、錨のワイヤーが切断する場合を想定したとしても、その際には第 2.5-19 図で示したような挙動を示すと考えられ、津波の流向より、6, 7 号炉の取水口へ接近する可能性はないものと考えられる。**【結果 IV】**

浚渫船及び土運船に伴う曳船及び揚錨船については速やかな退避が可能と考えられるが、仮に漂流物化した場合でも、浚渫船・土運船と同様、津波の流向より、6, 7 号炉の取水口へ接近する可能性はないものと考えられる。**【結果 I, IV】**

以上より、浚渫船及び土運船は非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物とはならないものと評価する。

### ③その他作業船

港湾の周辺及び港湾内への船舶の来航を伴う作業のうち港湾内設備保守点検では、5t未満～10tの作業船が、また温排水や放射線の環境への影響を確認するための海洋環境監視調査でも同様に5t未満～10tの作業船が港湾内外で作業を実施する。これらの作業のうち北側防波堤内で実施する保守点検作業等においては、到達が早い津波の際には原則として作業員は陸域に避難することになるため、作業船が漂流物化し6号炉及び7号炉の取水口に接近する可能性が考えられる。しかしながら、この場合でも、以下に示す6号炉及び7号炉の取水口呑口の断面寸法と非常用海水冷却系に必要な取水路の通水量、作業船の寸法とから、その接近により取水口が閉塞し、非常用海水冷却系に必要な通水性が損なわれることはないものと考えられる。【結果Ⅳ】

なお、本ケースにおいては、各号炉の取水口前面に非常用取水設備として設置する海水貯留堰（津波防護施設として位置づける）への船舶の衝突が考えられることから、同設備の設計においてはこの衝突力を考慮するものとする。

<作業船の取水路通水性に与える影響に関わる諸元>

○取水口呑口断面寸法（第2.5-22図）



○非常用海水冷却系必要通水量

・通常時（循環水系）の5%未満

※循環水系の定格流量約5,300m<sup>3</sup>/分に対して非常用海水冷却系の定格流量は180m<sup>3</sup>/分（ポンプ全体運転）

○作業船寸法（重量10tの作業船代表例）

・深さ：～3m程度

・長さ：10m程度

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

第 2.5-22 図 取水口呑口断面

他には、温排水の水温調査のため 5t 未満の作業船が港湾内外で作業を実施し、また放水口沖の流況・水温調査のため 5t 未満～20t の作業船が港湾外で作業を実施する。

このうち前者については上記の作業船と同等であり、評価も同様となる。**【結果 I，IV】**

また後者についても津波時には退避可能と考えられ、仮に漂流物化した場合でも、第 2.5-9 図に示した津波の流向より、6，7 号炉の取水口へ接近する可能性はないことが示されている。**【結果 I，IV】**

以上より、その他の作業船は非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物とはならないものと評価する。

第 2.5-3 表 漂流物調査結果（調査分類 A：構内・海域）

評価 番号	分類	内容	状況	場所	数量	重量	結果
①	船舶	燃料等輸送船	航行/停泊	・発電所港湾内 ・物揚場	1	約 5,000t	I, IV
②		浚渫船	航行/停泊	・発電所港湾内 ・港湾口	1	約 500t	I, IV
		土運船	航行/停泊	・発電所港湾内 ・揚陸棧橋	2	約 500t	I, IV
		曳船	航行/停泊	・発電所港湾内 ・揚陸棧橋	2	約 100t	I, IV
		揚錨船	航行/停泊	・発電所港湾内 ・揚陸棧橋	2	～約 10t	I, IV
③	港湾設備 保守点検 作業船	航行/停泊	・発電所港湾内外 ・物揚場 ・揚陸棧橋 ・小型船棧橋	～4 程度	5t 未満～ 約 10t	IV	
	海洋環境 監視調査 作業船	航行/停泊	・発電所港湾内外 ・物揚場 ・揚陸棧橋 ・小型船棧橋	～4 程度	5t 未満～ 約 10t	IV	
	温排水 水温調査 作業船	航行/停泊	・発電所港湾内外 ・物揚場 ・揚陸棧橋 ・小型船棧橋	～10 程度	5t 未満～ 約 10t	IV	
	温排水 流況・水温 調査作業船	航行/停泊	・発電所港湾外	～2 程度	5t 未満～ 約 20t	I, IV	

※「数量」は同時に来航し得る数を記載する

※「重量」は同種の船舶の中で最大のものを記載する

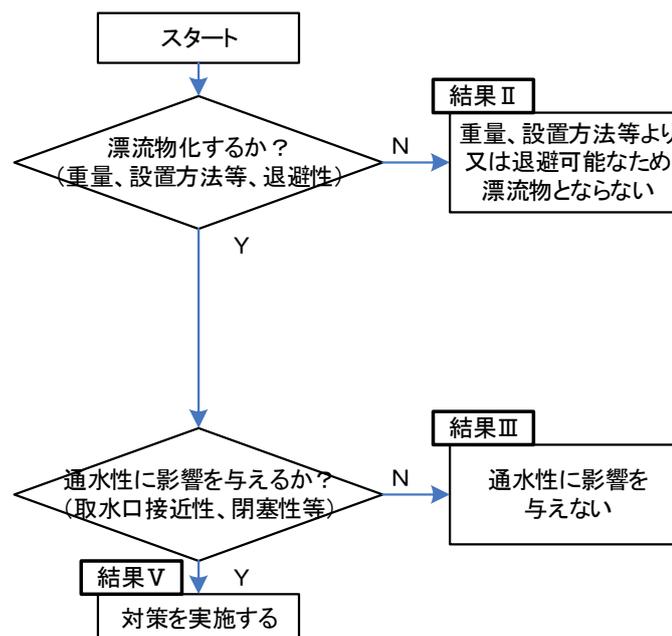
## 分類B（構内・陸域）

調査範囲内の発電所構内陸域には第 2.5-13 図に示した漂流物となる可能性のある施設・設備等がある。これを大別すると第 2.5-4 表のように分類できる。

第 2.5-4 表 漂流物となる可能性のある施設・設備等の分類

種類		備考
①	建屋	鉄筋コンクリート建屋，補強 コンクリートブロック造建屋
②		鉄骨造建屋
③	機器類	タンク
④		タンク以外
⑤	資機材	一時的に持ち込む可能性がある資機材を含む
⑥	車両	—
⑦	その他一般構築物，植生	マンホール，グレーチング，チェッカープレート，外灯，監視カメラ，フェンス，シルトフェンス固定治具等の金属鋼材を主な材料とする一般構築物，樹木等

これらの分類ごとに第 2.5-22 図に示すフローにより取水口及び取水路の通水性に与える影響評価を実施した。評価結果を以下に示す。また評価結果の一覧を第 2.5-5 表にまとめて示す。



第 2.5-22 図 通水性に与える影響評価フロー  
5 条-別添-2-111

### ①鉄筋コンクリート建屋，補強コンクリートブロック造建屋

鉄筋コンクリート建屋及び補強コンクリートブロック造建屋は津波による波力で損壊することはない、また水密性がなく浮力が発生することもないため、建屋の形で漂流物となることはないと考えられる。また、津波の原因となる地震により損壊する可能性は考えられるが、この場合も、建屋を構成する鉄筋、コンクリートは重量物であり津波により漂流物になることはない。【結果Ⅱ】

以上より、鉄筋コンクリート建屋，補強コンクリートブロック造建屋は非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物にならないものと評価する。

### ②鉄骨造建屋

鉄骨造建屋は津波の原因となる地震もしくは津波による波力で損壊する可能性が考えられるが、構造物本体（鉄骨）や重量のある建屋内設置物は津波に流されることなく、その場に留まるものと考えられる。【結果Ⅱ】

建屋外装材や軽量の建屋内保管物は、漂流物となる可能性があるが、6号炉及び7号炉の取水口周辺に配置されている鉄骨造建屋は限られている（「K6/7 スクリーン点検用テントハウス」のみ）ことから、仮に引き波時に取水口付近に接近するものがあってもその総量は限定的と考えられる。したがって、前述した取水口呑口の断面寸法と非常用海水冷却系に必要な取水路の通水量を考慮すると、建屋外装材等の堆積により非常用海水冷却系に必要な通水性が損なわれることはないものと考えられる。【結果Ⅲ】

以上より、鉄骨造建屋は非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物にならないものと評価する。

### ③機器類（タンク）

調査範囲内（基準津波の遡上域内）にあるタンクとしては重油貯蔵タンクが2基あるが、いずれも運用を停止し空状態で保管されているため、津波による波力・浮力により漂流物となる可能性がある。しかしながら、仮に漂流物となった場合でも、タンク設置位置と6,7号炉の取水口との間には約700mの距離があること、また第2.5-9図に示した津波の流向も考慮するとタンクが取水口付近に接近することはないものと考えられる。【結果Ⅲ】

これより、機器類のうちタンクについては非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物にならないものと評価する。

#### ④機器類（タンク以外）

調査範囲内（基準津波の遡上域内）にある機器類としてはクレーン、電気・制御盤、避雷鉄塔等がある。これらについては津波の原因となる地震もしくは津波による波力による破損・変形等の可能性が考えられるが、いずれも金属製であり、水密性もなく浮力が発生することもないたため漂流物となることはないものと考えられる。【結果Ⅱ】

なお、機器類のうち除塵装置については「(b) 取水スクリーンの破損による通水性への影響」において説明する。

以上より、機器類のうちタンク以外については非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物にならないものと評価する。

#### ⑤資機材

資機材としては現場に常時保管されているものと一時的に持ち込む可能性があるものがあるが、前者のうちスクリーン点検用機材や角落し、また後者のうち発電機や動力盤など、鋼製あるいはコンクリート製の物品については重量物であり、漂流物となることはないと考えられる。【結果Ⅱ】

一方、現場に常時保管する、あるいは一時的に持ち込む可能性のあるものの中で比較的軽量の資材機材収納コンテナや仮設建屋等についても、固定・固縛する運用とするため漂流物となることはないと考えられる。【結果Ⅱ】

なお、コンテナや仮設建屋について、仮に波力等により固定・固縛部が損壊する、またはコンテナや仮設建屋自体が損壊することにより、コンテナや仮設建屋が流される、あるいは内包物が流出する可能性も想定されるが、引き波時に取水口付近に接近するものは取水口周辺に設置されたものに限られる。今後は竜巻に対する対策として現場に持ち込まれる物品の物量自体が可能な限り低減されることも考慮すると、取水口に到達する流出物は、あったとしても物量は限定的と考えられる。したがって、前述した取水口呑口の断面寸

法と非常用海水冷却系に必要な取水路の通水量を考慮すると、これらの流出物の堆積により非常用海水冷却系に必要な通水性が損なわれることはないものと考えられる。【結果Ⅲ】

以上より、資機材は非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物にならないものと評価する。

## ⑥車両

調査範囲内のうち取水口周辺には大規模な駐車場はなく、乗り入れられた車両は津波時には原則として退避するため、車両が漂流物化することはないと考えられる。【結果Ⅱ】

なお、仮に漂流物化し、引き波時に取水口付近に接近するものがあったとしても、車両の寸法は大型車両であっても長さ 10m 程度、高さも 3m 程度であることから、その影響は「分類 A（構内・海域）」における作業船（～約 10t）と同等と考えられ、その接近により取水口が閉塞し、非常用海水冷却系に必要な通水性が損なわれることはないものと考えられる。【結果Ⅲ】

以上より、車両については非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物にならないものと評価する。

## ⑦その他一般構築物、植生

その他一般構築物のうち、マンホール、チェッカープレート等は固縛されており漂流物となることはないと考えられる。【結果Ⅱ】

外灯やフェンスは津波の原因となる地震や津波による波力により損壊あるいは転倒し漂流物となる可能性が考えられるが、引き波時に取水口付近に接近するものは取水口周辺に設置されたものに限られるため、その総量は限定的であり、取水口を閉塞するような形での堆積は生じないものと考えられる。したがって、前述した取水口呑口の断面寸法と非常用海水冷却系に必要な取水路の通水量を考慮すると、これらの堆積により非常用海水冷却系に必要な通水性が損なわれることはないものと考えられる。【結果Ⅲ】

なお、6号炉及び7号炉の周辺には植生はないが、仮に浮遊する流木等があったとしてもこれらは取水口の上部に留まるため、上記と同様、取水口呑口の断面寸法と非常用海水冷却系に必要な取水路の通水量を考慮すると、これらの堆積により非常用海水冷却系に必要な通水性が損なわれることはないものと考えられる。【結果Ⅲ】

以上より，その他一般構築物，植生については非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物にならないものと評価する。

第 2.5-5 表 漂流物調査結果（調査分類 B：構内・陸域）（1/2）

評価 番号	場所	種類	名称	状態	仕様		数量	評価結果	
					主要構造/材質	寸法			
①	荒浜側 (物揚場を含む)	建屋	市水道用ポンプ室	設置	補強コンクリート ブロック建屋	—	床面積約 24m <sup>2</sup>	1	II
			海象観測小屋	設置	鉄筋コンクリート 建屋	—	床面積約 20m <sup>2</sup>	1	
			海水放射能モニター建屋	設置		—	床面積約 15m <sup>2</sup>	1	
			荒浜側少量危険物保管庫①	設置		—	床面積約 83m <sup>2</sup>	1	
			荒浜側少量危険物保管庫②	設置		—	床面積約 72m <sup>2</sup>	1	
			1/2号機取水電源室	設置		—	床面積約 137m <sup>2</sup>	1	
			1号機補機スクリーン電源室	設置		—	床面積約 13m <sup>2</sup>	1	
			3/4号機取水電源室	設置		—	床面積約 138m <sup>2</sup>	1	
			物揚場電源室	設置		—	床面積約 48m <sup>2</sup>	1	
			CVCF用ジェネレーター	設置		—	床面積約 6m <sup>2</sup>	1	
②	荒浜側 (物揚場を含む)	建屋	1号機循環水ポンプ建屋	設置	鉄骨造建屋	—	床面積約 1,300m <sup>2</sup>	1	II, III
			貝処理大型機器点検用建屋	設置		—	床面積約 1,268m <sup>2</sup>	1	
			重油移送ポンプ室	設置		—	床面積約 159m <sup>2</sup>	1	
③	荒浜側 (物揚場を含む)	機器類	No.1 重油貯蔵タンク	設置	鋼板	—	3000KL	1	III
			No.2 重油貯蔵タンク	設置	鋼板	—	320KL	1	
④	荒浜側 (物揚場を含む)	機器類	海水機器点検用門型クレーン（1/2号機用）	設置	鉄骨構造	—	スパン 20.5m/ リフト 23m	1	II
			海水機器点検用門型クレーン（3/4号機用）	設置	鉄骨構造	—	スパン 20.5m/ リフト 23m	1	
			物揚場 150t テレリッククレーン	設置	鉄骨構造	—	揚程（作業半径 15m時, 20.85m）	1	
			電気・制御盤	設置	鋼材・鋼板	—	—	多数	
			避雷鉄塔	設置	鉄骨構造	—	高さ 149.5m	1	
			海水放射能モニター（1～4号機用）	設置	鋼材	—	—	1/機	
			除塵装置（1～4号機用）	設置	鋼材	—	—	一式 /機	
⑤	荒浜側 (物揚場を含む)	資機材	常時 保管	設置 (直置き)	鋼材・鋼板, コンクリート	—	—	—	II
			資機材収納コンテナ, 仮設小屋等	固定・固縛	—	—	—	—	II, III

第 2.5-5 表 漂流物調査結果（調査分類 B：構内・陸域）（2/2）

評価 番号	場所	種類		名称	状態	仕様			数量	評価結果
						主要構造/材質	重量	寸法		
⑤	荒浜側 （物揚場を 含む）	資機材	一時 持込	発電機，動力盤等	固定・固縛	鋼材，鋼板	—	—	—	Ⅱ
				資機材収納コンテナ，仮設小屋，消火器等	固定・固縛	—	—	—	—	Ⅱ，Ⅲ
⑥		車両	車両	駐車 （固定・固縛）	—	—	—	—	Ⅱ，Ⅲ	
⑦		その他 一般構築物， 植生		マンホール，クレーンク，チェッカープレート等	固定・固縛	—	—	—	多数	Ⅱ
				外灯，監視カメラ，フェンス等	設置	—	—	—	多数	Ⅲ
				樹木（流木等）	—	—	—	—	—	Ⅲ
①		大湊側	建屋	6/7号機取水電源室	設置	鉄筋コンクリート 建屋	—	床面積約 181m <sup>2</sup>	1	Ⅱ
5号機取水電源室	設置			—	床面積約 82m <sup>2</sup>		1			
5号機放水口シャワーリング建屋	設置			—	床面積約 52m <sup>2</sup>		1			
大湊側少量危険物保管庫	設置			—	床面積約 59m <sup>2</sup>		1			
②				K6/7 スクリーン点検用テントハウス	設置	鉄骨造建屋	—	床面積約 250m <sup>2</sup>	1	Ⅱ，Ⅲ
④	機器類			海水機器建屋門型クレーン（5号機用）	設置	鉄骨構造	—	スパン 20.5m/ リフト 23m	1	Ⅱ
				海水機器建屋門型クレーン（6/7号機用）	設置	鉄骨構造	—	スパン 20.5m/ リフト 23m	1	
				電気・制御盤	設置	鋼材・鋼板	—	—	多数	
				避雷鉄塔	設置	鉄骨構造	—	高さ 149.5m	1	
				海水放射能モニター（5～7号機用）	設置	鋼材	—	—	1/機	
			除塵装置（5～7号機用）	設置	鋼材	—	—	一式 /機	※「(b)取水スクリーンの 破損による通水性 への影響」で説明	
⑤	資機材	常時 保管	スクリーン枠収納ラック，スクリーン点検用架台，スクリーン本体予備機・収納ラック，角落し・収納ラック（スクリーン部/循環水ポンプ部/取水路連絡部）等	設置 （直置き）	鋼材・鋼板， コンクリート	—	—	—	Ⅱ	
			資機材収納コンテナ，仮設小屋等	固定・固縛	—	—	—	—	—	
		一時 持込	発電機，動力盤等	固定，固縛	鋼材，鋼板	—	—	—	—	Ⅱ
			資機材収納コンテナ，仮設小屋，消火器等	固定，固縛	—	—	—	—	Ⅱ，Ⅲ	
⑥	車両	車両	車両	駐車 （固定・固縛）	—	—	—	—	Ⅱ，Ⅲ	
⑦	その他 一般構築物， 植生		マンホール，クレーンク，チェッカープレート等	固定・固縛	—	—	—	多数	Ⅱ	
			外灯，監視カメラ，フェンス等	設置	—	—	—	多数	Ⅲ	
			樹木（流木等）	—	—	—	—	—	Ⅲ	

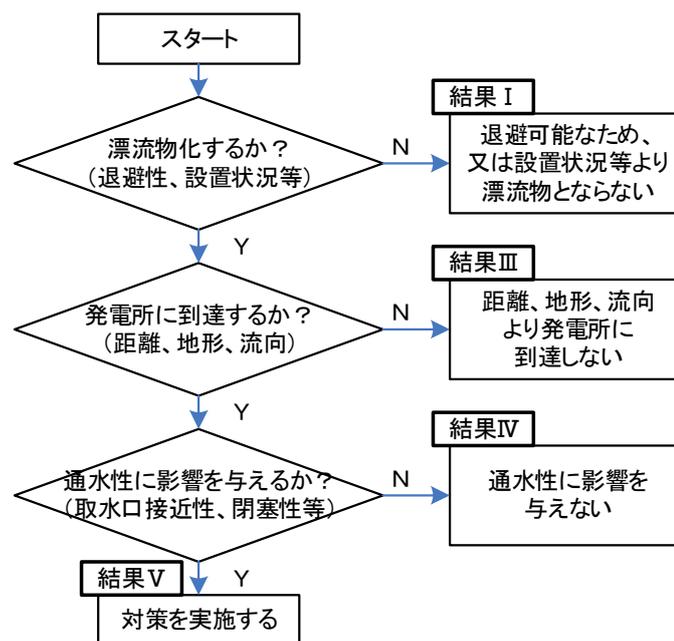
### 分類C（構外・海域）

調査範囲内にある港湾施設としては、6, 7号炉の取水口の南方約3kmに荒浜漁港があり、小型の漁船、プレジャーボート（5t未満）が約30隻、停泊している。この他に調査範囲内に来航し得る船舶としては海上保安庁の巡視船（約3,000t）がある。

一方、調査範囲内には定置網等の固定式漁具、浮筏、浮棧橋、浮体式標識灯等の海上設置物はない。

なお、発電所周辺の海域を航行する定期船としては直江津と小木、寺泊と赤泊、新潟と舞鶴との間を就航する旅客船等があるが、航路上の最も近接する位置でも発電所から30km程度の距離があり、調査範囲内を航行するものはない。

抽出された以上の船舶に対して第2.5-23図に示すフローにより取水口及び取水路の通水性に与える影響評価を実施した。評価結果を以下に示す。また評価結果の一覧を第2.5-6表にまとめて示す。



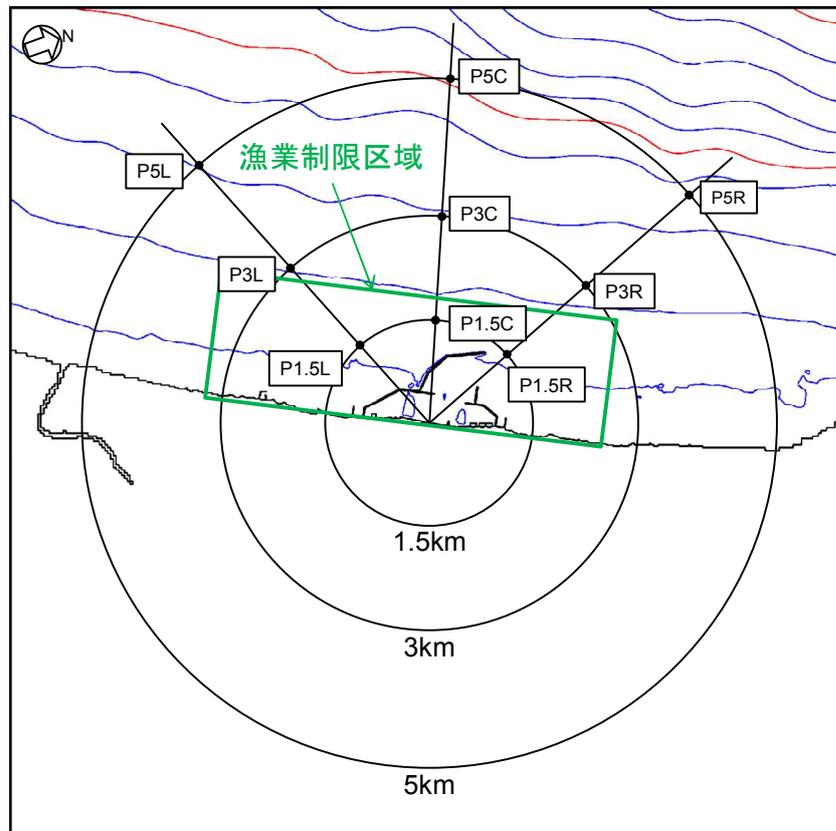
第2.5-23図 通水性に与える影響評価フロー

### ① 漁船，プレジャーボート

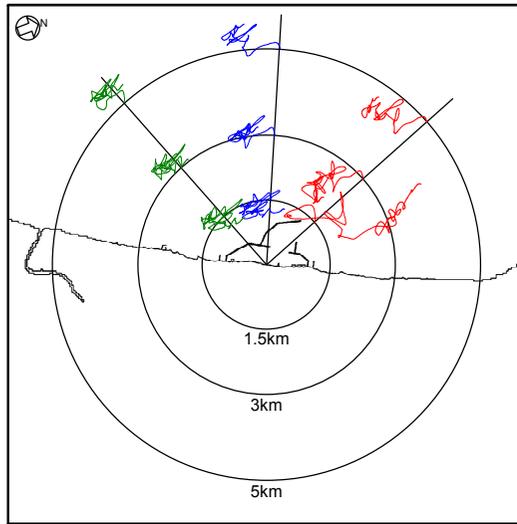
第 2.5-9 図に示すとおり敷地周辺の流向ベクトルは数分～数十分毎に変化しており，発電所に向かう連続的な流れは生じていない。荒浜漁港に停泊する漁船，プレジャーボートについては係留されているため漂流物化する可能性は小さいと考えられるが，仮に漂流物化したとしても，距離，地形及び以上に示した津波の流向から発電所に対する漂流物となることはないと考えられる。【結果 I， III】

また，航行中の船舶，漁船については退避可能と考えられるが，保守的な想定として発電所近傍で航行不能となることも考慮し，その際の挙動について軌跡のシミュレーション評価を実施した。

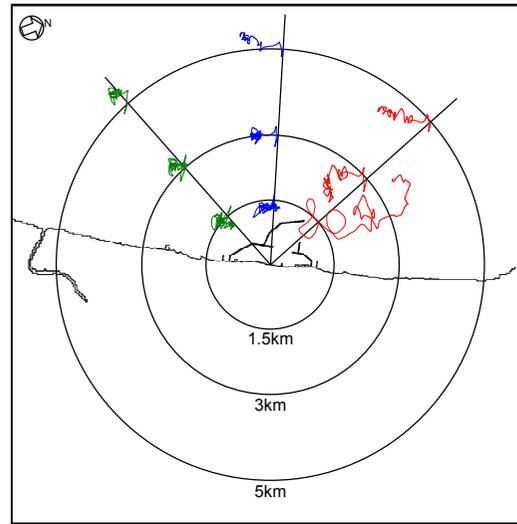
柏崎刈羽原子力発電所の漁業制限区域は発電所沖約 1.7km，幅約 5.8km の範囲であることからこの境界までは船舶が近づき得るものとし，第 2.5-24 図に示す発電所沖 1.5km の地点，及び参考として 3km，5km の地点を初期配置とし，地震発生から 240 分間の軌跡のシミュレーションを実施したところ第 2.5-25 図の結果となった。



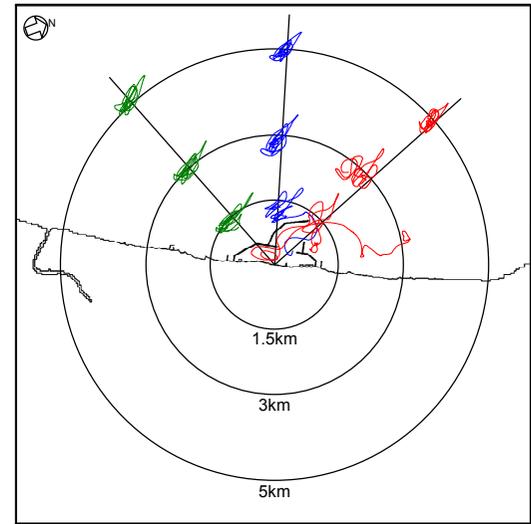
第 2.5-24 図 航行不能船舶軌跡シミュレーションの初期配置



基準津波 1



基準津波 2



基準津波 3

第 2.5-25 図 基準津波による航行不能船舶の軌跡

この結果、初期配置が P1.5C 及び P1.5R 以外のケースについては発電所の港湾内に侵入しないことがわかり、これより港湾口のごく近傍で航行不能となる場合を除き、津波の流向より、発電所に対する漂流物にはならないと考えられる。【結果Ⅲ】

また、P1.5C 及び P1.5R のケースに該当するような港湾口のごく近傍で航行不能となった場合でも、港湾内に侵入した後の挙動は「分類 A（構内・海域）」における港湾内を初期配置とする軌跡シミュレーションにより示されることとなり、第 2.5-19 図より、この場合も、津波の流向より、6、7 号炉の取水口へ接近する可能性はない。【結果Ⅳ】

以上より、漁船、プレジャーボートは非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物にならないものと評価する。

## ②巡視船

巡視船については津波襲来時には退避可能と考えられることから、非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物にならないものと評価する。【結果Ⅰ】

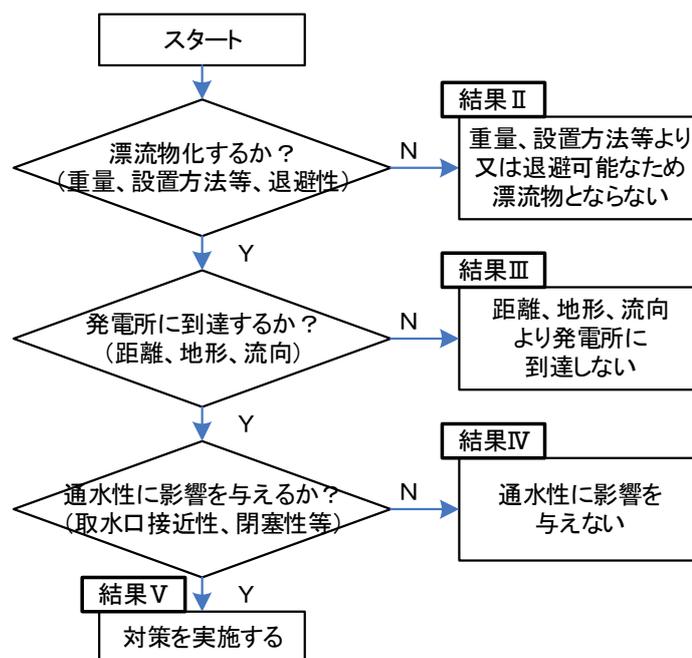
第 2.5-6 表 漂流物調査結果（調査分類 C：構外・海域）

評価番号	分類	内容	状況	場所	数量	重量	結果
①	船舶	・漁船 ・プレジャーボート（小型動力船，手漕ぎボート）	停泊	荒浜漁港	約 30	5t 未満	I，Ⅲ
			航行	発電所周辺			I，Ⅲ，Ⅳ
②		・巡視船	航行/停泊	発電所周辺	1	約 3,000t	I

## 分類D（構外・陸域）

調査範囲内には発電所の南側に集落として荒浜地区、松波地区が、また北側に大湊地区、宮川地区、椎谷地区があり、家屋や倉庫等の建築物、フェンスや電柱等の構築物、乗用車等の車両がある。また、他には6、7号炉の取水口の南方約2.5kmに研究施設があり、事務所等の建築物、タンクや貯槽等の構築物がある。これらについて、第2.5-26図に示すフローにより取水口及び取水路の通水性に与える影響評価を実施した。

なお、調査においては上記（具体的には第2.5-2表）に示すものの他に、浜辺に保管されたプレジャーボート類や植生も確認されたが、これらについては分類C（構外・海域）における船舶や分類B（構内・陸域）における植生に対する評価に包含されると考えられるため、記載を割愛した。



第2.5-26図 通水性に与える影響評価フロー

結果は第2.5-7表に示すとおりであり、設置方法や重量等により多くは海域に流出し漂流物化することはないと考えられるが、仮に漂流物化することを想定した場合でも、設置位置（距離）を考慮すると、第2.5-9図に示した津波の流向や第2.5-25図に示した基準津波下における航行不能船舶の挙動より、発電所に対する漂流物にはならない

と考えられる。よって、発電所構外の陸域における施設・設備等は非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物にならないものと評価する。【結果Ⅰ，Ⅲ】

第 2.5-7 表 漂流物調査結果（調査分類 D：構外・陸域）

場所	内容	状況	重量	結果
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 荒浜地区（荒浜漁港）</li> <li>・ 松波地区</li> <li>・ 大湊地区</li> <li>・ 宮川地区</li> <li>・ 椎谷地区</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 家屋等建築物</li> <li>・ フェンス，電柱等構築物</li> </ul>	設置	—	Ⅰ，Ⅲ
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 乗用車等車両</li> </ul>	駐車	—	Ⅰ，Ⅲ
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 海洋生物環境研究所</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 事務所等建築物</li> <li>・ タンク，貯槽等構築物</li> </ul>	設置	—	Ⅰ，Ⅲ
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 乗用車等車両</li> </ul>	駐車	—	Ⅰ，Ⅲ

## (b) 取水スクリーンの破損による通水性への影響

海水中の塵芥を除去するために設置されている除塵装置(固定式バースクリーン、バー回転式スクリーン及びトラベリングスクリーン)については、異物の混入を防止する効果が期待できるが、津波時に破損して、それ自体が漂流物となる可能性がある。この場合には、破損・分離し漂流物化した構成部材等が取水路を閉塞させることにより、取水路の通水性に影響を与えることが考えられるため、その可能性について確認を行った。

確認方法及び確認結果は以下に示すとおりであり、これより除塵装置は基準津波に対して漂流物となることはなく、非常用海水冷却系の取水性に影響を及ぼすものではないこと確認した。

### i. 確認方法

除塵装置の概要は第 2.5-27 図に示すとおりであり、バー回転式スクリーン及びトラベリングスクリーンはいずれも多数のバスケットがキャリアチェーンにより接合される構造となっている。このため、入力津波の流速により生じるスクリーン部の水位差(損失水頭)により、キャリアチェーン及びバスケットが破損し、バスケットが分離して漂流物化する可能性について確認する。

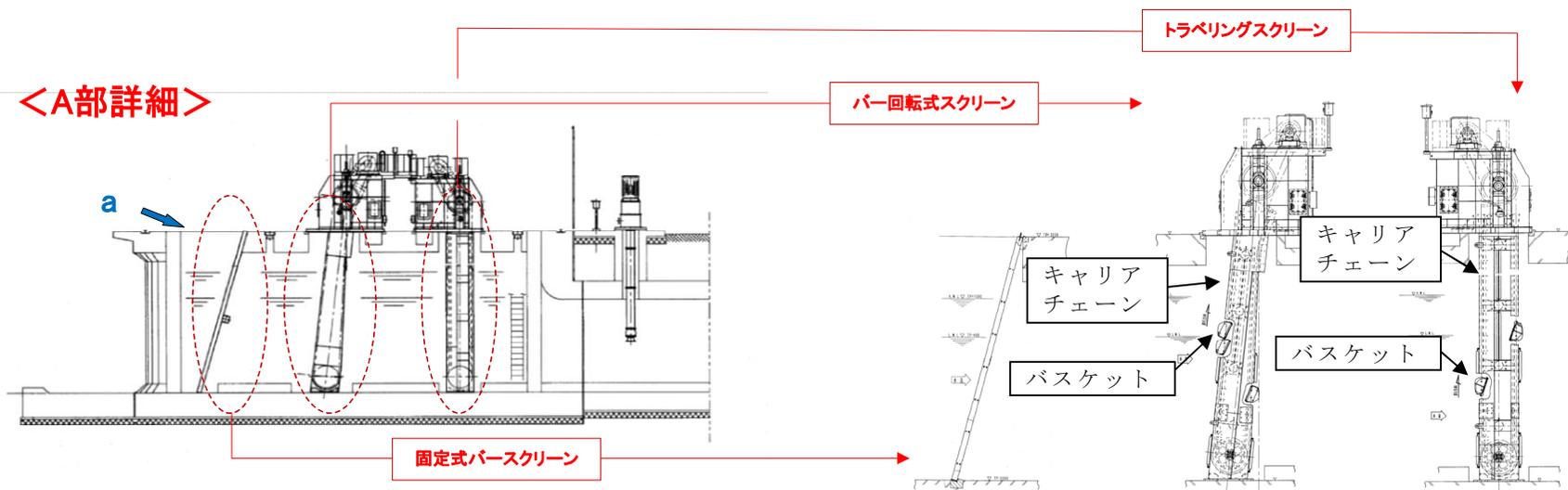
確認条件(津波流速)は、第 2.5-28 図に示すとおり 6, 7 号炉除塵装置付近の流速の評価結果を踏まえ、1.0m/s とする。

なお、固定式バースクリーンは鋼材を溶接接合した構造となっており、仮に津波により変形するようなことがあっても個々の鋼材が分離し漂流物化する可能性はないと考えられるため、評価の対象は上記の二種類のスクリーンとした(第 2.5-27 図 a 部)。

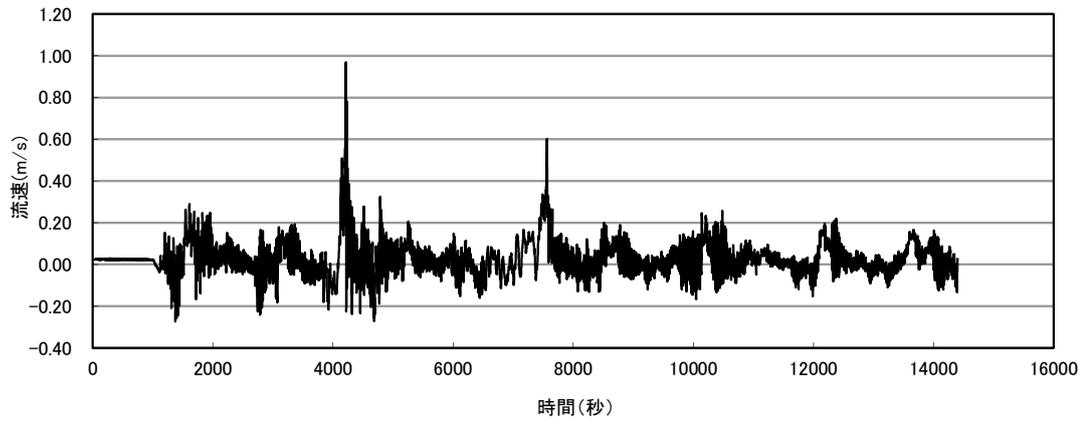
黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません



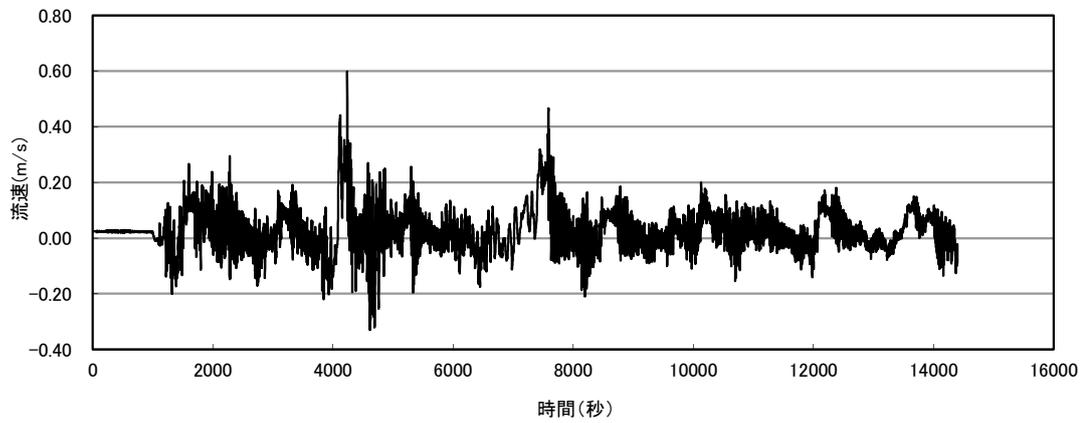
5条-別添-2-125



第 2.5-27 図 除塵装置の概要



6号炉



7号炉

第 2.5-28 図 基準津波 1 による除塵装置部における津波流速分布

## ii. 確認結果

津波流速によって生じるスクリーン部の水位差（損失水頭）による各部材の発生応力，張力は第 2.5-8 表に示すとおりであった。

第 2.5-8 表 除塵装置の強度確認結果

設備	部材	設計 水位差	流速	(参考)
			1.0m/s 時 の水位差	設計水位差における 発生値／許容値
バー回転式 スクリーン	バスケット	2.0m	0.31m	147 N/mm <sup>2</sup> ／240 N/mm <sup>2</sup> (発生応力／許容応力)
	キャリア チェーン	1.5m		98.4 kN／588 kN (張力／破壊強度)
トラベリング スクリーン	バスケット	2.0m	0.38m	157 N/mm <sup>2</sup> ／240 N/mm <sup>2</sup> (発生応力／許容応力)
	キャリア チェーン	1.5m		94.7 kN／588 kN (張力／破壊強度)

これより，いずれの設備においても入力津波の流速 1.0m/s により発生する水位差は設計水位差内であることから，津波により設備が破損し漂流物化することはなく，取水性に影響を及ぼすものでないことを確認した。

## 2.6 津波監視

### 【規制基準における要求事項等】

敷地への津波の繰り返しの襲来を察知し、津波防護施設、浸水防止設備の機能を確実に確保するために、津波監視設備を設置すること。

### 【検討方針】

敷地への津波の繰り返しの襲来を察知し、津波防護施設及び浸水防止設備の機能を確実に確保するため、津波監視設備として、津波監視カメラ及び取水槽水位計を設置する。

### 【検討結果】

津波監視設備として次の設備を設置する。

- 津波監視カメラ
- 取水槽水位計

津波監視カメラは 7 号炉原子炉建屋屋上に設置された排気筒の T.M.S.L. +76m の位置に設置し、水平 360°、垂直 90° の旋回が可能な設備とすることで、津波の襲来の察知とその影響の俯瞰的な把握を可能とする。また、赤外線撮像機能を有したカメラを用い、かつ中央制御室から監視可能な設備とすることで、昼夜を問わない継続した監視を可能とする。

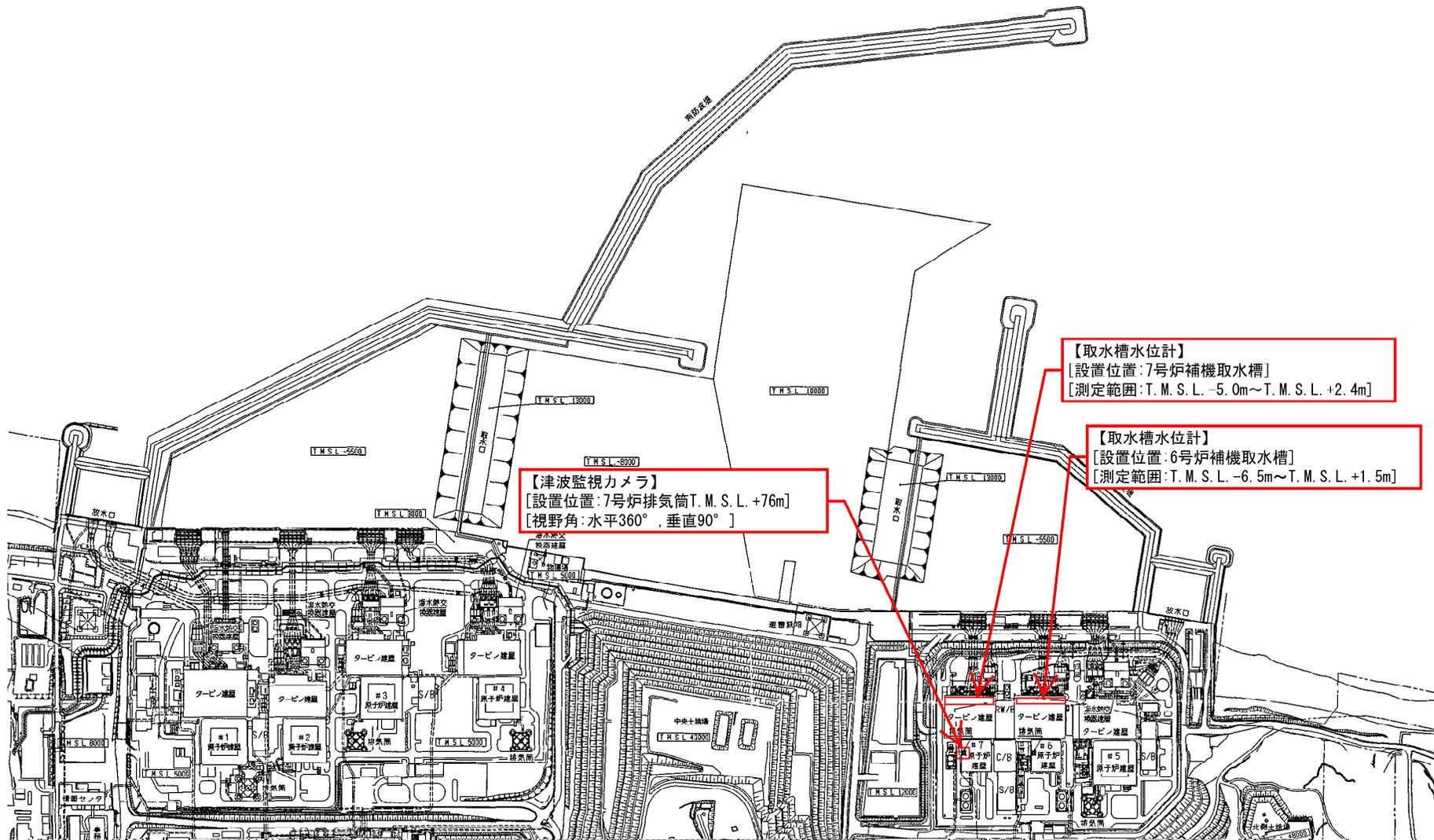
また、取水槽水位計は 6 号炉及び 7 号炉の各補機取水槽に設置し、水位下降側の入力津波高さを考慮し、測定範囲を第 2.6-1 表のとおりとすることで、主に津波による水位下降側の影響の把握を可能とする。

以上の津波監視設備の設置の概要を第 2.6-1 図に示す。

第 2.6-1 表 入力津波高さと取水槽水位計の測定範囲

	6 号炉		7 号炉	
	取水口	取水槽	取水口	取水槽
入力津波高さ (水位下降側) T.M.S.L. (m)	-3.5 <sup>※1</sup>	-3.5 <sup>※1</sup>	-3.5 <sup>※1</sup>	-3.5 <sup>※1</sup>
測定範囲 T.M.S.L. (m)	-6.5 ~ +1.5		-5.0 ~ +2.4	

※1：海水貯留堰の天端標高により定まる



第 2.6-1 図 津波監視設備の設置概要

### 3. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件

#### 3.1 津波防護施設の設計

##### 【規制基準における要求事項等】

津波防護施設は，その構造に応じ，波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し，越流時の耐性にも配慮した上で，入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できるように設計すること。

##### 【検討方針】

津波防護施設（海水貯留堰）は，その構造に応じ，波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安全性を評価し，越流時の耐性にも配慮した上で，入力津波に対する津波防護機能（海水貯留機能）が十分に保持できるように設計する。

##### 【検討結果】

6号炉及び7号炉では，基準津波による水位低下時に，補機取水槽内の津波高さが原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位を下回る時間においても同ポンプの継続運転が可能となるよう，各号炉の取水口前面に非常用取水設備として海水貯留堰を，津波防護施設（非常用取水設備を兼ねる）と位置づけて設置する。

海水貯留堰は，その構造に応じ，波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し，越流時の耐性にも配慮した上で，入力津波による津波荷重や地震荷重等に対して津波防護機能（海水貯留堰）が十分に保持できるように以下の方針により設計する。

#### (1) 仕様

海水貯留堰は，基準津波による水位低下時の補機取水槽内の津波高さが原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位を下回る時間に，1プラント当たり原子炉補機冷却海水ポンプを6台運転（全台運転）する場合においても十分な量の海水を貯留できるものとして設計している。

具体的には，6号炉，7号炉ともに，貯留堰天端高さを T. M. S. L. -3.5m とし，この際の原子炉補機冷却海水ポンプの継続運転のための必要貯水量が 2.5 節の「(1) 非常用海水冷却系の取水性」で示したとおり約 2,700m<sup>3</sup> であるのに対して，6号炉では約 10,000m<sup>3</sup>，7号炉では約 8,000m<sup>3</sup> の貯留容量をもつものとしている。海水貯留堰の貯留容量に

関わる主要寸法を第 3.3-1 図に示す。

## (2) 構造

海水貯留堰は、取水口前面の海中に設置する鋼管矢板を連結した構造物である。鋼管矢板は、原子炉施設の基礎岩盤である西山層泥岩もしくはその上位に分布する粘性土層に根入れしている。海水貯留堰の構造を第 3.3-1 図に示す。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

第 3.1-1 図 海水貯留堰の仕様・構造

5 条-別添-3-3

### (3) 荷重組合せ

海水貯留堰は取水口前面の海中に設置されるものであることから、設計においてはその設置状況を考慮し、以下に示す常時荷重、地震荷重、津波荷重、及び津波に伴い発生する漂流物荷重、余震荷重の組合せを考慮する。

- ①常時荷重＋地震荷重
- ②常時荷重＋津波荷重
- ③常時荷重＋津波荷重＋漂流物荷重
- ④常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

### (4) 荷重の設定

海水貯留堰の設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

#### ○常時荷重

自重等を考慮する。

#### ○地震荷重

基準地震動  $S_s$  を考慮する。

#### ○津波荷重

津波による水位低下や、津波の繰り返し襲来を想定し、躯体に作用する津波荷重を考慮する。

#### ○漂流物荷重

対象とする漂流物を定義し、漂流物の衝突力を漂流物荷重として設定する。

#### ○余震荷重

余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動  $S_d$  を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用にあたっての考え方を添付資料 11 に示す。

### (5) 許容限界

海水貯留機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、評価部材の発生応力が降伏応力以下であることを確認する。

### 3.2 浸水防止設備の設計

#### 【規制基準における要求事項等】

浸水防止設備については、浸水想定範囲における浸水時及び冠水後の波圧等に対する耐性等を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計すること。

#### 【検討方針】

浸水防止設備（取水槽閉止板、水密扉、ダクト閉止板、浸水防止ダクト、床ドレンライン浸水防止治具、貫通部止水処置）については、基準地震動による地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。また、浸水時の波圧等に対する耐性等を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。

#### 【検討結果】

浸水防止設備としては、「2.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）」に示したとおり、タービン建屋地下の補機取水槽上部床面に設けられた点検口に取水槽閉止板を設置している。また、「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示したとおりタービン建屋内の浸水防護重点化範囲の境界にある扉、開口部、貫通口等に、水密扉、ダクト閉止板、浸水防止ダクト、床ドレンライン浸水防止治具の設置及び貫通部止水処置を実施している。以上を整理すると第3.2-1表となる。

各浸水防止設備の設計方針を以下に示す。

第3.2-1表 浸水防止設備の種類と設置位置

分類	種類	設置位置	箇所数（参考）	
			6号炉	7号炉
外郭防護に係る 浸水防止設備	取水槽閉止板	タービン建屋地下 補機取水槽上部床面	5	4
内郭防護に係る 浸水防止設備	水密扉	タービン建屋内 浸水防護重点化範囲 境界	13	13
	ダクト閉止板		2	—
	浸水防止ダクト		—	1
	床ドレンライン 浸水防止治具		約 90	約 130
	貫通部止水処置		約 350	約 300

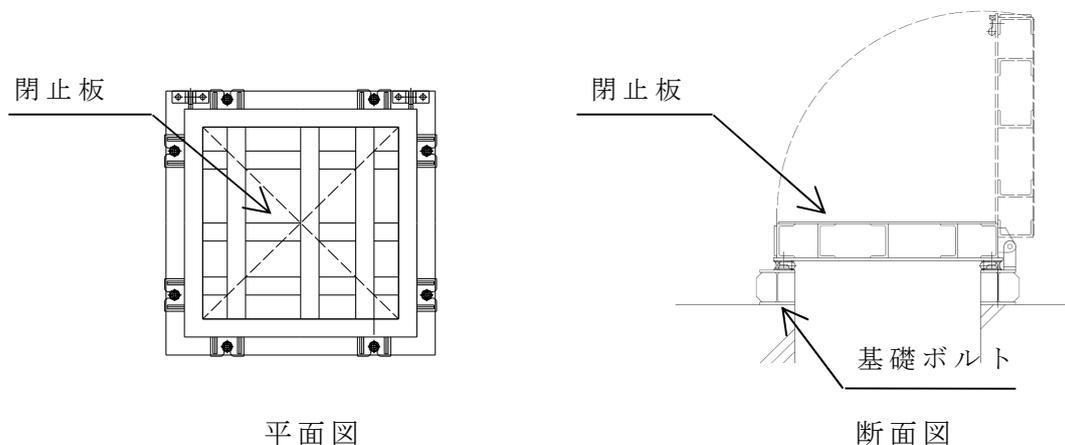
## (1) 取水槽閉止板

6号炉及び7号炉の補機取水槽上部床面（タービン建屋海水熱交換器区域地下1階床面）の床面高さがT.M.S.L.+3.5mであるのに対し、補機取水槽の入力津波高さはそれぞれ、6号炉でT.M.S.L.+6.6m、7号炉でT.M.S.L.+7.4mである。このため、設計基準対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋であるタービン建屋への津波の流入防止のため、各補機取水槽上部床面に設けられた取水槽の点検口に浸水防止設備として取水槽閉止板を設置している。取水槽閉止板の設置位置は2.2節の第2.2-4-5図、第2.2-4-6図に示したとおりである。

取水槽閉止板は津波荷重や地震荷重等に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。

### a. 構造

取水槽閉止板は、タービン建屋地下の補機取水槽上部床面の開口部に設置される鋼製の閉止板である。閉止板周囲に止水ゴムを取付け、閉止板と閉止板枠をボルトにて締め付け固定することで浸水を防止する。取水槽閉止板の構造図を第3.2-1図に示す。



平面図

断面図

第3.2-1図 取水槽閉止板構造図

### b. 荷重組合せ

- ① 常時荷重＋地震荷重
- ② 常時荷重＋津波荷重
- ③ 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

### c. 荷重の設定

- 常時荷重

自重等を考慮する。

○津波荷重

設置位置における入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。

○地震荷重

基準地震動  $S_s$  を考慮する。

○余震荷重

余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動  $S_d$  を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用にあたっての考え方を添付資料 11 に示す。

d. 許容限界

浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを基本として、浸水防止機能を保持していることを確認する。

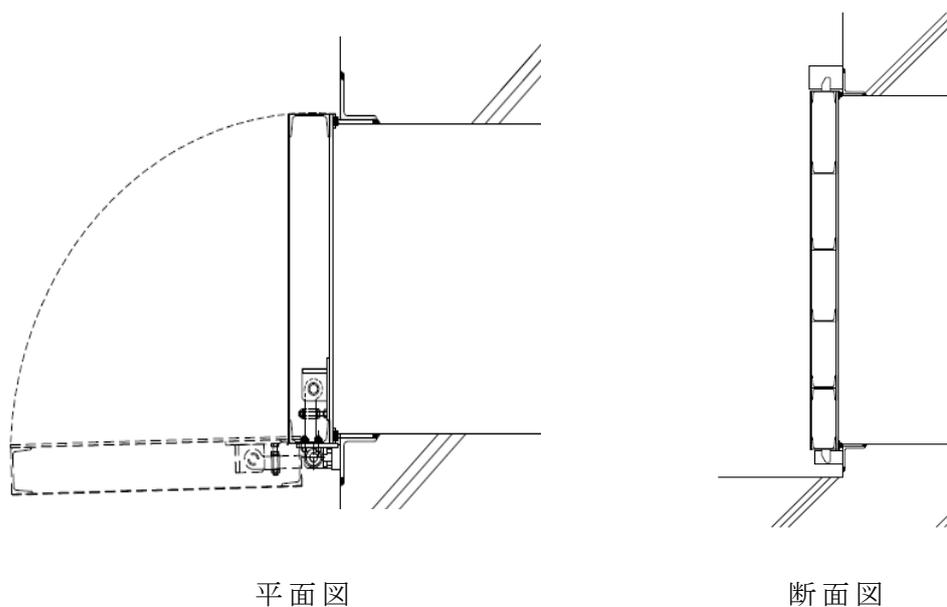
## (2) 水密扉

タービン建屋内の浸水防護重点化範囲の境界において、津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定した際に、同範囲への浸水経路、浸水口となり得る扉部に対して、浸水防止設備として水密扉を設置している。水密扉の設置位置は添付資料 5 に示す。

水密扉は津波荷重や地震荷重等に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。なお、水密扉の運用管理については添付資料 6 に示す。

### a. 構造

水密扉は、タービン建屋の地下 2 階から地下 1 階に設置される水密性能を有した扉であり、扉板、桁等の部材により構成される。また、構造図を第 3.2-2 図に示す。



第 3.2-2 図 水密扉構造図

### b. 荷重組合せ

- ① 常時荷重 + 地震荷重
- ② 常時荷重 + 津波荷重
- ③ 常時荷重 + 津波荷重 + 余震荷重

### c. 荷重の設定

○常時荷重

自重等を考慮する。

○津波荷重

設置位置における入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。

○地震荷重

基準地震動  $S_s$  を考慮する。

○余震荷重

余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動  $S_d$  を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用にあたっての考え方を添付資料 11 に示す。

**d. 許容限界**

浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを基本として、浸水防止機能を保持していることを確認する。

### (3) 貫通部止水処置

タービン建屋内の浸水防護重点化範囲の境界において、津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定した際に、同範囲への浸水経路、浸水口となり得る貫通口部等に対して、浸水防止設備として貫通部止水処置を実施している。貫通部止水処置の実施範囲及び実施例は添付資料 5 に示す。

6号炉及び7号炉で実施している貫通部止水処置は、大きく第 3.2-2 表に示す止水構造分類でき、これらについてはいずれも津波荷重や地震荷重等に対して浸水防止機能が十分に保持できるように設計する。

以下に各止水構造について、その設計方針を示す。

第 3.2-2 表 止水構造

止水構造		特徴・主な用途	変位追従性
充てん構造 (シリコンシール材)	貫通口と貫通物の間の隙間に、鋼板による補強板を設けた上でシリコンシール材を充てんあるいは貼り付けることにより止水する構造	○一定の変位追従性を有するもので、貫通物の温度（内包流体温度等）がシール材の使用制限温度以下で、かつ大きな熱移動が生じない低温配管部、地震による躯体と貫通物間の相対変位が小さい部位に適する	小～中
ブーツ構造	貫通口と貫通物の間の隙間にラバーブーツを設置することにより止水する構造	○変位追従性に優れ、地震による躯体と貫通物間の相対変位が大きい部位、高温配管で配管の熱移動が生じる部位に適する	大
充てん構造 (モルタル)	貫通口あるいは貫通口と貫通物の間の隙間にモルタルを充てんすることにより止水する構造	○経年劣化等に対する耐久性に優れる ○剛性が高く、高い拘束力を有するため変位追従性がなく、躯体と貫通物間で相対変位が生じない部位（低温配管部、地震による相対変位が生じない部位）に適する	無
閉止構造	貫通口に金属性の閉止板を溶接する、あるいは閉止フランジ、閉止栓等をシール材とともにボルトやねじ込み等により取り付けることにより止水する構造	○予備スリーブ等の閉塞可能な部位に適する ○「充てん構造」では充てん材の充てん量が多くなり施工性に難のある大型開口部などに適する	—

## a. 充てん構造（シリコーンシール材）

### (a) 構造

「充てん構造（シリコーンシール材）」は貫通口と貫通物の間の隙間に、鋼板による補強板を設けた上でシリコーンシール材を充てんあるいは貼り付けることにより止水する構造である。本構造の標準的な構造の概要を第 3.2-3 図に示す。



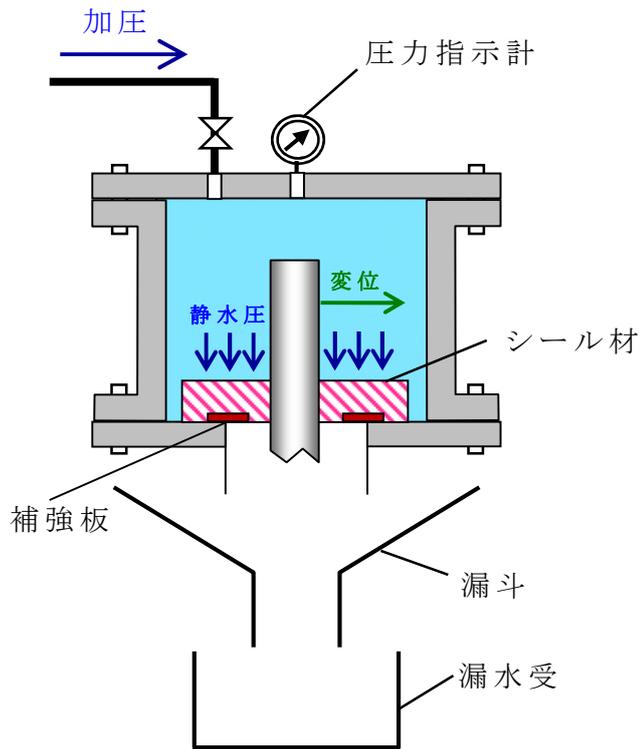
第 3.2-3 図 充てん構造（シリコーンシール材）

### (b) 水密性

充てん構造（シリコーンシール材）は、直接、津波波力（水平力）を受ける位置に設置するものではないため、静的荷重（静水頭圧）に対する水密性を確保する。

本構造では耐水圧性は補強板及びシリコーンシール材が担い、シリコーンシール材により水密性を確保することを基本としており、設置箇所想定される浸水（静水頭圧）に対して、浸水防止機能が保持できることを、実機を模擬した耐水・漏水試験により確認する。

実機模擬試験の例を第 3.2-4 図に示す。



試験装置外観



試験装置内部

■ 試験条件 (例)

- ・ 貫通物口径：100A
- ・ 補強板-貫通物間距離：40mm
- ・ シール材試験体厚さ：80mm (40mm+40mm)
- ・ 接 着 面 積：20mm
- ・ 水 圧：0.4MPa (40m 水頭相当)
- ・ 貫 通 物 変 位：軸，軸直角方向ともに 25mm
- ・ 保 持 時 間：24 時間

第 3.2-4 図 実機模擬耐水・漏水試験例

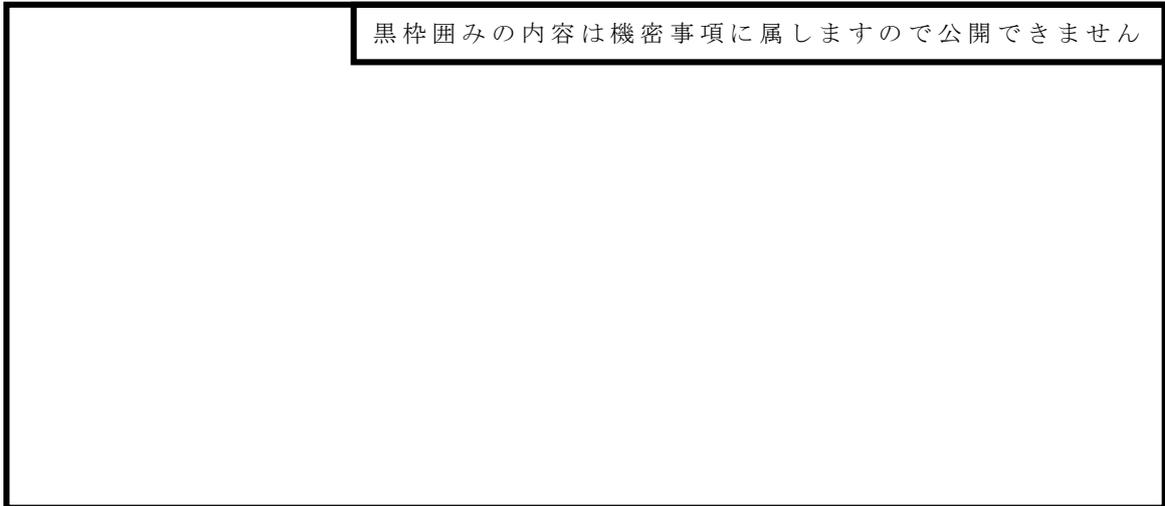
(c) 耐震性

壁貫通口等を通る配管等の貫通物は同一建屋内の支持構造物により拘束されており、地震時には建屋と配管等が連動した振動となることから、シール材への地震の影響は軽微と考えられる。本構造はこのような箇所に適用するものであり、地震により浸水防止機能を維持できること（耐震性）は、上記の実機模擬試験において変位を付与した状態で耐水・漏水試験を行うことにより確認する。

なお、建屋間を貫通する配管等の地震時に躯体と貫通物間で大きな相対変位が想定される箇所については次項で示すように、本構造ではなく、変位追従性に優れるブーツ構造を適用する方針とする。

## b. ブーツ構造

「ブーツ構造」は貫通口と貫通物の間の隙間にラバーブーツ（シールカバー）を設置することにより止水する構造である。本構造の標準的な構造の概要を第 3.2-5 図に示す。



第 3.2-5 図 ブーツ構造の概要

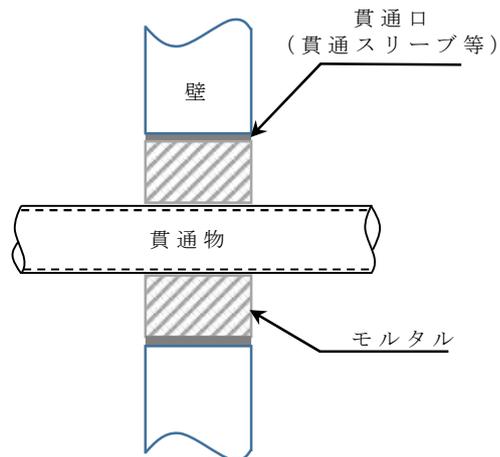
ブーツ構造は変位追従性に優れ、主として地震による躯体と貫通物間の相対変位が大きい部位、高温配管で配管の熱移動が生じる部位に適用するものであり、貫通物の建屋間相対変位、熱変位を評価し、かつ施工性も考慮した上でシリコンシール材による充てん構造では適応が困難と判断される個所に適用する。

その設計にあたっては、止水性を有する材料を用いるとともに、設置箇所想定される水圧に対して、浸水防止機能が保持できることを、実機を模擬した耐水・漏水試験により確認する。

### c. 充てん構造（モルタル）

#### (a) 構造

「充てん構造（モルタル）」は貫通口内あるいは貫通口と貫通物の間の隙間にモルタルを充てんすることにより止水する構造である。本構造の標準的な構造の概要を第 3.2-6 図に示す。



第 3.2-6 図 充てん構造（モルタル）の概要

#### (b) 水密性

貫通部のモルタル充てんには無収縮モルタルを使用していることから隙間が生じにくく、また、モルタルは基本的に壁・床面と同等の強度を有し、圧縮強度や付着強度も高いため、水圧に対する耐性は十分にあるものと考えられる。

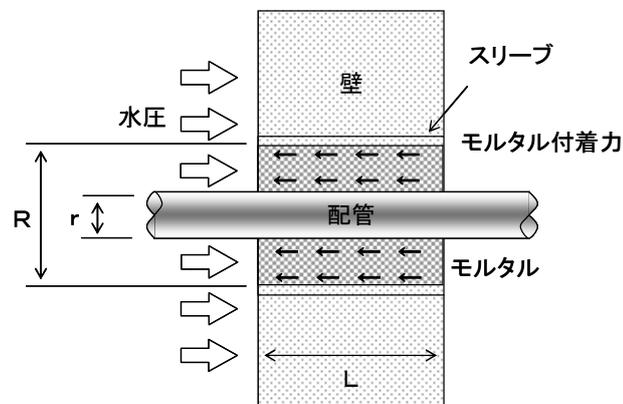
代表ケースに対してこの耐性を評価すると以下の結果となり、これより実機で想定される条件（浸水深及び貫通口寸法）においては、必要な耐性を有するものと判断する。

なお、以下の評価で示されるように、本構造では 600A を超えるようなスリーブなど貫通口寸法が大きくなるに従い耐性を確保することが困難となるが、第 3.2-2 表に示したとおり、このような大開口に対しては、本構造ではなく閉止構造を適用する方針とする。

< 充てん構造（モルタル）の水圧に対する耐性評価例 >

○評価条件

評価条件			備考
スリーブ径	mm	R	
モルタル充てん深さ	mm	L	
配管径	mm	r	
モルタル圧縮強度	N/mm <sup>2</sup>	30	
モルタル付着強度	N/mm <sup>2</sup>	1	「コンクリート標準示方書(2007年制定)」による
静水圧	N/mm <sup>2</sup>	0.2	20m相当静水圧



○評価方法

①モルタル部分に作用する水圧荷重（P1）

静水圧がモルタル部分に作用したときに生じる荷重は以下のとおり。

$$P1 [N] = 0.2 [N/mm^2] \times (\pi / 4 \times R^2) [mm^2]$$

②モルタルの許容付着荷重（P2）

静水圧がモルタル部分に作用したときに，モルタルが耐える限界の付着荷重は以下のとおり。

$$P2 [N] = 1 [N/mm^2] \times (\pi \times (R+r) \times L) [mm^2]$$

モルタルの付着強度は付着面積に比例するため，最も保守的な条件として貫通物がない状態（r=0）を想定すると，許容付着荷重（P2）は次のとおりとなる。

$$P2[N] = 1 [N/mm^2] \times (\pi \times R \times L) [mm^2]$$

静水圧に対する耐性を確保するためには、 $P1 < P2$  である必要があるため、以上より耐性の確保可否の評価方法（判定基準）は以下のとおり整理できる。

$$0.05 \times R [mm] < L [mm]$$

#### ○評価結果

上式より、充てん構造（モルタル）が水圧に対する耐性を確保するためには、貫通スリーブ径の 5% を超える深さのモルタル充てんが必要であることがわかる。

ここで、実機に存在する主要なスリーブの径は 100A～600A 程度であり、600A のスリーブに対して必要充てん深さを評価すると約 25mm となる。一方、貫通部止水処置の施工対象とする壁は 30mm 程度以上の厚さを有しており、モルタルの充てんは壁厚と同程度の深さの施工がされる。

以上より、実機の条件を考慮すると、本構造は必要な水圧に対する耐性を有するものと評価できる。

#### (c) 耐震性

貫通口内に貫通物が存在する構造では、基準地震動  $S_s$  によりモルタル充てん部に発生する配管反力がモルタルの許容圧縮強度および許容付着強度以下であることを確認する。

#### d. 閉止構造

「閉止構造」は貫通口に金属性の閉止板を溶接する，あるいは閉止フランジ，閉止栓等をシール材とともにボルトやねじ込み等により取り付けることにより止水する構造である。本構造の標準的な構造の概要を第 3.2-7 図に示す。



第 3.2-7 図 閉止構造の概要

閉止構造は主として予備スリーブ等の閉塞可能な部位に適用するものであり，その設計にあたっては設置箇所想定される水圧及び基準地震動  $S_s$  による地震力に対して，必要な浸水防止機能が保持できることを評価あるいは試験により確認する。

#### (4) 床ドレンライン浸水防止治具

タービン建屋内の浸水防護重点化範囲の境界において、津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定した際に、同範囲への浸水経路、浸水口となり得る床ドレンライン部に対して、浸水防止設備として床ドレンライン浸水防止治具を設置している。貫通部止水処置の実施範囲は添付資料-5に示す。

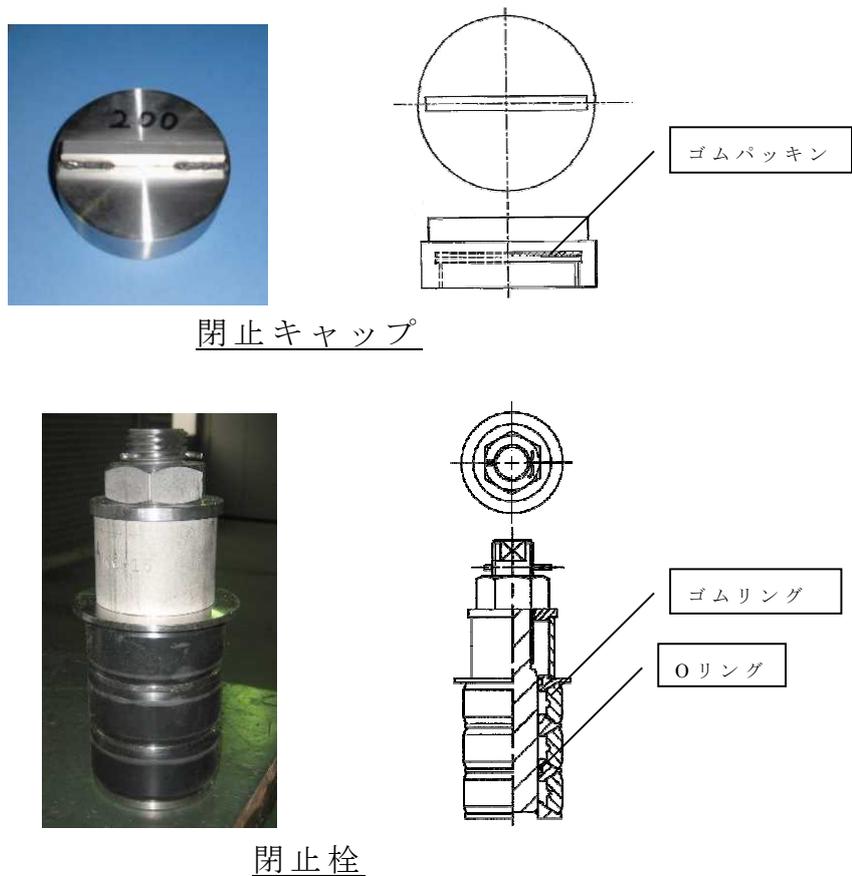
床ドレンライン浸水防止治具は津波荷重や地震荷重等に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。

##### a. 種類及び構造

###### ① 閉止治具（閉止キャップ、閉止栓）

閉止治具は、浸水防止要求があり、溢水発生時に排水を期待しないファンネルに対して適用する。閉止治具には閉止キャップと閉止栓の二種類があり、ドレンラインにねじ切り部がある場合には前者を、ない場合には後者を選択する。

各閉止治具の外観及び構造例を第 3.2-8 図に示す。

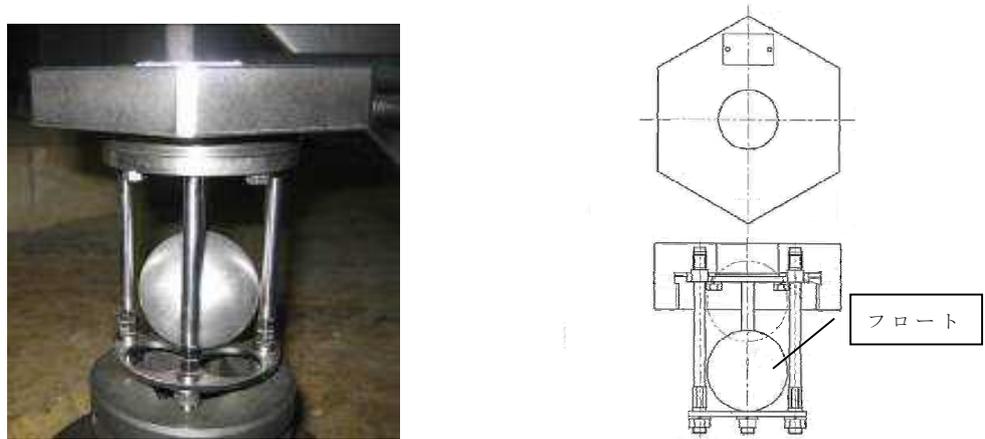


第 3.2-8 図 閉止治具の外観及び構造例

## ②フロート式止水治具

フロート式止水治具は，逆流方向に対して浸水防止要求があり，溢水発生時に排水を期待するファンネルに対して適用する。

フロート式止水治具の外観及び構造例を第 3.2-9 図に示す。

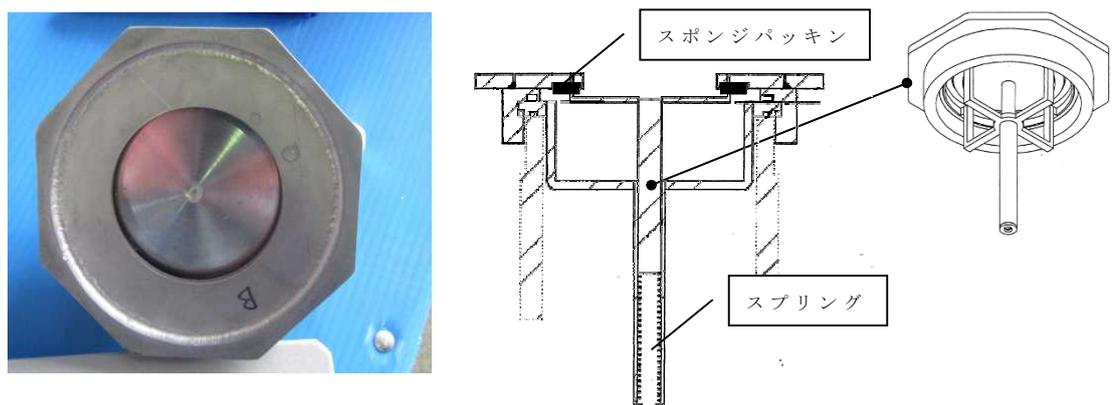


第 3.2-9 図 フロート式止水治具の外観及び構造例

## ③逆止弁式止水治具

逆止弁式止水治具は，逆流方向に対して浸水防止及び火災防護要求（遮煙）があり，溢水発生時に排水を期待するファンネルに対して適用する。

逆止弁式止水治具の外観及び構造例を第 3.2-10 図に示す。



第 3.2-10 図 逆止弁式止水治具の外観及び構造例

**b. 水密性**

各床ドレンライン浸水防止治具が必要な水密性を有することを以下の試験により確認する。

○止水性能

想定される溢水による水頭圧において5分以上保持し、有意な漏えいがないことを確認する。

○耐圧強度

想定される溢水による水頭圧において5分間保持し、有意な変形がないことを確認する。

**c. 耐震性**

基準地震動  $S_s$  による地震力に対して、浸水防止機能が保持できることを、評価または加震試験により確認する。

## (5) 浸水防止ダクト

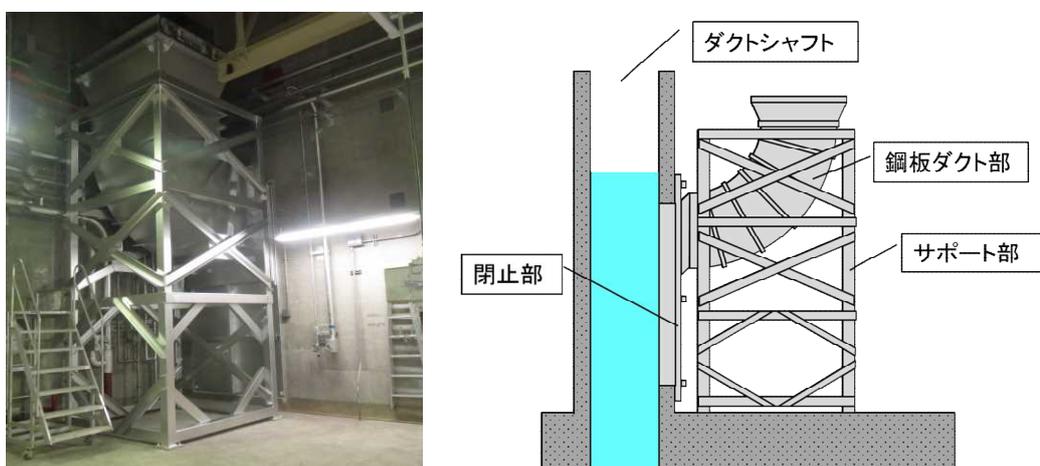
タービン建屋内の浸水防護重点化範囲の境界において、津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定した際に、同範囲への浸水経路、浸水口となり得る空調ダクト（ダクトシャフト）の排気口に対して、排気口の高さを上方に移すことにより浸水を防止することを目的に、浸水防止設備として鋼板ダクトを設置している。浸水防止ダクトの設置位置は添付資料 5 に示す。

浸水防止ダクトは津波荷重や地震荷重等に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。

### a. 構造

浸水防止ダクトは、空調ダクト（ダクトシャフト）の排気口を新規に鋼製のダクトで立ち上げることにより、ダクトシャフト内に流入した津波が、排気口から浸水防護重点化範囲に浸水することを防止する。同ダクトは主に鋼材による鋼板ダクト部、ダクト部を支持するサポート部、閉止部から構成され、津波流入による荷重、地震荷重等に対して必要な浸水防止機能を保持する。

浸水防止ダクトの外観及び構造例を第 3.2-11 図に示す。



第 3.2-11 図 浸水防止ダクトの外観及び構造例

## b. 荷重の組み合わせ

鋼板ダクトの設計においては以下のとおり，常時荷重，地震荷重，津波荷重，余震荷重の組合せを考慮する。

- ① 常時荷重＋地震荷重
- ② 常時荷重＋津波荷重
- ③ 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

## c. 荷重の設定

### ○ 常時荷重

自重を考慮する。

### ○ 地震荷重

基準地震動  $S_s$  を考慮する。

### ○ 津波荷重

設置位置における入力津波による流入水の重量を考慮する。

### ○ 余震荷重

余震による地震動について検討し，余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動  $S_d$  を適用し，これによる荷重を余震荷重として設定する。適用にあたっての考え方を添付資料 11 に示す。

## d. 許容限界

浸水防止機能に対する機能保持限界として，地震後，津波後の再使用性や，津波の繰り返し作用を想定し，当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう，構成する部材が弾性域内に収まることを基本として，浸水防止機能を保持していることを確認する。

## (6) ダクト閉止板

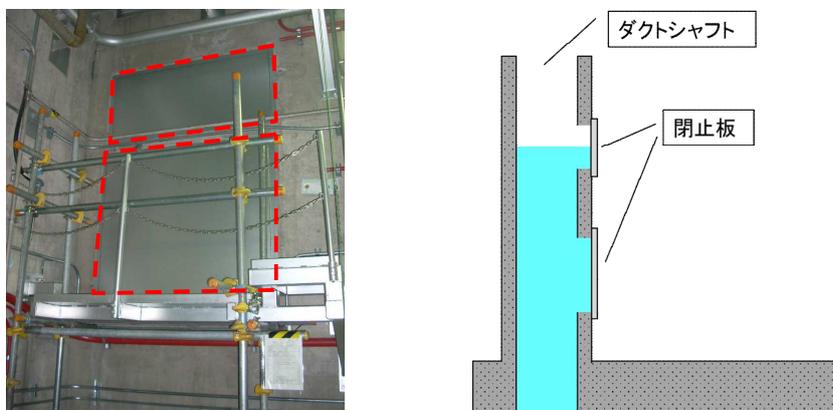
タービン建屋内の浸水防護重点化範囲の境界において、津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定した際に、同範囲への浸水経路、浸水口となり得る空調ダクト（ダクトシャフト）の排気口に対して、排気口を閉止することにより浸水を防止することを目的に、浸水防止設備としてダクト閉止板を設置している。ダクト閉止板の設置位置は添付資料 5 に示す。

ダクト閉止板は津波荷重や地震荷重等に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。

### a. 構造

ダクト閉止板は、空調ダクト（ダクトシャフト）の排気口に閉止板を取り付け全周溶接することで、ダクトシャフト内に流入した津波が、排気口から浸水防護重点化範囲に浸水することを防止する。同ダクトは鋼材による閉止板で構成され、津波流入による荷重、地震荷重等に対して必要な浸水防止機能を保持する。

ダクト閉止板の外観及び構造例を第 3.2-12 図に示す。



第 3.2-12 図 ダクト閉止板の外観及び構造例

## b. 荷重の組み合わせ

ダクト閉止板の設計においては以下のとおり，常時荷重，運転荷重，地震荷重，津波荷重，余震荷重の組合せを考慮する。

- ①常時荷重＋運転荷重＋地震荷重
- ②常時荷重＋津波荷重
- ③常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

## c. 荷重の設定

### ○常時荷重

自重を考慮する。

### ○運転荷重

換気空調系の運転圧力を考慮する。

### ○地震荷重

基準地震動  $S_s$  を考慮する。

### ○津波荷重

設置位置における入力津波による静水圧荷重を考慮する。

### ○余震荷重

余震による地震動について検討し，余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動  $S_d$  を適用し，これによる荷重を余震荷重として設定する。適用にあたっての考え方を添付資料 11 に示す。

## d. 許容限界

浸水防止機能に対する機能保持限界として，地震後，津波後の再使用性や，津波の繰り返し作用を想定し，当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう，構成する部材が弾性域内に収まることを基本として，浸水防止機能を保持していることを確認する。

### 3.3 津波監視設備の設計

#### 【規制基準における要求事項等】

津波監視設備については、津波の影響（波力、漂流物の衝突等）に対して、影響を受けにくい位置への設置、影響の防止策・緩和策等を検討し、入力津波に対して津波監視機能が十分に保持できるよう設計すること。

#### 【検討方針】

津波監視設備については、津波の影響（波力、漂流物の衝突等）に対して、影響を受けにくい位置への設置、影響の防止策・緩和策等を検討し、入力津波に対して津波監視機能が十分に保持できるよう設計する。

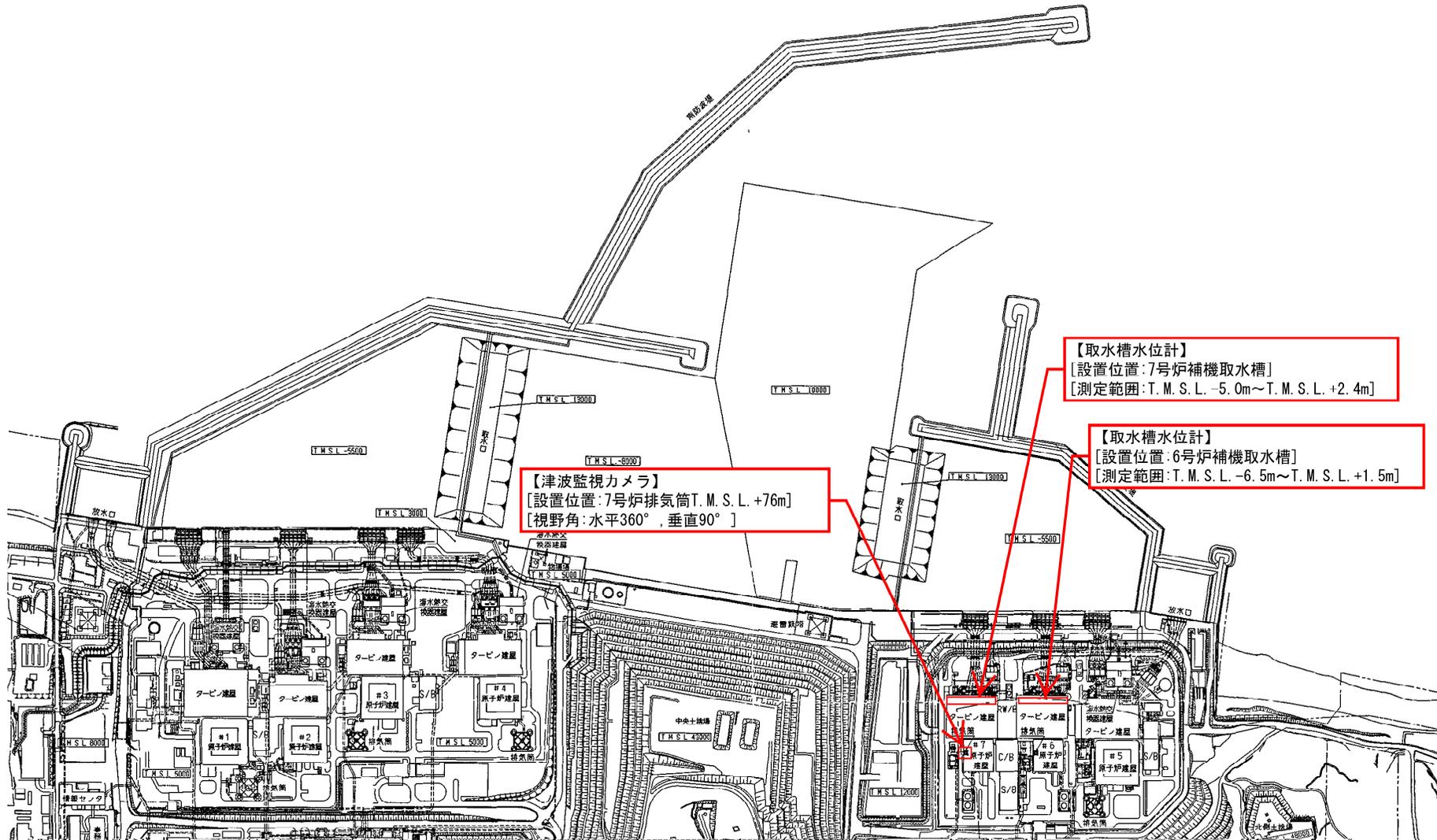
#### 【検討結果】

津波監視設備としては、津波監視カメラと取水槽水位計を設置する。

津波監視カメラは、7号炉原子炉建屋屋上に設置された排気筒の T.M.S.L. +76m の位置に設置するため、津波の影響を受けることはない。一方、取水槽水位計は T.M.S.L. +3.5m の 6号炉及び 7号炉の補機取水槽の上部床面（タービン建屋海水熱交換器区域地下 1階床面）に設置するものであり当該部における入力津波高さよりも低位への設置となるが、「2. 津波防護方針」に示したとおり、当該設置エリア（原子炉補機冷却海水ポンプエリア）は外郭防護と内郭防護により浸水の防止及び津波による影響からの隔離を図っている。このため、取水槽水位計についても津波の影響を受けることはない。

以上のとおり、津波監視設備は入力津波に対して津波監視機能が保持できる設計としている。

津波監視設備の設置の概要を第 3.3-1 図に、また、設備ごとの設計方針の詳細を以下に示す。



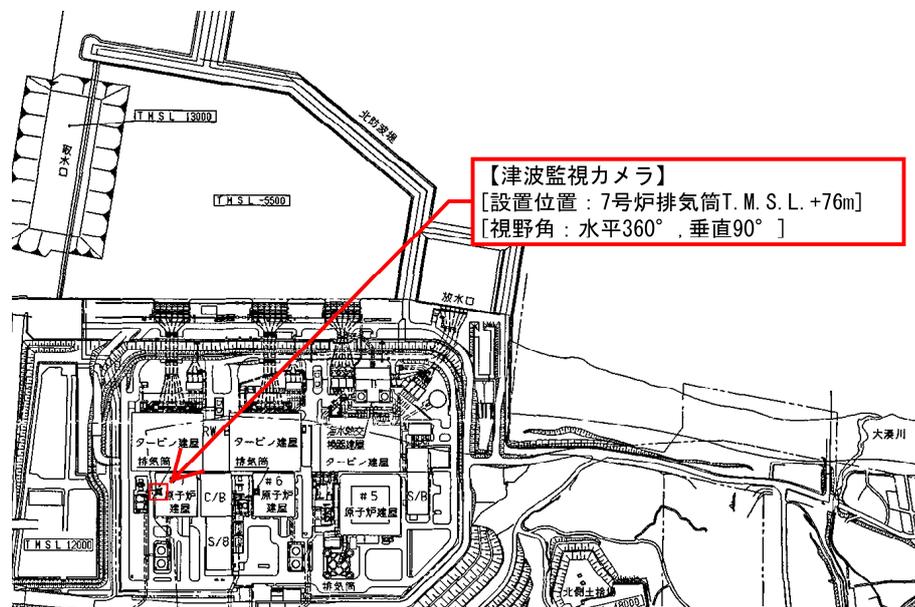
第 3.3-1 図 津波監視設備の設置概要

## (1) 津波監視カメラ

### a. 仕様

津波監視カメラは、津波の襲来状況等をリアルタイムかつ継続的に把握するため、広範囲を監視できる視野角（水平 360°，垂直 90° 旋回可能）にするとともに光学及び赤外線撮像機能を有し、撮影した画像は中央制御室に設置した監視設備に表示させることが可能な設計としている。また、津波監視カメラ本体及び監視設備は非常用電源から受電することとしており、交流電源喪失時においても監視が継続可能な設計としている。

津波監視カメラの設置位置を第 3.3-2 図に、また監視カメラの映像イメージを第 3.3-3 図に示す。



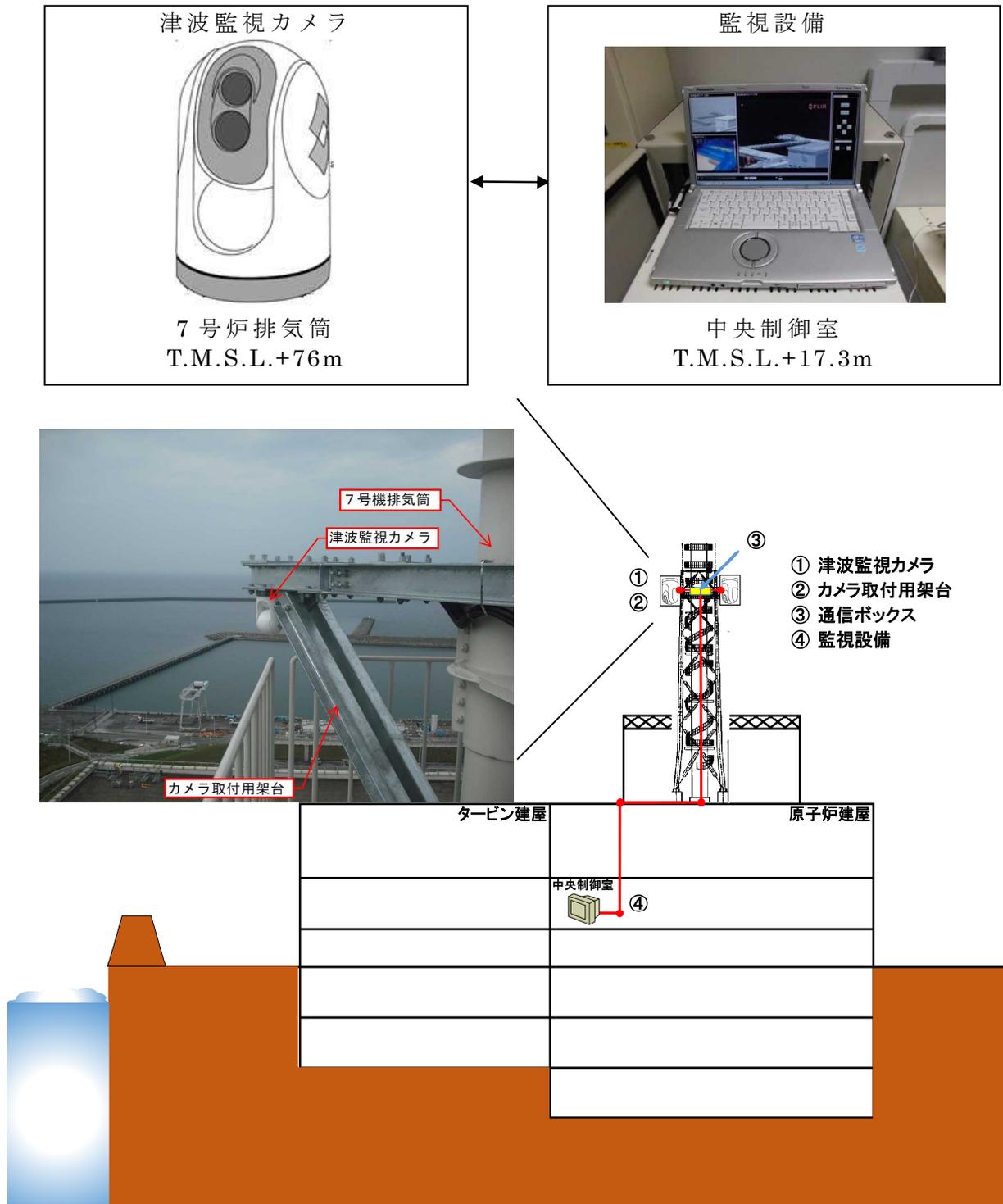
第 3.3-2 図 津波監視カメラ設置位置



第 3.3-3 図 津波監視カメラ映像イメージ

## b. 設備構成

津波監視カメラは、カメラ本体、カメラ取付用架台、通信ボックス、監視設備から構成されている。設備構成の概要を第 3.3-4 図に示す。



第 3.3-4 図 津波監視カメラ設備構成

### c. 構造・強度評価及び機能維持評価

津波監視カメラが使用条件及び想定される自然条件下において要求される機能を喪失しないことを確認する。

当該設備は排気筒に設置されるものであることから、想定される自然条件のうち設備に与える影響が大きいものとしては地震と竜巻が考えられる。このうち竜巻については「第六条 外部からの衝撃による損傷の防止」において説明するものとし、ここでは使用条件及び地震に対する評価方針を示す。

なお、自然条件のうち津波については前述のとおり、その影響を受けることのない設計としているため、荷重組合せ等での考慮は要しない。

#### (a) 評価方針

津波監視カメラが基準地震動  $S_s$  に対して要求される機能を喪失しないことを確認するため、カメラ取付用架台に対する構造・強度評価及びカメラ本体に対する機能維持評価を実施する。

#### (b) 適用基準及び適用規格

- 建築基準法及び同施工令
- 鋼構造設計基準（日本建築学会）
- 日本工業規格（JIS）

#### (c) 材料（構造・強度評価対象部位）

- 津波監視カメラ取付用架台 SN490
- 架台取付けボルト 溶融亜鉛メッキ（高力ボルト F8T）

#### (d) 荷重組合せ

常時荷重，地震荷重，風荷重及び積雪荷重を適切に組み合わせる。

#### (e) 荷重の設定

##### ○常時荷重

自重を考慮する。

##### ○地震荷重

基準地震動  $S_s$  を考慮する。

##### ○風荷重

基準風速を考慮する。

なお、竜巻については発生頻度が小さいことから他の自然現象による荷重との組合せの観点では考慮せず、竜巻に対する評価は上記のとおり「第六条 外部からの衝撃による損傷の防止」において説明する。

○積雪荷重

基準積雪量を考慮する。

## (2) 取水槽水位計

### a. 仕様

取水槽水位計は、地震発生後に津波が発生した場合、津波の襲来を想定し、特にその水位変動の兆候を早期に把握するため、6号炉と7号炉の補機取水槽にそれぞれ3台ずつ設置する。

基準津波襲来時の取水槽水位（入力津波高さ）に関しては、取水口前面に海水貯留堰を設けたことから、第3.3-1表のとおり評価している。

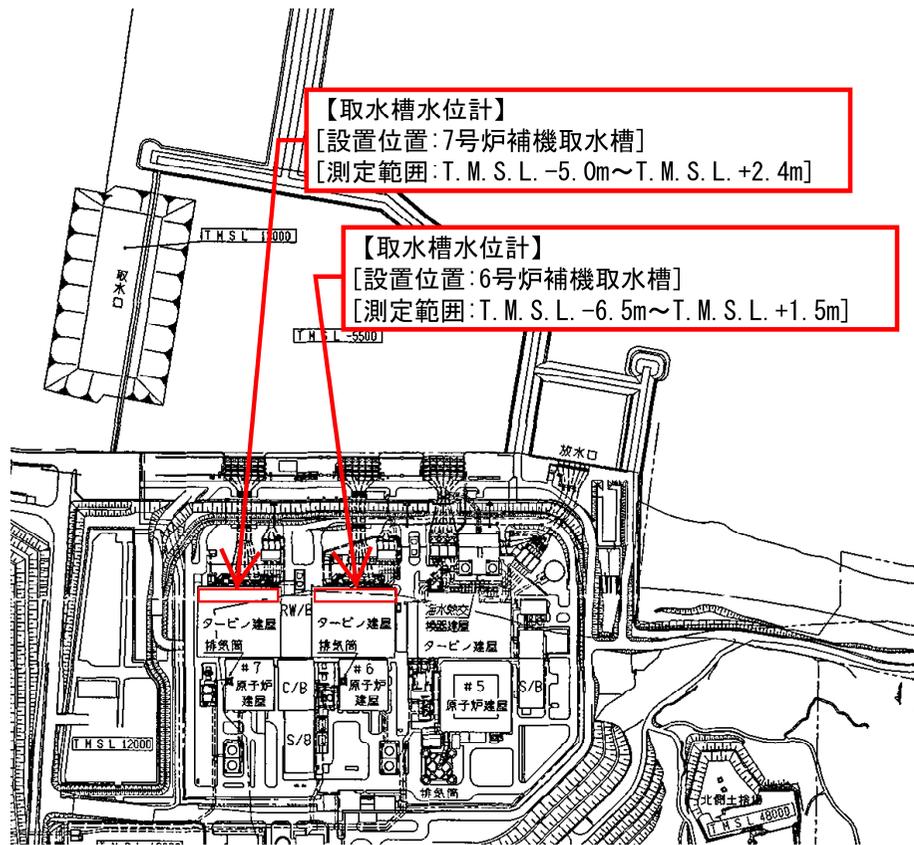
第3.3-1表 取水槽に関わる入力津波高さ

		6号炉		7号炉	
		取水口	取水槽	取水口	取水槽
水位上昇側	入力津波高さ T.M.S.L. (m)	+6.4	+6.6	+6.3	+7.4
水位下降側	入力津波高さ T.M.S.L. (m)	-3.5 <sup>*1</sup>	-3.5 <sup>*1</sup>	-3.5 <sup>*1</sup>	-3.5 <sup>*1</sup>

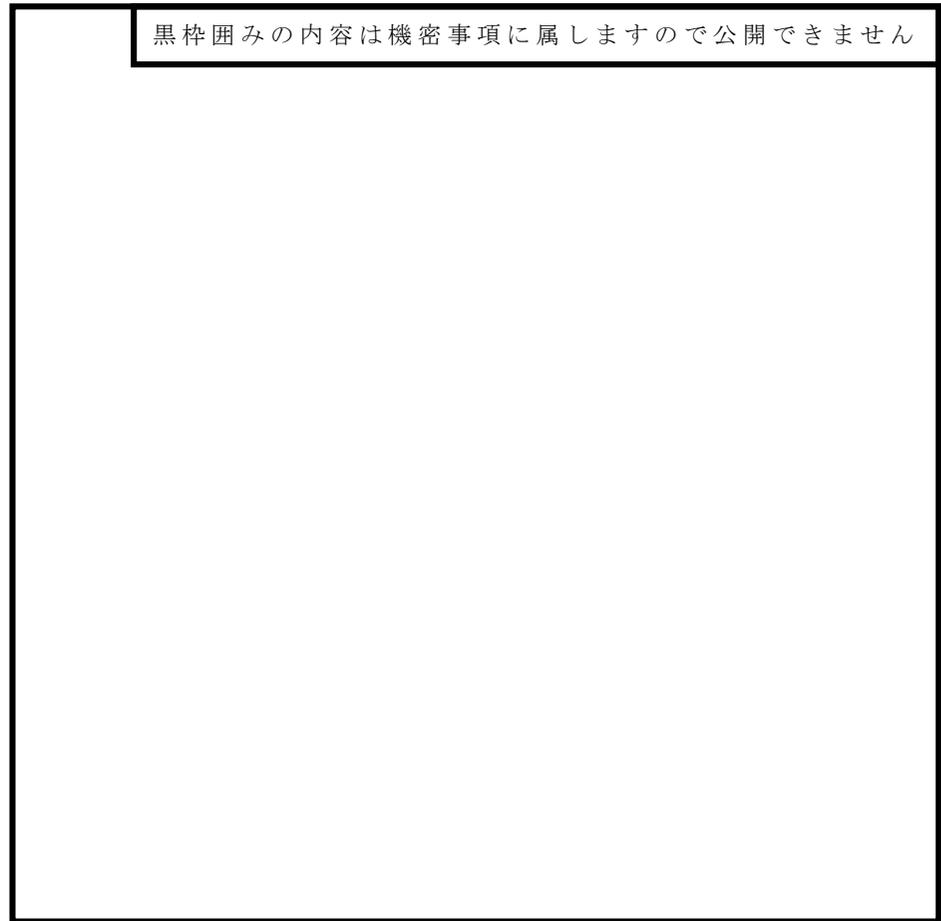
※1：海水貯留堰の天端標高により定まる

取水槽水位計は主に引き波（水位下降側）の監視を目的としていることから、上記の取水槽水位を考慮し、測定範囲を6号炉でT.M.S.L. -6.5m～T.M.S.L. +1.5m, 7号炉でT.M.S.L. -5.0m～T.M.S.L. +2.4mとした設計としている。また、取水槽水位計は非常用電源から受電しており、交流電源喪失時においても監視が継続可能な設計としている。

取水槽水位計の設置位置を第3.3-5図に示す。



平面配置図

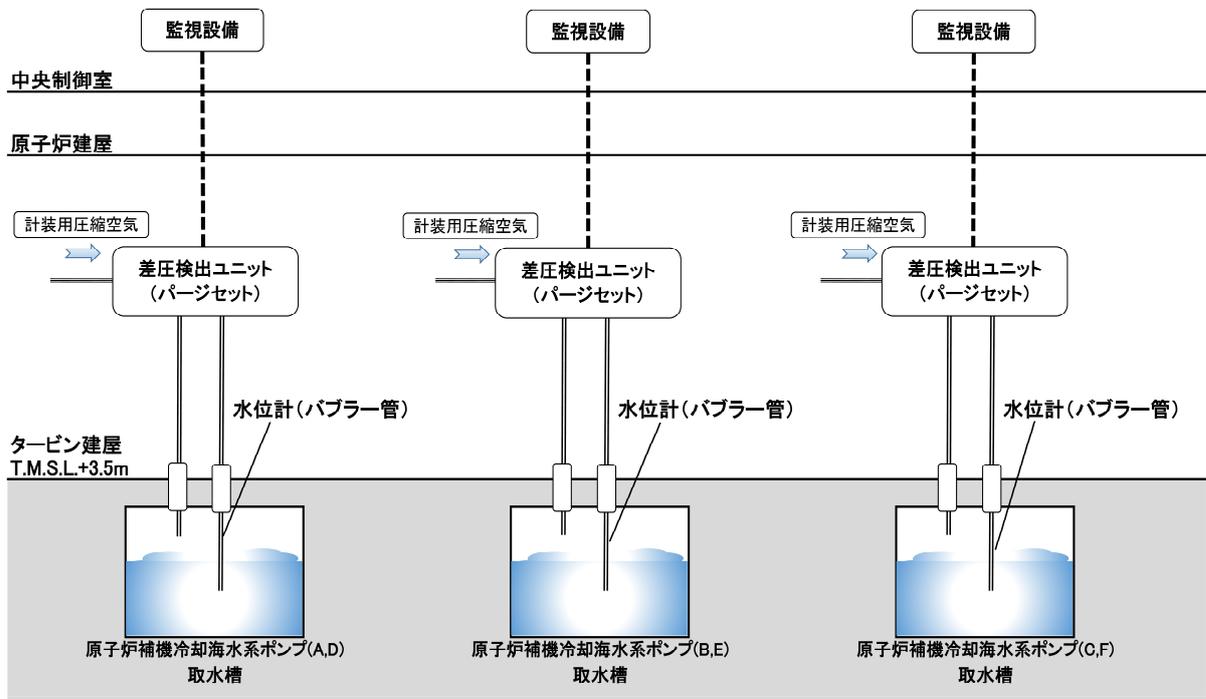


断面配置図

第 3.3-5 図 取水槽水位計設置位置

## b. 設備構成

取水槽水位計は、水位計本体（バブラー管）、差圧検出ユニット（パーゼット）、監視設備で構成されている。設備構成の概要を第 3.3-6 図に示す。



第 3.3-6 図 取水槽水位計設備構成

### c. 構造・強度評価及び機能維持評価

取水槽水位計が使用条件及び想定される自然条件下において要求される機能を喪失しないことを確認する。

当該設備は屋内に設置されるものであり想定される自然条件のうち設備に与える影響が大きいものとしては地震が考えられることから、ここでは使用条件及び地震に対する評価方針を示す。

なお、自然条件のうち津波については前述のとおり、その影響を受けることのない設計としているため、荷重組合せ等での考慮は要しない。

#### (a) 評価方針

取水槽水位計が基準地震動  $S_s$  に対して要求される機能を喪失しないことを確認するため、水位計本体（バブラー管）に対する構造・強度評価及び差圧検出ユニット（パーASET）の機能維持評価を実施する。

#### (b) 適用基準及び適用規格

- 日本機械学会「発電用原子力設備規格 設計・建設規格」  
(JSME S NC1-2005/2007)
- 日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術規程」  
(JEAC4601-2008)

#### (c) 材料（構造・強度評価対象部位）

- 水位計本体（バブラー管） SUS316L（6号炉）
- 水位計本体（バブラー管） SUS316（7号炉）

#### (d) 荷重組合せ

常時荷重，地震荷重を適切に組み合わせる。

#### (e) 荷重の設定

##### ○常時荷重

自重を考慮する。

##### ○地震荷重

基準地震動  $S_s$  を考慮する。

### 3.4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項

#### (1) 津波防護施設，浸水防止設備等の設計における検討事項

##### 【規制基準における要求事項等】

津波防護施設，浸水防止設備の設計及び漂流物に係る措置に当たっては，次に示す方針（津波荷重の設定，余震荷重の考慮，津波の繰返し作用の考慮）を満足すること。

- 各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重（浸水高，波力・波圧，洗掘力，浮力等）について，入力津波から十分な余裕を考慮して設定すること。
- サイトの地学的背景を踏まえ，余震の発生の可能性を検討すること。
- 余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組み合わせを考慮すること。
- 入力津波の時刻歴波形に基づき，津波の繰返し襲来による作用が津波防護機能，浸水防止機能へ及ぼす影響について検討すること。

##### 【検討方針】

津波防護施設，浸水防止設備の設計及び漂流物に係る措置にあたり，津波荷重の設定，余震荷重の考慮，津波の繰返し作用の考慮に関して次に示す方針を満足していることを確認する。

- 各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重（浸水高，波力・波圧，洗掘力，浮力等）について，入力津波から十分な余裕を考慮して設定する。
- サイトの地学的背景を踏まえ，余震の発生の可能性を検討する。
- 余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮する。
- 入力津波の時刻歴波形に基づき，津波の繰返しの襲来による作用が津波防護機能，浸水防止機能へ及ぼす影響について検討する。

##### 【検討結果】

津波荷重の設定，余震荷重の考慮及び津波の繰返し作用の考慮のそれぞれについては，以下のとおりとしている。

#### a. 津波荷重の設定

津波荷重の設定について，以下の不確かさを考慮する。

- 入力津波が有する数値計算上の不確かさ
- 各施設・設備等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

#### b. 余震荷重の考慮

柏崎刈羽原子力発電所 6 号炉及び 7 号炉の耐津波設計では、津波の波源の活動に伴い発生する余震による荷重を考慮する。

具体的には、柏崎刈羽原子力発電所周辺の地学的背景を踏まえ、弾性設計用地震動  $S_d$  を 6 号炉及び 7 号炉の耐津波設計で考慮する余震による地震動として適用し、これによる荷重を設計に用いる。適用にあたっての考え方を添付資料 11 に示す。

各施設、設備の設計にあたっては、その個々について津波による荷重と余震による荷重の重畳の可能性、重畳の状況を検討し、それに基づき入力津波による荷重と余震による荷重とを適切に組み合わせる。各施設、設備の設計における具体的な荷重の組合せについては、本章の 3.1～3.3 節に示したとおりである。

#### c. 津波の繰返し作用の考慮

津波の繰返し作用の考慮については、漏水、二次的影響（砂移動等）による累積的な作用または経時的な変化が考えられる場合は、時刻歴波形に基づき、非安全側とならない検討をしている。具体的には、以下のとおりである。

- 循環水系機器・配管損傷による津波浸水量について、入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰返しの襲来を考慮している。
- 基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積については、基準津波に伴う砂移動の数値シミュレーションにおいて、津波の繰返しの襲来を考慮している。
- 基準津波に伴う取水口付近を含む敷地前面及び敷地近傍の寄せ波及び引き波の方向を分析した上で、漂流物の可能性を検討し、取水口を閉塞するような漂流物は発生しないことを確認している。

## (2) 漂流物による波及的影響の検討

### 【規制基準における要求事項等】

津波防護施設の外側の発電所敷地内及び近傍において建物・構築物、設置物等が破損、倒壊、漂流する可能性について検討すること。

上記の検討の結果、漂流物の可能性がある場合には、防潮堤等の津波防護施設、浸水防止設備に波及的影響を及ぼさないよう、漂流防止装置または津波防護施設・設備への影響防止措置を施すこと。

### 【検討方針】

発電所敷地内及び近傍において建物・構築物、設置物等が破損、倒壊、漂流する可能性について検討する。

上記の検討の結果、漂流物の可能性がある場合には、浸水防止設備、非常用取水設備である海水貯留堰に波及的影響を及ぼさないよう、漂流防止装置または津波防護施設・設備への影響防止措置を施す。

### 【検討結果】

6号炉及び7号炉では、基準津波による遡上域を考慮した場合に漂流物による波及的影響を考慮すべき津波防護施設、浸水防止設備としては、津波防護施設として位置づけて設計を行う海水貯留堰が挙げられる。

2.5節における「(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」の「c. 基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する通水性確保」で示されたように、海水貯留堰に接近し得る漂流物としては、取水口の付近で実施する港湾設備点検に用いられる作業船や、除塵装置周囲の鉄骨造建屋が地震や津波の波力で損壊した際に生じる建屋外装材や軽量の建屋内保管物、資機材が挙げられることから、海水貯留堰の設計においては、これらの衝突による衝突荷重を考慮し、海水貯留堰の機能に波及的影響が及ばないことを確認する。

## 添付資料 1

設計基準対象施設の津波防護対象設備

## 設計基準対象施設の津波防護対象設備

外郭・内郭防護として、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を設定し、添付第 1-1 表及び添付第 1-1 図に示す。また、主な設計基準対象施設の津波防護対象設備の例と配置図を次頁以降に示す。

添付第 1-1 表 設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する  
建屋及び区画の設定

設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋および区画	周辺敷地高さ
<ul style="list-style-type: none"><li>・ 6 号炉 原子炉建屋</li><li>・ 6 号炉 タービン建屋（海水熱交換器エリア含む）</li><li>・ 7 号炉 原子炉建屋</li><li>・ 7 号炉 タービン建屋（海水熱交換器エリア含む）</li><li>・ 6/7 号炉 廃棄物処理建屋</li><li>・ 6/7 号炉 コントロール建屋</li><li>・ 6 号炉 軽油タンクエリア</li><li>・ 7 号炉 軽油タンクエリア</li></ul>	T.M.S.L. +12.0m

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

添付第 1-1 図 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図

津波防護対象設備一覧

機器名称	設置場所	6号炉		7号炉		備考
		設置フロア	図示番号	設置フロア	図示番号	
1. 原子炉本体						
原子炉圧力容器	原子炉格納容器	4.9m	6-1-1	4.9m	7-1-1	
2. 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設						
燃料取替機	原子炉建屋	31.7m	6-2-1	31.7m	7-2-1	
原子炉建屋クレーン	原子炉建屋	38.2m	6-2-2	38.2m	7-2-2	
使用済燃料貯蔵プール	原子炉建屋	31.7m	6-2-3	31.7m	7-2-3	
キャスクピット	原子炉建屋	31.7m	6-2-4	31.7m	7-2-4	
使用済燃料貯蔵ラック	原子炉建屋	31.7m	6-2-5	31.7m	7-2-5	
制御棒・破損燃料貯蔵ラック	原子炉建屋	31.7m	6-2-6	31.7m	7-2-6	
新燃料貯蔵設備	原子炉建屋	31.7m	6-2-7	31.7m	7-2-7	
制御棒貯蔵ハンガ	原子炉建屋	31.7m	6-2-8	31.7m	7-2-8	
使用済燃料貯蔵プール冷却浄化設備 主配管	原子炉建屋	—	—	—	—	
3. 原子炉冷却系統施設						
(1) 原子炉冷却材再循環設備						
原子炉冷却材再循環ポンプ	原子炉格納容器	3.6m	6-3-1	3.6m	7-3-1	
(2) 原子炉冷却材の循環設備						
主蒸気逃がし安全弁逃がし弁機能用アキュムレータ	原子炉格納容器	12.3m	6-3-2	17.7m	7-3-2	
主蒸気逃がし安全弁自動減圧機能用アキュムレータ	原子炉格納容器	12.3m	6-3-3	17.4m	7-3-3	
主蒸気逃がし安全弁	原子炉格納容器	16.3m	6-3-4	16.3m	7-3-4	
原子炉冷却材の循環設備 主要弁	原子炉建屋	—	—	—	—	主蒸気系 復水給水系
原子炉冷却材の循環設備 主配管	原子炉建屋	—	—	—	—	主蒸気系 復水給水系
(3) 残留熱除去設備						
残留熱除去系熱交換器	原子炉建屋	-8.2m	6-3-5	-8.2m	7-3-5	
残留熱除去系ポンプ	原子炉建屋	-8.2m	6-3-6	-8.2m	7-3-6	
残留熱除去系ストレナ	原子炉建屋	-7.2m	6-3-7	-7.1m	7-3-7	
残留熱除去設備 主要弁	原子炉建屋	—	—	—	—	残留熱除去系
残留熱除去設備 主配管	原子炉建屋	—	—	—	—	残留熱除去系
(4) 非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備						
高圧炉心注水系ポンプ	原子炉建屋	-8.2m	6-3-8	-8.2m	7-3-8	
原子炉隔離時冷却系ポンプ (蒸気タービン含む)	原子炉建屋	-8.2m	6-3-9	-8.2m	7-3-9	

津波防護対象設備一覧

機器名称	設置場所	6号炉		7号炉		備考
		設置フロア	図示番号	設置フロア	図示番号	
高压炉心注水系ストレーナ	原子炉建屋	-7.2m	6-3-10	-7.1m	7-3-10	
原子炉隔離時冷却系ストレーナ	原子炉建屋	-7.2m	6-3-11	-7.1m	7-3-11	
非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備 主要弁	原子炉建屋	—	—	—	—	高压炉心注水系 原子炉隔離時冷却系
非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備 主配管	原子炉建屋	—	—	—	—	高压炉心注水系 原子炉隔離時冷却系
(5) 原子炉冷却材補給設備						
復水貯蔵槽	廃棄物処理建屋	-1.1m	6-3-12	-1.1m	7-3-12	
(6) 原子炉補機冷却設備						
原子炉補機冷却水系熱交換器	タービン建屋	4.9m -5.1m	6-3-13	4.9m -5.1m	7-3-13	
原子炉補機冷却水ポンプ	タービン建屋	4.9m -5.1m	6-3-14	4.9m -5.1m	7-3-14	
原子炉補機冷却海水ポンプ	タービン建屋	4.9m	6-3-15	4.9m	7-3-15	
原子炉補機冷却海水系ストレーナ	タービン建屋	4.9m -5.1m	6-3-16	4.9m -5.1m	7-3-16	
原子炉補機冷却設備 主要弁	原子炉建屋 タービン建屋	—	—	—	—	原子炉補機冷却水系 原子炉補機冷却海水系
原子炉補機冷却設備 主配管	原子炉建屋 タービン建屋	—	—	—	—	原子炉補機冷却水系 原子炉補機冷却海水系
(7) 原子炉冷却材浄化設備						
原子炉冷却材浄化系再生熱交換器	原子炉建屋	-1.7m	6-3-17	-1.7m	7-3-17	
原子炉冷却材浄化系非再生熱交換器	原子炉建屋	-8.2m	6-3-18	-8.2m	7-3-18	
原子炉冷却材浄化系ポンプ	原子炉建屋	-8.2m	6-3-19	-8.2m	7-3-19	
原子炉冷却材浄化系ろ過脱塩器	原子炉建屋	4.8m	6-3-20	4.8m	7-3-20	
原子炉冷却材浄化設備 主要弁	原子炉建屋	—	—	—	—	原子炉冷却材浄化系
原子炉冷却材浄化設備 主配管	原子炉建屋	—	—	—	—	原子炉冷却材浄化系
4. 計測制御系統施設						
(1) 制御材						
制御棒	原子炉格納容器	—	—	—	—	原子炉内
(2) 制御材駆動装置						
制御棒駆動機構	原子炉格納容器	-1.7m	6-4-1	-1.7m	7-4-1	

津波防護対象設備一覧

機器名称	設置場所	6号炉		7号炉		備考
		設置フロア	図示番号	設置フロア	図示番号	
水圧制御ユニット	原子炉建屋	-8.2m	6-4-2	-8.2m	7-4-2	
制御棒駆動水圧設備 主要弁	原子炉建屋	—	—	—	—	制御棒駆動系
制御棒駆動水圧設備 主配管	原子炉建屋	—	—	—	—	制御棒駆動系
(3) ほう酸水注入設備						
ほう酸水注入系ポンプ	原子炉建屋	23.5m	6-4-3	23.5m	7-4-3	
ほう酸水注入系貯蔵タンク	原子炉建屋	23.5m	6-4-4	23.5m	7-4-4	
ほう酸水注入設備 主要弁	原子炉建屋	—	—	—	—	ほう酸水注入系
ほう酸水注入設備 主配管	原子炉建屋	—	—	—	—	ほう酸水注入系
(4) 計測装置						
出力領域計測装置	原子炉格納容器	—	—	—	—	原子炉内
起動領域計測装置	原子炉格納容器	—	—	—	—	原子炉内
水平方向地震加速度検出器 (原子炉建屋下部)	原子炉建屋	-8.2m	6-4-5	-8.2m	7-4-5	
鉛直方向地震加速度検出器 (原子炉建屋下部)	原子炉建屋	-8.2m	6-4-6	-8.2m	7-4-6	
水平方向地震加速度検出器 (原子炉建屋上部)	原子炉建屋	23.5m	6-4-7	23.5m	7-4-7	
核計装記録計盤	コントロール建屋	17.3m	6-4-8	17.3m	7-4-8	
原子炉系記録計盤	コントロール建屋	17.3m	6-4-9	17.3m	7-4-9	
プロセス放射線モニタ盤	コントロール建屋	17.3m	6-4-10	17.3m	7-4-10	
格納容器雰囲気モニタ盤	コントロール建屋	17.3m	6-4-11	17.3m	7-4-11	
苛酷事故盤/格納容器補助盤	コントロール建屋	17.3m	6-4-12	17.3m	7-4-12	
安全保護系盤 (区分 I ~ IV)	コントロール建屋	17.3m	6-4-13	17.3m	7-4-13	
ESF 盤	コントロール建屋	17.3m	6-4-14	17.3m	7-4-14	
中央運転監視盤 1	コントロール建屋	17.3m	6-4-15	17.3m	7-4-15	
中央運転監視盤 2	コントロール建屋	17.3m	6-4-16	17.3m	7-4-16	
運転監視補助盤 1 (警報表示盤)	コントロール建屋	17.3m	6-4-17	17.3m	7-4-17	
運転監視補助盤 2 (系統監視盤)	コントロール建屋	17.3m	6-4-18	17.3m	7-4-18	
運転監視補助盤 3 (大型スクリーン)	コントロール建屋	17.3m	6-4-19	17.3m	7-4-19	
原子炉系計装ラック	原子炉建屋	4.8m	6-4-20	4.8m	7-4-20	
炉心流量計装ラック	原子炉建屋	-8.2m	6-4-21	-8.2m	7-4-21	
主蒸気流量計装ラック	原子炉建屋	4.8m	6-4-22	4.8m	7-4-22	
残留熱除去系計装ラック	原子炉建屋	-8.2m	6-4-23	-8.2m	7-4-23	
高圧炉心注水系計装ラック	原子炉建屋	-8.2m	6-4-24	-8.2m	7-4-24	
原子炉隔離時冷却系計装ラック	原子炉建屋	-8.2m	6-4-25	-8.2m	7-4-25	

津波防護対象設備一覧

機器名称	設置場所	6号炉		7号炉		備考
		設置フロア	図示番号	設置フロア	図示番号	
ドライウェル圧力計器架台	原子炉建屋	27.2m 23.5m	6-4-26	23.5m	7-4-26	
格納容器内雰囲気モニタサンプリングラック	原子炉建屋	27.2m 23.5m	6-4-27	27.2m	7-4-27	
タービン主蒸気系計装ラック／原子炉保護用主蒸気圧力計器架台	タービン建屋	12.3m	6-4-28	12.3m	7-4-28	
タービン蒸気加減弁急速閉圧力計器収納箱／原子炉保護用加減弁急閉計器ラック	タービン建屋	20.4m	6-4-29	20.4m	7-4-29	
原子炉保護用復水器器内圧力計器架台	タービン建屋	20.4m	6-4-30	20.4m	7-4-30	
制御棒充填水ライン圧力	原子炉建屋	-8.2m	6-4-31	-8.2m	7-4-31	
ほう酸水注入系ポンプ吐出圧力	原子炉建屋	23.5m	6-4-32	23.5m	7-4-32	
残留熱除去系熱交換器入口温度	原子炉建屋	-8.2m	6-4-33	-8.2m	7-4-33	
残留熱除去系熱交換器出口温度	原子炉建屋	-8.2m	6-4-34	-8.2m	7-4-34	
主蒸気管トンネル温度	原子炉建屋 タービン建屋	18.1m 17.0m	6-4-35	18.1m 17.0m	7-4-35	
主蒸気止め弁原子炉保護用	タービン建屋	17.0m	6-4-36	17.0m	7-4-36	
サプレッションプール水温度	原子炉格納容器	-6.3m	6-4-37	-6.3m	7-4-37	
5. 放射性廃棄物の廃棄施設						
排気筒	原子炉建屋	38.2m	—	38.2m	—	
気体廃棄物処理系活性炭式希ガスホールドアップ塔	タービン建屋	4.9m	6-5-1	4.9m	7-5-1	
液体廃棄物処理設備 主要弁	原子炉建屋	—	—	—	—	液体廃棄物処理系
液体廃棄物処理設備 主配管	原子炉建屋	—	—	—	—	液体廃棄物処理系
6. 放射線管理施設						
(1) 放射線管理用計測装置						
主蒸気管放射線モニタ	原子炉建屋	23.5m	6-6-1	23.5m	7-6-1	
格納容器内雰囲気放射線モニタ	原子炉建屋	14.7m 6.0m	6-6-2	14.7m 7.3m	7-6-2	
燃料取替エリア排気放射線モニタ	原子炉建屋	34.3m 31.7m	6-6-3	31.7m	7-6-3	
原子炉区域換気空調系排気放射線モニタ	原子炉建屋	27.2m	6-6-4	23.5m	7-6-4	

津波防護対象設備一覧

機器名称	設置場所	6号炉		7号炉		備考
		設置フロア	図示番号	設置フロア	図示番号	
(2) 換気設備						
非常用ガス処理系排風機	原子炉建屋	23.5m	6-6-5	23.5m	7-6-5	
非常用ガス処理系フィルタ	原子炉建屋	23.5m	6-6-6	23.5m	7-6-6	
中央制御室送風機	コントロール建屋	17.3m	6-6-7	17.3m	7-6-7	
中央制御室再循環送風機	コントロール建屋	12.3m	6-6-8	12.3m	7-6-8	
中央制御室排風機	コントロール建屋	17.3m	6-6-9	17.3m	7-6-9	
中央制御室再循環フィルタ	コントロール建屋	12.3m	6-6-10	12.3m	7-6-10	
換気設備 主要弁	原子炉建屋 コントロール建屋	—	—	—	—	非常用ガス処理系 中央制御室換気空調系
換気設備 主配管	原子炉建屋 コントロール建屋	—	—	—	—	非常用ガス処理系 中央制御室換気空調系
(3) 生体遮蔽装置						
原子炉遮へい壁	原子炉建屋	12.3m	6-6-11	12.3m	7-6-11	
7. 原子炉格納施設						
(1) 原子炉格納容器						
原子炉格納容器	原子炉格納容器	—	—	—	—	
上部ドライウエル機器搬入用ハッチ	原子炉格納容器	19.1m	6-7-1	19.1m	7-7-1	
下部ドライウエル機器搬入用ハッチ	原子炉格納容器	-0.9m	6-7-2	-0.9m	7-7-2	
サプレッションチェンバ出入口	原子炉格納容器	6.4m	6-7-3	6.4m	7-7-3	
上部ドライウエル所員用エアロック	原子炉格納容器	19.1m	6-7-4	19.1m	7-7-4	
下部ドライウエル所員用エアロック	原子炉格納容器	-0.8m	6-7-5	-0.7m	7-7-5	
配管貫通部	原子炉格納容器	—	—	—	—	
電気配線貫通部	原子炉格納容器	—	—	—	—	
(2) 原子炉建屋						
原子炉建屋原子炉区域	原子炉建屋	—	—	—	—	
原子炉建屋機器搬出入口	原子炉建屋	12.5m	6-7-6	12.5m	7-7-6	
原子炉建屋エアロック	原子炉建屋	12.3m	6-7-7	12.3m	7-7-7	
(3) 圧力低減設備その他の安全設備						
真空破壊弁	原子炉格納容器	6.1m	6-7-8	6.1m	7-7-8	
ダイヤフラムフロア	原子炉格納容器	12.3m	6-7-9	12.3m	7-7-9	
ベント管	原子炉格納容器	—	—	—	—	
原子炉格納容器スプレイ管（ドライウエル側）	原子炉格納容器	20.6m	6-7-10	20.6m	7-7-10	

津波防護対象設備一覧

機器名称	設置場所	6号炉		7号炉		備考
		設置フロア	図示番号	設置フロア	図示番号	
原子炉格納容器スプレイ管（サブプレッションチェンバ側）	原子炉格納容器	10.8m	6-7-11	10.8m	7-7-11	
可燃性ガス濃度制御系再結合装置加熱器	原子炉建屋	12.3m	6-7-12	12.3m	7-7-12	
可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ	原子炉建屋	12.3m	6-7-13	12.3m	7-7-13	
圧力低減設備その他の安全設備 主要弁	原子炉建屋	—	—	—	—	不活性ガス系 可燃性ガス濃度制御系
圧力低減設備その他の安全設備 主配管	原子炉建屋	—	—	—	—	不活性ガス系 可燃性ガス濃度制御系
8. その他発電用原子炉の附属施設						
(1) 非常用電源設備						
非常用ディーゼル発電設備 内燃機関	原子炉建屋	12.3m	6-8-1	12.3m	7-8-1	
非常用ディーゼル発電設備 燃料設備	原子炉建屋	12.3m	6-8-2	12.3m	7-8-2	主配管含む
	屋外	12.0m	—	12.0m	—	
非常用ディーゼル発電設備 発電機	原子炉建屋	12.3m	6-8-3	12.3m	7-8-3	
バイタル交流電源装置	コントロール建屋	6.5m	6-8-4	6.5m	7-8-4	
直流 125V 蓄電池	コントロール建屋	6.5m	6-8-5	6.5m	7-8-5	主母線盤含む
		0.1m		0.2m		
メタルクラッド開閉装置（非常用）	原子炉建屋	4.8m	6-8-6	4.8m	7-8-6	
パワーセンタ（非常用）	原子炉建屋 タービン建屋	4.8m	6-8-7	4.8m	7-8-7	
		12.3m		12.3m		
		4.9m		4.9m		
		-1.1m		-1.1m		
コントロールセンタ（非常用）	原子炉建屋 タービン建屋	4.8m	6-8-8	4.8m	7-8-8	
		12.3m		12.3m		
		4.9m		4.9m		
		-1.1m		-1.1m		
動力変圧器（非常用）	原子炉建屋 タービン建屋	4.8m	6-8-9	4.8m	7-8-9	
		12.3m		12.3m		
		4.9m		4.9m		
		-1.1m		-1.1m		
所内母線負荷用 6.9kV 遮断器	原子炉建屋	4.8m	6-8-10	4.8m	7-8-10	
ディーゼル発電機用 6.9kV 遮断器	原子炉建屋	4.8m	6-8-11	4.8m	7-8-11	

津波防護対象設備の配置場所

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

津波防護対象設備の配置場所

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

津波防護対象設備の配置場所

5条-別添-添付 1-10

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

津波防護対象設備の配置場所

5 条-別添-添付 1-11

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

津波防護対象設備の配置場所

5 条-別添-添付 1-12

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

津波防護対象設備の配置場所

5条-別添-添付 1-13

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

津波防護対象設備の配置場所

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

## 添付資料 2

地震時における地盤沈下量の評価方法

## 地震時における地盤沈下量の評価方法

### ○解析手法<sup>1),2)</sup>

今回用いた解析手法は、有効応力解析（FLIP）である。

FLIP は、逐次的に、時刻歴で構造物の挙動を把握する動的有効応力解析プログラムであり、地震動による地盤や構造物の残留変形、構造部材に生じる応力などを求めることができる。

FLIP は、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」等<sup>3)</sup>において、港湾設備の地震動に対する性能照査の一般的な計算モデルとして、「兵庫県南部地震の被災事例等の分析を通じて、数多くの港湾の施設の変形照査への適用性が確認されている。」と記載されており、その妥当性が評価されている。

○解析用物性値

今回、解析に用いた埋戻土層、古安田層、西山層の地盤の物性値は、発電所内での地質調査が行われている場合はその試験値を使用しているが、試験値が得られていないパラメータについては、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」などの各種基準<sup>3),4)</sup>における標準値や、FLIP に関する既往の研究において信頼性が確認されている一般値を用いた。

ここで、埋戻土層の液状化特性を規定するパラメータは、液状化強度試験結果に基づき設定した。

今回使用した物性値を添付第 2-1 表に示す。

添付第 2-1 表 地盤物性値一覧

		埋戻土	古安田層	西山層
単位体積重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	(水位以深)	18.6	17.2	15.8
	(水位以浅)	19.6	—	—
せん断波速度 $V_s$ (m/s)		68~180	303	461
せん断弾性係数 $G_{ma}$ ( $\times 10^3$ kN/m <sup>2</sup> )		0.09~0.65	1.61	3.42
ポアソン比		0.33	0.33	0.33
履歴減衰の上限値 $h_{max}$ (%)		36.7	27.6	28.1
粘着力 $C$ (kN/m <sup>2</sup> )		0.0	222, 253	1074
内部摩擦角 $\phi$ (°)		34.5	0.0	0.0

凡例：■試験値，■FLIP の一般値，□試験結果からの換算値

### ○地盤沈下量の評価方法

地盤沈下量は、保守的に算定するため、地震中に生じる沈下量に、体積収縮に起因する沈下量を足し合わせて評価する。地盤沈下量の算定フローを添付第2-1図に示す。

#### a. 地震中に生じる沈下量の算定

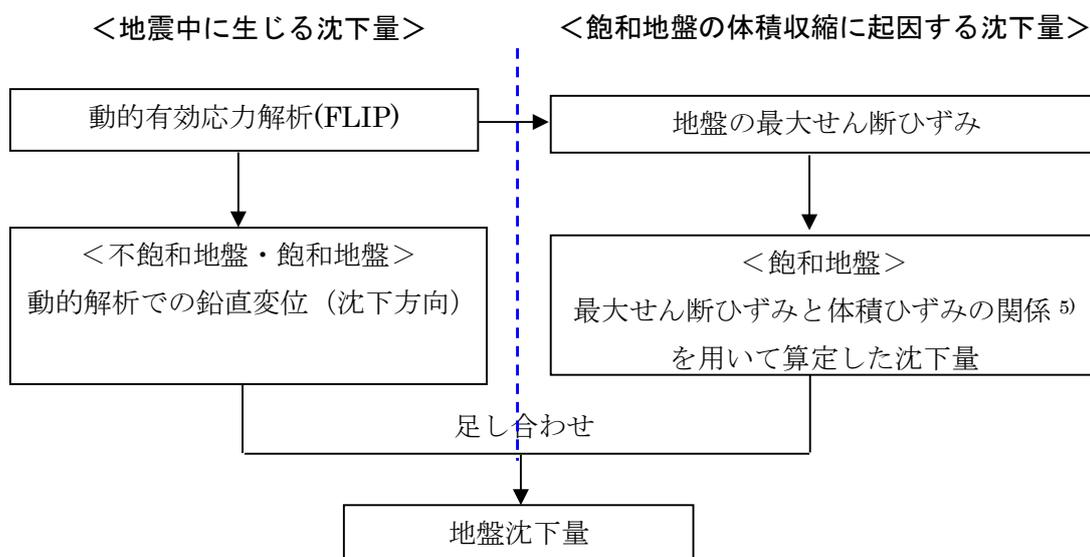
地震中に生じる沈下量は、選定した地点を対象に一次元動的有効応力解析（FLIP）を実施し、地震中に生じる沈下量（鉛直変位量）を算定する。

#### b. 飽和地盤の体積収縮に起因する沈下量の算定

飽和地盤の体積収縮に起因する沈下量は、地盤に生じる最大せん断ひずみと体積ひずみの関係<sup>5)</sup>を用いて算定する。ここで、地盤に生じる最大せん断ひずみは、一次元動的有効応力解析で得られる地盤ひずみとする。

#### c. 地盤沈下量の算定

地盤沈下量は、保守的に算定するため、「a. 地震中に生じる沈下量」と、「b. 飽和地盤の体積収縮に起因する沈下量」の和とする。



添付第 2-1 図 地盤沈下量の算定フロー

○地盤沈下量の算定結果

解析対象地点は、荒浜側と大湊側とを比べると、荒浜側の方が、沈下が想定される護岸付近の埋戻土の層厚が厚く、かつ、基準地震動が大きいことから、荒浜側護岸付近の埋戻土層厚に着目し、最も層厚が厚い地点を選定した（添付第 2-2 図）。

算定した地盤沈下量を添付第 2-2 表に示す。地震時における地盤沈下量は最大で約 43cm と算定された。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



添付第 2-2 図 解析対象位置

添付第 2-2 表 地盤沈下量の算定結果

地震動	地震中に生じる 沈下量 (a) (cm)	飽和地盤の体積収縮 に起因する沈下量(b) (cm)	地盤沈下量 (a) + (b) (cm)
Ss-1	0.6	40.4	41.0
Ss-2(EW)	0.3	10.6	10.9
Ss-2(NS)	0.3	18.0	18.3
Ss-3	0.4	37.8	38.2
Ss-4(EW)	0.2	37.0	37.2
Ss-4(NS)	0.2	18.4	18.6
Ss-5(EW)	0.3	42.5	42.8
Ss-5(NS)	0.2	38.1	38.3
Ss-6(EW)	0.2	42.4	42.6
Ss-6(NS)	0.2	33.1	33.3
Ss-7(EW)	0.3	42.5	42.8
Ss-7(NS)	0.3	35.9	36.2

【参考文献】

- 1) FLIP 研究会 14 年間の検討成果のまとめ
- 2) 一般社団法人 FLIP コンソーシアムホームページ ([URL:http://www.flip.or.jp/](http://www.flip.or.jp/))
- 3) 港湾の施設の技術上の基準・同解説 (平成 19 年 7 月, 社団法人日本港湾協会, 国土交通省港湾局監修)
- 4) 埋立地の液状化対策ハンドブック改訂版 (平成 9 年, 社団法人沿岸開発技術研究センター, 運輸省港湾局監修)
- 5) Ishihara, K And Yoshimine, M: Evaluation of settlements in sand deposits following liquefaction during earthquake

## 添付資料 3

管路解析の詳細について

## 管路解析の詳細について

基準津波のうち、取水口前面における最高水位は、「日本海東縁部（2領域モデル）とLS-2」の地震と地すべりの組み合わせケースである。このケースを用いて海洋から取水路を経て補機冷却海水ポンプに至る系について水理特性を考慮した管路解析を行った。

管路解析の条件を添付第3-1表に、取水路の構造図を添付第3-1図に示す。なお、基礎方程式は下記の通り。

管路解析の結果として、取水路内の各補機冷却海水ポンプ位置（補機取水槽）における水位を添付第3-2表に、時刻歴波形を添付第3-2図に示す。

取水路内の各ポンプ位置における最高水位は6号炉においては、T. M. S. L. +6.37m（B系北側原子炉補機冷却海水ポンプ）、7号炉においては、T. M. S. L. +7.12m（C系タービン補機冷却海水ポンプ）である。

添付第 3-1 表 管路解析における計算条件

計算領域	取水口～スクリーン室～取水路～取水ピット～取水路分岐～補機取水路～補機取水ピット
計算時間間隔 $\Delta t$	0.005 秒
取水条件	CWP (循環水ポンプ) : 停止 RSW (原子炉補機冷却海水ポンプ) : 1,800(m <sup>3</sup> /h/台) × 6 台 TSW (タービン補機冷却海水ポンプ) : 停止
摩擦損失係数 (マンニングの粗度係数)	$n=0.02m^{-1/3} \cdot s$
貝の付着代	貝代 10cm を考慮
局所損失係数	電力土木技術協会(1995) : 火力・原子力発電所土木構造物の設計－補強改訂版－ 千秋信一(1967) : 発電水力演習, 土木学会(1999) : 水理公式集 [平成 11 年版] による
貯留堰	津波数値シミュレーションに反映
基準津波	上昇側 : 日本海東縁部 (2 領域モデル) + LS-2 下降側 : 日本海東縁部 (2 領域モデル)
初期水位	上昇側 : 朔望平均満潮位 (T. M. S. L+0.49m) 下降側 : 朔望平均干潮位 (T. M. S. L. +0.03m)
計算時間	地震発生から 4 時間

※基礎方程式

管路解析では、非定常の開水路及び管路流れの連続式・運動方程式を用いた。

【開水路】

- ・運動方程式

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

- ・連続式

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

【管路】

- ・運動方程式

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

- ・連続式

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

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

【水槽及び立坑部】

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

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

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

添付第 3-1 図(1) 6号炉 取水路平面図

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

添付第 3-1 図(2) 6号炉 取水路 A-A' 断面図

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

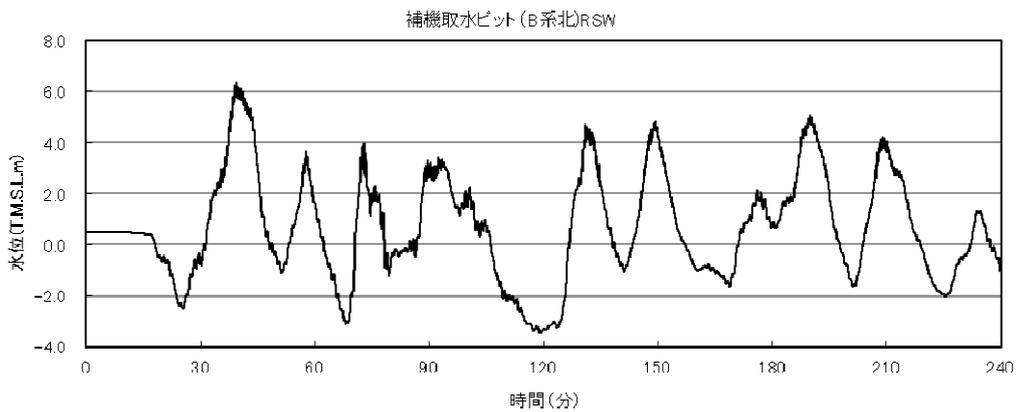
添付第 3-1 図(3) 7号炉 取水路平面図

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

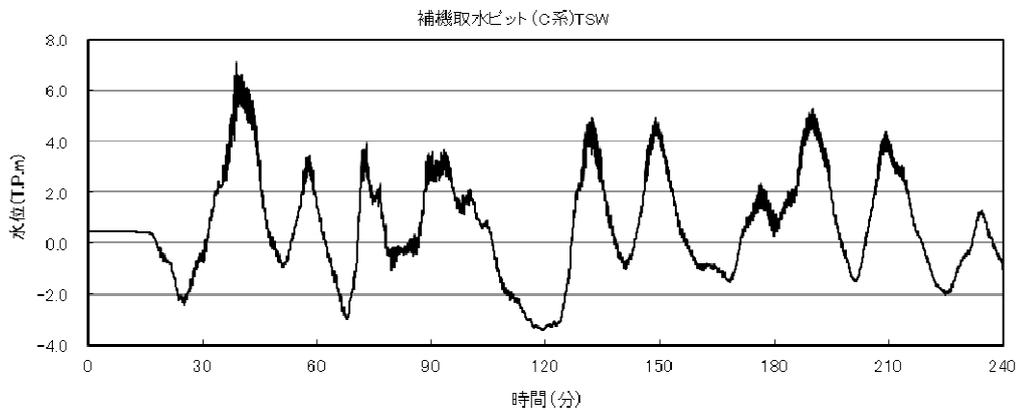
添付第 3-1 図(4) 7号炉 取水路 B-B' 断面図

添付第 3-2 表 各ポンプ位置での水位

		取水口前面	補機海水 ポンプ A系 RSW	補機海水 ポンプ B系北 RSW	補機海水 ポンプ B系 TSW	補機海水 ポンプ B系南 RSW	補機海水 ポンプ C系 TSW
6 号 炉	日本海東縁部 (2領域モデル) +LS-2	+6.12	+6.27	+6.37	+6.35	+6.36	+6.36
7 号 炉		+6.09	+6.91	+6.24	+6.16	+6.17	+7.12



添付第 3-2 図(1) 時刻歴波形 (6号炉 B系北 RSW)



添付第 3-2 図(2) 時刻歴波形 (7号炉 C系 TSW)

## 添付資料 4

港湾内の局所的な海面の励起について

## 港湾内の局所的な海面の励起について

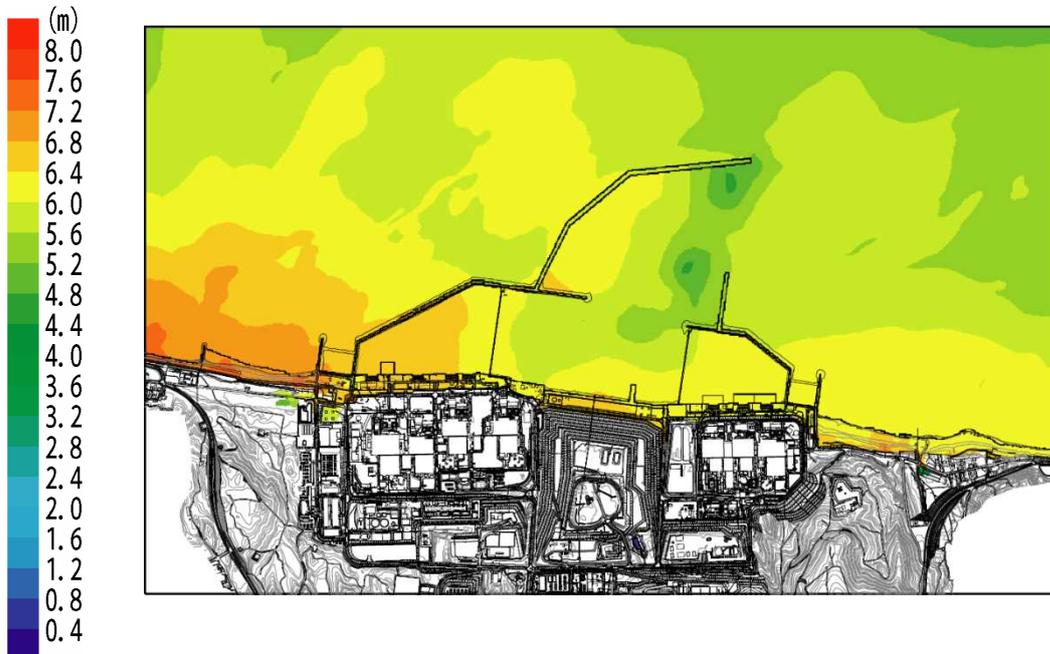
基準津波によるサイト周辺での最大水位上昇量分布を添付第 4-1 図に、港湾内での時刻歴波形の評価地点を添付第 4-2 図に示す。

添付第 4-1 図より、港湾の内外で最大水位上昇量や傾向に大きな差異はない。

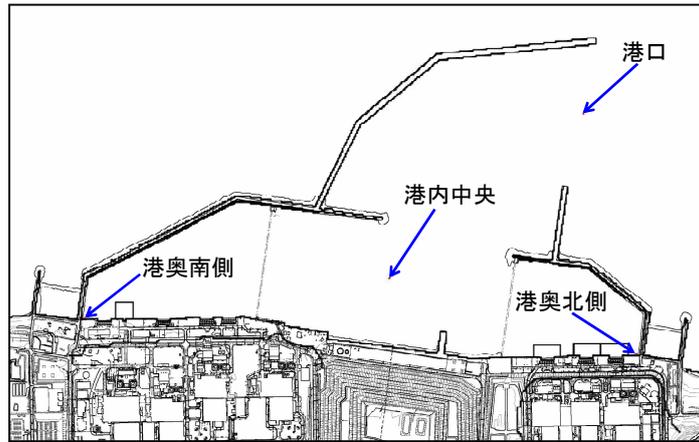
添付第 4-3 図は、津波の伝播経路を考え、港口→港内中央、港内中央→港奥（北側・南側）、港内中央→取水口前面（6号炉・7号炉）をそれぞれ重ね合わせて示しており、上昇側最大ケース（日本海東縁部：2領域モデル+LS-2）について示している。

港内の伝播に伴い、上昇側のピーク値が多少大きくなるものの、周期特性や時間の経過に伴う減衰傾向に大きな差は無く、港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。

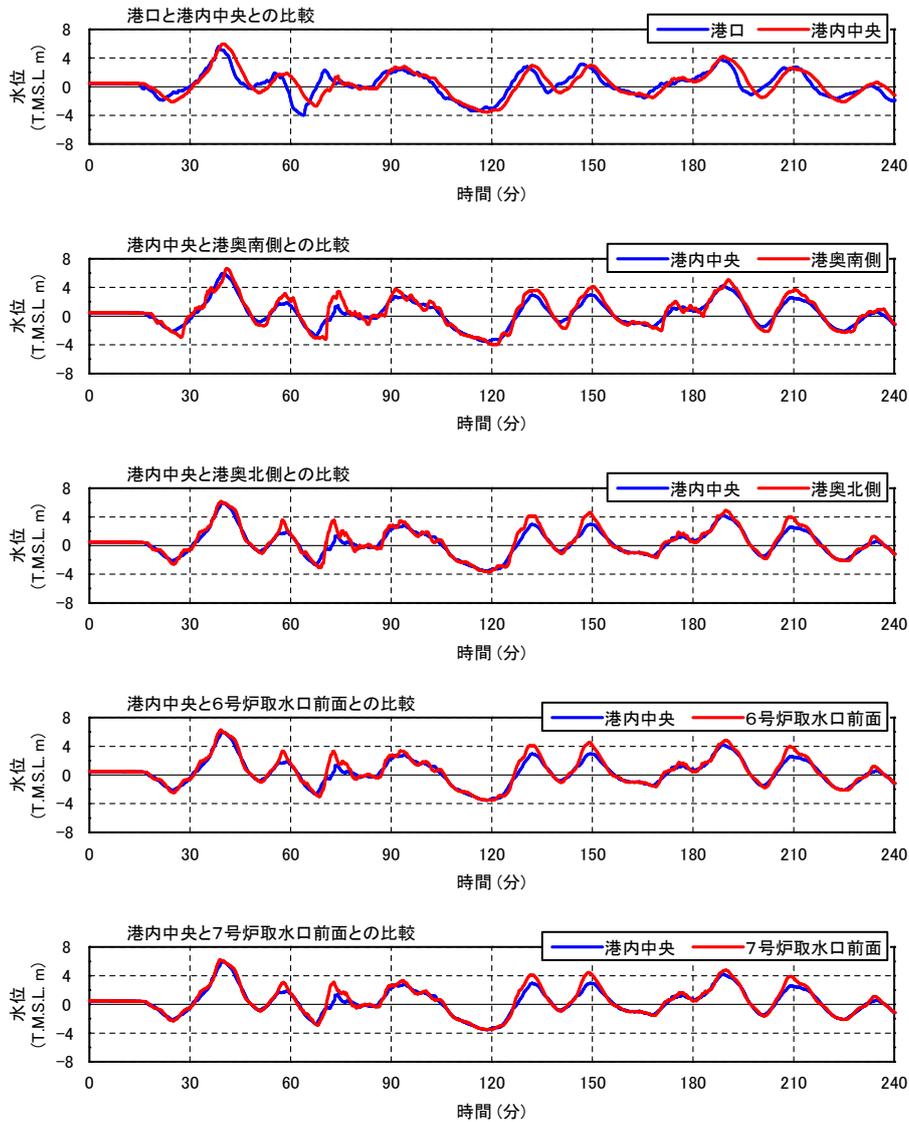
(T.M.S.L. m)



添付第 4-1 図 最大水位上昇量分布



添付第 4-2 図 評価位置



添付第 4-3 図 時刻歴波形（日本海東縁部：2 領域モデル+LS-2）

## 添付資料 5

### 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策 の設置位置，実施範囲及び施工例

- 5.1 水密扉，ダクト閉止板，浸水防止ダクト設置位置及び施工例
- 5.2 貫通部止水処置，床ドレンライン浸水防止治具
  - (1) 実施範囲
  - (2) 施工例

## 5.1 水密扉，ダクト閉止板，浸水防止ダクト設置位置及び施工例

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

### K6 タービン建屋地下2階

#### a. 水密扉

番号	建屋	設置フロア (T.M.S.L. m)	名称	種類	寸法 (mm)	
					縦	横
T2-1	タービン建屋	地下2階 (-4.8)	タービン補機冷却系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,160	1,060
T2-2	タービン建屋	地下2階 (-4.8)	C系原子炉補機冷却系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,160	1,060
T2-3	タービン建屋	地下2階 (-4.2)	タービン建屋地下2階北西階段室水密扉	水密扉	2,040	960
T2-4	タービン建屋	地下2階 (-5.1)	原子炉建屋配管室水密扉	水密扉	2,020	855
T2-5	タービン建屋	地下2階 (-5.1)	廃棄物処理建屋地下3階北側通路水密扉	水密扉	2,120	1,805

6号炉 (1/3)

5条-別添-添付 5-1

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

## K6 タービン地下中 2 階

### a. 水密扉

番号	建屋	設置フロア (T.M.S.L. m)	名称	種類	寸法 (mm)	
					縦	横
T2-6	タービン建屋	地下中 2 階 (-1.1)	タービン補機冷却系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,590	1,875
T2-7	タービン建屋	地下中 2 階 (-1.1)	タービン建屋地下中 2 階 南西階段室水密扉	水密扉	2,040	960
T2-8	タービン建屋	地下中 2 階 (-1.1)	タービン建屋地下中 2 階 北西階段室水密扉	水密扉	1,940	905
T2-9	タービン建屋	地下中 2 階 (-1.1)	6号機換気空調補機常用冷却水系冷凍機室水密扉	水密扉	2,090	1,210

6号炉 (2/3)

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

K6 タービン地下 1 階

a. 水密扉

番号	建屋	設置フロア (T.M.S.L. m)	名称	種類	寸法 (mm)	
					縦	横
T2-10	タービン建屋	地下 1 階 (3.5)	B 系原子炉補機冷却系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,060	1,060
T2-11	タービン建屋	地下 1 階 (3.5)	A 系原子炉補機冷却系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,060	1,060
T2-12	タービン建屋	地下 1 階 (3.5)	B 系原子炉補機冷却系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	1,990	905
T2-13	タービン建屋	地下 1 階 (3.5)	B 系原子炉補機冷却系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	1,990	905

b. ダクト閉止板

番号	建屋	設置フロア (T.M.S.L. m)	名称	種類	寸法 (mm)	
					縦	横
①	タービン建屋	地下 1 階 (3.5)	熱交換器エアダクトシャフト閉止板 1	ダクト閉止板	650	1,500
②	タービン建屋	地下 1 階 (3.5)	熱交換器エアダクトシャフト閉止板 2	ダクト閉止板	1,400	1,500

6 号炉 (3/3)

5 条-別添-添付 5-3

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

### K7 タービン建屋地下 2 階

#### a . 水密扉

番号	建屋	設置フロア (T.M.S.L. m)	名称	種類	寸法 (mm)	
					縦	横
T2-1	タービン建屋	地下 2 階 (-4.8)	タービン補機冷却系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,180	995
T2-2	タービン建屋	地下 2 階 (-4.8)	原子炉補機冷却系 C 系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,160	1,060
T2-3	タービン建屋	地下 2 階 (-5.6)	タービン建屋地下 2 階北西階段室水密扉	水密扉	2,180	995
T2-4	タービン建屋	地下 2 階 (-4.4)	原子炉建屋配管室水密扉	水密扉	2,160	1,060
T2-5	タービン建屋	地下 2 階 (-4.8)	タービン補機冷却系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	1,950	995
T2-6	タービン建屋	地下 2 階 (-4.8)	タービン補機冷却系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,180	995

7 号炉 (1/3)

5 条-別添-添付 5-4

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

### K7 タービン建屋地下中 2 階

#### a . 水密扉

番号	建屋	設置フロア (T.M.S.L. m)	名称	種類	寸法 (mm)	
					縦	横
T2-7	タービン建屋	地下中 2 階 (-1.1)	タービン補機冷却系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	1,860	1,530
T2-8	タービン建屋	地下中 2 階 (-1.1)	タービン建屋地下中 2 階南 西階段室水密扉	水密扉	2,180	995
T2-9	タービン建屋	地下中 2 階 (-0.3)	タービン建屋地下中 2 階北 西階段室水密扉	水密扉	2,180	995

7 号炉 (2/3)

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

### K7 タービン建屋地下1階

#### a. 水密扉

番号	建屋	設置フロア (T.M.S.L. m)	名称	種類	寸法 (mm)	
					縦	横
T2-10	タービン建屋	地下1階 (3.5)	原子炉補機冷却系B系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,160	1,060
T2-11	タービン建屋	地下1階 (3.5)	原子炉補機冷却系A系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,160	1,060
T2-12	タービン建屋	地下1階 (3.5)	原子炉補機冷却系B系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,080	875
T2-13	タービン建屋	地下1階 (3.5)	原子炉補機冷却系B系熱交換器・ポンプ室水密扉	水密扉	2,180	820

#### c. 浸水防止ダクト

番号	建屋	設置フロア (T.M.S.L. m)	名称	種類	寸法 (mm)	
					縦	横
①	タービン建屋	地下1階 (3.5)	原子炉補機冷却系B系熱交換器・ポンプ室排気ダクトシヤフト水密ダクト	浸水防止ダクト	1,800	1,500

7号炉 (3/3)

5条-別添-添付 5-6

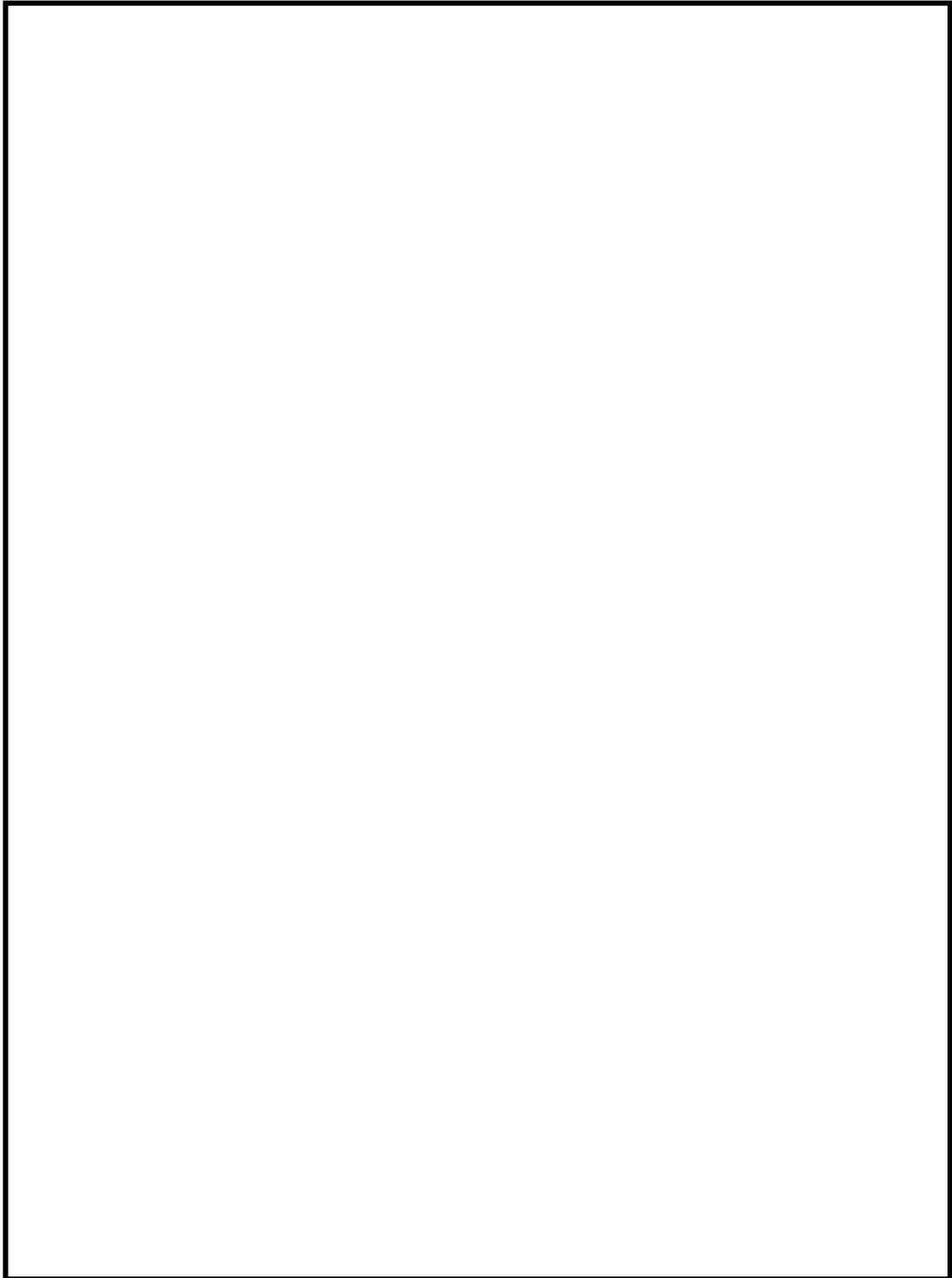
## 5.2 貫通部止水処置，床ドレンライン浸水防止治具

### (1) 実施範囲



貫通部止水処置，床ドレンライン浸水防止治具 実施範囲（横断面）（1/2）

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



貫通部止水処置，床ドレンライン浸水防止治具 実施範囲（横断面）（2/2）

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

5条-別添-添付 5-9

貫通部止水処置，床ドレンライン浸水防止治具 実施範囲（6号炉縦断面）（1/2）

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

5条-別添-添付 5-11

貫通部止水処置，床ドレンライン浸水防止治具 実施範囲（7号炉縦断面）（1/2）

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

5条-別添-添付 5-12

貫通部止水処置, 床ドレンライン浸水防止治具 実施範囲 (7号炉縦断面) (2/2)

(2) 施工例

施工例①

1. 止水構造	充てん構造（シリコーンシール材1）
2. 浸水経路、浸水口の種類	壁貫通口
3. 貫通物	配管

施工状況



【施工前】



【施工後】

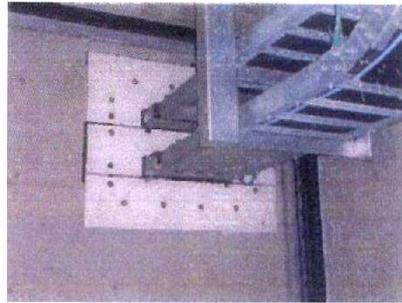
構造図、補足情報

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

施工例②

1. 止水構造	充てん構造（シリコーンシール材 2）
2. 浸水経路、浸水口の種類	壁貫通口
3. 貫通物	ケーブルトレイ

施工状況



【施工前】



【施工後】

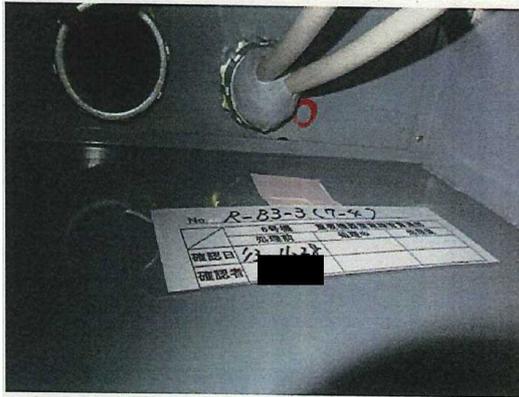
構造図、補足情報

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

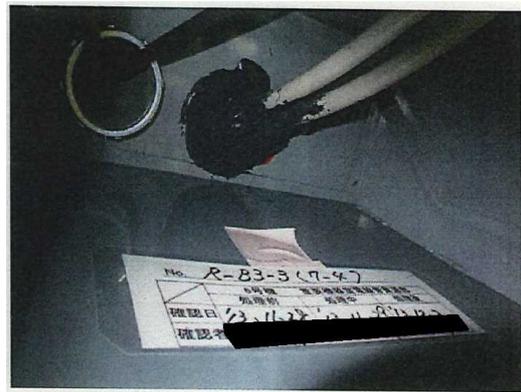
施工例③

1. 止水構造	充てん構造（シリコンシール材 3）
2. 浸水経路、浸水口の種類	壁貫通口
3. 貫通物	ケーブル

施工状況



【施工前】



【施工後】

構造図、補足情報

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

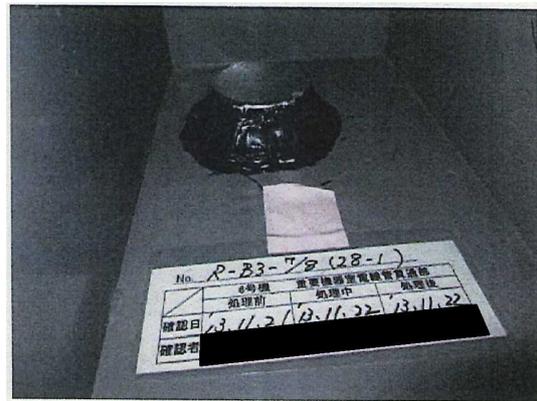
施工例④

1. 止水構造	閉止構造（閉止キャップ）
2. 浸水経路、浸水口の種類	壁貫通口
3. 貫通物	なし（予備電線管）

施工状況



【施工前】



【施工後】

構造図、補足情報

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

1. 止水構造	ブーツ構造 1
2. 浸水経路、浸水口の種類	壁貫通口
3. 貫通物	配管（常温）

施工状況

小口径配管

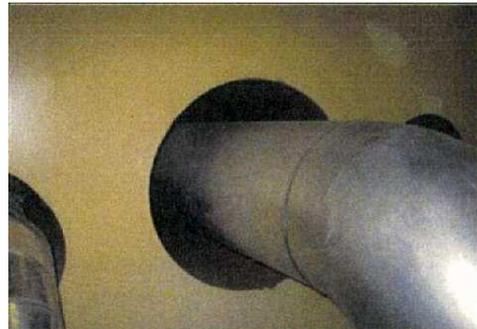


【施工前】



【施工後】

大口径配管



【施工前】



【施工後】

構造図、補足情報

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

施工例⑥

1. 止水構造	ブーツ構造 2
2. 浸水経路、浸水口の種類	壁貫通口
3. 貫通物	配管（高温）

施工状況



【施工前】



【施工後】

構造図、補足情報

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

施工例⑦

1. 止水構造	充てん構造（モルタル）
2. 浸水経路、浸水口の種類	壁貫通口
3. 貫通物	配管

施工状況



構造図、補足情報

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

施工例⑧

1. 止水構造	閉止構造
2. 浸水経路、浸水口の種類	壁貫通口
3. 貫通物	なし（予備スリーブ）

施工状況



構造図、補足情報

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

## 添付資料 6

水密扉の運用管理について

## 水密扉の運用管理について

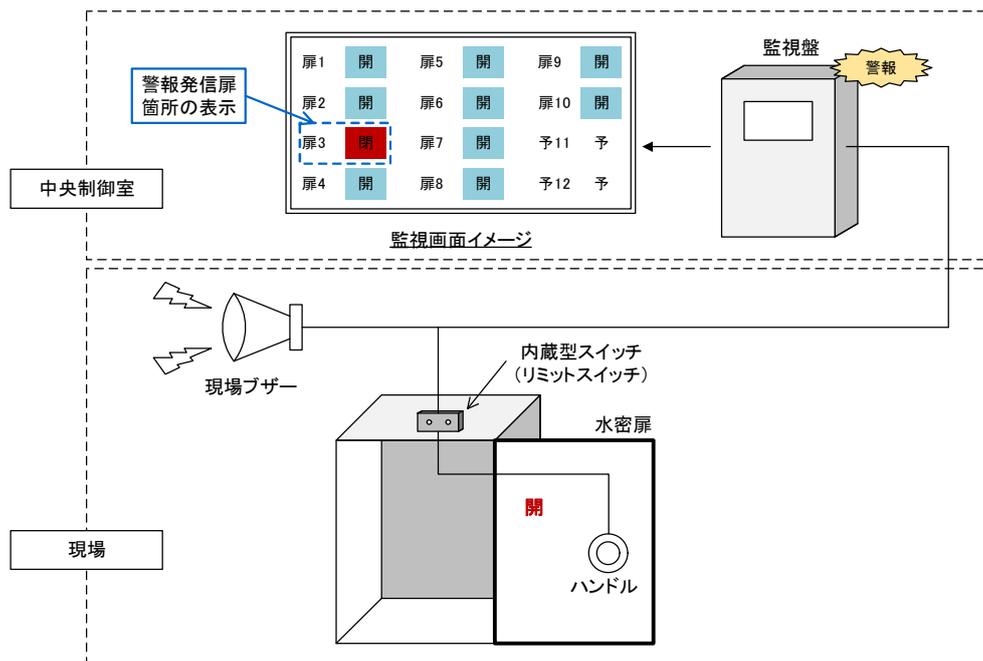
### 6.1 概要

浸水対策として整備する水密扉については基本的には閉止状態にある。津波時に扉が確実に閉止されていることを確認するため、以下の運用管理を行う方針である。

- ・ 発電所内に入所する者に対して、確実な閉止運用がなされるよう、周知徹底する（作業を計画・実施するにあたっての「柏崎刈羽統一実施事項」として定める。）。
- ・ 水密扉開放時は、現場ブザーにより注意喚起し、閉止忘れを防止する。
- ・ 中央制御室にて水密扉の開閉状態が確認できるよう監視設備を設置し、扉「開」状態が、一定時間続いた場合は、運転員に告知警報を発生する。
- ・ 屋外に通じる大物搬入口等の開放は、大津波警報発生時に速やかに閉鎖できる人員を確保する。

なお、資機材の運搬や作業に伴い開放する必要がある場合は、以下を条件に連続開放を可とする運用としている。

- ・ 大津波警報発生後、速やかに閉止できる人員が確保されていること。
- ・ 津波警報発令時には、当直長からのページング放送等により、直ちに水密扉を閉止すること。



添付第 6.1-1 図 水密扉監視設備の概略図

## 6.2 監視対象となる水密扉の位置

「3.2 浸水防止設備の設計」に記載するとおり、タービン建屋内の浸水防護重点化範囲の境界において、浸水防止設備として水密扉を設置している。これらの水密扉については、全て中央制御室にて監視が可能な設計としている。

なお、タービン水密扉の設置位置は前述の「添付資料 5 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策の設置位置，実施範囲及び施工例」参照。

## 添付資料 7

津波による水位低下時の  
常用系ポンプの停止に関わる運用

## 津波による水位低下時の常用系ポンプの停止に関わる運用

柏崎刈羽原子力発電所 6 号炉及び 7 号炉の取水路は、常用系（循環水系，タービン補機冷却海水系）と非常用系（原子炉補機冷却海水系）が併用されている。

このため、津波による水位低下を確認した際には、常用系（循環水系，タービン補機冷却海水系）のポンプ（循環水ポンプ，タービン補機冷却海水ポンプ）を手動停止ならびに自動停止することにより、津波による水位低下時においても、非常用系（原子炉補機冷却海水系）の冷却に必要な海水の喪失を防止し、機能を確保することとしている。

津波による水位低下時の常用系ポンプの停止に関わる運用は以下のとおりであり、運用フローを添付第 7-1 図に示す。

### (1) 津波による水位低下時の常用系ポンプの手動停止

津波による水位低下において「取水槽水位低」警報が発信した場合は、非常用系ポンプの冷却機能確保のため、運転員により常用系ポンプを手動停止する。

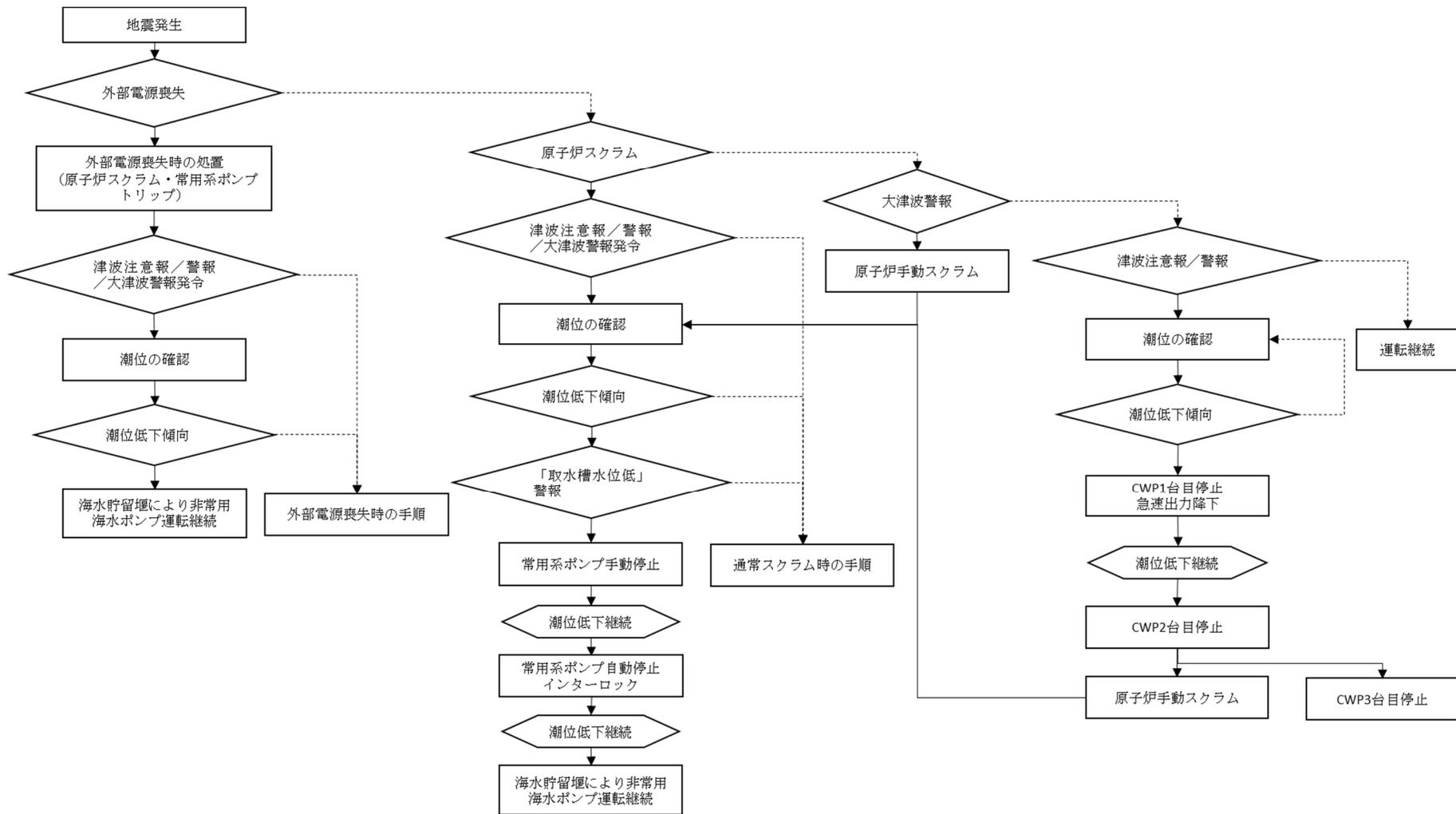
「取水槽水位低」警報設定値は、6 号炉 T.M.S.L.-1700mm，7 号炉 T.M.S.L.-2000mm とし、警報発信からの運転員操作時間を考慮して、インターロック設定値に余裕を持った設定としている。なお、6 号炉と 7 号炉の設定値の差異は、取水路の形状によるものである。

### (2) 津波による水位低下時の常用系ポンプの自動停止

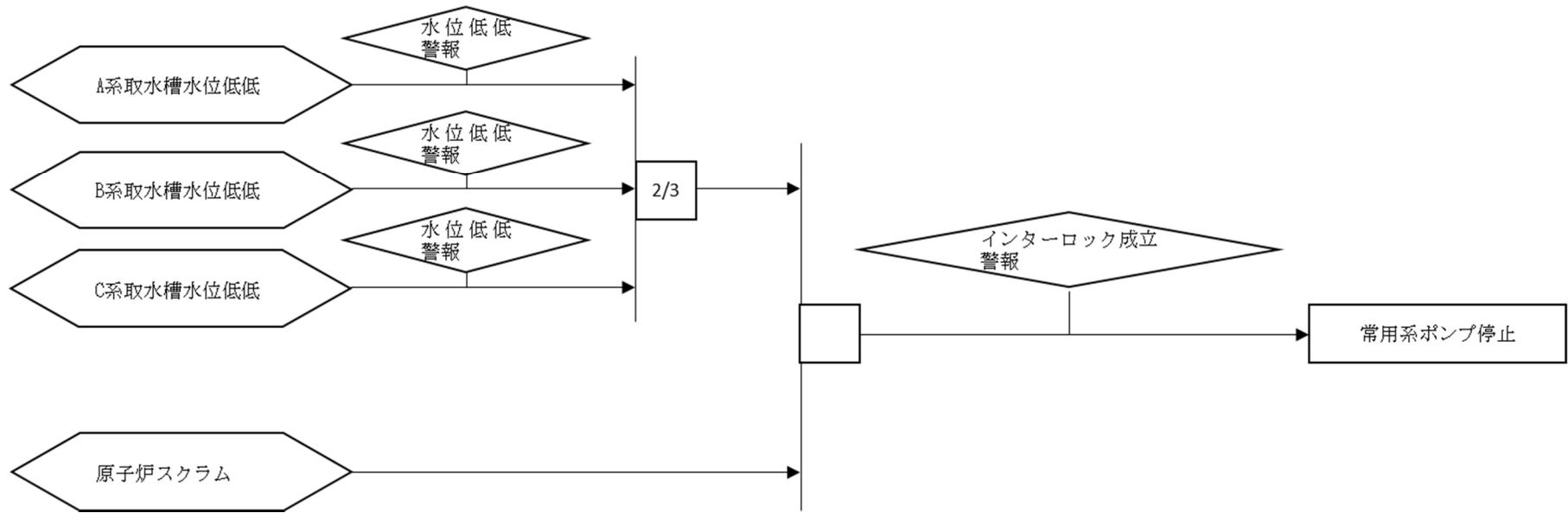
津波による水位低下においては、前記(1)での常用系ポンプ手動停止により、非常用系ポンプの冷却機能を確保することを基本とするが、緊急時の状況下における操作遅れ等の不確実性を考慮して、「取水槽水位低低」で常用系ポンプを自動停止するインターロックにより非常用系の冷却に必要な海水の喪失を確実に防止する。

なお、本インターロックは、「原子炉スクラム」との AND 回路で構築しており、通常運転時における誤動作防止を図っており、インターロック回路を添付第 7-2 図に示す。

「取水槽水位低低」のインターロック設定値は、6 号炉 T.M.S.L.-3300mm，7 号炉 T.M.S.L.-3300mm とし、海水貯留堰の天端標高（T.M.S.L.-3500mm）よりも高い設定としている。



添付第 7-1 図 地震・津波時の対応フロー



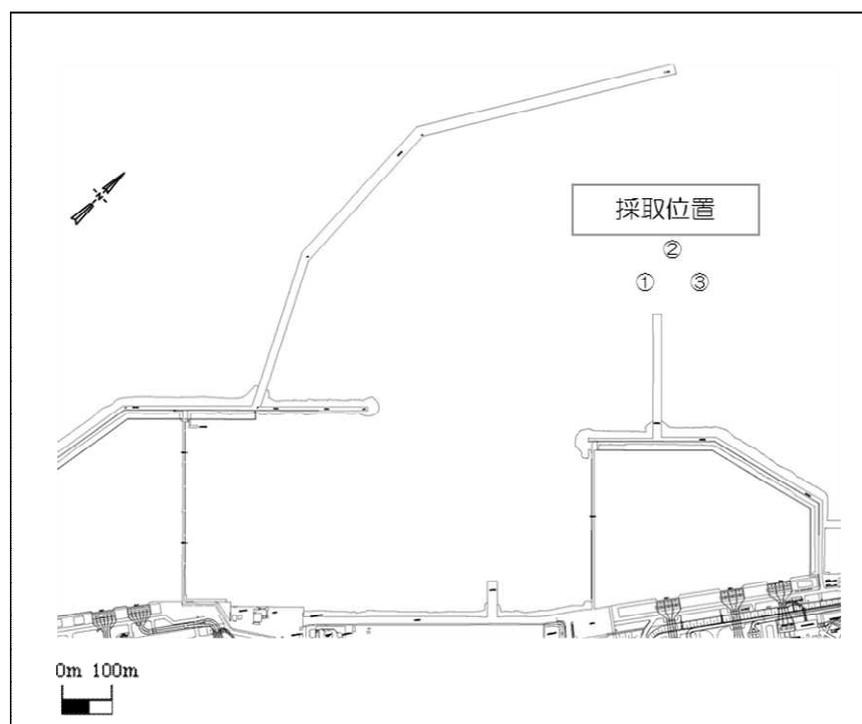
添付第 7-2 図 インターロック回路図

## 添付資料 8

柏崎刈羽原子力発電所周辺海域における  
底質土砂の分析結果について

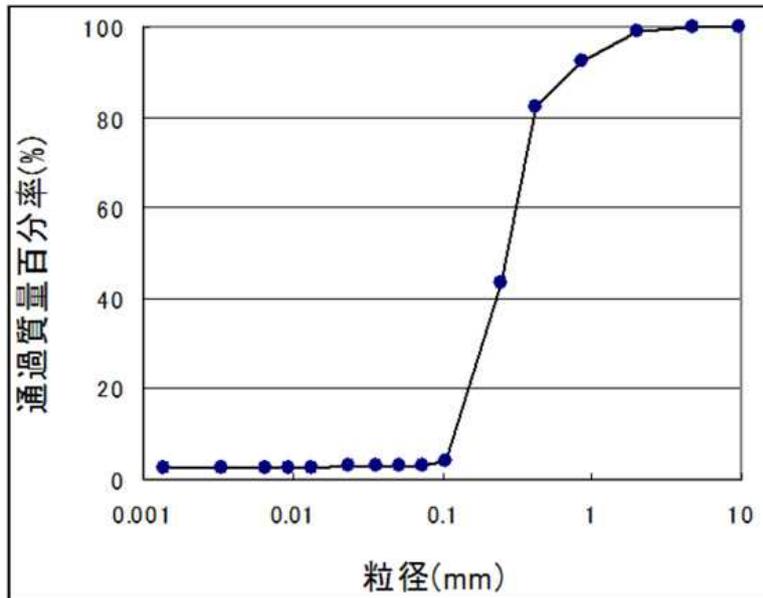
## 柏崎刈羽原子力発電所周辺海域における底質土砂の分析結果について

底質土砂の性状について、平成 19 年 8 月に実施した発電所港湾内での底質土砂の分析結果（粒径分布）では、粒径 2.0mm～0.075mm の砂分が主体で、中央粒径は 0.27mm であった。また 2.0mm 以上の礫分はごく僅かで有り、ほとんどが砂である。試料採取場所を添付第 8-1 図に、分析結果を添付第 8-2 図に示す。



添付第 8-1 図 底質土砂分析における試料採取場所

試料番号 (深さ)		海底堆積物(北防)
一般	湿潤密度 $\rho_t$ g/cm <sup>3</sup>	
	乾燥密度 $\rho_d$ g/cm <sup>3</sup>	
	土粒子の密度 $\rho_s$ g/cm <sup>3</sup>	2.693
	自然含水比 $w_n$ %	30.7
	間隙比 $e$	
	飽和度 $S_r$ %	
粒度	石分 (75mm以上) %	
	礫分 <sup>〃</sup> (2~75mm) %	0.8
	砂分 <sup>〃</sup> (0.075~2mm) %	96.0
	シルト分 <sup>〃</sup> (0.005~0.075mm) %	0.6
	粘土分 <sup>〃</sup> (0.005mm未満) %	2.6
	最大粒径 mm	9.5
	均等係数 $U_c$	2.00



添付第 8-2 図 分析結果及び粒径加積曲線 (平成 19 年 8 月 24 日実施)

## 添付資料 9

海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について

## 海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について

### 1. はじめに

基準津波襲来時を想定した取水路における砂移動解析を実施し、解析により得られた海水ポンプ取水地点の浮遊砂濃度を基に、海水ポンプ軸受の浮遊砂に対する耐性について評価する。

### 2. 取水路における砂移動解析方法

取水路における砂移動解析については、「1.4 入力津波の設定」における取水路の管路解析、及び「2.5 a. 砂の移動・堆積に対する通水性確保」における砂の移動・堆積の数値シミュレーションの解析結果を用いて、「高橋ほか（1999）の手法」<sup>[1]</sup>に基づく砂移動解析を実施し、浮遊砂濃度を算出する。

砂移動解析の入力条件を添付第9-1表に示す。

添付第9-1表 砂移動解析の入力条件

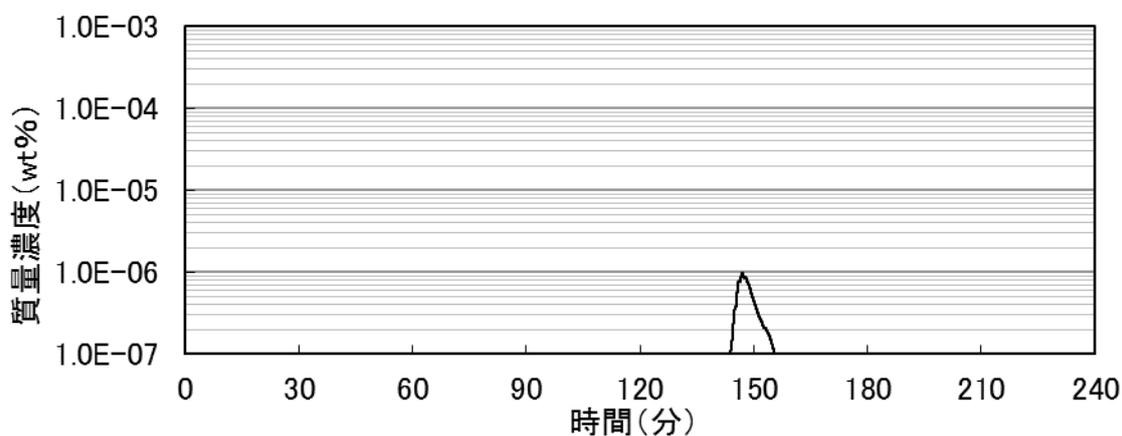
項目	入力値	設定根拠
中央粒径 [mm]	0.27	敷地前面海域における浚渫砂の物理特性試験結果
空隙率	0.4	高橋ほか（1992）
砂の密度 [kg/m <sup>3</sup> ]	2,690	敷地前面海域における浚渫砂の物理特性試験結果
浮遊砂上限濃度 [%]	1	高橋ほか（1999）

### 3. 取水路における砂移動解析結果

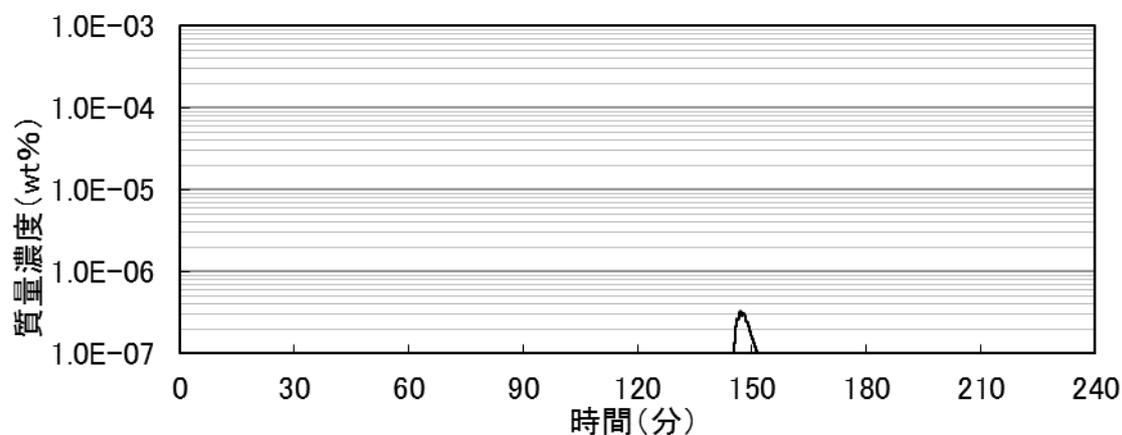
取水路における砂移動解析によって得られた海水ポンプ取水地点の浮遊砂濃度時刻歴について、6号炉を添付第9-1図に、7号炉を添付第9-2図に示す。なお、基準津波の波源のうち、解析結果において砂濃度が最も高い値を示した日本海東縁部の地震による津波（2領域モデル）の結果を示す。

海水ポンプ取水地点の浮遊砂濃度に変化が現れる時間は6,7号炉ともに、地震発生から約140分後から約160分後の約20分間であり、その時間における浮遊砂濃度は6号炉および7号炉ともに $10^{-7}$ wt%オーダーであった。

波源	日本海東縁部の地震による津波（2領域モデル）		
砂移動モデル	高橋ほか（1999）		
算出点	海水ポンプ取水地点	浮遊砂体積濃度上限値	1%



添付第9-1図 6号炉 浮遊砂濃度時刻歴



添付第9-2図 7号炉 浮遊砂濃度時刻歴

#### 4. 海水ポンプ軸受の浮遊砂に対する耐性評価

取水路における砂移動解析によって得られた海水ポンプ取水地点における浮遊砂濃度は、6号炉および7号炉ともに $10^{-7}$ wt%オーダー（約20分間）であった。

この浮遊砂濃度は、原子炉補機冷却海水ポンプ1台（流量 $1800\text{m}^3/\text{h}$ ）が約20分間にわたり海水とともに浮遊砂を取水すると想定し、そのときにポンプが取水する浮遊砂の量を計算すると、浮遊砂の量は数グラム程度と算出され、極めて微量であることを示す。

従って、想定した基準津波襲来の影響による浮遊砂の影響は極めて小さく、無視し得る程度であることからポンプ軸受への影響はないと評価する。

#### 参考文献

- [1]:「掃流砂層・浮遊砂層間の交換砂量を考慮した津波移動床モデルの開発」, 高橋智幸・首藤伸夫・今村文彦・浅井大輔・海岸工学論文集, 46, 606-610, 1999.

## 添付資料 10

燃料等輸送船の喫水と津波高さ  
の関係について

## 燃料等輸送船の喫水と津波高さとの関係について

### 10.1 概要

燃料等輸送船は、津波警報等発令時、原則、緊急退避するが、万一退避が完了するまでの間に津波が襲来する場合について、燃料等輸送船が岸壁に乗り上がることはないことを確認する。

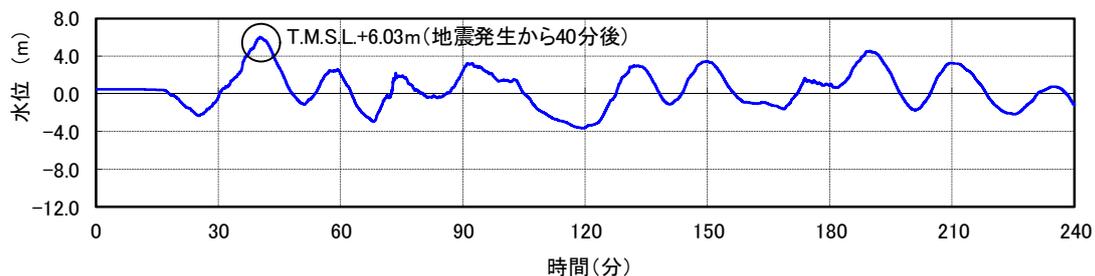
なお、柏崎刈羽原子力発電所の基準津波において、津波高さが最大水位上昇高さに到達するのは地震発生後、30分以上経過した後となるが、ここでは保守的に津波が緊急避難できない状況において基準津波が最大水位上昇高さに到達する状態を仮定して評価する。

### 10.2 評価条件

評価条件とする津波高さは基準津波 1～3 を比較した上で最大水位上昇高さとなる T.M.S.L.+6.03m とする。なお、基準津波 1～3 の波形をそれぞれ以下に示す。

#### (1) 基準津波 1

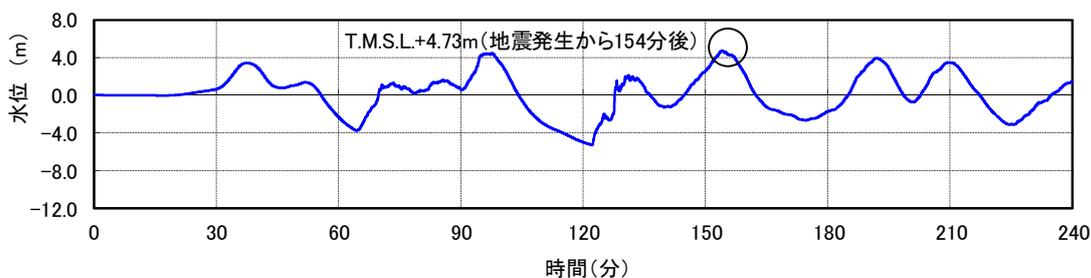
添付第 10.2-1 図に、基準津波 1 の波形を示す。基準津波は 40 分程度で第一波の最高点 (T.M.S.L.+6.03m (朔望平均満潮位 T.M.S.L.+0.49m を考慮済み)) に達している。



添付第 10.2-1 図 基準津波 1 の波形

(2) 基準津波 2

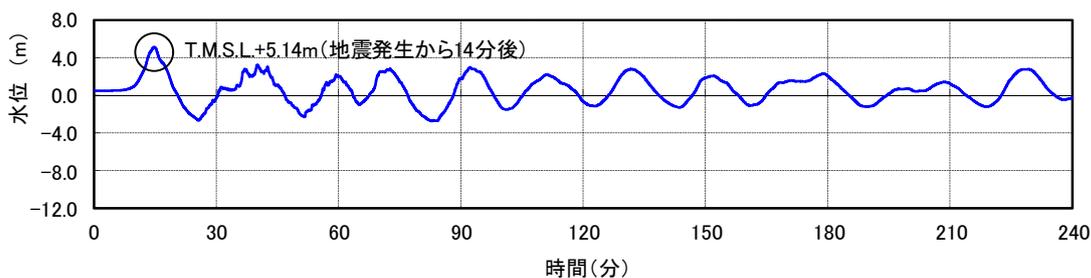
添付第 10.2-2 図に，基準津波 2 の波形を示す。基準津波は 150 分程度で最高点（T.M.S.L.+4.73 m（朔望平均干潮位 T.M.S.L.+0.49 m を考慮済み））に達している。



添付第 10.2-2 図 基準津波 2 の波形

(3) 基準津波 3

添付第 10.2-3 図に，基準津波 3 の波形を示す。基準津波は 14 分程度で最高点（T.M.S.L.+5.14 m（朔望平均干潮位 T.M.S.L.+0.49 m を考慮済み））に達している。

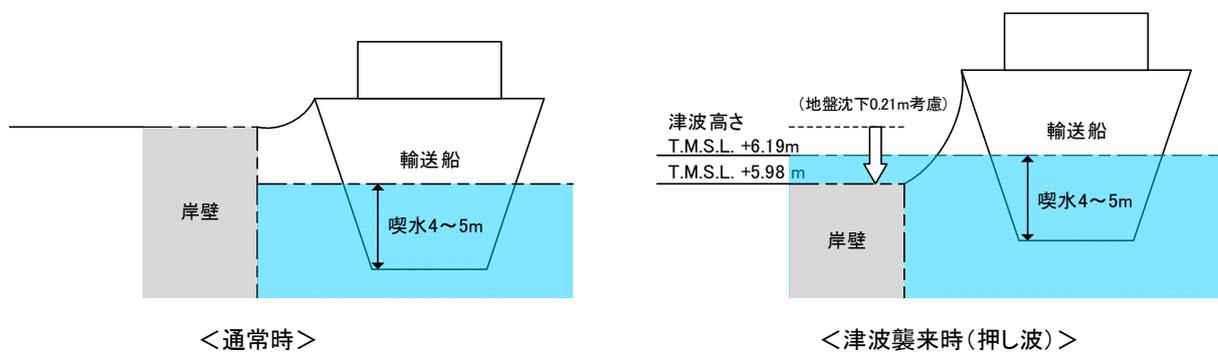


添付第 10.2-3 図 基準津波 3 の波形

### 10.3 評価

押し波高さと喫水の関係を添付第 10.3-1 図に示す。押し波高さの内訳は、以下のとおり。

・押し波高さ	T.M.S.L.+6.03m
・潮位のばらつき	+0.16m
(計)	+6.19m



(備考)

- ・地震動による地盤沈降 (0.21m) を考慮した。
- ・地盤変状について、基準地震動による地盤沈下 (-0.5m) を考慮しても、燃料等輸送船は物揚場岸壁に乗り上がることはない。
- ・なお、燃料等輸送船の喫水は、積荷、バラスト水等で変動するが、積荷なしでも 4 m 以上 (実績)。

添付第 10.3-1 図 津波高さと喫水の関係

### 10.4 結論

朔望平均満潮位等の保守的な条件を考慮し、短時間に津波が襲来する場合を仮定しても、燃料輸送船は、津波高さと喫水高さの関係から物揚場岸壁に乗り上がることはない。

## 添付資料 11

耐津波設計における余震荷重と津波荷重の  
組み合わせについて

### 【規制基準における要求事項等】

- ・サイトの地学的背景を踏まえ、余震の発生の可能性を検討すること。
- ・余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組み合わせを考慮すること。

### 【検討方針】

余震による荷重については、本震発生後の余震を検討し、耐津波設計において津波荷重と組み合わせる適切な余震荷重を設定する。

### 【検討結果】

余震荷重と基準津波の荷重の組み合わせを考慮すべき設備の設計に当たっては、柏崎刈羽原子力発電所周辺の地学的背景を踏まえ、発生する可能性のある余震を適切に評価し、その荷重と入力津波による荷重との組み合わせを考慮する。

考慮する余震の規模は、過去の地震データにおける本震規模と最大余震の規模の関係を整理することにより想定する。添付第 11-1 表に、地震調査研究推進本部の地震データによる本震のマグニチュード M7.0 以上、且つ、本震と最大余震との時間間隔が半日以内の地震の諸元を示す。同表中に、敷地が位置する日本海東縁部の地震の本震のマグニチュード M7.0 以上の地震の諸元を併せて示す。地震調査研究推進本部の地震データについて、本震のマグニチュード  $M_0$  と最大余震のマグニチュード  $M_1$  の関係から本震と余震のマグニチュードの差  $D1$  は、添付第 11-1 図の通り、 $D1=M_0-M_1=1.4$  として評価できる。これらの関係は、日本海東縁部の地震と調和的である。余震の規模を想定する際は、データ数が少ないことから、安全側に標準偏差を考慮し  $D1=0.9$  として余震の規模を想定する。

本震と余震の応答スペクトルを Noda et al. (2002) により評価し、本震と余震との地震動レベルを確認する。添付第 11-2 図に M8.0 及び M7.0 の本震に対し、余震の規模を  $D1=0.9$  を用い評価し、スペクトル比を評価した結果を示す。添付第 11-2 図によると、余震による地震動は本震による地震動に対しおよそ 0.3～0.4 倍程度となることがわかる。

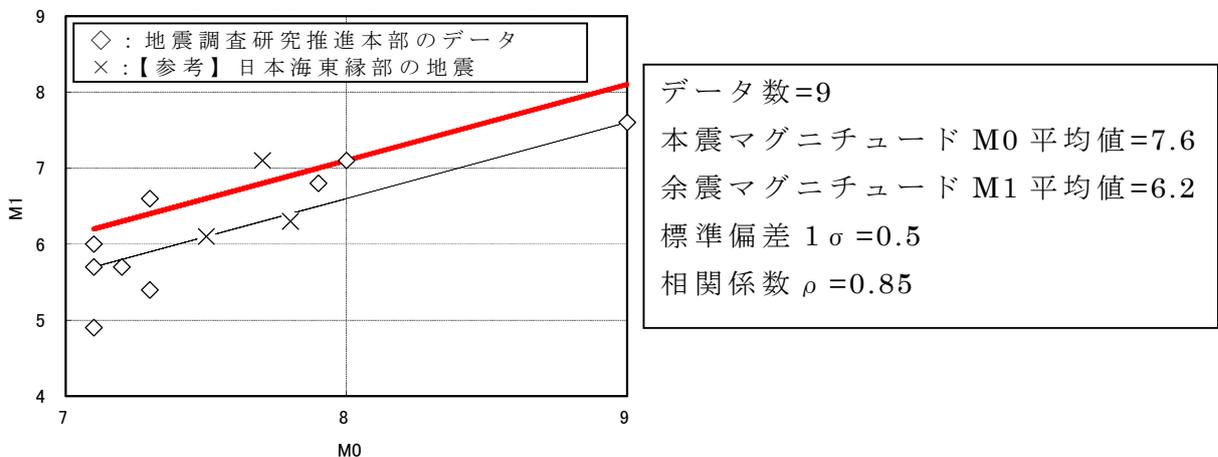
本震と余震の応答スペクトル比に基づき、本震の地震動評価結果に対し係数を乗ずることで、余震による地震動を評価する。柏崎刈羽原子力発電所では、敷地周辺の活断層分布等の地学的背景を踏まえ敷地への影響が大きな地震の地震動評価結果に基づき、基準地震動が策定されている。余震による地震動は本震による地震動に対しおよそ 0.3～0.4 倍程度となることが想定されるが十分な保守性を考慮し、基準地震動に対して係数 0.5 を乗じて設定した弾性設計用地震動  $S_d$  による荷重を余震による荷重として設定する。

添付第 11-1 表 過去の地震における本震と最大余震の関係  
(本震のマグニチュード M7.0 以上の地震)

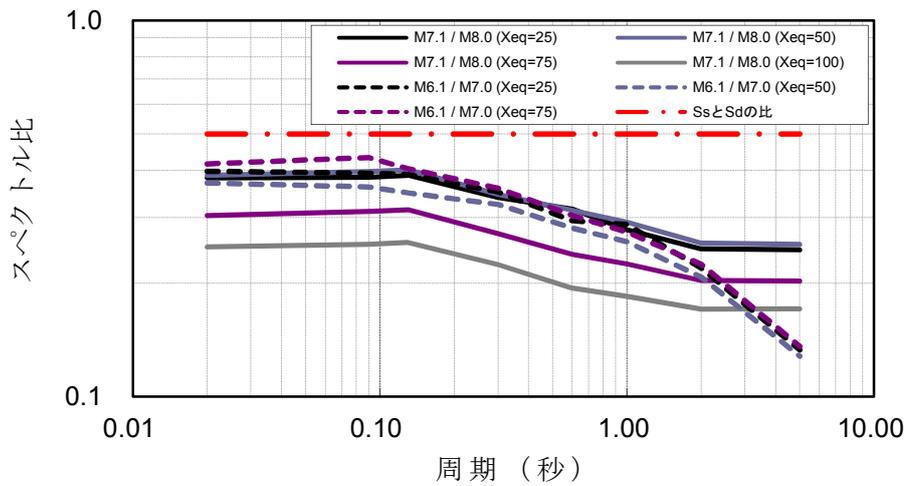
No	発生年月日	震源	マグニチュード	
			本震 M0	最大余震 M1
1	1995.1.17	淡路島	7.3	5.4
2	2003.5.26	宮城県沖	7.1 <sup>※1</sup>	4.9
3	2003.9.26	十勝沖	8.0	7.1
4	2004.11.29	釧路沖	7.1	6.0
5	2006.11.15	千島列島東方	7.9	6.8 <sup>※2</sup>
6	2008.6.14	岩手宮城内陸地震	7.2	5.7
7	2008.9.11	十勝沖	7.1	5.7
8	2011.3.11	東日本太平洋沖地震	9.0	7.6 <sup>※1</sup>
9	2012.12.7	三陸沖	7.3	6.6
A <sup>※3</sup>	1964.6.16	新潟地震	7.5 <sup>※1</sup>	6.1 <sup>※1</sup>
B <sup>※3</sup>	1983.5.26	日本海中部地震	7.7 <sup>※1</sup>	7.1 <sup>※1</sup>
C <sup>※3</sup>	1993.7.12	北海道南西沖地震	7.8 <sup>※1</sup>	6.3 <sup>※1</sup>

※1：気象庁による震源情報を参照

※2：地震調査研究推進本部による資料の読取値 ※3：日本海東縁部の地震



添付第 11-1 図 本震と余震の関係



添付第 11-2 図 本震と余震のスペクトル比

(本震を M8.0 及び M7.0 とし、それぞれの余震を M7.1 および M6.1 と評価した場合について、Noda et al. (2002) に基づきスペクトル比を評価)

【参考文献】

Noda, S., K. Yashiro, K. Takahashi, M. Takemura, S. Ohno, M. Tohdo, and T. Watanabe (2002) : RESPONSE SPECTRA FOR DESIGN PURPOSE OF STIFF STRUCTURES ON ROCK SITES, OECD-NEA Workshop on the Relations between Seismological DATA and Seismic Engineering, Oct.16-18, Istanbul