

a. 海水ポンプ室浸水防止蓋

(1) 構造

海水ポンプ室浸水防止蓋は、海水ポンプ室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漏水を防止する。

設置位置を図-3-2-1に、構造例を図-3-2-2に示す。

(2) 荷重組合せ

常時荷重と津波荷重、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

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

水平方向に弾性設計用地震動 S_d-1_H を考慮し、鉛直方向に弾性設計用地震動 S_d-1_V 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。

b. 海水ポンプエリア止水壁

(1) 構造

海水ポンプエリア止水壁は、海水ポンプエリアの周囲に設置される鋼製の止水壁である。海水ポンプエリア外の循環水管の破損箇所からの津波の流入に対して、構造物天端高さを T. P. +6.0m とすることにより、海水ポンプエリアへの漏水を防止する。

設置位置を図-3-2-1 に、構造例を図-3-2-3 に示す。

(2) 荷重組合せ

常時荷重と津波荷重、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

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
水平方向に弾性設計用地震動 S_d-1_H を考慮し、鉛直方向に弾性設計用地震動 S_d-1_V 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。

c. 海水管トレンチ浸水防止蓋

(1) 構造

海水管トレンチ浸水防止蓋は、海水管トレンチに設置される鋼製の蓋である。海水ポンプエリア外の循環水管の破損箇所からの津波の流入に対して、蓋と床面の間にゴムを挿入、蓋と床面はボルトにて締め付け固定することで漏水を防止する。

設置位置を図-3-2-1に、構造例を図-3-2-2に示す。

(2) 荷重組合せ

常時荷重と津波荷重、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

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

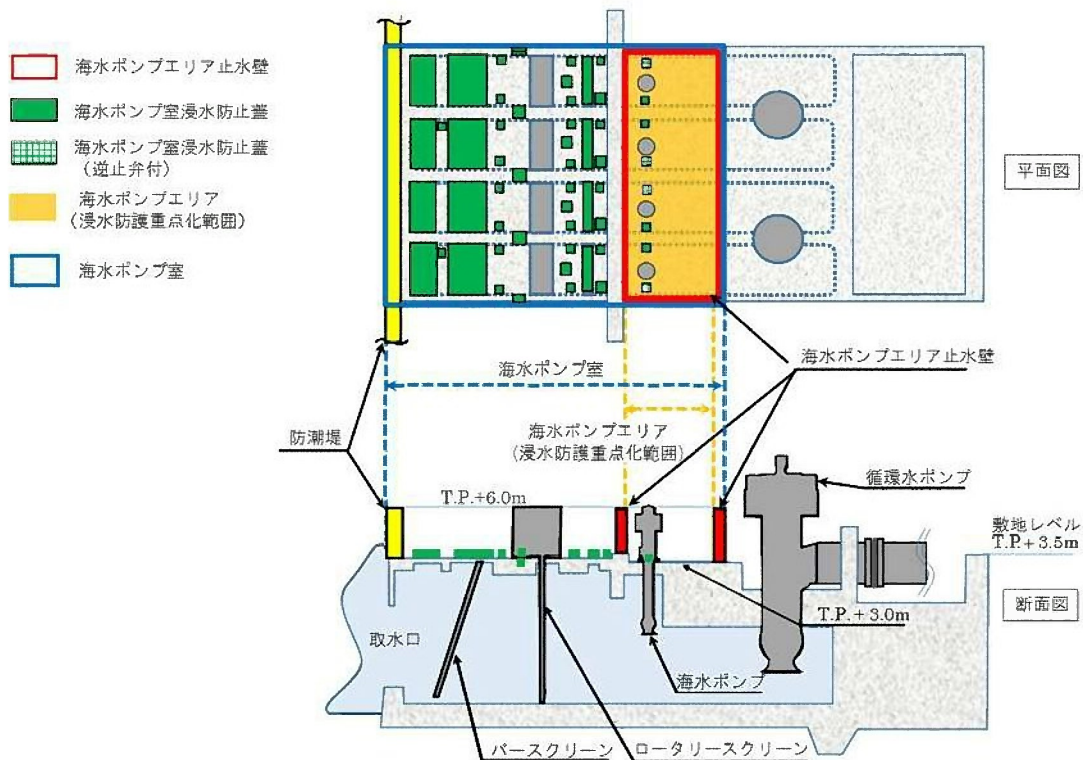
入力津波を考慮する。

④ 余震荷重

水平方向に弾性設計用地震動 S_d-1_H を考慮し、鉛直方向に弾性設計用地震動 S_d-1_V を考慮する。

(4) 許容限界

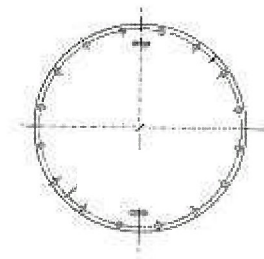
浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、止水性の面も踏まえることにより、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを基本として、浸水防止機能を保持していることを確認する。



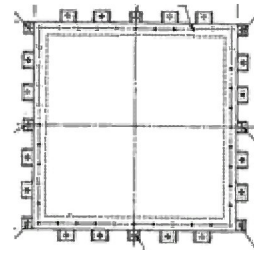
名称	数量
マンホール	4
水位検出器用蓋	4
電気防食用蓋	20
塵芥排出トラフ用蓋	6
角落とし用蓋	8
内部点検用蓋	4
排水口用蓋	8
箱抜き用蓋	2
海水管トレンチ浸水防止蓋	3
合計	59



図-3-2-1 海水ポンプ室等浸水防止設備



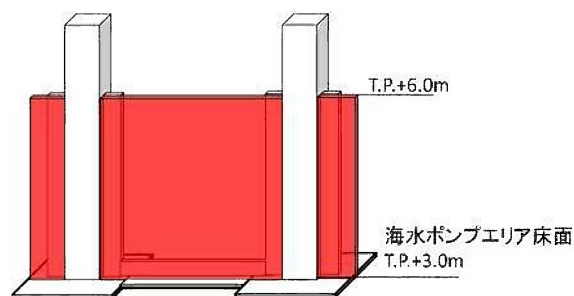
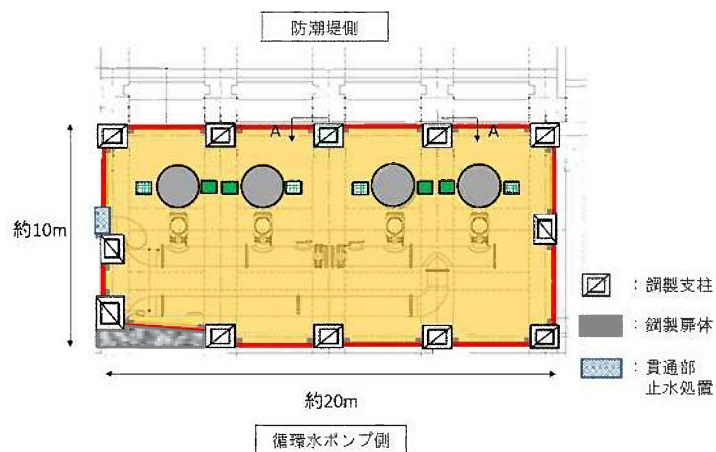
浸水防止蓋 1



浸水防止蓋 2

	寸法	材質
浸水防止蓋 1	$\phi 800 \times t20$	SUS316
浸水防止蓋 2	$400 \times 400 \times t20$	SUS316

図-3-2-2 海水ポンプ室等浸水防止蓋構造例



A-A 側面図

図-3-2-3 海水ポンプエリア止水壁構造例

d. 水密扉

タービン建屋及び屋外から浸水防護重点化範囲への溢水の流入を防止し、防護対象設備が機能喪失することのない設計とするため、タービン建屋と中間建屋及び制御建屋との境界及びディーゼル建屋に水密扉を設置する。水密扉の設計においては、基準地震動による地震力に対して浸水防止機能が十分保持できる設計とする。また、繰返しの襲来を想定した経路からの津波又は津波による溢水を考慮した浸水に伴う津波荷重並びに余震による荷重に対し、水密性を有する設計とする。

(1) 構造

水密扉は、タービン建屋と中間建屋及び制御建屋との境界及びディーゼル建屋に設置する。鋼製の板材を主体構造とし、周囲の開口部との間に設置した鋼製の扉枠を建屋の床及び壁にアンカーで固定し支持する構造とする。また、作用する荷重については、面外方向から作用し、扉からの反力が扉枠に伝わり、アンカーを介して周囲の建屋の床及び壁に伝達する構造とする。

設置位置を図-3-2-4に示す。また、設置例を図-3-2-5に、構造例を図-3-2-6に示す。

(2) 荷重組合せ

常時荷重、地震荷重、津波荷重、余震荷重を適切に組み合わせて評価を行う。

- 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

(3) 荷重の設定

水密扉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

津波により建屋地下部に浸水した海水は、建屋地下部より徐々に上昇することから、津波荷重は想定水位の静水頭圧とする。

- ④ 余震荷重
水平方向に弾性設計用地震動 S_d-1_H を考慮し、鉛直方向に弾性設計用地震動 S_d-1_V 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。

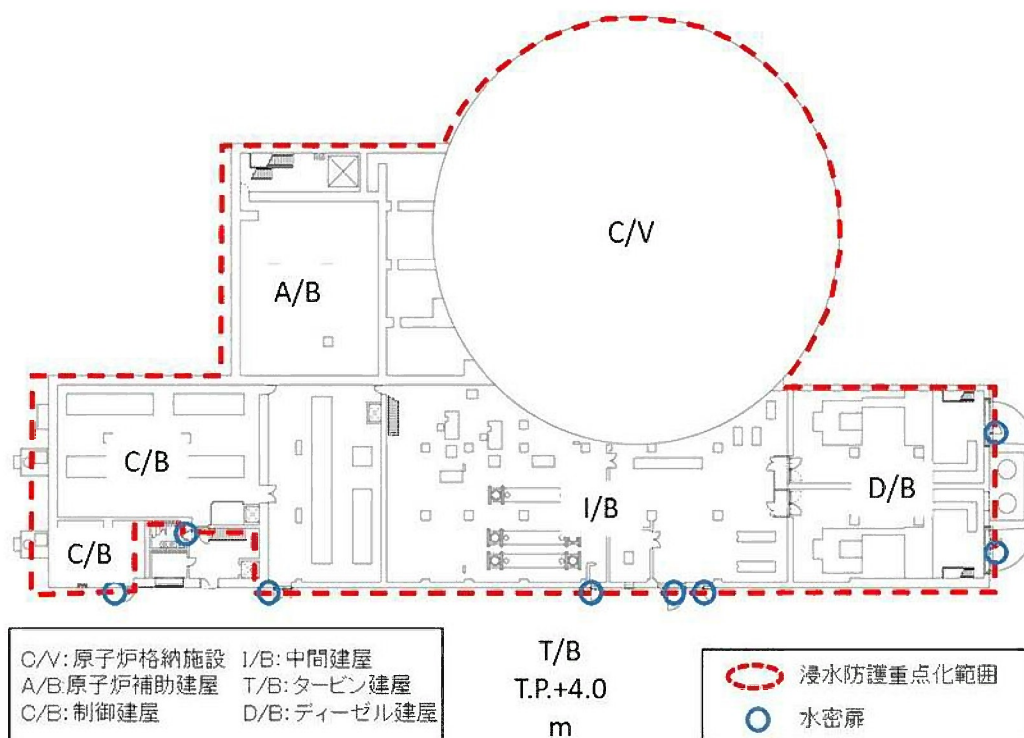


図-3-2-4 水密扉設置位置 (C/B, I/B, 屋外 T.P. +4.0m)



図-3-2-5 水密扉の設置例

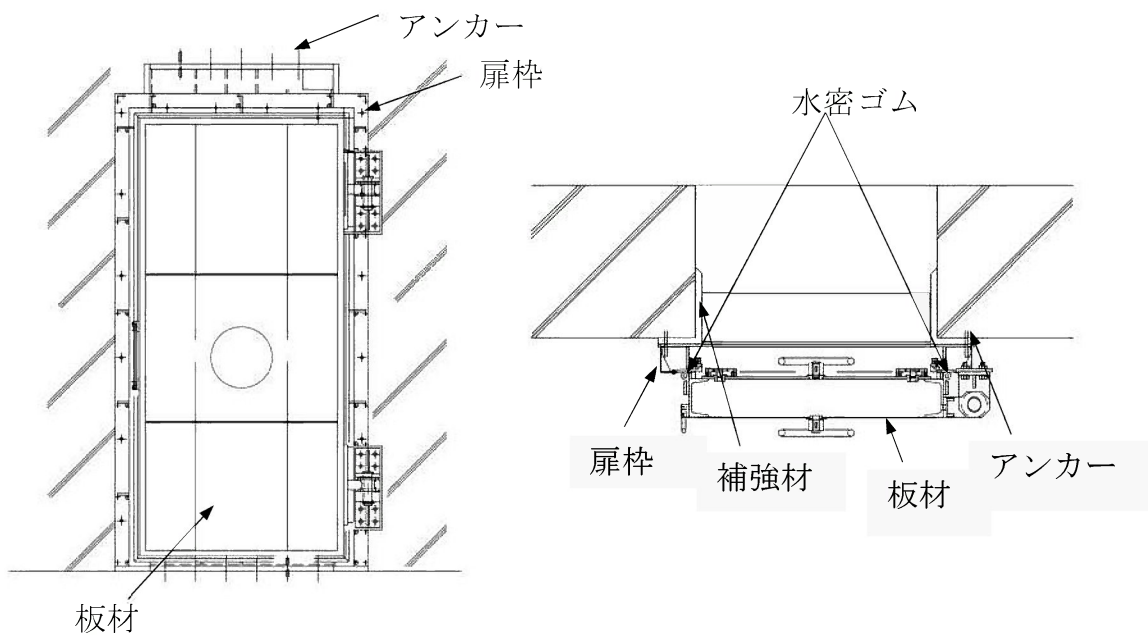


図-3-2-6 水密扉構造例

e. 貫通部止水処置

(1) 構造

(a) 防潮堤貫通部止水処置

防潮堤貫通部止水処置は、津波の流入に対してケーブルが防潮堤を貫通する部分のケーブル及びケーブルを被うスリーブ間をシール材により塞ぐ構造とし、敷地への津波の流入を防止する。また、ケーブル及びスリーブが防潮堤を横断する箇所は、十分な強度が確認された防潮堤のコンクリート部とする。

防潮堤貫通部止水処置の設置位置を図-3-2-7に示す。また、構造概要図を図-3-2-8に示す。

(b) 海水ポンプエリア止水壁貫通部止水処置、建屋貫通部止水処置

海水ポンプエリア止水壁貫通部止水処置は、T. P. +4. 5mに設置されており、海水ポンプエリア止水壁の貫通部をブーツにより塞ぐ構造とし、浸水防護重点化範囲への津波の流入を防止する。

建屋貫通部止水処置は、タービン建屋と中間建屋、制御建屋及びディーゼル建屋の境界壁の貫通部をシール材またはブーツにより塞ぐ構造とし、浸水防護重点化範囲への津波の流入を防止する。

貫通部止水処置の設置位置を図-3-2-9~10に示す。また、構造図例を表-3-2-1に示す。

(2) 荷重組合せ

(a) 防潮堤貫通部止水処置

常時荷重、地震荷重、津波荷重、余震荷重を適切に組み合わせて評価を行う。

- 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

(b) 海水ポンプエリア止水壁貫通部止水処置、建屋貫通部止水処置

常時荷重、地震荷重、津波荷重、余震荷重を適切に組み合わせて評価を行う。

- 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

(3) 荷重の設定

(a) 防潮堤貫通部止水処置

貫通部止水処置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

防潮堤貫通部止水処置については津波によるケーブルトレンチへの浸水を想定し、入力津波高さを踏まえ、想定浸水深さによる静水頭圧に余裕を考慮する。

④ 余震荷重

水平方向に弾性設計用地震動 $Sd-1_H$ を考慮し、鉛直方向に弾性設計用地震動 $Sd-1_V$ を考慮する。

(b) 海水ポンプエリア止水壁貫通部止水処置、建屋貫通部止水処置

貫通部止水処置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

建屋貫通部止水処置については津波により建屋地下部に浸水した海水は建屋地下部より徐々に上昇することから、津波荷重は想定水位の静水頭圧とする。

④ 余震荷重

水平方向に弾性設計用地震動 $Sd-1_H$ を考慮し、鉛直方向に弾性設計用地震動 $Sd-1_V$ を考慮する。

(4) 許容限界

(a) 防潮堤貫通部止水処置

繰り返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時や冠水時の津波高さに応じた津波荷重及び余震を考慮した荷重並びにその他の荷重に対し、貫通口と貫通物との隙間に施工するシール材が、津波等の圧力により有意な漏えいを生じず構造強度に余裕を有することを計算により求めた圧力が水圧試験^{*}で確認した水圧以下であること

を計算により確認する評価方針とし、水圧試験で確認した水圧を許容限界として設定する。

(b) 海水ポンプエリア止水壁貫通部止水処置、建屋貫通部止水処置

繰り返しの襲来を想定した経路からの津波の浸水時や冠水時の津波高さに応じた津波荷重及び余震を考慮した荷重並びにその他の荷重に対し、貫通口と貫通物との隙間に施工するシール材及びブーツが、津波等の圧力により有意な漏えいを生じず構造強度に余裕を有することを計算により求めた圧力が水圧試験[※]で確認した水圧以下であることを計算により確認する評価方針とし、水圧試験で確認した水圧を許容限界として設定する。

※ 配管、電線管等貫通部シール材の強度及び止水性能については、表-3-2-2、図-3-2-11 に示す耐圧・漏水試験により、20m静水圧に耐えられる施工条件に基づき施工する。

また、水密シール材を充てんしている配管、電線管等貫通部について、図-3-2-12～13 に示すとおり、配管等が両側で同じ建屋に支持されている、ケーブルが両側で防潮堤に支持されている等、地震時に配管やケーブルとシール材の相対変位が発生しにくい設計とする。

さらに、地震後に止水性能が低下するのを防止するため、シール材付近のケーブル支持構造物は、十分な強度を有する設計とする。

<防潮堤貫通部止水処置>

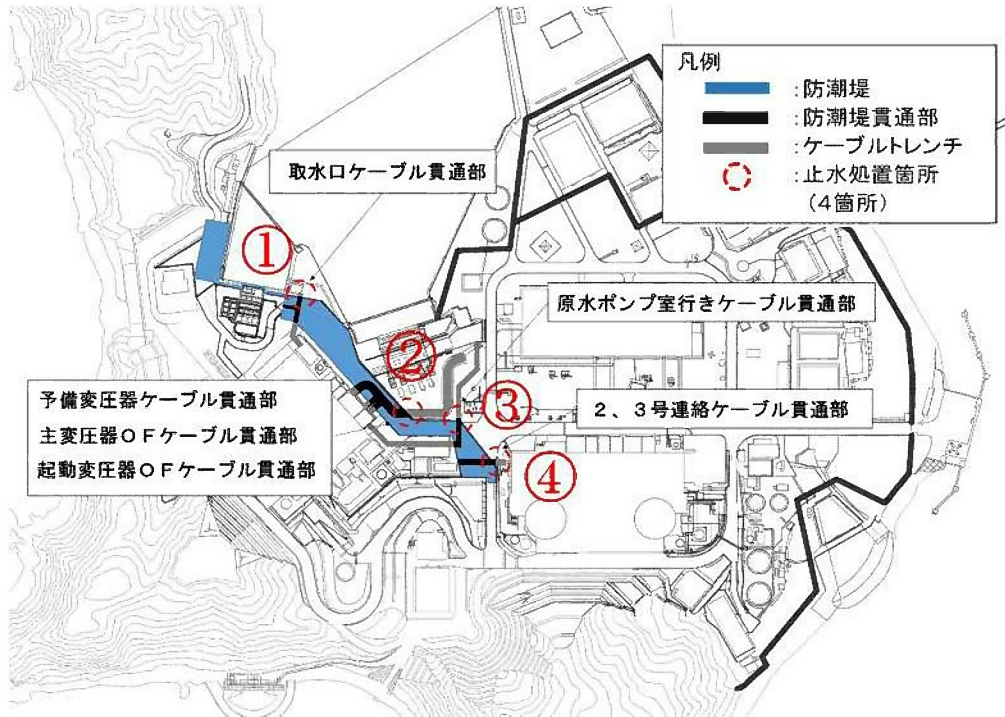


図-3-2-7 防潮堤貫通部止水処置設置位置

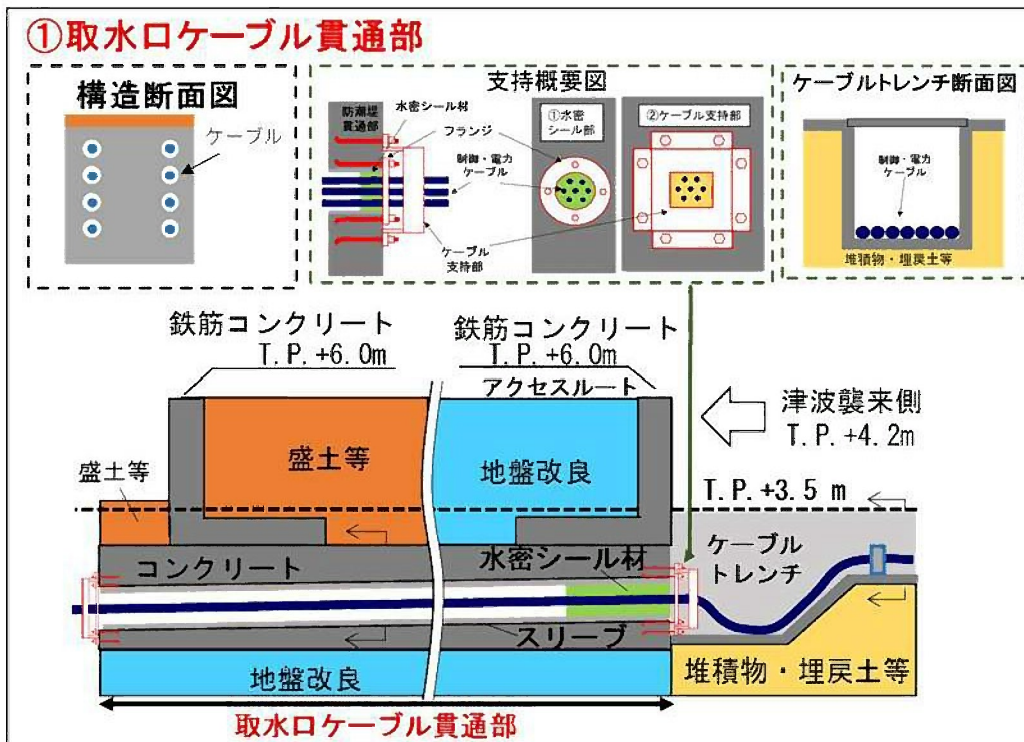


図-3-2-8 防潮堤貫通部止水処置部の構造概要図 (1/3)

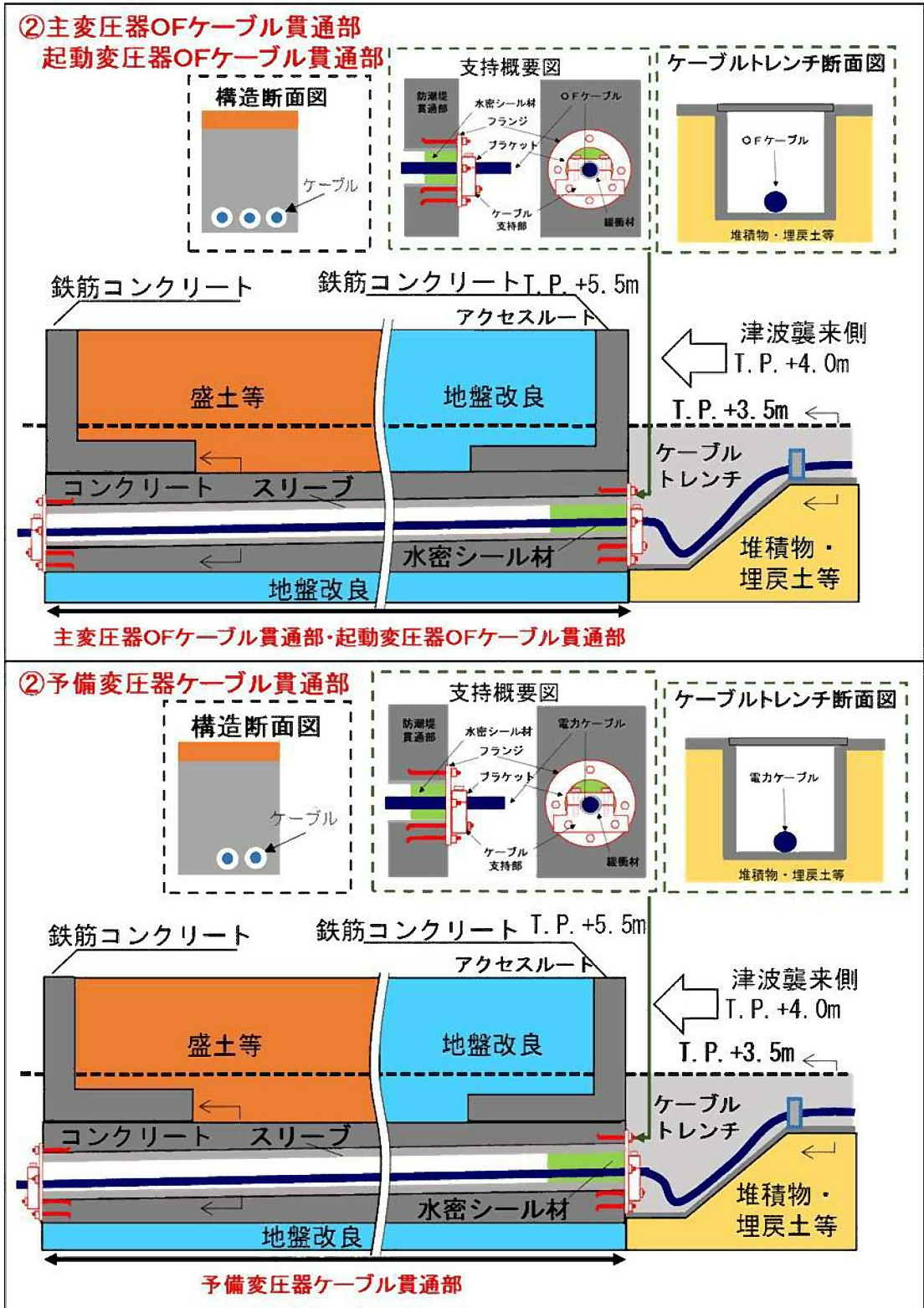


図-3-2-8 防潮堤貫通部止水処置部の構造概要図 (2/3)

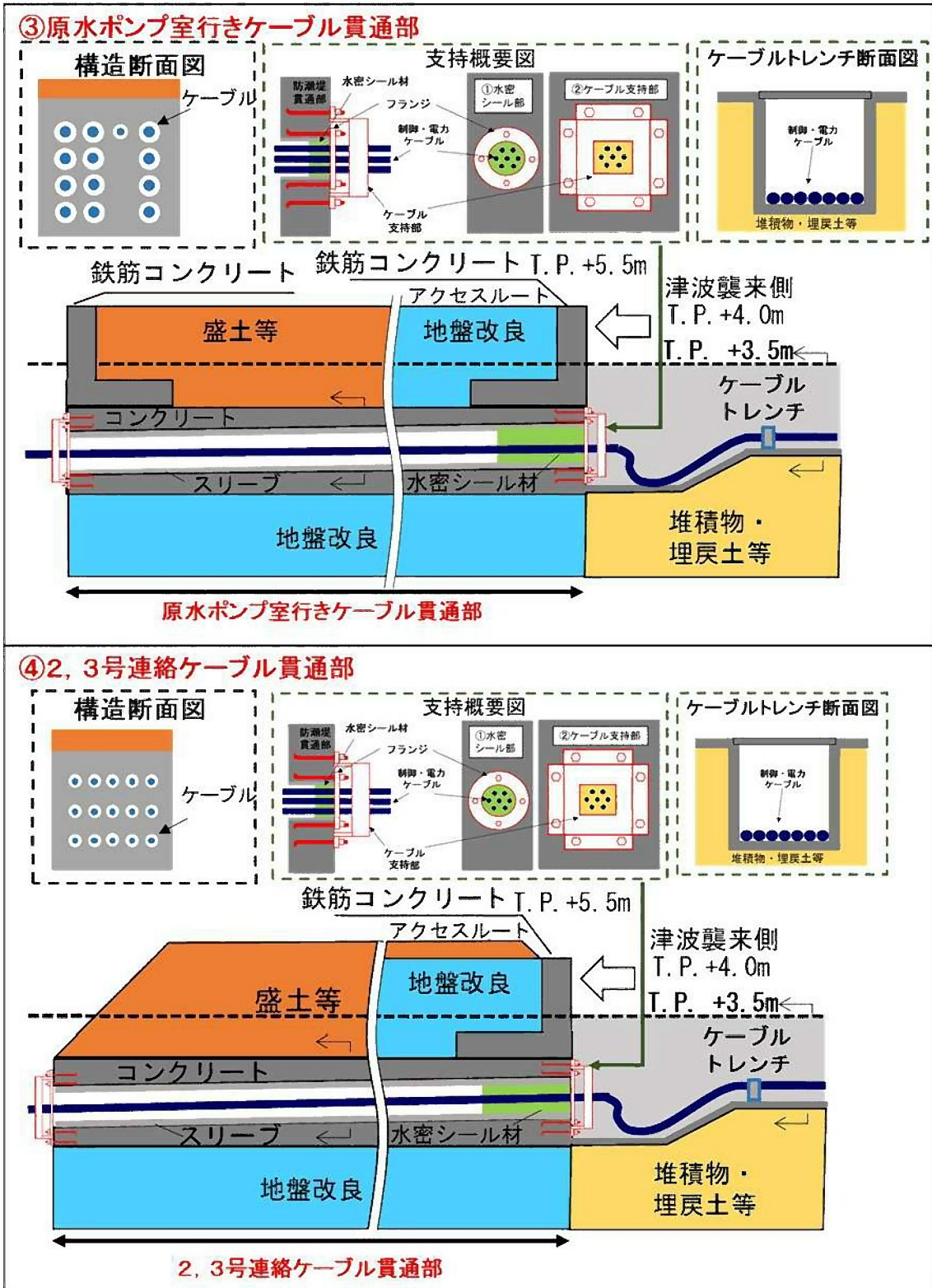


図-3-2-8 防潮堤貫通部止水処置部の構造概要図 (3/3)

<建屋貫通部止水処置>

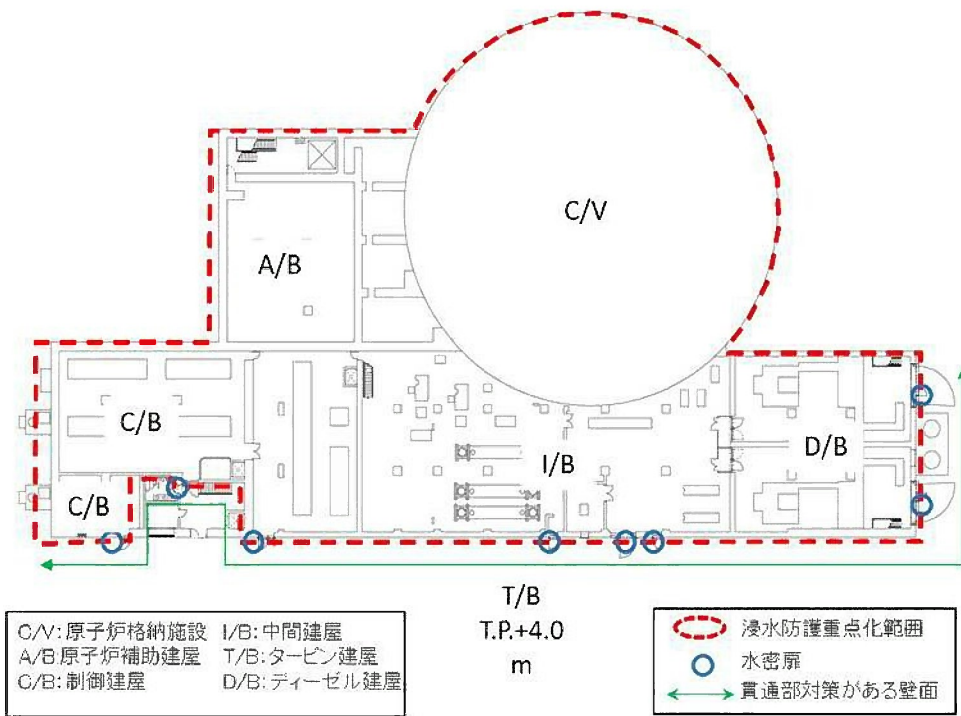


図-3-2-9 建屋貫通部止水処置設置位置

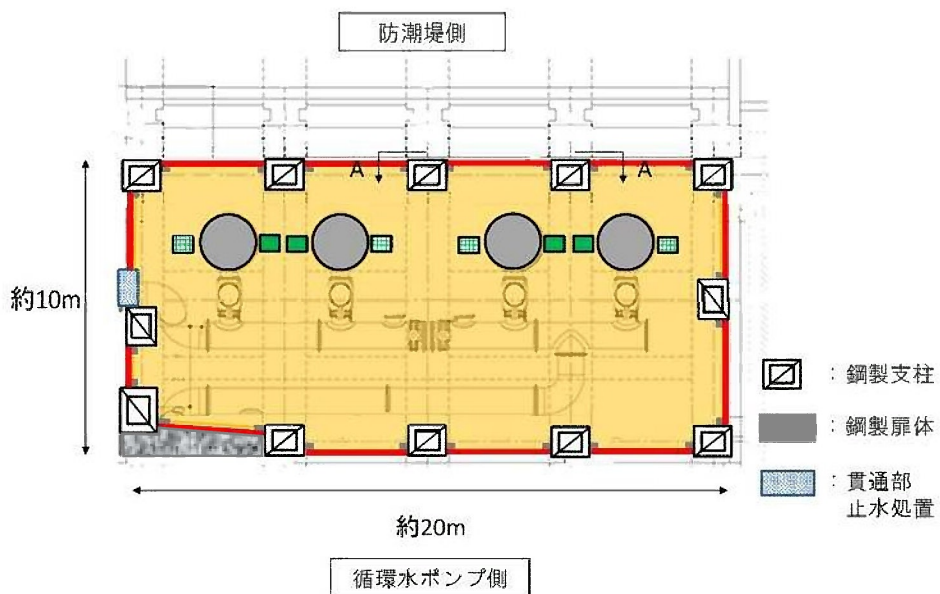


図-3-2-10 海水ポンプエリア止水壁貫通部止水処置設置位置

表-3-2-1 貫通部止水処置構造例

シールタイプ	構造例
<p>充てんタイプ</p>	<p>配管支持構造物 壁 モルタル 配管 シール材</p> <p>ケーブルトレイ、電線管 壁 シール材 ケーブル</p> <p>スリーブ ケーブル支持構造物 防潮堤 シール材 ケーブル</p>
<p>コーキングタイプ</p>	<p>配管支持構造物 壁 配管 閉止板 シール材</p>
<p>ブーツタイプ</p>	<p>取付用座 壁 ブーツ 配管 締付けバンド</p>
<p>モルタルタイプ</p>	<p>配管、電線管 壁 モルタル</p>

表-3-2-2 耐圧・漏水試験を行ったシール材

シールタイプ	材質
充てんタイプ	ポリウレタン
コーキングタイプ	シリコン
ブーツタイプ (ブーツラバー)	シリコンゴム

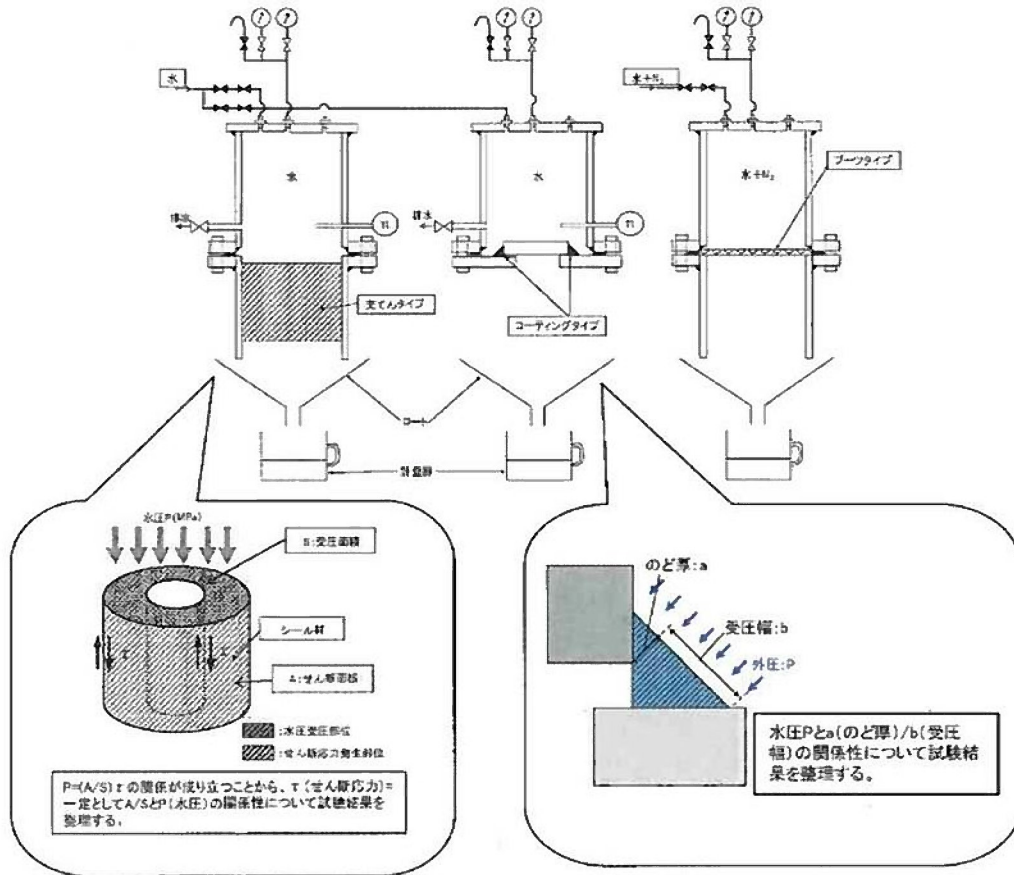


図-3-2-11 シール材の耐圧・漏水試験

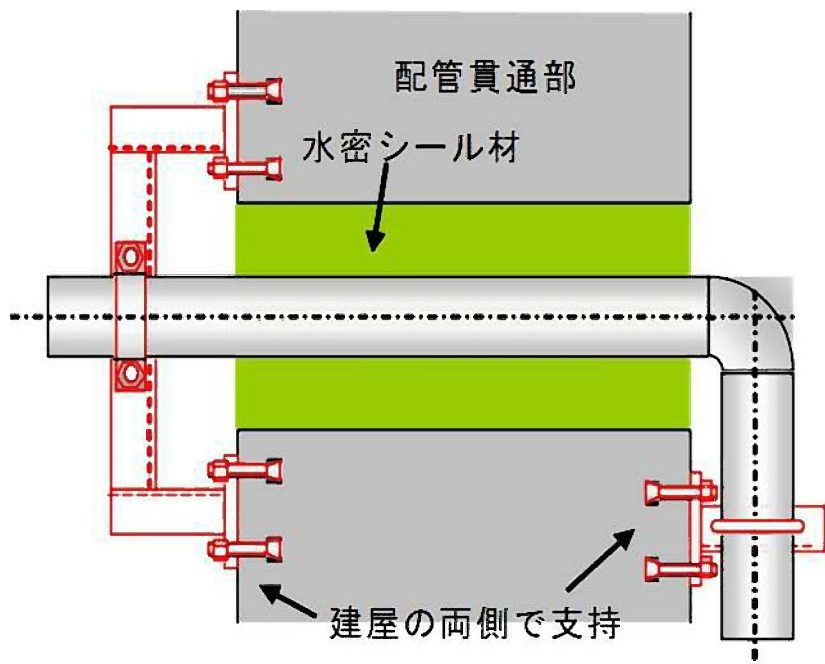


図-3-2-12 配管支持構造物概念図

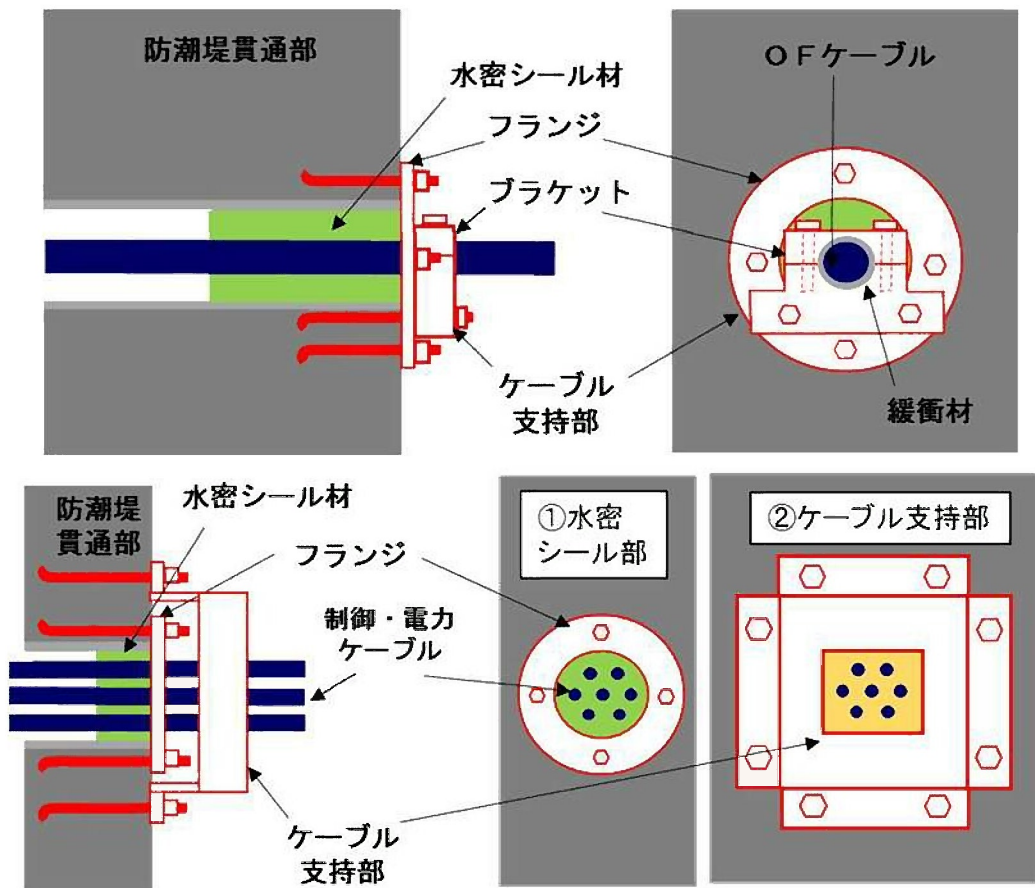


図-3-2-13 防潮堤貫通部ケーブル支持構造物

(5) 防潮堤貫通部止水処置設計方針

- ・ 防潮堤貫通部止水処置は、許容津波高さ（3号炉取水口前T.P. +6.0m、防潮堤内陸部T.P. +5.5m）において、止水性を維持できる設計とする。
- ・ 防潮堤をケーブルが貫通している部分について、ケーブルが両側で防潮堤に支持されている等、地震時にケーブルとシール材の相対変位が発生しにくい設計とする。
- ・ 地震後に止水性能が低下するのを防止するため、シール材付近のケーブル支持構造物は、十分な強度を有する設計とする。
- ・ ケーブルを保護するスリーブの周囲は、コンクリートを充てんすることにより、津波による浸水を防止する設計とする。
- ・ 防潮堤貫通部の旧ケーブルトレンチと充てんコンクリートは一体化を図る設計とする。
- ・ 地震時による相対変位によるケーブル損傷への影響を軽減する設計とする。
- ・ 防潮堤貫通部止水処置は、地上部に露出しない設計とする。

(6) 防潮堤貫通部止水処置設計・施工時の配慮事項等について

設計時に配慮する事項については、ケーブルの自重による引張荷重によりシール材が変形し止水処置部へ影響すること、地震による地盤変状および変位によりケーブルが変動するためその自重による引張荷重によりシール材が変形し止水処置部へ影響させないよう配慮する必要がある。

① ケーブルの自重の影響について

防潮堤貫通部はシール材を充てんすることにより、津波からの浸水を防護しているため、ケーブルの自重による引張荷重により影響を受けないようにする必要がある。よって、ケーブルを支持構造物により直接防潮堤貫通部両側に支持することで、ケーブル荷重の影響を受けないようにする。

なお、支持構造物への荷重の考え方については、自重（地震時の地盤変状時含む）及び地震時のケーブル反力により生じる荷重を考慮するものとし、保守的な評価を行うものとする。自重及び地震時のケーブル反力により支持構造物へ生じる荷重は、ケーブルに加わる荷重（ケーブル単位荷重×空中部の長さ×防潮堤の最大応答加速度）に裕度を持つものとする。

② 地震による地盤変状および変位の影響について

防潮堤貫通部とその前面のケーブルトレンチは構造形式、基礎構造及び地盤の性状が違うことから、地震時に異なる挙動を示す可能性がある。

基準地震動 S_s 後の地盤の沈下によって生じる止水処置箇所における防潮

堤境界面での鉛直方向の相対変位量は、0.5～1.0mとなる。（表-3-2-3、図3-2-14）

地盤が沈下した場合、ケーブルはケーブルトレンチ（地盤）沈下に伴い垂下する。これら影響を受けないよう防潮堤との境界面近傍に変位量を超える余長がある施工とする。具体的には、余長については想定される変位量に対して1.5倍の余裕のある余長とする。制御・電力ケーブルは、電線管で施工している場合はプルボックス内等において、変位量を超える余長がある設計とする。なお、地震時の防潮堤とケーブルトレンチ間に生ずる水平方向の変位に対しても、変位に対して余裕のある余長がある設計とする。

③ ケーブル損傷等防止への配慮事項

地震による地盤変状および変位によるケーブル損傷を防ぐため、ケーブルトレンチの構造が地震時変位する方向に対して、ケーブル損傷への影響がない設計とする。また、ケーブル損傷への影響を軽減するため可とう管やスロープ等を用いる設計とする。

④ 充てんコンクリートの配慮事項

コンクリートを充てんする箇所については、例えば、流動性のあるコンクリートを用いるなど、空隙が生じることのないようにする。また鉄筋等を配置することにより、ひびわれの防止を図ることとする。さらに、旧ケーブルトレンチのコンクリートに充てんコンクリートを打設する場合は、表面をワイヤブラシ等で削るとともに、表面に付着している埃・泥・油類等を清掃・除去することとする。

表-3-2-3 止水処置箇所における防潮堤境界面での変位量

止水処置箇所	防潮堤（地盤改良部）－地盤（堆積物、埋戻土等）間の変位量（m）
取水口ケーブル貫通部	1.0
主変圧器OFケーブル貫通部 起動変圧器OFケーブル貫通部 予備変圧器ケーブル貫通部	0.5
原水ポンプ室行きケーブル貫通部	0.5
2、3号連絡ケーブル貫通部	1.0

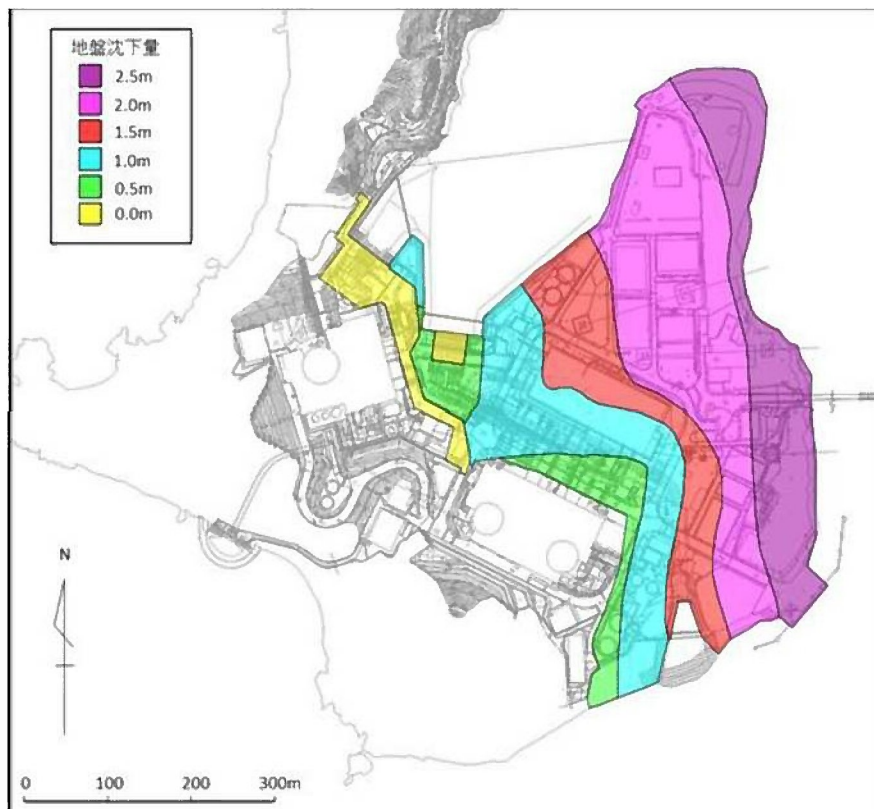


図-3-2-14 基準地震動 S_s による地盤沈下の想定

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よう設計する。

【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

原子炉格納容器壁面 T. P. +72m

（監視目的：港湾沖～丹生湾、放水口側、1号炉及び2号炉側からの津波襲来・遡上状況を監視

海水ポンプ室 T. P. +10m

（監視目的：丹生湾～取水口側からの津波の襲来状況を監視）

○潮位計

海水ポンプ室 T. P. +2.5m

（監視目的：襲来津波による下降側潮位を主として監視）

海水ポンプ室上の防潮堤 T. P. +7.5m

（監視目的：襲来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、海水ポンプ室上の防潮堤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。海水ポンプ室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、海水ポンプ室上の防潮堤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、海水ポンプ室 T. P. +2.5m に設置する潮位計にて下降側の

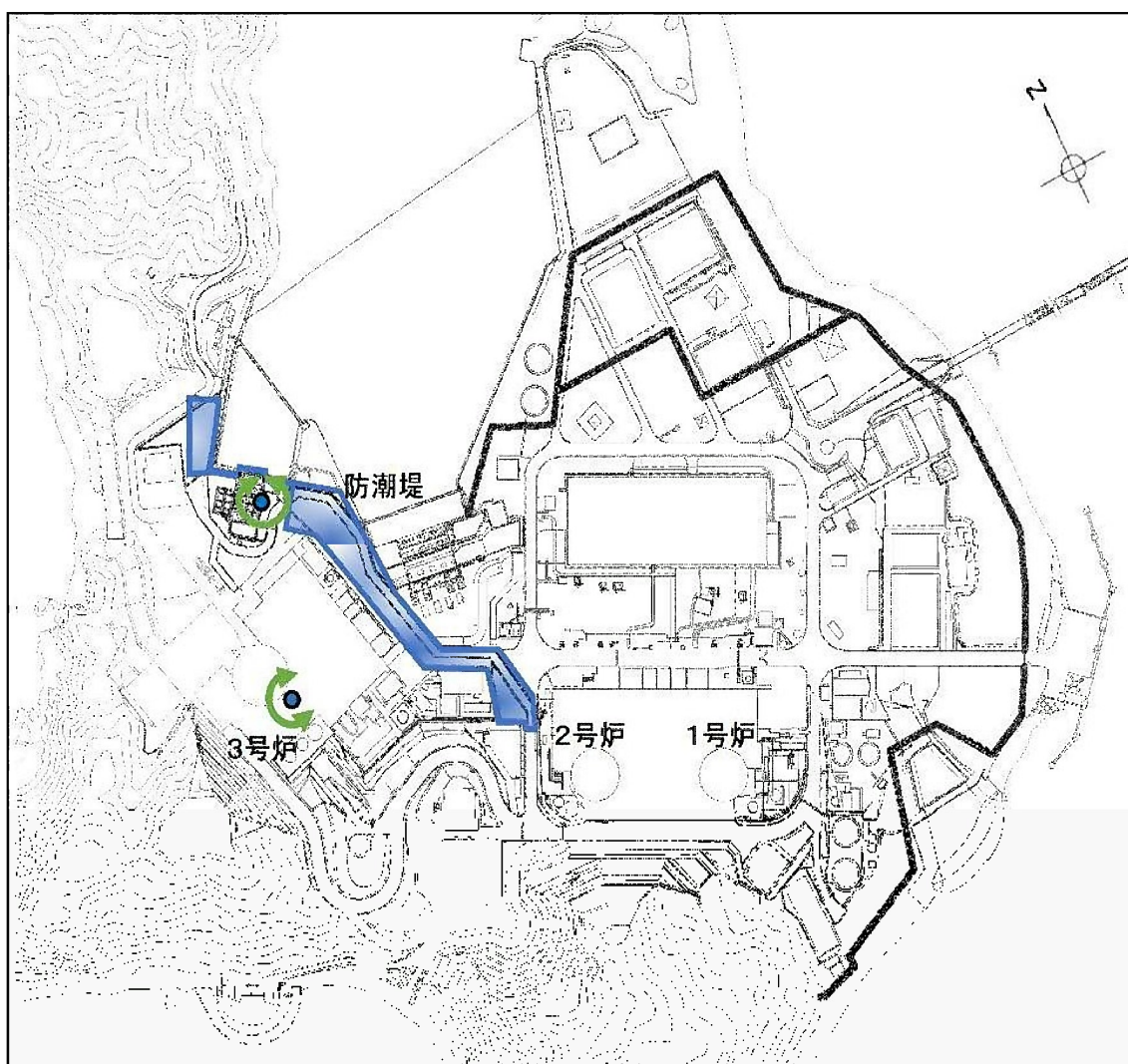
潮位測定による津波の傾向監視と海水ポンプ室に設置する津波監視カメラによる顕著な上昇側の潮位の状況監視により機能補完が可能であることから、津波監視機能を十分に保持できる。

(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、丹生湾及び取水口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、継続的に監視できる設計としている。

津波監視カメラ本体および監視設備の電源は、非常用所内電源系から受電しており、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

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）、監視モニター、電線管から構成されている。

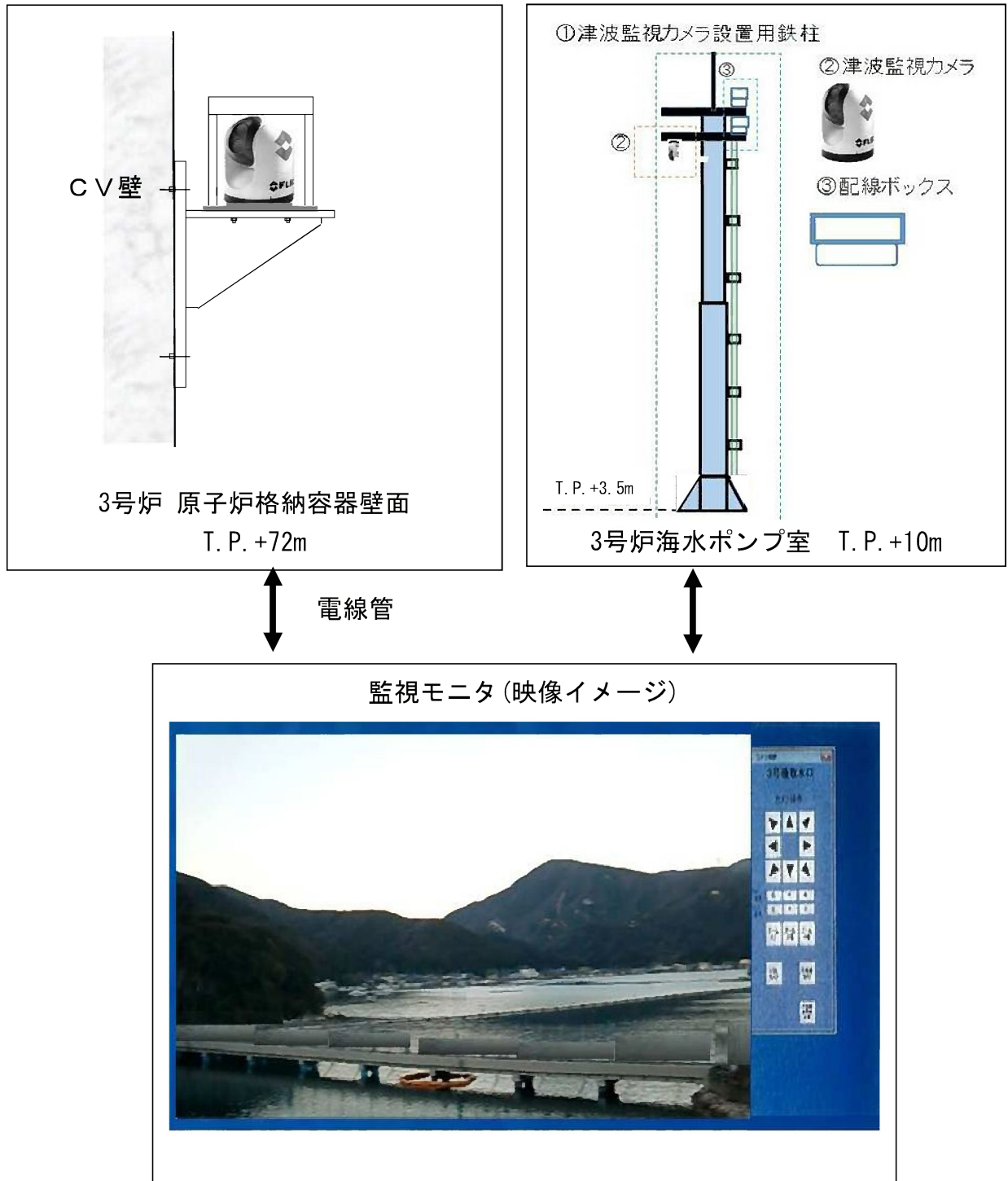


図-3-3-2 津波監視カメラ設備構成

c. 構造・強度評価および機能維持評価

○構造・強度の評価対象

- ・津波監視カメラ用架台
- ・電線管

○機能維持の評価対象

- ・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。

- ・機能維持の評価

機能維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 41.9m/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、地震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。（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

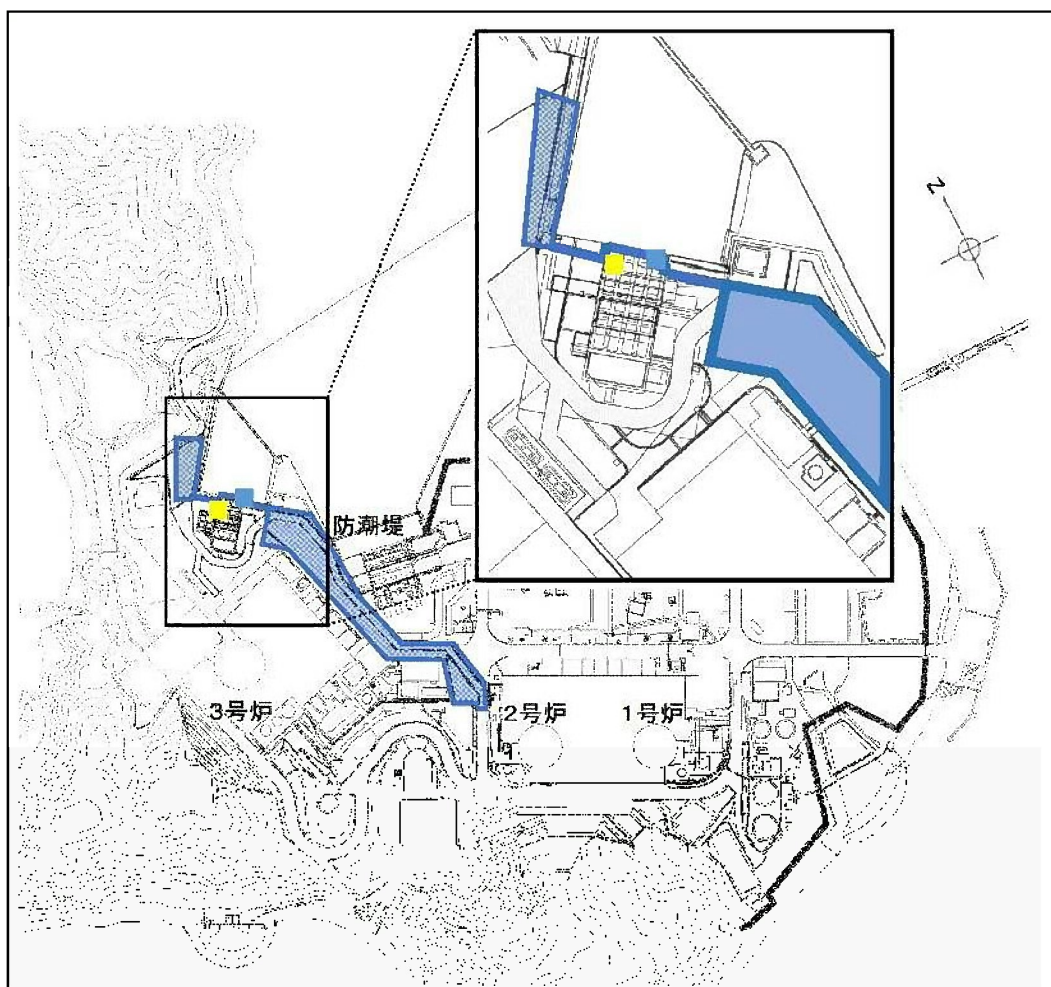
a. 仕様

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。

海水ポンプ前の設計津波高さは、上昇側は朔望平均満潮位に潮位のバラツキ及び高潮分を考慮してT.P.+4.2mと評価している。また、下降側については朔望平均干潮位を考慮してT.P.-2.7mと評価している。

潮位計は、上昇側及び下降側の設計津波高さを計測できるように、海水ポンプ室上の防潮堤 T.P.-8.5m～T.P.+7.0m 及び海水ポンプ室 T.P.-8.5m～T.P.+2.0m 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系から受電しており、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 (海水ポンプ室上の防潮堤)
■ : 潮位計 (海水ポンプ室)

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。

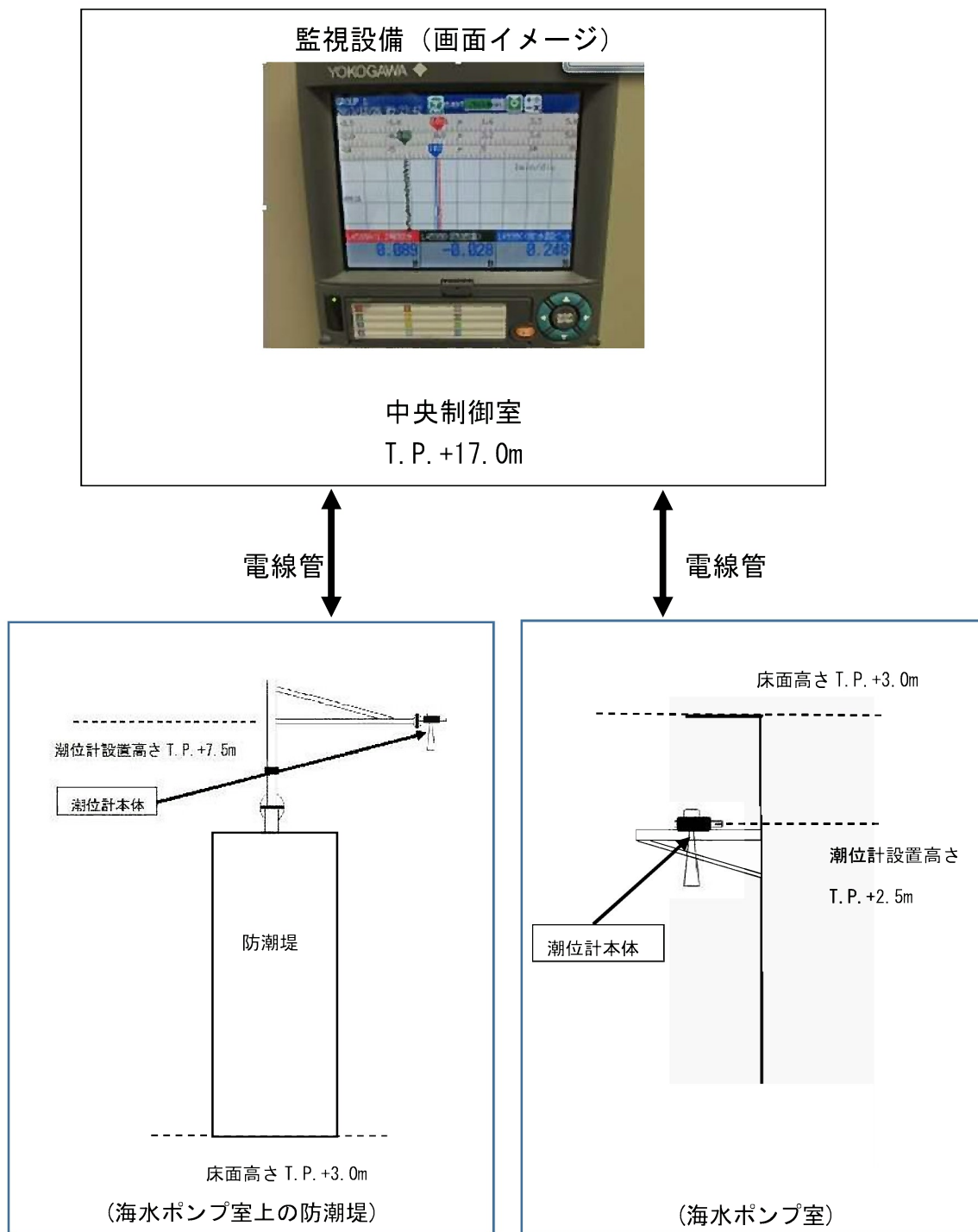


図-3-3-4 潮位計設備構成

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

○機能維持の評価対象

- ・ 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事で、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。

- ・ 機能維持の評価

機能維持の評価対象については、加振試験において、潮位計およ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 41.9m/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、海水ポンプ室上の防潮堤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。海水ポンプ室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、海水ポンプ室上の防潮堤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、海水ポンプ室 T.P. +2.5m 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 T.P. +10m 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

水平方向に弾性設計用地震動 $Sd-1_H$ を考慮し、鉛直方向に弾性設計用地震動 $Sd-1_V$ 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、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、浸水防止施設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在する不確かさとして、地盤物性値のバラツキ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）についてそのハザードを評価した結果、基準津波の波源である若狭海丘列付近断層について、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（地震発生約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 $Sd-1_H$ 及び $Sd-1_V$ 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寄せ波およ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、倉庫類、樹木等があるが、防潮堤で防護されるため、取水性への影響はない。また、これらの設置位置及び津波の流向を考慮すると漂流物は取水口へは向かわない。

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、防潮堤により防護する。

防潮堤の設計においては、漂流物として衝突する可能性がある総トン数 20t 級（排水トン数 60t）の小型漁船を衝突荷重として評価する。

美浜3号炉 津波に対する施設評価について
補足説明資料 抜粋

目 次

1. 審査ガイドとの適合性（耐津波設計方針）
2. 設計基準対象施設の津波防護対象設備とその配置について
3. 津波防護対策の設備の位置づけについて
4. 内郭防護 浸水対策箇所の位置等について
5. 海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について
6. 漂流物の評価に考慮する津波の流速・流向について
7. 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
8. 燃料等輸送船の係留索の耐力について
9. 燃料等輸送船の喫水と津波高さの関係について
10. 津波シミュレーションの初期条件として考慮する地盤変状について
11. 耐津波設計における現場確認プロセスについて
12. 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
13. 津波波力の算定に用いた規格・基準類の適用性について
14. 発電所の湾内の局所的な海面の励起について
15. 漂流物の衝突荷重算定式について
16. 津波襲来時の循環水ポンプの停止について
17. 津波浸水範囲におけるクラス3設備の防護対象選定について
18. 津波監視設備の監視に関する考え方について
19. 水密扉の運用管理について
20. 環境放射線モニタの位置付けについて
21. 防潮堤貫通部止水処置について
22. 水密扉が設置される耐震壁の地震時健全性について
23. くらげ防止2次網設置用人道橋の漂流の可能性について
24. 海水ポンプ室浸水防止蓋（仕切弁付）の位置付けについて
25. 津波の流況・流向を踏まえた漂流物について

審査ガイドとの適合性(耐津波設計方針)

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

美浜3号炉 耐津波設計方針

II . 耐津波設計方針

II . 耐津波設計方針

1. 総則

1. 総則

1.1 目的

本ガイドは、発電用軽水型原子炉施設の設置許可段階の耐津波設計方針に関わる審査において、審査官等が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（平成25年原子力規制委員会規則第5号）並びに実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（原規技発第1306193号（平成25年6月19日原子力規制委員会決定）（以下「設置許可基準規則及び同規則の解釈」という。）の趣旨を十分踏まえ、耐津波設計方針の妥当性を厳格に確認するために活用することを目的とする。

1.2 適用範囲

本ガイドは、発電用軽水型原子炉施設に適用される。なお、本ガイドの基本的な考え方は、原子力関係施設及びその他の原子炉施設にも参考となるものである。

2. 基本方針

2.1 基本方針の概要

原子炉施設の耐津波設計の基本方針については、『重要な安全機能を有する施設は、施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがある津波（基準津波）に対して、その安全機能を損なわない設計であること』である。この基本方針に関して、設置許可に係る安全審査において、以下の要求事項を満たした設計方針であることを確認する。

(1) 津波の敷地への流入防止

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。

(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。

(3) 津波防護の多重化

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。

(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。これらの要求事項のうち(1)及び(2)については、津波の敷地への浸水を基本的に防止するものである。(3)については、津波に対する防護を多重化

2. 基本方針

2.1 基本方針の概要

美浜原子力発電所3号炉の耐津波設計の基本方針については、『重要な安全機能を有する施設は、施設の供用期間中に極めてまれではあるが発生する可能性があり、施設に大きな影響を与えるおそれがある津波（基準津波）に対して、その安全機能を損なわない設計であること』としている。この基本方針に関して、以下の要求事項に対応した設計としている。

(1) 津波の敷地への流入防止

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。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とする。また、取水路及び放水路等の経路から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・放水施設及び地下部等において、漏水する可能性を考慮の上、漏水による浸水範囲を限定して、重要な安全機能への影響を防止できる設計とする。

(3) 津波防護の多重化

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屋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。

(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できる設計とする。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

するものであり、また、地震・津波の相乗的な影響や津波以外の溢水要因も考慮した上で安全機能への影響を防止するものである。なお、(3)は、設計を超える事象（津波が防潮堤を超え敷地に流入する事象等）に対して一定の耐性を付与するものでもある。ここで、(1)においては、敷地への浸水を防止するための対策を施すことも求めており、(2)においては、敷地への浸水対策を施した上でもなお漏れる水、及び設備の構造上、津波による圧力上昇で漏れる水を合わせて「漏水」と位置付け、漏水による浸水範囲を限定し、安全機能への影響を防止することを求めている。

本ガイドの項目と設置許可基準規則及び同規則の解釈の関係を以下に示す。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド II . 耐津波設計方針	設置許可基準	
	規則	解釈（別記3）
1. 総則	-	-
1.1 目的	-	-
1.2 適用範囲	-	-
2. 基本方針	-	-
2.1 概要	-	-
2.2 安全審査範囲及び事項	-	-
3. 基本事項	-	-
3.1 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等	第二章 第五条	3-①
3.2 基準津波による敷地及び敷地周辺の遡上・浸水域	第二章 第五条	3-②

3.3 入力津波の設定	第二章 第五条	3 5 ②
3.4 津波防護方針の審査にあたっての考慮事項（水位変動・地殻変動）	第二章 第五条	3 7
4. 津波防護方針	—	—
4.1 敷地の特性に応じた基本方針	第二章 第五条	3 1～3
4.2 敷地への浸水防止（外郭防護）	第二章 第五条	3 1 ①, ③
4.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護）	第二章 第五条	3 2 ①～③
4.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）	第二章 第五条	3 3
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	第二章 第五条	3 4、6
4.6 津波監視	第二章 第五条	3 5
5. 施設・設備の設計の方針及び条件	—	—
5.1 津波防護施設の設計	第二章 第五条	3 5 ③、6
5.2 浸水防止設備の設計	第二章 第五条	3 5 ④、6
5.3 津波監視設備の設計	第二章 第五条	3 5 ⑤, ⑥, ⑧
5.4 津波防護施設、浸水防止設備等の設計における検討事項	第二章 第五条	3 5 ⑦

2.2 安全審査範囲及び事項

設置許可に係る安全審査においては、基本設計段階における審査として、主に、基本事項、津波防護方針の妥当性について確認する。施設・設備の設計については、方針、考え方を確認し、その詳細を後段規制（工事計画認可）において確認することとする。津波に対する設計方針に係る安全審査の範囲を表-1 に示す。それぞれの審査事項ごとの審査内容は以下のとおりである。

- (1) 基本事項
略
- (2) 津波防護方針
略
- (3) 施設・設備の設計方針
略

2.2 安全審査範囲及び事項

—

表-1 津波に対する設計方針に係る安全審査の範囲

大項目	中項目	審査事項	審査の範囲※1	確認内容	
基本事項	①敷地の地形・施設の配置等 ②敷地周辺の遡上・浸水域 ③入力津波 ④水位変動、地殻変動	—	◎		
		—	◎	評価の妥当性	
		—	◎		
		—	◎	考慮の妥当性	
津波防護設計	①基本方針	敷地の特性に応じた津波防護の考え方	◎	妥当性	
		②外郭防護1	◎	経路・対策の妥当性	
	③外郭防護2	地上からの浸水経路・対策	◎		位置・仕様※4
		流入経路・対策	◎		
		津波防護施設	◎		
		浸水防止設備 ※2	○	設置の方向	
	④内郭防護	漏水経路・浸水想定範囲・対策※2	○		経路・範囲・対策の方針
		浸水防止設備※2	○		設置の方向
		④内郭防護	浸水防護重点化範囲	○	基本設計

設計における検討事項	困※2	による 範囲設定 及び方針	
			浸水防止設備※2
⑤海水ポンプ取水性	安全機能保持の評 価	評価の妥 当性※4	
⑥津波監視	津波監視設備※2	設置の左 針	
設計における検討事項	①津波防護施設※3	荷重設定 荷重組合せ 許容限界	それぞれ の方針
	②浸水防止設備※3	同上	同上
	③津波監視設備※3	同上	同上
	④漂流物対策※3	—	対策の方 針
	③津波影響軽減施設・ 設備※3	—	設置時の 方針

※1 ◎安全審査で妥当性を確認

○安全審査で方針等を確認（設計の詳細は工事計画認可で確認）

※2 仕様、配置等の詳細については、基本設計段階では確定していないことから、
詳細設計段階で確認

※3 施設・設備毎の具体的な設計方針、検討方針・構造・強度については、工事
計画認可において確認

※4 施設・設備の構造・強度については、工事計画認可において確認

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

美浜3号炉 耐津波設計方針

枠組みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

3. 基本事項

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。

(1) 敷地及び敷地周辺の地形、標高、河川の存在

3. 基本事項

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、以下を示している。

(1) 敷地及び敷地周辺の地形、標高、河川の存在

美浜発電所の敷地は敦賀半島西側の丹生湾を形成する岬角部に位置する。敷地の西部にあたる美浜発電所1号炉及び2号炉の南西から3号炉の北方にかけて、標高81m、78m及び62mの三つの丘陵がほぼ南北に連なっている。敷地東側は丹生湾に、西側は若狭湾に臨んでいる。また、発電所付近の河川としては敷地の南東約1kmのところにて二級河川の落合川、北東約1kmのところにて二級河川の丹生大川がある。

敷地は、主にT.P.+3.5mである。

(2) 敷地における施設（以下、例示）の位置、形状等

① 耐震Sクラスの設備を内包する建屋

(2) 敷地における施設の位置、形状等

① 設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画として、T.P.+3.5mの敷地に原子炉格納施設、原子炉補助建屋（補助建屋、制御建屋、中間建屋及びディーゼル建屋）があり、T.P.+32.0mの高さに燃料取扱建屋がある。

② 耐震Sクラスの屋外設備

② 設計基準対象施設の津波防護対象設備を有する屋外設備としては、T.P.+3.5mの敷地に海水ポンプエリア及び海水管トレンチ、T.P.+5.5mの敷地に燃料油貯蔵タンク、T.P.+17.6mの高さに燃料取替用水タンク及び復水タンクを設置する。非常用取水設備として、海水ポンプ室を設置する。

③ 津波防護施設（防潮堤、防潮壁等）

④ 浸水防止設備（水密扉等） ※

③ 津波防護施設として、3号路側敷地を取り囲むように防潮堤を設置する。また、屋外排水路に対し、屋外排水路逆流防止設備を設置する。

④ 浸水防止設備として、海水ポンプ室床面T.P.+3.0mに海水ポンプ室浸水

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

美浜3号炉 耐津波設計方針

防止蓋、海水ポンプエリア止水壁、T.P.+3.5m に海水管トレンチ浸水防止蓋並びに中間建屋水密扉、制御建屋水密扉、ディーゼル建屋水密扉の設置及び防潮堤貫通部止水処置、海水ポンプエリア止水壁貫通部止水処置、建屋貫通部止水処置を実施する。

⑤津波監視設備として、海水ポンプ室上の防潮堤 T.P.+7.5m 及び海水ポンプ室 T.P.+2.5m に潮位計、原子炉格納容器壁面 T.P.+72m 及び海水ポンプ室 T.P.+10m に津波監視カメラを設置する。

⑥敷地内の遡上域の建物・構築物等としては、T.P.+3.5m の敷地に外周防潮堤、廃棄物貯蔵庫周辺防潮堤、廃棄物庫、特高開閉所、発電所事務所、協力会社事務所、機器類、タンク類、倉庫、鉄塔等がある。

(3) 敷地周辺の人工構造物の位置、形状等

- ① 港湾施設として、敷地内は物揚岸壁、敷地外は、丹生湾内に漁港として丹生がある。
- ② 漁港には防波堤及び棧橋が設置されている。
- ③ 海上設置物としては、周辺の漁港に船舶・漁船が約 80 隻、生簀が約 10 台、浮き筏が約 10 床、発電所取水口にクラゲ防止網が設置されている。
- ④ 敷地周辺に民家、倉庫等があり、丹生湾入口には丹生大橋がある。
- ⑤ 敷地前海域における海上交通としては、発電所沖合約 15km に敦賀から苦小牧（北海道）へのフェリー航路がある。

3.2 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等

3.2.1 敷地周辺の遡上・浸水域の評価

【要求事項等への対応方針】

遡上・浸水域の評価に当たっては、次に示す事項を考慮し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。

⑤ 津波監視設備（潮位計、取水ピット水位計等） ※

※ 基本設計段階で位置が特定されているもの

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

(3) 敷地周辺の人工構造物（以下は例示である。）の位置、形状等

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

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

【規制基準における要求事項等】

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

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

美浜 3 号炉 耐津波設計方針

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

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

【確認内容】

(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。

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。

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。

【確認状況】

(1) 上記の考慮事項に関して、遡上解析の手法、データ及び条件を以下のとおり確認している。

- ① 敷地については、敷地形状を適切にモデル化しており、メッシュサイズは最小 3.125m としている。また、敷地周辺については、安全側評価のため、遡上を考慮しておらず、完全反射条件としている。
- ② 敷地沿岸域及び海底地形は、若狭湾周辺については海上保安庁等による海底地形図及び海上音波探査結果を、丹生湾周辺については当社が実施した平成 25 年海域調査結果及び平成 20 年取水口付近の深淺測量結果を使用する。また、取・放水路等の緒元、敷地標高については、発電所の竣工図並びに当社が実施した平成 23 年現地測量結果及び平成 25 年航空レーザ測量結果を使用する。

③ 敷地に影響を及ぼす箇所には河川は存在していない。また、敷地対岸に落合川及び丹生大川が存在するが、発電所とは海を隔てており、敷地への遡上波に影響することはないためモデルに考慮しない。

④ 陸上の遡上・伝播効果について、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た遡上域のモデルを作成する。

⑤ 伝播経路上の人工構造物については、図面を基に遡上影響を及ぼす構造物、津波防護施設を考慮し、遡上・伝播経路の状態に応じた解析モデル・解析条件が適切に設定された遡上域のモデルを作成する。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

美浜3号炉 耐津波設計方針

(2) 敷地周辺の遡上・浸水域の把握に当たったの考慮事項に対する確認のポイントは以下のとおり。

- ① 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が把握されているか。また、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されているか。
- ② 敷地前面又は津波浸入方向に正対した面における敷地及び津波防護施設について、その標高の分布と施設前面の津波の遡上高さの分布を比較し、遡上波が敷地に地上部から到達・流入する可能性が考えられるか。
- 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。

3.2.2 地震・津波による地形等の変化に係る評価

【規制基準における要求事項等】

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

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

【確認内容】

(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。

(2) 敷地周辺の遡上・浸水域の把握に当たって以下のとおり確認する。

- ① 敷地の複数の評価地点の時刻歴波形を確認することにより、津波水位や流速の経時変化を確認している。また、敷地周辺における時々刻々の水位分布図や流速分布図により、津波の浸入角度についても確認している。
- ② 敷地の形状及び津波防護施設をモデル化して計算を実施しており、津波防護施設を越流しないことを確認している。
- ③ 敷地に影響を与えるような、標高の局所的な変化、河川及び水路等はないため、遡上波の敷地への回り込みの可能性は考えられない。

3.2.2 地震・津波による地形等の変化に係る評価

【要求事項等への対応方針】

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

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

【確認状況】

(1) 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、標高変化について検討し、シミュレーションの結果より遡上波が津波防護施設を越流して敷地に到達する可能性が無いことを確認した。敷地の周辺斜面の地震時及び津波時の健全性について評価した結果、遡上波の敷地への到達に対して影響は無いことを確認している。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

美浜3号炉 耐津波設計方針

(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。

(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 S_s 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。

(2) 敷地周辺に遡上波の影響を考慮しなければならない対象となる河川は存在せず、敷地への遡上波に影響することははない。敷地への遡上については、3号炉取水口側から敷地の内陸側にかけて防潮堤を設置することで、遡上波の到達の可能性が無いことを確認した。

(3) 3号炉取水口周辺及び1号炉及び2号炉側敷地周辺は堆積物又は埋戻土等が分布しており、基準地震動 S_s に伴う地形変化、標高変化が生じる可能性があるため、基準地震動 S_s が作用した場合の液状化に伴う沈下量を算定し、沈下後の敷地高さをシミュレーションの初期条件として考慮する。また、丹生湾の周辺海域についても同様に基準地震動 S_s に伴う地形変化、標高変化が生じる可能性があるため、基準地震動 S_s が作用した場合の液状化に伴う沈下量を算定し、沈下後の海底標高をモデルに考慮する。遡上波の敷地への到達の可能性に係る検討に当たっては、基準地震動 S_s を考慮して設計した防潮堤を初期条件として設定する。

1号炉及び2号炉放水ピットについては、岩盤に支持された構造ではないことから、基準地震動 S_s が作用した場合における上記の沈下量を考慮する。ただし、1号炉及び2号炉放水口、1号炉及び2号炉放水路並びに1号炉及び2号炉放水ピットについては、基準地震動 S_s に対する耐震性が確認されていないもの、放水路を経路とした流入を保守的に評価するために、その形状が保持される場合をモデルに考慮する。あご越え部については堆積物等が分布しており、地震時の液状化に伴い地形変化が生じる可能性があるが、想定する沈下が生じた後の敷地高が津波高さより高いため、3号炉側敷地に到達、流入する可能性はないことからモデルに考慮しない。

初期潮位は朔望平均満潮位 T.P. +0.48m とし、潮位のバラツキ 0.15m についてはシミュレーションより求めた津波水位に加えることで考慮する。

洗掘や堆積による地形の変化については、シミュレーションによる流向流速等の傾向から防潮堤の入力津波に影響を与えるような地形の変化が生じ

(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。

3.3 入力津波の設定

【規制基準における要求事項等】

基準津波は、波源域から沿岸域までの海底地形等を考慮した、津波伝播及び遡上解析により時刻歴波形として設定していること。入力津波は、基準津波の波源から各施設・設備等の設置位置において算定される時刻歴波形として設定していること。基準津波及び入力津波の設定に当たっては、津波による港湾内の局所的な海面の固有振動の励起を適切に評価し考慮すること。

【確認内容】

(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。

ることは考えにくいためモデルに考慮しない。

(4)地震による地盤変状、斜面崩落等の評価について、地質調査等に基づき条件を設定し確認している。

3.3 入力津波の設定

【要求事項等への対応方針】

- ・基準津波については、「美浜発電所 3 号炉 基準津波の評価」にて説明する。
- ・入力津波は、基準津波の波源から各施設・設備等の設置位置において算定される時刻歴波形として設定している。
- ・基準津波の設定に当たっては、敷地及び敷地周辺をモデル化し、津波による局所的な海面の励起を評価できるモデルを用いていることを確認している。

【確認状況】

- (1)入力津波は、海水面の基準レベルから算定した水位変動量を表示している。潮位変動等については、入力津波を設計、評価に用いる場合に考慮している。
- (2)入力津波の設定については、基準地震動検討過程において得られた津波水位を考慮するとともに、入力津波に影響を与える条件を考慮したシミュレーションを行い、期望平均潮位のばらつき等を踏まえ、各施設、設備の設置位置において、設計又は評価に用いる入力津波を設定した。なお、入力津波に影響を与える条件については、その影響度合いが最大となるように条件設定を行い、入力津波への影響評価を行った。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、各施設や設備において算定される数値を安全側に切り上げた値を入力津波高さや速度として設定することで、各施設や設備の構造及び機能の損傷に影響する浸水高、波力・波圧について安全側に評価する。また、津波防護施設等の新規の施設・設備の設計においては、

<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド</p>	<p>美浜3号炉 耐津波設計方針</p>
<p>(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>(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。</p> <p>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的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。</p> <p>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>3.4 津波防護方針の審査にあたっての考慮事項（水位変動、地殻変動） 【規制基準における要求事項等】 入力津波による水位変動に対して朔望平均潮位（注）を考慮して安全側の評価を実施すること。 注）朔（新月）および望（満月）の日から5日以内に観測された、各月の最高満潮面および最低干潮面を1年以上にわたって平均した高さの水位をそれぞれ、朔望平均満潮位および朔望平均干潮位という。 潮汐以外の要因による潮位変動についても適切に評価し考慮すること。地</p>	<p>入力津波高さ以上の津波を設計荷重とし、より安全側の評価を行う。</p> <p>(3) 防潮堤、屋外排水路逆流防止設備に対し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。</p> <p>(4) 取水口及び放水口内外で最高水位や傾向に大きな差異はなく、取水口及び放水口近傍で局所的な海面の励起は生じていないことを確認している。</p> <p>3.4 津波防護方針の審査にあたっての考慮事項（水位変動、地殻変動） 【要求事項等への対応方針】 ・入力津波による水位変動に対して朔望平均潮位および、朔望平均潮位のばらつきも考慮して安全側の評価を実施する。 ・潮汐以外の要因による潮位変動として、高潮について適切に評価し考慮する。 ・地震により陸域の隆起または沈降が想定される場合、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。</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

美浜3号炉 耐津波設計方針

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。

【確認内容】

(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。

(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。

(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）について検討する。

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。

【確認状況】

(1) 津波計算で考慮する朔望平均潮位は、美浜発電所の南東約 11km の観測地点敦賀検潮所（国土交通省所管）における観測記録に基づき設定している。

(2) 上昇側の水位変動に対して朔望平均満潮位 T. P. +0.48m、潮位のばらつき 0.15m 及び美浜発電所と敦賀検潮所との潮位差 0.10m を考慮し、上昇側評価水位を設定している。また、下降側の水位変動に対しては、満潮位計算（水位上昇側）の最低水位が、干潮位計算（水位下降側）を下回ったため、保守的に満潮位計算の結果得られた最低水位を採用することとし、潮位のばらつき 0.15m を考慮し、下降側評価水位を設定している。

(3) 潮汐以外の要因による潮位変動については、以下の通り評価し考慮している。

① 観測地点敦賀検潮所における 37 年(1976～2012 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）について示している。

② 高潮要因の発生履歴及びその状況並びに美浜発電所と敦賀検潮所の潮位差を考慮して、高潮発生可能性とその程度（ハザード）について検討している。

③ 高潮発生可能性とその程度（ハザード）について検討する。基準津波に対するその他の評価地点における水位の年超過確率は $10^{-4} \sim 10^{-5}$ 程度であり、独立事象としての津波と高潮が重畳する可能性は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

<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド</p>	<p>美浜3号炉 耐津波設計方針</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後で、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 と上昇側評価水位を直接比較する。</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</p>	<p>を超える再現期間 100 年に対する期待値 I. P. +1. 29m とし、入力津波で考慮した期望平均満潮位 I. P. +0. 48m, 潮位のばらつき 0. 15m, 美浜発電所と敦賀験潮所との潮位差 0. 10m との差である 0. 56m を外郭防護の裕度評価において参照している。</p> <p>(4)地震による陸域の隆起または沈降について、地殻変動量を適切に考慮し、安全側の評価を実施している。</p> <p>①広域的な地殻変動を評価すべき波源は、基準津波1及び2の若狭海丘列付近断層である。</p> <p>②美浜発電所は若狭湾（日本海側）に位置しており、プレート間地震は考慮対象外である。</p> <p>③入力津波については、基準津波の波源モデルを踏まえて、Mansinha et al (1971)の方法により算定した敷地地盤の地殻変動量は、基準津波の若狭海丘列付近断層で1cm未満で地殻変動の影響は受けない。</p> <p>④地震による地殻変動の影響は受けないと評価する。</p> <p>⑤基準地震動評価における震源において地震が発生していたことが確認さ</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

美浜3号炉 耐津波設計方針

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。

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。

4. 津波防護方針

4.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針

【規制基準における要求事項等】

敷地の特性に応じた津波防護の基本方針が敷地及び敷地周辺全体図、施設配置図等により明示されていること。津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備等として設置されるものの概要が網羅かつ明示されていること。

【確認内容】

(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（前述2のとおり）を確認する。

れているが、内陸地殻内地震の水平方向の余効変動は数 cm 程度と小さく上下方向として余効変動が確認されていないことから、余効変動が津波に対する安全性評価に影響を及ぼすことはない。

⑥津波に対する安全性評価に影響を及ぼす可能性のある広域的な余効変動は確認されていない。

4. 津波防護方針

4.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針

【要求事項等への対応方針】

敷地の特性に応じた津波防護方針は以下のとおりとする。

- ・ 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する。
- ・ 津波防護施設、浸水防止施設、津波監視設備等として設置するものの概要を網羅かつ明示する。

【確認状況】

(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）に応じた基本方針は以下のとおりである。

- ・ 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（地震による広域的な隆起・沈降、地震による変状等を考慮）を地上部から到達又は流入させない設計とする。

また、取水路及び放水路等の経路から流入させない設計とする。

- ・ 取水・放水施設及び地下部などにおいて、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。

- ・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屋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から隔離可能な設計とする。
 - ・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設計とする。
 - ・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。
- (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）を示している。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。）を内包する建屋及び区画として、原子炉格納施設、原子炉補助建屋（補助建屋、制御建屋、中間建屋及びディーゼル建屋）、海水ポンプ室、燃料油貯蔵タンク、燃料取替用水タンク及び復水タンクを設定する。
- 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、外郭防護として防潮堤を設置する。
- また、取水路及び放水路等の経路から流入させない設計とするため、外郭防護として屋外排水路逆流防止設備、海水ポンプ室に海水ポンプエリア止水壁及び浸水防止蓋を設置し、防潮堤のケール貫通部に防潮堤貫通部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を内包する建屋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、タービン建屋及び制御建屋と中間建屋との境界に水密扉を設置並びに建屋貫通部止水処置を実施する。また、海水ポンプエリア止水壁及び海水管トレンチ浸水防止蓋並びにディーゼル建屋の屋外境界部に水密扉の設置及び海水ポンプエリア止水壁貫通部止水処置を実施する。

(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。

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、海水ポンプ室及び海水ポンプ室上の防潮堤に潮位計、原子炉格納容器壁面及び海水ポンプ室に津波監視カメラを設置する。

4.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）

4.2.1 遡上波の地上部からの到達、流入の防止

【規制基準における要求事項等】

重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び重要な安全機能を有する屋外設備等は、基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置すること。基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には、防潮堤等の津波防護施設、浸水防止設備を設置すること。

【確認内容】

- (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。

4.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）

4.2.1 遡上波の地上部からの到達、流入の防止

【要求事項等への対応方針】

設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画は、基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置していることを確認し、基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には、津波防護施設、浸水防止設備を設置することにより遡上波が到達しないようにする。

【確認状況】

- (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、以下を確認している。
 - 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（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。）を内包する建屋及び区画並びに海水ポンプ室が設置されている周辺敷地高さはT.P.+3.5mであり、取水口側並びに1号炉及び2号炉側の敷地から、津波による遡上波が地上部から到達・流入する可能性があるため、取水口側は3号炉取水口前入り津波高さT.P.+4.2mに対し、T.P.+6.0mの防潮堤及び屋外排水路逆流防止設備を、1号炉及び2号炉側では、防潮堤（内陸側）入り津波高さT.P.+4.0mに対し、設計高さT.P.+5.5mの防潮堤を設置することにより、津波は到達、流入しない設計とする。なお、燃料油貯蔵タンクはT.P.+5.5mに、燃料取扱用水タンク及び復水タンクは、T.P.+17.6m、燃

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	美浜3号炉 耐津波設計方針
<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。</p> <p>① 津波防護施設の種類（防潮堤、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) 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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>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</p> <p>b) 躯体開口部（扉、排水口等）</p>	<p>料取扱建屋は T.P.+32m に設置されていることから、津波による遡上波は地上部から到達、流入しない。</p> <p>② 既存の地山斜面、盛土斜面等の活用 地震に対する健全性が確認された地山斜面を活用する。</p> <p>(2) 津波防護施設の位置・仕様 [防潮堤]</p> <ul style="list-style-type: none"> 敷地内への津波の流入防止を目的として、3号炉取水口前への入力津波高さ T.P.+4.2m に対して取水口側に施設高さ T.P.+6.0m の防潮堤、及び防潮堤（内陸側）の入力津波高さ T.P.+4.0m に対して内陸側に施設高さ T.P.+5.5m の防潮堤を設置するもので、鉄筋コンクリート及びセメント系地盤改良体を材料とする構造物である。 <p>また、主要な構造物の境界部には、基準地震動 Ss の作用を考慮し、止水ジョイントで止水措置を講じる。</p> <p>[屋外排水路逆流防止設備]</p> <ul style="list-style-type: none"> 敷地内に連接する屋外排水路からの津波の流入防止を目的として、3号炉取水口前への入力津波高さ T.P.+4.2m の津波の流入を防止するために屋外排水路逆流防止設備を設置するもので、鋼製のゲート構造物である。

4.2.2 取水路、放水路等の経路からの津波の流入防止

【規制基準における要求事項等】

取水路、放水路等の経路から、津波が流入する可能性について検討した上で、流入の可能性のある経路（扉、開口部、貫通部等）を特定すること。特定した経路に対して浸水対策を施すことにより津波の流入を防止すること。

【確認内容】

(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。

- ① 海域に接続する水路から建屋、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）
- 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）
- 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）
- ④ 海域への排水管等

(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。

- ① 津波防護施設の種類（防潮壁等）及び箇所
- ② 施設ごとの構造形式、形状

4.2.2 取水路、放水路等の経路からの津波の流入防止

【要求事項等への対応方針】

取水路、放水路等の経路から、津波が流入する可能性のある経路を検討する。特定した経路に対して浸水対策を施すことにより津波の流入を防止する。

【確認状況】

(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
以下の経路からの津波の流入を検討し、流入の可能性のある経路を下表のとおり特定した。

		流入経路
取水口	海水系	海水ポンプ室、海水管、海水管トレンチ
	循環水系	循環水ポンプ室、循環水管
屋外排水路		排水管
防潮堤貫通部		取水口ケーブル貫通部、主変圧器OFケーブル貫通部、起動変圧器OFケーブル貫通部、予備変圧器ケーブル貫通部、原水ポンプ室行きケーブル貫通部、2、3号連絡ケーブル貫通部

(2) 特定した流入経路における津波防護施設の配置・仕様については以下のとおりである。

【防潮堤】

- ・敷地内への津波の流入防止を目的として、3号炉取水口前への入力津波高さ T.P.+4.2m に対して取水口側に施設高さ T.P.+6.0m の防潮堤、及び防潮堤（内陸側）の入力津波高さ T.P.+4.0m に対して内陸側に施設高さ

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	美浜3号炉 耐津波設計方針
<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>d) 躯体開口部（扉、排水口等）</p> <p>4.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）</p> <p>4.3.1 漏水対策</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性を検討すること。</p> <p>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</p>	<p>T. P. +5.5m の防潮堤を設置するもので、鉄筋コンクリート及びセメント系地盤改良体を材料とする構造物である。</p> <p>また、主要な構造体の境界部には、基準地震動 Ss の作用を考慮し、止水ジョイントで止水措置を講じる。</p> <p>〔屋外排水路逆流防止設備〕</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 屋外排水路からの津波の流入防止を目的として設置するもので、鋼製のゲート構造物である。 <p>(3) 特定した流入経路における浸水防止設備の配置・仕様については以下のとおりである。</p> <p>〔海水ポンプ室浸水防止蓋〕</p> <p>海水ポンプ室の床貫通部に設置する鋼製の蓋である。</p> <p>4.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）</p> <p>4.3.1 漏水対策</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <p>取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性を検討している。</p> <p>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）</p>

<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド</p>	<p>美浜3号炉 耐津波設計方針</p>
<p>う。) すること。</p> <p>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。</p> <p>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> <p>【確認内容】</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、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>4.3.2 安全機能への影響確認 【規制基準における要求事項等】 浸水想定範囲の周辺に重要な安全機能を有する設備等がある場合は、防水区画化すること。 必要に応じて防水区画内への浸水量評価を実施し、安全機能への影響がないことを確認すること。</p> <p>【確認内容】</p>	<p>する。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>【確認状況】</p> <p>(1) 漏水の可能性の検討として、海水ポンプ室については、ロータリースクリューがあるため、ロータリースクリューの点検口や定期メンテナンス時の開口部からの津波による漏水量を保守的に評価し漏水が継続することによる浸水の範囲（以下「浸水想定範囲」として想定し、浸水防止設備として海水ポンプエリアに海水ポンプエリア止水壁を設置する。</p> <p>(2) 浸水想定範囲である海水ポンプ室は、以下の①～②の理由により、浸水の可能性はない。</p> <p>① 海水ポンプエリア床面貫通箇所については、浸水対策を実施しており、津波時においても浸水防止機能が十分に保持できる設計としている。</p> <p>③ 海水ポンプのグラウンドドレン配管は、海水ポンプエリア地下水路に直接接続していないため、浸水の可能性がある経路とはならない。</p> <p>4.3.2 安全機能への影響確認 【要求事項等への対応方針】 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。</p> <p>【確認状況】</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

美浜3号炉 耐津波設計方針

(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。

浸水想定範囲である海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海水ポンプが設置されているため、当該エリアを防水区画化する。海水ポンプの安全機能に対しては、モータ本体、電源ケーブル、現場操作箱及び電源からの影響が考えられる。

電源ケーブルは端子台高さがモータ下端より約0.2m高く、また現場操作箱は、下端高さがT.P.+5.1mであるため、機能を維持できる水位としては、モータ下端高さT.P.+4.9mとなる。さらに、電源については常用電源回路と分離しており、地絡影響は回避できる系統となっている。

なお、海水ポンプモータについては、予備品（1台）を確保しており、津波の影響を受けない高台 T.P.+37.0m に保管している。

(1) 海水ポンプ室浸水防止蓋（逆止弁付）における浸水量評価

2.3(1)で述べたように海水ポンプ室床には、浸水防止設備として浸水防止蓋を設置するため、床面からの浸水はない設計としており、ドレンラインに設置している逆止弁についても試験で漏洩の無いことを確認しているが、ここでは保守的に逆止弁の許容漏洩量0.01L/hの漏洩があった場合の浸水量を評価する。逆止弁の設置位置を超える時間において、許容漏洩量が漏れたとしても漏洩量は約0.1L程度と僅かであり、漏水の影響はない。

万一、この機能が喪失した場合を仮定しても、浸水高さが海水ポンプの機能喪失高さを下回るため、海水ポンプの機能に影響は無い。

(2) 海水ポンプグランド部における浸水量評価

海水ポンプグランド部においては、軸受潤滑水（圧力：0.05MPa [gage] 程度）により、常時軸封入されているため津波の漏水はないが、保守的に津波による波力を考慮したとしても、漏えい量はわずかであり、安全機能を有する海水ポンプに影響はない。

4.3.3 排水設備設置の検討

4.3.3 排水設備設置の検討

【規制基準における要求事項等】

【要求事項等への対応方針】

美浜3号炉 耐津波設計方針	基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド
<p>浸水想定範囲である海水ポンプエリアにおいて浸水を検討し、長期間の冠水が想定される場合は、排水設備を設置する。</p> <p>【確認状況】</p> <p>(1) 重要な安全機能を有する設備等内包する建屋及び区画のうち、もっとも津波が接近すると考えられる海水ポンプ室においても、浸水量評価で示すとおり、浸水はごくわずかであり、長期間の冠水が想定される箇所はないため、排水設備は不要である。</p> <p>4.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）</p> <p>4.4.1 浸水防護重点化範囲の設定</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <ul style="list-style-type: none"> 設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画については、浸水防護重点化範囲として明確化する。 <p>【確認状況】</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。）を内包する建屋及び区画は、原子炉格納施設、原子炉補助建屋（補助建屋、制御建屋、中間建屋及びディーゼル建屋）、海水ポンプ室、燃料油貯蔵タンク、燃料取替用水タンク及び復水タンクであり、津波に対する浸水防護重点化範囲として設定し、機器配置図等で示している。</p> <p>(2) 現段階において、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。）を内包する建屋および区画については、浸水防護重点化範囲として設定し、機器配置図等で明確化している。位置が確定していない設備等に対しては、工認段階で浸水防</p>	<p>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>【確認内容】</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>4.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）</p> <p>4.4.1 浸水防護重点化範囲の設定</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>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。</p> <p>【確認内容】</p> <p>(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。</p> <p>(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>

護重点化範囲として再設定する方針としている。

4.4.2 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。

【確認内容】

(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。

(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。

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

4.4.2 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策

【要求事項等への対応方針】

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（貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を施すこととしている。

【確認状況】

(1) 地震後の津波による溢水の影響としては、以下の各事象に関して浸水防護重点化範囲への影響を評価することとしている。

a. 地震・津波によるタービン建屋内の循環水系の機器・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等事象について検討する。

b. 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保有水の溢水等事象について検討する。

c. 地下水は、湧水サンプへ流入する。このため、地震後の地下水の流入について検討する。

なお、浸水防護重点化範囲の境界にある扉、貫通部に対して、T.P.+10.1mまでの浸水対策を実施している。

(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としている。

① タービン建屋内の溢水については、循環水管の伸縮継手の全円周状の破損及び地震に起因する2次系機器及び屋外タンク等の破損を想定し、循環水ポンプを停止するまでの間に生じる溢水量と2次系機器及び屋外タ

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

美浜3号炉 耐津波設計方針

ること。

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。

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、津波の繰り返しの来襲が考慮されていること。

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。

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。

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。

ンクの保有水による溢水量及び循環水管の損傷箇所からの津波の流入量を合算した溢水量がタービン建屋空間部に滞留するものとして溢水水位を算定している。

② 屋外の溢水については、循環水管伸縮継手の全円周状の破損及び地震に起因するロータリースクリューの破損、1次系海水戻り配管の破損を想定し循環水管の損傷箇所からの津波の流入量及びロータリースクリューからの津波の流入量、1次系海水戻り配管からの溢水量を合算した溢水量として溢水水位を算定している。

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、津波の繰り返しの来襲を考慮し、タービン建屋の溢水水位は津波等の流入の都度上昇するものとして保守的に算定している。

④ 機器・配管等の損傷による溢水量については、内部溢水の評価に基づき算定している。

⑤ 地下水の流入については、1日当たりの湧水（地下水）の排水の実績値に対して、湧水サンプポンプの排出量は大きく上回ることで、また、湧水サンプポンプは耐震性を有することから、外部の支援を期待することなく排水可能である。

仮に湧水サンプポンプが機能しないと仮定した場合でも、湧水サンプは満水となるが、湧水サンプ横の中間建屋サンプは約140m³であり約10日分貯水可能であること等により浸水防護重点化範囲に影響を及ぼすことはないことを確認している。

⑥ 津波及び溢水により浸水を想定するタービン建屋において、施工上生じうる建屋間の隙間部は存在しないことを確認している。

<p style="text-align: center;">基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド</p>	<p style="text-align: center;">美浜3号炉 耐津波設計方針</p>
<p>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</p> <p>4.5.1 非常用海水冷却系の取水性</p> <p>【規制基準における要求事項等】</p> <p>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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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>【確認内容】</p> <p>(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。確認のポイントは以下のとおり。</p> <p>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)</p> <p>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。</p> <p>(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、取水口の資料、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。</p> <p>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>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</p>	<p>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</p> <p>4.5.1 非常用海水冷却系の取水性</p> <p>【要求事項等への対応方針】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・非常用海水冷却系の取水性については、次に示すとおりである。 ・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とする。 ・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とする。 <p>【確認状況】</p> <p>(1) 取水路の特性を考慮した海水ポンプ位置の評価水位を適切に算定している。ポイントは以下のとおり。</p> <p>① 基準津波による水位の低下に伴う取水口等の特性を考慮した海水ポンプ位置の評価水位を適切に算出するため、開水路において非線形長波理論式及び連続式を用いて解析を実施する。</p> <p>② 海水ポンプ室前から海水ポンプ室に至る経路をモデル化し、海底摩擦による摩擦損失を考慮するとともに計算結果に潮位のバラツキの加算や安全側に評価した値を用いるなど、計算結果の不確実性を考慮した評価を実施する。</p> <p>(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、取水口の資料、取水路又は取水ピットの仕様等)について、以下を確認している。</p> <p>① 海水ポンプ室前の基準津波による下降側の入力津波高さは、T.P.-2.7mであり、海水ポンプの設計取水可能水位 T.P.-2.81m を上回ることから、水位低下によっても海水ポンプは機能保持できる。</p>

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

美浜3号炉 耐津波設計方針

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。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。

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

【規制基準における要求事項等】

基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積が適切に評価されていること。基準津波に伴う取水口付近の漂流物が適切に評価されていること。非常用海水冷却系については、次に示す方針を満足すること。

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

【確認内容】

(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。

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

【要求事項等への対応方針】

- ・基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積を適切に評価する。
- ・基準津波に伴う取水口付近の漂流物を適切に評価する。
- ・非常用海水冷却系については、次に示す方針を満足すること。
- ・基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積、陸上斜面崩壊による土砂移動・堆積及び漂流物に対して取水口及び取水路の通水性は確保できる設計であることを確認する。
- ・基準津波による水位変動に伴う浮遊砂等の混入に対して海水ポンプが機能保持できる設計であることを確認する。

【確認状況】

(1) 基準津波による砂移動に対する取水性確保
 取水口は、海水ポンプ室底面がT.P.-9.17mであり、海水ポンプ室は、海水ポンプ下端から床面まで約5.03mとなっている。
 砂移動に関する数値シミュレーションを実施した結果、基準津波による砂移動に伴う砂堆積量は、海水ポンプ室において約0.02mであり、砂の堆積に伴って、海水ポンプ下端までの海水取水経路が閉塞することはない。
 なお、取水口は循環水系と原子炉補機冷却海水系で併用されているため、発電所を含む地域に大津波警報が発表された場合、引き波時ににおける海水ポンプの取水量を確保するため、循環水ポンプを停止する手順等を整備する。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

美浜3号炉 耐津波設計方針

(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。

(2) 混入した浮遊砂に対する取水性確保

海水ポンプ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、海水ポンプの軸受に設けられた異物逃がし溝から排出される構造とする。また、仮に砂が混入した場合においても、海水ポンプの軸受に設けられた約4.5mmの異物逃がし溝から排出される構造とする。

これに対して、発電所周辺の砂の平均粒径は約0.3mmで、数ミリ以上の砂はごくわずかであることに加えて、粒径数ミリ以上の砂は浮遊し難いものがあることを踏まえ、大きな粒径の砂は殆ど混入しないと考えられ、砂混入に対して海水ポンプの取水機能は維持できる。

(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。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。

(3) 基準津波に伴って漂流物になり得る船舶等が取水性に影響を及ぼさないことを漂流物評価フローに基づき確認した。なお、漂流物となる可能性のある施設・設備として発電所周辺約5kmの範囲を網羅的に調査した結果、漁船・輸送船等の船舶、浮き筏、クラゲ防止網等を選定した。定期船に関しては、発電所沖合約15kmに定期航路があるが、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。

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。この内、船舶については、漁船及び燃料等輸送船が挙げられる。停泊中の漁船については、津波の流向に対し、停泊地の位置・地形を考慮すると発電所に対する漂流物とはならない。

基準津波のシミュレーション結果によると、取水口付近については防潮堤まで津波が遡上する。また、基準地震動による液状化等に伴う敷地の変状や潮位のバラツキを考慮し、基準津波により漂流物となる可能性のある施設・設備が海水ポンプの取水確保へ影響を及ぼさないことを確認する。

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、定置網、倉庫等があるが、防潮堤で防護されるため、取水性への影響はない。

なお、発電所構内の物揚岸壁に停泊する燃料等輸送船は、津波警報等発

表時には緊急退避するため、漂流物とはならない。

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、防潮堤により防護されるため、取水性への影響はない。これらの設計においては、漂流物として衝突する可能性があるものうち、最も重量の大きい漁船を衝突荷重として評価する。

発電所近傍を通過する定期船に関しては、発電所沖合約 15km に定期航路があるが、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。

除塵装置であるロータリースクリーン及びバースクリーンについては、基準津波の流速に対し、スクリーンの水位差が、設計水位差以下であるため、損傷することはない漂流物とならないことから、取水性に影響を及ぼすことはないことを確認している。

4.6 津波監視

【規制基準における要求事項等】

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

【確認内容】

(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。

4.6 津波監視

【要求事項等への対応方針】

敷地への津波の繰り返しの襲来を察知し、津波防護施設、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。

- ・ 津波監視カメラ
- ・ 潮位計

【確認状況】

津波監視設備は、津波襲来を監視でき、かつ基準津波の影響を受けない位置に設置する。

津波監視設備は、津波監視カメラを原子炉格納容器壁面 T.P.+72m 及び海水ポンプ室 T.P.+10m に、潮位計を海水ポンプ室 T.P.+2.5m 及び海水ポンプ室上の防潮堤 T.P.+7.5m に設置する。

津波監視カメラは、津波の影響（波力、漂流物の衝突等）を受けにく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。

潮位計は、津波の影響（波力、漂流物の衝突等）を受けにくい場所に設置す

るため津波監視機能が十分に保持できると考えるが、海水ポンプ室上の防潮堤に設置する潮位計は、もつ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、海水ポンプ室 T.P.+2.5m 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。

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、監視機能を有し、監視範囲として丹生湾および取水口側を監視できるものを2台設置する。画像は、中央制御室に設置した監視モニターに表示し、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、安全系電源から受電しており、交流電源喪失時においても監視が継続可能である。

潮位計は、上昇側及び下降側の津波高さを計測できるよう、海水ポンプ室上の防潮堤 T.P.-8.5m~T.P.+7.0m、海水ポンプ室 T.P.-8.5m~T.P.+2.0m を測定範囲とした設計としている。潮位計の電源は、安全系電源から受電しており、交流電源喪失時においても監視が継続可能である。

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

【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に設計すること。

【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

【要求事項等への対応方針】

津波防護施設（防潮堤、屋外排水路逆流防止設備）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に設計する。

【確認状況】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

美浜3号炉 耐津波設計方針

(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。

(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。

① 荷重組合せ

- 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
h 津波、常時+津波+地震（余震）

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、防潮堤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。

(1) 津波防護施設である防潮堤、屋外排水路逆流防止設備の設計においては、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、入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できるよう設計する。

(2) 以下の項目について、設定の考え方を示す。

① 荷重の組合せ

- 防潮堤：常時荷重+積載荷重+地震荷重
常時荷重+積載荷重+津波荷重
常時荷重+積載荷重+津波荷重+余震荷重
常時荷重+積載荷重+津波荷重+衝突荷重
- 屋外排水路逆流防止設備：常時荷重+地震荷重
常時荷重+地震荷重
常時荷重+津波荷重+余震荷重

② 荷重の設定方法

- a) 常時荷重：自重を考慮する。
- b) 地震荷重：基準地震動を考慮する。
- c) 津波荷重：海に面した3号炉取水口側の防潮堤及び屋外排水路逆流防止設備に対しては「3号炉取水口前」の入力津波高さ T.P.+4.2m を考慮する。また、内陸側の防潮堤に対しては「防潮堤（内陸側）」の入力津波高さ T.P.+4.0m を考慮する。津波波力は、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」、「防波堤の耐津波設計ガイドライン」及び「東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針」により設定する。
- d) 余震荷重：水平方向に弾性設計用地震動 $Sd-1_H$ を考慮し、鉛直方向に弾性

設計用地震動 Sd-1v を考慮する。

e) 漂流物荷重：漂流物として総トン数 20t 級（排水トン数 60t）の小型漁船を考慮し、「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説」に基づき設定する。

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、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状態に収まることを基本として、津波防護機能を保持することを確認する。

5.2 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。

【確認内容】

(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。

5.2 浸水防止設備の設計

【要求事項等への対応方針】

浸水防止設備（海水ポンプ室浸水防止蓋、海ポンプエリア止水壁、海水管トレンチ浸水防止蓋、水密扉及び防潮堤貫通部止処置、海水ポンプエリア止水壁貫通部止水処置、建屋貫通部止水処置）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。

【確認状況】

(1) 浸水防止設備（海水ポンプ室浸水防止蓋、海ポンプエリア止水壁、海水管トレンチ浸水防止蓋、水密扉及び防潮堤貫通部止処置、海水ポンプエリア止水壁貫通部止水処置、建屋貫通部止水処置）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よう設計する。

以下に浸水防止設備についての設計方針を示す。

海水ポンプ室浸水防止蓋、海水ポンプエリア止水壁、海水管トレンチ浸水防止蓋、水密扉及び防潮堤貫通部止水処置、海水ポンプエリア止水壁貫通部止水処置、建屋貫通部止水処置は、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。

(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対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。

(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。

(2)、(3)
以下に浸水防止設備について荷重組合せ、荷重の設定及び許容限界について考え方を示す。

① 荷重の組合せ

常時荷重、津波荷重及び地震荷重を適切に組合わせる。

常時荷重＋地震荷重

常時荷重＋津波荷重

常時荷重＋津波荷重＋余震荷重

② 荷重の設定

a) 常時荷重：自重を考慮する。

b) 地震荷重：基準地震動を考慮する。

c) 津波荷重：入力津波を考慮する。

d) 余震荷重：水平方向に弾性設計用地震動 $Sd-1_H$ を考慮し、鉛直方向に弾性設計用地震動 $Sd-1_V$ を考慮する。

③ 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。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

美浜3号炉 耐津波設計方針

5.3 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。

【確認内容】

- (1) (3.2.1)の遡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。

5.3 津波監視設備の設計

【要求事項等への対応方針】

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よう設計する。

【確認状況】

- (1) 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計位置に設置する。
津波監視設備は、津波監視カメラを原子炉格納容器壁面 T.P.+72m 及び海水ポンプ室 T.P.+10m に、潮位計を海水ポンプ室 T.P.+2.5m 及び海水ポンプ室上の防潮堤 T.P.+7.5m に設置する。
津波監視カメラは、津波の影響（波力、漂流物の衝突等）を受けにくい場所所に設置するため、津波監視機能が十分に保持できる。
潮位計は、津波の影響（波力、漂流物の衝突等）を受けにく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と考え、海水ポンプ室上の防潮堤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、海水ポンプ室 T.P.+2.5m 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。
- (2) 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、地震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。（津波荷重は考慮不要であるため、常時荷重十余震荷重の組合せは、常時荷重十地震に包含される。）
①常時荷重十地震荷重
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。

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、地震荷重、余震荷重を適切に組み合わせ設計を行う。

- 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。

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

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

【確認内容】

- (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。

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

【要求事項等への対応方針】

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。

【確認状況】

- (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以下の下に示す。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

美浜3号炉 耐津波設計方針

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入する不確かさ

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。

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）については、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。

③ 津波の繰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して設定されれば、津波の繰返し作用による直接的な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

①津波荷重については、以下の不確かさを考慮している。

- 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発生する時間帯（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_H 及び Sd-1_V を余震荷重として津波荷重と組み合わせる。

③津波の繰返し作用の考慮については、漏水、二次的影響（砂移動等）による累積的な作用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。

<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド</p>	<p>美浜3号炉 耐津波設計方針</p>
<p>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>5.4.2 漂流物による波及的影響の検討</p> <p>【規制基準における要求事項等】</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。上記の検討の結果、漂流物の可能性がある場合は、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>【確認内容】</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</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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、取水口呑口が十分に広いことから、通水機能が損なわれるような閉塞は生じない。 <p>5.4.2 漂流物による波及的影響の検討</p> <p>【要求事項等への対応方針】</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）を満足していることを確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 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 <p>【確認状況】</p> <p>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。</p> <p>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、倉庫類、樹木等があるが、防潮堤で防護されるため、取水性への影響はない。また、これらの</p>

<p>基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド</p>	<p>美浜3号炉 耐津波設計方針</p>
<p>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>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>Ⅲ．附則</p> <p>この規定は、平25年7月8日より施行する。</p> <p>本ガイドに記載されている手法等以外の手法等であっても、その妥当性が適切に示された場合には、その手法等を用いることは妨げない。また、本ガイドは、今後の新たな知見と経験の蓄積に応じて、それらを適切に反映するよう見直していくものとする。</p>	<p>設置位置及び津波の流向を考慮すると漂流物は取水口へは向かわかない。</p> <p>なお、発電所構内の物揚岸壁に停泊する燃料等輸送船は、津波警報等発表時には緊急退避するため、漂流物とはならない。</p> <p>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、防潮堤により防護する。</p> <p>防潮堤の設計においては、漂流物として衝突する可能性がある総トン数 20t 級（排水トン数 60t）の小型漁船を衝突荷重として評価する。</p>

設計基準対象施設の津波防護対象設備とその配置について

1. 防護対象設備リスト
2. 防護対象設備配置図

1. 防護対象設備リスト

表-1 防護対象設備リスト (1 / 3)

機器名称	設置場所	設置フロア	図示番号
1. 原子炉本体			
(1) 原子炉容器及び炉心			
原子炉容器	原子炉格納施設	32.3m	1
炉内構造物	原子炉格納施設	32.3m	2
制御棒クラスタ案内管	原子炉格納施設	32.3m	3
燃料集合体	原子炉格納施設	32.3m	4
2. 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設			
(1) 燃料取扱設備			
(2) 使用済燃料貯蔵設備			
使用済燃料ピット	燃料取扱建屋	32.3m	5
使用済燃料ピットラック	燃料取扱建屋	32.3m	6
使用済燃料ピット水浄化冷却設備配管	補助建屋	-	-
(3) 燃料取替用水設備			
燃料取替用水ポンプ	補助建屋	9.7m	7
燃料取替用水設備配管	補助建屋	-	-
3. 原子炉冷却系統施設			
(1) 一次冷却設備			
蒸気発生器	原子炉格納施設	32.3m	8
蒸気発生器内部構造物	原子炉格納施設	32.3m	9
冷却材ポンプ	原子炉格納施設	17.6m	10
加圧器	原子炉格納施設	32.3m	11
加圧器ヒータ	原子炉格納施設	32.3m	12
1次冷却材管	原子炉格納施設	-	-
1次冷却設備配管	原子炉格納施設	-	-
主蒸気設備配管	原子炉格納施設	-	-
主給水設備配管	原子炉格納施設	-	-
(2) 余熱除去設備			
余熱除去ポンプ	補助建屋	-1.6m	13
余熱除去クーラ	補助建屋	9.7m	14
余熱除去設備配管	補助建屋	-	-
(3) 非常用炉心冷却設備			
燃料取替用水タンク	屋外	17.6m	15
アキュムレータ	原子炉格納施設	24.0m	16
格納容器再循環サンプ	原子炉格納施設	6.4m	17
格納容器再循環サンプスクリーン	原子炉格納施設	9.6m	18
安全注入設備配管	原子炉格納施設	-	-
(4) 化学体積制御設備			
充てん／高圧注入ポンプ	補助建屋	17.0m	19
体積制御タンク	補助建屋	24.0m	20
抽出水再生クーラ	原子炉格納施設	17.0m	21
封水クーラ	補助建屋	17.0m	22
封水注入フィルタ	補助建屋	24.0m	23
化学体積制御設備配管	原子炉格納施設	-	-
(5) 原子炉補機冷却水設備			
1次系冷却水ポンプ	中間建屋	11.1m	24
1次系冷却水クーラ	中間建屋	4.0m	25
1次系冷却水タンク	補助建屋	32.3m	26
原子炉補機冷却設備配管	中間建屋	-	-
海水ポンプ	屋外	3.0m	27
海水ポンプ出口ストレーナ	屋外	3.5m	28
海水管室	中間建屋	0.5m	29
海水管トレンチ	屋外	0.6m	30
海水管	中間建屋	-	-

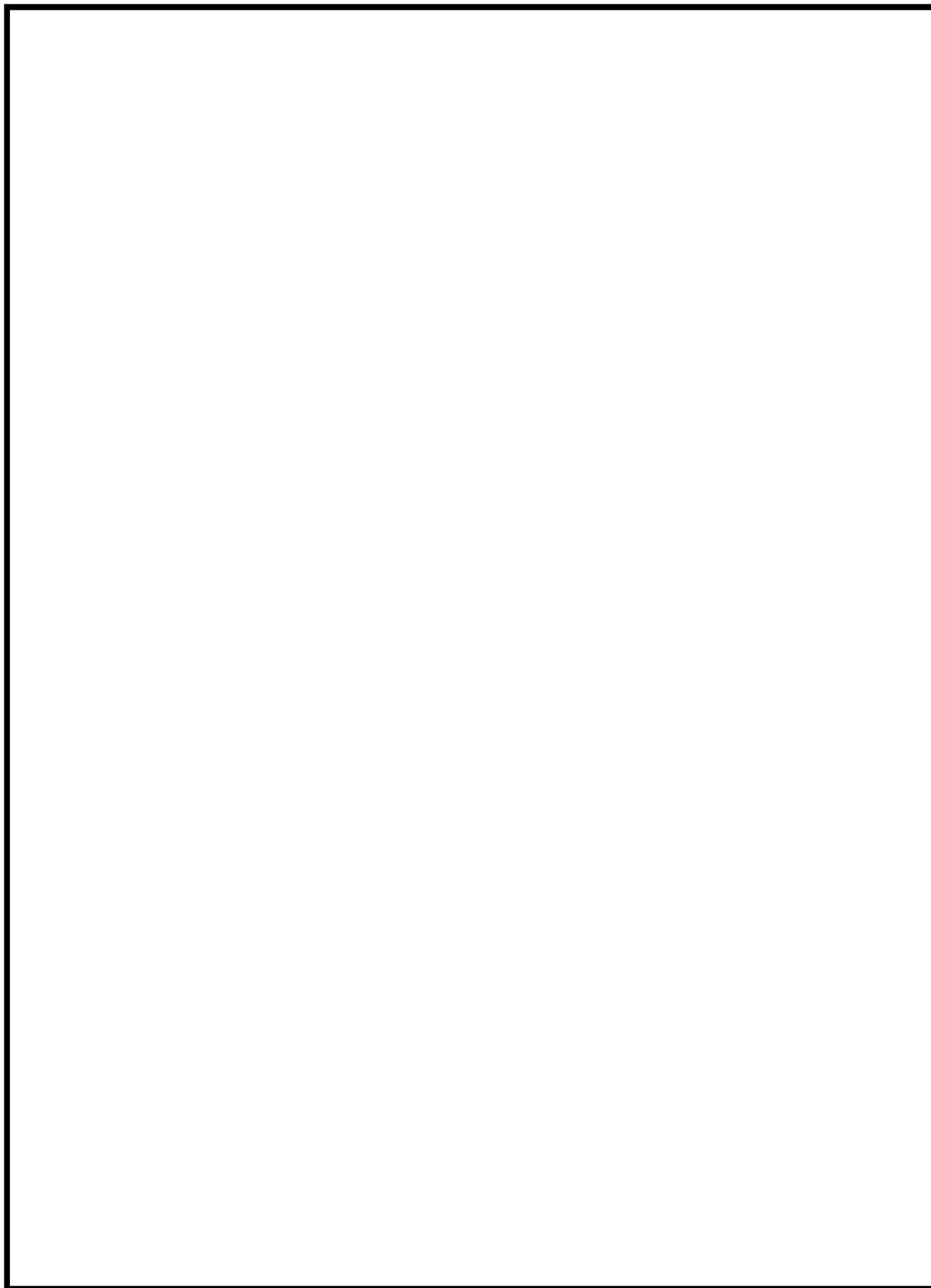
表-1 防護対象設備リスト (2 / 3)

機器名称	設置場所	設置フロア	図示番号
(6) 蒸気タービンの附属設備			
電動補助給水ポンプ	中間建屋	4.0m	31
タービン動補助給水ポンプ	中間建屋	4.0m	32
復水タンク	屋外	17.6m	33
補助給水設備配管	中間建屋	-	-
4. 計装制御系統施設			
(1) 制御材			
制御棒クラスタ	原子炉格納施設	32.3m	34
(2) 制御棒駆動装置			
制御棒駆動装置	原子炉格納施設	32.3m	35
(3) ほう酸注入機能を有する設備			
ほう酸ポンプ	補助建屋	32.3m	36
ほう酸タンク	補助建屋	32.3m	37
ほう酸フィルタ	補助建屋	32.3m	38
ほう酸注入タンク	補助建屋	17.0m	39
(4) 計測装置			
炉内計装引出管	原子炉格納施設	-	40
運転コンソール	制御建屋	17.0m	41
運転指令コンソール	制御建屋	17.0m	42
原子炉保護系計器ラック	制御建屋	10.1m	43
原子炉保護系リレーラック	制御建屋	10.1m	44
炉外核計装盤	制御建屋	17.0m	45
加圧器ヒータ分電盤(後備グループ)	補助建屋	17.0m	46
RCP母線計測盤	制御建屋	4.0m	47
中央制御室外原子炉停止盤	中間建屋	4.0m	48
原子炉トリップしゃ断器盤	中間建屋	24.0m	49
計器用空気乾燥器制御盤	中間建屋	4.0m	50
タービン動補助給水ポンプ起動盤	中間建屋	4.0m	51
電動補助給水ポンプ起動盤	中間建屋	4.0m	52
(5) 制御用空気設備			
計器用空気圧縮機	中間建屋	4.0m	53
計器用空気だめ	中間建屋	4.0m	54
計器用空気乾燥器	中間建屋	4.0m	55
計器用空気圧縮設備配管	中間建屋	-	-
5. 放射性廃棄物の廃棄施設			
(1) 気体、液体又は固体廃棄物処理設備			
格納容器排気筒	原子炉格納施設	86.8m	56
6. 放射線管理施設			
(1) 放射線管理用計測装置			
格納容器内高レンジエリアモニタ	原子炉格納施設	32.3m	57
(2) 換気設備			
制御建屋送気ファン	中間建屋	17.0m	58
制御建屋循環ファン	中間建屋	17.0m	59
アニュラス循環ダクト	中間建屋	-	-
補助建屋よう素除去排気系統ダクト	中間建屋	-	-
中央制御室非常用循環系統ダクト	中間建屋	-	-
アニュラス循環フィルタユニット	中間建屋	17.0m	60
アニュラス循環ファン	中間建屋	17.0m	61
中央制御室非常用循環フィルタユニット	中間建屋	17.0m	62
中央制御室非常用循環ファン	中間建屋	17.0m	63
補助建屋よう素除去排気ファン	補助建屋	32.3m	64
制御建屋冷暖房ユニット	中間建屋	17.0m	65
補助建屋よう素除去排気フィルタユニット	中間建屋	11.1m	66
中央制御室再熱コイル	中間建屋	17.0m	67

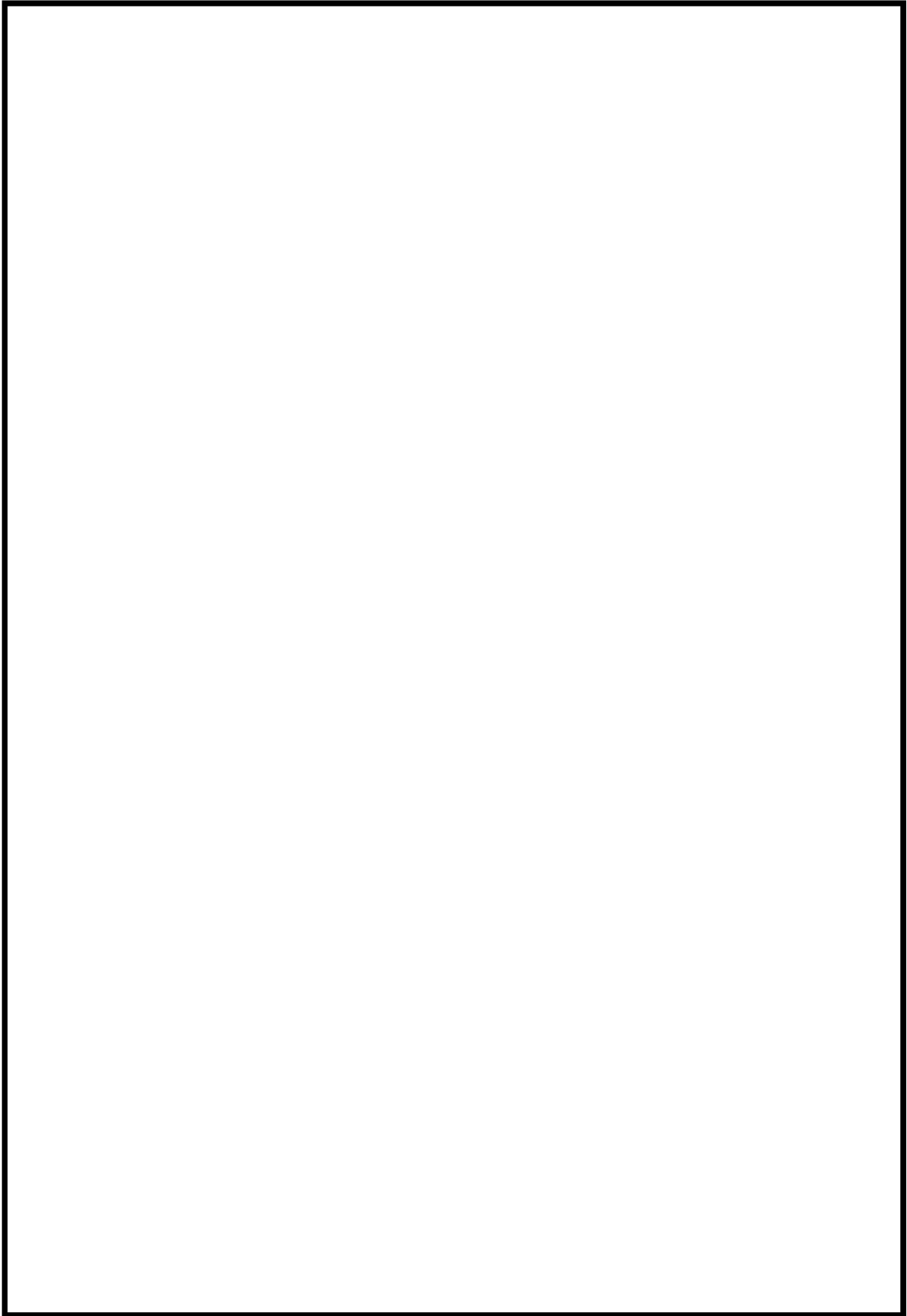
表-1 防護対象設備リスト (3 / 3)

機器名称	設置場所	設置フロア	図示番号
7. 原子炉格納施設			
(1) 原子炉格納容器			
原子炉格納容器	原子炉格納施設	—	—
機器搬入口	原子炉格納施設	32.3m	68
エアロック	原子炉格納施設	24.0m	69
原子炉格納容器貫通部	原子炉格納施設	—	—
原子炉格納容器貫通配管	原子炉格納施設	—	—
(2) 圧力低減設備			
内部スプレポンプ	補助建屋	-1.6m	70
内部スプレクーラ	補助建屋	9.7m	71
よう素除去薬品タンク	補助建屋	32.3m	72
(3) 圧力低減設備その他の安全設備			
真空逃がし弁	原子炉格納施設	32.3m	73
原子炉格納設備配管	原子炉格納施設	—	—
8. その他発電用原子炉の附属施設			
(1) 非常用電源設備			
a. 非常用発電装置			
内燃機関	ディーゼル建屋	4.0m	74
発電機	ディーゼル建屋	4.0m	75
起動用空気だめ	ディーゼル建屋	4.0m	76
燃料油サービスタンク	ディーゼル建屋	4.0m	77
燃料油貯蔵タンク	屋外	5.5m	78
非常用ディーゼル発電機 燃料油配管	ディーゼル建屋	—	—
ディーゼル発電機盤	ディーゼル建屋	4.0m	79
ディーゼル発電機起動盤	ディーゼル建屋	4.0m	80
ディーゼル発電機電圧調整盤	ディーゼル建屋	4.0m	81
ディーゼル発電機励磁器盤	ディーゼル建屋	4.0m	82
ディーゼル発電機中性点接地盤	ディーゼル建屋	4.0m	83
ディーゼル発電機コントロールセンタ	ディーゼル建屋	4.0m	84
メタルクラッド	制御建屋	4.0m	85
パワーセンタ	制御建屋	4.0m	86
原子炉コントロールセンタ	補助建屋	17.0m他	87
中央制御室直流分電盤	制御建屋	17.0m	88
リレー室直流分電盤	制御建屋	10.1m	89
原子炉補助建屋直流分電盤	補助建屋	24.0m	90
計器用電源盤	制御建屋	10.1m	91
計器用分電盤	制御建屋	10.1m	92
計器用分電盤(後備用)	制御建屋	10.1m	93
計器用切換盤	制御建屋	10.1m	94
ソレノイド弁分電盤	制御建屋	17.0m	95
整流器盤+電圧ドロツパ盤+直流き電盤	中間建屋	11.1m	96
b. その他の電源装置			
蓄電池	中間建屋	11.1m	97
9. その他			
原子炉補助建屋	補助建屋	—	—

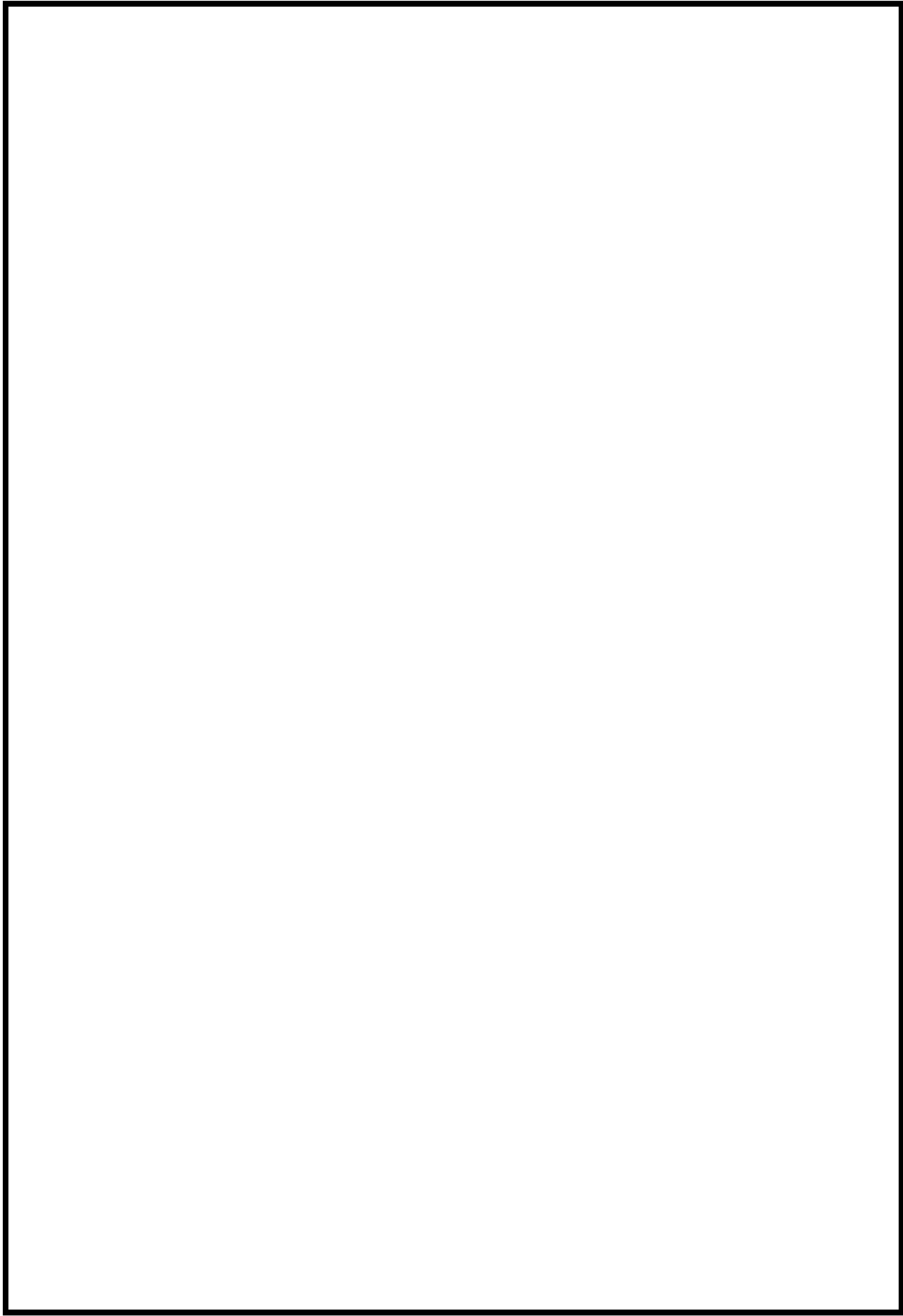
2. 防護対象設備配置図



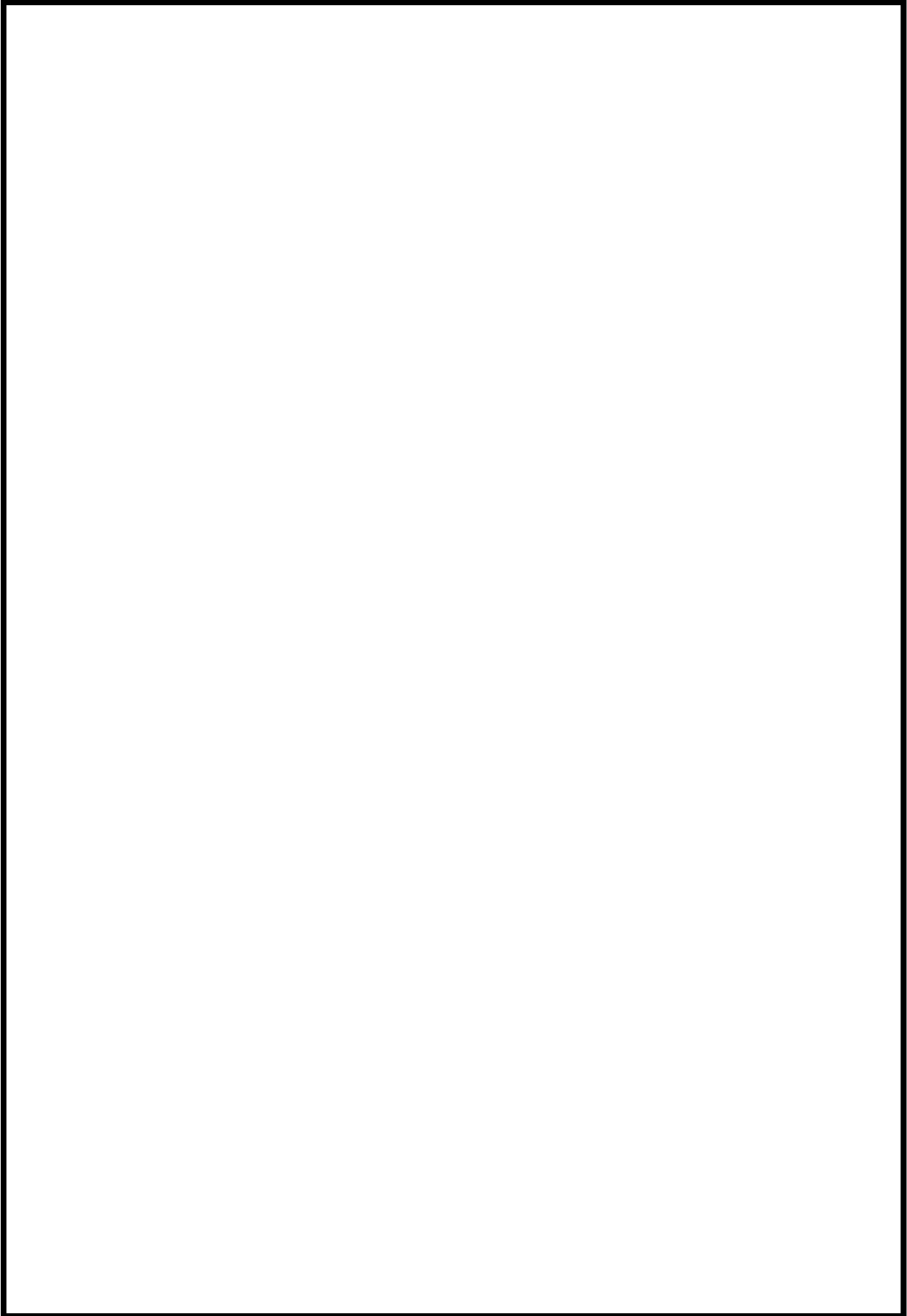
枠組みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



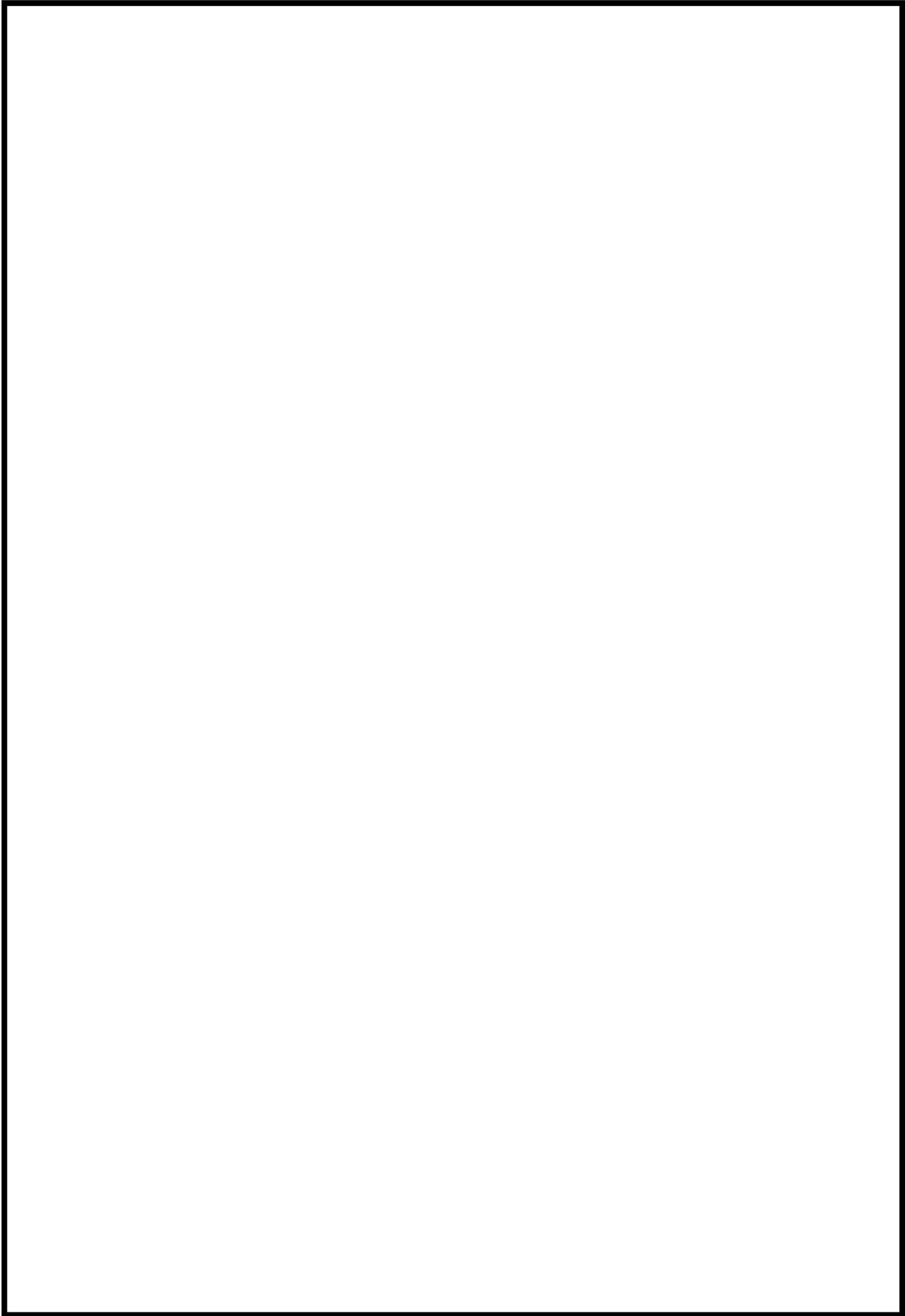
枠組みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



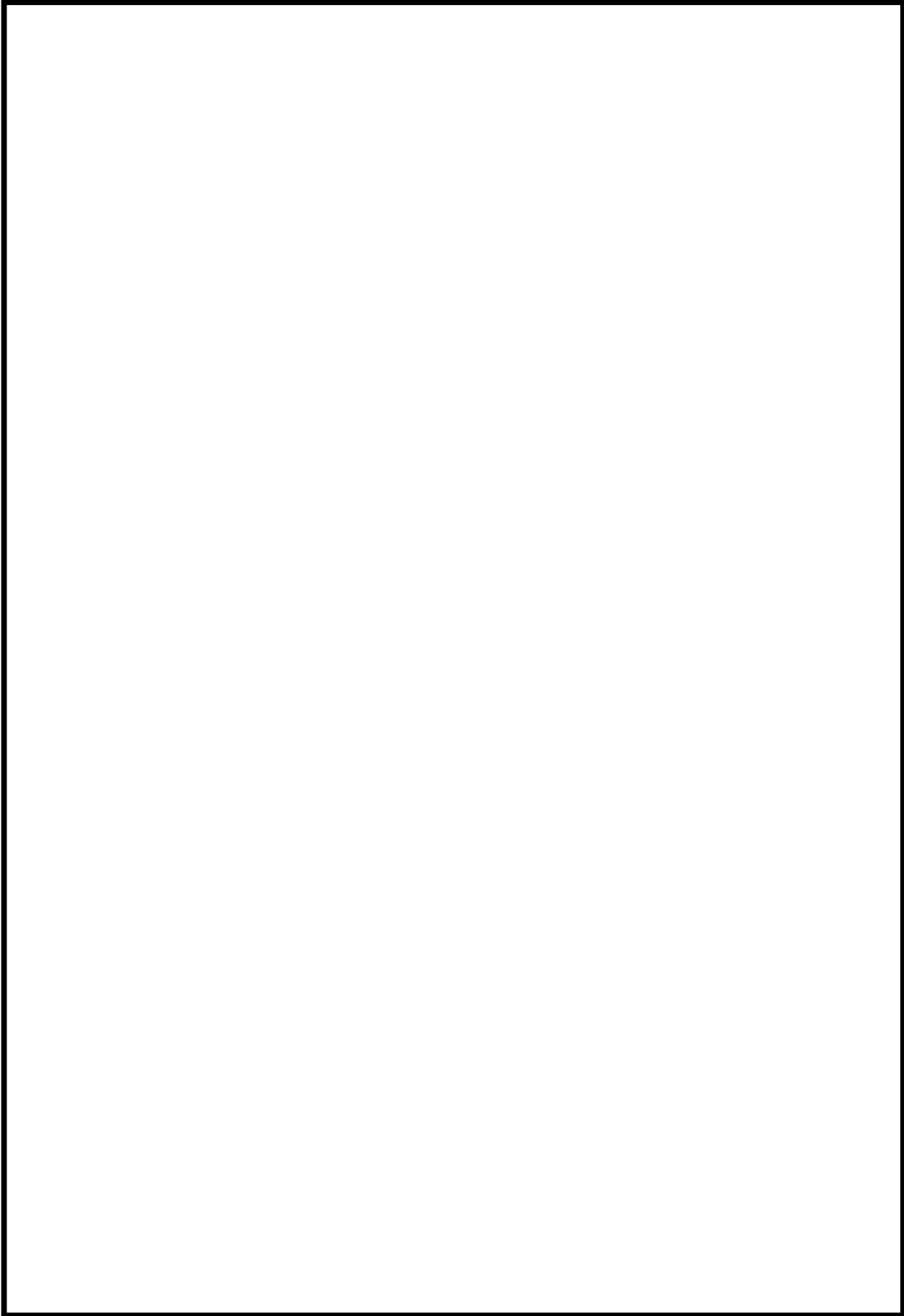
枠組みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



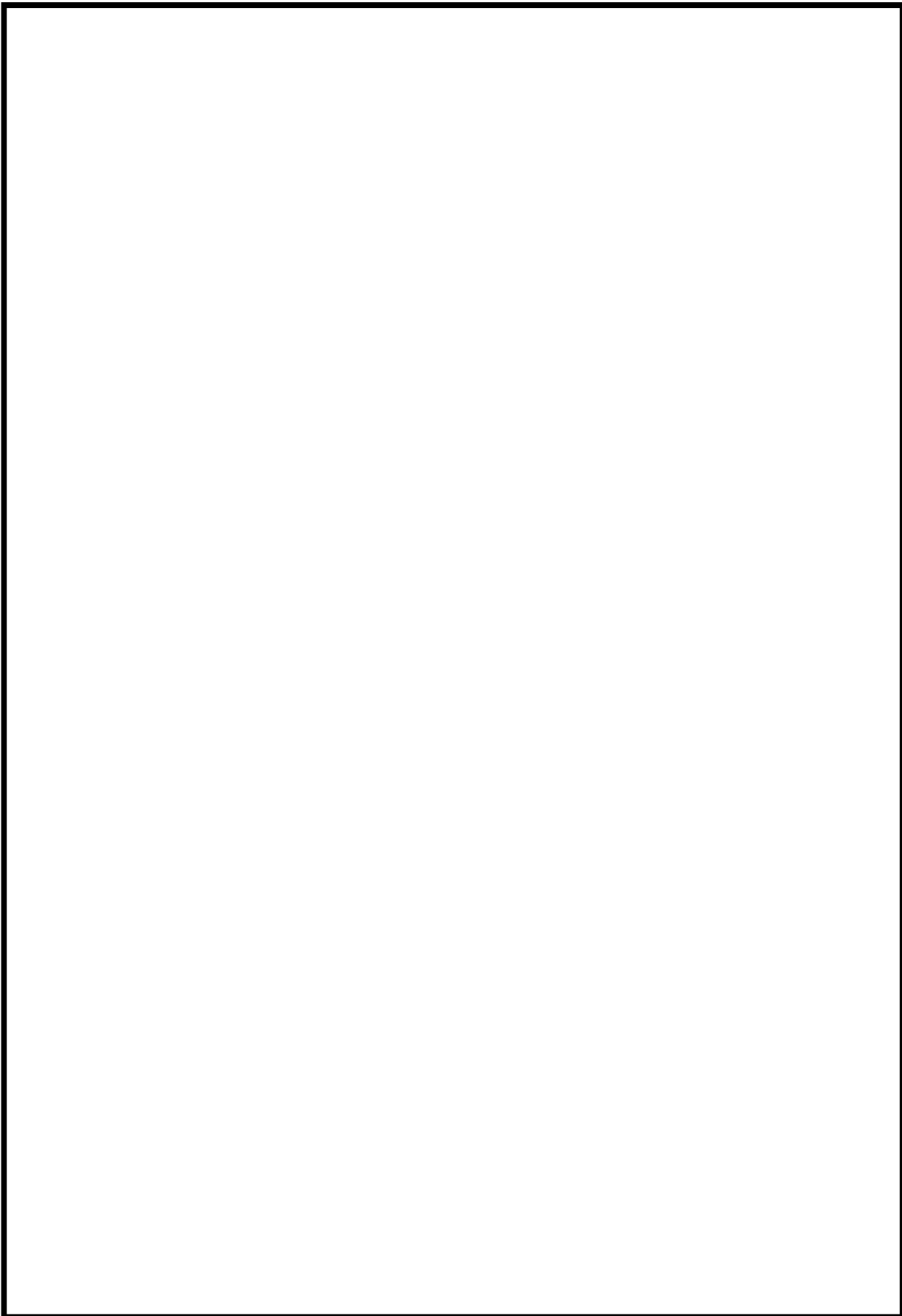
枠組みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



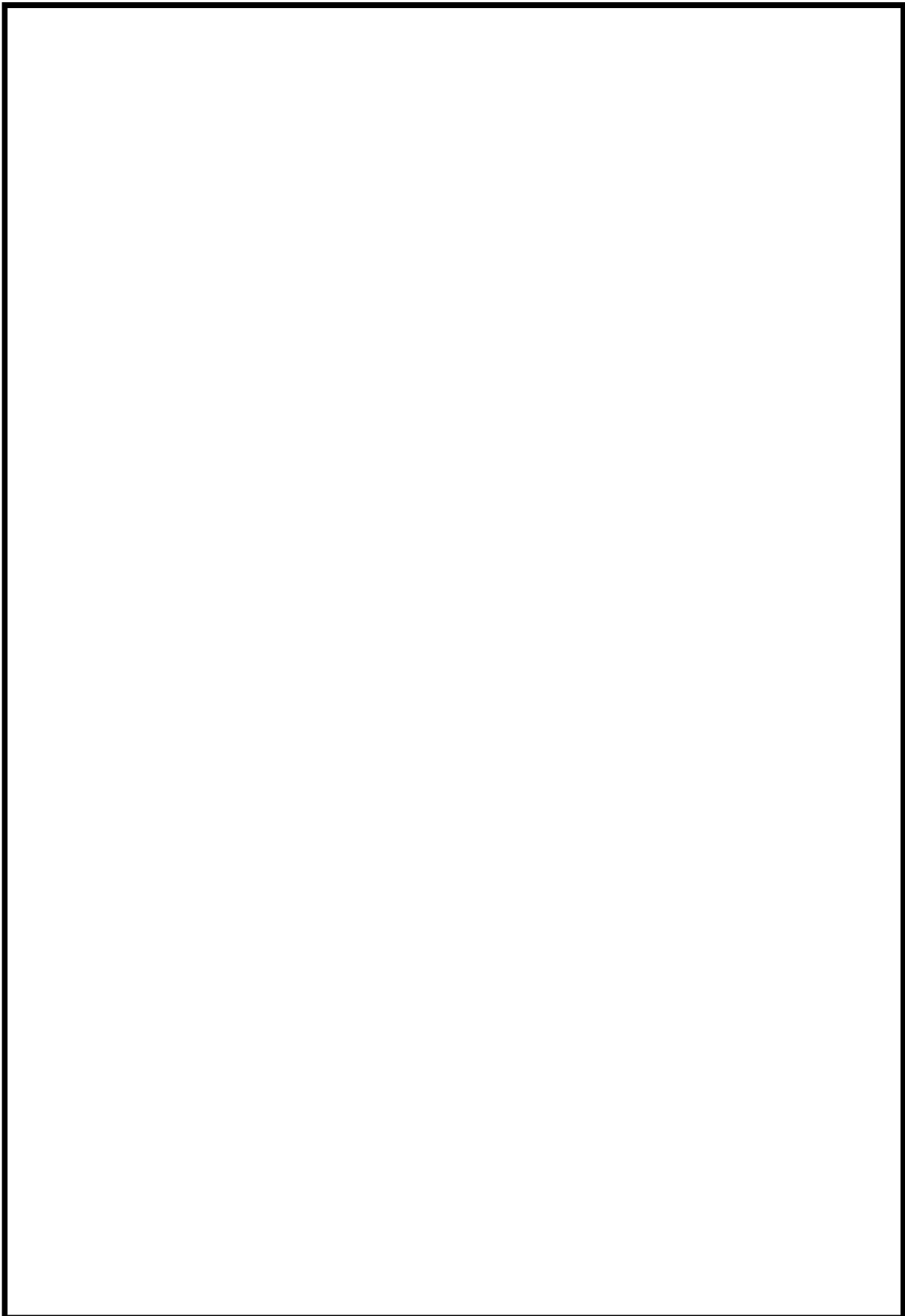
枠組みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



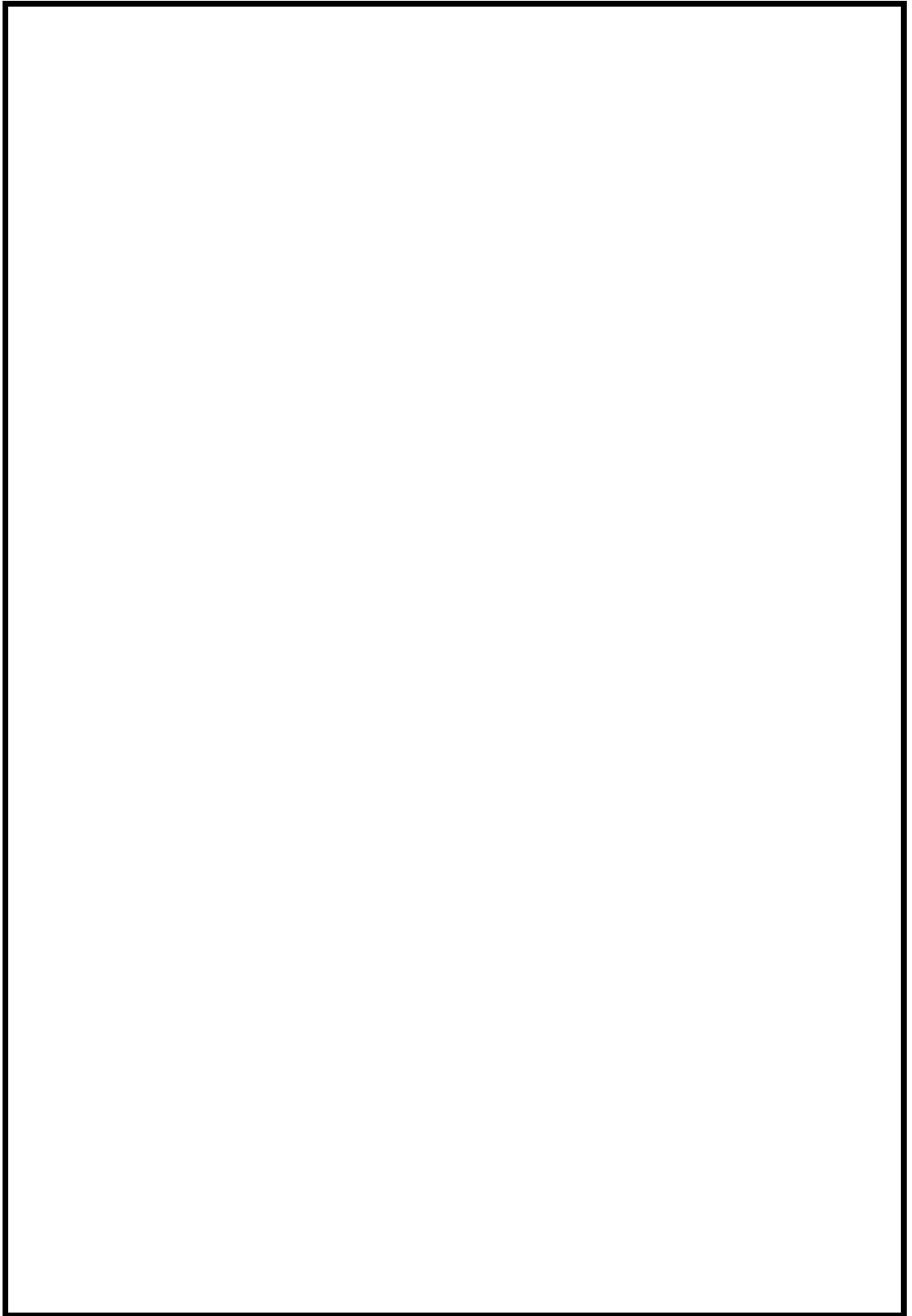
枠組みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



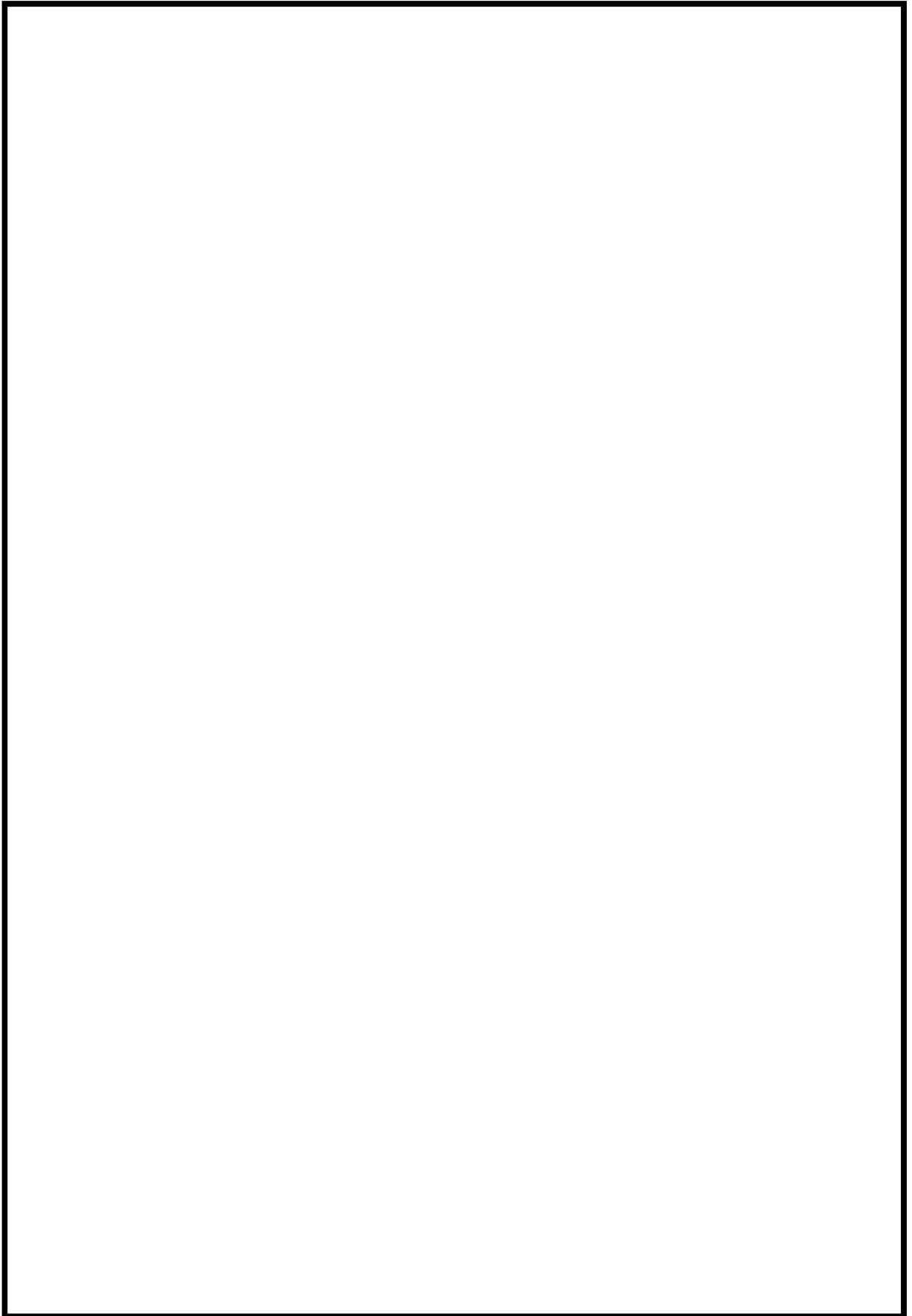
枠組みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



枠組みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



枠組みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。



枠組みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

津波防護対策設備の位置づけについて

美浜発電所については、津波防護施設、浸水防止設備、津波影響軽減施設といった津波防護対策を実施している（図-1 参照）。

ここでは、これらの津波防護対策が、どの分類に位置づけられるかについて、各分類の定義や目的を踏まえて整理した（表-1 参照）。

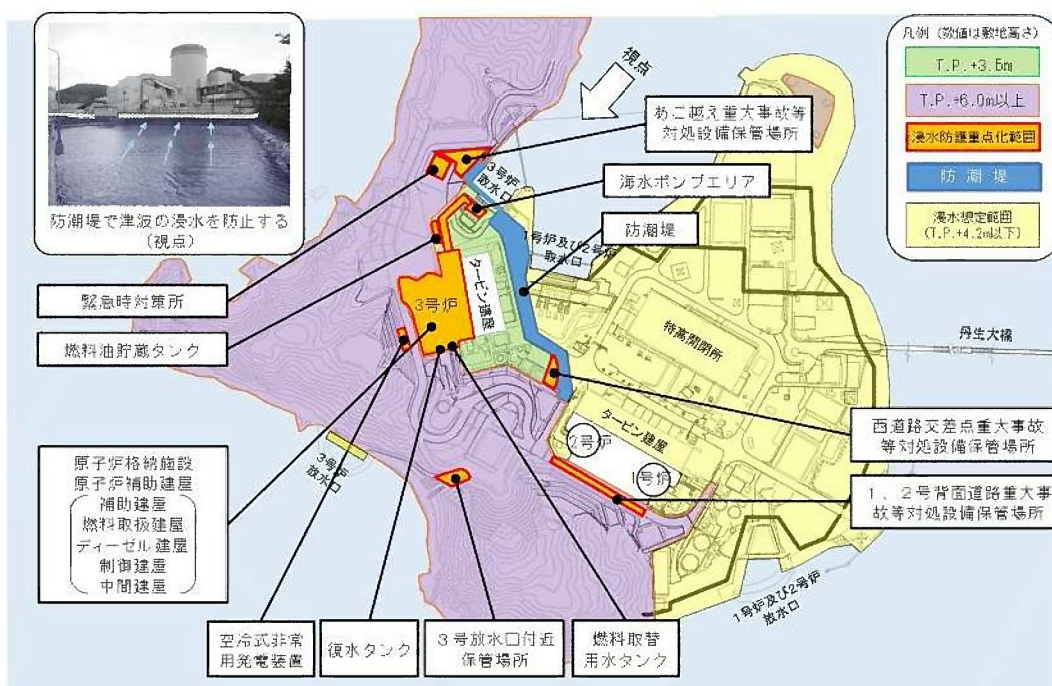


図-1 美浜発電所における津波防護対策の概要

表-1 各津波防護対策の分類整理

分類	定義	施設・設備	目的	防潮堤	屋外排水路 逆流防止設備	海水ポンプエリア 止水壁	海水ポンプ室 浸水防止蓋	海水管 トレンチ 浸水防止蓋	水密扉	貫通部 止水処置
津波防護施設	外郭防護及び内郭防護を行う土木、建築構造物※1	・防潮堤（既存地山による自然堤防を含む）※1 ・防潮壁※1	・敷地内に、津波を浸水及び漏水させない（外郭防護）※1	○ 敷地内に津波を浸水させない土木構造物（外郭防護1）	○ 敷地内に津波を浸水させない土木構造物（外郭防護1）	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない
		・建屋等の内壁や床（建屋間境界壁を含む）※1	・浸水防護重点化範囲内に、地下水や内部溢水を浸水させない（内郭防護）※1	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない
浸水防止設備	外郭防護及び内郭防護を行う機器・配管等の設備※1	・防潮堤・防潮壁に取りつけた水密扉等、止水処理を施したハッチ等、止水処理を施した開口部等、その他浸水防止に係る設備※1	・敷地内に、津波を浸水及び漏水させない（外郭防護）※1	× 該当しない	× 該当しない	○ ロータリースクリューからの漏水により浸水防護重点化範囲内への浸水を防護するために海水ポンプ室に設置された壁（外郭防護2）	○ 海水ポンプ室床面に設置されたその他浸水防止に係る設備（外郭防護1）	× 該当しない	× 該当しない	○ 防潮堤構造物からの津波の浸水を防止するための止水処置（外郭防護1）
		・建屋等の壁や床に取りつけた水密扉や止水処理を施したハッチ等、止水処理を施した開口部等、その他浸水防止に係る設備※1	・浸水防護重点化範囲内に、津波や内部溢水及び地下水を浸水させない（内郭防護）※1	× 該当しない	× 該当しない	○ 循環水管やロータリースクリュー損傷による津波や溢水からの浸水を防護するために海水ポンプ室に設置された壁（内郭防護）	× 該当しない	○ 循環水管損傷による津波や溢水からの浸水を防護するためにタービン建屋と中間建屋、制御建屋の境界及び、ディーゼル建屋の屋外との境界壁に設置された扉（内郭防護）	○ 循環水管損傷による津波や溢水からの浸水を防護するために海水管トレンチに設置されたその他浸水防止に係る設備（内郭防護）	○ 循環水管損傷による津波や溢水からの浸水を防護するためにタービン建屋と中間建屋、制御建屋の境界及び、ディーゼル建屋の屋外との境界壁に設置された扉（内郭防護）
津波影響軽減施設	津波防護施設、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施設・設備※2	・敷地前面の港湾内又は港湾外の海中に設置しているもの（防波堤、離岸堤、潜堤、人工リーフ等）※3	・基準津波に列して津波による影響を軽減する※3	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない
		・敷地前面の陸上（津波防護施設、浸水防止設備の外側）に設置しているもの（消波工、根固工）※3		× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない

※1 耐津波設計に係る工認審査ガイド P26 「3.8 津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備の分類」より抜粋

※2 基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド P21 「耐津波設計に係る審査において、対象となる施設・設備の意味及び例」より抜粋

※3 耐津波設計に係る工認審査ガイド P24 「3.7.2 津波影響軽減施設・設備の扱い」より抜粋

内郭防護 浸水対策箇所の位置等

1. 浸水対策対象壁配置図
2. 扉浸水対策箇所
3. 壁貫通部リスト

1. 浸水対策配置図

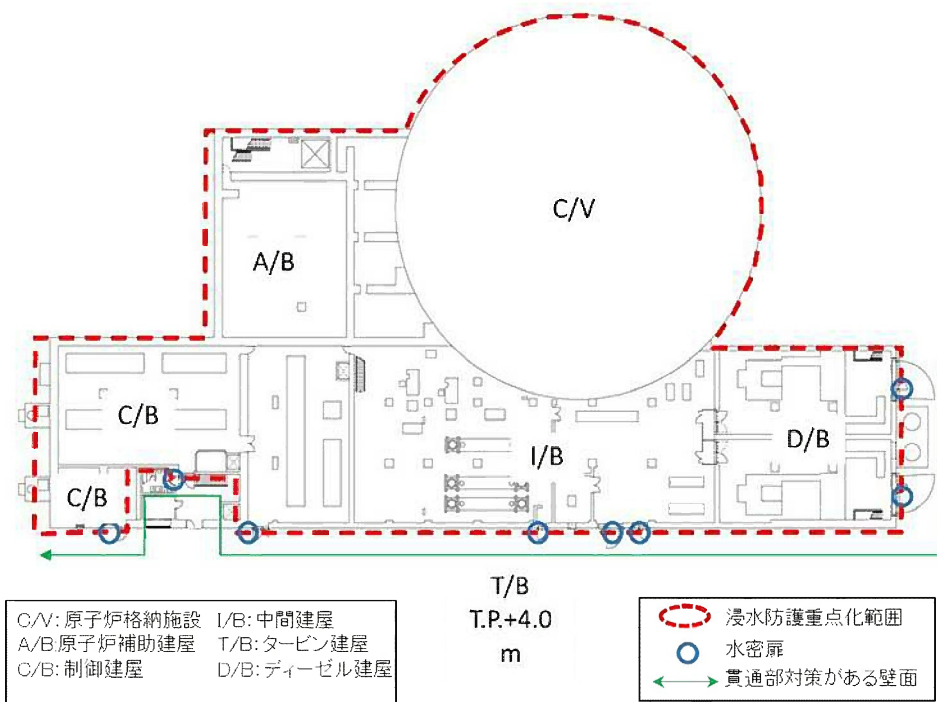


図-1 浸水対策の位置 ((C/B, I/B, 屋外 T. P. +4.0m))

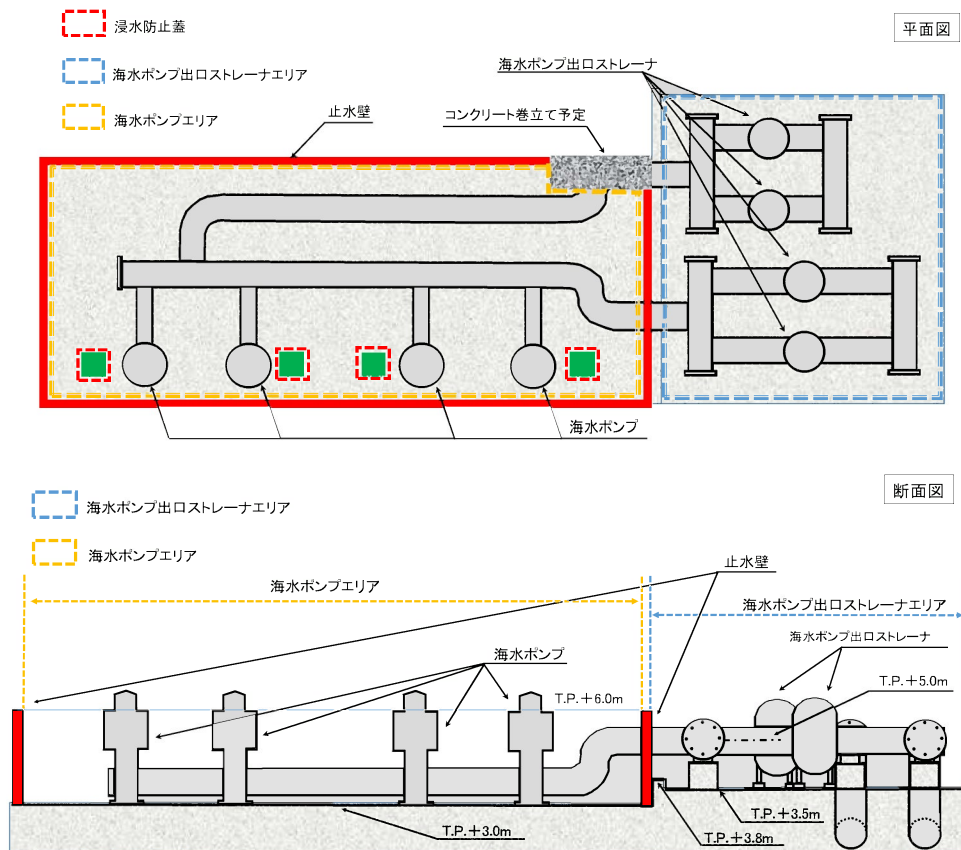


図-2 浸水対策の位置 (海水ポンプエリア止水壁貫通部)

2. 扉浸水対策箇所

表-1 水密扉等仕様一覧表

番号	設置場所			種類	仕様	
	建屋名	設置 T. P.	エリア		扉寸法	
					横 [mm]	たて [mm]
1	中間建屋	+4.0m	メタルクラッド室	片開扉	1,100	2,150
2	中間建屋	+4.0m	1次系冷却水クーラ室		1,010	1,950
3	中間建屋	+4.0m	電動補助給水ポンプ室		2,000	2,790
4	中間建屋	+4.0m	電動補助給水ポンプ室		1,000	2,150
5	制御建屋	+4.0m	送電系リレー室		1,100	2,100
6	制御建屋	+4.0m	メタルクラッド室		1,150	2,150
7	ディーゼル 建屋	+4.0m	ディーゼル発電機室		4,940	4,640
8	ディーゼル 建屋	+4.0m	ディーゼル発電機室		4,990	4,625



図-2 水密扉等の設置例

3. 壁貫通部リスト

表-2 浸水対策貫通部リスト (1/2)

1. 建屋壁貫通部

No.	貫通部番号	エリア	設置高さ	貫通物
1	3M-152	T/B 1F	T. P. +8. 65m	配管
2	3M-105		T. P. +8. 8m	配管
3	3M-106		T. P. +8. 6m	配管
4	3M-107		T. P. +8. 8m	配管
5	3M-108		T. P. +9. 0m	配管
6	3M-151		T. P. +9. 2m	配管
7	3M-88		T. P. +1. 0m	配管
8	3M-114		T. P. +8. 95m	配管
9	3M-115		T. P. +7. 3m	配管×3
10	3M-118		T. P. +6. 5m	配管
11	3M-119		T. P. +8. 55m	配管
12	3M-120		T. P. +6. 14m	配管
13	3M-123		T. P. +6. 9m	配管
14	3M-124		T. P. +8. 63m	配管
15	3M-125		T. P. +7. 18m	配管
16	3M-126		T. P. +6. 8m	配管
17	3M-12		T. P. +4. 4m	配管
18	3M-13		T. P. +4. 4m	配管
19	3M-14		T. P. +4. 4m	配管
20	3E-284		T. P. +7. 2m	バスダクト
21	3E-285		T. P. +4. 5m	ケーブルトレイ 電線管
22	3E-283		T. P. +7. 8m	ケーブルトレイ 電線管
23	3E-219		T. P. +8. 1m	ケーブルトレイ 電線管
24	3E-220		T. P. +8. 5m	ケーブルトレイ 電線管
25	3E-222		T. P. +6. 9m	電線管
26	3E-224		T. P. +7. 0m	バスダクト 電線管
27	3E-210		T. P. +7. 9m	バスダクト
28	3E-211		T. P. +6. 3m	バスダクト
29	3E-212		T. P. +6. 1m	バスダクト
30	3E-213		T. P. +6. 1m	バスダクト
31	3E-214		T. P. +6. 1m	バスダクト
32	3E-215		T. P. +8. 6m	電線管 フレキ ケーブル
33	3E-216		T. P. +7. 3m	ケーブルトレイ
34	3E-217		T. P. +7. 6m	ケーブルトレイ
35	3E-289		T. P. +8. 3m	電線管
36	3E-290		T. P. +8. 1m	電線管
37	3E-202		T. P. +7. 8m	電線管
38	3E-203		T. P. +7. 5m	電線管
39	3E-204		T. P. +7. 2m	電線管
40	3E-205		T. P. +6. 3m	フレキ
41	3E-206		T. P. +6. 3m	フレキ
42	3E-207		T. P. +6. 5m	電線管
43	3E-208		T. P. +6. 9m	電線管
44	3E-2		T. P. +4. 3m	電線管

表-2 浸水対策貫通部リスト (2/2)

No.	貫通部番号	エリア	設置高さ	貫通物
45	3M-1	D/B B1F	T. P. +2. 7m	配管
46	3M-2		T. P. +2. 67m	配管
47	3M-17		T. P. +2. 63m	配管
48	3M-18		T. P. +2. 69m	配管
49	3E-3		T. P. +2. 5m	電線管
50	3E-98		T. P. +1. 0m	電線管
51	3E-99		T. P. +1. 0m	電線管
52	3E-100		T. P. +1. 0m	電線管
53	3E-101		T. P. +1. 0m	電線管
54	3E-102		T. P. +1. 0m	電線管
55	3E-5		T. P. +2. 55m	電線管
56	3E-103		T. P. +1. 0m	電線管
57	3E-104		T. P. +1. 0m	電線管
2. 海水ポンプエリア止水壁貫通部				
1	—	屋外	T.P.+4.5.m	海水管

海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について

1. 海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について

海水ポンプからの取水時に、海水中に含まれる浮遊砂が軸受潤滑水として混入する可能性があるが、図-1 に示すとおり、異物逃がし溝（ゴム軸受：約4.5mm）での連続排出により、海水ポンプの取水機能は維持できる設計となっている。これまでの運転実績においても、浮遊砂混入による軸受損傷トラブルは発生していないが、発電所周辺の細かな砂粒径約0.3mm程度のものが軸受に混入した場合の軸受耐性について評価する。

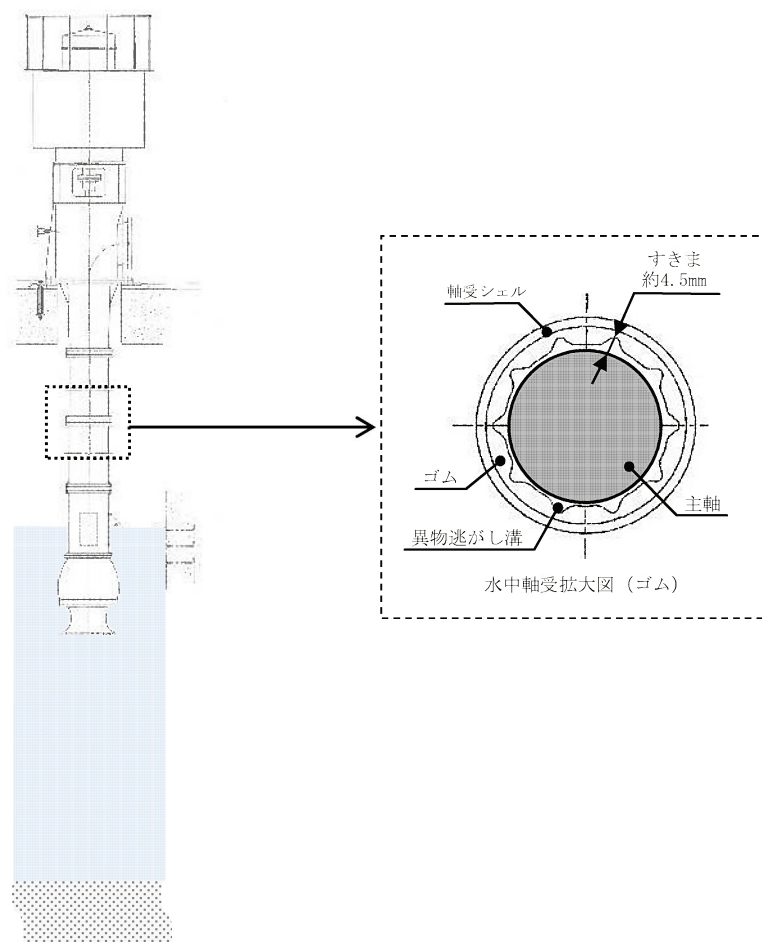


図-1 海水ポンプ軸受構造図

(1) メーカーにおける軸受摩耗試験結果

実機海水ポンプを模擬し、浮遊砂濃度 (4×10^{-3} , 2×10^{-2} wt%) 連続注入時における運転試験を実施して、軸受の摩耗量を測定した。表-1 に試験条件、図-2 に海水ポンプ軸受摩耗試験装置を示す。

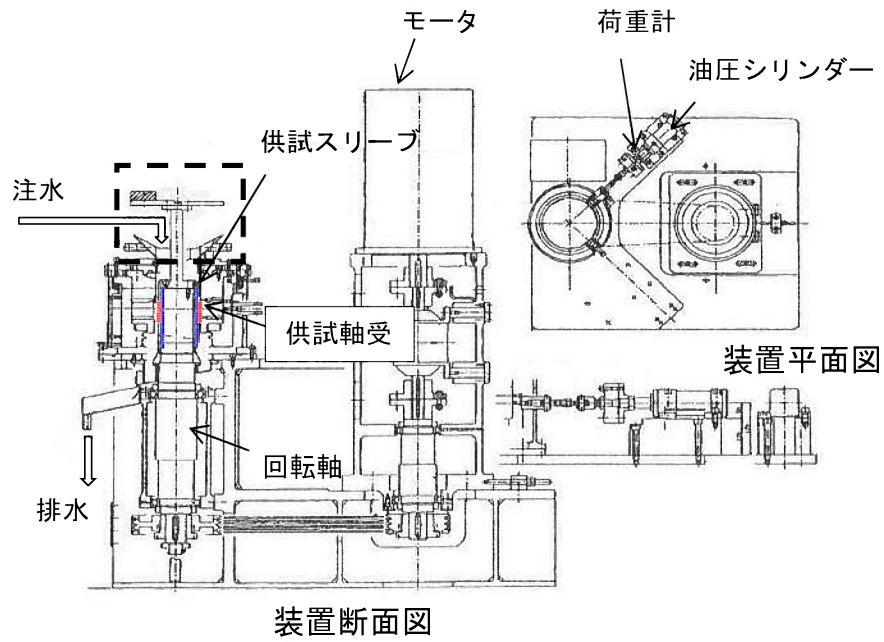


図-2 海水ポンプ軸受摩耗試験装置

この摩耗量の測定結果を用いて比摩耗量 K_I を評価し、①の寿命評価式を用いて評価した結果、浮遊砂濃度 2×10^{-2} wt% の場合のゴム軸受の寿命時間は約 3300 時間となる。計算条件を表-2 に示す。

軸受寿命評価式（機械工学便覧参照）

$$T_I = \frac{\sigma}{P V K_I} \dots \textcircled{1}$$

K_I : 浮遊砂濃度 2×10^{-2} % 時の比摩耗量 [mm²/kgf]
 σ : 許容摩耗量 [mm]
 P : 軸受面圧 [kgf/mm²]
 V : 周速 [mm/s]
 T_I : 浮遊砂濃度 2×10^{-2} % 時の寿命時間 [s]

表-1 海水ポンプ軸受摩耗試験条件[浮遊砂濃度 4×10^{-3} , 2×10^{-2} wt%]

項目	計算条件
回転数 [rpm]	716
面圧 [MPa]	0.05
砂粒径 [mm]	0.3
軸受材料	ゴム軸受

表-2 海水ポンプ軸受寿命評価条件[浮遊砂濃度 2×10^{-2} wt%]

--

枠組みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

(2) 基準津波時の砂移動評価結果からの寿命評価

基準津波時における砂移動評価結果から海水ポンプ室前の浮遊砂濃度は、 1.3×10^{-2} wt%となる（別紙）。前項のメーカー試験の比摩耗量とこの結果を用いて津波時の浮遊砂濃度 1.3×10^{-2} wt%における比摩耗量を評価する。

比摩耗量の②式は、公開文献「立軸ポンプ用セラミック軸受に関する研究」から引用している。この公開文献では、200～3000ppmのスラリー濃度の軸受摩耗量を測定しており、比摩耗量とスラリー濃度との間には相関関係があると結論づけられており、この知見を参考とした。

$$\frac{\omega}{\omega_0} = \left(\frac{C_\omega}{C_0} \right)^{0.9} \dots \textcircled{2}$$

ω_0 (K_1) : 200ppmにおける比摩耗量

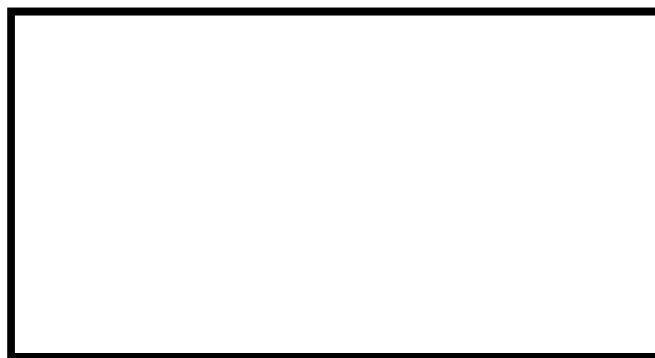
ω (K_2) : 種々のスラリー濃度における比摩耗量

C_0 、 C_ω : スラリー濃度

比摩耗量を計算した結果を図-3に示す。この結果から寿命評価をした結果、運転可能時間はゴム軸受：約4900時間となる。計算条件を表-3に示す。

以上より、海水ポンプ軸受は津波時の浮遊砂に対して十分な耐性がある。

表-3 海水ポンプ軸受寿命計算条件[浮遊砂濃度 1.3×10^{-2} wt%]



枠組みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

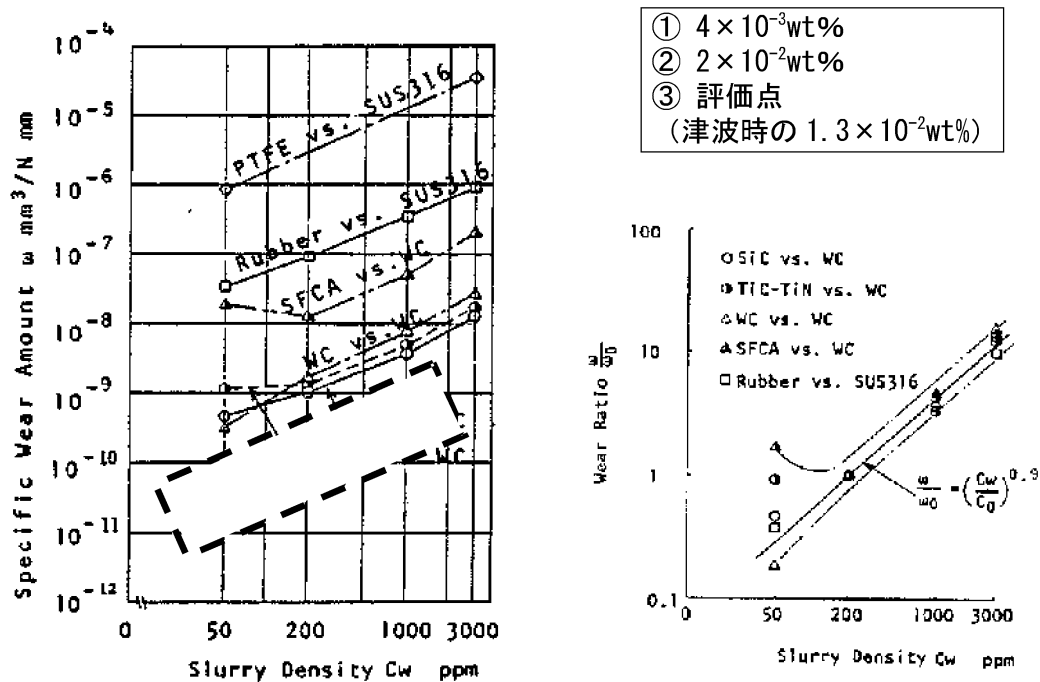


図-3 海水ポンプ軸受比摩耗量評価結果

出典：立軸ポンプ用セラミックス軸受に関する研究、湧川ほか
 (日本機械学会論文集 (B 編) 53 巻 491 号 (昭 62-7)、pp. 2094-2098 に追記)

(3) 評価結果

津波襲来時に海水ポンプ軸受部に細かな砂が混入したとしても海水ポンプ軸受耐性は十分にあり、取水性に問題がないと評価する。また、万一、運転中の海水ポンプ軸受に問題が生じた場合は、寿命までの時間が長いので、ポンプを分解し軸受を取替える対応が可能である。

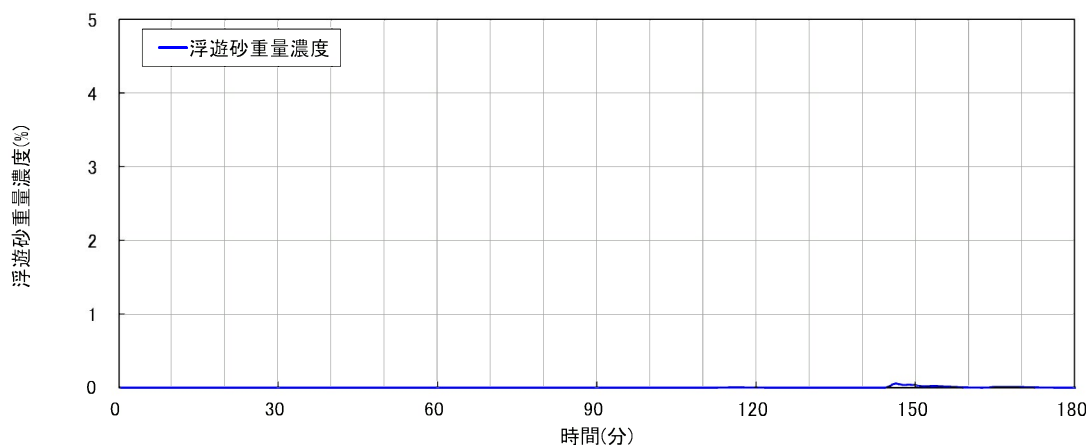
枠組みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません。

基準津波時の砂移動評価結果

波源：若狭海丘列付近断層と隠岐トラフ海底地すべり（エリアB）

砂移動モデル：高橋ほか(1999)の手法による評価結果

算出点：海水ポンプ室

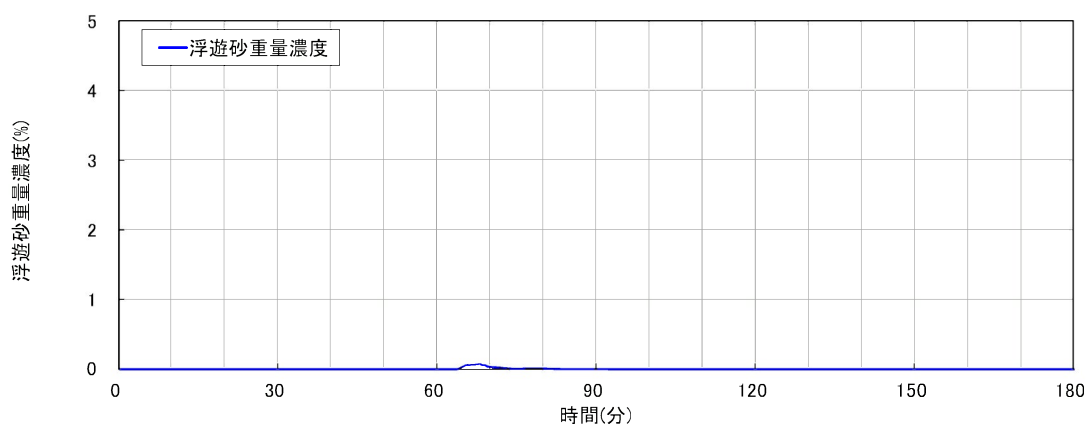


・ 浮遊砂濃度平均値： 8.0×10^{-3} wt%（112～176分）

波源：若狭海丘列付近断層と隠岐トラフ海底地すべり（エリアC）

砂移動モデル：高橋ほか(1999)の手法による評価結果

算出点：海水ポンプ室



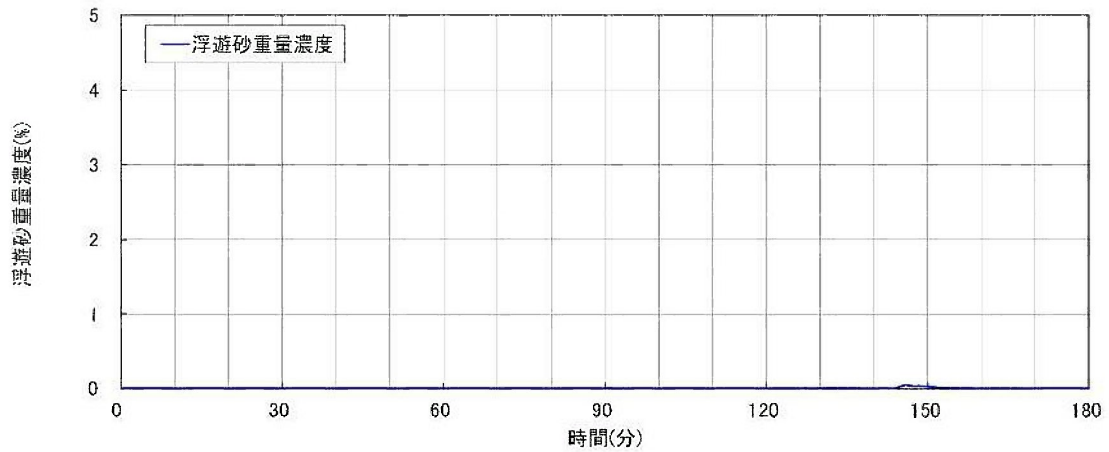
・ 浮遊砂濃度平均値： 1.3×10^{-2} wt%（64～103分）

(参考) 基準津波 4, 5 の砂移動評価結果

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

砂移動モデル：高橋ほか(1999)の手法による評価結果

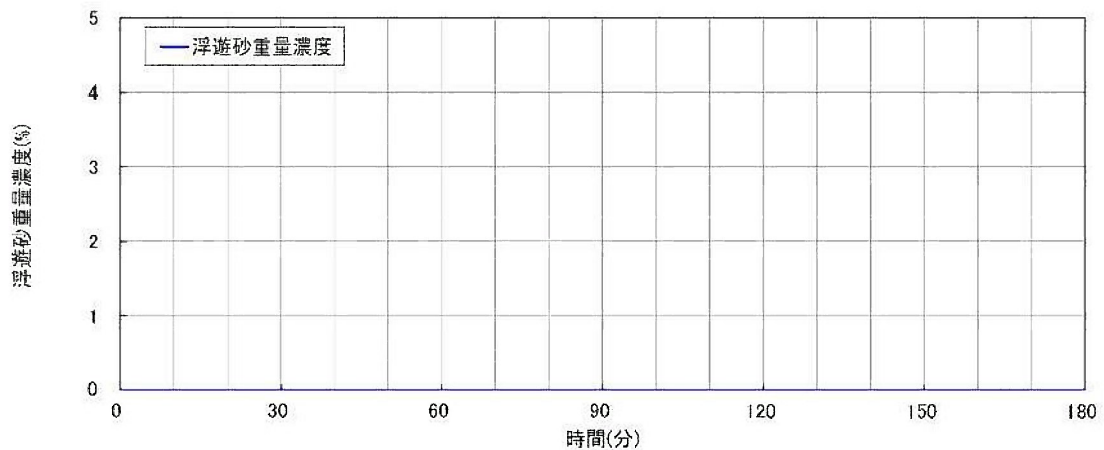
算出点：海水ポンプ室



波源：若狭海丘列付近断層と隠岐トラフ海底地すべり（エリアC）（基準津波 5）

砂移動モデル：高橋ほか(1999)の手法による評価結果

算出点：海水ポンプ室



漂流物の評価に考慮する
津波の流速・流向について

津波による漂流物の漂流速度は、津波の流速に支配される。文献^{※1)}によると漂流物の最大漂流速度は津波の浸水流速より小さくなっているが、安全側に漂流速度として津波の流速を用いる。

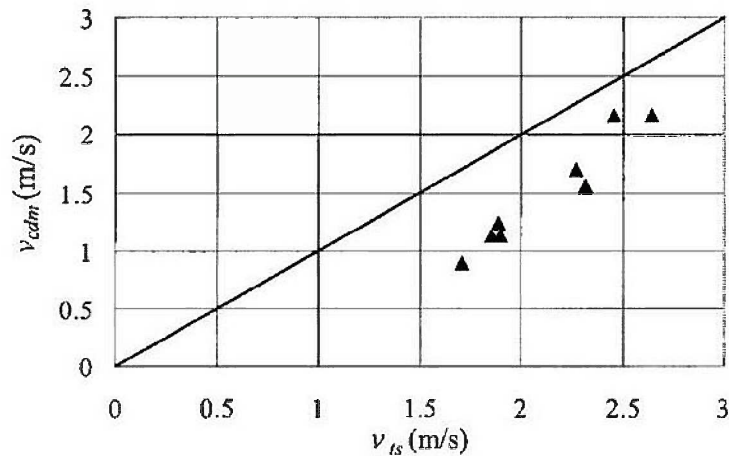


図-1 浸水流速 v_{ts} と最大漂流速度 v_{cdm} の関係

※1) 海岸工学論文集, 第54巻(2007) 遡上津波によるコンテナ漂流力に関する大規模実験 (有川他)

基準津波検討過程による津波シミュレーション結果並びに美浜発電所の敷地の特性を踏まえた各種の要因に基づく影響評価結果を考慮し、保守的な設定となるように津波の流速の値を選定する。

漂流物が津波防護施設に衝突する荷重は法線方向の漂流速度に依存するため、防潮堤の法線方向の流速を整理した。

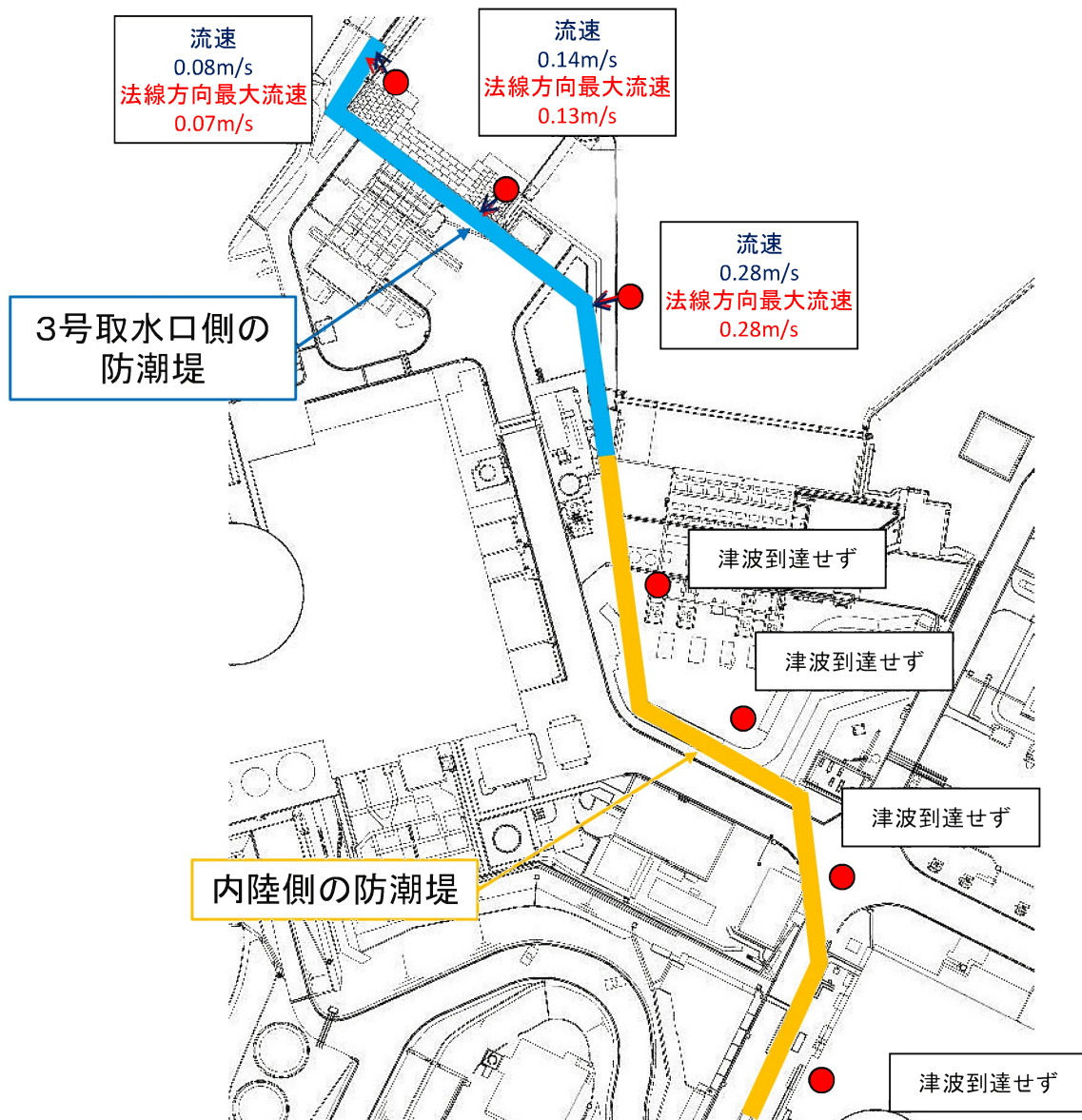


図-2 防潮堤周辺の流速（地盤変状なし）



図-3 防潮堤周辺の流速（地盤変状あり）

防潮堤前面における法線方向の最大流速は図-2、図-3 より、3号炉取水口側では2.01m/s、内陸側では0.71m/sである。いずれも地盤変状ありのケースによる津波シミュレーション結果で確認された。衝突速度の設定にあたっては、さまざまな不確実性を考慮して、3号炉取水口側及び内陸側の法線方向の最大流速（2.01m/s及び0.71m/s）に対してそれぞれ2倍程度の流速（4m/s及び2m/s）とする。3号炉取水口側及び内陸側の流速分布は図-4、図-5に示すとおりである。

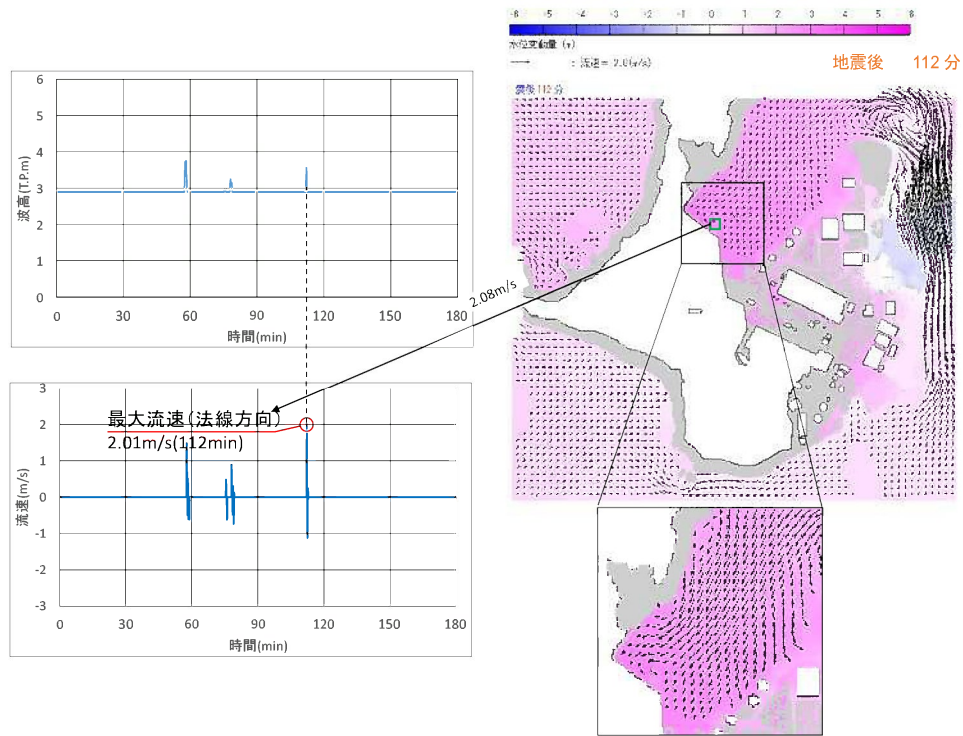


図-3 取水口側の防潮堤法線方向の流速分布（地盤変状あり）

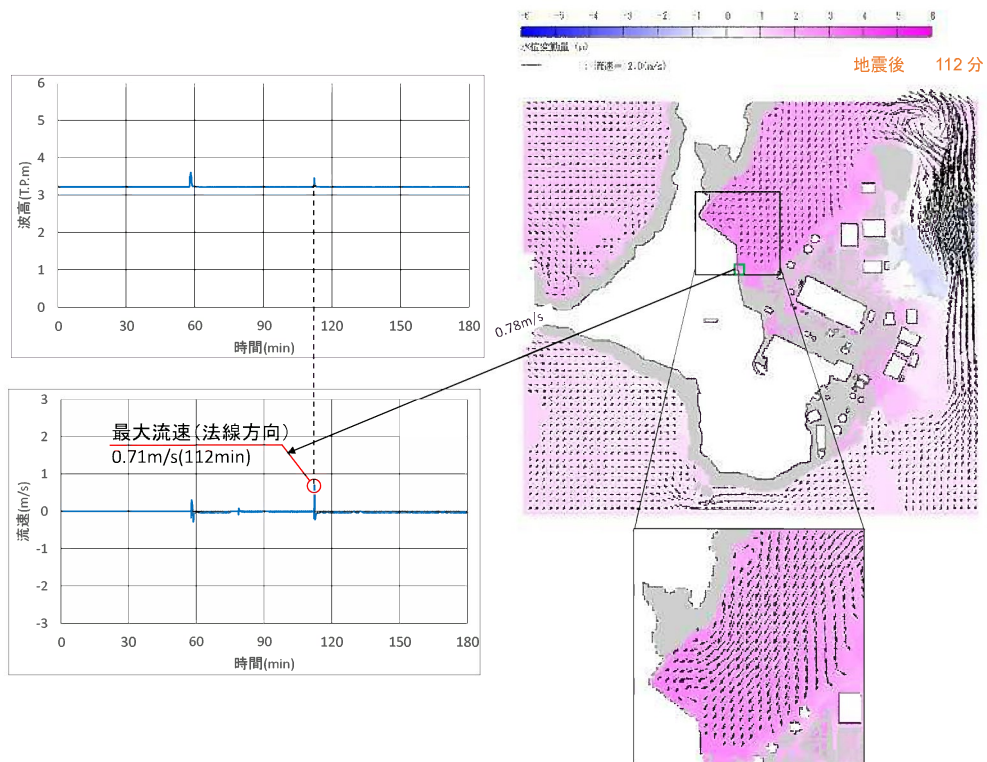


図-4 内陸側の防潮堤法線方向の流速分布（地盤変状あり）

なお、風波による漂流物の揺動についても別途検討しており、取水口前の水深 7.0m に対する流速 1.2m/s と津波の流速が仮に重なったとしても設定した流速を上回ることはない。

衝突荷重については、道路橋示方書・同解説（平成 24 年 3 月）に基づき設定する。

$$P=0.1Wv \text{ (W : 重量、v : 流速)}$$

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

1. 基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド

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

【確認事項】

(2)①荷重の組合せ

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）

②荷重の設定

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。

5. 4 施設・設備の設計・評価にかかる検討事項

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

【規制基準における要求事項等】

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

【確認内容】

(1)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^{※1}（地震^{※2}）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生起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。

※1 今回の検討では、余震は本震の破壊域（すべり域）のうち破壊せずに割れ残った部分に起因し本震の破壊域において歪みを解消するために発生する地震と解釈し、余震の震源域と本震の震源域は同一であるものと考えた。

（地震調査研究推進本部 地震調査委員会 H.10.4.18 「余震の確率評価手法について」より引用）

一般に地震が発生すると、その地震が発生した場所の近傍で、最初の地震より小さい地震が多数発生する。最初の地震を本震、それに続く小さな地震を余震といい、…（中段略）…本震の直後（数時間から1日程度）の余震分布は本震の震源域をほぼ表している。

※2 巨大な地震によって震源域周辺の地殻内の応力場が変わることにより震源域の外で誘発される地震と解釈した。

2. 余震荷重を考慮した耐津波設計方針

美浜サイト周辺の地学的背景を踏まえ基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震の規模を適切に評価して、余震による荷重を設定し、入力津波による荷重との組合せを考慮する。

3. 耐津波設計における余震荷重の検討の流れ

基準津波の波源の活動に伴い発生する可能性のある余震の震源断層の設定

- ・余震の震源断層は基準津波の波源の断層とする。



余震規模の設定

- ・過去の地震データにおける本震規模と最大余震の規模の関係を整理し、基準津波の波源の活動に伴い発生する余震の規模を設定する。



余震の評価

- ・上記により設定した余震規模をもとに耐専スペクトルにより基準津波の波源の活動に伴い発生する余震を評価する。



余震荷重の設定

- ・上記により評価した余震の耐専スペクトルを上回る地震動を、既に時刻歴波形を策定しているSd-1～Sd-24の中から選定し、余震荷重として準用する。なお、入力津波による荷重と余震荷重を組合せる際には、各評価点における入力津波の波源と同一震源の余震荷重と組合せる。

4. 余震荷重として考慮する断層

【美浜発電所で想定する基準津波の波源】

美浜発電所で想定する基準津波の波源は、「若狭海丘列付近断層（隠岐トラフ海底地すべりとの重畳）」（以下、「若狭海丘列付近断層」という。）である。（図-1）

【余震の設定】

美浜サイト周辺の地学的背景を踏まえ、入力津波と重畳させる余震としては、入力津波の波源の活動により想定される余震を考慮する。入力津波は「若狭海丘列付近断層」による津波で決まっているため、重畳させる余震として、「若狭海丘列付近断層」による余震を考慮する。

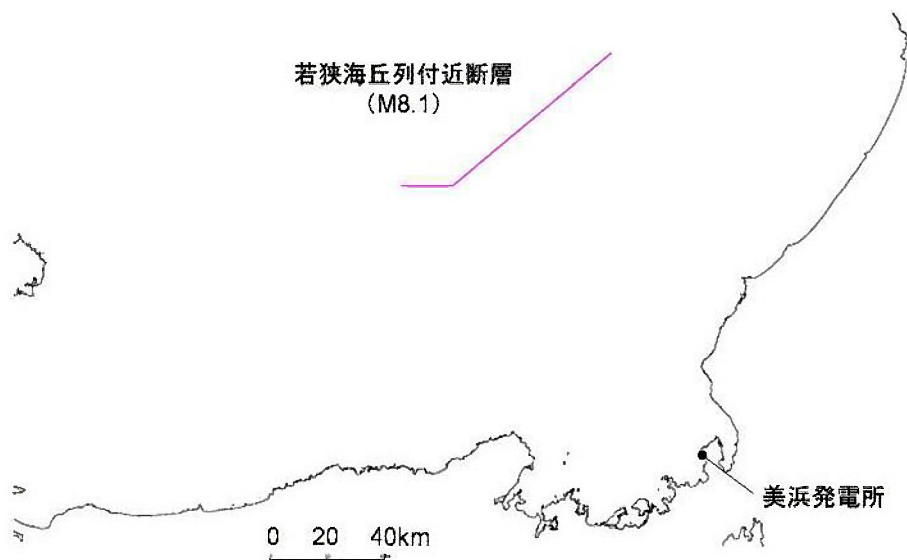


図-1 美浜発電所と基準津波の震源

5. 本震の地震規模と最大余震の地震規模の関係

過去の地震データにおける本震規模と最大余震の規模の関係を整理することにより、基準津波の波源の活動に伴い発生する余震の規模について検討を行う。

美浜発電所の基準津波の波源である「若狭海丘列付近断層」の地震規模についてはマグニチュード 8.1 を想定している。

また、美浜発電所においては、基準津波の地震の発生からの最大水位変化を生起する時間は、約 1 時間後と想定される。

これらを考慮し、地震調査研究推進本部の地震データ（データ期間：1995 年～）より、本震のマグニチュード M7.0 以上、且つ、本震と最大余震との時間間隔が半日以内の地震について抽出した。（表-1）なお、データ整理については、時間間隔を半日以内に絞り込むことによりデータ数が少なくなるため、平均値に対して標準偏差 1 σ を考慮した。

表-1 過去の地震データにおける本震と最大余震の関係（M7.0 以上）

No.	発生年月日	震源	本震			最大余震	
			マグニチュード M0	マグニチュード M1	本震との時間間隔		
1	1995/1/17	淡路島	7.3	5.4	2時間後		
2	2003/5/26	宮城県沖	7.0	4.9	6時間後		
3	2003/7/26	十勝沖	8.0	7.1	1時間18分後		
4	2004/11/29	釧路沖	7.1	6.0	4分後		
5	2006/11/15	千島列島東方	7.9	6.8 ※	数分後※		
6	2008/6/14	岩手宮城内陸地震	7.2	5.7	37分後		
7	2008/9/11	十勝沖	7.1	5.7	12分後		
8	2011/3/11	東日本太平洋沖地震	9.0	7.7	39分後		
9	2012/12/7	三陸沖	7.3	6.6	13分後		

表中の※印は、地震調査研究推進本部のグラフ等から読み取った値

上記のデータから本震のマグニチュード M_0 と最大余震のマグニチュード M_1 の関係を求めると、 $M_1 = M_0 - 0.9$ (標準偏差 $1\sigma = 0.4$ 考慮) と想定できる (図-2)。

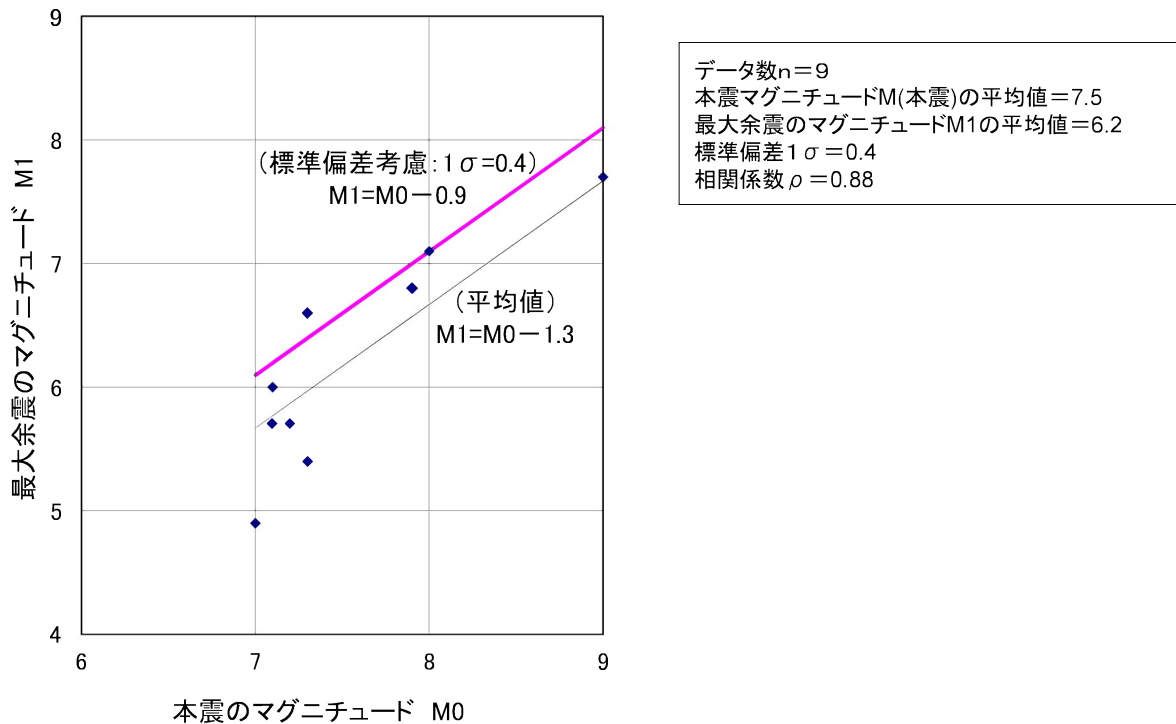


図-2 耐津波設計における本震と最大余震の関係 (本震マグニチュード $M_7.0$ 以上)

一方、基準津波の波源の活動に伴い発生する地震は内陸地殻内地震であることから、地震調査研究推進本部の過去の地震データより、本震のマグニチュード $M_6.0$ 以上の内陸地殻内地震についても参考に整理した。(表-2)

ここで、地震データの抽出にあたっては、基準津波の波源の地震規模 ($M_7.0$ 以上) に限定するとデータが極めて少なくなることから、地震調査研究推進本部の地震データより、本震マグニチュード $M_6.0$ 以上の内陸地殻内地震で、且つ、本震と最大余震との時間間隔が半日以内の地震について抽出した。

表-2 過去の地震データにおける本震と最大余震の関係（内陸地殻内地震）

No.	発生年月日	震源	本震	最大余震	
			マグニチュード M0	マグニチュード M1	本震との 時間間隔
1	1995/1/17	淡路島	7.3	5.4	2時間後
2	1997/3/26	鹿児島県北西部	6.2	5.3	8分後
3	1998/9/3	岩手県内陸部北部	6.1	4.0 ※	数分後※
4	2003/7/26	宮城県北部	6.2	5.4	9時間後
5	2004/10/23	新潟県中越	6.8	6.5	38分後
6	2004/12/14	留萌支庁南部	6.1	4.8	3時間後
7	2007/3/25	能登半島沖	6.9	5.3	8.5時間後
8	2007/7/16	新潟県中越沖	6.8	5.8	5時間後
9	2008/6/14	岩手宮城内陸地震	7.2	5.7	37分後
10	2011/3/12	長野県・新潟県県境付近	6.7	5.9 ※	数分後※
11	2011/3/15	静岡県東部	6.4	4.2	9分後
12	2012/3/27	岩手県沖	6.6	5.1	1分後
13	2013/2/25	栃木県北部	6.3	4.7	11分後
14	2013/4/13	淡路島付近	6.3	3.9	10時間後

表中の※印は、地震調査研究推進本部のグラフ等から読み取った値

上記のデータ数から本震のマグニチュード M0 と最大余震のマグニチュード M1 の関係を求めると、 $M1 = M0 - 0.9$ （標準偏差 $1\sigma = 0.6$ 考慮）となる。（図-3）これは、本震マグニチュード M7.0 以上で整理した結果とほぼ同じ傾向を示している。

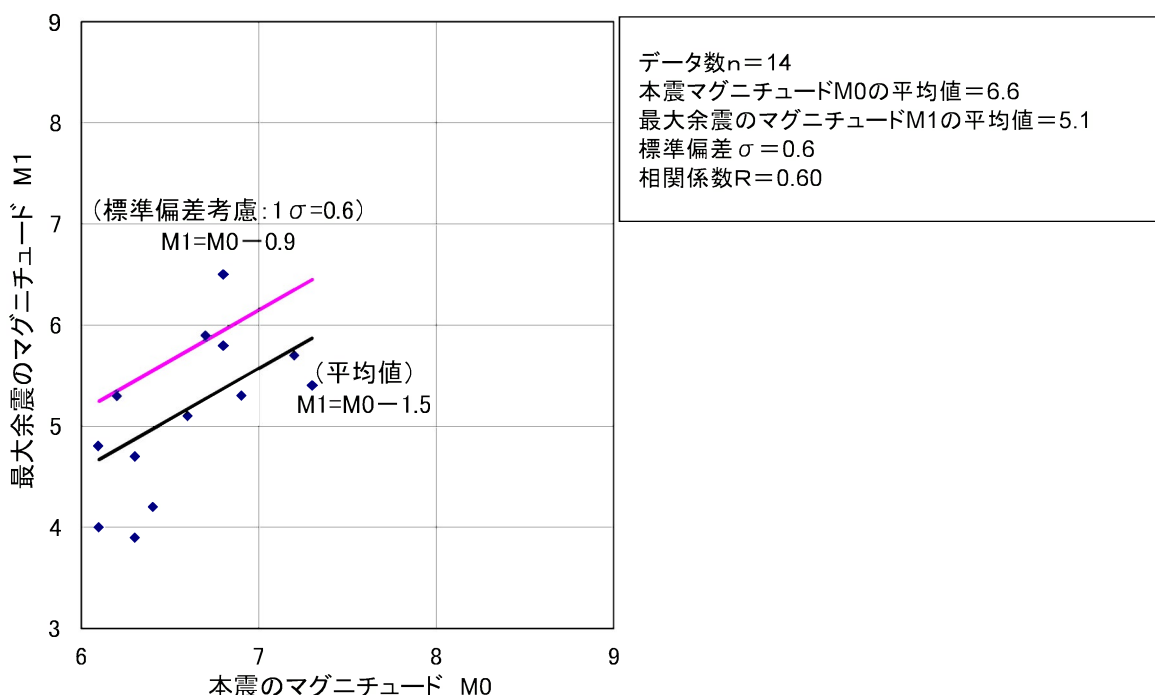


図-3 耐津波設計における本震と最大余震の関係（内陸地殻内地震 $M6.0$ 以上）

また、地震調査研究推進本部の地震データは、1995 年以降に発生した地震に限られるため、1995 年以前に発生した本震と余震に関するデータが整理されている「気象庁：内陸および沿岸（深さ 30 km 以浅）で発生した地震（ $M6.5$ 以上）の余震活動の推移」を用いて、「 M （余震） $=M$ （本震） -0.9 」の妥当性について検討を実施した。ここで、気象庁の地震データについては、本震後の余震の発生が日単位でしか整理されておらず、半日以内の余震に限定したものと整合しないことから、統計処理のデータには含ないこととした。

地震調査研究推進本部の地震データと気象庁の地震データの比較について表-3 および図-4 に示す。

表-3 地震調査研究推進本部の地震データと気象庁の地震データの比較

地震調査研究推進本部の地震データ	気象庁の地震データ
地震規模 $M > 7.0$	
1995年以降	1995以降、1995年以前
内陸地殻内、プレート境界	内陸地殻内
本震と最大余震の地震間隔が半日以内	本震と最大余震の地震間隔が1日以内 (本震と最大余震の地震間隔が半日以内でない可能性あり)

【地震調査研究推進本部の地震データ】

No.	発生日	震源	本震	最大余震の規模	
			マグニチュード	マグニチュード	本震との時間間隔
1	2003/5/26	宮城県沖	7.0	4.9	6時間後
2	2003/7/26	十勝沖	8.0	7.1	1時間18分後
3	2004/11/29	釧路沖	7.1	6.0	4分後
4	2006/11/15	千島列島東方	7.9	6.8	数分後
5	2008/9/11	十勝沖	7.1	5.7	12分後
6	2011/3/11	東日本太平洋沖地震	9.0	7.7	39分後
7	2012/12/7	三陸沖	7.3	6.6	13分後
8	1995/1/17	淡路島	7.3	5.4	2時間後
9	2008/6/14	岩手宮城内陸地震	7.2	5.7	37分後

1995年
プレート境界
内陸地殻内

【気象庁の地震データ】

No.	発生日	震源	本震	最大余震の規模	
			マグニチュード	マグニチュード	本震との時間間隔
1	1995/1/17	淡路島	7.3	5.4	1日以内
2	2008/6/14	岩手宮城内陸地震	7.2	5.7	1日以内
3	1927/3/7	北丹後地震	7.3	6.4	1日以内
4	1930/11/26	北伊豆地震	7.3	4.7	1日以内
5	1943/9/10	鳥取地震	7.2	6.2	1日以内
6	1948/6/28	福井地震	7.1	5.5	1日以内
7	1978/1/14	伊豆大島近海地震	7	5.8	1日以内
8	1961/8/19	北美濃地震	7	5.2	1日以内

1日以内
内陸地殻内

図-4 地震調査研究推進本部の地震データと気象庁の地震データの比較

図-2 のグラフ上に気象庁の地震データをプロットした結果を図-5 に示す。図-5 より、気象庁の 1995 年以前の地震を含むデータは、地震調査研究推進本部のデータによる関係式 $M1 = M0 - 0.9$ に包絡されていることから、余震規模の評価において式 $M1 = M0 - 0.9$ を用いることは安全側の設定であることを確認した。

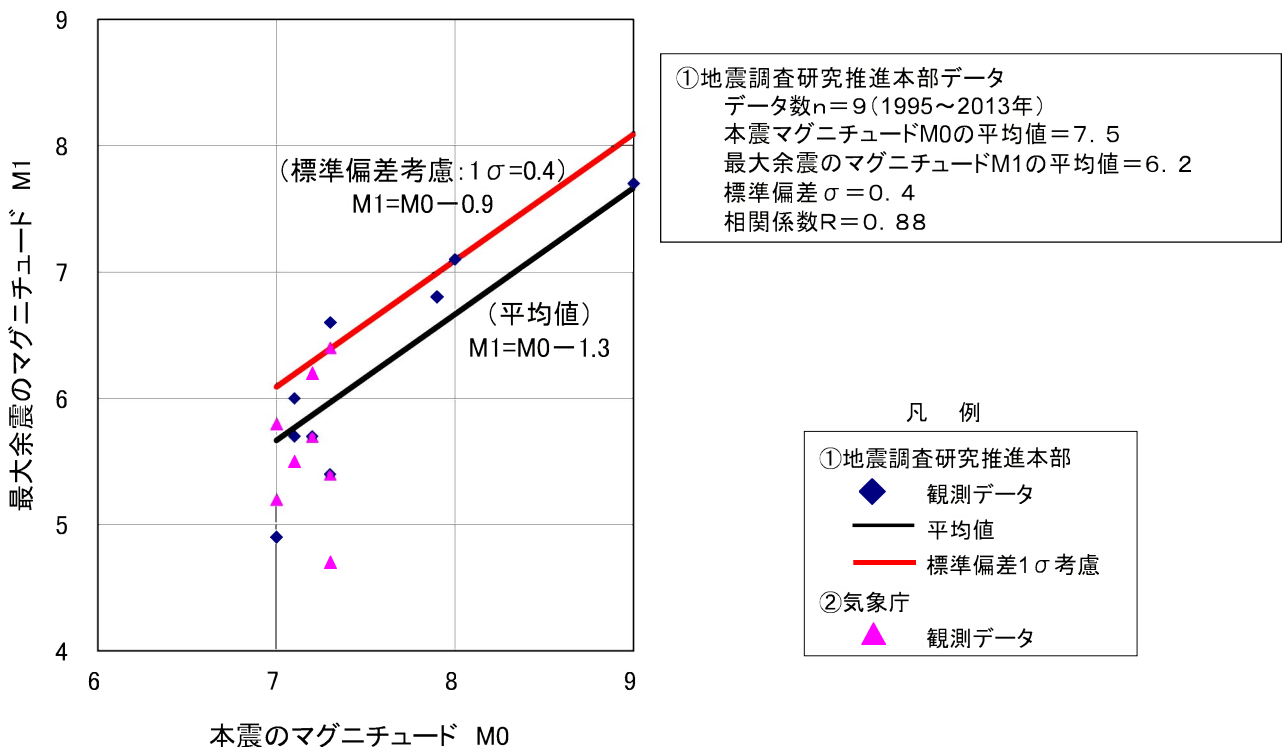
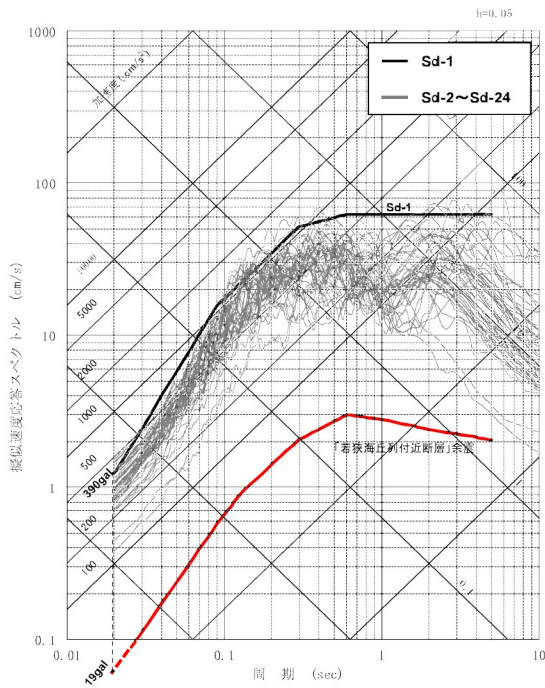
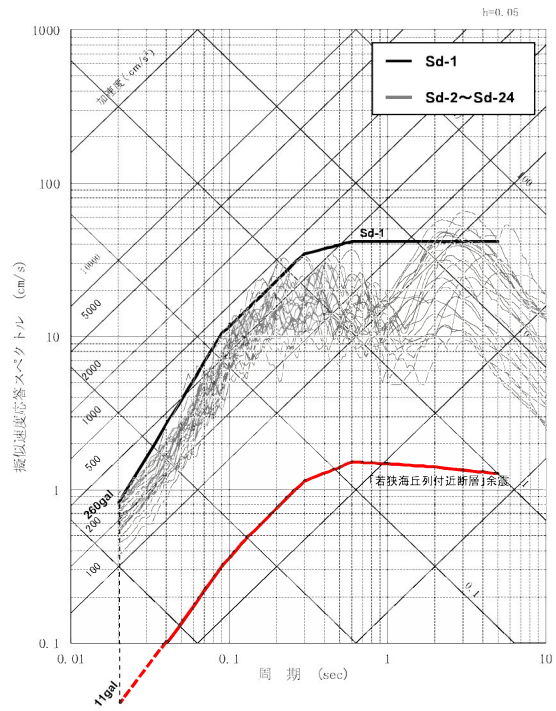


図-5 本震と最大余震の関係 (1995 年以前の地震データと式 $M1 = M0 - 0.9$ の関係)



水平



鉛直

図-8 若狭海丘列付近断層を震源とした余震の耐専スペクトル

表-5 若狭海丘列付近断層の余震と弾性設計用地震動 Sd のスペクトル強度比

	水平	鉛直
Sd-1	24.11	29.14
Sd-2(NS)	9.56	17.63
Sd-2(EW)	12.99	17.63
Sd-3(NS)	11.32	17.01
Sd-3(EW)	10.42	17.01
Sd-4(NS)	9.64	18.94
Sd-4(EW)	12.59	18.94
Sd-5(NS)	10.25	17.22
Sd-5(EW)	11.95	17.22
Sd-6(NS)	10.98	16.77
Sd-6(EW)	8.19	16.77
Sd-7(NS)	8.15	21.47
Sd-7(EW)	11.98	21.47
Sd-8(NS)	8.46	10.40
Sd-8(EW)	8.68	10.40
Sd-9(NS)	9.65	12.24
Sd-9(EW)	8.76	12.24
Sd-10(NS)	5.18	13.39
Sd-10(EW)	13.11	13.39
Sd-11(NS)	7.44	12.91
Sd-11(EW)	10.02	12.91
Sd-12(NS)	9.58	12.66
Sd-12(EW)	7.90	12.66
Sd-13(NS)	11.25	12.82
Sd-13(EW)	9.04	12.82
Sd-14(NS)	9.37	10.13
Sd-14(EW)	13.60	10.13

	水平	鉛直
Sd-15(NS)	9.23	8.91
Sd-15(EW)	9.54	8.91
Sd-16(NS)	8.50	11.66
Sd-16(EW)	10.97	11.66
Sd-17(NS)	14.64	16.06
Sd-17(EW)	16.40	16.06
Sd-18(NS)	12.23	6.56
Sd-18(EW)	17.14	6.56
Sd-19(NS)	9.17	14.47
Sd-19(EW)	5.61	14.47
Sd-20(NS)	8.92	13.56
Sd-20(EW)	9.85	13.56
Sd-21(NS)	9.23	8.48
Sd-21(EW)	6.18	8.48
Sd-22(NS)	8.16	7.14
Sd-22(EW)	6.54	7.14
Sd-23(NS)	15.09	10.95
Sd-23(EW)	15.55	10.95
Sd-24	14.85	6.31

【スペクトル強度比(SI比)】

周期0.1(s)~2.5(s)の減衰定数h(=0.05)のスペクトル強度(SI)から次式によりSI比を算出

$$SI比 = \frac{\int_{0.1}^{2.5} Sv(T, h)_{Sd-1 \sim Sd-19} dt}{\int_{0.1}^{2.5} Sv(T, h)_{余震耐専Sp} dt}$$

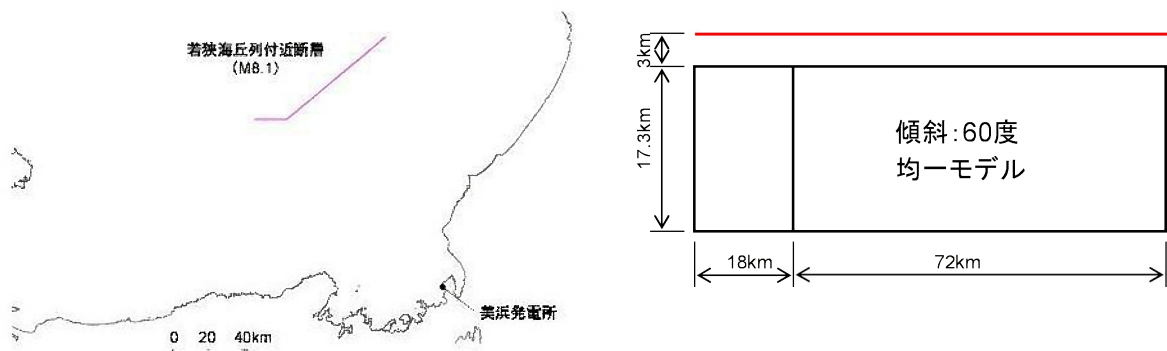


図-9 断層モデル図（若狭海丘列付近断層）

表-6 断層パラメータ（若狭海丘列付近断層）

断層パラメータ	パラメータ		
	全体	東側	西側
断層長さL(km)	90	18	72
断層傾斜角(°)	—	60	60
断層上端深さ(km)	—	3	3
断層下端深さ(km)	—	18	18
断層幅W(km)	—	17.3	17.3

7. 基準津波の波源の活動に伴い発生する誘発地震の影響

若狭海丘列付近断層の活動に伴い、津波の最大水位変化を生起する時間帯において、規模の大きな誘発地震が発生する可能性について、2011年東北地方太平洋沖地震後の地震活動を踏まえて検討を行った。

(2011年東北地方太平洋沖地震を比較対象とした選定理由)

若狭海丘列付近断層の自治体による運動センス想定は、逆断層とされており、美浜発電所および若狭地域は断層の上盤である。一方、2011年東北地方太平洋沖地震は、逆断層センスで、日本列島が断層の上盤となることから、若狭海丘列付近断層と美浜発電所および若狭地域と位置関係が同じである。(美浜サイト周辺の地学的背景の考慮)

その結果、美浜発電所で想定する基準津波の波源の活動に伴い発生する津波の最大水位変化を生起する時間帯は、最大でも地震発生から約1時間後であるのに対して、2011年東北地方太平洋沖地震発生後の震源域以外の規模の大きな地震は、本震発生から約13時間後の3月12日長野県北部の地震(M6.7)である。(図-7)

このことから、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において規模の大きな誘発地震が発生することは考えにくい。

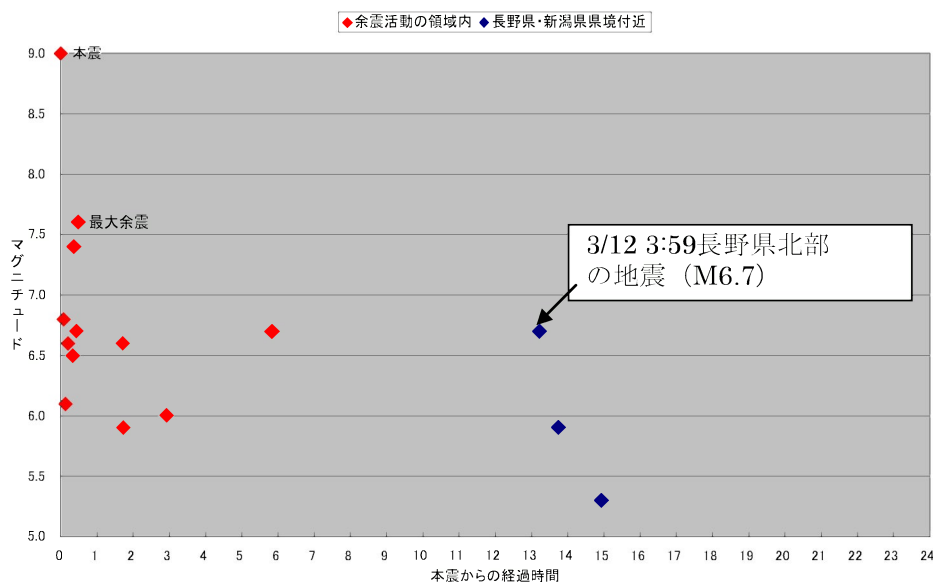


図-11 東北地方太平洋沖地震発生後24時間：震度5弱以上を観測した地震

(参考)

余震荷重設定における地学的背景の考慮について

工認審査ガイドには、地学的背景について、以下の要求がなされている。

【規制基準における要求事項等】

- ・サイトの地学的背景を踏まえ、余震の発生の可能性を検討すること。

美浜サイトの地学的背景としては、若狭湾周辺にはプレート境界が存在しないことから、余震については、美浜サイト周辺の断層の活動に起因して発生すると考えられる。

このことから、美浜サイトの余震荷重の設定については、工認審査ガイドの確認内容の記載も踏まえて、基準津波の波源と同一の断層である「若狭海丘列付近断層」の活動に伴い発生する余震を考慮することとしている。

【確認内容】

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生起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。

さらに、上記の断層において発生する余震を耐専式により評価する際、等価震源距離については、サイト周辺の地学的背景も踏まえて検討された断層パラメータ（断層長さ、断層傾斜角、断層上・下端深さ、断層幅）を用いている。

なお、基準津波の波源の活動によって、他の断層による地震が誘発されて発生する可能性については、以下の理由から、2011年東北地方太平洋沖地震後の地震活動を踏まえて検討を行っている。

(2011年東北地方太平洋沖地震を比較対象とした理由)

- ・若狭海丘列付近断層の自治体による運動センス想定は逆断層センス（当該断層周辺の地学的背景が考慮されていると考えられる）とされており、美浜発電所はその上盤側となる。
- ・2011年東北地方太平洋沖地震は逆断層センスで、日本列島が断層の上

盤側となることから、若狭海丘列付近断層と美浜発電所および若狭地域との位置関係が同じである。

その結果、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において規模の大きな誘発地震は発生することは考えにくいと評価している。

以上

(参考)

若狭海丘列付近断層を震源とする地震と 弾性設計用地震動 Sd との比較について

基準津波の波源である若狭海丘列付近断層を震源とする地震を耐専式により評価した結果と弾性設計用地震動 Sd との比較を図-1 に示す。

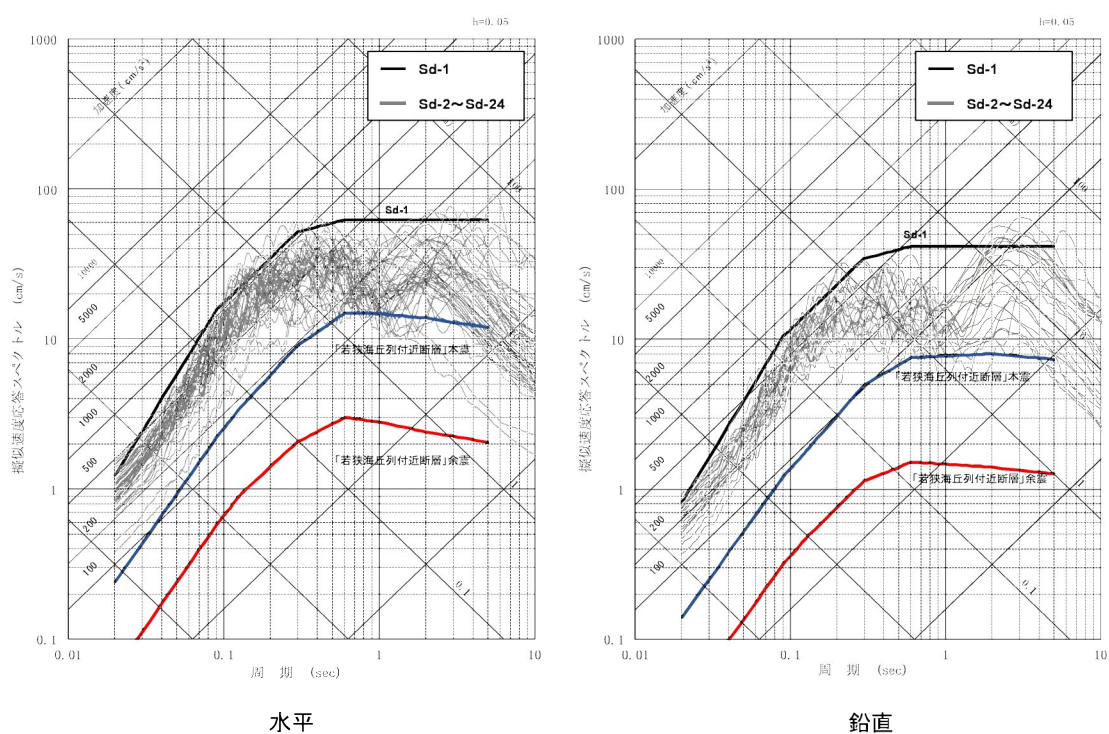


図-1 若狭海丘列付近断層を震源とした地震の耐専スペクトルと
弾性設計用地震動 Sd との比較

(参考)

基準地震動 S_s と津波荷重の組合せについて

1. 耐震設計に係る工認審査ガイド

【確認事項】

- ・ 基準地震動 S_s による地震力と地震力以外の荷重を適切に組合せていることを確認する。その場合、地震力以外の荷重については、津波の荷重を含む。

2. 基準地震動 S_s による地震力と津波荷重の組合せについて

基準地震動 S_s による地震力と津波荷重の組合せについて、従属事象、独立事象であるかを踏まえ、以下のとおり検討する。

(1) 従属事象の場合

a. 基準地震動 S_s の震源と津波の波源が同一の場合

C断層、白木-丹生断層などは基準地震動 S_s の検討用地震の震源であり、地震発生後瞬時に敷地に到達するのに対して、津波は地震発生から約3分後に敷地に到達することから、基準地震動 S_s と津波が同時に敷地に到達することはない。

したがって、基準地震動 S_s による地震力と津波荷重の組合を考慮する必要はない。

b. 基準地震動 S_s の震源と津波の波源が異なる場合

基準地震動 S_s の震源断層（C断層など）の活動による陸上地すべりに伴う津波が発生した場合については、敷地に最も早く到達する津波は陸上地すべり $Lm1, 2$ による津波である。

基準地震動 S_s は地震発生後瞬時に到達し、地震発生後から最大1分30秒程度継続するのに対して、津波は地震発生から約1分後に到達することから、基準地震動 S_s と津波が同時に敷地に到達する可能性がある。

ただし、陸上地すべり $Lm1, 2$ による津波の水位は3号炉取水口前で T. P. +0.6m であり、周辺の敷地高さ T. P. +3.5m に設置する防潮堤に津波は到達しない。

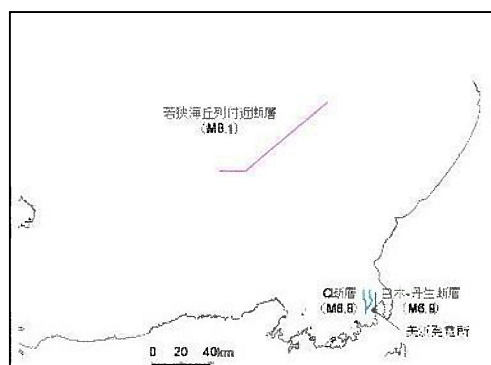


図-1 若狭海丘列付近断層と基準地震動の震源断層

基準津波の波源断層（若狭海丘列付近断層）の活動により基準地震動 S_s の震源断層が誘発される可能性については、以下に示す 2011 年東北地方太平洋沖地震の事例から検討した結果、誘発される可能性は極めて小さいと考えられる。

したがって、基準地震動 S_s による地震力と津波荷重の組合を考慮する必要はない。

(2) 独立事象の場合

基準地震動 S_s と津波とを独立事象として扱う場合は、それぞれの発生頻度が十分に小さいこと及び最大荷重の継続時間が短いことから、同時に発生する可能性は極めて小さい。よって、基準地震動 S_s による地震力と津波荷重の組合せを考慮しない。



※到達時間（水位上昇）は 1, 2 号炉放水口前に到達する時間を記載

図-2 各波源による津波の到達時間

2-4. 検討対象波源の選定及び津波評価

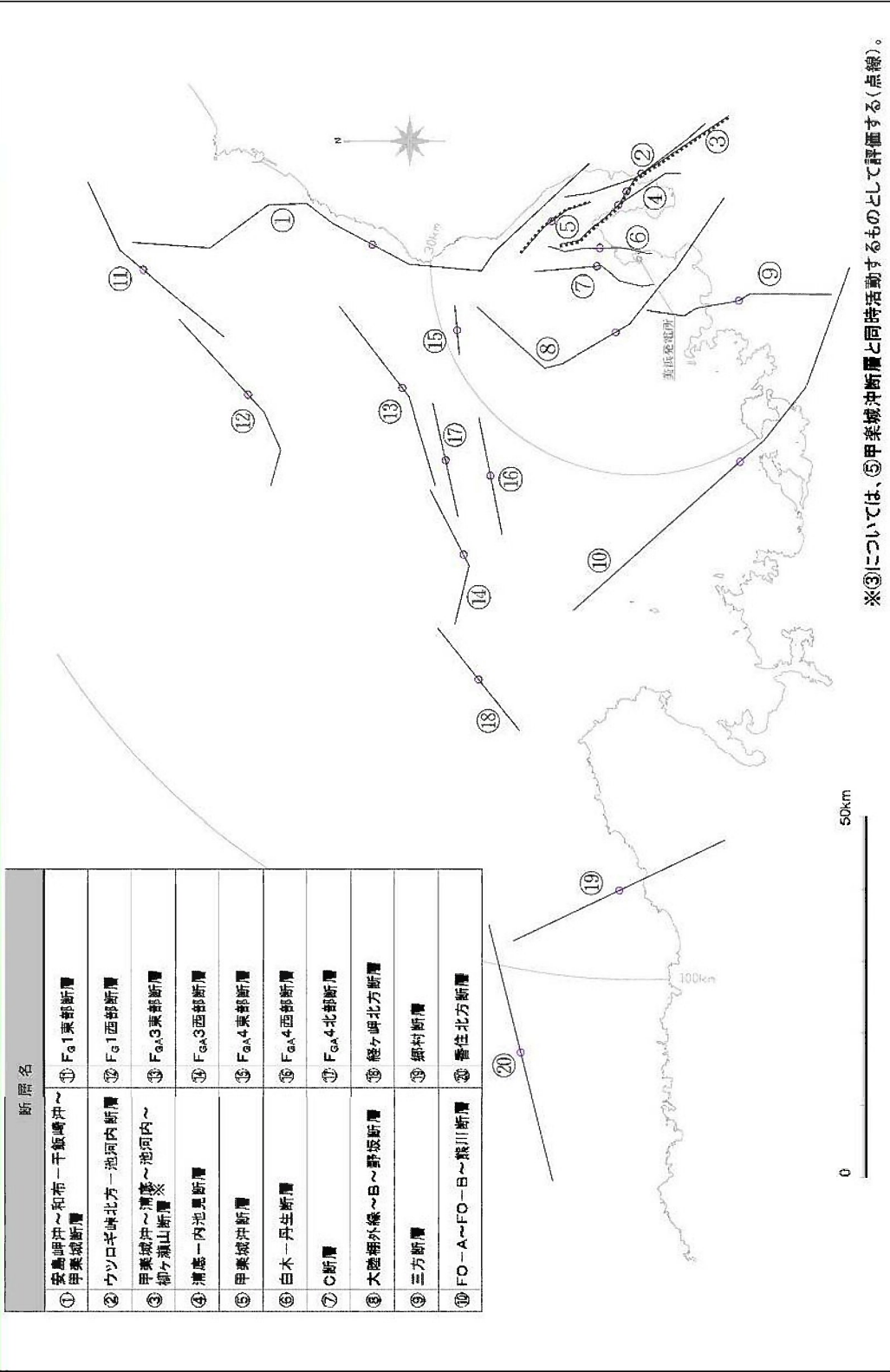


図-3 基準津波の検討対象波源 出典：H27.9.18 審査会合資料

(津波の波源の活動による基準地震動の震源断層の誘発について)

【検討概要】

若狭海丘列付近断層の活動によって基準地震動 S_s の震源断層 ($M=7.5$ 以上) が短時間の間に誘発される可能性について、2011年東北地方太平洋沖地震後の地震活動を踏まえて、検討を行う。

(2011年東北地方太平洋沖地震を比較対象とした選定理由)

- ・若狭海丘列付近断層の自治体による運動センス想定は、逆断層とされており、美浜発電所および若狭地域は断層の上盤となる。
- ・2011年東北地方太平洋沖地震は、逆断層センスで、日本列島が断層の上盤となることから、若狭海丘列付近断層と美浜発電所および若狭地域との位置関係が同じである。

【検討結果】

遠田ら(2011)によれば、2011年東北地方太平洋沖地震発生前後で、地震活動が活発した地域、沈静化した地域が示されており、地震活動が活発化している地域において、マグニチュード(M_w^{*1})9の規模の地震発生後、本震の震源域(G, J全域およびF, S, Tの一部)の外側において地震活動が活発化した地域(A, B, D, H, I, M, N, P, Q, R全域およびTの一部、図中の桃色の枠内、文献に加筆)で発生した地震は最大で $M_j^{*2}=6.7$ (Nの領域、3/12長野県・新潟県県境付近の地震)であり、 M_j^{*2} が7.5以上の地震(図中の橙色の枠内、文献に加筆)の発生は認められない。(図-1)

このことから、若狭海丘列付近断層の活動によって、基準地震動 S_s の震源断層($M_j^{*2}=7.5$ 以上)が短時間で誘発される可能性は極めて小さく、津波と基準地震動 S_s の重畳を考慮する必要性はないと評価できる。

※1 M_w : モーメントマグニチュード

※2 M_j : 気象庁マグニチュード

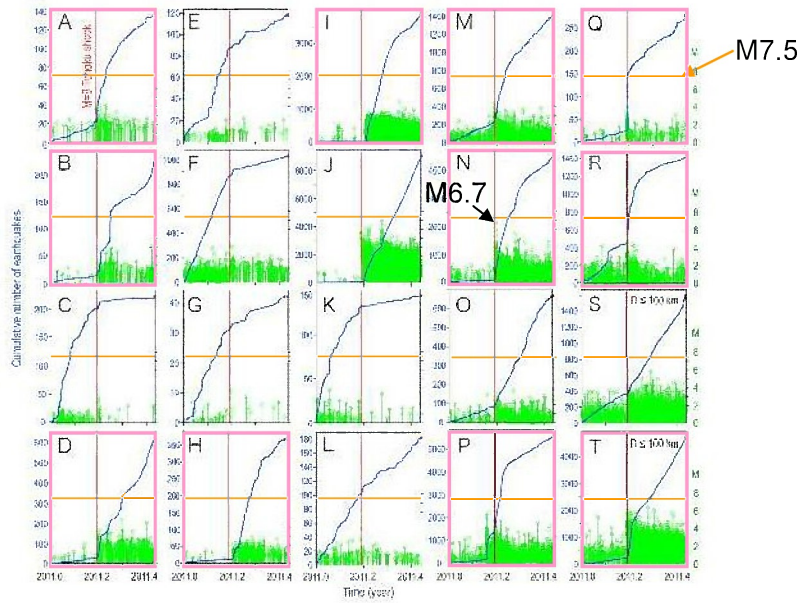
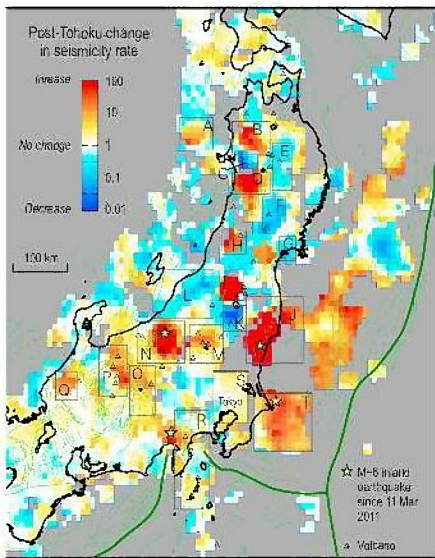


図-1 (left) Seismic response of inland Japan to the M=9.0 Tohoku mainshock for $M_j \geq 0.0$ seismicity (90 days postmainshock compared to 1.2 - year pre - mainshock), with a smoothing radius of 20 km, using the JMA PDE catalog downloaded on 10 June 2011. M_c is based on Nanjo et al. [2010] for inland Japan; M_c could be -2.0 post - 11 March 2011. Except or S and T (0-100 km), all boxes use earthquakes at 0-20 km depth. Dark green lines show plate boundaries. (right) Time series for the boxed regions show cumulative numbers of $M_j \geq 0.0$ earthquakes during 1/1-6/10/2011 (blue); each earthquake is shown as a green stem proportional to JMA magnitude, M_j .

出典 : Shinji Toda et al: Widespread seismicity excitation throughout central Japan following the 2011 M=9.0 Tohoku earthquake and its interpretation by Coulomb stress transfer, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 38, 6 August 2011.

燃料等輸送船の係留索の耐力について

1. 概要

燃料等輸送船（以下、「輸送船」という。）は、津波警報等発表時、原則、緊急退避するが、津波流向及び岸壁と放水口との位置関係を踏まえ、極めて短時間に津波が襲来する場合を想定し、係留索の耐力について評価を実施する。

係留索については、船舶の大きさから一定の算式によって計算される数値（艀装数）に応じた仕様（強度、本数）を有するものを備えることが、日本海事協会（NK）の鋼船規則において定められている。

今回、輸送船が備えている係留索の係留力、及び早く到達する津波による流圧力について石油会社国際海事評議会 OCIMF（Oil Companies International Maritime Forum）の手法を用いて算出し、耐力評価を行う。

2. 評価

（1）輸送船、係留索、係船柱

輸送船、係留索、係船柱の仕様を表-1に、配置を図-1に示す。

表-1 輸送船、係留索、係船柱の仕様

項 目		仕 様
輸送船	総トン数	約 5,000 トン
	載貨重量トン	約 3,000 トン
	喫水	約 5m
	全長	100.0m（垂線間長：94.4m）
	型幅	16.5m
	形状	（図 1 参照）
係留索	直径	60mm（ノミナル値）
	素材種別	Polyethylene Rope Grade 1
	破断荷重	279kN（キロニュートン）=28.5tonf
	係船機ブレーキ力	28.5tonf × 0.7 ≒ 20.0tonf
係船柱	形状	（図 1 参照）
	ビット数、位置	（図 1 参照）
	係留状態	（図 1 参照）
	強度	35t、50t

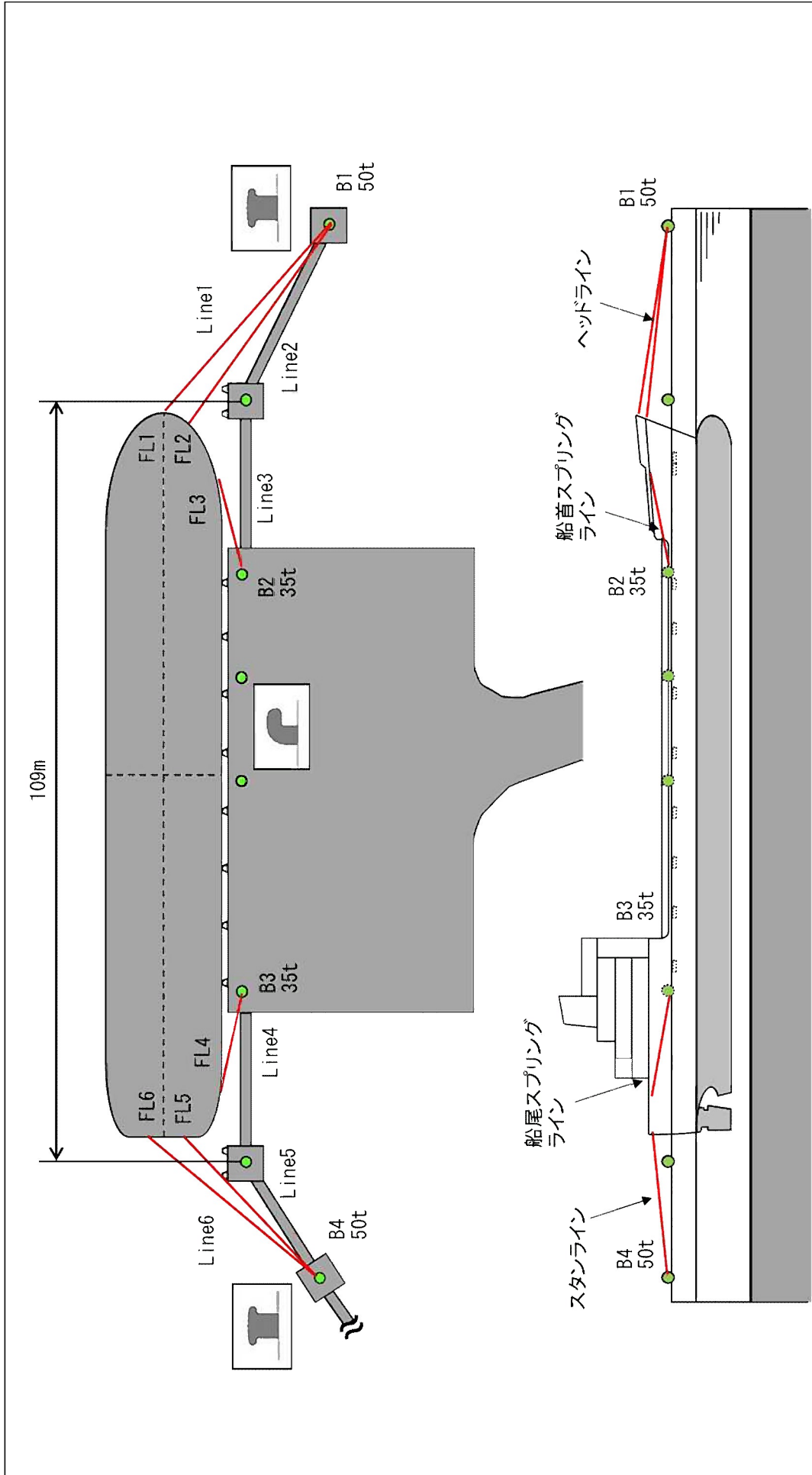


図-1 輸送船、係留索、係船柱の配置イメージ

(2) 早い津波（波形、流向、流速）

輸送船は、津波警報等発表時、原則、緊急退避する。輸送行程（「物揚岸壁への接岸」～「荷役」～「物揚岸壁からの離岸」）において、輸送船と輸送物の干渉がない「荷役」以外の行程は、輸送行程の大部分を占めており数分程度で緊急退避が可能であるが、輸送船と輸送物が干渉しうる「荷役」行程は、輸送行程の中で極めて短時間であるものの、緊急退避に5分程度（輸送船とクレーンの干渉回避前から係留索を取り外すなどで時間短縮した場合）、もしくは20分程度（設備維持の観点から実施した訓練実績より積み上げた場合）を要する場合がある。

図-2に退避時間と、各波源による津波の第一波到達時間の関係を示す。この図より、輸送船緊急退避時間よりも第一波が早く到達するもののうち、津波高さが最も高い津波を評価対象津波として選定する。



図-2 燃料等輸送船緊急退避時間と各波源による津波第一波到達時間の関係

早く襲来すると評価している津波の波形及び流向を図-3、図-4に示す。
 早く襲来する津波は、約1分で最高点に達している。

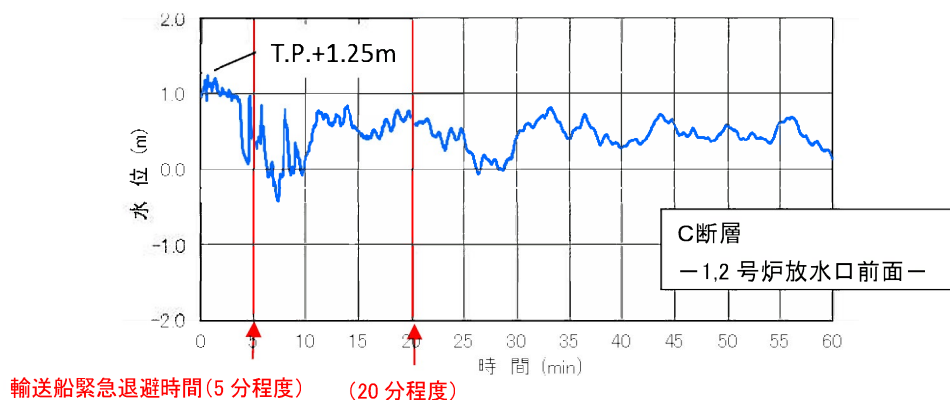


図-3 早く襲来する津波波形（1,2号炉放水口前面）



図-4 早く襲来する津波流向（イメージ）

また、輸送船は岸壁（コンクリート製）に横付けされている。短時間で到達するような早い津波は津波高さが低く、図-4の流れ方向ベクトルを考慮し、輸送船の船首及び船尾方向の流圧力に対する係留索の耐力を評価する。

図-5に流速の時間変化を示すが、流速は 3m/s 未満である（最大 2.81m/s；約9分）。なお、この程度の津波高さ・流速であれば、輸送船は、適切な操船により退避可能と判断できる。

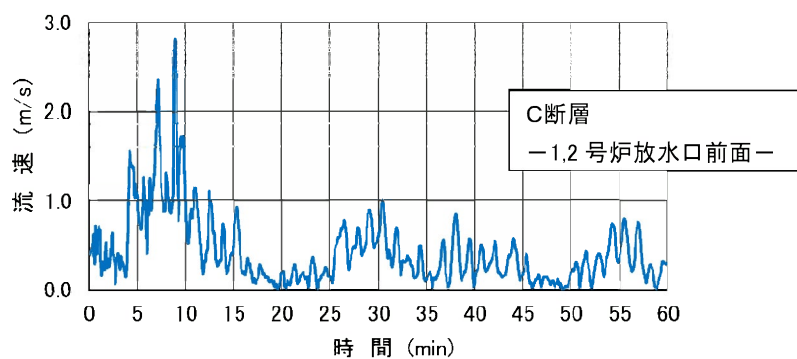
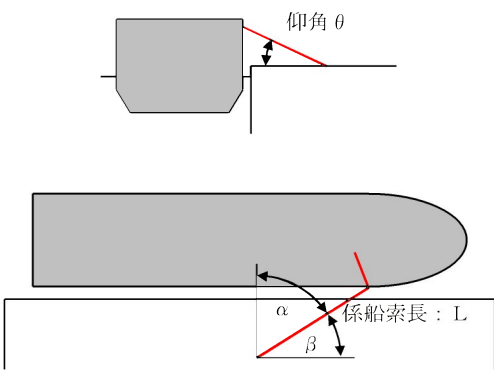


図-5 早く襲来する津波流速（1,2号炉放水口前面）

(3) 係留力

係留力の計算方法を表-2に、計算結果を表3、図-6, 7に示す。

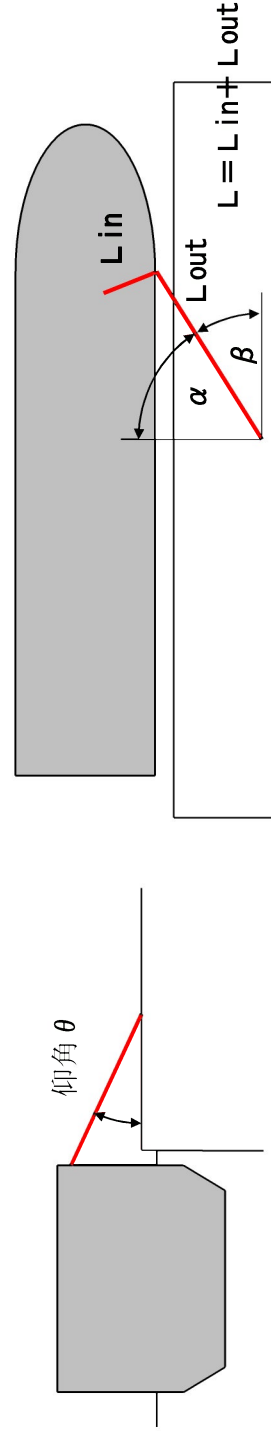
表-2 係留力の計算方法

<p>【各索の係留力計算式】</p> $R_x = T \times \left(\frac{\cos^2 \beta \times \cos^2 \theta}{L} \right) \times \left(\frac{L_c}{\cos \beta_c \times \cos \theta_c} \right)$	
<p> R_x : 前後係留力 [tonf] (前方は添字 f、後方は添字 a) T : 係留索 1 本に掛けることができる最大張力 [tonf] β : 係留索水平角 (岸壁平行線となす角度) [deg] θ : 係留索の仰角 [deg] L : 係留索の長さ (船外+船内) [m] β_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の係留索水平角 (岸壁平行線となす角度) [deg] θ_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の仰角 [deg] L_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の長さ (船外+船内) [m] *係留索の機能別グループ (前方係留力または後方係留力) </p>	

(出典：係留設備に関する指針 OCIMF 刊行)

表-3 係留力 (図1) の計算結果

フェアリーダ	索種類		ビット	係船索長さ[m]		係留角[deg]		索張力 T [tonf]	係留力 前後 [tonf]	Bitt Performance [tonf]	
	Line1	Line2		船外	船内	θ	β			Bitt Load	合計
FL1	ヘッド		B1	37.3		14.9	-42.0	20.0	-10.43	18.17	Σ 38.17
FL2	ライン		B1	37.7		14.8	-30.9	20.0	-16.59	20.0	
									-27.02		
FL3	Line3	船首スプリングライン	B2	14.0		43.5	7.7	20.0	14.38	20.0	20.0
FL4	Line4	船尾スプリングライン	B3	14.9		35.6	-8.3	20.0	-16.09	20.0	20.0
FL5	Line5	スタン	B4	31.3		16.1	39.0	20.0	14.93	20.0	Σ 38.96
FL6	Line6	ライン	B4	36.6		13.7	48.9	20.0	9.66	18.96	
									24.60		
									前後(+)計		
									38.97		
									前後(-)計		
									-43.11		



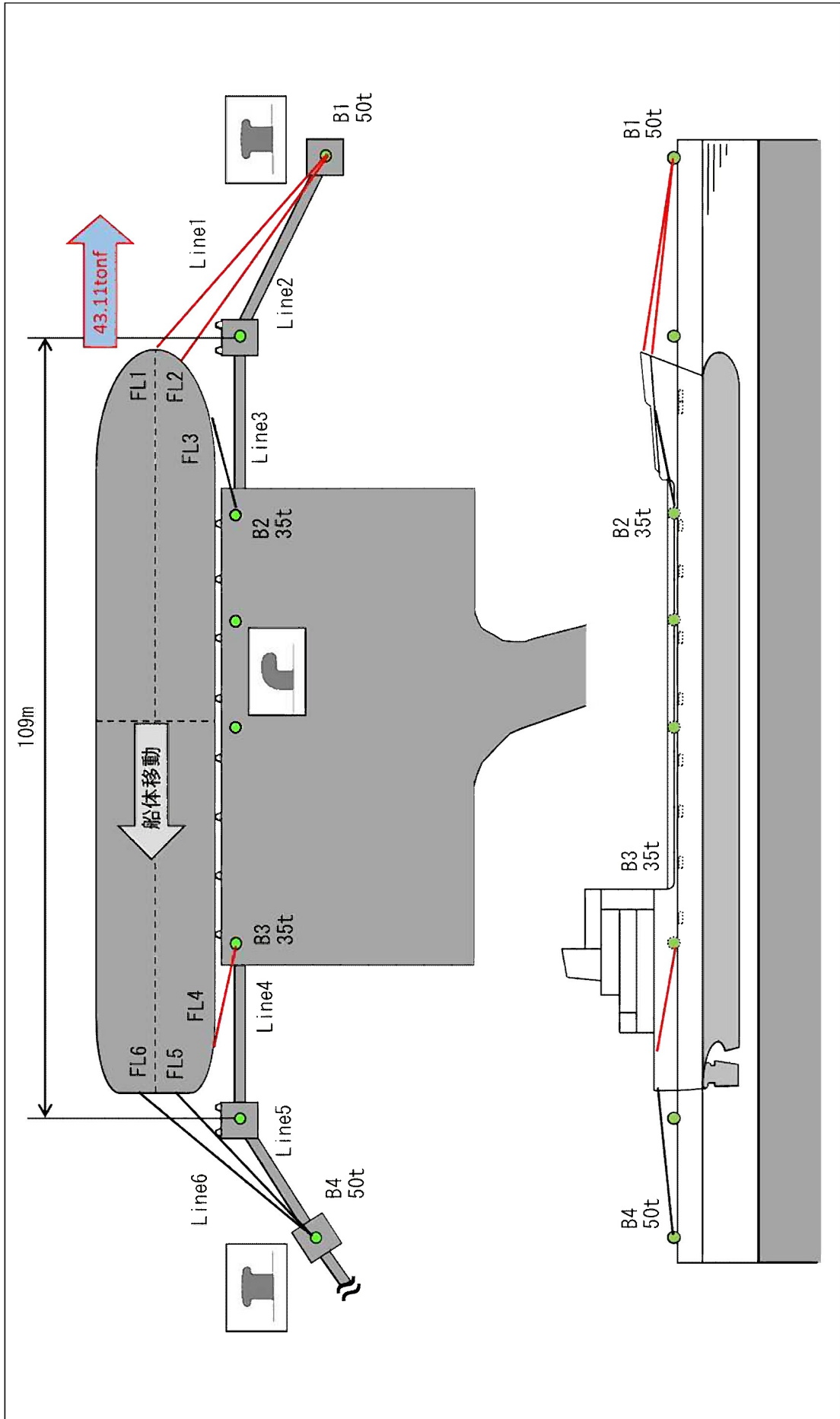


図-6 船尾方向への移動に対する船首方向係留力

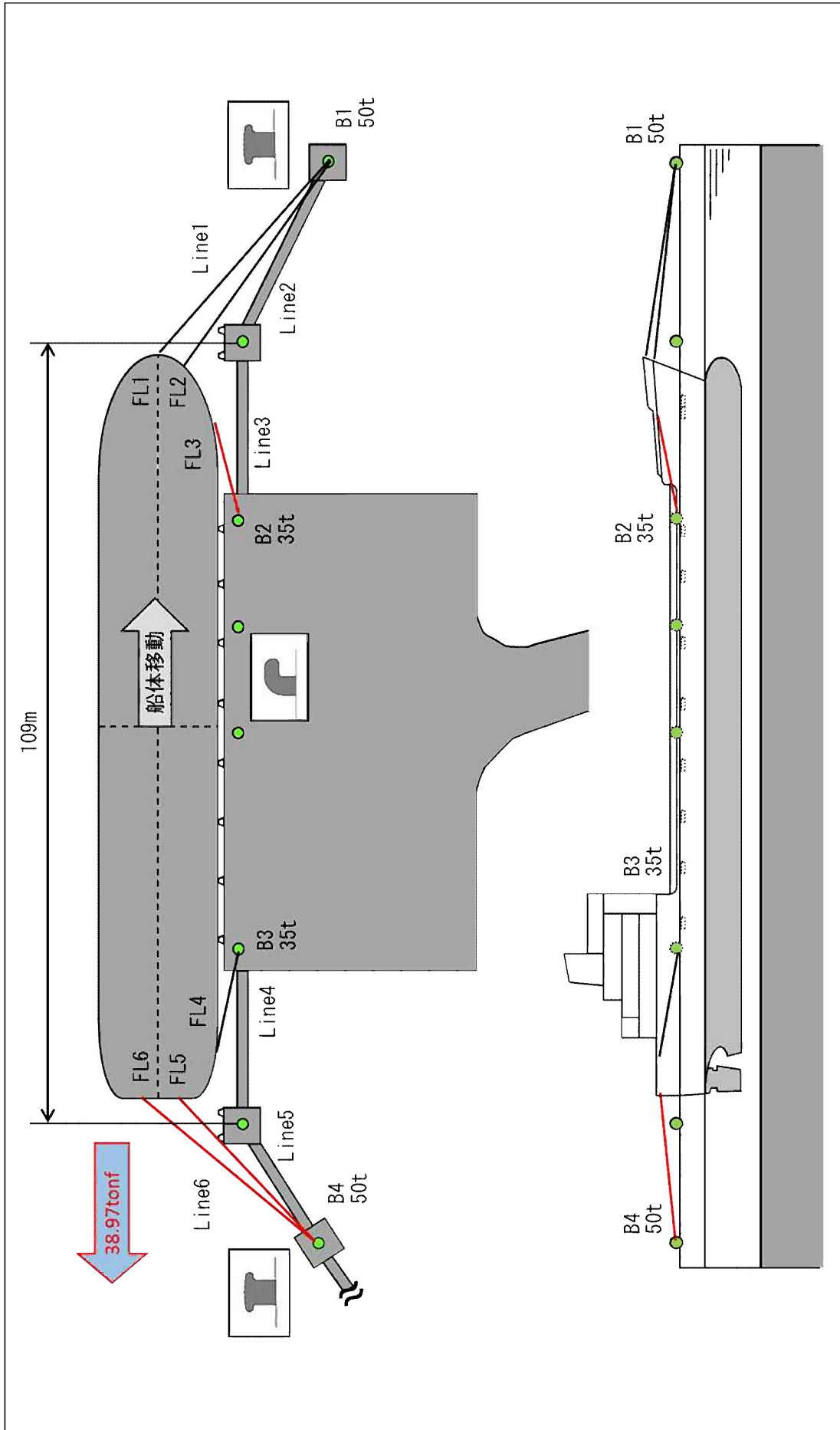


図-7 船首方向への移動に対する船尾方向係留力

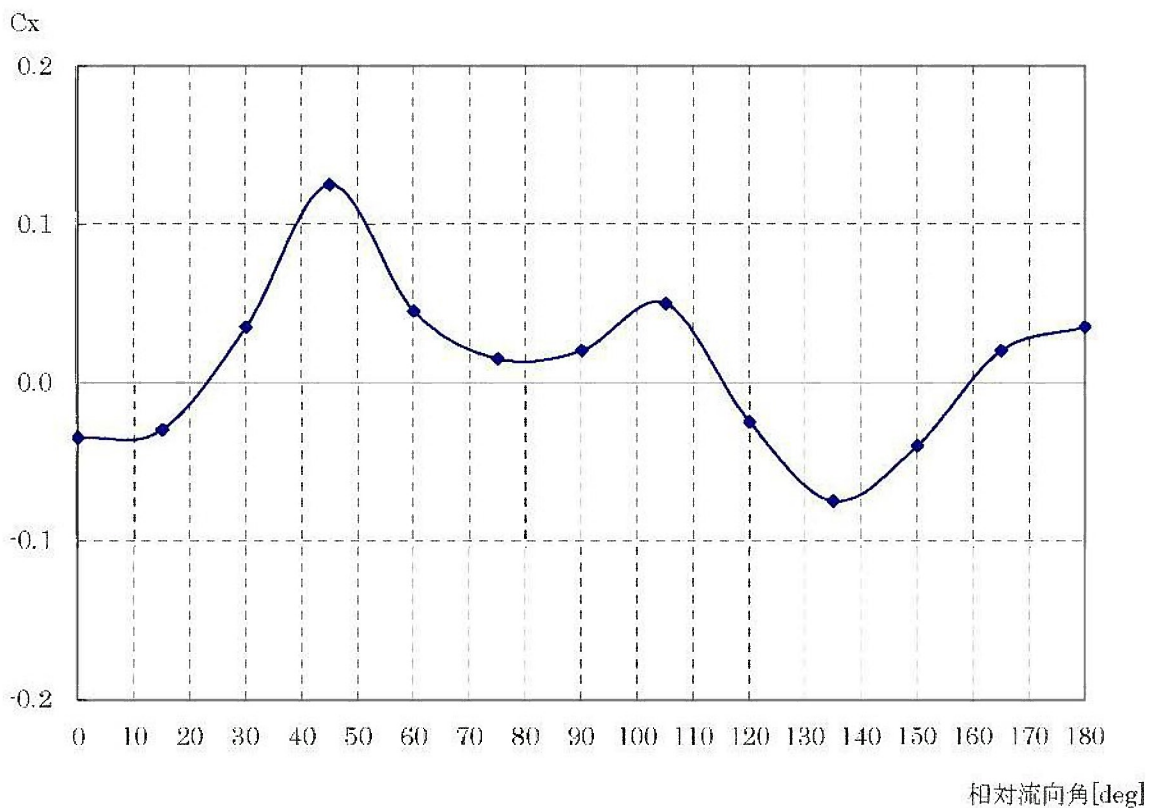
(4) 流圧力

流圧力の計算方法を表-4に示す。計算結果について、前項で求めた係留力との比較結果を図-8に示す。

表-4 流圧力の計算方法

<p>【流圧力計算式】</p> $F_{x_c} = \frac{1}{2} \times C_{x_c} \times \rho_c \times V_c^2 \times L_{PP} \times d$	<p>F_{x_c} : 縦方向流圧力 [kgf] C_{x_c} : 縦方向流圧力係数 V_c : 流速 [m/s] L_{PP} : 垂線間長 [m] d : 喫水 [m] ρ_c : 水密度 [kg・sec²/m⁴] (=104.5kg・sec²/m⁴)</p>
--	---

(出典：係留設備に関する指針 OCIMF 刊行)



(出典：VLCCにおける風圧及び流圧の予測 OCIMF 刊行)

縦方向流圧力係数[C_x]

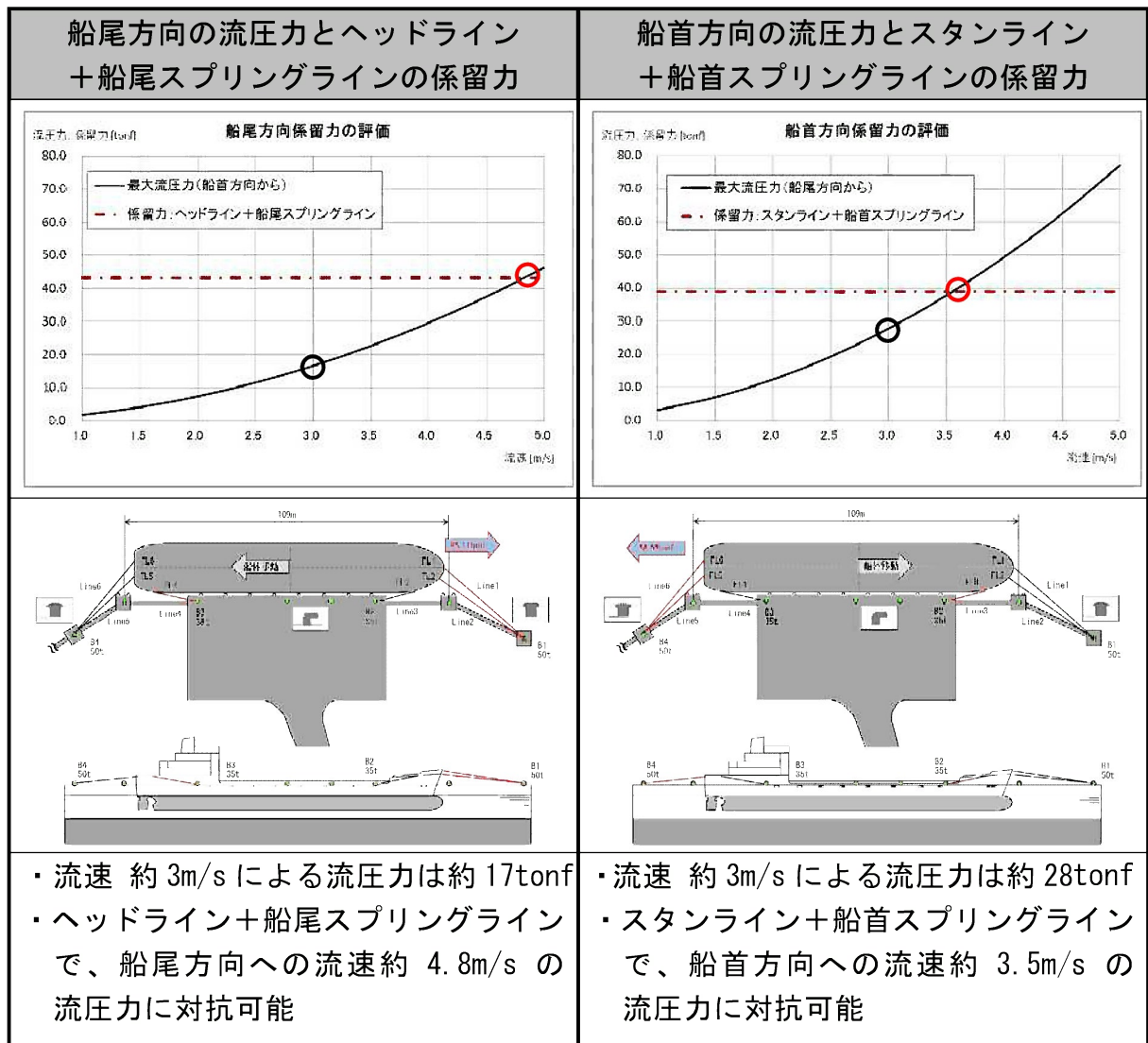


図-8 流圧力と係留力の比較

3. 結論

早く襲来する津波（流速 3m/s 未満：図-5 参照）による流圧力（約 17～28tonf）に対し、係留力（約 39～43tonf）が上回ることを確認した。

したがって、早く襲来する津波に対し、輸送船が係留によって対応する場合においても、係留力により岸壁に留まり続けることができる。

燃料等輸送船の喫水と津波高さの関係について

1. 概要

燃料等輸送船（以下、「輸送船」という。）は、津波警報等発表時、原則、緊急退避するが、極めて短時間に津波が襲来する場合について、押し波に対し燃料等輸送船が岸壁に乗り上がることはないこと、また、退避中、引き波で着底・座礁するおそれがないことを確認する。なお、極めて短時間に襲来する津波高さ・流速であれば、適切な操船により退避可能と判断できることから、初期段階の引き波、押し波までを評価対象とする。

2. 評価

(1) 評価対象津波の選定

輸送船は、津波警報等発表時、原則、緊急退避する。輸送行程（「物揚岸壁への接岸」～「荷役」～「物揚岸壁からの離岸」）において、輸送船と輸送物の干渉がない「荷役」以外の行程は、輸送行程の大部分を占めており数分程度で緊急退避が可能であるが、輸送船と輸送物が干渉しうる「荷役」行程は、輸送行程の中で極めて短時間であるものの、緊急退避に5分程度（輸送船とクレーンの干渉回避前から係留索を取り外すなどで時間短縮した場合）、もしくは20分程度（設備維持の観点から実施した訓練実績より積み上げた場合）を要する場合がある。

図-1 に退避時間と、各波源による津波の第一波到達時間の関係を示す。この図より、輸送船緊急退避時間よりも第一波が早く到達するもののうち、津波高さをもっとも高い津波を評価対象津波として選定する。

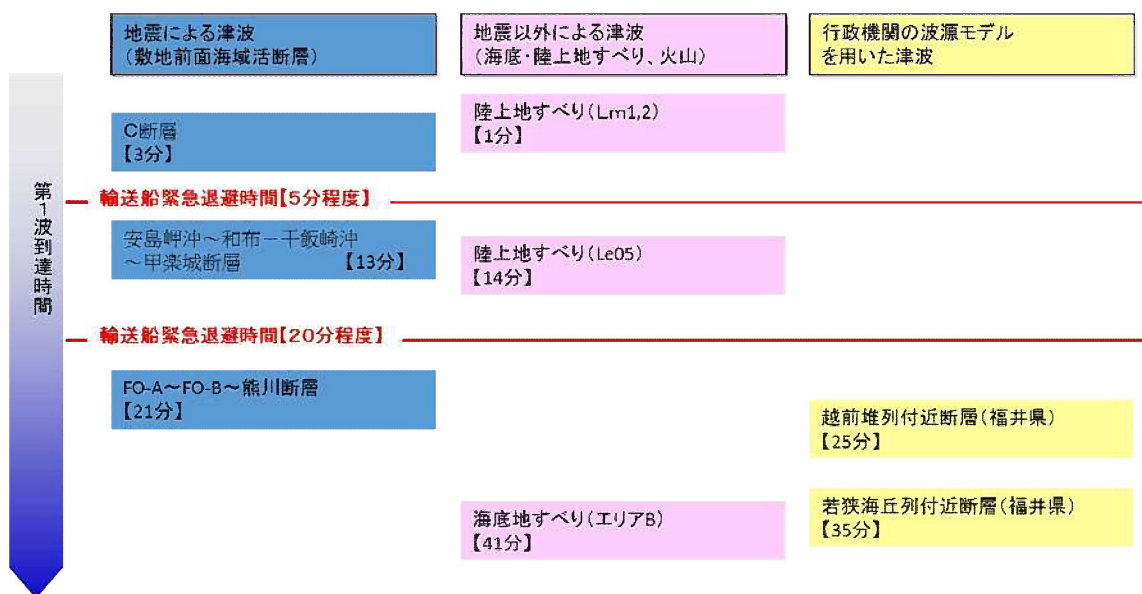


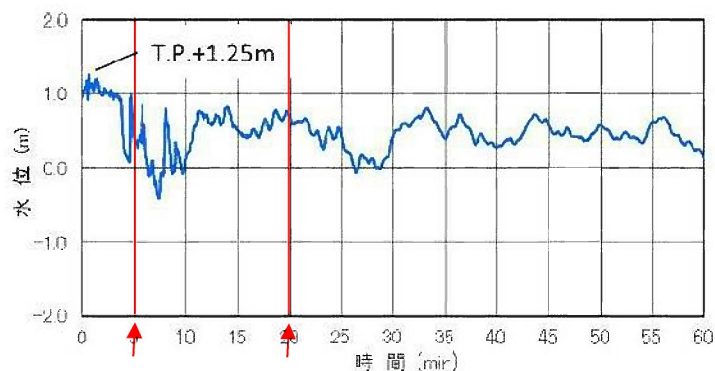
図-1 燃料等輸送船緊急退避時間と各波源による津波第一波到達時間の関係

(2) 津波高さ

a. 押し波

図-2 に、早く襲来すると評価している津波（押し波高さが大きいもの）の波形を示す。

早く襲来する津波（押し波高さが大きいもの）は、約1分後に第一波の最高点（T.P. +1.25m（期望平均満潮位 T.P. +0.48m を考慮済み））に達している。



輸送船緊急退避時間(5分程度) (20分程度)

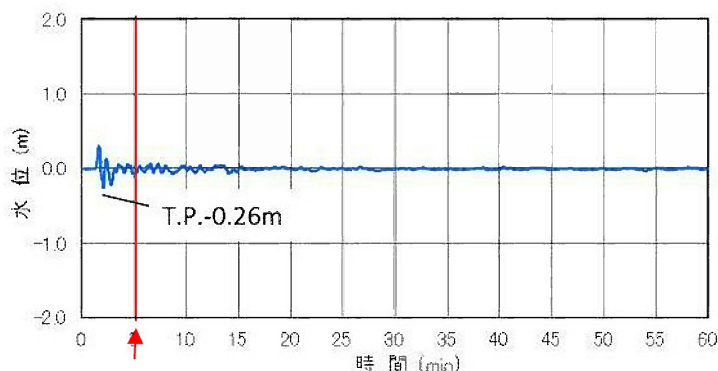
図-2 早く襲来する津波の波形（押し波高さが大きいもの）
（C断層-1,2号炉放水口前面-）

b. 引き波

図-3、4 に、早く襲来すると評価している津波（引き波高さが大きいもの）の波形を示す。

(a) 燃料等輸送船緊急退避時間5分程度の場合

早く襲来する津波（引き波高さが大きいもの）は、約2分後に第一波の引き波が到達（T.P. -0.26m（期望平均干潮位 T.P. -0.01m を考慮済み））している。

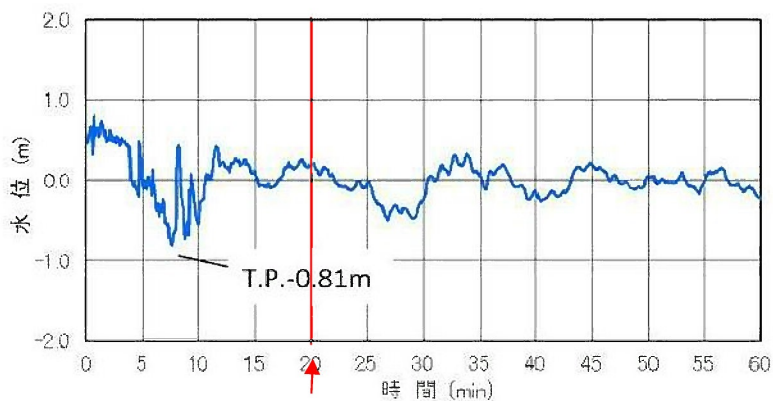


輸送船緊急退避時間(5分程度)

図-3 早く襲来する津波の波形（引き波高さが大きいもの）
（陸上地すべり Lm1,2 (Watts) -1,2号炉放水口前面-）

(b) 燃料等輸送船緊急退避時間 20 分程度の場合

早く襲来する津波（引き波高さが大きいもの）は、約 7 分後に第一波の引き波が到達（T.P. -0.81m（朔望平均干潮位 T.P. -0.01m を考慮済み））している。



輸送船緊急退避時間(20分程度)

図-4 早く襲来する津波の波形（引き波高さが大きいもの）
（C断層-1, 2号炉放水口前面-）

(3) 押し波（岸壁乗上げ評価）

押し波高さと喫水の関係を図-5 に示す。押し波高さの内訳は、以下のとおり。

・ 押し波高さ	: T. P. +1.25m
・ 潮位のバラツキ	: +0.15m
・ 美浜発電所と敦賀検潮所との潮位差	: +0.10m
(計)	: +1.50m

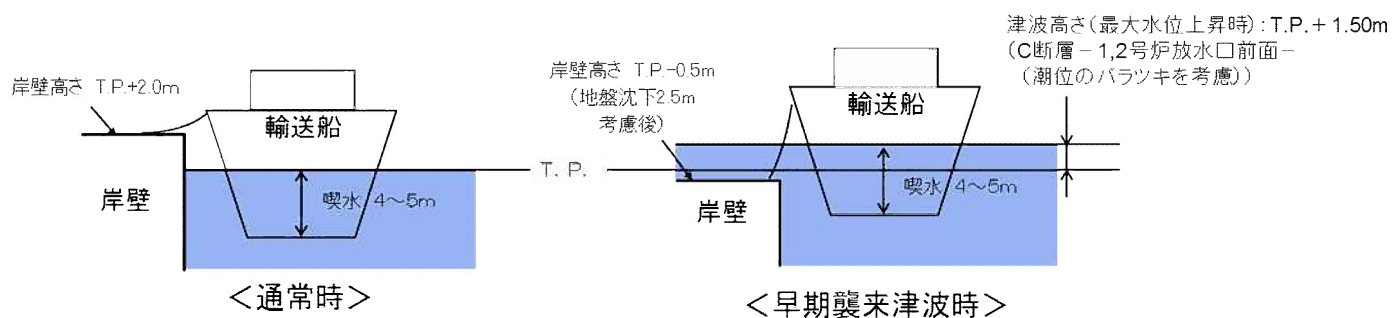


図-5 津波高さと喫水の関係

(その他)

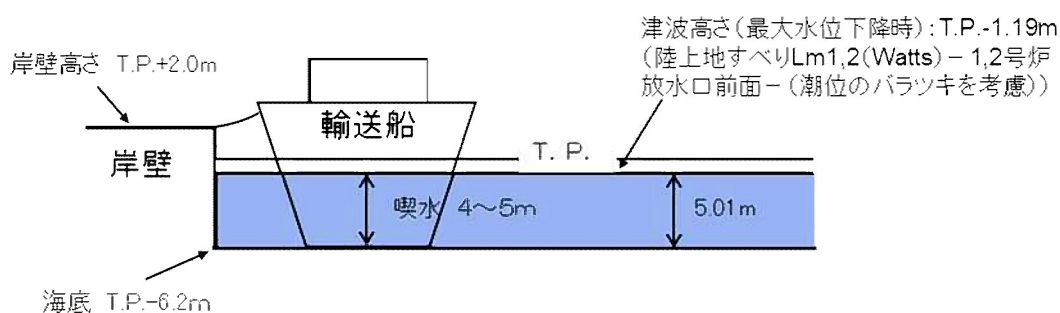
- ・ C断層による地盤隆起 (+77cm) は、岸壁が高くなる方向に寄与するため、保守的に考慮していない。
- ・ 地盤変状について、基準地震動 S_s による地盤沈下 (-2.5m) を考慮しても、輸送船は岸壁に乗り上がることはない。
- ・ なお、輸送船の喫水は、積載、バラスト水等で変動するが、積荷なしでも過去の実績からおおよそ 4m 以上である。

(4) 引き波（着底評価）

(a) 燃料等輸送船緊急退避時間 5 分程度の場合

引き波高さとの関係を図-6 に示す。引き波高さの内訳は、以下のとおり。

・ 引き波高さ	: T. P. -0.26m
・ 潮位のバラツキ	: -0.16m
・ 地盤隆起(77cm)	: -0.77m
(計)	: -1.19m



<早期襲来津波(引き波)時>

図-6 引き波と喫水の関係

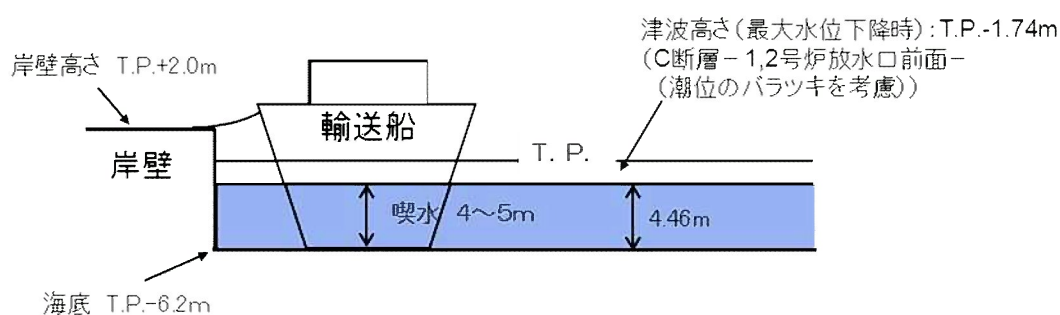
(その他)

- ・ 地盤変状は、海底との距離が大きくなる方向に寄与するため、保守的に考慮していない。

(b) 燃料等輸送船緊急退避時間 20 分程度の場合

引き波高さとの関係を図-7 に示す。引き波高さの内訳は、以下のとおり。

・ 引き波高さ	: T. P. -0.81m
・ 潮位のバラツキ	: -0.16m
・ 地盤隆起(77cm)	: -0.77m
(計)	: -1.74m



<早期襲来津波(引き波)時>

図-7 引き波と喫水の関係

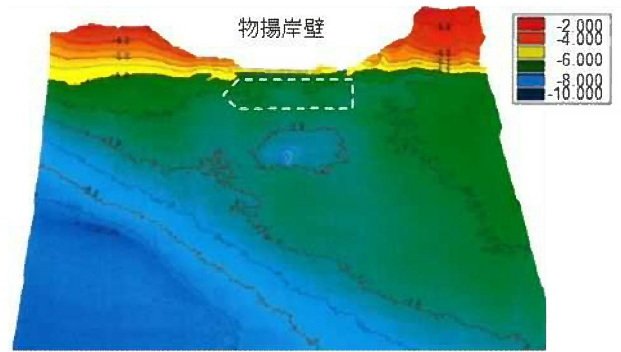
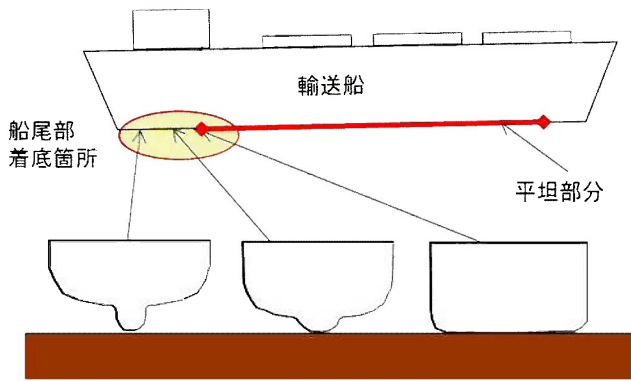
(その他)

- ・ 地盤変状は、海底との距離が大きくなる方向に寄与するため、保守的に考慮していない。
- ・ 初期の引き波時に一時的な着底があったとしても、十分な固縛力(係留力)をもって係留されていること、輸送船は二重船殻構造等、十分な船体強度を有しており、航行不能となるような破損が生じにくいことから、水位回復後に退避が可能であり、漂流物とはならない。

(5) 引き波（転覆評価）

早く襲来する津波のうち引き波高さが大きいものについて評価した結果、以下のことから輸送船は転覆することはない。

- ・輸送船は、着底していない場合、輸送船重量を浮力で支える（つりあう）ことで安定している。
- ・引き波時に輸送船は、図-7から、喫水が4.46mより深い場合、船首側と船尾側の喫水差（通常1m程度）を考慮すると、船尾部から船底が平坦である船尾部前方付近の範囲にかけて着底し、船首部は浮いている状態となる（仮に船尾部での着底状態が継続し輸送船が傾斜しても、船長約100mに対し船首尾間の喫水差が約1mで輸送船はほとんど水平状態であること、かつ、船底のほとんどが平坦であることから、船尾部および船尾部前方付近の船底が着底する）。
- ・輸送船は、着底している場合、水面下の体積が減少するため、着底していない時に比べ輸送船の浮力は、最大約700トン減少する（輸送船の重心位置は不変だが、浮心位置が下がる）。しかしながら、海底が船尾部着底箇所では輸送船重量の一部を支持するため、輸送船重量を、減少後の浮力と海底の支持力で支える（つりあう）ことから、輸送船は着底していないとき同様安定し、水流になびく状態となる。
- ・引き波時には図-8のとおり、船尾側から水流を受けることになるが、船体は船尾部着底箇所を支点に引き波の水流により船首部がなびき、水流と同じ方向（下流側）に船体（船首部）が向くと考えられ、輸送船は転覆することはない。
- ・なお、喫水深さが変わっても、輸送船着底時の浮力と海底の支持力の合力は変わらないことから、この転覆評価において、喫水深さは影響しない。



美浜発電所物揚岸壁前面海域深浅測量(H25.11測定)

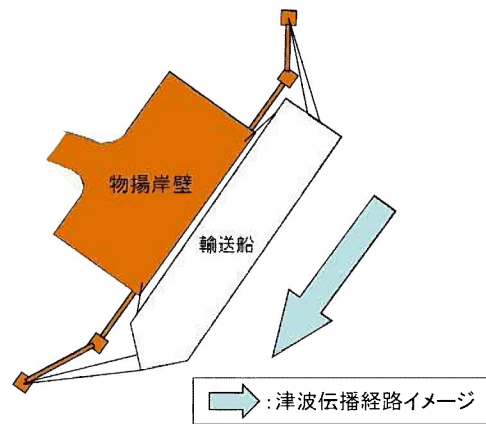
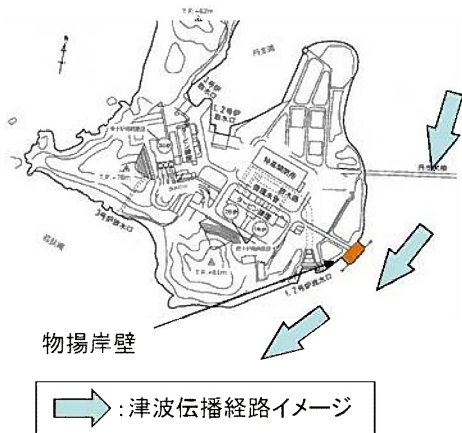
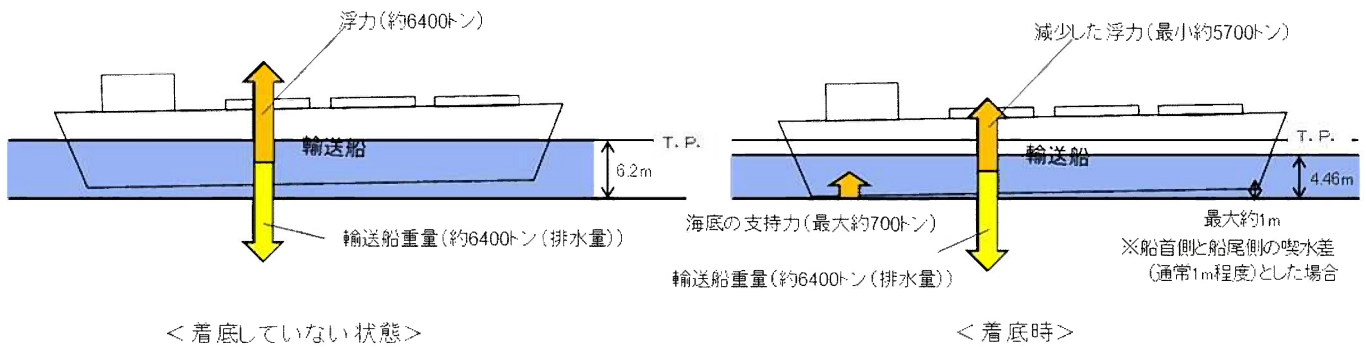


図-8 転覆評価のイメージ

3. 結論

朔望平均満潮位・干潮位等の保守的な条件を考慮し、極めて短時間に津波が襲来する場合でも、燃料等輸送船は、津波高さと同水位高さの関係から、岸壁に乗り上がることはなく、また、波源の異なる2つの引き波で、着底・座礁しないこと、一時的に着底したとしても転覆しないことから漂流物とはならない。

津波シミュレーションの初期条件として考慮する
地盤変状について

1. 敷地（陸域）の地盤変状について

津波シミュレーションの初期条件として、敷地（陸域）の地盤変状を反映するにあたり、図-1の岩盤の深度分布図を基に敷地の沈下量を推定する。各地点の地質調査で求めたN値より算出する相対密度を基に、Ishihara & Yoshimine (1992) ※1によるFL値と体積ひずみの関係（図-2）を参照して、考慮する体積ひずみを設定する。岩盤以浅の堆積層の層厚に、上記で設定する体積ひずみを乗じて沈下量を推定することとする。

※1: Ishihara, K. and Yoshimine, M. (1992) : Evaluation of Settlements in Sand Deposits Following Earthquakes, Soils and Foundations, Vol. 32, No. 1, pp. 173-188.

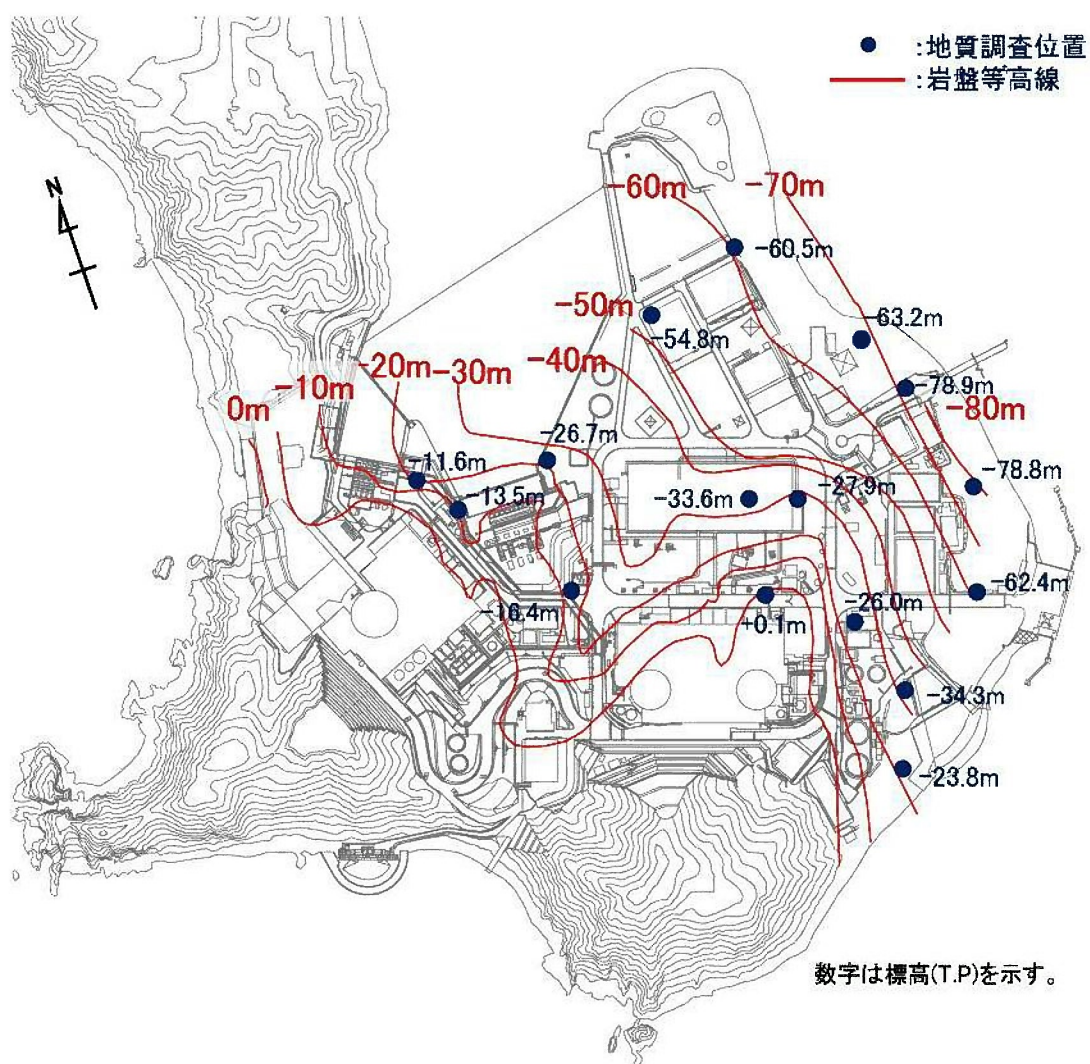


図-1 岩盤の深度分布図

相対密度については、各地点で過去に実施した地質調査結果のN値より、以下のMeyerhofの式を用いて算出する。各地点の地質調査位置図を図-3に示す。

$$D_{r0} = 21 \cdot \sqrt{\frac{N_0}{0.7 + \sigma_v' / 98}}$$

D_{r0} : 相対密度 (%)、 N_0 : 地質調査で求めたN値、 σ_v' : 有効上載圧 (kN/m²)

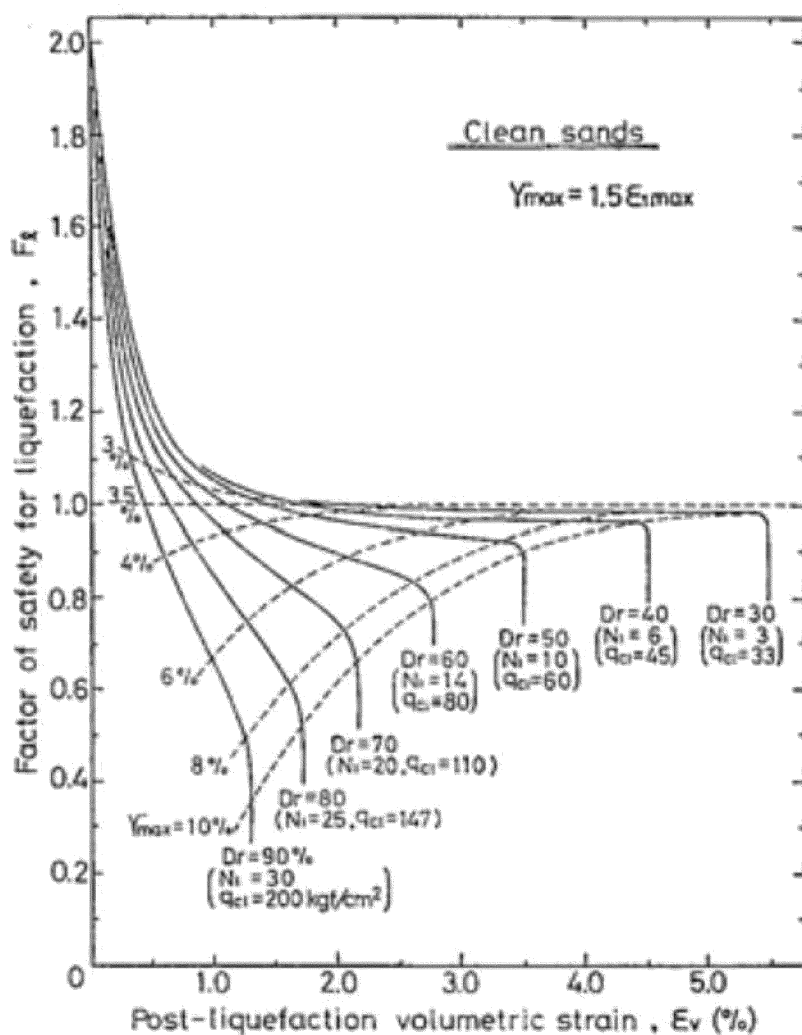


図-2 Ishihara & Yoshimine(1992)によるFL値と体積ひずみの関係

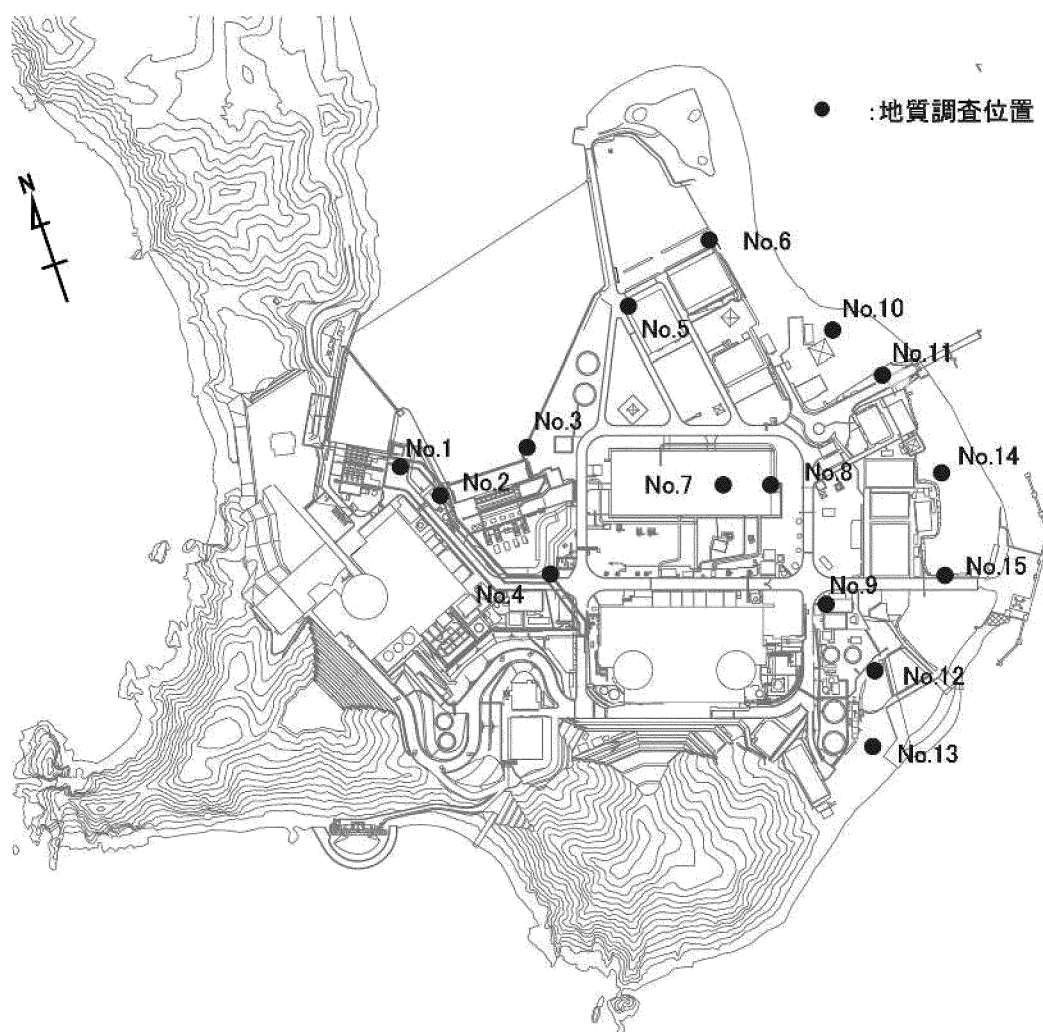


図-3 地質調査位置図

表-1 に各地質調査地点において岩盤より上層の堆積層のうち液状化層（玉石、粘土及びシルト層を除く）を対象として、N 値から各地点の相対密度の平均値を算出した結果を示す。なお、各地点の詳細な相対密度は、「参考-1 各調査地点における砂質土の深度別相対密度及びD級岩盤の換算N値 N_1 の計算結果」に示すこととする。

これより、各地点の相対密度の平均値は約 65%程度であり、最小値は約 57%である。以上の結果を用いて、図-2 を参照すると、各地点の平均相対密度が約 60%から約 80%の範囲であることから、体積ひずみは 2%~3%の範囲と考えられるが、保守的に 3%と設定する（図-4）。

表-1 地質調査結果より算出した各地点の相対密度の平均値

調査地点No.	相対密度の平均値(%)
No.1	73.9
No.2	60.0
No.3	69.6
No.4	63.0
No.5	65.9
No.6	62.9
No.7	60.7
No.8	59.4
No.9	73.4
No.10	57.6
No.11	58.9
No.12	60.0
No.13	79.8
No.14	67.2
No.15	73.0
平均	65.1
最小	57.6
最大	79.8

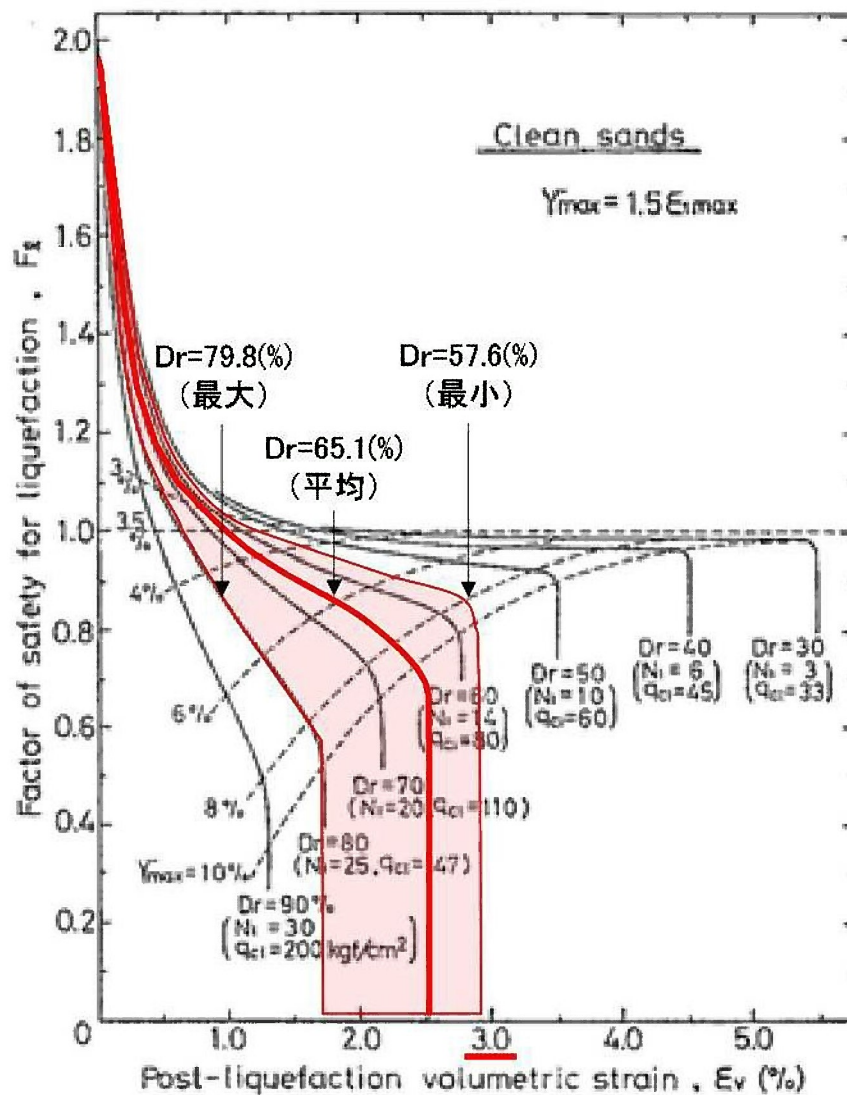


図-4 Ishihara & Yoshimine(1992)によるFL値と体積ひずみの関係に加筆

以上より、体積ひずみ 3%を考慮して、図-1 の岩盤の深度分布に基づいた各地点の堆積層厚より沈下量を推定する。体積ひずみ 3%については、「参考-2 体積ひずみ 3%の妥当性について」において、有効応力解析を用いて沈下量を算出することにより、その妥当性を確認することとする。なお、沈下量推定にあたっては保守的に全堆積層厚を考慮しており、推定式は以下の通りである。

$$\text{沈下量[m]} = \text{堆積層厚[m]} \times 3\% \text{ (体積ひずみ)}$$

※D 級岩盤の地盤変状については、「参考-3 D 級岩盤の液状化について」に示すとおり、D 級岩盤は液状化しないことを確認している。

堆積層の沈下量の設定方法は、図-5～図-7 に示す沈下量を 0.5m 毎に設定するケース及び沈下量を傾斜させて設定するケースについて、基準津波 1 の波源により、津波シミュレーションを実施し、保守的な設定となる沈下量を入力津波の条件とする。

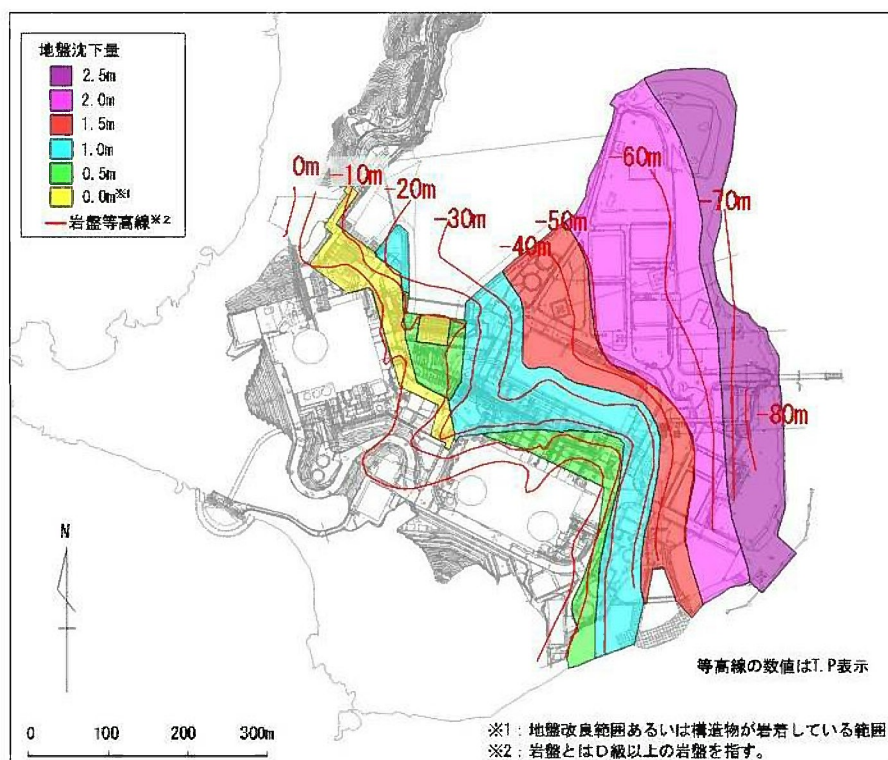


図-5 現地盤からの沈下量を 0.5m 毎に設定するケース

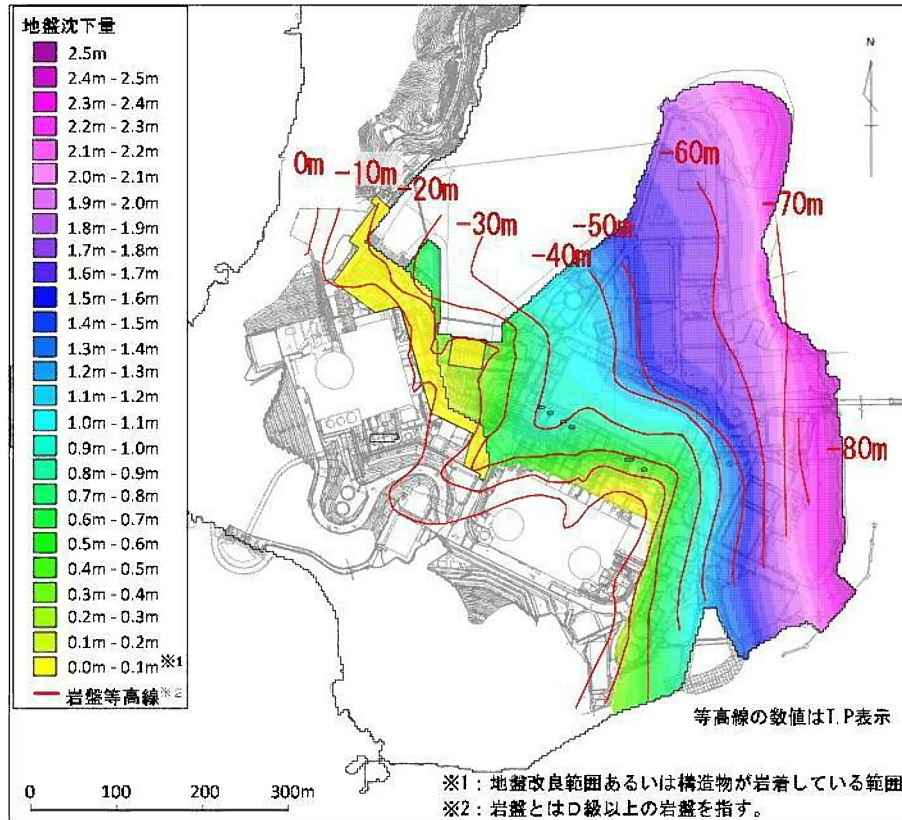


図-6 現地盤からの沈下量を傾斜させて設定するケース

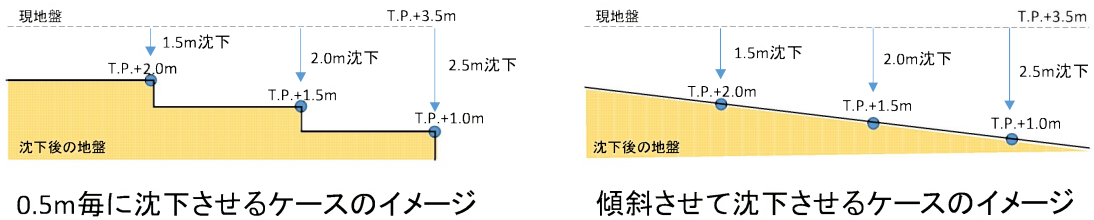


図-7 沈下量の設定ケースのイメージ

2. 海域の地盤変状について

2. 1 地震による地盤変状

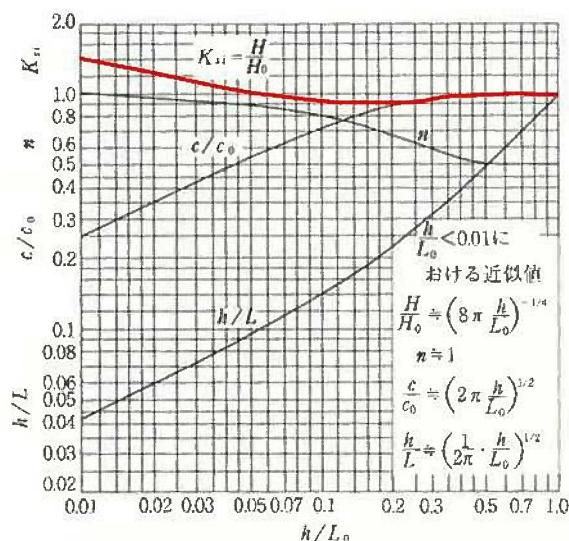
(1) 海域における液状化の発生について

海底地盤の地震時における液状化の発生については、海底敷設のガスパイプラインの設計において考慮する荷重条件として、地震時の液状化に伴う地盤変状が挙げられており※、海底地盤において液状化の発生が考慮されている構造物もあることから、入力津波の設定に当たって、海域の地盤変状による影響について検討する。

※「ガスパイプライン安全基準検討会報告，経済産業省」参照

(2) 海域における地盤変状の影響について

一般的に、浅海域においては水深が深くなれば、水位が低くなることから、通常の検討においては海域の液状化による海底面の沈下は考慮しない方が保守的となる（図-8）。



K_{si} : 浅水係数

H : 波高

H_0 : 沖波高

h : 水深

L_0 : 沖波波長

図-8 微小振幅波理論による波長、波速、浅水係数の算定図表
(水理公式集 P458)

一方、美浜発電所周辺の海底地形は、以下の特徴（図-9 参照）を有することから、海域の地盤変状は、美浜発電所周辺における津波水位に影響を及ぼすと考えられるため、海域の地盤変状による入力津波への影響について評価する。

- ・ 丹生大橋付近が周辺の海域（丹生湾内や丹生湾口から外海側）に比べて特に水深が浅く、丹生湾内への津波の流入を抑制している可能性がある。
- ・ 堆積層が比較的厚く分布している。

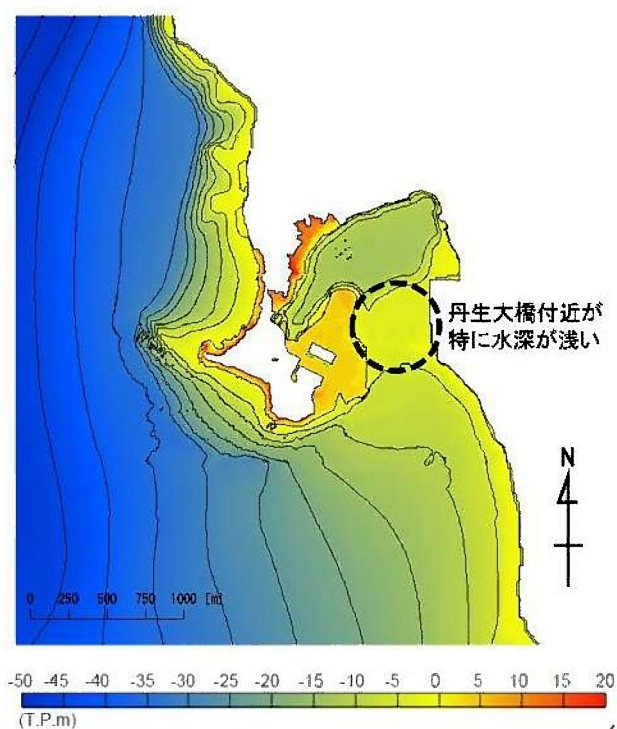


図-9 美浜発電所周辺海底地形図

(3) 海域の地盤変状の設定条件（範囲、沈下量）について

a. 地盤変状範囲の設定

丹生湾内への津波の流入が水位に及ぼす影響を評価するため、丹生湾内の地盤変状を考慮する。丹生湾外側については、丹生湾南側と丹生湾西側のそれぞれに対して、地盤変状の対象範囲を設定する。

(a) 丹生湾南側

丹生大橋付近の浅海域における丹生湾内への津波の流入に対する影響を評価するため、津波の流入方向に対して海底地盤面が凸形状を示す範囲（南側浅海域）を地盤変状の対象範囲とする（図-10）。

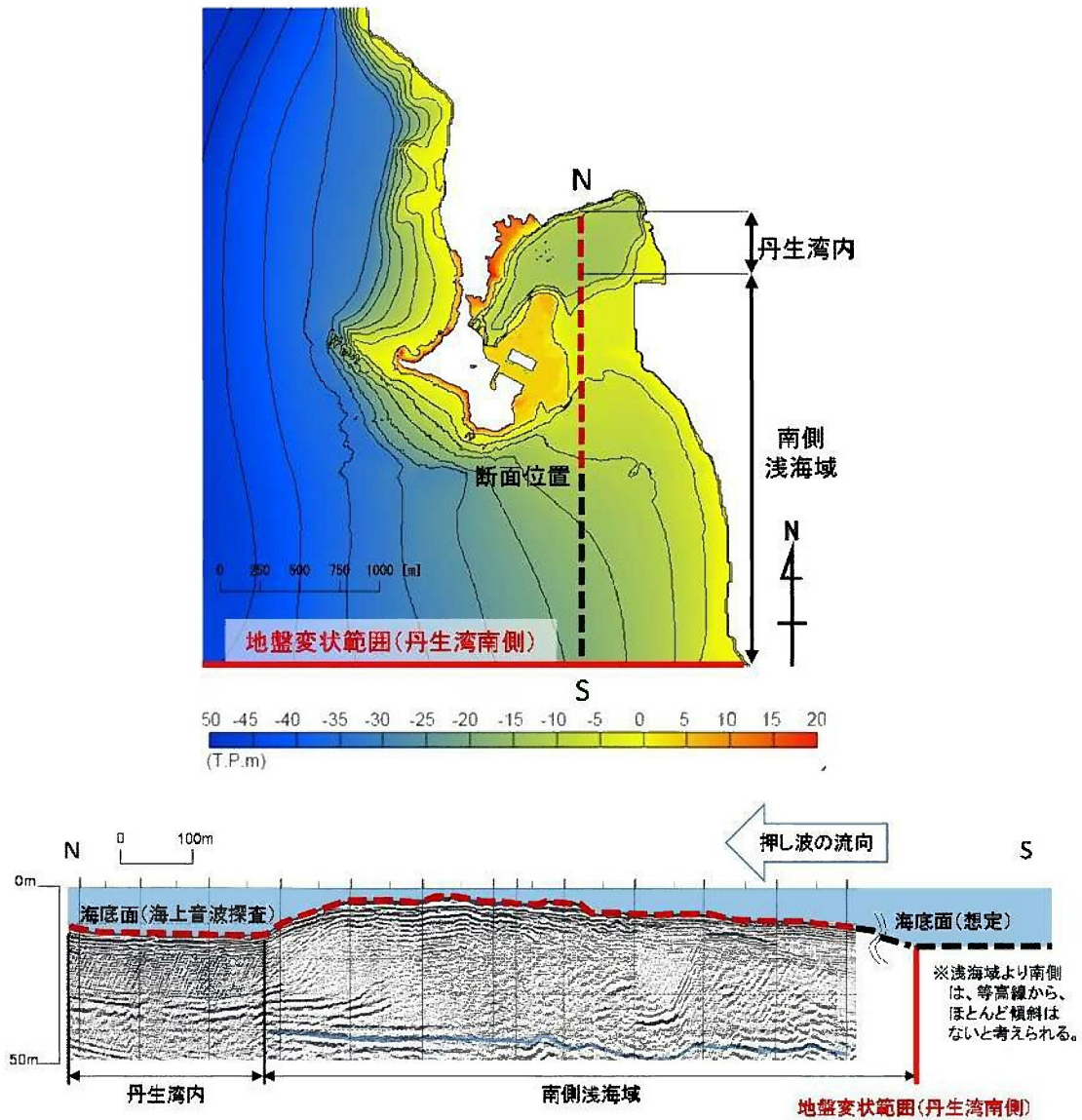


図-10 丹生湾南側の地盤変状範囲

(b) 丹生湾西側

丹生湾南側と同様の観点から、津波の流入方向に対して海底地盤面が凸形状を示す範囲（西側浅海域）を地盤変状の対象範囲とする（図-11）。

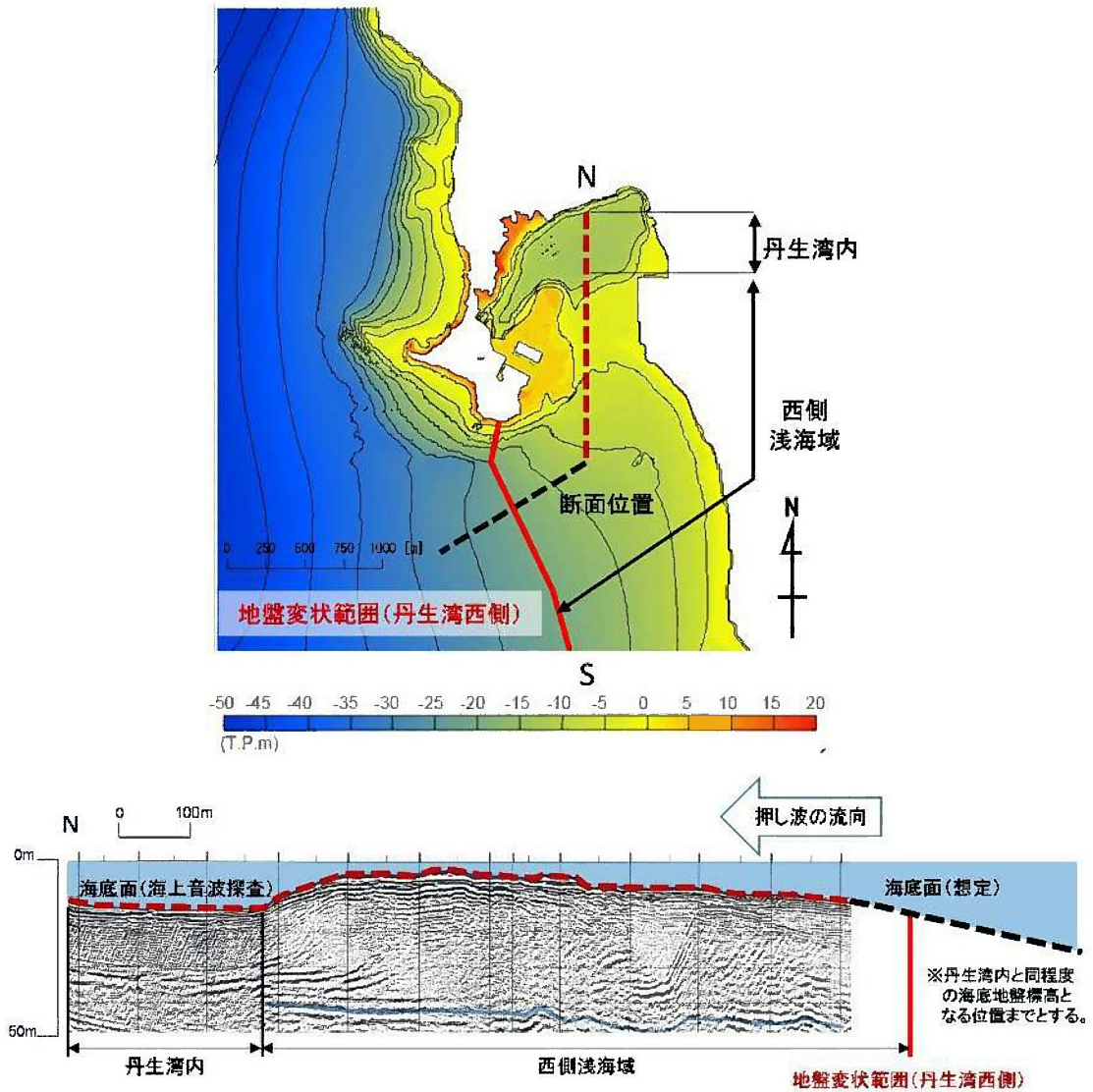


図-11 丹生湾西側の地盤変状範囲

「(a) 丹生湾南側」及び「(b) 丹生湾西側」より、図-12に示す海域の地盤変状範囲に対して地盤変状を考慮する。

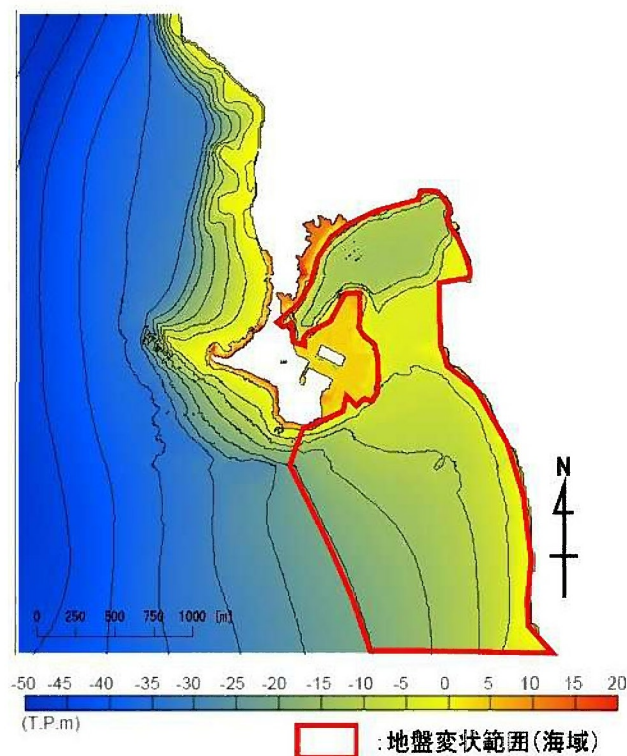


図-12 海域の地盤変状範囲

b. 地盤変状量（沈下量）の設定

津波シミュレーションを実施する上での初期条件として、海域の地盤変状を反映するにあたり、図-13の海上音波探査及びボーリング調査の結果を基に海域の沈下量を推定する。海域で考慮する体積ひずみは、陸域の結果より各地点の地質調査で求めたN値より算出する相対密度を基に、Ishihara & Yoshimine(1992)によるFL値と体積ひずみの関係を参照して設定する。海底面から岩盤以浅の堆積層の層厚に、上記で設定する体積ひずみを乗じて沈下量を推定することとする。なお、体積ひずみを乗じる堆積層の層厚は、海上音波探査及びボーリング調査の結果から岩盤ラインまでの粘土層等を除く堆積層とし、対象範囲を一様に50mとする。よって、沈下量は体積ひずみ3%から、1.5m(=50m×3%)沈下するものと推定する。

丹生湾の海上音波探査の結果:G測線深度断面とボーリング柱状図との比較

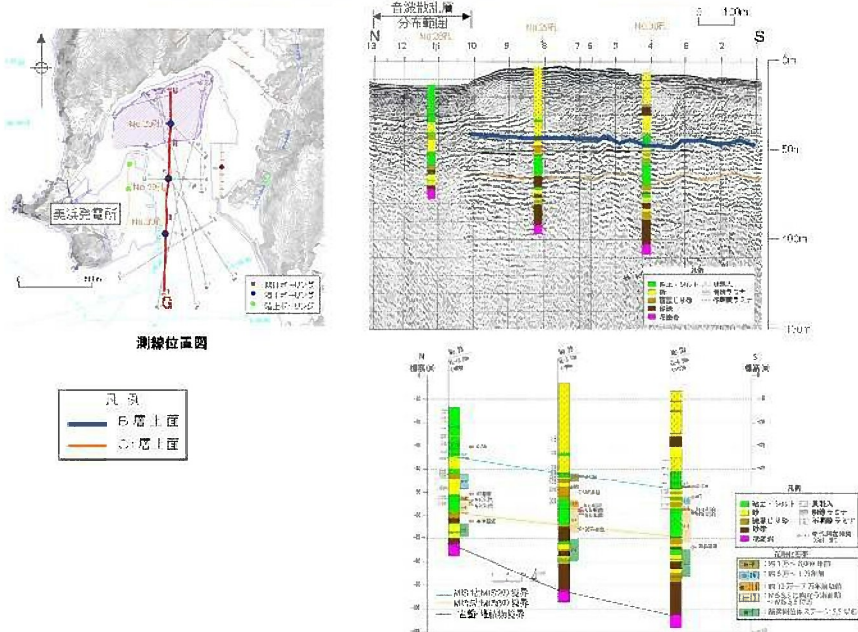


図-13 海上音波探査及びボーリング調査の結果 (1/2)

丹生湾の海上音波探査の結果:J測線深度断面とボーリング柱状図との比較

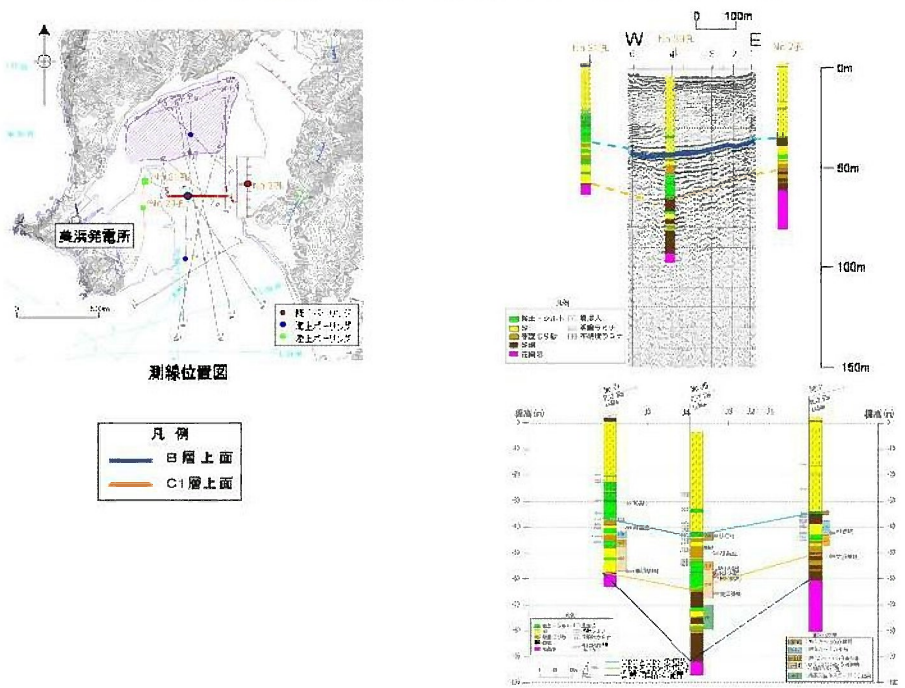


図-13 海上音波探査及びボーリング調査の結果 (2/2)

2. 2 津波による地盤変状

2. 2. 1 丹生大橋橋脚周りの局所洗掘について

(1) 丹生大橋橋脚周りの局所洗掘の発生について

河川に架かる橋梁を対象として、橋脚周辺における局所的な流れの集中により、橋脚周りの局所洗掘が発生することが確認されている※。美浜発電所周辺には丹生大橋があり、津波襲来時には、地形の特徴から丹生大橋橋脚周り（以下、橋脚とは丹生大橋を対象とする）は津波の流れによる影響により、河川に架かる橋梁と同様に、橋脚周りの局所洗掘が発生する可能性がある。

よって、入力津波の設定に当たって、津波による海域の地盤変状として橋脚周りの局所洗掘の影響について検討する。

※「水理公式集[平成11年版]、土木学会」など

(2) 海底の土質性状について

当社が実施した昭和38年丹生湾底質調査結果より、丹生大橋付近の海底には、転石を含む礫（粒径2mm以上）が分布していることが分かる（図-14）。礫は、砂などと比較して洗掘されにくいと考えられるが、丹生大橋付近は特に水深が浅く、周辺海域よりも流速が大きくなる傾向であることから、洗掘の可能性があり、その影響を確認する。

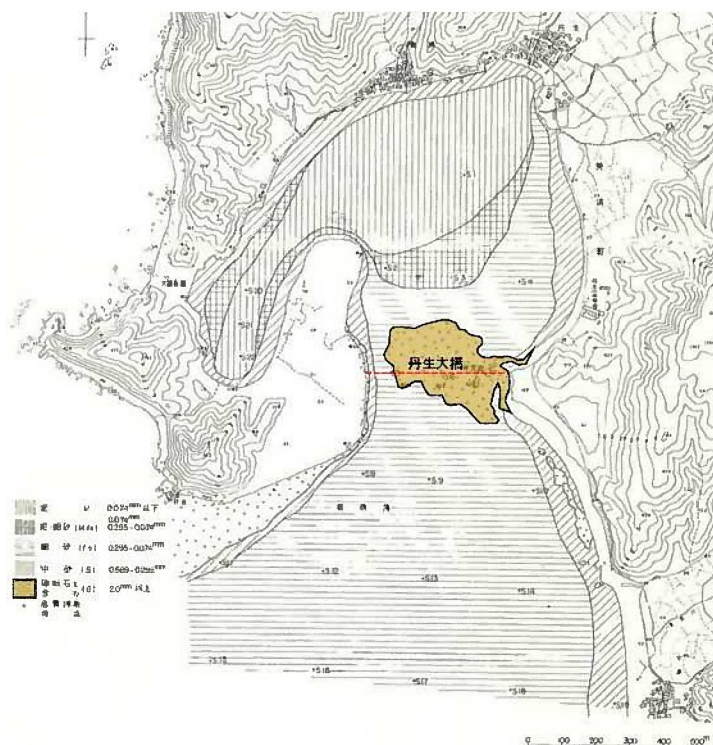


図-14 丹生湾底質分布図

(3) 洗掘深及び洗掘範囲について

a. 洗掘深について

津波による橋脚周りの局所洗掘について、以下に示す土研式(1982)※を用いて、洗掘深及び洗掘範囲を推定する。土研式(1982)は、3つのパラメータ(h_0/D , h_0/d_m , Fr)を用いて、図-15の関係から、最大洗掘深 Z を算定する。

※「河川を横過する橋梁に関する計画の手引き(案)平成21年7月、(財)国土技術研究センター」(以下「河川橋梁計画手引き」という)参照

$$\text{土研式(1982)}: \frac{Z}{D} = f\left(\frac{h_0}{D}, \frac{h_0}{d_m}, Fr\right)$$

Z : 最大洗掘深

D : 橋脚幅

h_0 : 平均水深

d_m : 平均粒径

Fr : フルード数

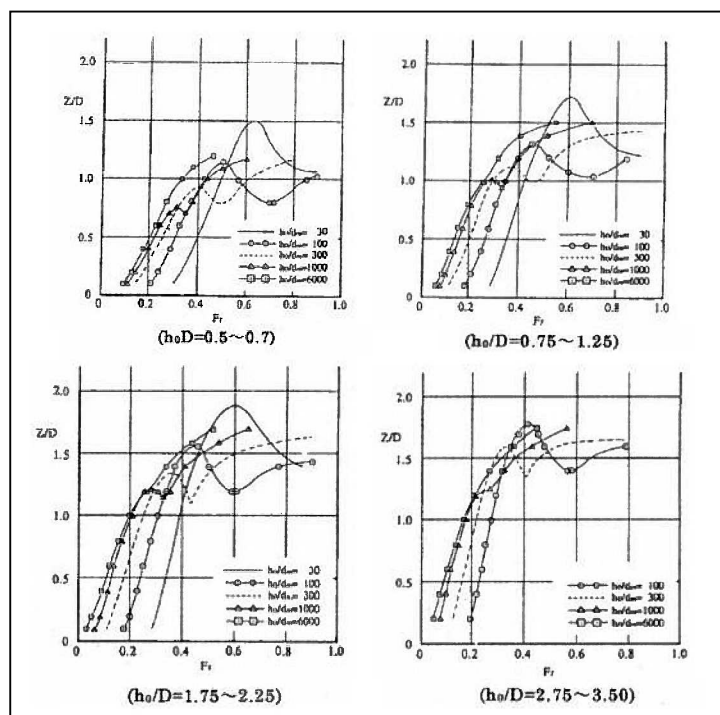


図-15 洗掘深推定図 ($Fr \sim Z/D$ と h_0/d_m の関係)

土研式（1982）に用いるパラメータを表-2に示す。平均水深及びフルード数は、丹生大橋付近の評価点（図-16）における津波シミュレーション結果（基準津波1）の最大値を用いる。

表-2 土研式（1982）に用いるパラメータ

項目	パラメータ
平均水深 h_0	7.7m
橋脚幅 D	6.0m
平均粒径 d_m	$2.0 \times 10^{-3}m^*$
フルード数 Fr	0.33
h_0/D	1.28
h_0/d_m	3850

※ 図-14より、海底には礫（2mm以上）が分布していることから、保守的に礫の粒径の下限値である2mm（ $2.0 \times 10^{-3}m$ ）とする。

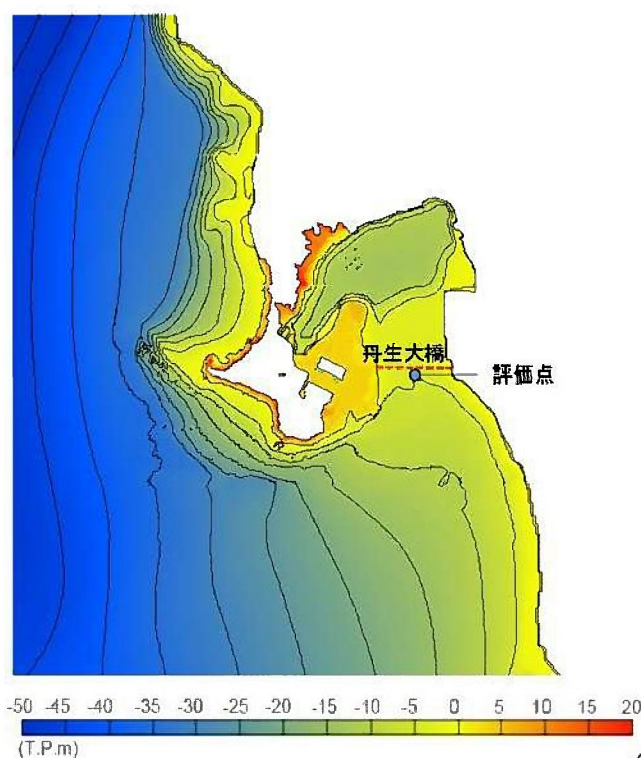


図-16 土研式（1982）に用いるパラメータの評価点

表-2 に示すパラメータと図-15 の洗掘深推定図から、無次元洗掘深 $Z/D=1.2$ であり、最大洗掘深 $Z=7.2\text{m}$ となる (図-17)。

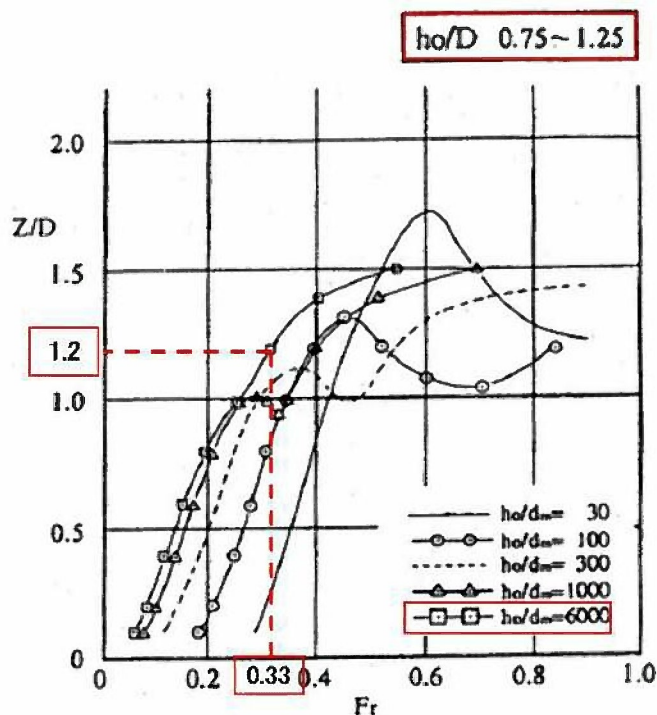


図-17 無次元洗掘深 Z/D

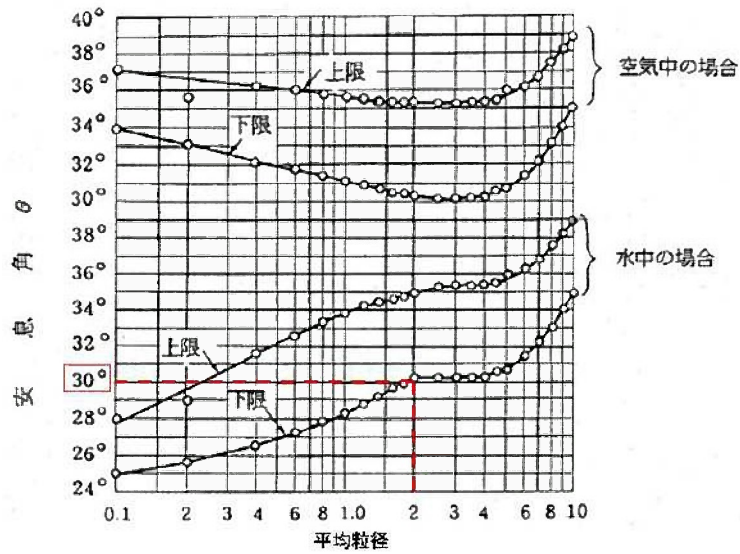
b. 洗掘範囲について

洗掘範囲は、最大洗掘深と水中安息角から下式のとおり推定される(「河川橋梁計画手引き」参照)。なお、水中安息角は図-18 に示す安息角と平均粒径の関係から定める。

図-18 より、水中安息角 $\theta=30^\circ$ であることから、洗掘範囲 $R=12.5\text{m}$ となる。

$$\text{洗掘範囲の推定式} : R = \frac{Z}{\tan \theta}$$

- R : 洗掘範囲
- Z : 最大洗掘深
- θ : 水中安息角



※洗掘範囲の保守性から、下限値とする。

図-18 安息角と平均粒径の関係

(4) 橋脚周りの局所洗掘による影響について

「(3) 洗掘深及び洗掘範囲について」にて推定した洗掘深及び洗掘範囲を用いて、橋脚周りで局所洗掘が発生した際の地盤変状のイメージを図-19に示す。

橋脚周りの局所洗掘は、浅海域のごく一部に限定され、海底地形の特徴は変わらないことから、津波水位に影響を与えることはないと考えられる。

よって、橋脚周りの局所洗掘については入力津波の評価において考慮しない。

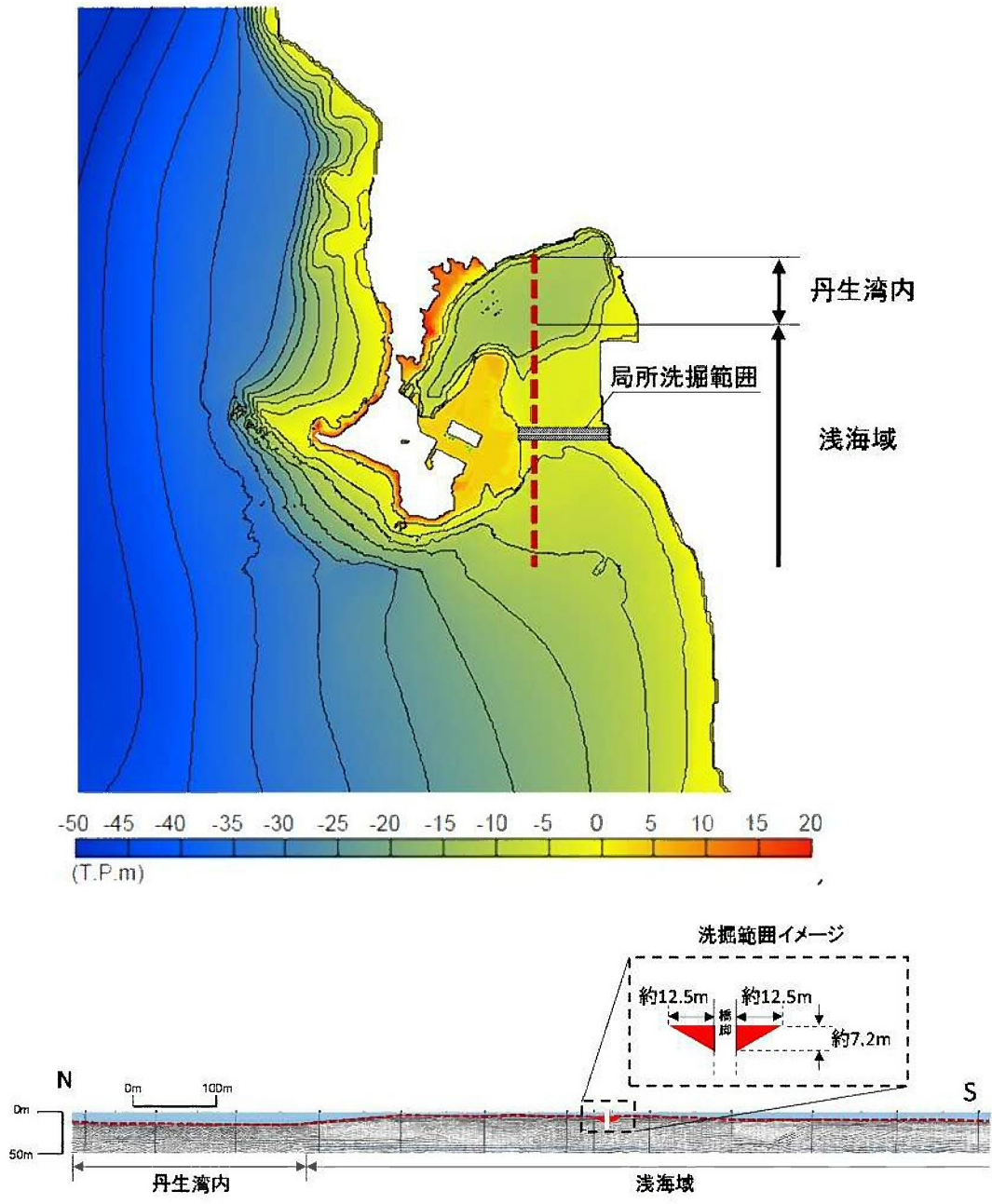


図-19 橋脚周りの局所洗掘イメージ

2. 2. 2 浅海域の洗掘について

(1) 浅海域の洗掘の発生について

津波シミュレーション結果（施設評価書 2.5 「d. 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）より、丹生湾外から襲来した津波が丹生湾口付近の浅海域を通過する際、流速が比較的大きくなる傾向であり、その影響により、浅海域において砂移動に伴う洗掘が発生することが確認されている（図-20 参照）。

よって、入力津波の設定に当たって、津波に伴う浅海域の洗掘による影響について検討する。

(2) 浅海域の洗掘による影響について

基準津波による砂移動評価では、丹生大橋付近の幅 500m 程度において深さ 0.5m~3m 程度の洗掘が発生する結果であるが、全ての陸域境界を完全反射条件とすることで丹生大橋付近の流速を保守的に設定したり、丹生大橋付近の礫の粒径（2mm 以上）ではなく 3 号炉取水口前周辺における試料の粒径（平均粒径 0.3mm 程度）を計算領域全体に用いて、より砂が巻き上がりやすい設定とするなど、海水ポンプに対する砂移動の影響を保守的に評価する条件としていることから、丹生大橋付近の洗掘量は非常に保守的な値であり、実際にはより小さい洗掘量であると考えられる。

さらに、津波襲来時の丹生湾入口付近の砂の移動に伴う海底地形の時刻歴変化を確認すると、津波の最高水位が現れる時間（地震発生後 50~60 分後）の丹生湾入口付近の浅海域の地形変化量は概ね数 cm 程度の洗掘であることから、海底地形の特徴は変わらない（図-20、21 参照）。地震発生後 50~60 分を過ぎたあとは、洗掘量が徐々に大きくなるが、津波は減衰し、水位は低くなる傾向にあることから、最大水位を超えることは考えにくい。なお、防潮堤等の設計を行う際は、高潮潮位を考慮したり、津波高さに安全率を考慮するなど、保守的な評価を行っている。

よって、浅海域の洗掘については、入力津波の評価において考慮しない。

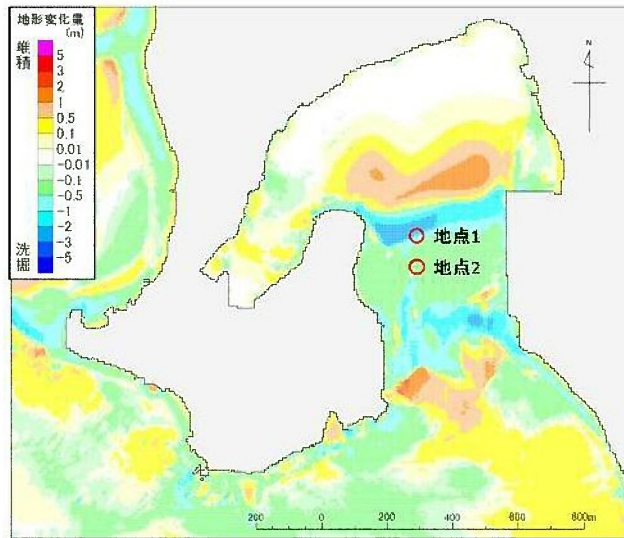
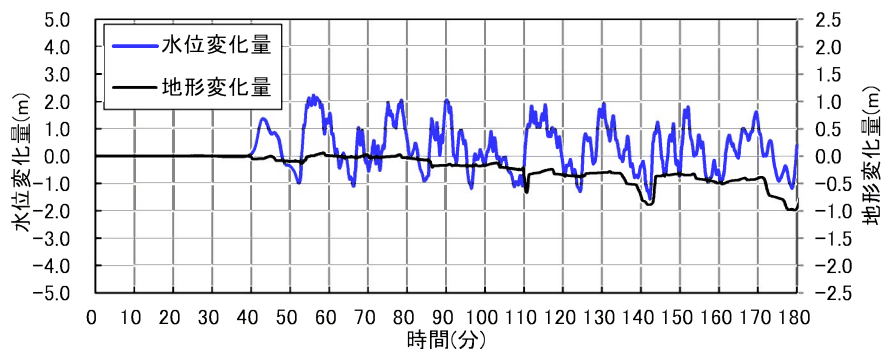
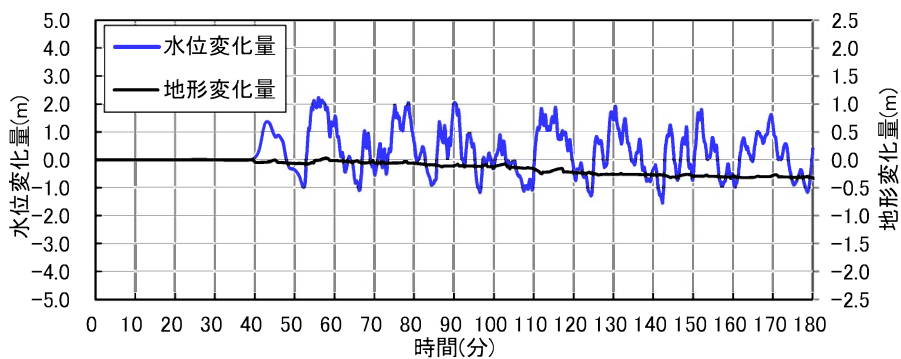


図-20 水位変化量と地形変化量の評価地点



(a) 地点 1



(b) 地点 2

図-21 基準津波 2 による地形変化量（高橋ほか(1999)の手法）と 3号炉取水口前の水位変化量の時刻歴

3. 津波シミュレーションの初期条件として考慮する地盤変状

「1. 敷地（陸域）の地盤変状について」及び「2. 海域の地盤変状について」に示す条件に基づき実施した津波シミュレーションの結果を表-2 に示す。表-2 より、「陸域・海域沈下有（傾斜）」のケースが保守的であることから、津波シミュレーションの初期条件として考慮する地盤変状として、「陸域・海域沈下有（傾斜）」のケースを考慮することとする。

表-2 評価点における水位比較

	3号取水口前	防潮堤（内陸側）
陸域・海域沈下有 （50cm 毎）	T. P. +3. 53m	T. P. +3. 55m
陸域・海域沈下有 （傾斜）	T. P. +3. 58m	T. P. +3. 63m

※施設評価書「1. 4. 1 各種条件設定による入力津波への影響評価方法」に示す、影響評価の検討ケースのうちケース4を用いた水位比較結果である。

4. 地震時の周辺斜面の地すべりについて

地震に起因する地盤の変状のうち、遡上域周辺において、崩壊した場合に津波の遡上に影響を及ぼす可能性のある斜面の抽出、及び斜面の崩壊が津波の遡上に及ぼす影響について評価する。

(1) 周辺斜面の抽出

検討対象とする敷地周辺斜面として、基準津波の策定において評価を実施した陸上地すべり（図-22）のうち、崩壊した場合に津波の伝播経路特性に影響を与える可能性のあるものとして、敷地に最も近いLm1,2を抽出する。なお、弁天崎周辺は、急傾斜地が海に面しており崩壊のおそれがあるが、発電所から距離があり、津波の伝播経路特性に影響を与える可能性のあるものとして抽出しない。

また、図-23に示す取放水口に近い斜面として3号炉取水口、3号炉放水口、1、2号炉放水口周辺斜面及び丹生湾内の斜面についても崩壊による津波の遡上に及ぼす影響を評価する。



図-22 基準津波策定において評価対象とした陸上地すべり

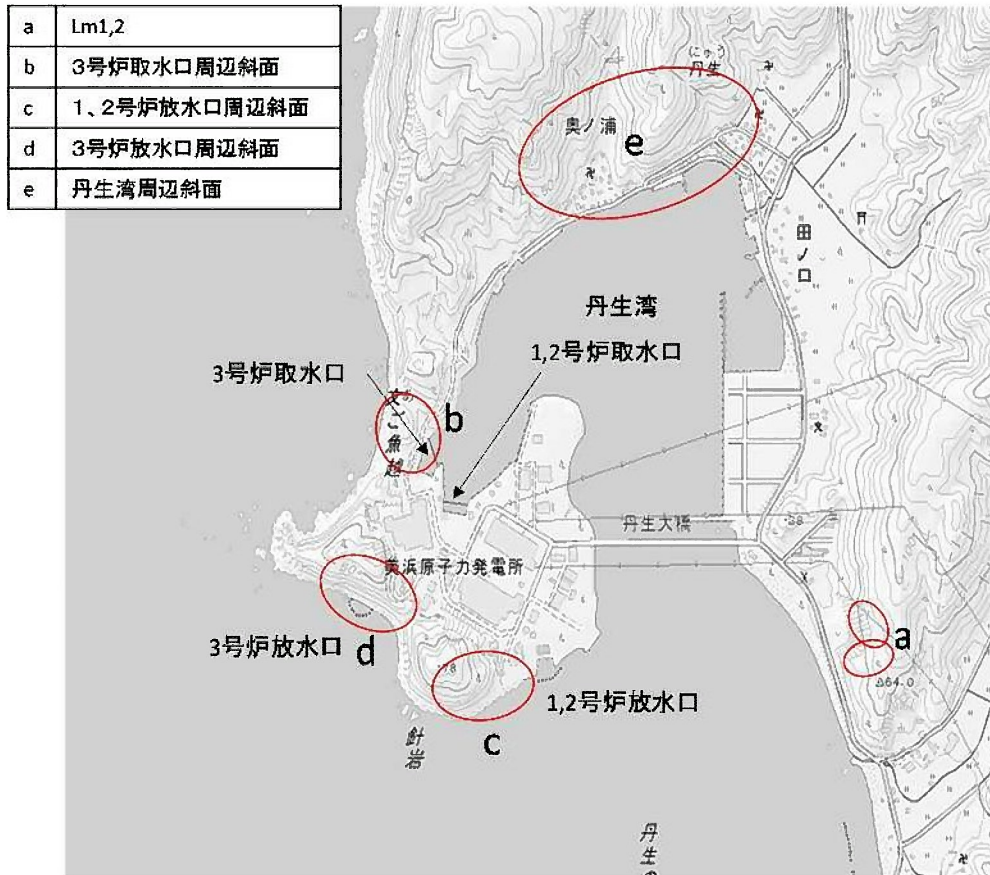


図-23 取放水口に近い斜面位置図

(2) 斜面崩壊による津波遡上の影響評価

a. 陸上の斜面崩壊（地すべり）に起因する津波評価に関係する斜面（Lm1, 2）

Lm1, 2 の想定地すべり崩壊範囲を図-24 に、想定崩壊部断面図を図-25 に示す。

土砂崩壊シミュレーションの結果より海面に突入する土砂の想定堆積範囲を図-26 に示す。崩壊土砂の堆積位置は、図-27 に示す丹生湾の外側で丹生大橋南側の位置となる。

丹生湾内への遡上に影響を与える可能性については、崩壊土砂の堆積範囲が丹生大橋下の栈橋の長さを越えないため、津波シミュレーションの入力津波選定過程で実施した丹生大橋下の栈橋の有無による影響を検討したケースに包含されると評価する。

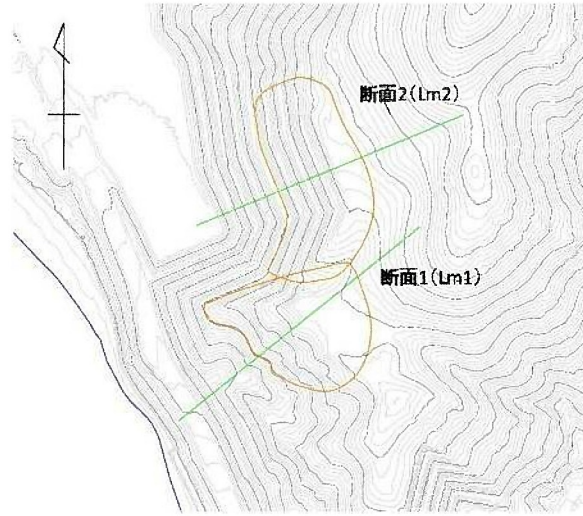


図-24 想定崩壊範囲

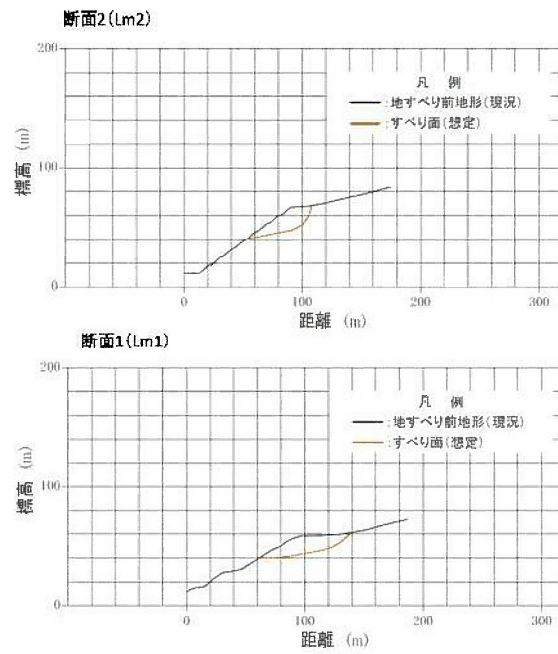


図-25 想定崩壊部断面図

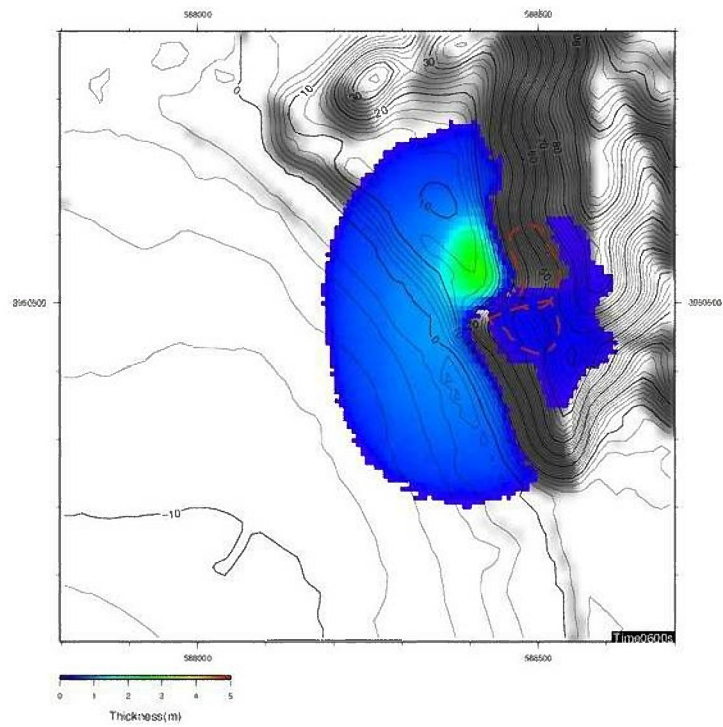


図-26 土砂崩壊シミュレーション結果



出典：国土交通省国土地理院「地図・空中写真閲覧サービス」（国土地理院，2013年撮影）

図-27 想定崩壊土砂影響範囲図

b. 3号炉取水口周辺斜面

3号炉取水口周辺斜面として北側斜面について、耐震重要施設である防潮堤の周辺斜面として評価を行っており、崩壊した場合に3号炉取水口に向かう津波の遡上に影響を及ぼす可能性があることから、評価斜面とする。

位置図を図-28に、断面図を図-29に示す。斜面崩壊が生じたとしても、斜面の法尻から3号炉取水口までの斜面高さの約2倍の離隔距離が確保されており、3号炉取水口に影響を及ぼさないため、津波の遡上に影響を及ぼさない。



図-28 位置図

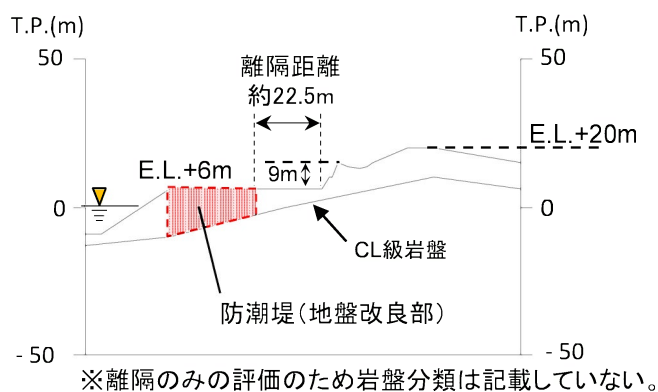


図-29 a-a 断面図

c. 1、2号炉放水口周辺斜面

1、2号炉放水口からの津波の遡上経路は、1、2号炉放水口から1、2号炉放水路、放水ピットを通じて敷地につながり、斜面崩壊による放水口への土砂流入による津波の遡上に影響を及ぼす可能性がある。よって、1、2号炉放水口の周辺斜面について、1、2号炉放水口に近接する南西斜面を評価斜面とする。

位置図を図-30に、断面図を図-31に示す。放水口側へ向かう斜面は、基準津波策定における、敷地に影響を及ぼす規模の津波を引き起こす岩盤崩壊の可能性検討に基づき、傾斜(60°以上)かつ比高(20m以上)を指標として評価すると、約26°と傾斜が緩いことから大規模な崩壊を起こす可能性のある斜面には該当しない。また、斜面の法尻から放水口までの斜面高さの約2倍の離隔距離が確保されており、斜面崩壊が生じたとしても放水口に影響を及ぼさない。よって1、2号炉放水口への津波の遡上に影響を及ぼさない。

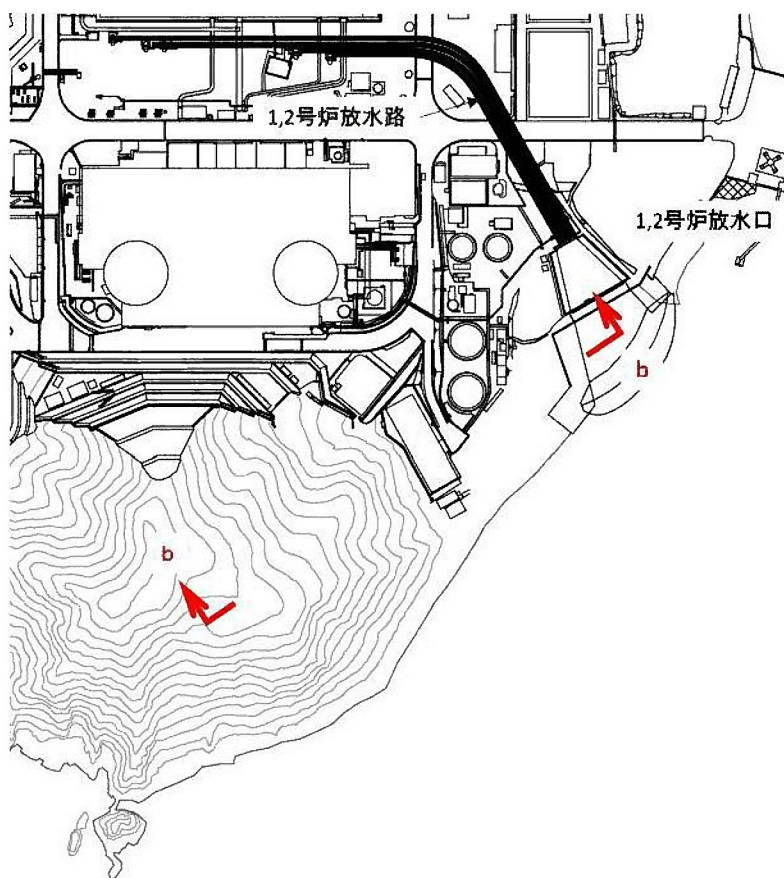


図-30 位置図

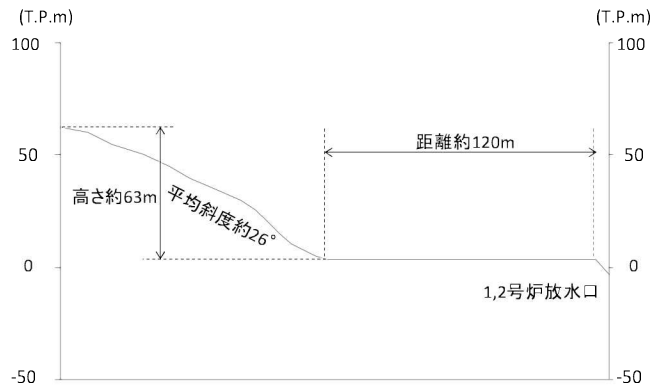


図-31 b-b 断面図

d. 3号炉放水口周辺斜面

3号炉放水路は、海水管の戻り管及び循環水管が接続し、建屋から地中埋設され、放水路トンネル、放水口へつながっており、津波の流入経路とならない。

また、3号炉放水口は図-32 に示すとおり外海に配置されているうえに、背後がすぐに斜面となり、主要設備のある敷地と山を隔てていることから、周辺斜面が崩壊し、放水口側に土砂が堆積したとしても、敷地側への津波の遡上に影響を及ぼすことはない。

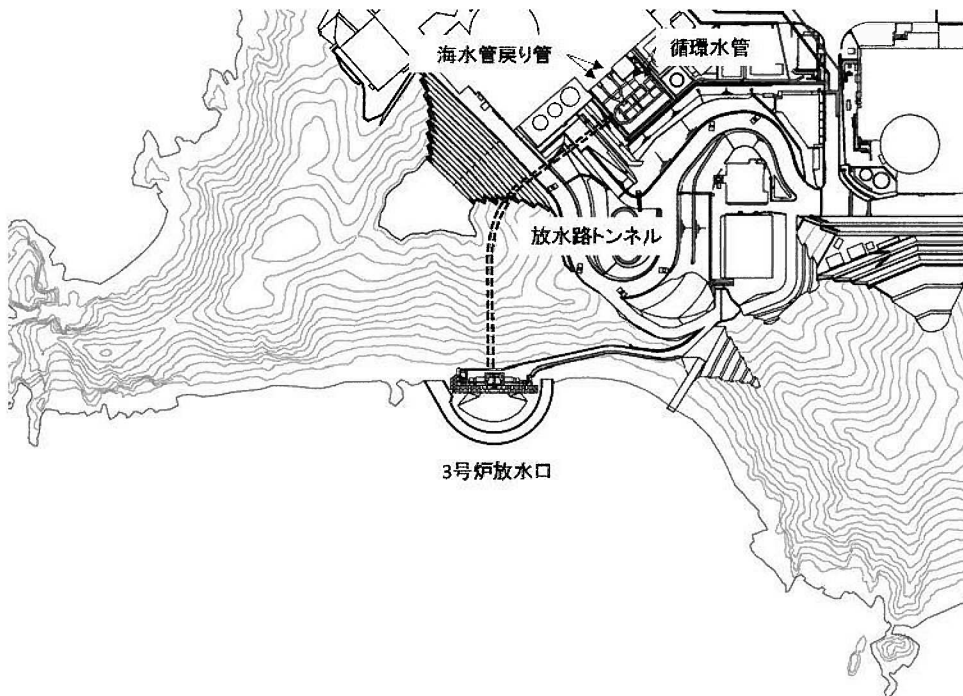


図-32 位置図

e. 丹生湾周辺斜面

丹生湾の周辺斜面には、防災科研地すべり地形分布図データベースの地すべり地形は示されていないが、丹生地区に急傾斜斜面があることから、評価斜面とする。

位置図を図-33に示す。また、傾斜 60° 以上となる箇所のピクセル分布を図-34に示す。

これによると、斜面の法尻付近に急傾斜となる箇所が分布しているものの、斜面は法面对策が施されていることから、大規模な崩壊は生じないと考えられる。また、斜面崩壊が生じたとしても、斜面の法尻から海岸線までの離隔距離が約 40m 程度確保されており、地盤変状が生じるような土砂が、海岸線まで到達することはないため、津波の遡上に影響を及ぼさない。



図-33 位置図

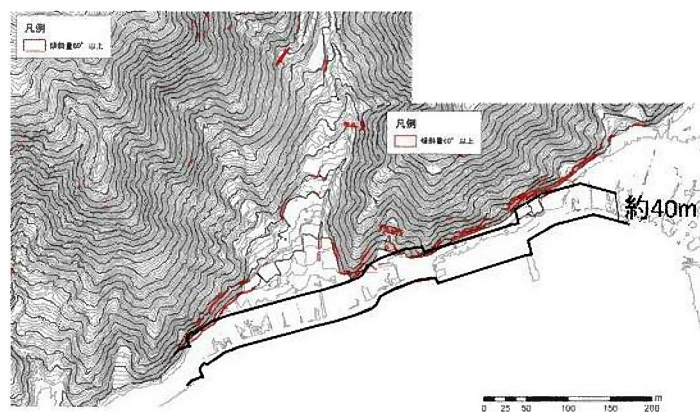


図-34 急傾斜箇所（傾斜 60° 以上）のピクセル分布図

(参考-1) 各調査地点における砂質土の深度別相対密度及びD級岩盤の換算N値 N_1 の計算結果

※地下水位はT.P. ±0mとする。

※ γ_t' : 有効単位体積重量 (kN/m³) (設置許可時の堆積層の物性値より水の単位体積重量を10.1kN/m³として設定する)

※砂質土については、N値が50を越える箇所は、50を上限としている。

※換算N値 $N_1=N/\sqrt{\sigma_v'}$

表-参考-1 砂質土の相対密度 D_r 及びD級岩盤の換算N値 N_1 (1/15)

No.1 孔口標高 3.5 m

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	D_r
砂質土	1.7	18.1	16.3	10	
砂質土	1.2	18.1	37.1	25	
砂質土	0.2	18.1	50.7	22	
砂質土	0.0	18.1	62.0	22	
砂質土	-0.8	8	67.2	23	85.6
砂質土	-1.8	8	74.2	18	73.8
砂質土	-2.8	8	82.2	18	71.8
砂質土	-3.8	8	90.2	11	54.7
砂質土	-4.8	8	98.2	50	113.8
砂質土	-5.8	8	106.2	21	72.1
砂質土	-6.8	8	114.2	20	68.8
砂質土	-7.8	8	122.2	20	67.3
砂質土	-8.8	8	130.2	24	72.2
砂質土	-9.8	8	138.2	22	67.8
砂質土	-10.8	8	146.2	21	65.0
岩盤	-11.8				0.0
平均					73.9

No.1

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	換算N値 N_1
D級岩盤	-11.8	9.7	155.1	24	19.1
D級岩盤	-12.8	9.7	164.8	54	41.7
D級岩盤	-13.8	9.7	174.5	24	18.0
平均					26.3

表-参考-1 砂質土の相対密度 D_r 及び D 級岩盤の換算 N 値 N_1 (2/15)

No.2 孔口標高 3.4 m

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	D_r
砂質土	1.6	18.1	16.3	9	
砂質土	1.1	18.1	37.1	8	
砂質土	0.1	18.1	50.7	26	
砂質土	0	18.1	60.6	17	
砂質土	-0.9	8	65.1	9	53.9
砂質土	-1.9	8	72.7	10	55.3
砂質土	-2.9	8	80.7	25	85.1
砂質土	-3.9	8	88.7	11	55.0
砂質土	-4.9	8	96.7	12	56.0
砂質土	-5.9	8	104.7	11	52.4
砂質土	-6.9	8	112.7	15	59.8
砂質土	-7.9	8	120.7	20	67.6
砂質土	-8.9	8	128.7	18	62.8
砂質土	-9.9	8	136.7	18	61.6
砂質土	-10.9	8	144.7	13	51.3
砂質土	-11.9	8	152.7	18	59.3
粘性土	-12.9	8	160.7	9	
岩盤	-13.9				0.0
平均					60.0

No.2

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	換算N値 N_1
D級岩盤	-13.9	9.7	169.6	15	11.4
D級岩盤	-14.9	9.7	179.3	28	20.7
D級岩盤	-15.9	9.7	189.0	27	19.4
平均					17.2

表-参考-1 砂質土の相対密度 D_r 及び D 級岩盤の換算 N 値 N_1 (3/15)

No.3 孔口標高 3.1 m

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	D_r
砂質土	1.3	18.1	16.3	15	
砂質土	0.8	18.1	37.1	37	
砂質土	0.0	18.1	49.3	37	
砂質土	-0.2	8	57.6	41	118.5
砂質土	-1.2	8	62.2	50	128.5
砂質土	-2.2	8	70.2	50	124.8
砂質土	-3.2	8	78.2	37	104.4
砂質土	-4.2	8	86.2	12	57.9
砂質土	-5.2	8	94.2	31	90.7
砂質土	-6.2	8	102.2	45	106.7
砂質土	-7.2	8	110.2	50	109.9
砂質土	-8.2	8	118.2	24	74.5
砂質土	-9.2	8	126.2	20	66.6
砂質土	-10.2	8	134.2	26	74.4
砂質土	-11.2	8	142.2	16	57.3
粘性土	-12.2	8	150.2	20	
粘性土	-13.2	8	158.2	18	
粘性土	-14.2	8	166.2	9	
粘性土	-15.2	8	174.2	8	
粘性土	-16.2	8	182.2	7	
粘性土	-17.2	8	190.2	8	
粘性土	-18.2	8	198.2	7	
粘性土	-19.2	8	206.2	6	
粘性土	-20.2	8	214.2	5	
粘性土	-21.2	8	222.2	4	
粘性土	-22.2	8	230.2	5	
砂質土	-23.2	8	238.2	12	41.1
砂質土	-24.2	8	246.2	14	43.8
砂質土	-25.2	8	254.2	15	44.8
砂質土	-26.2	8	262.2	26	58.3
岩盤	-27.2				0.0
平均					69.6

No.3

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	換算N値 N_1
D級岩盤	-27.2	9.7	271.0	43	25.9
D級岩盤	-28.2	9.7	280.7	200	118.2
平均					72.1

表-参考-1 砂質土の相対密度 D_r 及び D 級岩盤の換算 N 値 N_1 (4/15)

No.4 孔口標高 3.8 m

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	D_r
砂質土	0.7	18.1	28.5	7	
砂質土	0.0	18.1	62.9	6	
砂質土	-0.4	8	70.2	3	30.6
砂質土	-1.4	8	75.6	7	45.8
砂質土	-2.4	8	83.6	10	53.3
砂質土	-3.4	8	91.6	12	56.9
砂質土	-4.4	8	99.6	26	81.7
砂質土	-5.4	8	107.6	50	110.7
砂質土	-6.4	8	115.6	39	95.7
砂質土	-7.4	8	123.6	14	56.1
砂質土	-8.4	8	131.6	7	38.9
砂質土	-9.4	8	139.6	11	47.8
砂質土	-10.4	8	147.6	13	51.0
砂質土	-11.4	8	155.6	18	58.9
砂質土	-12.4	8	163.6	22	64.0
砂質土	-13.4	8	171.6	24	65.7
砂質土	-14.4	8	179.6	20	59.0
砂質土	-15.4	8	187.6	13	46.8
砂質土	-16.4	8	195.6	21	58.6
岩盤	-17.4				
平均					63.0

No.4

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	換算N値 N_1
D級岩盤	-17.4	9.7	204.4	47	32.5
D級岩盤	-18.4	9.7	214.1	46	31.1
D級岩盤	-19.4	9.7	223.8	50	33.1
平均					32.2

表-参考-1 砂質土の相対密度 D_r 及び D 級岩盤の換算 N 値 N_1 (5/15)

No.5 孔口標高 3.5 m

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	D_r
砂質土	3.2	18.1	2.7	6	
砂質土	2.2	18.1	14.5	7	
砂質土	1.2	18.1	32.6	14	
砂質土	0.2	18.1	50.7	15	
砂質土	0.0	18.1	61.7	18	
砂質土	-0.8	8	66.8	23	85.7
砂質土	-1.8	8	74.0	4	34.8
砂質土	-2.8	8	82.0	19	73.9
砂質土	-3.8	8	90.0	14	61.8
砂質土	-4.8	8	98.0	19	70.2
砂質土	-5.8	8	106.0	20	70.4
砂質土	-6.8	8	114.0	24	75.4
砂質土	-7.8	8	122.0	25	75.3
砂質土	-8.8	8	130.0	23	70.8
砂質土	-9.8	8	138.0	24	70.9
砂質土	-10.8	8	146.0	19	61.9
砂質土	-11.8	8	154.0	27	72.4
砂質土	-12.8	8	162.0	28	72.4
砂質土	-13.8	8	170.0	41	86.2
砂質土	-14.8	8	178.0	37	80.5
砂質土	-15.8	8	186.0	38	80.3
砂質土	-16.8	8	194.0	36	77.0
砂質土	-17.8	8	202.0	25	63.2
砂質土	-18.8	8	210.0	37	75.8
砂質土	-19.8	8	218.0	42	79.6
砂質土	-20.8	8	226.0	36	72.7
粘性土	-21.8	8	234.0	7	
粘性土	-22.8	8	242.0	7	
粘性土	-23.8	8	250.0	7	
粘性土	-24.8	8	258.0	4	
粘性土	-25.8	8	266.0	5	
粘性土	-26.8	8	274.0	6	
粘性土	-27.8	8	282.0	6	
粘性土	-28.8	8	290.0	6	
粘性土	-29.8	8	298.0	7	
粘性土	-30.8	8	306.0	5	
粘性土	-31.8	8	314.0	6	
粘性土	-32.8	8	322.0	5	
粘性土	-33.8	8	330.0	5	
粘性土	-34.8	8	338.0	6	
砂質土	-35.8	8	346.0	25	51.1

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	D_r
砂質土	-36.8	8	354.0	18	42.9
砂質土	-37.8	8	362.0	22	47.0
砂質土	-38.8	8	370.0	46	67.3
砂質土	-39.8	8	378.0	17	40.6
砂質土	-40.8	8	386.0	18	41.4
砂質土	-41.8	8	394.0	50	68.3
砂質土	-42.8	8	402.0	50	67.8
砂質土	-43.8	8	410.0	50	67.2
砂質土	-44.8	8	418.0	35	55.8
砂質土	-45.8	8	426.0	44	62.0
粘性土	-46.8	8	434.0	9	
粘性土	-47.8	8	442.0	23	
砂質土	-48.8	8	450.0	50	64.6
砂質土	-49.8	8	458.0	50	64.1
砂質土	-50.8	8	466.0	50	63.6
粘性土	-51.8	8	474.0	15	
砂質土	-52.8	8	482.0	50	62.6
砂質土	-53.8	8	490.0	50	62.2
岩盤	-54.8	9.7	498.8	78	0.0
平均					65.9

No.5

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	換算N値 N_1
D級岩盤	-54.8	9.7	498.8	78	34.6
D級岩盤	-55.8	9.7	508.5	200	87.8
平均					61.2

表-参考-1 砂質土の相対密度 D_r 及び D 級岩盤の換算 N 値 N_1 (6/15)

No.6 孔口標高 3.6 m

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	D_r
砂質土	1.8	18.1	16.3	19	
砂質土	1.3	18.1	37.1	16	
砂質土	0.3	18.1	50.7	9	
砂質土	0.0	18.1	62.4	10	
砂質土	-0.7	8	67.8	13	64.2
砂質土	-1.7	8	74.7	16	69.5
砂質土	-2.7	8	82.7	27	87.8
砂質土	-3.7	8	90.7	18	69.9
砂質土	-4.7	8	98.7	19	70.1
砂質土	-5.7	8	106.7	22	73.7
砂質土	-6.7	8	114.7	25	76.8
砂質土	-7.7	8	122.7	21	68.9
砂質土	-8.7	8	130.7	18	62.5
砂質土	-9.7	8	138.7	20	64.6
砂質土	-10.7	8	146.7	23	68.0
砂質土	-11.7	8	154.7	23	66.7
砂質土	-12.7	8	162.7	24	67.0
砂質土	-13.7	8	170.7	21	61.6
砂質土	-14.7	8	178.7	20	59.1
砂質土	-15.7	8	186.7	24	63.7
砂質土	-16.7	8	194.7	26	65.3
砂質土	-17.7	8	202.7	24	61.8
砂質土	-18.7	8	210.7	25	62.2
砂質土	-19.7	8	218.7	24	60.1
砂質土	-20.7	8	226.7	24	59.3
砂質土	-21.7	8	234.7	32	67.5
砂質土	-22.7	8	242.7	15	45.6
粘性土	-23.7	8	250.7	10	
粘性土	-24.7	8	258.7	7	
粘性土	-25.7	8	266.7	6	
粘性土	-26.7	8	274.7	6	
粘性土	-27.7	8	282.7	6	
粘性土	-28.7	8	290.7	6	
粘性土	-29.7	8	298.7	11	
砂質土	-30.7	8	306.7	50	75.9
粘性土	-31.7	8	314.7	13	
粘性土	-32.7	8	322.7	5	
粘性土	-33.7	8	330.7	6	
粘性土	-34.7	8	338.7	7	
粘性土	-35.7	8	346.7	6	
粘性土	-36.7	8	354.7	6	

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	D_r
粘性土	-37.7	8	362.7	6	
粘性土	-38.7	8	370.7	5	
粘性土	-39.7	8	378.7	6	
粘性土	-40.7	8	386.7	9	
砂質土	-41.7	8	394.7	31	53.8
粘性土	-42.7	8	402.7	13	
砂質土	-43.7	8	410.7	29	51.1
砂質土	-44.7	8	418.7	19	41.1
砂質土	-45.7	8	426.7	21	42.8
粘性土	-46.7	8	434.7	10	
粘性土	-47.7	8	442.7	12	
粘性土	-48.7	8	450.7	15	
粘性土	-49.7	8	458.7	10	
粘性土	-50.7	8	466.7	19	
粘性土	-51.7	8	474.7	13	
粘性土	-52.7	8	482.7	10	
粘性土	-53.7	8	490.7	8	
粘性土	-54.7	8	498.7	12	
砂質土	-55.7	8	506.7	34	50.5
砂質土	-56.7	8	514.7	48	59.6
砂質土	-57.7	8	522.7	50	60.5
粘性土	-58.7	8	530.7	7	
粘性土	-59.7	8	538.7	8	
岩盤	-60.7				0.0
平均					62.9

No.6

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	換算N値 N_1
D級岩盤	-60.7	9.7	547.5	106	44.9
D級岩盤	-61.7	9.7	557.2	164	68.8
D級岩盤	-62.7	9.7	566.9	200	83.2
平均					65.6

表-参考-1 砂質土の相対密度 D_r 及び D 級岩盤の換算 N 値 N_1 (7/15)

No.7		孔口標高 3.5 m			
土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	D_r
砂質土	2.2	18.1	11.3	11	
砂質土	1.2	18.1	31.7	5	
砂質土	0.1	18.1	50.7	6	
砂質土	0.0	18.1	61.7	13	
砂質土	-0.8	8	65.9	24	87.8
砂質土	-1.8	8	73.0	17	72.0
砂質土	-2.8	8	81.0	29	91.5
砂質土	-3.8	8	89.0	25	82.8
砂質土	-4.8	8	97.0	26	82.4
砂質土	-5.8	8	105.0	17	65.0
砂質土	-6.8	8	113.0	23	74.0
砂質土	-7.8	8	121.0	24	74.0
砂質土	-8.8	8	129.0	23	70.9
砂質土	-9.8	8	137.0	20	64.8
砂質土	-10.8	8	145.0	26	72.5
砂質土	-11.8	8	153.0	31	77.7
砂質土	-12.8	8	161.0	29	73.9
砂質土	-13.8	8	169.0	25	67.4
砂質土	-14.8	8	177.0	35	78.5
砂質土	-15.8	8	185.0	46	88.5
砂質土	-16.8	8	193.0	26	65.5
砂質土	-17.8	8	201.0	30	69.3
砂質土	-18.8	8	209.0	27	64.8
砂質土	-19.8	8	217.0	18	52.2
粘性土	-20.8	8	225.0	6	
粘性土	-21.8	8	233.0	9	
粘性土	-22.8	8	241.0	8	
砂質土	-23.8	8	249.0	22	54.7
砂質土	-24.8	8	257.0	20	51.5
砂質土	-25.8	8	265.0	12	39.4
砂質土	-26.8	8	273.0	18	47.7
砂質土	-27.8	8	281.0	17	45.8
砂質土	-28.8	8	289.0	24	53.9
砂質土	-29.8	8	297.0	17	44.8
砂質土	-30.8	8	305.0	18	45.6
砂質土	-31.8	8	313.0	18	45.1
砂質土	-32.8	8	321.0	12	36.5
岩盤	-33.8				0.0
平均					60.7

No.7					
土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	換算N値 N_1
D級岩盤	-33.8	9.7	329.9	30	16.4
D級岩盤	-34.8	9.7	339.6	65	34.9
D級岩盤	-35.8	9.7	349.3	75	39.7
平均					30.3

表-参考-1 砂質土の相対密度 D_r 及び D 級岩盤の換算 N 値 N_1 (8/15)

No.8 孔口標高 3.5 m

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	D_r
砂質土	2.3	18.1	11.3	5	
砂質土	1.3	18.1	31.7	6	
砂質土	0.2	18.1	50.7	14	
砂質土	0.0	18.1	62.3	15	
砂質土	-0.7	8	66.8	19	77.9
砂質土	-1.7	8	73.7	18	73.9
砂質土	-2.7	8	81.7	17	69.9
砂質土	-3.7	8	89.7	20	73.9
砂質土	-4.7	8	97.7	19	70.3
砂質土	-5.7	8	105.7	21	72.2
砂質土	-6.7	8	113.7	18	65.3
砂質土	-7.7	8	121.7	19	65.7
砂質土	-8.7	8	129.7	17	60.9
砂質土	-9.7	8	137.7	23	69.4
砂質土	-10.7	8	145.7	20	63.5
砂質土	-11.7	8	153.7	30	76.4
砂質土	-12.7	8	161.7	27	71.2
砂質土	-13.7	8	169.7	27	70.0
砂質土	-14.7	8	177.7	9	39.7
砂質土	-15.7	8	185.7	27	67.7
砂質土	-16.7	8	193.7	25	64.2
砂質土	-17.7	8	201.7	24	62.0
砂質土	-18.7	8	209.7	28	65.9
砂質土	-19.7	8	217.7	23	58.9
砂質土	-20.7	8	225.7	7	32.1
砂質土	-21.7	8	233.7	5	26.7
砂質土	-22.7	8	241.7	4	23.6
砂質土	-23.7	8	249.7	6	28.5
砂質土	-24.7	8	257.7	8	32.6
砂質土	-25.7	8	265.7	20	50.9
砂質土	-26.7	8	273.7	21	51.5
砂質土	-27.7	8	281.7	49	77.8
岩盤	-27.9				0.0
平均					59.4

No.8

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	換算N値 N_1
D級岩盤	-28.7	9.7	290.5	200	116.2
D級岩盤	-29.7	9.7	300.2	200	114.3
平均					115.3

表-参考-1 砂質土の相対密度 D_r 及び D 級岩盤の換算 N 値 N_1 (9/15)

No.9 孔口標高 3.5 m

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	D_r
砂質土	1.2	18.1	20.8	2	
砂質土	0.2	18.1	50.7	11	
砂質土	0.0	18.1	61.5	14	
砂質土	-0.8	8	66.6	18	75.9
砂質土	-1.8	8	73.8	21	79.8
砂質土	-2.8	8	81.8	21	77.7
砂質土	-3.8	8	89.8	26	84.2
砂質土	-4.8	8	97.8	21	73.9
砂質土	-5.8	8	105.8	20	70.4
砂質土	-6.8	8	113.8	27	80.0
砂質土	-7.8	8	121.8	23	72.3
砂質土	-8.8	8	129.8	21	67.6
砂質土	-9.8	8	137.8	26	73.8
砂質土	-10.8	8	145.8	28	75.1
砂質土	-11.8	8	153.8	27	72.4
砂質土	-12.8	8	161.8	24	67.1
砂質土	-13.8	8	169.8	40	85.2
砂質土	-14.8	8	177.8	17	54.6
砂質土	-15.8	8	185.8	22	61.1
砂質土	-16.8	8	193.8	25	64.2
砂質土	-17.8	8	201.8	29	68.1
砂質土	-18.8	8	209.8	19	54.3
砂質土	-19.8	8	217.8	20	54.9
砂質土	-20.8	8	225.8	27	63.0
砂質土	-21.8	8	233.8	50	84.5
砂質土	-22.8	8	241.8	26	60.2
砂質土	-23.8	8	249.8	50	82.4
砂質土	-24.8	8	257.8	50	81.4
砂質土	-25.8	8	265.8	31	63.3
平均					73.4

No.9

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	換算N値 N_1
D級岩盤	-26.8	9.7	271.5	75	45.1
D級岩盤	-27.8	9.7	279.5	60	35.5
D級岩盤	-28.8	9.7	290.9	150	87.1
平均					55.9

表-参考-1 砂質土の相対密度 D_r 及び D 級岩盤の換算 N 値 N_1 (10/15)

No.10 孔口標高 1.7 m

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	D_r
砂質土	0.0	18.1	15.3	10	
砂質土	-0.1	8	31.1	10	65.8
砂質土	-0.6	8	33.5	17	84.8
砂質土	-1.6	8	39.5	8	56.6
砂質土	-2.6	8	47.5	11	64.0
砂質土	-3.6	8	55.5	11	61.9
砂質土	-4.6	8	63.5	11	60.0
砂質土	-5.6	8	71.5	11	58.2
砂質土	-6.6	8	79.5	8	48.3
砂質土	-7.6	8	87.5	16	66.6
砂質土	-8.6	8	95.5	16	64.9
砂質土	-9.6	8	103.5	15	61.4
砂質土	-10.6	8	111.5	14	58.0
砂質土	-11.6	8	119.5	18	64.3
砂質土	-12.6	8	127.5	16	59.4
砂質土	-13.6	8	135.5	15	56.4
砂質土	-14.6	8	143.5	16	57.1
砂質土	-15.6	8	151.5	18	59.4
砂質土	-16.6	8	159.5	26	70.2
砂質土	-17.6	8	167.5	18	57.4
砂質土	-18.6	8	175.5	19	58.0
砂質土	-19.6	8	183.5	18	55.5
砂質土	-20.6	8	191.5	20	57.6
砂質土	-21.6	8	199.5	24	62.2
砂質土	-22.6	8	207.5	25	62.6
砂質土	-23.6	8	215.5	22	57.8
砂質土	-24.6	8	223.5	26	62.0
砂質土	-25.6	8	231.5	36	72.0
砂質土	-26.6	8	239.5	36	71.1
砂質土	-27.6	8	247.5	35	69.2
砂質土	-28.6	8	255.5	38	71.2
砂質土	-29.6	8	263.5	32	64.5
砂質土	-30.6	8	271.5	26	57.5
砂質土	-31.6	8	279.5	50	78.8
砂質土	-32.6	8	287.5	6	27.0
粘性土	-33.6	8	295.5	6	
粘性土	-34.6	8	303.5	5	
粘性土	-35.6	8	311.5	5	
粘性土	-36.6	8	319.5	5	
粘性土	-37.6	8	327.5	5	
粘性土	-38.6	8	335.5	5	

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	D_r
粘性土	-39.6	8	343.5	3	
粘性土	-40.6	8	351.5	4	
粘性土	-41.6	8	359.5	5	
砂質土	-42.6	8	367.5	21	45.6
砂質土	-43.6	8	375.5	14	36.9
砂質土	-44.6	8	383.5	11	32.4
粘性土	-45.6	8	391.5	9	
砂質土	-46.6	8	399.5	13	34.6
砂質土	-47.6	8	407.5	20	42.6
砂質土	-48.6	8	415.5	23	45.3
粘性土	-49.6	8	423.5	12	
粘性土	-50.6	8	431.5	14	
粘性土	-51.6	8	439.5	11	
粘性土	-52.6	8	447.5	10	
粘性土	-53.6	8	455.5	10	
粘性土	-54.6	8	463.5	8	
粘性土	-55.6	8	471.5	9	
粘性土	-56.6	8	479.5	5	
粘性土	-57.6	8	487.5	5	
粘性土	-58.6	8	495.5	5	
粘性土	-59.6	8	503.5	5	
粘性土	-60.6	8	511.5	5	
粘性土	-61.6	8	519.5	5	
粘性土	-62.6	8	527.5	7	
花崗岩	-63.6				0.0
平均					57.6

No.10

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	換算N値 N_1
D級岩盤	-63.6	9.7	536.4	76	32.5
D級岩盤	-64.6	9.7	546.1	76	32.2
D級岩盤	-65.6	9.7	555.8	150	63.0
平均					42.6

表-参考-1 砂質土の相対密度 D_r 及び D 級岩盤の換算 N 値 N_1 (11/15)

No.11 孔口標高 2.3 m

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	D_r
砂質土	0.5	18.1	16.3	21	
砂質土	0.0	18.1	37.1	50	
砂質土	0.0	18.1	41.7	50	
砂質土	-1.0	8	45.7	23	93.2
砂質土	-2.0	8	53.7	18	79.8
砂質土	-3.0	8	61.7	22	85.4
砂質土	-4.0	8	69.7	24	86.6
砂質土	-5.0	8	77.7	22	80.6
砂質土	-6.0	8	85.7	21	76.7
砂質土	-7.0	8	93.7	23	78.3
砂質土	-8.0	8	101.7	10	50.4
砂質土	-9.0	8	109.7	12	53.9
砂質土	-10.0	8	117.7	17	62.8
砂質土	-11.0	8	125.7	27	77.5
砂質土	-12.0	8	133.7	21	67.0
砂質土	-13.0	8	141.7	27	74.5
砂質土	-14.0	8	149.7	9	42.2
砂質土	-15.0	8	157.7	20	61.8
砂質土	-16.0	8	165.7	24	66.5
砂質土	-17.0	8	173.7	20	59.7
砂質土	-18.0	8	181.7	21	60.2
砂質土	-19.0	8	189.7	21	59.3
砂質土	-20.0	8	197.7	36	76.4
砂質土	-21.0	8	205.7	34	73.2
砂質土	-22.0	8	213.7	30	67.8
砂質土	-23.0	8	221.7	37	74.2
砂質土	-24.0	8	229.7	40	76.1
砂質土	-25.0	8	237.7	38	73.2
砂質土	-26.0	8	245.7	19	51.1
砂質土	-27.0	8	253.7	21	53.1
砂質土	-28.0	8	261.7	27	59.4
砂質土	-29.0	8	269.7	41	72.4
砂質土	-30.0	8	277.7	50	79.0
砂質土	-31.0	8	285.7	11	36.6
砂質土	-32.0	8	293.7	8	30.9
粘性土	-33.0	8	301.7	3	
粘性土	-34.0	8	309.7	4	
砂質土	-35.0	8	317.7	36	63.5
砂質土	-36.0	8	325.7	5	23.4
砂質土	-37.0	8	333.7	3	18.0
粘性土	-38.0	8	341.7	3	
粘性土	-39.0	8	349.7	4	
粘性土	-40.0	8	357.7	4	
粘性土	-41.0	8	365.7	3	
粘性土	-42.0	8	373.7	4	
粘性土	-43.0	8	381.7	6	
粘性土	-44.0	8	389.7	20	

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	D_r
砂質土	-45.0	8	397.7	40	60.9
砂質土	-46.0	8	405.7	34	55.7
砂質土	-47.0	8	413.7	47	64.9
砂質土	-48.0	8	421.7	25	46.9
砂質土	-49.0	8	429.7	15	36.1
粘性土	-50.0	8	437.7	14	
粘性土	-51.0	8	445.7	8	
粘性土	-52.0	8	453.7	9	
粘性土	-53.0	8	461.7	12	
粘性土	-54.0	8	469.7	6	
粘性土	-55.0	8	477.7	6	
粘性土	-56.0	8	485.7	5	
粘性土	-57.0	8	493.7	4	
粘性土	-58.0	8	501.7	4	
粘性土	-59.0	8	509.7	3	
粘性土	-60.0	8	517.7	5	
粘性土	-61.0	8	525.7	7	
粘性土	-62.0	8	533.7	9	
粘性土	-63.0	8	541.7	50	
砂質土	-64.0	8	549.7	50	59.1
砂質土	-65.0	8	557.7	50	58.7
砂質土	-66.0	8	565.7	50	58.4
砂質土	-67.0	8	573.7	50	58.0
砂質土	-68.0	8	581.7	50	57.6
砂質土	-69.0	8	589.7	25	40.5
粘性土	-70.0	8	597.7	17	
粘性土	-71.0	8	605.7	27	
粘性土	-72.0	8	613.7	24	
粘性土	-73.0	8	621.7	1	
粘性土	-74.0	8	629.7	45	
砂質土	-75.0	8	637.7	10	24.7
砂質土	-76.0	8	645.7	5	17.4
砂質土	-77.0	8	653.7	27	40.2
砂質土	-78.0	8	661.7	50	54.4
岩盤	-79.0				
平均					58.9

No.11

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	換算N値 N_1
D級岩盤	-79.0	9.7	670.6	173	66.2
D級岩盤	-80.0	9.7	680.3	95	36.1
D級岩盤	-81.0	9.7	690.0	113	42.6
平均					48.3

表-参考-1 砂質土の相対密度 D_r 及び D 級岩盤の換算 N 値 N_i (12/15)

No.12 孔口標高 3.8 m

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	D_r
砂質土	2.0	18.1	16.3	10	
砂質土	1.5	18.1	37.1	11	
砂質土	0.5	18.1	50.7	12	
砂質土	0.0	18.1	64.7	11	
砂質土	-0.5	8	71.4	11	58.3
砂質土	-1.5	8	77.3	12	59.6
砂質土	-2.5	8	85.3	20	75.0
砂質土	-3.5	8	93.3	22	76.6
砂質土	-4.5	8	101.3	11	52.9
砂質土	-5.5	8	109.3	19	67.9
砂質土	-6.5	8	117.3	17	62.9
砂質土	-7.5	8	125.3	18	63.3
砂質土	-8.5	8	133.3	30	80.1
砂質土	-9.5	8	141.3	25	71.8
砂質土	-10.5	8	149.3	29	75.8
砂質土	-11.5	8	157.3	33	79.5
砂質土	-12.5	8	165.3	34	79.3
砂質土	-13.5	8	173.3	31	74.4
砂質土	-14.5	8	181.3	30	72.0
砂質土	-15.5	8	189.3	36	77.7
砂質土	-16.5	8	197.3	43	83.6
砂質土	-17.5	8	205.3	49	87.9
砂質土	-18.5	8	213.3	50	87.6
砂質土	-19.5	8	221.3	44	81.0
砂質土	-20.5	8	229.3	45	80.8
砂質土	-21.5	8	237.3	48	82.4
砂質土	-22.5	8	245.3	46	79.6
砂質土	-23.5	8	253.3	46	78.6
砂質土	-24.5	8	261.3	40	72.4
砂質土	-25.5	8	269.3	38	69.7
砂質土	-26.5	8	277.3	15	43.3
砂質土	-27.5	8	285.3	13	39.8
砂質土	-28.5	8	293.3	15	42.3
砂質土	-29.5	8	301.3	16	43.2
砂質土	-30.5	8	309.3	18	45.4
砂質土	-31.5	8	317.3	16	42.3
砂質土	-32.5	8	325.3	19	45.7
砂質土	-33.5	8	333.3	21	47.5
岩盤	-34.5				0.0
平均					60.0

No.12

土質区分	標高 T.P.(m)	γ_t' (kN/m ³)	σ_v' (kN/m ²)	N値	換算N値 N_i
D級岩盤	-34.5	9.7	342.1	90	48.2
D級岩盤	-35.5	9.7	351.8	138	72.8
D級岩盤	-36.5	9.7	361.5	138	71.9
平均					64.3