

### 3. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件

#### 3.1 津波防護施設

##### 【規制基準における要求事項等】

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。

##### 【検討方針】

津波防護施設（防護壁及び貯水堰）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。

##### 【検討結果】

津波防護施設である防護壁及び貯水堰の設計においては、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を確保し、またすべり及び転倒に対する安定性を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波による津波荷重や地震荷重等に対して津波防護機能が十分保持できる設計とする。

#### a. 防護壁

3,4号炉海水ポンプ室前面における入力津波高さ T.P. +6.3m に対して、構造物天端高さを T.P. +8.0m としており、入力津波高さに対して十分な余裕を確保している。

##### (1) 構造

防護壁は、海水ポンプ室の床面高さ T.P. +2.5m を越える津波が襲来した場合に、津波が敷地へ到達・流入することを防止するものであり、構造形式としては、鉄筋コンクリート壁部と置換コンクリート部の2種類に分けられる。また、基礎構造は海水ポンプ室と岩盤の2種類に分けられる（図-3-1-1）。

##### (a) 鉄筋コンクリート壁部

鉄筋コンクリート壁部は、津波による浸水を防止するために、海水ポンプ室の前面に設置する鉄筋コンクリート製の壁状構造物（天端高さ T.P. +8.0m）であり、構造物全体の安定性を損なわないために、海水ポンプ室に対してアンカーにより固定する構造とする（図-3-1-2～4）。

(b) 置換コンクリート部

置換コンクリート部は、津波による浸水を防止するために、海水ポンプ室の周囲に設置するコンクリート製の構造物（天端高さ T.P. +8.0m）であり、構造物全体の安定性を損なわないために、岩盤に直接支持する構造とする（図-3-1-5～6）。

鉄筋コンクリート部のうち横壁部と海水ポンプ室との境界部、鉄筋コンクリート壁部と置換コンクリート部の境界部及び鉄筋コンクリート壁部と止水壁の境界部には止水ゴムを設置し、境界部からの浸水を防止する設計とする（図-3-1-7～9）。なお、置換コンクリート部と海水ポンプ室はどちらも陸側に奥行きのある構造であり、その境界部は密着し、周辺は岩盤または海水ポンプ室周辺地盤かさ上げ部（以下「周辺地盤かさ上げ部」という。）により固定されることから、津波が置換コンクリート部と海水ポンプ室の境界部を経由して流入することはない。

(2) 荷重組み合わせ

防護壁の設計においては、以下の通り、常時荷重、積載荷重、津波荷重、地震荷重、余震荷重及び衝突荷重を適切に組合せて設計を行う。

- ① 常時荷重＋積載荷重＋津波荷重
- ② 常時荷重＋積載荷重＋地震荷重
- ③ 常時荷重＋積載荷重＋津波荷重＋余震荷重
- ④ 常時荷重＋積載荷重＋津波荷重＋衝突荷重

また、設計に当たっては、自然現象との組合せを適切に考慮する。

(3) 荷重の設定

防護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。

- ① 常時荷重  
自重を考慮する。
- ② 積載荷重  
防護壁の上に載る車両による荷重等を範囲に応じて考慮する。
- ③ 地震荷重  
基準地震動  $S_s$  を考慮する。
- ④ 津波荷重  
防護壁設置位置である3,4号炉海水ポンプ室前面での入力津波

高さ T. P. +6.3m を考慮する。津波波力は、「防波堤の耐津波設計ガイドライン（国土交通省港湾局，2013）」（以下「耐津波設計ガイドライン」という。）により適切に設定する。

⑤ 余震荷重

弾性設計用地震動 Sd-1 を考慮する。

⑥ 衝突荷重

対象とする漂流物を選定し、漂流物の衝突力を衝突荷重として設定する。具体的には、敷地周辺の漂流物調査の結果から漂流の可能性があると評価された、最大級の漂流物である漁船（総トン数 20t 級）を考慮することとし、「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 14 年 3 月）」及び「津波漂流物対策施設設計ガイドライン（案）（（財）沿岸技術研究センター，（社）寒地港湾技術研究センター，平成 21 年）」を参考に衝突荷重を算定する。

漁船荷重  $W$  算定式  $W=W_0$

ここに、

$W$  : 重量 (kN)

$W_0$  : 排水トン数 (kN)

なお、漁船の排水トン数は総トン数の 3 倍とする。

$W=20 \times 3 \times 9.8=600$  (kN)

衝突荷重  $P$  算定式  $P=0.1 \times W \times v$

ここに、

$P$  : 衝突力 (kN)

$W$  : 漂流物の重量 (kN)

$v$  : 表面流速 (m/s)

衝突荷重を設定するための表面流速  $v$  については、取水路内を遡上する津波の流速に対して、法線方向の最大流速の 2 倍程度の流速とする。

(4) 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、構成する部材が弾性域内に収まることを基本として、津波防護機能を維持していることを確認する。

なお、置換コンクリート部については、置換コンクリートに対する応力評価を実施した上で、置換コンクリート部の天端高さにより津波防護機能を維持していることを確認する。

(5) 設計方針

鉄筋コンクリート壁部及び置換コンクリート部の設計方針を以下に示す。

(a) 鉄筋コンクリート壁部

- ・ 主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とするために、構造部材である鉄筋コンクリートが概ね弾性状態にとどまることを応力計算により確認する。
- ・ 密着し、固定される基礎からずれる又は浮き上がるおそれのない設計とするために、鉄筋コンクリートを海水ポンプ室に固定するアンカーが、概ね弾性状態にとどまることを計算により確認する。
- ・ 堅固な既設構造物に支持される設計とするために、支持する既設構造物に作用する接地圧が短期許容支持力度以下にとどまることを計算により確認する。
- ・ 漏えいが想定される間隙に設置する材料である止水ゴムを評価対象部位として、計算により算出される地震時の最大変位量が、止水ゴムの許容変位量以下であることを確認する。  
また、地震後の津波を想定し、計算により算出される地震後の残留変位量に余震による最大変位量を加えた値が、止水ゴムの許容変位量以下であることを確認するとともに、その許容変位量において、津波時の荷重を想定した水圧を負荷した状態で、有意な漏洩がないことを試験により確認する。
- ・ 止水機能を損なわないよう、構造物の天端高さが津波防護施設としての機能が保持できる高さであることを計算により確認する。

(b) 置換コンクリート部

- ・ 周辺地盤かさ上げ部による津波荷重の低減効果は考慮しない。
- ・ 主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とするために、構造部材であるコンクリートの応力状態を確認した上で、構造評価上最も厳しいすべり線に対して、すべり線上の応力状態を考慮したすべり評価において、妥当な安全裕度を有することを計算により確認する。
- ・ 堅固な基礎地盤に設置する設計とするために、支持する岩盤が、極限支持力と作用する接地圧との比較により、妥当な安全余裕を

- 有することを計算により確認する。
- ・ 止水機能を損なわないよう、構造物の天端高さが津波防護施設としての機能が保持できる高さであることを計算により確認する。

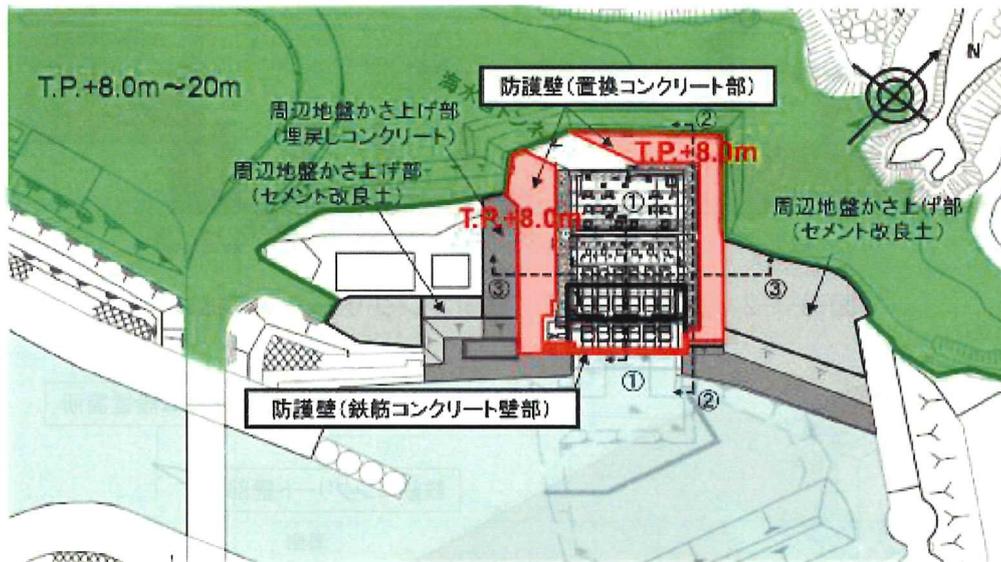


図-3-1-1 防護壁位置図

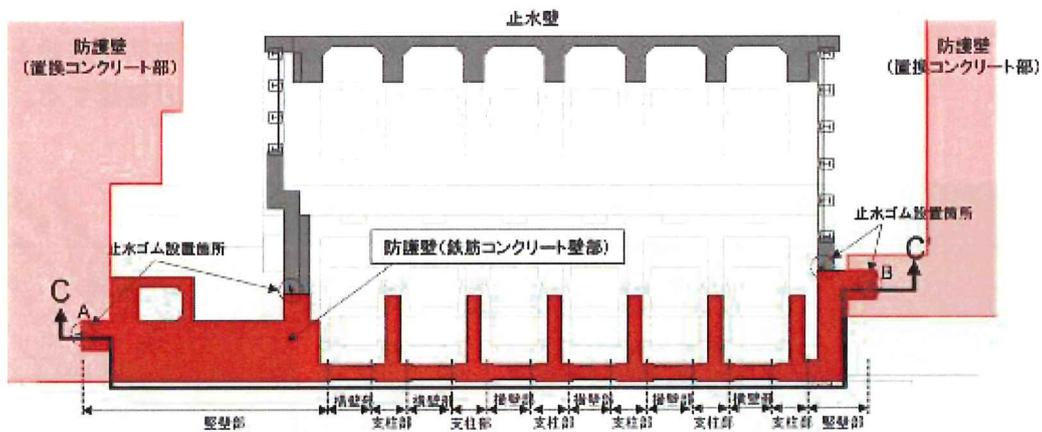


図-3-1-2 防護壁平面図（鉄筋コンクリート壁部拡大）

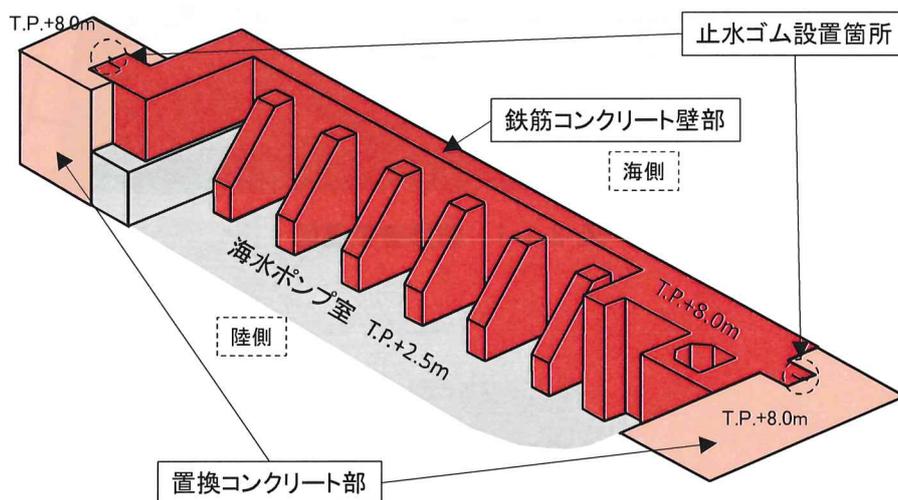


図-3-1-3 防護壁鳥瞰図（鉄筋コンクリート壁部）

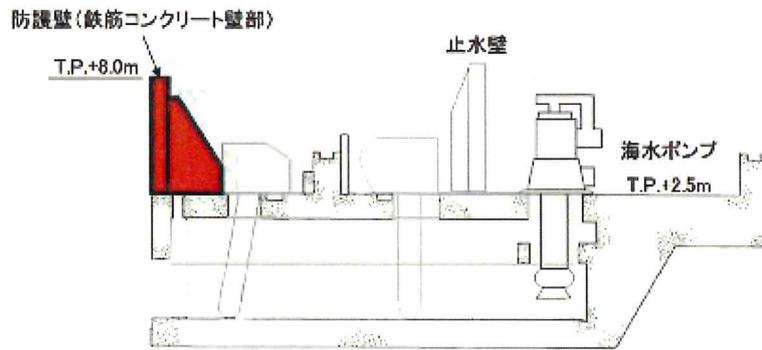


図-3-1-4 防護壁断面図 (①-①断面)

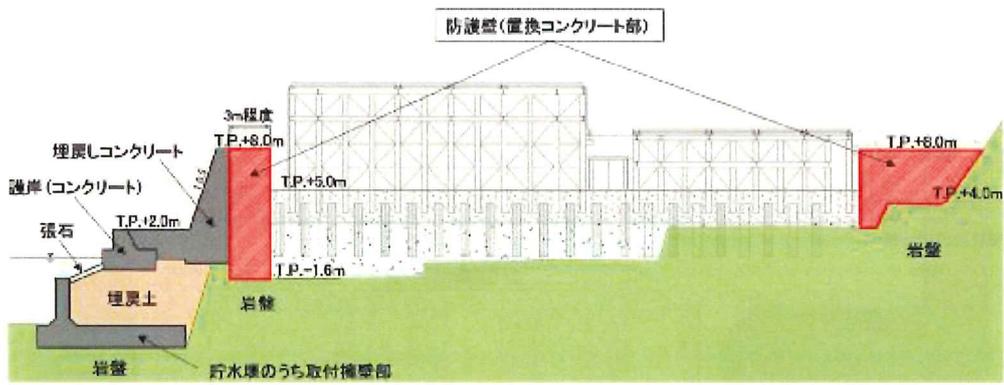


図-3-1-5 防護壁断面図 (②-②断面)

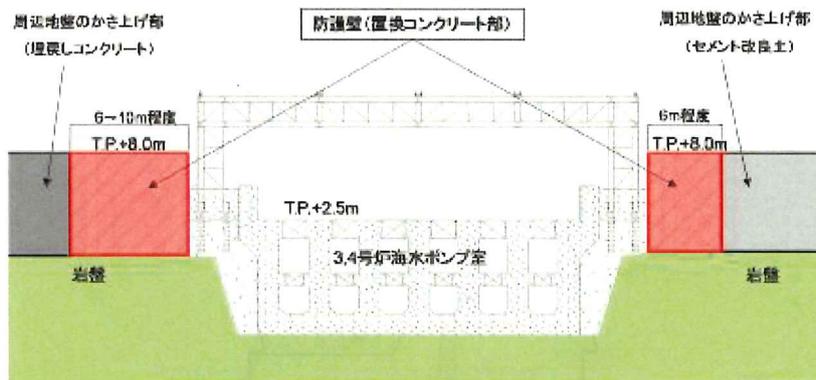


図-3-1-6 防護壁断面図 (③-③断面)

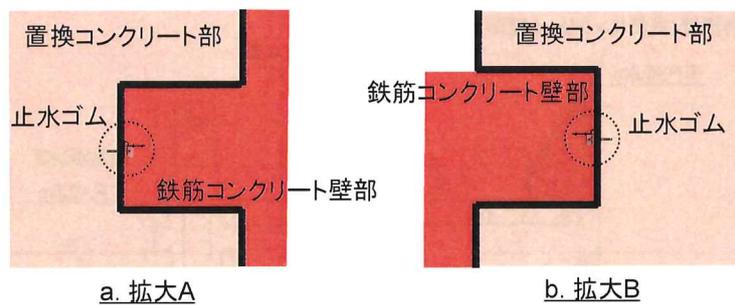


図-3-1-7 止水ゴム設置概要平面図  
(鉄筋コンクリート壁部と置換コンクリート部の境界部)

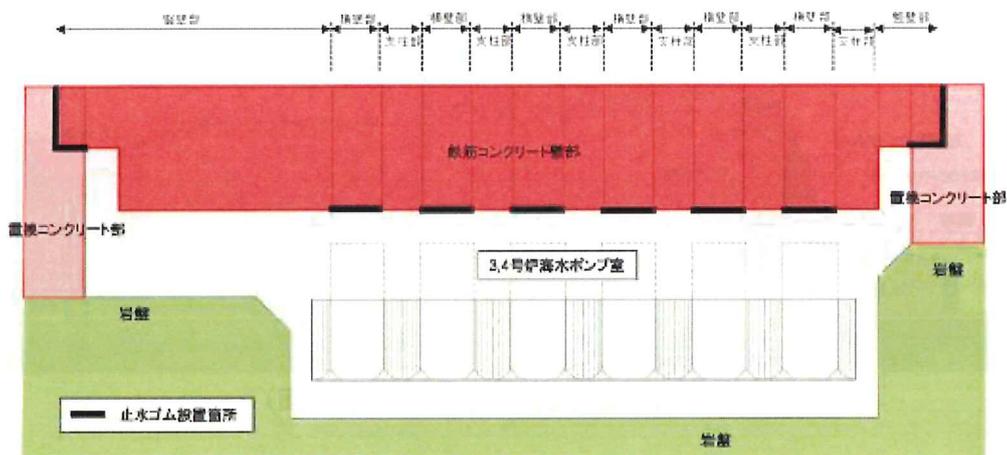


図-3-1-8 止水ゴム設置概要正面図 (C-C' 断面)

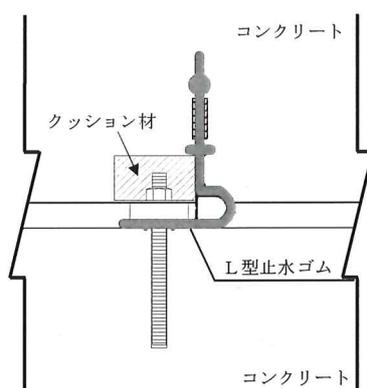


図-3-1-9 止水ゴム概要図

b. 貯水堰

水位低下時において、水位が海水ポンプ取水可能水位（T.P. -3.1m）を下回る時間に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ように、天端高さを T.P. -2.35m とする。

(1) 構造

水位低下時に、海水ポンプ取水可能水位を下回ることがない設計とし、海水ポンプの継続運転が十分可能となるよう、海水ポンプ室前面に設置するものであり、構造形式としては、杭基礎形式部と取付擁壁部の2種類に分けられる（図-3-1-10）。また、基礎構造は岩盤である。

(a) 杭基礎形式部

杭基礎形式部は、鋼管杭に支持されたコンクリート製の構造物（天端高さ T.P. -2.35m）であり、構造物全体の安定性を損なわせないために、基礎の鋼管杭により岩盤に固定する構造とする（図-3-1-11）。

なお、貯水堰前面は袋詰め割石により、杭基礎形式部天端までかさ上げしている。

(b) 取付擁壁部

取付擁壁部は、海水ポンプ室と杭基礎形式部との間に位置する鉄筋コンクリート製の擁壁（天端高さ T.P. -1.6m）であり、構造物全体の安定性を損なわせないために、直接岩盤に支持する構造とする（図-3-1-12～14）。

杭基礎形式部と取付擁壁部の境界部には止水ゴムを設置し、境界部からの浸水及び漏水を防止する設計とする（図-3-1-9、15、16）。

(2) 荷重組み合わせ

貯水堰の設計においては、以下の通り、常時荷重、津波荷重、地震荷重、余震荷重及び衝突荷重を適切に組合せて設計を行う。

(a) 杭基礎形式部

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

(b) 取付擁壁部

- ① 常時荷重＋津波荷重
- ② 常時荷重＋地震荷重
- ③ 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重
- ④ 常時荷重＋津波荷重＋衝突荷重

また、設計に当たっては、自然現象との組合せを適切に考慮する。

(3) 荷重の設定

貯水堰の設計において考慮する荷重は以下のように設定する。

① 常時荷重

自重を考慮する。

② 地震荷重

基準地震動  $S_s$  を考慮する。

③ 津波荷重

貯水堰設置位置である3,4号炉海水ポンプ室前面での入力津波高さ T.P. +6.3m を考慮する。津波波力は、耐津波設計ガイドラインにより適切に設定する。

④ 余震荷重

弾性設計用地震動  $S_d-1$  を考慮する。

⑤ 衝突荷重

対象とする漂流物を選定し、漂流物の衝突力を衝突荷重として設定する。具体的には、敷地周辺の漂流物調査の結果から漂流の可能性があると評価された、最大級の漂流物である漁船（総トン数 20t 級）を考慮することとし、「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 14 年 3 月）」及び「津波漂流物対策施設設計ガイドライン（案）（（財）沿岸技術研究センター，（社）寒地港湾技術研究センター，平成 21 年）」を参考に衝突荷重を算定する。

漁船荷重  $W$  算定式  $W=W_0$

ここに、

$W$  : 重量 (kN)

$W_0$  : 排水トン数 (kN)

なお、漁船の排水トン数は総トン数の 3 倍とする。

$W=20 \times 3 \times 9.8=600$  (kN)

衝突荷重  $P$  算定式  $P=0.1 \times W \times v$

ここに、

$P$  : 衝突力 (kN)

$W$  : 漂流物の重量 (kN)

$v$  : 表面流速 (m/s)

衝突荷重を設定するための表面流速  $v$  については、取水路内を

遡上する津波の流速に対して、法線方向の最大流速の2倍程度の流速とする。

(4) 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、構成する部材が弾性域内に収まることを基本として、津波防護機能を維持していることを確認する。

(5) 設計方針

杭基礎形式部及び取付擁壁部の設計方針を以下に示す。また、周辺地盤かさ上げ部（図-3-1-17、18）について、貯水堰の貯水容量に対して波及的影響を及ぼす可能性について評価を行う。なお、評価に当たっては、海水ポンプ室護岸（埋戻しコンクリート及び取付擁壁部を含む。）を含めることとする。

(a) 杭基礎形式部

- ・ 主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とするために、構造部材であるコンクリート及び鋼管杭等の鋼材が概ね弾性状態にとどまることを応力計算により確認する。
- ・ 鋼管杭が堅固な岩盤に固定される設計とするために、作用する押込み力及び引抜き力が許容支持力度以下にとどまることを計算により確認する。
- ・ 漏えいが想定される間隙に設置する材料である止水ゴムを評価対象部位として、計算により算出される地震時の最大変位量が、止水ゴムの許容変位量以下であることを確認する。  
また、地震後の津波を想定し、計算により算出される地震後の残留変位量に余震による最大変位量を加えた値が、止水ゴムの許容変位量以下であることを確認するとともに、その許容変位量において、津波時の荷重を想定した水圧を負荷した状態で、有意な漏洩がないことを試験により確認する。

(b) 取付擁壁部

- ・ 主要な構造部材の構造健全性を維持する設計とするために、構造部材である鉄筋コンクリートが概ね弾性状態にとどまることを応力計算により確認する。
- ・ 構造物全体の安定性を損なわせない設計とするために、滑動及び

転倒に対する抵抗力と作用する荷重との比較により、滑動又は浮き上がりに対し妥当な安全裕度を有することを計算により確認する。

- ・ 堅固な岩盤に支持される設計とするために、支持する岩盤が、極限支持力と作用する接地圧との比較により、支持力不足による変形に対し妥当な安全裕度を有することを計算により確認する。

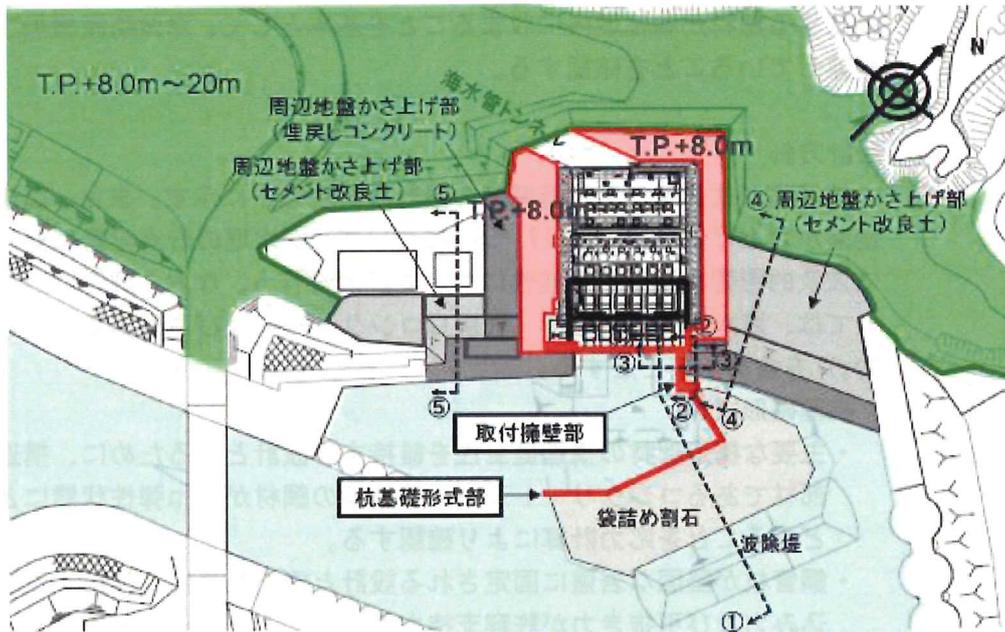


図-3-1-10 貯水堰平面図

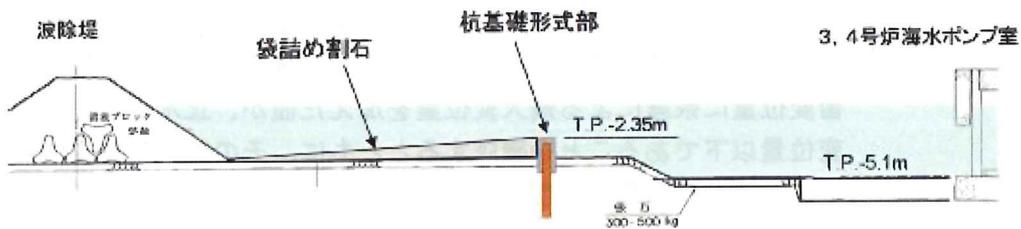


図-3-1-11 貯水堰断面図 (①-①断面) (杭基礎形式部)

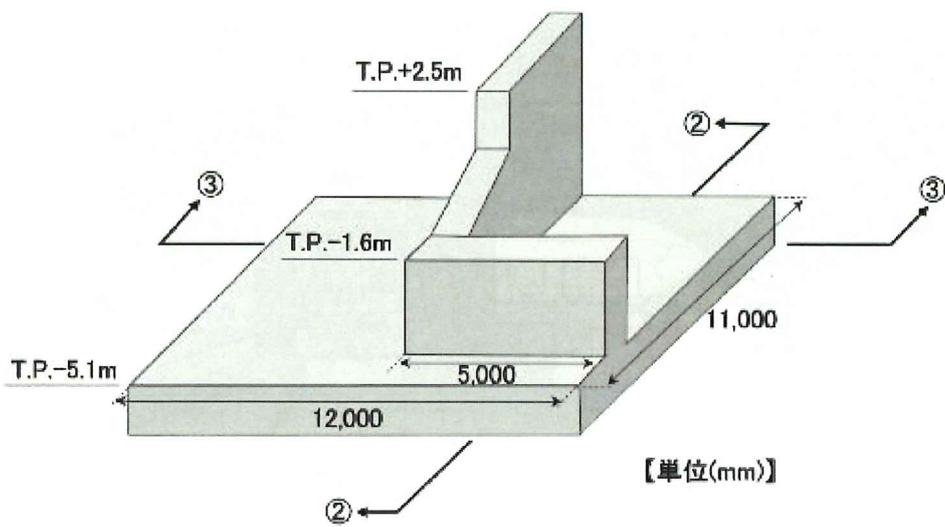


図-3-1-12 貯水堰立体図 (取付擁壁部)

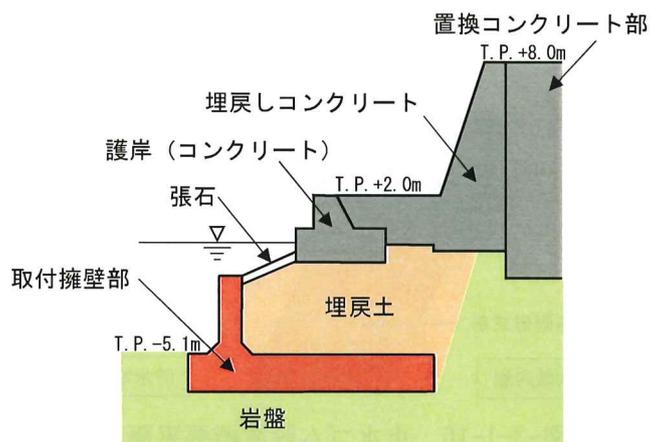


図-3-1-13 貯水堰断面図 (②-②断面) (取付擁壁部)

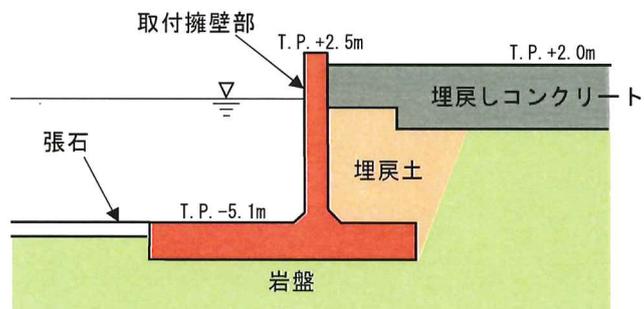


図-3-1-14 貯水堰断面図 (③-③断面) (取付擁壁部)

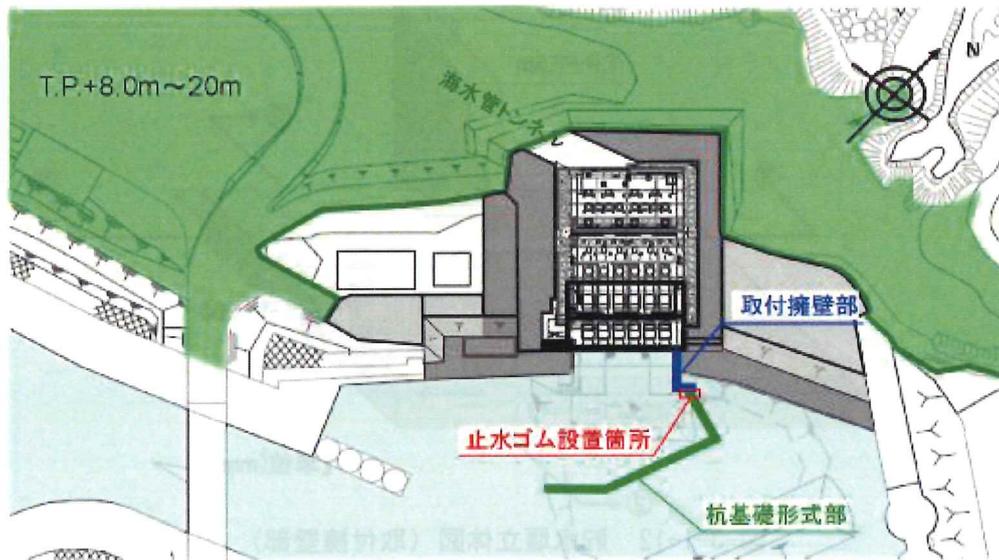


図-3-1-15 止水ゴム設置概要位置図

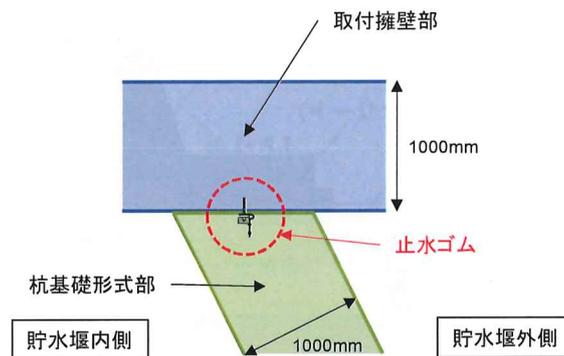


図-3-1-16 止水ゴム設置概要平面図

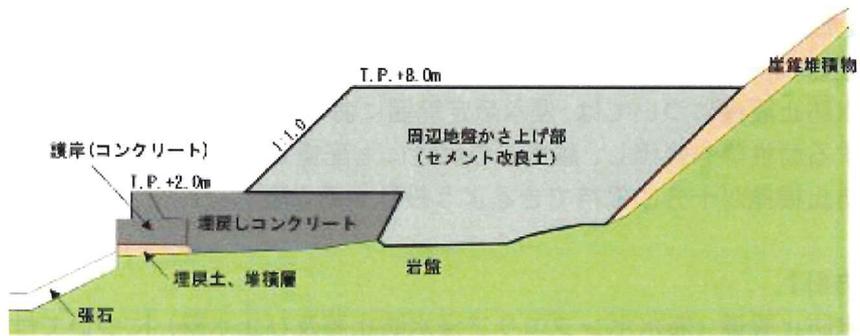


図-3-1-17 周辺地盤かさ上げ部断面図 (④-④断面)

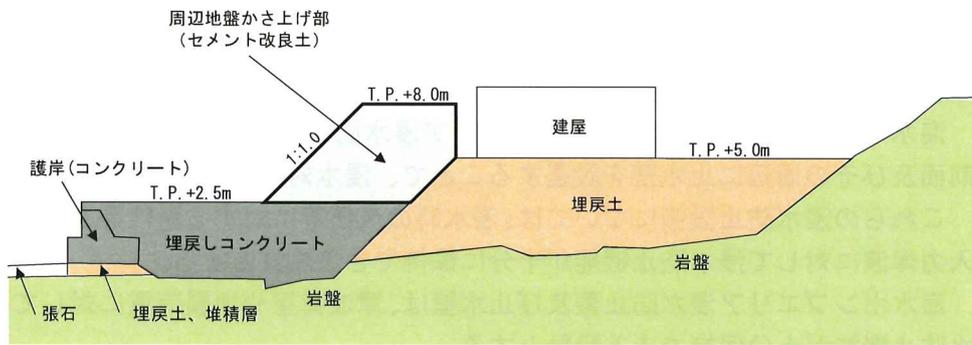


図-3-1-18 周辺地盤かさ上げ部断面図 (⑤-⑤断面)

### 3.2 浸水防止設備

#### 【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（海水ポンプエリア浸水防止蓋及び止水壁）については、基準地震動による地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。また、浸水時の波圧等に対する耐性等を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。

#### 【検討結果】

海水ポンプエリア内に海水ポンプエリア浸水防止蓋及び海水ポンプエリア前面及びその周辺に止水壁を設置することで、浸水対策を実施している。

これらの浸水防止設備については、浸水時の波圧等に対する耐性等を評価し、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。

海水ポンプエリア浸水防止蓋及び止水壁は、津波荷重や地震荷重に対して浸水防止機能が十分保持できる設計とする。

a. 海水ポンプエリア浸水防止蓋

(1) 構造

海水ポンプエリア浸水防止蓋は、海水ポンプエリアの床貫通部に設置される鋼製の蓋である。蓋と床面の間にゴム板を挿入、蓋と床面はボルトにて締め付け固定することで流入を防止する。

設置位置を図-3-2-1、構造図例を図-3-2-2 に示す。

(2) 荷重組合せ

常時荷重、津波荷重及び地震荷重との組合せによる荷重条件で評価を行う。

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

また、設計にあたっては、自然現象との組合せを適切に考慮する。

(3) 荷重の設定

海水ポンプエリア浸水防止蓋の設計においては以下の荷重を考慮する。

- ① 常時荷重  
自重を考慮する。
- ② 地震荷重  
基準地震動  $S_s$  を考慮する。
- ③ 津波荷重  
入力津波を考慮する。
- ④ 余震荷重  
弾性設計用地震動  $S_d-1$  を考慮する。

(4) 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、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し、浸水防止機能を保持していることを確認する。

## b. 止水壁

3, 4 号炉海水ポンプ室前面の入力津波高さ T. P. +6. 3m による床面からの津波の流入に対して、構造物天端高さを T. P. +9. 0m とすることにより、海水ポンプエリアへの流入を防止している。

### (1) 構造

止水壁は、海水ポンプエリア前面及びその周辺に設置するものであり、鉄筋コンクリート製壁（以下「RC 壁」という。）と鋼製壁で構成される構造物である。

設置位置を図-3-2-1、平面図を図-3-2-3、立面図及び断面図を図-3-2-4、鳥瞰図を図-3-2-5 に示す。

製壁は、鋼製支柱と桁・鋼板を組み合わせた扉体部で構成されている。扉体部の床面付近の取付け部については、T 字鋼と扉体部とを取付ボルトにより固定する設計とする。また、鋼製支柱及び T 字鋼はアンカーボルトにより海水ポンプ室に固定し、隙間部には無収縮モルタルを充填し、止水性を保持する設計とする。扉体部の床面付近の取付け部を図-3-2-6 に示す。

RC 壁は、鉄筋コンクリート造の擁壁であり鋼製壁と連結している。また、定着部は海水ポンプ室の躯体にアンカーを配置し、支持力を得られるよう設計を実施している。止水壁と防護壁の境界部には、想定される荷重の作用を考慮し、試験等にて止水性を確認した止水ゴムで止水処置を講じる設計とする。止水ゴムの設置箇所を図-3-2-4 に、止水ゴムの概要図を図-3-2-7 に示す。

### (2) 荷重組合せ

止水壁の設計においては、以下の通り、常時荷重、津波荷重、地震荷重、余震荷重及びスロッシング荷重を適切に組合せて設計を行う。

① 常時荷重＋地震荷重

② 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重＋スロッシング荷重

また、設計にあたっては、自然現象との組合せを適切に考慮する。

### (3) 荷重の設定

止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。

① 常時荷重

自重を考慮する。

② 地震荷重

基準地震動  $S_s$  を考慮する。

③ 津波荷重

入力津波を考慮する。

④ 余震荷重

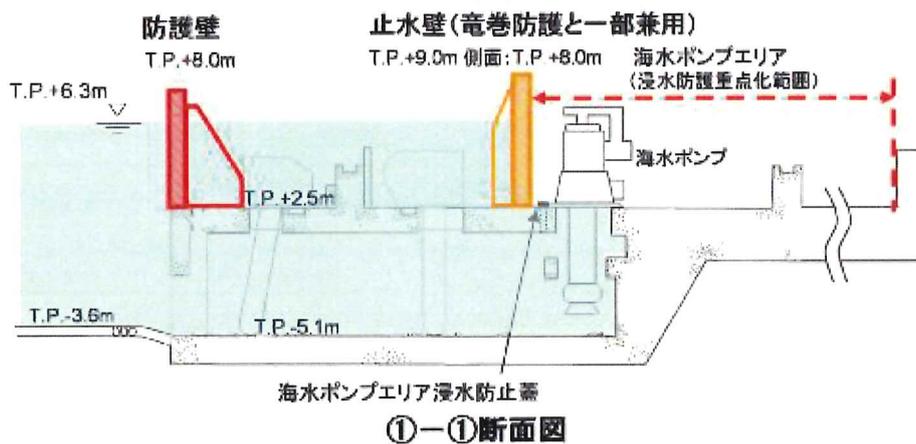
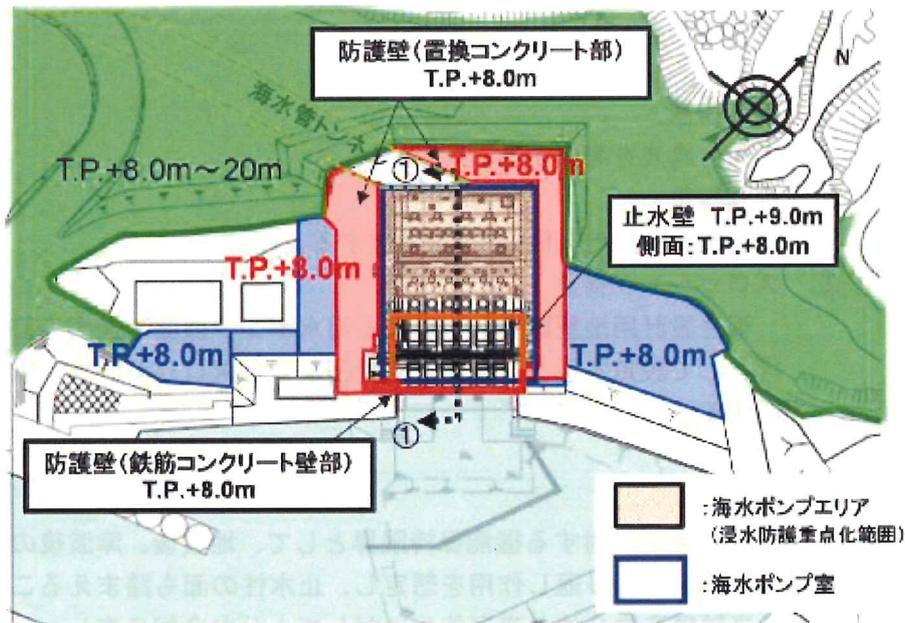
弾性設計用地震動 Sd-1 を考慮する。

⑤ スロッシング荷重

弾性設計用地震動 Sd-1 による海水ポンプ位置の最大応答加速度として設定する。衝撃圧と揺動圧より全スロッシング荷重を考慮する。

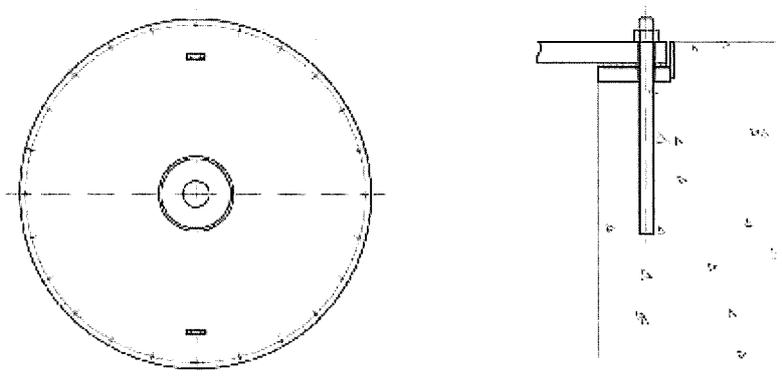
(4) 許容限界

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、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し、浸水防止機能を保持していることを確認する。



名称	数量
電気防食電極ボックス用蓋	12
マンホール(逆止弁付)	6
水位検出器用蓋	6
合計	24

図-3-2-1 海水ポンプエリア浸水防止設備



	材質
浸水防止蓋（マンホール（逆止弁付））	SUS304

図-3-2-2 海水ポンプエリア浸水防止蓋概念図

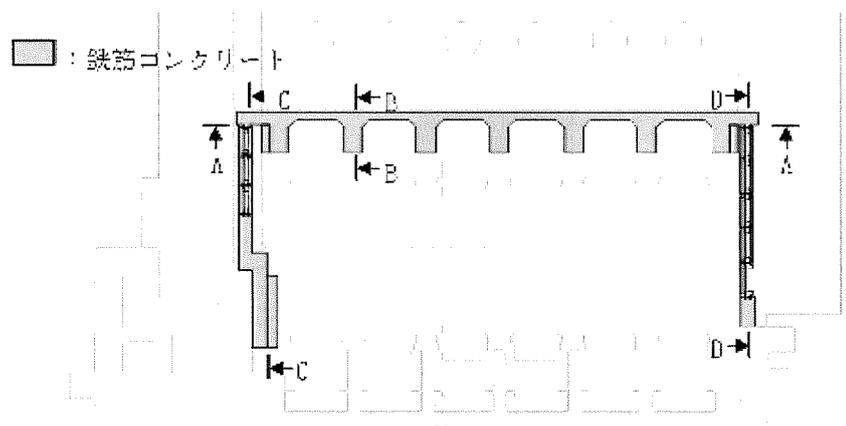
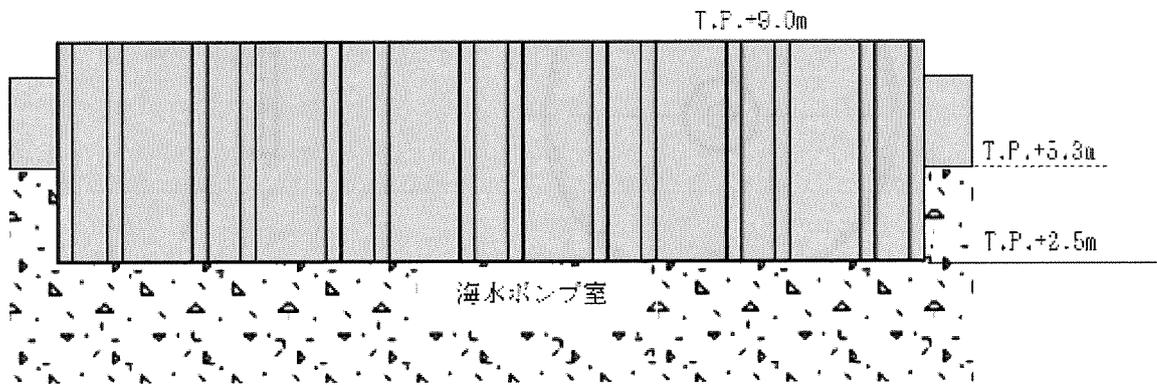
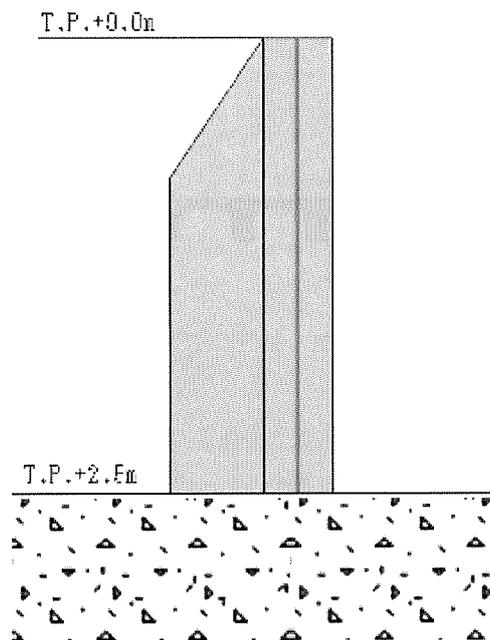


図-3-2-3 止水壁平面図



A-A 立面



B-B 断面

図-3-2-4 止水壁立面図及び断面図(1/2)

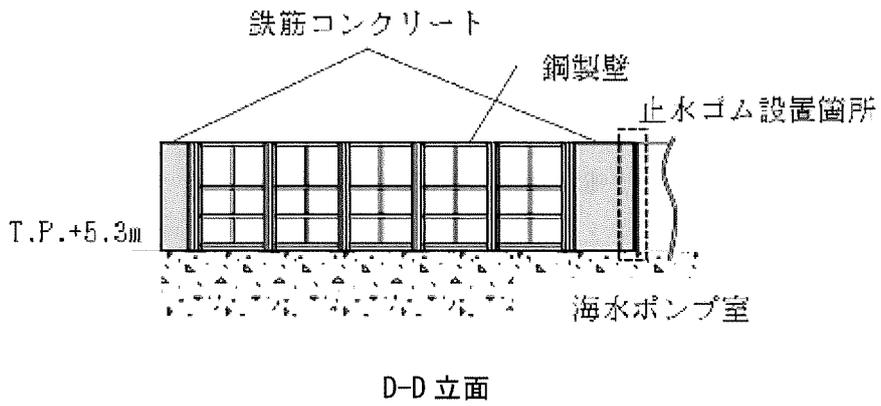
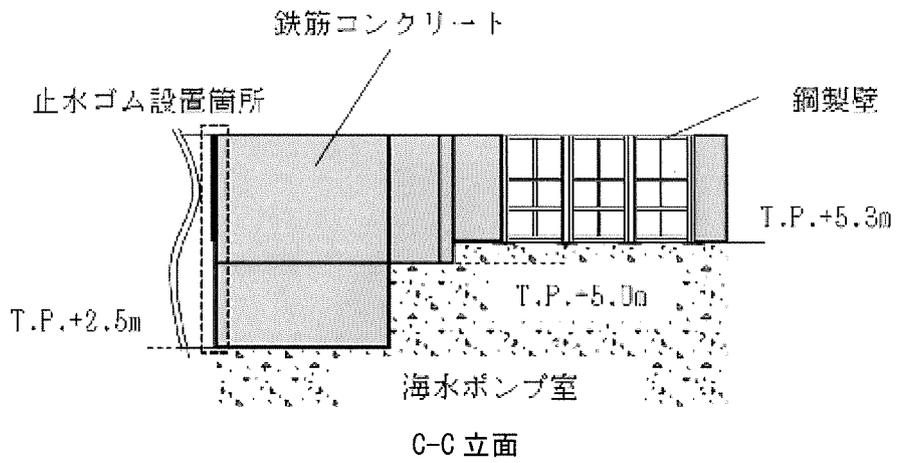


図-3-2-4 止水壁立面図及び断面図(2/2)

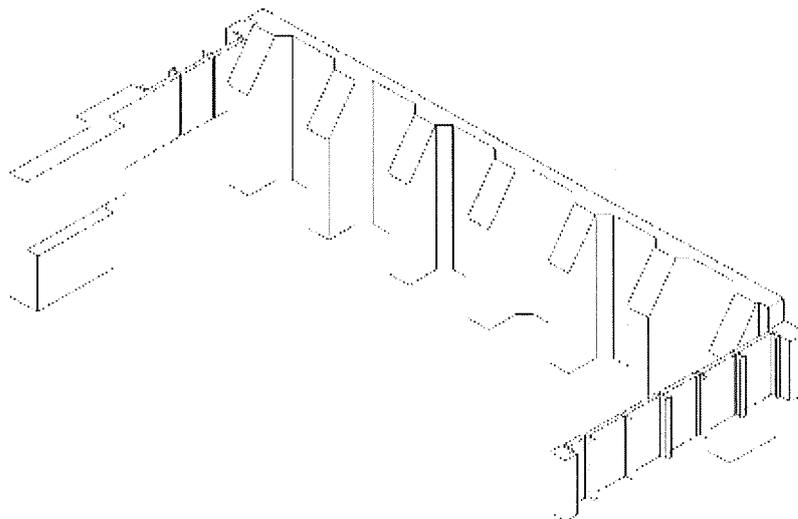


図-3-2-5 止水壁鳥瞰図(概念図)

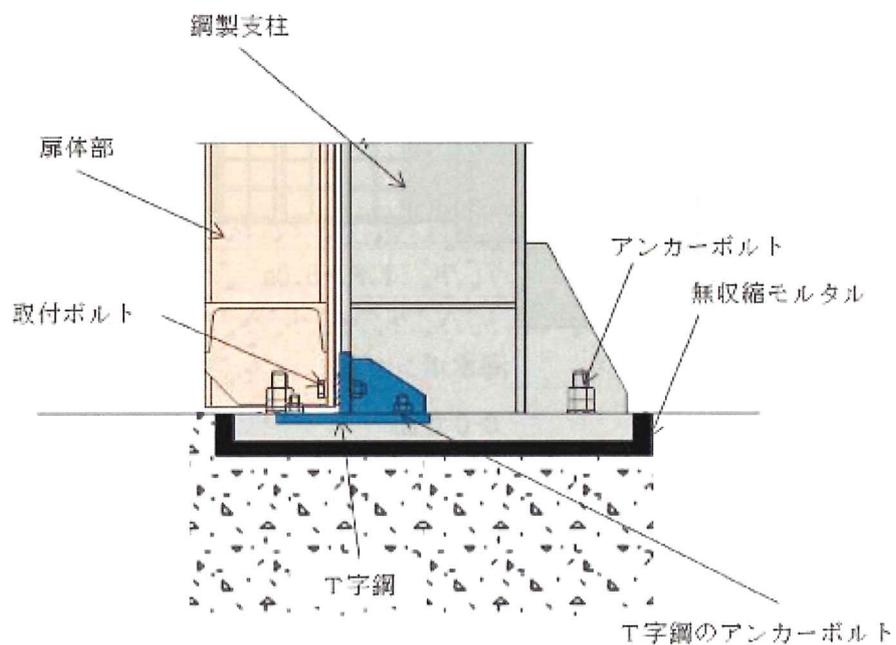


図-3-2-6 扉体部の床面付近の取付け部

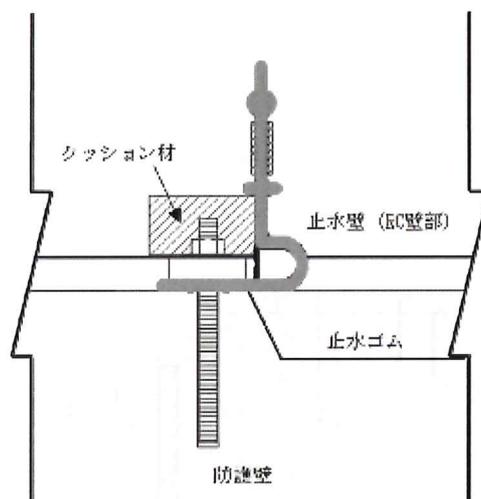


図-3-2-7 止水ゴムの概要図

### 3.3 津波監視設備

#### 【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】

津波監視設備のうち津波監視カメラは、津波の影響（波力、漂流物の衝突等）に対して影響を受けない位置、潮位計は津波の影響（波力、漂流物の衝突等）を受けにくい位置へ設置し、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。

#### 【検討結果】

津波監視設備は、津波監視カメラと潮位計にて津波監視機能が十分に保持できる設置位置とし、以下のとおり設置する。

##### ○津波監視カメラ

1号炉原子炉補助建屋壁面 T. P. +38.3m

（監視目的：防波堤沖の入力津波の監視）

海水ポンプ室床面上 T. P. +10.0m

（監視目的：取水路からの入力津波及び海水ポンプ室周辺敷地の津波遡上の状況を監視）

##### ○潮位計

海水ポンプエリア T. P. +2.1m

（監視目的：入力津波による下降側潮位を主として監視）

海水ポンプ室前面の防護壁上部 T. P. +9.0m

（監視目的：入力津波の上昇側及び下降側潮位を監視）

津波監視カメラは、津波の影響（波力、漂流物の衝突等）を受けない場所に設置するため、津波監視機能が十分に保持できる。

潮位計のうち、海水ポンプ室前面の防護壁上部に設置する潮位計は、波力の影響を受けない位置に設置するとともに漂流物の影響を受けにくい位置に設置する。海水ポンプエリアに設置する潮位計は、波力の影響を受けにくい位置に設置するとともに漂流物の影響を受けない位置に設置する。これらにより津波監視機能が十分に保持できると考えるが、海水ポンプ室前面の防護壁上部に設置する潮位計は、もっとも厳しい条件を考慮した場合、漂流物による影響を

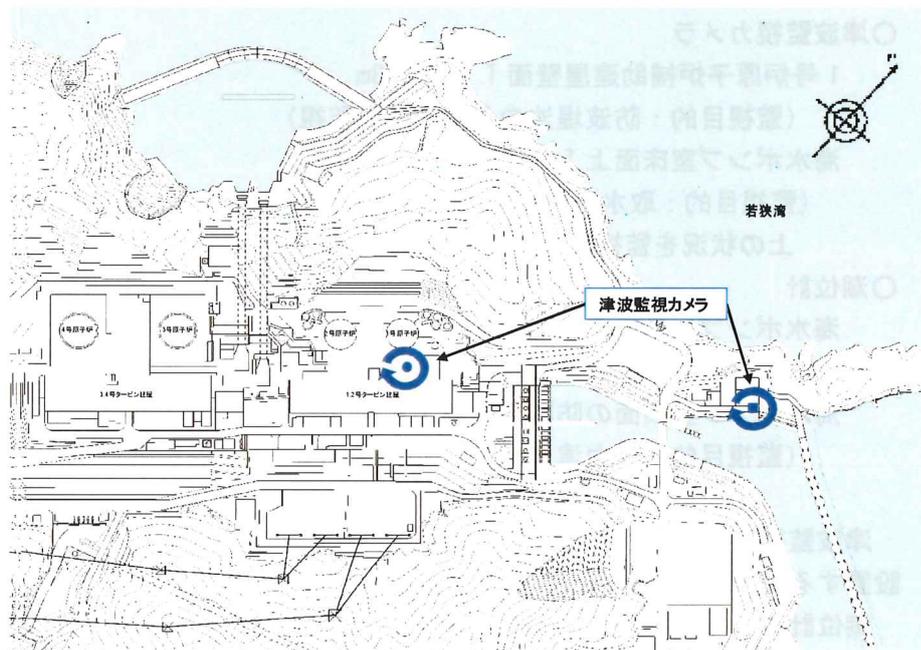
否定できない。ただし、その場合でも、海水ポンプエリアに設置する潮位計にて下降側の潮位測定による津波の傾向監視と海水ポンプ室に設置する津波監視カメラによる顕著な上昇側の潮位の状況監視により機能補完が可能であることから、津波監視機能を十分に保持できる。

(1) 津波監視カメラ

a. 仕様

津波監視カメラは、津波の襲来状況等をリアルタイムかつ継続的に把握するため、暗視機能等を有するカメラを2台設置する。監視範囲は図-3-3-1に示すとおり、取水路側を撮影可能であり、画像は中央制御室に設置した監視モニタに表示し、連続的に監視できる設計としている。

津波監視カメラ本体及び監視設備の電源は、非常用所内電源から受電しており、全交流動力電源喪失時においても監視が継続可能である。



<凡例>

- : 津波監視カメラ (海水ポンプ室)
- : 津波監視カメラ (1号炉原子炉補助建屋壁面)

図-3-3-1 津波監視カメラ設置位置

b. 設備構成

津波監視カメラは、カメラ本体、カメラを設置する架台（鉄柱含む）、監視モニタ、電線管等から構成されている。

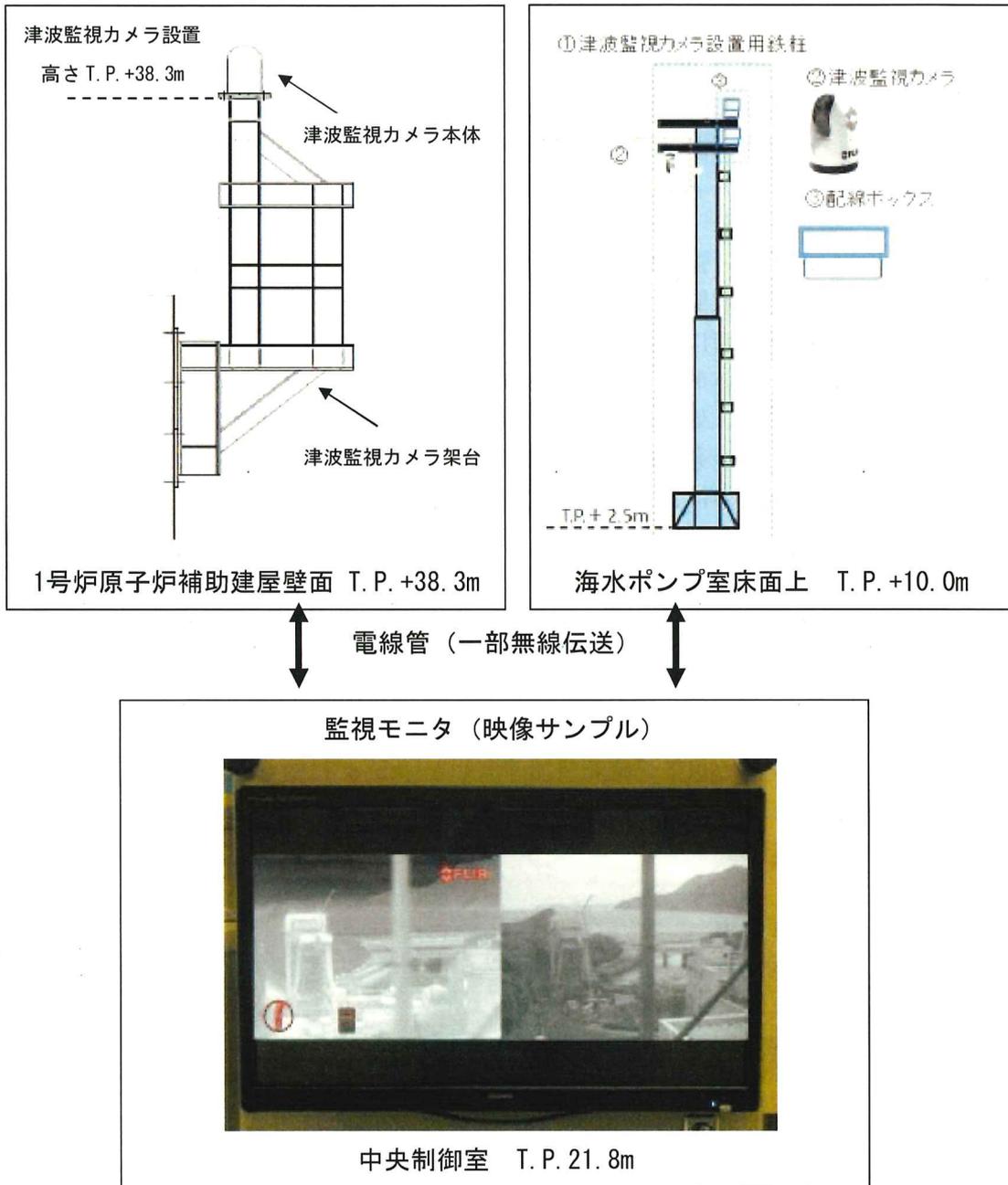


図-3-3-2 津波監視カメラ設備構成

c. 構造・強度評価及び機能保持評価

○構造・強度の評価対象

- ・津波監視カメラ用架台
- ・電線管

○機能保持の評価対象

- ・津波監視カメラ
- ・監視設備（監視モニタ等）

○評価方法

・構造・強度の評価

津波監視カメラ用架台、電線管について、基準地震動  $S_s$  に対して地震時に要求される機能を喪失しないことを確認する。

具体的には、津波監視カメラ用架台については、その固定部について、地震時に想定される評価荷重に基づき応力評価を行い、応力比（＝発生応力／許容応力）が 1.0 以下であることを確認する。許容応力は、設計・建設規格に従い求める。

また、電線管については、電線管布設においてもっとも厳しい条件にあるモデルにて評価し、実際はこのモデルに包絡される条件で施工することで、耐震性を確保する。

・機能保持の評価

機能保持の評価対象については、加振試験において、津波監視カメラ及び監視設備の電氣的機能の健全性を確認した加振波の最大加速度（以下「確認済加速度」という。）に対し、各取付箇所の最大応答加速度（以下「評価加速度」という。）が下回っていることを確認する。

○評価荷重

・固定荷重

自重のみ考慮する。

・地震荷重

設計用地震力は、基準地震動  $S_s$  による地震力を使用する。

・津波荷重

津波の影響を受けない位置に設置しているため、考慮しない。

・積雪荷重

屋外に設置している機器架台、電線管について、建築基準法に基づ

き 1m の積雪を考慮する。

・風荷重

i) 竜巻

過去に発生した竜巻やハザード曲線による最大風速を考慮し、設計竜巻 92m/s に対して評価に用いる風速を 100m/s とし、当該設備が風荷重を受けた場合においても継続監視可能であることを確認する。なお、飛来物に対する評価については、竜巻評価に合わせて実施する。

ii) 竜巻以外

過去の記録等を考慮し、風速を 51.9m/s 規模の荷重に関しても、機器架台、電線管について、風荷重が加わった場合においても、継続監視可能であることを確認する。

なお、風荷重の組合せについては、荷重の性質を考慮し、建築基準法に定める荷重を設定する。

・降雨荷重

降雨に対しては、防水性能は「IPX4」（波浪または、いかなる方向からの水の飛沫によっても有害な影響を受けない性能）以上の設計としている。

・漂流物荷重

漂流物の影響を受けない位置に設置しているため、考慮しない。

・荷重の組み合わせ

津波監視カメラの設計においては以下のとおり、常時荷重及び地震荷重を適切に組み合わせ設計を行う。（津波荷重は考慮不要であるため、常時荷重＋余震荷重の組み合わせは、常時荷重＋地震荷重に包含される。）

①常時荷重＋地震荷重

また、設計に当たっては、自然現象との組合せを適切に考慮する。

## (2) 潮位計

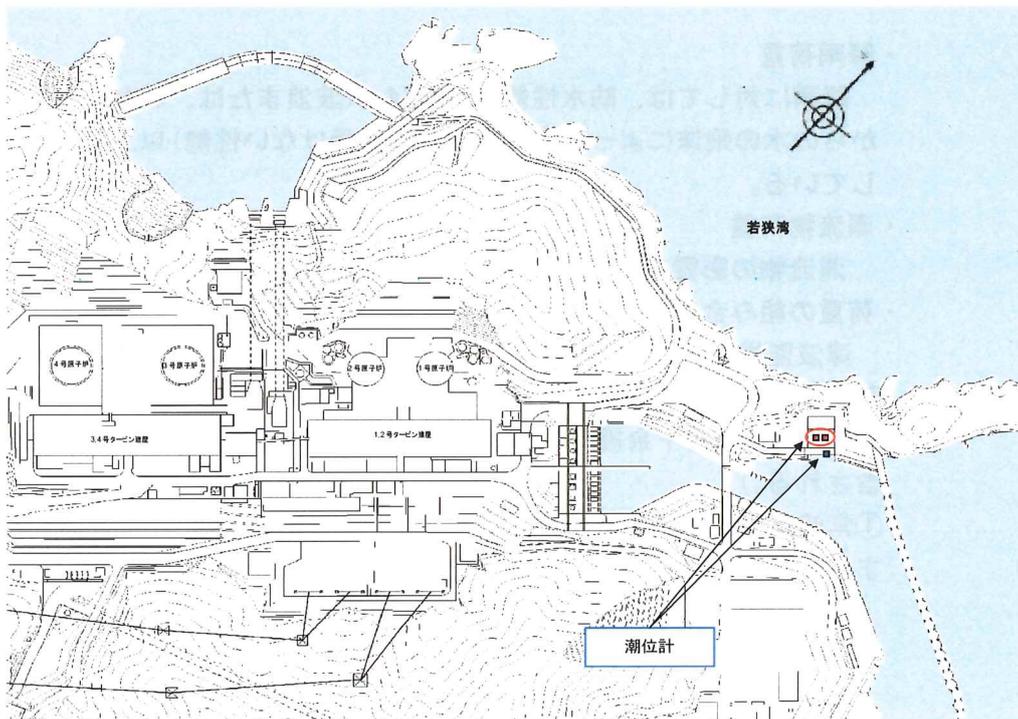
### a. 仕様

潮位計は、地震発生後、津波が発生した場合の津波襲来を想定し、特にその潮位変動の兆候を早期に把握するために設置する。

3, 4号炉海水ポンプ室前面の入力津波高さは、上昇側は朔望平均満潮位に潮位のばらつきを考慮して T.P. +6.3m と評価している。また、下降側については朔望平均干潮位に潮位のばらつきを考慮して T.P. -4.8m と評価している。

潮位計は、上昇側及び下降側の入力津波高さを計測できるように、海水ポンプエリア T.P. -5.1~T.P. +1.5m 及び海水ポンプ室前面の防護壁 T.P. -5.1~T.P. +8.5m を測定範囲とした設計としている。

潮位計及び監視設備の電源は非常用所内電源から受電しており、全交流動力電源喪失時においても監視が継続可能である。



#### <凡例>

- : 潮位計 (海水ポンプエリア)
- : 潮位計 (防護壁)

図 3-3-3 潮位計設置位置

b. 設備構成

潮位計は、潮位計本体、潮位計を設置する架台、監視設備、電線管から構成されている。

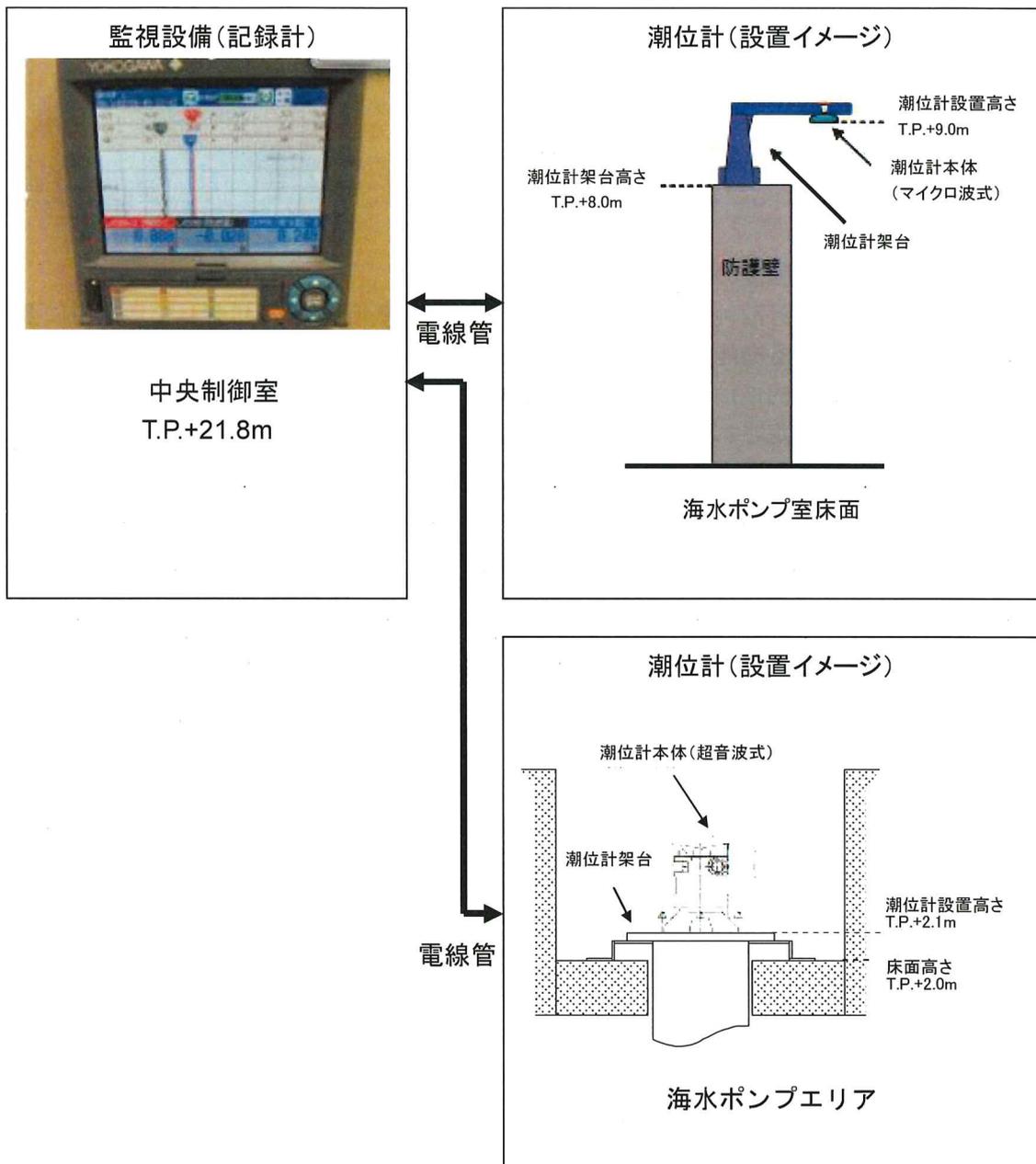


図-3-3-4 潮位計設備構成

c. 構造・強度評価

○構造・強度の評価対象

- ・潮位計取付架台
- ・電線管

○機能保持の評価対象

- ・潮位計
- ・監視設備（記録計）

○評価方法

・構造・強度の評価

潮位計取付架台、電線管について、基準地震動  $S_s$  に対して地震時に要求される機能を喪失しないことを確認する。

具体的には、潮位計取付架台については、その固定部について、地震時に想定される評価荷重に基づき応力評価を行い、応力比（＝発生応力／許容応力）が 1.0 以下であることを確認する。許容応力は、設計・建設規格に従い求める。

また、電線管については、電線管布設においてもっとも厳しい条件にあるモデルにて評価し、実際はこのモデルに包絡される条件で施工することで、耐震性を確保する。なお、建屋間相対変位が生じる箇所については、可とう電線管を適用することとしている。

・機能保持の評価

機能保持の評価対象については、加振試験において、潮位計及び記録計の電氣的機能の健全性を確認した加振波の最大加速度（以下「確認済加速度」という。）に対し、各取付箇所の最大応答加速度（以下「評価加速度」という。）が下回っていることを確認する。

○評価荷重

・固定荷重

自重のみ考慮する。

・地震荷重

設計用地震力は、基準地震動  $S_s$  による地震力を使用する。

・津波荷重

入力津波による荷重を考慮する。

・積雪荷重

屋外に設置している機器架台、電線管について、建築基準法に基づき

1mの積雪を考慮する。

・風荷重

i) 竜巻

過去に発生した竜巻やハザード曲線による最大風速を考慮し、設計竜巻 92m/s に対して評価に用いる風速を 100m/s とし、当該設備が風荷重を受けた場合においても継続監視可能であることを確認する。なお、飛来物に対する評価については、竜巻評価に合わせて実施する。

ii) 竜巻以外

過去の記録等を考慮し、風速を 51.9m/s 規模の荷重に関しても、機器架台、電線管について、風荷重が加わった場合においても、継続監視可能であることを確認する。

なお、風荷重の組合せについては、荷重の性質を考慮し、建築基準法に定める荷重を設定する。

・漂流物荷重

潮位計のうち、海水ポンプ室前面の防護壁上部に設置する潮位計は、波力の影響を受けない位置に設置するとともに漂流物の影響を受けにくい位置に設置する。海水ポンプエリアに設置する潮位計は、波力の影響を受けにくい位置に設置するとともに漂流物の影響を受けない位置に設置する。これらにより津波監視機能が十分に保持できると考えるが、海水ポンプ室前面の防護壁上部に設置する潮位計は、もっとも厳しい条件を考慮した場合、漂流物による影響を否定できない。ただし、その場合でも、海水ポンプエリアに設置する潮位計にて下降側の潮位測定による津波の傾向監視と海水ポンプ室に設置する津波監視カメラによる顕著な上昇側の潮位の状況監視により機能補完が可能であることから、津波監視機能を十分に保持できるため、漂流物荷重は考慮しない。

・余震荷重

弾性設計用地震動 Sd-1 を考慮する。

・荷重の組み合わせ

潮位計の設計においては以下のとおり、常時荷重、地震荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

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

また、設計に当たっては、自然現象との組合せを適切に考慮する。

### 3.4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項

#### 3.4.1 津波防護施設、浸水防止設備等の設計における検討事項

##### 【規制基準における要求事項等】

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

- ・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。
- ・敷地の地学的背景を踏まえ、余震の発生の可能性を検討すること。
- ・余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮すること。
- ・入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返しの襲来による作用が津波防護機能、浸水防止機能へ及ぼす影響について検討すること。

##### 【検討方針】

津波防護施設、浸水防止設備の設計及び漂流物に係る措置に当たっては、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）を満足していることを確認する。

- ・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。
- ・敷地の地学的背景を踏まえ、余震の発生の可能性を検討する。
- ・余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮する。
- ・入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰り返しの襲来による作用が津波防護機能、浸水防止機能へ及ぼす影響について検討する。

## 【検討結果】

津波荷重の設定、余震荷重の考慮、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の概要を以下に示す。

### (1) 津波荷重については、以下の不確かさを考慮している。

- ・入力津波が有する数値計算上の不確かさ
- ・各施設・設備等の機能損傷モードに対応した荷重の算定過程に介入する不確かさとして、地盤物性値のばらつきを考慮して設計する。

### (2) 余震荷重の考慮

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余震（地震）について評価した結果、基準津波の波源である若狭海丘列付近断層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（地震発生の約1時間後）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既に時刻歴波形を策定している弾性設計用地震動の中から準用する。

余震荷重と津波荷重の組合せについては、弾性設計用地震動 Sd-1 を余震荷重として津波荷重と組み合わせる。

### (3) 津波の繰り返し作用の考慮

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している。具体的には以下のとおりである。

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

### 3.4.2 漂流物による波及的影響の検討

#### 【規制基準における要求事項等】

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

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

#### 【要求事項等への対応方針】

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。

#### 【検討結果】

漂流物となる可能性のある施設・設備を抽出するため、発電所周辺約 5km の範囲を、発電所構内については遡上域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った。

この結果、発電所構内で漂流する可能性があるものとして、協力会社事務所等があるが、距離が十分に離れており、取水性への影響はない。

発電所構外で漂流する可能性があるものとして、発電所近傍で航行不能になった漁船が挙げられるが、防護壁により防護する。

防護壁及び貯水堰の設計においては、漂流物として衝突する可能性がある小型漁船を衝突荷重として評価する。

### 3.4.3 津波影響軽減施設・設備の扱い

#### 【規制基準における要求事項等】

津波防護施設・設備の設計において津波影響軽減施設・設備の効果を期待する場合、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。津波影響軽減施設・設備は、次に示す事項を考慮すること。

- ・地震が津波影響軽減機能に及ぼす影響
- ・漂流物による波及的影響
- ・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
- ・余震による荷重と地震による荷重の荷重組合せ
- ・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

### 【要求事項等への対応方針】

津波影響軽減施設としては、防波堤があり、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。津波影響軽減施設は次に示す事項を考慮する。

- ・ 基準地震動  $S_s$  が津波影響軽減機能に及ぼす影響
- ・ 漂流物の衝突力
- ・ 機能損傷モードに対応した荷重について十分な余裕
- ・ 余震による荷重と地震による荷重の荷重組合せ
- ・ 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

### 【検討結果】

防波堤を津波影響軽減施設として設置し、津波影響軽減機能、漂流物の影響防止機能が保持できる設計とする。

#### a. 防波堤

##### (1) 構造

防波堤は海中に捨石マウンドを構築し、その上にコルゲートセル（ $\phi 13\text{m}$ 、天端高さ T. P. +3.0m、プレパックドコンクリートで充填）を据付け、その上にコンクリート製の壁（T. P. +3.0m～T. P. +8.0m）を立ち上げ、前面には消波ブロック（25t 級）を積み上げた海中構造物である（図-3-4-1～2）。

##### (2) 荷重組み合わせ

防波堤の設計においては、以下の通り、常時荷重、津波荷重、地震荷重、余震荷重及び衝突荷重を適切に組み合わせで設計を行う。

- ① 常時荷重＋津波荷重
- ② 常時荷重＋地震荷重
- ③ 常時荷重＋津波荷重＋余震荷重
- ④ 常時荷重＋津波荷重＋衝突荷重

また、設計に当たっては、自然現象との組合せを適切に考慮する。

##### (3) 荷重の設定

防波堤の設計において考慮する荷重は以下のように設定する。

###### ① 常時荷重

自重を考慮する。

② 地震荷重

基準地震動  $S_s$  を考慮する。

③ 津波荷重

防波堤位置である防波堤前面での入力津波高さ T. P. +6.5m を考慮する。津波波力は、耐津波設計ガイドラインにより適切に設定する。

④ 余震荷重

弾性設計用地震動  $S_d-1$  を考慮する。

⑤ 衝突荷重

対象とする漂流物を選定し、漂流物の衝突力を衝突荷重として設定する。具体的には、敷地周辺の漂流物調査の結果から漂流の可能性があると評価された、最大級の漂流物である漁船（総トン数 20t 級）を考慮することとし、「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成 14 年 3 月）」及び「津波漂流物対策施設設計ガイドライン（案）（（財）沿岸技術研究センター，（社）寒地港湾技術研究センター，平成 21 年）」を参考に衝突荷重を算定する。

漁船荷重  $W$  算定式  $W=W_0$

ここに、

$W$  : 重量 (kN)

$W_0$  : 排水トン数 (kN)

なお、漁船の排水トン数は総トン数の 3 倍とする。

$$W=20 \times 3 \times 9.8=600 \text{ (kN)}$$

衝突荷重  $P$  算定式  $P=0.1 \times W \times v$

ここに、

$P$  : 衝突力 (kN)

$W$  : 漂流物の重量 (kN)

$v$  : 表面流速 (m/s)

(4) 許容限界

津波影響軽減施設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余裕を有し、津波影響軽減機能を維持していることを確認する。

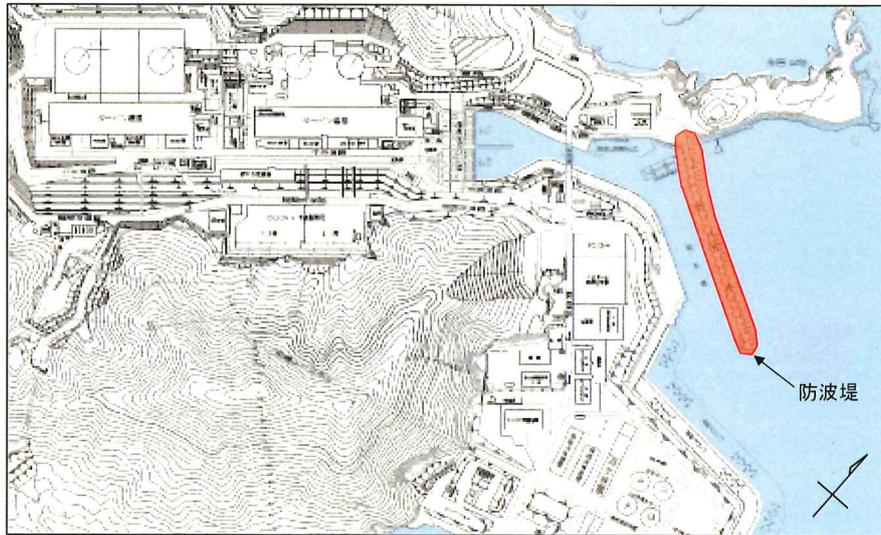


図-3-4-1 防波堤平面図

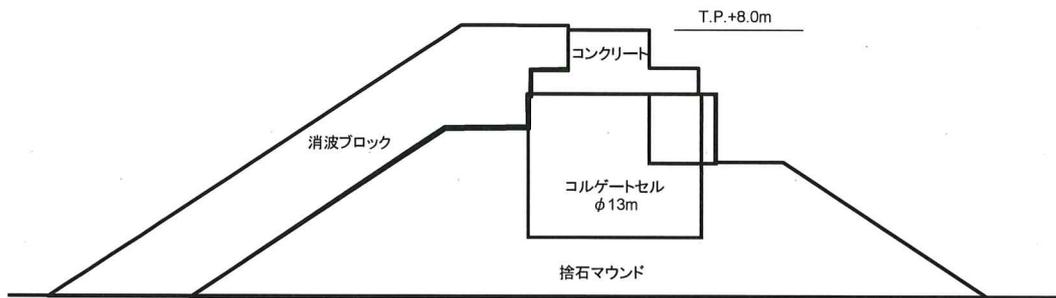


図-3-4-2 防波堤断面図