

島根原子力発電所 2 号炉 審査資料	
資料番号	EP-066 改 58
提出年月日	令和 3 年 3 月 15 日

# 島根原子力発電所 2 号炉

## 津波による損傷の防止

令和 3 年 3 月  
中国電力株式会社

## 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

##### 1.2 追加要求事項に対する適合性

###### (1) 位置，構造及び設備

###### (2) 安全設計方針

###### (3) 適合性説明

##### 1.3 気象等

##### 1.4 設備等（手順等含む）

#### 2. 津波による損傷の防止

##### (別添資料1)

##### 島根原子力発電所2号炉 耐津波設計方針について

#### 3. 運用，手順説明

##### (別添資料2)

##### 島根原子力発電所2号炉 運用，手順説明 津波による損傷の防止

#### 4. 現場確認を要するプロセス

##### (別添資料3)

##### 島根原子力発電所2号炉 耐津波設計における現場確認を要するプロセスについて

下線は，今回の提出資料を示す。

## <概要>

1.において、設計基準対象施設の「設置許可基準規則」及び「技術基準規則」の追加要求事項を明確化するとともに、それら要求に対する島根原子力発電所2号炉における適合性を示す。

2.において、設計基準対象施設について、追加要求事項に適合するために必要となる機能を達成するための設備又は運用等について説明する。

3.において、追加要求事項に適合するための運用、手順等を抽出し、必要となる対策等を整理する。

4.において、設計にあたって実施する各評価に必要な入力条件等の設定を行うため、設備等の設置状況を現場にて確認した内容について整理する。

## 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<sup>※1</sup>第五条」及び「技術基準規則<sup>※2</sup>第六条」において、追加要求事項を明確化する（表1）。

※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



表1 「設置許可基準規則第五条」及び「技術基準規則第六条」 要求事項

設置許可基準規則 第五条（津波による損傷の 防止）	技術基準規則 第六条（津波による損傷の 防止）	備考
<p>設計基準対象施設（兼用キャスク及びその周辺施設を除く。）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。</p>	<p>設計基準対象施設（兼用キャスク及びその周辺施設を除く。）が基準津波（設置許可基準規則第五条第一項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。</p>	<p>追加要求事項</p>

## 1.2 追加要求事項に対する適合性

### (1) 位置、構造及び設備

#### ロ 発電用原子炉施設の一般構造

### (2) 耐津波構造

本発電用原子炉施設は、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、次の方針に基づき耐津波設計を行い、「設置許可基準規則」に適合する構造とする。

#### (i) 設計基準対象施設に対する耐津波設計

設計基準対象施設は、基準津波に対して、以下の方針に基づき耐津波設計を行い、その安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。基準津波の策定位置を第8図に、基準津波の時刻歴波形を第9図に示す。

また、設計基準対象施設のうち、津波から防護する設備を「設計基準対象施設の津波防護対象設備」とする。

#### 【別添資料1(1.1)】

a. 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。）を内包する建物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。なお、島根2号炉における「設計基準対象施設の津波防護対象施設（非常用取水設備を除く。）を内包する建物及び区画」は設置許可基準規則 別記3の「Sクラスに属する設備を内包する建屋及び区画」に該当する。また、取水路、放水路等の経路から流入させない設計とする。具体的な設計内容を以下に示す。

(a) 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。）を内包する建物及び区画は、基準津波による遡上波が到達する可能性があるため、津波防護施設を設置し、津波の流入を防止する設計とする。

#### 【別添資料1(2.2.1)】

(b) 上記(a)の遡上波については、敷地及び敷地周辺の地形及びその標高、河川等の存在、設備等の配置状況並びに地震による広域的な隆起・沈降を考慮して、遡上波の回り込みを含め敷地への遡上の可能性を検討する。また、地震による変状又は繰り返し襲来する津波による洗掘・堆積により地形又は河川流路の変化等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。

#### 【別添資料1(1.3)】

(c) 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、貫通口等）を特定し、必要に応じ津波防護施設及び浸水防止設備の浸水対策を施すことにより、津波の流入を防止す

る設計とする。

【別添資料 1 (2.2.2)】

b. 取水・放水施設、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する設計とする。具体的な設計内容を以下に示す。

(a) 取水・放水施設の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設、地下部等における漏水の可能性を検討した上で、漏水が継続することによる浸水範囲を想定（以下「浸水想定範囲」という。）するとともに、同範囲の境界において浸水の可能性のある経路及び浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定し、浸水防止設備を設置することにより浸水範囲を限定する設計とする。

【別添資料 1 (2.3(1))】

(b) 浸水想定範囲及びその周辺に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。）がある場合は、防水区画化するとともに、必要に応じて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。

【別添資料 1 (2.3(2))】

(c) 浸水想定範囲における長期間の浸水が想定される場合は、必要に応じ排水設備を設置する。

【別添資料 1 (2.3(3))】

c. 上記 a. 及び b. に規定するもののほか、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。）を内包する建物及び区画については、浸水防護をすることにより津波による影響等から隔離する。そのため、浸水防護重点化範囲を明確化するとともに、津波による溢水を考慮した浸水範囲及び浸水量を保守的に想定した上で、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路及び浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定し、それらに対して必要に応じ浸水対策を施す設計とする。

【別添資料 1 (2.4.1)】

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を防止する。そのため、原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ（以下(2)において「非常用海水ポンプ」という。）については、基準津波による水位の低下に対して、非常用海水ポンプが機能保持でき、かつ、冷却に必要な海水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砂の移動・堆積及び漂流物に対して取水口、取水管及び取水槽の通水性が確保でき、かつ、取水口からの

砂の混入に対して非常用海水ポンプが機能保持できる設計とする。なお、漂流物については、定期的な調査により人工構造物の設置状況の変化を把握する。

【別添資料 1 (2.5)】

e. 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、流入経路等を考慮して、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。

【別添資料 1 (4.1~4.3)】

f. 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、津波の繰り返しの襲来による影響、津波による二次的な影響（洗掘、砂移動、漂流物等）及びその他自然現象（風、積雪等）を考慮する。

【別添資料 1 (4.1~4.4)】

g. 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非常用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及び潮位のばらつき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。

【別添資料 1 (1.5)】

ヌ その他発電用原子炉の附属施設の構造及び設備

(3) その他の主要な構造

(ii) 浸水防護設備

a. 津波に対する防護設備

設計基準対象施設は、基準津波に対して、その安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならないこと、また、重大事故等対処施設は、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ことから、防波壁、防波壁通路防波扉、流路縮小工、屋外排水路逆止弁、防水壁、水密扉、隔離弁、床ドレン逆止弁、貫通部止水処置等により、津波から防護する設計とする。

防波壁（多重鋼管杭式擁壁）

個数 1

防波壁（逆T擁壁）

個数 1

防波壁（波返重力擁壁）

個数 1

防波壁通路防波扉

個数 4

流路縮小工

個数 2

屋外排水路逆止弁

個数 14

防水壁

個数 2

水密扉

個数 一式

隔離弁

個数 6

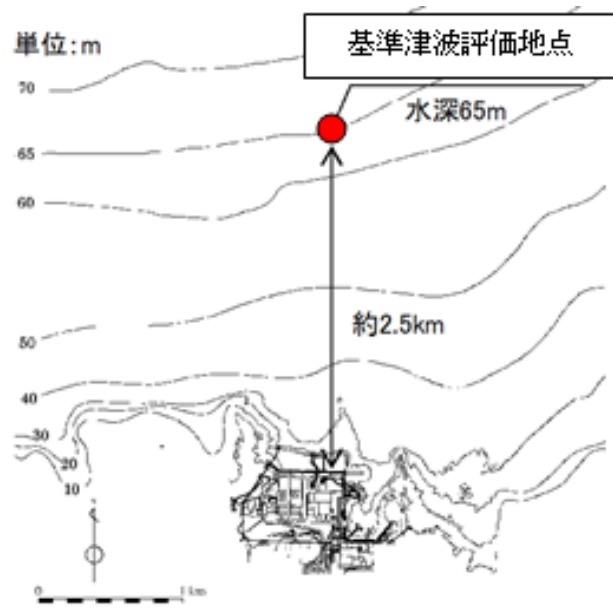
床ドレン逆止弁

個数 一式

貫通部止水処置

個数 一式

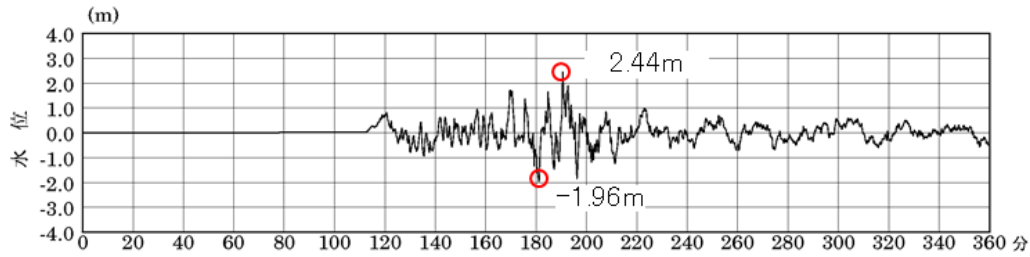
【別添資料1（4.1～4.3）】



第8図 基準津波の策定位置

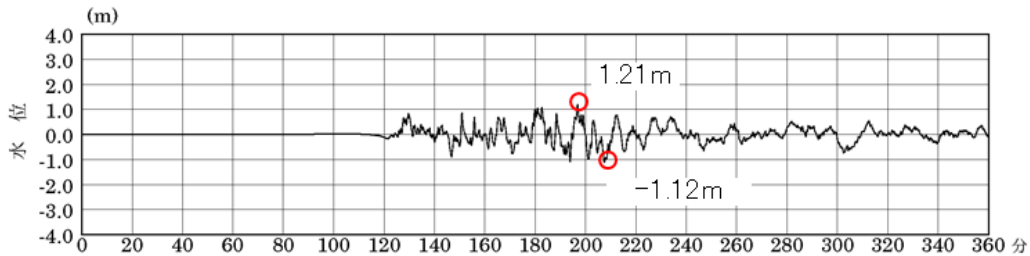
### 【基準津波 1】

鳥取県(2012)が日本海東縁部に想定した地震による津波



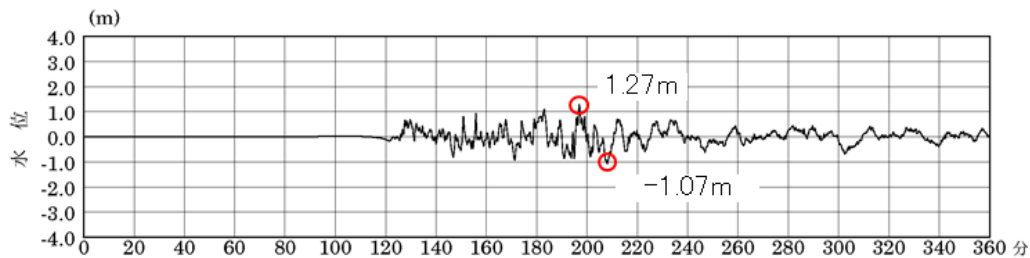
### 【基準津波 2】

日本海東縁部に想定される地震発生領域の連動を考慮した検討による津波



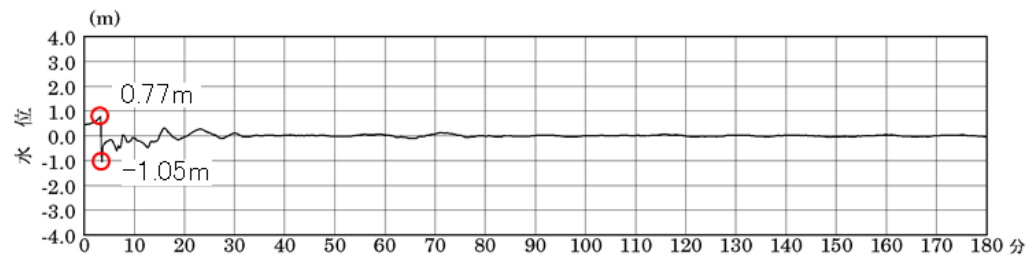
### 【基準津波 3】

日本海東縁部に想定される地震発生領域の連動を考慮した検討による津波



### 【基準津波 4】

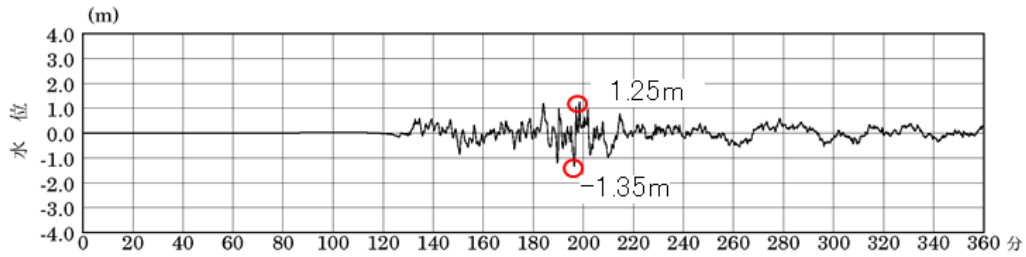
F-III~F-V断層から想定される地震による津波



第9図(1) 基準津波の時刻歴波形

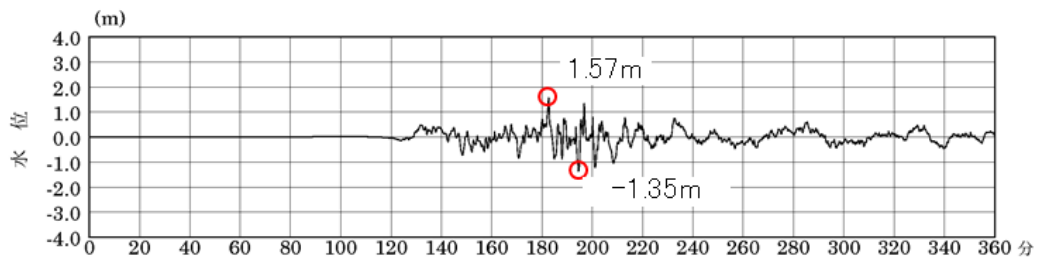
### 【基準津波 5】

日本海東縁部に想定される地震発生領域の連動を考慮した検討による津波  
(防波堤無し)



### 【基準津波 6】

日本海東縁部に想定される地震発生領域の連動を考慮した検討による津波  
(防波堤無し)



第9図(2) 基準津波の時刻歴波形



## (2) 安全設計方針

### 1.5 耐津波設計

#### 1.5.1 設計基準対象施設の耐津波設計

##### 1.5.1.1 設計基準対象施設の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。）に対してその安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。

#### (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）」の「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」との要求は、設計基準対象施設のうち、安全機能を有する設備を津波から防護することを要求していることから、津波から防護を検討する対象となる設備は、設計基準対象施設のうち安全機能を有する設備（クラス1、クラス2及びクラス3設備）である。

また、「設置許可基準規則」の解釈別記3では、津波から防護する設備として、耐震Sクラスに属する設備（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）が要求されている。

以上から、津波から防護を検討する対象となる設備は、クラス1、クラス2及びクラス3設備並びに耐震Sクラスに属する設備（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）とする。このうち、クラス3設備については、安全評価上その機能を期待する設備は、津波に対してその機能を維持できる設計とし、その他の設備は損傷した場合を考慮して、代替設備により必要な機能を確保する等の対応を行う設計とする。

これより、津波から防護する設備は、クラス1及びクラス2設備並びに耐震Sクラスに属する設備（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）

（以下1.5において「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、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備は、「設置許可基準規則」の解釈別記3で入力津波に対して機能を十分に保持できることが要求されており、同要求を満足できる設計とする。

【別添資料1(1.1)】

#### (2) 敷地及び敷地周辺における地形、施設の配置等

津波に対する防護の検討に当たって基本事項となる発電所の敷地及び敷地周辺における地形、施設の配置等を把握する。

##### a. 敷地及び敷地周辺における地形、標高並びに河川の存在の把握

島根原子力発電所の敷地は、島根半島の中央部、日本海に面した松江市鹿島町に位置している。

敷地の地形は、輪谷湾を中心とした半円状であり、敷地周辺の地形は、東西及び南側の三方向を標高150m程度の高さの山に囲まれ、北側は日本海に面している。

敷地周辺の河川としては、敷地から南方約2kmに人工河川の佐陀川があり、宍道湖から日本海に注いでいる。

敷地は、主にE L. +8.5m, E L. +15.0m及びE L. +44.0mの高さに分かれている。

#### 【別添資料1(1.2(1))】

##### b. 敷地における施設の位置、形状等の把握

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。）を内包する建物及び区画として、E L. +15.0mの敷地に原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物を設置し、E L. +8.5mの敷地にタービン建物を設置する。屋外設備としては、E L. +15.0mの敷地にB-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）を設置し、E L. +8.5mの敷地にA-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（燃料移送系）及び排気筒を、E L. +8.5mの敷地地下の取水槽床面E L. +1.1mに原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ（以下1.5において「非常用海水ポンプ」という。）を設置する。また、非常用取水設備として、取水口及び取水管、E L. +8.5mの敷地に取水槽を設置する。

津波防護施設として、日本海及び輪谷湾に面した敷地面に天端高さE L. +15.0mの防波壁を設置する。また、防波壁通路に天端高さE L. +15.0mの防波壁通路防波扉を設置し、1号炉取水槽の取水管端部（取水管中心：E L. -4.9m）に流路縮小工を設置する。

浸水防止設備として、屋外排水路（E L. +2.3m～E L. +7.3m）に屋外排水路逆止弁、取水槽（E L. +1.1m～E L. +8.8m）に防水壁、水密扉及び床ドレン逆止弁を設置する。また、タービン建物（復水器を設置するエリア）とタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）の境界に防水壁、水密扉及び床ドレン逆止弁を設置する。地震時に損傷した場合に津波が流入する可能性がある経路に対して、隔離弁を設置するとともに、バウンダリ機能を保持するポンプ及び配管を設置する。取水槽、屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）及びタービン建物（復水器を設置するエリア）の貫通部に対して止水処置を実施する。

津波監視設備として、取水槽の高さE L. -9.3mに取水槽水位計を設置し、2号炉排気筒のE L. +64.0m、3号炉北側の防波壁上部（東側・西側）E L. +15.0mの位置に津波監視カメラを設置する。

敷地内の遡上域の建物・構築物等としては、防波壁外側のE L. +6.0mの荷揚場に荷揚場詰所、デリッククレーン、キャスク取扱収納庫等がある。なお、E L. +8.5m盤に建物・構築物等はない。

## 【別添資料 1 (1.2(2))】

### c. 敷地周辺の人工構造物の位置、形状等の把握

港湾施設としては、発電所構内に防波堤を設置しており、その内側には荷揚場を設けている。

発電所構外には、西方1 km程度に片匂（かたく）漁港、発電所西方2 km程度に手結（たゆ）漁港、南西2 km程度に恵曇（えとも）漁港、東方3 km及び4 km程度に御津（みつ）漁港及び大芦（おわし）漁港があり、各漁港には防波堤が設置されている。漁港には船舶・漁船が約200隻あり、発電所周辺では、イカ釣り漁、かご漁、サザエ網・カナギ漁等が営まれている。また、発電所から2 km程度離れた位置に海上設置物である定置網の設置海域がある。

敷地周辺の状況としては、民家、工場等があり、敷地前面海域における通過船舶としては、海上保安庁の巡視船がパトロールしている。他には発電所から約6 km離れた潜戸（くけど）に小型の船舶による観光遊覧船の航路がある。

## 【別添資料 1 (1.2(3))】

### (3) 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。基準津波による各施設・設備の設置位置における入力津波の時刻歴波形を第1.5-1図から第1.5-4図に、入力津波高さを第1.5-1表に示す。日本海東縁部に想定される地震による津波及び海域活断層から想定される地震による津波の特性は以下のとおりである。

日本海東縁部に想定される地震による津波は、波源が敷地から600km以上離れており、敷地において最大水位となる時間は地震発生から190分程度であるが、水位変動量は大きい。また、波源の活動に伴う余震及び地殻変動が敷地に与える影響は小さい。

海域活断層から想定される地震による津波は、波源が敷地近傍であり、敷地において最大水位となる時間は地震発生から5分程度であるが、水位変動量は日本海東縁部に想定される地震による津波に比べて小さい。また、波源の活動に伴う余震及び地殻変動については、敷地への影響を考慮する。

なお、設計において、津波が到達する施設については、津波荷重と余震荷重の重畳の可否を検討する必要があるが、海域活断層を波源とする水位上昇側の基準津波が策定されていないことから、海域活断層上昇側最大ケースの津波についても、入力津波の検討対象とする。

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及び波力・波圧について安全側に評価する。

#### 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 E L. +0.58m 及び潮位のばらつき 0.14m を考慮し、下降側の水位変動に対しては朔望平均干潮位 E L. -0.02m 及び潮位のばらつき 0.17m を考慮する。朔望平均潮位及び潮位のばらつきは発電所構内（輪谷湾）における潮位観測記録に基づき評価する。

潮汐以外の要因による潮位変動については、発電所構内（輪谷湾）における約 15年（1995年～2009年）の潮位観測記録に基づき、高潮発生状況（発生確率、台風等の高潮要因）を確認する。

なお、発電所最寄りの気象庁潮位観測地点「境」（発電所の敷地東方約 23km）は、発電所と同様に日本海に面して潮位計を設置している。当該地点における潮位観測記録は発電所構内（輪谷湾）における潮位観測記録と大きな差はない。

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。基準津波による基準津波策定位置における水位の年超過確率は  $10^{-4}$  から  $10^{-5}$  程度であり、独立事象として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 E L. +1.36m と、入力津波で考慮した朔望平均満潮位 E L. +0.58m と潮位のばらつき 0.14m の合計との差である 0.64m 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ために、津波波源となる地震による地殻変動を考慮するとともに、津波が起きる前に基準地震動 S s の震源となる敷地周辺の活断層から想定される地震が発生した場合を想定した地殻変動を考慮する。

敷地地盤の地殻変動量は、Mansinha and Smylie(1971)の方法により算定する。

津波波源となる地震による地殻変動としては、海域活断層及び日本海東縁部の津波波源を想定する。海域活断層による地殻変動量は、0.34m の隆起である。日本海東縁部に想定される地震による津波については、起因となる波源が敷地から十分に離れており、敷地への地震による地殻変動の影響は十分に小さいため、地殻変動量を考慮しない。また、基準地震動 S s の震源による地殻変動としては、宍道断層及び海域活断層を想定する。宍道断層による地殻変動量は、0.02m 以下の沈降であり、敷地への影響が十分小さいことから考慮しない。海域活断層による地殻変動量は、0.34m の隆起である。なお、津波発生前に基準地震動 S s の震源による地殻変動が発生する場合の検討においては、同一震源による繰り返しの地殻変動は考慮しない。

以上のことから、下降側の水位変動に対して安全機能への影響を評価する際には、0.34m の隆起を考慮する。

なお、島根原子力発電所の敷地は日本海側に位置していること、及び 2011年東北地方太平洋沖地震による影響がないことからプレート間地震の影響はない。ま

た、広域的な余効変動については、基準地震動  $S_s$  の評価における検討用地震の震源において最近地震は発生していないことから、広域的な余効変動は生じておらず、津波に対する安全性評価に影響を及ぼすことはない。

#### c. 敷地への遡上に伴う入力津波

基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域の評価（以下1.5では「数値シミュレーション」という。）に当たっては、数値シミュレーションに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、遡上域の格子サイズ（最小6.25m）に合わせた形状にモデル化する。

敷地沿岸域及び海底地形は、海域では一般財団法人 日本水路協会（2008～2011）、深浅測量等による地形データを使用し、陸域では、国土地理院（2014）等による地形データを使用する。また、取水路・放水路等の諸元及び敷地標高については、発電所の竣工図等を使用する。

伝播経路上の人工構造物については、図面を基に数値シミュレーション上影響を及ぼす構造物を考慮し、遡上・伝播経路の状態に応じた解析モデル、解析条件が適切に設定された遡上域のモデルを作成する。

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

数値シミュレーションに当たっては、遡上及び流下経路上の地盤並びにその周辺の地盤について、地震に伴う液状化、流動化又は滑りによる標高変化を考慮した数値シミュレーションを実施し、遡上波の敷地への到達（回り込みによるものを含む。）の可能性について確認する。

防波壁（東端部）及び防波壁（西端部）は双方とも地山斜面（岩盤）に擦り付き、これらの地山が津波の敷地への地上部からの到達に対して障壁となっている。このため、津波防護上の障壁となっている地山及び防波壁と地山斜面との接続箇所については、地震時及び津波時の健全性について耐震重要施設及び重大事故等対処施設の周辺斜面と同等の信頼性を有する評価を実施し、津波防護機能を保持する構造とする。

また、敷地周辺を流れる河川として、敷地から南方約2kmの位置に佐陀川が存在するが、発電所とは標高150m程度の山地で隔てられている。この状況から、敷地への遡上波に影響することはない。

遡上波の敷地への到達の可能性に係る検討に当たっては、基準地震動  $S_s$  に伴い地形変化及び標高変化が生じる可能性を踏まえ、入力津波高さへの影響を確認するため、数値シミュレーションの条件として沈下無しの条件に加えて、埋戻土及び砂礫層に対して揺すり込み及び液状化に伴い地盤を沈下させた条件についても考慮する。また、防波壁両端部以外の敷地周辺斜面の崩壊による入力津波高さ

への影響を確認するため、数値シミュレーションの条件として斜面崩壊なしの条件に加えて、敷地周辺の地滑り地形が判読されている地山の斜面について斜面崩壊させた条件についても考慮する。さらに、発電所の防波堤については、基準地震動 $S_s$ による損傷の可能性があることから、数値シミュレーションの条件として防波堤有りの条件に加えて、防波堤がない条件についても考慮する。これらの条件を考慮した数値シミュレーションを実施し、遡上域や津波水位を保守的に想定する。

初期潮位は、E L.  $\pm 0.0\text{m}$ とする。朔望平均満潮位（E L.  $+0.58\text{m}$ ）及び潮位のばらつき（ $0.14\text{m}$ ）は、数値シミュレーションによる津波水位に加えることで考慮する。

数値シミュレーション結果を第1.5-5 図に示す。施設護岸及び防波壁で最大を示した基準津波1（斜面崩壊なし、地盤変状なし、防波堤なしの条件）の最高水位分布では、潮位及び潮位のばらつきを考慮して、最高水位は、敷地高さE L.  $+8.5\text{m}$ に対して施設護岸及び防波壁でE L.  $+11.9\text{m}$ となっている。一方、海域活断層上昇側最大ケース（斜面崩壊なし、地盤変状なし、防波堤ありの条件）の最高水位分布では、潮位及び潮位のばらつきを考慮して、最高水位は、敷地高さE L.  $+8.5\text{m}$ に対して施設護岸及び防波壁でE L.  $+4.2\text{m}$ となっている。したがって、防波壁等の津波防護施設がない場合は、基準津波1により敷地の一部が遡上域となる。このため、津波防護施設である防波壁を設置し、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。）を内包する建物及び区画の設置された敷地に地上部から津波が到達、流入しない設計とする。

津波による港湾内の局所的な海面の固有振動の励起について確認するため、湾口、湾中央、湾奥西、湾奥東及び2号炉取水口の時刻歴波形を比較した。その結果、湾口から湾奥に向かう津波の伝搬先で水位のピーク値が大きくなり、一部地点（湾奥東）においては、上昇側のみピーク値の増加が顕著に認められる。これらは、湾口から湾奥に向かう津波の伝搬先の水深が浅くなることによる水位の増幅、海面の固有振動による励起及び隅角部における反射の影響であり、これらの影響は津波の数値シミュレーションにおいて適切に再現されている。また、津波監視設備が設置されている取水槽内の水位変動は、取水口位置の水位変動を初期条件とした管路計算により算定していることから、励起の影響が考慮されている。

なお、湾奥東の地点のように、ピーク値の増加が顕著に認められる地点があり、海面の固有振動による励起の可能性が否定できないことから、入力津波の設定に当たっては、保守的な評価となるよう当該地点における最大の水位を一律に評価地点（施設護岸又は防波壁）の入力津波高さとして設定している。

発電所敷地について、その標高の分布と津波の遡上高さの分布を比較すると、防波壁等の津波防護施設がない場合は、遡上波が敷地に地上部から到達、流入する可能性がある。津波防護の設計に使用する入力津波は、敷地及びその周辺の遡上域、遡上経路の不確かさ及び施設の広がり等を考慮して設定するものとする。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。）を内包する建物

及び区画の設置された敷地への地上部からの到達及び流入の防止に係る設計又は評価に用いる入力津波高さは、施設護岸及び防波壁でE L. +11.9mとする。

なお、設計又は評価の対象となる施設等が設置される敷地は、日本海及び輪谷湾に面して、堅固な地盤上にE L. +15.0mの防波壁を設置しており、地震による沈下は想定されず、津波が敷地へ到達する可能性はない。一方、防波壁前面に存在する埋戻土は地震時に沈下する可能性があるため、防波壁前面（荷揚場）の地震による沈下を想定した数値シミュレーションを実施した。その結果、入力津波高さに影響がないことを確認したことから、防波壁前面（荷揚場）の地震による沈下を考慮しない。

#### d. 取水路・放水路等の経路からの流入に伴う入力津波

取水路・放水路等からの流入に伴う入力津波は、流入口となる港湾内における津波高さについては、上記a. 及びb. に示した事項を考慮し、上記c. に示した数値シミュレーションにより安全側の値を設定する。また、取水路及び放水路内における津波高さについては、各水路の特性を考慮した水位を適切に評価するため、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使用し、上記の港湾内における津波高さの時刻歴波形を入力条件として管路解析を実施することにより算定する。その際、取水口から取水槽に至る系並びに放水口から放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損失を考慮するとともに、貝付着の有無及びポンプの稼働有無を不確かさとして考慮した計算条件とし、安全側の値を設定する。

なお、非常用海水ポンプの取水性を確保するため、発電所を含む地域に大津波警報が発表された場合、循環水ポンプを停止する運用を定める。このため、日本海東縁部に想定される地震による津波の取水路の入力津波高さの設定に当たっては、水位の評価は循環水ポンプの停止を前提として実施する。

また、1号炉取水槽に流路縮小工を設置することから、1号炉循環水ポンプの停止を前提とする。

【別添資料1 (1.4~1.6)】

#### 1.5.1.2 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)から(5)のとおりである。

- (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。）を内包する建物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流入させない設計とする。

【別添資料1 (2.2)】

- (2) 取水・放水施設、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。

【別添資料 1 (2.3)】

- (3) 上記 2 方針のほか、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画については、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。

【別添資料 1 (2.4)】

- (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。

【別添資料 1 (2.5)】

- (5) 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。

【別添資料 1 (2.6)】

敷地の特性に応じた津波防護としては、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ため、数値シミュレーションに基づき、外郭防護として防波壁及び防波壁通路防波扉を設置する。

また、取水路、放水路等の経路から津波を流入させない設計とするため、外郭防護として、1号炉取水槽に流路縮小工、屋外排水路に屋外排水路逆止弁、2号炉取水槽に防水壁、水密扉及び床ドレン逆止弁を設置する。また、取水槽及び屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）の貫通部に対して止水処置を実施する。

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。）を内包する建物及び区画については、津波による影響等から隔離可能な設計とするため、内郭防護として、タービン建物（復水器を設置するエリア）と浸水防護重点化範囲との境界に防水壁、水密扉及び床ドレン逆止弁を設置し、貫通部止水処置を実施する。また、地震により損傷した場合に浸水防護重点化範囲へ津波が流入する可能性がある経路に対して、隔離弁を設置するとともに、バウンダリ機能を保持するポンプ及び配管を設置する。

地震発生後、津波が発生した場合に、その影響を俯瞰的に把握するため、津波監視設備として、取水槽に取水槽水位計を、2号炉排気筒及び3号炉北側の防波壁上部（東側・西側）に津波監視カメラを設置する。

津波防護対策の設備分類と設置目的を第1.5-2表に示す。また、敷地の特性に応じた津波防護の概要を第1.5-6図に示す。

【別添資料 1 (2.1)】

1.5.1.3 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



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。）を内包する原子炉建物、制御室建物及び廃棄物処理建物はE L. +15.0mの敷地に設置している。また、タービン建物はE L. +8.5mの敷地に設置している。

屋外には、E L. +15.0mの敷地にB-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）を設置するエリア及び屋外配管ダクト（ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）を設置しており、E L. +8.5mの敷地にA-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（燃料移送系）を設置するエリア、排気筒を設置するエリア及び屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒、タービン建物～放水槽）を設置している。また、E L. +8.5mの敷地地下の取水槽に非常用海水ポンプを設置している。

このため、高潮ハザードの再現期間100年に対する期待値を踏まえた潮位を考慮した上で、施設護岸又は防波壁における入力津波高さE L. +11.9mに対して、天端高さE L. +15.0mの防波壁及び防波壁通路防波扉を設置することにより、津波が到達、流入しない設計とする。

また、遡上波の地上部からの到達、流入の防止として、地山斜面を活用する。地山斜面は、防波壁の高さE L. +15.0m以上の安定した岩盤とし、地震時及び津波時においても津波防護機能を十分に保持する構造とする。

【別添資料1(2.2.1)】

## (2) 取水路、放水路等の経路からの津波の流入防止

敷地へ津波が流入する可能性のある経路としては、取水路、放水路及び屋外排水路が挙げられる。これらの経路を第1.5-3表、取水路及び放水路の縦断図を第1.5-7図に示す。

特定した流入経路から、津波が流入する可能性について検討を行い、取水路、放水路等の経路からの流入に伴う入力津波高さ及び高潮ハザードの再現期間100年に対する期待値を踏まえた潮位に対しても、十分に余裕のある設計とする。

特定した流入経路から、津波が流入することを防止するため、津波防護施設として、1号炉取水槽に流路縮小工を設置する。また、浸水防止設備として、屋外排水路に屋外排水路逆止弁、2号炉取水路の取水槽除じん機エリア天端開口部に防水壁及び水密扉を、2号炉取水槽床面開口部に床ドレン逆止弁を設置し、2号炉取水槽除じん機エリアと取水槽C/Cケーブルダクト及び2号炉取水槽除じん機エリアと2号炉取水槽海水ポンプエリア並びに2号炉放水槽と屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）との貫通部に対して止水処置を実施する。また、2号炉の取水路及び放水路に接続する配管については、内包する流体に対するバウンダリが形成されており、津波の流入経路とならない。なお、1号炉及び3号炉の取水路及び放水路の天端開口高さは、入力津波高さ以上であり、津波の流入経路とならない。

これらの浸水対策の概要について、第1.5-8図～第1.5-10図に示す。

また、浸水対策の実施により、特定した流入経路からの津波の流入防止が可能

であることを確認した結果を第1.5-4表に示す。

上記のほか、1号炉放水連絡通路については、コンクリート及び埋戻土により埋め戻しを行うため、津波の流入経路とならない。

なお、2号炉放水路の循環水系配管の貫通部は、コンクリート巻立てによる密着構造となっていることから津波が流入することはない。

#### 【別添資料1 (2.2.2)】

#### 1.5.1.4 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）

##### (1) 漏水対策

取水・放水施設、地下部等における漏水の可能性を検討した結果、取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアには、床ドレン逆止弁を設置しており、入力津波高さが逆止弁を設置している床面の高さを上回り、当該部で漏水が継続する可能性がある。

取水槽海水ポンプエリアには重要な安全機能を有する非常用海水ポンプが設置されていることから、取水槽海水ポンプエリアを漏水が継続することによる浸水の範囲（以下1.4において「浸水想定範囲」という。）として想定する。

また、取水槽循環水ポンプエリアには重要な安全機能を有する非常用海水系の配管等が設置されていることから、浸水想定範囲として想定する。

取水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリア床面における漏水の可能性を検討した結果、床面における開口部等として挙げられる海水ポンプのグランド部及び雨水排水口について、グランド部に対しては、パッキンやボルトによるシール等の設計上の配慮を、雨水排水口については、床ドレン逆止弁を設置する設計上の配慮を施しており、漏水による浸水経路とならない。

なお、各海水ポンプのグランドドレンはグランドドレン配管を取水槽循環水ポンプエリア及び取水槽海水ポンプエリア内に開放し、床ドレン逆止弁を経由した排水とすることから、漏水による浸水経路とならない。

以上より、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。）を内包する建物及び区画への漏水による浸水の可能性はない。

#### 【別添資料1 (2.3(1))】

##### (2) 安全機能への影響確認

取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアには、重要な安全機能を有する屋外設備である非常用海水ポンプ及び非常用海水系の配管等が設置されているため、取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアを防水区画化する。なお、取水槽循環水ポンプエリア内に浸水により機能喪失する設備が無いことを確認した。

上記(1)より、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。)を内包する建物及び区画への漏水による浸水の可能性はないが、取水槽床ドレン逆止弁に津波が到達した場合に、漏水が発生することを考慮し、各浸水想定範囲における浸水を仮定する。その上で、重要な安全機能を有する非常用海水ポンプについて、漏水による取水槽海水ポンプエリアにおける浸水量を評価し、安全機能への影響がないことを確認する。浸水想定範囲ごとに防水区画化するエリアを整理した一覧を第1.5-5表に、浸水想定範囲を第1.5-11図に防水区画化の範囲を第1.5-12図に示す。

また、取水槽循環水ポンプエリアに隣接する取水槽海水ポンプエリアへの浸水の影響を評価し、安全機能への影響がないことを確認する。

【別添資料1 (2.3(2))】

### (3) 排水設備設置の検討

上記(2)において浸水想定範囲のうち重要な安全機能を有する非常用海水ポンプが設置されている取水槽海水ポンプエリアで長期間浸水することが想定される場合は、排水設備を設置する。

【別添資料1 (2.3(3))】

## 1.5.1.5 設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画の隔離(内郭防護)

### (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、原子炉建物、タービン建物(耐震Sクラスの設備を設置するエリア)、廃棄物処理建物(耐震Sクラスの設備を設置するエリア)、制御室建物(耐震Sクラスの設備を設置するエリア)、取水槽海水ポンプエリア、取水槽循環水ポンプエリア、屋外配管ダクト(ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物、タービン建物～排気筒及びタービン建物～放水槽)、A-非常用ディーゼル発電機(燃料移送系)、B-非常用ディーゼル発電機(燃料移送系)、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機(燃料移送系)及び排気筒を設置するエリアを設定する。

【別添資料1 (2.4.1)】

### (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、浸水量については、地震による溢水の影響も含めて確認を行い、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路及び浸水口を特定し、浸水対策を実施する。

具体的には、タービン建物(復水器を設置するエリア)において発生する地震による循環水系配管等の損傷箇所からの津波の流入等が、浸水防護重点化範囲(タービン建物(耐震Sクラスの設備を設置するエリア)、原子炉建物、取水槽

循環水ポンプエリア)へ影響することを防止するため、浸水防護重点化範囲の境界に防水壁、水密扉及び床ドレン逆止弁を設置し、貫通部止水処置を実施する。また、地震時に損傷した場合に浸水防護重点化範囲へ津波が流入する可能性がある経路に対して、隔離弁を設置するとともに、バウンダリ機能を保持するポンプ及び配管を設置する。

なお、溢水の拡大防止対策として設置するインターロック（循環水ポンプの停止、循環水ポンプ出口弁の閉止及び復水器水室出入口弁の閉止）についても、影響評価において考慮する。

実施に当たっては、以下 a. から f. の影響を考慮する。

- a. 地震に起因するタービン建物（復水器を設置するエリア）に敷設する循環水系配管の伸縮継手を含む低耐震クラス機器及び配管の損傷により、保有水が溢水するとともに、津波が取水槽及び放水槽から循環水系配管等に流れ込み、循環水系配管等の損傷箇所を介して、タービン建物（復水器を設置するエリア）に流入することが考えられる。

このため、タービン建物（復水器を設置するエリア）内に流入した海水によるタービン建物（復水器を設置するエリア）に隣接する浸水防護重点化範囲（タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、原子炉建物及び取水槽循環水ポンプエリア）への影響を評価する。

- b. 地震に起因するタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）に敷設するタービン補機海水系配管を含む低耐震クラスの機器及び配管の損傷により、保有水が溢水するとともに、津波が取水槽及び放水槽からタービン補機海水系配管等の損傷箇所を介して、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）に流入することが考えられる。

このため、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）に流入した海水による浸水防護重点化範囲（タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、原子炉建物及び取水槽循環水ポンプエリア）への影響を評価する。

- c. 地震に起因する取水槽循環水ポンプエリアの循環水系配管の伸縮継手を含む低耐震クラス機器及び配管の損傷により、保有水が溢水するとともに、津波が取水槽から循環水系配管等に流れ込み、循環水系配管等の損傷箇所を介して、取水槽循環水ポンプエリアに流入することが考えられる。

このため、取水槽循環水ポンプエリア内に流入した海水による浸水防護重点化範囲（取水槽循環水ポンプエリア、取水槽海水ポンプエリア及びタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア））への影響を評価する。

- d. 地震に起因する取水槽海水ポンプエリアに敷設するタービン補機海水系配管

等を含む低耐震クラスの機器及び配管の損傷により、保有水が溢水するとともに、津波が取水槽海水ポンプエリアに流入することが考えられる。

このため、取水槽海水ポンプエリア内に流入した海水による浸水防護重点化範囲（取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリア）への影響を評価する。

e. 地下水については、地震時の地下水の流入が浸水防護重点化範囲へ与える影響について評価する。

f. 地震に起因する屋外タンク等の損傷による溢水が、浸水防護重点化範囲へ与える影響について評価する。

#### 【別添資料 1 (2.4.2)】

(3) 上記(2) a. から f. の浸水範囲及び浸水量については、以下のとおり安全側の想定を実施する。

a. タービン建物（復水器を設置するエリア）における機器・配管の損傷による津波、溢水等の事象想定

タービン建物（復水器を設置するエリア）における浸水については、循環水系配管伸縮継手の全円周状の破損を含む低耐震クラス機器及び配管の損傷を想定する。このため、インターロック（地震大による原子炉スクラム及びタービン建物の漏えい信号で作動）により循環水ポンプが停止し、循環水ポンプ出口弁及び復水器水室出入口弁が閉止するまでの間に生じる溢水量並びにタービン補機海水系を含む低耐震クラス機器及び配管の損傷による保有水の溢水量を合算した水量が、同エリアに滞留するものとして浸水水位を算出する。

なお、循環水系及びタービン補機海水系に設置するインターロックによって、津波の襲来前に循環水ポンプ出口弁、復水器水室出口弁及びタービン補機海水ポンプ出口弁を閉止することにより、津波の流入を防止できるため、津波の流入は考慮しない。

b. タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）における機器・配管の損傷による津波、溢水等の事象想定

タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）の低耐震クラスであるタービン補機海水系配管等の損傷により、津波が損傷箇所を介してタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）に流入することを防止するため、基準地震動  $S_s$  による地震力に対して配管のバウンダリ機能を保持する。また、タービン補機海水系配管（放水配管）及び液体廃棄物処理系配管に隔離弁（逆止弁）を設置することにより、津波の流入は考慮しない。

c. 取水槽循環水ポンプエリアにおける機器・配管の損傷による津波、溢水等の事象想定

取水槽循環水ポンプエリアの低耐震クラスである循環水系配管伸縮継手の全円周状の破損を含む低耐震クラスの機器及び配管の損傷により、津波が損傷箇所を介して取水槽循環水ポンプエリアに流入することを防止するため、基準地震動 $S_s$ による地震力に対してポンプ及び配管のバウンダリ機能を保持する。また、タービン補機海水ポンプ出口弁にインターロックによる弁閉止対策を実施する（電動弁）ことにより、津波の流入は考慮しない。

d. 取水槽海水ポンプエリアにおける機器・配管の損傷による津波、溢水等の事象想定

取水槽海水ポンプエリアの低耐震クラスであるタービン補機海水系配管等の損傷により、津波が損傷箇所を介して取水槽海水ポンプエリアに流入することを防止するため、基準地震動 $S_s$ による地震力に対してポンプ及び配管のバウンダリ機能を保持することから津波の流入は考慮しない。

e. 機器・配管の損傷による津波流入量の考慮

上記 a. における循環水系配管の損傷については、津波が襲来する前に循環水ポンプを停止し、循環水ポンプ出口弁及び復水器水室出口弁を閉止するインターロックを設け、津波を流入させない設計とすることから、津波の浸水量は考慮しない。

また、タービン補機海水系配管の損傷については、津波が襲来する前にタービン補機海水ポンプ出口弁を閉止するインターロックを設け、津波を流入させない設計とすることから、津波の浸水量は考慮しない。

上記 b. におけるタービン補機海水系配管（放水配管）及び液体廃棄物処理系配管については、隔離弁（逆止弁）を設置し、隔離弁（逆止弁）から放水槽までの範囲は、基準地震動 $S_s$ による地震力に対してバウンダリ機能を保持し、津波を流入させない設計とすることから、津波の浸水量は考慮しない。

また、原子炉補機海水系配管（放水配管）、高圧炉心スプレイ補機海水系配管（放水配管）については、基準地震動 $S_s$ による地震力に対してバウンダリ機能を保持し、津波を流入させない設計とすることから、津波の浸水量は考慮しない。

上記 c. における取水槽循環水ポンプエリアの循環水系配管（伸縮継手部含む）は基準地震動 $S_s$ による地震力に対してバウンダリ機能を保持し、津波を流入させない設計とすることから、津波の浸水量は考慮しない。また、タービン補機海水系配管の損傷については、津波が襲来する前にタービン補機海水ポンプ出口弁を閉止するインターロックを設け、津波を流入させない設計とすることから、津波の浸水量は考慮しない。

上記 d. における取水槽海水ポンプエリアのタービン補機海水系及び除じん系のポンプ及び配管は基準地震動  $S_s$  による地震力に対してバウンダリ機能を保持し、津波を流入させない設計とすることから、津波の浸水量は考慮しない。バウンダリ機能を保持する機器、配管及び隔離弁（電動弁、逆止弁）の設置箇所の概要を第 1.5-13 図に示す。

f. 機器・配管等の損傷による内部溢水の考慮

上記 a., b., c. 及び d. における機器・配管等の損傷による浸水範囲、浸水量については、内部溢水等の事象想定も考慮して算定する。

g. 地下水の流入量の考慮

地下水の流入については、別途実施する「1.7 溢水防護に関する基本方針」の影響評価において、地震時の地下水排水ポンプの停止により建物周囲の水位が地表面まで上昇することを想定し、建物外周部における貫通部止水処置等を実施して建物内への流入を防止する設計としている。このため、地下水による浸水防護重点化範囲への有意な影響はない。なお、地下水位低下設備については、基準地震動  $S_s$  による地震力に対して耐震性を確保する設計とする。

地震による建物の地下階外壁の貫通部等からの流入については、浸水防護重点化範囲の評価に当たって、地下水の影響を安全側に考慮する。

h. 屋外タンク等の損傷による溢水等の事象想定

屋外タンクの損傷による溢水については、別途実施する「1.7 溢水防護に関する基本方針」の影響評価における、地震時の屋外タンクの溢水により建物周囲が浸水することを想定した場合に対し、原子炉建物、廃棄物処理建物及び B-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）を設置するエリアの各扉付近の開口部の下端高さが高い位置にあること、A-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（燃料移送系）及び排気筒を設置するエリアについては、防水壁及び水密扉を設置することにより、屋外の溢水による浸水防護重点化範囲への影響はない。

なお、タービン建物については、外壁にある扉付近の水位が扉の設置位置を超えるが、開口部下端高さを超える水位の継続時間が短く、流入する溢水は少量であり、タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）の溢水を貯留できる空間容積より十分小さいことから、屋外の溢水による浸水防護重点化範囲への影響はない。

i. 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物と隣接する原子炉建物及び取水槽循環水ポンプエリアの地下部の境界において、施工上生じうる建物間等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。

【別添資料1 (2.4.2)】

1.5.1.6 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

(1) 非常用海水ポンプの取水性

基準津波による水位の低下に対して、非常用海水ポンプが機能保持でき、かつ、冷却に必要な海水が確保できる設計とする。

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非常用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。

その際、取水口から取水槽に至る経路をモデル化し、管路の形状、材質及び表面の状況に応じた摩擦損失、貝付着を考慮するとともに、防波堤の有無及び潮位のばらつきの加算により安全側に評価した値を用いる。

以上の解析から、基準津波による下降側水位をE L. -8.4m (E L. -8.31m)と評価した。この評価水位に対して非常用海水ポンプの取水可能水位は、原子炉補機海水ポンプはE L. -8.32m、高圧炉心スプレイ補機海水ポンプはE L. -8.85mであり、余裕がないため、発電所を含む地域に大津波警報が発令された際には、津波到達予想時刻の5分前までに循環水ポンプを停止する運用を整備する。

以上の結果、基準津波による下降側水位はE L. -6.5mとなるため、非常用海水ポンプの取水機能を維持できる。

【別添資料1 (2.5.1)】

(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、取水口、取水管及び取水槽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非常用海水ポンプは機能保持できる設計とする。

a. 砂移動・堆積の影響

取水口は、取水口呑口下端がE L. -12.5mであり、海底面E L. -18.0mより5.5m高い位置にある。

また、取水槽の底面の高さはE L. -9.8mであり、非常用海水ポンプの吸込み下端(E L. -9.3m)から取水槽底面までは0.5mの距離がある。

これに対して、砂移動解析を実施した結果、基準津波による砂移動に伴う取水口付近における砂の堆積厚さは0.02mであり、砂の堆積によって、取水口が閉塞することはない。また、取水槽における砂の堆積厚さは0.001m未満であり、非常用海水ポンプへの影響はなく機能は保持できる。

【別添資料1 (2.5.2(1))】



## b. 非常用海水ポンプへの浮遊砂の影響

非常用海水ポンプは、取水時に浮遊砂の一部が軸受潤滑水としてポンプ軸受に混入したとしても、非常用海水ポンプの軸受に設けられた異物逃がし溝（原子炉補機海水ポンプ：3.5mm，高圧炉心スプレー補機海水ポンプ：3.5mm）から排出される構造とする。

これに対して、発電所周辺の砂の粒径は0.3mm（全測定地点の平均粒径（50%通過質量百分率粒径）の最小値）であり、粒径数ミリメートル以上の砂はごくわずかであることに加えて、粒径数ミリメートル以上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、砂混入に対して非常用海水ポンプの取水機能は保持できる。

【別添資料1（2.5.2(2)）】

## 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、発電所敷地外については、基準津波の数値シミュレーション結果を踏まえ発電所周辺約5kmの範囲を、敷地内については、遡上域となる防波壁の外側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1.5-14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

基準津波の数値シミュレーション結果によると、日本海東縁部に想定される地震による津波については、防波壁の外側は遡上域となる。

このため、基準地震動 $S_s$ による液状化等に伴う敷地の変状、潮位のばらつき（0.14m）も考慮し、基準津波により漂流物となる可能性のある施設・設備が、非常用海水ポンプの取水性に影響を及ぼさないことを確認する。

この結果、発電所敷地内で漂流し、取水口に到達する可能性があるものとして、キャスク取扱収納庫、荷揚場詰所の壁材（ALC版）等が挙げられるが、取水口が深層取水方式であること及び取水口は十分な通水面積を有していることから、取水性への影響はない。

発電所敷地内で漂流し、取水口に到達する可能性があるものとして、上記漂流物のほかに港湾施設点検用等の作業船及び発電所の荷揚場に停泊する燃料等輸送船、貨物船等の船舶がある。

港湾施設点検用等の作業船は、津波警報等発令時には、緊急退避するため、日本海東縁部に想定される地震による津波が発生する場合は、漂流することはない、取水性への影響はない。

また、海域活断層から想定される地震による津波が発生する場合は、緊急退避できない可能性があるが、取水口が深層取水方式であること及び取水口は十分な通水面積を有していることから、取水性への影響はない。

発電所の荷揚場に停泊する燃料等輸送船、貨物船等の船舶については、津波警報等発令時には、緊急退避するため、日本海東縁部に想定される地震による津波が発生する場合は、漂流することはなく、取水性への影響はない。

また、停泊時には係留することとし、緊急退避が困難な到達の早い海域活断層から想定される地震による津波が発生する場合は、係留により漂流させない設計とすることから、取水性に影響はない。

発電所敷地外で漂流し、取水口に到達する可能性があるものは、発電所近傍で航行不能となった漁船、周辺漁港周辺の家屋、工場等が挙げられるが、発電所近傍で航行不能となった漁船については取水口が深層取水方式であること及び取水口は十分な通水面積を有していること、周辺漁港周辺の家屋、工場等については、設置位置及び流向を考慮した結果、取水口に到達しないと評価していることから、取水性への影響はない。

発電所近傍を通過する定期船に関しては、発電所から約6km離れた位置に観光遊覧船の航路があるが、半径5km以内の敷地前面海域にないことから発電所に対する漂流物とならない。

発電所の防波堤については、地震により損傷する可能性があるが、防波堤設置位置から2号炉の取水口まで約340mの距離があること及び防波堤の主たる構成要素は1t以上の質量があることから、2号炉の取水口に到達することはない。

なお、津波防護施設に対する衝突荷重として考慮する漂流物として、外海に面する津波防護施設に対しては作業船（総トン数10トン）及び漁船（総トン数10トン）を、輪谷湾内に面する津波防護施設に対しては、荷揚場設備（キャスク取扱収納庫約4.3t）、作業船（総トン数10トン）及び漁船（総トン数3トン）を選定する。また、上記漂流物のうち漁船については、操業区域及び航行の不確かさがあり、不確かさを考慮した漂流物として周辺漁港の最大の漁船（総トン数19トン）を考慮する。また、施設護岸から500m以遠で操業及び航行する漁船（最大：総トン数19トン）については、漂流物となった場合においても津波防護施設に到達する可能性は十分に小さいが、仮に500m以遠から津波防護施設に衝突する漂流物として考慮する。

衝突荷重が作用する位置は、津波防護施設全線において安全側に、入力津波高さに高潮ハザードの裕度を加えた高さを用いる。なお、海域活断層から想定される地震による津波においては、入力津波高さ以下の防波壁の部位においても漂流物が衝突するものとして考慮する。

除じん装置については、基準津波の流速に対し、十分な強度を有しているため、損傷することはなく漂流物とはならないことから、取水性に影響を及ぼさないことを確認している。

上記(a)、(b)については、継続的に発電所敷地内及び敷地外の人工構造物の設置状況の変化を確認し、漂流物の取水性への影響を確認する。

【別添資料1 (2.5.2(3))】

#### 1.5.1.7 津波監視

敷地への津波の繰り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。

津波監視カメラは地震発生後、津波が発生した場合に、その影響を俯瞰的に把握するため、津波及び漂流物の影響を受けない2号炉排気筒及び3号炉北側の防波壁上部（東側・西側）に設置し、津波監視機能が十分に保持できる設計とする。

取水槽水位計は、非常用海水ポンプの取水性を確保するために、基準津波の下降側の取水槽水位の監視を目的に、津波及び漂流物の影響を受けにくい防波壁内側の取水槽海水ポンプエリアに設置し、津波監視機能が十分に保持できる設計とする。

また、津波監視設備は、基準地震動 $S_s$ に対して、機能を喪失しない設計とする。設計に当たっては、その他自然現象（風、積雪等）による荷重との組合せを適切に考慮する。

##### (1) 津波監視カメラ

津波監視カメラは、2号炉排気筒のE L. +64.0m及び3号炉北側の防波壁上部（東側・西側）E L. +15.0mに設置し、昼夜問わず監視できるよう赤外線撮像機能を有したカメラを用い、中央制御室から監視可能な設計とする。

##### (2) 取水槽水位計

取水槽水位計は、取水槽の高さE L. -9.3mに設置し、水位上昇側及び下降側の津波高さを計測できるよう、E L. +10.7m～E L. -9.3mを測定範囲とし、中央制御室から監視可能な設計とする。

【別添資料 1 (2.6)】

第 1.5-1 表(1) 島根原子力発電所の入力津波高さ一覧(日本海東縁部)

因子	設定位置	基準津波	地形変化(防波堤)	潮位変動		地震による地殻変動	管路状態		設定位置における評価値(EL. m)	(参考)許容津波高さ(EL. m)
				朔望平均潮位(m)	潮位のばらつき(m)		貝付着	ポンプ状態		
遡上域最高水位	施設護岸又は防波壁	1	無し	EL.+0.58	EL.+0.14	無し	管路解析対象外		+11.9	+15.0
水路内最高水位	1号炉取水槽	1	無し				無し	停止	+7.0 <sup>※1</sup>	+8.8
	2号炉取水槽	1	無し				無し	停止	+10.6	+11.3
	3号炉取水槽	1	無し				無し	停止	+7.8	+8.8
	3号炉取水路点検口	1	無し				無し	停止	+6.4	+9.5
	1号炉放水槽	1	有り				無し	停止	+4.8	+8.8
	1号炉冷却水排水槽	1	有り				無し	停止	+4.7	+8.5
	1号炉マンホール	1	有り				無し	停止	+4.8	+8.5
	1号炉放水接合槽	1	有り				無し	停止	+3.5	+9.0
	2号炉放水槽	1	有り				無し	停止	+7.9	+8.8
	2号炉放水接合槽	1	無し				無し	停止	+6.1	+8.0
	3号炉放水槽	5	無し				無し	停止	+7.3	+8.8
3号炉放水接合槽	5	無し	無し				無し	停止	+6.5	+8.5
取水口最低水位	2号炉取水口	6	無し	EL.-0.02	EL.-0.17	隆起0.34mを考慮	管路解析対象外		-6.5	-12.5
水路内最低水位	2号炉取水槽	6	無し				有り	運転	-8.4 [-8.31]	-8.3 [-8.32]
							無し	停止	-6.1 <sup>※2</sup>	

※1 流路縮小工を設置して評価している。なお、流路縮小工設置前の水位は、EL.+9.2mである。  
 ※2 2号炉取水槽における水路内最低水位は、循環水ポンプ運転状態のEL.-8.4m(EL.-8.31m)であるため、2.5.1「非常用海水冷却系の取水性」に示す循環水ポンプ停止運用を踏まえ、停止時を評価値とする。

第 1.5-1 表(2) 島根原子力発電所の入力津波高さ一覧(海域活断層)

因子	設定位置	基準津波	地形変化(防波堤)	潮位変動		地震による地殻変動	管路状態		設定位置における評価値(EL. m)	(参考)許容津波高さ(EL. m)
				朔望平均潮位(m)	潮位のばらつき(m)		貝付着	ポンプ状態		
遡上域最高水位	施設護岸又は防波壁	海域活断層 断層 上昇側 最大 ケース	有り	EL.+0.58	EL.+0.14	無し	管路解析対象外		+4.2	+15.0
水路内最高水位	1号炉取水槽	4	有り				無し	停止	+2.7 <sup>*</sup>	+8.8
	2号炉取水槽	4	無し				無し	停止	+4.9	+11.3
	3号炉取水槽	4	有り				無し	停止	+3.7	+8.8
	3号炉取水路点検口	4	有り				無し	停止	+2.7	+9.5
	1号炉放水槽	4	無し				無し	停止	+2.1	+8.8
	1号炉冷却水排水槽	4	無し				無し	停止	+1.9	+8.5
	1号炉マンホール	4	無し				無し	停止	+1.8	+8.5
	1号炉放水接合槽	4	無し				無し	停止	+1.9	+9.0
	2号炉放水槽	4	無し				有り	運転	+4.2	+8.8
	2号炉放水接合槽	4	有り				有り	運転	+2.8	+8.0
	3号炉放水槽	4	有り				無し	停止	+3.3	+8.8
3号炉放水接合槽	4	有り	無し				停止	+3.5	+8.5	
取水口最低水位	2号炉取水口	4	無し	EL.-0.02	EL.-0.17	隆起0.34mを考慮	管路解析対象外		-4.3	-12.5
水路内最低水位	2号炉取水槽	4	無し				無し	運転	-6.5	-8.3

※ 流路縮小工を設置して評価している。なお、流路縮小工設置前の水位は、EL.+3.8mである。

第1.5-2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
防波壁		津波防護施設	・津波が地上部から敷地へ到達，流入することを防止する。
防波壁通路防波扉			
屋外排水路逆止弁		浸水防止設備	・津波が屋外排水路から敷地へ到達，流入することを防止する。
取水槽	流路縮小工(1号炉)	津波防護施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・津波が取水路から敷地へ到達，流入することを防止する。</li> <li>・津波が取水路から取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアへ到達，流入することを防止する。</li> <li>・津波が取水槽除じん機エリアから敷地へ到達，流入すること及び取水槽海水ポンプエリアへ流入することを防止する。</li> <li>・地震による取水槽内の海水系機器の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への浸水を防止する。</li> </ul>
	防水壁	浸水防止設備	
	水密扉		
	床ドレン逆止弁		
	貫通部止水処置		
	隔離弁，機器及び配管		
タービン建物他	防水壁	浸水防止設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地震によるタービン建物内の循環水系配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への浸水を防止する。</li> </ul>
	水密扉		
	床ドレン逆止弁		
	貫通部止水処置		
	隔離弁，配管		
放水槽	貫通部止水処置	浸水防止設備	・津波が放水槽からタービン建物へ流入することを防止する。
津波監視カメラ		津波監視設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・敷地への津波の繰り返しの襲来を察知し，その影響を俯瞰的に把握する。</li> </ul>
取水槽水位計			

【別添資料1（第2.1-1表）】

第 1.5-3 表 流入経路特定結果

流入経路		流入箇所	
取水路	2号炉	除じん機エリア天端開口部 (E L. +8.8m) 海水ポンプエリア貫通部 (E L. +8.8m) 取水槽C/Cケーブルダクト貫通部 (E L. +8.8m) 床面開口部 (E L. +1.1m)	
		循環水系	循環水系ポンプ (据付部含む) 及び配管 (E L. +1.1m) <sup>※1</sup>
		海水系	原子炉補機海水系ポンプ (据付部含む) 及び配管 (E L. +1.1m) <sup>※1</sup> 高圧炉心スプレイ補機海水系ポンプ (据付部含む) 及び配管 (E L. +1.1m) <sup>※1</sup> タービン補機海水系ポンプ (据付部含む) 及び配管 (E L. +1.1m) <sup>※1</sup> 除じんポンプ (据付部含む) 及び配管 (E L. +1.1m) <sup>※1</sup>
	1号炉	取水槽天端開口部 (E L. +8.8m)	
	3号炉	取水槽天端開口部 (E L. +8.8m) 取水路点検口天端開口部 (E L. +9.5m)	
放水路	2号炉	放水槽天端開口部 (E L. +8.8m) 放水接合層天端開口部 (E L. +8.0m) 屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) 貫通部 (E L. +2.0m)	
		循環水系	循環水系配管 (E L. -2.8m) <sup>※2</sup>
		海水系	原子炉補機海水系配管 (E L. +2.3m) <sup>※2</sup> タービン補機海水系配管 (E L. +3.3m) <sup>※2</sup>
		排水管	液体廃棄物処理系配管 (E L. +4.3m) <sup>※2</sup>
	1号炉	放水槽天端開口部 (E L. +8.8m) 冷却水排水槽天端開口部 (E L. +8.5m) マンホール天端開口部 (E L. +8.5m) 放水接合層天端開口部 (E L. +9.0m)	
3号炉	放水槽天端開口部 (E L. +8.8m) 放水接合層天端開口部 (E L. +8.5m)		
屋外排水路		屋外排水路 (E L. +2.7～+7.3m)	

※1 施設, 設備を設置した床面高さを記載

※2 放水槽への接続高さを記載

【別添資料 1 (2.2.2)】

第 1.5-4 表(1) 各経路からの流入評価結果

流入経路	流入箇所	①入力津波高さ (EL.)	②許容津波高さ (EL.)	②-①裕度	評価	
取水路	2号炉	除じん機エリア天端開口部	11.3m <sup>※1</sup>	0.7m <sup>※7</sup>	許容津波高さが入力津波高さを上回っており、津波は流入しない。	
		海水ポンプエリア貫通部	15.0m <sup>※2</sup>	4.4m <sup>※7</sup>		
		取水槽C/Cケーブールドクタ貫通部	15.0m <sup>※2</sup>	4.4m <sup>※7</sup>		
		床面開口部	15.0m <sup>※3</sup>	4.4m <sup>※7</sup>		
	循環水系	循環水系ポンプ (据付部含む) 及び配管	10.6m	—	—	内包流体に対するバウンダリが形成されおり、津波は流入しない。
		原子炉補機海水系ポンプ (据付部含む) 及び配管		—	—	
	海水系	高圧炉心スプレイ補機海水系ポンプ (据付部含む) 及び配管		—	—	内包流体に対するバウンダリが形成されおり、津波は流入しない。
		タービン補機海水系ポンプ (据付部含む) 及び配管		—	—	
		除じんポンプ (据付部含む) 及び配管		—	—	
		取水槽天端開口部		7.0m	1.8m <sup>※7</sup>	
1号炉	取水槽天端開口部	7.8m		8.8m <sup>※4</sup>	1.0m <sup>※7</sup>	許容津波高さが入力津波高さを上回っており、津波は流入しない。
3号炉	取水槽天端開口部	7.8m		8.8m <sup>※5</sup>		
	取水路点検口天端開口部	6.4m		9.5m <sup>※6</sup>	3.1m <sup>※7</sup>	

- ※1 取水槽除じん機エリア防水壁高さ ※5 3号炉取水槽の天端開口高さ
- ※2 貫通部止水処置の許容津波高さ ※6 3号炉取水路点検口の天端開口高さ
- ※3 床ドレン逆止弁の許容津波高さ ※7 参照する裕度 (0.64m) を考慮しても余裕がある
- ※4 1号炉取水槽の天端開口高さ

【別添資料 1 (2.2.2)】

第 1.5-4 表 (2) 各経路からの流入評価結果

流入経路	流入箇所	①入力津波高さ (EL.)	②許容津波高さ (EL.)	②-①裕度	評価
2号炉	放水槽天端開口部	7.9m	8.8m <sup>*1</sup>	0.9m <sup>**11</sup>	許容津波高さが入力津波高さを上回っており、津波は流入しない。
	放水接合槽天端開口部	6.1m	8.0m <sup>*2</sup>	1.9m <sup>**11</sup>	
	屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) 貫通部	7.9m	8.8m <sup>*3</sup>	0.9m <sup>**11</sup>	
放水路	循環水系配管	7.9m	-	-	内包流体に対するパウンダリが形成されており、津波は流入しない。
	原子炉補機海水系配管				
	タービン補機海水系配管				
	液体廃棄物処理系配管				
1号炉	放水槽天端開口部	4.8m	8.8m <sup>*4</sup>	4.0m <sup>**11</sup>	許容津波高さが入力津波高さを上回っており、津波は流入しない。
	冷却水排水槽天端開口部	4.7m	8.5m <sup>*5</sup>	3.8m <sup>**11</sup>	
	マンホール天端開口部	4.8m	8.5m <sup>*6</sup>	3.7m <sup>**11</sup>	
	放水接合槽天端開口部	3.5m	9.0m <sup>*7</sup>	5.5m <sup>**11</sup>	
3号炉	放水槽天端開口部	7.3m	8.8m <sup>*8</sup>	1.5m <sup>**11</sup>	許容津波高さが入力津波高さを上回っており、津波は流入しない。
	放水接合槽天端開口部	6.5m	8.5m <sup>*9</sup>	2.0m <sup>**11</sup>	
屋外排水路	屋外排水路	11.9m	15.0m <sup>**10</sup>	3.1m <sup>**11</sup>	

【別添資料1 (2.2.2)】

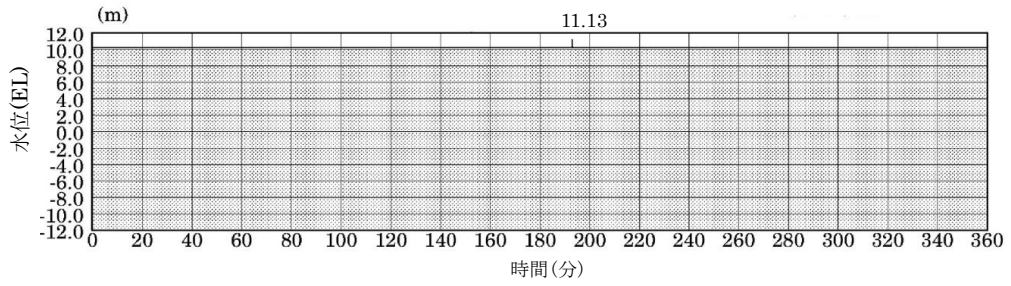
- ※1 2号炉放水槽の天端開口高さ
- ※2 2号炉放水接合槽の天端開口高さ
- ※3 貫通部止水処置の許容津波高さ
- ※4 1号炉放水槽の天端開口高さ
- ※5 1号炉冷却水排水槽の天端開口高さ
- ※6 1号炉マンホールの天端開口高さ
- ※7 1号炉放水接合槽の天端開口高さ
- ※8 3号炉放水槽の天端開口高さ
- ※9 3号炉放水接合槽の天端開口高さ
- ※10 屋外排水路逆止弁の許容津波高さ
- ※11 参照する裕度(0.64m)を考慮しても余裕がある



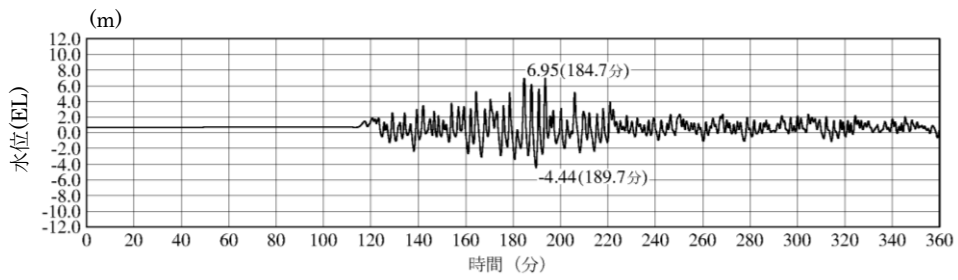
第1.5-5表 浸水想定範囲と防水区画化するエリア

浸水想定範囲	防水区画化するエリア
循環水ポンプを設置するエリア (取水槽循環水ポンプエリア)	原子炉補機海水ポンプ，高圧炉心 スプレイ補機海水ポンプを設置す るエリア (取水槽海水ポンプエリア)
原子炉補機海水ポンプ，高圧炉心スプレ イ補機海水ポンプを設置するエリア (取水槽海水ポンプエリア)	循環水ポンプを設置するエリア (取水槽循環水ポンプエリア)

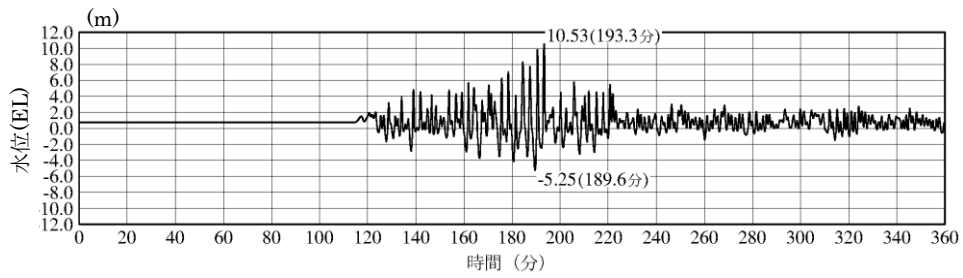
【別添資料1 (2.3)】



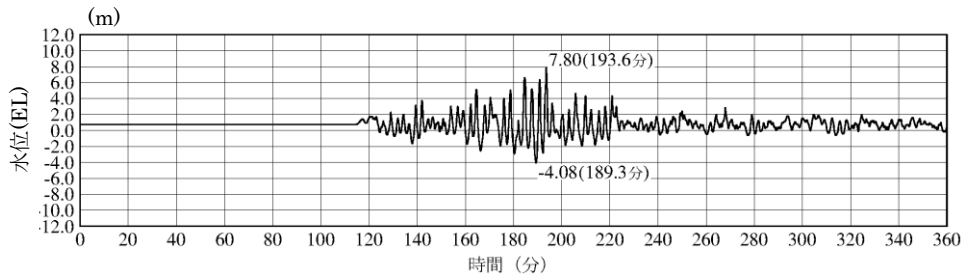
※最大水位上昇量 11.13m+朔望平均満潮位 0.58m+潮位のばらつき 0.14m≒EL+11.9m  
 施設護岸又は防波壁（入力津波 1，防波堤無し）



1号炉取水槽（入力津波 1，防波堤無し）

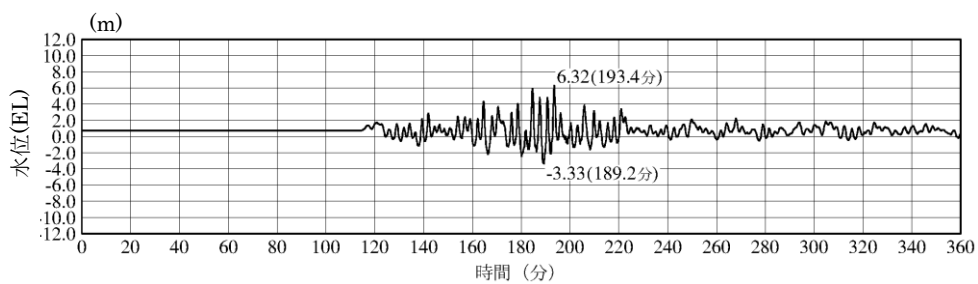


2号炉取水槽（入力津波 1，防波堤無し）

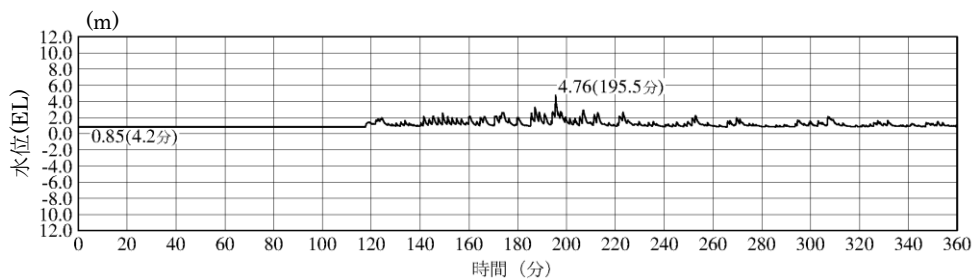


3号炉取水槽（入力津波 1，防波堤無し）

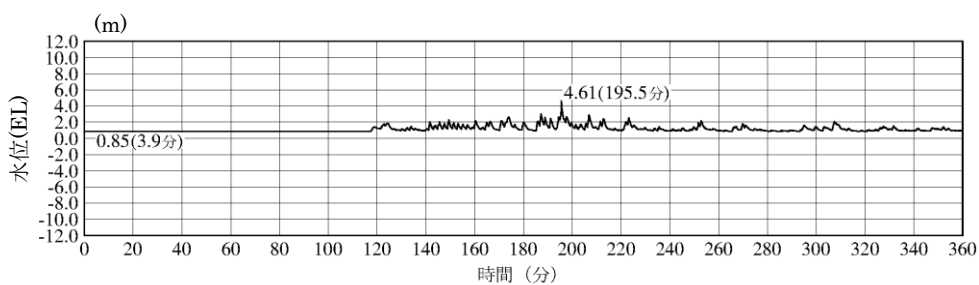
第 1.5-1 図(1) 入力津波の時刻歴波形（上昇側：日本海東縁部）



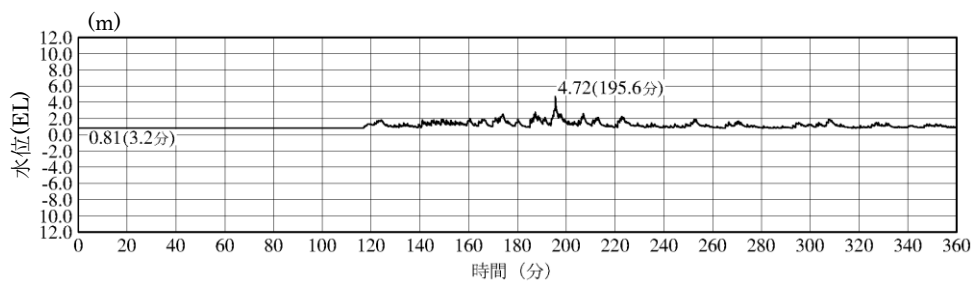
3号炉取水路点検口 (入力津波 1, 防波堤無し)



1号炉放水槽 (入力津波 1, 防波堤有り)

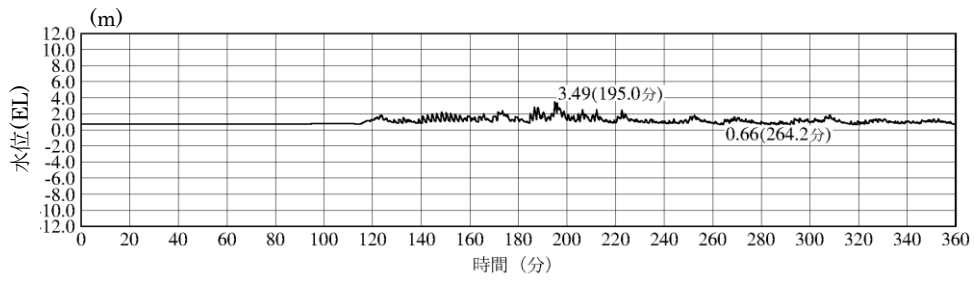


1号炉冷却水排水槽 (入力津波 1, 防波堤有り)

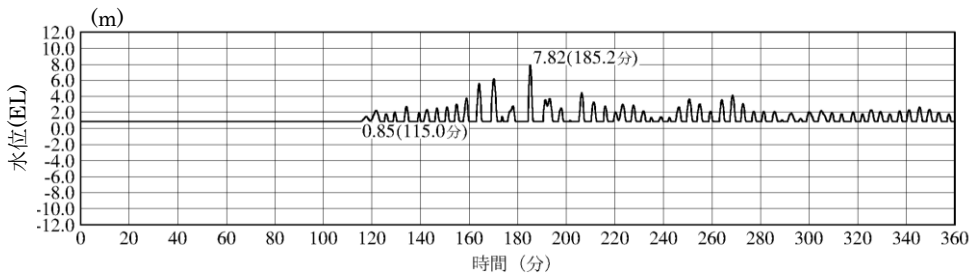


1号炉マンホール (入力津波 1, 防波堤有り)

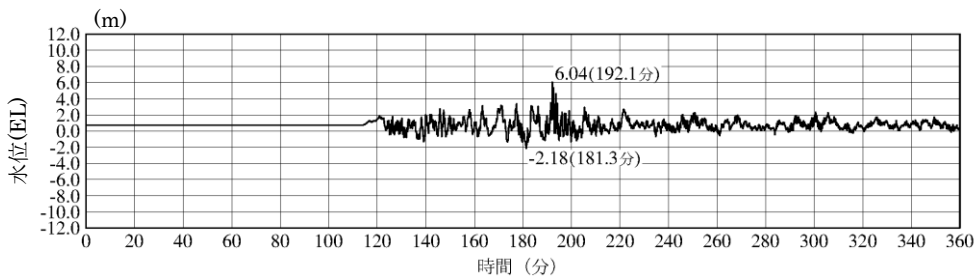
第 1.5-1 図(2) 入力津波の時刻歴波形 (上昇側：日本海東縁部)



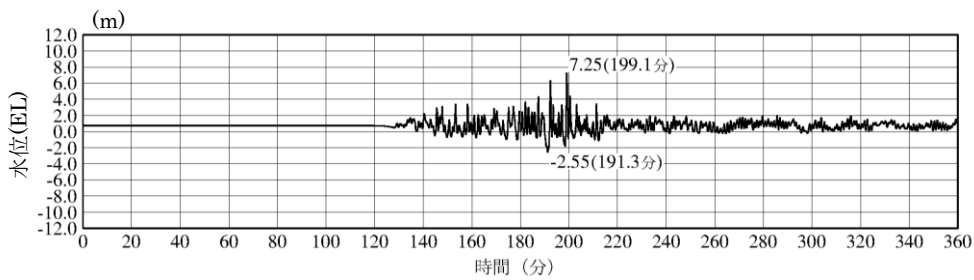
1号炉放水接合槽（入力津波 1，防波堤有り）



2号炉放水槽（入力津波 1，防波堤有り）

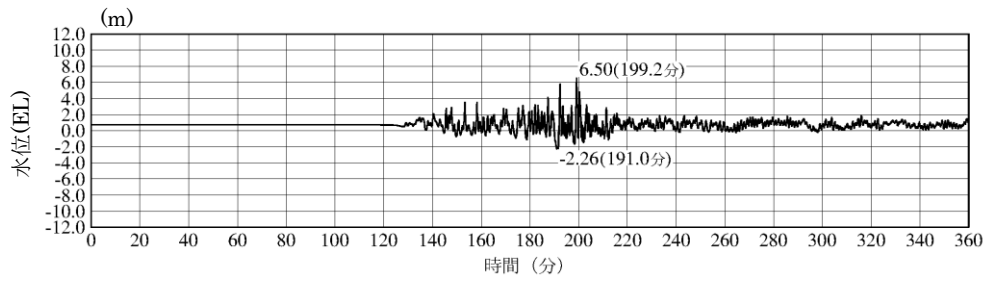


2号炉放水接合槽（入力津波 1，防波堤無し）



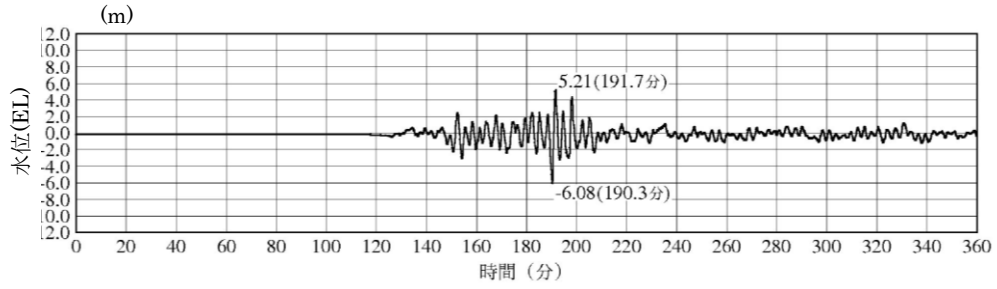
3号炉放水槽（入力津波 5，防波堤無し）

第 1.5-1 図(3) 入力津波の時刻歴波形（上昇側：日本海東縁部）

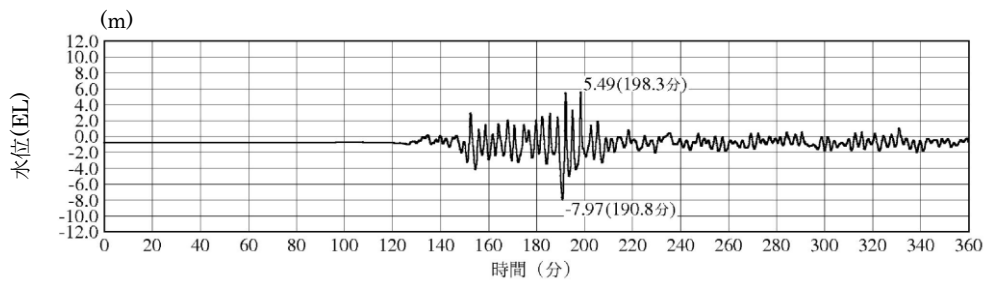


3号炉放水接合槽 (入力津波 5, 防波堤無し)

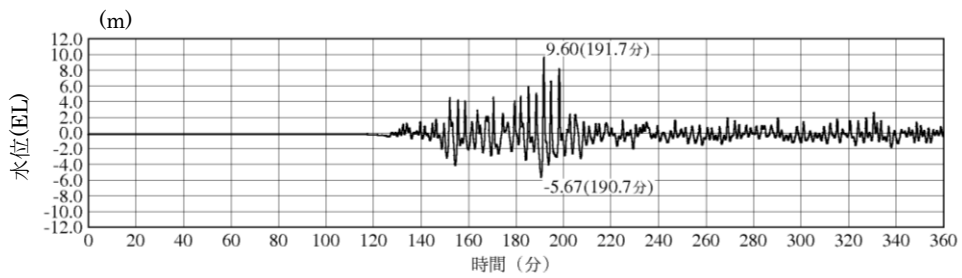
第 1.5-1 図(4) 入力津波の時刻歴波形 (上昇側：日本海東縁部)  
【別添資料 1 (第 1.6-2-1 図)】



※最大水位下降量-6.08m-地殻変動量 0.34m $\div$ EL-6.5m  
 2号炉取水口（入力津波6，防波堤無し）※下降側

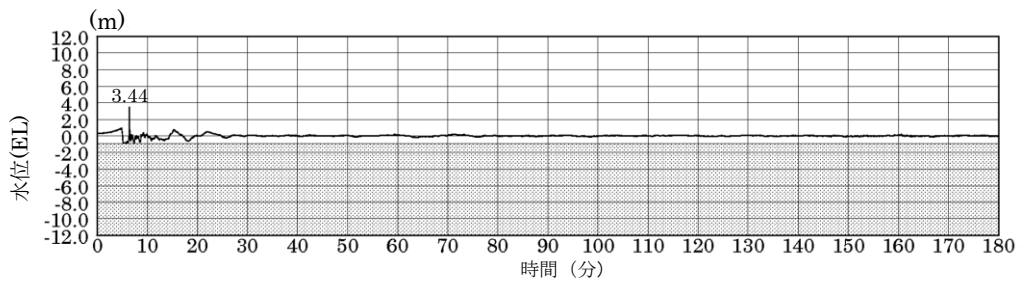


※最大水位下降量-7.97m-地殻変動量 0.34m $\div$ EL-8.4m  
 2号炉取水槽（入力津波6，防波堤無し）※下降側 ポンプ運転時

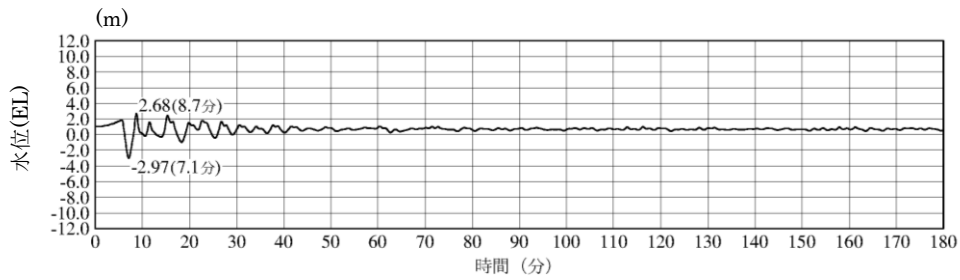


※最大水位下降量-5.67m-地殻変動量 0.34m $\div$ EL-6.1m  
 2号炉取水槽（入力津波6，防波堤無し）※下降側 ポンプ停止時

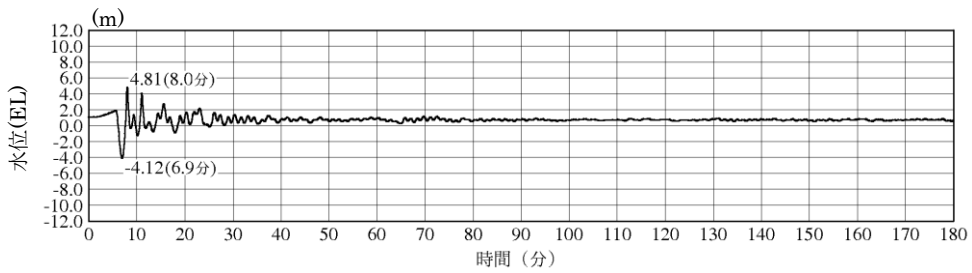
第 1.5-2 図 入力津波の時刻歴波形（下降側：日本海東縁部）  
 【別添資料 1（第 1.6-2-1 図）】



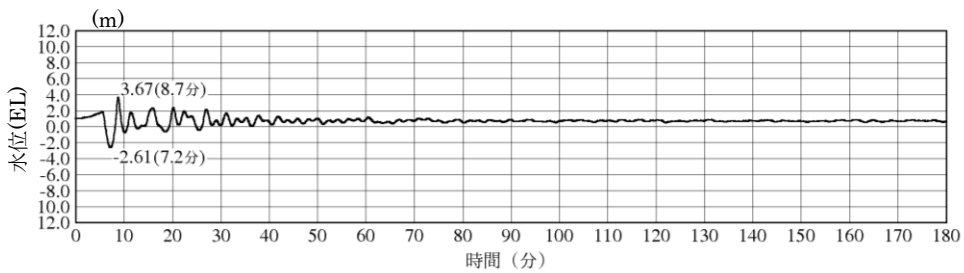
※最大水位上昇量 3.44m+朔望平均満潮位 0.58m+潮位のばらつき 0.14m≒EL+4.2m  
 施設護岸又は防波壁（海域活断層上昇側最大ケース，防波堤有り）



1号炉取水槽（入力津波4，防波堤無し）

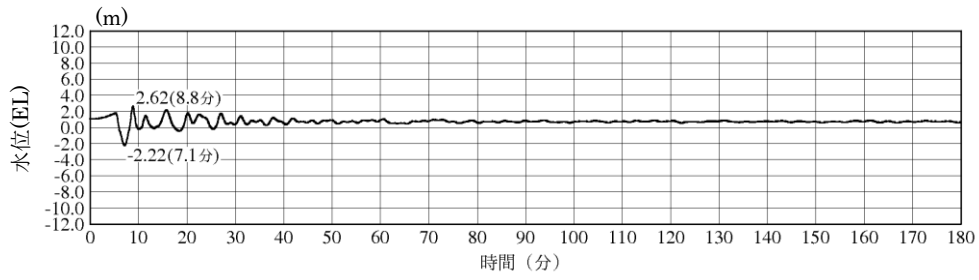


2号炉取水槽（入力津波4，防波堤無し）

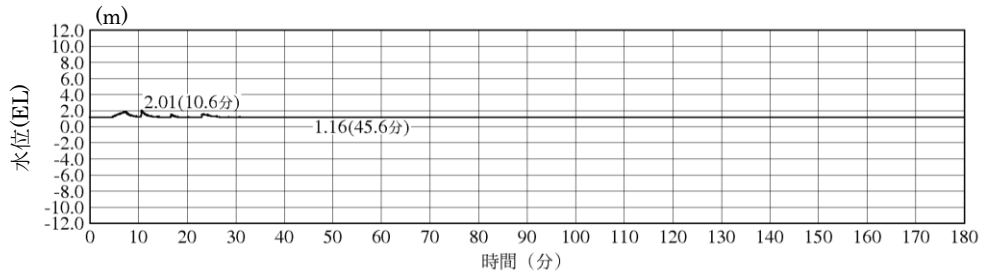


3号炉取水槽（入力津波4，防波堤有り）

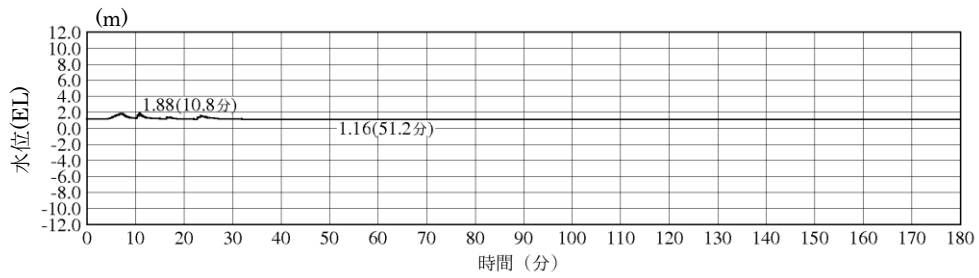
第 1.5-3 図(1) 入力津波の時刻歴波形（上昇側：海域活断層）



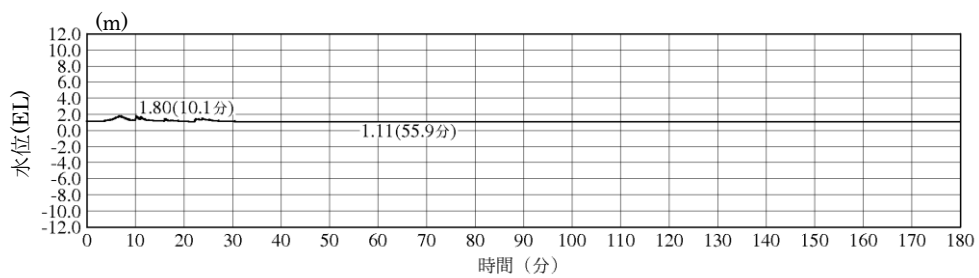
3号炉取水路点検口（入力津波4，防波堤有り）



1号炉放水槽（入力津波4，防波堤無し）



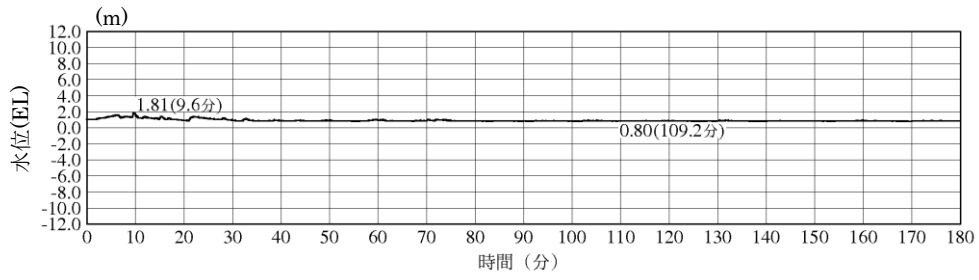
1号炉冷却水排水槽（入力津波4，防波堤無し）



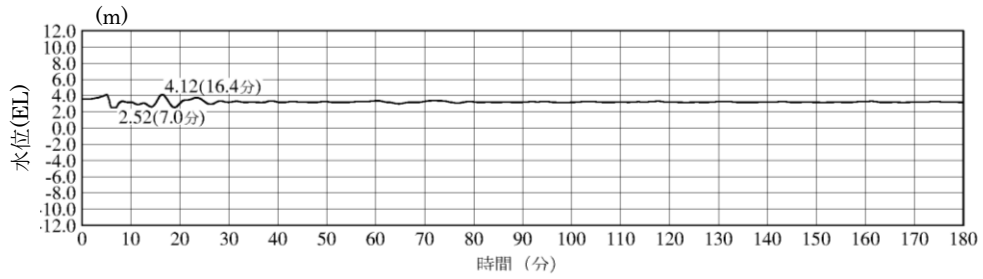
1号炉マンホール（入力津波4，防波堤無し）

第 1.5-3 図(2) 入力津波の時刻歴波形（上昇側：海域活断層）

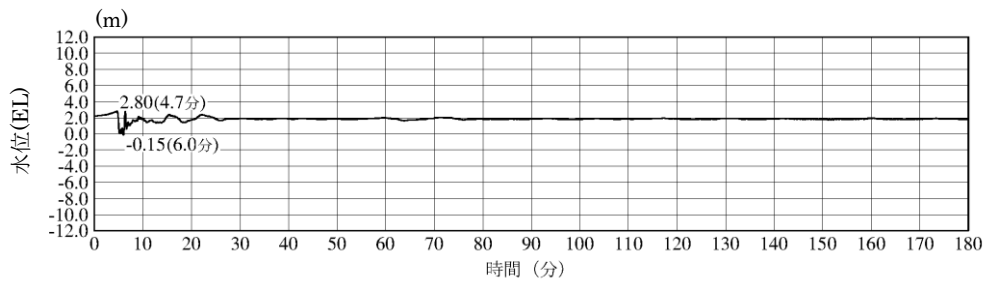




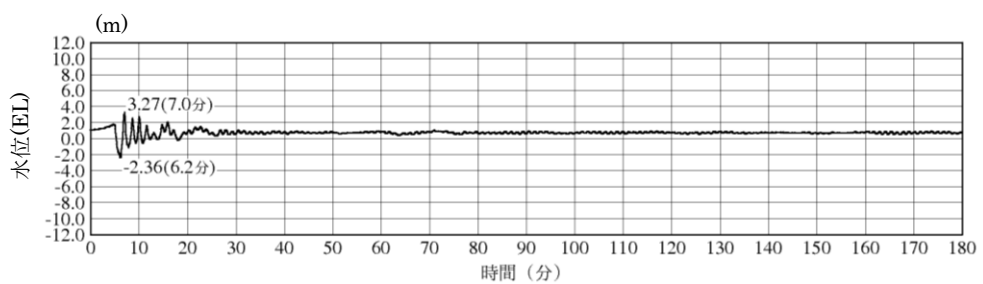
1号炉放水接合槽（入力津波4，防波堤無し）



2号炉放水槽（入力津波4，防波堤無し）

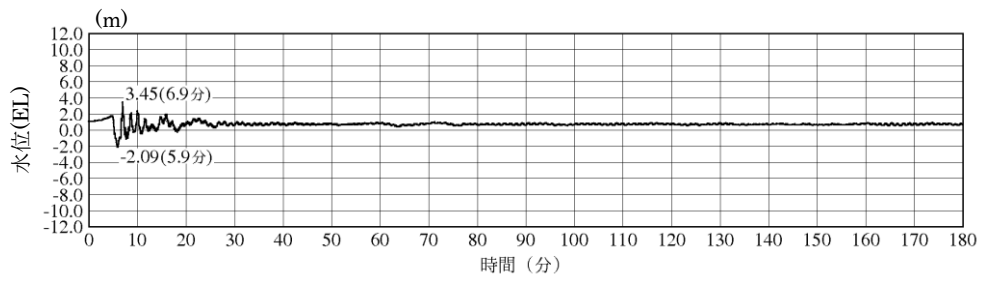


2号炉放水接合槽（入力津波4，防波堤有り）



3号炉放水槽（入力津波4，防波堤無し）

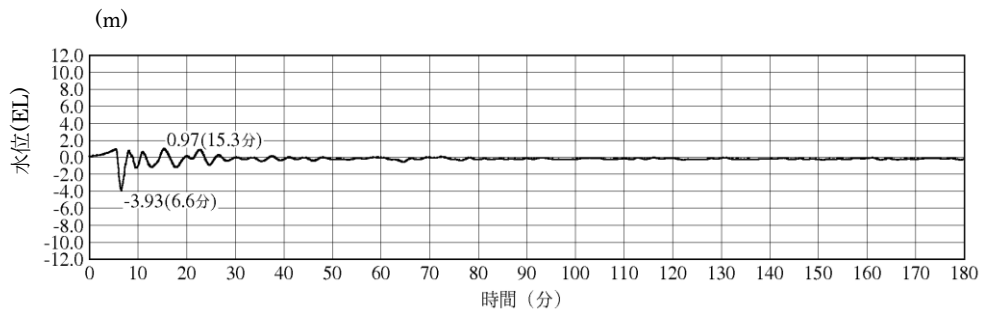
第 1.5-3 図(3) 入力津波の時刻歴波形（上昇側：海域活断層）



3号炉放水接合槽（入力津波4，防波堤有り）

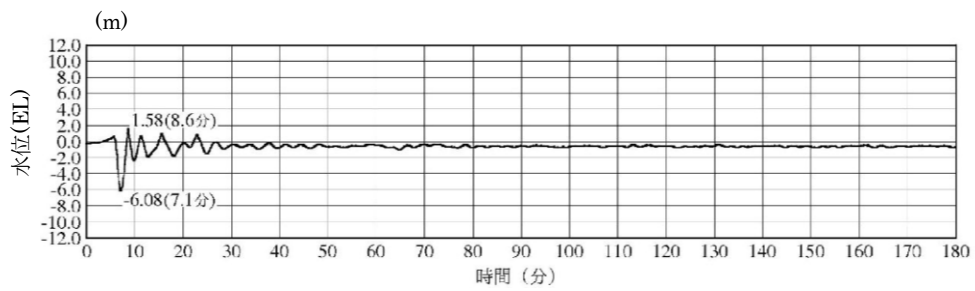
第 1.5-3 図(4) 入力津波の時刻歴波形（上昇側：海域活断層）

【別添資料 1（第 1.6-2-2 図）】



※最大水位下降量-3.93m—地盤変動量 0.34m≒EL-4.3m

2号炉取水口 (入力津波4 防波堤無し) ※下降側

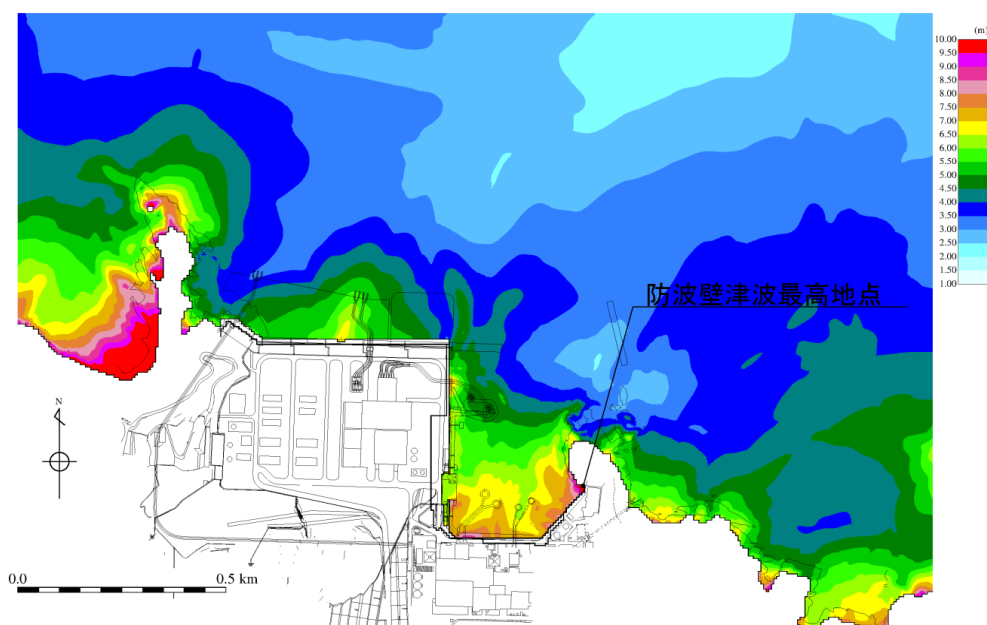


※最大水位下降量-6.08m—地盤変動量 0.34m≒EL-6.5m

2号炉取水槽 (入力津波4 防波堤無し) ※下降側

第 1.5-4 図 入力津波の時刻歴波形 (下降側：海域活断層)

【別添資料 1 (第 1.6-2-2 図)】



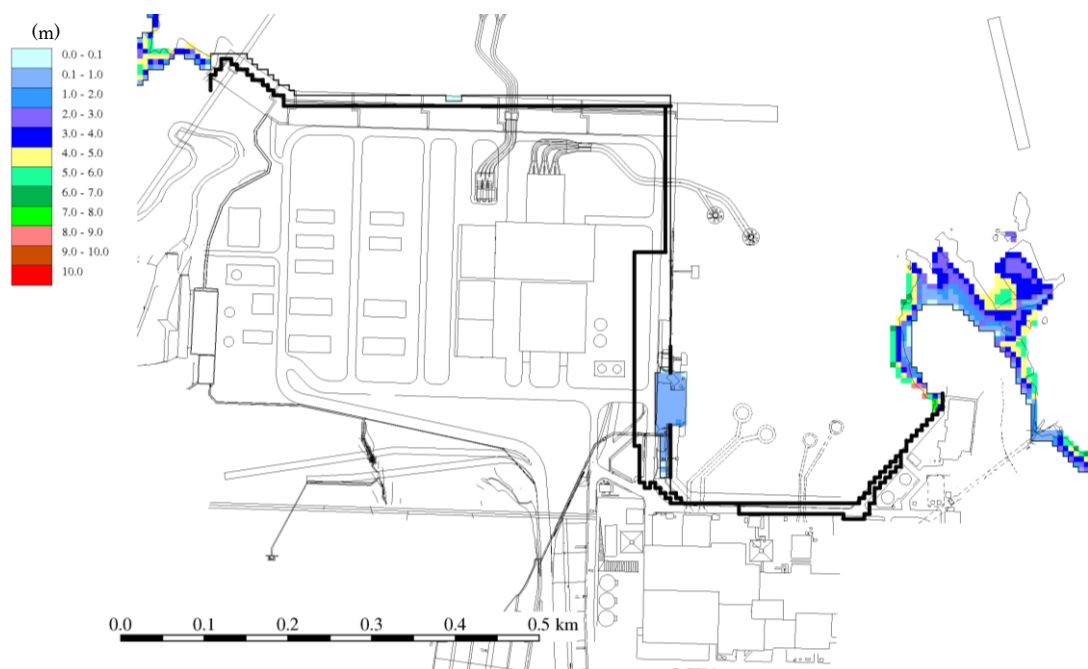
※防波壁津波最高地点 E L. +11.13m + 朔望平均満潮位 +0.58m + 潮位のばらつき +0.14m ≒ E L. +11.9m

第1.5-5図(1) 基準津波の遡上波による最高水位分布  
(基準津波 1 : 防波堤無し)

【別添資料 1 (第2.2-1-1図)】

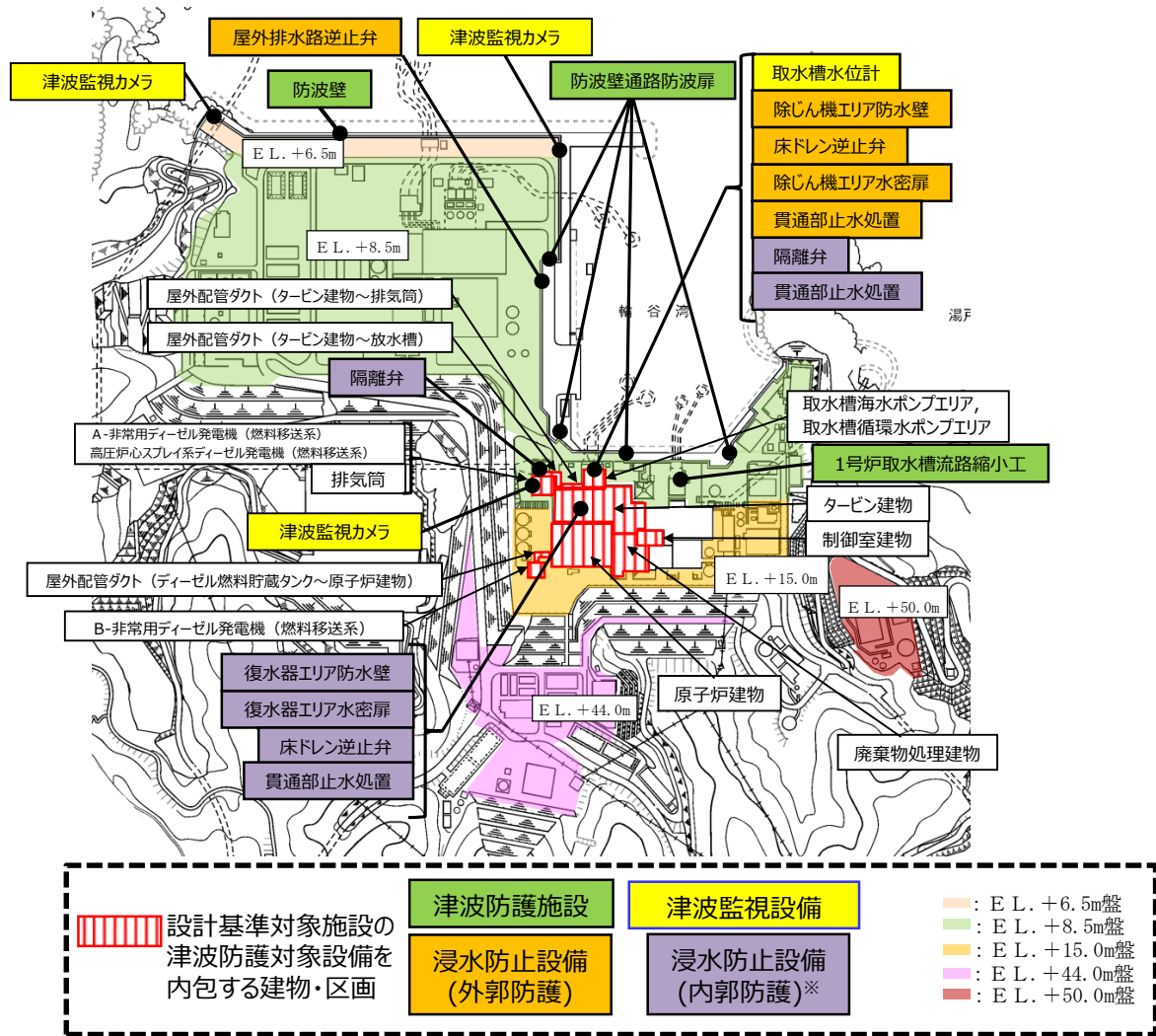


第1.5-5図(2) 海域活断層上昇側最大ケースの遡上波による最高水位分布  
(防波堤有り)



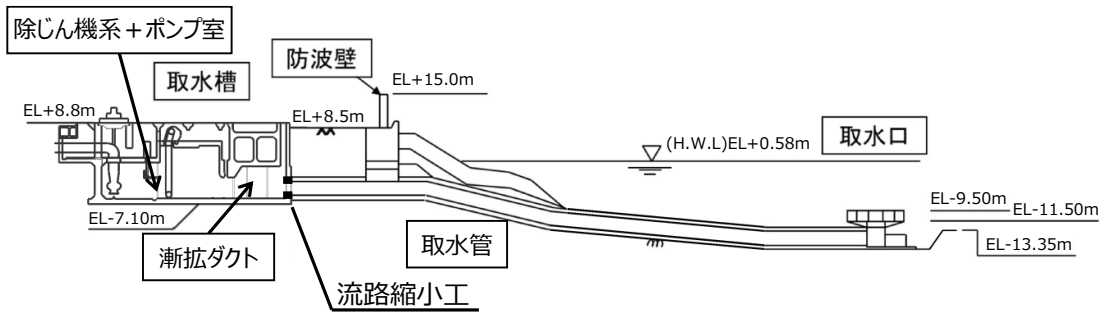
第1.5-5図(3) 基準津波の遡上波による最大浸水深分布  
 (基準津波 1 : 防波堤無し)

【別添資料 1 (第2.2-1-2図)】

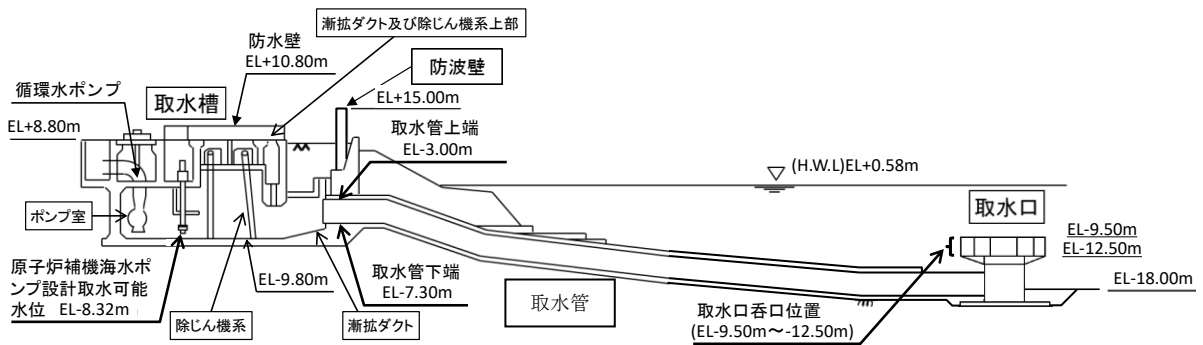


第1.5-6図 敷地の特性に応じた設計基準対象施設の津波防護の概要

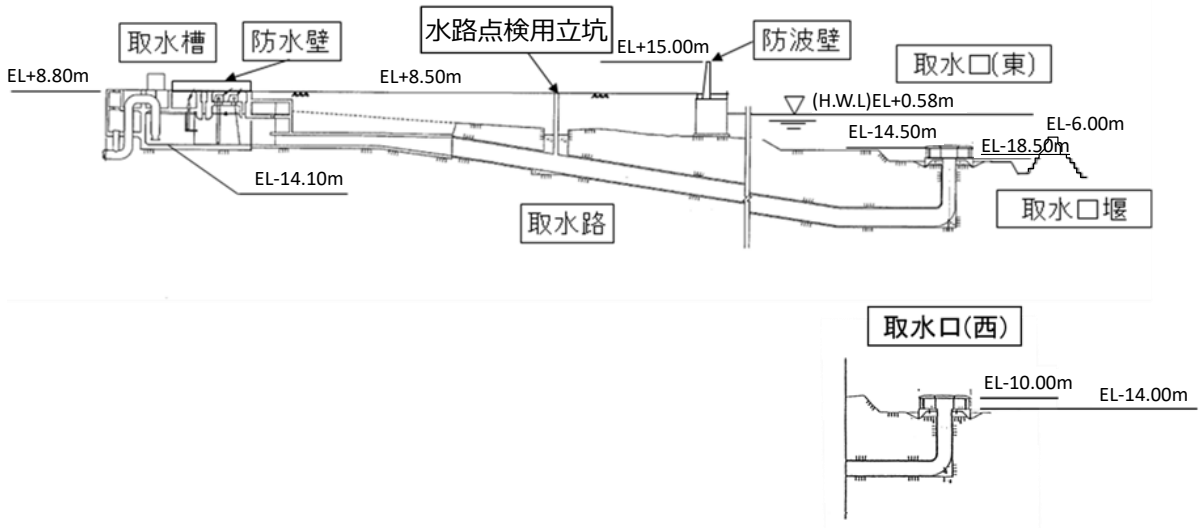
【別添資料1 (2.1)】



第 1.5-7 図(1) 取水路及び放水路の縦断図 (1号炉取水路)

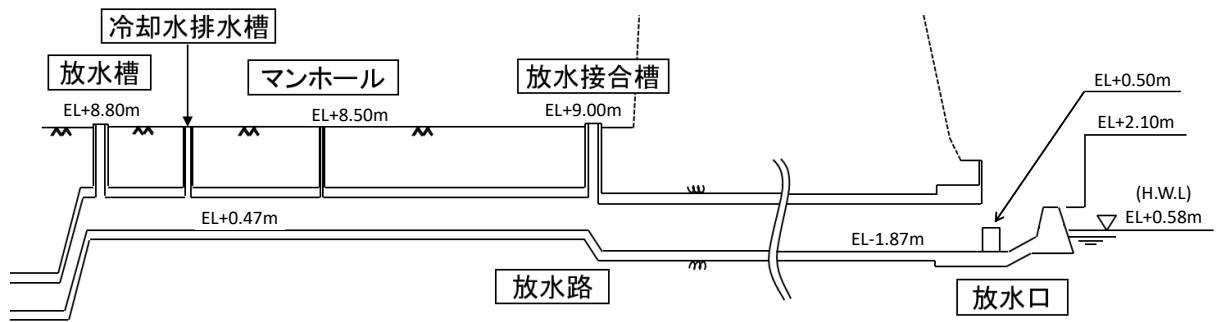


第 1.5-7 図(2) 取水路及び放水路の縦断図 (2号炉取水路)

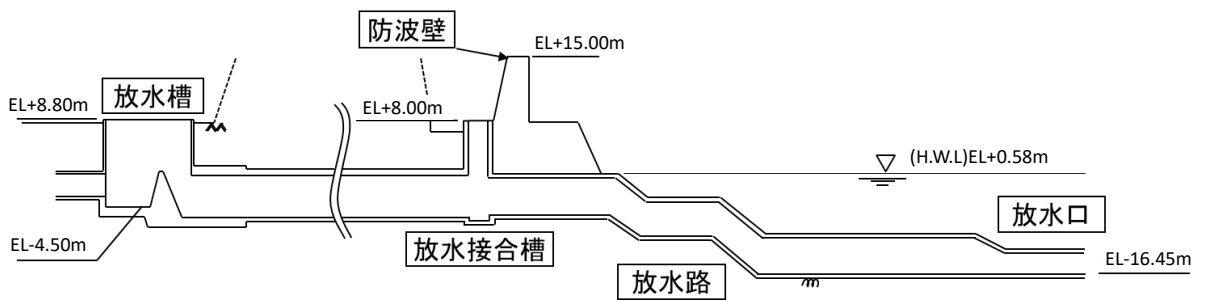


第 1.5-7 図(3) 取水路及び放水路の縦断図 (3号炉取水路)

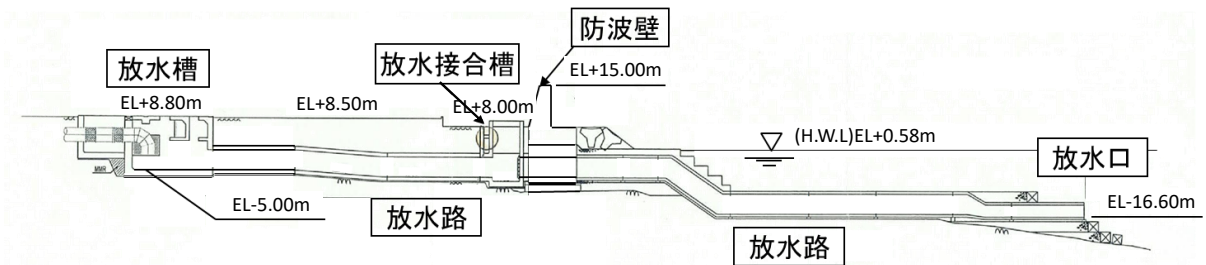




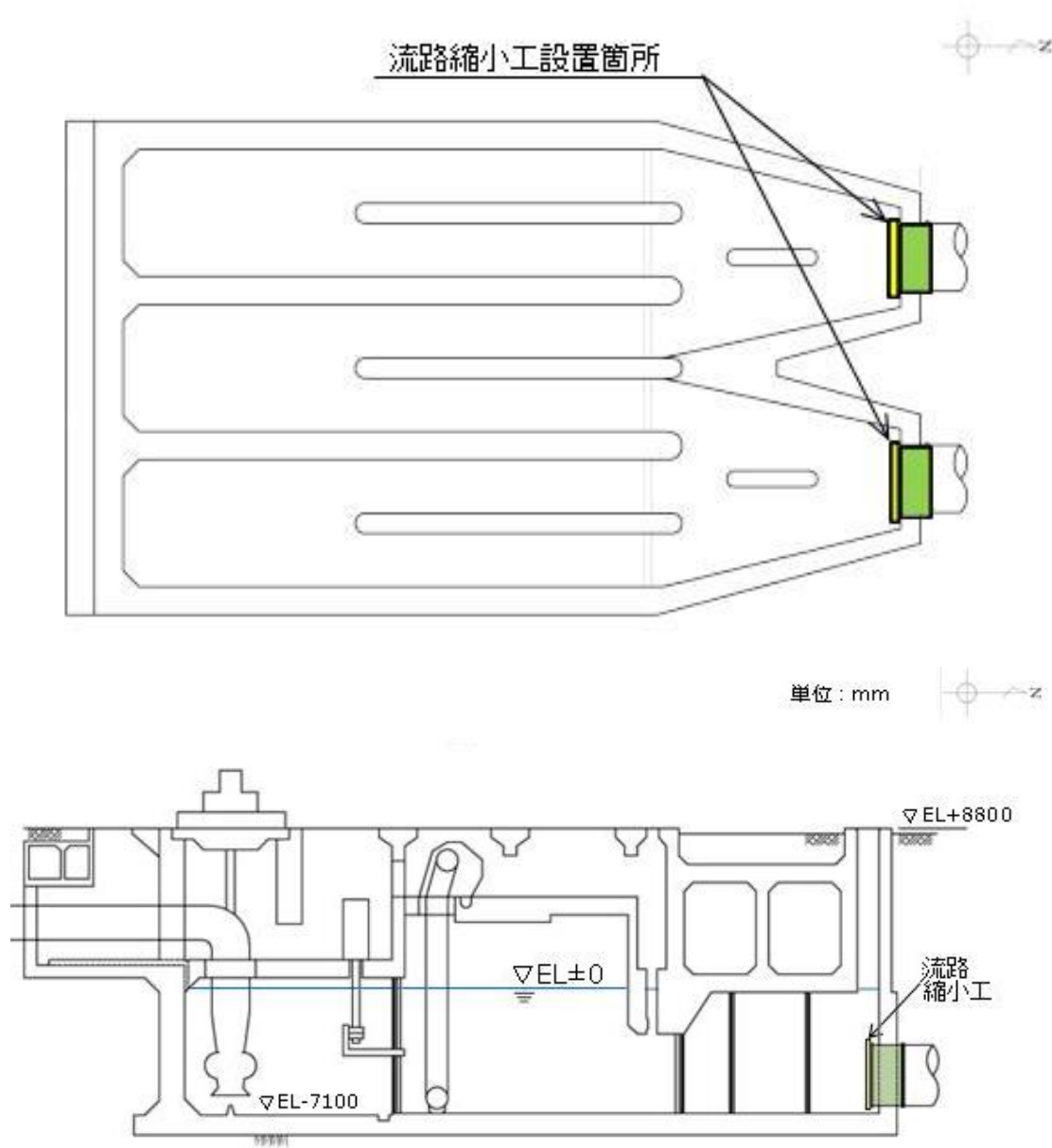
第 1.5-7 図(4) 取水路及び放水路の縦断図 (1号炉放水路)



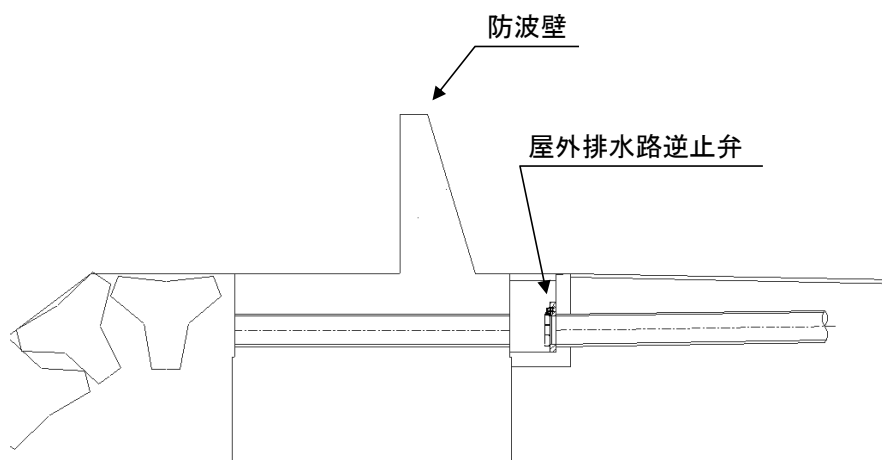
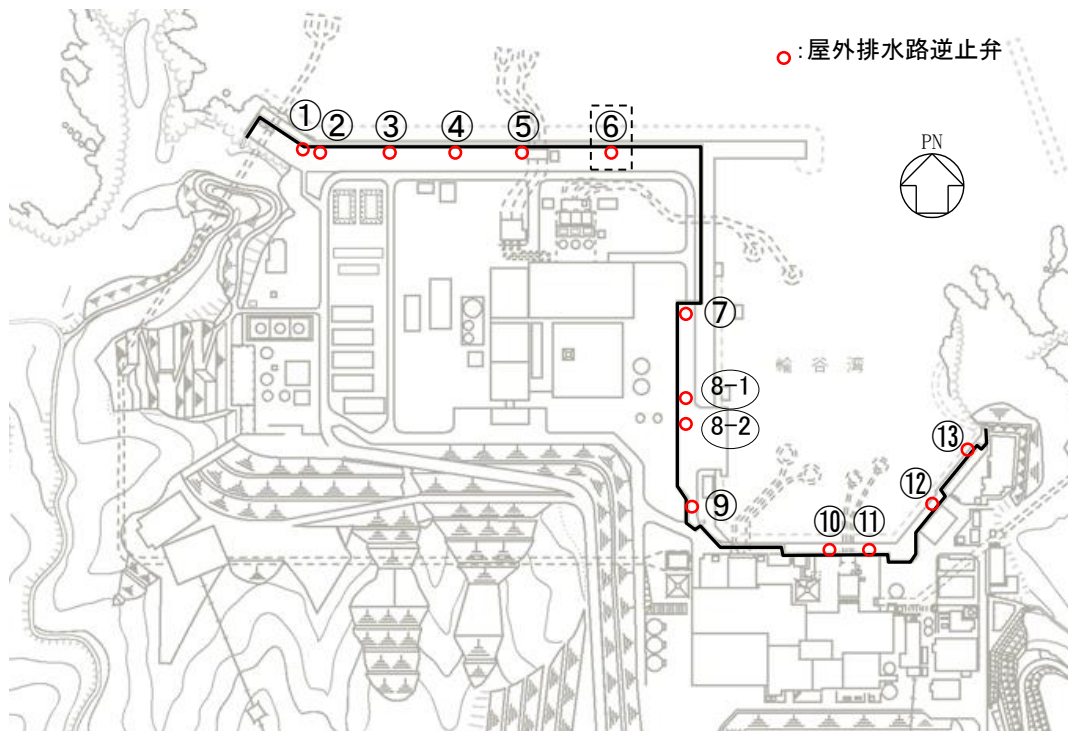
第 1.5-7 図(5) 取水路及び放水路の縦断図 (2号炉放水路)



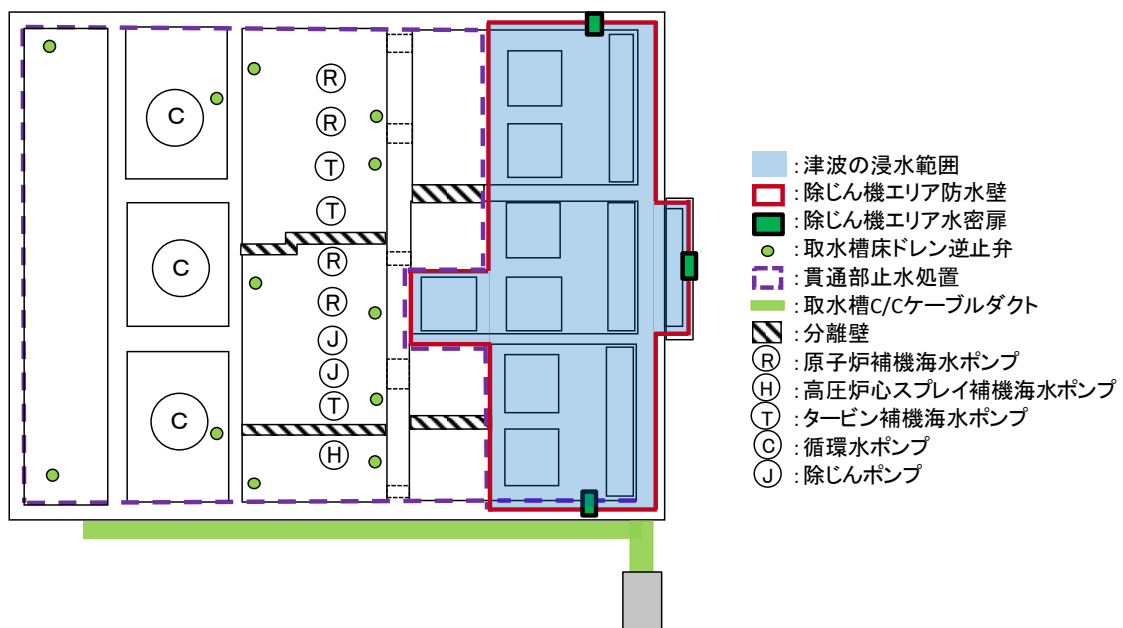
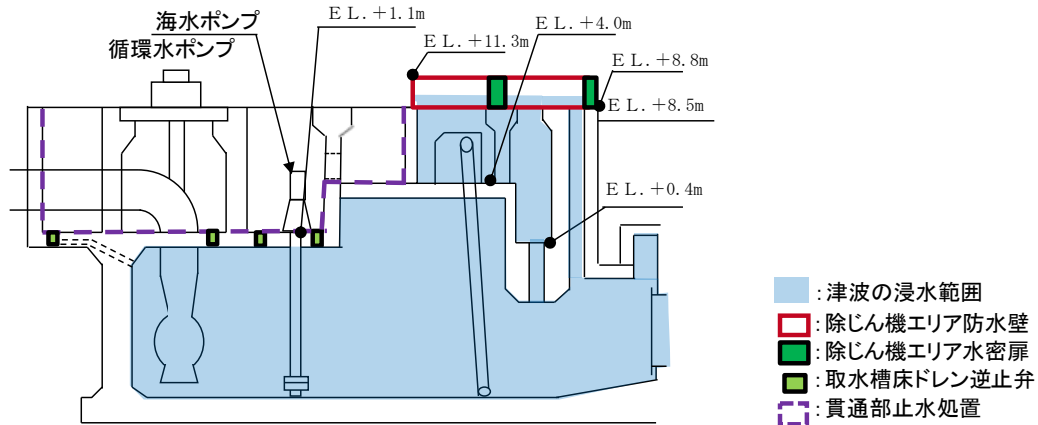
第 1.5-7 図(6) 取水路及び放水路の縦断図 (3号炉放水路)



第 1.5-8 図 津波防護施設（1号炉取水槽流路縮小工）設置箇所の概要  
 【別添資料 1（4.1）】

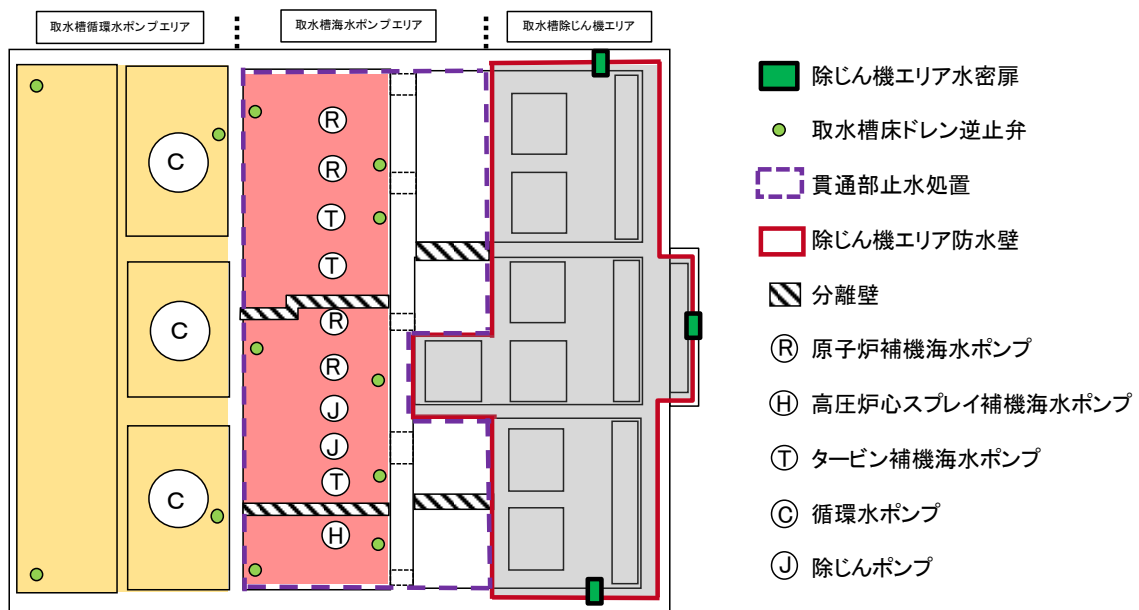
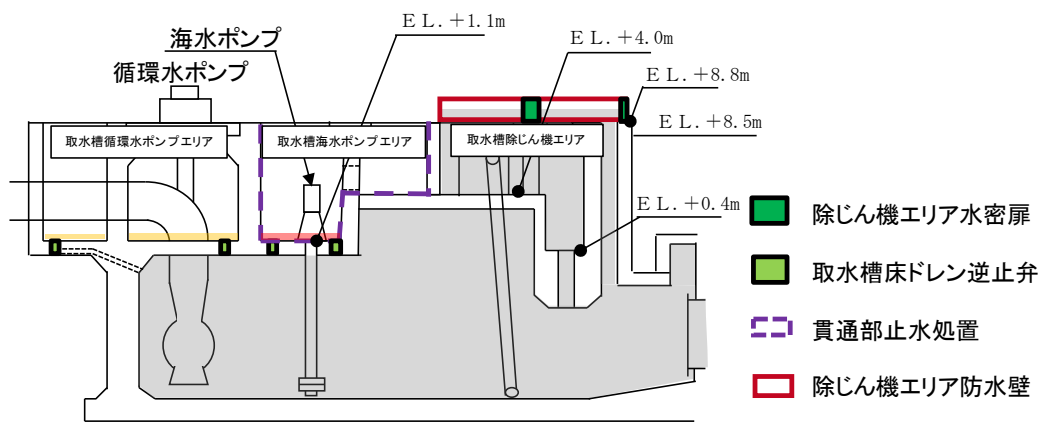


第 1.5-9 図 浸水防止設備（屋外排水路逆止弁）設置箇所概要  
 【別添資料 1 (4.2)】



第1.5-10図 浸水防止設備（防水壁，水密扉，床ドレン逆止弁，貫通部止水処置）  
設置箇所の概要

【別添資料1 (2.2)】



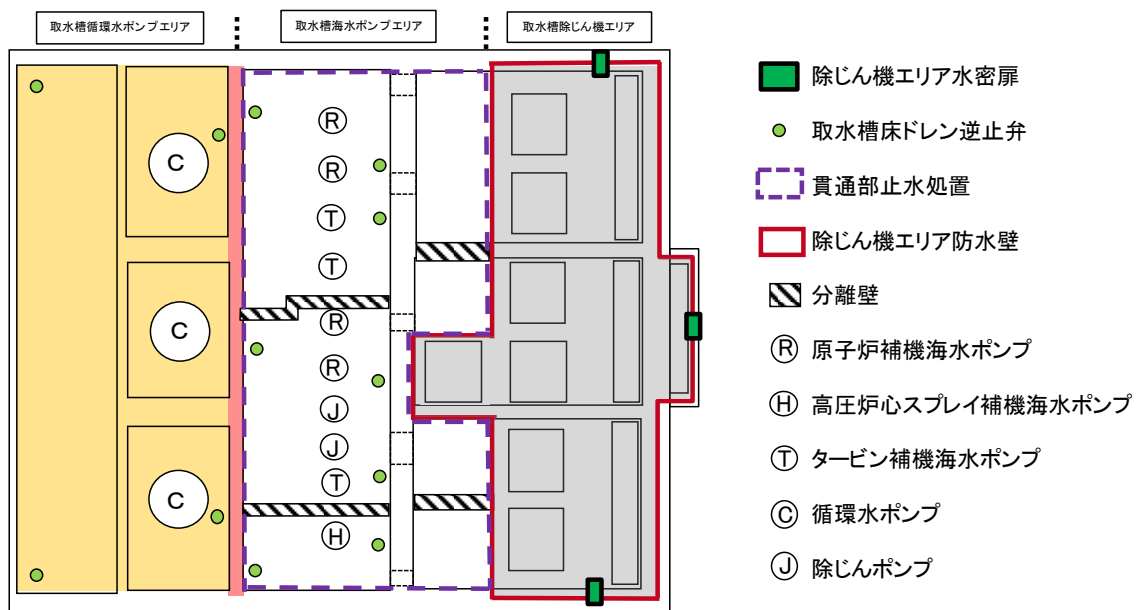
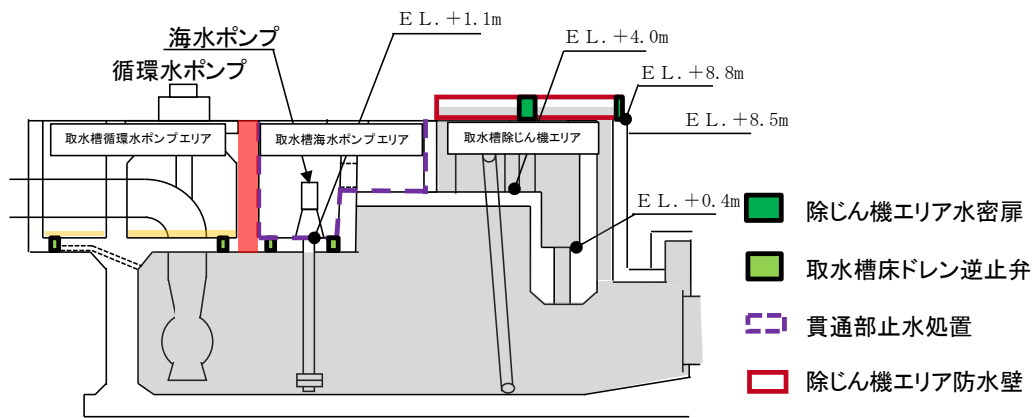
■ 循環水ポンプを設置する床面で漏水が継続した場合の浸水想定範囲

■ 原子炉補機海水ポンプ及びタービン補機海水ポンプを設置する床面で漏水が継続した場合の浸水想定範囲

(■ 津波が到達する範囲)

第1.5-11図 浸水想定範囲

【別添資料1 (2.3)】



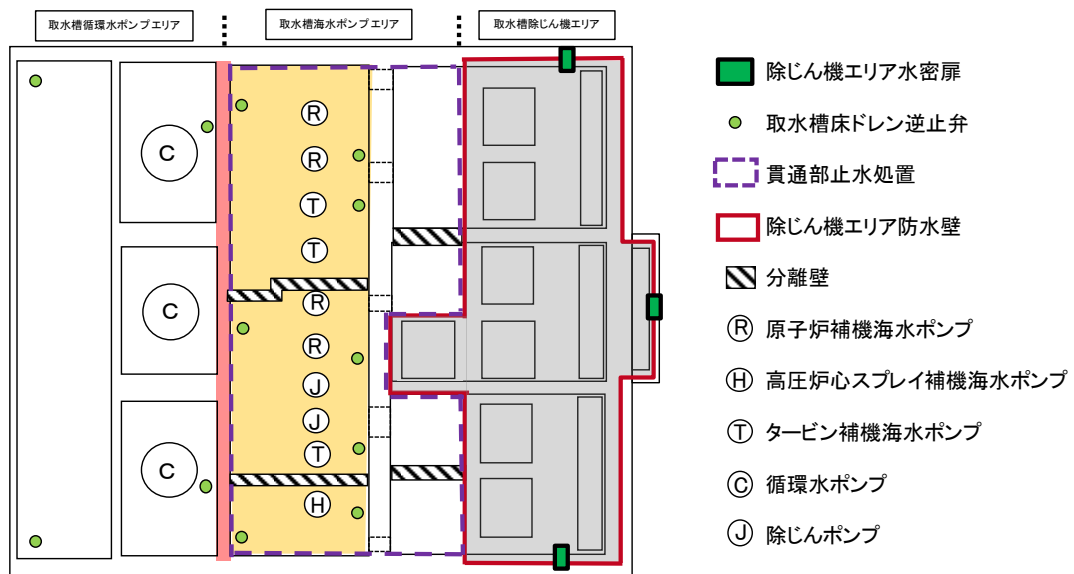
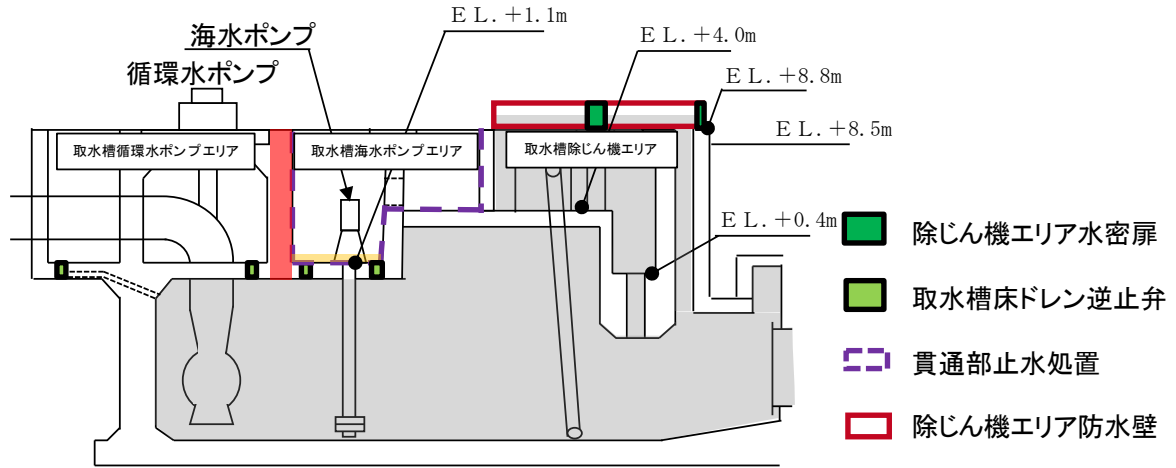
循環水ポンプを設置する床面で漏水が継続した場合の浸水想定範囲

防水区画境界

( 津波が到達する範囲)

第1.5-12図(1) 浸水想定範囲（取水槽循環水ポンプエリア）に対する防水区画化範囲

【別添資料1 (2.3)】



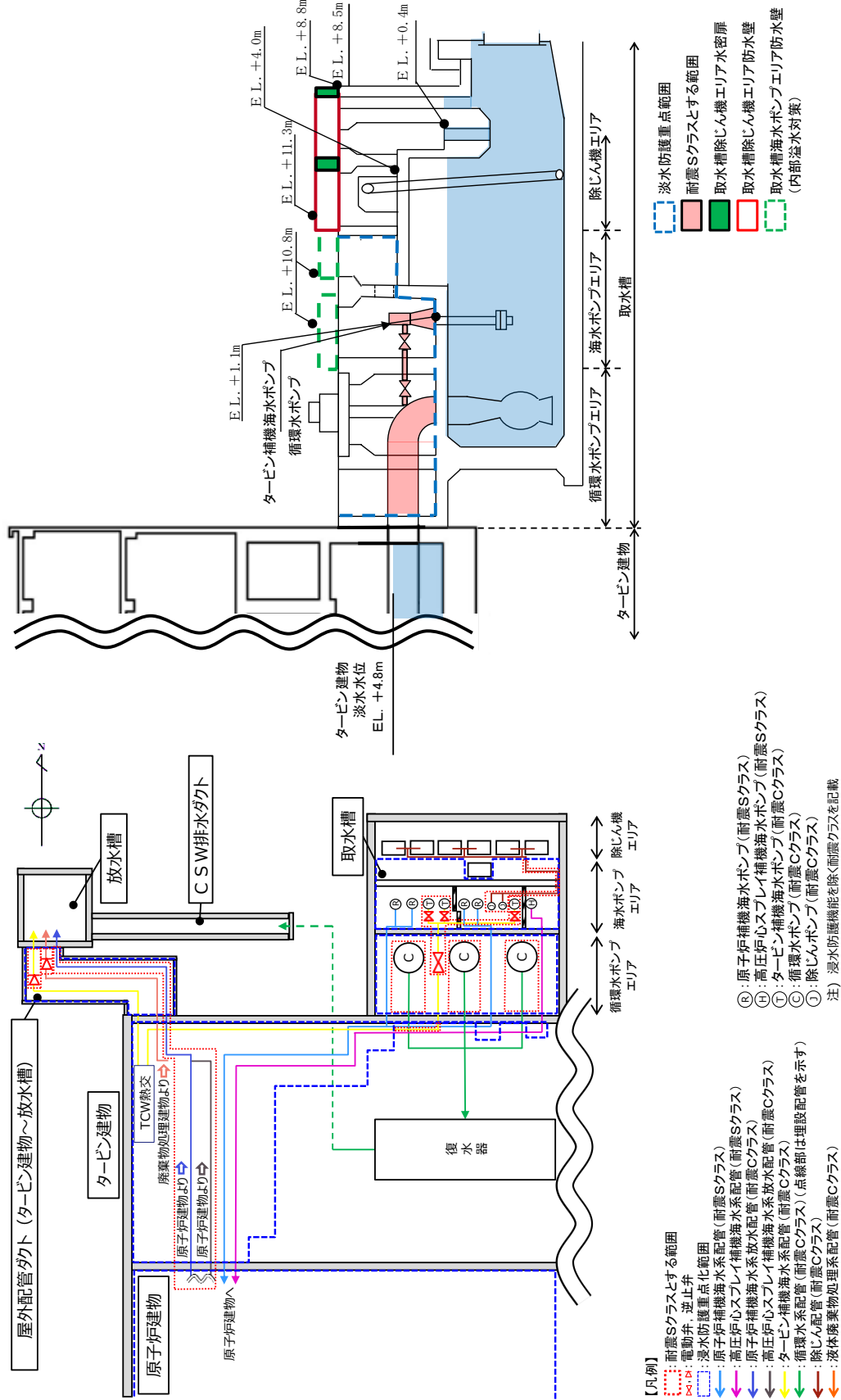
原子炉補機海水ポンプ等を設置する床面で漏水が継続した場合の浸水想定範囲

防水区画境界

(津波が到達する範囲)

第 1.5-12 図(2) 浸水想定範囲 (取水槽海水ポンプエリア) に対する  
防水区画化範囲

【別添資料 1 (2.3)】



(断面図)

(平面図)

第 1.5-13 図 バウンダリ機能を保持する機器、配管及び隔離弁 (電動弁、逆止弁) の設置箇所の概要





### (3) 適合性説明

#### 1.10 発電用原子炉設置変更許可申請に係る安全設計の方針

##### 1.10.1 発電用原子炉設置変更許可申請（平成25年12月25日申請）に係る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への適合

（津波による損傷の防止）

第五条 設計基準対象施設（兼用キャスク及びその周辺施設を除く。）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。

適合のための設計方針

設計基準対象施設のうち津波防護対象設備は、基準津波に対して、その安全機能が損なわれることがないように次のとおり設計する。

#### (1) 津波の敷地への流入防止

津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を設置する敷地において、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、海と接続する取水路、放水路等の経路から、同敷地及び津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建物に流入させない設計とする。

#### (2) 漏水による安全機能への影響防止

取水・放水施設、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する設計とする。

#### (3) 津波防護の多重化

上記(1)及び(2)の方針のほか、津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）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する。そのため、津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建物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とともに、津波による溢水を考慮した浸水範囲及び浸水量を保守的に想定した上で、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路及び浸水口（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設計とする。

#### (4) 水位低下による安全機能への影響防止

水位変動に伴う取水位低下による重要な安全機能への影響を防止する。そのため、原子炉補機海水系及び高圧炉心スプレイ補機海水系（以下(4)(8)において「非

常用海水冷却系」という。)については、基準津波による水位の低下に対して、原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ(以下(4)において「非常用海水ポンプ」という。)が機能保持でき、かつ冷却に必要な海水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砂の移動・堆積及び漂流物に対して取水口、取水槽及び取水管の通水性が確保でき、かつ取水口からの砂の混入に対して非常用海水ポンプが機能保持できる設計とする。

(5) 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の機能保持

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流入経路等を考慮して、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ように設計する。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。

(6) 地震による敷地の隆起・沈降、地震による影響等

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、津波の繰り返しによる影響、津波による二次的な影響(洗掘、砂移動、漂流物等)及びその他自然条件(風、積雪等)を考慮する。

(7) 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ける荷重の組み合わせ

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ける荷重の組み合わせを考慮する自然現象として、津波(漂流物を含む。)、地震(余震)及びその他自然現象(風、積雪等)を考慮し、これらの自然現象による荷重を適切に組み合わせる。漂流物の衝突荷重については、各施設・設備の設置場所及び構造等を考慮して、漂流物が衝突する可能性がある施設・設備に対する荷重として組み合わせる。その他自然現象による荷重(風荷重、積雪荷重等)については、各施設・設備の設置場所、構造等を考慮して、各荷重が作用する可能性のある施設・設備に対する荷重として組み合わせる。

(8) 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非常用海水冷却系の取水性の評価

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非常用海水冷却系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。

### 1.3 気象等

該当なし

### 1.4 設備等（手順等含む）

#### 10.5 津波及び内部溢水に対する浸水防護設備

##### 10.5.1 津波に対する防護設備

###### 10.5.1.1 設計基準対象施設

###### 10.5.1.1.1 概要

発電用原子炉施設の耐津波設計については、「設計基準対象施設は、基準津波に対して、その安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。」ことを目的として、津波の敷地への流入防止、漏水による安全機能への影響防止、津波防護の多重化及び水位低下による安全機能への影響防止を考慮した津波防護対策を講じる。

津波から防護する設備は、クラス1及びクラス2設備並びに耐震Sクラスに属する設備（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）（以下10.5において「設計基準対象施設の津波防護対象設備」という。）とする。

津波の敷地への流入防止は、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。）を内包する建物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の地上部からの到達及び流入の防止対策並びに取水路、放水路等の経路からの流入の防止対策を講じる。

漏水による安全機能への影響防止は、取水・放水施設、地下部等において、漏水の可能性を考慮の上、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する対策を講じる。

津波防護の多重化として、上記2つの対策のほか、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。）を内包する建物及び区画のうち、原子炉建物、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、廃棄物処理建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、制御室建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、取水槽海水ポンプエリア、取水槽循環水ポンプエリア、屋外配管ダクト（ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物、タービン建物～排気筒及びタービン建物～放水槽）、A-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）、B-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（燃料移送系）及び排気筒を設置するエリア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する対策を講じる。

水位低下による安全機能への影響防止は、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する対策を講じる。

###### 10.5.1.1.2 設計方針

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設計とする。

耐津波設計に当たっては、以下の方針とする。

- (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。）を内包する建物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流入させない設計とする。具体的な設計内容を以下に示す。
  - a. 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。）を内包する建物及び区画は、基準津波による遡上波が到達する可能性があるため、津波防護施設を設置し、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。
  - b. 上記 a. の遡上波については、敷地及び敷地周辺の地形及びその標高、河川等の存在並びに地震による広域的な隆起・沈降を考慮して、遡上波の回り込みを含め敷地への遡上の可能性を検討する。また、地震による変状、繰り返し襲来する津波による洗掘・堆積により地形又は河川流路の変化等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。
  - c. 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、貫通口等）を特定し、必要に応じ浸水対策を施すことにより、津波の流入を防止する設計とする。また、1号炉取水槽に対しては、津波の流入を防止するため、流路縮小工を設置するが、1号炉に悪影響を及ぼさない設計とする。
- (2) 取水・放水施設、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する設計とする。具体的な設計内容を以下に示す。
  - a. 取水・放水施設の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設、地下部等における漏水の可能性を検討した上で、漏水が継続することによる浸水範囲を想定（以下10.5において「浸水想定範囲」という。）するとともに、同範囲の境界において浸水の可能性のある経路及び浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定し、浸水防止設備を設置することにより浸水範囲を限定する設計とする。
  - b. 浸水想定範囲及びその周辺に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。）がある場合は、防水区画化するとともに、必要に応じて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。
  - c. 浸水想定範囲における長期間の浸水が想定される場合は、必要に応じ排水設備を設置する。

- (3) 上記(1)及び(2)に規定するもののほか、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。）を内包する建物及び区画については、浸水防護をすることにより津波による影響等から隔離する。そのため、浸水防護重点化範囲を明確化するとともに、津波による溢水を考慮した浸水範囲及び浸水量を保守的に想定した上で、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路及び浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定し、それらに対して必要に応じ浸水対策を施す設計とする。
- (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する。そのため、原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ（以下10.5において「非常用海水ポンプ」という。）については、基準津波による水位の低下に対して、非常用海水ポンプが機能保持でき、かつ、冷却に必要な海水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砂の移動・堆積及び漂流物に対して取水口、取水管及び取水槽の通水性が確保でき、かつ、取水口からの砂の混入に対して非常用海水ポンプが機能保持できる設計とする。
- (5) 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、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10.5において同じ。）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。具体的な設計内容を以下に示す。
- a. 「津波防護施設」は、防波壁、防波壁通路防波扉及び1号炉取水槽流路縮小工とする。「浸水防止設備」は、屋外排水路逆止弁、防水壁、水密扉、床ドレン逆止弁、隔離弁及びバウンダリ機能保持する機器・配管並びに貫通部止水処置とする。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、数値シミュレーションにより、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。数値シミュレーションに当たっては、敷地形状、敷地沿岸域の海底地形、津波の敷地への侵入角度、河川の有無、陸上の遡上・伝播の効果、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の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浸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、影響を受けにく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、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荷重（浸水高、波力・波圧、洗掘力、浮力等）について、入力津波による荷重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合せを考慮する。さらに、入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り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。
- (6) 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、津波の繰り返しの襲来による影響、津波による二次的な影響（洗掘、砂移動、漂流物等）及びその他自然条件（風、積雪等）を考慮する。
- (7) 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ける荷重の組合せを考慮する自然現象として、津波（漂流物含む。）、地震（余震）及びその他自然現象（風、積雪等）を考慮し、これらの自然現象による荷重を適切に組み合わせる。漂流物の衝突荷重については、各施設・設備の設置場所及び構造等を考慮して、漂流物が衝突する可能性がある施設・設備に対する荷重として組み合わせる。その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）については、各施設・設備の設置場所、構造等を考慮して、各荷重が作用する可能性のある施設・設備に対する荷重として組み合わせる。
- (8) 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非常用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。

#### 10.5.1.1.3 主要設備

##### (1) 防波壁

津波による遡上波が津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に到達、流入することを防止し、津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため、日本海及び輪谷湾に面した敷地面に防波壁を設置する。

防波壁は、多重鋼管杭式擁壁、逆T擁壁及び波返重力擁壁で構成され、波返重力擁壁は、岩盤部と改良地盤部により分類される。

多重鋼管杭式擁壁は、鋼管を多重化して鋼管内をコンクリート又はモルタルで充填した多重鋼管による杭基礎構造とし、鋼管杭と鉄筋コンクリート造の被覆コンクリート壁による上部構造とする。鋼管杭は、岩盤に支持させる構造とする。また、施設護岸が損傷した際の津波の地盤中からの回り込みに対し、防波壁の背後に地盤改良を実施する。

逆T擁壁は、直接基礎構造とし、鉄筋コンクリート造の逆T擁壁による上部構造とする。逆T擁壁は、改良地盤を介して岩盤に支持させる構造とし、グラウンドアンカーにより改良地盤及び岩盤に押し付ける構造とする。

波返重力擁壁は、直接基礎構造とし、鉄筋コンクリート造の重力擁壁による上部構造とする。また、ケーソン等を介して岩盤に支持させる構造とする。なお、防波壁両端部については、堅硬な地山斜面に支持させる構造とする。

防波壁は、十分な支持性能を有する岩盤又は改良地盤に設置するとともに、基準地震動  $S_s$  による地震力に対して津波防護機能が十分に保持できる設計とする。また、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、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。設計に当たっては、漂流物による荷重、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）及び地震（余震）との組合せを適切に考慮する。なお、主要な構造体の境界部には、想定される荷重の作用及び相対変位を考慮し、試験等にて止水性を確認した止水目地で止水処置を講じる設計とする。

なお、漂流物による荷重により、津波防護機能が保持できない場合には、津波防護施設の一部として漂流物対策を講じる。

##### (2) 防波壁通路防波扉

津波による遡上波が津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置され



た敷地に到達，流入することを防止し，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため，防波壁通路に防波壁通路防波扉を設置する。

防波壁通路防波扉は，鋼管杭又は改良地盤並びに基礎スラブによる基礎構造とし，鋼製の主桁，補助縦桁及びスキンプレート等により構成された防波扉からなる。防波扉の下部及び側部に試験等にて止水性を確認した水密ゴムを設置し，止水性を確保する構造とする。

防波壁通路防波扉は，十分な支持性能を有する岩盤又は改良地盤に設置するとともに，基準地震動  $S_s$  による地震力に対して津波防護機能が十分に保持できる設計とする。また，津波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，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。

設計に当たっては，漂流物による荷重，その他自然現象による荷重（風荷重）との組合せを適切に考慮する。

なお，漂流物による荷重により，津波防護機能が保持できない場合には，津波防護施設の一部として漂流物対策を講じる。

### (3) 1号炉取水槽流路縮小工

津波が1号炉取水槽から津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入することを防止し，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため，1号炉取水槽の取水管端部に鋼製の流路縮小工を設置する。

1号炉取水槽流路縮小工の設計においては，十分な支持性能を有する構造物に設置するとともに，基準地震動  $S_s$  による地震力に対して津波防護機能が十分に保持できる設計とする。また，津波波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性を評価し，構造境界部の止水に配慮した上で，入力津波（静水圧，流水圧及び流水の摩擦による推力）に対する津波防護機能が十分に保持できるよう設計する。設計に当たっては，地震（余震）との組合せを適切に考慮する。

### (4) 屋外排水路逆止弁

津波が屋外排水路から津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入することを防止し，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため，屋外排水路逆止弁を設置する。

屋外排水路逆止弁は，板材，補強材等の鋼製部材により構成され，敷地内への津波を防止する設備設備である。

屋外排水路逆止弁は，十分な支持性能を有する構造物に設置するとともに，基準地震動  $S_s$  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とする。また，入力津波に対する浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。設計に当たっては，地震（余震）との組合せを適切に考慮する。

## (5) 防水壁

### a. 除じん機エリア防水壁

津波が取水槽から津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入することを防止し、津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため、除じん機エリアに防水壁を設置する。

除じん機エリア防水壁は、基準地震動  $S_s$  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とする。また、浸水による静水圧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設計とする。設計に当たっては、その他自然現象による荷重（風荷重）との組合せを適切に考慮する。なお、主要な構造体の境界部には、想定される荷重の作用及び相対変位を考慮し、試験等にて止水性を確認した止水目地で止水処置を講じる設計とする。

### b. 復水器エリア防水壁

タービン建物（復水器を設置するエリア）から浸水防護重点化範囲への溢水の流入を防止し、津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため、タービン建物（復水器を設置するエリア）に復水器エリア防水壁を設置する。

復水器エリア防水壁は、基準地震動  $S_s$  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とする。また、溢水による静水圧として作用する荷重及び余震荷重を考慮した場合において、浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。

## (6) 水密扉

### a. 除じん機エリア水密扉

津波が取水槽から津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入することを防止し、津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため、除じん機エリアに水密扉を設置する。

除じん機エリア水密扉は、基準地震動  $S_s$  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とする。また、浸水による静水圧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設計とする。設計に当たっては、その他自然現象による荷重（風荷重）との組合せを適切に考慮する。

### b. 復水器エリア水密扉

タービン建物（復水器を設置するエリア）から浸水防護重点化範囲への溢水の流入を防止し、津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため、タービン建物（復水器を設置するエリア）に復水器エリア水密扉を設置する。

復水器エリア水密扉は、基準地震動  $S_s$  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とする。また、溢水による静水圧として作用する荷重及び

余震荷重を考慮した場合において、浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。

#### (7) 床ドレン逆止弁

##### a. 取水槽床ドレン逆止弁

津波が取水槽の床面開口部から取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアに流入することを防止することにより、津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため、取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアに床ドレン逆止弁を設置する。

取水槽床ドレン逆止弁は、基準地震動  $S_s$  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に設計する。また、浸水時の波圧等に対する耐性を評価し、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。設計に当たっては、その他自然現象による荷重（積雪荷重）及び地震（余震）との組合せを適切に考慮する。

##### b. タービン建物床ドレン逆止弁

タービン建物（復水器を設置するエリア）から浸水防護重点化範囲への溢水の流入を防止し、津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため、タービン建物に床ドレン逆止弁を設置する。

タービン建物床ドレン逆止弁は、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設計とする。また、溢水による静水圧として作用する荷重及び余震荷重を考慮した場合において、浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。

#### (8) 隔離弁（電動弁，逆止弁）

##### a. 電動弁

海水系機器・配管等の損傷箇所を介した津波が浸水防護重点化範囲に流入することを防止するため、タービン補機海水ポンプの出口に隔離弁（電動弁）を設置する。

隔離弁（電動弁）は、基準地震動  $S_s$  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に設計する。また、弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力又は  $S$  クラスの施設に適用する静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して、おおむね弾性状態にとどまる範囲で耐えられるように設計する。さらに、浸水時の波圧等に対する耐性を評価し、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。設計に当たっては、地震（余震）との組合せを適切に考慮する。

##### b. 逆止弁

海水系機器・配管等の損傷箇所を介した津波が浸水防護重点化範囲に流入することを防止するため、タービン補機海水系配管（放水配管）及び液体廃棄物処理系配管に隔離弁（逆止弁）を設置する。

隔離弁（逆止弁）は、基準地震動  $S_s$  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に設計する。また、弾性設計用地震動 $S_d$ による地震力又は $S$ クラスの施設に適用する静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して、おおむね弾性状態にとどまる範囲で耐えられるように設計する。さらに、浸水時の波圧等に対する耐性を評価し、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。設計に当たっては、地震（余震）との組合せを適切に考慮する。

#### (9) ポンプ及び配管

地震により損傷した場合に津波が浸水防護重点化範囲に流入することを防止するため、バウンダリ機能を保持するポンプ及び配管を設置する。

ポンプ及び配管は、基準地震動 $S_s$ 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に設計する。また、弾性設計用地震動 $S_d$ による地震力又は $S$ クラスの施設に適用する静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して、おおむね弾性状態にとどまる範囲で耐えられるように設計する。さらに、浸水時の波圧等に対する耐性を評価し、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。設計に当たっては、地震（余震）との組合せを適切に考慮する。

以下にバウンダリ機能を保持するポンプ及び配管を示す。（【】内は設置エリアを示す。）

- ・タービン補機海水ポンプ【取水槽海水ポンプエリア】
- ・タービン補機海水系配管【取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリア】
- ・循環水ポンプ及び配管【取水槽循環水ポンプエリア】
- ・原子炉補機海水系配管（放水配管）及び高圧炉心スプレイ補機海水系配管（放水配管）【タービン建物（耐震 $S$ クラスの設備を設置するエリア）及び屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）】
- ・除じんポンプ及び配管【取水層海水ポンプエリア】

#### (10) 貫通部止水処置

津波が取水槽から津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を設置する敷地に流入することのない設計とするため、取水 $C/C$ ケーブルダクトとの境界に貫通部止水処置を実施する。

また、津波が取水槽除じん機エリア及び放水槽から流入することのない設計とするため、取水槽海水ポンプエリア及び屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）との境界に貫通部止水処置を実施する。

さらに、地震によるタービン建物（復水器を設置するエリア）の循環水系配管及び低耐震クラス機器の損傷に伴い溢水する保有水が浸水防護重点化範囲へ流入することを防止するため、タービン建物（復水器を設置するエリア）とタービン建物（耐震 $S$ クラスの設備を設置するエリア）、原子炉建物及び取水槽循環水ポンプエリアの境界に貫通部止水処置を実施する。

貫通部止水処置は、基準地震動 $S_s$ による地震力に対して浸水防止機能が十分

に保持できる設計とする。また、浸水時及び浸水後の水圧等に対する耐性等を評価し、入力津波に対する浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。設計に当たっては、地震（余震）との組合せを適切に考慮する。

上記(1)から(7)の各施設・設備における許容限界は、地震後及び津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、止水性の面も踏まえることにより、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。

上記(8)及び(9)の隔離弁、ポンプ及び配管の許容限界は、基準地震動 $S_s$ による地震力に対しては、浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後の再使用性を考慮し、塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルにとどまって破断延性限界に十分な余裕を有することを基本とする。津波荷重（余震荷重含む）に対しては、浸水防止機能に対する機能保持限界として、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、止水性の面も踏まえることにより、当該設備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。また、弾性設計用地震動 $S_d$ による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して、おおむね弾性状態にとどまる範囲で耐えられることを確認する。なお、止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。

上記(10)の貫通部止水処置については、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、止水性の維持を考慮して、貫通部止水処置が健全性を維持することとする。

各施設・設備の設計及び評価に使用する津波荷重の設定については、入力津波が有する数値シミュレーション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シミュレーション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。

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、津波波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。

津波波力の算定においては、津波波力算定式等、幅広く知見を踏まえて、十分な余裕を考慮する。

漂流物の衝突による荷重の評価に際しては、津波の流速による衝突速度の設定における不確かさを考慮し、流速について十分な余裕を考慮する。

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、基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性がある地震（余震）についてそのハザードを評価

し、その活動に伴い発生する余震による荷重を設定する。

余震荷重については、基準津波の継続時間のうち最大水位変化を生起する時間帯を踏まえ過去の地震データを抽出・整理することにより余震の規模を想定し、余震としてのハザードを考慮した安全側の評価として、この余震規模から求めた地震動に対してすべての周期で上回る地震動を弾性設計用地震動の中から設定する。

主要設備の配置図を第10.5-1図に、また、概念図を第10.5-2図～第10.5-17図に示す。

#### 10.5.1.1.4 主要設備の仕様

浸水防護設備の主要仕様を第10.5-1表に示す。

#### 10.5.1.1.5 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。

#### 10.5.1.1.6 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) 防波壁通路防波扉については、原則閉運用とし、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、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を定める。
- (2) 引き波時の非常用海水ポンプの取水性確保を目的として、循環水ポンプについては、発電所を含む地域に大津波警報が発令された場合、停止する操作手順を定める。
- (3) 水密扉については、原則閉止運用とし、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、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を定める。
- (4) 燃料等輸送船に関し、入港する前までに、津波時に漂流物とならない係留方法を策定する手順を定める。また、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、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を定める。さらに、陸側作業員及び輸送物に関し、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、陸側作業員を退避させるとともに、輸送物の退避の可否判断を含めた退避の手順を定める。手順には、輸送物を退避できない場合において、輸送物を漂流物としないための措置も含める。なお、その他の作業船、貨物船等の港湾内に停泊する船舶に対しては、入港する前までに、津波時に漂流物とならない係留方法を策定する手順を定める。さらに、津波警報等が発表された場合において、作業を中断し、陸側作業員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を定める。
- (5) 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手順を定める。
  - (6) 漂流物調査範囲内の人工建造物の設置状況の変化を把握するため、定期的に設置状況を確認する手順を定める。さらに、従前の評価結果に包絡されない場合は、人工建造物が漂流物となる可能性、非常用海水ポンプの取水性並びに津波防護施設及び浸水防止設備の健全性への影響評価を行い、影響がある場合は漂流物対策を実施する。
  - (7) 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備については、各施設及び設備に要求される機能を維持するため、適切な保守管理を行うとともに、故障時においては補修を行う。
  - (8) 津波防護に係る手順に関する教育並びに津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の保守管理に関する教育を定期的実施する。10.5.1.1.6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安全機能を損なわないよう手順を定める。

第10.5-1表 浸水防護設備の主要仕様

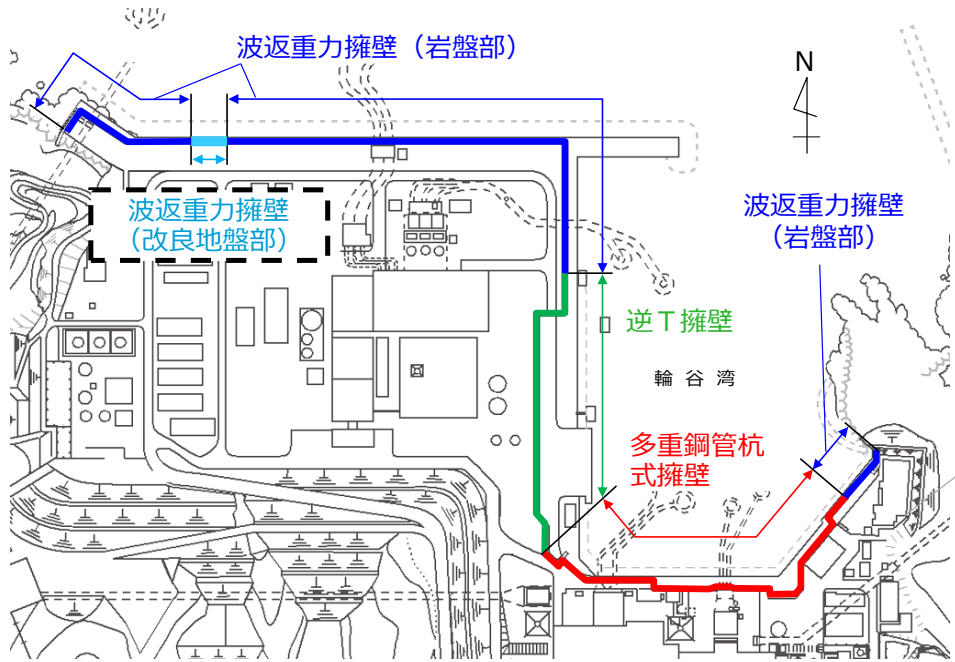
- |                 |               |
|-----------------|---------------|
| (1) 防波壁         |               |
| 種 類             | 防波壁（多重鋼管杭式擁壁） |
| 個 数             | 1             |
| (2) 防波壁         |               |
| 種 類             | 防波壁（逆T擁壁）     |
| 個 数             | 1             |
| (3) 防波壁         |               |
| 種 類             | 防波壁（波返重力擁壁）   |
| 個 数             | 1             |
| (4) 防波壁通路防波扉    |               |
| 種 類             | 防波壁通路防波扉      |
| 個 数             | 4             |
| (5) 1号炉取水槽流路縮小工 |               |
| 種 類             | 流路縮小工         |
| 個 数             | 2             |
| (6) 屋外排水路逆止弁    |               |
| 種 類             | 逆止弁           |
| 個 数             | 14            |
| (7) 防水壁         |               |
| 種 類             | 防水壁           |
| 個 数             | 2             |
| (8) 水密扉         |               |
| 種 類             | 片開扉           |
| 個 数             | 一式            |
| (9) 床ドレン逆止弁     |               |
| 種 類             | 逆止弁           |
| 個 数             | 一式            |
| (10) 隔離弁        |               |
| 種 類             | 電動弁，逆止弁       |
| 個 数             | 一式            |
| (11) ポンプ及び配管    |               |
| 種 類             | ポンプ，配管        |
| 個 数             | 一式            |
| (12) 貫通部止水処置    |               |
| 種 類             | 貫通部止水         |
| 個 数             | 一式            |



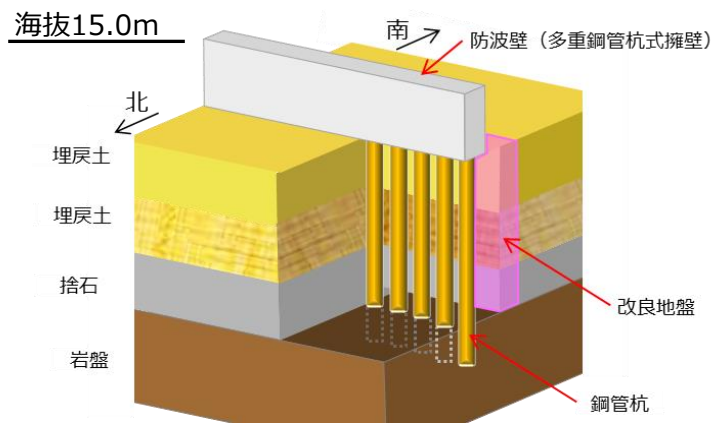


第10.5-1図 津波防護対象施設の配置図

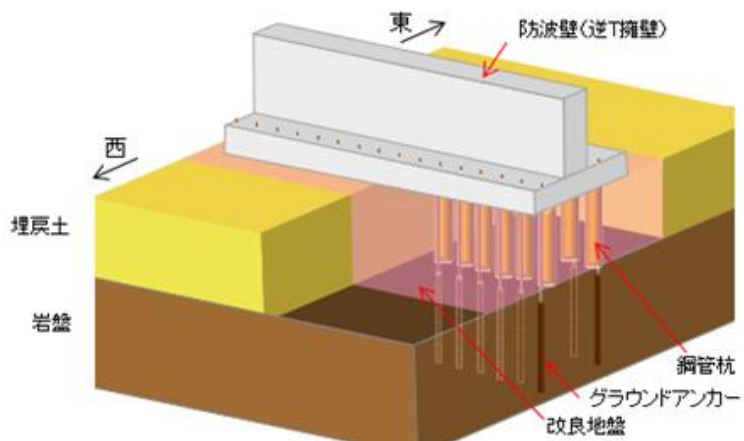
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



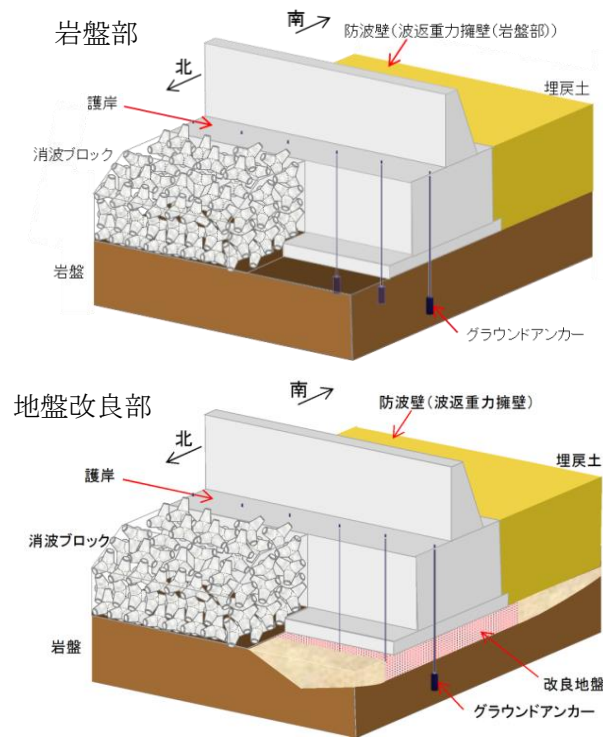
第10.5-2図 防波壁配置図



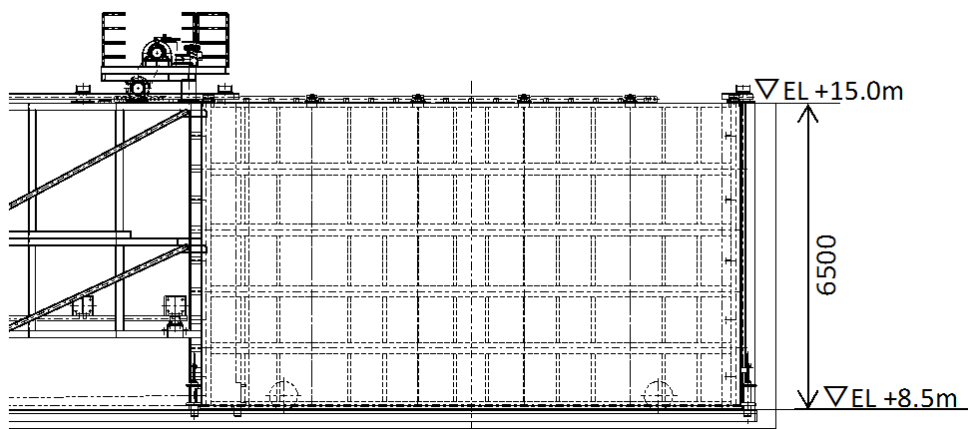
第10.5-3図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 概念図



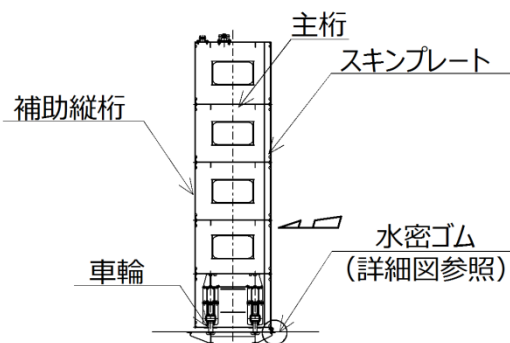
第10.5-4図 防波壁 (逆T擁壁) 概念図



第10.5-5図 防波壁（波返重力擁壁）概念図

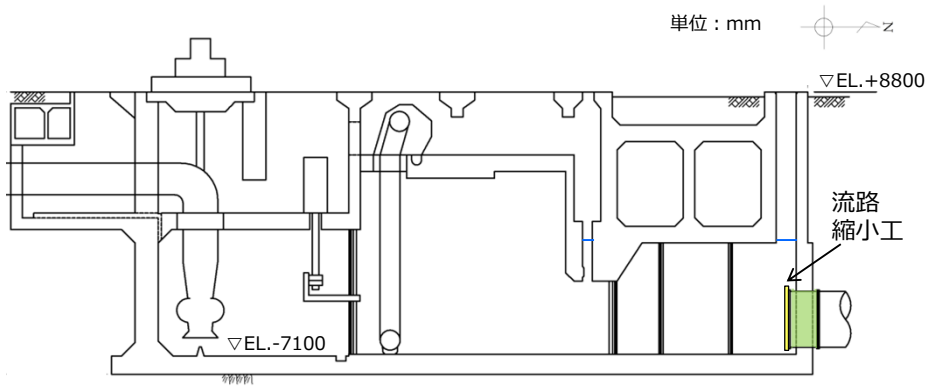


正面図

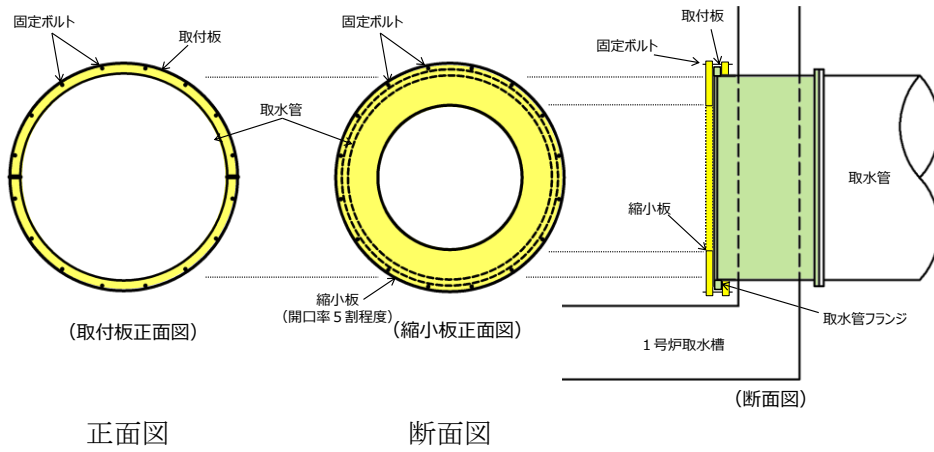


断面図

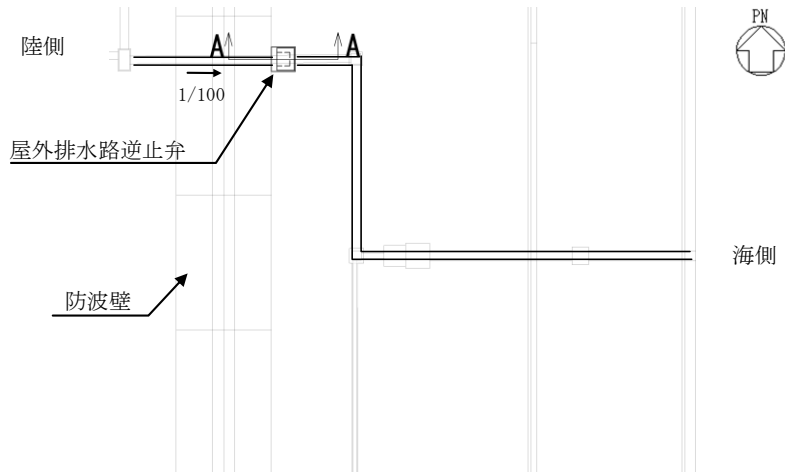
第10.5-6図 防波壁通路防波扉（3号炉東側）概念図



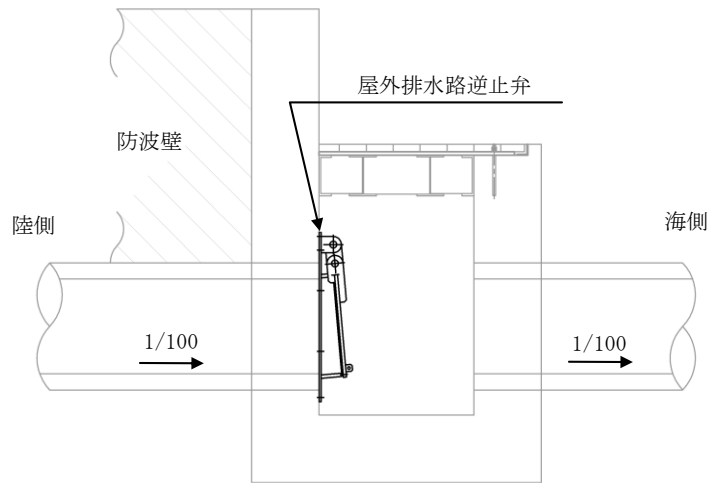
断面図



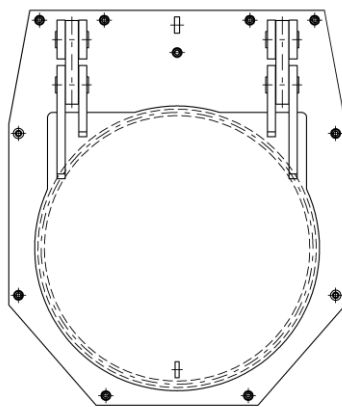
第10.5-7図 1号炉取水槽流路縮小工概念図



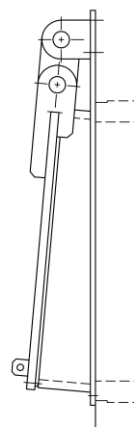
平面図



A-A断面図

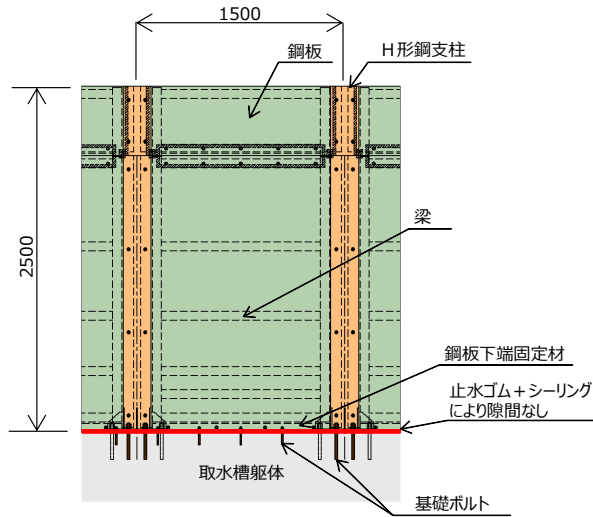


正面図

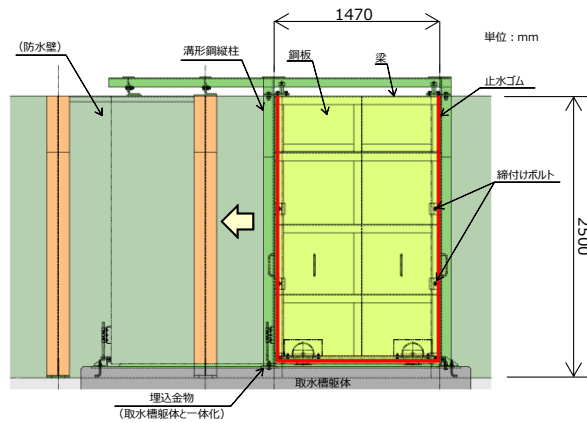


断面図

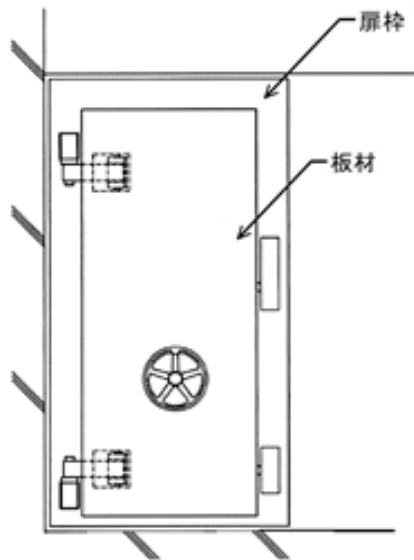
第10.5-8図 屋外排水路逆止弁概念図



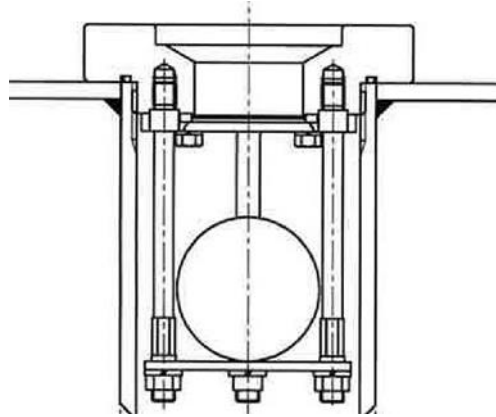
第10.5-9図 除じん機エリア防水壁概念図



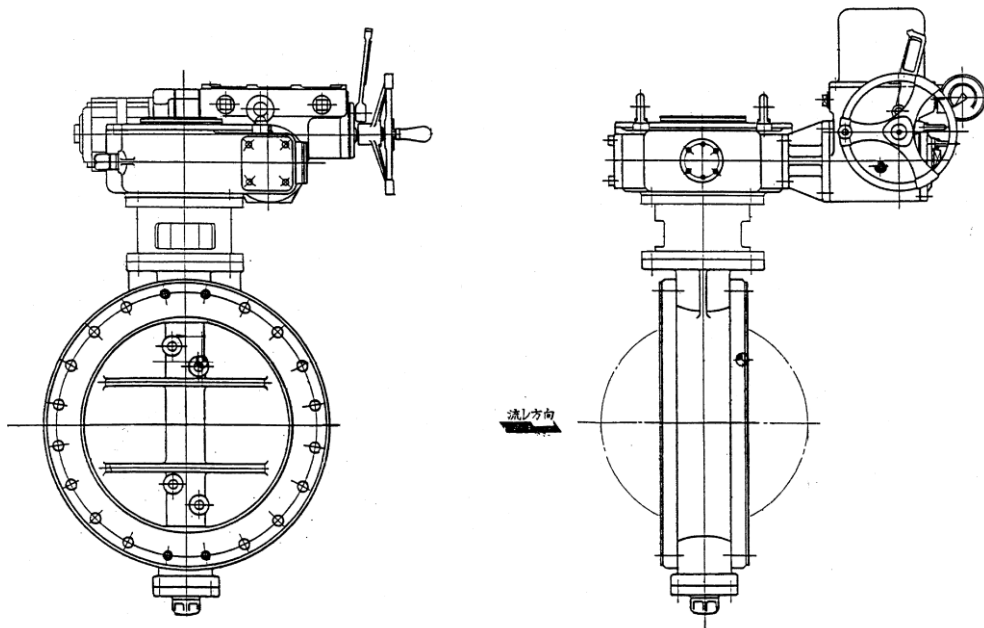
第10.5-10図 除じん機エリア水密扉概念図



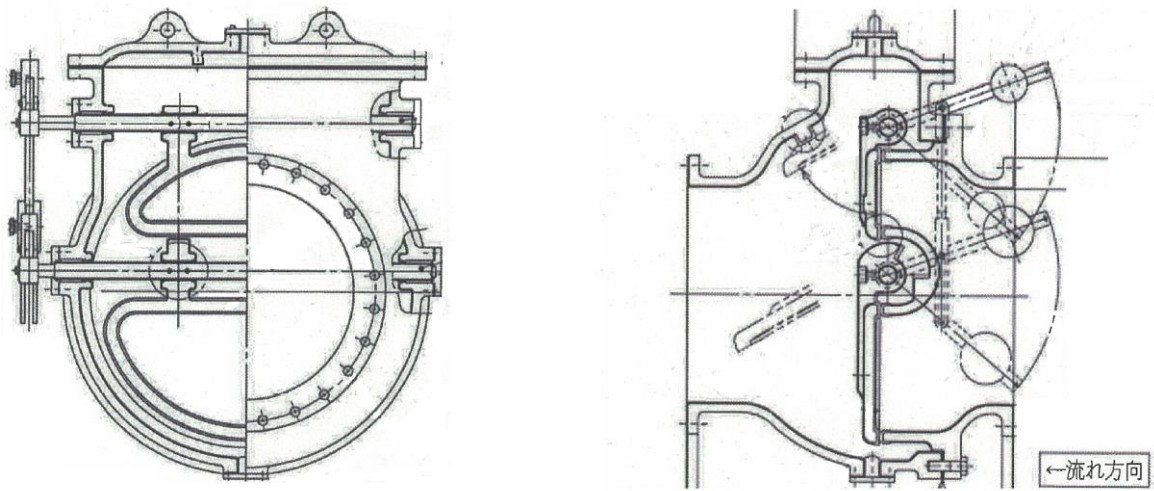
第10.5-11図 復水器エリア水密扉概念図



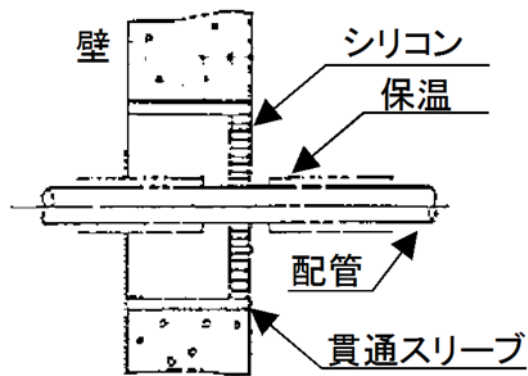
第10.5-12図 床ドレン逆止弁概念図



第10.5-13図 隔離弁（電動弁）概念図

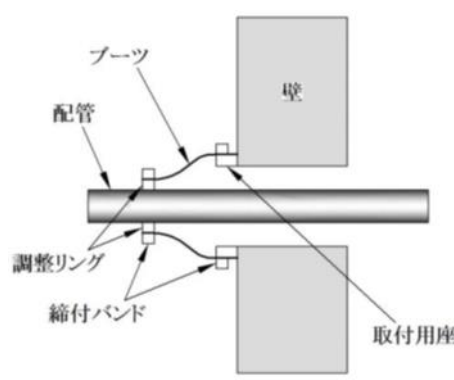


第10.5-14図 隔離弁（逆止弁）概念図



(シリコンシール)

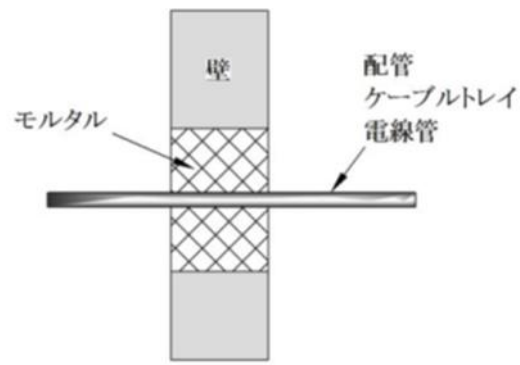
第10.5-15図 貫通部止水処置の概念図



(ラバーブーツ)

第10.5-16図 貫通部止水処置の概念図





(モルタル)

第10.5-17図 貫通部止水処置の概念図

# 島根原子力発電所 2 号炉 耐津波設計方針について

## 目 次

### I. はじめに

### II. 耐津波設計方針

#### 1. 基本事項

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

#### 2. 設計基準対象施設の津波防護方針

- 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. 重大事故等対処施設の津波防護方針

- 3.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針
- 3.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）
- 3.3 漏水による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止  
（外郭防護2）
- 3.4 重大事故等に対処するために必要な機能を有する施設の隔離（内郭防護）
- 3.5 水位変動に伴う取水性低下による重大事故等に対処するために必要な  
機能への影響防止
- 3.6 津波監視

#### 4. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件

- 4.1 津波防護施設の設計
- 4.2 浸水防止設備の設計
- 4.3 津波監視設備の設計
- 4.4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項

(添付資料)

1. 基準津波に対して機能を維持すべき設備とその配置
2. 津波シミュレーションに用いる数値計算モデルについて
3. 地震時の地形等の変化による津波遡上経路への影響について
4. 日本海東縁部に想定される地震による発電所敷地への影響について
5. 港湾内の局所的な海面の励起について
6. 管路計算の詳細について
7. 入力津波に用いる潮位条件について
8. 入力津波に対する水位分布について
9. 津波防護対策の設備の位置付けについて
10. 内郭防護において考慮する溢水の浸水範囲、浸水量について
11. 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
12. 基準津波に伴う砂移動評価について
13. 島根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
14. 海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について
15. 津波漂流物の調査要領について
16. 燃料等輸送船の係留索の耐力について
17. 燃料等輸送船の喫水高さと津波高さとの関係について
18. 漂流物の評価において考慮する津波の流速・流向について
19. 津波監視設備の監視に関する考え方
20. 耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて
21. 基準類における衝突荷重算定式及び衝突荷重について
22. 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
23. 水密扉の運用管理について
24. 審査ガイドとの整合性（耐津波設計方針）
25. 防波壁の設計方針及び構造成立性評価結果について
26. 防波壁及び防波壁通路防波扉の津波荷重の設定方針について
27. 浸水防護重点化範囲内に設置する海域と接続する低耐震クラス機器及び配管の津波流入防止対策について
28. タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）及び取水槽循環水ポンプエリアに設置する耐震Sクラスの設備に対する浸水影響について
29. 1号炉取水槽流路縮小工について
30. 取水槽除じん機エリア防水壁及び取水槽除じん機エリア水密扉の設計方針及び構造成立性の見通しについて
31. 施設護岸の漂流物評価における遡上域の範囲及び流速について
32. 海水ポンプの実機性能試験について
33. 海水ポンプの吸込流速が砂の沈降速度を上回る範囲について
34. 水位変動・流向ベクトルについて
35. 荷揚場作業に係る車両・資機材の漂流物評価について

- 36. 構外海域の漂流物が施設護岸及び取水口へ到達する可能性について
- 37. 津波発生時の運用対応について
- 38. 地震後の荷揚場の津波による影響評価について
- 39. 防波壁通路防波扉の設計及び運用対応について
- 40. 浸水防止設備のうち機器・配管系の基準地震動  $S_s$  に対する許容限界について
- 41. 1号炉放水連絡通路の閉塞について
- 42. 総トン数10トン以上のイカ釣り漁船の操業禁止区域について
- 43. 島根原子力発電所の周辺海域で操業する漁船について
- 44. 基礎底面の傾斜による防波壁の構造成立性について

(参考資料)

- － 1 島根原子力発電所における津波評価について
- － 2 島根原子力発電所2号炉内部溢水の影響評価について(別添資料1第9章)
- － 3 島根原子力発電所2号炉内部溢水の影響評価について(別添資料1第10章)
- － 4 島根原子力発電所2号炉内部溢水の影響評価について(別添資料1補足説明資料30)
- － 5 津波防護上の地山範囲における地質調査 柱状図及びコア写真集(第762回審査会合 机上配布資料, 第802回審査会合 机上配布資料, 第841回審査会合 机上配布資料)

下線は、今回の提出資料を示す。  
(2.5については、2.5.2(3)を抜粋)

## 2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）

### 2.4.1 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物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】

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。以下、2.4において同じ。）を内包する建物及び区画としては、原子炉建物、タービン建物、廃棄物処理建物、制御室建物、取水槽海水ポンプエリア、取水槽循環水ポンプエリア及び屋外配管ダクト（ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物、タービン建物～排気筒、タービン建物～放水槽）並びにA、B-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（燃料移送系）及び排気筒を設置するエリアがある。また、タービン建物については、復水器を設置するエリアから耐震Sクラスの設備を設置するエリアへの浸水対策として、復水器エリア防水壁等を設置し、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）とタービン建物（復水器を設置するエリア）に区画する。各建物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。

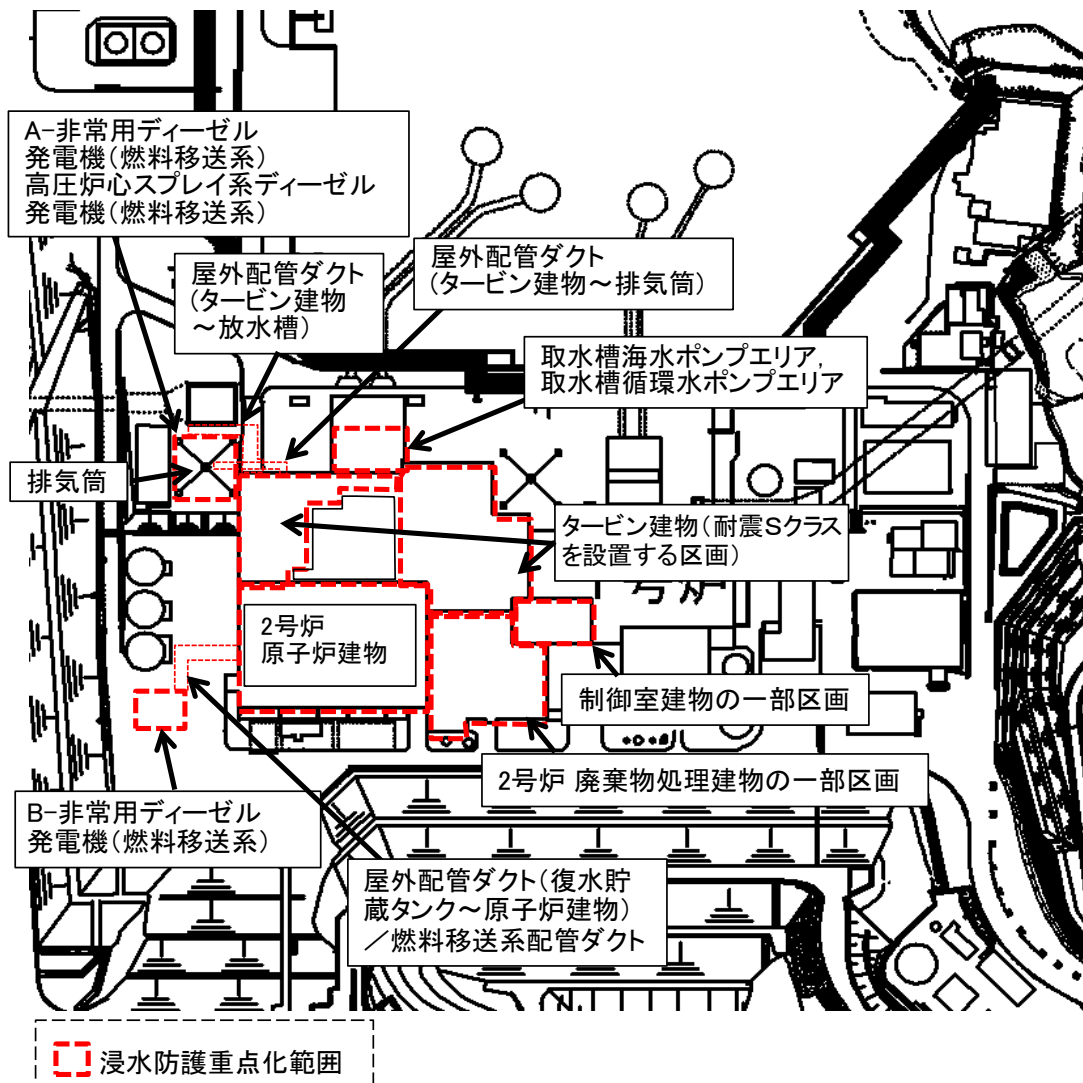
このうち、耐震Sクラスの設備を内包する建物及び区画は、原子炉建物、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、廃棄物処理建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、制御室建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、取水槽海水ポンプエリア、取水槽循環水ポンプエリア及び屋外配管ダクト（ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物、タービン建物～排気筒、タービン建物～放水槽）並びにA、B-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（燃料移送系）及び排気筒を設置するエリアであるため、これらを浸水防護重点化範囲として設定する。

第2.4-1表、第2.4-1図、第2.4-2図に浸水防護重点化範囲を示す。また、タービン建物地下1階の復水器エリア防水壁と耐震Sクラスの設備の位置関係を第2.4-3図に示す。

なお、位置が確定していない設備等に対しては、詳細設計段階で浸水防護重点化範囲を再設定する方針である。

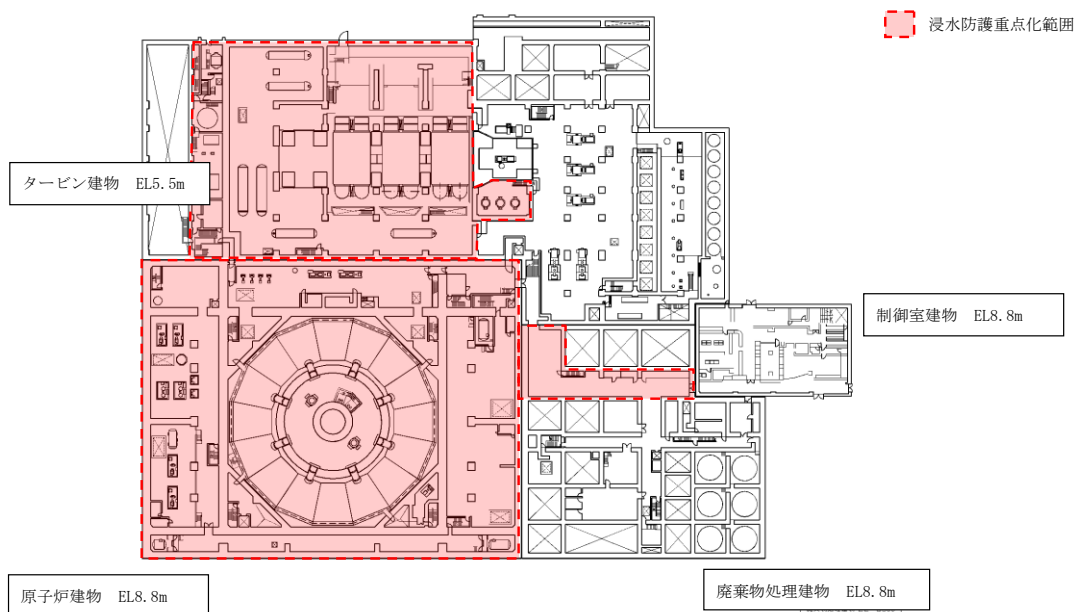
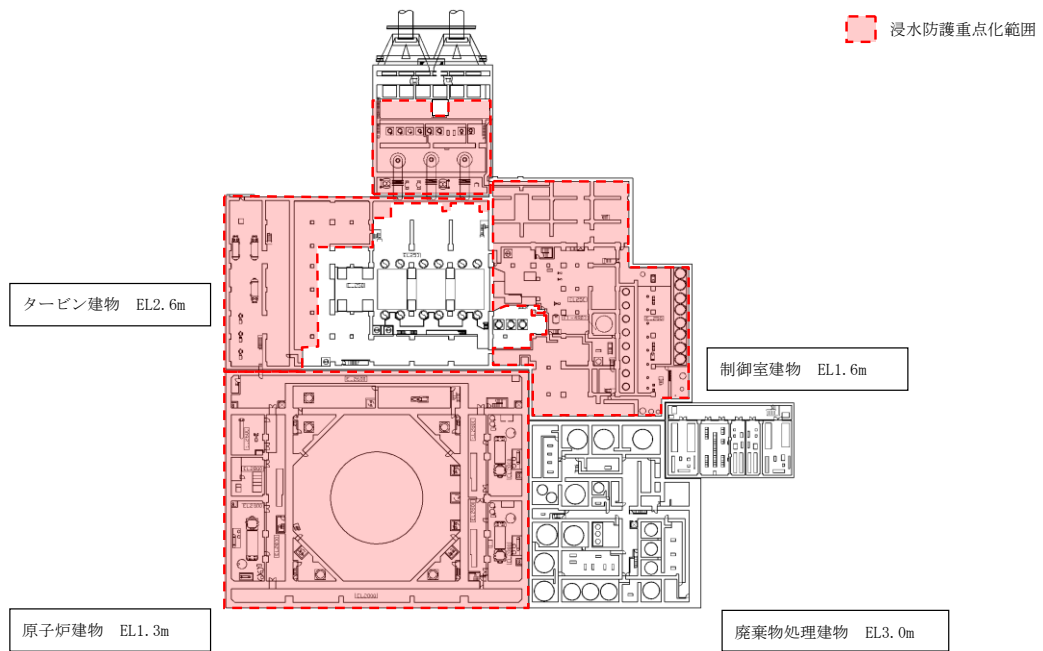
第 2.4-1 表 浸水防護重点化範囲

耐震 S クラスの設備を内包する建物及び区画	周辺敷地高さ
<ul style="list-style-type: none"> <li>・タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）</li> <li>・取水槽海水ポンプエリア</li> <li>・取水槽循環水ポンプエリア</li> <li>・屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）</li> <li>・屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）</li> <li>・ A - 非常用ディーゼル発電機（燃料移送系），高圧炉心スプレ イ系ディーゼル発電機（燃料移送系）及び排気筒を設置する エリア</li> </ul>	EL8.5m
<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉建物</li> <li>・制御室建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）</li> <li>・廃棄物処理建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）</li> <li>・屋外配管ダクト（ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）</li> <li>・ B - 非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）を設置するエリ ア</li> </ul>	EL15.0m

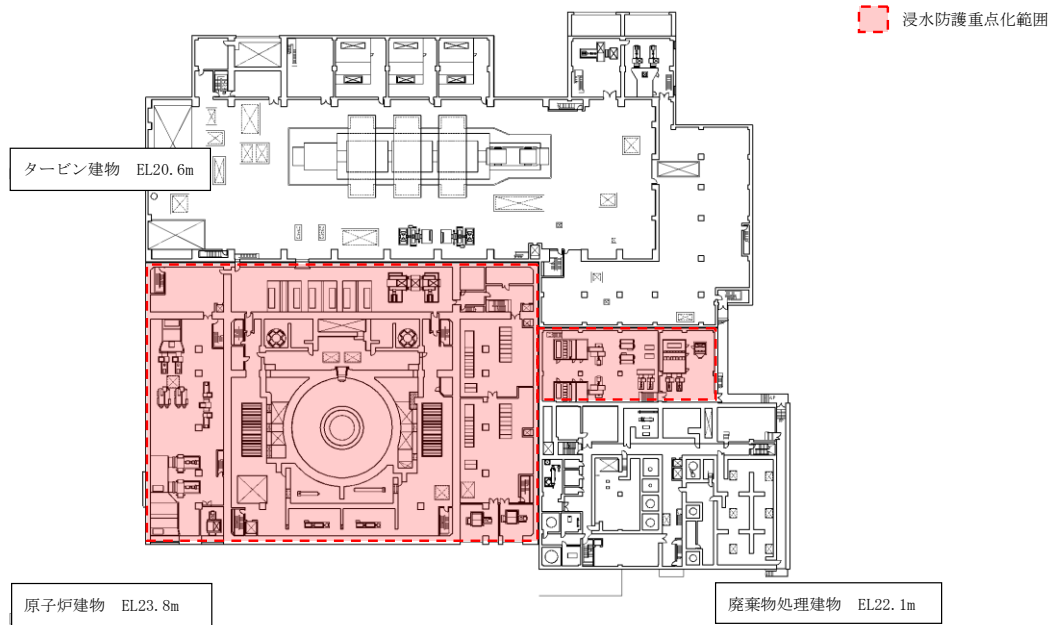
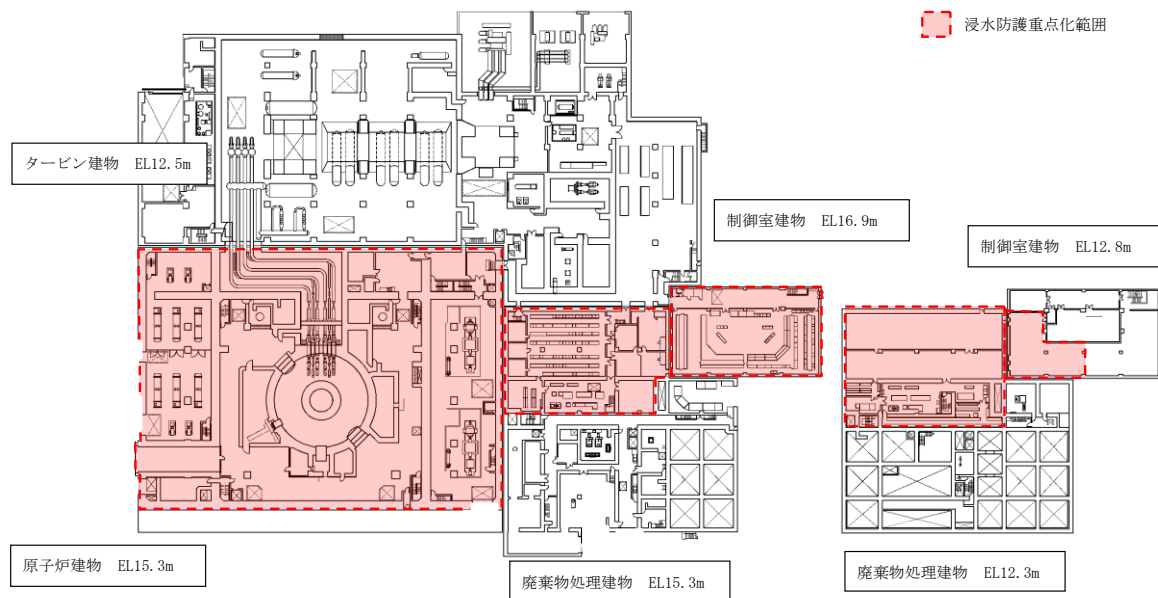


第 2.4-1 図 浸水防護重点化範囲概略図



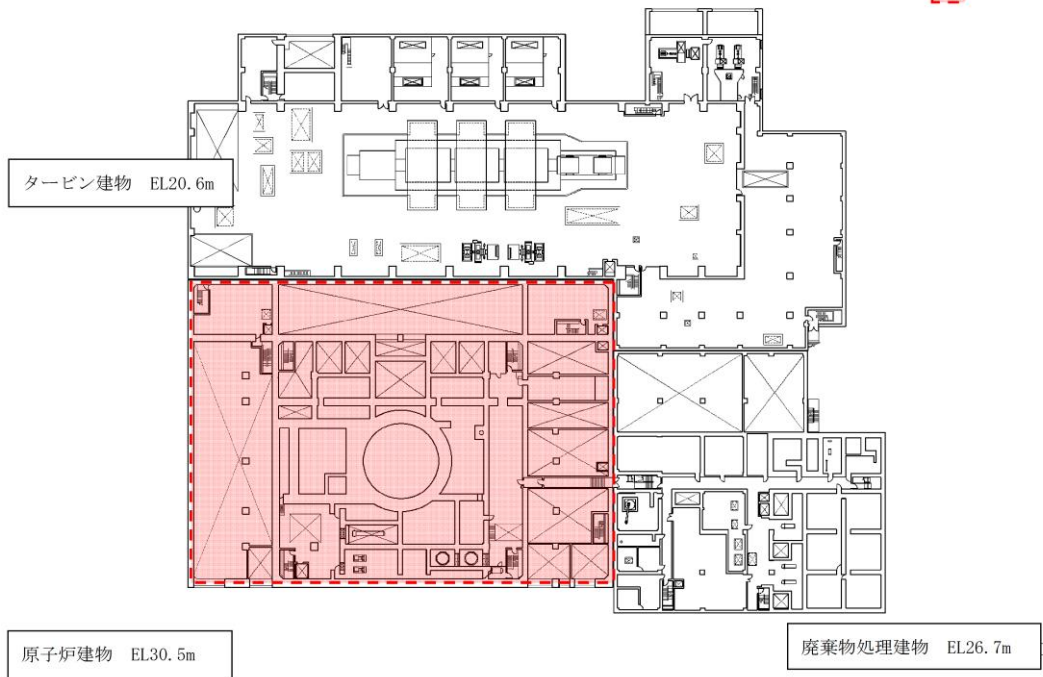


第 2.4-2 図(1) 浸水防護重点化範囲 (平面図)

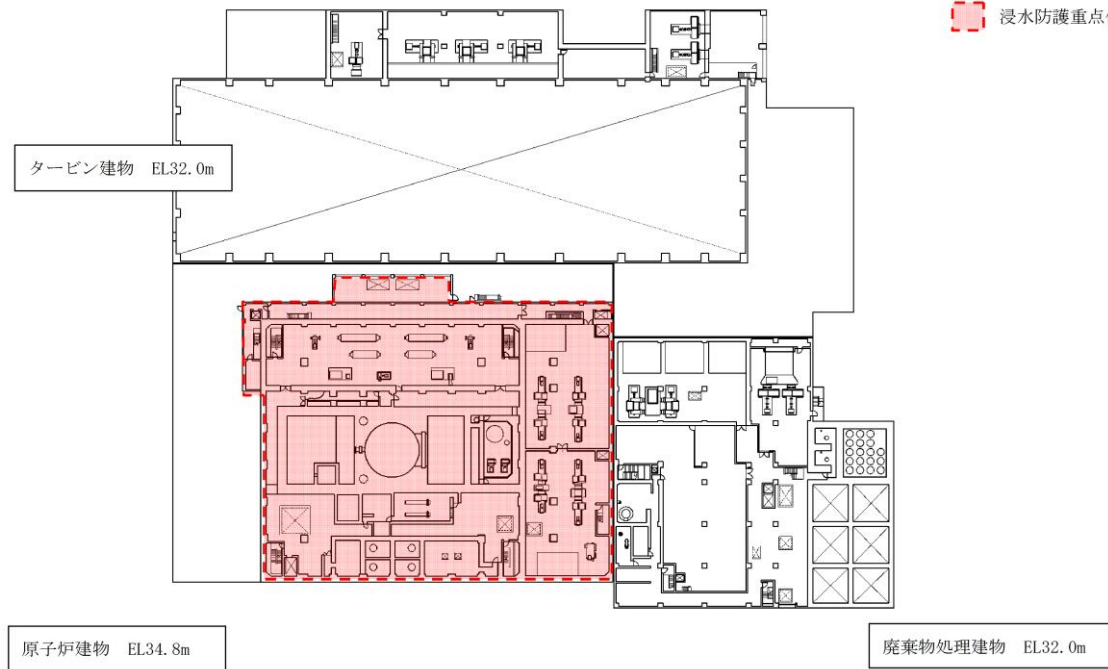


第 2.4-2 図(2) 浸水防護重点化範囲 (平面図)

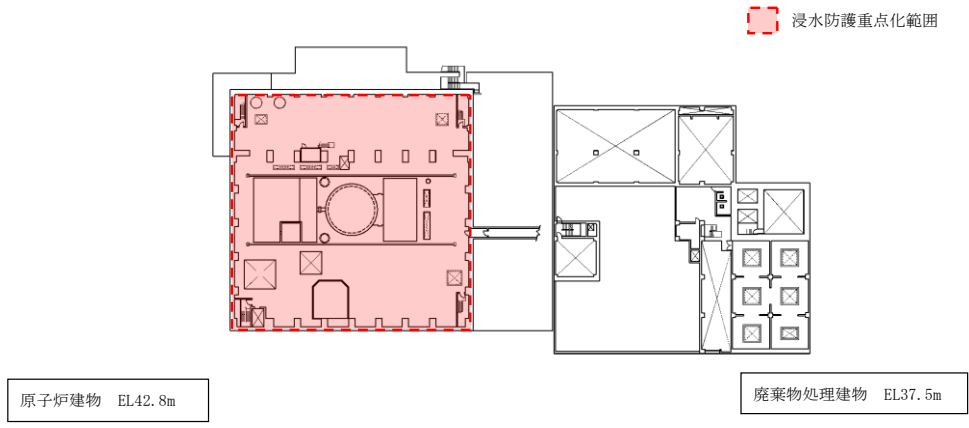
浸水防護重点化範囲



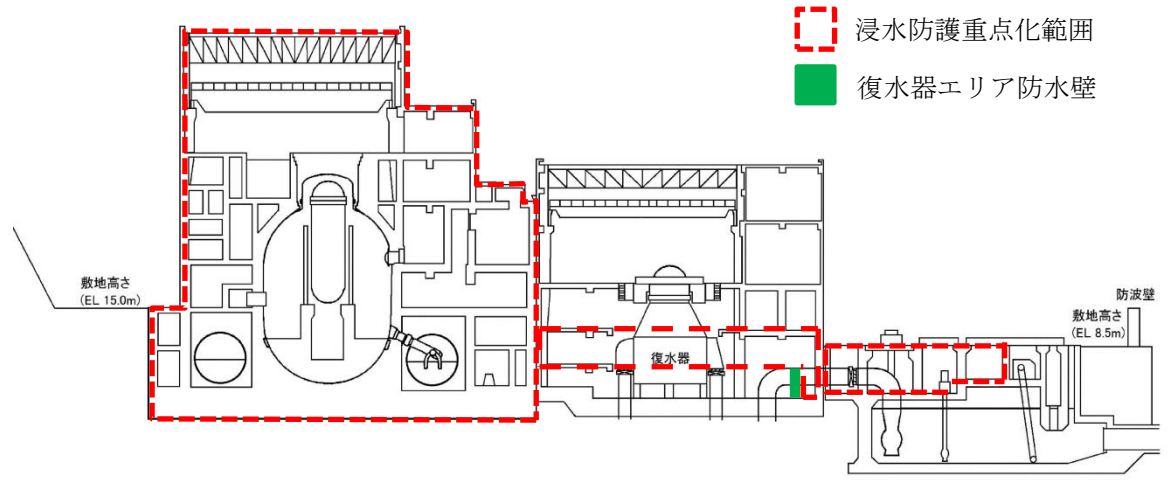
浸水防護重点化範囲



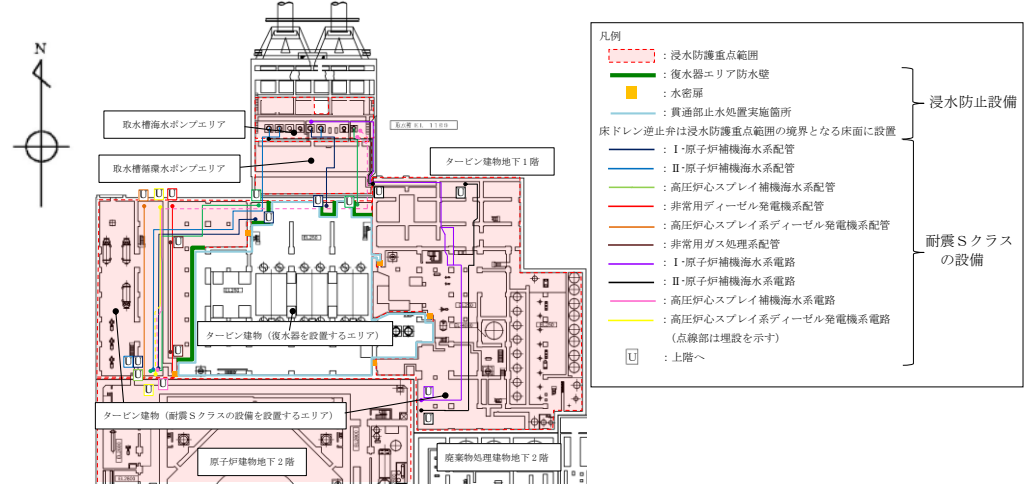
第 2.4-2 図(3) 浸水防護重点化範囲 (平面図)



第 2.4-2 図(4) 浸水防護重点化範囲（平面図）



第 2.4-2 図(5) 浸水防護重点化範囲（断面図）



第 2.4-3 図 タービン建物地下1階の復水器エリア防水壁等の浸水防止設備と耐震Sクラスの設備の位置

## 2.4.2 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・津波による建物内の循環水系等の機器・配管の損傷による建物内への津波及び系統設備保有水の溢水，下位クラス建物における地震時の地下水排水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・津波による屋外循環水配管や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・配管等の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。
- ・地下水については，地震時の地下水の流入が浸水防護重点化範囲へ与える影響について評価する。
- ・施設・設備施工上生じ得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を内包する建物及び区画が設置された敷地への津波の地上部からの到達・流入に対する外郭防護及び取水路，放水路等の経路からの流入に対する外郭防護は，津波防護施設，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，2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2.4-4-1図に示す。

(1) 地震による溢水の影響を含めた浸水防護重点化範囲への影響について

a. タービン建物（復水器を設置するエリア）における溢水

地震に起因するタービン建物（復水器を設置するエリア）に敷設する循環水配管伸縮継手の破損及び低耐震クラス（浸水防止機能を除く）の機器及び配管の損傷により、保有水が溢水するとともに、津波が取水槽及び放水槽から循環水配管等に流れ込み<sup>\*1</sup>、その損傷箇所を介して、タービン建物（復水器を設置するエリア）に流入することが考えられる。

このため、タービン建物（復水器を設置するエリア）に流入した津波により、隣接する浸水防護重点化範囲（原子炉建物、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）及び取水槽循環水ポンプエリア）への影響を評価する。

b. タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）における溢水

地震に起因するタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）に敷設するタービン補機海水系配管を含む低耐震クラスの機器及び配管の損傷により、保有水が溢水するとともに、津波が取水槽及び放水槽からタービン補機海水系配管等に流れ込み<sup>\*1</sup>、その損傷箇所を介して、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）に流入することが考えられる。

このため、浸水防護重点化範囲（タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、原子炉建物及び取水槽循環水ポンプエリア）への影響を評価する。

タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）には、廃棄物処理建物及び制御室建物が隣接するが、それぞれ浸水防護重点化範囲の高さはE L. +8.8m 及びE L. +12.8m 以上であり、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）における浸水水位（E L. +3.6m）がそれ以下であることから、廃棄物処理建物及び制御室建物の浸水防護重点化範囲への浸水経路はない。

c. 取水槽循環水ポンプエリアにおける溢水

地震に起因する取水槽循環水ポンプエリアに敷設する循環水配管伸縮継手の破損及び低耐震クラスの機器及び配管の損傷により、保有水が溢水するとともに、津波が取水槽及び放水槽から循環水配管等に流れ込み<sup>\*1</sup>、その損傷箇所を介して、取水槽循環水ポンプエリアに流入することが考えられる。

このため、浸水防護重点化範囲（取水槽循環水ポンプエリア、取水槽海水ポンプエリア及びタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア））への影響を評価する。

d. 取水槽海水ポンプエリアにおける溢水

地震に起因する取水槽海水ポンプエリアに敷設するタービン補機海水系配管等を含む低耐震クラスの機器及び配管の損傷により、保有水が溢水するとともに、津波が取水槽海水ポンプエリアに流入することが考えられる。

このため、浸水防護重点化範囲（取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリア）への影響を評価する。

※1：取水路と放水路は配管及び復水器を介してつながっており、2号炉の取水槽及び放水槽の水位が高い方から、循環水配管等の損傷箇所との水頭差により海水が流入する。（第2.4-4-2図）

e. 屋外タンク等による屋外における溢水

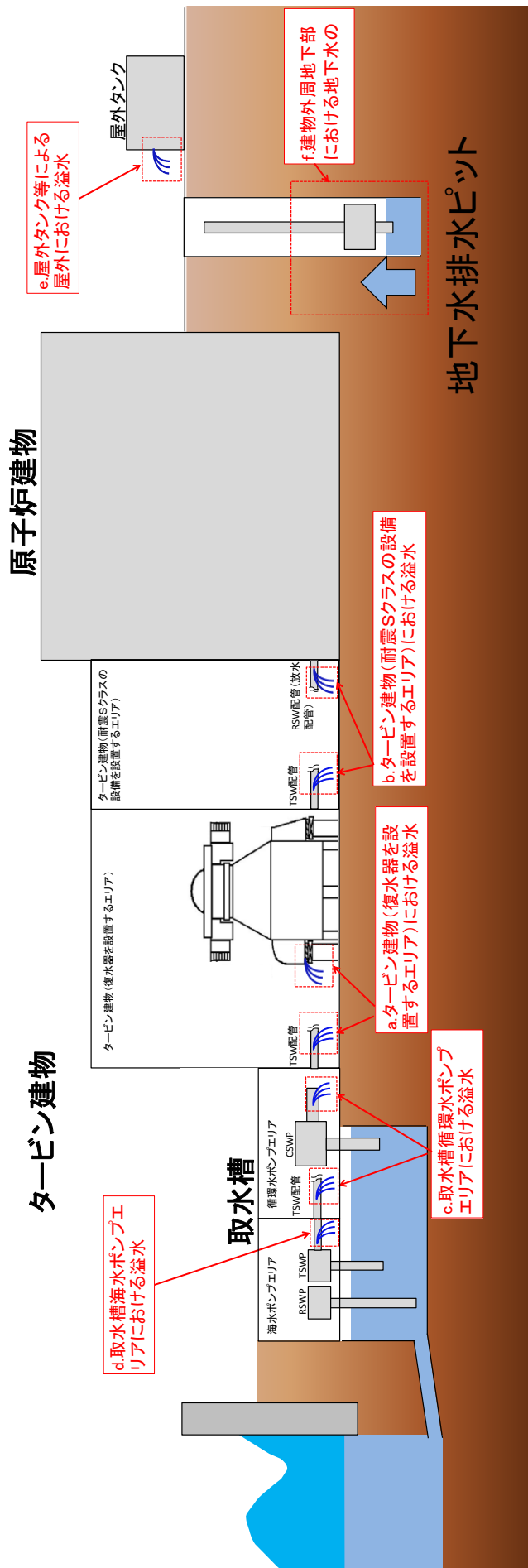
地震により敷地内にある低耐震クラスの機器である屋外タンク等が損傷し、保有水が敷地内に流出することが考えられる。

このため、浸水防護重点化範囲への影響を評価する。

f. 建物外周地下部における地下水位の上昇

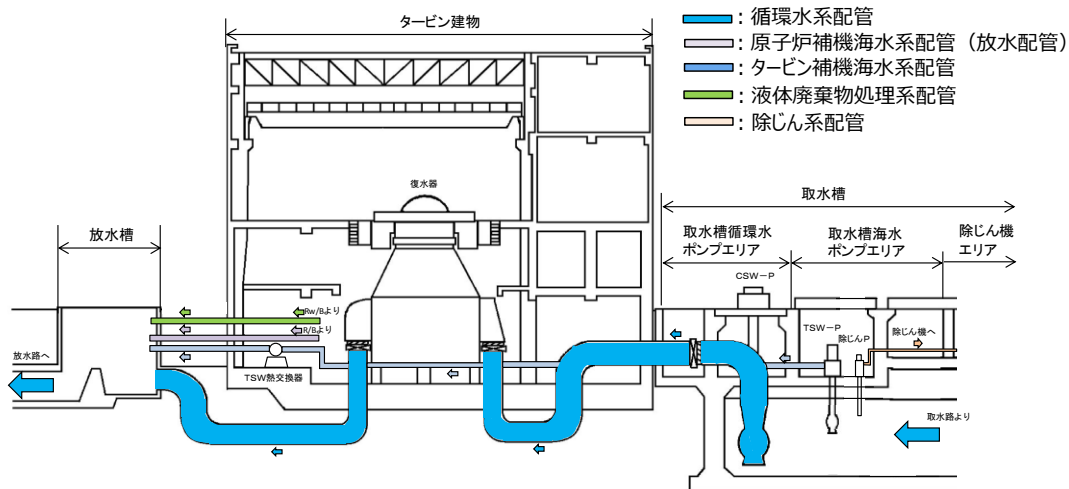
地震により地下水を排出するための排水設備（地下水排水ポンプ）が停止し、建物周辺の地下水位が上昇することが考えられる。

このため、浸水防護重点化範囲への影響を評価する。



第 2.4-4-1 図 地震による溢水の概念図 (低耐震クラスの機器及び配管の損傷)





第 2.4-4-2 図 地震による溢水の概念図  
(海域に接続する低耐震クラスの機器及び配管の経路概要)

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、a., b., c., d. が挙げられることから、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。

上記の「地震による溢水」のうち e., f. 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 9 章，参考資料 3 第 10 章，参考資料 4 補足説明資料 30）において説明しており、以下ではその概要も合わせて示す。なお、A、B-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（燃料移送系）及び排気筒を設置するエリアについては、「2.2.2 取水路、放水路等の経路からの津波の流入防止」で示した海域に接続する経路がないことから、浸水防護重点化範囲へ津波が浸水することはない。

また、「b. タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）における溢水」、「c. 取水槽循環水ポンプエリアにおける溢水」、d. 「取水槽海水ポンプエリアにおける溢水」は、それらの区画が耐震 S クラスの設備を設置する浸水防護重点化範囲であることから、「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）を生じさせない対策（低耐震クラスの機器及び配管への津波流入防止対策（添付資料 27 参照））を踏まえ、浸水防護重点化範囲への影響を評価する。

## (2) 浸水量評価

### a. タービン建物（復水器を設置するエリア）における溢水

本事象による浸水量評価については、「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「復水機エリアにおける溢水」として説明している。評価条件、評価結果等の具体的な内容を添付資料10に抜粋して示す。

添付資料10に示すとおり、本事象による浸水水位は第2.4-5図のとおりとなる（「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（第9章9.1）表9-12より転載）。また、浸水イメージは第2.4-6図のとおりとなる。

### (2) 地震起因による没水影響評価結果

地震起因による溢水量(5,989m<sup>3</sup>)は、復水器エリアの貯留可能容積(6,680m<sup>3</sup>)より小さいことから（溢水水位 EL4.8m）、復水器エリアに貯留可能で、原子炉建物、廃棄物処理建物及び制御室建物へ溢水の流出がないことを確認した。溢水水位の算出結果を表9-12に示す。

$$\begin{array}{ccc} 5,989\text{m}^3 & < & 6,680\text{m}^3 \\ \text{(地震起因による溢水量)} & & \text{(復水器エリアの貯留可能容積)} \end{array}$$

表9-12 地震起因による溢水水位算出結果

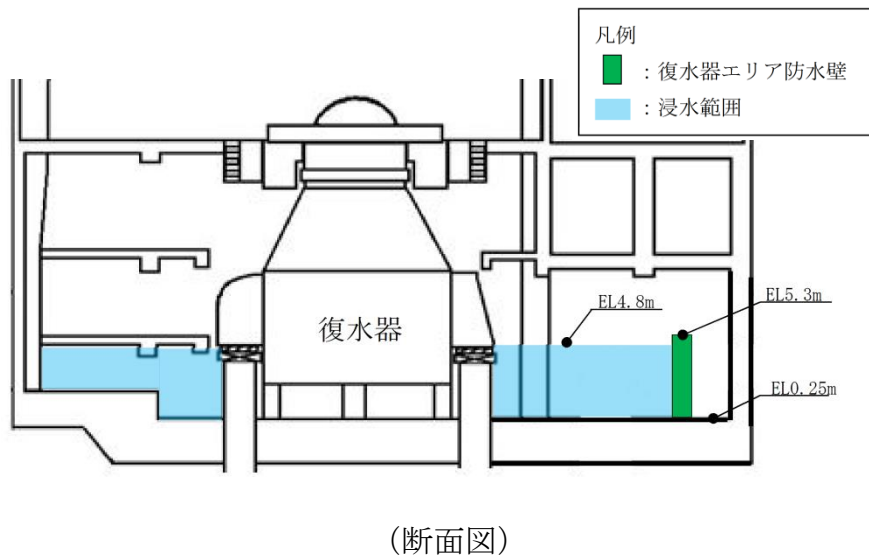
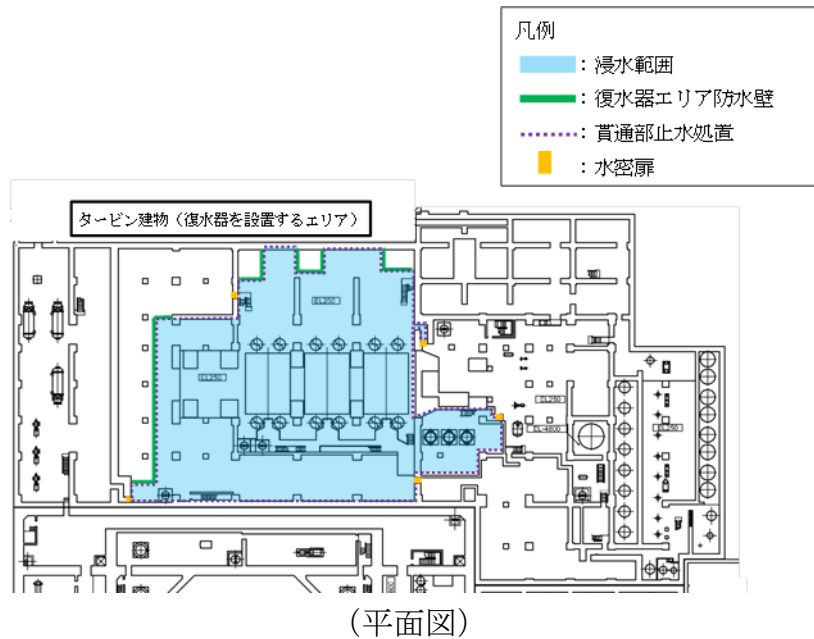
諸元	値
①EL2.0mより上部に滞留する溢水量 <sup>※1</sup>	4,162[m <sup>3</sup> ]
②EL2.0mにおける復水器エリアの滞留面積	1,546[m <sup>2</sup> ]
③水上高さ	0.075[m]
④EL2.0mより上部に滞留する溢水水位 <sup>※2</sup>	2.8[m] (EL4.8m)

※1 地震による溢水量(5,989m<sup>3</sup>)から表9-9におけるEL2.0m以下の空間容積(1,827m<sup>3</sup>)を差し引いた値

※2 以下の式より算出

$$\text{④} = \text{①} / \text{②} + \text{③}$$

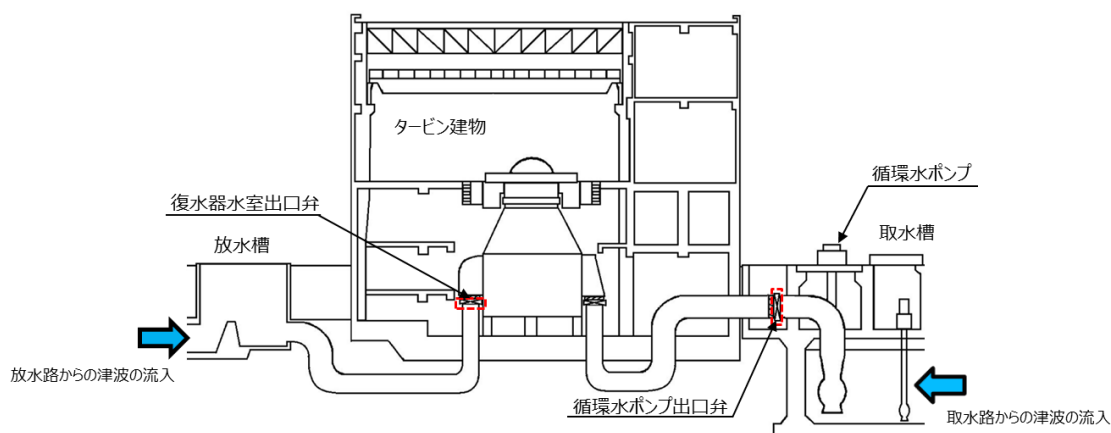
## 第2.4-5図 タービン建物（復水器を設置するエリア）における地震起因による溢水評価



第 2.4-6 図 タービン建物（復水器を設置するエリア）における浸水イメージ

また、津波による溢水に対しては、「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（第 9 章 9.1）における「復水器エリアにおける溢水」の結果から、循環水系に追加設置するインターロック（地震大による原子炉スクラム及びタービン建物の漏えい信号で作動）により、津波襲来前に循環水ポンプの出口弁及び復水器水室出口弁の全閉により自動隔離することから、津波はタービン建物（復水器を設置するエリア）に浸水しない。また、当該弁は津波襲来前に閉止しているため、津波による荷重が作用することから、津波時にも閉止状態を保持できる設計とし、評価方法等については、詳細設計段階で説明する。当該設備の設置位置概要を第 2.4-7 図に示す。

これにより、隣接する浸水防護重点化範囲（原子炉建物，タービン建物（耐震 Sクラスの設備を設置するエリア）及び取水槽循環水ポンプエリア）へ津波は浸水しない。



第 2.4-7 図 循環水ポンプ出口弁及び復水器水室出口弁の設置位置概要

b. タービン建物（耐震 Sクラスの設備を設置するエリア）における溢水

地震に起因し，タービン建物（耐震 Sクラスの設備を設置するエリア）の低耐震クラスの配管であるタービン補機海水系配管，原子炉補機海水系配管（放水配管），高圧炉心スプレイ補機海水系配管（放水配管），液体廃棄物処理系配管の破損により，津波が損傷箇所を介してタービン建物（耐震 Sクラスの設備を設置するエリア）に流入することを防止するため，以下の対策を実施する。対策の詳細は添付資料 27 に示す。

- ・原子炉補機海水系配管（放水配管），高圧炉心スプレイ補機海水系配管（放水配管）の基準地震動  $S_s$  による地震力に対してバウンダリ機能保持
- ・タービン補機海水系配管，液体廃棄物処理系配管への逆止弁設置

上記対策により，同区画は「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）は生じない。

また，タービン建物（耐震 Sクラスの設備を設置するエリア）に設置する耐震 Sクラスの設備に対する浸水影響について，添付資料 28 に示す。

#### c. 取水槽循環水ポンプエリアにおける溢水

地震に起因し、取水槽循環水ポンプエリアに敷設する循環水配管伸縮継手の破損及び低耐震クラスの機器及び配管の損傷により、津波がその損傷箇所を介して、取水槽循環水ポンプエリア内に流入することを防止するため、以下の対策を実施する。対策の詳細は添付資料 27 に示す。

- ・循環水系の機器及び配管の基準地震動  $S_s$  による地震力に対してバウンダリ機能保持
- ・タービン補機海水ポンプ出口弁（インターロック動作）

上記対策により、同区画は「津波による溢水」（津波襲来下において海水が流入する事象）に該当する事象は生じない。

また、取水槽循環水ポンプエリアに設置する耐震 S クラスの設備に対する浸水影響について、添付資料 28 に示す。

#### d. 取水槽海水ポンプエリアにおける溢水

地震に起因し、取水槽海水ポンプエリアに敷設するタービン補機海水系配管を含む低耐震クラスの機器及び配管の損傷により、津波が取水槽海水ポンプエリアに流入することを防止するため、以下の対策を実施する。対策の詳細は添付資料 27 に示す。

- ・タービン補機海水系、除じん系の機器及び配管の基準地震動  $S_s$  による地震力に対してバウンダリ機能保持

上記対策により、同区画は「津波による溢水」（津波襲来下において海水が流入する事象）に該当する事象は生じない。

#### e. 屋外タンク等による屋外における溢水

本事象による浸水量評価については、「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 3 第 10.1）において「屋外タンクの溢水による影響」として説明している。評価条件、評価結果等の具体的な内容を添付資料 10 に抜粋して示す。

添付資料 10 に示されるとおり、本事象による溢水については、溢水源として屋外に設置されたタンク等を挙げた上で、溢水防護区画への影響評価を実施した。その結果、屋外タンクの破損により生じる溢水が、原子炉建物、廃棄物処理建物及び B-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）を設置するエリア、タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）、A-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（燃料移送系）及び排気筒を設置するエリアに影響を及ぼさないことを確認した。

屋外タンクの溢水伝播挙動を第 2.4-8 図に示す。

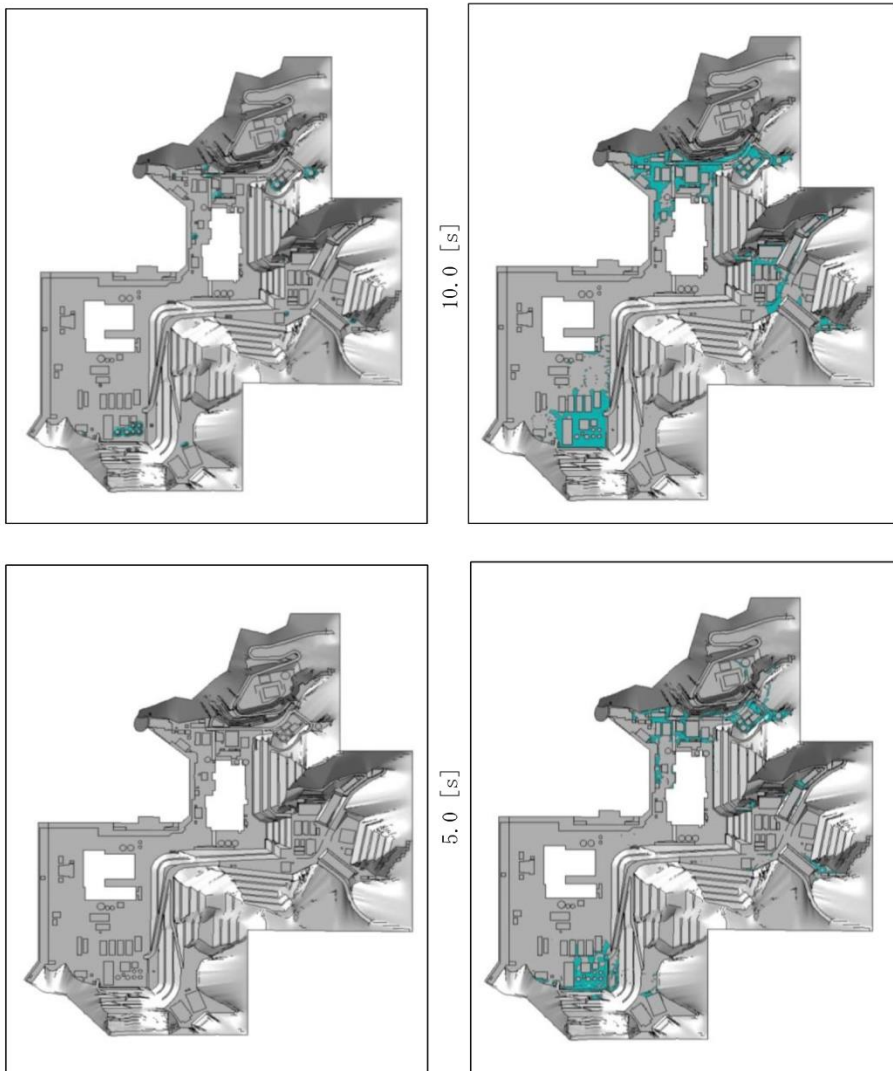


図 10-3-2 屋外タンクの溢水伝播挙動 (1/2)

9条-別添1-10-7

第 2.4-8-1 図 屋外タンクの溢水伝播挙動



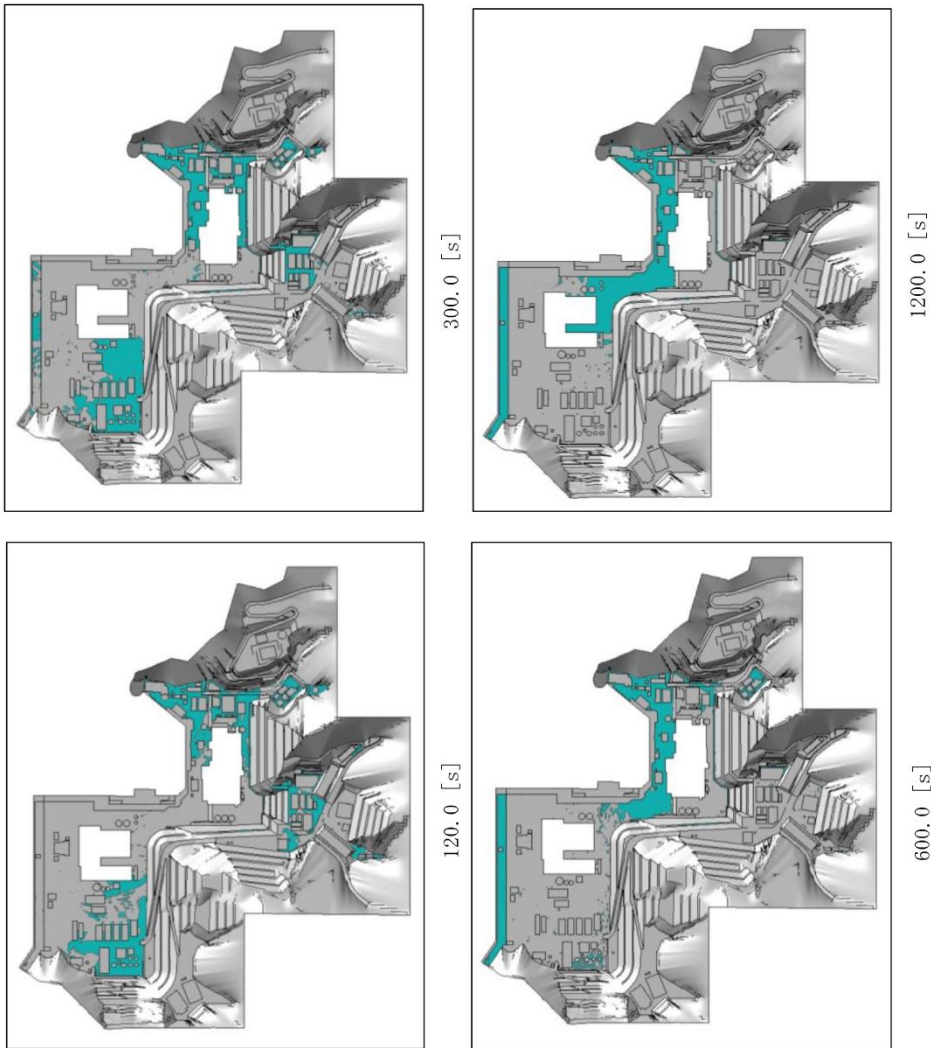


図 10-3-2 屋外タンクの溢水伝播挙動 (2/2)

9条-別添1-10-8

第 2.4-8-2 図 屋外タンクの溢水伝播挙動

f. 建物外周地下部における地下水位の上昇

本事象による浸水量評価については、「設置許可基準規則第9条（溢水による損傷防止等）」に対する適合性（参考資料3第10章10.2）において「地下水の溢水による影響」として説明している。評価条件、評価結果等の具体的な内容を添付資料10に抜粋して示す。

添付資料10に示されるとおり、本事象による浸水水位（建物周囲の地下水位）については、基準地震動  $S_s$  による地震力に対して機能維持する地下水位低下設備を設置することから、建物まで地下水位が上昇することはなく、地下水が溢水防護区画に影響を与えることはないと評価している。

その上で、安全側に地下水位をタービン建物の地表面（EL8.5m）と想定し、地震による建物外周部からの流入について、地震による残留ひび割れを考慮した評価を実施し、ひび割れの程度に応じた浸水量を仮定する。

a. b. c. d. e. f. までの影響評価の内容を第2.4-2表に示す。

第2.4-2表 影響評価一覧表

溢水事象	事象概要	起因事象	想定事象	対策	確認条文
a	タービン建物（復水器を設置するエリア）における溢水	地震	・内部溢水 ・津波による溢水	・インターロックによる循環水系の自動隔離※	設置許可基準規則第5条 第9条
b	タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）における溢水	地震		・インターロックによるタービン補機海水系の自動隔離※	
c	取水槽循環水ポンプエリアにおける溢水	地震		・タービン補機海水系の放水配管等への逆止弁設置※	
d	取水槽海水ポンプエリアにおける溢水	地震		・低耐震クラスの機器及び配管の耐震性評価	
e	屋外タンク等による屋外における溢水	地震	・内部溢水	・取水槽海水ポンプエリアへの防水壁の設置	設置許可基準規則第9条
f	建物外周地下部における地下水位の上昇	地震	・内部溢水	・地下水位低下設備の設置※	設置許可基準規則第9条

※ 隔離範囲については、基準地震動  $S_s$  による地震力に対してバウンダリ機能等を保持する設計とする。



### (3) 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策

「(2) 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。なお、浸水の可能性のある経路、浸水口の特定にあたっては、施設・設備施工上生じうる隙間部等として、貫通口における貫通物と貫通口（スリーブ、壁等）との間に生じる隙間部や建物間接合部に生じる隙間部についても考慮した。

浸水対策の実施範囲を第 2.4-9 図に、浸水経路・浸水口に応じた浸水対策の種類を第 2.4-3 表に示す。

各浸水対策の仕様については「4.2 浸水防止設備の設計」、その設置位置、施工範囲については添付資料 11 に示す。

なお、浸水防護重点化範囲のうち、その境界部に安全側に想定した浸水が及ばず、結果として浸水対策が不要であった範囲を建物の階層単位で整理して示すと第 2.4-4 表となる。各津波防護対象設備において、浸水が生じ得る箇所に設置されるものであるか否か（浸水対策が求められる浸水防護重点化範囲内に設置されているか否か）は、同表及び添付資料 1 「基準津波に対して機能を維持すべき設備とその配置」により確認される。

#### a. タービン建物（復水器を設置するエリア）における溢水

「浸水量評価」に示すとおり本事象による津波の浸水はない。

地震に起因する溢水によるタービン建物（復水器を設置するエリア）における溢水水位は、EL 約 4.8m となるため、没水水位との関係を考慮した浸水防護重点化範囲の境界に以下の浸水対策を行うことから、浸水防護重点化範囲（原子炉建物、タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）及び取水槽循環水ポンプエリア）へ及ぼす影響はない。

＜タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）に対する対策＞

- ・復水器エリア防水壁、水密扉、床ドレン逆止弁、貫通部止水処置

＜原子炉建物及び取水槽循環水ポンプエリアに対する対策＞

- ・貫通部止水処置

#### b. タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）における溢水

タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）における溢水については、浸水防護重点化範囲の境界に以下の浸水対策を行うことにより、浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）に津波の浸水はない。詳細は添付資料 27 に示す。

＜タービン建物（耐震 S クラスの設備を設置するエリア）に対する対策＞

- ・原子炉補機海水系配管（放水配管）、高圧炉心スプレイ補機海水系配管（放水配管）の基準地震動  $S_s$  による地震力に対してバウンダリ機能保持
- ・タービン補機海水系配管、液体廃棄物処理系排水配管への逆止弁設置

c. 取水槽循環水ポンプエリアにおける溢水

取水槽循環水ポンプエリアにおける溢水については、浸水防護重点化範囲の境界に以下の浸水対策を行うことにより、浸水防護重点化範囲である取水槽循環水ポンプエリアに津波の浸水はない。なお、タービン補機海水ポンプ出口弁に設置するインターロックについては、浸水防護重点化範囲（耐震Sクラスの設備を内包する建物）への津波の流入を防止する重要な設備であり、津波襲来前に確実に閉止するため、多重化・多様化を図る。詳細は添付資料 27 に示す。

＜取水槽循環水ポンプエリアに対する対策＞

- ・循環水ポンプ及び配管の基準地震動  $S_s$  による地震力に対してバウンダリ機能保持
- ・タービン補機海水ポンプ出口弁（インターロック動作）

d. 取水槽海水ポンプエリアにおける溢水

取水槽海水ポンプエリアにおける溢水については、浸水防護重点化範囲の境界に以下の浸水対策を行うことにより、浸水防護重点化範囲である取水槽海水ポンプエリアに津波の浸水はない。詳細は添付資料 27 に示す。

＜取水槽海水ポンプエリアに対する対策＞

- ・タービン補機海水系のポンプ及び配管，除じん系のポンプ及び配管の基準地震動  $S_s$  による地震力に対してバウンダリ機能保持

e. 屋外タンク等における溢水

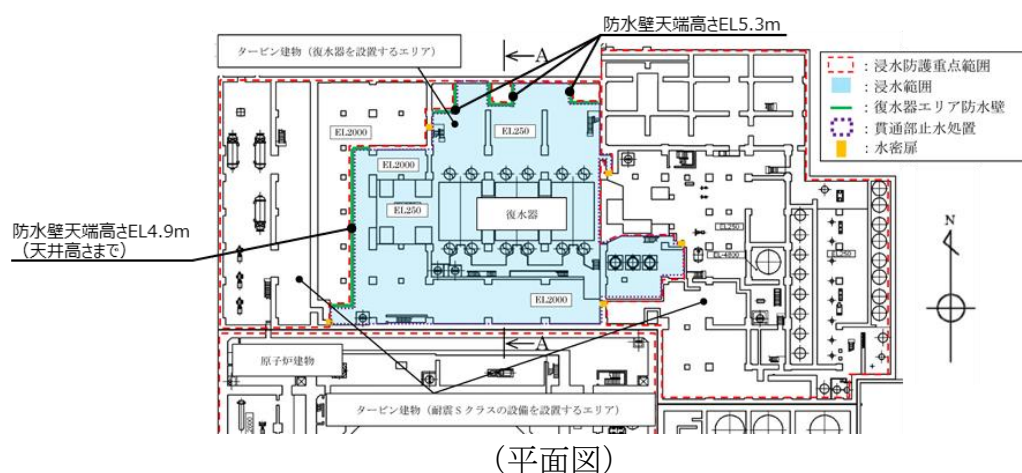
「設置許可基準規則第9条（溢水による損傷の防止等）」に対する適合性（参考資料3第10.1）において「屋外タンクの溢水による影響」として説明しているとおり、地震時の屋外タンク等による影響評価は、原子炉建物，廃棄物処理建物及びB-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）を設置するエリアに設置する格納槽の各扉付近の開口部の下端高さが溢水水位より高い位置にあること，タービン建物については、外壁にある扉付近の水位が扉の設置位置を超えるが、開口部下端高さを超える水位の継続時間が短く、流入する溢水は少量であり、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）の溢水を貯留できる空間容積より十分小さく、また、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）には浸水により機能喪失する設備が設置されていないこと、A-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機（燃料移送系）及び排気筒を設置するエリアについては、防水壁及び水密扉を設置することにより、浸水防護重点化範囲に影響を与えることはない（第2.4-10図参照）。

f. 建物外周地下部における地下水位の上昇

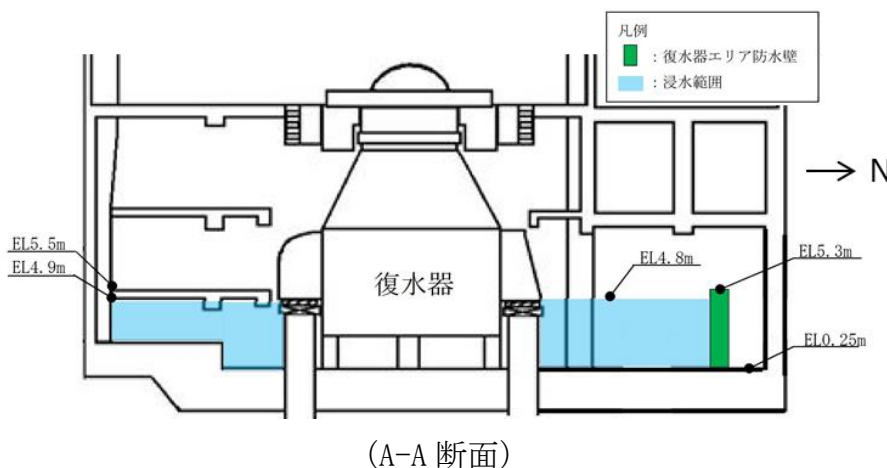
「設置許可基準規則第9条（溢水による損傷防止等）」に対する適合性（参考資料3第10章10.2）において「地下水の溢水による影響」として説明してい

るとおり、建物外周地下部における地下水位の上昇については、基準地震動  $S_s$  による地震力に対して機能維持する地下水位低下設備を設置することによって、地震時及び地震後においても地下水を地上の雨水排水系統へ排水することが可能である。また、地下水位低下設備の電源は、非常用電源系統より供給することから、外部電源喪失時にも排水が可能となっており、水位が上昇し続けることはない（「島根原子力発電所 2 号炉 地震による損傷の防止 別紙-17 地下水位低下設備について」参照）。安全側に地下水位をタービン建物の地表面（EL8.5m）と想定し、地震による建物外周部からの流入について、地震による残留ひび割れを考慮した評価を実施し、ひび割れの程度に応じた浸水量を仮定した場合においても、浸水防護重点化範囲に影響を与えないように浸水対策を実施する。

なお、島根 2 号炉の浸水防護重点化範囲であるタービン建物、制御室建物、廃棄物処理建物（それぞれ耐震 S クラスの設備を設置するエリア）は島根 1 号炉タービン建物等と隣接しているため、島根 1 号炉にて発生した溢水による島根 2 号炉の浸水防護重点化範囲への浸水が考えられるが、島根 2 号炉と島根 1 号炉の建物境界に対しては、溢水防護の観点から止水対策を実施することから、島根 2 号炉へ浸水することはない。

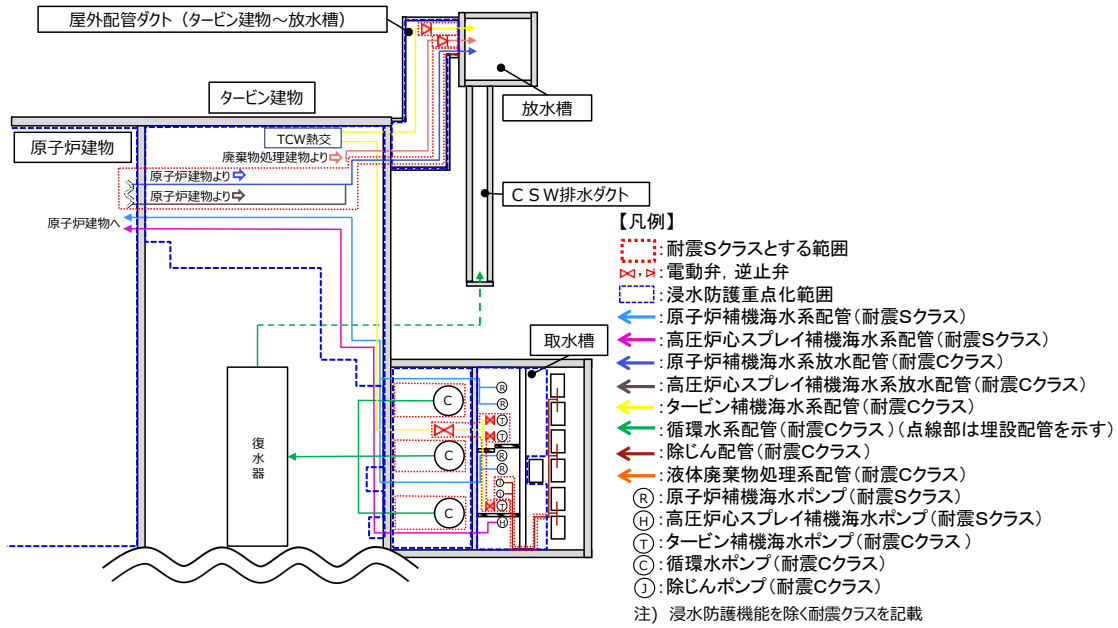


(平面図)

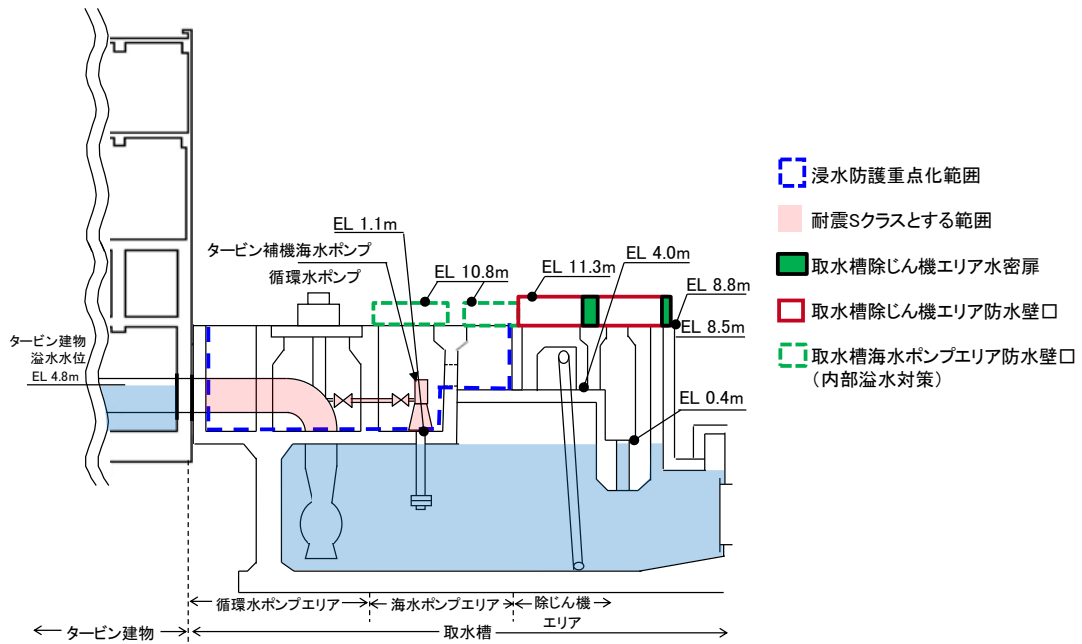


(A-A 断面)

第 2.4-9-1 図 浸水対策概要図 (EL5.3m まで)

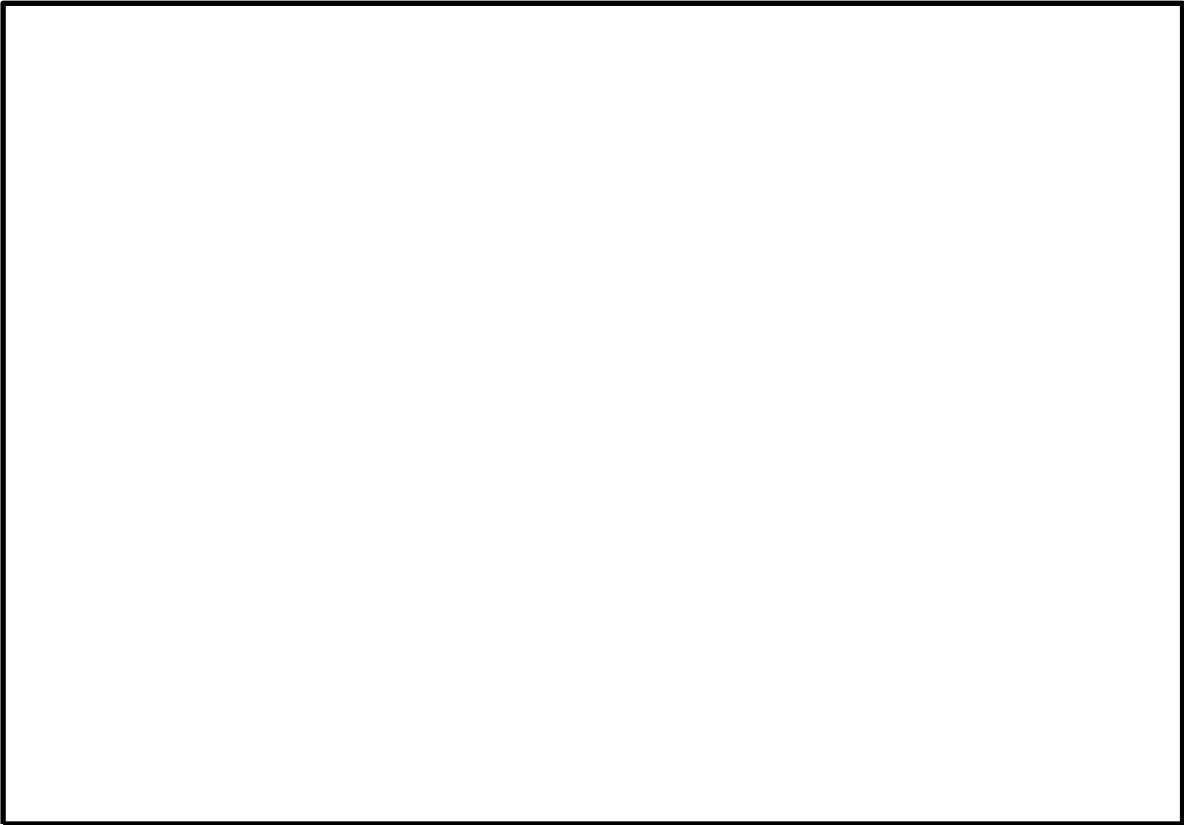


(平面図)

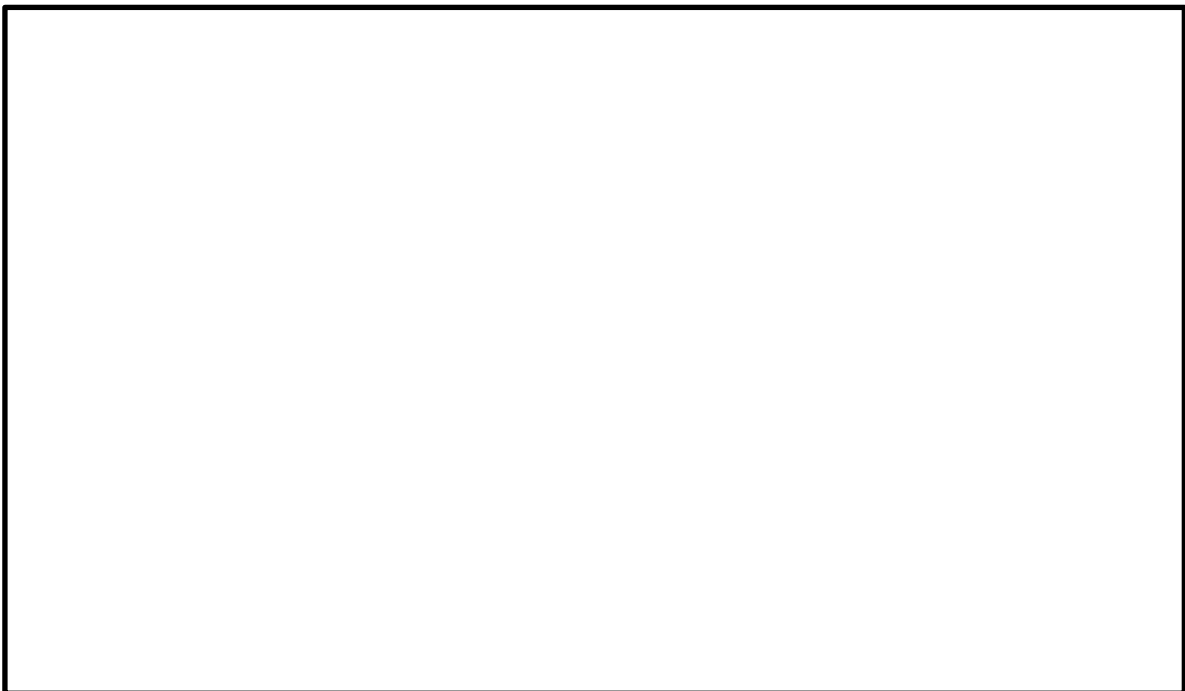


(断面図)

第 2.4-9-2 図 浸水防護重点化範囲内に設置する海域と接続する低耐震クラスの機器及び配管への対策概要図

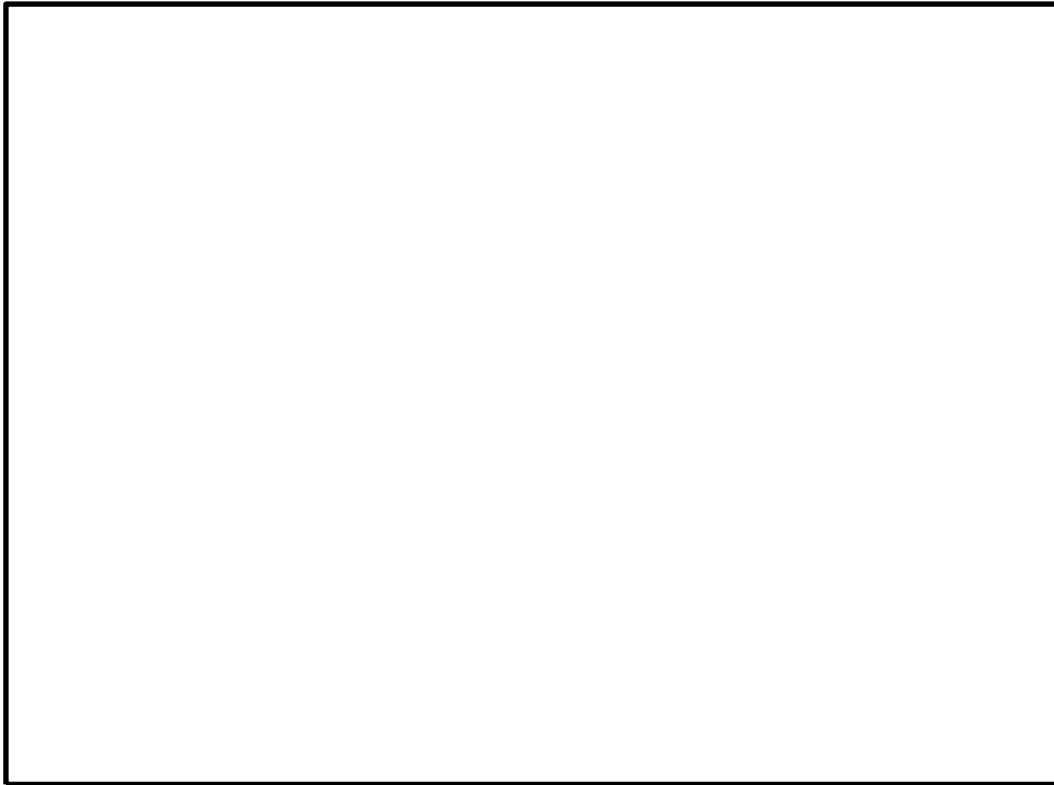


第2.4-9-3図 浸水防護重点化範囲内に設置する海域と接続する低耐震クラスの機器及び配管への対策概要図（取水槽廻り詳細図）（E L. 2.0m）

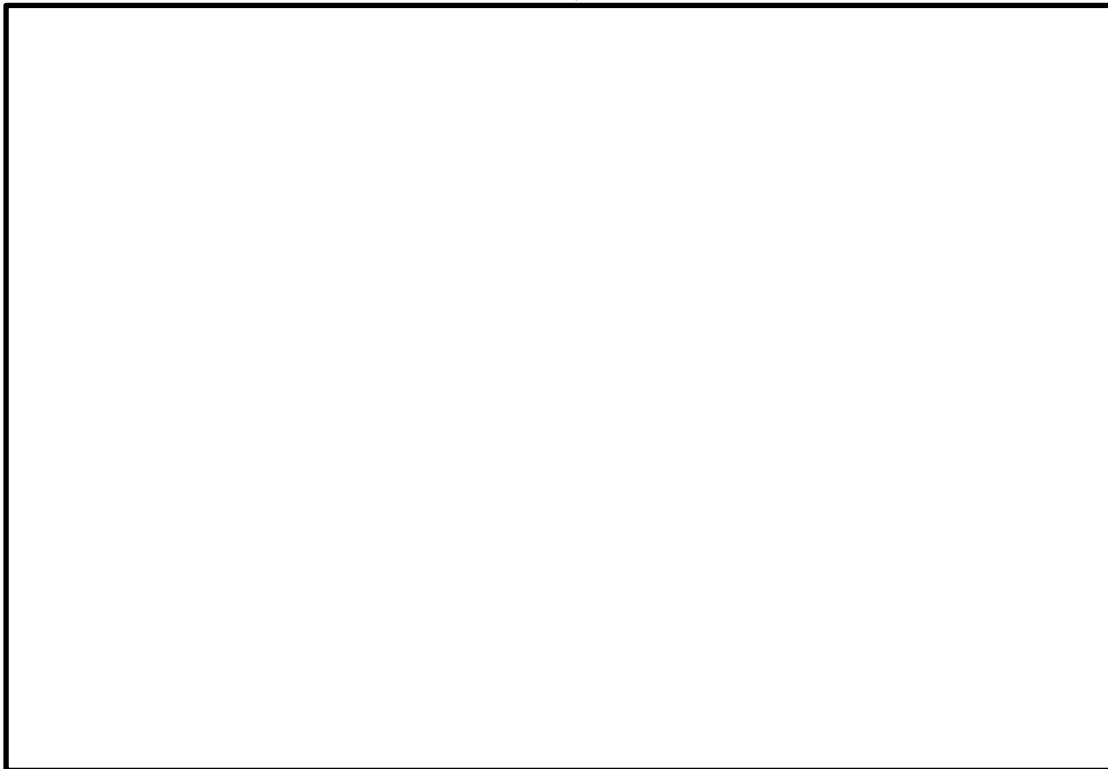


第2.4-9-4図 浸水防護重点化範囲内に設置する海域と接続する低耐震クラスの機器及び配管への対策概要図  
（タービン建物（復水器を設置するエリア）詳細図）（E L. 2.0m）

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

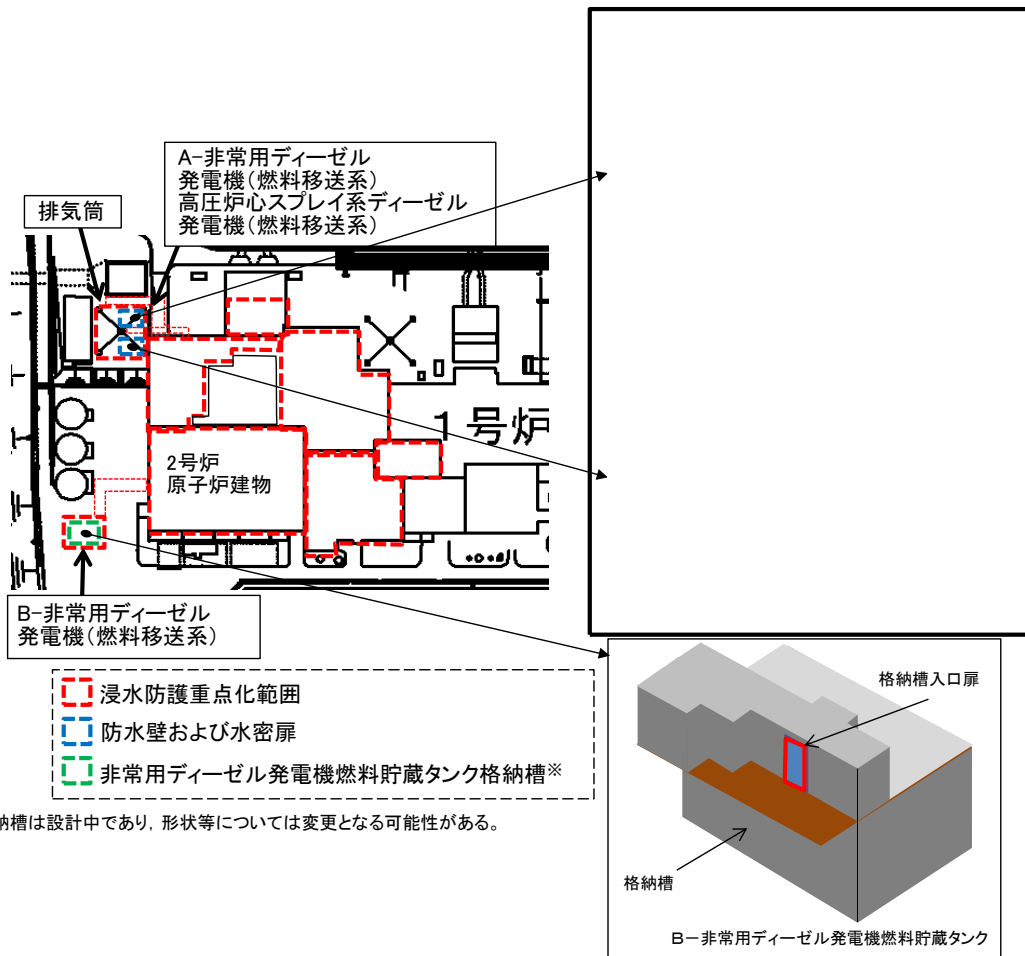


第 2.4-9-5 図 浸水防護重点化範囲内に設置する海域と接続する低耐震クラスの  
機器及び配管への対策概要図  
(タービン建物(耐震Sクラスの設備を設置するエリア)詳細図)(E L. 2.6m)



第 2.4-9-6 図 浸水防護重点化範囲内に設置する海域と接続する低耐震クラスの  
機器及び配管への対策概要図  
(屋外配管ダクト(タービン建物～放水槽)詳細図)(E L. 2.0m)

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



第 2.4-10 図 A-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）、高压炉心スプレイ系ディーゼル発電機（燃料移送系）及び排気筒を設置するエリア及びB-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）を設置するエリア配置図

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

第 2.4-3 表 浸水経路・浸水口に応じた浸水対策の種類

浸水経路・浸水口		浸水対策	(参考) 対象とする 溢水事象
通路・扉部		・「水密扉」を設置	a, e
区画		・「防水壁」を設置	a, e
貫 通 部	配管	・「貫通部止水処置」を実施	a, e, f
	電線管		a, e, f
	ケーブルトレイ		a, e, f
	予備スリーブ		a, e, f
	床ドレン	・「逆止弁」を設置	a
低耐震クラスの機器及び配管		・基準地震動 Ss による地震力に対する バウンダリ機能保持 ・「電動弁」, 「逆止弁」を設置	b, c, d
建物間接合部		・「エキスパンションジョイント止水板」 を設置	e, f

第 2.4-4 表 浸水防護重点化範囲境界の浸水有無（浸水対策要求有無）

建物	タービン建物（復水器を設置するエリア）における階層 <sup>※1</sup>		
	地下1階 (EL2.0m) 浸水あり	地上1階 (EL5.5m) 浸水なし	地上2階 (EL12.5m)以上 浸水なし
原子炉建物	対策要求あり	対策要求なし	対策要求なし
制御室建物	対策要求なし <sup>※2</sup>	対策要求なし	
廃棄物処理建物		対策要求なし	
タービン建物（耐震 Sクラスの設備を 設置するエリア）	対策要求あり	対策要求なし	対策要求なし
取水槽循環水ポン プエリア	対策要求あり	対策要求なし	対策要求なし

※1 建物によりエレベーションは異なり、ここでは代表でタービン建物のエレベーションを表記

※2 制御室建物及び廃棄物処理建物の浸水防護重点化範囲はそれぞれ EL12.8m, EL8.8m 以上であるため、対策要求はない。(第 2.4-2-1 図(1/4, 2/4) 参照。)



## 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

### 2.5.2 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

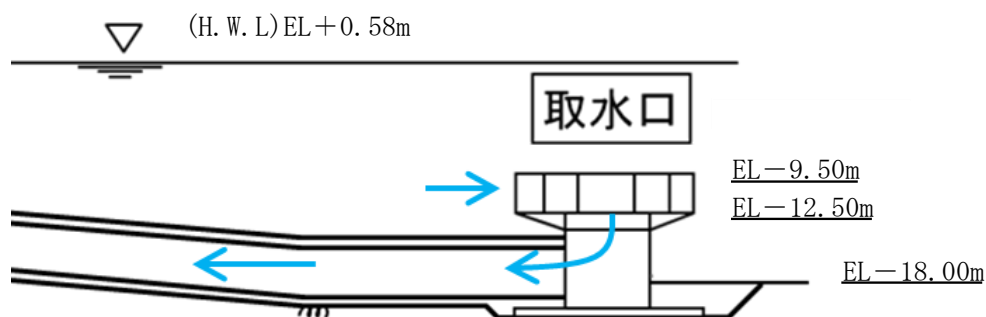
#### (3) 基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する取水性確保

2号炉の取水口は深層取水方式を採用しており、取水口呑口上端がEL-9.5mと低い位置（第2.5-6図）であることから、漂流物が取水口及び取水管の通水性に影響を与える可能性は小さいが、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管を閉塞させ、非常用海水冷却系（原子炉補機海水系及び高圧炉心スプレイ補機海水系）の取水性に影響を及ぼさないことを確認した。漂流物に対する取水性確保の影響評価については、発電所周辺地形並びに敷地及び敷地周辺に襲来する津波の特性を把握した上で、検討対象施設・設備の抽出範囲を設定し、漂流物の検討フローを策定し、抽出した施設・設備について、漂流（滑動を含む）する可能性、2号炉取水口に到達する可能性及び2号炉取水口が閉塞する可能性についてそれぞれ検討を行い、非常用海水冷却系の海水ポンプの取水性への影響を評価した。

なお、漂流物調査範囲内の人工構造物（漁船を含む）の位置、形状等に変更が生じた場合は、津波防護施設の健全性又は取水機能を有する安全設備の取水性に影響を及ぼす可能性がある。このため、漂流物調査範囲内の人工構造物（漁船を含む）については、基準適合状態維持の観点から、設置状況を定期的（1回／定期事業者検査）に確認するとともに、第2.5-18図に示す漂流物の選定・影響確認フローに基づき評価を実施し、津波防護施設の健全性又は取水機能を有する安全設備の取水性を確認し、必要に応じて、対策を実施する。

また、発電所の施設・設備の設置・改造等を行う場合においても、都度、津波防護施設の健全性又は取水機能を有する安全設備の取水性への影響評価を実施する。

これらの調査・評価方針については、QMS文書に定め管理する。



第2.5-6図 取水口呑口概要図

a. 検討対象施設・設備の抽出範囲の設定

発電所周辺地形並びに敷地及び敷地周辺に襲来する津波について、その特徴を把握した上で、検討対象施設・設備の抽出範囲を設定する。

①発電所周辺地形の把握

島根原子力発電所は、島根半島の中央部で日本海に面した位置に立地している。島根原子力発電所の周辺は、東西及び南側を標高 150m 程度の高さの山に囲まれており、発電所東西の海沿いには漁港がある。島根原子力発電所の周辺地形について、第 2.5-7 図に示す。



第 2.5-7 図 発電所周辺の地形

## ②敷地及び敷地周辺に襲来する津波の特性の把握

基準津波の波源, 断層幅と周期の関係, 海底地形, 最大水位上昇量分布, 最大流速分布をそれぞれ第 2.5-8~12 図に示す。また, 水位変動・流向ベクトルを添付資料 34 に示す。

上記から得られる情報を基に, 敷地及び敷地周辺に襲来する津波の特性を考察した。

### 【断層幅と周期の関係 (第 2.5-9 図) から得られる情報】

- ・津波は, 断層運動に伴う地盤変動により水位が変動することにより発生するため, 地盤変動範囲と水深が津波水位変動の波形 (周期) の支配的要因となる。特に, 地盤変動範囲は断層の平面的な幅に影響されることから, 平面的な断層幅が津波周期に大きな影響を与える。
- ・島根原子力発電所で考慮している波源は, 太平洋側で考慮しているプレート間地震と比べ, 平面的な断層幅が狭く, 傾斜角も高角であることから, 津波周期が短くなる傾向にある。

### 【海底地形 (第 2.5-10 図), 最大水位上昇量分布 (第 2.5-11 図) から得られる情報】

- ・日本海東縁部に想定される地震による津波は, 大和堆を回り込むように南方向に向きを変え伝播する。また, 島根原子力発電所前面に位置する隠岐諸島の影響により, 隠岐諸島を回り込むように津波が伝播し, 東西方向から島根原子力発電所に到達する。

### 【最大流速分布 (第 2.5-12 図) から得られる情報】

- ・日本海東縁部に想定される地震による津波は, 図中の①~⑥であり, 基準津波 1 (①, ②) は, 他の基準津波 (図中③~⑥) に比べ, 沖合の流速が速い範囲が広域である。また, 沿岸部においても流速が速い箇所が多いことから, 日本海東縁部に想定される地震による津波のうち, 基準津波 1 の流速が速い傾向がある。
- ・海域活断層から想定される地震による津波は, 図中の⑦, ⑧であり, 日本海東縁部に想定される地震による津波 (図中の①~⑥) と比較すると, 沖合・沿岸部共に日本海東縁部に想定される地震による津波の方が流速が速い。
- ・全ての流速分布において, 流速は発電所沖合よりも沿岸付近の方が速くなる傾向がある。

- ・防波堤有無による影響について、①及び②並びに⑦及び⑧を比較した結果、発電所沖合の流速への有意な影響はない。

**【水位変動・流向ベクトル（添付資料 34）から得られる情報】**

基準津波 1～6 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報をそれぞれ第 2.5-2(1)表から第 2.5-2(6)表に示す。また、得られた情報をまとめると以下のとおりとなる。

[日本海東縁部に想定される地震による津波]

- ・日本海東縁部に想定される地震による津波の第 1 波は地震発生後 115 分程度で輪谷湾内に到達するが、到達した際の水位変動は 2m 以下であり、その後、約 1 時間程度、水位変動は最大でも 3m 程度で上昇・下降を繰り返す。
- ・各基準津波の施設護岸又は防波壁での最高水位、2 号炉取水口での最低水位を以下に発生時刻を含めて示す。

**【水位上昇側】（潮位 0.58m, 潮位のばらつき+0.14m を考慮）**

- 基準津波 1（防波堤有り）：EL+10.7m（約 192 分）
- 基準津波 1（防波堤無し）：EL+11.9m（約 193 分）
- 基準津波 2（防波堤有り）：EL+ 9.0m（約 198 分）
- 基準津波 5（防波堤無し）：EL+11.5m（約 193 分）

**【水位下降側】（潮位 0.09m, 潮位のばらつき-0.17m, 隆起-0.34m を考慮）**

- 基準津波 1（防波堤有り）：EL-5.4m（約 189 分 30 秒）
- 基準津波 1（防波堤無し）：EL-6.3m（約 189 分）
- 基準津波 3（防波堤有り）：EL-4.9m（約 190 分 30 秒）
- 基準津波 6（防波堤無し）：EL-6.4m（約 190 分 30 秒）

- ・輪谷湾内の流向は最大でも 4 分程度で反転している。
- ・発電所沖合において、1m/s を超える流速は確認されない。
- ・発電所港湾部の最大流速は、基準津波 1（防波堤有り）のケースであり、港湾外及び港湾内ともに防波壁前面付近で 9.0m/s（約 193 分）である。

[海域活断層から想定される地震による津波]

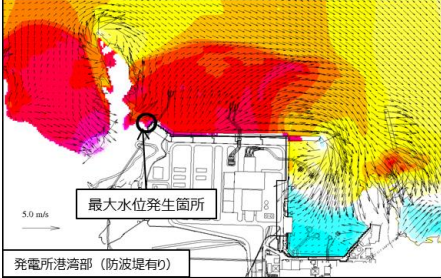
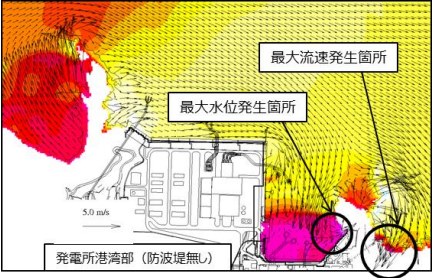
- ・海域活断層から想定される地震による津波の第 1 波は地震発生後約 3 分程度で押し波として襲来し 2 分間水位上昇(1m 程度)する。その後、引き波傾向となり、地震発生後、6 分 30 秒において基準津波 4 の最低

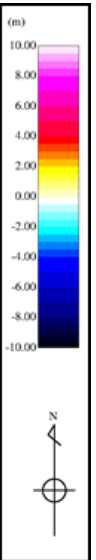
水位（2号炉取水口：EL-4.2m）となる。以降は、水位変動1m程度で上昇下降を繰り返す。

第 2.5-2(1)-1 表 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

時刻	水位変動・流向ベクトルの考察		
	発電所周辺海域	発電所港湾部（輪谷湾）	
		防波堤有り	防波堤無し
0分～ 108分	－（津波が到達していない。）	－（津波が到達していない。）	－（津波が到達していない。）
109分	津波の第1波が敷地の東側から襲来する。	－（津波が到達していない。）	－（津波が到達していない。）
114分	東側から襲来する津波は徐々に発電所方向に進行する。 西側からも津波が襲来する。	－（津波が到達していない。）	－（津波が到達していない。）
116分30秒	－	第1波が輪谷湾内に襲来する。水位が1m程度上昇する。	防波堤有りと同様な傾向を示す。
116分30秒～ 183分	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	最大でも3m程度（138分、142分、160分～161分、164分～165分、166分～167分、170分～171分、174分、175分、178分～179分、180分）の水位変動を繰り返す。また、水位変動の周期（押し波または引き波継続時間）は最大でも4分程度（121分～124分30秒、）である。	防波堤有りと同様な傾向を示す。
183分～ 184分 30秒	－	強い押し波により水位が5m程度上昇する。また、5m/s程度の流速が発生する。押し波時間は2分間程度継続し、その後引き波に転じる。	防波堤有りと同様な傾向を示す。
186分～ 187分 30秒	－	強い押し波により水位が5m程度上昇する。また、5m/s程度の流速が発生する。押し波時間は2分間程度継続し、その後引き波に転じる。	防波堤有りと同様な傾向を示す。
187分 30秒～ 189分 30秒	－	強い引き波により水位が-6m程度下降する。	防波堤有りと同様な傾向を示す。
189分 30秒～ 190分 30秒	（沖合において）水位変動が3mを超える津波が発電所方向に襲来する。	強い押し波により水位が5m程度上昇する。また、5m/sを超える流速が発生する。押し波時間は1分間程度継続し、その後引き波に転じる。	防波堤有りと同様な傾向を示す。

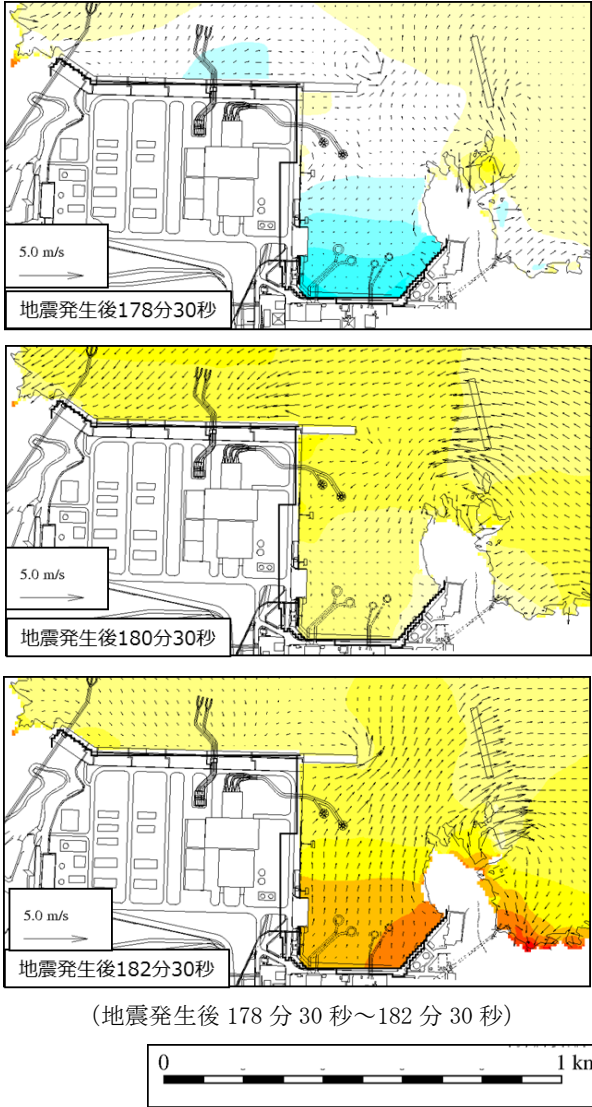
第 2.5-2(1)-2 表 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

時刻	水位変動・流向ベクトルの考察		
	発電所 周辺海域	発電所港湾部（輪谷湾）	
		防波堤有り	防波堤無し
192 分 30 秒 ～ 193 分 30 秒	—	<p>西側方向から（沖合において）水位変動が 3m を超える津波が襲来する。 基準津波 1 における最高水位 EL+10.7m が 3号炉北側の防波壁の西端付近で確認される（192 分 30 秒）。 押し波時間は 1 分間程度継続し、その後引き波に転じる。</p>  <p>（地震発生後 192 分 30 秒）</p>	<p>防波堤有りと同様な傾向を示す。 防波堤無しにおいて、最高水位 EL+11.9m が輪谷湾の東側の隅角部で確認される（約 193 分）。</p>  <p>（地震発生後 193 分）</p>
194 分 以降	<p>発電所沖合において、1m/s 以上の流速は発生していない。</p>	<p>水位変動は最大でも 3m 程度（206 分、207 分～208 分、210 分、214 分、222 分）で、また、水位変動の周期（押し波または引き波継続時間）は最大でも 3 分程度（233 分～236 分）で押し波、引き波を繰り返す。</p>	<p>防波堤有りと同様な傾向を示す。</p>





第 2.5-2(2)表 基準津波 2 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

時刻	水位変動・流向ベクトルの考察	
	発電所周辺海域	発電所港湾部（輪谷湾）
		防波堤有り
170分～ 195分	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	<p>最大でも 3m 程度（182 分，190 分）の水位変動を繰り返す。また，水位変動の周期は最大でも 4 分（178 分 30 秒～182 分 30 秒）程度である。</p>  <p>（地震発生後 178 分 30 秒～182 分 30 秒）</p>
195分～ 196分30秒	—	強い引き波により水位が-5m程度下降する。引き波継続時間は1分30秒程度で，その後，すぐに押し波となる。
197分～ 198分	—	基準津波 2 における最大水位 EL+9.0m が輪谷湾の西側で確認される（約 198 分）。
198分 以降	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	水位変動は最大でも 3m 程度（202 分，207 分）で，押し波，引き波を繰り返す。



第 2.5-2(3)表 基準津波 3 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

時刻	水位変動・流向ベクトルの考察	
	発電所周辺海域	発電所港湾部
		防波堤有り
170分～ 189分	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	最大でも3m程度（178分30秒，181分30秒，182分）の水位変動を繰り返す。また，水位変動の周期は最大でも4分程度（173分～177分）である。
189分～ 190分 30秒	—	強い引き波により2号炉取水口で最低水位EL -4.9mが確認される。 引き波時間は1分30秒程度継続し，その後押し波に転じる。
191分以降	発電所沖合において，1m/s以上の流速は発生していない。	水位変動は最大でも3m程度（192分，194分，196分30秒，198分）で，押し波，引き波を繰り返す。

第 2.5-2(4)表 基準津波 5 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

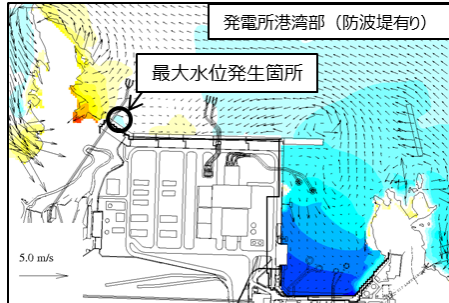
時刻	水位変動・流向ベクトルの考察	
	発電所周辺海域	発電所港湾部
		防波堤無し
170分～ 190分	発電所沖合において，1m/s以上の流速は発生していない。	水位変動は最大でも3m程度（176分30秒，181分，）で，押し波，引き波を繰り返す。
190分～ 192分	—	強い引き波により水位が-6m程度下降する。 引き波継続時間は2分間程度であり，その後押し波に転じる。
192分～ 193分	—	強い押し波により基準津波5における最大水位EL+11.5mが輪谷湾の東側の隅角部で確認される（約193分）。 押し波時間は1分間程度であり，その後引き波に転じる。
198分～ 199分 30秒	—	押し波時間は1分30秒間程度であり，その後引き波に転じる。

第 2.5-2(5)表 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

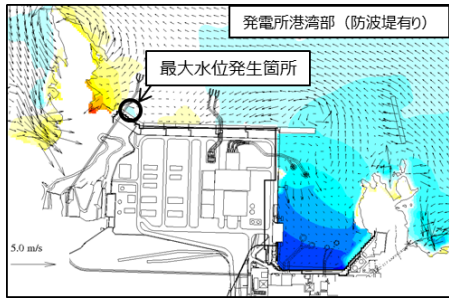
時刻	水位変動・流向ベクトルの考察	
	発電所周辺海域	発電所港湾部
		防波堤無し
170分～ 188分30 秒	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	水位変動は最大でも3m程度（182分、185分、188分30秒）
189分～ 190分 30秒	—	強い引き波により2号炉取水口で最低水位EL-6.4mが確認される。（190分30秒）。引き波時間は1分30秒程度であり、その後押し波に転じる。
190分 30秒 ～ 191分 30秒		強い押し波により水位が6m程度上昇する。
197分 ～ 198分		強い押し波により水位が6m程度上昇する。

第 2.5-2(6)表 基準津波 4 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

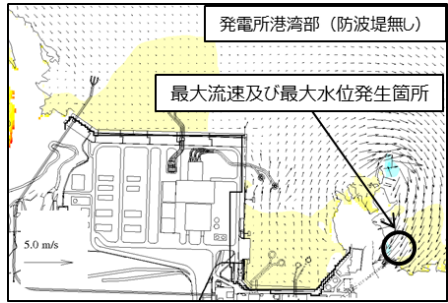
時刻	水位変動・流向ベクトルの考察		
	発電所周辺海域	発電所港湾部	
		防波堤有り	防波堤無し
0分～2分	水位変動 1m 程度の津波が確認できる。また、その後水位 -2m 程度の津波が確認できる。 1m/s 以上の流速は発生していない。	— (津波が到達していない。)	— (津波が到達していない。)
3分		港湾内に押し波が襲来。水位が 1m 程度上昇する。	防波堤有りと同様な傾向。
6分以降	—	引き波により最低水位 EL-4.0 m が確認される (約 6 分 30 秒)。 最大流速 3.3m/s が 3 号炉北側の防波壁の西端付近で確認される。(約 6 分) 最高水位 EL+3.0m が 3 号炉北側の防波壁の西端付近で確認される。(約 6 分 30 秒)	防波堤有りと同様な傾向。 防波堤無しにおいて、最低水位 EL-4.2m が確認される (約 6 分 30 秒)。



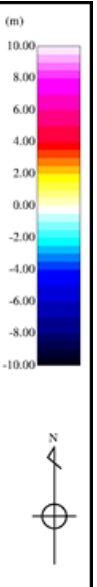
(地震発生後約 6 分)



(地震発生後約 6 分 30 秒)

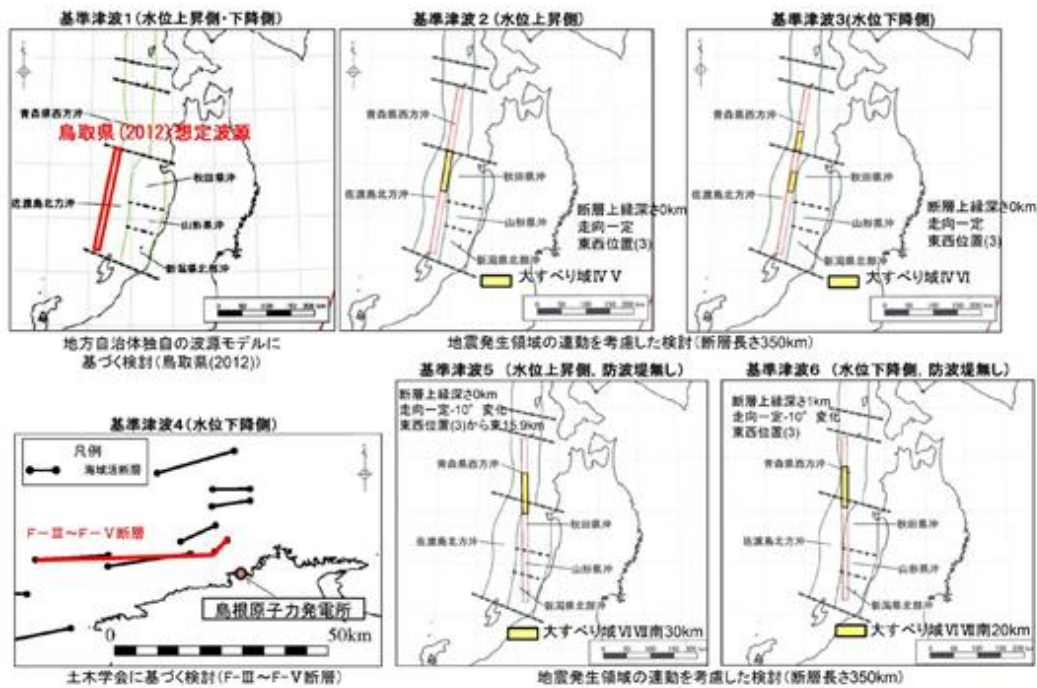


(地震発生後約 9 分)



基準津波の波源，断層幅と周期の関係，海底地形，最大水位上昇量分布，最大流速分布及び水位変動・流向ベクトルを踏まえた敷地及び敷地周辺に襲来する津波の特性に係る考察は以下のとおり。

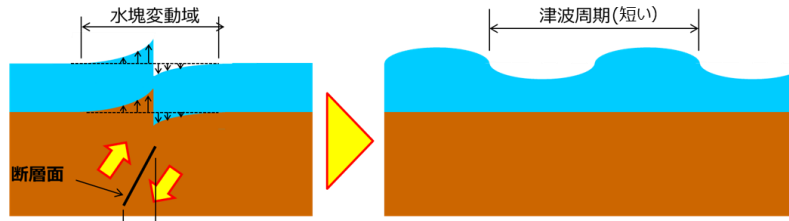
- ・日本海東縁部に想定される地震による津波の周期はプレート間地震による津波に比べ短い傾向にあり，流向は最大でも4分程度で反転している。
- ・日本海東縁部に想定される地震による津波は，大和堆，隠岐諸島の海底地形の影響を受け島根原子力発電所に到達する。
- ・海域活断層から想定される地震による津波に対して，日本海東縁部に想定される地震による津波の方が流速が速い。
- ・日本海東縁部に想定される地震による津波の中でも基準津波1の流速が比較的速い。
- ・基準津波1は，基準津波の策定において考慮した津波の中で，施設護岸又は防波壁における水位上昇量が最大となることから，エネルギー保存則を踏まえると流速も最も大きくなると考えられる。
- ・流速は発電所沖合よりも沿岸付近の方が速くなる傾向がある。
- ・発電所沖合において，防波堤の有無による流速への有意な影響はない。



第 2.5-8 図 基準津波の波源

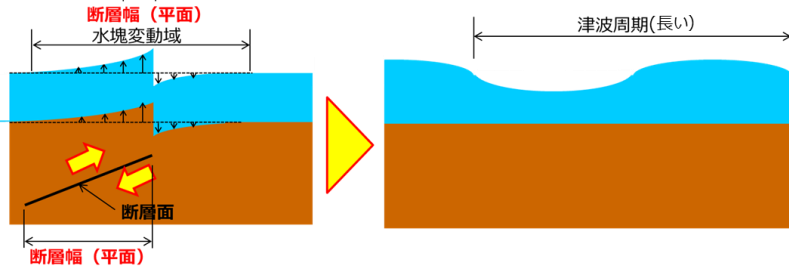
●日本海側（活断層）

- ・傾斜角：高角
- ・断層幅：狭い
- ⇒断層幅（平面）が狭く、水塊変動域が狭くなるため、津波周期が短くなる傾向がある。

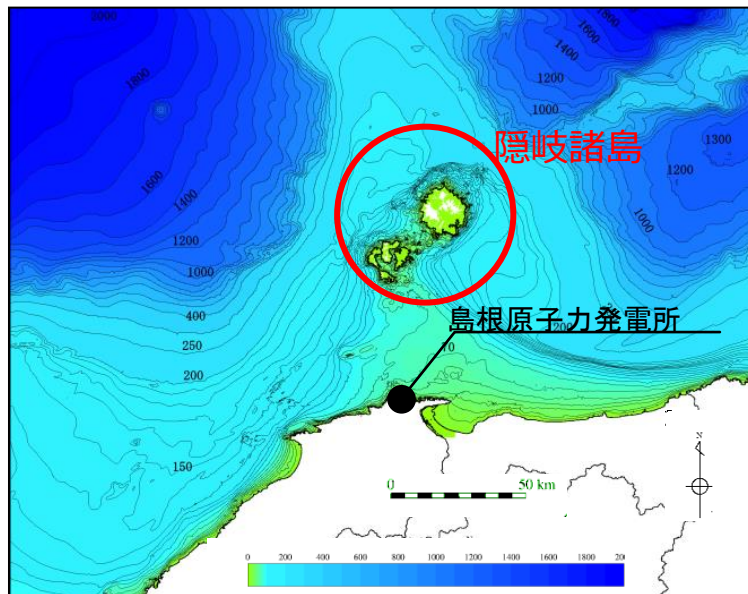
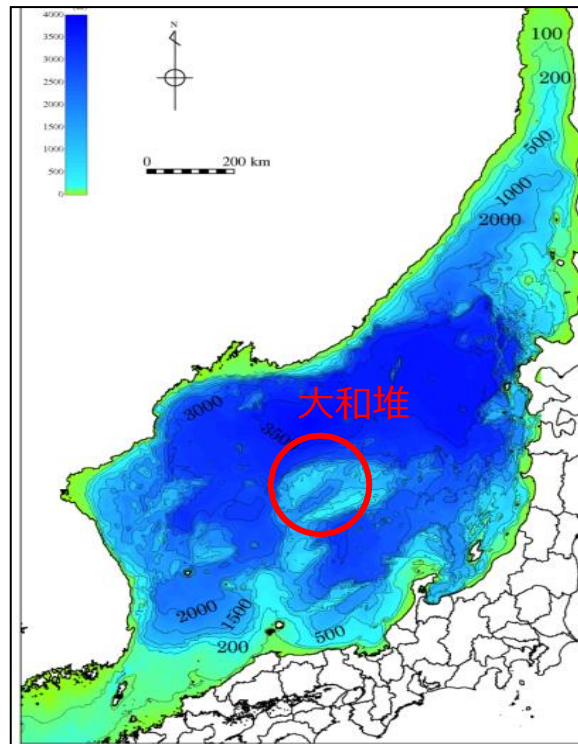


●太平洋側（プレート間地震）

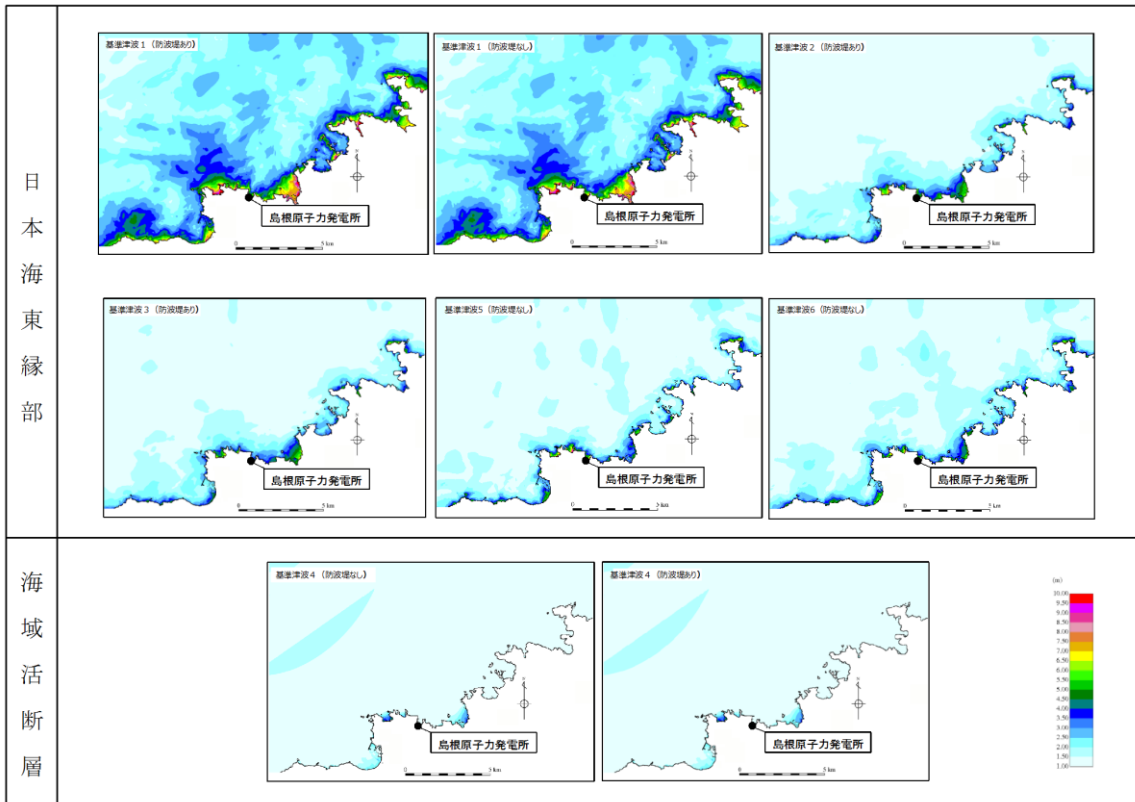
- ・傾斜角：低角
- ・断層幅：広い
- ⇒断層幅（平面）が広く、水塊変動域が広がるため、津波周期が長くなる傾向がある。



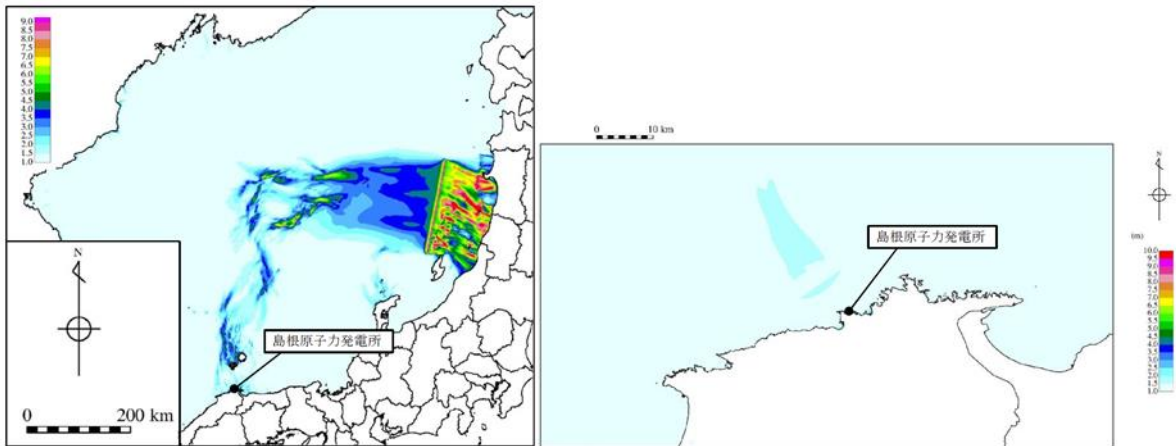
第 2.5-9 図 断層幅と周期の関係



第 2.5-10 図 海底地形



(参考) 波源位置から島根原子力発電所までの最大水位上昇量分布

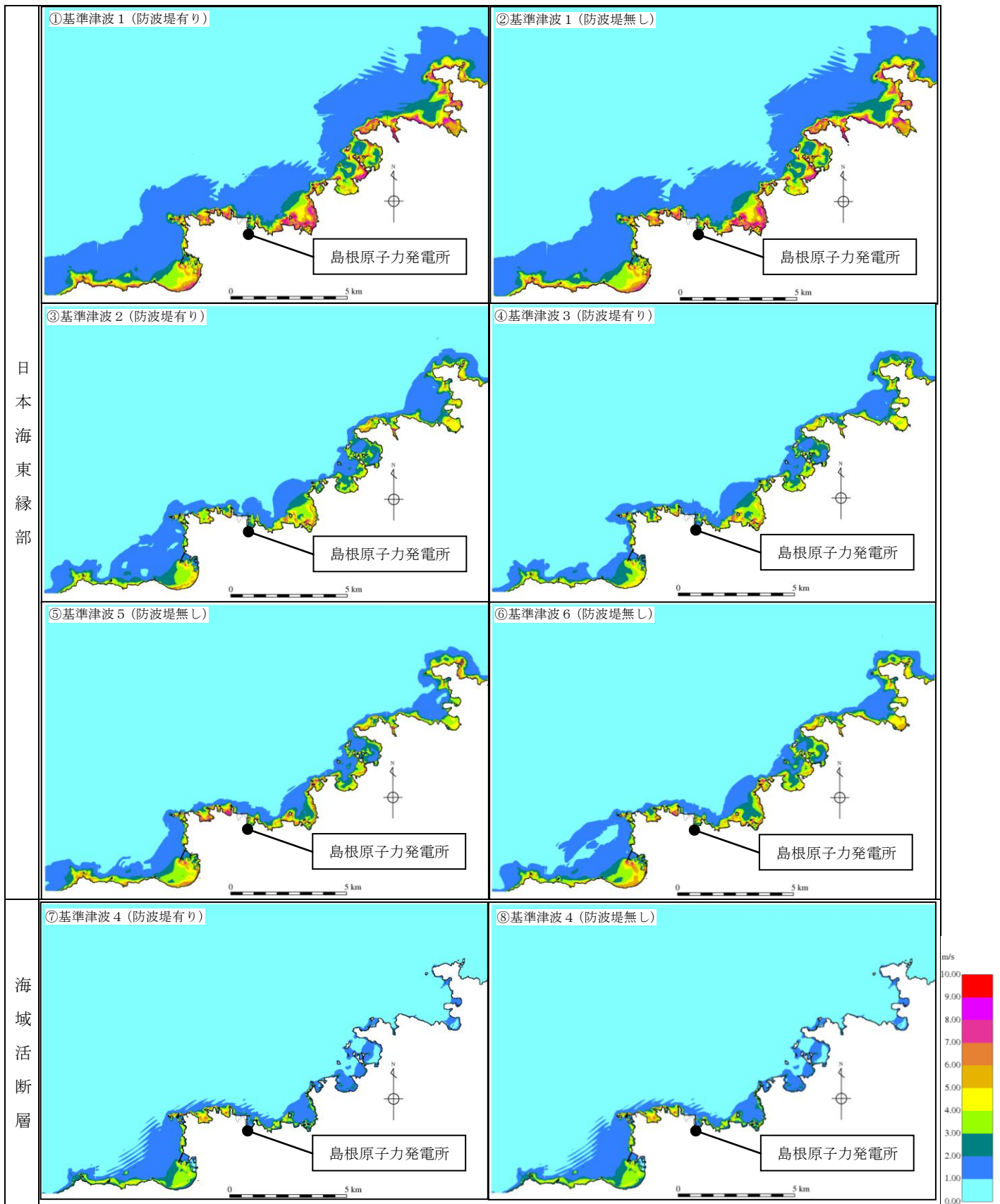


(日本海東縁部に想定される地震による津波)

(海域活断層に想定される地震による津波)

第 2.5-11 図 最大水位上昇量分布





第 2.5-12 図 最大流速分布

さらに、津波の平面二次元解析から求まる流向及び流速により仮想的な浮遊物が辿る経路を確認することで、より詳細に基準津波の流向及び流速の特徴が把握できるため、仮想的な浮遊物の軌跡解析※を基準津波1～6について実施した。

仮想的な浮遊物の移動開始位置については、日本海側に面している島根原子力発電所の敷地形状を踏まえ、敷地前面の9箇所（地点1～9）に加え、周辺漁港の位置や漁船の航行等を考慮し、4箇所（地点10～13）を設定した。計13箇所の仮想的な浮遊物の移動開始位置を第2.5-13図に示す。

解析時間については、基準津波の解析時間と同様、日本海東縁部に想定される地震による津波は6時間、海域活断層から想定される地震による津波は、3時間とした。基準津波による軌跡解析結果を第2.5-14図に示す。

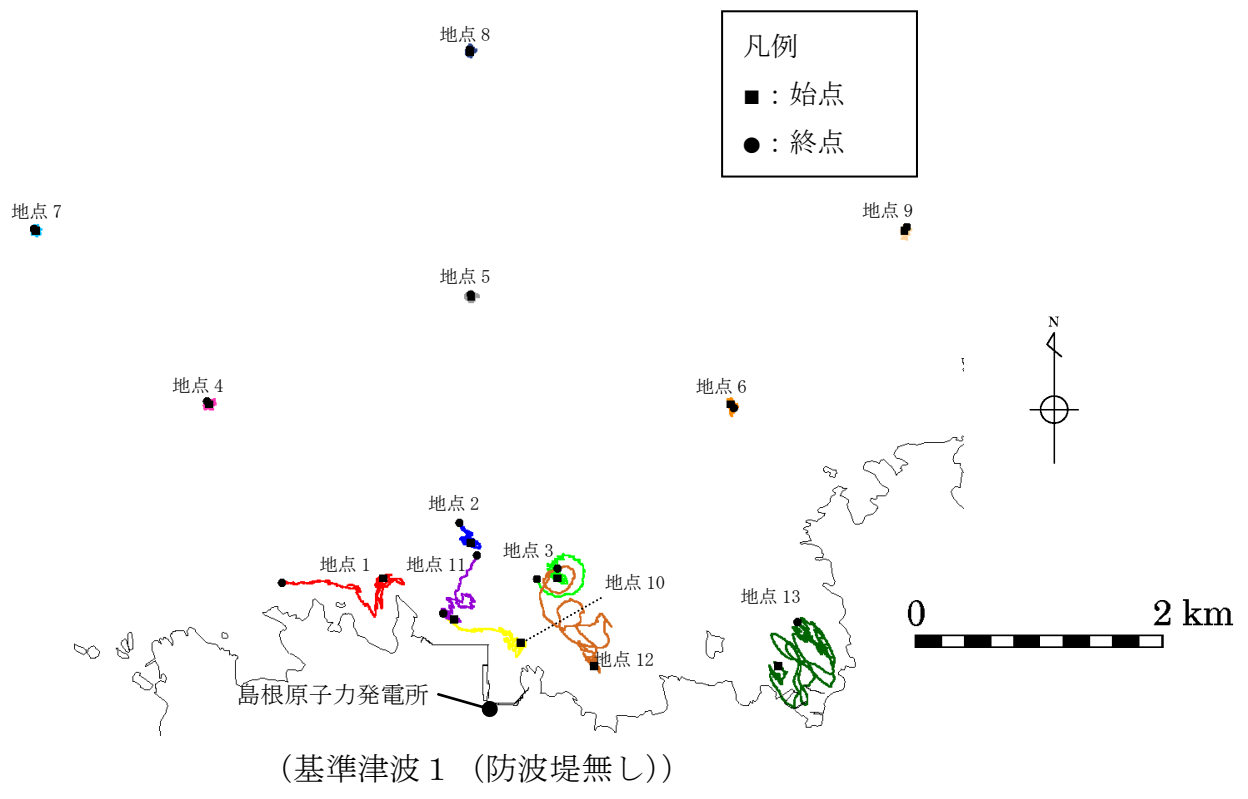
軌跡解析の結果、基準津波の特性で示した特徴と同様、3km及び5kmの地点（地点4～9）において仮想的な浮遊物は、初期位置からほとんど移動しないことが確認された。

なお、軌跡解析は津波の平面二次元解析から求まる流向及び流速により仮想的な浮遊物が移動する経路（軌跡）を示したものであり、漂流物の挙動と仮想的な浮遊物の軌跡が完全に一致するものではないが、仮想的な浮遊物の軌跡は漂流物の挙動と比較して敏感であり、漂流物の影響を評価する上で重要な漂流物の移動に係る傾向把握の参考情報として用いることができると考える。

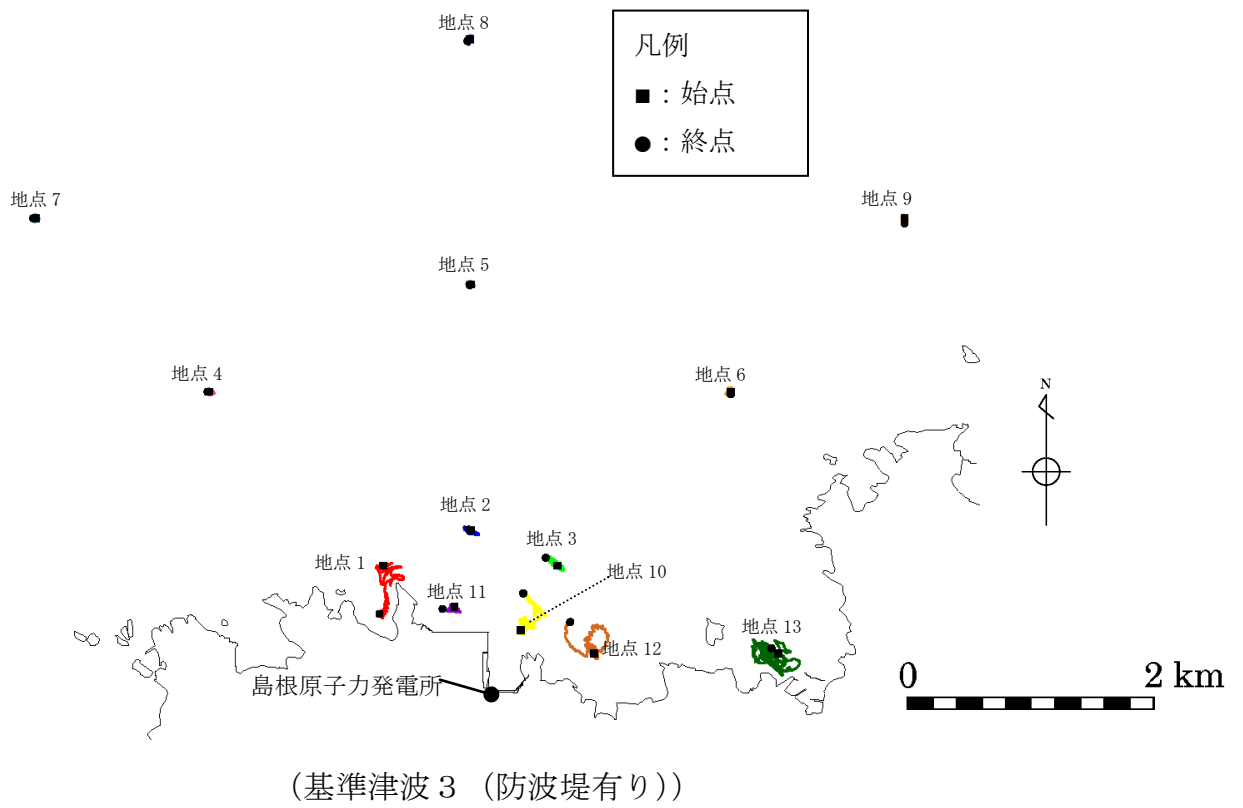
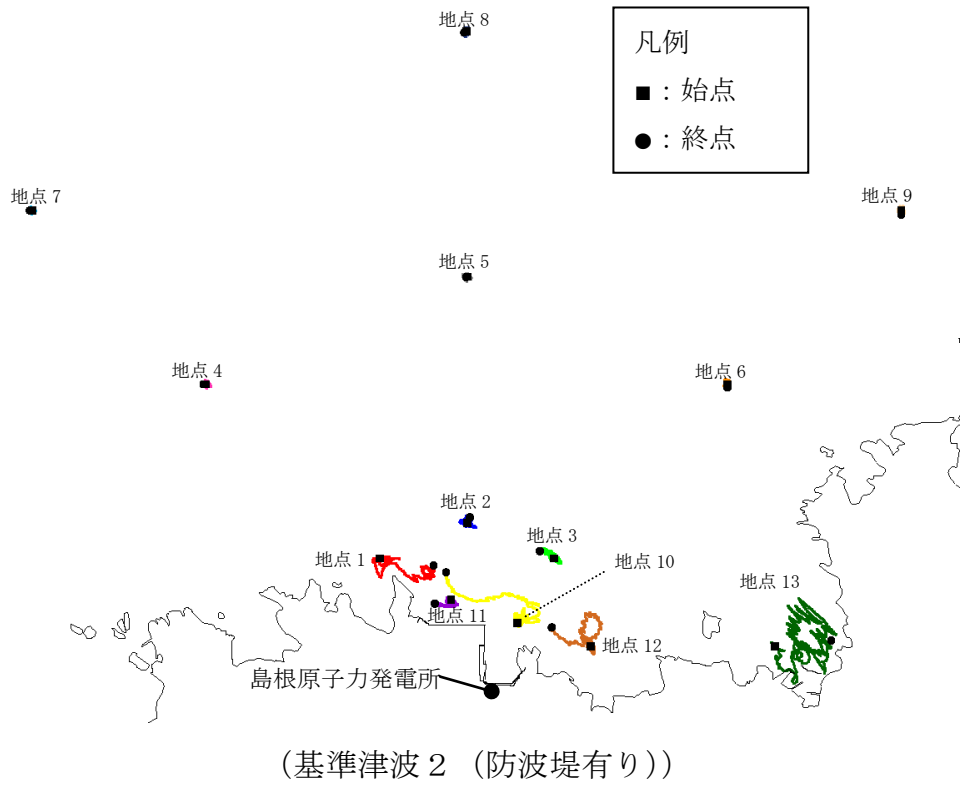


第2.5-13図 仮想的な浮遊物の移動開始位置

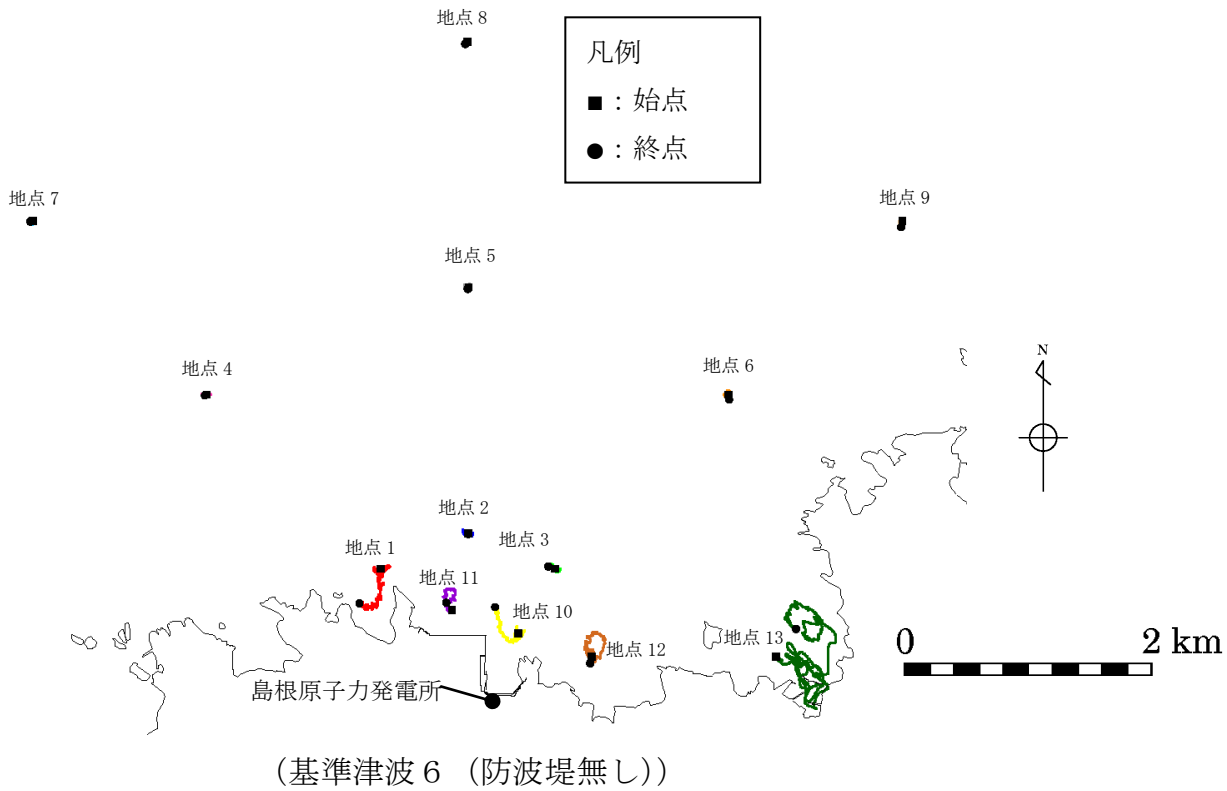
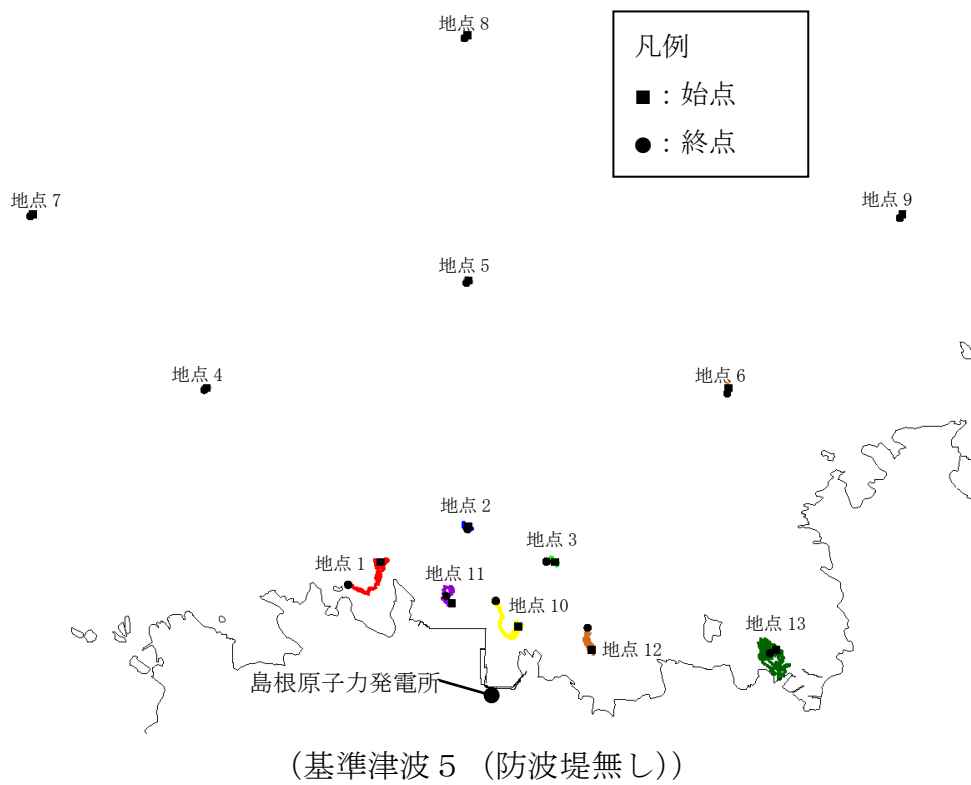
※ 津波解析から求まる流向流速をもとに、質量を持たず、抵抗を考慮しない仮想的な浮遊物が、水面を移動する軌跡を示す解析。



第 2.5-14-1 図 軌跡解析結果



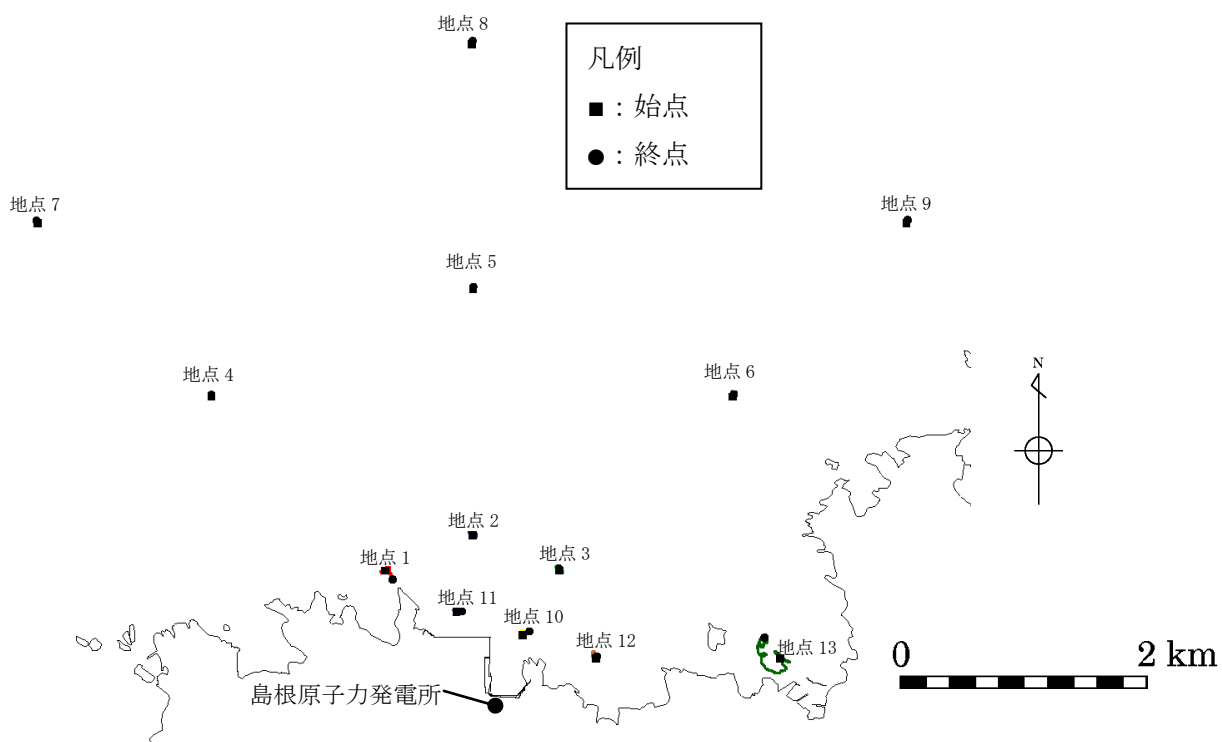
第 2.5-14-2 図 軌跡解析結果



第 2.5-14-3 図 軌跡解析結果



(基準津波 4 (防波堤有り))



(基準津波 4 (防波堤無し))

第 2.5-14-4 図 軌跡解析結果

## b. 漂流物調査範囲の設定

漂流物調査の範囲については、前項に示した発電所周辺地形並びに敷地及び敷地周辺に襲来する津波の特性を考慮し、基準津波による漂流物の移動量を算出し、調査範囲を設定する。

前項「②敷地及び敷地周辺に襲来する津波の特性の把握」における基準津波の特徴を踏まえ、漂流物の抽出における津波としては、基準津波の策定で考慮した津波のうち、発電所へ向かう流速が最も大きいと考えられる基準津波1で代表させる。日本海東縁部に想定される地震による津波である基準津波1について、第2.5-13図に示す計13の地点において、水位、流向、流速の時系列データを抽出した。なお、日本海東縁部に想定される地震による津波は、第4図に示すとおり、地震発生後、約110分程度から水位が上昇し始め、190分程度で最大水位を示し、230分以降は収束傾向（水位1m以下）となることから、100分から260分の範囲を検討対象とした。

津波の流向が発電所へ向かっている時に、漂流物が発電所に接近すると考え、流向が発電所へ向かっている時（地点1～11:南方向、地点12:南西方向、地点13:西方向）の最大流速と継続時間より、漂流物の移動量を算出する。

漂流物の移動量の算出に当たっては、発電所へ向かう流向が継続している間にも流速は刻々と変化しているが、保守的に最大流速が継続しているものとして、最大流速と継続時間の積によって移動量を算出する。

また、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て評価を行った。

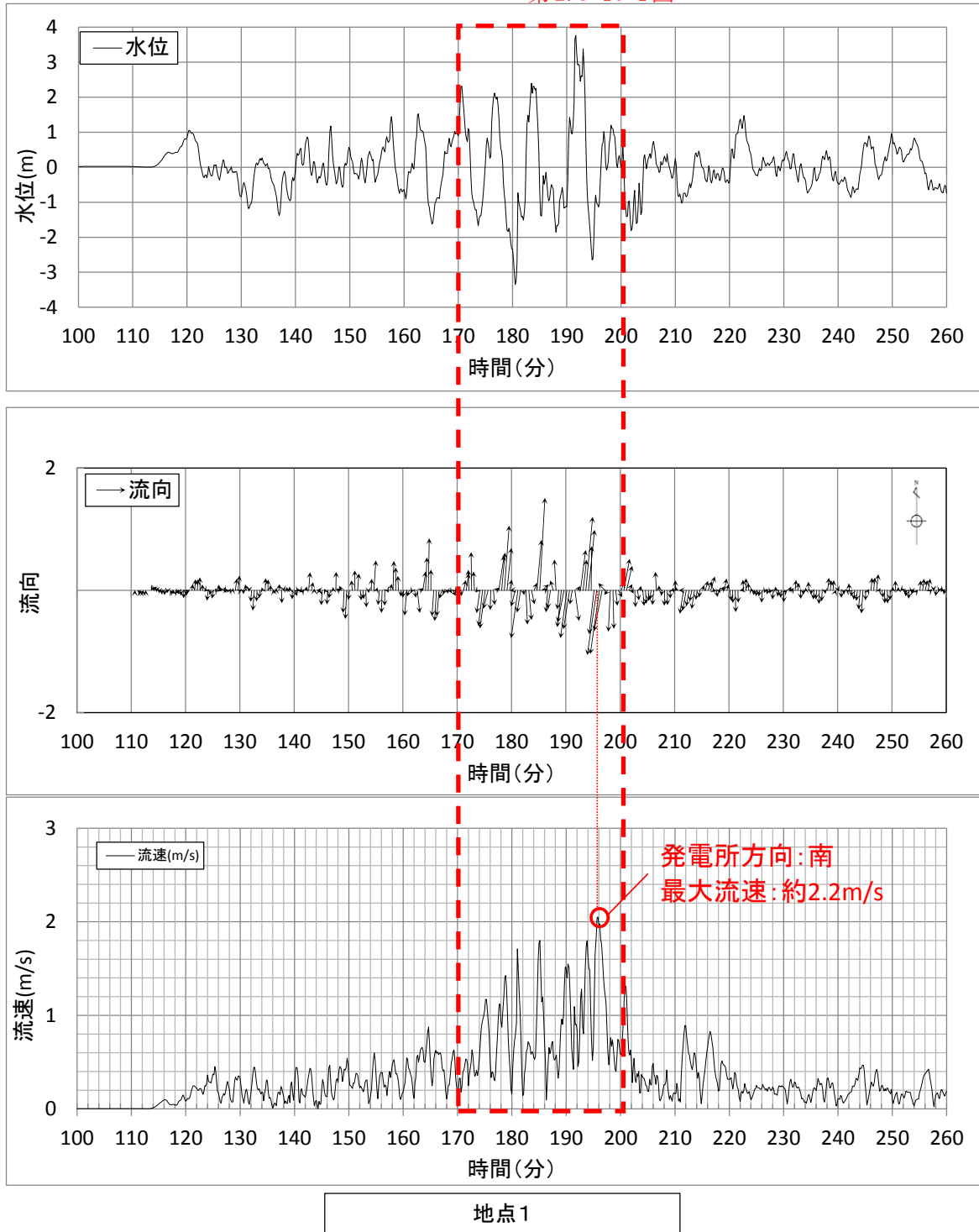
なお、評価においては、その他の基準津波に比べ、基準津波1の流速が比較的速く、また港湾外においては、防波堤有無による有意な影響が見られないこと及び3km、5km地点（地点4～9）においては、仮想的な浮遊物の軌跡解析の結果からも移動量が小さい傾向が確認されたことから、基準津波1における1km圏内の地点1～3、周辺漁港等を考慮した地点10～13を抽出し、そのうち発電所方向に向かう流速が最大となる地点1及び地点13を評価対象とした。

基準津波1における水位、流向、流速を第2.5-15図に示す。

$$\text{移動量} = \text{継続時間} \times 2 \times \text{最大流速}$$

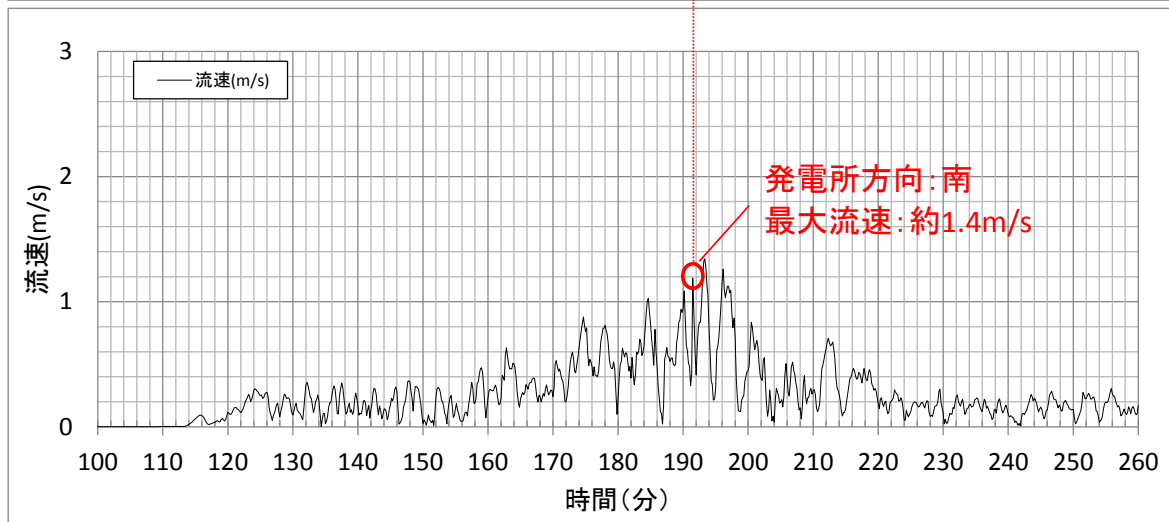
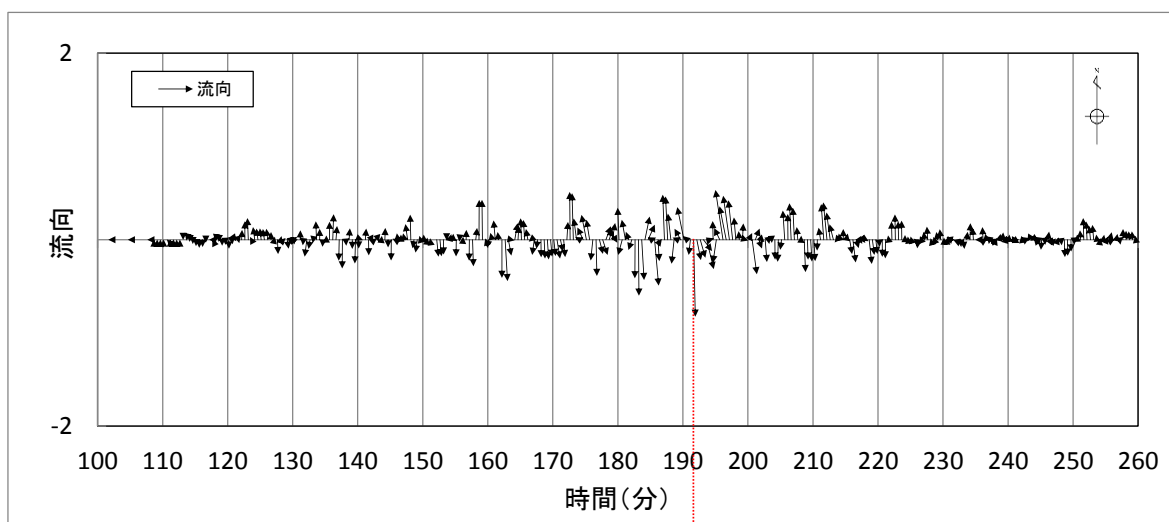
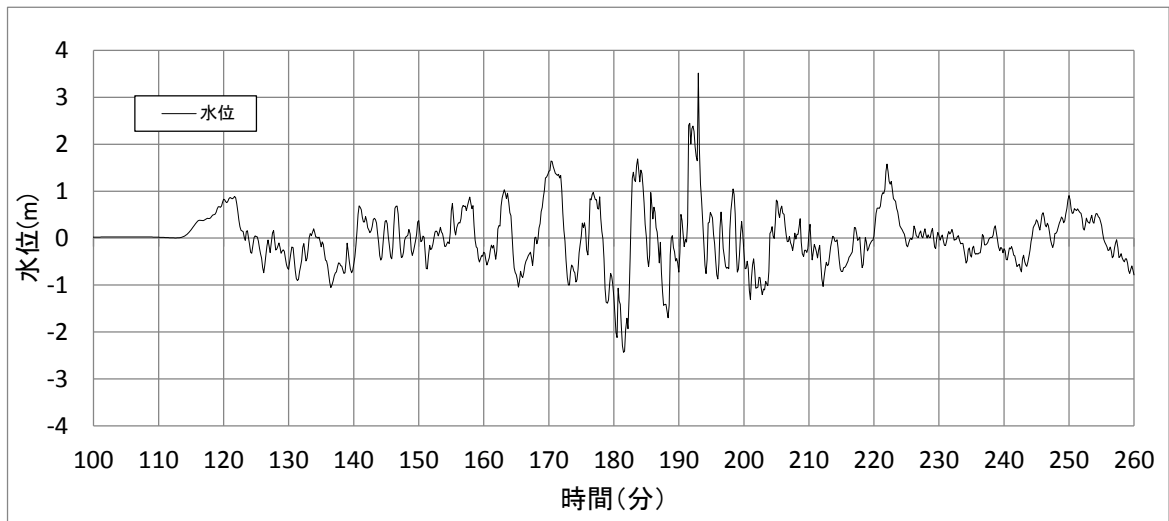
以上の条件において、漂流物の移動量を評価した（第2.5-16図）。評価の結果、抽出地点（地点1）における移動量900mが最大となった。以上により漂流物の移動量が900mとなるが、保守的に半径5kmの範囲を漂流物調査の範囲として設定する。

第2.5-16-1図



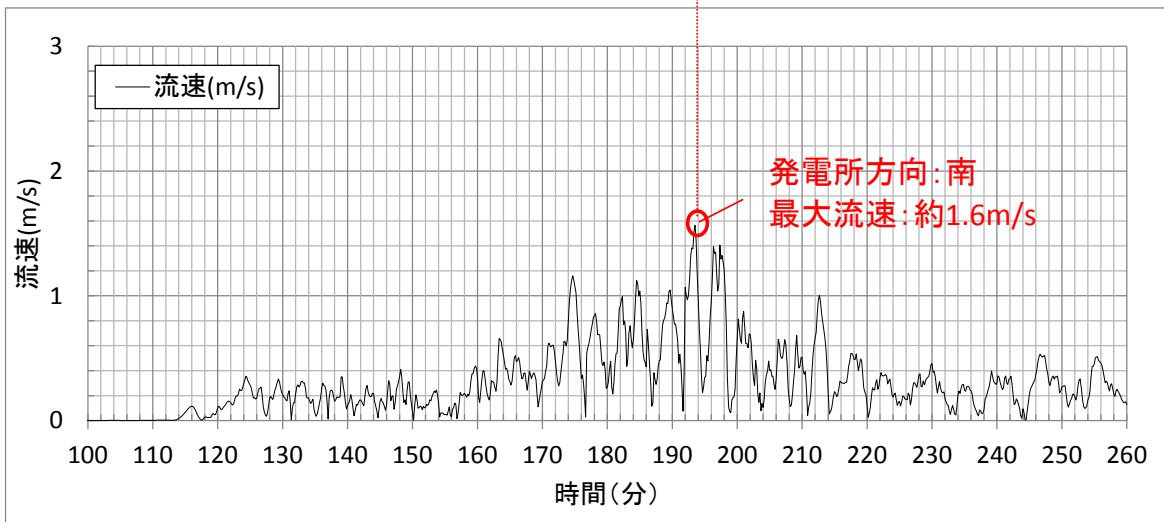
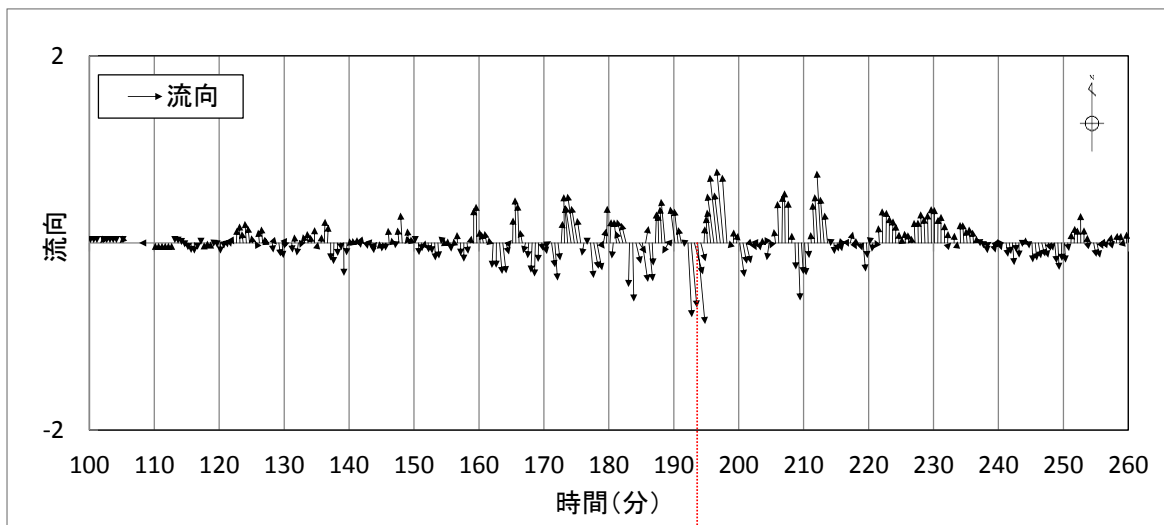
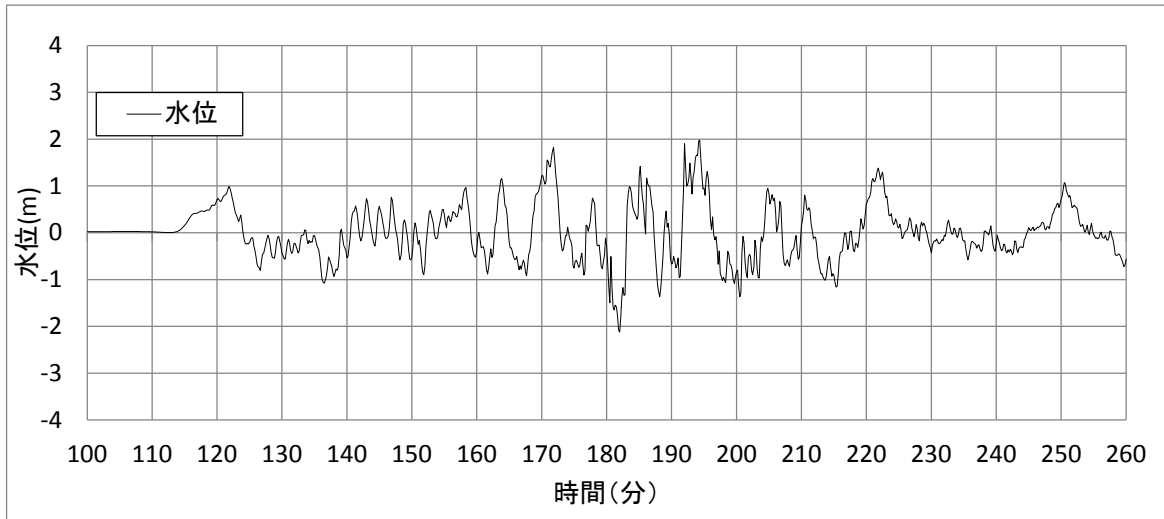
第2.5-15-1図 抽出地点1における水位，流向，流速（基準津波1）





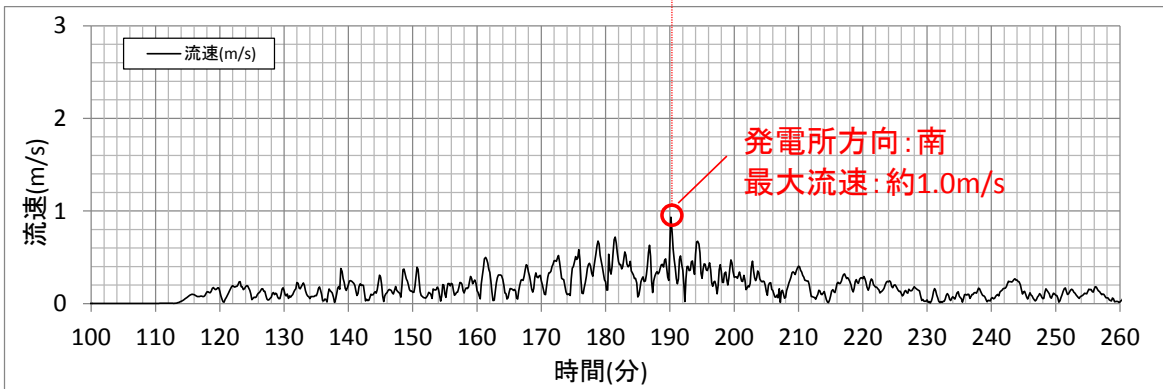
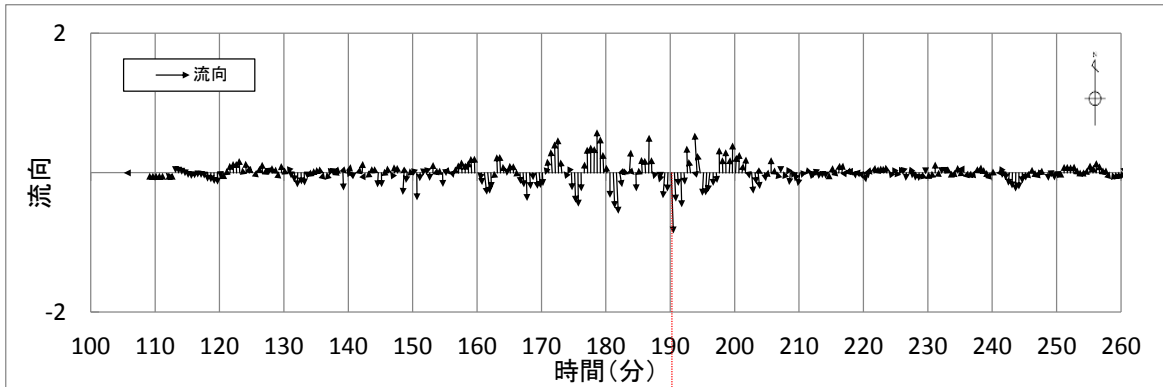
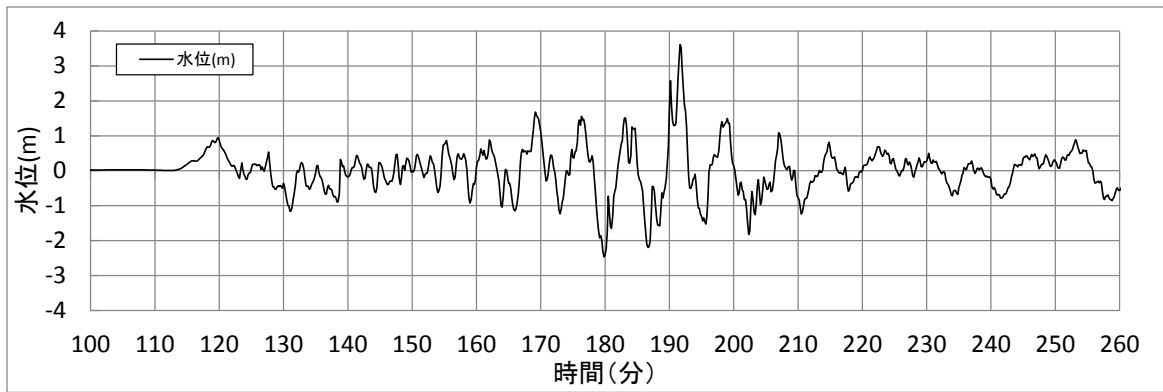
地点2

第 2.5-15-2 図 抽出地点 2 における水位，流向，流速（基準津波 1）



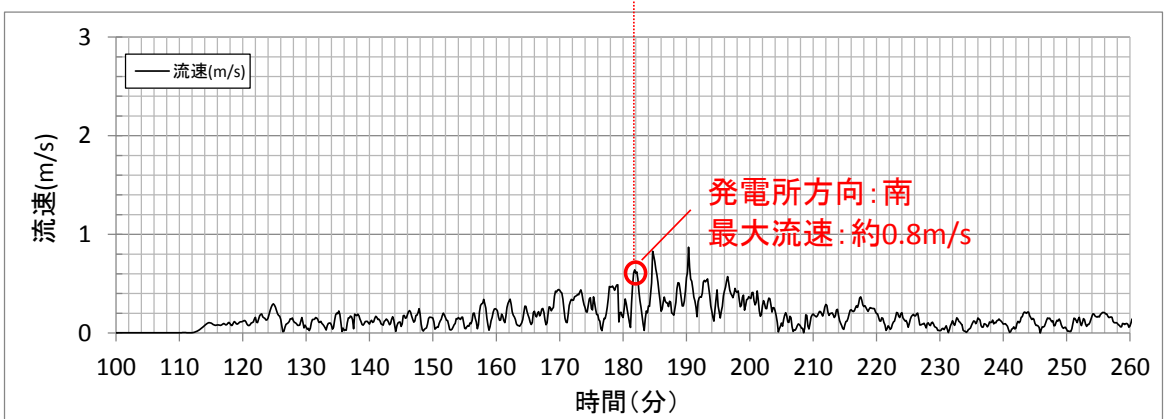
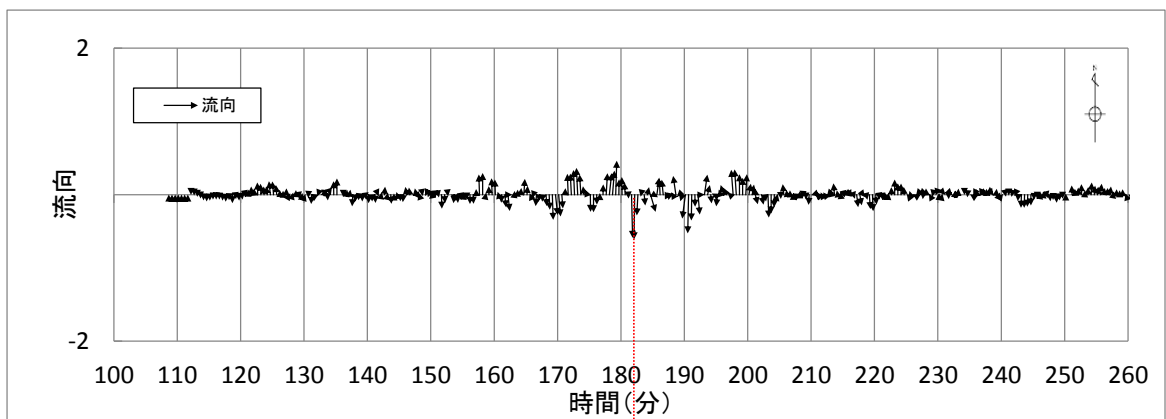
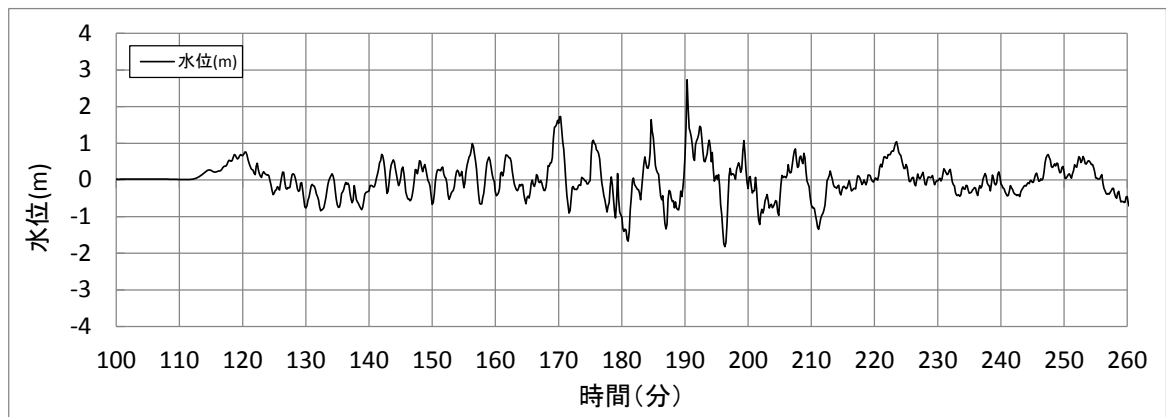
地点3

第 2.5-15-3 図 抽出地点 3 における水位，流向，流速（基準津波 1）



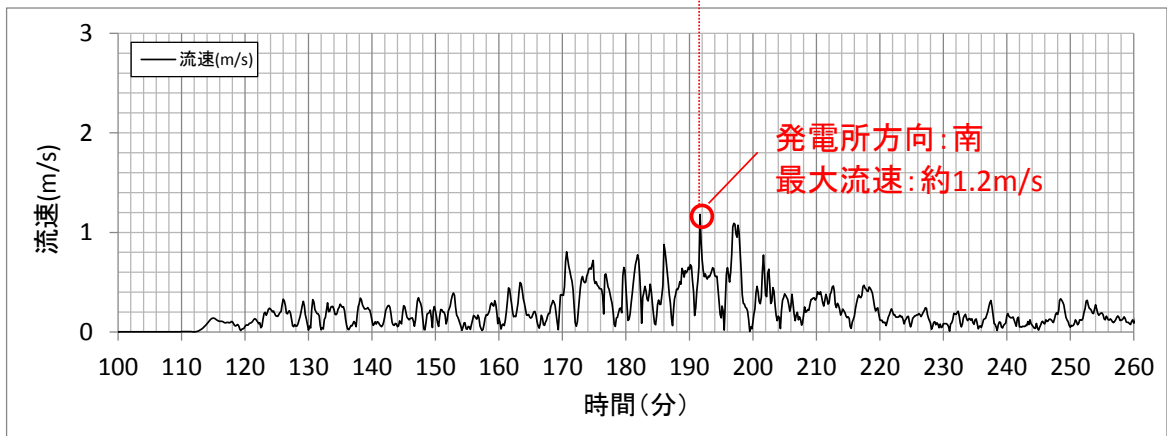
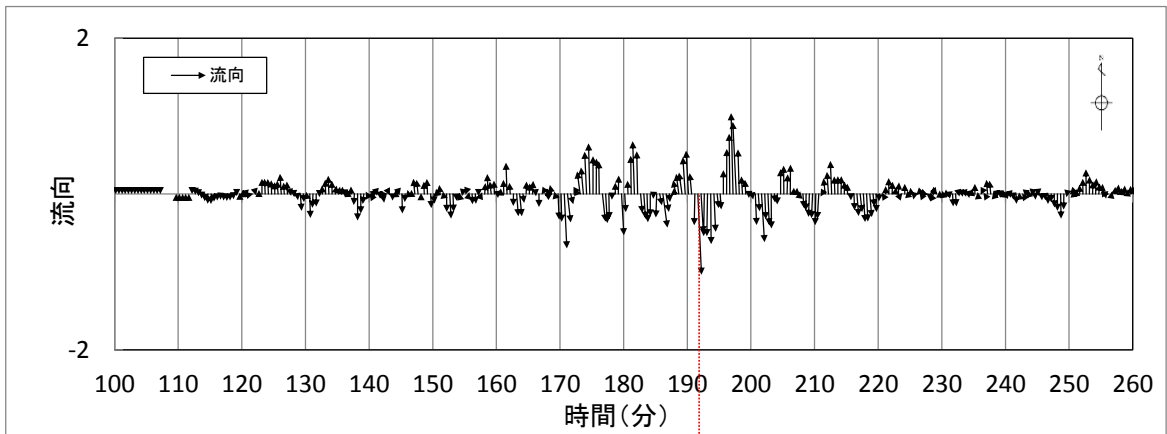
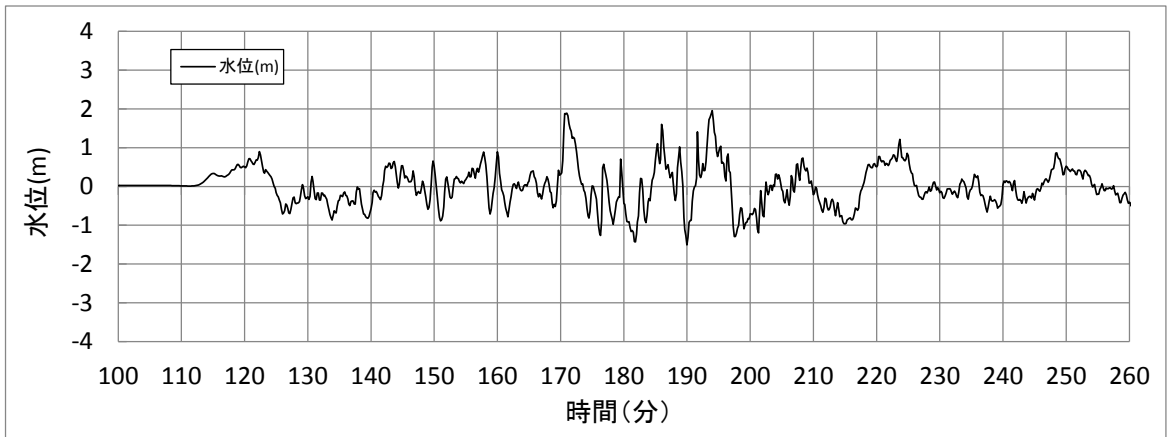
地点4

第 2.5-15-4 図 抽出地点 4 における水位，流向，流速（基準津波 1）



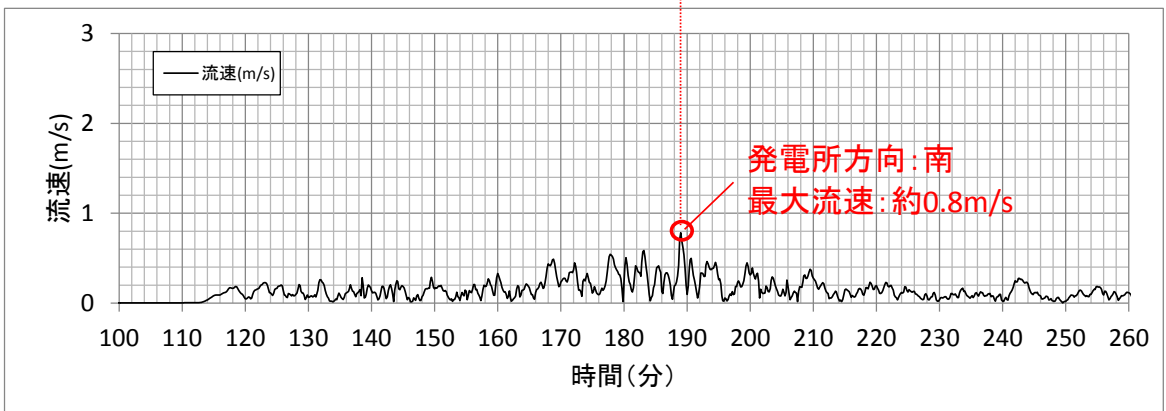
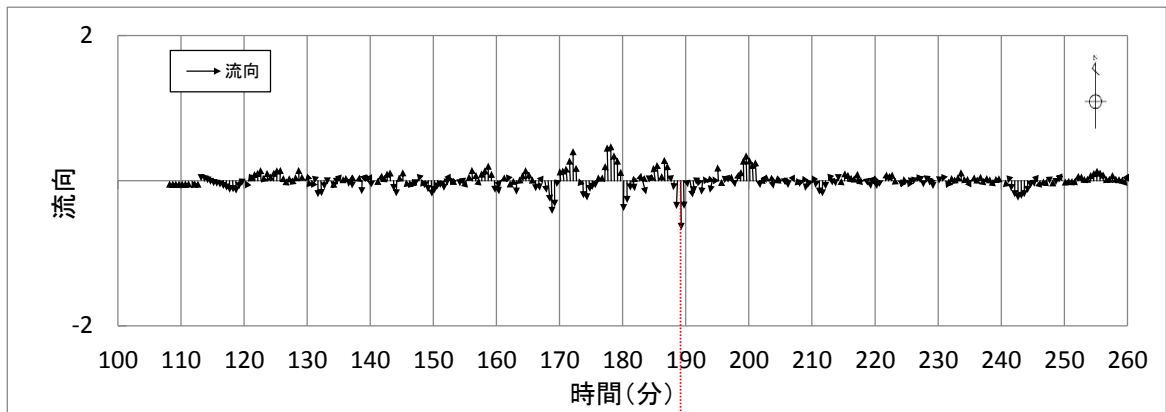
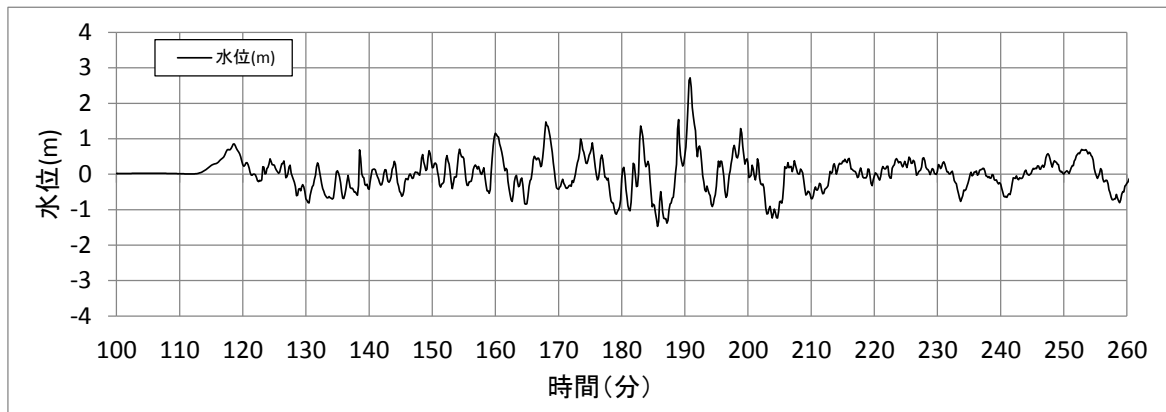
地点5

第 2.5-15-5 図 抽出地点5における水位，流向，流速（基準津波1）



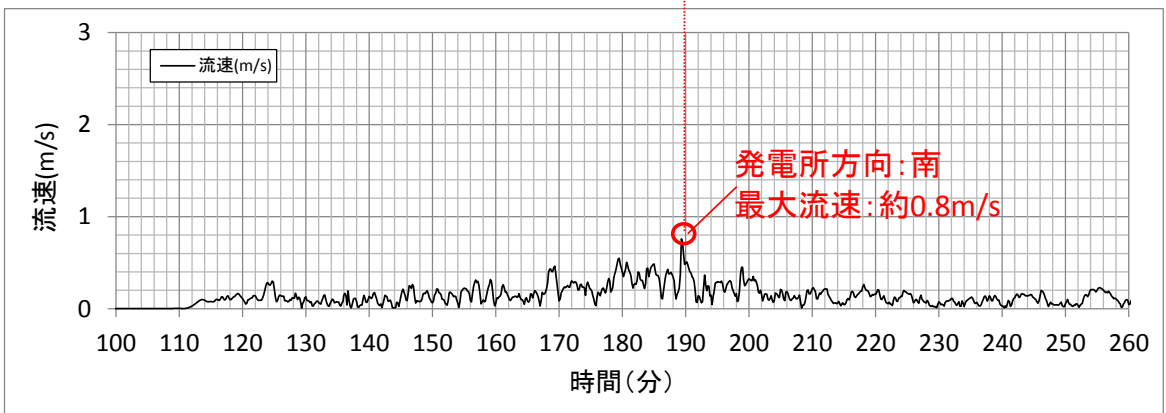
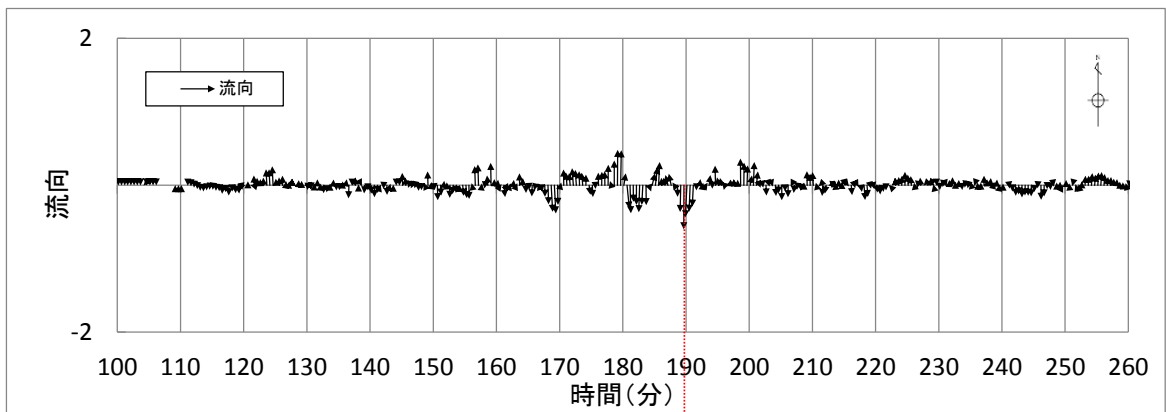
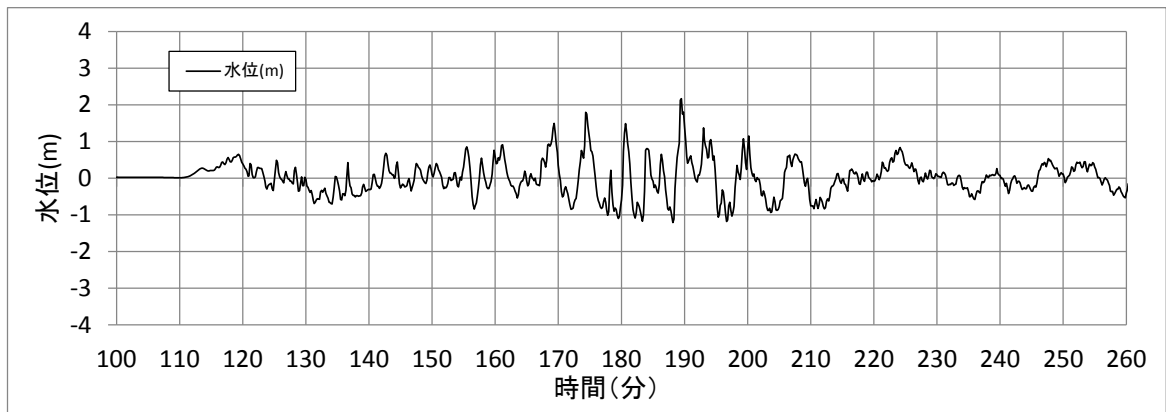
地点6

第 2.5-15-6 図 抽出地点 6 における水位，流向，流速（基準津波 1）



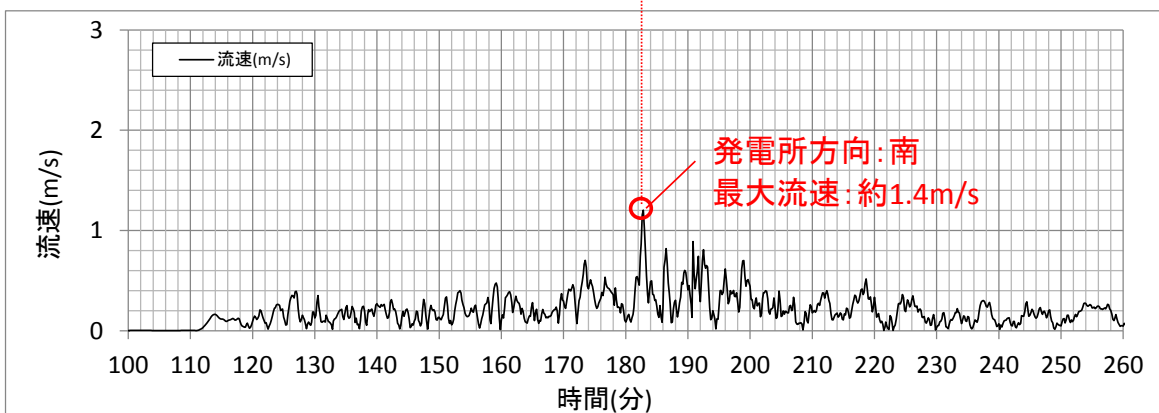
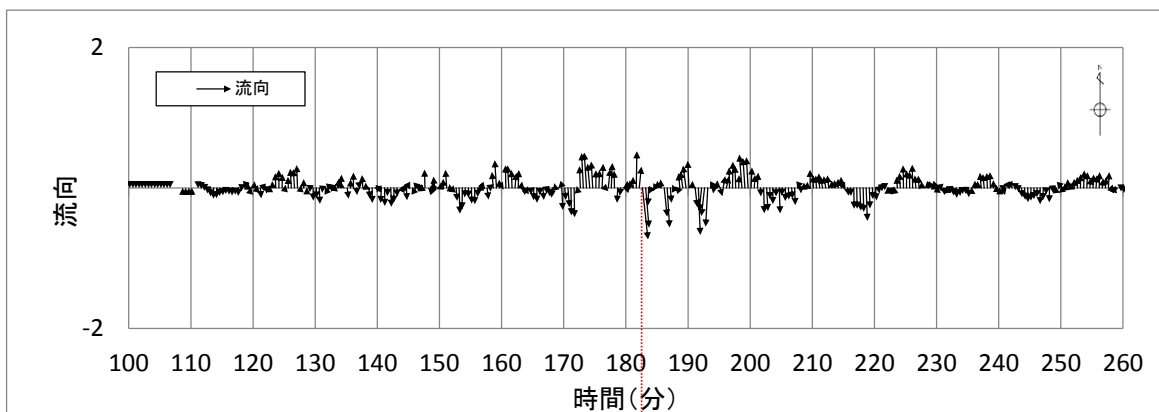
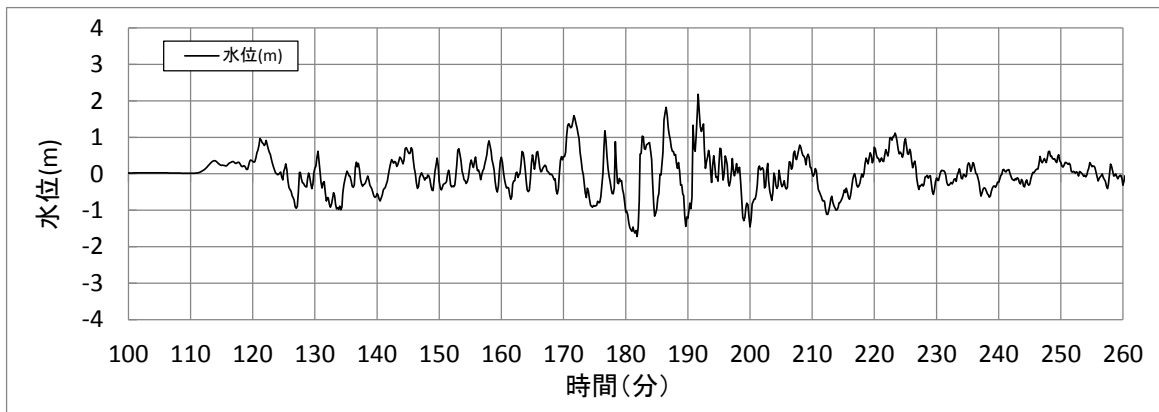
地点7

第 2.5-15-7 図 抽出地点 7 における水位，流向，流速（基準津波 1）



地点8

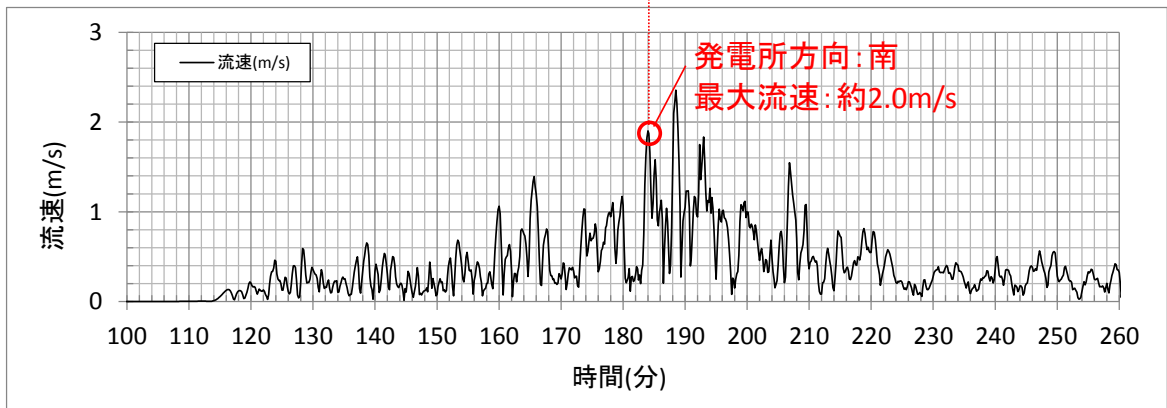
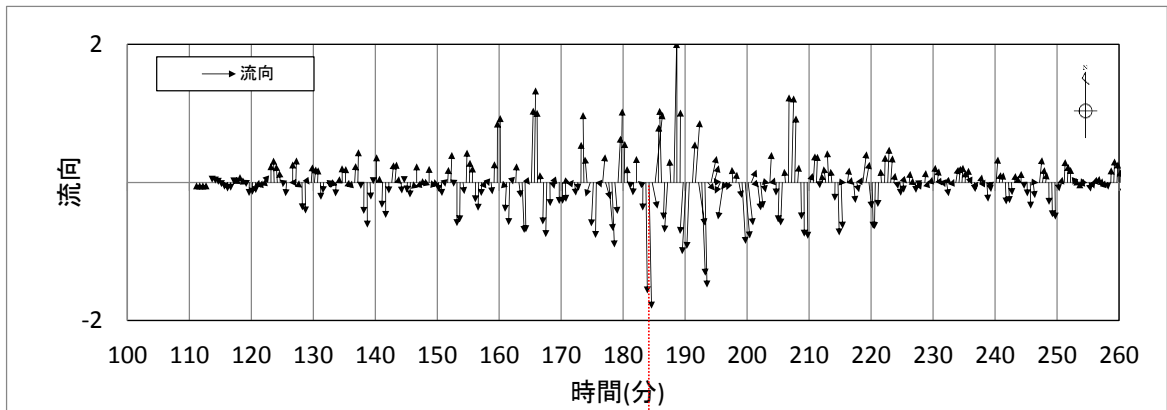
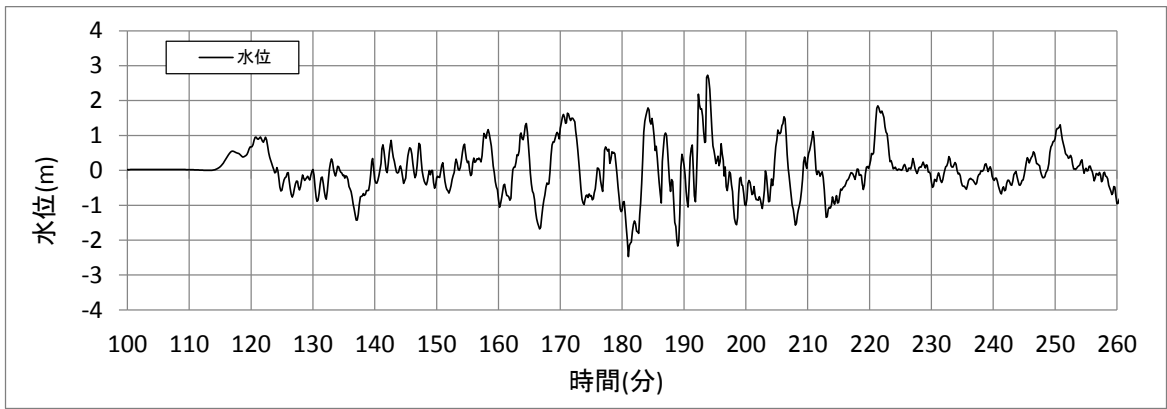
第 2.5-15-8 図 抽出地点8における水位，流向，流速（基準津波1）



地点9

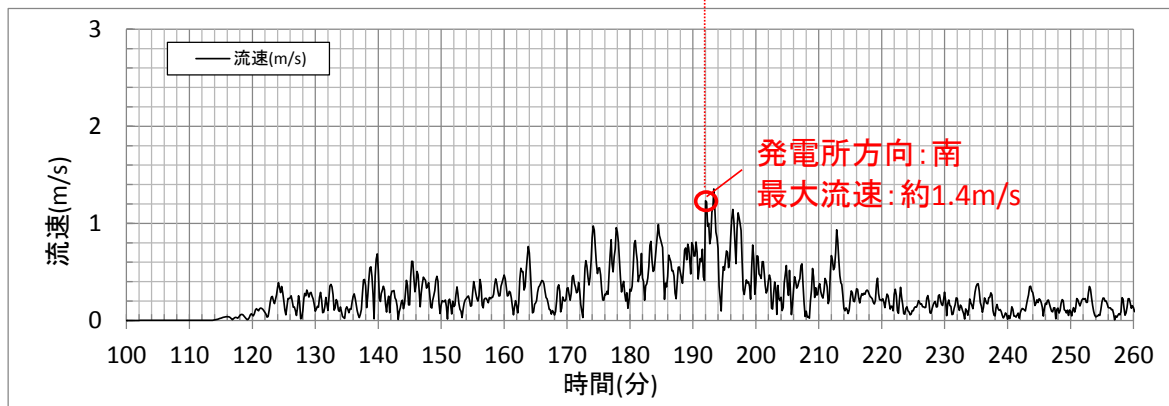
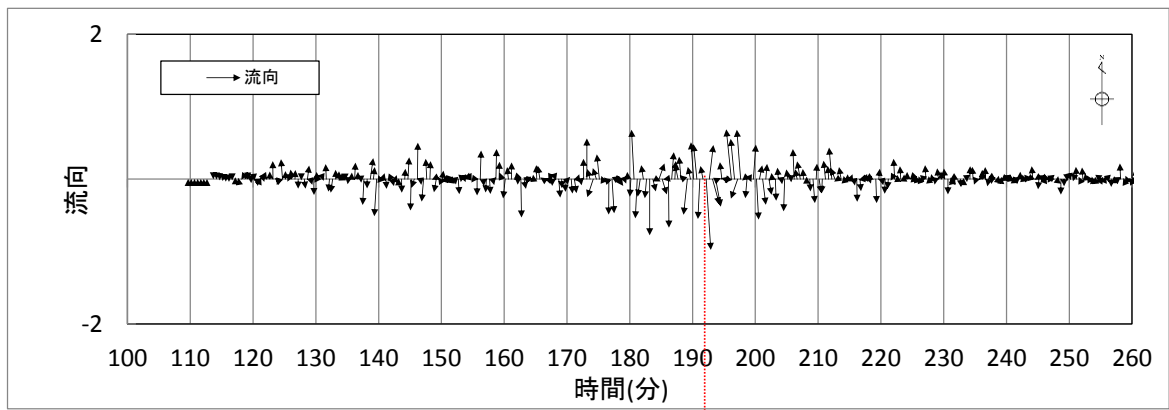
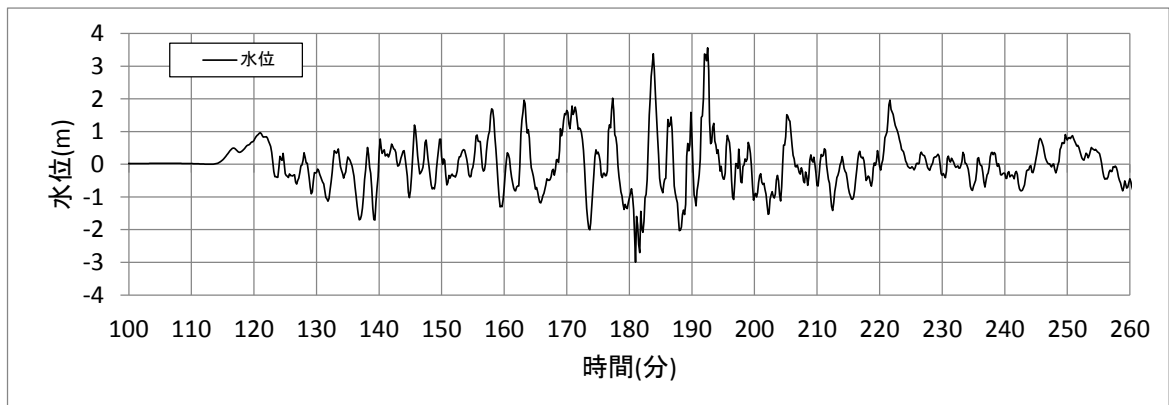
第 2.5-15-9 図 抽出地点 9 における水位，流向，流速（基準津波 1）





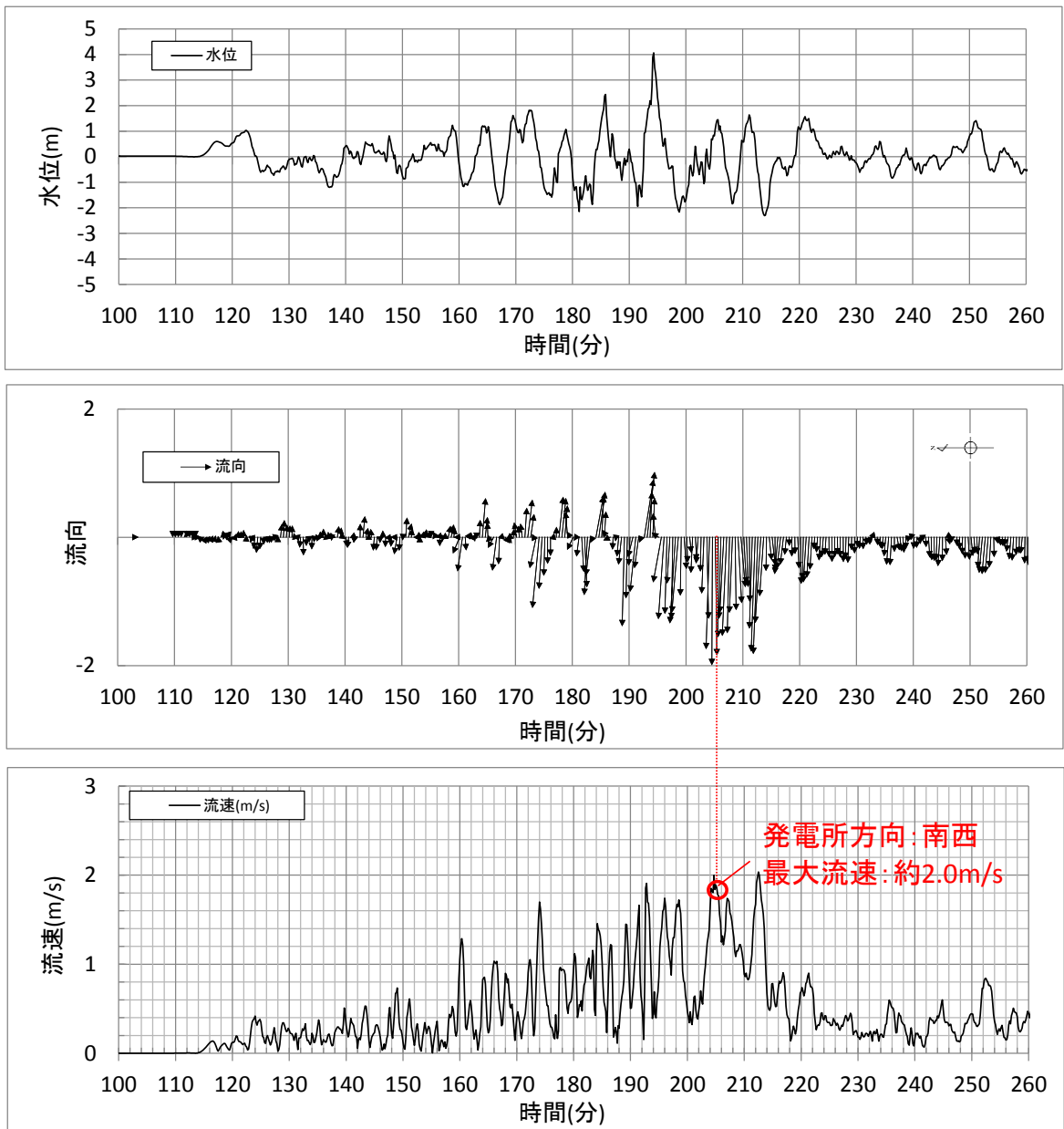
地点10

第 2.5-15-10 図 抽出地点 10 における水位, 流向, 流速 (基準津波 1)



地点11

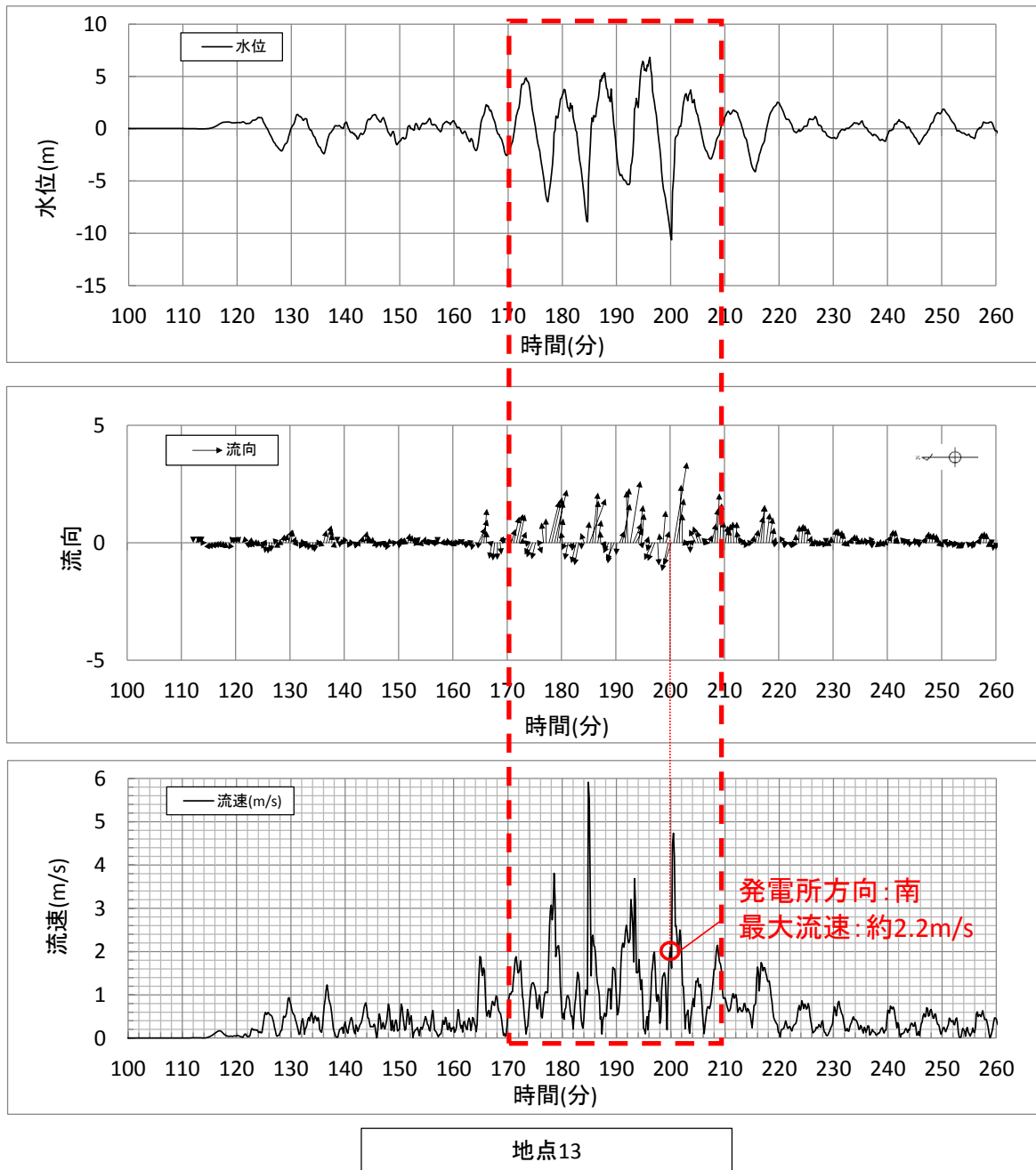
第 2.5-15-11 図 抽出地点 11 における水位，流向，流速（基準津波 1）



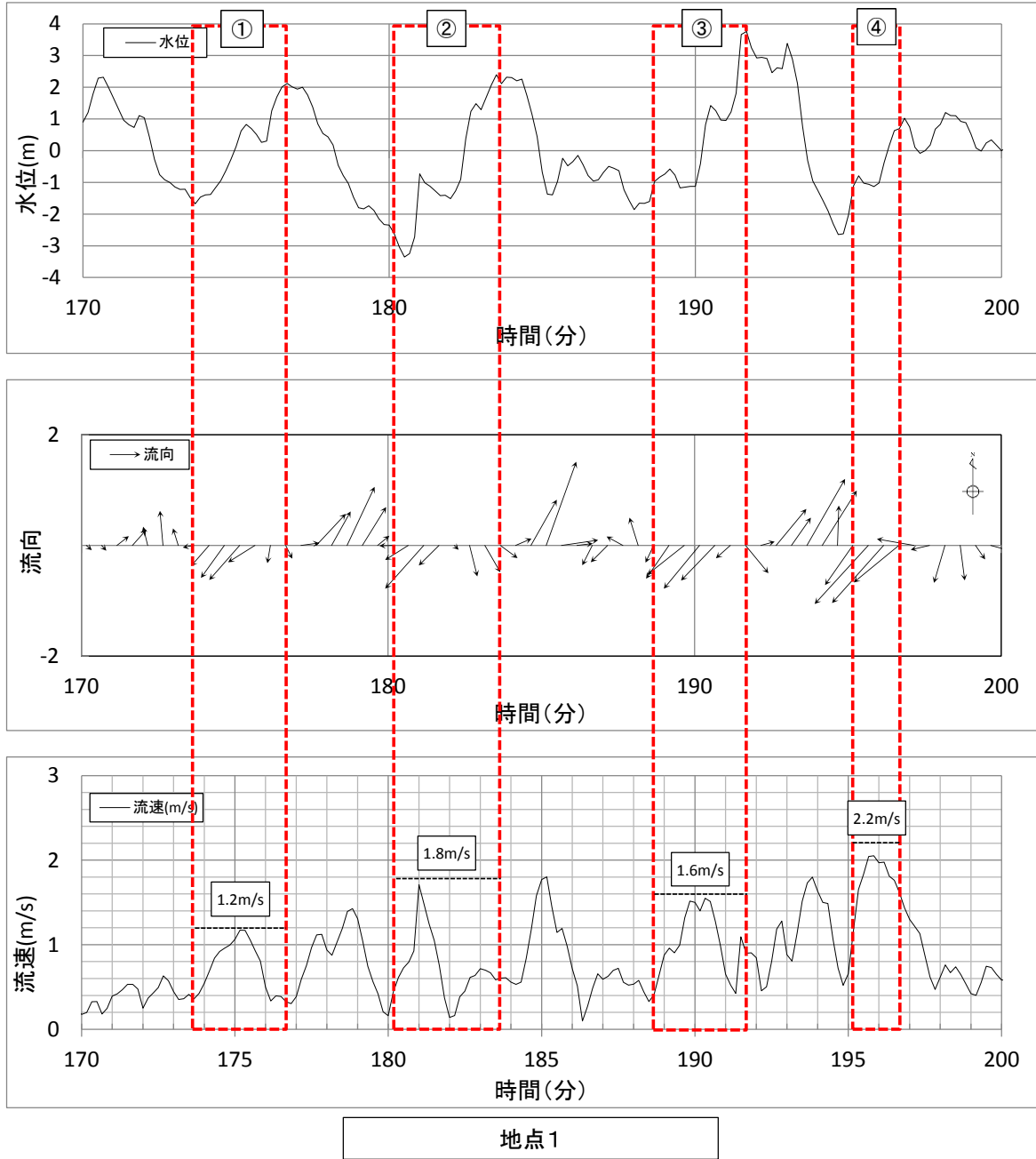
地点12

第 2.5-15-12 図 抽出地点 12 における水位，流向，流速（基準津波 1）

第2.5-16-2図



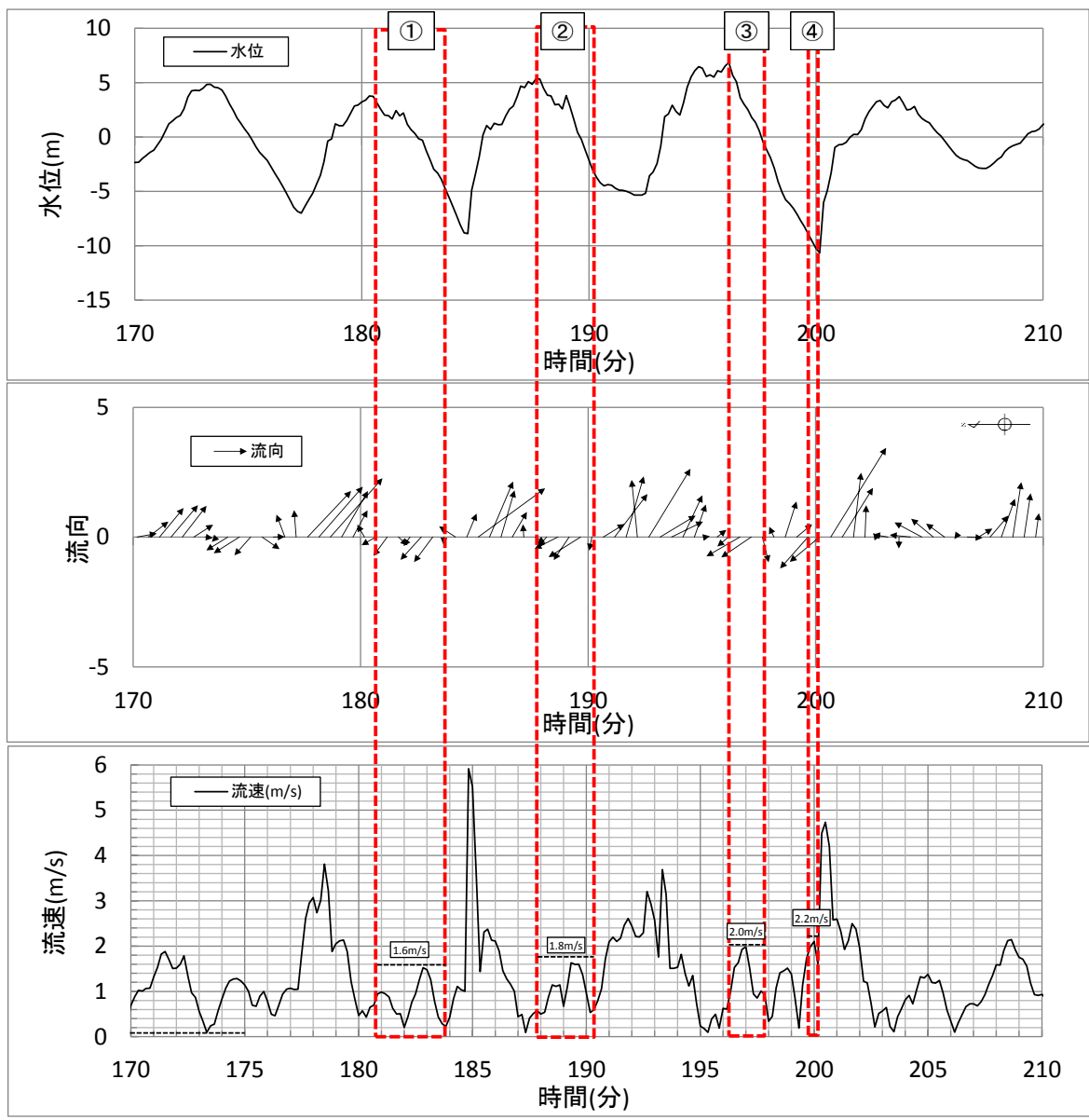
第2.5-15-13図 抽出地点13における水位，流向，流速（基準津波1）



地点 1	①	②	③	④
継続時間 (s)	185	222	193	98
流速 (m/s)	1.2	1.8	1.6	2.2
移動量 (m)	222	400	309	216

※ ②における継続時間を保守的に4分(240秒)とし、移動量を約450mと算定

第 2.5-16-1 図 基準津波による水の移動量(地点1)



地点13

地点13	①	②	③	④
継続時間(s)	181	150	97	31
流速(m/s)	1.6	1.8	2.0	2.2
移動量(m)	290	270	194	69

※ ①における継続時間を保守的に200秒とし、移動量を約320mと算定

第 2.5-16-2 図 基準津波による水の移動量(地点13)

c. 漂流物となる可能性のある施設・設備の抽出

設定した漂流物調査範囲を、発電所構内と構外、また海域と陸域に分類し、漂流物となる可能性のある施設・設備を抽出した。各分類における調査対象、調査方法及び調査実施期間並びに再調査実施期間を第 2.5-2 表に、調査範囲を第 2.5-17-1 図及び第 2.5-17-2 図に示す。また、各調査の具体的な調査要領を添付資料 15 に示す。

調査結果を踏まえ、第 2.5-18 図に示す漂流物の選定・影響確認フローに基づき、取水性への影響を評価した。

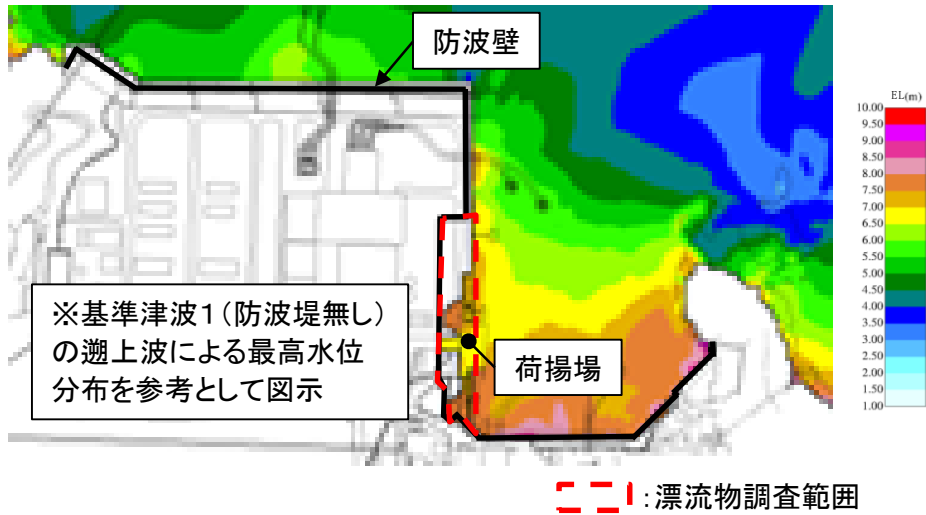
なお、漂流物の影響については、東北太平洋沖地震に伴う津波の被害実績<sup>(注)</sup>も踏まえ評価した。

(注) 国土交通省 国土技術政策総合研究所 国土技術政策総合研究所資料第 674 号 独立行政法人 建築研究所 建築研究資料「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震被害調査報告」

第 2.5-2 表 漂流物の調査方法

調査範囲		調査対象	調査方法	調査実施期間	再調査実施期間
発電所構内・構外	海域・陸域				
発電所構内	海域	船舶等	資料調査	H25. 1. 25～H25. 2. 28 H28. 4. 20～H28. 5. 13	H31. 3. 27～ H31. 4. 12
			聞取調査	H25. 1. 25～H25. 2. 28 H28. 4. 20～H28. 5. 13	
	陸域	人工構造物 車両等	聞取調査	H24. 8. 3～H24. 8. 24	H31. 3. 8
			現場調査	H24. 8. 3～H24. 8. 24 H26. 9. 8～H26. 10. 16	
発電所構外 <sup>※</sup>	海域	船舶等	資料調査	H24. 8. 3～H24. 8. 24 H26. 9. 8～H26. 10. 16	H31. 3. 28
			聞取調査	H24. 8. 3～H24. 8. 24 H26. 9. 8～H26. 10. 16	H31. 3. 22～ H31. 3. 28, R2. 8. 6～ R2. 8. 11 R2. 9. 8～ R2. 9. 10 R3. 1. 7
			現場調査	H24. 8. 3～H24. 8. 24 H26. 9. 8～H26. 10. 16	R 元. 5. 10
	陸域	人工構造物 車両等	聞取調査	—	H31. 3. 22, ～H31. 3. 27
			現場調査	H24. 8. 3～H24. 8. 24 H26. 9. 8～H26. 10. 16	H31. 3. 22～ H31. 3. 27, R 元. 5. 10

※ 発電所構外については、半径 5km までの調査を実施

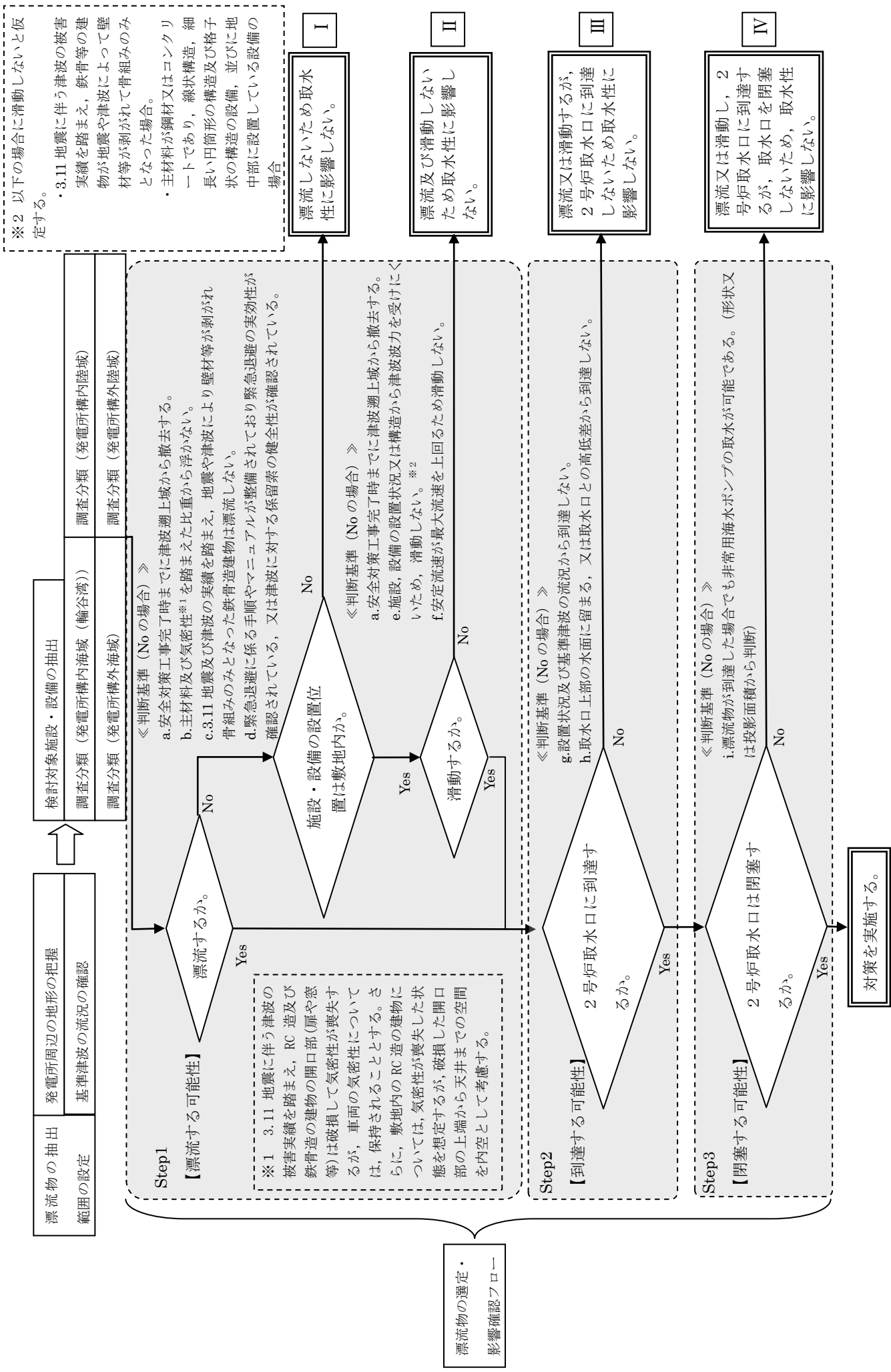


第 2.5-17-1 図 漂流物調査範囲（発電所構内陸域）



第 2.5-17-2 図 漂流物調査範囲（発電所構外）





第 2.5-18 図 漂流物の選定・影響確認フロー

d. 取水性に与える影響の評価

(a) 発電所構内における評価

i. 発電所構内海域（輪谷湾）における評価

発電所の構内（港湾内）にある港湾施設としては、2号炉の取水口の西方約60mの位置に荷揚場がある。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（総トン数約5,000トン）が年に数度来航し、荷揚場に停泊する。また、温排水影響調査、環境試料採取等のための作業船（総トン数1トン未満～約10トン）が港湾の周辺及び港湾内に定期的に来航し、年に5回程度、港湾内で漁船が操業する。

これらの他に、設備、資機材等の搬出入のための貨物船等が不定期に停泊し、また、発電所港湾の境界を形成する防波堤、護岸がある。なお、発電所の港湾内には海上設置物はない。

抽出された以上の船舶等に対して第2.5-18図に示す漂流物の選定・影響フローに従って、漂流する可能性(Step1)、到達する可能性(Step2)及び閉塞する可能性(Step3)の検討を行い、取水性への影響を評価した。

なお、発電所港湾の境界を形成する防波堤、護岸については津波影響軽減施設として設計しているものではないため、地震や津波波力による損傷を想定すると、損傷した構成要素が滑動、転動により流される可能性は否定できず、2号炉の取水口の通水性に影響を及ぼす可能性が考えられる。滑動する可能性を検討する上で用いる流速は、2号炉取水口が港湾内に位置することを踏まえ、発電所近傍の最大流速とする（添付資料18参照）。また、評価にあたっては、「港湾の施設の技術上の基準・同解説（日本港湾協会、平成19年7月）」に準じて、イスバッシュ式を用いた。この式は米国の海岸工学研究センターが潮流による洗掘を防止するための捨石質量として示したものであり、水の流れに対するマウンド被覆材の安定質量を求めるものであることから、津波襲来時における対象物の滑動可能性評価に適用可能であると考えられる。イスバッシュ式の定数はマウンド被覆材が露出した状態に相当する0.86とする。イスバッシュ式をもとに、対象物が水の流れによって動かない最大流速（以下、「安定流速」という）を算出し、解析による流速が安定流速以下であることを確認する。

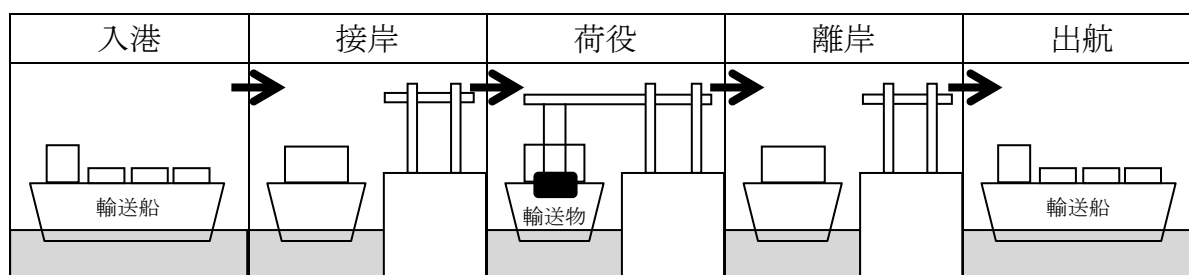
以上を踏まえ、発電所構内海域（輪谷湾）における評価について、以下の項目毎に、評価結果を示す。

- ①燃料等輸送船
- ②作業船
- ③貨物船等
- ④漁船
- ⑤防波堤
- ⑥護岸

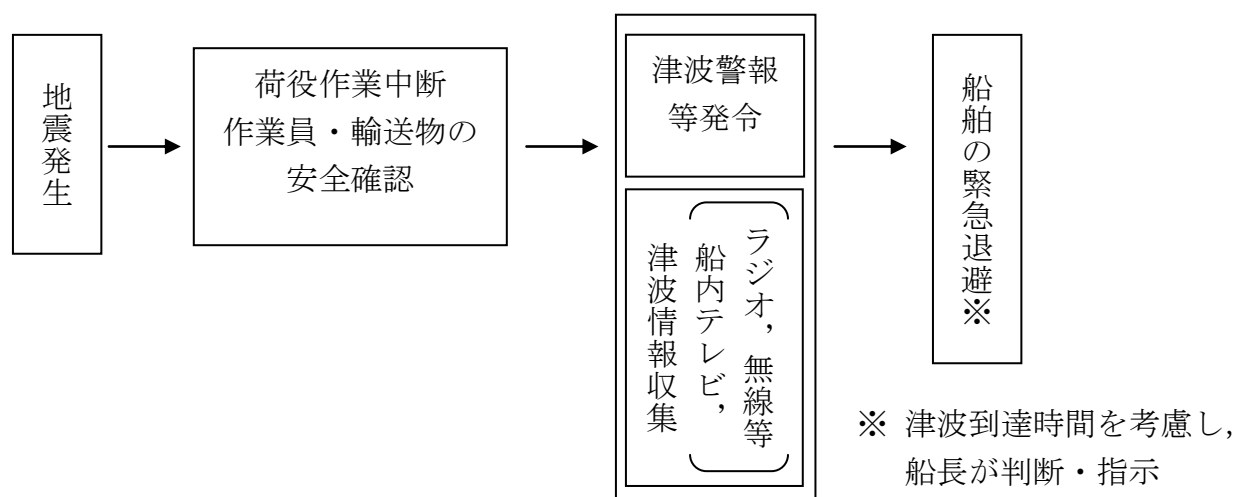
### ①燃料等輸送船

発電所敷地内の港湾施設として荷揚場があり、燃料等輸送船が停泊する。燃料等輸送船の主な輸送工程を第 2.5-19 図に示す。

津波注意報、津波警報及び大津波警報（以下「津波警報等」という）発令時には、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 2.5-20 図に示すフローを取り込んだ緊急時対応マニュアルを整備している。



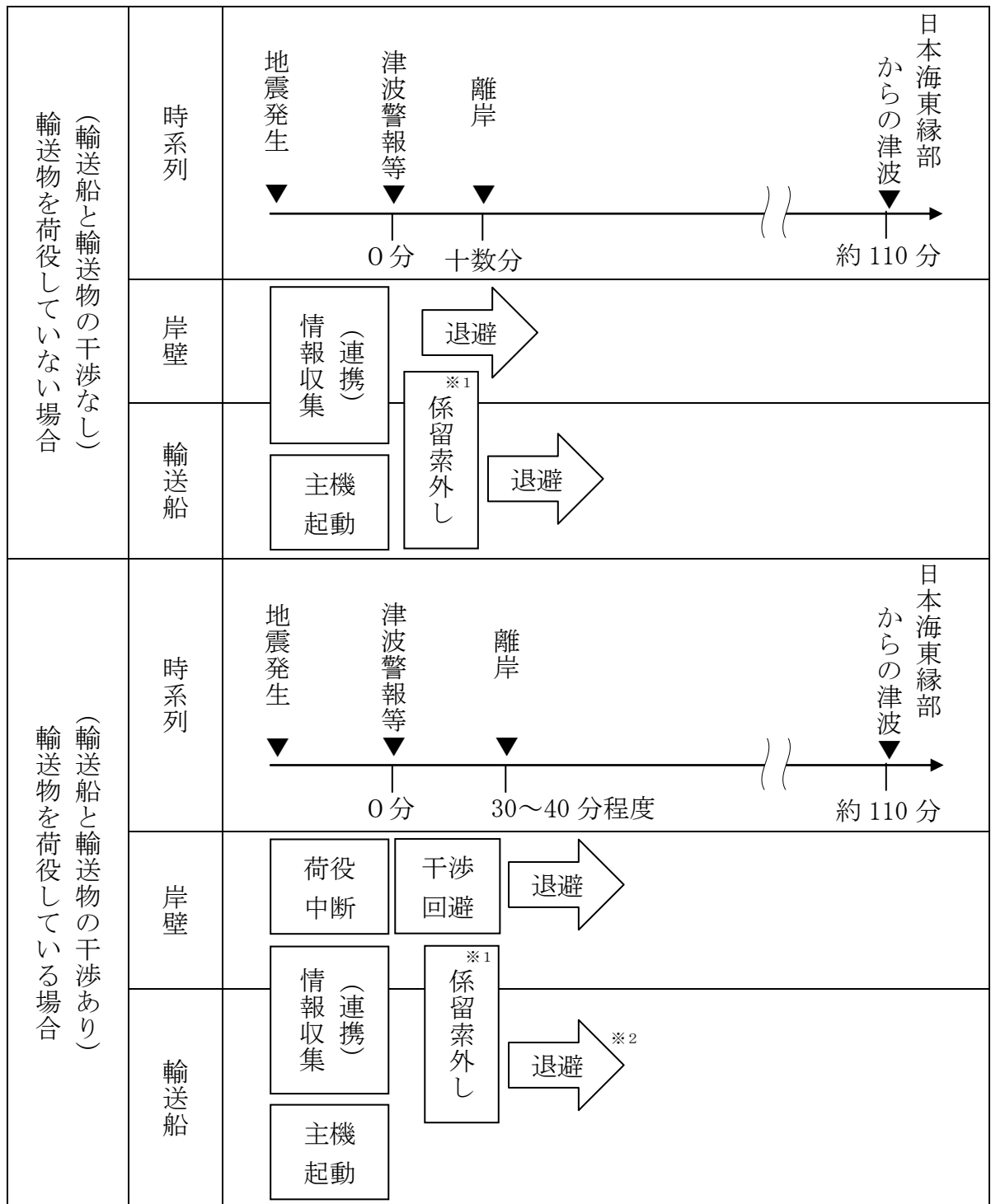
第 2.5-19 図 主な輸送工程



第 2.5-20 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、警報発令後の 30 分程度で退避が可能であることを確認しており、日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急退避が可能である。

以上を踏まえ、津波の到達と緊急退避に要する時間との関係を示すと第 2.5-21 図のとおりとなる。



※1 平成24年の訓練実績では10分程度。

※2 平成24年の訓練実績では大津波警報発令から50分程度で2.5km沖合（水深60m以上：船会社が定める安全な海域として設定する水深）の海域まで退避しており、日本海東縁部に想定される地震による津波襲来（約110分）までに退避可能。

第2.5-21 図 津波の到達と燃料等輸送船の緊急退避に要する時間との関係

第 2.5-21 図より、燃料等輸送船は、島根原子力発電所に襲来が想定される津波のうち、時間的な余裕がない海域活断層から想定される地震による津波に対しては、緊急退避ができない可能性がある。しかしながら、この場合も以下の理由から輸送船は航行不能となることはなく、漂流物になることはないと考えられる。

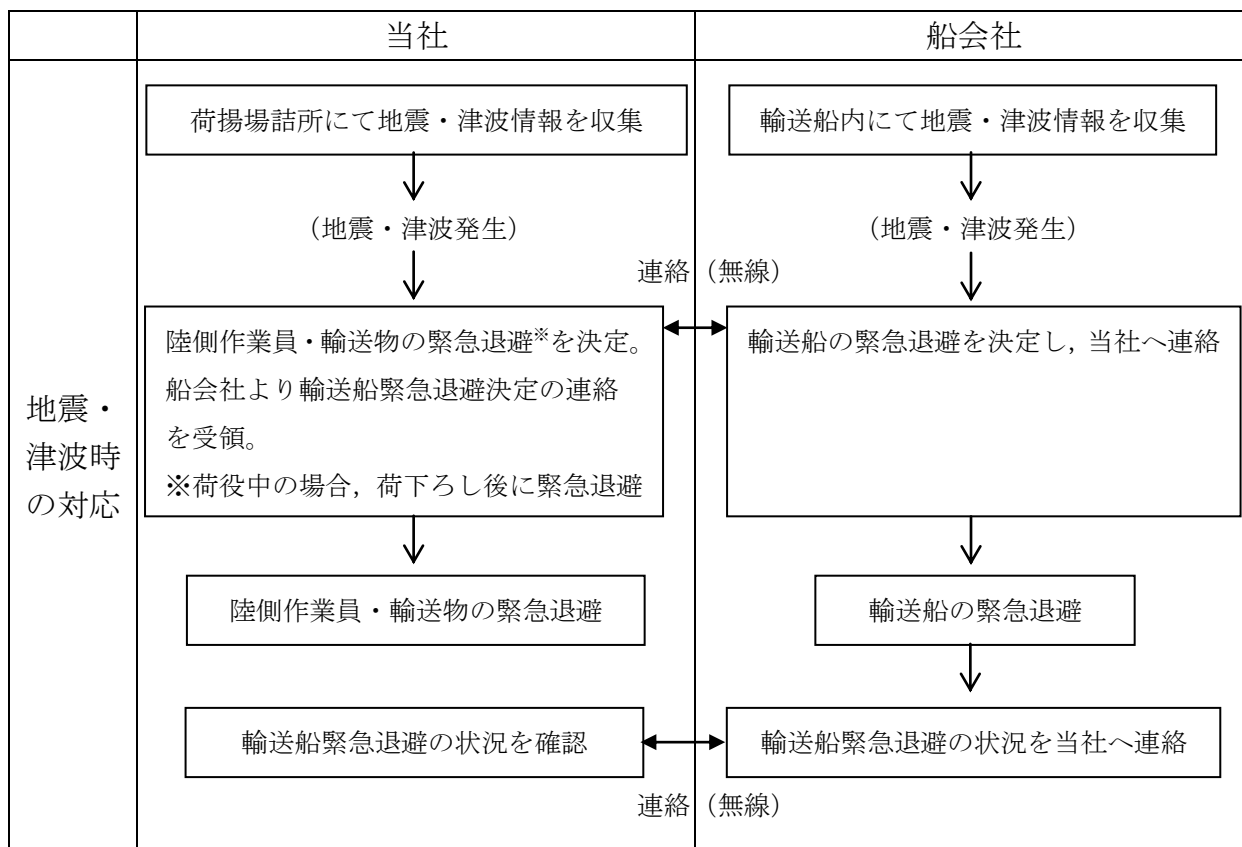
- ・輸送船は荷揚場に係留されている。
- ・津波高さと喫水高さの関係から、輸送船は荷揚場を越えない。
- ・荷揚場に接触しても防げん材を有しており、かつ通達(海査第 520 号：照射済核燃料等運搬船の取扱いについて)に基づく二重船殻構造等十分な船体強度を有する。

以上の評価に関わる津波に対する係留索の耐力評価を添付資料 16 に、荷揚場への乗り上げ及び着底に伴う座礁及び転覆の可能性に関わる喫水と津波高さとの関係を添付資料 17 に示す。

以上より、燃料等輸送船は、非常用海水冷却系に必要な 2 号炉の取水口及び取水管の通水性及び津波防護施設に影響を及ぼさないと評価した。

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を示すと第 2.5-22 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、船会社及び当社は地震・津波の情報を収集し、船会社が津波襲来までに時間的余裕があると判断した際には船会社からの輸送船緊急退避の決定連絡を受け、当社にて輸送船と輸送物の干渉回避や係留索取り外し等の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。ここで、電源喪失時にも荷揚場のクレーンを使用して上記の対応ができるように、同クレーンには非常用電源を用意している。

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緊急時対応マニュアルを定めており、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 2.5-22 図 輸送船緊急退避時の当社と船会社の関係性

## ②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温排水影響調査、環境試料採取のため1トン未満～約10トンの作業船が港湾内外で作業を実施する。

これらの作業船については、津波警報等発令時には、原則、緊急退避するとともに、これを定めた緊急時対応マニュアルを整備し、緊急退避に係る対応を行うため、当社一協力会社及び関係機関との間で連絡体制を整備する。また、協力会社及び関係機関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する。

これにより、日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急退避が可能である。一方、時間的な余裕がない海域活断層から想定される地震による津波に対しては、緊急退避ができない可能性があるため、その影響を評価する。

海域活断層から想定される地震による津波の取水口位置における入力津波高さ（引き波）はEL-4.3mである。取水口呑口の高さはEL-9.5mであり、十分に低く、作業船は取水口上部の水面に留まることから、取水口に到達せず、海水ポンプに必要な通水性が損なわれることはない。さらに、万一、防波堤に衝突する等により沈降した場合においても、以下に示す取水口呑口の断面寸法並びに非常用海水冷却系に必要な通水量及び作業船の寸法か

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取水口及び取水管の通水性に影響を及ぼさないと評価した。

一方、海域活断層から想定される地震による津波の施設護岸又は防波壁位置における入力津波高さは EL4.2m であり、輪谷湾内の津波防護施設の EL4.2m 以下の部位に到達する可能性がある。

〈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 2.5-23 図)

- ・高さ：3.0m
- ・幅：17m

○非常用海水冷却系必要通水量

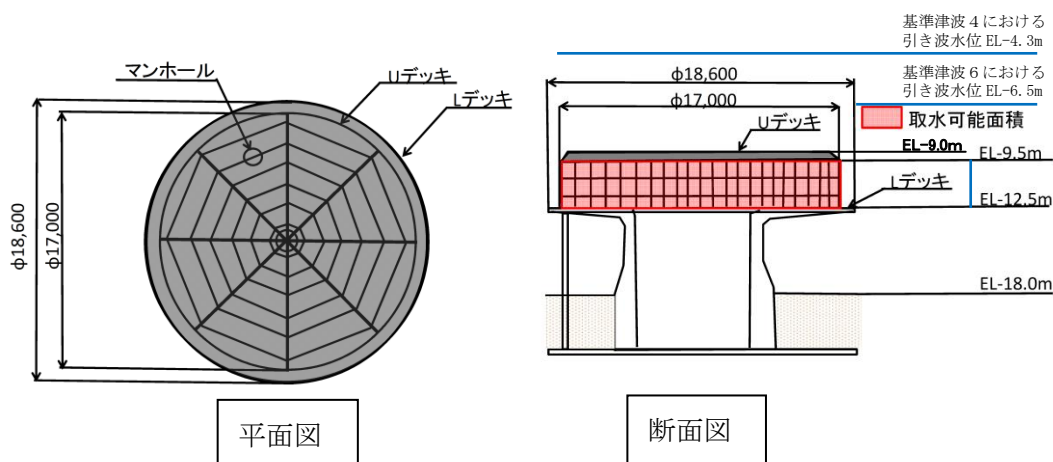
- ・通常時（循環水系）の 5%未満

※循環水系の定格流量約 3370m<sup>3</sup>/分に対して非常用海水冷却系の定格流量は約 150m<sup>3</sup>/分(ポンプ全台運転)

○作業船寸法(総トン数約 10 トンの作業船代表例)

- ・長さ：約 10m
- ・幅：約 4m
- ・喫水：約 1.5m
- ・水面下断面積：約 15m<sup>2</sup>（長手方向）

以上より、その他の作業船は非常用海水冷却系に必要な 2 号炉の取水口及び取水管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 2.5-23 図 取水口呑口概要図

### ③貨物船等

定期的に来航する作業船のほか、設備、資機材等の搬出入のための貨物船等が不定期に停泊する。これらの貨物船等については、入港する前までに、津波警報等発令時には、緊急退避する緊急時対応マニュアルを整備し、緊急退避の実効性を確認することにより、日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急退避が可能である。時間的な余裕がない海域活断層から想定される地震による津波に対しては、入港する前までに、津波時には漂流物とならない係留方法を策定し、係留することから、取水口及び取水管の通水性に影響を及ぼすことはない（津波時に漂流物とならない係留ができない貨物船等は用いないこととする）。

### ④漁船

輪谷湾内では、第 2.5-27 図に示す通り、年に 5 回程度、漁船（4 隻、総トン数 0.4～0.7 トン）が操業する。大津波警報発令時には、「災害に強い漁業地域づくりガイドライン（水産庁（平成 24 年 3 月））」において、沖合に退避すると記載されており、津波襲来まで時間的に余裕のある日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、沖合に退避すると考えられるが、漁船が航行不能となった場合には漂流物となり、輪谷湾に面する津波防護施設に到達する可能性がある。ただし、その場合においても、第 2.5-23 図に示すとおり、日本海東縁部に想定される地震による津波の取水口位置における入力津波高さ（引き波）は EL-6.5m であり、取水口呑口の高さは EL-9.5m と十分に低く、漁船は取水口上部の水面に留まることから、取水口に到達せず、海水ポンプに必要な通水性が損なわれることはない。さらに、万一、防波堤に衝突する等により沈降した場合においても、第 2.5-23 図に示す取水口呑口の断面寸法並びに非常用海水冷却系に必要な通水量及び漁船の寸法から、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取水口及び取水管の通水性に影響を及ぼさないと評価した。

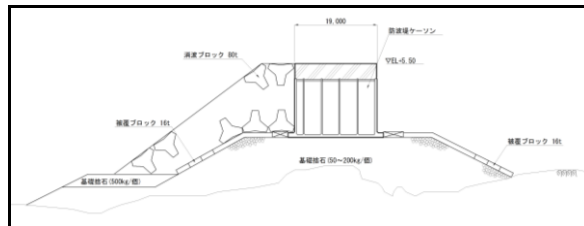
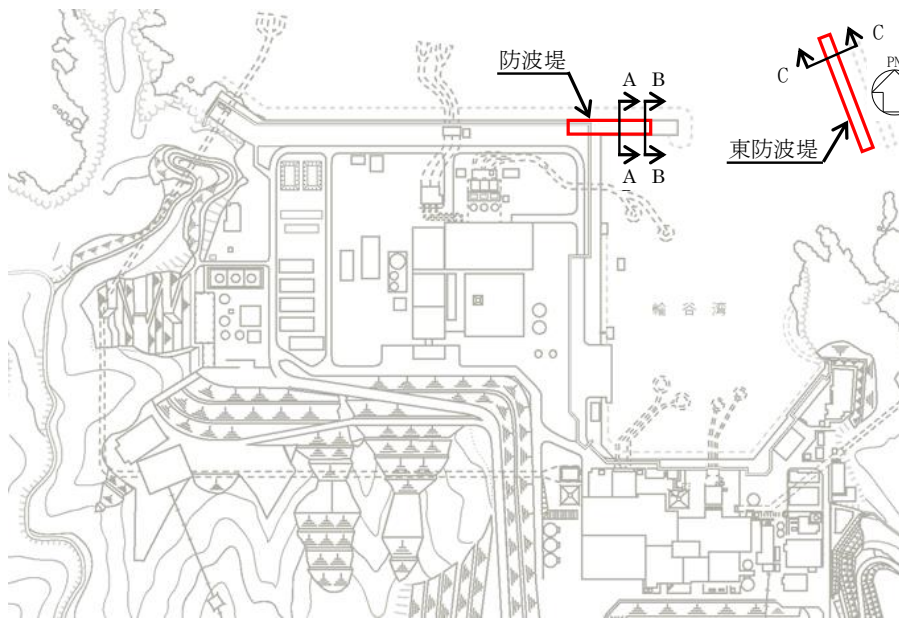
海域活断層から想定される地震による津波に対しては輪谷湾内で漂流物となり、輪谷湾に面する津波防護施設の EL4.2m 以下の部分に到達する可能性がある。ただし、漂流した場合においても、日本海東縁部に想定される地震による津波と同様に取水口が閉塞し、非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水管の通水性に影響を及ぼさないと評価した。

### ⑤防波堤

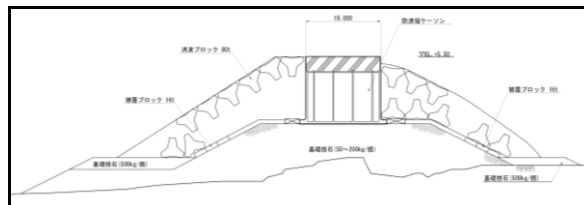
防波堤の配置及び構造概要を第 2.5-24 図に示す。

図に示されるとおり、防波堤と東防波堤から成り、ケーソン式混成堤と混成傾斜堤により構成されている。2 号炉の取水口との位置関係としては、取水口から最短約 340m の位置に防波堤（ケーソン式混成堤）が配置されている。

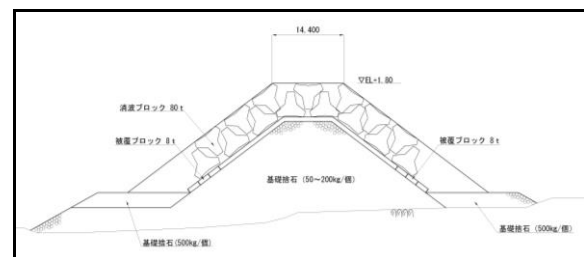




防波堤 標準部 (A-A 断面)



防波堤 堤頭部 (B-B 断面)



東防波堤 標準部 (C-C 断面)

第 2.5-24 図 防波堤の配置及び構造概要

防波堤と2号炉の取水口との間には最短で約340mの距離があるが、防波堤は津波影響軽減施設として設計しているものではないため、地震や津波波力、津波時の越流による洗掘により漂流・滑動する可能性について検討する。

漂流に対する評価として、第2.5-24図に示す防波堤の主たる構成要素である防波堤ケーソン、消波ブロック、被覆ブロック及び基礎捨石は海水の比重より大きいことから、漂流して取水口に到達することはない。

また、損傷した状態で津波による流圧力を受けることにより、滑動する可能性が考えられるが、防波堤近傍の津波流速(3m/s)に対して保守的に発電所近傍の最大流速(10m/s)を用いて安定質量の評価を行うと、コンクリートの安定質量は約195t、石材の安定質量は188tと算定される。これに対し、防波堤ケーソンを除く消波ブロック、被覆ブロック及び基礎捨石は、安定質量を有しないことから、滑動すると評価する。

滑動すると評価した防波堤構成要素のうち、消波ブロック及び被覆ブロックについては、イスバッシュ式より安定流速がそれぞれ8.6m/s、5.8～6.5m/sと算出されており、安定流速を上回る取水口への連続的な流れが発生していないこと、防波堤から2号炉取水口との間に距離があることから取水口に到達することはない。

なお、50kg～500kg程度の基礎捨石については、被覆ブロック等の下層に敷かれていること、2号炉の取水口との間に距離があること、港湾内に沈んだ場合においても海底面から取水口呑口下端まで5.5mの高さがあることを考えると、津波により滑動、転動し、取水口に到達することはない。

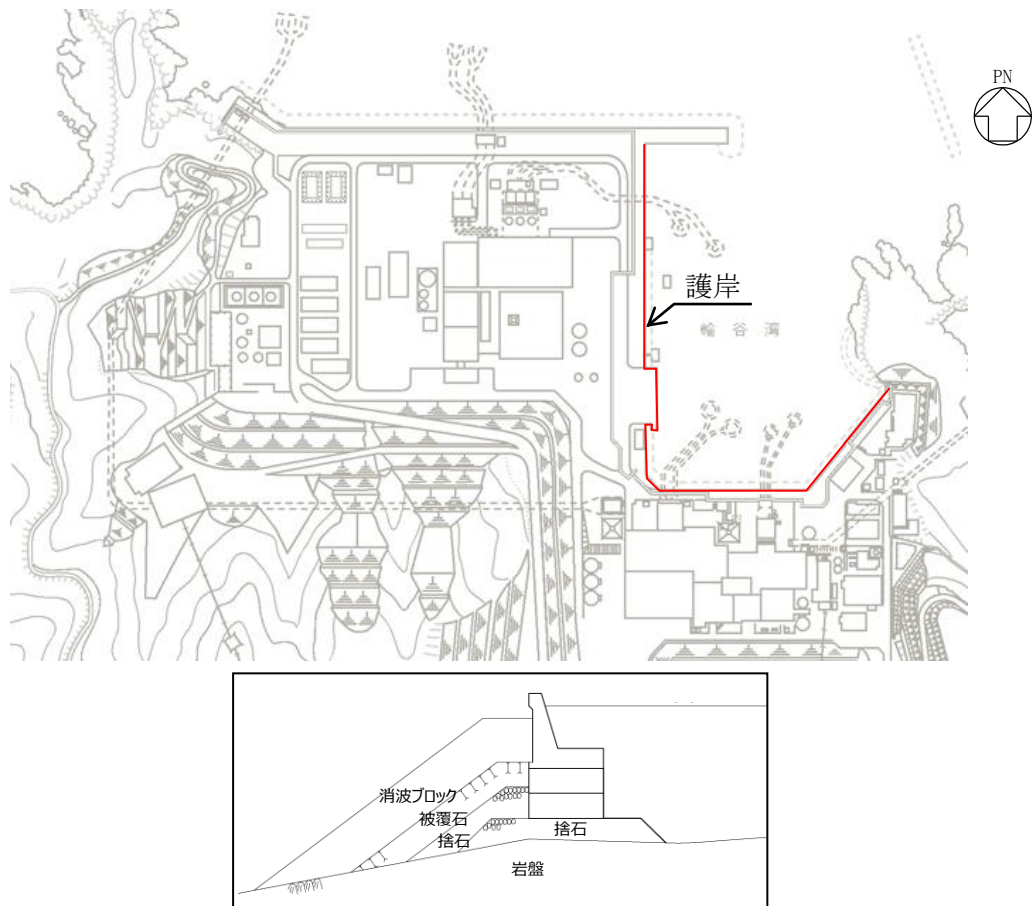
以上より、防波堤は地震あるいは津波により損傷した場合においても、非常用海水冷却系に必要な2号炉の取水口及び取水管の通水性に影響を及ぼすことはないものと評価する。

## ⑥護岸

護岸の配置及び構造概要を第2.5-25図に示す。

図に示されるとおり、護岸前面は消波ブロック、被覆石及び捨石により構成されている。

2号炉の取水口との位置関係としては、取水口から最短約75mの位置に護岸が配置されている。



第 2.5-25 図 護岸の配置及び構造概要

護岸と 2 号炉の取水口との間には最短で約 75m の距離があるが、地震や津波波力により漂流・滑動する可能性が考えられる。

漂流に対する評価として、消波ブロック、被覆石及び捨石は海水の比重より大きいことから、漂流して取水口に到達することはない。

また、護岸近傍の津波流速 (7m/s) に対して保守的に発電所近傍の最大流速 (10m/s) を用いて安定質量の評価を行うと、コンクリートの安定質量は約 195t、石材の安定質量は 188t と算定される。護岸の主たる構成要素である消波ブロック、被覆石及び捨石はいずれも安定質量を有しないことから、滑動すると評価する。

港湾内に沈んだ場合においても、海底面から取水口呑口下端まで 5.5m の高さがあることから、消波ブロック、被覆石及び捨石が取水口に到達することはないと評価した。また、防波壁東端部付近に落石を確認しているが、落石は消波ブロック (12.5t) より小さく、上記と同様な評価となる。

以上より、護岸は地震あるいは津波により損傷した場合においても、非常用海水冷却系に必要な 2 号炉の取水口及び取水管の通水性に影響を及ぼすことはないものと評価する。

これらの評価結果について、第 2.5-3 表にまとめて示す。

＜安定質量の試算＞

「港湾の施設の技術上の基準・同解説」<sup>1)</sup>の流れに対する被覆材の所要質量の評価手法に基づき、発電所近傍の最大流速の条件(添付資料 18 より最大約 10m/s)における安定質量を算定すると下表の結果となる。

これより、コンクリート塊については質量が 195t 程度、石材については質量が 188t 程度あれば安定することが分かる。

なお、本手法は石を別の石の上に乗せた状態における流圧力と摩擦力の釣り合い式及び流圧力と重力によるモーメントの釣り合い式から導出されている<sup>2)</sup>。津波により損傷した防波堤は本手法の想定状態と類似していると考えられ、本手法を適用できる。

港湾の施設の技術上の基準・同解説 (抜粋)

1. 7. 3 流れに対する被覆石及びブロックの所要質量

(1) 一般

水の流れに対するマウンドの捨石等の被覆材の所要質量は、一般的に、適切な水理模型実験又は次式によって算定することができる。式中において、記号 $\gamma$ はその添字に関する部分係数であり、添字 $k$ 及び $d$ はそれぞれ特性値及び設計用値を示す。

$$M_d = \frac{\pi \rho_r U_d^6}{48 g^3 (\gamma_d)^6 (S_r - 1)^3 (\cos \theta - \sin \theta)^3} \quad (1.7.18)$$

ここに、

- $M$ : 捨石等の安定質量 (t)
- $\rho_r$ : 捨石等の密度 ( $t/m^3$ )
- $U$ : 捨石等の上面における水の流れの速度 (m/s)
- $g$ : 重力加速度 ( $m/s^2$ )
- $\gamma$ : イスバッシュ(Isbash)の定数(埋め込まれた石にあつては 1.20, 露出した石にあつては 0.86)
- $S_r$ : 捨石等の水に対する比重
- $\theta$ : 水路床の軸方向の斜面の勾配 ( $^\circ$ )

- 条件：①津波流速  $U$  : 10m/s  
 ②重力加速度  $g$  : 9.8m/s<sup>2</sup>  
 ③イスバッシュの定数  $\gamma$  : 0.86  
 ④斜面の勾配 : 0.0 $^\circ$

材料	$\rho$ ( $t/m^3$ )	$S_r$	$M$ (t)
コンクリート	2.34 <sup>※1</sup>	2.27	195
石材	2.36	2.29 <sup>※2</sup>	188

※1 コンクリートの密度は道路橋示方書・同解説より設定。

※2 石材の比重は港湾の施設の技術上の基準・同解説より設定。

参考文献

1) (社)日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説(下巻)，pp.561，2007.

2) 三井順，松本朗，半沢稔：イスバッシュ式の導出過程と防波堤を越流する津波への適用性，土木学会論文集 B2 (海岸工学)，Vol. 71, No. 2, pp. I\_1063-I\_1068, 2015.

第 2.5-3 表 漂流物評価結果 (発電所構内海域 (輪谷湾))

No.	分類	名称	総トン数	Step1 (漂流する可能性) 検討結果		Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価								
				比重												
①	船舶	燃料等輸送船	約 5,000 トン	【判断基準:d】 日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急回避に係る手順が整備されており緊急回避の実効性を確認した。また、海域活断層に想定される地震による津波に対しては、荷揚場に係留することから漂流物とならない。	-	-	-	I								
									温排水影響調査作業船	約 10 トン	日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急回避に係る手順を整備し、緊急回避の実効性を確認する。一方、海域活断層に想定される地震による津波に対しては、緊急回避できず、輪谷湾内で漂流する可能性がある。	-	【判断基準:h】 漂流した場合においても、取水口上部の水面に留まることから、取水口に到達しない。	-	III (IV)	
										人工リーフ海藻草調査作業船						約 3~6 トン
										格子状定線水温測定作業船						約 3 トン
										港漏油拡散防止業務作業船						1 トン未満~約 10 トン
										環境試料採取作業船						1 トン未満~約 3 トン
										海象計点検作業船						約 2~10 トン
										使用済燃料の輸送に伴う作業船						約 2~10 トン
										フラップゲート点検作業船						約 7 トン
										③						船舶

第 2.5-3 表 漂流物評価結果 (発電所構内海域 (輪谷湾))

No.	分類	名称	質量	Step1 (漂流する可能性)			Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
				漂流		滑動			
				検討結果	比重*				
④	船舶	漁船	約 0.4~0.7 トン	大津波警報発令時には、「災害に強い漁業地域づくりガイドライン(水産庁(平成24年3月))」において、沖合に退避すると記載されており、津波襲来まで時間的に余裕のある日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、沖合に退避すると考えられるが、漁船が航行不能となった場合を想定し、漂流物となるものとして評価。海域活断層から想定される地震による津波に対しては、漂流する可能性があるものとして評価。	-	-	【判断基準:h】 漂流した場合においても、取水口上部の水面に留まることから、取水口に到達しない。	【判断基準:i】 万一、防波堤に衝突する等により沈降した場合においても、漁船の最大規模は約 0.7 トン (総トン数) であり、大きさは約 10 トンの作業船より小さく、取水口の取水面積は十分に大きいことから、取水口を閉塞する可能性はない。	III
⑤	防波堤	防波堤ケーソン	10,000t 以上	【判断基準:b】 当該設備と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート比重 【2.27】	【判断基準:f】 発電所近傍の最大流速 10.0m/s に対して、当該設備の安定流速は 19.2m/s 以上であることから、滑動しない。	-	-	II

※コンクリートの比重は道路橋示方書・同解説より設定、石材の比重は港湾の施設の技術上の基準・同解説より設定。

第 2.5-3 表 漂流物評価結果（発電所構内海域（輪谷湾））

No.	分類	名称	質量	Step1（漂流する可能性）			Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
				漂流		滑動			
				検討結果	比重※				
⑤	防波堤	消波ブロック	80t	【判断基準・b】 当該設備と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート比重 【2.27】	発電所近傍の最大流速 10.0m/s に対して、当該設備の安定流速はそれぞれ、8.6m/s, 5.8～6.5m/s, 2.5～3.7m/s であることから、滑動する。	【判断基準・g】 安定流速を上回る取水口への連続的な流れは確認されないことから取水口へ到達しない。	-	III
		被覆ブロック	8～16t		石材比重 【2.29】				
		基礎捨石	50～500kg						
⑥	護岸	消波ブロック	12.5t	【判断基準・b】 当該設備と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート比重 【2.27】	発電所近傍の最大流速 10.0m/s に対して、当該設備の安定流速はそれぞれ、6.3m/s, 4.4m/s, 2.3m/s 以上であることから、滑動する。	【判断基準・h】 港湾内に沈んだ場合においても、海底面から5.5mの高さがある取水口に到達することはない。	-	III
		被覆石	1.5t		石材比重 【2.29】				
		捨石	30kg 以上		石材比重 【2.29】				

※コンクリートの比重は道路橋示方書・同解説より設定、石材の比重は港湾の施設の技術上の基準・同解説より設定。




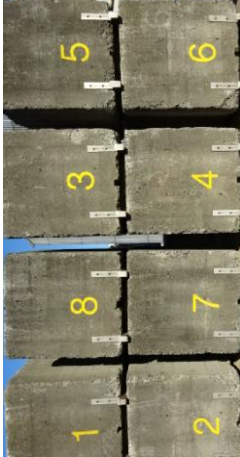
ii. 発電所構内陸域における評価

本調査範囲（構内・陸域）は防波壁外側の津波遡上域である荷揚場周辺である。第 2.5-17 図に示した本調査範囲にある漂流物となる可能性のある施設・設備等は、大別すると、第 2.5-4 表のように分類でき、評価はこの施設・設備等の分類ごとに行った。抽出した設備を第 2.5-26 図に示す。なお、荷揚場作業に係る車両・資機材については、添付資料 35 に示すとおり漂流物になることはない。


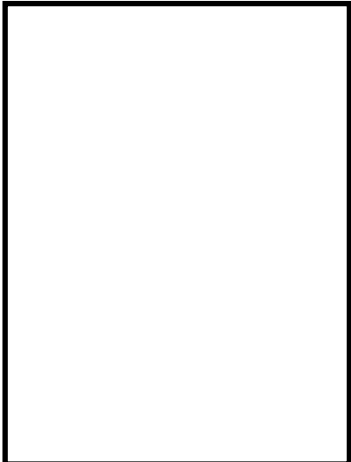





第 2.5-4 表 荷揚場にある漂流物となる可能性のある施設・設備等の分類

分類		漂流物となる可能性のある施設・設備
No.	種類	
①	鉄骨造建物	荷揚場詰所
		デリッククレーン巻上装置建物
②	機器類	キャスク取扱収納庫
		デリッククレーン
		デリッククレーン荷重試験用品①
		デリッククレーン荷重試験用品②
		デリッククレーン荷重試験用品③
		デリッククレーン荷重試験用ウエイト
		オイルフェンスドラム・オイルフェンス
		変圧器盤・ポンプ制御盤①
		変圧器盤・ポンプ制御盤②
		変圧器盤・ポンプ制御盤③
③	その他 漂流物になり得る物	防舷材（フォーム式）
		防舷材（空気式）
		エアコン室外機
		電柱・電灯
		枕木
		H 型鋼
		廃材箱
		フェンス
		案内板





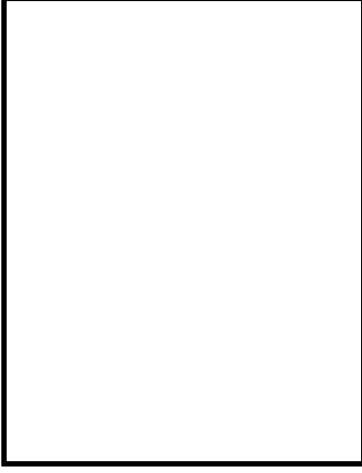


			
<p>荷揚場詰所</p> 	<p>デリッククレーン巻上装置建物</p> 	<p>キャスタク取扱収納庫</p> 	<p>デリッククレーン</p> 
<p>デリッククレーン荷重試験用品 ①</p>	<p>デリッククレーン荷重試験用品 ②</p>	<p>デリッククレーン荷重試験用品 ③</p>	<p>デリッククレーン荷重試験用ウ エイト</p>

第2.5-26-1 図 荷揚場周辺にある漂流物となる可能性のある施設・設備

	<p>オイルフェンスドラム オイルフェンス</p>		<p>変圧器盤・ポンプ制御盤①</p>		<p>防舷材 (フォーム式)</p>		<p>変圧器盤・ポンプ制御盤②</p>		<p>防舷材 (空気式)</p>		<p>変圧器盤・ポンプ制御盤③</p>		<p>電柱・電灯</p>
---	-------------------------------	---	---------------------	--	--------------------	---	---------------------	--	------------------	---	---------------------	--	--------------

第2.5-26-2 図 荷揚場周辺にある漂流物となる可能性のある施設・設備

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

 <p>枕木</p>	 <p>H型鋼</p>	 <p>廢材箱</p>	 <p>フェンス</p>
 <p>案内板</p>			

第 2.5-26-3 図 荷揚場周辺にある漂流物となる可能性のある施設・設備

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

漂流物となる可能性のある施設・設備等として抽出されたもののうち、第2.5-18図に示す漂流物の選定・影響確認フローに従って、漂流する可能性(Step1)、到達する可能性(Step2)及び閉塞する可能性(Step3)の検討を行い、取水性への影響を評価した。

なお、調査範囲(発電所構内陸域)については、漂流する可能性(Step1)において、滑動する可能性の検討を実施する。滑動する可能性を検討する上で用いる流速は、荷揚場における最大流速11.9m/sとする(添付資料31参照)。また、評価にあたっては、発電所構内(海域)における評価において示したイスバッシュ式を用いた。

#### ①鉄骨造建物

荷揚場詰所及びデリッククレーン巻上装置建物は、鉄骨造の建物で、扉や窓等の開口部及び壁材は地震又は津波波力により破損して気密性が喪失し、施設内部に津波が流入すると考えられる。また、東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物の実績から、鉄骨造の建物は津波波力により壁材等が施設本体から分離して漂流物となったが建物自体は漂流していないこと、主材料である鋼材の比重(7.85)が海水の比重(1.03)を上回っていることから、施設本体は漂流物とはならないと評価した。また、施設本体の滑動についても、施設本体が鉄骨であり、津波の波力を受けにくい構造であること、東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物の実績でも鉄骨造の建物本体が漂流していないことから、滑動しないと評価した。一方、施設本体から分離した壁材等については、がれき化して漂流物となる可能性があるが、比重が海水比重を下回る物は、取水口上部の水面に留まることから、水中にある取水口に到達することはなく、比重が海水比重を上回る物は、津波波力を受けにくい構造であることから、滑動しないと評価した。

#### ②機器類

キャスク取扱収納庫については、定盤部は、重量物であり気密性もなく、コンクリート基礎部にアンカーボルトで固定されていることから漂流物とならないが、カバー部は、中が空洞であり、気密性を有するため、漂流するものとして評価した。ただし、気密性があり漂流物となる設備は、取水口上部の水面に留まることから、水中にある取水口に到達することはないと考える。万一、取水口呑口上部で沈降したとしても、取水口呑口の断面寸法並びに非常用海水冷却系に必要な通水量及びキャスク取扱収納庫の寸法(長さ約8m、高さ約4.5m、幅約4.5m)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取水口及び取水管の通水性に影響を及ぼさないと考えられる。



デリッククレーン及びデリッククレーン荷重試験用品①～③については、主材料である鋼材の比重（7.85）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから漂流物とならないと評価した。また、滑動については、当該設備は線状構造であり、津波波力を受けにくい構造であることから、滑動しないと評価した。

デリッククレーン荷重試験用ウエイトについては、主材料であるコンクリートの比重（2.34）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから漂流物とならないと評価した。また、滑動については、荷揚場における最大流速11.9m/sに対し、安定流速が6.9m/sであったことから、滑動すると評価した。ただし、滑動し港湾内に沈んだ場合においても、海底面から取水口呑口下端まで5.5mの高さがあることから、本設備の形状（高さ約1.5m×長さ約3m×幅1.25m）を考慮すると取水口に到達することはないと評価した。

オイルフェンスドラム・オイルフェンスについては、主材料である鋼材の比重（7.85）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから漂流物とならないと評価した。また、滑動については、当該設備は格子状の構造であり、津波波力を受けにくい構造であることから、滑動しないと評価した。

変圧器盤・ポンプ制御盤①～③については、主材料である鋼材の比重（7.85）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから漂流物とならないと評価した。また、滑動については、軽量物であることから、滑動すると評価した。ただし、滑動した場合においても、港湾内に沈むため、海底面から取水口呑口下端まで5.5mの高さを有する取水口に到達することはないと評価した。

### ③その他漂流物になり得る物品

防舷材（フォーム式及び空気式）については、重量が比較的軽く気密性があるため、漂流物となると評価した。ただし、気密性があり漂流物となるものは、取水口上部の水面に留まるため、取水口に到達することはないと評価した。

エアコン室外機については、主材料である鋼材の比重（7.85）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから、漂流物とならないと評価した。また、滑動については、軽量物であることから、滑動すると評価した。ただし、滑動した場合においても、港湾内に沈むため、海底面から取水口呑口下端まで5.5mの高さを有する取水口に到達することはないと評価した。

電柱、電灯等については、主材料であるコンクリートの比重（2.34）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから漂流物とならないと評価した。また、滑動については、当該設備は細長い

円筒形の構造であり、津波波力を受けにくい構造であることから、滑動しないと評価した。

枕木については、主材料である木の比重（1以下）と海水比重(1.03)を比較した結果、漂流物となると評価した。ただし、漂流物した場合においても、取水口上部の水面に留まるため、取水口に到達することはないと評価した。

H型鋼については、主材料である鋼材の比重（7.85）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから、漂流物とならないと評価した。また、滑動については、軽量物であることから、滑動すると評価した。ただし、滑動した場合においても、港湾内に沈むため、海底面から取水口呑口下端まで5.5mの高さを有する取水口に到達することはないと評価した。

廃材箱については、上部は開口しているが、気密性を有した形状で漂流物になる可能性があることから、漂流すると評価した。ただし、漂流した場合においても、取水口上部の水面に留まる場合は取水口に到達せず、港湾内に沈む場合は海底面から取水口呑口下端まで5.5mの高さを有する取水口に到達することはないと評価した。

フェンスについては、主材料である鋼材の比重(7.85)と海水比重(1.03)を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから、漂流物とならないと評価した。また、滑動については、当該設備は格子状の構造であり、津波波力を受けにくい構造であることから、滑動しないと評価した。

案内板については、主材料であるコンクリートの比重（2.34）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから漂流物とならないと評価した。また、滑動については、当該設備は線状構造であり、津波波力を受けにくい構造であることから、滑動しないと評価した。

以上の評価を第2.5-5表にまとめて示す。

第 2.5-5 表 (1) 漂流物評価結果 (発電所構内陸域) (Step1)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	質量	Step1			評価	
						漂流	比重	滑動		
						検討結果	比重	設置場所	検討結果	
1	①	鉄骨造 建物	荷揚場 詰所	施設本体 (鋼材) 壁材 (ALC 版)	-	【判断基準:b, c】 扉や窓等の開口部及び壁材等が地震又は津波波力により破損して気密性が喪失し、施設内部に津波が流入する。施設本体については、主材料である鋼材の比重から漂流物とはならない。また、壁材 (スレート) は海水の比重と比較した結果、漂流物とはならない。	《施設本体》 鋼材比重 【7.85】	発電 所敷 地内	【判断基準:e】 施設本体 (鉄骨のみ) は、津波波力を受けにくい構造であるとともに、3.11 地震に伴う津波の実績から滑動しない。	II
2						德里ック クレーン 巻上装置 建物	施設本体 (鋼材) 壁材 (スレート)		-	

第 2.5-5 表 (2) 漂流物評価結果 (発電所構内陸域) (Step1)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	質量	Step1		評価	
						漂流	滑動		
3			キャスク 取扱収納庫	鋼材	カバー部： 約 4.3t 定盤部： 約 7.9t	定盤部は、重量物であり気密性もなく、コンクリート基礎部にアンカーボルトで固定されていることから漂流物とならないが、カバー部は、中が空洞であり、気密性を有するため、漂流する可能性があるものとして評価。	—	Step2 (漂流)	
4	②	機器類	デリック クレーン	鋼材	約 144 t	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重 【7.85】	【判断基準:e】 線状構造であり、津波波力を受けにくいいため、滑動しない。	II
5			試験用品①		約 6.2t	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重 【7.85】	【判断基準:e】 線状構造であり、津波波力を受けにくいいため、滑動しない。	II
6			試験用品②	鋼材	約 11t				
7	試験用品③		—						
8			試験用 ウエイト	コンクリート	約 22t	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート 比重 【2.34】	荷揚場における最大流速 11.9m/s に対して、当該設備の安定流速は 6.95m/s であることから、滑動する。	Step2 (滑動)



第 2.5-5 表 (3) 漂流物評価結果 (発電所構内陸域) (Step1)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	質量	Step1			評価	
						漂流		滑動		
9			オイルフェン・ドラム・オイルフェンス	鋼材	約 3.8t	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重【7.85】	発電所敷地内	【判断基準:e】 格子状の構造であり、津波波力を受けにくいいため、滑動しない。	II
10		機器類	変圧器・ポンプ制御盤①		約 0.1t					
11	③		変圧器・ポンプ制御盤②	鋼材	—					
12			変圧器・ポンプ制御盤③		約 0.04t	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重【7.85】	発電所敷地内	軽量物であり、滑動するとして評価。	Step2 (滑動)
13		その他漂流物となり得る物	防舷材 (フォーム式)	ゴム	約 1t	重量が比較的軽く、気密性があるため、漂流する可能性があると評価。	—	発電所敷地内	—	Step2 (漂流)
14			防舷材 (空気式)	ゴム	約 0.5t					

第 2.5-5 表 (4) 漂流物評価結果 (発電所構内陸域) (Step1)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	質量	Step1			評価	
						漂流		滑動		
15	③	その他漂流物となり得る物	エアコン室外機	鋼製	約 0.2t	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重 【7.85】	発電所敷地内	軽量であり、滑動するものとして評価した。	Step2 (滑動)
16			電柱・電灯	コンクリート	約 0.1t	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート比重 【2.34】	発電所敷地内	【判断基準:e】 細長い円筒形の構造であり、津波波力を受けにくいため、滑動しない。	II
17			枕木	木	約 12kg	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流する可能性がある。	木材比重 【1以下】	発電所敷地内	—	Step2 (漂流)
18			H型鋼	鋼製	約 0.4t	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重 【7.85】	発電所敷地内	軽量であり、滑動するものとして評価した。	Step2 (滑動)
19			廃材箱	鋼製	約 0.9t	気密性を有した形状で漂流物となる可能性があることから、漂流する可能性があるとして評価。	鋼材比重 【7.85】	発電所敷地内	—	Step2 (漂流)

第 2.5-5 表 (5) 漂流物評価結果 (発電所構内陸域) (Step1)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	質量	Step1			評価	
						漂流		滑動		
20	③	その他漂流物となり得る物	フェンス	鋼製	約 10kg	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重 【7.85】	発電所敷地内	【判断基準:e】 格子状の構造であり、津波波力を受けにくいいため、滑動しない。	II
						【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート 【2.34】	発電所敷地内	【判断基準:e】 線状構造であり、津波波力を受けにくいいため、滑動しない。	
21			案内板	コンクリート	約 60 kg	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート 【2.34】	発電所敷地内	【判断基準:e】 線状構造であり、津波波力を受けにくいいため、滑動しない。	II

第 2.5-5 表 (6) 漂流物評価結果 (発電所構内陸域) (Step2~3)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	Step1 の結果	Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
2	①	鉄骨造建物	荷揚場 詰所	施設本体 (鋼材) 壁材 (ALC 版)	地震又は津波波力により施設本体から分離した海水比重を下回る壁材については、がれきり化して漂流物となる。	<b>【判断基準 h】</b> 想定する壁材については、がれきり化して漂流物となる可能性はあるが、取水口上部の水面に留まることから、水中にある取水口に到達しない。	-	III
3	②	機器類	キャスク 取扱収納庫	鋼材	定盤部は、重量物であり気密性もなく、コンクリート基礎部にアンカーボルトで固定されていることから漂流物とならないが、カバー部は、中が空洞であり、気密性を有するため、漂流する可能性がある。	<b>【判断基準 h】</b> 気密性があり漂流物となる設備は、取水口上部の水面に留まるため、取水口に到達しない。	- <b>【判断基準 i】</b> 万一、取水口呑口上部で沈降したとしても、取水口呑口の断面寸法並びに非常用海水冷却系に必要な通水量及びキャスク取扱収納庫の寸法から、その接近により取水口が閉塞しない。	III (IV)
8			デリッククレーン試験用ウエイト	コンクリート	荷揚場における最大流速 11.9m/s に対して、当該設備の安定流速は 6.9m/s であることから、滑動する。	<b>【判断基準 h】</b> 滑動し港湾内に沈んだ場合においても、海底面から 5.5m の高さがある取水口に到達することはない。	-	III

第 2.5-5 表 (7) 漂流物評価結果 (発電所構内陸域) (Step2~3)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	Step1の結果	Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
10	②	機器類	変圧器・ポン プ制御盤①	鋼材	軽量であり、滑動すると して評価。	【判断基準:i】 滑動し港湾内に沈んだ場合に おいても、海底面から 5.5m の 高さを有する取水口に到達す ることはない。	-	III
11			変圧器・ポン プ制御盤②					
12			変圧器・ポン プ制御盤③					
13	③	その他 漂流物 となり 得る物	防舷材 (フォーム 式)	ゴム	重量が比較的軽く、気密 性があるため、漂流する 可能性があるものとし て評価。	【判断基準 i】 気密性があり漂流物となる設 備は、取水口上部の水面に留 まるため、取水口に到達しな い。	-	III
14			防舷材 (空気式)	ゴム				
15			エアコン 室外機	鋼製				

第 2.5-5 表 (8) 漂流物評価結果 (発電所構内陸域) (Step2~3)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	Step1 の結果	Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
17			枕木	木	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流する可能性があるものとして評価。	<p>【判断基準 i】</p> <p>取水口上部の水面に留まるため、取水口に到達しない。</p>	—	III
18			H 型钢	鋼製	軽量であり、滑動するものとして評価。	<p>【判断基準 i】</p> <p>滑動し港湾内に沈んだ場合においても、海底面から 5.5m の高さを有する取水口に到達することはしない。</p>	—	III
19	③	その他漂流物となり得る物	廢材箱	鋼製	気密性を有した形状で漂流物となる可能性があることから、漂流するものとして評価。	<p>【判断基準 i】</p> <p>気密性を有した状態で漂流する場合は、取水口上部の水面に留まるため、取水口に到達しない。</p> <p>また、気密性を有さない状態で滑動し、港湾内に沈んだ場合においても、海底面から 5.5m の高さを有する取水口に到達することはない。</p>	—	III

(b) 発電所構外における評価

i. 発電所構外海域における評価

調査範囲内にある港湾施設としては、発電所西方1 km 程度に片匂漁港<sup>かたぐ</sup>、発電所西方2 km 程度に手結漁港<sup>たゆ</sup>、南西2 km 程度に恵曇漁港<sup>えとも</sup>、東方3 km 及び4 km 程度に御津漁港<sup>みつ</sup>、大芦漁港<sup>おわし</sup>があり、漁船が停泊している。

また、発電所から2 km から3 km 程度離れた位置に定置網の設置海域がある。

この他に調査範囲内を航行し得る船舶として発電所から3.5 km 以内に漁船等の総トン数30 トン程度の比較的小型な船舶が、3.5 km 以遠に巡視船、引き船、タンカー、貨物船等の総トン数100 トンを超える比較的大型な船舶が挙げられた。

さらに、(a) i. 発電所構内海域（輪谷湾）における評価で抽出したその他作業船についても、輪谷湾外でも作業を実施することから、ここでも抽出した。

抽出された発電所構外海域の船舶等を第2.5-6表に、周辺漁港への聞き取り調査により確認した発電所沿岸で操業する漁船とその操業区域を第2.5-7表及び第2.5-27図に、発電所沖合で操業する漁船（総トン数10 トン以上）とその位置を第2.5-8表及び第2.5-28図に示す。発電所沿岸で操業する漁船は、以下の理由から施設護岸から約500 m 以内と以遠の2つに区分した。

- ・水深が深くなるにつれ、流速が小さくなる傾向があり、施設護岸から50 m 以内（水深20 m 程度）で比較的速度い5 m/s 程度の流速が確認され [第2.5-29-1, 2 図]、施設護岸から500 m 程度（水深40 m 程度）の位置では流速が1 m/s 程度 [第2.5-29-3 図] となっている（添付資料34）。

2号炉の取水口及び取水管の通水性に与える影響を、第2.5-18図に示すフローにより評価した。また、発電所周辺の漁港の船舶については、漁港に停泊する場合、発電所沿岸及び沖合で操業する場合、各々について津波が発生した場合の影響を評価した。

なお、<sup>くけど</sup>潜戸に観光遊覧船航路があるが、航路上の最も接近する位置でも発電所から5 km 以上の距離があり、調査範囲内を航行するものではない。

第 2.5-6 表 発電所構外海域における漂流物調査結果

No.	名称	種類	設置箇所	発電所からの距離	総トン数
①	船舶 (漁船等)	船舶	片句漁港 (停泊)	西方約 1km	最大約 10 トン
			手結漁港 (停泊)	西方約 2km	最大約 10 トン
			恵曇漁港 (停泊)	南西約 2km	最大約 19 トン
			御津漁港 (停泊)	東方約 3km	最大約 12 トン
			大芦漁港 (停泊)	東方約 4km	最大約 3 トン
②※1	漁船	船舶	前面海域 (航行)	3.5km 以内	約 30 トン※2
	プレジャーボート	船舶			約 30 トン※3
	巡視船	船舶		3.5km 以遠	約 2,000 トン※4
	引き船	船舶			約 200 トン※4
	タンカー	船舶			約 1000~2000 トン※4
	貨物船	船舶			約 500~2500 トン※4
	帆船	船舶			約 100 トン※4
③	定置網	漁具	前面海域	西方約 2km	—
				東方約 3km	—
④	その他作業船※5	船舶	港湾外周辺	—	最大約 10 トン

※1 海上保安庁への聞取調査結果（平成 30 年 1 月～平成 30 年 12 月実績）を含む。

※2 船種・船体長から「漁港，漁場の施設の設計参考図書」に基づき算定する。

※3 プレジャーボートは船体長が不明であることから，「漁港，漁場の施設の設計参考図書」に示される最大排水トン数とした。

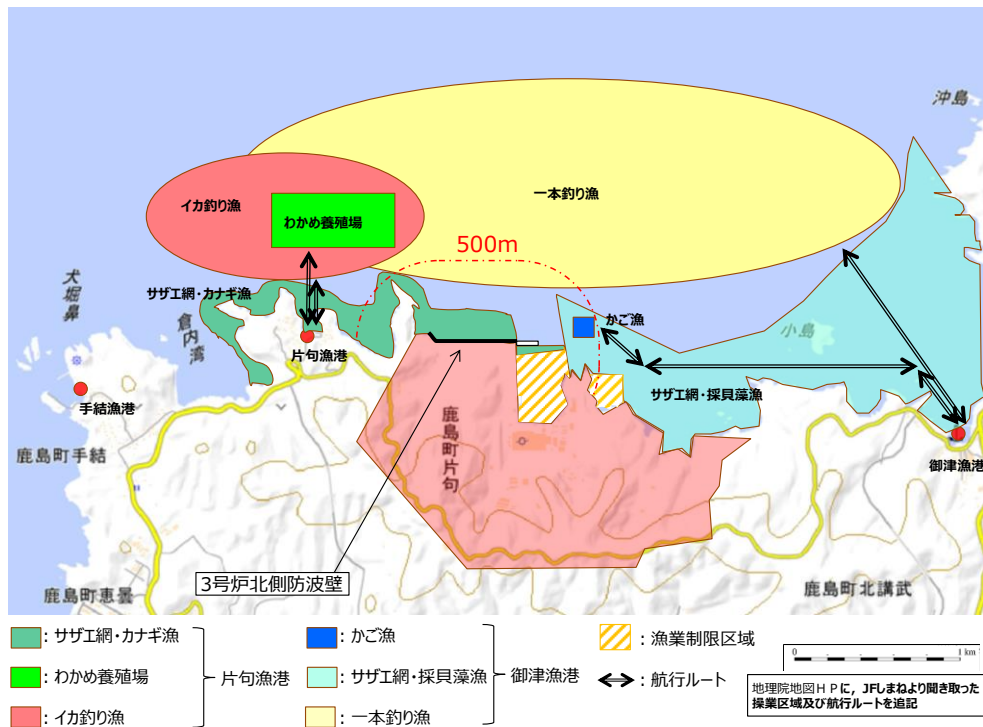
※4 船種・船体長から「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に基づき算定する。

※5 発電所構内海域（輪谷湾）における評価で抽出したその他作業船と同じである。



第 2.5-7 表 発電所沿岸で操業する漁船

名称	施設護岸からの距離	目的	漁港	総トン数 (質量)	数量 (隻)	備考
漁船	約 500m 以内	サザエ網・カナギ漁	片句漁港	1 トン未満 (3t 未満)	13	輪谷湾内で 4 隻 (0.4~0.7 トン (5 回/年)) が操業
		サザエ網・採貝藻漁	御津漁港	1 トン未満 (3t 未満)	18	
				2 トン未満 (6t 未満)	6	
		一本釣り漁	御津漁港	1 トン未満 (3t 未満)	13	
	かご漁	御津漁港	3 トン未満 (9t 未満)	1		
	約 500m 以遠	わかめ養殖	片句漁港	1 トン未満 (3t 未満)	7	
		イカ釣り漁	片句漁港	5 トン未満 (15t 未満)	7	
				8 トン未満 (24t 未満)	3	
				10 トン未満 (30t 未満)	3	

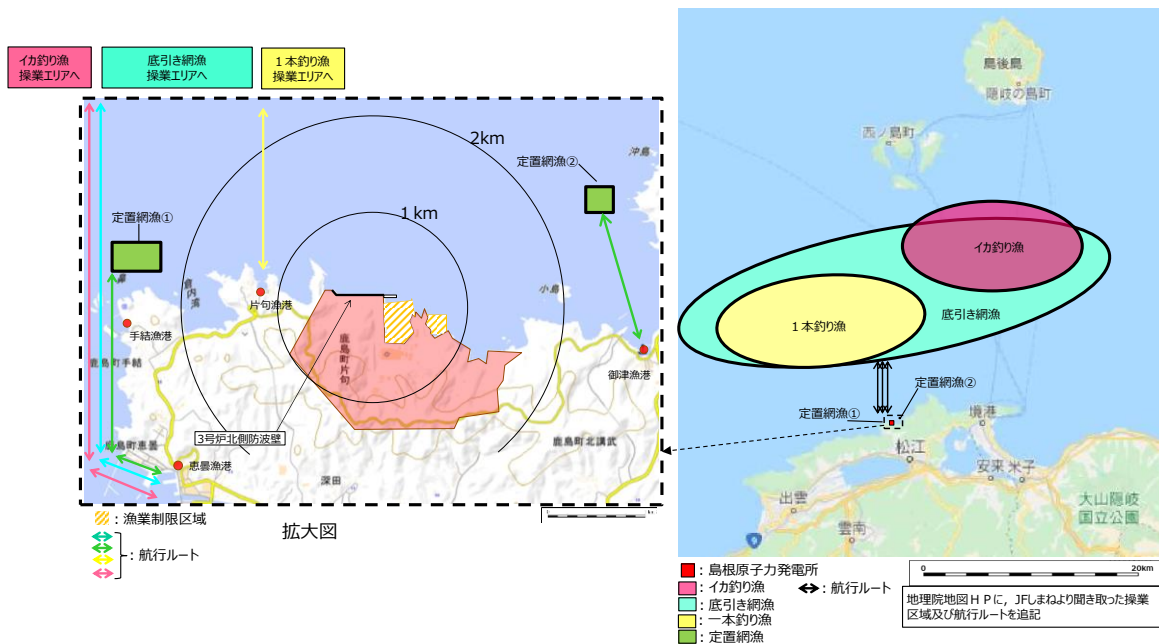


第 2.5-27 図 発電所沿岸で操業する漁船の操業区域

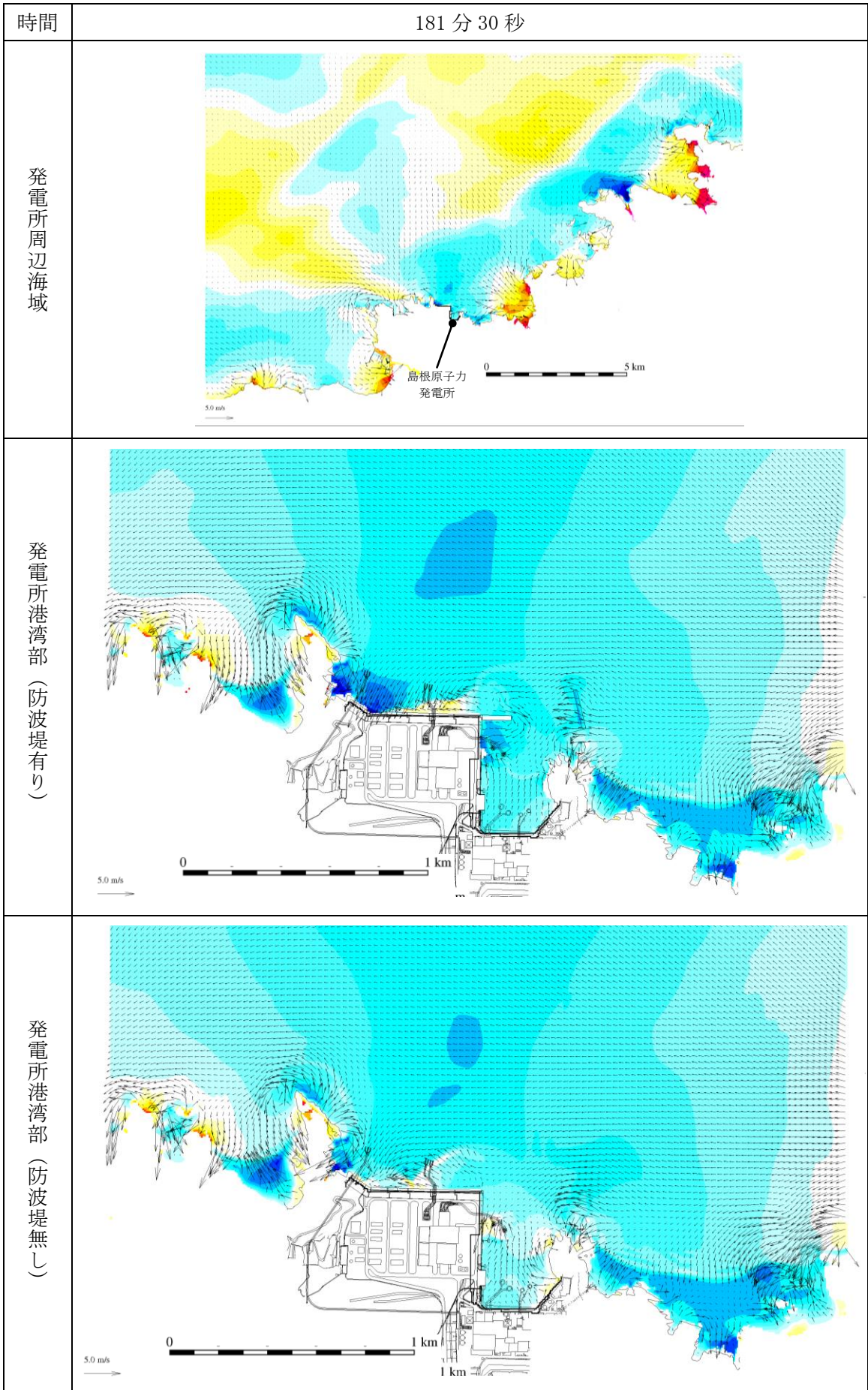
第 2.5-8 表 発電所沖合で操業する漁船（総トン数 10 トン以上）

名称	目的	漁港	総トン数(質量)	数量(隻)
漁船	イカ釣り漁※	恵曇漁港	約 19 トン (約 57t)	2
	底引き網漁	恵曇漁港	約 15 トン (約 45t)	2
	1 本釣り漁	片匂漁港	約 10 トン (約 30t)	3
	定置網漁①	恵曇漁港	約 10 トン (約 30t)	1
			約 19 トン (約 57t)	1
定置網漁②	御津漁港	約 12 トン (約 36t)	1	

※ 島根県漁業調整規則に基づき、島根県知事が総トン数 10 トン以上の漁船によるイカ釣り漁業の操業禁止区域（最大高潮時海岸線から 10 海里(約 18km) 内における操業を禁止）を定めている。（漁業調整規則：漁業法等に基づき、各都道府県知事が定める規則）（添付資料 42 参照）

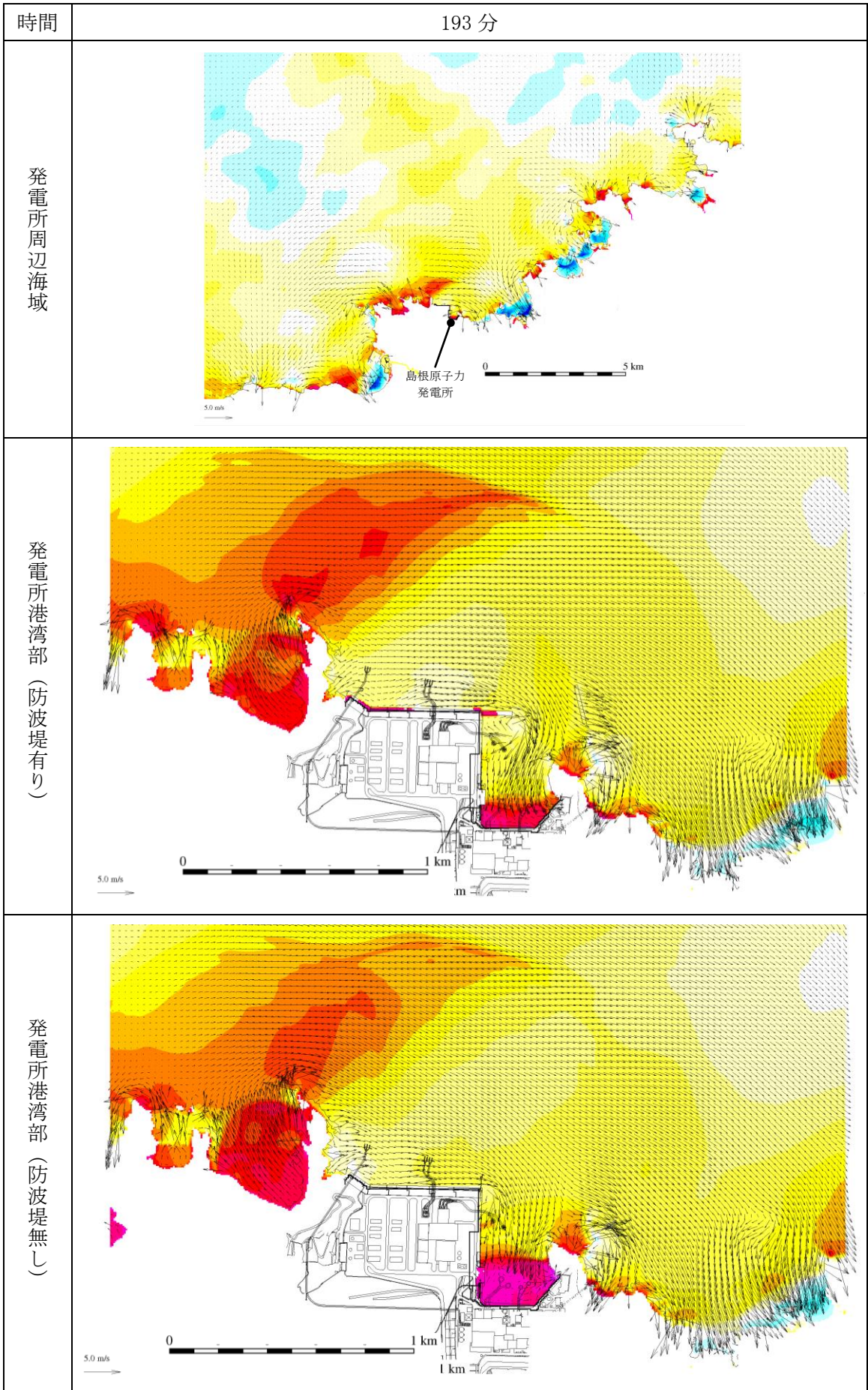


第 2.5-28 図 発電所沖合で操業する漁船（総トン数 10 トン以上）の操業区域



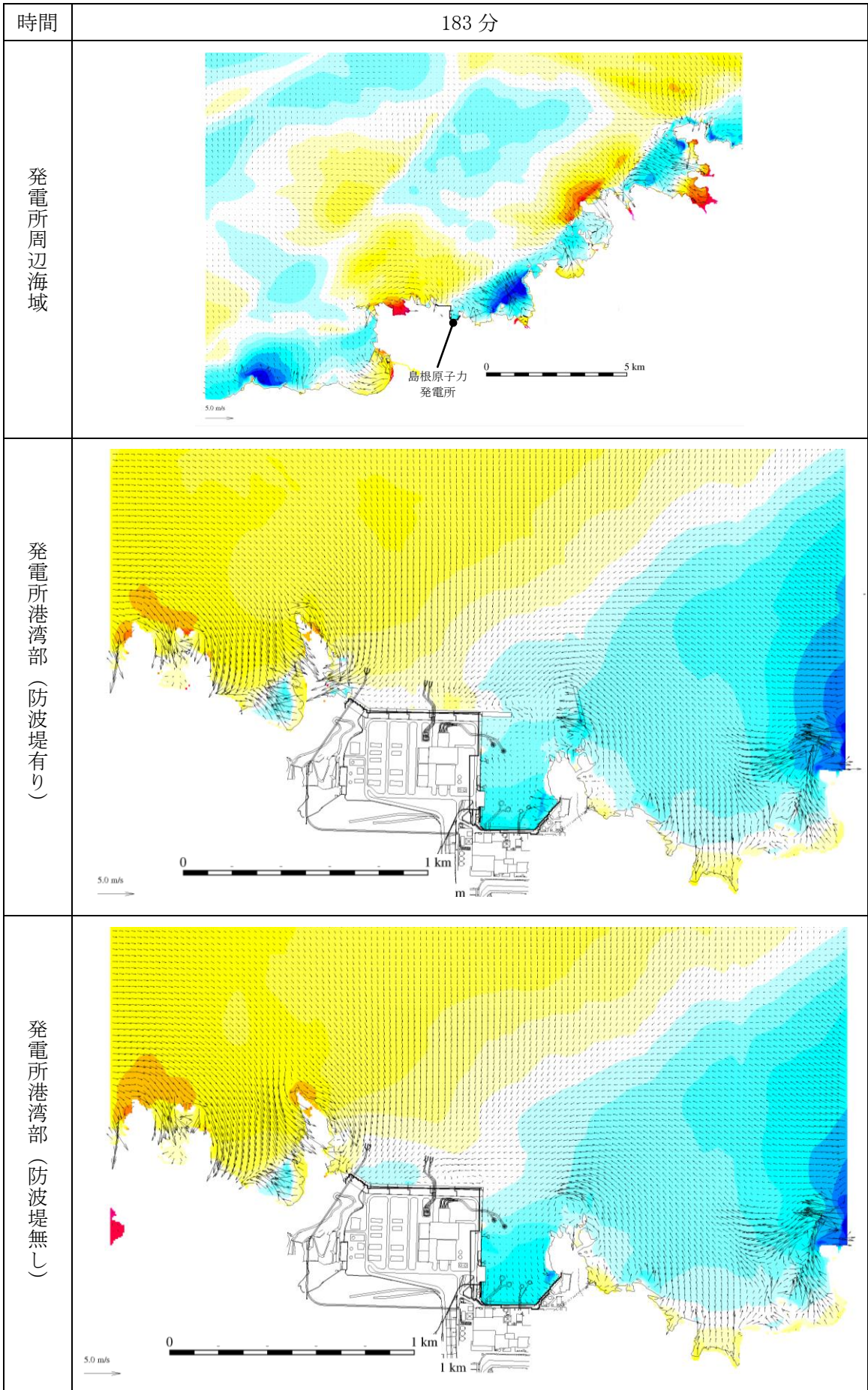
第 2.5-29-1 図 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル





第 2.5-29-2 図 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル





第 2.5-29-3 図 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル

### ①船舶（漁船）

発電所周辺の漁港の船舶は、発電所沿岸及び沖合で操業する場合と漁港に停泊する場合、各々について評価した。

大津波警報発令時には、「災害に強い漁業地域づくりガイドライン（水産庁（平成24年3月））」において、沖合に退避すると記載されており、発電所沿岸及び沖合で操業する漁船は、津波襲来まで時間的に余裕のある日本海東縁部に想定される地震による津波に対して、沖合に退避すると考えられるが、航行不能となり漂流する可能性を考慮し、日本海東縁部に想定される地震による津波及び海域活断層から想定される地震による津波の各々に対して、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性を評価した。その結果を、第2.5-9表に示す。

施設護岸から500m以内で操業する漁船は、添付資料36に示すとおり、施設護岸及び輪谷湾に到達すると評価した。ただし、その場合においても、第2.5-23図に示すとおり、日本海東縁部に想定される地震による津波の取水口位置における入力津波高さ（引き波）はEL-6.5mであり、取水口呑口の高さはEL-9.5mと十分に低く、漁船は取水口上部の水面に留まることから、取水口に到達せず、海水ポンプに必要な通水性が損なわれることはない。さらに、万一、防波堤に衝突する等により沈降した場合においても、第2.5-23図に示す取水口呑口の断面寸法並びに非常用海水冷却系に必要な通水量及び漁船の寸法から、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取水口及び取水管の通水性に影響を及ぼさないと評価した。

海域活断層から想定される地震による津波に対しては漂流物となり、輪谷湾に面する津波防護施設のEL4.2m以下の部分に到達する可能性がある。ただし、漂流した場合においても、日本海東縁部に想定される地震による津波と同様に取水口が閉塞し、非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水管の通水性に影響を及ぼさないと評価した。

一方、施設護岸から500m以遠で操業する漁船は、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性は十分に小さいと評価した。

周辺漁港に停泊する漁船については、発電所から最も近くても1km離れており、上述したとおり施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性はないと評価した。

第 2.5-9 表 発電所沿岸及び沖合で操業する漁船等の施設護岸及び輪谷湾への到達可能性

漁船の種類	施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性	
	日本海東縁部に想定される地震による津波	海域活断層から想定される地震による津波
周辺漁港で停泊している漁船	基準津波の流向・流速ベクトルの評価の結果、施設護岸及び輪谷湾に到達しない（添付資料 36 参照）。	基準津波の流向・流速ベクトルの評価の結果、施設護岸及び輪谷湾に到達しない（添付資料 36 参照）。
500m 以遠で操業する漁船	基準津波の流向・流速ベクトルの評価の結果、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性は十分に小さい（添付資料 36 参照）。	基準津波の流向・流速ベクトルの評価の結果、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性は十分に小さい（添付資料 36 参照）。
500m 以内で操業する漁船	施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性がある。	入力津波高さは EL4.2m であり、津波防護施設の EL4.2m 以下の部位及び輪谷湾に到達する可能性がある。

## ②船舶（発電所前面海域を航行する船舶）

発電所前面海域を航行する船舶としては、発電所から 3.5km 以内において漁船、プレジャーボート（総トン数 30 トン程度の比較的小型の船舶）が、発電所から 3.5km 以遠において巡視船、引き船、タンカー、貨物船、帆船（総トン数 100 トン以上の比較的大型の船舶）が確認された。海上保安庁への聞取調査結果より、発電所から 3.5km 以内を航行する漁船、プレジャーボートについても、発電所から約 2 km 離れた沖合を航行していることを確認した。

基準津波による水位変動は、基準津波の策定位置（発電所沖合 2.5km 程度）において、2 m 程度であり、第 2.5-14-1~4 図に示す 3 km, 5 km の地点 4~9 の軌跡解析の結果からも、3 km 以遠を航行する船舶は、津波によりほぼ移動しないことが確認される。これら航行中の船舶は、津波襲来への対応が可能であり、漂流物にならないと考えられるが、施設護岸及び輪谷湾へ到達する可能性について評価した。基準津波の流向・流速等の分析を踏まえ評価した結果を、添付資料 36 に示す。発電所沖合から発電所方向への連続的な流れはなく、発電所前面海域を航行中の船舶が、施設護岸及び輪谷湾に到達することはないと考えられる。

## ③定置網

基準津波の流向・流速等の分析を踏まえ評価した上述の結果から、定置網を設置した海域から発電所方向への連続的な流れはなく、定置網が施設護岸及び輪谷湾へ到達することはないと考えられる。

## ④その他作業船

(a) i. ②その他作業船における評価に示したとおり、日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急退避に係る手順を整備し、緊急退避の実効性を確認するが、海域活断層に想定される地震による津波に対しては緊急退避できず漂流する可能性があるため、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性を評価した。①船舶（漁船）に示したとおり、その他作業船は港湾外周辺で作業することから、施設護岸に到達すると評価した。また、輪谷湾に設置する取水口に対する到達可能性については、輪谷湾はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、取水口に到達する可能性はないと評価した。

第 2.5-18 図に示す漂流物の選定・影響確認フローに基づき、取水性への影響を評価した結果を第 2.5-10 表に示す。



第 2.5-10 表(1) 漂流物評価結果 (発電所構外海域)

No.	分類	名称	設置箇所	Step1 (漂流する可能性)	Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
①	船舶	漁船	片匂漁港 (停泊)	漂流する可能性があるものとして、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。	【判断基準:g】 流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはなく、施設護岸及び輪谷湾に到達しない。なお、港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所の港湾内に設置する取水口に到達しないと評価。	-	III
			手結漁港 (停泊)				
			恵曇漁港 (停泊)				
			御津漁港 (停泊)				
			大芦漁港 (停泊)				
			施設護岸から 500m 以内 (操業)	大津波警報発令時には、「災害に強い漁業地域づくりガイドライン (水産庁 (平成 24 年 3 月))」において、沖合に退避すると記載されており、津波襲来まで時間的に余裕のある日本海東縁部に想定される地震による津波に対して、沖合に退避すると考えるが、航行不能になることを想定し、漂流する可能性があるものとして、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。 海域活断層から想定される地震による津波に対しては、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。			III
			施設護岸から 500m 以遠 (操業)				III

第 2.5-10 表 (2) 漂流物評価結果 (発電所構外海域)

No.	分類	名称	設置箇所	Step1 (漂流する可能性)	Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
②	船舶	漁船	前面海域 (航行)	海上保安庁への聞取調査結果より発電所から約 2km 以上離れた沖合を航行しており、基準津波の策定位置 (発電所沖合 2.5km 程度) において、2m 程度の水位変動である。 津波襲来への対応が可能であり、漂流物とならないと考えられるが、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。	【判断基準:g】 流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはなく、施設護岸及び輪谷湾に到達しない。なお、港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所の港湾内に設置する取水口に到達しないと評価。	—	Ⅲ
		プレジャーボート					
		巡視船					
		引き船					
		タンカー					
		貨物船					
帆船							
③	漁具	定置網	前面海域	漂流する可能性があるものとして、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。	【判断基準:g】 流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはなく、施設護岸及び輪谷湾に到達しない。なお、港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所の港湾内に設置する取水口に到達しないと評価。	—	Ⅲ
		その他作業船	港湾外周辺	日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急退避に係る手順を整備し、緊急退避の実効性を確認する。 一方、海域活断層に想定される地震による津波に対しては、緊急退避できず、漂流する可能性があることから、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。	【判断基準:g】 港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所の港湾内に設置する取水口に到達しないと評価。	—	Ⅲ

ii. 発電所構外陸域における評価

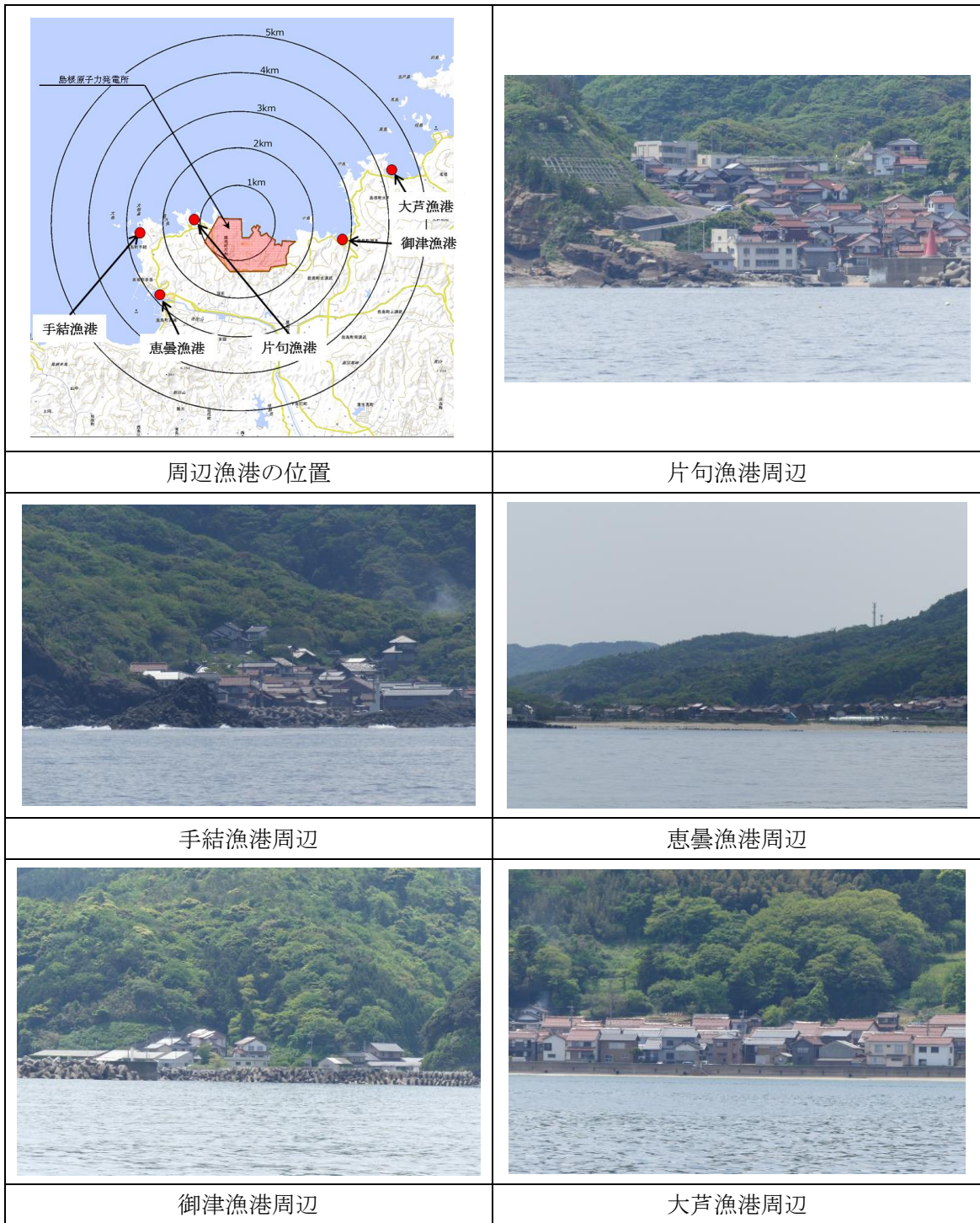
調査範囲内にある港湾施設として挙げられた片句（かたく）漁港，手結（たゆ）漁港，恵曇（えとも）漁港，御津（みつ）漁港周辺及び大芦（おわし）漁港に家屋，車両等が確認された。

発電所構外陸域における漂流物調査結果を第 2.5-11 表，第 2.5-30 図に示す。

第 2.5-11 表 漂流物調査結果

漁港周辺	漂流物調査結果*
片句（かたく） 漁港周辺	<ul style="list-style-type: none"> <li>・家屋：94 戸</li> <li>・車両：約 17 台</li> <li>・灯台：3 基</li> <li>・タンク：1 基</li> </ul>
手結（たゆ） 漁港周辺	<ul style="list-style-type: none"> <li>・家屋：174 戸</li> <li>・車両：約 40 台</li> <li>・灯台：1 基</li> </ul>
恵曇（えとも） 漁港周辺	<ul style="list-style-type: none"> <li>・家屋：525 戸</li> <li>・車両：約 241 台</li> <li>・灯台：4 基</li> <li>・工場：9 棟</li> <li>・タンク：3 基</li> </ul>
御津（みつ） 漁港周辺	<ul style="list-style-type: none"> <li>・家屋：152 戸</li> <li>・車両：約 133 台</li> <li>・工場：4 棟</li> <li>・灯台：4 基</li> <li>・タンク：1 基</li> </ul>
大芦（おわし） 漁港周辺	<ul style="list-style-type: none"> <li>・家屋：271 戸</li> <li>・車両：約 215 台</li> <li>・工場：4 棟</li> <li>・灯台：1 基</li> <li>・タンク：1 基</li> </ul>

※ 現地調査及び聞き取り調査により漂流物を抽出。  
家屋の数量については，現地調査及び自治体関係者への聞き取り調査で確認した世帯数を記載。車両の数量については，現地における目視調査により確認した漁港周辺への駐車可能台数（駐車可能面積と一般的な車両の大きさから推定）を記載（発電所構外陸域の漂流物調査は漁港周辺の漂流物の種類を明確にすることを目的としており，家屋や車両の数量については，規模感を示すため，世帯数及び駐車可能台数を記載）。



第 2.5-30 図 発電所構外陸域における漂流物調査結果

### ① 家屋・車両等

家屋・車両等は漁港周辺に存在しており、津波が遡上して仮に漂流物となった場合においても、i. 発電所構外海域における評価の①船舶（漁船等）に示したとおり、基準津波の流向・流速を踏まえると、施設護岸及び輪谷湾に到達する漂流物とはならないと評価する（添付資料 36 参照）。

これより、基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備等について、非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水管の通水性に影響を与えることがないことを確認した。第 2.5-12 表に評価結果を示す。

第 2.5-12 表 漂流物評価結果 (発電所構外陸域)

No.	分類	名称	設置箇所	Step1 (漂流する可能性)	Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
①	家屋・ 車両等	<ul style="list-style-type: none"> <li>・家屋</li> <li>・車両</li> <li>・灯台</li> <li>・タンク</li> </ul>	片句漁港 周辺	<p>津波が遡上することを仮定し、漂流する可能性があるものとして、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。</p>	<p><b>【判断基準:g】</b>                      流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはなく、施設護岸及び輪谷湾に到達しない。なお、港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所の港湾内に設置する取水口に到達しないと評価。</p>	-	Ⅲ
			手結漁港 周辺				
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・家屋</li> <li>・車両</li> <li>・灯台</li> <li>・工場</li> <li>・タンク</li> </ul>	恵曇漁港 周辺				
			御津漁港 周辺				
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・家屋</li> <li>・車両</li> <li>・灯台</li> <li>・工場</li> <li>・タンク</li> </ul>	大芦漁港 周辺				

(c) 漂流物に対する取水性への影響評価

発電所周辺を含め、基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備について、漂流（滑動を含む）する可能性、2号炉取水口に到達する可能性及び2号炉取水口が閉塞する可能性についてそれぞれ検討を行い、原子炉補機冷却海水系及び高圧炉心スプレー補機冷却海水系の取水性に影響を及ぼさないことを確認した。輪谷湾に到達すると評価した漂流物のうち漁船については、操業区域及び航行の不確かさがあり、取水性への影響について不確かさを考慮した評価を行う（漁船の不確かさについては添付資料 43 参照）。不確かさを考慮した漂流物として総トン数 19 トンの漁船（船の長さ 17.0m, 船の幅 4.3m, 喫水 2.2m<sup>※</sup>）を設定した場合においても、漁船は取水口上部の水面に留まることから、深層取水方式である取水口に到達せず、万一、防波堤に衝突する等により沈降した場合においても、第 2.5-23 図に示す取水口呑口の断面寸法並びに非常用海水冷却系に必要な通水量及び漁船の寸法から、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取水口及び取水管の通水性に影響を及ぼさないことを確認した。

さらに、2号炉の非常用取水設備である取水口は、循環水ポンプの取水路を兼ねており、全体流量に対する非常用海水ポンプ流量の比（5%未満）から、漂流物により通水面積の約 95%以上が閉塞されない限り、取水機能が失われることはない。敷地周辺沿岸域の林木等が中長期的に漂流し輪谷湾に到達した場合を考慮しても、2号炉の取水口は深層取水方式であり、取水口呑口が水面から約 9.5m 低く、水面上を漂流する林木等は取水口に到達しないため、取水性に影響はない。

なお、津波襲来後、巡視点検等により取水口を設置する輪谷湾内に漂流物が確認される場合には、必要に応じて漂流物を撤去する方針であることから、非常用海水ポンプの取水は可能である。

以上より、漂流物による取水性への影響はなく、検討対象漂流物の漂流防止対策は不要である。

※：津波漂流物対策施設設計ガイドライン（平成 26 年 3 月）より船型 20 トンの漁船の諸元から設定

e. 防波壁等に対する漂流物の選定

漂流物による影響としては、取水性への影響の他に「津波防護施設、浸水防止設備に衝突することによる影響（波及的影響）」があり、2号炉における同影響を考慮すべき津波防護施設としては、基準津波が到達する範囲内に設置される防波壁、防波壁通路防波扉が挙げられる。

本設備に対して衝突による影響評価を行う対象漂流物及びその衝突速度は、「d. 通水性に与える影響の評価」における「取水口及び取水管の通水性に与える影響」の評価プロセス、津波の特性、施設・設備の設置位置を踏まえ、それぞれ次のとおり設定する。

・対象漂流物

「d. 通水性に与える影響の評価」における「取水口及び取水管の通水性に与える影響」の評価プロセスにおいて抽出された施設護岸又は輪谷湾に到達する可能性のある漂流物として、防波壁外側の津波遡上域である荷揚場周辺の設備、航行不能となり漂流する可能性を考慮し施設護岸から500m以内で操業する漁船、海域活断層から想定される地震による津波に対しては緊急退避ができない可能性がある作業船（日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては緊急退避が可能）が挙げられる。これらのうち最も重量の大きいものを基本とする設計条件として設定する（第2.5-13表）。基本とする設計条件として設定する対象漂流物のうち漁船については、第2.5-14表に示す通り、操業区域及び航行の不確かさがあり、津波防護施設に対し不確かさを考慮した設計を行う（漁船の不確かさについては添付資料43参照）。また、施設護岸から500m以遠で操業及び航行する漁船については、漂流物となった場合においても施設護岸から500m位置における流速が1m/s程度と小さいこと等から施設護岸に到達する可能性は十分に小さいが、仮に500m以遠から津波防護施設に衝突する場合の影響について確認する。

漂流物衝突荷重については、詳細設計段階において漁船の位置や津波の流況等に応じて適切な漂流物衝突荷重の算定式を選定のうえ設定する。

・衝突速度

a. 日本海東縁部に想定される地震による津波

津波防護施設及び浸水防止設備の設置位置における津波流速に基づき、施設護岸（港湾外）では9.0m/s、施設護岸（港湾内）では9.0m/sであるため、10.0m/sとする。また、荷揚場周辺の遡上時に最大流速11.9m/sが確認されたことから、遡上する津波の継続時間や流向等を考慮し、最大流速が発生する荷揚場周辺の津波防護施設においては11.9m/sとする（添付資料18参照）。

b. 海域活断層から想定される地震による津波



津波防護施設及び浸水防止設備の設置位置における津波流速に基づき、施設護岸（港湾外）では 3.3m/s、施設護岸（港湾内）では 2.4m/s であるため、4.0m/s とする（添付資料 18 参照）。

第2.5-13表 基本とする設計条件として設定する対象漂流物

津波防護施設	対象漂流物	
	日本海東縁	海域活断層
輪谷湾内に面する津波防護施設	キャスク取扱収納庫 <sup>※1</sup> 及び漁船 <sup>※2</sup> (総トン数 3 トン)	作業船 (総トン数 10 トン) 及び漁船 <sup>※2</sup> (総トン数 3 トン)
外海に面する津波防護施設	漁船 <sup>※3</sup> (総トン数 10 トン)	作業船 (総トン数 10 トン) 及び漁船 <sup>※3</sup> (総トン数 10 トン)

※1 2基が隣接して設置されているため、2基分の衝突を考慮。

※2 輪谷湾に面する津波防護施設から500m以内にかご漁船（総トン数3トン）の操業エリアがあることを踏まえ設定。

※3 施設護岸から 500m 付近にイカ釣り漁船（総トン数 10 トン）の操業エリアがあることを踏まえ設定。

第2.5-14表 対象漂流物（漁船）の設計条件

津波防護施設	基本とする設計条件	対象漂流物の不確かさ	不確かさを考慮した設計条件
輪谷湾内に面する津波防護施設	総トン数 3 トンの漁船	<ul style="list-style-type: none"> <li>漁船の操業区域の不確かさ：発電所周辺において操業制限はないため、総トン数10トンのイカ釣り漁船が施設護岸から500m以内で操業する可能性は否定できない</li> <li>漁船の航行の不確かさ：漁船の航行については制限がないため、周辺漁港の漁船の最大の総トン数19トンの漁船が施設護岸から500m以内を航行する可能性は否定できない</li> </ul>	総トン数19トンの漁船
外海に面する津波防護施設	総トン数10トンの漁船		

(4) 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管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。また、除塵装置については、低耐震クラス（Cクラス）設備であることから地震により破損した後に、津波により移動した場合、長尺化を実施した非常用海水ポンプへの波及的影響が考えられることから、これらの影響についても合わせて考察を行った。

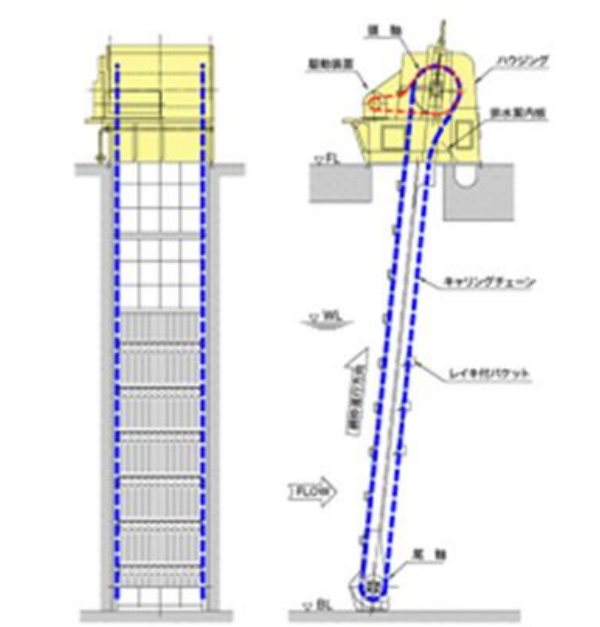
結果は以下に示すとおりであり、除塵装置はいずれの場合においても非常用海水冷却系の取水性に影響を与えるものではないことと評価する。

#### i. 津波による破損に対する評価

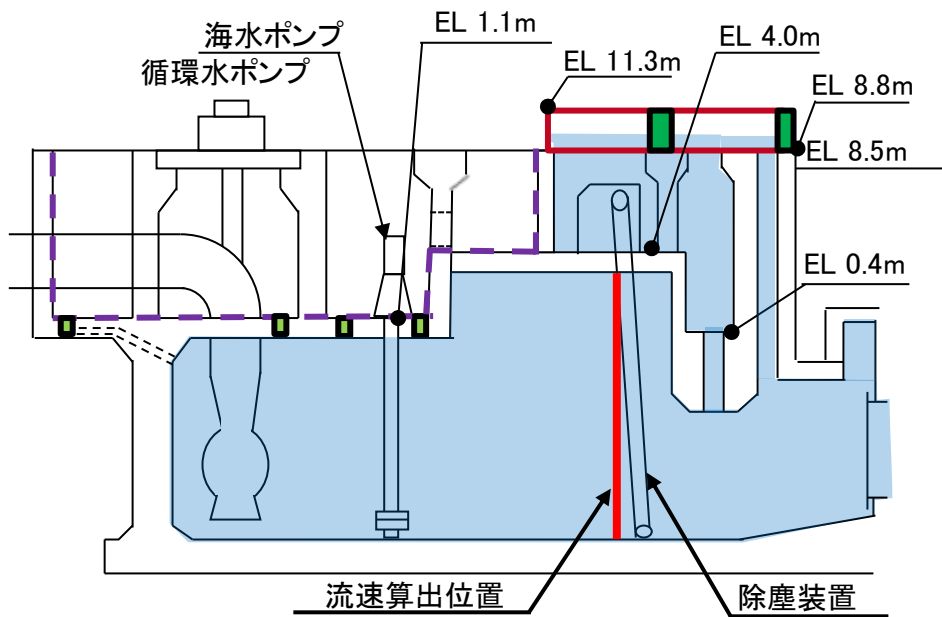
##### a. 確認方法

除塵装置の概要は第 2.5-31 図に示すとおりであり、除塵装置はいずれも多数のバケットがキャリング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、キャリングチェーン及びバケットが破損し、バ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。

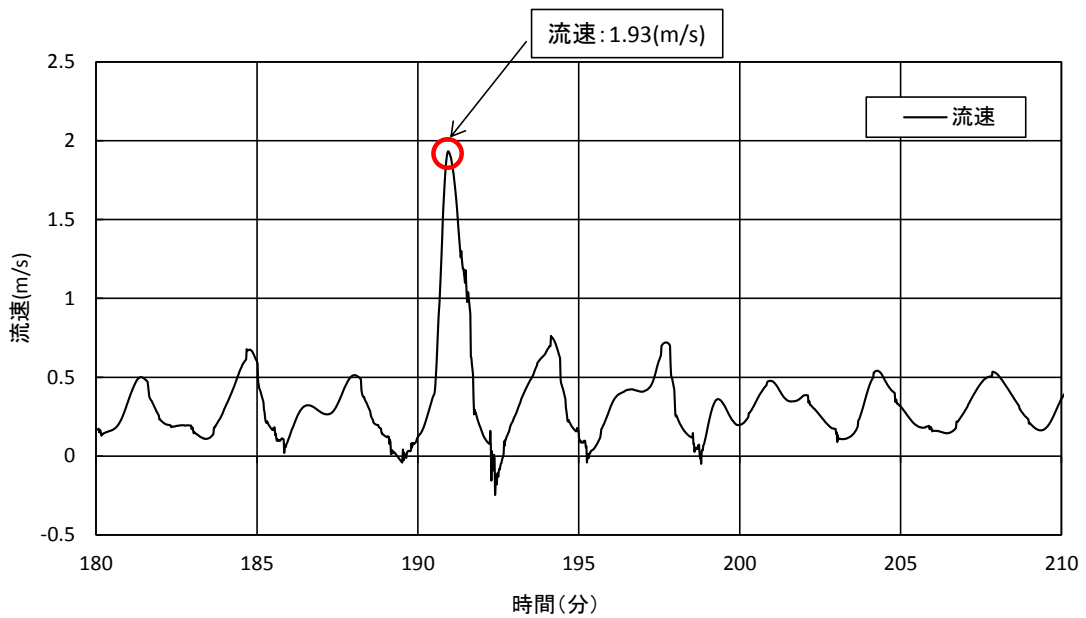
確認条件（津波流速）の算出位置を第 2.5-32 図、算出位置における流速評価結果を第 2.5-33 図に示す。算出位置における最大流速は 1.93m/s となるが、除塵装置が破損しないことは流速 2.4m/s まで確認しており、ここでは、2.4m/s における確認結果を示す。



第 2.5-31 図 除塵装置の概要



第 2.5-32 図 流速算出位置



第 2.5-33 図 流速評価結果 (入力津波 6)

b. 確認結果

津波流速が作用した際の各部材における発生値と許容値の比較結果を第2.5-15表に示す。2.5-15表より、2.4m/s時の発生水位差における各部材に発生する最大応力が許容応力を下回っていることから、設備が漂流物化することではなく、取水性に影響を及ぼすものでないことを確認した。

第2.5-15表 津波流速が作用した際の各部材における発生値と許容値の比較

設備	部材	2.4m/s時の発生水位差	発生水位差における発生値／許容値
除塵機	キャリングチェーン	5.8m	142739 (MPa) / 617000 (MPa) (最大応力／許容応力)
	バケット		225 (MPa) / 246 (MPa) (最大応力／許容応力)

ii. 地震による破損に対する評価

除塵装置（耐震Cクラス）は、基準地震動  $S_s$  による地震力に対して、機器が破損し漂流しない設計とする。

#### 4. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件

##### 4.1 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（防波壁、防波壁通路防波扉及び1号炉取水槽流路縮小工）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うえで、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。

###### 【検討結果】

2号炉では、基準津波による水位上昇時に、津波を地上部から到達、流入させないよう、日本海及び輪谷湾に面した敷地面に防波壁及び防波壁通路防波扉を津波防護施設として設置する。また、取水路からの津波の流入を防止するために、1号炉は取水槽に流路縮小工を設置する。

防波壁、防波壁通路防波扉及び1号炉取水槽流路縮小工は、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、越流時の耐性や構造境界部の止水にも配慮したうえで、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）防波壁

防波壁は、津波による遡上波が津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に到達、流入することを防止し、津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため、日本海及び輪谷湾に面した敷地面に設置する。

防波壁は、津波荷重や地震荷重に対して津波防護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、漂流物による荷重により、津波防護機能が保持できない場合には、津波防護施設の一部として漂流物対策を講じる。

##### a. 構造

防波壁は、多重鋼管杭式擁壁、逆T擁壁及び波返重力擁壁で構成され、波返重力擁壁は、岩盤部と改良地盤部により分類される。

多重鋼管杭式擁壁は、鋼管を多重化して鋼管内をコンクリート又はモルタルで充填した多重鋼管による杭基礎構造とし、鋼管杭と鉄筋コンクリート造の被

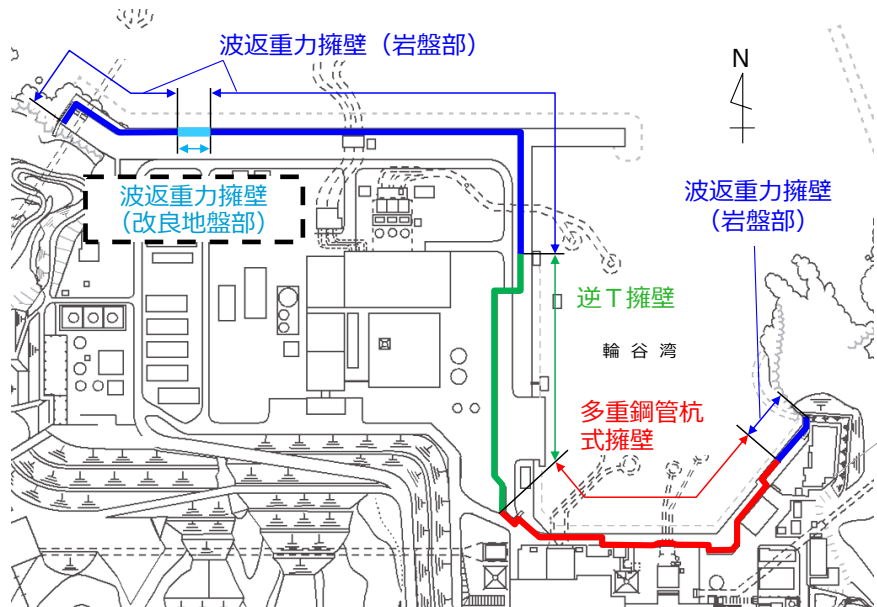
覆コンクリート壁による上部構造とする。鋼管杭は、岩盤に支持させる構造とする。また、施設護岸が損傷した際の津波の地盤中からの回り込みに対し、防波壁の背後に地盤改良を実施する。

逆T擁壁は、直接基礎構造とし、鉄筋コンクリート造の逆T擁壁による上部構造とする。逆T擁壁は、改良地盤を介して岩盤に支持させる構造とし、グラウンドアンカーにより改良地盤及び岩盤に押し付ける構造とする。

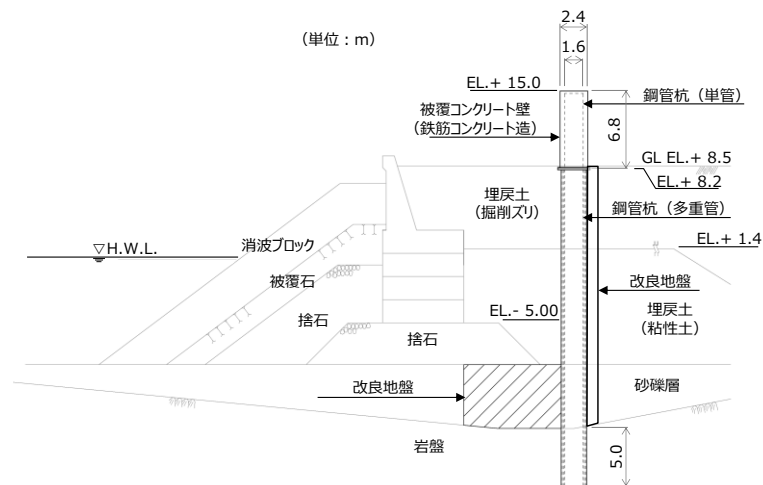
波返重力擁壁は、直接基礎構造とし、鉄筋コンクリート造の重力擁壁による上部構造とする。また、ケーソン等を介して岩盤に支持させる構造とする。なお、防波壁両端部については、堅硬な地山に支持させる構造とする。

主要な構造体の境界部には、想定される荷重の作用及び相対変位を考慮し、試験等にて止水性を確認した止水目地で止水処置を講じる設計とする。

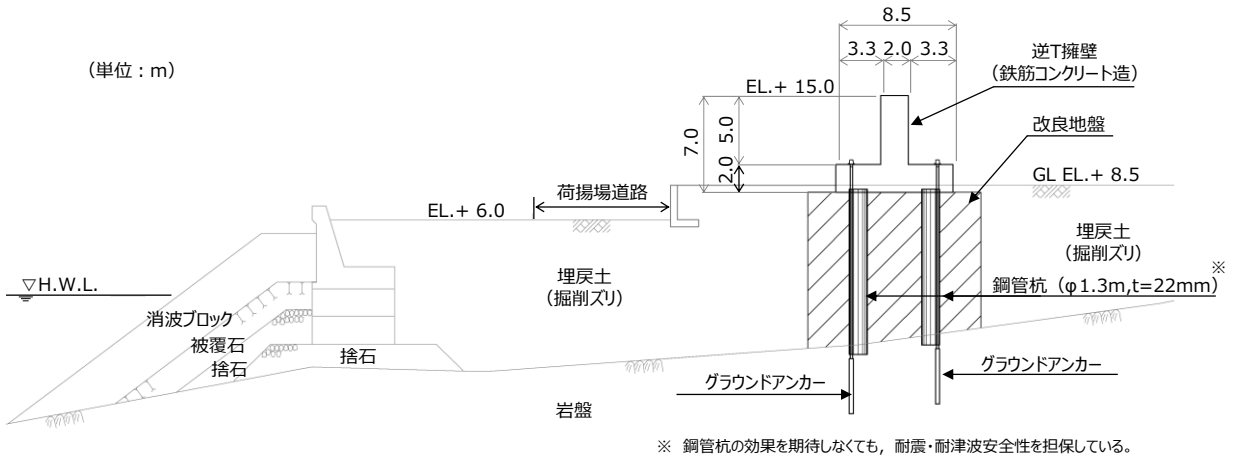
防波壁の配置図を第4.1-1図に、代表的な構造例を第4.1-2～5図に示す。



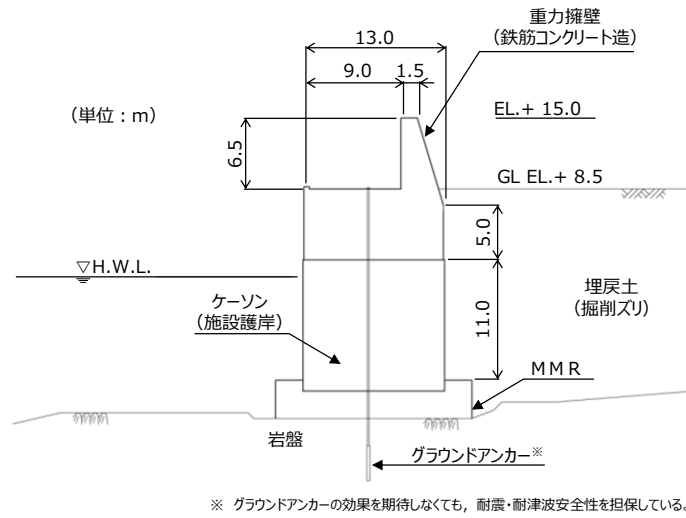
第4.1-1図 防波壁配置図



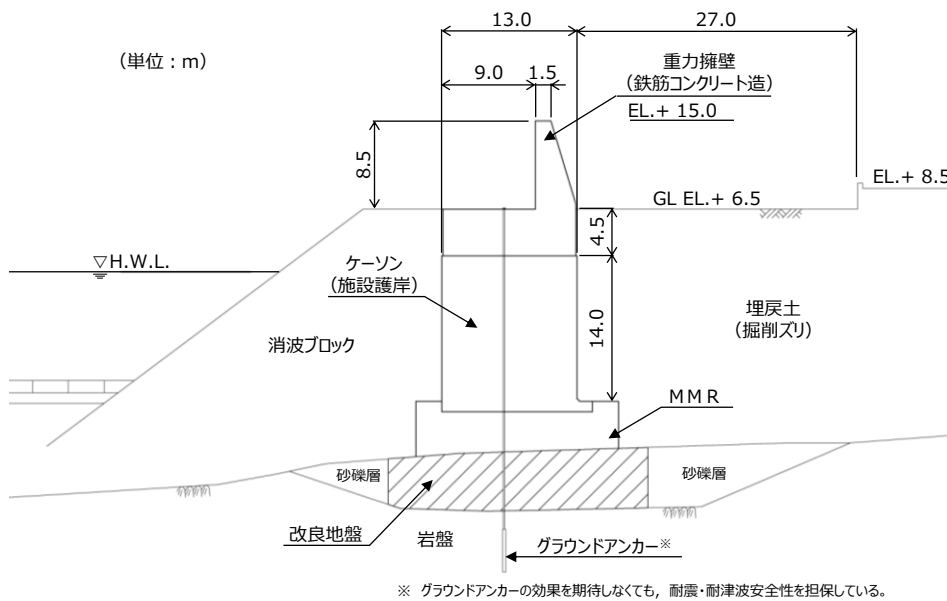
第4.1-2図 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 構造例



第 4.1-3 図 防波壁 (逆T擁壁) 構造例



第 4.1-4 図 防波壁 (波返重力擁壁) 岩盤支持部構造例



第 4.1-5 図 防波壁 (波返重力擁壁) 改良地盤部構造例



b. 荷重組合せ

防波壁は日本海及び輪谷湾に面した敷地面に設置す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、津波荷重及び漂流物衝突荷重の組合せを考慮する。

- ・ 常時荷重＋地震荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重＋漂流物衝突荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また、設計に当たっては、その他自然現象による荷重との組合せを適切に考慮する（添付資料20参照）。

c. 荷重の設定

防波壁の設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

(a) 常時荷重

自重等を考慮する。

(b) 地震荷重

基準地震動  $S_s$  を考慮する。

(c) 津波荷重

津波による水位上昇や、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（添付資料26参照）。

(d) 漂流物衝突荷重

対象とする漂流物を定義し、漂流物の衝突力を漂流物衝突荷重として設定する（添付資料21参照）。

(e) 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（添付資料22参照）。

d. 許容限界

津波防護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、止水性の面も踏まえることにより、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、構成する部材がおおむね弾性域内に収まることを基本として、津波防護機能を保持していることを確認とする。

## (2) 防波壁通路防波扉

防波壁通路防波扉は、津波による遡上波が津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に到達，流入することを防止し，津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのないよう，防波壁の通路開口部に設置する。

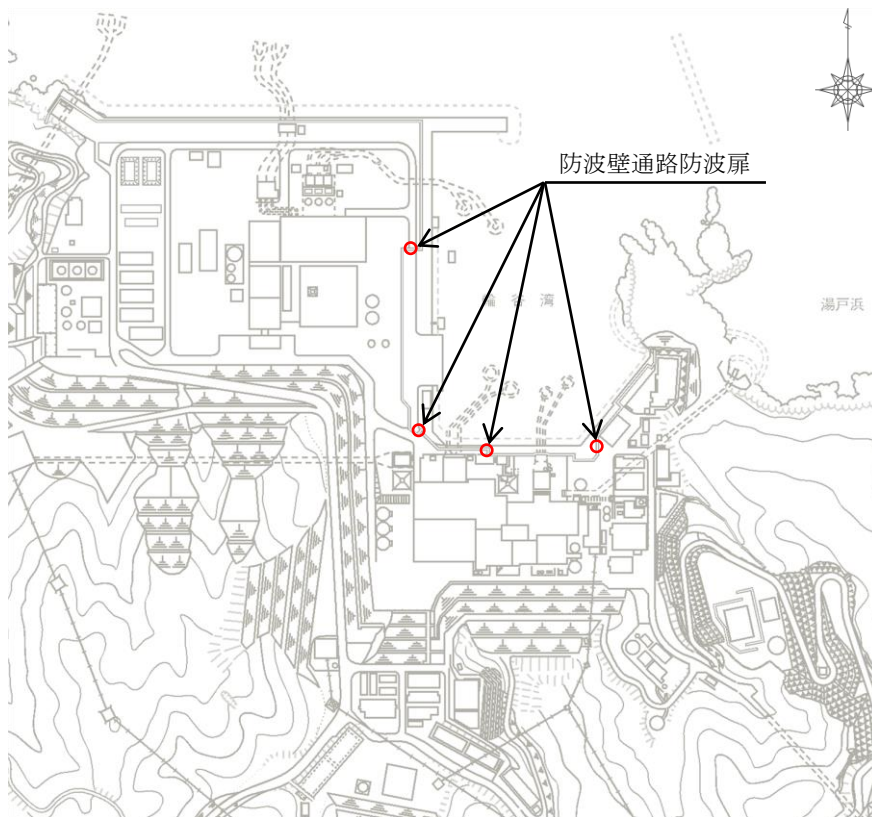
防波壁通路防波扉は津波荷重や地震荷重等に対して津波防護機能が十分に保持できるよう以下の方針により設計する。なお，漂流物による荷重により，津波防護機能が保持できない場合には，津波防護施設の一部として漂流物対策を講じる。

防波壁通路防波扉の運用管理については添付資料23に示す。

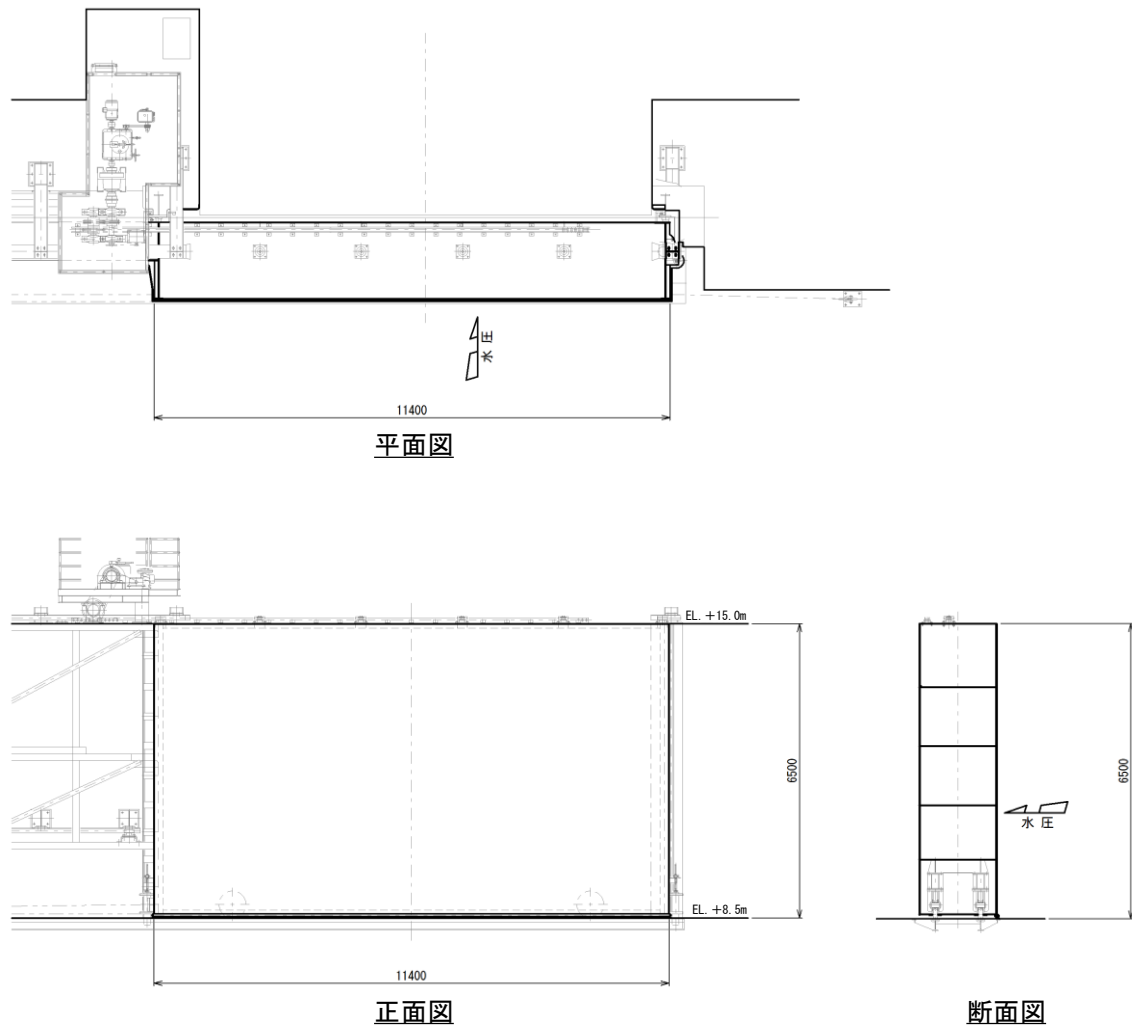
### (a) 構造

防波壁通路防波扉は，改良地盤又は鋼管杭と基礎スラブによる基礎構造とし，鋼製の主桁，補助縦桁及びスキムプレート等により構成された防波扉からなる。防波扉の下部及び側部に試験等にて止水性を確認した水密ゴムを設置し，止水性を確保する構造とする。

防波壁通路防波扉の配置図を第4.1-6図に，構造例を第4.1-7図に示す。



第 4.1-6 図 防波壁通路防波扉配置図



第 4.1-7 図 防波壁通路防波扉構造例

(b) 荷重組合せ

防波壁通路防波扉の設計においては、以下に示す常時荷重，地震荷重，津波荷重及び漂流物衝突荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重＋漂流物衝突荷重

また，設計に当たっては，その他自然現象による荷重との組合せを適切に考慮する（添付資料20参照）。

(c) 荷重の設定

防波壁通路防波扉の設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

i 常時荷重

自重等を考慮する。

ii 地震荷重

基準地震動  $S_s$  を考慮する。

iii 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（添付資料26参照）。

iv 漂流物衝突荷重

対象とする漂流物を定義し、漂流物の衝突力を漂流物衝突荷重として設定する（添付資料21参照）。

v 余震荷重

海域活断層に想定される地震による津波の影響を受けないため、余震荷重を考慮しない（添付資料22参照）。

(d) 許容限界

津波防護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、構成する部材がおおむね弾性域内に収まることを基本として、津波防護機能を保持していることを確認する。

(3) 1号炉取水槽流路縮小工

1号炉取水槽流路縮小工は、津波が1号炉取水槽から津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入することを防止し、津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため、1号炉取水槽の取水管端部に設置する。

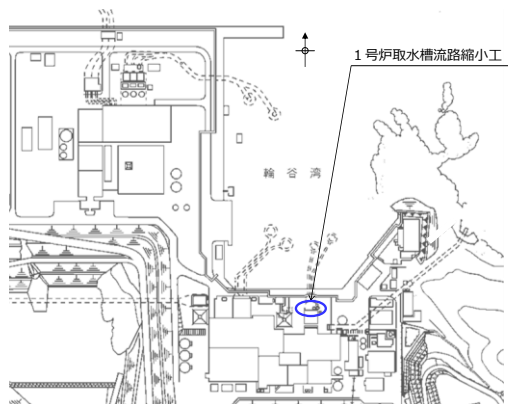
1号炉取水槽流路縮小工は、津波荷重や地震荷重に対して津波防護機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。（詳細な設計方針及び構造成立性の見通しについては、添付資料29参照）

a. 構造

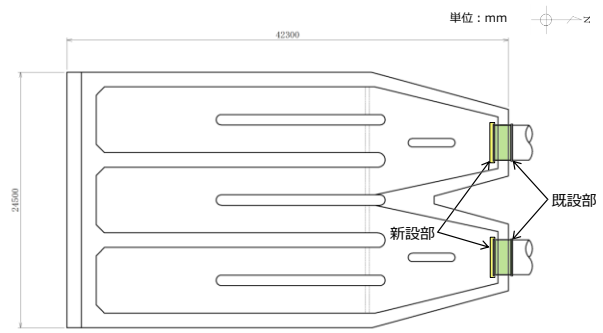
1号炉取水槽流路縮小工は鋼製部材で構成し、取水管端部に設置する。

1号炉取水槽流路縮小工の配置図を第4.1-8図に、構造例を第4.1-9図に示す。

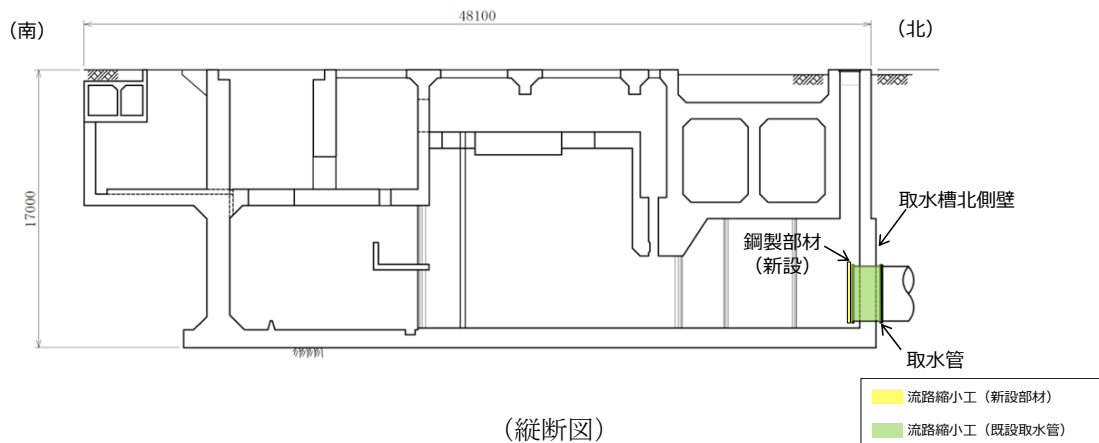
また、1号炉取水槽流路縮小工の設置により、1号炉の取水性に影響がないことを確認している。詳細を添付資料29に示す。



(位置図)

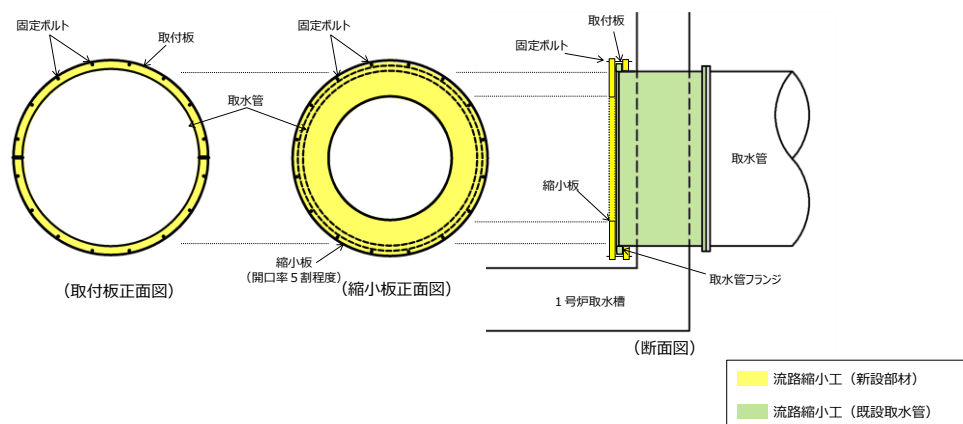


(平面図)



(縦断面図)

第4.1-8図 1号炉取水槽流路縮小工配置図



第4.1-9図 1号炉取水槽流路縮小工の構造例

b. 荷重組合せ

1号炉取水槽流路縮小工の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また、1号炉取水槽流路縮小工は水中に設置することから、その他自然現象の影響が及ばないため、その他自然現象による荷重との組合せは考慮しない（添付資料20参照）。

c. 荷重の設定

1号炉取水槽流路縮小工の設計において考慮する荷重は、以下のよう設定する。

(a) 常時荷重

自重等を考慮する。

(b) 地震荷重

基準地震動  $S_s$  を考慮する。

(c) 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（添付資料26参照）。

(d) 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（添付資料22参照）。

d. 許容限界

津波防護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、津波防護機能を保持していることを確認する。

## 4.2 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（屋外排水路逆止弁，防水壁，水密扉，床ドレン逆止弁，隔離弁，ポンプ及び配管並びに貫通部止水処置）については、基準地震動 $S_s$ 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うえで、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）」及び「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物及び区画に津波を地上部から到達、流入させないよう、また、取水槽，放水槽等の経路から津波が流入及び漏水することがないように、屋外排水路逆止弁，防水壁，水密扉及び床ドレン逆止弁を設置し，貫通部止水処置を実施する。

また、「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示したとおり安全側に想定した浸水範囲に対して、浸水防護重点化範囲内が浸水することがないように、浸水防護重点化範囲の境界にある扉，開口部，貫通口等に，防水壁，水密扉，床ドレン逆止弁及び隔離弁を設置し，貫通部止水処置を実施する。さらに，浸水防護重点化範囲内に設置する海域に接続する低耐震クラスのポンプ及び配管のうち，破損した場合に津波の流入経路となるポンプ及び配管については，基準地震動 $S_s$ による地震力に対してバウンダリ機能を保持する設計とする。

浸水防止設備の種類と設置位置を整理し，第4.2-1表に示す。各浸水防止設備の設計方針を以下に示す。

第4.2-1表 浸水防止設備の種類と設置位置

種類		設置位置	箇所数 (参考)	
外郭防護に係る浸水防止設備	屋外排水路逆止弁	屋外排水路	14	
	防水壁	取水槽除じん機エリア	1	
	水密扉	取水槽除じん機エリア	3	
	貫通部止水処置	取水槽除じん機エリア	一式	
	床ドレン逆止弁	取水槽	一式	
内郭防護に係る浸水防止設備	防水壁	タービン建物（復水器を設置するエリア）とタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）との境界	1	
	水密扉		一式	
	床ドレン逆止弁		一式	
	隔離弁	電動弁	取水路とタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）との境界	4
		逆止弁	放水路とタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）との境界	2
	ポンプ及び配管		取水槽海水ポンプエリア，取水槽循環水ポンプエリア及びタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）	一式
	貫通部止水処置		タービン建物（復水器を設置するエリア）と原子炉建物，タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）及び取水槽循環水ポンプエリアとの境界	一式



#### 4.2.1 土木・建築構造物

##### (1) 屋外排水路逆止弁

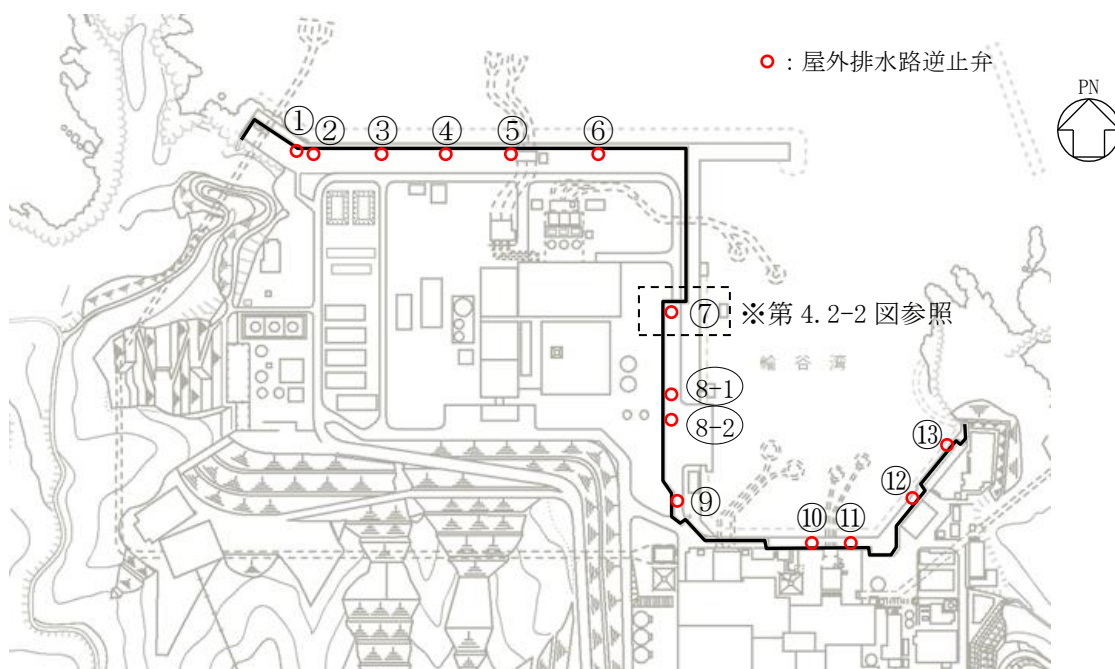
屋外排水路逆止弁は、津波が屋外排水路から津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入することを防止し、津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため、屋外排水路に設置する。

屋外排水路逆止弁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以下の方針により設計する。

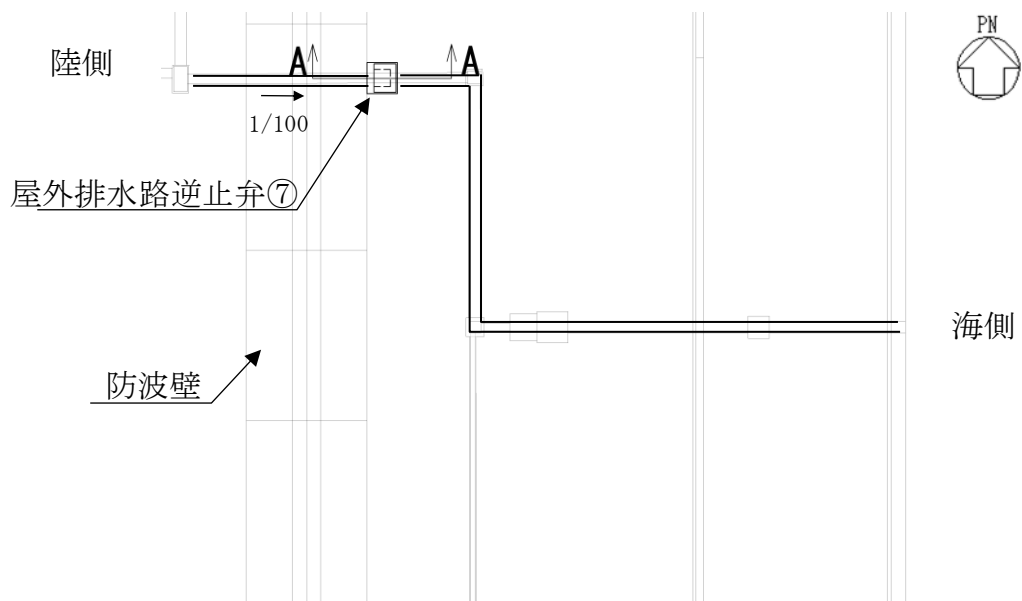
##### a. 構造

屋外排水路逆止弁は、板材、補強材等の鋼製部材により構成され、海側からの水圧作用時の止水性を有する構造とする。

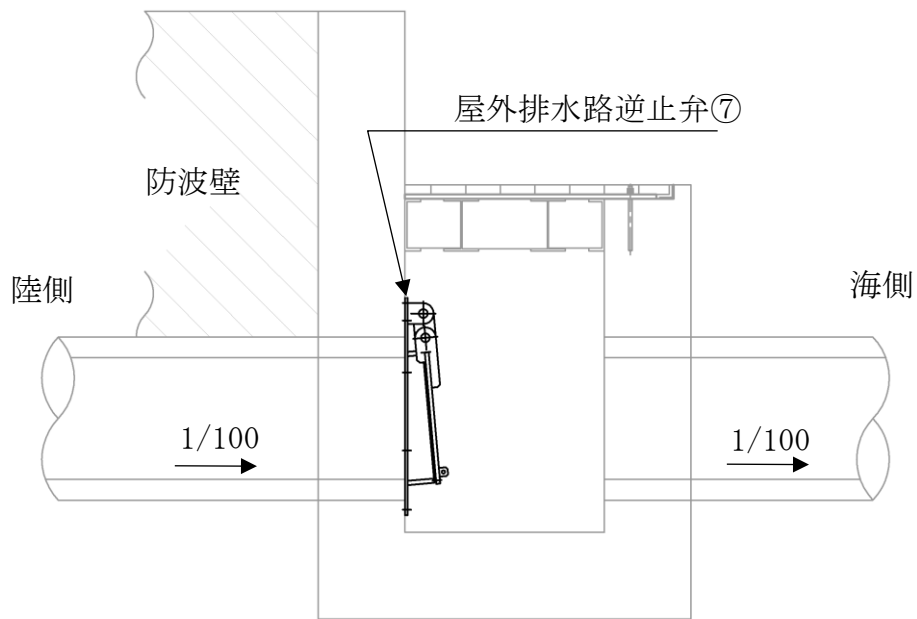
屋外排水路逆止弁の位置図を第4.2-1図に、配置図を第4.2-2図に、構造例を第4.2-3図に示す。



第4.2-1図 屋外排水路逆止弁位置図

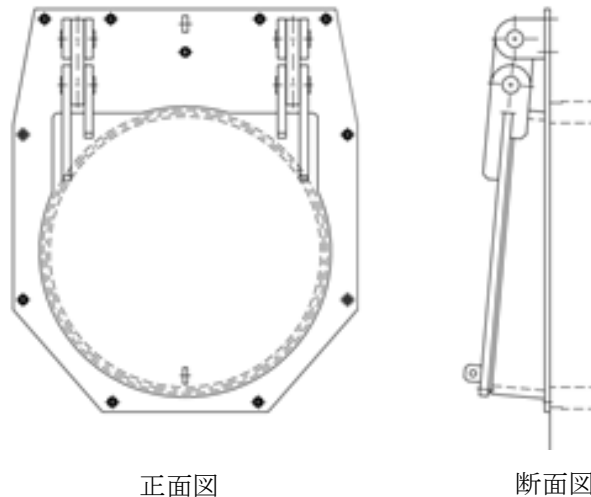


平面図



断面図 (A-A断面)

第4.2-2図 屋外排水路逆止弁⑦配置図



第4. 2-3図 屋外排水路逆止弁構造例

b. 荷重組合せ

屋外排水路逆止弁の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

- ・常時荷重＋地震荷重
- ・常時荷重＋津波荷重
- ・常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また、設計に当たっては、その他自然現象による荷重との組合せを適切に考慮する（添付資料20参照）。

c. 荷重の設定

屋外排水路逆止弁の設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

(a) 常時荷重

自重等を考慮する。

(b) 地震荷重

基準地震動  $S_s$  による地震力を考慮する。

(c) 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（添付資料26参照）。

(d) 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（添付資料22参照）。

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) 防水壁

### a. 除じん機エリア防水壁

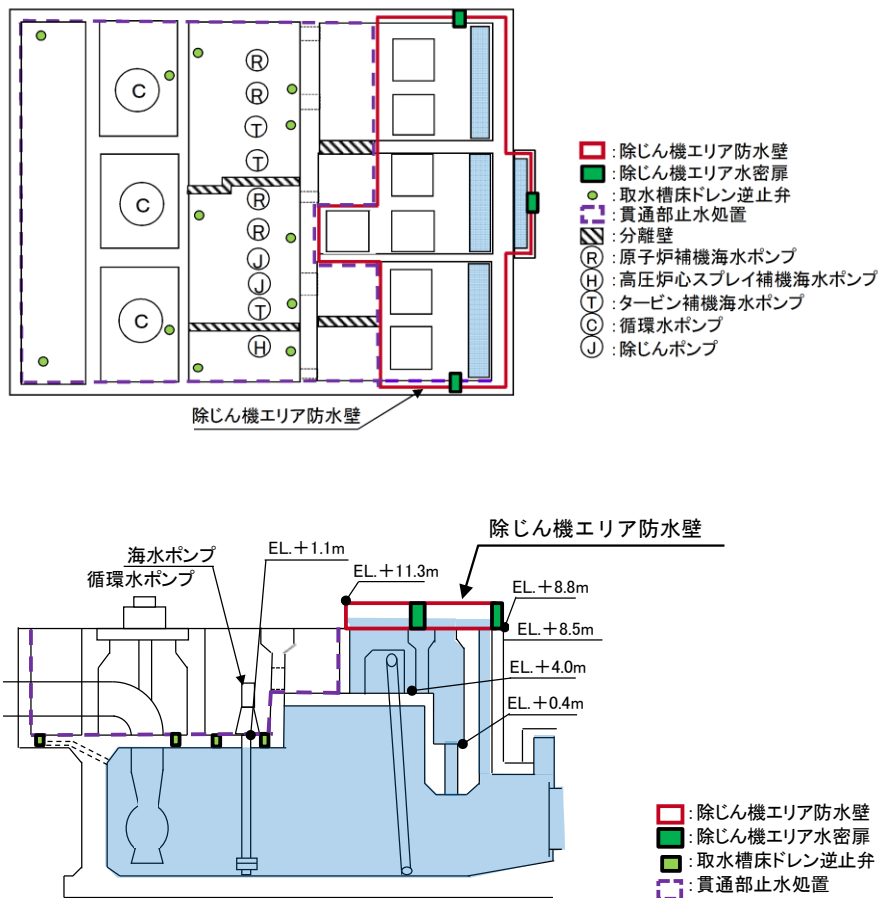
除じん機エリア防水壁は、津波が取水槽から津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入することを防止し、津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため、除じん機エリアに設置する。

除じん機エリア防水壁は津波荷重や地震荷重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（詳細な設計方針及び構造成立性の見通しについては、添付資料30参照）。

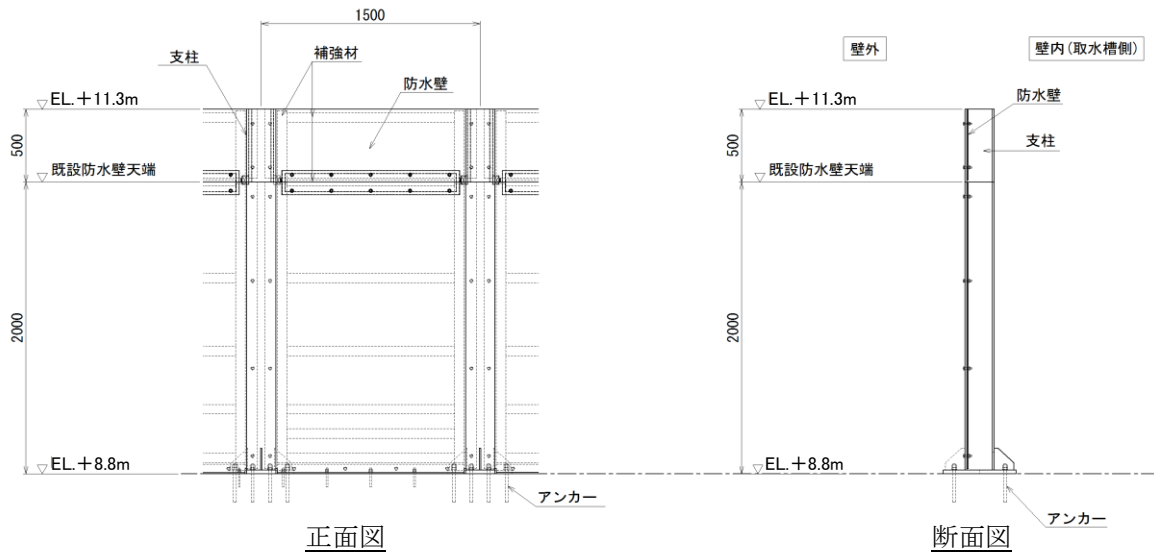
#### (a) 構造

除じん機エリア防水壁は鋼製壁で構成し、基礎ボルトにより取水槽躯体に固定する。なお、主要な構造体の境界部には、想定される荷重の作用及び相対変位を考慮し、試験等にて止水性を確認した止水目地で止水処置を講じる設計とする。

除じん機エリア防水壁の配置図を第4.2-4図に、構造図を第4.2-5図に示す。



第4.2-4図 除じん機エリア防水壁配置図



第4. 2-5図 除じん機エリア防水壁構造図

(b) 荷重組合せ

除じん機エリア防水壁は防波壁内側の敷地にある取水槽の天端に設置す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、地震荷重及び津波荷重の組合せを考慮する。

- ・ 常時荷重＋地震荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重

また、設計に当たっては、その他自然現象による荷重との組合せを適切に考慮する（添付資料20参照）。

(c) 荷重の設定

除じん機エリア防水壁の設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

- i 常時荷重  
自重等を考慮する。
- ii 地震荷重  
基準地震動  $S_s$  による地震力を考慮する。
- iii 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（添付資料26参照）。

iv 余震荷重

海域活断層に想定される地震による津波の影響を受けないため、余震荷重を考慮しない（添付資料22参照）。

(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。なお、止水性能については、耐圧・漏水試験で確認する。

## b. 復水器エリア防水壁

「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す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，浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）への浸水を防止するため，タービン建物（復水器を設置するエリア）とタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）の境界に復水器エリア防水壁を設置する。

復水器エリア防水壁の設置位置を第4.2-6図に示す。

復水器エリア防水壁は津波荷重や地震荷重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

復水器エリア防水壁は鋼製壁で構成し，アンカーボルトによりタービン建物躯体に固定する。

### (b) 荷重組合せ

復水器エリア防水壁の設計においては，以下のとおり，常時荷重，地震荷重，津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

なお，復水器エリア防水壁は，建物内に設置することから，その他自然現象の影響が及ばないため，その他自然現象による荷重との組合せは考慮しない（添付資料20参照）。

### (c) 荷重の設定

復水器エリア防水壁の設計において考慮する荷重は，以下のよう設定する。

#### i 常時荷重

自重等を考慮する。

#### ii 地震荷重

基準地震動  $S_s$  による地震力を考慮する。

#### iii 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（添付資料26参照）。

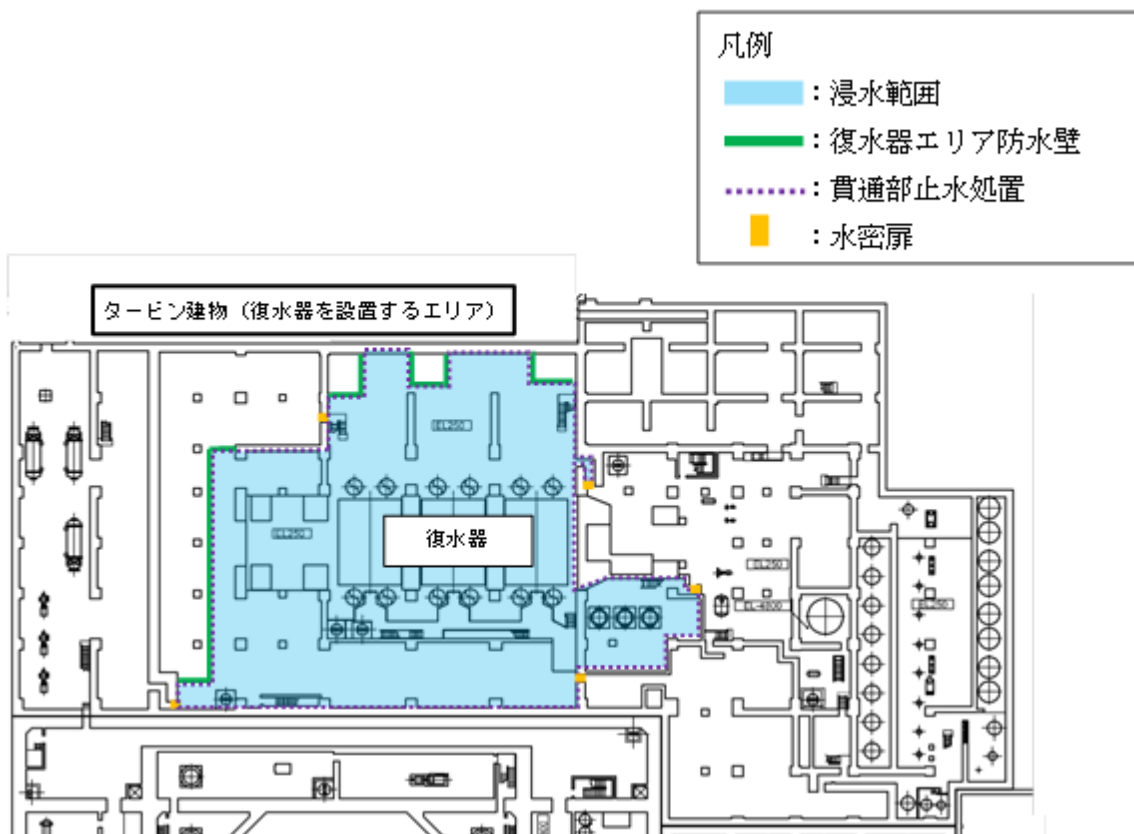
#### iv 余震荷重

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（添付資料22参照）。



(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。なお、止水性能については、耐圧・漏水試験で確認する。



第4.2-6図 復水器エリア防水壁 設置位置

### (3) 水密扉

#### a. 除じん機エリア水密扉

除じん機エリア水密扉は、津波が取水槽から津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）の設置された敷地に流入することを防止し、津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）が機能喪失することのない設計とするため、除じん機エリアに設置する。

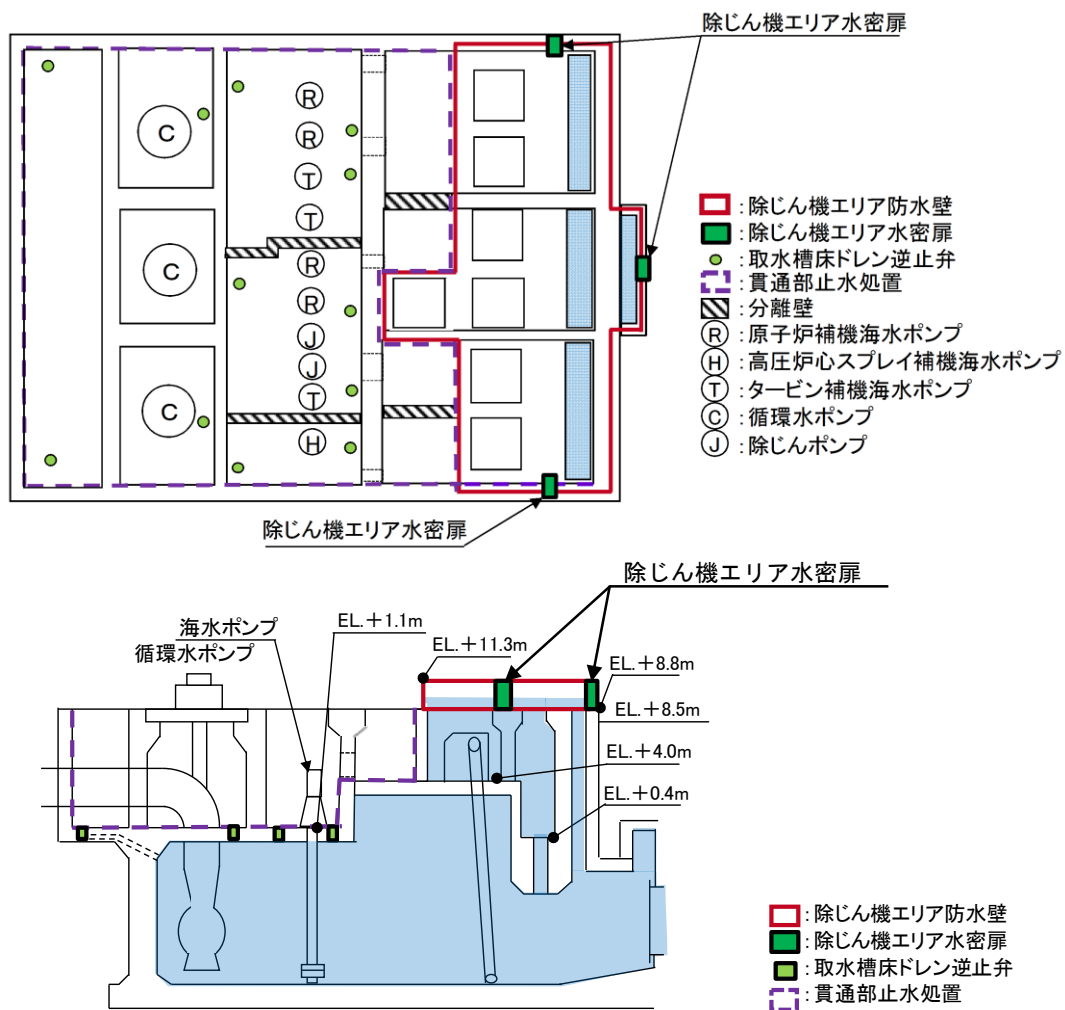
除じん機エリア水密扉は津波荷重や地震荷重等に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する（詳細な設計方針及び構造成立性の見通しについては、添付資料30参照）。

なお、水密扉の運用管理については添付資料23に示す。

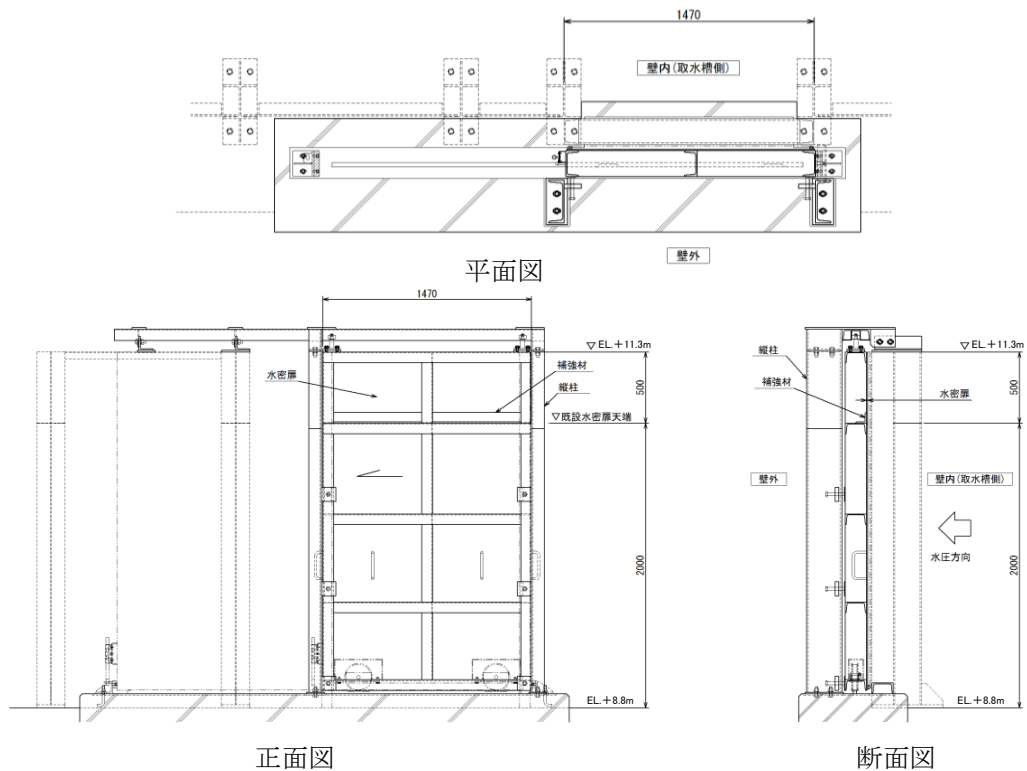
#### (a) 構造

除じん機エリア水密扉は鋼製部材により構成し、扉枠は基礎ボルトにより取水槽躯体に固定する。また、扉体又は扉枠に止水ゴム等を取り付けることで浸水を防止する構造とする。

除じん機エリア水密扉の配置図を第4.2-7図に、構造例を第4.2-8図に示す。



第4.2-7図 除じん機エリア水密扉配置図



第4.2-8図 除じん機エリア水密扉構造例

(b) 荷重組合せ

除じん機エリア水密扉の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重及び津波荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重

また、設計に当たっては、その他自然現象による荷重との組合せを適切に考慮する（添付資料20参照）。

(c) 荷重の設定

除じん機エリア水密扉の設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

i 常時荷重

自重等を考慮する。

ii 地震荷重

基準地震動  $S_s$  による地震力を考慮する。

iii 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（添付資料26参照）。

iv 余震荷重

海域活断層に想定される地震による津波の影響を受けないため、余震荷重を考慮しない（添付資料22参照）。

(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。なお、止水性能については、耐圧・漏水試験で確認する。

b. 復水器エリア水密扉

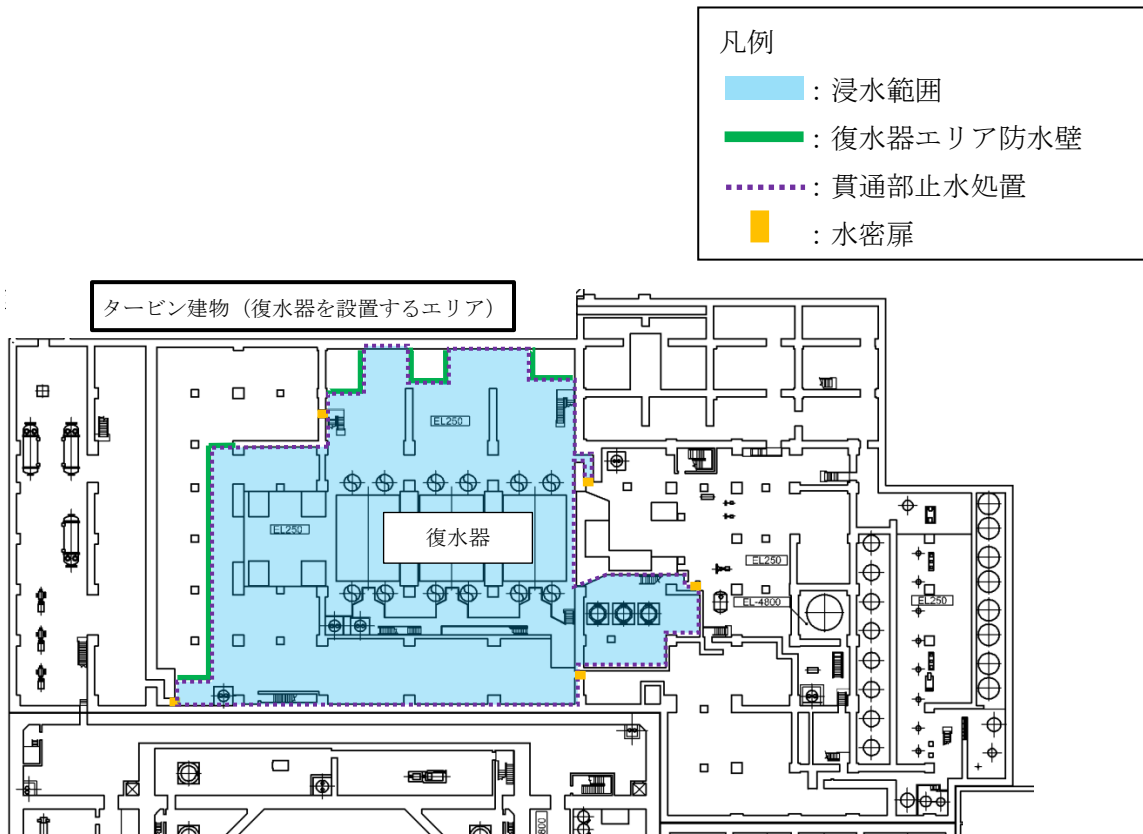
「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す津波による溢水を考慮した浸水範囲，浸水量を安全側に想定した際に，浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）への浸水を防止するため，タービン建物（復水器を設置するエリア）とタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）の境界に復水器エリア水密扉を設置する。

復水器エリア水密扉の設置位置を第4.2-9図に示す。

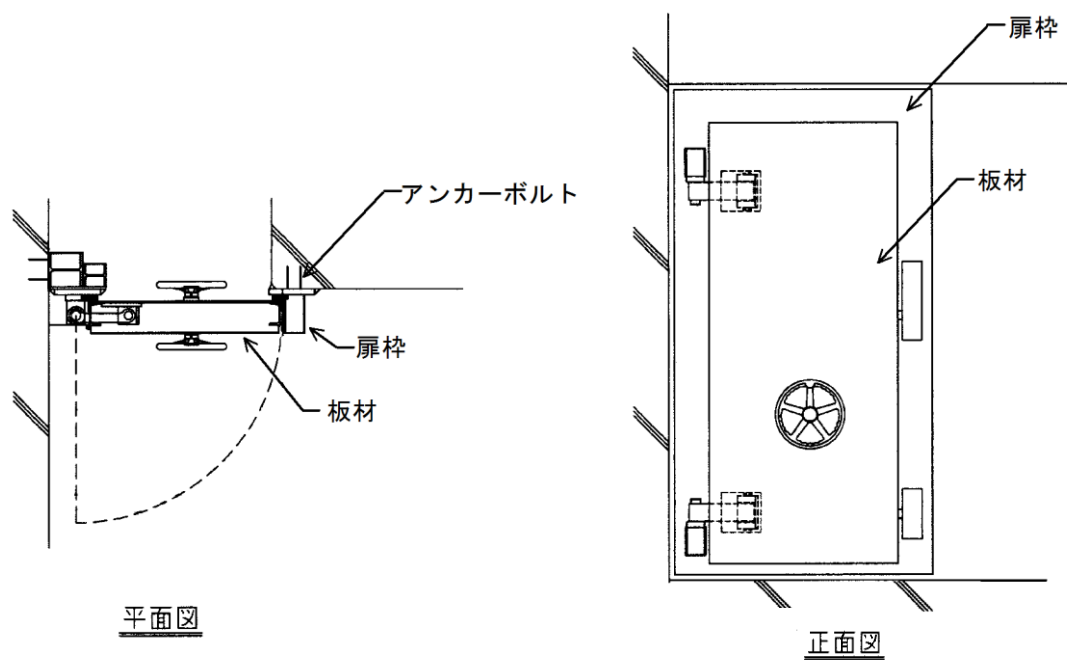
復水器エリア水密扉は津波荷重や地震荷重に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。なお，水密扉の運用管理については，添付資料23に示す。

(a) 構造

復水器エリア水密扉は板材，補強材，扉枠等の鋼製部材により構成し，扉枠はアンカーボルトにより建物躯体等に固定する。また，扉枠にパッキンを取りつけることで浸水を防止する構造とする。水密扉の構造例を第4.2-10図に示す。



第4.2-9図 復水器エリア水密扉 設置位置



第4.2-10図 水密扉の構造例

(b) 荷重組合せ

復水器エリア水密扉の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

なお、復水器エリア水密扉は、建物内に設置することから、その他自然現象の影響が及ばないため、その他自然現象による荷重との組合せは考慮しない（添付資料20参照）。

(c) 荷重の設定

復水器エリア水密扉の設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

- i 常時荷重  
自重等を考慮する。
- ii 地震荷重  
基準地震動  $S_s$  による地震力を考慮する。
- iii 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。
- iv 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（添付資料22参照）。

(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。なお、止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。

#### 4.2.2 機器・配管等の設備

(1) 床ドレン逆止弁

津波防護対象設備を設置する区画である取水槽の床面高さEL1.1mに対し、取水槽の入力津波高さがEL10.6mであることから、取水槽海水ポンプエリア及び循環水ポンプエリアへの津波の流入を防止するため、浸水防止設備として逆止弁を設置する。

また、「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す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、浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）への浸水を防止するため、浸水防護重点化範囲への浸水経路、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逆止弁を設置する。

床ドレン逆止弁の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また、設計にあたっては、その他自然現象による荷重との組合せを適切に考慮する（添付資料20参照）。

床ドレン逆止弁の設計において考慮する荷重は、以下のよう設定する。

- i 常時荷重  
自重等を考慮する。
- ii 地震荷重  
基準地震動 $S_s$ による地震力を考慮する。
- iii 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。
- iv 余震荷重

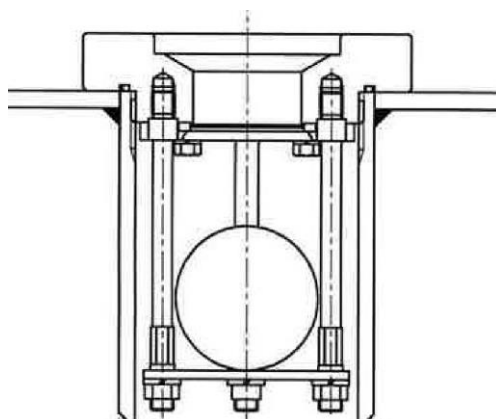
余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には、余震による地震動として弾性設計用地震動  $S_d$  を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する（添付資料22参照）。

また、上記荷重の組合せに対して、床ドレン逆止弁の浸水防止機能が十分に保持できるよう、それぞれ以下の方針により設計する。

a. 構造

床ドレン逆止弁は、鋼製の構造物であり、フロートが水の浮力により上昇し、開口部を閉鎖することで津波の流入を防止する構造とする。

構造例を第4.2-11図に示す。

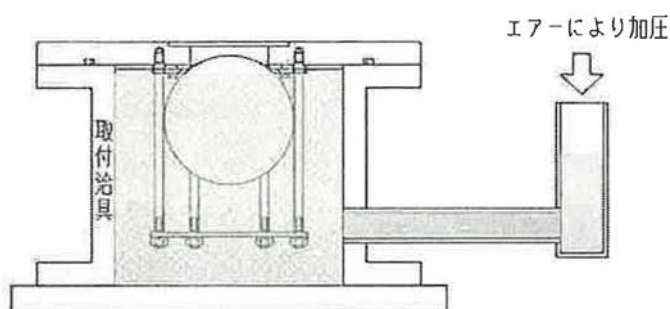


第4.2-11図 床ドレン逆止弁の構造の例

b. 耐圧性及び水密性

床ドレン逆止弁は、床面下部からの流入に対してフロートが押し上げられ、弁座に密着することで漏水を防止する。

また、溢水時には溢水を当該エリア外へ排出する。逆止弁が十分な水密性をもっていることを試験で確認する。試験概要を第4.2-12図に示す。



第4.2-12図 逆止弁の試験概要



### c. 耐震性

基準地震動  $S_s$  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振試験により確認する。

加振試験の例を第4.2-13図に示す。



#### ■加振試験条件

- ・ 水平方向振動周波数：20Hz
- ・ 水平方向加速度：6.0G
- ・ 鉛直方向振動周波数：20Hz
- ・ 鉛直方向加速度：6.0G
- ・ 加 振 時 間：5分間

第4.2-13図 加振試験例（逆止弁）

## (2) 隔離弁

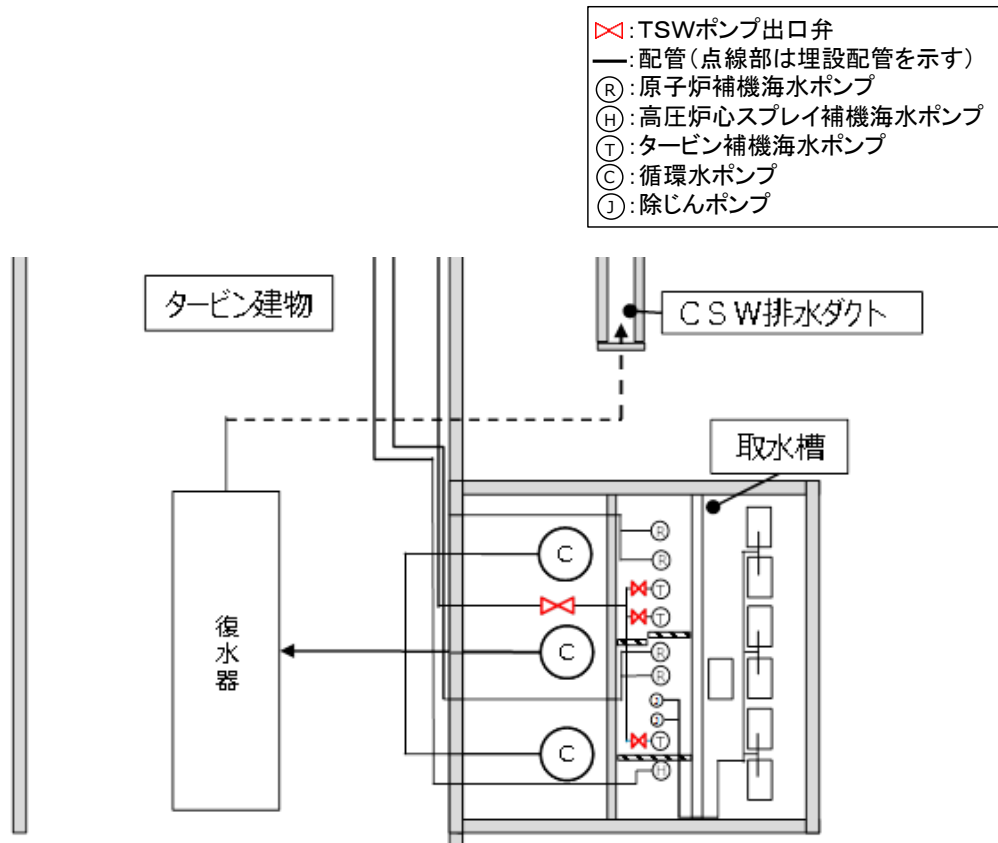
### a. 電動弁

「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す地震による配管損傷後に、浸水防護重点化範囲への浸水経路となり得るタービン補機海水ポンプ出口に電動弁（以下「タービン補機海水ポンプ出口弁」という。）を設置する。タービン補機海水ポンプ出口弁は、インターロックの動作による自動閉とし、インターロックに係る設備は、浸水防護重点化範囲（耐震Sクラスの設備を内包する建物）への津波の流入を防止する重要な設備であり、津波襲来前に確実に閉止するため、多重化・多様化を図る。

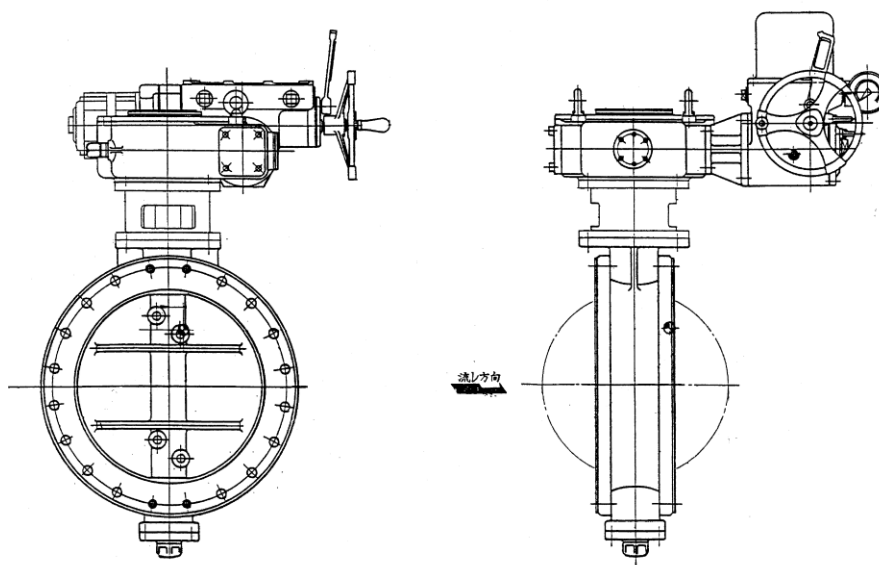
また、津波荷重や地震荷重に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。

(a) 構造

タービン補機海水ポンプ出口弁は、当該配管損傷後、取水路から浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）に津波が浸水することを防止するため、タービン補機海水ポンプ出口に設置する。設置位置及び構造例を第4.2-14図及び第4.2-15図に示す。



第4.2-14図 タービン補機海水ポンプ出口弁 設置位置



第4.2-15図 タービン補機海水ポンプ出口弁 構造例

(b) 荷重組合せ

タービン補機海水ポンプ出口弁の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また、設計に当たっては、その他自然現象による荷重との組合せを適切に考慮する（添付資料20参照）。

(c) 荷重の設定

タービン補機海水ポンプ出口弁の設計において考慮する荷重は、以下のとおり設定する。

i 常時荷重

自重等を考慮する。

ii 地震荷重

基準地震動  $S_s$  による地震力、弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力及び静的地震力を考慮する。

iii 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。

iv 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（添付資料22参照）。

(d) 許容限界

地震荷重に対しては、浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後の再使用性を考慮し、基準地震動  $S_s$  による地震力に対しては、塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルにとどまって破断延性限界に十分な余裕を有することを基本とし、浸水防止機能を保持していることを確認する。また、弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力又は  $S$  クラスの施設に適用する静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対しては、応答が全体的におおむね弾性状態にとどまることとする（添付資料40参照）。

津波荷重（余震荷重含む）に対しては、浸水防止機能に対する機能保持限界として、津波後の再使用性や、津波の繰返し作用を想定し、止水性の面も踏まえることにより、当該設備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し、浸水防止機能を保持していることを確認する。なお、止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。

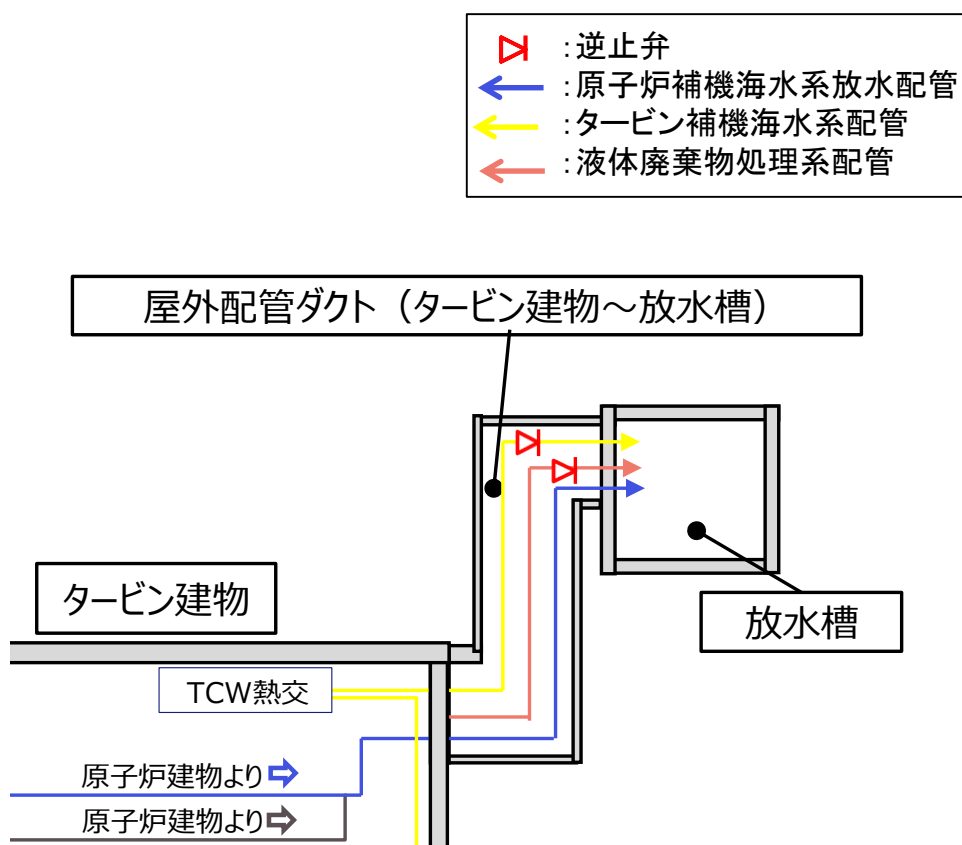
b. 逆止弁

「2.4 重量な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す地震による配管損傷後に、浸水防護重点化範囲への浸水経路となり得るタービン補機系放水配管及び液体廃棄物処理系配管に浸水防止設備として逆止弁を設置する。

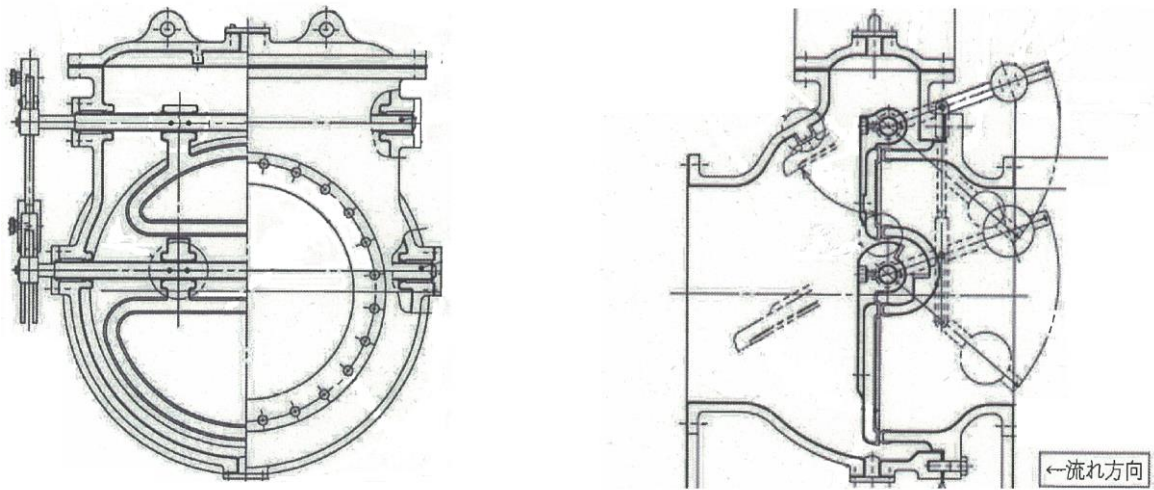
タービン補機系放水配管及び液体廃棄物処理系配管逆止弁は津波荷重や地震荷重に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。

(a) 構造

タービン補機系放水配管及び液体廃棄物処理系配管逆止弁は、当該配管損傷後、放水路から浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）に津波が浸水することを防止するため、タービン補機海水系放水配管及び液体廃棄物処理系配管に設置する。設置位置及び構造例を第4.2-16図及び第4.2-17図に示す。



第4.2-16図 タービン補機海水系放水配管逆止弁及び液体廃棄物処理系配管逆止弁 設置位置



第4.2-17図 タービン補機海水系放水配管逆止弁 構造例

(b) 荷重組合せ

タービン補機海水系放水配管及び液体廃棄物処理系配管逆止弁の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

- ・ 常時荷重＋地震荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また、設計に当たっては、その他自然現象による荷重との組合せを適切に考慮する（添付資料20参照）。

(c) 荷重の設定

タービン補機海水系放水配管及び液体廃棄物処理系配管逆止弁の設計において考慮する荷重は、以下のとおり設定する。

i 常時荷重

自重等を考慮する。

ii 地震荷重

基準地震動  $S_s$  による地震力、弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力及び静的地震力を考慮する。

iii 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。

iv 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（添付資料22参照）。

#### (d) 許容限界

地震荷重に対しては、浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後の再使用性を考慮し、基準地震動 $S_s$ による地震力に対しては、塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルにとどまって破断延性限界に十分な余裕を有することを基本とし、浸水防止機能を保持していることを確認する。また、弾性設計用地震動 $S_d$ による地震力又は $S$ クラスの施設に適用する静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対しては、応答が全体的におおむね弾性状態にとどまることとする（添付資料40参照）。

津波荷重（余震荷重含む）に対しては、浸水防止機能に対する機能保持限界として、津波後の再使用性や、津波の繰返し作用を想定し、止水性の面も踏まえることにより、当該設備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し、浸水防止機能を保持していることを確認する。なお、止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。

#### (3) ポンプ及び配管

「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す地震による配管損傷後に、浸水防護重点化範囲への浸水経路となり得る循環水ポンプ及び配管、タービン補機海水ポンプ及び配管、除じんポンプ及び配管、原子炉補機海水配管（放水配管）及び高圧炉心スプレイ補機海水配管（放水配管）について、基準地震動 $S_s$ による地震力に対してバウンダリ機能を保持する設計とする。また、基準地震動 $S_s$ に対する浸水防止機能保持の信頼性を高めるために、弾性設計用地震動 $S_d$ による地震力に対しておおむね弾性状態にとどまる設計とする。

#### (a) 荷重組合せ

ポンプ・配管においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

- ・常時荷重＋地震荷重
- ・常時荷重＋津波荷重
- ・常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また、設計に当たっては、その他自然現象による荷重との組合せを適切に考慮する（添付資料20参照）。

#### (b) 荷重の設定

ポンプ・配管の設計において考慮する荷重は、以下のとおり設定する。

##### i 常時荷重

自重等を考慮する。

## ii 地震荷重

基準地震動  $S_s$  による地震力，弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力及び静的地震力を考慮する。

## iii 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。

## iv 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（添付資料22参照）。

## (c) 許容限界

地震荷重に対しては，浸水防止機能に対する機能保持限界として，地震後の再使用性を考慮し，基準地震動  $S_s$  による地震力に対しては，塑性ひずみが生じる場合であっても，その量が小さなレベルにとどまって破断延性限界に十分な余裕を有することを基本とし，浸水防止機能を保持していることを確認する。また，弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力又は  $S$  クラスの施設に適用する静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対しては，応答が全体的におおむね弾性状態にとどまることとする（添付資料40参照）。

津波荷重（余震荷重含む）に対しては，浸水防止機能に対する機能保持限界として，津波後の再使用性や，津波の繰返し作用を想定し，止水性の面も踏まえることにより，当該設備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し，浸水防止機能を保持していることを確認する。なお，止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。

## (4) 貫通部止水処置

2号炉取水槽での入力津波高さに対して，敷地への津波の到達，流入を防止するため，津波防護対象設備を設置する区画への浸水経路，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する。

また，「2.4重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す浸水防護重点化範囲への浸水経路，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する。貫通部止水処置の実施範囲及び実施例は添付資料11に示す。

貫通部止水処置は，第4.2-2表に示す充填構造（シリコン），ブーツ構造（ラバーブーツ），及び充填構造（モルタル）に分類でき，貫通部の形状等に応じて適切な止水構造を選択し実施する。

これらの止水処置の設計においては，以下に示すとおり，常時荷重，地震荷重，津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

- ・常時荷重＋地震荷重
- ・常時荷重＋津波荷重
- ・常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また、設計に当たっては、その他自然現象による荷重との組合せを適切に考慮する（添付資料20参照）。

ここで、貫通部止水処置の設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

(a) 常時荷重

自重等を考慮する。

(b) 地震荷重

基準地震動  $S_s$  による地震力を考慮する。

(c) 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。

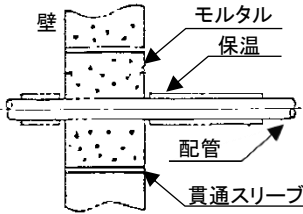
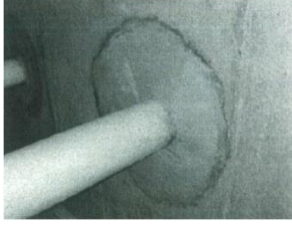
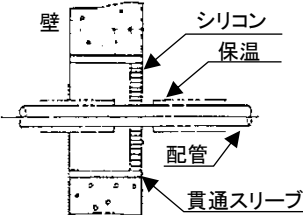

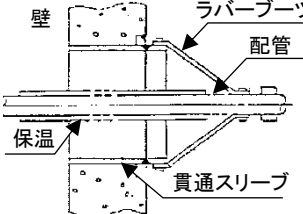

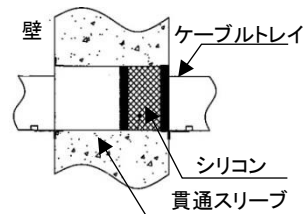

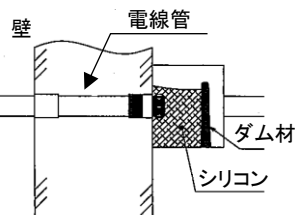

(d) 余震荷重

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（添付資料22参照）。

また、上記荷重の組合せに対して、各止水構造の浸水防止機能が十分に保持できるよう、それぞれ以下の方針により設計する。



第 4.2-2 表 止水構造

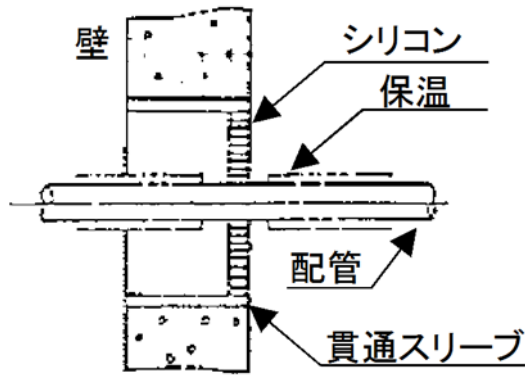
貫通物	止水処理	施工内容		説明
		断面図	写真	
低温配管	モルタル			貫通スリーブと配管の間にモルタルを充填する
	シリコン			貫通スリーブと配管の間にシリコンを充填する
高温配管	ラバーブーツ			貫通スリーブと配管にラバーブーツの端部を固定する
ケーブルトレイ	シリコン			貫通スリーブとケーブルトレイの間、ケーブルトレイ内にシリコンを充填する
電線管				電線管が接続するプルボックス内にシリコンを充填する

a. 充填構造 (シリコン)

(a) 構造

充填構造 (シリコン) 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ンを充填することにより止水する構造である。

本構造の概要を第4.2-18図に示す。

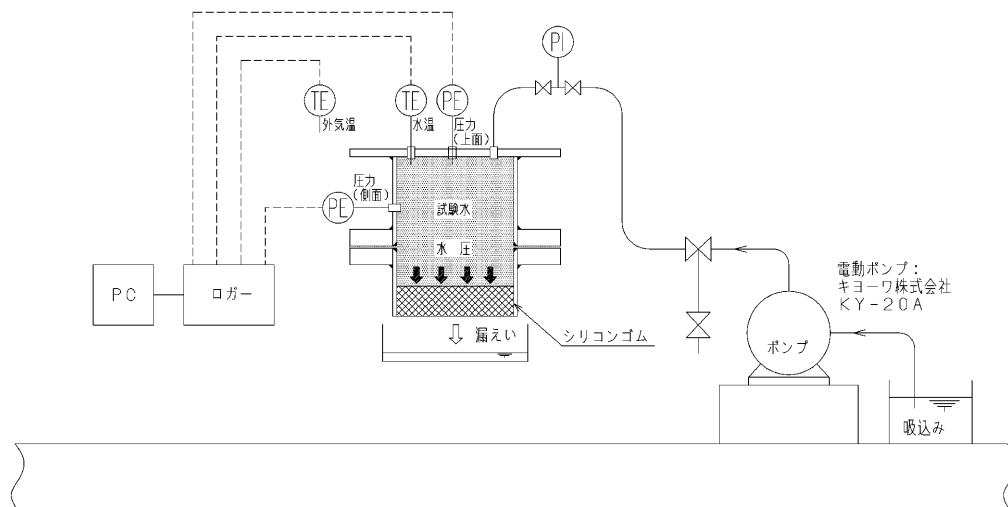


第4.2-18図 充填構造（シリコン）の概要

(b) 水密性

耐圧性は補強板及びシリコンが担い、シリコン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、実機を模擬した耐圧・漏水試験により確認する。

実機模擬試験の例を第4.2-19図に示す。



【試験体寸法】

スリーブ径 [A] 50, 150, 250

施工幅[mm] 40, 150

【試験体数】

各組合せ6体

【試験方法】

試験装置に注水後、水により加圧

試験圧力 (0.11MPa) , 保持時間15分

第 4.2-19 図 実機模擬試験例

(c) 耐震性

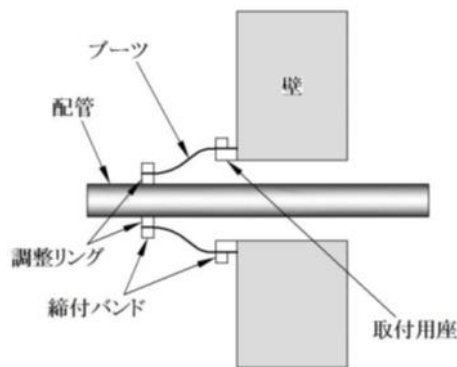
シリコンは伸縮性に優れたシール材であり、配管の貫通部に適用するシール材の耐震性を満足させるために、貫通部近傍に支持構造物を設置することとしており、配管等の変位追従性に優れた構造となっていることから、地震によりシリコンの健全性が損なわれることはない。

b. ブーツ構造（ラバーブーツ）

(a) 構造

ブーツ構造（ラバーブーツ）はブーツと締付バンドにて構成され、高温配管等の熱膨張変位及び地震時の変位を吸収できるよう伸縮性ゴムを用い、壁面に溶接した取付用座と配管に締付バンドにて締結する。

本構造の概要を第4.2-20図に示す。

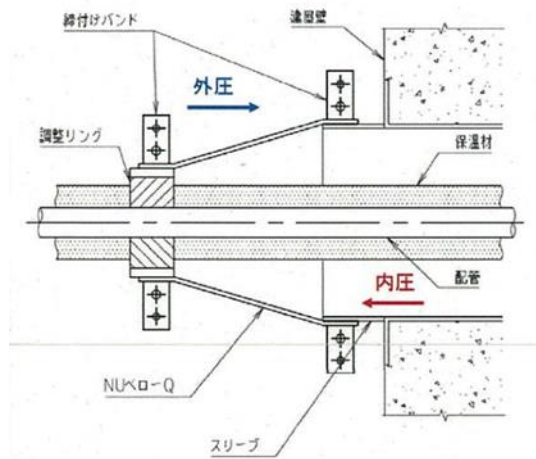


第4.2-20図 ブーツ構造の概要

(b) 水密性

伸縮性のあるシールカバーを貫通口と貫通物の隙間に設置することで、耐圧性及び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に対して、浸水防止機能が保持できることを、第4.2-21図に示す実機を模擬した耐圧・漏水試験により確認する。

実機模擬試験の例を第4.2-3表、第4.2-4表に示す。



【試験方法】

ラバーブーツ内側・外側から水により加圧

第4.2-21図 実機模擬試験例

第4.2-3表 実機模擬試験（型式1）

No.	呼び寸法		水圧[MPa]	
	配管径[A]	スリーブ径[A]	内圧	外圧
1	400	550	0.04	0.03
2	80	250	0.03	0.02

第4.2-4表 実機模擬試験（型式2）

No.	呼び寸法		水圧[MPa]	
	配管径[A]	スリーブ径[A]	内圧	外圧
1	25	200	0.20	0.20
2	350	650	0.20	0.20
3	750	1000	0.20	-

(c) 耐震性

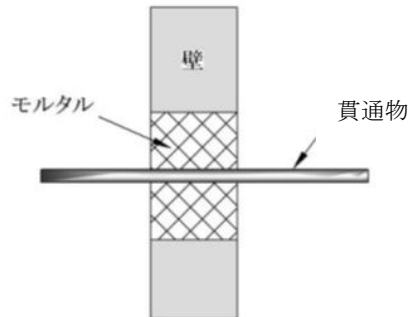
ラバーブーツについては、伸縮性ゴムを使用しており、配管等の変位追従性に優れた構造となっていることから、地震によりラバーブーツの健全性が損なわれることはない。

c. 充填構造（モルタル）

(a) 構造

モルタルは、貫通口と貫通物の間の隙間にモルタルを充填することにより止水する構造とし、充填硬化後は、貫通部内面、配管等の外面と一定の付着力によって結合される。

本構造の概要を第4.2-22図に示す。



第4.2-22図 充填構造（モルタル）の概要

(b) 水密性

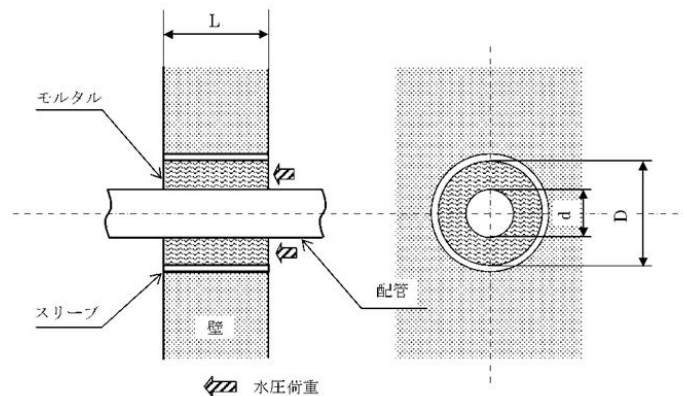
貫通部の止水処置として使用するモルタルについて、性能試験等により、止水性能を確認した。

貫通部の止水処置に用いるモルタルについては、以下のとおり静水圧に対し十分な耐性を有していることを確認している。モルタルの評価概要を第4.2-23図に示す。

【検討条件】

- ・スリーブ径： $D$  [mm]
- ・モルタルの充填深さ： $L$  [mm]
- ・配管径： $d$  [mm]
- ・モルタル許容付着強度※： $0.9$  [ $\text{N}/\text{mm}^2$ ]
- ・静水圧： $0.2$  [ $\text{N}/\text{mm}^2$ ]（保守的に20m相当の静水圧を想定）

※コンクリート標準示方書[構造性能照査編](2002年制定)による。



第4.2-23図 モルタル評価概要図

○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。

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

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。

$$P2 [N] = 0.9 [N/mm^2] \times (\pi \times (D+d) \times L) [mm^2]$$

モルタルの付着強度は、付着面積及び充填深さに比例するため、ここでは、保守的に貫通部に配管がない状態 (d=0) を想定すると、許容付着荷重(P2)は次のとおりとなる。

$$P2 [N] = 0.9 [N/mm^2] \times (\pi \times R \times L) [mm^2]$$

静水圧に対して止水性能を確保するためには、 $P1 \leq P2$  であるため、以下のように整理できる。

$$0.06 \times D [mm] \leq L [mm]$$

上式より、モルタル施工個所が止水性能を発揮するためには、貫通スリーブ径の6%以上の充填深さが必要である。

例えば400mmの貫通スリーブに対して、約24mm以上の充填深さが必要であるが、実機における対象貫通部の最小厚さ200mmに対し、モルタルは壁厚さと同程度の厚さで充填されていることを踏まえると、止水性能は十分に確保できる。

(c) 耐震性

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

#### 4.3 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】

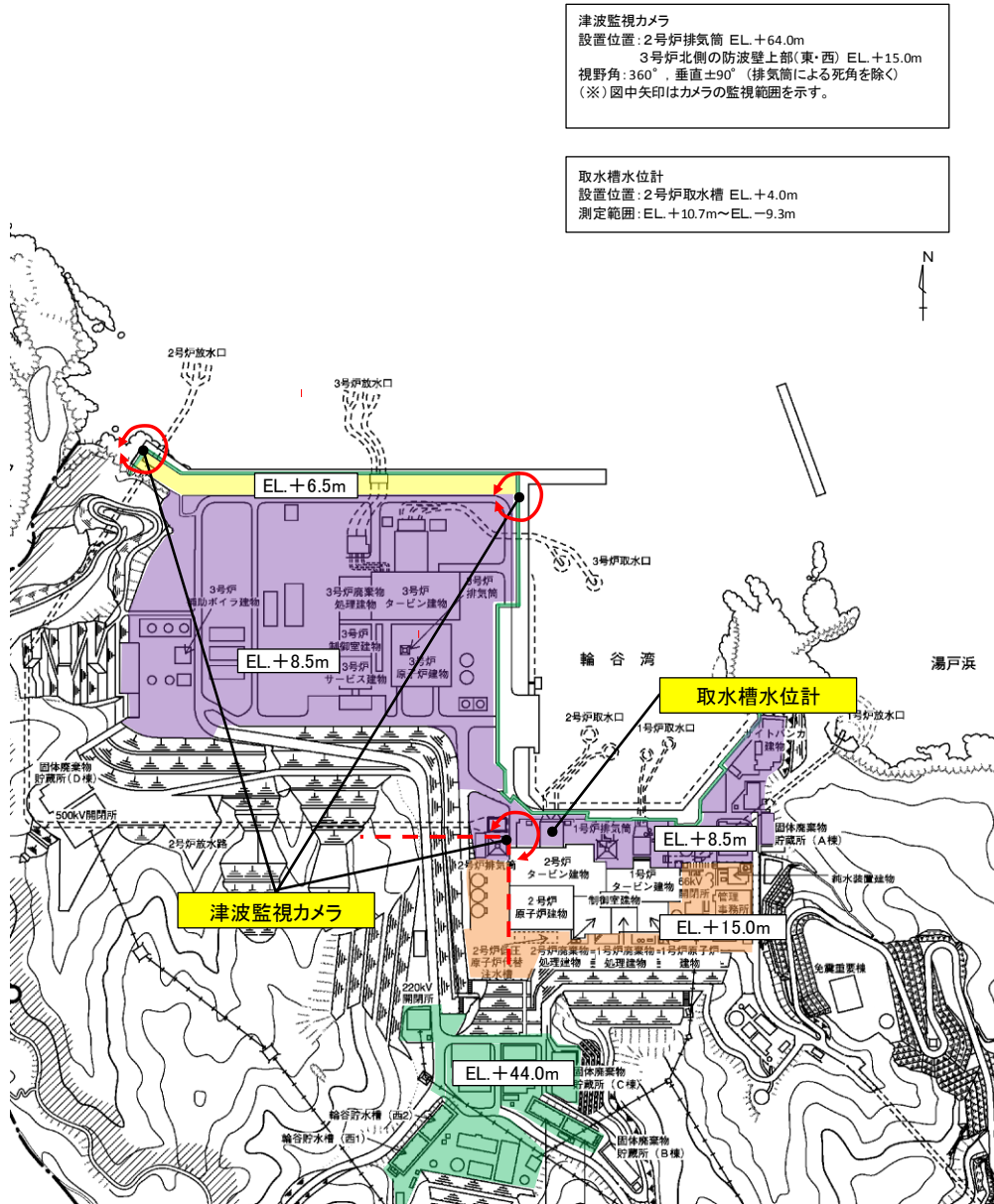
津波監視設備としては、津波監視カメラと取水槽水位計を設置する。

津波監視カメラは、耐震性、耐津波性を有し、敷地前面における津波襲来状況の監視が可能な場所として、2号炉排気筒のE L. +64.0m、3号炉北側の防波壁上部東側及び3号炉北側の防波壁上部西側のE L. +15.0mに設置する。

一方、取水槽水位計は2号炉の取水槽床面E L. +4.0m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. 設計基準対象施設の津波防護方針」に示したとおり、当該設置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4.3-1図に、また、設備ごとの設計方針の詳細を以下に示す。



第4.3-1図 津波監視設備の配置

※ 設計中であり、詳細設計段階にて変更する可能性がある。

(1) 津波監視カメラ

a. 仕様

津波監視カメラは、耐震性、耐津波性を有し、敷地前面における津波襲来状況の監視が可能な場所として、2号炉排気筒のE L. +64.0m、3号炉北側の防波壁上部東側及び3号炉北側の防波壁上部西側E L. +15.0mに設置する。なお、排気筒に設置する津波監視カメラの設置位置は高所であるが、本設のグレーチングフロア上であり、かつ同じフロアへは本設の階段が敷設されているため、施工や保守の作業、アクセスに当たり支障はない。

地震後や津波前後の主要位置における津波防護施設及び浸水防止設備の状態、並びに敷地前面における津波襲来状況をリアルタイムかつ継続的に把握



するため、視野角が広く（水平360°，垂直±90° 旋回可能），光学及び赤外線撮像機能を有するカメラを選定する。撮影した映像は2号炉の中央制御室に設置した監視設備に表示可能とし，本体及び監視設備は非常用電源設備及び代替交流電源設備から受電可能な設計とする。

津波監視カメラの仕様を第4.3-1表に，設置位置を第4.3-2図に，監視カメラの映像イメージを第4.3-3図に，監視カメラの視野範囲を第4.3-4図に示す。第4.3-4図に示すとおり，発電所敷地内に設置した3台の津波監視カメラにより，津波防護施設及び浸水防止設備の状態，並びに敷地前面の津波の襲来の状況を確認するための視野範囲は確保される。

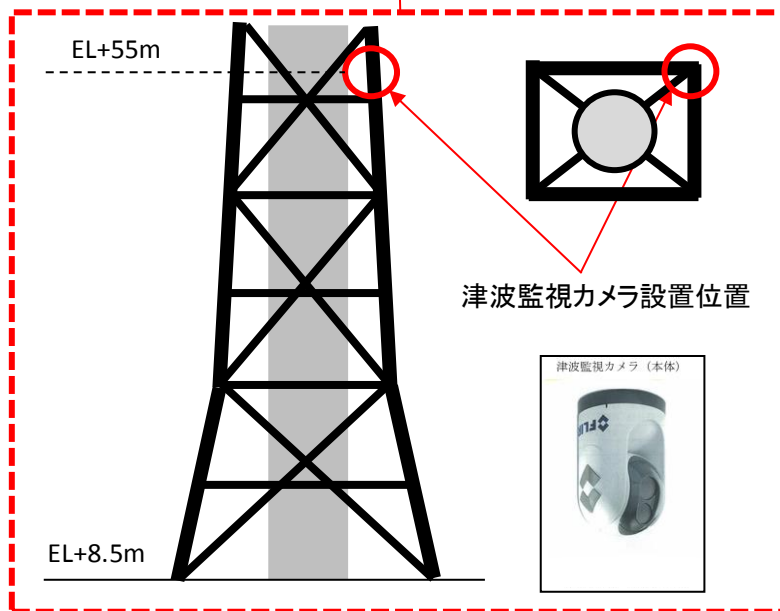
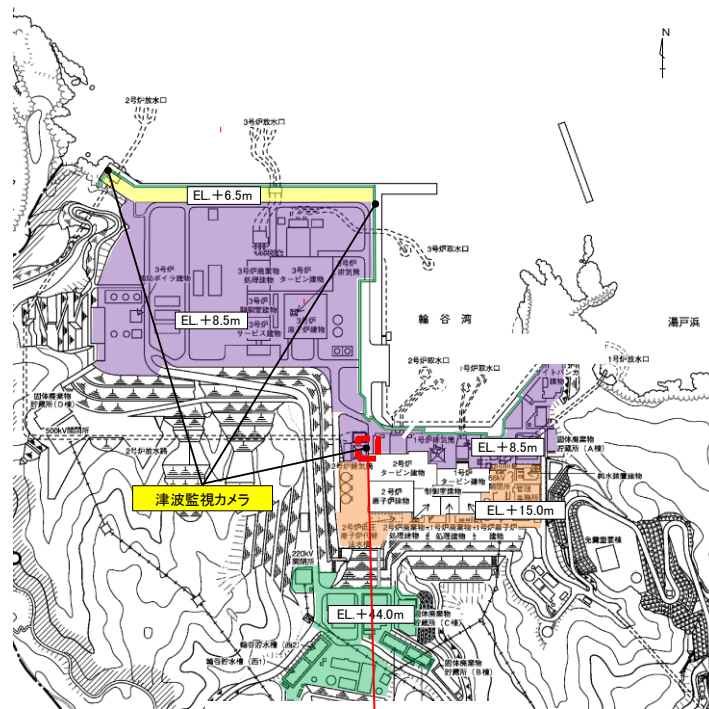
また，津波監視カメラは基準地震動S<sub>s</sub>による地震力に対して機能を保持する設計とするため，地震時に機能喪失することはないが，万一，独立事象である竜巻等の自然現象や機器の単一故障により機能喪失した場合においても，予備品を有しており，速やかに復旧（1日程度）することも可能である。

なお，津波監視カメラは津波監視設備であり，「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」に示される重要度の特に高い安全機能を有する施設に該当しないため，設置許可基準規則第12条の多重性又は多様性を要求される設備ではないが，仮に1台が機能喪失した場合においても，残り2台の津波監視カメラにより主要位置（発電所前面海域，輪谷湾及び防波壁）における津波襲来時の状況を継続的に把握することが可能である。津波監視カメラが1台機能喪失した場合の視野範囲について第4.3-5図に示す。

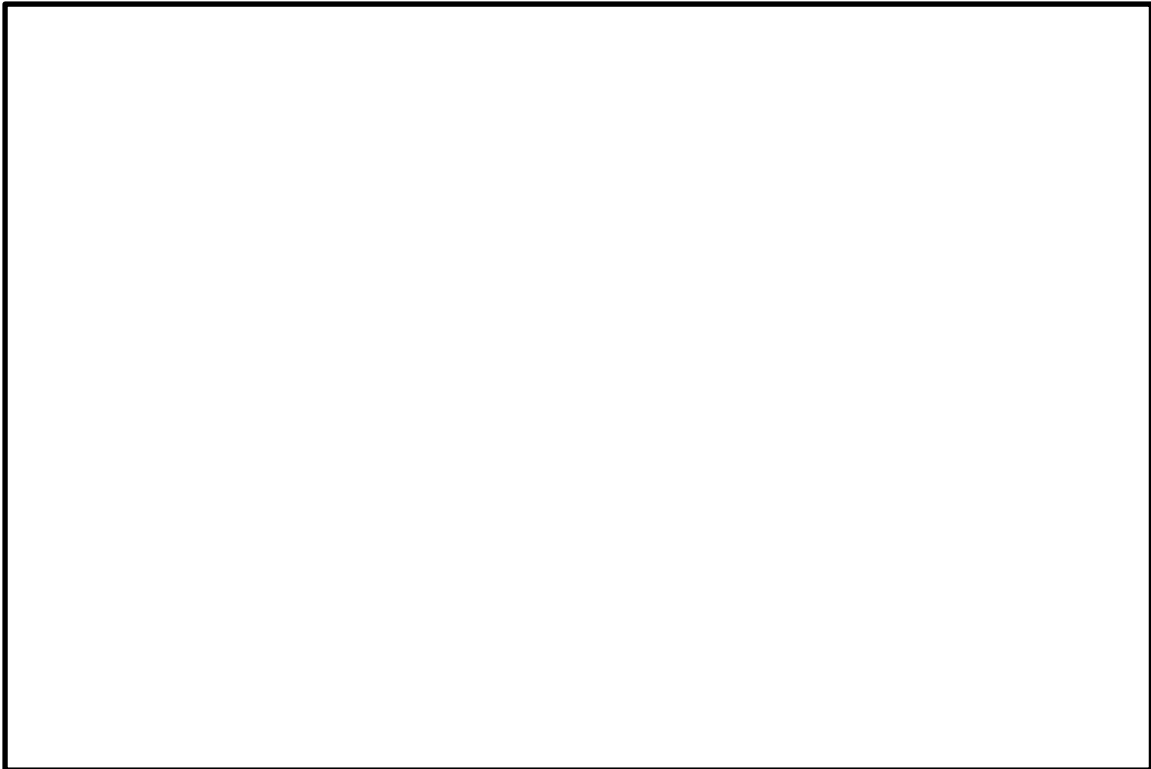
敷地内の状況は，第4.3-6図に示すとおり「設置許可基準規則第26条（原子炉制御室等）」の要求に基づき中央制御室から外の状況を把握する設備として設置する構内監視カメラにより監視可能な設計とする。

第4.3-1表 津波監視カメラの仕様

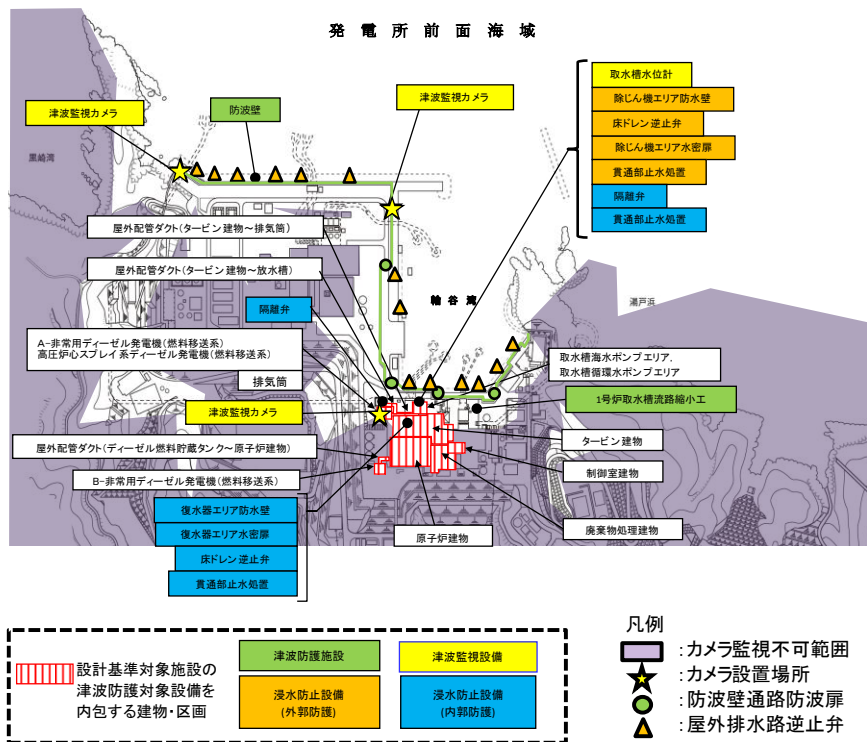
津波監視カメラ	
外観 (イメージ)	
カメラ構成	可視光と赤外線のデュアルカメラ
ズーム	赤外線カメラ：デジタルズーム2, 4倍
遠隔可動	水平可動：360° 上下可動：±90°
暗視機能	可能（赤外線カメラ）
耐震設計	Sクラス
供給電源	非常用電源（無停電交流電源） 代替交流電源設備
風荷重	風速（30m/s）による荷重を考慮
積雪荷重	積雪（100cm）による荷重を考慮
台数	2号炉排気筒 1台 3号炉北側防波壁上部（東） 1台 3号炉北側防波壁上部（西） 1台



第4.3-2図 津波監視カメラ設置位置

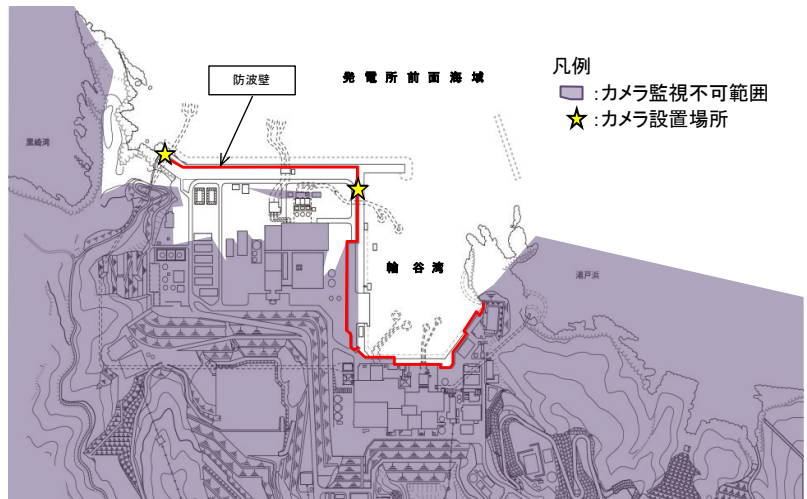


第4.3-3図 津波監視カメラ映像イメージ（排気筒E L. +64.0m）

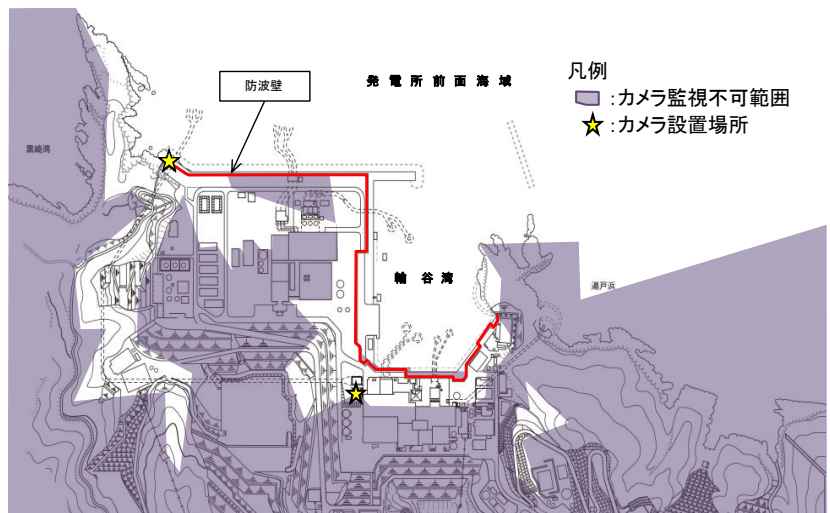


第4.3-4図 津波監視カメラの視野範囲

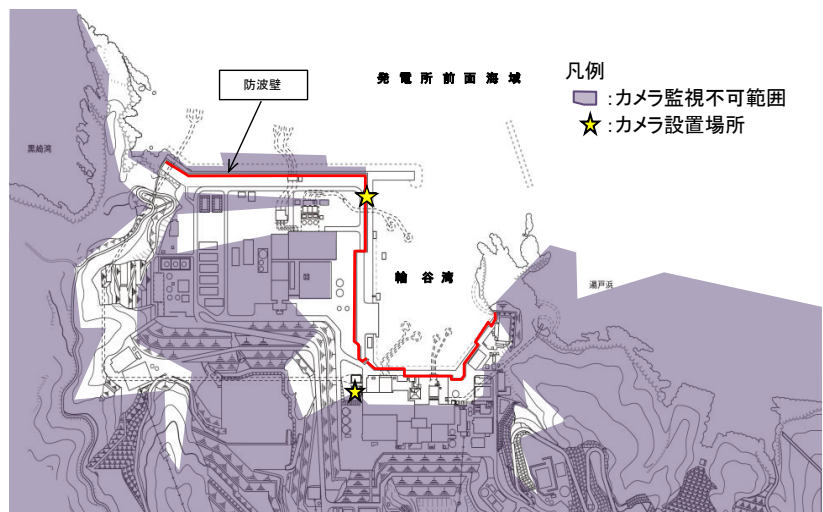
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



第4.3-5-1図 津波監視カメラが1台機能喪失した場合の視野範囲  
(2号炉排気筒E.L.+64.0m位置が機能喪失した場合)



第4.3-5-2図 津波監視カメラが1台機能喪失した場合の視野範囲  
(3号炉北側の防波壁上部東側E.L.+15.0m位置が機能喪失した場合)



第4.3-5-3図 津波監視カメラが1台機能喪失した場合の視野範囲  
(3号炉北側の防波壁上部西側E.L.+15.0m位置が機能喪失した場合)

### 2.1.2 監視カメラについて

監視カメラは、津波監視カメラ及び構内監視カメラにて構成する。

津波監視カメラは、遠方からの津波の接近を適切に監視できる位置・方向に設置するとともに、取水口を設置する輪谷湾及び3号炉北側防波壁並びに放水口における津波の襲来状況を適切に監視できる位置・方向に設置している。また、津波監視カメラは基準津波の影響を受けない高所に3台（2号炉排気筒、3号炉北側防波壁上部(東)及び3号炉北側防波壁上部(西)）設置しており、監視に必要な要件を満足する仕様としている。表2.1-1に津波監視カメラの概要を示す。


また、構内監視カメラは、自然現象等の監視強化のため2号炉原子炉建物屋上、3号炉原子炉建物屋上、通信用無線鉄塔、固体廃棄物貯蔵所C棟屋上、一矢谷及びガスタービン発電機建物屋上に設置し、津波監視カメラの監視可能範囲を補足する。構内監視カメラの配置を図2.1-3に、表2.1-2及び表2.1-3に構内監視カメラの概要を示す。

津波監視カメラ及び構内監視カメラは、取付け部材、周辺の建物、設備等で死角となるエリアをカバーすることが出来るよう配慮し、配置する。ただし、一部死角となるエリアがあるが、監視可能な領域の監視により、発電用原子炉施設に影響を及ぼす可能性のある自然現象等を十分把握可能である。各々のカメラにて監視可能な発電用原子炉施設及び周辺の構内範囲について、図2.1-4に示す。また、監視カメラの取付概略図を図2.1-5及び図2.1-6に示す。

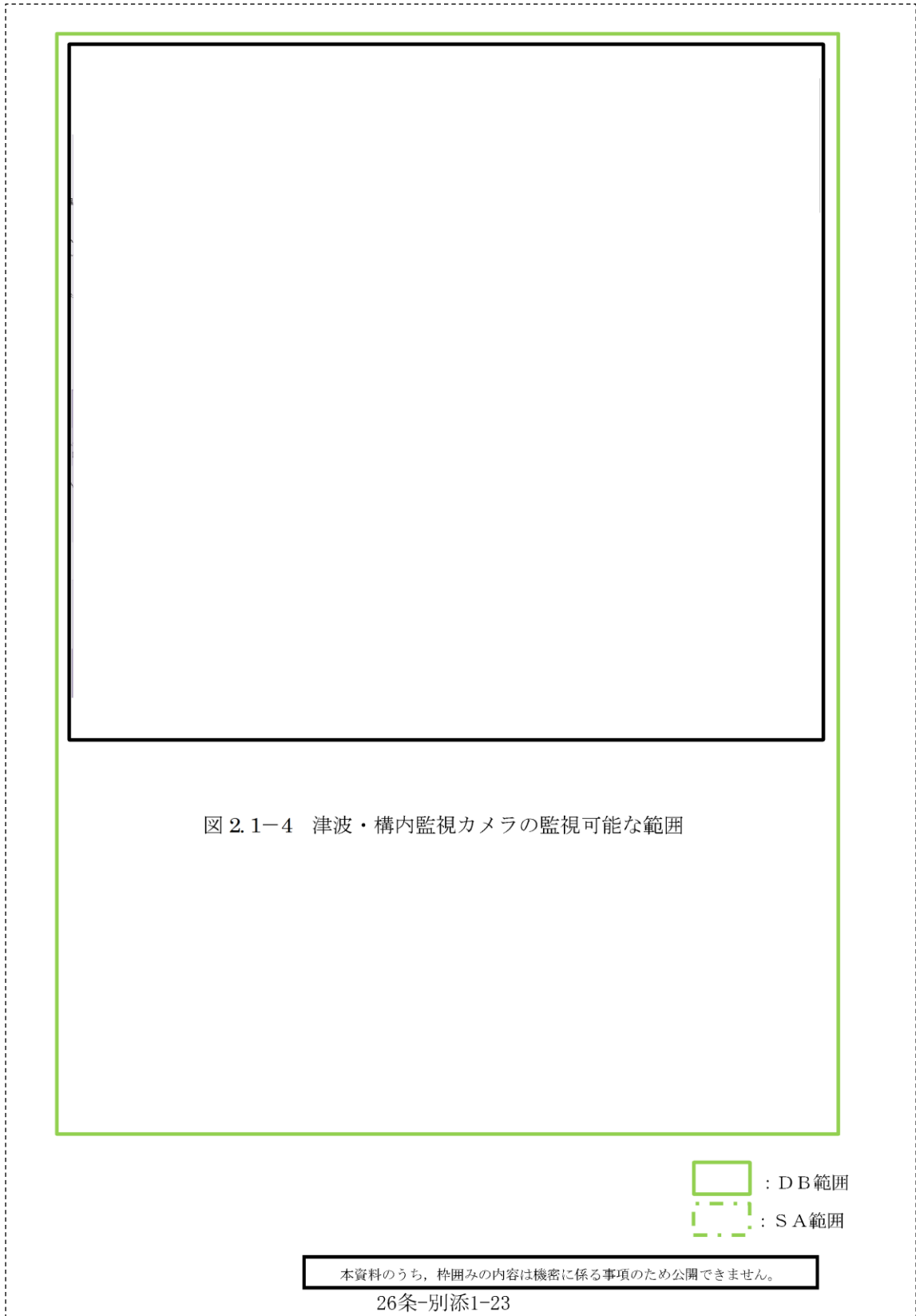
なお、可視光カメラによる監視が期待できない夜間の濃霧発生時や強雨時においては、赤外線カメラによる監視機能についても期待できない状況となることが考えられる。その場合は、監視カメラ以外で中央制御室にて監視可能なパラメータを監視することで外部状況の把握に努めつつ、気象等に関する公的機関からの情報も参考とし、原子炉施設に影響を及ぼす可能性のある自然現象等を把握することとする。

 : DB範囲  
 : SA範囲

26条-別添1-18

(注) 説明のため設置許可基準規則第26条「原子炉制御室等」の審査資料に  を追記。

第4.3-6図(1) 津波監視カメラ及び構内監視カメラの監視範囲について

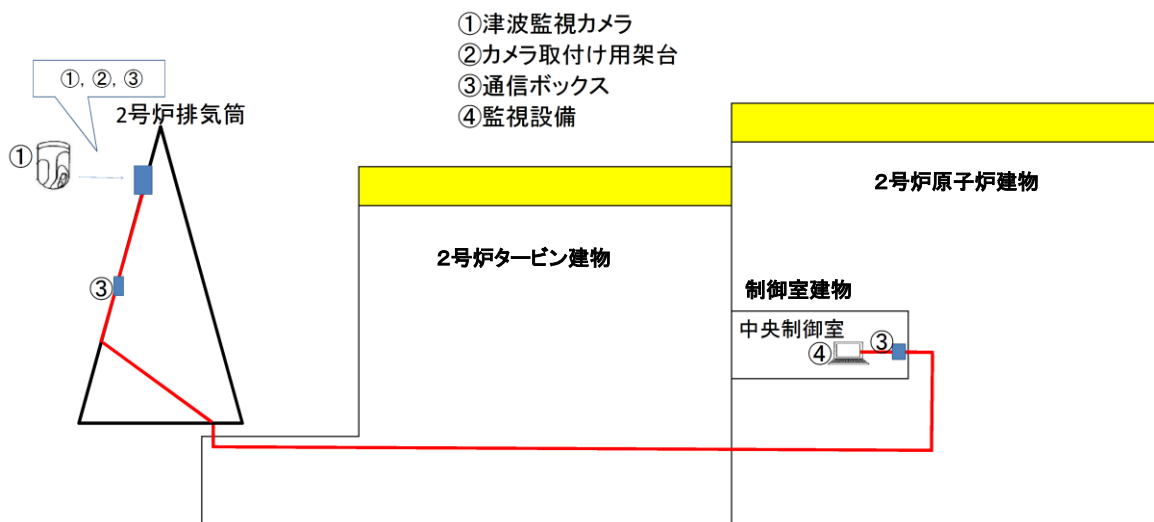


第4.3-6図(2) 津波監視カメラ及び構内監視カメラの監視範囲について



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、電線管から構成されている。設備構成の概要を第4.3-7図に示す。



第4.3-7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

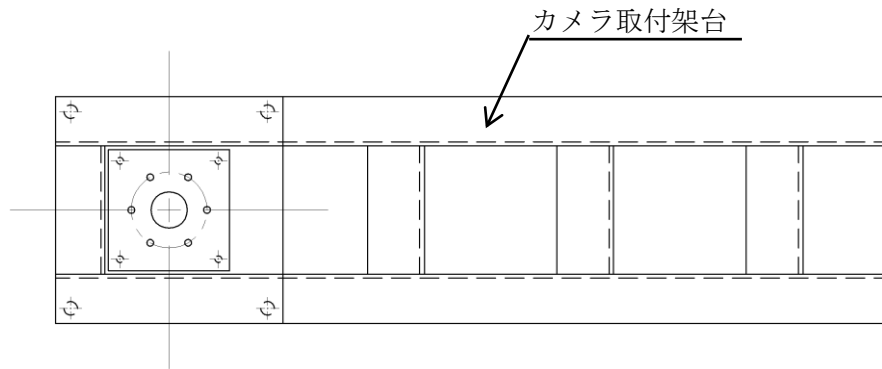
津波監視カメラが使用条件及び想定される自然条件下において要求される機能を喪失しないことを確認する。

当該設備は2号炉排気筒、3号炉北側の防波壁上部東側及び3号炉北側の防波壁上部西側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地震と竜巻が考えられる。このうち、竜巻については「第6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。

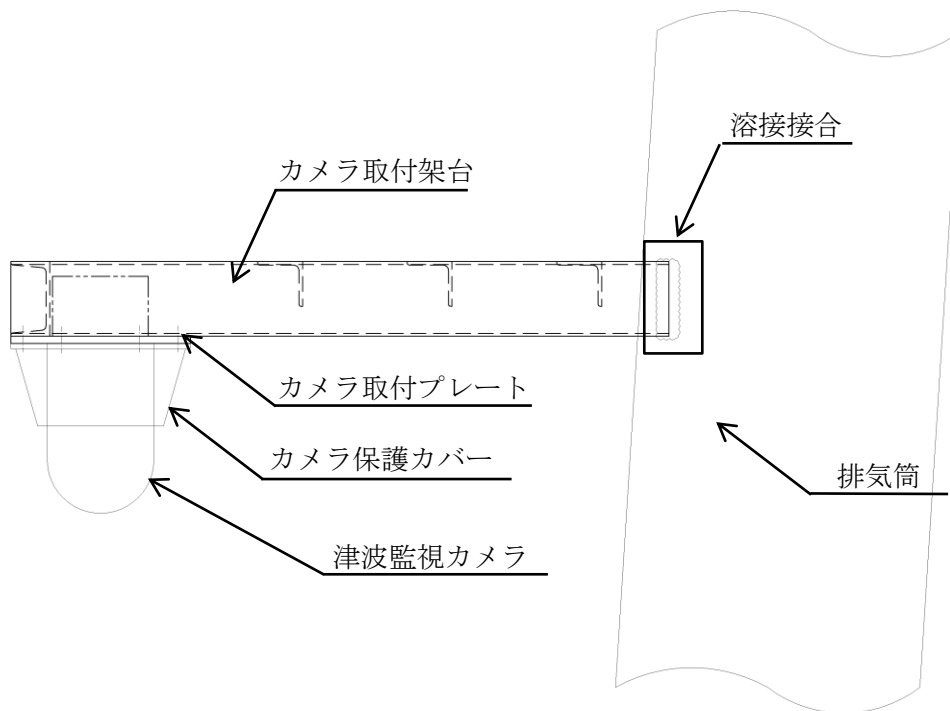
なお、自然現象のうち津波については、前述のとおり、その影響を受けることのない設計としているため、荷重組合せ等での考慮は要しない。

(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、カメラ取付用架台及び電線管に対する構造強度評価を実施する。また、カメラ本体、通信ボックス、監視設備の機能維持評価を実施する。カメラ取付用架台の構造概略図を第4.3-8図に示す。



(平面図)



(断面図)

第4.3-8図 カメラ取付用架台の構造概略図（排気筒の例）※

※ 設計中であり，詳細設計段階にて変更する可能性がある。

(b) 荷重組合せ

津波監視カメラの設計においては以下のとおり，常時荷重，地震荷重の組合せを考慮する（添付資料20参照）。

- ・ 常時荷重＋地震荷重

また，設計に当たっては，その他自然現象との組合せを適切に考慮する。（添付資料20参照）

(c) 荷重の設定



津波監視カメラの設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

i 常時荷重

自重を考慮する。

ii 地震荷重

基準地震動 $S_s$ による地震力を考慮する。

iii 積雪荷重

屋外に設置される津波監視カメラ取付用架台及び電線管に対しては、堆積量35cmを考慮する。

iv 降雨荷重

降雨に対しては、津波監視カメラは防水性能IP66(あらゆる方向からのノズルによるジェット噴流水によっても有害な影響を及ぼしてはならない)に適合する設計とする。

v 風荷重

基準風速30m/s相当の風荷重を受けた場合においても、津波監視カメラ設置用架台及び電線管は継続監視可能であることを確認する。

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。

d. 許容限界

津波監視機能に対する機能保持限界として、津波監視カメラが基準地震動 $S_s$ に対して機能維持することを確認する。

また、津波監視カメラを支持する2号炉排気筒、防波壁及びカメラ取付用架台については、それらを構成する部材が(b)にて考慮する荷重の組合せに対して、津波監視カメラの支持機能を維持することを確認する。

e. 防塵性能・防水性能

上記の荷重に関する評価に加えて、防塵性能および防水性能についても考慮する。

津波監視カメラは、保護等級「IP66」(日本工業規格JISC0920)相当のものを設置することで、防塵性能と防水性能(防塵性能については、粉塵が内部に入らない程度。防水性能については、あらゆる方向からの強い噴流水によっても、有害な影響がない程度。)が保証される。

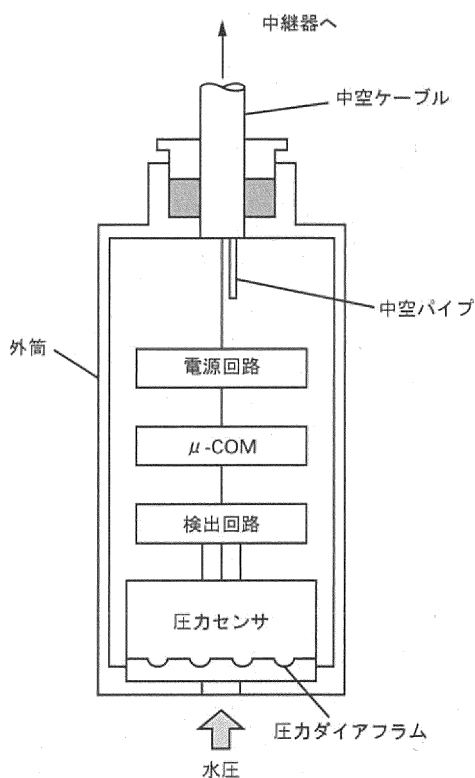
(2) 取水槽水位計

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、2号炉取水槽のE L. - 9.3mに設置する。なお、取水槽水位計設置位置は、砂の堆積高さ0.001m未満

を考慮しても影響がない（取水槽底面高さ E L. -9.8m）。取水槽水位計は、投げ込み式の水位計であり、検出器を水中に設置し、受圧ダイアフラムにかかる水頭圧を検出して水位を測定する。検出器の動作原理概要図を第4.3-9図に示す。

基準津波襲来時の取水槽水位（入力津波高さ）に関しては、第4.3-2表のとおり評価している。



第4.3-9図 検出器の動作原理概要図

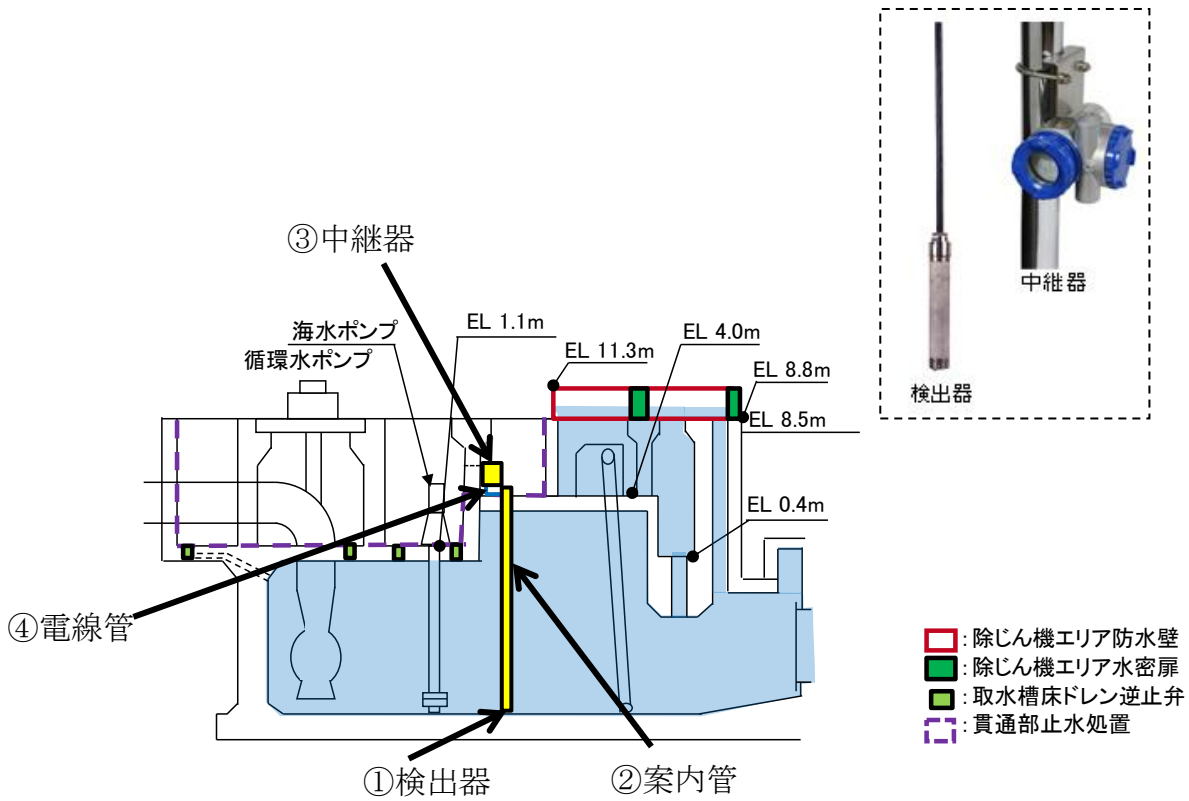
第4.3-2表 取水槽の入力津波高さ

		2号炉
		取水槽
水位上昇側	入力津波高さEL(m)	+10.6
水位下降側	入力津波高さEL(m)	-6.5

上記の取水槽水位を考慮し、測定範囲を E L. +10.7m～E L. -9.3mとした設計としている。また、取水槽水位計は非常用交流電源設備及び非常用直流電源設備から受電可能な設計とする。

b. 設備構成

取水槽水位計は、検出器、案内管、中継器、電線管及び中央制御室に設置された監視設備から構成されている。第4.3-10図に取水槽水位計の設置位置及び設備構成を示す。



第4.3-10図 取水槽水位計の設置位置及び設備構成

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。

当該設備は屋外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、地震と竜巻が考えられる。このうち、竜巻については、「第6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。

(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（案内管）に対する構造強度評価、検出器、中継器の機能維持評価、さらに監視設備については、構造強度評価及び機能維持評価の両者を実施する。

(b) 荷重組合せ

取水槽水位計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、余震荷重を考慮する。

また、取水槽水位計は、漂流物が衝突する恐れのない位置に設置することから、漂流物衝突荷重は考慮しない。

- ・ 常時荷重＋地震荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

また、設計においては、その他自然現象との組合せを適切に考慮する（添付資料20参照）。

(c) 荷重の設定

取水槽水位計の設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

i 常時荷重

自重等を考慮する。

ii 地震荷重

基準地震動 $S_s$ による地震力を考慮する。

iii 津波荷重

潮位のばらつきを考慮した取水槽における入力津波高さ E L. +10.6mに参照する裕度である+0.64mも含めても、保守的な値である津波荷重水位 E L. +11.3m（許容津波高さ）を考慮する。

iv 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。適用に当たっての考え方を添付資料22に示す。

d. 許容限界

津波監視機能に対する機能保持限界として、検出器、中継器、監視設備が基準地震動 $S_s$ に対して機能維持することを確認する。

また、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、水位計本体（案内管）、監視設備を構成する部材が弾性域内に収まることを確認する。

## 基準類における衝突荷重算定式及び衝突荷重について

## 1. はじめに

島根原子力発電所において考慮する漂流物の衝突荷重の算定に当たり、島根原子力発電所における基準津波の津波特性を平面二次元津波シミュレーションより確認し、「2.5.2 (3) 基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する取水性確保」に示す取水口に対する漂流物の影響の評価プロセスより、漂流物衝突荷重の設定に考慮する漂流物を抽出するとともに、既往の衝突荷重の算定式とその根拠について整理した。

## 2. 基準類における衝突荷重算定式について

耐津波設計に係る工認審査ガイドにおいて挙げられている参考規格・基準類のうち、漂流物の衝突荷重又は衝突エネルギーについて記載されているものは、「道路橋示方書・同解説 I 共通編（平成 14 年 3 月）」と「津波漂流物対策施設設計ガイドライン（平成 26 年）」であり、それぞれ以下のように適用範囲・考え方、算定式を示している。

## ①道路橋示方書・同解説 I 共通編（(社) 日本道路協会，平成 14 年 3 月）

## ○適用範囲・考え方：

橋（橋脚）に自動車，流木あるいは船舶等が衝突する場合の衝突荷重を算定する式である。

## ○算定式：

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

ここに，P：衝突力（kN）

W：流送物の重量（kN）

v：表面流速（m/s）

## ②津波漂流物対策施設設計ガイドライン（沿岸技術研究センター，寒地研究センター，平成 26 年）

## ○適用範囲・考え方：

「漁港・漁場の施設の設計の手引き（全国漁港漁場協会 2003 年版）」の接岸エネルギーの算定方法に準じて設定されたものであり、漁船の他，車両・流木・コンテナにも適用されるが，支柱及び漂流物捕捉スクリーンの変形でエネルギーを吸収させることにより漂流物の進入を防ぐための津波漂流物対策施設の設計に適用される式である。

○算定式：

$$\text{船舶の衝突エネルギー} E = E_0 = W \times V^2 / (2g)$$

(船の回転により衝突エネルギーが消費される (1/4 点衝突) 場合

$$E = E' = W \times V^2 / (4g)$$

ここに、 $W = W_0 + W' = W_0 + (\pi / 4) \times (D^2 L \gamma_w)$

W：仮想重量 (kN)

$W_0$ ：排水トン数 (kN)

$W'$ ：付加重量 (kN)

D：喫水 (m)

L：横付けの場合は船の長さ，縦付けの場合は船の幅 (m)

$\gamma_w$ ：海水の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

これは、鋼管杭等の支柱の変形及びワイヤロープの伸びにより衝突エネルギーを吸収する考え方であり、弾性設計には適さないものである。

### 3. 漂流物の衝突荷重算定式の適用事例

安藤ら(2006)<sup>\*1</sup>によれば、南海地震津波による被害を想定して高知港を対象に、平面二次元津波数値シミュレーション結果に基づいた被害予測手法の検討を行い、特に漂流物の衝突による構造物の被害、道路交通網等アクセス手段の途絶について検討を行い、港湾全体における脆弱性評価手法を検討している。この中で荷役設備・海岸施設の漂流物による被害を検討するに当たって、漂流物の衝突力を算定しており、船舶に対しては道路橋示方書を採用している(表-1)。

※1 地震津波に関する脆弱性評価手法の検討，沿岸技術研究センター論文集，No.6 (2006)

表-1 各施設の許容漂流速度

		選 定 式	対象施設		
			クレーン	水門	倉庫
車両		陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 <sup>4)</sup>	4.8 m/s	1.5 m/s	1.5 m/s
コンテナ	20ft	陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 <sup>4)</sup>	4.9 m/s	1.5 m/s	1.5 m/s
	40ft	陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 <sup>4)</sup>	4.7 m/s	1.5 m/s	1.5 m/s
船舶	小型	衝突荷重 (道路橋示方書)	5.0m/s超	5.0m/s超	5.0m/s超
	大型	衝突荷重 (道路橋示方書)	5.0m/s超	1.8 m/s	1.8 m/s
木材		陸上遡上津波と漂流物の衝突力に関する実験的研究 <sup>4)</sup>	5.0m/s超	1.7 m/s	1.7 m/s

#### 4. 漂流物による衝突力評価式に関する既往の研究論文

道路橋示方書等の基準類以外でも、漂流物による衝突力評価に対する研究が複数存在している。以下に、これらの研究概要を例示するが、木材やコンテナ等を対象とした事例が多く、船舶の衝突を考慮した事例は少ない。

##### ○適用範囲・考え方：

「平成 23 年度建築基準整備促進事業 40. 津波危険地域における建築基準等の整備に資する検討」（東京大学生産技術研究所(2011)）では、「漂流物の衝突による建築物への影響の評価については、研究途上の段階であり、また、被害調査においても、被害をもたらした漂流物の詳細な情報を得ることは難しいため、既往の知見の検証は困難であった」としている。また、津波による漂流物が建築物に衝突する際の衝突力に関する研究を以下に示しているが、「対象としている漂流物は (a), (b), (d), (e)」が流木, (c), (d), (e) がコンテナである ((e) は任意の漂流物を対象としているものの実質流木とコンテナしか算定できない。)としている。

島根原子力発電所における漂流物としては、船舶を想定していることから評価式(a)～(e)については、その他の衝突荷重の算定式の適用性も踏まえて今後検討する。



○算定式(a) :

(a) 松富の評価式<sup>※2</sup>

津波による円柱形上の流木が縦向きに衝突する場合の衝突力を次式のとおり提案している。

$$F_m = 1.6 \cdot C_{MA} \cdot \{ v_{A0} / (gD)^{0.5} \}^{1.2} \cdot (\sigma_f / \gamma L)^{0.4} \cdot (\gamma D^2 L)$$

ここに,  $F_m$  : 衝突力

$C_{MA}$  : 見かけの質量係数

(段波・サージでは 1.7, 定常流では 1.9)

$v_{A0}$  : 流木の衝突速度

$D$  : 流木の直径

$L$  : 流木の長さ

$\sigma_f$  : 流木の降伏応力

$\gamma$  : 流木の単位体積重量

$g$  : 重力加速度

※2 松富英夫(1999) 流木衝突力の実用的な評価式と変化特性, 土木学会論文集, No621, pp. 111-127

○算定式(b) :

(b) 池野らの評価式<sup>※3</sup>

円柱以外にも角柱, 球の形状をした木材による衝突力を次式のとおり提案している。

$$F_H = S \cdot C_{MA} \cdot \{ (V_H / (g^{0.5} D^{0.25} L^{0.25})) \}^{2.5} \cdot (gM)$$

ここに,  $F_H$  : 漂流物の衝突力 (kN)

$S$  : 係数 (5.0)

$C_{MA}$  : 見かけの質量係数

(円柱横向き : 2.0 (2次元), 1.5 (3次元),

角柱横向き : 2.0~4.0 (2次元), 1.5 (3次元),

円柱縦向き : 2.0程度, 球 : 0.8程度)

$V_H$  : 段波速度 (m/s)

$D$  : 漂流物の代表高さ (m)

$L$  : 漂流物の代表長さ (m)

$M$  : 漂流物の質量 (t)

$g$  : 重力加速度

※3 池野正明・田中寛好(2003) 陸上遡上波と漂流物の衝突力に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第50巻, pp. 721-725

○算定式(c) :

(c) 水谷らの評価式<sup>※4</sup>

津波により漂流するコンテナの衝突力を次式のとおり提案している。

$$F_m = 2 \rho_w \eta_m B_c V_x^2 + (WV_x / gdt)$$

ここに,  $F_m$  : 漂流衝突力 (kN)

$dt$  : 衝突時間 (s)

$\eta_m$  : 最大遡上水位 (m)

$\rho_w$  : 水の密度 ( $t/m^3$ )

$B_c$  : コンテナ幅 (m)

$V_x$  : コンテナの漂流速度 (m/s)

$W$  : コンテナ重量 (kN)

$g$  : 重力加速度

※4 水谷法美・高木祐介・白石和睦・宮島正悟・富田孝史 (2005) エプロン上のコンテナに作用する津波波力と漂流衝突力に関する研究, 海岸工学論文集, 第 52 巻, pp. 741-745

○算定式(d) :

(d) 有川らの評価式<sup>※5</sup>

コンクリート構造物に鋼構造物 (コンテナ等) が漂流衝突する際の衝突力を次式のとおり提案している。

$$F = \gamma_p \chi^{2/5} \{(5/4)m\}^{3/5} v^{6/5}$$

$$\chi = \{4\sqrt{a/3\pi}\} \{1/(k_1+k_2)\}$$

$$k = (1-\nu^2)/(\pi E)$$

$$m = (m_1 m_2) / (m_1 + m_2)$$

ここに,  $F$  : 衝突力

$a$  : 衝突面半径の 1/2 (コンテナ衝突面の縦横長さの平均の 1/4)

$E$  : ヤング率 (コンクリート板)

$\nu$  : ポアソン比

$m$  : 質量

$v$  : 衝突速度

$\gamma_p$  : 塑性によるエネルギー減衰効果 (0.25)

$m$  や  $k$  の添え字は衝突体と被衝突体を示す。

※5 有川太郎・大坪大輔・中野史丈・下迫健一郎・石川信隆 (2007) 遡上津波によるコンテナ漂流力に関する大規模実験, 海岸工学論文集, 第 54 巻, pp. 846-850

○算定式(e) :

(e) FEMA の評価式<sup>※6</sup>

漂流物による衝突力を正確に評価するのは困難としながら、以下の式を一例として示している。

$$F_i = 1.3u_{\max}\sqrt{\{km(1+c)\}}$$

ここに、 $F_i$  : 衝突力 (kN)

$u_{\max}$  : 最大流速 (m/s)

$m$  : 漂流物の質量

$c$  : 付加質量係数

$k$  : 漂流物の有効剛性 (kN/m<sup>2</sup>)

※6 FEMA (2012) Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis Second Edition, FEMA P-646.

## 5. 基準津波の特性(流向・流速)

漂流物の衝突荷重算定に用いる流速は、津波の流速に支配されることから、漂流物の漂流速度として津波の流速を用いる。

平面二次元津波シミュレーション結果より、島根原子力発電所の津波防護施設に対して、日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波1）及び海域活断層から想定される地震による津波（基準津波4）における津波高さ及び流況（流向・流速）を確認した。

日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波1）に対して入力津波高さはE L. +11.9m、海域活断層から想定される地震による津波（海域活断層上昇側最大ケース<sup>\*</sup>）に対して入力津波高さはE L. +4.2mである。

ここで、施設護岸港湾内及び港湾外の防波壁前面における、最大流速発生時の流況確認結果を表-2に示す。

※海域活断層上昇側最大ケースの津波は、基準津波4が水位下降側の津波として策定したものであることを踏まえ、津波の到達有無を評価したうえで、津波荷重と余震荷重の組合せの要否を判断するために設定したものであり、施設護岸又は防波壁において海域活断層から想定される地震による津波の最大水位を示す。

表-2 最大流速発生時の流況

	対象箇所 <sup>※1</sup>	基準津波 <sup>※1</sup>	流向 <sup>※1</sup>	最大流速 <sup>※1</sup>	発生時刻
日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波1）	施設護岸港湾外防波壁前面	基準津波1（防波堤あり）	南	9.0m/s	181分27.10秒
	施設護岸港湾内防波壁前面	基準津波1（防波堤なし）	南東	9.0m/s	192分40.85秒
海域活断層から想定される地震による津波（基準津波4）	施設護岸港湾外防波壁前面	基準津波4（防波堤あり）	南西	3.3m/s	5分47.25秒
	施設護岸港湾内防波壁前面	基準津波4（防波堤なし）	東・南東 <sup>※2</sup>	2.4m/s	7分22.30秒

※1 5条-別添1-添付18「漂流物の評価において考慮する津波の流速・流向について」参照

※2 代表として流向が東のケースについて、水位分布と流向・流速ベクトル図及び流速分布図を示す。

表-2に示す各対象箇所の最大流速発生時刻近傍（最大時刻，最大時刻前後30秒）における水位分布と流向・流速ベクトル図，及び最大流速発生時刻における流速分布図を図-1～16に示す。

【基準津波1（防波堤あり）\_施設護岸港湾外防波堤前面】

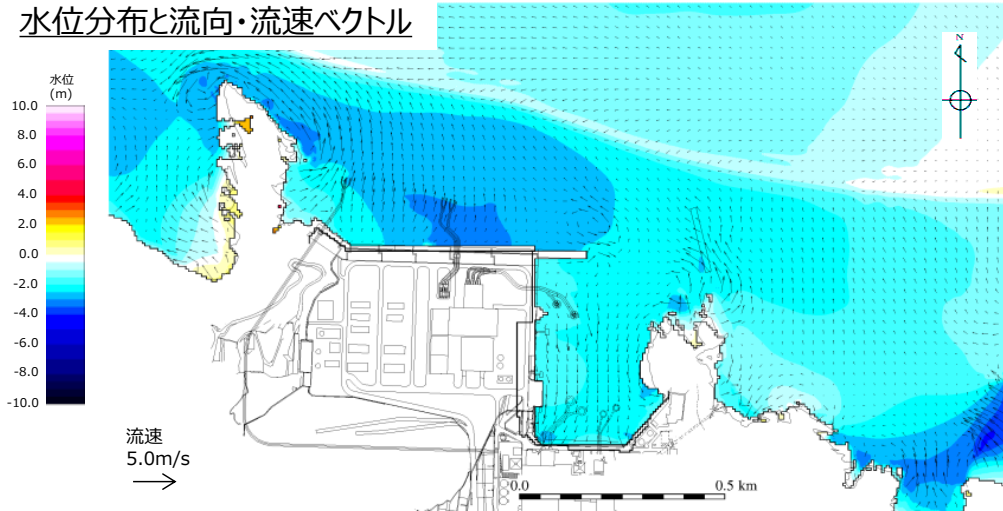


図-1 水位分布と流向・流速ベクトル(180分57.10秒：最大流速発生時刻-30秒)

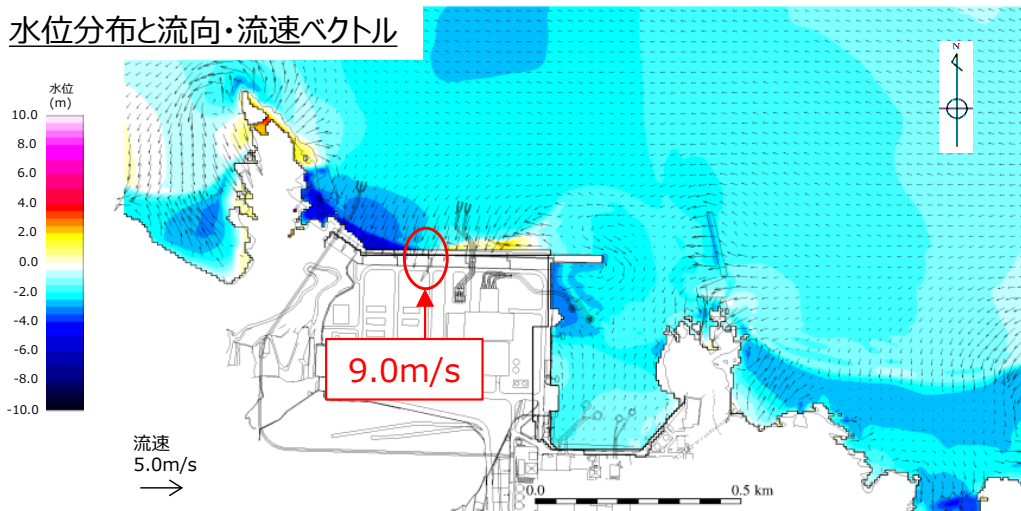


図-2 水位分布と流向・流速ベクトル(181分27.10秒：最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル

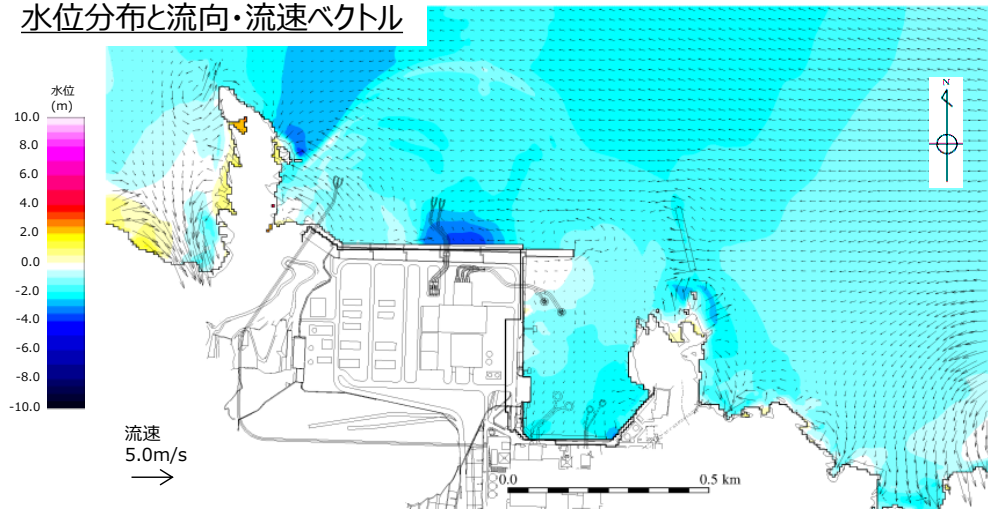


図-3 水位分布と流向・流速ベクトル(181分57.10秒：最大流速発生時刻+30秒)

流速分布

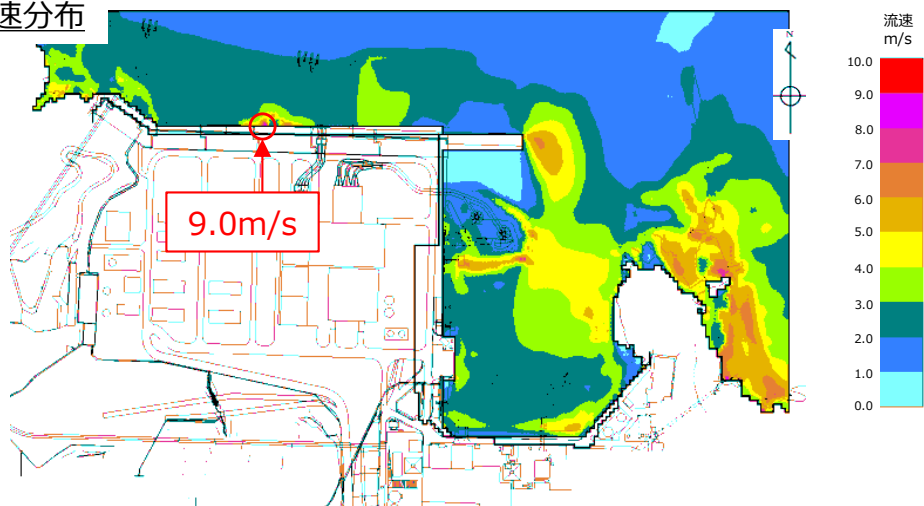


図-4 流速分布\_南方向(181分27.10秒：最大流速発生時刻)

【基準津波1(防波堤なし)\_施設護岸港湾内防波壁前面】

水位分布と流向・流速ベクトル

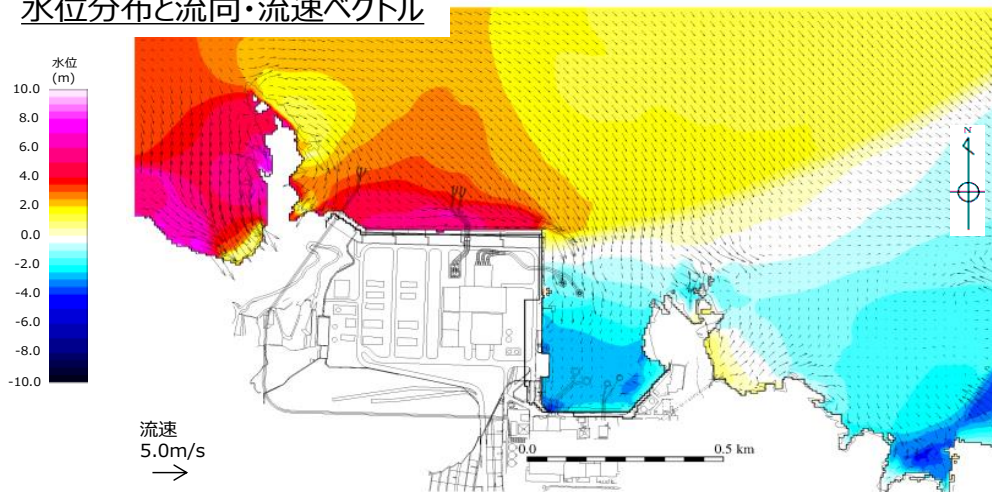
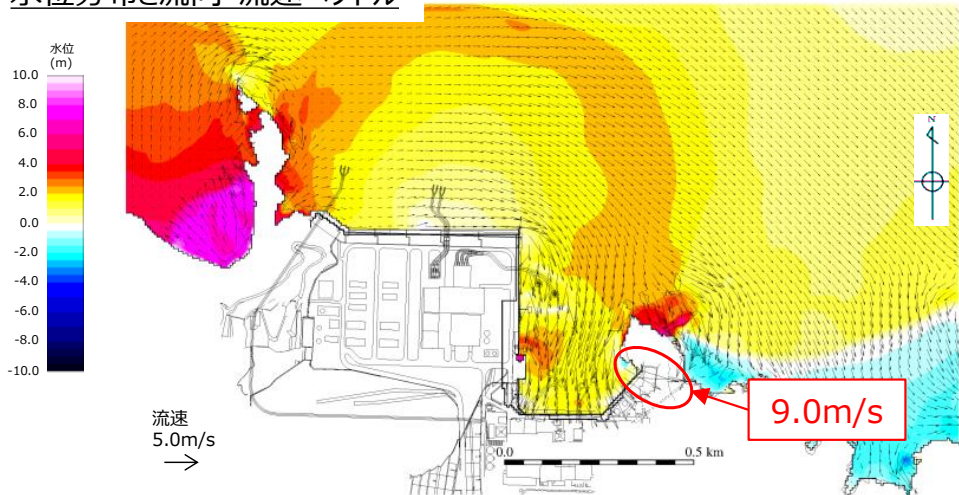


図-5 水位分布と流向・流速ベクトル(192分10.85秒：最大流速発生時刻-30秒)

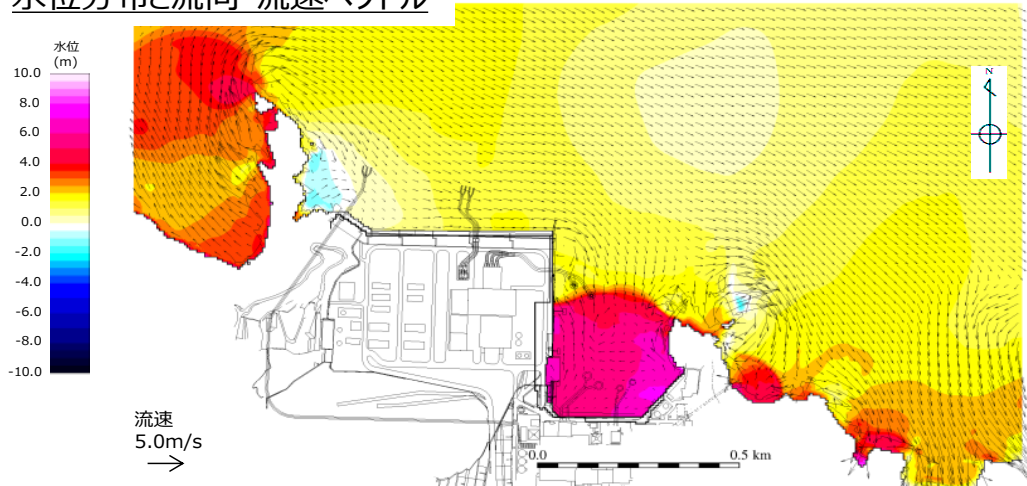


### 水位分布と流向・流速ベクトル



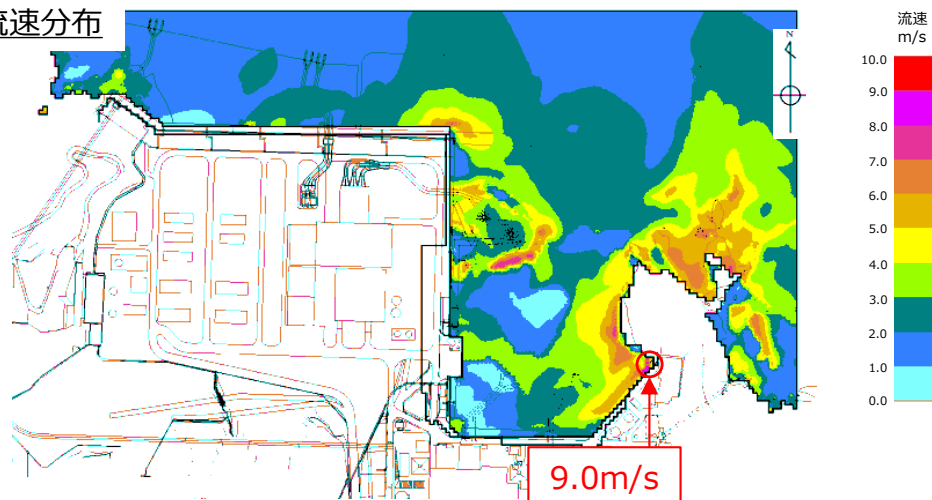
図－6 水位分布と流向・流速ベクトル(192分 40.85秒：最大流速発生時刻)

### 水位分布と流向・流速ベクトル



図－7 水位分布と流向・流速ベクトル(193分 10.85秒：最大流速発生時刻+30秒)

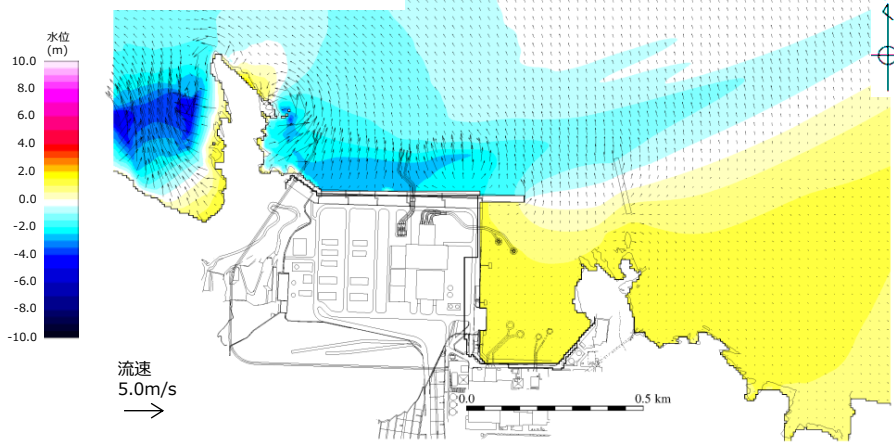
### 流速分布



図－8 流速分布\_南東方向(192分 40.85秒：最大流速発生時刻)

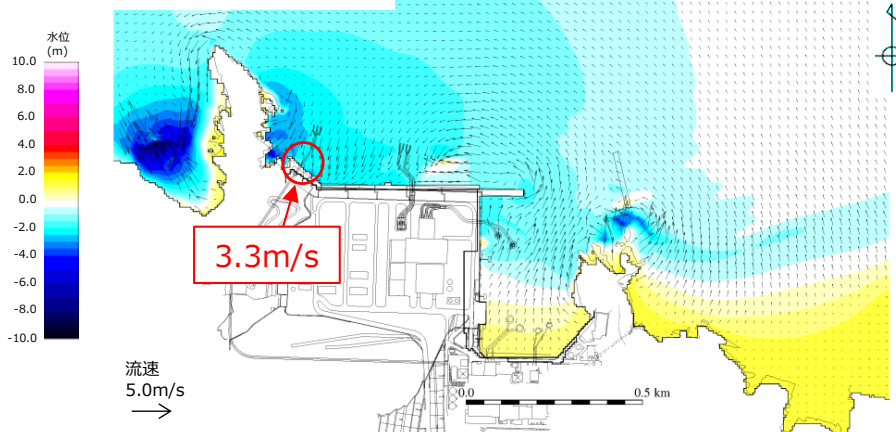
【基準津波 4(防波堤あり)\_施設護岸港湾外防波壁前面】

水位分布と流向・流速ベクトル



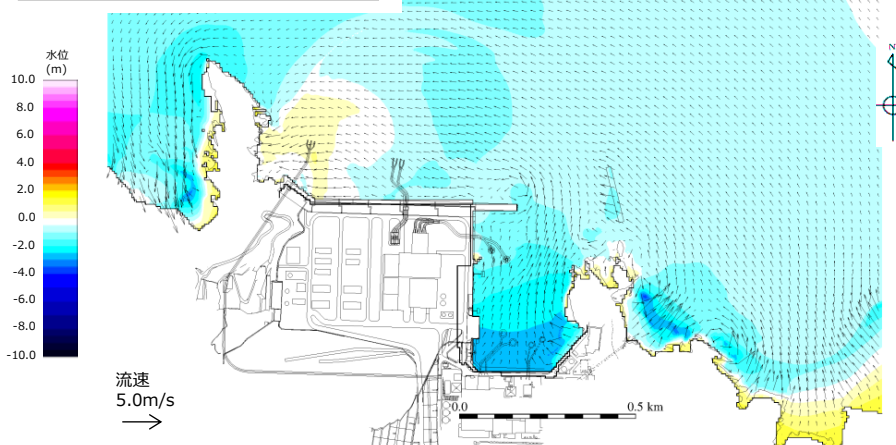
図一 9 水位分布と流向・流速ベクトル(5分 17.25 秒 : 最大流速発生時刻-30 秒)

水位分布と流向・流速ベクトル

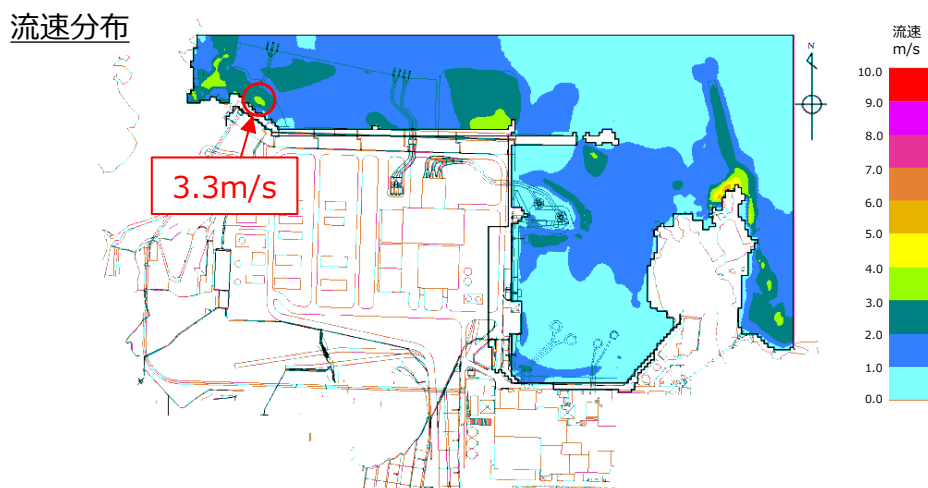


図一 1 0 水位分布と流向・流速ベクトル(5分 47.25 秒 : 最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル

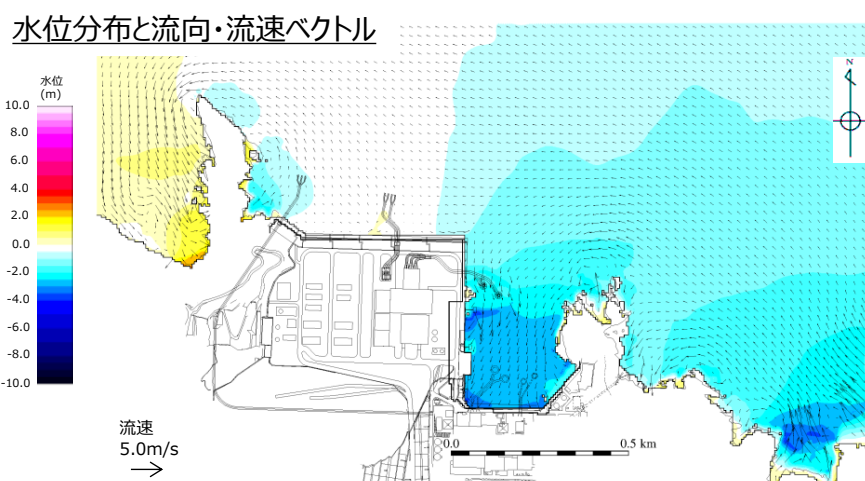


図一 1 1 水位分布と流向・流速ベクトル(6分 17.25 秒 : 最大流速発生時刻+30 秒)

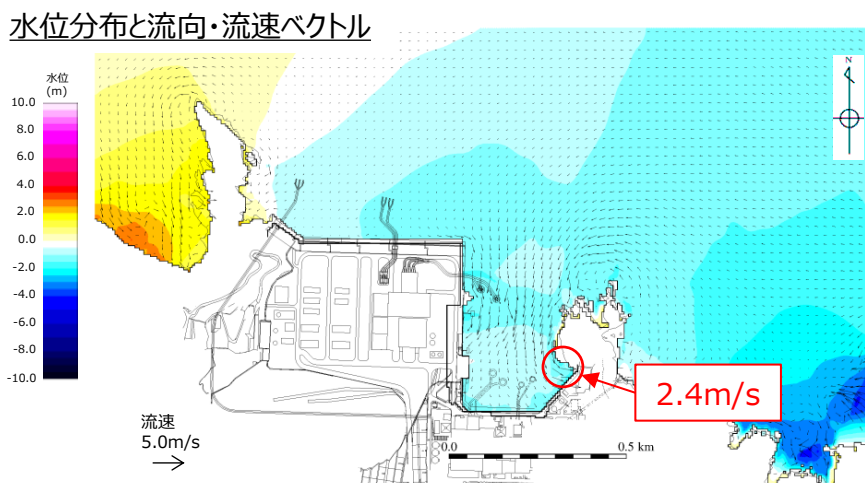


図一 1 2 流速分布\_南西方向(5分 47.25秒 : 最大流速発生時刻)

【基準津波 4(防波堤なし)\_施設護岸港湾内防波壁前面】



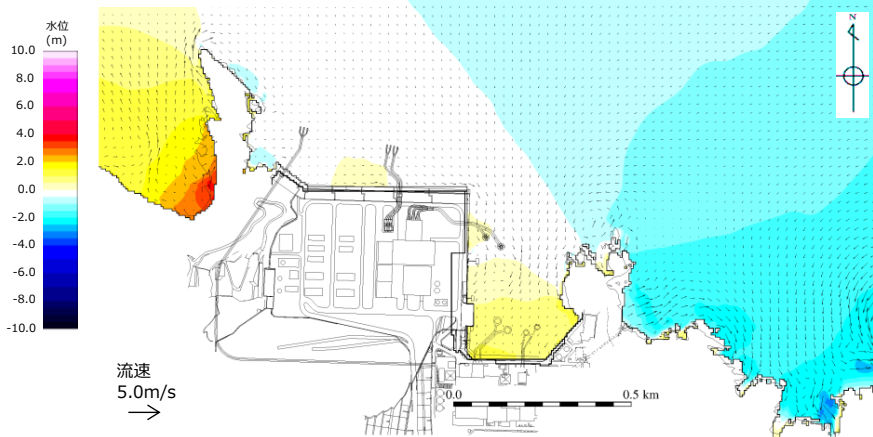
図一 1 3 水位分布と流向・流速ベクトル(6分 52.30秒 : 最大流速発生時刻-30秒)



図一 1 4 水位分布と流向・流速ベクトル(7分 22.30秒 : 最大流速発生時刻)

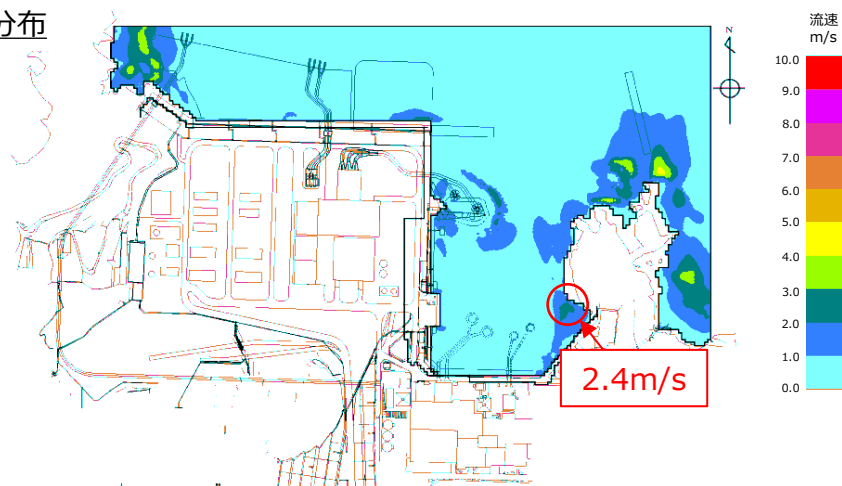


水位分布と流向・流速ベクトル



図一 1 5 水位分布と流向・流速ベクトル(7分 52.30 秒 : 最大流速発生時刻+30 秒)

流速分布

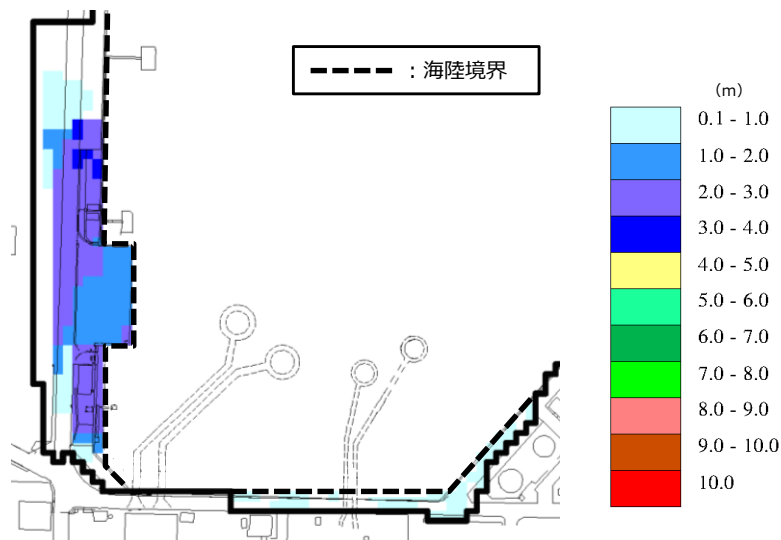


図一 1 6 流速分布\_東方向(7分 22.30 秒 : 最大流速発生時刻)

また、日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波1）に対して、保守的に荷揚場周辺を沈下（防波壁前面を一律1 m沈下させる）させた場合の荷揚場付近の最大浸水深分布\*を図-17に示す。

荷揚場周辺における流速評価結果を表-3に示しており、遡上域における最大流速を示す地点における8.0m/sを超える時間は極めて短い（1秒以下である）が、最大流速は11.9m/s\*が確認された。

※5条-別添1-添付31「施設護岸の漂流物評価における遡上域の範囲及び流速について」参照

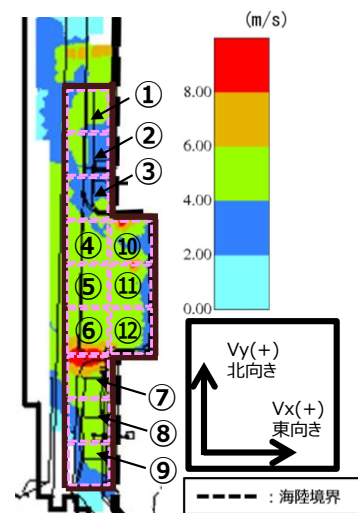


基準津波1（防波堤無し）

図-17 荷揚場付近の最大浸水深分布

表-3 荷揚場周辺における流速評価結果

地点	Vx方向 最大流速 (m/s)	Vy方向 最大流速 (m/s)	全方向最大流速(m/s)		
			Vx方向 流速	Vy方向 流速	全方向流速 ( $\sqrt{Vx^2+Vy^2}$ )
1	-4.2	2.1	-4.2	1.9	4.6
2	-4.0	2.5	-4.0	1.4	4.2
3	-6.7	2.1	-6.7	-0.8	6.8
4	-3.6	3.7	-3.2	3.4	4.6
5	-3.6	3.8	-3.6	3.7	5.1
6	-5.5	4.1	-5.5	2.7	6.1
7	-11.8	3.4	-11.8	1.1	11.9
8	-5.3	1.5	-5.3	1.3	5.4
9	-5.9	1.9	-5.9	1.6	6.1
10	4.8	-7.6	4.8	-7.6	9.0
11	-8.9	2.5	-8.9	-1.2	9.0
12	-2.7	5.1	-1.4	5.1	5.3



（切上げの関係で値があわない場合がある）

## 6. 対象漂流物の配置位置及び種類等

日本海東縁部に想定される地震による津波及び海域活断層から想定される地震による津波に対する津波防護施設の評価において、基本とする設計条件として設定する対象漂流物とその配置及び船舶の操業エリアを表-4、表-5、図-18及び図-19に示す。また、津波防護施設における漂流物配置を図-20に示す。

対象漂流物のうち漁船については、基本とする設計条件に加え、島根原子力発電所周辺海域で操業する漁船の漁業法の制限等を踏まえて漁船の総トン数、操業区域及び航行の不確かさを考慮し、津波防護施設の評価に総トン数19トンの漁船を対象とする。また、施設護岸から500m以遠で操業及び航行する漁船については、漂流物となった場合においても、施設護岸から500m位置における流速が1m/s程度と小さいこと等から施設護岸に到達する可能性は十分に小さいが、仮に500m以遠から津波防護施設に衝突する場合の影響について確認する。

漂流物の津波防護施設への到達可能性については、「2.5.2 (3) 基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する取水性確保」参照。

表-4 津波防護施設に考慮する漂流物について

津波防護施設	基本とする設計条件として設定する対象漂流物		不確かさを考慮した設計条件として設定する対象漂流物(漁船)	
	日本海東縁部に想定される地震による津波	海域活断層から想定される地震による津波	日本海東縁部に想定される地震による津波	海域活断層から想定される地震による津波
輪谷湾内に面する津波防護施設 対象：波返重力擁壁（輪谷部） 逆T擁壁 多重鋼管杭式擁壁 防波壁通路防波扉	対象：キャスク取扱収納庫 <sup>※1,2</sup> 3トン漁船 種類：鋼製構造物（鋼製） 船舶（FRP製） 質量：約4.3t×2基、約9t	対象：10トン作業船 <sup>※1</sup> 3トン漁船 種類：船舶（FRP製） 質量：約30t、約9t	対象：19トン漁船 種類：船舶（FRP製） 質量：約57t	
外海に面する津波防護施設 対象：波返重力擁壁（北側）	対象：10トン漁船 種類：船舶（FRP製） 質量：約30t	対象：10トン作業船 <sup>※1</sup> 10トン漁船 種類：船舶（FRP製） 質量：約30t		

※1：詳細設計段階において、キャスク取扱収納庫の撤去や作業船の変更等の対策を踏まえ、対象漂流物を選定  
 ※2：2基が隣接して設置されているため、2基分の衝突を考慮

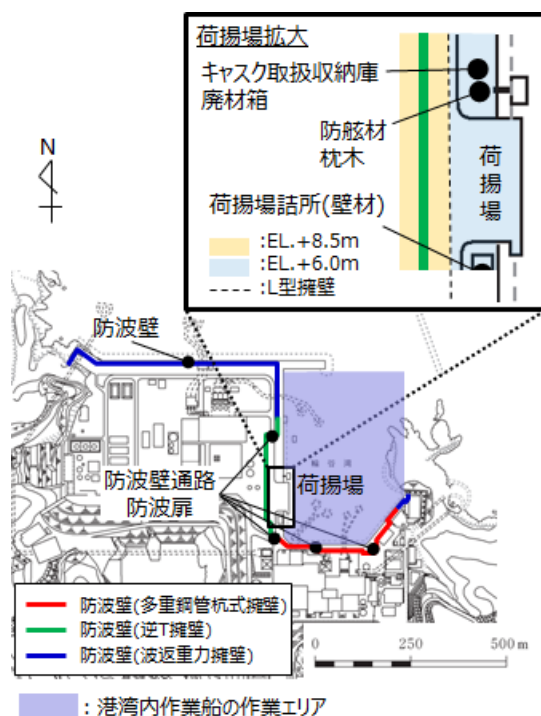


図-18 漂流物の配置（港湾内に面する津波防護施設に考慮する）

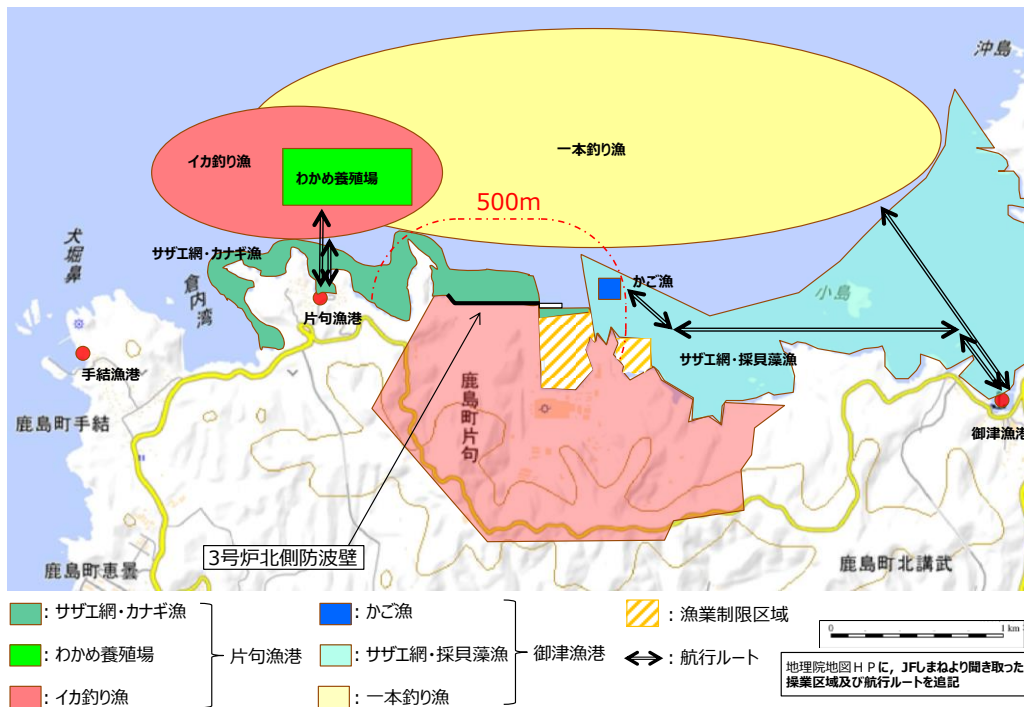
表－5（1） 発電所沿岸で操業する漁船<sup>※1</sup>

名称	施設護岸からの距離	目的	漁港	総トン数(質量)	数量(隻)
漁船	約500m以内 <sup>※3</sup>	サザエ網・カナギ漁 <sup>※2</sup>	片句漁港	1トン未満(3t未満)	13
		サザエ網・採貝藻漁	御津漁港	1トン未満(3t未満)	18
		一本釣り漁		2トン未満(6t未満)	6
		かご漁	1トン未満(3t未満)	13	
	約500m以遠 <sup>※3</sup>	わかめ養殖	片句漁港	1トン未満(3t未満)	7
		イカ釣り漁		5トン未満(15t未満)	7
				8トン未満(24t未満)	3
				10トン未満(30t未満)	3

※1 漂流物調査は、まとめ資料別添1 添付資料15「津波漂流物の調査要領について」に基づき実施。

※2 輪谷湾内で総トン数0.4～0.7トンの漁船が年5回程度操業する。

※3 施設護岸から500m程度離れた位置では流速が1m/s程度と小さいことを踏まえ、施設護岸から約500m以内と以遠の2つに区分した。



図－19（1） 発電所沿岸で操業する漁船の操業エリア

表－5（2） 発電所沖合で操業する漁船（総トン数10トン以上）<sup>※1</sup>

名称	目的	漁港	総トン数(質量)	数(隻)
漁船	イカ釣り漁 <sup>※2</sup>	恵曇漁港	約19トン(約57t)	2
	底引き網漁	恵曇漁港	約15トン(約45t)	2
	1本釣り漁	片句漁港	約10トン(約30t)	3
	定置網漁①	恵曇漁港	約10トン(約30t)	1
			約19トン(約57t)	1
定置網漁②	御津漁港	約12トン(約36t)	1	

※1 漂流物調査は、まとめ資料別添1 添付資料15「津波漂流物の調査要領について」に基づき実施。

※2 島根県漁業調整規則に基づき、島根県知事が総トン数10トン以上の漁船によるイカ釣り漁業の操業禁止区域（最大高潮時海岸線から10海里(約18km)内における操業を禁止）を定めている。（漁業調整規則：漁業法等に基づき、各都道府県知事が定める規則）



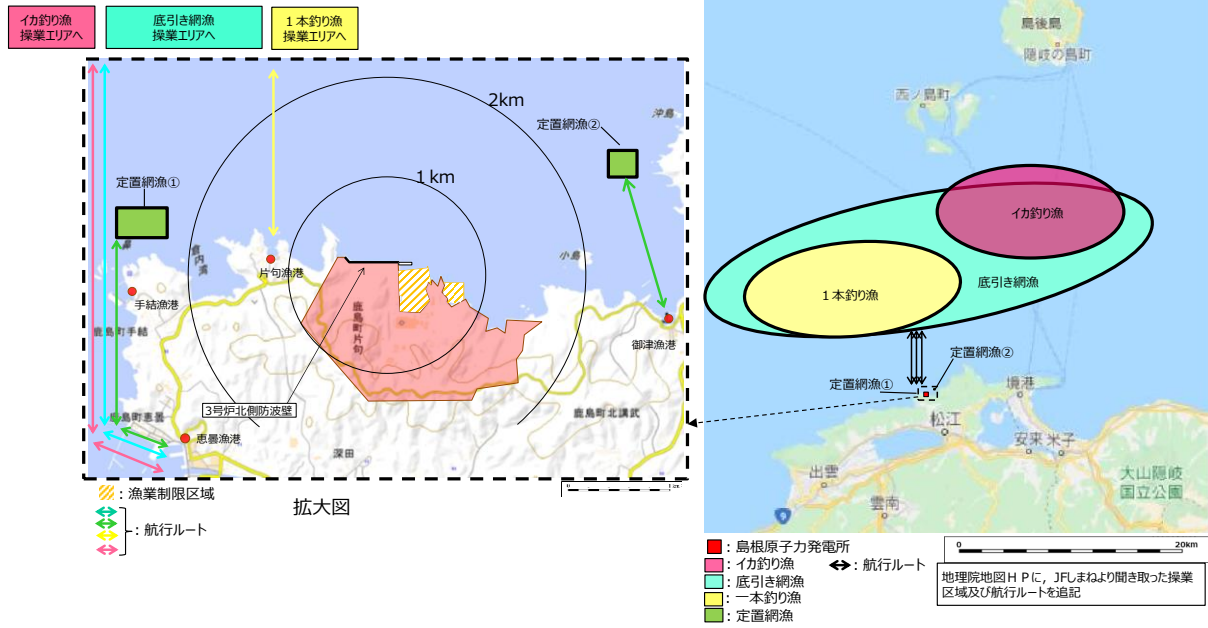


図-19 (2) 発電所沖合で操業する漁船（総トン数10トン以上）の操業エリア

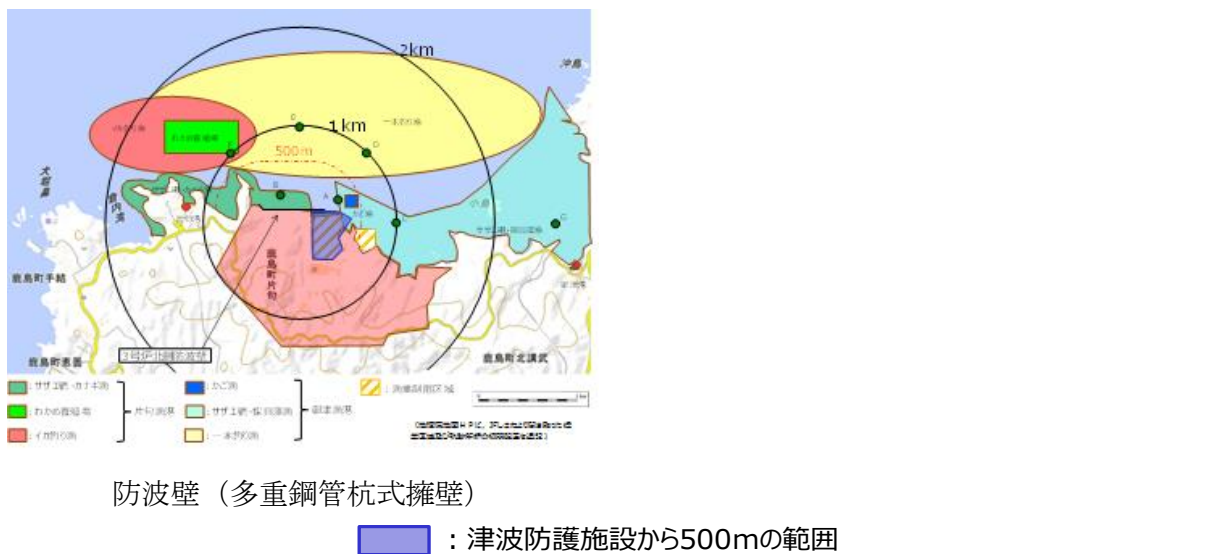
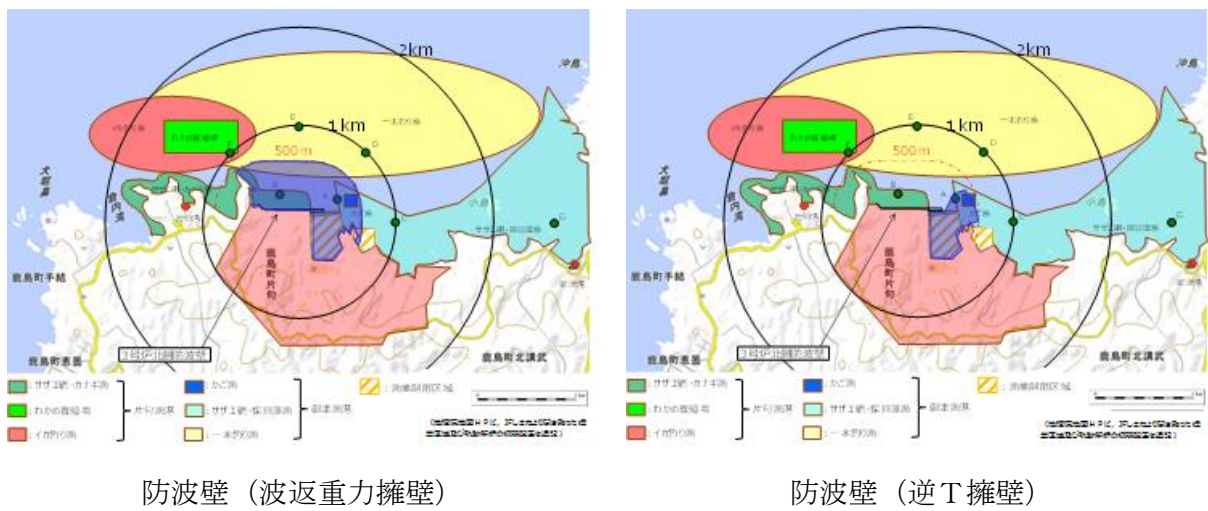


図-20 津波防護施設における漂流物配置

## 7. 既往の漂流物荷重算定式の整理

漂流物荷重算定式は、運動量理論に基づく推定式や実験に基づく推定式等があり、対象漂流物の種類や仕様により適用性が異なるため、既往の荷重算定式を整理した。ここで、表－6に算定式のまとめ一覧を示す。

表－6 漂流物荷重算定式のまとめ

	出典	種類	概要	算定式の根拠（実験条件）
①	松富ほか (1999)	流木	津波による流木の衝突力を提案している。本式は円柱形状の流木が縦向きに衝突する場合の衝突力評価式である。	「実験に基づく推定式」 ・見かけの質量係数に関する水路実験 ・衝突荷重に関する空中での実験 水理模型実験及び空中衝突実験において、流木(植生林ではない丸太)を被衝突体の前面(2.5m以内)に設置した状態で衝突させている。
②	池野・田中 (2003)	流木	円柱以外にも角柱,球の形状をした木材による衝突力を提案している。	「実験に基づく推定式」(縮尺1/100の模型実験)受圧板を陸上構造物と想定し,衝突体を受圧板前面80cm(現地換算80m)離れた位置に設置した状態で衝突させた実験である。模型縮尺(1/100)を考慮した場合,現地換算で直径2.6~8mの仮定となる。
③	道路橋示方書 (2002)	流木等	橋(橋脚)に自動車,流木あるいは船舶等が衝突する場合の衝突力を定めている。	漂流物が流下(漂流)してきた場合に,表面流速(津波流速)を与えることで漂流流速に対する荷重を算定できる。
④	津波漂流物対策施設設計ガイドライン (2014)	漁船等	漁船の仮想重量と漂流物流速から衝突エネルギーを提案している。	「漁港・漁場の施設の設計の手引」(2003)に記載されている,接岸エネルギーの算定式に対し,接岸速度を漂流物速度とすることで,衝突エネルギーを算定。
⑤	FEMA (2012)	流木・コンテナ	漂流物による衝突力を正確に評価するのは困難としながら,一例として評価式を示している。	「運動方程式に基づく衝突力方程式」非減衰系の振動方程式に基づいており,衝突体及び被衝突体の両方とも完全弾性体としている。
⑥	水谷ほか (2005)	コンテナ	津波により漂流するコンテナの衝突力を提案している。	「実験に基づく推定式」(縮尺1/75の模型実験)使用コンテナ:長さを20ftと40ft,コンテナ重量:0.2N~1.3N程度遡上流速:1.0m/s以下,材質:アクリル
⑦	有川ほか (2007)	流木・コンテナ	コンクリート構造物に鋼製構造物(コンテナ等)が漂流衝突する際の衝突力を提案している。	「接触理論に基づく推定式」(縮尺1/5の模型実験)使用コンテナ:長さ1.21m,高さ0.52m,幅0.49m衝突速度:1.0~2.5m/s程度,材質:鋼製

## 8. 詳細設計段階における漂流物衝突荷重の設定方針

漂流物衝突荷重（以下、衝突荷重）については、漂流物が津波と遭遇する位置や漂流物の種類・仕様が衝突荷重の大きさに関係することから、詳細設計段階において以下のとおり検討する。

- ・津波防護施設の評価において、基本とする設計条件として設定する対象漂流物は、漂流物評価結果及び対策等を踏まえて決定する。
- ・衝突荷重の算定に当たっては、漂流物の位置、種類、仕様、ソリトン分裂波・砕波の発生の有無等に応じて、既往の衝突荷重の算定式や非線形構造解析を適切に選定する。
- ・衝突荷重の主な影響因子として、「対象漂流物、衝突速度、衝突位置、荷重組合せ」を抽出した。衝突荷重の評価に当たっては、表－7のとおり設計上の考慮を行う。

表－7 詳細設計段階における設計上の考慮

影響因子	詳細設計段階における設計上の考慮
対象漂流物	・対象漂流物のうち漁船については、基本とする設計条件に加え、島根原子力発電所周辺海域で操業する漁船の漁業法の制限等を踏まえた漁船の総トン数、操業区域及び航行の不確かさを考慮して、総トン数19トンの漁船を対象とする（表－4参照）。
衝突速度	・衝突荷重算定に用いる衝突速度は、津波防護施設に対する直交方向の最大流速より設定する。日本海東縁部に想定される地震による津波では、最大流速（0.4m/s～9.0m/s）から最大値9.0m/sを抽出し、全線にわたり安全側に10.0m/sとする。なお、荷揚場周辺においては、遡上する津波の継続時間や流向等を考慮して11.9m/sを用いる。また、海域活断層から想定される地震による津波では、最大流速（0.1m/s～3.3m/s）から最大値3.3m/sを抽出し、全線にわたり安全側に4.0m/sとする（表－2,3参照参照）。
衝突位置（標高）	・衝突荷重が作用する位置は、津波防護施設全線において安全側に最大津波高さ（入力津波高さに高潮ハザードの裕度を加えた高さ含む）を用いる。なお、海域活断層から想定される地震による津波においては、入力津波高さ以上の防波壁の部位においても漂流物が衝突するものとして照査する。
荷重組合せ	・不確かさを考慮した漂流物についても、最大津波流速と津波高さを組合せて衝突荷重を算定する。 ・衝突荷重と津波荷重の最大荷重が同時に作用する組合せとする。

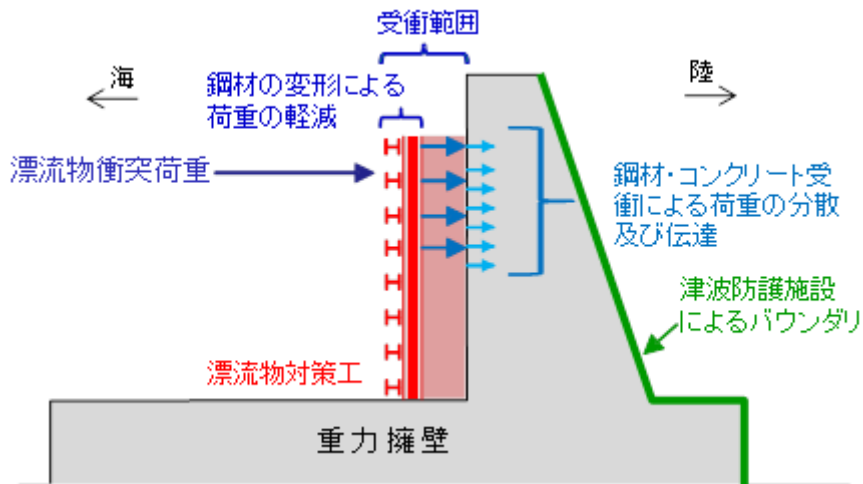
- ・施設護岸から500m以遠で操業及び航行する漁船については、漂流物となった場合においても施設護岸に到達する可能性は十分に小さいが、仮に500m以遠から津波防護施設に衝突する場合の影響について確認する。
- ・衝突荷重の影響を踏まえ、津波防護施設の各部位の照査の結果、津波防護施設本体の性能目標を維持することを確認し、維持できない場合は漂流物対策を講じる。

漂流物対策工を設置する場合は、漂流物衝突荷重を受け持つこと、又は漂流物衝突荷重を軽減・分散させること等が可能な構造とする。

漂流物対策工に期待する効果及び効果を発揮するためのメカニズムを表－8、図－21に示しており、漂流物対策工は、漂流物衝突荷重を踏まえて、各部材を適切に組み合わせて漂流物対策工の仕様を決定する。

表－8 漂流物対策工に期待する効果及び効果を発揮するためのメカニズム

期待する効果	効果を発揮するためのメカニズム	部材（材質）
・漂流物の衝突荷重を軽減する。	・漂流物が衝突した際に、変形することにより衝突エネルギーを吸収する。	鋼材
・漂流物衝突荷重を受け持つ、又は分散して伝達する。	・漂流物対策工を構成する部材が、漂流物の衝突荷重を受衝することで、漂流物対策工のみで衝突荷重を受け持つ、又は漂流物対策工の構成部材により分散した荷重を背後の津波防護施設本体に伝達する。	鋼材 コンクリート
・漂流物衝突による津波防護施設の局所的な損傷を防止する。	・漂流物を漂流物対策工が受衝することで、津波防護施設まで到達・貫入しない。	鋼材 コンクリート



図－21 防波壁（波返重力擁壁）の漂流物対策工における荷重図（例）

漂流物対策工の役割及び設計方針概要を以下に示す。

- ・津波防護施設本体の性能目標である「概ね弾性状態に留まること」を確保するため、漂流物対策工に表－8に記載の効果を期待することとし、漂流物対策工を津波防護施設の一部として位置づける。
- ・鋼材の性能目標として鋼材が破断しないこと、またコンクリートの性能目標としてコンクリート全体がせん断破壊しないこととする。
- ・検討ケースは、荷重の組合せを考慮し、表－9のとおり実施する。

表－9 漂流物対策工の検討ケース

検討ケース	荷重の組合せ※
地震時	常時荷重＋地震荷重
津波時	常時荷重＋津波荷重＋漂流物衝突荷重 (海域活断層から想定される地震による津波においては入力津波高さ以上の防波壁の部位においても漂流物が衝突するものとして照査を実施する。)
重畳時 (津波＋余震時)	常時荷重＋津波荷重＋余震荷重 (海域活断層から想定される地震による津波が到達する防波壁（波返重力擁壁）のケーソン等については、海域活断層から想定される地震による津波に対する評価を実施する)

※その他自然現象(風, 積雪等)による荷重は設備の設置状況, 構造(形状)等の条件を含めて適切に組み合わせを考慮する

- ・漂流物対策工は防波壁の擁壁と一体構造とし、詳細設計段階において、津波防護施設本体の性能目標を維持できるよう、漂流物衝突荷重を踏まえて漂流物対策工の仕様を決定する。
- ・漂流物対策工の仕様においては、構成する部材を適切に配置して軽量化することで、津波防護施設に作用する地震時慣性力の低減を図る。また、津波防護施設本体への影響が懸念される場合は、適切な補強対策（地盤改良、擁壁の増厚等）を講じる。



漂流物衝突時の漂流物対策工の非線形性を考慮するために、3次元FEMモデル等による非線形構造解析を実施する。

3次元FEMモデルによる漂流物衝突評価の適用性について、審査実績を有する先行サイト（伊方3号炉、美浜3号炉）における衝突評価との比較を行った結果、表-10に示すとおり、解析手法及び衝突物の質量等に有意な差異はないことから、適用性があると判断する。

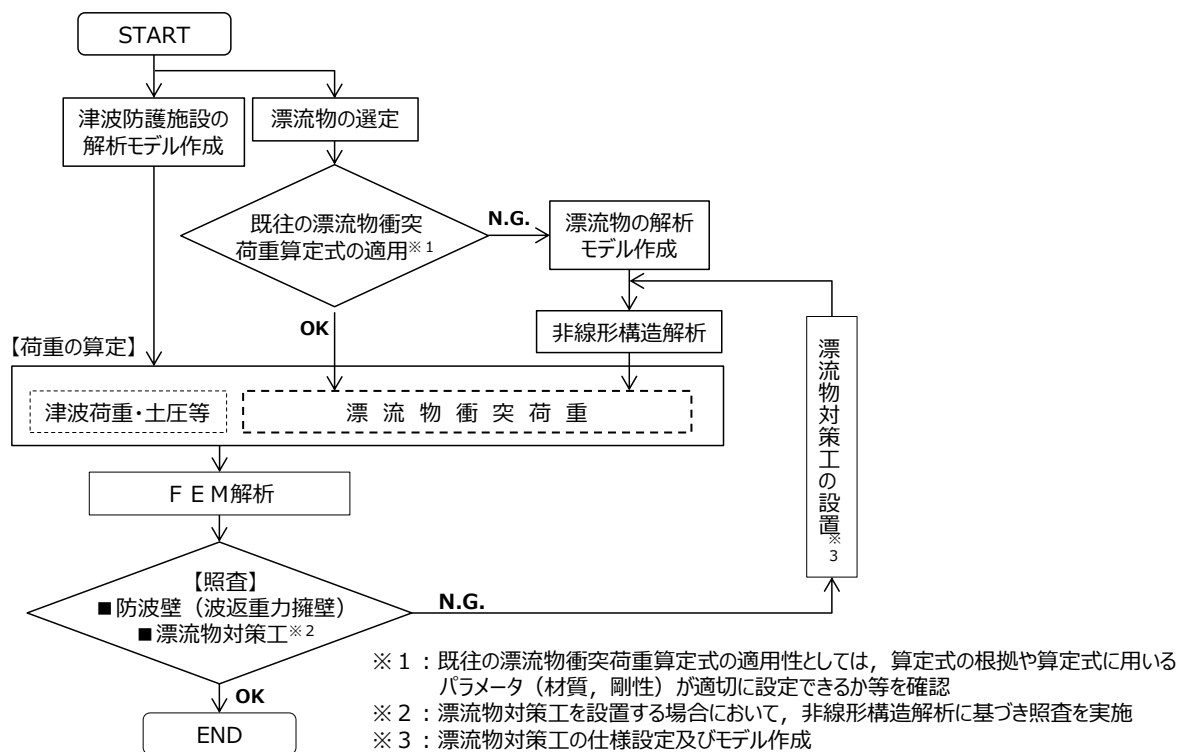
表-10 先行サイトとの比較結果

項目	島根2号炉 漂流物対策工	伊方3号炉 重油タンク	美浜3号炉 海水ポンプエリア 止水壁	先行サイトと島根2号炉との差異 及び島根2号炉への適用性	
				先行サイトと島根2号炉との差異	適用性
対象とする事象	津波時における 漂流物衝突検討	竜巻時における飛来 物衝突検討	地震時における移動 式クレーンブーム折損 による衝突検討	事象は異なるものの、衝突荷重による影響検討のため、差異はない。	○
解析手法	非線形構造解析	非線形構造解析 (LS-DYNA)	非線形構造解析 (LS-DYNA)	同様な解析手法を用いるため、差異はない。	○
被衝突物	津波防護施設 及び漂流物対策工 (鋼製及びコンクリート)	重油タンク (鋼製)	止水壁架構 (鋼製)	被衝突物の材質が一部異なるものの、使用する解析手法は、鋼材だけでなくコンクリートにも適用性があることから、島根2号炉への適用性はあると判断する。	○
衝突物	船舶 (FRP)	鋼製材 (SS400)	クレーンブーム (WEL- TEN950RE)	衝突物の材質は異なるものの、使用する解析手法は、鋼材だけでなく樹脂にも適用性があることから、島根2号炉への適用性はあると判断する。	○
衝突物の質量	約30t	135kg	36.2t	審査実績を有する衝突物の質量の範囲内に収まっており、島根2号炉への適用性はあると判断する。	○
衝突物の速度	10m/s	57m/s,38m/s	約30m/s	審査実績を有する衝突物の速度の範囲内に収まっており、島根2号炉への適用性はあると判断する。	○

※先行サイトの情報に係る記載内容については、会合資料等をもとに弊社の責任において独自に解釈したものです。

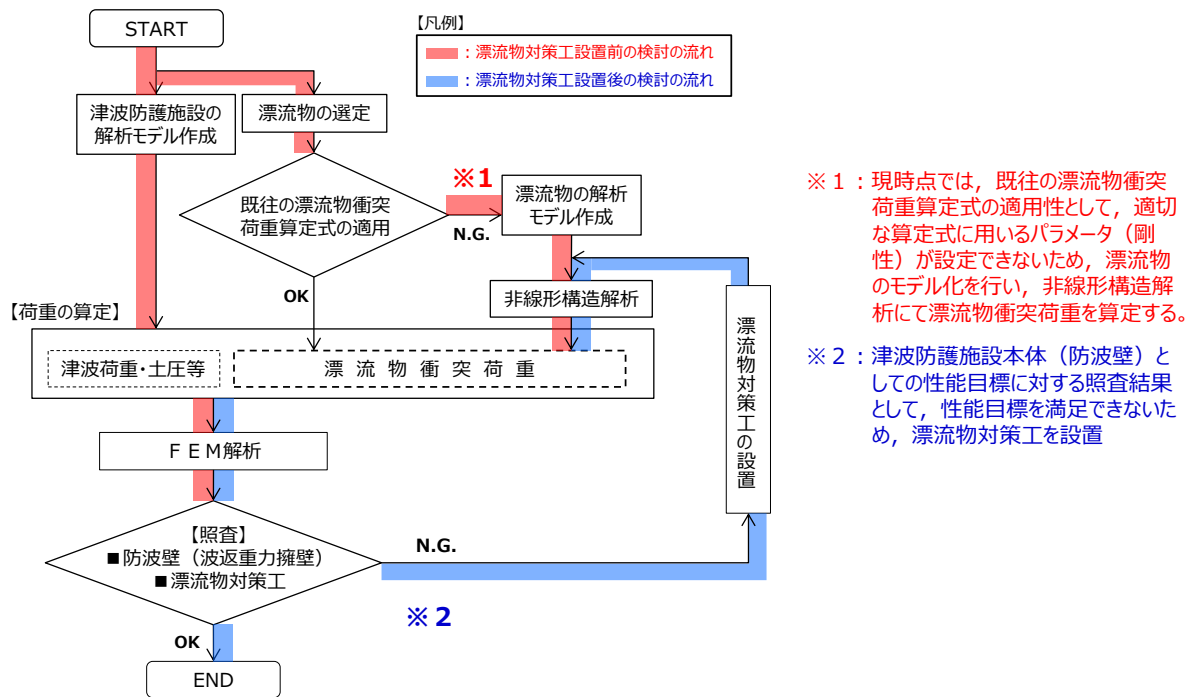
漂流物衝突荷重は、対象となる漂流物の位置・仕様及び必要に応じ対策等を踏まえて、既往の漂流物衝突荷重の算定式、又は非線形構造解析を適切に選定して算出し、津波時における静的解析により津波防護施設の照査を実施する。津波防護施設（防波壁：波返重力擁壁）における津波時の検討フロー（例）を図－22に示す。

なお、漂流物対策工は、基準地震動  $S_s$  に対して、構造強度を有することを確認する。



図－22 津波防護施設（防波壁：波返重力擁壁）における津波時の検討フロー（例）

津波防護施設（防波壁：波返重力擁壁）における漂流物対策工の設計例として、不確かさを考慮した総トン数 19 トンの漁船に対しては、漂流物対策工が必要となると考えており、検討の流れを図－23に示す。



図－23 （例）津波防護施設（防波壁:波返重力擁壁）における漂流物対策工に係る検討の流れ

## 9. 漂流物衝突荷重の設定方針のまとめ

津波防護施設の評価において、外海に面する津波防護施設に対しては作業船（総トン数 10 トン）及び漁船（総トン数 10 トン）を、輪谷湾内に面する津波防護施設に対しては、入力津波高さを考慮し、荷揚場設備（キャスク取扱収納庫約 4.3t×2 基）、作業船（総トン数 10 トン）及び漁船（総トン数 3 トン）を基本とする設計条件として設定する対象漂流物とする。

なお、対象漂流物のうち漁船については、基本とする設計条件に加え、島根原子力発電所周辺海域で操業する漁船の漁業法の制限等を踏まえて漁船の総トン数、操業区域及び航行の不確かさを考慮し、総トン数 19 トンの漁船を対象とする。

日本海東縁部に想定される地震による津波の津波特性として、施設護岸港湾内及び港湾外の防波壁前面で最大流速 9.0m/s(流向:南東・南)が確認されたことから、津波防護施設における津波による漂流物衝突荷重の評価には、安全側に流速 10.0m/s を用いる。また、荷揚場周辺の遡上時に最大流速 11.9m/s が確認されたことから、遡上する津波の継続時間や流向等を考慮し、最大流速が発生する荷揚場周辺の津波防護施設における漂流物衝突荷重の評価には、流速 11.9m/s を用いる。

海域活断層から想定される地震による津波の津波特性として、施設護岸港湾内の防波壁前面で最大流速 2.4m/s (流向:東・南東)、港湾外の防波壁前面で最大流速 3.3m/s (流向:南西) となることを確認した。以上より、津波防護施設における津波による漂流物衝突荷重の評価には、安全側に流速 4.0m/s を用いる。

漂流物衝突荷重について、道路橋示方書を含む既往の算定式とその根拠について整理した。漂流物衝突荷重は、詳細設計段階において、対象となる漂流物の位置・仕様及び必要に応じ対策等を踏まえて、既往の漂流物衝突荷重の算定式、又は非線形構造解析（漂流物衝突評価）にて算定し、津波時における静的解析により津波防護施設の照査を実施する。

漂流物衝突荷重の影響を踏まえ、津波防護施設の各部位の照査の結果、津波防護施設本体の性能目標を維持することを確認し、津波防護施設本体の性能目標を維持できない場合は漂流物対策を講じる。

津波防護施設における詳細設計段階では、漂流物衝突荷重の算定に当たり、漂流物衝突荷重の主な影響因子（対象漂流物、衝突速度、衝突位置、荷重組合せ）に対して、設計上の考慮を行う。

また、施設護岸から 500m 以遠で操業及び航行する漁船については、漂流物となった場合においても施設護岸から 500m 位置における流速が 1m/s 程度と小さいこと等から施設護岸に到達する可能性は十分に小さいが、仮に 500m 以遠から津波防護施設に衝突する場合の影響について確認する。

漂流物調査範囲内の人工構造物（漁船を含む）については、基準適合性維持の観点から漂流物調査を定期的（1 回／定期事業者検査）に実施するとともに、津波防護施設への影響評価を実施し、必要に応じて対策を実施する。

## 漂流物対策工の構造形式の検討について

## 1. はじめに

漂流物対策工は、基準適合状態の維持の観点から、操業する漁船の将来的な変更の不確かさについて裕度を持たせることとしているが、漂流物衝突荷重の増大により、必要とする漂流物対策工（防波壁の擁壁と一体型構造）の規模が大きくなった場合には、津波防護施設の地震時の安全性への影響が懸念される。特に、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）については、杭基礎構造であることから地震時の安全性の裕度が小さくなる可能性がある。

したがって、詳細設計段階において検討する漂流物対策工の構造形式について、新たな構造形式として、漂流物対策工を防波壁の前面に設置する構造（防波壁の擁壁と分離型構造）の採用について検討する。

## 2. 漂流物対策工（分離型構造）の検討経緯及び理由

## (1) 漂流物対策工（分離型構造）の検討経緯

漂流物対策工（分離型構造）の検討経緯を以下に示す。

- ・漂流物衝突荷重については、既往の漂流物衝突荷重の算定式、又は非線形構造解析を適切に選定して算出することとしている。ただし、詳細設計段階において算出する漂流物衝突荷重が大きくなった場合、津波防護施設本体の性能目標の維持のため、漂流物対策工（一体型構造）の規模が大きくなる。
- ・漂流物対策工（一体型構造）は防波壁の擁壁と一体化することから、地震時において、防波壁の擁壁の安全性へ影響を与える。
- ・防波壁（逆T擁壁）及び防波壁（波返重力擁壁）については、その構造から漂流物対策工による地震時の影響が小さいと想定される。一方、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）については、突出長の長い杭基礎構造であるため、漂流物対策工の設置により上部工重量が大きくなるため、地震時において安全性の裕度が小さくなる可能性がある。

## (2) 漂流物対策工（分離型構造）の検討理由

詳細設計段階で考慮する漂流物衝突荷重により、漂流物対策工（一体型構造）の規模が大きくなり、津波防護施設本体の地震時の安全性の裕度が小さくなる場合に備えて、漂流物対策工（分離型構造）を追加検討し、津波防護施設の地震時の安全性向上を図る。

漂流物対策工（分離型構造）のうち支柱のみの構造においては、支障物が存在する区間の設置ができないため、支柱及びワイヤロープによる構造を検討することとする。

漂流物対策工の仕様（例）を図-1に、防波壁の擁壁と分離型構造の漂流物対策工の配置イメージ（例）を図-2に、漂流物対策工の一体型構造及び分離型構造における構造形式の比較結果を表-1に示す。

	防波壁の擁壁と一体型構造	防波壁の擁壁と分離型構造
防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)		
防波壁 (逆T擁壁)		
防波壁 (波返重力擁壁)		

図-1 漂流物対策工の仕様（例）

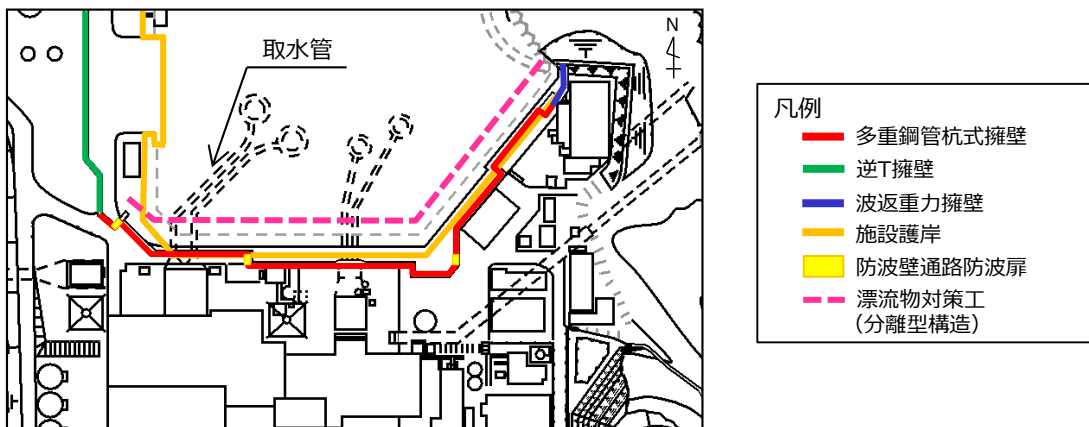


図-2 漂流物対策工（分離型構造）の配置イメージ（例）

表－1 漂流物対策工の構造形式比較結果（一体型構造及び分離型構造）

構造形式	防波壁の擁壁と一体型構造	防波壁の擁壁と分離型構造	
目的	・津波防護施設本体の津波時の安全性を向上する	・津波防護施設と分離することで、一体型構造に比べ、津波防護施設の地震時の安全性向上を図る ・津波防護施設本体の津波時の安全性を向上する	
期待する効果	・漂流物衝突荷重を軽減・分散して、津波防護施設に荷重を伝達する	・漂流物衝突荷重を受け持ち、津波防護施設に荷重を伝達しない	
仕様(例)	鋼材+コンクリート	支柱	支柱+ワイヤロープ
メリット	・漂流物衝突荷重を軽減・分散して伝達するため、津波防護施設の津波時の安全性が向上する	・防波壁の擁壁と分離させるため、地震時の安全性に影響がない ・漂流物衝突荷重を受け持つため、津波防護施設の津波時の安全性が向上する	・防波壁の擁壁と分離させるため、地震時の安全性に影響がない ・漂流物衝突荷重を受け持つため、津波防護施設の津波時の安全性が向上する ・ワイヤロープとすることで支柱間隔を広げられるため、支障物（取水管等）が存在する区間にも設置可能
デメリット	・漂流物対策工の規模が大きくなった場合、津波防護施設の地震時の安全性に影響がある	・支障物（取水管等）が存在する区間では、設置間隔が対象漂流物より大きくなるため、設置困難	・ワイヤロープの腐食対策が必要
評価	○	△	○
	・漂流物対策工を設置した津波防護施設の構造成立性は確認済 ・漂流物対策工は、一体化させることにより、構造成立性の見通しあり ・津波防護施設への地震時の影響が大きくなる場合は、漂流物対策工の軽量化や地盤改良等により対応可能	・津波防護施設の構造成立性に影響はない ・漂流物対策工は、支障物のない範囲において設置が可能 ・漂流物対策工は、減災を目的として一般産業施設において同形式の実績を有する	・津波防護施設の構造成立性に影響はない ・漂流物対策工は、支障物がある範囲においても設置が可能 ・漂流物対策工は、減災を目的として一般産業施設において同形式の実績を有する

### 3. 漂流物対策工（分離型構造）の設計方針概要

#### （1）漂流物対策工（分離型構造）の設計方針

漂流物対策工（分離型構造）を津波防護施設に設置する場合は、「津波防護施設の一部」として位置付け、防波壁の前面に設置することで津波防護施設と基礎が異なる場合は、「津波防護施設への影響防止装置」として位置付ける。

漂流物対策工（分離型構造）の設計方針を以下に示す。

- ・津波防護施設本体の性能目標の維持に影響を及ぼすおそれのある漂流物が防波壁へ衝突することを防止するため、漂流物対策工（分離型構造）を設置する。
- ・漂流物対策工（分離型構造）は、基準地震動  $S_s$  による地震動に対して、構造全体として変形能力について十分な余裕を有するとともに、設備の機能が保持できるように設計する。
- ・漂流物対策工（分離型構造）は、津波（漂流物を含む）、余震及びその他自然現象（風、積雪等）を考慮し、これらの自然現象による荷重を適切に組み合わせる。

#### （2）漂流物対策工（分離型構造）の効果等

漂流物対策工（分離型構造）に期待する効果及び効果を発揮するためのメカニズムを表-2に、漂流物対策工（分離型構造）における漂流物衝突荷重の荷重伝達イメージ（例）を図-3に示す。

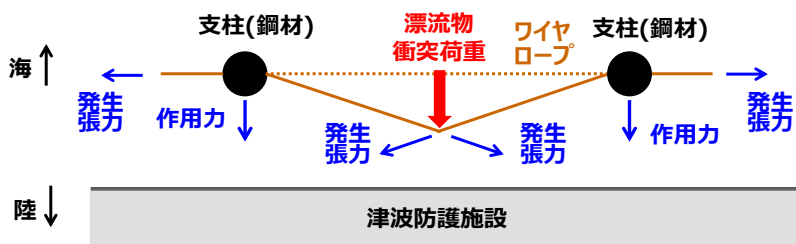
漂流物対策工を構成する部材の性能目標として、鋼材（ワイヤロープ含む）においては破断しないこと、コンクリートにおいてはコンクリート全体がせん断破壊しないこととする。

表-2 期待する効果及び効果を発揮するためのメカニズム

期待する効果	効果を発揮するためのメカニズム	部材（材質）
・漂流物衝突荷重を受け持つ	・漂流物対策工を構成する部材が、漂流物の衝突荷重を受衝することで、漂流物対策工のみで衝突荷重を受け持つ。	・鋼材（ワイヤロープ含む） ・コンクリート
・漂流物衝突による津波防護施設の局所的な損傷を防止する	・漂流物を漂流物対策工が受衝することで、津波防護施設まで到達・貫入しない。	・鋼材（ワイヤロープ含む） ・コンクリート



【漂流物がワイヤロープに衝突する場合】



【漂流物が支柱に衝突する場合】

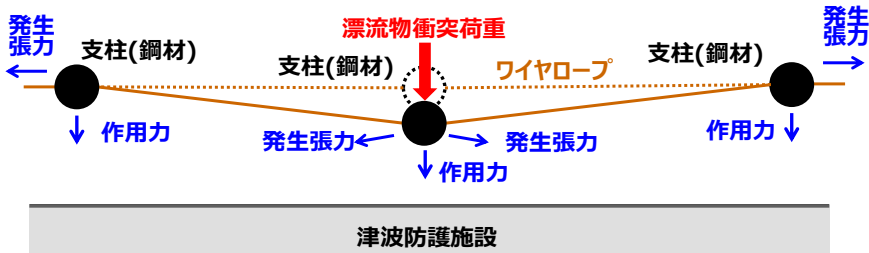


図-3 漂流物衝突荷重の荷重伝達イメージ (例)

(3) 漂流物対策工 (分離型構造) における荷重の組合せ

漂流物対策工 (分離型構造) における荷重の組合せを表-3に示す。

表-3 漂流物対策工 (分離型構造) における荷重の組合せ

検討ケース	荷重の組合せ※
地震時	常時荷重 + 地震荷重
津波時	常時荷重 + 津波荷重 + 漂流物衝突荷重 (海域活断層から想定される地震による津波においては入力津波高さ以上の漂流物対策工においても漂流物が衝突するものとして照査を実施する。)
重畳時 (津波 + 余震時)	常時荷重 + 津波荷重 + 余震荷重 (海域活断層から想定される地震による津波が到達する漂流物対策工については、海域活断層から想定される地震による津波に対する評価を実施する)

※その他自然現象(風, 積雪等)による荷重は設備の設置状況, 構造(形状)等の条件を含めて適切に組み合わせを考慮する

#### 4. 漂流物対策工（分離型構造）の設置許可基準規則への適合性について

##### (1) 設置許可基準規則への適合性の確認方法

漂流物対策工(分離型構造)の設置許可基準規則への適合性の確認方法として、同構造形式(支柱及びワイヤロープ)における設計・施工実績及び実用発電用原子炉における新規制基準適合性審査実績について確認を行う。

##### (2) 設置許可基準規則への適合性の確認結果

漂流物対策工(分離型構造)において、同構造形式における設計・施工実績及び実用発電用原子炉における新規制基準適合性審査実績を確認した。結果として、一般産業施設において減災を目的とした、同構造形式の実績はあるが、実用発電用原子炉に関する新規制基準適合性審査実績を有していないことを確認した。以下に、一般産業施設における実績例を示す。

#### 【実績例1】 えりも港の漂流物対策工

えりも港：漂流物対策工の設計条件

条件	内容
対象地震	十勝沖・釧路沖地震(M8.1前後)
対象漂流物	漁船(総トン数5~20トン),普通自動車
構造形式	鋼管杭(支柱)+ワイヤロープ
施設延長	50.0m
ワイヤー設置間隔	0.7m間隔(高さ方向)
支柱高さ	D.L.+5.90m
衝突速度	0.8m/s(普通自動車のみ)



出典：津波漂流物対策施設設計ガイドライン(平成26年3月)  
：港湾・漁港における津波漂流物対策に関する研究

えりも港：漂流物対策工の設置状況

#### 【実績例2】 釧路港の漂流物対策工

釧路港：漂流物対策工の設計条件

条件	内容
対象地震	根室沖・釧路沖地震(M8.3前後)
対象漂流物	漁船(総トン数5,10トン),普通自動車
構造形式	鋼管杭(支柱)+ワイヤロープ
施設延長	137.0m
ワイヤー設置間隔	0.55m間隔(高さ方向)
支柱高さ	G.L.+2.10m
衝突速度	4.5m/s



出典：津波漂流物対策施設設計ガイドライン(平成26年3月)

釧路港：漂流物対策工の設置状況

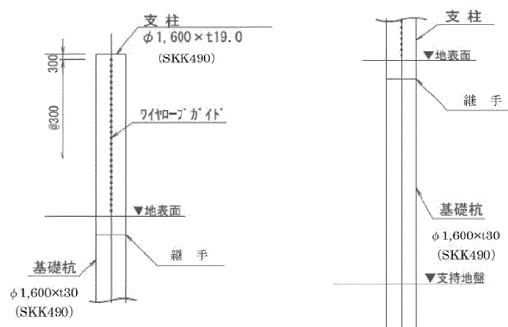
※適用事例に係る記載内容については、公開情報をもとに弊社の責任において独自に整理したものです。

### 【実績例3】核燃料サイクル工学研究所再処理施設における津波漂流物防護柵

核燃料サイクル工学研究所再処理施設において、支柱及びワイヤロープにより構成された津波漂流物防護柵の設計例がある。

津波漂流物防護柵の設計条件

条件	内容
対象津波	設計津波
対象漂流物(最大)	環水タンク 約14トン
構造形式	鋼管杭(支柱)+ワイヤロープ
施設延長	約220m
ワイヤ設置間隔	0.3m間隔(高さ方向)
支柱高さ	T.P.+14.0m
衝突速度	5.6m/s



漂流物防護柵の標準構造

出典：第55回東海再処理施設安全監視チーム会合（令和3年1月28日）  
資料4 漂流物の影響防止施設として設ける津波漂流物防護柵について  
（再処理施設に関する設計及び工事の計画）

※適用事例に係る記載内容については、公開情報をもとに弊社の責任において独自に整理したものです。

以上のことから、実用発電用原子炉における新規制基準適合性の審査実績を有しておらず、同構造形式の評価方法及び基準の適用には十分な適用性・妥当性の確認が必要となるため、漂流物対策工（分離型構造）の採用を取り止めることとし、漂流物対策工（一体型構造）による検討を行う。

なお、漂流物対策工（分離型構造）については、津波防護施設への漂流物衝突荷重を軽減することが可能であることから、将来的な津波防護施設の安全性向上方策の一つとして、検討を継続する。

## 5. 漂流物対策工（一体型構造）における構造成立性の見通しについて

### （1）構造成立性の検討内容

漂流物対策工（一体型構造）について、詳細設計段階において仕様を決定するが、漂流物対策工（一体型構造）の仕様（例）を用いて漂流物対策工（一体型構造）を設置する防波壁の構造成立性を見通しを確認する。

構造成立性の確認に当たっては、漂流物対策工（一体型構造）を設置することにより地震時の影響が最も大きい防波壁（多重鋼管杭式擁壁）における地震時の構造成立性を確認する。

また、津波時の構造成立性においては、漂流物対策工（一体型構造）を設置して防波壁への荷重を分散させることで、漂流物衝突荷重が小さくなるため、津波時の構造成立性評価は省略する。

### （2）構造成立性の検討方針

漂流物対策工（一体型構造）の構造成立性の検討方針として、添付資料 25「防波壁の設計方針及び構造成立性評価結果について」で示した、地盤改良部断面（①-②断面）の地震時における鋼管杭の発生曲げモーメントに、漂流物対策工に生じる慣性力による発生曲げモーメントを足し合わせて照査する。

防波壁（多重鋼管杭式擁壁）における漂流物対策工（一体型構造）の荷重イメージを図-4に示す。

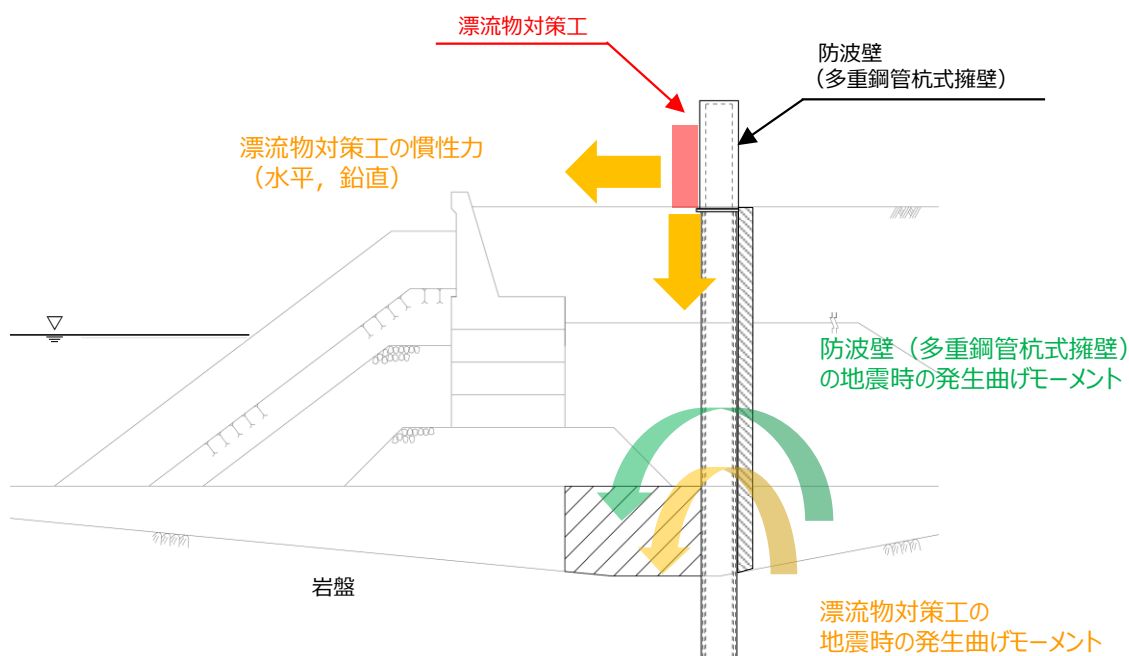


図-4 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）における漂流物対策工（一体型構造）の荷重イメージ

(3) 構造成立性の検討結果

漂流物対策工（一体型構造）を設置する防波壁（多重鋼管杭式擁壁）において、構造成立する見通しを確認した。

照査項目及び許容限界を表－4に、照査結果を表－5に示す。

表－4 照査項目及び許容限界

評価部位	検討ケース	照査項目	設計で用いる許容限界	適用基準
鋼管杭	地震時	曲げ	(曲げ)降伏モーメント	道路橋示方書・同解説 IV下部構造編（平成14年3月）

表－5 漂流物対策工（一体型構造）設置時の照査結果

ケース	評価部位	照査部位	照査項目	地震動	発生曲げモーメント M(kN・m)	降伏モーメント M <sub>v</sub> (kN・m)	安全率 M <sub>v</sub> /M	判定 (> 1.0)
地盤改良部断面 (②－②断面)前面有り 漂流物対策工有り	鋼管杭	地中部※2 【4重管構造】	曲げ	S s-D	19,511	23,692	1.21	OK
地盤改良部断面 (②－②断面)前面有り 漂流物対策工なし※1					13,153	23,692	1.53	OK

※1 添付資料25「防波壁の設計方針及び構造成立性評価結果について」の結果を記載。

※2 地中部【4重管構造】は、照査値が最も大きくなる外側から2つ目の鋼管杭φ2000(SKK490)の数値を示す。

審査ガイドとの整合性（耐津波設計方針）

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>1. 防護対象とする施設の選定方針</p> <p>第5条（津波による損傷の防止）</p> <p>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ぬ。</p> <p>解釈別記3</p> <p>3 第5条第1項の「安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設の設計に当たっては、以下の方針によること。</p> <p>一 Sクラスの属する施設（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。下記第三号において、基準津波に同じ。）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こと。また、取水路及び排水路等の経路から流入させないこと。そのため、以下の方針によること。</p> <p>① Sクラスに属する設備（浸水防止設備及び津波監視設備を除く。以下下記第三号までにおいて同じ。）を内包する建屋及びSクラスに属する設備（屋外に設置するものに限る。）は、基準津波による遡上波が到達しない十分な高い場所に設置すること。なお、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及び浸水防止設備を設置すること。</p> <p>②～③（省略）</p> <p>二 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すること。その</p>	<p>耐震重要度分類におけるSクラスに属する施設を対象施設として、これを踏まえ、上記を基本とし、これに加えて以下を踏まえて設計により防護する施設を選定していることを確認する。</p> <p>第6条（外部からの衝撃による損傷の防止）</p> <p>第六条 安全施設（兼用キャスクを除く。）は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならぬ。</p> <p>2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものではない。</p> <p>4 第2項に規定する「重要安全施設」については、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」（平成28年8月30日原子力安全委員会決定）の「V. 2.（2）自然現象に対する設計上の考慮」に示されるものとする。</p>	<p>防護対象とする施設の選定について、設計基準対象施設のうち耐震重要度分類におけるSクラスの施設を選定するとともに、重要な安全機能を有する施設に着目して選定している。</p> <p>具体的には、以下のとおりである。</p> <p>①設計基準対象施設のうち、耐震重要度分類におけるSクラスの施設を防護対象とする施設として選定する方針とする。</p> <p>②これに加えて、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」（平成28年8月30日原子力安全委員会）（以下「安全重要度分類指針」という。）に基づき安全機能を有する構造物、系統及び機器に対する設計上の考慮（自然現象に対する設計上の考慮）を参考にして、安全重要度分類におけるクラス1及びクラス2に属する構造物、系統及び機器についても防護対象とする施設として選定する方針とする。</p> <p>③安全機能を有する設備のうちクラス3設備については、安全評価上その機能を期待する設備は、その機能を維持できる設計とし、その他の設備は、基準津波に対して機能を維持するか、基準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する。</p>	

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>ため、以下の方針によること。</p> <p>①～③（省略）</p> <p>三 上記の前二号に規定するものの他、Sクラスに属する施設については、浸水防護をすることにより津波による影響等から隔離すること。そのため、Sクラスに属する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ことともに、津波による溢水を考慮した浸水範囲及び浸水量を保守的に想定した上で、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路及び浸水口（扉、開口部及び貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を施すこと。</p> <p>四 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すること。そのため、非常用海水冷却系については、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、かつ冷却に必要な海水が確保できる設計であること。また、基準津波による水位変動に伴う砂の移動・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、かつ取水口からの砂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。</p> <p>五～七（省略）</p>			



2. 基本事項

(1) 敷地及び敷地周辺における地形と施設の配置

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>第5条 (津波による損傷の防止)</p> <p>第5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ぬ。</p> <p>解釈別記3</p> <p>3 第5条第1項の「安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設の設計に当たっては、以下の方針によること。</p> <p>一 Sクラスに属する施設 (津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。下記第三号において、基準津波に同じ。) 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こと。また、取水路及び排水路等の経路から流入させないこと。そのため、以下の方針によること。</p> <p>① Sクラスに属する設備 (浸水防止設備及び津波監視設備を除く。以下下記第三号までにおいて同じ。) を内包する建屋及びSクラスに属する設備 (屋外に設置するものに限る。) 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。なお、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及び浸水防止設備を設置すること。</p> <p>②～③ (省略)</p> <p>二～七 (省略)</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】</p> <p>3. 基本事項</p> <p>3.1 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等敷地及び敷地周辺の図面等に基づき、以下を把握する。</p> <p>(1) 敷地及び敷地周辺の地形、標高、河川の有無</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>耐津波設計の前提条件における必要な事項として、敷地及び敷地周辺の地形、施設の配置等について、図面等を用いて網羅的に示している。</p> <p>具体的には、敷地及び敷地周辺の地形、施設の配置等について、図面等を用いて以下のとおり示している。</p> <p>(1) 敷地及び敷地周辺の地形、標高、河川の有無 敷地は島根半島の中央部に位置し、北側は日本海に面しており、東西及び南側の三方向を標高 150m 程度の高さの山に囲まれている。 敷地周辺の河川としては、敷地から南方約 2 km に宍道湖から日本海に注ぐ人工河川の佐陀川がある。 施設、設備が設置される敷地の高さは、主に、EL. +8.5m, EL. +15.0m, EL. +44.0m の高さに分かっている。</p> <p>(2) 敷地における施設の位置、形状等</p> <p>① 防護対象とする施設を内包する建物及び区画として、タービン建物を EL. +8.5m の敷地に、原子炉建物、制御室建物及び廃棄物処理建物を EL. +15.0m の敷地に設置する。 ② 屋外設備としては B-非常用ディーゼル発電機 (燃料移送系) を EL. +15.0m の敷地に、A-非常用ディーゼル発電機 (燃料移送系)、高圧炉心ス</p>	<p>適合のための確認事項</p>



設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
	<p>③津波防護施設（防潮堤、防潮壁等）</p> <p>④浸水防止設備（水密扉等）※</p> <p>⑤津波監視設備（潮位計、取水ピット水位計等）※</p> <p>※ 基本設計段階で位置が特定されているもの</p> <p>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）</p> <p>(3)敷地周辺の人工構築物（以下は例示である。）の位置、形状等</p> <p>①港湾施設（サイト内及びサイト外）</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>ブレイクドザー発電機（燃料移送系）及び排気筒を EL. + 8.5m の敷地に設置する。</p> <p>非常用海水冷却系の海水ポンプは EL. + 8.5m の敷地下の取水槽床面 EL. + 1.1m に設置する。</p> <p>③津波防護施設として天端高さ EL. + 15.0m の防波壁を設置する。また、防波壁通路に防波壁通路防波扉を、1号炉取水槽に流路縮小工を設置する。</p> <p>④浸水防止設備として、屋外排水路に屋外排水路逆止弁を設置する。また、EL. + 8.5m の敷地の取水槽の天端開口部に天端高さ EL. + 11.3m の防水壁及び水密扉を設置する。取水槽の床ドレン開口部に逆止弁を設置する。タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）の開口部に対して防水壁、水密扉、床ドレン逆止弁を設置する。さらに、地震により破損した場合に浸水防護重点化範囲へ津波が流入する可能性のある経路に対して隔離弁を設置するとともに基準地震動 Ss による地震力に対してバウンダリ機能を保持するポンプ及び配管を設置する。</p> <p>取水槽、放水槽及びタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）の貫通部に対して止水処置を実施する。</p> <p>⑤津波監視設備として、排気筒 EL. + 64.0m 及び3号炉北側防波壁上部 EL. 15.0m に津波監視カメラを、取水槽に下降側、上昇側の津波高さを計測するための取水槽水位計を設置する。</p> <p>⑥敷地内の遡上域（防波壁外側）の建物・構築物等として、EL. + 6.0m の荷揚場に荷揚場詰所、デリッククレーン等がある。</p> <p>(3)敷地周辺の人工構築物の位置、形状等</p> <p>①発電所構内の港湾施設として、防波堤及び荷揚</p>	

設置許可基準規則／解積、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
	<ul style="list-style-type: none"> <li>②河川堤防、海岸線の防波堤、防潮堤等</li> <li>③海上設置物（係留された船舶等）</li> <li>④廻上域の建物・構築物等（一般建物、鉄塔、タ ンク等）</li> <li>⑤敷地前面海域における通過船舶</li> </ul>	<p>適合のための対応状況</p> <p>場がある。発電所構外の港湾施設として、周辺に漁 港がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>②それぞれの漁港には防波堤がある。</li> <li>③敷地外の海上設置物として、周辺漁港に漁船が ある。また、定置網の設置海域がある。</li> <li>④敷地周辺には、民家、工場等がある。</li> <li>⑤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している。その他、 発電所から約6 km 離れた瀬戸に小型船舶によ る観光遊覧船の航路がある。</li> </ul> <p><b>【重大事故等対処施設】</b> 設計基準対象施設の防護対象とする施設を内包 する建物及び区画以外の建物及び区画に設置する 重大事故等対処施設は、第1ペントフィットタ格納 槽、低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽、ガスタター ビン発電機用軽油タンクを敷設するエリア、ガスタ タービン発電機建物、緊急時対策所及び第1～第4保管 エリアに設置する。</p>	適合のための確認事項

(2) 基準津波による敷地周辺の遡上域及び浸水域

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>解釈別記3 3 第5条第1項の「安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設的设计に当たっては、以下の方針によること。 一 Sクラスの属する施設（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。下記第三号において同じ。）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こと。また、取水路及び排水路等の経路から流入させないこと。そのため、以下の方針によること。 ①（省略） ②上記①の遡上波の到達防止に当たっては、敷地及び敷地周辺の地形及びその標高、河川等の存在並びに地震による広域的な隆起・沈降を考慮して、遡上波の回込みを含め敷地への遡上の可能性を検討すること。また、地震による変状又は繰り返し襲来する津波による洗掘・堆積により地形又は河川流路の変化等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。 ③（省略） 二～七（省略） 【津波ガイド：規制基準における要求事項等】 3.2 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域 3.2.1 敷地周辺の遡上・浸水域の評価 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</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】 3.2 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域 3.2.1 敷地周辺の遡上・浸水域の評価 (1) 上記の考慮事項に関して、遡上解析（砂移動の評価を含む）の手法、データ及び条件を確認する。確認のポイントは以下のとおり。 ① 敷地及び敷地周辺の地形とその標高について、遡上解析上、影響を及ぼすものが考慮されているか。遡上域のメッシュサイズを踏まえ適切な形状にモデル化されているか。 ② 敷地沿岸域の海底地形の根拠が明示され、その根拠が信頼性を有するものか。 ③ 敷地及び敷地周辺に河川、水路が存在する場合</p>	<p>遡上解析について、公的機関による信頼性の高いデータや最新技術に基づいたデータを用いてモデルを作成すること及び地震による影響を適切に考慮したうえで敷地への遡上の可能性を検討している。 具体的には、以下のとおり遡上解析を実施している。 (1) 遡上・浸水域の評価における考慮事項については、以下のとおりである。 ① 基準津波による遡上解析に当たっては、基準津波の評価において妥当性を確認した数値シミュレーションプログラムを用いて、地殻変動を地形に反映して津波の数値シミュレーションを実施する。計算格子間隔については、土木学会(2016)を参考に、敷地に近づくにしたがって最大800mから最小6.25mまで徐々に細かい格子サイズを用い、津波の挙動が精度よく計算できるよう適切に設定する。なお、敷地近傍及び敷地については、海底・海岸地形、敷地の構造物等の規模や形状を考慮し、格子サイズ6.25mでモデル化する。 ② 地形のモデル化に当たっては、最新の地形データをを用いることとし、海域では一般財団法人日本水路協会(2008～2011)、深淺測量等による地形データをを用い、陸域では、国土地理院(2014)等による地形データを用いる。また、取水路・放水路等の諸元については、発電所の竣工図等を用いる。 ③ 敷地周辺の河川としては、敷地から南方約2km</p>	<p>適合のための確認事項 入力津波の設定プロセス及び結果の妥当性(論点7) 入力津波の設定プロセス及び入力津波の設定結果の整理し、不確かさの考慮及び入力津波の設定結果の妥当性を確認する必要がある。</p>

設置許可基準規則／解積、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<ul style="list-style-type: none"> <li>・敷地及び敷地周辺の河川、水路の存在</li> <li>・陸上の遡上・伝播の効果</li> <li>・伝播経路上の人工構造物</li> </ul>	<p>には、当該河川、水路による遡上を考慮する上で、遡上域のメッシュサイズが十分か、また、適切な形状にモデル化されているか。</p> <p>④ 陸上の遡上・伝播の効果について、遡上、伝播経路の状態に応じた解析モデル、解析条件が適切に設定されているか。</p> <p>⑤ 伝播経路上の人工構造物について、遡上解析上、影響を及ぼすものが考慮されているか。遡上域のメッシュサイズを踏まえ適切な形状にモデル化されているか。</p>	<p>の位置に佐陀川が存在するが、発電所とは標高 150m 程度の山地で隔られている。この状況から敷地への遡上波に影響はない。また、EL. +8.5m 及び EL. +15.0m の発電所敷地内へ流入する水路はない。</p> <p>④ 遡上・伝播経路の状態に応じた解析モデル、解析条件が適切に設定された遡上域のモデルを作成する。</p> <p>⑤ 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。</p> <p>なお、遡上経路に影響し得る、あるいは津波伝播経路上の人工構造物である防波堤は、耐震性が確認された構造物ではないが、その存在が遡上解析に与える影響が必ずしも明確でないことから、ここではモデル化の対象とし、損傷等が遡上経路に及ぼす影響を検討する。人工構造物についても、規模や形状を考慮し、格子サイズ 6.25m でモデル化する。</p> <p>(2) 敷地周辺の遡上・浸水域の把握に当たっての考慮事項については、以下のとおりである。</p> <p>① 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侵入角度及び速度並びにそれらの経時変化を把握する。</p> <p>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する。</p> <p>② 発電所敷地周辺は、堅固な地盤上に設置した EL. +15.0m の防波壁及び防波壁端部の地山斜面により取り囲まれ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物及び区画の設</p>	<p>適合のための確認事項</p>

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
	<p>られるか。 ③ 敷地及び敷地周辺の地形、標高の局所的な変化、並びに河川、水路等が津波の遡上・流下方向に影響を与え、遡上波の敷地への回り込みの可能性が考えられるか。</p>	<p>置された敷地に津波が遡上する可能性はない。 ③ 敷地及び敷地周辺の地形、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の可能性を検討している。 なお、河川・流路等の変化による遡上波の敷地への回り込みについては、敷地周辺の河川が敷地から南方約2kmに位置し、発電所とは標高150m程度の山地で隔てられており、EL. +8.5m及びEL. +15.0mの発電所敷地内へ流入する水路はないことから、回り込みの可能性はない。</p>	

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</p> <p>3.2.2 地震・津波による地形等の変化に係る評価 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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地震に起因する変状による地形、河川流路の変化</li> <li>・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</li> </ul>	<p>【津波ガイド：確認内容】</p> <p>3.2.2 地震・津波による地形等の変化に係る評価</p> <p>(1) (3.2.1)の遡上解析結果を踏まえ、遡上及び流下経路上の地盤並びにその周辺の地盤について、地震による液状化、流動化又はすべり、もしくは津波による地形変化、標高変化が考えられる場合は、遡上波の敷地への到達（回り込みによるものを含む）の可能性について確認する。なお、敷地の周辺斜面が、遡上波の敷地への到達に対して障壁となっている場合は、当該斜面の地震時及び津波時の健全性について、重要施設の周辺斜面と同等の信頼性を有する評価を実施する等、特段の留意が必要である。</p> <p>(2) 敷地周辺の遡上経路上に河川、水路が存在し、地震による河川、水路の堤防等の崩壊、周辺斜面の崩落に起因して流路の変化が考えられる場合は、遡上波の敷地への到達の可能性について確認する。</p> <p>(3) 遡上波の敷地への到達の可能性に係る検討に当たっては、地形変化、標高変化、河川流路の変化について、基準地震動Ssによる被害想定を基に遡上解析の初期条件として設定していることを確認する。</p>	<p>具体的には、以下のとおり検討し、評価を行う。</p> <p>(1) 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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地震に起因する変状による地形、河川流路の変化</li> <li>・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</li> <li>・防波壁（東端部）及び防波壁（西端部）は双方とも地山斜面（岩盤）に擦り付き、これらの地山が津波の敷地への地上部からの到達に対して障壁となっていることから、当該斜面に対して、耐震重要施設及び重大事故等対処施設の周辺斜面と同等の信頼性を有する評価を実施し、基準地震動及び基準津波に対する健全性の確保について確認する。</li> </ul> <p>(2) 敷地周辺の河川としては、敷地から南方約2kmの位置に佐陀川が存在するが、発電所とは標高150m程度の山地で隔てられている。この状況から遡上波が敷地へ到達する可能性はない。また、EL. +8.5m及びEL. +15.0mの発電所敷地内へ流入する水路はない。</p> <p>(3) 遡上波の敷地への到達の可能性に係る検討に当たっては、基準地震動Ssに伴い地形変化及び標高変化が生じる可能性を踏まえ、入力津波高さへの影響を確認するため、数値シミュレーションの条件として沈下無しの場合に加えて、埋戻土及び砂礫層に対して掃すり込み及び液状化に伴い地盤を沈下させた条件についても考慮する。また、防波壁両端部以外の敷地周辺斜面の崩壊による入力津波高さへの影響を確認するため、数値シミュレーションの</p>	<p>入力津波の設定プロセス及び結果の妥当性（論点7）</p> <p>入力津波の設定についてのプロセスを網羅的に整理し、不確かさの考慮及び入力津波の設定結果の妥当性を確認する必要がある。</p> <p>津波防護の障壁となる地山の扱い（論点2）</p> <p>基準津波による遡上波が設計基準対象施設の設置された敷地に到達、流入することを防止するため、防波壁端部の地山を考慮している。</p> <p>このため、防波壁端部の地山が新規制基準の要求事項に対して適合するものであるか確認する必要がある。</p>

設置許可基準規則／解積、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
	<p>(4)地震による地盤変状、斜面崩落等の評価については、適用する手法、データ及び条件並びに評価結果を確認する。</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>条件として斜面崩壊無しの条件に加えて、敷地周辺の地すべり地形が判読されている地山の斜面について斜面崩壊させた条件についても考慮する。さらに、発電所の防波堤については、基準地震動による損傷の可能性があることから、数値シミュレーションの条件として防波堤有りの条件に加えて、防波堤が無い条件についても考慮する。これらの条件を考慮した数値シミュレーションを実施し、遡上波の敷地への可能性を検討する。</p> <p>津波による地形の変化については、遡上域が岩盤もしくはアスファルトあるいはコンクリートで舗装されており、アスファルト部で耐性があるとされる8 m/sの流速を越える地点付近についてはコンクリート舗装等の対策工を行うことから洗掘は生じない。また、防波壁両端部の地山のせん断抵抗力は津波波力と比較して十分に大きく、津波による地山の健全性確保の見通しを確認している。これらのことから、津波による地形の変化については考慮しない。</p> <p>なお、河川流路の変化を考慮した検討については、敷地周辺の河川が敷地から南方約2 kmに位置し、発電所とは標高150m程度の山地で隔てられており、EL. +8.5m及びEL. +15.0mの発電所敷地内へ流入する水路はないことから検討を実施しない。</p> <p>(4) 基準地震動 S s に伴い地盤変状が生じる可能性を踏まえ、入力津波高さへの影響を確認するため、数値シミュレーションの条件として沈下無し条件に加えて、防波壁前面に存在する埋戻土（掘削ズリ）及び砂礫層の液状化による沈下についても考慮する。</p> <p>防波壁外側の地盤においては、地震に起因する変状による地形の変化を確認するために、有効応力解</p>	<p>適合のための確認事項</p>

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>析に基づき沈下量を算定し、基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域の評価への影響を確認する。 沈下量の検討では、防波壁内側の地下水位を地表面に、防波壁外側の地下水位を残留水位にそれぞれ設定した有効応力解析モデルを用いて地震による残留沈下量を求め、Ishihara ほか(1992)の地盤の相対密度に応じた最大せん断ひずみと体積ひずみ(沈下率)の関係を用いて地震後の過剰間隙水圧の消散に伴う排水沈下量を算定するとともに、地下水位以浅については、海野ら(2006)の方法に基づき、掃すり込み沈下量を算定する。なお、有効応力解析には、有効応力解析コード「FLIP (Finite element analysis of Liquefaction Program)」を用いる。 斜面崩壊が生じる可能性を踏まえ、入力津波高さへの影響を確認するため、数値シミュレーションの条件として斜面崩壊無しの条件に加えて、敷地周辺の地すべり地形が判読されている地山の斜面崩壊後の地形についても考慮する。斜面崩壊後の地形については、基準津波の評価の陸上地すべり検討で用いた二層流モデルを用い、地すべりが崩壊した後の地形を設定する。</p>			



(3) 入力津波の設定

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>解釈別記3 3 第5条第1項の「安全機能が損なわれない」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設の設定に当たっては、以下の方針によること。 一～四 (省略) 五 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こと。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こと。そのため、以下の方針によること。 ① (省略) ② 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・設備等の設置位置において算定される時刻歴波形とすること。数値計算に当たっては、敷地形状、敷地沿岸域の海底地形、津波の敷地への侵入角度、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こと。また、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。 ③～⑧ (省略) 六～七 (省略)</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】 3.3 入力津波の設定  (1) 入力津波は、海水面の基準レベルからの水位変動量を表示していること。なお、潮位変動等については、入力津波を設計又は評価に用いる場合に考慮するものとする。  (2) 入力津波の設定に当たっては、入力津波が各施設・設備の設計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（浸水高、波力・波圧、洗掘力、浮力等）が安全側に評価されることを確認する。  (3) 施設が海岸線の方向において広がりを持っている場合（例えば敷地前面の防潮堤、防潮壁）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、当該施設に最も大きな影響を与える波形を入力津波として設定していることを確認する。</p>	<p>基準津波の波源からの数値シミュレーションにより、各施設、設備等の設置位置において、海水面からの水位変動量の時刻歴波形を設定すること、輪谷湾の湾口、湾中央、湾奥部、取水口位置における局所的な海面振動の励起を評価し、その結果を考慮する。 津波防護施設及び浸水防止設備の設計に用いる入力津波の設定について、敷地及びその周辺の遡上域、津波の伝播経路の不確かさ並びに施設の広がりを考慮する。 具体的には、以下のとおり、入力津波を設定する。  (1) 入力津波は、海水面の基準レベルからの水位変動量を表示する。なお、朔望平均潮位、潮位のばらつき、高潮及び地殻変動については、入力津波を設計又は評価に用いる場合に考慮する。  (2) 入力津波が各施設・設備の設計・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うえで、各施設・設備の構造・機能損傷モードに対応する効果を安全側に評価する。  (3) 施設が海岸線の方向において広がりを有しているため、施設護岸又は防波壁における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。</p>	<p>入力津波の設定プロセス及び結果の妥当性（論点7） 入力津波の設定についてのプロセスの設定結果の妥当性を確認する必要がある。</p>

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>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。</p>	<p>(4) 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について、以下の例のように評価し考慮していることを確認する。 ① 港湾内の局所的な海面の固有振動に関しては、港湾周辺及び港湾内の水位分布、速度ベクトル分布の経時変化を分析することにより、港湾内の局所的な現象として生じているか、生じている場合、その固有振動による影響が顕著な範囲及び固有振動の周期を把握する。 ② 局所的な海面の固有振動により水位変動が大きくなっている箇所がある場合、取水ピット、津波監視設備（敷地の潮位計等）との位置関係を把握する。（設計上クリティカルとなる程度に応じて緩和策、設備設置位置の移動等の対応を検討）</p>	<p>(4) 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。 ① 津波による港湾内の局所的な海面の固有振動の励起について確認するため、湾口、湾中央、湾奥西、湾奥東及び2号灯取水口の時刻歴波形を比較した。その結果、湾口から湾奥に向かう津波の伝搬先で水位のピーク値が大きくなり、一部地点（湾奥東）においては、上昇側のみピーク値の増加が顕著に認められる。これらは、湾口から湾奥に向かう津波の伝搬先の水深が浅くなることによる水位の増幅、海面の固有振動による励起及び隅角部における反射の影響であり、津波の数値シミュレーションにおいて適切に再現されている。 ② 取水口位置における水位変動について確認を行い、伝搬先（取水口位置）においてピーク値が大きくなることを確認した。これは、水深が浅くなることによる増幅の影響及び湾の固有周期と湾中央での基準津波の周期が近いことから海面の固有振動による励起の影響と推察される。この励起の影響は津波の数値シミュレーションにおいて適切に再現されており、取水口における入力津波高さは、当該影響を考慮した値となる。また、津波監視設備が設置されている取水槽の入力津波高さは、上記のとおり励起の影響と推察される水位変動を初期条件とした取水口位置における水位変動を初期条件とした管路計算を実施しており、励起の影響を考慮した値となる。 なお、湾奥東の地点のように、ピーク値の増加が顕著に認められる地点があることから、入力津波の設定に当たっては、保守的な評価となるよう当該地点における最大の水位を一律に評価地点（施設護岸又</p>	

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
		<p>(は防波壁) の入力津波高さとして設定している。</p>	

(4) 津波防護の方針設定に当たったの考慮事項 (水位変動、地殻変動)

<p>設置許可基準規則/解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p><b>解釈別記3</b> 3 第5条第1項の「安全機能が損なわれないおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設の設計に当たっては、以下の方針によること。 一～六 (省略) 七 津波防護施設及び浸水防止設備の設計並びに非常用海水冷却系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こと。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こと。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こと。</p> <p><b>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</b> 3.4 津波防護方針の審査に当たったの考慮事項 (水位変動、地殻変動) 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</p> <p>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。</p>	<p><b>【津波ガイド：確認内容】</b> 3.4 津波防護方針の審査に当たったの考慮事項 (水位変動、地殻変動)</p> <p>(1) 敷地周辺の港又は敷地における潮位観測記録に基づき、観測期間、観測設備の仕様に留意の上、朔望平均潮位を評価していることを確認する。</p> <p>(2) 上昇側の水位変動に対して朔望平均満潮位を考慮し、上昇側評価水位を設定していること、また、下降側の水位変動に対して朔望平均干潮位を考慮し、下降側評価水位を設定していることを確認する。</p> <p>(3) 潮汐以外の要因による潮位変動について、以下の例のように評価し考慮していることを確認する。 ① 敷地周辺の港又は敷地における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。 ② 高潮要因の発生履歴及びその状況、並びに敷地における汀線の方向等の影響因子を考慮して、高潮の発生可能性とその程度 (ハザード) について検討</p>	<p>水位変動及び地殻変動について、朔望平均満潮位を入力津波の上昇側水位変動に対して考慮し、朔望平均干潮位を入力津波の下降側水位変動に対して考慮するとともに、潮汐以外の要因の中で最も影響の大きな高潮による水位変動をハザードの評価に基づき保守的に評価すること、また、地震に伴う地殻変動による沈降を上昇側の水位変動に対して考慮し、下降側の水位変動に対して考慮しない保守的な評価をしている。</p> <p>具体的には、津波防護施設及び浸水防止設備の設計並びに原子炉補機冷却海水系の評価について、以下のとおり実施している。</p> <p>(1) 朔望平均潮位については、発電所構内 (輪谷湾) における潮位観測記録に基づき、観測期間及び観測設備の仕様に留意のうえ、評価を実施する。</p> <p>(2) 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 EL. +0.58m 及び潮位のばらつき 0.14m を考慮し、下降側の水位変動に対しては朔望平均干潮位 EL. -0.02m 及び潮位のばらつき 0.17m を考慮する。</p> <p>(3) 潮汐以外の要因による潮位変動については、影響の大きなものとして高潮を抽出する。観測地点「発電所構内 (輪谷湾)」における過去約 15 年の潮位観測記録に基づき高潮の発生状況の調査及び高潮のハザードの評価を行い、基準津波の超過確率を踏まえ、再現期間 100 年の高潮を算定し、これと基準津波との重畳を考慮する。</p> <p>基準津波による基準津波策定位置における水位</p>	<p>適合のための確認事項</p> <p>入力津波の設定プロセス及び結果の妥当性 (論点7) 入力津波の設定についてのプロセスを網羅的に整理し、不確かさの考慮及び入力津波の設定結果の妥当性を確認する必要がある。</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
	<p>する。</p> <p>③ 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。</p> <p>(4) 地震により陸域の隆起または沈降が想定される場合、以下の例のように地殻変動量を考慮して安全側の評価を実施していることを確認する。</p> <p>① 広域的な地殻変動を評価すべき波源は、地震の震源と解釈し、津波波源となる地震の震源（波源）モデルから算定される広域的な地殻変動を考慮することとする。</p> <p>② プレート間地震の活動に関連して局所的な地殻変動があった可能性が指摘されている場合（南海トラフ沿岸部に見られる完新世段丘の地殻変動等）は、局所的な地殻変動量による影響を検討する。</p> <p>③ 地殻変動量は、入力津波の波源モデルから適切に算定し設定すること。</p> <p>④ 地殻変動が隆起又は沈降によって、以下の例のように考慮の考え方が異なることに留意が必要である。</p> <p>a) 地殻変動が隆起の場合、下降側の水位変動に対して安全機能への影響を評価（以下「安全評価」という。）する際には、対象物の高さに隆起量を加算した上で、下降側評価水位と比較する。また、上昇側の水位変動に対して安全評価する際には、隆起しないものと仮定して、対象物の高さとして上昇側評価水位を直接比較する。</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>の年超過確率は<math>10^{-3}</math>～<math>10^{-5}</math>程度であり、独立事象として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EL<sub>1</sub>+1.36mと入力津波で考慮した期望平均満潮位EL<sub>1</sub>+0.58mと潮位のばらつき0.14mの合計との差である0.64mを外郭防護の裕度評価において参照する。</p> <p>(4) 地震による陸域の隆起又は沈降が想定される場合の地殻変動量の考慮について、以下のとおりである。</p> <p>① 地震に伴う地殻変動による敷地の隆起又は沈降は、入力津波の波源及び基準地震動S<sub>s</sub>の震源を対象とし、地殻変動解析に基づき設定する。</p> <p>② 島根原子力発電所の敷地は日本海側に位置しているため、プレート間地震による局所的な地殻変動の影響はない。</p> <p>③ 地殻変動量は、入力津波の波源モデル及び基準地震動S<sub>s</sub>の震源から算定し設定する。</p> <p>④・⑤ 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と比較する。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、対象物の高さとして上昇側評価水位を直接比較する。</p> <p>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</p>	適合のための確認事項

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
	<p>b) 地殻変動が沈降の場合、上昇側の水位変動に対して安全評価する際には、対象物の高さから沈降量を引算した後で、上昇側評価水位と比較する。また、下降側の水位変動に対して安全評価する際には、沈降しないものと仮定して、対象物の高さとして下降側評価水位を直接比較する。</p> <p>⑤ 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も、津波に対する安全性評価への影響を検討する。</p> <p>⑥ 広域的な余効変動が継続中である場合は、その傾向を把握し、津波に対する安全性評価への影響を検討する。</p>	<p>仮定して、対象物の高さとして下降側評価水位を直接比較する。</p> <p>津波震源となる地震による地殻変動としては、海域活断層及び日本海東縁部の津波震源を想定する。海域活断層による地殻変動量は、0.34mの隆起である。日本海東縁部に想定される地震による津波については、起因となる波源が敷地から十分に離れており、敷地への地震による地殻変動の影響は十分に小さいため、地殻変動量を考慮しない。また、基準地震動 S s の震源による地殻変動としては、宍道断層及び海域活断層を想定する。宍道断層による地殻変動量は、0.02m 以下の沈降であり、敷地への影響が十分小さいことから考慮しない。海域活断層による地殻変動量は、0.34m の隆起である。</p> <p>以上ことから、下降側の水位変動に対して安全機能への影響を評価する際には、0.34m の隆起を考慮する。一方、上昇側の水位変動に対して安全機能への影響を評価する際には、地殻変動量は考慮しない。</p> <p>⑥ 基準地震動 S s の評価における検討用地震の震源において最近地震は発生していないことから広域的な余効変動は生じておらず、津波に対する安全性評価に影響を及ぼすことはない。</p>	



3. 津波防護方針

(1) 津波防護の基本方針

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>解釈別記3</p> <p>3 第5条第1項の「安全機能が損なわれおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設の設計に当たっては、以下の方針によること。</p> <p>一 Sクラスに属する施設（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。下記第三号において同じ。）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こと。また、取水路及び排水路等の経路から流入させないこと。そのため、以下の方針によること。</p> <p>①～③（省略）</p> <p>二 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すること。そのため、以下の方針によること。</p> <p>①～③（省略）</p> <p>三 上記の前二号に規定するもの他、Sクラスに属する施設については、浸水防護をすることにより津波による影響等から隔離すること。そのため、Sクラスに属する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とともに、津波による溢水を考慮した浸水範囲及び浸水量を保守的に想定した上で、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路及び浸水口（扉、開口部及び貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を施すこと。</p> <p>四～七（省略）</p> <p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</p> <p>4. 津波防護方針</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】</p> <p>4. 津波防護方針</p> <p>4.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針</p> <p>(1) 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）に応じた基本方針（※）を確認する。</p> <p>※基本方針</p> <p>(1) 津波の敷地への流入防止</p> <p>重要な安全機能を有する施設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、流入させない。また、取水路、放水路等の経路から流入させない。</p> <p>(2) 漏水による安全機能への影響防止</p> <p>取水・放水施設、地下部において、漏水可能性を考慮の上、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する。</p> <p>(3) 津波防護の多重化</p> <p>上記2 方針のほか、重要な安全機能を有する施設については、浸水防護をすることにより津波による影響等から隔離すること。</p>	<p>津波防護の基本方針について、敷地の特性に応じた方針であること及び当該方針に基づく津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備等の配置を図面により整理している。</p> <p>具体的には、敷地及び敷地周辺の地形・標高図、施設配置図等を示したうえで、津波防護の基本方針を以下のとおりとしている。</p> <p>(1) 敷地の特性に応じた基本方針</p> <p>① 設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。以下③において同じ。）を内包する建物及び区画の設置された敷地には、基準津波による遡上波を地上部から到達、流入させない設計としている。</p> <p>また、取水路、放水路等の経路から流入させない設計としている。</p> <p>② 取水・放水施設、地下部等において、漏水の可能性を考慮のうえ、漏水による浸水範囲を限定して、重要な安全機能を有する施設への影響を防止できる設計としている。</p> <p>③ 建物内の海水を内包する低耐震クラスの機器・配管が地震により破断することを想定し、そこからの津波の流入に対して防護対象とする施設の安全機能が損なわれない設計としている。</p> <p>①及び②の方針のほか、設計基準対象施設の津波</p>	

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>4.1 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。</p>	<p>(4) 水位低下による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 への影響を防止する。</p> <p>(2) 敷地の特性に応じた津波防護の概要（外殻防護 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）を確認す る。</p>	<p>防護対象設備を内包する建物及び区画については、 浸水防護を実施することにより、津波による影響等 から隔離可能な設計としている。</p> <p>④ 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全 機能を有する施設への影響を防止できる設計とし ている。</p> <p>⑤ 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している。</p> <p>上記の基準津波による遡上波の敷地への到達、流 入防止に当たっては、設置する防波壁等が敷地の特 徴を踏まえて、新規制基準の要求事項に対して適合 するものであるか確認する必要がある。</p> <p>基準津波による遡上波が取水路・放水路等の経路 から敷地に到達、流入することを防止するため、取 水槽防水壁、水密扉及び1号炉取水槽流路縮小工を 設置する。</p> <p>このため、取水槽防水壁等が新規制基準の要求事 項に対して適合するものであるか確認する必要が ある。</p> <p><b>【重大事故等対処施設】</b> 重大事故等対処施設について、設計基準対象施設 と同じ耐津波設計方針により、重大事故等対処施設 が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ない設計とする。 具体的には、以下のとおりである。 設計基準対象施設の津波防護対象施設を内包す</p>	<p>適合のための確認事項</p> <p>防波壁の構造成立性（論点3） 基準津波による遡上波の敷地への到達、流入防止 に当たっては、設置する防波壁が新規制基準の要求 事項に対して適合するものであるか確認する必要 がある。 取水槽防水壁等の構造成立性、影響評価（論点1） 取水路、放水路等の経路から、基準津波による遡 上波の敷地への到達、流入防止に当たっては、設置 する取水槽防水壁、水密扉及び1号炉取水槽流路縮 小工が新規制基準の要求事項に対して適合するも のであるか確認する必要がある。</p>



<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
		<p>る建物及び区画に設置する重大事故等対処施設は、設計基準対象施設と同じ耐津波設計方針とする。</p> <p>それ以外の建物及び区画に設置する第1ペントフィルタ格納槽、低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽、ガスタービン発電機用軽油タンクを敷設するエリア、ガスタービン発電機建物、緊急時対策所及び第1～第4保管エリアは、津波による遡上波が到達しない高さの敷地に設置又は防波壁及び防波壁通路防波扉内に設置し、設計基準対象施設と同じ耐津波設計方針とする。</p>	

(2) 敷地への浸水防止（外設防護1）

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>解釈別記3 3 第5条第1項の「安全機能が損なわれないおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設の設計に当たっては、以下の方針によること。 一 Sクラスに属する施設（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。下記第三号において同じ。）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こと。また、取水路及び排水路等の経路から流入させないこと。そのため、以下の方針によること。 ① Sクラスに属する設備（浸水防止設備及び津波監視設備を除く。以下下記第三号までにおいて同じ。）を内包する建屋及びSクラスに属する設備（屋外に設置するものに限る。）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。なお、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及び浸水防止設備を設置すること。 ②（省略） ③ 取水路又は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、開口部及び貫通口等）を特定し、それら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。 二～七（省略）  【津波ガイド：規制基準における要求事項等】 4.2 敷地への浸水防止（外設防護1） 4.2.1 遡上波の地上部からの到達、流入の防止 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</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】 4.2 敷地への浸水防止（外設防護1） 4.2.1 遡上波の地上部からの到達、流入の防止  (1) 敷地への浸水の可能性のある経路（遡上経路）の特定 (3.2.1)における敷地周辺の遡上の状況、浸水域の分布等を踏まえ、以下を確認する。  ① 重要な安全機能を有する設備又はそれを内包する建屋の設置位置・高さに、基準津波による遡上波が到達しないこと、または、到達しないよう津波防護施設を設置していること。</p>	<p>遡上波の地上部からの到達、流入の防止について、基準津波による敷地への浸水を防止する方針とし、遡上域を把握するための解析に基づき、遡上波の到達の可能性のある津波防護対象設備の周囲に津波防護施設及び浸水防止設備を設置することとしている。 具体的には、遡上波の地上部からの到達、流入を防止するため、以下の方針としている。  (1) 敷地への浸水の可能性のある経路  ① 基準津波による遡上解析について、地震による影響（地形変化及び地殻変動）、水位変動等を初期条件として考慮して実施した。その結果、入力津波高さは、施設護岸及び防波壁でEL. +11.9mである。 設計基準対象施設の津波防護対象設備（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）を内包する原子炉建物、制御室建物及び廃棄物処理建物はEL. +15.0m、タービン建物はEL. +8.5m、屋外の防護対象とする施設である非常用海水冷却系の海水ポンプ、A-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）、高圧炉心スプレイスディーゼル発電機（燃料移送系）、排気筒及び屋外配管ダクト（タービン建物へ排気筒、タービン建物へ放水槽）はEL. +8.5m、B-非常用ディーゼル発電機（燃料移送系）及び屋外配管ダクト（復水貯蔵タンクへ原子炉建物）はEL. +15.0mの高さの敷地にあり、EL. +8.5mの敷地は津波が到達するため、津波防護</p>	

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>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。</p> <p>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。</p>	<p>② 津波防護施設を設置する以外に既存の地山斜面、盛土斜面等の活用の有無。また、活用に際して補強等の実施の有無。</p> <p>(2) 津波防護施設の位置・仕様を確認する。 ① 津波防護施設の種類（防潮堤、防潮壁等）及び箇所 ② 施設ごとの構造形式、形状</p> <p>(3) 津波防護施設における浸水防止設備の設置の方針に関して、以下を確認する。 ① 要求事項に適合するよう、特定した遡上経路に浸水防止設備を設置する方針であること。 ② 止水対策を実施する予定の部位が列記されていること。以下、例示。 a) 電路及び電線管貫通部、並びに電気ボックス等における電線管内処理 b) 躯体開口部（扉、排水口等）</p>	<p>施設として防波壁及び防波壁通路防波扉を設置する。</p> <p>上記の基準津波による遡上波の敷地への到達、流入防止に当たっては、設置する防波壁等が敷地の特徴を踏まえて、新規制基準の要求事項に対して適合するものであるか確認する必要がある。</p> <p>②敷地北側の防波壁の端部では、地震時及び津波時においても津波防護機能を十分に保持する地山斜面により、遡上波の地上部からの到達、流入を防止する。</p> <p>基準津波による遡上波が設計基準対象施設の設置された敷地に到達、流入することを防止するため、防波壁端部の地山を考慮している。</p> <p>このため、防波壁端部の地山が新規制基準の要求事項に対して適合するものであるか確認する必要がある。</p> <p>(2) 4.1に後述する。</p> <p>(3) 津波防護施設における浸水防止設備の設置はない。</p>	<p>適合のための確認事項</p> <p>防波壁の構造成立性（論点3） 基準津波による遡上波の敷地への到達、流入防止に当たっては、設置する防波壁が新規制基準の要求事項に対して適合するものであるか確認する必要がある。</p> <p>津波防護の障壁となる地山の扱い（論点2） 基準津波による遡上波が設計基準対象施設の設置された敷地に到達、流入することを防止するため、防波壁端部の地山を考慮している。</p> <p>このため、防波壁端部の地山が新規制基準の要求事項に対して適合するものであるか確認する必要がある。</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</p> <p>4.2.2 取水路、放水路等の経路からの津波の流入防止</p> <p>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）を特定することにより津波の流入を防止すること。</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】</p> <p>4.2.2 取水路、放水路等の経路からの津波の流入防止</p> <p>(1) 敷地への海水流入の可能性のある経路（流入経路）の特定</p> <p>以下のような経路（例示）からの津波の流入の可能性を検討し、流入経路を特定していることを確認する。</p> <p>① 海域に連接する水路から建屋、土木構造物地下部へのバイパス経路（水路周辺のトレンチ開口部等）</p> <p>② 津波防護施設（防潮堤、防潮壁）及び敷地の外側から内側（地上部、建屋、土木構造物地下部）へのバイパス経路（排水管、道路、アクセス通路等）</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>取水路、放水路等の経路から津波が流入する可能性を網羅的に検討して、取水路、放水路及び屋外排水路を流入経路として特定したうえで、津波防護施設及び浸水防止設備を設置することにより津波の流入を防止している。</p> <p>具体的には、以下のとおり、流入経路を特定したうえで、流入防止対策を施すこととする。</p> <p>(1)海域とつながる取水路、放水路等の開口部の設置位置において、入力津波高さで開口部の高さとを比較することにより、津波防護対象とする施設を内包する建物及び区画へ流入する可能性を検討する。流入経路として、以下を特定した。</p> <p>①取水路から敷地地上部への津波の流入については、取水槽の開口がEL. +8.8mに位置することから、流入経路として取水槽天端開口部を特定した。また、取水槽C/Cケーブルダクトを介して敷地に流入する可能性があることから、取水槽C/Cケーブルダクト貫通部を特定した。</p> <p>取水路から非常用海水冷却系の海水ポンプ等を設置するエリアへの津波の流入については、管路解析により評価を行い、取水槽の入力津波高さEL. +10.6mに対し、取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアの床面がEL. +1.1mに位置することから、流入経路として、床ドレン開口部及び貫通部を特定した。</p> <p>また、取水槽からタービン建物等へ海水を送水する海水系配管を特定した。</p> <p>②放水路からタービン建物への津波の流入については、管路解析により評価を行い、放水槽の入力津波高さEL. +7.9mに対し、屋外配管ダクト（ター</p>	<p>適合のための確認事項</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
	<p>③ 敷地前面の沖合から埋設管路により取水する場合の敷地内の取水路点検口及び外部に露出した取水ピット等（沈砂池を含む）</p> <p>④ 海城への排水管等</p> <p>(2) 特定した流入経路における津波防護施設の配置・仕様を確認する。</p> <p>① 津波防護施設の種類（防潮壁等）及び箇所</p> <p>② 施設ごとの構造形式、形状</p> <p>(3) 特定した流入経路における浸水防止設備の設置の方針に関して、以下を確認する。</p> <p>① 要求事項に適合するよう、特定した流入経路に浸水防止設備を設置する方針であること。</p> <p>② 浸水防止設備の設置予定の部位が列記されていること。以下、例示。</p> <p>a) 配管貫通部</p> <p>b) 電路及び電線管貫通部、並びに電気ボックス等における電線管内処理</p> <p>c) 空調ダクト貫通部</p>	<p>ビン建物～放水槽）底面がEL. +2.0mに位置することから、流入経路として屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）の貫通部を特定した。</p> <p>屋外排水路から敷地地上部への津波の流入については、週上解析により評価を行い、施設護岸の入り津波高さEL. +11.9mに対し、屋外排水路の集水柵上面がEL. +8.5mに位置することから、流入経路として屋外排水路を特定した。</p> <p>③ 1号炉取水路から敷地地上部への津波の流入経路として、1号炉取水槽天端開口を特定した。</p> <p>④ 海城への排水管として、廃棄物処理建物からタービン建物を経由し放水槽に排水する液体廃棄物処理系配管を特定した。</p> <p>(2) 特定した経路から津波が流入することを防止するため、以下の対策を講じる。</p> <p>① 1号炉取水路からの津波の流入に対し、津波防護施設として、1号炉取水槽に流路縮小工を設置する。</p> <p>② 4.(1)に後述する。</p> <p>(3) 取水路からの津波の流入に対し、浸水防止設備として取水槽天端開口部に防水壁及び水密扉を、床ドレン開口部に逆止弁を設置する。また、取水槽海水ポンプエリア及び取水槽C/Cケーブアルダクトの貫通部に貫通部止水処置を実施する。</p> <p>放水路からの津波の流入に対し、屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）の貫通部に貫通部止水処置を実施する。さらに、屋外排水路からの津波の流入に対し、浸水防止設備として屋外排水路に屋外排水路逆止弁を設置する。</p>	適合のための確認事項

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
	<p>d) 躯体開口部（扉、排水口等）</p>	<p>基準津波による遡上波が取水路・放水路等の経路から敷地に到達、流入することを防止するため、防水壁、水密扉及び1号炉取水槽流路縮小工を設置する。</p> <p>このため、防水壁等が新規制基準の要求事項に対して適合するものであるか確認する必要がある。</p>	<p>流路縮小工等の構造成立性、影響評価（論点1）</p> <p>取水路・放水路等の経路から、基準津波による遡上波の敷地への到達、流入防止に当たっては、設置する取水槽防水壁、水密扉及び1号炉取水槽流路縮小工が新規制基準の要求事項に対して適合するものであるか確認する必要がある。</p>

(3) 漏水による重要な安全機能を有する施設への影響防止（外殻防護2）

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>解説別記3 3 第5条第1項の「安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設的设计に当たっては、以下の方針によること。 一（省略） 二 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すること。そのため、以下の方針によること。 ①取水・放水施設の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設及び地下部等における漏水の可能性を検討した上で、漏水が継続することによる浸水範囲を想定（以下「浸水想定範囲」という。）するとともに、同範囲の境界において浸水の可能性のある経路及び浸水口（扉、開口部及び貫通口等）を特定し、それら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。 ②浸水想定範囲の周辺にSクラスに属する設備がある場合は、防水区画化するとともに、必要に応じて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。 ③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。 三～七（省略）</p> <p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】 4.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外殻防護2） 4.3.1 漏水対策 取水・放水施設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</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】 4.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外殻防護2） 4.3.1 漏水対策  (1) 要求事項に適合する方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、浸水想定範囲、浸水経路・浸水口・浸水量及び浸水防止設備の仕様について、確認する。</p>	<p>重要な安全機能を有する施設への漏水による影響を防止するため、取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアを浸水想定範囲として設定したうえで、浸水防止設備を設置し浸水範囲を限定する。 具体的には、以下とおり、浸水想定範囲を設定したうえで、浸水対策を施すこととする。 (1) 設置される設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設、地下部等における漏水の可能性を検討し、津波が取水路から流入する可能性があり、漏水が継続するものと仮定して取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアを浸水想定範囲として設定する。 浸水想定範囲の境界から浸水の可能性のある経路として、取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアの床面に開口部が存在するため、これらに床ドレン逆止弁を設置する。</p>	

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>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。</p>			



設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</p> <p>4.3.2 安全機能への影響確認 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。</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】</p> <p>4.3.2 安全機能への影響確認</p> <p>(1) 要求事項に適合する影響確認の方針であること を確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、浸水想定範囲、浸水経路・浸水口・浸水量及び浸水防止設備の仕様を確認する。</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>重要な安全機能を有する施設への影響評価について、浸水想定範囲である取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアを防水区画化したうえで、区画内の漏水評価によって非常用海水冷却系の海水ポンプ等への影響がないことを確認する方針である。</p> <p>具体的には、以下のとおりである。</p> <p>(1) 浸水想定範囲である取水槽海水ポンプエリアに津波防護対象設備である非常用海水冷却系の海水ポンプを設置しているため、取水槽海水ポンプエリアを防水区画化することとしている。また、取水槽海水ポンプエリアに設置する床ドレン逆止弁及び取水槽循環水ポンプエリアに設置する床ドレン逆止弁について、漏水による浸水経路となる可能性があるため、浸水量を評価し、非常用海水冷却系の海水ポンプへの影響がないことを確認する。</p> <p>なお、取水槽循環水ポンプエリア内に浸水により機能喪失する設備が無いことを確認した。</p>	<p>適合のための確認事項</p>

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p> <p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】 4.3.3 排水設備設置の検討 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。</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p> <p>【津波ガイド：確認内容】 4.3.3 排水設備設置の検討</p> <p>(1) 要求事項に適合する方針であることを確認す る。なお、後段規制（工事計画認可）においては、 浸水想定範囲における排水設備の必要性、設置する 場合の設備仕様について確認する。</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>排水設備設置の検討について、「重要な安全機能を 有する施設への影響評価」における「浸水想定範 囲における浸水量評価」に基づき、長期間の浸水の 有無に応じて排水設備を設置する方針とする。 具体的には、以下のとおりである。 (1) 浸水想定範囲における「重要な安全機能を有す る施設への影響評価」の浸水量評価に基づき、長期 間の浸水が想定される場合は、取水槽海水ポンプエ リアに排水設備を設置する方針とする。</p>	<p>適合のための確認事項</p>
--	---	---	-------------------

(4) 重要な安全機能を有する施設の隔離 (内郭防護)

<p>設置許可基準規則/解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p><b>解釈別記3</b> 3 第5条第1項の「安全機能が損なわれおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設的设计に当たっては、以下の方針によること。 一～二 (省略) 三 上記の前二号に規定するもの他、Sクラスに属する施設については、浸水防護をすることにより津波による影響等から隔離すること。そのため、Sクラスに属する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とともに、津波による溢水を考慮した浸水範囲及び浸水量を保守的に想定した上で、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路及び浸水口(扉、開口部及び貫通口等)を特定し、それらに対して浸水対策を施すこと。 四～七 (省略)</p> <p><b>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</b> 4.4 重要な安全機能を有する施設の隔離 (内郭防護) 4.4.1 浸水防護重点化範囲の設定</p>	<p><b>【津波ガイド：確認内容】</b> 4.4 重要な安全機能を有する施設の隔離 (内郭防護) 4.4.1 浸水防護重点化範囲の設定 (1) 重要な安全機能を有する設備等 (耐震Sクラスの機器・配管系)のうち、基本設計段階において位置が明示されているものについては、それらの設備等を内包する建屋、区画が津波防護重点範囲として設定されていることを確認する。 (2) 基本設計段階において全ての設備等の位置が明示されているわけではないため、工事計画認可の段階において津波防護重点化範囲を再確認する必要がある。したがって、基本設計段階において位置が確定していない設備等に対しては、内包する建屋及び区画単位で津波防護重点化範囲を工認段階で設定することが方針として明記されていることを確認する。</p>	<p>適合のための対応状況 重要な安全機能を有する設備を内包する建物及び区画について、浸水防護重点化範囲を設定する方針としている。 具体的には、以下のとおりである。 (1) 津波に対する浸水防護重点化範囲として、原子炉建物、タービン建物 (耐震Sクラスの設備を設置するエリア)、廃棄物処理建物 (耐震Sクラスの設備を設置するエリア)、制御室建物 (耐震Sクラスの設備を設置するエリア)、取水槽海水ポンプエリア、取水槽循環水ポンプエリア及び屋外配管ダクト (ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物、タービン建物～排気筒及びタービン建物～放水槽)並びにA、B-非常用ディーゼル発電機 (燃料移送系)、高圧炉心スプレイズディーゼル発電機 (燃料移送系) 及び排気筒を設置する区画を設定する。 (2) 基本設計段階において位置が確定していない設備等に対しては、内包する建物及び区画単位で浸水防護重点化範囲を詳細設計段階で設定する。</p>	<p>適合のための確認事項</p>

設置許可基準規則／解積、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</p> <p>4.4.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】</p> <p>4.4.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策</p> <p>(1) 要求事項に適合する方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、浸水範囲、浸水量の想定、浸水防護重点化範囲への浸水経路・浸水口及び浸水防止設備の仕様について、確認する。</p> <p>(2) 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、以下の例のように安全側の想定を実施する方針であることを確認する。</p> <p>① 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が想定されていること。</p> <p>② 地震・津波による屋外循環水系配管や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設備保有水の溢水等の事象が想定されていること。</p>	<p>浸水防護重点化範囲への流入量を評価していること、浸水防護重点化範囲への流入防止対策を施すことにより重要な安全機能を有する設備が津波等による影響を受けない設計とする。</p> <p>具体的には、以下のとおり、浸水対策を実施する。</p> <p>(1)・(2)</p> <p>浸水防護重点化範囲への津波の流入については、タービン建物（復水器を設置するエリア）及び屋外の取水槽循環ポンプエリアの循環水系配管を含む低耐震クラス機器・配管、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）及び屋外の取水槽海水ポンプエリアの低耐震クラス機器・配管の破断箇所から溢水した海水の流入並びに地震時における地下水の流入を以下のとおり検討し、浸水防護重点化範囲への流入経路を特定する。</p> <p>①タービン建物（復水器を設置するエリア）に流入した津波によりタービン建物（復水器を設置するエリア）に隣接する浸水防護重点化範囲（タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、原子炉建物、取水槽循環ポンプエリア）が受ける影響を評価する。浸水防護重点化範囲への流入防止対策については、特定した経路に対して、防水壁、水密扉及び床ドレン逆止弁を設置し、貫通部止水処置を実施する。</p> <p>②屋外の循環水ポンプ及び配管を設置する取水槽循環水ポンプエリアに流入した津波により浸水防護重点化範囲（取水槽循環ポンプエリア、取水槽海水ポンプエリア、タービン建物（耐震Sクラスの</p>	

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
	<p>③ 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、津波の繰り返し繰り返し考慮されていること。</p> <p>④ 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していること。</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>設備を設置するエリア) が受ける影響を評価する。 また、屋外の海域と接続する低耐震クラス機器・配管を設置する取水槽海水ポンプエリアに流入した津波により浸水防護重点化範囲(取水槽海水ポンプエリア、取水槽循環水ポンプエリア)が受ける影響を評価する。 屋外タンクの損傷による溢水について、別途溢水に対する評価を実施する。 浸水防護重点化範囲への流入防止対策については、特定した経路に対して、基準地震動Ssによる地震力に対するバウンダリ機能を保持するとともに、隔離弁を設置する。</p> <p>③ 循環水系配管の破断による津波の流入については、津波が襲来する前に循環水ポンプ出口弁及び復水器水室出口弁を閉止するインターロック(地震大による原子炉スクラム及びタービン建物の漏えい信号で作動)を設け、津波の流入を防止することから、津波の流入量は考慮しない。</p> <p>また、タービン補機海水系配管の破断による津波の流入については、津波が襲来する前にタービン補機海水ポンプ出口弁を閉止するインターロック(地震大による原子炉スクラム及びタービン建物又は取水槽循環水ポンプエリアの漏えい信号で作動)を設け、取水路側からの津波の流入を防止することから、津波の流入量は考慮しない。</p> <p>さらに、タービン補機海水系配管(放水配管)及び液体廃棄物処理系配管の破断による津波の流入については、逆止弁を設置し、放水路側からの津波の流入を防止することから、津波の流入量は考慮しない。</p> <p>④ 地震に起因する、循環水系配管の伸縮継手部及び低耐震クラス機器・配管の破断を想定し、当該箇所から循環水ポンプ停止及び復水器水室出口弁閉</p>	適合のための確認事項

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
	<p>⑤ 地下水の流入量については、例えば、ドレン系が停止した状態での地下水位を安全側（高め）に設定した上で、当該地下水位まで地下水の流入を考慮するか、又は対象建屋周辺のドレン系による1日当たりの排水量の実績値に対して、外部の支援を期待しない約7日間の積算値を採用する等、安全側の仮定条件で算定していること。</p> <p>⑥ 施設・設備施工上生じうる隙間部等についても留意し、必要に応じて考慮すること。</p>	<p>止までに生じる溢水量、保有水による溢水量の合計からタービン建物（復水器を設置するエリア）の浸水量を算定する。なお、循環水ポンプの停止及び復水器水室出口弁の閉止までに生じる浸水量については、インターロック（地震大による原子炉スクラム及びタービン建物の漏えい信号で作動）による循環水ポンプの停止及び復水器水室出口弁の閉止までに生じる浸水量を算出する。</p> <p>取水槽循環水ポンプエリアでの循環水系配管については、基準地震動Ssによる地震力に対して、バウンダリ機能を保持する設計とすることから取水槽循環水ポンプエリアに津波は流入しない。</p> <p>⑤地震に起因する地下水の流入については、地震により地下水排水ポンプが停止することを想定し、建物周囲の水位が建物周辺の地下水位まで上昇するとして浸水量を評価する。</p> <p>地下水位をタービン建物を設置する敷地の地表面(BL+8.5m)と想定し、地震による建物外周部からの流入について、地震による残留ひび割れを考慮した評価を実施し、ひび割れの程度に応じた浸水量を仮定した場合においても、浸水防護重点化範囲に影響を与えないように浸水対策を実施する。</p> <p>⑥施工上生じ得る建物間の隙間部が地下階において津波及び溢水の流入経路となることを想定し、その隙間部に止水処置を実施する。</p> <p>上記の地震による溢水の影響も含めた安全側の想定においては、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアは、地震起因の循環水系等の機器・配管の損傷箇所を介した津波が流入する可能性があるため、津波流入防止対策により津波</p>	<p>適合のための確認事項</p> <p>浸水防護重点化範囲の境界における対策（論点5）</p> <p>地震による溢水の影響も含めた安全側の想定においては、タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアは、地震起因の循環水系等の</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
		<p>の流入を防止する必要がある。</p>	<p>機器・配管の損傷箇所を介した津波が流入する可能性があるため、津波流入防止対策により津波の流入を防止する必要がある。</p> <p>このため、実施する津波流入防止対策が新規制基準の要求事項に対して適合するものであるか確認する必要がある。</p>

(5) 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能を有する施設への影響防止（海水ポンプ取水性）

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>解説別記3 3 第5条第1項の「安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設的设计に当たっては、以下の方針によること。 一～三（省略） 四 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すること。そのため、非常用海水冷却系については、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、かつ冷却に必要な海水が確保できる設計であること。また、基準津波による水位変動に伴う砂の移動・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、かつ取水口からの砂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。 五（省略） 六 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、津波の繰り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、砂移動及び漂流物等）を考慮すること。 七（省略） <b>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</b> 4.5 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 4.5.1 非常用海水冷却系の取水性 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。</p>	<p><b>【津波ガイド：確認内容】</b> 4.5 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 4.5.1 非常用海水冷却系の取水性 (1) 取水路の特性を考慮した海水ポンプ位置の評価水位が適切に算定されていることを確認する。確認のポイントには以下のとおり。 ① 取水路の特性に応じた手法が用いられていること。（開水路、閉管路の方程式） ② 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が設定されていること。 (2) 前述（3.4(4)）のとおり地殻変動量を安全側に考慮して、水位低下に対する耐性（海水ポンプの仕様、取水口の仕様、取水路又は取水ピットの仕様等）について、以下を確認する。 ① 海水ポンプの設計用の取水可能水位が下降側評価水位を下回る等、水位低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計方針であること。</p>	<p>引き波による水位低下時に非常用海水冷却系の海水ポンプの機能を保持できる設計とし、隣接している循環海水ポンプを停止して引き波時の水位低下を抑制する運用とする。 具体的には、非常用海水冷却系の海水ポンプの取水性について、以下の方針とする。 (1) 非常用海水冷却系の海水ポンプ位置の評価水位の算定について、以下のとおりとする。 ① 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位置の評価水位を適切に算出するため、水路の特性を考慮して、開水路及び管路について非常用管路の連続式及び運動方程式を用いて数値シミュレーションを実施する。 ② 取水口、取水管、取水路及び取水槽に至る経路をモデル化し、粗度係数及び貝の付着代を考慮するとともに、潮位のばらつきを加算による安全側に評価した値を用いる等、数値計算上の不確かさを考慮した評価を実施する。 (2) 水位低下に対する耐性（非常用海水冷却系の海水ポンプの仕様、取水口の仕様等）については、以下のとおりとする。 ① 基準津波による下降側水位は、大津波警報発令時に循環海水ポンプを停止する運用を踏まえ、EL.-6.5mを評価水位とする。 評価水位は、非常用海水冷却系の海水ポンプの取</p>	<p>適合のための確認事項</p>



設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
	<p>② 引き波時の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、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取水路又は取水ピットの構造仕様、設計方針であること。</p> <p>なお、取水路又は取水ピットが循環水系と非常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。</p>	<p>水可能水位 EL. -8.31m を上回ることから、機能保持できる。</p> <p>② 循環水ポンプと非常用海水冷却系の海水ポンプは隣接していることから、引き波時の水位低下を抑制するため、大津波警報発令時に循環水ポンプを停止する手順を整備する。</p>	

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</p> <p>4.5.2 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</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・基準津波による水位変動に伴う浮遊砂等の混入に対処して海水ポンプが機能保持できる設計であること。</li> </ul>	<p>【津波ガイド：確認内容】</p> <p>4.5.2 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</p> <p>(1) 基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積については、(3.2.1)の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。「安全側」な検討とは、浮遊砂濃度を合理的な範囲で高めてパラメータスタディすることによって、取水口付近の堆積高さを高めに、また、取水路における堆積砂混入量、堆積量を大きめに算定すること等が考えられる。</p> <p>(2) 混入した浮遊砂は、取水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しにくい仕様であることを確認する。</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>具体的には、取水口付近の砂の移動及び堆積並びに取水口付近の漂流物の評価を踏まえ、非常用海水冷却系の海水ポンプの機能が保持できることについて、以下のとおり確認した。</p> <p>(1) 基準津波による砂移動解析を実施した結果、取水口付近における砂の堆積が少ないことから、取水口は閉塞しない。</p> <p>取水口呑口は海底面から5.5mの高さを有する設計とする。また、取水槽の床面高さはEL.-9.8mであり、非常用海水冷却系の海水ポンプ吸込み下端から取水槽底面までは約0.5mの距離がある。</p> <p>これに対して、砂移動解析を実施した結果、基準津波による砂移動に伴う取水口付近における砂堆積厚さは水位上昇側において0.02m（高橋他(1999)）に基づく手法、浮遊砂上限濃度1%）であり、砂の堆積によって、取水口が閉塞することはない。また、取水槽における砂堆積厚さは0.001m未満（高橋他(1999)）に基づく手法、浮遊砂上限濃度1%）であり、非常用海水冷却系の海水ポンプへの影響はなく機能は保持できる。</p> <p>(2) 非常用海水冷却系の海水ポンプは砂が混入しても軸受が固着しにくい構造とする。具体的には、取水時に砂がポンプの軸受に混入したとしても、約3.5mmの異物迷がし溝から排出される構造とする。一方で、発電所付近の調査地点の50%通過質量百分率粒径のうち、最も細かい粒径が0.3mmで、粒径が大きい2.0mm以上の粒径は浮遊しにくいことから、大きな粒径の砂はほとんど混入せず、非常用海水冷却系の海水ポンプの取水機能は保持できる。</p>	適合のための確認事項

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
	<p>(3) 基準津波に伴う取水口付近の漂流物については、(3.2.1)の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仕様の方針であること、又は閉塞防止措置を施す方針であることを確認する。</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>(3) 基準津波に伴う取水口付近の漂流物について、以下のとおり非常用海水冷却系の海水ポンプの取水性に影響を与えないと評価した。</p> <p>ア. 津波の数値シミュレーションの結果を踏まえ、発電所敷地内及び発電所近傍半径 5km の範囲で漂流物となる可能性のある施設・設備等を調査して抽出する。</p> <p>イ. 上記ア. について、地震で倒壊する可能性のあるものは倒壊するものとみなして漂流物を抽出する。</p> <p>ウ. 地震に起因する敷地地盤の変状、標高変化等を保守的に考慮する。</p> <p>エ. これらの結果、発電所敷地内で漂流し、取水口に到達する可能性があるものとして、キャスク取扱収納庫、荷揚場詰所の壁材 (ALC 版) 等が挙げられるが、取水口が深層取水方式であること及び取水口は十分な通水面積を有していることから、取水性への影響はない。発電所敷地内で漂流し、取水口に到達する可能性があるものとして、上記漂流物のほかに港湾施設点検用等の作業船及び発電所の荷揚場に停泊する燃料等輸送船、貨物船等の船舶がある。港湾施設点検用等の作業船は、津波警報等発令時には、緊急退避するため、日本海東縁部に想定される地震による津波が発生する場合は、漂流することはなく、取水性への影響はない。また、海域活断層から想定される地震による津波が発生する場合は、緊急退避できない可能性があるが、取水口が深層取水方式であること及び取水口は十分な通水面積を有していることから、取水性への影響はない。発電所敷地内の荷揚場に停泊する燃料等輸送船、貨物船等については、津波警報等発表時に緊急退避するた</p>	<p>適合のための確認事項</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
	<p>なお、取水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、津波時には破損して混入防止が機能しないだけでなく、それ自体が漂流物となる可能性が有ることに留意する必要がある。</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>め、日本海東縁部に想定される地震による津波が発生する場合は、漂流することはなく、取水性への影響はない。また、停泊時には係留することとし、緊急退避が困難な到達の早い海域活断層から想定される地震による津波が発生する場合は、荷揚場における漂流物防止装置と位置付け設置する係船柱又は係船環に係留することから漂流することはなく、取水性への影響はない。</p> <p>才、発電所敷地外で漂流する可能性があるものとして、家屋、工場等、発電所港湾近傍で航行不能となった漁船等を抽出しているが、発電所近傍で航行不能となった漁船については取水口が深層取水方式であること及び取水口は十分な通水面積を有していること、周辺漁港周辺の家屋、工場等については、津波の流向を踏まえると、取水口に到達する可能性はないと評価していることから、取水性への影響はない。</p> <p>カ、除じん装置は、基準津波の流速に対し、十分な強度を有していることから、損傷することはなく漂流物とはならないことから、取水性に影響を及ぼさないことを確認している。また、基準地震動Ssによる地震力に対して損傷し漂流物としない設計とすることから、取水性に影響を及ぼさない。</p> <p>発電所の敷地の周辺には津波時に漂流物になり得る施設があることから、漂流物となる可能性のある施設・設備等を網羅的に把握するため、漂流物調査範囲を適切に設定する必要がある。</p>	<p>適合のための確認事項</p> <p>漂流物調査範囲の妥当性（論点6）</p> <p>発電所の敷地の周辺には津波時に漂流物になり得る施設があることから、漂流物となる可能性のある施設・設備等を網羅的に把握するため漂流物調査範囲を適切に設定する必要がある。このため、基準津波の特性を踏まえ、漂流物評価に係る漂流物調査範囲が適切であるか確認する。</p>

(6) 津波監視

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>解説別記3 3 第5条第1項の「安全機能が損なわれないおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設的设计に当たっては、以下の方針によること。 一～四 (省略) 五 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こと。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こと。そのため、以下の方針によること。 ①上記の「津波防護施設」とは、防潮堤、盛土構造物及び防潮壁等をいう。上記の「浸水防止設備」とは、水密扉及び開口部・貫通部の浸水対策設備等をいう。また、上記の「津波監視設備」とは、敷地の潮位計及び取水ピット水位計、並びに津波の襲来状況を把握できる屋外監視カメラ等をいう。これら以外には、津波防護施設及び浸水防止設備への波力による影響を軽減する効果が期待される防波堤等の津波影響軽減施設・設備がある。 ②～④ (省略) ⑤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等) に対して、影響を受けにく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ように設計すること。 ⑥～⑧ (省略) 六～七 (省略)</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】 4.6 津波監視 (1) 要求事項に適合する方針であることを確認する。また、設置の概要として、おおよその位置と監視設備の方式等について把握する。</p>	<p>津波監視について、敷地への津波の襲来を昼夜問わず中央制御室から監視できるカメラを設置すること、また、上昇側及び下降側の津波高さを中央制御室から計測できる取水槽水位計を設置することにより、敷地への津波の襲来を監視できる方針とする。 具体的には以下のとおりである。 (1) 津波監視設備として、排気筒 EL. +64.0m 及び3号炉北側防波壁上部 EL. +15.0m の位置に津波監視カメラを、取水槽の高さ EL. -9.3m の位置に取水槽水位計を設置する。 津波監視カメラは、赤外線映像機能を有したカメラを用い、昼夜問わず監視できる設計、取水槽水位計は測定範囲 (EL. -9.3m～EL. +10.7m) として上昇側 (寄せ波) の津波高さ及び下降側 (引き波) の津波高さを計測し、いずれも中央制御室から監視できる設計とする。 津波監視カメラは、地震発生後、津波が発生した場合に、その影響を俯瞰的に把握するため、津波及び漂流物の影響を受けない排気筒に設置する。 取水槽水位計は、漂流物の影響を受けない取水槽に設置する。 津波監視設備は、基準地震動 S s による地震力に対して、機能を喪失しない設計とする。</p>	

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</p> <p>4.6 津波監視 敷地への津波の繰り返し襲来を察知し、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、津波監視設備を設置すること。</p>			

4. 施設・設備の設計方針  
(1) 津波防護施設

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>解釈別記3 3 第5条第1項の「安全機能が損なわれないおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設の設計に当たっては、以下の方針によること。 一～四 (省略)</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】 5. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件 5.1 津波防護施設の設計</p>	<p>津波防護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、止水性の面も踏まえることにより、当該構造物全体の变形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材がおおむね弾性域内に収まることを基本とする。</p> <p>具体的には以下のとおりである。</p>	<p>津波防護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、止水性の面も踏まえることにより、当該構造物全体の变形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材がおおむね弾性域内に収まることを基本とする。</p>
<p>五 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こと。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こと。そのため、以下の方針によること。 ①～② (省略)</p>	<p>(1) 要求事項に適合する設計方針であることを確認する。なお、後段規制（工事計画認可）においては、施設の寸法、構造、強度及び支持性能（地盤強度、地盤安定性）が要求事項に適合するものであることを確認する。</p>	<p>(1) 津波防護施設（防波壁、防波壁通路防波扉及び1号炉取水槽流路縮小工）は、その構造に応じ、津波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うえで、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設計する。</p> <p>防波壁及び防波壁通路防波扉について、以下のとおり、設計及び運用する方針とする。</p> <p>a. 防波壁の構造形式は、鉄筋コンクリート壁であり、多重鋼管杭式擁壁、逆丁擁壁及び波返重力擁壁の3種類を設置する。</p> <p>b. 防波壁及び防波壁通路防波扉においては、十分な支持性能を有する岩盤又は改良地盤に設置するとともに、基準地震動による地震力に対して津波防護機能が十分に保持できる設計とする。</p>	<p>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よう設計すること。 ④～⑧ (省略)</p>
<p>六 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、津波の繰り返しによる影響及び津波による二次的な影響（洗掘、砂移動及び漂流物等）を考慮すること。 七 (省略)</p>			<p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】 5. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件 5.1 津波防護施設の設計</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>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設計すること。</p>	<p>(2)設計方針の確認に加え、入力津波に対して津波防護機能が十分保持できる設計がなされることの見通しを得るため、以下の項目について、設定の考え方を確認する。確認内容を以下に例示する。</p> <p>① 荷重組合せ</p> <p>a) 余震が考慮されていること。耐津波設計における荷重組合せ： 常時＋津波、常時＋津波＋地震（余震）</p>	<p>c. 主要な構造物の境界部には、想定される荷重及び相対変位を考慮し、止水目地等を設置し、止水処置を講じる設計とする。</p> <p>このため、防波壁の止水目地部等について、地震時の挙動を踏まえ、止水構造の成立性を確認する。</p> <p>d. 防波壁通路防波扉については、原則閉運用とするが、開放後の確実な閉操作、中央制御室における閉止状態の確認、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を整備する。</p> <p>1号炉取水槽流路縮小工について、以下のとおり設計及び運用する方針とする。</p> <p>a. 1号炉取水路を遡上する津波に対して、1号炉取水槽から敷地への津波の到達、流入を防止するため、流路縮小工を設置する。</p> <p>b. 流路縮小工は、津波荷重や地震荷重に対して津波防護機能が十分に保持できる設計とする。</p> <p>(2) 防波壁、防波壁通路防波扉及び1号炉取水槽流路縮小工に作用する荷重の組合せは、漂流物による荷重、余震による荷重、その他自然現象による荷重（風荷重、積雪荷重等）と入力津波の荷重を適切に組み合わせる。また、許容限界は、地震後、津波後の再使用性や津波の繰り返し作用に対して津波防護機能が維持できるよう設定する。</p> <p>①防波壁及び防波壁通路防波扉の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重、余震荷重及び漂流物衝突荷重を適切に組み合わせた条件で評価を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重＋地震荷重</li> <li>・常時荷重＋津波荷重</li> <li>・常時荷重＋津波荷重＋余震荷重</li> <li>・常時荷重＋津波荷重＋漂流物衝突荷重</li> </ul> <p>また、設計に当たっては、その他自然現象による</p>	<p>防波壁の構造成立性（論点3）</p> <p>3-3 防波壁の止水目地部等において、止水機能を確保する必要がある。</p>



<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
	<p>② 荷重の設定 a) 津波による荷重(波圧、衝撃力)の設定に関して、考慮する知見(例えば、国交省の暫定指針等)及びそれらの適用性。 b) 余震による荷重として、サイト特性(余震の震源、ハザード)が考慮され、合理的な頻度、荷重レベルが設定される。 c) 地震により周辺地盤に液状化が発生する場合、防潮流基礎杭に作用する側方流動力等の可能性を考慮すること。</p>	<p>荷重(風荷重、積雪荷重等)について、設備の設置状況(形状)等の条件を含めて適切に組合せを考慮する。なお、「常時荷重+津波荷重+余震荷重」については、防波壁のうち、「海域活断層から想定される地震による津波」が到達する部位に対して個別に評価を実施する。ここで、漂流物による荷重により、津波防護機能が保持できない場合には、津波防護施設の一部として漂流物対策工を講じる。 1号炉取水槽流路縮小工の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせた条件で評価を行う。 ・常時荷重+地震荷重 ・常時荷重+津波荷重 ・常時荷重+津波荷重+余震荷重 なお、1号炉取水槽流路縮小工の設置位置に漂流物は想定されないことから、漂流物衝突荷重は考慮しない。 ②防波壁及び防波壁通路防波扉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Ssを考慮する。 津波荷重：津波による水位上昇や、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。 漂流物衝突荷重：対象とする漂流物を定義し、漂流物の衝突力を漂流物衝突荷重として設定する。具体的には、外海に面する津波防護施設に対しては作業船(総トン数10トン)及び漁船(総トン数10トン)を、輪谷湾内に面する津波防護施設に対しては、荷揚場設備(キャスク取扱収納庫約4.3t)、作業船(総トン数10トン)及び漁船(総トン数3トン)を選定する。また、上記漂流物のうち漁船については、</p>	

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
		<p>操業区域及び航行の不確かさがあり、不確かさを考慮した漂流物として周辺漁港の最大の漁船（総トン数19トン）を考慮する。また、施設護岸から500m以遠で操業及び航行する漁船（最大：総トン数19トン）については、漂流物となった場合においても津波防護施設に到達する可能性は十分に小さいが、仮に500m以遠から津波防護施設に衝突する漂流物として考慮する。衝突荷重が作用する位置は、津波防護施設全線において安全側に入力津波高さに高潮ハザードの裕度を加えた高さを用いる。なお、海域活断層から想定される地震による津波においては、入力津波高さ以下の防波壁の部位においても漂流物が衝突するものとして考慮する。「道路橋示方書（I共通編・IV下部構造編）・同解説（平成14年）」を参考とした衝突荷重を示すが、その他の算定式の適用性についても検討し、漂流物衝突荷重が安全側の設定となるように考慮する。</p> <p>余震荷重：余震による地震動として弾性設計用地震動S<sub>d-D</sub>を余震荷重として設定する。</p> <p>1号炉取水槽流路縮小工の設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。</p> <p>常時荷重：自重等を考慮する。</p> <p>地震荷重：基準地震動S<sub>s</sub>を考慮する。</p> <p>津波荷重：津波による水位上昇や、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。</p> <p>余震荷重：余震による地震動として弾性設計用地震動S<sub>d-D</sub>を余震荷重として設定する。</p> <p>なお、敷地内には液状化検討対象層があるため、液状化の有無を確認する必要がある。このため、有効応力解析により、地震時の液状化影響の評価を行う。</p>	<p>適合のための確認事項</p> <p>地盤の液状化影響（論点4） 3-2 敷地内には液状化検討対象層があるため、液状化の有無を確認する必要がある。</p>

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p> <p>③ 許容限界 a) 津波防護機能に対する機能保持限界として、当該 構造物全体の变形能力（終局耐力時の変形）に対 して十分な余裕を有し、津波防護機能を保持するこ と。（なお、機能損傷に至った場合、地震、津波後の再 使用性が必要となることから、地震、津波後の再 使用性に着目した許容限界にも留意する必要がある。）</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>③ 防波壁及び防波壁通路防波扉の津波防護機能に 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 全体の变形能力に対して十分な余裕を有するよう、 構成する部材がおおむね弾性域内に収まることを 基本とする。なお、防波壁通路防波扉の止水性能に ついては止水性能確認試験で確認する。 1号貯取水槽流路縮小工の津波防護機能に対す る機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性 及び津波の繰り返し作用を想定し、当該構造物全体 の变形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成 する部材がおおむね弾性域内に収まることを基本 として津波防護機能を保持する。</p>	<p>適合のための確認事項</p>
---	--	---	-------------------

(2) 浸水防止設備

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>解釈別記3 3 第5条第1項の「安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設的设计に当たっては、以下の方針によること。 一～四 (省略) 五 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こと。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こと。そのため、以下の方針によること。 ①～③ (省略) ④ 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よう設計すること。 ⑤～⑧ (省略) 六 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、津波の繰り返しによる影響(洗掘、砂移動及び漂流物等)を考慮すること。 七 (省略)</p> <p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】 5.2 浸水防止設備の設計 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</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】 5.2 浸水防止設備の設計 (1) 要求事項に適合する設計方針であることを確認する。なお、後段規制(工事計画認可)においては、設備の寸法、構造、強度等が要求事項に適合するものであることを確認する。 (2) 浸水防止設備のうち水密扉等、後段規制において強度の確認を要する設備については、設計方針の確認に加え、入力津波に対して浸水防止機能が十分保持できる設計がなされることの見通しを得るため、津波防護施設と同様に、荷重組合せ、荷重の設定及び許容限界(当該構造物全体の変形能力に對して十分な余裕を有し、かつ浸水防止機能を保持すること)の項目についての考え方を確認する。</p>	<p>浸水防止設備(屋外排水路逆止弁、除じん機エリア防水壁、除じん機エリア水密扉、復水器エリア防水壁、復水器エリア水密扉、床ドレン逆止弁、隔離弁、ポンプ及び配管並びに貫通部止水処置)については、基準地震動<math>S_s</math>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を評価し、越流時の耐性にも配慮したうえで、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。なお、浸水防護重点化範囲内に設置する海域に接続する低耐震クラスのポンプ及び配管のうち、破損した場合に津波の流入経路となるポンプ及び配管については、基準地震動<math>S_s</math>による地震力に対してバウダリ機能を保持する設計とする。  具体的には、以下のとおりである。 (1) 浸水防止設備(屋外排水路逆止弁、除じん機エリア防水壁、復水器エリア水密扉、復水器エリア防水壁、復水器エリア水密扉、床ドレン逆止弁、隔離弁、ポンプ及び配管並びに貫通部止水処置)について、浸水時の荷重等に対する耐性を評価し、浸水防止機能が維持できるよう設計する。 (2) 浸水防止設備に作用する荷重の組合せは、漂流物による荷重、余震による荷重、その他自然現象による荷重(風荷重、積雪荷重等)と入力津波の荷重を適切に組み合わせる。許容限界は、地震後、津波の再使用性や津波の繰り返し作用に対して浸水防止機能が維持できるよう設定する。また、浸水防止設備のうち水密扉は、確実に閉止できる手順を整備する。</p>	

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>浸水防止機能が十分に保持できるよう設計すること。</p>	<p>(3) 浸水防止設備のうち床・壁貫通部の止水対策等、後段規制において仕様（施工方法を含む）の確認を要する設備については、荷重の設定と荷重に対する性能確保についての方針を確認する。</p>	<p>屋外排水路逆止弁、除じん機エリア防水壁、除じん機エリア水密扉、復水器エリア防水壁、復水器エリア水密扉及び床ドレン逆止弁における許容限界は、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。</p> <p>また、隔離弁、ポンプ及び配管については、地震荷重に対しては、浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後の再使用性が考慮し、塑性ひずみが生じる場合であってもその量が小さなレベルに留まることを基本とし、浸水防止機能を保持していることを確認する。</p> <p>津波荷重（余震荷重含む）に対しては、浸水防止機能に対する機能保持限界として、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、止水性の面も踏まえることにより、当該設備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し、浸水防止機能を保持していることを確認する。なお、止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。</p> <p>(3) 貫通部止水処置については、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、止水性の維持を考慮して、貫通部止水処置が健全性を維持することとする。</p> <p>貫通部止水処置は、充てん構造及びブーツ構造に大別され、これらの貫通部止水処置は、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設計する。</p>	

(3) 津波監視設備

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>解釈別記3 3 第5条第1項の「安全機能が損なわれないおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設的设计に当たっては、以下の方針によること。 一～四 (省略) 五 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こと。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こと。そのため、以下の方針によること。 ①～④ (省略) ⑤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等)に対して、影響を受けにくい位置への設置及び影響の防止策・緩和策を検討し、入力津波に対して津波監視機能が十分に保持できること。 ⑥～⑧ (省略) ⑥～七 (省略)</p> <p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】 5.3 津波監視設備の設計 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。</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】 5.3 津波監視設備の設計 (1)(3.2.1)の週上解析結果に基づき、津波影響を受けにくい位置、及び津波影響を受けにくい建屋・区画・囲い等の内部に設置されることを確認する。 (2)要求事項に適合する設計方針であることを確認する。なお、後段規制(工事計画認可)においては、設備の位置、構造(耐水性を含む)、地震荷重・風荷重との組合せを考慮した強度等が要求事項に適合するものであることを確認する。</p>	<p>津波監視設備の設計について、津波の影響を受けにくい位置に設置するとともに、設備に作用する荷重を適切に組み合わせる。 具体的には、以下のとおりである。 (1)津波監視カメラ、取水槽水位計について、入力津波に対して波力及び漂流物の影響を受けにくい位置に設置し、津波監視機能を維持できる設計とする。 (2)また、余震による荷重、その他自然現象による荷重(風荷重、積雪荷重等)と入力津波の荷重の組合せを考慮する。 津波監視カメラは、津波の影響を受けない場所に設置するため、津波荷重の考慮は不要であり、常時荷重+余震荷重の組合せは、以下の組合せに包絡されるため、これらを適切に組み合わせて設計を行う。 ・常時荷重+地震荷重 また、設計に当たっては、その他自然現象による荷重との組合せを適切に考慮する。 固定荷重：自重等を考慮する。 地震荷重：基準地震動<math>S_s</math>による地震力を考慮する。 積雪荷重：屋外に設置される津波カメラ設置用架台及び電線管に対しては、堆積量35cmを考慮する。 風荷重：基準風速30m/s相当の風荷重を受けた場合においても、津波監視カメラ設置用架台及び電線管は継続監視可能であることを確認する。 なお、降雨に対しては、津波監視カメラは防水性</p>	

設置許可基準規則／解積、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
		<p>能 IP66 (あらゆる方向からのノズルによる強力なジェット噴流水によっても有害な影響を及ぼしてはならない) に適合する設計とする。</p> <p>取水槽水位計の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重＋地震荷重</li> <li>・常時荷重＋津波荷重</li> <li>・常時荷重＋津波荷重＋余震荷重</li> </ul> <p>なお、取水槽水位計は、取水槽に設置するものであり、取水口、取水路への漂流物は想定されないため、漂流物による荷重は考慮しない。</p> <p>固定荷重：自重等を考慮する。</p> <p>地震荷重：基準地震動 <math>S_s</math> による地震力を考慮する。</p> <p>津波荷重：潮位のばらつきを考慮した取水槽における入力津波高さ <math>EL. + 10.6m</math> に、参照する裕度である <math>+0.64m</math> を含めても、保守的な値である津波荷重水位 <math>EL. + 11.3m</math> (許容津波高さ) を考慮する。</p> <p>余震荷重：余震による地震動として弾性設計用地震動 <math>S_d-D</math> を余震荷重として設定する。</p>	



(4) 施設、設備等の設計又は評価に係る検討事項

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>解説別記3 3 第5条第1項の「安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならぬ」を満たすために、基準津波に対する設計基準対象施設の設計に当たっては、以下の方針によること。 一～四 (省略) 五 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こと。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こと。そのため、以下の方針によること。 ①～⑤ (省略) ⑥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、防潮堤等の津波防護施設及び浸水防止設備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こと。 ⑦上記③、④及び⑥の設計等においては、耐津波設計上の十分な余裕を含めるため、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、洗掘力及び浮力等）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。また、余震の発生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合せを考慮すること。さらに、入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返し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こと。 ⑧津波防護施設及び浸水防止設備の設計に当たつ</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】 5.4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項 5.4.1 津波防護施設、浸水防止設備等の設計における検討事項 (1)津波荷重の設定、余震荷重の考慮、津波の繰り返し作用の考慮のそれぞれについて、要求事項に適合する方針であることを確認する。以下に具体的な方針を例示する。 ① 津波荷重の設定については、以下の不確かさを考慮する方針であること。 a) 入力津波が有する数値計算上の不確かさ b) 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(上記b)の不確かさの考慮に当たっては、例えば抽出した不確かさの要因によるパラメータスタディ等により、荷重設置に考慮する余裕の程度を検討する方針であること。</p>	<p>津波荷重の設定において不確かさを考慮すること、津波の繰り返し作用を適切に組み合わせることで、十分な余裕を考慮して津波防護施設及び浸水防止設備を設計する。 具体的には以下のとおりである。 (1)津波荷重の設定、余震荷重の考慮、津波の繰り返し作用の考慮について、以下の方針とする。 ①津波防護施設及び浸水防止設備の設計について、以下の方針とする。また、津波による荷重の設定において、津波の数値シミュレーションに含まれる不確かさ等を考慮する方針とする。 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。 各施設・設備の設計及び評価に使用す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。</p>	<p>適合のための確認事項</p>



設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>て、津波影響軽減施設・設備の効果を考慮する場合は、このような施設・設備についても、入力津波に対して津波による影響の軽減機能が保持されるよう設計するとともに、上記⑥及び⑦を満たすこと。六～七（省略）</p> <p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</p> <p>5.4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項</p> <p>5.4.1 津波防護施設、浸水防止設備等の設計における検討事項</p> <p>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、津波の繰り返し作用の考慮）を満足すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・各施設・設備等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。</li> <li>・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。</li> <li>・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こと。</li> <li>・入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り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。</li> </ul>	<p>② 余震荷重の考慮については、基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性がある余震（地震）について、そのハザードを評価するとともに、基準津波の継続時間のうち最大水位変化を発生する時間帯において発生する余震レベルを検討する方針であること。また、当該余震レベルによる地震荷重と基準津波による荷重は、これらの発生確率の推定に幅があることを考慮して安全側に組み合わせる方針であること。</p> <p>③ 津波の繰り返し作用の考慮については、各施設・設備の入力津波に対する許容限界が当該構造物全体の変形能力（終局耐力時の変形）に対して十分な余裕を有し、かつ津波防護機能・浸水防止機能を保持すると設定されれば、津波の繰り返し作用による直接的影響は無いものとみなせるが、漏水、二次的影響（砂移動、漂流物等）による累積的な作用又は経時的な変化が考えられる場合は、時刻歴波形に基づいた、安全性を有する検討方針であること。</p>	<p>津波波力の算定においては、津波波力算定式等、幅広く知見を踏まえて、十分な余裕を考慮する。漂流物の衝突による荷重の評価に際しては、津波の流速による衝突速度の設定における不確実性を考慮し、流速について十分な余裕を考慮する。</p> <p>② 基準津波と余震とが重なる可能性を検討し、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。余震による荷重については、基準津波の最大水位が発生する時間帯に起きる余震に対して、余震としてのハザードを考慮した安全側の評価として、全ての周期を包絡する地震動を弾性設計用地震動の中から設定する。</p> <p>③ 入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返し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。</p> <p>津波の繰り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又は経時的な変化が考えられる場合は、時刻歴波形に基づいた安全性を有する検討を行う。</p> <p>具体的には、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・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、津波の繰り返し襲来を考慮する。</li> <li>・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うえで、取水口を閉塞するような漂流物の可能性を検討する。</li> </ul>	適合のための確認事項

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
		<p>防波壁の設計に用いる津波荷重については、入 力津波から得られる荷重に対して、不確かさにつ いても考慮して設定する。また、余震を定義し余 震荷重を設定する。そのうえで、常時荷重、地震 時荷重、津波荷重、余震荷重及び漂流物衝突荷重 を適切に組み合わせた設計を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・常時荷重＋地震荷重</li> <li>・常時荷重＋津波荷重</li> <li>・常時荷重＋津波荷重＋余震荷重</li> <li>・常時荷重＋津波荷重＋漂流物衝突荷重</li> </ul> <p>上記の設定に当たっては、その他自然現象によ る荷重との組合せの妥当性を確認する。</p> <p>また、敷地に液化化検討対象層があるため、防 波壁基礎（鋼管杭等）に作用する側方流動等の可 能性を確認する。</p> <p>許容限界については、防波壁の変形能力に対し て十分な余裕を有することを確認する。</p>	<p>防波壁の構造成立性（論点3） 3-4 基準津波による遡上波の水位が高いため、防波 壁の構造設計に当たっては、津波荷重、荷重の組合 せ、許容限界を適切に設定する必要がある。</p>

設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項	基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容	適合のための対応状況	適合のための確認事項
<p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</p> <p>5.4.2 漂流物による波及的影響の検討</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	<p>【津波ガイド：確認内容】</p> <p>5.4.2 漂流物による波及的影響の検討</p> <p>(1) 漂流物による波及的影響の検討方針が、要求事項に適合する方針であることを確認する。</p> <p>(2) 設計方針の確認に加え、入力津波に対して津波防護機能が十分保持できる設計がなされることの見通しを得るため、以下の例のような具体的な方針を確認する。</p> <p>① 敷地周辺の遡上解析結果等を踏まえて、敷地周辺の陸域の建物・構築物及び海域の設置物等を網羅的に調査した上で、敷地への津波の襲来経路及び遡上経路並びに津波防護施設の外側の発電所敷地内及び近傍において発生する可能性のある漂流物を特定する方針である</p> <p>こと。なお、漂流物の特定に当たっては、地震による損傷が漂流物の発生可能性を高めることを考慮する方針であること。</p>	<p>適合のための対応状況</p> <p>漂流物による波及的影響について、荷重の組合せを考慮して津波防護施設及び浸水防止設備が漂流物による波及的影響を受けないよう設計する。</p> <p>また、本発電所荷揚場に停泊する燃料等輸送船等については、津波襲来時に退避する手順を整備して的確に実施すること等により、漂流物としない。</p> <p>具体的には、以下のとおりである。</p> <p>(1) 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。</p> <p>(2) 入力津波に対して津波防護機能が十分保持できる設計とする。具体的には以下のとおりである。</p> <p>① 防波壁及び防波壁通路防波扉においては、2.5節における「2.5.2 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「(3) 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」において検討した漂流物のうち、外海に面する津波防護施設に対しては作業船（総トン数 10 トン）及び漁船（総トン数 10 トン）を、輪谷湾内に面する津波防護施設に対しては、入力津波高さを考慮し、荷揚場設備（キャスタク取扱収納庫約 4.3t）、作業船（総トン数 10 トン）及び漁船（総トン数 3 トン）による漂流物衝突荷重と入力津波による荷重の組合せを考慮することで、津波防護施設及び浸水防止設備が</p>	<p>適合のための確認事項</p>

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
	<p>② 漂流防止装置、影響防止装置は、津波による波力、漂流物の衝突による荷重との組合せを適切に考慮して設計する方針であること。</p>	<p>入力津波による波力及び漂流物の衝突力に対して十分耐える構造として設計する。また、上記漂流物のうち漁船については、操業区域及び航行の不確かさがあり、不確かさを考慮した漂流物として周辺漁港の最大の漁船（総トン数19トン）を考慮する。なお、施設護岸から500m以遠で操業及び航行する漁船（最大：総トン数19トン）については、漂流物となった場合においても津波防護施設に到達する可能性は十分に小さいが、仮に500m以遠から津波防護施設に衝突する漂流物として考慮する。また、燃料等輸送船等の荷揚場に停泊する船舶については、津波警報等が発表された場合において、荷役作業等を中断し、陸側作業員及び輸送物を退避させるとともに、緊急離岸する船舶との退避状況に関する情報連絡を行う手順等を整備し、緊急離岸を的確に実施することにより、漂流物にならない。なお、緊急退避できない場合には、荷揚場に係留することから、漂流物にならない。</p> <p>② 漂流物による荷重により、津波防護機能が保持できない場合には、津波防護施設の一部として漂流物対策工を講じる。また、輪谷湾の荷揚場に係留された燃料等輸送船が漂流した場合は、取水口に到達する可能性が否定できないことから、係留索を固定する係船柱及び係船環を漂流防止装置として設計する。</p>	

<p>設置許可基準規則／解釈、 基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの要求事項</p>	<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る 審査ガイドの確認内容</p>	<p>適合のための対応状況</p>	<p>適合のための確認事項</p>
<p>【津波ガイド：規制基準における要求事項等】</p> <p>5.4.3 津波影響軽減施設・設備の扱い 津波防護施設、設備の設計において津波影響軽減施設・設備の効果を検討する場合、津波影響軽減施設・設備は、基準津波に対して津波による影響の軽減機能が保持されるよう設計すること。</p> <p>津波影響軽減施設・設備は、次に示す事項を考慮すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地震が津波影響軽減機能に及ぼす影響</li> <li>・漂流物による波及的影響</li> <li>・機能損傷モードに対応した荷重について十分な余裕を考慮した設定</li> <li>・余震による荷重と地震による荷重の荷重組合せ</li> <li>・津波の繰り返し襲来による作用が津波影響軽減機能に及ぼす影響</li> </ul>	<p>【津波ガイド：確認内容】</p> <p>5.4.3 津波影響軽減施設・設備の扱い (1)津波影響軽減施設・設備の効果に期待する場合における当該施設・設備の検討方針が、要求事項に適合する方針であることを確認する。</p>	<p>津波影響軽減施設は設置しない。</p>	

浸水防止設備のうち機器・配管系の基準地震動  $S_s$  に対する許容限界について

## 1. 概要

島根 2 号炉の浸水防止設備は、「4.2 浸水防止設備の設計 第 4.2-1 表 浸水防止設備の種類と設置位置」に示したとおり、建物・構築物及び機器・配管系から成る。建物・構築物に属する防水壁及び水密扉は、鋼製の構造物であるが、大きな変形が生じた場合はその取付部、閉止部等（防水壁の鋼板の繋ぎ目、水密扉のフレームと扉の間隙等）が津波の浸水経路となり得ることから、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する。また、建物・構築物のうち屋外排水路逆止弁並びに機器・配管系のうち床ドレン逆止弁については、鉄筋コンクリート製の建物・構築物に直接設置され、当該設備に大きな変形が生じて躯体との取付部に間隙が生じた場合は津波の浸水経路となり得ることから、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する。これらの設備に対する許容限界は、他プラントの浸水防止設備に係る設工認において適用実績がある。これに対し、島根 2 号炉の浸水防止設備には、表 1 に示すとおり、機器・配管系に属する隔離弁、ポンプ及び配管系があることから、その許容限界を定める必要がある。

ポンプ及び配管系（隔離弁を含む。以下同じ。）は、耐震重要施設として基準地震動  $S_s$  に対する弾性解析を用いた耐震設計の実績が十分にある。これらの設備は、延性に優れた鋼製部材で構成されており、延性破断、塑性崩壊、疲労破損等の損傷モードを考慮して応力等を制限する許容限界が定められている。従来からの耐震設計と同様に、基準地震動  $S_s$  による地震荷重に対する許容限界は「塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルにとどまって破断延性限界に十分な余裕を有すること」を基本とし、具体的には「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 - 1987, 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・ 補 - 1984, 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 - 1991 追補版（以下、「J E A G 4 6 0 1 という。」）」に定める許容応力状態  $IV_A S$  の許容限界を適用する。また、基準地震動  $S_s$  に対する浸水防止機能保持の信頼性を高めるために、弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力に対しておおむね弾性状態にとどまる設計とする。なお、浸水防止設備に該当する隔離弁、ポンプ及び配管系の耐震設計にあたっては、浸水防止機能保持の観点で適切な評価部位を選定する。

浸水防止設備に該当する各設備の基準地震動  $S_s$  に対する許容限界を整理し

て表2に示す。本資料は、浸水防止設備のうち隔離弁、ポンプ及び配管系の許容限界に対して、浸水防止機能保持の観点での適用性及び妥当性を示すものである。なお、隔離弁、ポンプ及び配管系を地震後に再使用する場合は、点検、評価等を実施し、その健全性を確認のうえで使用する。

表1 浸水防止設備のうち機器・配管系に属する隔離弁、ポンプ及び配管系

系統	設備
タービン補機海水系	ポンプ
	ポンプ出口弁，第二出口弁，放水側逆止弁
	配管系（ポンプ～第二出口弁）
	配管系（放水槽～逆止弁）
液体廃棄物処理系 （ランドリドレン系）	逆止弁
	配管系（放水槽～逆止弁）
循環水系	ポンプ
	配管系（取水槽循環水ポンプエリア内）
原子炉補機海水系 高圧炉心スプレイ補機海水系	配管系（放水槽～熱交出口）
除じん系	ポンプ
	配管系（取水槽海水ポンプエリア内）

表2 浸水防止設備に該当する各設備の基準地震動  $S_s$  に対する許容限界

区分	設備	基準地震動 $S_s$ に対する許容限界	許容限界設定の考え方
建物・構築物	防水壁及び水密扉	構成する部材が弾性域内に収まることを基本とし、浸水防止機能を保持していることを確認する。	鋼製の構造物であるが、大きな変形が生じた場合はその取付部、閉止部等（防水壁の鋼板の繋ぎ目、水密扉のフレームと扉の間隙等）が津波の浸水経路となり得るため、おおむね弾性状態にとどまる設計とし、浸水防止機能を保持する。
建物・構築物	屋外排水路逆止弁	構成する部材が弾性域内に収まることを基本とし、浸水防止機能を保持していることを確認する。	鉄筋コンクリート製の建物・構築物に直接設置され、当該設備に大きな変形が生じて躯体との取付部に間隙が生じた場合は津波の浸水経路となり得るため、おおむね弾性状態にとどまる設計とし、浸水防止機能を保持する。
機器・配管系	床ドレン逆止弁		
機器・配管系	隔離弁、ポンプ及び配管系	塑性ひずみが生じる場合であってもその量が小さなレベルにとどまることを基本とし、浸水防止機能を保持していることを確認する。	延性に優れた鋼製部材で構成されており、延性破断、塑性崩壊、疲労破損等の損傷モードを考慮して応力等を制限することから、これを満足する設計とし、浸水防止機能を保持する。

## 2. 適用実績及び適用性

浸水防止設備のうちポンプ及び配管系の地震荷重に対する許容限界（許容応力状態  $IV_A S$  の許容限界）について、従来からの耐震設計に係る規格・基準等を整理して適用実績を示すとともに、浸水防止機能の保持に係る許容限界としての適用性を以下に示す。

### (1) 機器・配管系のバウンダリ機能保持に係る規格・基準等

耐震重要施設の基準地震動  $S_s$  に対する許容限界について、設置許可基準規則の解釈別記-2において以下のとおり規定されており、浸水防止設備のうちポンプ及び配管系の地震荷重に対する許容限界はこれと同等の内容である。具体的な許容限界としては、「耐震設計に係る工認審査ガイド」において「安全上適切と認められる規格及び基準等」とされている J E A G 4 6 0 1 に基づき許容応力状態  $IV_A S$  の許容限界を設定する。J E A G 4 6 0 1 は従来から機器・配管系の耐震設計に広く用いられており、原子炉冷却材圧力バウンダリ、原子炉格納容器バウンダリ等の安全上重要な設備を含めて適用実績がある。



## 設置許可基準規則の解釈 別記-2より抜粋

6 第4条第3項に規定する「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ぬ」ことを満たすために、基準地震動に対する設計基準対象施設的设计に当たっては、以下の方針によること。

一 耐震重要施設のうち、二以外のもの

(中略)

- ・機器・配管系については、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時に生じるそれぞれの荷重と基準地震動による地震力を組み合わせた荷重条件に対して、その施設に要求される機能を保持すること。なお、上記により求められる荷重により塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、その施設に要求される機能に影響を及ぼさないこと。

(以下省略)

### (2) 浸水防止機能の保持に係る許容限界としての適用性

浸水防止設備の有する機能は、津波の浸水防止機能である。内部流体に対する水密性又は気密性を確保するというバウンダリ機能は、浸水防止設備と他の耐震重要施設で同等である。したがって、浸水防止設備のうちポンプ及び配管系に対して、耐震重要施設のバウンダリ機能保持に適用される許容応力状態 $IV_A S$ の許容限界を適用することは妥当である。

### 3. 評価部位ごとの許容限界の妥当性

浸水防止設備のうちポンプ及び配管系の地震荷重に対する許容限界として許容応力状態 $IV_A S$ の許容限界を適用することについて、評価部位ごとにその妥当性を確認する。

#### (1) ポンプ、配管及び隔離弁（弁箱部のバウンダリ機能）

ポンプ（ディスチャージケーシング他）、配管及び隔離弁（弁箱部のバウンダリ機能）は、バウンダリ機能の喪失に至るおそれのある損傷モードを考慮して応力等を制限するように許容限界が定められている。許容応力状態 $IV_A S$ の許容限界は、構造物が塑性変形した場合であっても、過大な変形等が生じて当該施設の機能に影響を及ぼすことがないこととされており、基準地震動 $S_s$ に対して許容応力状態 $IV_A S$ の許容限界を満足する設計とすることにより、地震後においてもバウンダリ機能を保持することができる。

鋼製材料は延性に優れているため、荷重を加えて塑性ひずみが生じた後に、再度、荷重を負荷した場合であっても、構造物に生じる応力が降伏点を超えな

い範囲ではおおむね弾性的な挙動となる。鋼製材料（炭素鋼）の応力－ひずみ線図の一例を図1に示す。応力－ひずみ線図は、材料の単調引張試験により取得されたものであるが、交番荷重に対しては、降伏応力を超過する応力が生じた場合、塑性変形が発生するものの、荷重を除荷して再度負荷すると弾性的な挙動を繰り返す。このような鋼製材料の特性をシェイクダウンという。シェイクダウンに係る解説を引用し、図2に示す。

配管系を例として、基準地震動 $S_s$ に相当する地震を受けた後に津波荷重（余震荷重含む）を受けた場合の挙動（復元力－変形量の関係と応力－ひずみの関係）を図3に示す。クラス1配管の場合、許容限界は許容応力状態 $III_{AS}$ では一次応力 $2.25S_m$ 、一次＋二次応力 $3S_m$ （全振幅）であり、許容応力状態 $IV_{AS}$ では一次応力 $3S_m$ 、一次＋二次応力 $3S_m$ （全振幅）である。ここでは、基準地震動 $S_s$ により $3S_m$ の一次応力が生じ、その後に津波荷重（余震荷重含む）を受けることを想定する。また、配管系を曲げの地震荷重（交番荷重）を受けるはり（弾完全塑性体）として、弾性体に生じる変位が弾完全塑性体に生じるとする。なお、表1に示した浸水防止設備の配管系はクラス3配管に該当するが、これらの配管系の材質（炭素鋼）に関してはクラス3配管の許容応力状態 $IV_{AS}$ の許容応力 $0.9S_u$ より $3S_m (=2S_y)$ の方が大きいため、クラス3配管の挙動は図3に示すクラス1配管の挙動より更に制限される。

図3において、基準地震動 $S_s$ による曲げの地震荷重を受けたはりは、点Aにて端部が降伏応力に達し、荷重を増すと点Bにて復元力－変形量関係での降伏点（許容応力状態 $III_{AS}$ の許容限界に達した状態）に至る。さらに地震荷重を増大させて弾性応力が $3S_m (=2S_y)$ に達した状態が点Cであり、塑性変形が発生している。ここで地震荷重を除荷すると復元力がゼロとなるため、内力もゼロとなるように塑性変形に伴う残留応力が生じて点Dに至る。地震後の点Dの状態から津波荷重（余震荷重含む）を受けた場合、引張側の荷重に対しては点Dから点Eに至ったのち点Fに戻るという弾性的な挙動を示す。また、圧縮側の荷重に対しては、点Gにて端部が降伏するが、復元力－変形量の関係で見れば点Fから点Iまで弾性的な挙動を示す。津波荷重（余震荷重含む）に対してはおおむね弾性にとどまる設計とすることから、荷重が繰り返された場合、応力－ひずみ関係の点A E G Hの範囲内の状態にあり、復元力－変形量関係の点E H間で弾性的に挙動する。

このように、津波荷重（余震荷重含む）に対しては構成する材料が弾性にとどまることを許容限界とするため、基準地震動 $S_s$ による地震力が作用した後に津波荷重が作用することを想定したとしても、繰り返し作用する津波荷重に対してシェイクダウンによりおおむね弾性的な挙動となることから、ラチェット変形が進行してバウンダリ機能を喪失することはない。なお、基準地震動 $S$

s の地震荷重により  $3S_m$  の一次応力が生じた場合、図 3 の点 A から点 C に至る過程で一次＋二次応力が  $3S_m$  (全振幅) を超過するが、J E A G 4 6 0 1 に基づき弾塑性解析及び疲労評価を行うことにより疲労破損が生じないことを確認する。

以上のことから、基準地震動  $S_s$  に対して許容応力状態  $IV_A S$  の許容限界を満足するよう設計することにより、ポンプ及び配管の浸水防止機能を保持することができる。

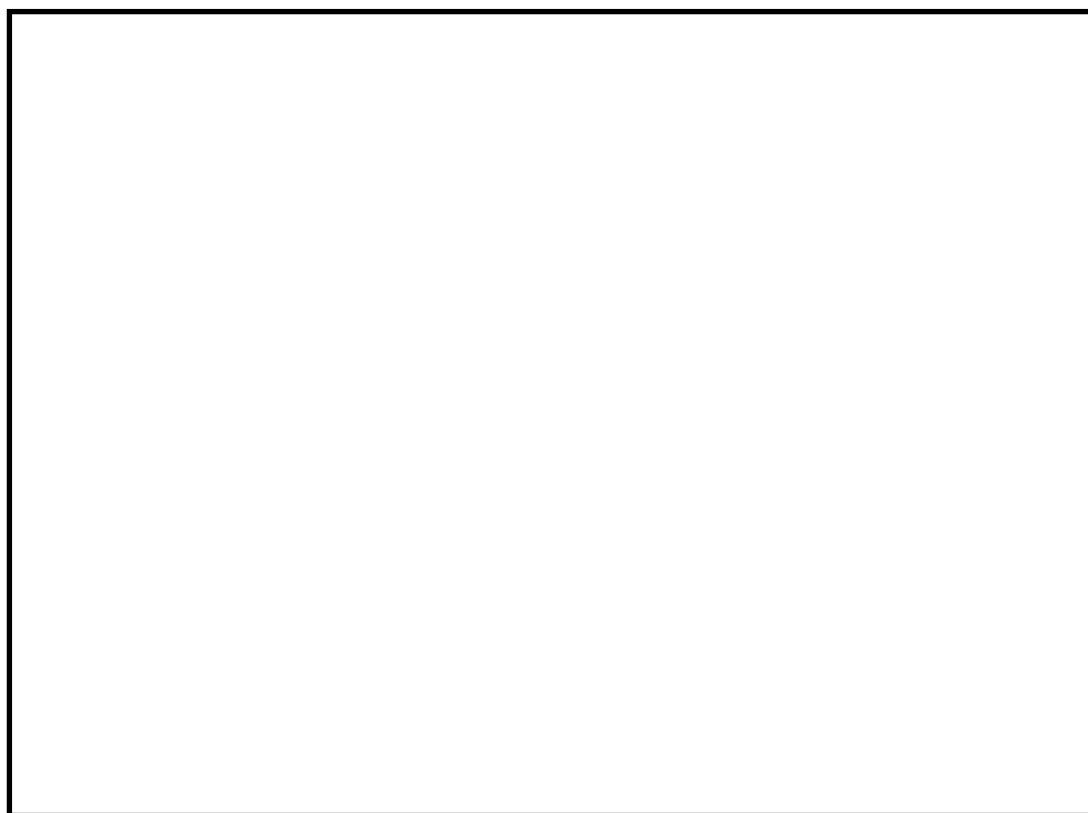
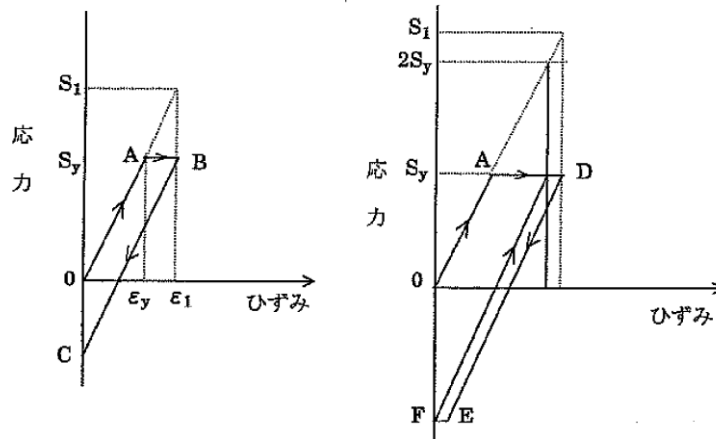


図 1 炭素鋼の応力－ひずみ線図の一例

出典：平成 11 年度原子力発電施設耐震信頼性実証試験に関する報告書その 3 配管系終局強度実証試験，平成 12 年 3 月，（財）原子力発電技術機構

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません



(a)  $S_y < S_1 \leq 2S_y$                       (b)  $S_1 > 2S_y$

解説図 3112-1 降伏点を超える場合のひずみ履歴

(a)において、降伏点を超えるひずみ  $\epsilon_1 (> \epsilon_y)$  を生じる荷重をかけた後 (0→A→B) この荷重を減じていくと B→C に沿って変わる。このとき計算上の弾性応力は  $S_1 = E \epsilon_1$  である。

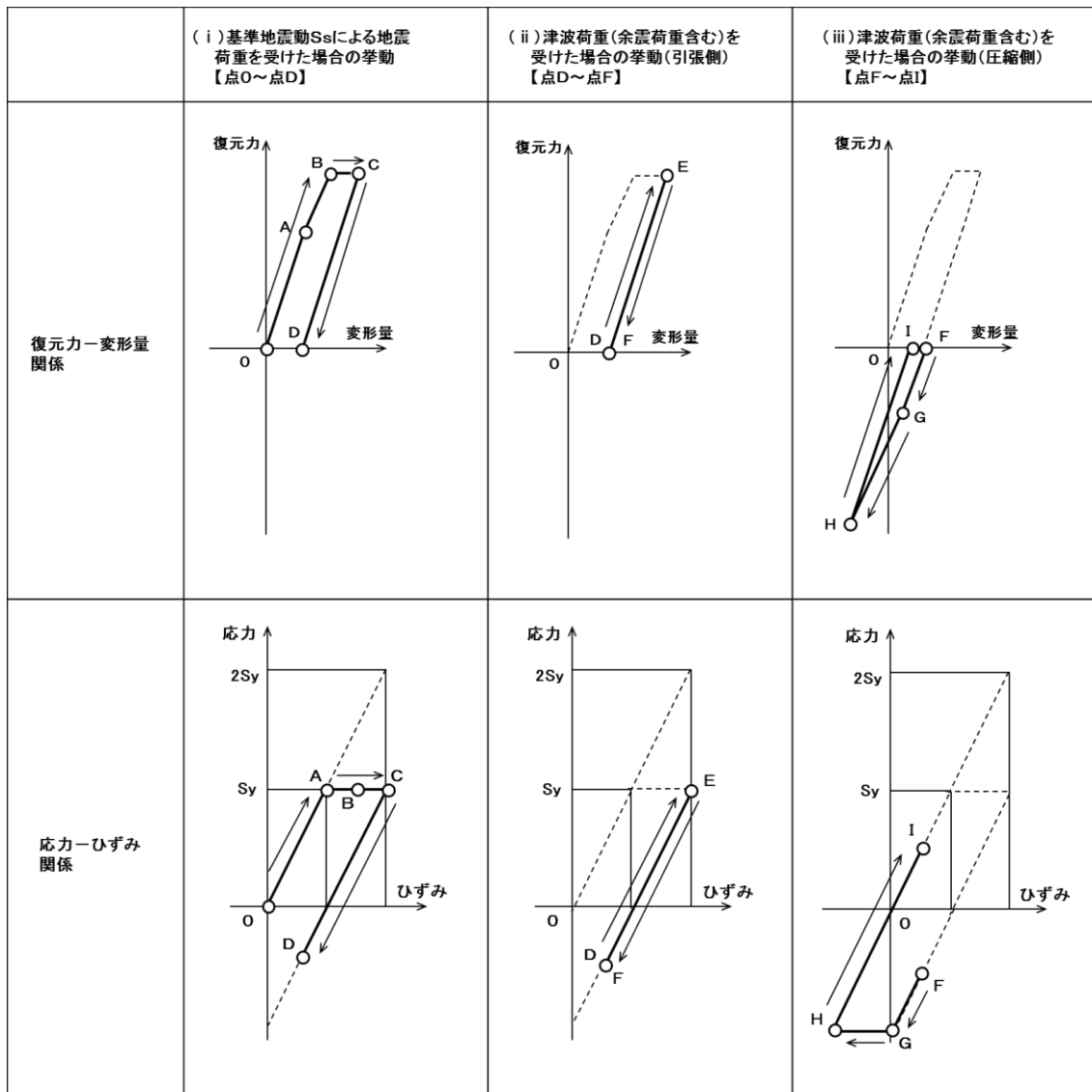
ここでは二次応力について考えているので、荷重のかかり方としては、応力が 0 から  $S_1$  へ、そして  $S_1$  から 0 へと繰り返すのではなく、ひずみが 0 から  $\epsilon_1$ 、そして  $\epsilon_1$  から 0 へと繰り返す。ひずみが  $\epsilon_1$  から 0 へ戻った時、材料には  $S_1 - S_y$  の大きさの残留圧縮応力が発生することになる (C 点)。2 回目以上の荷重に対しては、応力が引張りになる前にこの残留圧縮応力を取り除くことになり、 $S_1 - S_y$  だけ弾性領域が増大したようになる。もし、 $S_1 = 2S_y$  であるならば、弾性領域は  $2S_y$  となるが、それを超えると (b) における EF に示すように圧縮側に降伏してしまい、それ以降の全てのサイクルにおいては塑性ひずみを生じる。従って、 $2S_y$  が弾性的挙動にシェイクダウンする二次応力の計算上の最大値となる。

この応力強さの限界を供用状態 A および供用状態 B についてのみ限定する理由は、疲労解析が必要であり、その前提条件として、一次応力と二次応力を加えて求めた応力強さの評価を行うためである。

供用状態 C および供用状態 D については、発電設備の寿命中において、発生する回数が非常に少なく、疲労破壊には顕著な影響を与えないため、あらかじめ疲労解析は不要とされており、従って、一次応力と二次応力を加えて求めた応力強さの評価も必要なくなる。

図 2 シェイクダウンに係る解説

出典: 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007)



- A: 応力-ひずみ関係での降伏点
- B: 復元力-変形量関係での降伏点(Ⅲ<sub>A</sub>S相当)
- C: 基準地震動 $S_s$ の地震荷重による最大変位点(Ⅳ<sub>A</sub>S相当)
- D: 基準地震動 $S_s$ の地震荷重を除荷した後の点
- E: 津波荷重(余震荷重含む)による最大変位点(Ⅲ<sub>A</sub>S相当), 点Cと同一位置
- F: 津波荷重(余震荷重含む)の除荷後の点, 点Dと同一位置
- G: 逆方向への津波荷重(余震荷重含む)の再負荷時の降伏点
- H: 逆方向への津波荷重(余震荷重含む)による最大変位点(Ⅲ<sub>A</sub>S相当)
- I: 逆方向への津波荷重(余震荷重含む)の除荷後の点

注) ここで点Cと点E, 点Dと点Fは同一の位置

図3 基準地震動 $S_s$ による地震荷重及び津波荷重(余震荷重含む)を受けた場合の配管系の挙動

## (2) 隔離弁（弁閉止機能）

隔離弁（弁閉止機能）については、基準地震動  $S_s$  による応答加速度が加振試験等の既往の研究によって機能維持を確認した加速度（以下「機能確認済加速度」という。）を超えないことを確認する。機能確認済加速度は、ヨーク部等の構造上の弱部においても隔離弁の機能に影響を及ぼす変形が生じないこと、弁座からの漏えいが無いことを含めて機能維持することを加振試験等により確認して設定されたものである。したがって、基準地震動  $S_s$  による応答加速度が機能確認済加速度を超えないことにより、地震後においても隔離弁の弁閉止機能を保持することができる。

また、津波荷重に対しては構成する材料が弾性にとどまることを許容限界とするため、基準地震動  $S_s$  による地震力が作用した後に津波荷重が作用することを想定したとしても、繰り返し作用する津波荷重に対してシェイクダウンによりおおむね弾性的な挙動となることから、ラチェット変形が進行して弁閉止機能を喪失することはない。

## (3) 支持構造物

支持構造物はバウンダリ機能を有するものではなく、その機能は配管等の支持機能である。支持構造物は、支持機能の喪失に至るおそれのある損傷モードを考慮して応力等を制限するように許容限界が定められている。したがって、基準地震動  $S_s$  に対して許容応力状態  $IV_A S$  の許容限界を満足するよう設計することにより、支持機能を保持することができる。

## (4) 立形ポンプ取付部

立形ポンプ取付部は、その構造的な特徴から、構成部材が塑性域に至り大変形が生じる場合、バウンダリ機能を保持できないおそれがある。このため、立形ポンプ取付部のボルト材については、おおむね弾性状態にとどまることを確認する。

浸水防止設備に該当するポンプのうち循環水ポンプの構造を図4に示す。取水路からの津波の流入を防止する機能を有する立形ポンプ取付部のボルト材は、基礎ボルト及びポンプ取付ボルトである。浸水防止設備に該当する立形ポンプのボルト材の材質を表3に示す。

これらのボルト材の設計にあたっては、J E A G 4 6 0 1 のその他の支持構造物の規定を適用している。本規定におけるオーステナイト系ステンレス鋼の許容応力は、表4に示すとおり、許容応力状態  $III_A S$  と  $IV_A S$  で同一の値となる。浸水防止機能を有する立形ポンプ取付部に設置された基礎ボルト及びポンプ取付ボルトの材質は、すべてオーステナイト系ステンレス鋼であることから、

許容応力状態Ⅳ<sub>A</sub>Sの許容応力を満足する設計とすることにより、許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>Sの許容限界も満足することとなり、基礎ボルト及びポンプ取付ボルトはおおむね弾性状態にとどまるといえる。

表3 浸水防止設備に該当する立形ポンプのボルト材

設備※	基礎ボルト	ポンプ取付ボルト
循環水ポンプ	SUS304	SUS304
タービン補機海水ポンプ	SUS304	SUS304

※ 除じんポンプは横形ポンプであり、取水路からの津波の流入を防止する機能を有する取付部はない。

表4 支持構造物の許容応力（オーステナイト系ステンレス鋼の場合）

設備区分	許容応力状態	許容応力算出に用いるF値
クラス3支持構造物	Ⅲ <sub>A</sub> S	$\min[1.35S_y, 0.7S_u, S_y(RT)]$
その他の支持構造物	Ⅳ <sub>A</sub> S	$\min[1.35S_y, 0.7S_u, S_y(RT)]$

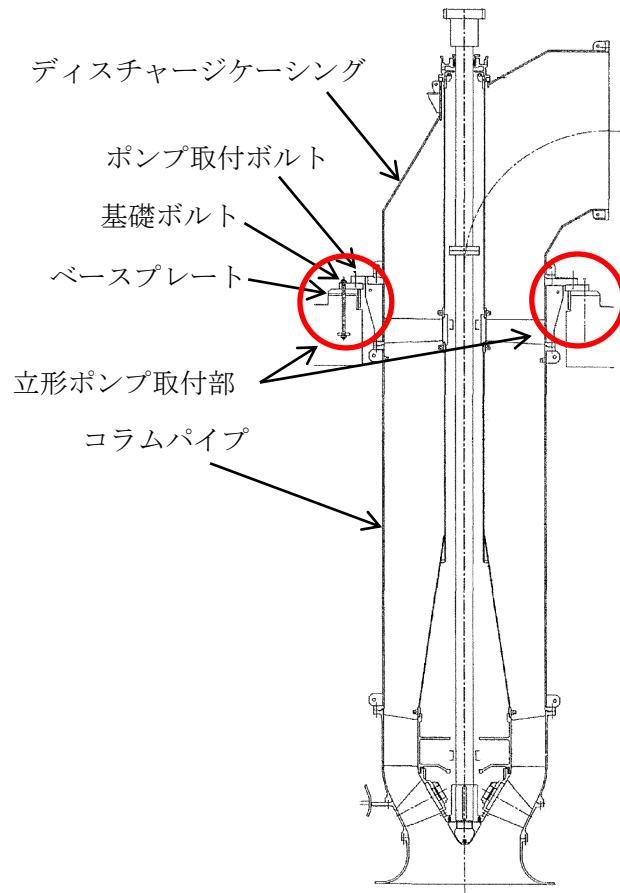


図4 循環水ポンプ



## 基礎底面の傾斜による防波壁の構造成立性について

## 1. 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎底面の傾斜

基礎地盤の安定性評価において、評価対象施設を4つのグループに分類している。このうち防波壁については、グループC（T.P.+15m盤以下、杭基礎）及びグループD（T.P.+15m盤以下、直接基礎）に分類し、それぞれ影響要因及び簡便法による最小すべり安全率を比較検討した結果、代表施設として防波壁（多重鋼管杭式擁壁）及び防波壁（逆T擁壁）を選定している。

代表施設について動的FEM解析（全応力解析）結果に基づいて基礎底面の傾斜を算定した結果、2号炉原子炉建物等は審査ガイドの目安値（基本設計段階の目安値：1/2,000）を下回っていることを確認している。

しかしながら、防波壁（逆T擁壁）は岩盤に支持されるその他の施設に比べて、大きな傾斜を生じる結果となった。

設置許可基準規則第3条第2項において、耐震重要施設は変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならないことから、防波壁（逆T擁壁）について基礎底面の傾斜に対する設計方針を整理し、基礎底面の傾斜を考慮しても防波壁（逆T擁壁）の安全機能が損なわれないことを確認する。

表1 地殻変動解析による最大傾斜及び地震動による最大傾斜の  
重ね合わせ結果

対象断層	評価施設	①地殻変動による傾斜		②地震動による最大傾斜		①+② 地殻変動及び地震動を 考慮した最大傾斜※
		最大傾斜	傾斜方向	最大傾斜	傾斜方向	
陸域活断層 (宍道断層)	2号炉原子炉建物	1/17,000 (不確かさケース(断層傾斜角))	西方向	1/22,000 (S <sub>s</sub> -D)	北方向	1/9,000
	ガスタービン発電機建物	1/15,000 (不確かさケース(断層傾斜角))	西方向	1/28,000 (S <sub>s</sub> -D)	北方向	1/9,000
海域活断層 (F-Ⅲ～F-V断層)	2号炉原子炉建物	1/19,000 (下降最大ケース)	東方向	1/22,000 (S <sub>s</sub> -D)	北方向	1/10,000
	ガスタービン発電機建物	1/18,000 (下降最大ケース)	東方向	1/28,000 (S <sub>s</sub> -D)	北方向	1/10,000
陸域活断層 (宍道断層)	防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)	1/22,000 (不確かさケース(すべり角))	北方向	1/39,000 (S <sub>s</sub> -D)	北方向	1/14,000
	防波壁 (逆T擁壁)	1/17,000 (不確かさケース(断層傾斜角))	東方向	1/158 (S <sub>s</sub> -D)	東方向	1/156
海域活断層 (F-Ⅲ～F-V断層)	防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)	1/22,000 (上昇最大ケース)	北方向	1/39,000 (S <sub>s</sub> -D)	北方向	1/14,000
	防波壁 (逆T擁壁)	1/17,000 (下降最大ケース)	西方向	1/158 (S <sub>s</sub> -D)	東方向	1/156

※ ①と②の傾斜方向が異なる場合も、保守的に①と②の傾斜を足し合わせるにより評価を実施する。

## 2. 防波壁（逆T擁壁）の傾斜に対する性能目標と設計評価方針

基礎底面の傾斜（第3条）について、防波壁の要求機能を担保するため、防波壁（逆T擁壁）の各部位に対する性能目標及び設計方針（損傷モード、許容限界等）を表2のとおり整理し、逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）、止水目地及びグラウンドアンカーの構造成立性について確認する。

表2 防波壁（逆T擁壁）の傾斜に対する性能目標と設計評価方針

□：本資料において、構造成立性を確認する部位

要求機能	評価対象部位	傾斜による性能目標 (第3条)	応力等の状態	損傷モード	設計に用いる許容限界	
・防波壁は、地震後の繰返しの襲来を想定した入力津波に対して、津波による漏水及び浸水を防止することが要求される。 ・防波壁（逆T擁壁）は、基準地震動Ssに対し、津波防護施設が要求される機能を損なう恐れがないよう、十分な構造強度を有した構造であることが要求される。	防波壁（逆T擁壁） 止水目地	逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）	構造部材の健全性を保持するために、逆T擁壁が概ね弾性状態に留まること。	曲げ・せん断	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「コンクリート標準示方書、構造性能照査編、2002年制定」を踏まえた短期許容応力度とする。
		止水目地	逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）間から有意な漏えいを生じないために、止水目地の変形性能を保持すること。	変形・水圧	有意な漏えいに至る変形・水圧	メーカー規格及び今後必要に応じて実施する性能試験に基づく許容変形量及び許容水圧以下とする。
		止水目地の銅製部材		曲げ・せん断	部材が弾性域に留まらず塑性域に入る状態	「建築基準法施行令2006年6月」を踏まえた許容応力度とする。
		グラウンドアンカー	逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）及び改良地盤の転倒抑止のために、グラウンドアンカーが概ね弾性状態に留まること。	変位	グラウンドアンカーが伸張し、逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）が転倒	「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説（平成24年5月）」を踏まえた弾性変位量とする。
	地盤	改良地盤	逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）を鉛直支持するため、十分な支持力を保持すること。 基礎地盤のすべり安定性を確保するため、十分なすべり安全性を保持すること。	支持力	鉛直支持機能を喪失する状態	「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編（平成14年3月）」を踏まえ、妥当な安全余裕を考慮した極限支持力度とする。
				すべり安全率	すべり破壊し、難透水性を喪失する状態	「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を準用してすべり安全率1.2以上とする。
		岩盤	支持力	鉛直支持機能を喪失する状態	「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編（平成14年3月）」を踏まえ、妥当な安全余裕を考慮した極限支持力度とする。	

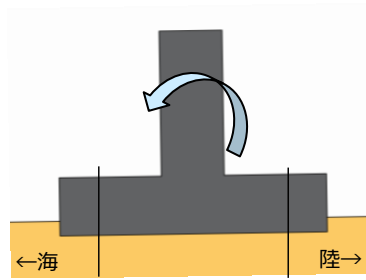
### 3. 防波壁（逆T擁壁）の傾斜により要求機能を喪失する事象の抽出

防波壁（逆T擁壁）の各部位が、損傷して要求機能を喪失する事象を抽出し、それに対する設計・施工上の配慮について表3及び図1のとおり整理した。

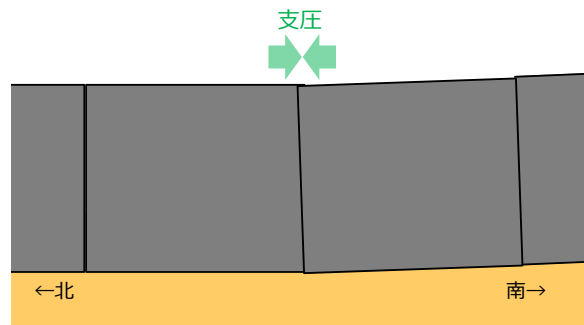
表3 防波壁（逆T擁壁）の傾斜により要求機能を喪失する事象及び設計・施工上の配慮

部位の名称	要求機能を喪失する事象	想定ケース※	設計・施工上の配慮	照査
逆T擁壁 （鉄筋コンクリート造）	・ 地盤が傾斜することにより曲げ・せん断破壊し、遮水性を喪失する。	①	・ 逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）の発生応力度が、許容応力度以下であることを確認する。	○
	・ 地盤が傾斜することにより逆T擁壁の隣接する躯体同士が相互に支圧することにより破壊し、遮水性を喪失する。	②	・ 隣接する躯体同士が衝突しないことを確認する。 ・ 隣接する躯体同士が衝突する場合、逆T擁壁の支圧応力度が、許容応力度以下であることを確認する。	○
止水目地 （支持部含む）	・ 地盤が傾斜することにより隣接する躯体間（法線方向、法線直交方向）の変形により、止水目地の許容変形量を超える変形が生じ、遮水性を喪失する。	③	・ メーカー規格及び性能試験に基づく許容変形量以下であることを確認する。	○
グラウンドアンカー	・ 地盤が傾斜することによりグラウンドアンカーが破損し、逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）が転倒する。	④	・ 地盤の傾斜による変位量が、グラウンドアンカーの弾性変位量以下であることを確認する。	○

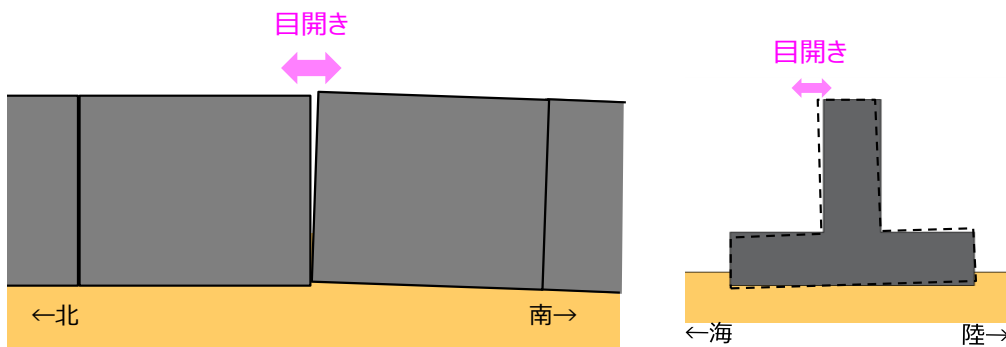
※ 要求機能を喪失する事象の想定ケース



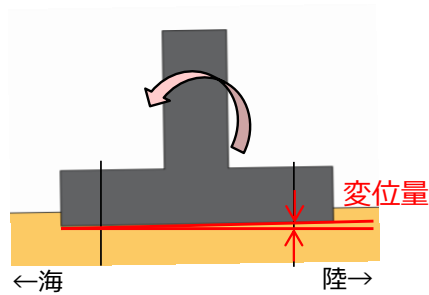
①逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）の損傷



②隣接する躯体同士の間での支圧による損傷



③防波壁間の変形による止水目地の損傷



④グラウンドアンカーの破損

図1 防波壁（逆T擁壁）の傾斜による要求機能を喪失する事象

#### 4. 防波壁（逆T擁壁）の傾斜による構造成立性検討

##### (1) 設計方針及び検討概要

防波壁（逆T擁壁）における要求機能を喪失する事象に対する設計方針を表4に示す。

設置許可段階においては、表4の設計方針による構造成立性の見込みについて確認する。

構造成立性の確認に当たっては、地盤の安定解析に用いた動的FEM解析（全応力解析）に加え、防波壁の耐震性及び耐津波性に関する構造成立性の確認に用いた動的FEM解析（有効応力解析）を用いる。

表4 防波壁（逆T擁壁）における要求機能を喪失する事象に対する設計方針

施設	部位の名称	設計方針	照査項目	設置許可段階での検討方針
防波壁 (逆T擁壁)	逆T擁壁 (鉄筋コンクリート造)	<ul style="list-style-type: none"> <li>逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）の発生応力度が、許容応力度以下となる設計とする。</li> </ul>	曲げせん断	<ul style="list-style-type: none"> <li>逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）の発生応力度が、許容応力度以下であることを確認する。</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>隣接する躯体同士が衝突しないように離隔を設ける等の設計とする。</li> <li>上記設計が困難な場合、逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）の支圧応力度が、許容応力度以下となる設計とする。</li> </ul>	曲げせん断	<ul style="list-style-type: none"> <li>隣接する躯体同士が衝突すると仮定し、支圧応力度を算定し、許容応力度以下であることを確認する。</li> </ul>
	止水目地 (支持部含む)	<ul style="list-style-type: none"> <li>隣接する躯体間の相対変位量が、止水目地のメーカー規格及び性能試験に基づく許容変形量以下となる設計とする。</li> </ul>	変形	<ul style="list-style-type: none"> <li>隣接する躯体間の相対変位量を算定し、その相対変位量が止水目地の許容変形量以下であることを確認する。</li> </ul>
	グラウンドアンカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>地盤の傾斜による変位量が、グラウンドアンカーの弾性変位量以下となる設計とする。</li> </ul>	変位	<ul style="list-style-type: none"> <li>基礎底面の傾斜による変位量を算定し、その変位量がグラウンドアンカーの弾性変位量以下であることを確認する。</li> </ul>

ここで、動的FEM解析（全応力解析）及び動的FEM解析（有効応力解析）の概要を説明する。

防波壁（逆T擁壁）基礎地盤の安定解析における動的FEM解析（全応力解析）では、以下のとおり解析条件を設定している。

- ・逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）直下の改良地盤については、PS 検層結果を踏まえた剛性を解析用物性値として設定している。
- ・逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）と改良地盤のモデル化において、両者の節点を共有させているため、改良地盤は地震時慣性力による逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）の変形の影響を受け易い。
- ・逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）及び改良地盤の転倒等を抑止する機能を有するグラウンドアンカーをモデル化していないため、逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）及び改良地盤が変形し易い。

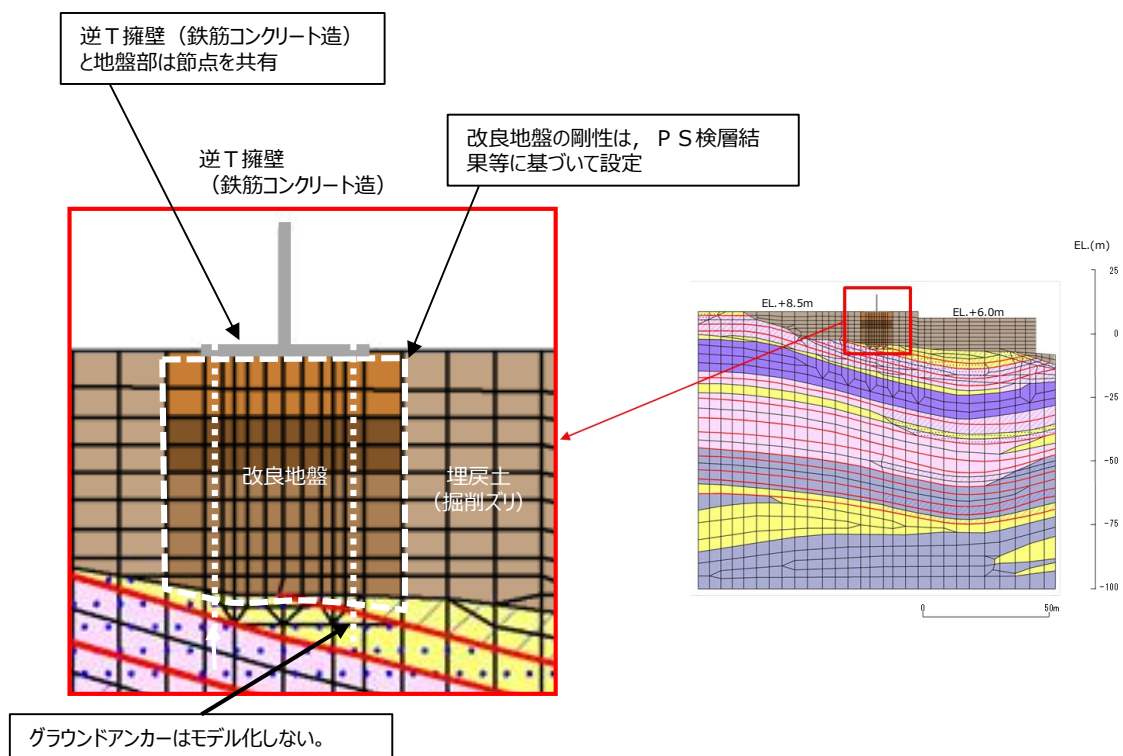


図2 動的FEM解析（全応力解析）解析モデル図

防波壁（逆T擁壁）基礎底面の地震時傾斜が最大となる時刻（ $S_s - D$ , 34.51 秒）における変形図及び主応力図を図3，図4に示す。逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）及びその直下の改良地盤部は，接点を共有しているため，基礎底面に生じた傾斜（表5）は，逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）に作用した地震時慣性力の作用による影響が大きいと考えられる。

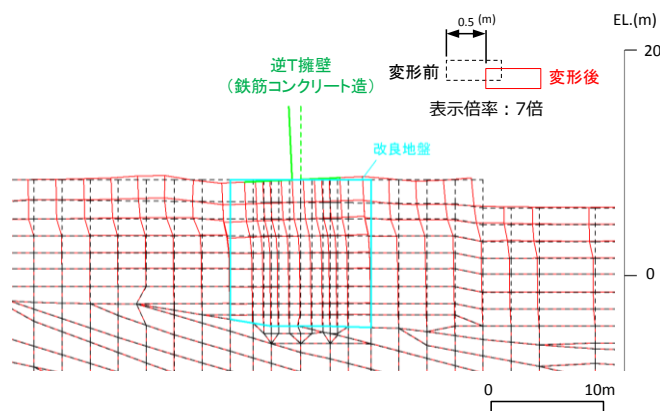


図3 最大傾斜発生時の変形図（ $S_s - D$ , 34.51 秒）  
（動的FEM解析（全応力解析））

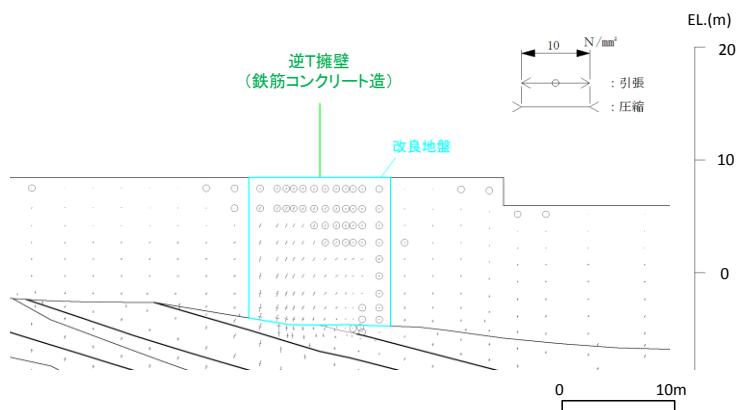


図4 最大傾斜発生時の主応力図（ $S_s - D$ , 34.51 秒）  
（動的FEM解析（全応力解析））

表5 地震動による最大傾斜

	全応力解析
地震動による傾斜	1/158



防波壁（逆T擁壁）の構造成立性を確認した動的FEM解析（有効応力解析）の条件は以下の特徴を有しており、より現実的な応答を示すモデルとなっている。

- ・逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）直下の改良地盤については、PS検層結果を踏まえた剛性を解析用物性値として設定している。
- ・防波壁と周辺地盤など、要素間の滑り・剥離を考慮する箇所は、ジョイント要素でモデル化している。
- ・逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）の変形抑制機能を有するグラウンドアンカーをモデル化していない。なお、グラウンドアンカーは実態に合ったモデル化を実施し、詳細設計段階において説明する。

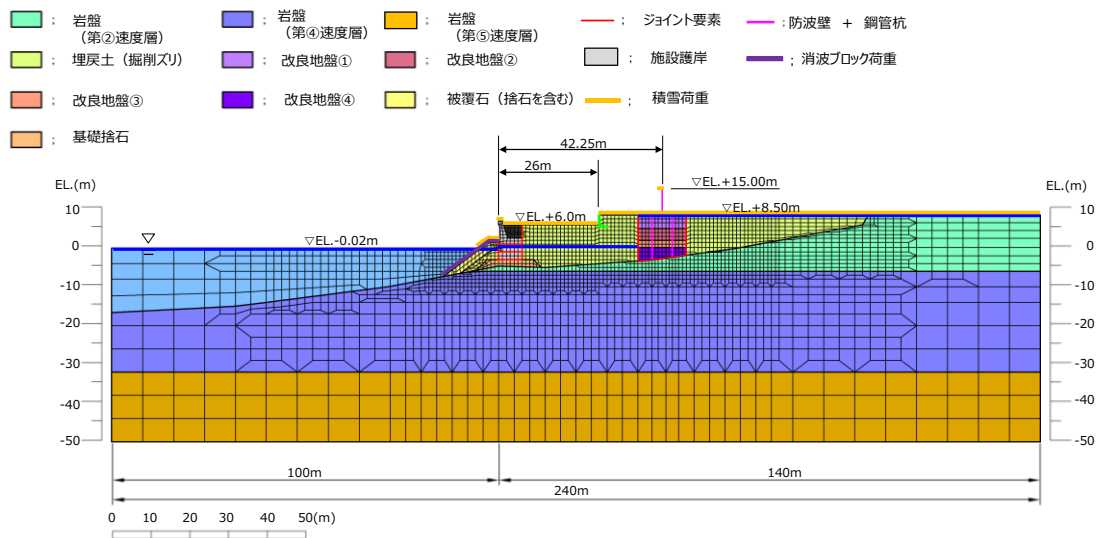
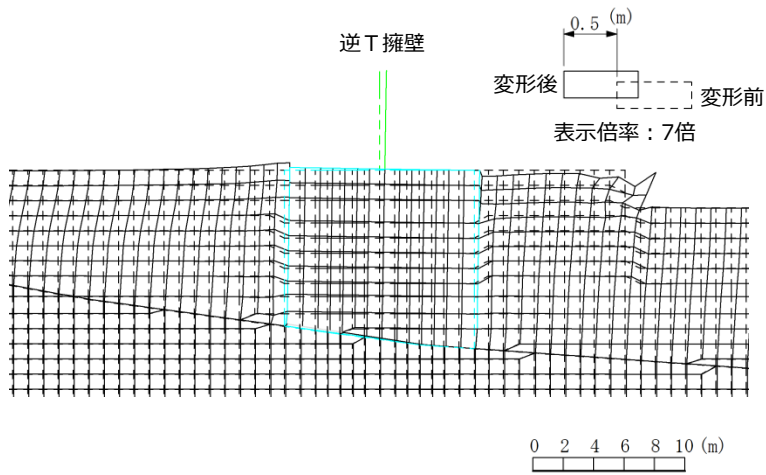


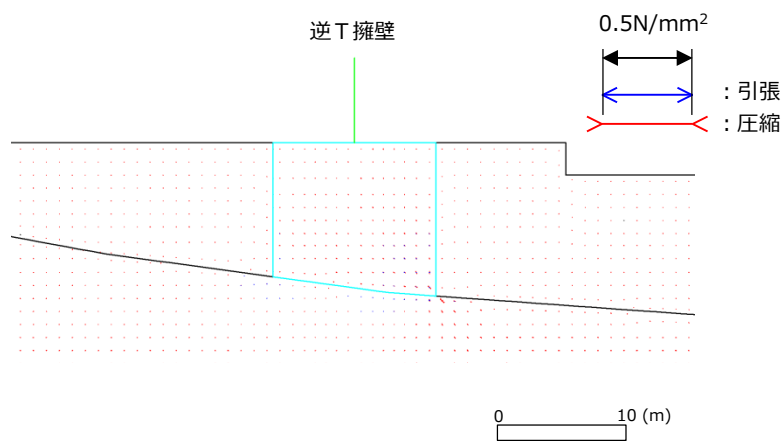
図5 防波壁（逆T擁壁）の解析モデル図（例）

動的FEM解析（有効応力解析）の最大傾斜発生時の変形図及び主応力図を図6、図7に示す。最大傾斜発生時には、逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）の直下の改良地盤部及び周辺地盤に大きな変形は生じておらず、防波壁（逆T擁壁）の基礎地盤の傾斜は、表6に示す結果となり、動的FEM解析（全応力解析）と比較して小さい。



※動的 F E M解析（全応力解析）の変形図に合わせ、左右反転している。

図 6 最大傾斜発生時の変形図  
（動的 F E M解析（有効応力解析））



※動的 F E M解析（全応力解析）の主応力図に合わせ、左右反転している。

図 7 最大傾斜発生時の主応力図  
（動的 F E M解析（有効応力解析））

表 6 地震動による最大傾斜

	有効応力解析
地震動による傾斜	1/446

地盤の安定解析で用いた動的FEM解析（全応力解析）と防波壁の構造成立性で用いた動的FEM解析（有効応力解析）の結果を比較すると、動的FEM解析（全応力解析）の逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）と改良地盤のモデル化において、両者の節点を共有させていることにより、基礎底面の傾斜が大きくなっていると判断した。

また、防波壁基礎底面の傾斜は躯体の地震時加速度による影響が大きいと判断した。

防波壁（逆T擁壁）の傾斜による構造成立性検討に当たっては、地殻変動による傾斜が地震動による最大傾斜と比較して十分小さいことを踏まえ、地震時の地盤の安定解析で用いた動的FEM解析（全応力解析）及び防波壁の構造成立性で用いた動的FEM解析（有効応力解析）の結果を確認する。

詳細設計段階においては、現実的な応答を示す動的FEM解析（有効応力解析）を用いて傾斜の影響を確認する。

(2) 構造成立性検討方法及び構造成立性検討結果

a. 逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）の損傷

(a) 構造成立性検討方法

動的FEM解析における逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）の発生応力度が、許容応力度以下であることを確認する。

(b) 構造成立性検討結果

動的FEM解析（全応力解析）の結果を表7に示す。逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）基礎底面に最大傾斜が発生した時刻における部材照査の結果、当該時刻において逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）に作用する曲げ・せん断は短期許容応力度以下であることを確認した。

表7 短期許容応力に対する照査（全応力解析）

評価部位	照査項目	地震動	発生応力 (N/mm <sup>2</sup> )		許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )		安全率 (許容応力/発生応力)	判定 (> 1.0)
壁	曲げ・軸力	S s-D	曲げ圧縮応力度 $\sigma_c$	2.4	許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{ca}$	18	7.5	OK
			引張応力度 $\sigma_s$	117	許容引張応力度 $\sigma_{sa}$	323	2.76	OK
	せん断		せん断応力度 $\tau$	0.11	許容せん断応力度 $\tau_a$	0.9	8.18	OK
底板	曲げ・軸力		曲げ圧縮応力度 $\sigma_c$	2.7	許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{ca}$	18	6.67	OK
			引張応力度 $\sigma_s$	95	許容引張応力度 $\sigma_{sa}$	323	3.4	OK
	せん断		せん断応力度 $\tau$	0.27	許容せん断応力度 $\tau_a$	0.9	3.33	OK

添付資料 25「防波壁の設計方針及び構造成立性評価結果について」で確認した動的FEM解析（有効応力解析）による結果を以下に示す。

逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）の部材照査（曲げ，せん断照査の最小安全率時刻）の結果，逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）に作用する曲げ・せん断は短期許容応力度以下であることを確認した。

表8 短期許容応力に対する照査（有効応力解析）

評価部位	照査項目	地震動	時刻 (s)	発生応力 (N/mm <sup>2</sup> )		許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )		最小安全率 (許容応力/発生応力)	判定 (> 1.0)
壁	曲げ・軸力	S s-D	9.17	曲げ圧縮応力度 $\sigma_c$	5.6	許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{ca}$	18	3.21	OK
			9.17	引張応力度 $\sigma_s$	242.3	許容引張応力度 $\sigma_{sa}$	323	1.33	OK
	せん断		23.91	せん断応力度 $\tau$	0.32	許容せん断応力度 $\tau_a$	0.9	2.81	OK
底板	曲げ・軸力		9.17	曲げ圧縮応力度 $\sigma_c$	5.4	許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{ca}$	18	3.33	OK
			9.17	引張応力度 $\sigma_s$	262.8	許容引張応力度 $\sigma_{sa}$	323	1.22	OK
	せん断		23.91	せん断応力度 $\tau$	0.46	許容せん断応力度 $\tau_a$	0.9	1.95	OK

b. 隣接する躯体同士の支圧による損傷

(a) 構造成立性検討方法

防波壁（逆T擁壁）の傾斜による構造成立性検討に当たっては，隣接する躯体同士は同位相で挙動すると考えているが，隣接する躯体同士が衝突すると仮定し，動的FEM解析（全応力解析）の躯体加速度から躯体間に作用する支圧応力度を算定し，許容応力度以下であることを確認する。また，動的FEM解析（有効応力解析）においても同様の確認を行う。

- ・ 逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）に働く慣性力  $F$

$$F = ma$$

$m$  : 逆T擁壁の質量  
 $a$  : 地震時加速度

- ・ 逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）側の支圧応力度  $\sigma_{cv}$

$$\sigma_{cv} = F \div \sum b_i \cdot h_i \leq \sigma_{ca}$$

$b_i$  : 防波壁の幅  
 $h_i$  : 防波壁の高さ  
 $\sigma_{ca}$  : 支圧応力度の許容応力度

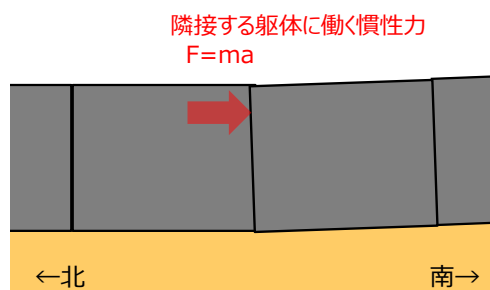


図8 逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）の相互の支圧イメージ図

(b) 構造成立性検討結果

地盤の安定解析に用いた動的FEM解析（全応力解析）及び防波壁の構造成立性に用いた動的FEM解析（有効応力解析）における逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）に作用する支圧応力度は許容応力度以下であることを確認した。

表9 短期許容応力度に対する照査（支圧）

評価部位	照査項目	地震動	支圧応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		支圧応力度の許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		安全率 (許容応力/発生応力)	判定 (> 1.0)
			全応力解析	有効応力解析	圧縮応力度 $\sigma_{ca}$	圧縮応力度 $\sigma_{ca}$		
逆T擁壁 (鉄筋コンクリート造)	支圧	S s-D	全応力解析	0.81	圧縮応力度 $\sigma_{ca}$	10.8	13.3	OK
			有効応力解析	0.81	圧縮応力度 $\sigma_{ca}$	10.8	13.3	OK

c. 防波壁間の変形による止水目地の損傷

(a) 構造成立性検討方法

防波壁（逆T擁壁）の傾斜による構造成立性検討にあたっては、隣接する躯体同士は同位相で挙動すると考えているが、保守的に逆位相になった場合の変形量を算定し、先行炉で審査実績を有する止水目地で対応可能であることを確認する。

止水目地の変形量は、法線直交方向の動的FEM解析（全応力解析、有効応力解析）における最大傾斜から算出された防波壁（逆T擁壁）天端の相対変位と、保守的に法線方向においても同傾斜とした場合の相対変位を基に合成変形量を算出した。

止水目地の仕様については、現時点では、先行炉で審査実績を有する止水目地（2000mm）に余裕を考慮して1000mmとする。

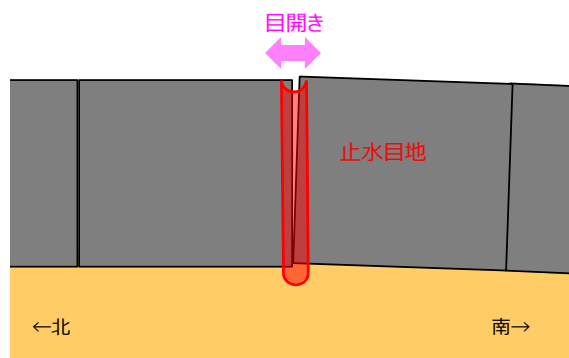


図9 逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）の目開き（法線方向）イメージ図

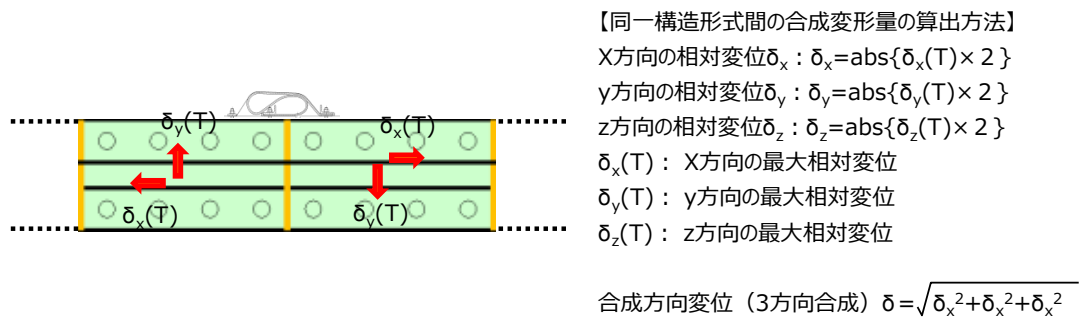


図10 逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）の相対変位 概念図

(b) 構造成立性検討結果

地盤の安定解析に用いた動的 FEM 解析（全応力解析）及び防波壁の構造成立性に用いた動的 FEM 解析（有効応力解析）における止水目地の変形量は先行炉で審査実績を有する止水目地で対応可能であることを確認した。

表10 止水目地の許容変形量に対する照査

評価部位	照査項目	地震動	変形量 (mm)		止水目地の仕様 (mm)		安全率 (止水目地/変形)	判定 (> 1.0)
			全応力解析	有効応力解析	変形量	変形量		
止水目地	変形	S s-D	全応力解析	240	変形量	1000	4.17	OK
			有効応力解析	90	変形量	1000	11.11	OK

d. グラウンドアンカーの破損

(a) 構造成立性検討方法

防波壁（逆T擁壁）はグラウンドアンカーを設置するため、基礎底面の傾斜による顕著な変位は生じないと考えているが、動的 FEM 解析では、グラウンドアンカーを考慮していないことから、基礎底面の傾斜によるグラウンドアンカーの変位量は、動的 FEM 解析（全応力解析、有効応力解析）における初期位置からの変位量を算出し、グラウンドアンカーの弾性変位量以下であることを確認する。

グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説（平成 24 年 5 月）により算出したグラウンドアンカーの弾性変位量  $u$  は、グラウンドアンカーの仕様から  $u = \text{約 } 133\text{mm}$  となる。

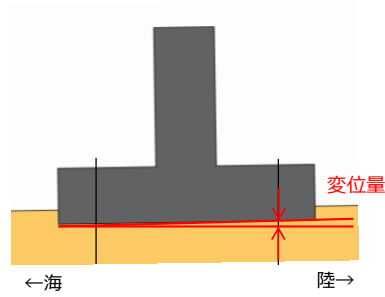


図 1 1 逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）の傾斜イメージ図

- ・ グラウンドアンカー弾性変位量  $u$

$$u = \frac{T \cdot l_{sf}}{A_s \cdot E_s} \quad \text{グラウンドアンカー設計・施工基準，同解説（平成24年5月）}$$

表 1 1 グラウンドアンカーの緒元及び弾性変位量

項目	記号	備考
計画最大荷重	$T$	2,400kN（テンドン降伏荷重）
テンドン自由長	$l_{sf}$	16,220mm
テンドン弾性係数	$E_s$	191kN/mm <sup>2</sup>
テンドン断面積	$A_s$	1,525.7mm <sup>2</sup>
弾性変位量	$u$	133mm

(b) 構造成立性検討結果

地盤の安定解析に用いた動的FEM解析（全応力解析）及び防波壁の構造成立性に用いた動的FEM解析（有効応力解析）における最大傾斜時の変位量は弾性変位量以下であることを確認した。

表 1 2 グラウンドアンカーの破損に対する照査

評価部位	照査項目	地震動	変位量 (mm)		弾性変位量 (mm)		安全率 (弾性変位/最大変位)	判定 (> 1.0)
			全応力解析	有効応力解析	全応力解析	有効応力解析		
グラウンドアンカー	変位	S s -D	全応力解析	23	弾性変位量	133	5.78	OK
			有効応力解析	18	弾性変位量	133	7.38	OK



(3) 詳細設計段階での検討方針

防波壁（逆T擁壁）における要求機能を喪失する事象における詳細設計段階での検討方針を表13に示す。

表13 詳細設計段階での検討方針

施設	部位の名称	要求機能を喪失する事象	照査項目	詳細設計段階での検討方針
防波壁 (逆T擁壁)	逆T擁壁 (鉄筋コンクリート造)	<ul style="list-style-type: none"> <li>地盤が傾斜することにより曲げ・せん断破壊し、遮水性を喪失する。</li> </ul>	曲げ せん断	<ul style="list-style-type: none"> <li>動的FEM解析（有効応力解析）を行い、逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）が損傷しないことを確認する。</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>地盤が傾斜することにより逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）の隣接する躯体同士が相互に支圧することにより破壊し、遮水性を喪失する。</li> </ul>	曲げ せん断	<ul style="list-style-type: none"> <li>防波壁（逆T擁壁）の法線方向の動的FEM解析（有効応力解析）を行い、隣接する躯体の挙動を把握し、防波壁が損傷しないことを確認する。</li> <li>逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）の支圧応力度が許容応力度を上回る場合、許容限界を満足する対策を講じる。</li> </ul>
	止水目地 (支持部含む)	<ul style="list-style-type: none"> <li>地盤が傾斜することにより隣接する躯体間（法線方向、法線直交方向）の変形により、止水目地の許容変形量を超える変形が生じ、遮水性を喪失する。</li> </ul>	変形 水圧	<ul style="list-style-type: none"> <li>防波壁の法線直交方向及び法線方向の動的FEM解析（有効応力解析）を行い、止水目地の変形量が許容変形量以下であることを確認する。</li> <li>また、止水目地にかかる水圧が許容水圧以下であることを確認する。</li> </ul>
	グラウンドアンカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>地盤が傾斜することによりグラウンドアンカーが破損し、逆T擁壁が転倒する。</li> </ul>	引張	<ul style="list-style-type: none"> <li>グラウンドアンカーをモデル化した動的FEM解析（有効応力解析）を行い、設計アンカー力により逆T擁壁（鉄筋コンクリート造）が転倒しないことを確認する。</li> <li>余裕が確保できなくなった場合には、グラウンドアンカーを追加設置する。</li> </ul>

(参考) 地盤改良による強度増加を見込まない動的FEM解析(全応力解析)における基礎底面の傾斜による防波壁(逆T擁壁)の検討

防波壁(逆T擁壁)基礎地盤のすべり安定性評価において、保守的な評価の観点から、地盤改良による強度増加を見込まないこととした場合の動的FEM解析(全応力解析)により基礎底面の傾斜を算定した結果、地震動による最大傾斜が1/59となった。

基礎底面の傾斜が大きくなった要因として、以下の解析条件が挙げられる。

- 逆T擁壁(鉄筋コンクリート造)直下の改良地盤の解析用物性値については、すべり安定性に大きく寄与する強度特性の増加を見込まないようにするため、保守的に埋戻土(掘削ズリ)の解析用物性値を流用していることから、有効応力解析における剛性の1/2以下となっている。
- 逆T擁壁(鉄筋コンクリート造)と改良地盤のモデル化において、両者の節点を共有させているため、改良地盤は地震時慣性力による逆T擁壁(鉄筋コンクリート造)の変形の影響を受け易い。
- 逆T擁壁(鉄筋コンクリート造)及び改良地盤の転倒等を抑止する機能を有するグラウンドアンカーをモデル化していないため、逆T擁壁(鉄筋コンクリート造)及び改良地盤が変形し易い。

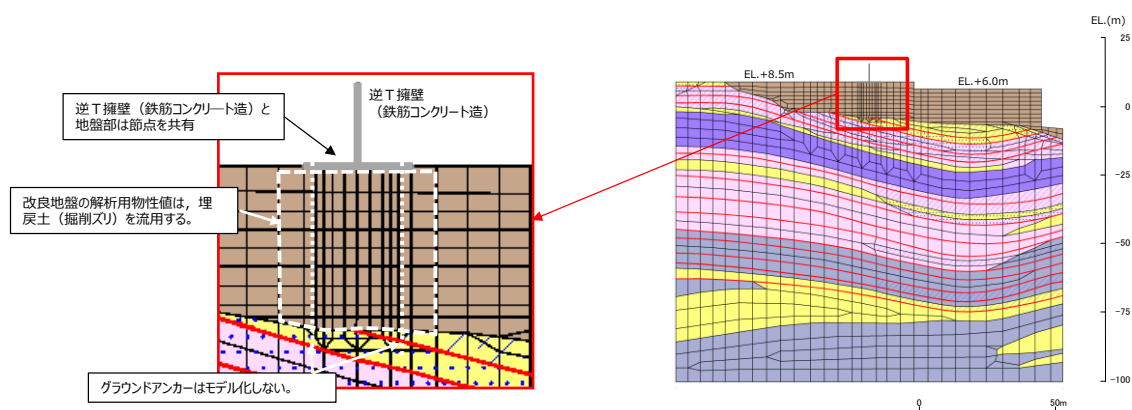


図1.2 動的FEM解析(全応力解析)解析モデル図

防波壁(逆T擁壁)基礎底面の地震時傾斜が最大となる時刻( $S_s - D$ , 12.09秒)における変形図及び主応力図を図1.3, 図1.4に示す。最大傾斜発生時には、逆T擁壁(鉄筋コンクリート造)及びその直下の改良地盤部は、大きく変形しているが、その周辺の地盤には、その影響は及んでいない。このことから、表1.4に示す基礎底面に生じた傾斜は、逆T擁壁(鉄筋コンクリート造)に作用した地震時慣性力の作用による影響が大きいと考えられる。

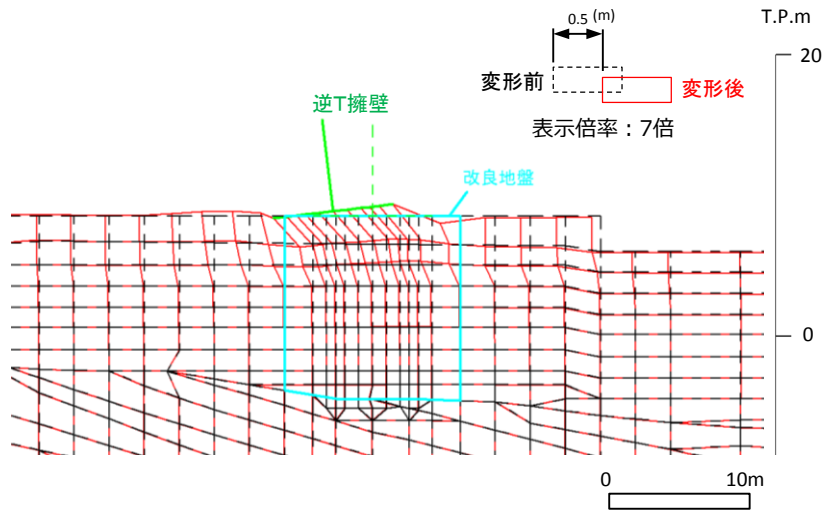


図 1 3 最大傾斜発生時の変形図 (S s - D, 12.09 秒)  
(動的 F E M 解析 (全応力解析))

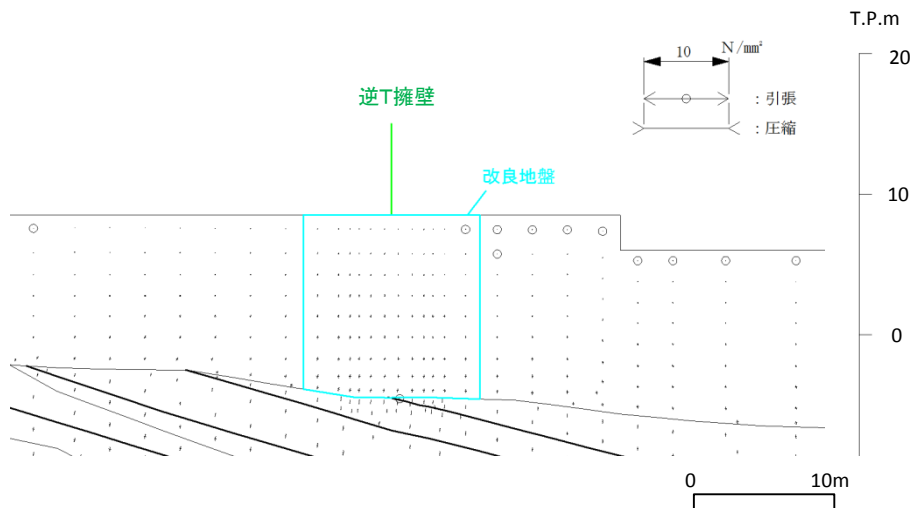


図 1 4 最大傾斜発生時の主応力図 (S s - D, 12.09 秒)  
(動的 F E M 解析 (全応力解析))

表 1 4 地震動による最大傾斜

	全応力解析
地震動による傾斜	1/59

なお、基礎底面の傾斜（1/59）を踏まえた防波壁（逆T擁壁）の傾斜による構造成立性検討を実施したところ、表15～18の結果となり、基礎底面の傾斜（1/59）を考慮しても防波壁は構造成立することを確認した。

表15 短期許容応力に対する照査（全応力解析）

評価部位	照査項目	地震動	発生応力 (N/mm <sup>2</sup> )		許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )		安全率 (許容応力/発生応力)	判定 (> 1.0)
縦壁	曲げ・軸力	S s-D	曲げ圧縮応力度 $\sigma_c$	2.4	許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{ca}$	18	7.5	OK
			引張応力度 $\sigma_s$	117	許容引張応力度 $\sigma_{sa}$	323	2.76	OK
	せん断		せん断応力度 $\tau$	0.11	許容せん断応力度 $\tau_a$	0.9	8.18	OK
底版	曲げ・軸力		曲げ圧縮応力度 $\sigma_c$	2.7	許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{ca}$	18	6.67	OK
			引張応力度 $\sigma_s$	95	許容引張応力度 $\sigma_{sa}$	323	3.4	OK
	せん断		せん断応力度 $\tau$	0.27	許容せん断応力度 $\tau_a$	0.9	3.33	OK

表16 短期許容応力度に対する照査（支圧）

評価部位	照査項目	地震動	支圧応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		支圧応力度の許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		安全率 (許容応力/発生応力)	判定 (> 1.0)
逆T擁壁 (鉄筋コンクリート造)	支圧	S s-D	全応力解析	0.51	圧縮応力度 $\sigma_{ca}$	10.8	21.1	OK

表17 止水目地の許容変形量に対する照査

評価部位	照査項目	地震動	変形量 (mm)		止水目地の仕様 (mm)		安全率 (止水目地/変形)	判定 (> 1.0)
止水目地	変形	S s-D	全応力解析	640	変形量	1000	1.56	OK

表18 グラウンドアンカーの破損に対する照査

評価部位	照査項目	地震動	変位量 (mm)		弾性変位量 (mm)		安全率 (弾性変位/最大変位)	判定 (> 1.0)
グラウンドアンカー	変位	S s-D	全応力解析	102	弾性変位量	133	1.30	OK