本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

伊方発電所安全審査資料	
資料番号	DB-8-22　改 37
提出年月日	平成27年5月19日一式提出

伊方発電所３号炉
設置許可基準規則等への適合性について
（設計基準対象施設）

平成２７年５月
四国電力株式会社

目　次

第四条 地震による損傷の防止
第五条 津波による損傷の防止
第六条 外部からの衝撃による損傷の防止
第七条 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止
第八条 火災による損傷の防止
第九条 溢水による損傷の防止等
第十条 誤操作の防止
第十一条 安全避難通路等
第十二条 安全施設
第十四条 全交流動力電源喪失対策設備
第十六条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設
第十七条 原子炉冷却材圧力バウンダリ
第二十三条 計測制御系統施設 （第十六条に含む）
第二十四条 安全保護回路
第二十六条 原子炉制御室等
第三十一条 監視設備
第三十三条 保安電源設備
第三十四条 緊急時対策所
第三十五条 通信連絡設備
技術的能力に係る審査指針への適合性

４条：地震による損傷の防止

＜目　次＞

第１部
1.　基本方針
　1.1　要求事項の整理
　1.2　追加要求事項に対する適合性
　1.3　気象等
　1.4　設備等
　1.5　手順等

第２部
Ⅰ．申請設備に係る耐震設計の基本方針

1.　耐震設計の基本方針
　1.1　基本方針
　1.2　適用規格
2.　耐震設計上の重要度分類
　2.1　重要度分類の基本方針
　2.2　耐震重要度分類
　2.3　申請設備の耐震重要度分類
3.　設計用地震力
　3.1　地震力算定法
　3.2　設計用地震力
4.　荷重の組合せと許容限界
　4.1　基本方針
5.　地震応答解析の方針
　5.1　建物・構築物
　5.2　機器・配管系
　5.3　屋外重要土木構造物
6.　設計用減衰定数
7.　耐震重要施設の安全機能への下位クラス施設の波及的影響
8.　構造計画と配置計画

Ⅱ．既設施設の耐震設計方針

1.　耐震設計の基本方針
2.　耐震設計上の重要度分類
3.　設計用地震力
4.　荷重組合せと許容限界
5.　地震応答解析の方針
6.　設計用減衰定数
7.　Ｓクラス施設の耐震評価方針
　7.1　建物・構築物
　7.2　機器・配管系
　7.3　屋外重要土木構造
8.　Ｂクラス及びＣクラス施設の耐震評価方針
　8.1　Ｂクラス施設
　8.2　Ｃクラス施設
9.　Ｓクラス施設の耐震評価の方法
　9.1　建物・構築物
　9.2　機器・配管
　9.3　屋外重要土木構造物
10.　耐震重要施設の安全機能への下位クラス施設の波及的影響

（別　添）
別添－１　耐震重要度分類表
別添－２　申請設備（新設・既設）の耐震重要度分類
別添－３　基準地震動 Ss 及び弾性設計用地震動 Sd
別添－４　設計用地震力
別添－５　耐震重要施設の安全機能への下位クラス施設の波及的影響の検討について

〈概　　要〉

第１部において，設計基準対象施設の設置許可基準規則，技術基準規則の追加要求事項を明確化するとともに，それら要求に対する伊方発電所３号炉における適合性を示す。

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

第１部

1.　基本方針

1.1　要求事項の整理

地震による損傷の防止について，設置許可基準規則第 4 条及び技術基準規則第 5 条において，追加要求事項を明確化する（表１）。

表１　設置許可基準規則第４条及び技術基準規則第５条　要求事項

設置許可基準規則 第4条（地震による損傷の防止）	技術基準規則 第5条（地震による損傷の防止）	備　考
設計基準対象施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。 ２　前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある設計基準対象施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。 ３　耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（以下「基準地震動による地震力」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。 ４　耐震重要施設は、前項の地震の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	設計基準対象施設は、これに作用する地震力（設置許可基準規則第四条第二項の規定により算定する地震力をいう。）による損壊により公衆に放射線障害を及ぼさないように施設しなければならない。 ２　耐震重要施設（設置許可基準規則第三条第一項に規定する耐震重要施設をいう。以下同じ。）は、基準地震動による地震力（設置許可基準規則第四条第三項に規定する基準地震動による地震力をいう。以下同じ。）に対してその安全性が損なわれるおそれがないように施設しなければならない。 ３　耐震重要施設が設置許可基準規則第四条第三項の地震により生ずる斜面の崩壊によりその安全性が損なわれるおそれがないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。	追加要求事項

1.2 追加要求事項に対する適合性

（１）位置，構造及び設備

(1)　耐震構造

本発電用原子炉施設は，次の方針に基づき耐震設計を行い，「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」に適合するように設計する。

（ｉ）設計基準対象施設の耐震設計

設計基準対象施設については，耐震重要度分類に応じて，適用する地震力に対して，以下の項目に従って耐震設計を行う。

a.　耐震重要施設は，基準地震動による地震力に対して，安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。

【説明資料（1.1(1)：P4条-50）】

b.　設計基準対象施設は，地震により発生するおそれがある安全機能の喪失及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から，各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度に応じて，耐震重要度分類を以下のとおり，Ｓクラス，Ｂクラス及びＣクラスに分類し，それぞれに応じた地震力に十分に耐えられるように設計する。

Ｓクラス　地震により発生するおそれがある事象に対して,原子炉を停止し，炉心を冷却するために必要な機能を持つ施設，自ら放射性物質を内蔵している施設，当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設，これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し，放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設，並びに地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって，その影響が大きいもの

Ｂクラス　安全機能を有する施設のうち，機能喪失した場合の影響がＳクラスの施設と比べ小さい施設

Ｃクラス　Ｓクラスに属する施設及びＢクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設

【説明資料（1.1(2)：P4条-50）（2.1：P4条-52）（別添-1：P4条-別添1-1）】

c.　Ｓクラスの施設（e.に記載のものを除く。），Ｂクラス及びＣクラスの施設は，建物・構築物については，地震層せん断力係数C_iに，それぞれ3.0，1.5及び1.0を乗じて求められる水平地震力，機器・配管系については，それぞれ3.6，1.8及び1.2を乗じた水平震度から求められる水平地震力に十分に耐えられるように設計する。建物・構築物及び機器・配管系ともに，おおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計する。

ここで，地震層せん断力係数C_iは，標準せん断力係数C_0を0.2以上とし，建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

ただし，土木構造物の静的地震力は，Ｃクラスに適用される静的地震力を適用する。

Ｓクラスの施設（e.に記載のものを除く。）については，水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。鉛直地震力は，建物・構築物については，震度0.3以上を基準とし，建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求められる鉛直震度，機器・配管系については，これを1.2倍した鉛直震度より算定する。ただし，鉛直震度は高さ方向に一定とする。

【説明資料（1.1(5)：P4条-50）（1.1(7),(8)：P4条-51）（3.1(1)：P4条-53）】

d. Ｓクラスの施設（e.に記載のものを除く。）は，基準地震動による地震力に対して安全機能が保持できるように設計する。建物・構築物については，構造物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有し，建物・構築物の終局耐力に対し妥当な安全余裕を有するように設計する。機器・配管系については，その施設に要求される機能を保持するように設計し、塑性ひずみが生じる場合であっても，その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し，その施設に要求される機能に影響を及ぼさないように，また，動的機器等については，基準地震動による応答に対して，その設備に要求される機能を保持するように設計する。

また，弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計する。建物・構築物については，発生する応力に対して，建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。機器・配管系については，応答が全体的におおむね弾性状態に留まるように設計する。

なお，基準地震動及び弾性設計用地震動による地震力は，水平２方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとする。

【説明資料（1.1(4),(5)：P4条-50）（4.1(4)：P4条-59）】

基準地震動は，敷地ごとに震源を特定して策定する地震動及び震源を特定せず策定する地震動について，敷地の解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定する。策定した基準地震動の応答スペクトルを第１図及び第２図に，時刻歴波形を第３図～第13図に示す。解放基盤表面は，地盤調査の結果から，0.7km/s以上のＳ波速度（2.6km/s）を持つ堅固な岩盤が十分な拡がりと深さを持っていることが確認されているため，敷地標高を考慮してEL.+10mとする。

また，弾性設計用地震動は，基準地震動との応答スペクトルの比率が目安として0.5を下回らないような値に余裕を持たせ，「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（昭和56年7月20日原子力安全委員会決定，平成13年3月29日一

部改訂）」における基準地震動S_1を踏まえ，工学的判断から基準地震動に係数0.53を乗じて設定する。

【説明資料（3.1(2)：P4条-54）（別添-3：P4条-別添3-1)】

なお，Ｂクラスの施設のうち，共振のおそれのある施設については，弾性設計用地震動に２分の１を乗じた地震動によりその影響についての検討を行う。建物・構築物及び機器・配管系ともに，おおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計する。

【説明資料（1.1(7)：P4条-51）（3.1(2)：P4条-54）（4.1(4)：P4条-59)】

e.　津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物は，基準地震動による地震力に対して，それぞれの施設及び設備に要求される機能が保持できるように設計する。

【説明資料（1.1(6)：P4条-50）（4.1(3)：P4条-57）（4.1(4)：P4条-59)】

f.　耐震重要施設は，耐震重要度分類の下位のクラスに属する施設の波及的影響によって，その安全機能を損なわないように設計する。波及的影響の評価に当たっては，敷地全体を俯瞰した調査・検討を行い，事象選定及び影響評価を行う。なお，影響評価においては，耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用する。

【説明資料（1.1(9)：P4 条-51）（7：P4 条-63）（別添-5：P4 条-別添 5-1)】

（２）安全設計方針

1.4 耐震設計

発電用原子炉施設の耐震設計は，「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」に適合するように，「1.4.1 設計基準対象施設の耐震設計」，「1.4.2 重大事故等対処施設の耐震設計」，「1.4.3 主要施設の耐震構造」及び「1.4.4 地震検知による耐震安全性の確保」に従って行う。

1.4.1 設計基準対象施設の耐震設計

1.4.1.1 設計基準対象施設の耐震設計の基本方針

設計基準対象施設の耐震設計は，以下の項目に従って行う。

(1) 地震により生じるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの(以下「耐震重要施設」という。)は，その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力に対して,その安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。

(2) 設計基準対象施設は，地震により発生するおそれがある安全機能の喪失（地震に伴って発生するおそれがある津波及び周辺斜面の崩壊等による安全機能の喪失を含む。）及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から，各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度（以下「耐震重要度」という。）に応じて，耐震重要度分類をＳクラス，Ｂクラス及びＣクラスに分類し，それぞれに応じた地震力に十分耐えられるように設計する。

(3) 建物・構築物については，耐震重要度分類の各クラスに応じて算定する地震力が作用した場合においても，接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置する。

なお，建物・構築物とは，建物，構築物及び土木構造物（屋外重要土木構造物及びその他の土木構造物）の総称とする。

また,屋外重要土木構造物とは,耐震安全上重要な機器･配管系の間接支持機能,若しくは非常時における海水の通水機能を求められる土木構造物をいう。

(4) Ｓクラスの施設（(6)に記載のものを除く。）は，基準地震動による地震力に対してその安全機能が保持できる設計とする。

また，弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられる設計とする。

(5) Ｓクラスの施設（(6)に記載のものを除く。）について，静的地震力は，水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。

また，基準地震動及び弾性設計用地震動による地震力は，水平２方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとする。なお，水平２方向及び鉛直方向の地震力が同時に作用し，影響が考えられる施設，設備については許容限界の範囲内に留まることを確認する。

(6) 屋外重要土木構造物,津波防護機能を有する設備(以下「津波防護施設」という。),浸水防止機能を有する設備（以下「浸水防止設備」という。）及び敷地における津

波監視機能を有する施設（以下「津波監視設備」という。）並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物は，基準地震動による地震力に対して，それぞれの施設及び設備に要求される機能が保持できるように設計する。なお，基準地震動の水平２方向及び鉛直方向の地震力の組合せについては，Ｓクラス施設と同様とする。

また，重大事故等対処施設を津波から防護するための津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物についても同様の設計方針とする。

(7)　Ｂクラスの施設は，静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計する。

また，共振のおそれのある施設については，その影響についての検討を行う。その場合,検討に用いる地震動は,弾性設計用地震動に２分の１を乗じたものとする。なお，当該地震動による地震力は，水平２方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとし，Ｓクラス施設と同様に許容限界の範囲内に留まることを確認する。

(8)　Ｃクラスの施設は，静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計する。

(9)　耐震重要施設は，耐震重要度分類の下位のクラスに属するものの波及的影響によって，その安全機能を損なわないように設計する。

(10) 設計基準対象施設の構造計画及び配置計画に際しては，地震の影響が低減されるように考慮する。

【説明資料（1.1：P4条-50）】

1.4.1.2 耐震重要度分類

設計基準対象施設の耐震重要度を，次のように分類する。

(1)　Ｓクラスの施設

地震により発生するおそれがある事象に対して，原子炉を停止し，炉心を冷却するために必要な機能を持つ施設，自ら放射性物質を内蔵している施設，当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設，これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し，放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設，並びに地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって，その影響が大きいものであり，次の施設を含む。

・原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系
・使用済燃料を貯蔵するための施設
・原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設，及び原子炉の停止状態を維持するための施設
・原子炉停止後，炉心から崩壊熱を除去するための施設

・原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故後，炉心から崩壊熱を除去するための施設
・原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に，圧力障壁となり放射性物質の放散を直接防ぐための施設
・放射性物質の放出を伴うような事故の際に，その外部放散を抑制するための施設であり，上記の「放射性物質の放散を直接防ぐための施設」以外の施設
・津波防護施設及び浸水防止設備
・津波監視設備

【説明資料（2.1(1)：P4条-52）（別添-1：P4条-別添1-1）】

(2)　Ｂクラスの施設

安全機能を有する施設のうち，機能喪失した場合の影響がＳクラスの施設と比べ小さい施設であり，次の施設を含む。

・原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていて，１次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設
・放射性廃棄物を内蔵している施設（ただし，内蔵量が少ないか又は貯蔵方式により，その破損により公衆に与える放射線の影響が「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則（昭和53年通商産業省令第77号）」第２条第２項第６号に規定する「周辺監視区域」外における年間の線量限度に比べ十分小さいものは除く。）
・放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設で，その破損により，公衆及び従事者に過大な放射線被ばくを与える可能性のある施設
・使用済燃料を冷却するための施設
・放射性物質の放出を伴う場合に，その外部放散を抑制するための施設で，Ｓクラスに属さない施設.

【説明資料（2.1(2)：P4条-53）（別添-1：P4条-別添1-4）】

(3)　Ｃクラスの施設

Ｓクラスに属する施設及びＢクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設である。

上記に基づくクラス別施設を第1.4.1表に示す。

なお，同表には当該施設を支持する構造物の支持機能が維持されることを確認する地震動及び波及的影響を考慮すべき施設に適用する地震動についても併記する。

【説明資料（2.1(3)：P4条-53）（別添-1：P4条-別添1-5）】

1.4.1.3 地震力の算定方法

設計基準対象施設の耐震設計に用いる地震力の算定は以下の方法による。

(1)　静的地震力

静的地震力は，Ｓクラスの施設（津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物を除く。），Ｂクラス及びＣクラスの施設に適用することとし，それぞれ耐震重要度分類に応じて次の地震層せん断力係数C_i及び震度に基づき算定する。

a. 建物・構築物

水平地震力は，地震層せん断力係数C_iに，次に示す施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じ，さらに当該層以上の重量を乗じて算定するものとする。

Ｓクラス 3.0

Ｂクラス 1.5

Ｃクラス 1.0

ここで，地震層せん断力係数C_iは，標準せん断力係数C_0を0.2 以上とし，建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求められる値とする。また，必要保有水平耐力の算定においては，地震層せん断力係数C_iに乗じる施設の耐震重要度分類に応じた係数は，Ｓクラス，Ｂクラス及びＣクラスともに1.0 とし，その際に用いる標準せん断力係数C_0は1.0 以上とする。Ｓクラスの施設については，水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。鉛直地震力は，震度0.3 以上を基準とし，建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮し，高さ方向に一定として求めた鉛直震度より算定するものとする。

ただし，土木構造物の静的地震力は，安全上適切と認められる規格及び基準を参考に，Ｃクラスに適用される静的地震力を適用する。

b. 機器・配管系

静的地震力は，上記a.に示す地震層せん断力係数C_iに施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度として，当該水平震度及び上記a.の鉛直震度をそれぞれ20%増しとした震度より求めるものとする。

なお，Ｓクラスの施設については，水平地震力と鉛直地震力は同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。ただし，鉛直震度は高さ方向に一定とする。

上記a.及びb.の標準せん断力係数C_0等の割増し係数の適用については，耐震性向上の観点から，一般産業施設及び公共施設等の耐震基準との関係を考慮して設定する。

【説明資料（3.1(1)：P4条-53）（別添-4：P4条-別添4-1）】

(2) 動的地震力

動的地震力は，Ｓクラスの施設，屋外重要土木構造物及びＢクラスの施設のうち共振のおそれのあるものに適用することとし，基準地震動及び弾性設計用地震動から定める入力地震動を入力として，動的解析により水平２方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。なお，地震力の組合せについては水平２方向及び鉛直方向の地震力が同時に作用するものとし，影響が考えられる施設，設備に対して許容限界の範囲内に留まることを確認する。

Ｂクラスの施設のうち共振のおそれのあるものについては，弾性設計用地震動から定める入力地震動の振幅を２分の１にしたものによる地震力を適用する。

屋外重要土木構造物，津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水

防止設備が設置された建物・構築物については，基準地震動による地震力を適用する。

「添付書類六 5. 地震」に示す基準地震動は，「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について，解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定し，年超過確率は，10^{-4}～10^{-6}程度である。

また，弾性設計用地震動は，基準地震動との応答スペクトルの比率が目安として0.5を下回らないよう基準地震動に係数0.53を乗じて設定する。ここで，係数0.53は工学的判断として，原子炉施設の安全機能限界と弾性限界に対する入力荷重の比率が0.5程度であるという知見[10]を踏まえ，さらに「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（昭和56年7月20日原子力安全委員会決定，平成13年3月29日一部改訂）」における基準地震動S_1の応答スペクトルをおおむね下回らないよう配慮した値とする。また，建物・構築物及び機器・配管系ともに0.53を採用することで，弾性設計用地震動に対する設計に一貫性をとる。なお，弾性設計用地震動の年超過確率は，10^{-3}～10^{-5}程度である。弾性設計用地震動の応答スペクトルを第1.4.1図及び第1.4.2図に，弾性設計用地震動の時刻歴波形を第1.4.3図～第1.4.13図に，弾性設計用地震動と基準地震動S_1の応答スペクトルの比較を第1.4.14図に，弾性設計用地震動と解放基盤表面における地震動の一様ハザードスペクトルの比較を第1.4.15図及び第1.4.16図に示す。

【説明資料（3.1(2)：P4条-54）（別添-3：Ｐ4条-別添3-1）（別添-4：Ｐ4条-別添4-2）】

a. 入力地震動

解放基盤表面は，地盤調査の結果から，0.7km/s以上のＳ波速度（2.6km/s）を持つ堅固な岩盤が十分な拡がりと深さを持っていることが確認されているため，敷地標高を考慮してEL.+10mとしている。

建物・構築物の地震応答解析における入力地震動は，解放基盤表面で定義される基準地震動及び弾性設計用地震動を基に，対象建物・構築物の地盤条件を適切に考慮したうえで，必要に応じ２次元ＦＥＭ解析又は１次元波動論により，地震応答解析モデルの入力位置で評価した入力地震動を設定する。地盤条件を考慮する場合には，地震動評価で考慮した敷地全体の地下構造との関係にも留意し，地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮する。また，必要に応じ敷地における観測記録による検証や最新の科学的・技術的知見を踏まえ設定する。

b. 地震応答解析

(a) 動的解析法

i. 建物・構築物

動的解析による地震力の算定に当たっては，地震応答解析手法の適用性，適用限界等を考慮のうえ，適切な解析法を選定するとともに，建物・構築物に応じた適切な解析条件を設定する。建物・構築物の地震応答解析及び床応答曲線

の策定に用いる動的解析は，原則として，線形解析及び非線形解析に適用可能な時刻歴応答解析法による。また，３次元応答性状等の評価は，線形解析に適用可能な周波数応答解析法による。

建物・構築物の動的解析に当たっては，建物・構築物の剛性はそれらの形状，構造特性等を十分考慮して評価し，集中質点系等に置換した解析モデルを設定する。

動的解析には，建物・構築物と地盤との相互作用を考慮するものとし，解析モデルの地盤のばね定数は，基礎版の平面形状，地盤の剛性等を考慮して定める。設計用地盤定数は，原則として，弾性波試験によるものを用いる。

地盤－建物・構築物連成系の減衰定数は，振動エネルギの地下逸散及び地震応答における各部の歪みレベルを考慮して定める。

基準地震動及び弾性設計用地震動に対する応答解析において，主要構造要素がある程度以上弾性範囲を超える場合には，実験等の結果に基づき，該当する建物部分の構造特性に応じて，その弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した応答解析を行う。

また，Ｓクラスの施設を支持する建物・構築物の支持機能を検討するための動的解析において，施設を支持する建物・構築物の主要構造要素がある程度以上弾性範囲を超える場合には，その弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した応答解析を行う。

応答解析に用いる材料定数については，地盤の諸定数も含めて不確かさによる変動幅を適切に考慮する。また，必要に応じて建物・構築物及び機器・配管系の設計用地震力に及ぼす影響を検討する。

原子炉建屋及び原子炉補助建屋については，３次元ＦＥＭ解析等から，建物・構築物の３次元応答性状及び機器・配管系への影響を評価する。

屋外重要土木構造物の動的解析は，構造物と地盤の相互作用を考慮できる連成系の地震応答解析手法とし，地盤及び構造物の地震時における非線形挙動の有無や程度に応じて，線形，等価線形，非線形解析のいずれかにて行う。

なお，地震力については，水平２方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。

【説明資料（5.1：P4 条-61）（5.3：P4 条-63）】

ⅱ．　機器・配管系

動的解析による地震力の算定に当たっては，地震応答解析手法の適用性，適用限界等を考慮のうえ，適切な解析法を選定するとともに，解析条件として考慮すべき減衰定数，剛性等の各種物性値は，適切な規格及び基準，あるいは実験等の結果に基づき設定する。

機器の解析に当たっては，形状，構造特性等を考慮して，代表的な振動モード

を適切に表現できるよう１質点系，多質点系モデル等に置換し，設計用床応答曲線を用いたスペクトルモーダル解析法又は時刻歴応答解析法により応答を求める。配管系については，熱的条件及び口径から高温配管又は低温配管に分類し，その仕様に応じて適切なモデルに置換し，設計用床応答曲線を用いたスペクトルモーダル解析法又は時刻歴応答解析法により応答を求める。スペクトルモーダル解析法及び時刻歴応答解析法の選択に当たっては，衝突・すべり等の非線形現象を模擬する場合等には時刻歴応答解析法を用いる等，解析対象とする現象，対象設備の振動特性・構造特性等を考慮し適切に選定する。

また，設備の３次元的な広がりを踏まえ，適切に応答を評価できるモデルを用い，水平２方向及び鉛直方向の応答成分について適切に組み合わせるものとする。

なお，剛性の高い機器は，その機器の設置床面の最大応答加速度の 1.2 倍の加速度を震度として作用させて地震力を算定する。

【説明資料（5.2：P4条-62）】

(3) 設計用減衰定数

応答解析に用いる減衰定数は，安全上適切と認められる規格及び基準，既往の振動実験，地震観測の調査結果等を考慮して適切な値を定める。

なお，建物・構築物の応答解析に用いる鉄筋コンクリートの減衰定数の設定については，既往の知見に加え，既設施設の地震観測記録等により，その妥当性を検討する。

また，屋外重要土木構造物の地震応答解析に用いる鉄筋コンクリートの減衰定数については，地盤と構造物の連成系解析モデルにおける工学的な判断を踏まえて妥当性を検討する。

【説明資料（6.：P4 条-63）】

1.4.1.4 荷重の組合せと許容限界

設計基準対象施設の耐震設計における荷重の組合せと許容限界は以下による。

(1) 耐震設計上考慮する状態

地震以外に設計上考慮する状態を次に示す。

a. 建物・構築物

(a) 運転時の状態

発電用原子炉施設が運転状態にあり，通常の自然条件下におかれている状態ただし，運転状態には通常運転時，運転時の異常な過渡変化時を含むものとする。

(b) 設計基準事故時の状態

発電用原子炉施設が設計基準事故時にある状態

(c) 設計用自然条件

設計上基本的に考慮しなければならない自然条件（積雪、風等）

b. 機器・配管系

(a)　通常運転時の状態

発電用原子炉の起動，停止，出力運転，高温待機及び燃料取替等が計画的又は頻繁に行われた場合であって運転条件が所定の制限値以内にある運転状態

(b)　運転時の異常な過渡変化時の状態

通常運転時に予想される機器の単一の故障若しくはその誤作動又は運転員の単一の誤操作及びこれらと類似の頻度で発生すると予想される外乱によって発生する異常な状態であって，当該状態が継続した場合には炉心又は原子炉冷却材圧力バウンダリの著しい損傷が生じるおそれがあるものとして安全設計上想定すべき事象が発生した状態

(c)　設計基準事故時の状態

発生頻度が運転時の異常な過渡変化より低い異常な状態であって，当該状態が発生した場合には発電用原子炉施設から多量の放射性物質が放出するおそれがあるものとして安全設計上想定すべき事象が発生した状態

(d)　設計用自然条件

設計上基本的に考慮しなければならない自然条件（積雪、風等）

【説明資料（4.1(1)：P4 条-55）】

(2)　荷重の種類

a.　建物・構築物

(a)　発電用原子炉のおかれている状態にかかわらず常時作用している荷重，すなわち固定荷重，積載荷重，土圧，水圧及び通常の気象条件による荷重

(b)　運転時の状態で施設に作用する荷重

(c)　設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重

(d)　地震力，風荷重，積雪荷重等

ただし，運転時及び設計基準事故時の荷重には，機器・配管系から作用する荷重が含まれるものとし，地震力には，地震時土圧，機器・配管系からの反力，スロッシング等による荷重が含まれるものとする。

b.　機器・配管系

(a)　通常運転時の状態で作用する荷重

(b)　運転時の異常な過渡変化時の状態で作用する荷重

(c)　設計基準事故時の状態で作用する荷重

(d)　地震力，風荷重，積雪荷重等

【説明資料（4.1(2)：P4条-56）】

(3)　荷重の組合せ

地震力と他の荷重との組合せは次による。

a.　建物・構築物（c.　に記載のものを除く。）

(a)　Ｓクラスの建物・構築物については，常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重と地震力とを組み合わせる。

(b)　Ｓクラスの建物・構築物については，常時作用している荷重及び設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重のうち長時間その作用が続く荷重と弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力とを組み合わせる。

(c)　Ｂクラス及びＣクラスの建物・構築物については，常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重と，動的地震力又は静的地震力とを組み合わせる。

b．機器・配管系（c．に記載のものを除く。）

(a)　Ｓクラスの機器・配管系については，通常運転時の状態で作用する荷重と地震力とを組み合わせる。

(b)　Ｓクラスの機器・配管系については，運転時の異常な過渡変化時の状態及び設計基準事故時の状態のうち地震によって引き起こされるおそれのある事象によって作用する荷重と地震力とを組み合わせる。

(c)　Ｓクラスの機器・配管系については，運転時の異常な過渡変化時の状態及び設計基準事故時の状態で作用する荷重のうち地震によって引き起こされるおそれのない事象であっても，いったん事故が発生した場合，長時間継続する事象による荷重は，その事故事象の発生確率，継続時間及び地震動の超過確率の関係を踏まえ，適切な地震力と組み合わせる。

(d)　Ｂクラス及びＣクラスの機器・配管系については，通常運転時の状態で作用する荷重及び運転時の異常な過渡変化時の状態で作用する荷重と，動的地震力又は静的地震力とを組み合わせる。

c．津波防護施設,浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物

(a)　津波防護施設及び浸水防止設備が設置された建物・構築物については，常時作用している荷重及び運転時の状態で作用する荷重と基準地震動による地震力とを組み合わせる。

(b)　浸水防止設備及び津波監視設備については，常時作用している荷重及び運転時の状態で作用する荷重等と基準地震動による地震力とを組み合わせる。

なお，上記（a），（b）については，地震と津波が同時に作用する可能性について検討し，必要に応じて基準地震動による地震力と津波による荷重の組合せを考慮する。また，津波以外による荷重については，「（2）荷重の種類」に準じるものとする。

d．荷重の組合せ上の留意事項

(a)　Ｓクラスの施設に作用する地震力のうち動的地震力については，水平２方向と鉛直方向の地震力とを適切に組み合わせ算定するものとする。

(b)　ある荷重の組合せ状態での評価が明らかに厳しいことが判明している場合には，その他の荷重の組合せ状態での評価は行わないことがある。

(c)　複数の荷重が同時に作用する場合，それらの荷重による応力の各ピークの生

起時刻に明らかなずれがあることが判明しているならば，必ずしもそれぞれの応力のピーク値を重ねなくてもよいものとする。

(d)　上位の耐震クラスの施設を支持する建物・構築物の当該部分の支持機能を確認する場合においては，支持される施設の耐震クラスに応じた地震力と常時作用している荷重，運転時の状態で施設に作用する荷重及びその他必要な荷重とを組み合わせる。

なお，第1.4.1 表に対象となる建物・構築物及びその支持機能が維持されていることを検討すべき地震動等について記載する。

(e)　地震と組み合わせる自然現象として，風及び積雪を考慮し，風荷重及び積雪荷重については，施設の設置場所，構造等を考慮して，地震荷重と組み合わせる。

【説明資料（4.1(3)：P4条-57）】

(4)　許容限界

各施設の地震力と他の荷重とを組み合わせた状態に対する許容限界は次のとおりとし，安全上適切と認められる規格及び基準又は試験等で妥当性が確認されている許容応力等を用いる。

a. 建物・構築物（c. に記載のものを除く。）

(a)　Ｓクラスの建物・構築物

ⅰ. 弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界

建築基準法などの安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

ⅱ. 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界

構造物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有し，建物・構築物の終局耐力に対して妥当な安全余裕を持たせることとする。

なお，終局耐力は，建物・構築物に対する荷重又は応力を漸次増大していくとき，その変形又は歪みが著しく増加するに至る限界の最大耐力とし，既往の実験式等に基づき適切に定めるものとする。

(b)　Ｂクラス及びＣクラスの建物・構築物（（e），（f）に記載のものを除く。）

上記（a）ⅰ. による許容応力度を許容限界とする。

(c)　耐震クラスの異なる施設を支持する建物・構築物（（e），（f）に記載のものを除く。）

上記（a）ⅱ. を適用するほか，耐震クラスの異なる施設がそれを支持する建物・構築物の変形等に対して，その支持機能を損なわないものとする。

なお，当該施設を支持する建物・構築物の支持機能が維持されることを確認する際の地震動は，支持される施設に適用される地震動とする。

(d)　建物・構築物の保有水平耐力（（e），（f）に記載のものを除く。）

建物・構築物については，当該建物・構築物の保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して耐震重要度に応じた安全余裕を有していることを確認する。

(e)　屋外重要土木構造物

ⅰ．　静的地震力との組合せに対する許容限界

安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

ⅱ．　基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界

構造部材の曲げについては，曲げ耐力，限界層間変形角又は圧縮縁コンクリート限界ひずみに対して妥当な安全余裕を持たせることとし，構造部材のせん断については，せん断耐力に対して妥当な安全余裕を持たせることとする。ただし，構造部材の曲げ，せん断に対して，許容応力度を適用することで，安全余裕を持たせることもある。

なお，それぞれの安全余裕については，各施設の機能要求等を踏まえ設定する。

(f)　その他の土木構造物

安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

b．機器・配管系（c．に記載のものを除く。）

(a)　Ｓクラスの機器・配管系

ⅰ．弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界

応答が全体的におおむね弾性状態に留まることとする。

ただし，１次冷却材喪失事故時に作用する荷重との組合せ（原子炉格納容器及び非常用炉心冷却設備等における長期的荷重との組合せを除く。）に対しては，下記ⅱ．に示す許容限界を適用する。

ⅱ．基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界

塑性ひずみが生じる場合であっても，その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し，その施設に要求される機能に影響を及ぼすことがないように応力，荷重等を制限する。

また，地震時又は地震後に動的機能が要求される機器等については，基準地震動による応答に対して，実証試験等により確認されている機能確認済加速度等を許容限界とする。

(b)　Ｂクラス及びＣクラスの機器・配管系

応答が全体的におおむね弾性状態に留まることとする。

(c)　燃料集合体

地震時に作用する荷重に対して，燃料集合体の１次冷却材流路を維持できること及び過大な変形や破損を生じることにより制御棒の挿入が阻害されること

がないことを確認する。

c. 津波防護施設,浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物

津波防護施設及び浸水防止設備が設置された建物・構築物については，当該施設及び建物・構築物が構造全体としての変形能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有するとともに，その施設に要求される機能（津波防護機能及び浸水防止機能）が保持できることを確認する。

浸水防止設備及び津波監視設備については，その設備に要求される機能（浸水防止機能及び津波監視機能）が保持できることを確認する。

d. 基礎地盤の支持性能

(a) Ｓクラスの建物・構築物，Ｓクラスの機器・配管系，屋外重要土木構造物，津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物の基礎地盤

ⅰ．基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界

接地圧が，安全上適切と認められる規格及び基準等による地盤の極限支持力度に対して妥当な余裕を有することを確認する。

ⅱ．弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界（屋外重要土木構造物，津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物の基礎地盤を除く。）

接地圧に対して，安全上適切と認められる規格及び基準等による地盤の短期許容支持力度を許容限界とする。

(b) Ｂ，Ｃクラスの建物・構築物，機器・配管系及びその他の土木構造物の基礎地盤

上記（a）ⅱ．による許容支持力度を許容限界とする。

【説明資料（4.1(4)：P4条-59）】

1.4.1.5 設計における留意事項

耐震重要施設は，耐震重要度分類の下位のクラスに属する施設（以下「下位クラス施設」という。）の波及的影響によって，その安全機能を損なわないように設計する。

波及的影響の評価に当たっては，以下の４つの観点をもとに，敷地全体を俯瞰した調査・検討を行い，耐震重要施設の安全機能を損なわないことを確認する。なお，原子力発電所の地震被害情報をもとに，４つの観点以外に検討すべき事項がないか確認し，新たな検討事項が抽出された場合には，その観点を追加する。

影響評価には，耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用して評価を行うこととし，地震動又は地震力の選定に当たっては，施設の配置状況，使用時間等を踏まえて適切に設定する。また，水平２方向及び鉛直方向の地震力が同

時に作用する場合の影響も考慮して評価する。

(1)　設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する不等沈下又は相対変位による影響

a.　不等沈下

耐震重要施設は，耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力による下位クラス施設の設置地盤の不等沈下により，その安全機能を損なわないように設計する。

b.　相対変位

耐震重要施設は，耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力による下位クラス施設との相対変位により，その安全機能を損なわないように設計する。

(2)　耐震重要施設と下位クラス施設との接続部における相互影響

耐震重要施設は，耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して，接続する下位クラス施設が損傷することにより，その安全機能を損なわないように設計する。

(3)　建屋内における下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等による耐震重要施設への影響

耐震重要施設は，耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力による建屋内の下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等により，その安全機能を損なわないように設計する。

(4)　建屋外における下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等による耐震重要施設への影響

a.　施設の損傷，転倒及び落下等

耐震重要施設は，耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力による建屋外の下位クラス施設の損傷，転倒及び落下等により，その安全機能を損なわないように設計する。

b.　周辺斜面の崩壊

耐震重要施設は，耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力によって生じるおそれがある周辺の斜面の崩壊に対して，その安全機能が損なわれるおそれがない場所に設置する。

なお，上記(1)～(4)の検討に当たっては，地震に起因する溢水及び火災の観点からも波及的影響がないことを確認する。

上記の観点で検討した波及的影響を考慮する施設を，第1.4.1表中に「波及的影響を考慮すべき施設」として記載する。

【説明資料（7.：P4条-63）】

1.4.1.6 構造計画と配置計画

設計基準対象施設の構造計画及び配置計画に際しては，地震の影響が低減されるように考慮する。

建物・構築物は，原則として剛構造とし，重要な建物・構築物は，地震力に対

し十分な支持性能を有する地盤に支持させる。

機器・配管系は，応答性状を適切に評価し，適用する地震力に対して構造強度を有する設計とする。配置に自由度のあるものは，耐震上の観点からできる限り重心位置を低くし，かつ，安定性のよい据付け状態になるよう配置する。

下位クラス施設は原則，耐震重要施設に対して離隔をとり配置するか，若しくは基準地震動に対し構造強度を保つようにし，耐震重要施設の安全機能を損なわない設計とする。

【説明資料（8.：P4条-65）】

1.4.3 主要施設の耐震構造

1.4.3.1 原子炉建屋

原子炉建屋は，原子炉格納施設，原子炉周辺補機棟及び燃料取扱棟からなり，各棟は岩盤上に設置される鉄筋コンクリート造の基礎版（約62m×約80m）上に設けられる。原子炉建屋の主体構造は鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）である。

原子炉格納施設は原子炉格納容器，外周コンクリート壁，内部コンクリート等で構成される。

原子炉格納容器は内径約40m，全高約77mで，上部に半球ドーム，下部にさら形鏡を持つ円筒形の鋼板シェル構造である。

外周コンクリート壁は外径約47m，全高約83mで，上部に半球ドームを持つ円筒形の鉄筋コンクリート造シェル構造である。

また，内部コンクリートは原子炉格納容器内部に設け，その主要構造は剛な壁式鉄筋コンクリート造である。

1.4.3.2 原子炉補助建屋

原子炉補助建屋は，地上３階，地下２階であり，平面が約72m×約79mの鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造）の建物で，基礎は岩盤上に設置される。

原子炉建屋と原子炉補助建屋との間は，適切な間げきを設け建物相互の干渉を防ぐようにする。

1.4.3.3 タービン建屋

タービン建屋は，地上２階，地下１階であり，平面が約95m×約46mの鉄骨造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造）である。

1.4.3.4 原子炉容器

原子炉容器は，上部及び底部が半球状のたて置円筒形で，原子炉容器ふたはフランジで容器胴にボルト締めされており，それ自体肉厚の剛な構造である。

原子炉容器は，原子炉容器入口及び出口ノズルに溶接した鋼製のパッドを介して，内部コンクリートに固定する鋼製構造物に支持させる。なお，容器の熱膨張を拘束しないよう半径方向はフリーとし，下方及び周方向を拘束する構造にして地震力に対しても支持する。

1.4.3.5 制御棒クラスタ駆動装置

制御棒クラスタ駆動装置は，原子炉容器ふたに取付けられた磁気ジャック式駆動装置である。

制御棒クラスタ駆動装置は，上部端を耐震サポートにより内部コンクリートに支持し，下部を原子炉容器ふたに固定し，それ自体も剛性を持つので，地震力に対しても必要な強度を有する。

1.4.3.6 燃料集合体及び炉内構造物

燃料集合体は，燃料棒，制御棒案内シンブル，支持格子，上部ノズル，下部ノズル等により構成される。燃料集合体は制御棒案内シンブルとそれに接合した支持格子とによって骨格を形成し，燃料棒を正方格子状の配列で支持格子のばねに支持させるため燃料棒の熱膨脹を拘束しない構造となっている。また，燃料集合体に作用する地震力は，上部ノズル及び下部ノズルを介して炉内構造物の上部炉心板及び下部炉心板に伝達される。

炉内構造物は，上部炉心構造物及び下部炉心構造物から構成される。

上部炉心構造物は，上部炉心支持板，上部炉心支持柱，上部炉心板，制御棒クラスタ案内管等から構成され，下部炉心構造物は，炉心槽，下部炉心支持柱，下部炉心支持板，下部炉心板，炉心バッフル等から構成されている。燃料集合体及び炉内構造物に作用する水平地震力は，炉心槽上部フランジ部を介して原子炉容器フランジ部に，また炉心槽下端を介して原子炉容器胴内壁に取り付けた炉心支持金物にそれぞれ伝達される。さらに，炉内構造物に作用する鉛直地震力は，上部炉心支持板及び炉心槽上部フランジを介して原子炉容器フランジ部に伝達される。

1.4.3.7 １次冷却設備

１次冷却設備は，１次冷却材管，蒸気発生器，１次冷却材ポンプ，加圧器等で構成される。

１次冷却材管は，配管口径及び肉厚が大きく剛性が高いので熱膨張に対する考慮から配管の途中には支持構造物を設けない構造としている。

蒸気発生器は，水平方向を上部胴支持構造物，中間胴支持構造物及び下部支持構造物により，また，鉛直方向を支持脚により支持する。支持構造物は，１次冷却系の熱膨張を拘束しない構造となっており，水平地震力及び鉛直地震力は，各方向の支持構造物を介して内部コンクリートに伝達される。

１次冷却材ポンプは，水平方向を上部支持構造物及び下部支持構造物により，また，鉛直方向を支持脚により支持する。支持構造物は，１次冷却系の熱膨張を拘束しない構造となっており，水平地震力及び鉛直地震力は，各方向の支持構造物を介して内部コンクリートに伝達される。

加圧器は，支持スカート及び上部支持構造物により支持されており，地震力はこれらの支持構造物により内部コンクリートに伝達される。また，上部支持構造

物は，加圧器の熱膨張を拘束しない構造となっている。

1.4.3.8 その他

その他の機器・配管については，運転荷重，地震荷重，熱膨脹による荷重のもとで不都合な応力が生じないよう，必要に応じてスナバ，リジット・ハンガ，その他の支持装置を使用して耐震的にも熱的にも安全な設計とする。

1.4.4 地震検知による耐震安全性の確保

(1) 地震感知器

安全保護系の一つとして地震感知器を設け，ある程度以上の地震が起こった場合に原子炉を自動的に停止させる。トリップ設定値は弾性設計用地震動の加速度レベルに余裕を持たせた値とする。安全保護系は，フェイル・セーフ設備とするが，地震以外のショックによって原子炉をトリップさせないよう配慮する。

地震感知器は，基盤の地震動をできるだけ直接的に検出するため建屋基礎版の位置，また主要な機器が配置されている代表的な床面に設置する。なお，設置に当たっては試験及び保守が可能な原子炉補助建屋の適切な場所に設置する。

(2) 地震観測等による耐震性の確認

発電用原子炉施設のうち安全上特に重要なものに対しては，地震観測網を適切に設置し、地震観測等により振動性状の把握を行い，それらの測定結果に基づく解析等により施設の機能に支障のないことを確認していくものとする。

地震観測を継続して実施するために，地震観測網の適切な維持管理を行う。

第1.4.1表　クラス別施設（1／6）

耐震重要度分類	機能別分類	主要設備(注1)		補助設備(注2)		直接支持構造物(注3)		間接支持構造物(注4)		波及的影響を考慮すべき施設(注5)	
		適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	(注6)検討用地震動	適用範囲	(注6)検討用地震動
S	a. 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系	①原子炉容器 ②原子炉冷却材圧力バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁	S S	①隔離弁を閉とするに必要な電気及び計装設備	S	①原子炉容器・蒸気発生器・1次冷却材ポンプ・加圧器の支持構造物 ②機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	S S	①内部コンクリート ②原子炉建屋 ③原子炉補助建屋	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ	①格納容器ポーラクレーン ②タービン建屋 ③その他	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ
	b. 使用済燃料を貯蔵するための施設	①使用済燃料ピット ②使用済燃料ラック	S S	－	－	－	－	①原子炉建屋	Ｓｓ	①使用済燃料ピットクレーン ②燃料取扱棟 ③その他	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ
	c. 原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設，及び原子炉の停止状態を維持するための施設	①制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置（スクラム機能に関する部分） ②化学体積制御設備のうちほう酸注入系	S S	①炉心支持構造物及び制御棒クラスタ案内管 ②非常用電源（燃料油系含む）及び計装設備	S S	①機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	S	①内部コンクリート ②原子炉建屋 ③原子炉補助建屋 ④非常用電源の燃料油系を支持する構造物	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ	①格納容器ポーラクレーン ②タービン建屋 ③その他	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ
	d. 原子炉停止後，炉心から崩壊熱を除去するための施設	①主蒸気・主給水系（主給水逆止弁より蒸気発生器2次側を経て，主蒸気隔離弁まで） ②補助給水系 ③補助給水タンク ④余熱除去設備	S S S S	①原子炉補機冷却水設備（当該主要設備に係るもの） ②原子炉補機冷却海水設備 ③燃料取替用水タンク ④炉心支持構造物（炉心冷却に直接影響するもの） ⑤非常用電源（燃料油系含む）及び計装設備	S S S S S	①機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	S	①内部コンクリート ②原子炉建屋 ③原子炉補助建屋 ④海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物 ⑤非常用電源の燃料油系を支持する構造物	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ	①格納容器ポーラクレーン ②海水ピットクレーン ③タービン建屋 ④その他	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ

第1.4.1表　クラス別施設（2／6）

耐震重要度分類	機能別分類	主要設備（注1）		補助設備（注2）		直接支持構造物（注3）		間接支持構造物（注4）		波及的影響を考慮すべき施設（注5）	
		適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	（注6）検討用地震動	適用範囲	（注6）検討用地震動
S	e. 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故後，炉心から崩壊熱を除去するための施設	①安全注入設備 ②余熱除去設備（再循環用） ③燃料取替用水タンク	S S S	①原子炉補機冷却水設備（当該主要設備に係るもの） ②原子炉補機冷却海水設備 ③中央制御室の遮蔽と空調設備 ④非常用電源（燃料油系含む）及び計装設備	S S S S	①機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	S	①内部コンクリート ②原子炉建屋 ③原子炉補助建屋 ④海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物 ⑤非常用電源の燃料油系を支持する構造物	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ	①格納容器ポーラクレーン ②海水ピットクレーン ③タービン建屋 ④その他	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ
	f. 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に，圧力障壁となり放射性物質の放散を直接防ぐための施設	①原子炉格納容器 ②原子炉格納容器バウンダリに属する配管・弁	S S	①隔離弁を閉とするに必要な電気及び計装設備	S	①機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	S	①原子炉建屋 ②原子炉補助建屋	Ｓｓ Ｓｓ	①タービン建屋 ②その他	Ｓｓ Ｓｓ
	g. 放射性物質の放出を伴うような事故の際に，その外部放散を抑制するための施設であり，f. 以外の施設	①格納容器スプレイ設備 ②燃料取替用水タンク ③アニュラスシール ④アニュラス空気再循環設備 ⑤格納容器排気筒 ⑥安全補機室空気浄化設備	S S S S S S	①原子炉補機冷却水設備 ②原子炉補機冷却海水設備 ③非常用電源（燃料油系含む）及び計装設備	S S S	①機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	S	①原子炉建屋 ②原子炉補助建屋 ③原子炉格納容器 ④外周コンクリート壁 ⑤海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物 ⑥非常用電源の燃料油系を支持する構造物	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ	①海水ピットクレーン ②タービン建屋 ③その他	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ
	h. 津波防護機能を有する施設及び浸水防止機能を有する施設（注7）	①海水ピット堰 ②水密ハッチ ③水密扉 ④床ドレンライン逆止弁 ⑤貫通部止水処置	S S S S S	－	－	①機器等の支持構造物	S	①原子炉建屋 ②原子炉補助建屋 ③海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ	①海水ピットクレーン ②タービン建屋 ③その他	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ

第1.4.1表　クラス別施設（3／6）

耐震重要度分類	機能別分類	主要設備（注1）		補助設備（注2）		直接支持構造物（注3）		間接支持構造物（注4）		波及的影響を考慮すべき施設（注5）	
		適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	（注6）検討用地震動	適用範囲	（注6）検討用地震動
S	i. 敷地における津波監視機能を有する施設（注7）	①海面監視カメラ ②耐震型海水ピット水位計	S S	①非常用電源（燃料油系含む）及び計装設備	S	①電気計装設備等の支持構造物	S	①原子炉建屋 ②原子炉補助建屋 ③海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物 ④非常用電源の燃料油系を支持する構造物	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ	①海水ピットクレーン ②タービン建屋 ③その他	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ
	j. その他	①使用済燃料ピット水補給設備（非常用）	S	①非常用電源（燃料油系含む）及び計装設備	S	①機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	S	①原子炉建屋 ②原子炉補助建屋 ③非常用電源の燃料油系を支持する構造物	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ	①タービン建屋 ②その他	Ｓｓ Ｓｓ
		②炉内構造物	S	－	－	－	－	－	－	－	－

第1.4.1表　クラス別施設（4／6）

耐震重要度分類	機能別分類	主要設備（注1）		補助設備（注2）		直接支持構造物（注3）		間接支持構造物（注4）		波及的影響を考慮すべき施設（注5）	
		適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	（注6）検討用地震動	適用範囲	（注6）検討用地震動
B	k. 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていて，1次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設	①化学体積制御系のうち抽出系と余剰抽出系	B	－	－	①機器・配管等の支持構造物	B	①内部コンクリート ②原子炉建屋 ③原子炉補助建屋	S_B S_B S_B	－	－
	l. 放射性廃棄物を内蔵している施設（ただし，内蔵量が少ない又は貯蔵方式により，その破損により公衆に与える放射線の影響が周辺監視区域外における年間の線量限度に比べ十分小さいものは除く）	①放射性廃棄物処理設備，ただし，Cクラスに属するものは除く	B	－	－	①機器・配管等の支持構造物	B	①原子炉建屋 ②原子炉補助建屋	S_B S_B	－	－
	m. 放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設で，その破損により，公衆及び従事者に過大な放射線被ばくを与える可能性のある施設	①使用済燃料ピット水浄化系 ②化学体積制御設備のうちSクラス及びCクラスに属する以外のもの ③放射線低減効果の大きい遮蔽 ④燃料取扱棟クレーン ⑤使用済燃料ピットクレーン ⑥燃料取替クレーン ⑦燃料移送装置	B B B B B B B	－	－	①機器・配管等の支持構造物	B	①内部コンクリート ②原子炉建屋 ③原子炉補助建屋	S_B S_B S_B	－	－
	n. 使用済燃料を冷却するための施設	①使用済燃料ピット水冷却系	B	①原子炉補機冷却水設備（当該主要設備に係るもの） ②原子炉補機冷却海水設備 ③電気計装設備	B B B	①機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	B	①原子炉建屋 ②原子炉補助建屋 ③海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物	S_B S_B S_B	－	－

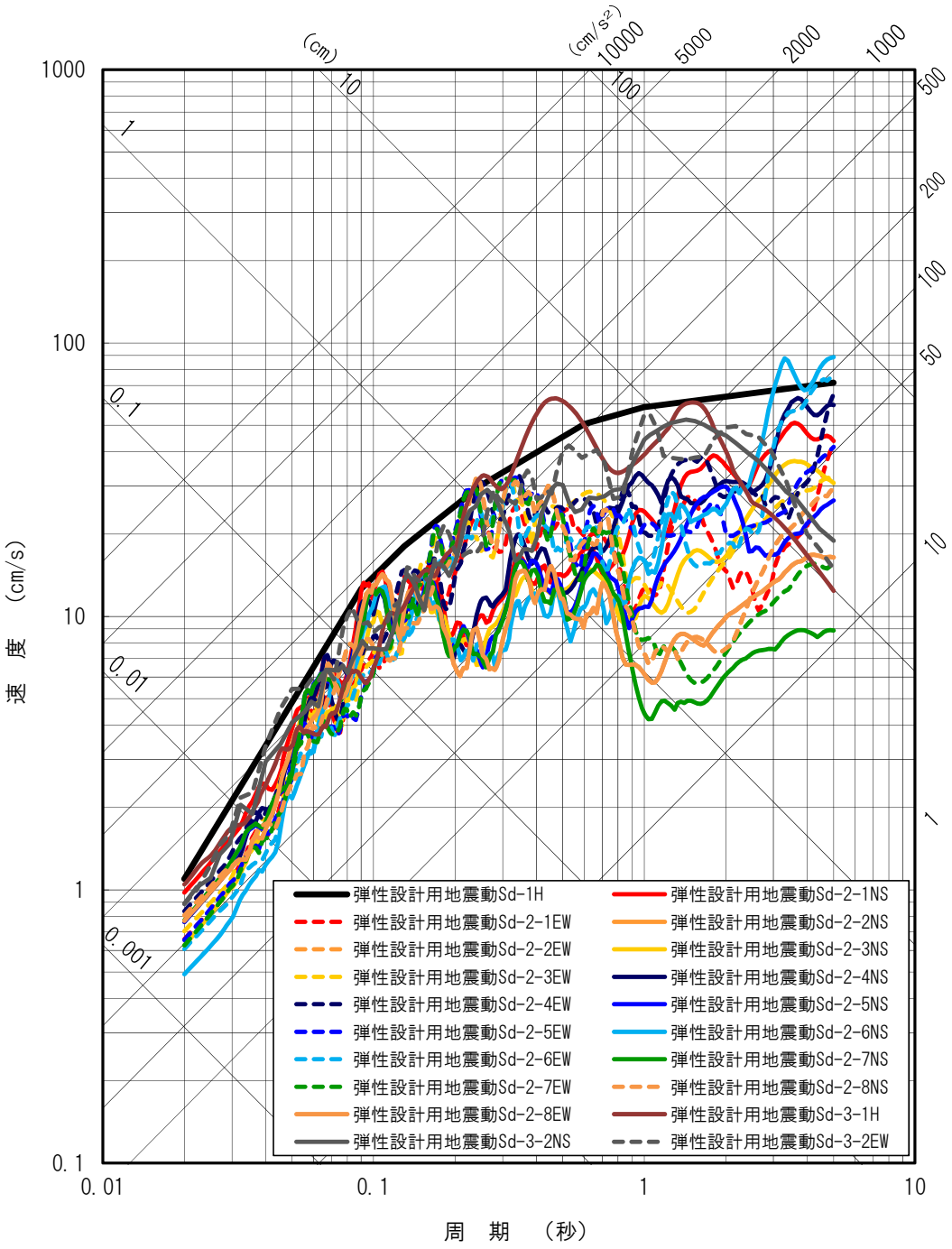
第1.4.1表　クラス別施設（5／6）

耐震重要度分類	機能別分類	主要設備(注1)		補助設備(注2)		直接支持構造物(注3)		間接支持構造物(注4)		波及的影響を考慮すべき施設(注5)	
		適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	(注6)検討用地震動	適用範囲	(注6)検討用地震動
B	o. 放射性物質の放出を伴うような場合に，その外部放散を抑制するための施設で，Sクラスに属さない施設	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
C	p. 原子炉の反応度を制御するための施設でSクラス及びBクラスに属さない施設	①制御棒クラスタ駆動装置（原子炉トリップ機能に関する部分を除く）	C	－	－	①電気計装設備の支持構造物	C	①内部コンクリート ②原子炉建屋 ③原子炉補助建屋	S_C S_C S_C	－	－
	q. 放射性物質を内蔵しているか，又はこれに関連した施設でSクラス及びBクラスに属さない施設	①試料採取設備 ②床ドレン設備 ③洗浄排水処理設備 ④ドラム詰装置より下流の固体廃棄物処理設備（固体廃棄物貯蔵庫を含む） ⑤ベイラ ⑥化学体積制御系のうちほう酸回収装置蒸留水側及びほう酸補給タンク回り ⑦液体廃棄物処理設備のうち，廃液蒸発装置蒸留水側 ⑧原子炉補給水設備 ⑨新燃料貯蔵庫 ⑩その他	C C C C C C C C C C	－	－	①機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	C	①内部コンクリート ②原子炉建屋 ③原子炉補助建屋 ④固体廃棄物貯蔵庫	S_C S_C S_C S_C	－	－

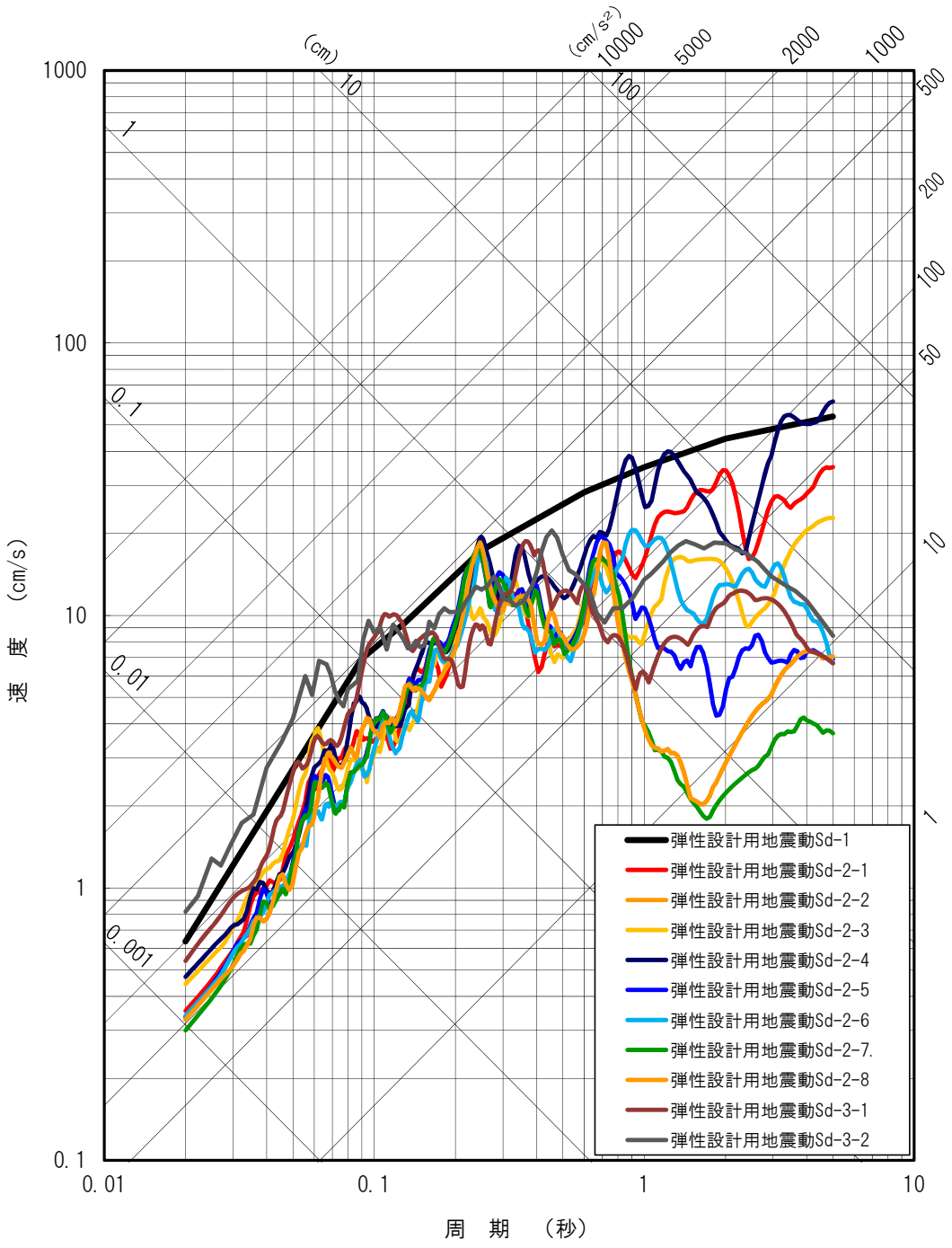
第1.4.1表　クラス別施設（6／6）

耐震重要度分類	機能別分類	主要設備（注1）		補助設備（注2）		直接支持構造物（注3）		間接支持構造物（注4）		波及的影響を考慮すべき施設（注5）	
		適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	（注6）検討用地震動	適用範囲	（注6）検討用地震動
C	r. 原子炉施設ではあるが，放射線安全に関係しない施設	①タービン設備 ②原子炉補機冷却水設備 ③補助ボイラ及び補助蒸気設備 ④消火設備（注8） ⑤主発電機・変圧器 ⑥換気空調設備 ⑦蒸気発生器ブローダウン設備 ⑧所内用空気圧縮設備 ⑨格納容器ポーラクレーン ⑩緊急時対策所 ⑪その他	C C C C C C C C C C C	①緊急時対策所計装設備・通信連絡設備	C	①機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	C	①タービン建屋 ②内部コンクリート ③原子炉建屋 ④原子炉補助建屋 ⑤補助ボイラ建屋 ⑥緊急時対策所	S_C S_C S_C S_C S_C S_C	－	－

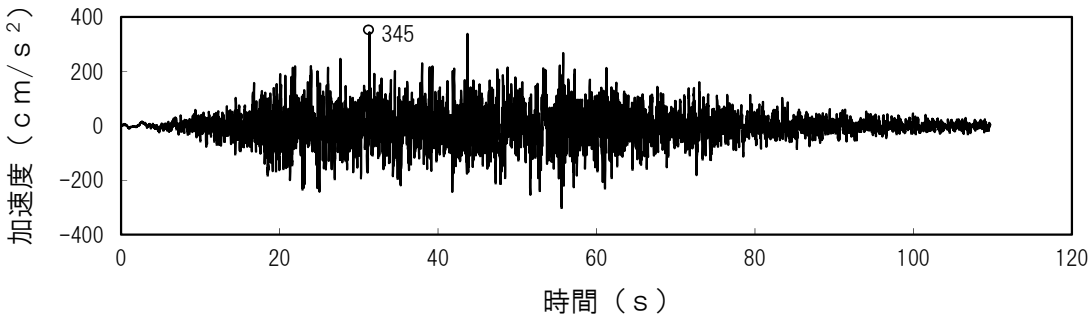
（注１）　主要設備とは，当該機能に直接的に関連する設備をいう。
（注２）　補助設備とは，当該機能に間接的に関連し，主要設備の補助的役割を持つ設備をいう。
（注３）　直接支持構造物とは，主要設備，補助設備に直接取り付けられる支持構造物，若しくはこれらの設備の荷重を直接的に受ける支持構造物をいう。
（注４）　間接支持構造物とは，直接支持構造物から伝達される荷重を受ける構造物（建物，構築物）をいう。
（注５）　波及的影響を考慮すべき施設とは，下位クラスに属する施設の破損等によって上位クラスに属する施設に波及的影響を及ぼすおそれのある施設をいう。
（注６）　Ｓｓ　：　基準地震動Ssにより定まる地震力
　　S_B　：　耐震Ｂクラス施設に適用される地震力
　　S_C　：　耐震Ｃクラス施設に適用される静的地震力
（注７）　基準地震動Ssによる地震力に対して，機能を保持できるものとする。
（注８）　耐震Ｓクラス施設，Ｂクラス施設を防護対象とする消火設備（火災感知設備を含む。）については，それぞれＳｓ，S_Bに対して機能が維持されることを確認する。



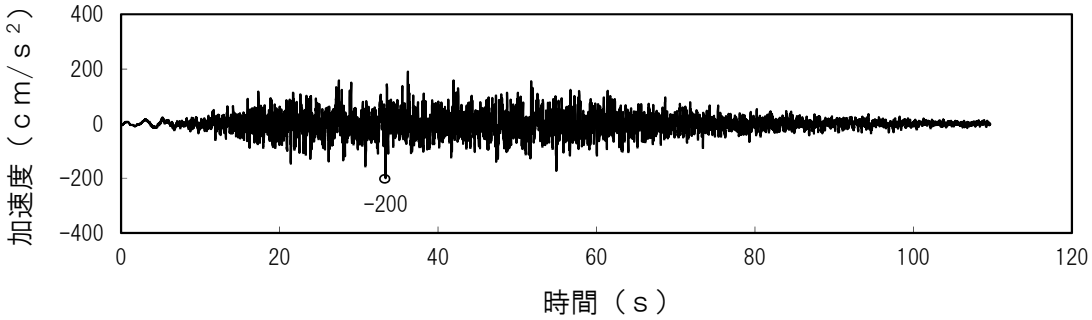
第1.4.1図　弾性設計用地震動の応答スペクトル（水平方向）



第1.4.2図　弾性設計用地震動の応答スペクトル（鉛直方向）

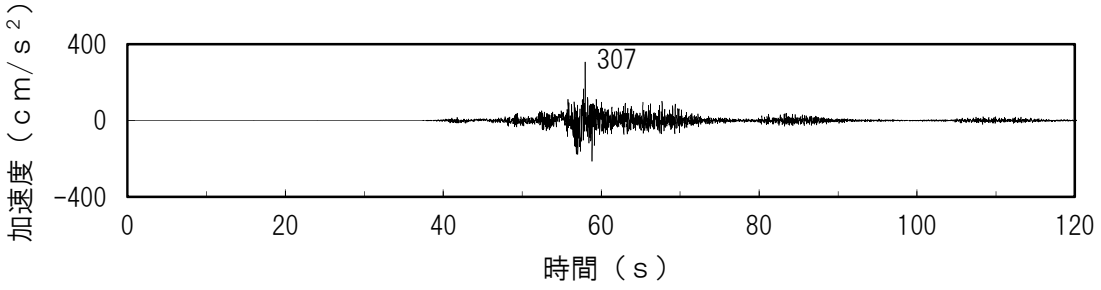


加速度（水平方向：Sd-1H）

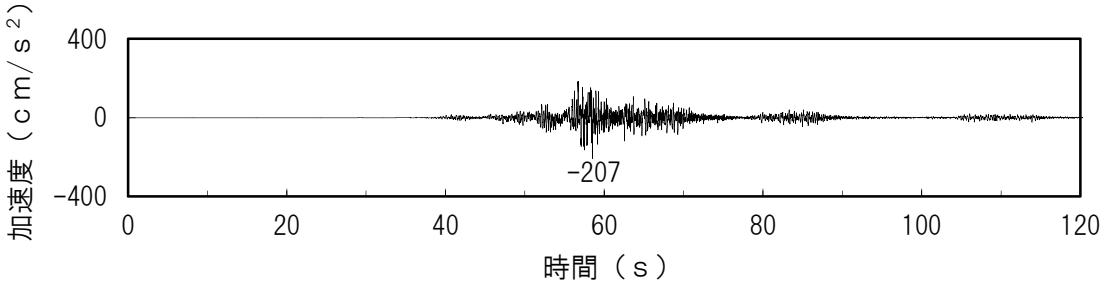


加速度（鉛直方向：Sd-1V）

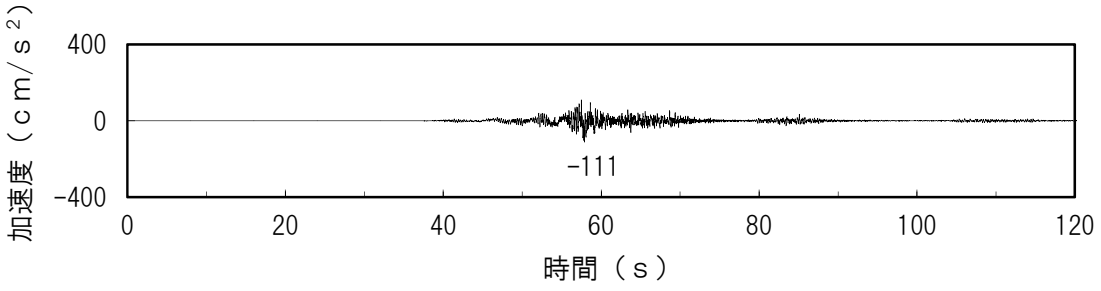
第1.4.3図　弾性設計用地震動Sd-1の設計用模擬地震波の時刻歴波形



加速度（水平方向：Sd-2-1(NS)）

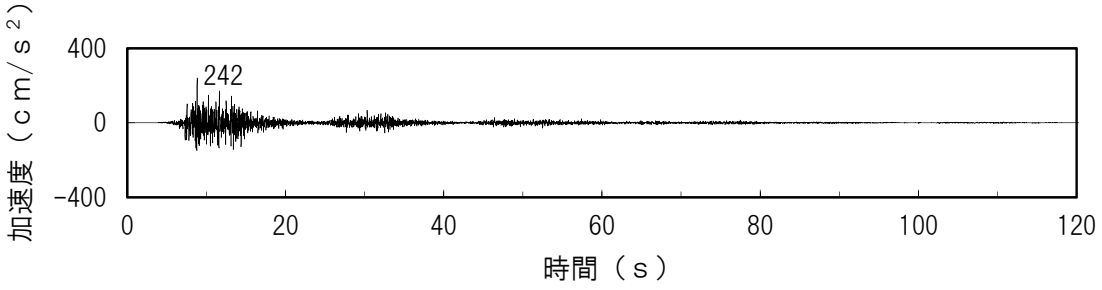


加速度（水平方向：Sd-2-1(EW)）

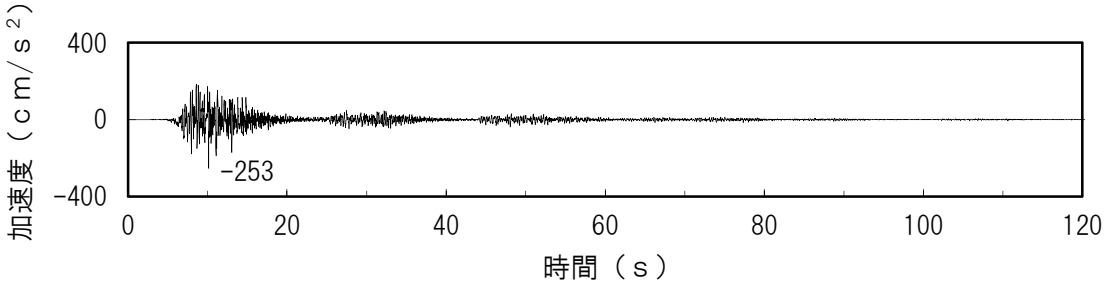


加速度（鉛直方向：Sd-2-1(UD)）

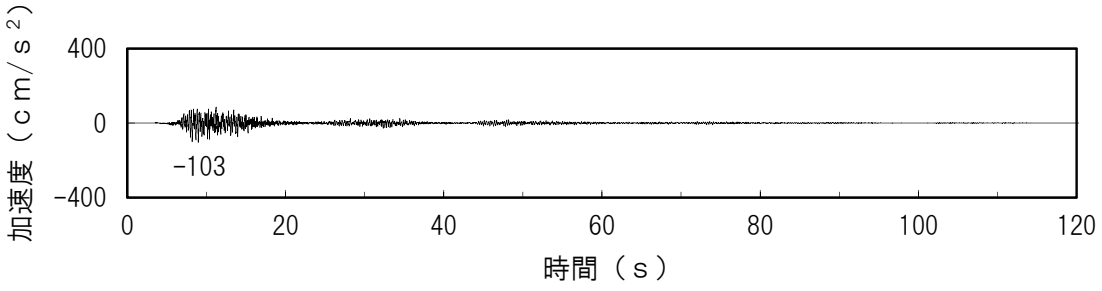
第1.4.4図　弾性設計用地震動Sd-2-1の時刻歴波形



加速度（水平方向：Sd-2-2(NS)）

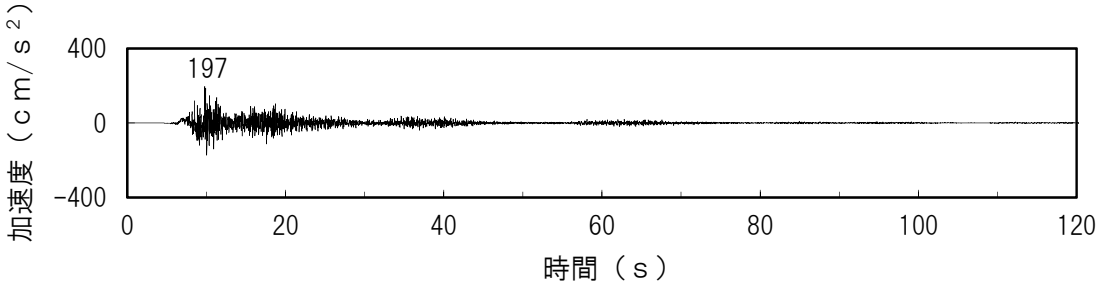


加速度（水平方向：Sd-2-2(EW)）

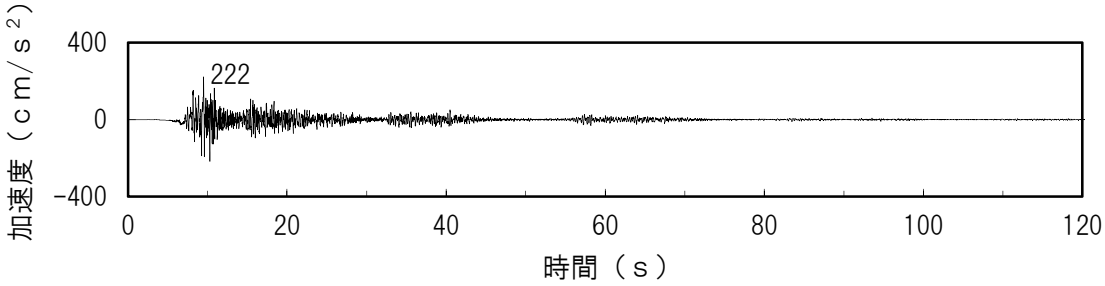


加速度（鉛直方向：Sd-2-2(UD)）

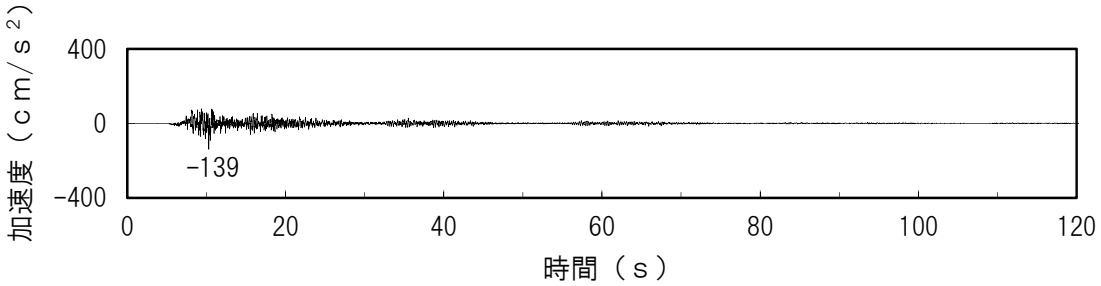
第1.4.5図　弾性設計用地震動Sd-2-2の時刻歴波形



加速度（水平方向：Sd-2-3(NS)）

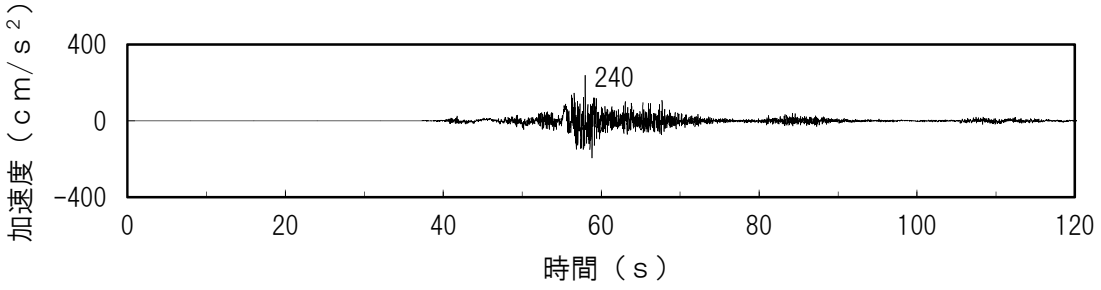


加速度（水平方向：Sd-2-3(EW)）

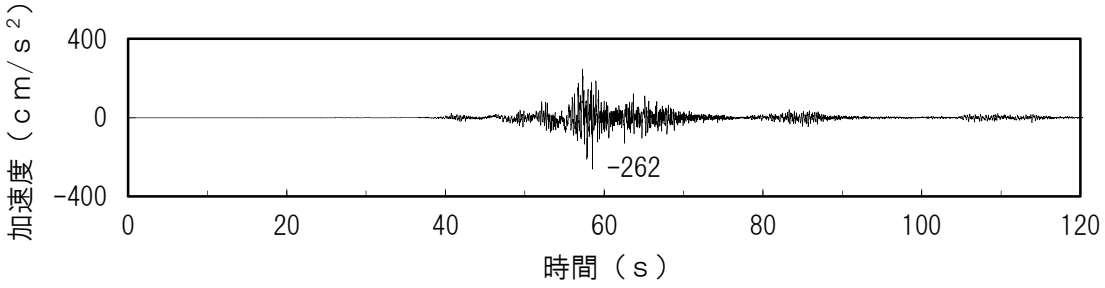


加速度（鉛直方向：Sd-2-3(UD)）

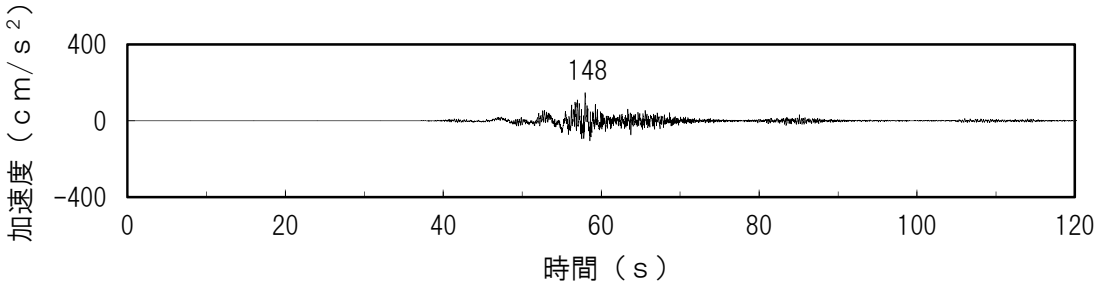
第1.4.6図　弾性設計用地震動Sd-2-3の時刻歴波形



加速度（水平方向：Sd-2-4(NS)）

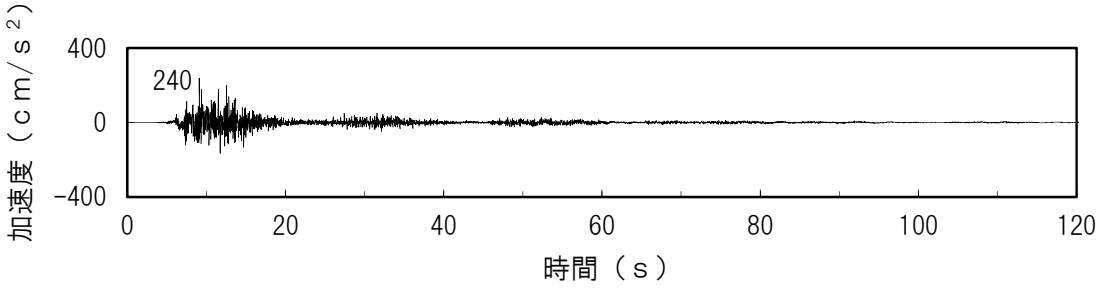


加速度（水平方向：Sd-2-4(EW)）

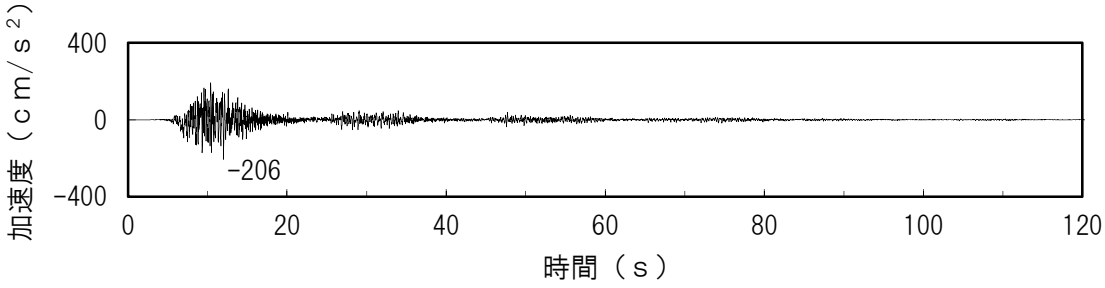


加速度（鉛直方向：Sd-2-4(UD)）

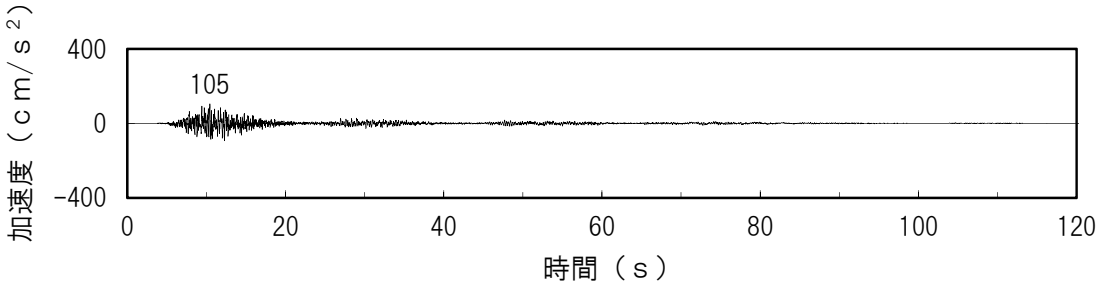
第1.4.7図　弾性設計用地震動Sd-2-4の時刻歴波形



加速度（水平方向：Sd-2-5(NS)）

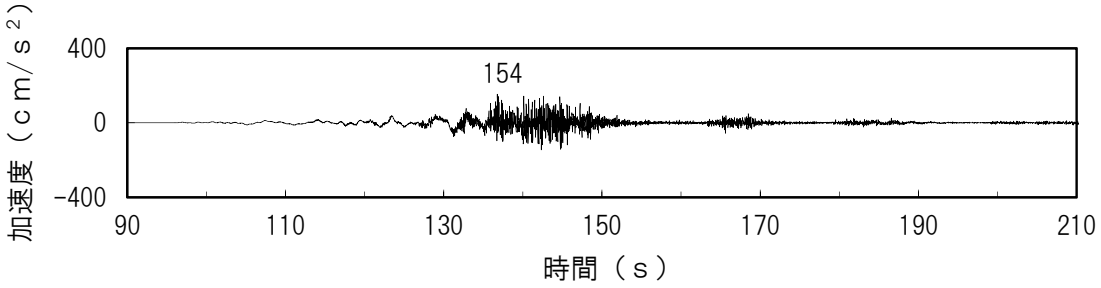


加速度（水平方向：Sd-2-5(EW)）

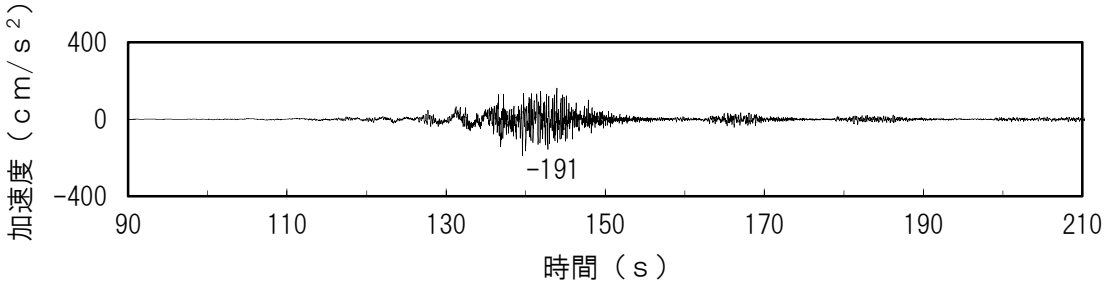


加速度（鉛直方向：Sd-2-5(UD)）

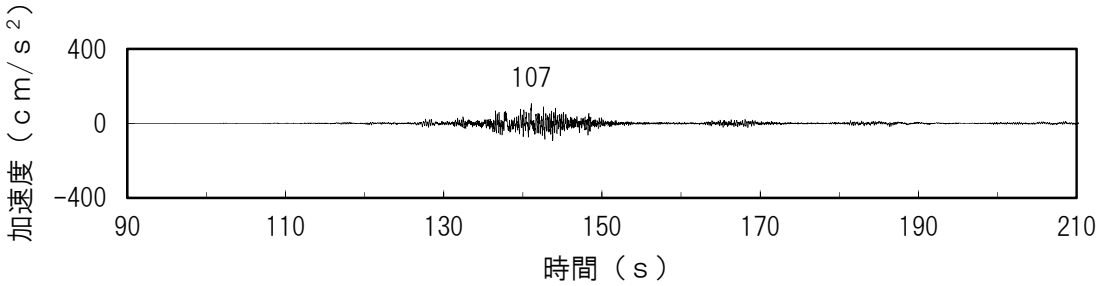
第1.4.8図　弾性設計用地震動Sd-2-5の時刻歴波形



加速度（水平方向：Sd-2-6(NS)）

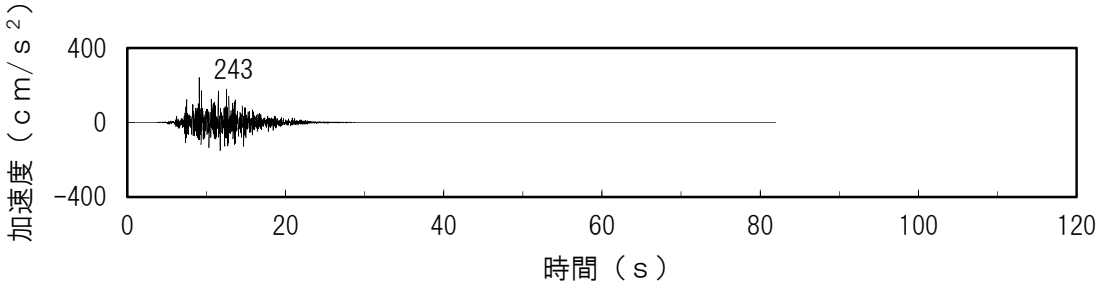


加速度（水平方向：Sd-2-6(EW)）

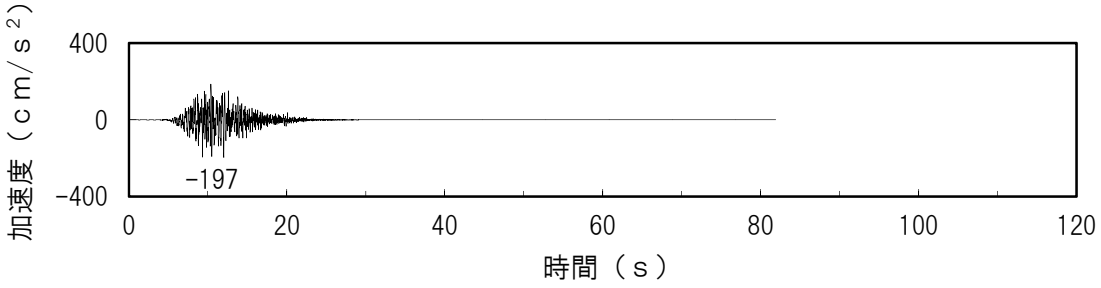


加速度（鉛直方向：Sd-2-6(UD)）

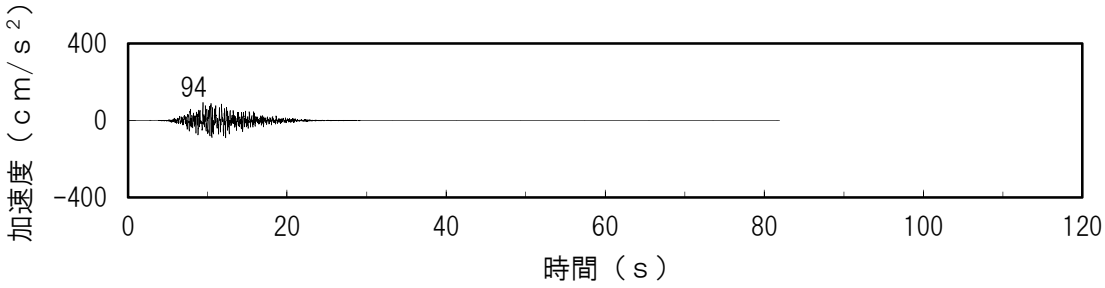
第1.4.9図　弾性設計用地震動Sd-2-6の時刻歴波形



加速度（水平方向：Sd-2-7(NS)）

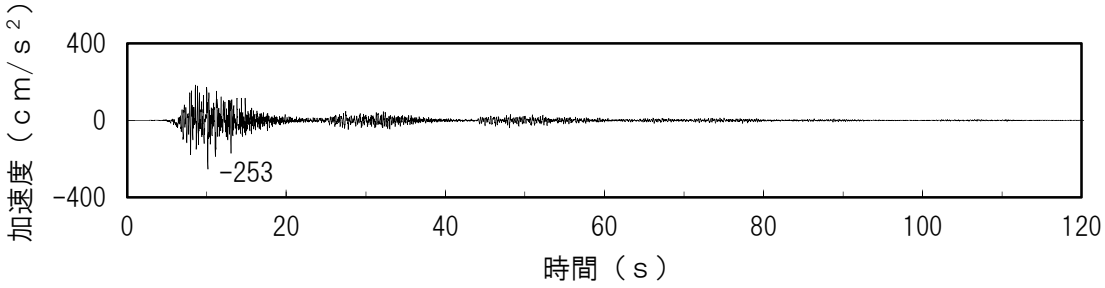


加速度（水平方向：Sd-2-7(EW)）

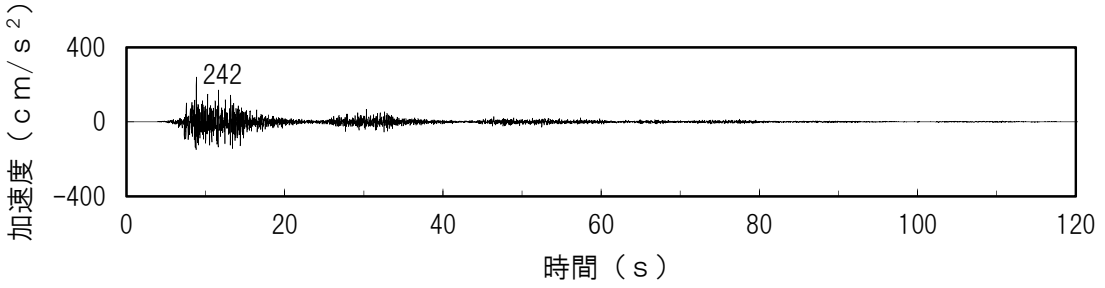


加速度（鉛直方向：Sd-2-7(UD)）

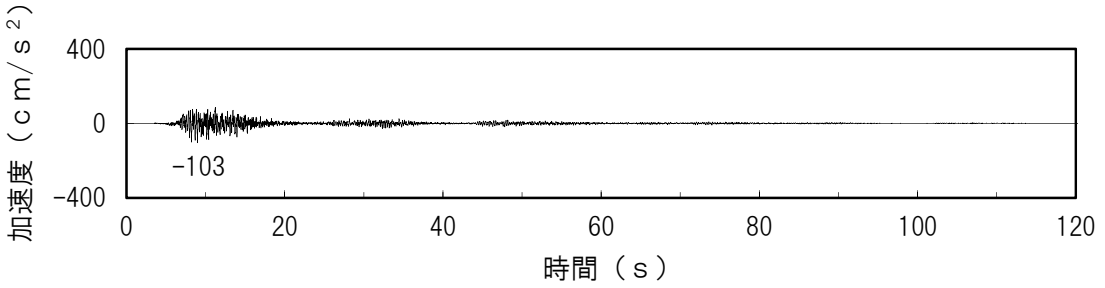
第1.4.10図　弾性設計用地震動Sd-2-7の時刻歴波形



加速度（水平方向：Sd-2-8(NS)）

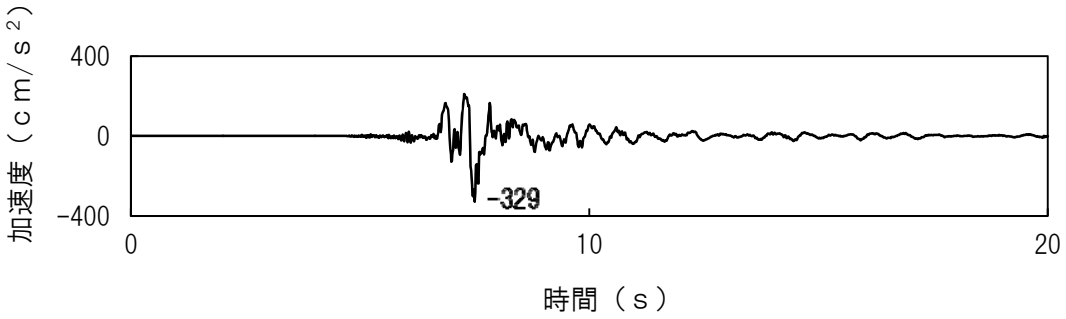


加速度（水平方向：Sd-2-8(EW)）

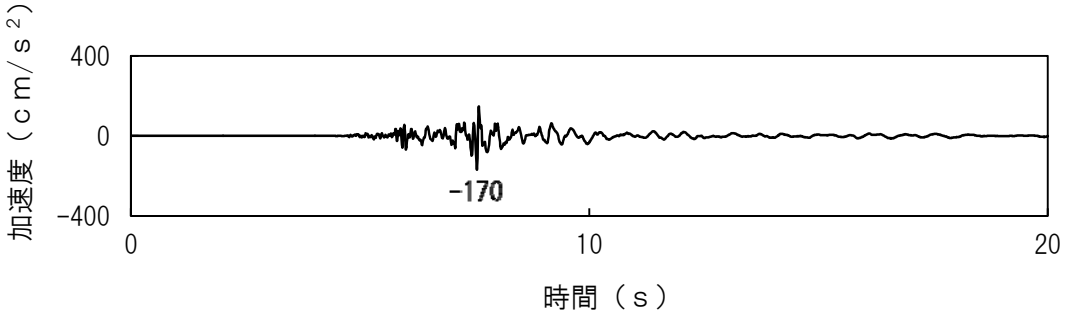


加速度（鉛直方向：Sd-2-8(UD)）

第1.4.11図　弾性設計用地震動Sd-2-8の時刻歴波形

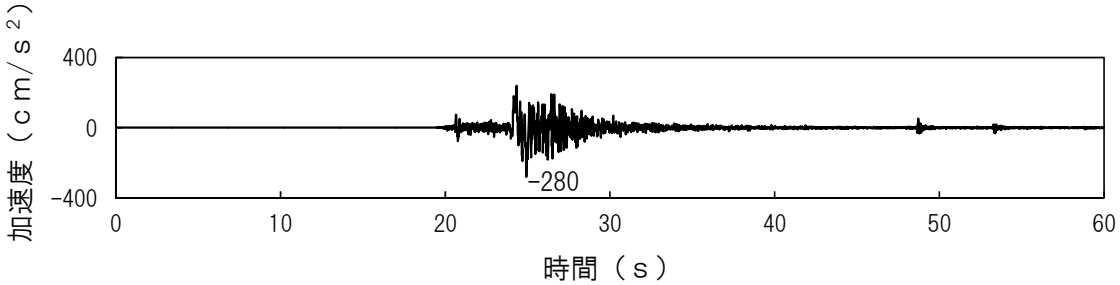


加速度（水平方向：Sd-3-1H）

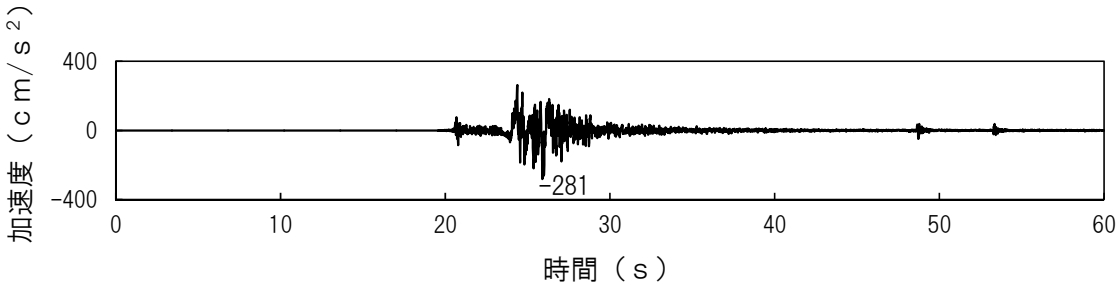


加速度（鉛直方向：Sd-3-1V）

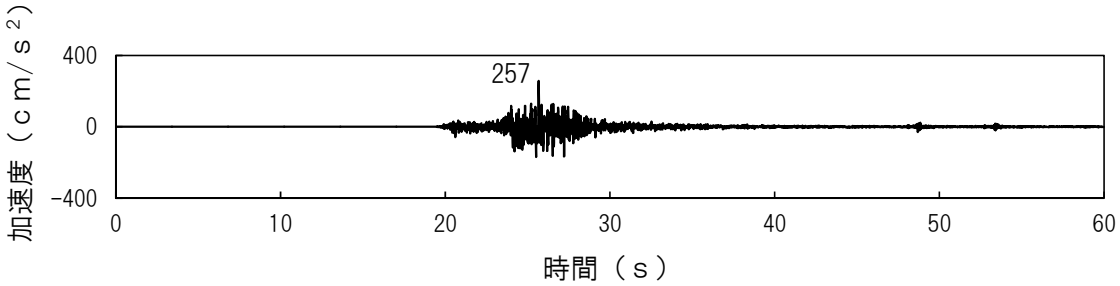
第1.4.12図　弾性設計用地震動Sd-3-1の時刻歴波形



加速度（水平方向：Sd-3-2(NS)）

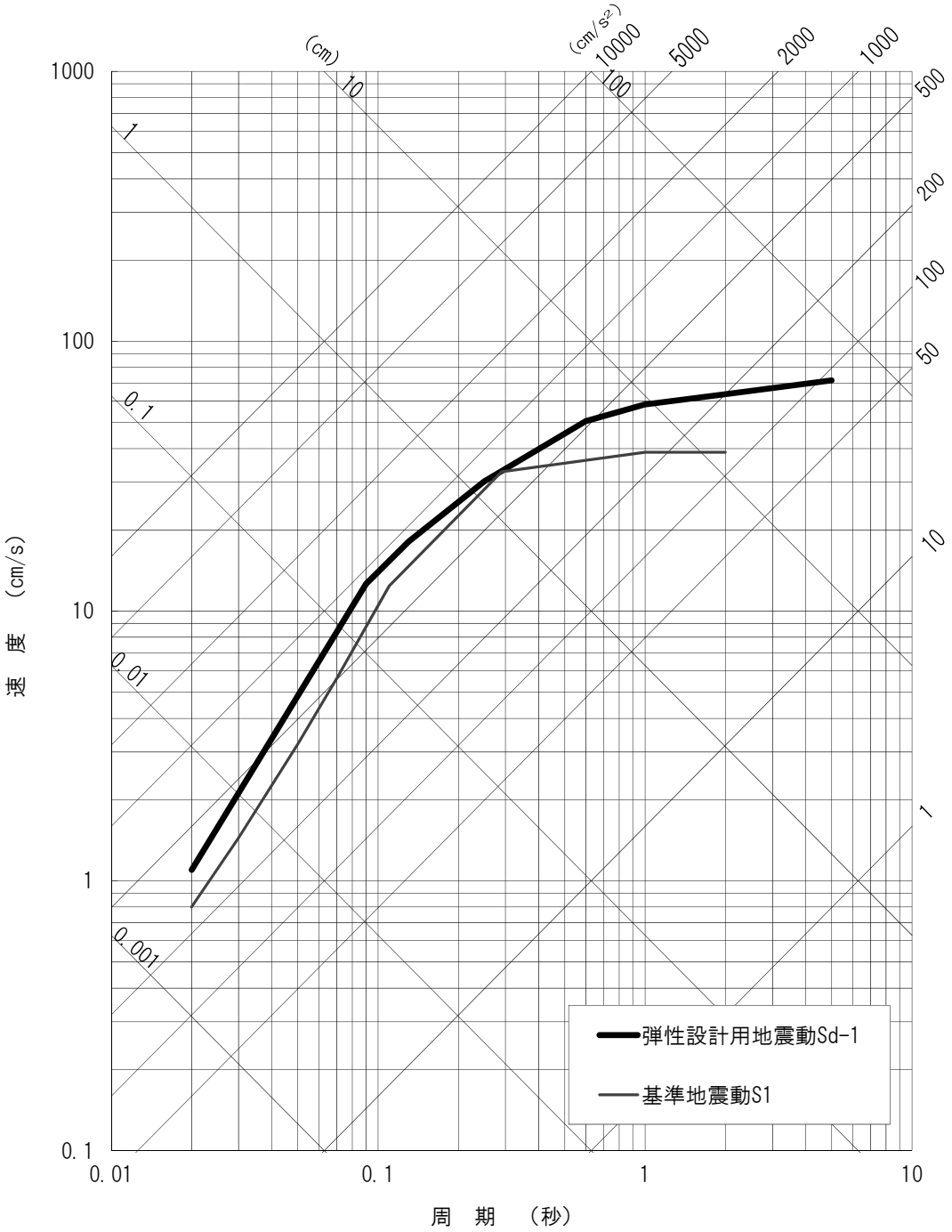


加速度（水平方向：Sd-3-2(EW)）

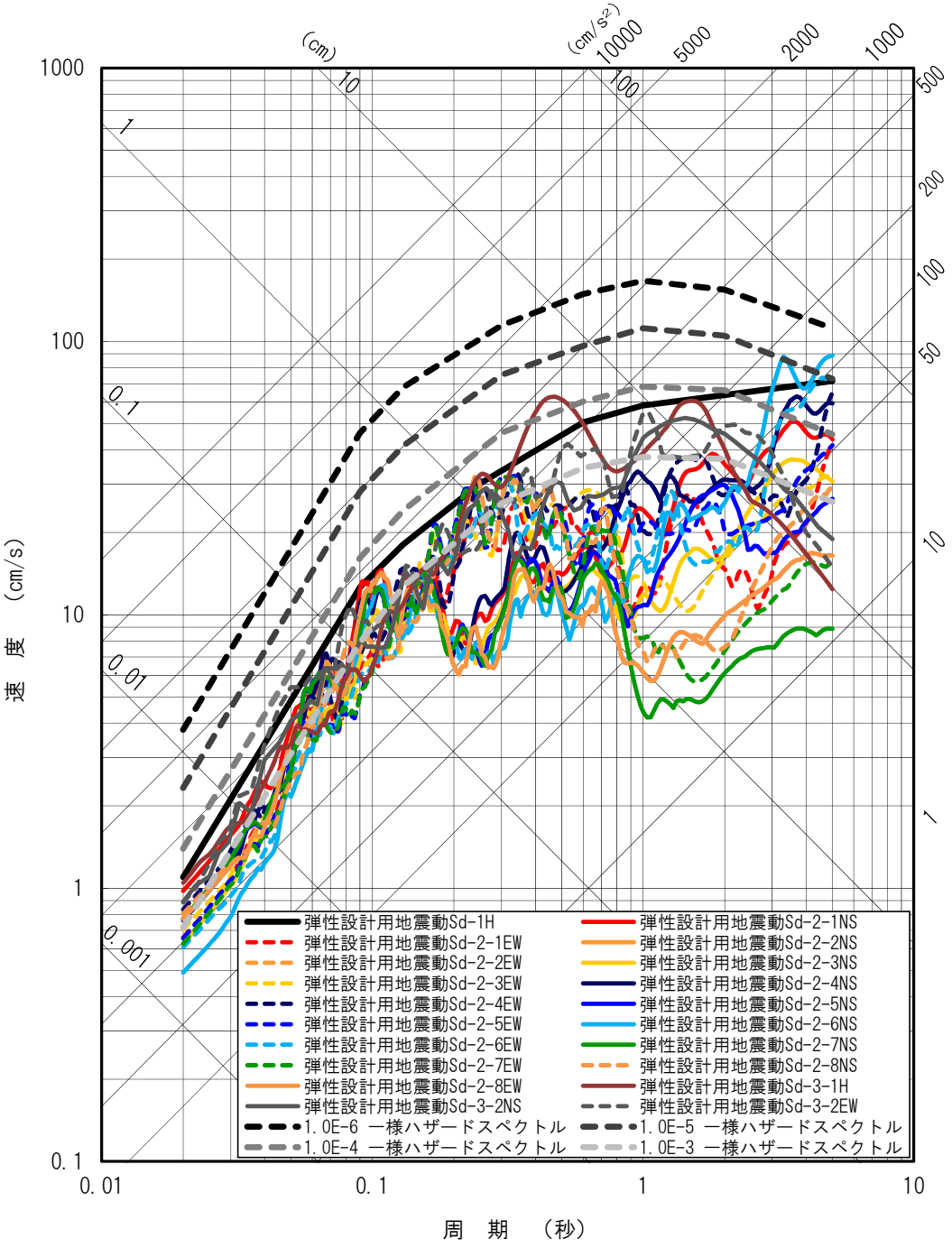


加速度（鉛直方向：Sd-3-2(UD)）

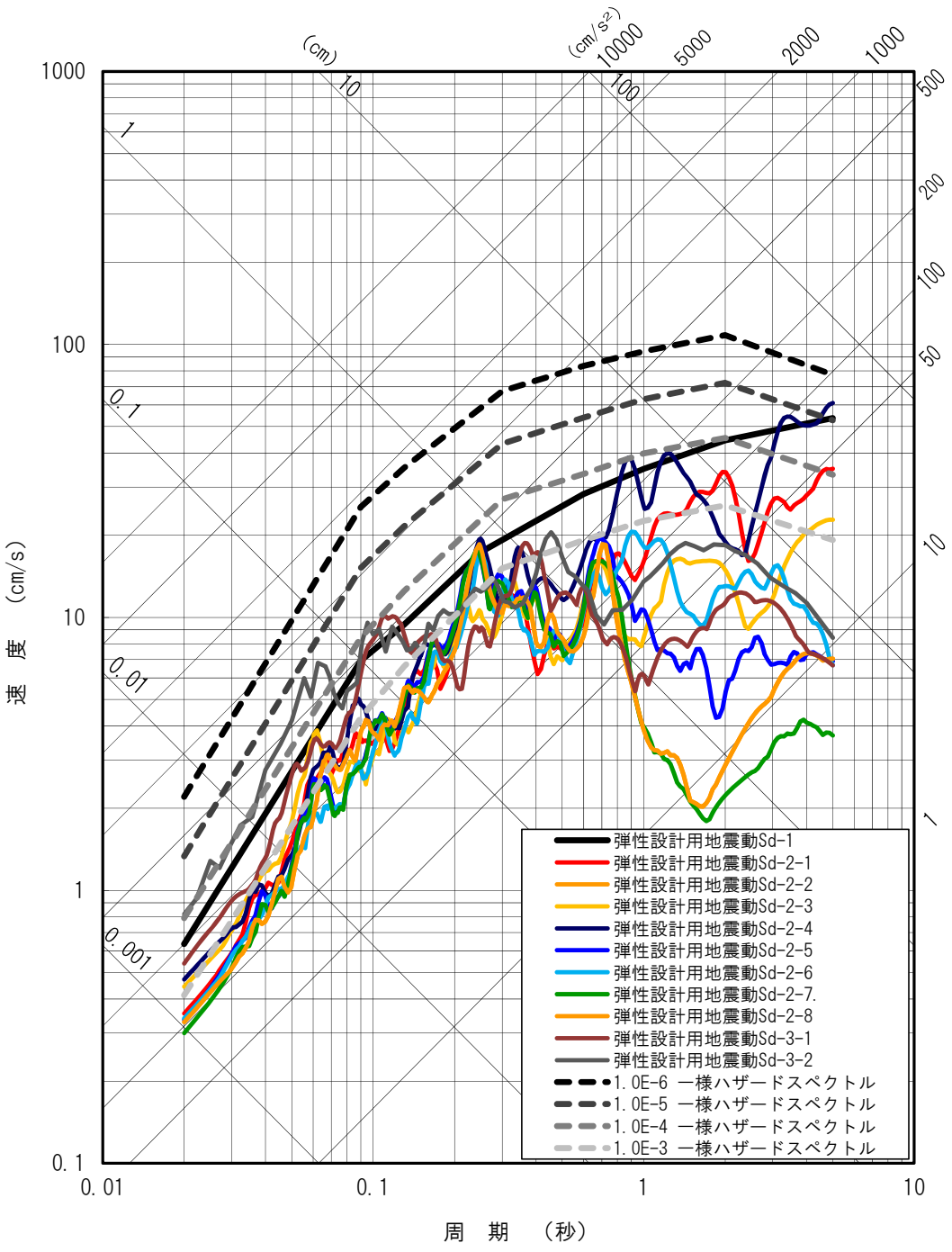
第1.4.13図　弾性設計用地震動Sd-3-2の時刻歴波形



第1.4.14図　弾性設計用地震動Sd-1と基準地震動Ｓ$_1$の応答スペクトルの比較
（水平方向）



第1.4.15図　弾性設計用地震動の応答スペクトル及び解放基盤表面における地震動の一様ハザードスペクトル（水平方向）



第1.4.16図　弾性設計用地震動の応答スペクトル及び解放基盤表面における
地震動の一様ハザードスペクトル（鉛直方向）

【説明資料（別添-3：P4条-別添3-1）】

1.13 参考文献

(10) 「静的地震力の見直し（建築編）に関する調査報告書（概要）」
(社)日本電気協会 電気技術調査委員会原子力発電耐震設計特別調査委員会建築部会　平成６年３月

（３）適合性説明

（地震による損傷の防止）

第四条　設計基準対象施設は、地震力に十分に耐えることができるものでなければならない。 ２　前項の地震力は、地震の発生によって生ずるおそれがある設計基準対象施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定しなければならない。 ３　耐震重要施設は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力（以下「基準地震動による地震力」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

適合のための設計方針

１　について

設計基準対象施設は，耐震重要度分類をＳクラス，Ｂクラス及びＣクラスに分類し，それぞれに応じた地震力に対しておおむね弾性範囲の設計を行う。

なお，耐震重要度分類及び地震力については，「２　について」に示すとおりである。

【説明資料（1.1(2)：P4条-50）】

２　について

設計基準対象施設は，地震により発生するおそれがある安全機能の喪失（地震に伴って発生するおそれがある津波及び周辺斜面の崩壊等による安全機能の喪失を含む。）及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から，各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度に応じて，以下のとおり，耐震重要度分類をＳクラス，Ｂクラス及びＣクラスに分類し，それぞれに応じた地震力を算定する。

【説明資料（1.1(1)：P4条-50）（1.1(2)：P4条-50）】

(1)　耐震重要度分類

Ｓクラス：地震により発生するおそれがある事象に対して，原子炉を停止し，炉心を冷却するために必要な機能を持つ施設，自ら放射性物質を内蔵している施設，当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設，これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し，放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設，並びに地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために

必要となる施設であって，その影響が大きいもの

【説明資料（2.1(1)：P4条-52）】

Ｂクラス：安全機能を有する施設のうち，機能喪失した場合の影響がＳクラスの施設と比べ小さい施設

【説明資料（2.1(2)：P4条-53）】

Ｃクラス：Ｓクラスに属する施設及びＢクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設

【説明資料（2.1(3)：P4 条-53）】

(2)　地 震 力

上記（1）のＳクラスの施設（津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物を除く。），Ｂクラス及びＣクラスの施設に適用する地震力は以下のとおり算定する。

なお，Ｓクラスの施設については，弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力を適用する。

a. 静的地震力

静的地震力は，Ｓクラス，Ｂクラス及びＣクラスの施設に適用することとし，それぞれ耐震重要度分類に応じて次の地震層せん断力係数C_i及び震度に基づき算定する。

(a)　建物・構築物

水平地震力は，地震層せん断力係数C_iに，次に示す施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じ，さらに当該層以上の重量を乗じて算定するものとする。

Ｓクラス 3.0

Ｂクラス 1.5

Ｃクラス 1.0

ここで，地震層せん断力係数C_iは，標準せん断力係数C_0を0.2 以上とし，建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

Ｓクラスの施設については，水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。鉛直地震力は，震度0.3 以上を基準とし，建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求めた鉛直震度より算定するものとする。ただし，鉛直震度は高さ方向に一定とする。

(b)　機器・配管系

耐震重要度分類の各クラスの地震力は，上記（a）に示す地震層せん断力係数C_iに施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度とし，当該水平震度及び上記（a）の鉛直震度をそれぞれ20%増しとした震度より求めるものとする。

なお，Ｓクラスの施設については，水平地震力と鉛直地震力は同時に不利な

方向の組合せで作用するものとする。ただし，鉛直震度は高さ方向に一定とする。

【説明資料（3.1(1)：P4条-53）】

b. 弾性設計用地震動による地震力

弾性設計用地震動による地震力は，Ｓクラスの施設に適用する。

弾性設計用地震動は，「添付書類六 5. 地震」に示す基準地震動に工学的判断から求められる係数0.53を乗じて設定する。また，弾性設計用地震動による地震力は，水平２方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定する。

なお，Ｂクラスの施設のうち，共振のおそれのある施設については，弾性設計用地震動に２分の１を乗じた地震動によりその影響についての検討を行う。当該地震動による地震力は，水平２方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとする。

【説明資料（3.1(2)：P4条-54）】

3　について

耐震重要施設（津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物を除く。）については，最新の科学的・技術的知見を踏まえ，敷地及び敷地周辺の地質・地質構造、地盤構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から想定することが適切な地震動，すなわち「添付書類六 5. 地震」に示す基準地震動による地震力に対して，安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。

【説明資料（1.1(4)：P4条-50）】

また，屋外重要土木構造物，津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物については，基準地震動による地震力に対して，それぞれの施設及び設備に要求される機能が保持できるように設計する。

【説明資料（1.1（6）：P4条-50）】

基準地震動による地震力は，基準地震動を用いて，水平２方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとして算定する。

【説明資料（1.1（5）：P4条-50）】

なお，耐震重要施設は，耐震重要度分類の下位のクラスに属する施設の波及的影響によって，その安全機能を損なわないように設計する。

【説明資料（1.1（9）：P4条-51）】

4　について

耐震重要施設については，基準地震動による地震力によって生じるおそれがある周辺の斜面の崩壊に対して，その安全機能が損なわれるおそれがない場所に設置する。

【説明資料（1.1(2)：P4条-50）】

1.3 気象等

該当なし

1.4 設備等

該当なし

1.5 手順等

該当なし

第２部

Ⅰ．申請設備に係る耐震設計の基本方針

本章は、伊方発電所３号炉において、新たに設置する設計基準対象施設及び新たに申請対象となった設計基準対象施設の耐震設計方針について説明する。

1. 耐震設計の基本方針

1.1 基本方針

発電用原子炉施設の耐震設計は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則(平成25年6月28日原子力規制委員会規則第6号)」に適合するよう以下の項目に従って行う。

(1) 地震により生じるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの(以下「耐震重要施設」という。)は、その供用中に当該耐震重要施設に大きな影響を及ぼすおそれがある地震による加速度によって作用する地震力に対して、その安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。

(2) 設計基準対象施設は、地震により発生するおそれがある安全機能の喪失(地震に伴って発生するおそれがある津波及び周辺斜面の崩壊等による安全機能の喪失を含む。)及びそれに続く放射線による公衆への影響を防止する観点から、各施設の安全機能が喪失した場合の影響の相対的な程度(以下「耐震重要度」という。)に応じて、耐震重要度分類をＳクラス、Ｂクラス及びＣクラスに分類し、それぞれに応じた地震力に十分耐えられるように設計する。

(3) 建物・構築物及び土木構造物(屋外重要土木構造物及びその他の土木構造物)については、耐震重要度分類の各クラスに応じて算定する地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置する。

(4) Ｓクラスの施設（(6)に記載のものを除く。）は、基準地震動Ssによる地震力に対してその安全機能が保持できる設計とする。また、弾性設計用地震動Sdによる地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられる設計とする。

(5) Ｓクラスの施設（(6)に記載のものを除く。）については、静的地震力は、水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。また、基準地震動Ss及び弾性設計用地震動Sdによる地震力は、水平２方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとする。なお、水平２方向及び鉛直方向の地震力が同時に作用し、影響が考えられる施設、設備については許容限界の範囲内に留まることを確認する。

(6) 屋外重要土木構造物、津波防護機能を有する設備(以下「津波防護施設」という。)，浸水防止機能を有する設備（以下「浸水防止設備」という。）及び敷地における津波監視機能を有する施設（以下「津波監視設備」という。）並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物は、基準地震動Ss による地震力に対して、それぞれの施設

及び設備に要求される機能が保持できるよう設計する。なお、基準地震動の水平２方向及び鉛直方向の地震力の組合せについては、Ｓクラス施設と同様とする。

また，重大事故等対処施設を津波から防護するための津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物についても同様の設計方針とする。

(7) Ｂクラスの施設は、静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計する。また、共振のおそれのある施設については、その影響についての検討を行う。その場合、検討に用いる地震動は、弾性設計用地震動Sdに２分の１を乗じたものとする。

なお、当該地震動による地震力は、水平２方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定するものとし、Ｓクラス施設と同様に許容限界の範囲内に留まることを確認する。

(8) Ｃクラスの施設は、静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えられるように設計する。

(9) 耐震重要施設は、耐震重要度分類の下位のクラスに属するものの波及的影響によって、その安全機能を損なわないように設計する。

(10) 設計基準対象施設の構造計画及び配置計画に際しては、地震の影響が低減されるように考慮する。

1.2 適用規格

適用する規格としては、既往工認で適用実績がある規格のほか、最新の規格基準についても技術的妥当性及び適用性を示したうえで適用可能とする。

既往工認で実績のある適用規格を以下に示す。

・「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601 1987」(社)日本電気協会

・「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 JEAG4601・補 - 1984」(社)日本電気協会

・「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601－1991 追補版」(社)日本電気協会

（以降、「JEAG4601」と記載しているものは上記３指針を指す。）

・建築基準法・同施行令

・鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，1999改定）

・原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会，2005制定）

・鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005改定）

・鉄骨鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説　－許容応力度設計と保有水平耐力－（（社）日本建築学会，2001改定）

・建築耐震設計における保有耐力と変形性能（（社）日本建築学会，1990改定）

・建築基礎構造設計指針（（社）日本建築学会，2001改定）
・発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格（社）日本機械学会，2003）
・コンクリート標準示方書［構造性能照査編］（（社）土木学会，2002年制定）
・道路橋示方書（Ⅰ 共通編・Ⅳ 下部構造編）・同解説（社）日本道路協会，平成14年3月）
・道路橋示方書（Ⅴ 耐震設計編）・同解説（社）日本道路協会，平成14年3月）
・水道施設耐震工法指針･解説（(社)日本水道協会,1997年版）
・地盤工学会基準（JGS1521－2003）地盤の平板載荷試験方法
・地盤工学会基準（JGS3521－2004）剛体載荷板による岩盤の平板載荷試験方法

なお、JEAG4601に記載されているＡｓクラスを含むＡクラスの施設をＳクラスの施設と、基準地震動S_2、S_1をそれぞれ基準地震動Ss、弾性設計用地震動Sdと読み替える。

また、「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」(昭和55年通商産業省告示第501号、最終改正平成15年7月29日経済産業省告示第277号)に関する内容については、「発電用原子力設備規格 設計・建設規格(2005年版(2007年追補版を含む))〈第Ⅰ編 軽水炉規格〉JSME S NC1-2005/2007」(日本機械学会)に従うものとする。

2. 耐震設計上の重要度分類

2.1 重要度分類の基本方針

設計基準対象施設の耐震設計上の重要度を次のように分類する。

(1) Ｓクラスの施設

地震により発生するおそれがある事象に対して、原子炉を停止し、炉心を冷却するために必要な機能を持つ施設、自ら放射性物質を内蔵している施設、当該施設に直接関係しておりその機能喪失により放射性物質を外部に拡散する可能性のある施設、これらの施設の機能喪失により事故に至った場合の影響を緩和し、放射線による公衆への影響を軽減するために必要な機能を持つ施設及びこれらの重要な安全機能を支援するために必要となる施設、並びに地震に伴って発生するおそれがある津波による安全機能の喪失を防止するために必要となる施設であって、その影響が大きいものであり、次の施設を含む。

a. 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系
b. 使用済燃料を貯蔵するための施設
c. 原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設､及び原子炉の停止状態を維持するための施設
d. 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設
e. 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故後、炉心から崩壊熱を除去するための施

設

f. 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に、圧力障壁となり放射性物質の放散を直接防ぐための施設

g. 放射性物質の放出を伴うような事故の際に、その外部放散を抑制するための施設であり、上記の「放射性物質の放散を直接防ぐための施設」以外の施設

h. 津波防護施設及び浸水防止設備

i. 津波監視設備

(2) Ｂクラスの施設

安全機能を有する施設のうち、機能喪失した場合の影響がＳクラスの施設と比べ小さい施設であり、次の施設を含む。

a. 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていて、一次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設

b. 放射性廃棄物を内蔵している施設(ただし、内蔵量が少ない又は貯蔵方式により、その破損により公衆に与える放射線の影響が「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則(昭和53年通商産業省令第77号)」第2条第2項第6号に規定する「周辺監視区域」外における年間の線量限度に比べ十分に小さいものは除く。)

c. 放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設で、その破損により、公衆及び従事者に過大な放射線被ばくを与える可能性のある施設

d. 使用済燃料を冷却するための施設

e. 放射性物質の放出を伴う場合に、その外部放散を抑制するための施設で、Ｓクラスに属さない施設

(3) Ｃクラスの施設

Ｓクラスに属する施設及びＢクラスに属する施設以外の一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設である。

2.2 耐震重要度分類

耐震重要度分類について別添－１に示す。なお、同表には当該施設を支持する構造物の支持機能が維持されることを確認する地震動及び波及的影響を考慮すべき施設に適用する地震動についても併記する。

2.3 申請設備の耐震重要度分類

申請設備の耐震重要度分類について別添－２に示す。

3. 設計用地震力

3.1 地震力の算定法

設計基準対象施設の耐震設計に用いる地震力の算定は以下の方法による。

(1) 静的地震力

静的地震力は、Ｓクラスの施設(津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物を除く)、Ｂクラス及びＣクラスの施設に適用することとし、それぞれ耐震重要度分類に応じて、以下の地震層せん断力係数C_i及び震度に基づき算定する。

a. 建物・構築物

水平地震力は、地震層せん断力係数C_iに、次に示す施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じ、さらに当該層以上の重量を乗じて算定するものとする。

Ｓクラス 3.0

Ｂクラス 1.5

Ｃクラス 1.0

ここで、地震層せん断力係数C_iは、標準せん断力係数C_0を0.2以上とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求められる値とする。

また、必要保有水平耐力の算定においては、地震層せん断力係数C_iに乗じる施設の耐震重要度分類に応じた係数は、Ｓクラス、Ｂクラス及びＣクラスともに1.0とし、その際に用いる標準せん断力係数C_0は1.0以上とする。Ｓクラスの施設については、水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。鉛直地震力は、震度0.3以上を基準とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮し、高さ方向に一定として求めた鉛直震度より算定するものとする。

b. 機器・配管系

静的地震力は、上記a.に示す地震層せん断力係数C_iに施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度として、当該水平震度及び上記a.の鉛直震度をそれぞれ20%増しとした震度より求めるものとする。

なお、Ｓクラスの施設については、水平地震力と鉛直地震力は同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。

c. 土木構造物（屋外重要土木構造物及びその他の土木構造物）

土木構造物の静的地震力は、JEAG4601の規定を参考に、Ｃクラスの建物・構築物に適用される静的地震力を適用する。上記a.及びb.並びにc.の標準せん断力係数C_0等の割増し係数の適用については、耐震性向上の観点から、一般産業施設及び公共施設等の耐震基準との関係を考慮して設定する。

(2) 動的地震力

動的地震力は、Ｓクラスの施設、屋外重要土木構造物及びＢクラスの施設のうち共振のおそれのあるものに適用することとし、基準地震動Ss及び弾性設計用地震動Sdから定める入力地震動を入力として、動的解析により水平２方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。なお、地震力の組合せについては水平２方向及び鉛直方向の地震力が同時に作用するものとし、影響が考えられる施設、設備に

対して許容限界の範囲内に留まることを確認する。

Ｂクラスの施設のうち共振のおそれのあるものについては、弾性設計用地震動Sdから定める入力地震動の振幅を２分の１にしたものによる地震力を適用する。

屋外重要土木構造物、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物については、基準地震動Ss による地震力を適用する。

基準地震動Ssは、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定し、年超過確率は、10^{-4}～10^{-6}程度である。

また、弾性設計用地震動Sdは、基準地震動Ssとの応答スペクトルの比率が目安として0.5を下回らないよう基準地震動Ssに係数0.53を乗じて設定する。

ここで、係数0.53は工学的判断として、原子炉施設の安全機能限界と弾性限界に対する入力荷重の比率が0.5程度であるという知見を踏まえた値とする。さらに弾性設計用地震動Sdは、施設が全体的に弾性設計用地震動Sdによる地震力に対しておおむね弾性限界状態に留まることを把握し、基準地震動Ssによる地震力に対する施設の安全機能保持の把握を確実なものとすることで、「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（昭和56年7月20日原子力安全委員会決定、平成13年3月29日一部改訂）」（以下「旧指針」という。）における基準地震動S_1が耐震設計上果たしてきた役割の一部を担うこととなるため、基準地震動S_1の応答スペクトルをおおむね下回らないよう配慮した値とする。なお、建物・構築物及び機器・配管系ともに0.53を採用することで、弾性設計用地震動Sdに対する設計に一貫性をとる。また、弾性設計用地震動Sdの年超過確率は、10^{-3}～10^{-5}程度であり、JEAG4601・補-1984にて想定している基準地震動S_1及びS_2の発生確率よりも弾性設計用地震動Sd及び基準地震動Ssの年超過確率はおおむね小さくなっているが、旧指針下における地震力と事故事象による荷重との組合せにおいて構造健全性を確保するというS_1の果たしてきた役割を踏襲することで設計体系間の一貫性も確保する。弾性設計用地震動Sdについて上記に係る知見及び考え方を、別添－３に補足し、併せて、基準地震動Ss及び弾性設計用地震動Sdの波形及び一様ハザードスペクトルを示す。

3.2 設計用地震力

設計用地震力については別添－４を参照

4. 荷重の組合せと許容限界

4.1 基本方針

耐震設計における荷重の組合せと許容限界は以下による。

(1) 耐震設計上考慮する状態

地震以外に設計上考慮する状態を以下に示す。

a. 建物・構築物

(a) 運転時の状態

発電用原子炉施設が運転状態にあり、通常の条件下におかれている状態

ただし、運転状態には通常運転時、運転時の異常な過渡変化時を含むものとする。

(b) 設計基準事故時の状態

発電用原子炉施設が設計基準事故時にある状態

(c) 設計用自然条件

設計上基本的に考慮しなければならない自然条件（積雪、風等）

b. 機器・配管系

(a) 通常運転時の状態

発電用原子炉の起動、停止、出力運転、高温待機及び燃料取替等が計画的又は頻繁に行われた場合であって、運転条件が所定の制限値以内にある運転状態

(b) 運転時の異常な過渡変化時の状態

通常運転時に予想される機器の単一の故障若しくはその誤作動又は運転員の単一の誤操作及びこれらと類似の頻度で発生すると予想される外乱によって発生する異常な状態であって、当該状態が継続した場合には炉心又は原子炉冷却材圧力バウンダリの著しい損傷が生じるおそれがあるものとして安全設計上想定すべき事象が発生した状態

(c) 設計基準事故時の状態

発生頻度が運転時の異常な過渡変化より低い異常な状態であって、当該状態が発生した場合には発電用原子炉施設から多量の放射性物質が放出するおそれがあるものとして安全設計上想定すべき事象が発生した状態

(d) 設計用自然条件

設計上基本的に考慮しなければならない自然条件（積雪、風等）

c. 土木構造物

(a) 運転時の状態

発電用原子炉施設が運転状態にあり、通常の条件下におかれている状態

ただし、運転状態には通常運転時、運転時の異常な過渡変化時を含むものとする。

(b) 設計基準事故時の状態

発電用原子炉施設が設計基準事故時にある状態

(c) 設計用自然条件

設計上基本的に考慮しなければならない自然条件（積雪、風等）

(2) 荷重の種類

a. 建物・構築物

(a) 発電用原子炉のおかれている状態にかかわらず常時作用している荷重、すな

わち固定荷重、積載荷重、土圧、水圧及び通常の気象条件による荷重

(b) 運転時の状態で施設に作用する荷重

(c) 設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重

(d) 地震力、風荷重、積雪荷重等

ただし、運転時及び設計基準事故時の荷重には、機器・配管系から作用する荷重が含まれるものとし、地震力には地震時の土圧、機器・配管系からの反力、スロッシング等による荷重が含まれるものとする。

b. 機器・配管系

(a) 通常運転時の状態で作用する荷重

(b) 運転時の異常な過渡変化時の状態で作用する荷重

(c) 設計基準事故時の状態で作用する荷重

(d) 地震力、風荷重、積雪荷重等

c. 土木構造物

(a) 発電用原子炉のおかれている状態にかかわらず常時作用している荷重、すなわち固定荷重、積載荷重、土圧、水圧及び通常の気象条件による荷重

(b) 運転時の状態で施設に作用する荷重

(c) 設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重

(d) 地震力、風荷重、積雪荷重等

ただし、運転時及び設計基準事故時の荷重には、機器・配管系から作用する荷重が含まれるものとし、地震力には、地震時土圧、機器・配管系からの反力、スロッシング等による荷重が含まれるものとする。

(3) 荷重の組合せ

地震力と他の荷重との組合せは以下による。

a. 建物・構築物（d.に記載のものを除く。）

(a) Ｓクラスの建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重と地震力とを組み合わせる。なお、建物・構築物については、運転時の異常な過渡変化時の状態及び設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重のうち地震によって引き起こされるおそれのある事象による荷重はない。

(b) Ｓクラスの建物・構築物については、常時作用している荷重及び設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重のうち長時間その作用が続く荷重と弾性設計用地震動Sdによる地震力又は静的地震力とを組み合わせる。

(c) Ｂ、Ｃクラスの建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重と、動的地震力又は静的地震力とを組み合わせる。

b. 機器・配管系（d.に記載のものを除く。）

(a) Ｓクラスの機器・配管系については、通常運転時の状態で作用する荷重と地震力とを組み合わせる。

(b) Ｓクラスの機器・配管系については、運転時の異常な過渡変化時の状態及び設計基準事故時の状態のうち地震によって引き起こされるおそれのある事象によって作用する荷重と地震力とを組み合わせる。

(c) Ｓクラスの機器・配管系については、運転時の異常な過渡変化時の状態及び設計基準事故時の状態で作用する荷重のうち地震によって引き起こされるおそれのない事象であっても、いったん事故が発生した場合、長時間継続する事象による荷重は、その事故事象の発生確率、継続時間及び地震動の超過確率の関係を踏まえ、適切な地震力と組み合わせる。

(d) Ｂ、Ｃクラスの機器・配管系については、通常運転時の状態で作用する荷重及び運転時の異常な過渡変化時の状態で作用する荷重と、動的地震力又は静的地震力とを組み合わせる。

c. 土木構造物

(a) 常時作用している荷重及び運転時に施設に作用する荷重と地震力とを組み合わせる。なお、土木構造物については、運転時の異常な過渡変化時の状態及び設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重のうち地震によって引き起こされるおそれのある事象による荷重はない。

(b) Ｂ、Ｃクラスの土木構造物については、常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重と、動的地震力又は静的地震力とを組み合わせる。

d. 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物

(a) 津波防護施設及び浸水防止設備が設置された建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時の状態で作用する荷重と基準地震動Ssによる地震力とを組み合わせる。

(b) 浸水防止設備及び津波監視設備については、常時作用している荷重及び運転時の状態で作用する荷重等と基準地震動Ssによる地震力とを組み合わせる。

なお、上記(a)、(b)については、地震と津波が同時に作用する可能性について検討し、必要に応じて基準地震動Ssによる地震力と津波による荷重の組合せを考慮する。また、津波以外による荷重については、(2)荷重の種類に準じるものとする。

e. 荷重の組合せ上の留意事項

(a) Ｓクラスの施設に作用する地震力のうち動的地震力については、水平２方向と鉛直方向の地震力とを適切に組み合わせて算定するものとする。

(b) ある荷重の組合せ状態での評価が明らかに厳しいことが判明している場合には、その他の荷重の組合せ状態での評価は行わないことがある。

(c) 複数の荷重が同時に作用する場合、それらの荷重による応力の各ピークの生起時刻に明らかなずれがあることが判明しているならば、必ずしもそれぞれの応力のピーク値を重ねなくてもよいものとする。

(d) 上位の耐震クラスの施設を支持する建物・構築物の当該部分の支持機能を確認する場合においては、支持される施設の耐震クラスに応じた地震力と、常時作用している荷重、運転時に施設に作用する荷重及びその他必要な荷重とを組み合わせる。

別添－１に対象となる建物・構築物及びその支持性能が維持されていることを検討すべき地震動等について記載する。

(e) 地震と組み合わせる自然現象として，風及び積雪を考慮し，風荷重及び積雪荷重については，施設の設置場所，構造等を考慮して，地震荷重と組み合わせる。

(4) 許容限界

各施設の地震力と他の荷重とを組み合わせた状態に対する許容限界は次のとおりとし、JEAG4601等の規格基準又は試験等で妥当性が確認されている値を用いる。

a. 建物・構築物

(a) Ｓクラスの建物・構築物

イ. 弾性設計用地震動Sdによる地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界

建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

ロ. 基準地震動Ssによる地震力との組合せに対する許容限界

構造物全体としての変形能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有し、建物・構築物の終局耐力に対して妥当な安全余裕を持たせることとする。なお、終局耐力は、建物・構築物に対する荷重又は応力を漸次増大していくとき、その変形又は歪みが著しく増加するに至る限界の最大耐力とし、既往の実験式、模型実験結果等に加え、必要に応じ当該部分の構造特性を考慮した模型による実験を実施し、その結果等に基づき適切に定めるものとする。

(b) Ｂクラス及びＣクラスの建物・構築物

上記(a)イ.による許容応力度を許容限界とする。

(c) 耐震クラスの異なる施設を支持する建物・構築物

上記(a)ロ.の項を適用するほか、耐震クラスの異なる施設がそれを支持する建物・構築物の変形等に対して、その支持機能が損なわないものとする。なお、当該施設を支持する建物・構築物の支持機能が維持されることを確認する際の地震動は、支持される施設に適用される地震動とする。

(d) 建物・構築物の保有水平耐力

建物・構築物については、当該建物・構築物の保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して重要度に応じた安全余裕を有していることを確認する。

b. 機器・配管系

(a) Ｓクラスの機器・配管系

イ．弾性設計用地震動Sdによる地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界

応答が全体的におおむね弾性状態に留まることとする。

ただし、１次冷却材喪失事故時の長時間作用する荷重との組合せに対しては、下記(a)ロ.に示す許容限界を適用する。

ロ． 基準地震動Ssによる地震力との組合せに対する許容限界

塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が微小なレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、その施設に要求される機能に影響を及ぼすことがないように応力、荷重等を制限する。

また、地震時又は地震後に動的機能が要求される機器等については、基準地震動Ssに対する応答に対して、実証試験等により確認されている機能確認済加速度等を許容限界とする。

(b) Ｂクラス及びＣ クラスの機器・配管系

応答が全体的におおむね弾性状態に留まることとする。

(c) 燃料集合体

地震時に作用する荷重に対して、燃料体の１次冷却材流路を維持できること及び過大な変形や破損を生じることにより制御棒の挿入が阻害されることがないことを確認する。

c. 土木構造物

(a) 屋外重要土木構造物

イ． 静的地震力との組合せに対する許容限界

安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

ロ． 基準地震動Ssによる地震力との組合せに対する許容限界

構造部材の曲げについては，曲げ耐力，限界層間変形角又は圧縮縁コンクリート限界ひずみに対して妥当な安全余裕を持たせることとし，構造部材のせん断については，せん断耐力に対して妥当な安全余裕を持たせることとする。ただし，構造部材の曲げ，せん断に対して，許容応力度を適用することで，安全余裕を持たせることもある。なお、それぞれの安全余裕については、各施設の機能要求等を踏まえ設定する。

(b) その他の土木構造物

安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

d. 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物

津波防護施設及び浸水防止設備が設置された建物・構築物については、当該施設及び建物・構築物が構造全体としての変形能力（終局耐力時の変形）について十分な余裕を有するとともに、その施設に要求される機能（津波防

護機能及び浸水防止機能）が保持できることを確認する。

浸水防止設備及び津波監視設備については、その施設に要求される機能（浸水防止機能及び津波監視機能）が保持できることを確認する。

e. 基礎地盤の支持性能

(a) Ｓクラスの建物・構築物、機器・配管系、屋外重要土木構造物、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物の基礎地盤

イ．基準地震動Ssによる地震力との組合せに対する許容限界

接地圧が、安全上適切と認められる規格及び基準等による地盤の極限支持力度に対して妥当な余裕を有することを確認する。

ロ．弾性設計用地震動Sdによる地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界（屋外重要土木構造物、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びに浸水防止設備が設置された建物・構築物の基礎地盤を除く。）接地圧に対して、安全上適切と認められる規格及び基準等による地盤の短期許容支持力度を許容限界とする。

(b) Ｂクラス及びＣクラスの建物・構築物、機器・配管系及びその他の土木構造物の基礎地盤

上記（a）ロ．による許容支持力度を許容限界とする。

5. 地震応答解析の方針

5.1 建物・構築物

(1) 入力地震動

解放基盤表面は、地盤調査の結果から、0.7km/s以上のＳ波速度（2.6km/s）を持つ堅固な岩盤が十分な拡がりと深さを持っていることが確認されているため、敷地標高を考慮してEL.+10mとしている。

建物・構築物の地震応答解析における入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動Ss及び弾性設計用地震動Sdを基に、対象建物・構築物の地盤条件を適切に考慮したうえで、必要に応じ２次元ＦＥＭ解析又は１次元波動論により、地震応答解析モデルの入力位置で評価した入力地震動を設定する。地盤条件を考慮する場合には、地震動評価で考慮した敷地全体の地下構造との関係にも留意し、地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮する。また、必要に応じ敷地における観測記録による検証や最新の科学的・技術的知見を踏まえ設定する。

また、耐震Ｂクラスの建物・構築物のうち共振のおそれがあり、動的解析が必要なものに対しては、弾性設計用地震動Sdを1/2倍したものを用いる。

(2) 解析方法及び解析モデル

動的解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性及び適用限界等を考慮のうえ、適切な解析法を選定するとともに、建物・構築物に応じた適

切な解析条件を設定する。建物・構築物の地震応答解析及び床応答曲線の策定に用いる動的解析は、原則として、線形解析及び非線形解析に適用可能な時刻歴応答解析法による。また、３次元応答性状等の評価は、線形解析に適用可能な周波数応答解析法による。建物・構築物の地震応答解析に当たっては、建物・構築物の剛性はそれらの形状、構造特性等を十分考慮して評価し、集中質点系等に置換した解析モデルを設定する。

なお、地盤と建物・構築物の相互作用は、弾性波動論に基づく等価なばねでモデル化して考慮する。

地震応答解析に用いる材料定数については、地盤の諸定数も含めて不確かさによる変動幅を適切に考慮する。また、必要に応じて建物・構築物の設計用地震力や機器・配管系の入力地震力に及ぼす影響を検討する。

原子炉建屋及び原子炉補助建屋については、３次元ＦＥＭモデルを作成し、建物・構築物の３次元応答性状及び機器・配管への影響を評価する。

5.2 機器・配管系

(1) 入力地震動又は入力地震力

機器・配管系の地震応答解析における入力地震動又は入力地震力は、基準地震動Ss及び弾性設計用地震動Sd、又は当該機器・配管系の設置床における設計用床応答曲線とする。

また、耐震Ｂクラスの機器・配管系のうち共振のおそれがあり、動的解析が必要なものに対しては、弾性設計用地震動Sdに基づいた設計用床応答曲線の応答加速度を1/2倍したものを用いる。

(2) 解析方法及び解析モデル

動的解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性及び適用限界等を考慮のうえ､適切な解析法を選定するとともに適切な解析条件を設定する。既工認で実績のある解析手法、解析モデル及び解析コード等を用いることを基本とするが、実績のない場合は、解析条件として考慮すべき減衰定数、剛性などの各種物性値は適切な規格・基準、あるいは実験等の結果に基づき設定し、解析モデルを適切に構築する。また、解析方法及び解析コードの選定に当たっては、その方法、コードの適用範囲内であることを確認し選定する。

機器の解析に当たっては、形状、構造特性等を考慮して、代表的な振動モードを適切に表現できるよう１質点系、多質点系モデル等に置換し、設計用床応答曲線を用いたスペクトルモーダル解析法又は時刻歴応答解析法により応答を求める。

配管系については、熱的条件及び口径から高温配管又は低温配管に分類し、その仕様に応じて適切なモデルに置換し、設計用床応答曲線を用いたスペクトルモーダル解析法又は時刻歴応答解析法により応答を求める。スペクトルモーダル解析法及び時刻歴応答解析法の選択に当たっては、衝突・すべり等の非線形現象を模擬する

場合等には時刻歴応答解析法を用いる等、解析対象とする現象、対象設備の振動特性・構造特性等を考慮し適切に選定する。

また、設備の３次元的な広がりを踏まえ、適切に応答を評価できるモデルを用い、水平２方向及び鉛直方向の応答成分について適切に組み合わせるものとする。

なお、剛性の高い機器は、その機器の設置床面の最大応答加速度の 1.2 倍の加速度を震度として作用させて地震力を算定する。

5.3 屋外重要土木構造物

(1) 入力地震動

屋外重要土木構造物の地震応答解析における入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動Ssを基に、対象構造物の地盤条件を適切に考慮したうえで、必要に応じ２次元ＦＥＭ解析又は１次元波動論により、地震応答解析モデルの入力位置で評価した入力地震動を設定する。地盤条件を考慮する場合には、地震動評価で考慮した敷地全体の地下構造との関係にも留意し、地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮する。また、必要に応じ敷地における観測記録による検証や最新の科学的・技術的知見を踏まえ設定する。

(2) 解析方法及び解析モデル

動的解析による地震力の算定に当たっては、地震応答解析手法の適用性及び適用限界等を考慮のうえ、適切な解析法を選定するとともに、各構造物に応じた適切な解析条件を設定する。地震応答解析は、構造物と地盤の相互作用を考慮できる連成系の地震応答解析手法とし、地盤及び構造物の地震時における非線形挙動の有無や程度に応じて、線形、等価線形、非線形解析のいずれかにて行う。なお、地震応答解析では、水平地震動と鉛直地震動の同時加振とするが、構造物の応答特性により水平２方向の同時性を考慮する必要がある場合は、水平２方向の組合せについて適切に評価する。

6. 設計用減衰定数

応答解析に用いる減衰定数は、JEAG 4601に記載されている減衰定数とするとともに、試験等で妥当性が確認された値も用いる。

なお、建屋・構築物の応答解析に用いる鉄筋コンクリートの材料減衰定数の設定については、既往の知見に加え、既設施設の地震観測記録等より、その妥当性について検討する。

7. 耐震重要施設の安全機能への下位クラス施設の波及的影響

耐震重要施設は、耐震重要度分類の下位のクラスに属する施設（以下「下位クラス施設」という。）の波及的影響によって、その安全機能を損なわないように設計する。

波及的影響の評価に当たっては、以下の４つの観点をもとに、設備図書類を用いた机上検討及び現地調査による敷地全体を俯瞰した調査・検討を行い、耐震重要施設の安全機能を損なわないことを確認する。なお、原子力発電所の地震被害情報をもとに、４つの観点以外に検討すべき事項がないか確認し、新たな検討事項が抽出された場合には、その観点を追加する。

影響評価には、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用して評価を行うこととし、地震動又は地震力の選定に当たっては、施設の配置状況、使用時間等を踏まえて適切に設定する。また、水平２方向及び鉛直方向の地震力が同時に作用する場合の影響も考慮して評価する。

(1) 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する不等沈下又は相対変位による影響

a. 不等沈下

施設の配置設計に当たっては、地盤の不等沈下を想定しても下位クラス施設が耐震重要施設に影響を及ぼさない程度に十分な離隔距離を確保する。離隔距離が十分でない位置に下位クラス施設を設置する場合、又は耐震重要施設と下位クラス施設間の渡り配管等を設置する場合には、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して不等沈下しない地盤に下位クラス施設を設置する。不等沈下の可能性がある場合には、不等沈下に伴う施設の衝突や渡り配管等の損傷を想定しても耐震重要施設の安全機能を損なわないことを確認する。

b. 相対変位

施設の配置設計に当たっては、建屋間相対変位を想定しても下位クラス施設が耐震重要施設に衝突しない程度に十分な離隔距離を確保する。離隔距離が十分でない位置に下位クラス施設を設置する場合、又は耐震重要施設と下位クラス施設間の渡り配管等を設置する場合には、相対変位に伴う施設の衝突や渡り配管等の損傷を想定しても耐震重要施設の安全機能を損なわないことを確認する。

(2) 耐震重要施設と下位のクラスの施設との接続部における相互影響

下位クラス施設の損傷又は故障が耐震重要施設に波及することがないよう、耐震重要施設と下位クラス施設の取合点は、原則として系統分離可能な弁等とし、取合点となる弁等は耐震重要施設に属するものとして設計する。系統分離ができない場合には、接続する下位クラス施設について、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して構造健全性が確保できる設計とする。又は、下位クラス施設が損傷した場合に、その設備の損傷と系統隔離に起因するプロセス変化により、接続する耐震重要施設の安全機能を損なわないことを確認する。

(3) 建屋内における下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響

屋内施設の配置設計に当たっては、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等を想

定しても耐震重要施設に衝突しない程度に十分な離隔距離を確保する。離隔距離が十分でない位置に下位クラス施設を設置する場合には、当該下位クラス施設について、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対する構造健全性を確保し、損傷、転倒及び落下等をしない設計とする。損傷、転倒及び落下等の可能性がある場合には、それらを想定しても耐震重要施設の安全機能を損なわないことを確認する。

(4) 建屋外における下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響

a. 施設の損傷、転倒及び落下等

屋外施設の配置設計に当たっては、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等を想定しても耐震重要施設に衝突しない程度に十分な離隔距離を確保する。離隔距離が十分でない位置に下位クラス施設を設置する場合には、当該下位クラス施設について、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対する構造健全性を確保し、損傷、転倒及び落下等をしない設計とする。損傷、転倒及び落下等の可能性がある場合には、それらを想定しても耐震重要施設の安全機能を損なわないことを確認する。

b. 周辺斜面の崩壊

耐震重要施設の配置設計に当たっては、崩壊により耐震重要施設の安全機能へ影響を及ぼすおそれのある斜面から十分な離隔距離を確保する。離隔距離が十分でない位置に耐震重要施設を設置する場合には、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、当該斜面が崩壊しないことを確認する。

なお、上記(1)～(4)の検討に当たっては、地震に起因する溢水及び火災の観点からも波及的影響がないことを確認する。

上記観点で抽出した下位クラス施設について、抽出した過程と結果を別添－５に示す。

8. 構造計画と配置計画

発電用原子炉施設の構造計画及び配置計画に際しては、地震の影響が低減されるように考慮する。

建物・構築物は、原則として剛構造とし、重要な建物・構築物は、地震力に対し十分な支持性能を有する地盤に支持させる。剛構造としない建物・構築物は、剛構造と同等又はそれを上回る耐震安全性を確保する。

機器・配管系は、応答性状を適切に評価し、適用する地震力に対して構造強度を有する設計とする。配置に自由度のあるものは、耐震上の観点から出来る限り重心位置を低くし、かつ、安定性のよい据え付け状態になるよう配置する。

下位クラス施設は原則、耐震重要施設に対して離隔をとり配置するか、若しくは

基準地震動Ss に対し構造強度を保つようにし、耐震重要施設の安全機能を損なわない設計とする。

Ⅱ．既設施設の耐震設計方針

本章は、伊方発電所３号炉において、基準地震動Ssが新たに策定されることから、その特徴を踏まえ、既設の設計基準対象施設に対して以下の方針で健全性を確認する。

1. 耐震設計の基本方針

耐震設計の基本方針については「Ⅰ．申請設備に係る耐震設計の基本方針　１．耐震設計の基本方針」と同様である。

評価対象施設は、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則別表第二に該当する施設のうち全てのＳクラス施設、Ｓクラス設備の間接支持構造物及び波及的影響に関する施設とし、これらについて耐震性を評価する上で必要な評価部位、評価項目について評価を実施する。

今回評価を行う既設施設は、プラント全体に亘ることから、評価対象施設及び評価内容が網羅されていることを確認するため、別表第二及び耐震重要度分類の区分に照らし、過去の伊方発電所工事計画認可申請及び最新プラントの建設工認の評価実績を踏まえて、評価対象施設、評価部位、評価項目の確認を行う。加えて、それらの設備に適用した評価手法・評価条件について既工認からの変更点を確認する。

2. 耐震設計上の重要度分類

各施設の耐震重要度分類については、「Ⅰ．申請設備に係る耐震設計の基本方針 2.1 重要度分類の基本方針」と同様である。実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則別表第二に該当する設備のうち、Ｓクラス設備であるもの及びＳクラス設備への波及的影響があるものについて耐震重要度分類を別添－２のとおり分類する。

3. 設計用地震力

設計用地震力については「Ⅰ．申請設備に係る耐震設計の基本方針　３．設計用地震力」のうち、設計基準対象施設に示す地震力と同様である。

4. 荷重の組合せと許容限界

荷重の組合せと許容限界については「Ⅰ．申請設備に係る耐震設計の基本方針　４．荷重の組合せと許容限界」に従う。

5. 地震応答解析の方針

地震応答解析については「Ⅰ．申請設備に係る耐震設計の基本方針　５．地震応答解析の方針」と同様である。

6. 設計用減衰定数

設計用減衰定数については「Ⅰ．申請設備に係る耐震設計の基本方針　６．設計

用減衰定数」と同様である。

7. Ｓクラス施設の耐震評価方針

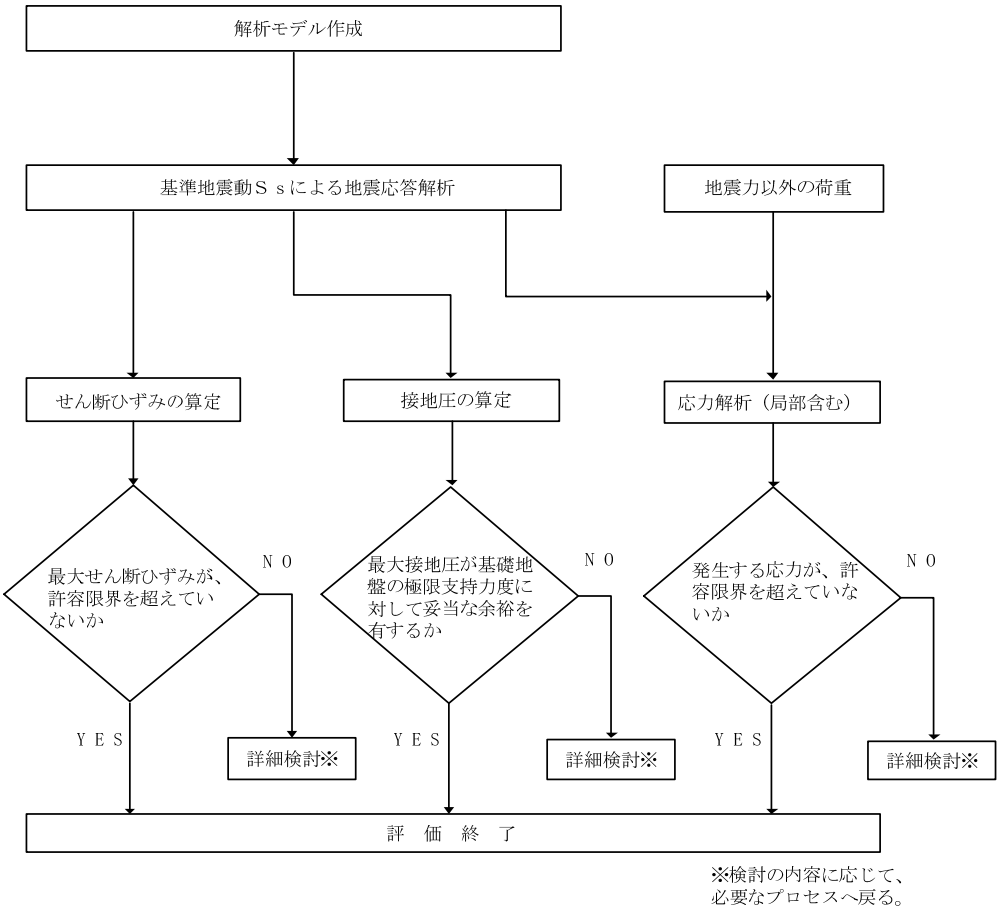
7.1 建物・構築物

Ｓクラスの建物・構築物については、基準地震動Ssとともに、弾性設計用地震動Sd及び静的地震力による評価を実施する。

Ｓクラスの間接支持構造物及び波及的影響の検討が必要な部位については基準地震動Ssによる評価を実施する。

7.1.1 基準地震動Ssによる評価

建物・構築物(間接支持構造物及び波及的影響の検討が必要な部位を含む)に関する評価は、基準地震動Ssによる鉄筋コンクリート造耐震壁の最大せん断ひずみが、許容限界を超えていないことを確認する。また、基礎地盤の支持性能については、地震時の最大接地圧が、基礎地盤の極限支持力度に対して妥当な余裕を有することを確認する。地震力以外の荷重を考慮する必要がある場合は、基準地震動Ssによる地震力と地震力以外の荷重とを組み合わせて応力解析を行い、その結果発生する応力が許容限界を超えていないことを確認する。評価手順を第7-1-1図に示す。



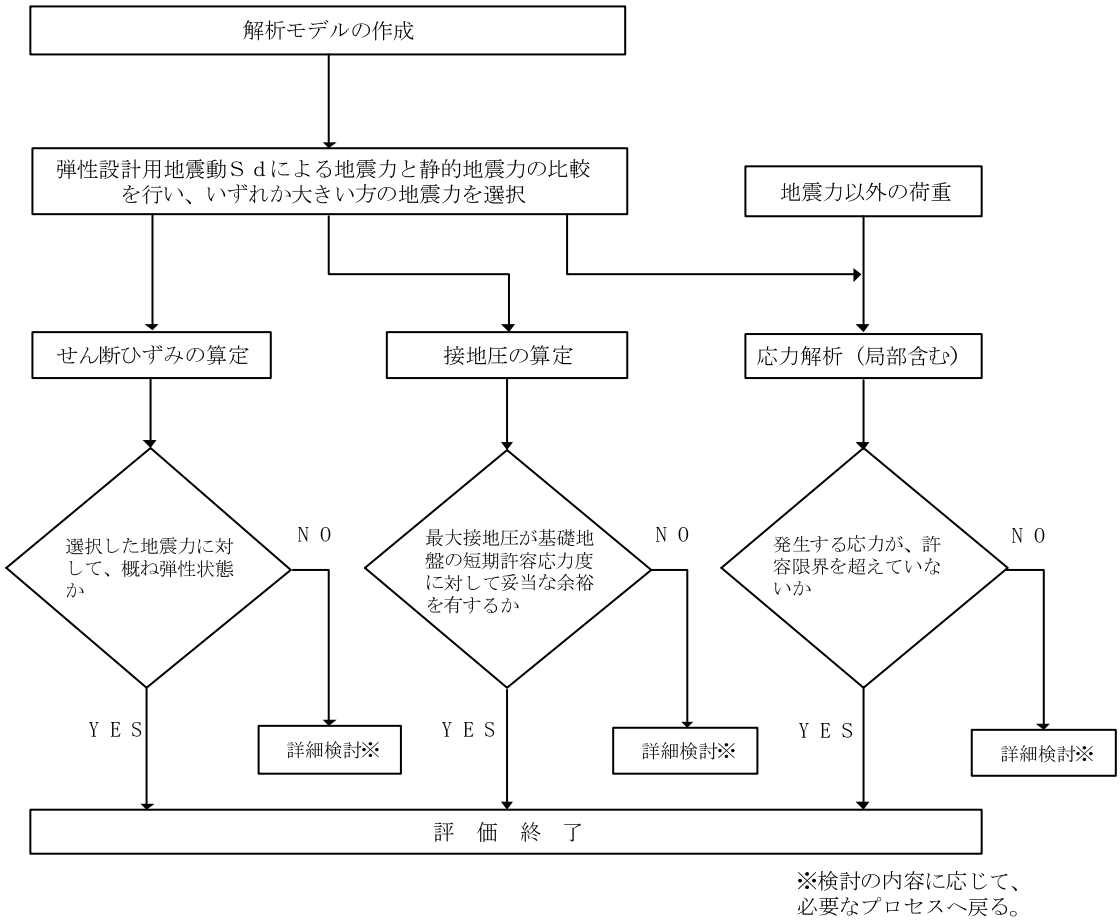
第 7-1-1 図　建物・構築物の基準地震動 Ss に対する評価手順

7.1.2 弾性設計用地震動Sd・静的地震力による評価

(1) 弾性設計用地震動Sd・静的地震力による評価

弾性設計用地震動Sd・静的地震力による評価は、建物・構築物が、弾性設計用地震動Sd による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して、鉄筋コンクリート造耐震壁の最大せん断ひずみが、おおむね弾性状態であることを確認する。また、地震時の最大接地圧が、短期許容応力度に対して妥当な余裕を有することを確認する。地震力以外の荷重を考慮する必要がある場合は、弾性設計用地震動Sdによる地震力と静的地震力のいずれか大きい方の地震力と地震力以外の荷重とを組み合わせて応力解析を行い、その結果発生する応力が許容限界を超えていないことを確認する。

評価手順を第7-1-2 図に示す。



第7-1-2図　建物・構築物の弾性設計用地震動Sdに対する評価手順

(2) 保有水平耐力の検討

保有水平耐力の検討は、必要保有水平耐力に対して、施設の重要度分類に応じた妥当な安全裕度を有していることを確認する。

7.2 機器・配管系

Ｓクラスの機器・配管系については、基準地震動Ssとともに、弾性設計用地震動Sd及び静的地震動による評価を実施する。

7.2.1 基準地震動Ss による評価

構造強度評価では、基準地震動Ssにより発生する荷重により、塑性ひずみが生じる場合であっても､その量が小さなレベルに留まって破断延性限界に十分な余裕を有し、その施設の機能に影響を及ぼさないことを確認する。

また、動的機能維持評価では、地震時又は地震後に動的機能が要求される機器等について、基準地震動による応答が、実証試験等により確認されている機能確認済加速度等を用いて設定した許容限界以下であることを確認する。

(1)構造強度評価

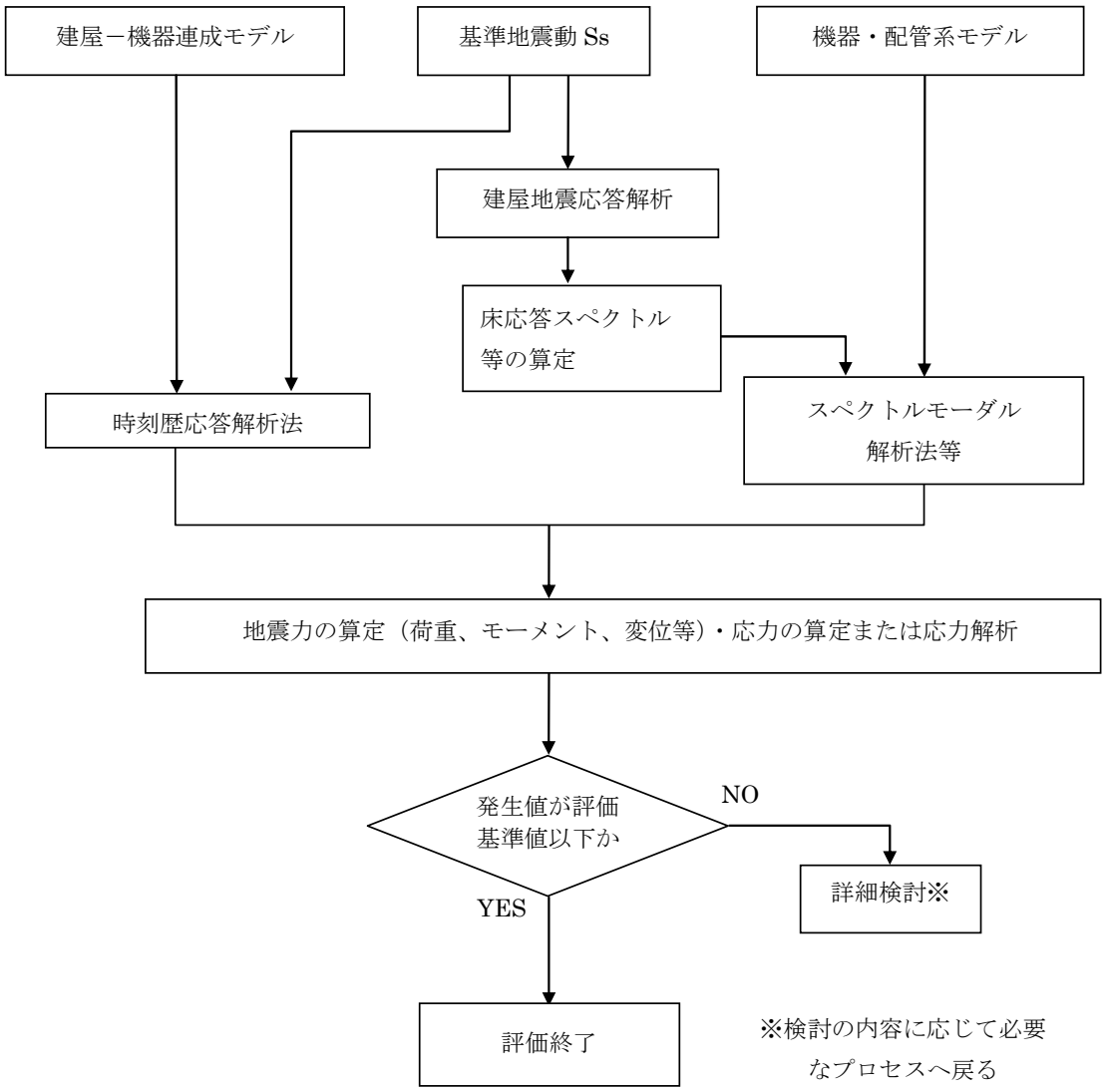
機器・配管に関する評価は、以下に示す解析法による詳細評価を行い、発生値を算定し許容値と比較する。

a. スペクトルモーダル解析法

b. 時刻歴応答解析法

c. 定式化された評価式を用いた解析法(床置き機器等)

構造強度の評価手順を第 7-2-1 図に示す。

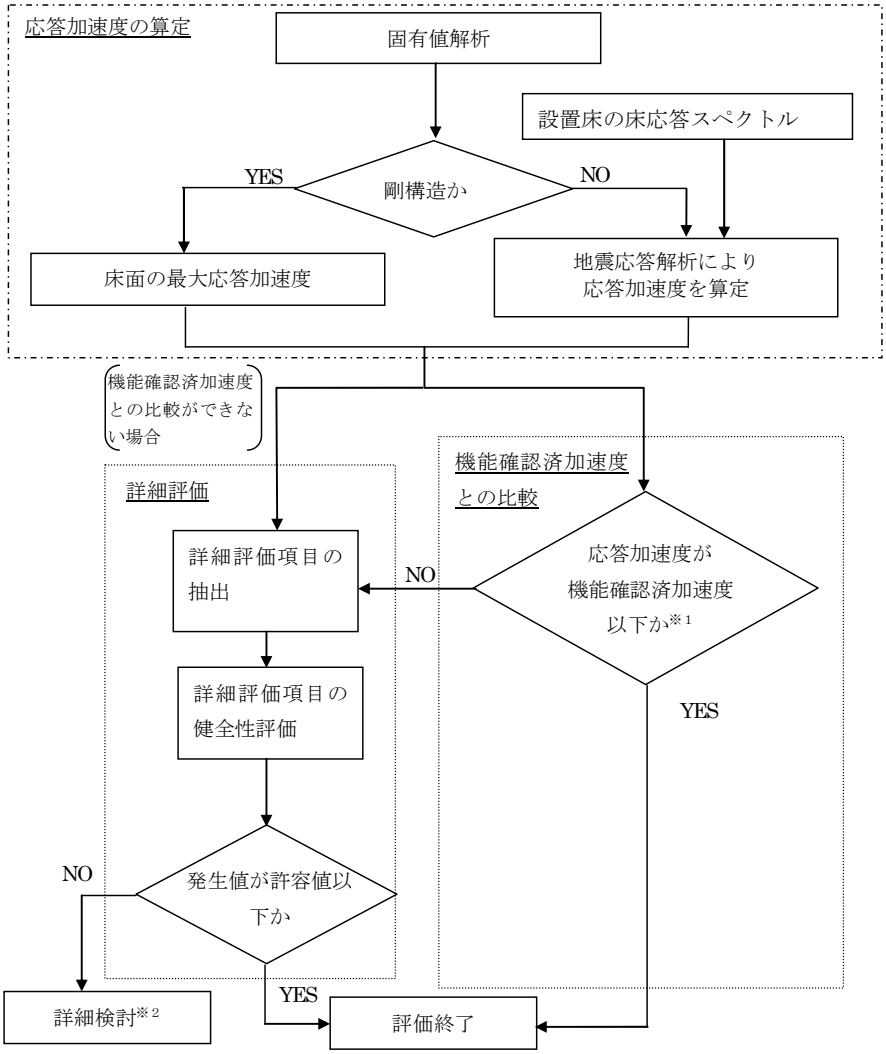


第 7-2-1 図 機器・配管の基準地震動 Ss に対する評価手順

(2) 動的機能維持評価の方法

動的機能維持に関する評価は、以下に示す機能確認済加速度との比較等により実施する。

動的機能維持の評価手順を第7-2-2図に示す。



※１　制御棒の地震時挿入性については、基準地震動 Ss による地震外力を考慮した挿入時間が規定時間以内であることを確認する。

※２　検討内容に応じて必要なプロセスへ戻る。

第7-2-2図　動的機能維持の評価手順

a. 機能確認済加速度との比較

基準地震動Ssによる評価対象機器の応答加速度を求め、その加速度が機能確認済加速度以下であることを確認する。なお、機能確認済加速度とは、立形ポンプ、横形ポンプ及びポンプ駆動用タービン等、機種毎に試験あるいは解析により動的機能維持が確認された加速度である。

制御棒挿入性の評価においては、安全評価解析条件である制御棒クラスタ落下開始から全ストロークの85%挿入までの時間を評価基準値として用いる。

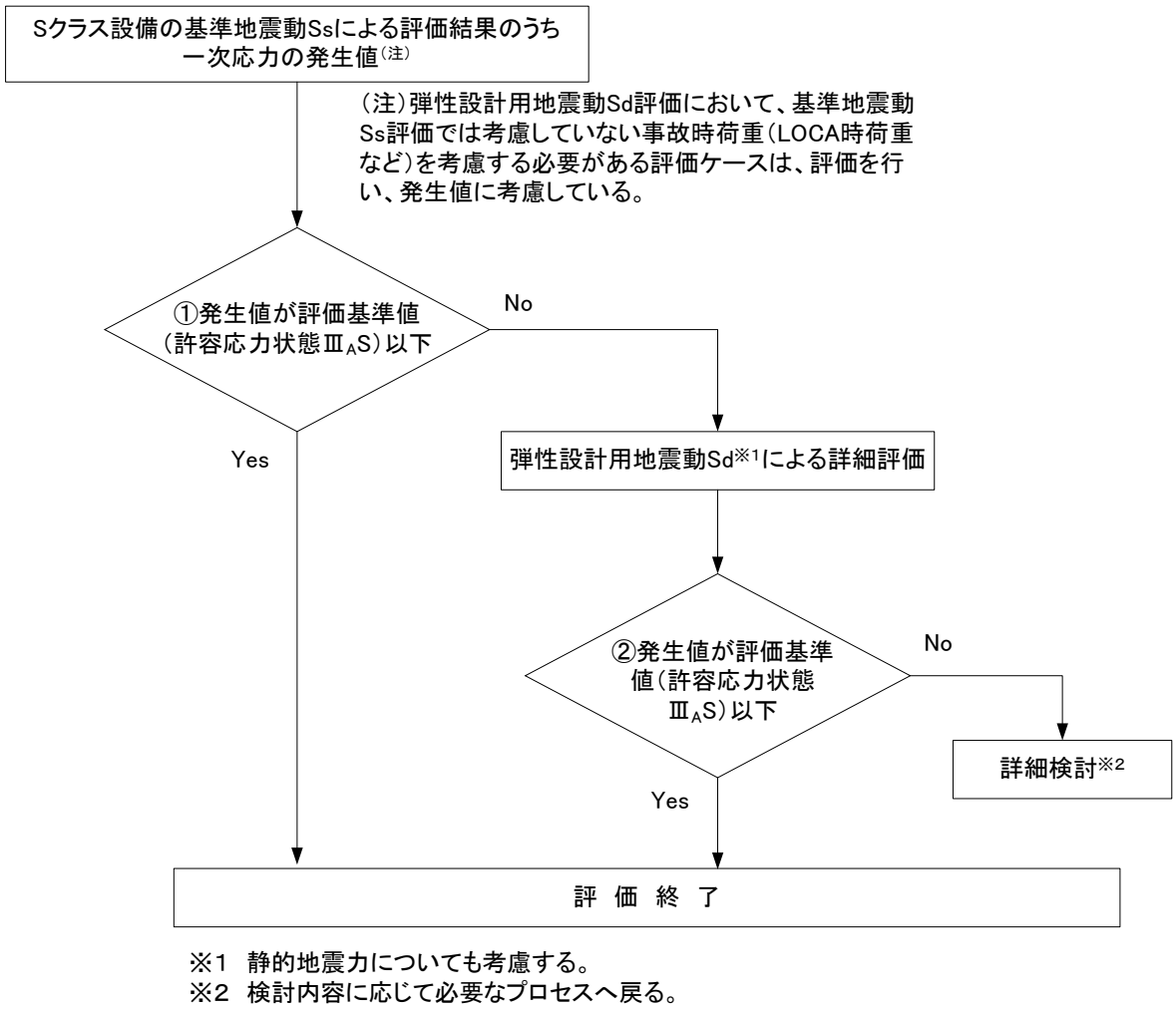
b. 詳細評価

機能確認済加速度の設定されていない機器、基準地震動 Ss による応答加速度が機能確認済加速度を上回る機器については、「原子力発電所耐震設計技術指針

JEAG4601-1991 追補版」等を参考に動的機能維持を確認する上で評価が必要となる項目を抽出し、対象部位毎の構造強度評価又は動的機能維持評価を行い、発生値が評価基準値を満足していることを確認する。

7.2.2 弾性設計用地震動Sd・静的地震力による評価

評価対象設備が弾性設計用地震動Sd及び静的地震力に対しておおむね弾性状態にあることを確認する。具体的には、弾性設計用地震動が基準地震動の係数倍にて定義していること、及び基準地震動が静的震度よりも大きいことを確認していることから、基準地震動による発生値が評価基準値以下であることを確認する。評価手順を第7-2-3図に示す。



※1 静的地震力についても考慮する。
※2 検討内容に応じて必要なプロセスへ戻る。

第 7-2-3 図　機器・配管の弾性設計用地震動 Sd 及び静的地震力に対する評価手順

① 基準地震動Ssによる発生値と評価基準値（$Ⅲ_AS$）の比較

評価対象設備の基準地震動Ssによる発生値が弾性設計用の評価基準値（許容応力状態$Ⅲ_AS$）以下であることを確認する。

弾性設計用地震動Sdは基準地震動Ssの係数倍にて定義していることから、設備の基準地震動Ssによる発生値が、評価基準値（許容応力状態$Ⅲ_AS$）以下であれば、弾性設計用地震動Sdによる発生値についても、評価基準値（許容応力状態$Ⅲ_AS$）以下となる。

ただし、基準地震動Ss 評価では考慮しない事故時荷重（LOCA時荷重など）を考慮する必要がある評価ケースは、弾性設計用地震動Sd と組み合わせるべき事故時荷重を考慮した評価を行い、発生値に考慮する。

なお、座屈の評価はJEAG4601に規定される評価式を用いるため、評価式中の評価基準値を$Ⅳ_AS$から$Ⅲ_AS$とし、評価を行う。

② 弾性設計用地震動 Sdによる発生値と評価基準値（$Ⅲ_AS$）の比較

①にて、評価対象設備の基準地震動Ssによる発生値が、評価基準値（許容応力状態$Ⅲ_AS$）を上回った設備については、弾性設計用地震動Sdによる発生値を詳細評価により算定し、その算定した発生値が評価基準値（許容応力状態$Ⅲ_AS$）以下であることを確認する。なお、その際、弾性設計用地震動Sdと静的地震力を比較し、静的地震力の方が大きい場合は、静的地震力についても考慮する。

a. 弾性設計用地震動Sdによる評価のうち、一次＋二次応力評価の省略について

弾性設計用地震動 Sdによる評価において、一次＋二次応力評価を省略した理由について以下に示す。

一次＋二次応力評価については、JEAG4601に規定されている許容応力状態$Ⅳ_AS$と$Ⅲ_AS$の許容値は同一となる。許容値が同じであれば、弾性設計用地震動Sdより大きな地震動である基準地震動Ssで評価した結果の方が厳しいことは明らかであることから、基準地震動Ssの評価を実施することで、弾性設計用地震動Sdによる評価は省略した。

ただし、支持構造物（ボルト以外）のうち、「支圧」に対しては、許容応力状態$Ⅳ_AS$と$Ⅲ_AS$で許容値が異なるケースが存在する為、個別確認を実施する。

7.3 屋外重要土木構造物

屋外重要土木構造物については、基準地震動Ss及び静的地震力による評価を実施する。

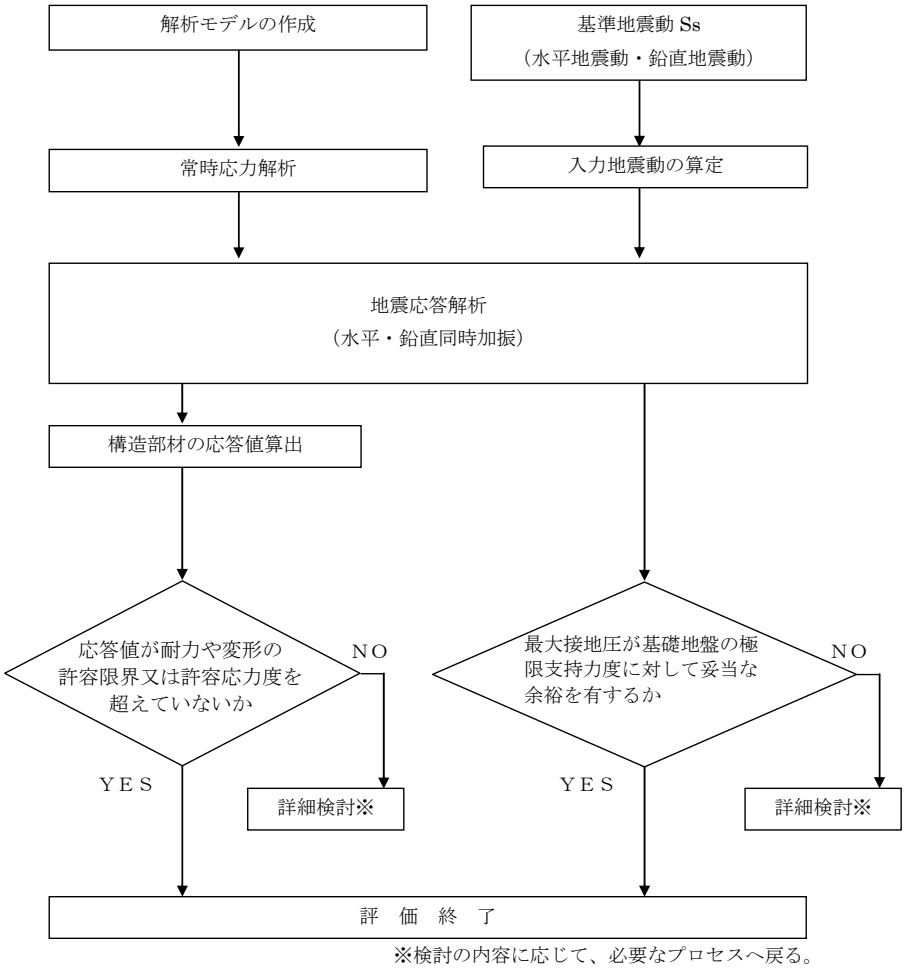
7.3.1 基準地震動Ss による評価

屋外重要土木構造物は、Ｓクラス施設に該当しないが、基準地震動Ssに対する耐震評価を実施する必要があることから、本項にて耐震評価方針を示す。

屋外重要土木構造物については、地震応答解析により得られた応答値を基に応力

度、耐力又は変形による評価法を用いて行う。また、基礎地盤の支持性能については、基礎地盤の極限支持力度に対して妥当な余裕を有することを確認する。

屋外重要土木構造物の耐震評価手順を第7-3-1図に示す。



第 7-3-1 図 屋外重要土木構造物の基準地震動 Ss に対する評価手順

7.3.2 静的地震力による評価

従前より屋外重要土木構造物として取扱われている構造物については、既工認において、土木構造物として求められるＣクラス相当の静的地震力よりも大きなＳクラス相当の静的地震力に対して、許容応力度法による耐震評価を実施している。

従って、今回工認においては、現在の基準により設定される荷重条件や、許容限界等の諸条件が、既工認における諸条件と同等であることを確認することで、静的地震力に対する耐震評価が既工認にて満足されることを確認する。

8. Ｂクラス及びＣクラス施設の耐震評価方針

本申請における工事及び運転条件の変更を伴わないＢクラス及びＣクラス施設について、以下の方針に基づき耐震評価を実施する。

8.1 Ｂクラス施設

Ｂクラスの建物・構築物及び機器・配管に要求される設計用地震力、荷重の組合せと許容限界等を考慮し、評価する方針とする。

なお、共振のおそれのある施設については弾性設計用地震動Sdに２分の１を乗じたものを用いて、水平及び鉛直方向についてその影響を検討する。

既設の Ｂクラスの建物・構築物は、構造形状等から、共振のおそれはない。

8.2 Ｃクラス施設

Ｃクラスの建物・構築物及び機器・配管に要求される設計用地震力、荷重の組合せと許容限界等を考慮し、耐震評価を実施する。

9. Ｓクラス施設の耐震評価の方法

9.1 建物・構築物

本節は、代表して原子炉建屋の評価方針を示す。

9.1.1 原子炉建屋の地震応答解析

(1) 原子炉建屋の概要

原子炉建屋は、大きく区分して原子炉格納施設（原子炉格納容器、外周コンクリート壁、内部コンクリート）、原子炉周辺補機棟、燃料取扱棟及び基礎から構成される。原子炉建屋の概略平面図及び概略断面図をそれぞれ第9-1-1図及び第9-1-2図に示す。

(2) 地震応答解析

a. 水平方向の地震応答解析

原子炉建屋の水平方向の地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮して底面に地盤の水平及び回転ばねを設けた基礎上に、原子炉格納容器、外周コンクリート壁、内部コンクリート、原子炉周辺補機棟及び燃料取扱棟を立ち上げ、更に内部コンクリートに蒸気発生器を連成させた多軸多質点系の曲げせん断棒モデルとする。各軸が床等により接続されている部分は、床等の面内剛性を考慮した水平ばねにより質点間を接続している。水平方向の地震応答解析モデルを第9-1-3図に示す。

基礎底面の地盤ばね（水平ばね、回転ばね）は、基礎底面下の一様地盤を半無限に続く弾性体と仮定し、弾性波動論（振動アドミッタンス理論）により得られる動的地盤ばねを、JEAG4601に基づき近似する。

基礎浮上りが予想される場合、地盤の回転ばねに基礎浮上りによる幾何学的非線形性を考慮する。基礎浮上りを考慮した地盤ばねはJEAG4601に基づき設定する。

建屋基礎底面レベル（EL.+2.6m）の周りの地盤は、解放基盤表面と同様に0.7km/s以上のＳ波速度（2.6km/s）を持つ堅固な岩盤が十分な拡がりと深さを持っている。このため、入力地震動は、解放基盤表面（EL.+10m）で定義されている基準地震動Ss及び弾性設計用地震動Sdを、建屋基礎底面レベルに入力する。

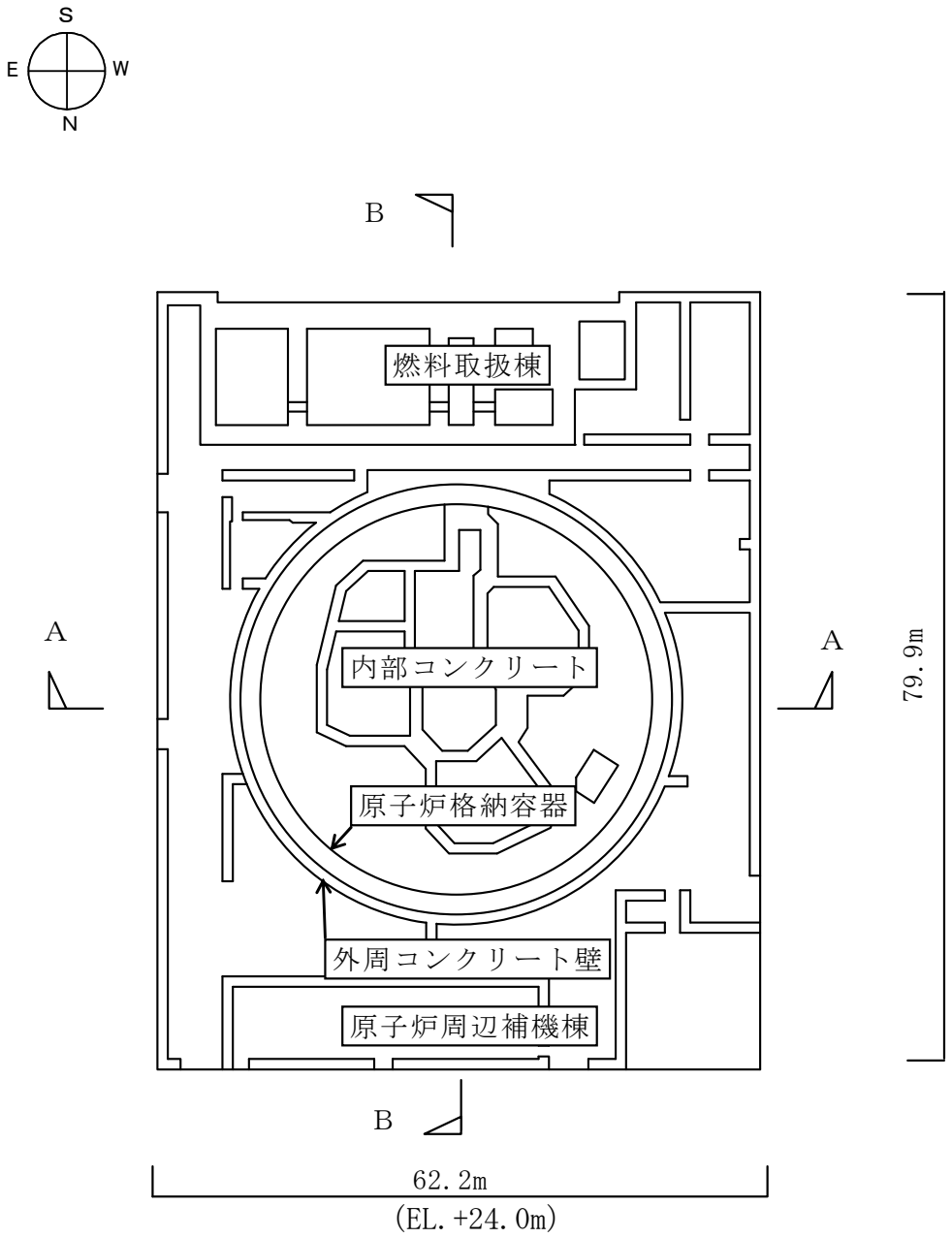
解析は水平方向（NS及びEWの両方向）について実施する。

b. 鉛直方向の地震応答解析

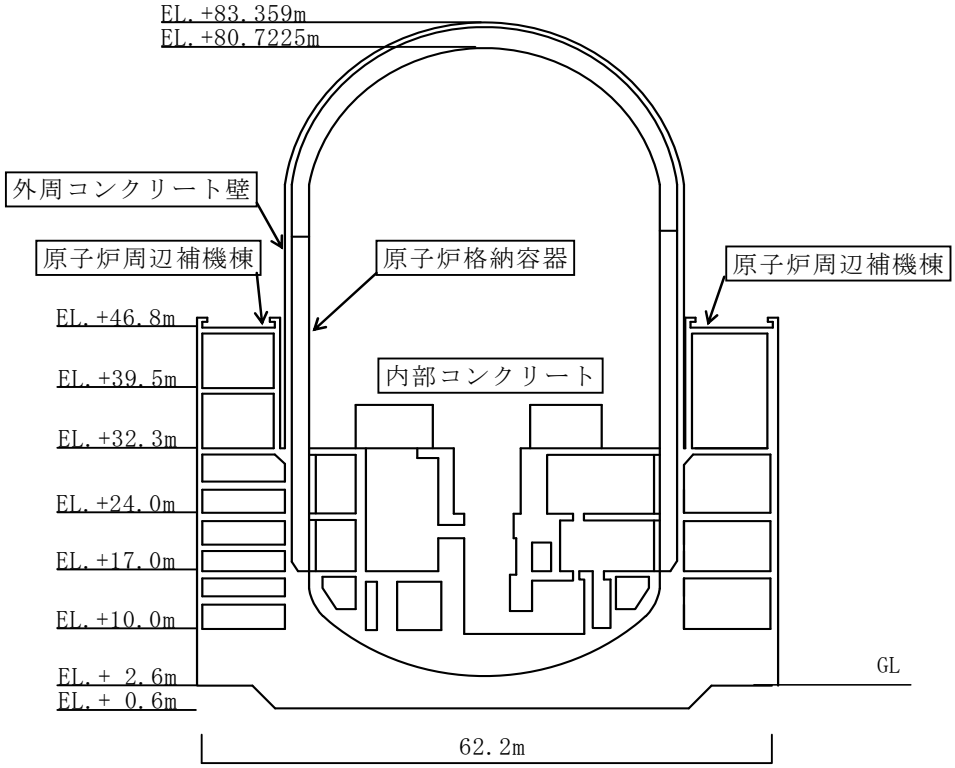
原子炉建屋の鉛直方向の地震応答解析モデルは、水平方向と同様に、地盤との相互作用を考慮して底面に地盤の鉛直ばねを設けた基礎上に、各部を立ち上げ連成させた多軸多質点系の軸棒モデルとする。原子炉建屋の鉛直方向の地震応答解析モデルを第9-1-4図に示す。

基礎底面の地盤ばね（鉛直ばね）は、基礎底面下の一様地盤を半無限に続く弾性体と仮定し、弾性波動論（振動アドミッタンス理論）により得られる動的地盤ばねを、水平方向と同様に近似する。

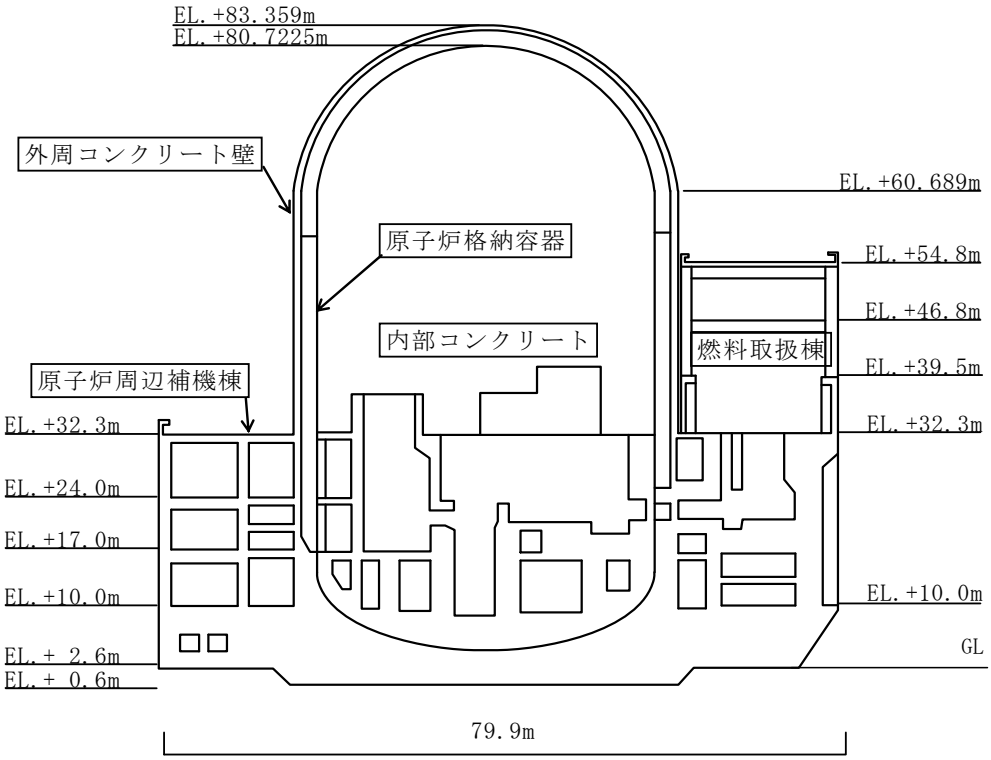
入力地震動は、水平方向と同様に解放基盤表面（EL.+10m）で定義されている基準地震動Ss及び弾性設計用地震動Sdを、建屋基礎底面レベルに入力する。



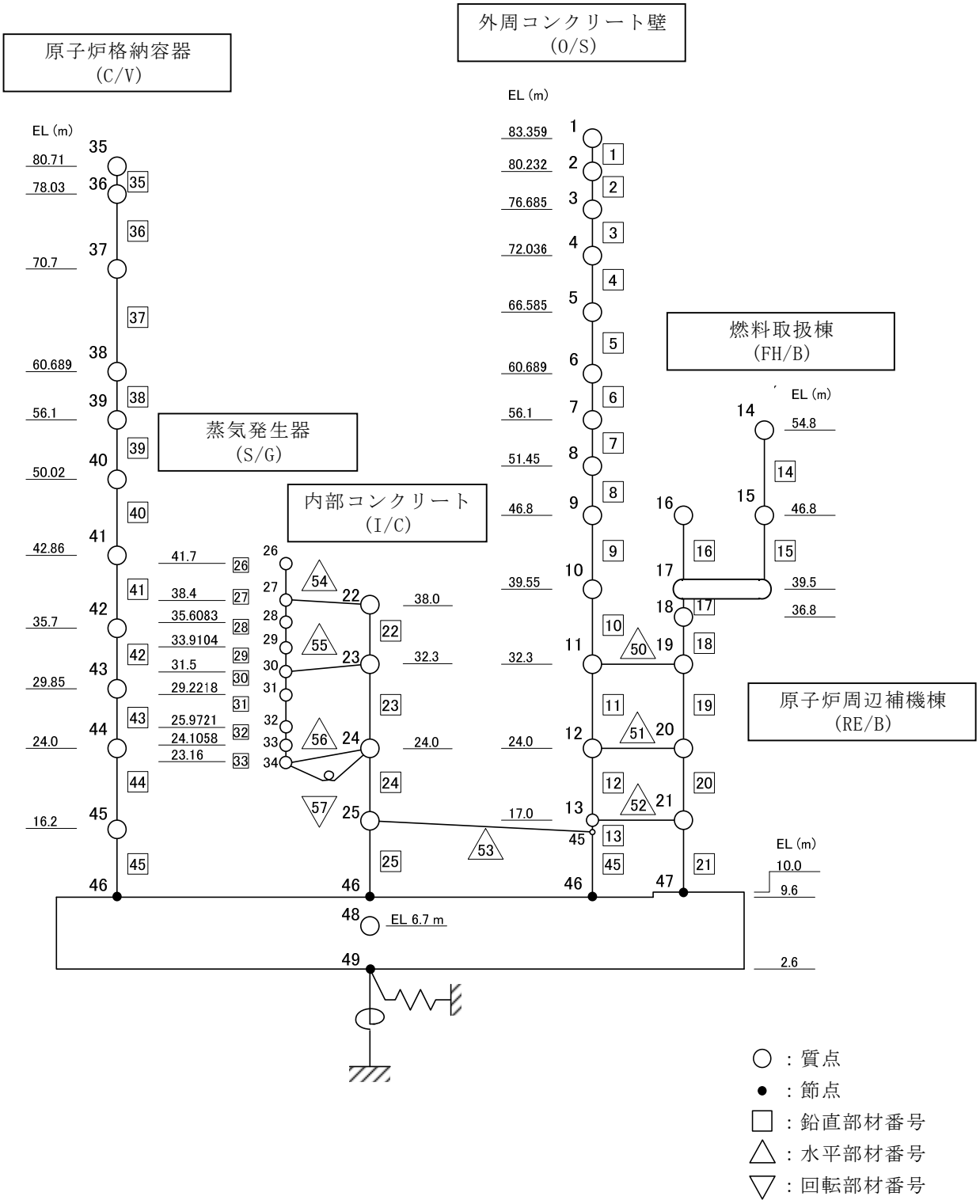
第9-1-1図　原子炉建屋の概略平面図



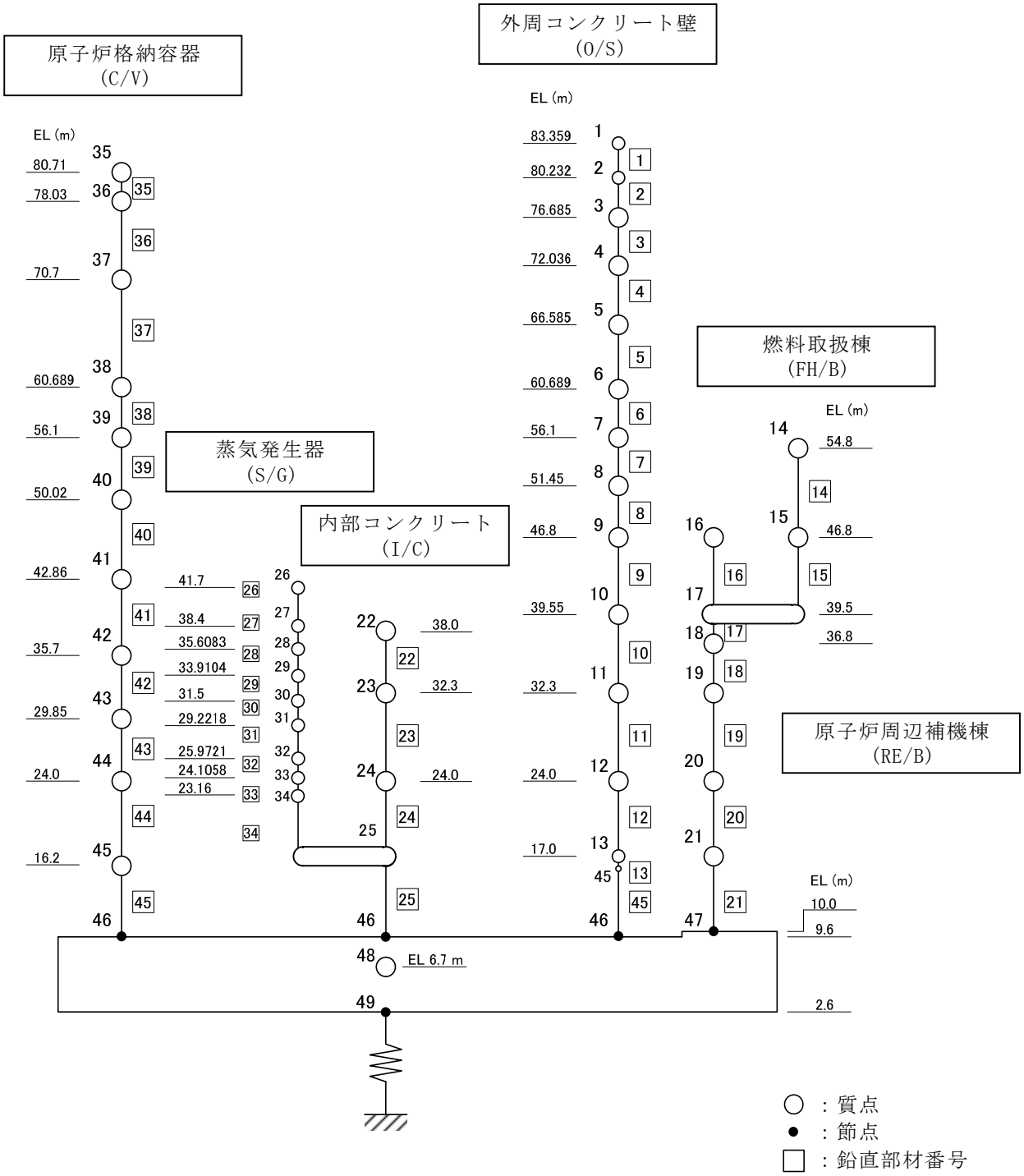
第9-1-2(1)図　原子炉建屋の概略断面図（A-A断面）



第9-1-2(2)図　原子炉建屋の概略断面図（B-B断面）



第9-1-3図　地震応答解析モデル（水平方向）



第9-1-4図　地震応答解析モデル（鉛直方向）

9.2 機器・配管

9.2.1 地震応答解析モデル

(1) １次冷却設備の地震応答解析

１次冷却設備は、原子炉容器を中心として蒸気発生器・１次冷却材ポンプ・１次冷却材管からなる複数の１次冷却ループから構成されており、また蒸気発生器には主蒸気管・主給水管が接続されている。さらに、これらの機器・配管は耐震性を考慮して内部コンクリートに設置された各支持構造物により支持されている。

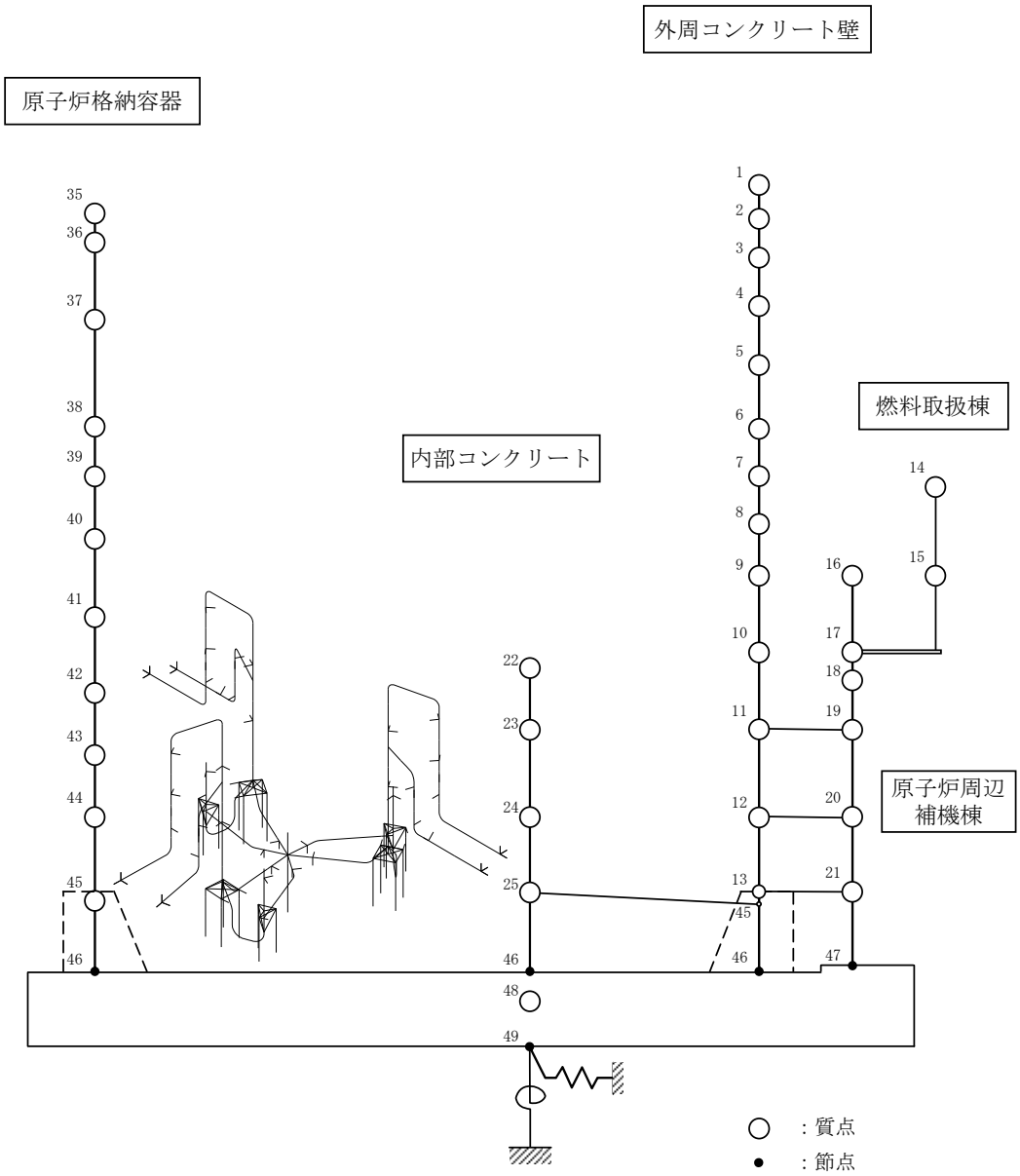
したがって、１次冷却設備の地震応答解析では、上記の各設備を３次元はり質点系にモデル化し､建屋モデルと連成した解析モデルにより基準地震動Ss による時刻歴応答解析を実施する。

解析は水平方向（NS及びEWの両方向）及び鉛直方向について実施する。

a. １次冷却設備解析モデル

原子炉本体（原子炉容器）及び１次冷却設備（蒸気発生器・１次冷却材ポンプ・１次冷却材管）に作用する地震荷重を算定するための解析モデルを第9-2-1図に示す。

１次冷却設備や主蒸気管・主給水管については、配管要素及びはり要素により３次元はり質点系にモデル化し、支持構造物をモデル化した等価ばね等により建屋モデルとの連成を行う。

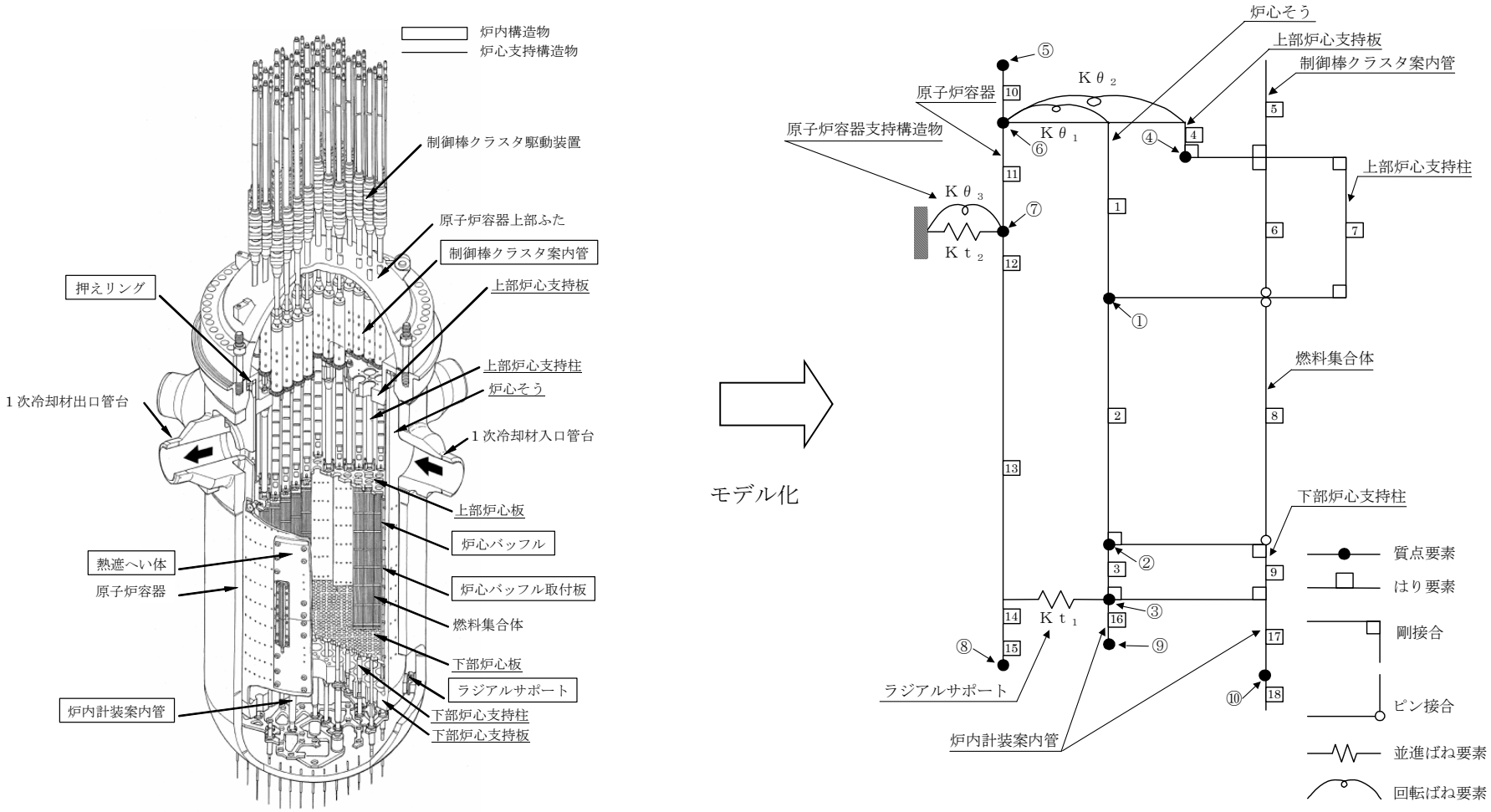


第9-2-1図　建屋との連成モデル図

(2) 機器・配管系の地震応答解析

建屋と連成して地震応答解析を行うものの他、一般的な機器・配管系の地震応答解析では、振動特性等に応じたモデル化を行い、床応答スペクトル等を用いた地震応答解析を行う。

機器・配管系の地震応答解析モデル例を第9-2-2図に示す。



第9-2-2図　地震応答解析モデル（炉心支持構造物の例）

9.3 屋外重要土木構造物

屋外重要土木構造物は、Ｓクラス施設に該当しないが、基準地震動Ssに対する耐震評価を実施する必要があることから、本節にて耐震評価方法を示す。

9.3.1 地震応答解析

屋外重要土木構造物の地震応答解析は、原則として構造物と地盤の相互作用を考慮できる２次元有限要素法モデルを用いた等価線形解析又は時刻歴非線形解析にて行う。なお、地震応答解析では、水平地震動と鉛直地震動の同時加振とする。

9.3.2 入力地震動

入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動Ssを、構造物の基礎地盤条件等を考慮し設定する。

例えば、構造物の解析モデル下端位置における入力地震動は、解放基盤表面がほぼ水平で相当な拡がりと深さを持っていることから、基準地震動Ssを１次元波動論に基づく地震応答解析にて評価したものとする。

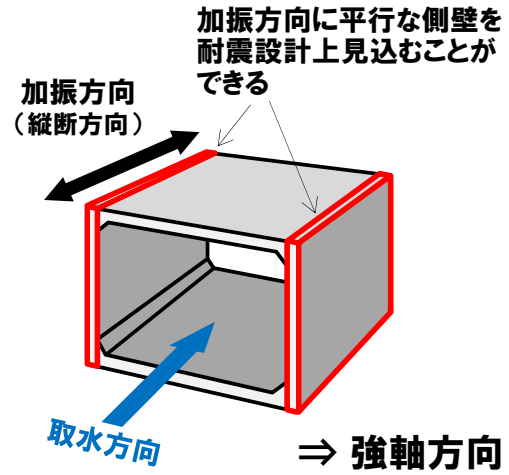
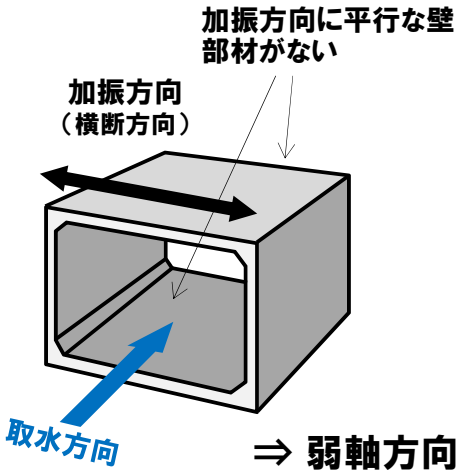
9.3.3 減衰定数

地震応答解析における減衰定数は、PS検層より算定した値又は固有値解析により求まる固有振動数及び減衰比に基づき、Rayleigh 減衰、剛性比例減衰等にて与える。

9.3.4 評価対象断面

屋外重要土木構造物の評価対象断面については、構造物の形状・配置等により、耐震上の弱軸、強軸が明確であることから、構造の安定性に支配的である弱軸方向を対象とする。第9-3-1図に、評価対象断面方向の考え方について海水管ダクトを例に示す。

また、評価対象断面位置については、構造物の配置や荷重条件等を考慮し、耐震評価上最も厳しくなると考えられる位置を評価対象とする。

	縦断方向の加振	横断方向の加振
概念図		

第 9-3-1 図 屋外重要土木構造物の評価対象断面方向の設定の考え方

10. 耐震重要施設の安全機能への下位クラス施設の波及的影響

下位クラス施設は、原則、耐震重要施設に対して離隔を取り配置されているか若しくは、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して構造強度を確保できるようにしており、自らの損傷・転倒・落下等で耐震重要施設の安全機能を損なうことがないよう配慮されているが、今回、基準地震動の見直し、接続部等の波及的影響評価の観点が新しく追加されたことを受けて、改めて波及的影響について検討を実施する。

波及的影響の評価に当たっては、以下の４つの観点をもとに、設備図書類を用いた机上検討及び現地調査による敷地全体を俯瞰した調査・検討を行い、耐震重要施設の安全機能への影響がないことを確認する。なお、原子力発電所の地震被害情報をもとに、４つの観点以外に検討すべき事項がないか確認し、新たな検討事項が抽出された場合には、その観点を追加する。

影響評価には、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用して評価を行うこととし、地震動又は地震力の選定に当たっては、施設の配置状況、使用時間等を踏まえて適切に設定する。また、水平２方向及び鉛直方向の地震力が同時に作用する場合の影響も考慮して評価する。

(1) 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する不等沈下又は相対変位による影響

a. 不等沈下

耐震重要施設に隣接する下位クラス施設の地盤について、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して不等沈下しないことを確認する。不等沈下の可能性がある場合には、不等沈下に伴う施設の衝突や渡り配管等の損傷を想定しても耐震重要施設の安全機能を損なわないことを確認する。

b. 相対変位

耐震重要施設に隣接する下位クラス施設について、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力による下位クラス施設と耐震重要施設との相対変位により、耐震重要施設へ衝突しないことを確認する。相対変位による施設の衝突や渡り配管等の損傷の可能性がある場合には、それらを想定しても耐震重要施設の安全機能を損なわないことを確認する。

(2) 耐震重要施設と下位のクラスの施設との接続部における相互影響

耐震重要施設と下位クラス施設の接続部について、下位クラス施設損傷時の系統分離ができない場合には、耐震重要施設に接続する下位クラス施設について、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して構造健全性が確保できること、又は、下位クラス施設が損傷した場合に、その設備の損傷と系統隔離に起因するプロセス変化により、接続する耐震重要施設の安全機能を損なわないことを確認する。

(3) 建屋内における下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響

耐震重要施設の周辺に位置する下位クラス施設について、耐震重要施設の設計に

用いる地震動又は地震力に対して、構造健全性が確保され、損傷、転倒及び落下等がないことを確認する。損傷、転倒及び落下等の可能性がある場合には、それらを想定しても耐震重要施設の安全機能を損なわないことを確認する。

(4) 建屋外における下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響

a. 施設の損傷、転倒及び落下等

耐震重要施設の周辺に位置する下位クラス施設について、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、構造健全性が確保され、損傷、転倒及び落下等がないことを確認する。損傷、転倒及び落下等の可能性がある場合には、それらを想定しても耐震重要施設の安全機能を損なわないことを確認する。

b. 周辺斜面の崩壊

耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、耐震重要施設周辺の斜面が崩壊しないことを確認する。

なお、上記(1)～(4)の検討に当たっては、地震に起因する溢水及び火災の観点からも波及的影響がないことを確認する。

上記の観点で抽出した下位クラス施設について、抽出した過程と結果を別添－５に示す。

表－１　耐震重要度分類表（１／６）

耐震重要度分類	機能別分類	主要設備(注1)		補助設備(注2)		直接支持構造物(注3)		間接支持構造物(注4)		波及的影響を考慮すべき施設(注5)	
		適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	(注6)検討用地震動	適用範囲	(注6)検討用地震動
S	a. 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器・配管系	①原子炉容器 ②原子炉冷却材圧力バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁	S S	①隔離弁を閉とするに必要な電気及び計装設備	S	①原子炉容器・蒸気発生器・１次冷却材ポンプ・加圧器の支持構造物 ②機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	S S	①内部コンクリート ②原子炉建屋 ③原子炉補助建屋	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ	①格納容器ポーラクレーン ②タービン建屋 ③その他	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ
	b. 使用済燃料を貯蔵するための施設	①使用済燃料ピット ②使用済燃料ラック	S S	－	－	－	－	①原子炉建屋	Ｓｓ	①使用済燃料ピットクレーン ②燃料取扱棟 ③その他	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ
	c. 原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設，及び原子炉の停止状態を維持するための施設	①制御棒クラスタ及び制御棒クラスタ駆動装置（スクラム機能に関する部分） ②化学体積制御設備のうちほう酸注入系	S S	①炉心支持構造物及び制御棒クラスタ案内管 ②非常用電源（燃料油系含む）及び計装設備	S S	①機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	S	①内部コンクリート ②原子炉建屋 ③原子炉補助建屋 ④非常用電源の燃料油系を支持する構造物	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ	①格納容器ポーラクレーン ②タービン建屋 ③その他	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ
	d. 原子炉停止後，炉心から崩壊熱を除去するための施設	①主蒸気・主給水系（主給水逆止弁より蒸気発生器２次側を経て，主蒸気隔離弁まで） ②補助給水系 ③補助給水タンク ④余熱除去設備	S S S S	①原子炉補機冷却水設備（当該主要設備に係るもの） ②原子炉補機冷却海水設備 ③燃料取替用水タンク ④炉心支持構造物（炉心冷却に直接影響するもの） ⑤非常用電源（燃料油系含む）及び計装設備	S S S S S	①機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	S	①内部コンクリート ②原子炉建屋 ③原子炉補助建屋 ④海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物 ⑤非常用電源の燃料油系を支持する構造物	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ	①格納容器ポーラクレーン ②海水ピットクレーン ③タービン建屋 ④その他	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ

表－１　耐震重要度分類表（２／６）

耐震重要度分類	機能別分類	主要設備(注1)		補助設備(注2)		直接支持構造物(注3)		間接支持構造物(注4)		波及的影響を考慮すべき施設(注5)	
		適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	(注6)検討用地震動	適用範囲	(注6)検討用地震動
S	e. 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故後，炉心から崩壊熱を除去するための施設	①安全注入設備 ②余熱除去設備（再循環用） ③燃料取替用水タンク	S S S	①原子炉補機冷却水設備（当該主要設備に係るもの） ②原子炉補機冷却海水設備 ③中央制御室の遮蔽と空調設備 ④非常用電源（燃料油系含む）及び計装設備	S S S S	①機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	S	①内部コンクリート ②原子炉建屋 ③原子炉補助建屋 ④海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物 ⑤非常用電源の燃料油系を支持する構造物	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ	①格納容器ポーラクレーン ②海水ピットクレーン ③タービン建屋 ④その他	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ
	f. 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に，圧力障壁となり放射性物質の放散を直接防ぐための施設	①原子炉格納容器 ②原子炉格納容器バウンダリに属する配管・弁	S S	①隔離弁を閉とするに必要な電気及び計装設備	S	①機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	S	①原子炉建屋 ②原子炉補助建屋	Ｓｓ Ｓｓ	①タービン建屋 ②その他	Ｓｓ Ｓｓ
	g. 放射性物質の放出を伴うような事故の際に，その外部放散を抑制するための施設であり，f. 以外の施設	①格納容器スプレイ設備 ②燃料取替用水タンク ③アニュラスシール ④アニュラス空気再循環設備 ⑤格納容器排気筒 ⑥安全補機室空気浄化設備	S S S S S S	①原子炉補機冷却水設備 ②原子炉補機冷却海水設備 ③非常用電源（燃料油系含む）及び計装設備	S S S	①機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	S	①原子炉建屋 ②原子炉補助建屋 ③原子炉格納容器 ④外周コンクリート壁 ⑤海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物 ⑥非常用電源の燃料油系を支持する構造物	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ	①海水ピットクレーン ②タービン建屋 ③その他	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ
	h. 津波防護機能を有する施設及び浸水防止機能を有する施設(注7)	①海水ピット堰 ②水密ハッチ ③水密扉 ④床ドレンライン逆止弁 ⑤貫通部止水処置	S S S S S	－	－	①機器等の支持構造物	S	①原子炉建屋 ②原子炉補助建屋 ③海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ	①海水ピットクレーン ②タービン建屋 ③その他	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ

表－１　耐震重要度分類表（３／６）

耐震重要度分類	機能別分類	主要設備（注1）		補助設備（注2）		直接支持構造物（注3）		間接支持構造物（注4）		波及的影響を考慮すべき施設（注5）	
		適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	（注6）検討用地震動	適用範囲	（注6）検討用地震動
S	i. 敷地における津波監視機能を有する施設（注7）	①海面監視カメラ ②耐震型海水ピット水位計	S S	①非常用電源（燃料油系含む）及び計装設備	S	①電気計装設備等の支持構造物	S	①原子炉建屋 ②原子炉補助建屋 ③海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物 ④非常用電源の燃料油系を支持する構造物	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ	①海水ピットクレーン ②タービン建屋 ③その他	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ
	j. その他	①使用済燃料ピット水補給設備（非常用）	S	①非常用電源（燃料油系含む）及び計装設備	S	①機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	S	①原子炉建屋 ②原子炉補助建屋 ③非常用電源の燃料油系を支持する構造物	Ｓｓ Ｓｓ Ｓｓ	①タービン建屋 ②その他	Ｓｓ Ｓｓ
		②炉内構造物	S	－	－	－	－	－	－	－	－

表－１　耐震重要度分類表（４／６）

耐震重要度分類	機能別分類	主要設備(注1)		補助設備(注2)		直接支持構造物(注3)		間接支持構造物(注4)		波及的影響を考慮すべき施設(注5)	
		適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	(注6)検討用地震動	適用範囲	(注6)検討用地震動
B	k. 原子炉冷却材圧力バウンダリに直接接続されていて，１次冷却材を内蔵しているか又は内蔵し得る施設	①化学体積制御系のうち抽出系と余剰抽出系	B	－	－	①機器・配管等の支持構造物	B	①内部コンクリート ②原子炉建屋 ③原子炉補助建屋	S_B S_B S_B	－	－
	l. 放射性廃棄物を内蔵している施設（ただし，内蔵量が少ない又は貯蔵方式により，その破損により公衆に与える放射線の影響が周辺監視区域外における年間の線量限度に比べ十分小さいものは除く）	①放射性廃棄物処理設備，ただし，Ｃクラスに属するものは除く	B	－	－	①機器・配管等の支持構造物	B	①原子炉建屋 ②原子炉補助建屋	S_B S_B	－	－
	m. 放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設で，その破損により，公衆及び従事者に過大な放射線被ばくを与える可能性のある施設	①使用済燃料ピット水浄化系 ②化学体積制御設備のうちＳクラス及びＣクラスに属する以外のもの ③放射線低減効果の大きい遮蔽 ④燃料取扱棟クレーン ⑤使用済燃料ピットクレーン ⑥燃料取替クレーン ⑦燃料移送装置	B B B B B B B	－	－	①機器・配管等の支持構造物	B	①内部コンクリート ②原子炉建屋 ③原子炉補助建屋	S_B S_B S_B	－	－
	n. 使用済燃料を冷却するための施設	①使用済燃料ピット水冷却系	B	①原子炉補機冷却水設備（当該主要設備に係るもの） ②原子炉補機冷却海水設備 ③電気計装設備	B B B	①機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	B	①原子炉建屋 ②原子炉補助建屋 ③海水ポンプ基礎等の海水系を支持する構造物	S_B S_B S_B	－	－

表－１　耐震重要度分類表（５／６）

耐震重要度分類	機能別分類	主要設備（注1）		補助設備（注2）		直接支持構造物（注3）		間接支持構造物（注4）		波及的影響を考慮すべき施設（注5）	
		適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	（注6）検討用地震動	適用範囲	（注6）検討用地震動
B	o. 放射性物質の放出を伴うような場合に，その外部放散を抑制するための施設で，Ｓクラスに属さない施設	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
C	p. 原子炉の反応度を制御するための施設でＳクラス及びＢクラスに属さない施設	①制御棒クラスタ駆動装置（原子炉トリップ機能に関する部分を除く）	C	－	－	①電気計装設備の支持構造物	C	①内部コンクリート ②原子炉建屋 ③原子炉補助建屋	S_C S_C S_C	－	－
	q. 放射性物質を内蔵しているか，又はこれに関連した施設でＳクラス及びＢクラスに属さない施設	①試料採取設備 ②床ドレン設備 ③洗浄排水処理設備 ④ドラム詰装置より下流の固体廃棄物処理設備（固体廃棄物貯蔵庫を含む） ⑤ベイラ ⑥化学体積制御系のうちほう酸回収装置蒸留水側及びほう酸補給タンク回り ⑦液体廃棄物処理設備のうち，廃液蒸発装置蒸留水側 ⑧原子炉補給水設備 ⑨新燃料貯蔵庫 ⑩その他	C C C C C C C C C C	－	－	①機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	C	①内部コンクリート ②原子炉建屋 ③原子炉補助建屋 ④固体廃棄物貯蔵庫	S_C S_C S_C S_C	－	－

表－１　耐震重要度分類表（６／６）

耐震重要度分類	機能別分類	主要設備（注1）		補助設備（注2）		直接支持構造物（注3）		間接支持構造物（注4）		波及的影響を考慮すべき施設（注5）	
		適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	耐震クラス	適用範囲	（注6）検討用地震動	適用範囲	（注6）検討用地震動
C	r. 原子炉施設ではあるが，放射線安全に関係しない施設	①タービン設備 ②原子炉補機冷却水設備 ③補助ボイラ及び補助蒸気設備 ④消火設備（注8） ⑤主発電機・変圧器 ⑥換気空調設備 ⑦蒸気発生器ブローダウン設備 ⑧所内用空気圧縮設備 ⑨格納容器ポーラクレーン ⑩緊急時対策所 ⑪その他	C C C C C C C C C C C	①緊急時対策所計装設備・通信連絡設備	C	①機器・配管，電気計装設備等の支持構造物	C	①タービン建屋 ②内部コンクリート ③原子炉建屋 ④原子炉補助建屋 ⑤補助ボイラ建屋 ⑥緊急時対策所	S_C S_C S_C S_C S_C S_C	－	－

（注１）　主要設備とは，当該機能に直接的に関連する設備をいう。
（注２）　補助設備とは，当該機能に間接的に関連し，主要設備の補助的役割を持つ設備をいう。
（注３）　直接支持構造物とは，主要設備，補助設備に直接取り付けられる支持構造物，若しくはこれらの設備の荷重を直接的に受ける支持構造物をいう。
（注４）　間接支持構造物とは，直接支持構造物から伝達される荷重を受ける構造物（建物，構築物）をいう。
（注５）　波及的影響を考慮すべき施設とは，下位クラスに属する施設の破損等によって上位クラスに属する施設に波及的影響を及ぼすおそれのある施設をいう。
（注６）　Ｓｓ　：　基準地震動Ssにより定まる地震力
　　S_B　：　耐震Ｂクラス施設に適用される地震力
　　S_C　：　耐震Ｃクラス施設に適用される静的地震力
（注７）　基準地震動Ssによる地震力に対して，機能を保持できるものとする。
（注８）　耐震Ｓクラス施設，Ｂクラス施設を防護対象とする消火設備（火災感知設備を含む。）については，それぞれＳｓ，S_Bに対して機能が維持されることを確認する。

申請設備（新設・既設）の耐震重要度分類
（設計基準対象設備）

（Ｓクラス設備、新たに工認対象となったＢ・Ｃクラス設備及び波及的影響を考慮すべき設備）

◎　：新設の設計基準対象施設又は新たに申請対象となった設計基準対象施設

○　：既設の設計基準対象施設

下線：波及的影響を考慮すべき設備

※１：【　】内は、検討用地震動を示す。

耐震クラス／設備名称	S	B※1	C※1	摘　要※1
１．原子炉本体 (1)炉心 (2)熱遮蔽材 (3)原子炉容器	○燃料集合体 ○炉心支持構造物 ○炉内構造物（熱遮へい体） ○原子炉容器 ○原子炉容器支持構造物 ○原子炉容器支持構造物埋込金物 ○原子炉容器（ふた用管台） ○原子炉容器（炉内計装筒） ○炉内構造物のうち制御棒クラスタ案内管			
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 (3)使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備 (4)燃料取替用水設備	 ○使用済燃料ピット ○使用済燃料ラック ○破損燃料保管容器ラック ○関連配管 ○燃料取替用水タンクポンプ ○関連配管	 ○使用済燃料ピットクレーン【Ss】 ○使用済燃料ピット冷却器【Ss】 ○関連配管【Ss】	 ◎使用済燃料ピット水位 ◎使用済燃料ピット温度	

耐震クラス 設備名称	S	B※1	C※1	摘　要※1
３．原子炉冷却系統施設				
(1)一次冷却材の循環設備	○蒸気発生器(内部構造物含む) ○１次冷却材ポンプ ○加圧器 ○加圧器ヒータ ○１次冷却材管 ○関連配管・弁		○１次冷却材ポンプモータ【Ss】	
(2)主蒸気・主給水設備	○関連配管・弁			
(3)余熱除去設備	○余熱除去冷却器 ○余熱除去ポンプ ◎関連配管・弁 (RCPB拡大範囲含む)			
(4)非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備	○高圧注入ポンプ ○蓄圧タンク ○燃料取替用水タンク ○格納容器再循環サンプ ○格納容器再循環サンプスクリーン ○関連配管			
(5)化学体積制御設備	○再生熱交換器 ○充てんポンプ ○封水注入フィルタ ○関連配管・弁	○関連配管【Ss】		
(6)原子炉補機冷却設備	○原子炉補機冷却水冷却器 ○原子炉補機冷却水ポンプ ○海水ポンプ ○原子炉補機冷却水サージタンク ○海水ストレーナ ○関連配管		○関連配管【Ss】	○海水ピットポンプ室【Ss】 ○海水管ダクト【Ss】
(7)蒸気タービンの附属設備	○電動補助給水ポンプ ○タービン動補助給水ポンプ ○補助給水タンク ○関連配管			

耐震クラス 設備名称	S	B※1	C※1	摘　要※1
４．計測制御系統施設 (1)制御材	○制御棒クラスタ ○バーナブルポイズン			
(2)制御棒駆動装置	○制御棒クラスタ駆動装置			
(3)ほう酸注入機能を有する設備	○ほう酸ポンプ ○ほう酸タンク ○ほう酸フィルタ ○関連配管			
(4)計測装置	○中性子束 ○１次冷却材圧力 ○余熱除去ループ流量 ○高圧注入ライン流量 ○１次冷却材高温側温度（広域） ○１次冷却材低温側温度（広域） ○１次冷却材高温側温度（狭域） ○１次冷却材低温側温度（狭域） ○１次冷却材流量 ○加圧器圧力 ○加圧器水位 ○格納容器内圧力 ○格納容器内温度 ○蒸気発生器水位(広域) ○蒸気発生器水位(狭域) ○主蒸気ライン圧力 ○格納容器再循環サンプ水位（広域） ○格納容器再循環サンプ水位（狭域）			

耐震クラス 設備名称	S	B※1	C※1	摘　要※1
(5)原子炉非常停止信号	○中性子束 ○加圧器圧力 ○１次冷却材高温側温度（狭域） ○１次冷却材低温側温度（狭域） ○１次冷却材流量 ○蒸気発生器水位(狭域) ○加圧器水位 ○制御用地震計（水平） ○制御用地震計（鉛直）			
(6)工学的安全施設等の作動信号	○加圧器圧力 ○加圧器水位 ○格納容器内圧力 ○主蒸気ライン圧力 ○蒸気発生器水位(狭域)			
(7)制御用空気設備	○制御用空気圧縮機 ○制御用空気だめ ○制御用空気除湿装置吸着塔 ○関連配管・弁			
(8)その他	◎耐震型海水ピット水位計 ◎海面監視カメラ			
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			

耐震クラス 設備名称	S	B※1	C※1	摘　要※1
６．放射線管理施設 (1)放射線管理用計測装置	○格納容器高レンジエリアモニタ		◎使用済燃料ピットエリアモニタ ◎モニタリングポスト ◎モニタリングステーション ○格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器【Ss】 ○サンプル冷却器【Ss】 ○関連配管【Ss】	
(2)換気設備	○中央制御室空調ファン ○中央制御室非常用給気ファン ○中央制御室再循環ファン ○アニュラス排気ファン ○安全補機室排気ファン ○アニュラス排気フィルタユニット ○中央制御室非常用給気フィルタユニット ○安全補機室排気フィルタユニット ○関連ダクト		○格納容器再循環ユニット【Ss】 ○中央制御室給気加熱コイル【Ss】 ○中央制御室加湿器【Ss】	
(3)生体遮蔽装置	○外周コンクリート壁（外部遮へい） ○中央制御室遮へい	○１次遮へい（内部コンクリート）【Ss】 ○２次遮へい（内部コンクリート）【Ss】 ○補助遮へい（原子炉建屋、原子炉補助建屋）【Ss】		

耐震クラス 設備名称	S	B※1	C※1	摘　要※1
７．原子炉格納施設 (1)原子炉格納容器 (2)二次格納施設 (3)圧力低減設備その他の安全設備	 ○原子炉格納容器 ○機器搬入口 ○エアロック ○原子炉格納容器貫通部 ○外周コンクリート壁 ○アニュラスシール ○格納容器スプレイ冷却器 ○格納容器スプレイポンプ ○よう素除去薬品タンク ○ｐＨ調整剤貯蔵タンク ○真空逃がし装置 ○圧力逃がし装置 ○関連配管・弁			 ○原子炉格納施設の基礎【Ss】
８．その他発電用原子炉の附属施設 (1)非常用電源設備	 ○内燃機関（非常用ディーゼル発電機） ○始動用空気だめ（非常用ディーゼル発電機） ○燃料油サービスタンク（非常用ディーゼル発電機） ○燃料油貯油槽（非常用ディーゼル発電機） ◎重油タンク ○発電機（非常用ディーゼル発電機） ◎燃料油移送ポンプ ○計装用インバーター盤 ○蓄電池（非常用） ○/◎関連配管		 ◎ミニローリー（重油用） ◎関連配管	 ○燃料油貯油槽基礎【Ss】 ◎重油タンク基礎【Ss】 ◎関連配管基礎【Ss】

耐震クラス 設備名称	S	B※1	C※1	摘　要※1
(2)浸水防護施設	◎水密ハッチ ◎水密扉（海水ﾎﾟﾝﾌﾟｴﾘｱ） ◎水密扉（建屋内） ◎床ドレンライン逆止弁 ◎貫通部止水処置（海水ﾎﾟﾝﾌﾟｴﾘｱ） ◎貫通部止水処置（ﾀｰﾋﾞﾝ建屋境界）		○湧水ピットポンプ【Ss】 ○関連配管【Ss】 ◎建屋内堰【Ss】 ◎海水ピットポンプ室浸水防護壁【Ss】 ◎貫通部止水処置（水密区画）【Ss】	
(3)非常用取水設備	◎海水ピット堰		○海水ピットポンプ室【Ss】 ◎海水ピットスクリーン室【Ss】 ◎海水取水路【Ss】 ◎海水取水口【Ss】	
(4)緊急時対策所			◎緊急時対策所 ◎酸素濃度計 ◎二酸化炭素濃度計 ◎安全パラメータ表示システム ◎ＳＰＤＳ表示端末 ◎衛星電話設備（固定型、可搬型） ◎統合防災ネットワークに接続する通信連絡設備 ◎無線通信設備 ○緊急時用携帯型通話設備	

耐震クラス 設備名称	S	B※1	C※1	摘　要※1
９．その他			○格納容器ポーラクレーン【Ss】 ○海水ピットクレーン【Ss】 ◎海水ピットポンプ室竜巻防護対策設備【Ss】 ◎海水ピットポンプ室輻射防護板【Ss】 ◎補助給水タンク竜巻防護対策設備【Ss】 ○海水ピット除塵装置【Ss】 ◎耐火隔壁【Ss】 ○消火水配管【Ss】 ○空調用冷却水配管【Ss】 ○原子炉容器冷却ダクト【Ss】 ○タービン建屋【Ss】 ○燃料取扱棟【Ss】	

基準地震動 Ss 及び弾性設計用地震動 Sd

１．基準地震動 Ss

基準地震動 Ss は、最新の科学的・技術的知見を踏まえ、敷地及び敷地周辺の地質・地質構造、地盤構造並びに地震活動性等の地震学及び地震工学的見地から想定することが適切なものとして策定する。策定の方針として、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」について、解放基盤表面における水平方向及び鉛直方向の地震動としてそれぞれ策定する。

「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」は、内陸地殻内地震、プレート間地震及び海洋プレート内地震について、敷地に大きな影響を与えると予想される地震を複数選定し、選定した地震ごとに、不確かさを考慮して応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価により、解放基盤表面までの地震波の伝播特性を反映して策定する。

「震源を特定せず策定する地震動」は、震源と活断層を関連づけることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、これらを基に、各種の不確かさを考慮して敷地の地盤物性に応じた応答スペクトルを設定して策定する。

「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」による基準地震動 Ss-1、Ss-2 及び「震源を特定せず策定する地震動」による基準地震動 Ss-3 の加速度応答スペクトル及び加速度時刻歴波形を第 3-1 図～第 3-13 図に示す。

また、基準地震動 Ss（Ss-1）の応答スペクトルと敷地における地震動の一様ハザードスペクトルの比較を第 3-14 図～第 3-15 図に示す。

２．弾性設計用地震動 Sd

2.1 設定根拠

弾性設計用地震動 Sd は、工学的判断に基づき、基準地震動 Ss に係数 0.53 を乗じて設定する。

ここで、係数 0.53 は工学的判断として、原子炉施設の安全機能限界と弾性限界に対する入力荷重の比率が 0.5 程度であるという知見を踏まえた値とし、弾性設計用地震動 Sd-1 が基準地震動 S1 の応答スペクトルを下回らないよう配慮した値とする。また、建物・構築物及び機器・配管系ともに 0.53 を採用することで、弾性設計用地震動に対する設計に一貫性をとる。なお、JEAG4601 の S1 及び S2 を Sd 及び Ss に置き換えて評価を実施する。JEAG4601・補-1984 における運転状態と荷重の組み合わせの考え方を第 3-16 図に示す。また、弾性設計用地震動 Sd の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを第 3-17 図～第 3-29 図、弾性設計用地震動と旧耐震指針における基準地震動 S1 の比較を第 3-30 図に示す。

さらに、弾性設計用地震動 Sd の応答スペクトルと敷地における地震動の一様ハザードスペクトルの比較を第 3-31 図～第 3-32 図に示す。

2.2 安全機能限界と弾性限界に対する入力荷重の比率について

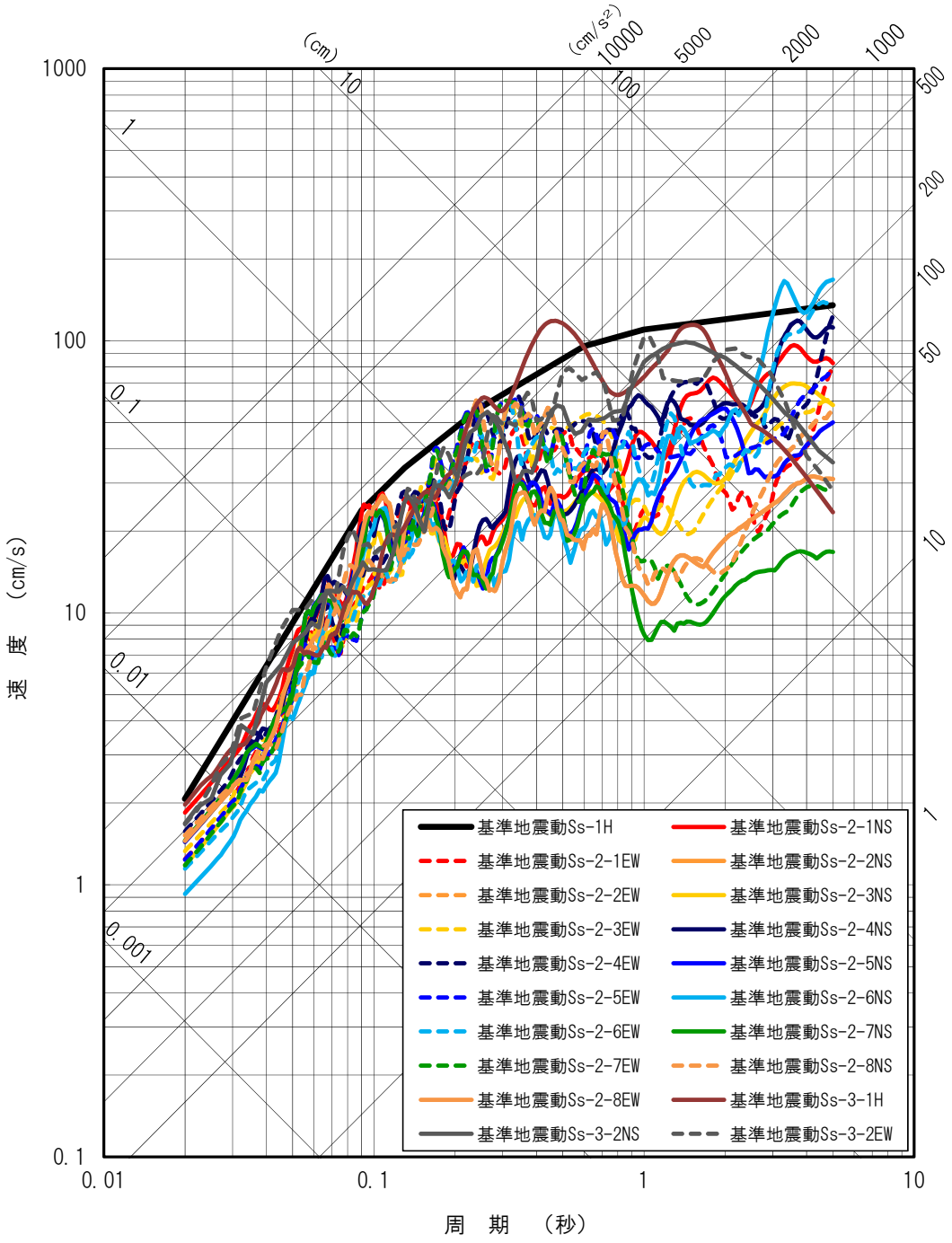
安全機能限界に対応する入力荷重と弾性限界に対応する入力荷重の比率としてのαは、日本電気協会[(1)]を参照して評価する。日本電気協会には、鉄筋コンクリート造壁式構造の建屋を２質点系の簡易なＳＲモデルに置換し、入力地震動を 100gal ずつ順次増加して非線形地震応答解析を行って求められたせん断ひずみと層せん断力係数の関係を示した図があり、この図に許容限界①および許容限界②を加筆したものを第 3-33 図に示す。ここで、許容限界②は、建屋はある程度の損傷を受けるがその程度は小さく、終局に対して余裕のある基準地震動 Ss の許容限界（せん断ひずみ度で 2.0×10^{-3}）を示しており、許容限界①は許容限界②の入力加速度を１／２倍とした場合の応答値を示している。

許容限界①の応答値は短期許容応力度相当と考えられ、設置許可基準 別記２でいう弾性設計用地震動 Sd に求められる「おおむね弾性範囲の設計」と考えられる。

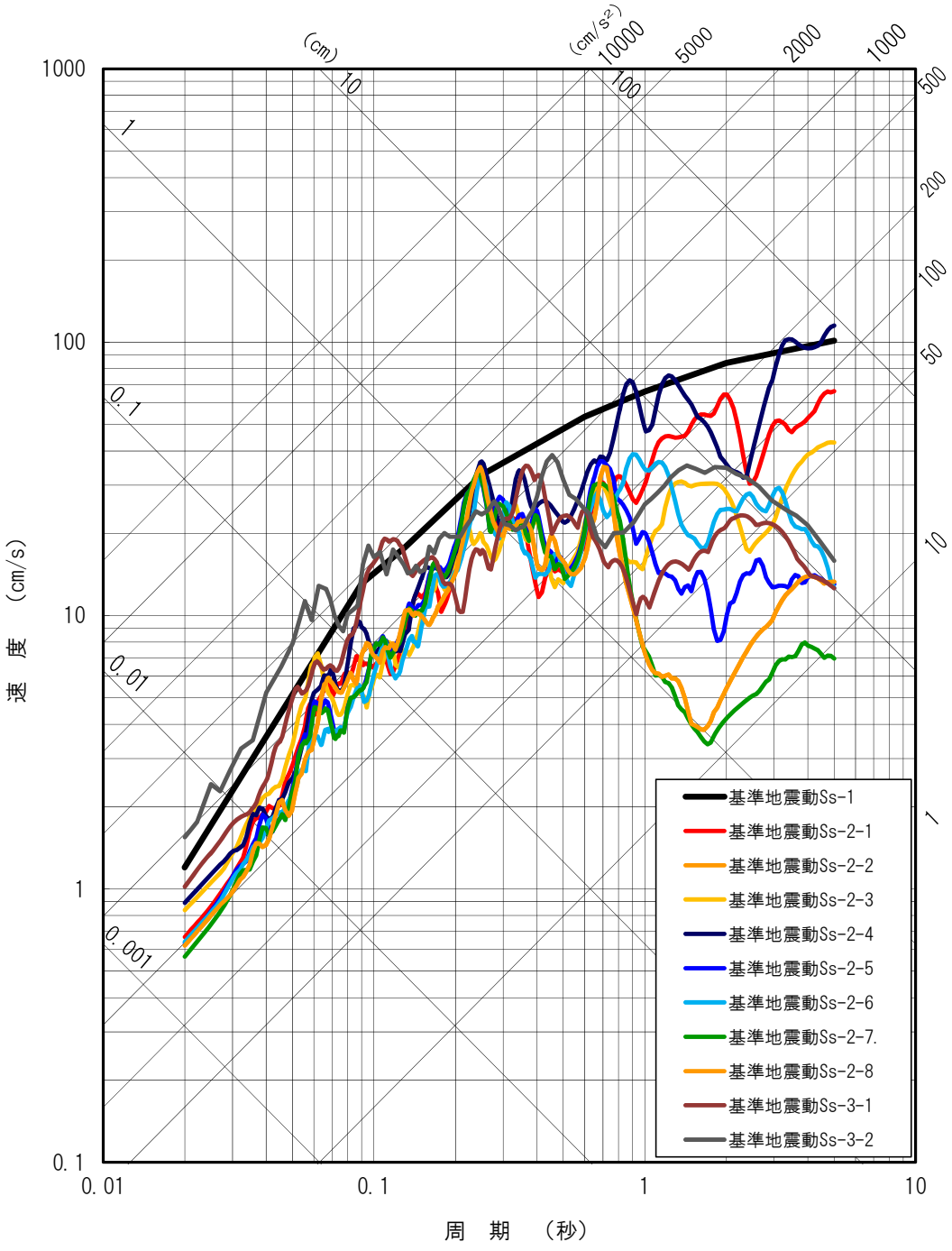
以上より、許容限界①を弾性限界、許容限界②を安全機能限界と捉えた場合、安全機能限界に対応する入力荷重と弾性限界に対応する入力荷重の比率としてのαは 0.5 程度の値となる。

参考資料

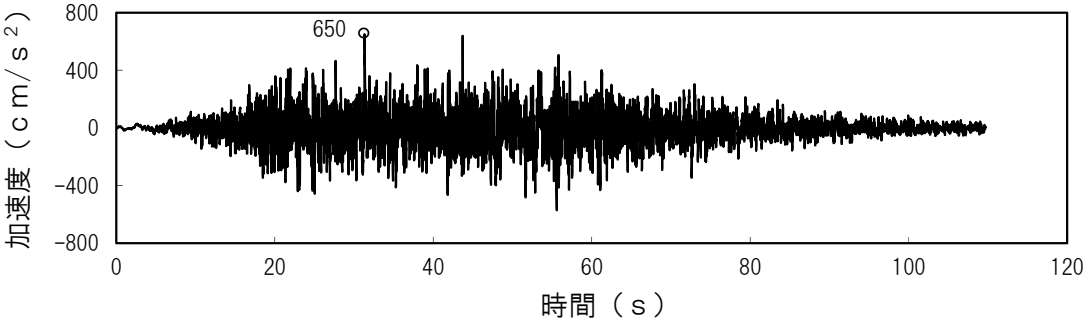
(1)　「静的地震力の見直し（建築編）に関する調査報告書（概要）」
（社）日本電気協会 電気技術調査委員会原子力発電耐震設計特別調査委員会建築部会



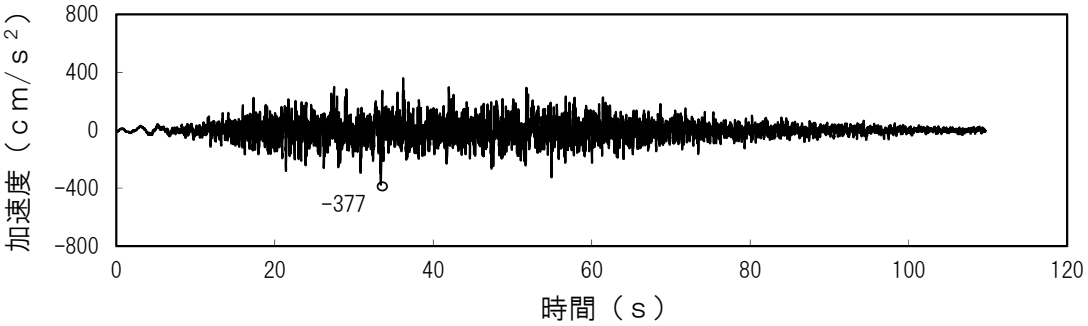
第3-1図　基準地震動Ss-1～Ss-3の応答スペクトル（水平方向）



第3-2図　基準地震動Ss-1～Ss-3の応答スペクトル（鉛直方向）

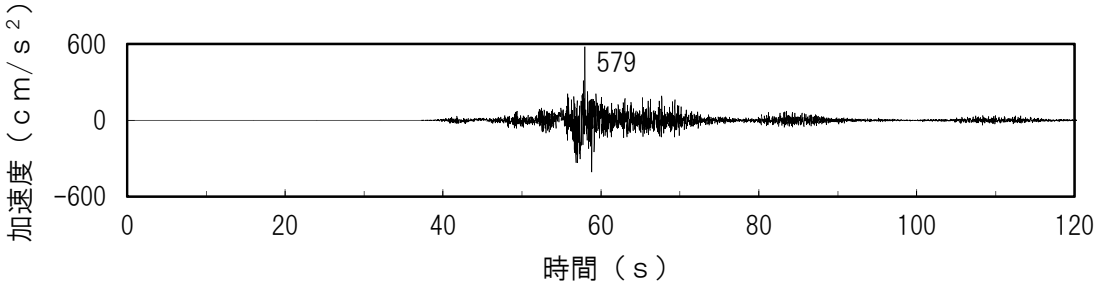


加速度（水平方向：Ss-1H）

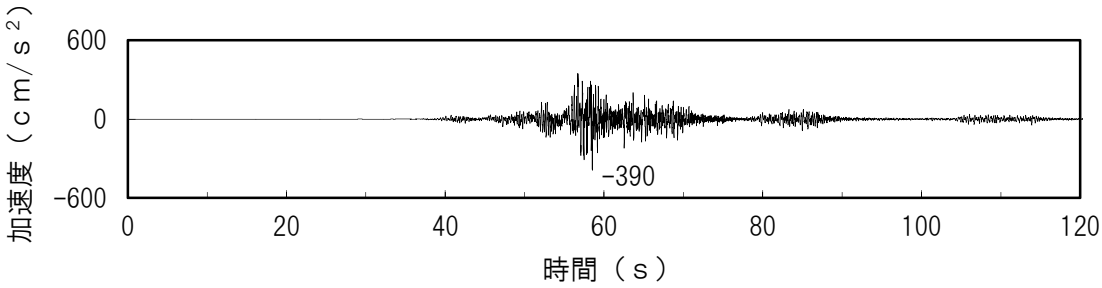


加速度（鉛直方向：Ss-1V）

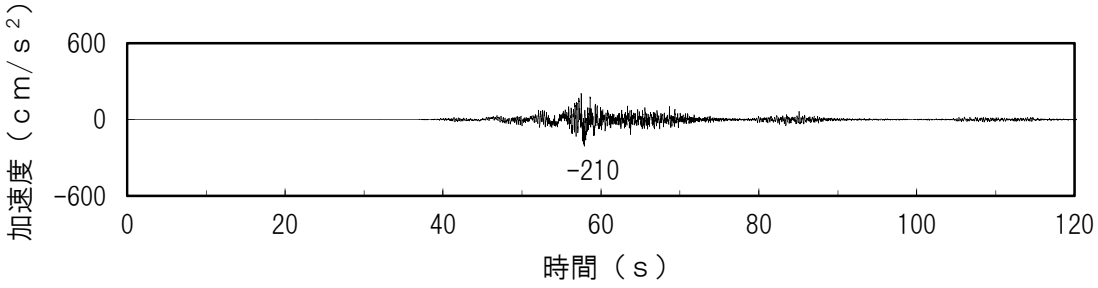
第3-3図　基準地震動Ss-1の設計用模擬地震波の時刻歴波形



加速度（水平方向：Ss-2-1(NS)）

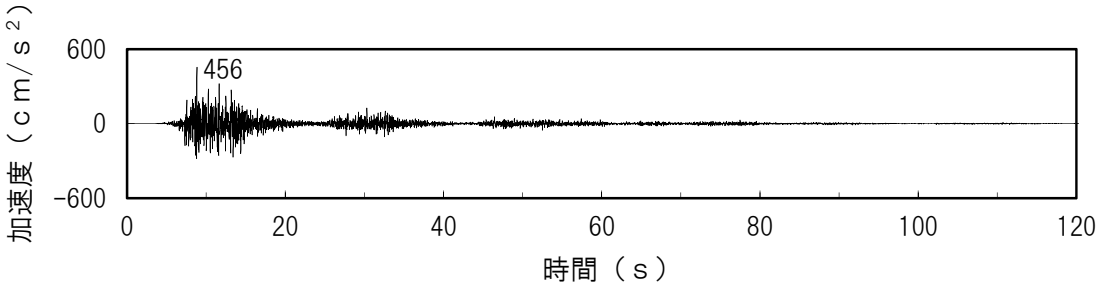


加速度（水平方向：Ss-2-1(EW)）

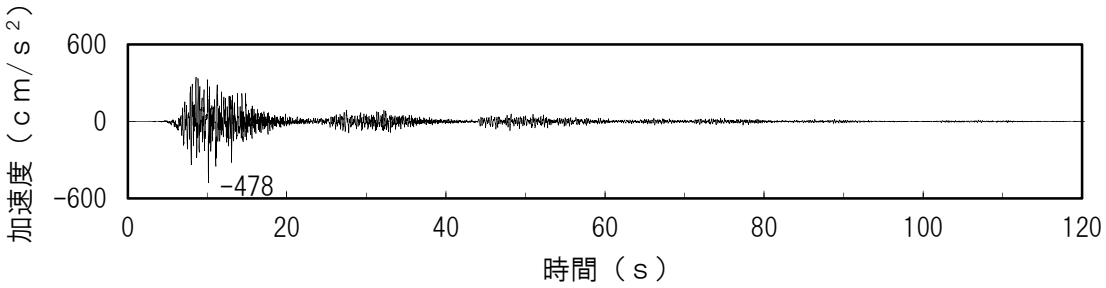


加速度（鉛直方向：Ss-2-1(UD)）

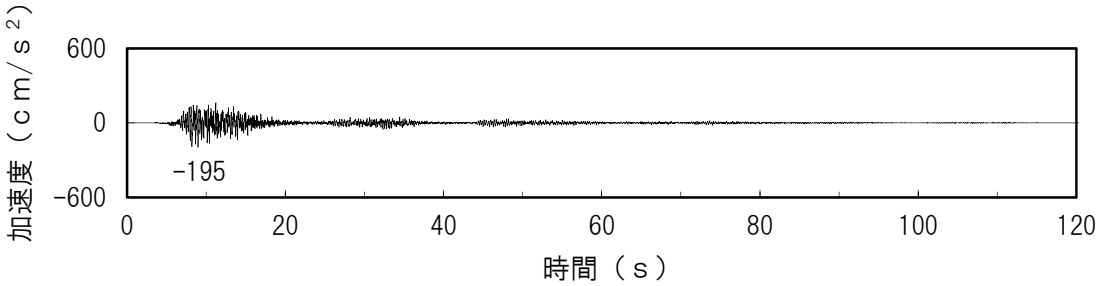
第3-4図　基準地震動Ss-2-1の時刻歴波形



加速度（水平方向：Ss-2-2(NS)）

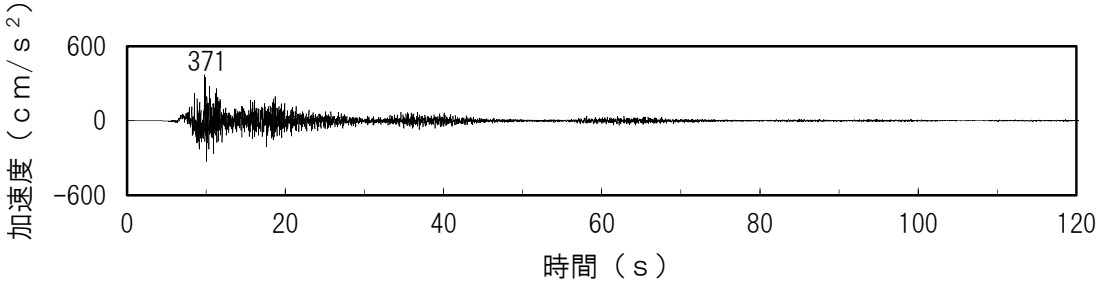


加速度（水平方向：Ss-2-2(EW)）

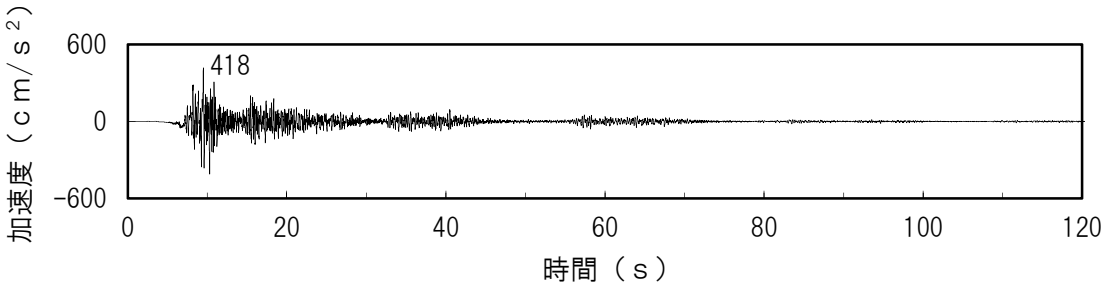


加速度（鉛直方向：Ss-2-2(UD)）

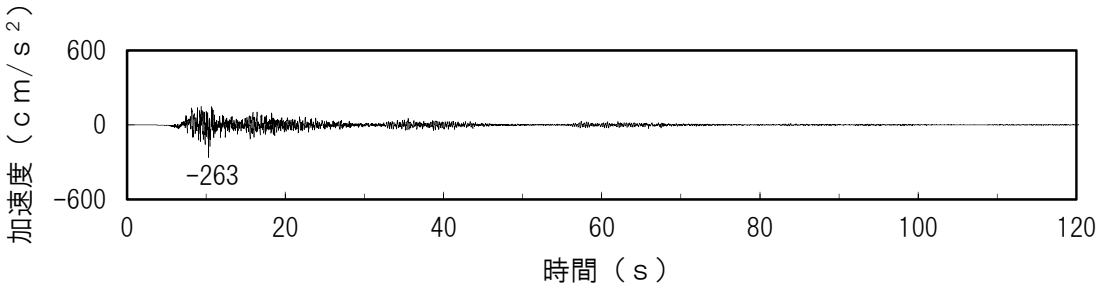
第3-5図　基準地震動Ss-2-2の時刻歴波形



加速度（水平方向：Ss-2-3(NS)）

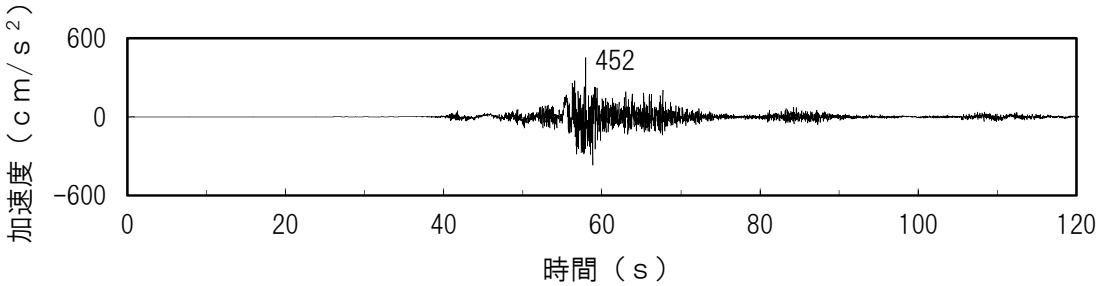


加速度（水平方向：Ss-2-3(EW)）

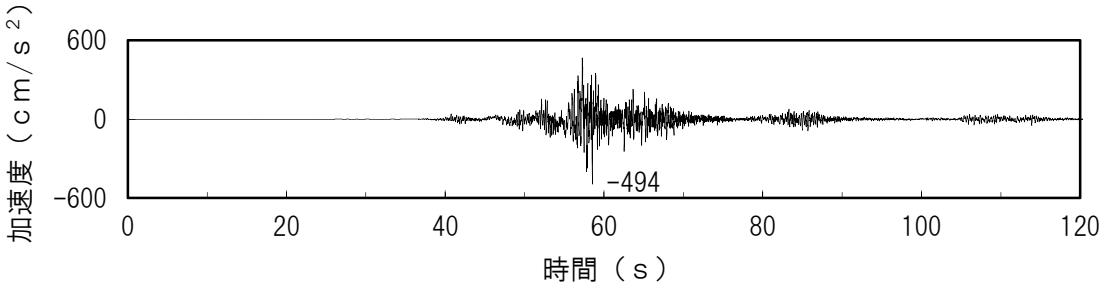


加速度（鉛直方向：Ss-2-3(UD)）

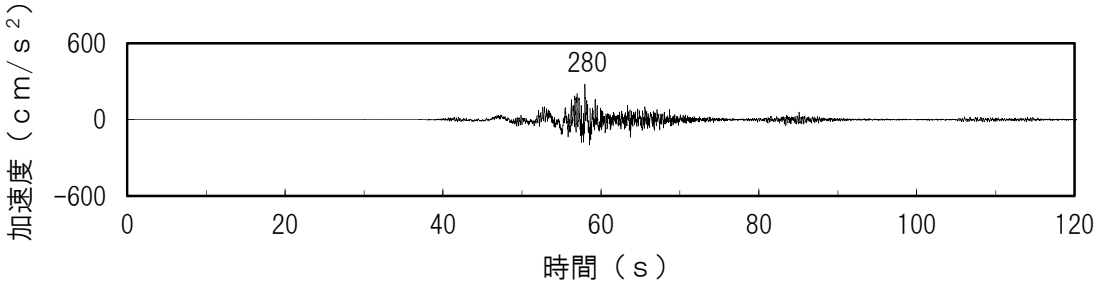
第3-6図　基準地震動Ss-2-3の時刻歴波形



加速度（水平方向：Ss-2-4(NS)）

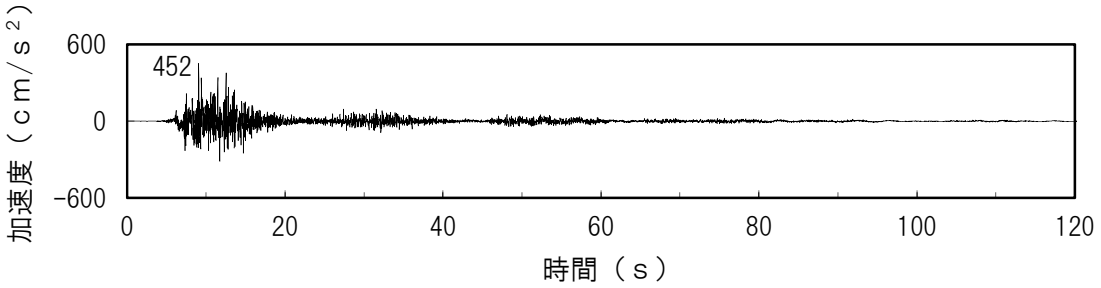


加速度（水平方向：Ss-2-4(EW)）

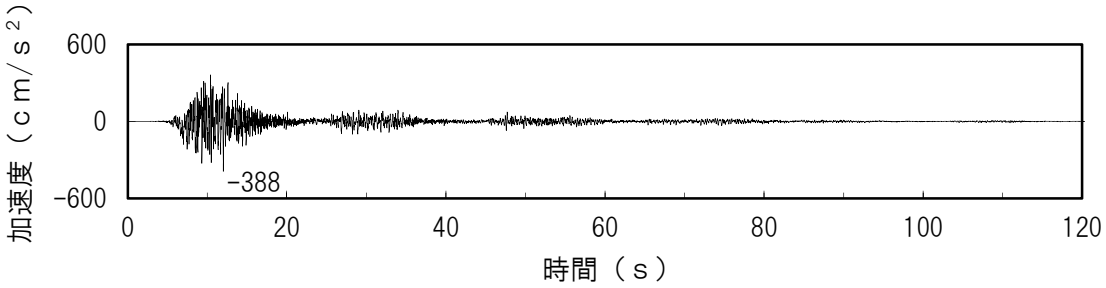


加速度（鉛直方向：Ss-2-4(UD)）

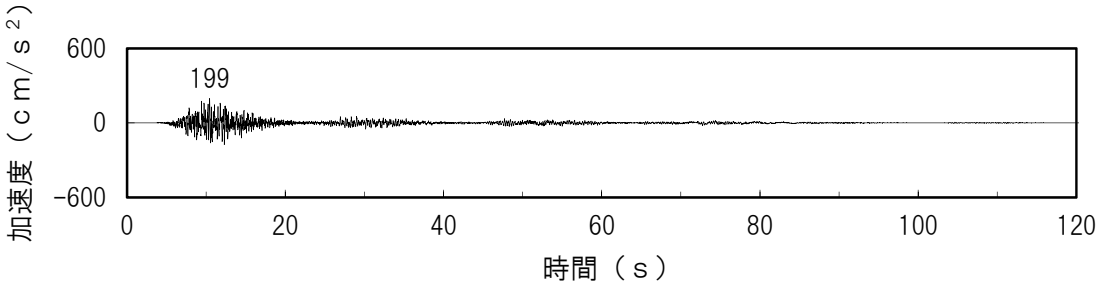
第3-7図　基準地震動Ss-2-4の時刻歴波形



加速度（水平方向：Ss-2-5(NS)）

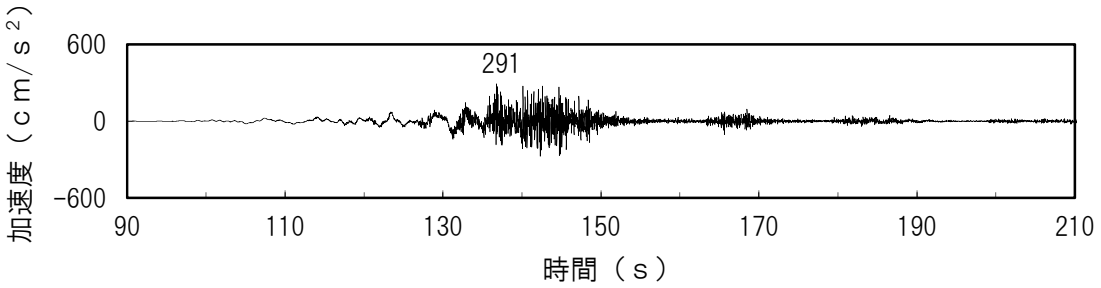


加速度（水平方向：Ss-2-5(EW)）

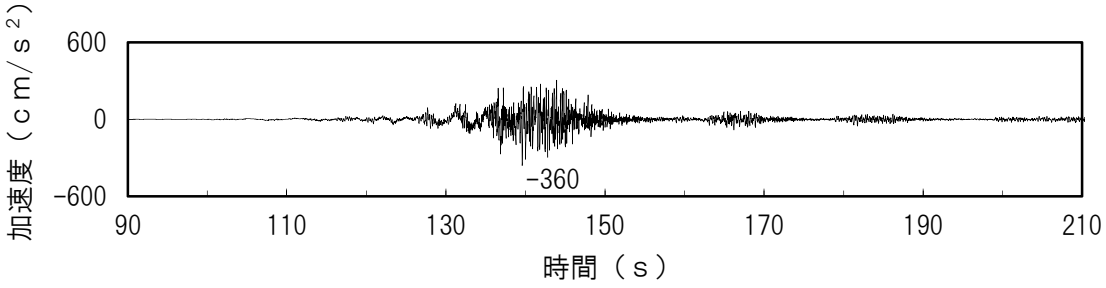


加速度（鉛直方向：Ss-2-5(UD)）

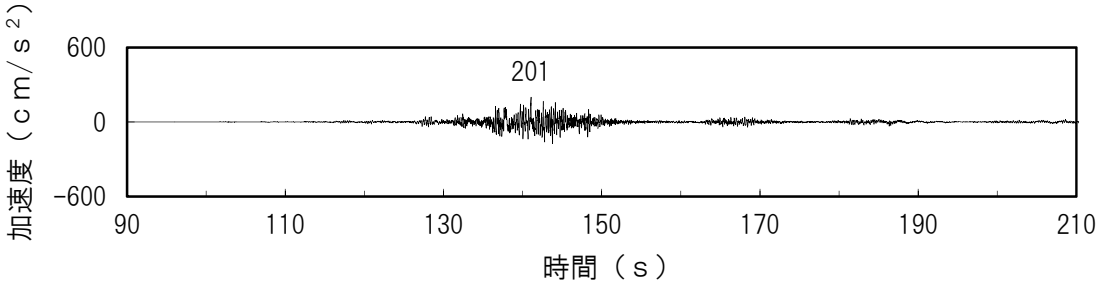
第3-8図　基準地震動Ss-2-5の時刻歴波形



加速度（水平方向：Ss-2-6(NS)）

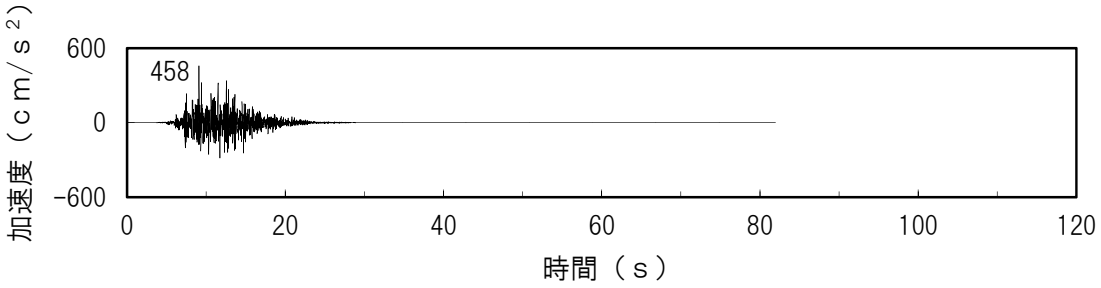


加速度（水平方向：Ss-2-6(EW)）

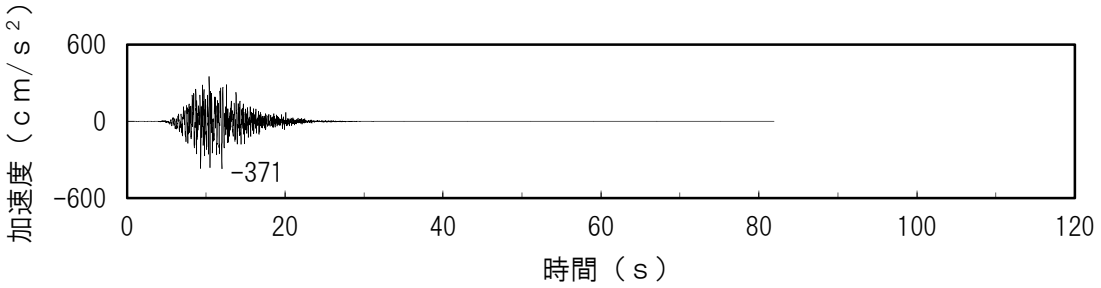


加速度（鉛直方向：Ss-2-6(UD)）

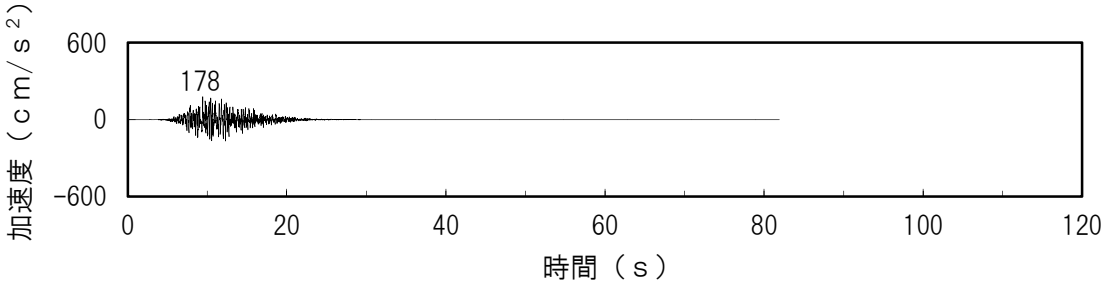
第3-9図　基準地震動Ss-2-6の時刻歴波形



加速度（水平方向：Ss-2-7(NS)）

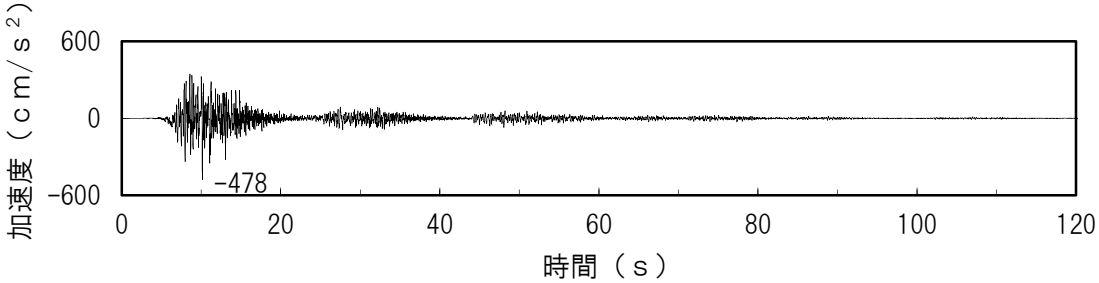


加速度（水平方向：Ss-2-7(EW)）

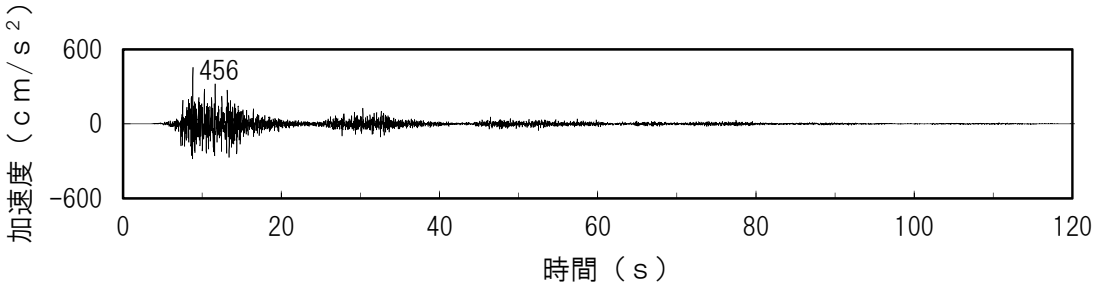


加速度（鉛直方向：Ss-2-7(UD)）

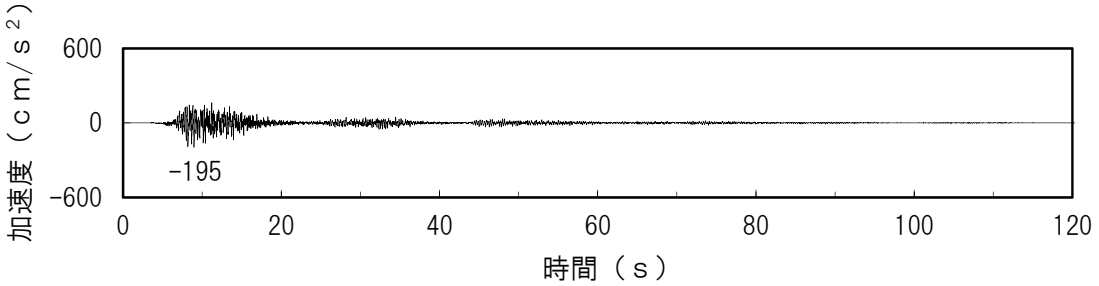
第3-10図　基準地震動Ss-2-7の時刻歴波形



加速度（水平方向：Ss-2-8(NS)）

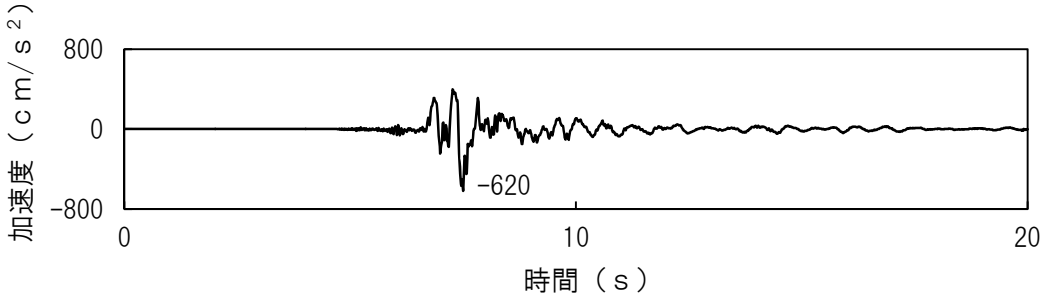


加速度（水平方向：Ss-2-8(EW)）

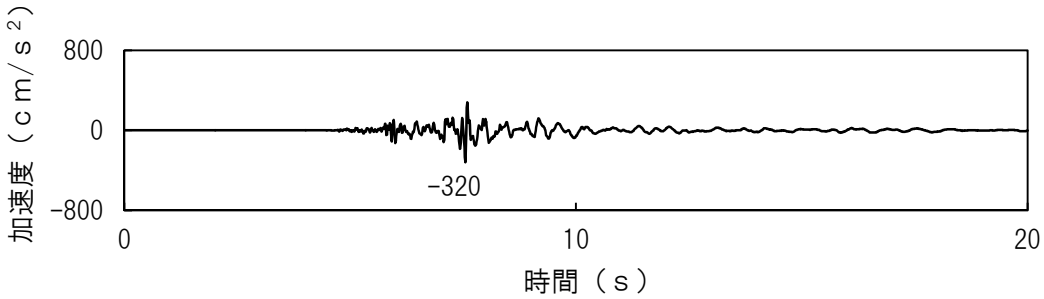


加速度（鉛直方向：Ss-2-8(UD)）

第3-11図　基準地震動Ss-2-8の時刻歴波形

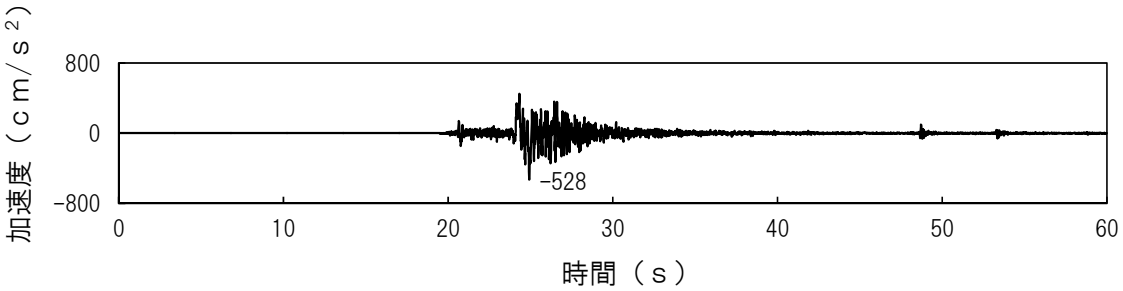


加速度（水平方向：Ss-3-1）

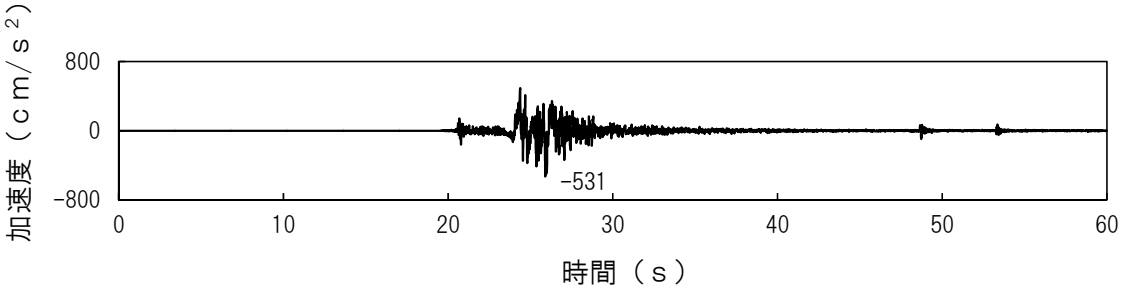


加速度（鉛直方向：Ss-3-1）

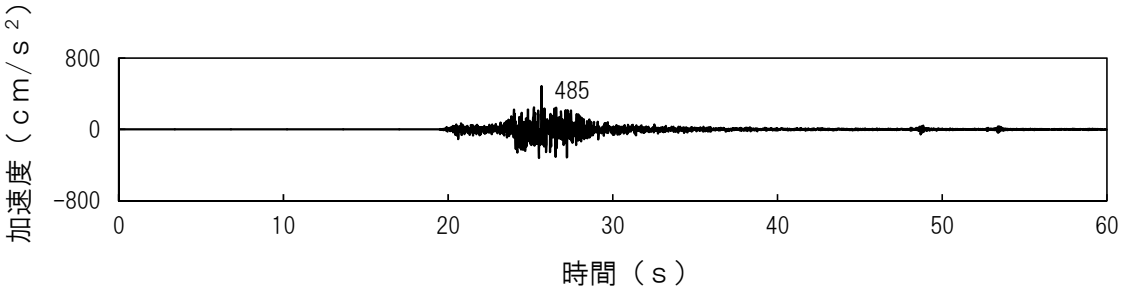
第3-12図　基準地震動Ss-3-1の時刻歴波形



加速度（水平方向：Ss-3-2(NS)）

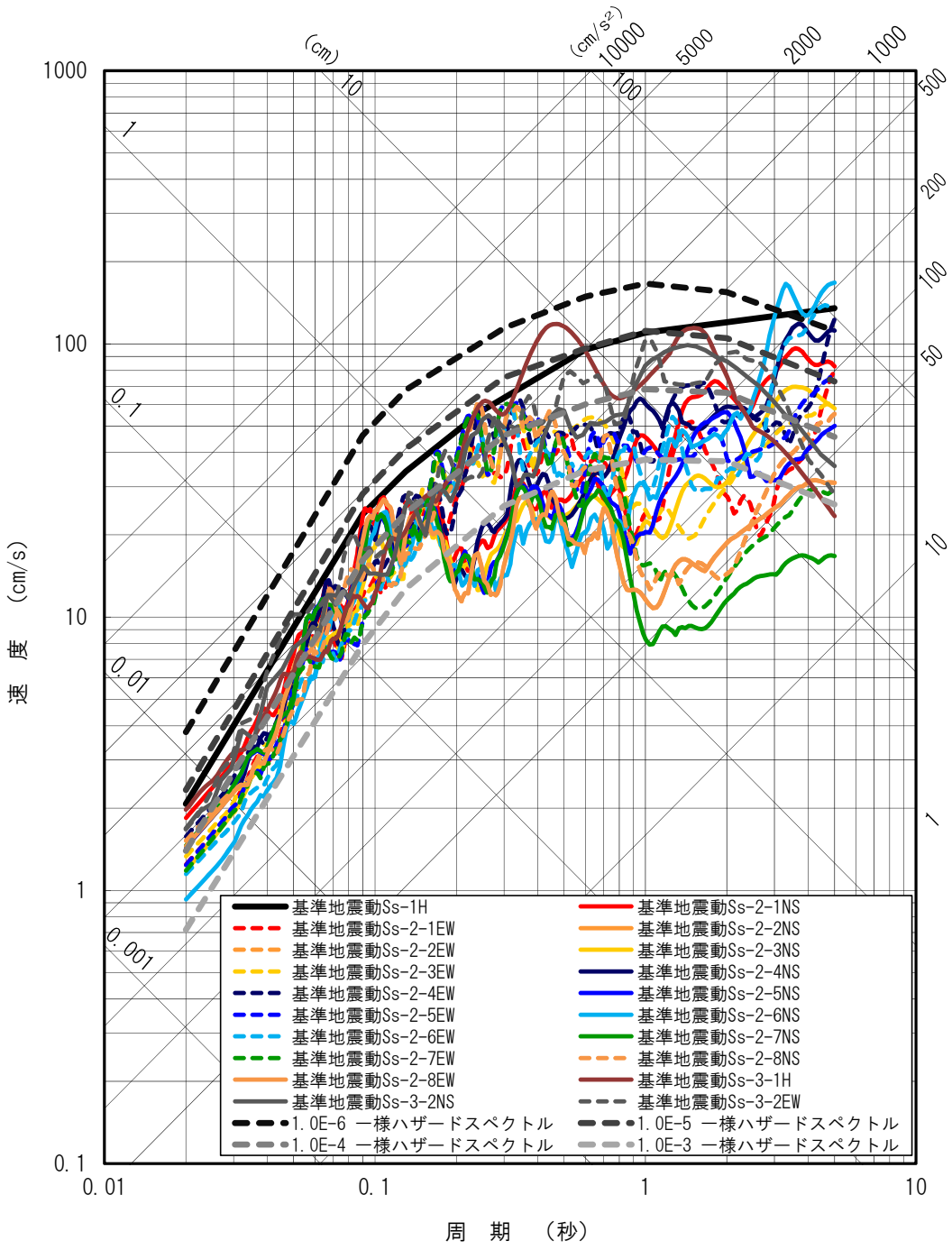


加速度（水平方向：Ss-3-2(EW)）

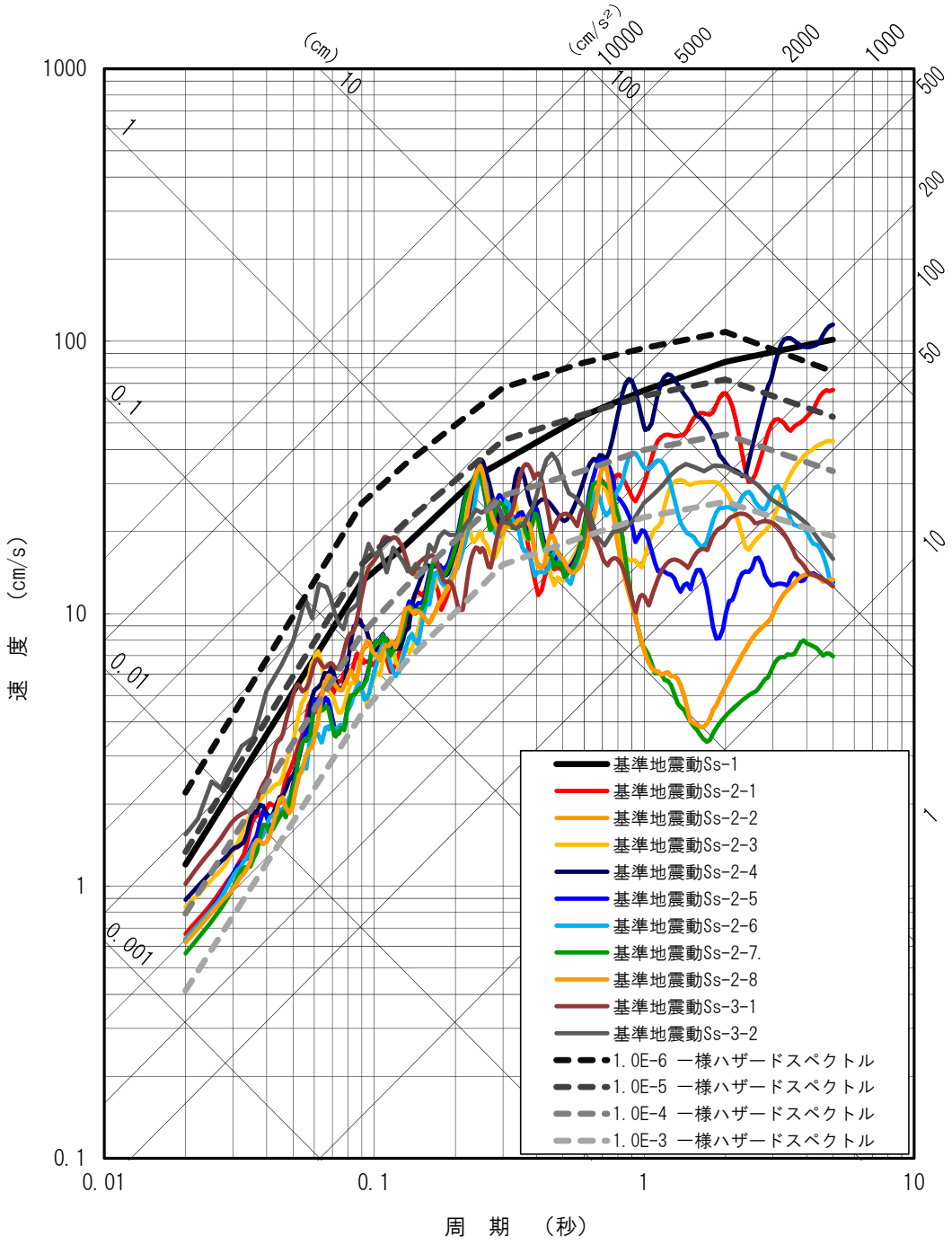


加速度（鉛直方向：Ss-3-2(UD)）

第3-13図　基準地震動Ss-3-2の時刻歴波形

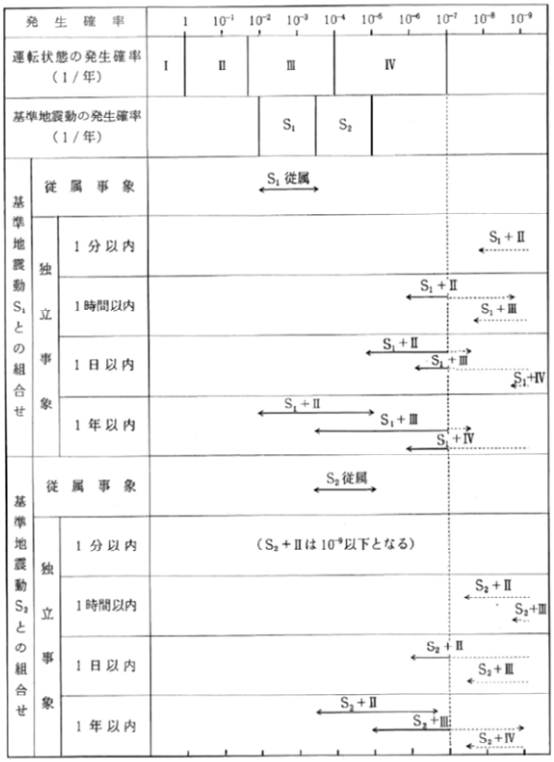


第3-14図　基準地震動の応答スペクトル及び解放基盤表面における
地震動の一様ハザードスペクトル（水平方向）



第3-15図　基準地震動の応答スペクトル及び解放基盤表面における
地震動の一様ハザードスペクトル（鉛直方向）

表Ⅰ－１　運転状態と地震動との組合せの確率的評価



注：(1)　発生確率から見て
←―― 組合せが必要なもの。
←…… 発生確率が10^{-7}以下となり組合せが不要となるもの。
(2)　基準地震動S_2の発生確率は10^{-4}～10^{-5}／サイト・年と推定されるが、ここでは5×10^{-4}～10^{-5}／サイト・年を用いた。
(3)　表に示す発生確率は現在の知見によるものである。

S1の発生確率
：10^{-2}/年～5×10^{-4}/年

S2の発生確率
：5×10^{-4}/年～10^{-5}/年

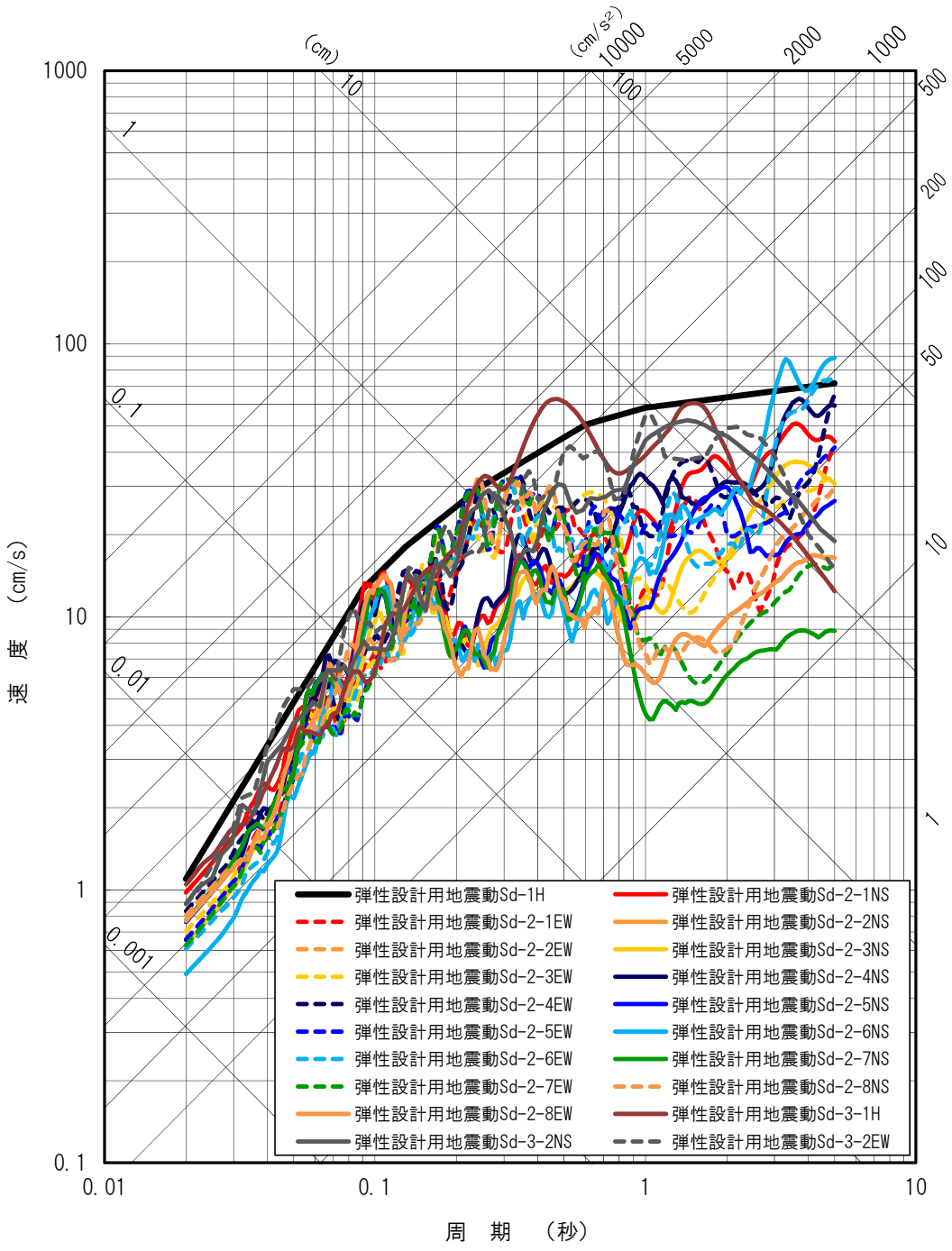
JEAG4601・補-1984の考え方

○耐震上想定すべき運転状態と地震動の組合せは、事象の発生頻度及びその状態の継続時間との関連により決定

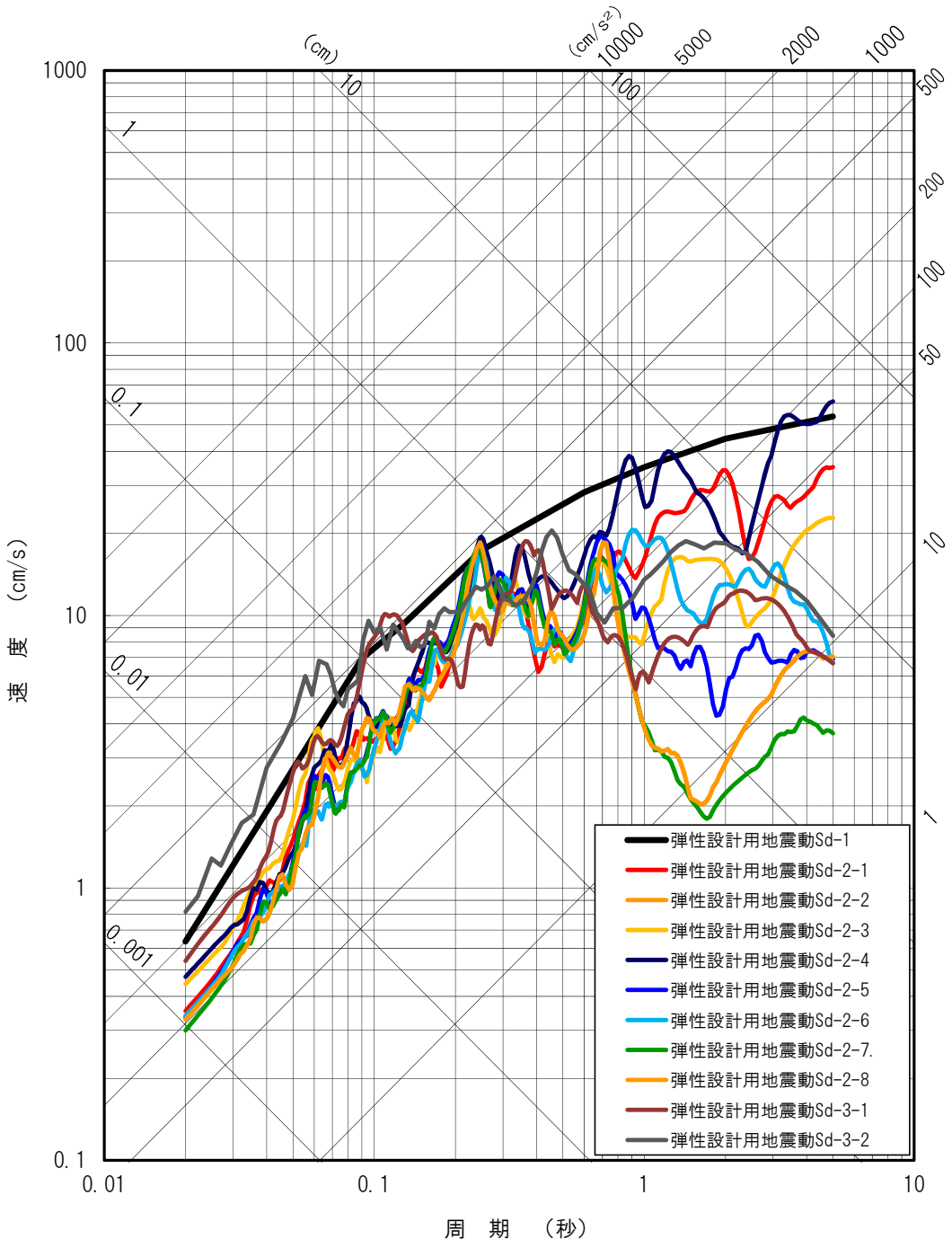
○独立事象と組み合わせた発生確率が10^{-7}/年以上をめやすに組合せを考慮

○JEAG4601・補-1984においては、S1の発生確率は10^{-2}/年～5×10^{-4}/年、S2の発生確率は5×10^{-4}/年～10^{-5}/年とし、組合せを考慮

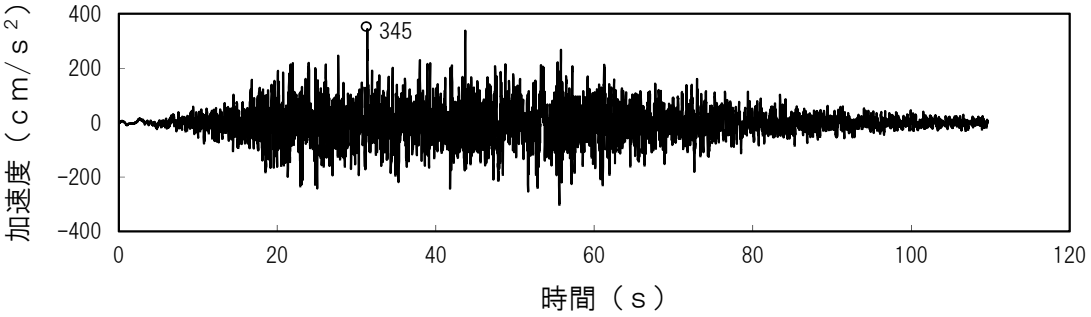
第3-16図　JEAG4601・補1984における運転状態と荷重の組み合わせの考え方



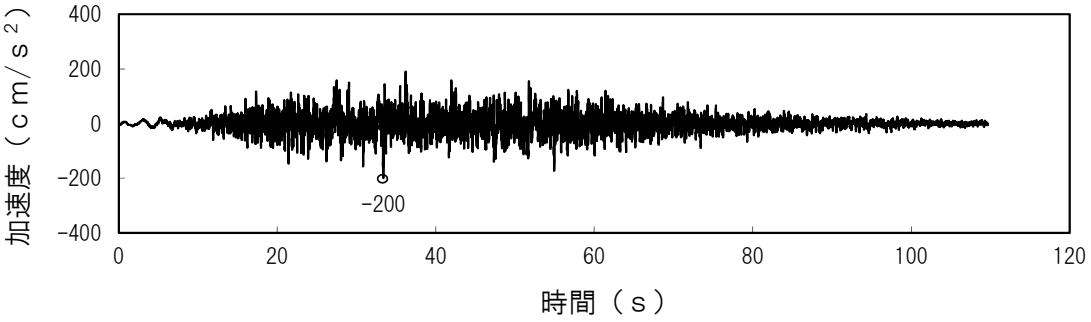
第3-17図　弾性設計用地震動Sd-1～Sd-3の応答スペクトル（水平方向）



第3-18図　弾性設計用地震動Sd-1～Sd-3の応答スペクトル（鉛直方向）

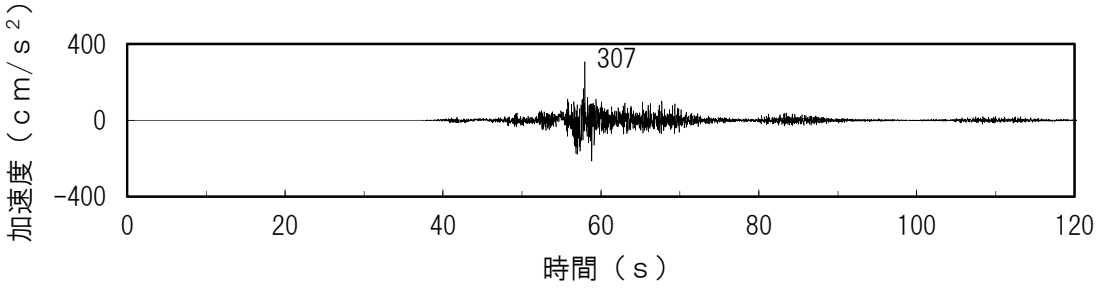


加速度（水平方向：Sd-1H）

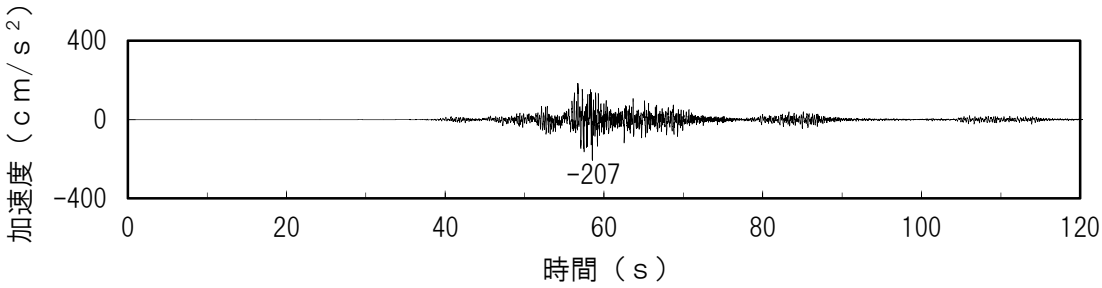


加速度（鉛直方向：Sd-1V）

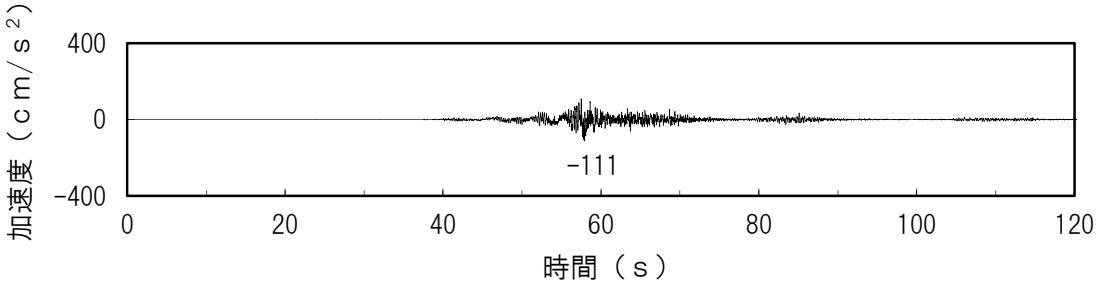
第3-19図　弾性設計用地震動Sd-1の設計用模擬地震波の時刻歴波形



加速度（水平方向：Sd-2-1(NS)）

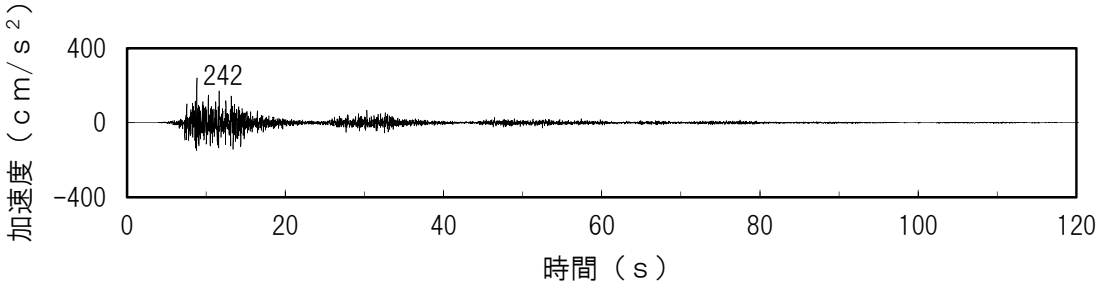


加速度（水平方向：Sd-2-1(EW)）

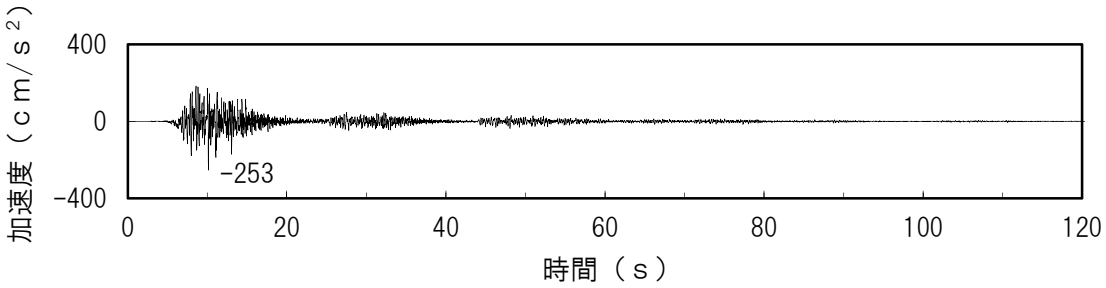


加速度（鉛直方向：Sd-2-1(UD)）

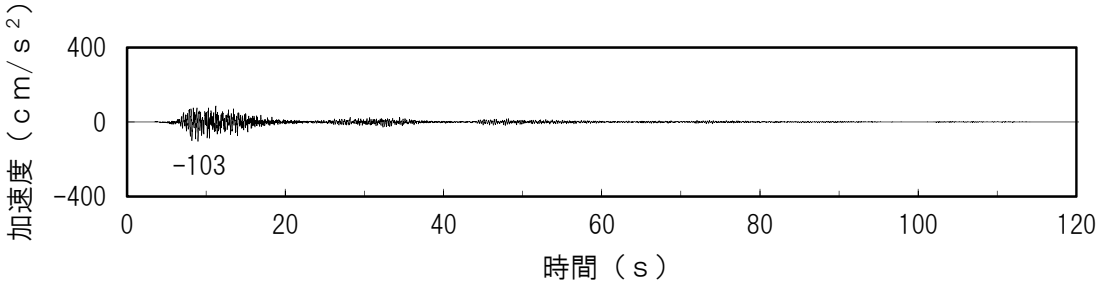
第3-20図　弾性設計用地震動Sd-2-1の時刻歴波形



加速度（水平方向：Sd-2-2(NS)）

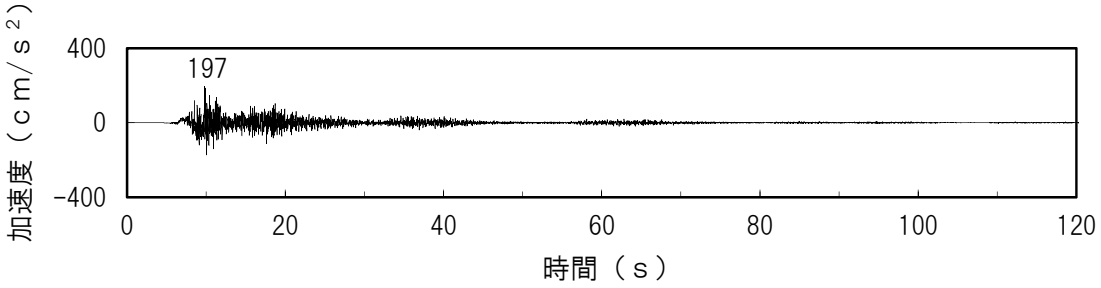


加速度（水平方向：Sd-2-2(EW)）

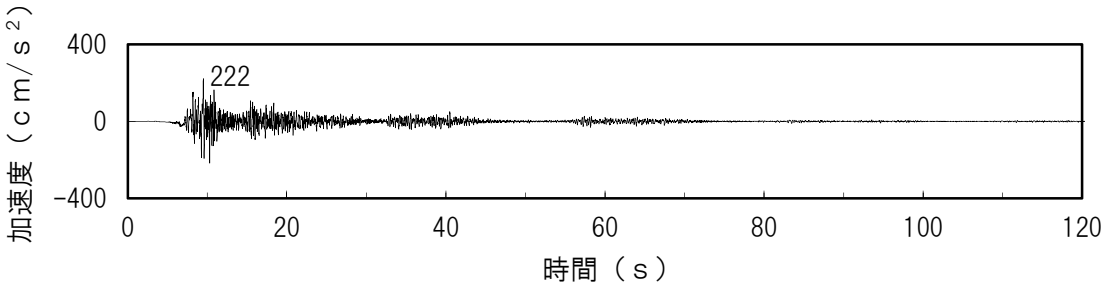


加速度（鉛直方向：Sd-2-2(UD)）

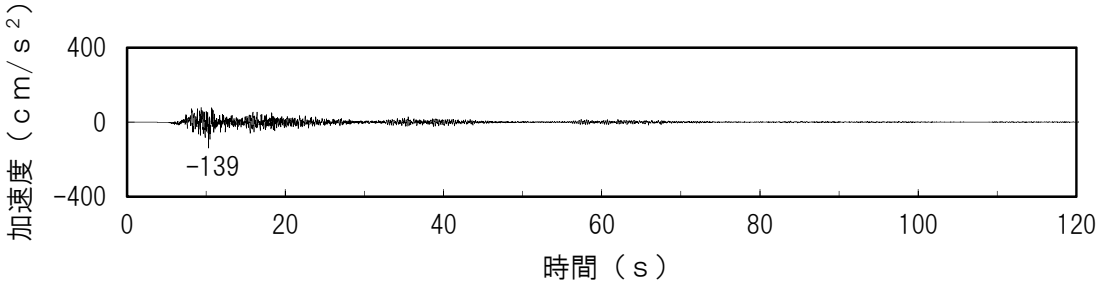
第3-21図　弾性設計用地震動Sd-2-2の時刻歴波形



加速度（水平方向：Sd-2-3(NS)）

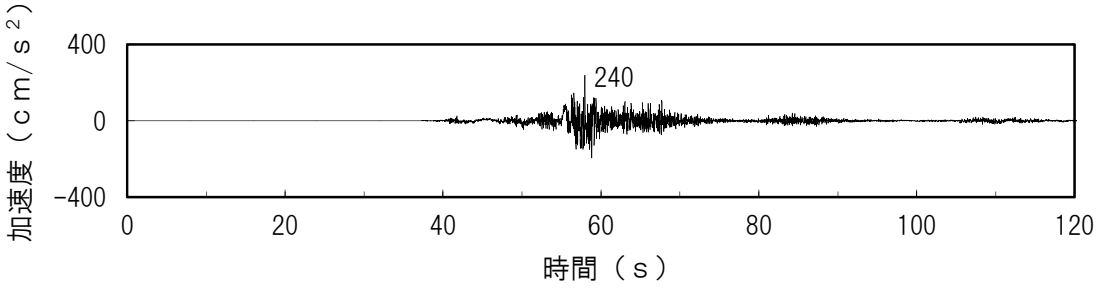


加速度（水平方向：Sd-2-3(EW)）

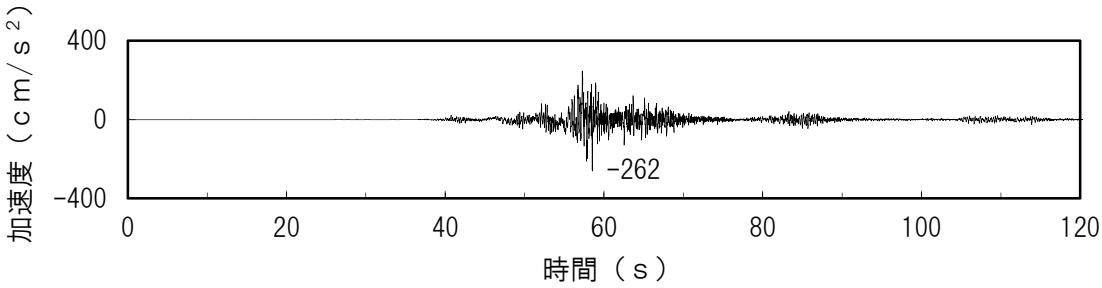


加速度（鉛直方向：Sd-2-3(UD)）

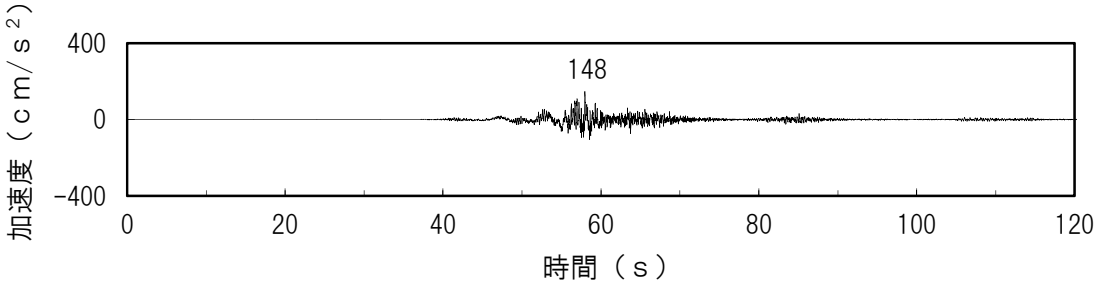
第3-22図　弾性設計用地震動Sd-2-3の時刻歴波形



加速度（水平方向：Sd-2-4(NS)）

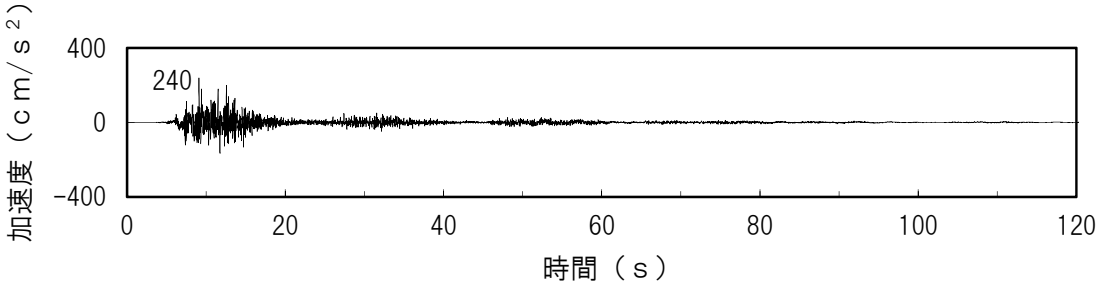


加速度（水平方向：Sd-2-4(EW)）

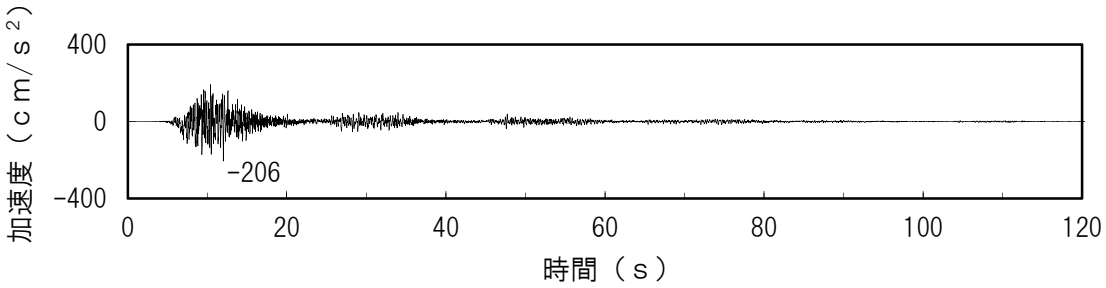


加速度（鉛直方向：Sd-2-4(UD)）

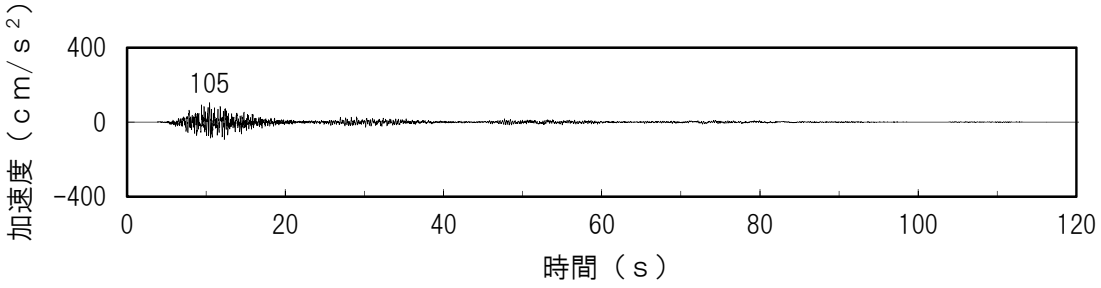
第3-23図　弾性設計用地震動Sd-2-4の時刻歴波形



加速度（水平方向：Sd-2-5(NS)）

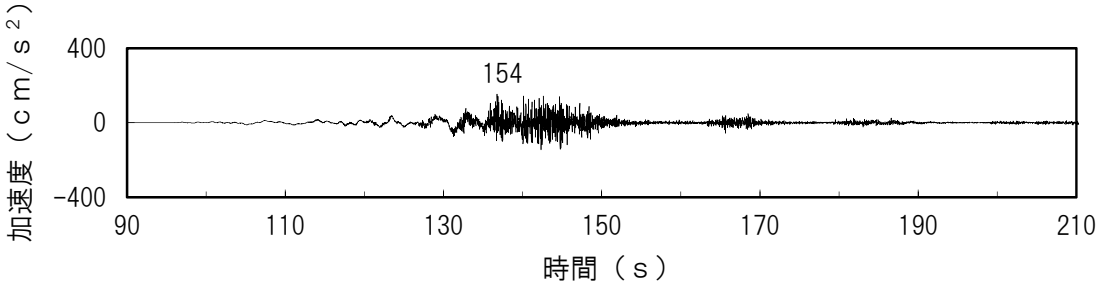


加速度（水平方向：Sd-2-5(EW)）

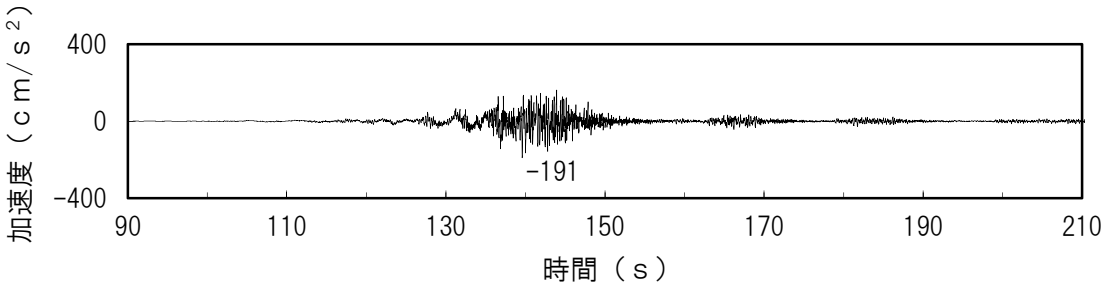


加速度（鉛直方向：Sd-2-5(UD)）

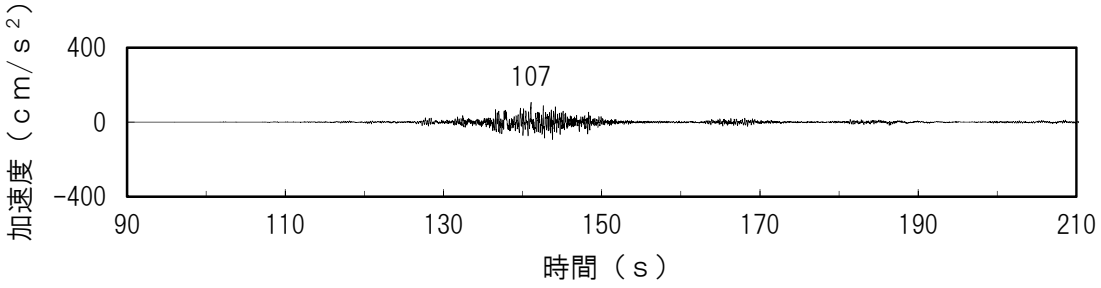
第3-24図　弾性設計用地震動Sd-2-5の時刻歴波形



加速度（水平方向：Sd-2-6(NS)）

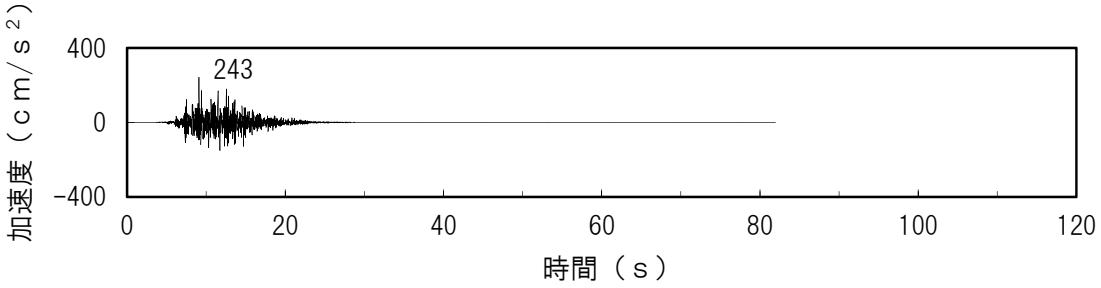


加速度（水平方向：Sd-2-6(EW)）

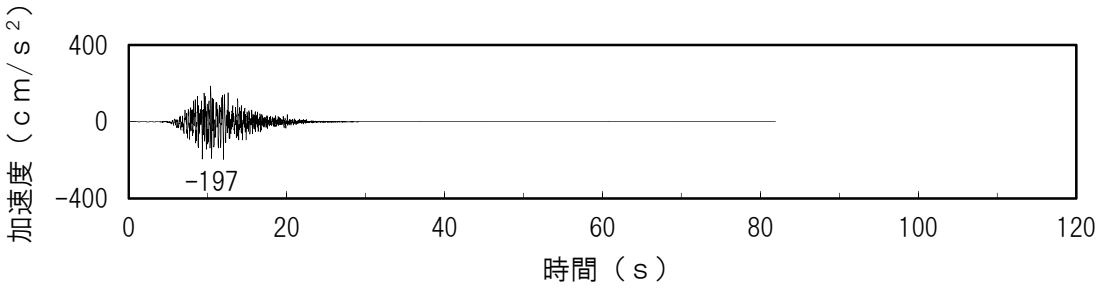


加速度（鉛直方向：Sd-2-6(UD)）

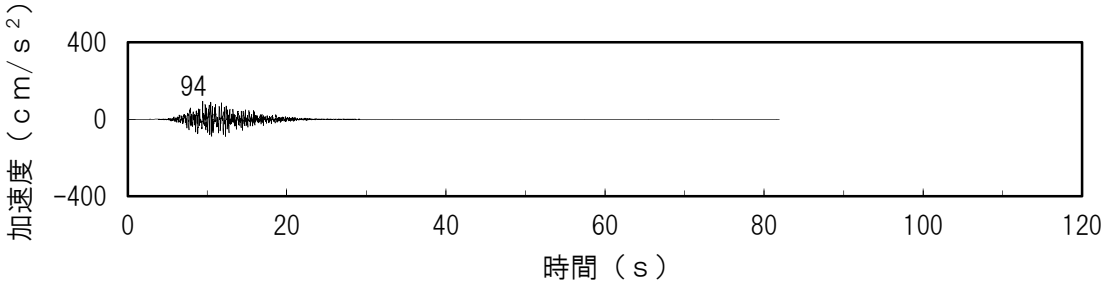
第3-25図　弾性設計用地震動Sd-2-6の時刻歴波形



加速度（水平方向：Sd-2-7(NS)）

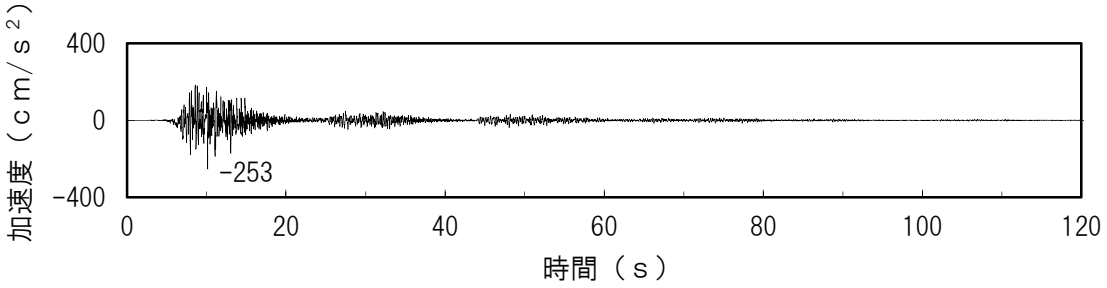


加速度（水平方向：Sd-2-7(EW)）

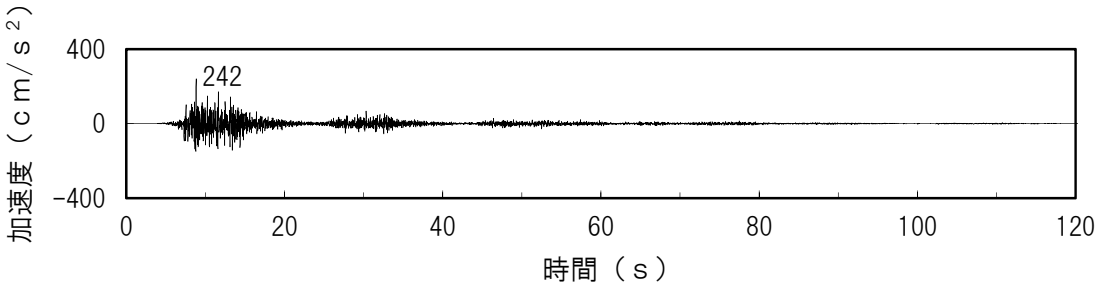


加速度（鉛直方向：Sd-2-7(UD)）

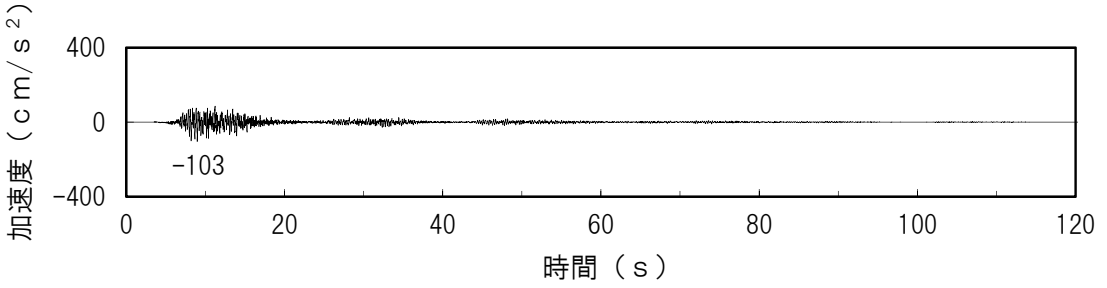
第3-26図　弾性設計用地震動Sd-2-7の時刻歴波形



加速度（水平方向：Sd-2-8(NS)）

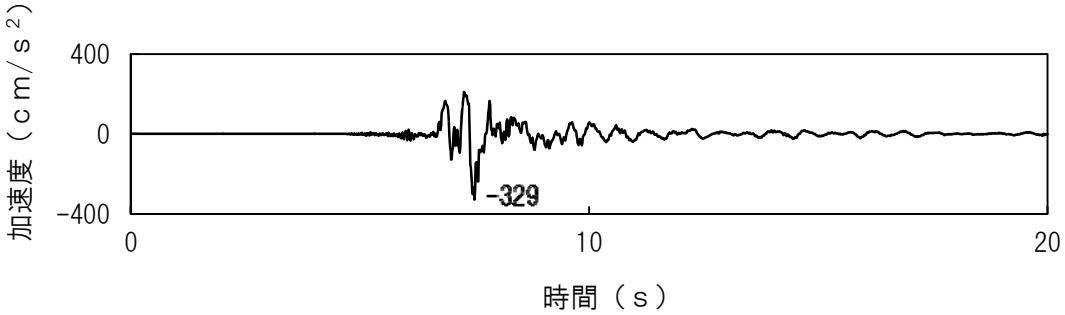


加速度（水平方向：Sd-2-8(EW)）

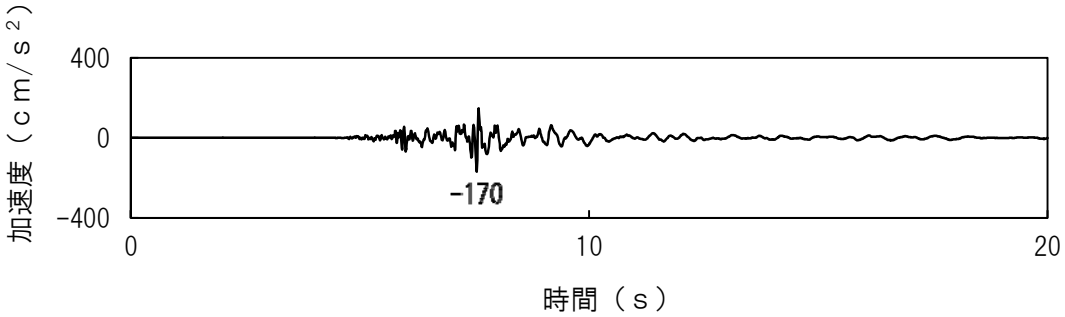


加速度（鉛直方向：Sd-2-8(UD)）

第3-27図　弾性設計用地震動Sd-2-8の時刻歴波形

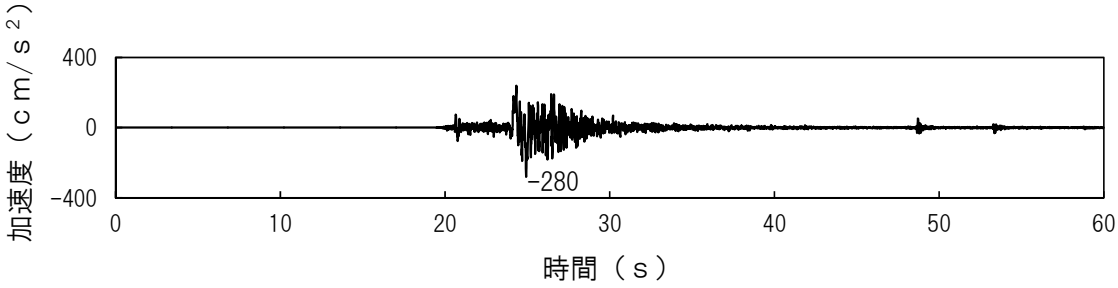


加速度（水平方向：Sd-3-1H）

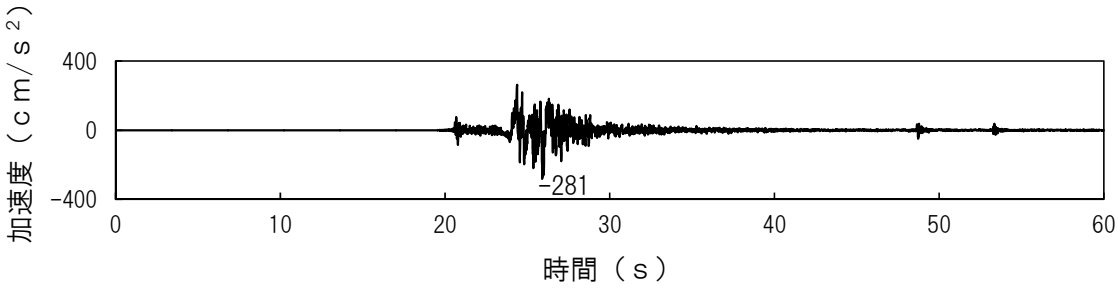


加速度（鉛直方向：Sd-3-1V）

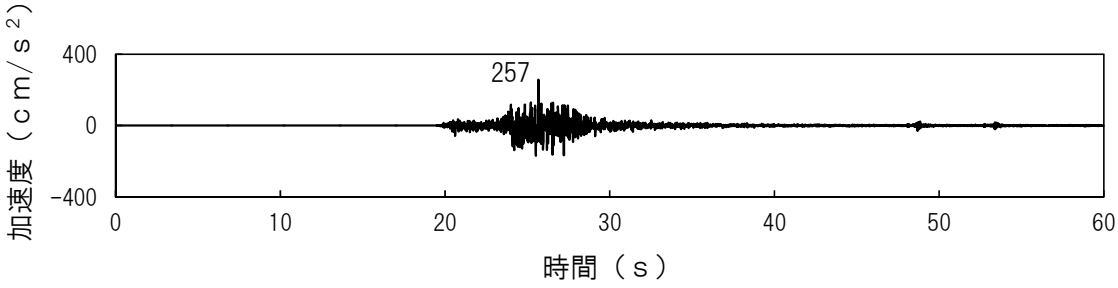
第3-28図　弾性設計用地震動Sd-3-1の時刻歴波形



加速度（水平方向：Sd-3-2(NS)）

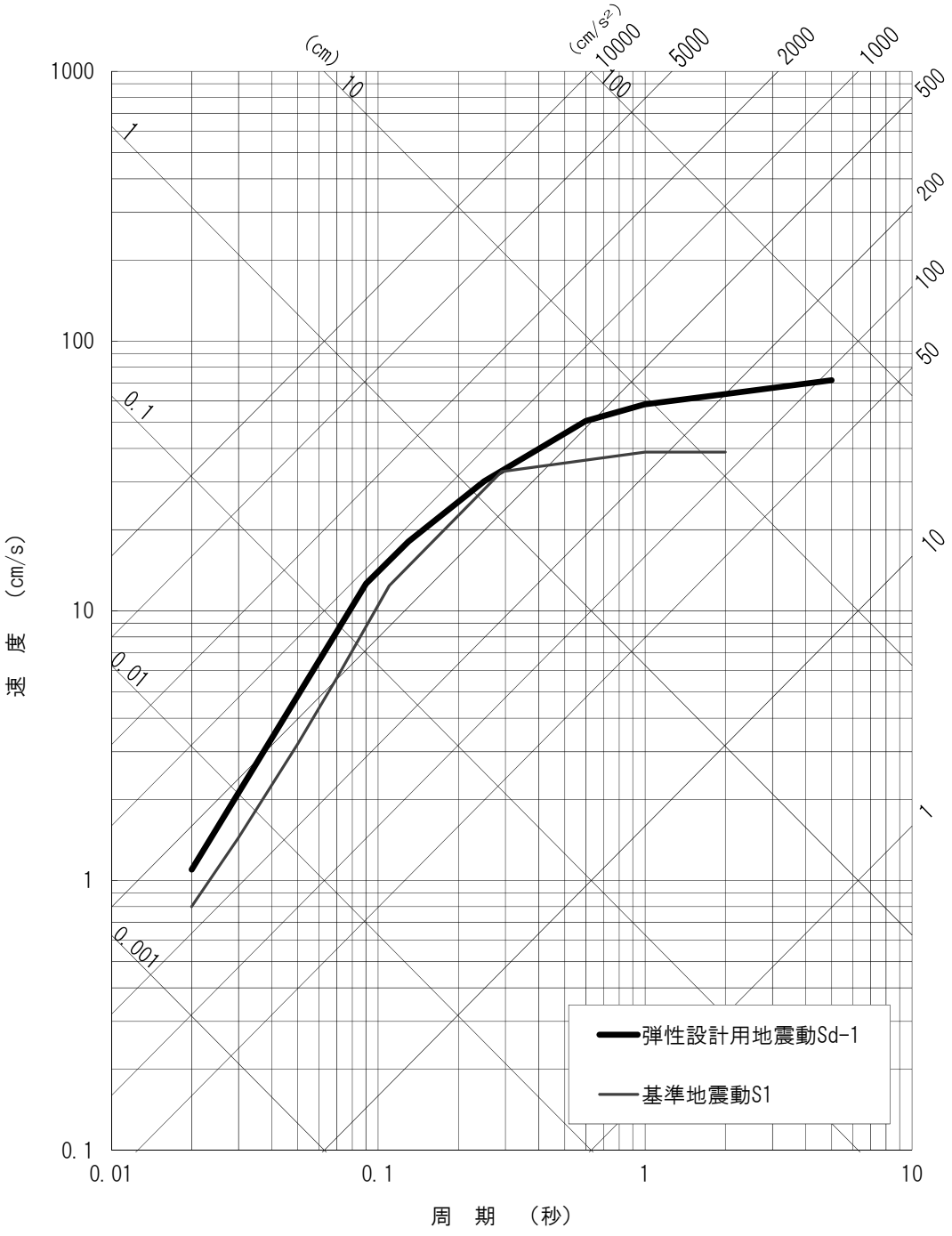


加速度（水平方向：Sd-3-2(EW)）

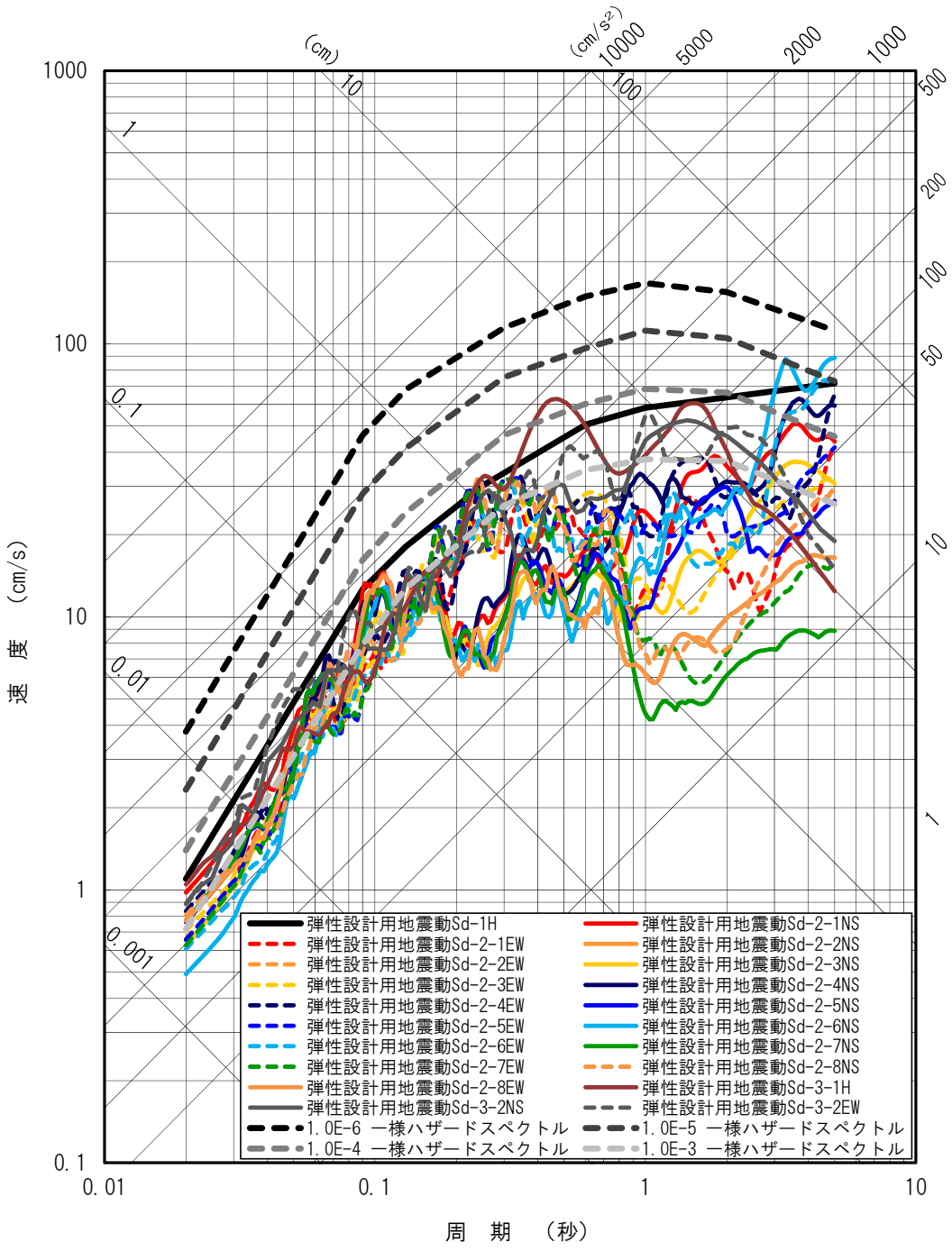


加速度（鉛直方向：Sd-3-2(UD)）

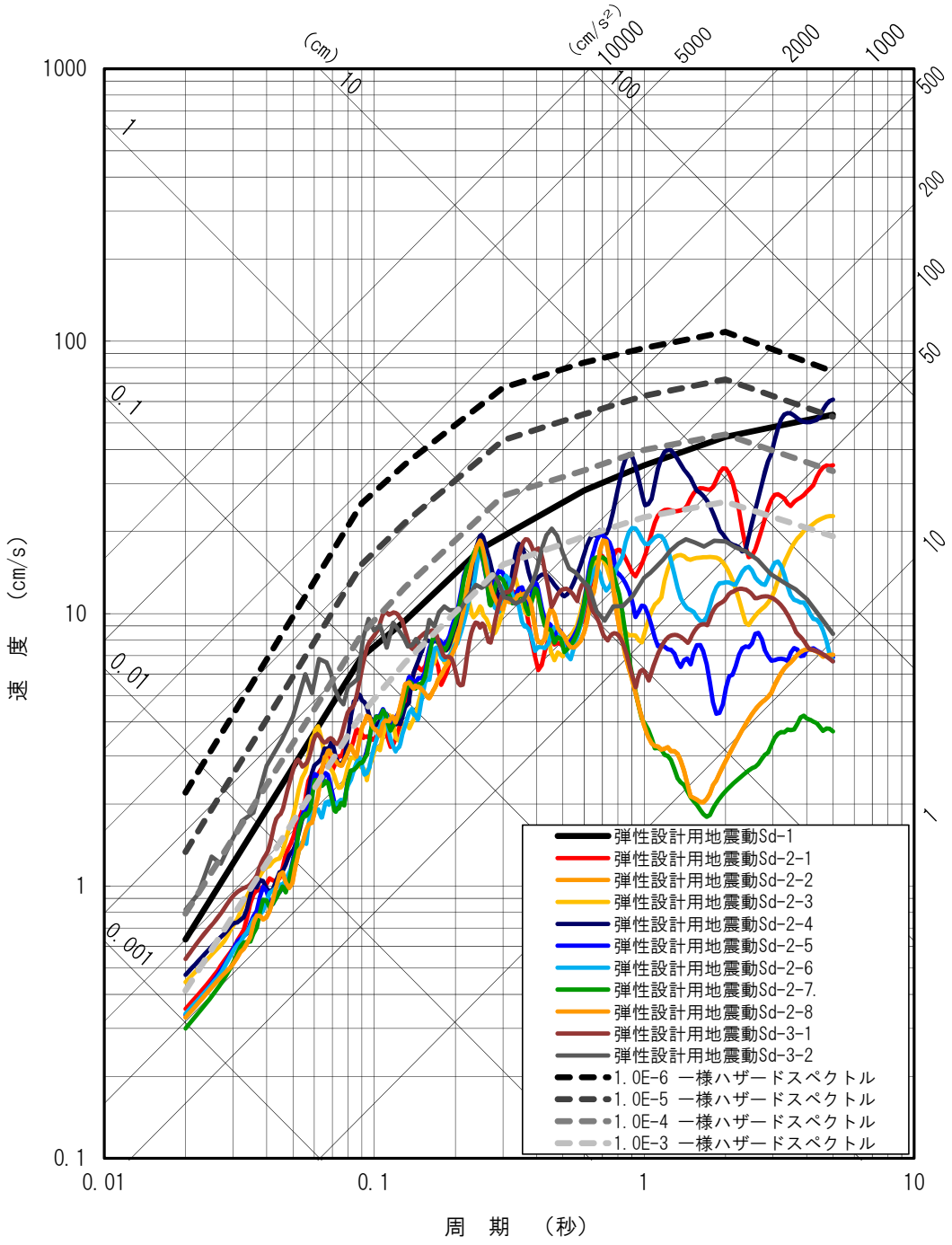
第3-29図　弾性設計用地震動Sd-3-2の時刻歴波形



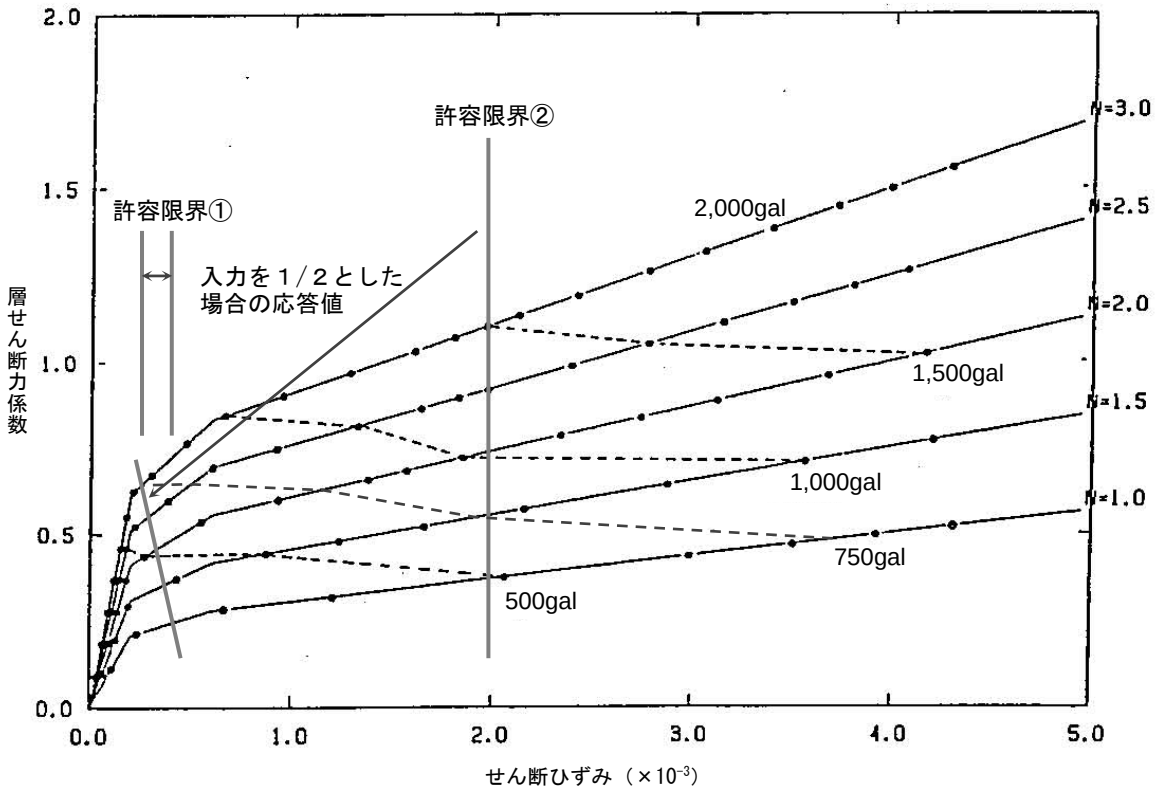
第3-30図　弾性設計用地震動Sd-1と基準地震動S1の応答スペクトルの比較（水平方向）



第3-31図　弾性設計用地震動の応答スペクトル及び解放基盤表面における
地震動の一様ハザードスペクトル（水平方向）



第3-32図　弾性設計用地震動の応答スペクトル及び解放基盤表面における
地震動の一様ハザードスペクトル（鉛直方向）



第3-33図　最大入力加速度とスケルトン上の最大応答

設計用地震力

１．静的地震力

静的地震力は、以下の地震層せん断力係数及び震度に基づき算定する。

種別	耐震クラス	（注１）地震層せん断力係数及び水平震度	（注２）鉛直震度
建物・構築物	S	$3.0C_i$	0.240
	B	$1.5C_i$	－
	C	$1.0C_i$	－
機器・配管系	S	$3.6C_i$	0.288
	B	$1.8C_i$	－
	C	$1.2C_i$	－
土木構造物	C	$1.0C_i$	－

（注１）C_i：標準せん断力係数を 0.2 とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮して求められる値で次式に基づく。

$C_i = R_t \cdot A_i \cdot C_o$

R_t：振動特性係数

A_i：C_iの分布係数

C_o：標準せん断力係数　0.2

（注２）震度 0.3 以上を基準とし、建物・構築物の振動特性及び地盤の種類等を考慮し、高さ方向に一定として求める。

2.　動的地震力

動的地震力は、以下の入力地震動に基づき算定する。

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">種別</th><th rowspan="2">耐震
クラス</th><th colspan="2">入力地震動
（注 1）</th></tr>
<tr><th>水平地震動</th><th>鉛直地震動</th></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">建物・
構築物</td><td rowspan="2">S</td><td>弾性設計用地震動
Sd</td><td>弾性設計用地震動
Sd</td></tr>
<tr><td>基準地震動
Ss</td><td>基準地震動
Ss</td></tr>
<tr><td>B</td><td>（注 2）
弾性設計用地震動
Sd×1/2</td><td>（注 2）
弾性設計用地震動
Sd×1/2</td></tr>
<tr><td colspan="2">津波防護施設
浸水防止設備
津波監視設備</td><td>S</td><td>設計用床応答曲線 Ss
又は
基準地震動 Ss</td><td>設計用床応答曲線 Ss
又は
基準地震動 Ss</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">機器・
配管系</td><td rowspan="2">S</td><td>設計用床応答曲線 Sd
又は
弾性設計用地震動 Sd</td><td>設計用床応答曲線 Sd
又は
弾性設計用地震動 Sd</td></tr>
<tr><td>設計用床応答曲線 Ss
又は
基準地震動 Ss</td><td>設計用床応答曲線 Ss
又は
基準地震動 Ss</td></tr>
<tr><td>B</td><td>（注 2）
設計用床応答曲線
Sd×1/2</td><td>（注 2）
設計用床応答曲線
Sd×1/2</td></tr>
<tr><td>構造物</td><td>土木
屋外重要
土木構造物</td><td>C</td><td>基準地震動
Ss</td><td>基準地震動
Ss</td></tr>
</table>

（注 1）　設計用床応答曲線は、弾性設計用地震動 Sd 及び基準地震動 Ss に基づき作成した設計用床応答曲線とする。

（注 2）水平及び鉛直方向の地震動に対して共振のおそれのある施設に適用する。

3.　設計用地震力

<table>
<tr><th>種別</th><th>耐　震
クラス</th><th>水　平</th><th>鉛　直</th><th>摘　要</th></tr>
<tr><td rowspan="5">建物・
構築物</td><td rowspan="3">S</td><td>地震層
せん断力係数
$3.0C_i$</td><td>静的震度
(0.240)</td><td rowspan="2">(注 1)
荷重の組合せは、水平方向及び鉛直方向が静的地震力の場合は同時に不利な方向に作用するものとする。
水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は二乗和平方根(SRSS)法、又は組合せ係数法(組合せ係数0.4)による。</td></tr>
<tr><td>弾性設計用
地震動
Sd</td><td>弾性設計用
地震動
Sd</td></tr>
<tr><td>基準地震動
Ss</td><td>基準地震動
Ss</td><td>(注 1)
荷重の組合せは、二乗和平方根(SRSS)法、又は組合せ係数法(組合せ係数0.4)による。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">B</td><td>地震層
せん断力係数
$1.5C_i$</td><td>－</td><td rowspan="2">(注 1)
水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は二乗和平方根(SRSS)法、又は組合せ係数法(組合せ係数0.4)による。</td></tr>
<tr><td>(注 2)
弾性設計用
地震動
Sd×1/2</td><td>(注 2)
弾性設計用
地震動
Sd×1/2</td></tr>
<tr><td>C</td><td>地震層
せん断力係数
$1.0C_i$</td><td>－</td><td>静的地震力とする。</td></tr>
<tr><td>津波防護施設
浸水防止設備
津波監視設備</td><td>S</td><td>設計用
床応答曲線 Ss
又は
基準地震動 Ss</td><td>設計用
床応答曲線 Ss
又は
基準地震動 Ss</td><td>荷重の組合せは、組合せ係数又は二乗和平方根（SRSS）法による。</td></tr>
</table>

（注1）水平地震動と鉛直地震動を同時に考慮した解析結果を用いてもよいものとする。

（注2）水平及び鉛直方向の地震動に対して共振のおそれのある施設に適用する。

<table>
<tr><th>種別</th><th>耐　震
クラス</th><th>水　平</th><th>鉛　直</th><th>摘　要</th></tr>
<tr><td rowspan="6">機器・
配管系</td><td rowspan="3">S</td><td>静的震度
3.6C_i</td><td>静的震度
(0.288)</td><td rowspan="2">(注 1,2)
荷重の組合せは、水平方向及び鉛直方向が静的地震力の場合は同時に不利な方向に作用するものとする。
水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は二乗和平方根（SRSS）法による。</td></tr>
<tr><td>設計用
床応答曲線 Sd
又は
弾性設計用
地震動 Sd</td><td>設計用
床応答曲線 Sd
又は
弾性設計用
地震動 Sd</td></tr>
<tr><td>設計用
床応答曲線 Ss
又は
基準地震動 Ss</td><td>設計用
床応答曲線 Ss
又は
基準地震動 Ss</td><td>(注 2)
荷重の組合せは、二乗和平方根（SRSS）法による。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">B</td><td>静的震度
1.8C_i</td><td>－</td><td rowspan="2">(注 2,3)
水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は二乗和平方根（SRSS）法による。</td></tr>
<tr><td>(注 4)
設計用
床応答曲線
Sd×1/2</td><td>(注 4)
設計用
床応答曲線
Sd×1/2</td></tr>
<tr><td>C</td><td>静的震度
1.2C_i</td><td>－</td><td>静的地震力とする。</td></tr>
</table>

（注1）水平における動的と静的の大きい方の地震力と、鉛直における動的と静的の大きい方の地震力とを、絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。

（注2）絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。

（注3）水平における動的と静的の大きい方の地震力と、鉛直における動的地震力とを、絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。

（注4）水平及び鉛直方向の地震動に対して共振のおそれのある施設に適用する。

種別		耐　震 クラス	水　平	鉛　直	摘　要
土木構造物	屋外重要土木構造物	C	静的震度 1.0C_i	－	静的地震力とする。
			基準地震動 Ss	基準地震動 Ss	動的地震力とする。
	その他の土木構造物	C	静的震度 1.0C_i	－	静的地震力とする。

耐震重要施設の安全機能への下位クラス施設の波及的影響の検討について

１．波及的影響に関する評価方針

1.1 目的

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「設置許可基準規則」という。）の解釈第４条において、耐震重要施設が、耐震重要度の下位のクラスに属するものの波及的影響によって、その機能を損なわないように設計するよう要求されている。

下位クラス施設は原則、耐震重要施設に対して離隔距離をとって配置されているか、若しくは耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して構造強度を保つように設計しており、自らの損傷・転倒・落下等で耐震重要施設の安全機能を損なうことがないよう設計上の配慮がされているが、基準地震動の変更に伴う検討用地震動が見直されること、及び設置許可基準規則の解釈に波及的影響評価の観点が新しく追加されたことを踏まえて、改めて波及的影響の評価を実施する。

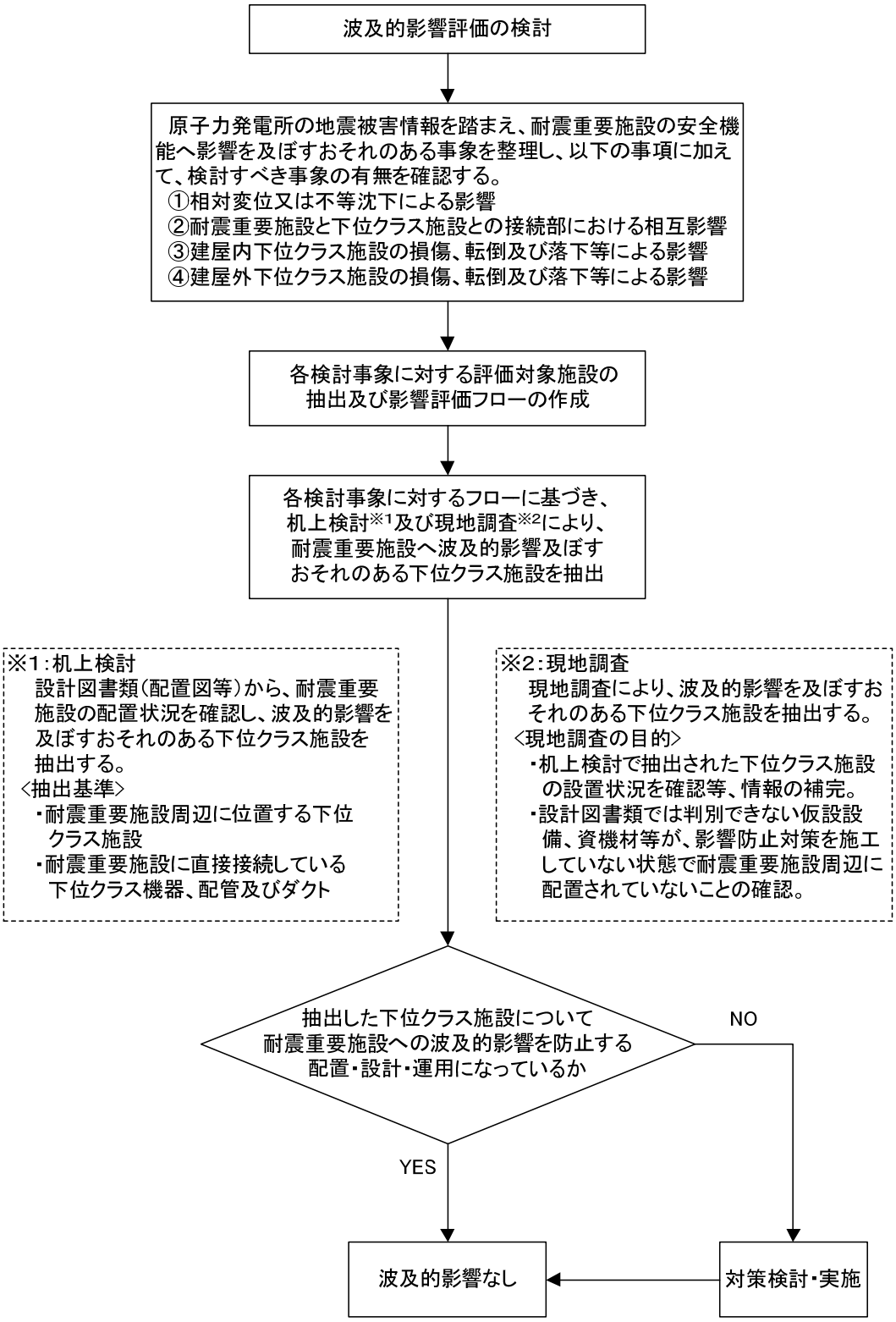
1.2 評価の流れ

波及的影響の評価を実施するにあたって、評価の流れを以下に示す。また、波及的影響に係る全体の評価フローを第 1-1 図に示す。

(1) 考慮すべき検討事象の整理を行うこととし、設置許可基準規則の解釈の別記２（以下「別記２」という。）に例示された４つの事項以外に検討すべき事象の有無を確認する。

(2) 上記で整理した検討事項をもとに、耐震重要施設に対して波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出する。抽出にあたっては、設備図書類を用いた机上検討及び現地調査により、敷地全体を俯瞰した調査・検討を実施する。

(3) 抽出された下位クラス施設について、配置、設計、運用上の観点から耐震重要施設への影響評価を実施する。



第 1-1 図　波及的影響に係る評価フロー

２．検討事象の整理

2.1 設置許可基準規則に例示された事項に基づく事象の検討

別記２に例示された以下の事項を踏まえ、具体的な検討事象を整理する。

① 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響

(1) 地盤の不等沈下による影響

・ 地盤の不等沈下による下位クラス施設の傾きや倒壊に伴う隣接耐震重要施設への衝突、又は建屋間渡り配管の損傷

(2) 建屋の相対変位による影響

・ 耐震重要施設と下位クラス施設の建屋の相対変位による隣接耐震重要施設への衝突、又は建屋間渡り配管の損傷

② 耐震重要施設と下位のクラスの施設との接続部における相互影響

(1) 機器・配管系の接続部における影響

・ 接続する下位クラス施設の損傷と隔離に伴う耐震重要施設側の系統のプロセス変化

(2) 電気計装設備の接続部における影響

・ 接続する下位クラス施設の損傷に伴う電気回路、信号伝送回路を介した悪影響

③ 建屋内における下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響

(1) 転倒・落下による影響

・ 下位クラス施設の転倒・落下に伴う耐震重要施設への衝突

(2) 損傷による影響

・ 可燃物内包下位クラス施設の損傷に伴う火災

・ 水・蒸気内包下位クラス施設の損傷に伴う溢水

④ 建屋外における下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響

(1) 転倒・落下による影響

・ 下位クラス施設の転倒・落下に伴う耐震重要施設への衝突

(2) 損傷による影響

・ 可燃物内包下位クラス施設の損傷に伴う火災

・ 水・蒸気内包下位クラス施設の損傷に伴う溢水

(3) 周辺斜面の崩壊による影響

・ 周辺斜面の崩壊による土塊の衝突

2.2 地震被害事例に基づく事象の検討

上記の別記２に例示された事項の他に考慮すべき事項が抜け落ちているものがないかを確認する観点で、原子力施設情報公開ライブラリー（ＮＵＣＩＡ）に登録された以下の地震を対象に被害情報を確認する。

（対象とした情報）

- 宮城県沖地震（女川原子力発電所：平成 17 年 8 月）
- 能登半島地震（志賀原子力発電所：平成 19 年 3 月）
- 新潟県中越沖地震（柏崎刈羽原子力発電所：平成 19 年 7 月）
- 駿河湾地震（浜岡原子力発電所：平成 21 年 8 月）
- 東北地方太平洋沖地震（女川原子力発電所、東海第二発電所※：平成 23 年 3 月）
  ※ＮＵＣＩＡ最終報告となっているものを対象とした。

その結果、これらの地震の被害要因のうち、2.1 の検討事象に整理できないものとして、津波や警報発信等の設備損傷以外の要因が挙げられた。

津波については、別途「津波による損傷の防止」への適合性評価を実施する。津波の影響評価では、基準地震動に伴う津波を超える高さの津波を基準津波として設定して、施設の安全機能への影響評価を実施することから、基準地震動に伴う津波による影響については、これらの適合性評価に包絡されるため、ここでは検討の対象外とする。

また、警報発信等については、設備損傷以外の要因による不適合事象であることから、波及的影響の観点で考慮すべき事象に当たらないと判断した。

以上のことから、原子力発電所の地震被害情報から確認された損傷要因を踏まえても、2.1 で整理した波及的影響の具体的な検討事象に追加考慮すべき事項がないことを確認した。

2.3 火災、溢水による影響評価

火災、溢水による安全機能を有する施設への影響については、「火災による損傷の防止」及び「溢水による損傷の防止」への適合性評価にて影響評価をする。火災の影響評価では、地震による損傷の有無に関わらず、可燃物を内包している機器・配管の全てが火災源となることを想定して、施設の安全機能への影響評価を実施する。また、溢水の影響評価では、水又は蒸気を内包している下位クラスの機器・配管について、基準地震動に対する耐震性を確認できないものが溢水源となることを想定して、施設の安全機能への影響評価を実施することから、地震に起因する火災、溢水による波及的影響については、これらの適合性評価に包絡される。

したがって、2.1で整理した検討事象のうち、下位クラス施設の損傷に伴う火災、溢水による影響については、ここでは評価対象外とする。

３．下位クラス施設の抽出及び影響評価方法

２．で整理した各検討事象について、耐震重要施設への波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フローを作成し、フローに基づき、影響評価を実施する。

3.1 抽出方法

対象となる下位クラス施設の抽出方法については、設計図書類を用いた机上検討に加えて、現地調査を実施する。

(1) 机上検討

伊方発電所構内配置図、機器配置図、系統図等の設計図書類を用いて、屋外及び屋内の耐震重要施設を抽出し、その配置状況を確認する。

次に設計図書類を用いて、耐震重要施設周辺に位置する下位クラス施設、又は耐震需要施設に接続されている下位クラス施設のうち、波及的影響を及ぼす可能性のあるものを抽出する。

(2) 現地調査

机上検討で抽出された下位クラス施設の詳細な設置状況又は配置状況を確認することと、設計図書類では判別できない仮設設備、資機材等が影響防止対策を施工していない状態で耐震重要施設周辺に配置されていないことを確認することを目的として、屋内外の全ての耐震重要施設を対象として現地調査を実施する。

3.2 検討用地震動

影響評価において、抽出された下位クラス施設の耐震性を確認する場合に適用する検討用地震動については、基本的には耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用する。

ただし、プラント運転状況や定期検査等の作業状況に応じて、一時的に耐震重要施設に波及的影響を及ぼすおそれのある配置関係になる下位クラス施設については、JEAG4601･補-1984 において地震と組合せるべき事象に対する発生頻度及びその状態の継続時間の考え方を準用し、検討用地震動を設定する。すなわち、基準地震動又は弾性設計用地震動の年超過確率と当該事象(波及的影響を及ぼすおそれのある配置関係)の年間時間率との組合せが 10^{-7}／年を上回る場合はそれぞれの地震動を適用する。

また、水平２方向及び鉛直方向の地震力が同時に作用する場合の影響も考慮して評価する。

3.3 プラント運転状態による評価対象の考え方

プラントの運転状態としては、通常運転時、事故対処時、定期検査時があり、これら全てのプラント状態を波及的影響の評価対象とする。

現地調査は定期検査時に実施し、机上検討にて各プラント運転状態に応じて耐震重要施設と下位クラス施設の配置状況や系統構成を考慮した検討を実施する。

通常運転時は、ほぼ全ての耐震重要施設が供用状態（運転又は待機状態）にあり、下位クラス施設の波及的影響も考慮したうえで、基準地震動に対して安全機能を損なわないことを確認する。また、事故対処時においても、通常運転時と同様である。

定期検査時は、工程に伴い、耐震重要施設の供用状態は除外され、系統も隔離される。その状態では当該施設の安全機能は期待しないことから、波及的影響評価の対象から除外する。なお、定期検査時においても補機冷却系統や電源系等、一部の系統は供用状態にあるため、これらの施設については波及的影響評価の対象となる。

3.4 各検討事象に対する抽出及び影響評価方法

3.4.1 相対変位又は不等沈下による影響

(1) 地盤の不等沈下による影響

第3-1図のフローに従い、耐震重要施設及びそれらの間接支持構造物である建物・構築物の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し、波及的影響を検討する。

a. 下位クラス施設の抽出

地盤の不等沈下による下位クラス施設の傾きや倒壊を想定しても耐震重要施設に衝突しない程度の十分な離隔距離をとって配置されていることを確認し、離隔距離が十分でない下位クラス施設を抽出する。

また、耐震重要施設の間接支持構造物である建物・構築物と下位クラス施設を渡って敷設されている配管等（以下「建屋間渡り配管等」という。）を抽出する。

b. 耐震性の確認

a.で抽出した下位クラス施設について、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、基礎地盤が十分な支持性能を持つ岩盤に設置されていることの確認により、不等沈下しないことを確認する。

また、不等沈下が生じる場合には、建屋間渡り配管等が建屋境界にて破損することを想定する。

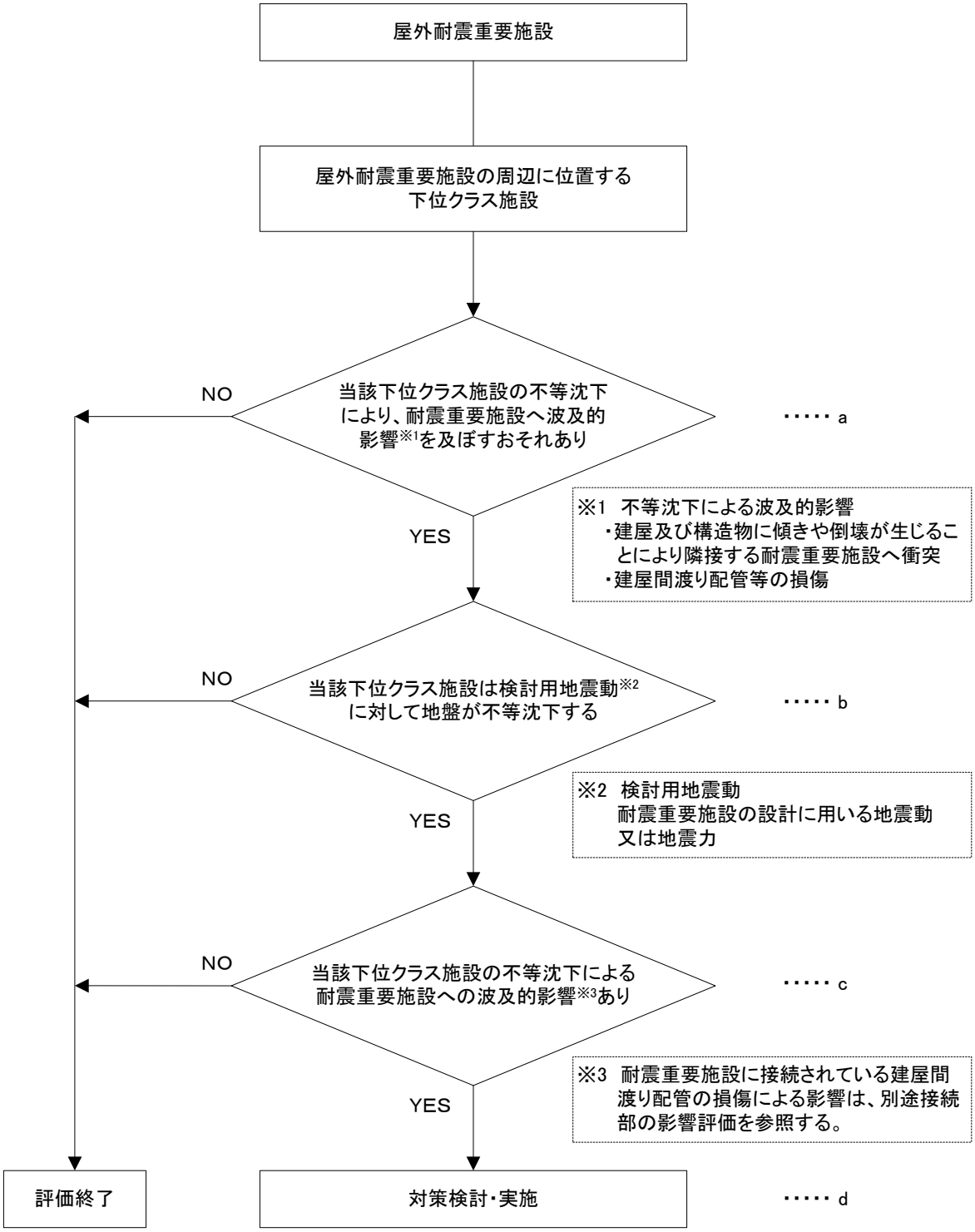
c. 不等沈下に伴う波及的影響の評価

b.で地盤の不等沈下のおそれが否定できない下位クラス施設について、不等沈下を想定した場合の耐震重要施設への影響を確認し、耐震重要施設の機能を損なうおそれがないことを確認する。

また、建屋間渡り配管等の破損により、耐震重要施設の機能を損なうおそれがないことを確認する。

d. 対策検討

c.で耐震重要施設の機能を損なうおそれが否定できない下位クラス施設に対して、基礎地盤の補強や周辺の地盤改良等を行い、不等沈下による下位クラス施設の波及的影響を防止する。



第3-1図　不等沈下により屋外耐震重要施設へ影響を及ぼすおそれのある
下位クラス施設の抽出及び評価フロー

(2) 建屋間の相対変位による影響

第 3-2 図のフローに従い、耐震重要施設及びそれらの間接支持構造物である建物・構築物の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し、波及的影響を検討する。

a. 下位クラス施設の抽出

地震による建屋の相対変位、変形及び倒壊を想定しても耐震重要施設に衝突しない程度の十分な離隔距離をとって配置されていることを確認し、離隔距離が十分でない下位クラス施設を抽出する。

また、耐震重要施設の間接支持構造物である建物・構築物と下位クラス施設との建屋間渡り配管等を抽出する。

b. 耐震性の確認

a.で抽出した下位クラス施設について、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、建屋の相対変位、変形及び倒壊による耐震重要施設への衝突がないことを確認する。

また、タービン建屋のような鉄骨造建屋や鉄筋コンクリート造建屋の上層階では建屋変位が比較的大きくなることから、これらの条件下にある建屋間渡り配管等は建屋境界にて破損することを想定する。

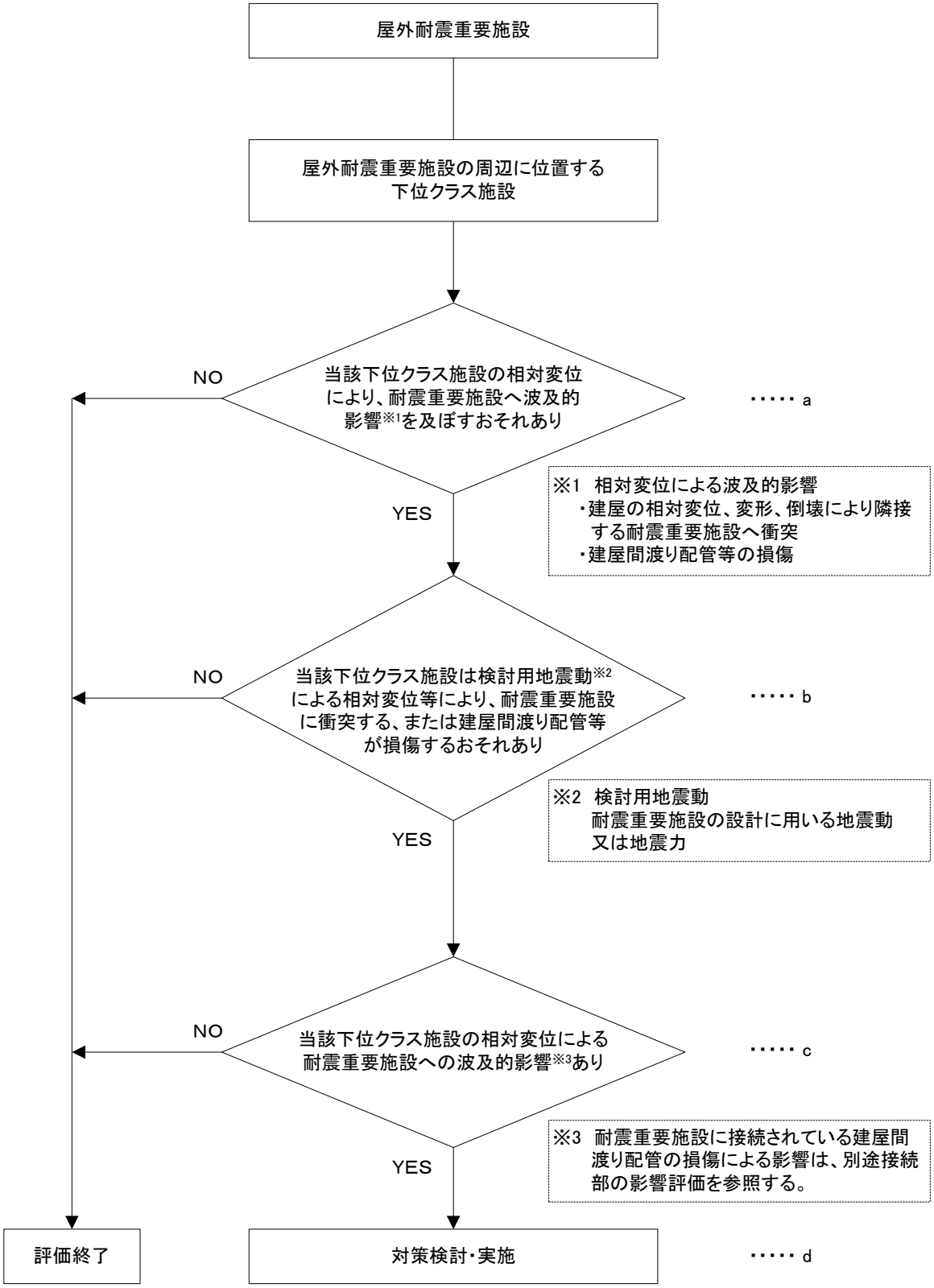
c. 相対変位等に伴う波及的影響の評価

b.で衝突のおそれが否定できない下位クラス施設について、衝突部分の接触状況を確認し、建屋全体又は局部評価を実施し、衝突に伴い、耐震重要施設の機能を損なうおそれがないことを確認する。

また、建屋間渡り配管等の破損により、耐震重要施設の機能を損なうおそれがないことを確認する。

d. 対策検討

c.で耐震重要施設の機能を損なうおそれが否定できない下位クラス施設に対して、建屋の補強等を行い、建屋の相対変位等による下位クラス施設の波及的影響を防止する。



第3-2図　相対変位により屋外耐震重要施設へ影響を及ぼすおそれのある
下位クラス施設の抽出及び評価フロー

3.4.2 接続部における相互影響

第 3-3 図のフローに従い、耐震重要施設と接続する下位クラス施設を抽出し、波及的影響を検討する。

a. 接続部の抽出

耐震重要施設と下位クラス施設が接続する箇所を抽出する。ここで、電気設備、計装設備及び格納容器貫通部については、以下に示すように波及的影響を及ぼさないための設計上の考慮がなされていることを確認しており、以降の抽出においては、機器、配管及びダクトを対象とする。

(a)電気設備

受電系統について、耐震重要施設と下位クラス施設は基本的には系統的に分離した設計としている。一部の受電系統において耐震重要施設と下位クラス施設との接続はあるが、これらの接続は遮断器を介しており、下位クラス設備の故障が生じた場合には、遮断器（Ｓクラス）の動作により事故範囲を隔離する設計としており、下位クラス設備の故障が耐震重要施設に波及することがない設計としている。

(b)計装設備

計測制御設備について、安全保護系（耐震重要施設）と常用系（下位クラス施設）は原則物理的に分離している。信号を安全系（Ｓクラス）から常用系（下位クラス）に伝送するラインはあるが、フォトカプラやリレー回路を搭載した隔離装置であるアナログ出力カード及びデジタル出力カードを介することにより、電気的に分離されており、常用系の故障が安全保護系に波及することがない設計としている。

(c)格納容器貫通部

格納容器貫通部については、前後の隔離弁を含めて耐震Ｓクラス設計であり、接続する下位クラス配管が破損した場合においても隔離弁の健全性は保たれ、格納容器バウンダリとしての貫通部の機能に波及することがない設計としている。

b. 影響評価対象の選定

a.で抽出した接続部のうち、耐震Ｓクラス設計の弁又はダンパにより常時閉隔離されているものは、接続する下位クラス配管が破損した場合においても健全性は確保されるため、評価対象外とする。

c. 耐震性の確認

b.で抽出した下位クラス施設について、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、構造健全性が維持され、内部流体の内包機能を維持できることを確認する。

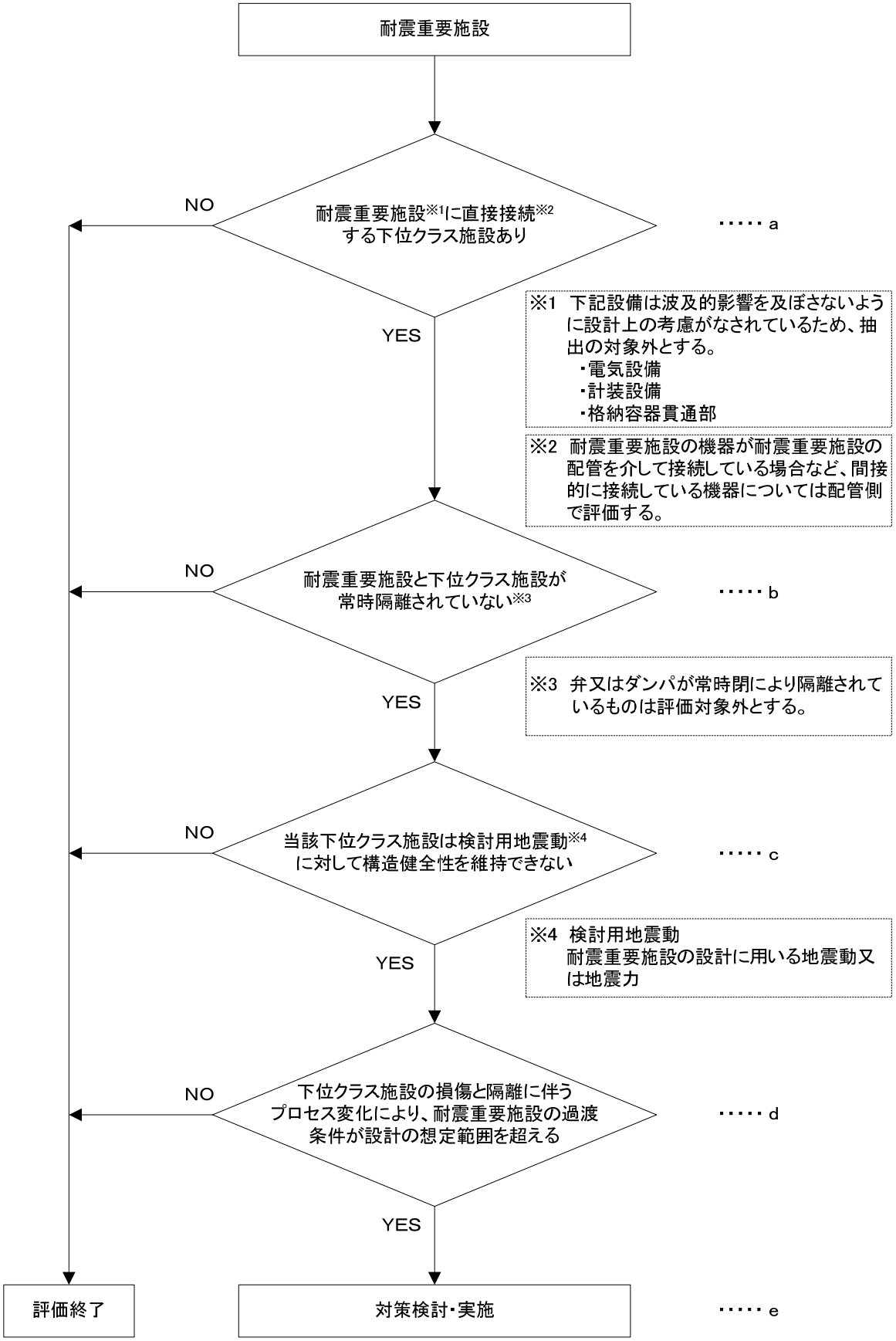
d. 影響評価

c.で内部流体の内包機能を損なうおそれが否定できない下位クラス施設について、下位クラス施設が損傷した場合の系統隔離等に伴うプロセス変化により、耐震重要施設の過渡条件が設計の想定範囲内であることを確認する。

なお、接続する下位クラスの構造健全性が維持される場合においても、インターロック動作や運転員の事故対応による系統隔離等に伴うプロセス変化が考えられるが、これらにより耐震重要施設の過渡条件が設計想定範囲を超えることはない。

e. 対策検討

d.で耐震重要施設の機能を損なうおそれが否定できない下位クラス施設について、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して健全性を維持できるように構造の改造、接続部から耐震重要施設の配管・ダクト側に同じく健全性を維持できる隔離弁の設置等により、波及的影響を防止する。



第 3-3 図　耐震重要施設と接続する下位クラス施設の抽出及び評価フロー

3.4.3 建屋内における損傷、転倒及び落下等による影響

第 3-4 図のフローに従い、建屋内の耐震重要施設の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し、波及的影響を検討する。

a. 下位クラス施設の抽出

下位クラス施設の抽出にあたって、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等を想定しても耐震重要施設に衝突しない程度の十分な距離をとって配置されていることを確認する。離隔距離が十分でない場合には、落下防止措置等の対策が適切に実施されていることを確認する。ただし、対象がクレーン等の比較的大型の重量物である場合には、落下防止措置等がなされている場合においてもその構造健全性を確認することとし、波及的影響を及ぼすおそれのあるものとして抽出する。

以上により、損傷、転倒及び落下等により、耐震重要施設に波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出する。

b. 耐震性の確認

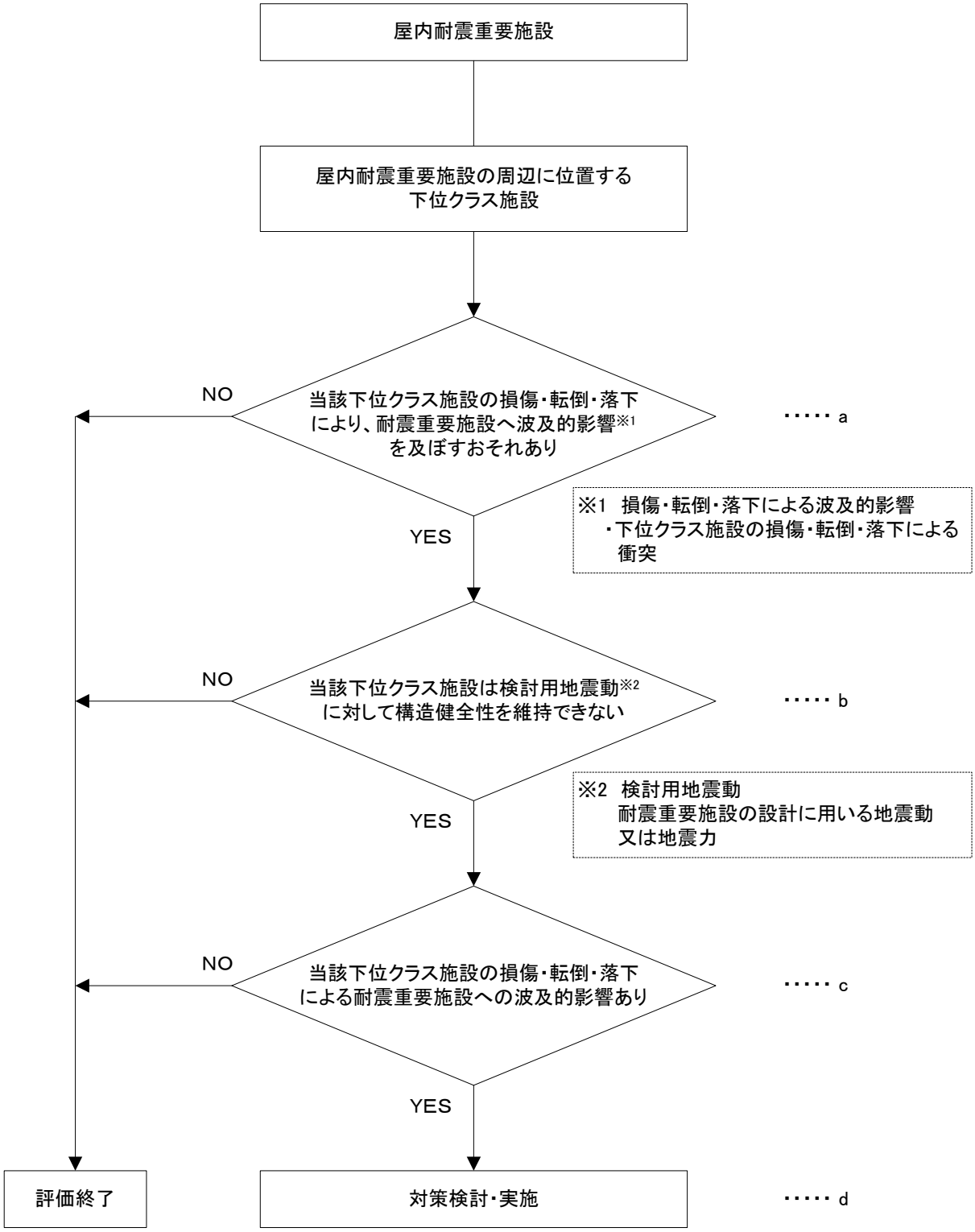
a. で抽出した下位クラス施設について、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、損傷、転倒及び落下等が生じないように、構造健全性が維持できることを確認する。

c. 損傷、転倒及び落下等に伴う波及的影響の評価

b. で損傷、転倒及び落下等のおそれが否定できない下位クラス施設について、損傷、転倒及び落下等を想定した場合の耐震重要施設への影響を確認し、耐震重要施設の機能を損なうおそれがないことを確認する。

d. 対策検討

c. で耐震重要施設の機能を損なうおそれが否定できない下位クラス施設について、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して健全性を維持できるように構造の改造、耐震重要施設と下位クラス施設との間に衝撃に耐えうる緩衝体の設置、下位クラス施設の移設等により波及的影響を防止する。



第 3-4 図　損傷、転倒及び落下により屋内耐震重要施設へ影響を及ぼす
おそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フロー

3.4.4 建屋外における損傷、転倒及び落下等による影響

(1) 施設の損傷、転倒及び落下等による影響

第 3-5 図のフローに従い、建屋外の耐震重要施設の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し、波及的影響を検討する。

a. 下位クラス施設の抽出

下位クラス施設の抽出にあたって、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等を想定しても耐震重要施設に衝突しない程度の十分な距離をとって配置されていることを確認する。離隔距離が十分でない場合には、落下防止措置等の対策が適切に実施されていることを確認する。ただし、対象がクレーン等の比較的大型の重量物である場合には、落下防止措置等がなされている場合においてもその構造健全性を確認することとし、波及的影響を及ぼすおそれのあるものとして抽出する。

以上により、損傷、転倒及び落下等により、耐震重要施設に波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出する。

b. 耐震性の確認

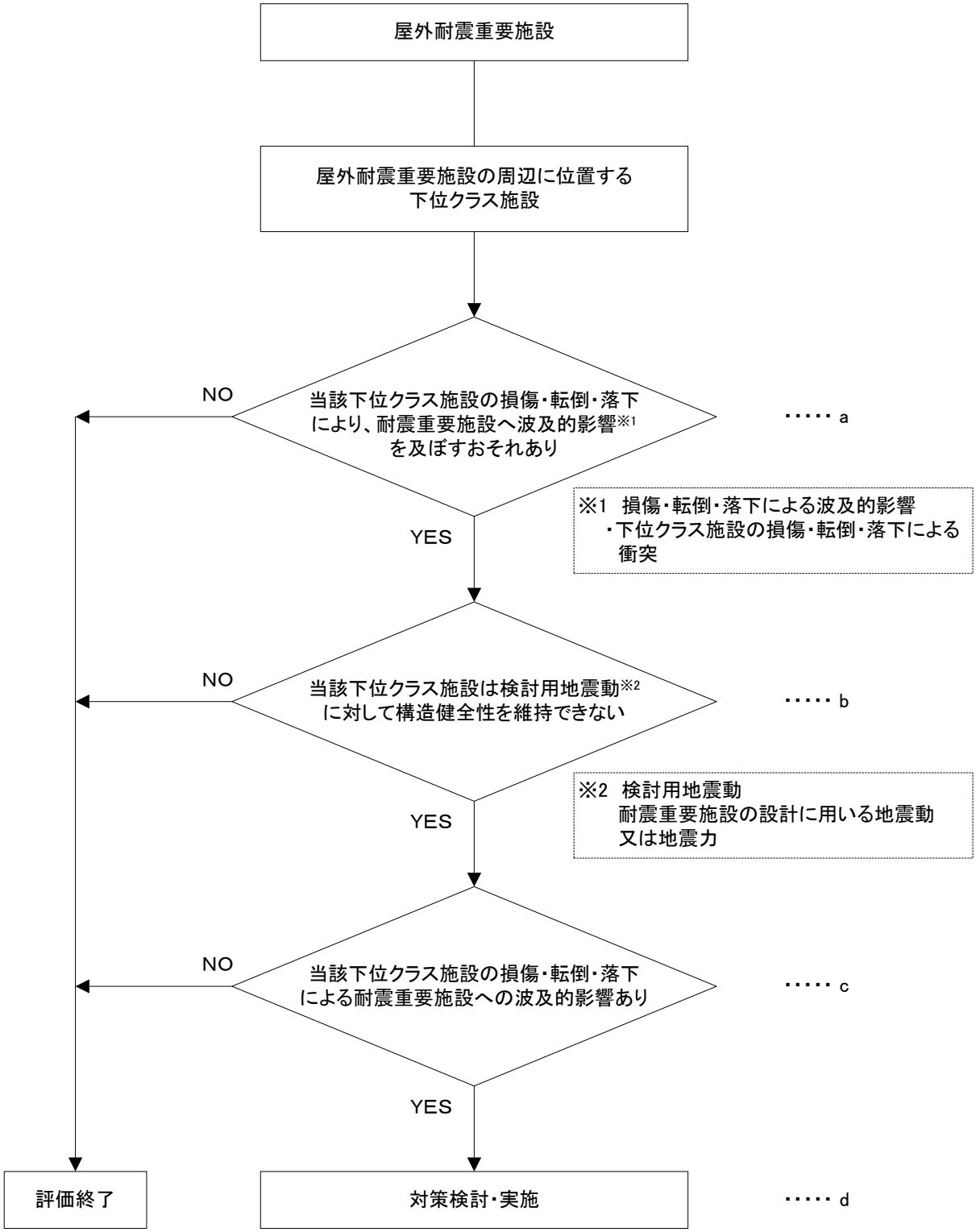
a. で抽出された下位クラス施設について、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、損傷、転倒及び落下等が生じないように、構造健全性が維持できることを確認する。

c. 損傷、転倒及び落下等に伴う波及的影響の評価

b. で損傷、転倒及び落下等のおそれが否定できない下位クラス施設について、損傷、転倒及び落下等を想定した場合の耐震重要施設への影響を確認し、耐震重要施設の機能を損なうおそれがないことを確認する。

d. 対策検討

c. で耐震重要施設の機能を損なうおそれが否定できない下位クラス施設について、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して健全性を維持できるように構造の改造、耐震重要施設と下位クラス施設との間に衝撃に耐えうる緩衝体の設置、下位クラス施設の移設等により波及的影響を防止する。



第 3-5 図　損傷、転倒及び落下により屋外耐震重要施設へ影響を及ぼす
おそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フロー

(2) 周辺斜面の崩壊による影響

第 3-6 図のフローに従い、建屋外の耐震重要施設の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある斜面を抽出し、波及的影響を検討する。

a. 周辺斜面の抽出

耐震重要施設から約 50m 以内、又は斜面高さの約 2 倍以内の範囲内にある斜面を抽出する。

b. 斜面規模等による総合評価

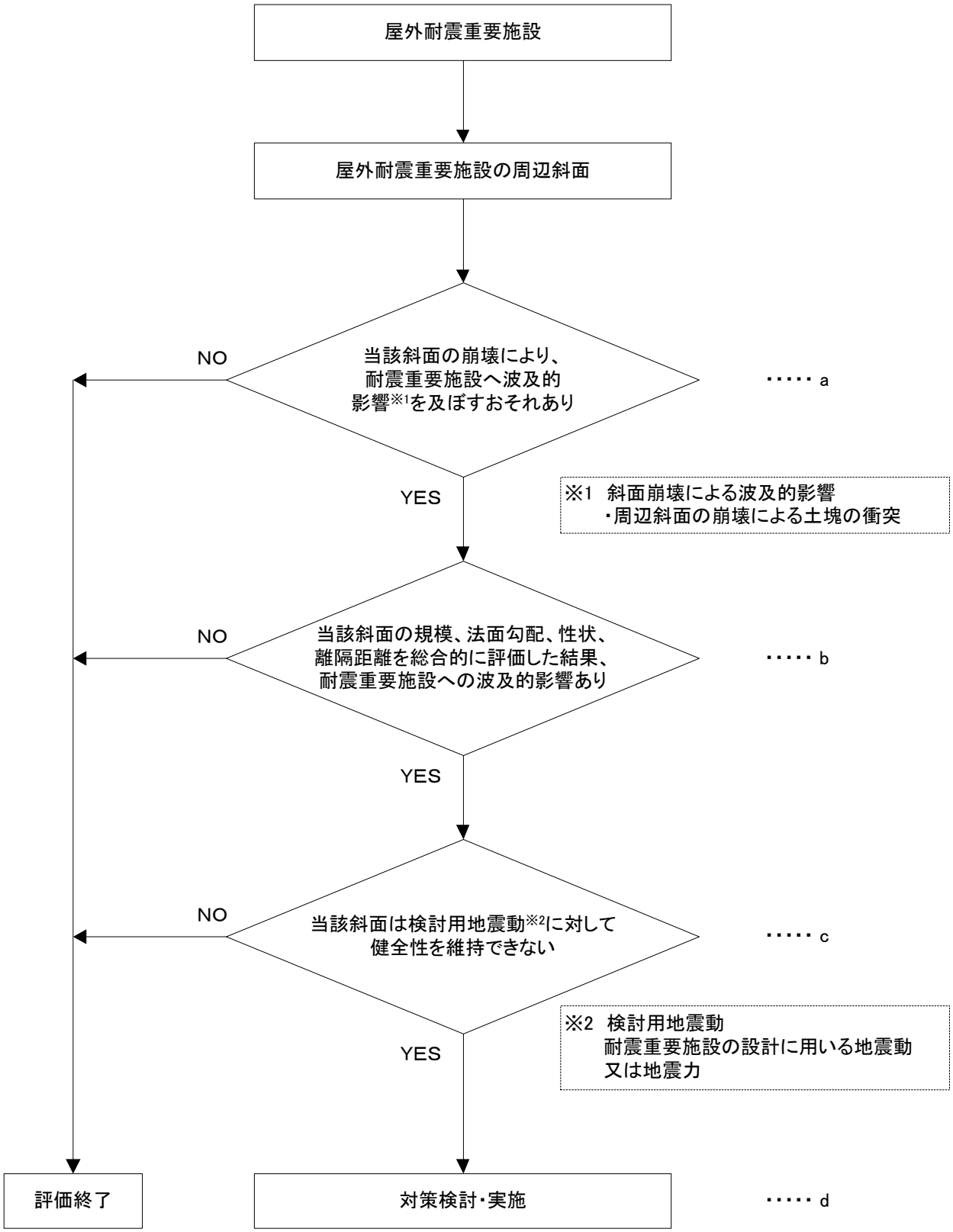
a.で抽出した斜面について、斜面規模、法面勾配、性状、離隔距離を総合的に評価し、崩壊を想定した場合に、耐震重要施設の機能を損なうおそれがないことを確認する。

c. 耐震性の確認

b.で崩壊時の耐震重要施設の機能を損なうおそれが否定できない周辺斜面について、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、斜面の耐震安定性が確保できることを確認する。

d. 対策検討

c.で斜面の耐震安定性が確認できない周辺斜面に対して、斜面の掘削や補強等を行い、斜面の崩壊による波及的影響を防止する。



第3-6図　耐震重要施設へ影響を及ぼすおそれのある周辺斜面の抽出及び評価フロー

４．抽出結果

以上の評価フローに従い抽出された下位クラス施設のうち、耐震評価（衝突評価、構造健全性評価等）が必要となったものを、第4表に整理する。

第4表　抽出した下位クラス施設のうち耐震評価を実施する施設

① 設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響

検討事象	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	検討用地震動	対象耐震重要施設
建屋の相対変位による影響	タービン建屋	Ss	原子炉建屋、 原子炉補助建屋

② 耐震重要施設と下位のクラスの施設との接続部における相互影響

検討事象	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	検討用地震動	対象耐震重要施設
接続部における影響	海水取水口	Ss	海水ピットスクリーン室
	海水取水路	Ss	海水ピットスクリーン室
	１次冷却材ポンプモータ	Ss	１次冷却材ポンプ
	格納容器再循環ユニット	Ss	原子炉補機冷却水設備配管
	使用済燃料ピット冷却器	Ss	原子炉補機冷却水設備配管
	格納容器雰囲気ガスサンプル冷却器	Ss	原子炉補機冷却水設備配管
	サンプル冷却器	Ss	原子炉補機冷却水設備配管
	中央制御室給気加熱コイル	Ss	中央制御室換気空調ダクト
	中央制御室加湿器	Ss	中央制御室換気空調ダクト
	モニタリング設備配管	Ss	格納容器排気筒
	消火水配管	Ss	アニュラス排気フィルタユニット 中央制御室非常用給気フィルタユニット 安全補機室排気フィルタユニット
	空調用冷却水配管	Ss	中央制御室空調ユニット
	燃料取替用水設備配管	Ss	燃料取替用水設備配管
	化学体積制御設備配管	Ss	化学体積制御設備配管
	原子炉補機冷却水設備配管	Ss	原子炉補機冷却水設備配管

③ 建屋内における下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響

検討事象	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	検討用地震動	対象耐震重要施設
損傷・転倒・落下による影響	使用済燃料ピットクレーン	Ss	使用済燃料ピット、使用済燃料ラック等
	燃料取扱棟	Ss	使用済燃料ピット、使用済燃料ラック等
	格納容器ポーラクレーン	Ss	原子炉容器、蒸気発生器、制御棒クラスタ駆動装置等
	原子炉容器冷却ダクト	Ss	格納容器再循環サンプスクリーン
	耐火隔壁	Ss	ほう酸ポンプ

④ 建屋外における下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響

検討事象	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設	検討用地震動	対象耐震重要施設
損傷・転倒・落下による影響	海水ピットクレーン	Ss	海水ポンプ等
	海水ピットポンプ室竜巻防護設備	Ss	海水ポンプ等
	海水ピットポンプ室輻射防護板	Ss	海水ポンプ等
	海水取水口	Ss	海水ポンプ等
	海水取水路	Ss	海水ポンプ等
	海水ピット除塵装置	Ss	耐震型海水ピット水位計
	補助給水タンク竜巻防護設備	Ss	補助給水タンク
周辺斜面の崩壊による影響	原子炉建屋背後斜面	Ss	原子炉建屋 原子炉補助建屋等
	海水ピット西側斜面	Ss	海水ポンプ等

５条：津波による損傷の防止

＜目　次＞

1.　基本方針

1.1　要求事項の整理

1.2　追加要求事項に対する適合性（手順等含む）

（1）位置、構造及び設備

（2）安全設計方針

（3）適合性説明

1.3　気象等

1.4　設備等

2.　津波による損傷の防止

（別添資料１）耐津波設計方針について

3.　運用、手順説明資料

（別添資料２）津波による損傷の防止

4.　現場確認プロセス

（別添資料３）耐津波設計における現場確認プロセスについて

＜概　　要＞

１．において、設計基準事故対処設備の設置許可基準規則、技術基準規則の追加要求事項を明確化するとともに、それら要求に対する伊方発電所３号炉における適合性を示す。

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

３．において、追加要求事項に適合するための技術的能力（手順等）を抽出し、必要となる運用対策等を整理する。

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

1.　基本方針

1.1　要求事項の整理

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

表１　設置許可基準規則第５条及び技術基準規則第６条　要求事項

設置許可基準規則 第５条（津波による損傷の防止）	技術基準規則 第６条（津波による損傷の防止）	備　考
設計基準対象施設は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。	設計基準対象施設が基準津波（設置許可基準規則第５条に規定する基準津波をいう。以下同じ。）によりその安全性が損なわれるおそれがないよう、防護措置その他の適切な措置を講じなければならない。	追加要求事項

1.2　追加要求事項に対する適合性

（１）位置、構造及び設備

（２）耐津波構造

（ｉ）設計基準対象施設に対する耐津波設計

設計基準対象施設は，その供用中に当該施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して，以下の方針に基づき耐津波設計を行い，その安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。基準津波の策定位置を第 14 図に，時刻歴波形を第 15 図に示す。

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

【別添資料（1.1:P 別添 1-5～7)】

ａ．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。具体的な設計内容を以下に示す。

(a) 設計基準対象施設の津波防護対象設備（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，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。

【別添資料（3.1:P 別添 1-63～65)】

(b) 上記(a)の遡上波については,敷地及び敷地周辺の地形及びその標高，河川等の存在，設備等の設置状況並びに地震による広域的な隆起・沈降を考慮して，遡上波の回り込みを含め敷地への遡上の可能性を検討する。また，地震による変状又は繰返し襲来する津波による洗掘･堆積により地形又は河川流路の変化等が考えられる場合は,敷地への遡上経路に及ぼす影響を検討する。

【別添資料（1.3:P 別添 1-17～22)】

(c) 取水路又は放水路等の経路から，津波が流入する可能性について検討した上で，流入の可能性のある経路（扉，開口部，貫通口等）を特定し，必要に応じ水密扉の設置及び閉止運用等の浸水対策を施すことにより,津波の流入を防止する設計とする。

【別添資料（3.2:P 別添 1-66～87)】

b．取水・放水施設及び地下部等において，漏水する可能性を考慮の上，漏水による浸水範囲を限定して，重要な安全機能への影響を防止する設計とする。具体的な設計内容を以下に示す。

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

浸水防止設備を設置することにより浸水範囲を限定する設計とする。

【別添資料（4.1:P 別添 1-88～93)】

(b) 浸水想定範囲及びその周辺に設計基準対象施設の津波防護対象設備（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。）がある場合は，防水区画化するとともに，必要に応じて浸水量評価を実施し，安全機能への影響がないことを確認する。

【別添資料（4.2:P 別添 1-94～101)】

(c) 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,必要に応じ排水設備を設置する。

【別添資料（4.3:P 別添 1-102)】

c．上記a．及びb．に規定するものの他，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については,浸水対策を行うことにより津波による影響等から隔離する。そのため，浸水防護重点化範囲を明確化するとともに，津波による溢水を考慮した浸水範囲及び浸水量を保守的に想定した上で,浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路及び浸水口（扉，開口部，貫通口等）を特定し，それらに対して必要に応じ水密扉の設置及び閉止運用等の浸水対策を施す設計とする。

【別添資料（5.1～5.2:P 別添 1-103～126)】

d.水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響を防止する設計とする。海水ポンプについては，基準津波による海水ピット水位の低下に対して，海水ポンプ取水可能水位を維持するため海水ピット堰を設置し，海水ポンプが機能保持でき，かつ冷却に必要な海水が確保できる設計とする。また，基準津波による水位変動に伴う砂の移動・堆積及び漂流物に対して海水取水口，海水取水路及び海水ピットの通水性が確保でき，かつ海水取水口からの砂の混入に対して海水ポンプが機能保持できる設計とする。

【別添資料（6.1～6.2:P 別添 1-127～175)】

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

【別添資料（8.1～8.4:P 別添 1-179～238)】

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

重等）を考慮する。

【別添資料（8.1～8.4:P 別添 1-179～241)】

g．津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備の設計並びに海水ポンプの取水性の評価に当たっては，入力津波による水位変動に対して朔望平均潮位を考慮して安全側の評価を実施する。なお，その他の要因による潮位変動についても適切に評価し考慮する。また，地震により陸域の隆起又は沈降が想定される場合，想定される地震の震源モデルから算定される敷地の地殻変動量を考慮して安全側の評価を実施する。

【別添資料（8.4.1:P 別添 1-239～241)】

ヌ．　その他発電用原子炉の附属施設の構造及び設備

（ⅱ）**浸水防護設備**

ａ．津波に対する防護設備

設計基準対象施設は，基準津波に対して，その安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならないこと，また，重大事故等対処施設は，基準津波に対して，重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものでなければならないことから，海水ピット堰，海水ポンプエリア水密扉，海水ポンプエリア水密ハッチ，原子炉建屋水密扉，原子炉補助建屋水密扉等により，津波から防護する設計とする。

海水ピット堰

（「津波に対する防護設備」及び「非常用取水設備」と兼用）

個　　数　　2

海水ポンプエリア水密扉

個　　数　　2

海水ポンプエリア水密ハッチ

個　　数　　4

原子炉建屋水密扉

個　　数　　1

原子炉補助建屋水密扉

個　　数　　6

（２）安全設計方針

1.5　耐津波設計

1.5.1　設計基準対象施設の耐津波設計

1.5.1.1　耐津波設計の基本方針

設計基準対象施設は，その供用中に当該施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対してその安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。

(1)　津波防護対象の選定

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（以下「設置許可基準規則」という。）第五条（津波による損傷の防止）」の「設計基準対象施設は、基準津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない」との要求は，設計基準対象施設のうち，安全機能を有する設備を津波から防護することを要求していることから，津波から防護を検討する対象となる設備は,設計基準対象施設のうち安全機能を有する設備(クラス１，クラス２及びクラス３設備）である。

設置許可基準規則の解釈別記３では，津波から防護する設備として，津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を含む耐震Ｓクラスに属する設備が要求されている。

以上から,津波から防護を検討する対象となる設備は,クラス１，クラス２及びクラス３設備並びに津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を含む耐震Ｓクラスに属する設備とする。このうち，クラス３設備は，損傷した場合を考慮して，代替設備により必要な機能を確保する等の対応を行う設計とする。

このため，津波から防護する設備は，クラス１，クラス２設備並びに津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を含む耐震Ｓクラスに属する設備（以下「設計基準対象施設の津波防護対象設備」という。）とする。

【別添資料（1.1: 別添 1-5～7)】

(2) 敷地及び敷地周辺における地形，施設の配置等

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

a. 敷地及び敷地周辺の地形，標高並びに河川の存在の把握

伊方発電所を設置する敷地は，愛媛県の伊予灘に面した佐田岬半島の付け根に位置する。敷地の形状は，おおむね半円形状で標高 200ｍ前後の山に囲まれた起伏の多い丘陵地である。敷地周辺の地形は，標高 300ｍ程度の山頂から急こう配で海に向かっている。敷地前面海域に流入する河川はないが，東方約 20km 地点に一級河川の肱川がある。敷地は，主に T.P.+10.0ｍ，T.P.+32.0ｍ，T.P.+84.0ｍの高さに分かれている。

【別添資料（1.2(1):P 別添 1-8～9)】

b. 敷地における施設の位置，形状等の把握

設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画として，T.P.+10.0ｍの敷地に原子炉建屋（原子炉格納施設，原子炉周辺補機棟及び燃料取扱棟を含む。）及び原子炉補助建屋を設置する。

屋外設備としては，T.P.+10.0mの敷地地下部に海水管ダクト，燃料油貯油槽，燃料油配管ダクトを設置し，T.P.+10.0mの敷地に海水ポンプエリア，原子炉建屋屋上の T.P.+25.9mに補助給水タンク，T.P.+84.0mの敷地に重油タンクを設置する。非常用取水設備として，海水取水口，海水取水路及び海水ピット（海水ピット堰を含む。）を設置する。

津波防護施設として，海水ピットに海水ピット堰を設置する。浸水防止設備として，海水ポンプエリアに水密扉，水密ハッチ，床ドレンライン逆止弁の設置及び貫通部止水処置を実施し，海水管ダクトに床ドレンライン逆止弁を設置する。原子炉建屋及び原子炉補助建屋とタービン建屋との境界に水密扉，床ドレンライン逆止弁の設置及び貫通部止水処置を実施する。津波監視設備として，海水ピットの T.P.約+６ｍに耐震型海水ピット水位計を設置し，原子炉建屋屋上の T.P.+46.8mに海面監視カメラを設置する。敷地内の遡上域の建物・構築物等として，T.P.+4.5mの敷地に雑固体処理建屋等の建屋，荷揚岸壁等を設置する。

【別添資料（1.2(2):P 別添 1-10～13)】

c.　敷地周辺の人工構造物の位置，形状等の把握

港湾施設としては，発電所構内に荷揚岸壁があるが，発電所構外近傍に大型の港湾施設はない。海上設置物としては，周辺の漁港に船舶・漁船が約 150 隻係留されている。また，発電所東側に定置網，発電所西側の漁港に浮桟橋がある。敷地周辺の状況としては，民家や倉庫があり，敷地前面海域における通過船舶としては，発電所沖合約 13km に一般航路があり，発電所沖合約 18km に阪神－九州間の

定期航路がある。

【別添資料（1.2(3):P 別添 1-14～16)】

(3)　入力津波の設定

入力津波を基準津波の波源から各施設・設備の設置位置において算定される時刻歴波形として設定する。基準津波による各施設・設備の設置位置における入力津波の時刻歴波形を第 1.5.1 図から第 1.5.5 図に示す。

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

【別添資料（1.4:P 別添 1-23～37)】

a.　水位変動

入力津波の設定に当たっては，潮位変動として，上昇側の水位変動に対しては朔望平均満潮位 T.P.+1.62m及び潮位のばらつき 0.19 m を考慮し，下降側の水位変動に対しては朔望平均干潮位 T.P.-1.69m及び潮位のばらつき 0.22mを考慮する。朔望平均潮位は，敷地周辺の観測地点「長浜」における観測記録に基づき設定する。また，観測地点「長浜」は 2009 年をもって廃止となっているため，潮位観測記録が十分あり観測地点「長浜」と相関のある最寄りの観測地点「松山」における潮位観測記録に基づき，潮位のばらつきを評価する。

潮汐以外の要因による潮位変動については，観測地点「松山」における至近約 50 年（1961 年～2010 年）の潮位観測記録に基づき，高潮発生状況（発生確率，台風等の高潮要因）を確認する。最寄りの観測地点「松山」は発電所と同様に伊予灘に面した海に設置されている。高潮要因の発生履歴及びその状況を考慮して，高潮の発生可能性とその程度（ハザード）について検討する。基準津波による水位の年超過確率は 10^{-6}～10^{-7}程度であり，独立事象としての津波と高潮が重畳する可能性は極めて低いと考えられるものの，高潮ハザードについては，プラント運転期間を超える再現期間 100 年に対する期待値 T.P.+2.13ｍと，入力津波で考慮した朔望平均満潮位 T.P.+1.62ｍ及び潮位のばらつき 0.19ｍの合計との差である 0.32ｍを外郭防護の裕度評価において参照する。

b.　地殻変動

地震による地殻変動についても安全側の評価を実施する。基準津波の波源である敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯:海域部)に想定される地震について，広域的な地殻変動を考慮する。入力津波の波源モデルから算定される地殻変動量は,発電所敷地において，0.36ｍから 0.40ｍの沈降量，0.34ｍの隆起量が想定されるため，上昇側の水位変動に対して安全評価を実施する際には，0.36ｍから 0.40ｍの沈降を考慮し，下降側の水位変動に対して安全評価を実施する際には，0.34ｍの隆起を考慮する。

なお，プレート間地震の活動により発電所周辺で局所的な地殻変動があった可能性は指摘されていない。また，基準地震動評価における震源モデルから算定される広域的な地殻変動について，津波に

対する安全性評価への影響はなく，広域的な余効変動は継続していない。

c.　取水路・放水路等の経路からの流入に伴う入力津波

耐津波設計に用いる入力津波高さを第 1.5.1 表に示す。なお，海水ポンプの取水性を確保するため，海水ピット堰を設置することから，海水ピット堰の機能を考慮して評価する。

d.　敷地への遡上に伴う入力津波

基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域の評価（以下「遡上解析」という。）に当たっては，遡上解析上影響を及ぼす斜面や道路等の地形とその標高及び伝播経路上の人工構造物の設置状況を考慮し，遡上域のメッシュサイズ（6.25m）に合わせた形状にモデル化する。

敷地沿岸域及び海底地形は，海上保安庁の海図等に加え，平成 25 年８月に実施したナローマルチビーム測深による高精度の海底地形調査結果を使用する。

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。モデルの作成に際しては，伝播経路上の人工構造物について，図面を基に遡上解析上影響を及ぼす建屋等の構造物を考慮する。

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

遡上解析に当たっては，遡上及び流下経路上の地盤並びにその周辺の地盤について，地震による液状化，流動化又はすべり，標高変化を考慮した遡上解析を実施し，遡上波の敷地への到達（回り込みによるものを含む。）の可能性について確認する。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箇所はない。また，発電所の東方約 20km 地点に一級河川の肱川があるが，敷地から十分離れており，敷地への遡上波に影響することはない。

遡上波の敷地への到達の可能性に係る検討に当たっては，基準地震動に伴う地形変化，標高変化が生じる可能性について，敷地地盤のうち埋立部の変形や，敷地の沈下について検討を行った結果，３号炉の敷地地盤は岩盤部と埋立部で構成されており，埋立部については地山を切り取り埋め立てた岩石主体の地盤であることから，沈下量はわずかと考えられるが，遡上解析の初期条件として，安全側に１ｍの敷地の沈下を考慮する。基準津波の波源である敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯：海域部）に想定される地震について，広域的な地殻変動による 0.36ｍから 0.40ｍの沈降を考慮する。また，初期潮位は朔望平均満潮位 T.P.+1.62ｍに潮位のばらつき 0.19ｍを考慮して T.P.+1.81ｍとする。

遡上解析結果を第 1.5.6 図及び第 1.5.7 図に示す。遡上波は T.P.+10.0ｍの敷地へ到達しない。遡上高さは，T.P.+4.5ｍの荷揚岸壁から T.P.+5.0ｍの護岸部では，大部分において，浸水深 1.0ｍ以下であり，一部においては浸水深 1.0ｍから 2.0ｍ程度となっている。

なお，３号炉は海岸線の方向において広がりを有する防波堤等の施設を設置していないことから，局所的な海面の固有振動による励起は生じることはないと考えられ，「添付書類六　第 7.7.3 (1)図及

び第 7.7.3(2)図」に示す発電所沖合（基準津波定義地点）の時刻歴水位と「添付書類六　第 7.7.5 図」に示す発電所周辺（評価地点）の時刻歴水位を比較しても，局所的な海面の固有振動による励起は生じていない。

発電所敷地前面又は津波浸入方向に正対した面における敷地について，その標高の分布と津波の遡上高さの分布を比較すると，遡上波が荷揚岸壁周辺の敷地に地上部から到達，流入する可能性があるが，設計基準対象施設の津波防護対象設備（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地上部から到達，流入する可能性はない。なお，荷揚岸壁周辺の遡上波については，漂流物の影響評価において考慮する。

【別添資料（1.5:P 別添 1-38～57)】

1.5.1.2　敷地の特性に応じた津波防護の基本方針

津波防護の基本方針は，以下の(1)～(5)のとおりである。

(1) 設計基準対象施設の津波防護対象設備（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。下記(3)において同じ。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地において，基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とする。また，取水路及び放水路等の経路から流入させない設計とする。

【別添資料（3.:P 別添 1-63～87)】

(2) 取水・放水施設及び地下部等において，漏水する可能性を考慮の上，

漏水による浸水範囲を限定して，重要な安全機能への影響を防止できる設計とする。

【別添資料（4.:P 別添 1-88～102)】

(3) 上記２方針のほか,設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建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。

【別添資料（5.:P 別添 1-103～126)】

(4) 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響を防止できる設計とする。

【別添資料（6.:P 別添 1-127～175)】

(5) 津波監視設備については,入力津波に対して津波監視機能が保持できる設計とする。

【別添資料（7.:P 別添 1-176～178)】

海水取水路から津波を流入させない設計とするため，外郭防護として，海水ポンプエリアに水密扉，水密ハッチ，床ドレンライン逆止弁の設置及び貫通部止水処置を実施し，海水管ダクトに床ドレンライン逆止弁を設置する。

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，原子炉建屋及び原子炉補助建屋とタービン建

屋との境界に水密扉，床ドレンライン逆止弁の設置及び貫通部止水処置を実施する。

引き波時の海水ピット水位の低下に対して，海水ポンプの取水可能水位を維持するため，海水ピット堰を設置する。

地震発生後，津波が発生した場合に，その影響を俯瞰的に把握するため，津波監視設備として，海水ピットに耐震型海水ピット水位計を設置し，原子炉建屋屋上に海面監視カメラを設置する。

津波防護対策の設備分類と設置目的を第 1.5.2 表に示す。また，敷地の特性に応じた津波防護の概要を第 1.5.8 図に示す。

【別添資料（2.2:P 別添 1-60～62)】

1.5.1.3　敷地への浸水防止（外郭防護１）

(1)　遡上波の地上部からの到達，流入の防止

設計基準対象施設の津波防護対象設備（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が設置されている周辺敷地高さは T.P.+10.0m以上であり，津波による遡上波は地上部から到達，流入しない。

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

【別添資料（3.1:P 別添 1-63～65)】

(2)　取水路，放水路等の経路からの津波の流入防止

敷地へ津波が流入する可能性のある経路を第 1.5.3 表に示す。

特定した流入経路から，津波が流入する可能性について検討を行

い，高潮ハザードの再現期間100年に対する期待値を踏まえた裕度と比較して,十分に余裕のある設計とする。特定した流入経路から，津波が流入することを防止するため，浸水防止設備として，海水ポンプエリア床面には水密ハッチ及び床ドレンライン逆止弁を設置し，海水管ダクト床面には床ドレンライン逆止弁を設置する。なお，水密ハッチはボルトにより常時閉止する構造とする。また，除塵装置エリアから海水ポンプエリアへ津波が流入することを防止するため，海水ポンプエリア壁面の貫通部には止水処置を実施し，除塵装置エリアから海水ポンプエリアへの連絡通路には水密扉を設置する。これらの浸水対策の概要について,第1.5.9図及び第1.5.10図に示す。また，浸水対策の実施により，特定した流入経路からの津波の流入防止が可能であることを確認した結果を第1.5.4表に示す。

【別添資料（3.2:P別添1-66～87)】

1.5.1.4　漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護２）

(1)　漏水対策

取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して，取水・放水施設及び地下部等における漏水の可能性を検討した結果，海水ピットにある海水ポンプエリアについては，基準津波が海水取水路から流入する可能性があるため，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」という。）として想定する。

浸水想定範囲への浸水の可能性がある経路として，海水ポンプエリアの壁にケーブル，配管及び電線管の貫通部が挙げられるため，止水処置を実施する。海水ポンプエリアの床に点検用の開口部が挙げられるため，水密ハッチを設置する。また，海水ポンプエリア及

び海水管ダクトの床ドレンラインには逆止弁を設置し，除塵装置エリアから海水ポンプエリアへの連絡通路には水密扉を設置する。

また，海水ポンプエリアに設置され，漏水により津波の浸水経路となる可能性がある海水ポンプ本体に接続されている非常用タンクベント配管等については，浸水想定範囲の浸水量評価において考慮する。

これらの浸水対策の概要について,第 1.5.9 図及び第 1.5.10 図に示す。

【別添資料（4.1:P 別添 1-88～93)】

(2)　安全機能への影響確認

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を設置しているため，当該エリアを防水区画化する。

防水区画化した海水ポンプエリアに設置され，海水ポンプ本体に接続されている非常用タンクベント配管等並びに浸水防止設備として設置する，水密扉，水密ハッチ及び床ドレンライン逆止弁については，漏水による浸水経路となる可能性があるため，浸水量を評価し，安全機能への影響がないことを確認する。

【別添資料（4.2:P 別添 1-94～101)】

(3)　排水設備設置の検討

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

【別添資料（4.3:P 別添 1-102)】

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

(1)　浸水防護重点化範囲の設定

浸水防護重点化範囲として，原子炉建屋（原子炉格納施設，原子炉周辺補機棟及び燃料取扱棟を含む。）及び原子炉補助建屋，屋外設備として海水ポンプエリア，海水管ダクト，燃料油貯油槽，燃料油配管ダクト，原子炉建屋屋上の補助給水タンク及び重油タンクを設定する。

【別添資料（5.1:P 別添 1-103～105)】

(2)　浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策

津波による溢水を考慮した浸水範囲，浸水量については，以下のとおり地震による溢水の影響も含めて確認を行い，浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路，浸水口を特定し，浸水対策を実施する。具体的には，タービン建屋から浸水防護重点化範囲への地震による循環水管の損傷箇所からの津波の流入等を防止するため，水密扉，床ドレンライン逆止弁の設置及び貫通部止水処置を実施する。実施に当たっては，以下 a.，b.の影響を考慮する。

なお，屋外タンク等の損傷による溢水が海水ポンプエリアに及ぼす影響については，津波の影響がないことから，別途実施する「1.7 溢水防護に関する基本方針」の影響評価において，壁，扉，堰等により海水ポンプエリアに流入させない設計とする。

a.　地震に起因するタービン建屋内の循環水管伸縮継手の破損及び耐

震性の低い２次系機器及び屋外タンク等の損傷により保有水が溢水するとともに，津波が取水ピット及び放水ピットから循環水管に流れ込み，循環水管の損傷箇所を介して，タービン建屋内に流入することが考えられる。このため，タービン建屋内に流入した津波により，タービン建屋に隣接する浸水防護重点化範囲（原子炉建屋及び原子炉補助建屋）への影響を評価する。

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

(3) 上記（2）a.，b.の浸水範囲，浸水量については，以下のとおり安全側の評価を実施する。

a.　建屋内の機器・配管の損傷による津波，溢水等の事象想定

タービン建屋における溢水については，循環水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次系設備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出する。なお，原子炉建屋，原子炉補助建屋，タービン建屋等の周辺の地下水は，基礎下に設置している集水配管により，原子炉補助建屋最下層にある湧水ピットに集水し排出されるため，タービン建屋内への集水経路はない。ただし，地震時のタービン建屋の地下部外壁からの地下水の流入が考えられるため，地下水の流入量をタービン建屋内の流入量評価において考慮する。

b.　屋外タンク等の損傷による津波，溢水等の事象想定

屋外タンク等の損傷による溢水は，タービン建屋内に流入する可能性があるため，屋外タンクの保有水による溢水量をタービン建屋内の流入量評価において考慮する。

c.　循環水系機器・配管損傷による津波浸水量の考慮

循環水系機器・配管損傷による津波浸水量については，入力津波の時刻歴波形に基づき，津波の繰返しの襲来を考慮し，タービン建屋の溢水水位は津波等の流入の都度上昇するものとして計算する。また，取水ピット水位及び放水ピット水位が低い場合，流入経路を逆流してタービン建屋外へ流出する可能性があるが，保守的に一度流入したものはタービン建屋外へ流出しないものとして評価する。

d.　機器・配管等の損傷による内部溢水の考慮

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

e.　地下水の流入量の考慮

地下水の流入については，１日当たりの湧水（地下水）の排水量の実績値に対して,湧水ピットポンプの排出量は大きく上回ること，また，湧水ピット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。

また，地震によるタービン建屋の地下部外壁からの流入について

は，タービン建屋の想定浸水水位と安全側に設定した地下水位を比較して流入量を算定する。

f.　施設・設備施工上生じうる隙間部等についての考慮

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

【別添資料（5.2:P 別添 1-106～126)】

1.5.1.6　水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止

(1)　海水ポンプの取水性

基準津波による水位の低下に対して,海水ポンプが機能保持でき，かつ冷却に必要な海水が確保できる設計とするため，以下の a.，b. を実施する。

a.　取水路の特性を考慮した管路解析の実施

基準津波による水位の低下に伴う取水路の特性を考慮した海水ポンプ位置の評価水位を適切に算定するため，開水路及び管路において非定常管路流の連続式及び運動方程式を用いて管路解析を実施する。また，その際，海水取水口から海水ピットに至る系をモデル化し，管路の形状，材質及び表面の状況に応じた摩擦損失を考慮するとともに，海水ポンプの稼働状態，貝付着の有無及びスクリーン等の有無を不確かさとして考慮した計算条件とし，計算結果に潮位のばらつきの加算や安全側に評価した値を用いる。

b.　水位低下に対する耐性の確保

管路解析にて得られた，海水ピット内の基準津波による下降側の津波高さはT.P.-4.4m（地盤変動量として0.34mの隆起及び潮位のばらつきとして0.22mを考慮した値）であり，水理試験にて確認した海水ポンプの取水可能水位 T.P.-4.10mを一時的に下回る。したがって,基準津波による引き波時の海水ピット水位の低下に対して,海水ポンプ取水可能水位を維持するため，海水ピット内に海水ピット堰を設置する。

海水ピット堰には開閉式のフラップゲートを設置し，通常時及び押し波時にフラップゲートが開き，海水ピット内に海水を導水するとともに，引き波時に海水ピット内外の水位差によりフラップゲートが閉まり，海水ピット内に海水を保持できる構造とする。海水ピット堰は，仮に海水ポンプ４台運転が継続したとしても，海水ポンプの継続運転が可能な取水量を十分確保できる設計とする。海水ピット堰がある場合，管路解析にて得られた，海水ピットの入力津波高さはT.P.-3.9mであり，海水ポンプの取水可能水位を上回ることから，水位低下に対して海水ポンプは機能保持できる。

なお，原子炉補機冷却海水系の海水取水路及び海水ピットは循環水系の取水路及び取水ピットと独立して設置することにより，循環水ポンプの運転は海水ポンプの取水性に影響を及ぼさない。

【別添資料（6.1:P別添1-127～131)】

(2)　津波の二次的な影響による海水ポンプの機能保持確認

基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積及び漂流物に

対して，海水取水口，海水取水路及び海水ピットの通水性が確保できる設計とする。

また，基準津波による水位変動に伴う浮遊砂等の混入に対して海水ポンプは機能保持できる設計とする。

a.　砂移動・堆積の影響

海水取水口は，呑口の下端高さが[　　]であり，T.P.-8.22mの海底面より[　]高い位置にある。

砂移動に関する数値シミュレーションを実施した結果，海水取水口付近での最大堆積量は0.01m以下であり，砂移動・堆積に伴って，海水取水口が閉塞することはない。

【別添資料（6.2（1）:P別添1-132～135)】

b.　海水ポンプへの浮遊砂の影響

発電所周辺の砂の平均粒径は0.27mmで，数ミリ以上の砂はごくわずかであることに加えて，粒径数ミリの砂は浮遊し難いものであることを踏まえると，大きな粒径の砂はほとんど混入しないと考えられるが，海水ポンプ取水時に浮遊砂の一部が軸受潤滑水ラインに混入した場合でも，同ラインに設置されているメッシュ径約1mmのストレーナで除去できる構造とする。また，砂が海水ポンプ軸受部まで到達した場合においても，海水ポンプの軸受に設けられた約3.7mm の異物逃がし溝から排出される構造とする。これらのことから，砂混入に対して海水ポンプの取水機能は保持できる。

【別添資料（6.2（2）:P別添1-136～137)】

c.　漂流物の取水性への影響

(a)　漂流物の抽出方法

漂流物となる可能性のある施設・設備を抽出するため，発電所近傍については５km の範囲を，発電所構内については，遡上域である T.P.+4.5mの荷揚岸壁から T.P.+5.0mの護岸部を網羅的に調査する。設置物については，地震で倒壊する可能性のあるものは倒壊させた上で，浮力計算により漂流するか否かの検討を行う（第1.5.11 図)。

(b)　抽出された漂流物となる可能性のある施設・設備の影響確認

基準津波の遡上解析結果によると，T.P.+4.5mの荷揚岸壁から T.P.+5.0mの護岸部に津波が遡上するものの,基準地震動による液状化等に伴う敷地の変状や潮位のばらつき（0.19m）を考慮しても浸水深は 1.0mから 2.0m程度である。これを踏まえ，基準津波による漂流物となる可能性のある施設・設備が，海水ポンプの取水性確保に影響を及ぼさないことを確認する。

この結果，発電所構内で漂流する可能性があるものとして，荷揚岸壁にある資機材等が挙げられるが,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海水取水口へは向かわないため,取水性への影響はない。仮に海水取水口に向かったとしても，浮遊する漂流物は海水取水口上部に留まり，海水取水口呑口の高さが であり十分低いことから海水取水口呑口に到達せず，通水機能が損なわれるような閉塞は生じない。発電所構内の荷揚岸壁に停泊する燃料等輸送船は,荷揚岸壁に係留することにより，漂流させない設計とする。なお，津波波源が発電所から

離れており時間的余裕がある場合，津波警報発令時には，係留を外し緊急退避するため，漂流物とはならない。

また，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船舶・漁船が挙げられるが，大部分は西側護岸又は北側護岸で止まることから取水性に影響はない。

一部，海水取水口に向かう船舶・漁船については，海水取水口上部に留まり，海水取水口呑口の高さが [redacted] であり十分低いことから海水取水口呑口に到達せず，通水機能が損なわれるような閉塞は生じない。

また，発電所構外の漂流物は，海水取水口呑口に到達しないことから，海水取水口には流入せず，津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備に対する衝突荷重として考慮する必要はない。

発電所近傍を通過する定期船に関しては，発電所沖合約 13km に一般航路があり，発電所沖合約 18km に阪神－九州間の定期航路があるが，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。

除塵装置である回転バースクリーン及びトラベリングスクリーンについては，基準津波の流速に対し，各スクリーンの水位差が，設計水位差以下であるため，損傷することはなく漂流物とならないことから，取水性に影響を及ぼさないことを確認している。

【別添資料（6.2（3）:P 別添 1-138～175)】

1.5.1.7　津波監視

敷地への津波の繰返しの襲来を察知し，その影響を俯瞰的に把握するとともに，津波防護施設及び浸水防止設備の機能を確実に確保

するために，津波監視設備を設置する。津波監視設備として，海面監視カメラ及び耐震型海水ピット水位計を設置する。各設備は基準津波による入力津波高さに対して波力，漂流物の影響を受けない位置に設置し，津波監視機能が十分に保持できる設計とする。また，基準地震動に対して，機能を喪失しない設計とする。設計に当たって，荷重の組み合わせを考慮する自然現象として風及び積雪を考慮する。

(1)　海面監視カメラ

T.P.+46.8mの原子炉建屋屋上に設置し，昼夜問わず監視できるよう赤外線撮像機能を有したカメラを用い，中央制御室から監視可能な設計とする。

(2)　耐震型海水ピット水位計

海水ピットのT.P.約+6mに設置し，上昇側及び下降側の津波高さを計測できるよう，T.P.-5.5m～T.P.+6.0mを測定範囲とし，中央制御室から監視可能な設計とする。

【別添資料（7.1:P別添1-176～178)】

第 1.5.1 表　入力津波高さ一覧表

		水位上昇側				水位下降側
		敷地前面	海水ピット ポンプ室	取水ピット 注３	放水ピット 注４	海水ピット ポンプ室
入力津 波高さ	注１	T.P.+8.12m (-0.36m)	T.P.+4.30m (-0.40m)	T.P.+4.87m (-0.36m)	T.P.+4.07m (-0.39m)	T.P.-3.26m (+0.34m)
	注２	T.P.+8.7m	T.P.+4.9m	T.P.+5.5m	T.P.+4.7m	T.P.-3.9m

注１　水位上昇側は朔望平均満潮位（T.P.+1.62m）を考慮し，水位下降側は朔望平均干潮位（T.P.-1.69m）を考慮した値。(　) 内の数値は伊方発電所における地盤変動量（+が隆起，-が沈降）を外数で示す。
注２　地盤変動量及び潮位のばらつき（水位上昇側 0.19m，水位下降側 0.22m）を考慮した値。
注３　循環水ポンプ停止中。
注４　循環水ポンプ運転中。

【別添資料（1.6　表 1-6-1：P 別添 1-54)】

第 1.5.2 表　津波防護対策の設備分類と設置目的

<table>
<tr><th colspan="2">津波防護対策</th><th>設備分類</th><th>設置目的</th></tr>
<tr><td colspan="2">海水ピット堰</td><td>津波防護施設</td><td>・引き波時において，海水ポンプによる補機冷却に必要な海水を確保し，海水ポンプの機能を保持する。</td></tr>
<tr><td rowspan="4">海水ポンプエリア及び海水管ダクト</td><td>水密扉</td><td rowspan="8">浸水防止設備</td><td rowspan="3">・海水取水路からの津波流入による海水ポンプエリアへの浸水を防止する。</td></tr>
<tr><td>貫通部
止水処置</td></tr>
<tr><td>水密ハッチ</td></tr>
<tr><td>床ドレン
ライン逆止弁</td><td>・海水取水路からの津波流入による海水ポンプエリアへの床からの浸水を防止する。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">原子炉建屋及び原子炉補助建屋とタービン建屋との境界</td><td>水密扉</td><td rowspan="3">・地震によるタービン建屋内の循環水管損傷や２次系設備及び屋外タンクの損傷に伴う溢水及び損傷箇所を介しての津波の流入による溢水に対して，浸水防護重点化範囲への流入を防止する。</td></tr>
<tr><td>貫通部
止水処置</td></tr>
<tr><td>床ドレン
ライン逆止弁</td></tr>
<tr><td colspan="2">海面監視カメラ</td><td rowspan="2">津波監視設備</td><td rowspan="2">・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。</td></tr>
<tr><td colspan="2">耐震型海水ピット
水位計</td></tr>
</table>

【別添資料（2.2　表 2-2-1：P 別添 1-62)】

第 1.5.3 表　流入経路特定結果

系統		流入経路
取水路	海水系	海水ピット，海水管ダクト（海水管含む）
	循環水系	取水ピット，循環水管，電気ケーブルダクト，屋外配管ダクト
放水路	海水系	放水ピット，原子炉補機冷却海水放水管
	循環水系	放水ピット，循環水管
	その他排水管	クリーンアップ系外ブロー管， 海水排水放水管， 処理水排水管， 濃縮海水放水管
屋外排水路		雨水排水路

【別添資料（3.2　表 3-2-1：P 別添 1-67)】

第 1.5.4 表　各経路からの流入評価結果

系統		流入経路	①入力津波高さ	②許容津波高さ	裕度（②－①）
取水路	海水系	海水ピット	T.P.+4.9m	T.P.+10.2m 注１	5.3m
		海水管ダクト	T.P.+4.9m	T.P.+10.2m 注１	5.3m
	循環水系	取水ピット	T.P.+5.5m	T.P.+10.2m	4.7m
		電気ケーブルダクト	T.P.+5.5m	T.P.+5.9m	0.4m
		屋外配管ダクト	T.P.+5.5m	T.P.+8.8m	3.3m
放水路	海水系	放水ピット	T.P.+4.7m	T.P.+10.2m	5.5m
		原子炉補機冷却海水放水管	T.P.+4.7m	T.P.+7.0m	2.3m
	循環水系	放水ピット	T.P.+4.7m	T.P.+10.2m	5.5m
	その他排水管	クリーンアップ系外ブロー管	T.P.+4.7m	T.P.+7.8m 注２	3.1m
屋外排水路		雨水排水路	T.P.+8.7m	T.P.+10.0m	1.3m

注１　海水ポンプエリア及び海水管ダクトの津波防護対策を考慮した許容津波高さを示す。

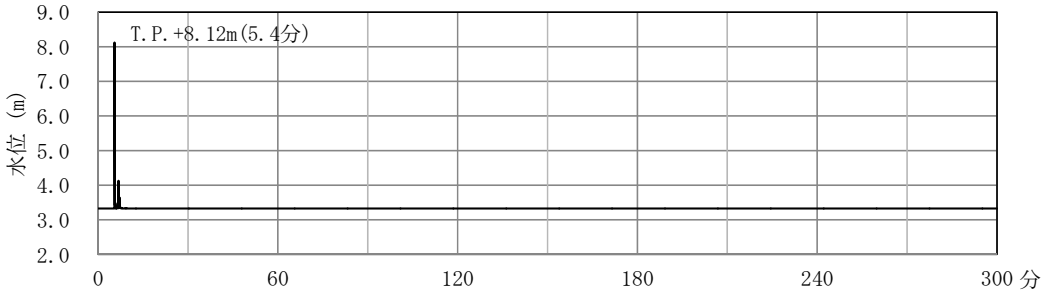
注２　その他排水管の放水ピット側壁貫通部のうち最下端高さを示す。

【別添資料（3.2　表 3-2-6：P 別添 1-87)】

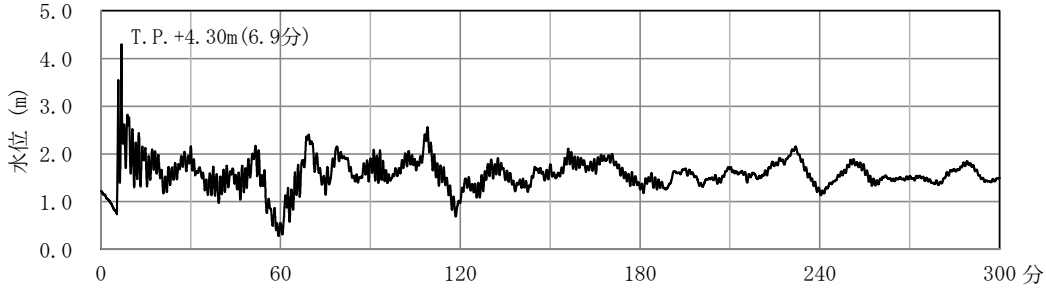
第 1.5.5 表　津波防護対象範囲の分類

津波防護対象範囲	説明	対象
(1)　設計基準対象施設の津波防護対象範囲（重大事故等対処施設含む）	重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画と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が同一範囲	原子炉建屋（原子炉格納施設，原子炉周辺補機棟及び燃料取扱棟並びに原子炉建屋屋上の補助給水タンクを含む。），原子炉補助建屋，海水ポンプエリア，海水管ダクト，燃料油貯油槽，燃料油配管ダクト，重油タンク，非常用取水設備（海水取水口，海水取水路及び海水ピット（海水ピット堰含む））
(2)　可搬型重大事故等対処設備の津波防護対象範囲	(1)を除く可搬型重大事故等対処設備を内包する建屋及び区画	可搬型重大事故等対処設備保管場所
(3)　重大事故等対処施設のみの津波防護対象範囲	(1)(2)を除く重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画	緊急時対策所（EL.32m），空冷式非常用発電装置，軽油タンク
(4)　津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備	津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備については，入力津波に対して機能を保持できることが必要	海水ピット堰，水密扉，水密ハッチ，床ドレンライン逆止弁，貫通部止水処置，海面監視カメラ，耐震型海水ピット水位計

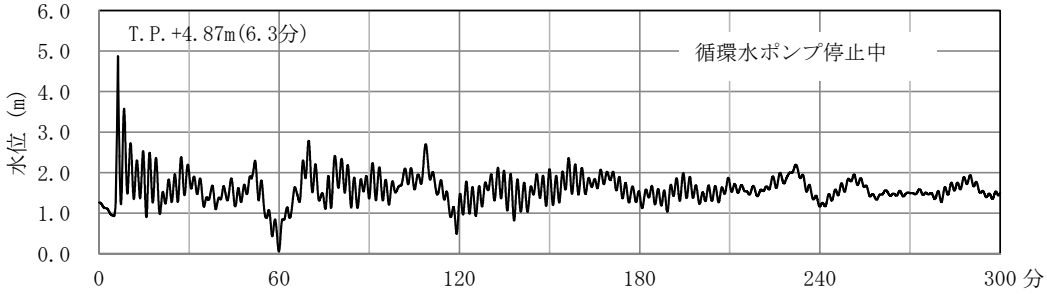
【別添資料（資料 26)】



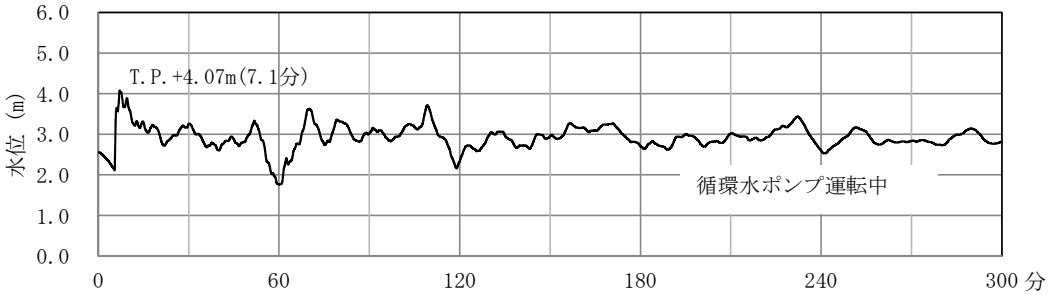
第 1.5.1 図　敷地前面時刻歴波形（上昇側）



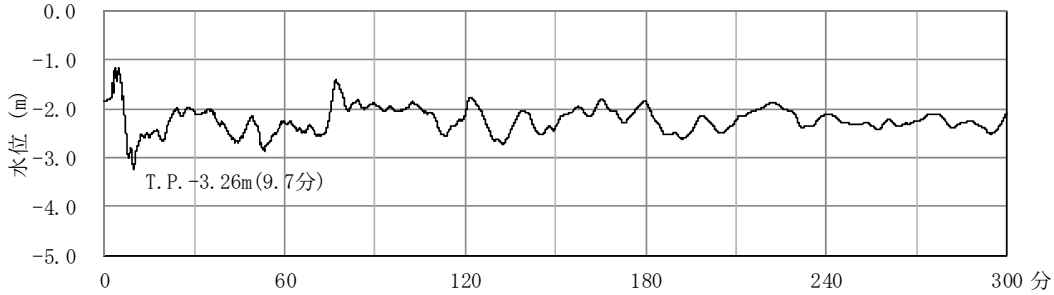
第 1.5.2 図　海水ピット時刻歴波形（上昇側）



第 1.5.3 図　取水ピット時刻歴波形（上昇側）

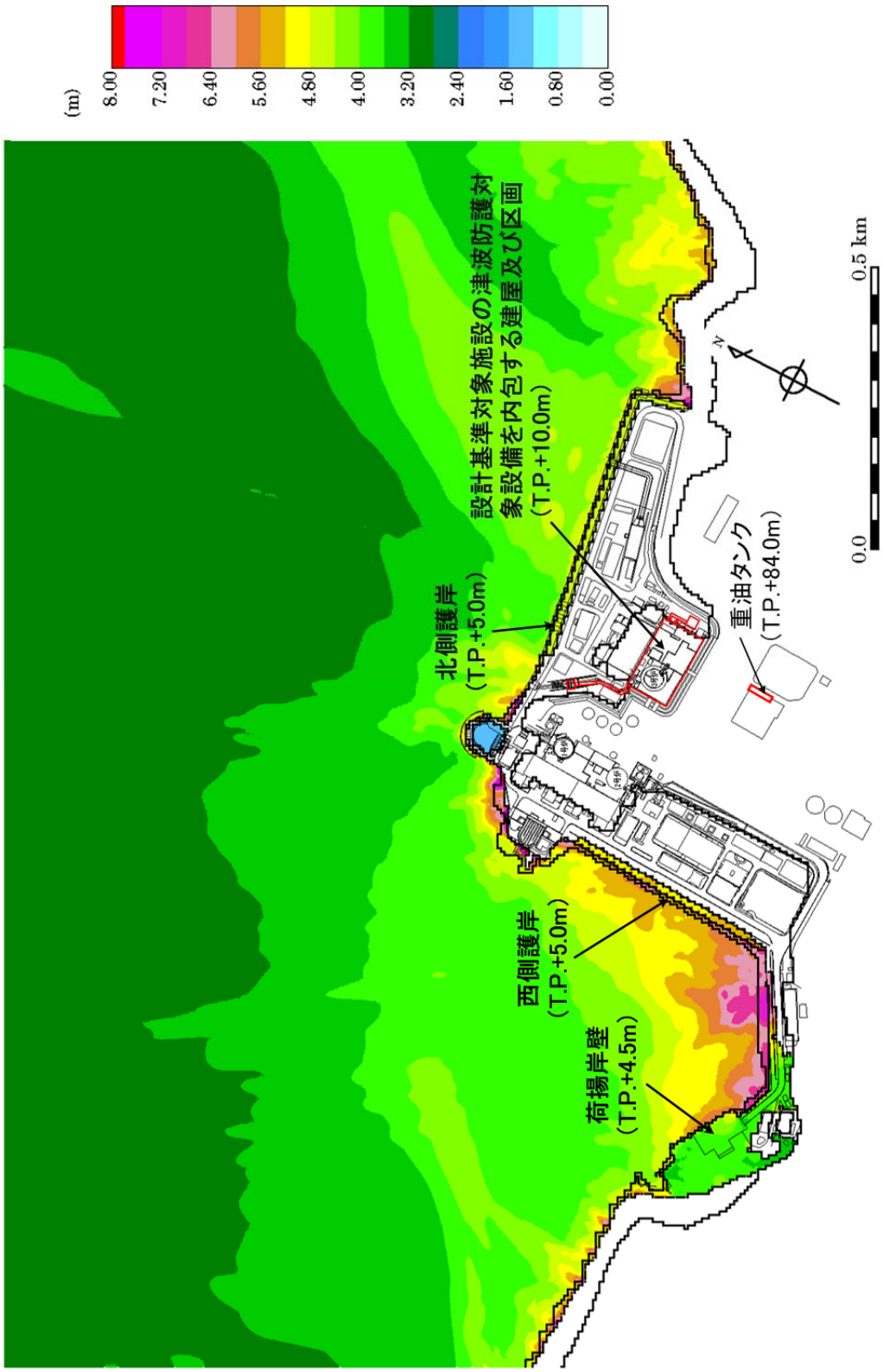


第 1.5.4 図　放水ピット時刻歴波形（上昇側）



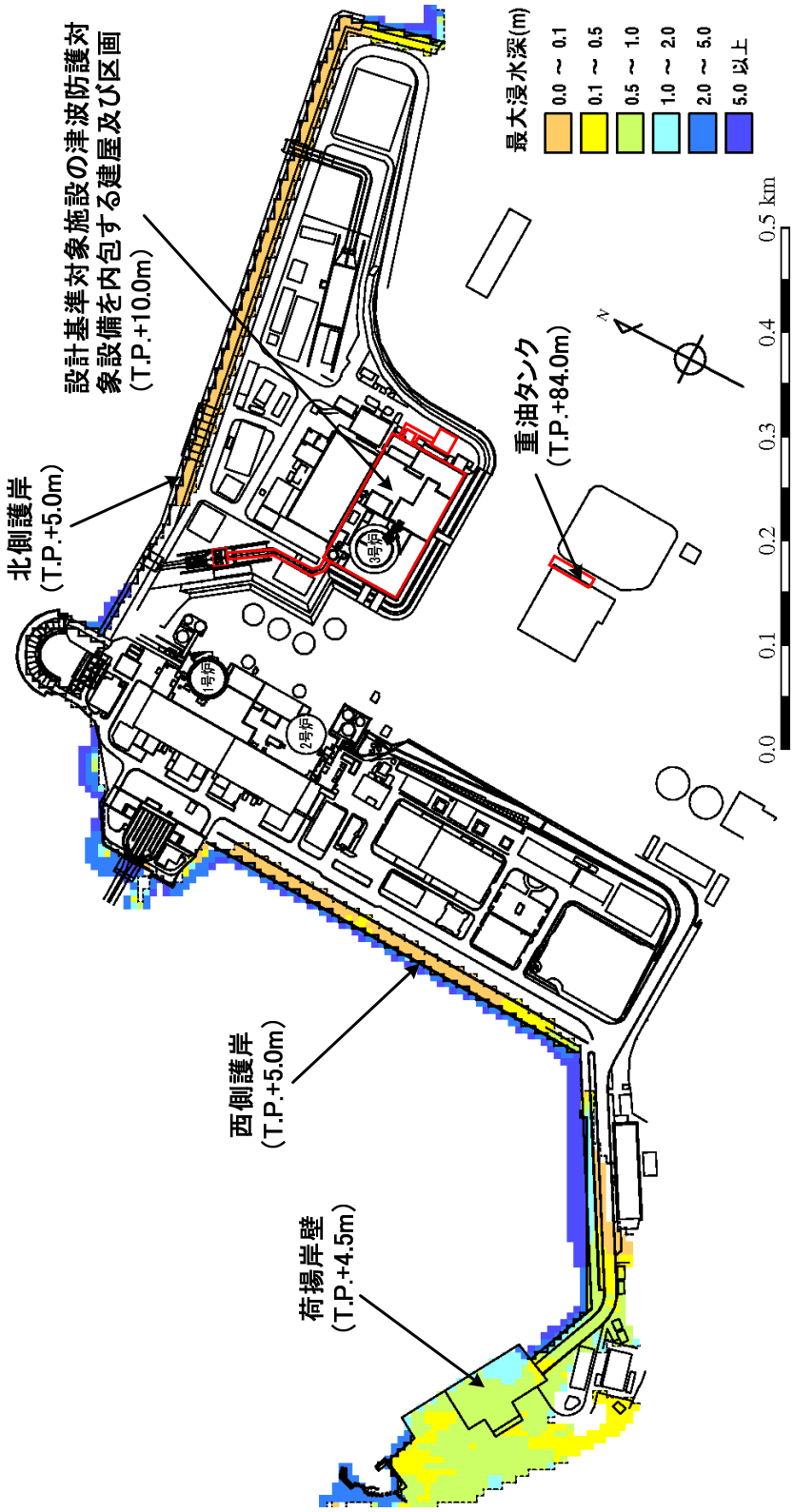
第 1.5.5 図　海水ピット時刻歴波形（下降側）

【説明資料（1.6　図 1-6-2:P 別添 1-55)】



第 1.5.6 図　基準津波による最高水位分布

【説明資料（1.6　図 1-6-3:P 別添 1-57)】



第 1.5.7 図　基準津波による最大浸水深分布

【説明資料（1.6　図 1-6-4:P 別添 1-57)】

第 1.5.8 図　敷地の特性に応じた津波防護の概要

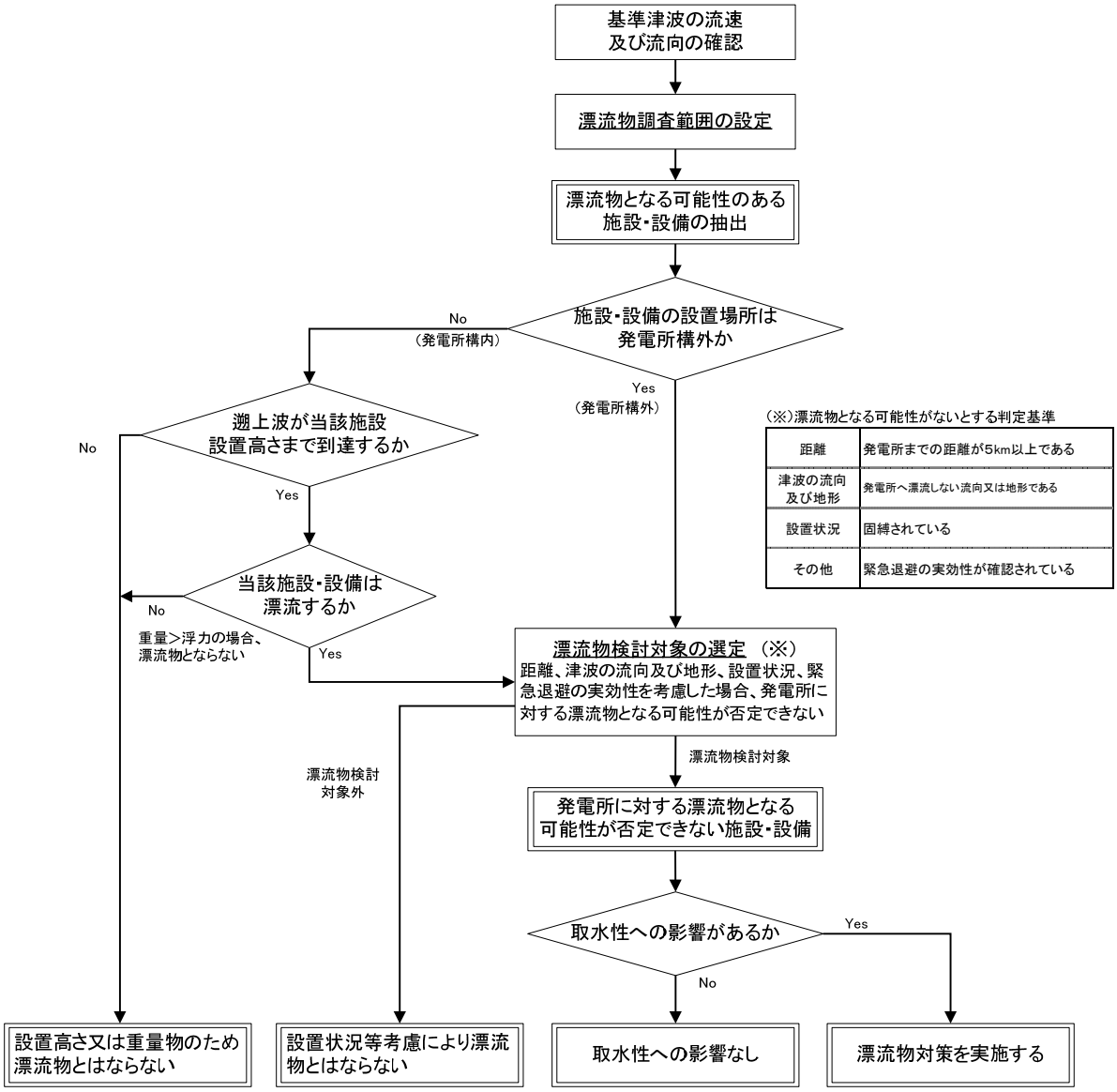
【説明資料（2.2　図 2-2-1:P 別添 1-61)】

第 1.5.9 図　海水ポンプエリアの浸水対策の概要（断面図）

【説明資料（3.2　図 3-2-3:P 別添 1-71)】

第 1.5.10 図　海水ポンプエリアの浸水対策の概要（平面図）

【説明資料（3.2　図 3-2-5:P 別添 1-72)】



第 1.5.11 図　漂流物評価フロー

【説明資料（6.2　図 6-2-7:P 別添 1-138)】

（３） 適合性説明

（津波による損傷の防止）

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

適合のための設計方針

基準津波は，最新の科学的・技術的知見を踏まえ，波源海域から敷地周辺までの海底地形，地質構造及び地震活動性等の地震学的見地から想定することが適切なものとして策定する。

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

耐津波設計としては，以下の方針とする。

(1) 設計基準対象施設の津波防護対象設備（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) 取水･放水施設及び地下部等において,漏水する可能性を考慮の上,漏水による浸水範囲を限定して，重要な安全機能への影響を防止する設計とする。

(3) 上記(1)及び(2)に規定するものの他,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については，浸水対策を行うことにより津波による影響等から隔離する。そのため，浸水防護重点化範囲を明確化するとともに，津波による溢水を考慮した浸水範囲及び浸水量を保守的に想定した上で，浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路及び浸水口（扉，開口部，貫通口等）を特定し，それらに対して必要に応じ浸水対策を施す設計とする。

(4) 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響を防止する設計とする。そのため，海水ポンプについては，基準津波による水位の低下に対して，海水ポンプ取水可能水位を維持するため海水ピット堰を設置し，海水ポンプが機能保持でき，かつ冷却に必要な海水が確保できる設計とする。また，基準津波による水位変動に伴う砂の移動・堆積及び漂流物に対して海水取水口，海水取水路及び海水ピットの通水性が確保でき，かつ海水取水口からの砂の混入に対して海水ポンプが機能保持できる設計とする。

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

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

(7) 津波防護施設,浸水防止設備及び津波監視設備の設計における荷重の組み合わせを考慮する自然現象として，津波（漂流物含む)，地震（余震)，風及び積雪を考慮し，これらの自然現象による荷重を組み合わせる。漂流物の衝突荷重については，海水取水路及び海水ピット内の構造物について，漂流物となる可能性を評価の上，その設置場所，構造等を考慮して，組み合わせる。なお，発電所構外の漂流物は，海水取水口呑口に到達しないことから，海水取水口には流入せず，衝突荷重として考慮する必要はない。風荷重及び積雪荷重については，施設の設置場所，構造等を考慮して，組み合わせる。

(8) 津波防護施設,浸水防止設備及び津波監視設備の設計並びに海水ポンプの取水性の評価に当たっては，入力津波による水位変動に対して朔望平均潮位を考慮して安全側の評価を実施する。なお，その他の要因による潮位変動についても適切に評価し考慮する。また，地震により陸域の隆起又は沈降が想定される場合，想定される地震の震源モデルから算定される敷地の地殻変動量を考慮して安全側の評価を実施する。

1.3　気象等

該当なし

1.4　設備等（手順等含む）

10.6　津波及び内部溢水に対する浸水防護設備

10.6.1　津波に対する防護設備

10.6.1.1　設計基準対象施設

10.6.1.1.1　概要

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

津波から防護する設備は，クラス１，クラス２設備並びに津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備を含む耐震Ｓクラスに属する設備（以下「設計基準対象施設の津波防護対象設備」という。）とする。

津波の敷地への流入防止は，設計基準対象施設の津波防護対象設備（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の地上部からの到達，流入の防止及び取水路，放水路等の経路からの流入の防止対策を講じる。

漏水による安全機能への影響防止は，取水・放水施設，地下部等において，漏水の可能性を考慮の上，漏水による浸水範囲を限定して，重要な安全機能への影響を防止する対策を講じる。

津波防護の多重化として，上記２つの対策のほか，設計基準対象施設の津波防護対象設備（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において，浸水防護をすることにより津波による影響等から隔離する対策を講じる。

水位低下による安全機能への影響防止は,水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響を防止する対策を講じる。

10.6.1.1.2　設計方針

設計基準対象施設は,基準津波に対して安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。

耐津波設計に当たっては，以下の方針とする。

(1) 設計基準対象施設の津波防護対象設備（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。

具体的な設計内容を以下に示す。

a.　設計基準対象施設の津波防護対象設備（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。

【別添資料（3.1:P 別添 1-63～65)】

b.　上記 a.の遡上波については，敷地及び敷地周辺の地形及びその標

高,河川等の存在並びに地震による広域的な隆起･沈降を考慮して，遡上波の回り込みを含め敷地への遡上の可能性を検討する。また，地震による変状又は繰り返し襲来する津波による洗掘・堆積により地形又は河川流路の変化等が考えられる場合は，敷地への遡上経路に及ぼす影響を検討する。

【別添資料（1.3:P 別添 1-17～22)】

c.　取水路又は放水路等の経路から，津波が流入する可能性について検討した上で，流入の可能性のある経路（扉，開口部，貫通口等）を特定し，必要に応じ浸水対策を施すことにより，津波の流入を防止する設計とする。

【別添資料（3.2:P 別添 1-66～87)】

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

具体的な設計内容を以下に示す。

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

【別添資料（4.1:P 別添 1-88～93)】

b.　浸水想定範囲の周辺に設計基準対象施設の津波防護対象設備がある場合は，防水区画化するとともに，必要に応じて浸水量評価を実施し，安全機能への影響がないことを確認する。

【別添資料（4.2:P 別添 1-94～101)】

c.　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，必要に応じ排水設備を設置する。

【別添資料（4.3:P 別添 1-102)】

(3) 上記(1)及び(2)に規定するものの他,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については，浸水対策を行うことにより津波による影響等から隔離する。そのため，浸水防護重点化範囲を明確化するとともに，津波による溢水を考慮した浸水範囲及び浸水量を保守的に想定した上で，浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路及び浸水口（扉，開口部，貫通口等）を特定し，それらに対して必要に応じ浸水対策を施す設計とする。

【別添資料（5.1～5.2:P 別添 1-106～126)】

(4) 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響を防止する設計とする。そのため，海水ポンプについては，基準津波による海水ピット水位の低下に対して，海水ポンプ取水可能水位を維持するため海水ピット堰を設置し，海水ポンプが機能保持でき，かつ冷却に必要な海水が確保できる設計とする。また，基準津波による水位変動に伴う砂の移動・堆積及び漂流物に対して海水取水口，海

水取水路及び海水ピットの通水性が確保でき，かつ海水取水口からの砂の混入に対して海水ポンプが機能保持できる設計とする。

【別添資料（6.1～6.2:P 別添 1-127～175)】

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

具体的な設計内容を以下に示す。

a. 「津波防護施設」は，海水ピット堰とする。「浸水防止設備」は，海水ポンプエリア水密扉，海水ポンプエリア水密ハッチ，原子炉建屋水密扉，原子炉補助建屋水密扉，床ドレンライン逆止弁及び貫通部止水処置とする。また，「津波監視設備」は，海面監視カメラ及び耐震型海水ピット水位計とする。

【別添資料（2.2 図 2-2-1:P 別添 1-61)】

b. 入力津波については，基準津波の波源からの数値計算により，各施設・設備の設置位置において算定される時刻歴波形とする。

数値計算に当たっては，敷地形状，敷地沿岸域の海底地形，津波の敷地への浸入角度，河川の有無，陸上の遡上・伝播の効果及び伝播経路上の人工構造物等を考慮する。また，津波による港湾内の局所的な海面の固有振動による励起を適切に評価し考慮する。

【別添資料（1.4:P 別添 1-23～37)】

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

【別添資料（8.1:P 別添 1-179～205)】

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

【別添資料（8.2:P 別添 1-206～229)】

e.　津波監視設備については，津波の影響（波力及び漂流物の衝突）に対して，影響を受けない位置への設置及び影響の防止策・緩和策等を検討し，入力津波に対して津波監視機能が十分に保持できる設計とする。

【別添資料（8.3:P 別添 1-230～238)】

f.　津波防護施設の外側の発電所敷地内及び近傍において建物・構築物及び設置物等が破損，倒壊及び漂流する可能性がある場合には，津波防護施設及び浸水防止設備に波及的影響を及ぼさないよう，漂流防止措置又は津波防護施設及び浸水防止設備への影響の防止措置を施す設計とする。

【別添資料（8.4.2:P 別添 1-241)】

g.　上記 c.，d.及び f.の設計等においては，耐津波設計上の十分な裕度を含めるため，各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重（浸水高，波力・波圧，洗掘力，浮力等）について，入力津波による荷重から十分な余裕を考慮して設定する。また，余震の発生の可能性を検討した上で，必要に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組み合わせを考慮する。さらに，入力津波の時刻歴波形に基づき，津波の繰返しの襲来による作用が津波防護機能及び浸水防止機能へ及ぼす影響について検討する。

【別添資料（8.4.1: P 別添 1-239～240)】

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

【別添資料（8.2～8.3:P 別添 1-206～238)】

(7) 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備の設計における荷重の組み合わせを考慮する自然現象として，津波（漂流物含む)，地震（余震)，風及び積雪を考慮し，これらの自然現象による荷重を組み合わせる。漂流物の衝突荷重については，海水取水路及び海水ピット内の構造物について，漂流物となる可能性を評価の上，その設置場所，構造等を考慮して，組み合わせる。なお，発電所構外の漂流物は，海水取水口呑口に到達しないことから，海水取水口には流入

せず，衝突荷重として考慮する必要はない。風荷重及び積雪荷重については，施設の設置場所，構造等を考慮して，組み合わせる。

(8) 津波防護施設,浸水防止設備及び津波監視設備の設計並びに海水ポンプの取水性の評価に当たっては，入力津波による水位変動に対して朔望平均潮位を考慮して安全側の評価を実施する。なお，その他の要因による潮位変動についても適切に評価し考慮する。また，地震により陸域の隆起又は沈降が想定される場合，想定される地震の震源モデルから算定される敷地の地殻変動量を考慮して安全側の評価を実施する。

【別添資料（1.5:P 別添 1-38～53)】

10.6.1.1.3　主要設備

(1)　海水ピット堰

基準津波による海水ピット内水位低下時に，海水ポンプ取水可能水位を維持し，海水ポンプの継続運転が可能な取水量を十分確保できる設計とするため，海水ピット内に海水ピット堰を設置する。海水ピット堰の設計においては，基準地震動による地震力及び入力津波に対して津波防護機能が十分に保持できる設計とする。また，その構造に応じ，波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し，越流時の耐性にも配慮した上で,入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できる設計とする。

(2)　海水ポンプエリア水密扉

津波が海水取水路から除塵装置エリアを経由して，海水ポンプエリ

アへ流入することを防止し，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，海水ポンプエリア水密扉を除塵装置エリアから海水ポンプエリアへの連絡通路に設置する。海水ポンプエリア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に保持できる設計とする。また，浸水時及び冠水時の波圧等に対する耐性を評価し，越流時の耐性にも配慮した上で，入力津波に対する浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。

(3)　海水ポンプエリア水密ハッチ

津波が海水取水路から海水ポンプエリアへ流入することを防止し，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，海水ポンプエリア水密ハッチを海水ポンプエリア床面に設置する。海水ポンプエリア水密ハッチの設計においては，基準地震動による地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。また，浸水時及び冠水時の波圧等に対する耐性を評価し，越流時の耐性にも配慮した上で，入力津波に対する浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。なお，海水ポンプエリア水密ハッチはボルトにより常時閉止する構造とする。

(4)　原子炉建屋水密扉

タービン建屋から浸水防護重点化範囲への津波・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，原子炉建屋水密扉を原子炉建屋に設置する。原子炉建屋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に保持できる設計とする。また，浸水時及び冠水時の波圧等に対する耐性を評価し,入力津波に対する浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。

(5)　原子炉補助建屋水密扉

タービン建屋から浸水防護重点化範囲への津波・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，原子炉補助建屋水密扉を原子炉補助建屋に設置する。原子炉補助建屋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に保持できる設計とする。また，浸水時及び冠水時の波圧等に対する耐性を評価し，入力津波に対する浸水防止機能が十分に保持できる設計とする。

上記(1)～(5)の各施設・設備の設計における許容限界は，地震後，津波後の再使用性や，津波の繰返し作用を想定し，当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう，各施設・設備を構成する材料が弾性域内に収まることを基本とする。

各施設・設備の設計，評価に使用する津波荷重の設定については，入力津波が有する数値計算上の不確かさ及び各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重の算定過程に介在する不確かさを考慮する。

入力津波が有する数値計算上の不確かさの考慮に当たっては，各施設・設備の設置位置で算定された津波の高さを安全側に評価して入力津波を設定することで，不確かさを考慮する。

各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重の算定過程に介在する不確かさの考慮に当たっては，入力津波の荷重因子である浸水高，速度，衝撃力等を安全側に評価することで，不確かさを考慮し，荷重設定に考慮している余裕の程度を検討する。

【別添資料（1.4:P 別添 1-23～37）（8.4: P 別添 1-239～241）】

10.6.1.1.4　主要仕様

主要設備の仕様を第 10.6.1 表に示す。

10.6.1.1.5　試験検査

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

10.6.1.1.6　手順等

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

(1) 水密扉については，開放後の確実な閉止操作，中央制御室における閉止状態の確認及び閉止されていない状態が確認された場合の閉止操作の手順等を定める。

(2) 燃料等輸送船に関し，津波警報等が発令された場合において，荷役作業を中断し，陸側作業員及び輸送物を退避させるとともに，緊急離岸する船側と退避状況に関する情報連絡を行う手順等を定める。

(3) 海面監視カメラ及び耐震型海水ピット水位計による津波の襲来状況の監視に係る運用手順等を定める。

第 10.6.1 表　浸水防護設備の設備仕様

(1)　海水ピット堰（非常用取水設備と兼用）

種　　類	鋼製堰
材　　料	炭素鋼
個　　数	２

(2)　海水ポンプエリア水密扉

種　　類	片開扉
材　　料	ステンレス鋼
個　　数	２

(3)　海水ポンプエリア水密ハッチ

種　　類	閉止板
材　　料	ステンレス鋼
個　　数	４

(4)　原子炉建屋水密扉

種　　類	片引扉
材　　料	炭素鋼
個　　数	１

(5)　原子炉補助建屋水密扉

種　　類	片開扉 両開扉
材　　料	炭素鋼
個　　数	６

別添１

伊方発電所３号炉

耐津波設計方針について

＜目　　次＞

Ⅰ．はじめに

Ⅱ．耐津波設計方針
１．基本事項
１．１　津波防護対象の選定
１．２　敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等
１．３　基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域
１．４　入力津波の設定
１．５　津波防護にあたっての考慮事項（水位変動、地殻変動）
１．６　設計または評価に用いる入力津波

２．基本方針
２．１　敷地の特性に応じた津波防護の基本方針
２．２　敷地の特性に応じた津波防護の概要

３．津波の敷地への流入防止（外郭防護１）
３．１　遡上波の地上部からの到達、流入の防止
３．２　取水路、放水路等の経路からの津波の流入防止

４．漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護２）
４．１　漏水対策及び浸水想定範囲
４．２　安全機能への影響確認
４．３　排水設備設置の検討

５．重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）
５．１　浸水防護重点化範囲の設定
５．２　浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策

６．水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止
６．１　原子炉補機冷却海水系の取水性
６．２　津波の二次的な影響による原子炉補機冷却海水系の機能保持確認

７．津波監視
７．１　津波監視の方針

8．施設・設備の設計・評価の方針
8．1　津波防護施設の設計
8．2　浸水防止設備の設計
8．3　津波監視設備の設計
8．4　施設・設備等の設計・評価に係る検討事項

（資料）

－１　審査ガイドとの整合性（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
－３　管路解析の詳細について
－４　管路解析の条件設定について
－５　波源の位置の不確かさに関する考察
－６　水平渦動粘性係数及び水深データの差異による影響の考察
－７　護岸の概要と埋立土の流出防止対策
－８　地震時における護岸変形量の評価方法
－９　港湾内の局所的な海面の励起について
－10　観測地点「長浜」と「松山」の年最高潮位について
－11　津波防護対策の設備の位置付けについて
－12　浸水対策箇所の位置等
－13　水密扉の運用管理について
－14　海水ポンプ水理試験
－15　海水ポンプ停止の運用手順
－16　海上ボーリング調査の結果に基づく堆積砂の平均粒径について
－17　海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について
－18　漂流物の衝突荷重を考慮する場合の対象物について
－19　燃料等輸送船の係留索の耐力について
－20　燃料等輸送船の喫水と津波高さとの関係について
－21　海水ピットの有効面積の算出について
－22　海水ポンプ運転可能時間の計算
－23　海水ピット堰の信頼性について
－24　実機大試験結果
－25　津波防護施設及び浸水防止設備の設計時の荷重の組み合わせについて
－26　重大事故等対処施設の津波防護について
－27　伊方発電所３号炉津波漂流物となる可能性のある施設・設備の現地調査の不備について

Ⅰ．はじめに

本資料は、伊方発電所３号炉における耐津波設計方針について示すものである。

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

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

本資料においては、伊方発電所３号炉の設計基準対処施設が安全上重要な施設として、津波に対する防護対策が審査ガイドに沿った検討方針及び検討結果であることを確認することにより、津波防護が達成されていることを確認する。（図 1）

なお、設置許可基準規則第 40 条には、重大事故等対処施設に関して、基準津波に対して重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものでなければならないと規定され、さらに、設置許可基準規則第 43 条には、可搬型重大事故等対処設備に関して、防護要求が規定されている。これらに対する耐津波設計方針ついては、当該条文における基準適合性説明資料に示す。

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

なお、入力津波の策定にあたり、水位上昇側・下降側ともに「敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯：海域部）に想定される地震に伴う津波」、「伊予灘沿岸部の地すべりに伴う津波」、及び両ケースの重ね合わせによる「重畳津波」のうち、各着目地点における最も厳しいケースを選定し、基準津波として用いている。（図 2、表 1）

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

※2　実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈

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

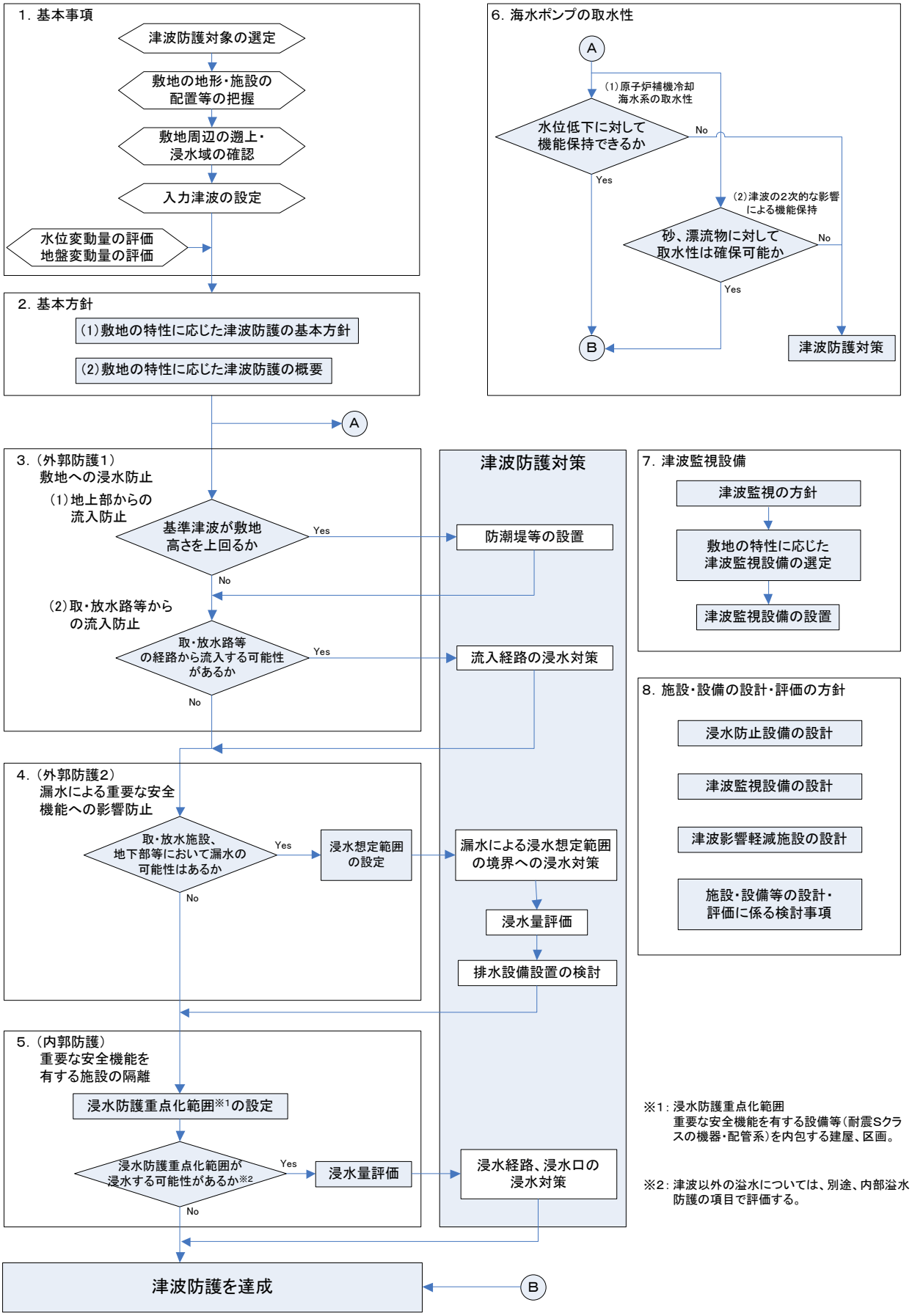


図１　耐津波設計の基本フロー図

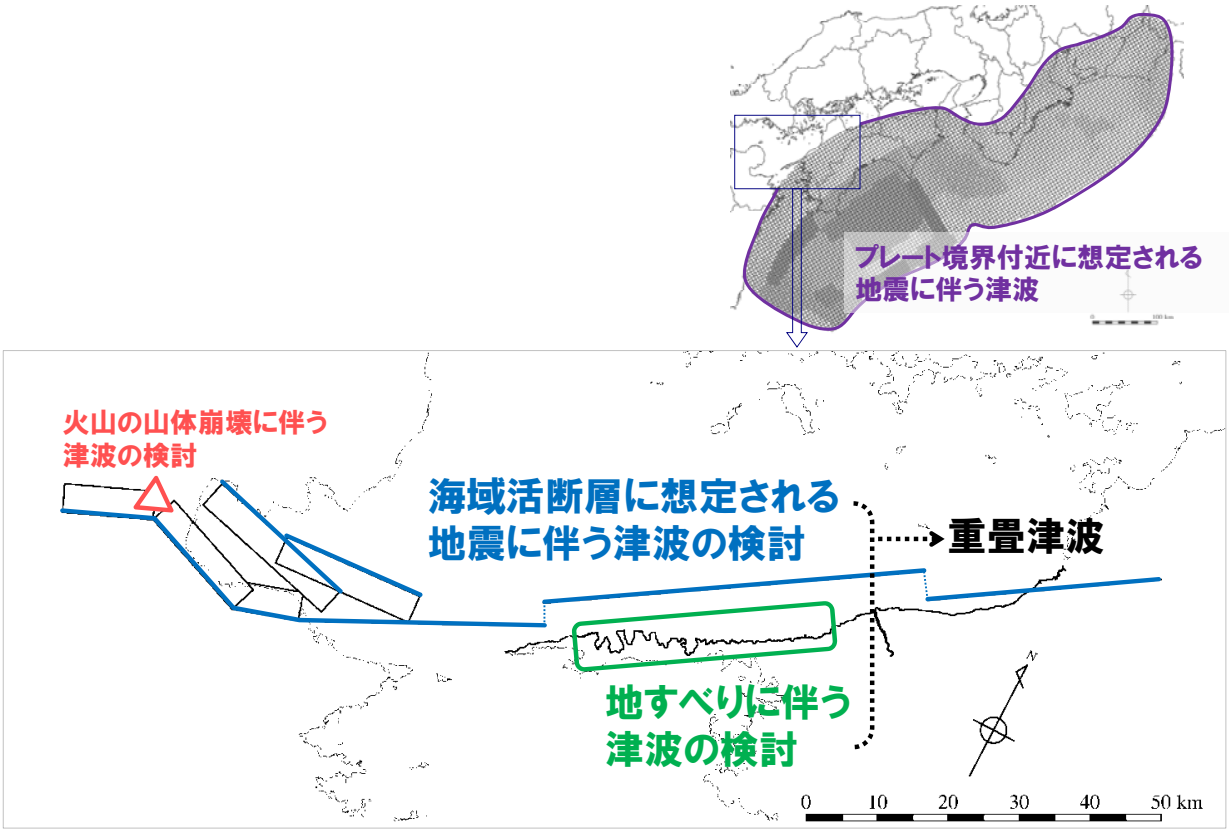


図２　伊方発電所３号炉の基準津波

表１　基準津波の一覧

名称	波源及び検討ケース	一次評価地点					二次評価地点			
		水位 上昇側				水位 下降側	水位 上昇側			水位 下降側
		３号炉 敷地前面	３号炉 海水 取水口	３号炉 Ｔ／Ｂ 復水器 取水先端	３号炉 放水口	３号炉 海水 取水口	３号炉 海水 ピット ポンプ室	３号炉 取水 ピット	３号炉 放水 ピット	３号炉 海水 ピット ポンプ室
重畳津波（「敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯：海域部）に想定される地震に伴う津波」と「伊予灘沿岸部の地すべりに伴う津波」を重畳させた津波）										
基準津波１	重畳ケースＣ	T.P.+8.12m [−0.36m]		T.P.+4.21m [−0.36m]				T.P.+4.87m [−0.36m]		
基準津波２	重畳ケースＢ		T.P.+5.46m [−0.40m]							
基準津波３	重畳ケースＤ				T.P.+4.69m [−0.40m]					
基準津波４	重畳ケースＥ					T.P.−4.60m [+0.34m]				T.P.−3.26m [+0.34m]
海域の活断層に想定される地震に伴う津波（敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯：海域部）に想定される地震に伴う津波）										
基準津波５	傾斜角※：北 85 度 すべり角※：165 度						T.P.+4.30m [−0.40m]		T.P.+4.07m [−0.39m]	

各評価地点の最高水位・最低水位を示しており，これ以外は空欄としている。水位上昇側は朔望平均満潮位（T.P.+1.62m）を考慮し，水位下降側は朔望平均干潮位（T.P.-1.69m）を考慮した値。[　]内の数値は伊方発電所における地盤変動量（+が隆起，－が沈降）。

重畳ケースＢ　傾斜角※：北 85 度，すべり角※：165 度，地すべり地点：④（亀浦），評価手法：二層流，時間差：79 秒
重畳ケースＣ　傾斜角※：北 80 度，すべり角※：165 度，地すべり地点：⑤（立神岩），評価手法：二層流，時間差：15 秒
重畳ケースＤ　傾斜角※：北 85 度，すべり角※：165 度，地すべり地点：⑤（立神岩），評価手法：二層流，時間差：12 秒
重畳ケースＥ　傾斜角※：北 75 度，すべり角※：195 度，地すべり地点：③（海岬），評価手法：二層流，時間差：71 秒

※　敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯：海域部）のうち敷地前面海域の断層群及び伊予セグメントのパラメータであり，別府－万年山断層帯は基準断層モデルと同じ。

1．基本事項

1．1　津波防護対象の選定

【規制基準における要求事項等】

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

【検討方針】

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

このため、設計基準対象施設のうち津波から防護すべき設備を図 1-1-1 のフローに基づき選定する。

【検討結果】

安全機能を有する設備としては、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」に基づく安全重要度分類のクラス１，クラス２及びクラス３に属する設備が該当する。このうち、クラス３に属する設備については、損傷した場合を考慮して、代替設備により必要な機能を確保する等の対応を行う設計とすることから、クラス１及びクラス２に属する設備を防護対象とする。

このため、設計基準対象施設のうち、津波から防護すべき設備は、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を含む耐震Ｓクラスの設備並びに安全重要度分類のクラス１及びクラス２に属する設備とする。設計基準対象施設のうち、津波から防護する設備を「設計基準対象施設の津波防護対象設備」とする。主な設備リストを表 1-1-1 に示し、資料－２に津波防護対象設備の配置等を示す。

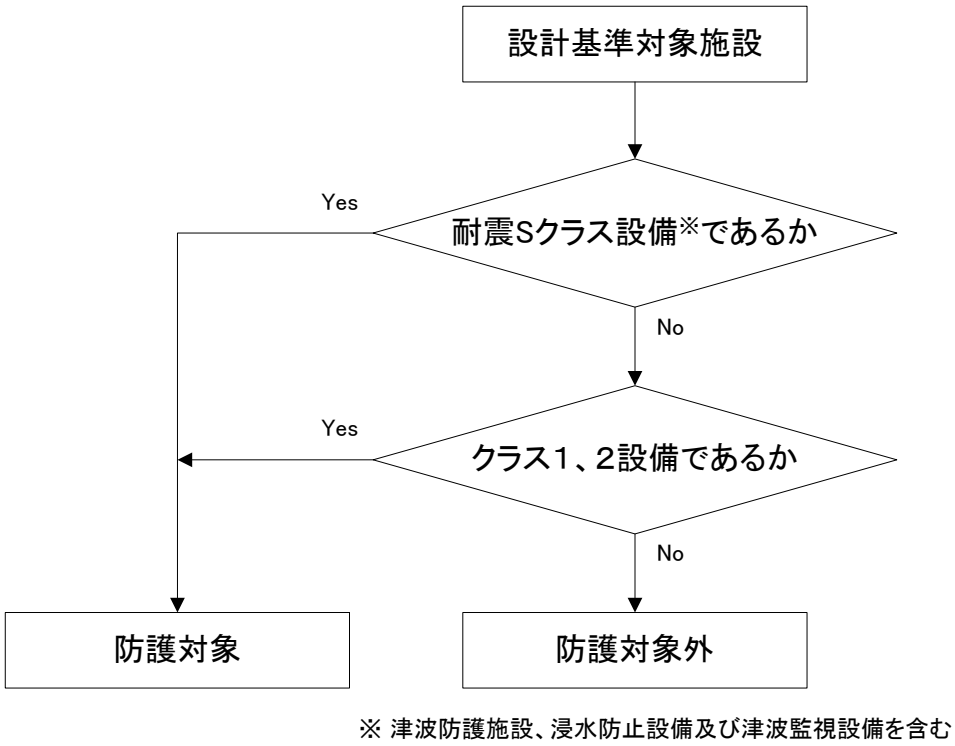


図 1-1-1　津波防護対象の選定フロー

表 1-1-1　主な設計基準対象施設の津波防護対象設備リスト

機　器　名　称
１．原子炉本体
２．核燃料物質の取扱施設および貯蔵施設
３．原子炉冷却系統施設
（１）一次冷却材の循環設備
（２）主蒸気・主給水設備
（３）余熱除去設備
（４）安全注入設備
（５）化学体積制御設備
（６）原子炉補機冷却設備
（７）補助給水設備
４．計装制御系統施設
（１）制御材及び制御材駆動装置
（２）ほう酸注入機能を有する設備
（３）計測装置
（４）制御用空気設備
５．放射性廃棄物の廃棄施設
６．放射線管理施設
（１）放射線管理用計測装置
（２）換気設備
７．原子炉格納施設
（１）原子炉格納施設
（２）圧力低減装置
８．その他発電用原子炉の附属施設
（１）非常用電源設備
９．その他

1．2　敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等

【規制基準における要求事項等】

敷地及び敷地周辺の図面等に基づき、以下を把握する。

(1) 敷地及び敷地周辺の地形、標高並びに河川の存在

(2) 敷地における施設（以下、例示）の位置、形状等

① 設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画

② 重要な安全機能を有する屋外設備

③ 津波防護施設（防潮堤、防潮壁等）

④ 浸水防止設備（水密扉等）※

⑤ 津波監視設備（潮位計、取水ピット水位計等）　※

※ 基本設計段階で位置が特定されているもの

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

(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

【検討方針】

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

(1) 敷地及び敷地周辺の地形、標高並びに河川の存在（検討結果参照）

(2) 敷地における施設の位置、形状等（検討結果参照）

(3) 敷地周辺の人工構造物の位置、形状等（検討結果参照）

【検討結果】

次頁以降に示す。

(1) 敷地及び敷地周辺の地形、標高並びに河川の存在

伊方発電所の敷地は、図 1-2-1～2 に示すとおり、愛媛県の伊予灘に面した佐田岬半島の付け根に位置する。敷地の地形は、おおむね半円形状で標高 200m 前後の山に囲まれた起伏の多い丘陵地である。

伊方発電所の敷地周辺の地形は、標高 300m 程度の山頂から急こう配で海に向かっている。また、敷地前面海域へ流入する河川はないが、東方約 20km 地点に一級河川の肱川がある。

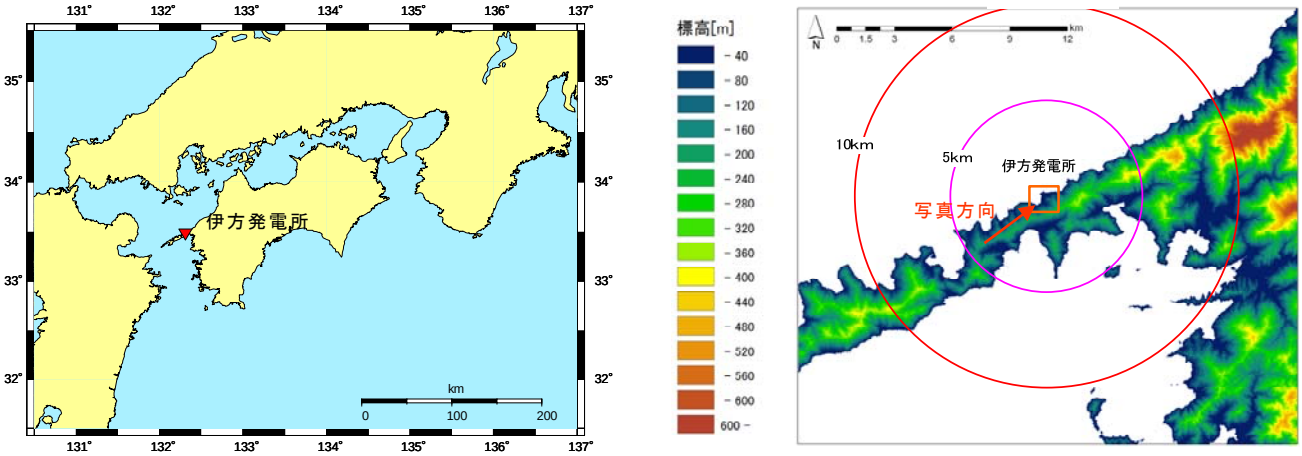


図 1-2-1 伊方発電所の位置

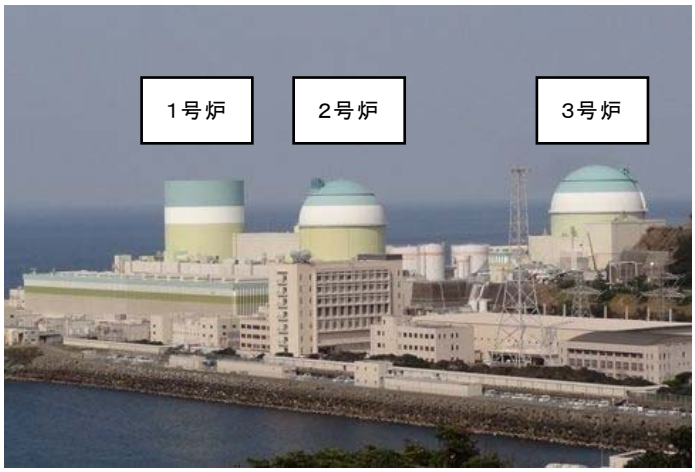


図 1-2-2 伊方発電所の全景写真

(2) 敷地における施設の位置、形状等

伊方発電所の敷地図を図 1-2-3 に示す。伊方３号炉は、１号及び２号炉の東側に位置しており、敷地の北側及び東側が伊予灘に面している。

タービン復水器冷却水の取水口は敷地前面の海底に、また、放水口及び原子炉補機冷却海水取水口は北側護岸に位置する。

施設は、前面海域に対してタービン建屋、原子炉建屋、原子炉補助建屋の順に設置されており、原子炉建屋及び原子炉補助建屋の南側は高台の地盤に面している。

図 1-2-3 伊方発電所の敷地図

伊方発電所の主要な施設を設置している敷地高さは、主にT.P.+10.0m、T.P.+32.0m、T.P.+84.0m の高さに分かれている（図1-2-4)。

このうち設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画はT.P.+10.0mの敷地に設置し、設計基準対象施設の津波防護対象設備のうち屋外設備である海水ポンプは周辺敷地高さT.P.10.0mの海水ポンプエリアに設置する。

図 1-2-4 伊方発電所の敷地高さ

伊方３号炉の建屋断面図を図 1-2-5～6 に示す。

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.+10.0m の敷地に原子炉建屋（原子炉格納施設、原子炉周辺補機等及び燃料取扱棟を含む。）及び原子炉補助建屋を設置する。屋外設備としては、T.P.+10.0m の敷地地下部に海水管ダクト、燃料油貯油槽、燃料油配管ダクトを設置し、T.P.+10.0m の敷地に海水ポンプエリア、原子炉建屋屋上の T.P.+25.9m に補助給水タンク、T.P.+84.0m の敷地に重油タンクを設置する。非常用取水設備として、海水取水口、海水取水路及び海水ピット（海水ピット堰含む。）を設置する。

津波防護施設として、海水ピットに海水ピット堰を設置する。浸水防止設備として、海水ポンプエリアに水密扉、水密ハッチ、床ドレンライン逆止弁の設置及び貫通部止水処置を実施し、海水管ダクトに床ドレンライン逆止弁を設置する。原子炉建屋及び原子炉補助建屋とタービン建屋との境界に水密扉、床ドレンライン逆止弁の設置及び貫通部止水処置を実施する。津波監視設備として、海水ピットの T.P.約+６m に耐震型海水ピット水位計を設置し、原子炉建屋屋上の T.P.+46.8m に海面監視カメラを設置する。敷地内の遡上域の建物・構築物等として、T.P.+4.5m の敷地に雑固体処理建屋等の建屋、荷揚岸壁等を設置する。

図 1-2-5 伊方３号炉の主要断面図（Ａ－Ａ断面）

図 1-2-6 伊方３号炉の主要断面図（Ｂ－Ｂ断面）

(3) 敷地周辺の人工構造物の位置、形状等

港湾施設としては、発電所構内の荷揚岸壁があるが、３号炉本体から南西約 800m に位置しており､燃料等輸送船が不定期に停泊する。発電所構外近傍に大型の港湾施設はない。

敷地前面海域を通過する船舶としては、発電所沖合約 13km に一般航路があり、発電所沖合約 18km に阪神－九州間の定期航路がある。航行ルートを図 1-2-7 に示す。

発電所の敷地境界から東南東約 1.7km に伊方ダムが存在するが、発電所が面する伊予灘側とは丘陵部を挟んだ反対の宇和海側である。

発電所周辺地域の主要道路としては、一般国道 197 号線、一般国道 378 号線、県道鳥井喜々津線等がある。石油コンビナート等の施設は発電所周辺地域にはなく、最も近い地区は発電所北東約 50km の松山地区である。

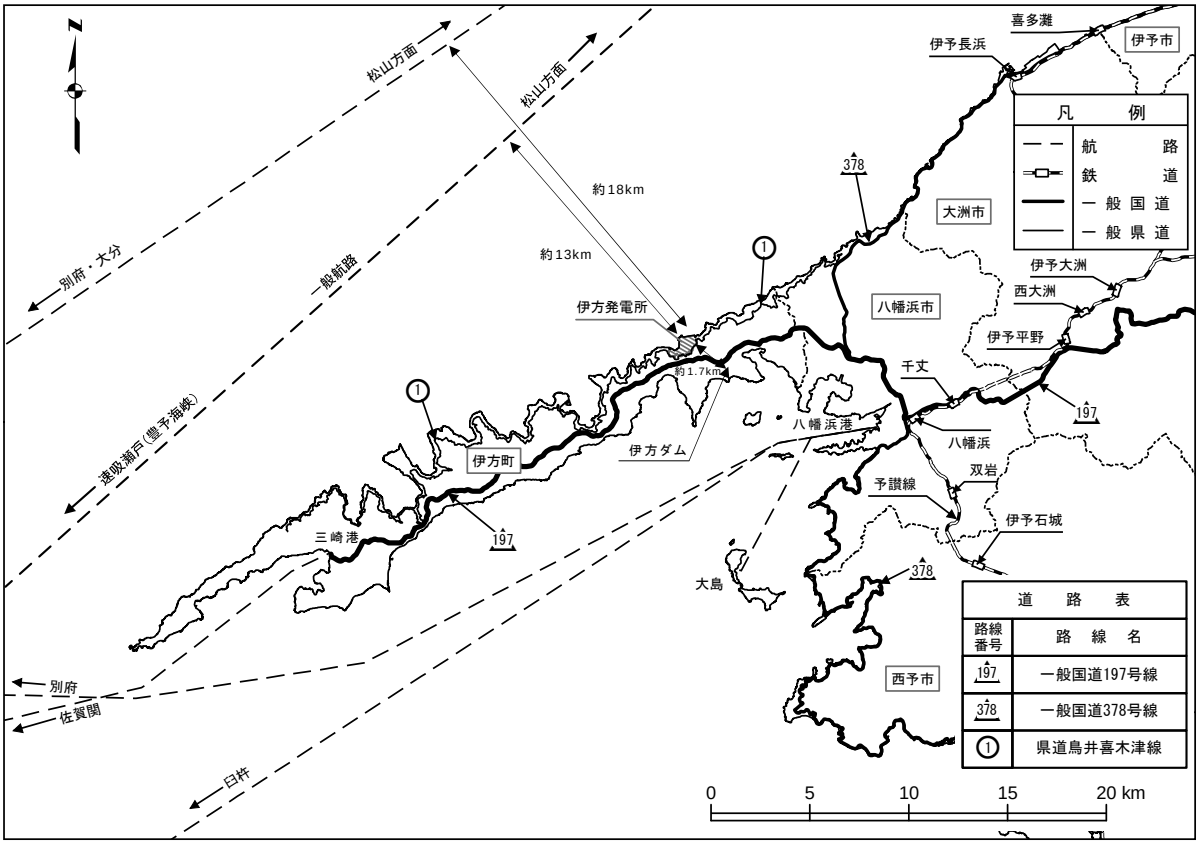


図 1-2-7 伊方発電所周辺の海上交通等

発電所近傍の集落としては、伊方３号炉心から半径３km 以内に 11 集落、半径５km 以内に 22 集落あり、このうち発電所が面する伊予灘側の集落である亀浦、鳥津、伊方越、大成及び足成の５集落には、それぞれ地元の漁業を主とする漁港がある。半径５km 以内の集落及び伊予灘側の漁港の位置を図 1-2-8 に示す。また、伊方３号炉心から各集落までの距離を表 1-2-1 に示す。

発電所近傍の海上には、海上保安庁の巡視船がパトロールしており、周辺の海上設置物としては発電所東側の１箇所に定置網がある。発電所西側の漁港には浮桟橋が５箇所に設置されている。

上記の人工構造物のなかで、津波の襲来に伴って漂流物となる可能性がある「船舶・漁船」については、種類、数量等を現地調査、周辺漁協への聞き取り調査等により網羅的に調査した結果、敷地周辺の漁港に小型の船舶・漁船が約 150 隻係留されている。

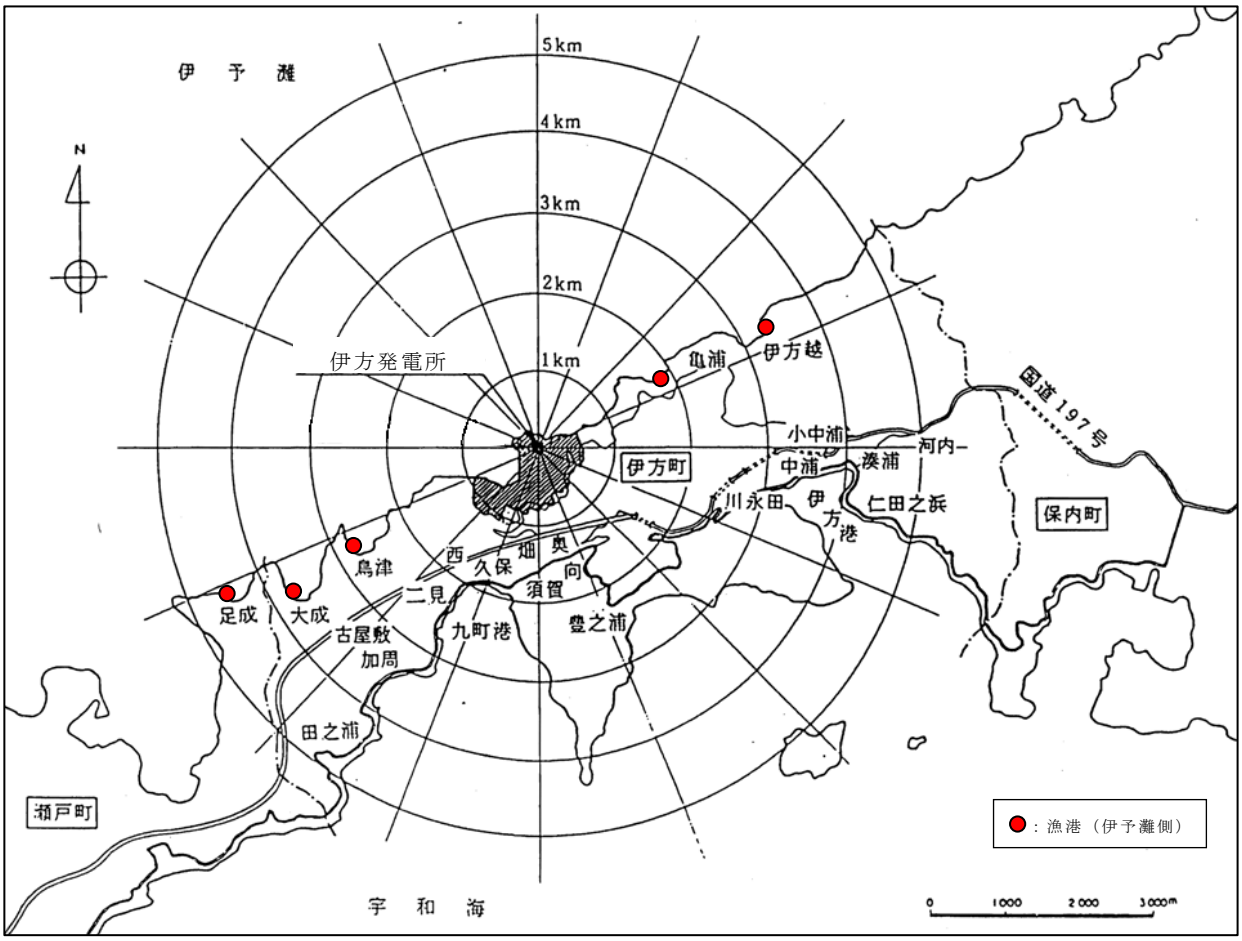


図 1-2-8 伊方発電所敷地付近地図（集落及び漁港の位置）

表 1-2-1 発電所から半径５km 以内の集落の距離

集　　落　　名		発電所からの距離(注) （約 km）	備　考
半径３km以内	奥	1.5	
	向	1.6	
	畑	1.6	
	久保	1.8	
	西	1.8	
	須賀	1.9	
	亀浦	2.0	※漁港
	豊之浦	2.4	
	二見	2.7	
	川永田	2.8	
	鳥津	2.8	※漁港
半径３km～５km以内	伊方越	3.1	※漁港
	中浦	3.3	
	加周	3.5	
	古屋敷	3.6	
	小中浦	3.7	
	大成	3.8	※漁港
	田之浦	4.0	
	湊浦	4.1	
	仁田之浜	4.5	
	足成	4.5	※漁港
	河内	5.0	

（注）伊方３号炉心から集落中心までの距離。

※ 伊予灘側に面する集落であり、かつ漁港がある。

1．3　基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域

(1) 敷地周辺の遡上・浸水域の評価

【規制基準における要求事項等】

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

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

【検討方針】

基準津波による次に示す事項を考慮した遡上解析を実施して、遡上波の回り込みを含め敷地への遡上の可能性を検討する（検討結果参照）。また、基準地震動による被害が津波の遡上に及ぼす影響について検討する。

・敷地及び敷地周辺の地形とその標高
・敷地沿岸域の海底地形
・津波の敷地への浸入角度
・陸上の遡上・伝播の効果
・伝播経路上の人工構造物

【検討結果】

ａ．上記の検討方針について、遡上解析の手法、データ及び条件を以下のとおり確認している。

基準津波による敷地周辺の遡上解析に当たっては、遡上解析上影響を及ぼす斜面や道路等の地形とその標高及び伝播経路上の人工構造物の設置状況を考慮し、遡上域のメッシュサイズ（6.25m）に合わせた形状にモデル化する。モデル化した構造物は、耐震性や耐津波性を有する恒設の人工構造物及び津波の遡上経路に影響する恒設の人工構造物である。その他の津波伝播経路上の人工構造物については、構造物が存在することで津波の影響軽減効果が生じ、遡上範囲を過小に評価する可能性があることから、遡上解析上、保守的な評価となるよう対象外とした。

遡上・伝ぱ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。モデルの作成に際しては、伝ぱ経路上の人工構造物について、図面を基に遡上解析上影響を及ぼす建屋等の構造物を考慮する。

遡上域のメッシュサイズは津波計算の沿岸域のものと同様に 6.25m である。遡上解析で考慮する設備は雑固体処理建屋等、数十メートル程度の大きさであるため、適切な形状にモデル化されている。

敷地沿岸域及び海底地形は、海上保安庁の海図等に加え，平成 25 年 8 月に実施したナローマルチビーム測深による高精度の海底地形調査結果を使用する。

b．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。

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

発電所敷地前面又は津波浸入方向に正対した面における敷地について、その標高の分布と津波の遡上高さの分布を比較すると、遡上波が荷揚岸壁周辺の敷地に地上部から到達、流入する可能性があるが、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画の設置された敷地に地上部から到達、流入する可能性はない。なお、荷揚岸壁周辺の遡上波については、漂流物の影響評価において考慮する。

遡上解析結果については、1.2 から 1.5 に記す事項を考慮のうえ、「1.6 設計又は評価に用いる入力津波」に示す。

(2) 地震・津波による地形等の変化に係る評価

【規制基準における要求事項等】

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

・地震に起因する変状による地形、河川流路の変化

・繰返し襲来する津波による洗掘・堆積により地形、河川流路の変化

【検討方針】

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

・基準地震動に起因する変状による地形の変化

・繰返し襲来する津波による洗掘・堆積による地形の変化

【検討結果】

伊方発電所３号炉の敷地地盤のうち、埋立部については基準地震動 Ss による変形が想定されるため、地質調査結果等を基にした変形量解析を行う方針である。その結果として被害想定を遡上解析の初期条件として設定する方針である（資料－７，８）。また、周辺斜面が、遡上波の敷地への到達に対して障壁となっている箇所はない。なお、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。

遡上域となる荷揚岸壁周辺の敷地上は舗装されているため、繰返し襲来する津波による洗掘や堆積による地形の変化は生じない。

ａ．地震による地形の変化

伊方発電所３号炉の敷地地盤は、切取部（岩盤部）と埋立部から構成されており、埋立部については基準地震動 Ss（平成 25 年 7 月 8 日時点）による変形（水平方向、鉛直方向）が想定されるため、地質調査結果等を基にした変形量解析を行った。

解析対象断面については、埋立部の護岸構造（直立消波ケーソン式混成堤）が全線にわたって同一であることから、護岸背後の埋立部における液状化対象土層厚から、層厚が最も薄い地点（No.①断面）、最も厚い地点（No.②、⑤断面）並びに平均的な厚さの地点（No.③、④断面）を選定した※1（図 1-3-1、資料－７）。

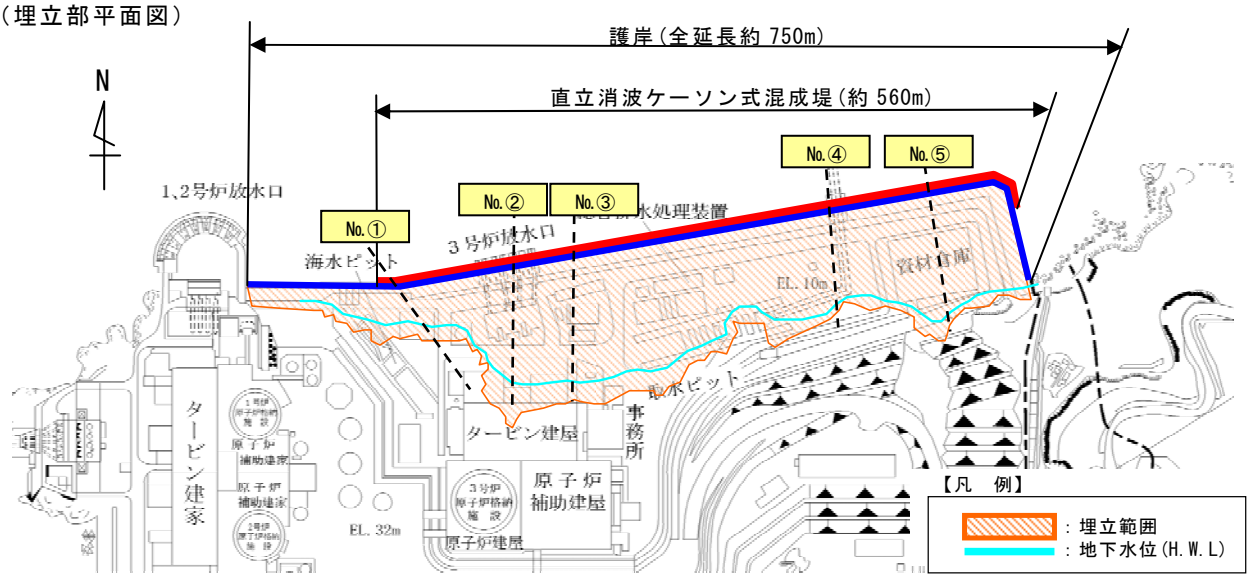
※1 埋立部を東西２つのブロックに区分し、層厚が最も厚い地点と平均的な厚さの地点をそれぞれ選定した。

解析の結果、護岸部における最大水平変位量は約 30cm（海側）、最大沈下量は約 10cm と想定された（図 1-3-2）。

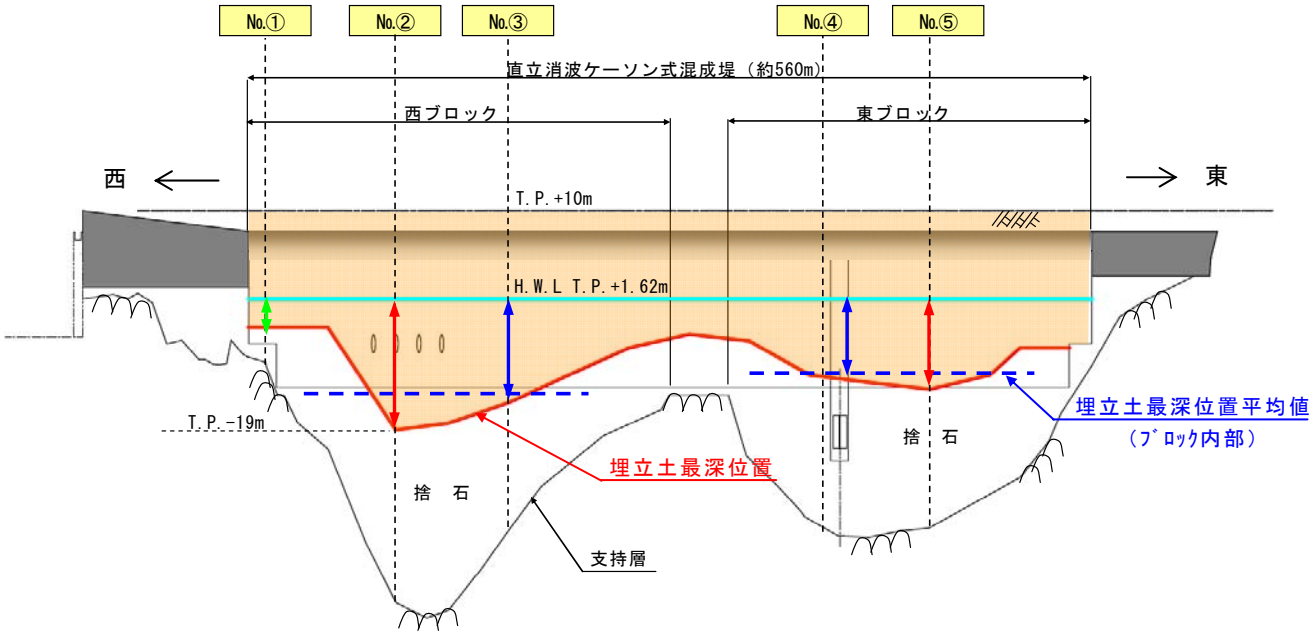
しかしながら、敷地の地形及び施設の配置について「1．2　敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等」で示したとおり、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画は T.P.+10.0m の敷地に設置されており、沈下量が解析結果より若干大きくなったとしても基準津波高さに対して十分余裕があること、また、護岸部の水平変位量も津波解析モデルにおいてその影響を考慮する必要がないほど僅かであることから、入力津波の波源モデルから海域の活断層に想定される地震において生じる地盤変動量を考慮しても、津波による遡上波は地上部から到達、流入しない。

なお、今回実施した変形量解析には、液状化の影響を考慮できる二次元逐次非線形解析（FLIP）を用いた（資料－８）。

（埋立部平面図）



（護岸部縦断面図）



（埋立部断面図）

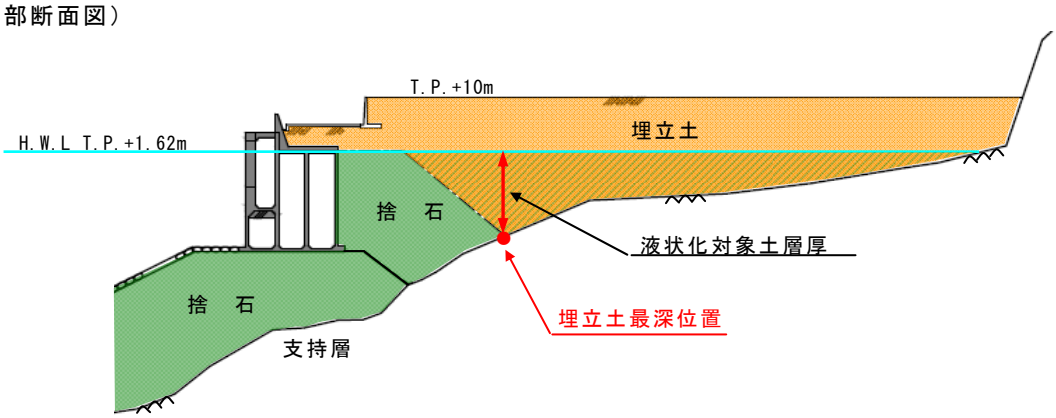


図 1-3-1　解析対象断面位置図

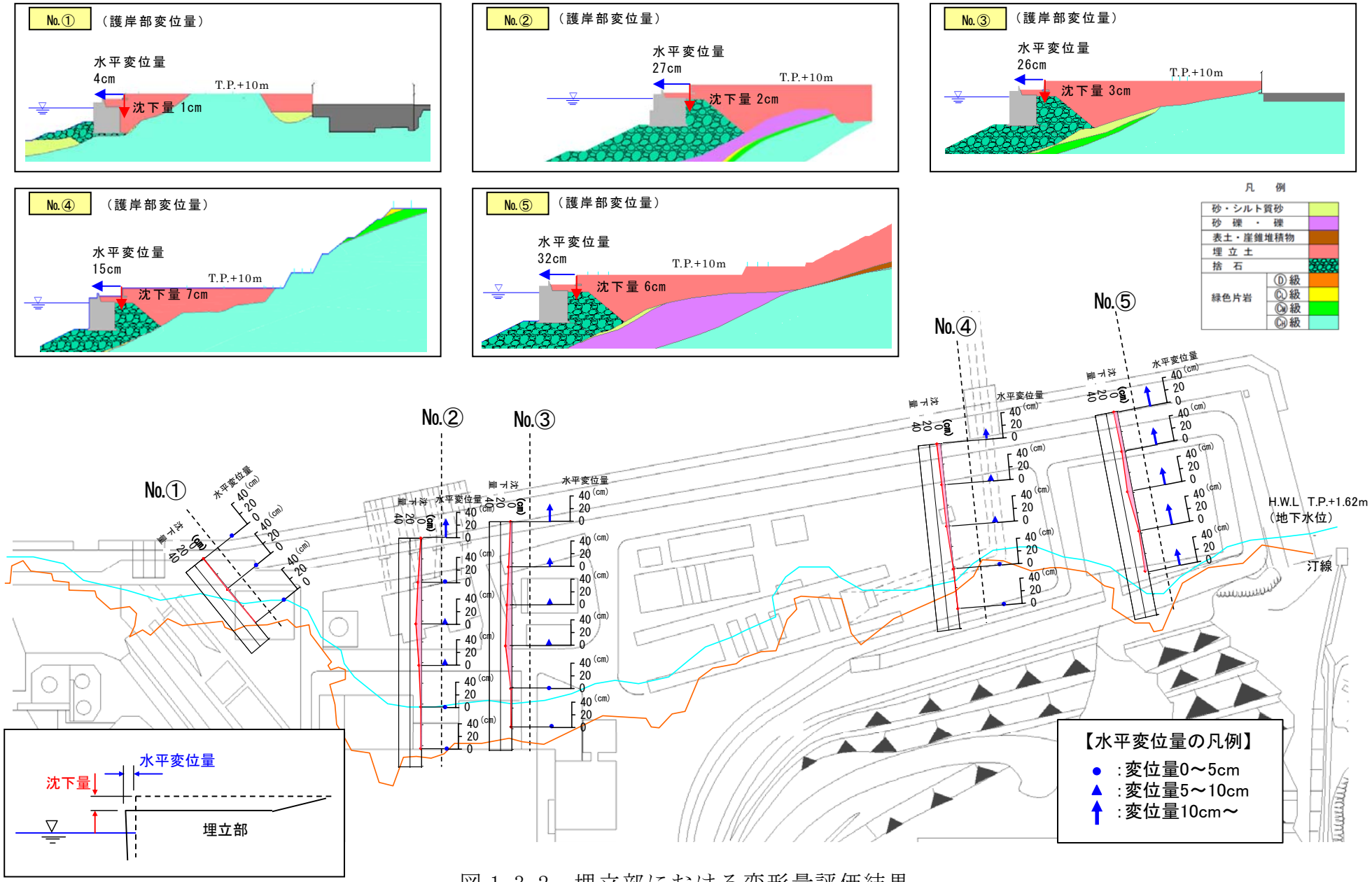


図 1-3-2　埋立部における変形量評価結果

1．4　入力津波の設定

【規制基準における要求事項等】

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

入力津波は、基準津波の波源から各施設・設備等の設置位置において算定される時刻歴波形として設定していること。

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

【検討方針】

○　基準津波については、「伊方発電所３号炉　津波の評価について」（以下「津波評価」という。）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する。なお、具体的な入力津波の設定に当たっては、以下のとおりとする。

① 入力津波は、海水面の基準レベルからの水位変動量を表示することとし、潮位変動量等については、入力津波を設計又は評価に用いる場合に考慮する。（検討結果本項、1．5参照）

② 入力津波が各施設・設備の設計に用いることを念頭に、津波の高さ、津波の速度、衝撃力等、着目する荷重因子を選定した上で、各施設・設備の構造・機能損傷モードに対応する効果を安全側に評価する。（「3．津波の敷地への流入防止（外郭防護１）」以降参照）

③ 施設が海岸線の方向において広がりを有している場合は複数の位置において荷重因子の値の大小関係を比較し、最も大きな影響を与える波形を入力津波とする。

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

【検討結果】

次頁以降に示す。

基準津波が、海洋から水路部（取水路又は放水路）を経てピット（海水ピット、取水ピット又は放水ピット）に至る系について水理特性を考慮した管路解析を行い、朔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。入力津波の算定方法、波形等の詳細については以降に示す。

海水系取水路及び循環水系取水路・放水路の管路解析の計算条件等については表 1-4-1、図 1-4-1 に、管路解析の詳細については、資料－３に示す。また、各検討ケースにおける管路解析の設定条件及び解析結果を表 1-4-2、資料－４に示す。なお、管路解析にあたって、除塵装置によるスクリーン損失の有無、管路への貝付着の有無、ポンプ取水量など、ピット内水位に影響がある条件については、以下の考えにより設定した。また、表 1-4-2 には解析した「海域の活断層に想定される地震に伴う津波」、「地すべりに伴う津波」、及び両ケースの重ね合わせによる「重畳津波」のうち最大水位変動量を示したケースを記載した。全ケースの管路解析結果を資料－４に示す。波源位置の変更が管路解析の結果に及ぼす影響については、資料－５に示す。

○スクリーン損失の有無

スクリーン損失を考慮するケース及びスクリーン損失を考慮しないケースの両ケースを解析した。

○貝付着の有無

定期的に管路の除貝清掃を実施している場合は貝付着あり及び貝付着なしの両ケースを解析し、管路の除貝清掃を実施していない場合は貝付着ありを選定した。

○海水ピット堰の有無

津波防護施設として海水ピット内に常設しており、津波荷重及び地震荷重に対して十分な強度を有することを確認していることから、海水ピット堰ありを選定した。

○ポンプ運転状態（取水量）

最も取水量が多くなるブラックアウトシーケンス作動による海水ポンプ４台運転状態、最も取水量が少なくなる海水ポンプ２台運転状態に加え、海水ポンプ２台運転＋海水取水ポンプ１台運転状態の３ケースを解析した。

○循環水ポンプ運転状態

・循環水系取水路については、ピット内の水位が高くなる循環水ポンプ停止中を基本ケースとして選定した。ただし、循環水管の破断を想定したタービン建屋への浸水量評価において、循環水ポンプ運転継続による浸水を考慮することから、運転中のケースも解析した。

・放水路については、ピット内の水位が高くなる循環水ポンプ運転中を基本ケースとして選定した。ただし、循環水管の破断を想定したタービン建屋への浸水量評価において、循環水ポンプ停止後の浸水を考慮することから、停止中のケースも解析した。

管路解析の結果、海水ピットポンプ室では海域の活断層に想定される地震に伴う津波時のスクリーン損失及び貝代を考慮しないケースのピット内水位が最も高く T.P.+4.30m となった。また、重畳津波時のピット内水位が最も低く T.P.-3.26m となった。また、循環水ポンプ運転中及び停止中の循環水系取水路・放水路の津波高さは、管路解析の結果、取水ピットでは重畳津波時の貝代を考慮しないケースにおいて、循環水ポンプ停止中のピット内水位が最も高く T.P.+4.87m となった。放水ピットでは海域の活断層に想定される地震に伴う津波時の循環水ポンプ運転中のピット内水位が最も高く T.P.+4.07m となった。これらのピット内水位を耐津波設計における入力津波として設定した。

管路解析の結果に基づく各施設・設備等の設置位置における耐津波設計に用いる入力津波を表 1-4-3 に整理する。入力津波の時刻歴波形を図 1-4-2 に示す。

３号炉は海岸線の方向において広がりを有する防波堤等の施設を設置していないことから、局所的な海面の固有振動による励起は生じることはないと考えられ、資料－９に示す発電所沖合（基準津波定義地点）の時刻歴水位と発電所周辺（評価地点）の時刻歴水位を比較しても、局所的な海面の固有振動による励起は生じていない。

入力津波の設定に当たっては、津波の高さ、速度、衝撃力に着目し、各施設・設備において算定された数値を安全側に評価した値を入力津波高さや速度として設定することで、各施設・設備の構造・機能の損傷に影響する浸水高、波力・波圧について安全側に評価する。また、浸水防止設備等の新規の施設・設備の設計においては、入力津波高さ以上の高さの津波を設計荷重とし、より安全側の評価を行う。

表 1-4-1(1) 管路解析の手法について（海水系取水路）

項　目	計算条件
計算領域	海水系取水路：海水取水口～海水取水路～海水ピット
計算時間間隔	0.1秒
基礎方程式	非定常管路流の連続式及び運動方程式 ※1
境界条件	海水系取水量（海水ピット） 海水ポンプ2台・海水取水ポンプ0台運転　4,800 m^3/h 海水ポンプ2台・海水取水ポンプ1台運転　5,500 m^3/h 海水ポンプ4台・海水取水ポンプ0台運転　9,600 m^3/h
取水路の摩擦損失係数	マニングの粗度係数　n＝0.025$m^{-1/3}s$（貝付着あり） n＝0.015$m^{-1/3}s$（貝付着なし）
局所損失係数	土木学会(1999) 等 ※2
潮位変動条件	水位上昇側：朔望平均満潮位T.P.+1.62m 水位下降側：朔望平均干潮位T.P.-1.69m
計算時間	津波計算と同時間 （海域活断層，重畳　：5時間） （地すべり　　：90分）

※1 基礎方程式

（１）管水路（海水取水路）の連続式及び運動方程式

・連続式　（管路）　（開水路）

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

・運動方程式　（管路）

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

（開水路）

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

ここで、t：時間、Q:流量、v：管路の流速、A：流水断面積、 x：管底に沿った座標、
H：圧力水頭＋位置水頭、n：マニングの粗度係数、g：重力加速度、R：径深、
Δx：管路の流れ方向の長さ、f：局所損失係数

（２）水槽（海水ピット）の連続式

$$A_P\frac{dH_P}{dt}=Q$$

ここで、 Hp：水槽内の位置水頭、Ap：水槽の平面積（水位の関数となる）
Q：水槽への流入出量

※2「水理公式集〔平成 11 年版〕」，土木学会，713p，1999
「火力･原子力発電所土木構造物の設計－補強改訂版－」,電力土木技術協会,1102p,
1995
「発電水力演習」，千秋信一，学献社，423p，1967

計算条件	条件設定
スクリーン損失	・スクリーンは耐震Ｃクラスであるため、スクリーン損失を考慮するケース及び考慮しないケースの両ケースを解析した。
海水取水路・海水ピットの貝付着	・定期的に管路の除貝清掃を実施していることから貝付着あり及び貝付着なしの両ケースを解析した。
海水ピット堰	・津波荷重及び地震荷重に対して強度を有する海水ピット堰が常設されているため、海水ピット堰ありを選定した。
ポンプ運転状態（取水量）	・最も取水量が多くなるブラックアウトシーケンス作動による海水ポンプ４台運転状態、最も取水量が少なくなる海水ポンプ２台運転状態に加え、海水ポンプ２台運転＋海水取水ポンプ１台運転状態の３ケースを解析した。

図 1-4-1(1) 管路解析に影響がある計算条件（海水系取水路）

表 1-4-1(2) 管路解析の手法について（循環水系取水路）

項 目	計算条件
計算領域	循環水系取水路:T/B復水器取水先端～取水路～取水ピット
計算時間間隔	0.1秒
基礎方程式	非定常管路流の連続式及び運動方程式 ※1
境界条件	循環水系取水量（取水ピット） 循環水ポンプ運転中　226,000 m^3/h 循環水ポンプ停止中　0 m^3/h
取水路の摩擦損失係数	マニングの粗度係数　n＝0.025$m^{-1/3}s$（貝付着あり） n＝0.015$m^{-1/3}s$（貝付着なし）
局所損失係数	土木学会(1999) 等 ※2
潮位変動条件	水位上昇側：朔望平均満潮位T.P.+1.62m 水位下降側：朔望平均干潮位T.P.-1.69m
計算時間	津波計算と同時間 （海域活断層，重畳　：5時間） （地すべり　：90分）

※1 基礎方程式

（１）管水路（循環水系取水路）の連続式及び運動方程式

・連続式　（管路）　（開水路）

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

・運動方程式　（管路）

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

（開水路）

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

ここで、t：時間、Q:流量、v：管路の流速、A：流水断面積、 x：管底に沿った座標、
H：圧力水頭＋位置水頭、n：マニングの粗度係数、g：重力加速度、R：径深、
Δx：管路の流れ方向の長さ、f：局所損失係数

（２）水槽（取水ピット）の連続式

$$A_P\frac{dH_P}{dt}=Q$$

ここで、 Hp：水槽内の位置水頭、Ap：水槽の平面積（水位の関数となる）
Q：水槽への流入出量

※2「水理公式集〔平成 11 年版〕」，土木学会，713p，1999
「火力･原子力発電所土木構造物の設計－補強改訂版－」,電力土木技術協会,1102p,
1995
「発電水力演習」，千秋信一，学献社，423p，1967

計算条件	条件設定
スクリーン損失	・スクリーンは耐震Ｃクラスであるため、スクリーン損失を考慮するケース及び考慮しないケースの両ケースを解析した。
循環水系取水路・取水ピットの貝付着	・定期的に管路の除貝清掃を実施していることから貝付着あり及び貝付着なしの両ケースを解析した。
循環水ポンプ運転状態	・ピット内の水位が高くなる循環水ポンプ停止中を基本ケースとして選定した。 ・ただし、循環水管の破断を想定したタービン建屋への浸水量評価において、循環水ポンプ運転継続による浸水を考慮することから、運転中のケースも解析した。

図 1-4-1(2) 管路解析に影響がある計算条件（循環水系取水路）

表 1-4-1(3) 管路解析の手法について（放水路）

項 目	計算条件
計算領域	放水路　　：放水口～放水路～放水ピット
計算時間間隔	0.1秒
基礎方程式	非定常管路流の連続式及び運動方程式 ※1
境界条件	放水量（放水ピット） 循環水ポンプ運転中　230,800 m^3/h 循環水ポンプ停止中　4,800 m^3/h
取水路の摩擦損失係数	マニングの粗度係数　n＝0.015$m^{-1/3}s$
局所損失係数	土木学会(1999) 等 ※2
潮位変動条件	水位上昇側：朔望平均満潮位T.P.+1.62m 水位下降側：朔望平均干潮位T.P.-1.69m
計算時間	津波計算と同時間 （海域活断層，重畳　：5時間） （地すべり　　：90分）

※1 基礎方程式

（１）管水路（放水路）の連続式及び運動方程式

・連続式　（管路）　（開水路）

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

・運動方程式　（管路）

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

（開水路）

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

ここで、t：時間、Q:流量、v：管路の流速、A：流水断面積、 x：管底に沿った座標、
H：圧力水頭＋位置水頭、n：マニングの粗度係数、g：重力加速度、R：径深、
Δx：管路の流れ方向の長さ、f：局所損失係数

（２）水槽（放水ピット）の連続式

$$A_P\frac{dH_P}{dt}=Q$$

ここで、 Hp：水槽内の位置水頭、Ap：水槽の平面積（水位の関数となる）
Q：水槽への流入出量

※2「水理公式集〔平成 11 年版〕」，土木学会，713p，1999
「火力･原子力発電所土木構造物の設計－補強改訂版－」,電力土木技術協会,1102p,
1995
「発電水力演習」，千秋信一，学献社，423p，1967

計算条件	条件設定
放水ピット・放水路の貝付着	・管路の除害清掃を実施していないことから貝付着ありを選定した。
循環水ポンプ運転状態	・ピット内の水位が高くなる循環水ポンプ運転中を基本ケースとして選定した。 ・ただし、循環水管の破断を想定したタービン建屋への浸水量評価において、循環水ポンプ停止後の浸水を考慮することから、停止中のケースも解析した。

図 1-4-1(3) 管路解析に影響がある計算条件（放水路）

表 1-4-2(1) 管路解析の条件設定等

①海水系取水路【上昇側】(原子炉補機冷却海水取水口～海水取水路～海水ピット)

		津波計算				管路解析					ピット内水位
									ポンプ取水量		海水ピット
	計算条件	水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率	波源	スクリーン損失	貝付着	海水ピット堰	海水ポンプ	海水取水ポンプ	上昇側
		10／0	旧／新	4.0／3.3	海域活断層/重畳/地すべり	あり／なし	あり／なし	あり／なし	2台／4台	0台／1台	単位(m) 【 】内は地盤変動量
解析条件	設定条件	・水位が高い、水平渦動粘性係数0(m^2/s)を選定した。	・今回、詳細な海底地形調査を実施したため、この結果を採用した。	・水位が高い、剛性率 3.3×10^{10}(N/m^2)を選定した。	・基準津波を構成する海域活断層に想定される津波、地すべり津波、および両ケースの重ね合わせによる重畳津波について解析した。 **※下欄には、解析した「海域活断層/重畳/地すべり」のうち、最大水位変動量を示した波源のみ記載。**	・スクリーンは耐震Cクラスであるため、スクリーン損失を考慮するケース及び考慮しないケースの両ケースを解析した。	・海水系取水路は定期的に貝付着状況を確認し、除貝清掃を実施していることから、貝付着ありおよび貝付着なしの両ケースを解析した。	・海水ピット堰は津波防護施設として海水ピット内に常設しており、津波荷重および地震荷重に対して十分な強度を有することを確認していることから、海水ピット堰ありを選定した。	・最も取水量が多くなるブラックアウトシーケンス作動による海水ポンプ4台運転状態、最も取水量が少なくなる海水ポンプ2台運転状態に加え、海水ポンプ2台運転＋海水取水ポンプ1台運転状態の3ケースを解析した。		
解析結果	新規検討ケース	0	新	3.3	海域活断層	あり	あり	あり※1	2台	0台	3.34 【-0.40】
		0	新	3.3	海域活断層	あり	あり	あり※1	2台	1台	3.32 【-0.40】
		0	新	3.3	海域活断層	あり	あり	あり※1	4台	0台	3.04 【-0.40】
		0	新	3.3	海域活断層	あり	なし	あり※1	2台	0台	4.13 【-0.40】
		0	新	3.3	海域活断層	あり	なし	あり※1	2台	1台	4.10 【-0.40】
		0	新	3.3	海域活断層	あり	なし	あり※1	4台	0台	3.88 【-0.40】
		0	新	3.3	海域活断層	なし	あり	あり※1	2台	0台	3.44 【-0.40】
		0	新	3.3	海域活断層	なし	あり	あり※1	2台	1台	3.41 【-0.40】
		0	新	3.3	海域活断層	なし	あり	あり※1	4台	0台	3.17 【-0.40】
		0	新	3.3	海域活断層	なし	なし	あり※1	2台	0台	4.30 【-0.40】
		0	新	3.3	海域活断層	なし	なし	あり※1	2台	1台	4.27 【-0.40】
		0	新	3.3	海域活断層	なし	なし	あり※1	4台	0台	4.11 【-0.40】
	3／6 審査会合時点	0	新	4.0	重畳	あり	なし	あり	2台	0台	4.06 【-0.29】

赤字は最大水位変動量を示した数値

※1 海水ピット堰フラップゲートの有効開口面積について、海水ピット堰の実機大試験装置に基づく平均値(0.2005m^2)から、より安全側の数値である最小値(0.1810m^2)を用いて解析した。

表 1-4-2(2) 管路解析の条件設定等

②海水系取水路【下降側】(原子炉補機冷却海水取水口～海水取水路～海水ピット)

		津波計算				管路解析					ピット内水位
	計算条件	水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率	波源	スクリーン損失	貝付着	海水ピット堰	ポンプ取水量		海水ピット
									海水ポンプ	海水取水ポンプ	下降側
		10／0	旧／新	4.0／3.3	海域活断層／重畳／地すべり	あり／なし	あり／なし	あり／なし	2台／4台	0台／1台	単位(m) 【 】内は地盤変動量
解析条件	設定条件	・水位が低い、水平渦動粘性係数0(m^2/s)を選定した。	・今回、詳細な海底地形調査を実施したため、この結果を採用した。	・水位が高い、剛性率3.3×10^{10}(N/m^2)を選定した。	・基準津波を構成する海域活断層に想定される津波、地すべり津波、および両ケースの重ね合わせによる重畳津波について解析した。 **※下欄には、解析した「海域活断層/重畳/地すべり」のうち、最大水位変動量を示した波源のみ記載。**	・スクリーンは耐震Cクラスであるため、スクリーン損失を考慮するケース及び考慮しないケースの両ケースを解析した。	・海水系取水路は定期的に貝付着状況を確認し、除貝清掃を実施していることから、貝付着ありおよび貝付着なしの両ケースを解析した。	・海水ピット堰は津波防護施設として海水ピット内に常設しており、津波荷重および地震荷重に対して十分な強度を有することを確認していることから、海水ピット堰ありを選定した。 また、海水ピット堰の有無の影響を確認するため、海水ピット堰なしのケースも解析した。	・最も取水量が多くなるブラックアウトシーケンス作動による海水ポンプ4台運転状態、最も取水量が少なくなる海水ポンプ2台運転状態に加え、海水ポンプ2台運転＋海水取水ポンプ1台運転状態の3ケースを解析した。		
解析結果	新規検討ケース	0	新	3.3	海域活断層	あり	あり	あり※1	2台	0台	-2.68【0.34】
		0	新	3.3	海域活断層	あり	あり	あり※1	2台	1台	-2.83【0.34】
		0	新	3.3	重畳	あり	あり	あり※1	4台	0台	-3.26【0.34】
		0	新	3.3	海域活断層	あり	あり	なし	2台	0台	-3.38【0.34】
		0	新	3.3	海域活断層	あり	あり	なし	2台	1台	-3.38【0.34】
		0	新	3.3	海域活断層	あり	あり	なし	4台	0台	-3.46【0.34】
		0	新	3.3	海域活断層	あり	なし	あり※1	2台	0台	-2.72【0.34】
		0	新	3.3	海域活断層	あり	なし	あり※1	2台	1台	-2.83【0.34】
		0	新	3.3	重畳	あり	なし	あり※1	4台	0台	-3.26【0.34】
		0	新	3.3	海域活断層	あり	なし	なし	2台	0台	-3.44【0.34】
		0	新	3.3	海域活断層	あり	なし	なし	2台	1台	-3.44【0.34】
		0	新	3.3	海域活断層	あり	なし	なし	4台	0台	-3.52【0.34】
		0	新	3.3	海域活断層	なし	あり	あり※1	2台	0台	-2.67【0.34】
		0	新	3.3	海域活断層	なし	あり	あり※1	2台	1台	-2.82【0.34】
		0	新	3.3	重畳	なし	あり	あり※1	4台	0台	-3.25【0.34】
		0	新	3.3	海域活断層	なし	あり	なし	2台	0台	-3.49【0.34】
		0	新	3.3	海域活断層	なし	あり	なし	2台	1台	-3.49【0.34】
		0	新	3.3	海域活断層	なし	あり	なし	4台	0台	-3.55【0.34】
		0	新	3.3	海域活断層	なし	なし	あり※1	2台	0台	-2.71【0.34】
		0	新	3.3	海域活断層	なし	なし	あり※1	2台	1台	-2.82【0.34】
		0	新	3.3	重畳	なし	なし	あり※1	4台	0台	-3.24【0.34】
		0	新	3.3	海域活断層	なし	なし	なし	2台	0台	-3.72【0.34】
		0	新	3.3	海域活断層	なし	なし	なし	2台	1台	-3.72【0.34】
		0	新	3.3	海域活断層	なし	なし	なし	4台	0台	-3.77【0.34】
	3／6審査会合時点	0	新	4.0	海域130km	あり	あり	あり	4台	0台	-2.93【0.30】

赤字は最大水位変動量を示した数値

※1 海水ピット堰フラップゲートの有効開口面積について、海水ピット堰の実機大試験装置に基づく平均値(0.2005m^2)から、より安全側の数値である最小値(0.1810m^2)を用いて解析した。

表 1-4-2(3) 管路解析の条件設定等

③循環水系取水路【上昇側】(T/B復水器取水先端～取水路～取水ピット)

		津波計算				管路解析			ピット内水位 取水ピット 上昇側
	計算条件	水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率	波源	スクリーン 損失	貝付着	循環水ポンプ 運転状態	単位(m) 【 】内は地盤変動量
		10／0	旧／新	4.0／3.3	海域活断層/重畳/地すべり	あり／なし	あり／なし	運転中／停止中	
解析条件	設定条件	・水位が高い、水平渦動粘性係数0(m^2/s)を選定した。	・今回、詳細な海底地形調査を実施したため、この結果を採用した。	・水位が高い、剛性率3.3×10^{10}(N/m^2)を選定した。	・基準津波を構成する海域活断層に想定される津波、地すべり津波、および両ケースの重ね合わせによる重畳津波について解析した。 **※下欄には、解析した「海域活断層/重畳/地すべり」のうち、最大水位変動量を示した波源のみ記載。**	・スクリーンは耐震Cクラスであるため、スクリーン損失を考慮するケースおよびスクリーン損失を考慮しないケースの両ケースを解析した。	・循環水系取水路は定期的に貝付着状況を確認し、除貝清掃を実施していることから、貝付着ありおよび貝付着なしの両ケースを解析した。	・ピット内の水位が高くなる循環水ポンプ停止中を基本ケースとして選定した。 ・ただし、循環水管の破断を想定したタービン建屋への浸水量評価において、循環水ポンプ運転継続による浸水を考慮することから、運転中のケースも解析した。	
解析結果	新規検討ケース	0	新	3.3	重畳	あり	あり	運転中	1.25 【-0.36】
		0	新	3.3	重畳	あり	あり	停止中	3.80 【-0.36】
		0	新	3.3	重畳	あり	なし	運転中	1.99 【-0.36】
		0	新	3.3	重畳	あり	なし	停止中	4.36 【-0.36】
		0	新	3.3	重畳	なし	あり	運転中	1.84 【-0.36】
		0	新	3.3	重畳	なし	あり	停止中	4.21 【-0.36】
		0	新	3.3	重畳	なし	なし	運転中	2.65 【-0.36】
		0	新	3.3	重畳	なし	なし	停止中	4.87 【-0.36】
	3／6 審査会合 時点	0	新	4.0	重畳	なし	なし	運転中	2.84 【-0.27】
		0	新	4.0	重畳	なし	なし	停止中	4.40 【-0.27】

赤字は最大水位変動量を示した数値

表 1-4-2(4) 管路解析の条件設定等

④放水路【上昇側】(放水口～放水路～放水ピット)

		津波計算						ピット内水位 放水ピット 上昇側
	計算条件	水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率	波源	貝付着	循環水ポンプ 運転状態	
		10／0	旧／新	4.0／3.3	海域活断層/重畳/地すべり	あり／なし	運転中／停止中	単位(m) 【 】内は地盤変動量
解析条件	設定条件	・水位が高い、水平渦動粘性係数0(m^2/s)を選定した。	・今回、詳細な海底地形調査を実施したため、この結果を採用した。	・水位が高い、剛性率3.3×10^{10}(N/m^2)を選定した。	・基準津波を構成する海域活断層に想定される津波、地すべり津波、および両ケースの重ね合わせによる重畳津波について解析した。 **※下欄には、解析した「海域活断層/重畳/地すべり」のうち、最大水位変動量を示した波源のみ記載。**	・放水路は定期的に貝付着状況を確認しているが、建設時から除貝清掃を実施していないことから、貝付着ありを選定した。	・ピット内の水位が高くなる循環水ポンプ運転中を基本ケースとして選定した。 ・ただし、循環水管の破断を想定したタービン建屋への浸水量評価において、循環水ポンプ停止後の浸水を考慮することから、停止中のケースも解析した。	
解析結果	新規検討ケース	0	新	3.3	海域活断層	あり	運転中	4.07 【-0.39】
		0	新	3.3	海域活断層	あり	停止中	3.36 【-0.39】
	3／6 審査会合時点	0	新	4.0	海域130km	あり	運転中	4.08 【-0.29】
		0	新	4.0	重畳	あり	停止中	3.29 【-0.29】

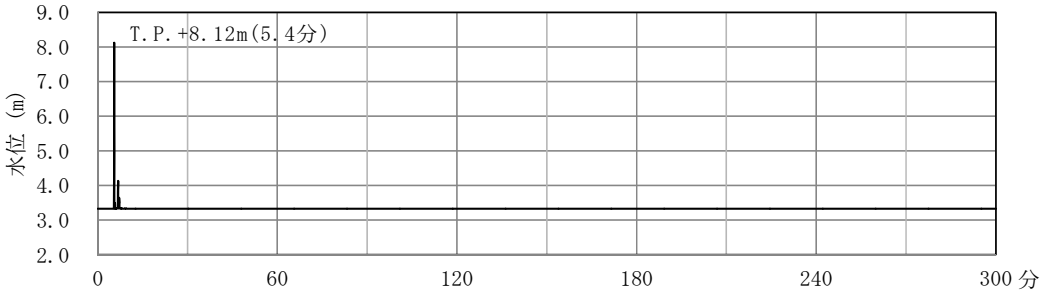
赤字は最大水位変動量を示した数値

表 1-4-3 伊方３号炉の入力津波高さ

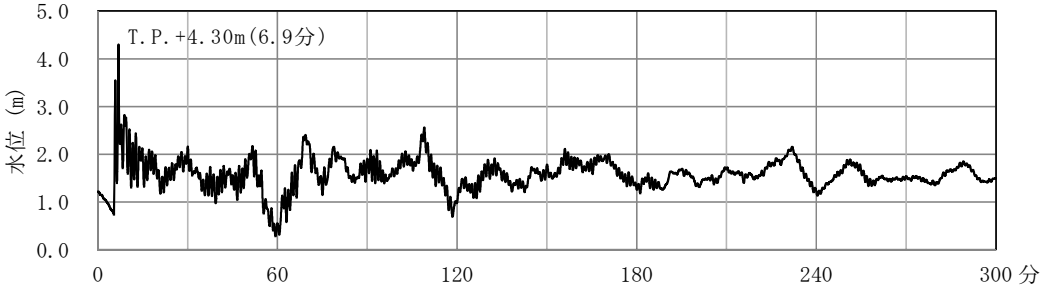
水位上昇側				水位下降側
３号炉 敷地前面	３号炉 海水ピット ポンプ室	３号炉 取水ピット	３号炉 放水ピット	３号炉 海水ピット ポンプ室
T.P.+8.12m [-0.36m]	T.P.+4.30m [-0.40m]	T.P.+4.87m [-0.36m]	T.P.+4.07m [-0.39m]	T.P.-3.26m [+0.34m]
重畳津波	海域活断層	重畳津波※1	海域活断層※2	重畳津波

水位上昇側は朔望平均満潮位（T.P.+1.62m）を考慮し、水位下降側は朔望平均干潮位（T.P.-1.69m）を考慮した値。
[　　]内の数値は伊方発電所における地盤変動量（+が隆起、－が沈降）を外数で示す。
※1 循環水ポンプ停止中
※2 循環水ポンプ運転中

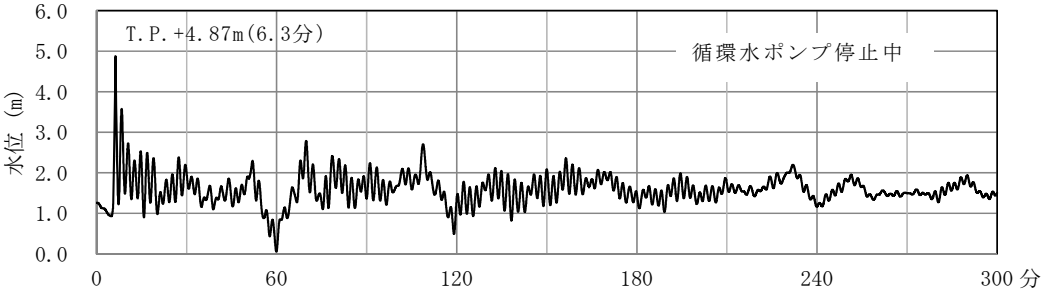
○ 敷地前面時刻歴波形（重畳津波、水位上昇側）



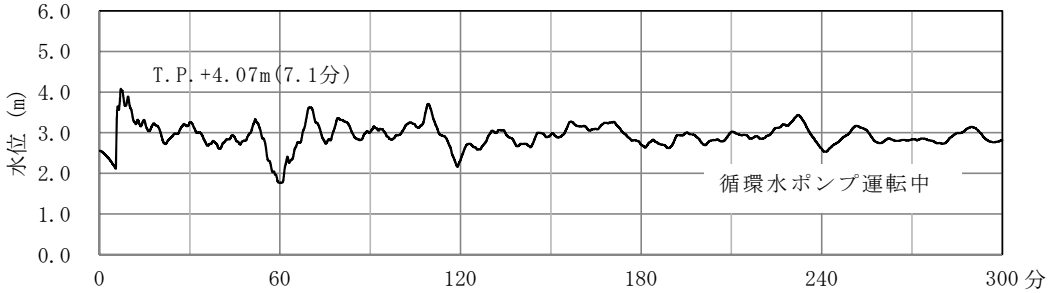
○ 海水ピット時刻歴波形（海域活断層、水位上昇側）



○ 取水ピット時刻歴波形（重畳津波、水位上昇側）



○ 放水ピット時刻歴波形（海域活断層、水位上昇側）



○ 海水ピット時刻歴波形（重畳津波、水位下降側）

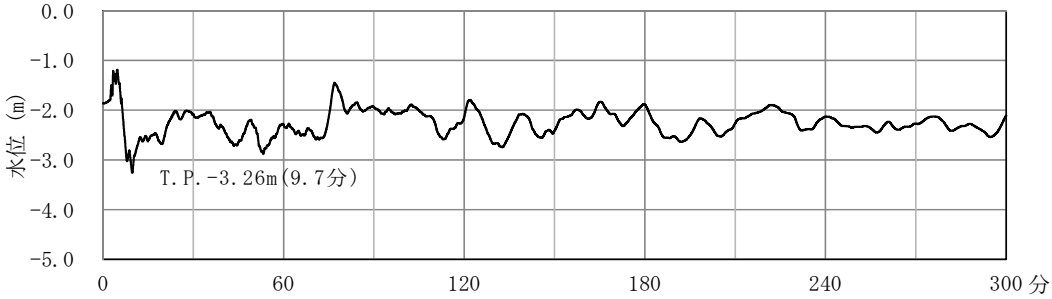


図 1-4-2　入力津波の時刻歴波形

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

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

【検討方針】

入力津波による水位変動に対して朔望平均潮位を考慮して安全側の評価を実施する。潮汐以外の要因による潮位変動として、高潮について適切に評価を行う。また、地震により陸域の隆起又は沈降が想定される場合は、地殻変動による敷地の隆起又は沈降及び強震動に伴う敷地地盤の沈下を考慮して安全側の評価を実施する。

なお、具体的には以下のとおり実施する。

- 朔望平均潮位については、敷地周辺の港における潮位観測記録に基づき、観測設備の仕様に留意の上、評価を実施する。（検討結果「(1) 潮位」、「(2) 潮位観測記録の評価」参照）
- 上昇側の水位変動に対しては、朔望平均満潮位を考慮し、上昇側評価水位を設定し、下降側の水位変動に対しては、朔望平均干潮位を考慮し、下降側評価水位を設定する。（検討結果「(1) 潮位」、「(2) 潮位観測記録の評価」参照）
- 潮汐以外の要因による潮位変動について、潮位観測記録に基づき、観測期間等に留意の上、高潮発生状況（程度、台風等の高潮要因）について把握する。また、高潮の発生履歴を考慮して、高潮の可能性とその程度（ハザード）について検討し、津波ハザード評価結果を踏まえた上で、独立事象としての津波と高潮による重畳頻度を検討した上で、考慮の可否、津波と高潮の重畳を考慮する場合の高潮の再現期間を設定する。（検討結果「(3) 高潮の評価」、「(4) 潮位のばらつき及び高潮の考慮について」参照）
- 地震により陸域の隆起又は沈降が想定されるため、以下のとおり考慮する。

  地殻変動が隆起の場合、下降側の水位変動に対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か、又は下降側評価水位から隆起量を引算して比較する。なお、上昇側の水位変動に対して安全評価する際には、地殻変動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。

一方、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か、又は上昇側評価水位に沈降量を加算して比較する。なお、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。（検討結果「(5) 地殻変動」参照）

【検討結果】

次頁以降に示す。

(1) 潮位

発電所の東北東約 21km の観測地点「長浜」の朔望平均潮位※は表 1-5-1 のとおりである。耐津波設計において、施設への影響を確認するため、上昇側の水位変動に対して朔望平均満潮位を考慮し、上昇側水位を設定した。また、下降側の水位変動に対して朔望平均干潮位を考慮し、下降側水位を設定した。

表 1-5-1　考慮すべき水位変動

朔望平均満潮位	T.P.+1.62m
朔望平均干潮位	T.P.-1.69m

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

なお、伊方発電所においては、建設時に自記水位計を設置して約２年間（昭和 45 年４月から 47 年２月）にわたり潮位観測を実施し、その結果、発電所の東北東約 21km の観測地点「長浜」の潮位と有意な差がないことを確認した上で、「長浜」の潮位をもって発電所の設計潮位としている（図 1-5-1～2）。

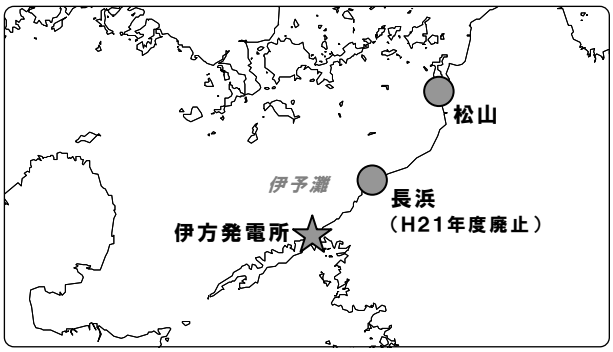


図 1-5-1 潮位観測地点の位置図

(2) 発電所前面海域の潮汐と潮流

a 潮　汐

発電所の東北東約２１kmの長浜港の潮位は第4.2.4表のとおりである。発電所立地点に自記水位計を設置し、昭和４５年４月から４７年２月の間観測を実施した結果、当地点の潮位は、長浜港の潮位とほとんど差がないので、長浜港の潮位をもつて発電所立地点の設計潮位としている。

第4.2.4表　長浜港の潮汐

名　称	潮　位（m）	摘　要
既往最高潮位（HHWL）	TP+2.88	昭和２９年９月１３日台風１２号
朔望平均満潮位（H.W.L）	TP+1.62	
平均潮位（M.W.L）	TP+0.03	
朔望平均干潮位（L.W.L）	TP−1.69	
基本水準面	TP−1.72	
既往最低潮位（L.L.W.L）	TP−2.12	昭和３１年１月２９日

TP：東京湾中等潮位

b 干満差

発電所前面海域の干満差は、第4.2.5図、第4.2.6図に示すように、大潮時で約2.5m、小潮時で約1.0mである。

c 沖合流

豊予海峡を通過する潮汐流は、発電所の前面海域に強い潮流になつてあらわれる。昭和４４年８月、４５年５月及び４８年７、８月に

6－4－5

図 1-5-2 伊方２号炉 原子炉設置変更許可申請書（抜粋）

(2) 潮位観測記録の評価

耐津波設計上、施設への津波影響の余裕の程度を把握するため、前項「1．5（1）潮位」において設定した朔望平均潮位のもととなっている潮位観測記録及びそのばらつきを確認した。

a．朔望平均満干潮位に関するデータ分析

観測地点「長浜」（愛媛県所管）は 2009 年をもって廃止となっているため、観測地点「松山」（気象庁所管）における至近 5 ヵ年（2008 年 1 月～2012 年 12 月）のデータ分析を行った（図 1-5-3）。

データ分析の結果、朔望平均満潮位の最大値は T.P.+2.21m、朔望平均干潮位の最小値は T.P.-2.21m、平均値は満潮位で T.P.+1.77m、干潮位で T.P.-1.69m、標準偏差は満潮位で 0.19m、干潮位で 0.22m となった（表 1-5-2）。

表 1-5-2　朔望平均満干潮位に関するデータ分析データ分析結果

項　目	満潮位	干潮位
最大値	T.P.+2.21m	T.P.-1.20m
平均値	T.P.+1.77m	T.P.-1.69m
最小値	T.P.+1.30m	T.P.-2.21m
標準偏差	0.19m	0.22m

観測地点「松山」、気象庁ホームページ（分析対象期間：2008 年 1 月～2012 年 12 月）

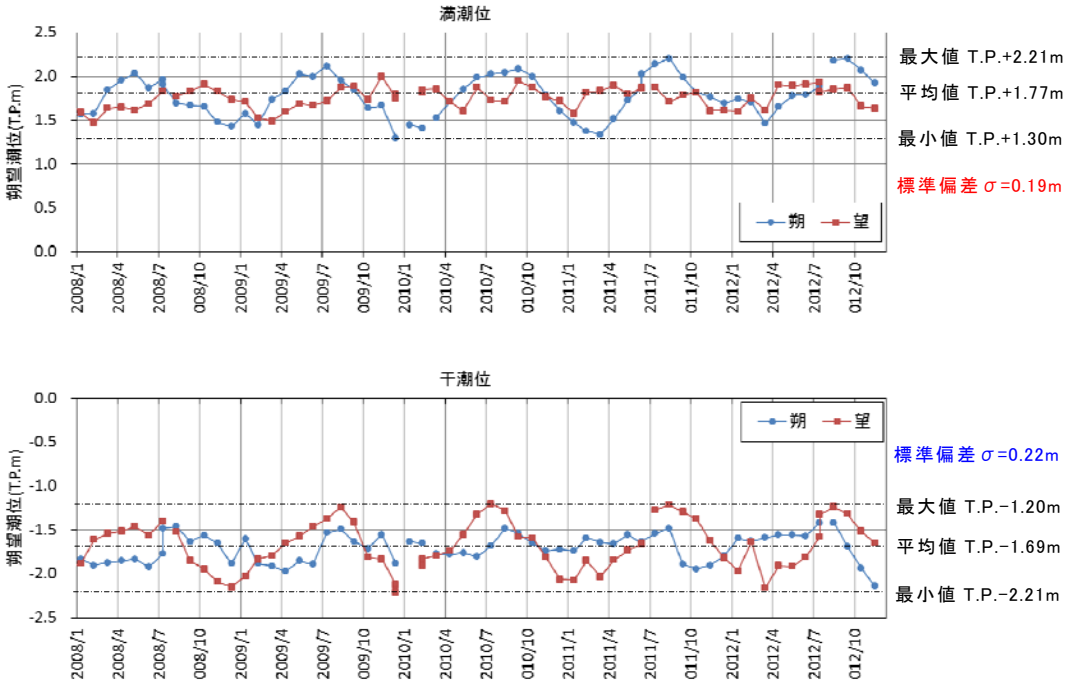


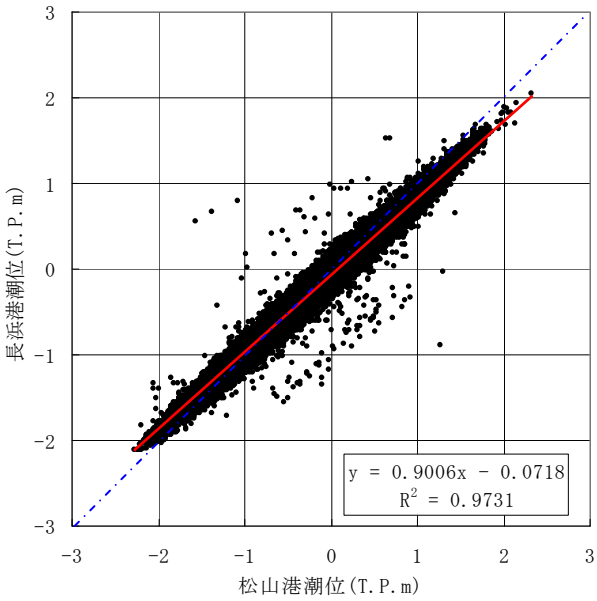
図 1-5-3 各月の朔望平均満干潮位の推移

b．観測地点「長浜」と「松山」の潮位の相関

観測地点「長浜」の入手可能な最新の観測記録を用いて、観測地点「長浜」と観測地点「松山」の潮位の記録を整理し、両観測地点間の潮位相関式を作成した結果、図 1-5-4 のとおりとなった。なお、測量法の改訂（2000 年度平均成果を用いた T.P.の変更）に関連し、観測地点「松山」は 2000 年平均成果、観測地点「長浜」は昭和 44 年平均成果に基づいてデータが整理されるため、観測地点「松山」については便宜上、観測地点「松山」における昭和 44 年平均成果と 2000 年平均成果との見かけの標高差である 0.187 m を減じた値で整理している。

潮位の変動幅は「長浜」に比べて「松山」のほうがやや大きくなっているが、これは内海の湾奥に向かうにつれて潮汐による潮位変動の影響が大きくなることが原因と推察される。

なお、「資料－10」に観測地点「長浜」と「松山」の年最高潮位の相関について確認した結果を示す。



観測地点「長浜」、愛媛県（分析対象期間：2004 年 1 月～2009 年 12 月（ただし 2005 年 1 月～2006 年 3 月は欠測））

図 1-5-4　観測地点「松山」と観測地点「長浜」の潮位相関式

図 1-5-4 にて作成した潮位相関式を用いて、表 1-5-2 に示した観測地点「松山」における朔望平均満干潮位を観測地点「長浜」に変換すると、表 1-5-3 のとおり平均値は満潮位で T.P.+1.35m、干潮位で T.P.-1.76m となった。

最新データに基づく観測地点「長浜」での変換値と、伊方発電所で設定している朔望平均満干潮位とを比較した結果、伊方発電所で設定している朔望平均満干潮位は、耐津波設計上妥当な値であることが確認された。

なお、潮位検出の仕様は観測地点「長浜」ではフロート式、観測地点「松山」では電波式である。

表 1-5-3　変換後の長浜の朔望平均満干潮位

項　目	満潮位	干潮位
平均値	T.P.+1.35m	T.P.-1.76m
伊方発電所で設定している朔望平均満干潮位（再掲）	T.P.+1.62m	T.P.-1.69m

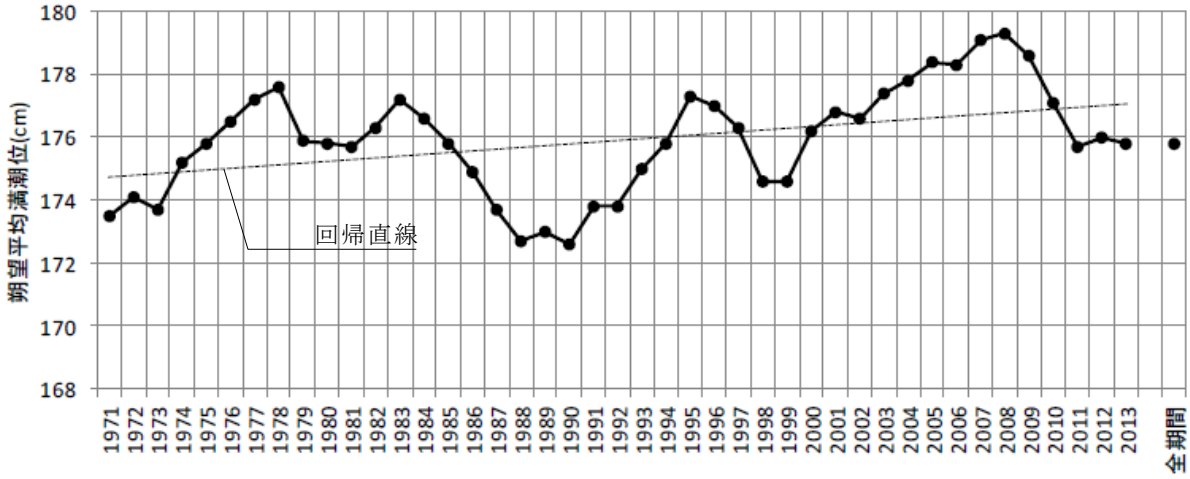
ｃ．朔望平均満干潮位の長期推移

以下のデータを用いて観測地点「松山」における 1971～2013 年の各年の朔望平均満干潮位を図 1-5-5 に整理した。朔望平均満干潮位は、潮位表（気象庁）に基づき、「その６年前～２年前の各年朔望満干潮位を平均したもの」としている。

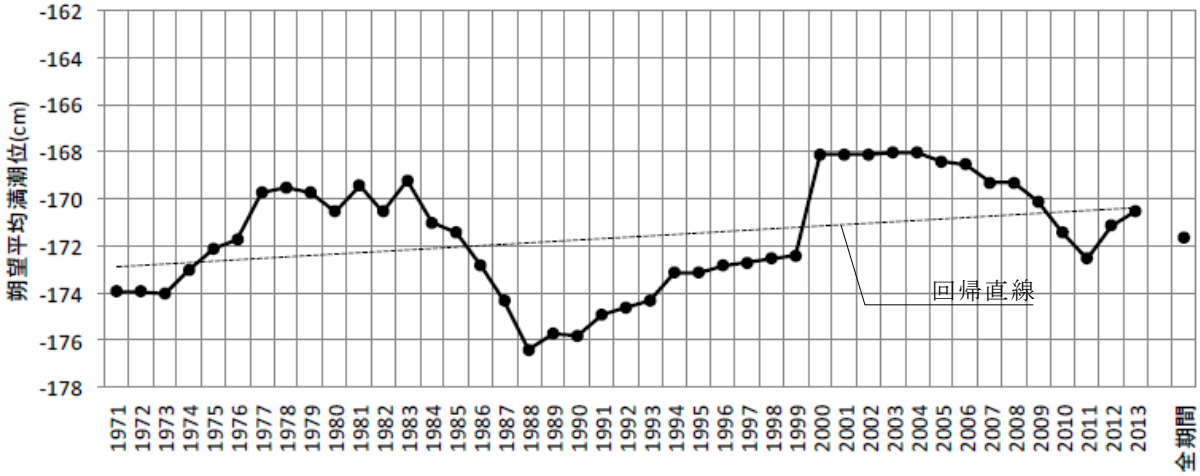
1971 年～2003 年　：　潮位表（気象庁、毎年刊行）
2004 年～2013 年　：　気象庁 HP 気象統計情報

整理の結果、0.6～0.7mm/年の上昇傾向が認められた。これは、気象庁（http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/shindan/a_1/ sl_trend/sl_trend.html）の示す日本沿岸の海面水位の変化（1961 年から 2003 年にかけては１年あたり 0.8［0.3～1.3］mm の割合で上昇）と整合している。

「1．5（2）ａ．朔望平均満干潮位に関するデータ分析」においては、観測地点「松山」の至近５ヵ年のデータを用いていることから、上記で整理した長期推移の最新の状況を反映したものといえる。



（朔望平均満潮位の変動）



（朔望平均干潮位の変動）

図 1-5-5　朔望平均満干潮位の変動
（上段：朔望平均満潮位、下段：朔望平均干潮位）

d．潮位観測記録の評価（潮位偏差）について

以下のデータを用いて観測地点「松山」における 1961～2012 年における毎時潮位データを入手し、推算潮位（主として天文潮を予測した潮位のこと。過去に観測された潮位データの解析をもとにして計算する。）を減じて潮位偏差を算定した。

1961 年～2012 年：日本海洋データセンターHP 潮汐カタログ
：気象庁 HP 気象統計情報

潮位偏差の標準偏差（年別）を図 1-5-6 に示す。

潮位偏差の標準偏差（年別）は 7.11～9.77cm、対象全期間における潮位偏差の標準偏差は 8.27cm となった。なお、増減の傾向は認められない。

潮位偏差の標準偏差は、観測地点「松山」の至近５ヵ年のデータから算定した朔望平均満干潮位の標準偏差（満潮位 19cm、干潮位 22cm）を下回っており、観測地点「松山」の至近５ヵ年のデータから算定した朔望平均満干潮位の標準偏差は、耐津波設計上妥当な値であることが確認された。

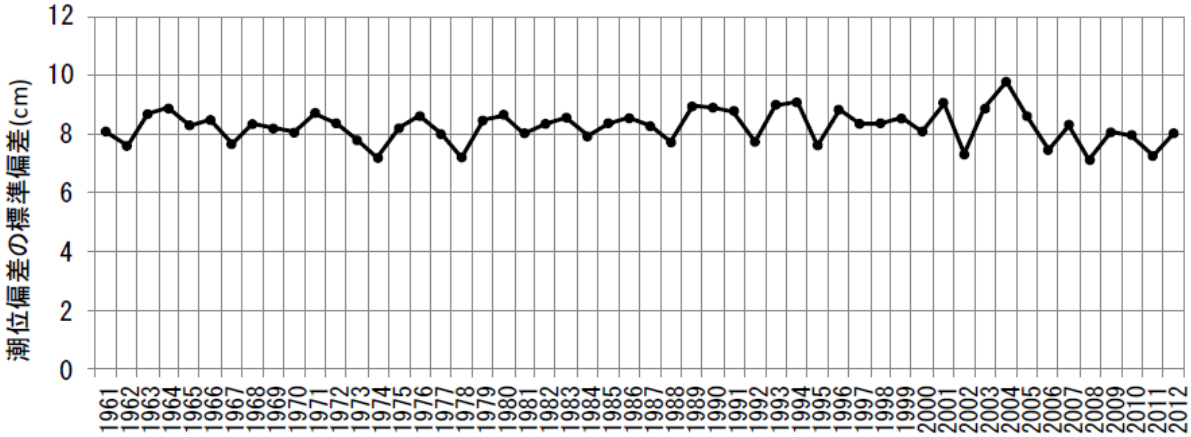


図 1-5-6　潮位偏差の標準偏差（年別）

(3) 高潮の評価

潮汐以外の要因について、高潮発生状況を把握したうえで、高潮の発生可能性とその程度について評価した。

観測地点「長浜」は 2009 年をもって廃止となっており、約５ヵ年（2004 年 1 月～2009 年 12 月（ただし 2005 年 1 月～2006 年 3 月は欠測））の潮位データしか入手できないため、潮位観測データが十分あり「長浜」との相関のある観測地点「松山」を対象として評価する。観測地点「松山」における公開データとして入手可能な至近 50 年（1961 年 1 月～2010 年 12 月：日本海洋データセンター（海上保安庁、気象庁、国土交通省の海洋観測データを一元管理）の公開データ）の年最高潮位を表 1-5-4 に示す。

表 1-5-4 から算定した観測地点「松山」における最高潮位の超過発生確率を図 1-5-7 に示す。さらに、前項「(2) 潮位観測記録の評価」から得られた潮位相関式を用いて、観測地点「長浜」における再現期間に対する期待値を求めた結果、高潮の可能性とその程度（以下「ハザード」という。）としては、再現期間 50 年に対する期待値が T.P.+1.98m、再現期間 100 年に対する期待値は T.P.+2.13m となった。

原子炉設置変更許可申請書（図 1-5-2 参照）に記載の観測地点「長浜」の既往最高潮位 T.P.+2.88m を、「長浜」と「松山」の潮位相関式に基づき、仮に「松山」に変換した潮位 T.P.+3.46m を高潮ハザードにあてはめれば、約 1,000 年以上の期待値と想定される（図 1-5-7 参照）。

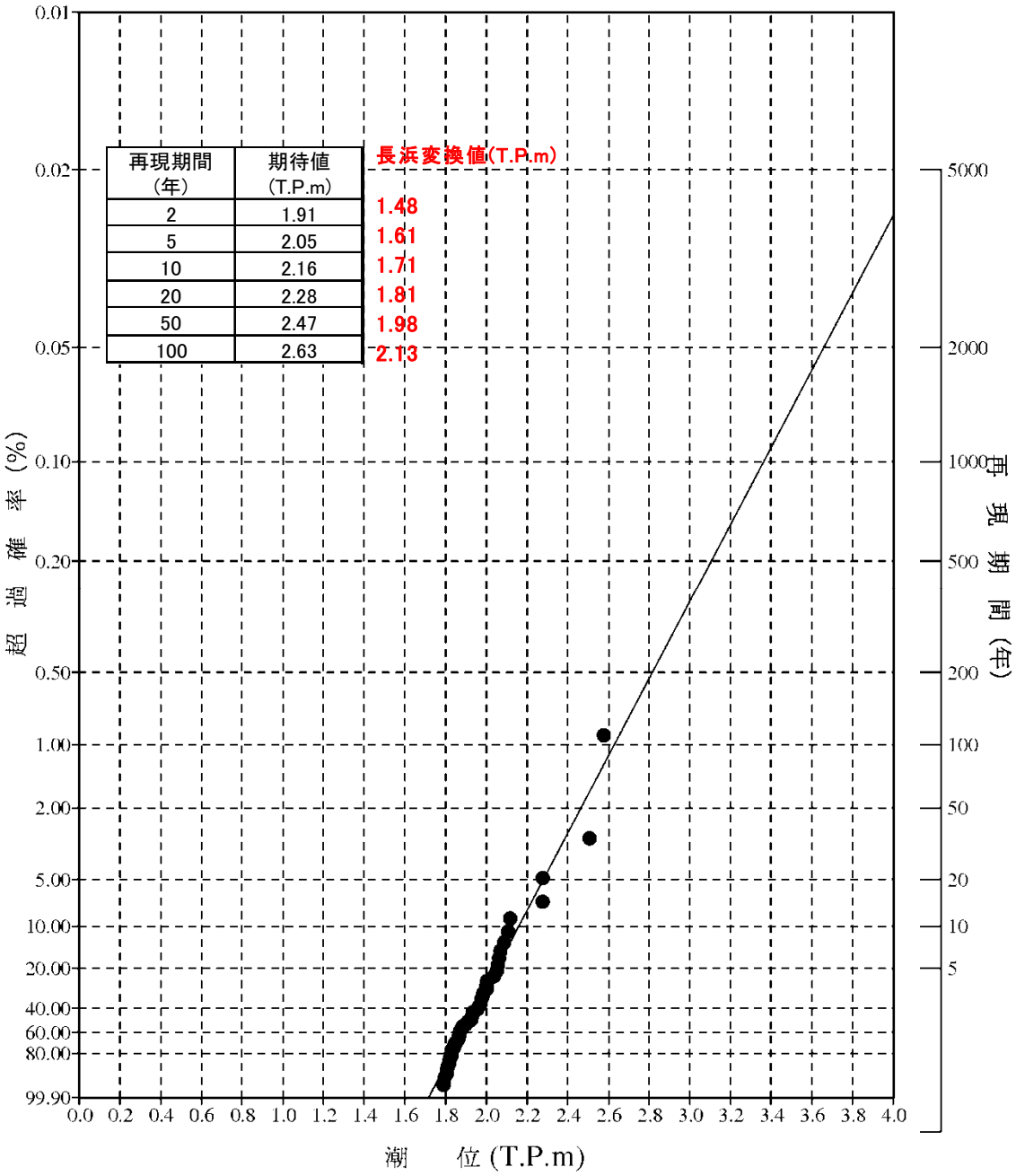
したがって、観測地点「長浜」の既往最高潮位は、基準津波と組み合わせずに、単独事象として「第六条（外部からの衝撃による損傷の防止）」において考慮する。

表 1-5-4　観測地点「松山」における年最高潮位

年	最高潮位 発生月日	年最高潮位 (T.P.m)	毎時潮位 データ 欠損数	(参考) 年最高潮位上位 10 位
1961	8月26日	1.932	64	
1962	7月18日	1.853	946	
1963	8月9日	1.846	136	
1964	7月9日	1.842	0	
1965	11月9日	1.872	0	
1966	8月17日	2.002	0	
1967	10月5日	1.972	0	
1968	7月28日	2.052	26	
1969	7月29日	1.822	0	
1970	9月17日	1.862	0	
1971	9月6日	1.934	183	
1972	8月9日	1.974	0	
1973	7月30日	1.985	38	
1974	8月18日	1.955	515	
1975	10月5日	1.925	50	
1976	10月24日	1.964	168	
1977	7月1日	1.864	29	
1978	9月15日	2.004	192	
1979	10月7日	1.884	606	
1980	9月11日	2.064	0	9
1981	8月18日	1.844	359	
1982	6月23日	1.794	608	
1983	6月12日	1.808	626	
1984	8月27日	1.818	163	
1985	11月13日	1.868	112	
1986	7月21日	1.808	729	
1987	7月11日	1.828	642	
1988	9月25日	1.818	0	
1989	8月17日	1.878	361	
1990	11月4日	1.828	318	
1991	9月27日	2.578	253	1
1992	9月29日	1.868	578	
1993	10月17日	1.898	834	
1994	7月24日	1.811	0	
1995	5月15日	1.831	0	
1996	8月29日	1.831	5	
1997	9月16日	2.108	0	6
1998	10月7日	1.908	0	
1999	11月25日	1.928	7	
2000	7月31日	1.791	0	
2001	8月21日	1.981	0	
2002	10月6日	2.001	5	
2003	11月25日	2.07	956	8
2004	8月30日	2.508	0	2
2005	9月6日	2.278	4	3
2006	10月8日	2.058	0	10
2007	8月3日	2.278	0	4
2008	6月4日	2.038	0	
2009	8月21日	2.118	0	5
2010	10月9日	2.088	0	7

(参考) 年最高潮位上位 10 位と発生要因

順位	最高潮位 (T.P.m)	発生年月日	発生要因
1	2.578	1991年9月27日	台風19号
2	2.508	2004年8月30日	台風16号
3	2.278	2005年9月6日	台風14号
4	2.278	2007年8月3日	台風5号
5	2.118	2009年8月21日	前線通過
6	2.108	1997年9月16日	台風19号
7	2.088	2010年10月9日	低気圧
8	2.070	2003年11月25日	前線通過
9	2.064	1980年9月11日	台風13号
10	2.058	2006年10月8日	低気圧



再現期間 (年)	期待値 (T.P.m)
2	1.91
5	2.05
10	2.16
20	2.28
50	2.47
100	2.63

図 1-5-7　観測地点「松山」 における最高潮位の超過確率

(4) 潮位のばらつき及び高潮の考慮について

a．潮位のばらつきの考慮について

潮位のばらつきの考慮については、「(2) 潮位観測記録の評価」に示した観測地点「松山」の標準偏差を用いて以下のとおりとする。

水位上昇側については、朔望平均満潮位の標準偏差 0.19m を設計又は評価における潮位のばらつきとして考慮する。

水位下降側については、朔望平均干潮位の標準偏差 0.22m を設計又は評価における潮位のばらつきとして考慮する。

b．高潮の考慮について

津波ハザード（日本原子力学会標準「原子力発電所に対する津波を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準：2011」に基づき策定）の評価結果を踏まえたうえで、基準津波による水位の年超過確率は 10^{-6}～10^{-7} 程度であり、独立事象としての津波と高潮が重畳する可能性は低いと考えられるものの、高潮ハザードについては、「(3) 高潮の評価」において示した、プラントの運転期間を超える再現期間 100 年に対する期待値 T.P.+2.13m と入力津波で考慮する朔望平均満潮位 T.P.+1.62m 及び潮位のばらつき 0.19m との差である 0.32m を津波に対する裕度の評価において参照する（図 1-5-8）。

なお、津波ハザードに関しては、基準津波による敷地前面の最高水位 T.P.+8.12m に上記の高潮ハザード（0.32m）を加えた T.P.+8.44m の津波の年超過確率は 10^{-6}～10^{-7} 程度であり、高潮ハザードを参照することで十分保守的であるといえる（図 1-5-9）。

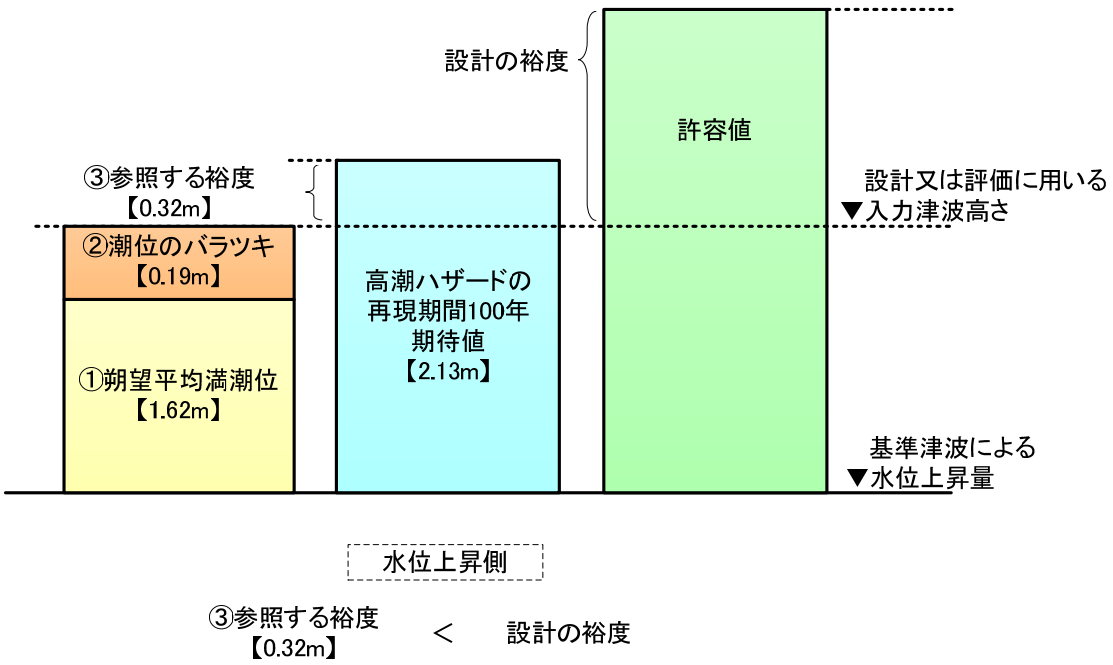
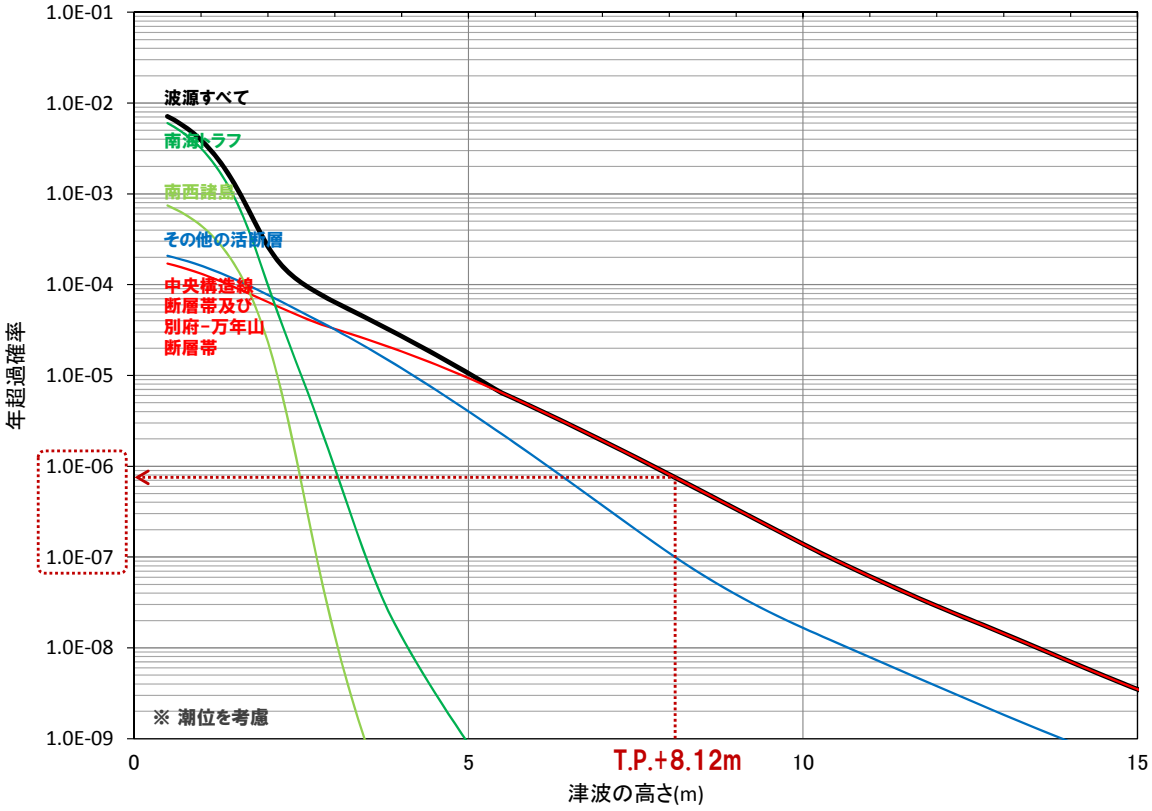


図 1-5-8　潮位等の考慮方法イメージ

3 号炉敷地前面（上昇側）



3 号炉補機冷却海水取水口（下降側）

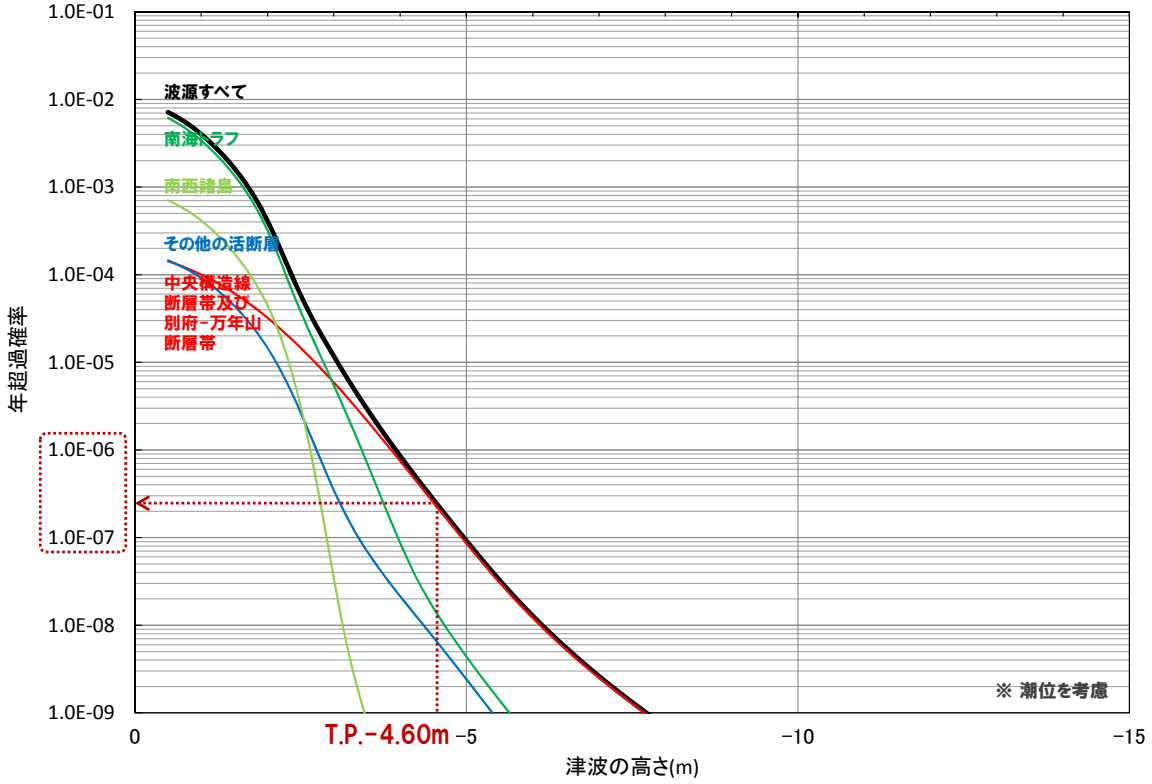


図 1-5-9　津波高さ年超過確率
（平成 27 年 3 月 20 日審査会合資料抜粋）

(5) 地殻変動

耐津波設計にあたって、基準地震動評価における震源モデルから算定される広域的な地殻変動については、入力津波の波源モデルから敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯：海域部）に想定される地震において生じる、地盤変動量を考慮した。具体的には、表 1-5-5 のとおり、地震により陸域の隆起又は沈降が想定されるため、地震による地盤変動量が沈降の場合、上昇側の水位変動に対して、対象物の高さに沈降量を引算するか、又は上昇側評価水位に沈降量を加算して比較評価した。また、地震による地盤変動量が隆起の場合、下降側の水位変動に対して、対象物の高さに隆起量を加算するか、又は下降側評価水位から隆起量を引算して比較評価した。

表 1-5-5　考慮すべき地盤変動量

上昇側評価時	0.36m、0.39m 又は 0.40m の沈降を考慮
下降側評価時	0.34m の隆起を考慮

なお、プレート間地震の活動については、南海トラフ及び琉球海溝の巨大地震に伴う津波評価を実施しており、評価の結果、敷地での水位変動量は基準津波より小さく、地震活動による地盤変動量を考慮しても発電所の安全性に影響を及ぼさないことを確認している。

また、国土地理院発表の最新の地殻変動（図 1-5-10）を参照すると、東北地方太平洋沖地震により発電所周辺では広域的な余効変動は確認されない。

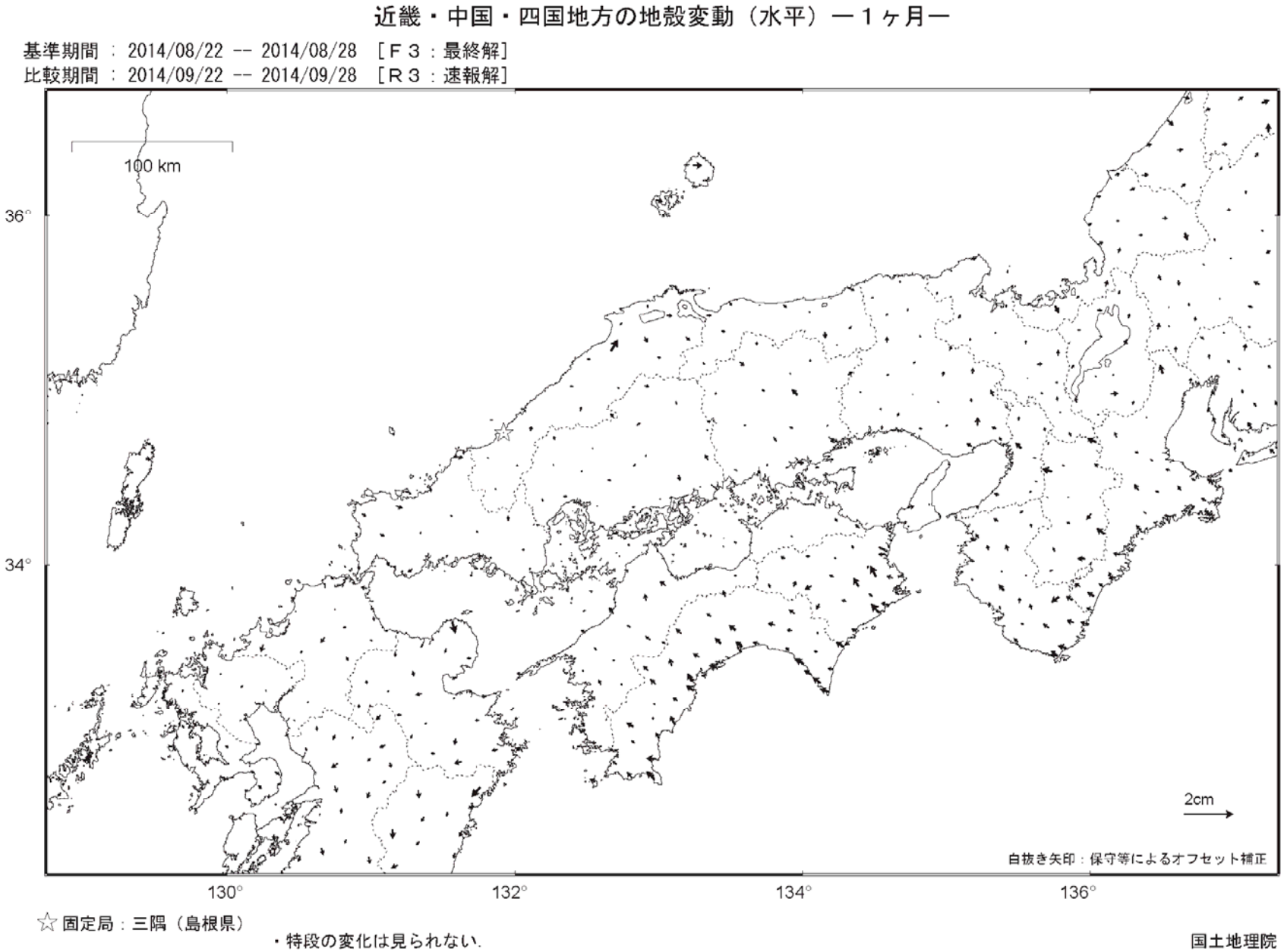


図 1-5-10　四国周辺の地殻変動（2014 年 9 月）　　※国土地理院より

1．6　設計又は評価に用いる入力津波

1．2から1．5に記した事項を考慮して、設計又は評価に用いる入力津波は以下のようになる（表1-6-1、図1-6-1～図1-6-2）。また、入力津波の設定にあたって、潮位、高潮、地殻変動の考慮方法の概念図を図1-6-3に示す。

表1-6-1 入力津波高さ一覧表

		水位上昇側				水位下降側
		敷地前面	海水ピット ポンプ室	取水ピット注3	放水ピット注4	海水ピット ポンプ室
入力津波高さ	注1	T.P.+8.12m (-0.36m)	T.P.+4.30m (-0.40m)	T.P.+4.87m (-0.36m)	T.P.+4.07m (-0.39m)	T.P.-3.26m (+0.34m)
	注2	T.P.+8.7m	T.P.+4.9m	T.P.+5.5m	T.P.+4.7m	T.P.-3.9m

注1　水位上昇側は朔望平均満潮位（T.P.+1.62m）を考慮し、水位下降側は朔望平均干潮（T.P.-1.69m）を考慮した値。（　）内の数値は伊方発電所における地盤変動量（+が隆起、-が沈降）を外数で示す。
注2　地盤変動量及び潮位のばらつき（水位上昇側0.19m、水位下降側0.22m）を考慮した値。
注3　循環水ポンプ停止中。
注4　循環水ポンプ運転中。

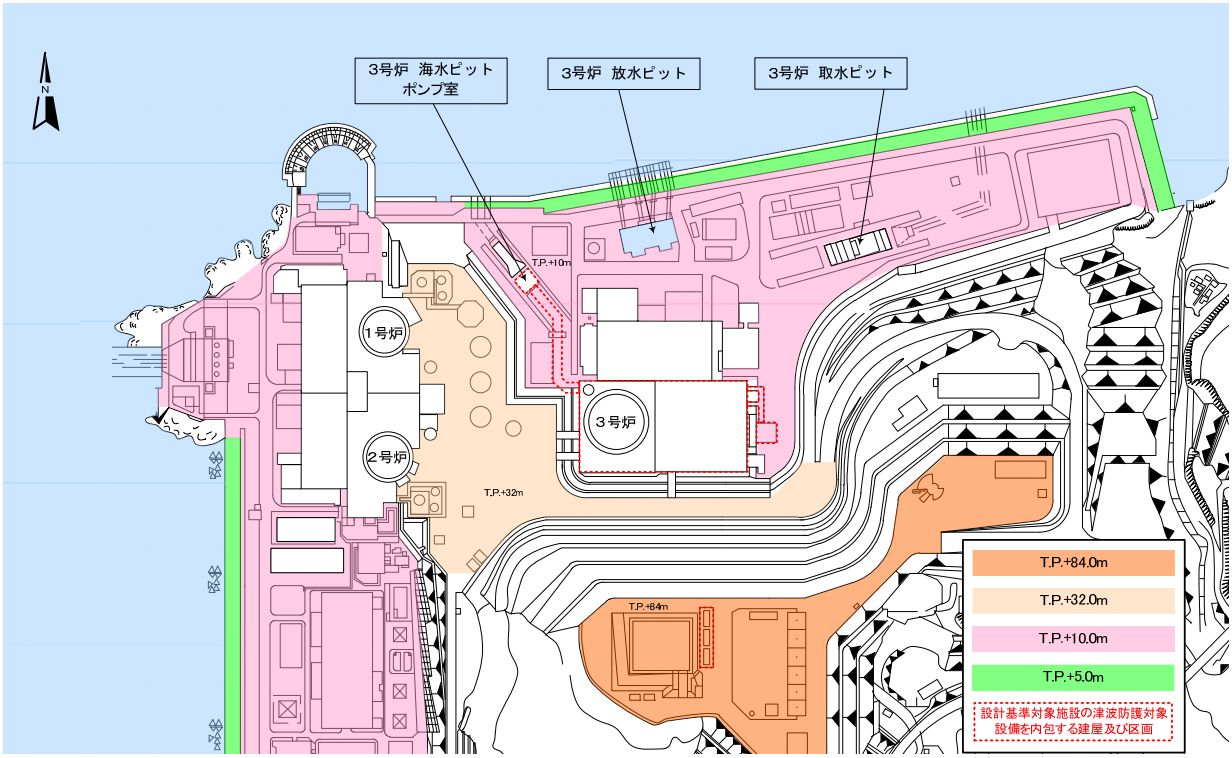
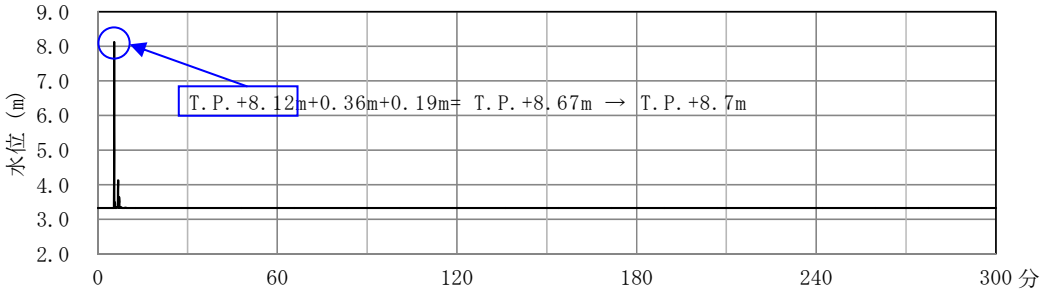
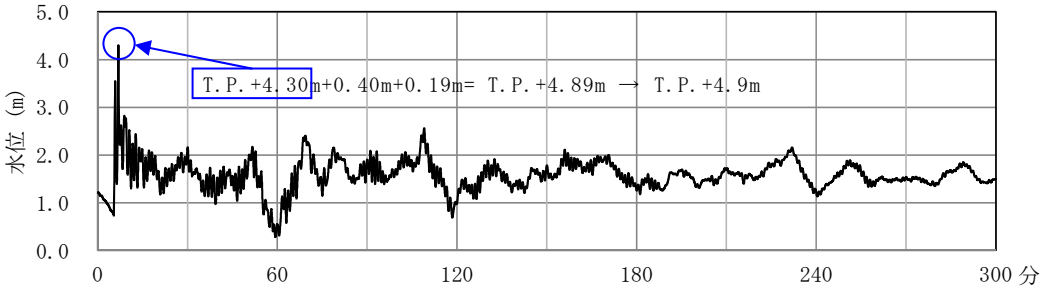


図1-6-1　伊方3号炉の入力津波評価地点

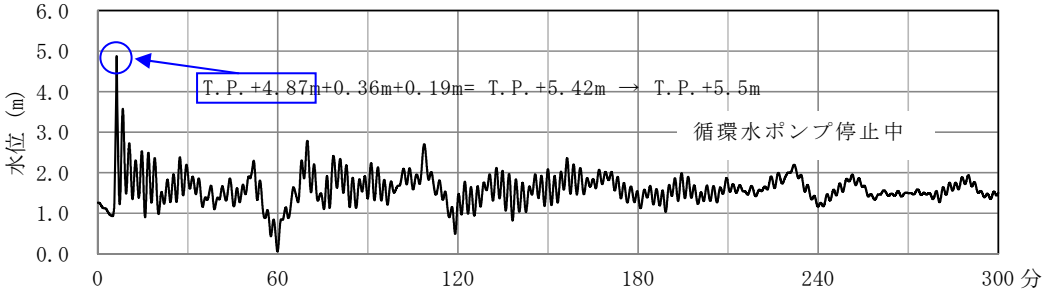
○ 敷地前面時刻歴波形（重畳津波、水位上昇側）



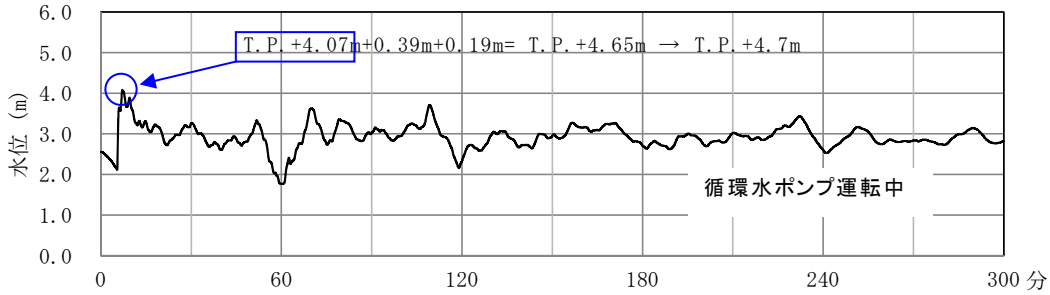
○ 海水ピット時刻歴波形（海域活断層、水位上昇側）



○ 取水ピット時刻歴波形（重畳津波、水位上昇側）



○ 放水ピット時刻歴波形（海域活断層、水位上昇側）



○ 海水ピット時刻歴波形（重畳津波、水位下降側）

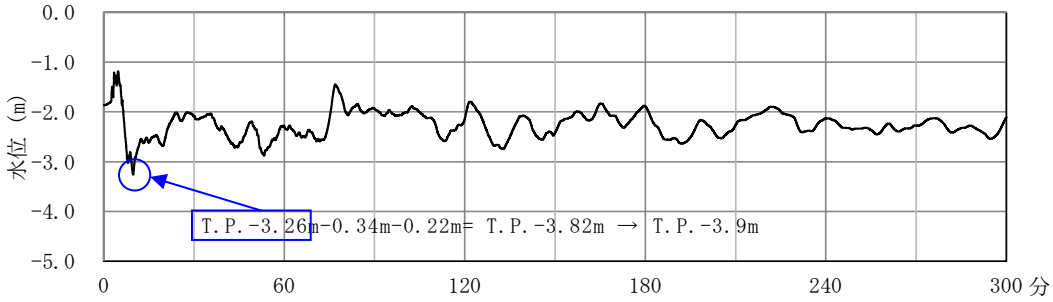


図 1-6-2　入力津波の時刻歴波形（再掲）

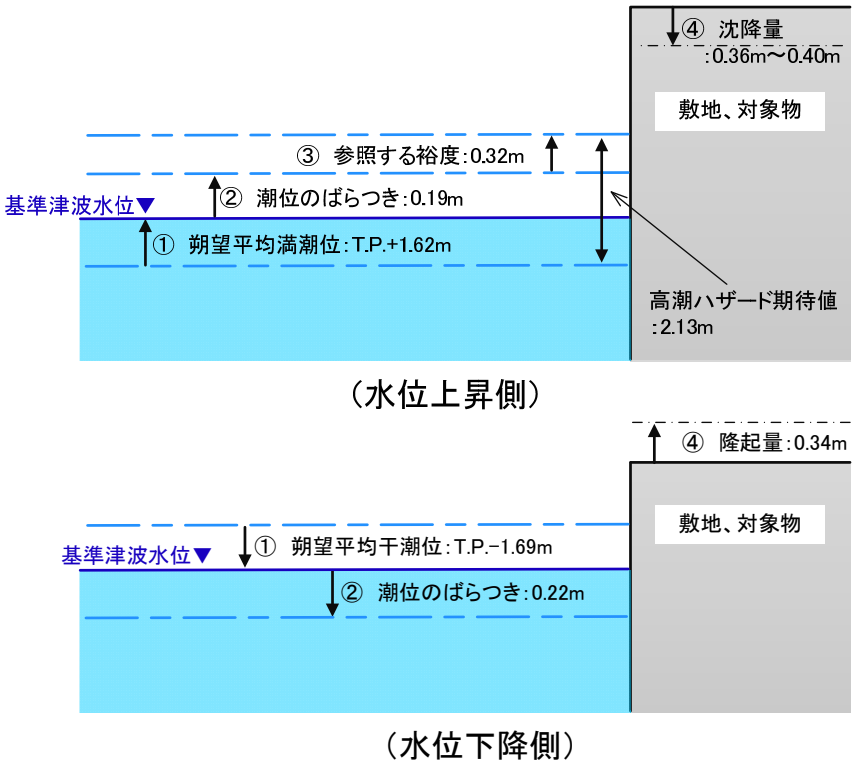


図 1-6-3　潮位等の考慮方法のイメージ

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、地震（基準地震動 Ss（平成 25 年 7 月 8 日時点））に伴う地形変化、標高変化が生じる可能性について検討を行った結果、3 号炉埋立部の液状化による護岸部における最大沈下量が約 10cm と想定された。 3 号炉の敷地地盤は、岩盤部と埋立部から構成されており、埋立部については地山を切り取り埋め立てた岩石主体の地盤であることから、基準地震動が作用した場合においても沈下量はわずかと考えられるが、遡上解析の初期条件として、安全側に 1 m の沈下を考慮した。さらに、入力津波の波源モデルから敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯：海域部）に想定される地震において生じる地盤変動量として約 40cm の沈降を考慮した。また、初期潮位は朔望平均満潮位 T.P.+1.62m に潮位のばらつき 0.19m を考慮して T.P.+1.81m とした。

遡上解析結果を図 1-6-4、図 1-6-5 に示す。遡上波は T.P.+10.0m の敷地へ到達しない。遡上高さは、T.P.+4.5m の荷揚岸壁から T.P.+5.0m の護岸部では、大部分において、浸水深 1.0m 以下であり、一部においては浸水深 1.0m から 2.0m 程度となっている。

遡上波が荷揚岸壁周辺の敷地に地上部から到達、流入する可能性があるが、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画の設置された敷地に地上部から到達、流入する可能性はない。荷揚岸壁周辺の遡上波については、漂流物の影響評価において考慮する。

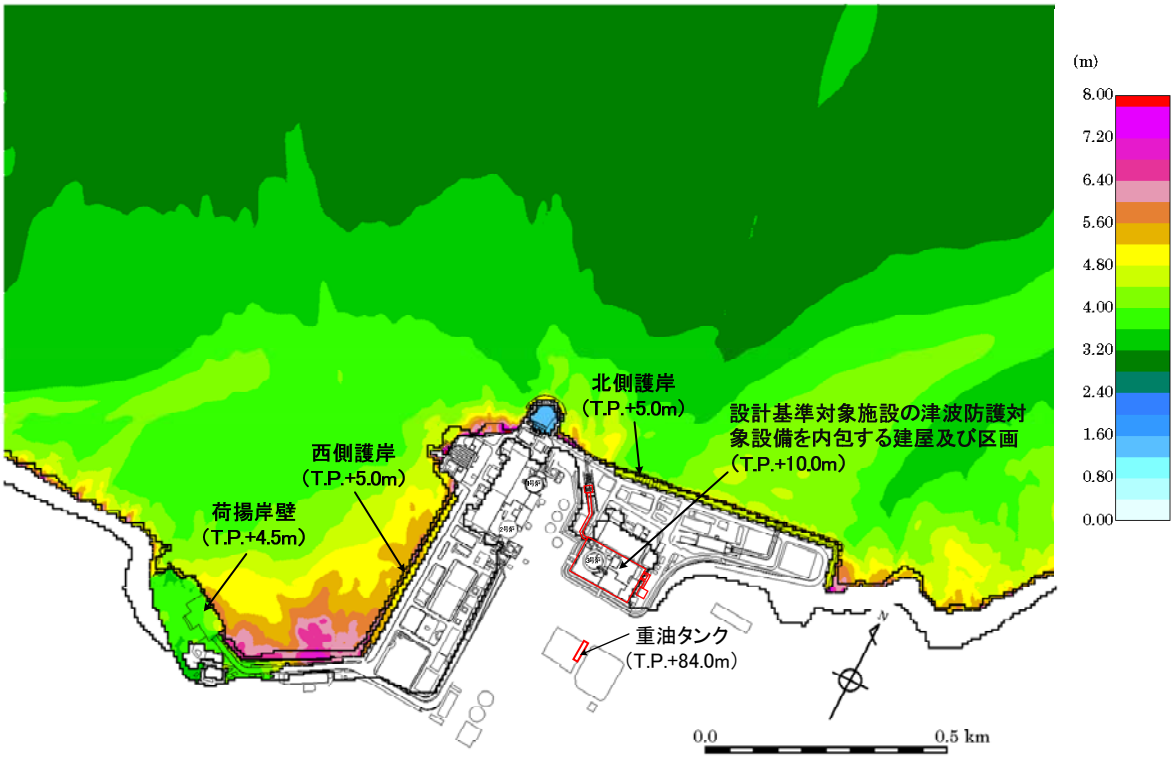


図 1-6-4　基準津波による最高水位分布

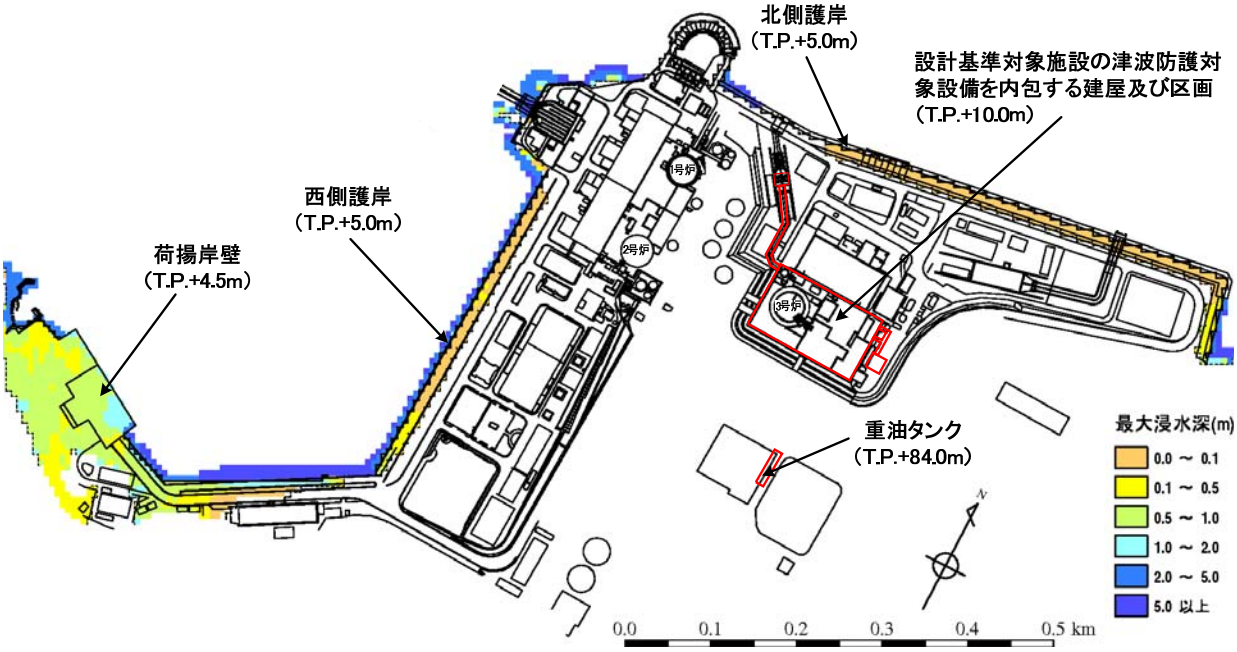


図 1-6-5　基準津波による最大浸水深分布

2．基本方針

【規制基準における要求事項等】

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

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

【検討方針】

敷地の特性（敷地の地形、敷地周辺の津波の遡上、浸水状況等）に応じた、津波防護の基本方針を敷地及び敷地周辺全体図、施設配置図等により明示する。

また、敷地の特性に応じた津波防護（津波防護施設、浸水防止設備、津波監視設備等）の概要（外郭防護の位置及び浸水想定範囲の設定、並びに内郭防護の位置及び浸水防護重点化範囲の設定等）について整理する。

【検討結果】

次頁以降に示す。

2．1　敷地の特性に応じた津波防護の基本方針

伊方３号炉の耐津波設計の基本方針は、「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、敷地の特性に応じた津波防護の基本方針は以下のとおりである。

詳細は「3．津波の敷地への流入防止（外郭防護１）」以降に示す。

(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。下記 (3) において同じ。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とする。また、取水路及び放水路等の経路から流入させない設計とする。

（3．津波の敷地への流入防止（外郭防護１）　参照）

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

（4．漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護２）　参照）

(3)　上記２方針のほか、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建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。

（5．重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）　参照）

(4)　水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響を防止できる設計とする。

(6.水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止　参照)

(5)　津波監視設備については、入力津波に対して津波監視機能が保持できるよう設計する。

（7．津波監視　参照）

2．2　敷地の特性に応じた津波防護の概要

敷地の特性に応じた津波防護の概要（外郭防護の位置、内郭防護の位置、浸水防護重点化範囲の設定等）を示す（図 2-2-1）。

浸水防護重点化範囲として、原子炉建屋（原子炉格納施設、原子炉周辺補機等及び燃料取扱棟を含む。）及び原子炉補助建屋、屋外設備として海水ポンプエリア、海水管ダクト、燃料油貯油槽、燃料油配管ダクト、原子炉建屋屋上の補助給水タンク及び重油タンクを設定する。

海水取水路から津波を流入させない設計とするため、外郭防護として、海水ポンプエリアに水密扉、水密ハッチ、床ドレンライン逆止弁の設置及び貫通部止水処置を実施し、海水管ダクトに床ドレンライン逆止弁を設置する。

浸水防護重点化範囲ついては、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、原子炉建屋及び原子炉補助建屋とタービン建屋との境界に水密扉、床ドレンライン逆止弁の設置及び貫通部止水処置を実施する。

引き波時の海水ピット水位の低下に対して、海水ポンプの取水可能水位を維持するため、海水ピット堰を設置する。

地震発生後、津波が発生した場合に、その影響を俯瞰的に把握するため、津波監視設備として、海水ピットに耐震型海水ピット水位計を設置し、原子炉建屋屋上に海面監視カメラを設置する。

各津波防護対策の設備分類と設置目的を表 2-2-1 に整理する。

（資料－11）

図 2-2-1　敷地の特性に応じた津波防護の概要

表 2-2-1　津波防護対策の設備分類と設置目的

<table>
<tr><th colspan="2">津波防護対策</th><th>設備分類</th><th>設置目的</th></tr>
<tr><td colspan="2">海水ピット堰</td><td>津波防護施設</td><td>・引き波時において、海水ポンプによる補機冷却に必要な海水を確保し、海水ポンプの機能を保持する。</td></tr>
<tr><td rowspan="4">海水ポンプエリア及び海水管ダクト</td><td>水密扉</td><td rowspan="9">浸水防止設備</td><td rowspan="2">・海水取水路からの津波流入による海水ポンプエリアへの浸水を防止する。</td></tr>
<tr><td>貫通部
止水処置</td></tr>
<tr><td>水密ハッチ</td><td rowspan="2">・海水取水路からの津波流入による海水ポンプエリアへの床からの浸水を防止する。</td></tr>
<tr><td>床ドレン
ライン逆止弁</td></tr>
<tr><td rowspan="3">原子炉建屋及び原子炉補助建屋とタービン建屋との境界</td><td>水密扉</td><td rowspan="3">・地震によるタービン建屋内の循環水管損傷や２次系設備及び屋外タンクの損傷に伴う溢水及び損傷箇所を介しての津波の流入による溢水に対して、浸水防護重点化範囲への流入を防止する。</td></tr>
<tr><td>貫通部
止水処置</td></tr>
<tr><td>床ドレン
ライン逆止弁</td></tr>
<tr><td colspan="2">海面監視カメラ</td><td rowspan="2">津波監視設備</td><td rowspan="2">・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。</td></tr>
<tr><td colspan="2">耐震型海水ピット
水位計</td></tr>
</table>

3．津波の敷地への流入防止（外郭防護１）

3．1　遡上波の地上部からの到達、流入の防止

【規制基準における要求事項等】

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

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

【検討方針】

設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画は、基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置されていることを確認する。

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

具体的には、周辺敷地高さ T.P.+10.0m に設置されている設計基準対象施設の津波防護対象設備（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に対して、基準津波による遡上波が地上部から到達、流入しないことを確認する。（検討結果参照）

【検討結果】

次頁以降に示す。

基準津波の遡上解析結果における、敷地周辺の遡上の状況、浸水の分布等を踏まえ、以下を確認している（図 3-1-1、図 3-1-2 及び表 3-1-1 参照）。

（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の周辺敷地高さは T.P.+10.0m の敷地に設置されており、津波による遡上波は地上部から到達、流入しない。

また、設計基準対象施設の津波防護対象設備のうち屋外設備である海水ポンプエリアは、周辺敷地高さ T.P.+10.0m に囲われた T.P.+3.0m の床版に設置されているため津波による遡上波は地上部から直接到達、流入しない。補助給水タンクは原子炉建屋屋上の T.P.+25.9m に設置されていることから津波の影響を受けない。海水管ダクト並びにＤ／Ｇの燃料設備である燃料油貯油槽及び燃料油配管ダクトはT.P.+10.0mの敷地に埋設されており、また、重油タンクは T.P.+84.0m の高台に設置されていることから津波の影響を受けない。

これらの結果は、参照する裕度 0.32m を考慮しても裕度がある。

（2）既存の地山斜面、盛土斜面等の活用

伊方発電所において、地山斜面又は盛土斜面等の活用はしていない。

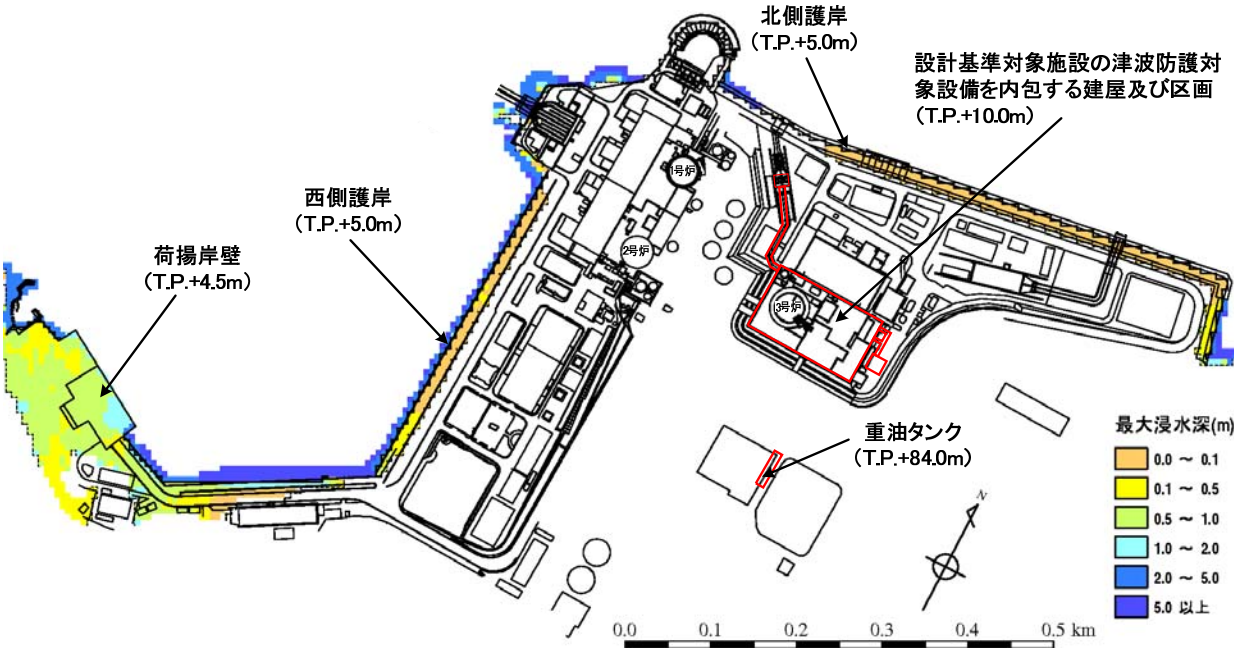


図 3-1-1　基準津波による最大浸水深分布

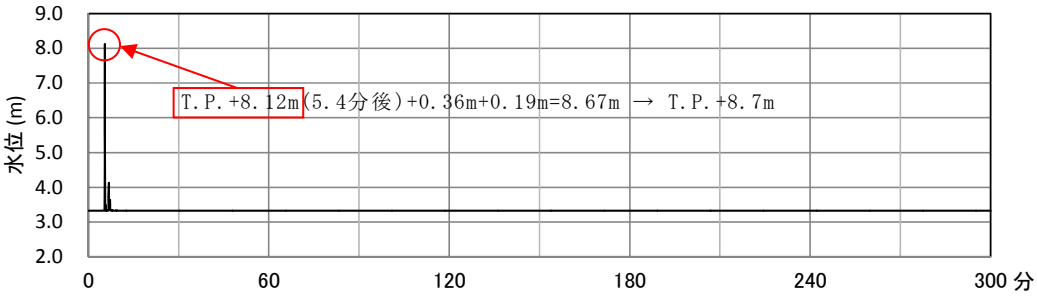


図 3-1-2　３号炉敷地前面における津波襲来時の水位

表 3-1-1　地上部からの到達、流入評価結果

	入力津波高さ ①	施設、設備の設置高さ ②	裕度 ②-①	評価※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	T.P.+8.7m （重畳津波）	・T.P.+10.0m の敷地に設置	≧1.3m	○
設計基準対象施設の津波防護対象設備のうち屋外設備		・海水ポンプエリアの周辺敷地高さは T.P.+10.0m ・補助給水タンクは T.P.+25.9m に設置 ・海水管ダクト、燃料油貯油槽及び燃料油配管ダクトは周辺敷地高さ T.P.+10.0m に埋設 ・重油タンクは T.P.+84.0m の高台に設置	≧1.3m	○

※1：　○：津波は流入しない。　×：津波が流入する可能性がある。
△：少量漏えいする可能性がある。

3．2　取水路、放水路等の経路からの津波の流入防止

【規制基準における要求事項等】

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

特定した経路に対して浸水対策を施すことにより津波の流入を防止すること。

【検討方針】

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

特定した経路に対して、浸水対策を施すことにより津波の流入を防止する。

（検討結果参照）

【検討結果】

次頁以降に示す。

(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

海域に連接する水路から敷地への津波の流入する可能性のある経路としては、表 3-2-1 のとおり取水路、放水路の海水系・循環水系、屋外排水路が挙げられる。

各経路に対する確認結果を次頁以降に示す。

表 3-2-1　流入経路特定結果

系統		流入経路
取水路	海水系	海水ピット、海水管ダクト（海水管含む）
	循環水系	取水ピット、循環水管、電気ケーブルダクト、屋外配管ダクト
放水路	海水系	放水ピット、原子炉補機冷却海水放水管
	循環水系	放水ピット、循環水管
	その他 排水管	クリーンアップ系外ブロー管、 海水排水放水管、 処理水排水管、 濃縮海水放水管
屋外排水路		雨水排水路

(2) 取水路からの流入経路について

取水路のうち、安全系の海水系は、海水ポンプにて取水後、海水管ダクト内に設置された海水管を経由し、原子炉建屋に連接している。

取水路のうち、非安全系の循環水系は、海水系とは別の取水口であり、取水路を経て循環水ポンプにて取水後、循環水管にてタービン建屋内設備に送水している。

また、電気ケーブルダクト及び屋外配管ダクトは取水ピットからタービン建屋に連接している。(図 3-2-1)

図 3-2-1　取水路系統配置

a．取水路のうち海水系からの流入について

(a) 海水ピット

海水ピットには除塵装置エリアと海水ポンプエリアがあり、除塵装置エリアには床面開口部及び貫通部がある。海水ポンプエリアには、津波の流入が想定される箇所として、除塵装置エリアから海水ポンプエリアへの連絡通路、海水ポンプエリア壁面の貫通部、床ドレンライン用の排水口、点検用の開口部、海水ポンプのグランド部及びグランドドレン配管がある。また、海水ポンプ本体には、グランドドレン配管の他、軸受潤滑水配管、モータ冷却水ドレン配管、非常用タンクベント配管及び非常用タンクドレン配管が接続されている。全ての開口部、貫通部等を図 3-2-3～5 に示す。

入力津波による海水ピット内水位は T.P.+4.30m であり、地盤変動（0.40m の沈降）を考慮すると T.P.+4.70m である。さらに、ばらつきとして朔望平均満潮位のばらつき（0.19m）等を考慮した入力津波高さは T.P.+4.9m となる（図 3-2-2)。

ここで、除塵装置エリアの床面高さは T.P.+5.0m であるが、除塵装置エリアから海水ポンプエリアへの連絡通路には水密扉を設置し、海水ポンプエリア壁面の貫通部には止水処置を実施している。海水ポンプエリア側壁の天端高さは T.P.+10.2m であることから、これらの浸水対策を考慮した場合、この経路から津波は流入しない。この結果は、参照する裕度 0.32m を考慮しても裕度がある。

海水ポンプエリアの床面高さは T.P.+3.0m であるが、床ドレンライン用の排水口には逆止弁を設置するとともに、点検用の開口部には水密ハッチを設置していることから津波は流入又は浸水しない。

海水ポンプのグランド部は上端高さ※1 が T.P.+4.01m であり、津波が流入する可能性があるが、グランド部はグランドパッキンが挿入されており、グランド押さえ、締め付けボルトによるシール及び締め付け管理をしていることから漏えい量はわずかである。

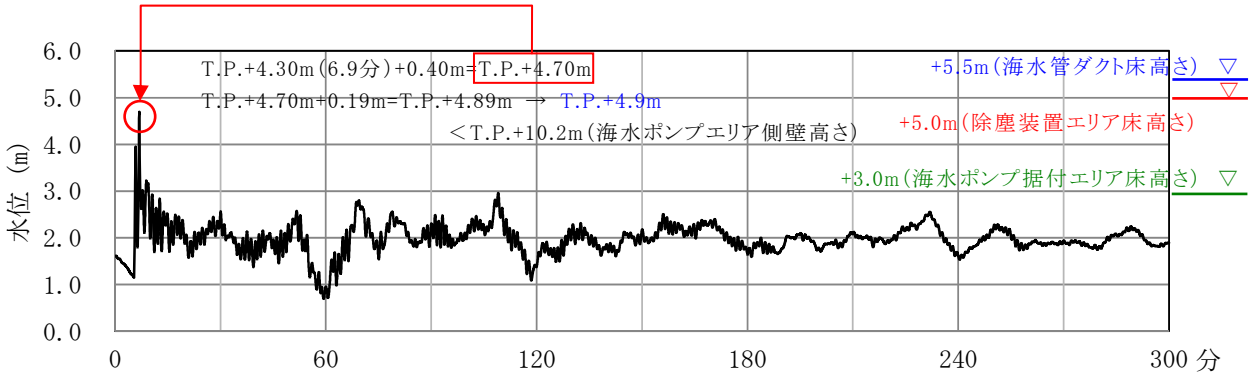
グランドドレン配管は入口開口部高さが T.P.+3.97m であり、津波が配管を逆流し、入口開口部から流入する可能性があるが、グランドドレン配管は口径が小さい（内径 21.4mm）ことから流入、浸水量は少量である。

海水ポンプの軸受潤滑水配管、モータ冷却水ドレン配管、非常用タンクベント配管及び非常用タンクドレン配管には、津波が流入する可能性がある開口部はない。

また、海水ポンプ据付面基礎フランジ部は金属製のソールプレート上に設置されているが、基礎ボルトで密着させることで十分な水密性を有するため浸水しない。

※1 パッキン箱の上端高さ

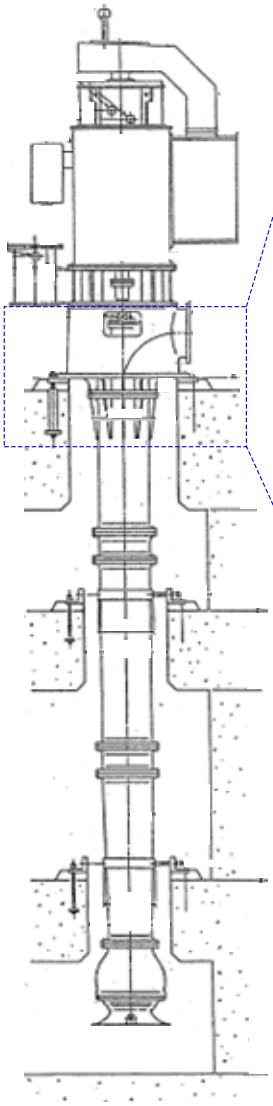
海水ポンプエリアの床面及び海水ポンプのグランドドレン配管等からの漏水に関しては、「4. 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護２）」で述べる。



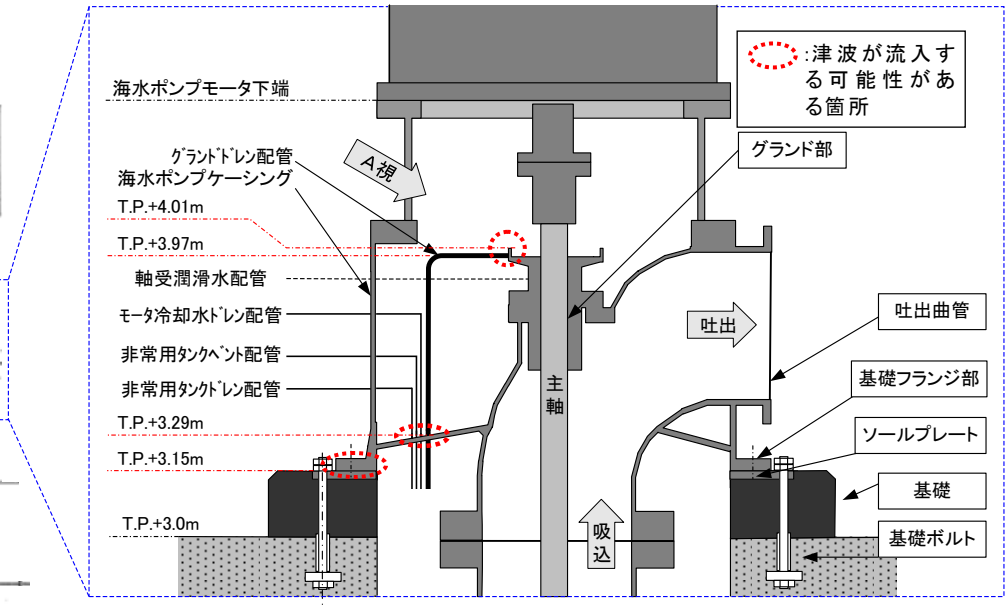
※ グラフは地盤変動(0.40mの沈降)を考慮

図 3-2-2　海水ピット内水位の時系列変化（水位上昇側）

図 3-2-3　海水ピット断面図



海水ポンプ構造図



海水ポンプグランド部廻り断面図

A視（海水ポンプグランド部）

図 3-2-4　海水ポンプグランド部、グランドドレン配管等

図 3-2-5　海水ピット平面図

(b) 海水管ダクト（海水管含む）

海水管を設置している海水管ダクトの入口は海水ポンプエリアにあり、海水ポンプエリア側壁の天端高さはT.P.+10.2mである。また、海水管ダクトには海水ピットに接続する排水口がありダクト底盤高さはT.P.+5.5m であり、海水管ダクト内の排水口には逆止弁を設置している（図 3-2-6,7)。

入力津波による海水ピット内水位は T.P.+4.30m であり、地盤変動（0.40m の沈降）を考慮すると T.P.+4.70m である。さらに、ばらつきとして朔望平均満潮位のばらつき（0.19m）等を考慮した入力津波高さはT.P.+4.9mとなることから、これらの経路から津波は流入しない。この結果は、参照する裕度 0.32m を考慮しても裕度がある。

図 3-2-6　海水ポンプエリア及び海水管ダクト断面図

図 3-2-7　海水ポンプエリア及び海水管ダクト平面図

(c) まとめ

以上のとおり、浸水対策の実施により、特定した流入経路である海水ピット及び海水管ダクトからの津波の流入防止が可能であることを確認した。

評価結果を表 3-2-2 にまとめる。

なお、海水ポンプエリアの床面及び海水ポンプのグランドドレン配管他からの漏水に関しては、「4. 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護２）」で述べる。

表 3-2-2　取水路のうち海水系からの流入評価結果

流入経路	入力津波高さ ①	許容津波高さ ②	裕度 ②-①	評価※1
海水ピット	T.P.+4.9m	T.P.+10.2m※2 (T.P.+5.0m)	5.3m (0.1m)	○※2
海水ポンプエリアの床面及びグランドドレン配管他	T.P.+4.9m	T.P.+3.0m※3	—※3	○※3
		T.P.+4.01m※4	—※4	○※4
		T.P.+3.97m※5	—※5	△※5
		T.P.+3.15m※6	—※6	○※6
海水管ダクト	T.P.+4.9m	T.P.+10.2m※7 (T.P.+5.5m)	5.3m (0.6m)	○※7

※1 ○：津波は流入しない。×：津波が流入する可能性がある。△：少量漏えいする可能性がある。

※2 海水ポンプエリア側壁の天端高さ。
（　）内は除塵装置エリアの床面高さであり、海水ポンプエリアへ連絡する通路には水密扉を設置していることから浸水しない。

※3 海水ポンプエリアの床面高さはT.P.+3.0mであるが、床ドレンライン用の排水口には逆止弁を設置するとともに、点検用の開口部は水密ハッチを設置していることから津波は流入又は浸水しない。

※4 海水ポンプのグランド部は上端高さがT.P.+4.01mであり、津波が流入する可能性があるが、グランド部は日常的に保守管理していることことから有意に流入又は浸水することはない。

※5 海水ポンプのグランドドレン配管は入口開口部高さがT.P.+3.97mであり、津波が流入する可能性があるが、グランドドレン配管は口径が小さい（内径21.4mm）ことから流入、浸水量は少量である。

※6 海水ポンプ据付面はT.P.+3.15mであるが、基礎フランジ部は基礎ボルトで密着させており十分な水密性を有することから浸水しない。

※7 海水ポンプエリア側壁の天端高さ。
（　）内は海水ピット内に接続する排水口がある海水管ダクトの床底盤高さであり、排水口には床ドレンライン逆止弁を設置していることから浸水しない。

b．取水路のうち循環水系からの流入について

（a）取水ピット

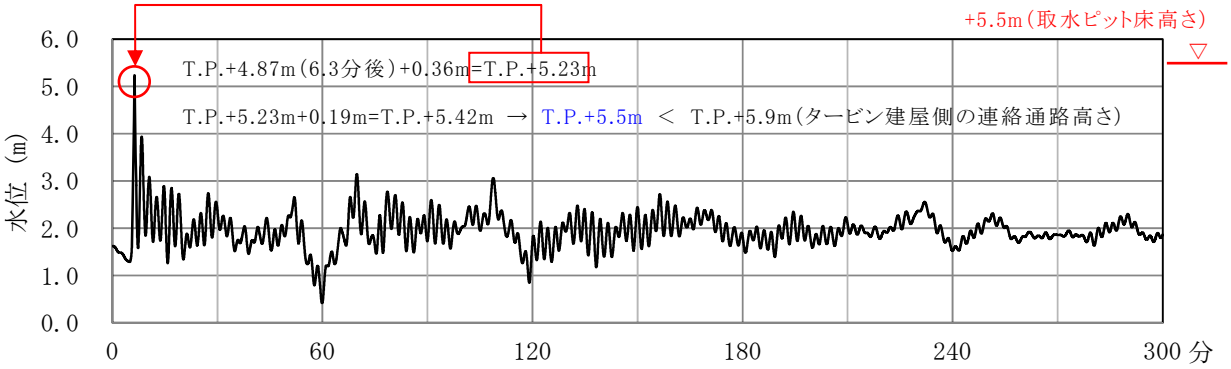
取水ピットには循環水ポンプが設置されたエリア（以下、「循環水ポンプエリア」という。）がありポンプ設置床高さは T.P.+1.35m である。このエリアは直接海域には連接していない。また、取水ピット側壁の天端高さは T.P.+10.2m である。

循環水ポンプエリアに隣接する除塵装置エリアの床面高さは T.P.+5.5m であり、除塵装置とタービン建屋は電気ケーブルダクトによってタービン建屋側の高さ T.P.+5.9m の連絡通路で接続されている。また、敷地面より掘り込んだ屋外配管ダクトには循環水ポンプモータ用の冷却水配管等が設置されており、屋外配管ダクトの底盤高さは T.P.+8.85m である（図 3-2-8）。

入力津波による取水ピット内水位は T.P.+4.87m であり、地盤変動（0.36m の沈降）を考慮すると T.P.+5.23m である。さらに、ばらつきとして朔望平均満潮位のばらつき（0.19m）等を考慮した入力津波高さは T.P.+5.5m となる（図 3-2-8）。参照する裕度 0.32m を考慮しても、これらの経路から津波は流入しない。

仮に電気ケーブルダクトを経由してタービン建屋に流入したとしても、津波が電気ケーブルダクトのタービン建屋入口高さ T.P.+5.9m を超える期間は短時間であることから、浸水量は少量である。また、原子炉建屋及び原子炉補助建屋とタービン建屋との境界には水密扉、床ドレンライン逆止弁の設置及び貫通部止水処置を実施しており、設計基準対象施設の津波防護対象設備の機能に影響はない。

なお、電気ケーブルダクトの取水ピット側入口扉は鋼板により閉鎖運用としている（図 3-2-9）。また、壁貫通部についても浸水対策を実施している。



※ グラフは地盤変動量0.36mの沈降を考慮

図 3-2-8　取水ピット内水位の時系列変化（循環水ポンプ停止中）

図 3-2-9　取水ピット断面図

図 3-2-10　電気ケーブルダクト平面図・断面図

(b) 循環水管周囲からの流入について

循環水管は循環水ポンプを設置している取水ピットの境界から建屋までの間、直接地中に埋設されるとともに、取水ピット壁側貫通部はコンクリート巻き立てとなっている。また、循環水管が設置された循環水ポンプエリアは床高さ T.P.+1.35m であるが直接海域には連接していない（図3-2-11）。

以上のことから、この経路から津波は流入しない。

図 3-2-11　循環水管経路図

(c) まとめ

以上のとおり、津波は循環水系から流入しないことを確認した。
評価結果を表 3-2-3 にまとめる。

表 3-2-3　取水路のうち循環水系からの流入評価結果

流入経路	入力津波高さ ①	許容津波高さ ②	裕度 ②-①	評価※1
取水ピット	T.P.+5.5m	T.P.+10.2m※2	4.7m	○
循環水管	T.P.+5.5m	—※3	—※3	○※3
電気ケーブルダクト	T.P.+5.5m	T.P.+5.9m※4	0.4m	○
屋外配管ダクト	T.P.+5.5m	T.P.+8.85m※5	3.15m	○

※1 ○：津波は流入しない。×：津波が流入する可能性がある。△：少量漏えいする可能性がある。
※2 取水ピット側壁の天端高さ
※3 循環水管周囲はコンクリート巻立てとなっており津波は流入しない。
※4 電気ケーブルダクトの底盤高さ（タービン建屋側の床面高さ）
※5 屋外配管ダクトの底盤高さ

(3) 放水路からの流入経路について

放水路のうち、循環水管はタービン建屋から放水ピットを介して放水口に接続されている。原子炉補機冷却海水放水管は、原子炉補助建屋から海水管を通った海水をダムアップ方式で放出する海水放水ダムから、直接地中に埋設され、放水ピットを介して放水口に接続している。また、その他の排水管として、クリーンアップ系外ブロー管及び T/B 海水排水放水管はタービン建屋から放水ピットへ接続しており、総排処理水排水管及び濃縮海水放水管は総合排水処理建屋及び海水淡水化装置建屋から放水ピットへ接続している（図 3-2-12)。

図 3-2-12　放水路系統配置図

a．放水路からの流入について

（a）放水ピット

放水ピット側壁高さはT.P.+10.2mである（図3-2-14）。

入力津波による放水ピット内水位はT.P.+4.07mであり、地盤変動（0.39mの沈降）を考慮するとT.P.+4.46mである。さらに、ばらつきとして朔望平均満潮位のばらつき（0.19m）等を考慮した入力津波高さはT.P.+4.7mとなることから、ピット開口を経て地上部へ津波が流入することはない（図3-2-13）。

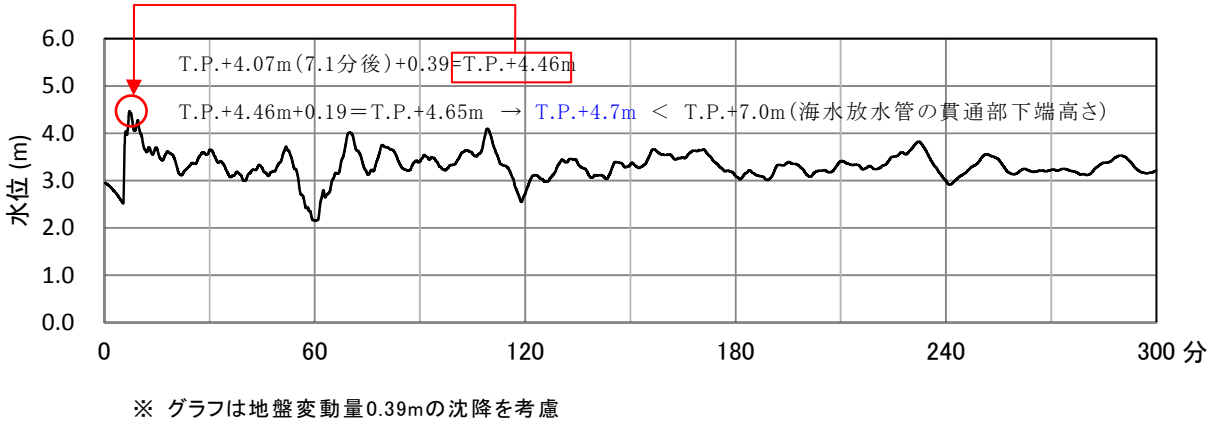


図3-2-13　放水ピット内水位の時系列変化（循環水ポンプ運転中）

図3-2-14　放水ピット断面図

(b) 循環水管周囲からの流入について

循環水管はタービン建屋から放水ピット境界までの間、直接地中に埋設されるとともに、放水ピット壁側貫通部はコンクリート巻き立てとなっていることから、この経路から津波は流入しない（図 3-2-15）。

図 3-2-15　循環水管経路図

(c) 原子炉補機冷却海水放水管周囲からの流入について

原子炉補機冷却海水放水管は海水放水ダムから放水ピット境界までの間、直接地中に埋設されており、放水ピット側側壁の貫通部下端高さはT.P.+7.0mである（図3-2-16）。

入力津波による放水ピット内水位はT.P.+4.07mであり、地盤変動（0.39mの沈降）を考慮するとT.P.+4.46mである。さらに、ばらつきとして朔望平均満潮位のばらつき（0.19m）等を考慮した入力津波高さはT.P.+4.7mとなることから、この経路から津波は流入しない。

なお、原子炉補機冷却海水放水管の系統内へ津波は流入しないことから、海水放水ダムを経由した経路からも津波は流入しない。

図3-2-16　原子炉補機冷却海水放水管経路図

(d) その他排水管

その他の排水管（クリーンアップ系外ブロー管、T/B 海水排水放水管、総排処理水排水管及び濃縮海水放水管）についてもタービン建屋等から放水ピット境界までの間、直接地中に埋設されており、これらの配管については、T.P.+7.8m 以上に設置されている（図 3-2-17）。

入力津波による放水ピット内水位は T.P.+4.07m であり、地盤変動（0.39m の沈降）を考慮すると T.P.+4.46m である。さらに、ばらつきとして朔望平均満潮位のばらつき（0.19m）等を考慮した入力津波高さは T.P.+4.7m となることから、この経路から津波は流入しない。

図 3-2-17　その他排水管経路図

(e) まとめ

以上のとおり、津波は放水路から流入しないことを確認した。評価結果を表 3-2-4 にまとめる。

表 3-2-4　放水路からの流入評価結果

流入経路	入力津波高さ ①	許容津波高さ ②	裕度 ②-①	評価※1
放水ピット	T.P.+4.7m	T.P.+10.2m※2	5.5m	○
循環水管	T.P.+4.7m	―※3	―※3	○※3
原子炉補機冷却海水放水管	T.P.+4.7m	T.P.+7.0m※4	2.3m	○
その他配管	T.P.+4.7m	≧T.P.+7.8m※5	≧3.1m	○

※1 ○：津波は流入しない。×：津波が流入する可能性がある。△：少量漏えいする可能性がある。
※2 放水ピット側壁高さ。
※3 循環水管周囲はコンクリート巻立てとなっており津波は流入しない。
※4 補機冷海水放水管の放水ピット側壁貫通部下端高さ
※5 その他排水配管（クリーンアップ系外ブロー管、T/B 海水排水放水管、総排処理水排水管、濃縮海水放水管）の放水ピット側壁貫通部のうち最下端高さ

(4) 屋外排水路からの流入経路について

海域に連接する屋外排水路は、敷地内の雨水排水を集めて海域まで自然流下させる構造となっている。敷地地盤上の開口部である集水枡、コンクリート蓋及びグレーチング蓋の設置高さは T.P.+10.0m 以上である（図 3-2-18）。

津波による遡上波は、屋外排水路の開口がある敷地高さ T.P.10.0m を超えないことから地上部から到達又は流入しない。また、屋外排水路は重要な安全機能を有する施設の設置されたエリア及び取水ピット又は放水ピットには直接接続していないことから、屋外排水路を経由して、重要な安全機能を有する施設の設置された敷地に津波は流入しない。評価結果を表 3-2-5 にまとめる。

表 3-2-5　屋外排水路からの流入評価結果

No.	入力津波高さ ①	海域に連接する高さ※3	許容津波高さ ②	裕度 ②-①	評価※1
1	T.P.+8.7m	T.P.+8.5m	T.P.+10.0m※2	1.3m	○
2		T.P.+4.6m	T.P.+10.0m※2	1.3m	○
3		T.P.+4.2m	T.P.+10.0m※2	1.3m	○
4		T.P.+4.3m	T.P.+10.0m※2	1.3m	○
5		T.P.+4.5m	T.P.+10.0m※2	1.3m	○

※1 ○：津波は流入しない。×：津波が流入する可能性がある。△：少量漏えいする可能性がある。

※2 以下に示す屋外排水路について、海域に連接する標高は約4.2m～8.5mであるが、重要な安全機能を有する設備を内包する建屋及び区画に流入する可能性がある高さは、屋外排水路の開口がある敷地高さT.P.+10.0m以上である。

No.1 海水ピット廻り屋外排水路
No.2 海水淡水化装置北側屋外排水路
No.3 放水ピット北側屋外排水路
No.4 取水口側屋外排水路
No.5 資機材倉庫東側屋外排水路

※3 重大事故等時の放射性物質の拡散抑制対策として、屋外排水路を改造予定であり、海域に連接する高さが変更となる可能性があるが、許容津波高さ（敷地高さT.P.+10.0m）は変わらないため、評価結果に影響はない。

図 3-2-18　屋外排水路全体配置図

以上より、各経路に対する評価結果を表 3-2-6 に示す。これらの結果から、各経路における裕度は、高潮ハザードの再現期間 100 年に対する期待値を踏まえた裕度（参照する裕度：0.32m）を上回ることを確認した。

なお、海水ポンプエリアの床面及び海水ポンプのグランドドレン配管他からの漏水に関しては、「4. 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護２）」で述べる。

表 3-2-6　各経路からの流入評価結果

系統		流入経路	①入力津波高さ	②許容津波高さ	裕度（②－①）
取水路	海水系	海水ピット	T.P.+4.9m	T.P.+10.2m 注１	5.3m
		海水管ダクト	T.P.+4.9m	T.P.+10.2m 注１	5.3m
	循環水系	取水ピット	T.P.+5.5m	T.P.+10.2m	4.7m
		電気ケーブルダクト	T.P.+5.5m	T.P.+5.9m	0.4m
		屋外配管ダクト	T.P.+5.5m	T.P.+8.8m	3.3m
放水路	海水系	放水ピット	T.P.+4.7m	T.P.+10.2m	5.5m
		原子炉補機冷却海水放水管	T.P.+4.7m	T.P.+7.0m	2.3m
	循環水系	放水ピット	T.P.+4.7m	T.P.+10.2m	5.5m
	その他排水管	クリーンアップ系外ブロー管	T.P.+4.7m	T.P.+7.8m 注２	3.1m
屋外排水路		雨水排水路	T.P.+8.7m	T.P.+10.0m	1.3m

注１　海水ポンプエリア及び海水管ダクトの津波防護対策を考慮した許容津波高さを示す。

注２　その他排水管の放水ピット側壁貫通部のうち最下端高さを示す。

4．漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護２）

4．1　漏水対策及び浸水想定範囲

【規制基準における要求事項等】

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

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

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

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

【検討方針】

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

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

また、浸水想定範囲がある場合は、浸水の可能性のある経路、浸水口に対して浸水防止設備を設置することにより浸水範囲を限定する。

【検討結果】

次頁以降に示す。

海水系設備については、「3. 津波の敷地への流入防止（外郭防護１）」で示したとおり、海水ポンプエリアの周辺敷地高さがT.P.+10.0m以上であり、基準津波による遡上波は地上部から到達、流入しない。

一方、海水ポンプエリアの床面高さT.P.+3.00mに対し、入力津波による海水ピット内水位はT.P.+4.30mであり、地盤変動（0.40mの沈降）を考慮するとT.P.+4.70mである。さらに、ばらつきとして朔望平均満潮位のばらつき（0.19m）等を考慮した入力津波高さはT.P.+4.9mとなる（図4-1-1～3）。

(1) 浸水防止設備

海水ポンプが設置された海水ポンプエリアには、津波の流入が想定される箇所として、床ドレン用の排水口、点検用の開口部がある。これらに対しては、海水ポンプエリアへの浸水防止設備として、海水ポンプエリア及び海水管ダクトの床ドレン用の排水口には逆止弁を設置するとともに、点検用の開口部には水密ハッチを設置している。また、海水ポンプエリアの壁にケーブル、配管及び電線管の貫通部が挙げられるため、止水処置を実施し、除塵装置エリアから海水ポンプエリアへの連絡通路には水密扉を設置している。

(2) 浸水想定範囲の設定

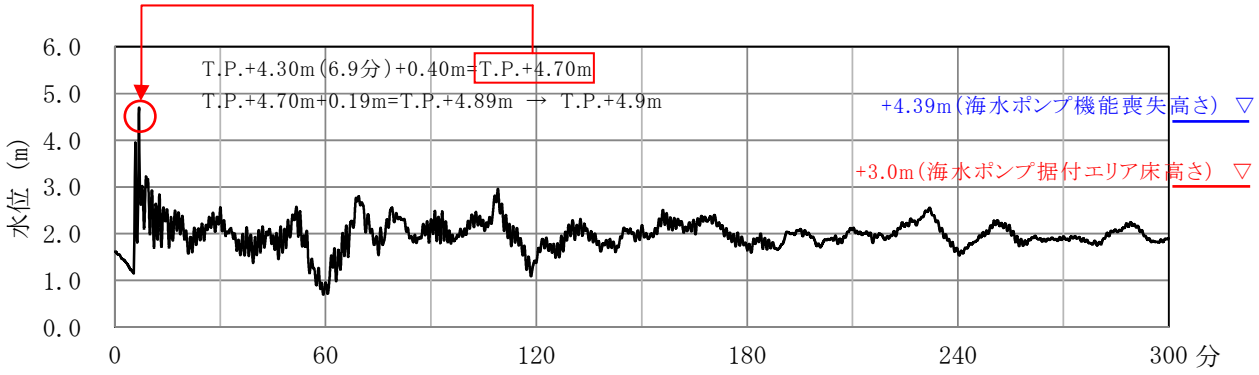
海水ポンプ本体には、グランドドレン配管、軸受潤滑水配管、モータ冷却水ドレン配管、非常用タンクベント配管及び非常用タンクドレン配管が接続されている。このうち、グランドドレン配管、モータ冷却水ドレン配管、非常用タンクベント配管及び非常用タンクドレン配管（以下、「グランドドレン配管等」という。）については、海水ピットに接続されていることから、グランドドレン配管等が地震に伴う津波時に破損した場合には、津波が破損部から浸水することが想定される。この場合の浸水量は、位置的に低い箇所で破損したほうが、津波が浸水する時間が長くなるとともに流量も多くなることから、グランドドレン配管等が海水ポンプ吐出曲管接続部直近（T.P.+3.29m）で破損した場合の浸水量が最も多くなる（図4-1-4～6）。このため、海水ポンプエリアを浸水想定範囲と設定し、グランドドレン配管等が海水ポンプ吐出曲管接続部直近（T.P.+3.29m）で破損した場合の漏水を浸水想定範囲の浸水量評価において評価する。

その他、海水ポンプに関しては、海水ポンプ据付面基礎フランジ部は金属製のソールプレート上に設置されているが、基礎ボルトで密着させることで十分な水密性を有するため浸水しない。グランド部はグランドパッキンが挿入されており、グランド押さえ、締め付けボルト

によるシール及び締め付け管理をしていることから漏えい量はわずかである。

なお、海水ポンプエリアにおいて浸水防止設備として設置する、水密扉、水密ハッチ及び床ドレンライン逆止弁については、漏水による浸水経路となる可能性があるため、浸水量を評価し、安全機能への影響がないことを確認する。

また、循環水系取水路側及び放水路側は「3．津波の敷地への流入防止（外郭防護１）」で示したとおり地下部を含めて漏水は考えられないことから浸水想定範囲はない。



※ グラフは地盤変動(0.40mの沈降)を考慮

図 4-1-1　海水ピット内水位の時系列変化（水位上昇側）

図 4-1-2　海水系設備（平面図）

図 4-1-3　海水系設備（断面図）

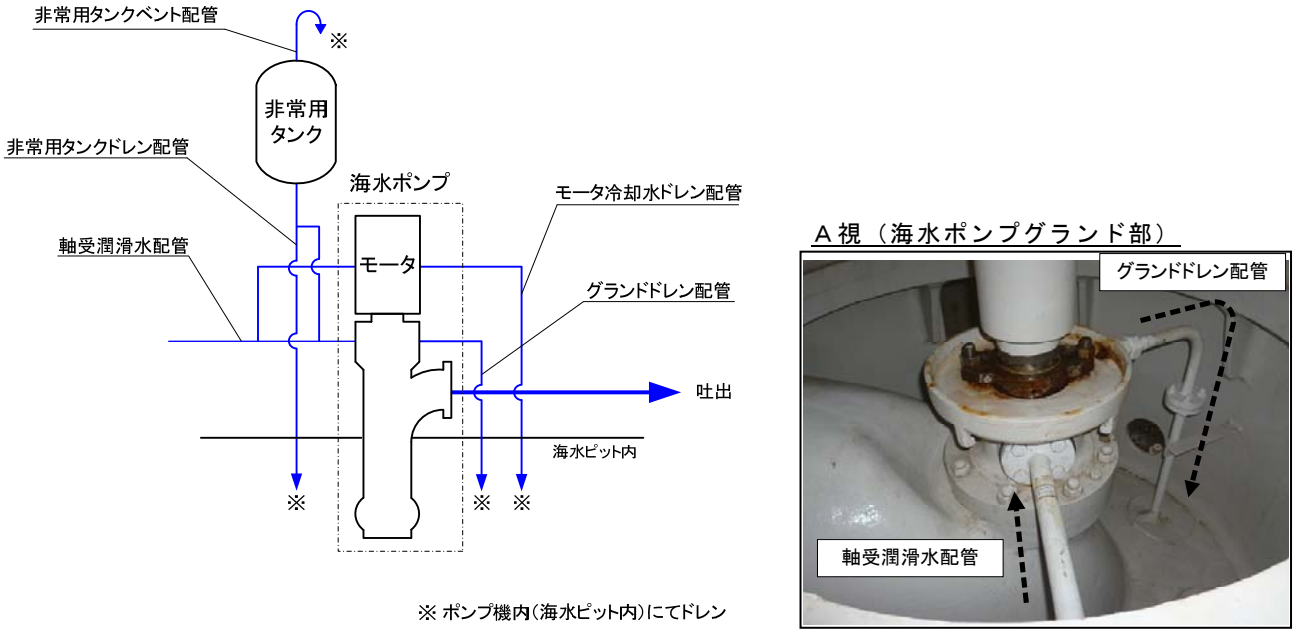


図 4-1-4　海水ポンプ接続配管概略系統図

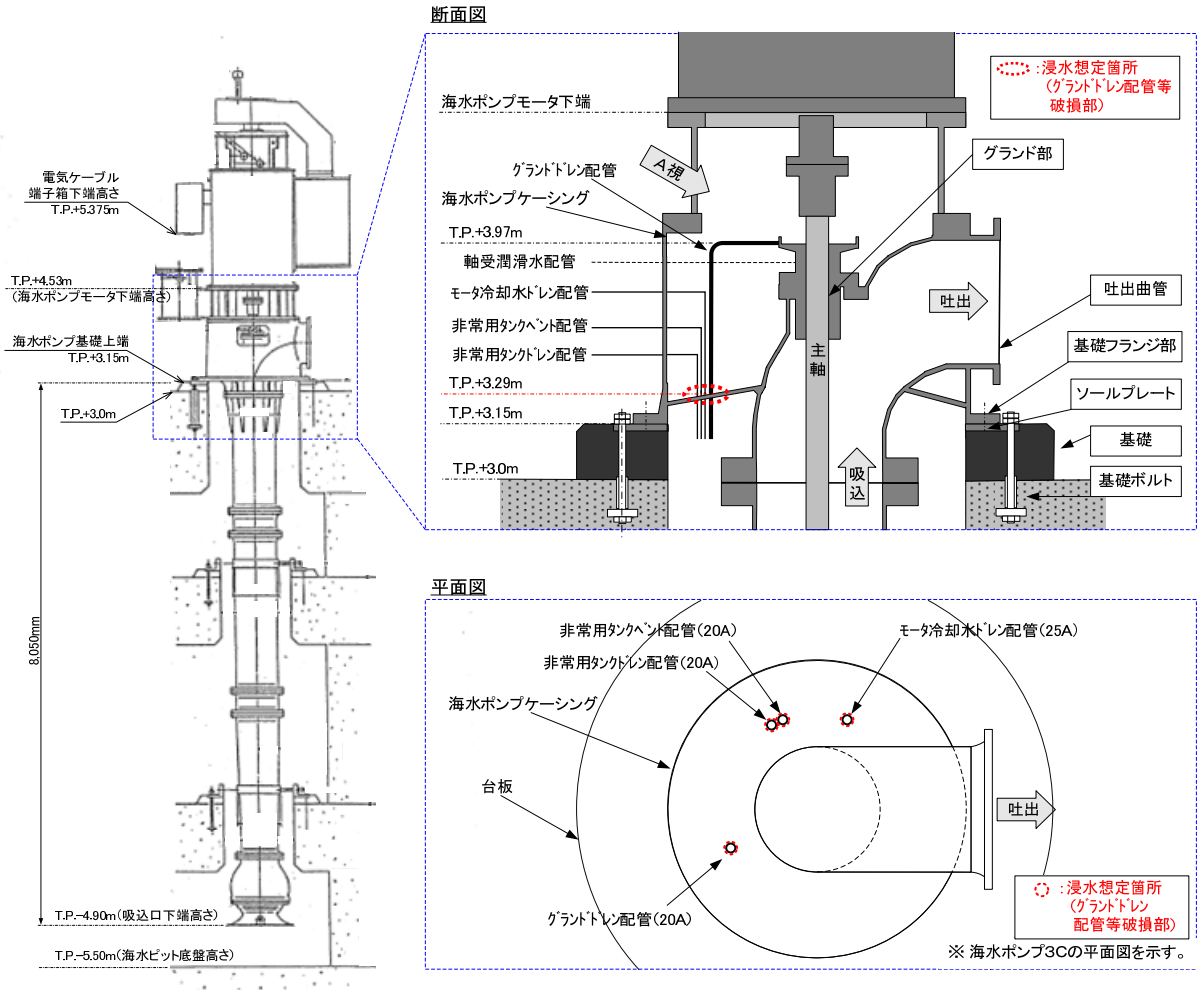


図 4-1-5　海水ポンプ浸水想定箇所

図 4-1-6　海水ポンプエリア浸水想定範囲

4．2　安全機能への影響確認

【規制基準における要求事項等】

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

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

【検討方針】

浸水想定範囲及びその周辺に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。）がある場合は、防水区画化する。必要に応じて防水区画内への浸水量評価及び被水影響評価を実施し、安全機能への影響がないことを確認する。

【検討結果】

次頁以降に示す。

(1) 評価対象区画及び評価対象設備

「4．1　漏水対策及び浸水想定範囲」で述べたとおり、海水ポンプが設置された海水ポンプエリアは浸水が想定されることから、津波による浸水量を算出し、海水ポンプへの影響を評価する。評価対象区画及び評価対象設備を表 4-2-1 に示す。

海水ポンプ３Ａ及び３Ｂが設置された「海水ポンプＡ、Ｂ室」と、海水ポンプ３Ｃ及び３Ｄが設置された「海水ポンプＣ、Ｄ室」は区画が分かれている。なお、両室の床面積は同じであり、また、漏水を想定する機器（グランドドレン配管等）及び破損を想定する箇所も同じであることから、両室内の浸水量及び浸水高さは同じとなる。

表 4-2-1　評価対象区画及び評価対象設備

評価対象区画	評価対象設備	設置床高さ
海水ポンプエリア	海水ポンプ３Ａ～３Ｄ	T.P.+3.0m

(2) 海水ポンプ機能喪失高さの設定

浸水により海水ポンプの機能へ影響を及ぼす可能性のある設備としては、モータ本体、電源ケーブル、現場操作盤、計装品が考えられる。

モータ下端高さは T.P.+4.53m であり、電源ケーブルは端子箱下端高さが T.P.+5.375m であり、また現場操作盤は、下端高さが T.P. +6.3m であるため、海水ポンプの機能に影響を与える可能性のある機能喪失高さとしては、海水ポンプ軸受冷却水流量伝送器（以下、「流量伝送器」という。）の下端高さである T.P.+4.39m※となる。また、電源については常用電源回路と分離している（表 4-2-2、図 4-2-1）。

なお、海水ポンプモータについては、予備品１台（３号炉用）を津波の影響を受けない高台（T.P.+32.0m）に保管している。

※設置高さの低い海水ポンプＣ、Ｄ室の流量伝送器下端高さを示す。

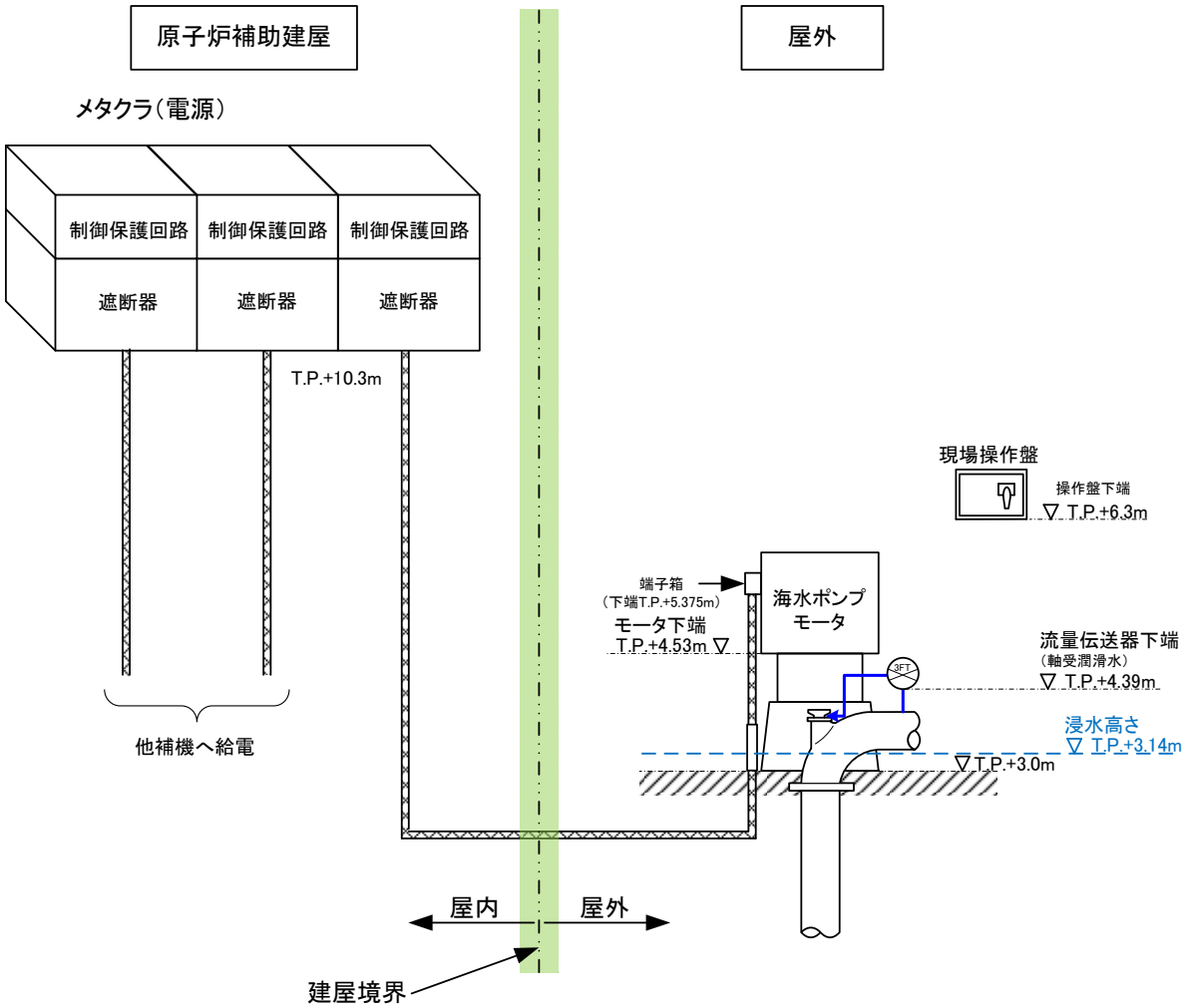


図 4-2-1　海水ポンプ関連設備の位置関係

表 4-2-2　海水ポンプの安全機能影響確認結果

確認項目		確認結果	機能喪失高さ
モータ本体	設置高さ	モータ下端高さ T.P.+4.53m	T.P.+4.39m
電源ケーブル（端子箱）		・端子箱下端高さ T.P.+5.375m ・ケーブルは中間接続なしで原子炉補助建屋まで敷設（端子箱のケーブル接続部はコーキングによる止水処理を実施）	
現場操作盤		現場操作盤下端 T.P.+6.3m	
流量伝送器		流量伝送器下端高さ T.P.+4.39m※	

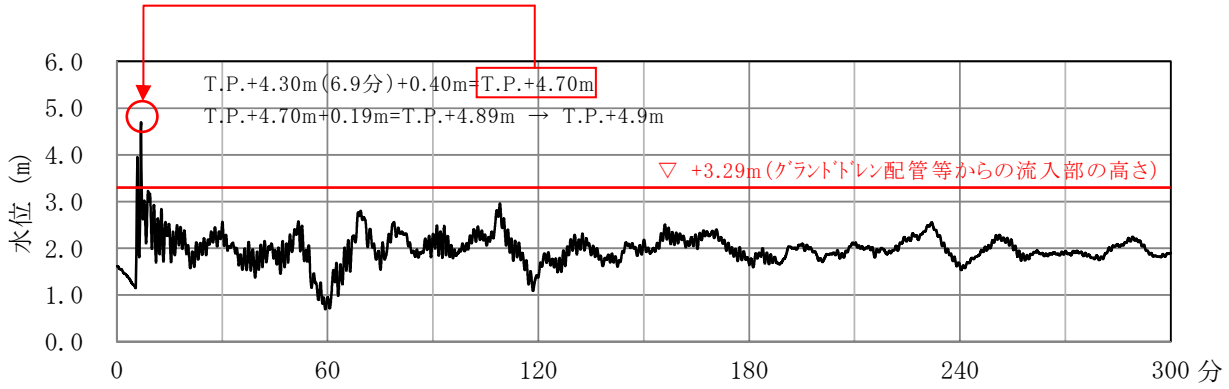
※　設置高さの低い海水ポンプＣ、Ｄ室の流量伝送器下端高さを示す。

(3) 浸水量の算定方法

浸水量評価には、管路解析にて得られた海水ピット内の水位が最も高くなる時刻歴波形を用いる（図 4-2-2)。浸水量の算定に用いる津波高さについては、地盤変動量及び潮位のばらつきを考慮した入力津波高さ T.P.+4.9m とし、周期は保守的に 30 分周期の正弦波とした。ここで、図 4-2-2、4-2-3 のとおり、入力津波が浸水想定箇所の高さ T.P.+3.29m を上回る時間は約 40 秒であり、30 分周期の正弦波を用いた場合には T.P.+3.29m を上回る時間は約８分となることから、30 分周期の正弦波を用いることにより浸水量は保守的に評価される。

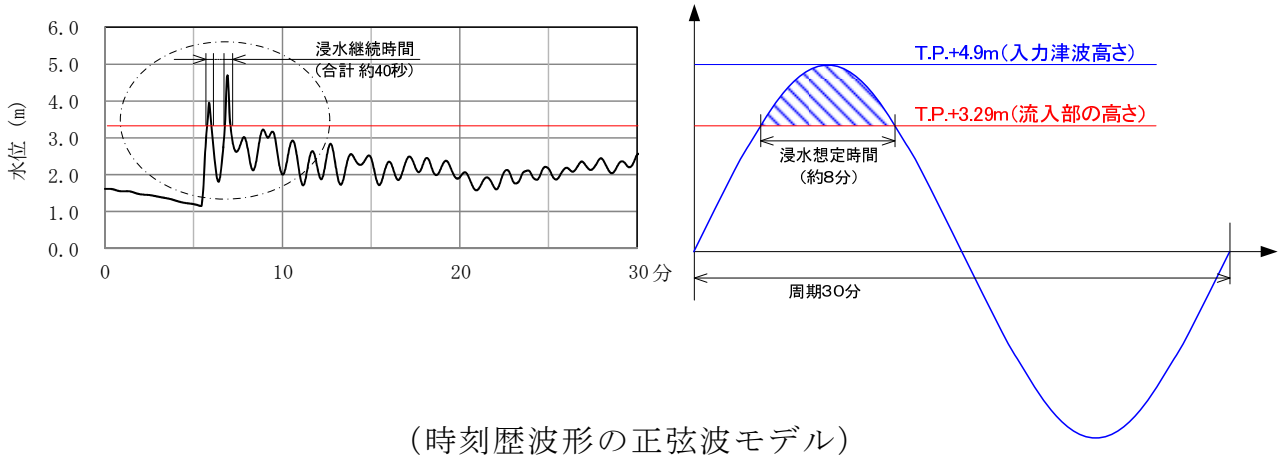
$$Q = \int \left(A \times \sqrt{2 \times g \left(H_A - H_B \right)} \right) dt$$

Ｑ：合計浸水量（m^3）
Ａ：流入部の面積（m^2）
ｇ：重力加速度（m/s^2）
H_A：入力津波高さ（m）
H_B：流入部の高さ（m）

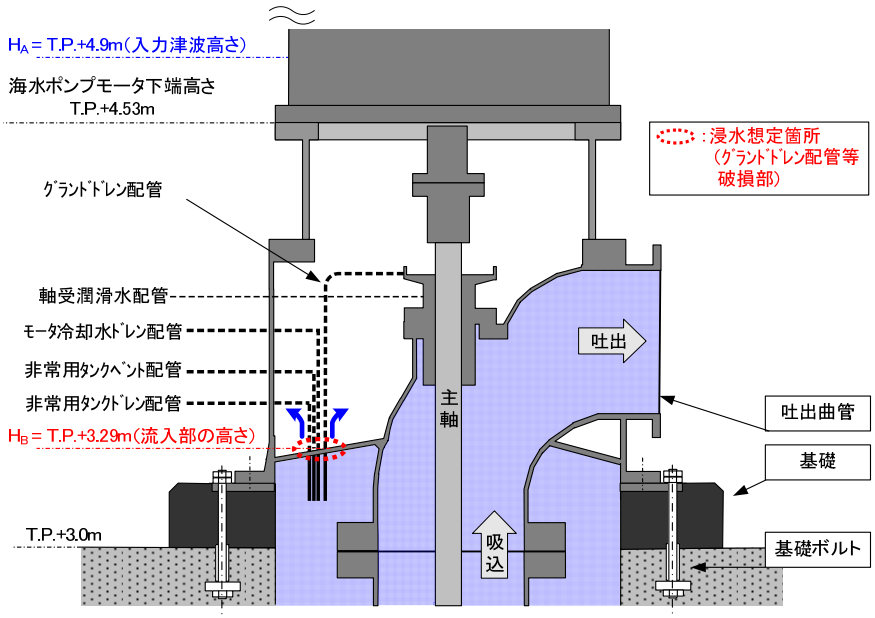


※ グラフは地盤変動(0.40mの沈降)を考慮

図 4-2-2　海水ピット内水位の時系列変化（水位上昇側）



（時刻歴波形の正弦波モデル）



（浸水想定モデル図）

図 4-2-3　設定した浸水量評価モデル

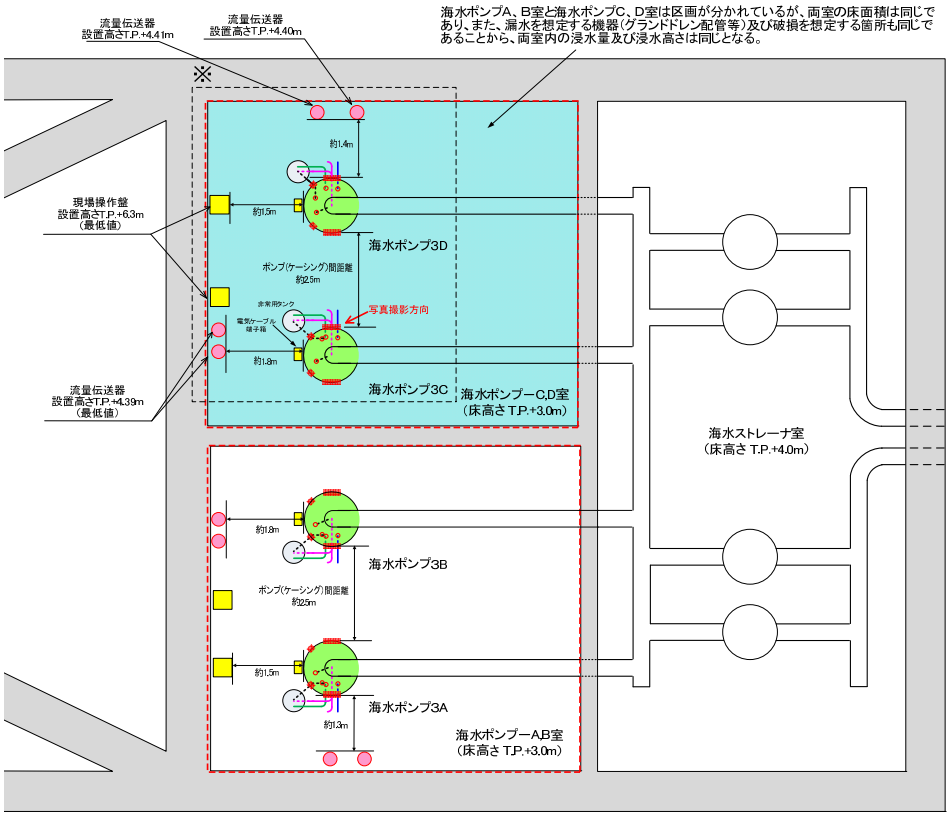
(4) 浸水量の評価結果

海水ポンプのグランドドレン配管等（流入部の高さ T.P.+3.29m）から海水ポンプエリアの浸水量を評価した結果、浸水量は 6.98m^3 となった。評価対象区画の有効面積は約 50m^2 であることから、浸水高さは T.P.+3.14m（床上 14cm）であり、海水ポンプの機能喪失高さ T.P.+4.39m を下回ることから、防護対象設備の機能を阻害することはないことが確認された（表 4-2-3、図 4-2-4）。

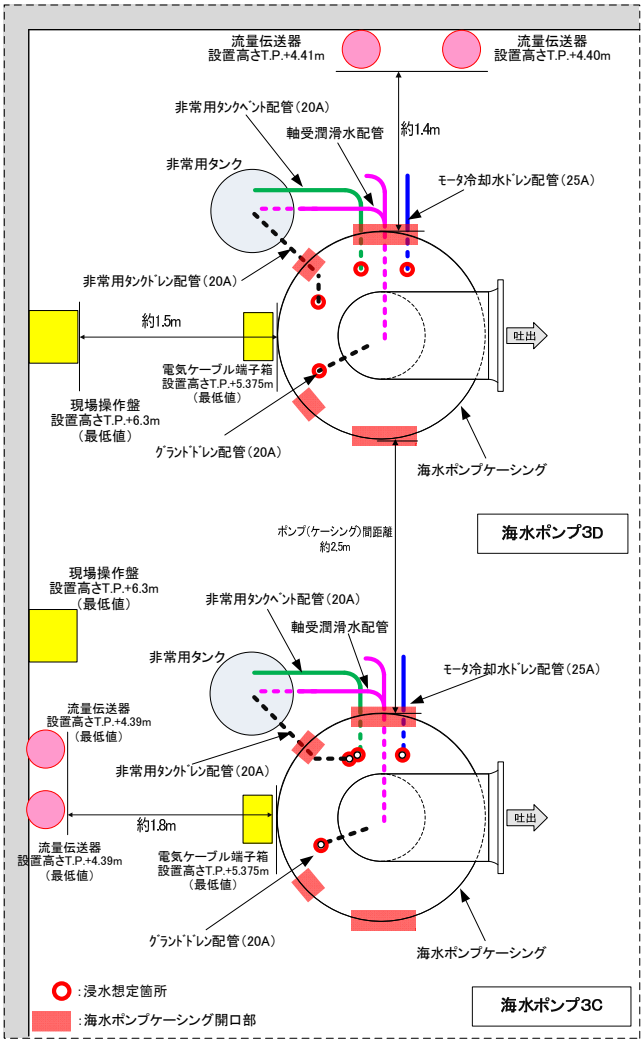
表 4-2-3 海水ポンプエリア浸水量評価結果

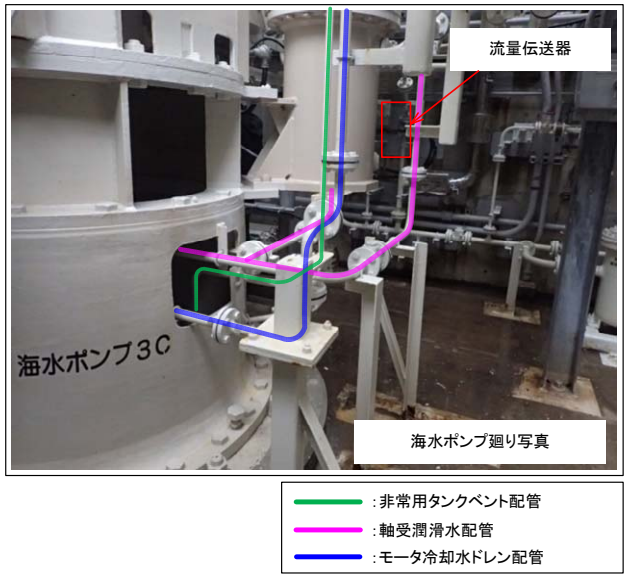
浸水箇所	評価津波	浸水量	有効区画面積	浸水高さ①	海水ポンプ機能喪失高さ②	裕度②-①	評価※1
海水ポンプグランドドレン配管等※2	入力津波高さ T.P.+4.9m（正弦波）	6.98m^3 ※3	約 50m^2 ※4	T.P.+3.14m	T.P.+4.39m	1.25m	○

※1 ○：海水ポンプは機能喪失しない。×：海水ポンプが機能喪失する可能性がある。
※2 海水ポンプ１台あたり各1本。
各配管の内径（保守的にライニング厚さを考慮せずに浸水量を評価）は以下のとおり。
グランドドレン配管　　：内径21.4mm
モータ冷却水ドレン配管：内径27.2mm
非常用タンクベント配管：内径21.4mm
非常用タンクドレン配管：内径21.4mm
※3 海水ポンプ２台あたりの浸水量。
※4 有効区画面積＝区画面積－設備占有面積（ポンプ基礎、コンクリート基礎等）



※ 拡大図





断面図

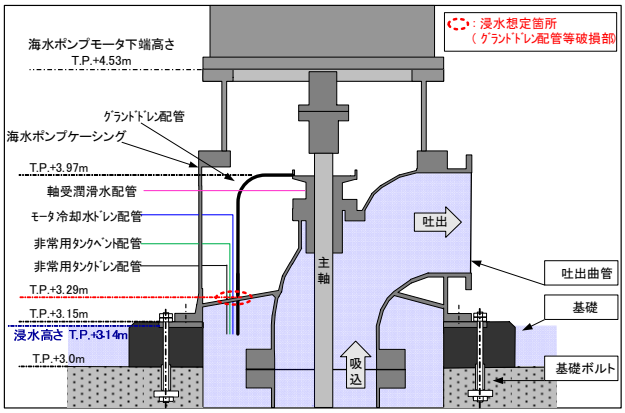


図 4-2-4　海水ポンプエリア浸水量評価区画

(5) 海水ポンプの被水影響について

グランドドレン配管等の破損部からの漏えいによる海水ポンプの被水影響を評価する。海水ポンプの機能へ影響を及ぼす可能性のある設備である、モータ本体、電源ケーブル、現場操作盤、流量伝送器について、被水影響確認結果を表 4-2-4 に示す。

海水ポンプの機能喪失高さとして設定している流量伝送器に対する被水影響については、仮に被水した場合でも、流量伝送器は防滴仕様であることから被水の影響で機能喪失することはない。

海水ポンプモータについては、屋外仕様の全閉外扇形であり、モータ下端部については、水の飛まつによりモータ内部に浸水しない構造である。

電源ケーブル及び現場操作盤は、入力津波高さより高い位置に設置されており、津波による被水が届かないため、被水の影響で海水ポンプが機能喪失することはない。(図 4-2-4)

表 4-2-4　海水ポンプの被水影響評価結果

<table>
<tr><th colspan="2">確認項目</th><th>確認結果</th><th>評価</th></tr>
<tr><td>モータ本体</td><td rowspan="4">・機器仕様
・設置高さ
評価津波:
入力津波高さ
T.P.+4.9m</td><td>・屋外仕様の全閉外扇形のモータである。
・モータ下端への水の飛まつによりモータ内部に浸水しない構造である。
(モータ下端高さ T.P.+4.53m)</td><td>○</td></tr>
<tr><td>電源ケーブル
(端子箱)</td><td>・屋外仕様であることに加え、端子箱下端高さは T.P.+5.375m であり、津波による被水が届かない高さである。</td><td>○</td></tr>
<tr><td>現場操作盤</td><td>・屋外仕様であることに加え、現場操作盤下端は T.P.+6.3m であり、津波による被水が届かない高さである。</td><td>○</td></tr>
<tr><td>流量伝送器</td><td>・流量伝送器は防滴仕様※である。
(流量伝送器下端高さ T.P.+4.39m)</td><td>○</td></tr>
</table>

※　JIS C0920「電気機械器具の外郭による保護等級(IPcode)」の IP66 に適合。
一部の流量伝送器は旧 JIS C0920 規格における耐水型に分類され IP66 に相当。
IP66：あらゆる方向からの強い噴流水による有害な影響がない

4．3　排水設備

【規制基準における要求事項等】

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

【検討方針】

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

【検討結果】

「4．2（2）浸水量評価」で述べたとおり、保守的な浸水量評価の結果、海水ポンプエリアの浸水高さは、床面高さ T.P.+3.0m に対し T.P.+3.14m(浸水量 6.98m^3）となるが、海水ポンプエリアには、床ドレン用の排水口が設置されており、浸水した海水は津波の水位低下とともに排水される。排水口から排水流量は、浸水高さ T.P.+3.14m 時に約 4.5m^3/h であり、長期間滞留することはないことから、排水設備は不要である（表 4-3-1)。

表 4-3-1 海水ポンプエリアの排水量評価結果

排水箇所	浸水量	排水流量	評価
海水ポンプエリア 床ドレン用排水口 （逆止弁付き）	6.98m^3 ※1	約 4.5m^3/h ※2	○

※1 海水ポンプ２台あたりの浸水量。

※2 床ドレンライン逆止弁の通過流量曲線より、作動圧力差 0.14m（=T.P.+3.14m-床面高さ T.P.+3.0m）における、床ドレンライン逆止弁１台あたりの通過流量を示す。

5．重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）

5．1　浸水防護重点化範囲の設定

【規制基準における要求事項等】

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

【検討方針】

設計基準対象施設の津波防護対象設備（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については、浸水防護重点化範囲として明確化する。

【検討結果】

次頁以降に示す。

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、表 5-1-1 及び図 5-1-1～3 に示すとおりであり、これらを浸水防護重点化範囲として設定する。

なお、緊急時対策所（EL.32m）については、T.P.+32.0m の敷地に設置しており、基準津波の影響を受けない。

表 5-1-1 浸水防護重点化範囲

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	周辺敷地高さ
・原子炉建屋（原子炉格納施設、原子炉周辺補機棟及び燃料取扱棟を含む。） ・原子炉補助建屋 ・海水ポンプエリア ・海水管ダクト ・燃料油貯油槽 ・燃料油配管ダクト	T.P.+10.0m
・補助給水タンク	T.P.+25.9m
・重油タンク	T.P.+84.0m

図 5-1-1 浸水防護重点化範囲（平面図）

図 5-1-2 浸水防護重点化範囲（断面図、Ａ－Ａ断面）

図 5-1-3 浸水防護重点化範囲（断面図、Ｂ－Ｂ断面）

5．2　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）を設定し、それらに対して浸水対策を施すこと。

【検討方針】

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

具体的には、以下について検討する。

・地震・津波による建屋内の循環水系等の機器・配管の損傷による建屋内への津波及び系統設備保有水の溢水等の事象について検討する。なお、循環水配管の損傷箇所を介して、津波の流入を評価する際には、サイフォン効果も考慮して実施する。ただし、津波に関連しないものについては内部溢水にて取扱う。（検討結果①参照）

・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保有水の溢水等の事象を想定する。ただし、津波に関連しないものについては内部溢水にて取扱う。（検討結果①参照）

・機器・配管等の損傷による溢水量については、内部溢水における溢水事象想定を考慮して算定する。（検討結果①参照）

・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、津波の繰り返し襲来を考慮する。（検討結果①参照）

・地下水の流入量について、排水ポンプ能力や排水量の実績を確認し、重要な安全機能を有する設備への影響について検討する。（検討結果②参照）

・浸水範囲に施設、設備施工上生じうる隙間を有する場合は、止水処理を行い、浸水防護重点化範囲への浸水を防止する設計とする。

【検討結果】

次頁以降に示す。

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については、基準津波に対して T.P.+10.0m の敷地高さによって外郭防護が達成されており、津波単独事象によって当該範囲の境界から浸水することはない。

地震後の津波による影響としては、以下①、②の事象が考えられることから、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。

（影響評価方針）

①屋内及び屋外の溢水

地震によりタービン建屋内の循環水管伸縮継手の他、耐震性の低い２次系機器及び屋外タンク等の損傷により保有水が溢水するとともに、津波が取水ピット及び放水ピットから循環水管に流れ込み、循環水管の損傷箇所を介して、タービン建屋に流入することが考えられる。

タービン建屋での溢水若しくはタービン建屋への津波の流入により、隣接する浸水防護重点化範囲への影響が考えられるため、以下に、それらを保守的に想定した場合のタービン建屋の浸水量、浸水範囲を評価した結果を示す。

なお、屋外タンク等の損傷に伴う溢水による海水ポンプエリアへの流入については、津波の影響がないことから、別途実施する内部溢水の影響評価において、壁、扉、堰等により浸水を防止することで、溢水による浸水防護重点化範囲（海水ポンプエリア）への影響を確認する。

②地下水の溢水

地下水は、湧水ピットへ流入する。このため、地震後の地下水の流入が浸水防護重点化範囲へ与える影響について評価する。

（影響評価結果）

①屋内及び屋外の溢水

(1) タービン建屋の浸水量、浸水範囲の評価方針

ａ．タービン建屋と浸水防護重点化範囲との境界については、浸水対策を実施しているが、タービン建屋に浸水が生じた場合において、隣接する浸水防護重点化範囲へ影響を及ぼすことが考えられるため、浸水量及び浸水範囲の評価を実施する。

ｂ．タービン建屋における溢水については、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浸水量と２次系機器及び屋外タンクの保有水による浸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浸水量が、タービン建屋空間部に滞留するものとして浸水水位を算出する。

ｃ．循環水管の損傷箇所が、津波や２次系機器の保有水の溢水により水没した場合、サイフォン効果を考慮すると、取水ピット及び放水ピット内の

水位が循環水管下端高さよりも低い場合でも、損傷箇所を介して継続して海水が流入してくる可能性がある。このため、最終的なタービン建屋の浸水量を算出する際は、サイフォン効果を考慮して評価する。なお、循環水管の鋼管部が全周破断することはないことから、循環水ポンプ運転中はサイフォン効果による浸水は想定しない。

(2) 評価条件

a．循環水管損傷箇所での浸水の流出圧力は、循環水ポンプ運転中は循環水ポンプの吐出圧力に損傷箇所までの静水頭差を考慮した圧力とする。なお、配管圧損は保守的に考慮しない。

b．循環水ポンプ停止中の浸水の流出圧力は、取水ピット水位又は放水ピット水位とタービン建屋の浸水水位の水位差とする。なお、配管圧損については、海水流入しやすくするため保守的に考慮しない。また、循環水ポンプ停止中はポンプ出口弁が閉弁するが、地震により破損して閉止することができないものとする。

c．タービン建屋の浸水水位は、津波の流入を考慮して、津波の流入の都度上昇するものとして計算する。

d．タービン建屋に流入した水については、取水ピット及び放水ピット水位が低い場合、流入経路を逆流してタービン建屋外へ流出する可能性があるが、保守的に一度流入したものはタービン建屋外へ流出しないものして評価する。

e．地震発生後の事象進展を、以下のとおりとして評価する。

・地震により循環水管損傷及び２次系機器損傷が発生し、タービン建屋に浸水が生じる。

・２次系機器損傷による浸水は瞬時に発生し、循環水管損傷による浸水は、ポンプ停止までの地震発生 30 分後（時間設定の根拠については後述する。）まで生じる。

・それ以降については、津波襲来時も含めピット内水位とタービン建屋水位を比較し、ピット内水位が高い場合は、サイフォン効果により流入する。

・屋外タンク等の損傷による浸水については、津波襲来時にタービン建屋に海水流入しやすくするため、津波襲来後の評価結果に屋外タンク等からの浸水量を加算する。

　また、地震によるタービン建屋の地下部外壁からの流入については、タービン建屋の想定浸水水位と安全側に設定した地下水位を比較して流入量を算定する。

(3) 浸水量評価

地震発生後の事象進展を考慮して、以下のように段階を分けて浸水量を評価した。

a．地震発生から循環水ポンプ停止まで（津波による流入量を含む）

（a）循環水管からの浸水量

循環水管の伸縮継手部からの破損については、伸縮継手部の全円周状の破損を想定した。算出した浸水流量は表 5-2-1 のとおりである。

表 5-2-1　循環水管の伸縮継手部破損に伴う溢水評価結果

内径(mm)D	継手幅(mm)w	浸水流量(m^3/h)
2,800	90	約 42,100

ここで、浸水流量（m^3/h）　：$Q = A \cdot C\sqrt{2gH} \times 3600$

断面積（開口面積）A（m^2）　：$\pi \cdot D \cdot w$

損失係数 C　　：0.82

水頭 H（m）　　：H ＝ 16.51m

$=P_h - \Delta H - \Delta P$

=循環水ポンプ揚程-（破損部高さ-取水ピット水位）

・循環水ポンプ揚程　10.5m（定格）

・破損部高さ　T.P.-2.81m

・取水ピット水位　T.P.+3.20m

重畳津波時、循環水ポンプ運転中の取水ピットの津波高さ T.P.+2.65m に地盤変動（0.36m の沈降）を加え、潮位のばらつき（0.19m）を考慮した、水位 T.P.+3.20m が、ポンプ運転中の期間続くものとして評価（図 5-2-1）。

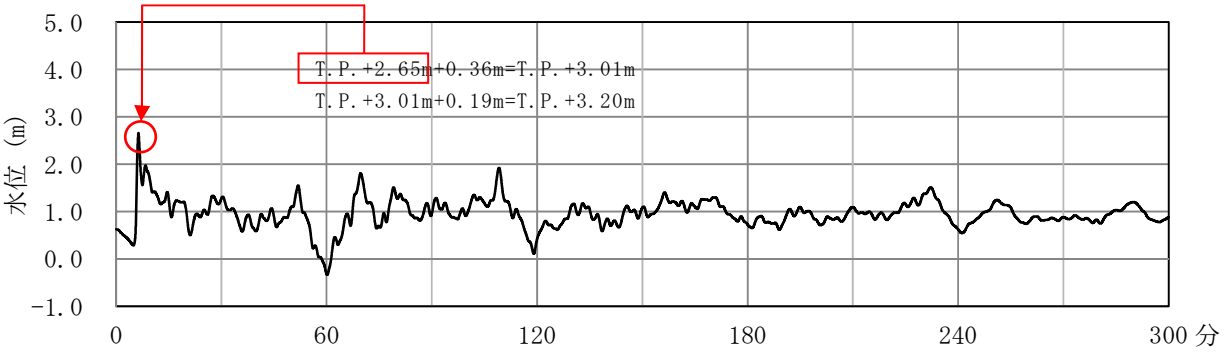


図 5-2-1　取水ピット内水位の時刻歴波形（重畳津波、循環水ポンプ運転中）

循環水ポンプ停止までの時間については、「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド　付録 B：溢水量算出の具体的な考え方について」を参考に地震発生からポンプ停止までの時間を考慮し、表 5-2-2 のとおり設定した。

表 5-2-2　地震発生から循環水ポンプ停止までの想定時間

	時間	備　考
①地震発生事象確認 （漏えい発生から漏えい検知までの時間）	10 分	地震発生直後に漏えいが発生すると想定
②現場への移動時間	0 分	中央制御室で監視可能な運転パラメータにより、循環水管の損傷の可能性が確認された場合は、現場確認によらず循環水ポンプを停止（中央制御室操作）することを社内マニュアルで定めている。
③漏えい箇所特定に要する時間	0 分	
④循環水ポンプ停止操作	10 分	
⑤循環水ポンプ停止時間	6 分	出口弁全開→全閉：約２分 ポンプ空転時間　：約３分 余裕　　：約１分
合計	26 分	

上記数値に余裕を見て、循環水ポンプ停止までの時間を 30 分とした。

算出した浸水流量及び想定したポンプ停止までの時間から浸水量を算出した結果は表 5-2-3 のとおりである。

浸水量　＝　浸水流量×ポンプ停止までの時間

表 5-2-3　地震発生から循環水ポンプ停止までの想定浸水量

	浸水量(m^3)
地震による破損	約 21,050

（ｂ）２次系機器の保有水量

2 次系機器の保有水量を算出した主な設備は以下のとおりであり、保有水量算出結果を表 5-2-4 に示す。

機器：復水器、主油タンク、低圧給水加熱器、高圧給水加熱器、
　　湿分分離加熱器等
配管：給水管、復水管、海水管等

表 5-2-4　２次系設備の保有水量算出結果

保有水量		保有水量合計(m^3)
機器(m^3)	配管(m^3)	
約 2,630	約 560	約 3,200

（ｃ）地震発生から循環水ポンプ停止までの浸水量（津波による流入量を含む）

（ａ）及び（ｂ）より、地震発生から循環水ポンプ停止までの期間におけるタービン建屋の浸水量及び浸水水位は表 5-2-5 のとおりとなる。上記期間のタービン建屋の浸水イメージを図 5-2-2 に示す。

表 5-2-5　地震発生～循環水ポンプ停止間のタービン建屋浸水量及び浸水水位

タービン建屋の浸水量		合計(m^3) ※
循環水管から浸水 (m^3)	2 次系機器からの浸水 (m^3)	
約 21,050	約 3,200	約 24,250 （タービン建屋の浸水水位 T.P.約+4.0m※）

※タービン建屋の浸水水位はタービン建屋の空間容積と累積流入量から算出した。タービン建屋の空間容積は、タービン建屋の体積から機器・架台・柱等の欠損部体積を差し引くことにより算出した。

図 5-2-2 タービン建屋の浸水イメージ

b．循環水ポンプ停止から津波襲来前まで

朔望平均満潮位 T.P.+1.62m に地盤変動（取水ピット側 0.36m 又は放水ピット側 0.39m の沈降）に加え潮位のばらつき（0.19m）を考慮しても、タービン建屋の浸水水位の方が高いことから、この期間にサイフォン効果による流入はない。

表 5-2-6　朔望平均満潮位とタービン建屋の浸水水位との比較

潮位		タービン建屋の浸水水位
T.P.+2.17m 又は T.P.+2.20m	＜	T.P.約+4.0m

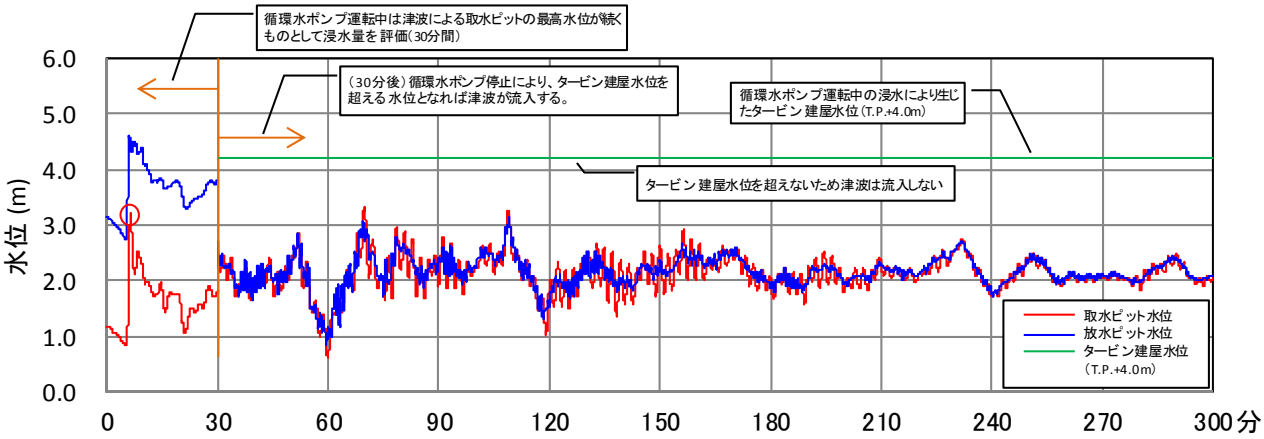
c．津波襲来時（重畳津波、循環水ポンプ停止中）

津波高さと各設備の設置高さの概略図を図 5-2-3 に示す。なお、取水ピットの最高水位については、循環水ポンプ停止後の取水ピットの最高水位 T.P.+2.79m に地盤変動（0.36m の沈降）に加え潮位のばらつき（0.19m）を考慮し、T.P.+3.34m とした。放水ピットの水位については、放水ピットの最高水位 T.P.+2.39m に地盤変動（0.39m の沈降）に加え潮位のばらつき（0.19m）を考慮し、T.P.+2.97m とした。

津波襲来前までの期間にタービン建屋には T.P.約+4.0m まで浸水しているのに対して、破損箇所である伸縮継手の高さが T.P.-2.81m と低く水没しているため、取水ピット及び放水ピットの水位がタービン建屋の浸水水位より高い場合には、サイフォン効果が続くものとして、評価した。なお、循環水ポンプ出口弁は、地震により破損して閉止することができないものとして評価した。

図 5-2-3 津波高さと各設備の設置高さ概略図

タービン建屋へ津波が流入することを評価するために、図 5-2-4 のような基準津波による取水ピット及び放水ピットの水位波形を用いた。流入量を算出する際には、この水位波形から取水ピット及び放水ピットの水位がタービン建屋の浸水水位よりも高い状態のときを合計した。



※ グラフは地盤変動量0.36m又は0.39mの沈降に加え潮位のばらつき0.19mを考慮

図 5-2-4 取水／放水ピット水位波形

図 5-2-5 のとおり、ピット内の水位が津波襲来前のタービン建屋の浸水水位を超えた時点のデータを評価開始点（図の H1 の点）とする。放水ピット水位 Hn （n=1、2、3、…、 i ）の時間変化毎にタービン建屋への流入量 Qn （n=1、2、3、…、 i ）を算出し、浸水量として合計した。

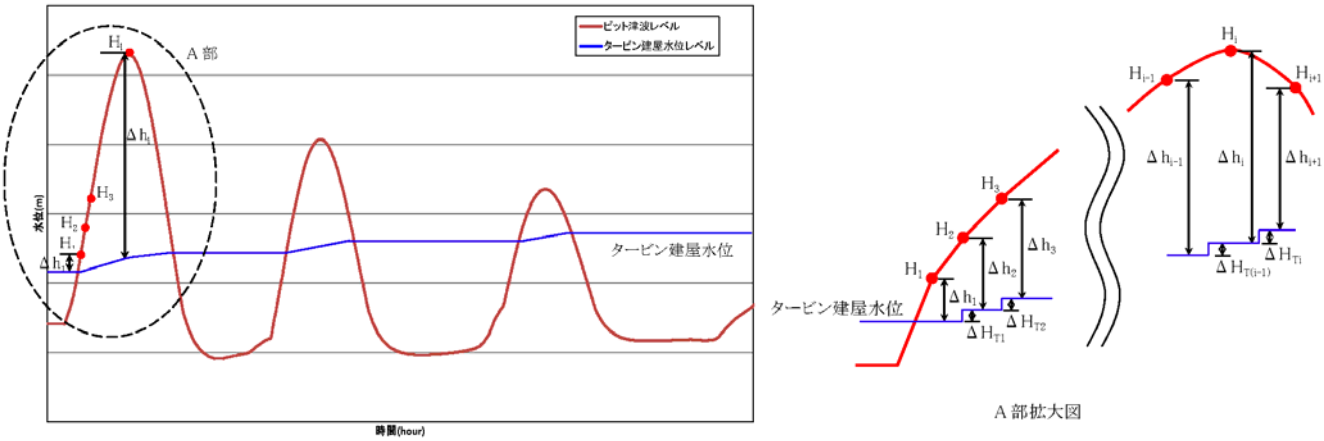


図 5-2-5 ピット内水位波形を用いたタービン建屋への流入量の算出イメージ

津波 Hi が襲来した際のタービン建屋への流入量Q_iは以下のとおりである。

$$Q_i = A \cdot C\sqrt{2g\Delta h_i}$$

ここで、$\Delta h_i = H_i - H_{T(i-1)}$であり、$H_i$は$H_i$点での放水ピットの津波水位、$H_{T(i-1)}$ は津波$H_{T(i-1)}$襲来後のタービン建屋の浸水水位である。流入量Q_iによるタービン建屋の浸水水位の上昇量ΔH_{Ti}を算出し、津波H_i襲来後のタービン建屋の浸水水位H_{Ti}を算出した。

$$H_{Ti} = H_{T(i-1)} + \Delta H_{Ti}$$

以上の計算を放水ピットの津波水位が、タービン建屋の浸水水位を下回るまで実施した。

算出されたサイフォン効果を考慮した、津波襲来に伴うタービン建屋への流入量は表 5-2-7 のとおりである。循環水ポンプ運転中のタービン建屋の浸水水位より津波による取水ピット及び放水ピットの水位が低いため、循環水ポンプ停止後の津波襲来時にタービン建屋への流入はない。

表 5-2-7　津波襲来に伴うタービン建屋への流入量

津波に伴う流入量		
放水ピットからの流入	取水ピットからの流入※	合計
約０m^3	約０m^3	約０m^3

※ 循環水ポンプ出口弁は、地震により破損して閉止することができないものとして評価した。

d．屋外タンクによる浸水量

地震により損傷等により浸水防護重点化範囲に影響を与える可能性のあるタンクは表 5-2-8 のとおりである。

屋外タンクの溢水が全て浸水防護重点化範囲の周囲に流入してきた場合、約 2,400m^3（T.P.+4.8m）までは周辺のドライエリアに滞留するが、T.P.+4.8m を超えた浸水量約 12,420m^3 については、タービン建屋に流入する。ここでは、屋外タンクからの浸水量はドライエリアに滞留せず、全浸水量がタービン建屋に流入するものとして評価する（図 5-2-6）。

表 5-2-8　屋外タンクの保有水量

タンク名称	保有水量	備考
脱塩水タンク３号	3,000m^3	耐震 C ｸﾗｽ
ろ過水貯蔵タンク	3,000m^3	同上
２次系純水タンク３号	3,000m^3	同上
脱塩水タンク１号	2,500m^3	同上
燃料取替用水タンク１号	1,200m^3	耐震 S ｸﾗｽ（1,2 号機）
復水タンク１号	390m^3	同上
１次系純水タンク１号	230m^3	耐震 B ｸﾗｽ
２次系純水タンク１号	1,500m^3	耐震 C ｸﾗｽ
保有水量合計	約 14,820m^3	

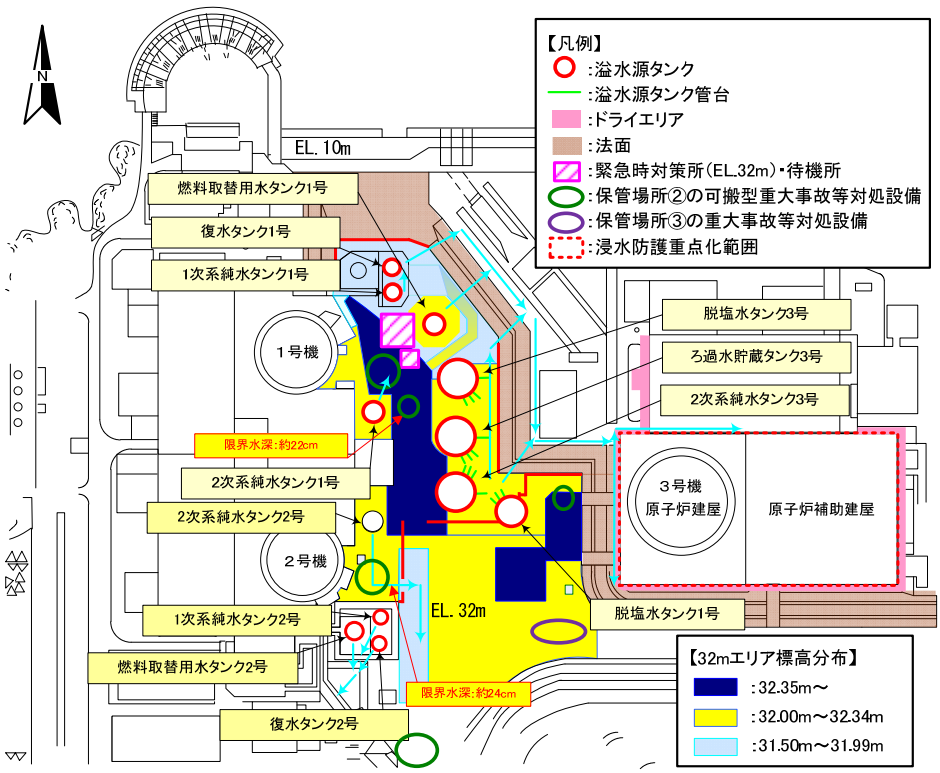


図 5-2-6 屋外タンクによる浸水

(4) 評価結果

循環水ポンプを停止するまでの間に生じる浸水量と 2 次系機器及び屋外タンク（1,2 号機側の耐震 S ｸﾗｽﾀﾝｸを含む。）の保有水の浸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て浸水量を求めた結果、表 5-2-9 のとおり、地震発生後から津波襲来後までのタービン建屋の浸水水位は T.P.約+7.0m であり、浸水防護重点化範囲へ連絡する経路の高さ T.P.+3.8m を上回ることが確認された（図 5-2-7）。また、ドライエリアも浸水すると考えられ、浸水防護重点化範囲の境界壁には貫通部が存在する。

しかし、浸水防護重点化範囲の境界部は、次頁「(5) 浸水防止設備の位置等」に示すとおり、水密扉の設置、配管貫通部の浸水防止施工等を実施しており、保守的に浸水量を評価しても、設計基準対象施設の津波防護対象設備の機能に影響はない。

表 5-2-9　算出した浸水量の評価結果まとめ

地震発生から循環水ポンプ停止までの浸水量	津波に伴う流入量	屋外タンクによる浸水量	合計（タービン建屋の浸水水位）	許容浸水量（連絡経路の高さ）	評価※1
約 24,250m^3 ※2	約 0m^3 ※3	約 14,820 m^3	約 39,070m^3（T.P.約+7.0m※4）	約 56,200m^3※5（T.P.+10.0m※6）	○

※1 ○：浸水しない。×：浸水する可能性がある。　※2 津波による浸水量を含む。
※3 循環水ポンプ停止後のタービン建屋の浸水水位より津波による水位が低いため、津波に伴うタービン建屋への流入はない。
※4 タービン建屋の浸水水位はタービン建屋の空間容積と累積流入量から算出した。タービン建屋の空間容積は、タービン建屋の体積から機器・架台・柱等の欠損部体積を差し引くことにより算出した。
※5 浸水防護重点化範囲へ連絡する経路までの許容浸水量は約 23,590m^3（高さ T.P.+3.8m）。
※6 水密扉化等の浸水対策を考慮した許容浸水高さ。

図 5-2-7 タービン建屋の浸水イメージ

(5) 浸水防止設備の位置等

浸水防護重点化範囲の境界にある開口部、貫通部、床ドレンラインに対して、水密扉の設置、貫通部のシール施工及び逆止弁の設置等の浸水対策をT.P.+14.2mまで実施している（表5-2-10、図5-2-8～9）。

基準津波による3号炉敷地前面の津波高さがT.P.+8.12mであり、地盤変動（0.36mの沈降）を考慮するとT.P.+8.48mである。さらに、ばらつきとして朔望平均満潮位のばらつき（0.19m）等を考慮した入力津波高さはT.P.+8.7mとなることから、参照する裕度(0.32m)を加えた値を上回るT.P.+10.0m（敷地高さ）より低い箇所に設置された浸水対策のうち、海水ポンプエリアの水密扉、水密ハッチ、床ドレンライン逆止弁、貫通部止水処置及び海水管ダクトの床ドレンライン逆止弁については、浸水防止設備（外郭防護）として整理する。また、タービン建屋と浸水防護重点化範囲との境界の水密扉、床ドレンライン逆止弁及び貫通部止水処置については、浸水防止設備（内郭防護）として整理する。水密扉の運用管理については、資料－13に示す。

表5-2-10　浸水対策箇所数（外郭防護を含む）

浸水対策箇所	浸水防止設備の箇所数 （外郭防護＋内郭防護）	全浸水対策箇所数
扉	9箇所 （2箇所＋7箇所）	25箇所
壁貫通部	66箇所 （13箇所＋53箇所）	107箇所
床貫通部	24箇所 （9箇所※1＋15※2箇所）	24箇所

※1　海水ポンプエリア水密ハッチ4箇所を含む。

※2　床ドレンラインの閉止板1箇所を含む。

図 5-2-8 浸水対策箇所の位置等(T.P.+3.3m、海水ピット)

図 5-2-9 浸水対策箇所の位置等(T.P.+10.0m)

(6) 浸水防護重点化範囲への浸水量評価

浸水防護重点化範囲の境界にある扉、貫通部に対しては、T.P.+14.2m まで浸水対策を実施しているが、前項「(4) 評価結果」で示したとおり、地震発生後から津波襲来後までのタービン建屋の浸水水位はT.P.約+ 7.0mであり、浸水防護重点化範囲へ連絡する経路の高さ T.P.+3.8m を上回ることが確認されたことから、浸水防護重点化範囲の浸水範囲、浸水量を次のとおり評価した。

なお、浸水防護重点化範囲の壁には配管貫通部等があるが、壁の貫通部については、仕切板、コーキング又はモルタル等により浸水防止対策を実施していることから、これら貫通部等からの浸水はない。

ａ．浸水量の評価方針

・浸水防護重点化範囲に通じる水密扉で T.P.+7.0m 以下に設置された箇所からの浸水量を評価する。

・水密扉については、設備の設計、製作上許容される漏水量から浸水量を評価する。

・壁の貫通部については、仕切板、コーキング又はモルタル等により想定される浸水に耐える浸水防止対策を実施していることから浸水は想定しない。

・床の貫通部については、床ドレンライン逆止弁を設置していることから、浸水は想定しない。

ｂ．評価条件

（ａ）評価に用いる浸水水位

水密扉外側の浸水水位を T.P.+7.0m、水密扉内側をドライ状態として、静水頭差で評価した。

（ｂ）浸水量の算定方法

単位時間当たりの水密扉からの浸水量は、扉の設計仕様（許容漏水量）として、次式により算出する。

$$Q = q A$$

ここで、Ｑ：単位時間あたりの浸水量[m^3/h]

ｑ：単位許容漏水量(0.02)[$m^3/h/m^2$]

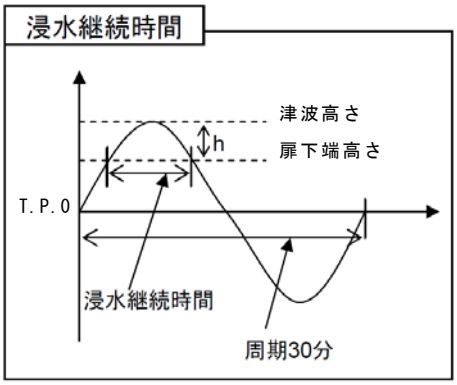
Ａ：水密扉の有効面積[m^2]

（ｃ）津波モデル化と浸水継続時間

津波の周期は「図 5-2-4 取水／放水ピット水位波形」に示すとおり３分程度であるが、ここでは保守的に最高水位 T.P.+7.0m、周期 30 分の正弦波１波の津波にモデル化し、次のとおり浸水量を評価した。

・津波高さが扉下端高さを超える時間を「浸水継続時間」とする。なお、扉下端高さは保守的に一律各扉の設置床高さとする。

・浸水継続時間中における扉に対する津波の水位より浸水量を計算する。



浸水継続時間は、津波高さと扉下端高さを用いて、次式により算出できる。

$$t = T\left\{\frac{1}{2} - \frac{1}{\pi}\sin^{-1}\left(\frac{B}{H}\right)\right\}$$

ここで、ｔ：浸水継続時間[分]、Ｔ：津波周期[分]

Ｂ：扉下端高さ[m]、Ｈ：津波高さ[m]

津波高さＨ=T.P.+7.0m、扉下端高さＢ=T.P.+3.8m より、浸水継続時間は約 9.6 分と算出できる。

（ｄ）水密扉の設置建屋、防護対象設備等

図 5-2-10 に示す水密扉の設置建屋、浸水範囲内に設置された防護対象設備及び防護対象設備の機能喪失高さを表 5-2-11 に示す。

表 5-2-11　水密扉の設置建屋、防護対象設備等

No.	設置建屋	防護対象設備※1	機能喪失高さ
D1	原子炉補助建屋	補機冷却水供給ヘッダ 3C 止弁（電動弁 3V-CC-058） 補機冷却水戻りヘッダ 3C 止弁（電動弁 3V-CC-042）	60cm※2（T.P.+3.90m）
D2			
D3			
D4			
D5			
D6			
D7	原子炉建屋	―※3	―※3
D8		―※4	―※4

※1 最も機能喪失高さが低い防護対象設備を記載
※2 床面からの高さ
※3　D7 の水密扉からは海水管室に通じており、海水管室内には浸水により機能喪失する可能性のある設備はない。
※4　D8 の経路は海水管ダクトからの連絡経路であり、タービン建屋からの連絡経路ではなく、浸水はない。

図 5-2-10　浸水経路及び浸水評価対象区画

（ｅ）浸水量評価結果

浸水量評価結果を表 5-2-12 に示す。

表 5-2-12　浸水量評価

No.	水密扉仕様		浸水量		有効区画面積※2	浸水水位（床面からの高さ）
	種類	有効面積※1				
D1	片開き	約 1.9m^2	約 0.01m^3	約 0.11m^3	963.5m^2	0.0cm（0.5mm 未満）
D2	両開き	約 5.3m^2	約 0.02m^3			
D3	両開き	約 3.9m^2	約 0.02m^3			
D4	両開き	約 5.5m^2	約 0.02m^3			
D5	両開き	約 3.9m^2	約 0.02m^3			
D6	片開き	約 1.9m^2	約 0.01m^3			
D7	片引き	約 2.3m^2	約 0.01m^3			

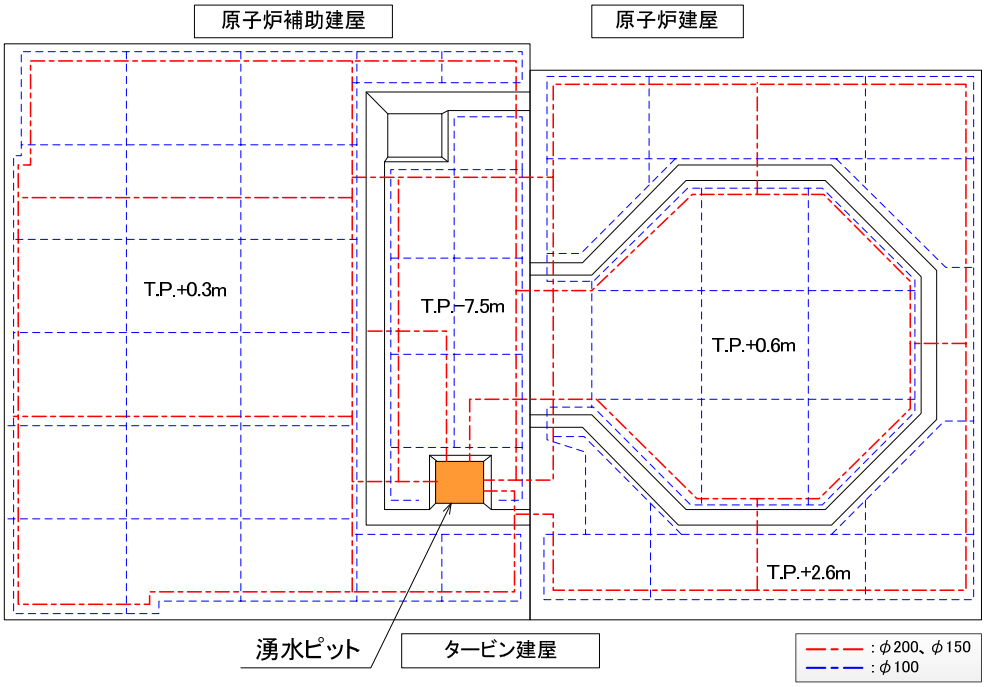
※1 保守的に浸水水位以上の面積も含む。
※2 浸水範囲（T.P.+3.3m 及び T.P.+5.5m）のうち、D7 の水密扉から通じる海水管室（T.P.+5.5m）の水は、T.P.＋3.3m の原子炉補機冷却水ポンプ等が設置された区画に流れることから、D7 の水密扉からの浸水も全て当該区画に集まるものとして評価。
また、当該区画の浸水水位は当該エリアの床面積から機器・架台・柱等の欠損部面積を差し引いた有効区画面積から算出。

ｃ．評価結果まとめ

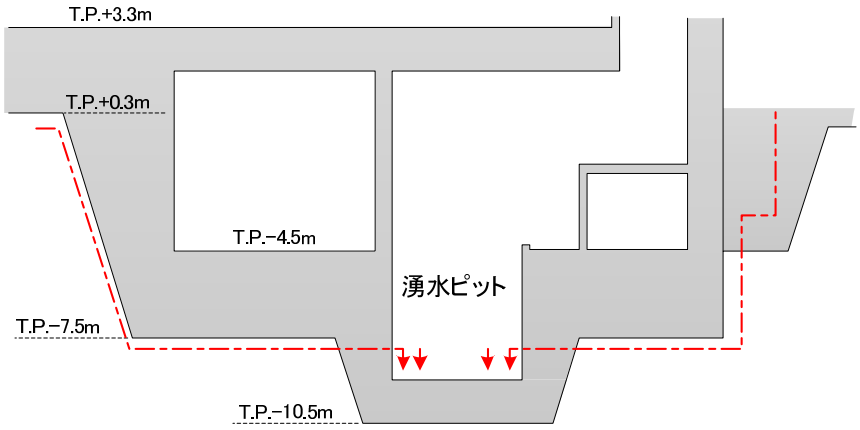
評価した結果、水密扉からの浸水量は、原子炉補助建屋に約 0.11m^3 となるが、浸水高さはごく僅かであり、浸水範囲に設置された防護対象設備の機能喪失高さを下回ることから、重要な安全機能を有する設備等の機能に影響はない。

②地下水の溢水

伊方 3 号炉においては、図 5-2-11 に示すとおり、建屋周辺で発生する湧水（地下水）は原子炉補助建屋の最下層に設置された湧水ピットへ集水され、発生した湧水（地下水）を排水する湧水ピットポンプ（地下水排水ポンプ）を 2 台設置している。以下のとおり湧水は、湧水ピットポンプにより排水可能であり、重要な安全機能を有する設備に影響を及ぼさないことを確認した。



概略平面図



湧水ピット断面図

図 5-2-11　湧水ピット及び湧水排水配管の配置図

(1) 湧水量の評価

2011 年 1 月 1 日から 2013 年 12 月 31 日までの過去 3 年間の湧水量を確認したところ、平均で約 0.55m^3/h、最大で約 1.75m^3/h であり、湧水ピットポンプの性能（定格容量：50m^3/h/台、2 台設置）で十分排水可能であることを確認した（図 5-2-12）。

(2) 湧水ピットポンプの信頼性

湧水ピットポンプは、配管及び電源系を含め、基準地震動 Ss による地震力に対して耐震性が確保されていることを確認しており、地震時に機能喪失することなく排水可能である（図 5-2-13）。

なお、配管については、定ピッチスパン法により基準地震動 Ss による地震力に対して耐震性を有することを確認しており、電源系については耐震性を有する非常用電源系より給電している。

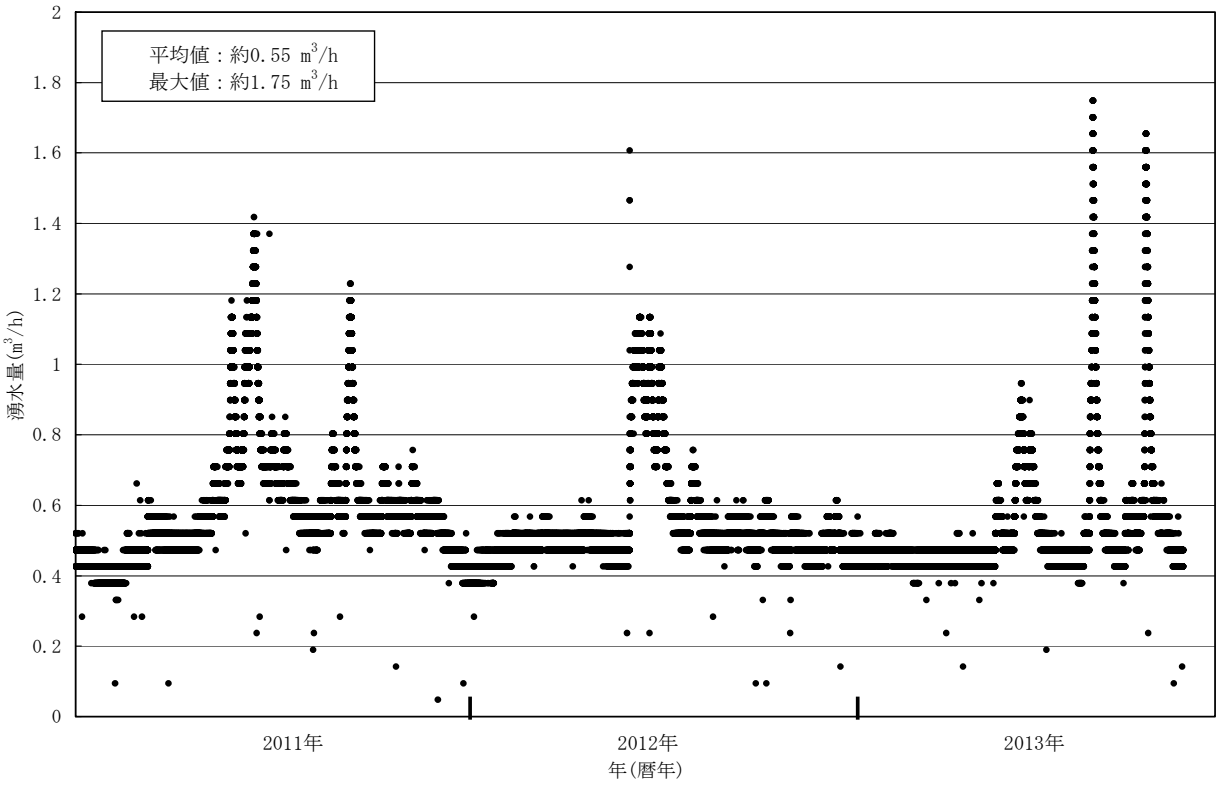
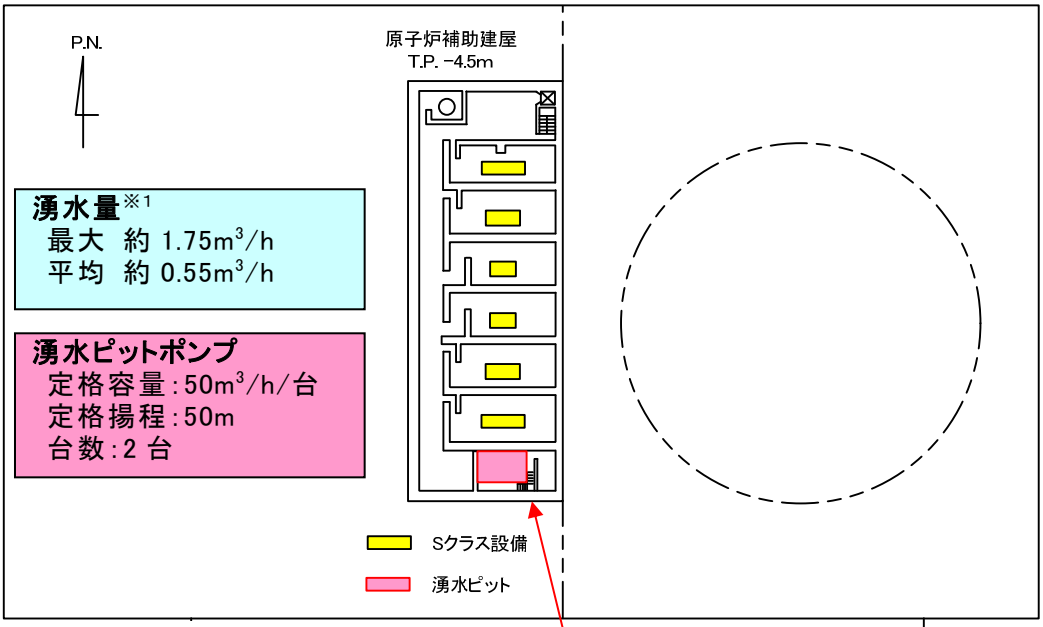


図 5-2-12 湧水量の推移



※1 2011 年 1 月 1 日～2012 年 12 月 31 日のデータ

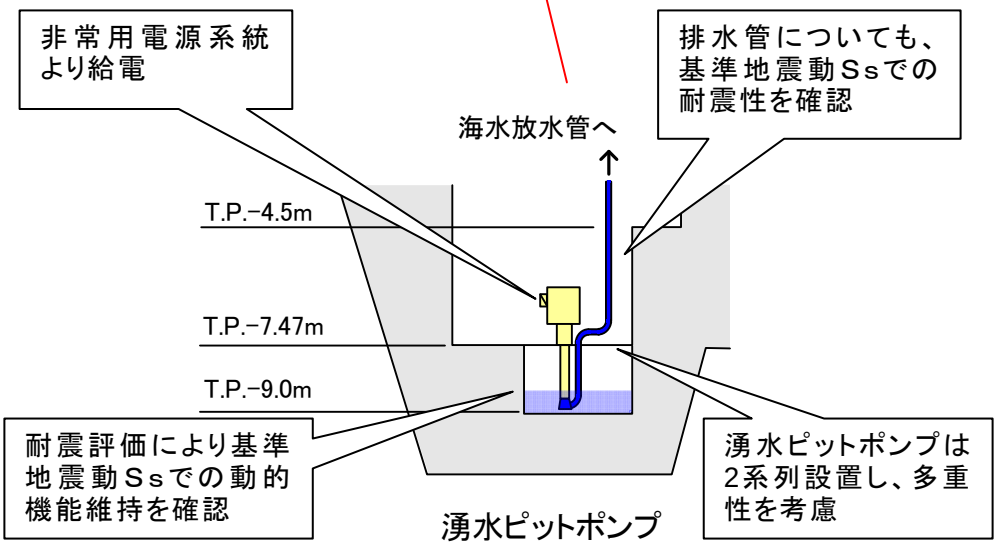


図 5-2-13 湧水ピットポンプ概略図

6．水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止

6．1　原子炉補機冷却海水系の取水性

【規制基準における要求事項等】

非常用海水冷却系の取水性については、次に示す方針を満足すること。

・基準津波による水位の低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計であること。

・基準津波による水位の低下に対して冷却に必要な海水が確保できる設計であること。

【検討方針】

基準津波による水位の低下に対して、海水ポンプが機能保持できる設計であることを確認する。

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

具体的には、以下のとおり実施する。

・海水ポンプ位置の評価水位の算定を適切に行うため、取水路の特性に応じた手法を用いる。また、取水路の管路の形状や材質、表面の状況に応じた摩擦損失を設定する。(「1．4　入力津波の設定」及び検討結果参照)

・海水ポンプの取水可能水位が下降側評価水位を下回る等、水位低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計となっていることを確認する。（検討結果参照）

・引き波時に水位が実際の取水可能水位を下回る場合には、下回っている時間において、海水ポンプの継続運転が可能な貯水量を十分確保できる設計となっていることを確認する。

なお、伊方３号炉は原子炉補機冷却海水系の海水取水路・海水ピットは循環水系の取水路・取水ピットと独立して設置することにより、循環水ポンプの運転は海水ポンプの取水性に影響を及ぼさない。

【検討結果】

次頁以降に示す。

(1) 取水路の特性を考慮した海水ポンプ取水性の評価水位

基準津波による水位の低下に伴う取水路の特性を考慮した海水ポンプ位置の評価水位を適切に算定するため、開水路及び管路において非定常管路流の連続式及び運動方程式を用いて管路解析を実施する。また、その際、海水取水口から海水ピットに至る系をモデル化し、管路の形状、材質及び表面の状況に応じた摩擦損失を考慮するとともに、海水ポンプの稼働状態，貝付着の有無及びスクリーン等の有無を不確かさとして考慮した計算条件とし，計算結果に潮位のばらつきの加算や安全側に評価した値を用いる。

以上の管路解析にて得られた、海水ピット内の基準津波による下降側の津波高さは T.P.-4.4m（地盤変動量として 0.34m の隆起及び潮位のばらつきとして 0.22m を考慮した値）であり、水理試験にて確認した海水ポンプの取水可能水位 T.P.-4.10m を下回る。したがって、基準津波による引き波時の海水ピット水位の低下に対して，海水ポンプ取水可能水位を維持するため，海水ピット内に海水ピット堰を設置する。水理試験については、「資料－14　海水ポンプ水理試験」に示す。

海水ピット堰には開閉式のフラップゲートを設置し、通常時及び押し波時にフラップゲートが開き、海水ピット内に海水を導水するとともに、引き波時に海水ピット内外の水位差によりフラップゲートが閉まり、海水ピット内に海水を保持できる構造とする。海水ピット堰は，仮に海水ポンプ４台運転が継続したとしても、海水ポンプの継続運転が可能な取水量を十分確保できる設計とする。海水ピット堰がある場合、「重畳津波」を入力として管路解析を行った結果、T.P.-3.26m となり、地盤変動（0.34m の隆起）を考慮すると、海水ピット内水位は T.P.-3.60m となる。さらに、ばらつきとして朔望平均干潮位のばらつき（0.22m）等を考慮した入力津波高さは T.P.-3.9m となる。（図 6-1-1,2）

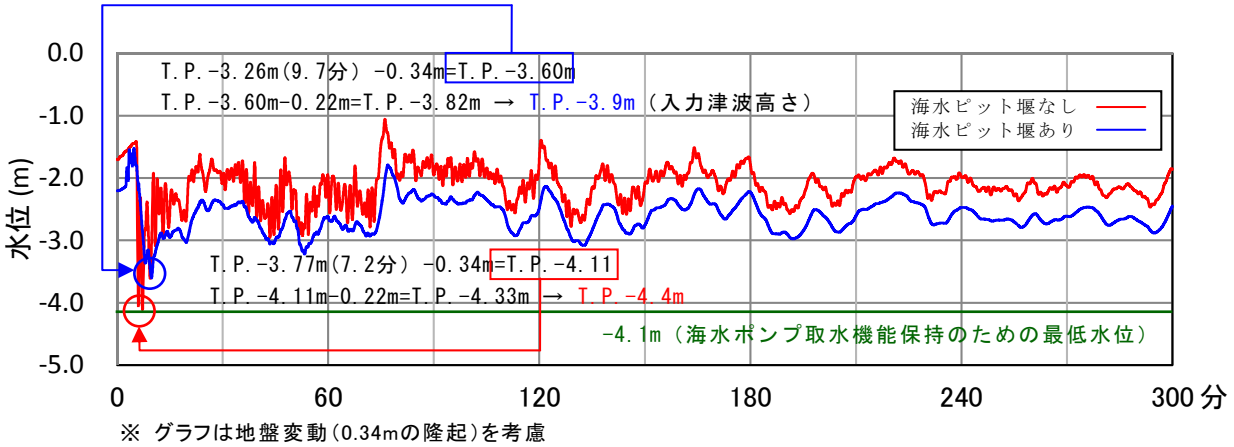


図 6-1-1　海水ピット内水位の時系列変化（水位下降側）

図 6-1-2　海水ピット断面図

(2) 海水ポンプの取水性

前項「6．1（1）取水路の特性を考慮した海水ポンプ取水性の評価水位」で示したとおり、海水ピット内の基準津波による下降側の入力津波高さは海水ピット堰がある場合、T.P.-3.9m となる（図 6-1-3）。

それに対して、海水ポンプの取水機能を維持するために必要な最低水位については、「資料－14　海水ポンプ水理試験」に示すとおり、伊方 3 号炉の海水系取水路の形状を模擬した水槽を用いた水理試験の結果、T.P.-4.10m まで取水可能であることが確認されており、海水ポンプの取水機能は維持できる。

なお、想定を超える引き津波を想定した場合、水源が喪失し、海水ポンプが損傷する可能性があることから、「海水ポンプ海水ピット水位低」警報発信時（T.P.-3.1m）には、待機中の海水ポンプ（通常、全４台のうち、２台運転、２台待機）のスイッチを「切引」として自動起動を防止する手順を定めている。また、外部電源喪失によりブラックアウトシーケンスが作動した場合、海水ポンプは全４台が運転することとなるが、引き津波による海水ピット水位低下時又はブラックアウト信号のリセット後は、２台運転（通常、片トレン１台運転）とする手順を定めている。これにより万が一想定を超えて水位が低下した場合にも、原子炉補機冷却海水系の機能を確保する運用としている（資料－15）。

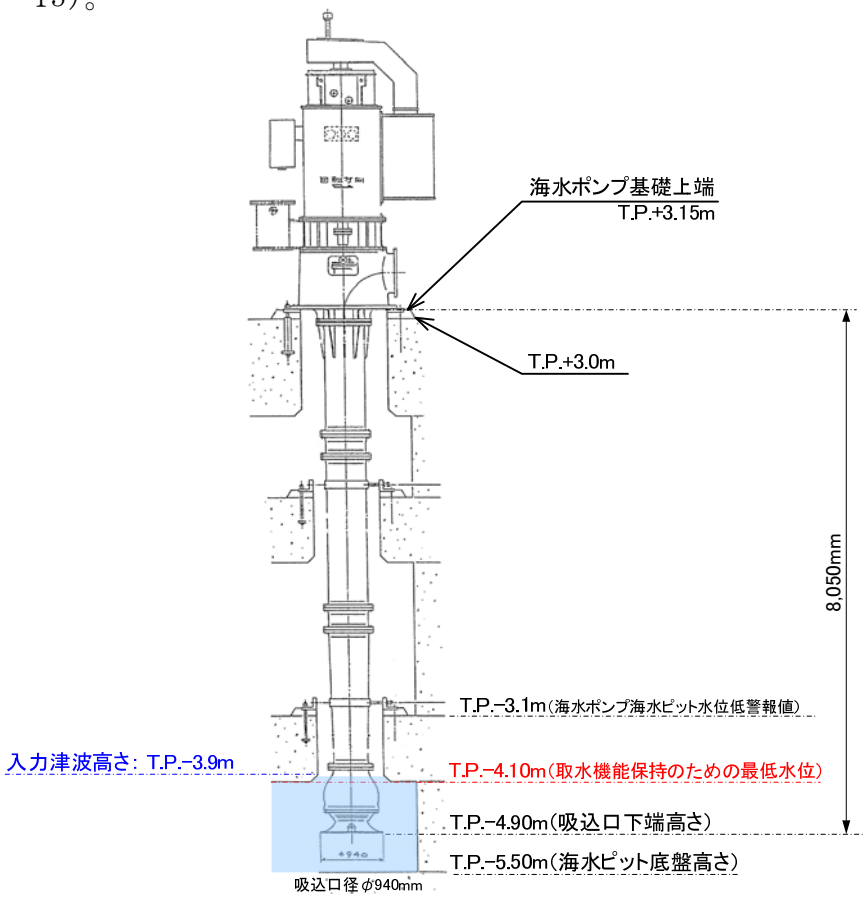


図 6-1-3　海水ポンプ据付外形図

(3) まとめ

以上のとおり、津波による水位低下に対して、海水ポンプは取水可能であり、原子炉補機冷却海水系の取水機能は維持できることを確認した。評価結果を表 6-1-1 にまとめる。

表 6-1-1　海水ポンプの取水性影響評価結果（水位下降側）

	最低水位 ①	取水可能高さ ②	裕度 －（②-①）	評価※1
3 号炉 海水ピット ポンプ室	T.P.-3.9m	T.P-4.10m	0.20m	○

※1 ○：取水機能は維持できる。×：取水機能に影響する可能性あり。

（参考）海水ピット堰ありのケース、なしのケース検討結果

検討ケース※2		最低水位 ①	取水可能高さ ②	地盤変動量 ③	裕度 -(②+③-①)	評価※1
重畳津波	海水ピット 堰あり	T.P.-3.26m	T.P-4.10m	+0.34m	0.50m	○
海域活断層	海水ピット 堰なし	T.P.-3.77m	T.P-4.10m	+0.34m	-0.01m	×

※1 ○：取水機能は維持できる。×：取水機能に影響する可能性あり。
※2 解析条件：海水ポンプ4台運転、スクリーン損失なし、貝付着は「あり」「なし」のうち水位が低いケース

6．2　津波の二次的な影響による原子炉補機冷却系の機能保持確認

【規制基準における要求事項等】

基準津波に伴う取水口付近の砂の移動･堆積が適切に評価されていること。

基準津波に伴う取水口付近の漂流物が適切に評価されていること。

非常用海水冷却系については、次に示す方針を満足すること。

・基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積、陸上斜面崩壊による土砂移動･堆積及び漂流物に対して取水口及び取水路の通水性が確保できる設計であること。

・基準津波による水位変動に伴う浮遊砂等の混入に対して海水ポンプが機能保持できる設計であること。

【検討方針】

基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積や漂流物を適切に評価し、取水口及び取水路の通水性が確保されることを確認する。

また、海水ポンプについては、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ことを確認し、浮遊砂等の混入に対して海水ポンプは機能保持できる設計であることを確認する。

具体的には、以下のとおり確認する。

・遡上解析結果における取水口付近の砂の堆積状況に基づき、砂の堆積高さが取水口下端に到達しないことを確認する。取水口下端に到達する場合は、取水口及び取水路が閉塞する可能性を安全側に検討し、閉塞しないことを確認する。

（検討結果（1）参照）

・混入した浮遊砂は、スクリーン等で除去することが困難なため、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。

（検討結果（2）参照）

・基準津波に伴う取水口付近の漂流物については、遡上解析結果における取水口付近を含む敷地前面及び遡上域の寄せ波及び引き波の方向、速度の変化を分析した上で、漂流物の可能性を検討し、漂流物により取水口が閉塞しないことを確認する。また、スクリーン自体が漂流物となる可能性が無いか確認する。

（検討結果（3）参照）

【検討結果】

次頁以降に示す。

(1) 基準津波に伴う砂の移動・堆積に対する取水性確保

基準津波による水位変動以外の事象に対する評価として、基準津波に伴う砂の移動について数値シミュレーションを実施し、海水ポンプの取水性に影響を及ぼさないことを確認した。

数値シミュレーションは、藤井ほか(1998※1)及び高橋ほか(1999※2)の手法に基づき、津波の挙動とそれに伴う砂移動を同時に計算し、その結果変化した地形を用いて次のステップの流れと水位を逐次計算した。

数値シミュレーションに用いた砂の堆積範囲及び堆積層厚については、敷地造成前に実施した敷地前面の海上ボーリング調査結果から得られた砂の堆積層厚（0～23m）を参考とし、図 6-2-1 の範囲（東西約 10km、南北約 5km）に堆積層厚 25m が一様に分布していると仮定した。図 6-2-2 に原子炉補機冷却海水取水口付近の断面図を示す。

砂移動の数値シミュレーションを実施した結果、基準津波による原子炉補機冷却海水取水口付近における最大堆積量は 0.01m 以下であり、海水取水口の最大堆積量は 0.5m より十分小さいことから、砂の堆積高さが取水口下端高に到達することなく、砂移動により海水ポンプの取水性に支障を及ぼすことはないことを確認した。砂移動に伴う最大堆積量及び最大浸食量を図 6-2-3 に示す。

※1：「津波による海底地形変化に関する研究」，藤井直樹・大森政則・高尾誠・金山進・大谷英夫，海岸工学論文集，45，376-380，1998

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

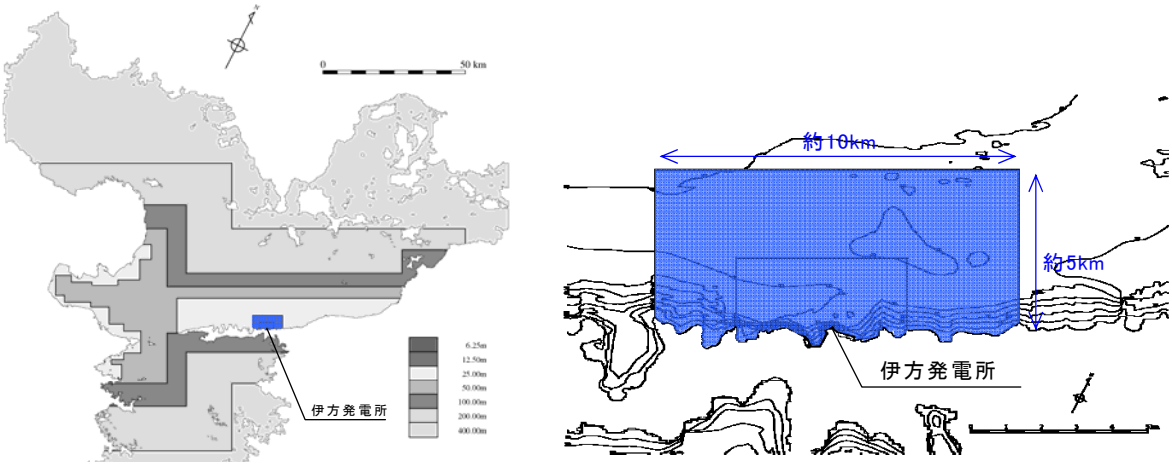


図 6-2-1　砂移動の数値シミュレーション範囲

図 6-2-2　原子炉補機冷却海水系取水設備概要図

※ 重畳ケースＥ：【敷地前面海域の断層群＋伊予セグメント】　傾斜角：北７５度，すべり角：１９５度　【豊予海峡】　傾斜角：９０度，すべり角：１５０度　【別府地溝南縁】　傾斜角：北７５度，すべり角：－９０度　【別府湾断層帯】　傾斜角：南７５度，すべり角：－９０度　【地すべり地点】　③　（海岬）　【評価手法】　二層流　【時間差】　７１秒

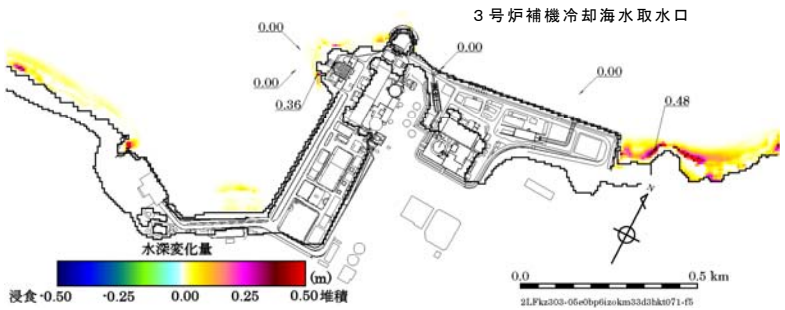
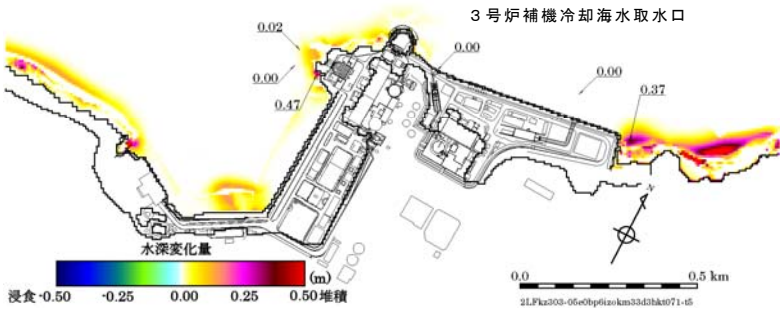
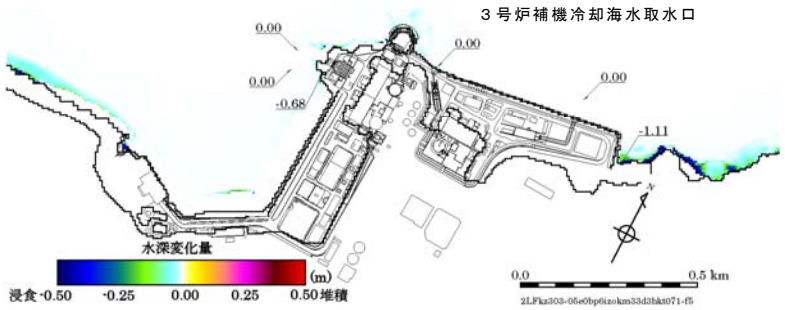
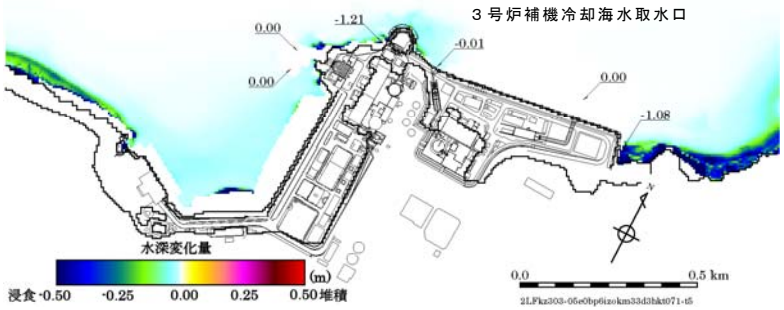
	藤井ほか（1998）	高橋ほか（1999）
最大堆積量		
最大浸食量		

図 6-2-3　砂移動の最大堆積量及び最大浸食量の分布
（最大堆積厚が大きい基準津波として，水位下降側（重畳津波 重畳ケースＥ） のうち浮遊砂上限体積濃度：5%）

(2) 混入した浮遊砂に対する取水性確保

基準津波による浮遊砂については、除塵装置で除去することが困難であることから、海水ポンプそのものが運転時の砂の混入に対して軸固着等をすることがなく機能保持できる設計であることを、以下のとおり確認した。

海水ポンプの軸受潤滑水は図 6-2-4 に示すとおり、海水ポンプ出口配管から分岐し、ストレーナ（メッシュ径：約 1 mm）を介して潤滑水用穴（穴径φ10.5mm）から注水されている。また、ストレーナは 2 系統設けられており、海水ポンプ運転中の切り替え作業が可能である。なお、万一、ストレーナが閉塞し流量が低下した場合でも、非常用補給水弁が自動的に開き機器用水系統から軸受潤滑水を供給することが可能である。また、ストレーナは、ストレーナ以降の設備に影響を与えるものを捕捉できるよう設計されており、ストレーナを通過するものは以降の設備に影響を与えることはない。

前頁「6．2（1）基準津波に伴う砂の移動・堆積に対する取水性確保」で示したとおり、砂堆積量は 0.01m 以下であり海水ポンプ取水時に浮遊砂が到達する量は極僅かであると考えられるが、万一吸い込んだ場合にも砂粒径は平均粒径で 0.27mm、中央粒径は最大でも 1.00mm※1 と微小であり、ストレーナを通過することとなるが、混入した砂は海水ポンプの軸受に設けられた異物逃がし溝（すきま約 3.7mm）から排出される構造となっており（図 6-2-5）、浮遊砂によって軸受部が影響を受けることはなく、海水ポンプの取水機能は保持できる（資料－17）。

※1 資料－16「海上ボーリング調査の結果に基づく堆積砂の平均粒径について」参照

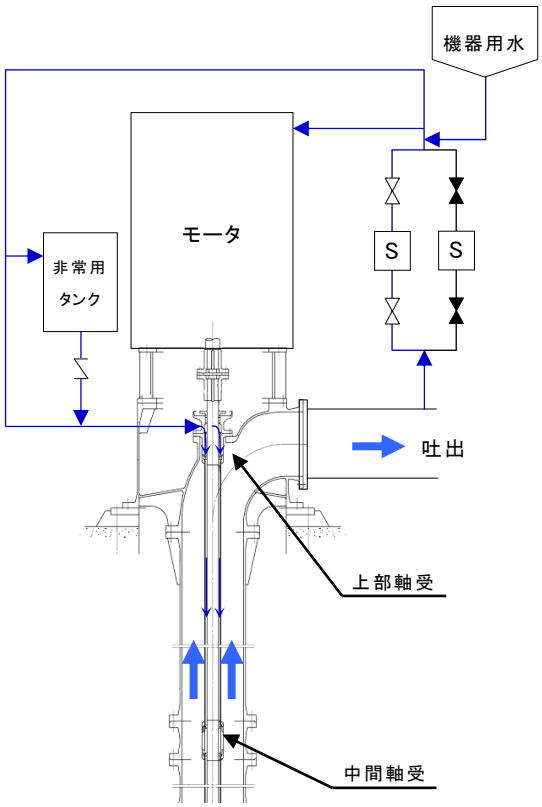


図 6-2-4　海水ポンプ軸受冷却系統

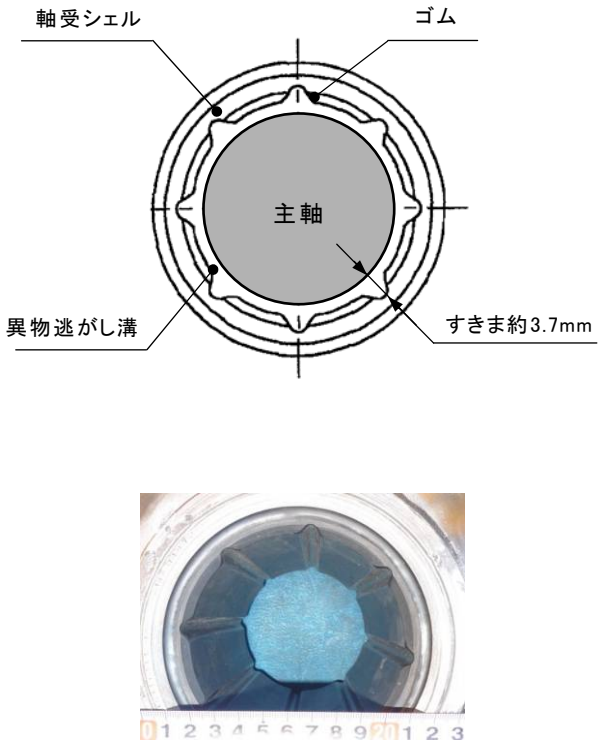


図 6-2-5　水中軸受
（上：拡大図、下：写真）

また、海水系統に混入した微小の浮遊砂は海水ストレーナ（メッシュ径：８mm）を通過し各熱交換器（原子炉補機冷却水冷却器、非常用ディーゼル発電機用各冷却器、空調用冷凍機）を経て海水放水ダムへ放出されるが、その間の最小流路幅（伝熱管内径）は約 10.4mm から約 17.2mm であり、砂粒径（平均粒径 0.27mm、中央粒径最大 1.00mm）に対して十分に大きく、閉塞の可能性はないものと考えられるため、原子炉補機冷却海水系の取水機能は維持できる（図 6-2-6，表 6-2-1）。

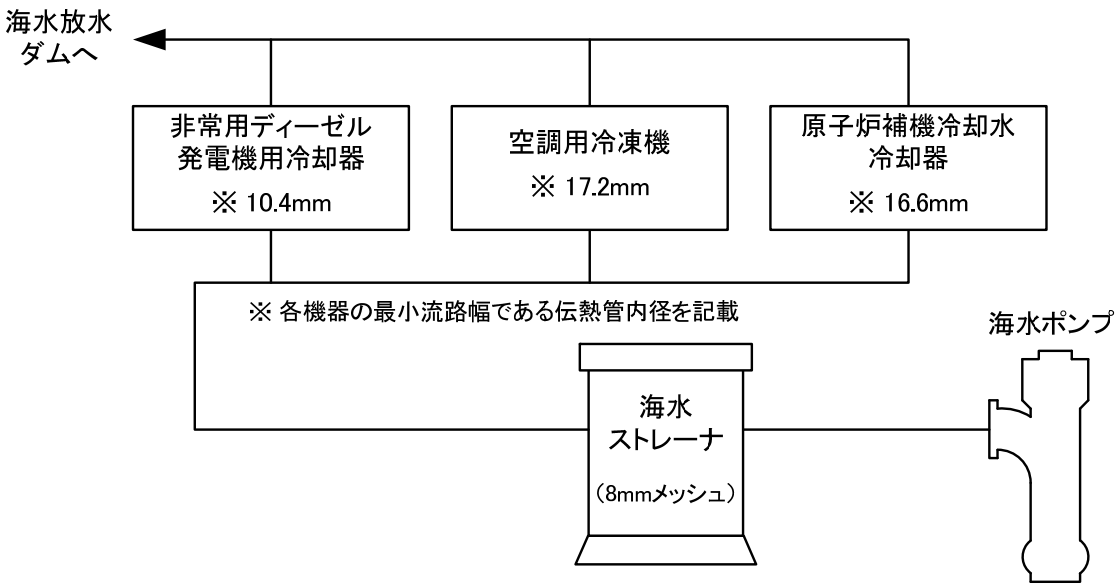


図 6-2-6　原子炉補機冷却海水系統該略図

表 6-2-1　原子炉補機冷却海水系統機器の伝熱管内径

機　器		伝熱管内径（mm）	砂粒径（mm）
非常用ディーゼル発電機	潤滑油冷却器	15.0	0.27
	清水冷却器	15.0	
	燃料弁冷却水冷却器	15.0	
	空気冷却器	10.4	
空調用冷凍機		17.2	
原子炉補機冷却水冷却器		16.6	

(3) 基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する取水性確保

a．発電所近傍の漂流物に対する取水性確保

基準津波の遡上解析結果によると、T.P.+4.5m の荷揚岸壁から T.P.+5.0m の護岸部にわずかに遡上する程度であり、基準地震動による液状化等に伴う敷地の変状（安全側に１ｍの沈下を想定）や潮位のばらつき（0.19m）を考慮しても浸水深は１ｍ～２ｍ程度と想定される。この結果に基づき、基準津波により漂流物となる可能性がある船舶・漁船等が原子炉補機冷却海水系の取水性に影響を及ぼさないことを漂流物評価フロー（図 6-2-7）に基づき確認した。

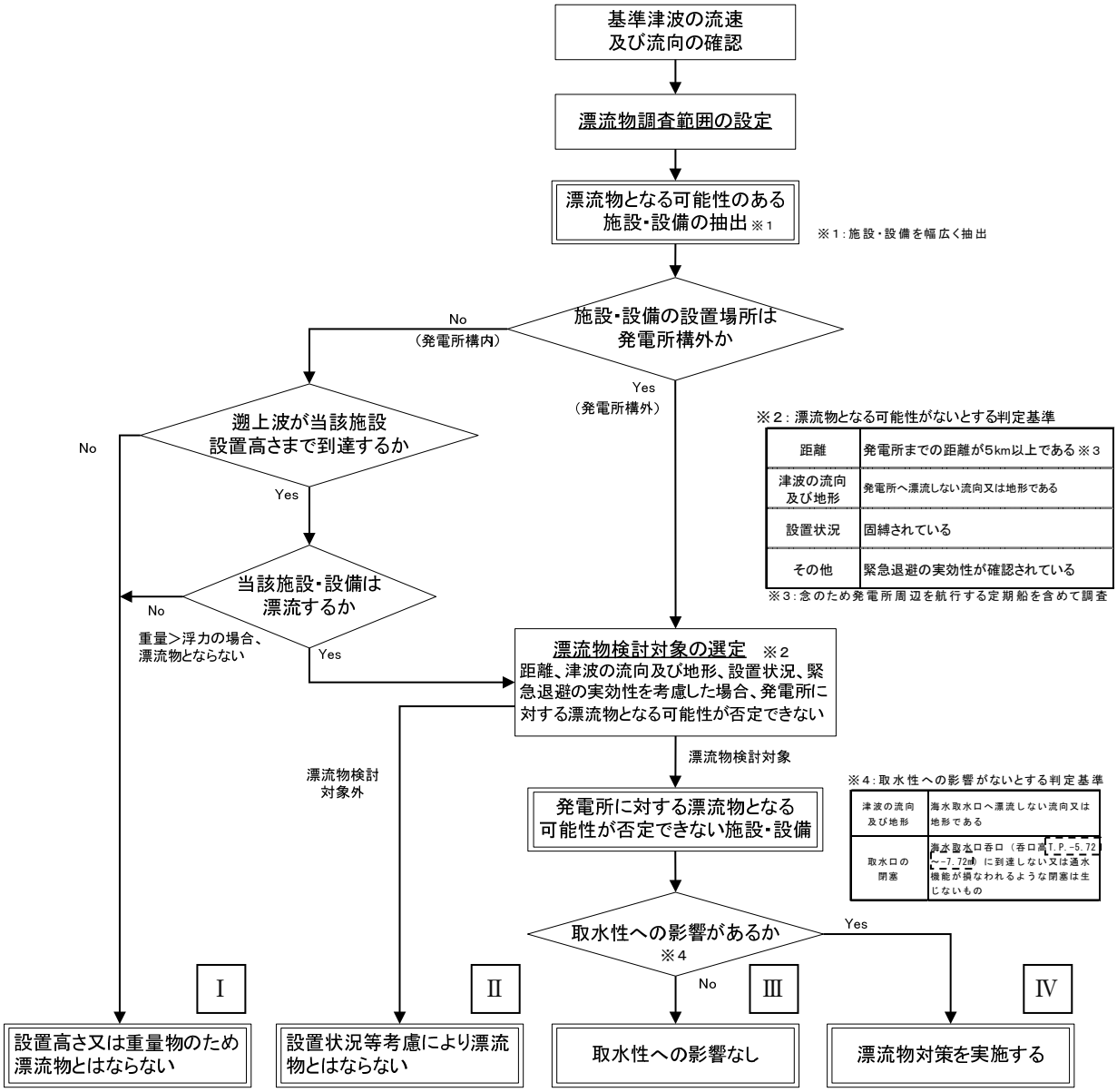


図 6-2-7　漂流物評価フロー

図 6-2-8 に原子炉補機冷却海水系取水設備の概要図を示す。

図に示すとおり、原子炉補機冷却海水取水口の呑口の高さは であり、浮遊する塵芥等が混入しにくい構造となっている。また、海水ピットポンプ室前面には塵芥の流入を防止するためのスクリーン等を設置している。

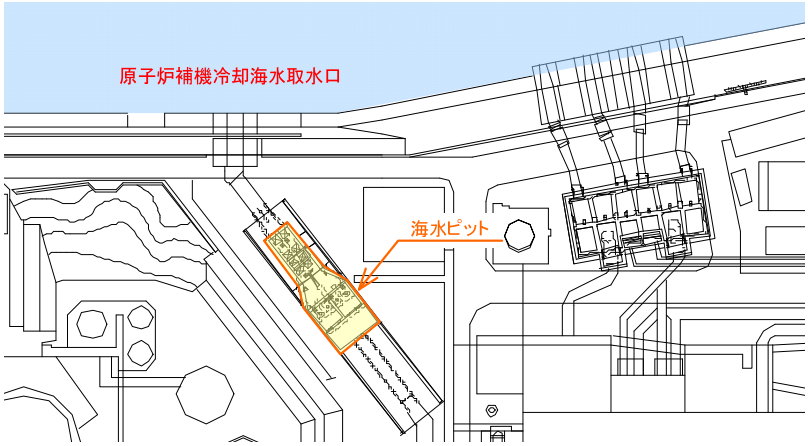


図 6-2-8　原子炉補機冷却海水系取水設備概要図

(a) 基準津波の流速及び流向の確認

図 6-2-9 の波源モデルにより策定した基準津波のうち、遡上解析結果に用いた「重畳津波」の流向を図 6-2-10、11 に示す。地震発生直後に敷地東側で発生した「地すべり津波」が東から襲来し、約５分後には敷地前面に到達するとともに、「海域の活断層に想定される地震に伴う津波」が北北西の方向から敷地に襲来する。津波が引く際には、津波の流向は敷地から北北西の方向である。

なお、基準津波の策定にあたって、津波発生要因として検討した、「プレート境界付近に想定される地震に伴う津波」、「火山の山体崩壊に伴う津波」については、「重畳津波」に比べて、最大水位上昇量が小さい※ことから、基準津波による漂流物の影響評価に包含される。

※ ３号機海水取水口及び荷揚岸壁前面海域での最大水位上昇量は、「プレート境界付近に想定される地震に伴う津波」で+0.8m 程度、「火山の山体崩壊に伴う津波」で+0.6m 程度であり、「重畳津波」による最大水位上昇量+6.5m 程度に比べて十分小さい。

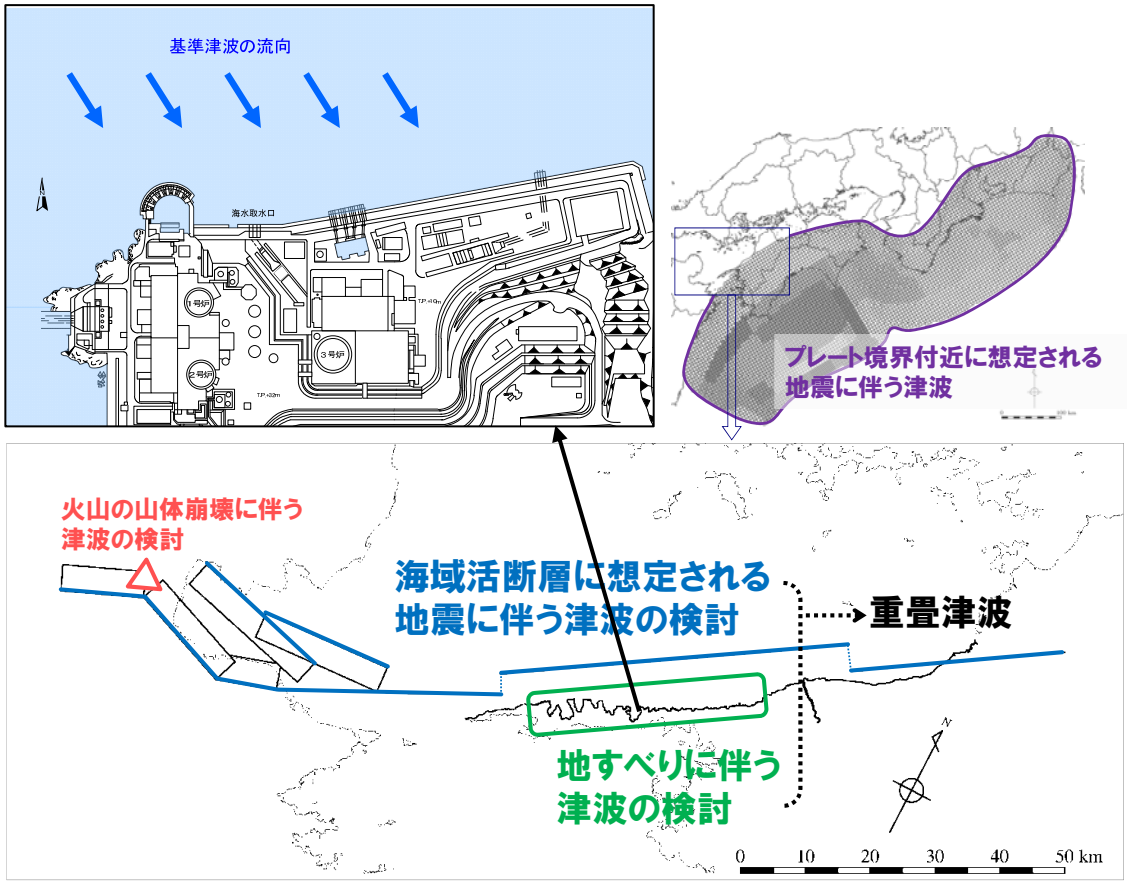


図 6-2-9　基準津波の波源モデル、流向

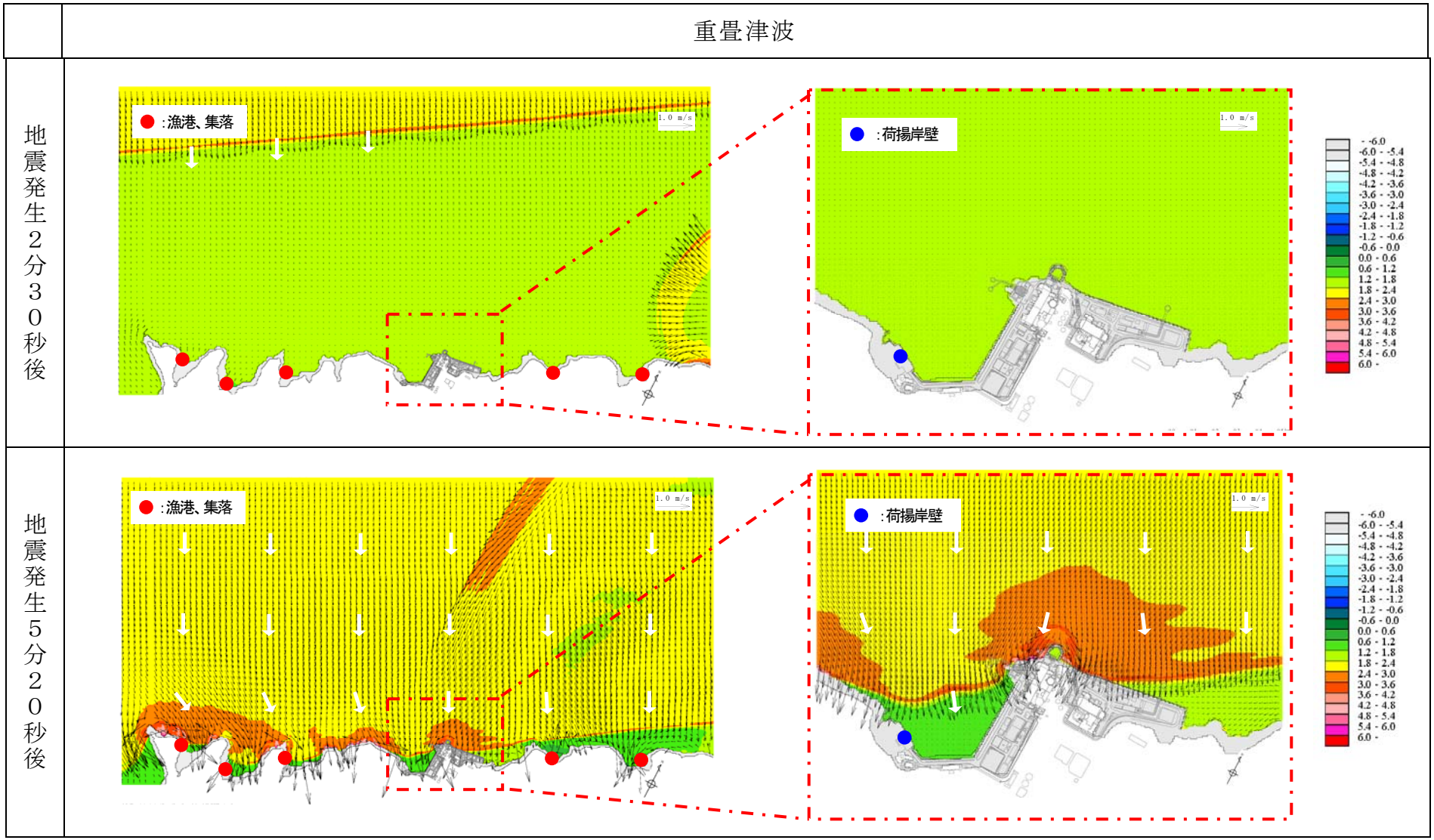


図 6-2-10（1）　津波の襲来方向（基準津波の流速ベクトル図[最大水位上昇ケース]）

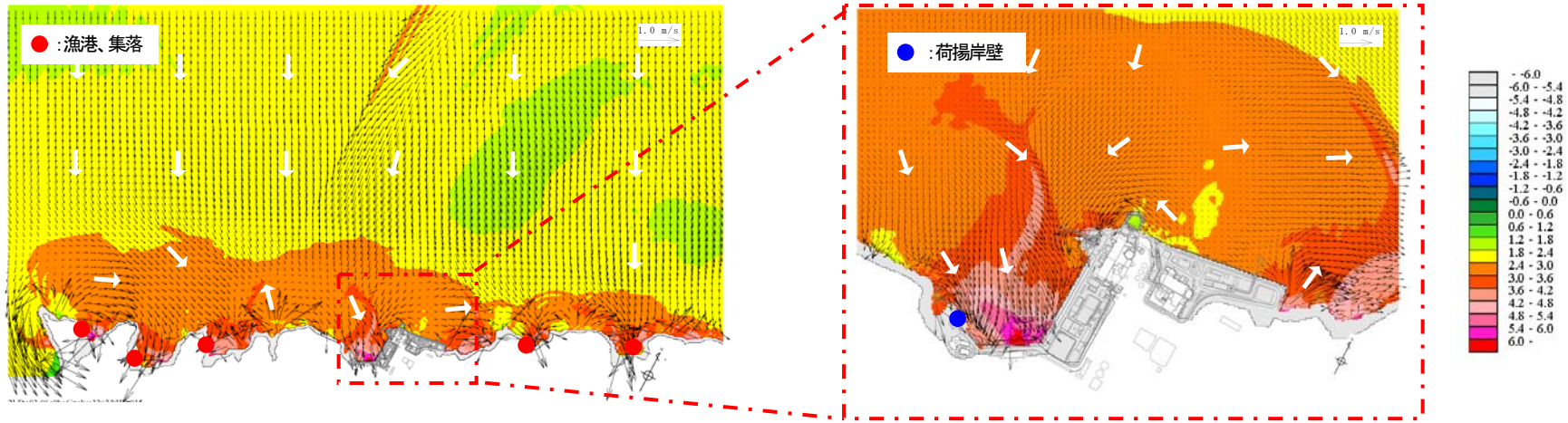
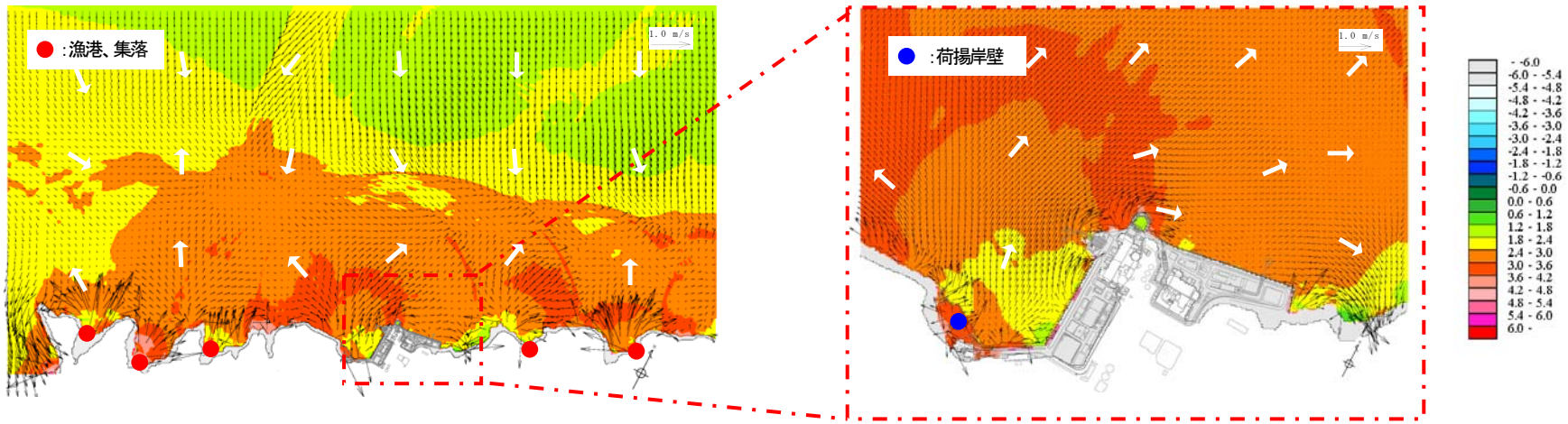
	重畳津波
地震発生6分00秒後	
地震発生7分00秒後	

図 6-2-10（2）　津波の襲来方向（基準津波の流速ベクトル図[最大水位上昇ケース]）

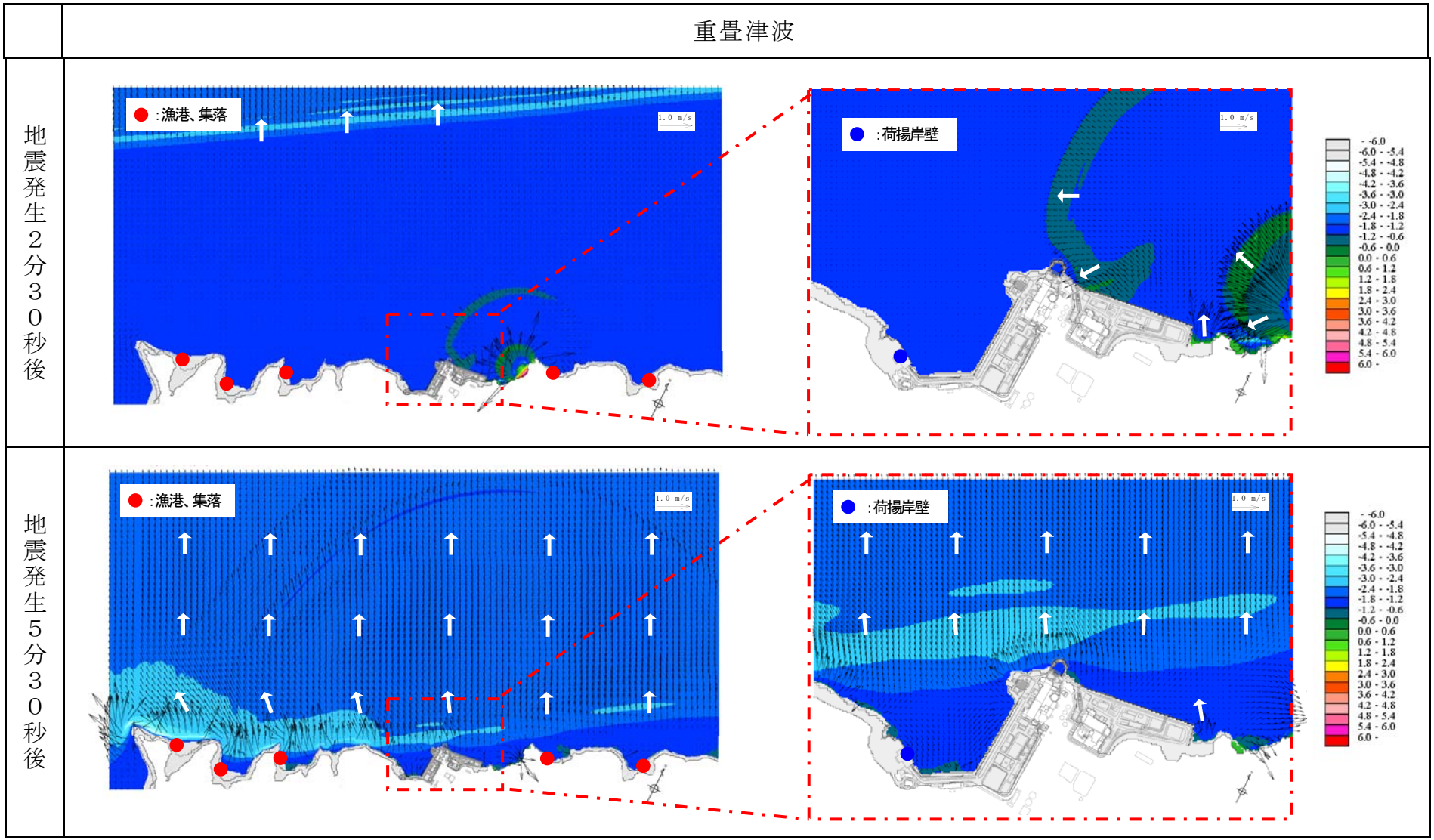


図 6-2-11（1）　津波の襲来方向（基準津波の流速ベクトル図[最大水位下降ケース]）

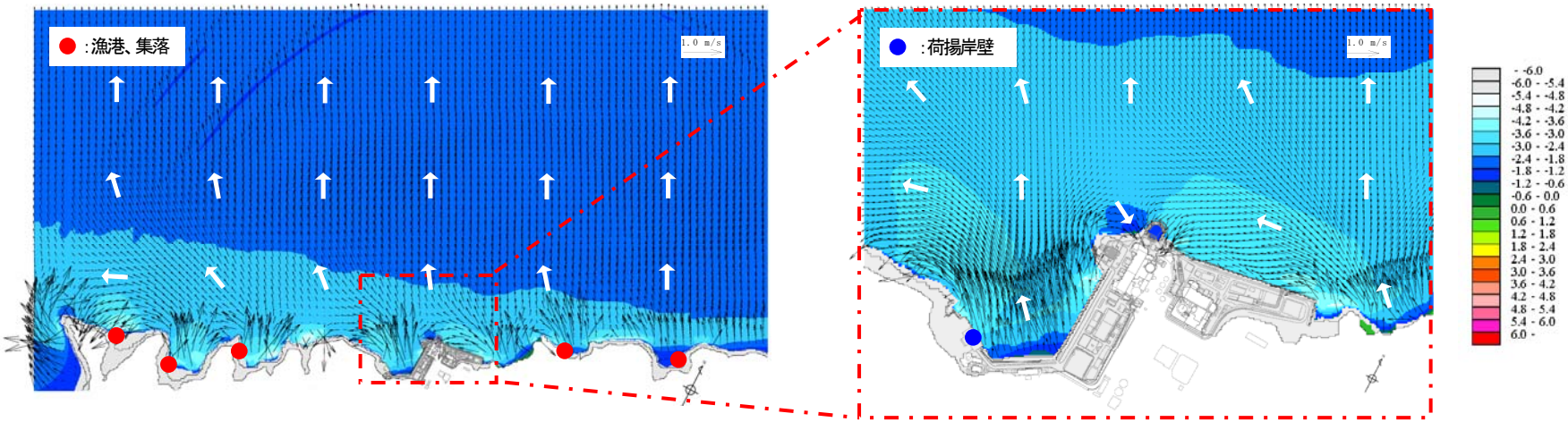
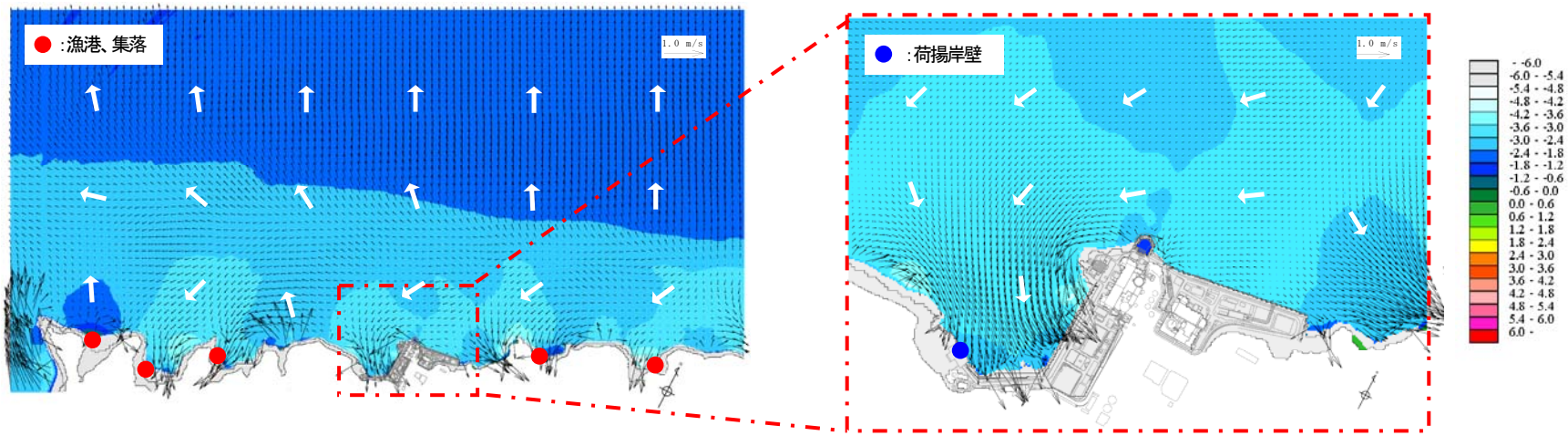
	重畳津波
地震発生6分00秒後	
地震発生7分00秒後	

図 6-2-11（2）　津波の襲来方向（基準津波の流速ベクトル図[最大水位下降ケース]）

(b) 漂流物調査範囲の設定

基準津波である「重畳津波」について、図 6-2-12 に示す沿岸の 14 地点において水位、流向、流速の時系列データを抽出した。抽出した地点の水位、流向、流速の時系列データは図 6-2-13 のとおりである。

津波流速は最大２m/s 以下であり、敷地周辺の流速ベクトルは数十秒から数分毎に変化しており、発電所に向かう連続的な流れは生じていない。

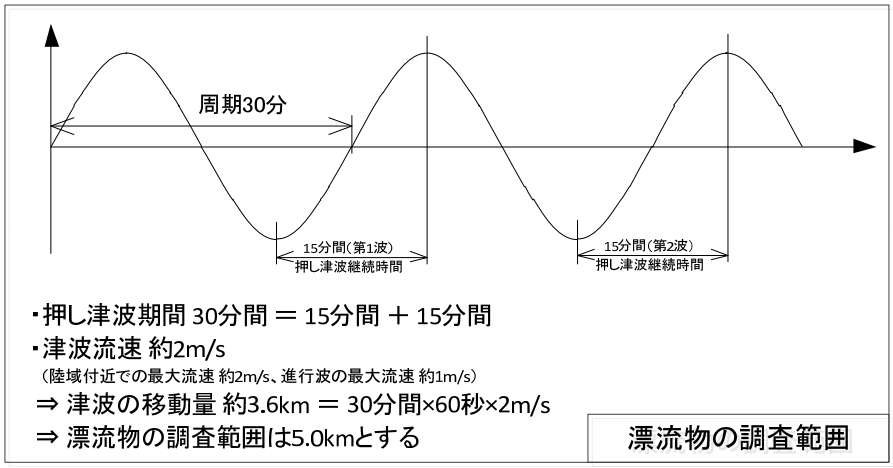
押し津波による漂流物の影響については、最初の第１波、第２波による発電所への影響が大きいと考えられることから、第１波及び第２波の押し津波の継続時間（押し津波期間）に津波流速を乗じた津波の移動量から漂流物の調査範囲を設定した。

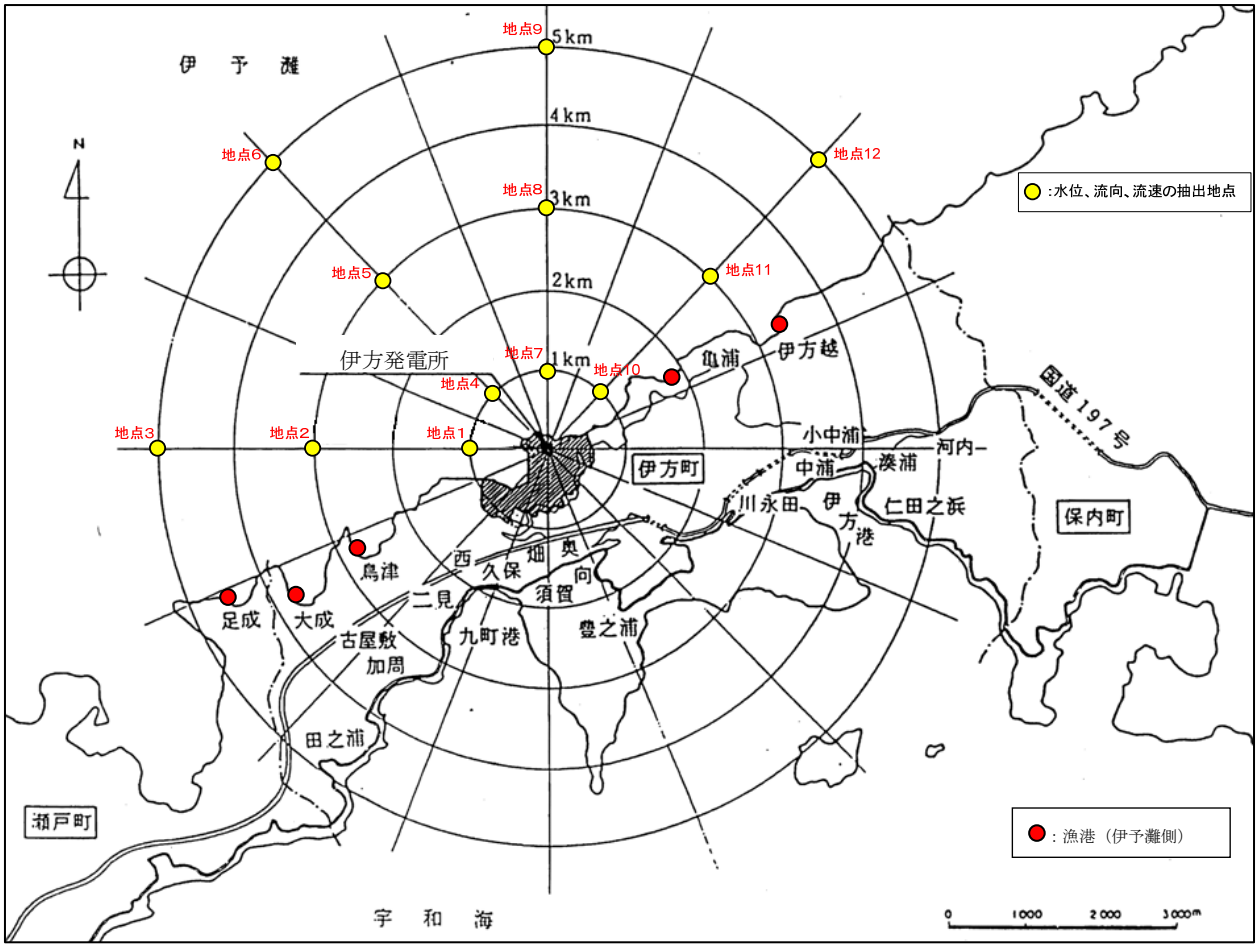
水位、流向及び流速の時系列データから、押し津波の継続時間は数十秒から数分程度であるが、保守的に 30 分周期の津波を想定した。この場合、押し津波の継続時間は最初の第１波で 15 分間、第 2 波で 15 分間であることから、押し津波の継続時間は 30 分間となる。津波流速は陸域付近で最大２m/s 程度であることから、押し津波の継続時間 30 分間に津波流速を乗じた津波の移動量は約 3.6km となった。

漂流物調査範囲の設定においては、上記をさらに安全側に捉え、発電所から半径５km 以内で T.P.+10m 以下※の範囲を漂流物調査範囲とした。

※ 基準津波による３号炉敷地前面の津波高さが T.P.+8.12m であること、内閣府の南海トラフの巨大地震対策検討ワーキンググループの報告による伊方町の津波高さが最大６ｍ（満潮位・地盤変動考慮）であることを踏まえ T.P.+10m 以下を漂流物調査範囲とした。

漂流物調査範囲の考え方





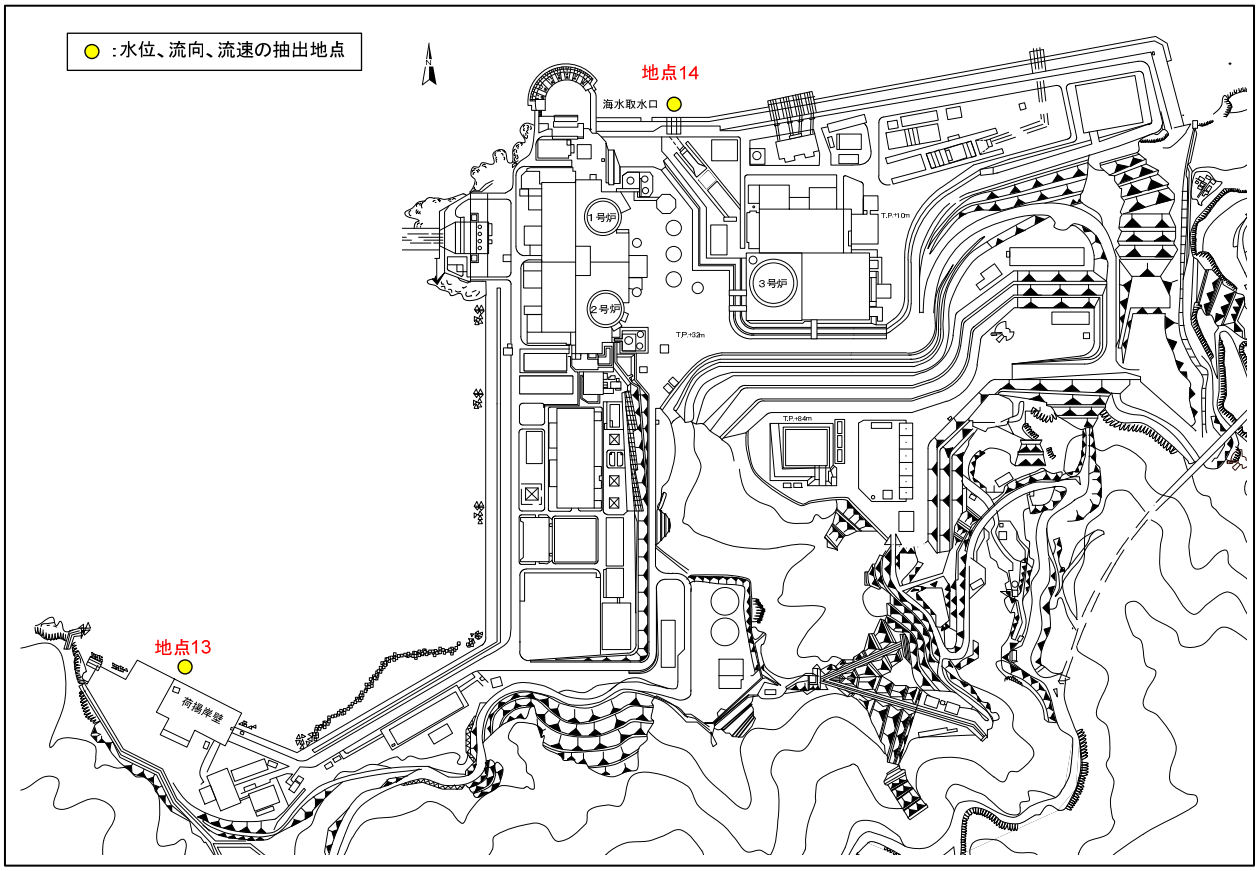
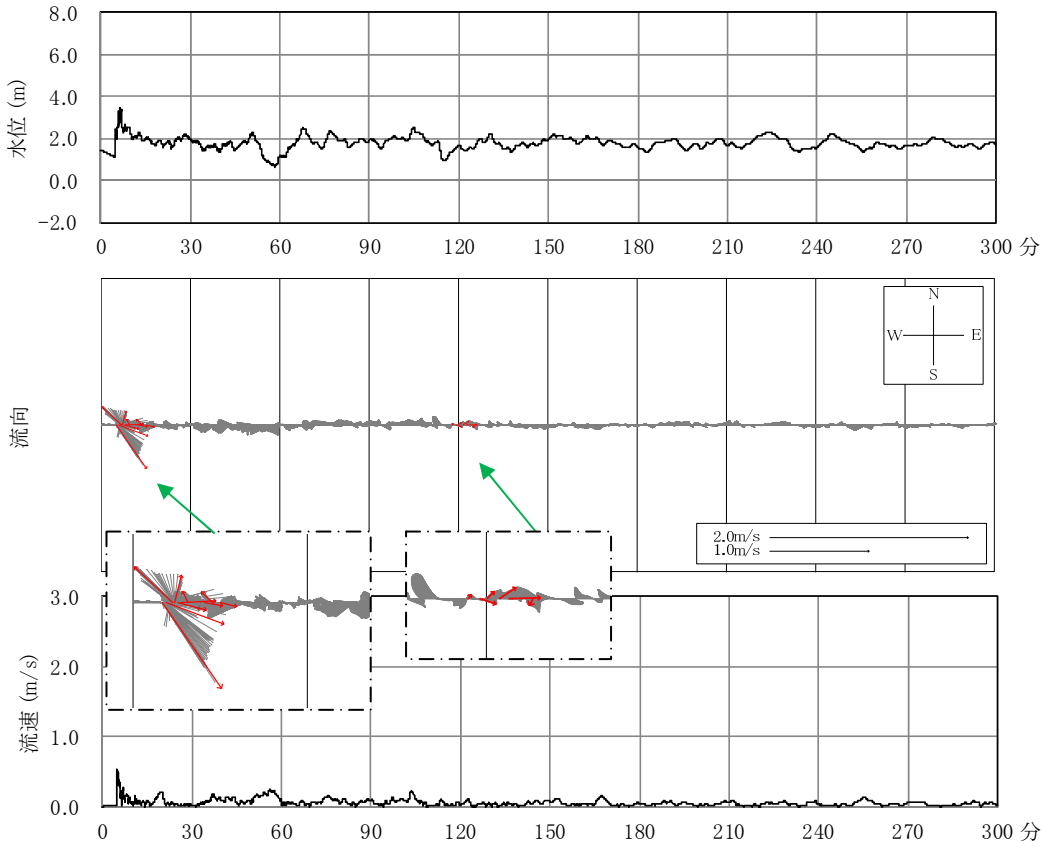


図 6-2-12　水位、流向、流速の抽出地点

地点 1



地点 2

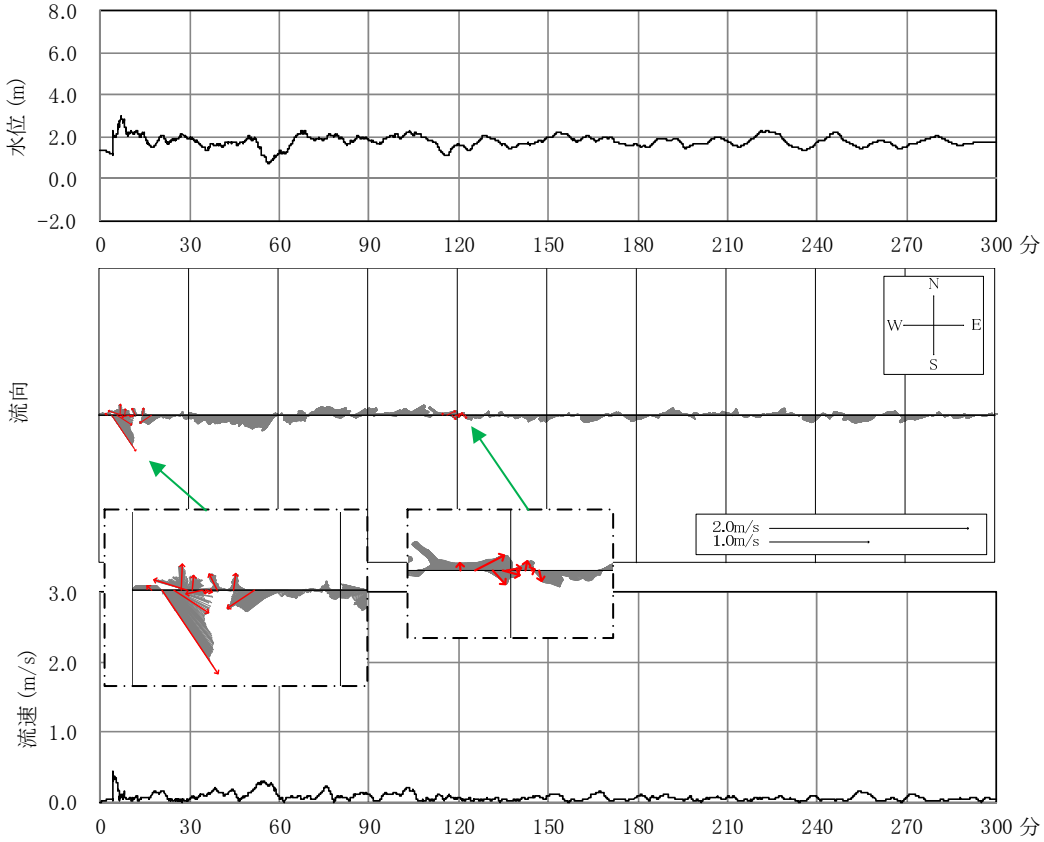
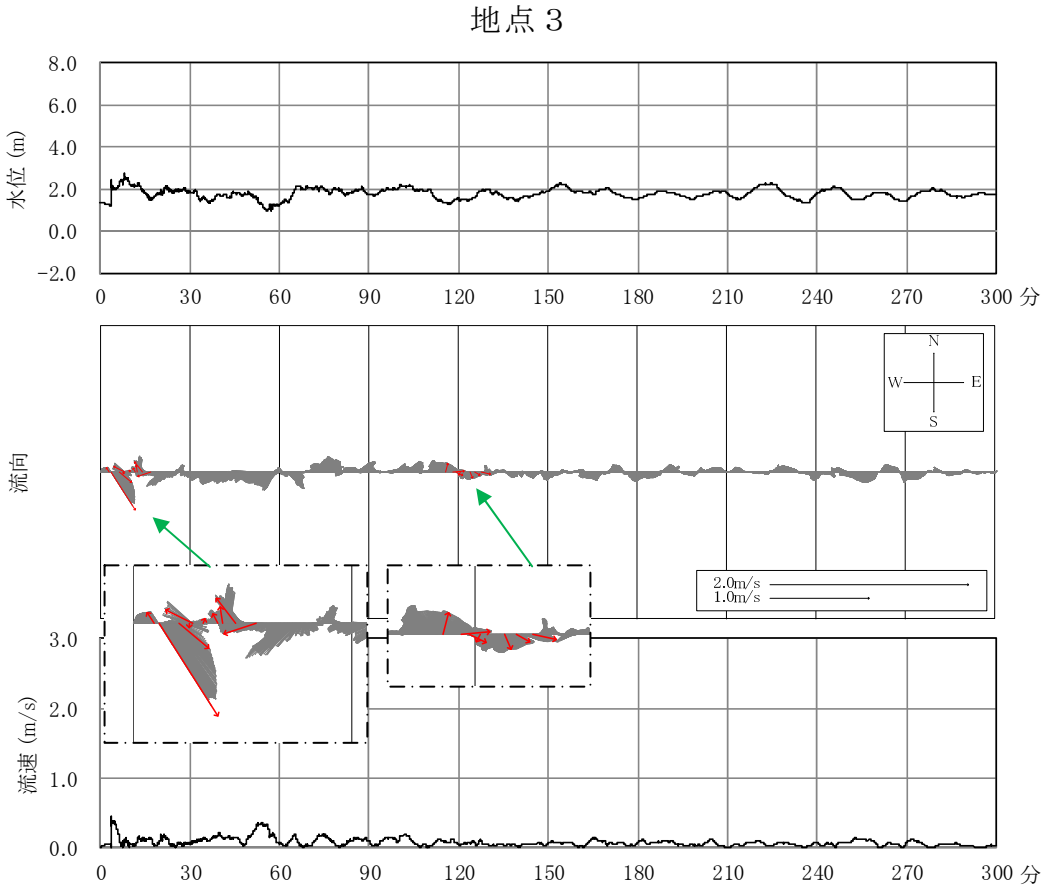


図 6-2-13（1）　沿岸域において抽出した地点の水位、流向、流速



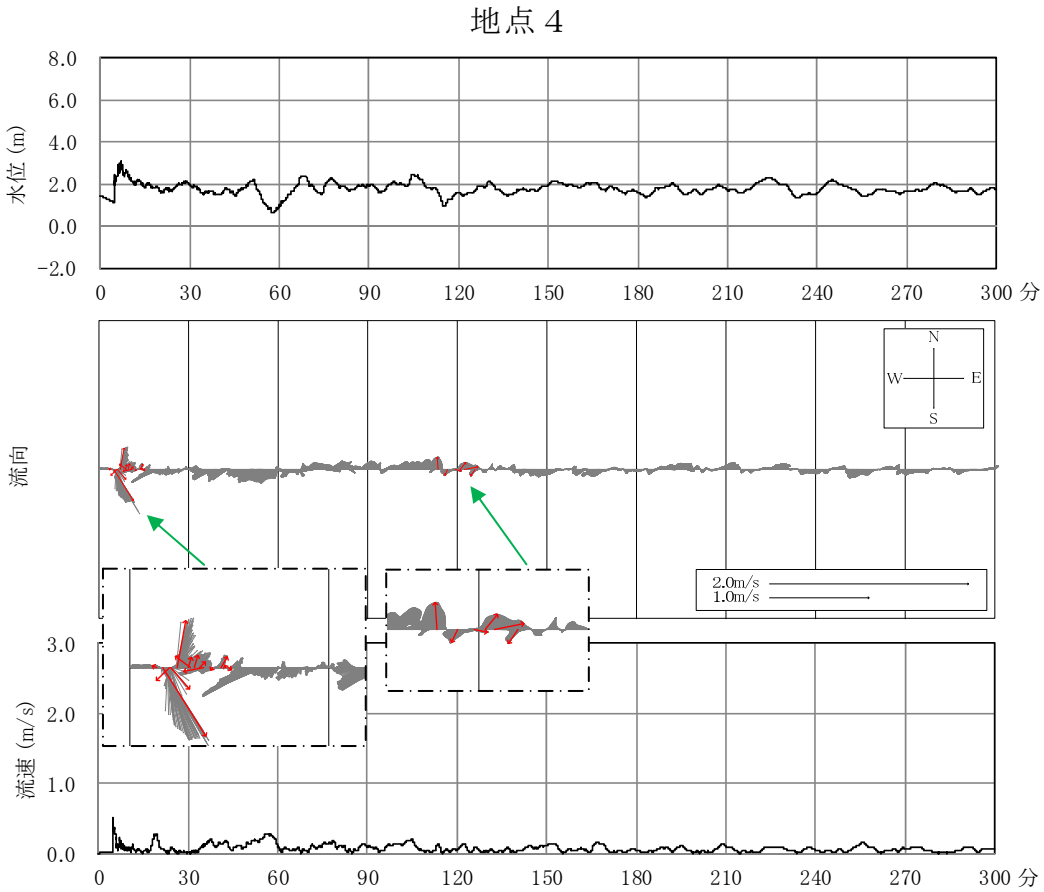
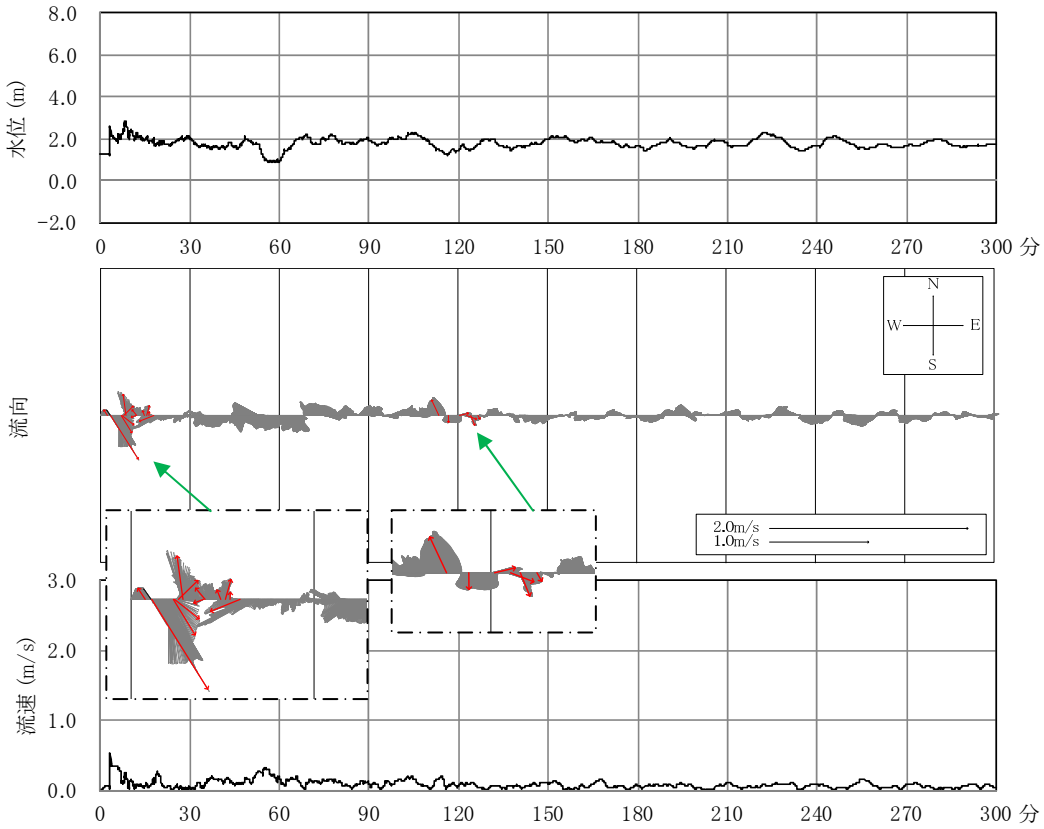


図 6-2-13（2）　沿岸域において抽出した地点の水位、流向、流速

地点 5



地点 6

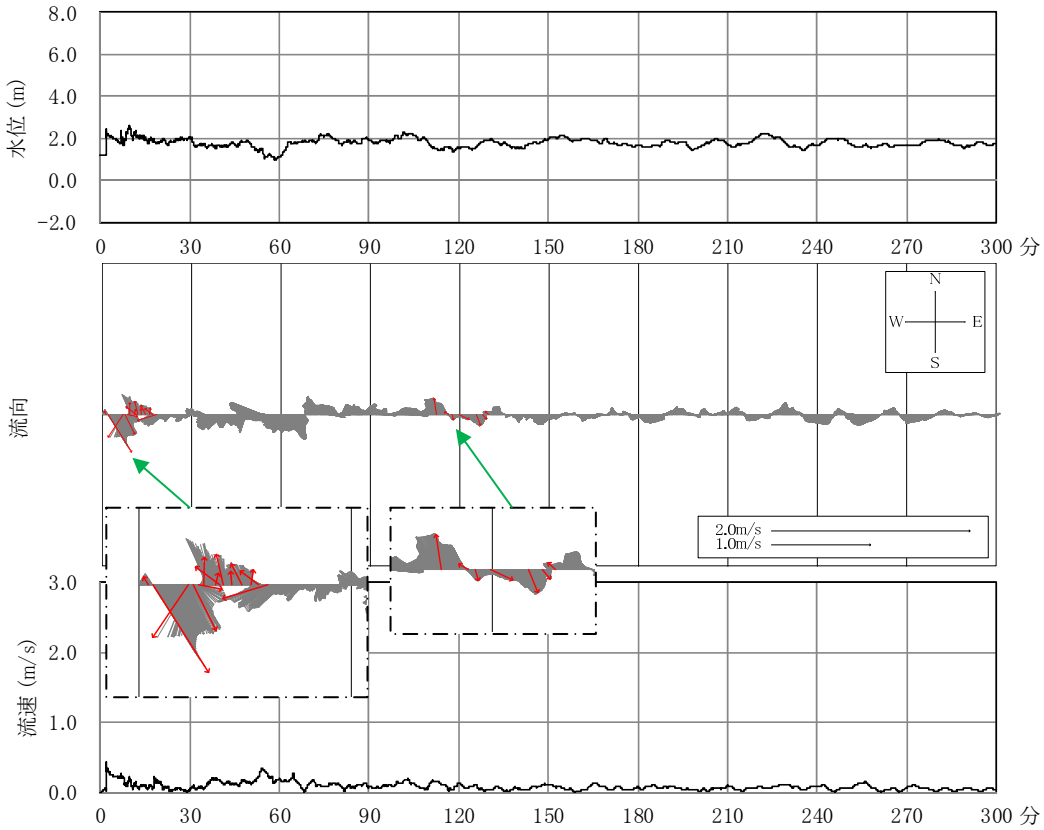
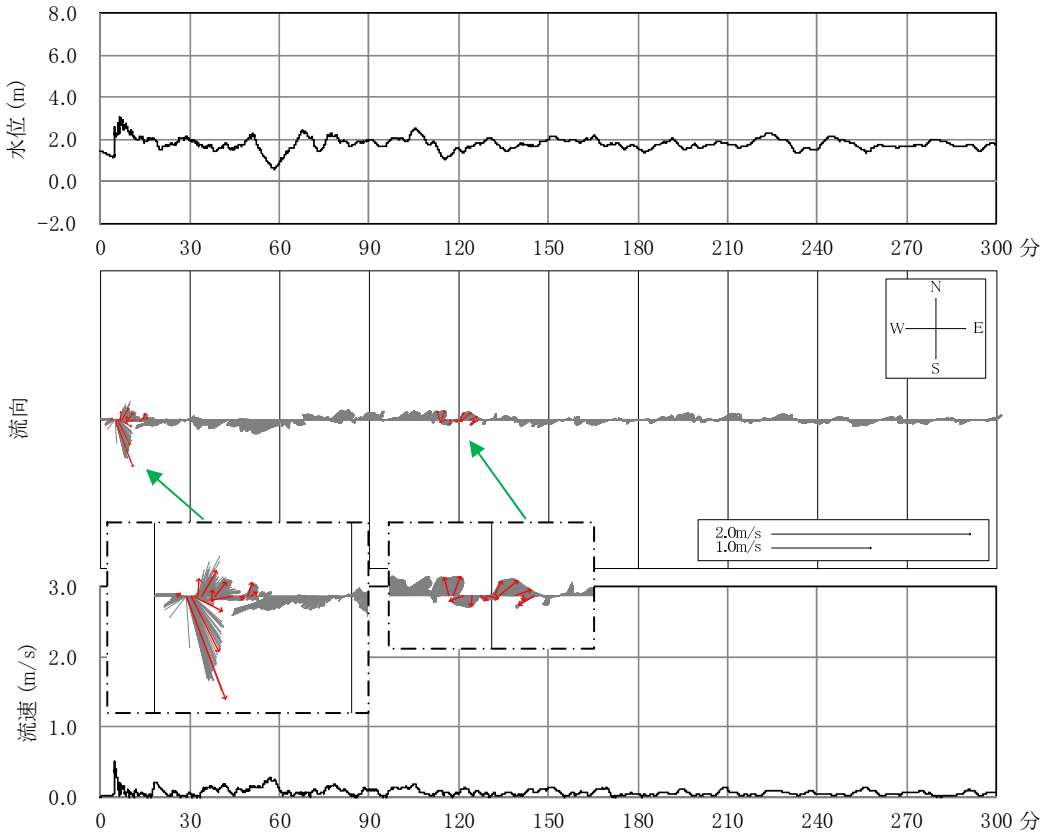


図 6-2-13（3）　沿岸域において抽出した地点の水位、流向、流速

地点 7



地点 8

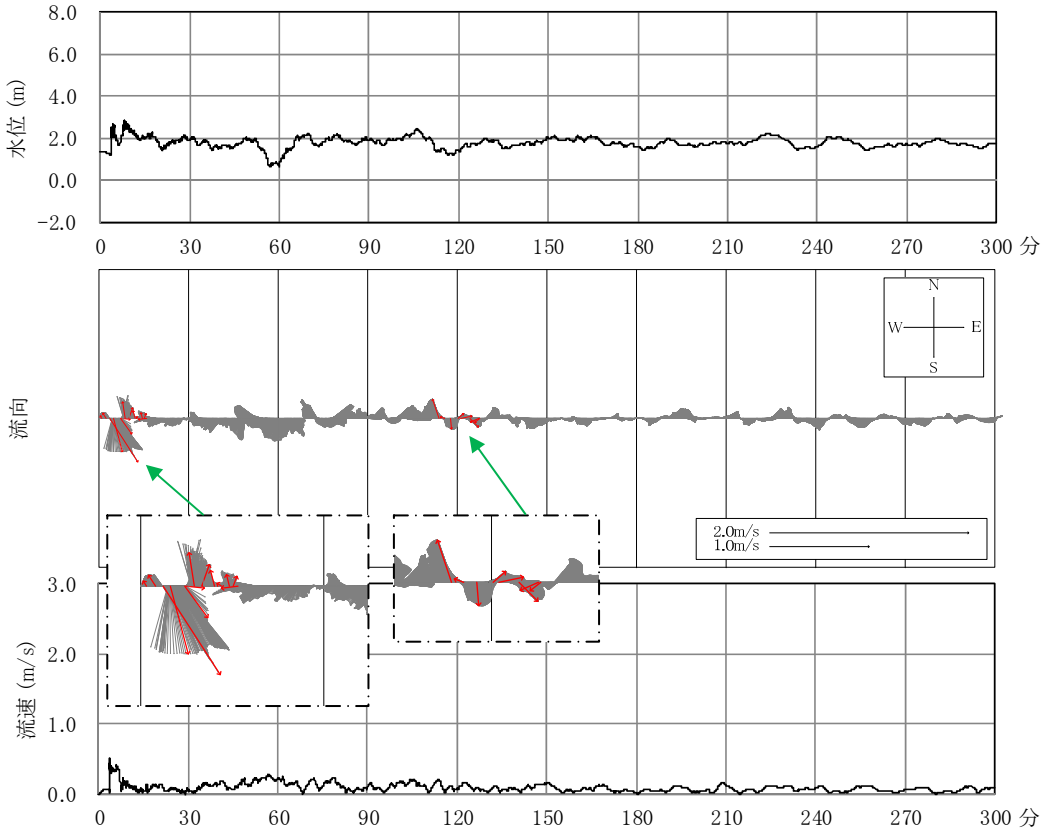
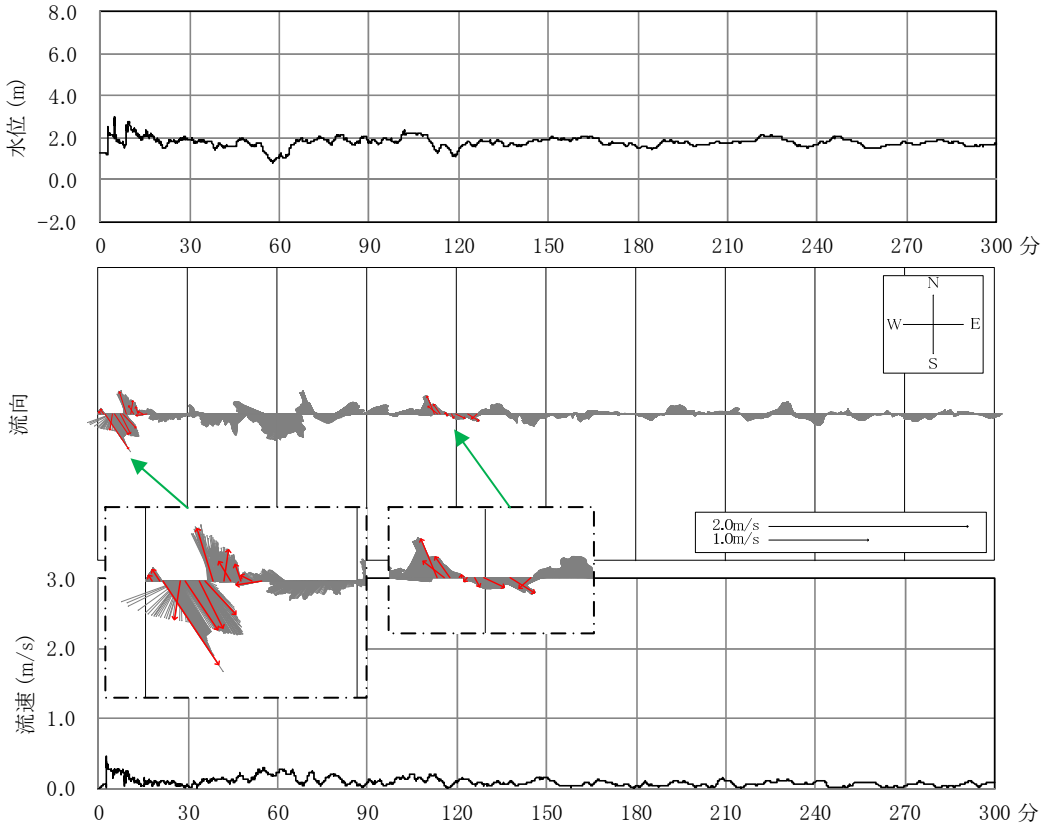


図 6-2-13（4）　沿岸域において抽出した地点の水位、流向、流速

地点 9



地点 10

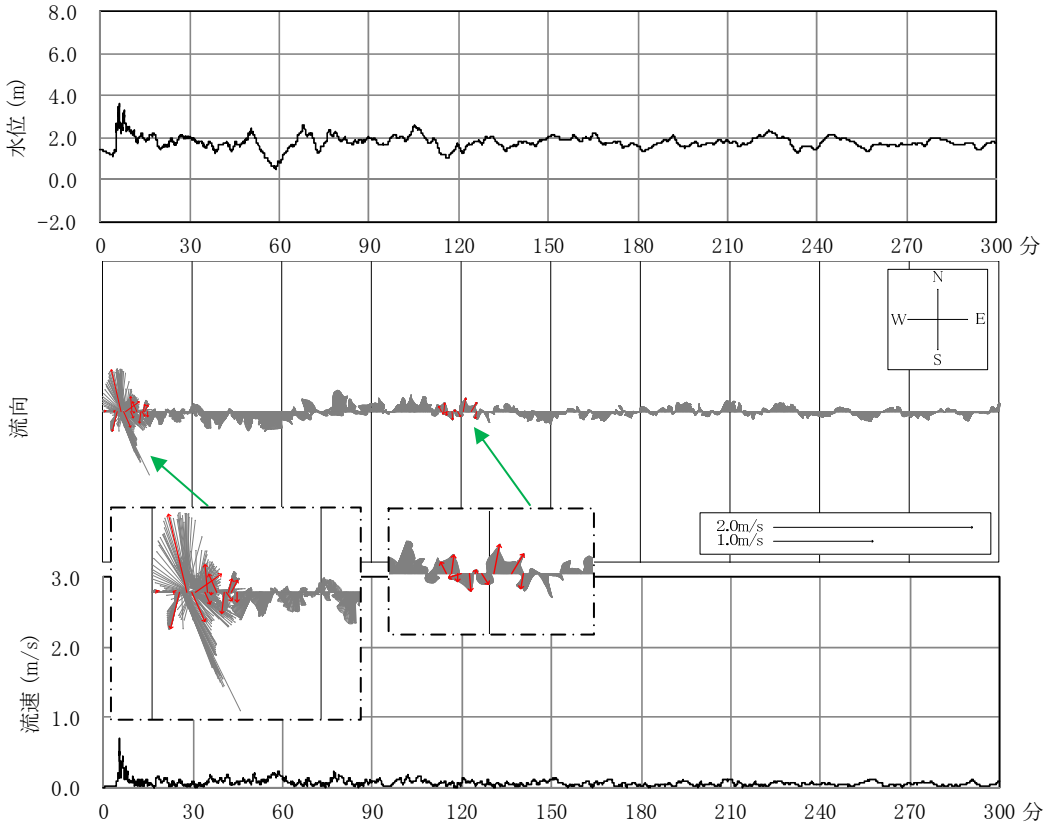
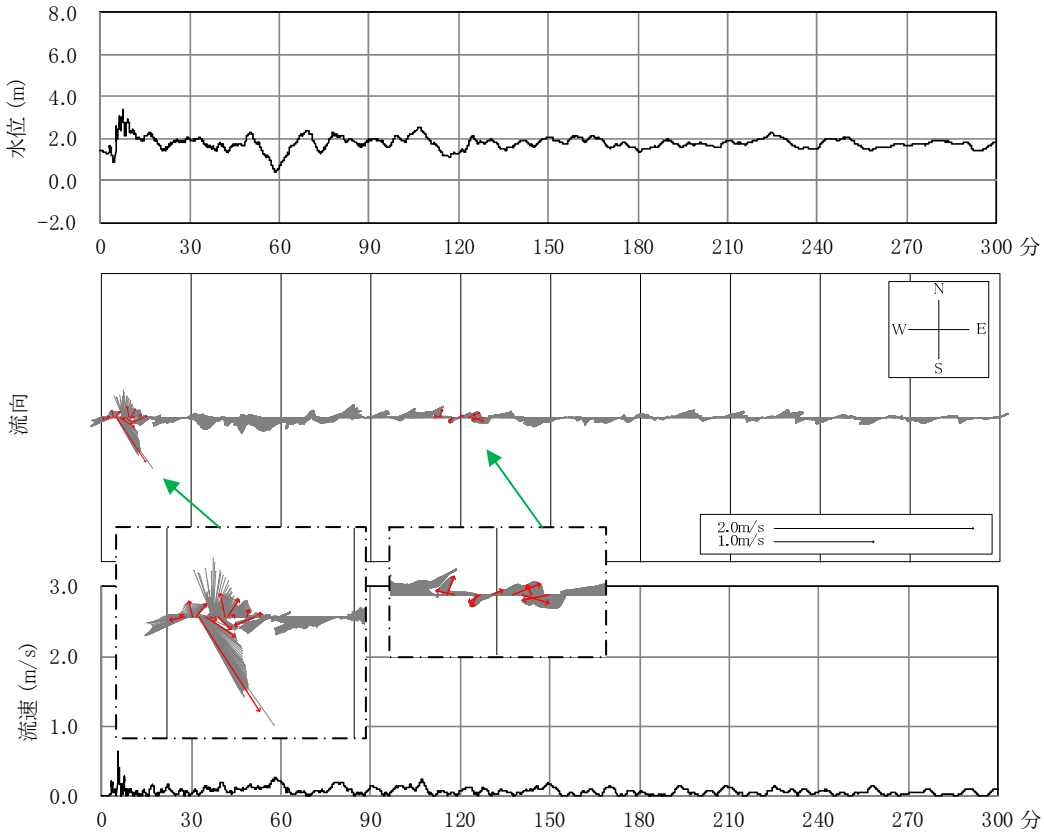


図 6-2-13（5）　沿岸域において抽出した地点の水位、流向、流速

地点 11



地点 12

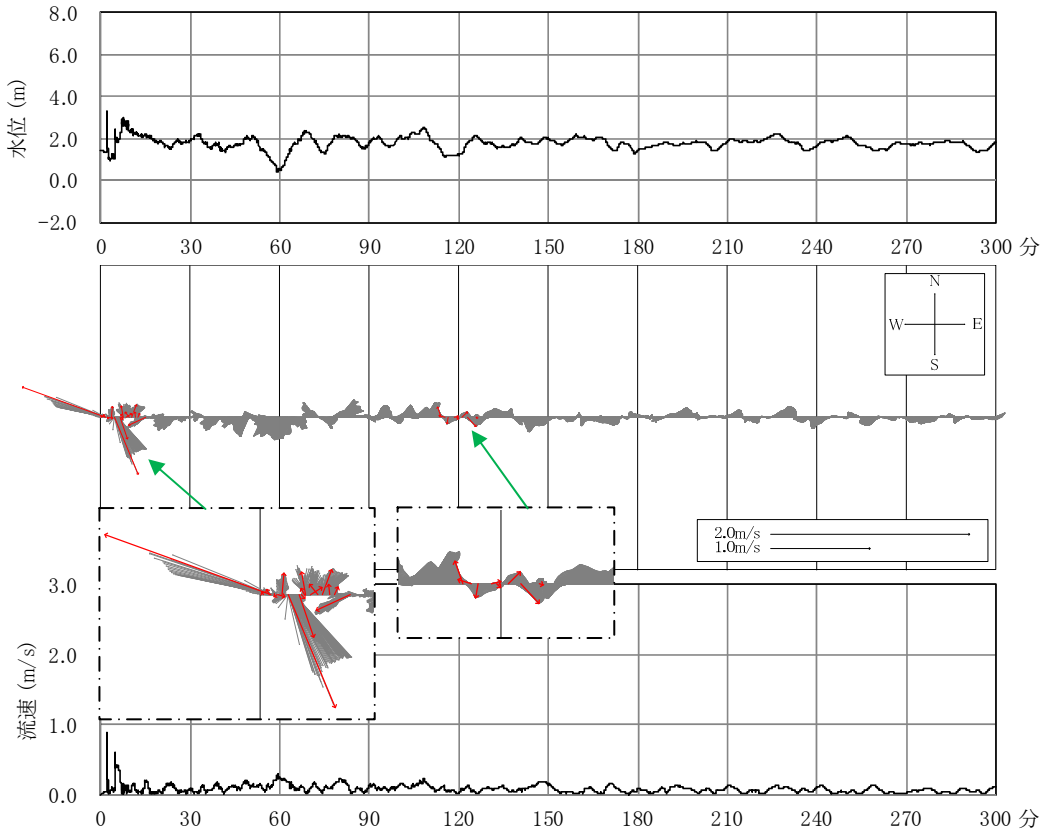
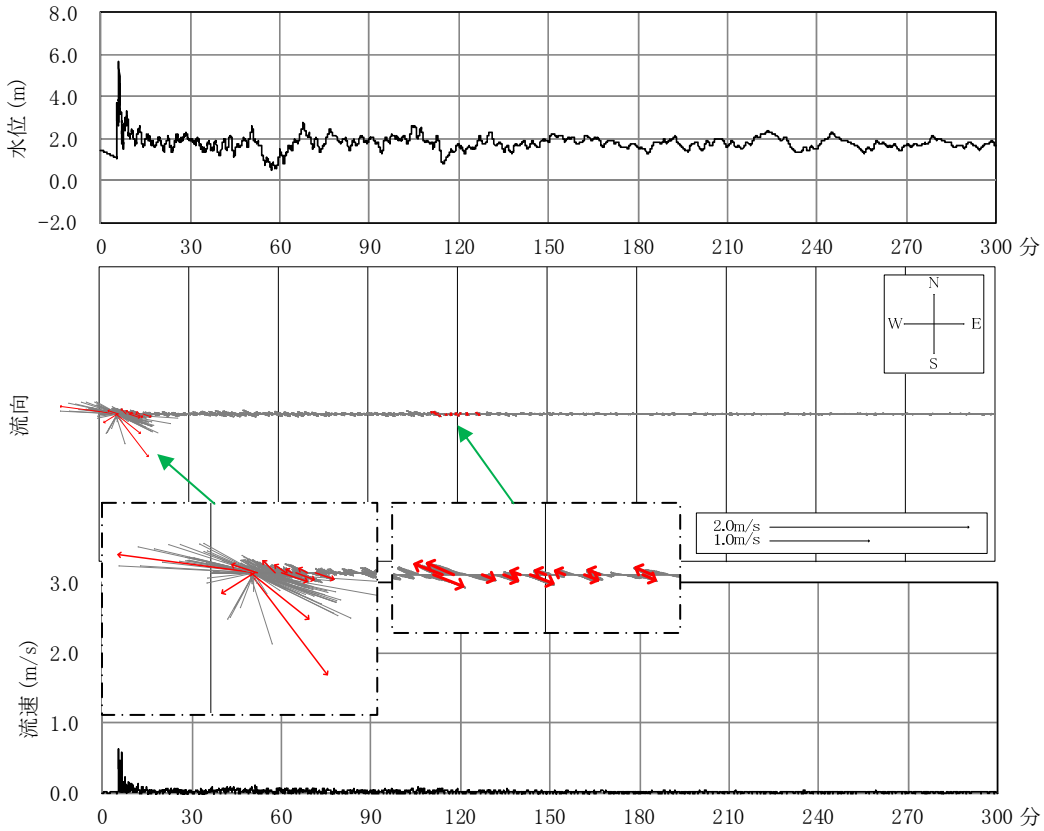


図 6-2-13（6）　沿岸域において抽出した地点の水位、流向、流速

地点 13



地点 14

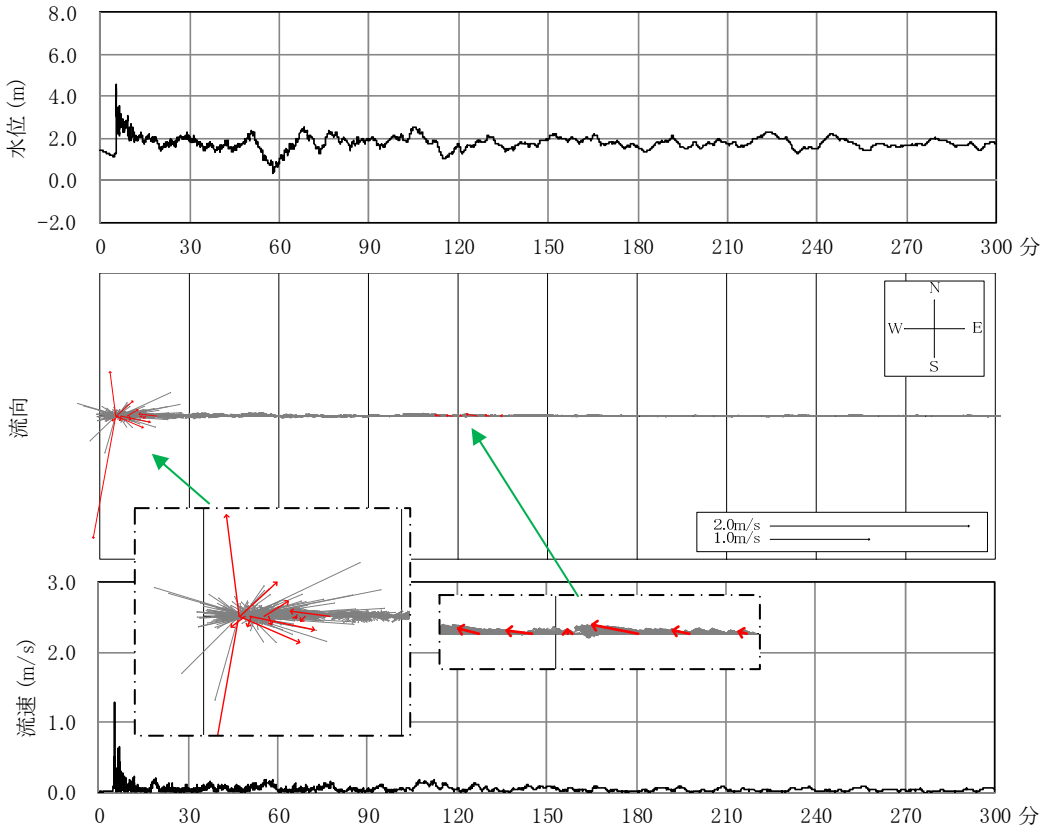


図 6-2-13（7）　沿岸域において抽出した地点の水位、流向、流速

（c）漂流物となる可能性のある施設・設備の抽出

（b）項に従い、発電所から半径５km 以内の範囲を調査した結果、津波により漂流物となる可能性のある施設・設備として、①発電所構外と②発電所構内で区分けして整理した。

①発電所構外における施設・設備の抽出

発電所構外（５km 圏内）を調査した結果、津波により漂流物となる可能性があるものを表 6-2-2、図 6-2-14 に示す。調査エリアＡ、Ｂ、Ｃ、Ｄ、Ｅ以外のエリアについては、洋上から調査した結果、調査エリアＥ付近沖合の定置網及び陸上の樹木を除き漂流物となる可能性のあるものはなかった。

表 6-2-2　発電所構外の漂流物調査結果リスト

調査エリア	番号	名称	数量	場所	状況	備考
発電所周辺	1	船舶・漁船	－	発電所 敷地前面海域	航行	総トン数　５ｔ未満
	2	流木等	－	－	－	・樹木、木材、塵芥等
A	1	船舶・漁船	約40隻	漁港	停泊	総トン数　５ｔ未満
	2	浮桟橋	1個	〃	設置	写真①
	3	家屋	約120軒	標高10m以下	〃	
	4	公共施設等	約10軒	〃	〃	
	5	車両（自動車）	約30台	〃	駐車	
B	1	船舶・漁船	約30隻	漁港	停泊	
	2	浮桟橋	1個	〃	設置	写真②
	3	家屋	約80軒	標高10m以下	設置	
	4	公共施設等	約10軒	〃	〃	・消防詰所、集会所、 水処理施設、トイレ
	5	車両（自動車）	約30台	〃	駐車	
C	1	船舶・漁船	約40隻	漁港	停泊	総トン数　５ｔ未満
	2	浮桟橋	3個	〃	設置	写真③
	3	家屋	約50軒	標高10m以下	設置	
	4	公共施設等	約10軒	〃	〃	・漁協施設、消防詰所、 処理場、給油施設等
	5	車両（自動車）	約20台	〃	駐車	
D	1	船舶・漁船	約20隻	漁港	停泊	総トン数　５ｔ未満
	2	公共施設等	約10軒	標高10m以下	設置	・倉庫
E	1	船舶・漁船	約20隻	漁港	停泊	総トン数　５ｔ未満
	2	公共施設等	約10軒	標高10m以下	設置	・倉庫、取水場、神社
Ａ～Ｅ以外	1	定置網	1式 （最大幅 約120m）	調査エリアＥ 付近沖合	〃	写真④

※調査エリアA～E（港）以外の陸域（海岸線）及び洋上に漂流対象となる施設・設備はない。

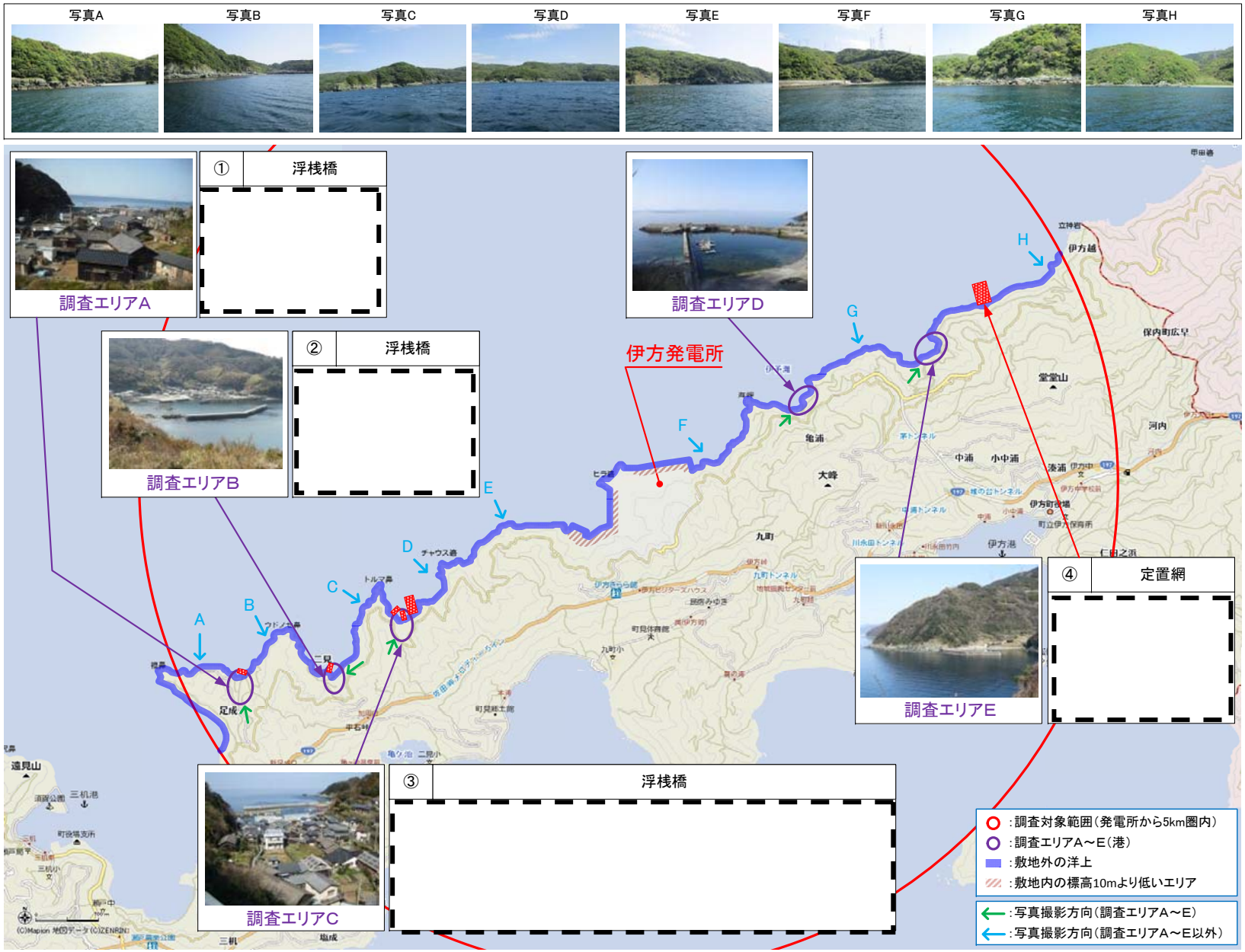


図 6-2-14　発電所構外の漂流物調査結果

②発電所構内における施設・設備の抽出

発電所構内について、遡上域である荷揚岸壁周辺及び標高５ｍ高さ護岸部（５ｍ盤）を網羅的に調査した結果、津波により漂流物となる可能性があるものを表 6-2-3、図 6-2-15 に示す。

表 6-2-3（1）　発電所構内の漂流物調査結果リスト

調査エリア	番号	名称	数量	場所	状況	寸法 たて×横×高さ	重量	写真	備考
a （荷揚岸壁エリア）	1	燃料等輸送船	3	荷揚岸壁	停泊／航行	－	約750t～ 約5,000t※	①	※総トン数
	2	シルトフェンス	1	荷揚岸壁西側	設置	長さ20m×高さ2m	－	②	H26.9月新規設置
	3	岸壁クレーン	1	荷揚岸壁北側	設置	高さ31m	485.7t	③	
	4	作業用テント(海側)	2	荷揚岸壁西側	固定	20×9.2×4.4 20×8.6×4.4	－	④	H27.2月撤去
	5	作業用テント(山側)	2	荷揚岸壁西側	固定	15×8.3×4.0 22×8.4×4.15	－	⑤	H27.2月撤去
	6	雑固体処理建屋	1	荷揚岸壁南東側	設置	RC造地上4階 床面積3,114.75㎡	－	⑥	
	7	雑固体焼却炉建家	1	荷揚岸壁南東側	設置	RC造地上7階地下1階 床面積4,100.80㎡	－	⑦	
	8	機材保管庫	1	荷揚岸壁南東側	設置	RC造地上3階 床面積1,417.36㎡	－	⑧	
	9	１－固体廃棄物貯蔵庫	1	５ｍ盤南側	設置	RC造地上2階 床面積3,603.33㎡	－	⑨	
	10	新油貯蔵庫	1	５ｍ盤南側	設置	－	－	⑩	
	11	固体廃棄物貯蔵庫 440V分電盤	1	５ｍ盤南側	設置	－	－	⑪	
	12	LLW搬出設備用受電盤	1	５ｍ盤南側	設置	－	－	⑫	
	13	１・２号油庫	1	荷揚岸壁南東側	設置	RC造平屋建 床面積84.00㎡	－	⑬	
	14	３号油庫	1	荷揚岸壁南東側	設置	RC造平屋建 床面積66.00㎡	－	⑭	
	15	１・２号ガス庫	1	荷揚岸壁南東側	設置	RC造平屋建 床面積98.40㎡	－	⑮	
	16	３号ガス庫	1	荷揚岸壁南東側	設置	RC造平屋建 床面積73.80㎡	－	⑯	
	17	プレハブ小屋	4	荷揚岸壁	固定・固縛 （仮設）	－	－	⑰	
	18	深部地震計孔口 固定装置建屋	1	荷揚岸壁南西側	設置	－	－	⑱	
	19	深部地震観測局舎	1	荷揚岸壁西側	設置	4.3×2.8×2.8	－	⑲	
	20	現地制御盤14	1	荷揚岸壁西側	設置	－	－	⑳	
	21	資機材 （角落し他）	－	荷揚岸壁西側	固縛	－	－	㉑	
	22	資機材 （トラスク他）	－	荷揚岸壁西側	固縛	－	－	㉒	
	23	ＬＬＷ輸送容器	－	荷揚岸壁中央	固定 （仮置）	－	－	㉓	敷地高さ10m以上へ 移動予定
	24	作業用貯水タンク	1	荷揚岸壁中央	固定	－	－	㉔	濁水処理用
	25	岸壁見張所	1	荷揚岸壁東側	設置	RC造平屋建 床面積14.00㎡	－	㉕	
	26	車両（岸壁駐車場）	約80台	荷揚岸壁周辺	駐車	－	－	㉖	敷地高さ10m以上へ 移動予定

表 6-2-3（2）　発電所構内の漂流物調査結果リスト

調査エリア	番号	名称	数量	場所	状況	寸法 たて×横×高さ	重量	写真	備考
b （西側５ｍ盤）	1	統合浄化槽	4	西側５ｍ盤	設置	－	－	㉗	
	2	１・２号消火水槽	1	西側５ｍ盤	設置	－	－	㉘	
	3	現地制御盤2	1	西側５ｍ盤	設置	－	－	㉙	
	4	車両（５ｍ盤駐車場）	約90台	西側５ｍ盤	駐車	－	－	－	敷地高さ10m以上へ移動予定
c （北側５ｍ盤）	1	水質連続自動測定装置建屋	1	３号 ５ｍ盤東側	設置	3×3×4	－	㉚	
	2	排貝排水処理装置	1	３号 ５ｍ盤東側	設置	6×27×4	－	㉛	
調査エリア全域	1	資機材等	－	－	－	－	－	－	プレハブ小屋、仮設資機材、フェンス等
	2	流木等	－	－	－	－	－	－	植木、木材、塵芥等

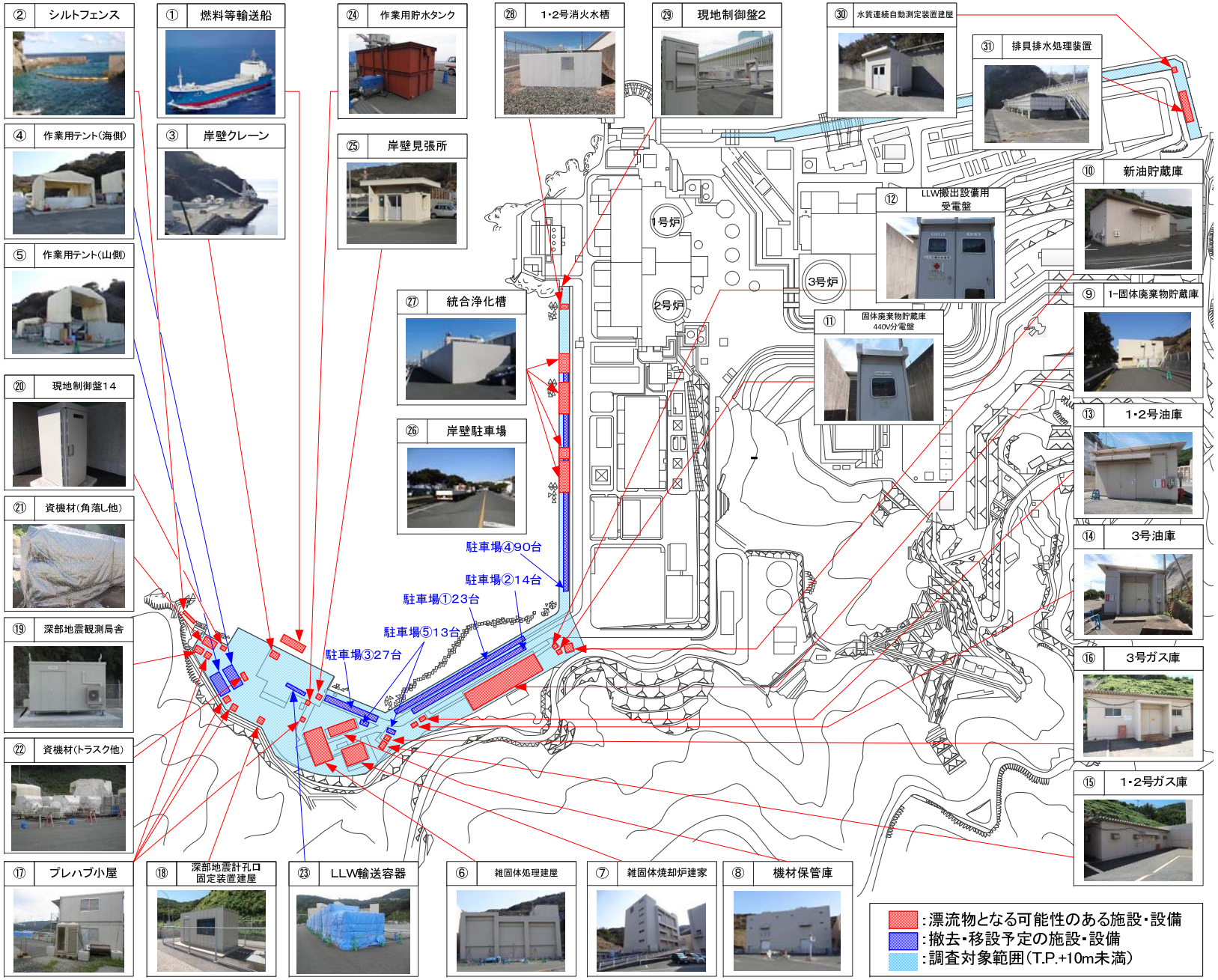


図 6-2-15　発電所構内の漂流物調査結果

(d) 漂流物検討対象選定結果

前項（c）で選定した漂流物となる可能性のある施設・設備に対して、①発電所構外と②発電所構内で個別に評価を行った。

①発電所構外における評価

①－１　敷地周辺の船舶・漁船

発電所近傍には大型の港湾はなく、敷地周辺の漁港に停泊する小型の船舶・漁船については、敷地周辺の漁港に約 150 隻あるが、以下のとおり、津波の流向及び地形から発電所に対する漂流物とはならない。

・(a) 項で示したとおり、敷地周辺の流速ベクトルは数十秒から数分毎に変化しており、発電所に向かう連続的な流れは生じていない。

・漁港は、発電所から約２km～約５km 東方向もしくは西方向に位置しており、いずれも湾状である。

敷地周辺の漁港に停泊する船舶・漁船について、津波襲来時（地震発生後 300 分間）における挙動をシミュレーションした結果を図 6-2-16 に示す。その結果、漁港に停泊する船舶・漁船は湾内に留まり発電所への接近は見られなかった。

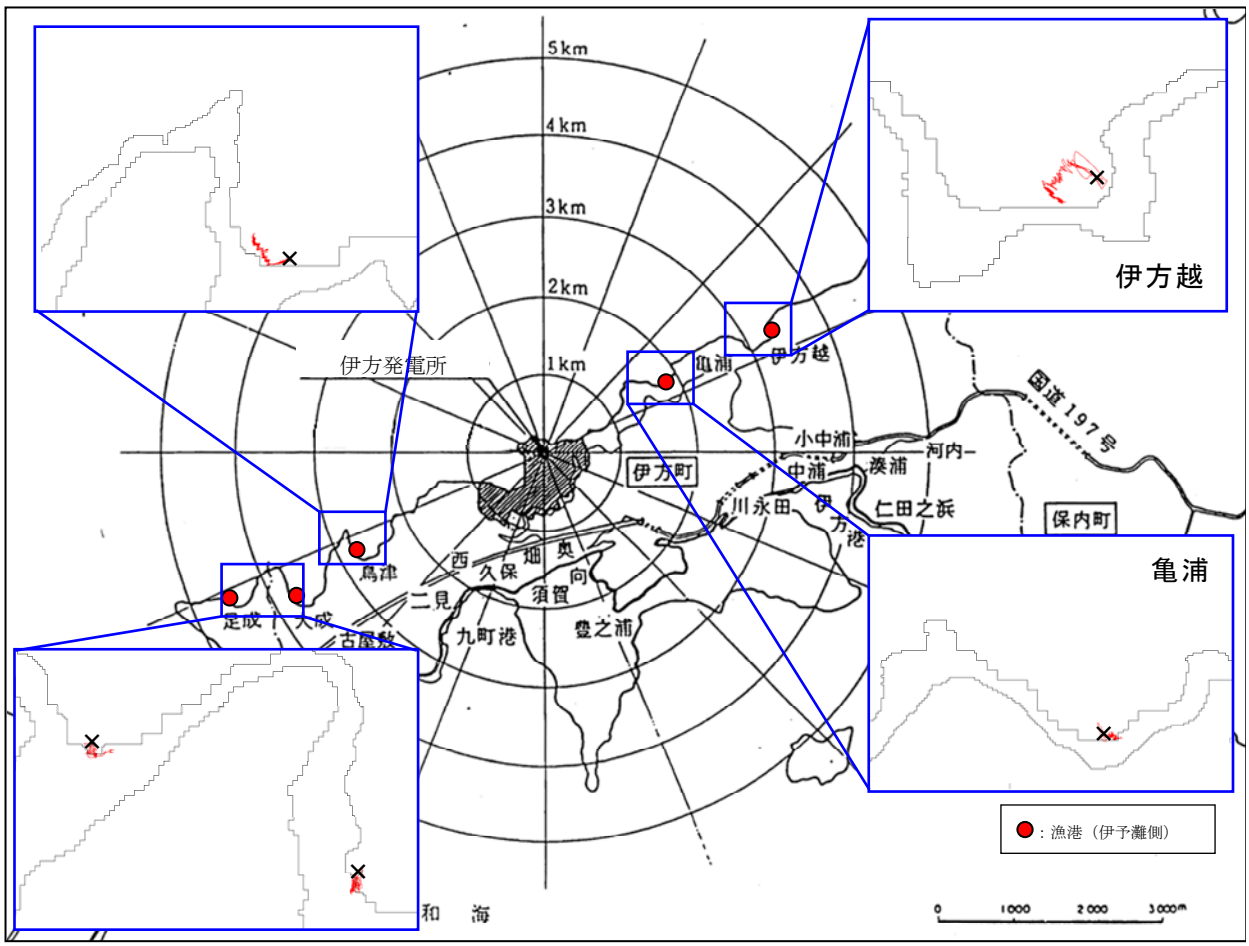


図 6-2-16　漁港に停泊する船舶・漁船の軌跡（×印は初期配置）

また、航行中の船舶・漁船については、発電所近傍で航行不能となり発電所へ漂流する可能性があることから、津波襲来時（地震発生後 300 分間）における航行不能となった船舶・漁船の挙動をシミュレーションした。

航行不能となった船舶･漁船を想定した初期配置を図 6-2-17 に示す。なお、発電所近傍の海域は漁業権消滅区域に設定されているが、漁船が発電所に接近した場合を想定して、初期配置として設定した。

想定した航行不能の船舶・漁船の津波襲来時（地震発生後 300 分間）における挙動の軌跡を図 6-2-18 に示す。

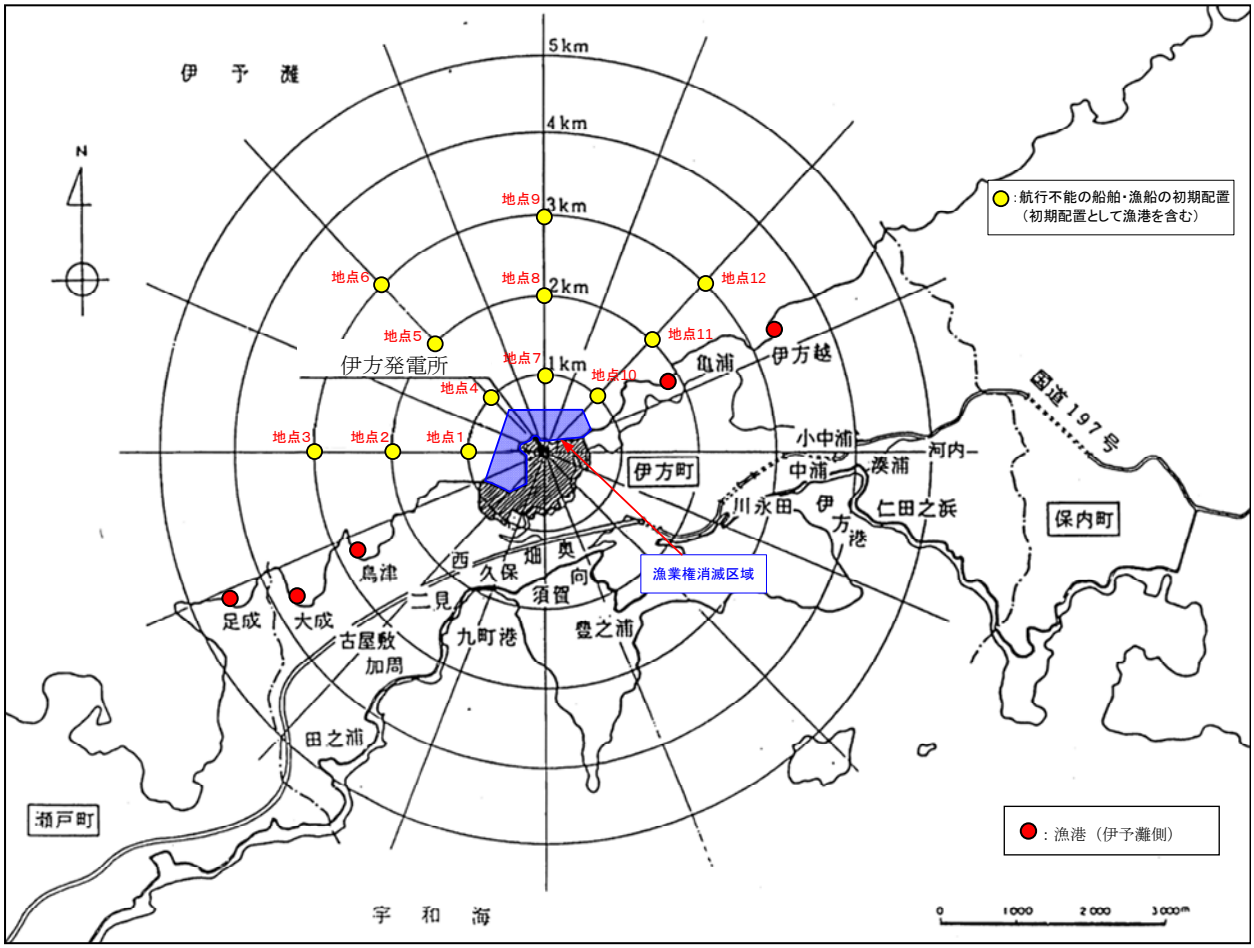
発電所の荷揚岸壁及び周辺の港湾部で航行不能となった船舶・漁船は、津波の流向から港湾内に留まり、海水取水口に接近することはない。

発電所近傍の前面海域及び周辺 5km で航行不能となった船舶・漁船は海岸線にほぼ平行な汀線に沿った東西方向に動き、海水取水口に接近しないことを確認した。これは、基準津波の流向が主に南北方向であるのに対して、船舶・漁船の軌跡が東西方向となっているのは、南進する津波の流速成分が北進する反射波の流速成分に相殺され、その結果、汀線に沿った東西方向の流速成分が残ったものと考える。また、荷揚岸壁から西側護岸の間の前面海域で航行不能となった船舶・漁船について、護岸近傍では津波の反射波の流速成分が支配的となり徐々に離岸すると考えられるが、シミュレーション結果より、300 分間経過した後も港湾内に留まることを確認した。

仮に航行不能となった船舶・漁船が発電所へ接近した場合でも、大部分は敷地前面の西側護岸、北側護岸で止まることから、原子炉補機冷却海水系の取水性に影響はない（図 6-2-19）。

一部、海水取水口に向かう船舶・漁船については、海水取水口上部に留まり、海水取水口呑口の高さが[redacted]であり十分低いことから、海水取水口呑口に到達せず、通水機能が損なわれるような閉塞は生じないため、海水ポンプの取水性に影響はない。

なお、通常の周辺海域における潮流方向は、海岸線にほぼ平行な汀線に沿った東西方向であることから、津波襲来後に漂流物が海水取水口に侵入する可能性は低い。



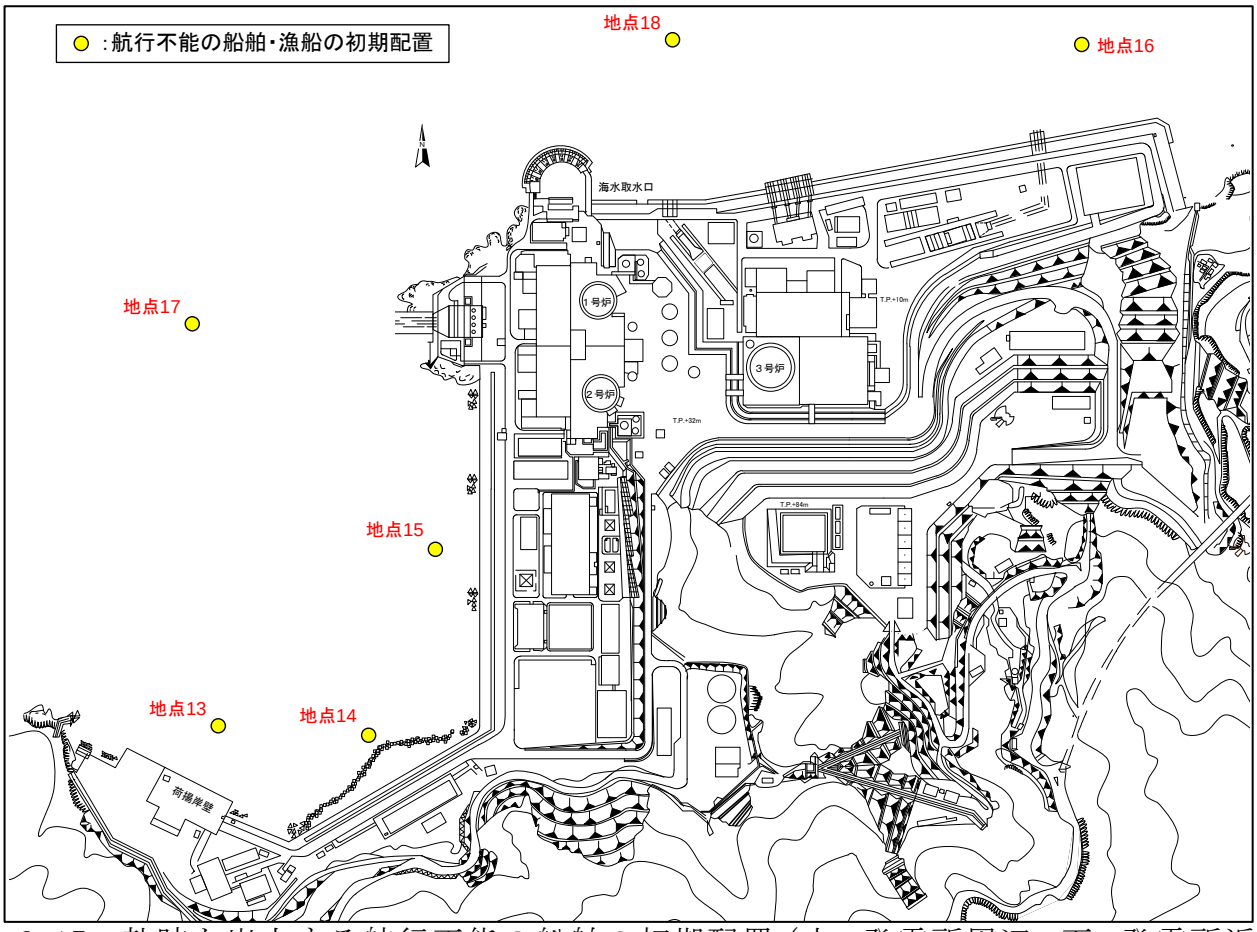
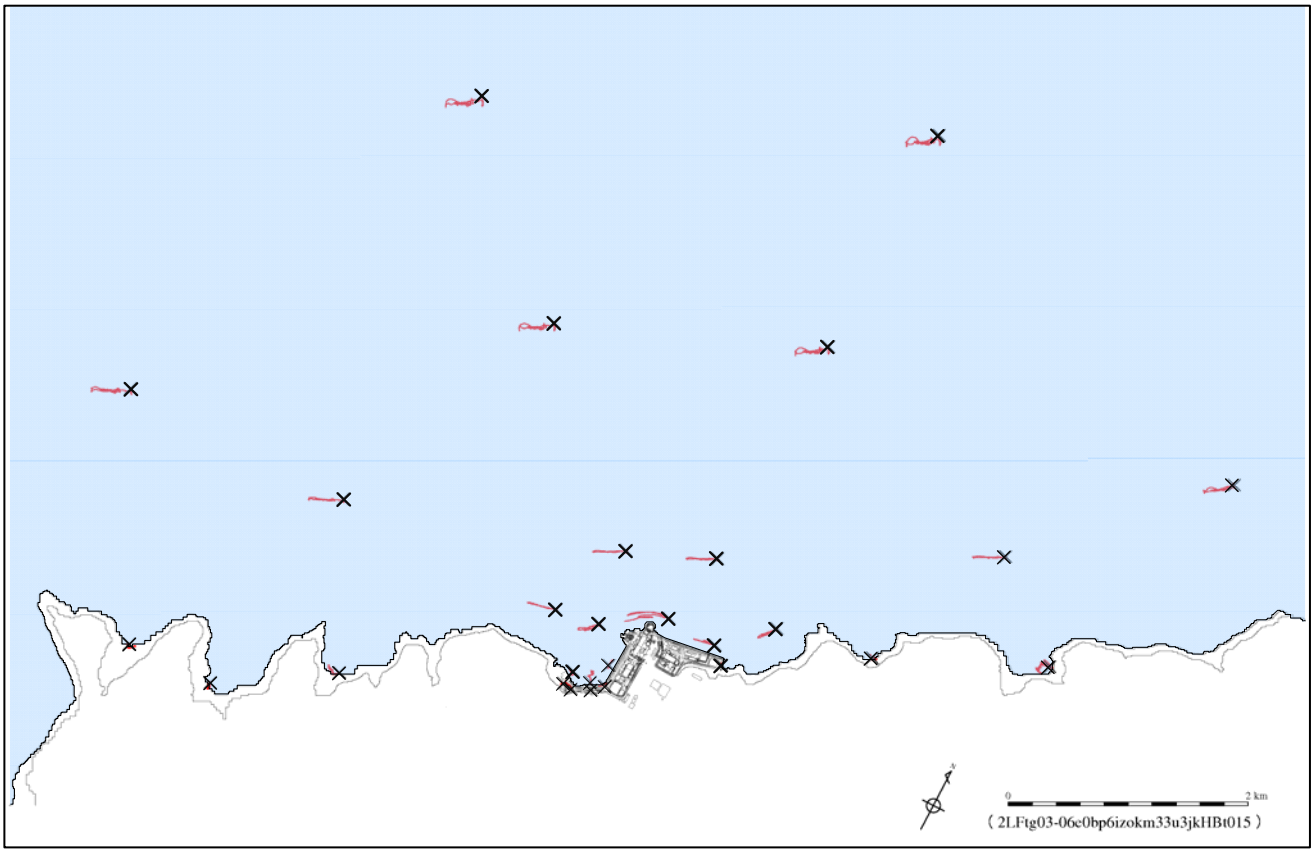


図 6-2-17　軌跡を出力する航行不能の船舶の初期配置（上：発電所周辺、下：発電所近傍）



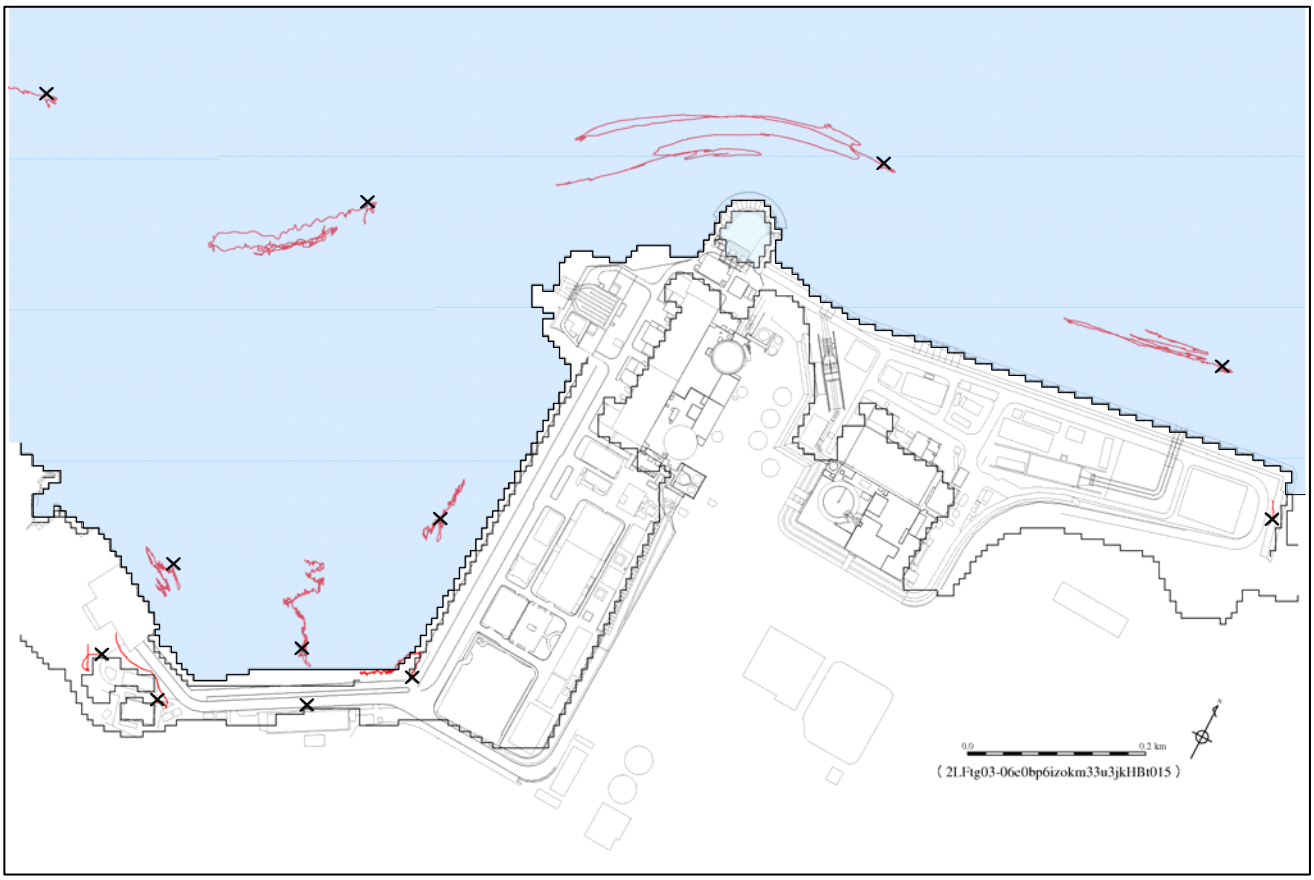
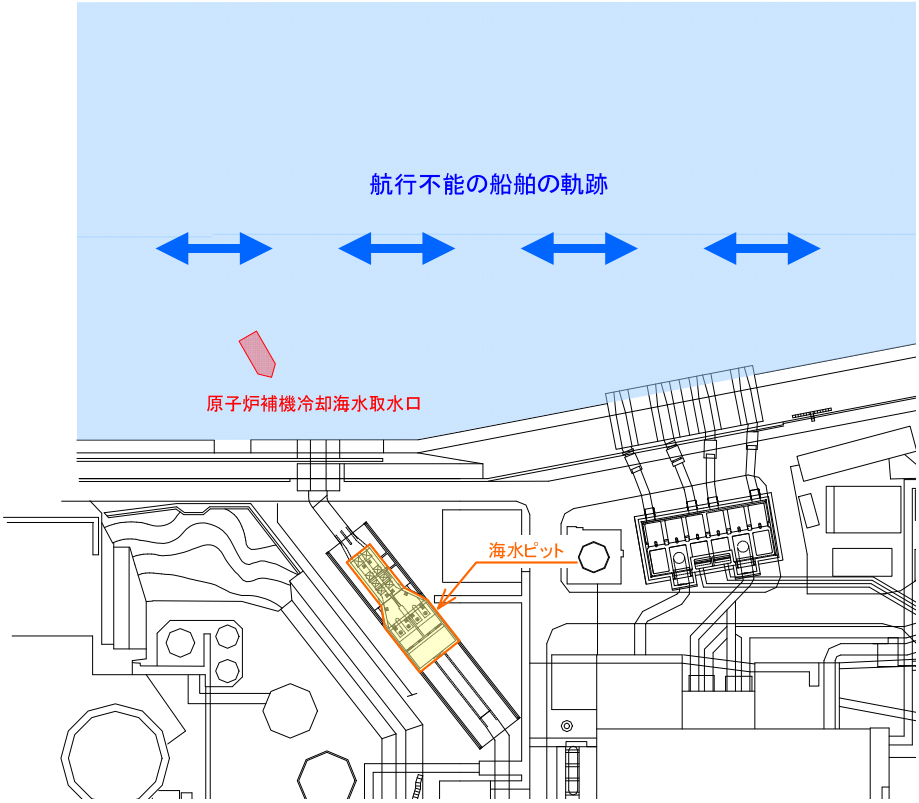


図 6-2-18　基準津波による航行不能の船舶の軌跡
（上：発電所周辺、下：発電所近傍、×印：初期配置）



（漁船の護岸への漂流経路【平面図】）

（漁船の護岸への漂流経路【断面図】）

図 6-2-19　船舶・漁船の漂流経路

①－２　定期船

発電所近傍を通過する定期船に関しては、発電所沖合約 13km に一般航路があり、発電所沖合約 18km に阪神－九州間の定期航路があるが、発電所から５km 以上離れており、発電所に対する漂流物とはならない（図 6-2-20）。

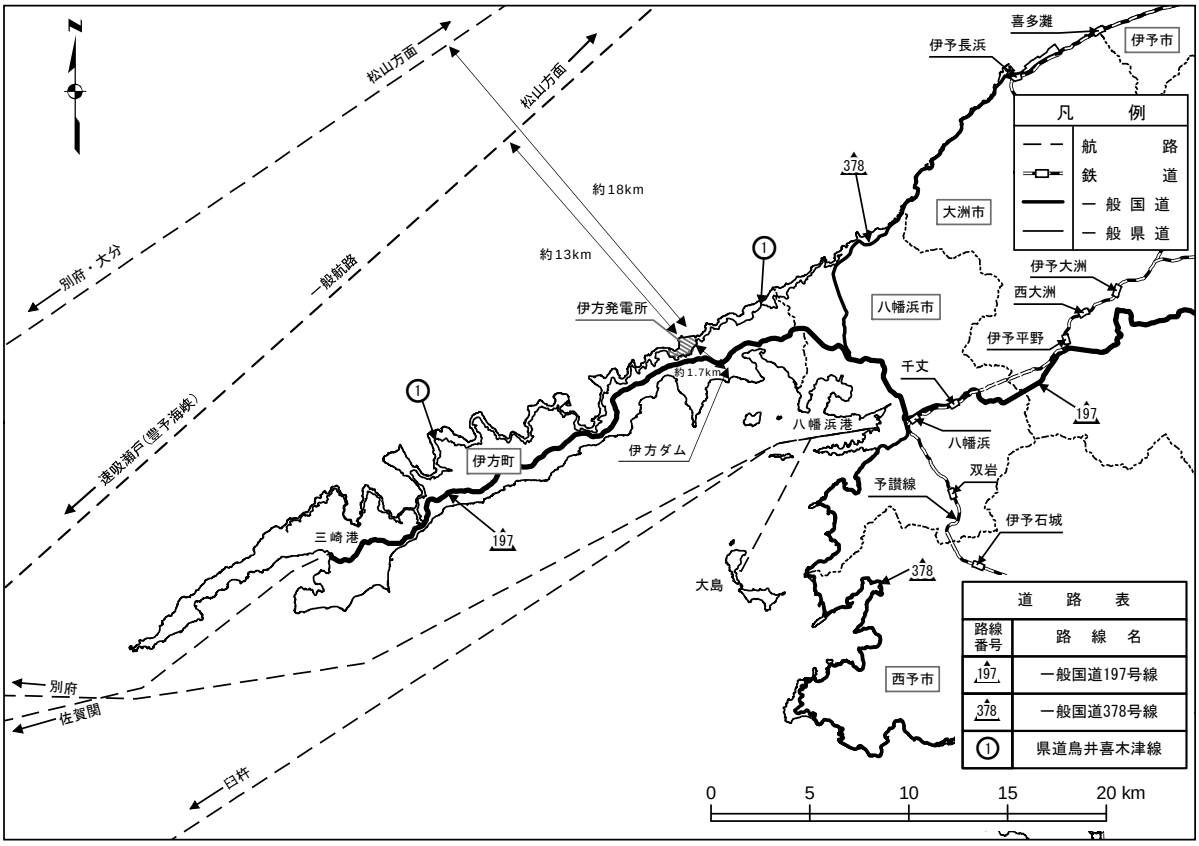


図 6-2-20　伊方発電所周辺の海上交通等

①－３　敷地周辺の構築物等

敷地周辺には石油コンビナート等の大型の建物及び構築物はなく、敷地付近の集落には家屋、集会所等の公共施設等、電柱等の構築物に付随する設備があるが、発電所から約 2km～約 5km 離れており、津波の流向及び設置状況から発電所に対する漂流物とはならない。

①－４　敷地周辺の車両等

敷地付近の集落には車両（自動車）や自転車、バイク、その他の車両等があるが、発電所から約 2km～約 5km 離れており、津波の流向から発電所に対する漂流物とはならない。

①－５　浮き筏、定置網等

発電所敷地周辺には、発電所東側の１箇所に定置網がある。発電所西側の５箇所には浮桟橋が存在するが、「①－１　敷地周辺の船舶・漁船」に対する評価に包絡できるため、津波の流向から発電所に対する漂流物とはならない。

①－６　敷地周辺の流木等

敷地周辺に貯木場はなく、沿岸部に自生する樹木や周辺の漁港に木材、廃材等がある。また、津波発生時の塵芥が漂流物となる可能性がある。浮遊する流木等は海水取水口上部に留まり、海水取水口呑口の高さが[redacted]であり十分低いことから、海水取水口呑口に到達せず、通水機能が損なわれるような閉塞は生じないため、海水ポンプの取水性に影響はない。

②発電所構内における評価

②－１　敷地内の船舶（燃料等輸送船）等

（ｉ）燃料等輸送船

発電所内の港湾施設としては荷揚岸壁があり、燃料等輸送船※が停泊する。荷揚岸壁に停泊する燃料等輸送船は、以下のことから、取水性に影響を及ぼす漂流物とはならない。

・燃料等輸送船は係留することにより、基準津波による流圧力に対して、係留力により荷揚岸壁に留まり続けることができる。

（資料－19）

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

・燃料等輸送船は基準津波に対して、津波高さと喫水高さの関係から、荷揚岸壁に乗り上げることはなく、引き波で一時的に着底したとしても、十分な係留力をもって係留されることから漂流することはない。また、十分な船体強度を有していることから水位回復後に退避可能であるため、漂流物とはならない。

（資料－20）

なお、津波波源が発電所から離れており時間的余裕がある場合、燃料等輸送船は津波警報等発令時には、係留を外し、緊急退避（離岸）する。

※ 使用済燃料輸送船、低レベル廃棄物輸送船、新燃料輸送船

＜燃料等輸送船の緊急退避について＞

輸送物を積載した燃料等輸送船の主な輸送工程は「荷揚岸壁への接岸」、「荷役」、「荷揚岸壁からの離岸」である（図 6-2-21）。輸送に先立ち、図 6-2-22 に示すフローを取り込んだマニュアルを整備し訓練を行い、その実効性を確認している。また、津波警報等発令時には津波襲来時間および作業状況等に応じて対応可能な措置を講じることとしている。

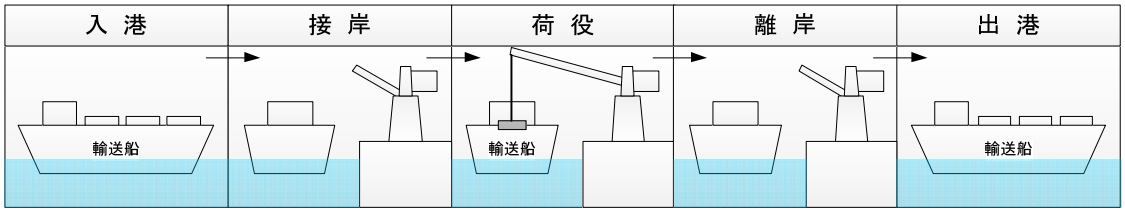


図 6-2-21　主な輸送工程

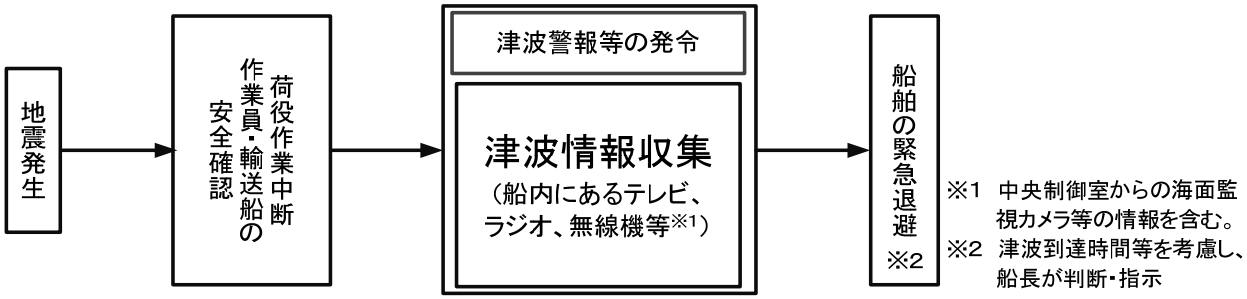


図 6-2-22　緊急退避フロー図（例）

○手順

燃料等輸送船の緊急退避についての具体的運用の関係性は、図 6-2-23 のとおりである。地震・津波が発生した場合、当社は、速やかに荷役作業を中断するとともに、船会社から燃料等輸送船の緊急退避の決定連絡を受け、陸側及び船側の荷役作業員及び輸送物の退避を決定するなど、当社と船会社は互いに連絡をとりながら協調して緊急退避する。

津波襲来までに時間的な余裕がなく、燃料等輸送船が緊急退避できない場合は、荷役中断状態のまま陸側荷役作業員は退避場所へ緊急退避し、船側荷役作業員は船内に待機する。

津波波源が発電所から離れており時間的余裕がある場合、燃料等輸送船は緊急退避し、陸側及び船側の荷役作業員は発電所構内の退避場所に退避する。このとき、輸送物は輸送車両に積載し、退避場所への退避を基本とするが、作業状況等に応じて、輸送車両上または荷揚岸壁に定置するなどの措置を講じる。

また、電源喪失時にも岸壁クレーンが操作できるよう非常用電源を設置している。

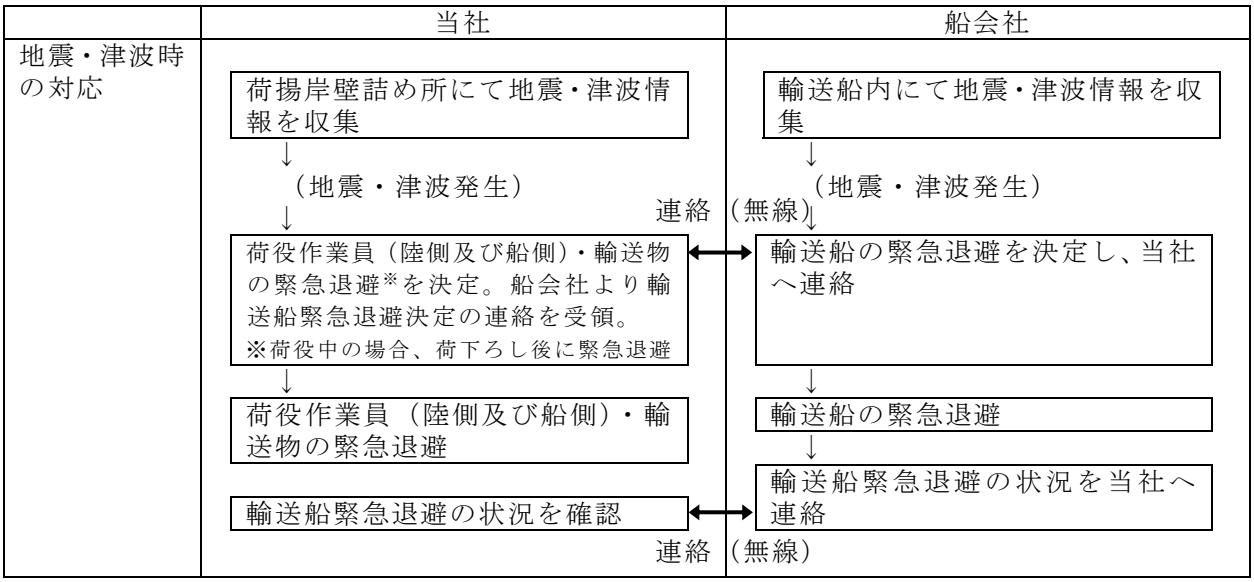


図 6-2-23　輸送船緊急退避時の当社と船会社の運用の関係性

○連絡体制および訓練

当社は緊急退避に係る一連の対応を行うため、当社と船会社間の連絡体制を整備するとともに、地震・津波発生時の緊急時対応マニュアルを定めている。また、当社マニュアルと船会社マニュアルはお互いに情報共有するとともに、緊急退避訓練を実施し、各々のマニュアルの実効性を確認している。

燃料等輸送船は、マニュアルに沿って実施した訓練実績では 30 分程度で緊急退避が可能であることから、伊方発電所に襲来が想定される津波のうち、襲来までに時間的余裕がある津波（地震発生から 30 分程度以上）に対しては、緊急退避できる。

燃料等輸送船の緊急退避は船会社が実施するため、当社は、緊急退避の措置の状況を、監査や訓練結果報告書等によって確認している。

（ⅱ）荷揚岸壁のシルトフェンス

荷揚岸壁西側の海上には、工事により発生する土砂の流出防止用にシルトフェンスを設置している（平成２６年９月新規設置）。シルトフェンスは漂流物となる可能性があるが、海岸付近の津波の流向を考慮すると「①－１　敷地周辺の船舶・漁船」の荷揚岸壁付近で航行不能となった船舶・漁船に対する評価に包絡できることから、海水取水口に接近することはなく取水性に影響はない。仮に海水取水口に向かったとしても、海水取水口呑口の高さが[redacted]であり十分低く、浮遊するシルトフェンスの高さは２ｍ程度であることから、海水取水口呑口に到達せず、通水機能が損なわれるような閉塞は生じないため、海水ポンプの取水性に影響はない。

②－２　敷地内の構築物等

敷地内の主要な陸域（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）に津波は遡上しないが、敷地内の荷揚岸壁は敷地高さが T.P.+4.5m であり、西側護岸及び北側護岸は敷地高さが T.P.約+5.0m であることから、津波の遡上域となる（図 6-2-24～25）。

遡上域にある建物・構築物としては雑固体処理建屋等がある。荷揚岸壁にある雑固体処理建屋、油庫・ガス庫等の建屋、西側護岸にある統合浄化槽及び消火水槽、北側護岸にある水質連続自動測定装置建屋等は重量物であることから発電所に対する漂流物とはならない。

荷揚岸壁の雑固体焼却炉建屋、１－固体廃棄物貯蔵庫は、遡上波が当該設備設置高さまで到達しないため、漂流物とはならない。

②－３　機器類

遡上域にある機器類としては岸壁クレーン等がある。荷揚岸壁にある岸壁クレーンは重量物であることから発電所に対する漂流物とはならない。また、現地制御盤、北側護岸にある排貝排水処理装置は金属製で重量があり、基礎が固定されていることから発電所に対する漂流物とはならない。

荷揚岸壁の分電盤等及び西側護岸の現地制御盤は、遡上波が当該設備設置高さまで到達しないため、漂流物とはならない。

②－４　資機材等

建物・構築物以外の資機材等としてはプレハブ小屋、作業用貯水タンク及びその他の資機材（フェンス、鋼材等）がある。荷揚岸壁のプレハブ小屋や敷地内のフェンス等は、海岸付近の津波の流向を考慮すると「①－１　敷地周辺の船舶・漁船」に対する評価に包絡できるため、海水取水口に接近することはない。仮に海水取水口に向かったとしても、浮遊する漂流物は海水取水口上部に留まり、海水取水口呑口の高さが[redacted]であり十分低いことから、海水取水口呑口に到達せず、通水機能が損なわれるような閉塞は生じない。

また、作業用貯水タンク、角落し・トラスク、鋼材等の資機材は重量物であり漂流物とならない。

②－５　敷地内の流木等

敷地内には植木、木材、廃材等がある。また、津波発生時の塵芥が漂流物となる可能性がある。浮遊する流木等は海水取水口上部に留まり、海水取水口呑口の高さが[redacted]であり十分低いことから、海水取水口呑口に到達せず、通水機能が損なわれるような閉塞は生じないため、海水ポンプの取水性に影響はない。

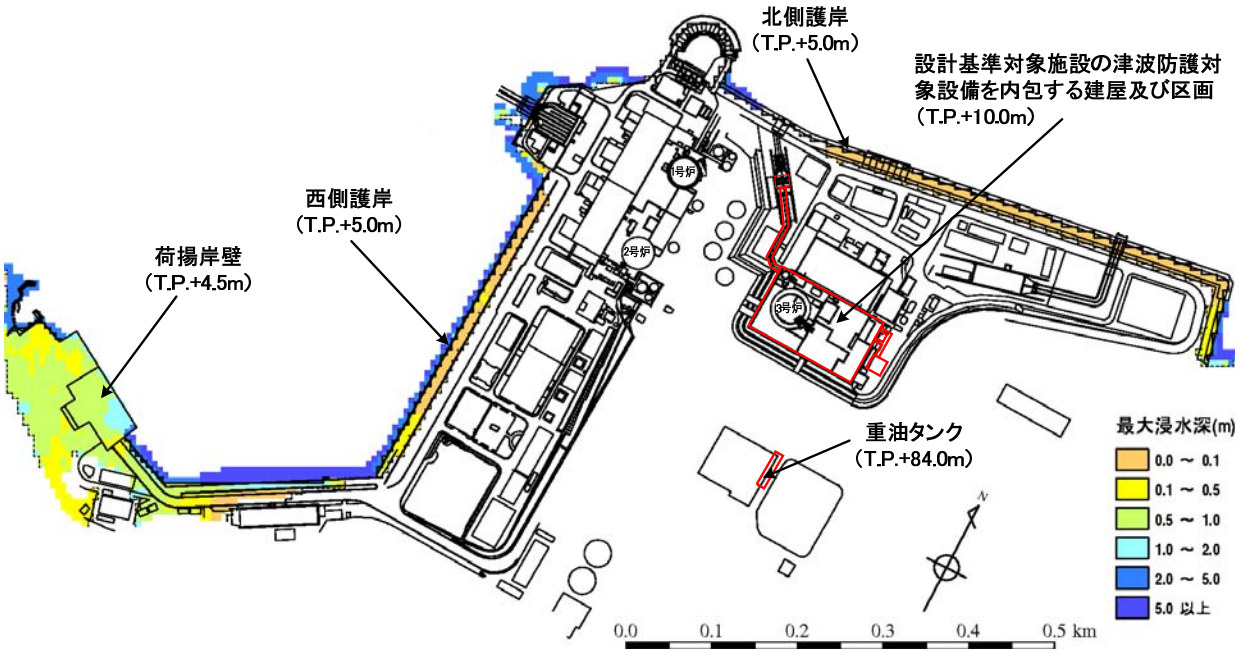
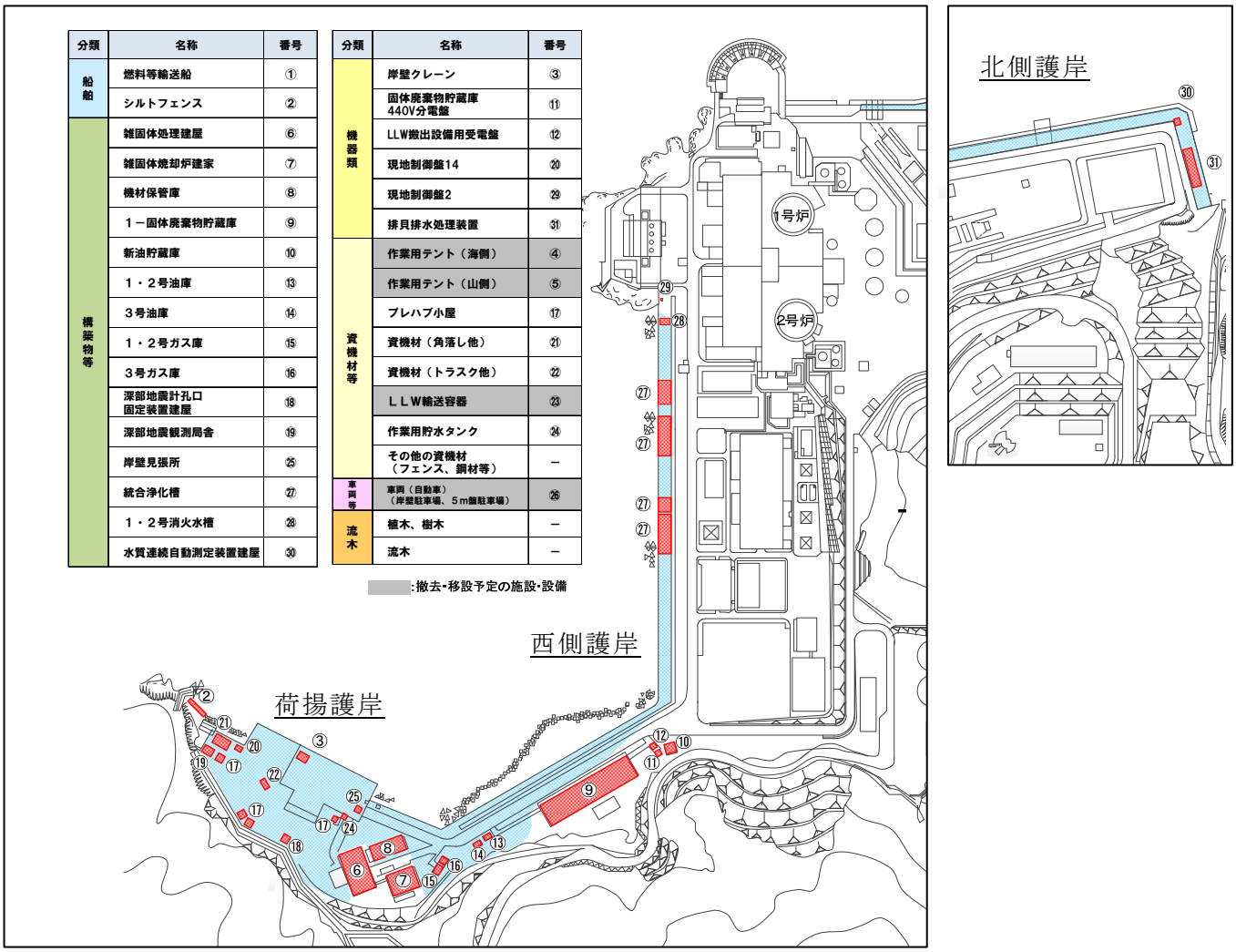


図 6-2-24　基準津波による津波遡上範囲



分類	名称	番号
船舶	燃料等輸送船	①
	シルトフェンス	②
構築物等	雑固体処理建屋	⑥
	雑固体焼却炉建家	⑦
	機材保管庫	⑧
	１－固体廃棄物貯蔵庫	⑨
	新油貯蔵庫	⑩
	１・２号油庫	⑬
	３号油庫	⑭
	１・２号ガス庫	⑮
	３号ガス庫	⑯
	深部地震計孔口固定装置建屋	⑱
	深部地震観測局舎	⑲
	岸壁見張所	㉕
	統合浄化槽	㉗
	１・２号消火水槽	㉘
	水質連続自動測定装置建屋	㉚

分類	名称	番号
機器類	岸壁クレーン	③
	固体廃棄物貯蔵庫440V分電盤	⑪
	LLW搬出設備用受電盤	⑫
	現地制御盤14	⑳
	現地制御盤2	㉙
	排貝排水処理装置	㉛
資機材等	作業用テント（海側）	④
	作業用テント（山側）	⑤
	プレハブ小屋	⑰
	資機材（角落し他）	㉑
	資機材（トラスク他）	㉒
	ＬＬＷ輸送容器	㉓
	作業用貯水タンク	㉔
	その他の資機材（フェンス、鋼材等）	－
車両等	車両（自動車）（岸壁駐車場、５m盤駐車場）	㉖
流木	植木、樹木	－
	流木	－

図 6-2-25　津波遡上範囲及び漂流物検討対象

①、②の評価結果を表 6-2-4 及び表 6-2-5 に示す。

基準津波による漂流物について検討した結果、基準津波により漂流し、図 6-2-7 の漂流物評価フロー及び表 6-2-6 の評価結果「Ⅳ」となるような、原子炉補機冷却海水系の取水性に影響を及ぼすものはないことを確認した。

表 6-2-4　漂流物影響評価結果一覧表（発電所構外）

評価番号	種類	場所	状況	数量	重量	検討結果	評価結果
①－１	船舶・漁船	発電所周辺	航行	－	－	航行中 航行不能となった漁船については、漂流する可能性があるが、津波の流向から、荷揚岸壁の港湾内に留まるか、海岸線にほぼ平行な汀線に沿った東西方向に動き、海水取水口に接近しない。 万一、発電所へ接近した場合でも、大部分は敷地前面の西側護岸、北側護岸に衝突して止まることから、取水性に影響はない。 一部、海水取水口に向かう漁船については、海水取水口上部に留まり、海水取水口呑口高が[redacted]であり十分低いことから、海水取水口呑口に到達せず、通水機能が損なわれるような閉塞は生じない。	Ⅲ
		A	停泊	約40隻	５ｔ未満（総トン数）	停泊中 津波の流向、停泊地の位置・地形等を考慮すると漂流物とならない。	Ⅱ
		B		約30隻			
		C		約40隻			
		D		約20隻			
		E		約20隻			
①－２	定期船	発電所周辺	航行	2航路	－	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。	Ⅱ
①－３	構築物等	A	設置	家屋　約120軒	－	敷地付近の集落には家屋、集会所等の公共施設等、電柱等の構築物に付随する設備があるが、発電所から約2km～約5km離れており、津波の流向及び設置状況から発電所に対する漂流物とはならない。	Ⅱ
				公共施設等　約10軒			
		B		家屋　約80軒			
				公共施設等　約10軒			
		C		家屋　約50軒			
				公共施設等　約10軒			
		D		公共施設等　約10軒			
		E		公共施設等　約10軒			
①－４	車両等（自動車）	A	駐車	約30台	－	敷地付近の集落には車両（自動車）や自転車、バイク等のその他の車両があるが、発電所から約2km～約5km離れており、津波の流向から発電所に対する漂流物とはならない。	Ⅱ
		B		約30台			
		C		約20台			
①－５	浮き筏・定置網等	A	設置	浮桟橋　1個	－	津波の流向、設置場所の位置・地形等を考慮すると漂流物とならない。 「①－１　船舶・漁船（停泊中）」に対する評価に包絡できる。	Ⅱ
		B		浮桟橋　1個			
		C		浮桟橋　3個			
		調査エリアＥ付近沖合		定置網　1式（最大幅　約120m）			
①－６	流木等	発電所周辺	－	－	－	発電所周辺に貯木場はなく、浮遊する流木等は海水取水口上部に留まり、海水取水口呑口高が[redacted]であり十分低いことから、海水取水口呑口に到達せず、通水機能が損なわれるような閉塞は生じない。	Ⅲ

表 6-2-5（1） 漂流物影響評価結果一覧表（発電所構内）

評価番号	名称	数量	場所	状況	寸法 たて×横×高さ	重量	検討評価	評価結果
②－１	燃料等輸送船	3	荷揚岸壁	停泊／航行	－	約750t～ 約5,000t （総トン数）	以下の点から漂流物とはならない。 ・岸壁に係留されている ・津波により岸壁を越えない ・十分な船体強度を有する また、津波警報等発令時には、緊急退避（離岸）することとしており、震災以降、マニュアルを整備し、訓練を行い、その実効性を確認している。	Ⅱ
	シルトフェンス	1		設置	長さ20m×高さ2m	－	海岸付近の津波の流向を考慮すると、海水取水口に接近しないため、取水性に影響はない。仮に海水取水口に向かったとしても、海水取水口呑口高が[redacted]であり十分低く、シルトフェンスの高さは２m程度であることから、海水取水口呑口に到達せず、通水機能が損なわれるような閉塞は生じないため、海水ポンプの取水性に影響はない。	Ⅲ
②－２	雑固体処理建屋	1	荷揚岸壁エリア	設置	RC造地上4階 床面積3,114.75㎡	－	重量物であるため、漂流物とならない。	Ⅰ
	機材保管庫	1			RC造地上3階 床面積1,417.36㎡	－		
	１・２号油庫	1			RC造平屋建 床面積84.00㎡	－		
	３号油庫	1			RC造平屋建 床面積66.00㎡	－		
	１・２号ガス庫	1			RC造平屋建 床面積98.40㎡	－		
	３号ガス庫	1			RC造平屋建 床面積73.80㎡	－		
	深部地震計孔口 固定装置建屋	1			－	－		
	深部地震観測局舎	1			4.3×2.8×2.8	－		
	岸壁見張所	1			RC造平屋建 床面積14.00㎡	－		
	雑固体焼却炉建家	1		設置	RC造地上7階地下1階 床面積4,100.80㎡	－	遡上波が当該施設設置高さまで到達しないため、漂流物とならない。	Ⅰ
	１－固体廃棄物貯蔵庫	1			RC造地上2階 床面積3,603.33㎡	－		
	新油貯蔵庫	1			－	－		
	統合浄化槽	4	西側護岸	設置	－	－	重量物であるため、漂流物とならない。	Ⅰ
	１・２号消火水槽	1		設置	－	－		
	水質連続自動測定装置建屋	1	北側護岸	設置	3×3×4	－		
②－３	岸壁クレーン	1	荷揚岸壁エリア	設置	高さ31m	485.7t	重量物であるため、漂流物とならない。	Ⅰ
	現地制御盤14	1			－	－		
	固体廃棄物貯蔵庫 440V分電盤	1			－	－	遡上波が当該設備設置高さまで到達しないため、漂流物とならない。	Ⅰ
	LLW搬出設備用受電盤	1			－	－		
	現地制御盤2	1	西側護岸	設置	－	－		
	排貝排水処理装置	1	北側護岸	設置	6×27×4	－	重量物であるため、漂流物とならない	Ⅰ

表 6-2-5（2） 漂流物影響評価結果一覧表（発電所構内）

評価番号	名称	数量	場所	状況	寸法 たて×横×高さ	重量	検討評価	評価結果
②－４	作業用テント(海側)	2	荷揚岸壁エリア	固定	20×9.2×4.4 20×8.6×4.4	－	H27.2月撤去	－ （Ⅲ）※
	作業用テント(山側)	2			15×8.3×4.0 22×8.4×4.15	－		
	資機材 （角落し他）	－		固縛	－	－	資機材本体は重量物であるため、漂流物とならない。また、養生シート等は重量物である資機材本体等と合わせて固縛するため漂流物とならない。	Ⅰ
	資機材 （トラスク他）	－			－	－		
	作業用貯水タンク	1		固定	－	－	重量物であるため、漂流物とならない	
	ＬＬＷ輸送容器	－		固定 （仮置）	－	－	敷地高さ10m以上へ移動予定	－ （Ⅲ）※
	プレハブ小屋	4		固定・固縛 （仮設）	－	－	荷揚岸壁のプレハブ小屋等は3号炉から南西側に約800m離れており、海岸付近の津波の流向を考慮すると荷揚岸壁の港湾内に留まり、海水取水口に接近しないため、取水性に影響はない。仮に海水取水口に向かったとしても、浮遊する漂流物は海水取水口上部に留まり、海水取水口呑口高さ[redacted]であり十分低いことから、資機材等は海水取水口呑口に到達せず、通水機能が損なわれるような閉塞は生じない。	Ⅲ
	その他の資機材 （フェンス、鋼材等）	－	発電所構内	－	－	－		
②－５	流木等	－	発電所構内	－	－	－	浮遊する流木等は海水取水口上部に留まり、海水取水口呑口高さ[redacted]であり十分低いことから、海水取水口呑口に到達せず、通水機能が損なわれるような閉塞は生じないため、海水ポンプの取水性に影響はない。	Ⅲ
車両等	車両（自動車） （岸壁駐車場）	約80台	荷揚岸壁エリア	－	－	－	敷地高さ10m以上へ移動予定	－ （Ⅲ）※
	車両（自動車） （西側護岸駐車場）	約90台	西側護岸	－	－	－		

※ （ ）内に撤去・移設前の漂流物評価フローに基づく評価結果を示す。撤去・移設予定の施設設備は津波の流向から海水取水口に接近しない又は海水取水口の呑口高さが十分低いことから、海水ポンプの取水性に影響はない。

表 6-2-6 評価結果の整理

分類	評価結果	検討内容		
		浮力	流向、設置状況等	取水口の閉塞
Ⅰ	設置高さ及び重量物のため漂流物とはならない（発電所構内）	浮かない	遡上波が到達しない	－
Ⅱ	設置状況等考慮により漂流物とはならない	浮く可能性がある	発電所に来ない	－
Ⅲ	発電所に対する漂流物となる可能性があるが、取水性に影響を与えない		発電所に来る	取水性に影響を与えない
Ⅳ	発電所に対する漂流物となる可能性があり、取水性に影響を与える			取水性に影響を与える

b．取水スクリーンの破損による取水性への影響

海水中の塵芥(クラゲ等)を除去するために設置されている除塵装置(回転バースクリーン及びトラベリングスクリーン）については、異物の混入を防止する効果が期待できるが、津波時に破損して、それ自体が漂流物となる可能性があることから、津波に対する強度を確認した（図 6-2-26、27)。

除塵装置には除塵回収部があるが、入力津波の流速に対し、各スクリーンの水位差は現設計範囲にあり、破損して漂流物となることはなく、取水性に影響を及ぼすものでない（表 6-2-7)。

（取水スクリーンの確認条件）

・津波流速：1m/s（除塵装置付近の流速分布 0.5m/s 程度を保守的に評価）
・対象設備：回転バースクリーン及びトラベリングスクリーン
・確認方法：設計時に各部材応力を算出し許容値との比較を行っていることから、スクリーン前後の設計水位差 1.5m に対し、津波流速 1m/s で生じる水位差が設計水位差以下であることを確認した。

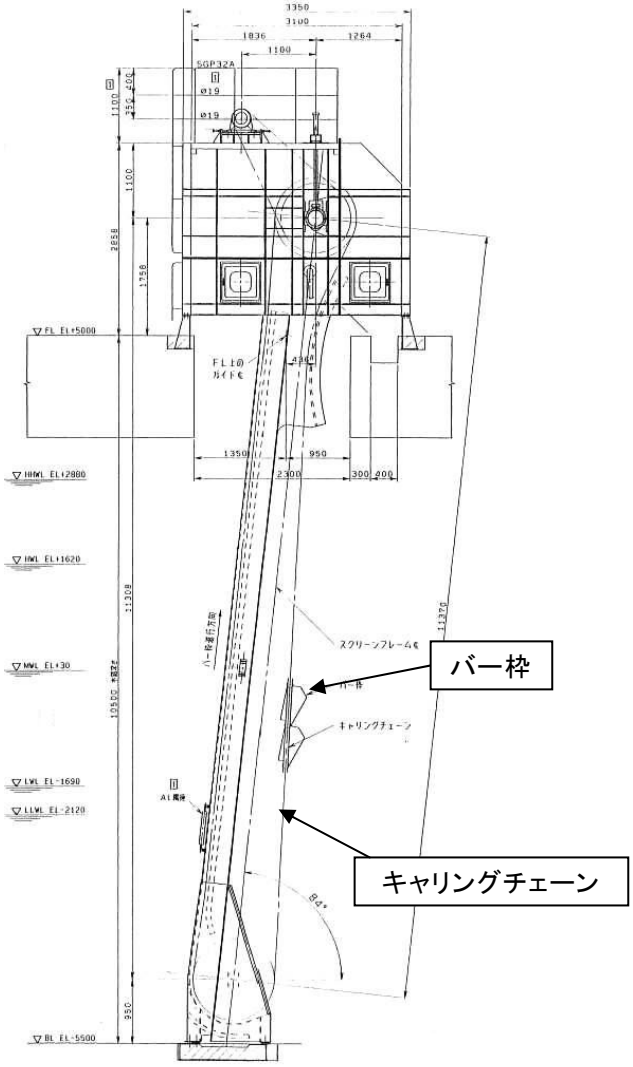
回転バースクリーン

トラベリングスクリーン

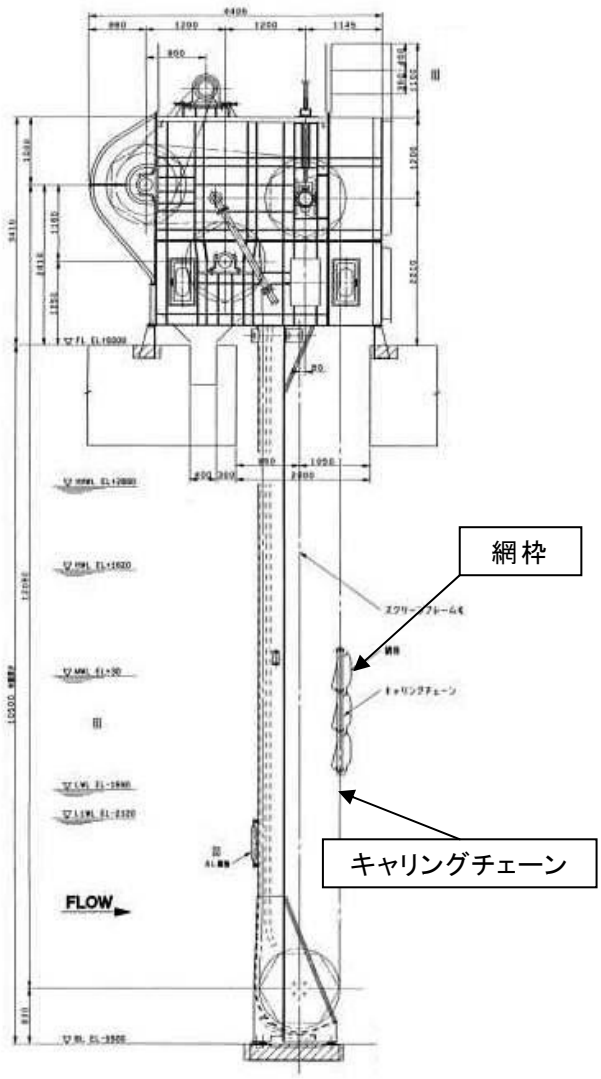
図 6-2-26　除塵装置外略図

表 6-2-7　除塵装置の取水性影響確認結果

設備	部材	水位差評価	判定	（参考） 設計水位差 1.5m での評価 発生値／許容値
回転 バースクリーン	キャリング チェーン	0.7m≦1.5m	○	73.1kN／305kN （張力／破断強度）
	バー枠	0.7m≦1.5m	○	51MPa／164MPa （曲げ応力／許容応力）
トラベリング スクリーン	キャリング チェーン	1.1m≦1.5m	○	90.6kN／305kN （張力／破断強度）
	網枠	1.1m≦1.5m	○	70MPa／164MPa （曲げ応力／許容応力）



【回転バースクリーン】



【トラベリングスクリーン】

図 6-2-27　除塵装置の評価対象部位

7．津波監視

7．1　津波監視の方針

【規制基準における要求事項等】

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

【検討方針】

敷地への津波の繰返しの襲来を察知し、津波防護施設及び浸水防止設備の機能を確実に確保するために、津波監視設備として、海面監視カメラ及び耐震型海水ピット水位計を設置する。各設備は基準津波による入力津波高さに対して波力、漂流物の影響を受けない位置に設置し、津波監視機能が十分保持できる設計とする。

【検討結果】

津波監視設備として以下の設備を設置し監視する設計とする。

・海面監視カメラ

・耐震型海水ピット水位計

なお、本設備は、地震発生後、津波が発生した場合、その影響を俯瞰的に把握するために設置する。

津波襲来を察知する津波監視設備として、原子炉建屋屋上（T.P.+46.8m）に設置した海面監視カメラの映像により、昼夜に渡り中央制御室で監視できるようにしている。また、タービン建屋屋上及び原子炉建屋背後法面に設置した屋外監視カメラの映像により、発電所構内の状態を昼夜にわたり監視することができる。

海水ピット及び取水ピットには既設の水位計があるが、これらの水位計とは別に、海水ピットには高い耐震性を有する水位計を設置しており、中央制御室にて監視できる。（図 7-1-1、表 7-1-1～2）

なお、地震観測装置により地震を感知した場合等には、これらの津波監視設備により津波の襲来を監視することができる。

また、公的機関から情報を入手するため、ＦＡＸ※1及びテレビ等を中央制御室に設置している。

※1 「一般財団法人 日本気象協会」との委託契約によるＦＡＸ情報。
気象庁及び大阪管区気象台が発表する愛媛県、広島県、大分県、高知県、山口県の津波に関する予報事項、津波情報等をＦＡＸ送信。

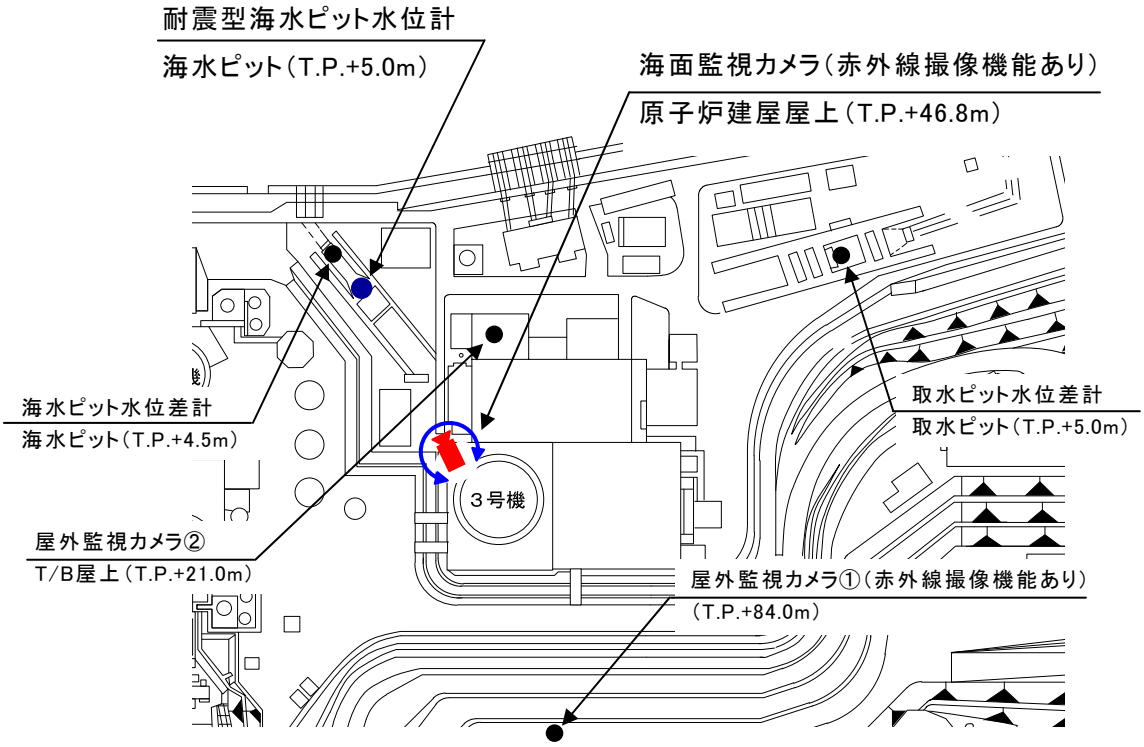


図 7-1-1　津波監視設備の屋外配置場所

表 7-1-1　津波監視設備（監視カメラ）の仕様等

監視設備		耐震クラス	設置場所	監視場所	個数	夜間監視手段	遠隔操作	備考
監視カメラ	海面監視カメラ	S	RE/B 屋上 T.P.+46.8m	中央制御室 専用モニタ	1	赤外線	可能 (上下左右)	安全系電源 から受電
	屋外監視カメラ①	－	T.P.+84.0m	中央制御室 既設モニタ	2	赤外線	可能 (上下左右)	安全系電源 から受電
	屋外監視カメラ②	－	T/B 屋上 T.P.+21.0m	中央制御室 既設モニタ	1	－	可能 (上下左右)	安全系電源 から受電

表 7-1-2　津波監視設備（水位計）の仕様等

監視設備		耐震クラス	設置場所	監視・記録場所	個数	測定範囲	検出器の種類	備考
水位計	耐震型海水ピット水位計	S	海水ピット T.P.+5.0m	中央制御室 原子炉補助盤	2	T.P.-5.5m～ +6.0m	電波式	安全系電源 から受電
	海水ピット水位差計	－	海水ピット T.P.+4.5m	中央制御室、 現地盤	4	T.P.-5.0m～ +3.0m	電波式	常用系電源 から受電
	取水ピット水位差計	－	取水ピット T.P.+5.5m	中央制御室、 現地盤	4	T.P.-5.0m～ +3.0m	電波式	常用系電源 から受電

8．施設・設備の設計・評価の方針

8．1　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。

【検討方針】

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

【検討結果】

基準津波による海水ピット内水位低下時に、海水ポンプ取水可能水位を下回ることのない設計とするため、海水ポンプの継続運転が十分可能となるよう、海水ピット内に海水を貯水する対策として海水ピット堰を設置する。

津波防護施設である海水ピット堰の設計においては、その構造に応じ、波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波による津波荷重や地震荷重等に対して津波防護機能が十分保持できるように設計する。

8．1．1　海水ピット堰

海水ピット堰は津波防護施設に位置付けられることから、十分な信頼性を確保するため、実機大試験による可動部の動作確認やシート面漏えい量確認を実施し海水ポンプ取水性を確保するとともに、津波に対する強度及び地震に対する耐震性を確保することを設計上考慮する。

また、適切な保守管理として、定期的な可動部の動作確認、海水ピット堰を取り出した際の外観点検、海水中で使用することから海生生物の付着やさびを防ぐために防汚塗料で塗装等を実施する。

（資料－23「海水ピット堰の信頼性について」参照）

（資料－24「実機大試験結果」参照）

（1）構造

海水ピット堰は海水ピットを海から隔離するための角落としを挿入する溝に設置している。（図 8-1-1～2）

海水ピット堰には４枚のフラップゲートが取り付けてあり、通常時は開状態を維持しており、堰内外の水位差で作動する仕組みとなっている。

海水ピット堰の主要部材について、本体は炭素鋼（SS400）、フラップゲートはステンレス鋼（SUS304）及び炭素鋼（SS400）からなる。海水ピット堰本体及びフラップゲートの主要寸法及び質量は以下のとおりである。

①海水ピット堰本体主要寸法他

幅　：2,750mm

高さ：4,100mm

質量：4,900kg

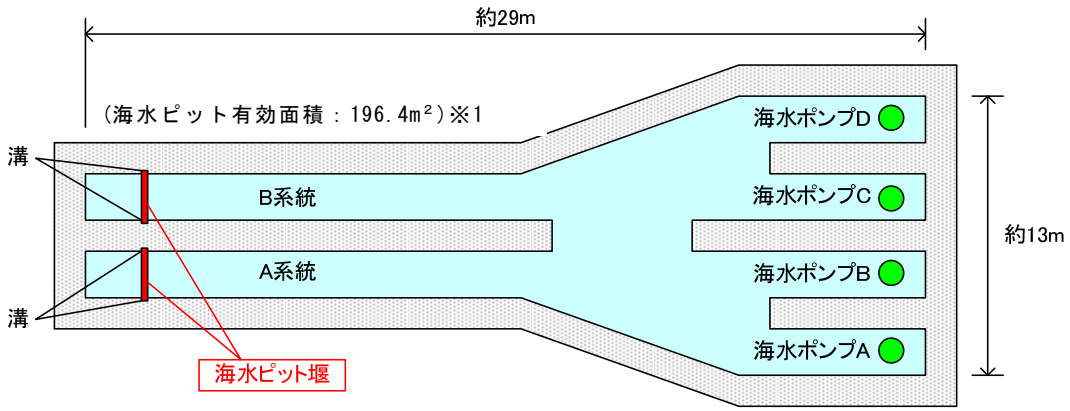
②フラップゲート主要寸法他

幅　：404mm

高さ：1,050mm

質量：187kg

（図 8-1-3～4）



※１　資料－21「海水ピットの有効面積の算出について」参照

図 8-1-1　海水ピット平面図及び海水ピット堰設置場所

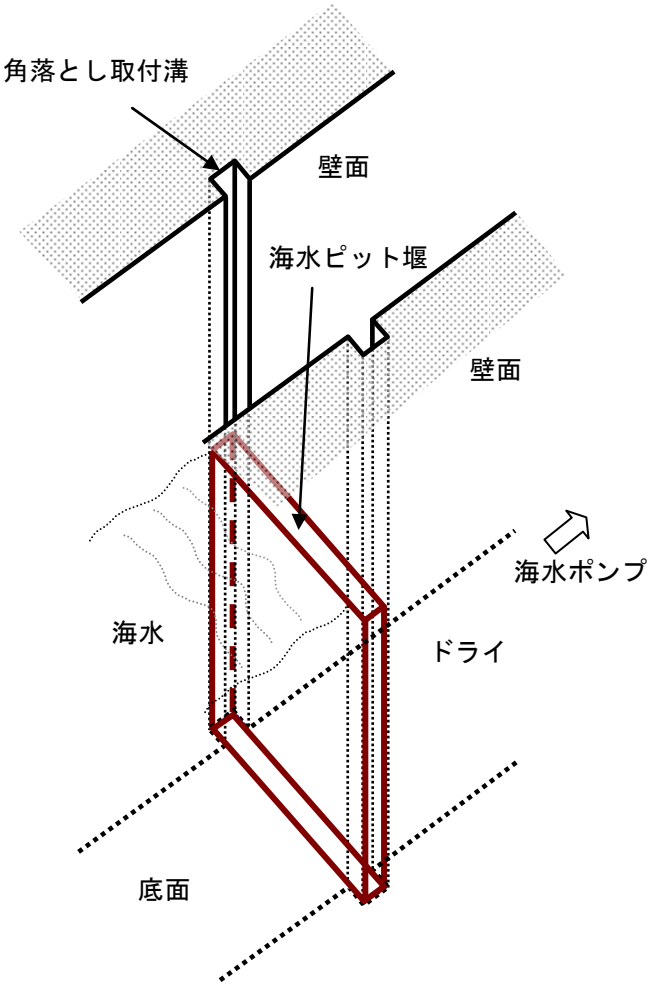


図 8-1-2　海水ピット堰設置状況図

海水ピット堰仕様
○幅　：2,750 mm
○高さ：4,100 mm
○質量：4,900 kg

フラップゲート仕様
○幅　：404 mm
○高さ：1,050 mm
○枚数：4 枚

図 8-1-3　海水ピット堰外観及び仕様

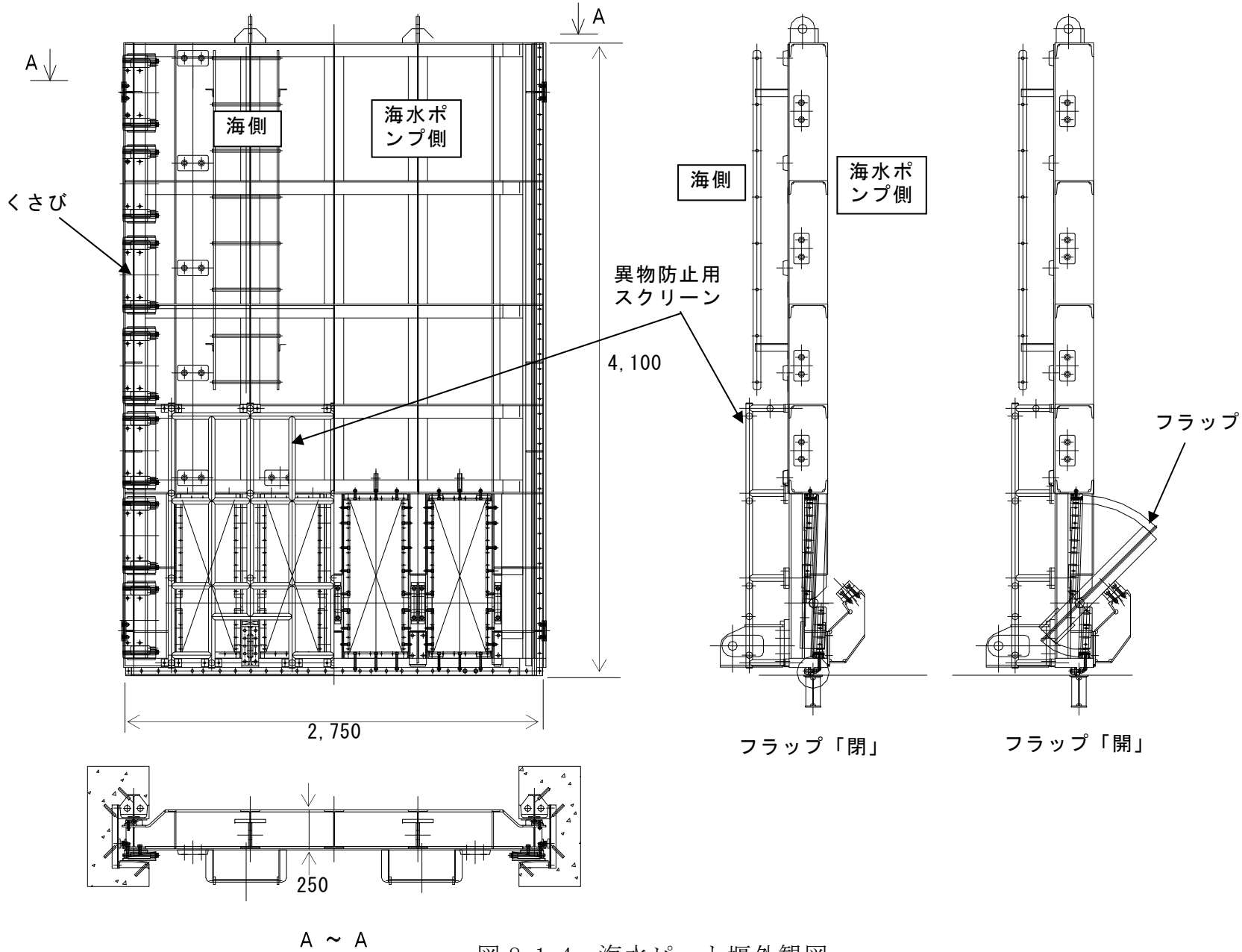


図 8-1-4　海水ピット堰外観図

(2) 荷重組み合わせ

海水ピット堰の設計においては以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。

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、漂流物による荷重との組み合わせを適切に考慮する。詳細は、「資料－25　津波防護施設及び浸水防止設備の設計時の荷重の組み合わせについて」に示す。

(3) 荷重の設定

海水ピット堰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

基準地震動を考慮する。

③津波荷重

海水ピットポンプ室の入力津波高さを考慮する。押し津波襲来時に、海水ピット堰の強度上最も厳しくなるように、堰内はドライとして設計する。また、津波波力を適切に考慮する。

④漂流物荷重

「6.2（3）基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する取水性確保」より、海水取水口から海水ピットポンプ室への漂流物は想定されないため考慮しない。

⑤余震荷重

余震を定義し、余震荷重を設定する。

(4) 許容限界

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

(5) 準拠基準の考え方

強度評価に当たっての準拠基準として、本海水ピット堰は水中構造物であることから、「水門鉄管技術基準」を採用するという選択もあるが、(6)項に海水ピット堰の維持管理の説明にもあるように、

・約１年に１回、定期検査のためのプラント停止の都度、本堰は水中から

引き上げ点検・保修を行うこと

・堰には海生生物の付着や鋼材のさびを防ぐのに十分な能力を持つ防汚塗料を塗装すること

・定期的に、検査装置を用いたフラップゲートの作動確認を行うこと

など、十分な維持・管理を行うことから、長期間水中に装置を設置したままを想定した「水門鉄管技術基準」は適用せず、通常の原子力発電所用機器の設計に用いられている「鋼構造設計基準」を適用する。

(6) 海水ピット堰の維持管理について

本海水ピット堰は、海水ピットの角落とし用溝を利用して挿入取り付けするものである。

定期検査中は、海水系統の隔離のためにこの溝に角落としを挿入する必要があり、このため、定期検査の度に海水ピット堰は取り外す必要がある。

従って、定期検査中には海水ピット堰は必ず水中から引き上げ、入念な点検・保修を行うことにより、その機能は運転期間中を通じて維持可能である。

また、海水ピット堰には海生生物の付着や鋼材のさびを防ぐのに十分な能力を持つ防汚塗料で塗装することにより、海生生物の付着や錆による機能低下が起こりにくい配慮をしている。

更に、定期的に、検査装置を用いたフラップゲートの作動確認を行い、軸が固着していないことを確認することとしており、検査頻度は、当面の間、３か月に１回を計画している。

○防汚塗料について

海洋環境の海水機器、諸設備に対する汚損生物の付着を防止する無毒・無公害の防汚塗料を採用しており、伊方発電所内の海水に接する設備に適用し、良好な成果をあげている。

本塗料は、表面張力の低いシリコーン系合成樹脂を複数の特殊な表面調整剤で変性し、これを塗膜要素とすることにより表面構造が疎水－親水のミクロ相分離構造となっており、滑らかな表面を形成している。この表面構造によって、汚損生物が分泌するタンパク質様の接着性セメント成分の凝固抑制、付着力低減、幼虫の滑落などを誘発し貝や海藻類の付着を防止することができる。

（資料－23「海水ピット堰の信頼性について」参照）

(7) 水位維持機能

「6．1　原子炉補機冷却海水系の取水性」で示したとおり、海水ピット内の基準津波による下降側の津波高さは T.P.-4.4m（地盤変動量として 0.34m の隆起及び潮位のばらつきとして 0.22m を考慮した値）であり、水理試験にて確認した海水ポンプの取水可能水位 T.P.-4.10m を下回る。したがって、基準津波による引き波時の海水ピット水位の低下に対して，海水ポンプ取水可能水位を維持するため，海水ピット内に海水ピット堰を設置する。海水ピット堰には開閉式のフラップゲートを設置し、通常時及び押し波時にフラップゲートが開き、海水ピット内に海水を導水するとともに、引き波時に海水ピット内外の水位差によりフラップゲートが閉まり、海水ピット内に海水を保持できる構造とする。海水ピット堰は，仮に海水ポンプ４台運転が継続したとしても、海水ポンプの継続運転が可能な取水量を十分確保できる設計とする。海水ピット堰がある場合、管路解析にて得られた、海水ピットの入力津波高さは T.P.-3.9m であり、海水ポンプの取水可能水位を上回ることから、水位低下に対して海水ポンプは機能保持できる。（表 8-1-1，図 8-1-5）

表 8-1-1　海水ポンプの取水性影響評価結果（水位下降側）

検討ケース※2		最低水位 ①	取水可能高さ ②	地盤変動量 ③	裕度 -(②+③-①)	評価※1
重畳津波	海水ピット堰あり	T.P.-3.26m	T.P-4.10m	+0.34m	0.50m	○
海域活断層	海水ピット堰なし	T.P.-3.77m	T.P-4.10m	+0.34m	-0.01m	×

※1 ○：取水機能は維持できる。×：取水機能に影響する可能性あり。
※2 解析条件：海水ポンプ4台運転、スクリーン損失なし、貝付着は「あり」「なし」のうち水位が低いケース

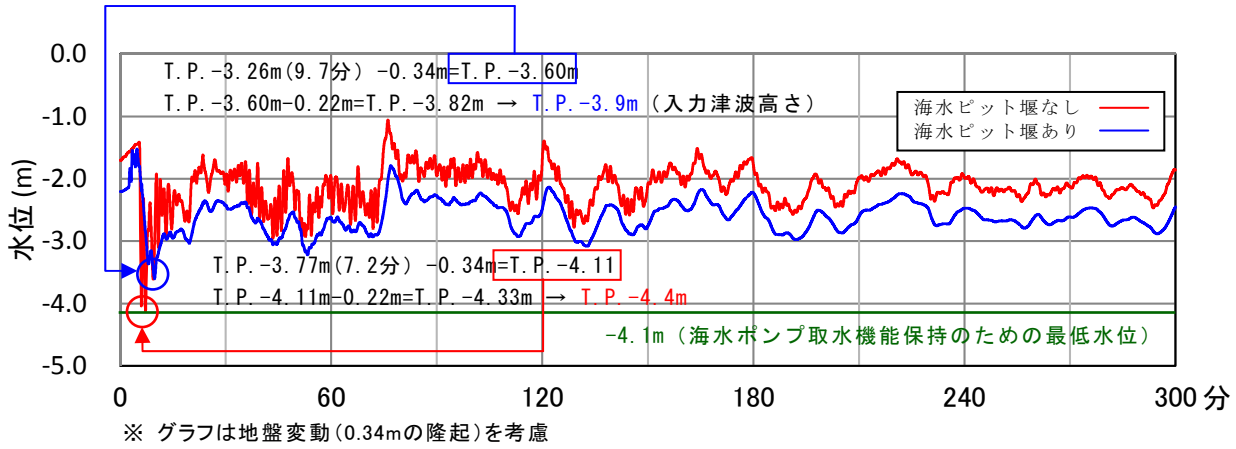
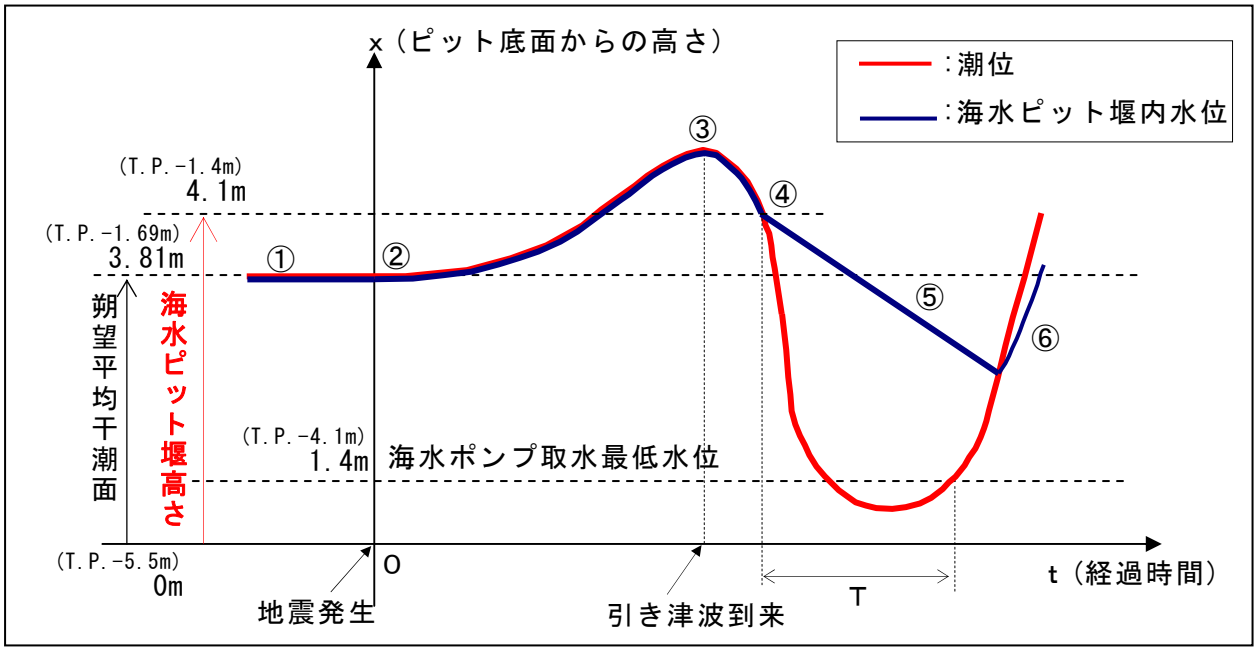
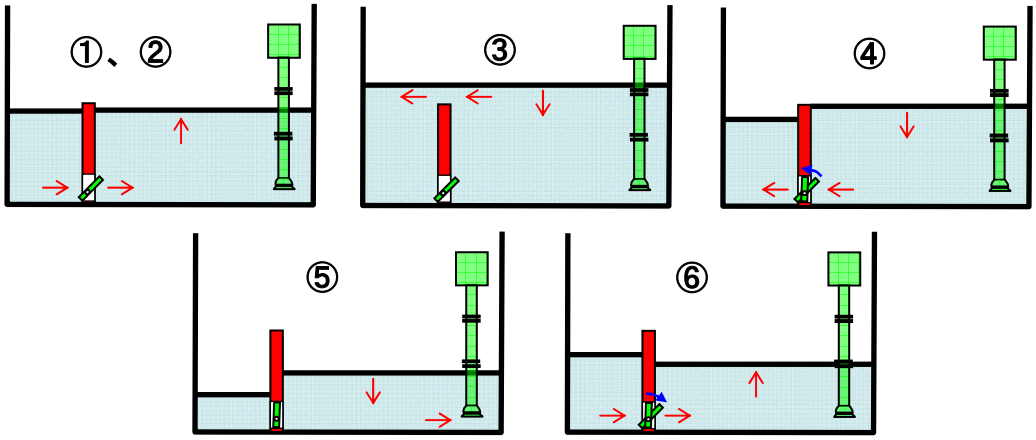


図 8-1-5　海水ピット内水位の時系列変化（水位下降側）

ａ．海水ピット堰による海水ポンプ取水最低水位の確保について

海水ピット堰のフラップゲートについては、堰内外の水圧差で作動する設計としており、通常運転時及び押津波到来時には「開」となっているが、引き津波に転じて潮位が海水ピット堰内水位より低下すると「閉」となる。これにより海水ポンプの取水最低水位及び海水ピット内ポンプの取水量を確保することができる（図 8-1-6）。





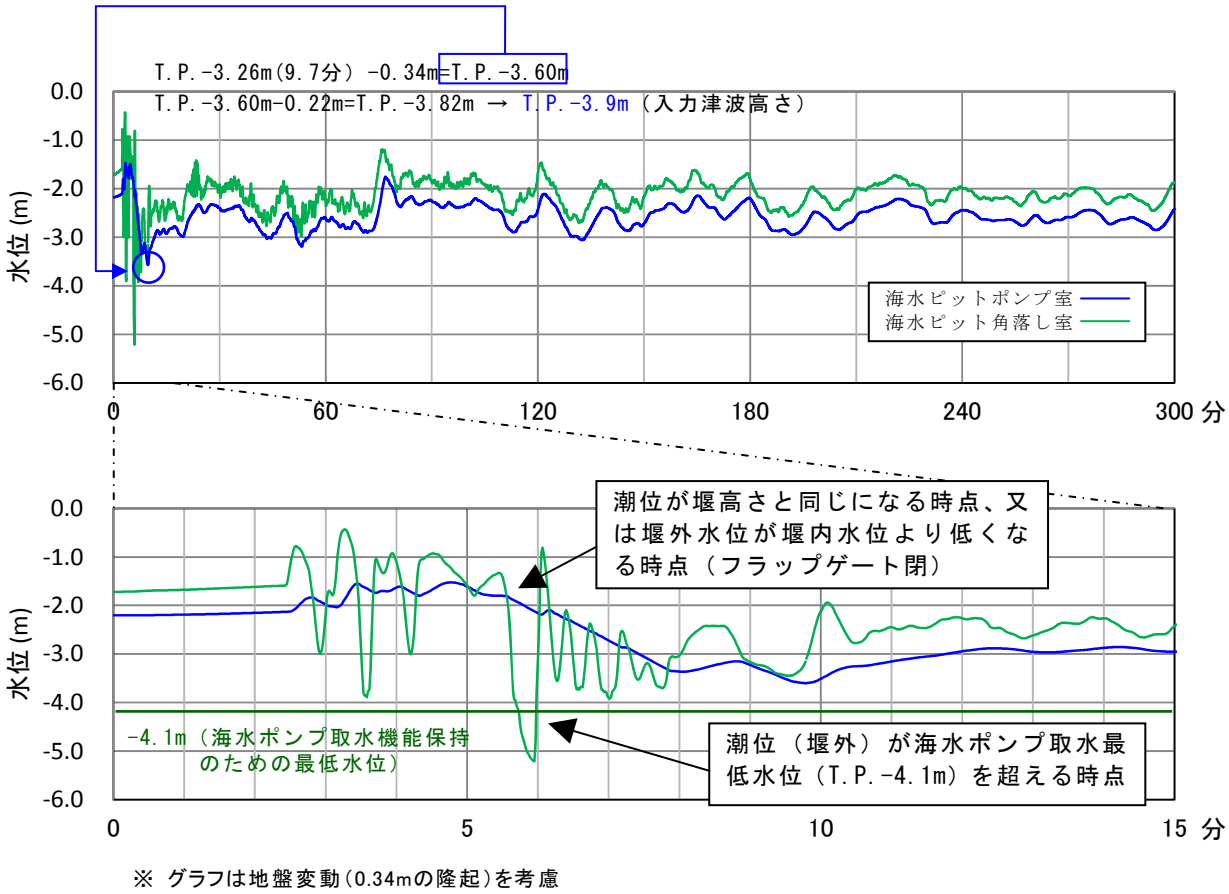
①通常運転、潮位は朔望平均干潮面(T.P.-1.69m)を想定　フラップゲート：「開」
②地震発生、押し津波が到来　　フラップゲート：「開状態維持」
③押し津波が引き津波に転じる　フラップゲート：「開状態維持」
④潮位が堰高さと等しくなり、海水ポンプへの海水供給源は、堰内に貯水した海水となる
　フラップゲート：「開→閉」
⑤海水ポンプの取水により、堰内の水位が下がる　フラップゲート：「閉状態維持」
⑥押し津波の再到来により、堰内に海水が供給される　フラップゲート：「閉→開」

図 8-1-6　海水ピット堰内の水位変動イメージ図

なお、海水ピット堰高さについては、海水ポンプの取水が可能になるように、海水ピット内に貯水した海水による海水ポンプ運転可能時間(図 8-1-6 中の⑤の時間)が、フラップゲート「閉」から潮位が海水ポンプ取水最低水位まで回復する時間Ｔを上回るように設定している。

フラップゲートが「閉」状態の時のフラップゲートからの微小漏えいも見込み、仮に海水ピット堰高さまで堰内水位が貯水されている場合には、海水ポンプ４台運転時で３分程度、２台運転時で約６分程度の海水を確保できるように設計した。海水ピット堰高さ 4.1m においては、約 530m^3 の海水を堰内に貯水することができる。

基準津波による引き波時の海水ピット水位低下（図 8-1-7）に対して、図 8-1-6 中の時間Ｔは長くても数十秒程度であることから、海水ポンプの継続運転が可能な取水量を十分確保できる。



※ グラフは地盤変動(0.34mの隆起)を考慮

図 8-1-7　海水ピット内水位の時系列変化（水位下降側）
（入力津波：海水ピット堰あり、海水ポンプ４台運転）

海水ポンプ運転可能時間を計算する。計算手法については、資料－22「海水ポンプ運転可能時間の計算」参照

海水ポンプの運転可能時間の計算条件
○通常運転中のポンプの流量
・海水ポンプ流量：0.667m^3/s/台(2,400m^3/h/台)
・海水取水ポンプ流量：0.195m^3/s/台(700m^3/h/台)
○各ポンプの取水最低水位
・海水ポンプ取水最低水位：-4.1m
・海水取水ポンプの取水最低水位：-3.3m
○フラップゲート部漏えい等価面積：A
・シート面隙間なしを想定：0.0014m^2/フラップゲート(フラップゲート8枚で、0.0112m^2)
○海水ピット有効面積：S
・196.4m^2
○海側水位：H
・保守的にドライを想定：0m

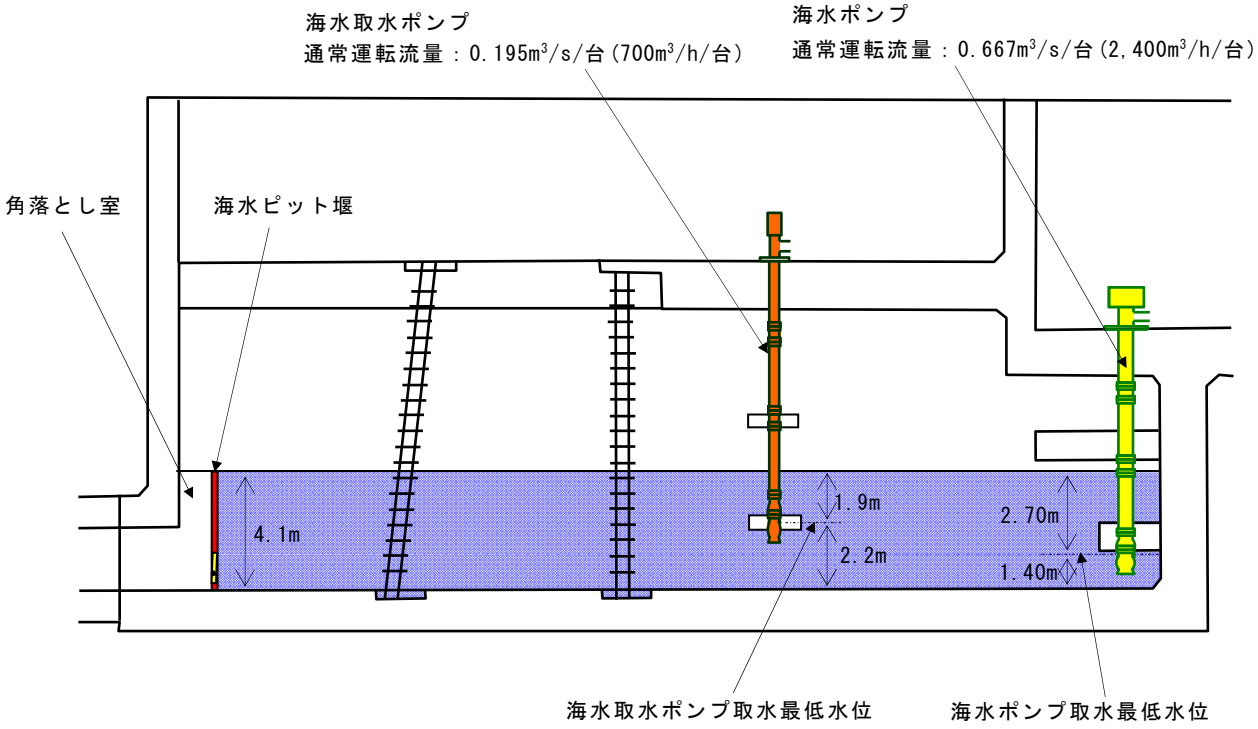


図 8-1-8　海水ピット断面図

海水ピット内のポンプの運転状態は、以下の２ケースについて検討する。

①地震加速度大でプラントトリップ後津波到来
通常運転状態の際に地震が発生し、プラントトリップを想定。
・海水ポンプ運転台数：２台
・海水取水ポンプ運転台数：１台
（海水取水ポンプは、主に海水淡水化装置用冷却水供給用としてのポンプであるが、地震発生時や津波到来時に自動停止する設計となっていないため、その流量を見込む。本ポンプは、堰内水位が2.2mまで低下すると、取水できなくなる。）

②地震加速度大でプラントトリップし外部電源喪失でブラックアウトシーケンスが起動後津波到来
・海水ポンプ運転台数：４台（ブラックアウトシーケンスにより、海水ポンプは全台運転となる。）
・海水取水ポンプ運転台数：０台（外部電源喪失により、安全系でない海水取水ポンプには電源が供給されない。）

（参考ケース）
なお、参考として、②のケースで、海水ピット水位が低下した際に、故障・事故処理内規に基づき海水ポンプ２台停止、切引するケースについても検討する。

伊方発電所３号機　故障・事故処理内規（全般編） 自然災害 （１）地震・津波 ６．海水ポンプ海水ピット水位を監視し、引き津波による「海水ポンプ海水ピット水位低」警報発信時は、海水ポンプの全台故障を防ぐため、待機側とするポンプのＣＳを「切引」とする。 ・「海水ポンプ海水ピット水位低」警報設定値 T.P.-3.1m 以下 （T.P.-3.1m はピット底面から 2.4m の水位）

以上のケース検討条件を、表 8-1-2 に示す。

表 8-1-2　海水ポンプ運転可能時間評価条件

				海水ポンプ	海水取水ポンプ	合　計
①	地震加速度大でプラントトリップ後津波到来	堰内水位 -1.4m～-3.3m	運転台数	２台	１台	－
			流　量	1.334m^3/s	0.195m^3/s	1.529m^3/s
		堰内水位 -3.3m～-4.1m	運転台数	２台	０台	－
			流　量	1.334m^3/s	0.000m^3/s	1.334m^3/s
②	地震加速度大でプラントトリップし外部電源喪失でブラックアウトシーケンスが起動後津波到来	堰内水位 -1.4m～-4.1m	運転台数	４台	０台	－
			流　量	2.668m^3/s	0.000m^3/s	2.668m^3/s
参考	地震加速度大でプラントトリップし外部電源喪失でブラックアウトシーケンスが起動後津波到来（水位低で海水ポンプ２台手動停止）	堰内水位 -1.4m～-3.1m	運転台数	４台	０台	－
			流　量	2.668m^3/s	0.000m^3/s	2.668m^3/s
		堰内水位 -3.1m～-4.1m	運転台数	２台	０台	－
			流　量	1.334m^3/s	0.000m^3/s	1.334m^3/s

海水ポンプの運転可能時間の評価結果

①地震加速度大でプラントトリップ後津波到来

○トリップ直後のポンプ運転台数
・海水ポンプ：２台運転
・海水取水ポンプ：１台運転
○ポンプ流量：Q
・堰内水位-1.4m～-3.3m：海水ポンプ２台＋海水取水ポンプ１台　1.529m^3/s
・堰内水位-3.3m～-4.1m：海水ポンプ２台　1.334m^3/s
（堰内水位が-3.3mまで低下すると、海水取水ポンプは取水できなくなるため流量から除く。）
○フラップ全閉時の軸受近傍からの微小漏えいを考慮：0.0112m^2／８フラップゲート
○堰内水位の低下時間：ｔ
・堰内水位-1.4m～-3.3m：230秒
・堰内水位-3.3m～-4.1m：112秒
海水ポンプ運転可能時間：342秒（約5.7分）

---

②地震加速度大でプラントトリップし外部電源喪失でブラックアウトシーケンスが起動後津波到来

○トリップ直後のポンプ運転台数
・海水ポンプ：４台運転
・海水取水ポンプ：０台運転
○ポンプ流量：Q
・堰内水位-1.4m～-4.1m：海水ポンプ４台　2.668m^3/s
○フラップ全閉時の軸受近傍からの微小漏えいを考慮：0.0112m^2／８フラップゲート
○堰内水位の低下時間：ｔ
・堰内水位-1.4m～-4.1m：192秒
海水ポンプ運転可能時間：192秒（約3.2分）

（参考）地震加速度大でプラントトリップし外部電源喪失でブラックアウトシーケンスが起動後津波到来（海水ピット水位が低下した際に、故障・事故処理内規に基づき海水ポンプ２台停止、切引）

○トリップ直後のポンプ運転台数
・海水ポンプ：４台運転
・海水取水ポンプ：０台運転
○ポンプ流量：Q
・堰内水位-1.4m～-3.1m：海水ポンプ４台　2.668m^3/s
・堰内水位-3.1m～-4.1m：海水ポンプ２台　1.334m^3/s
（海水ピット水位低により、海水ポンプ２台を手動停止）
○フラップ全閉時の軸受近傍からの微小漏えいを考慮：0.0112m^2／８フラップゲート
○堰内水位の低下時間：ｔ
・堰内水位-1.4m～-3.1m：121秒
・堰内水位-3.1m～-4.1m：140秒
海水ポンプ運転可能時間：261秒（約4.3分）

b．フラップゲートの性能確認

実機大の試験装置を製作し、海水を用いてフラップゲートの性能確認を行った。試験内容は以下のとおり。

①フラップゲート「閉」動作確認試験
・フラップゲートが「閉」動作するフラップゲートの傾き角、モーメントバランスデータ、フラップゲートが作動する流速を採取した
②フラップゲート「閉」時の漏えい量確認試験
・フラップゲートが「閉」時の軸受近傍からの微小漏えい等価面積及びシート面に異物が付着したことを模擬し、その際の漏えい等価面積データを採取した
③フラップゲート「開」時の有効開口面積測定試験
・フラップゲートが「開」の際の有効開口面積データを採取した
④フラップゲート「開」時の安定性確認試験
・フラップゲートが「開」時に、海水流がゲートを通過した際に、フラップゲートに異常振動等が発生しないことを確認した

試験結果を、表 8-1-3 に示す。

（資料－24「実機大試験結果」参照）

表 8-1-3　実機大試験結果一覧

試験項目		試験結果		
①	フラップゲート「閉」動作確認試験	フラップゲート設定角度		45°
		フラップゲート「閉」動作		スムーズに動作することを確認
		フラップゲート「閉」動作開始流速		1.5m/s
②	フラップゲート「閉」時の漏えい量確認試験	隙間	0mm	0.0014m^2
			10mm	0.0090m^2
			50mm	0.0148m^2
			100mm	0.0225m^2
③	フラップゲート「開」時の有効開口面積測定試験（逆方向）	フラップゲート設定角度		45°
		フラップゲート有効開口面積		0.1655m^2
	フラップゲート「開」時の有効開口面積測定試験（順方向）	フラップゲート設定角度		45°
		フラップゲート有効開口面積		0.1810m^2
④	フラップゲート「開」時の安定性確認試験	フラップの安定性		順方向の流れの中、フラップは全く動かず、異常振動も観測されなかった。

ｃ．海水ピット堰内水位の変動

入力津波が到来した際の、海水ピット堰内水位の変動について評価した。
評価に用いた想定津波は、

（ケース１）
水位の下降が最も大きい水位下降側津波
（重畳津波、海水ピット堰あり、スクリーンあり、貝付着あり）（図8-1-9）

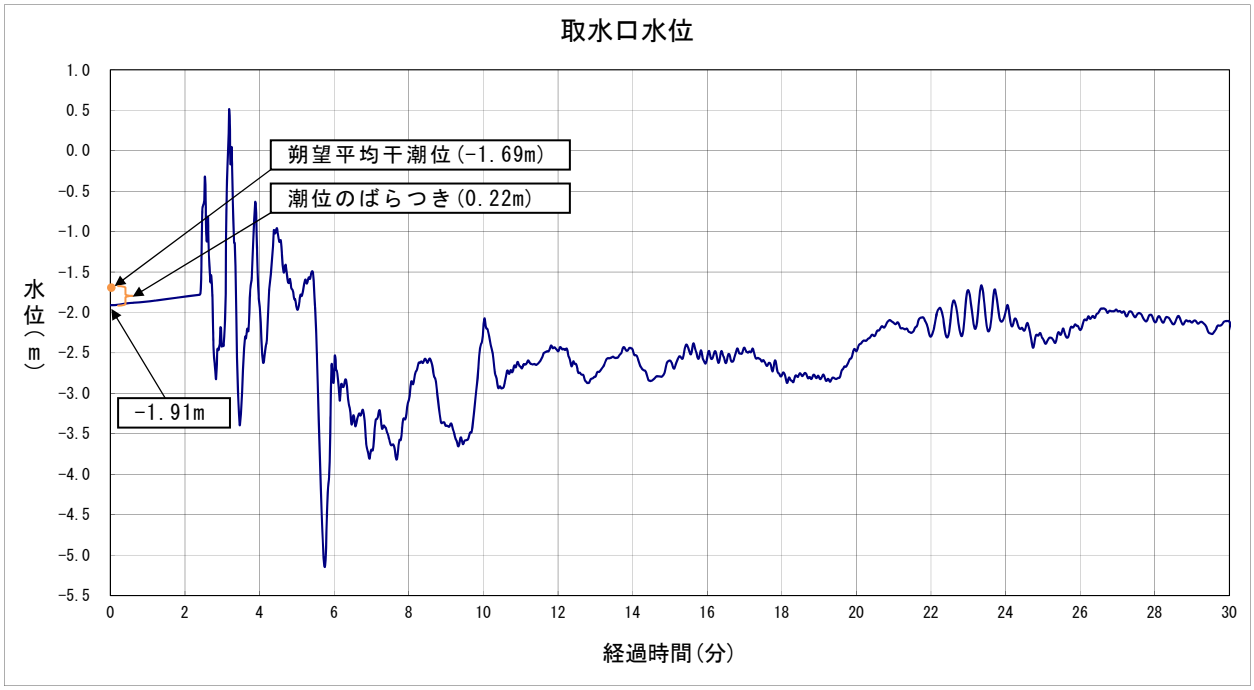
及び、

（ケース２）
引きから始まる津波で、その引きが最も強い津波
（海域活断層、海水ピット堰あり、スクリーンなし、貝付着なし）
※ 水位下降側津波で引きから始まる津波はないため、水位上昇側の入力津波について検討した。

（図 8-1-10）

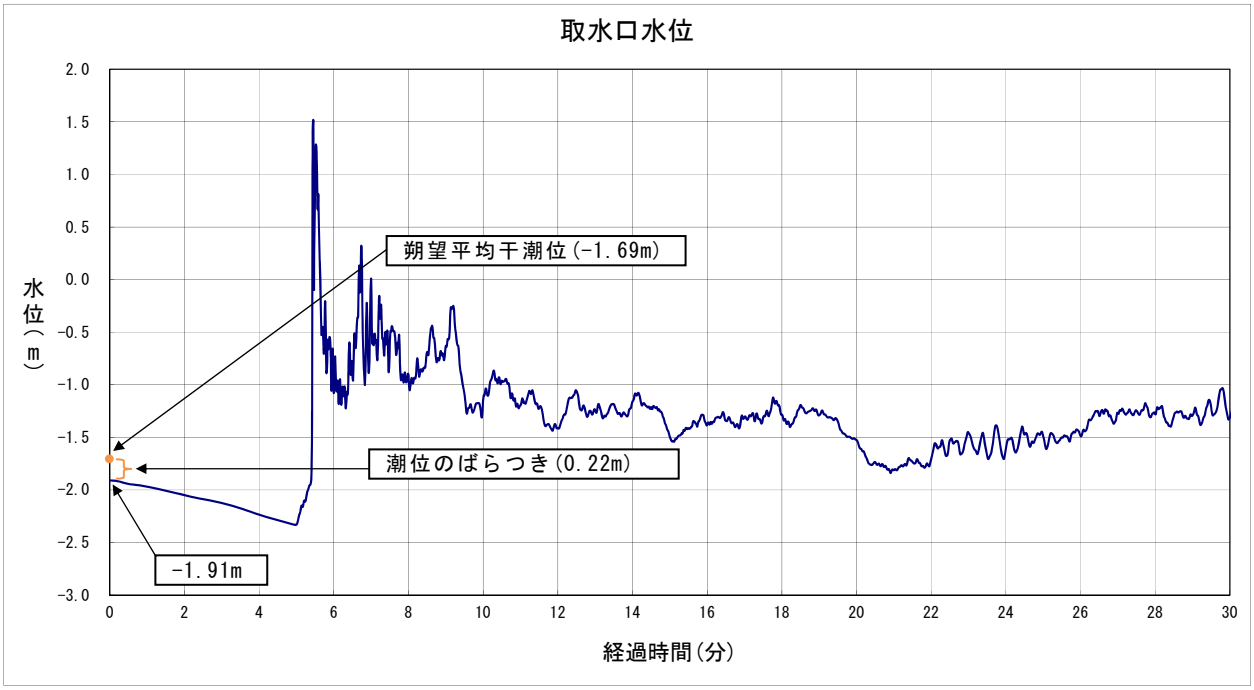
の２ケースについて検討した。

津波の初期水位は、いずれの津波についても、取水口水位が朔望平均干潮位(-1.69m)に潮位のばらつき(0.22m)を考慮した-1.91m とした。



※ グラフは地盤変動量及び潮位のばらつきを考慮

図 8-1-9　海水ピット堰内水位変動評価に用いた水位下降側津波
（重畳津波）



※ グラフは地盤変動量及び潮位のばらつきを考慮

図 8-1-10　海水ピット堰内水位変動評価に用いた引きから始まる津波で、その引きが最も強い津波（海域連動モデル）

評価に当たっての、海水ピット堰のフラップゲートの作動条件等は、実機大試験結果から、表8-1-4のとおりとした。

表 8-1-4　フラップゲートの作動条件等

評価条件項目	評価条件値	
フラップゲート「閉」動作開始流速	1.5m/s （水位差11.5cmに相当）	
フラップゲート「開」動作条件	押し津波による流速の効果を無視し、水位差のみで作動すると仮定（堰内水位は低めに見積もられる）	
フラップゲート「閉」時の等価漏えい面積（注）	全シート面汚れなし	0.0014m^2/シート
	全シート面隙間100mm	0.0225m^2/シート
	全シート面全開	0.1655m^2/シート
フラップゲート「開」時の順方向有効開口面積	0.1810m^2	

（注）フラップゲートは海中設置構造物であり、シート面の汚れが否定できないことから、シート面に汚れがない場合、シート面に異物が付着して隙間が生じている場合及びフラップが閉じなかった場合について検討する。

（ケース１）　水位の下降が最も大きい水位下降側津波（重畳津波）

海水ピット内のポンプの運転状態は、海水ポンプ運転可能時間評価で用いたのと同じ以下の３ケースについて検討した。

表 8-1-5　海水ポンプ堰内水位変動評価ポンプ運転条件

				海水ポンプ	海水取水ポンプ	合　計
①	地震加速度大でプラントトリップ後、津波到来	堰内水位 -1.4m～-3.3m	運転台数	２台	１台	－
			流　量	1.334m^3/s	0.195m^3/s	1.529m^3/s
		堰内水位 -3.3m～-4.1m	運転台数	２台	０台	－
			流　量	1.334m^3/s	0.000m^3/s	1.334m^3/s
②	地震加速度大でプラントトリップし外部電源喪失でブラックアウトシーケンス起動後、津波到来	堰内水位 -1.4m～-4.1m	運転台数	４台	０台	－
			流　量	2.668m^3/s	0.000m^3/s	2.668m^3/s
参考	地震加速度大でプラントトリップし外部電源喪失でブラックアウトシーケンス起動後、津波到来（水位低で海水ポンプ２台手動停止）	堰内水位 -1.4m～-3.1m	運転台数	４台	０台	－
			流　量	2.668m^3/s	0.000m^3/s	2.668m^3/s
		堰内水位 -3.1m～-4.1m	運転台数	２台	０台	－
			流　量	1.334m^3/s	0.000m^3/s	1.334m^3/s

①地震加速度大でプラントトリップ後津波到来（海水ポンプ２台運転、海水取水ポンプ１台運転）

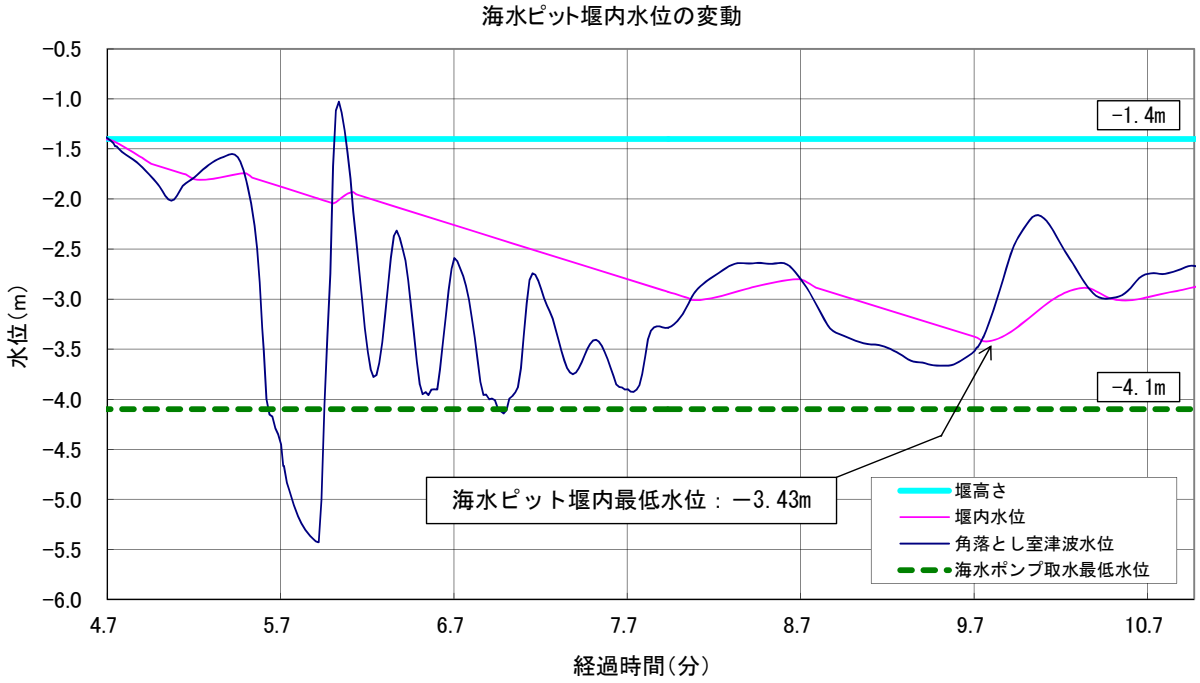


図 8-1-11　地震加速度大でプラントトリップ後津波到来時の海水ピット堰内水位変動（全シート面汚れなし）

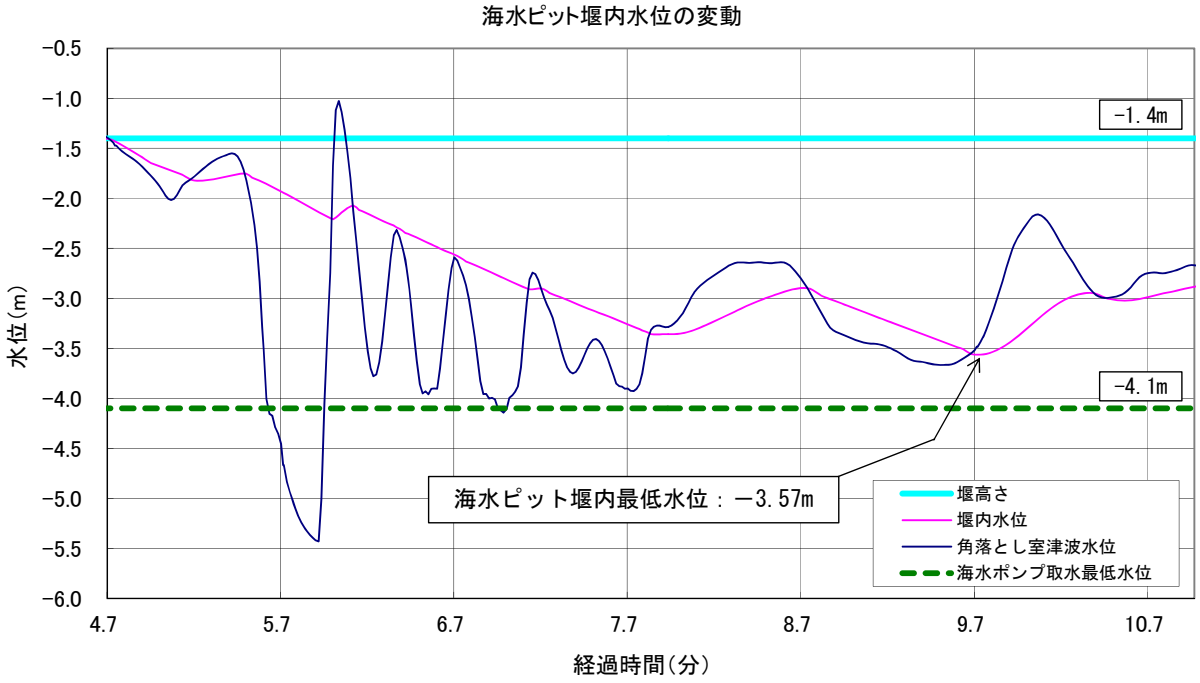


図 8-1-12　地震加速度大でプラントトリップ後津波到来時の海水ピット堰内水位変動（全シート面隙間 100mm）

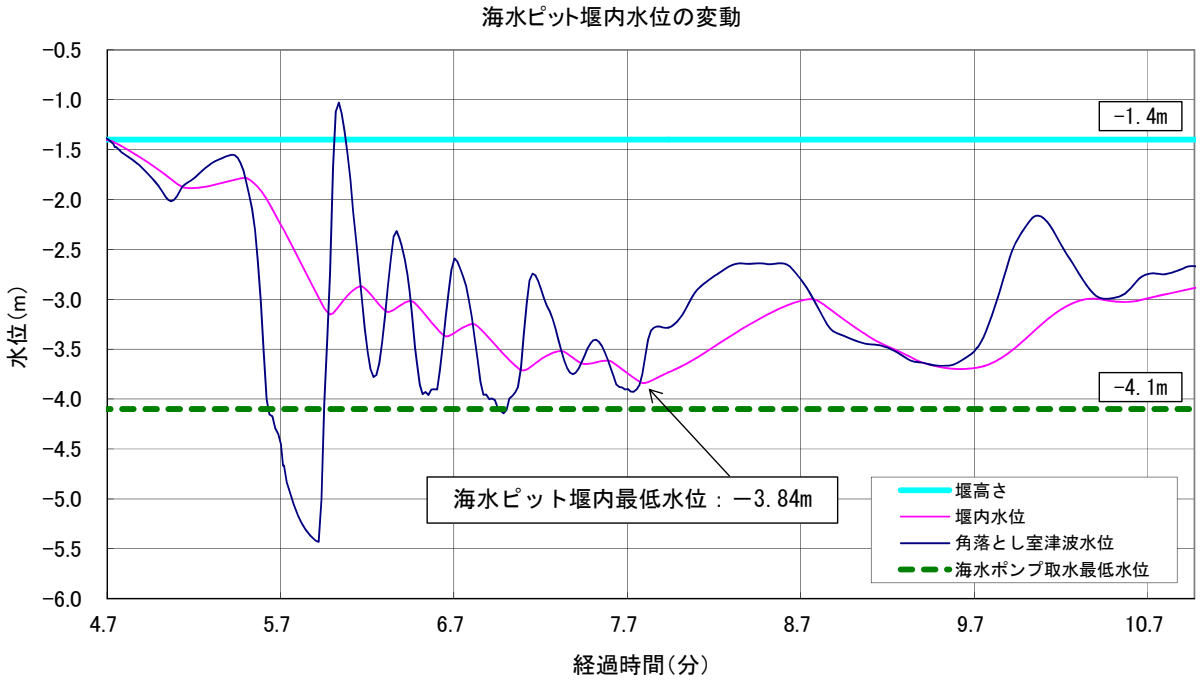


図 8-1-13　地震加速度大でプラントトリップ後津波到来時の
海水ピット堰内水位変動（全シート面全開）

②地震加速度大でプラントトリップし外部電源喪失でブラックアウトシーケンス起動後、津波到来（海水ポンプ４台運転）

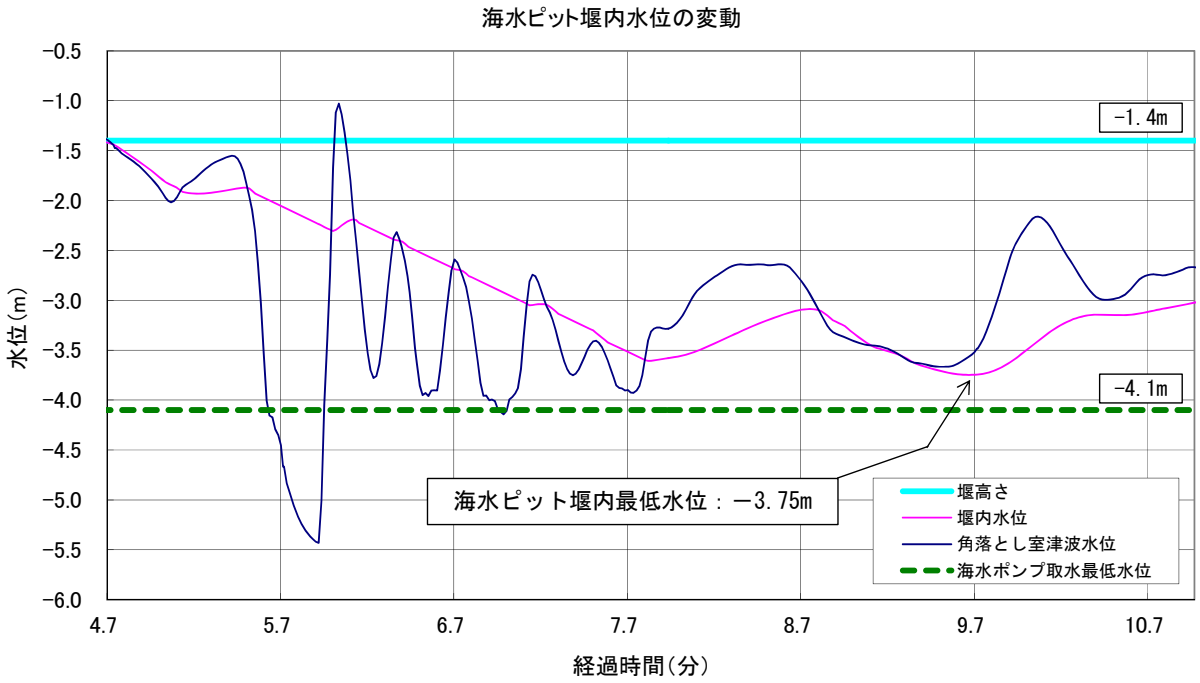


図 8-1-14　地震加速度大でプラントトリップし外部電源喪失でブラックアウトシーケンス起動後、津波到来時の海水ピット堰内水位変動（全シート面汚れなし）

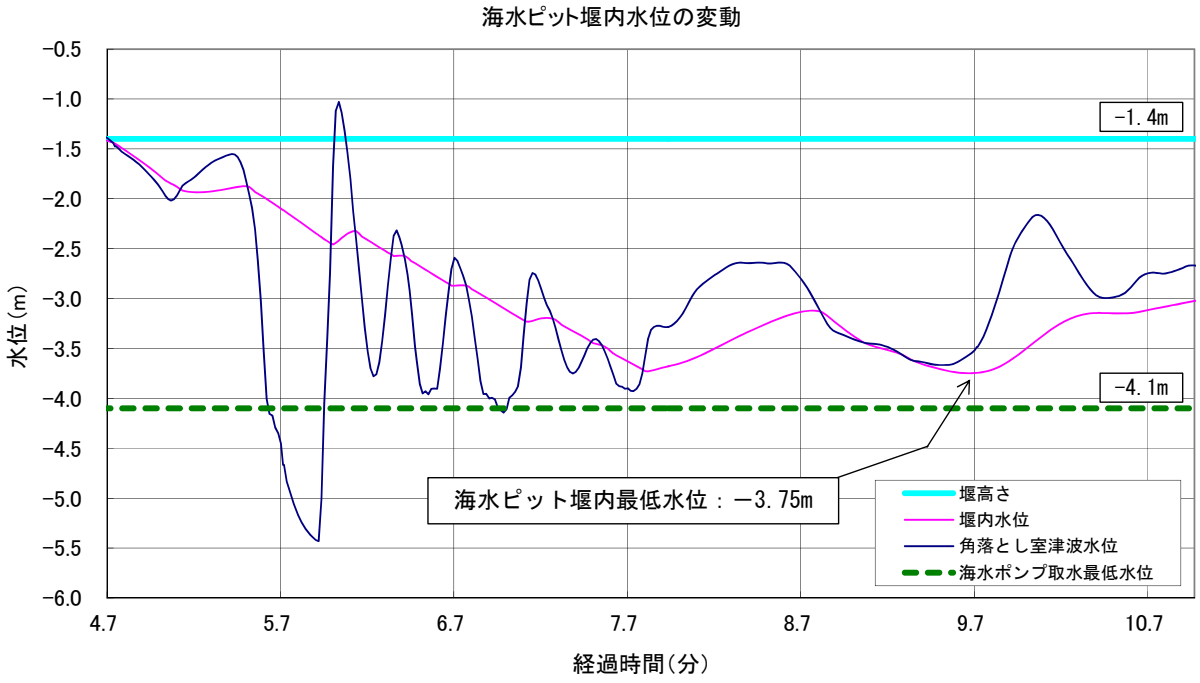


図 8-1-15　地震加速度大でプラントトリップし外部電源喪失でブラックアウトシーケンス起動後、津波到来時の海水ピット堰内水位変動（全シート面隙間 100mm）

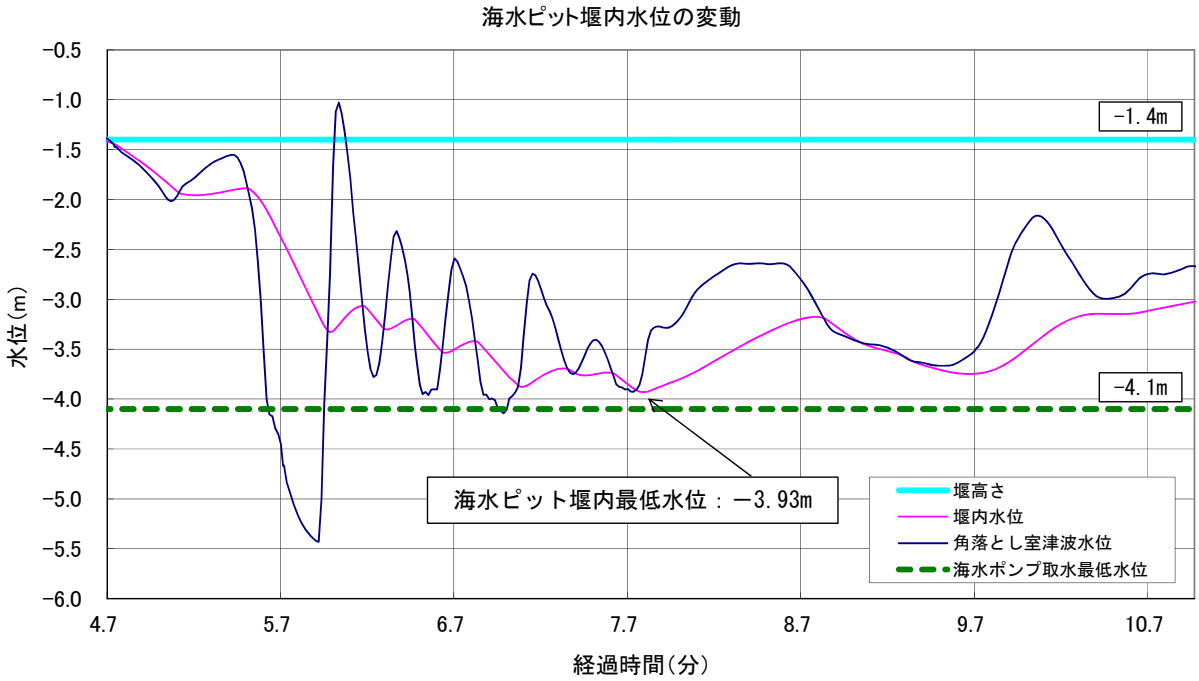


図 8-1-16　地震加速度大でプラントトリップし外部電源喪失でブラックアウトシーケンス起動後、津波到来時の海水ピット堰内水位変動（全シート面全開）

（参考）

地震加速度大でプラントトリップし外部電源喪失でブラックアウトシーケンス起動後、津波到来（海水ポンプ水位低警報発信時点で海水ポンプ２台停止、切引のケース）（海水ポンプ４台運転、海水ピット水位低で２台運転）

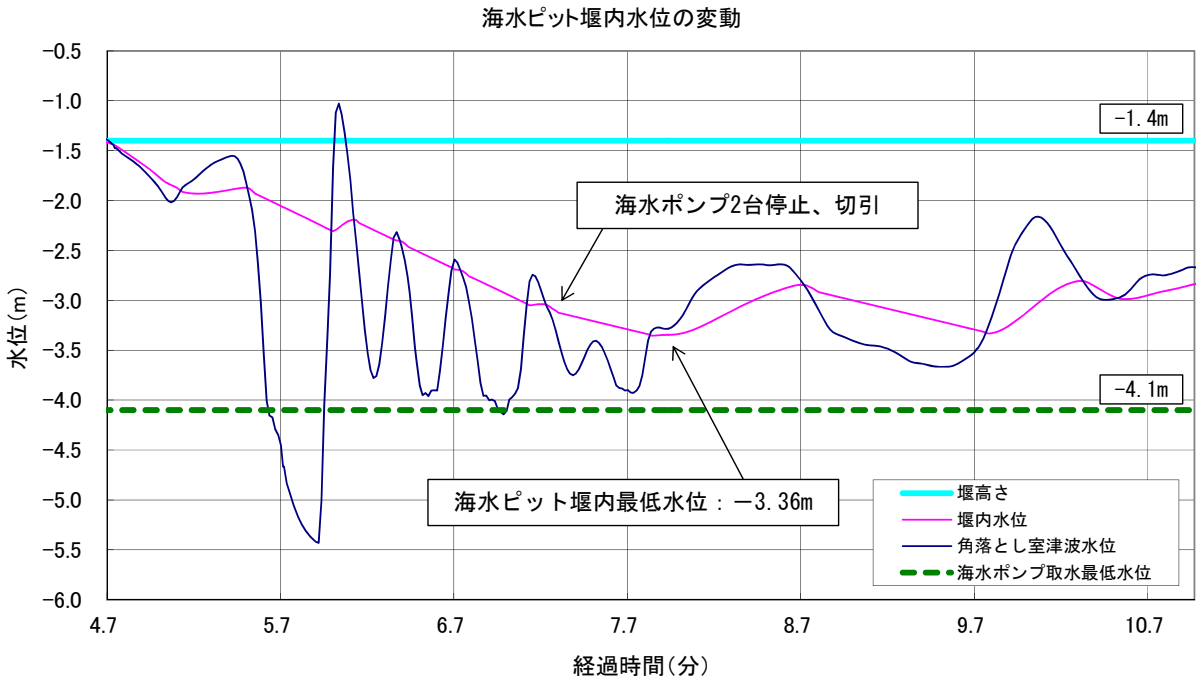


図 8-1-17　海水ポンプ水位低警報発信時点で海水ポンプ２台停止、切引のケース（全シート面汚れなし）

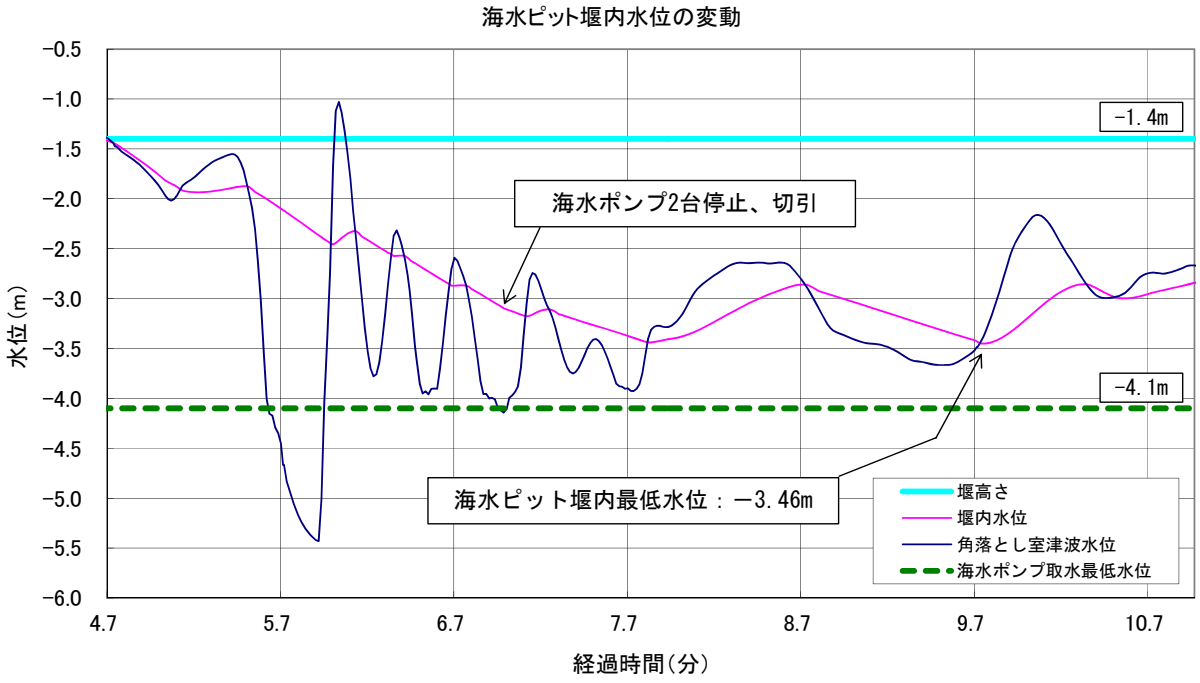


図 8-1-18　海水ポンプ水位低警報発信時点で海水ポンプ２台停止、切引のケース（全シート面隙間 100mm）

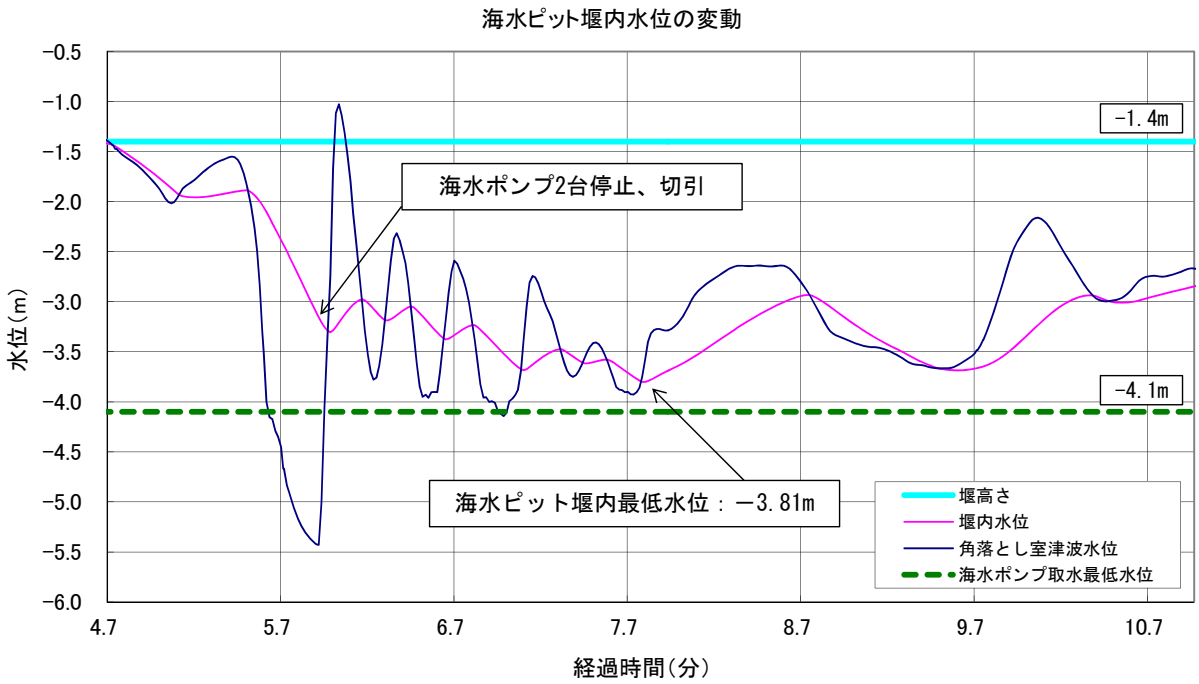


図 8-1-19　海水ポンプ水位低警報発信時点で海水ポンプ２台停止、切引のケース（全シート面全開）

表 8-1-6 に示すように、いずれのケースについても、堰内最低水位は海水ポンプ取水最低水位を上回っており、海水ポンプの取水に問題ないことが分かった。

表 8-1-6　水位の下降が最も大きい水位下降側津波到来時の堰内最低水位

<table>
<tr><th colspan="2">ケース</th><th>シート面隙間</th><th>堰内最低水位</th><th>海水ポンプ取水最低水位</th></tr>
<tr><td rowspan="3">①</td><td rowspan="3">地震加速度大でプラントトリップ後、津波到来</td><td>健全</td><td>-3.43m</td><td rowspan="9">-4.1m</td></tr>
<tr><td>100mm</td><td>-3.57m</td></tr>
<tr><td>全開</td><td>-3.84m</td></tr>
<tr><td rowspan="3">②</td><td rowspan="3">地震加速度大でプラントトリップし外部電源喪失でブラックアウトシーケンス起動後、津波到来</td><td>健全</td><td>-3.75m</td></tr>
<tr><td>100mm</td><td>-3.75m</td></tr>
<tr><td>全開</td><td>-3.93m</td></tr>
<tr><td rowspan="3">参考</td><td rowspan="3">ケース②の海水ポンプ水位低警報発信時点で海水ポンプ２台停止、切引のケース</td><td>健全</td><td>-3.36m</td></tr>
<tr><td>100mm</td><td>-3.46m</td></tr>
<tr><td>全開</td><td>-3.81m</td></tr>
</table>

（ケース２）引きから始まる津波で、その引きが最も強い津波（海域活断層）

海水ピット内のポンプの運転状態は、海水ポンプ運転可能時間評価で用いたのと同じ以下の２ケースについて検討した。

表 8-1-7　海水ポンプ堰内水位変動評価ポンプ運転条件

				海水ポンプ	海水取水ポンプ	合　計
①	地震加速度大でプラントトリップ後、津波到来	堰内水位 -1.4m～-3.3m	運転台数	２台	１台	－
			流　量	1.334m^3/s	0.195m^3/s	1.529m^3/s
		堰内水位 -3.3m～-4.1m	運転台数	２台	０台	－
			流　量	1.334m^3/s	0.000m^3/s	1.334m^3/s
②	地震加速度大でプラントトリップし外部電源喪失でブラックアウトシーケンス起動後、津波到来	堰内水位 -1.4m～-4.1m	運転台数	４台	０台	－
			流　量	2.668m^3/s	0.000m^3/s	2.668m^3/s
			流　量	1.334m^3/s	0.000m^3/s	1.334m^3/s

①地震加速度大でプラントトリップ後、津波到来（海水ポンプ２台運転、海水取水ポンプ１台運転）

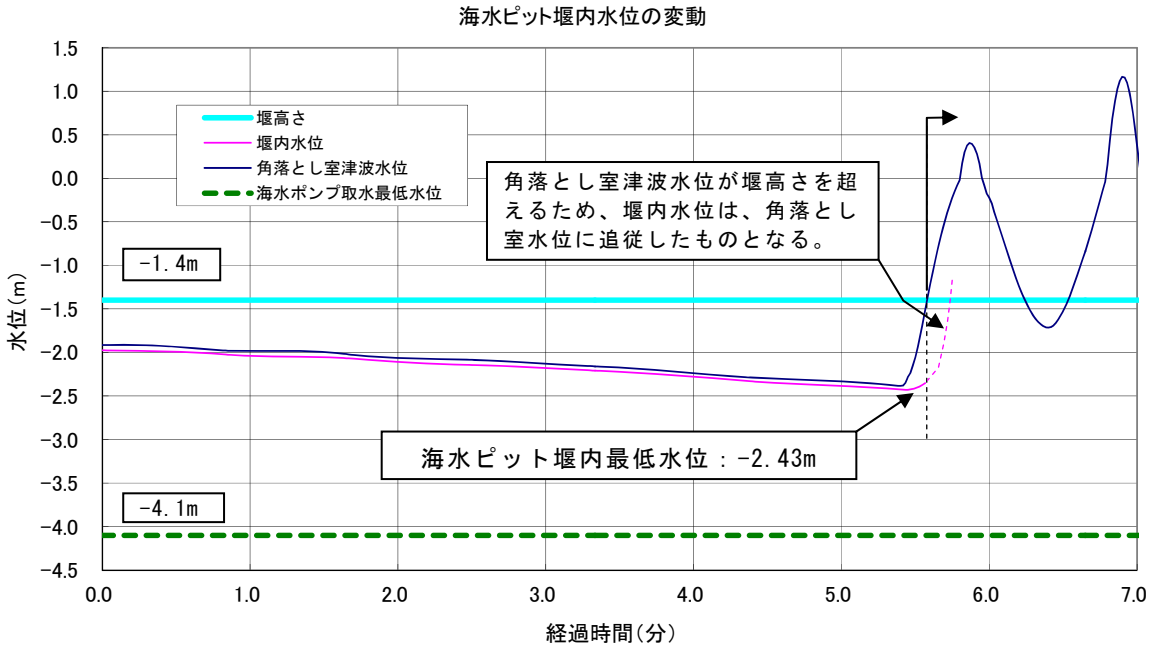


図 8-1-20　地震加速度大でプラントトリップ後、津波到来時の海水ピット堰内水位変動（フラップ「閉」動作なし）

②地震加速度大でプラントトリップし外部電源喪失でブラックアウトシーケンス起動後、津波到来（海水ポンプ４台運転）

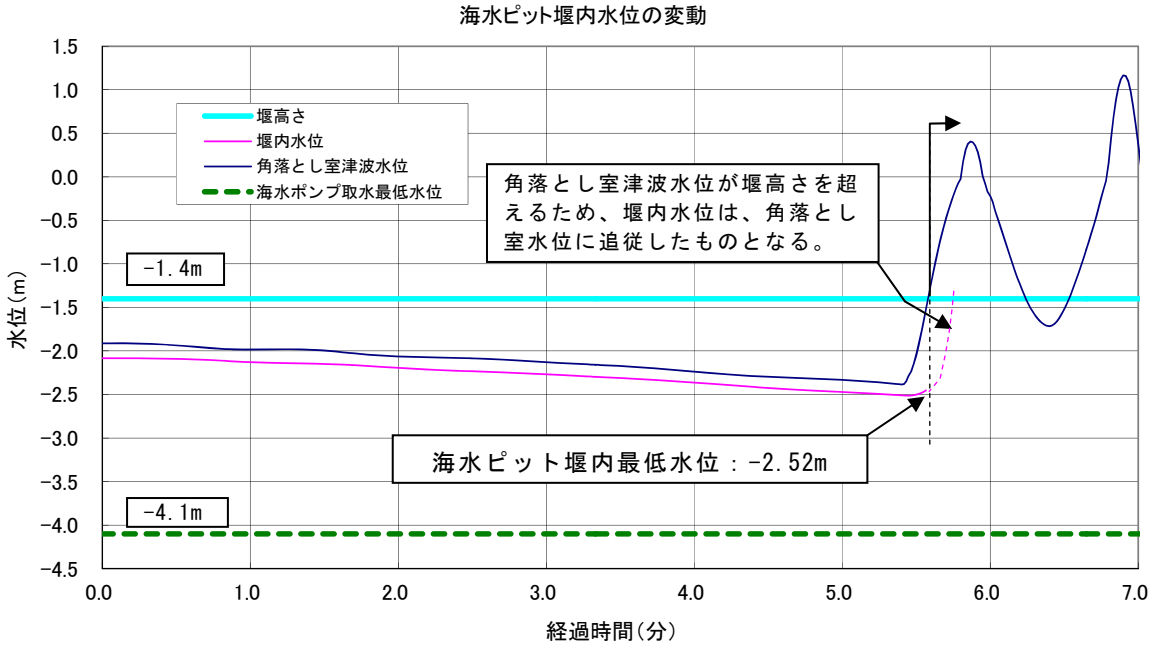


図 8-1-21　地震加速度大でプラントトリップし外部電源喪失でブラックアウトシーケンス起動後、津波到来時の海水ピット堰内水位変動（フラップ「閉」動作なし）

表8-1-8に示すように、いずれのケースについても、堰内最低水位は海水ポンプ取水最低水位を上回っており、海水ポンプの取水に問題ないことが分かった。

表 8-1-8　引きから始まる津波で、その引きが最も強い
津波到来時の堰内最低水位（フラップ「閉」動作なし）

<table>
<tr><th colspan="2">ケース</th><th>堰内最低
水位</th><th>海水ポンプ
取水最低水位</th></tr>
<tr><td>①</td><td>地震加速度大でプラントトリップ後、津波到来</td><td>-2.43m</td><td rowspan="2">-4.1m</td></tr>
<tr><td>②</td><td>地震加速度大でプラントトリップし外部電源喪失でブラックアウトシーケンスが起動後、津波到来</td><td>-2.52m</td></tr>
</table>

８．２　浸水防止設備の設計

【規制基準における要求事項等】

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

【検討方針】

浸水防止設備（水密扉、水密ハッチ、貫通部止水処置、床ドレンライン逆止弁）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。

【検討結果】

浸水防護重点化範囲の境界にある開口部、貫通部、床ドレンラインに対して、水密扉の設置、貫通部のシール施工、逆止弁の設置等の浸水対策を実施している。

基準津波による３号炉敷地前面の津波高さが T.P.+8.12m であり、地盤変動（0.36m の沈降）を考慮すると T.P.+8.48m である。さらに、ばらつきとして朔望平均満潮位のばらつき（0.19m）等を考慮した入力津波高さは T.P.+8.7m となることから、参照する裕度(0.32m)を加えた値を上回る T.P.+10.0m（敷地高さ）より低い箇所に設置された浸水対策のうち、海水ポンプエリアの水密扉、水密ハッチ、床ドレンライン逆止弁、貫通部止水処置及び海水管ダクトの床ドレンライン逆止弁については、浸水防止設備（外郭防護）として整理する。また、タービン建屋と浸水防護重点化範囲との境界の水密扉、床ドレンライン逆止弁、貫通部止水処置については、浸水防止設備（内郭防護）として整理する（表 8-2-1，図 8-2-1～2)。

表 8-2-1　浸水防止設備の種類と設置位置

	種類	設置位置	箇所数 (参考)
外郭防護に係る浸水防止設備	水密扉	除塵装置エリアから海水ポンプエリアへの連絡通路 (T.P.+5.0m)	2
	水密ハッチ	海水ポンプエリア床面 (T.P.+3.0m)	4
	貫通部止水処置	海水ポンプエリアと除塵装置エリアの境界壁	13
	床ドレンライン逆止弁	海水ポンプエリア床面及び 海水管ダクト床面	5
内郭防護に係る浸水防止設備	水密扉	原子炉建屋及び原子炉補助建屋とタービン建屋との境界 (T.P.+3.8m)	7
	貫通部止水処置	原子炉建屋及び原子炉補助建屋とタービン建屋との境界	54※
	床ドレンライン逆止弁	原子炉建屋及び 原子炉補助建屋の 床ドレンライン	14

※：床ドレンラインの閉止板１箇所を含む。

図 8-2-1 浸水対策箇所の位置等(T.P.+3.3m、海水ピット)

図 8-2-2 浸水対策箇所の位置等(T.P.+10.0m)

8．2．1　水密扉

(1) 海水ポンプエリアにおける水密扉（外郭防護）

海水ピットには除塵装置エリアと海水ポンプエリアがあり、除塵装置エリアには床面開口部及び貫通部がある。入力津波による海水ピット内水位はT.P.+4.30mであり、地盤変動（0.40mの沈降）を考慮するとT.P.+4.70mである。さらに、ばらつきとして朔望平均満潮位のばらつき（0.19m）等を考慮した入力津波高さはT.P.+4.9mとなる。

ここで、除塵装置エリアの床面高さはT.P.+5.0mであり、床面開口部、貫通部からは津波は流入しないが、参照する裕度0.32mを考慮して、除塵装置エリアから海水ポンプエリアへ連絡する通路には浸水防止設備として水密扉を設置する。

水密扉は津波荷重や地震荷重等に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。

(a) 構造

水密扉は海水ポンプエリアと除塵装置エリアの連絡通路（開口部）に設置する。設置位置を図8-2-3に示す。また、水密扉の構造は扉板、桁等の部材で構成される水密性を有した扉である。構造図を図8-2-4に示す。

図8-2-3　海水ポンプエリア水密扉設置位置

図 8-2-4　海水ポンプエリア水密扉構造図

(b) 荷重組み合わせ

水密扉の設計においては以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重、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、自然現象との組み合わせを適切に考慮する。

(c) 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

自重等を考慮する。

②地震荷重

基準地震動を考慮する。

③津波荷重

入力津波及び高潮の影響を考慮し、T.P.+10.0m まで作用する三角形分布静水圧荷重とする。これは海水ピットから流入する入力津波高さ T.P.+4.9m に参照する裕度（0.32m）を考慮しても十分に保守的である。津波荷重の作用イメージを図 8-2-5 に示す。

④余震荷重

余震を定義し、余震荷重を設定する。

(d) 許容限界

浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有し、浸水防止機能を保持していることを確認する。

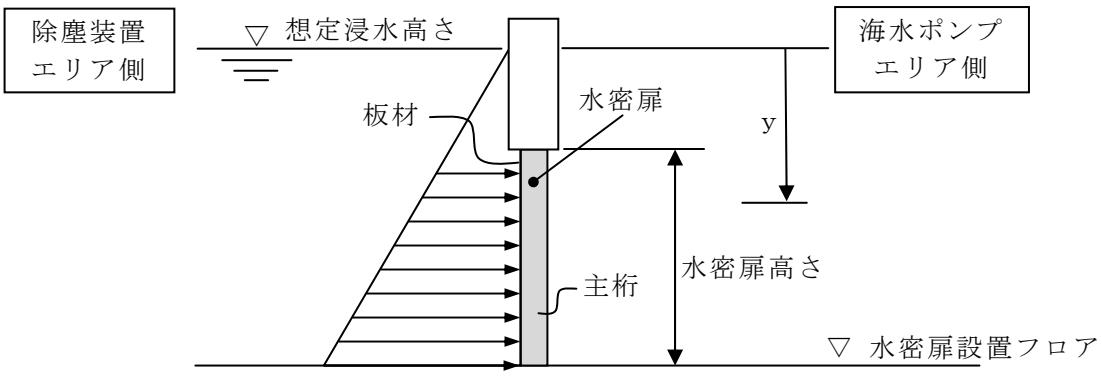


図 8-2-5　津波荷重の概念図

(2) 原子炉建屋及び原子炉補助建屋とタービン建屋との境界における水密扉（内郭防護）

設計基準対象施設の津波防護対象設備（浸水防止設備、津波監視設備及び非常用取水設備を除く。）を内包する建屋の境界にある連絡経路（開口部）のうち、基準津波による３号炉敷地前面の入力津波高さは T.P.+8.7m となることから、参照する裕度（0.32m）を加えた値を上回る T.P.+10.0m（敷地高さ）より低い箇所に対する浸水防止設備として、原子炉建屋及び原子炉補助建屋とタービン建屋との境界の連絡経路に水密扉を設置する。

水密扉は津波荷重や地震荷重等に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。

(a) 構造

水密扉リスト及び設置位置を表 8-2-2 及び図 8-2-6 に示す。また、構造図を図 8-2-7 に示す。

表 8-2-2　水密扉リスト（T.P.+3.8m）

扉番号	設置フロア	名称	種類	寸法（W×H）mm	
D1	T.P.3.8m	非常用ディーゼル発電機室前配管エリア水密扉	片開き	扉	1,050×1,955
D2	T.P.3.8m	原子炉補機冷却水ポンプ室入口水密扉 3B	両開き	左扉	952×2,060
				右扉	910×2,060
				上部欄間	1,992×795
D3	T.P.3.8m	原子炉補機冷却水ポンプ室機器搬入口水密扉 3B	両開き	左扉	981.5×2,025
				右扉	981.5×2,025
D4	T.P.3.8m	原子炉補機冷却水ポンプ室入口水密扉 3A	両開き	左扉	977×2,060
				右扉	935×2,060
				上部パネル	2,102×870
D5	T.P.3.8m	原子炉補機冷却水ポンプ室機器搬入口水密扉 3A	両開き	左扉	980×2,027
				右扉	980×2,027
D6	T.P.3.8m	F 階段入口水密扉	片開き	扉	1,055×1,950
D7	T.P.3.8m	海水管室入口水密扉	片引き	扉	1,250×1,975

図 8-2-6　水密扉設置位置（内郭防護）

図 8-2-7（1）　水密扉構造図（内郭防護）

図 8-2-7（2）　水密扉構造図（内郭防護）

図 8-2-7（3）　水密扉構造図（内郭防護）

図 8-2-7（4）　水密扉構造図（内郭防護）

(b) 荷重組み合わせ

水密扉の設計においては以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重、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

(c) 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

自重等を考慮する。

②地震荷重

基準地震動を考慮する。

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（T.P.+10.0m）の静水頭圧（三角形分布静水圧荷重）とする（図 8-2-8）。

④余震荷重

余震を定義し、余震荷重を設定する。

(d) 許容限界

浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有し、浸水防止機能を保持していることを確認する。

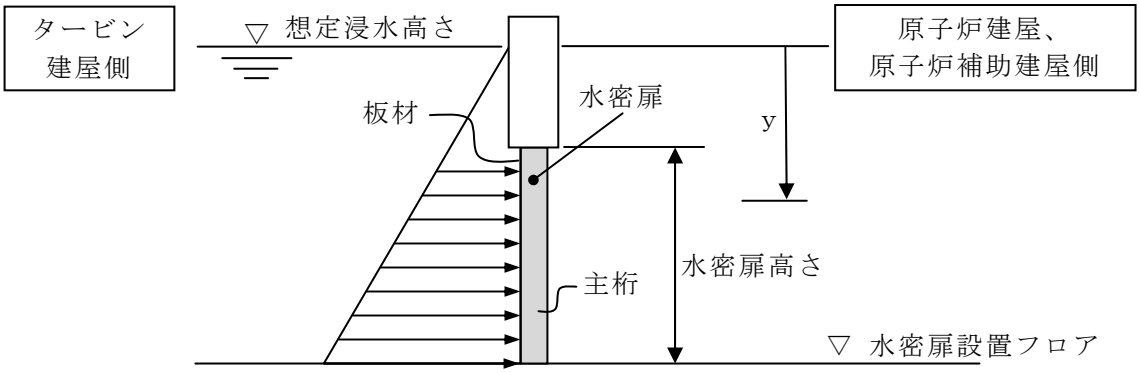


図 8-2-8　津波荷重の概念図

8．2．2　水密ハッチ

(1) 海水ポンプエリア床面における水密ハッチ（外郭防護）

海水ポンプエリアの床面高さ T.P.+3.00m に対し、入力津波による海水ピット内水位は T.P.+4.30m であり、地盤変動（0.40m の沈降）を考慮すると T.P.+4.70m である。さらに、ばらつきとして朔望平均満潮位のばらつき（0.19m）等を考慮した入力津波高さは T.P.+4.9m となる。

このため、海水ポンプエリアへの浸水防止設備として、床面の点検用開口部には水密ハッチを設置している。

水密ハッチは津波荷重や地震荷重等に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。

(a) 構造

水密ハッチは海水ポンプエリア床面の点検用開口部に設置する。設置位置を図 8-2-9 に示す。また、水密ハッチの構造は蓋板、ボルト等の部材で構成される水密性を有した閉止板である。構造図を図 8-2-10 に示す。

図 8-2-9　海水ポンプエリア水密ハッチ設置位置

図 8-2-10　海水ポンプエリア水密ハッチ構造図

(b) 荷重組み合わせ

水密ハッチの設計においては以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重、余震荷重を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、自然現象との組み合わせを適切に考慮する。

(c) 荷重の設定

水密ハッチの設計においては以下の荷重を考慮する。

①常時荷重

自重等を考慮する。

②地震荷重

基準地震動を考慮する。

③津波荷重

入力津波及び高潮の影響を考慮し、T.P.+10.0m まで作用する静水圧荷重とする。これは海水ピットから流入する入力津波高さ T.P.+4.9m に参照する裕度（0.32m）を考慮しても十分に保守的である。津波荷重の作用イメージを図 8-2-11 に示す。

④余震荷重

余震を定義し、余震荷重を設定する。

(d) 許容限界

浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有し、浸水防止機能を保持していることを確認する。

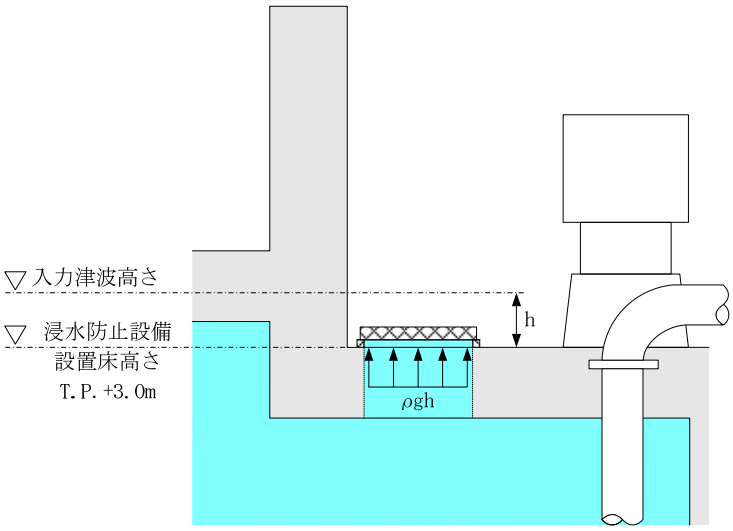


図 8-2-11　津波荷重の概念図

8．2．3　貫通部止水処置

(1) 設置位置（詳細は資料－12 参照）

(a) 海水ポンプエリアにおける貫通部止水処置（外郭防護）

除塵装置エリアに津波が流入した場合に海水ポンプエリアが浸水しないよう境界壁の貫通部には貫通部止水処置を実施する設計としている（図 8-2-12）。

図 8-2-12　海水ポンプエリア貫通部止水処置の実施個所

(b) 建屋内における貫通部止水処置（内郭防護）

原子炉建屋及び原子炉補助建屋とタービン建屋との境界壁の貫通部には貫通部止水処置を実施する設計としている（図 8-2-13）。

図 8-2-13　建屋境界貫通部止水処置の実施個所

(2) 構造

当該範囲の貫通部の止水対策としては、シール材（充てんタイプ、コーキングタイプ、ブーツタイプ）及びモルタル施工を実施することとしている（表 8-2-3）。

表 8-2-3　貫通部シール材の種類と構造

シールタイプ	材料名	材　質
充てんタイプ	ＣＴ－１８	発泡シリコン
	ＣＴ－１８ＨＨ	シリコンゴム
	発泡シーラー	ポリウレタン
	ＤＦシール	ウレタンゴム
コーキングタイプ	シリコンシーラント	シリコン
ブーツタイプ	高耐水性ブーツ	シリコンゴム

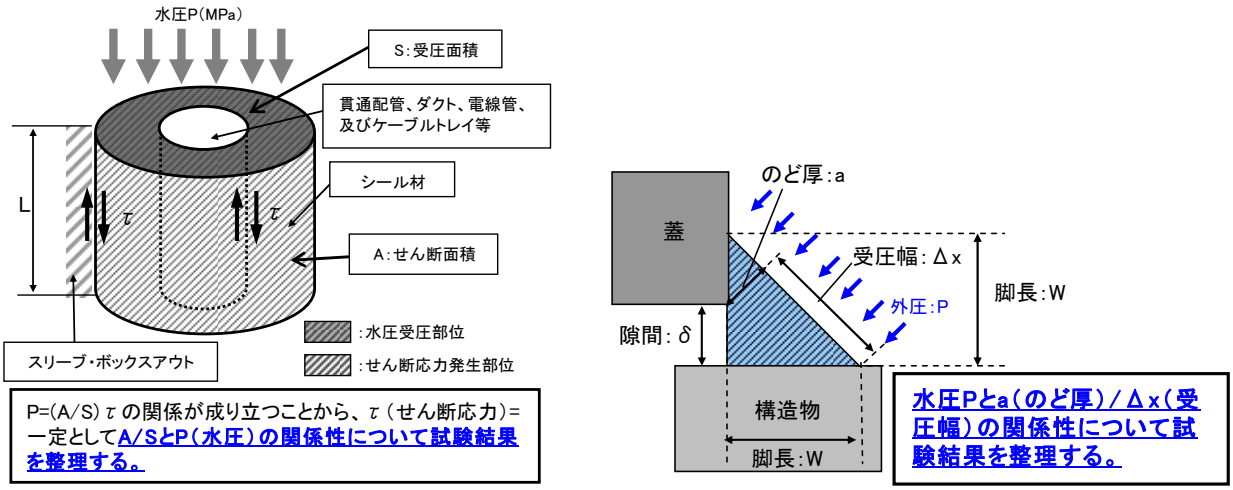
(3) シール材施工

(a) 水密性

貫通部止水処置を実施している箇所については、直接津波波力（水平力）を受ける位置に設置されていない。このため、静的荷重（静水頭圧）に対する水密性を確保することとする。耐水圧性能を確保するため、静的荷重（静水頭圧を想定）を用いた耐圧・漏水試験を実施することにより、想定する浸水に対し、耐水圧性能を有する施工条件の確認を行い、実機施工時にはその結果を踏まえた施工を実施する。なお、ブーツタイプについては、止水性を有する材料を使用することとしている。

○試験モデルの考え方

充てんタイプ、コーキングタイプそれぞれの試験モデルを図 8-2-14 に示す。

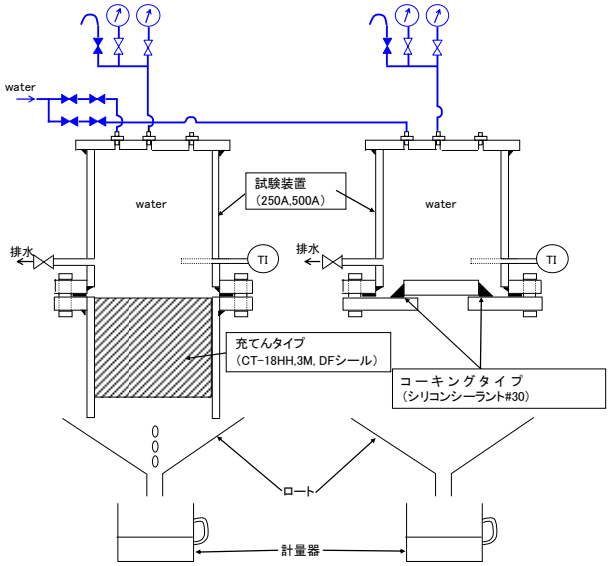


【充てんタイプ】　【コーキングタイプ】

図 8-2-14　試験モデル図

○試験要領

試験装置及び試験方法について図 8-2-15 に示す。



【試験方法】
段階的に水圧を上昇させ、各段階において漏えい有無等を確認する。

図 8-2-15　試験装置図

○試験結果

試験にて得られた、水圧（P）と無次元化した A/S の関係性について整理を行い、試験にて耐圧性能を確認した A/S より算出した施工長さ以上となるようにシール施工を実施（図 8-2-16）。

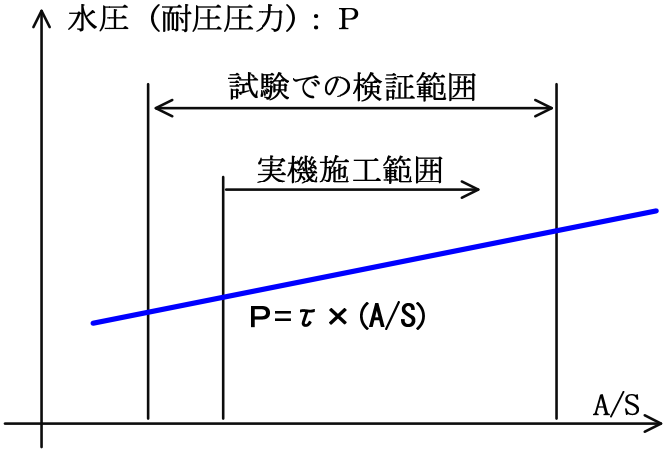


図 8-2-16　試験結果イメージ図

(b) 耐震性

貫通部止水処置の地震時の健全性については、図 8-2-17 のとおり、貫通する配管の耐震強度上、当該壁の貫通部直近に直接支持構造物を設置し、地震時は建屋と配管系が連動した振動となることより、建屋－配管等貫通物の間に相対変位が生じない設計とする。これにより、地震による貫通部シール材への影響は軽微であり、健全性が損なわれはないことを確認する。

また、電線管貫通部については、ケーブルに余長を持たせた施工とし、地震変位が発生しない構造としている。ブーツタイプについても、地震時の変位を考慮して、施工時に余裕（50mm 程度）を持たせて設置する設計とする。

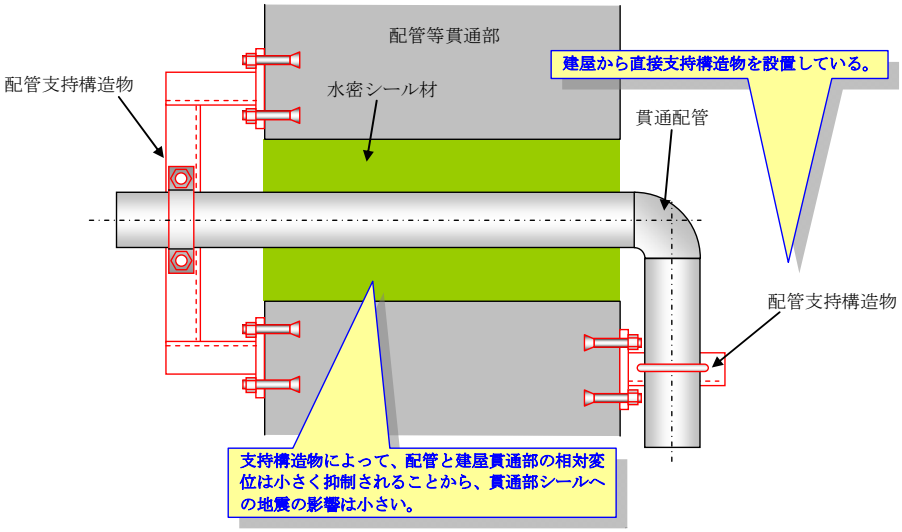


図 8-2-17　貫通部シールのサポート設置イメージ

(4) モルタル材施工

建屋貫通部のモルタル充てん箇所は無収縮モルタルを使用していることから隙間が生じにくく、また、モルタルは基本的に建屋壁と同等の強度を有した構造物であり、圧縮強度は高く、かつ付着強度も耐水圧性に対する耐性は十分あると考えられる。また、地震に対しては拘束点となるため、耐震性についても問題ない。

なお、モルタルの水密性については、以下の代表ケースにて評価した。

○検討条件

モルタル付着強度は「コンクリート標準示方書(2007年制定)」による。

・スリーブ径：203mm
・スリーブ長さ：500mm
・配管径：2Ｂ（60.5mm）
・モルタル圧縮強度：30 N/mm^2
・モルタル付着強度：1 N/mm^2
・静水圧:0.2 N/mm^2（20m相当静水圧）

○計算結果

①モルタル部分に作用する水圧荷重（Ｐ1）

静水圧がモルタル部分に作用したときに生じる荷重は以下のとおり。

$$P1 = 0.2\ \mathrm{N/mm^2} \times (203^2 \times \pi / 4) = 6.5\ \mathrm{kN}$$

②モルタルの許容付着荷重（Ｐ2）

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

$$P2 = 1\ \mathrm{N/mm^2} \times (\pi \times (203+60.5) \times 500) = 414.0\ \mathrm{kN}$$

○まとめ

20ｍ相当の静水圧が作用した場合においても、モルタル部分に生じる荷重6.5kNは、モルタル許容付着荷重414.0kNに比べて十分小さいため（Ｐ1＜Ｐ2）、水密性能は十分と考える。

また、浸水量評価において水密性に期待するモルタル貫通部として、グランドレベル(EL.10.0m)以下のタービン建屋境界壁貫通部があるが、屋外タンク損傷等によるタービン建屋浸水により生じる静水圧は最大でも8.5m(グランドレベルまで浸水を想定した場合)程度である。

なお、モルタル貫通部については、水密性能向上のため、受圧面側にコーキング処置を追加実施する計画である。

8．2．4　床ドレンライン逆止弁

(1) 設置位置（詳細は資料－12 参照）

(a) 海水ポンプエリアにおける床ドレンライン逆止弁（外郭防護）

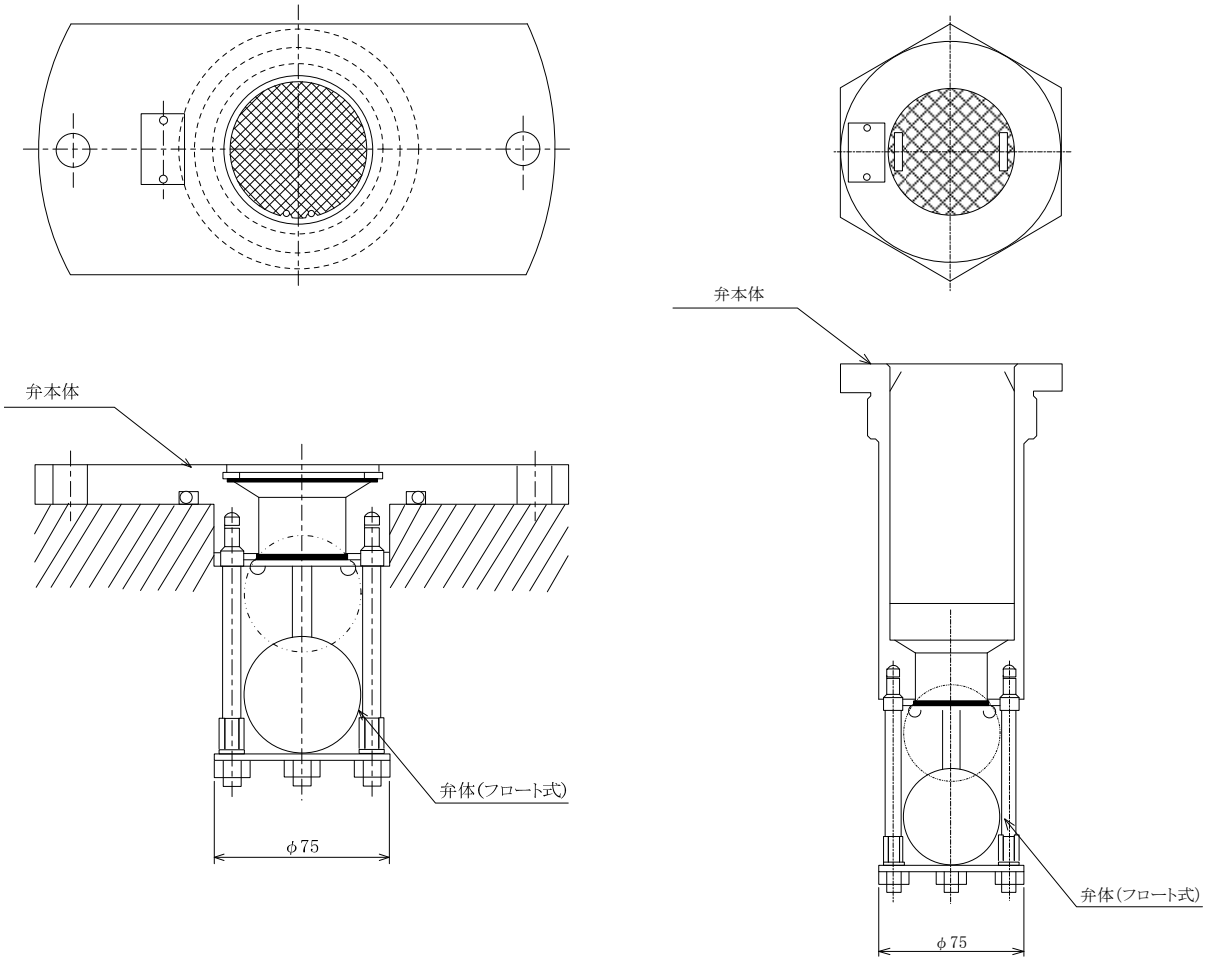
海水ポンプエリアへの浸水防止設備として、床ドレン用の排水口には海水ポンプエリア床面に２箇所、海水ストレーナエリア床面に２箇所、海水管ダクトに１箇所、計５箇所の床ドレンライン逆止弁を設置している。

(b) 建屋内における床ドレンライン逆止弁（内郭防護）

原子炉建屋及び原子炉補助建屋とタービン建屋との境界床に床ドレンライン逆止弁が 14 箇所ある。

(2) 形状（寸法）、材質、構造

逆止弁の構造を図 8-2-18 に示す。また、主要部材の寸法及び材質を表 8-2-4 に示す。



海水ポンプエリア
床ドレンライン逆止弁

建屋内
床ドレンライン逆止弁

図 8-2-18　床ドレンライン逆止弁の構造図の例

表 8-2-4　床ドレンライン逆止弁の仕様

名称	フロート式逆止弁	
種類	海水ポンプエリアにおける 床ドレンライン逆止弁 (N-VF1-PF)	建屋内における 床ドレンライン逆止弁 (N-VF1-PI)
主要寸法	呼び径：100A	呼び径：100A
材料	SUS316L(本体)	SUS303(本体)

(3) 水密性

床面下部からの流入に対しては弁体が押し上げられ、弁座に密着することで漏水を防止する。逆止弁が十分な水密性をもっていることを以下の試験で確認する。

①止水性能

水頭圧（0.20MPa 以上）で 10 分以上加圧保持し、漏えいしないことを確認する。

②耐圧強度

0.45MPa を加圧して 10 分間保持し、各部の変形漏えいがないことを確認する。

(4) 耐震性

基準地震動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、地震時に想定される評価荷重に基づき応力評価を行い、裕度（＝許容応力／発生応力）が 1.0 以上であることを確認する。

8．3　津波監視設備の設計

【規制基準における要求事項等】

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

【検討方針】

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

【検討結果】

津波監視設備は、海面監視カメラを原子炉建屋屋上 T.P.+46.8m に、耐震型海水ピット水位計を海水ピット T.P.+5.0m に設置した T.P.+6.0m 以上の架台上に設置する。海面監視カメラの設置位置は基準津波の遡上域になく、耐震型海水ピット水位計の設置高さも、海水ピットポンプ室における入力津波高さ T.P.+4.9m よりも高く、基準津波の影響を受けない（図 8-3-1）。

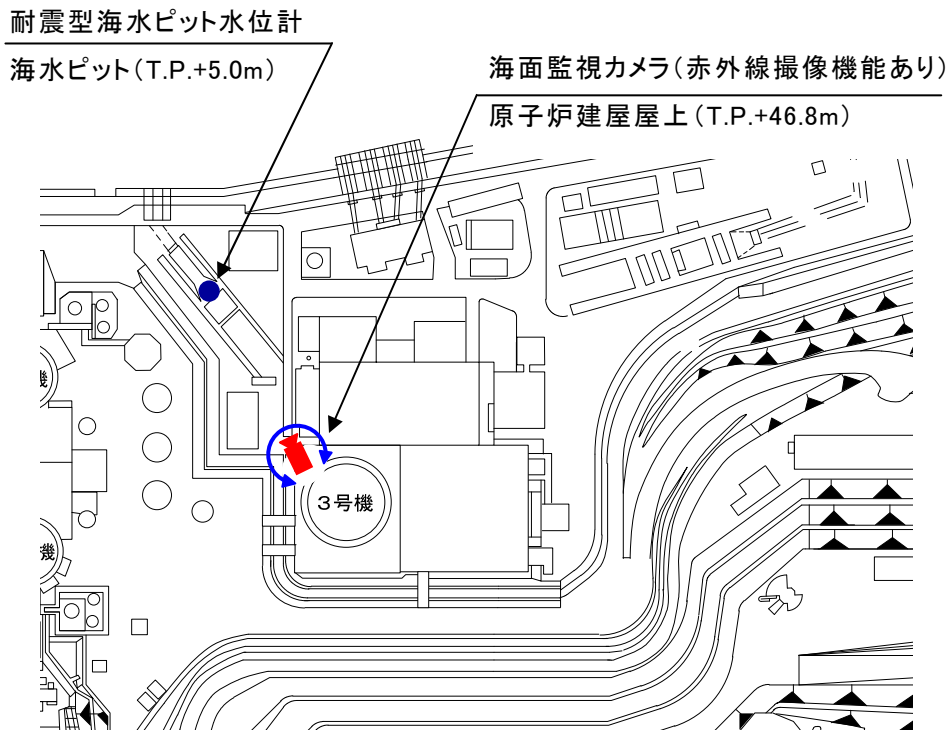


図 8-3-1　津波監視設備の屋外配置場所

8．3．1　海面監視カメラ

(1) 設置位置

海面監視カメラは伊方３号炉敷地前面海域及び重要な安全機能を有する屋外設備である海水ポンプエリアを監視可能であり、かつ津波の影響を受けない原子炉建屋屋上 T.P.+46.8m　に設置する。海面監視カメラの監視範囲を図 8-3-2 に示す。

高台の斜面等により監視範囲外となる伊方１，２号炉前面の西側海域は湾状で津波波源はなく、また、１，２号炉側から３号炉側へ敷地を通って津波が到達、流入する経路もないことから、監視範囲外から３号炉への津波の影響はない。

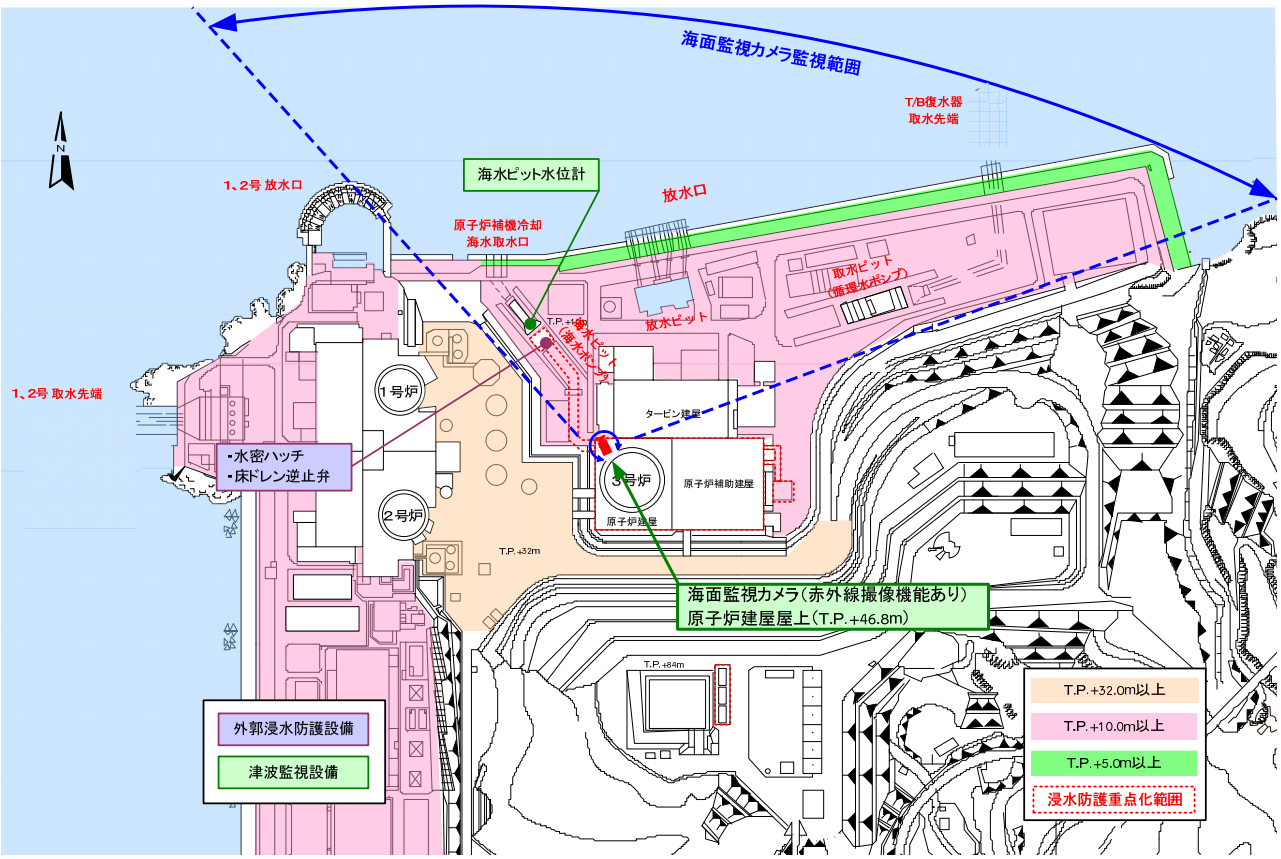


図 8-3-2　海面監視カメラ設置位置

(2) 仕様

海面監視カメラは、津波の襲来状況等をリアルタイムかつ継続的に把握するため、広範囲を監視できる視野角（360°可動）とするとともに光学及び赤外線撮像機能を有する設計とし、画像は中央制御室に設置した監視設備に表示し、連続的に監視できる。また、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、全交流電源喪失時においても監視が可能である。

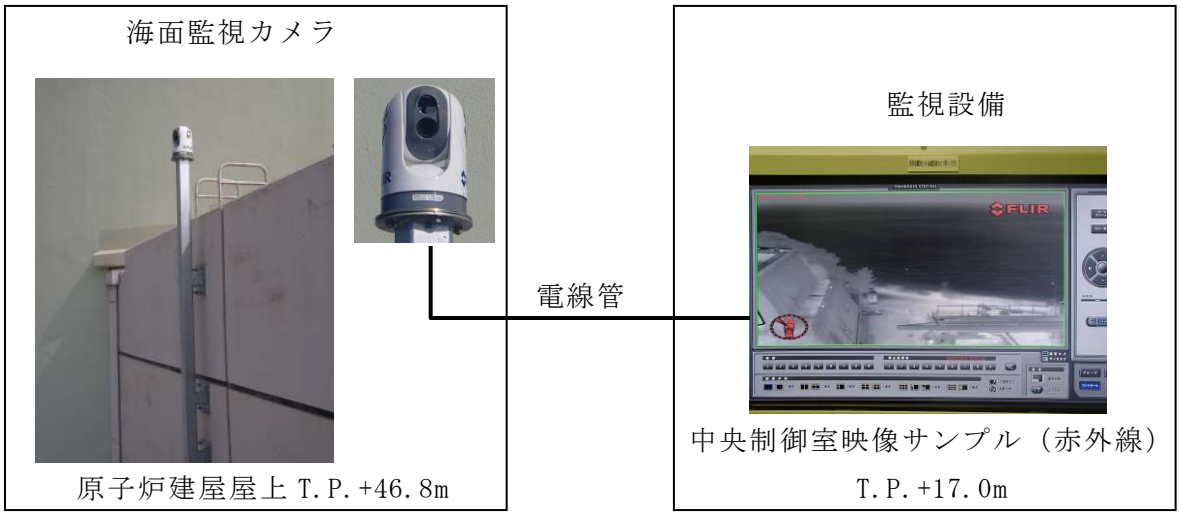


図 8-3-3　海面監視カメラ設備構成

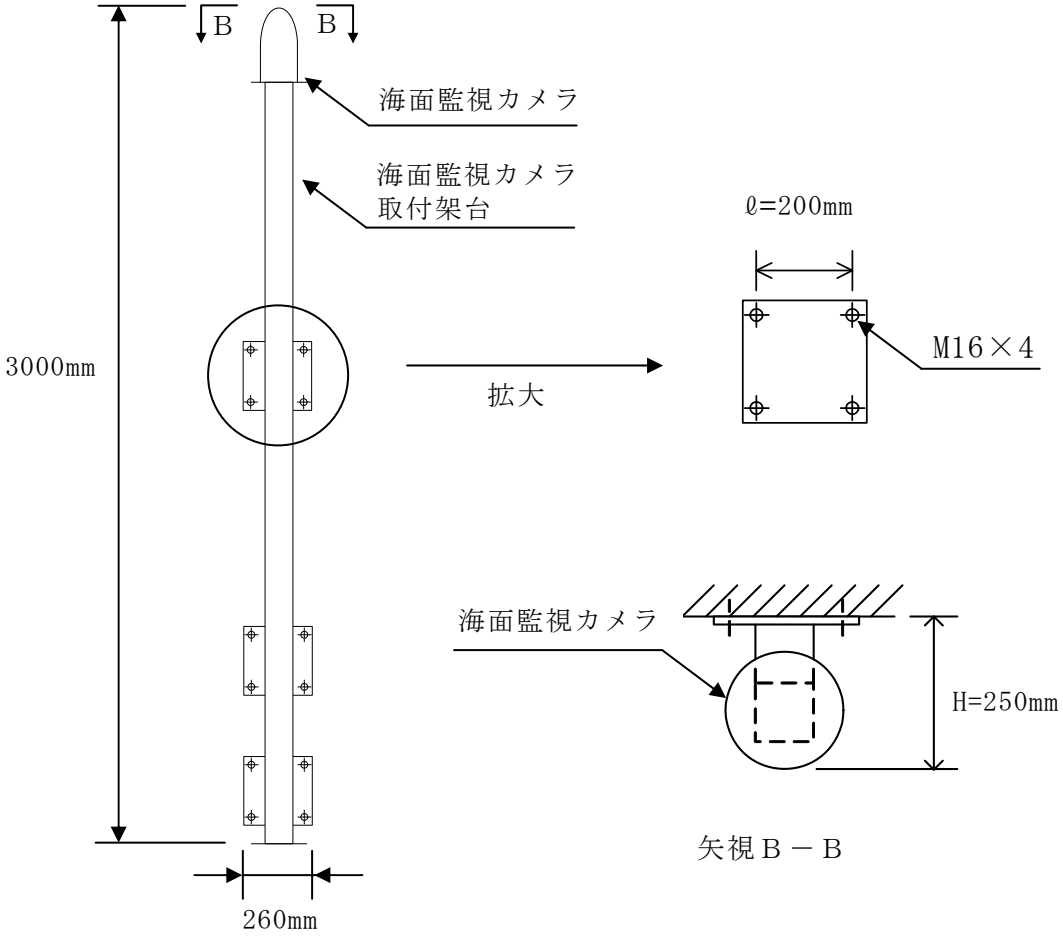


図 8-3-4　海面監視カメラ外形図

(3) 構造・強度評価及び機能維持評価

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

想定される自然条件のうち、当該設備に対する影響が大きいと考えられる地震及び竜巻に対する評価方針を以下に示す。

a．地震

(a)評価方針

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

(b)適用基準及び適用規格

・日本機械学会「発電用原子力設備規格　設計・建設規格」
（JSME S NC1-2005/2007）
・日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針」（JEAG4601-1987）
・日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針　重要度分類・許容応力編」（JEAG4601・補-1984）
・日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針」
（JEAG4601-1991　追補版）
・日本工業規格

(c)材料（強度評価対象部位）

・海面監視カメラ取付架台　　STKR400
・架台取付けボルト　　SUS304

(d)荷重の組み合わせ

常時荷重、地震荷重及び風荷重を適切に組み合わせる。なお、カメラの上部は半球構造で、雪は積もらない構造であるため、積雪荷重は考慮しない。

b．竜巻

竜巻に対する評価は、「第六条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻）竜巻に対する防護」による。

8．3．2　耐震型海水ピット水位計

(1) 設置位置

耐震型海水ピット水位計は、地震発生後、津波が発生した場合、津波の襲来を想定し、特にその水位変動の兆候を早期に把握するため、津波の影響を受けない海水ピット内 T.P.+6.0m 以上に設置している(図 8-3-5～9)。

(2) 仕様

海水ピット内の入力津波高さは、水位上昇側については、潮位のばらつき（上昇側 0.19m）等を考慮して T.P.+4.9m であり、水位下降側については、潮位のばらつき（下降側 0.22m）等を考慮して T.P.-3.9m であることから、耐震型海水ピット水位計は、上昇側及び下降側の津波高さを計測できるよう、T.P.-5.5m～T.P.+6.0m を測定範囲として設計している（表 8-3-1)。

また、耐震型海水ピット水位計は、津波襲来時に安全上重要な設備である海水ポンプの取水可能水位を測定できるよう設置しているが、信頼性、安全性向上の観点よりＡ系統、Ｂ系統に合計２台設置している。

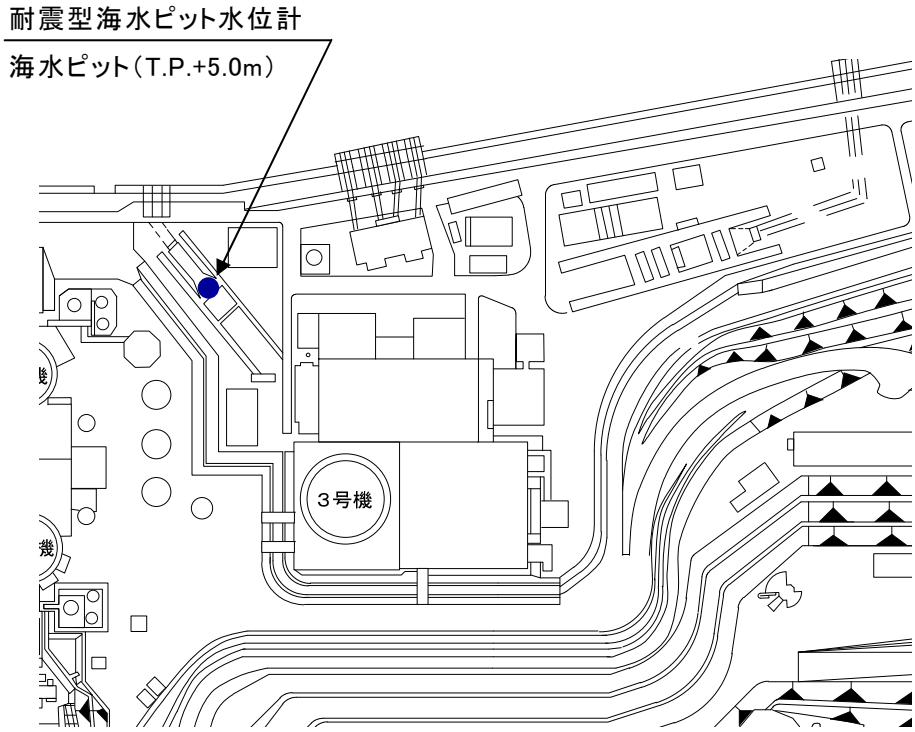


図 8-3-5　耐震型海水ピット水位計設置位置

表 8-3-1　耐震型海水ピット水位計仕様

設置個数	２個
計測原理	電波式
計測範囲	T.P.-5.5m～T.P.+6.0m
警報設定	T.P.-3.1m
給電方法	Ａ：計装用電源Ａ系統 Ｂ：計装用電源Ｂ系統

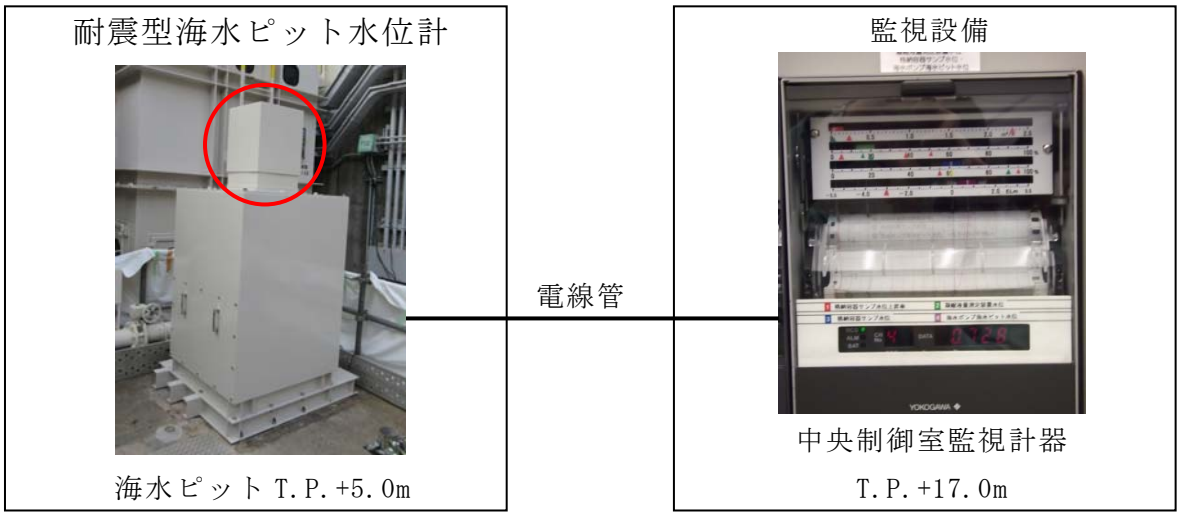


図 8-3-6　耐震型海水ピット水位計設備構成

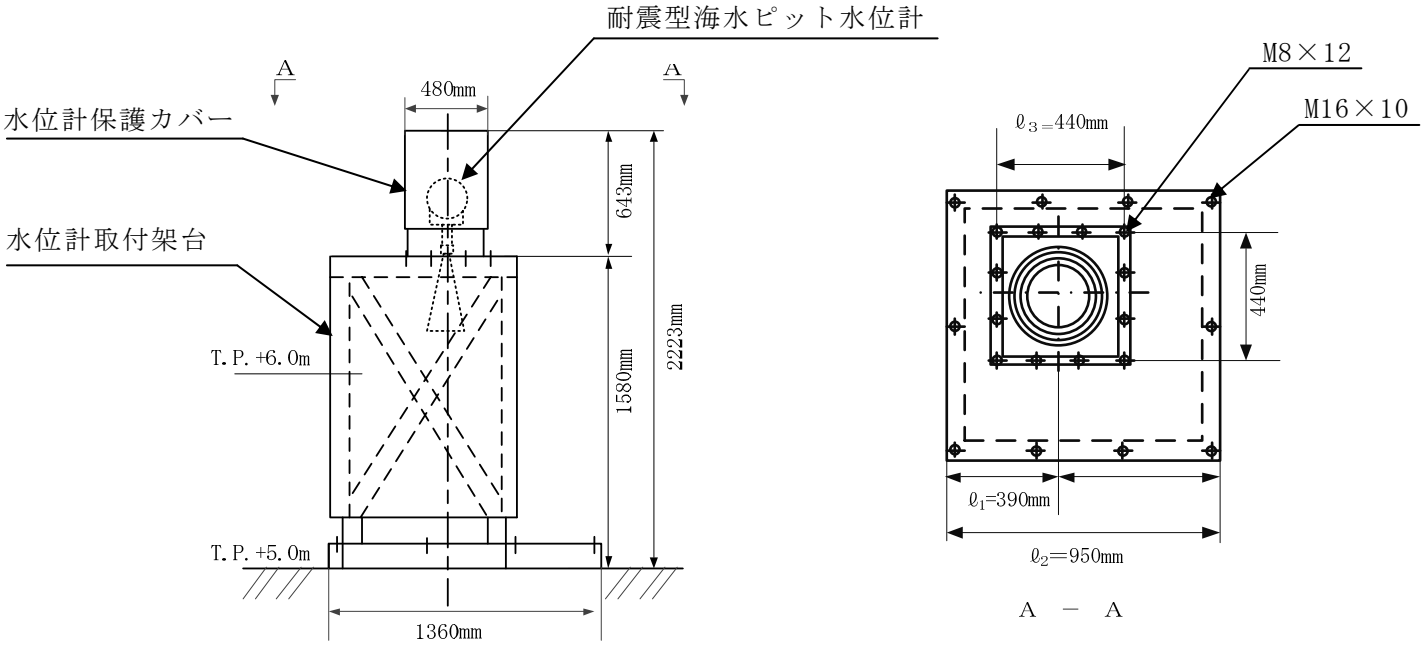


図 8-3-7　耐震型海水ピット水位計外形図

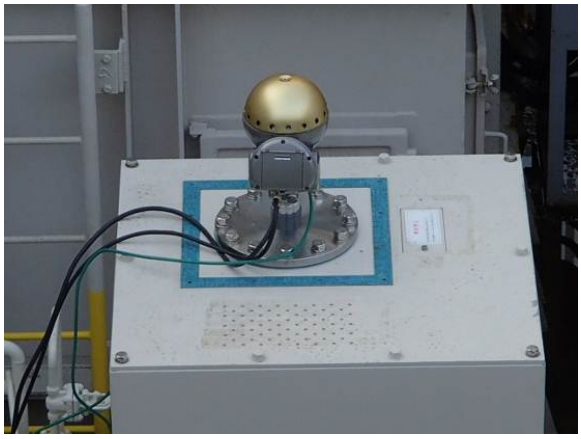


図 8-3-8　耐震型海水ピット水位計取付図

図 8-3-9　耐震型海水ピット水位計配置図

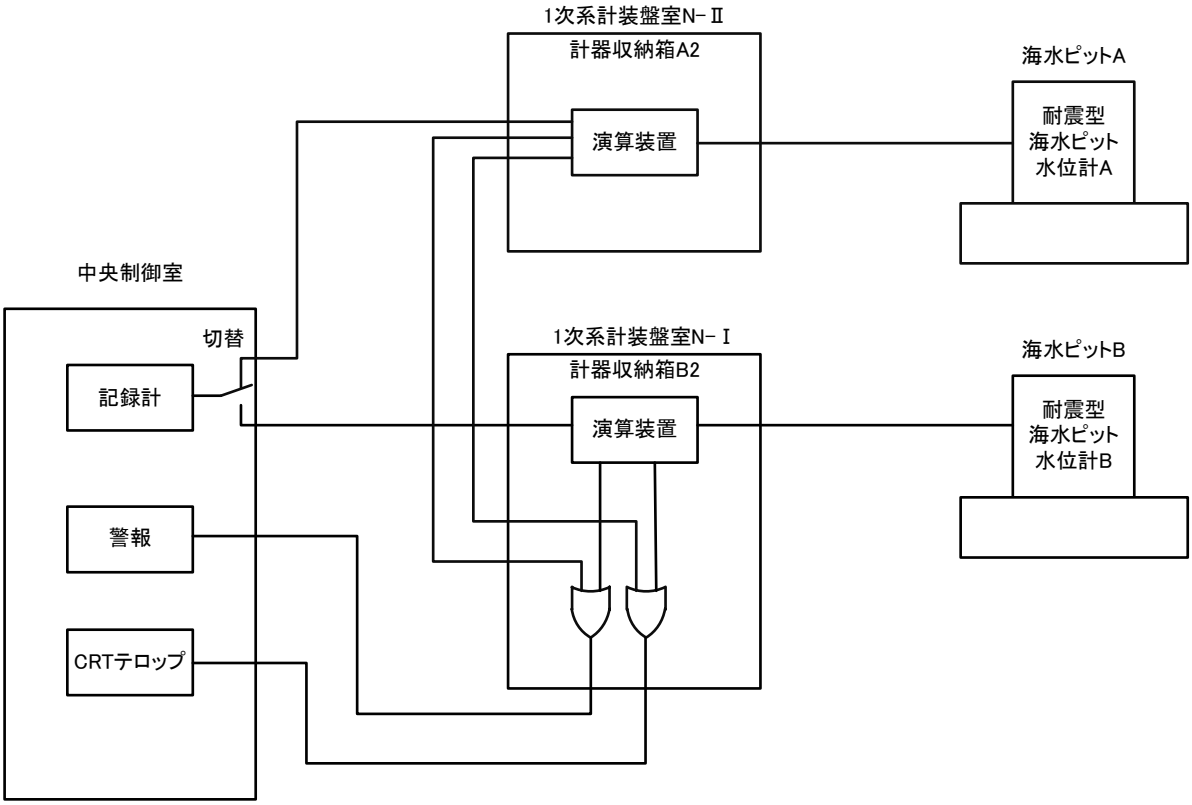


図 8-3-10　耐震型海水ピット水位概略構成図

(3) 構造・強度評価及び機能維持評価

耐震型海水ピット水位計が使用条件および想定される自然条件下において要求される機能を喪失しないことを確認する。

想定される自然条件のうち、当該設備に対する影響が大きいと考えられる地震及び竜巻に対する評価方針を以下に示す。

a．地震

(a)評価方針

耐震型海水ピット水位計が基準地震動 Ss に対して要求される機能を喪失しないことを確認するため、耐震型海水ピット水位計取付架台に対する構造強度評価及び耐震型海水ピット水位計に対する機能維持評価を実施する。

(b)適用基準及び適用規格

・日本機械学会「発電用原子力設備規格　設計・建設規格」（JSME S NC1-2005/2007）
・日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針」（JEAG4601-1987）
・日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針　重要度分類・許容応力編」（JEAG4601・補-1984）
・日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針」（JEAG4601-1991　追補版）
・日本工業規格

(c)材料（強度評価対象部位）

・耐震型海水ピット水位計取付架台　　SUS304
・架台取付けボルト　　SUS304

(d)荷重の組み合わせ

常時荷重、地震荷重及び自然条件（積雪、風荷重）を適切に組み合わせる。

b．竜巻

竜巻に対する評価は、「第六条　外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻）　竜巻に対する防護」による。

8．4　施設・設備等の設計・評価に係る検討事項

8．4．1　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、津波の繰返し作用の考慮）を満足すること。

・各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重（浸水高、波力・波圧、洗掘力、浮力等）について、入力津波から十分な余裕を考慮して設定すること。

・サイトの地学的背景を踏まえ、余震の発生の可能性を検討すること。

・余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組み合わせを考慮すること。

・入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰返し襲来による作用が津波防護機能、浸水防止機能へ及ぼす影響について検討すること。

【検討方針】

津波防護施設、浸水防止設備の設計に当たって、津波荷重の設定、余震荷重の考慮、津波の繰返し作用の考慮に関しては、次に示すことを満足していることを確認する。（検討結果参照）

・各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重（浸水高、波力・波圧、洗掘力、浮力等）について、入力津波から十分な余裕を考慮して設定している。

・サイトの地学的背景を踏まえ、余震の発生の可能性を検討する。

・安全側の評価として、基準津波の波源の活動に伴い発生する本震レベルを余震とした荷重と入力津波による荷重との組み合わせを考慮している。

・入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰返しの襲来による作用が津波防護機能及び浸水防止機能へ及ぼす影響について検討する。

【検討結果】

津波荷重の設定、余震荷重の考慮及び津波の繰返し作用の考慮のそれぞれについては、以下の通りである。

(1) 津波荷重の設定

津波荷重の設定について、以下の不確かさを考慮する。

・入力津波が有する数値計算上の不確かさ

・各施設・設備等の機能損傷モードに対応した荷重の算定過程に介在する不確かさ

(2) 余震荷重の考慮

余震荷重と基準津波の荷重の組み合わせを考慮すべき設備の設計にあたり、余震による地震荷重を定義して考慮する。

(3) 津波の繰返し作用の考慮

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

・循環水系機器・配管損傷による津波浸水量について、入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰返しの襲来を考慮している。

・基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積については、基準津波に伴う砂移動の数値シミュレーションにおいて、津波の繰返しの襲来を考慮している。

・基準津波に伴う海水取水口付近を含む敷地前面及び敷地近傍の寄せ波及び引き波の方向を分析した上で、漂流物の可能性を検討し、海水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。

8．4．2　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、漂流防止装置又は津波防護施設・設備への影響防止措置を施すこと。

【検討方針】

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

【検討結果】

・発電所構外については、発電所近傍５km の範囲を、発電所構内については遡上域である荷揚岸壁周辺及び標高５ｍ高さ護岸部（５ｍ盤）を網羅的に調査し、漂流物となる可能性のあるものを抽出した。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。

その結果、漂流物となる可能性があるものとして、発電所近傍を航行する船舶・漁船、発電所構内の資機材等が挙げられるが、いずれも津波の流向等を考慮すると海水取水口への漂流物とならないことを確認した。

漂流物の衝突荷重については，海水取水路及び海水ピット内の構造物について，漂流物となる可能性を評価の上，その設置場所，構造等を考慮して，組み合わせる。なお，発電所構外の漂流物は，海水取水口呑口に到達しないことから，海水取水口には流入せず，衝突荷重として考慮する必要はない。

審査ガイドとの整合性（耐津波設計方針）

審査ガイドとの整合性（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」と「伊方発電所 3 号炉 耐津波設計方針」との耐津波設計方針等の整合性について示す。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所3 号炉 耐津波設計方針との適合状況
Ⅱ．　耐津波設計方針 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。	Ⅱ．　耐津波設計方針 1. 総則 ―

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
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。	2. 基本方針 2.1 基本方針の概要 伊方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、以下の要求事項を満たした設計方針とする。 (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。下記(3)において同じ。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とする。また、取水路及び放水路等の経路から流入させない設計とする。【3.】 (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。【4.】 (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。【5.】 (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。【6.】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
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。	

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況

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 一 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 一 ②
3.3 入力津波の設定	第二章 第五条	３ 五 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 七
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 一～三
4.2 敷地への浸水防止（外郭防護）	第二章 第五条	３ 一 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 二 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 三
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 四、六
4.6 津波監視	第二章 第五条	３ 五
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 五 ③、六
5.2 浸水防止設備の設計	第二章 第五条	３ 五 ④、六
5.3 津波監視設備の設計	第二章 第五条	３ 五 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 五 ⑦

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
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（3.項） (2) 津波防護方針 略（4.項） (3) 施設・設備の設計方針 略（5.項）	2.2 安全審査範囲及び事項 －

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
なお、耐津波設計に係る審査において、対象となる施設・設備の意味及び例は以下のとおりである。 ・津波防護施設、浸水防止設備： 耐震Ｓ クラス※ の施設に対して津波による影響が発生することを防止する施設・設備 例： 津波防護施設として、防潮堤、盛り土構造物、防潮壁等。浸水防止設備として、水密扉、壁・床の開口部・貫通部の浸水対策設備（止水板、シール処理）等。 ・津波監視設備： 敷地における津波監視機能を有する設備 例： 津波監視設備として、敷地の潮位計及び取水ピット水位計、並びに津波の襲来状況を把握できる屋外監視カメラ等。 ・津波影響軽減施設・設備：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 例： 津波影響軽減施設として、港湾部の防波堤等。 ※ 地震により発生する可能性のある安全機能の喪失及びそれに続く環境への放射線による影響を防止する観点から、重要な安全機能を有する施設	

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況

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
(1)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	—	◎	評価の妥当性
	③入力津波	—	◎	
	④水位変動、地殻変動	—	◎	考慮の妥当性
(2)津波防護方針	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	敷地への浸水経路・対策	◎	経路・ 対策の妥当性
		流入経路・対策	◎	
		津波防護施設	◎	位置・仕様※4
		浸水防止設備※2	○	設置の方針
	③外郭防護２	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	○	設置の方針
	④内郭防護	浸水防護重点化範囲※2	○	基本設計による 範囲設定 及び方針
		浸水防止設備※2	○	仕様の方針
	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	○	設置の方針
(3)設計方針	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
	⑤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	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
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 (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 耐震Ｓクラスの屋外設備 ③ 津波防護施設（防潮堤、防潮壁等） ④ 浸水防止設備（水密扉等）※ ⑤ 津波監視設備（潮位計、取水ピット水位計等） ※ ※ 基本設計段階で位置が特定されているもの ⑥ 敷地内（防潮堤の外側）の遡上域の建物・構築物等（一般建物、鉄塔、タンク等）	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より、以下を示す。 (1)敷地及び敷地周辺の地形、標高、河川の存在 伊方発電所を設置する敷地は、愛媛県の伊予灘に面した佐田岬半島の付け根に位置する。敷地の形状は、おおむね半円形状で標高 200m 前後の山に囲まれた起伏の多い丘陵地である。敷地周辺の地形は、標高 300m 程度の山頂から急こう配で海に向かっている。敷地前面海域に流入する河川はないが、東方約 20km 地点に一級河川の肱川がある。敷地は、主に T.P.+10.0m、T.P.+32.0m、T.P.+84.0m の高さに分かれている。【1.2(1)】 (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.+10.0m の敷地に原子炉建屋（原子炉格納施設、原子炉周辺補機棟及び燃料取扱棟を含む。）及び原子炉補助建屋を設置する。 ②屋外設備としては、T.P.+10.0m の敷地地下部に海水管ダクト、燃料油貯油槽、燃料油配管ダクトを設置し、T.P.+10.0m の敷地に海水ポンプエリア、原子炉建屋屋上の T.P.+25.9m に補助給水タンク、T.P.+84.0m の敷地に重油タンクを設置する。 ③津波防護施設として、海水ピットに海水ピット堰を設置する。 ④ 浸水防止設備として、海水ポンプエリアに水密扉、水密ハッチ、床ドレンライン逆止弁の設置及び貫通部止水処置を実施し、海水管ダクトに床ドレンライン逆止弁を設置する。原子炉建屋及び原子炉補助建屋とタービン建屋との境界に

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
	水密扉、床ドレンライン逆止弁の設置及び貫通部止水処置を実施する。 ⑤津波監視設備として、海水ピットのT.P.約+６ｍに耐震型海水ピット水位計を設置し、原子炉建屋屋上のT.P.+46.8mに海面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、T.P.+4.5mの敷地に雑固体処理建屋等の建屋、荷揚岸壁等を設置する。 【別添資料（1.2(2)】
(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)敷地周辺の人工構造物の位置、形状等 ①港湾施設としては、発電所構内に荷揚岸壁があるが、発電所構外近傍に大型の港湾施設はない。 ③海上設置物としては、周辺の漁港に船舶・漁船が約 150 隻係留されている。また、発電所東側に定置網、発電所西側の漁港に浮桟橋がある。 ④敷地周辺の状況としては、民家や倉庫がある。 ⑤敷地前面海域における通過船舶としては、発電所沖合約13kmに一般航路があり、発電所沖合約18kmに阪神－九州間の定期航路がある。 【別添資料（1.2(3)】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所3 号炉 耐津波設計方針との適合状況
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。 ・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。	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 【要求事項等への対応方針】 基準津波による次に示す事項を考慮した遡上解析を実施して、遡上波の回り込みを含め敷地への遡上の可能性を検討する。 ・敷地及び敷地周辺の地形とその標高 ・敷地沿岸域の海底地形 ・津波の敷地への浸入角度 ・陸上の遡上・伝播の効果 ・伝播経路上の人工構造物 【確認状況】 (1)上記の検討方針について、遡上解析の手法、データ及び条件を以下のとおり確認する。 ① 敷地周辺の遡上解析に当たっては、遡上解析上影響を及ぼす斜面や道路等の地形とその標高、及び伝播経路上の人工構造物の設置状況を考慮し、遡上域のメッシュサイズ（6.25m）に合わせた形状にモデル化する。 ② 敷地沿岸域及び海底地形は、海上保安庁の海図等に加え、平成25年8月に実施したナローマルチビーム測深による高精度の海底地形調査結果を使用する。 ③ 発電所の東方約20km地点に一級河川の肱川があるが、敷地から十分離れており、敷地への遡上波に影響することはない。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
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。	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、解析条件を適切に設定し、遡上域モデルを作成する。 ⑤ 伝ぱ経路上の人工構造物について、図面を基に遡上解析上影響を及ぼす建屋等の構造物を考慮する。 【1.3 (1)】
(2)敷地周辺の遡上・浸水域の把握に当たっての考慮事項に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。	(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 敷地前面・側面及び敷地周辺の津波の侵入角度及び速度、並びにそれらの経時変化を把握する。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する。 ② 発電所敷地前面又は津波浸入方向に正対した面における敷地について、その標高の分布と津波の遡上高さの分布を比較すると、遡上波が荷揚岸壁周辺の敷地に地上部から到達、流入する可能性があるが、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画の設置された敷地に地上部から到達、流入する可能性はない。なお、荷揚岸壁周辺の遡上波については、漂流物の影響評価において考慮する。 ③ 敷地の地形、標高の局所的な変化等による遡上波の敷地への回り込みを考慮する。 【1.3 (1)、3.1】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
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 Ss による被害想定を基に遡上解析の初期条件として設定していることを確認する。	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】 次に示す可能性があるかについて検討し、可能性がある場合は、敷地への遡上経路に及ぼす影響を検討する。 ・基準地震動に起因する変状による地形の変化 ・繰返し襲来する津波による洗掘・堆積による地形の変化 【確認状況】 (1)遡上解析に当たっては、遡上及び流下経路上の地盤並びにその周辺の地盤について、地震による液状化、流動化又はすべり、標高変化を考慮した遡上解析を実施し、遡上波の敷地への到達（回り込みによるものを含む。）の可能性について確認する。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箇所はない。 【1.3 (2)】 (2)敷地周辺の遡上経路には河川は存在しない。 【1.3 (2)】 (3)遡上波の敷地への到達の可能性に係る検討に当たっては、基準地震動（平成 25 年 7 月 8 日時点）に伴う地形変化、標高変化が生じる可能性について、敷地地盤のうち埋立部の変形や、敷地の沈下について検討を行った結果、護岸部で 10cm 程度の敷地の沈下が想定された。３号炉の敷地地盤は、岩盤部と埋立部から構成されており、埋立部については地山を切

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所3 号炉 耐津波設計方針との適合状況
(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。	り取り埋め立てた岩石主体の地盤であることから、基準地震動が作用した場合においても沈下量はわずかと考えられるが、遡上解析の初期条件として、安全側に1ｍの敷地の沈下を考慮する。 【1.3 (2)】 (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。 【1.3 (2)】
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。	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、「伊方発電所3号炉　津波の評価について」（以下、「津波評価」という。）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。
【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・	【確認状況】 (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。潮位変動については、入力津波を設計、評価に用いる場合に考慮する。【1.4】 (2)入力津波の設定に当たっては、津波の高さ、速度、衝撃力に着目し、各施設・設備において算定された数値を安全側に評価した値を入力津波高さや速度として設定することで、各施設・設備の構造・機能の損傷に影響する浸水高、波力・波圧

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３号炉 耐津波設計方針との適合状況
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。	について安全側に評価する。また、浸水防止設備等の新規の施設・設備の設計においては、入力津波高さ以上の高さの津波を設計荷重とし、より安全側の評価を行う。 【1.4】
(3)施設が海岸線の方向において広がりを有している場合（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。	(3)伊方発電所は内海に面しており、海岸線の方向において広がりを有する防波堤等の施設は設置されていない。【1.4】
(4)基準津波及び入力津波の設定に当たっては、津波による港湾内の局所的な海面の固有振動の励起について、以下の例のように評価し考慮していることを確認する。 ① 港湾内の局所的な海面の固有振動に関しては、港湾周辺及び港湾内の水位分布、速度ベクトル分布の経時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。 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）	(4)３号炉は海岸線の方向において広がりを有する防波堤等の施設を設置していないことから、局所的な海面の固有振動による励起は生じることはないと考えられ、発電所沖合（基準津波定義地点）の時刻歴水位と発電所周辺（評価地点）の時刻歴水位を比較しても、局所的な海面の固有振動による励起は生じていない。【1.4】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
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）及び望（満月）の日から５日以内に観測された、各月の最高満潮面及び最低干潮面を１年以上にわたって平均した高さの水位をそれぞれ、朔望平均満潮位及び朔望平均干潮位という 潮汐以外の要因による潮位変動についても適切に評価し考慮すること。地震により陸域の隆起または沈降が想定される場合、地殻変動による敷地の隆起または沈降及び、強震動に伴う敷地地盤の沈下を考慮して安全側の評価を実施すること。 【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。	3.4 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を考慮して安全側の評価を実施する。 ・潮汐以外の要因による潮位変動として高潮について適切に考慮する。また、地震により陸域の隆起または沈降が想定されるため、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。 【確認状況】 (1)朔望平均潮位は、敷地周辺の観測地点「長浜」における観測記録に基づき設定する。また、観測地点「長浜」は 2009 年をもって廃止となっているため、潮位観測記録が十分あり観測地点「長浜」と相関のある最寄りの観測地点「松山」における潮位観測記録に基づき、潮位のばらつきを評価する。 なお、潮位検出の仕様は観測地点「長浜」ではフロート式、観測地点「松山」では電波式である。【1.5】 (2)上昇側の水位変動に対しては朔望平均満潮位 T.P.+1.62m 及び潮位のばらつき 0.19m を考慮し、下降側の水位変動に対しては朔望平均干潮位 T.P.-1.69m 及び潮位のばらつき 0.22m を考慮する。【1.5】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所3 号炉 耐津波設計方針との適合状況
(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。	(3)潮汐以外の要因による潮位変動について、以下のとおり評価し考慮する。 ① 観測地点「松山」における至近約50年（1961年～2010年）の潮位観測記録に基づき、高潮発生状況（発生確率、台風等の高潮要因）を確認する。 ② 観測地点「長浜」の入手可能な観測記録と観測地点「松山」の潮位の記録を整理して作成した両観測地点間の潮位相関式を用いて高潮要因の発生履歴及びその状況を考慮して、高潮の発生可能性とその程度（ハザード）について検討する。 ③ 基準津波による水位の年超過確率は 10^{-6}～10^{-7} 程度であり、独立事象としての津波と高潮が重畳する可能性は極めて低いと考えられるものの、高潮ハザードについては、プラント運転期間を超える再現期間 100 年に対する期待値 T.P.+2.13m と、入力津波で考慮した朔望平均満潮位 T.P.+1.62m 及び潮位のばらつき 0.19m の合計との差である 0.32m を外郭防護の裕度評価において参照する。 【1.5 (4)】
(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。 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。	(4)地震により陸域の隆起または沈降が想定されるため、以下のとおり地殻変動量を考慮して安全側の評価を実施する。 ① 基準津波の波源である敷地前面海域の断層群（中央構造線断層帯：海域部）に想定される地震について、広域的な地殻変動を考慮する。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所3 号炉 耐津波設計方針との適合状況
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。	② プレート間地震の活動については、南海トラフ及び琉球海溝の巨大地震に伴う津波評価を実施しており、評価の結果、敷地での水位変動量は基準津波より小さく、地震活動による地盤変動量を考慮しても発電所の安全性に影響を及ぼさないことを確認する。
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。	③ 入力津波の波源モデルから算定される地殻変動量は、発電所敷地において、0.36m から 0.40m の沈降量、0.34m の隆起量が想定されるため、上昇側の水位変動に対して安全評価を実施する際には、0.36m から 0.40m の沈降を考慮し、下降側の水位変動に対して安全評価を実施する際には、0.34m の隆起を考慮する。
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。 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。 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。	④ 地殻変動の隆起又は沈降について、以下のとおり考慮する。 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か、又は下降側評価水位から隆起量を差し引いて比較する。 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か、又は上昇側評価水位に沈降量を加算して比較する。なお、上昇側の水位変動に対して安全評価する際には、地殻変動は沈降するものとする。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
⑤ 基準地震動評価における震源モデルから算定される広域的な地殻変動についても、津波に対する安全性評価への影響を検討する。 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。	⑤ 基準地震動評価における震源モデルから算定される広域的な地殻変動についても、津波に対する安全性評価への影響を検討する。 ⑥ 国土地理院発表の最新の地殻変動を参照すると、東北地方太平洋沖地震により発電所周辺では広域的な余効変動は継続していない。 【1.5 (5)】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
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。	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の基本方針を敷地及び敷地周辺全体図、施設配置図等により明示する。 ・浸水防止設備、津波監視設備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)敷地の特性に応じた基本方針は、以下のとおりである。 ①設計基準対象施設の津波防護対象設備（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。下記③において同じ。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とする。また、取水路及び放水路等の経路から流入させない設計とする。 ②取水・放水施設及び地下部等において、漏水する可能性を考慮の上、漏水による浸水範囲を限定して、重要な安全機能への影響を防止できる設計とする。 ③上記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水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響を防止できる設計とする。 ⑤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。 【2.1】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
(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。	(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）を示す。 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、原子炉建屋（原子炉格納施設、原子炉周辺補機棟及び燃料取扱棟を含む。）及び原子炉補助建屋、屋外設備として海水ポンプエリア、海水管ダクト、燃料油貯油槽、燃料油配管ダクト、原子炉建屋屋上の補助給水タンク及び重油タンクを設定する。 海水取水路から津波を流入させない設計とするため、外郭防護として、海水ポンプエリアに水密扉、水密ハッチ、床ドレンライン逆止弁の設置及び貫通部止水処置を実施し、海水管ダクトに床ドレンライン逆止弁を設置する。 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、原子炉建屋及び原子炉補助建屋とタービン建屋との境界に水密扉、床ドレンライン逆止弁の設置及び貫通部止水処置を実施する。 引き波時の海水ピット水位の低下に対して、海水ポンプの取水可能水位を維持するため、海水ピット堰を設置する。 地震発生後、津波が発生した場合に、その影響を俯瞰的に把握するため、津波監視設備として、海水ピットに耐震型海水ピット水位計を設置し、原子炉建屋屋上に海面監視カメラを設置する。【2.2】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
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。 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。 (2)津波防護施設の位置・仕様を確認する。 ① 津波防護施設の種類（防潮堤、防潮壁等）及び箇所 ② 施設ごとの構造形式、形状 (3)津波防護施設における浸水防止設備の設置の方針に関して、以下を確認する。 ① 要求事項に適合するよう、特定した遡上経路に浸水防止設備を設置する方針であること。	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（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、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あることを確認する。また、基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には、津波防護施設、浸水防止設備の設置により遡上波が到達しないようにする。 【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、以下を確認する。 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が設置されている周辺敷地高さは T.P.+10.0m 以上であり、津波による遡上波は地上部から到達、流入しない。 ② 遡上波の地上部からの到達、流入の防止として、地山斜面、盛土斜面等の活用はしていない。 【3.1】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所3 号炉 耐津波設計方針との適合状況
② 止水対策を実施する予定の部位が列記されていること。以下、例示。 a)電路及び電線管貫通部、並びに電気ボックス等における電線管内処理 b)躯体開口部（扉、排水口等）	
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 海域に連接する水路から建屋、土木構造物地下部へのバイパス経路（水路周辺のトレンチ開口部等） 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	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について検討した上で、流入の可能性のある経路（扉、開口部、貫通部等）を特定する。 特定した経路に対して、浸水対策を施すことにより津波の流入を防止する。 【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 海域に連接する水路から敷地への津波の流入する可能性のある経路としては、下表のとおり流入経路を特定した。

系統		流入経路
取水路	海水系	海水ピット、海水管ダクト（海水管含む）
	循環水系	取水ピット、循環水管、電気ケーブルダクト、屋外配管ダクト
放水路	海水系	放水ピット、原子炉補機冷却海水放水管
	循環水系	放水ピット、循環水管
	その他排水管	クリーンアップ系外ブロー管、 海水排水放水管、 処理水排水管、 濃縮海水放水管
屋外排水路		雨水排水路

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所3 号炉 耐津波設計方針との適合状況
	特定した流入経路から、津波が流入する可能性について検討を行い、高潮ハザードの再現期間 100 年に対する期待値を踏まえた裕度と比較して、余裕があることを確認する。 【3.2】
(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	(2)－
(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。 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。	(3)特定した流入経路における浸水防止設備については、以下のとおりである。 ① 浸水防止設備として、海水ポンプエリア床面には水密ハッチ及び床ドレンライン逆止弁を設置し、海水管ダクト床面には床ドレンライン逆止弁を設置する。また、除塵装置エリアから海水ポンプエリアへ津波が流入することを防止するため、海水ポンプエリア壁面の貫通部には止水処置を実施し、除塵装置エリアから海水ポンプエリアへの連絡通路には水密扉を設置する。なお、水密ハッチはボルトにより閉止する構造とする。
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。 a)配管貫通部 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 c)空調ダクト貫通部 d)躯体開口部（扉、排水口等）	② 設置位置 ・海水ポンプエリアへの連絡通路：水密扉 ・海水ポンプエリア及び海水管ダクトの床面 ：水密ハッチ、床ドレンライン逆止弁 ・海水ポンプエリア壁面：貫通部止水処置 【水密扉】【貫通部止水処置】 海水取水路から除塵装置エリアを経由して津波が海水ポンプエリアへ流入することを防止する。 【水密ハッチ】【床ドレンライン逆止弁】 海水ポンプエリア床面からの津波の流入を防止する。 【3.2】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
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） 4.3.1 漏水対策 【規制基準における要求事項等】 取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性を検討すること。 漏水が継続することによる浸水の範囲を想定（以下「浸水想定範囲」という。）すること。 浸水想定範囲の境界において浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定すること。 特定した経路、浸水口に対して浸水対策を施すことにより浸水範囲を限定すること。 【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。	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） 4.3.1 漏水対策 【要求事項等への対応方針】 取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性を検討する。 漏水が継続する場合は、浸水想定範囲を明確にし、浸水想定範囲の境界において浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定する。 また、浸水想定範囲がある場合は、浸水の可能性のある経路、浸水口に対して浸水対策を施すことにより浸水範囲を限定する。 【確認状況】 (1) 取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設及び地下部等における漏水の可能性を検討した結果、海水ピットにある海水ポンプエリアについては、基準津波が海水取水路から流入する可能性があるため、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」という。）として想定する。 浸水想定範囲への浸水の可能性がある経路として、海水ポンプエリアの壁にケーブル、配管及び電線管の貫通部が挙げられるため、止水処置を実施する。海水ポンプエリアの床に点検用の開口部が挙げられるため、水密ハッチを設置する。また、除塵装置エリアから海水ポンプエリアへの連絡通路には水密扉を設置し、海水ポンプエリア及び海水管ダクトの床ドレンラインには逆止弁を設置する。 また、海水ポンプエリアに設置され、漏水により津波の浸水経路となる可能性がある海水ポンプ本体に接続されている非常用タンクベント配管等については、浸水想定範囲の

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
	浸水量評価において考慮する。 【4.1】
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。 【確認内容】 (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。	4.3.2 安全機能への影響確認 【要求事項等への対応方針】 浸水想定範囲及びその周辺に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。）がある場合は、防水区画化する。必要に応じて防水区画内への浸水量評価を実施し、安全機能への影響がないことを確認する。 【確認状況】 (1)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を設置しているため、当該エリアを防水区画化する。 防水区画化した海水ポンプエリアに設置され，海水ポンプ本体に接続されている非常用タンクベント配管等並びに浸水防止設備として設置する、水密扉、水密ハッチ及び床ドレンライン逆止弁については、漏水による浸水経路となる可能性があるため、浸水量を評価し、安全機能への影響がないことを確認する。 【4.2】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
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】 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。 【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。	4.3.3 排水設備設置の検討 【要求事項等への対応方針】 浸水想定範囲における長期間の冠水が想定される場合は、排水設備を設置する。 【確認状況】 (1)保守的な浸水量評価の結果、浸水水位はごくわずかであり、長期間の滞留も考えにくいことから、排水設備は不要である。 【4.3】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
4.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護） 4.4.1 浸水防護重点化範囲の設定 【規制基準における要求事項等】 重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び区画については、浸水防護重点化範囲として明確化すること。 【確認内容】 (1)重要な安全機能を有する設備等（耐震Ｓクラスの機器・配管系）のうち、基本設計段階において位置が明示されているものについては、それらの設備等を内包する建屋、区画が津波防護重点範囲として設定されていることを確認する。 (2)基本設計段階において全ての設備等の位置が明示されているわけではないため、工事計画認可の段階において津波防護重点化範囲を再確認する必要がある。したがって、基本設計段階において位置が確定していない設備等に対しては、内包する建屋及び区画単位で津波防護重点化範囲を工認段階で設定することが方針として明記されていることを確認する。	4.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護） 4.4.1 浸水防護重点化範囲の設定 【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（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については、浸水防護重点化範囲として明確化する。 【確認状況】 (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、原子炉建屋（原子炉格納施設、原子炉周辺補機等及び燃料取扱棟を含む。）及び原子炉補助建屋、屋外設備として海水ポンプエリア、海水管ダクト、燃料油貯油槽、燃料油配管ダクト、原子炉建屋屋上の補助給水タンク及び重油タンクであり、浸水防護重点化範囲として設定する。 (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。）を内包する建屋及び区画は、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する。 【5.1】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
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。	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（扉、開口部、貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を実施する。 【確認状況】 (1)津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量については、以下のとおり地震による溢水の影響も含めて確認を行い、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口を特定し、浸水対策を実施する。具体的には、タービン建屋から浸水防護重点化範囲への地震による循環水管の損傷箇所からの津波の流入等を防止するため、水密扉、床ドレンライン逆止弁の設置及び貫通部止水処置を実施する。実施に当たっては、以下ａ、ｂの影響を評価する。なお、屋外タンク等の損傷による海水ポンプエリアに及ぼす影響ついては、津波の影響がないことから、別途実施する内部溢水の影響評価において、壁、扉、堰等により海水ポンプエリアへ流入させない設計とする。 a.　地震に起因するタービン建屋内の循環水管伸縮継手の破損及び耐震性の低い２次系機器及び屋外タンク等の損傷により保有水が溢水するとともに、津波が取水ピット及び放水ピットから循環水管に流れ込み、循環水管の損傷箇所を介して、タービン建屋内に流入することが考えられる。このため、タービン建屋内に流入した津波により、タービン建屋に隣接する浸水防護重点化範囲（原子炉建屋及び原子炉補助建屋）へ

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
	の影響を評価する。 b.　地下水については、地震時の地下水の流入が浸水防護重点化範囲へ与える影響について評価する。
(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。	(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、以下のとおり安全側の想定を実施する。 ① タービン建屋における溢水については、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次系設備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出する。なお、地震時のタービン建屋の地下部外壁からの地下水の流入が考えられるため、地下水の流入量をタービン建屋内の流入量評価において考慮する。 ② 屋外タンク等の損傷による溢水は、タービン建屋内に流入する可能性があるため、屋外タンクの保有水による溢水量をタービン建屋内の流入量評価において考慮する。 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、津波の繰返しの襲来を考慮し、タービン建屋の溢水水位は津波等の流入の都度上昇するものとして計算する。また、取水ピット水位及び放水ピット水位が低い場合、流入経路を逆流してタービン建屋外へ流出する可能性があるが、保守的に一度流入したものはタービン建屋外へ流出しないものとして評価する。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
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日当たりの排水量の実績値に対して、外部の支援を期待しない約７日間の積算値を採用する等、安全側の仮定条件で算定していること。 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。	④ 機器・配管等の損傷による浸水範囲、浸水量については、損傷箇所を介してのタービン建屋への津波の流入、内部溢水等の事象想定も考慮して算定する。 ⑤ 地下水の流入については、１日当たりの湧水（地下水）の排水量の実績値に対して、湧水ピットポンプの排出量は大きく上回ること、また、湧水ピット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。 また、地震によるタービン建屋の地下部外壁からの流入については、タービン建屋の想定浸水水位と安全側に設定した地下水位を比較して流入量を算定する。 ⑥ 津波及び溢水により浸水を想定するタービン建屋地下部において、施工上生じうる建屋間の隙間部には、止水処置を行い、浸水防護重点化範囲への浸水を防止する設計とする。 【5.2】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
4.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止 4.5.1 非常用海水冷却系の取水性 【規制基準における要求事項等】 非常用海水冷却系の取水性については、次に示す方針を満足すること。 ・基準津波による水位の低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計であること。 ・基準津波による水位の低下に対して冷却に必要な海水が確保できる設計であること。 【確認内容】 (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。 ① 取水路の特性に応じた手法が用いられていること。（開水路、閉管路の方程式） ② 取水路の管路の形状や材質、表面の状況に応じた摩擦損失が設定されていること。	4.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止 4.5.1 非常用海水冷却系の取水性 【要求事項等への対応方針】 ・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である。 ・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である。 【確認状況】 (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。 ① 開水路及び管路において非定常管路流の連続式及び運動方程式を用いて管路解析を実施する。 ② 海水取水口から海水ピットに至る系をモデル化し、管路の形状、材質及び表面の状況に応じた摩擦損失を考慮するとともに、海水ポンプの稼働状態、貝付着の有無及びスクリーン等の有無を不確かさとして考慮した計算条件とし、計算結果に潮位のばらつきの加算や安全側に評価した値を用いる。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
(2)前述（3.4(4)）のとおり地殻変動量を安全側に考慮して、水位低下に対する耐性（海水ポンプの仕様、取水口の仕様、取水路又は取水ピットの仕様等）について、以下を確認する。 ① 海水ポンプの設計用の取水可能水位が下降側評価水位を下回る等、水位低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計方針であること。 ② 引き波時の水位が実際の取水可能水位を下回る場合には、下回っている時間において、海水ポンプの継続運転が可能な貯水量を十分確保できる取水路又は取水ピットの構造仕様、設計方針であること。 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。	(2)前述(3.4(4))のとおり地殻変動量を安全側に考慮して、水位低下に対する耐性(海水ポンプの仕様、取水口の仕様、取水路又は取水ピットの仕様等)について、以下を確認する。 ① 管路解析にて得られた、海水ピット内の基準津波による下降側の津波高さはT.P.-4.4m（地盤変動量として0.34mの隆起及び潮位のばらつきとして0.22mを考慮した値）であり、水理試験にて確認した海水ポンプの取水可能水位T.P.-4.10mを一時的に下回る。したがって、基準津波による引き波時の海水ピット水位の低下に対して、海水ポンプ取水可能水位を維持するため、海水ピット内に海水ピット堰を設置する。 ② 海水ピット堰には開閉式のフラップゲートを設置し、通常時及び押し波時にフラップゲートが開き、海水ピット内に海水を導水するとともに、引き波時に海水ピット内外の水位差によりフラップゲートが閉まり，海水ピット内に海水を保持できる構造とする。海水ピット堰は、仮に海水ポンプ４台運転が継続したとしても、海水ポンプの継続運転が可能な取水量を十分確保できる設計とする。海水ピット堰がある場合、管路解析にて得られた、海水ピットの入力津波高さはT.P.-3.9mであり、海水ポンプの取水可能水位を上回ることから、水位低下に対して海水ポンプは機能保持できる。 なお、伊方３ 号炉の原子炉補機冷却海水系の海水取水路及び海水ピットは循環水系の取水路及び取水ピットと独立して設置することにより、循環水ポンプの運転は海水ポンプの取水性に影響を及ぼさない。 【6.1】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
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、次に示すとおりである。 ・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は機能保持できる設計であることを確認する。 【確認状況】 (1) 海水取水口は、呑口の下端高さが [redacted] であり、T.P.-8.22m の海底面より [redacted] 高い位置にある。砂移動に関する数値シミュレーションを実施した結果、海水取水口付近での最大堆積量は 0.01m 以下であり、砂移動・堆積に伴って、海水取水口が閉塞することはない。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
(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) 発電所周辺の砂の平均粒径は0.27mmで、数ミリ以上の砂はごくわずかであることに加えて、粒径数ミリの砂は浮遊し難いものであることを踏まえると、大きな粒径の砂はほとんど混入しないと考えられるが、海水ポンプ取水時に浮遊砂の一部が軸受潤滑水ラインに混入した場合でも、同ラインに設置されているメッシュ径約１mm のストレーナで除去できる構造とする。また、砂が海水ポンプ軸受部まで到達した場合においても、海水ポンプの軸受に設けられた約3.7mmの異物逃がし溝から排出される構造とする。これらのことから、砂混入に対して海水ポンプの取水機能は保持できる。
(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)漂流物の取水性への影響 (a)漂流物の抽出方法 漂流物となる可能性のある施設・設備を抽出するため、発電所近傍については５kmの範囲を、発電所構内については、遡上域であるT.P.+4.5mの荷揚岸壁からT.P.+5.0mの護岸部を網羅的に調査する。設置物については、地震で倒壊する可能性のあるものは倒壊させた上で、浮力計算により漂流するか否かの検討を行う。 (b)抽出された漂流物となる可能性のある施設・設備の影響確認 基準津波の遡上解析結果によると、T.P.+4.5mの荷揚岸壁からT.P.+5.0mの護岸部に遡上するものの、基準地震動による液状化等に伴う敷地の変状や潮位のばらつき（0.19m）を考慮しても浸水深は 1m～2m 程度である。これを踏まえ、基準津波による漂流物となる可能性のある施設・設備が、海水ポンプの取水性確保に影響を及ぼさないことを確認する。 この結果、発電所構内で漂流する可能性があるものとし

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
	て、荷揚岸壁にある資機材等が挙げられるが、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海水取水口へは向かわないため、取水性への影響はない。仮に海水取水口に向かったとしても、浮遊する漂流物は海水取水口上部に留まり、海水取水口呑口の高さが［　　］であり十分低いことから海水取水口呑口に到達せず、通水機能が損なわれるような閉塞は生じない。発電所構内の荷揚岸壁に停泊する燃料等輸送船は、荷揚岸壁に係留することにより、漂流させない設計とする。なお、津波波源が発電所から離れており時間的余裕がある場合、津波警報発令時には、係留を外し緊急退避ため，漂流物とはならない。 　また、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船舶・漁船が挙げられるが、大部分は西側護岸又は北側護岸で止まることから取水性に影響はない。 　一部、海水取水口に向かう船舶・漁船については海水取水口上部に留まり、海水取水口呑口の高さが［　　］であり十分低いことから海水取水口呑口に到達せず、通水機能が損なわれるような閉塞は生じない。 　原子炉補機冷却海水系の海水取水路及び海水ピット内の構造物については、その構造、設置位置を考慮し、漂流物となる可能性について評価を行い、海水ポンプの取水性に影響を及ぼさないことを確認する。 【6.2】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
4.6 津波監視 【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】 敷地への津波の繰返しの襲来を察知し、その影響を俯瞰的に把握するとともに、津波防護施設及び浸水防止設備の機能を確実に確保するために、津波監視設備を設置する。 【確認状況】 (1)津波監視設備基準津波による入力津波高さに対して波力、漂流物の影響を受けない位置に設置し、津波監視機能が十分に保持できる設計とする。また、基準地震動に対して、機能を喪失しない設計とする。設置の概要は以下のとおりである。 ・海面監視カメラ T.P.+46.8m の原子炉建屋屋上に設置し、昼夜問わず監視できるよう赤外線撮像機能を有したカメラを用い、中央制御室から監視可能な設計とする。 ・耐震型海水ピット水位計 海水ピットのT.P.＋６ｍに設置し、上昇側及び下降側の津波高さを計測できるよう、T.P.-5.5m～T.P.+6.0m を測定範囲とし、中央制御室から監視可能な設計とする 【7.1】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
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、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＋津波、常時＋津波＋地震（余震）	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（海水ピット堰）については、その構造に応じ、波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できる設計とする。 【確認状況】 (1)海水ピット堰の設計においては、基準地震動による地震力及び入力津波に対して津波防護機能が十分に保持できる設計とする。また、その構造に応じ、波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できる設計とする。 (2)以下の項目について、設定の考え方を示す。 ① 荷重組合せ 以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。 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、漂流物による荷重との組合せ、自然条件（積雪、風荷重） との組合せを適切に考慮する。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
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。	② 荷重の設定 以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組み合わせて設計を行う。 ⅰ）常時荷重：自重を考慮する。 ⅱ）地震荷重：基準地震動を考慮する。 ⅲ）津波荷重：海水ピットの入力津波高さを考慮する。押し津波襲来時に、海水ピット堰の強度上最も厳しくなるように堰内はドライとして設計する。また、津波波力を適切に考慮する。 ⅳ）漂流物荷重：海水取水口からの漂流物は想定されないため考慮しない。 ⅴ）余震荷重：余震荷重を定義し、余震荷重を設定する。
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、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、津波防護機能を保持すること。（なお、機能損傷に至った場合、補修に、ある程度の期間が必要となることから、地震、津波後の再使用性に着目した許容限界にも留意する必要がある。）	③ 許容限界 津波防護機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを基本として、津波防護機能を保持していることを確認する。 【8.1】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所3 号炉 耐津波設計方針との適合状況
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（水密扉、水密ハッチ、貫通部止水処置、床ドレンライン逆止弁）については、必要に応じて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) 浸水防護重点化範囲の境界にある開口部、貫通部、床ドレンラインに対して、浸水対策として水密扉及び水密ハッチの設置、貫通部のシール施工、逆止弁の設置を実施する。 基準津波による3号炉敷地前面の津波高さがT.P.+8.12mであり、地盤変動（0.36mの沈降）を考慮すると T.P.+8.48mである。さらに、ばらつきとして朔望平均満潮位のばらつき（0.19m）等を考慮した入力津波高さはT.P.+8.7mとなることから、参照する裕度(0.32m)を加えた値を上回るT.P.+10m（敷地高さ）より低い箇所に設置された浸水対策のうち、海水ポンプエリアの水密扉、水密ハッチ、床ドレンライン逆止弁、貫通部止水処置及び海水管ダクトの床ドレン逆止弁については、浸水防止設備（外郭防護）として整理する。また、タービン建屋と浸水防護重点化範囲との境界の水密扉、床ドレンライン逆止弁、貫通部止水処置については、浸水防止設備（内郭防護）として整理する。 これらの浸水防止設備については、浸水時及び冠水後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とする。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
	以下に浸水防止設備の設計方針を示す。 ・水密扉 水密扉は津波荷重や地震荷重等に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。 ・水密ハッチ 水密ハッチは津波荷重や地震荷重等に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。 ・貫通部止水処置 貫通部の止水対策としては、シール材（充てんタイプ、コーキングタイプ、ブーツタイプ）及びモルタル施工を実施する。 ・床ドレンライン逆止弁 床面下部からの流入に対しては弁体が押し上げられ、弁座に密着することで漏水を防止する。
(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の荷重組合せ、荷重の設定及び許容限界について考え方を示す。 ・荷重の組み合わせ 常時荷重、地震荷重、津波荷重、余震荷重を適切に組合せて設計を行う。 ①常時荷重＋地震荷重 ②常時荷重＋津波荷重 ③常時荷重＋津波荷重＋余震荷重 ・荷重の設定 ①常時荷重：自重等を考慮する。 ②地震荷重：基準地震動を考慮する。 ③津波荷重：津波荷重は想定水位の静水頭圧とする。 ④余震荷重：余震を定義し、余震荷重を設定する。

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
	・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、津波の繰返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有し、浸水防止機能を保持していることを確認する。 【8.2】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
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、影響を受けない位置へ設置、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。 【確認状況】 (1)津波監視設備は、海面監視カメラを原子炉建屋屋上のT.P.+46.8m に、耐震型海水ピット水位計を海水ピットのT.P.+5.0m の床版に設置したT.P.+6.0m 以上の架台上に設置する。海面監視カメラの設置位置は基準津波の遡上域になく、耐震型海水ピット水位計の設置高さも、海水ピットポンプ室における入力津波高さT.P.+4.9m よりも高く、基準津波の影響を受けない。 (2)津波監視設備は以下の組合せ荷重条件で評価を行い、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。また、漂流物の衝突荷重及び自然現象との組合せを適切に考慮する。 ①常時荷重＋地震荷重 ②常時荷重＋津波荷重 ③常時荷重＋津波荷重＋余震荷重 【8.3】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所3 号炉 耐津波設計方針との適合状況
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。 ① 津波荷重の設定については、以下の不確かさを考慮する方針であること。 a)入力津波が有する数値計算上の不確かさ b)各施設・設備等の機能損傷モードに対応した荷重の算定過程に介在する不確かさ	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に当たって、津波荷重の設定、余震荷重の考慮、津波の繰返し作用の考慮に関しては、次に示すことを満足していることを確認する。 ・各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重（浸水高、波力・波圧、洗掘力、浮力等）について、入力津波から十分な余裕を考慮して設定している。 ・サイトの地学的背景を踏まえ、余震の発生の可能性を検討する。 ・安全側の評価として、基準津波の波源の活動に伴い発生する本震レベルを余震とした荷重と入力津波による荷重との組み合わせを考慮する。 ・入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰返しの襲来による作用が津波防護機能及び浸水防止機能へ及ぼす影響について検討する。 【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は、以下のとおりである。 ① 津波荷重の設定については、以下の不確かさを考慮する。 a)入力津波が有する数値計算上の不確かさ b)各施設・設備等の機能損傷モードに対応した荷重の算定過程に介在する不確かさ

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
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、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。 ③ 津波の繰り返し作用の考慮については、各施設・設備の入力津波に対する許容限界が当該構造物全体の変形能力（終局耐力時の変形）に対して十分な余裕を有し、かつ津波防護機能・浸水防止機能を保持するとして設定されていれば、津波の繰り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。	② 余震荷重と基準津波の荷重の組み合わせを考慮すべき設備の設計にあたり、余震による地震荷重を定義して考慮する。 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する。具体的には、以下の通りである。 ・循環水系機器・配管損傷による津波浸水量について、入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰返しの襲来を考慮する。 ・基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積については、基準津波に伴う砂移動の数値シミュレーションにおいて、津波の繰返しの襲来を考慮する。 ・基準津波に伴う取水口付近を含む敷地前面及び敷地近傍の寄せ波及び引き波の方向を分析した上で、漂流物の可能性を検討し、取水口を閉塞するような漂流物は発生しないことを確認する。 【8.4.1】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
5.4.2 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。 【確認内容】 (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。 (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。 ① 敷地周辺の遡上解析結果等を踏まえて、敷地周辺の陸域の建物・構築物及び海域の設置物等を網羅的に調査した上で、敷地への津波の襲来経路及び遡上経路並びに津波防護施設の外側の発電所敷地内及び近傍において発生する可能性のある漂流物を特定する方針であること。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。 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。	5.4.2 漂流物による波及的影響の検討 【要求事項等への対応方針】 発電所敷地内及び近傍において建物・構築物、設置物等が破損、倒壊、漂流する可能性について検討する。 【確認状況】 (1)漂流物となる可能性があるものとして、発電所近傍を航行する船舶・漁船、発電所構内の資機材等が挙げられるが、いずれも津波の流向等を考慮すると取水口への漂流物となる可能性が低いことを確認した。 (2)①発電所構外については、発電所近傍 5km の範囲を、発電所構内については遡上域である T.P.+4.5m の荷揚岸壁及び T.P.+5.0m の護岸部を網羅的に調査し、漂流物となる可能性のあるものを抽出した。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。 ②漂流物の衝突荷重については，海水取水路及び海水ピット内の構造物について，漂流物となる可能性を評価の上，その設置場所，構造等を考慮して，組み合わせる。なお，発電所構外の漂流物は，海水取水口呑口に到達しないことから，海水取水口には流入せず，衝突荷重として考慮する必要はない。 【8.4.2】

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド	伊方発電所３ 号炉 耐津波設計方針との適合状況
5.4.3 津波影響軽減施設・設備の扱い 【規制基準における要求事項等】 津波防護施設・設備の設計において津波影響軽減施設・設備の効果を期待する場合、津波影響軽減施設・設備は、基準津波に対して津波による影響の軽減機能が保持されるよう設計すること。 津波影響軽減施設・設備は、次に示す事項を考慮すること。 ・地震が津波影響軽減機能に及ぼす影響 ・漂流物による波及的影響 ・機能損傷モードに対応した荷重について十分な余裕を考慮した設定 ・余震による荷重と地震による荷重の荷重組合せ ・津波の繰り返し襲来による作用が津波影響軽減機能に及ぼす影響 【確認内容】 (1)津波影響軽減施設・設備の効果に期待する場合における当該施設・設備の検討方針が、要求事項に適合する方針であることを確認する。	5.4.3 津波影響軽減施設・設備の扱い 以下の理由により、防護堤等の津波影響軽減施設はない。 ・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が設置されている周辺敷地高さはT.P.+10m以上であり、津波による遡上波は地上部から到達、流入せず、津波影響軽減機能の効果を期待する津波防護施設は設置していない。 ・津波防護施設である海水ピット堰は、海水ピット内に設置しており漂流物は海水取水口に流入しないため、漂流物による波及的影響は受けない。

資料－２

設計基準対象施設の津波防護対象設備

設計基準対象施設の津波防護対象設備

外郭・内郭防護として、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設定し、表１及び図１に示す。また、主な設計基準対象施設の津波防護対象設備の例と配置図を次頁以降に示す。

表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の設定

設計基準対象施設の津波防護対象設備（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	周辺敷地高さ
・原子炉格納施設 ・原子炉建屋 ・原子炉補助建屋 ・海水ポンプエリア ・海水管ダクト ・燃料油貯油槽 ・燃料油配管ダクト	T.P.+10.0m
・補助給水タンク	T.P.+25.9m
・重油タンクエリア	T.P.+84.0m

図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図

津波防護対象設備一覧

機　器　名　称		設置場所	設置フロア	図示番号	備　考
１．原子炉本体					
	原子炉容器	原子炉格納容器	10.0m	1-1	原子炉容器底部：13.5m
２．核燃料物質の取扱施設および貯蔵施設					
	使用済燃料ピット	原子炉建屋	32.3m	2-1	
	使用済燃料ラック	原子炉建屋	32.3m	2-2	
	使用済燃料ピット水浄化冷却設備配管	原子炉建屋 原子炉補助建屋	10.0m	－	
	燃料取替用水タンクポンプ	原子炉補助建屋	17.0m	2-3	
	燃料取替用水設備配管	原子炉補助建屋	17.0m	－	
３．原子炉冷却系統施設					
（１）一次冷却材の循環設備					
	蒸気発生器	原子炉格納容器	17.0m	3-1	
	１次冷却材ポンプ	原子炉格納容器	17.0m	3-2	
	加圧器	原子炉格納容器	24.0m	3-3	
	加圧器ヒータ	原子炉格納容器	24.0m	3-4	
	１次冷却材管	原子炉格納容器	17.0m	－	
	１次冷却設備配管	原子炉格納容器	17.0m	－	
（２）主蒸気・主給水設備					
	主蒸気設備配管	原子炉建屋 原子炉補助建屋	17.0m	－	
	主給水設備配管	原子炉建屋 原子炉補助建屋	24.0m	－	
（３）余熱除去設備					
	余熱除去ポンプ	原子炉補助建屋	-4.5m	3-5	
	余熱除去冷却器	原子炉補助建屋	3.3m	3-6	
	余熱除去設備配管	原子炉建屋 原子炉補助建屋	-4.5m	－	
（４）安全注入設備					
	高圧注入ポンプ	原子炉補助建屋	-4.5m	3-7	
	蓄圧タンク	原子炉格納容器	24.0m	3-8	
	燃料取替用水タンク	原子炉補助建屋	17.0m	3-9	タンク設置高さ：19.0m
	格納容器再循環サンプ	原子炉格納容器	6.4m	3-10	
	格納容器再循環サンプスクリーン	原子炉格納容器	10.0m	3-11	
	安全注入設備配管	原子炉建屋 原子炉補助建屋	-4.5m	－	
（５）化学体積制御設備					
	充てんポンプ	原子炉補助建屋	10.0m	3-12	
	再生熱交換器	原子炉建屋	17.0m	3-13	
	封水注入フィルタ	原子炉建屋	10.0m	3-14	
	化学体積制御設備配管	原子炉建屋 原子炉補助建屋	10.0m	－	
（６）原子炉補機冷却設備					
	原子炉補機冷却水ポンプ	原子炉補助建屋	3.3m	3-15	
	原子炉補機冷却水冷却器	原子炉補助建屋	3.3m	3-16	
	原子炉補機冷却水サージタンク	原子炉補助建屋	39.5m	3-17	
	原子炉補機冷却水設備配管	原子炉建屋 原子炉補助建屋	-4.5m	－	
	海水ポンプ	屋外	3.3m	3-18	
	海水ストレーナ	屋外	3.3m	3-19	
	原子炉補機冷却海水設備配管	原子炉建屋 原子炉補助建屋 屋外	3.3m	－	
（７）補助給水設備					
	電動補助給水ポンプ	原子炉建屋	10.0m	3-20	
	タービン動補助給水ポンプ	原子炉建屋	10.0m	3-21	
	補助給水タンク	原子炉建屋 (屋外)	24.0m	3-22	タンク設置高さ：25.9m
	補助給水設備配管	原子炉建屋 屋外	10.0m	－	

津波防護対象設備一覧

機　器　名　称	設置場所	設置フロア	図示番号	備　考
４．計装制御系統施設				
（１）制御材及び制御材駆動装置				
制御棒クラスタ	原子炉格納容器	10.0m	4-1	原子炉容器底部：13.5m
制御棒クラスタ駆動装置	原子炉格納容器	24.0m	4-2	原子炉容器頂部：25.9m
（２）ほう酸注入機能を有する設備				
ほう酸ポンプ	原子炉補助建屋	10.0m	4-3	
ほう酸タンク	原子炉補助建屋	10.0m	4-4	
ほう酸フィルタ	原子炉補助建屋	10.0m	4-5	
（３）計測装置				
主盤	原子炉補助建屋	17.0m	4-6	中央制御室：17.8m
原子炉補助盤	原子炉補助建屋	17.0m	4-7	中央制御室：17.8m
換気空調盤	原子炉補助建屋	17.0m	4-8	中央制御室：17.8m
事故時放射線監視盤	原子炉補助建屋	17.0m	4-9	中央制御室：17.8m
安全保護系計器ラック	原子炉補助建屋	17.0m	4-10	１次系計装盤室：17.8m
安全保護系ロジック盤	原子炉補助建屋	17.0m	4-11	１次系計装盤室：17.8m
安全防護系シーケンス盤	原子炉補助建屋	17.0m	4-12	１次系計装盤室：17.8m
炉外核計装盤	原子炉補助建屋	17.0m	4-13	１次系計装盤室：17.8m
加圧器後備ヒータ分電盤	原子炉補助建屋	10.0m	4-14	安全補機開閉器室：10.3m
１次冷却材ポンプ母線計測盤	原子炉補助建屋	10.0m	4-15	ＲＣＰ母線計測盤室：10.3m
制御室退避時制御盤			4-16	
換気系制御室退避時制御盤			4-17	
原子炉トリップ遮断器盤	原子炉建屋	17.0m	4-18	
制御用空気圧縮圧縮機盤	原子炉建屋	10.0m	4-19	
制御用空気除湿装置盤	原子炉建屋	10.0m	4-20	
タービン動補助給水ポンプ起動盤	原子炉建屋	10.0m	4-21	
（４）制御用空気設備				
制御用空気圧縮機	原子炉建屋	10.0m	4-22	
制御用空気だめ	原子炉建屋	10.0m	4-23	
制御用空気圧縮機除湿装置吸着塔	原子炉建屋	10.0m	4-24	
制御用空気設備配管	原子炉建屋 原子炉補助建屋	3.3m	－	
５．放射性廃棄物の廃棄施設				
格納容器排気筒	原子炉建屋	43.5m	5-1	
６．放射線管理施設				
（１）放射線管理用計測装置				
格納容器高レンジエリアモニタ検出器	原子炉建屋	32.3m	6-1	検出器設置高さ：37.5m
格納容器高レンジエリアモニタ前置増幅器	原子炉建屋	17.0m	6-2	
（２）換気設備				
中央制御室空調ファン	原子炉補助建屋	24.0m	6-3	
中央制御室再循環ファン	原子炉補助建屋	24.0m(中間)	6-4	
中央制御室非常用給気ファン	原子炉補助建屋	24.0m	6-5	
アニュラス排気ファン	原子炉建屋	39.4m	6-6	
安全補機室排気ファン	原子炉建屋	39.5m	6-7	
アニュラス排気フィルタユニット	原子炉建屋	39.5m	6-8	
中央制御室空調ユニット	原子炉補助建屋	24.0m	6-9	
中央制御室非常用給気フィルタユニット	原子炉補助建屋	24.0m	6-10	
安全補機室排気フィルタユニット	原子炉建屋	32.3m	6-11	
アニュラス空気浄化系統ダクト	原子炉建屋	32.3m	－	
安全補機室排気系統ダクト	原子炉建屋	3.3m	－	
中央制御室空調系統ダクト	原子炉補助建屋	17.0m	－	
燃料取扱棟排気系統ダクト	原子炉建屋	32.3m	－	

津波防護対象設備一覧

機　器　名　称	設置場所	設置フロア	図示番号	備　考
７．原子炉格納施設				
（１）原子炉格納施設				
原子炉格納容器	原子炉格納容器	－	7-1	
機器搬入口	原子炉格納容器	32.3m	7-2	
通常用エアロック	原子炉格納容器	24.0m	7-3	
非常用エアロック	原子炉格納容器	32.3m	7-4	
格納容器貫通部	原子炉格納容器	－	－	
格納容器貫通配管	原子炉格納容器	－	－	
アニュラスシール	原子炉格納容器	59.8m	－	設置高さ：59.8m
（２）圧力低減装置				
格納容器スプレイポンプ	原子炉補助建屋	-4.5m	7-5	
格納容器スプレイ冷却器	原子炉補助建屋	3.3m	7-6	
よう素除去薬品タンク	原子炉補助建屋	24.0m	7-7	
ｐＨ調整剤貯蔵タンク	原子炉補助建屋	24.0m	7-8	
真空逃がし装置	原子炉格納容器	32.3m	7-9	設置高さ：33.3m
圧力逃がし装置	原子炉格納容器	32.3m	7-10	
原子炉格納容器スプレイ設備配管	原子炉建屋	－	－	
８．その他発電用原子炉の附属施設				
（１）非常用電源設備				
非常用ディーゼル発電機　内燃機関	原子炉補助建屋	10.0m	8-1	
非常用ディーゼル発電機　発電機	原子炉補助建屋	10.0m	8-2	
非常用ディーゼル発電機　始動空気だめ	原子炉補助建屋	10.0m(中間)	8-3	
非常用ディーゼル発電機　燃料油サービスタンク	原子炉補助建屋	10.0m(中間)	8-4	
非常用ディーゼル発電機　燃料油貯油槽	屋外	10.0m	－	
非常用ディーゼル発電機　燃料油配管	屋外	10.0m	－	
重油タンク	屋外	84.0m	－	
重油移送配管	屋外	84m～38m、32m～10m	－	
計装用分電盤	原子炉補助建屋	10.0m	8-5	
計装用後備分電盤	原子炉補助建屋	10.0m	8-6	
計装用切換器盤	原子炉補助建屋	10.0m	8-7	
充電器盤（安全系）	原子炉補助建屋	10.0m	8-8	
予備充電器盤(安全系)	原子炉補助建屋	10.0m	8-9	
ドロッパ盤（安全系）	原子炉補助建屋	10.0m	8-10	
直流電源装置（蓄電池）	原子炉補助建屋	10.0m	8-11	
計装用インバータ盤（安全系）	原子炉補助建屋	10.0m	8-12	
直流コントロールセンタ（安全系）	原子炉補助建屋	10.0m	8-13	
補助建屋直流分電盤	原子炉補助建屋	10.0m	8-14	
メタクラ（安全系）	原子炉補助建屋	10.0m	8-15	
パワーセンタ（安全系）	原子炉補助建屋	10.0m	8-16	
原子炉コントロールセンタ（安全系）	原子炉補助建屋	10.0m	8-17	
ソレノイド分電盤	原子炉補助建屋	10.0m	8-18	
ディーゼル発電機盤	原子炉補助建屋	10.0m	8-19	
ディーゼルコントロールセンタ	原子炉補助建屋	10.0m	8-20	
９．その他				
原子炉建屋	原子炉建屋	－	－	
原子炉補助建屋	原子炉補助建屋	－	－	
海水ピットスクリーン室	屋外	－	－	
海水ピットポンプ室	屋外	－	－	
海水管ダクト	屋外	－	－	
非常用ディーゼル発電機　燃料油貯油槽基礎	屋外	－	－	
非常用ディーゼル発電機　燃料油配管ダクト	屋外	－	－	
重油タンク基礎	屋外	－	－	
重油移送配管基礎	屋外	－	－	

津波防護対象設備の配置場所(1/11)

津波防護対象設備の配置場所(2/11)

津波防護対象設備の配置場所(3/11)

津波防護対象設備の配置場所(4/11)

津波防護対象設備の配置場所(5/11)

津波防護対象設備の配置場所(6/11)

津波防護対象設備の配置場所(7/11)

津波防護対象設備の配置場所(8/11)

津波防護対象設備の配置場所(9/11)

津波防護対象設備の配置場所（10/11）

津波防護対象設備の配置場所(11/11)

管 路 解 析 の 詳 細 に つ い て

管路解析の詳細について

1. 計算時間間隔（⊿t）について

管路解析においては、管路部が満管状態であることを踏まえれば、現在設定している計算時間間隔 0.1 秒は十分に短いと考えるが、影響確認を目的として計算時間間隔を 0.01 秒とした場合の管路解析を実施した。

管路解析の結果、計算時間間隔を変更した場合でも位相・振幅に変化はなく、表 1-1 のとおり入力津波の最高（最低）水位に影響がないことを確認した。

表 1-1 伊方 3 号炉の入力津波高さ（計算時間間隔の違いによる影響確認）

	水位上昇側				水位下降側
	3 号炉 敷地前面	3 号炉 海水ピット ポンプ室	3 号炉 取水ピット	3 号炉 放水ピット	3 号炉 海水ピット ポンプ室
計算時間間隔 0.1 秒	T.P.+4.35m [-0.27m]	T.P.+3.12m [-0.27m]	T.P.+4.55m [-0.27m]	T.P.+4.27m [-0.27m]	T.P.-3.38m [+0.30m]
計算時間間隔 0.01 秒	T.P.+4.35m [-0.27m]	T.P.+3.12m [-0.27m]	T.P.+4.55m [-0.27m]	T.P.+4.27m [-0.27m]	T.P.-3.38m [+0.30m]
	重畳津波	海域 130km 連動モデル	重畳津波 ※1	重畳津波 ※2	重畳津波

影響確認ケースは，平成 25 年 12 月 26 日審査会合時点。
水位上昇側は朔望平均満潮位（T.P.+1.62m）を考慮し，水位下降側は朔望平均干潮位（T.P.-1.69m）を考慮した値。
[　　]内の数値は伊方発電所における地盤変動量（+が隆起，－が沈降）を外数で示す。
※1　循環水ポンプ停止中
※2　循環水ポンプ運転中

2. 計算条件の詳細について

管路解析における計算条件の詳細として、節点番号及び管路番号を記した解析モデル並びにこれに対応する損失水頭表を表 2-1 のとおり図 2-4～2-6 及び表 2-4～2-6 に整理した。

なお、解析には、解析コード「SURGE」を使用した。

表 2-1(1)　解析モデル及び損失水頭表の対応一覧（海水系取水路）

計算条件					解析モデル	損失水頭表	
スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	海水ピット堰 あり／なし	ポンプ取水量				
			海水ポンプ	海水取水ポンプ		順流側	逆流側
あり	あり	あり	2 台	0 台	図 2-4 (1)	表 2-4(1)	表 2-4(2)
			2 台	1 台		表 2-4(3)	表 2-4(4)
			4 台	0 台		表 2-4(5)	表 2-4(6)
		なし	2 台	0 台		表 2-4(7)	表 2-4(8)
			2 台	1 台		表 2-4(9)	表 2-4(10)
			4 台	0 台		表 2-4(11)	表 2-4(12)
	なし	あり	2 台	0 台		表 2-4(13)	表 2-4(14)
			2 台	1 台		表 2-4(15)	表 2-4(16)
			4 台	0 台		表 2-4(17)	表 2-4(18)
		なし	2 台	0 台		表 2-4(19)	表 2-4(20)
			2 台	1 台		表 2-4(21)	表 2-4(22)
			4 台	0 台		表 2-4(23)	表 2-4(24)
なし	あり	あり	2 台	0 台	図 2-4 (2)	表 2-4(25)	表 2-4(26)
			2 台	1 台		表 2-4(27)	表 2-4(28)
			4 台	0 台		表 2-4(29)	表 2-4(30)
		なし	2 台	0 台		表 2-4(31)	表 2-4(32)
			2 台	1 台		表 2-4(33)	表 2-4(34)
			4 台	0 台		表 2-4(35)	表 2-4(36)
	なし	あり	2 台	0 台		表 2-4(37)	表 2-4(38)
			2 台	1 台		表 2-4(39)	表 2-4(40)
			4 台	0 台		表 2-4(41)	表 2-4(42)
		なし	2 台	0 台		表 2-4(43)	表 2-4(44)
			2 台	1 台		表 2-4(45)	表 2-4(46)
			4 台	0 台		表 2-4(47)	表 2-4(48)

表 2-1(2)　解析モデル及び損失水頭表の対応一覧（循環水系取水路）

<table>
<tr><th colspan="3">計算条件</th><th rowspan="3">解析
モデル</th><th colspan="2">損失水頭表</th></tr>
<tr><th rowspan="2">スクリーン損失
あり／なし</th><th rowspan="2">貝付着
あり／なし</th><th rowspan="2">循環水ポンプ運転状態
運転中／停止中</th><th>順流側</th><th>逆流側</th></tr>
<tr><td rowspan="4">あり</td><td rowspan="2">あり</td><td>運転中</td><td rowspan="8">図 2-5</td><td rowspan="2">表 2-5(1)</td><td rowspan="2">表 2-5(2)</td></tr>
<tr><td>停止中</td></tr>
<tr><td rowspan="2">なし</td><td>運転中</td><td rowspan="2">表 2-5(3)</td><td rowspan="2">表 2-5(4)</td></tr>
<tr><td>停止中</td></tr>
<tr><td rowspan="4">なし</td><td rowspan="2">あり</td><td>運転中</td><td rowspan="2">表 2-5(5)</td><td rowspan="2">表 2-5(6)</td></tr>
<tr><td>停止中</td></tr>
<tr><td rowspan="2">なし</td><td>運転中</td><td rowspan="2">表 2-5(7)</td><td rowspan="2">表 2-5(8)</td></tr>
<tr><td>停止中</td></tr>
</table>

表 2-1(3)　解析モデル及び損失水頭表の対応一覧（放水路）

<table>
<tr><th colspan="2">計算条件</th><th rowspan="3">解析
モデル</th><th colspan="2">損失
水頭表</th></tr>
<tr><th rowspan="2">貝付着
あり／なし</th><th rowspan="2">循環水ポンプ運転状態
運転中／停止中</th><th>順流側</th><th>逆流側</th></tr>
<tr><td rowspan="2">あり</td><td>運転中</td><td rowspan="2">図 2-6</td><td rowspan="2">表 2-6(1)</td><td rowspan="2">表 2-6(2)</td></tr>
<tr><td>停止中</td></tr>
</table>

解析モデルは、海水系取水路、循環水系取水路及び放水路の各竣工図を基に管路長さ、断面寸法、ピット容積を設定した。

損失水頭（流入、流出、摩擦、曲がり、漸縮、漸拡、屈折、ピア、スクリーン）は、水理公式集［平成 11 年版］（土木学会、1999）、火力・原子力発電所土木構造物の設計－増補改訂版－（電力土木技術協会、1995）、発電水力演習（千秋、1967）に準拠した。粗度係数については、管路を構成する材料、流速及び貝等の付着代に応じて火力・原子力発電所土木構造物の設計－増補改訂版－（電力土木技術協会、1995）に準拠した。

損失水頭及び粗度係数の設定の考え方を以下（１）～（３）に示す。

（１） 損失水頭

ア）流入損失　※水理公式集［平成 11 年版］p374

$$h_e = f_e \frac{V^2}{2g}$$

f_e :流入損失係数、V :管内流速(m/s)

イ）流出損失　※水理公式集［平成 11 年版］p375

$$h_o = f_o \frac{V^2}{2g}$$

f_o :流出損失係数、V :管内流速(m/s)

ウ）摩擦損失　※火力・原子力発電所土木構造物の設計－増補改訂版－p829

$$h_f = n^2 \cdot V^2 \frac{L}{R^{4/3}}$$

V :平均流速(m/s)、L :水路の長さ(m)、R :水路の径深(m)

n :マニングの粗度係数

エ）曲がり損失　※発電水力演習 p86

$$h_b = f_{b1} \cdot f_{b2} \frac{V^2}{2g}$$

$$f_{b1} = 0.131 + 0.1632\left(\frac{D}{\rho}\right)^{7/2}、f_{b2} = \left(\frac{\theta°}{90°}\right)^{1/2}$$

f_{b1} :曲がりの曲率半径ρと管径Dとの比によって決まる損失係数

f_{b2} :任意の曲がり中心角θの場合の損失と中心角90°の場合の損失との比

V :平均流速(m/s)

オ）漸縮損失　※火力・原子力発電所土木構造物の設計－増補改訂版－p830

$$h_{gc} = f_{gc}\frac{V_2^2}{2g}$$

f_{gc} :漸縮損失係数、V_2 :漸縮後の流速(m/s)

カ）漸拡損失　※水理公式集［平成 11 年版］p375

$$h_{ge} = f_{ge}\left(1-\frac{A_1}{A_2}\right)^2\frac{V_1^2}{2g}$$

f_{ge} :漸拡損失係数、A_1 :漸拡前の断面積(m^2)

A_2 :漸拡後の断面積(m^2)、V_1 :漸拡前の流速(m/s)

キ）屈折損失　※水理公式集［平成 11 年版］p376

$$h_{be} = f_{be}\frac{V^2}{2g}$$

f_{be} :屈折損失係数 $= 0.946\sin^2(\theta/2) + 2.05\sin^4(\theta/2)$

V :管内平均流速(m/s)

θ : 屈折角(°)

ク）ピア損失　※発電水力演習 p92

$$h_p = f_p\left\{\frac{1}{C^2}\left(\frac{b_1}{b_2}\right)^2 - 1\right\}^2\frac{V_1^2}{2g}$$

C :ピアの断面形状による損失

b_1 :ピア直前の水路幅(m)

b_2 :水路幅からピア幅の総計を控除した幅(m)

V_1 :ピア直前の流速(m/s)

ケ）スクリーン損失 ※火力・原子力発電所土木構造物の設計－増補改訂版－p832

$$h_{ec} = f_{ec}\frac{V_0^2}{2g}$$

f_{ec} :管内オリフィスの損失係数

V_0 :オリフィス通過流速(m/s)　$V_0 = Q/A_0$

Q : オリフィス通過流量(m^3/s)

A_0 :オリフィス断面積(m^2)

（２）海水ピット堰

海水ピット堰ありの場合は、水理公式集［平成 11 年版］p245「台形せきの越流量」に基づき節点を追加する。

$Q = CBh^{3/2}$　　（1）　…完全越流

$Q = C(\alpha \cdot h'/h + \beta)\ B\ h^{3/2}$　　（2）　…不完全越流

$Q = \gamma CB\,h'\sqrt{h - h'}$　　（3）　…もぐり越流

ここに、Q：越流量(m^3/s)、C：流量係数($m^{1/2}/s$)、B：堰の幅(m)、
h：越流水深(m)、m_1：上流面勾配、m_2：下流面勾配、W：堰高(m)、
L：堰長(m) 、h’：堰高を基準とする下流水深(m)、α, β, γ：定数

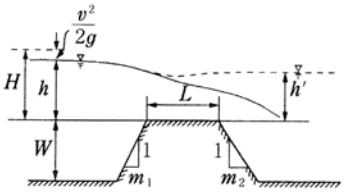


図 3-1.13　台形せきの諸元

図 2-1　台形せきの諸元（水理公式集［平成 11 年版］より抜粋）

表 2-2　台形せきの越流状態と h’/h の関係および定数値
（水理公式集［平成 11 年版］より抜粋）

表 3-1.2　台形せきの越流状態と h'/h の関係および定数値

上流面勾配 m_1	下流面勾配 m_2	完全越流	不完全越流			もぐり越流	
		h'/hの範囲	h'/h の範囲	定数		h'/h の範囲	定数
				α	β		γ
0～4/3	≧5/3	～0.6	0.6～0.7	−0.030	1.018	0.7～	2.6
0～2/3	1/1 付近	～0.45	0.45～0.8	−0.200	1.090	0.8～	2.6
0～1/3	2/3 付近	～0.25	0.25～0.8	−0.124	1.032	0.8～	2.6
$m_1=m_2=0$, $h/L<1/2$		～2/3	—	—	—	2/3～	2.6

付随して、海水ピット堰に設けられているフラップゲートについては、水理公式集［平成 11 年版］p254「水平水路床のゲート」のスルースゲートに基づき節点を追加する。フラップゲートの挙動を再現するため、簡易的に、順流側（海水取水口から海水ピットポンプ室に向かう方向）の流れの場合は開度 100%、逆流側の流れの場合は開度 0%と設定する。

$$Q = CaB\sqrt{2gh_0} \qquad (1) \quad \cdots\text{自由流出}$$

$$Q = C_1 aB\sqrt{2gh_0} \qquad (2) \quad \cdots\text{もぐり流出}$$

ここに、Q：流量(m^3/s)、a：ゲートの開き、C，C_1：流量係数、B：流出幅、h_0：上流水深、h_2：下流水深

なお、上記式の適用性について、図 2-3 に示したとおり流量係数は h_0/a が 1～16 程度の範囲に対して定義されている。この点、本検討における h_0/a はこの範囲内であることを確認しており、上記式を用いることは妥当である。

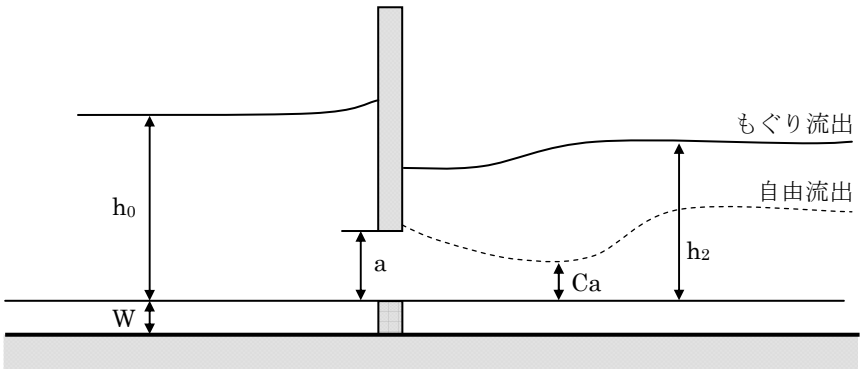


図 2-2　スルースゲートからの自由流出

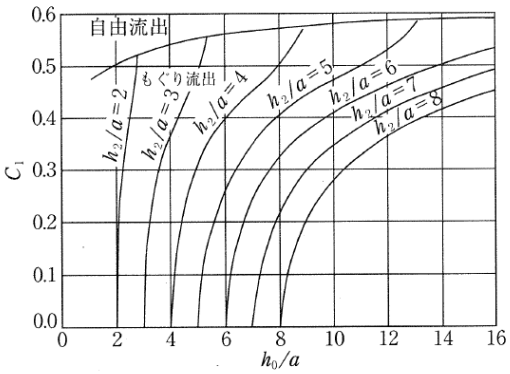


図 3-2.4　スルースゲートの流量係数[6)]

図 2-3　スルースゲートの流量係数（水理公式集［平成 11 年版］より抜粋）

（３）粗度係数

表 2-3（火力・原子力発電所土木構造物の設計－増補改訂版－p788）を参考に、管路を構成する材料、流速、貝等の付着代を踏まえ、定期的な除貝作業を実施している海水系取水路及び循環水系取水路については、貝付着なしの場合と貝付着ありの場合の両ケースを設定する。放水口については、定期的な除貝作業は実施していないため、固定値を設定する。

表 2-3　取水路の貝等の付着代と粗度係数
（火力・原子力発電所土木構造物の設計－増補改訂版－より引用・加筆）

表 17-3-1　取水路の貝等の付着代と粗度係数

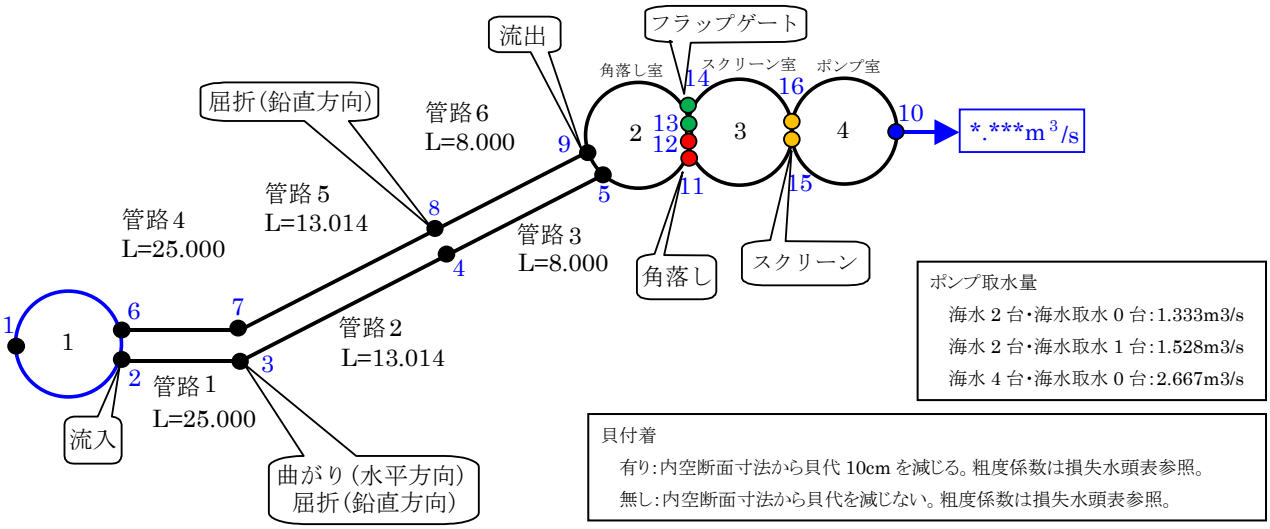
取水路の形式	断面流速	貝等の付着代	粗度係数
暗　　渠	0.8～2.2m/s	0～20cm (0, 5, 10cmが多い)	0.014～0.027 (0.015, 0.020が多い)
管　　路	2.0～3.6m/s	0～10cm	0.015～0.018

暗渠：コンクリート水路　　管路：鋼管

断面流速は、海水系取水路（暗渠）で 0.2～0.4m/s 程度、循環水系取水路（暗渠）で 1.8～1.9m/s 程度、放水路（暗渠・管路）で 2.4m/s 程度であり、表 2-3 に示された値と整合的または小さめである。

貝等の付着代については、定期点検時に実施している管路部点検清掃の結果から、海水系取水路は 10cm 程度、循環水系取水路は 5cm 程度、放水系は 3cm 程度であることを確認している。これらの付着代を参考とし、貝付着あり・貝付着なしの両ケースを設定することとした海水系取水路及び循環水系取水路については、表中の上限相当及び下限相当に対応する 0.025 及び 0.015 を設定した。また、固定値を設定することとした放水路については、流速が大きく、貝等の付着代が少ないことから表中の下限相当に対応する 0.015 を設定した。

＜海水ピット堰ありの場合＞



＜海水ピット堰なしの場合＞

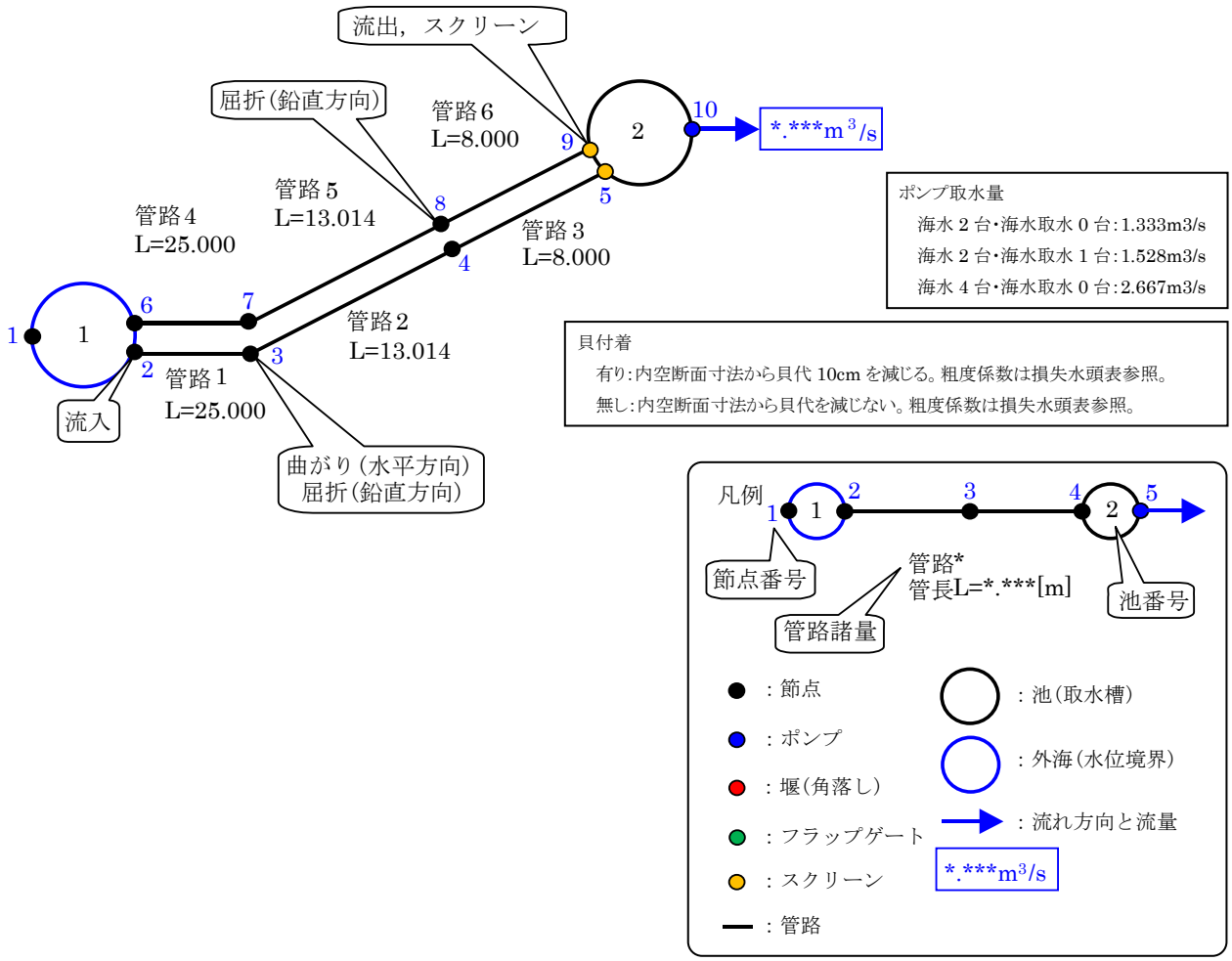
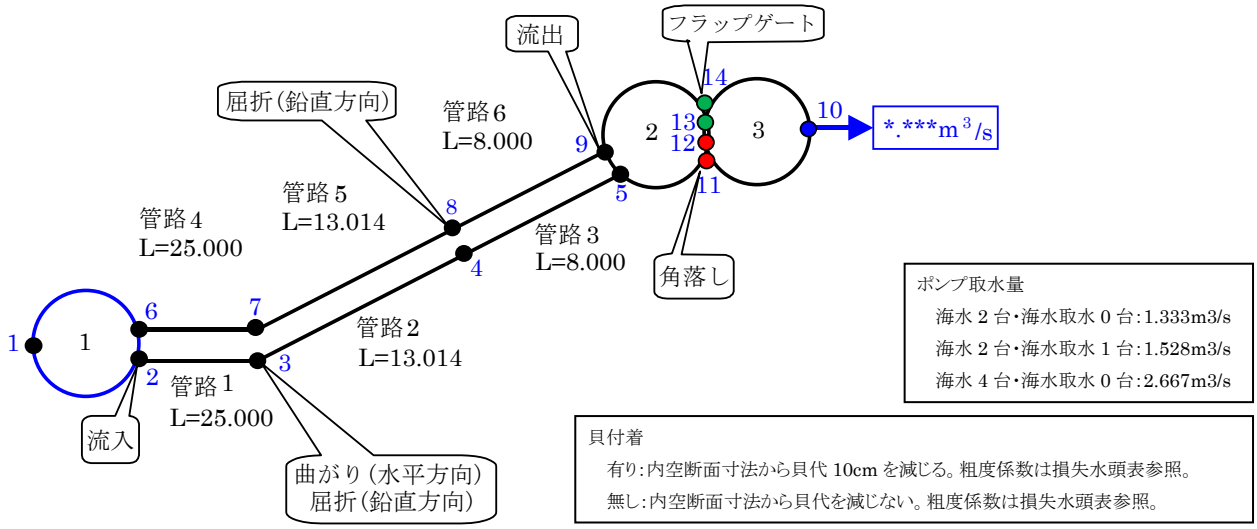


図 2-4(1)　解析モデル図（海水系取水路／スクリーンありの場合）

＜海水ピット堰ありの場合＞



＜海水ピット堰なしの場合＞

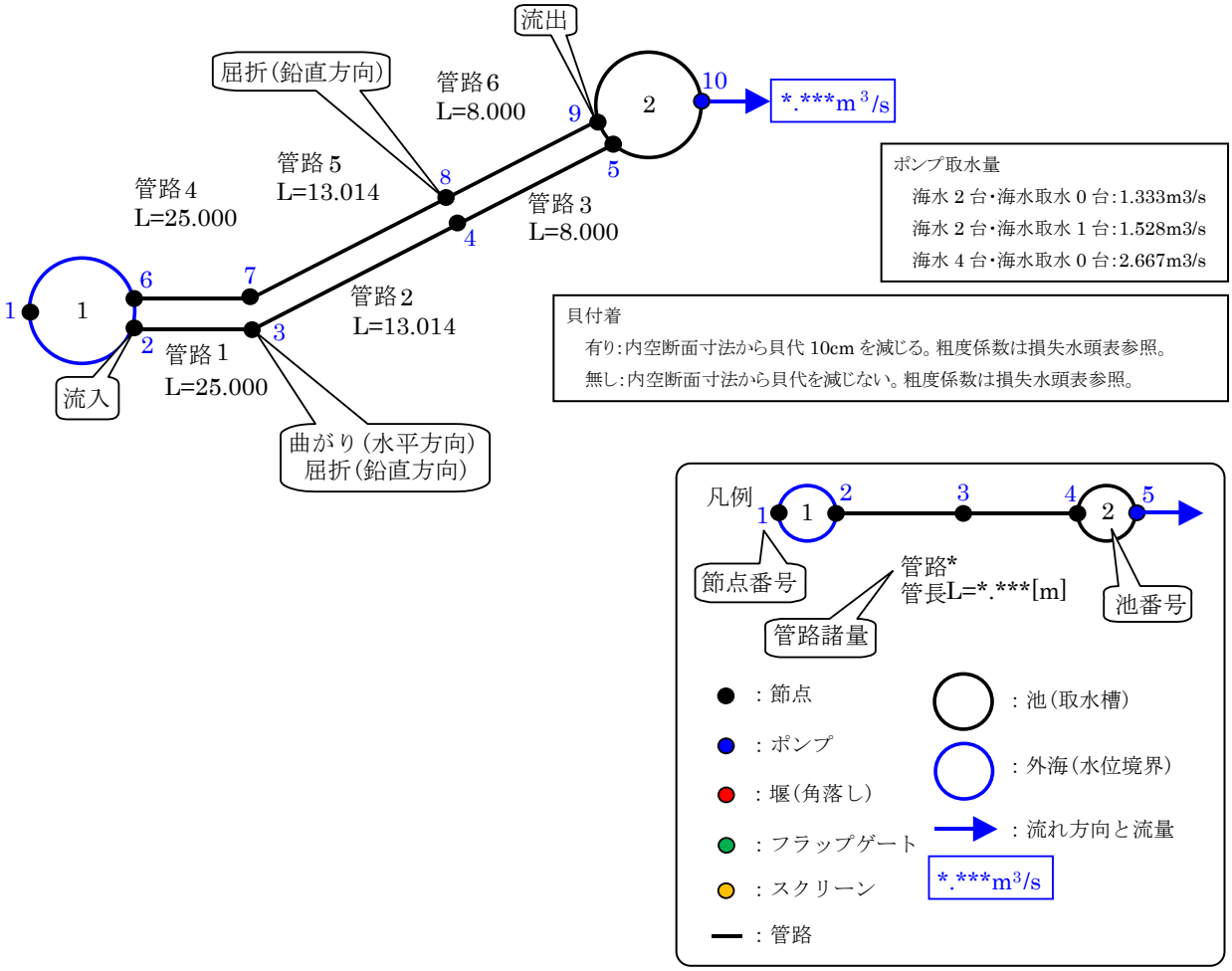


図 2-4(2)　解析モデル図（海水系取水路／スクリーンなしの場合）

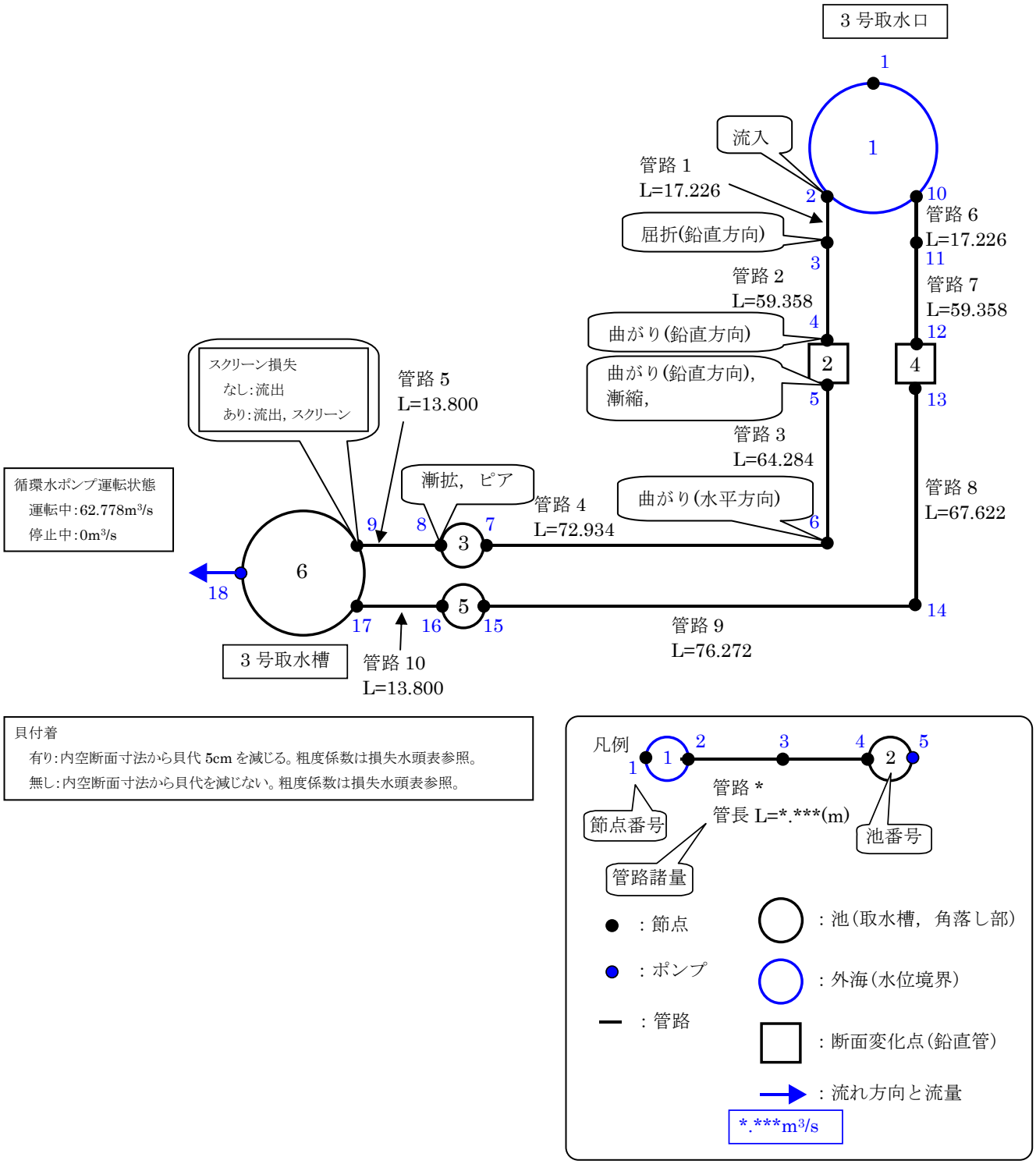
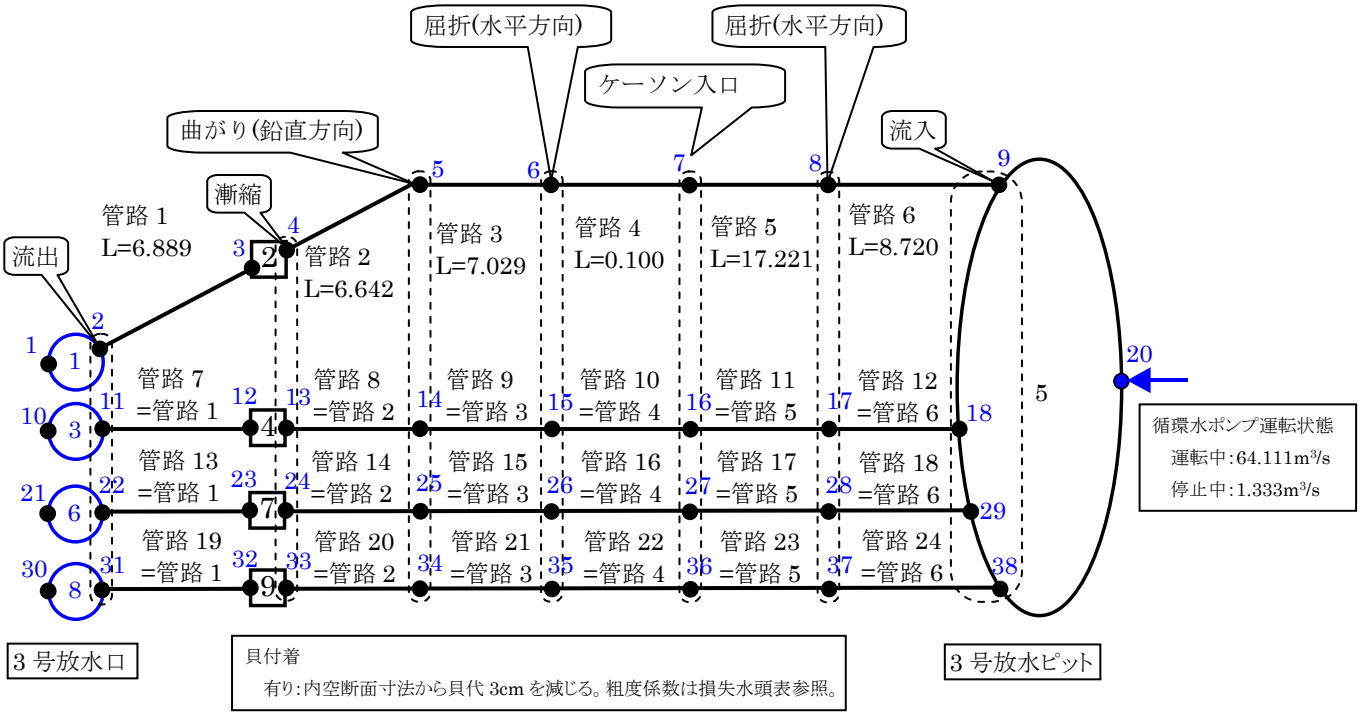


図 2-5　解析モデル図（循環水系取水路）



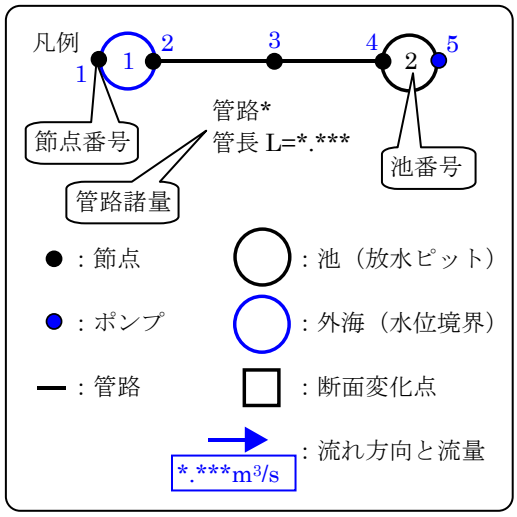


図 2-6　解析モデル図（放水路）

表 2-4(1)　損失水頭表（海水系取水路－１）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00116	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路1	摩擦	0.00194	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点3	曲がり	0.00020	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路2	摩擦	0.00101	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点4	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路3	摩擦	0.00062	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点5	流出	0.00232	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
節点11	角落し	0.00052	Q	流量(m^3/s)	0.665	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.002	節点14も同様
節点15	回転バースクリーン（前面）	0.00141	f	損失係数	1.440	節点16も同様
			v	流速(m/s)	0.139	
	回転バースクリーン（背面）	0.00044	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.097	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.00345	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.194	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00132	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.136	
合計		0.01443	－	－	－	

表 2-4(2)　損失水頭表（海水系取水路－２）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00232	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路1	摩擦	0.00194	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点3	曲がり	0.00020	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路2	摩擦	0.00101	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点4	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路3	摩擦	0.00062	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点5	流入	0.00116	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
節点11	角落し	0.00052	Q	流量(m^3/s)	0.667	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.000	節点14も同様
節点15	回転バースクリーン（前面）	0.00140	f	損失係数	1.440	節点16も同様
			v	流速(m/s)	0.138	
	回転バースクリーン（背面）	0.00044	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.097	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.00342	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.193	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00131	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.135	
合計		0.01438	－	－	－	

表 2-4(3)　損失水頭表（海水系取水路－３）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00153	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路1	摩擦	0.00255	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点3	曲がり	0.00026	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路2	摩擦	0.00133	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点4	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路3	摩擦	0.00082	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点5	流出	0.00305	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
節点11	角落し	0.00068	Q	流量(m^3/s)	0.762	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.002	節点14も同様
節点15	回転バースクリーン（前面）	0.00185	f	損失係数	1.440	節点16も同様
			v	流速(m/s)	0.159	
	回転バースクリーン（背面）	0.00058	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.111	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.00454	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.222	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00174	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.156	
合計		0.01897	－	－	－	

表 2-4(4)　損失水頭表（海水系取水路－４）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00305	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路1	摩擦	0.00255	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点3	曲がり	0.00026	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路2	摩擦	0.00133	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点4	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路3	摩擦	0.00082	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点5	流入	0.00153	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
節点11	角落し	0.00068	Q	流量(m^3/s)	0.764	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.000	節点14も同様
節点15	回転バースクリーン（前面）	0.00184	f	損失係数	1.440	節点16も同様
			v	流速(m/s)	0.158	
	回転バースクリーン（背面）	0.00058	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.111	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.00449	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.221	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00172	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.155	
合計		0.01889	－	－	－	

表 2-4(5)　損失水頭表（海水系取水路－５）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00465	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路1	摩擦	0.00777	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点3	曲がり	0.00080	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
	屈折	0.00007	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路2	摩擦	0.00405	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点4	屈折	0.00007	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路3	摩擦	0.00249	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点5	流出	0.00930	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
節点11	角落し	0.00211	Q	流量(m^3/s)	1.327	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.007	節点14も同様
節点15	回転バースクリーン（前面）	0.00569	f	損失係数	1.440	節点16も同様
			v	流速(m/s)	0.278	
	回転バースクリーン（背面）	0.00178	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.195	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.01395	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.390	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00535	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.273	
合計		0.05808	－	－	－	

表 2-4(6)　損失水頭表（海水系取水路－６）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00930	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路1	摩擦	0.00777	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点3	曲がり	0.00080	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
	屈折	0.00007	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路2	摩擦	0.00405	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点4	屈折	0.00007	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路3	摩擦	0.00249	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点5	流入	0.00465	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
節点11	角落し	0.00211	Q	流量(m^3/s)	1.333	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.000	節点14も同様
節点15	回転バースクリーン（前面）	0.00556	f	損失係数	1.440	節点16も同様
			v	流速(m/s)	0.275	
	回転バースクリーン（背面）	0.00174	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.193	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.01356	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.384	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00521	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.269	
合計		0.05738	－	－	－	

表 2-4(7)　損失水頭表（海水系取水路－７）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00116	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路1	摩擦	0.00194	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点3	曲がり	0.00020	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路2	摩擦	0.00101	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点4	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路3	摩擦	0.00062	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点5	流出	0.00232	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
節点5	回転バースクリーン（前面）	0.00141	f	損失係数	1.440	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.138	
	回転バースクリーン（背面）	0.00044	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.097	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.00345	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.194	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00132	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.136	
合計		0.01391	－	－	－	

表 2-4(8)　損失水頭表（海水系取水路－８）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00232	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路1	摩擦	0.00194	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点3	曲がり	0.00020	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路2	摩擦	0.00101	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点4	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路3	摩擦	0.00062	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点5	流入	0.00116	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
節点5	回転バースクリーン（前面）	0.00140	f	損失係数	1.440	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.138	
	回転バースクリーン（背面）	0.00044	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.097	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.00342	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.193	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00131	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.135	
合計		0.01386	－	－	－	

表 2-4(9)　損失水頭表（海水系取水路－９）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00153	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路1	摩擦	0.00255	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点3	曲がり	0.00026	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路2	摩擦	0.00133	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点4	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路3	摩擦	0.00082	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点5	流出	0.00305	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
節点5	回転バースクリーン（前面）	0.00185	f	損失係数	1.440	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.159	
	回転バースクリーン（背面）	0.00058	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.111	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.00454	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.222	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00174	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.156	
合計		0.01829	－	－	－	

表 2-4(10)　損失水頭表（海水系取水路－１０）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00305	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路1	摩擦	0.00255	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点3	曲がり	0.00026	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路2	摩擦	0.00133	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点4	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路3	摩擦	0.00082	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点5	流入	0.00153	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
節点5	回転バースクリーン（前面）	0.00184	f	損失係数	1.440	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.158	
	回転バースクリーン（背面）	0.00058	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.111	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.00449	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.221	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00173	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.155	
合計		0.01822	－	－	－	

表 2-4(11)　損失水頭表（海水系取水路－１１）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00465	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路1	摩擦	0.00777	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点3	曲がり	0.00080	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
	屈折	0.00007	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路2	摩擦	0.00405	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点4	屈折	0.00007	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路3	摩擦	0.00249	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点5	流出	0.00930	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
節点5	回転バースクリーン（前面）	0.00569	f	損失係数	1.440	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.278	
	回転バースクリーン（背面）	0.00178	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.195	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.01394	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.390	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00535	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.273	
合計		0.05596	－	－	－	

表 2-4(12)　損失水頭表（海水系取水路－１２）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00930	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路1	摩擦	0.00777	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点3	曲がり	0.00080	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
	屈折	0.00007	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路2	摩擦	0.00405	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点4	屈折	0.00007	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路3	摩擦	0.00249	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点5	流入	0.00465	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
節点5	回転バースクリーン（前面）	0.00557	f	損失係数	1.440	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.275	
	回転バースクリーン（背面）	0.00174	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.193	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.01357	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.384	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00521	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.269	
合計		0.05529	－	－	－	

表 2-4(13)　損失水頭表（海水系取水路－１３）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00078	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路1	摩擦	0.00041	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点3	曲がり	0.00014	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路2	摩擦	0.00021	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点4	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路3	摩擦	0.00013	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点5	流出	0.00155	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
節点11	角落し	0.00052	Q	流量(m^3/s)	0.665	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.002	節点14も同様
節点15	回転バースクリーン（前面）	0.00141	f	損失係数	1.440	節点16も同様
			v	流速(m/s)	0.138	
	回転バースクリーン（背面）	0.00044	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.097	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.00344	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.194	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00132	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.136	
合計		0.01037	－	－	－	

表 2-4(14)　損失水頭表（海水系取水路－１４）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00155	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路1	摩擦	0.00041	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点3	曲がり	0.00014	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路2	摩擦	0.00021	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点4	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路3	摩擦	0.00013	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点5	流入	0.00078	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
節点11	角落し	0.00052	Q	流量(m^3/s)	0.667	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.000	節点14も同様
節点15	回転バースクリーン（前面）	0.00140	f	損失係数	1.440	節点16も同様
			v	流速(m/s)	0.138	
	回転バースクリーン（背面）	0.00044	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.097	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.00343	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.193	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00132	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.135	
合計		0.01035	－	－	－	

表 2-4(15)　損失水頭表（海水系取水路－１５）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00102	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路1	摩擦	0.00053	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点3	曲がり	0.00018	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路2	摩擦	0.00028	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点4	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路3	摩擦	0.00017	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点5	流出	0.00204	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
節点11	角落し	0.00068	Q	流量(m^3/s)	0.762	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.002	節点14も同様
節点15	回転バースクリーン（前面）	0.00185	f	損失係数	1.440	節点16も同様
			v	流速(m/s)	0.159	
	回転バースクリーン（背面）	0.00058	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.111	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.00453	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.222	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00174	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.155	
合計		0.01362	－	－	－	

表 2-4(16)　損失水頭表（海水系取水路－１６）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00204	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路1	摩擦	0.00053	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点3	曲がり	0.00018	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路2	摩擦	0.00028	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点4	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路3	摩擦	0.00017	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点5	流入	0.00102	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
節点11	角落し	0.00068	Q	流量(m^3/s)	0.764	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.000	節点14も同様
節点15	回転バースクリーン（前面）	0.00184	f	損失係数	1.440	節点16も同様
			v	流速(m/s)	0.158	
	回転バースクリーン（背面）	0.00058	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.111	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.00450	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.221	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00173	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.155	
合計		0.01357	－	－	－	

表 2-4(17)　損失水頭表（海水系取水路－１７）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00311	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路1	摩擦	0.00162	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点3	曲がり	0.00054	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
	屈折	0.00004	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路2	摩擦	0.00084	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点4	屈折	0.00004	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路3	摩擦	0.00052	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点5	流出	0.00622	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
節点11	角落し	0.00209	Q	流量(m^3/s)	1.327	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.007	節点14も同様
節点15	回転バースクリーン（前面）	0.00566	f	損失係数	1.440	節点16も同様
			v	流速(m/s)	0.277	
	回転バースクリーン（背面）	0.00177	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.194	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.01387	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.389	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00532	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.272	
合計		0.04164	－	－	－	

表 2-4(18)　損失水頭表（海水系取水路－１８）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00622	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路1	摩擦	0.00162	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点3	曲がり	0.00054	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
	屈折	0.00004	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路2	摩擦	0.00084	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点4	屈折	0.00004	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路3	摩擦	0.00052	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点5	流入	0.00311	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
節点11	角落し	0.00209	Q	流量(m^3/s)	1.333	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.000	節点14も同様
節点15	回転バースクリーン（前面）	0.00560	f	損失係数	1.440	節点16も同様
			v	流速(m/s)	0.276	
	回転バースクリーン（背面）	0.00175	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.193	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.01365	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.385	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00524	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.270	
合計		0.04126	－	－	－	

表 2-4(19)　損失水頭表（海水系取水路－１９）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00078	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路1	摩擦	0.00041	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点3	曲がり	0.00014	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路2	摩擦	0.00021	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点4	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路3	摩擦	0.00013	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点5	流出	0.00155	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
節点5	回転バースクリーン（前面）	0.00141	f	損失係数	1.440	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.138	
	回転バースクリーン（背面）	0.00044	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.097	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.00344	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.194	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00132	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.136	
合計		0.00985	－	－	－	

表 2-4(20)　損失水頭表（海水系取水路－２０）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00155	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路1	摩擦	0.00041	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点3	曲がり	0.00014	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路2	摩擦	0.00021	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点4	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路3	摩擦	0.00013	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点5	流入	0.00078	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
節点5	回転バースクリーン（前面）	0.00140	f	損失係数	1.440	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.138	
	回転バースクリーン（背面）	0.00044	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.097	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.00343	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.193	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00132	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.135	
合計		0.00983	－	－	－	

表 2-4(21)　損失水頭表（海水系取水路－２１）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00102	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路1	摩擦	0.00053	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点3	曲がり	0.00018	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路2	摩擦	0.00028	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点4	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路3	摩擦	0.00017	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点5	流出	0.00204	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
節点5	回転バースクリーン（前面）	0.00185	f	損失係数	1.440	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.159	
	回転バースクリーン（背面）	0.00058	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.111	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.00453	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.222	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00174	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.155	
合計		0.01294	－	－	－	

表 2-4(22)　損失水頭表（海水系取水路－２２）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00204	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路1	摩擦	0.00053	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点3	曲がり	0.00018	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路2	摩擦	0.00028	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点4	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路3	摩擦	0.00017	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点5	流入	0.00102	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
節点5	回転バースクリーン（前面）	0.00184	f	損失係数	1.440	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.158	
	回転バースクリーン（背面）	0.00058	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.111	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.00450	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.221	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00173	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.155	
合計		0.01289	－	－	－	

表 2-4(23)　損失水頭表（海水系取水路－２３）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00311	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路1	摩擦	0.00162	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点3	曲がり	0.00054	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
	屈折	0.00004	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路2	摩擦	0.00084	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点4	屈折	0.00004	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路3	摩擦	0.00052	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点5	流出	0.00622	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
節点5	回転バースクリーン（前面）	0.00565	f	損失係数	1.440	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.277	
	回転バースクリーン（背面）	0.00177	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.194	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.01386	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.388	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00532	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.272	
合計		0.03953	－	－	－	

表 2-4(24)　損失水頭表（海水系取水路－２４）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00622	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路1	摩擦	0.00162	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点3	曲がり	0.00054	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
	屈折	0.00004	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路2	摩擦	0.00084	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点4	屈折	0.00004	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路3	摩擦	0.00052	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点5	流入	0.00311	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
節点5	回転バースクリーン（前面）	0.00560	f	損失係数	1.440	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.276	
	回転バースクリーン（背面）	0.00175	f	損失係数	0.920	
			v	流速(m/s)	0.193	
	トラベリングスクリーン（前面）	0.01365	f	損失係数	1.800	
			v	流速(m/s)	0.386	
	トラベリングスクリーン（背面）	0.00524	f	損失係数	1.410	
			v	流速(m/s)	0.270	
合計		0.03917	－	－	－	

表 2-4(25)　損失水頭表（海水系取水路－２５）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00116	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路1	摩擦	0.00194	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点3	曲がり	0.00020	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路2	摩擦	0.00101	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点4	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路3	摩擦	0.00062	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点5	流出	0.00232	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
節点11	角落し	0.00052	Q	流量(m^3/s)	0.665	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.002	節点14も同様
合計		0.00781	－	－	－	

表 2-4(26)　損失水頭表（海水系取水路－２６）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00232	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路1	摩擦	0.00194	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点3	曲がり	0.00020	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路2	摩擦	0.00101	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点4	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路3	摩擦	0.00062	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点5	流入	0.00116	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
節点11	角落し	0.00052	Q	流量(m^3/s)	0.667	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.000	節点14も同様
合計		0.00781	－	－	－	

表 2-4(27)　損失水頭表（海水系取水路－２７）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00153	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路1	摩擦	0.00255	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点3	曲がり	0.00026	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路2	摩擦	0.00133	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点4	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路3	摩擦	0.00082	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点5	流出	0.00305	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
節点11	角落し	0.00068	Q	流量(m^3/s)	0.762	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.002	節点14も同様
合計		0.01026	－	－	－	

表 2-4(28)　損失水頭表（海水系取水路－２８）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00305	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路1	摩擦	0.00255	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点3	曲がり	0.00026	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路2	摩擦	0.00133	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点4	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路3	摩擦	0.00082	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点5	流入	0.00153	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
節点11	角落し	0.00068	Q	流量(m^3/s)	0.764	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.000	節点14も同様
合計		0.01026	－	－	－	

表 2-4(29)　損失水頭表（海水系取水路－２９）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00465	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路1	摩擦	0.00777	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点3	曲がり	0.00080	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
	屈折	0.00007	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路2	摩擦	0.00405	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点4	屈折	0.00007	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路3	摩擦	0.00249	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点5	流出	0.00930	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
節点11	角落し	0.00211	Q	流量(m^3/s)	1.327	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.007	節点14も同様
合計		0.03131	－	－	－	

表 2-4(30)　損失水頭表（海水系取水路－３０）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00930	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路1	摩擦	0.00777	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点3	曲がり	0.00080	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
	屈折	0.00007	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路2	摩擦	0.00405	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点4	屈折	0.00007	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路3	摩擦	0.00249	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点5	流入	0.00465	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
節点11	角落し	0.00211	Q	流量(m^3/s)	1.333	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.000	節点14も同様
合計		0.03131	－	－	－	

表 2-4(31)　損失水頭表（海水系取水路－３１）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00116	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路1	摩擦	0.00194	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点3	曲がり	0.00020	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路2	摩擦	0.00101	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点4	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路3	摩擦	0.00062	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点5	流出	0.00232	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
合計		0.00729	－	－	－	

表 2-4(32)　損失水頭表（海水系取水路－３２）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00232	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路1	摩擦	0.00194	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点3	曲がり	0.00020	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路2	摩擦	0.00101	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点4	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
管路3	摩擦	0.00062	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.213	
節点5	流入	0.00116	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.213	
合計		0.00729	－	－	－	

表 2-4(33)　損失水頭表（海水系取水路－３３）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00153	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路1	摩擦	0.00255	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点3	曲がり	0.00026	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路2	摩擦	0.00133	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点4	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路3	摩擦	0.00082	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点5	流出	0.00305	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
合計		0.00958	－	－	－	

表 2-4(34)　損失水頭表（海水系取水路－３４）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00305	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路1	摩擦	0.00255	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点3	曲がり	0.00026	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路2	摩擦	0.00133	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点4	屈折	0.00002	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
管路3	摩擦	0.00082	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.245	
節点5	流入	0.00153	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.245	
合計		0.00958	－	－	－	

表 2-4(35)　損失水頭表（海水系取水路－３５）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00465	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路1	摩擦	0.00777	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点3	曲がり	0.00080	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
	屈折	0.00007	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路2	摩擦	0.00405	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点4	屈折	0.00007	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路3	摩擦	0.00249	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点5	流出	0.00930	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
合計		0.02920	－	－	－	

表 2-4(36)　損失水頭表（海水系取水路－３６）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00930	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路1	摩擦	0.00777	n	粗度係数	0.025	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点3	曲がり	0.00080	f	損失係数	0.086	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
	屈折	0.00007	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路2	摩擦	0.00405	n	粗度係数	0.025	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点4	屈折	0.00007	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
管路3	摩擦	0.00249	n	粗度係数	0.025	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.471	
			v	流速(m/s)	0.427	
節点5	流入	0.00465	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.427	
合計		0.02920	－	－	－	

表 2-4(37)　損失水頭表（海水系取水路－３７）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00078	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路1	摩擦	0.00041	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点3	曲がり	0.00014	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路2	摩擦	0.00021	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点4	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路3	摩擦	0.00013	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点5	流出	0.00155	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
節点11	角落し	0.00052	Q	流量(m^3/s)	0.665	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.002	節点14も同様
合計		0.00376	－	－	－	

表 2-4(38)　損失水頭表（海水系取水路－３８）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00155	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路1	摩擦	0.00041	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点3	曲がり	0.00014	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路2	摩擦	0.00021	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点4	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路3	摩擦	0.00013	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点5	流入	0.00078	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
節点11	角落し	0.00052	Q	流量(m^3/s)	0.667	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.000	節点14も同様
合計		0.00376	－	－	－	

表 2-4(39)　損失水頭表（海水系取水路－３９）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00102	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路1	摩擦	0.00053	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点3	曲がり	0.00018	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路2	摩擦	0.00028	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点4	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路3	摩擦	0.00017	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点5	流出	0.00204	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
節点11	角落し	0.00068	Q	流量(m^3/s)	0.762	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.002	節点14も同様
合計		0.00492	－	－	－	

表 2-4(40)　損失水頭表（海水系取水路－４０）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00204	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路1	摩擦	0.00053	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点3	曲がり	0.00018	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路2	摩擦	0.00028	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点4	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路3	摩擦	0.00017	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点5	流入	0.00102	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
節点11	角落し	0.00068	Q	流量(m^3/s)	0.764	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.000	節点14も同様
合計		0.00492	－	－	－	

表 2-4(41)　損失水頭表（海水系取水路－４１）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00311	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路1	摩擦	0.00162	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点3	曲がり	0.00054	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
	屈折	0.00004	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路2	摩擦	0.00084	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点4	屈折	0.00004	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路3	摩擦	0.00052	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点5	流出	0.00622	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
節点11	角落し	0.00209	Q	流量(m^3/s)	1.327	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.007	節点14も同様
合計		0.01502	－	－	－	

表 2-4(42)　損失水頭表（海水系取水路－４２）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00622	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路1	摩擦	0.00162	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点3	曲がり	0.00054	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
	屈折	0.00004	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路2	摩擦	0.00084	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点4	屈折	0.00004	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路3	摩擦	0.00052	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点5	流入	0.00311	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
節点11	角落し	0.00209	Q	流量(m^3/s)	1.333	節点12も同様
節点13	フラップゲート		Q	流量(m^3/s)	0.000	節点14も同様
合計		0.01502	－	－	－	

表 2-4(43)　損失水頭表（海水系取水路－４３）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00078	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路1	摩擦	0.00041	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点3	曲がり	0.00014	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路2	摩擦	0.00021	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点4	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路3	摩擦	0.00013	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点5	流出	0.00155	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
合計		0.00324	－	－	－	

表 2-4(44)　損失水頭表（海水系取水路－４４）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00155	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路1	摩擦	0.00041	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点3	曲がり	0.00014	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路2	摩擦	0.00021	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点4	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
管路3	摩擦	0.00013	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.174	
節点5	流入	0.00078	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.174	
合計		0.00324	－	－	－	

表 2-4(45)　損失水頭表（海水系取水路－４５）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00102	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路1	摩擦	0.00053	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点3	曲がり	0.00018	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路2	摩擦	0.00028	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点4	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路3	摩擦	0.00017	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点5	流出	0.00204	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
合計		0.00424	－	－	－	

表 2-4(46)　損失水頭表（海水系取水路－４６）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00204	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路1	摩擦	0.00053	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点3	曲がり	0.00018	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路2	摩擦	0.00028	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点4	屈折	0.00001	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
管路3	摩擦	0.00017	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.200	
節点5	流入	0.00102	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.200	
合計		0.00424	－	－	－	

表 2-4(47)　損失水頭表（海水系取水路－４７）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流入	0.00311	f	損失係数	0.500	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路1	摩擦	0.00162	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点3	曲がり	0.00054	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
	屈折	0.00004	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路2	摩擦	0.00084	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点4	屈折	0.00004	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路3	摩擦	0.00052	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点5	流出	0.00622	f	損失係数	1.000	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
合計		0.01293	－	－	－	

表 2-4(48)　損失水頭表（海水系取水路－４８）

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点2	流出	0.00622	f	損失係数	1.000	節点6も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路1	摩擦	0.00162	n	粗度係数	0.015	管路4も同様
			l	長さ(m)	25.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点3	曲がり	0.00054	f	損失係数	0.087	水平 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
	屈折	0.00004	f	損失係数	0.007	鉛直 節点7も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路2	摩擦	0.00084	n	粗度係数	0.015	管路5も同様
			l	長さ(m)	13.014	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点4	屈折	0.00004	f	損失係数	0.007	鉛直 節点8も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
管路3	摩擦	0.00052	n	粗度係数	0.015	管路6も同様
			l	長さ(m)	8.000	
			r	径深(m)	0.524	
			v	流速(m/s)	0.349	
節点5	流入	0.00311	f	損失係数	0.500	節点9も同様
			v	流速(m/s)	0.349	
合計		0.01293	－	－	－	

表 2-5(1)　損失水頭表（循環水系取水路－１）

順流側

場所	項目	損失水頭(m) 内側	損失水頭(m) 外側	係数		係数 内側	係数 外側	備考
節点2	流入	0.09435		f	損失係数	0.500		節点10も同様
				v	流速(m/s)	1.923		
管路1	摩擦	0.03813		n	粗度係数	0.025		管路6も同様
				l	長さ(m)	17.226		
				r	径深(m)	1.033		
				v	流速(m/s)	1.923		
節点3	屈折	0.00132		f	損失係数	0.007		鉛直 節点11も同様
				v	流速(m/s)	1.923		
管路2	摩擦	0.13139		n	粗度係数	0.025		管路7も同様
				l	長さ(m)	59.358		
				r	径深(m)	1.033		
				v	流速(m/s)	1.923		
節点4	曲がり	0.08699		f	損失係数	0.461		鉛直 節点12も同様
				v	流速(m/s)	1.923		
節点5	曲がり	0.04076		f	損失係数	0.216		鉛直 節点13も同様
				v	流速(m/s)	1.923		
	漸縮	0.00000		f	損失係数	0.000		
				v	流速(m/s)	1.970		
管路3	摩擦	0.00775		n	粗度係数	0.025		管路3が内側 管路8が外側
				l	長さ(m)	3.500		
				r	径深(m)	1.033		
				v	流速(m/s)	1.923		
	摩擦	0.13704	0.14457	n	粗度係数	0.025	0.025	
				l	長さ(m)	60.784	64.122	
				r	径深(m)	1.056	1.056	
				v	流速(m/s)	1.970	1.970	
節点6	曲がり	0.03859	0.02692	f	損失係数	0.195	0.136	水平 節点6が内側 節点14が外側
				v	流速(m/s)	1.970	1.970	
管路4	摩擦	0.16444	0.17196	n	粗度係数	0.025	0.025	管路4が内側 管路9が外側
				l	長さ(m)	72.934	76.272	
				r	径深(m)	1.056	1.056	
				v	流速(m/s)	1.970	1.970	
節点8	漸拡	0.03215		f	損失係数	0.300		節点16も同様
				v	流速(m/s)	1.970		
	ピア	0.25573		f	損失係数	1.292		
				v	流速(m/s)	1.970		
管路5	摩擦	0.00398		n	粗度係数	0.025		管路10も同様
				l	長さ(m)	13.800		
				r	径深(m)	1.534		
				v	流速(m/s)	0.903		
節点9	流出	0.01381		f	損失係数	1.000		節点17も同様
				v	流速(m/s)	0.520		
	回転バースクリーン（前面）	0.08722		f	損失係数	1.480		内側と外側の 平均損失水頭を 入力値として計算
				v	流速(m/s)	1.075		
	回転バースクリーン（背面）	0.02859		f	損失係数	0.990		
				v	流速(m/s)	0.752		
	トラベリングスクリーン（前面）	0.17852		f	損失係数	1.770		
				v	流速(m/s)	1.406		
	トラベリングスクリーン（背面）	0.06771		f	損失係数	1.370		
				v	流速(m/s)	0.984		
合計		1.41016		－	－	－		内側と外側の平均値

表 2-5(2)　損失水頭表（循環水系取水路－２）

逆流側

場所	項目	損失水頭(m) 内側	損失水頭(m) 外側	係数		係数 内側	係数 外側	備考
節点2	流出	0.18869		f	損失係数	1.000		節点10も同様
				v	流速(m/s)	1.923		
管路1	摩擦	0.03813		n	粗度係数	0.025		管路6も同様
				l	長さ(m)	17.226		
				r	径深(m)	1.033		
				v	流速(m/s)	1.923		
節点3	屈折	0.00132		f	損失係数	0.007		鉛直 節点11も同様
				v	流速(m/s)	1.923		
管路2	摩擦	0.13139		n	粗度係数	0.025		管路7も同様
				l	長さ(m)	59.358		
				r	径深(m)	1.033		
				v	流速(m/s)	1.923		
節点4	曲がり	0.08699		f	損失係数	0.461		鉛直 節点12も同様
				v	流速(m/s)	1.923		
節点5	曲がり	0.04076		f	損失係数	0.216		鉛直 節点13も同様
				v	流速(m/s)	1.923		
	漸拡	0.00002		f	損失係数	0.200		
				v	流速(m/s)	1.970		
管路3	摩擦	0.00775		n	粗度係数	0.025		管路3が内側 管路8が外側
				l	長さ(m)	3.500		
				r	径深(m)	1.033		
				v	流速(m/s)	1.923		
	摩擦	0.13704	0.14457	n	粗度係数	0.025	0.025	
				l	長さ(m)	60.784	64.122	
				r	径深(m)	1.056	1.056	
				v	流速(m/s)	1.970	1.970	
節点6	曲がり	0.03859	0.02692	f	損失係数	0.195	0.136	水平 節点6が内側 節点14が外側
				v	流速(m/s)	1.970	1.970	
管路4	摩擦	0.16444	0.17196	n	粗度係数	0.025	0.025	管路4が内側 管路9が外側
				l	長さ(m)	72.934	76.272	
				r	径深(m)	1.056	1.056	
				v	流速(m/s)	1.970	1.970	
節点8	漸縮	0.00297		f	損失係数	0.015		節点16も同様
				v	流速(m/s)	1.970		
	ピア	0.00767		f	損失係数	0.556		
				v	流速(m/s)	0.520		
管路5	摩擦	0.00398		n	粗度係数	0.025		管路10も同様
				l	長さ(m)	13.800		
				r	径深(m)	1.534		
				v	流速(m/s)	0.903		
節点9	流入	0.00690		f	損失係数	0.500		節点17も同様
				v	流速(m/s)	0.520		
	回転バースクリーン（前面）	0.06040		f	損失係数	1.480		内側と外側の 平均損失水頭を 入力値として計算
				v	流速(m/s)	0.894		
	回転バースクリーン（背面）	0.01980		f	損失係数	0.990		
				v	流速(m/s)	0.626		
	トラベリングスクリーン（前面）	0.11893		f	損失係数	1.770		
				v	流速(m/s)	1.148		
	トラベリングスクリーン（背面）	0.04510		f	損失係数	1.370		
				v	流速(m/s)	0.803		
合計		1.10256		－	－	－		内側と外側の平均値

表 2-5(3)　損失水頭表（循環水系取水路－３）

順流側

場所	項目	損失水頭(m) 内側	損失水頭(m) 外側	係数		係数 内側	係数 外側	備考
節点2	流入	0.08576		f	損失係数	0.500		節点10も同様
				v	流速(m/s)	1.833		
管路1	摩擦	0.01204		n	粗度係数	0.015		管路6も同様
				l	長さ(m)	17.226		
				r	径深(m)	1.061		
				v	流速(m/s)	1.833		
節点3	屈折	0.00120		f	損失係数	0.007		鉛直 節点11も同様
				v	流速(m/s)	1.833		
管路2	摩擦	0.04149		n	粗度係数	0.015		管路7も同様
				l	長さ(m)	59.358		
				r	径深(m)	1.061		
				v	流速(m/s)	1.833		
節点4	曲がり	0.08421		f	損失係数	0.491		鉛直 節点12も同様
				v	流速(m/s)	1.833		
節点5	曲がり	0.03825		f	損失係数	0.223		鉛直 節点13も同様
				v	流速(m/s)	1.833		
	漸縮	0.00000		f	損失係数	0.000		
				v	流速(m/s)	1.880		
管路3	摩擦	0.00245		n	粗度係数	0.015		管路3が内側 管路8が外側
				l	長さ(m)	3.500		
				r	径深(m)	1.061		
				v	流速(m/s)	1.833		
	摩擦	0.04350	0.04589	n	粗度係数	0.015	0.015	
				l	長さ(m)	60.784	64.122	
				r	径深(m)	1.082	1.082	
				v	流速(m/s)	1.880	1.880	
節点6	曲がり	0.03623	0.02469	f	損失係数	0.201	0.137	水平 節点6が内側 節点14が外側
				v	流速(m/s)	1.880	1.880	
管路4	摩擦	0.05219	0.05458	n	粗度係数	0.015	0.015	管路4が内側 管路9が外側
				l	長さ(m)	72.934	76.272	
				r	径深(m)	1.082	1.082	
				v	流速(m/s)	1.880	1.880	
節点8	漸拡	0.02882		f	損失係数	0.300		節点16も同様
				v	流速(m/s)	1.880		
	ピア	0.19834		f	損失係数	1.100		
				v	流速(m/s)	1.880		
管路5	摩擦	0.00131		n	粗度係数	0.015		管路10も同様
				l	長さ(m)	13.800		
				r	径深(m)	1.562		
				v	流速(m/s)	0.874		
節点9	流出	0.01314		f	損失係数	1.000		節点17も同様
				v	流速(m/s)	0.507		
	回転バースクリーン（前面）	0.08008		f	損失係数	1.480		内側と外側の 平均損失水頭を 入力値として計算
				v	流速(m/s)	1.030		
	回転バースクリーン（背面）	0.02625		f	損失係数	0.990		
				v	流速(m/s)	0.721		
	トラベリングスクリーン（前面）	0.16341		f	損失係数	1.770		
				v	流速(m/s)	1.345		
	トラベリングスクリーン（背面）	0.06198		f	損失係数	1.370		
				v	流速(m/s)	0.942		
合計		0.96727		－	－	－		内側と外側の平均値

表 2-5(4)　損失水頭表（循環水系取水路－４）

逆流側

場所	項目	損失水頭(m) 内側	損失水頭(m) 外側	係数		係数 内側	係数 外側	備考
節点2	流出	0.17151		f	損失係数	1.000		節点10も同様
				v	流速(m/s)	1.833		
管路1	摩擦	0.01204		n	粗度係数	0.015		管路6も同様
				l	長さ(m)	17.226		
				r	径深(m)	1.061		
				v	流速(m/s)	1.833		
節点3	屈折	0.00120		f	損失係数	0.007		鉛直 節点11も同様
				v	流速(m/s)	1.833		
管路2	摩擦	0.04149		n	粗度係数	0.015		管路7も同様
				l	長さ(m)	59.358		
				r	径深(m)	1.061		
				v	流速(m/s)	1.833		
節点4	曲がり	0.08421		f	損失係数	0.491		鉛直 節点12も同様
				v	流速(m/s)	1.833		
節点5	曲がり	0.03825		f	損失係数	0.223		鉛直 節点13も同様
				v	流速(m/s)	1.833		
	漸拡	0.00002		f	損失係数	0.200		
				v	流速(m/s)	1.880		
管路3	摩擦	0.00245		n	粗度係数	0.015		管路3が内側 管路8が外側
				l	長さ(m)	3.500		
				r	径深(m)	1.061		
				v	流速(m/s)	1.833		
	摩擦	0.04350	0.04589	n	粗度係数	0.015	0.015	
				l	長さ(m)	60.784	64.122	
				r	径深(m)	1.082	1.082	
				v	流速(m/s)	1.880	1.880	
節点6	曲がり	0.03623	0.02469	f	損失係数	0.201	0.137	水平 節点6が内側 節点14が外側
				v	流速(m/s)	1.880	1.880	
管路4	摩擦	0.05219	0.05458	n	粗度係数	0.015	0.015	管路4が内側 管路9が外側
				l	長さ(m)	72.934	76.272	
				r	径深(m)	1.082	1.082	
				v	流速(m/s)	1.880	1.880	
節点8	漸縮	0.00270		f	損失係数	0.015		節点16も同様
				v	流速(m/s)	1.880		
	ピア	0.00670		f	損失係数	0.510		
				v	流速(m/s)	0.507		
管路5	摩擦	0.00131		n	粗度係数	0.015		管路10も同様
				l	長さ(m)	13.800		
				r	径深(m)	1.562		
				v	流速(m/s)	0.874		
節点9	流入	0.00657		f	損失係数	0.500		節点17も同様
				v	流速(m/s)	0.507		
	回転バースクリーン（前面）	0.06443		f	損失係数	1.480		内側と外側の 平均損失水頭を 入力値として計算
				v	流速(m/s)	0.924		
	回転バースクリーン（背面）	0.02112		f	損失係数	0.990		
				v	流速(m/s)	0.647		
	トラベリングスクリーン（前面）	0.12669		f	損失係数	1.770		
				v	流速(m/s)	1.184		
	トラベリングスクリーン（背面）	0.04805		f	損失係数	1.370		
				v	流速(m/s)	0.829		
合計		0.75728		－	－	－		内側と外側の平均値

表 2-5(5)　損失水頭表（循環水系取水路－５）

順流側

場所	項目	損失水頭(m)		係数				備考
		内側	外側			内側	外側	
節点2	流入	0.09435		f	損失係数	0.500		節点10も同様
				v	流速(m/s)	1.923		
管路1	摩擦	0.03813		n	粗度係数	0.025		管路6も同様
				l	長さ(m)	17.226		
				r	径深(m)	1.033		
				v	流速(m/s)	1.923		
節点3	屈折	0.00132		f	損失係数	0.007		鉛直 節点11も同様
				v	流速(m/s)	1.923		
管路2	摩擦	0.13139		n	粗度係数	0.025		管路7も同様
				l	長さ(m)	59.358		
				r	径深(m)	1.033		
				v	流速(m/s)	1.923		
節点4	曲がり	0.08699		f	損失係数	0.461		鉛直 節点12も同様
				v	流速(m/s)	1.923		
節点5	曲がり	0.04076		f	損失係数	0.216		鉛直 節点13も同様
				v	流速(m/s)	1.923		
	漸縮	0.00000		f	損失係数	0.000		
				v	流速(m/s)	1.970		
管路3	摩擦	0.00775		n	粗度係数	0.025		管路3が内側 管路8が外側
				l	長さ(m)	3.500		
				r	径深(m)	1.033		
				v	流速(m/s)	1.923		
	摩擦	0.13704	0.14457	n	粗度係数	0.025	0.025	
				l	長さ(m)	60.784	64.122	
				r	径深(m)	1.056	1.056	
				v	流速(m/s)	1.970	1.970	
節点6	曲がり	0.03859	0.02692	f	損失係数	0.195	0.136	水平 節点6が内側 節点14が外側
				v	流速(m/s)	1.970	1.970	
管路4	摩擦	0.16444	0.17196	n	粗度係数	0.025	0.025	管路4が内側 管路9が外側
				l	長さ(m)	72.934	76.272	
				r	径深(m)	1.056	1.056	
				v	流速(m/s)	1.970	1.970	
節点8	漸拡	0.03215		f	損失係数	0.300		節点16も同様
				v	流速(m/s)	1.970		
	ピア	0.25573		f	損失係数	1.292		
				v	流速(m/s)	1.970		
管路5	摩擦	0.00398		n	粗度係数	0.025		管路10も同様
				l	長さ(m)	13.800		
				r	径深(m)	1.534		
				v	流速(m/s)	0.903		
節点9	流出	0.01381		f	損失係数	1.000		節点17も同様
				v	流速(m/s)	0.520		
合計		1.04643	1.04981	－	－	－		

表 2-5(6)　損失水頭表（循環水系取水路－６）

逆流側

場所	項目	損失水頭(m) 内側	損失水頭(m) 外側	係数		係数 内側	係数 外側	備考
節点2	流出	0.18869		f	損失係数	1.000		節点10も同様
				v	流速(m/s)	1.923		
管路1	摩擦	0.03813		n	粗度係数	0.025		管路6も同様
				l	長さ(m)	17.226		
				r	径深(m)	1.033		
				v	流速(m/s)	1.923		
節点3	屈折	0.00132		f	損失係数	0.007		鉛直 節点11も同様
				v	流速(m/s)	1.923		
管路2	摩擦	0.13139		n	粗度係数	0.025		管路7も同様
				l	長さ(m)	59.358		
				r	径深(m)	1.033		
				v	流速(m/s)	1.923		
節点4	曲がり	0.08699		f	損失係数	0.461		鉛直 節点12も同様
				v	流速(m/s)	1.923		
節点5	曲がり	0.04076		f	損失係数	0.216		鉛直 節点13も同様
				v	流速(m/s)	1.923		
	漸拡	0.00002		f	損失係数	0.200		
				v	流速(m/s)	1.970		
管路3	摩擦	0.00775		n	粗度係数	0.025		管路3が内側 管路8が外側
				l	長さ(m)	3.500		
				r	径深(m)	1.033		
				v	流速(m/s)	1.923		
	摩擦	0.13704	0.14457	n	粗度係数	0.025	0.025	
				l	長さ(m)	60.784	64.122	
				r	径深(m)	1.056	1.056	
				v	流速(m/s)	1.970	1.970	
節点6	曲がり	0.03859	0.02692	f	損失係数	0.195	0.136	水平 節点6が内側 節点14が外側
				v	流速(m/s)	1.970	1.970	
管路4	摩擦	0.16444	0.17196	n	粗度係数	0.025	0.025	管路4が内側 管路9が外側
				l	長さ(m)	72.934	76.272	
				r	径深(m)	1.056	1.056	
				v	流速(m/s)	1.970	1.970	
節点8	漸縮	0.00297		f	損失係数	0.015		節点16も同様
				v	流速(m/s)	1.970		
	ピア	0.00767		f	損失係数	0.556		
				v	流速(m/s)	0.520		
管路5	摩擦	0.00398		n	粗度係数	0.025		管路10も同様
				l	長さ(m)	13.800		
				r	径深(m)	1.534		
				v	流速(m/s)	0.903		
節点9	流入	0.00690		f	損失係数	0.500		節点17も同様
				v	流速(m/s)	0.520		
合計		0.85664	0.86002	－	－	－		

表 2-5(7)　損失水頭表（循環水系取水路－７）

順流側

場所	項目	損失水頭(m)		係数				備考
		内側	外側			内側	外側	
節点2	流入	0.08576		f	損失係数	0.500		節点10も同様
				v	流速(m/s)	1.833		
管路1	摩擦	0.01204		n	粗度係数	0.015		管路6も同様
				l	長さ(m)	17.226		
				r	径深(m)	1.061		
				v	流速(m/s)	1.833		
節点3	屈折	0.00120		f	損失係数	0.007		鉛直 節点11も同様
				v	流速(m/s)	1.833		
管路2	摩擦	0.04149		n	粗度係数	0.015		管路7も同様
				l	長さ(m)	59.358		
				r	径深(m)	1.061		
				v	流速(m/s)	1.833		
節点4	曲がり	0.08421		f	損失係数	0.491		鉛直 節点12も同様
				v	流速(m/s)	1.833		
節点5	曲がり	0.03825		f	損失係数	0.223		鉛直 節点13も同様
				v	流速(m/s)	1.833		
	漸縮	0.00000		f	損失係数	0.000		
				v	流速(m/s)	1.880		
管路3	摩擦	0.00245		n	粗度係数	0.015		管路3が内側 管路8が外側
				l	長さ(m)	3.500		
				r	径深(m)	1.061		
				v	流速(m/s)	1.833		
	摩擦	0.04350	0.04589	n	粗度係数	0.015	0.015	
				l	長さ(m)	60.784	64.122	
				r	径深(m)	1.082	1.082	
				v	流速(m/s)	1.880	1.880	
節点6	曲がり	0.03623	0.02469	f	損失係数	0.201	0.137	水平 節点6が内側 節点14が外側
				v	流速(m/s)	1.880	1.880	
管路4	摩擦	0.05219	0.05458	n	粗度係数	0.015	0.015	管路4が内側 管路9が外側
				l	長さ(m)	72.934	76.272	
				r	径深(m)	1.082	1.082	
				v	流速(m/s)	1.880	1.880	
節点8	漸拡	0.02882		f	損失係数	0.300		節点16も同様
				v	流速(m/s)	1.880		
	ピア	0.19834		f	損失係数	1.100		
				v	流速(m/s)	1.880		
管路5	摩擦	0.00131		n	粗度係数	0.015		管路10も同様
				l	長さ(m)	13.800		
				r	径深(m)	1.562		
				v	流速(m/s)	0.874		
節点9	流出	0.01314		f	損失係数	1.000		節点17も同様
				v	流速(m/s)	0.507		
合計		0.63893	0.63217	－	－	－		

表 2-5(8)　損失水頭表（循環水系取水路－８）

逆流側

場所	項目	損失水頭(m)		係数				備考
		内側	外側			内側	外側	
節点2	流出	0.17151		f	損失係数	1.000		節点10も同様
				v	流速(m/s)	1.833		
管路1	摩擦	0.01204		n	粗度係数	0.015		管路6も同様
				l	長さ(m)	17.226		
				r	径深(m)	1.061		
				v	流速(m/s)	1.833		
節点3	屈折	0.00120		f	損失係数	0.007		鉛直 節点11も同様
				v	流速(m/s)	1.833		
管路2	摩擦	0.04149		n	粗度係数	0.015		管路7も同様
				l	長さ(m)	59.358		
				r	径深(m)	1.061		
				v	流速(m/s)	1.833		
節点4	曲がり	0.08421		f	損失係数	0.491		鉛直 節点12も同様
				v	流速(m/s)	1.833		
節点5	曲がり	0.03825		f	損失係数	0.223		鉛直 節点13も同様
				v	流速(m/s)	1.833		
	漸拡	0.00002		f	損失係数	0.200		
				v	流速(m/s)	1.880		
管路3	摩擦	0.00245		n	粗度係数	0.015		管路3が内側 管路8が外側
				l	長さ(m)	3.500		
				r	径深(m)	1.061		
				v	流速(m/s)	1.833		
	摩擦	0.04350	0.04589	n	粗度係数	0.015	0.015	
				l	長さ(m)	60.784	64.122	
				r	径深(m)	1.082	1.082	
				v	流速(m/s)	1.880	1.880	
節点6	曲がり	0.03623	0.02469	f	損失係数	0.201	0.137	水平 節点6が内側 節点14が外側
				v	流速(m/s)	1.880	1.880	
管路4	摩擦	0.05219	0.05458	n	粗度係数	0.015	0.015	管路4が内側 管路9が外側
				l	長さ(m)	72.934	76.272	
				r	径深(m)	1.082	1.082	
				v	流速(m/s)	1.880	1.880	
節点8	漸縮	0.00270		f	損失係数	0.015		節点16も同様
				v	流速(m/s)	1.880		
	ピア	0.00670		f	損失係数	0.510		
				v	流速(m/s)	0.507		
管路5	摩擦	0.00131		n	粗度係数	0.015		管路10も同様
				l	長さ(m)	13.800		
				r	径深(m)	1.562		
				v	流速(m/s)	0.874		
節点9	流入	0.00657		f	損失係数	0.500		節点17も同様
				v	流速(m/s)	0.507		
合計		0.50037	0.49361	－	－	－		

表 2-6(1)　損失水頭表（放水路－１）

順流側

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点9	流入	0.142	f	損失係数	0.500	節点18,29,38も同様
			v	流速(m/s)	2.361	
管路6	摩擦	0.016	n	粗度係数	0.015	管路12,18,24も同様
			l	長さ(m)	8.720	
			r	径深(m)	0.735	
			v	流速(m/s)	2.361	
節点8	屈折	0.003	f	損失係数	0.012	水平
			v	流速(m/s)	2.361	節点17,28,37も同様
管路5	摩擦	0.033	n	粗度係数	0.015	管路11,17,23も同様
			l	長さ(m)	17.221	
			r	径深(m)	0.735	
			v	流速(m/s)	2.361	
節点6	屈折	0.003	f	損失係数	0.012	水平
			v	流速(m/s)	2.361	節点15,26,35も同様
管路3	摩擦	0.013	n	粗度係数	0.015	管路9,15,21も同様
			l	長さ(m)	7.029	
			r	径深(m)	0.735	
			v	流速(m/s)	2.361	
節点5	曲がり	0.017	f	損失係数	0.060	鉛直
			v	流速(m/s)	2.361	節点14,25,34も同様
管路2	摩擦	0.013	n	粗度係数	0.015	管路8,14,20も同様
			l	長さ(m)	6.642	
			r	径深(m)	0.735	
			v	流速(m/s)	2.361	
節点3	漸縮	0.002	f	損失係数	0.002	節点12,23,32も同様
			v	流速(m/s)	4.456	
管路1	摩擦	0.071	n	粗度係数	0.015	管路7,13,19も同様
			l	長さ(m)	6.889	
			r	径深(m)	0.535	
			v	流速(m/s)	4.456	
節点2	流出	1.013	f	損失係数	1.000	節点11,22,31も同様
			v	流速(m/s)	4.456	
合計		1.326	－	－	－	

表 2-6(2)　損失水頭表（放水路－２）

逆流側

場所	項目	損失水頭(m)	係数			備考
節点9	流出	0.284	f	損失係数	1.000	節点18,29,38も同様
			v	流速(m/s)	2.361	
管路6	摩擦	0.016	n	粗度係数	0.015	管路12,18,24も同様
			l	長さ(m)	8.720	
			r	径深(m)	0.735	
			v	流速(m/s)	2.361	
節点8	屈折	0.003	f	損失係数	0.012	水平
			v	流速(m/s)	2.361	節点17,28,37も同様
管路5	摩擦	0.033	n	粗度係数	0.015	管路11,17,23も同様
			l	長さ(m)	17.221	
			r	径深(m)	0.735	
			v	流速(m/s)	2.361	
節点6	屈折	0.003	f	損失係数	0.012	水平
			v	流速(m/s)	2.361	節点15,26,35も同様
管路3	摩擦	0.013	n	粗度係数	0.015	管路9,15,21も同様
			l	長さ(m)	7.029	
			r	径深(m)	0.735	
			v	流速(m/s)	2.361	
節点5	曲がり	0.017	f	損失係数	0.060	鉛直
			v	流速(m/s)	2.361	節点14,25,34も同様
管路2	摩擦	0.013	n	粗度係数	0.015	管路8,14,20も同様
			l	長さ(m)	6.642	
			r	径深(m)	0.735	
			v	流速(m/s)	2.361	
節点3	漸拡	0.034	f	損失係数	0.150	節点12,23,32も同様
			v	流速(m/s)	4.456	
管路1	摩擦	0.071	n	粗度係数	0.015	管路7,13,19も同様
			l	長さ(m)	6.889	
			r	径深(m)	0.535	
			v	流速(m/s)	4.456	
節点2	流入	0.507	f	損失係数	0.500	節点11,22,31も同様
			v	流速(m/s)	4.456	
合計		0.994	－	－	－	

資料－４

管路解析の条件設定について

管路解析の条件設定について

基準津波が、海洋から水路部（取水路又は放水路）を経てピット（海水ピット、取水ピット又は放水ピット）に至る系について水理特性を考慮した管路解析を行っている。管路解析にあたって、波源の種類、除塵装置によるスクリーン損失の有無、管路への貝付着の有無、ポンプ取水量など、ピット内水位に影響がある条件については、以下「1.管路解析の条件設定」の考えにより設定した。また、今回実施した全ケースの解析結果は「2.管路解析の結果」に示す

波源位置の変更が管路解析の結果に及ぼす影響については、「資料－５．波源の位置の不確かさに関する考察」に示す。基準津波の評価において反映した水平渦動粘性係数及び海底地形の水深データの変更の影響は「資料－６．水平渦動粘性係数及び水深データの差異による影響の考察」に示す。

1．管路解析の条件設定

（1）海水系取水路（海水ピット）

【水位上昇側の条件設定】

ａ．スクリーン損失を考慮するケース

スクリーンについては、当初、津波荷重及び地震荷重に対する強度を確認のうえで、スクリーン損失を考慮し、その他の条件は、以下のケースを解析した。

○波源

波源については、海域活断層、地すべり、重畳の３ケースを解析した。

○貝付着の有無

定期的に管路の除貝清掃を実施しているため、貝付着あり及び貝付着なしの両ケースを解析した。

○海水ピット堰の有無

津波防護施設として海水ピット内に常設しており、津波荷重及び地震荷重に対して十分な強度を有することを確認することから、海水ピット堰ありを選定した。

○ポンプ運転状態（取水量）

最も取水量が多くなるブラックアウトシーケンス作動による海水ポンプ４台運転状態、最も取水量が少なくなる海水ポンプ２台運転状態に加え、海水ポンプ２台運転＋海水取水ポンプ１台運転状態の３ケースを解析した。

スクリーン損失を考慮するケースの解析結果は下表のとおりとなった。

津波計算				管路解析					ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率 (N/m^2)	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	海水ピット堰 あり／なし	ポンプ取水量 海水ポンプ	ポンプ取水量 海水取水ポンプ	最高	
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	0台	3.34	-0.40
			地すべり						2.26	0.00
			重畳						3.06	-0.40
			海域活断層				2台	1台	3.32	-0.40
			地すべり						2.25	0.00
			重畳						3.04	-0.40
			海域活断層				4台	0台	3.04	-0.40
			地すべり						2.16	0.00
			重畳						2.92	-0.40
			海域活断層		考慮しない		2台	0台	4.13	-0.40
			地すべり						2.42	0.00
			重畳						3.92	-0.40
			海域活断層				2台	1台	4.10	-0.40
			地すべり						2.41	0.00
			重畳						3.85	-0.40
			海域活断層				4台	0台	3.88	-0.40
			地すべり						2.34	0.00
			重畳						3.47	-0.40

b．スクリーン損失を考慮しないケース

スクリーンは耐震Ｃクラスであることから、基準地震動の見直しに際し、スクリーン損失を考慮しないケースの解析条件について、ａ．スクリーン損失を考慮するケースの解析結果を以下のとおり整理し、代表ケースを選定して解析した。

○波源

下表のとおり、スクリーン損失を考慮するケースの海水ピットの水位は、

「海域活断層」＞「重畳」＞「地すべり」

となっている。ただし、「海域活断層」と「重畳」の差は比較的小さい。

津波計算				管路解析					ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率 (N/m^2)	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	海水ピット堰 あり／なし	ポンプ取水量 海水ポンプ	ポンプ取水量 海水取水ポンプ	最高	
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	0台	3.34	-0.40
			重畳						3.06	-0.40
			地すべり						2.26	0.00
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	1台	3.32	-0.40
			重畳						3.04	-0.40
			地すべり						2.25	0.00
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	4台	0台	3.04	-0.40
			重畳						2.92	-0.40
			地すべり						2.16	0.00
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮しない	有 ($0.2005m^2$)	2台	0台	4.13	-0.40
			重畳						3.92	-0.40
			地すべり						2.42	0.00
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮しない	有 ($0.2005m^2$)	2台	1台	4.10	-0.40
			重畳						3.85	-0.40
			地すべり						2.41	0.00
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮しない	有 ($0.2005m^2$)	4台	0台	3.88	-0.40
			重畳						3.47	-0.40
			地すべり						2.34	0.00

○貝付着の有無の影響

下表のとおり、スクリーン損失を考慮するケースの海水ピットの水位は、

「貝付着を考慮しない」＞「貝付着を考慮する」

となっている。

津波計算				管路解析					ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率 (N/m^2)	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	海水ピット堰 あり／なし	ポンプ取水量		最高	
							海水ポンプ	海水取水ポンプ		
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	0台	3.34	−0.40
					考慮しない				4.13	−0.40
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	0台	3.06	−0.40
					考慮しない				3.92	−0.40
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	0台	2.26	0.00
					考慮しない				2.42	0.00
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	1台	3.32	−0.40
					考慮しない				4.10	−0.40
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	1台	3.04	−0.40
					考慮しない				3.85	−0.40
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	1台	2.25	0.00
					考慮しない				2.41	0.00
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	0台	3.04	−0.40
					考慮しない				3.88	−0.40
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	4台	0台	2.92	−0.40
					考慮しない				3.47	−0.40
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	4台	0台	2.16	0.00
					考慮しない				2.34	0.00

○海水ピット堰の有無

津波防護施設として海水ピット内に常設しており、津波荷重及び地震荷重に対して十分な強度を有することを確認することから、海水ピット堰ありを選定した。

○ポンプ運転状態（取水量）

下表のとおり、スクリーン損失を考慮するケースの海水ピットの水位は、

「海水ポンプ２台」＞「海水ポンプ２台＋海水取水ポンプ１台」

＞「海水ポンプ４台」

となっている。

津波計算				管路解析					ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率 (N/m^2)	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	海水ピット堰 あり／なし	ポンプ取水量		最高	
							海水ポンプ	海水取水ポンプ		
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	0台	3.34	-0.40
							2台	1台	3.32	-0.40
							4台	0台	3.04	-0.40
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	0台	3.06	-0.40
							2台	1台	3.04	-0.40
							4台	0台	2.92	-0.40
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	0台	2.26	0.00
							2台	1台	2.25	0.00
							4台	0台	2.16	0.00
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮しない	有 ($0.2005m^2$)	2台	0台	4.13	-0.40
							2台	1台	4.10	-0.40
							4台	0台	3.88	-0.40
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮しない	有 ($0.2005m^2$)	2台	0台	3.92	-0.40
							2台	1台	3.85	-0.40
							4台	0台	3.47	-0.40
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	有り	考慮しない	有 ($0.2005m^2$)	2台	0台	2.42	0.00
							2台	1台	2.41	0.00
							4台	0台	2.34	0.00

以上のことから、スクリーン損失を考慮しないケースの解析条件について、以下の代表ケースを選定した。

①「海域活断層」＋「貝付着を考慮しない」＋「海水ピット堰有り」
　＋「海水ポンプ２台」

②「重畳」＋「貝付着を考慮しない」＋「海水ピット堰有り」
　＋「海水ポンプ２台」

スクリーン損失を考慮しないケースの解析結果は下表のとおりとなった。

津波計算				管路解析					ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率 (N/m^2)	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	海水ピット堰 あり／なし	ポンプ取水量		最高	
							海水ポンプ	海水取水ポンプ		
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	無し	考慮しない	有 ($0.1810m^2$)	2台	0台	4.30	-0.40
			重畳				2台	0台	3.91	-0.40

ｃ．フラップゲートの有効開口面積見直しの影響評価

今回、海水ピット堰フラップゲートの有効開口面積について、海水ピット堰の実機大試験に基づく平均値（0.2005m^2）を用いていたが、海水ピット堰ありのケースのうち解析結果が厳しくなったものを代表ケースとし、より安全側の数値である最小値（0.1810m^2）を用いたことから、フラップゲートの有効開口面積の差の影響を確認するための解析を、以下のケースで実施した。

①「海域活断層」＋「スクリーン損失を考慮する」＋「貝付着を考慮しない」＋「海水ポンプ２台」

解析結果は下表のとおりとなり、フラップゲートの有効開口面積を見直した影響はなかった。

津波計算				管路解析					ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率 (N/m^2)	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	海水ピット堰 あり／なし	ポンプ取水量 海水ポンプ	ポンプ取水量 海水取水ポンプ	最高	
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮しない	有 (0.1810m^2)	2台	0台	4.13	-0.40
						有 (0.2005m^2)			4.13	-0.40

以上の結果により、最も厳しい「海域活断層」＋「スクリーン損失を考慮しない」＋「貝付着を考慮しない」＋「海水ポンプ２台」のケースによる海水ピット水位T.P.+4.30mを入力津波として選定することとする。

【水位下降側の条件設定】

ａ．スクリーン損失を考慮するケース

スクリーンについては、水位上昇側の条件設定と同様に、当初、津波荷重及び地震荷重に対する強度を確認のうえで、スクリーン損失を考慮し、その他の条件は、以下のケースを解析した。

○波源

波源については、海域活断層、地すべり、重畳の３ケースを解析した。

○貝付着の有無

定期的に管路の除貝清掃を実施しているため、貝付着あり及び貝付着なしの両ケースを解析した。

○海水ピット堰の有無

津波防護施設として海水ピット内に常設しており、津波荷重及び地震荷重に対して十分な強度を有することを確認することから、海水ピット堰ありを選定した。

○ポンプ運転状態（取水量）

最も取水量が多くなるブラックアウトシーケンス作動による海水ポンプ４台運転状態、最も取水量が少なくなる海水ポンプ２台運転状態に加え、海水ポンプ２台運転＋海水取水ポンプ１台運転状態の３ケースを解析した。

スクリーン損失を考慮するケースの解析結果は下表のとおりとなった。

津波計算				管路解析					ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率 (N/m^2)	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	海水ピット堰 あり／なし	ポンプ取水量		最低	
							海水ポンプ	海水取水ポンプ		
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	0台	-2.66	0.34
			地すべり						-1.92	0.00
			重畳						-2.62	0.34
			海域活断層				2台	1台	-2.81	0.34
			地すべり						-1.94	0.00
			重畳						-2.67	0.34
			海域活断層				4台	0台	-3.13	0.34
			地すべり						-2.24	0.00
			重畳						-3.25	0.34
			海域活断層			無	2台	0台	-3.38	0.34
			地すべり						-2.30	0.00
			重畳						-3.31	0.34
			海域活断層				2台	1台	-3.38	0.34
			地すべり						-2.32	0.00
			重畳						-3.31	0.34
			海域活断層				4台	0台	-3.46	0.34
			地すべり						-2.44	0.00
			重畳						-3.38	0.34
			海域活断層		考慮しない	有 ($0.2005m^2$)	2台	0台	-2.71	0.34
			地すべり						-1.91	0.00
			重畳						-2.61	0.34
			海域活断層				2台	1台	-2.82	0.34
			地すべり						-1.93	0.00
			重畳						-2.67	0.34
			海域活断層				4台	0台	-3.12	0.34
			地すべり						-2.21	0.00
			重畳						-3.22	0.34
			海域活断層			無	2台	0台	-3.44	0.34
			地すべり						-2.37	0.00
			重畳						-3.30	0.34
			海域活断層				2台	1台	-3.44	0.34
			地すべり						-2.39	0.00
			重畳						-3.30	0.34
			海域活断層				4台	0台	-3.52	0.34
			地すべり						-2.50	0.00
			重畳						-3.36	0.34

ｂ．スクリーン損失を考慮しないケース

スクリーンは耐震Ｃクラスであることから、基準地震動の見直しに際し、スクリーン損失を考慮しないケースの解析条件について、スクリーン損失を考慮するケースの解析結果を以下のとおり整理し、代表ケースを選定して解析した。

○波源

下表のとおり、スクリーン損失を考慮するケースの海水ピットの水位は、

「海域活断層」＜「重畳」＜「地すべり」もしくは

「重畳」＜「海域活断層」＜「地すべり」

となっている。

津波計算				管路解析					ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率 (N/m^2)	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	海水ピット堰 あり／なし	ポンプ取水量		最低	
							海水ポンプ	海水取水ポンプ		
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	0台	-2.66	0.34
			重畳						-2.62	0.34
			地すべり						-1.92	0.00
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	1台	-2.81	0.34
			重畳						-2.67	0.34
			地すべり						-1.94	0.00
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	4台	0台	-3.13	0.34
			重畳						-3.25	0.34
			地すべり						-2.24	0.00
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	無	2台	0台	-3.38	0.34
			重畳						-3.31	0.34
			地すべり						-2.30	0.00
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	無	2台	1台	-3.38	0.34
			重畳						-3.31	0.34
			地すべり						-2.32	0.00
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	無	4台	0台	-3.46	0.34
			重畳						-3.38	0.34
			地すべり						-2.44	0.00
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮しない	有 ($0.2005m^2$)	2台	0台	-2.71	0.34
			重畳						-2.61	0.34
			地すべり						-1.91	0.00
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮しない	有 ($0.2005m^2$)	2台	1台	-2.82	0.34
			重畳						-2.67	0.34
			地すべり						-1.93	0.00
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮しない	有 ($0.2005m^2$)	4台	0台	-3.12	0.34
			重畳						-3.22	0.34
			地すべり						-2.21	0.00
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮しない	無	2台	0台	-3.44	0.34
			重畳						-3.30	0.34
			地すべり						-2.37	0.00
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮しない	無	2台	1台	-3.44	0.34
			重畳						-3.30	0.34
			地すべり						-2.39	0.00
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮しない	無	4台	0台	-3.52	0.34
			重畳						-3.36	0.34
			地すべり						-2.50	0.00

○貝付着の有無の影響

下表のとおり、スクリーン損失を考慮するケースの海水ピットの水位は、

「貝付着を考慮しない」＜「貝付着を考慮する」もしくは

「貝付着を考慮する」＜「貝付着を考慮しない」

となっている。

津波計算				管路解析					ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率 (N/m^2)	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	海水ピット堰 あり／なし	ポンプ取水量		最低	
							海水ポンプ	海水取水ポンプ		
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	0台	−2.66	0.34
					考慮しない				−2.71	0.34
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	0台	−1.92	0.00
					考慮しない				−1.91	0.00
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	0台	−2.62	0.34
					考慮しない				−2.61	0.34
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	1台	−2.81	0.34
					考慮しない				−2.82	0.34
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	1台	−1.94	0.00
					考慮しない				−1.93	0.00
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	1台	−2.67	0.34
					考慮しない				−2.67	0.34
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	4台	0台	−3.13	0.34
					考慮しない				−3.12	0.34
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	4台	0台	−2.24	0.00
					考慮しない				−2.21	0.00
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	4台	0台	−3.25	0.34
					考慮しない				−3.22	0.34
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	無	2台	0台	−3.38	0.34
					考慮しない				−3.44	0.34
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	有り	考慮する	無	2台	0台	−2.30	0.00
					考慮しない				−2.37	0.00
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮する	無	2台	0台	−3.31	0.34
					考慮しない				−3.30	0.34
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	無	2台	1台	−3.38	0.34
					考慮しない				−3.44	0.34
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	有り	考慮する	無	2台	1台	−2.32	0.00
					考慮しない				−2.39	0.00
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮する	無	2台	1台	−3.31	0.34
					考慮しない				−3.30	0.34
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	無	4台	0台	−3.46	0.34
					考慮しない				−3.52	0.34
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	有り	考慮する	無	4台	0台	−2.44	0.00
					考慮しない				−2.50	0.00
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮する	無	4台	0台	−3.38	0.34
					考慮しない				−3.36	0.34

○海水ピット堰の有無

津波防護施設として海水ピット内に常設しており、津波荷重及び地震荷重に対して十分な強度を有することを確認することから、海水ピット堰ありを選定した。

○ポンプ運転状態（取水量）

下表のとおり、スクリーン損失を考慮するケースの海水ピットの水位は、

「海水ポンプ４台」

＜「海水ポンプ２台＋海水取水ポンプ１台」

＜「海水ポンプ２台」

となっている。

津波計算				管路解析					ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率 (N/m^2)	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	海水ピット堰 あり／なし	ポンプ取水量		最低	
							海水ポンプ	海水取水ポンプ		
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	有 (0.2005m^2)	2台	0台	−2.66	0.34
							2台	1台	−2.81	0.34
							4台	0台	−3.13	0.34
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮する	有 (0.2005m^2)	2台	0台	−2.62	0.34
							2台	1台	−2.67	0.34
							4台	0台	−3.25	0.34
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	有り	考慮する	有 (0.2005m^2)	2台	0台	−1.92	0.00
							2台	1台	−1.94	0.00
							4台	0台	−2.24	0.00
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	無	2台	0台	−3.38	0.34
							2台	1台	−3.38	0.34
							4台	0台	−3.46	0.34
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮する	無	2台	0台	−3.31	0.34
							2台	1台	−3.31	0.34
							4台	0台	−3.38	0.34
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	有り	考慮する	無	2台	0台	−2.30	0.00
							2台	1台	−2.32	0.00
							4台	0台	−2.44	0.00
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮しない	有 (0.2005m^2)	2台	0台	−2.71	0.34
							2台	1台	−2.82	0.34
							4台	0台	−3.12	0.34
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮しない	有 (0.2005m^2)	2台	0台	−2.61	0.34
							2台	1台	−2.67	0.34
							4台	0台	−3.22	0.34
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	有り	考慮しない	有 (0.2005m^2)	2台	0台	−1.91	0.00
							2台	1台	−1.93	0.00
							4台	0台	−2.21	0.00
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮しない	無	2台	0台	−3.44	0.34
							2台	1台	−3.44	0.34
							4台	0台	−3.52	0.34
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮しない	無	2台	0台	−3.30	0.34
							2台	1台	−3.30	0.34
							4台	0台	−3.36	0.34
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	有り	考慮しない	無	2台	0台	−2.37	0.00
							2台	1台	−2.39	0.00
							4台	0台	−2.50	0.00

以上のことから、スクリーン損失を考慮しないケースの解析条件について、以下の代表ケースを選定した。

①「海域活断層」＋「貝付着を考慮しない」＋「海水ピット堰有り」
　＋「海水ポンプ４台」
②「重畳」＋「貝付着を考慮しない」＋「海水ピット堰有り」
　＋「海水ポンプ４台」
③「海域活断層」＋「貝付着を考慮する」＋「海水ピット堰有り」
　＋「海水ポンプ４台」
④「重畳」＋「貝付着を考慮する」＋「海水ピット堰有り」
　＋「海水ポンプ４台」

スクリーン損失を考慮しないケースの解析結果は下表のとおりとなった。

津波計算				管路解析					ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率 (N/m^2)	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	海水ピット堰 あり／なし	ポンプ取水量		最低	
							海水ポンプ	海水取水ポンプ		
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	無し	考慮しない	有 ($0.1810m^2$)	4台	0台	-3.14	0.34
			重畳						-3.24	0.34
			海域活断層		考慮する				-3.15	0.34
			重畳						-3.25	0.34

ｃ．フラップゲートの有効開口面積見直しの影響評価

今回、海水ピット堰フラップゲートの有効開口面積について、海水ピット堰の実機大試験に基づく平均値（0.2005m^2）を用いていたが、海水ピット堰ありのケースのうち解析結果が厳しくなったものを代表ケースとし、より安全側の数値である最小値（0.1810m^2）を用いたことから、フラップゲートの有効開口面積の差の影響を確認するための解析を、以下のケースで実施した。

①「重畳」＋「スクリーン損失考慮する」＋「貝付着を考慮する」
　＋「海水ポンプ４台」

解析結果は下表のとおりとなり、フラップゲートの有効開口面積を見直した影響はほとんどなかった。

津波計算				管路解析					ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率 (N/m^2)	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	海水ピット堰 あり／なし	ポンプ取水量		最低	
							海水ポンプ	海水取水ポンプ		
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮する	有 ($0.1810m^2$)	4台	0台	-3.26	0.34
						有 ($0.2005m^2$)			-3.25	0.34

d．海水ピット堰の有効性評価

海水ピット堰の津波防護施設としての有効性を評価するため、b．で選定した４ケースについて、「海水ピット堰なし」として解析した。

①「海域活断層」＋「貝付着を考慮しない」＋「海水ピット堰なし」
　＋「海水ポンプ４台」
②「重畳」＋「貝付着を考慮しない」＋「海水ピット堰なし」
　＋「海水ポンプ４台」
③「海域活断層」＋「貝付着を考慮する」＋「海水ピット堰なし」
　＋「海水ポンプ４台」
④「重畳」＋「貝付着を考慮する」＋「海水ピット堰なし」
　＋「海水ポンプ４台」

海水ピット堰をなしとした場合のケースの解析結果は下表のとおりとなった。最も厳しいケースでは T.P.-3.77m（地盤変動量として 0.34m の隆起を考慮した場合 T.P.-4.11m）であり、海水ポンプの取水可能水位 T.P.-4.10m を一時的に下回る。

津波計算				管路解析					ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率 (N/m^2)	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	海水ピット堰 あり／なし	ポンプ取水量		最低	
							海水ポンプ	海水取水ポンプ		
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	無し	考慮しない	無	4台	0台	-3.77	0.34
			重畳						-3.76	0.34
			海域活断層		考慮する				-3.55	0.34
			重畳						-3.47	0.34

以上の結果により、海水ピット堰は津波防護施設として整理することとし、「重畳津波」＋「海水ピット堰あり」＋「スクリーン損失を考慮する」＋「貝付着を考慮する」＋「海水ポンプ４台」のケースによる海水ピット水位 T.P.-3.26m を入力津波として選定することとする。

(2) 取水ピット（循環水系取水路）

取水ピット水位に影響がある条件については、以下の考えにより設定した。

○波源

波源については、海域活断層、地すべり、重畳の３ケースを解析した。

○スクリーン損失の有無

スクリーンは耐震Ｃクラスであるため、スクリーン損失を考慮するケース及びスクリーン損失を考慮しないケースの両ケースを解析した。

○貝付着の有無

定期的に管路の除貝清掃を実施しているため、貝付着あり及び貝付着なしの両ケースを解析した。

○循環水ポンプ運転状態

循環水系取水路については、ピット内の水位が高くなる循環水ポンプ停止中を基本ケースとして選定した。ただし、循環水管の破断を想定したタービン建屋への浸水量評価において、循環水ポンプ運転継続による浸水を考慮することから、運転中のケースも解析した。

○波源

下表のとおり、循環水ポンプ停止時の取水ピットの水位は、

「重畳」＞「海域活断層」＞「地すべり」

となっている。循環水ポンプ運転時の取水ピットの水位は、

「海域活断層」＞「重畳」＞「地すべり」

となっている。

津波計算				管路解析			ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率 (N/m^2)	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	循環水ポンプ 運転状態	最高	
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮する	停止時	3.80	-0.36
			海域活断層				3.64	-0.36
			地すべり				2.65	0.00
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮する	運転時	1.25	-0.36
			海域活断層				1.44	-0.36
			地すべり				0.71	0.00
0	新	3.3×10^{10}	重畳	無し	考慮する	停止時	4.21	-0.36
			海域活断層				3.77	-0.36
			地すべり				2.78	0.00
0	新	3.3×10^{10}	重畳	無し	考慮する	運転時	1.84	-0.36
			海域活断層				1.88	-0.36
			地すべり				1.15	0.00
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮しない	停止時	4.36	-0.36
			海域活断層				3.80	-0.36
			地すべり				2.84	0.00
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮しない	運転時	1.99	-0.36
			海域活断層				1.96	-0.36
			地すべり				1.26	0.00
0	新	3.3×10^{10}	重畳	無し	考慮しない	停止時	4.87	-0.36
			海域活断層				4.31	-0.36
			地すべり				3.04	0.00
0	新	3.3×10^{10}	重畳	無し	考慮しない	運転時	2.65	-0.36
			海域活断層				2.49	-0.36
			地すべり				1.70	0.00

○スクリーン損失の有無の影響

下表のとおり、取水ピットの水位は

「スクリーン損失を考慮しない」＞「スクリーン損失を考慮する」

となっている。

津波計算				管路解析			ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率 (N/m^2)	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	循環水ポンプ 運転状態	最高	
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	停止時	3.64	-0.36
				無し			3.77	-0.36
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	運転時	1.44	-0.36
				無し			1.88	-0.36
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮する	停止時	3.80	-0.36
				無し			4.21	-0.36
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮する	運転時	1.25	-0.36
				無し			1.84	-0.36
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	有り	考慮する	停止時	2.65	0.00
				無し			2.78	0.00
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	有り	考慮する	運転時	0.71	0.00
				無し			1.15	0.00
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮しない	停止時	3.80	-0.36
				無し			4.31	-0.36
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮しない	運転時	1.96	-0.36
				無し			2.49	-0.36
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮しない	停止時	4.36	-0.36
				無し			4.87	-0.36
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮しない	運転時	1.99	-0.36
				無し			2.65	-0.36
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	有り	考慮しない	停止時	2.84	0.00
				無し			3.04	0.00
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	有り	考慮しない	運転時	1.26	0.00
				無し			1.70	0.00

○貝付着の有無の影響

下表のとおり、取水ピットの水位は、

「貝付着を考慮しない」＞「貝付着を考慮する」

となっている。

津波計算				管路解析			ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率 (N/m^2)	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	循環水ポンプ 運転状態	最高	
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	停止時	3.64	−0.36
					考慮しない		3.80	−0.36
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	運転時	1.44	−0.36
					考慮しない		1.96	−0.36
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮する	停止時	2.65	0.00
					考慮しない		2.84	0.00
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮する	運転時	0.71	0.00
					考慮しない		1.26	0.00
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	有り	考慮する	停止時	3.80	−0.36
					考慮しない		4.36	−0.36
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	有り	考慮する	運転時	1.25	−0.36
					考慮しない		1.99	−0.36
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	無し	考慮する	停止時	3.77	−0.36
					考慮しない		4.31	−0.36
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	無し	考慮する	運転時	1.88	−0.36
					考慮しない		2.49	−0.36
0	新	3.3×10^{10}	重畳	無し	考慮する	停止時	2.78	0.00
					考慮しない		3.04	0.00
0	新	3.3×10^{10}	重畳	無し	考慮する	運転時	1.15	0.00
					考慮しない		1.70	0.00
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	無し	考慮する	停止時	4.21	−0.36
					考慮しない		1.84	−0.36
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	無し	考慮する	運転時	4.87	−0.36
					考慮しない		2.65	−0.36

○ポンプ取水量の影響

下表のとおり、取水ピットの水位は、

「循環水ポンプ停止時」＞「循環水ポンプ運転時」

となっている。

津波計算				管路解析			ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率 (N/m^2)	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	循環水ポンプ運転状態	最高	
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	停止時	3.64	-0.36
						運転時	1.44	-0.36
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	有り	考慮する	停止時	2.65	0.00
						運転時	0.71	0.00
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮する	停止時	3.80	-0.36
						運転時	1.25	-0.36
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	無し	考慮する	停止時	3.77	-0.36
						運転時	1.88	-0.36
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	無し	考慮する	停止時	2.78	0.00
						運転時	1.15	0.00
0	新	3.3×10^{10}	重畳	無し	考慮する	停止時	4.21	-0.36
						運転時	1.84	-0.36
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮しない	停止時	3.80	-0.36
						運転時	1.96	-0.36
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	有り	考慮しない	停止時	2.84	0.00
						運転時	1.26	0.00
0	新	3.3×10^{10}	重畳	有り	考慮しない	停止時	4.36	-0.36
						運転時	1.99	-0.36
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	無し	考慮しない	停止時	4.31	-0.36
						運転時	2.49	-0.36
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	無し	考慮しない	停止時	3.04	0.00
						運転時	1.70	0.00
0	新	3.3×10^{10}	重畳	無し	考慮しない	停止時	4.87	-0.36
						運転時	2.65	-0.36

以上の結果により、最も厳しい「重畳津波」＋「スクリーン損失を考慮しない」＋「貝付着を考慮しない」＋「循環水ポンプ停止時」のケースによる取水ピット水位T.P.+4.87mを入力津波として選定することとする。

なお、取水ピット水位に影響する取水ピットの容積について、これまでスクリーン室を考慮していなかったため、スクリーン室を考慮し適正化した結果、貯留容積が増加したことにより、以下のとおり、水位が下降する傾向にある。

取水ピットの解析モデルは適切なものを用いる観点から、適正化した取水ピットの容積を設定する。

○取水ピットの容積の適正化前（参考）

津波計算			管路解析			ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	循環水ポンプ 運転状態	最高	
0	新	海域活断層	無し	考慮しない	停止時	4.60	-0.36
					運転時	2.78	-0.36
		地すべり			停止時	3.28	0.00
					運転時	1.96	0.00
		重畳			停止時	5.08	-0.36
					運転時	3.05	-0.36

○取水ピットの容積の適正化後

津波計算			管路解析			ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	循環水ポンプ 運転状態	最高	
0	新	海域活断層	無し	考慮しない	停止時	4.31	-0.36
					運転時	2.49	-0.36
		地すべり			停止時	3.04	0.00
					運転時	1.70	0.00
		重畳			停止時	4.87	-0.36
					運転時	2.65	-0.36

(3) 放水ピット（放水路）

【条件設定】

放水ピット水位に影響がある条件については、以下の考えにより設定した。

○波源

波源については、海域活断層、地すべり、重畳の３ケースを解析した。

○貝付着の有無

管路の除貝清掃を実施していないことから貝付着ありを選定した。

○循環水ポンプ運転状態

放水路については、ピット内の水位が高くなる循環水ポンプ運転中を基本ケースとして選定した。ただし、循環水管の破断を想定したタービン建屋への浸水量評価において、循環水ポンプ停止後の浸水を考慮することから、停止中のケースも解析した。

下表のとおり、波源の影響は、「海域活断層」が最も厳しく、ポンプ取水量については、「循環水ポンプ運転時」のほうが厳しくなることがわかった。

津波計算				管路解析		ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率 (N/m^2)	波源	貝付着 あり／なし	循環水ポンプ運転状態	最高	
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	考慮する	停止時	3.36	-0.39
					運転時	4.07	-0.39
0	新	3.3×10^{10}	地すべり	考慮する	停止時	2.33	0.00
					運転時	3.18	0.00
0	新	3.3×10^{10}	重畳	考慮する	停止時	3.35	-0.39
					運転時	4.02	-0.39

以上の結果により、最も厳しい「海域活断層」＋「貝付着を考慮する」＋「循環水ポンプ運転時」のケースによる放水ピット水位 T.P.+4.07m を入力津波として選定することとする。

(4) まとめ

以上のとおり、管路解析において、計算条件としているスクリーン損失、貝付着、海水ピット堰の有無等の設定条件が解析結果に及ぼす影響について検討し、その傾向を踏まえ、各項目を変動させた組み合わせを網羅的に解析することにより、各ピット内の最大水位・最低水位を算定した。

2. 管路解析の結果について

管路解析の計算結果を示す。

①海水系取水路【上昇側】（原子炉補機冷却海水取水口～海水取水路～海水ピット）

津波計算				管路解析					ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率 (N/m^2)	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	海水ピット堰 あり／なし	ポンプ取水量 海水ポンプ	ポンプ取水量 海水取水ポンプ	最高	
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	0台	3.34	-0.40
			地すべり						2.26	0.00
			重畳						3.06	-0.40
			海域活断層				2台	1台	3.32	-0.40
			地すべり						2.25	0.00
			重畳						3.04	-0.40
			海域活断層				4台	0台	3.04	-0.40
			地すべり						2.16	0.00
			重畳						2.92	-0.40
			海域活断層		考慮しない		2台	0台	4.13	-0.40
			地すべり						2.42	0.00
			重畳						3.92	-0.40
			海域活断層				2台	1台	4.10	-0.40
			地すべり						2.41	0.00
			重畳						3.85	-0.40
			海域活断層				4台	0台	3.88	-0.40
			地すべり						2.34	0.00
			重畳						3.47	-0.40
			海域活断層		考慮する	有 ($0.1810m^2$)	2台	0台	3.34	-0.40
			地すべり						2.26	0.00
			重畳						3.06	-0.40
			海域活断層				2台	1台	3.32	-0.40
			地すべり						2.25	0.00
			重畳						3.04	-0.40
			海域活断層				4台	0台	3.04	-0.40
			地すべり						2.16	0.00
			重畳						2.92	-0.40
			海域活断層		考慮しない		2台	0台	4.13	-0.40
			地すべり						2.42	0.00
			重畳						3.92	-0.40
			海域活断層				2台	1台	4.10	-0.40
			地すべり						2.41	0.00
			重畳						3.84	-0.40
			海域活断層				4台	0台	3.88	-0.40
			地すべり						2.34	0.00
			重畳						3.47	-0.40
			海域活断層	無し	考慮する	有 ($0.1810m^2$)	2台	0台	3.44	-0.40
			地すべり						2.28	0.00
			重畳						3.11	-0.40
			海域活断層				2台	1台	3.41	-0.40
			地すべり						2.27	0.00
			重畳						3.09	-0.40
			海域活断層				4台	0台	3.17	-0.40
			地すべり						2.21	0.00
			重畳						3.00	-0.40
			海域活断層		考慮しない		2台	0台	4.30	-0.40
			地すべり						2.46	0.00
			重畳						3.91	-0.40
			海域活断層				2台	1台	4.27	-0.40
			地すべり						2.46	0.00
			重畳						3.88	-0.40
			海域活断層				4台	0台	4.11	-0.40
			地すべり						2.41	0.00
			重畳						3.73	-0.40

②海水系取水路【下降側】（原子炉補機冷却海水取水口～海水取水路～海水ピット）（１／２）

津波計算				管路解析					ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率 (N/m^2)	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	海水ピット堰 あり／なし	ポンプ取水量 海水ポンプ	ポンプ取水量 海水取水ポンプ	最低	
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	有 ($0.2005m^2$)	2台	0台	-2.66	0.34
			地すべり						-1.92	0.00
			重畳						-2.62	0.34
			海域活断層				2台	1台	-2.81	0.34
			地すべり						-1.94	0.00
			重畳						-2.67	0.34
			海域活断層				4台	0台	-3.13	0.34
			地すべり						-2.24	0.00
			重畳						-3.25	0.34
			海域活断層			有 ($0.1810m^2$)	2台	0台	-2.68	0.34
			地すべり						-1.93	0.00
			重畳						-2.63	0.34
			海域活断層				2台	1台	-2.83	0.34
			地すべり						-1.95	0.00
			重畳						-2.68	0.34
			海域活断層				4台	0台	-3.17	0.34
			地すべり						-2.28	0.00
			重畳						-3.26	0.34
			海域活断層			無	2台	0台	-3.38	0.34
			地すべり						-2.30	0.00
			重畳						-3.31	0.34
			海域活断層				2台	1台	-3.38	0.34
			地すべり						-2.32	0.00
			重畳						-3.31	0.34
			海域活断層				4台	0台	-3.46	0.34
			地すべり						-2.44	0.00
			重畳						-3.38	0.34
			海域活断層		考慮しない	有 ($0.2005m^2$)	2台	0台	-2.71	0.34
			地すべり						-1.91	0.00
			重畳						-2.61	0.34
			海域活断層				2台	1台	-2.82	0.34
			地すべり						-1.93	0.00
			重畳						-2.67	0.34
			海域活断層				4台	0台	-3.12	0.34
			地すべり						-2.21	0.00
			重畳						-3.22	0.34
			海域活断層			有 ($0.1810m^2$)	2台	0台	-2.72	0.34
			地すべり						-1.92	0.00
			重畳						-2.63	0.34
			海域活断層				2台	1台	-2.83	0.34
			地すべり						-1.95	0.00
			重畳						-2.67	0.34
			海域活断層				4台	0台	-3.16	0.34
			地すべり						-2.27	0.00
			重畳						-3.26	0.34
			海域活断層			無	2台	0台	-3.44	0.34
			地すべり						-2.37	0.00
			重畳						-3.30	0.34
			海域活断層				2台	1台	-3.44	0.34
			地すべり						-2.39	0.00
			重畳						-3.30	0.34
			海域活断層				4台	0台	-3.52	0.34
			地すべり						-2.50	0.00
			重畳						-3.36	0.34

②海水系取水路【下降側】（原子炉補機冷却海水取水口～海水取水路～海水ピット）（２／２）

津波計算				管路解析					ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率 (N/m^2)	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	海水ピット堰 あり／なし	ポンプ取水量		最低	
							海水ポンプ	海水取水ポンプ		
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	無し	考慮する	有 (0.1810m^2)	2台	0台	-2.67	0.34
			地すべり						-1.92	0.00
			重畳						-2.63	0.34
			海域活断層				2台	1台	-2.82	0.34
			地すべり						-1.94	0.00
			重畳						-2.67	0.34
			海域活断層				4台	0台	-3.15	0.34
			地すべり						-2.26	0.00
			重畳						-3.25	0.34
			海域活断層			無	2台	0台	-3.49	0.34
			地すべり						-2.36	0.00
			重畳						-3.42	0.34
			海域活断層				2台	1台	-3.49	0.34
			地すべり						-2.38	0.00
			重畳						-3.42	0.34
			海域活断層				4台	0台	-3.55	0.34
			地すべり						-2.46	0.00
			重畳						-3.47	0.34
			海域活断層		考慮しない	有 (0.1810m^2)	2台	0台	-2.71	0.34
			地すべり						-1.92	0.00
			重畳						-2.62	0.34
			海域活断層				2台	1台	-2.82	0.34
			地すべり						-1.94	0.00
			重畳						-2.66	0.34
			海域活断層				4台	0台	-3.14	0.34
			地すべり						-2.25	0.00
			重畳						-3.24	0.34
			海域活断層			無	2台	0台	-3.72	0.34
			地すべり						-2.50	0.00
			重畳						-3.69	0.34
			海域活断層				2台	1台	-3.72	0.34
			地すべり						-2.51	0.00
			重畳						-3.69	0.34
			海域活断層				4台	0台	-3.77	0.34
			地すべり						-2.56	0.00
			重畳						-3.76	0.34

③循環水系取水路【上昇側】（T/B復水器取水先端～取水路～取水ピット）

津波計算				管路解析			ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率 (N/m^2)	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	循環水ポンプ 運転状態	最高	
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	停止時	3.64	-0.36
						運転時	1.44	-0.36
			地すべり			停止時	2.65	0.00
						運転時	0.71	0.00
			重畳			停止時	3.80	-0.36
						運転時	1.25	-0.36
			海域活断層	無し		停止時	3.77	-0.36
						運転時	1.88	-0.36
			地すべり			停止時	2.78	0.00
						運転時	1.15	0.00
			重畳			停止時	4.21	-0.36
						運転時	1.84	-0.36
			海域活断層	有り	考慮しない	停止時	3.80	-0.36
						運転時	1.96	-0.36
			地すべり			停止時	2.84	0.00
						運転時	1.26	0.00
			重畳			停止時	4.36	-0.36
						運転時	1.99	-0.36
			海域活断層	無し		停止時	4.31	-0.36
						運転時	2.49	-0.36
			地すべり			停止時	3.04	0.00
						運転時	1.70	0.00
			重畳			停止時	4.87	-0.36
						運転時	2.65	-0.36

（参考）取水ピットの容積の適正化前

③循環水系取水路【上昇側】（T/B復水器取水先端～取水路～取水ピット）

津波計算				管路解析			ピット内水位 T.P.(m)	地盤変動量 (m)
水平渦動粘性係数 (m^2/s)	海底地形	剛性率 (N/m^2)	波源	スクリーン損失 あり／なし	貝付着 あり／なし	循環水ポンプ 運転状態	最高	
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	有り	考慮する	停止時	4.09	-0.36
						運転時	1.46	-0.36
			地すべり			停止時	2.98	0.00
						運転時	0.93	0.00
			重畳			停止時	4.62	-0.36
						運転時	1.65	-0.36
			海域活断層	無し		停止時	4.31	-0.36
						運転時	2.02	-0.36
			地すべり			停止時	3.10	0.00
						運転時	1.39	0.00
			重畳			停止時	4.80	-0.36
						運転時	2.25	-0.36
			海域活断層	有り	考慮しない	停止時	4.38	-0.36
						運転時	2.17	-0.36
			地すべり			停止時	3.11	0.00
						運転時	1.51	0.00
			重畳			停止時	4.88	-0.36
						運転時	2.41	-0.36
			海域活断層	無し		停止時	4.60	-0.36
						運転時	2.78	-0.36
			地すべり			停止時	3.28	0.00
						運転時	1.96	0.00
			重畳			停止時	5.08	-0.36
						運転時	3.05	-0.36

④放水路【上昇側】（放水口～放水路～放水ピット）

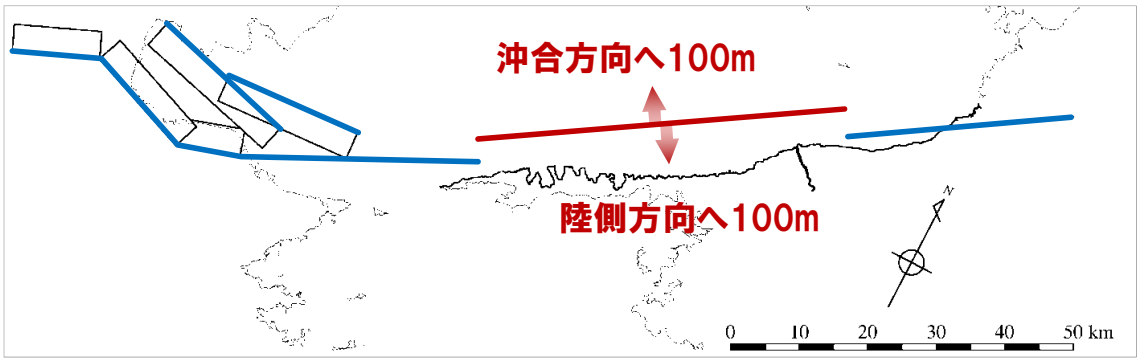
津波計算				管路解析		ピット内水位 T.P.（m）	地盤変動量（m）
水平渦動粘性係数（m^2/s）	海底地形	剛性率（N/m^2）	波源	貝付着 あり／なし	循環水ポンプ 運転状態	最高	
0	新	3.3×10^{10}	海域活断層	考慮する	停止時	3.36	−0.39
					運転時	4.07	−0.39
			地すべり		停止時	2.33	0.00
					運転時	3.18	0.00
			重畳		停止時	3.35	−0.39
					運転時	4.02	−0.39

波源の位置の不確かさに関する考察

波源の位置の不確かさに関する考察

波源の位置の不確かさによる影響把握を目的とし，海域調査の精度を考慮して，敷地前面海域の断層群(54km)を沖合方向・陸側方向へそれぞれ 100m 移動させた場合の津波計算を実施する。

検討ケースは，海域の活断層に想定される地震に伴う津波のうち，水位上昇側・下降側の最も厳しいケース※を対象とした（図－１参照)。



※
水位上昇側　【敷地前面海域の断層群＋伊予セグメント】　傾斜角：北７５度，すべり角：１６５度
【豊予海峡】　傾斜角：９０度，すべり角：１５０度　【別府地溝南縁】傾斜角：北７５度，すべり角：-９０度
【別府湾断層帯】　傾斜角：南７５度，すべり角：-９０度
水位下降側　【敷地前面海域の断層群＋伊予セグメント】　傾斜角：北７５度，すべり角：１９５度
【豊予海峡】　傾斜角：９０度，すべり角：１５０度　【別府地溝南縁】傾斜角：北７５度，すべり角：-９０度
【別府湾断層帯】　傾斜角：南７５度，すべり角：-９０度

図－１　波源の位置の不確かさによる影響把握のための検討ケース

津波計算の結果，図－２（最大水位上昇量・下降量分布図）のとおり，波源の位置を移動させた場合でも，最大水位上昇量・下降量はほぼ同程度であることを確認した。

また，津波の周期特性についても，図－３（時刻歴水位）のとおり変化が認められないため，津波の周期特性に影響される管路解析に対しても影響を及ぼさないことから，ピット内水位についても影響がないと評価できる。

なお，上記津波計算のうち水位下降側の陸側方向へ 100m 移動させたケース（補機冷却海水取水口の最大水位下降量が基準津波より 0.02m 増加したケース)については，念のため管路解析を実施し，海水ピット水位に対して有意な影響を及ぼさないことを確認している（図－４参照)。

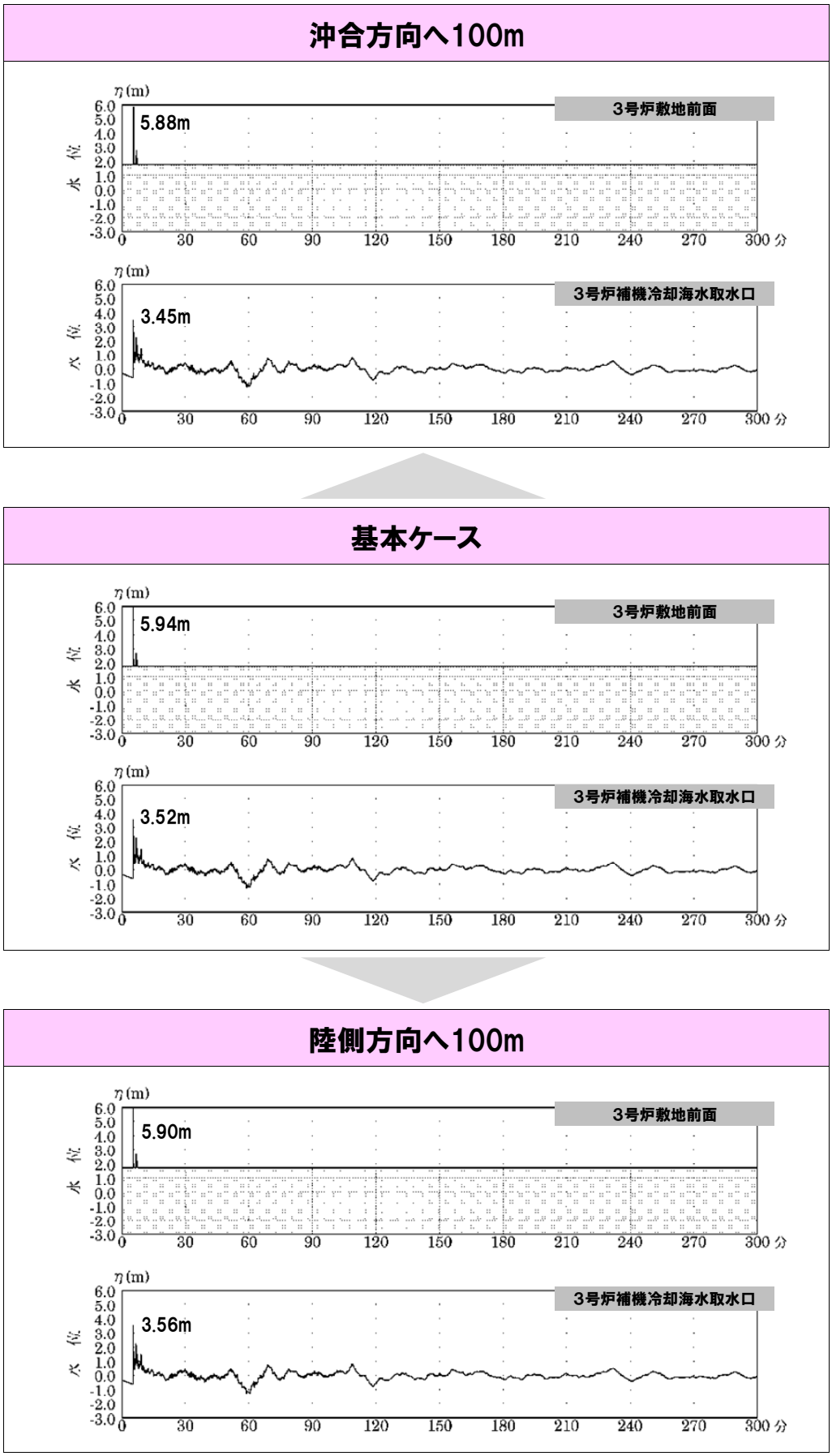
管路解析においては、様々なばらつきを考慮し、さらに厳しい評価となるよう数値を切り上げ又は切り捨てて入力津波を設定している。下図における基本ケースとの差はわずかであり、ばらつきを考慮した入力津波の設定範囲内である。このことから、波源の位置の不確かさは耐津波設計に対して影響を及ぼさない。

なお、音波探査に用いる GPS の精度が 1m 以下であること、及び多数の測線により位置情報の精度向上を図っていることを踏まえ、波源の位置はほぼ正確に把握できていると考えられるものの、計算格子の大きさも考慮し、安全側に 100m 移動させたものである。100m 移動させた場合の水位変動量の差分が最大 2cm にとどまっている。以上より、波源の位置の精度は高く、仮に不確かさを考慮したとしても発電所の安全性に影響を及ぼさないと考えられる。

以上の結果から，波源の位置の不確かさは，基準津波及び耐津波設計に対して影響を及ぼさないことを確認した。

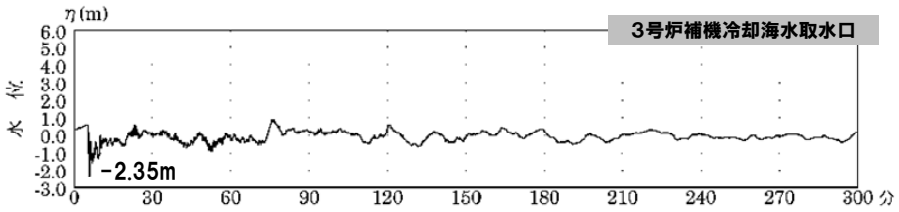
図－２（ａ）　最大水位上昇量分布図（水位上昇側）

図－２（ｂ）　最大水位下降量分布図（水位下降側）

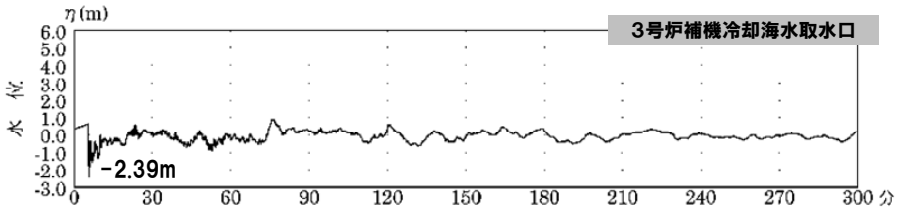


図－３（ａ）　時刻歴水位（水位上昇側）

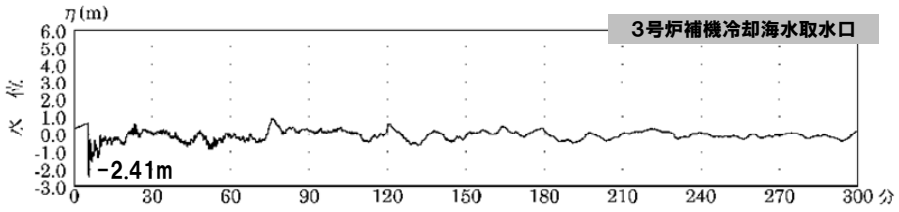
沖合方向へ100m



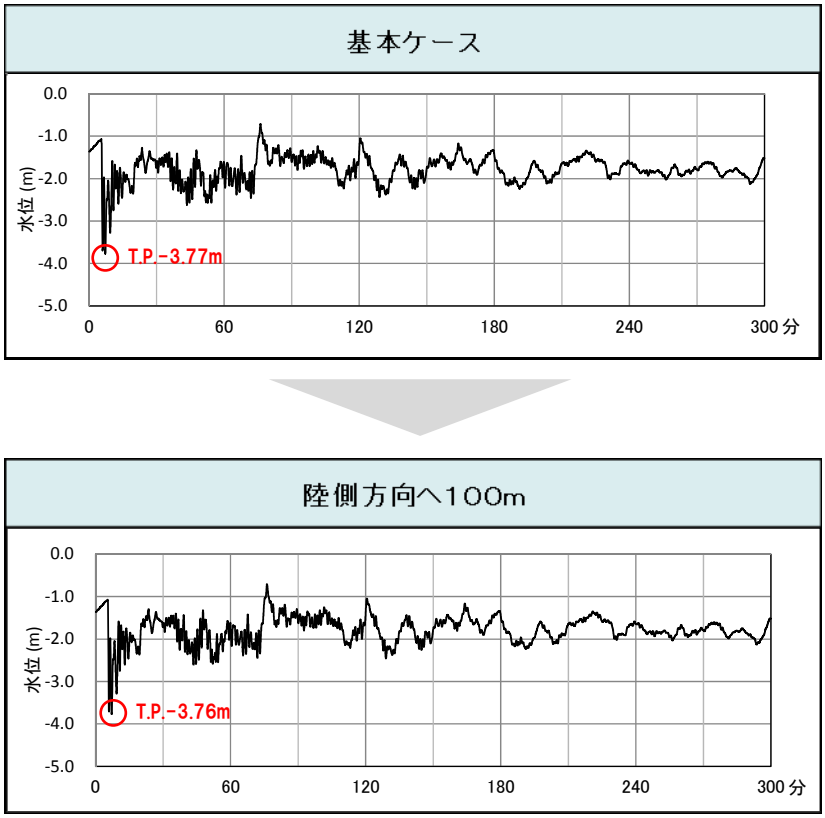
基本ケース



陸側方向へ100m



図－３（ｂ）　時刻歴水位（水位下降側）



図－４　管路解析結果（海水ピットポンプ室、水位下降側）

資料－６

水平渦動粘性係数及び水深データの差異による影響の考察

水平渦動粘性係数及び水深データの差異による影響の考察

１．検討方針

基準津波の評価においては，津波計算に用いるパラメータのうち水平渦動粘性係数及び水深データについて平成26年２月20日審査会合資料２－１～２－３のとおり，それぞれ０m^2/s及び新水深データに更新している。

本検討では，水平渦動粘性係数及び水深データの差異による影響を考察するために，表－１に示すとおり水位上昇側及び水位下降側それぞれ４種類の組合せの検討ケースについて津波計算及び管路解析を実施する。管路解析の対象は，安全機能の観点から海水系取水路を代表として選定する。なお，津波計算及び管路解析に用いる水平渦動粘性係数及び水深データ以外のパラメータについては，平成26年10月14日ヒアリング資料で示したすべての管路解析の検討ケースのうち，海水ピットポンプ室（上昇側）及び海水ピットポンプ室（下降側）において最も厳しい結果を与える検討ケースに同じとする。

表－１　検討ケース一覧表

（水位上昇側※1）

検討ケース	水平渦動粘性係数(m^2/s)	水深データ
1	0	新
2		旧
3	10	新
4		旧

（水位下降側※2）

検討ケース	水平渦動粘性係数(m^2/s)	水深データ
5	0	新
6		旧
7	10	新
8		旧

※1　津波計算に用いるパラメータ【敷地前面海域の断層群＋伊予セグメント】傾斜角：北８５度，すべり角：１６５度　【豊予海峡】傾斜角：９０度，すべり角：１５０度　【別府地溝南縁】傾斜角：北７５度，すべり角：-９０度　【別府湾断層帯】傾斜角：南７５度，すべり角：-９０度
管路解析に用いるパラメータ　スクリーン損失：あり，貝付着：なし，海水ピット堰：あり，ポンプ取水量：海水ポンプ２台・海水取水ポンプ０台

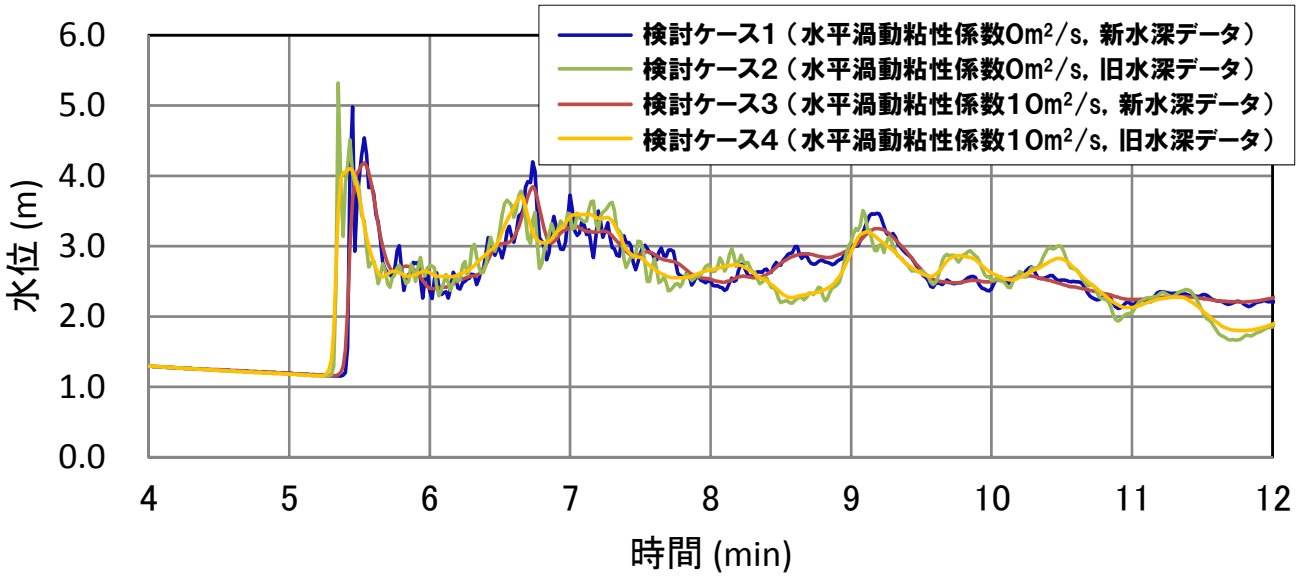
※2　津波計算に用いるパラメータ【敷地前面海域の断層群＋伊予セグメント】傾斜角：北７５度，すべり角：１９５度　【豊予海峡】傾斜角：９０度，すべり角：１５０度　【別府地溝南縁】傾斜角：北７５度，すべり角：-９０度　【別府湾断層帯】傾斜角：南７５度，すべり角：-９０度
管路解析に用いるパラメータ　スクリーン損失：あり，貝付着：なし，海水ピット堰：なし，ポンプ取水量：海水ポンプ４台・海水取水ポンプ０台

２．検討結果

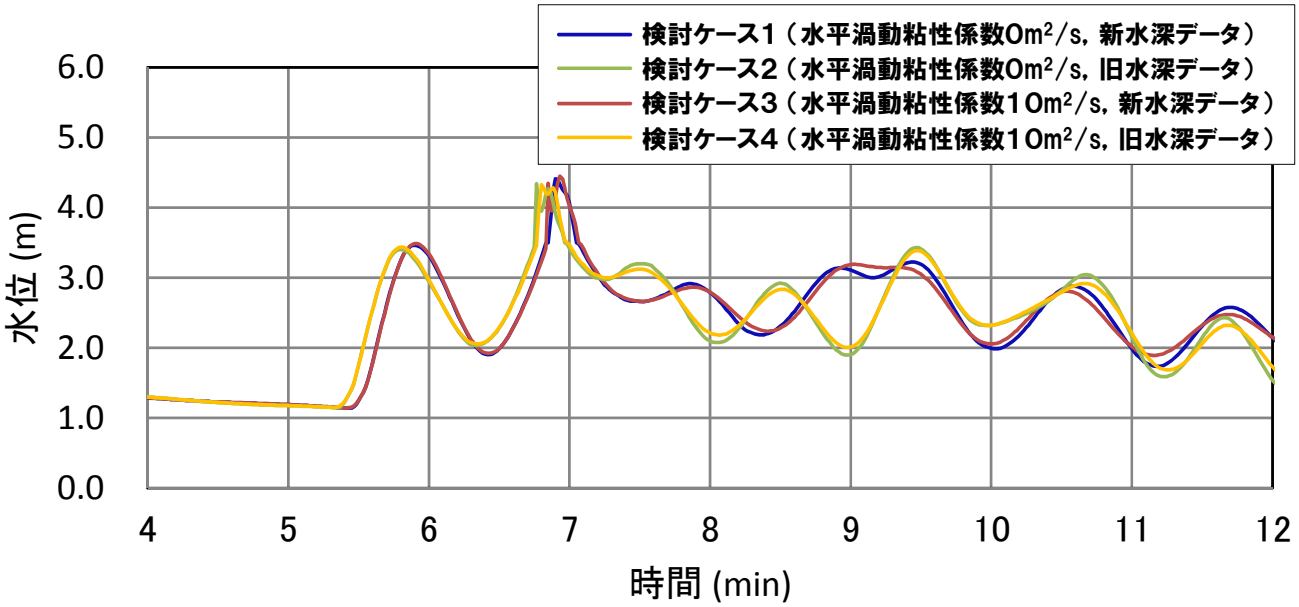
（１）計算結果

検討ケース１～４（水位上昇側）及び検討ケース５～８（水位下降側）における津波計算結果及び管路解析結果をそれぞれ図－１及び図－２に示す。

（津波計算結果／補機冷却海水取水口）

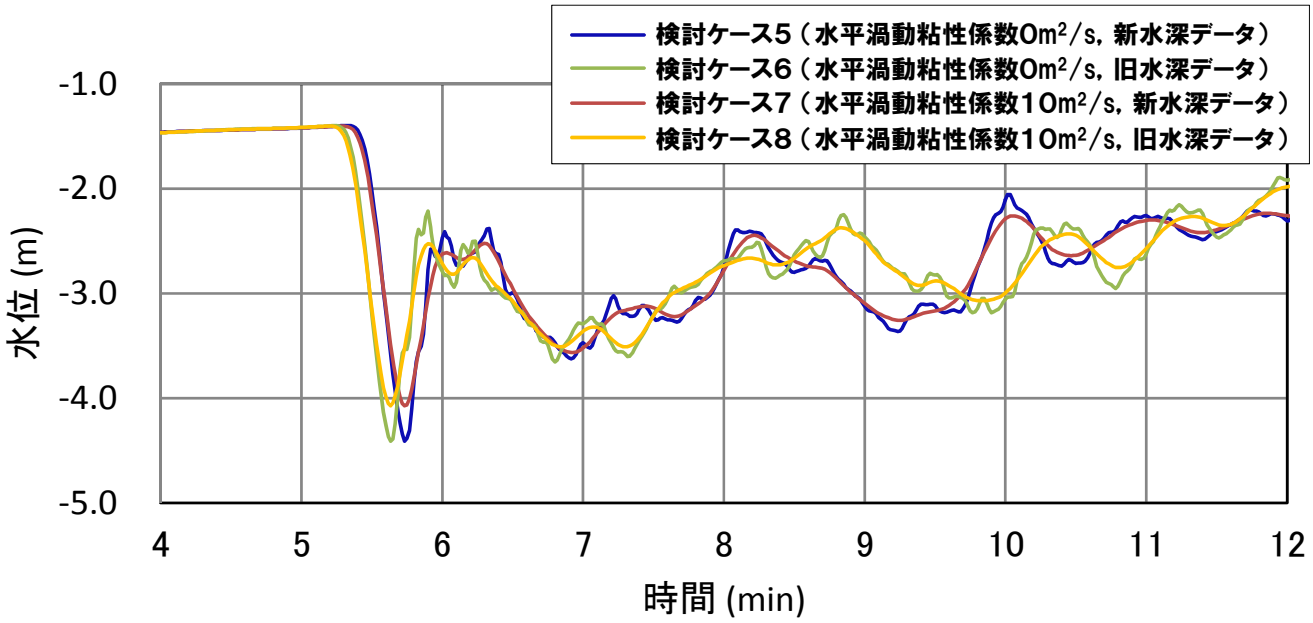


（管路解析結果／海水ピットポンプ室）

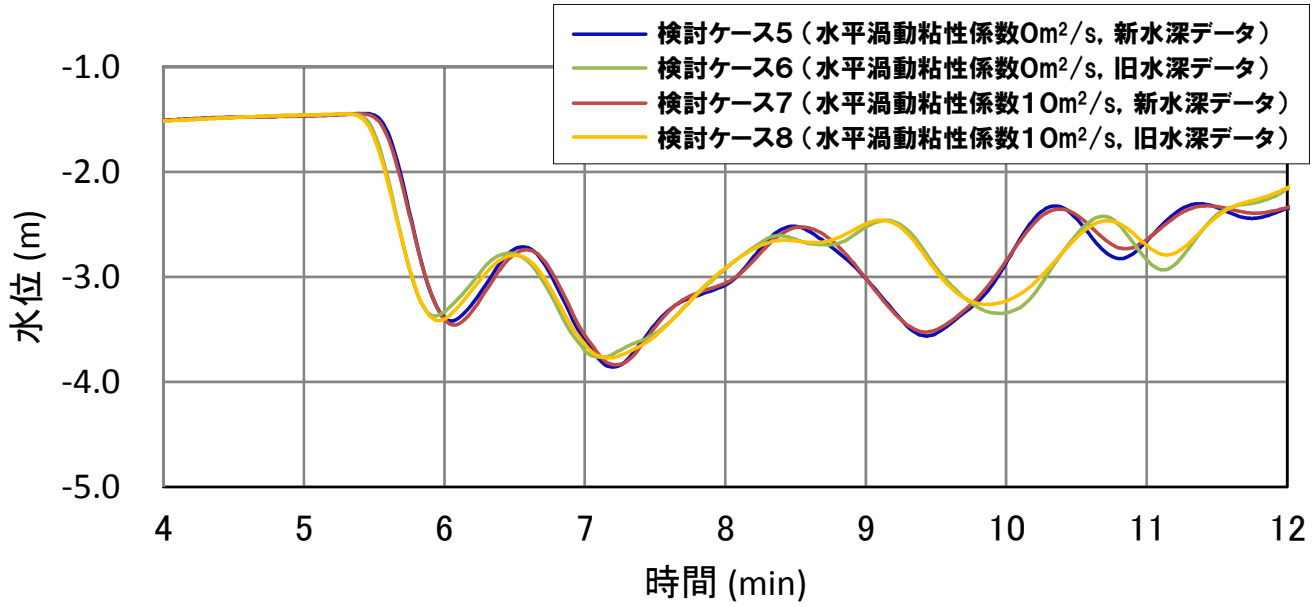


図－１　時刻歴水位（水位上昇側）

（津波計算結果／補機冷却海水取水口）



（管路解析結果／海水ピットポンプ室）



図－２　時刻歴水位（水位下降側）

（２）考察

ア）水平渦動粘性係数の差異に関する考察

ａ．水位上昇側

水平渦動粘性係数の差異を把握するために，検討ケース１と３及び検討ケース２と４の差分に着目する（表－２，図－１参照）。

まず，津波計算の結果，補機冷却海水取水口における最大水位上昇量は，水平渦動粘性係数０m^2/sとした場合のほうが1.4～1.8m程度大きい。一方，管路解析の結果では，海水ピットポンプ室における最大水位上昇量がほぼ同程度となっており，水平渦動粘性係数の差異による影響はほぼ認められない。これらの結果を踏まえ，以下のとおり考察を加える。

第一に，津波の最大水位上昇量に着目すると，水平渦動粘性係数０m^2/sとした場合のほうが大きくなる理由は，津波の挙動を表す全体的な周期特性はそのままに，極短周期の副振動的成分が解析上現れたためである。

第二に，津波の周期特性に着目すると，管路解析の結果，海水ピットポンプ室における最大水位上昇量がほぼ同程度となっている理由は，水平渦動粘性係数０m^2/sとした場合に卓越する極短周期の副振動的成分が管路解析によって影響しなくなるためと推察される。

ｂ．水位下降側

水平渦動粘性係数の差異を把握するために，検討ケース５と７及び検討ケース６と８の差分に着目する（表－３，図－２参照）。

まず，津波計算の結果，補機冷却海水取水口における最大水位下降量は，水平渦動粘性係数０m^2/sとした場合のほうが0.3～0.4m程度大きい。一方，管路解析の結果では，海水ピットポンプ室における最大水位下降量がほぼ同程度となっており，水平渦動粘性係数の差異による影響はほぼ認められない。これらの結果を踏まえ，以下のとおり考察を加える。

第一に，津波の最大水位下降量に着目すると，水平渦動粘性係数０m^2/sとした場合のほうが大きくなる理由は，津波の挙動を表す全体的な周期特性はそのままに，極短周期の副振動的成分が解析上現れたためである。

第二に，津波の周期特性に着目すると，管路解析の結果，海水ピットポンプ室における最大水位下降量がほぼ同程度となっている理由は，水平渦動粘性係数０m^2/sとした場合に卓越する極短周期の副振動的成分が管路解析によって影響しなくなるためと推察される。

表－２　水平渦動粘性係数の差異を把握するための差分（水位上昇側）

	比較する検討ケース						最大水位上昇量の差分	
	検討ケース	水平渦動粘性係数（m^2/s）	水深データ	検討ケース	水平渦動粘性係数（m^2/s）	水深データ	津波計算結果	管路解析結果
							補機冷却海水取水口	海水ピットポンプ室
１と３	１	0	新	３	10	新	1.4m	0.1m 未満
２と４	２	0	旧	４	10	旧	1.8m	0.1m 未満

表－３　水平渦動粘性係数の差異を把握するための差分（水位下降側）

	比較する検討ケース						最大水位下降量の差分	
	検討ケース	水平渦動粘性係数（m^2/s）	水深データ	検討ケース	水平渦動粘性係数（m^2/s）	水深データ	津波計算結果	管路解析結果
							補機冷却海水取水口	海水ピットポンプ室
５と７	５	0	新	７	10	新	0.3m	0.1m 未満
６と８	６	0	旧	８	10	旧	0.4m	0.1m 未満

イ）水深データの差異に関する考察

ａ．水位上昇側

水深データの差異を把握するために，検討ケース１と２及び検討ケース３と４の差分に着目する（表－４，図－１参照）。

まず，津波計算の結果，補機冷却海水取水口における最大水位上昇量はほぼ同程度である。次に，管路解析の結果，海水ピットポンプ室における最大水位上昇量もほぼ同程度である。これらの結果を踏まえ，以下のとおり考察を加える。

第一に，津波の最大水位上昇量に着目すると，両者の値がほぼ同程度であることから，水深データの差異が津波の最大水位上昇量に対して影響を及ぼさないと推察される。

第二に，津波の周期特性について着目すると，水深データ“新”のほうが伝播経路の水深が全体的にやや浅いため，到達時間が数秒早くなっているものの，周期特性自体を変化させてはいない。したがって，津波の周期特性に影響を受ける管路解析の結果に対して影響を及ぼさず，海水ピットポンプ室における最大水位上昇量がほぼ同程度のまま変化が生じなかったものと推察される。

ｂ．水位下降側

水深データの差異を把握するために，検討ケース５と６及び検討ケース７と８の差分に着目する（表－５，図－２参照）。

まず，津波計算の結果，補機冷却海水取水口における最大水位下降量はほぼ同程度である。次に，管路解析の結果，海水ピットポンプ室における最大水位下降量もほぼ同程度である。これらの結果を踏まえ，以下のとおり考察を加える。

第一に，津波の最大水位下降量に着目すると，両者の値がほぼ同程度であることから，水深データの差異が津波の最大水位下降量に対して影響を及ぼさないと推察される。

第二に，津波の周期特性について着目すると，水深データ“新”のほうが伝播経路の水深が全体的にやや浅いため，到達時間が数秒早くなっているものの，周期特性自体を変化させてはいない。したがって，津波の周期特性に影響を受ける管路解析の結果に対して影響を及ぼさず，海水ピットポンプ室における最大水位下降量がほぼ同程度のまま変化が生じなかったものと推察される。

表－４　水深データの差異を把握するための差分（水位上昇側）

	比較する検討ケース						最大水位上昇量の差分	
	検討ケース	水平渦動粘性係数（m^2/s）	水深データ	検討ケース	水平渦動粘性係数（m^2/s）	水深データ	津波計算結果	管路解析結果
							補機冷却海水取水口	海水ピットポンプ室
１と２	１	0	新	２	0	旧	0.3m	0.2m
３と４	３	10	新	４	10	旧	0.1m 未満	0.2m

表－５　水深データの差異を把握するための差分（水位下降側）

	比較する検討ケース						最大水位下降量の差分	
	検討ケース	水平渦動粘性係数（m^2/s）	水深データ	検討ケース	水平渦動粘性係数（m^2/s）	水深データ	津波計算結果	管路解析結果
							補機冷却海水取水口	海水ピットポンプ室
５と６	５	0	新	６	0	旧	0.1m 未満	0.1m 未満
７と８	７	10	新	８	10	旧	0.1m 未満	0.1m 未満

３．総括

水平渦動粘性係数及び水深データの差異による影響を考察するために，４種類の組合せの検討ケースについて津波計算及び管路解析を実施した。考察の要旨は以下のとおりである。

○ 水平渦動粘性係数の差異について（０m^2/s・10m^2/s）

第一に，津波の最大水位変動量に着目すると，水平渦動粘性係数０m^2/sとした場合に最大水位変動量が大きくなる傾向が認められる。これは，津波の挙動を表す全体的な周期特性はそのままに，極短周期の副振動的成分が解析上現れたためである。

第二に，津波の周期特性に着目すると，管路解析の結果，海水ピットポンプ室における最大水位変動量はほぼ同程度となっている。これは，水平渦動粘性係数０m^2/sとした場合に卓越する極短周期の副振動的成分が管路解析によって影響しなくなるためと推察される。

○ 水深データの差異について（新・旧）

第一に，津波の最大水位変動量に着目すると，水深データの新・旧で最大水位変動量に差異はほぼ認められない。したがって，水深データの差異は津波の最大水位上昇量に対して影響を及ぼさないことが分かる。

第二に，津波の周期特性について着目すると，水深データ“新”のほうが伝播経路の水深が全体的にやや浅いため，到達時間が数秒早くなっているものの，周期特性自体を変化させてはいない。したがって，津波の周期特性に影響を受ける管路解析の結果（海水ピットポンプ室における最大水位変動量）に対しても影響を及ぼさなかったものと推察される。

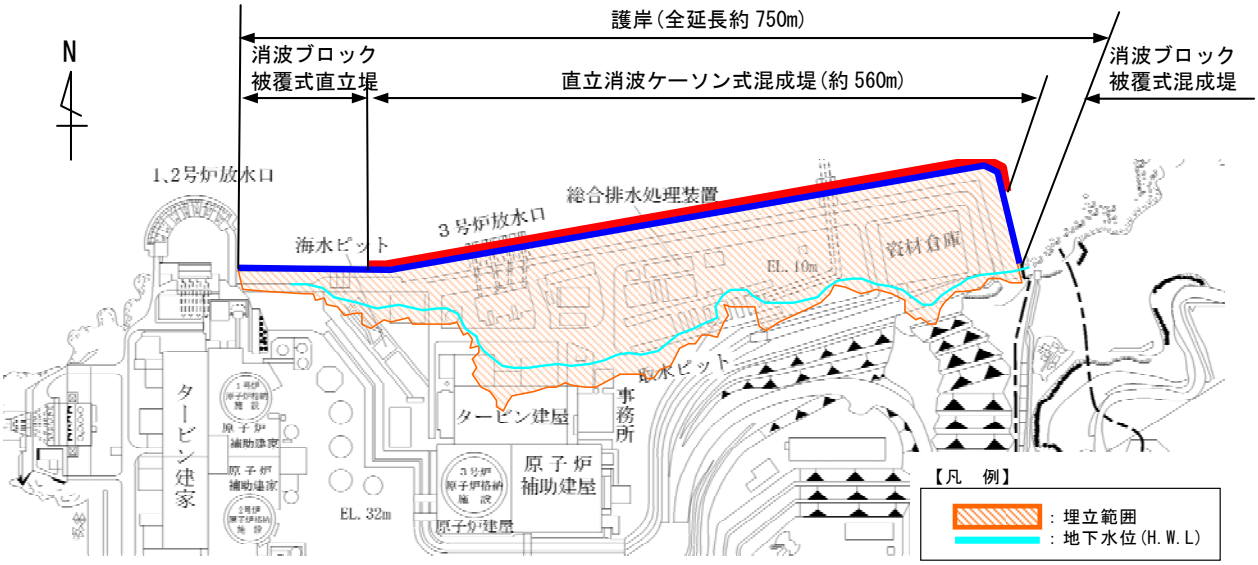
護岸の概要と埋立土の流出防止対策

護岸の概要と埋立土の流出防止対策

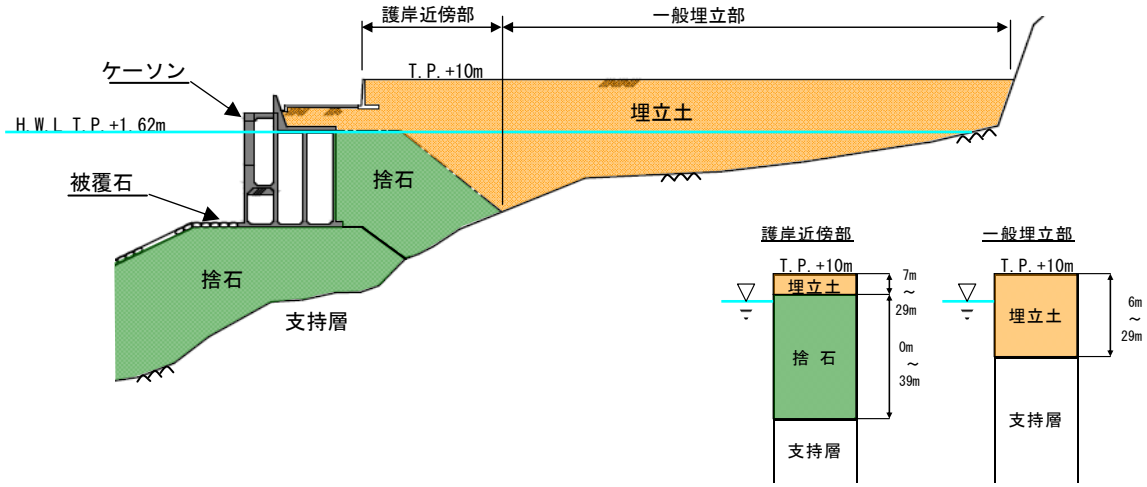
○護岸の概要

伊方発電所３号炉の護岸は、その大半（延長約 750m のうち約 560m）が直立消波ケーソン式混成堤により築造されている。同護岸は、設置地点の海底にシルト質砂層が堆積していたため、支持層付近まで堆積層を掘削し捨石（50～200kg/個）置換したうえでケーソン（幅：16m×高さ：18.1m×長さ：15m、重量約 2,350t/函）を据え付けることにより安定性を確保している。（図－１、２）

また、ケーソン基礎の捨石部については、重錘落下により締め固めを行うことにより、ケーソンの安定性向上を図っている。



図－１　埋立部平面図



図－２　埋立部標準断面図

○地震時における護岸損傷の想定

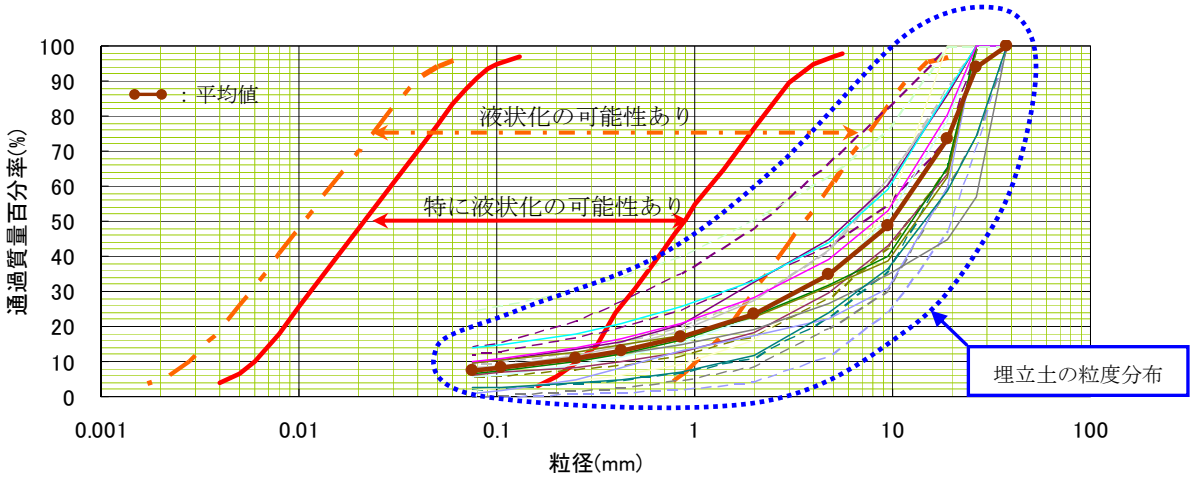
ケーソン護岸の地震時における変形に影響を与える要因としては、①ケーソンに作用する慣性力、②背後地盤の液状化による土圧増加、③ケーソン直下地盤の支持力低下が主なものである。

伊方発電所３号炉護岸は、

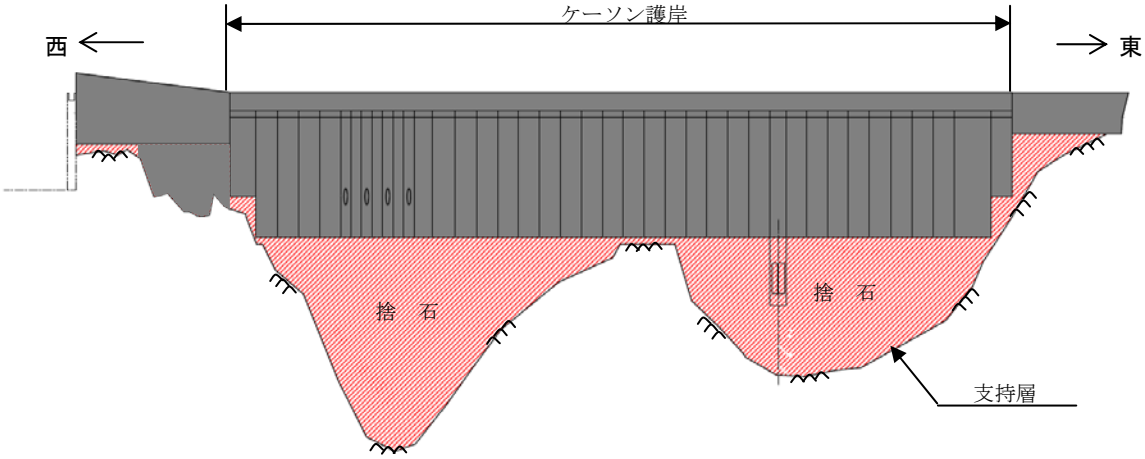
・背後地盤の埋立土（発電所建設時の地山切取土岩）の粒度分布を「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に示されている液状化判定図と比較した結果、粒径 10mm 以上の礫を多く含みかつ粒径が比較的ばらついていることから、液状化発生の可能性は低いと考えられる（図－３）

・海底の支持層上に堆積していた軟弱土層を全て捨石（50～200kg/個）置換してケーソンを設置しているため、ケーソン直下の捨石部が液状化する可能性はないと考えられる（図－４）

ことから、地震時にケーソン同士の不等沈下などの変形は発生するものの、倒壊などの大規模な変形には至らないと想定される。



図－３　埋立土の粒径加積曲線



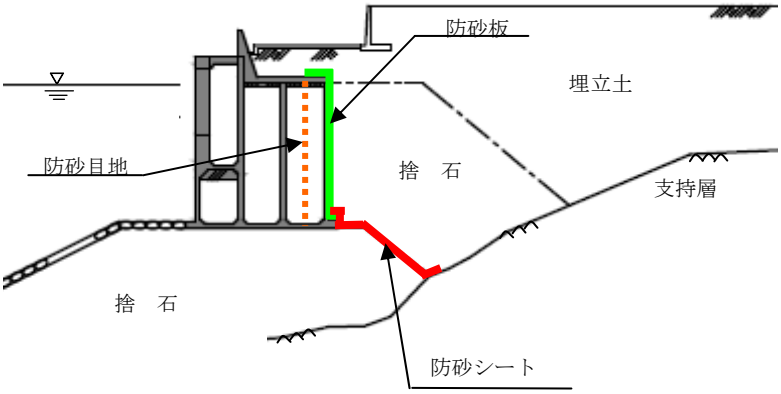
図－４　護岸部捨石施工範囲断面図

○護岸変形時における埋立土の状況

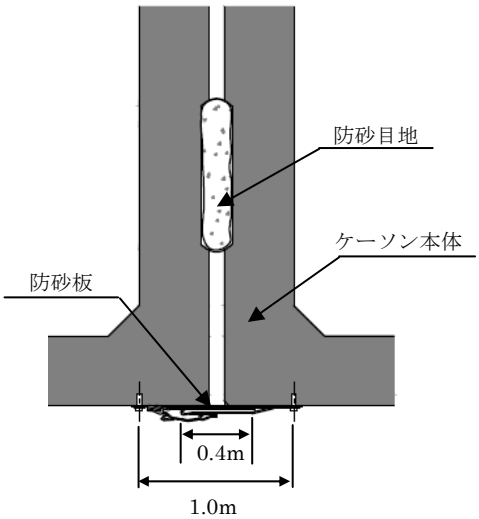
３号護岸のケーソン間には、埋立土の流出防止を目的として防砂板と防砂目地※を設置している。ケーソン背面に設置されている防砂板（軟質塩化ﾋﾞﾆﾙ製、幅 1m、厚さ 5mm×3 層）は、15cm 程度までの変位に追従可能な構造となっていること、また、ケーソン下部の捨石背面部には、防砂シート（ﾎﾟﾘｴｽﾃﾙ繊維）を設置していることから、埋立土は流出しにくい構造となっている。（図－５、６、写真－１、２）

なお、ケーソン間の目開きが一定以上となった場合は、背後の土砂がケーソン間に流入する可能性があるが、ケーソン背後に設置している捨石の幅および厚さが平均 20m程度と厚いことから、大量の埋立土が流出する状態にはならないと考えられる。

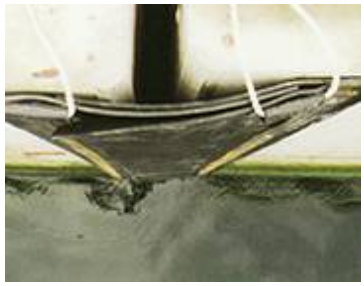
※防砂目地は、埋立土の流出防止と波圧からの防砂板保護を目的に設置したものであり、布製型枠に低強度のモルタルを注入した構造となっている



図－５　防砂板・防砂目地・防砂シート設置断面図



図－６　防砂板・防砂目地設置状況図
（水 平 断 面）



写真－１　防砂板設置例（参考）

写真－２　防砂シート設置例（参考）

地震時における護岸変形量の評価方法

地震時における護岸変形量の評価方法

○解析手法[1,2)]

今回用いた解析手法は、有効応力解析（FLIP）である。

FLIP は、逐次的に、時系列で構造物の挙動を把握する二次元動的有効応力解析プログラムであり、地震動による地盤や構造物の残留変形、構造部材に生じる応力などを求めることができる。

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

○解析用物性値

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

ここで、埋立土等の液状化特性を規定するパラメータは、N 値、有効上載圧（σv'）および細粒分含有率（Fc）を用いて設定する。このうち N 値については、発電所構内において実施した標準貫入試験結果（N 値≧50 のデータは棄却）から設定した代表値とした。

今回使用した物性値を表－1 に示す。

表－１　地盤物性値一覧

項　　目		埋立土	砂礫・礫	砂・シルト質砂	捨　石
単位体積重量　γ kN/m^3	（水位以深）	23.5	22.5	20.0	20.0
	（水位以浅）	21.6	20.6	18.0	—
せん断波速度 Vs （m/s）		267	425	—	300
N値		18	25	9	—
細粒分含有率 Fc（%）		11.5	12.5	36.3	—
相対密度 D_r （%）		62.4	47.2	23.5	—
せん断弾性係数 G_{ma} ×10^{5}kN/m^2		1.49	2.07	0.265	1.84
ポアソン比　ν		0.33	0.33	0.33	0.33
履歴減衰の上限値　h_{max} （%）		24	24	24	25
せん断強度　τ_0 kN/m^2		0	0	0	20
内部摩擦角　ϕ °		41	39	38	35

凡 例：　試験値　FLIPの一般値　試験値からの換算値

【参考文献】

1）FLIP 研究会 14 年間の検討成果のまとめ

2）一般社団法人 FLIP コンソーシアムホームページ

3）港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成 19 年 7 月、社団法人日本港湾協会、国土交通省港湾局監修）

4）埋立地の液状化対策ハンドブック改訂版（平成 9 年、社団法人沿岸開発技術研究センター、運輸省港湾局監修）

港湾内の局所的な海面の励起について

港湾内の局所的な海面の励起について

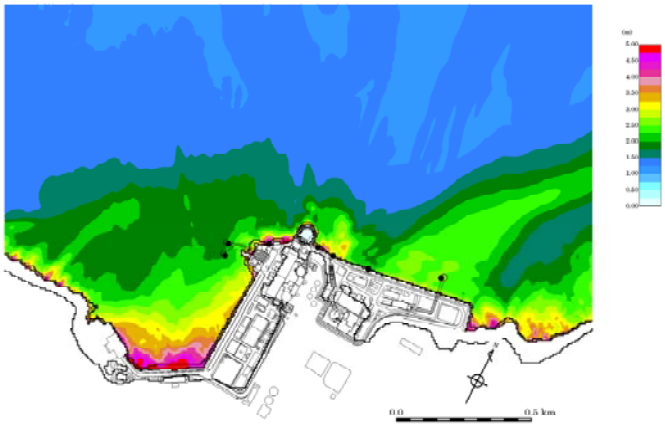
伊方発電所は内海に面しており、防波堤等は設置されていないため、閉じた港湾形状となっていない。したがって、局所的な海面の励起は生じにくいと考えられるものの、以下のとおり検討を行う。

基準津波（着目地点「敷地前面」の最も厳しいケース：重畳津波ケースＣ）におけるサイト周辺での最大水位上昇量を図－１に、沖合（基準津波定義地点）及び護岸付近の時刻歴波形を図－２に示す。

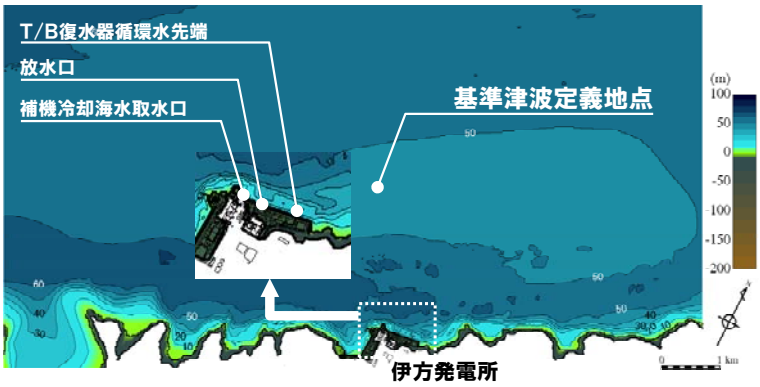
図－１より、一部水位上昇量が増幅している地点が認められるものの、これらは、隅角部であることや水深が浅くなることなどに起因する一般的な増幅によるものと評価でき、上述のとおりそもそも閉じた港湾形状となっていないことから、港湾内の局所的な海面の固有振動による励起ではないと考えられる。

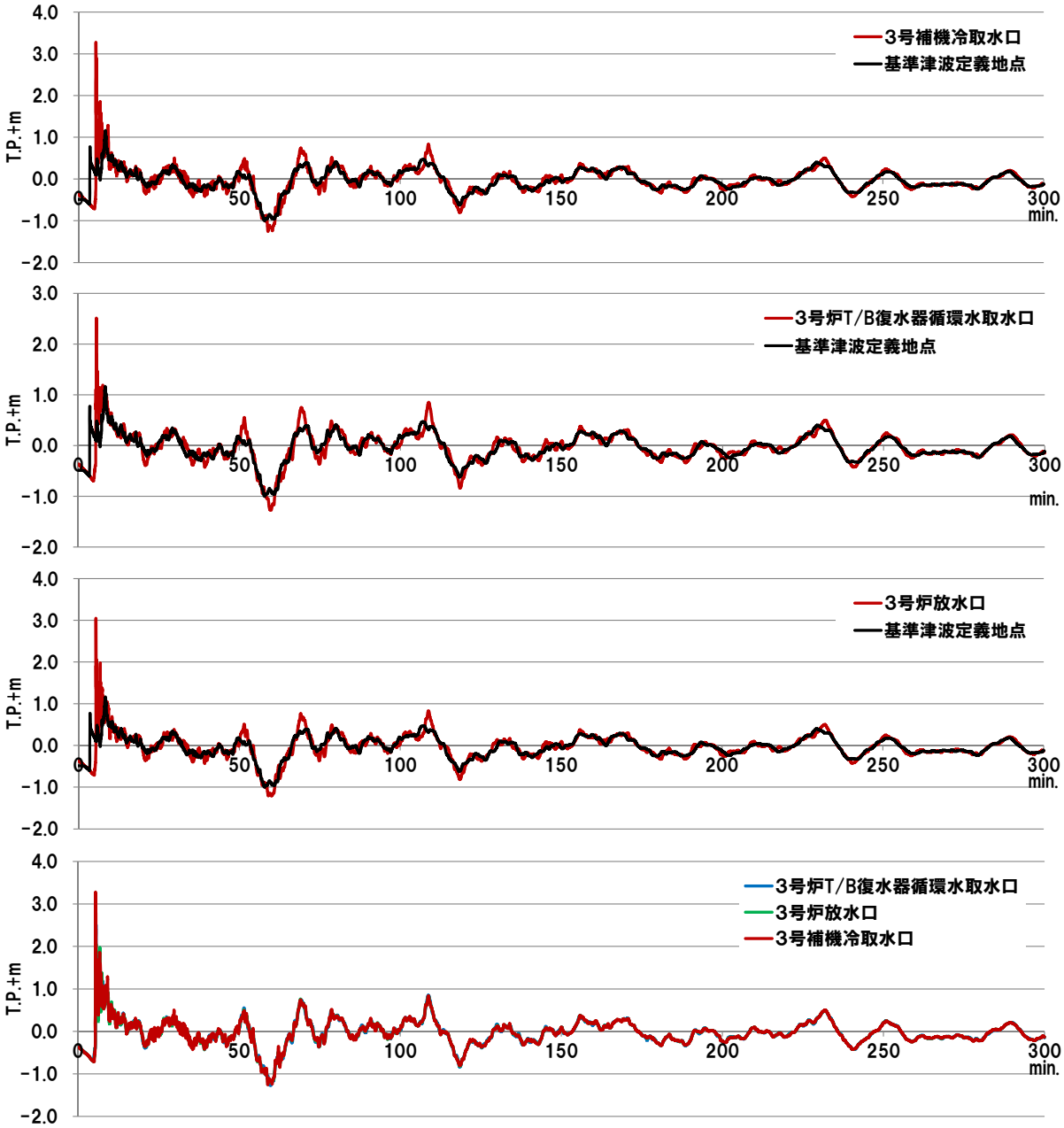
図－２は、津波の伝播経路を踏まえて、海域の活断層に想定される地震に伴う津波に対応するものとして、基準津波定義地点→補機冷却海水取水口、T/B 復水器取水先端及び放水口を、地すべり津波に対応するものとして、T/B 復水器取水先端→放水口→補機冷却海水取水口をそれぞれ重ね合わせて示している。基準津波定義地点→補機冷却海水取水口、 T/B 復水器取水先端及び放水口については、水深が浅くなることや護岸衝突の影響等により、水位上昇量のピーク値が大きくなっている傾向が確認できるが、上記と同様の理由から、港湾内の局所的な海面の固有振動による励起ではないと考えられる。一方、T/B 復水器取水先端→放水口→補機冷却海水取水口については、増幅は認められない。

以上から、水深が浅くなることや護岸衝突の影響等により、局所的に海面の振動が増幅されているものの、冒頭に記載のとおり、伊方発電所は閉じた港湾形状となっていないことから、津波による港湾内の局所的な海面の固有振動による励起は生じていないと評価できる。



図－１　最大水位上昇量分布


T/B復水器循環水先端
放水口
補機冷却海水取水口
基準津波定義地点
伊方発電所


3号補機冷取水口
基準津波定義地点
3号炉T/B復水器循環水取水口
基準津波定義地点
3号炉放水口
基準津波定義地点
3号炉T/B復水器循環水取水口
3号炉放水口
3号補機冷取水口
T.P.+m
min.

図－２　時刻歴水位

観測地点「長浜」と「松山」の年最高潮位について

観測地点「長浜」と「松山」の年最高潮位について

説明資料の本文「表 1-5-4　観測地点「松山」における年最高潮位」について、観測地点「松山」における各年の年最高潮位に対応する観測地点「長浜」の年最高潮位を整理し、比較した。

観測地点「長浜」の入手可能な最新の観測記録は、2004 年 1 月～2009 年 12 月（ただし 2005 年 1 月～2006 年 3 月は欠測）であるため、本文表 1-5-4 のうち 2004 年および 2006～2009 年の観測地点「松山」における年最高潮位を再掲し、これに対応する観測地点「長浜」の年最高潮位を分析したものを表 1-1 に示す。

表 1-1 のとおり、年最高潮位に着目した場合、観測地点「松山」に対して観測地点「長浜」のほうが水位は低く、この傾向は「1. 5（2）b.」で示した相関関係と整合している。

表 1-1 観測地点「松山」と「長浜」における年最高潮位の比較

年	観測地点「松山」（再掲）			観測地点「長浜」
	最高潮位発生月日	年最高潮位（T.P.+m）	昭和 44 年度平均成果に変換した値 ※1	観測地点「松山」の最高潮位発生月日における最高潮位（T.P.+m）※2
2004	8 月 30 日	2.508	2.321	2.05
2006	10 月 8 日	2.058	1.871	1.71
2007	8 月 3 日	2.278	2.091	1.81
2008	6 月 4 日	2.038	1.851	1.63
2009	8 月 21 日	2.118	1.931	1.75

※1 測量法の改訂（2000 年度平均成果を用いた T.P.の変更）に関連し、観測地点「松山」における D.L～T.P 関係は 2000 年度平均成果（日本海洋データセンター）に基づき整理を行っている。一方、観測地点「長浜」における D.L～T.P 関係は、昭和 44 年度平均成果に対してのみ既知であり、2000 年度平均成果に対しては入手不可能である。したがって、表中の観測地点「松山」における年最高潮位の欄には、便宜上、観測地点「松山」における昭和 44 年度平均成果と 2000 年平均成果との見かけの標高差である 0.187 m を減じた値についても併記している。

※2 観測地点「長浜」の入手可能な最新の観測記録は、原則として毎正時の潮位記録のみであるため、瞬時値を考慮した最高潮位ではない。

※3 観測地点「松山」における毎時年最高潮位データと年最高潮位発生時刻潮位データを比較した結果、その差分の平均は 2cm 以下であることから、耐津波設計上問題ないと考える。

津波防護対策の設備の位置付けについて

津波防護対策の設備の位置付けについて

伊方発電所３号炉における津波防護対策として図－１のとおり、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を設置する。

ここでは、これらの津波防護対策が、どの分類に位置付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　伊方発電所３号炉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	海水ピット堰	水密扉	水密ハッチ	床ドレンライン逆止弁	貫通部止水処置	海面監視カメラ	耐震型海水ピット水位計
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） ・防潮壁	・敷地内に、津波を浸水及び漏水させない（外郭防護）	○ 引き波時において、海水ポンプによる補機冷却に必要な海水を確保し、海水ポンプの機能を保持するために海水ピットに設置した堰	× 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	○ 海水ポンプエリアの壁に設置された扉 （外郭防護１）	○ 海水ポンプエリア床面に設置されたハッチ （外郭防護２）	○ 海水ポンプエリアに設置したその他浸水防止に係る設備 （外郭防護２）	○ 海水ポンプエリアに設置し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
		・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	○ 循環水管損傷や２次系設備（屋外タンク含む）の損傷に伴う溢水及び損傷箇所を介しての津波の流入による溢水を防護するため建屋の壁に設置された扉 （内郭防護）	× 該当しない	○ 循環水管損傷や２次系設備（屋外タンク含む）の損傷に伴う溢水及び損傷箇所を介しての津波の流入による溢水を防護するために建屋床に取り付けたその他浸水防止に係る設備 （内郭防護）	○ 循環水管損傷や２次系設備（屋外タンク含む）の損傷に伴う溢水及び損傷箇所を介しての津波の流入による溢水を防護するために建屋壁に施されたその他浸水防止に係る設備 （内郭防護）	× 該当しない	× 該当しない
津波監視設備	津波の挙動を把握する設備※1	・取水ピット水位計 ・敷地の潮位計 ・津波監視カメラ ※1	・外郭防護及び内郭防護の機能を確実に確保するため、サイト特有の津波挙動を把握する※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	○ 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に建屋屋上に設置した監視カメラ	○ 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に海水ピットに設置した水位計

※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

浸 水 対 策 箇 所 の 位 置 等

浸水対策箇所の位置等

１．浸水対策対象壁及び床配置図

２．扉浸水対策箇所一覧表

３．壁貫通部浸水対策箇所一覧表

４．床貫通部浸水対策箇所一覧表

５．扉浸水対策施工状況

６．壁貫通部浸水対策の施工例

１．浸水対策対象壁及び床配置図

伊方3号機 浸水対策対象壁及び床（T．P．+3．3m）

伊方3号機 浸水対策対象壁(T. P. +10. 0m)

伊方3号機 浸水対策対象壁及び床（屋外）

２．扉浸水対策箇所一覧表

※「＊」は「外郭防護」に分類される設備

No.	壁番号	扉番号※	設置フロア	名称	型式	種類	寸法（W×H）mm	
1	W3	D1	T.P.3.8m	非常用ディーゼル発電機室前配管エリア水密扉	水密扉	片開き	扉	1,050×1,955
2	W3	D2	T.P.3.8m	原子炉補機冷却水ポンプ室入口水密扉3B	水密扉	両開き	左扉	952×2,060
							右扉	910×2,060
							上部欄間	1,992×795
3	W3	D3	T.P.3.8m	原子炉補機冷却水ポンプ室機器搬入口水密扉3B	水密扉	両開き	左扉	981.5×2,025
							右扉	981.5×2,025
4	W3	D4	T.P.3.8m	原子炉補機冷却水ポンプ室入口水密扉3A	水密扉	両開き	左扉	977×2,060
							右扉	935×2,060
							上部パネル	2,102×870
5	W3	D5	T.P.3.8m	原子炉補機冷却水ポンプ室機器搬入口水密扉3A	水密扉	両開き	左扉	980×2,027
							右扉	980×2,027
6	W3	D6	T.P.3.8m	F階段入口水密扉	水密扉	片開き	扉	1,055×1,950
7	W4	D7	T.P.3.8m	海水管室入口水密扉	水密扉	片引き	扉	1,250×1,975
8	W4	D8	T.P.5.5m	海水管ダクト連絡扉	閉鎖扉	片開き	扉	900×2,000
9	W5	D9	T.P.10.3m	セメント固化装置エリア入口水密扉	水密扉	片開き	扉	960×2,130
10	W5	D10	T.P.10.3m	放射化学室前通路入口水密扉	水密扉	片開き	扉	910×2,020
11	W7	D11	T.P.10.3m	非常用ディーゼル発電機室前通路入口水密扉	水密扉	両開き	左扉	622×2,060
							右扉	935×2,060
							上部欄間	1,687×422
12	W7	D12	T.P.10.3m	インバータ室水密扉	水密扉	両開き	左扉	975×2,060
							右扉	935×2,060
							上部欄間	2,040×420

※「＊」は「外郭防護」に分類される設備

No.	壁番号	扉番号	設置フロア	名称	型式	種類	寸法（W×H）mm	
13	W7	D13	T.P.10.3m	安全補機開閉器室水密扉3B	水密扉	両開き	左扉	1,578×2,060
							右扉	935×2,060
							上部パネル	2,703×870
14	W7	D14	T.P.10.3m	安全補機開閉器室水密扉3A	水密扉	両開き	左扉	1,575×2,060
							右扉	935×2,060
							上部パネル	2,700×875
15	W7	D15	T.P.10.3m	直流コントロールセンタ室前通路部入口水密扉	水密扉	両開き	左扉	860×2,060
							右扉	935×2,060
							上部欄間	1,925×425
16	W8	D16	T.P.10.3m	制御用空気圧縮機室水密扉3B	水密扉	両開き	左扉	975×1,935
							右扉	935×1,935
17	W8	D17	T.P.10.3m	制御用空気圧縮機室水密扉3A	水密扉	両開き	左扉	977×1,950
							右扉	935×1,950
18	W8	D18	T.P.10.3m	補助給水ポンプエリア入口水密扉	水密扉	両開き	左扉	1,778×2,060
							右扉	935×2,060
							上部パネル	2,903×420
19	W8	D19	T.P.10.3m	タービン動補助給水ポンプ室脱気器前止水板	閉鎖扉止水板	片開き	扉	900×2,000
20	W6	S1	T.P.10.3m	非常用ディーゼル発電器室シャッター前水密扉3A	水密扉	片開き	扉	4,940×5,095
21	W6	S2	T.P.10.3m	非常用ディーゼル発電器室シャッター前水密扉3B	水密扉	片開き	扉	4,940×5,095
22	W5	S3	T.P.10.3m	セメント固化装置エリアシャッター前水密扉	水密扉	片開き	扉	3,550×4,425
23	W9	P1*	T.P.5.0m	海水ポンプエリア水密扉3A	水密扉	片開き	扉	1,060×2,060
24	W9	P2*	T.P.5.0m	海水ポンプエリア水密扉3B	水密扉	片開き	扉	1,060×2,070
25	W10	P3*	T.P.5.5m	取水ピット電気ケーブルダクト止水板	扉止水板	片開き	扉	1,200×1,000

３．壁貫通部浸水対策箇所一覧表

壁貫通部浸水対策箇所一覧表（１）

※「＊」は「外郭防護」に分類される設備

No.	貫通部番号※	壁番号	設置レベル	貫通物	施工状態		備考
					屋外側	Ａ／Ｂ側 ＲＥ／Ｂ側	
1	3RE-R-1	W4	T.P.5.905m	配管	仕切板施工 ＋ｺｰｷﾝｸﾞ施工	仕切板施工 ＋ｺｰｷﾝｸﾞ施工	施工例①
2	3RE-R-2	W4	T.P.5.905m	配管	仕切板施工 ＋ｺｰｷﾝｸﾞ施工	仕切板施工 ＋ｺｰｷﾝｸﾞ施工	
3	3AB-R-3	W1	T.P.7.3m	配管	仕切板施工 ＋ｺｰｷﾝｸﾞ施工	ブーツ	施工例②
4	3AB-R-4	W5	T.P.13.62m	配管	モルタル		
5	3AB-R-5	W5	T.P.13.77m	配管	モルタル		
6	3AB-R-6	W5	T.P.13.47m	配管	モルタル		
7	3AB-R-7	W5	T.P.13.77m	配管	モルタル		
8	3AB-R-8	W5	T.P.13.47m	配管	モルタル		
9	3AB-R-9	W5	T.P.13.81m	配管	モルタル		
10	3AB-R-10	W5	T.P.13.55m	配管	モルタル		
11	3AB-R-11	W5	T.P.13.30m	配管	モルタル		
12	3AB-R-12	W5	T.P.13.05m	配管	モルタル		施工例③
13	3AB-R-13	W5	T.P.13.81m	配管	モルタル		
14	3AB-R-14	W5	T.P.13.55m	配管	モルタル		
15	3AB-R-15	W5	T.P.13.30m	配管	モルタル		
16	3AB-R-16	W6	T.P.12.06m	配管	ｺｰｷﾝｸﾞ施工	ｺｰｷﾝｸﾞ施工	

壁貫通部浸水対策箇所一覧表（１）

※「＊」は「外郭防護」に分類される設備

No.	貫通部番号※	壁番号	設置レベル	貫通物	施工状態		備考
					屋外側	Ａ／Ｂ側 ＲＥ／Ｂ側	
17	3AB-R-17	W6	T.P.12.06m	配管	ｺｰｷﾝｸﾞ施工	ｺｰｷﾝｸﾞ施工	
18	3DG-R-13	W2	T.P.6.37m	配管	仕切板施工 ＋ｺｰｷﾝｸﾞ施工	仕切板施工 ＋ｺｰｷﾝｸﾞ施工	
19	3DG-R-14	W2	T.P.6.41m	配管	仕切板施工 ＋ｺｰｷﾝｸﾞ施工	仕切板施工 ＋ｺｰｷﾝｸﾞ施工	
20	3DG-R-15	W2	T.P.6.43m	配管	ｺｰｷﾝｸﾞ施工	仕切板施工 ＋ｺｰｷﾝｸﾞ施工	
21	3DG-R-16	W2	T.P.6.71m	配管	仕切板施工 ＋ｺｰｷﾝｸﾞ施工	仕切板施工 ＋ｺｰｷﾝｸﾞ施工	
22	3DG-R-17	W2	T.P.6.4m	配管	仕切板施工 ＋ｺｰｷﾝｸﾞ施工	仕切板施工 ＋ｺｰｷﾝｸﾞ施工	
23	3DG-R-18	W2	T.P.6.41m	配管	ｺｰｷﾝｸﾞ施工	仕切板施工 ＋ｺｰｷﾝｸﾞ施工	
24	3DG-R-19	W2	T.P.6.38m	無し	仕切板施工 ＋ｺｰｷﾝｸﾞ施工	仕切板施工 ＋ｺｰｷﾝｸﾞ施工	
25	3DG-R-20	W2	T.P.6.20m	無し	仕切板施工 ＋ｺｰｷﾝｸﾞ施工	仕切板施工 ＋ｺｰｷﾝｸﾞ施工	
26	3海水-R-1*	W9	T.P.7.27m	配管	仕切板施工 ＋ｺｰｷﾝｸﾞ施工	仕切板施工 ＋ｺｰｷﾝｸﾞ施工	
27	3海水-R-2*	W9	T.P.7.26m	配管	ｺｰｷﾝｸﾞ施工	仕切板施工 ＋ｺｰｷﾝｸﾞ施工	

壁貫通部浸水対策箇所一覧表（２）

※「＊」は「外郭防護」に分類される設備

No.	貫通部番号※	壁番号	設置レベル	貫通物	施工状態		備考
					Ｔ／Ｂ側 屋外側	Ａ／Ｂ側 ＲＥ／Ｂ側	
1	3TB-T-1	W4	T.P.5.7m	配管	－	ブーツ	
2	3TB-T-2	W4	T.P.8.5m	配管	モルタル	モルタル	
3	3TB-T-3	W4	T.P.8.5m	配管	モルタル	モルタル	
4	3TB-T-4	W4	T.P.8.5m	配管	モルタル	モルタル	
5	3TB-T-5	W4	T.P.8.5m	配管	モルタル	モルタル	
6	3TB-T-6	W4	T.P.4.44m	配管	モルタル	モルタル	
7	3TB-T-7	W3	T.P.4.75m	配管	仕切板 ＋ コーキング	仕切板 ＋ コーキング	施工例④
8	3TB-T-8	W3	T.P.4.05m	配管	仕切板 ＋ コーキング	仕切板 ＋ コーキング	
9	3TB-T-9	W3	T.P.8.075m	配管	－	ブーツ	施工例⑤
10	3TB-T-10	W3	T.P.7.42m	配管	CT18-HH ＋ コーキング	CT18-HH ＋ コーキング	
11	3TB-T-11	W3	T.P.1.5m	配管	モルタル	モルタル	床ドレン埋設管 施工例⑥
12	3TB-T-12	W3	T.P.2.3m	配管	モルタル	モルタル	床ドレン埋設管
13	3TB-T-13	W3	T.P.1.5m	配管	モルタル	モルタル	床ドレン埋設管
14	3TB-T-14	W8	T.P.10.44m	配管	CT18-HH ＋ コーキング	ブーツ	
15	3TB-T-15	W8	T.P.11.25m	配管	CT18-HH ＋ コーキング	CT18-HH ＋ コーキング	施工例⑦
16	3TB-T-16	W8	T.P.12.5m	配管	仕切板 ＋ コーキング	仕切板 ＋ コーキング	
17	3TB-T-17	W8	T.P.12.15m	配管	仕切板 ＋ コーキング	仕切板 ＋ コーキング	
18	3TB-T-18	W7	T.P.13.43m	配管	モルタル	モルタル	
19	3TB-T-19	W8	T.P.12.7m	配管	仕切板 ＋ コーキング	－	

壁貫通部浸水対策箇所一覧表（３）

※「＊」は「外郭防護」に分類される設備

No.	貫通部番号※	壁番号	設置レベル	貫通物	施工状態		備 考
					外　側	内　側	
1	3AB-E-1	W5	12.73m	電線管	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	－	
2	3AB-E-2	W5	12.75m	電線	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	－	
3	3AB-E-3	W5	13.3m	電線管	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	施工例⑧
4	3AB-E-4	W5	12.4m	電線管	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
5	3AB-E-5	W5	12.0m	電線管	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
6	3AB-E-6	W5	11.5m	電線管	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
7	3AB-E-7	W5	11.5m	電線管	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
8	3AB-E-8	W5	11.15m	電線管	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
9	3AB-E-9	W5	11.15m	電線管	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
10	3AB-E-10	W4	7.38m	トレイ	DｼｰﾙP＋ｺｰｷﾝｸﾞ#30 3M発泡ｼｰﾗ	－	
11	3AB-E-11	W4	7.15m	トレイ	DｼｰﾙP＋ｺｰｷﾝｸﾞ#30 3M発泡ｼｰﾗ	－	
12	3AB-E-12	W4	6.9m	トレイ	DｼｰﾙP＋ｺｰｷﾝｸﾞ#30 3M発泡ｼｰﾗ	－	
13	3AB-E-13	W4	7.4m	トレイ	DｼｰﾙP＋ｺｰｷﾝｸﾞ#30 3M発泡ｼｰﾗ	－	
14	3AB-E-14	W4	7.17m	トレイ	DｼｰﾙP＋ｺｰｷﾝｸﾞ#30 3M発泡ｼｰﾗ	－	
15	3AB-E-15	W4	6.7m	トレイ	DｼｰﾙP＋ｺｰｷﾝｸﾞ#30 3M発泡ｼｰﾗ	－	
16	3AB-E-16	W4	6.58m	電線管	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	－	
17	3TB-E-1	W7	13.53m	電線管	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	－	
18	3TB-E-2	W7	13.43m	電線管	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	－	
19	3TB-E-3	W7	13.39m	電線	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	－	

壁貫通部浸水対策箇所一覧表（３）

※「＊」は「外郭防護」に分類される設備

No.	貫通部番号※	壁番号	設置レベル	貫通物	施工状態		備 考
					外　側	内　側	
20	3TB-E-4	W3	9.4m	電線管	DｼｰﾙP＋ｺｰｷﾝｸﾞ#30 3M発泡ｼｰﾗ	－	施工例⑨
21	3TB-E-5	W3	9.0m	トレイ	DｼｰﾙP＋ｺｰｷﾝｸﾞ#30 3M発泡ｼｰﾗ	－	施工例⑩
22	3TB-E-6	W3	9.0m	トレイ	DｼｰﾙP＋ｺｰｷﾝｸﾞ#30 3M発泡ｼｰﾗ	－	
23	3TB-E-7	W3	9.0m	トレイ	DｼｰﾙP＋ｺｰｷﾝｸﾞ#30 3M発泡ｼｰﾗ	－	
24	3TB-E-8	W3	8.85m	トレイ	DｼｰﾙP＋ｺｰｷﾝｸﾞ#30 3M発泡ｼｰﾗ	－	
25	3TB-E-9	W3	8.51m	トレイ	DｼｰﾙP＋ｺｰｷﾝｸﾞ#30 3M発泡ｼｰﾗ	－	
26	3TB-E-10	W3	8.82m	トレイ	DｼｰﾙP＋ｺｰｷﾝｸﾞ#30 3M発泡ｼｰﾗ	－	
27	3TB-E-11	W3	8.51m	トレイ	DｼｰﾙP＋ｺｰｷﾝｸﾞ#30 3M発泡ｼｰﾗ	－	
28	3TB-E-12	W3	8.17m	トレイ	DｼｰﾙP＋ｺｰｷﾝｸﾞ#30 3M発泡ｼｰﾗ	－	
29	3DG-E-11	W6	12.76m	電線管	－	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
30	3DG-E-37	W3	9.48m	電線管	－	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
31	3DG-E-38	W3	6.48m	ｱｰｽ線	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
32	3DG-E-39	W3	6.33m	電線管	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
33	3DG-E-40	W3	9.73m	電線管	－	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
34	3DG-E-58	W3	11.98m	配管	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
35	3DG-E-105	W3	7.1m	ｷｬﾋﾟﾗﾘｰ ﾁｭｰﾌﾞ	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
36	3DG-E-6	W8	11.4m	ｱｰｽ線	－	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
37	3DG-E-7	W8	11.13m	ｱｰｽ線	－	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
38	3DG-E-8	W8	11.15m	ｱｰｽ線	－	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	

壁貫通部浸水対策箇所一覧表（３）

※「＊」は「外郭防護」に分類される設備

No.	貫通部番号※	壁番号	設置レベル	貫通物	施工状態		備 考
					外　側	内　側	
39	3DG-E-9	W8	11.04m	ｱｰｽ線	－	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
40	3DG-E-10	W8	10.7m	ｱｰｽ線	－	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
41	3DG-E-22	W8	12.89m	電線管	－	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
42	3DG-E-25	W2	7.0m	ｱｰｽ線	－	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
43	3DG-E-26	W2	3.47m	ｱｰｽ線	－	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
44	3DG-E-27	W2	9.99m	電線管	－	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
45	3DG-E-28	W2	9.06m	電線管	－	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
46	3DG-E-29	W2	8.79m	電線管	－	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
47	3DG-E-30	W2	6.62m	電線管	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
48	3DG-E-31	W2	6.76m	電線管	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
49	3DG-E-51	W2	11.92m	電線管	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
50	3DG-E-104	W2	6.78m	ｷｬﾋﾟﾗﾘｰ ﾁｭｰﾌﾞ	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
51	3海水-E-1*	W9	8.99m	電線管	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
52	3海水-E-2*	W9	7.63m	電線管	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
53	3海水-E-3*	W9	9.24m	トレイ	DｼｰﾙP＋ｺｰｷﾝｸﾞ#30 3M発泡ｼｰﾗ	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
54	3海水-E-4*	W9	8.89m	トレイ	DｼｰﾙP＋ｺｰｷﾝｸﾞ#30 3M発泡ｼｰﾗ	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
55	3海水-E-5*	W9	8.59m	トレイ	DｼｰﾙP＋ｺｰｷﾝｸﾞ#30 3M発泡ｼｰﾗ	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
56	3海水-E-6*	W9	9.13m	電線管	DｼｰﾙL＋DｼｰﾙP ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	ｼﾘｺﾝｺｰｷﾝｸﾞ#30	
57	3取水-E-1*	W10	5.0m	ｹｰﾌﾞﾙ ﾀﾞｸﾄ	DFﾊﾞﾃA＋ｺｰｷﾝｸﾞ#30 3M発泡ｼｰﾗ	－	

壁貫通部浸水対策箇所一覧表（３）

※「＊」は「外郭防護」に分類される設備

No.	貫通部番号※	壁番号	設置レベル	貫通物	施工状態		備 考
					外　側	内　側	
58	3取水-E-2＊	W10	5.095m	電線管	DFﾊﾞﾃA＋ｺｰｷﾝｸﾞ#30 3M発泡ｼｰﾗ	－	
59	3取水-E-3＊	W10	5.095m	電線管	DFﾊﾞﾃA＋ｺｰｷﾝｸﾞ#30 3M発泡ｼｰﾗ	－	
60	3取水-E-4＊	W10	4.65m	電線管	DFﾊﾞﾃA＋ｺｰｷﾝｸﾞ#30 3M発泡ｼｰﾗ	－	
61	3取水-E-5＊	W10	4.65m	電線管	DFﾊﾞﾃA＋ｺｰｷﾝｸﾞ#30 3M発泡ｼｰﾗ	－	

４．床貫通部浸水対策箇所一覧表

※「＊」は「外郭防護」に分類される設備

No.	番号※	床番号	設置 レベル	型式	寸法	備考
1	SA-101	F1	T.P.3.3m	逆止弁	φ250	
2	SA-102	F1	T.P.3.3m	逆止弁	φ250	
3	SA-103	F1	T.P.3.3m	逆止弁	φ250	
4	FA-135	F2	T.P.3.3m	逆止弁	φ250	
5	FA-136	F2	T.P.3.3m	逆止弁	φ250	
6	FA-137	F2	T.P.3.3m	逆止弁	φ250	
7	FA-138	F2	T.P.3.3m	逆止弁	φ250	
8	FA-139	F2	T.P.3.3m	閉止蓋	φ250	
9	FA-156	F2	T.P.3.3m	逆止弁	φ250	
10	FA-131	F2	T.P.3.3m	逆止弁	φ250	
11	FA-132	F2	T.P.3.3m	逆止弁	φ250	
12	FA-133	F2	T.P.3.3m	逆止弁	φ250	
13	FA-134	F2	T.P.3.3m	逆止弁	φ250	
14	FA-155	F2	T.P.3.3m	逆止弁	φ250	
15	SR-001	F3	T.P.5.5m	逆止弁	φ250	
16	3海水-F-1＊	F4	T.P.5.5m	逆止弁	φ100	
17	3海水-F-2＊	F5	T.P.4.0m	逆止弁	φ75	
18	3海水-F-3＊	F5	T.P.4.0m	逆止弁	φ75	

※「＊」は「外郭防護」に分類される設備

No.	番号※	床番号	設置 レベル	型式	寸法	備考
19	3海水-F-4*	F5	T.P.3.0m	逆止弁	φ75	
20	3海水-F-5*	F5	T.P.3.0m	逆止弁	φ75	
21	3海水-F-6*	F5	T.P.3.0m	ハッチ	800×1,000	開口部寸法
22	3海水-F-7*	F5	T.P.3.0m	ハッチ	800×1,000	開口部寸法
23	3海水-F-8*	F5	T.P.3.0m	ハッチ	800×1,000	開口部寸法
24	3海水-F-9*	F5	T.P.3.0m	ハッチ	800×1,000	開口部寸法

５．扉浸水対策施工状況

扉浸水対策施工状況(T.P.+3.3m)

扉浸水対策施工状況(T.P.+10.0m)

伊方3号機　扉浸水対策施工状況（屋外）

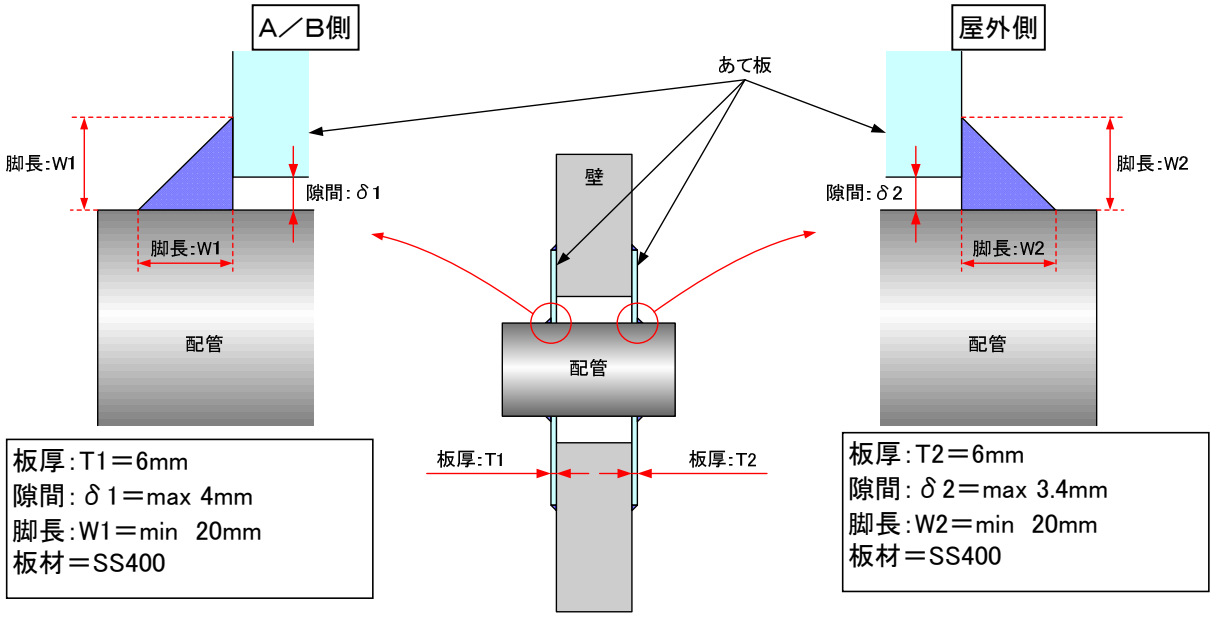
3号機		配管名	SWS　海水供給母管A
貫通部No.	3RE-R-1	場所	A／B側・屋外側

写真

A／B側

屋外側

特記事項



3号機		配管名	ASS屋外放出ライン
貫通部No.	3AB-R-3	場所	A/B・屋外

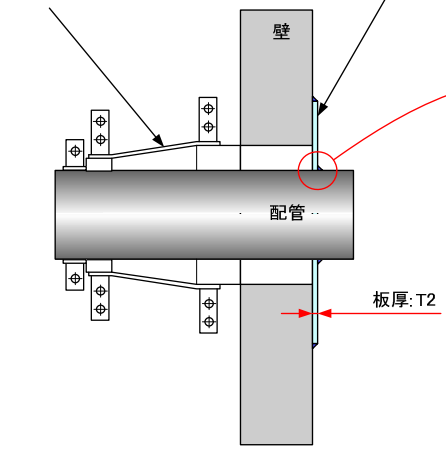
写真

A/B側

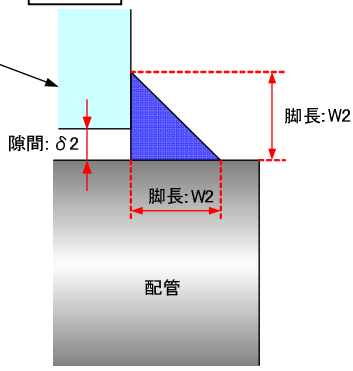
屋外側

特記事項

A/B側



屋外側



板厚:T2＝6mm
隙間: δ2＝max 5mm
脚長:W2＝15mm
板材＝SS400

（施工例③）

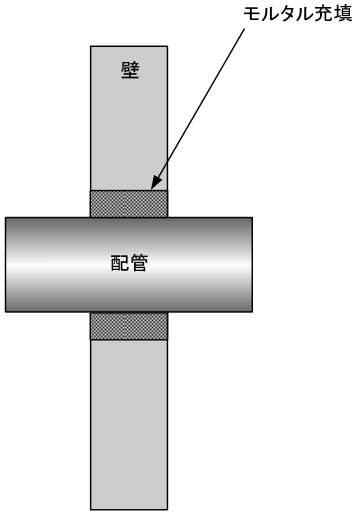
3号機		配管名	CO2消火ライン
貫通部No.	3AB-R-12	場所	A/B

写真

A/B側

特記事項

A/B側　　屋外側

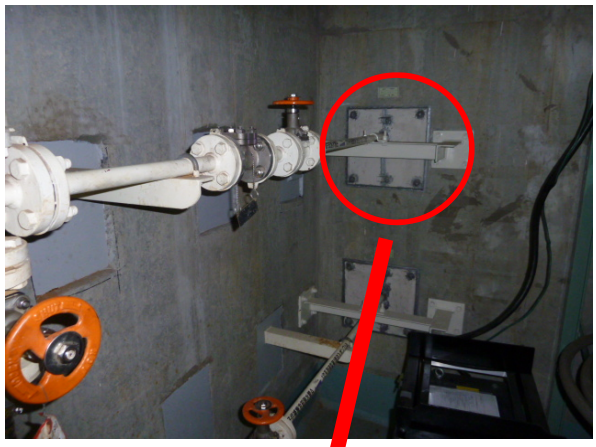


3号機		配管名	1次系用硫酸第1鉄注入配管
貫通部No.	3TB-T-7	場所	T／B　3．8m

全景

T/B側

A/B側



接写

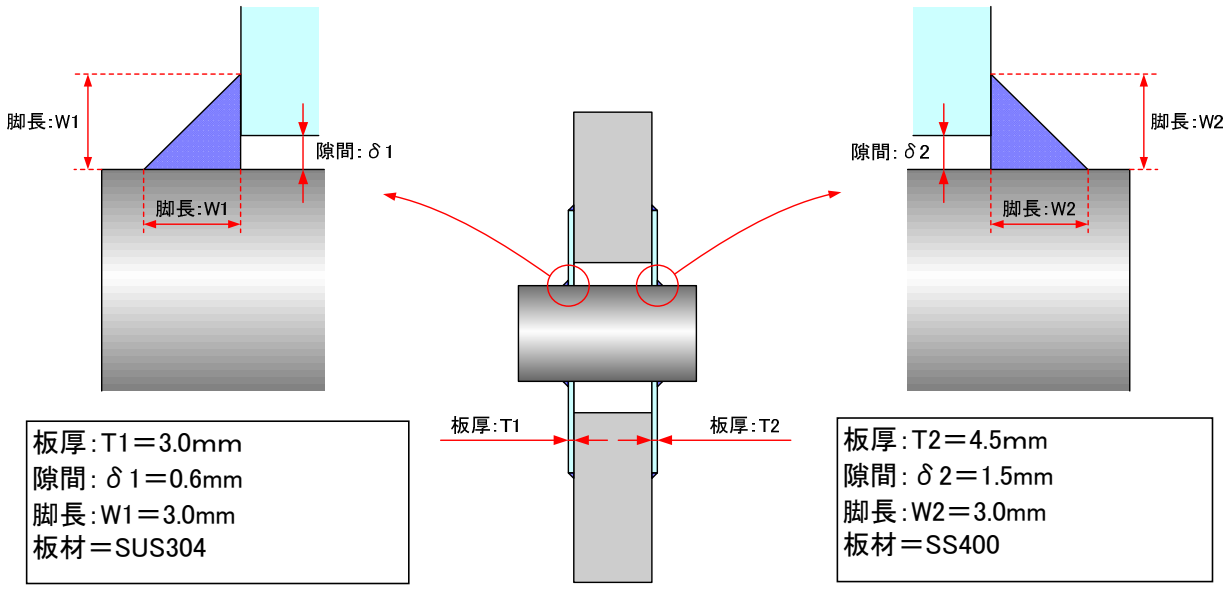
T/B側

A/B側

特記事項

T／B建家側

A／B，RE／B建家側



板厚:T1＝3.0mm
隙間:δ1＝0.6mm
脚長:W1＝3.0mm
板材＝SUS304

板厚:T2＝4.5mm
隙間:δ2＝1.5mm
脚長:W2＝3.0mm
板材＝SS400

3号機		配管名	ASS(ASﾄﾞﾚﾝﾀﾝｸﾎﾟﾝﾌﾟよりS/C給水ﾀﾝｸへ)
貫通部No.	3TB-T-9	場所	T／B　3．8m

全景

T/B側

A/B側

接写

T/B側

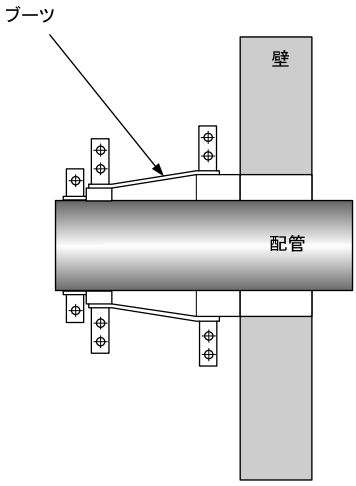
A/B側

特記事項

・タービン側は、処理なし。
・A/B側は、ブーツで処理

A/B側

T/B側



3号機		配管名	CCWP･ｸｰﾗｰ廻り海水ドレン
貫通部No.	3TB-T-11	場所	T／B　3．8m以下

全景

T/B側

接写

T/B側

A/B側

特記事項

・T/B側は配管と壁との間に埋設されている。
・A/B側は床に埋設されている。

3号機		配管名	制御用空気
貫通部No.	3TB-T-15	場所	T／B　10．3m

全景

T/B側

A/B側

接写

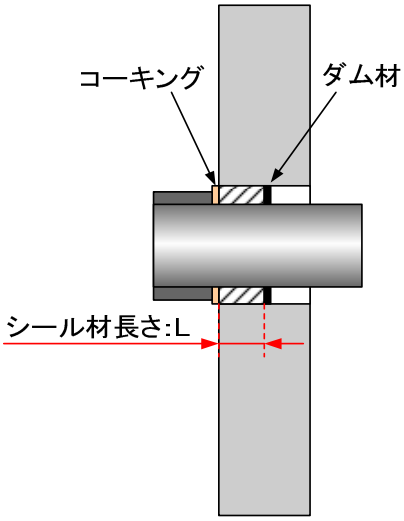
T/B側

A/B側

特記事項

T／B建家側

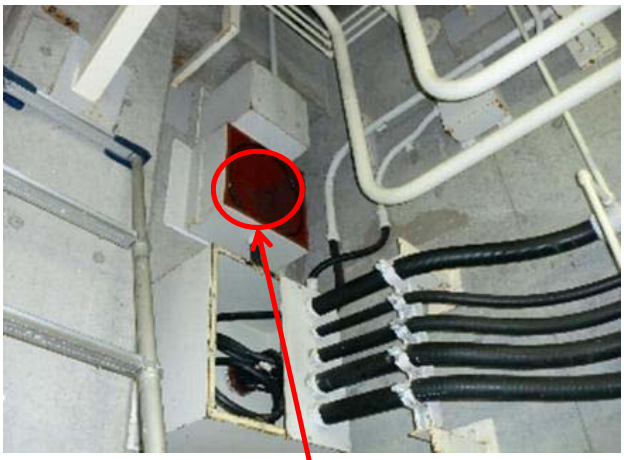
A／B，RE／B建家側



シール材長さ:L＝95mm
シール材＝CT-18HH

3号機		シール箇所	P・BOX
貫通部No.	3AB-E-3	場所	1次系ボンベ庫

施工前　全景



3AB-E-3

施工後　全景

3AB-E-3

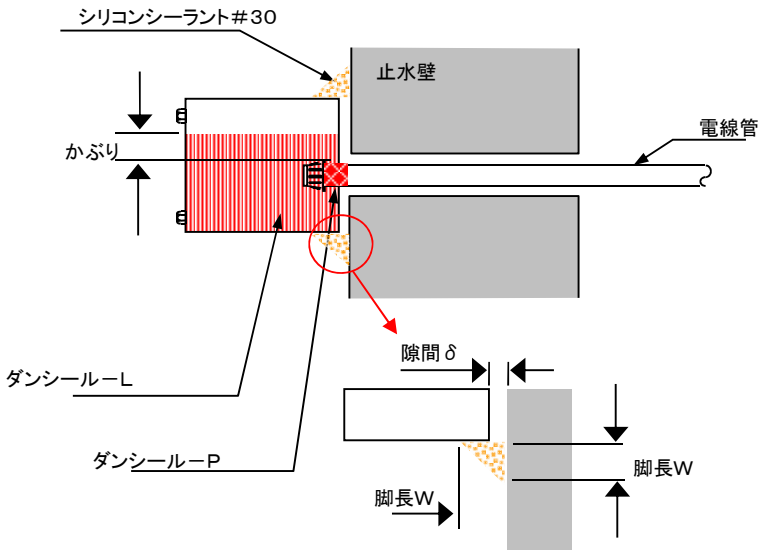
施工前　接写

3AB-E-3

施工後　接写

3AB-E-3

特記事項



P・BOX内
　シール材＝ダンシールL
　かぶり＝100mm

電線管端部
　シール材＝ダンシールP

止水壁－P・BOX
　隙間δ＝2mm
　脚長W＝10mm
　のど厚＝6mm
　コーキング材＝シリコンシーラント#30

3号機		シール箇所	P・BOX
貫通部No.	3TB-E-4	場所	TB EL3.8M

施工前　全景

3TB-E-4

施工後　全景

3TB-E-4

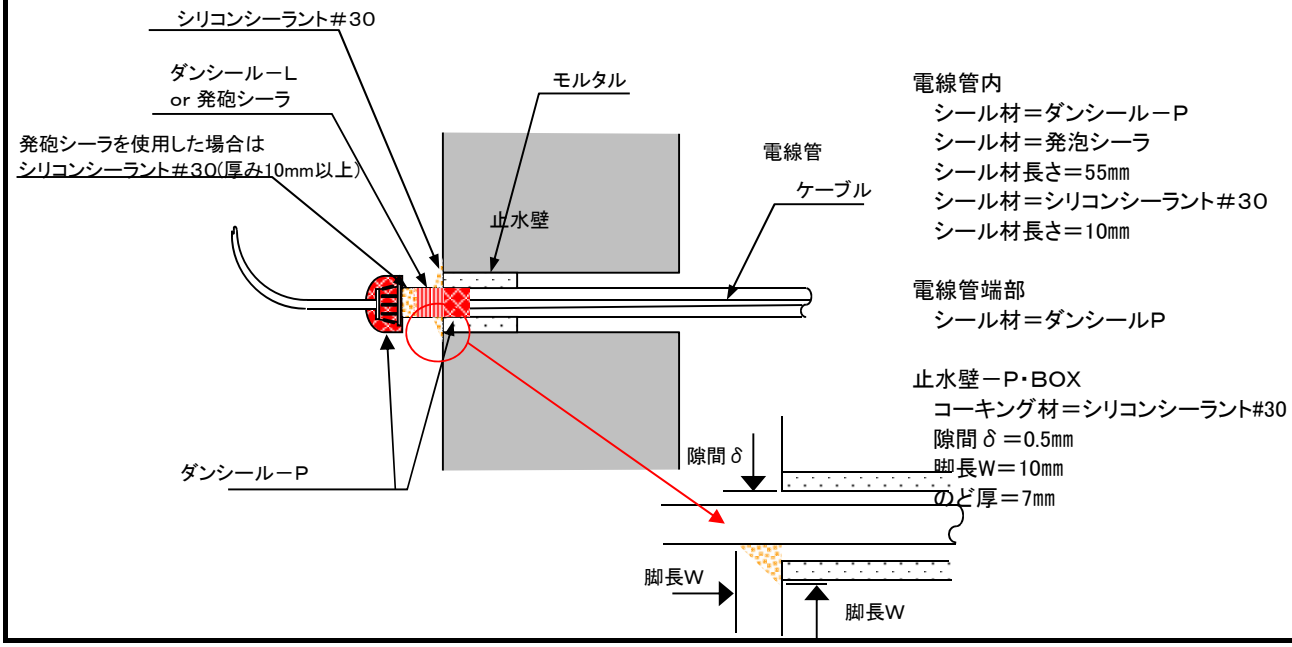
施工前　接写

3TB-E-4

施工後　接写

3TB-E-4

特記事項



3号機		シール箇所	トレイ
貫通部No.	3TB-E-5	場所	TB EL3.8M

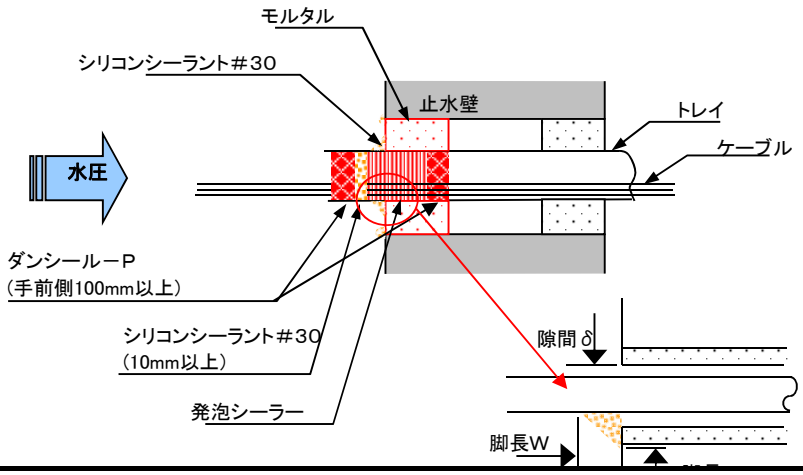
施工前　全景

施工後　全景

施工前　接写

施工後　接写

特記事項



トレイ内
手前シール材＝ダンシール－P
手前シール材長さ＝100mm
コーキング材＝シリコンシーラント＃30
コーキング材長さ＝10mm
シール材＝発砲シーラ
シール材長さ＝170mm

止水壁内
シール材＝ﾃﾞﾝｶﾌﾟﾚﾀｽｺﾝ
シール材長さ＝100mm

止水壁－モルタル
コーキング材＝シリコンシーラント#30

モルタル－トレイ
コーキング材＝シリコンシーラント#30
隙間δ＝1mm
脚長W＝25mm
のど厚＝17mm

水 密 扉 の 運 用 管 理 に つ い て

水密扉の運用管理について

浸水対策として設置している全ての水密扉については、浸水時の防護機能を確実なものとするため、以下の運用管理を実施している。

・水密扉開放時は現場で警報を発信し、閉止忘れを防止している。

・作業等により長時間（30 分以上）開放する場合は、防災課長の作業許可を受ける。

【作業許可条件】

○監視人を配置し、緊急時は閉鎖可能な体制がとれていること

○津波警報（注意報）発令時には、当直長からのページング放送等により、直ちに水密扉を閉鎖すること

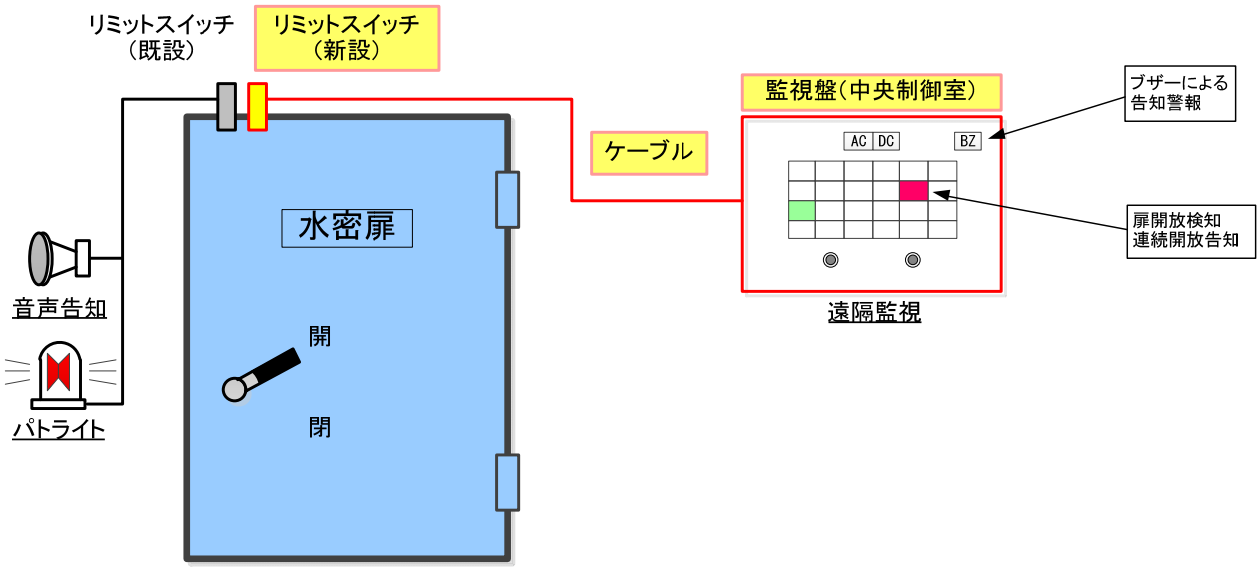
基準津波による３号炉敷地前面の津波高さが T.P.+8.12m であり、潮位のバラツキ（上昇側 0.19m）及び地盤変動（0.36m の沈降）を考慮した入力津波高さが T.P.+8.7m であることから、参照する裕度(0.32m)を加えた値を上回る T.P.+10.0m（敷地高さ）より低い箇所に設置された水密扉※に対して、水密扉が閉止されていることを中央制御室で確認できる監視装置を設置し、浸水時の防護機能をより確実なものとするため、以下の運用管理とする方針である（図－１）。

※タービン建屋 T.P.+3.8m の水密扉 7 箇所及び、海水ピット T.P.+5.0m の水密扉 2 箇所

【中央制御室での遠隔監視】

・扉開放を検知し監視盤に開表示

・扉開放一定時間経過後、告知警報を発信



図－１　水密扉監視装置の概要図

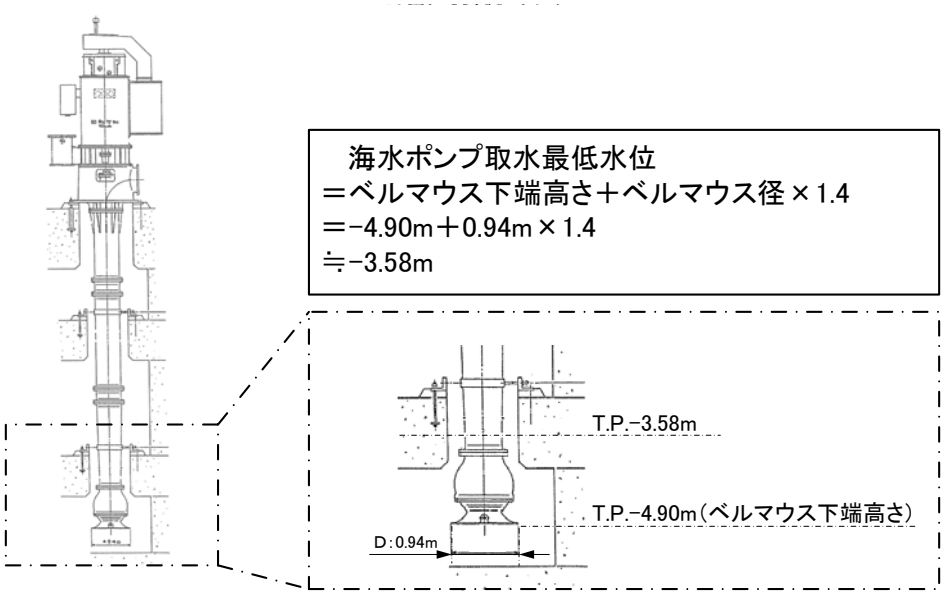
海 水 ポ ン プ 水 理 試 験

海水ポンプ水理試験

海水ポンプについては、水位低下時にポンプ吸込口（以下、「ベルマウス」という。）から空気を吸い込み、ポンプが機能喪失に至らないよう、十分な没水深さを確保する設計としている。

従来設計においては、日本機械学会基準「ポンプの吸込水槽の模型試験法」（JSME S 004-1984）（以下、JSME 基準という。）の「7. 試験結果の判定」に基づき、短時間の事象である引き津波に対しては、クラスⅡの断続渦を許容基準としている。すなわち、引き津波時の水位において連続渦は許容しないが断続渦を許容する設計としている。具体的な水位としては、JSME 基準の「解説 2.吸込水槽の標準形状」に基づき、クラスⅡの 1.4D（D：ベルマウス径）の没水深さを考慮した T.P.-3.58m を海水ポンプの取水最低水位と設定している（図－１、表－１）。なお、没水深さ 1.4D は、表－１に示す吸込水槽の標準形状（a）直線形 ～（d）複数形に対する最小没水深さを包括して 1.4Dとした。

JSME 基準の標準形状に対する最小没水深さについては、様々な形状の取水路やポンプ仕様に対して汎用性を持たせたものであること、また、想定を超える引き津波に対して従来設計の最小没水深さ 1.4Dを下回る可能性を想定して、海水ポンプの取水機能喪失高さについては、伊方３号炉の海水系取水路の形状や海水ポンプの仕様等を模擬した水理試験により限界水深を確認した。このとき、試験装置の形状、試験項目、条件、方法および判定基準については、JSME 基準の最新版に位置付けられるターボ機械協会基準「ポンプ吸込水槽の模型試験方法（TSJ S 002:2005)」（以下、「TSJ 基準」という。）に準拠した。



図－１　従来設計における海水ポンプ取水最低水位の考え方

表－１　吸込水槽の標準形状に対する最小没水深さ（H_s）

水槽形状注1）	最小没水深さ　H_s注2）	
	クラスⅠ	クラスⅡ
(a)　直線形	$H_s \geqq 1.5 \times D_0$	$H_s \geqq 1.3 \times D_0$
(b)　マウンド形	$H_s \geqq 1.7 \times D_0$	$H_s \geqq 1.4 \times D_0$
(c)　屈折形	$H_s \geqq 1.7 \times D_0$	$H_s \geqq 1.4 \times D_0$
(d)　複数形	$H_s \geqq 1.5 \times D_0$	$H_s \geqq 1.3 \times D_0$

注１）水槽の各形式については解説図2･1を参照のこと。
注２）この値は空気吸込渦のみを考慮しているのでNPSHについては別途検討のこと。

（JSME 基準「解説 2.吸込水槽の標準形状」解説表 2･1 より抜粋）

海水ポンプ水理試験の試験内容および試験結果は以下のとおりである。

a．準拠規格

ターボ機械協会基準「ポンプ吸込水槽の模型試験方法」(TSJ S 002:2005)

b．試験項目

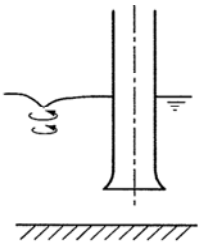
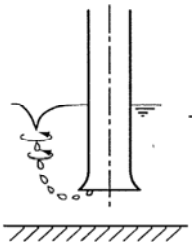
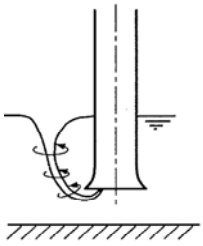
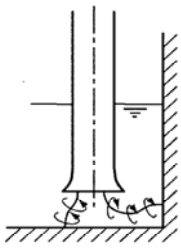
TSJ 基準に準拠し、以下の試験により模型水槽内の渦（空気吸込渦、水中渦）の発生状況を観察し、限界水深を確認した。

①空気吸込渦試験

②水中渦試験※

ここで、渦の形状等について表－２に示す。

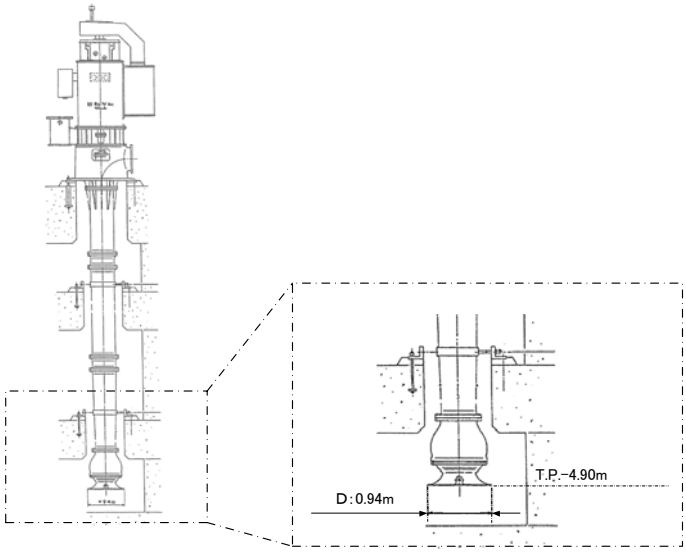
表－２　渦の形状等

名称	くぼみ渦	空気吸込渦		水中渦
		断続渦	連続渦	
形状				
定義	水面に発生する渦で、くぼみを形成するが、吸込口へ空気を吸込まない渦	水面から吸込口まで、断続的または連続的な空気の吸込みを伴う渦		一端は水槽底面、側壁あるいは後壁面にあり、他端は吸込口内にある渦で、渦中心が空洞を形成しているもの 渦糸は旋回流により気泡が集まり、糸状に見える事象であり、渦(空洞)ではない
		空気吸込渦の一種で、水面からの渦が吸込口まで達するが、空気の吸込みが空間的につながっていないもの	空気吸込渦の一種で、短時間でも水面からの渦が吸込口に達し、空気の吸込みがつながったもの	

※ 水中渦試験は水槽内の側壁や床面から生じる水中渦発生の有無を確認するものであり、ポンプの限界水深を確認することと直接関係ないものであるが、水中渦は振動・騒音の原因となることが予測されることから、ポンプ健全性の確認のため、空気吸込渦試験と合わせて実施した。

c．試験装置

試験装置は伊方３号炉の海水系取水路の図面（図－２）をもとに、TSJ 基準「5.2 模型水槽の寸法範囲」”模型試験におけるベルマウス径は 100mm 以上とする。”に準拠し、模型ポンプの吸込ベルマウス径が 100mm 以上となる模型縮尺 1/8 で縮小し制作した（表－３）。



海水ポンプ形状

図－２　海水系取水路および海水ポンプ形状

表－３　試験装置の模型縮尺比

模型縮尺D_m/D_p	1/8
実機ポンプ 吸込ベルマウス口径D_p	940mm
模型ポンプ 吸込ベルマウス口径D_m	117.5mm

※ m：模型、p：実機

① 模型化範囲の考え方

TSJ 基準「5.1 模型水槽の範囲」には”取水路におけるスクリーンまたは沈砂地出口からポンプに至る部分を模型水槽の範囲とする”と記載されていることから、模型範囲を除塵装置のスクリーンより下流側とした。

また、スクリーンから海水ポンプまでの範囲に設置された、除塵装置のスクリーン、スクリーンウォッシュポンプ、海水取水ポンプについても模擬した。具体的には次項「② 試験装置の概要」に示す。

② 試験装置の概要

図－３に模型水槽の試験装置概要図、図－４に試験装置写真を示す。また、模型水槽で模擬した内容を以下に示す。

なお、模型水槽の各部寸法については、表－３に示した模型縮尺比（1/8）で製作した。

【試験装置で模擬した主な内容】

(1) 図－２のとおり、伊方３号炉の海水ピットは左右対称形状であることから、スクリーンから海水ポンプまでの１系統（海水ポンプ２台分）を、実機と相似に左右対称形状に２系統製作した（図－３）。

(2) 伊方３号炉の海水ピットは、Ａ系とＢ系の各水路の間の隔壁に連通孔が設けられていることから、図－３に示すとおり、連通孔も模型化した。

(3) 本試験の目的が海水ポンプのベルマウス近傍の渦発生状況の確認であることから、海水ポンプのベルマウスの形状については、実機と幾何学的に相似な形状で製作した（図－４）。

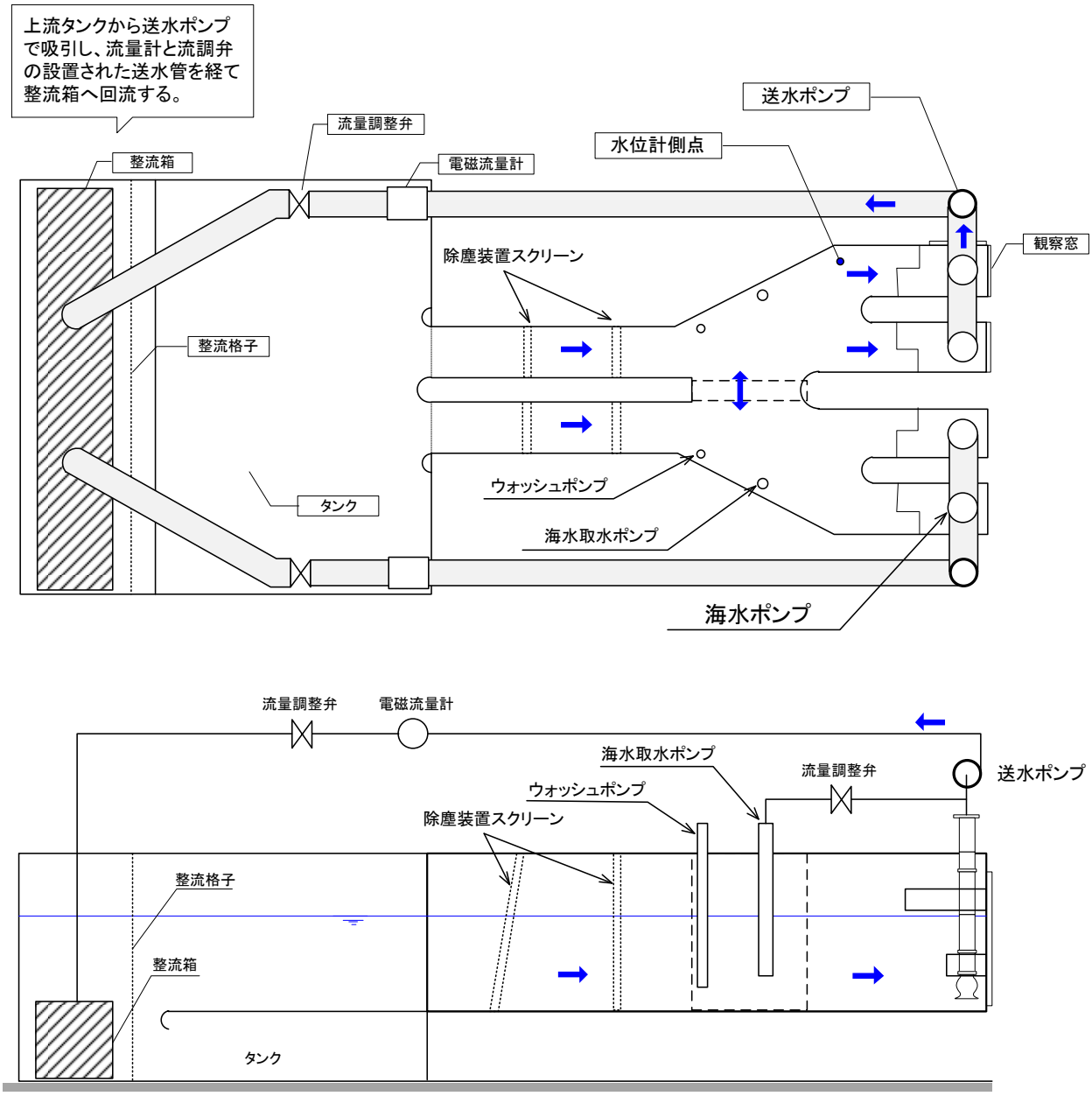
なお、TSJ 基準「5.3.2 吸込管形状」に基づき、羽根車は設けず、ベルマウスのケーシング部のみ模擬した。

(4) 海水取水ポンプおよび除塵装置のスクリーンウォッシュポンプは代表径を模擬することとし、容量の大きい海水取水ポンプ（定格容量

700m^3/h）については、定格容量に相当する流量で取水可能とした※。

※ 今回の試験では、海水ポンプの取水最低水位までに、海水取水ポンプの吸込口が完全に露出することから、海水取水ポンプの流量は試験結果に影響を与えなかった。

（5）除塵装置のスクリーン抵抗は圧損が実機と等価となるよう金網や格子で模擬した。



図－３　海水ポンプ水理試験装置概要図

（上：平面図、下：断面図）

試験装置全景

ポンプ部ベルマウス

ポンプ部外形（上流より）

図－４　海水ポンプ水理試験装置写真

d.試験条件

TSJ 基準では、水槽形状が幾何学的に相似であれば、空気吸込渦と水中渦の発生は、下記の条件で相似とすることができると規定されていることから、試験条件は以下のとおりとした。

①空気吸込渦試験

取水槽や取水路の流れは重力と流れの慣性力の比である無次元数（フルード数F_r）を模型と実機で一致させれば、主要な流れを相似にすることができる。ここでフルード数は以下の式で算出できる。

$$F_r = \frac{V}{\sqrt{g \cdot L}}$$

ここで、F_r：フルード数
V：流速
g：重力加速度
L：代表長さ

空気吸込渦試験では、TSJ 基準「6.流れの相似性」に準拠し、フルード数一致よりやや流速を上げた中間流速の相似条件で試験を実施した。このときの相似条件は次のとおりである。

$$\frac{V_m}{V_p} = \left(\frac{L_m}{L_p}\right)^{0.2}$$

$$\frac{Q_m}{Q_p} = \left(\frac{L_m}{L_p}\right)^{2.2}$$

ここで、V：流速
Q：流量
L：代表長さ（ベルマウス口径D）
添字は m：模型、p：実機を示す。

②水中渦試験

TSJ 基準「6.流れの相似性」に準拠し、流速一致の相似条件で試験を実施した。このときの相似条件は次のとおりである。

$$V_m = V_p$$

$$\frac{Q_m}{Q_p} = \left(\frac{L_m}{L_p}\right)^2$$

ここで、Ｖ：流速

Ｑ：流量

Ｌ：代表長さ（ベルマウス口径Ｄ）

添字はｍ：模型、ｐ：実機を示す。

以上より、試験条件は表－４のとおりとなる。

表－４　相似則による試験条件

	実機	①空気吸込渦試験	②水中渦試験
長さ（mm）	φ940	φ117.5	φ117.5
流速（m/s）	0.96	0.63	0.96
流量（m^3/h）	2,400	24.7	37.5

なお、海水ポンプ水理試験における、海水ポンプ実機の流量条件については、上表のとおり定格流量 2,400m^3/h であるが、原子炉補機冷却海水系において設計上想定される海水ポンプ 1 台の流量は表－５に示すとおり 1,785m^3/h～2,120m^3/h であることから、海水ポンプ流量のばらつきを考慮したとしても本試験条件は妥当であるといえる。

表－５　海水ポンプの運転モード

機器名称	設備台数	1台当り定格流量（m³/h）	海水使用量（m³/h）						
			起動時	通常運転時	余熱除去等	燃料取替時	安全注入等（※2）	再循環時（※2）	電源喪失時（※2）
原子炉補機冷却水冷却器	4	1,450	3 4,350	2 2,900	4 5,800	3 4,350	1 1,450	2 2,900	2 2,900
ディーゼル発電機	2	340	2 680	2 680	2 680	2 680	1 340	1 340	1 340
空調用冷凍機	4	160	4 640	4 640	4 640	4 640	2 320	2 320	2 320
海水ポンプ軸受冷却水	4	5	4 20	4 20	4 20	4 20	2 10	2 10	2 10
合計			5,690	4,240	7,140	5,690	2,120	3,570	3,570
運転台数 海水ポンプ 流量（m³/h/台）			1台側 2,120 2台側 1,785	2 2,120	4 1,785	1台側 2,120 2台側 1,785	1 2,120	2 1,785	2 1,785

※1 各欄、上の数字は運転台数を示す。

※2 片系列での運転台数。

e．試験方法

試験装置内へ注水し、所定の水位に設定する。

送水ポンプを起動し所定の流量で安定させた後、空気吸込渦および水中渦の発生状況を観察する。

渦の発生状況は肉眼で 10 分間の観察を行い、空気吸込渦の発生時にはその長さを記録する。

なお、試験結果の判定（渦発生の確認）については、海水ポンプの設計製作を行ったプラントメーカにおいて、社内認定要領に基づき認定された資格者が実施している。

f．判定基準

①空気吸込渦試験

空気吸込渦に対する限界水深は連続的な空気吸込渦が発生し始める没水深さとする。今回の試験では、くぼみ渦、断続渦は許容するが、連続渦は許容しない。

②水中渦試験

肉眼で観察して渦（空洞）が見えないこと。（ただし、渦糸は許容する。）

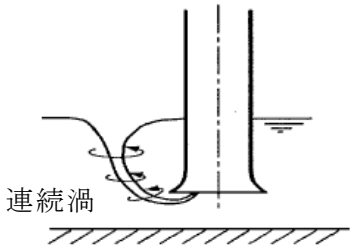
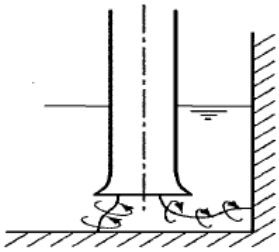
g．試験結果

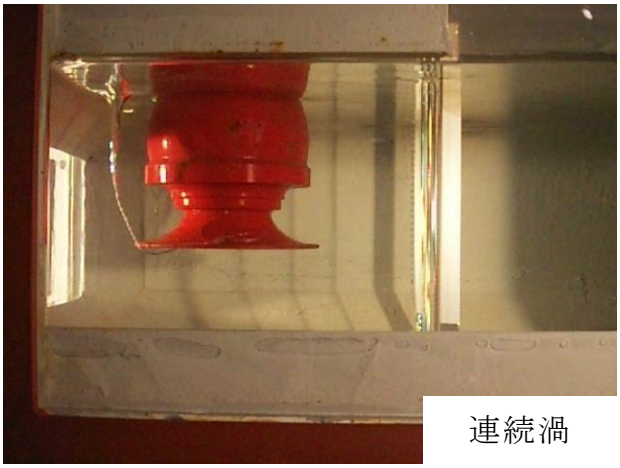
空気吸込渦試験および水中渦試験の結果を表－６に示す。試験の結果、ベルマウス径の 1.4 倍を考慮した取水最低水位 T.P.-3.58m では連続渦が発生しないことを確認した。さらに試験水位を下げ T.P.-4.10m で連続渦が発生しないことを確認した。その後、T.P.-4.10m からさらに試験水位を下げ T.P.-4.14m で連続渦の発生を確認した（図－５）。

以上より、伊方３号炉の海水ポンプの取水最低水位は T.P.-4.10m※であることを確認した。

※ この値は空気吸込渦のみを考慮しているが、NPSH については、海水ポンプは立型のピットポンプであり取水最低水位でポンプ羽根車が水没していることから問題ない。

表－６　海水ポンプ水理試験結果

	空気吸込渦	水中渦
渦の種類		
判定基準	・連続渦は許容しない。 ・くぼみ渦、断続渦は許容する。	・渦発生を許容しない。
試験結果	・水位 T.P.-4.10m で断続渦を確認したが、連続渦は発生しない。 ・水位 T.P.-4.14m で連続渦発生を確認。	・渦は発生しない。



図－５　渦発生状況写真

ｈ.試験の妥当性について

①津波襲来時の水面遥動に関する考察

津波襲来時は、水位変動が生じているのに対して、水理試験の状態では、海水ポンプの運転を模擬した場合、海水ピット水量に対して、ポンプ吸い込み量が少ないため、比較的水面の遥動は小さい。

本試験は、ポンプの空気吸込渦を観察することとしているが、連続渦のような空気吸込渦が発生する状態としては、ポンプ回りの流況が安定している方が起こりやすい。このため、津波襲来時のように水位変動が生じている場合の方が、発生した渦が断続渦から連続渦へと成長しにくく、これに対して、遥動が小さい本水理試験の条件の方が、保守的であると言える。

②スケール効果について

水槽の水面に生ずる渦の形状は、流れのもつ慣性力と重力が支配的な因子となって定まるものであるため、基本的には、実機と模型のフルード数F_r（重力と流れの慣性力の比）を一致させれば相似条件が満たされる。このため、くぼみ渦といった水面現象を観察する場合は、フルード数F_rを一致させ試験を実施することとなる。

（参考：フルード数F_r）

$$F_r = \frac{V_m}{\sqrt{g \cdot L_m}} = \frac{V_p}{\sqrt{g \cdot L_p}}$$

F_r：フルード数
V：流速
g：重力加速度
L：代表長さ（ベルマウス口径）
添字m：模型、添字p：実機

しかし、空気吸込渦は、水面と海水ポンプのベルマウスを結ぶ渦であり、ベルマウスへ向かう水中の流れにも関係することから、表面張力や粘性の影響も考慮する必要がある。

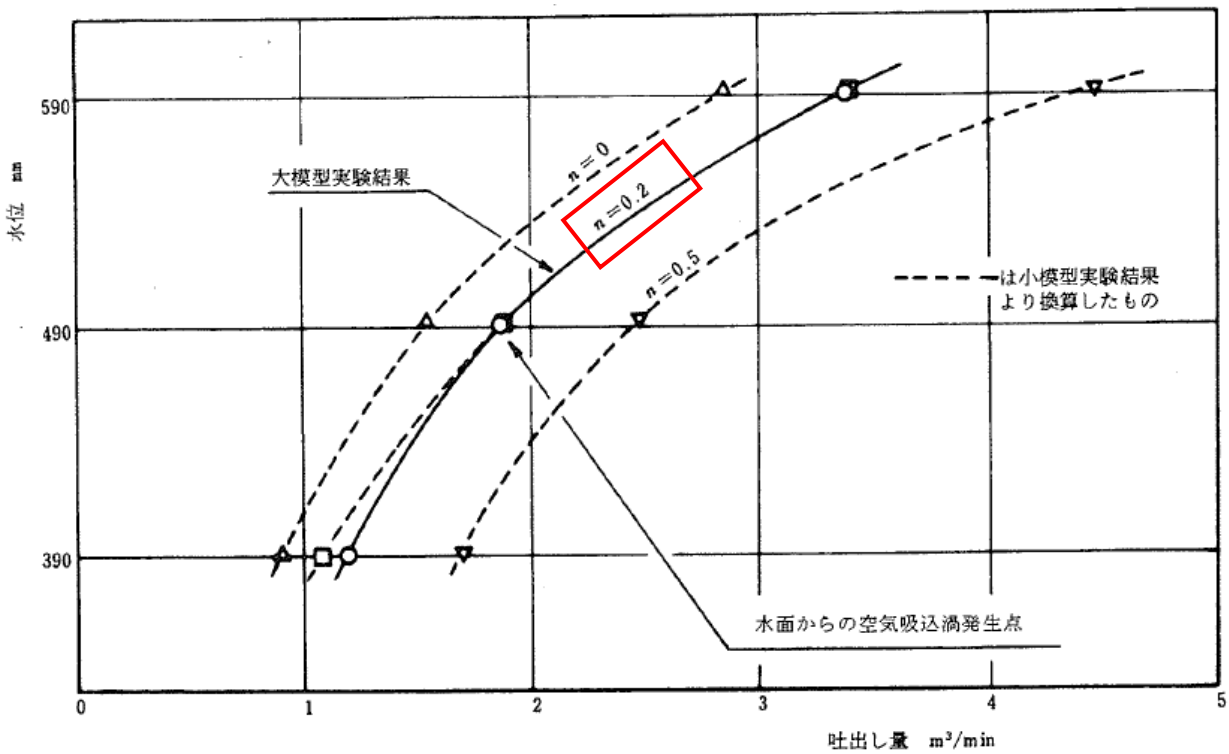
このため、模型比とフルード数F_rに対する倍率の関係に関して各種試験が行なわれており、模型比と流速比との間に次式が成り立つとし、指数ｎ＝0.2 が一般に利用されており、TSJ 基準においても推奨しており、本試験においても採用している。

$$\frac{V_m}{V_p} = \left(\frac{L_m}{L_p}\right)^n$$

V：流速
L：代表長さ（ベルマウスロ径）
添字m：模型、添字p：実機

（ｎ＝0.2 のとき：本試験条件）$\frac{V_m}{V_p} = \left(\frac{L_m}{L_p}\right)^{0.2}$、$\frac{Q_m}{Q_p} = \left(\frac{L_m}{L_p}\right)^{2.2}$

指数ｎ＝0.2 の妥当性を確認するため、TSJ 基準（解説）では、上記式の指数ｎを 0、0.2 及び 0.5 に変えて、空気吸込渦の試験を小模型と大模型（模型比 1/2.5）を用いて実施しており、下図のとおり、点線の小模型試験結果のうちｎ＝0.2 の曲線が、実線の大模型試験結果とほぼ一致した結果が紹介されている。



解説図 11　空気吸込渦の相似則確認実験の一例（小模型と大模型の比 1/2.5）(5)

なお、同解説においては、上記のような指数ｎ＝0.2 とし相似則が有効に働く模型寸法の条件として、ポンプのベルマウス口径を 100ｍｍ以上とすることとされており、本試験においては、この条件を満足するために、海水ポンプのベルマウス口径を 100ｍｍとし模型を作成し試験を実施している。

以上のように、本試験は、空気吸込渦を観察する上で最良な相似条件を用いて実施している。

海 水 ポ ン プ 停 止 の 運 用 手 順

海水ポンプ停止の運用手順

伊方３号炉の海水ポンプについては、想定を超える引き津波を想定した場合、水源が喪失し、海水ポンプが損傷する可能性があることから、待機中の海水ポンプ（通常、全４台のうち、２台運転、２台待機）のスイッチを「切引」として自動起動を防止する手順を定めている。また、外部電源喪失によりブラックアウトシーケンスが作動した場合、海水ポンプは全４台が運転することとなるが、引き津波による海水ピット水位低下時またはブラックアウト信号のリセット後は、２台運転（通常、片トレン１台運転）とする手順を定めている。これにより万が一想定を超えて水位が低下した場合にも、原子炉補機冷却海水系の機能を確保する運用としている。

海水ポンプ停止の運用手順は以下のとおりである。

(a) 海水ピット水位低下時の海水ポンプの運用

引き津波による異常な水位低下時において、海水ポンプの空気吸込みによる振動等によりポンプが全台故障することを防ぐため、待機側（予備）ポンプのＣＳを「切引」することにより、ポンプの自動起動防止（運転停止）をすることとしている。

具体的には、以下のとおり。

○伊方発電所３号機　故障・事故処理内規（全般編）

【抜粋：IG3-304 自然災害】

引き津波による「海水ポンプ海水ピット水位低」警報発信時は、海水ポンプの全台故障を防ぐため、海水ポンプを片トレン１台運転とする。待機側とするポンプのＣＳを「切引」とする。

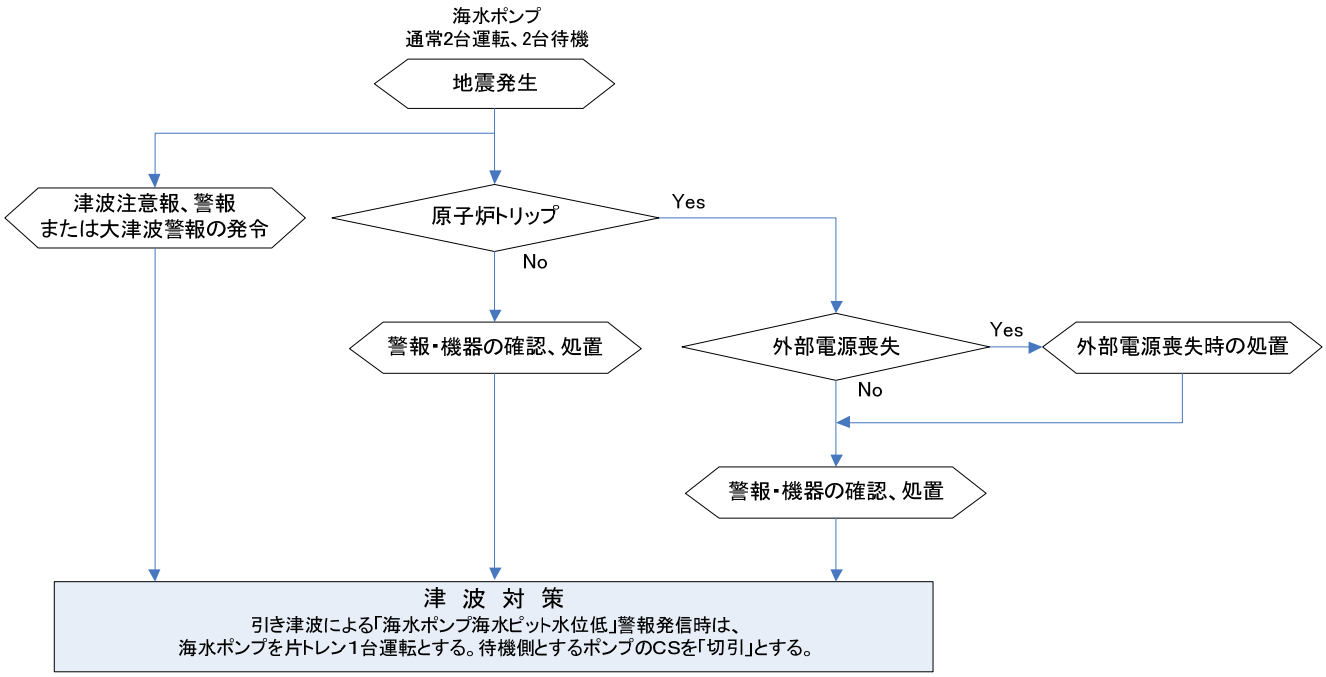
注)「海水ポンプ海水ピット水位低」　警報設定値 T.P.-3.1m 以下

【参考】
警報設定値については、海水ポンプの設計取水限界T.P.約-3.6mに、警報発信から運転員操作時間および計器誤差を考慮して設定している

・ポンプの切り替えについて

海水ポンプは、原子炉補機冷却水を冷却するための海水を原子炉補機冷却水冷却器に供給するためのポンプで４台設置しており、プラント運転中は通常２台運転、２台待機とし、機器を均等に使用するため、定期的に切り替えを行っている。

切り替え頻度については、停止側機器の腐食防止の観点からも 1 回／月としている。



図－１　地震・津波時の対応フロー図

(b) ブラックアウトシーケンス作動時の海水ポンプの運用

ブラックアウトシーケンスは、プラントの安全停止ならびに財産保護に必要な補機群を必要な時点までに起動・運転するためのシーケンスである。このとき、海水ポンプは４台全てが運転することとなるが、必要台数は２台であるため、ブラックアウトシーケンス終了後、ブラックアウト信号をリセットした後に不要補機（通常待機側）を停止し、通常状態に復旧することとしている。

また、ブラックアウトシーケンス作動時に、引き津波により海水ピット水位が低下した場合は、(a) と同様に、海水ポンプ保護のため、片トレン１台運転とすることとしており、引き津波時の対応を考慮している。

具体的には、以下のとおり。

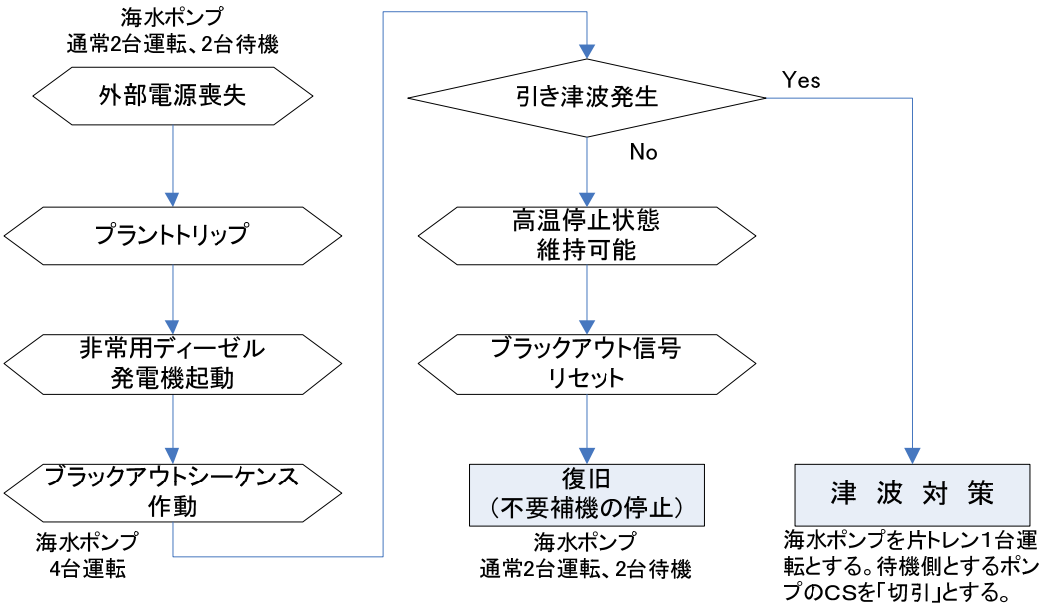
○伊方発電所3号機　故障・事故処理内規（電気編2/4）

【抜粋：IE3-303 外部電源喪失】

「海水ポンプ海水ピット水位低」警報発信時は、海水ポンプの全台故障を防ぐため、海水ポンプを片トレン１台運転とする。待機側とするポンプのＣＳを「切引」とする。

【参考】

安全注入（ＳＩ）シーケンスは、１次冷却材喪失事故を生じた場合、安全注入系補機群ならびに関連補機群を必要な時点までに起動・運転するためのシーケンスである。ＳＩシーケンスにおいては、海水ポンプ以外の負荷容量が大きいことから、海水ポンプは１台／トレンの２台運転としている。



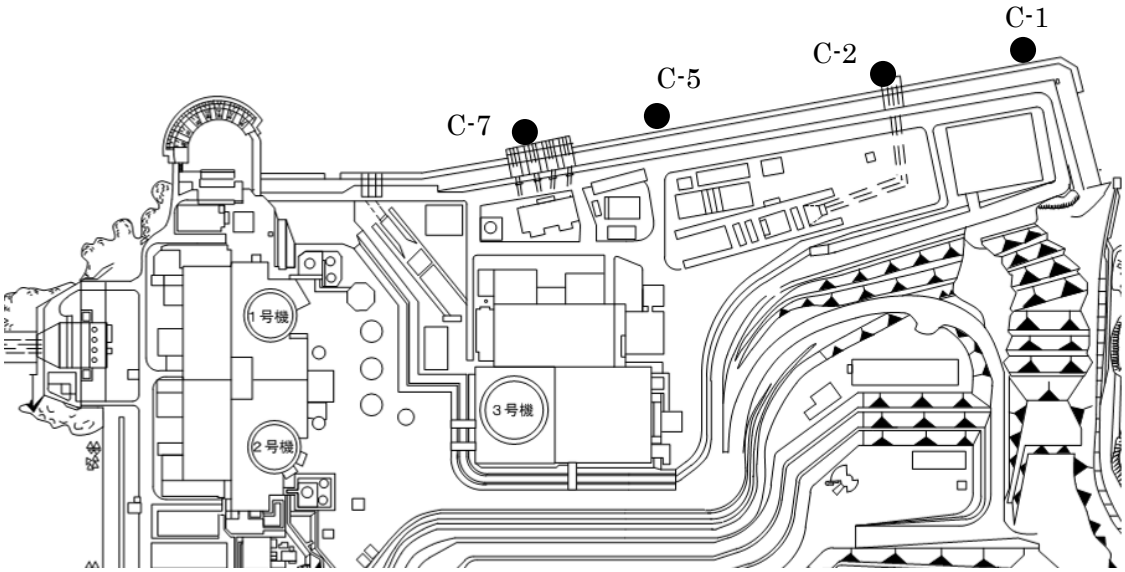
図－２　外部電源喪失時の対応フロー図

海上ボーリング調査の結果に基づく堆積砂の平均粒径について

海上ボーリング調査の結果に基づく堆積砂の平均粒径について

津波による砂移動の評価に用いる堆積砂の平均粒径については、伊方３号炉敷地造成前の昭和 57 年６月から昭和 57 年８月にかけて実施した海上ボーリング調査の結果を用いて設定している。図－１に海上ボーリング調査の位置図、図－２に粒径加積曲線を示す。

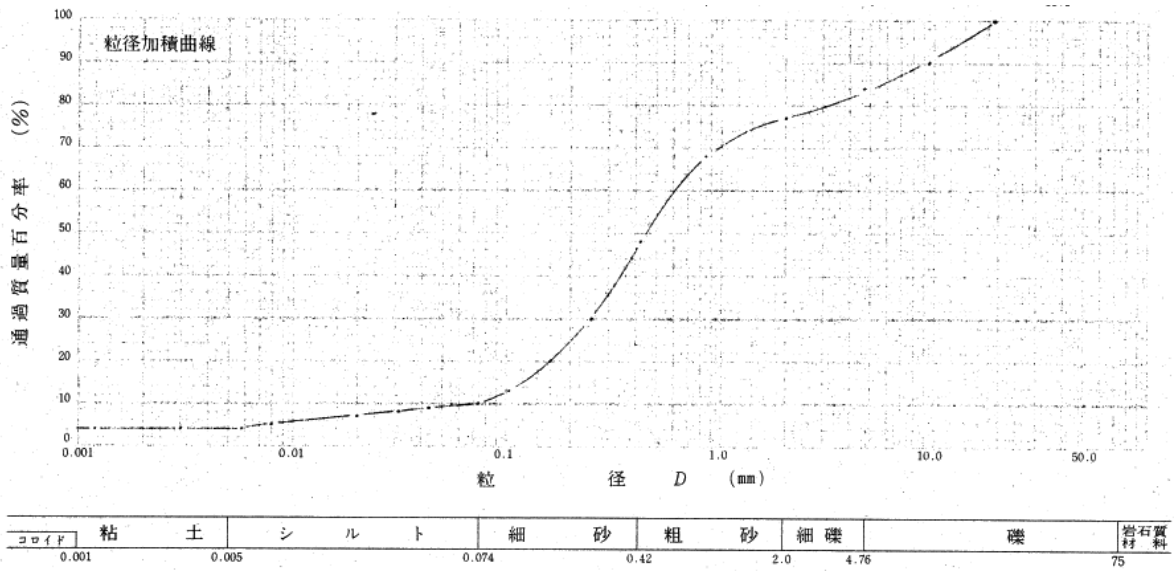
海上ボーリング調査の結果（堆積砂の中央粒径）を表－１に示す。津波による砂移動の評価に用いる堆積砂の平均粒径は、中央粒径Ｄ50 の平均として 0.27㎜と評価した。



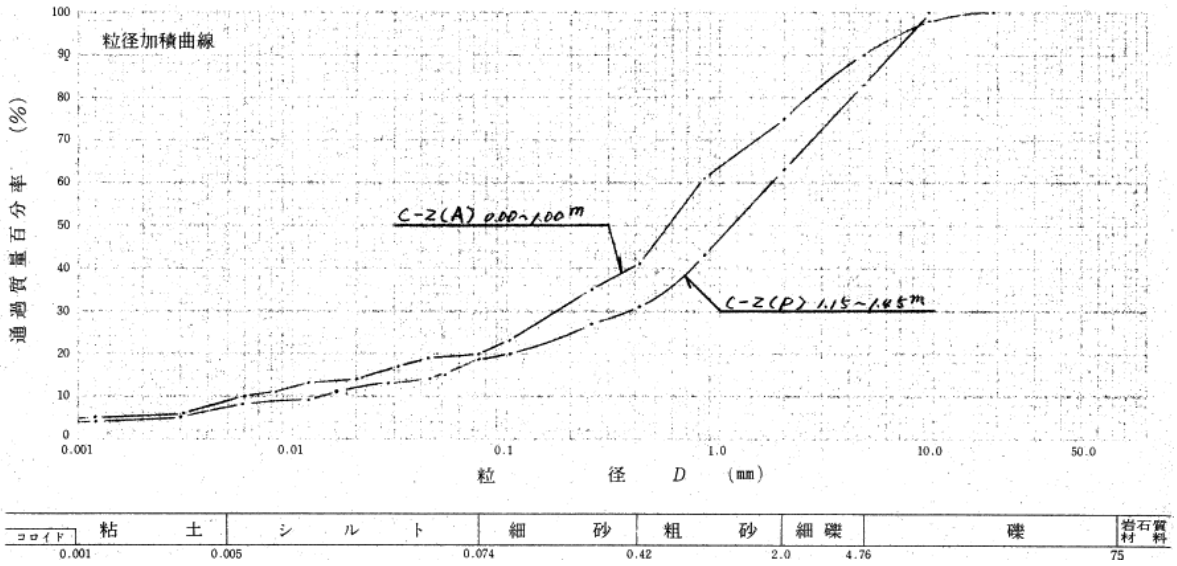
図－１ 海上ボーリング調査の位置図

表－１ 海上ボーリング調査の結果（堆積砂の中央粒径）

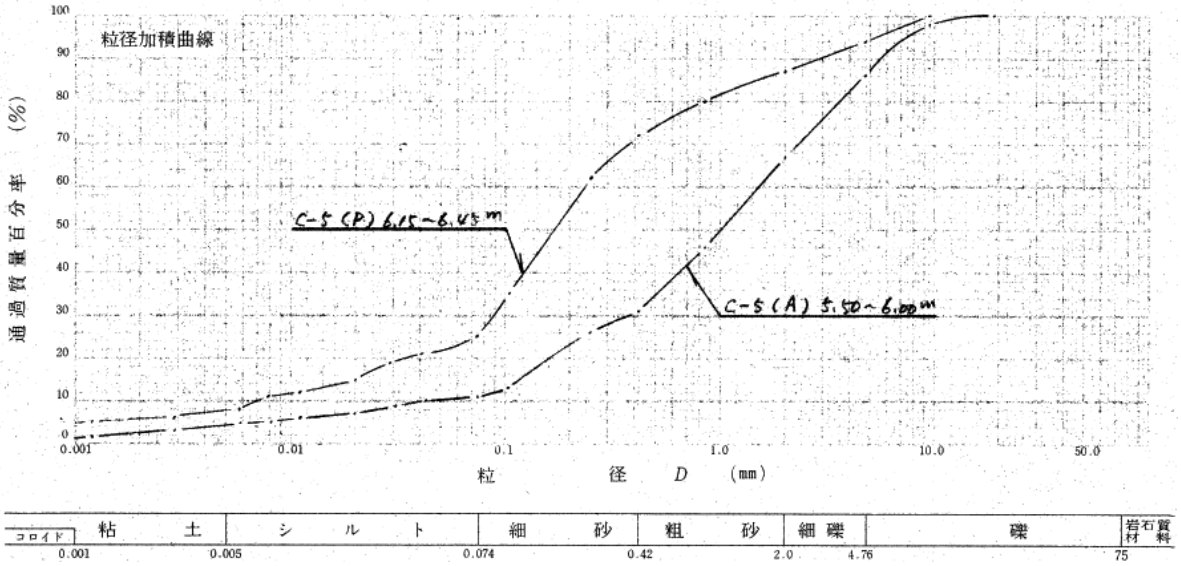
調査地点		中央粒径 D50（mm）	調査地点		中央粒径 D50（mm）
S57.7	C-1	0.45	S57.7	C-7	0.085
S57.8	C-2	0.57			0.075
S57.7	C-5	0.17			0.067
		0.16			0.075
		0.19			0.057
S57.7	C-7	0.65			0.083
		0.24			0.14
		0.62			0.15
		1.00			0.16
		0.6			0.17
		0.44			0.18
		0.70			0.15
		0.72			0.21
		0.19			0.17
		0.48			0.22
		0.52			0.21
		0.39			0.22
		0.25			0.22
		0.15			0.32
		0.15			0.18
		0.13			0.26
		0.10			0.25
		0.13			0.25
		0.12			0.25
		0.085			0.23



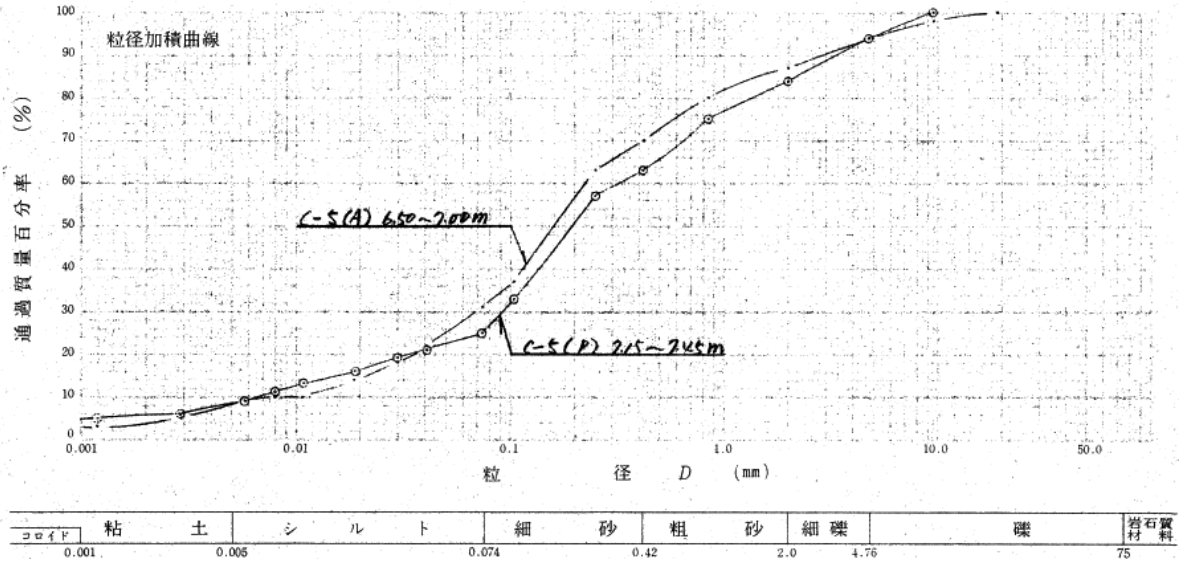
図－２（１）　粒径加積曲線（S57.7，C-1）



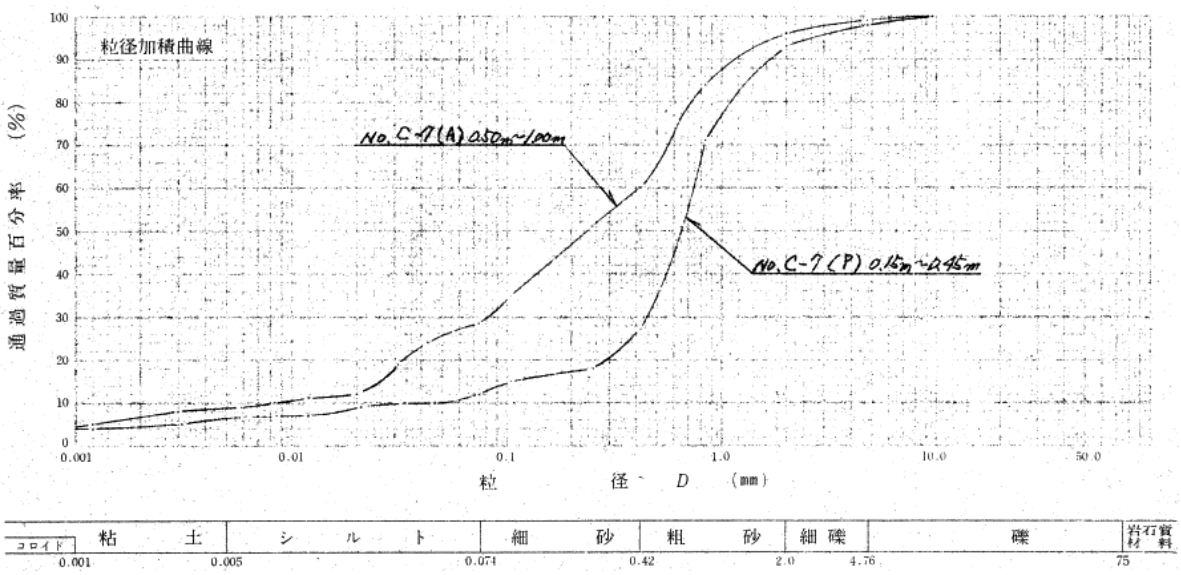
図－２（２）　粒径加積曲線（S57.8，C-2）



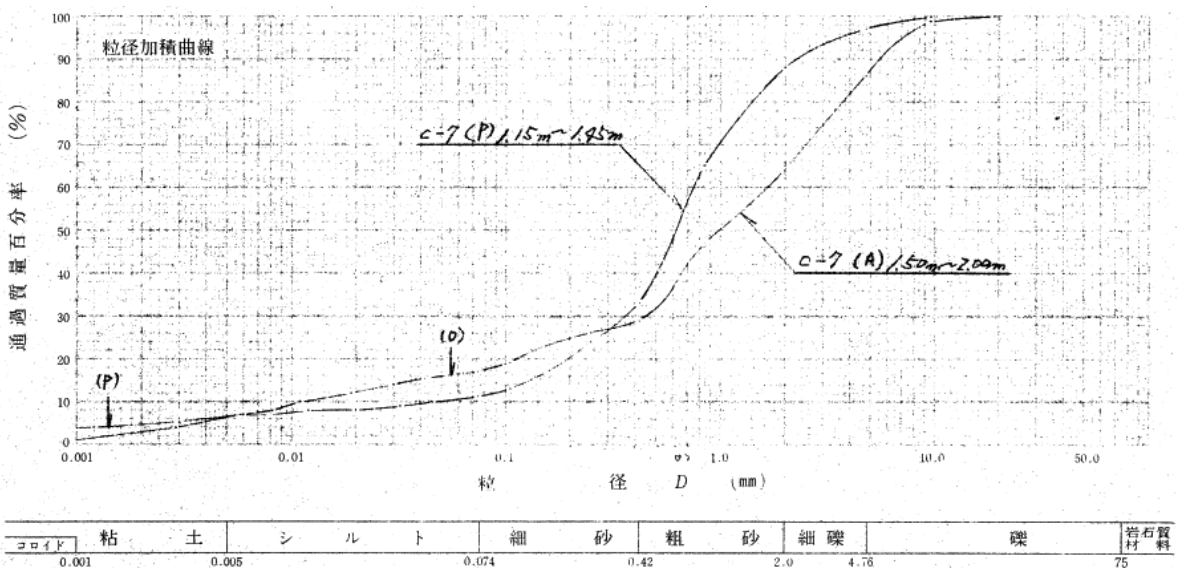
図－２（３）　粒径加積曲線（S57.7，C-5）



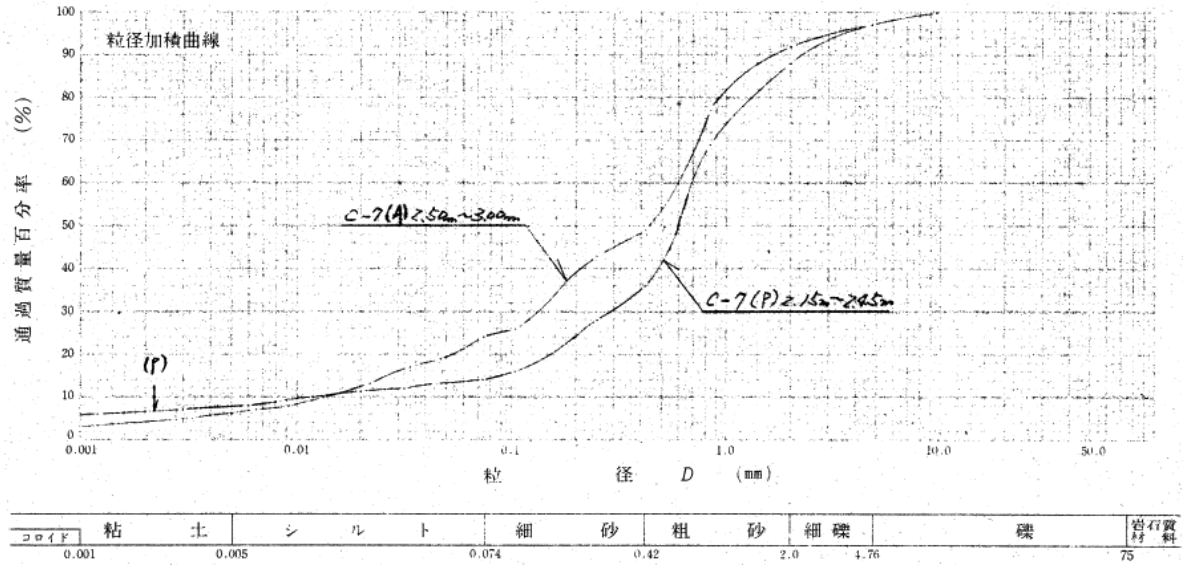
図－２（４）　粒径加積曲線（S57.7，C-5）



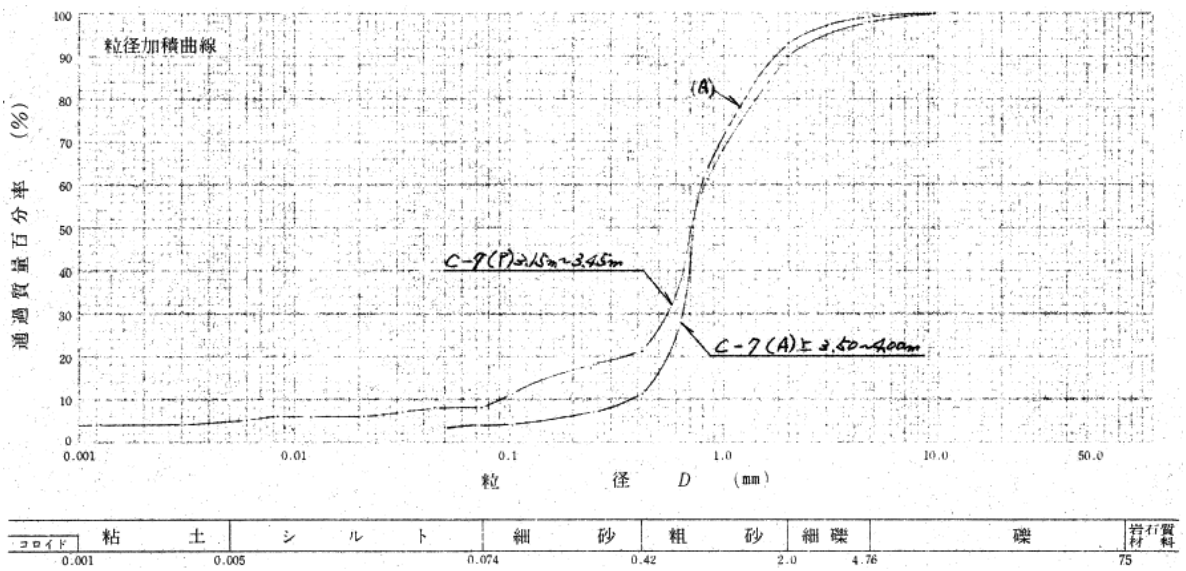
図－２（５）　粒径加積曲線（S57.7，C-7）



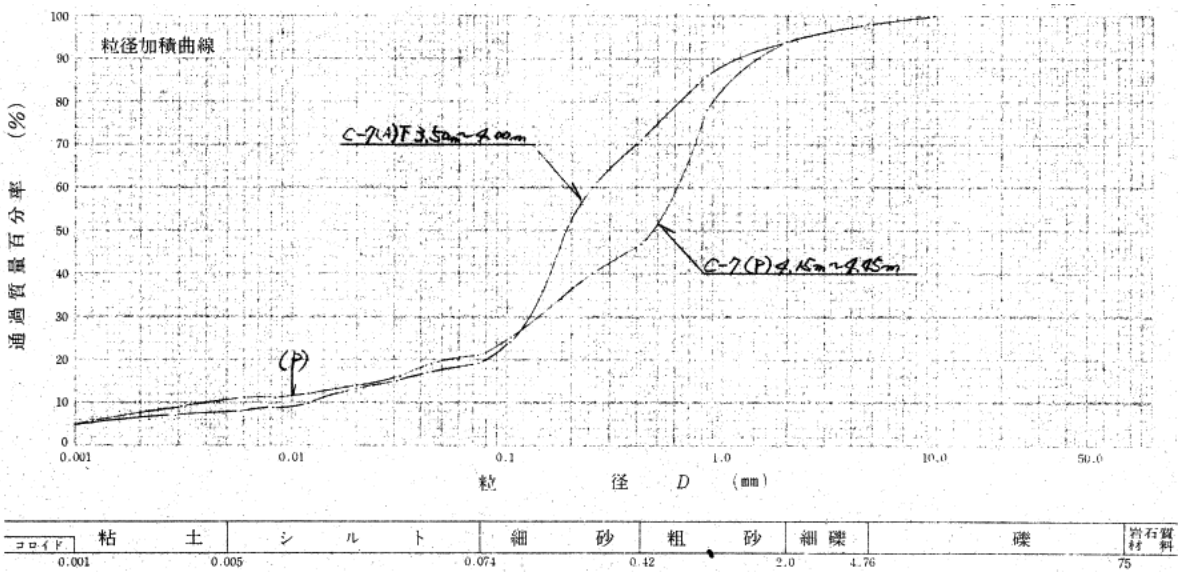
図－２（６）　粒径加積曲線（S57.7，C-7）



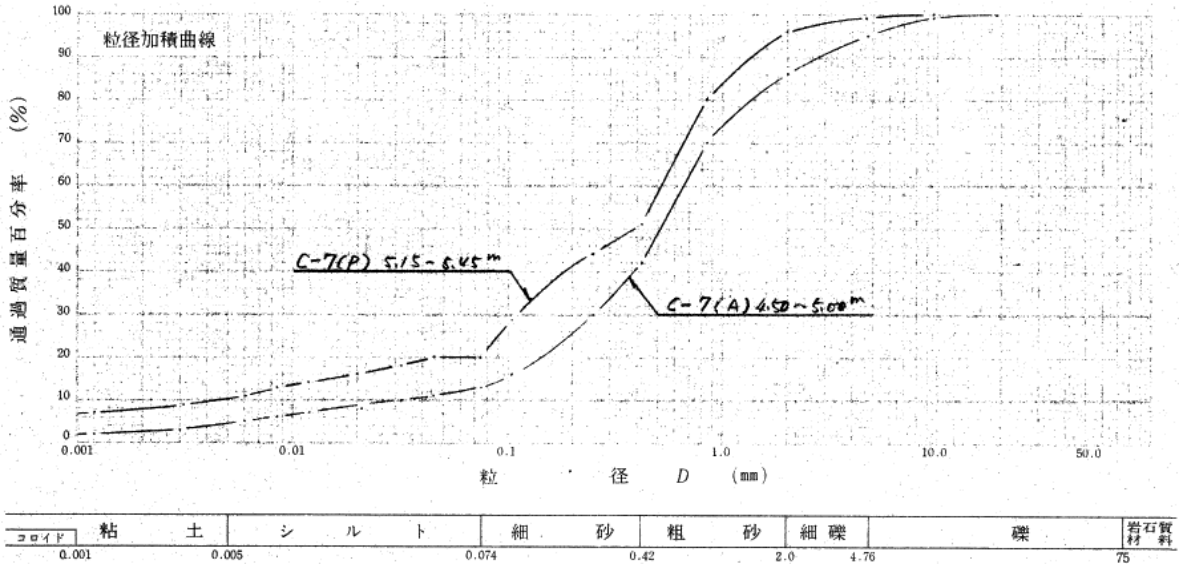
図－２（７）　粒径加積曲線（S57.7，C-7）



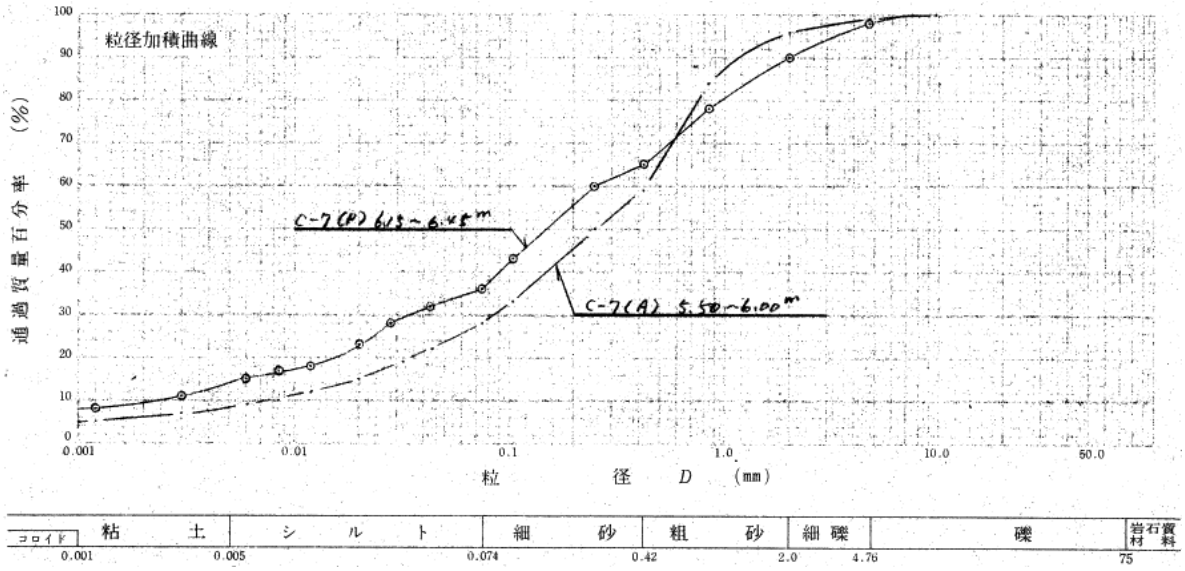
図－２（８）　粒径加積曲線（S57.7，C-7）



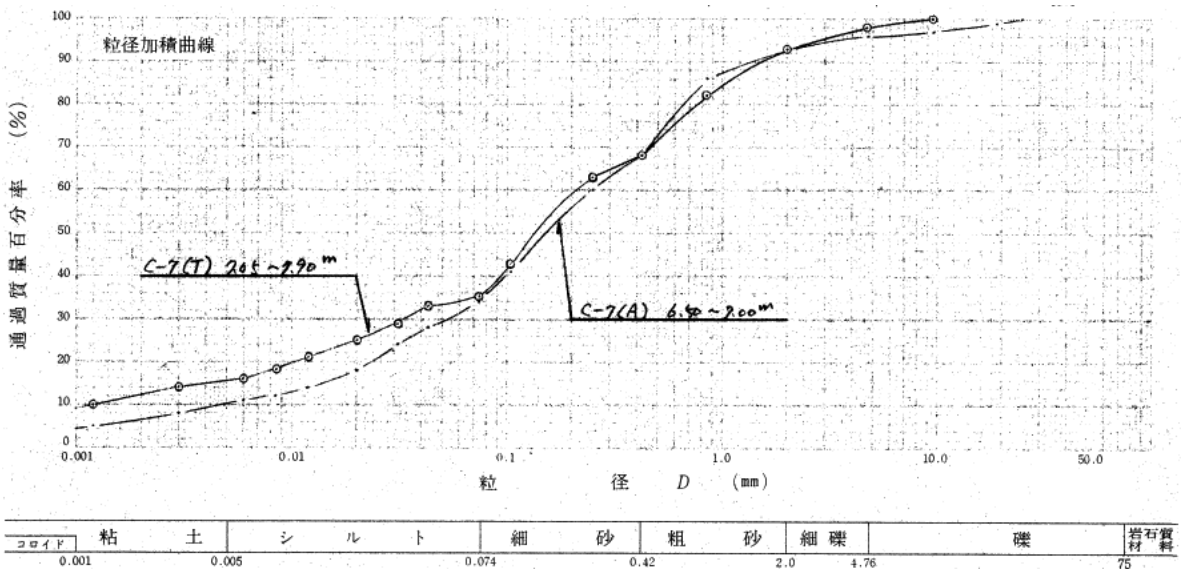
図－２（９）　粒径加積曲線（S57.7，C-7）



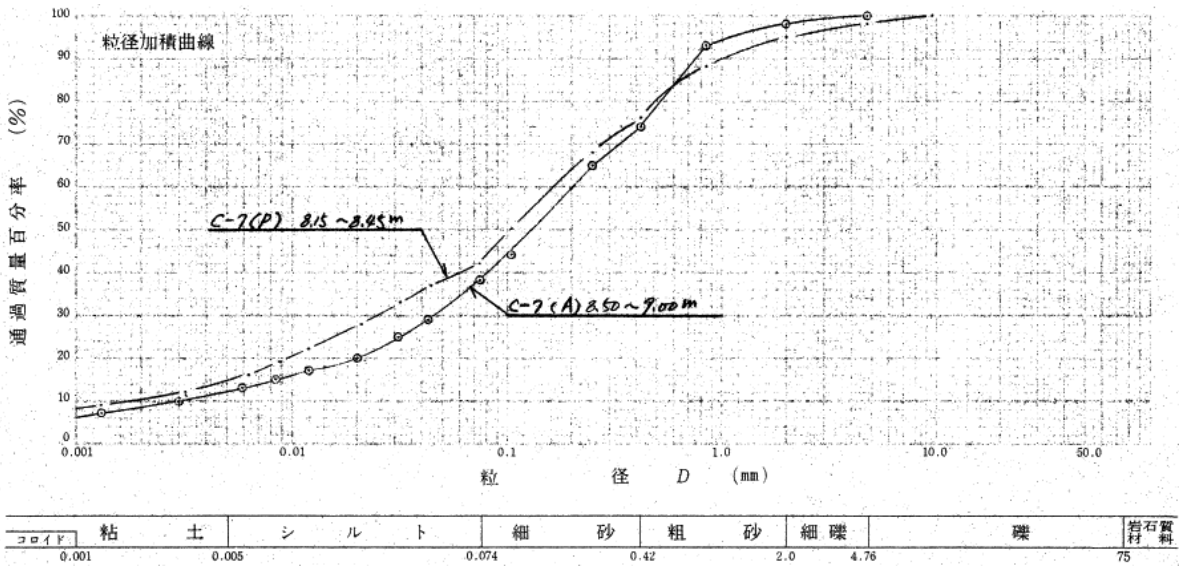
図－２（１０）　粒径加積曲線（S57.7，C-7）



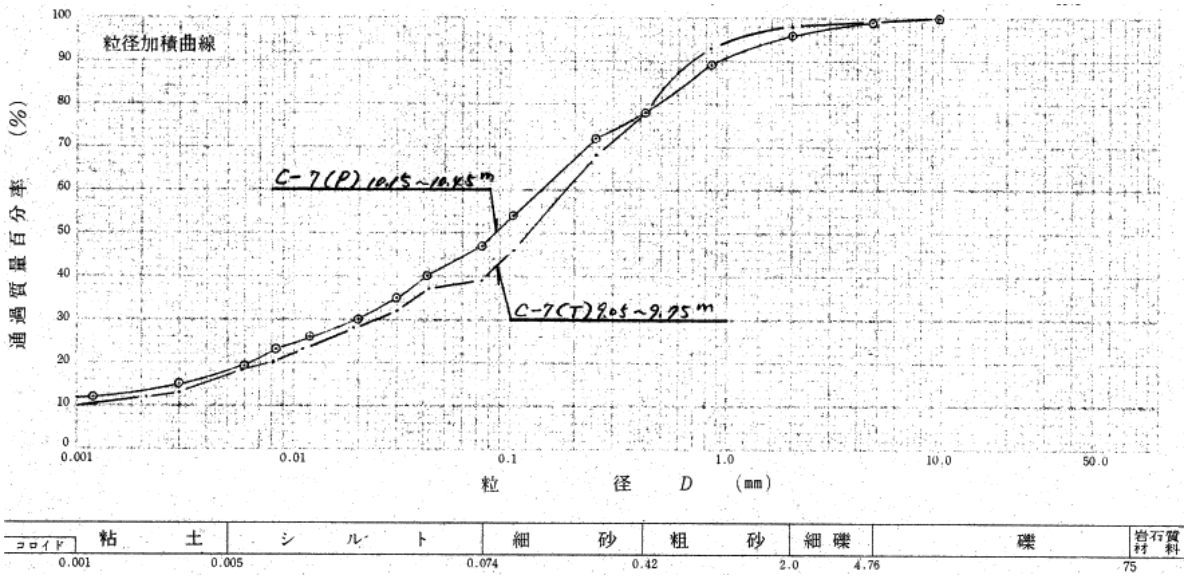
図－２（１１）　粒径加積曲線（S57.7，C-7）



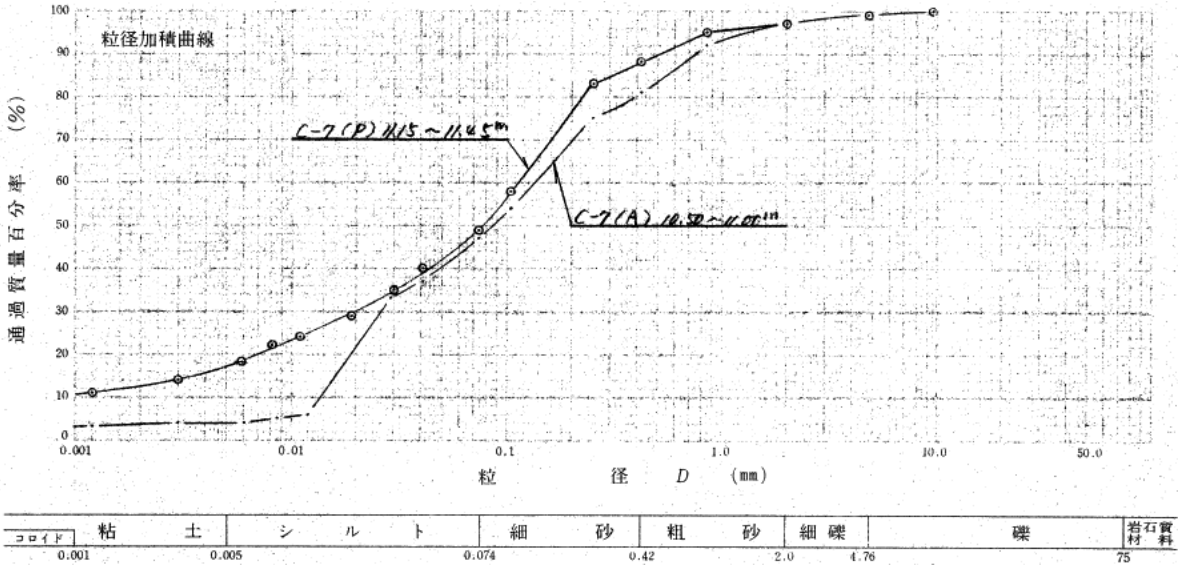
図－２（１２）　粒径加積曲線（S57.7，C-7）



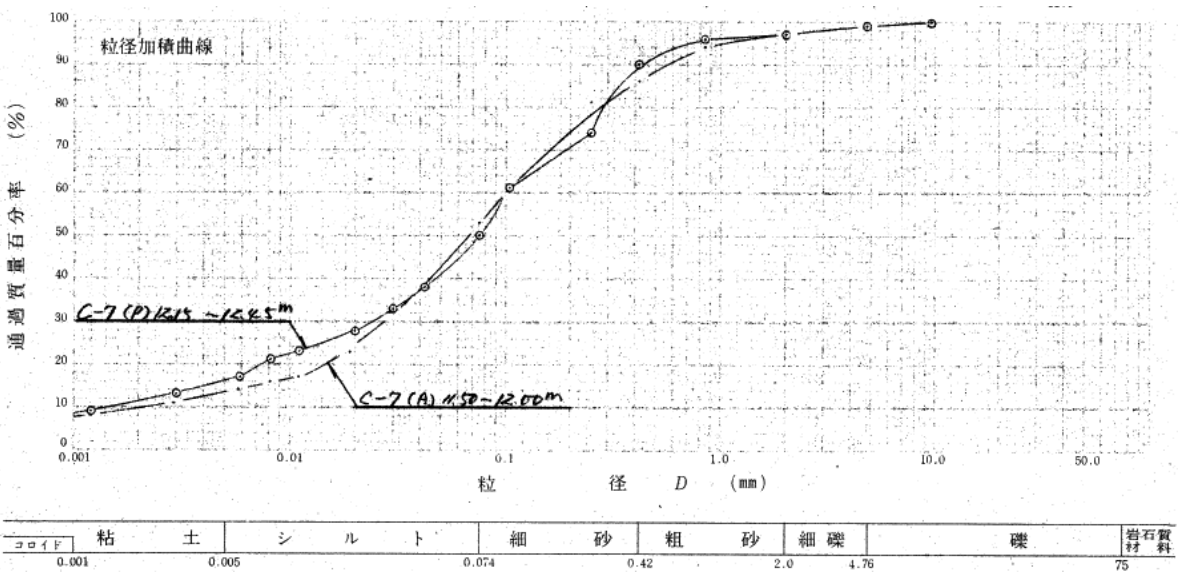
図－２（１３）　粒径加積曲線（S57.7，C-7）



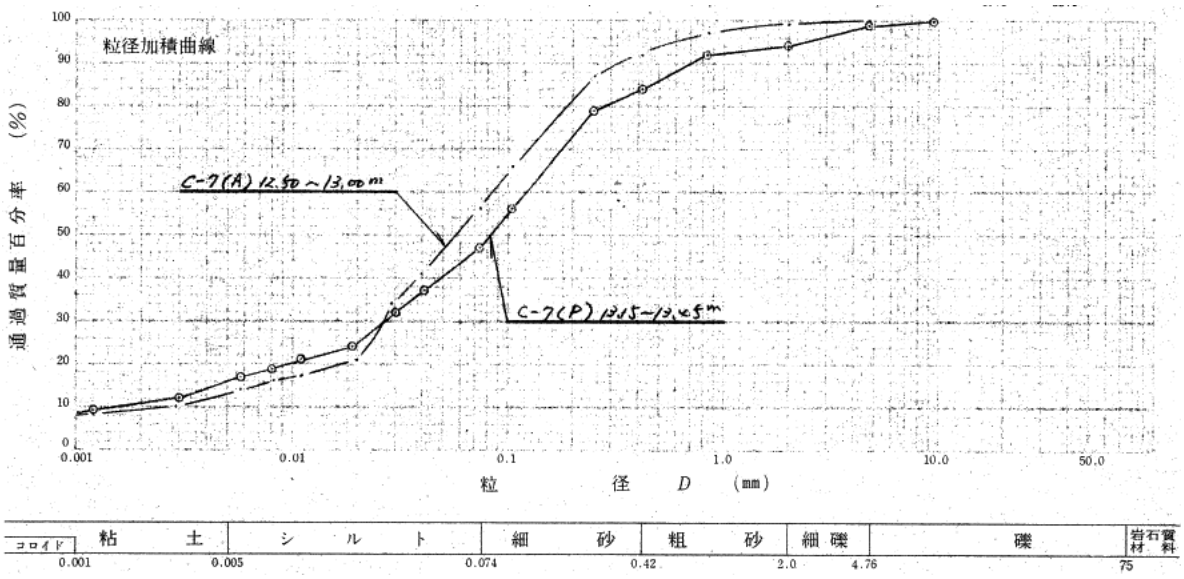
図－２（１４）　粒径加積曲線（S57.7，C-7）



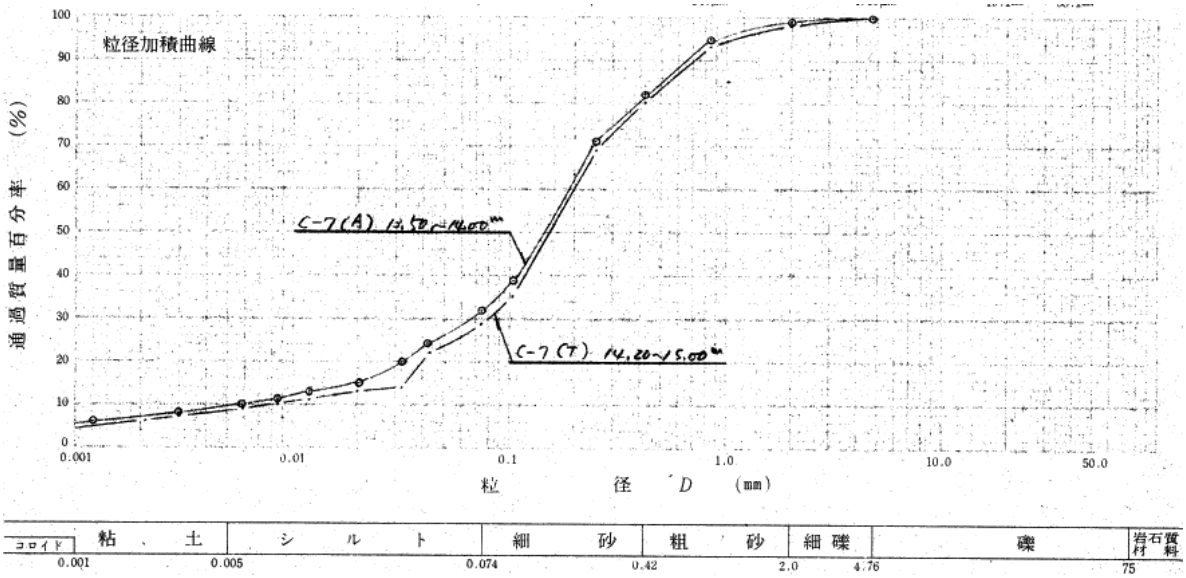
図－２（１５）　粒径加積曲線（S57.7，C-7）



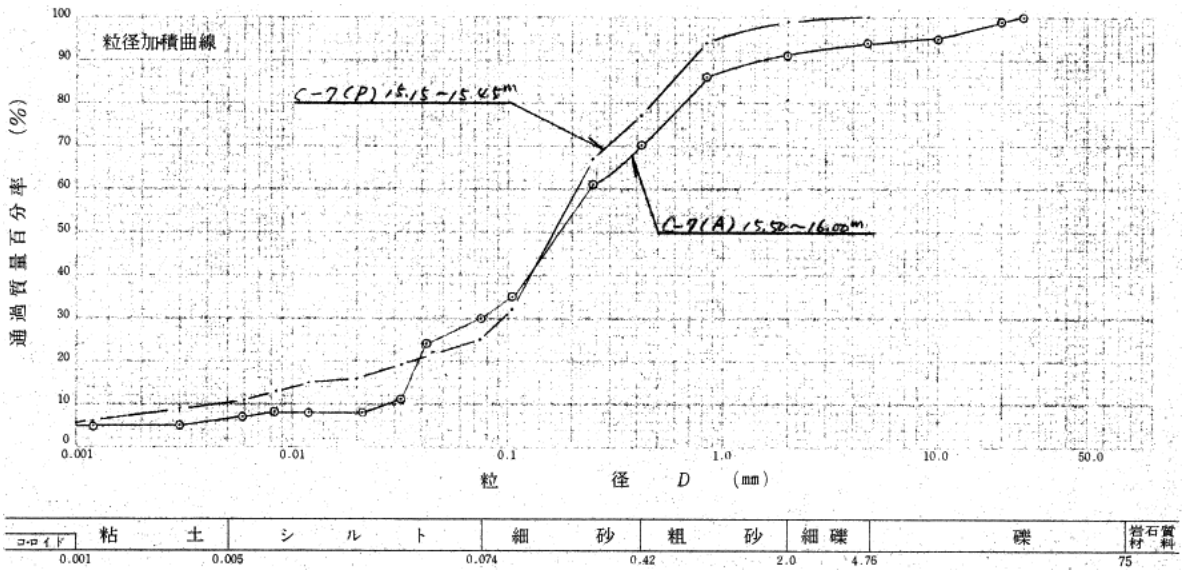
図－２（１６）　粒径加積曲線（S57.7，C-7）



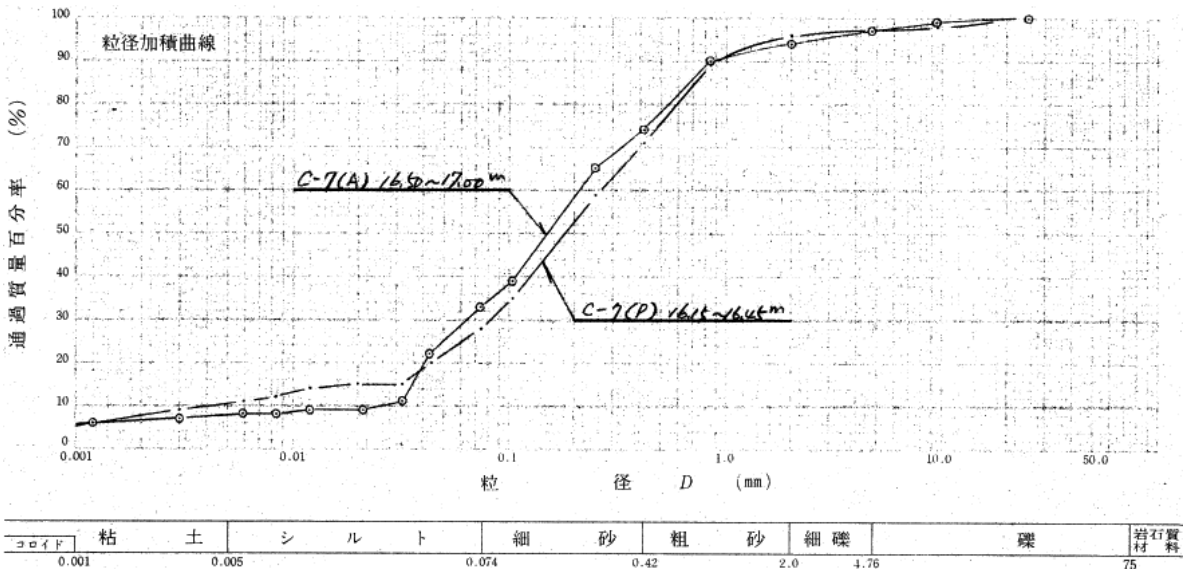
図－２（１７）　粒径加積曲線（S57.7，C-7）



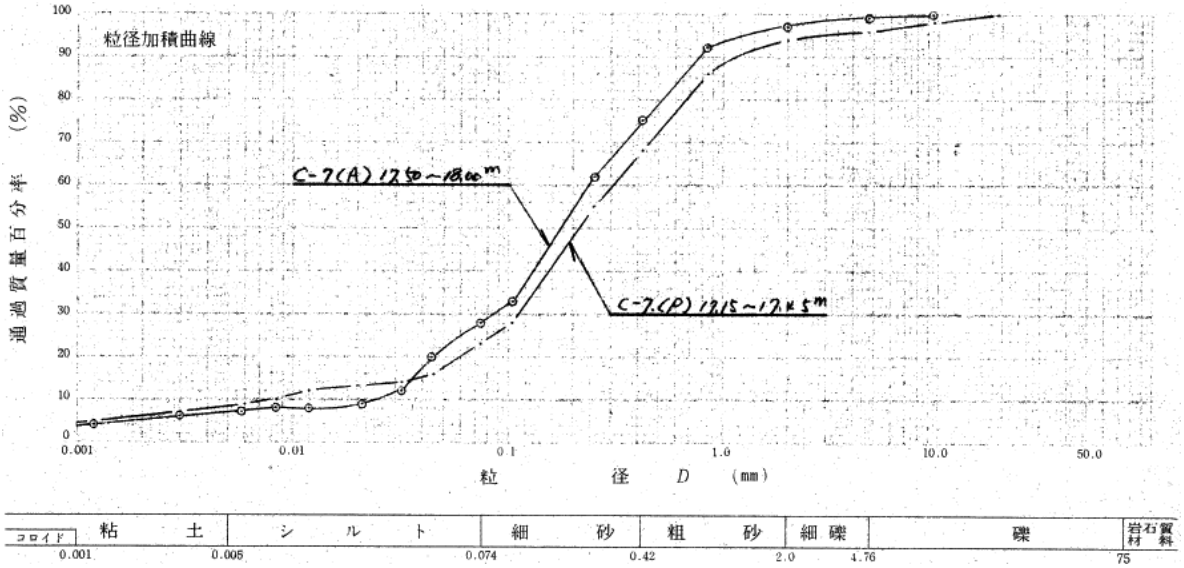
図－２（１８）　粒径加積曲線（S57.7，C-7）



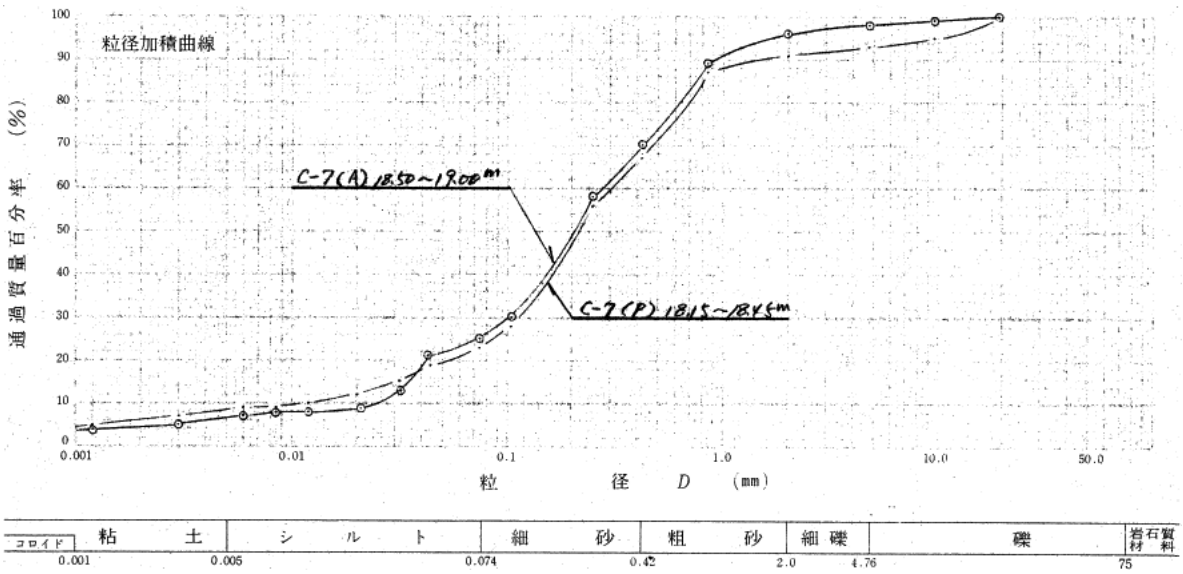
図－２（１９）　粒径加積曲線（S57.7，C-7）



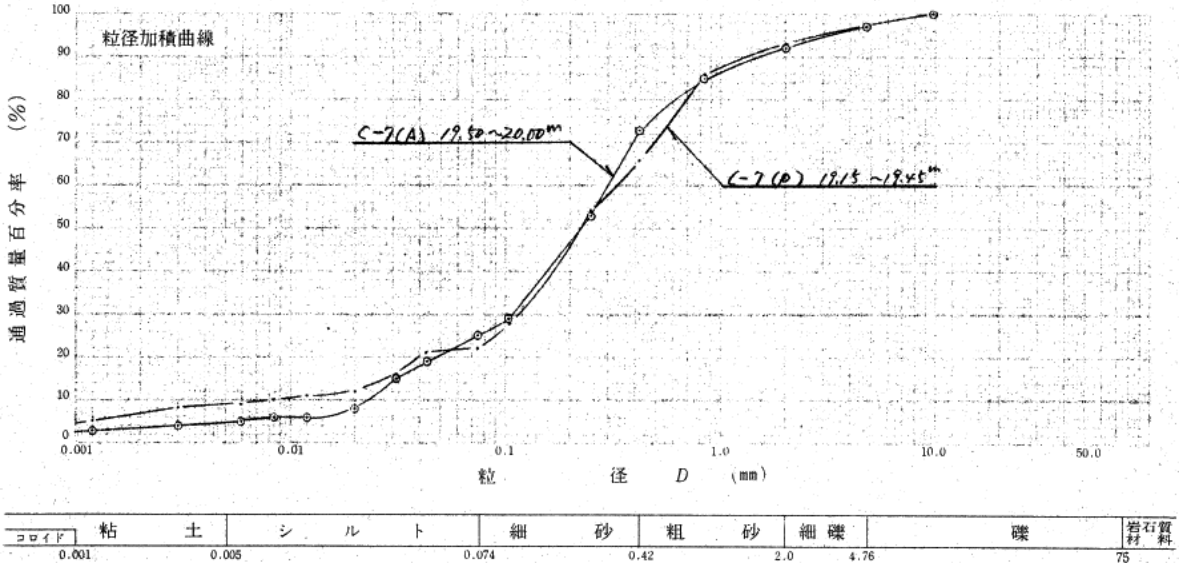
図－２（２０）　粒径加積曲線（S57.7，C-7）



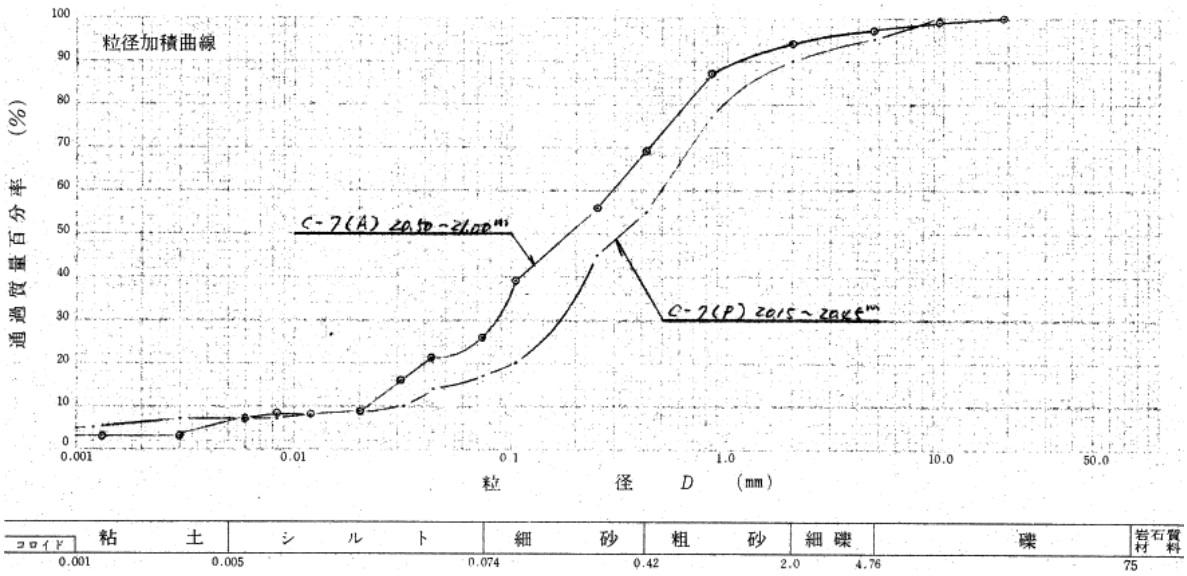
図－２（２１）　粒径加積曲線（S57.7，C-7）



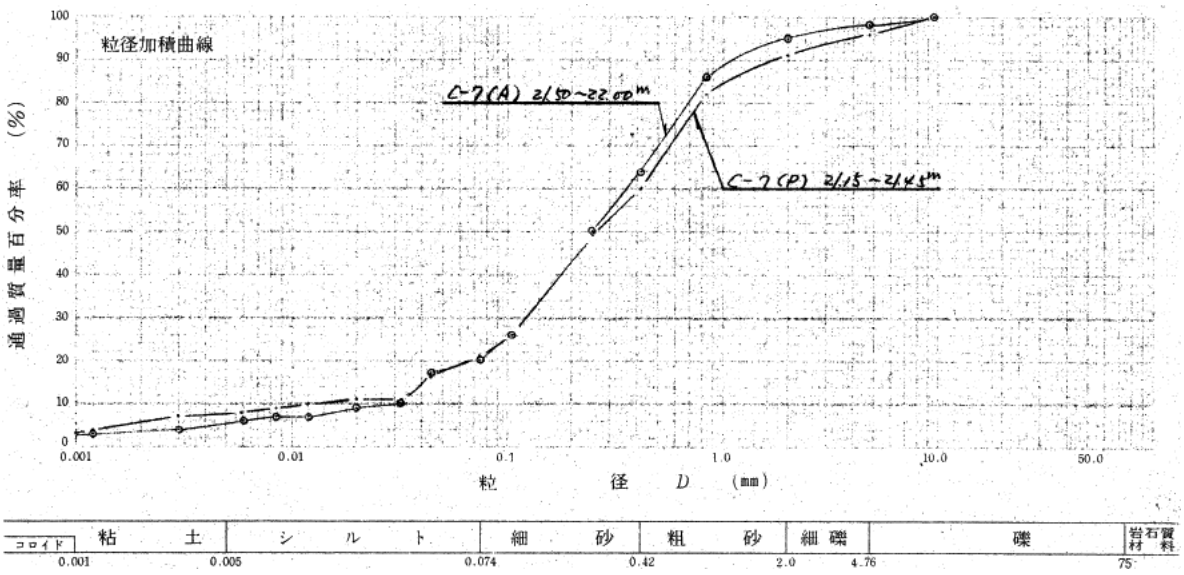
図－２（２２）　粒径加積曲線（S57.7，C-7）



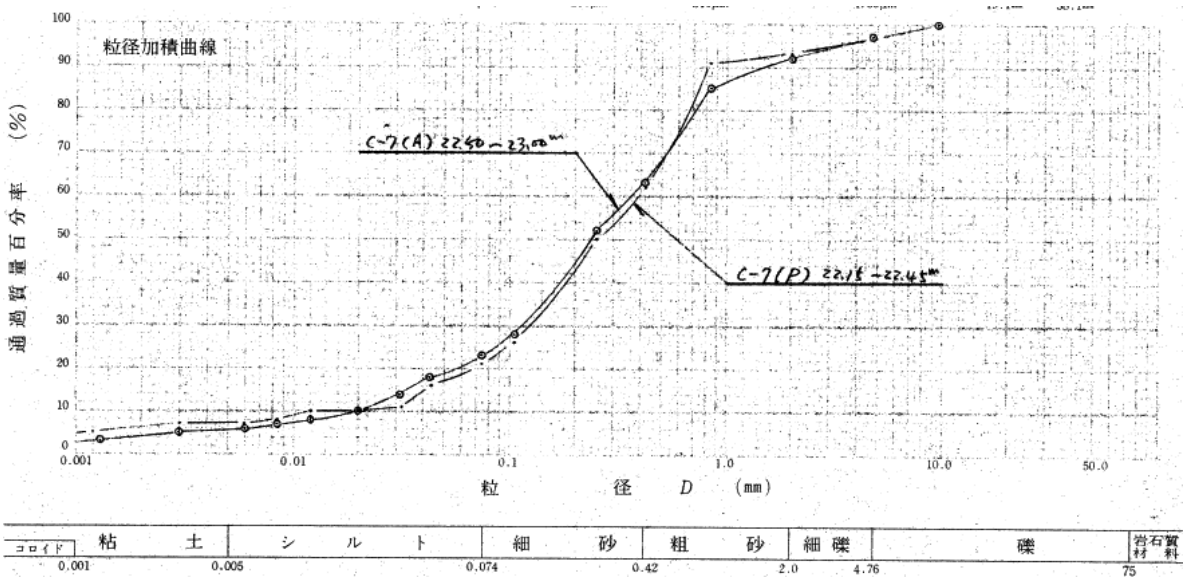
図－２（２３）　粒径加積曲線（S57.7，C-7）



図－２（２４）　粒径加積曲線（S57.7，C-7）



図－２（２５）　粒径加積曲線（S57.7，C-7）



図－２（２６）　粒径加積曲線（S57.7，C-7）

海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について

海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について

１．はじめに

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、図１に示すとおり、軸受潤滑水ラインに設置されている約１mmのストレーナや軸受に設けられた異物逃し溝（約3.7mm）から連続排出される構造となっているため、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、ここでは、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の耐性について評価する。

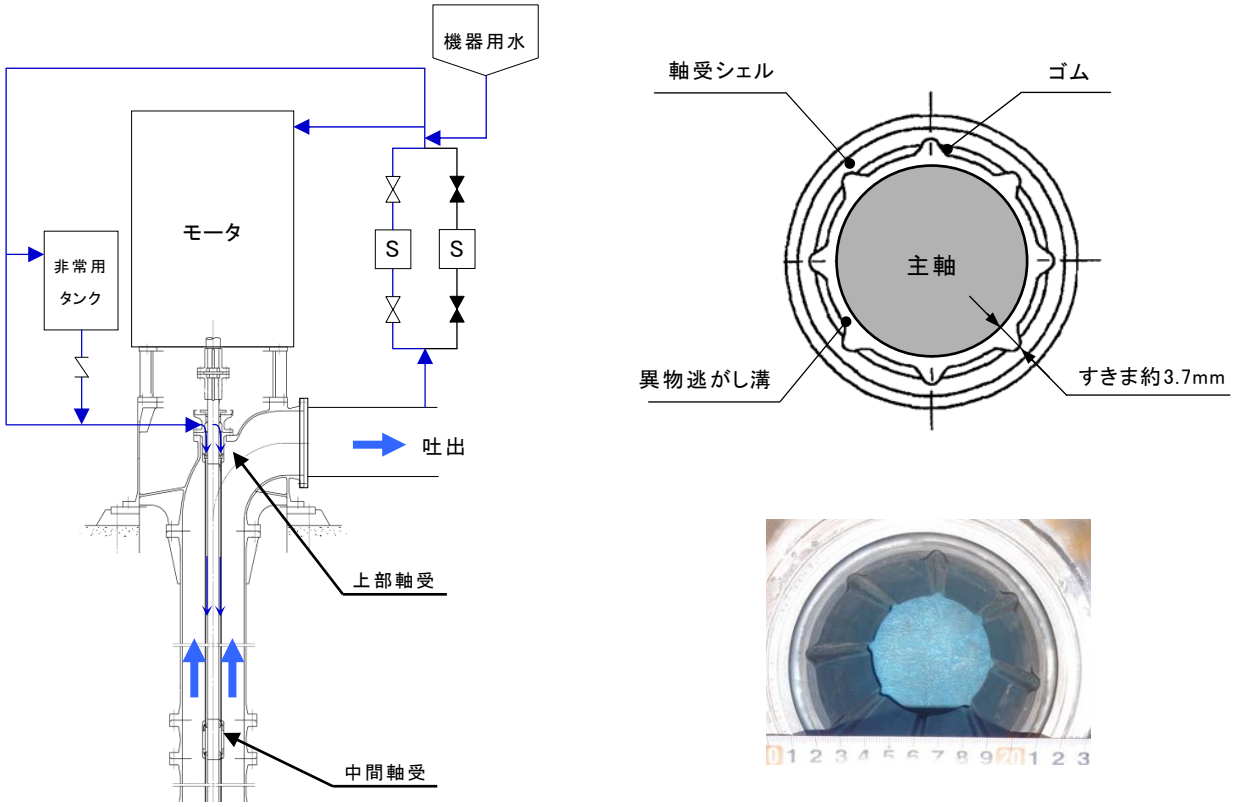


図１　海水ポンプ軸受構造図

２．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、異物濃度 4.0×10^{-3} 又は 2.0×10^{-2}wt%連続注入試験を実施して、軸受の摩耗量を測定した。図２に海水ポンプ軸受摩耗試験装置、表１に試験条件を示す。

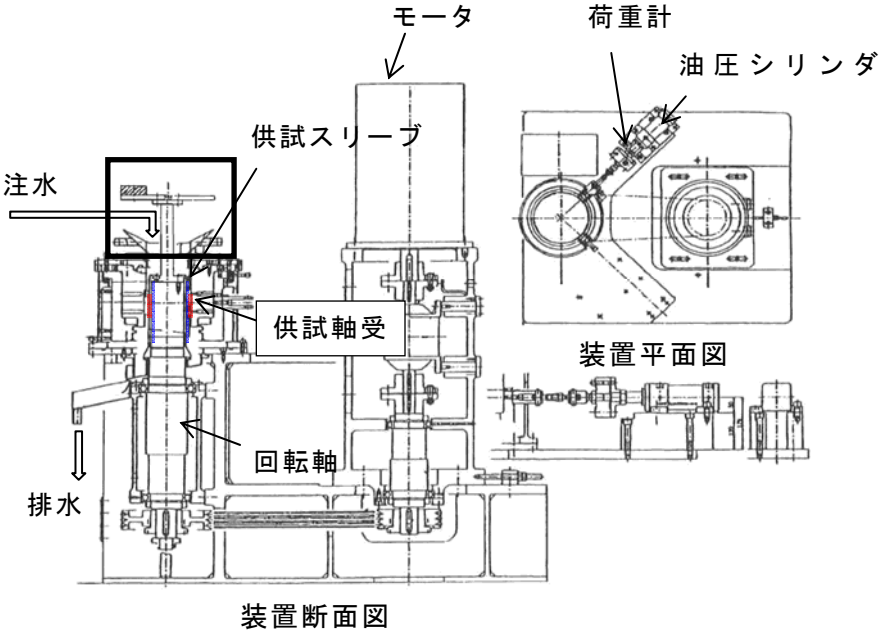


図２　海水ポンプ軸受摩耗試験装置

表１　海水ポンプ軸受摩耗試験条件

項目	試験条件
軸径（mm）	φ120
回転数（rpm）	716
周速（m/s）	4.5
面圧（kgf/mm²）	0.005
異物濃度（wt%）	4.0×10^{-3}, 2.0×10^{-2}
砂粒径	JIS　１種 （max 0.3mm）
軸受材料	ゴム軸受

式①（機械工学便覧参照）と実験結果より、各異物濃度における比摩耗量を算出した。また、実機海水ポンプのパラメータを用いて、寿命時間を算出した結果、寿命時間は約5,600時間であった。計算条件を表２に示す。

$$K=\frac{\delta}{PVT} \qquad \cdot\cdot\cdot ①$$

K:比摩耗量（mm²/kgf）
δ:摩耗量（mm）
P:軸受面圧（kgf/mm²）
V:周速（mm/s）
T:運転時間（寿命時間）（s）

表２　海水ポンプ寿命時間評価結果（異物濃度 2.0×10^{-2} wt%）

３．基準津波時の砂移動評価結果からの寿命評価

藤井ほか（1998）の手法（上限浮遊砂体積濃度5%）を用いた基準津波時の砂移動評価結果から、海水取水口付近の浮遊砂濃度は5.05×10^{-3}wt%となる。また、高橋ほか（1999）の手法（上限浮遊砂体積濃度5%）を用いた場合、海水取水口付近の砂濃度はメーカーの試験条件以上の濃度となることから、2.0×10^{-2}wt%以上となる濃度が含まれる時間帯について平均濃度を算出した結果、6.54×10^{-2}wt%となった（参考資料参照）。

ここで、藤井ほか（1998）の手法を用いた場合の浮遊砂濃度5.05×10^{-3}wt%は、前項のメーカー試験結果より算出した寿命時間評価結果に包含されるため、ここでは、高橋ほか（1999）の手法を用いた場合の浮遊砂濃度6.54×10^{-2}wt%における比摩耗量を評価する。

比摩耗量の式②は、公開文献「立軸ポンプ用セラミックス軸受に関する研究」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、軸受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。

$$\frac{\omega}{\omega_0}=\left(\frac{C_\omega}{C_0}\right)^{0.9} \quad \cdot\cdot\cdot②$$

ω ：比摩耗量（mm^2/kgf）
ω_0：比摩耗量（200ppm）（mm^2/kgf）
C_ω：スラリー濃度（ppm）
C_0：基準となるスラリー濃度

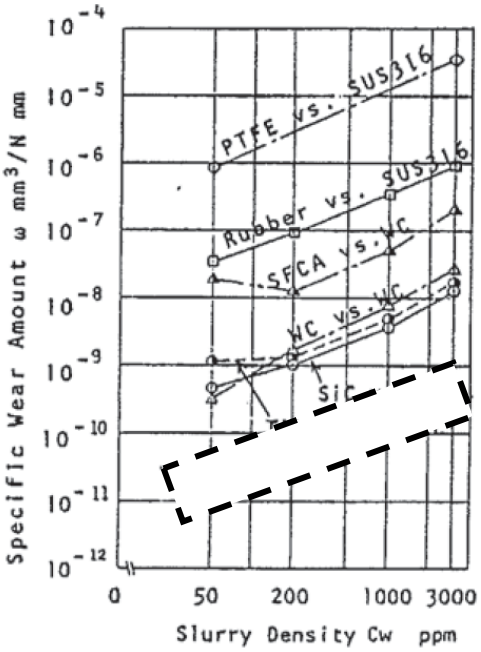


図 7 各スラリー濃度における摩耗量

● メーカー試験結果
（ゴム軸受 vs ステンレス）
● 評価点（高橋ら 1999）

出展：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）

図３　海水ポンプ軸受比摩耗量評価結果

②式を用いて計算した結果、6.54×10^{-2}wt%（高橋ら1999）における比摩耗量は1.86×$10^{-9}$$mm^2$/kgfであった。また、実機海水ポンプのパラメータを用いて、①式より寿命時間を算出した結果、寿命時間は、1,900時間以上であった（計算内容を表３に示す）。これに対し、津波到達後約30分経過すれば、浮遊砂濃度は無視できる程度まで低下するため、海水ポンプ軸受は津波時の浮遊砂に対し十分な耐性がある。

表３　海水ポンプ寿命時間評価

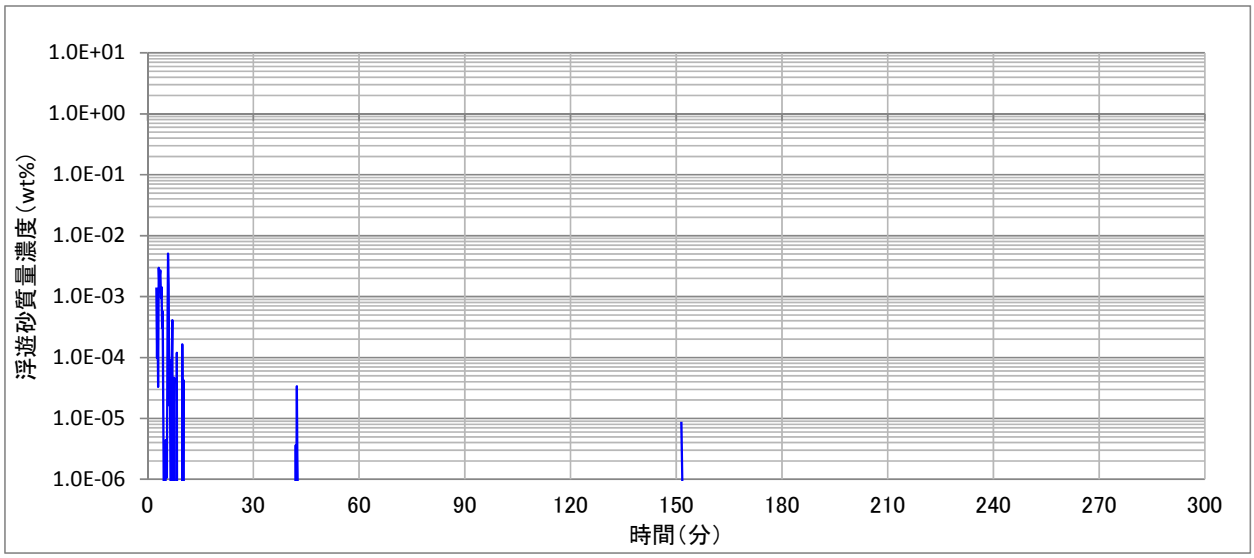
４．結果

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としても、待機２台を保有していることから、待機ポンプを起動し、機能を維持することができる。

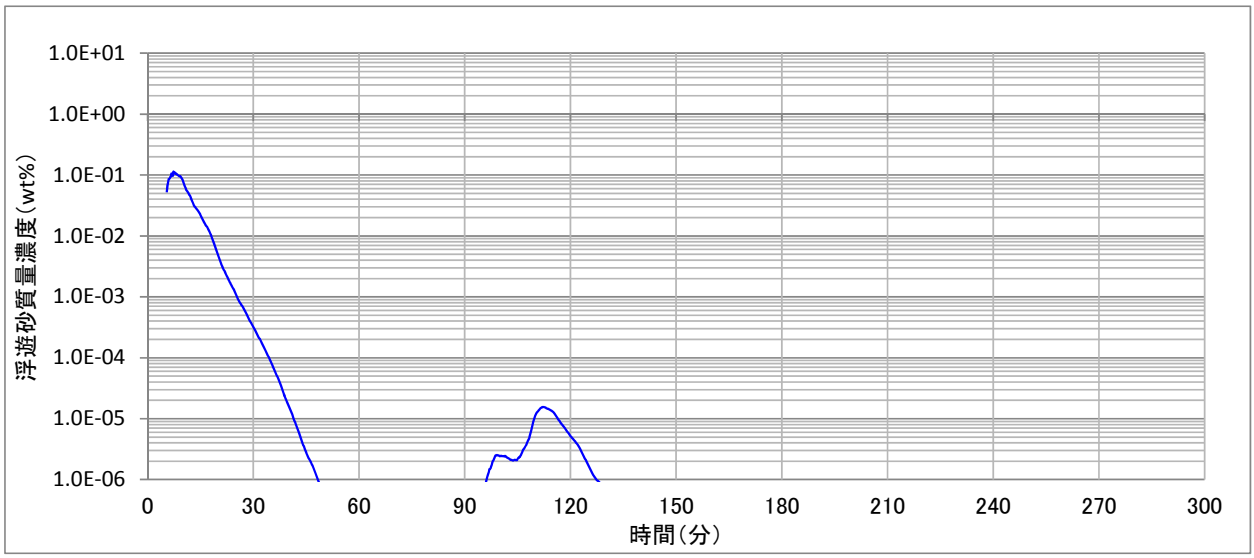
※参考資料

基準津波による砂移動の解析結果

波源	重畳津波（下降側）		
砂移動モデル	藤井ほか（1998）の手法による検討結果		
算出点	3 号炉海水取水口付近	浮遊砂堆積濃度上限値	5%



波源	海域活断層に想定される地震による津波（上昇側）		
砂移動モデル	高橋ほか（1999）の手法による検討結果		
算出点	3 号炉海水取水口付近	浮遊砂堆積濃度上限値	5%



・浮遊砂濃度平均値：6.54×10^{-2} wt%（5.5分～15.3分）

漂流物の衝突荷重を考慮する場合の対象物について

漂流物の衝突荷重を考慮する場合の対象物について

１．はじめに

発電所構外については、船舶・漁船、流木等が発電所に対する漂流物となる可能性があるものとして抽出された。ここでは、発電所構内における漂流物について詳細に検討し、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、漂流物の衝突荷重を評価に用いる場合に対象物として適切なものを抽出する。

２．発電所構内の漂流物の評価

発電所の漂流物の評価について以下の分類ごとに評価した。

評価		分類	漂流検討対象
①	a	鉄筋コンクリート建屋	雑固体処理建屋
			機材保管庫
			１・２号油庫
			３号油庫
			１・２号ガス庫
			３号ガス庫
			岸壁見張所
			統合浄化槽
			１・２号消火水槽
	b	鉄骨造建屋	深部地震計孔口 固定装置建屋
			深部地震観測局舎
			水質連続自動測定装置建屋
	c	機器類	岸壁クレーン
			現地制御盤 14
	d	資機材	作業用貯水タンク
			資機材（角落し他）
			資機材（トラスク他）
			排貝排水処理装置
②		その他	シルトフェンス
			プレハブ小屋
			仮設資材
			フェンス
			流木等

①重量物であり、漂流物とならないもの

a.鉄筋コンクリート造建屋

鉄筋コンクリート造の建屋は津波による波力では壊れないと考えられるが、水密性はないため、建屋内部に水が浸水し、浮力は発生せずにその場に留まる。

耐震性は持たないため、地震により壊れる可能性は考えられるが、コンクリート塊は 10kg 程度以上であれば津波により流されない（※１）。

10kg 以下のコンクリート片や軽量な建屋内保管物は流される可能性があるが、衝突荷重としては、船舶・漁船に包絡される。

b.鉄骨造建屋

鉄骨造建屋は、地震もしくは津波による波力で壊れる可能性があるが、構造物本体(鉄骨)や重量のある建屋内保管物は流されないと考えられる。

建屋の外装材や軽量な建屋保管物は流される可能性があるが、衝突荷重としては、船舶・漁船に包絡される。

c.機器類

耐震性はないため、地震により破損・変形する可能性はあるが、いずれも金属製であり、気密性もなく浮力が発生しないことから、漂流物とはならない。

d.資機材

資機材本体はいずれもコンクリート製または金属製であり、気密性もなく浮力が発生しないことから、漂流物とはならない。

②比較的軽量であり、漂流する可能性のあるもの

漂流物となる可能性はあるが、軽量であり漂流しても護岸等で止まるため、取水性への影響はない。

３．施設・設備に対する衝突荷重対象の選定

漂流物となる可能性のあるもののうち、漂流物の衝突荷重を評価に用いる場合に対象物として適切なものを抽出した。浮力が発生する船舶・漁船及び津波により流される可能性があるコンクリート片、建屋の外装材及び軽量な建屋保管物等のうち、最も重量が重い船舶・漁船を考慮する。

なお、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、発電所構外の漂流物は、海水取水口呑口に到達しないことから、海水取水口には流入せず、衝突荷重として考慮する必要はない。

また、発電所構内の荷揚岸壁等の漂流物についても、津波の流向から海水取水口に接近しないか又は海水取水口呑口の高さが十分低いため、海水取水口呑口に到達しないことから、海水取水口に流入せず、衝突荷重として考慮する必要はない。

a. 船舶・漁船

衝突する船舶・漁船は、漂流物調査の結果確認された船舶・漁船の総トン数が最大 5t であることから、保守的に考慮して総トン数 10t の船舶・漁船を想定する。

「津波漂流物対策施設設計ガイドライン（案）」より、総トン数 10t の船舶・漁船は排水トン数 30t を考慮する。

※１　コンクリート等の密実な材料の安定

「港湾の施設の技術上の基準・同解説」の流れに対する被覆材の安定質量から、安定質量を算定する。

１．７．３　流れに対する被覆石及びブロックの所要質量

(1) 一般

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

$$M_d = \frac{\pi \rho_r U^6}{48 g^3 y_d{}^6 (S_r - 1)^3 (\cos\theta - \sin\theta)^3} \tag{1.7.18}$$

ここに、

M：捨石等の安定質量（t）

ρ_r：捨石等の密度（t/m^3）

U：捨石等の上面における水の流れの速度（m/s）

g：重力加速度（m/s^2）

y：イスバッシュ(Isbash)の定数(埋め込まれた石にあっては 1.20,露出した石にあっては 0.86)

S_r：捨石等の水に対する比重

θ：水路床の軸方向の斜面の勾配（°）

条件：①津波流速 U：2.0m/s 程度

②重力加速度 g：9.8m/s^2

③イスバッシュの定数 y：0.86

④斜面の勾配 θ ：0.0°

材料	ρ (t/m^3)	Sr (＝ρ/1.03)	M (kg)
コンクリート	2.30	2.23	13.5
SS, SUS	7.9	7.67	0.29

コンクリート塊は 13.5kg あれば安定する。

燃料等輸送船の係留索の耐力について

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、荷揚岸壁に係留することにより、漂流させない設計とするため、津波流向及び岸壁と取水口との位置関係を踏まえ、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（艤装数）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	30t および 50t

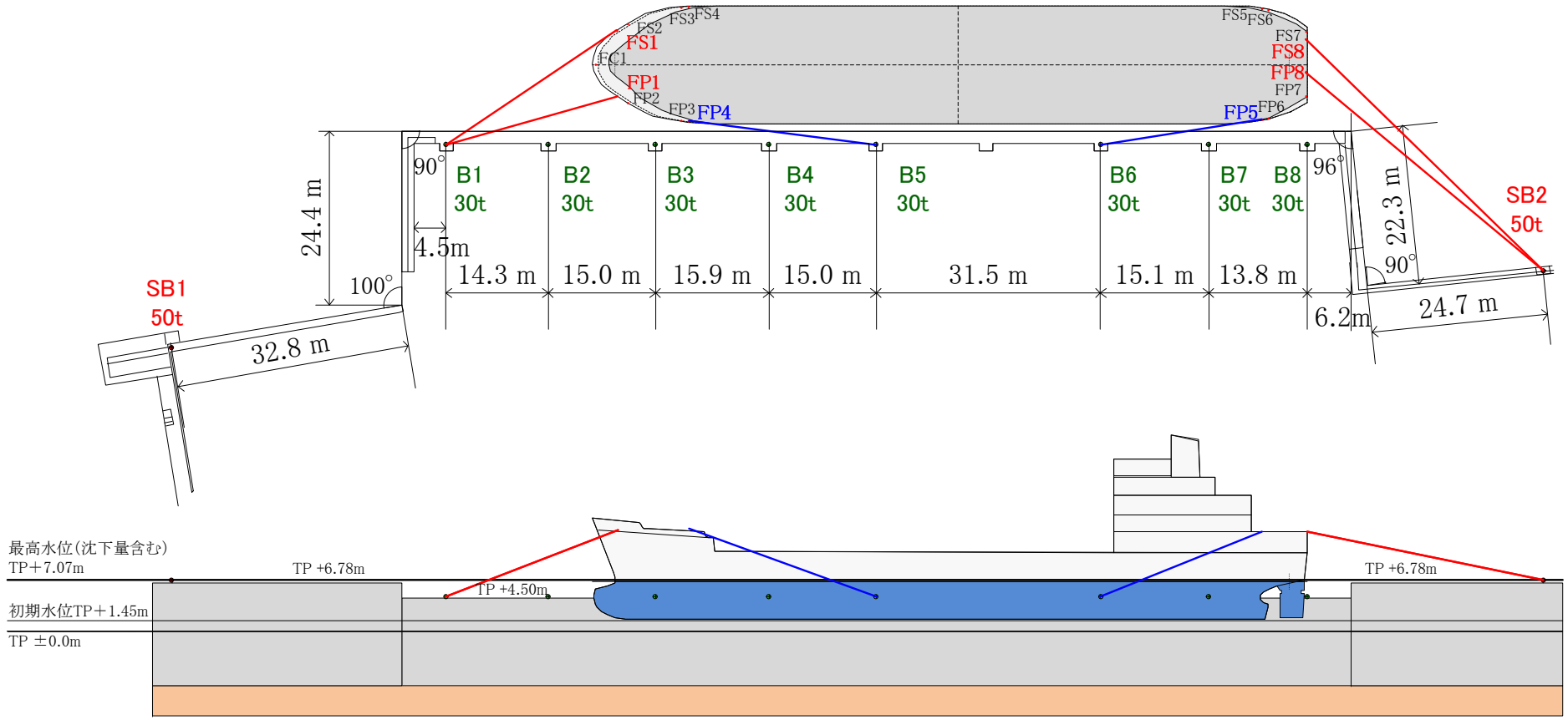


図１　輸送船、係留索、係船柱の配置

（２）想定津波（波形、流向、流速）

早く襲来すると評価している基準津波の波形および流向を図２及び図３に示す。

基準津波は約６分程度で第一波の最高点に達している。

係留索の耐力の評価にあたっては、地盤変動量（0.36m の沈降）、潮位のばらつき（0.19m）及び敷地の沈下量（保守的に１m）を考慮した。

このとき、最高水位は見かけ上、T.P.+5.52m＋0.36m＋0.19m+１m＝T.P.+7.07m となる。

図２　基準津波の波形（荷揚岸壁前面）

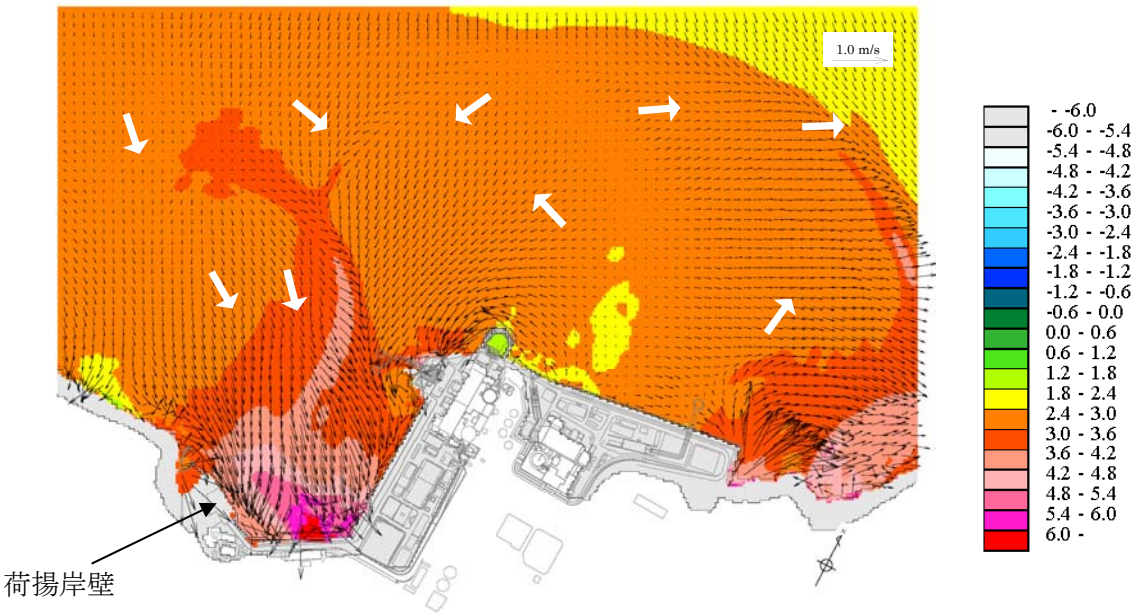


図３　基準津波の流向（地震発生後６分）

また、輸送船は荷揚岸壁（コンクリート塊）に横付けされており、荷揚岸壁付近の基準津波の流向は主に北西から南東方向であることから、図３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４に流速の時間変化を示す。流速は最大 0.63m/s（5.5 分）であるが、流速 1m/s で流圧力を評価する。

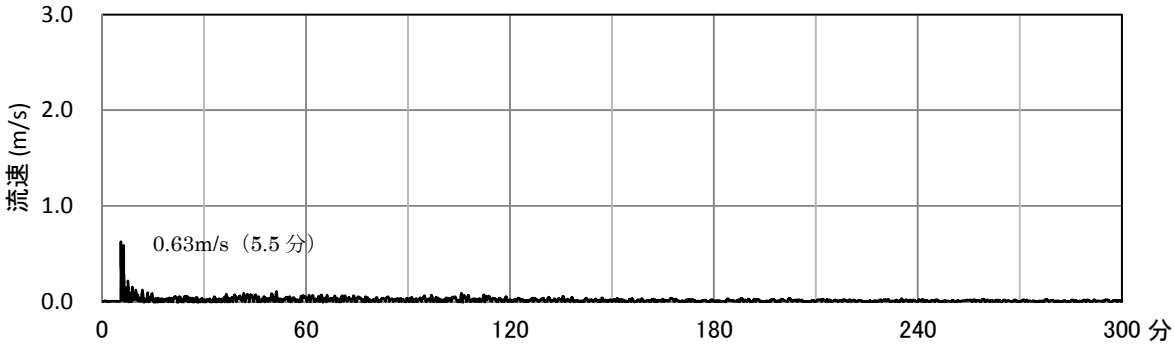


図４　基準津波の流速（荷揚岸壁前面）

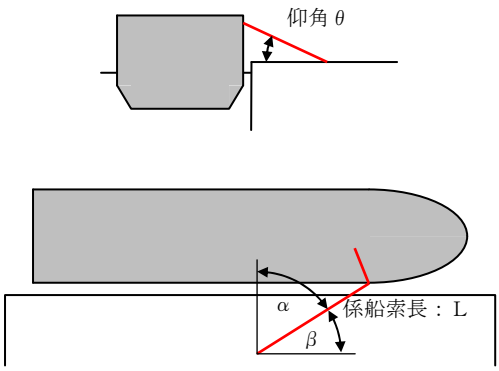
（３）係船力

係留力の計算方法を表２に、計算結果を表３、図５,６に示す。

表２　係留力の計算方法

【各索の係留力計算式】

$$R_X = T \times \left(\frac{\cos^2 \beta \times \cos^2 \theta}{L} \right) \times \left(\frac{L_C}{\cos \beta_C \times \cos \theta_C} \right)$$

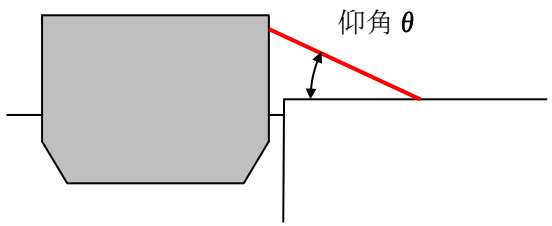


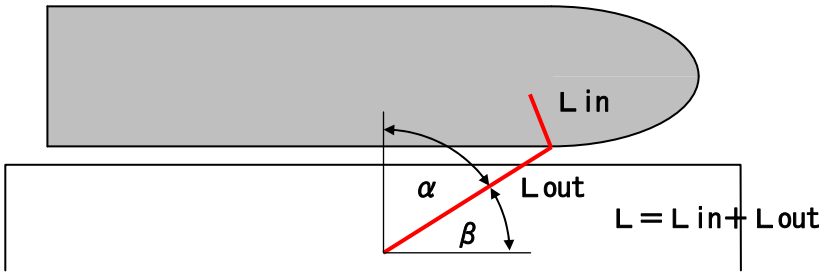
R_X：前後係留力［tonf］（前方は添字ｆ、後方は添字ａ）
T　：係留索１本に掛けることができる最大張力［tonf］
β　：係留索水平角（岸壁平行線となす角度）［deg］
θ　：係留索の仰角［deg］
L　：係留索の長さ（船外＋船内）［m］
β_C：各グループ※で最も負荷の大きい係留索の係留索水平角（岸壁平行線となす角度）［deg］
θ_C：各グループ※で最も負荷の大きい係留索の仰角［deg］
L_C：各グループ※で最も負荷の大きい係留索の長さ（船外＋船内）［m］
※係留索の機能別グループ（前方係留力または後方係留力）

（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	係船柱	係船索長さ[m]	係留角[deg]		索張力 T	係留力 前後	Bitt Performance [tonf]		
			船外	θ	β	[tonf]	[tonf]	Bitt Load	合計	係船柱強度
FS1	Line1	B1	30.4	18.2	-33.8	16.36	-10.17	14.1tonf	Σ30.0tonf	30tonf
FP1	Line2	B1	26.7	20.8	-15.9	16.36	-14.71	15.9tonf		
							-24.88			
FP4	Line3	B5	28.1	19.7	7.3	20.00	18.67	20.0tonf	Σ20.0tonf	30tonf
							18.67			
FP5	Line4	B6	24.6	21.8	-8.9	20.00	-18.34	20.0tonf	Σ20.0tonf	30tonf
							-18.34			
FS8	Line6	SB2	46.9	8.4	44.3	20.00	12.28	18.7tonf	Σ38.6tonf	50tonf
FP8	Line5	SB2	43.9	9.0	40.1	20.00	15.11	19.9tonf		
							27.39			
							前後(＋)計 *46.06*			
							前後(－)計 *-43.22*			





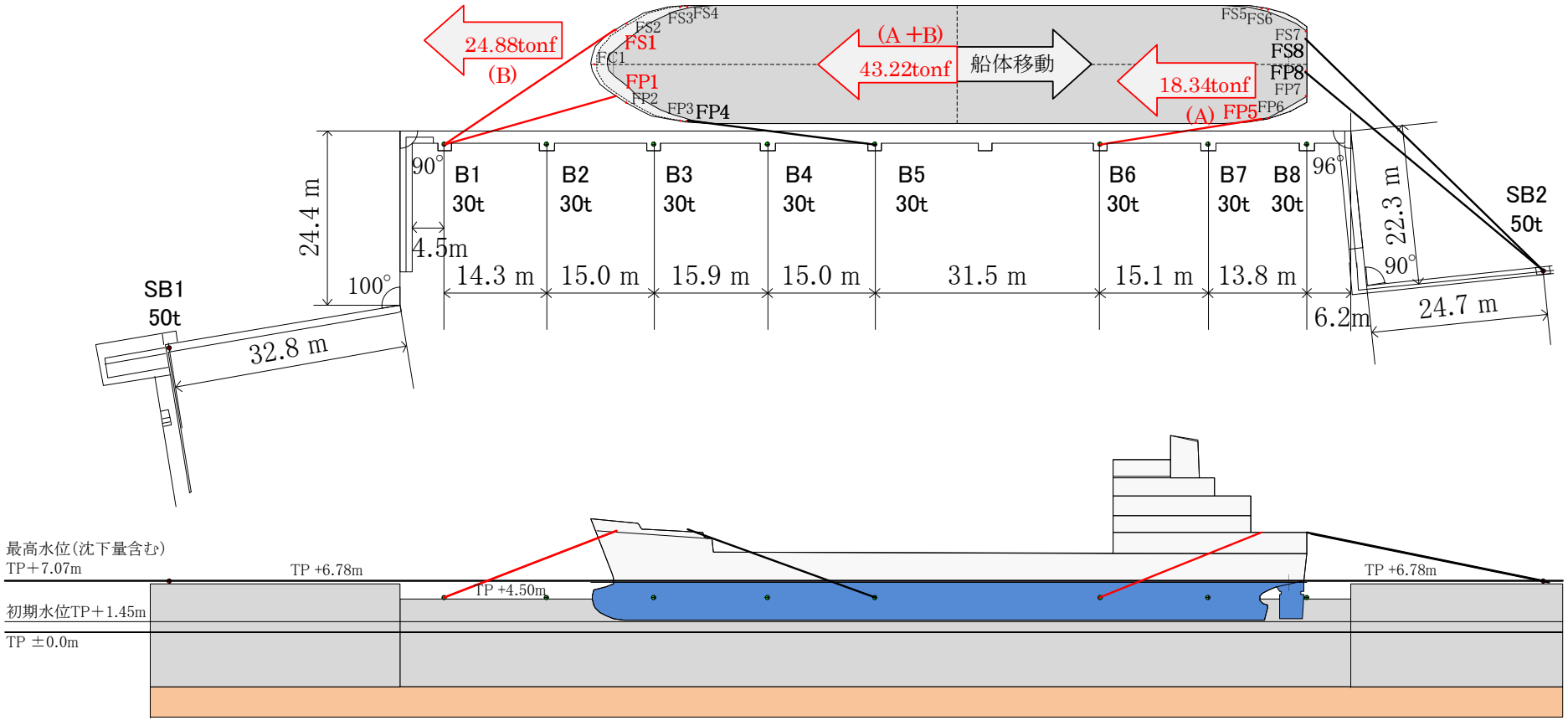


図５　船尾方向への移動に対する船首方向係船力

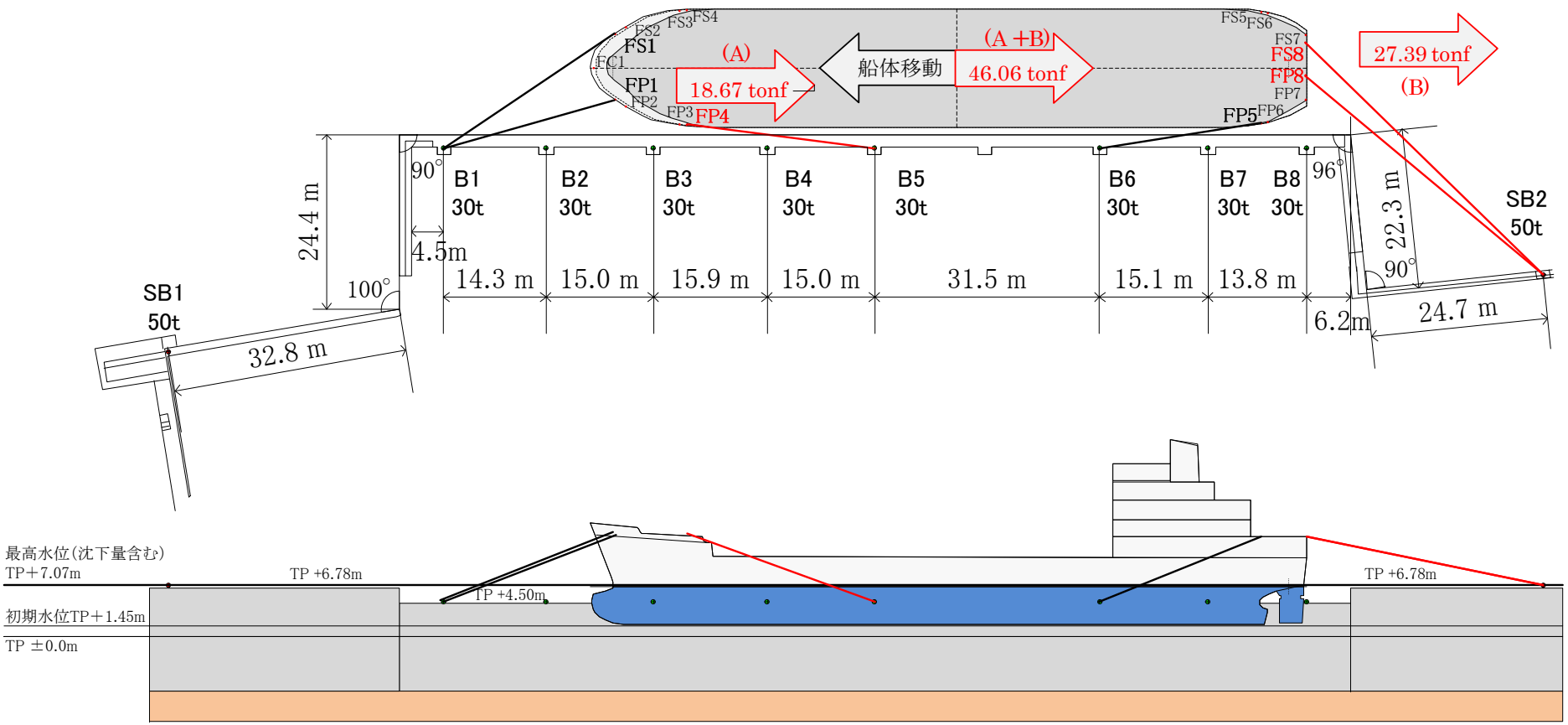


図６　船首方向への移動に対する船尾方向係船力

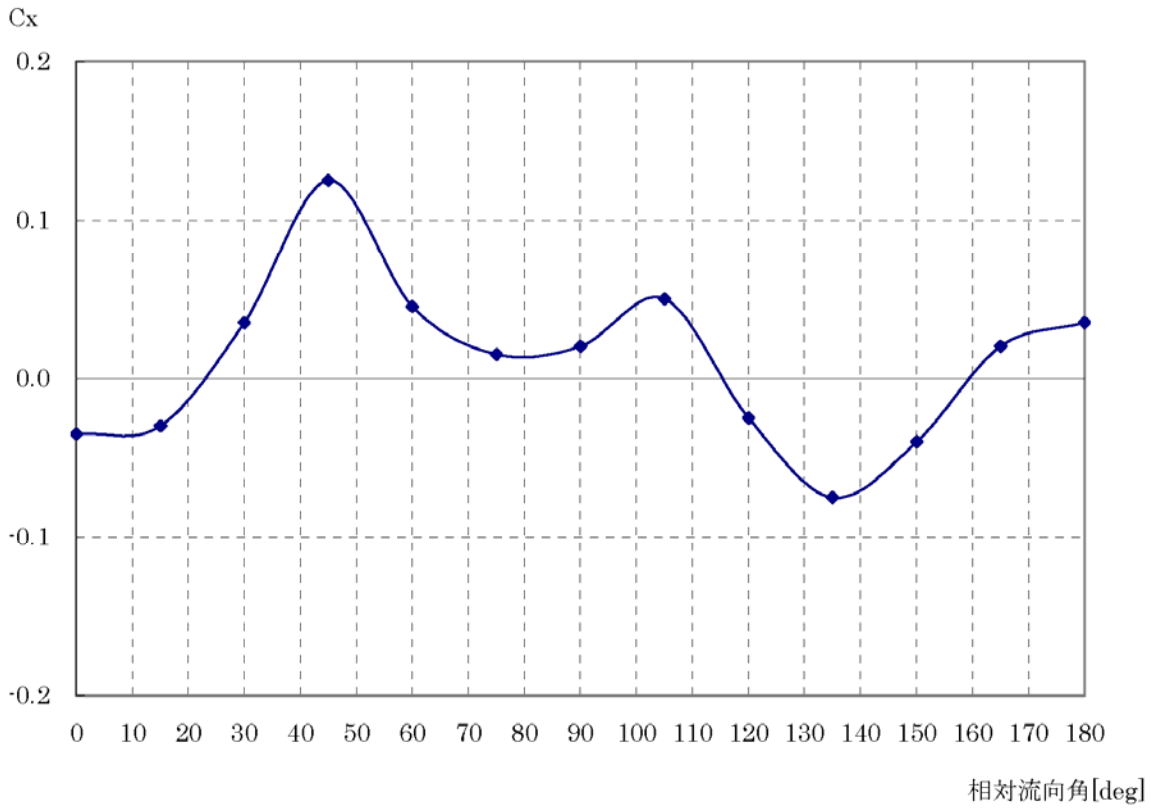
（４）流圧力

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７に示す。

表４　流圧力の計算方法

【流圧力計算式】 $F_{X_C}=\frac{1}{2}\times C_{X_C}\times\rho_C\times V_C^2\times L_{PP}\times d$	F_{Xc}：縦方向流圧力［kgf］ C_{Xc}：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･sec^2/m^4］ （＝104.5kg･sec^2/m^4）

（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[Ｃｘ]

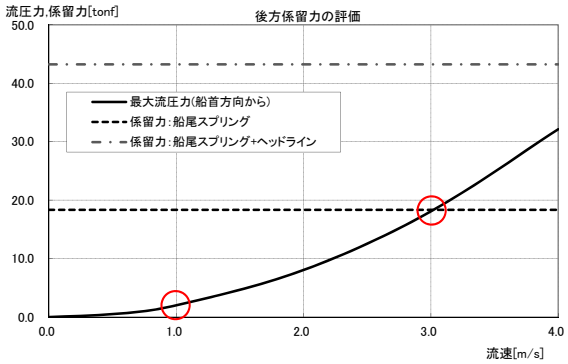
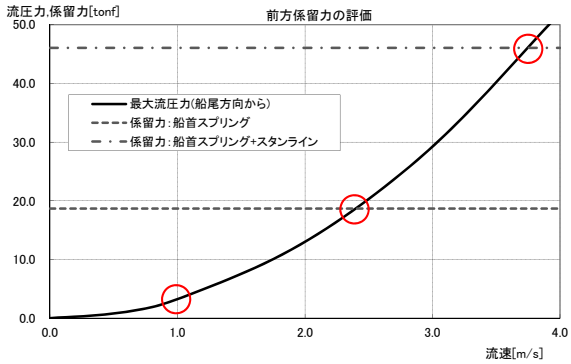
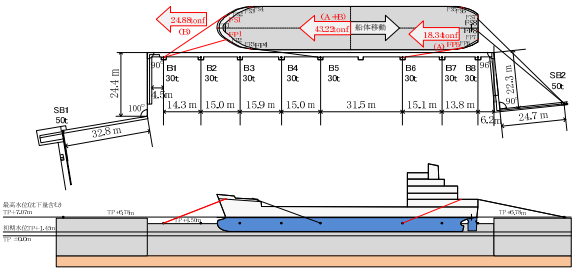
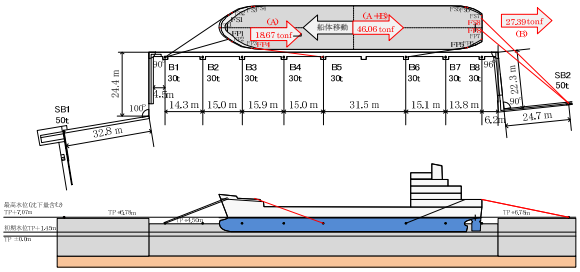
<table>
<tr><th>船尾方向の流圧力と船尾スプリング等の係留力</th><th>船首方向の流圧力と船首スプリング等の係留力</th></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>・流速 1m/s による流圧力は、約 2tonf
・船尾スプリングのみで船尾方向への流速 3.0m/s の流圧力に対抗可能</td><td>・流速 1m/s による流圧力は、約 3tonf
・船首スプリングのみで船首方向への流速 2.4m/s の流圧力に対抗可能
・船尾スプリング＋スタンラインで船尾方向への流速 3.8m/s の流圧力に対抗可能</td></tr>
</table>

図７　流圧力と係留力の比較

３．結論

想定津波（流速 1m/s 未満：図４参照）による流圧力に対し、係留力（40tonf 以上）が上回ることを確認した。

したがって、想定津波に対し、輸送船が係留によって対応すると仮定した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との関係について

燃料等輸送船の喫水と津波高さとの関係について

１．概要

燃料等輸送船（以下、「輸送船」という。）は、荷揚岸壁に係留することにより、漂流させない設計とするため、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、引き波で着底することにより漂流物となるおそれがないことを確認する。なお、伊方発電所の基準津波は地震発生後、短時間で襲来することから、最高潮位または最低潮位となる第一波の押し波、引き波を評価対象とする。

２．評価

（１）津波高さ

ａ．押し波

図１に、基準津波のうち最大水位上昇量を示した重畳津波の波形を示す。基準津波は６分程度で第一波の最高点（T.P.+5.52m（朔望平均満潮位T.P.+1.62mを考慮済み））に達している。

図１　基準津波の波形（最大水位上昇量を示したケース、荷揚岸壁前面）

ｂ．引き波

図２に、基準津波のうち最大水位下降量を示した重畳津波の波形を示す。基準津波は６分程度で第一波の最低点（T.P.-4.63m（朔望平均干潮位T.P.-1.69mを考慮済み））に達している。

図２　基準津波の波形（最大水位下降量を示したケース、荷揚岸壁前面）

（２）押し波（岸壁乗上げ評価）

押し波高さと喫水の関係を図３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.+5.52m
・潮位のばらつき	+0.19m
（計）	+5.71m

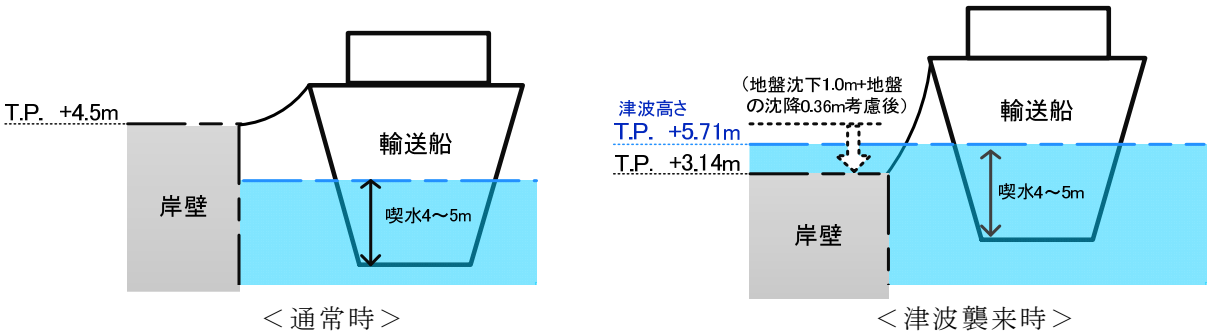


図３　津波高さと喫水の関係

（その他）

・基準地震動による地盤沈降（0.36m）を考慮した。

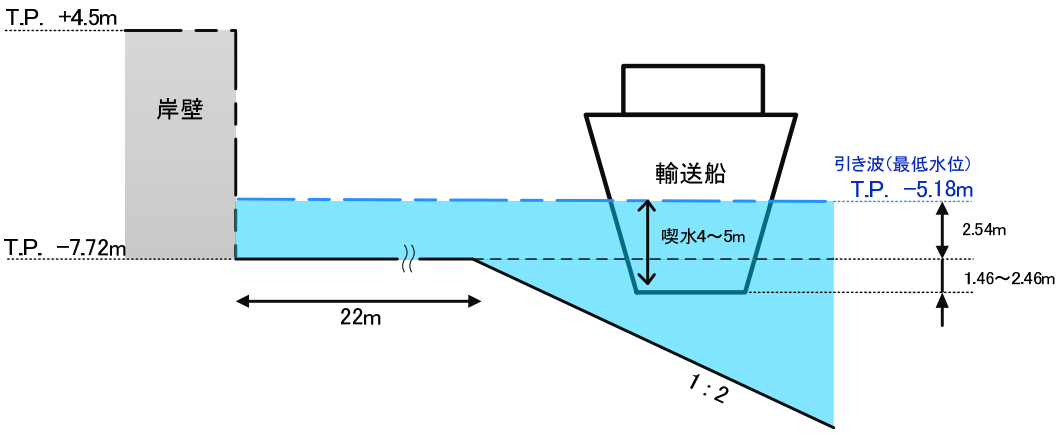
・地盤変状について、基準地震動による地盤沈下（-1m）を考慮しても、燃料等輸送船は荷揚岸壁に乗り上がることはない。

・なお、燃料等輸送船の喫水は、積荷、バラスト水等で変動するが、積荷なしでも４m以上（実績）。

（３）引き波（着底評価）

引き波高さと喫水の関係を図４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.-4.63m
・潮位のばらつき	-0.22m
（小計）	-4.85m
・地盤の隆起（0.33m）	-0.33m
（合計）	-5.18m



＜津波襲来時＞

図４　引き波と喫水の関係

（その他）

・基準地震動による地盤隆起（0.33m）を考慮した。

・地盤変状については、地盤沈下（1m）が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。

・引き波時、第一波で一時的な着底があったとしても、十分な固縛力（係留力）をもって係留されることから、漂流することはなく、輸送船は二重船殻構造等、十分な船体強度を有しており、水位回復後に退避が可能であり、漂流物とはならない。

（４）引き波（転覆評価）

引き波時、一時的に着底した場合、以下のことから輸送船が転覆することはない。

・引き波時、比較的ゆっくりと海水面の変動が起こっており、海水面の傾斜は緩やかであることから、離岸後の輸送船は退避可能と判断できる。

・輸送船が離岸前に引き波を受けた場合は、岸壁と輸送船の間のわずかな海水が引き波として沖合いに流れ始めるが、岸壁が湾の奥まった場所に位置するため、他からの海水の流入がないことから流れはすぐに治まり、輸送船は一時的に着底した状態で留まる。

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を仮定しても、燃料等輸送船は、津波高さと喫水高さの関係から荷揚岸壁に乗り上がることはなく、また、退避中、引き波で一時的に着底したとしても、漂流物とはならない。

海水ピットの有効面積の算出について

海水ピットの有効面積の算出について

海水ピット堰内に海水を溜めた際、海水ポンプが取水できる水深は、海水ピット底面から見て、1.4m～4.1m(水位差 2.7m)の範囲である。

海水ピットの内法面積は、210.36m^2 であるが、上記範囲には構造物があるため、使用可能な海水水量は、面積に有効水深を掛けたものより少なくなる。

これらの水中構造物の体積を考慮した有効水深内の海水量を計算し、有効水深で除した値を海水ピットの有効面積として採用する。

図－１　海水ピット有効面積計算用諸元図

有効水深内にある構造物

コンクリート構造物

・海水ポンプ耐震サポート（４箇所）

１箇所当たりの体積： $(2.4\times2.0\times1.0)-(1.0^2\times\frac{\pi}{4}\times1.0)$＝4.02m^3

４箇所合計：4.02×4＝16.08m^3

・海水取水ポンプサポート（２箇所）

１箇所当たりの体積：$(1.5\times2.0\times0.5)-(0.7^2\times\frac{\pi}{4}\times0.5)$＝1.31m^3

２箇所合計：1.31×2＝2.62m^3

・ウォッシュポンプサポート（２箇所）

１箇所当たりの体積：$(1.5\times2.5\times0.5)-(0.7^2\times\frac{\pi}{4}\times0.5)$＝1.69m^3

２箇所合計：1.69×2＝3.38m^3

以上より、コンクリート構造物体積の合計は、
16.08＋2.62＋3.38＝22.08m^{3}となる。
この体積が、有効水深2.7m内にあるため、有効面積としては、
22.08÷2.7＝8.18m^{2}分減ることになる。

スクリーン

・バースクリーン（２箇所）

バースクリーンの水中部は網目構造であり、大きな体積は占めないが、その体積を求めるには煩雑な計算が必要となるため、スクリーンの断面積分は欠損していると仮定して有効面積から減じることとする。

１箇所当たりの断面積：0.6m×2.4m＝1.44m^2

２箇所合計：1.44×2＝2.88m^2

・トラベリングスクリーン（２箇所）

トラベリングスクリーンの水中部もバースクリーンと同様に網目構造であり、大きな体積は占めないが、その体積を求めるには煩雑な計算が必要となるため、スクリーンの断面積分は欠損していると仮定して有効面積から減じることとする。

１箇所当たりの断面積：0.6m×2.4m＝1.44m^2

２箇所合計：1.44×2＝2.88m^2

以上より、スクリーン面積の合計は、2.88＋2.88＝5.76m^{2}となる。

従って、有効水深内の海水ピット有効面積は、
210.36－8.18－5.76＝196.42m^{2}より、**196.4m^2**となる。

海水ポンプ運転可能時間の計算

海水ポンプ運転可能時間の計算

堰内に溜めた海水で、海水ポンプを運転する場合、その運転可能時間は、フラップゲートからの微小漏えいを見込む以下の式で計算できる。

ベルヌーイの定理より

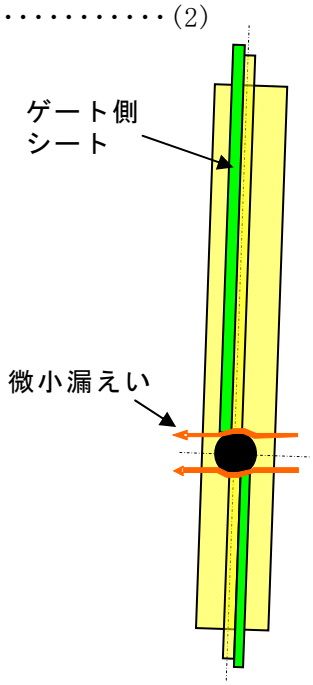
$$\frac{1}{2}\cdot\rho\cdot V_F^{\,2}+\rho\cdot g\cdot H=\rho\cdot g\cdot x \quad\Rightarrow\quad V_F=\sqrt{2\cdot g\cdot(x-H)} \quad \cdots\cdots(1)$$

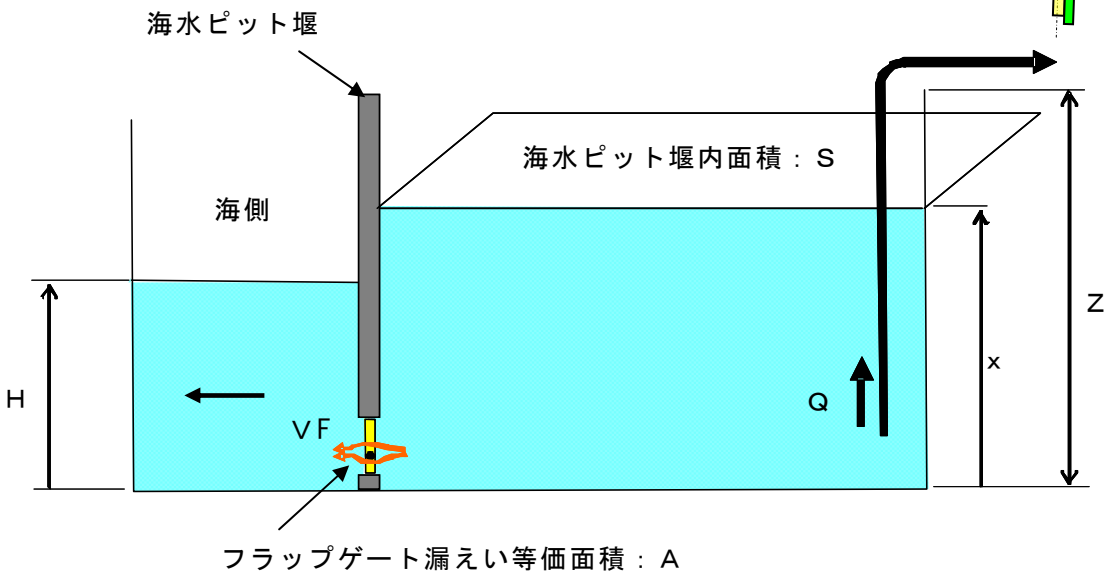
$(x-H)=X$ と置くと、$V_F=\sqrt{2\cdot g\cdot X}$

微小時間 dt での海水ピット堰内水位変化 dx は dX と等しく、質量保存の法則より以下の式が得られる。

$$dX=-\left(\frac{V_F\cdot A\cdot dt}{S}+\frac{Q\cdot dt}{S}\right)=-\frac{1}{S}\cdot(V_F\cdot A+Q)\cdot dt \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

t ：堰内水位がＺからｘまで低下する時間（s）
Ｚ ：海水ピット堰内水位（m）
ｘ ：堰内低下水位(m)
ρ ：海水密度(1,030kg/m^3)
Ｓ ：海水ピット有効面積(m^2)
Ｑ ：海水ポンプ等流量(m^3)
ｇ ：重力加速度（9.80665m/s^2）
Ａ ：フラップゲート部漏えい等価面積(m^2)
V_F：フラップゲート部流速(m/s)





図－１　海水ポンプ運転可能時間の計算モデル図

式(2)に式(1)を代入して、

$$dX=-\frac{1}{S}\cdot(A\cdot\sqrt{2\cdot g\cdot X}+Q)\cdot dt \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$

ここで、2・g・X＝Wと置くと、式(3)は、

$$dX=-\frac{1}{S}\cdot(A\cdot\sqrt{W}+Q)\cdot dt \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(4)$$

$$\frac{dW}{dt}=-\frac{2\cdot g}{S}\cdot(A\cdot\sqrt{W}+Q) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(5)$$

ここで、$A\cdot\sqrt{W}+Q=R$ と置くと、

$$\frac{dR}{dW}=\frac{A}{2\cdot\sqrt{W}} \quad \Rightarrow \quad \frac{dW}{dt}=\frac{2\cdot\sqrt{W}}{A}\cdot\frac{dR}{dt}$$

よって式(5)は、

$$\frac{2\cdot\sqrt{W}}{A}\cdot\frac{dR}{dt}=-\frac{2\cdot g\cdot R}{S} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(6)$$

ここで、$\sqrt{W}=\frac{R-Q}{A}$

よって、式(6)は、

$$(1-\frac{Q}{R})\cdot\frac{dR}{dt}=-\frac{g\cdot A^2}{S} \quad \Rightarrow \quad \int(1-\frac{Q}{R})\cdot dR=-\frac{g\cdot A^2}{S}\int dt+C(\text{積分定数})$$

$$\Rightarrow \quad R-Q\cdot Ln(R)=-\frac{g\cdot A^2}{S}\cdot t+C \quad \cdots\cdots(7)$$

境界条件として、t＝0 の時、x＝Z → X＝Z－H →

W＝2・g・(Z－H) → $R=A\cdot\sqrt{2\cdot g\cdot(Z-H)}+Q$

このRをR1と置き、

$$R1=A\cdot\sqrt{2\cdot g\cdot(Z-H)}+Q$$

従って積分定数Cは、$C=R1-Q\cdot Ln(R1)$ となる。

また、$R=A\cdot\sqrt{2\cdot g\cdot(x-H)}+Q$ となる。

従って、堰内水位Ｚ～ｘまでの間の海水ポンプ運転可能時間ｔは、式(7)より以下のとおりとなる。

$$t = -\frac{S \times \{R - Q \times Ln(R) - C\}}{g \times A^2}$$

$$\left(\begin{array}{l} R = A \times \sqrt{2 \times g \times (x - H)} + Q \\ C = R1 - Q \times Ln(R1) \\ R1 = A \times \sqrt{2 \times g \times (Z - H)} + Q \end{array} \right)$$

海水ピット堰の信頼性について

海水ピット堰の信頼性について

津波防護施設の海水ピット堰の設計、保守及び維持管理についての考え方は以下のとおりである。

（１）設計の考え方

海水ピット堰は海水ピット内に設置し、津波による水位低下時に海水ポンプの取水に必要な海水を確保する設計とする。

構造強度については、繰り返しの襲来を想定した津波荷重並びに余震荷重に対して主要な構造部材の健全性を維持する設計とする。

耐震については、地震荷重に対して主要な構造部材の健全性を維持する設計とする。

評価に当たっての準拠基準は「鋼構造設計基準－許容応力度設計法－（(社）日本建築学会、2005 改定)」及び「原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601-1987（社）日本電気協会)」を適用する。

（２）保守及び維持管理の考え方

海水ピット堰は海水ピットを海から隔離するための角落としを挿入する溝を利用して設置している。定期検査中は、海水系統の隔離のために、この溝に角落としを挿入する必要があることから、定期検査中には海水ピット堰を引き上げ点検・保修をする。

海水ピット堰は海水中で使用することから海生生物の付着や鋼材のさびを防ぐため防汚塗料で塗装することとする。（図－１）

また、電気防蝕（防蝕アルミ板の取付）をすることにより海水ピット堰を腐蝕から防護する。

さらに、定期的に検査装置（添付資料１）を用いてフラップゲートの作動確認を実施する。（図－２）

図－１　防汚塗装の状況

図－２　フラップゲート作動確認状況

海水ピット堰検査装置

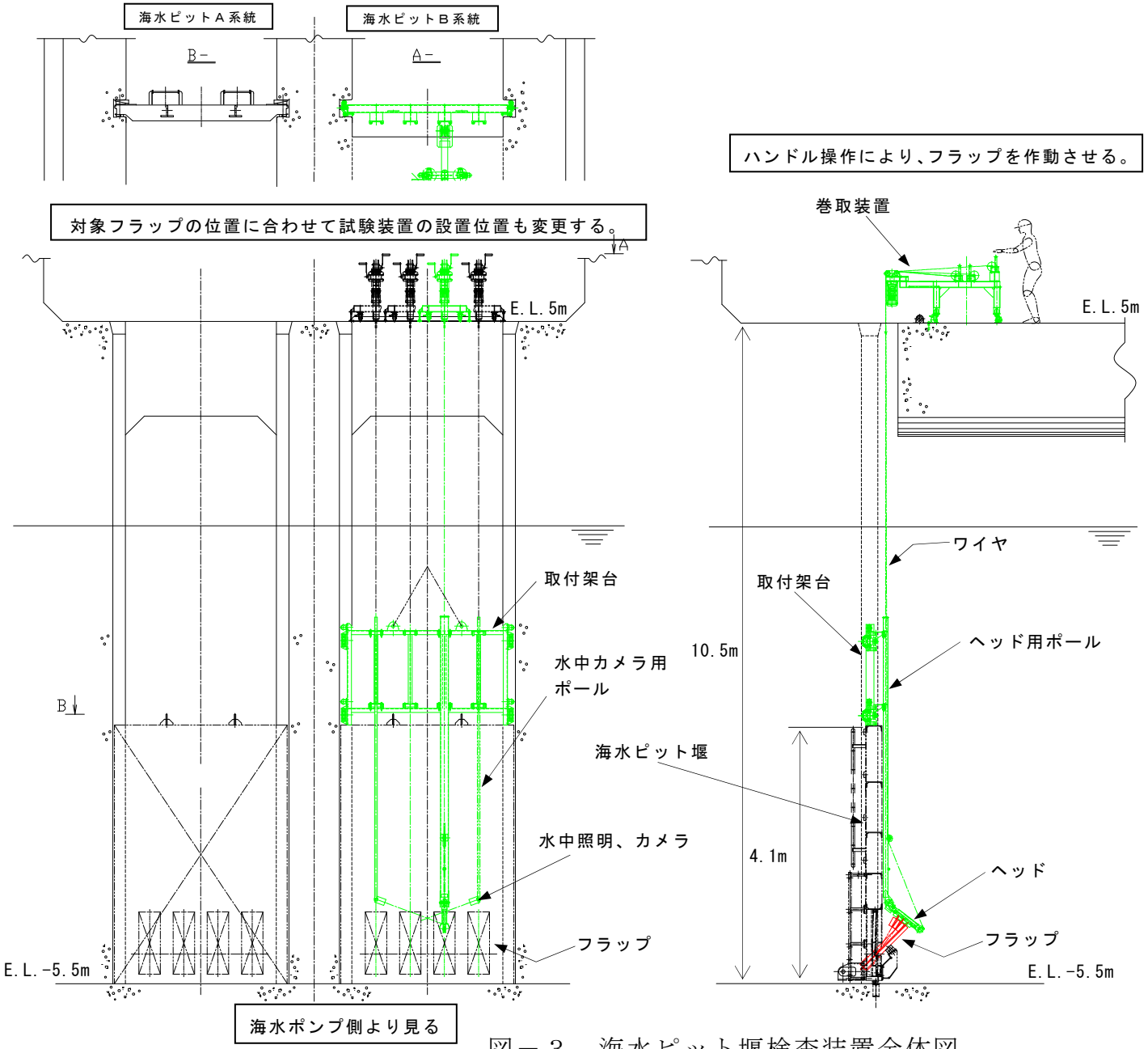
海水ピット堰検査装置は、図－３～４に示すように、検査の都度海水ピット堰に取り付けて検査を実施する装置である。

装置には、水中照明、水中カメラ用ポール及びフラップを作動させるヘッド用ポールを備えており、E.L.5m の気中に設置した操作台から遠隔にてフラップゲートの作動確認が可能である。

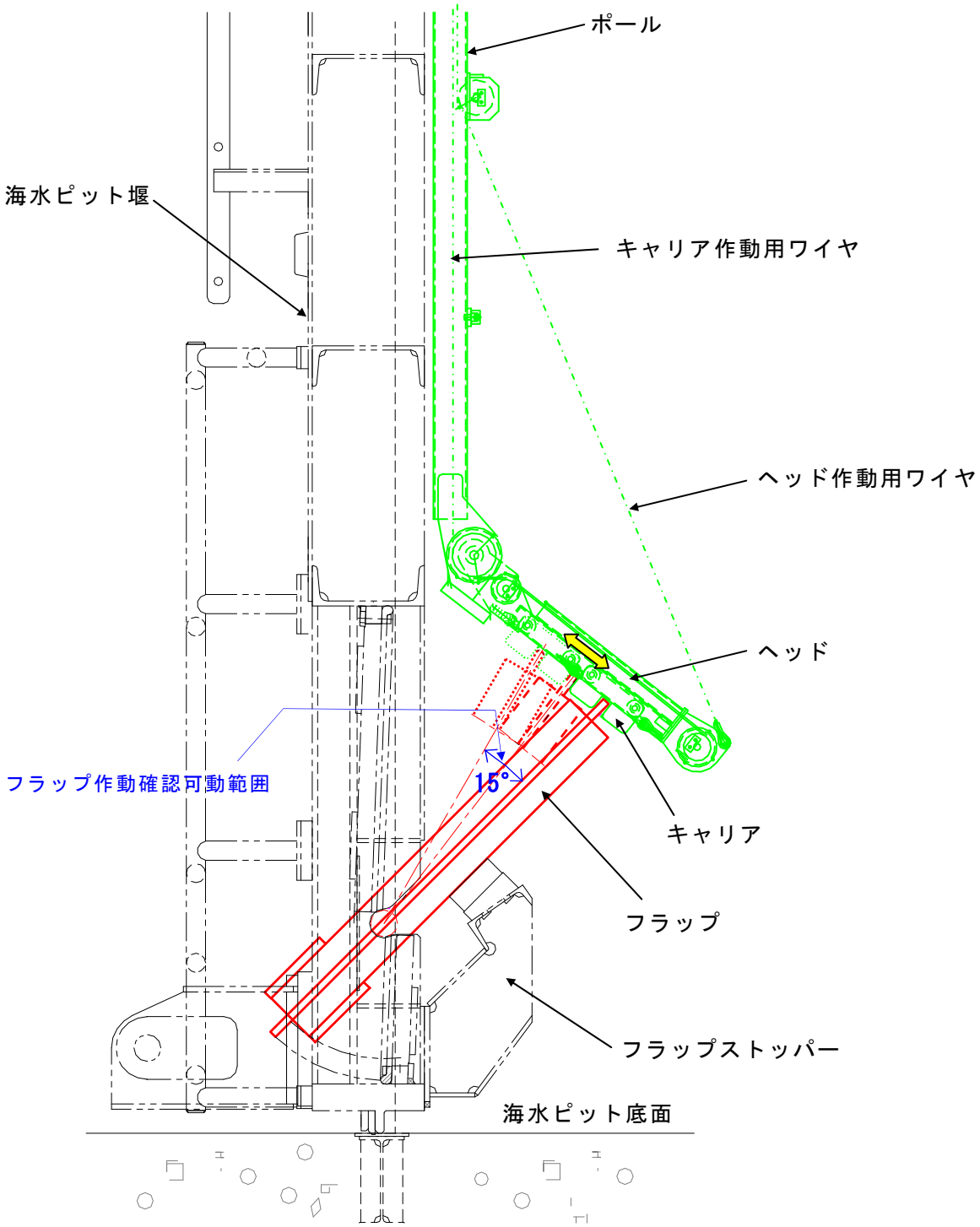
装置のヘッドには、フラップを掴むキャリアが取り付けられており、水中カメラの映像を見ながらキャリアをフラップに接続し、ワイヤロープを介して手動でフラップを操作することができる。

本検査装置により、フラップの軸が固着していないことを確認し、引津波到来時にフラップが作動して、海水ピット内水位低下の影響を緩和する機能を維持していることを確認する。

フラップの作動検査は、フラップゲート部の流れがなるべく遅い満潮時に行うこととし、検査頻度は、当面の間、３か月に１回とする計画である。

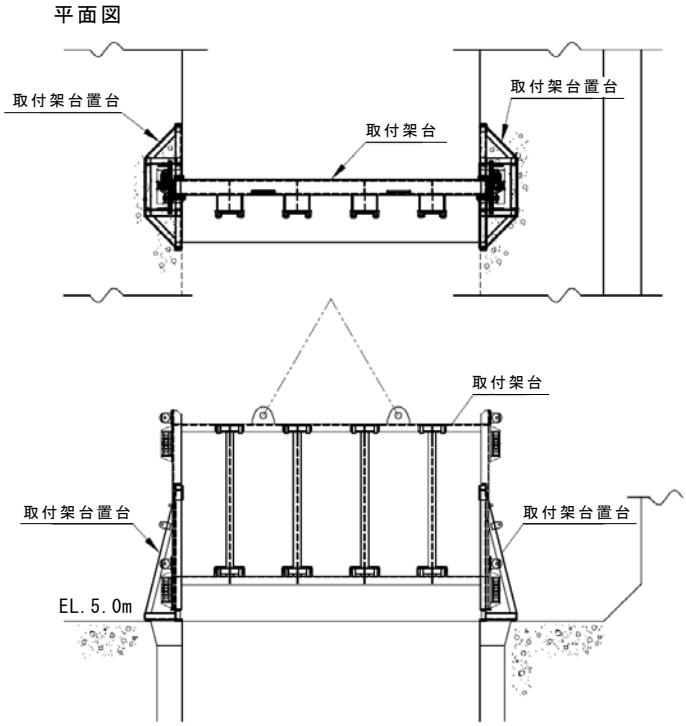


図－３　海水ピット堰検査装置全体図

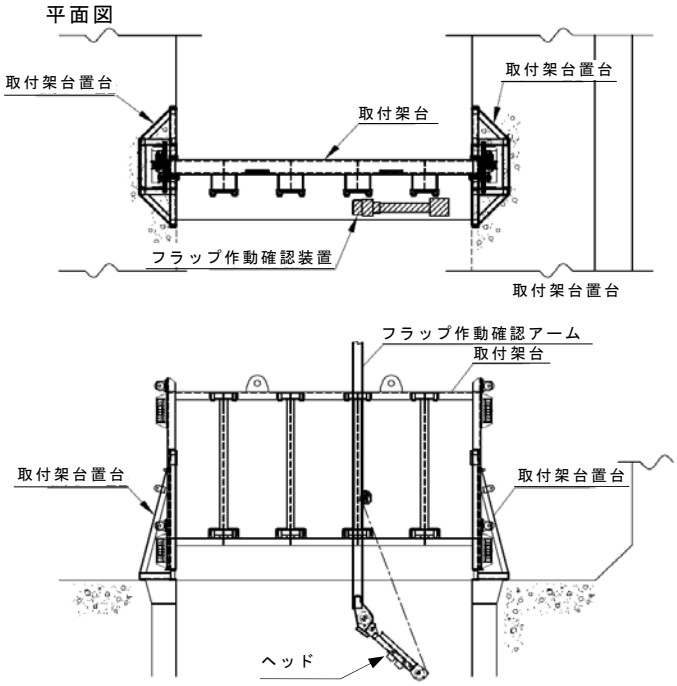


図－４　海水ピット堰検査装置先端部詳細

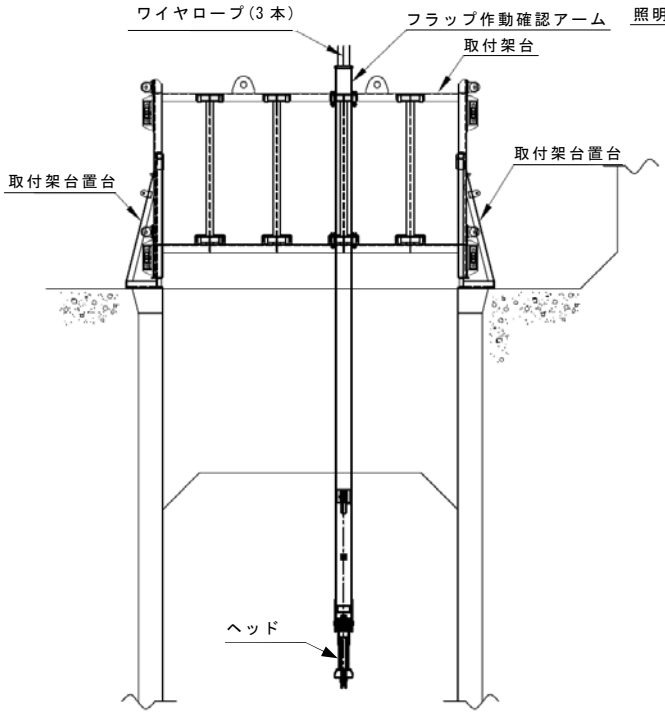
参考資料　海水ピット堰検査装置取付手順



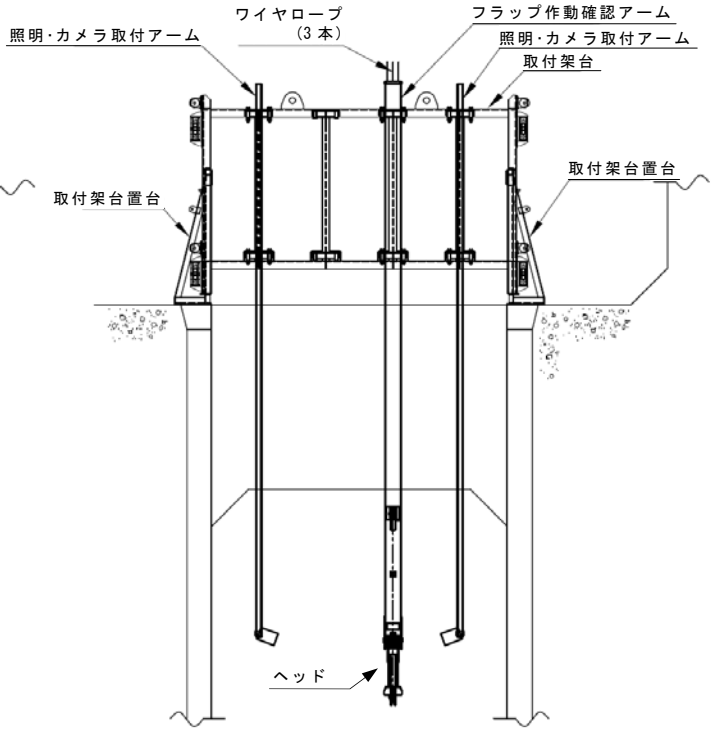
①取付架台置台を角落とし取付用溝上部にセットし取付架台を仮置する。



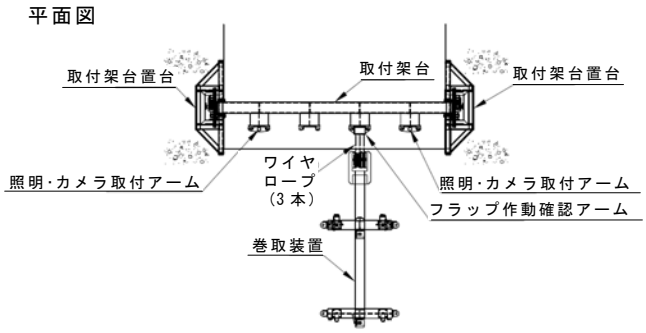
②コンクリート躯体との干渉を避けるため、ヘッドを90°回転させ、所定の位置まで吊り込む。

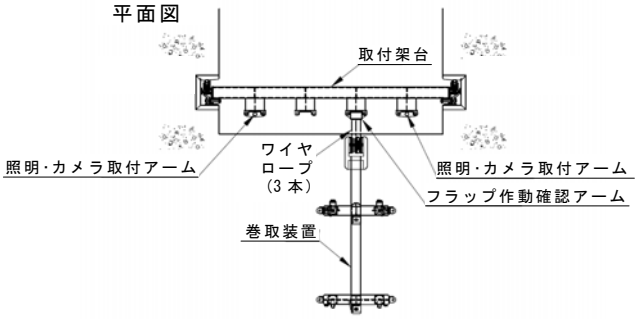


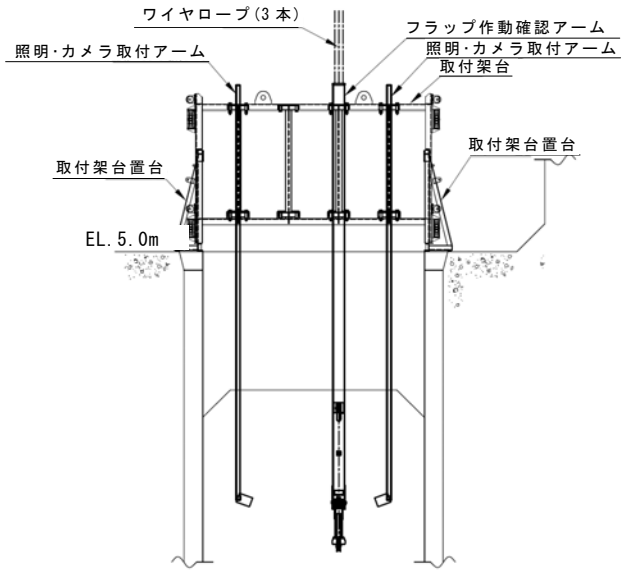
③ヘッドが所定の角度になるようにアームを回転させ、取付架台に取り付ける。



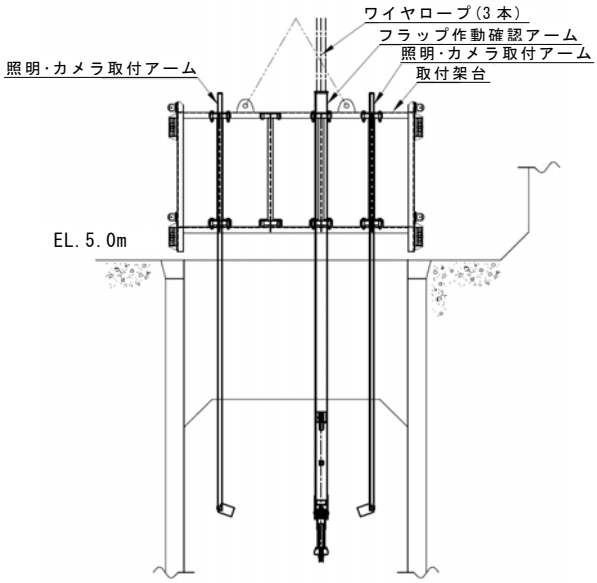
④照明･水中カメラ取付アームを取付架台に取り付ける。



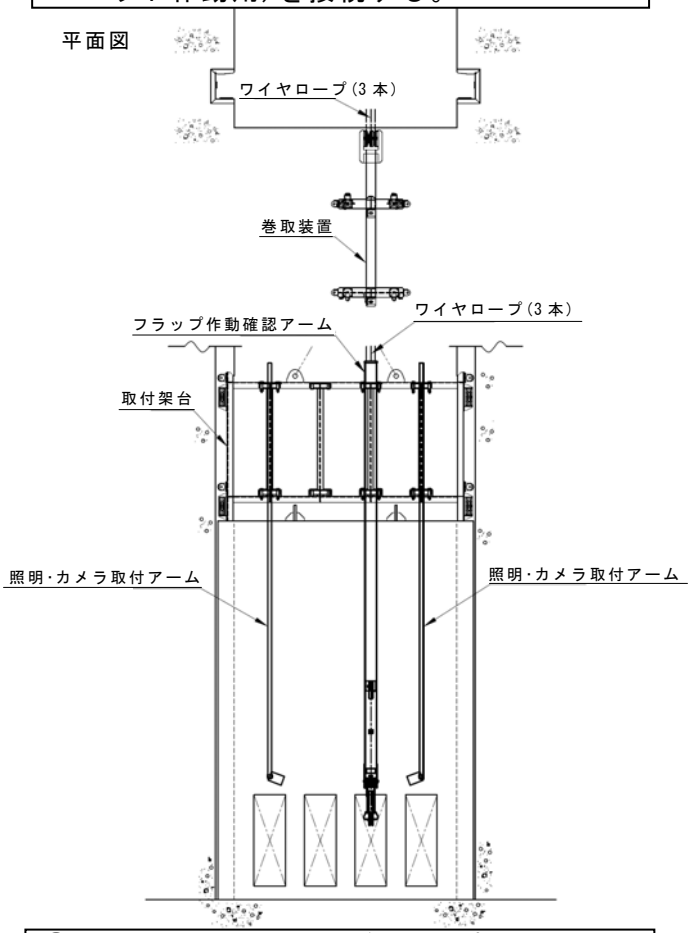




⑤ワイヤロープ3本(フラップ開用、閉用、ヘッド作動用)を接続する。



⑥取付架台を少し吊り上げ、取付架台置台を取り外す。



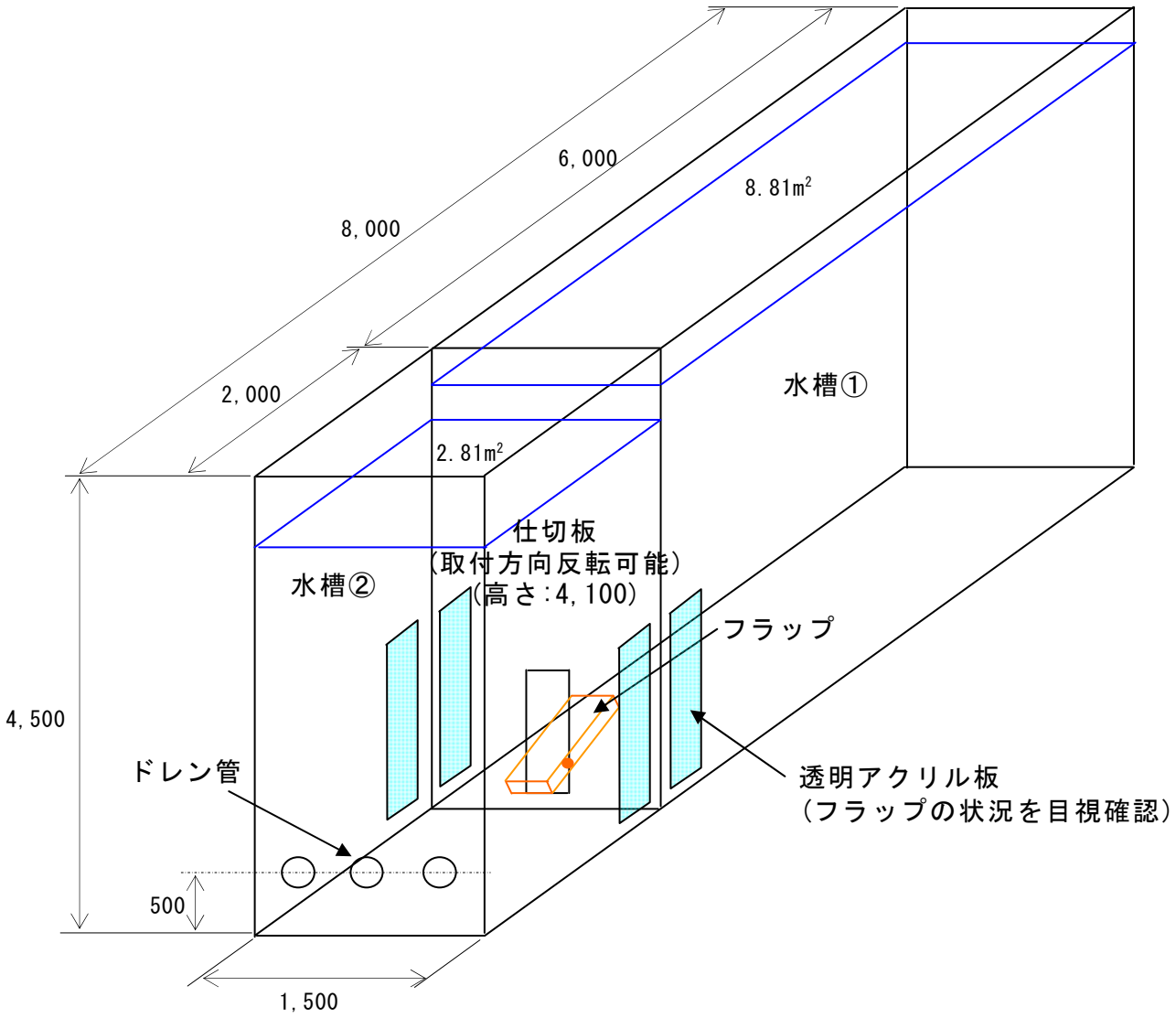
⑦取付架台を徐々に下げ、海水ピット堰上にセットする。この際、巻き取り装置のワイヤ長さをウインチで調整しながら下げる。

実 機 大 試 験 結 果

実機大試験結果

実機大試験装置は、図－１に示すように、8.0m×4.5m×1.5m の水槽を、海水ピット堰を模擬した仕切板で水槽①と水槽②に分けている。仕切板にはフラップゲートを１枚取り付けている。

また、水槽側面の仕切板をはさんだ両側には、フラップゲートの状況を目視確認できるように、透明アクリル板を取り付けている。

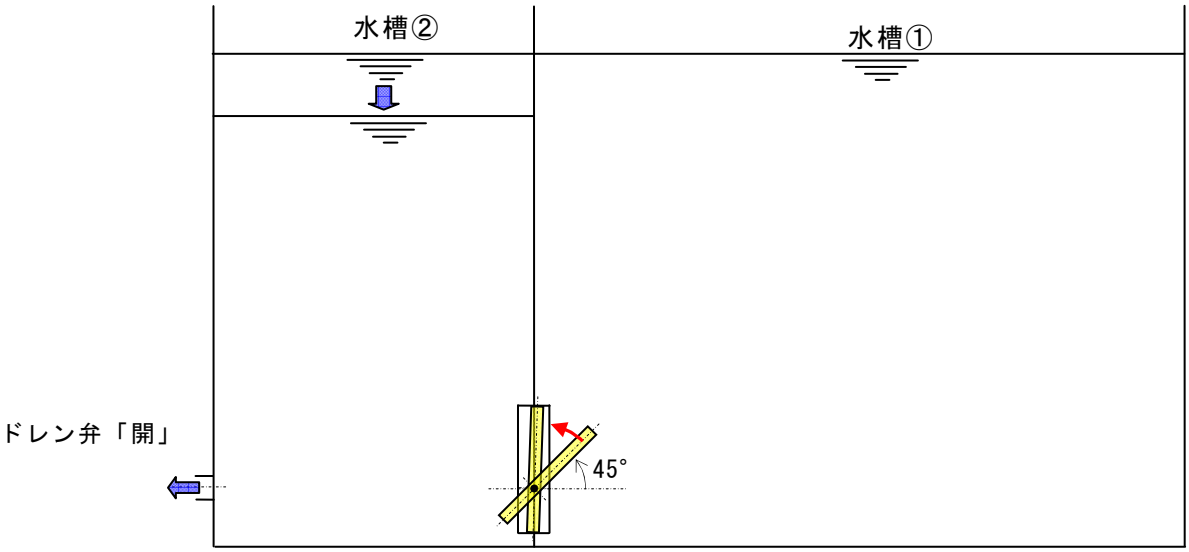


図－１　実機大試験装置概要図

図－２　実機大試験装置全景

図－３　実機大試験装置仕切板

①フラップゲート「閉」動作確認試験



試験手順
(1)フラップゲートの設定角度を 45°（水平線に対して)とする。
(2)水槽①水位：4.1m、水槽②水位：4.1m と同じにする。
(3)ドレン弁を「開」とする。
(4)フラップゲートの「閉」動作を確認する。

図－４　フラップゲート「閉」動作確認試験図

試験結果を表－１に示す。

表－１　フラップゲート「閉」動作確認試験結果

フラップゲート設定角度	４５°
フラップゲート「閉」動作	スムーズに動作することを確認
フラップゲート「閉」動作開始流速	１．５m/s

②フラップゲート「閉」時の漏えい量確認試験

フラップゲートは、その構造上軸受近傍からは微小に漏えいし、その漏えい量は等価面積として与えることができる。この等価面積を実機大試験で測定した。

また、併せてシート部に隙間を模擬し、異物付着時のシートからの等価漏えい面積を求め、漏えいを仮定した海水ピット堰の性能評価が可能なようにデータ取得した。

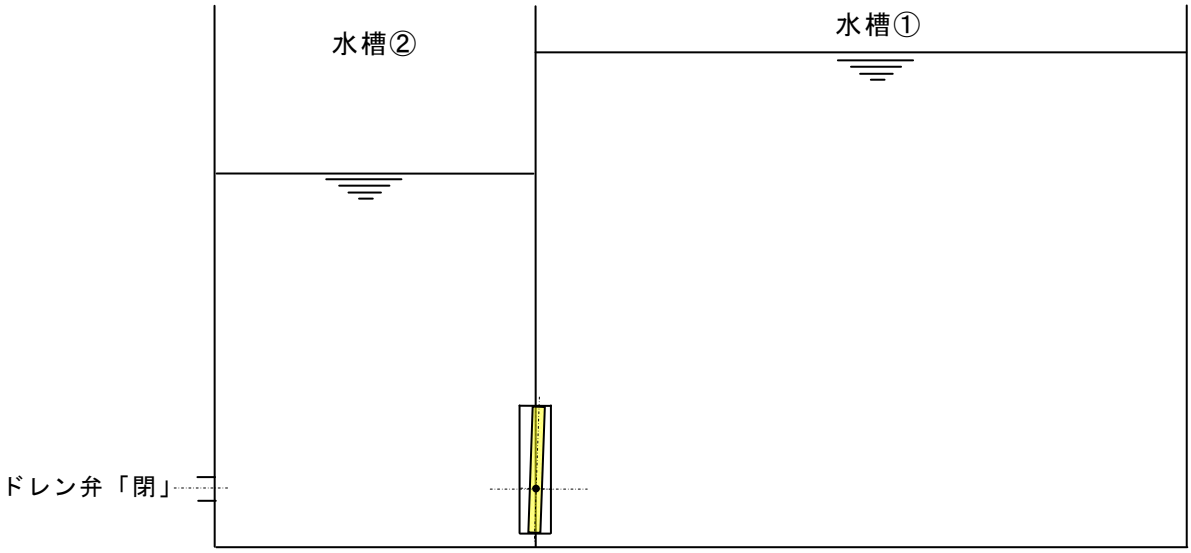
試験は以下の４つのケースを模擬して実施した。

①シート正常

②フラップゲート上端部に 10mm の隙間を模擬

③フラップゲート上端部に 50mm の隙間を模擬

④フラップゲート上端部に 100mm の隙間を模擬



試験手順

(1)水槽①、②の水位を 4.1m に保ち、遠隔棒を使ってフラップゲートを「閉」の位置まで動かす。

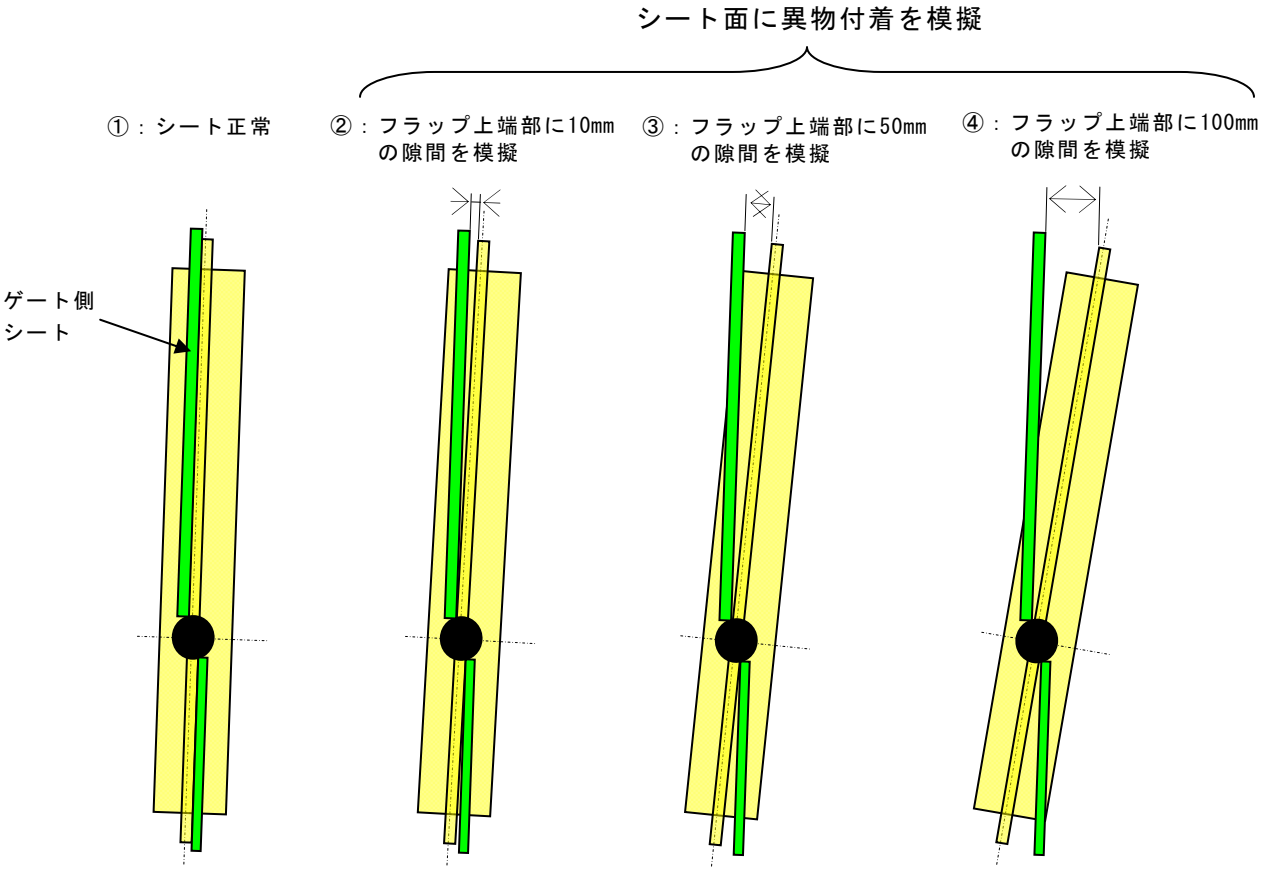
(2)ドレン弁を「開」として水槽②の水位を下げて、ドレン弁を「閉」とし、漏えい試験を開始する。

(3)水槽①と②の水位の時間変化を測定し、等価漏えい面積を計算により求める。これにより、シート正常時の等価漏えい面積が得られる。

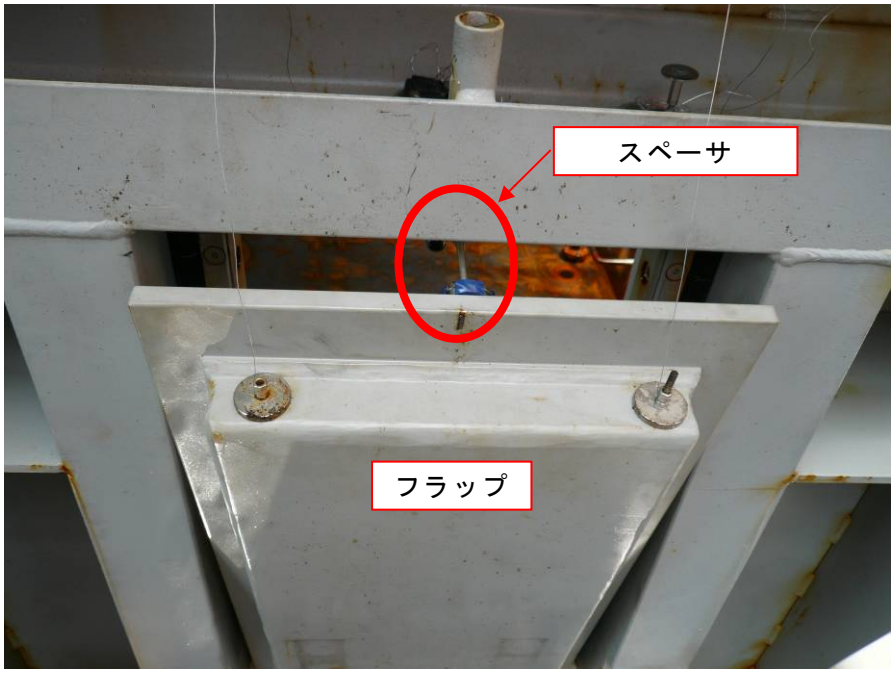
(4)水槽①、②を空にし、フラップゲート上端部にスペーサを取り付け、上記(1)、(2)、(3)の操作を実施する。

(5)スペーサのサイズを変え、同様の操作を繰り返し、所定の隙間を想定した際の等価漏えい面積を計算する。

図－５　漏えい試験状況図



図－６　シート面漏えい模擬状況図



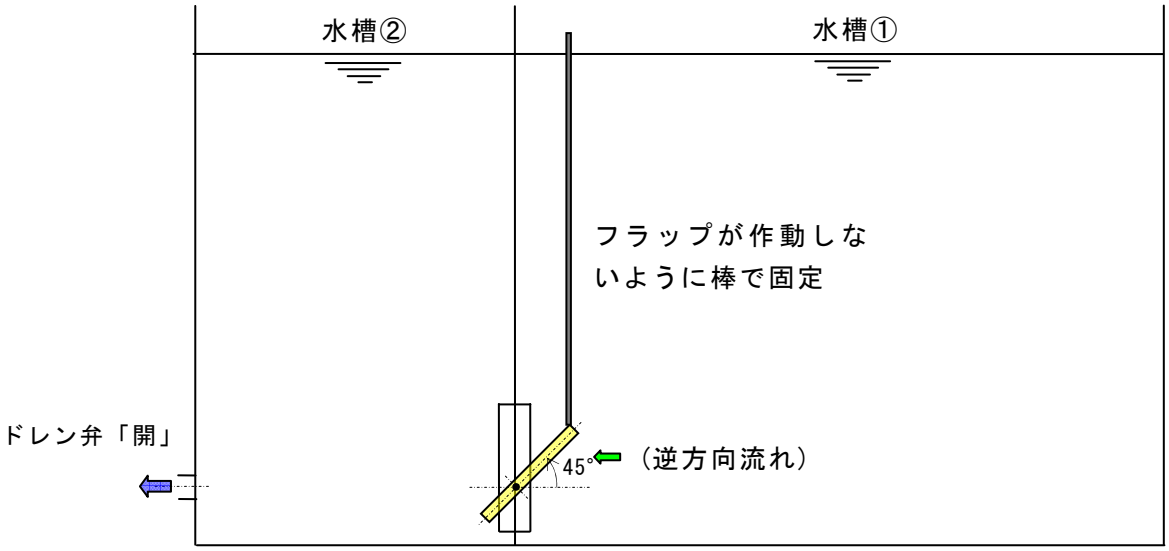
図－７　フラップ上端部隙間模擬状況（100mm）

試験結果を表－２に示す。

表－２　フラップゲート「閉」時の漏えい量確認試験結果

フラップゲート上端部隙間量 (mm)		等価漏えい面積 (m^2)
①	０	０．００１４
②	１０	０．００９０
③	５０	０．０１４８
④	１００	０．０２２５

③フラップゲート「開」時の有効開口面積測定試験（逆方向）



試験手順

(1)フラップの設定角度を 45° とし、水流でフラップが動かないように棒で押さえる。

(2)水槽①と②の水位を 4.1m とし、ドレン弁を「開」として、水槽①と②の水位低下の時間変化を記録する。

(3)水槽①と②の水位差のデータから、フラップゲートの逆方向有効開口面積を求める。

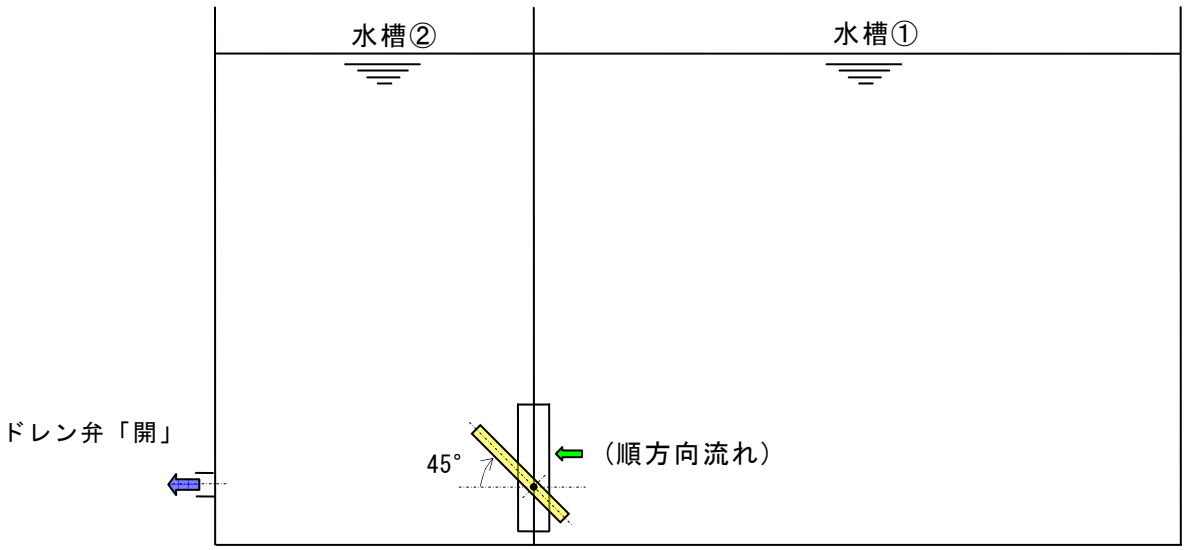
図－８　フラップゲート「開」時の有効開口面積測定試験（逆方向）状況図

試験結果を表－３に示す

表－３　フラップゲート「開」時の有効開口面積測定試験（逆方向）結果

フラップゲート設定角度	４５°
フラップゲート有効開口面積（逆方向流れ時）	０．１６５５m^2

③フラップゲート「開」時の有効開口面積測定試験（順方向）
④フラップゲート「開」時の安定性確認試験



試験手順

(1)仕切板を 180°反転し、フラップゲートに順方向に流れが発生するようにする。
(2)フラップの設定角度を 45°とする。
(3)水槽①と②の水位を 4.1m とし、ドレン弁を「開」として、水槽①と②の水位低下の時間変化を記録する。
(4)水槽①と②の水位差のデータから、フラップゲートの順方向有効開口面積を求める。
(5)順方向流れの中で、フラップに異常振動等が発生せず安定していることを目視にて確認する。

図－９　フラップゲート「開」時の有効開口面積測定試験（順方向）
フラップゲート「開」時の安定性確認試験　状況図

試験結果を表－４に示す。

表－４　フラップゲート「開」時の有効開口面積測定試験（順方向）、
フラップゲート「開」時の安定性確認試験結果

フラップゲート設定角度	４５°
フラップゲート有効 開口面積 （順方向流れ時）	０．１８１０m^2
フラップの安定性	順方向の流れの中、フラップは全く動かず、異常振動も観測されなかった。

津波防護施設及び浸水防止設備の設計時の荷重の組み合わせについて

津波防護施設及び浸水防止設備の設計時の荷重の組み合わせについて

１．荷重の種類

津波防護施設及び浸水防止設備の設計時に考慮する荷重は以下である。

（１）常時荷重

常時荷重は持続的に生じる荷重であり、自重、積載荷重及び海中施設に対する静水圧を考慮する。

（２）地震荷重

基準地震動 Ss に伴う地震力（動水圧含む）とする。

（３）津波荷重

各設備の設置位置における津波又は浸水の形態から波圧及び静水圧を津波荷重として設定する。

（４）余震荷重

基準津波の波源は、基準地震動に対して支配的である震源と同じであることから、敷地において基準津波による津波とその波源（震源）による地震動（本震）が重なることはないが、余震については津波と重なる可能性を否定できないため余震を定義し、余震荷重を設定する。

余震は本来、本震に比べて地震規模が小さくなると考えられるが、ここでは、発電用原子炉施設の重要性に鑑み、基準地震動 Ss 相当の地震力（動水圧含む）を余震荷重として考慮する。

（５）積雪荷重

地震又は津波と積雪については、積雪荷重の継続時間が長いため、適切に組み合わせる。組み合わせる積雪荷重については、伊方発電所は多雪区域ではないため、本来建築基準法に他の荷重との組み合わせは定められていない。ただし、発電用原子炉施設の重要性を鑑み、建築基準法の多雪区域における地震荷重と積雪荷重の組み合わせの考え方を適用し、積雪による受圧面積が小さい施設又は積雪荷重の影響が常時作用している荷重に対して小さい施設を除き、地震又は津波との組み合わせを考慮する。その際、組み合わせる積雪荷重としては、愛媛県垂直積雪量に関する規則（平成 12 年 6 月 1 日規則第 42 号）による伊方町の垂直積雪量 20cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮する。

（６）風荷重

地震又は津波と風については、ともに最大荷重の継続時間が短く同時に発生する確率が低いことから、基本的に組み合わせを考慮しない。ただし、屋外の直接風を受ける場所に設置されている施設のうち、風荷重の影響が地震荷重又は津波荷重に対して大きい構造、形状及び仕様の施設において、地震又は津波との組み合わせを考慮する。その際、組み合わせる風荷重としては、建築基準法の多雪区域における風荷重と積雪荷重の組み合わせの考え方を適用し、平成 12 年 5 月 31 日建設省告示第 1454 号に定められた愛媛県（全域）の基準風速 34m/s とする。

なお、漂流物荷重については、「6.2(3)基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する取水性確保」より、海水取水口から海水ピットポンプ室への漂流物は想定されないため考慮しない。

２．荷重の組み合わせ

各設計における荷重の組み合わせとしては、常時荷重、津波荷重及び余震荷重及び自然現象として積雪荷重を適切に考慮する。また、津波荷重と風荷重の組み合わせについては、風荷重の影響が大きいと考えられるような構造や形状の施設については、組み合わせを考慮する。

３項に津波防護施設の海水ピット堰の設計を代表例として各荷重の組み合わせについて説明する。

３．海水ピット堰の設計時の荷重の組み合わせについて

海水ピット堰の設計は１、２項より表－１に示す荷重を組み合わせて設計する。

表－１　荷重の組み合わせ

番号	組み合わせ	名称
①	常時荷重＋地震荷重	耐震評価
②	常時荷重＋津波荷重	耐津波評価
③	常時荷重＋津波荷重＋余震荷重	重畳評価

積雪荷重及び風荷重については海中施設であり荷重を受けないことから考慮しない。

各組み合わせに対する設計の考え方を以下に示す。

（１）常時荷重＋地震荷重　・・・・耐震評価

常時荷重は海水ピット堰の自重と静水圧を考慮する。静水圧については、海水ピット堰前後の水位差を最も保守的とした片側水位をドライと想定する。

地震荷重は地震の水平動に対して発生する動水圧と地震水平加速度による水平地震力との重ね合わせを考慮する。

耐震評価に用いる水圧は、常時荷重で考慮する静水圧に加え、地震時の水平動に対して発生する動水圧を考慮する。水平動に対する地震時の動水圧 p_{dwy} は、下記のウェスタガードの地震時動水圧分布を用いる。

$$p_{dwy} = \frac{7}{8} \times \mathrm{C} \times C_{\mathrm{H}} \times \rho \times \mathrm{g} \times \sqrt{H \cdot \mathrm{y}} \times 10^{-6}$$

ここで p_{dwy}　：　深さｙでの水平動による地震時動水圧(MPa)

C_H：　水平方向設計震度

ρ　：　海水密度(kg/m^3)

ｇ　：　重力加速度(m/s^2)

Ｈ　：　堰高さ(m)

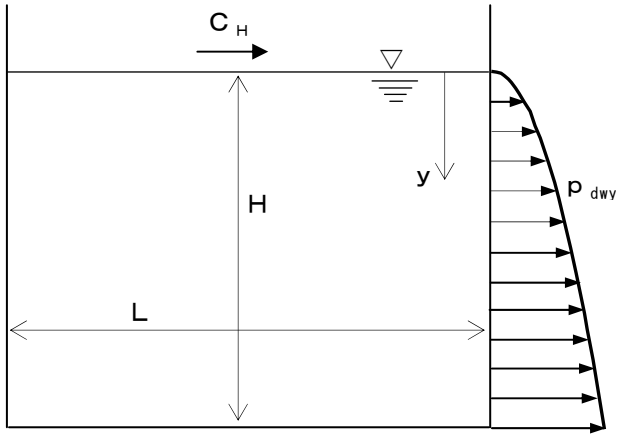
ｙ　：　堰頂部からの深さ(m)

Ｃ　：　補正係数

$\frac{L}{H} < 1.5$　の時　$C = \frac{L}{1.5 \times H}$

$\frac{L}{H} \geq 1.5$　の時　$C = 1.0$（耐震評価で採用する値）

図－１にウェスタガードの地震時動水圧分布概念図を示す。



図－１　ウェスタガードの地震時動水圧分布図

静水圧 p_{sy} は、以下の式で求める。

静水圧 $p_{sy} = \rho \times g \times y \times 10^{-6}$

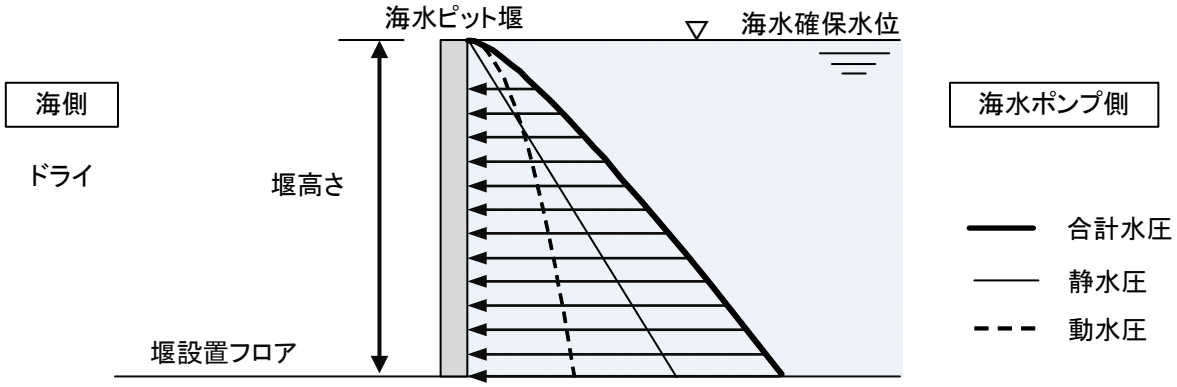
ここで p_{sy} ： 深さ y での静水圧(MPa)

ρ ： 海水密度(kg/m^3)

y ： 堰頂部からの深さ(m)

g ： 重力加速度(m/s^2)

耐震評価に用いる水圧は、常時荷重の静水圧と地震時動水圧の合計とする。図－２に海水ピット堰に加わる水圧概念を示す。



図－２　海水ピット堰に加わる水圧概念図

（２）常時荷重＋津波荷重　・・・・耐津波評価

常時荷重は押津波襲来前を想定し、海水ピット堰内及び堰外水位はドライと想定する。この場合、海水ピット堰には静水圧がかかっていないため自重のみを考慮する。

津波荷重は押津波襲来時に海水ピット堰にかかる動水圧を考慮する。

押津波の評価式については以下の２つの評価式がある。

・進行波の最大浸水深を用いる評価式

・進行波の最大浸水深と流速を用いる評価式

これらの評価式の考え方を（ａ）、（ｂ）項に説明する。

（ａ）進行波の最大浸水深を用いる評価式

ア．静水圧型の評価式

対象構造物が無い状態の水理に基づく評価式としては、津波波圧を進行波の最大水深の３倍に相当する静水圧とする評価式（朝倉式）が広く一般的に用いられており、津波避難ビル等に関するガイドライン（平成 17 年 6 月内閣府(防災担当)）にも引用されている。

$$P_{max}(Z) = \rho \cdot g \cdot (\alpha \cdot h_{max} - Z)$$

ここで、

Ｐmax（Ｚ）：高さＺでの圧力(Pa)

Ｚ：地表面からの高さ（m）

ρ：流体の密度（kg/m^3）　1,030

ｇ：重力加速度（m/s^2）　9.80665

ｈmax：構造物が無い状態の進行波の最大浸水深

α：水深係数

フルード数が 1.5 以上でα＝3.0 程度、フルード数が 1.0 近くではα＝1.0（静水圧）程度であるが、全データを包絡できる値として、α＝3.0 が提案されている。

国土交通省では、平成 23 年東日本大震災における、実際の構造物の被害状況を踏まえ「津波に対し構造耐力上安全な建築物の設計法等に係る追加的知見について」（平成 23 年 11 月 17 日）を発出している。

その内容を以下に示す。

・国土交通省は、津波避難ビル等に関するガイドライン（平成 17 年 6 月内閣府(防災担当)）に示されている構造上の要件について、国費補助による調査研究(東京大学生産技術研究所及び(独)建築研究所の共同研究)

の成果等を踏まえ、避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針を策定した。

・その中で、平成 23 年東日本大震災における、実際の構造物の被害状況を踏まえると、従来は一律に静水圧の３倍としていたところ津波波力の評価は表－２に示す要件の場合には合理化が可能としている。

表－２　水深係数の合理化要件

要　　件	水深係数
① 堤防や前面の建築物等による軽減効果が見込まれる場合	α＝2.0
② ①のうち、海岸等からの距離が 500m 以上離れている場合	α＝1.5
③ ①、②に該当しない場合	α＝3.0

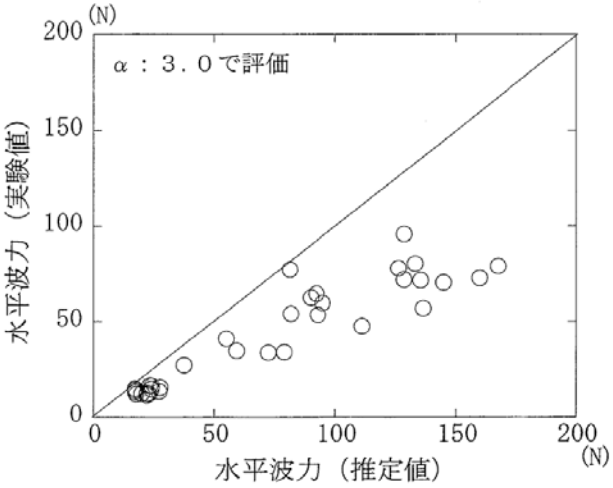
このように、平成 23 年東日本大震災における、実際の構造物の被害状況を踏まえた検討において、静水圧の３倍という津波波圧を考慮することは、保守的な設定であることが示されている。

（朝倉式文献）

「護岸を越流した津波による波力に関する実験的研究」海岸工学論文集、第 47 巻(2000)土木学会、911-915 朝倉良介　他

・護岸背後に設置した矩形構造物前面における津波による波力に関する実験を実施している。

・水平波圧指標（進行波の遡上水深に相当する静水圧に対する倍率）α は最大で 3.0 となることを提案している。（図－３）



図－３　水平波力の推定

イ．越流時の取り扱い

内閣府では、津波が構造物を越流する場合には、朝倉式に基づく三角形分布の波圧のうち、建築物が存在する高さまでの台形分布が作用するとしている。

これに対して消防庁では、水理試験と CADMAS-SURF による検討に基づき、底面に作用する波圧を、浸水深さと防油堤高さの比率に応じて低減させる式を提案している。

$$P_{max} = (1+\alpha)\cdot\rho\cdot g\cdot\eta_{max}$$

$$\alpha = \begin{cases} -0.692\cdot\left(\dfrac{h_C}{\eta_{max}}\right)^2 + 2.352\cdot\left(\dfrac{h_C}{\eta_{max}}\right) & \left(\dfrac{h_C}{\eta_{max}} \leq 1.7\right) \\ 2.0 & \left(\dfrac{h_C}{\eta_{max}} > 1.7\right) \end{cases}$$

ここで、

Pmax：構造物の底面に加わる圧力(Pa)

h_C：防油堤高さ（m）　4.1

η max：進行波の最大水深（m）　2.0

$$\frac{h_C}{\eta_{max}} = \frac{4.1}{2.0} = 2.05 > 1.7 \quad \Rightarrow \quad \alpha = 2.0$$

従って、

$$P_{max} = 3.0\cdot\rho\cdot g\cdot\eta_{max}$$

となり、ア．静水圧型の評価式で $\alpha = 3.0$ としたものと同じとなる。

（ｂ）進行波の最大浸水深と流速を用いる評価式

榊山は、断面２次元構造物を対象とした数値計算に基づき、朝倉らの倍率αをフルード数の関数として整理している。（参考資料１）

$$\alpha = 1.4 \cdot F_r + 1.0 \quad (0.0 \leq F_r \leq 2)$$

ここで、フルード数Ｆｒは、以下の式で計算できる。

$$F_r = \frac{u_\eta}{\sqrt{g \cdot \eta_{max}}}$$

u_η：発生時刻の流速（m/s）　最大 3.8（津波評価における管路解析で得られた最大値※１）

η_{max}：最大浸水深（m）　2.0

g：重力加速度（m/s²）9.80665

$$F_r = \frac{u_\eta}{\sqrt{g \cdot \eta_{max}}} = \frac{3.8}{\sqrt{9.80665 \times 2.0}} = 0.86$$ より、

$\alpha = 1.4 \times 0.86 + 1.0 = 2.21$　となる。

（ａ）、（ｂ）の検討より、押津波による波圧は、静水圧型の評価式で求めたα＝3.0が最大となることから、進行波の最大浸水深さの３倍に相当する静水圧とする。

※１：津波評価における管路解析で得られた最大値

管路解析の結果、海水ピット入口流速が最も速くなるのは、入力津波のうち海水ピットポンプ室で最大水位上昇を示したケースで下図に示す流速挙動となり最大流速は3.8m/sとなる。

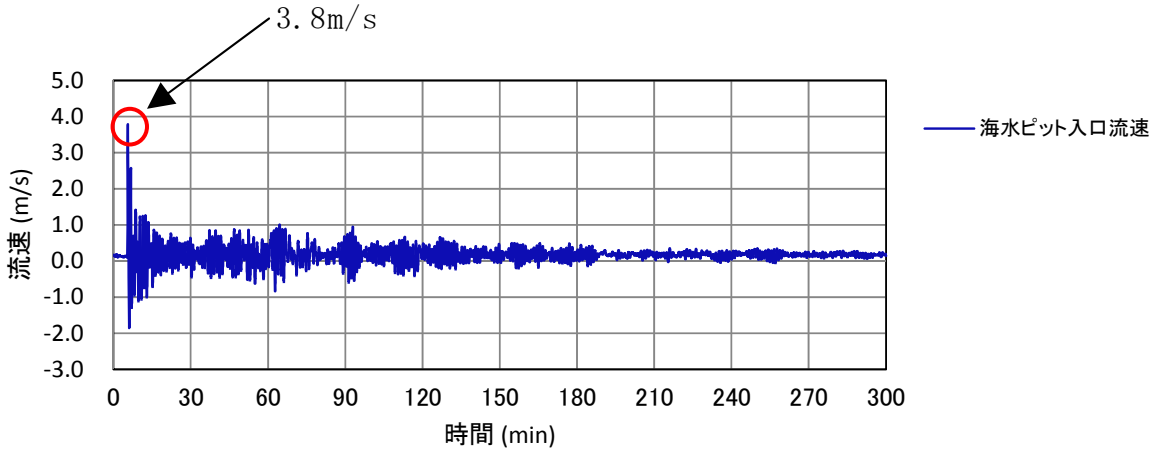


図　海水ピット入口流速

耐津波評価に用いる波圧による静水圧は以下の式で求める。

押津波の波圧による静水圧は、①式で求める。

静水圧 $p = \rho \times g \times \{\alpha \times h_{max} - (H - y)\} \times 10^{-6}$

$= \{\rho \times g \times y + \rho \times g \times (\alpha \times h_{max} - H)\} \times 10^{-6}$ ・・・①

ここで

p ： 深さ y での静水圧(N/mm^2)

ρ ： 海水密度(kg/m^3)　1,030

y ： 堰頂部からの深さ(m)

g ： 重力加速度(m/s^2)　9.80665

α ： 水深係数　3.0

h_{max} ： 進行波の最大浸水深さ(m)　2.0

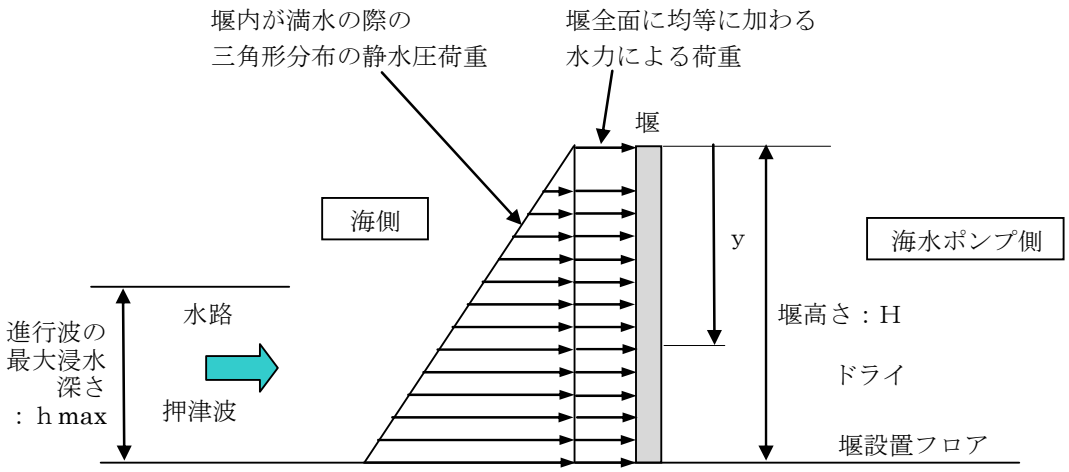
H ： 堰高さ(m)　4.1

①式から分かるように、押津波による静水圧の荷重は、堰内が満水の際の三角形分布の静水圧荷重に堰全面に均等に加わる水圧による荷重を加えたものとなる。

従って、耐津波評価に当たっては、堰内がドライの際の三角形分布の静水圧荷重による解析結果を用い、堰全面に均等に加わる水圧による荷重の解析を行い、堰内がドライの際の三角形分布の静水圧荷重による解析結果と足し合わせることとする。

堰全面に均等に加わる水圧は、$\rho \times g \times (\alpha \times h_{max} - H) \times 10^{-6}$ より、0.02N/mm^{2}となる。

図－４に荷重条件を示す。



図－４　荷重条件の概念図

（３）常時荷重＋津波荷重＋余震荷重　・・・・重畳評価

重畳評価における海水ピットの状態は基準津波発生後に余震が発生した場合、海水ピット堰内がドライ状態になることはないが、保守的な評価とするため、海水ピット堰内水位をドライと想定とする。

常時荷重は耐震評価と同様に海水ピット堰の自重と静水圧を考慮する。

津波荷重は耐津波評価と同様に押津波襲来時に海水ピット堰にかかる波圧を考慮する。この波圧の設定については、津波評価における管路解析で得られた海水ピット入口流速の最大値を使用することにより、実現象に近い水深係数を用いることとする。

この水深係数は（３）．②．（ｂ）．項で得られたα＝2.21 を切り上げた 2.3 とする。

余震荷重は地震荷重と同様に余震の水平動に対して発生する動水圧と余震の水平加速度による水平地震力との重ね合わせを考慮する。

重畳評価に用いる水圧は常時荷重で考慮する静水圧に加え、余震時の水平動に対して発生する動水圧を考慮する。水平動に対する余震時の動水圧 p_{dwy} は、ウェスタガード（図－１参照）の地震時動水圧分布を用いる。

$$p_{dwy} = \frac{7}{8} \times \mathrm{C} \times C_{\mathrm{H}} \times \rho \times \mathrm{g} \times \sqrt{H \cdot \mathrm{y}} \times 10^{-6}$$

ここで p_{dwy} ： 深さｙでの水平動による地震時動水圧(MPa)

C_H ： 水平方向設計震度

ρ ： 海水密度(kg/m^3)

g ： 重力加速度(m/s^2)

H ： 堰高さ(m)

y ： 堰頂部からの深さ(m)

C ： 補正係数

$\frac{L}{H} < 1.5$ の時 $C = \frac{L}{1.5 \times H} = 0.33$（重畳評価で採用する値※２）

$\frac{L}{H} \geq 1.5$ の時 $C = 1.0$

※２：重畳評価で採用する補正係数の考え方は次頁に示す。

静水圧 p_{sy} は、以下の式で求める。

静水圧 $p_{sy} = \rho \times g \times y \times 10^{-6}$

ここで p_{sy} ： 深さ y での静水圧(MPa)

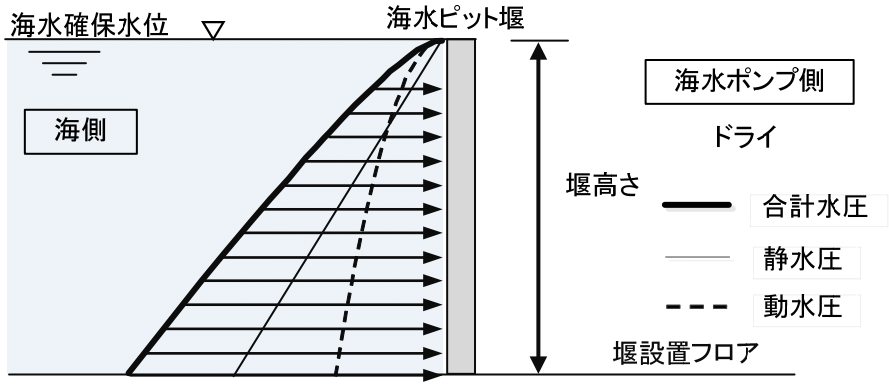
ρ ： 海水密度(kg/m^3)

y ： 堰頂部からの深さ(m)

g ： 重力加速度(m/s^2)

重畳評価に用いる水圧は、常時荷重の静水圧と余震時の動水圧の合計とする。

図－５に海水ピット堰に加わる水圧概念を示す。



図－５　海水ピット堰に加わる水圧概念図

○補正係数の考え方

下図に海水ピット堰海側水路の構造図を示す。

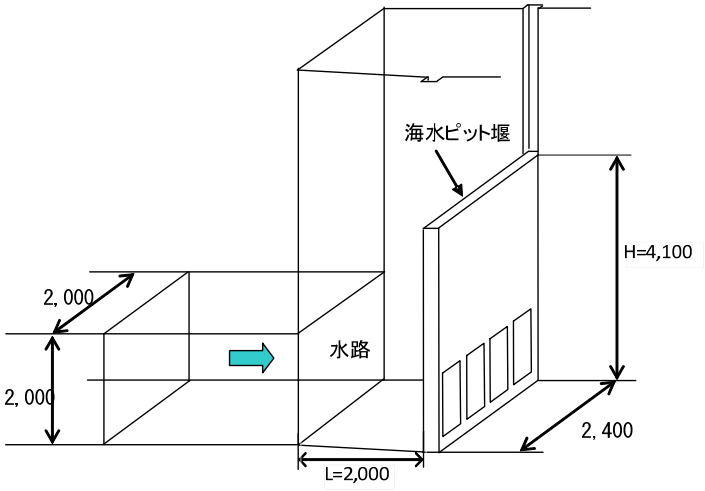


図　海水ピット堰海側水路の構造図

H＝4.1(m)、L＝2.0(m)なので、補正係数は $\frac{L}{H}<1.5$ の時の

$C = \frac{L}{1.5 \times H} = 0.33$ となる。

（参考資料１）

土木学会論文集 B2（海岸工学）Vol.68,№2,2012
「陸上遡上津波の伝播と構造物に作用する津波波圧に関する研究」榊山勉　より

榊山は、陸上遡上した津波の伝播に伴う最大水位、流速などの空間変化について３次元構造物を対象とした実験と数値計算及び断面２次元壁面計算を行った。

図-12 に示すように、断面２次元壁面の結果は、フルード数の値は最大で 2 で、無次元作用高さは約 3.8 を示す。２次元の結果は、３次元構造物の結果より大きくなっているが、この理由を論文中で以下のように説明している。

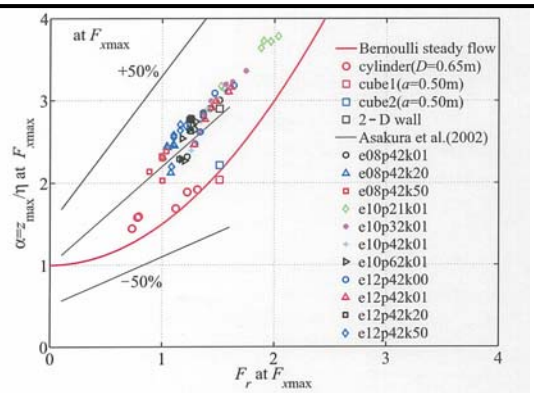


図-12　波圧の無次元作用高さ -結果の分析用

図-7　単体の立方体

図-12は，最大波力$F_{x\,max}$が作用した時刻の進行波の水位ηで無次元化した波圧の最大作用高さと同時刻の断面水平流速で定義したフルード数を用いて整理した結果である．断面2次元壁面の結果は，フルード数の値は最大で約2で，無次元作用高さは，約3.8を示す．ばらつきも比較的少ない．図中の○は，榊山ら（2007）による模型タンクに作用する津波の実験結果である．また，□，□はそれぞれ図-8（a）と（b）に示した3次元構造物の結果である．模型タンクと図-8（b）の結果は，図-12中の赤実線で示す式（2）の定常流に適用したベルヌーイの定理にほぼ一致する．

$$\alpha = 1.0 + 0.5F_r^2 \quad \cdots\cdots (2)$$

これに対して，断面2次元の壁面に作用する無次元最大波圧作用高さはこれらの値より大きい．これは次のように説明できる．3次元構造物では図-7に示したように構造物前面で水位上昇が発生しても構造物の両端から背後へと回り込む．円柱では前面でせき止められる領域がさらに狭い．これに対して，断面2次元構造物では流体は背後へ流れることができないため前面に蓄えられる．また，壁面前面は死水域に近い状態になり，波圧の鉛直分布は静水圧分布に近くなる．一方，3次元構造物前面では水面近傍で鉛直上昇流が発生する．水面に達した流体は両端部から背後へと流れる．したがって，3次元構造物の前面の波圧分布は静水圧分布からずれ，静水圧よりも小さくなるもとの考えられる．

榊山文献抜粋

海水ピット堰は、両端をコンクリート壁で挟まれており、その構造は、断面２次元構造体に近く、このような構造に関する検討に基づいて導かれた榊山の式　$\alpha = 1.4 \cdot F_r + 1.0$　（$0.0 \leq F_r \leq 2$）を海水ピット堰の押津波時の耐津波評価に用いることは適切であると考える。

また、榊山の式はαの最大値が 3.8 となっており、静水圧型の評価式の最大値である 3.0 より大きいことから、より安全側の評価になっていると考える。

重大事故等対処施設の津波防護について

重大事故等対処施設の津波防護について

１．概要

「設置許可基準規則第 40 条（津波による損傷の防止）」においては、「重大事故等対処施設は、基準津波に対して重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものでなければならない」ことを要求している。

なお、「設置許可基準規則第 43 条（重大事故等対処設備）」における可搬型重大事故等対処設備の接続口、保管場所及び機能保持に対する要求事項を満足するため、可搬型重大事故等対処設備についても津波防護の対象とする。

設置許可基準規則の解釈別記３では、津波から防護する設備として、浸水防止設備及び津波監視設備においても入力津波に対して当該機能を十分に保持できることを要求している。

このため、津波から防護する設備は重大事故等対処施設、可搬型重大事故等対処設備、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備（以下「重大事故等対処施設の津波防護対象設備」という。）とし、これらを内包する建屋及び区画について表１に、主な設備のリストを表２に示す。

２．津波防護対象範囲

重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画は、設計基準対象施設の津波防護対象設備が内包される建屋及び区画に加え、可搬型重大事故等対処設備保管場所、緊急時対策所(EL.32m)、軽油タンク及び空冷式非常用発電装置の区画である（図１）。

表１　津波防護対象範囲の分類

津波防護対象範囲	説明	対象
(1)　設計基準対象施設の津波防護対象範囲（重大事故等対処施設含む）	重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画と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が同一範囲	原子炉建屋（原子炉格納施設、原子炉周辺補機棟及び燃料取扱棟並びに原子炉建屋屋上の補助給水タンクを含む。)、原子炉補助建屋、海水ポンプエリア、海水管ダクト、燃料油貯油槽、燃料油配管ダクト、重油タンク、非常用取水設備（海水取水口、海水取水路及び海水ピット（海水ピット堰含む)）
(2)　可搬型重大事故等対処設備の津波防護対象範囲	（1）を除く可搬型重大事故等対処設備を内包する建屋及び区画	可搬型重大事故等対処設備保管場所
(3)　重大事故等対処施設のみの津波防護対象範囲	（1）（2）を除く重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画	緊急時対策所（EL.32m)、空冷式非常用発電装置、軽油タンク
(4)　津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備	津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備については、入力津波に対して機能を保持できることが必要	海水ピット堰、水密扉、水密ハッチ、床ドレンライン逆止弁、貫通部止水処置、海面監視カメラ、耐震型海水ピット水位計

図１　重大事故等対処施設の津波防護対象範囲

３．重大事故等対処施設の耐津波設計

設計基準対象施設の耐津波設計と同様に、以下の（1）～（4）を津波防護の基本方針とする。

(1)　重大事故等対処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。下記（3）において同じ。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地において、基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とする。また、取水路及び放水路等の経路から流入させない設計とする。

(2)　取水・放水施設、地下部等において、漏水する可能性を考慮の上、漏水による浸水範囲を限定して、重大事故等に対処するために必要な機能への影響を防止できる設計とする。

(3)　上記２方針のほか、重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋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)　水位変動に伴う取水性低下による重大事故等に対処するために必要な機能への影響を防止できる設計とする。

重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画のうち、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同じ範囲については、設計基準対象施設の耐津波設計を適用する。それ以外の範囲については、T.P.+10.0mの敷地高さ以上で、海水系統もなく浸水経路がない位置に設置されているため、（1）と（2）については達成される。（3）及び（4）については設計基準対象施設の耐津波設計と異なる箇所があるため、以下に詳細を示す。

（3）について、浸水防護重点化範囲のうち、可搬型重大事故等対処設備保管場所、緊急時対策所(EL.32m)、軽油タンク及び空冷式非常用発電装置の区画については、津波の浸水経路はないが、周囲に溢水源となる屋外タンクがある。

屋外タンクから溢水した場合、緊急時対策所(EL.32m)より東及び北にあるタンクからの溢水は、エリアの勾配による溢水の流向から、海水ピット方向の斜面から落水するため、発生した溢水の可搬型重大事故等対処設備保管場所、緊急時対策所(EL.32m)等への流入はない。

また、緊急時対策所(EL.32m)より西にあるタンクからの溢水は、一部が可搬型重大事故等対処設備保管場所、緊急時対策所(EL.32m)に到達する可能性があるが、当該設備までの流路となる範囲が広いこと及び緊急時対策所用発電機等

の可搬型重大事故等対処設備は浸水高さに開放している開口部はないことなどより、溢水による設備への影響はないものと考える。
詳細は、内部溢水の影響評価において説明する。

（4）について、海水ポンプの取水性は設計基準対象施設の耐津波設計を適用する。また、重大事故等時に使用する中型ポンプ車、大型ポンプ車及び大型ポンプ車（泡混合機能付）（以下、「ポンプ車」という。）の取水性について、ポンプ車で使用するポンプはフロート付きの水中ポンプであり、水位変動に対する追従性があるため、引き波時においても取水可能である。
ポンプ車の砂耐性について、水位変動に伴う浮遊砂の平均濃度は6.54×10^{-2}wt%であり、平均粒径は0.27mmである。ポンプ車は、7mmメッシュのストレーナが備え付けられており、系統における最小流路幅は「6.2 津波の二次的な影響による原子炉補機冷却系の機能保持確認」より、10.4mmであることから、砂の粒径に対して十分大きく閉塞の可能性はない。また、ポンプ車の水中ポンプはフロート付きであり、吸込部を着底しない位置に設置するため、水底に堆積する砂の影響を受けにくい。さらに、水中ポンプ及び大型ポンプ車及び大型ポンプ車（泡混合機能付）のブーストポンプは遠心ポンプであり、多少の泥や砂を含んだ水を使用しても支障のない構造となっており、砂の混入による取水性への影響はない。

引き波時の海水ピット内水位低下時にポンプ車および海水ポンプの取水量が確保できるか評価した結果を表２に示す。
海水ピット内の基準津波による下降側の入力津波高さは、海水ポンプ４台運転の条件で解析した結果T.P.-3.9mであり、海水ポンプの取水可能水位T.P.-4.10mを上回る。海水ポンプ１台あたりの定格流量は2,400m^3/hであり、ポンプ車の定格流量は大型ポンプ車及び大型ポンプ車(泡混合機能付)が1,440m^3/h（水中ポンプ２台あたり）、中型ポンプ車が210m^3/h（水中ポンプ１台あたり）である。重大事故等時、炉心損傷防止対策（ｅ）原子炉停止機能喪失の事故シーケンスにおいて、中型ポンプ車１台と海水ポンプ２台を同時に使用する可能性があるが、中型ポンプ車１台の定格流量210m^3/hは海水ポンプ１台の定格流量2,400m^3/hの範囲内である。また、その他の事故シーケンスにおいて、ポンプ車と海水ポンプを同時に使用するケースはなく、海水ポンプ４台とポンプ車を同時に使用することは想定されない。
以上より、ポンプ車の取水性は、設計基準対象施設の耐津波設計のおける海水ポンプの取水性評価に包絡されるため、引き波時においても、取水性に影響ない。

表２　重大事故等時のポンプ車及び海水ポンプの取水性評価結果

項目	重要事故シーケンス	海水を使用する設備台数				海水使用量合計※１（m³/h）	評価
		中型ポンプ車（210m³/h）	大型ポンプ車（1,440m³/h）	海水取水用水中ポンプ※１（216m³/h）	海水ポンプ※２（2,400m³/h）		海水使用量は５条津波の解析条件に包絡されるか
５条津波 海水ピット内水位（引き波時）の解析条件	－	0	0	0	4	9,600	－
炉心損傷防止対策	(a) ２次冷却系からの除熱機能喪失	0	0	0	2	4,800	○
	(b) 全交流動力電源喪失	3	0	(12)	0	630 (2,592)	○
	(c) 原子炉補機冷却機能喪失	3	0	(12)	0	630 (2,592)	○
	(d) 原子炉格納容器の除熱機能喪失	0	0	0	2	4,800	○
	(e) 原子炉停止機能喪失	1	0	0	2	5,010	○※３
	(f) ＥＣＣＳ注水機能喪失	0	0	0	2	4,800	○
	(g) ＥＣＣＳ再循環機能喪失 （格納容器スプレイポンプによる代替再循環時）	0	0	0	2	4,800	○
	(g) ＥＣＣＳ再循環機能喪失 （格納容器再循環サンプ隔離弁バイパス弁による代替再循環時）	0	0	0	2	4,800	○
	(h) 格納容器バイパス （インターフェイスシステムＬＯＣＡ）	0	0	0	2	4,800	○
	(h) 格納容器バイパス （蒸気発生器伝熱管破損時に破損側蒸気発生器の隔離に失敗する事故）	0	0	0	2	4,800	○
格納容器破損防止対策	(a) 雰囲気圧力・温度による静的負荷 （格納容器過圧破損）	3	0	0	0	630	○
	(b) 雰囲気圧力・温度による静的負荷 （格納容器過温破損）	3	0	0	0	630	○
	(c) 高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱	3	0	0	0	630	○
	(d) 原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用	3	0	0	0	630	○
	(e) 水素燃焼	0	0	0	2	4,800	○
	(f) 溶融炉心・コンクリート相互作用	3	0	0	0	630	○
使用済燃料ピットにおける重大事故に至るおそれがある事故	想定事故１	1	0	0	0	210	○
	想定事故２	1	0	0	0	210	○
運転停止中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故	(a) 崩壊熱除去機能喪失 （余熱除去系の故障による停止時冷却機能喪失）	0	0	0	2	4,800	○
	(b) 全交流動力電源喪失	3	0	(12)	0	630 (2,592)	○
	(c) 原子炉冷却材の流出	0	0	0	2	4,800	○
	(d) 反応度の誤投入	0	0	0	0	0	○
大規模損壊時 （ＣＶ放水時）	－	0	1	0	0	1,440	○

※１：海水取水用水中ポンプは多様性拡張設備であり、有効性評価上期待していないが、長期的な炉心冷却として手順上考慮。
※２：有効性評価上期待する設備のうち海水ポンプによる冷却が必要な補機類から海水ポンプの台数を設定。
※３：中型ポンプ車と海水ポンプ２台を同時に使用する可能性があるが、海水使用量は５条津波の解析条件（海水ポンプ４台運転）に包絡される。

表３　主な重大事故等対処施設及び可搬型重大事故等対処設備

設備分類 設備名称	常設耐震重要重大事故防止設備	常設重大事故防止設備（耐震重要施設を除く）	常設重大事故緩和設備	可搬型重大事故等対処設備	設置場所	備　考
１．原子炉本体						
・原子炉容器	○		○		原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）
２．核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設						
・使用済燃料ピット	○		○		原子炉建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・使用済燃料ピット水位（AM）		○	○		原子炉建屋	
・使用済燃料ピット温度（AM）		○	○		原子炉建屋	
・使用済燃料ピット広域水位（AM）				○	原子炉建屋	
・可搬型使用済燃料ピットエリアモニタ				○	原子炉補助建屋、緊急時対策所（EL.32m）	
・中型ポンプ車				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・加圧ポンプ車				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・大型ポンプ車				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・大型ポンプ車（泡混合機能付）				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・大型放水砲				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・小型放水砲				○	原子炉建屋、可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・使用済燃料ピット監視カメラ		○	○		原子炉建屋	
３．原子炉冷却系統施設						
・蒸気発生器	○		○		原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・１次冷却材ポンプ	○		○		原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・加圧器	○		○		原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・余熱除去冷却器	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・再生熱交換器	○		○		原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）

設備分類 設備名称	常設耐震重要重大事故防止設備	常設重大事故防止設備（耐震重要施設を除く）	常設重大事故緩和設備	可搬型重大事故等対処設備	設置場所	備　考
・格納容器スプレイ冷却器	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・余熱除去ポンプ	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・高圧注入ポンプ	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・充てんポンプ	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・格納容器スプレイポンプ	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・代替格納容器スプレイポンプ	○		○		原子炉建屋	
・中型ポンプ車				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・加圧ポンプ車				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・燃料取替用水タンク	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・補助給水タンク	○		○		原子炉建屋（屋上）	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・格納容器再循環サンプ	○				原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・格納容器再循環サンプスクリーン	○				原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・加圧器逃がし弁	○		○		原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・加圧器安全弁	○				原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・主蒸気隔離弁	○				原子炉建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・主蒸気逃がし弁	○				原子炉建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・主蒸気安全弁	○				原子炉建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・余熱除去ポンプ入口弁	○				原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・格納容器再循環サンプＢ隔離弁バイパス弁	○				原子炉建屋	

設備分類 設備名称	常設耐震重要重大事故防止設備	常設重大事故防止設備（耐震重要施設を除く）	常設重大事故緩和設備	可搬型重大事故等対処設備	設置場所	備　考
・窒素ボンベ（加圧器逃がし弁用）				○	原子炉建屋	
・原子炉補機冷却水冷却器	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・海水ポンプ	○		○		海水ピット ポンプ室	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・原子炉補機冷却水ポンプ	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・可搬型代替冷却水ポンプ				○	原子炉建屋	
・タービン動補助給水ポンプ	○				原子炉建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・電動補助給水ポンプ	○				原子炉建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・原子炉補機冷却水サージタンク	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・海水ストレーナ	○		○		海水ピット ポンプ室	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・タービン動補助給水ポンプ蒸気入口弁	○				原子炉建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・窒素ボンベ（原子炉補機冷却水サージタンク用）				○	原子炉補助建屋	
４．計測制御系統施設						
・多様化自動作動設備盤（ATWS緩和設備）	○				原子炉補助建屋	
・原子炉トリップＣＳ	○				中央制御室	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・原子炉トリップ遮断機	○				原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・制御棒クラスタ	○				原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・ほう酸ポンプ	○				原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・ほう酸タンク	○				原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・ほう酸フィルタ	○				原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・線源領域計測装置	○				原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）

設備分類 設備名称	常設耐震重要重大事故防止設備	常設重大事故防止設備（耐震重要施設を除く）	常設重大事故緩和設備	可搬型重大事故等対処設備	設置場所	備　考
・中間領域計測装置	○				原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・出力領域計測装置	○				原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・１次冷却材圧力	○		○		原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・余熱除去ループ流量	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・高圧注入ライン流量	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・１次冷却材高温側温度（広域）	○				原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・１次冷却材低温側温度（広域）	○				原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・加圧器水位	○				原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・原子炉容器水位	○				原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｃクラス）
・格納容器内圧力（広域）	○		○		原子炉建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・格納容器内圧力（AM）	○		○		原子炉建屋	
・格納容器水素濃度計測装置				○	原子炉建屋	
・格納容器内温度	○		○		原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・蒸気発生器広域水位	○				原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・蒸気発生器狭域水位	○				原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・主蒸気ライン圧力	○				原子炉建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・代替格納容器スプレイライン積算流量（AM）	○		○		原子炉建屋	
・格納容器スプレイラインＢ積算流量	○		○		原子炉建屋	
・格納容器再循環サンプ水位（広域）	○		○		原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・格納容器再循環サンプ水位（狭域）	○		○		原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）

設備分類 設備名称	常設耐震重要重大事故防止設備	常設重大事故防止設備（耐震重要施設を除く）	常設重大事故緩和設備	可搬型重大事故等対処設備	設置場所	備　考
・格納容器水位			○		原子炉格納容器	
・原子炉下部キャビティ水位			○		原子炉格納容器	
・アニュラス水素濃度（AM）計測装置				○	原子炉建屋	
・窒素ボンベ（アニュラス排気系空気作動弁用）				○	原子炉建屋	
・補助給水ライン流量	○				原子炉建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・原子炉補機冷却水サージタンク水位			○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・原子炉補機冷却水サージタンク加圧ライン圧力計				○	原子炉補助建屋	
・燃料取替用水タンク水位	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・補助給水タンク水位	○		○		原子炉建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・ほう酸タンク水位	○				原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・可搬型計測器				○	原子炉補助建屋	
・可搬型温度計測装置（格納容器再循環ユニット入口／出口用）				○	原子炉建屋	
・代替格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置				○	原子炉建屋	
・格納容器高レンジエリアモニタ（高レンジ）	○		○		原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・格納容器高レンジエリアモニタ（低レンジ）	○		○		原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・安全パラメータ表示システム			○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｃクラス）
・ＳＰＤＳ表示端末				○	緊急時対策所（EL. 32m）	設計基準対象施設（Ｃクラス）
・可搬型照明（SA）				○	中央制御室	
・酸素濃度計				○	中央制御室、緊急時対策所（EL. 32m）	設計基準対象施設（Ｃクラス）
・二酸化炭素濃度計				○	中央制御室、緊急時対策所（EL. 32m）	設計基準対象施設（Ｃクラス）

設備分類 設備名称	常設耐震重要重大事故防止設備	常設重大事故防止設備（耐震重要施設を除く）	常設重大事故緩和設備	可搬型重大事故等対処設備	設置場所	備　考
６．放射線管理施設						
・緊急時対策所生体遮蔽			○		緊急時対策所 (EL. 32m)	
・緊急時対策所空気浄化ファン				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・緊急時対策所空気浄化フィルタユニット				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・緊急時対策所加圧装置				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・緊急時対策所エリアモニタ				○	緊急時対策所 (EL. 32m)	
・中央制御室空調ファン	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設 （Ｓクラス）
・中央制御室再循環ファン	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設 （Ｓクラス）
・中央制御室非常用給気ファン	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設 （Ｓクラス）
・中央制御室空調ユニット	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設 （Ｓクラス）
・中央制御室非常用給気フィルタユニット	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設 （Ｓクラス）
・中央制御室遮蔽	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設 （Ｓクラス）
・格納容器高レンジエリアモニタ（高レンジ）	○		○		原子炉建屋	設計基準対象施設 （Ｓクラス）
・格納容器高レンジエリアモニタ（低レンジ）	○		○		原子炉建屋	設計基準対象施設 （Ｓクラス）
・可搬型使用済燃料ピットエリアモニタ				○	原子炉補助建屋、緊急時対策所 (EL. 32m)	
・可搬型代替モニタ				○	原子炉補助建屋、緊急時対策所 (EL. 32m)	
・可搬型モニタ				○	原子炉補助建屋、緊急時対策所 (EL. 32m)	
・可搬型放射線計測器				○	原子炉補助建屋、緊急時対策所 (EL. 32m)	
・可搬型ダストサンプラ				○	原子炉補助建屋、緊急時対策所 (EL. 32m)	
・可搬型気象観測設備				○	原子炉補助建屋、緊急時対策所 (EL. 32m)	
・小型船舶				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	

設備分類 設備名称	常設耐震重要重大事故防止設備	常設重大事故防止設備（耐震重要施設を除く）	常設重大事故緩和設備	可搬型重大事故等対処設備	設置場所	備　考
7．原子炉格納施設						
・原子炉格納容器	○		○		原子炉建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・格納容器スプレイ冷却器	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・格納容器スプレイポンプ	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・代替格納容器スプレイポンプ	○		○		原子炉建屋	
・中型ポンプ車				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・燃料取替用水タンク	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・補助給水タンク	○		○		原子炉建屋（屋上）	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・格納容器再循環サンプ	○				原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・格納容器再循環サンプスクリーン	○				原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・格納容器再循環ユニット	○		○		原子炉格納容器	設計基準対象施設（Ｃクラス）
・アニュラス排気フィルタユニット			○		原子炉建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・アニュラス排気ファン			○		原子炉建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・格納容器排気筒			○		原子炉建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・静的触媒式水素再結合装置			○		原子炉格納容器	
・静的触媒式水素再結合装置作動温度計測装置			○		原子炉格納容器	
・イグナイタ			○		原子炉格納容器	
・イグナイタ作動温度計測装置			○		原子炉格納容器	
・大型ポンプ車				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・大型ポンプ車（泡混合機能付）				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・大型放水砲				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・泡混合器				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・放射性物質吸着剤				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	

設備分類 設備名称	常設耐震重要重大事故防止設備	常設重大事故防止設備（耐震重要施設を除く）	常設重大事故緩和設備	可搬型重大事故等対処設備	設置場所	備　考
８．その他発電用原子炉の附属施設						
(1)非常用電源装置						
・空冷式非常用発電装置	○		○		屋外	
・３００ｋＶＡ電源車				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・可搬型直流電源装置				○	原子炉補助建屋、可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・緊急時対策所用発電機				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・重油タンク	○		○		屋外	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・軽油タンク	○		○		屋外	
・ミニローリー				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・代替電源設備受電盤	○		○		原子炉建屋	
・代替動力変圧器	○		○		原子炉建屋	
・ディーゼル発電機	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・燃料油貯油槽	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・蓄電池(安全系)	○		○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｓクラス）
・蓄電池Ｃ	○		○		原子炉補助建屋	
・加圧器逃がし弁用可搬型蓄電池				○	原子炉補助建屋	
(5)浸水防護施設						
・余熱除去冷却器室漏洩防止堰	○				原子炉補助建屋	
・格納容器スプレイ冷却器室漏洩防止堰	○				原子炉補助建屋	
(6)補機駆動用燃料設備						
・軽油タンク	○		○		屋外	
・ミニローリー				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	

設備分類 設備名称	常設耐震重要重大事故防止設備	常設重大事故防止設備（耐震重要施設を除く）	常設重大事故緩和設備	可搬型重大事故等対処設備	設置場所	備　考
(7)非常用取水設備						
・海水取水口		○	○		屋外	設計基準対象施設（Ｃクラス）
・海水取水路		○	○		屋外	設計基準対象施設（Ｃクラス）
・海水ピット スクリーン室		○	○		屋外	設計基準対象施設（Ｃクラス）
・海水ピットポンプ室		○	○		屋外	設計基準対象施設（Ｃクラス）
・海水ピット堰		○	○		屋外	設計基準対象施設（Ｓクラス）
(9)緊急時対策所						
・緊急時対策所生体遮蔽			○		緊急時対策所 (EL. 32m)	
・緊急時対策所空気 浄化ファン				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・緊急時対策所空気 浄化フィルタユニット				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・緊急時対策所加圧装置				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・緊急時対策所エリア モニタ				○	緊急時対策所 (EL. 32m)	
・酸素濃度計				○	緊急時対策所 (EL. 32m)	設計基準対象施設（Ｃクラス）
・二酸化炭素濃度計				○	緊急時対策所 (EL. 32m)	設計基準対象施設（Ｃクラス）
・安全パラメータ 表示システム			○		原子炉補助建屋	設計基準対象施設（Ｃクラス）
・ＳＰＤＳ表示端末				○	緊急時対策所 (EL. 32m)	設計基準対象施設（Ｃクラス）
・緊急時対策所用発電機				○	可搬型重大事故等対処設備保管場所	
・衛星電話設備 （固定型、可搬型）				○	緊急時対策所 (EL. 32m)	設計基準対象施設（Ｃクラス）
・統合防災ネットワーク に接続する通信連絡設備				○	緊急時対策所 (EL. 32m)	設計基準対象施設（Ｃクラス）
・無線通信設備				○	緊急時対策所 (EL. 32m)	設計基準対象施設（Ｃクラス）
・緊急時用携帯型通話設備				○	原子炉建屋、 原子炉補助建屋、 中央制御室、 緊急時対策所 (EL. 32m)	設計基準対象施設（Ｃクラス）

伊方発電所３号炉

津波漂流物となる可能性のある施設・設備の

現地調査の不備について

伊方発電所３号炉

津波漂流物となる可能性のある施設・設備の現地調査の不備について

平成２７年３月

四国電力株式会社

１．件　名

伊方発電所３号炉　津波漂流物となる可能性のある施設・設備の現地調査の不備について

２．概　要

「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 7 月 8 日施行）」（以下、「設置許可基準規則」という。）の第五条において、基準津波に対して設計基準対象施設が安全機能を損なわれるおそれがないことが要求されている。また、「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（平成 25 年 7 月 8 日施行）」の別記３において、基準津波による水位変動に伴う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が要求されている。

当社は、当該条項への適合性を確認するにあたり、「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド（平成 25 年 6 月 19 日制定）」（以下、「津波審査ガイド」という。）を参照し、基準津波に伴う取水口付近の漂流物については、遡上解析結果における取水口付近を含む敷地前面及び遡上域の寄せ波及び引き波の方向並びに速度の変化を分析したうえで、漂流物となる可能性を検討し、漂流物により取水口が閉塞せず海水ポンプが機能保持できることを確認することとしている。そのため、基準津波により漂流物となる可能性のある施設・設備（以下、「調査対象物」という。）の調査を行ってきたが、伊方発電所３号炉（以下、「発電所」という。）において、調査対象物を網羅的に抽出できていなかったこと、また、敷地外の現地調査において抽出に不備があることが判明した。

このため、当社はこれらの原因を調査のうえ再発防止対策を策定し、その原因・対策の内容を踏まえ、必要な再調査を実施した。その結果、基準津波による水位変動に伴う漂流物に対して取水口及び取水路の通水性が確保でき、海水ポンプが機能保持できることを再確認した。

また、水平展開として、設置許可基準規則への適合性を確認するために実施した津波漂流物以外の現地調査においても同様の不備がないかを調査し、問題ないことを確認した。

詳細について以下に示す。

３．経緯

（１）時系列

当社は、発電所において、津波漂流物に対して取水性に影響がないことを確認するため、敷地周辺の陸上の建物・構築物、洋上の設置物等について網羅的

に調査することとしている。設置許可基準規則第五条への適合性確認のための審査においては、机上調査、現地調査による調査対象物の抽出、評価について、以下のとおり説明してきた。

○平成２５年１０月～１２月

調査対象物を抽出するため、以下の調査を実施し、「漂流物となる可能性のある船舶等の評価結果」を取りまとめた。

・発電所半径５ｋｍ以内の５箇所（調査エリアＡ，Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅ）の港の登録漁船の数量と総トン数
・荷揚岸壁に定期的に停泊する燃料等輸送船の数量と総トン数
・伊予灘通過船舶の航路
・発電所沖合の浮き筏、定置網等

○平成２５年１２月２６日　審査会合

上記の「漂流物となる可能性のある船舶等の評価結果」について説明を実施した。

指摘事項として「漂流物となる可能性のある船舶等の抽出プロセス、網羅性について、現在は設置されていない浮き筏、定置網等が将来設置された場合の対応も含めて説明すること。」を受けた。

○平成２６年１月～２月

審査会合における指摘事項を踏まえ、海水ポンプの取水性（以下、「取水性」という。）へ影響を与える可能性のある漂流物の抽出・評価プロセスを明確化した「漂流物評価フロー」（「調査範囲は（発電所から）半径５ｋｍ」とした。）を作成し、平成２５年１０月以降の調査結果をもとに「漂流物となる可能性のある船舶等一覧表」を取りまとめ、審査資料に追加した。（この間、現地調査は実施していない。）

浮き筏、定置網等が将来設置された場合は「漂流物評価フロー」に従い影響評価を行うものとした。

○平成２６年３月６日　審査会合

上記の「漂流物評価フロー」及び「漂流物となる可能性のある船舶等一覧表」について説明を実施した。

指摘事項として「取水性へ影響を与える可能性のある漂流物を網羅的に抽出・評価していることがわかるように整理すること。」を受けた。

○平成２６年３月以降

調査対象物を網羅的に抽出・評価していることを示すために、あらためて

現地調査（陸上・洋上）を実施した。
調査にあたっては、取水性に影響のないと考えられる建物、構築物等を含め、網羅的に抽出したうえで評価するよう計画した。
調査の結果、これまで抽出していなかった浮桟橋（調査エリアＣ：１箇所）及び定置網（調査エリアＥ：１箇所）が確認されたため、審査資料に追加した。

○平成２６年１２月
上記の審査資料によりヒアリングにて説明した。

○平成２７年２月
原子力部担当者はインターネットの画像を確認したところ、調査対象物と考えられる浮桟橋（調査エリアＡ及びＢ：各１箇所）が抽出されていないことをあらたに確認した。

○平成２７年２月５日　審査会合
調査対象物の抽出に一部不備があったことを報告し、今後、原因を調査のうえ問題点を是正し、あらためて必要な現地調査を実施するとともに、津波漂流物以外の現地調査においても同様の不備がないかを確認し、報告することとした。

（添付資料－１、２参照）

（２）調査範囲の網羅性及び調査対象物の抽出に係る不備
ａ．審査会合における指摘事項への対応不備
（ａ）審査会合における指摘事項に対する漂流物の網羅性に関して、資料に記載した調査範囲（発電所から半径５ｋｍ）に対する現地調査において、この調査範囲を網羅的に確認できていなかった。
ｂ．調査対象物の抽出の不備
（ａ）平成２５年１０月時点での当初調査では浮桟橋（調査エリアＣ：１箇所）及び定置網（調査エリアＥ：１箇所）が抽出されていなかった。（平成２６年３月以降の現地調査にて確認した。）
（ｂ）平成２６年３月以降の調査において浮桟橋（調査エリアＡ及びＢ：各１箇所）が抽出されていなかった。（平成２７年２月に審査資料の内容確認時に確認した。）

４．原因調査
調査対象物の現地調査に係る３．（２）項の調査範囲の網羅性及び調査対象物

の抽出に係る不備について、社内関係者に聞き取り調査を行い、その結果から「行為」、「コミュニケーション」、「心理的要因」等の視点による要因分析を実施し、以下のとおり問題点を抽出した。

（添付資料－１、３参照）

（１）審査会合における指摘事項への対応不備に対する調査結果

審査会合における指摘事項への対応状況を聞き取り調査し、問題点を抽出した。

ａ．平成２５年１２月２６日　審査会合における指摘事項に対する対応

（ａ）聞き取り調査結果

原子力部担当者は、審査会合における指摘事項を踏まえ、以下の考え方のとおり平成２５年１０月～１２月の調査で網羅性は確保できていると考え、抽出・評価プロセスを明確化した「漂流物評価フロー」（「調査範囲は（発電所から）半径５ｋｍ」とした。）を作成し、平成２６年３月６日の審査資料に追加した。

○発電所周辺５箇所の調査エリア

・前回（平成２５年１０月～１２月）の調査において、発電所半径５ｋｍ以内の５箇所（調査エリアＡ，Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅ）の港を対象とし、登録漁船の数量と総トン数の調査を実施済みであった。

・「発電所沖合を航行する船舶・漁船」が津波発生時に発電所への漂流物となる可能性が最も高く、発電所半径５ｋｍ以内の港を調査済みであることから、敷地外の調査は十分であるものと判断した。

・一般的に港湾には浮桟橋が設置されていることは認識していたが、浮桟橋を調査するよう指示はしていなかった。（浮桟橋は、港湾に強固に係留されていることから、漂流物となることはなく、港湾の一部と認識、整理していた。）

○伊予灘通過船舶の調査

・前回の調査において、荷揚岸壁に定期的に停泊する燃料等輸送船について、数量と総トン数の調査を実施済みであった。通過船舶については、発電所沖合の定期航路が沖合約１３ｋｍ及び約１８ｋｍにあるが、十分離れていることから取水性に影響ないため、調査対象物として抽出しなかった。

○船舶・漁船以外の漂流物となる可能性があるものの調査

・浮き筏・定置網については、発電所から目視可能範囲において発電所沖合にないことを確認した。発電所から目視可能範囲以外については、基準津波の流向が主に南北方向であること等から、取水性に影響ないと判断し、調査しなかった。

・敷地内の建物・構築物について、基準津波見直し（Ｔ．Ｐ．＋６．８１ｍ→Ｔ．Ｐ．＋７．３９ｍ）に伴い、敷地内の遡上域と想定される荷揚岸壁の大型施設・設備（雑固体処理建屋、焼却炉建家、岸壁クレーン）を、過去に撮影

した写真をもとに設置状況を整理し、重量物である等から漂流物とはならないと評価した。

また、敷地内の資機材、作業用テント、プレハブ小屋、駐車車両等については、荷揚岸壁の位置・地形・流向を考慮すると漂流物にはならないと評価し、具体的な数量までは抽出しなかった。（仮に漂流したとしても護岸等で止まることから取水性への影響はないと評価した。）

・敷地外の建物・構築物については、敷地近傍には小規模な港しかなく、大型の建物及び構築物はないことから、漂流物となるものはないと判断し、調査対象物として抽出しなかった。（仮に大型の建物及び構築物があった場合でも、重量物は沈むことから、取水口に到達しないと考えた。）

○その他

・平成２６年３月６日　審査資料の「漂流物評価フロー」に「調査範囲は（発電所から）半径５ｋｍ」と記載したが、前回の現地調査にて調査対象範囲内の５箇所の港が網羅されており、現状の調査は十分であると思い込んだ。

（ｂ）問題点の抽出

・審査会合における指摘事項を踏まえ「漂流物評価フロー」（「調査範囲は（発電所から）半径５ｋｍ」と記載）を追加した。この漂流物評価フローは、調査範囲において全ての調査対象物の抽出、漂流物検討対象の選定、取水性への影響評価を実施するものであったが、当初から発電所から半径５ｋｍ以内にある５箇所の調査エリアが網羅されていたことから、現状の調査は十分であるとの思い込みにより、調査範囲が網羅的でないままとなり、全ての調査対象物を抽出できていなかった。

ｂ．平成２６年３月６日　審査会合における指摘事項に対する対応

（ａ）聞き取り調査結果

原子力部担当者は、審査会合における指摘事項を踏まえ、取水性に影響ないと考えられる建物、構築物等も含め、網羅的に抽出したうえで評価する必要があると判断し、以下の現地調査を実施することとした。

○沿岸部の陸上からの現地調査（平成２６年３月）

（調査対象範囲）

①敷地内：標高１０ｍより低いエリア（荷揚岸壁エリア、標高５ｍ護岸）

②敷地外：発電所から半径５ｋｍ以内の伊予灘側かつ標高１０ｍ以下のエリア

（調査内容）

①敷地内については、目視確認と写真撮影、リスト化を実施した。

②敷地外については、５箇所の調査エリアの住宅地図による家屋等の数量調査、目視確認と写真撮影、リスト化を実施した。この調査エリア以外の海岸線は、道路がなく自然岩礁であり、可能な範囲で写真撮影を実施

した。

〇洋上からの現地調査（平成２６年５月）

他社の審査資料に洋上からの写真があったことから、網羅性を確保する観点で、洋上の船上からの目視確認、写真撮影を実施した。このとき沿岸部の陸上からの現地調査で確認できなかった海岸線も含めて調査した。

（ｂ）問題点の抽出

特になし

（２）調査対象物の抽出の不備に対する調査結果

ａ．浮桟橋（調査エリアＣ）

（ａ）聞き取り調査結果

・原子力部担当者は、平成２５年１０月の現地調査において、発電所沖合を航行する船舶・漁船が津波発生時に最も近接する可能性が高いと考え、発電所半径５ｋｍ以内の調査エリアにある漁船の聞き取り調査を発電所担当者に依頼した。このとき、浮桟橋については調査依頼をしなかった。

（一般的に港湾には浮桟橋があることを認識していたが、浮桟橋を調査するよう指示しなかった。）

・原子力部担当者は、平成２６年３月の現地調査（陸上）にあたり、調査対象物の抽出の考え方を整理した現地調査計画書を作成せず、調査依頼文により発電所担当者に調査を依頼した。

・同依頼を受けた発電所担当者は、調査エリアＣに大型の浮桟橋があることを確認したため、原子力部への報告リストに抽出した。

・原子力部担当者は、発電所担当者からの報告を受け、当初は浮桟橋を港湾の一部と考えていたが、現地調査の網羅性の観点で個別に分類すべきと考え、審査資料の添付資料に「調査エリアＣの浮桟橋」を追加記載した。（これ以外に浮桟橋の抽出漏れはないと思い込んでいた。）

（ｂ）問題点の抽出

・現地調査の実施にあたり、調査対象物の抽出の考え方を整理した現地調査計画書を作成せずに、調査依頼文により発電所に調査を依頼し、現地調査を実施した。

ｂ．定置網（調査エリアＥ）

（ａ）聞き取り調査結果

・平成２５年１０月の調査では、発電所から目視可能範囲以外については、基準津波の流向が主に南北方向であること等から、取水性に影響ないと判

断し、調査しなかった。

・平成２６年３月の現地調査（陸上）において、発電所担当者は、遠方の洋上にブイのようなものが浮いていることを確認したが、定置網とは認識できなかった。（沿岸部の陸上から可能な範囲で確認したが十分な視認性がなかった。）

・原子力部担当者は、他社の審査資料に洋上からの写真があったことから、網羅性を確保する観点で必要な調査であると考え、発電所担当者に洋上からの現地調査を依頼した。

・平成２６年５月の現地調査（洋上）において、発電所担当者は、発電所から半径５ｋｍ以内の洋上からの調査を行い、調査エリアＥに定置網があることを確認し、原子力部担当者に報告した。（これ以外に抽出すべき調査対象物がないことを確認した。）

・原子力部担当者は、発電所担当者からの報告を受け、審査資料に定置網を追加記載した。

（ｂ）問題点の抽出

・平成２６年３月の現地調査（陸上）では、洋上の調査対象物を確認する際、遠方からの確認となったため視認性が悪く、適切な調査方法でないにもかかわらず、この時に調査方法を見直さなかった。ただし、平成２６年５月に網羅的に調査対象物を抽出するために洋上からの調査を実施し、その結果として、当該定置網以外に抽出すべき調査対象物がないことを確認した（抽出された問題点への対策を実施）。

ｃ．浮桟橋（調査エリアＡ及びＢ）

（ａ）聞き取り調査結果（現地調査含む）

・平成２５年１０月の現地調査において抽出されなかったのは４．（２）ａ項と同じである。

・原子力部担当者は、平成２６年３月の現地調査（陸上）にあたり、調査対象物の抽出の考え方を整理した現地調査計画書を作成せず、調査依頼文により発電所担当者に調査を依頼した。

・同依頼を受けた発電所担当者は、小型の簡易な浮桟橋を確認したが、大型の浮桟橋と異なり津波時には破損して発電所への影響は流木等と同等であると考えていたことから、原子力部への報告リストに抽出しなかった。

・一方、原子力部担当者は、調査エリアＣで確認された大型の浮桟橋の報告を受け、これ以外に浮桟橋の抽出漏れはないと思い込んだ。

・平成２７年２月に、原子力部担当者はインターネットの画像を確認したところ、あらたに調査エリアＡ及びＢに浮桟橋各１箇所（計２箇所）あることを確認した。

（ｂ）問題点の抽出

・現地調査の実施にあたり、調査対象物の抽出の考え方を整理した現地調査計画書を作成せずに、調査依頼文により発電所に調査を依頼し、現地調査を実施した。

５．推定原因

４．項の原因調査のとおり社内関係者からの聞き取り調査結果から「行為」、「コミュニケーション」、「心理的要因」等の視点による要因分析を行い、問題点を抽出した。その結果から推定される原因は以下のとおり。

（１）審査会合における指摘事項への対応不備

調査対象範囲の設定は「発電所から半径５ｋｍ以内」としていたが、当初の現地調査において、発電所から半径５ｋｍ以内にあり、津波発生時に発電所へ近接する可能性が最も高いと考えた５箇所の調査エリアにある登録漁船を調査していたことから、現状の調査は十分であるとの思い込みにより、調査範囲内において網羅的に調査、抽出できていなかったものと推定される。

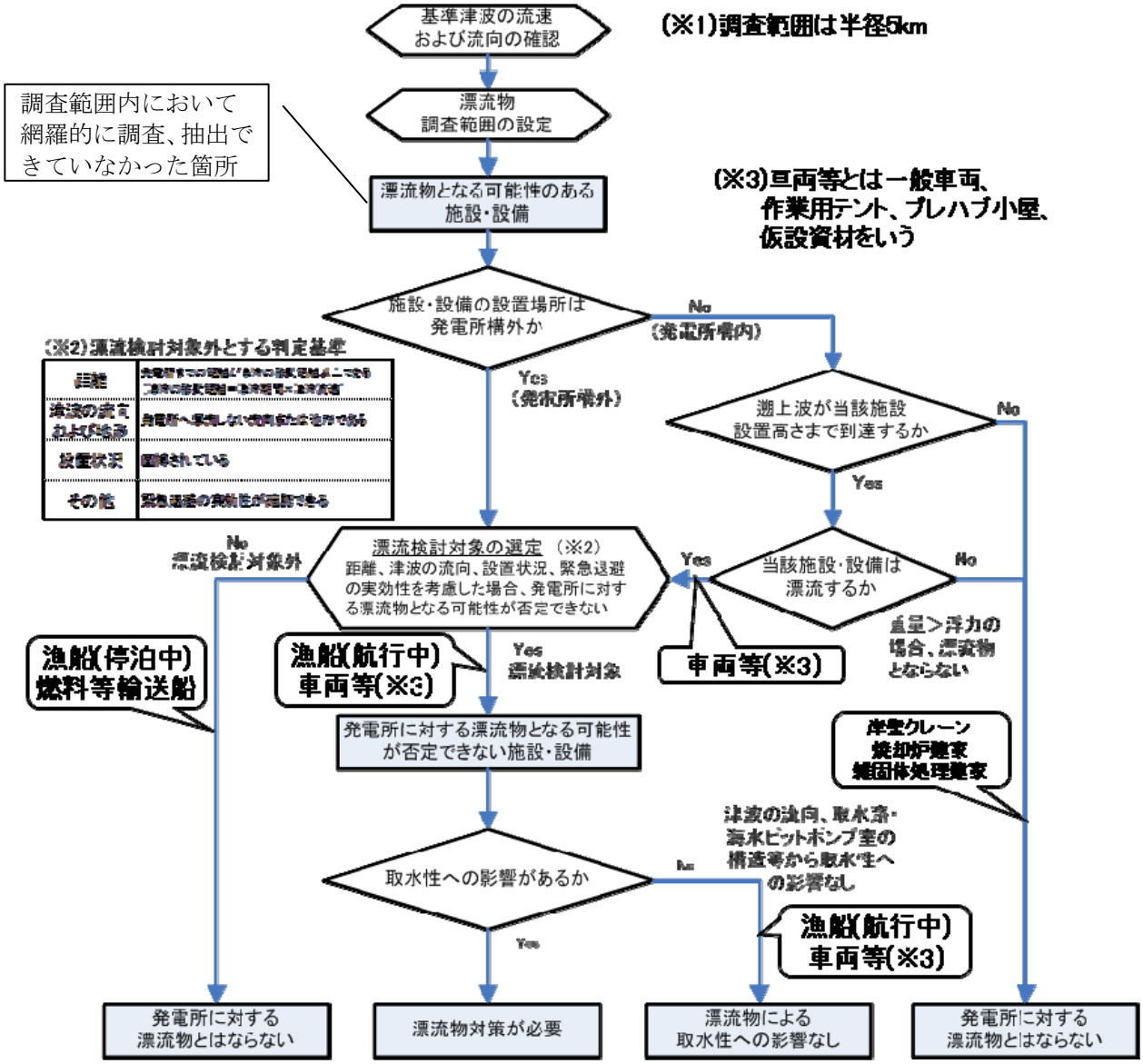


図１「漂流物評価フロー」どおり調査対象物を網羅的に調査、抽出できなかった原因
（平成２６年３月６日　審査会合資料）

（２）調査対象物の抽出の不備

本件に係る現地調査は、敷地内外において多種多様な調査対象物を抽出する必要があったにもかかわらず、調査対象物を抽出するための考え方を整理した現地調査計画書を作成せずに、調査依頼文により発電所に調査を依頼し、現地調査を実施していたことから、調査対象物（浮桟橋）がリストに抽出されなかったものと推定される。

また、洋上の調査対象物を確認する際、遠方からの確認となったため視認性が悪く、適切な調査方法ではなかったため、調査対象物（定置網）の抽出ができなかったものと推定される。

さらに、発電所への調査依頼は調査依頼文により行い、現地調査計画書を作成しなかったことから、十分なチェック機能が働かず、調査対象物の抽出の不備が是正されなかったものと推定される。

６．本件に係る是正処置

５．項の推定原因を踏まえ、調査範囲の網羅性及び調査対象物の抽出に係る不備に対する是正処置として、調査対象物を抽出するための考え方を整理し明確化した現地調査計画書を作成した。その考え方を踏まえ調査範囲を網羅的に確認するため、あらためて現地調査を実施した。

（１）調査対象物の抽出の考え方の整理

前回現地調査において調査対象物が明確化されておらず、抽出に不備があったことから、前回調査結果を基に、関係者で打ち合わせのうえ調査対象物を抽出するための考え方を整理し「漂流物抽出の考え方リスト」として明確化した現地調査計画書を作成した。現地調査計画書においては、漂流物抽出の考え方リストに記載がないもので抽出すべきか不明確なものは、原則すべて抽出することとした。

（添付資料－４参照）

（２）現地調査の実施

ａ．敷地外の陸上

６．（１）項で整理した調査対象物の抽出の考え方を反映したリストを用いて敷地外の陸上部について現地の再調査を網羅的に実施し、調査対象物を網羅的に抽出する。また、４．（２）項以外に調査対象物に抽出不備がなかったかを確認する。

ｂ．敷地外の洋上

４．（２）ｂ項のとおり、平成２６年５月に洋上からの現地調査を実施し、対象となる全範囲を確認した結果、調査エリアＥにある定置網以外に抽出すべき調査対象物がないことを確認している。そのため、この調査結果をあら

ためて確認し、網羅的な調査が実施されていることを確認する。

ｃ．敷地内

６．（２）ａ項と同じである。なお、時間経過に応じて変化する工事等における仮置き資機材等については、漂流物対策として固縛等の保管方法を社内マニュアルに定め、適切に運用する。

（３）現地調査結果

ａ．敷地外の陸上

現地調査を実施した結果、前回の調査結果と比較して、４．（２）項以外に抽出すべき調査対象物として、あらたに調査エリアＣに小型の浮桟橋２個を抽出した。また、家屋、公共施設等については、国土地理院発行の等高線図を用いて標高１０ｍ以下の調査対象範囲を明確化したことから、調査対象物とする家屋約５０軒が追加となった。

なお、その他にも時間経過等により車両（自動車）等の調査対象物の増減が認められた。

これらについては、「漂流物評価フロー」に基づき評価し、取水性に影響がないことを確認し、審査資料に反映した。

（添付資料－５参照）

ｂ．敷地外の洋上

平成２６年５月の洋上からの現地調査の結果（調査対象範囲図や現地撮影写真等）をあらためて確認した。その結果、沿岸部の陸上からの現地調査で確認できなかった海岸線も含めて網羅的な調査が実施できており、問題ないことを確認した。

ｃ．敷地内

現地調査を実施した結果、前回の調査結果と比較して、抽出すべき調査対象物として、前回の調査以降、荷揚岸壁にあらたに設置したシルトフェンス（工事により発生する土砂の流出防止用）を抽出した。

これについては、「漂流物評価フロー」に基づき評価し、取水性に影響がないことを確認し、審査資料に反映した。

（添付資料－５参照）

７．水平展開

５．項の推定原因を踏まえ、以下のとおり水平展開し、津波漂流物に係る現地調査と同様の不備がないことを確認した。

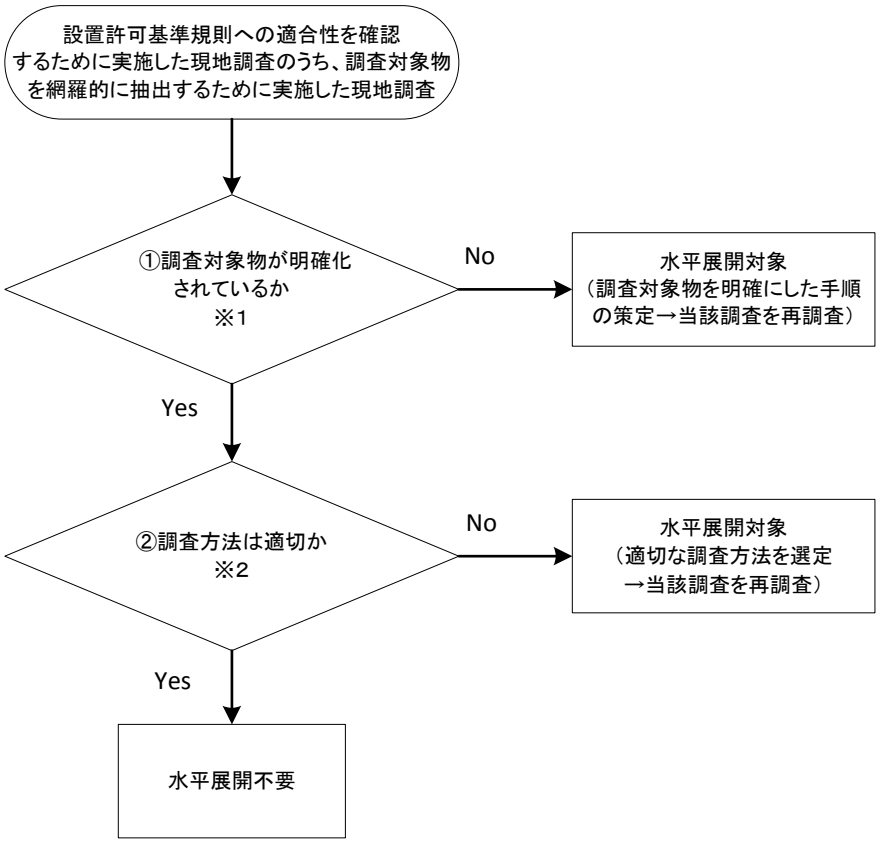
（１）水平展開の対象範囲

設置許可基準規則への適合性を確認した全項目において実施された現地調査のうち、調査対象物を網羅的に抽出するために実施した現地調査を対象とする。

（２）確認方法

５．項の推定原因を踏まえ、設置許可基準規則への適合性を確認するために実施した現地調査のうち、調査対象物を網羅的に抽出するために実施した現地調査について、以下の観点で水平展開要否を確認し、調査対象物が明確化されずに実施されたもの、及び調査方法が適切に定められていないものについて、水平展開を実施する。

水平展開のフローを図２に示す。



※１　調査対象物が「液体を内包するタンク」、「危険物貯蔵施設」等明確化されているか、もしくは調査対象物の抽出の考え方が整理されていることを確認する。

※２　洋上、暗所、危険箇所など、目視確認で見落としの可能性がある場合に、洋上の船上からの調査、図面による調査、現地を熟知する者への聞き取りを付加する等、適切な方法となっていることを確認する。

図２　津波漂流物となる可能性のある施設・設備の現地調査の不備に係る水平展開フロー

（３）確認結果

設置許可基準規則への適合性を確認した全項目（１０７件※1）から、調査対象物を網羅的に抽出するために実施した現地調査として１４件※2を抽出した。

その１４件うち、本件※3を除く１２件については、調査対象物が特定された範囲又は内容であり明確であること、もしくは調査要領書において明確化されていることを確認した。また、調査対象物に対して視認性の観点から十分確認が可能なこと、調査内容について熟知している者が実施していること等、調査対象物が明確化され調査方法が適切であることを確認した。

上記の１４件以外の９３件については、現地調査を必要としないか又は現地調査を実施しているものの調査対象物が明確であることから、同様の不備は発生しないことを確認した。

（添付資料－６参照）

※１．現地調査を必要とせず、現地調査を実施していない項目を含む。

※２．調査対象物を網羅的に抽出するために現地調査を実施した項目。

※３．敷地内の現地調査及び敷地外の現地調査の２件

８．再発防止対策

今後、設置許可基準規則への適合性を確認するために実施した現地調査について追加で現地調査を実施する場合、及び、工事計画認可申請等において現地調査を実施する場合においても同様の不備が発生しないよう、以下の再発防止対策を講じる。

① 発電所の新規制基準への適合性を確認するため、調査対象物が明確でなく、現地調査により調査対象物を網羅的に抽出・評価する必要がある場合は、調査対象物を明確（抽出するための考え方の整理を含む）にした現地調査計画書を作成する。現地調査計画書の作成にあたっては、当社品質保証計画の中の業務に対する要求事項に関するプロセスに基づき、要求事項を明確化し、要求事項のレビューを実施する。レビューは、作成担当者以外の者（上位の者、調査責任者など）が調査目的に照らして調査範囲や調査方法等が適切であることを確認する。また、追加調査等の計画変更があった場合も、現地調査計画書の変更処理を行い、同様の確認を実施する。

② ①について、新規制基準に関する各申請書に係る品質保証活動の中の一項目として定める。調査依頼部署と調査実施部署が異なる場合の計画書の策定要領についても明記する。

③ 本件の不備の事例及び②について、社内関係者へ周知徹底を図る。

９．まとめ

調査範囲内において網羅的に抽出できていなかったこと、敷地外の調査対象物の抽出に不備があったことの原因を調査し、必要な処置として抽出の考え方を整理し明確化した現地調査計画書に基づき再調査を実施するとともに、その原因を踏まえた水平展開、再発防止対策を実施した。

再調査の結果について、基準津波による水位変動に伴う漂流物に対して取水口及び取水路の通水性が確保でき、海水ポンプが機能保持できることを再確認した。水平展開の結果として、設置許可基準規則への適合性を確認するために実施した津波漂流物以外の現地調査においても、同様の不備がないことを確認した。

また、本件と同様に調査対象物が明確でなく現地で調査対象物の抽出行為を行う場合は、抽出の考え方を整理し調査内容を明確化できる現地調査計画書を作成し対応することを、新規制基準に関する各申請書に係る品質保証活動の中の一項目として定め、今後の工事計画認可申請等において現地調査が必要となった場合にも確実に再発防止対策を反映できるものとした。

以　　上

添　付　資　料

添付資料－１　漂流物調査に係る時系列

添付資料－２　津波漂流物現地調査体制図

添付資料－３　敷地外の津波漂流物の現地調査の不備に対する要因分析

添付資料－４　伊方発電所３号炉耐津波設計に係る津波漂流物再調査実施計画書

添付資料－５　漂流物再調査結果リスト

添付資料－６　津波漂流物となる可能性のある施設・設備の現地調査の不備に係る水平展開

漂流物調査に係る時系列

年月日	漂流物調査内容	抽出できていなかった漂流物
H25.10月 ～12月	**○現地調査※　（聞き取り調査）** 計画Ｇは、運営Ｇ経由で発電所総務課に調査を依頼した。 ①　発電所周辺５箇所の調査エリア ・計画Ｇは、発電所への漂流物として「発電所沖合を航行する船舶・漁船」が津波発生時に発電所へ近接する可能性が最も高いと考え、発電所半径５ｋｍ以内の発電所東西５箇所（調査エリアＡ，Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅ）を調査対象とし、登録漁船数と総トン数の調査を実施した。（漁船は出入りがあるため、現地調査をするよりも関係団体に登録漁船数を問い合わせるほうが確からしいと考え、確認した。） ②　伊予灘通過船舶 ・漁船以外の船舶として、荷揚岸壁に定期的に停泊する燃料等輸送船についても種類、数量等を確認した。また、発電所沖合の定期航路は沖合約１３ｋｍ及び約１８ｋｍにあり十分離れていることから海水ポンプの取水性（以下、「取水性」という。）に影響ないと整理した。 ③　船舶・漁船以外の漂流物 ・浮き筏・定置網については、基準津波の流向が主に南北方向であること等から、発電所から目視可能範囲にないものは取水性に影響ないと判断した。 ・敷地内の建物・構築物については、敷地高さ１０ｍの主要な陸域に津波は遡上しないことから取水性に影響ないと判断した。 ・敷地外の建物・構築物については、敷地近傍には小規模な港しかなく、大型の建物及び構築物はないことから、漂流物となるものはないと判断した。（仮に大型の建物及び構築物があった場合でも、重量物は沈むことから、取水口に到達しないと考えていた。） ・一般的に港湾については、浮桟橋があることは認識していたが、個別に分類して調査するよう指示はしていなかった。（浮桟橋は、港湾に強固に係留されていることから、漂流物となることはなく、港湾の一部と認識、整理していた。） 計画Ｇは、上記の調査結果をもとに審査資料「漂流物となる可能性のある船舶等の評価結果」を作成した。 ＜別紙－１　審査資料「漂流物となる可能性のある船舶等の評価結果」抜粋　参照＞	
H25.12.26	**○審査会合　【指摘事項】** 「漂流物となる可能性のある船舶等の抽出プロセス、網羅性について、現在は設置されていない浮き筏、定置網等が将来設置された場合の対応も含めて説明すること。」	
H26.1月～2月	**○審査資料作成** 計画Ｇは、審査会合における指摘事項を踏まえ、「漂流物評価フロー」（調査対象は「発電所から半径５ｋｍ」とした）を作成し、審査資料に追加した。（網羅性は過去の聞き取り調査で担保できていると考え、抽出・評価プロセスの説明に注力した。） ＜別紙－２　審査資料「漂流物評価フロー」、「漂流物となる可能性のある船舶等一覧表」　参照＞ ・平成２５年１２月２６日までの聞き取り調査において、調査対象範囲内の港が網羅されており、漁船の調査は実施済みであることから、敷地外の調査としては十分だと考えた。 ・浮き筏・定置網については、前回同様に発電所沖合を対象と考え、発電所から目視可能範囲にないことは確認済みであるため、「発電所沖合には、浮き筏及び定置網等は認められない。」と整理した。 ・基準津波見直し（Ｔ．Ｐ．＋６．８１ｍ→Ｔ．Ｐ．＋７．３９ｍ）に伴い、発電所敷地内の遡上域と想定される荷揚岸壁の大型施設・設備（雑固体処理建屋、焼却炉建家、岸壁クレーン）については、過去に撮影した写真をもとに設置状況を整理し、重量物である等から漂流物とはならないと評価した。また、敷地内の資機材、作業用テント、プレハブ小屋、駐車車両等については、荷揚岸壁の位置・地形・流向を考慮すると漂流物にはならないと評価し、具体的な数量までは抽出せず、「車両等」として整理した。 ・敷地外の建物・構築物については、敷地近傍には小規模な港しかなく、大型の建物及び構築物はないことから、漂流物となるものはないと判断し、調査対象物として抽出しなかった。（仮に大型の建物及び構築物があった場合でも、重量物は沈むことから、取水口に到達しないと考えた。） ・浮き筏、定置網等が将来設置された場合は「漂流物評価フロー」に従い影響評価を行うものとした。	
H26.3.6	**○審査会合　【指摘事項】** 「取水性へ影響を与える可能性のある漂流物を網羅的に抽出・評価していることがわかるように整理すること。」	
H26.3.11～14	**○現地調査（陸上）※** 計画Ｇは、調査依頼文を作成し、発電所防災課（以下、「防災課」という。）に調査を依頼（メール）した。防災課は、課員及び発電所総務課（以下、「総務課」という）と協力して調査を実施した。 ・計画Ｇは、審査会合にて２回の指摘を受け、現地状況の調査が必要と判断した。 ・調査にあたっては、取水性に影響ないと考えられる建物、構築物等も含め、網羅的に抽出したうえで評価することとした。 （調査範囲） ①　発電所敷地内・・・標高１０ｍより低いエリア（荷揚岸壁エリア、標高５ｍ護岸） ②　発電所周辺　・・・発電所半径５ｋｍ以内の伊予灘側かつ標高１０ｍ以下のエリア	

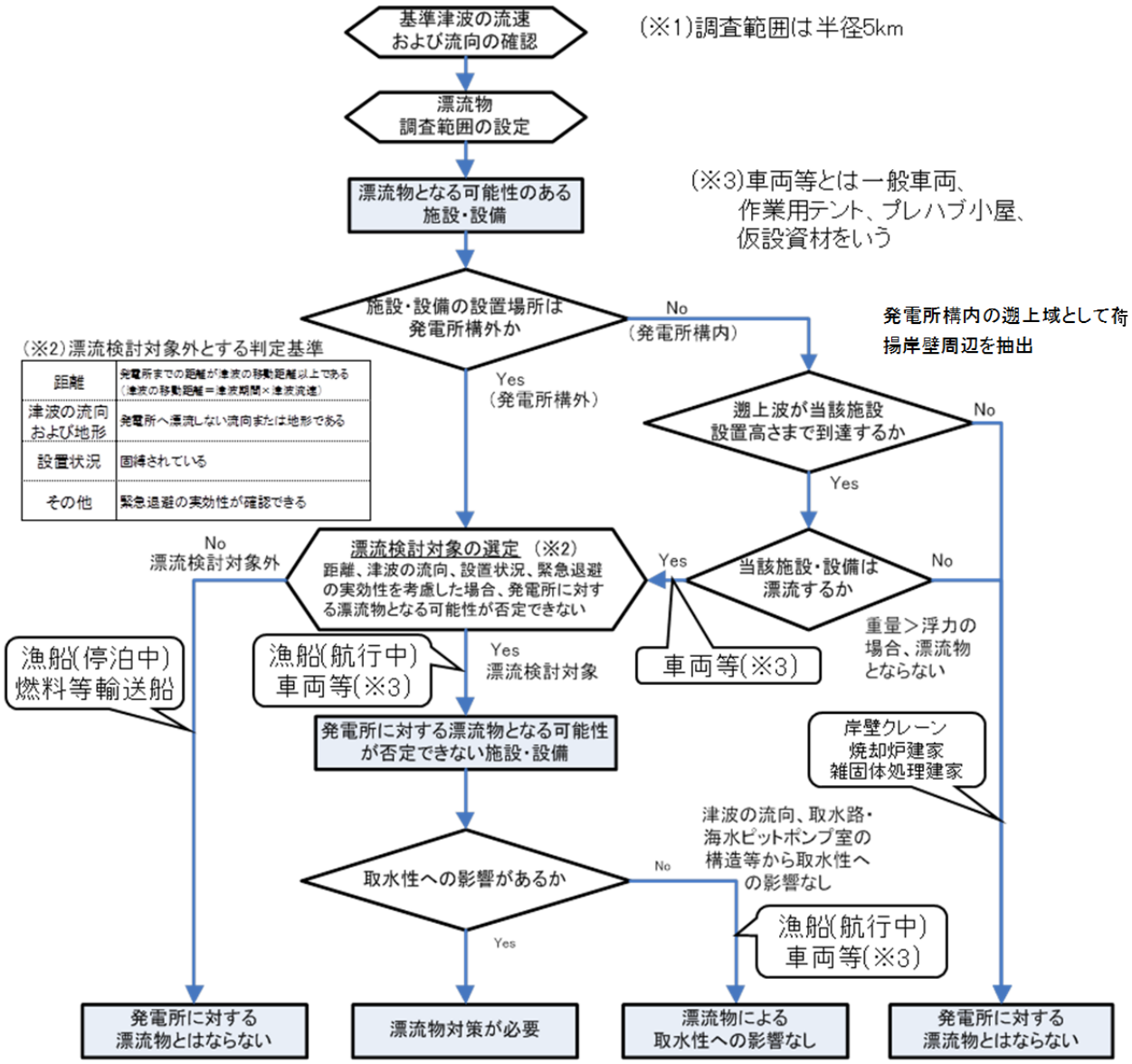
年月日	漂流物調査内容	抽出できていなかった漂流物
H26.3.11～14 （つづき）	（現地調査内容） ① 発電所敷地内については、陸上から写真撮影、リスト化を実施した。 ② ５箇所の調査エリアの住宅地図による家屋等の数量調査、目視確認と写真撮影、リスト化を実施した。この調査エリア以外の海岸線は、道路がなく自然岩礁であり、可能な範囲で写真撮影を実施した。 ・総務課は、調査エリアＣの大型の浮桟橋を確認し、計画Ｇへの報告リストに記載した。 ・その他にも小型の簡易な浮桟橋は確認したが、リストに記載せず。（大型の浮桟橋と異なり津波時には破損して発電所への影響は流木等と同等であると考えていたことから、リストに記載せず） ・防災課は、調査エリアＥの遠方の海上にブイのようなものが浮いていることを沿岸部から確認したが、定置網とは認識できなかった。計画Ｇとも相談したうえで報告リストに抽出しなかった。	◎調査エリアＣの浮桟橋を抽出していなかった。
	計画Ｇは、上記の調査結果をもとに審査資料を作成した。記載内容は以下のとおり。 ・審査資料の添付資料として、敷地内の施設・設備リスト、写真、配置図、５箇所の調査エリアの施設・設備リスト、全景写真を追加した。 ・浮き筏、定置網について、「発電所沖合には、認められない。」（発電所から目視可能範囲にないことは確認済み）との整理のままで変更なし。	
H26.3.18	**○ヒアリング　（H26.3.6 の指摘事項回答）** ・審査資料の添付資料は個別に説明する時間がなく、調査エリアＣの浮桟橋を追加していることは伝えていなかった。	
H26.5.5	**○現地調査（洋上）※** 計画Ｇは、平成２６年３月の現地調査（陸上）後、他社の審査資料に洋上からの写真があったことから、網羅性を確保する観点で必要な調査であると考え、敷地外の発電所半径５ｋｍ以内について、沿岸部の陸上からの現地調査で確認できなかった海岸線も含めて網羅的に洋上から漁船による調査（目視確認、写真撮影）を防災課に依頼した。 防災課は、発電所半径５ｋｍ以内について洋上からの調査（写真撮影含む）を実施した際、調査エリアＥに定置網（約１２０ｍ）があることを確認し、計画Ｇにその旨を報告した。 （定置網については、これまで発電所の沖合だけ視認した状況から、「発電所沖合には認められない」としてきたが、発電所半径５ｋｍ以内の構築物等を網羅的に抽出したうえで評価する方針に従い、追加することとした。）	◎調査エリアＥの定置網を抽出していなかった。
H26.8 月～9 月	**○現地調査（敷地内再調査）※** 計画Ｇは、平成２６年５月１６日津波評価の審査会合における基準津波見直し（Ｔ．Ｐ．＋７．３９ｍ→Ｔ．Ｐ．＋８．１２ｍ）に伴い、発電所敷地内の漂流物の再調査を防災課に依頼（メール）した。 防災課は、調査依頼に基づき、発電所敷地内（ＥＬ．１０ｍ以下）の写真撮影、施設・設備のリスト化を再度実施した。 計画Ｇは、現地調査（陸上、洋上）の結果をもとに審査資料を作成した。（調査エリアＣの浮桟橋、調査エリアＥの定置網を追加） なお、荷揚岸壁の作業用テント、ＬＬＷ容器、駐車車両など、漂流物となる可能性があるものについて、撤去または移動することを社内決定し、審査資料に反映した。	
H26.12.8、15	**○ヒアリング** 「3 月 6 日の審査会合から変更となった箇所を明示する。漂流物となる可能性のある施設、設備（定置網等）が増えた理由を説明する。」	
H26.12.15 以降	**○審査資料作成** 計画Ｇは、浮桟橋、定置網について、審査資料に以下のとおり記載した。 ・調査エリアＣの浮桟橋　・・・港湾の一部として漂流物の対象外としていたが、現地調査の網羅性の観点で個別に分類すべきと考え抽出 ・調査エリアＥの定置網・・・調査時には定置網と認識できなかったが、その後の調査により追加 ＜別紙－３　「図 漂流物評価フロー」、「表 評価フローの整理表」、「表 漂流物影響評価結果一覧（発電所構外）」 参照＞	
H27.2.2	**○ヒアリング（地震・津波合同：H26.3.6 の指摘事項回答）** 上記の審査資料により説明した。	
H27.2.3	**○更に調査不備箇所を確認** 計画Ｇは、社内での指摘を受けインターネットの画像を確認したところ、調査エリアＡ及びＢにおいて、調査対象物として抽出されていない浮桟橋を各１箇所（計２箇所）をあらたに確認した。	◎調査エリアＡ及びＢの浮桟橋（各１箇所）を抽出していなかった。
H27.2.4	**○ヒアリング（別件）** 「洋上桟橋も含め漂流物の再調査に至った経緯、その原因、是正処置及び水平展開について説明する。また、今後の再調査スケジュールについても説明する。」	
H27.2.5	**○審査会合（別件）** 「津波漂流物の対象物調査の一部に不備があったことについて、他の調査においても同様の不備がないかを確認したうえで、報告する。」	

※　発電所敷地外の調査対象範囲図を別紙－４に示す。また、各調査に係る体制図は添付資料－２参照。

（H25.12.26 審査資料「漂流物となる可能性のある船舶数等の評価結果」抜粋）

種　類	場　所	状況	数　量	重　量	評　価
漁船	漁港（東側）	停泊	約 50 隻	5t 未満	津波の流向、停泊地の位置・地形等を考慮すると漂流物とはならない
	漁港（西側）	停泊	約 100 隻	5t 未満	津波の流向、停泊地の位置・地形等を考慮すると漂流物とはならない
通過船舶	沖合約 13km ／約 18km	航行	―	―	発電所から十分離れているため漂流物とはならない
燃料輸送船等	荷揚岸壁	停泊／航行	3 隻	約 750t ～ 約 5000t	津波警報等発令時には、緊急退避（離岸）することとしており、震災以降、マニュアルを整備し、訓練を行い、その実効性を確認している。また、停泊地である荷揚岸壁の位置・地形・流向を考慮すると漂流物とはならない
浮き筏／定置網等	発電所沖合	認められない	―	―	―
陸域の建物／構築物	敷地内および敷地近傍	設置／倒壊	―	―	敷地内に津波の遡上域はなく、敷地近傍に大型の建物および構築物はないことから、漂流物とはならない

（H26.3.6 審査資料「漂流物評価フロー」抜粋）



（H26.3.6 審査資料「漂流物となる可能性のある船舶等一覧表」抜粋）

番号	種類	場所	状況	数量	重量	評価
①	漁船	漁港(東側)	停泊	約 50 隻	5t 未満	津波の流向、停泊地の位置・地形等を考慮すると漂流物とはならない
		漁港(西側)	停泊	約 100 隻	5t 未満	津波の流向、停泊地の位置・地形等を考慮すると漂流物とはならない
		敷地前面	航行	－	5t 未満	航行中の漁船は漂流検討対象となるが、万一漂流したとしても護岸等で止まることから、取水性への影響はない
②	燃料等 輸送船	荷揚岸壁	停泊／航行	3 隻	約 750t ～ 約 5000t	以下の点から漂流する可能性は低い ・岸壁に係留されている ・津波により岸壁を越えない ・十分な船体強度を有する また、停泊地である荷揚岸壁は 3 号炉から南西側に約 800m 離れており、津波の流向は限定できないが荷揚岸壁からの海岸地形を考慮すると漂流物となる可能性は極めて低い なお、津波警報等発令時には、緊急退避（離岸）することとしており、震災以降、マニュアルを整備し、訓練を行い、その実効性を確認している
③	浮き筏／ 定置網等	発電所沖合	認めら れない	－	－	今後、漂流物となり得る浮き筏および定置網等が設置された場合は、漂流物評価フローに従い影響評価を行う
④	岸壁クレーン	荷揚岸壁	設置	1 基	約 480t	重量物であり漂流物とはならない
	焼却炉建家			1 棟	－	重量物であり基礎が固定されていることから漂流物とはならない
	雑固体処理建家			1 棟	－	
	車両等		一般車両 作業用テント プレハブ小屋 仮設資材	－	－	荷揚岸壁の位置・地形・流向を考慮すると漂流物とはならない 万一漂流したとしても護岸等で止まることから、取水性への影響はない
	陸域の建物／ 構築物	敷地近傍	設置／倒壊	－	－	敷地近傍に大型の建物および構築物はなく、集落は発電所から離れており、津波の流向、集落の位置・地形等を考慮すると漂流物とはならない

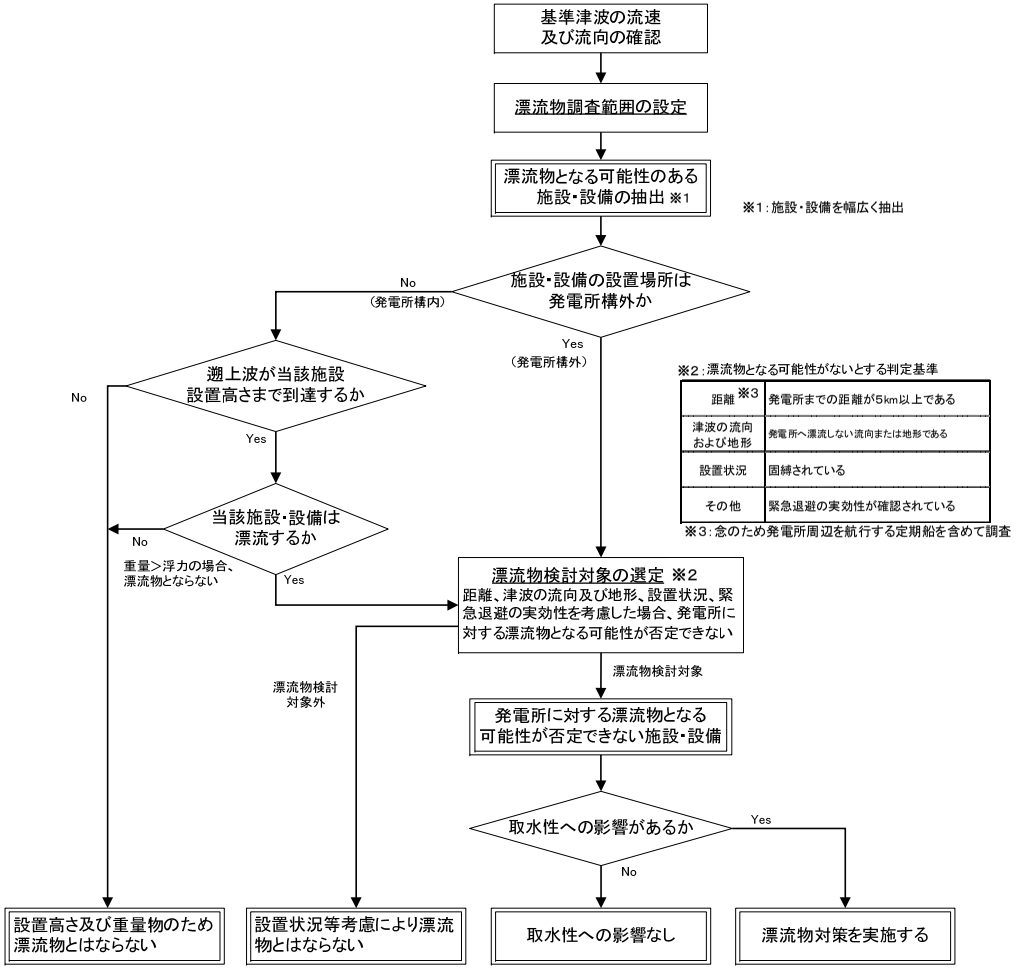


図　漂流物評価フロー

表　評価フローの整理表

分類	評価結果	検討内容		
		浮力	流向、設置状況等	取水口の閉塞
A	設置高さ及び重量物のため漂流物とはならない（発電所構内）	浮かない	遡上波が到達しない	－
B	設置状況等考慮により漂流物とならない	浮く可能性がある	発電所に来ない	－
C	発電所に対する漂流物となる可能性があるが、取水性に影響を与えない		発電所に来る	取水性に影響を与えない
D	発電所に対する漂流物となる可能性があり、取水性に影響を与える			取水性に影響を与える

表　漂流物影響評価結果一覧（発電所構外）

評価番号	種類	場所	状況	数量	重量	評価結果	フロー結果
①－1	船舶・漁船	発電所周辺	航行	－	－	航行中 航行不能となった漁船については、漂流する可能性があるが、津波の流向から、荷揚岸壁の港湾内に留まるか、海岸線にほぼ平行な汀線に沿った東西方向に動き、海水取水口に接近しない。 万一、発電所へ接近した場合でも、大部分は敷地前面の西側護岸、北側護岸に衝突して止まることから、取水性に影響はない。 一部、海水取水口に向かう漁船については、海水取水口呑口高がT.P.-5.72～-7.72mであることから、呑口に到達する可能性は低く、通水機能が損なわれるような閉塞は生じないため、海水ポンプの取水性に影響はない。	C
		A（足成）	停泊	約30隻	５ｔ未満	停泊中 津波の流向、停泊地の位置・地形等を考慮すると漂流物とならない。	B
		A（足成）	陸上保管	約5隻			
		B（大成）	停泊	約35隻			
		C（鳥津）	停泊	約35隻			
		D（亀浦）	停泊	約25隻			
		E（伊方越）	停泊	約20隻			
①－2	定期船	発電所周辺	航行	2	－	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。	B

評価番号	種類	場所	状況	数量	重量	評価結果	フロー結果
①－3	建物・構築物等	A（足成）	設置	家屋 約70軒	－	敷地付近の集落には家屋、車両等があるが、発電所から約2km～約5km離れており、津波の流向及び設置状況から発電所に対する漂流物とはならない。	B
			駐車	車両 約20台			
		B（大成）	設置	家屋 約80軒			
			設置	公共施設等 1式			
			駐車	車両 約30台			
		C（鳥津）	設置	家屋 約50軒			
			設置	公共施設等 1式			
			設置	浮き桟橋 1式			
			駐車	車両 約10台			
		D（亀浦）	設置	倉庫 3棟			
		E（伊方越）	設置	倉庫等 1式			
①－4	浮き筏・定置網等	E（伊方越）	設置	定置網 1式（約120m）	－	発電所から約4km離れた伊方越沖に定置網が存在するが、津波の流向から発電所に対する漂流物とはならない。	B

当初、港湾の一部として漂流物対象外としていたが、念のため対象に設定。

なお、①－1の評価に包絡されるため漂流物とはならない。

調査時には定置網と認識できなかったが、その後の調査により追加。

なお、①－1の評価に包絡されるため漂流物とはならない。

□：平成26年3月6日審査会合からの変更点

評価番号について

①発電所構外における評価
- ①－1：敷地周辺の船舶・漁船
- ①－2：定期船
- ①－3：敷地周辺の建物・構築物等
- ①－4：浮き桟、定置網等

②発電所構内における評価
- ②－1：敷地内の船舶（燃料輸送船等）
- ②－2：敷地内の建物・構築物等

漂流物評価フロー結果

A：設置高さ及び重量物のため漂流物とはならない（発電所構内）

B：設置状況等考慮により漂流物とならない

C：発電所に対する漂流物となる可能性があるが、取水性に影響を与えない

D：発電所に対する漂流物となる可能性があり、取水性に影響を与える

※調査エリアA～E（港）以外の陸域（海岸線）及び洋上に漂流対象となる施設・設備はない。

図　調査対象範囲

津波漂流物現地調査体制図

各調査時の体制を図1、2、3に示す。

図1　津波漂流物に係る調査体制（H25.10.16～）
図2　津波漂流物に係る調査体制（H26.3月～9月）
図3　津波漂流物に係る再調査体制（H27.2.7～23）

図１　津波漂流物に係る調査体制（H25.10.16～）

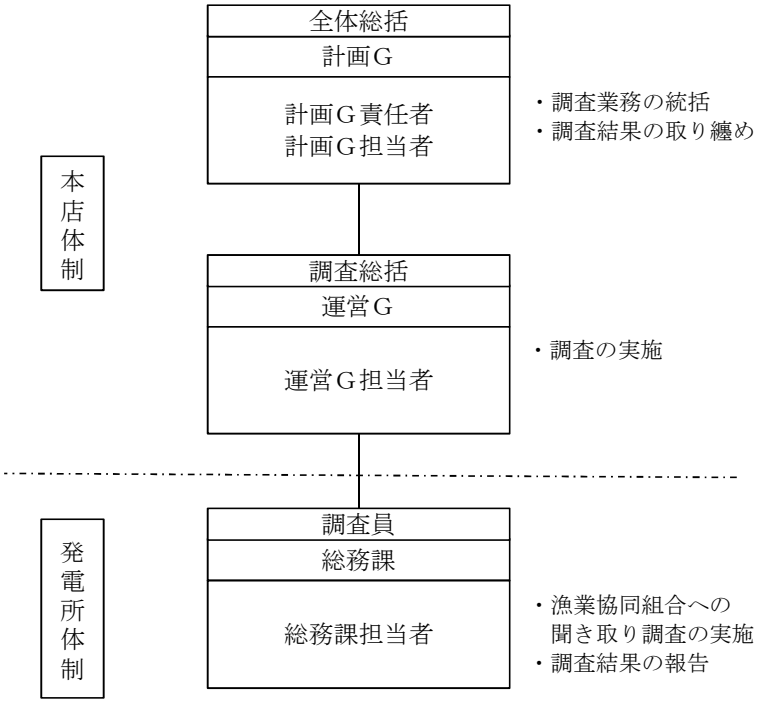


図２　津波漂流物に係る調査体制（H26.3月～9月）

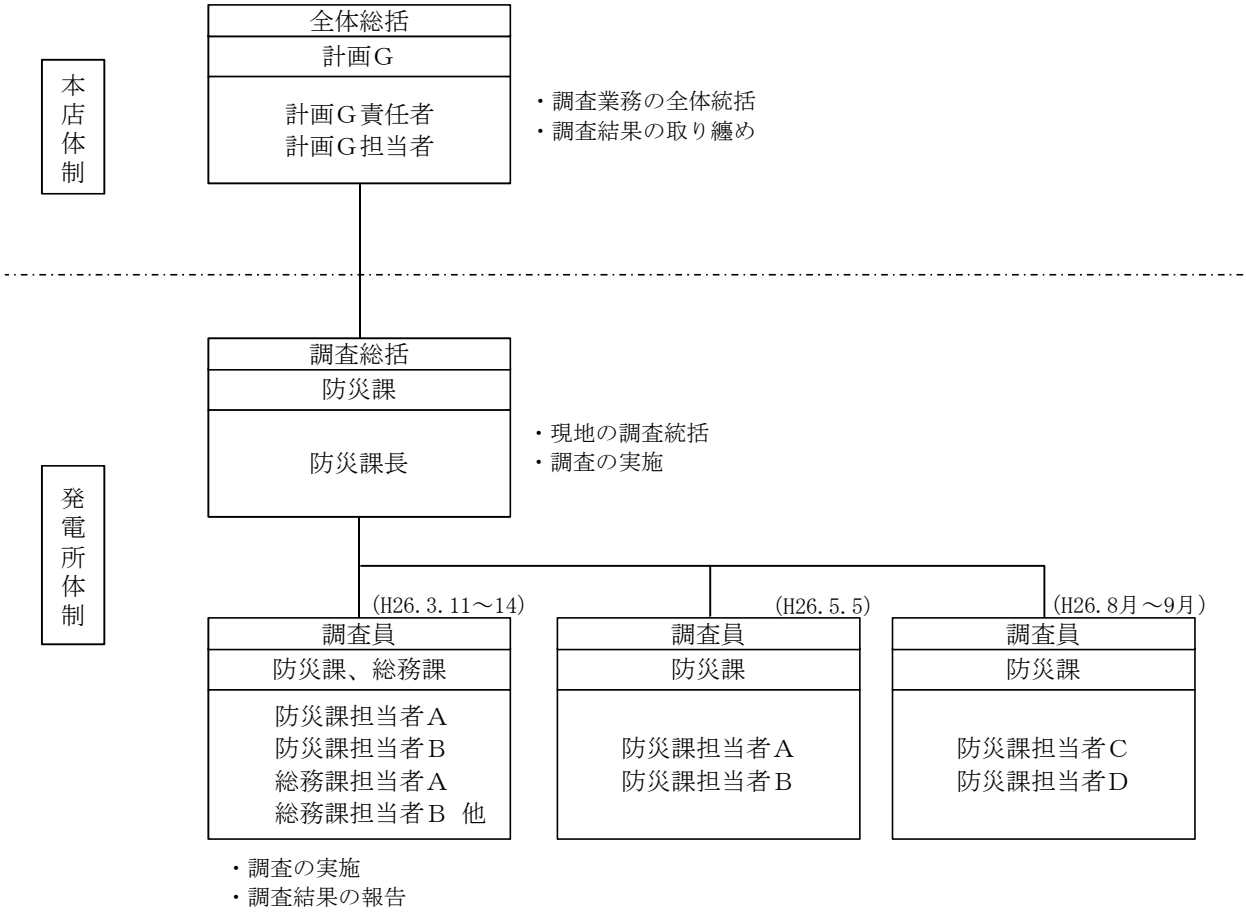
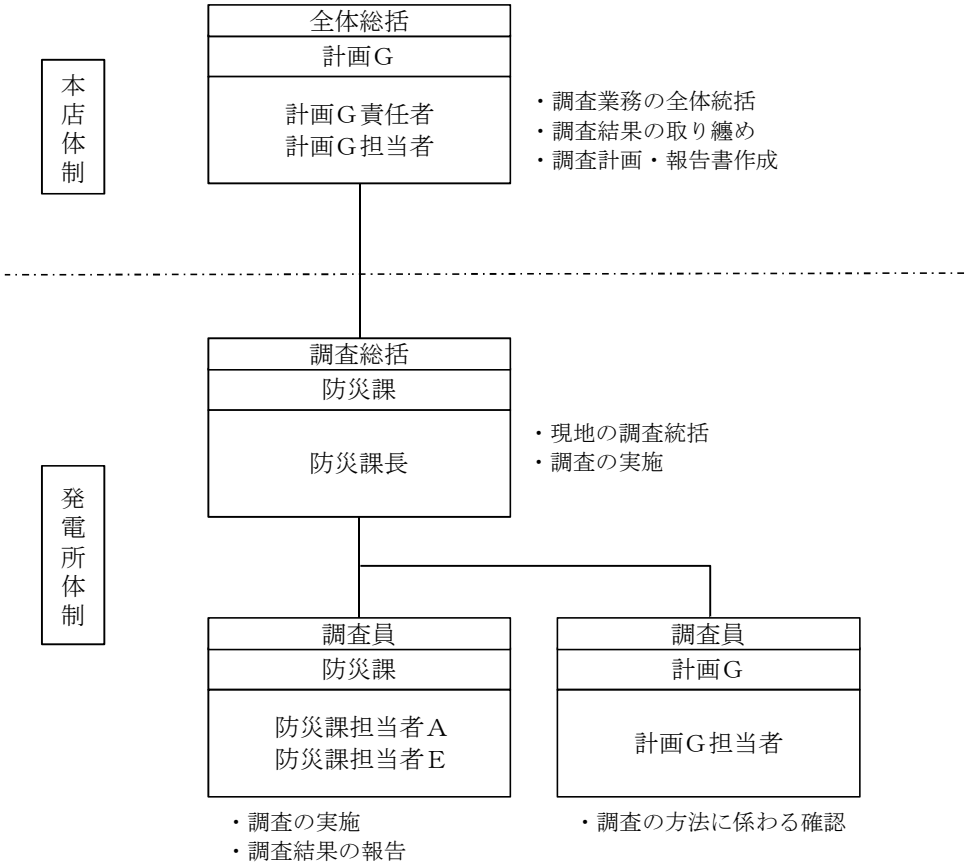


図３　津波漂流物に係る再調査体制（H27.2.7～23）



敷地外の津波漂流物の現地調査の不備に対する要因分析

評価凡例
○：事象の直接的要因と考えられるもの
×：問題のないもの

※
①：浮桟橋（調査エリアＣ）
②：定置網（調査エリアＥ）
③：浮桟橋（調査エリアＡ及びＢ）
共：①～③の共通
指：審査会合における指摘事項への対応

（起因行為）	（視点分類）	（視点区分）	※	（調査結果及び評価）		（再発防止対策）
調査対象物の網羅性及び抽出に係る不備	人に関する要因	行　　為	①	・H25.10の現地調査で発電所総務課担当者は、発電所半径５ｋｍ以内の５箇所の調査エリアにある漁船の聞き取り調査を実施したが、浮桟橋は調査指示がなかったことから調査しなかった。	×	
				・H26.3の現地調査で発電所総務課担当者は、調査エリアＣに大型の浮桟橋があることを確認したため、原子力部の報告リストに抽出した。また、計画Ｇ担当者に報告した。	×	
			②	・H26.3の現地調査で発電所防災課担当者は、調査エリアＥの遠方の洋上にブイのような浮き具が浮いていることを確認した。また、この取扱いについて計画Ｇ担当者に相談した。	×	
				・H26.3の現地調査で発電所防災課担当者は、遠方から確認できたブイは定置網とは認識できなかった。	○	（２）ｂ
				・H26.5 発電所防災課担当者は、洋上からの現地調査にて調査エリアＥに定置網があることを確認し、その旨を計画Ｇ担当者に報告した。	×	
			③	・H26.3の現地調査時に、発電所総務課担当者は、小型の簡易な浮桟橋を確認したが、大型の浮桟橋と異なり津波時には破損して発電所への影響は流木等と同等であると考えていたことから、原子力部への報告リストに抽出しなかった。	○	（１），（２）ａ
			指	・計画Ｇ担当者は、H25.12.26の審査会合における指摘事項を踏まえ、H25.10～12の現地調査で網羅性は担保できていると考え、抽出・評価プロセスを明確化した「漂流物評価フロー」（調査対象範囲は「発電所半径５ｋｍ以内」と記載）を作成し、H26.3.6の審査資料に追加した。	○	（１），（２）
		コミュニケーション	①	・H25.10 計画Ｇ担当者は、発電所への漂流物としては「発電所沖合を航行する船舶・漁船」が津波発生時に発電所へ近接する可能性が最も高いと考え、発電所半径５ｋｍ以内の調査エリアＡ，Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅを調査対象とし、登録漁船数と概算重量の調査を発電所総務課担当者へ調査依頼した。	×	
				・H25.10の現地調査で計画Ｇ担当者は、調査依頼時に一般的に港湾に浮桟橋があることは認識していたが発電所総務課へ浮桟橋を調査するよう指示しなかった。（浮桟橋は港湾に強固に係留されていることから、漂流物となることはなく、港湾の一部と認識、整理していた。）	×	
				・H26.3の現地調査で計画Ｇ担当者は、発電所総務課担当者からの報告を受け、当初は浮桟橋は港湾の一部と考えていたが、現地調査の網羅性の観点で個別に分類すべきと考え、審査資料の添付資料に「調査エリアＣの浮桟橋」を追加記載した。	×	
			②	・H26.3の現地調査で発電所防災課担当者は、洋上にブイのような浮き具が浮いていることを計画Ｇ担当者に相談し、海水ポンプの取水性に影響がないため抽出不要との回答を得た。	×	
				・H26.3の現地調査以降に計画Ｇ担当者は、他社の審査資料に洋上からの写真があったことから、網羅性を確保する観点で必要な調査と考え、発電所防災課担当者に洋上からの現地調査を依頼した。	×	
				・H26.5の洋上からの現地調査で計画Ｇ担当者は、発電所防災課担当者からの報告を受け、審査資料に定置網を追加記載した。	×	
			共	・H26.3 計画Ｇ担当者は、調査依頼文を作成し、発電所防災課及び総務課に沿岸部の陸上からの現地調査を依頼したが、現地調査計画書を作成しなかったことから、十分なチェック機能が働かなかった。	○	（１），（２）ａ
				・計画Ｇ担当者とその上長及び発電所担当者とその上長は、それぞれの業務である審査資料の作成や現地調査について適宜相談・報告をしていた。	×	
		心理的要因	③	・H26.3の現地調査で計画Ｇ担当者は、発電所防災課担当者から調査エリアＣで確認された大型の浮桟橋の報告を受け、これ以外に浮桟橋の抽出漏れはないと思い込んでいた。	○	（１），（２）ａ
			指	・H26.3.6　審査資料の「漂流物評価フロー」に調査対象範囲を「発電所半径５ｋｍ以内」と記載したが、前回の現地調査にて調査対象範囲内の５箇所の港が網羅されており、現状の調査は十分であると思い込んだ。	○	（１），（２）
		経験・知識	共	・本件に係る現地調査は、敷地内外において多種多様な調査対象物を抽出する必要があったにもかかわらず、調査対象物の抽出の考え方を整理した現地調査計画書を作成せずに、現地調査を実施していた。	○	（１），（２）ａ
	作業に関する要因	体　　制	共	・本店は全体取りまとめで発電所は本店からの依頼により現地調査を実施する役割分担でそれぞれ十分な体制であった。	×	
	設備・環境に関する要因	作業環境	②	・H26.3の現地調査の中で洋上にブイのような浮き具を確認した場所は、視認性が悪く沿岸部の陸上からの調査方法は適切でなかった。	○	（２）ｂ

是正処置

本件に係る調査対象物の網羅性及び抽出に係る不備に対する是正処置として、推定原因を踏まえ、調査対象物を抽出するための考え方を整理し、この考え方に基づき調査範囲を網羅的に確認するため、再度現地調査を実施した。

（１）調査対象物の抽出の考え方の整理
前回現地調査において調査対象物が明確化されておらず、抽出に不備があったことから、前回調査結果を基に、関係者で打ち合わせのうえ調査対象物を抽出するための考え方を整理し「漂流物抽出の考え方リスト」として明確化した現地調査計画書を作成した。現地調査計画書においては、漂流物抽出の考え方リストに記載がないもので抽出すべきか不明確なものは、原則すべて抽出することとした。

（２）現地調査の実施
ａ．敷地外の陸上
（１）項で整理した調査対象物の抽出の考え方を反映したリストを用いて敷地外の陸上部につて現地の再調査を網羅的に実施し、調査対象物を網羅的に抽出した。

ｂ．敷地外の洋上
平成２６年５月に洋上からの現地調査を実施し、対象となる全範囲を確認した結果、調査エリアＥにある定置網以外に抽出すべき調査対象物がないことを確認している。そのため、この調査結果をあらためて確認し、網羅的な調査が実施されていることを確認した。

ｃ．敷地内
（１）項と同様に再調査を網羅的に実施し、調査対象物を網羅的に抽出した。なお、時間経過に応じて変化する工事等における仮置き資機材等については、漂流物対策として固縛等の保管方法を社内マニュアルに定め、適切に運用する。

伊方発電所３号炉
耐津波設計に係る津波漂流物再調査
実施計画書

平成２７年２月

原子力本部原子力部

１．調査目的

これまで実施した、伊方発電所敷地外（以下「敷地外」という。）の漂流物調査において、調査対象物として何を抽出すべきかが不明確であり抽出に不備があったことから、調査対象物を抽出するための考え方や調査対象物をリスト化する際の考え方を整理したうえで再調査を実施する。

２．調査に関する要求事項

「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 7 月 8 日施行)」の第五条において、基準津波に対して設計基準対象施設が安全機能を損なわれるおそれがないことが要求されている。

また、「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（平成 25 年 7 月 8 日施行)」の別記３において、基準津波による水位変動に伴う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が要求されている。

３．調査対象

基準津波による遡上解析結果から、以下の発電所から半径５km の敷地外及び敷地内の施設・設備を調査対象とする。

［調査対象範囲］

・敷地外

発電所から半径５km 以内の伊予灘側かつ標高 10m 以下

・敷地内

標高 10m より低いエリア（荷揚岸壁エリア、標高 5m 護岸）

（添付資料－１）

４．調査体制

（１）計画グループリーダー（以下「計画ＧＬ」という。）は、統括責任者として調査業務を統括するとともに、業務の執行に必要な体制を構築する。

（２）計画グループは、調査結果の取り纏め、調査計画書・報告書の作成等の業務を実施する。

（３）伊方発電所防災課長は、現地調査業務を統括する。

（４）防災課及び計画グループは、漂流物の調査業務を実施する。

（添付資料－２）

５．調査工程

・現地調査　　：　平成２７年２月　７日～２月２３日

・調査結果取り纏め・報告書作成：～平成２７年２月２４日

６．調査方法

基準津波により漂流物となる可能性のある施設・設備について、以下のとおり調査を行い、その調査結果を漂流物調査結果リストに記録し、調査報告書を作成する。

（添付資料－３、４）

（１）漂流物となる可能性のある施設・設備の抽出

防災課及び計画グループは、「３．調査対象」で示した調査対象範囲を調査し、漂流物となる可能性のある施設・設備を抽出し漂流物調査結果リストを作成する。漂流物の抽出にあたっては、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し、陸域の建物・構築物及び海域の設置物等を網羅的に調査する。

実施にあたっては、前回調査時に漂流物を抽出するための考え方が不明確であり、漁港の浮き桟橋等の抽出不備があった事象を踏まえ、前回の調査結果で漂流物として抽出したリストについて、担当者間で共通認識を持つため、漂流物の抽出の考え方や抽出された漂流物をリストにまとめる際の考え方を整理し、これらを基に、前回の現地調査の調査結果と比較して、浮桟橋等の調査対象物に抽出漏れがなかったか確認するため、現地再調査を実施する。

（２）漂流物調査結果リストの作成及びエビデンス（写真・地図等）の整理

防災課及び計画グループは、（１）項で抽出した施設・設備について、必要な情報（調査エリア、数量、設置状況、確認方法等）を漂流物調査結果リストに記入する。また、設置場所を地図等に記録するとともに、必要に応じて設置状況がわかる写真の撮影等を行いエビデンス（写真・地図等）の整理を行う。

さらに、机上による確認として、漂流物調査結果リストと現地撮影写真、前回調査結果のリスト及び地図等を照合し、変更箇所や齟齬がないことを確認し、その結果を漂流物調査結果リストに記入する。

（３）記録の整理及び報告書の作成

担当者と上位職を含む担当者以外の者は、（２）項で作成したリストとエビデンス（写真・地図等）に相違ないことを確認し、防災課長に報告後、漂流物調査結果リスト及びエビデンスを計画グループに提出する。

計画グループは、調査結果を取り纏め、調査結果リスト等に基づき調査報告書を作成し、計画ＧＬの承認を得る。

＜添付資料＞

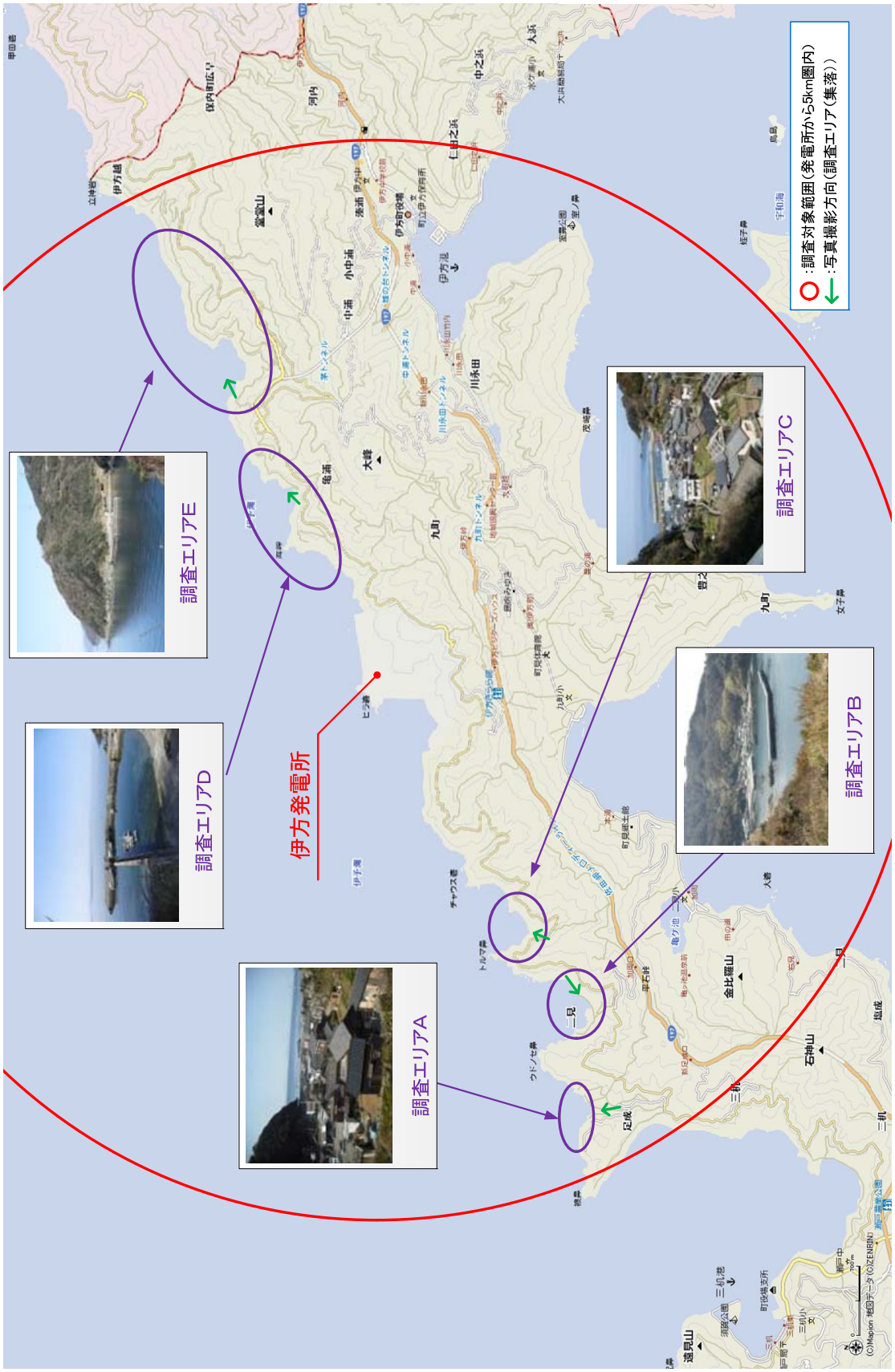
－１．調査対象範囲

－２．漂流物調査に係る調査体制

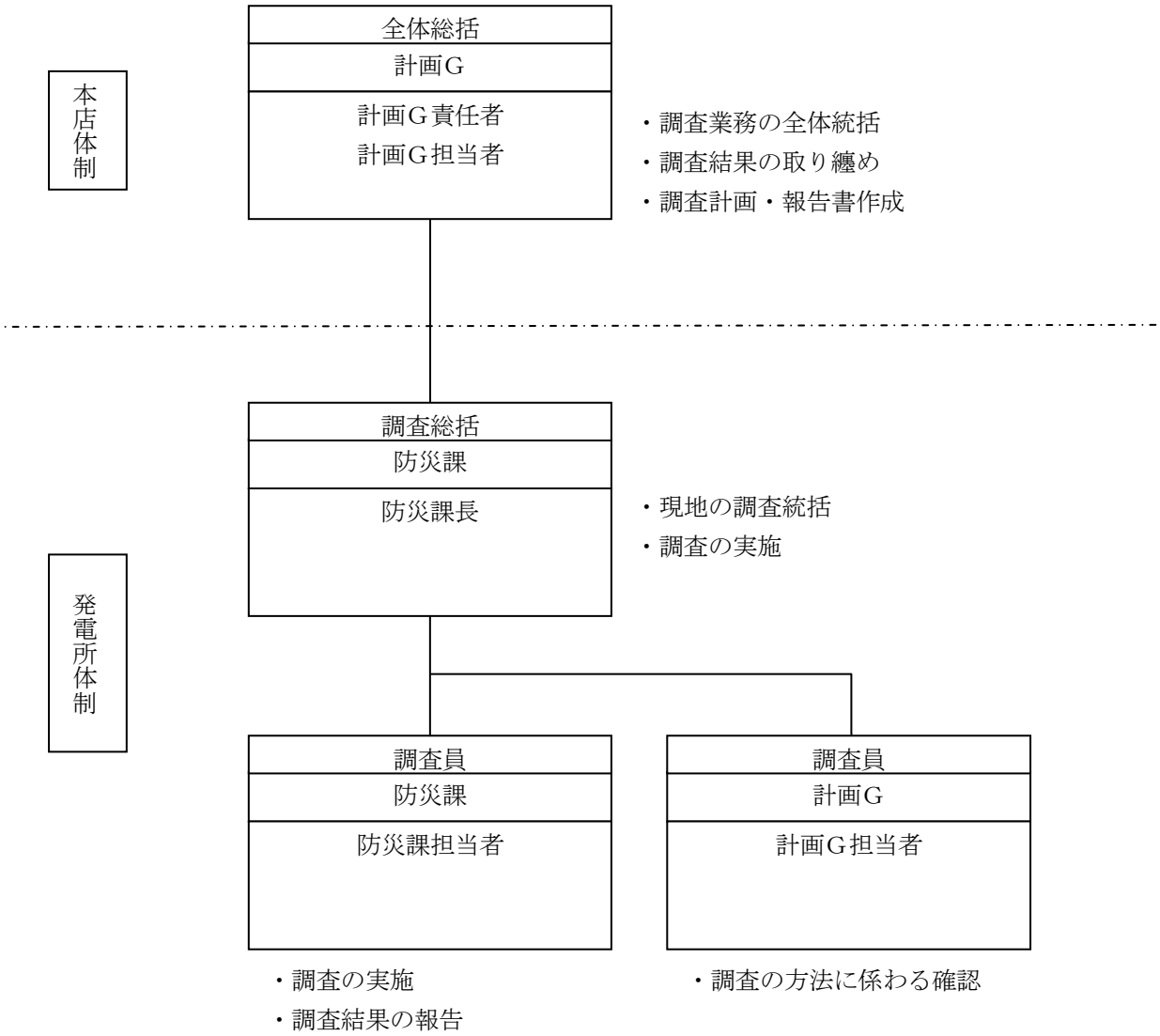
－３．漂流物となる可能性のある施設・設備の抽出作業手順

－４．漂流物調査結果リスト

調査対象範囲


調査エリアE
調査エリアD
伊方発電所
調査エリアA
調査エリアC
調査エリアB
○:調査対象範囲(発電所から5km圏内)
←:写真撮影方向(調査エリア(集落))

漂流物調査に係る調査体制



漂流物となる可能性のある施設・設備の抽出作業手順

添付資料－１の調査対象範囲について、漂流物となる可能性のある施設・設備を現地調査等により以下の手順で再調査する。

（１）漂流物抽出の考え方リストを作成

前回調査時に調査対象物が明確化されておらず、抽出に不備があったことから、前回調査結果を基に、調査対象物を抽出するための考え方を整理した漂流物抽出の考え方リストを作成する。

（別添－１）

（２）現地調査

（１）項で作成した漂流物抽出の考え方リストに基づき、調査対象範囲の現地調査を行い、漂流物となる可能性のある敷地外の船舶・漁船、構築物、定置網及び漁港の浮桟橋等及び敷地内の構築物、機器類及び資機材等を網羅的に調査する。その際、調査対象施設・設備の抽出不備がないよう、漂流物になる可能性があると考えられるものを幅広く抽出する。

【漂流物になる可能性があると考えられるものの例】

(敷地外)

・海域

〇船舶・漁船、定置網、浮桟橋、流木　など

・陸域

〇家屋、公共施設（集会所等)、倉庫、遊具、公衆トイレ　など

〇車両（自動車)、自転車、バイク　など

(敷地内)

〇建屋、プレハブ小屋、仮設資機材、車両（自動車）　など

漁港に停泊する漁船の数量については、関係団体への聞き取り調査を実施する。

定置網及び浮桟橋については、関係団体への聞き取り及び現地調査により数量、寸法・構造を確認する。

家屋、公共施設等については、国土地理院発行の地図により標高 10m 以下の調査対象範囲を明確化したうえ、住宅地図により数量を確認し、現地調査により住宅地図による調査結果と有意な差がないことを確認する。

その他の調査対象物についても漂流物抽出の考え方リストに基づき現地調査を実施する。

これらの調査結果を漂流物再調査結果リストに記入する。

現地調査において、（１）項で整理した漂流物抽出の考え方リストに記載がないもので抽出すべきか不明確なものは、原則全て抽出する。

（３）机上による確認

再調査結果と前回調査結果と照合し、変更箇所や齟齬がないことを確認し、その結果を漂流物再調査結果リストに記入する。

漂流物抽出の考え方リスト（敷地外）

分類	番号	名称	現地調査時の確認方法	数量の記載等 ○：記載する △：一式とする等 －：個別の抽出は不要	備考
船舶・漁船	1	船舶・漁船（航行）	・発電所沖を航行する船舶・漁船については時々刻々状況が変化するため、個別の抽出は不要とする。	△	
	2	船舶・漁船（停泊）	・関係漁協からの聞き取りにより、各漁港に登録されている船舶・漁船の数量、重量を調査する。 ・現地調査においては、関係漁港からの聞き取り結果と有意な差がないことを確認する。	○	数量は10の倍数に切り上げた数値を記載
	3	船舶・漁船（陸上保管）	同上	○	同上
	4	船舶・漁船（廃船）	・船舶・漁船の評価に包絡されるものとして、個別の抽出は不要とする。	－	
	5	小型のプレジャーボート			プラスチック製
	6	漁網			
	7	漁具			
	8	ロープ			
	9	古タイヤ			
	10	液体運搬用タンク			ポリエチレン製 容量：～3000L
	11	漁船渡し板			単なる板
	12	船曳場	・構造上、漂流物とならないことが明らかであるため、個別の抽出は不要とする。	－	台車（鋼製、枕木付き） ｳｲﾝﾁ巻上機の倉庫
定置網・浮き筏	13	定置網	・関係漁協からの聞き取りにより、各漁港に登録されている定置網の数量、設置場所、仕様等を調査する。 ・船による海上からの調査により関係漁港からの聞き取り結果と有意な差がないことを確認する。	○	
	14	大型の浮桟橋	・関係漁協等への聞き取り及び現地調査により数量、寸法・構造を確認する。	○	5t漁船（全長約11m）より大型のもの
	15	小型の浮桟橋	・関係漁協等への聞き取り及び現地調査により数量、寸法・構造を確認する。	○	5t漁船（全長約11m）より小型のもの
構築物（家屋・公共施設等）	16	家屋	・住宅地図により数量を調査する。 ・現地調査においては、住宅地図による調査結果と有意な差がないことを確認する。	○	数量は10の倍数に切り上げた数値を記載
	17	公共施設等	・住宅地図により数量を確認する。 ・現地調査においては、住宅地図による調査結果と有意な差がないことを確認する。 （公共施設等に分類するものの例示） 消防団詰所、水処理施設、漁協施設、小型給油施設、取水施設、神社、集会所、モニタリングポスト	○	同上
	18	構築物に付随する設備	・構築物（家屋、公共施設等）の評価に包絡されるものとして以下のものは個別の抽出は不要とする。 （構築物に付随する設備に分類するものの例示） 電柱、街灯、ガードレール、フェンス、ポスト、ミラー、看板、消火栓箱、自動販売機、公園の遊具、ベンチ、家屋壁面に設置されたプロパンガスボンベ、温水器、ボイラー	－	
車両等	19	車両（自動車）	・現地調査において、数量を調査する。 ・時々刻々変化するため、台数はあくまで参考として扱う。	○	数量は10の倍数に切り上げた数値を記載
	20	その他の車両等	・車両（自動車）の評価に包絡されるものとして個別の抽出は不要とする。 （その他の車両等に分類するものの例示） 自転車、バイク、重機（重機は漂流物とならないことが明らかであるため元来調査対象外）	－	
流木	21	樹木	・樹木、流木は一般的に存在するため、個別の抽出は不要とする。	△	沿岸に自生する樹木を含む
	22	流木			木材、枕木、廃材等

漂流物抽出の考え方リスト（敷地内）（１／２）

分類	番号	名称	現地調査時の確認方法	数量の記載等 ○：記載する △：一式とする等 －：個別の抽出は不要	備考
船舶・漁船	1	船舶・漁船（航行）	・発電所沖合を航行する船舶・漁船については、敷地外のリストに抽出する。	－	
	2	燃料等輸送船	・荷揚げ岸壁に停泊する燃料等輸送船は、定期的に停泊するため、個別の抽出は不要とする。	△	
	3	特殊浮標（取水口用）	・船舶・漁船の評価に包絡されるものとして、個別の抽出は不要とする。	－	
	4	その他の海上設置物	・新たに海上設置物が確認された場合は抽出する。	○	
構築物等	5	雑固体処理建屋	・敷地図、構造図、社内マニュアルによる机上調査及び現地調査により数量、構造等を調査する。	○	
	6	雑固体焼却炉建家		○	同付属建屋を含む
	7	機材保管庫		○	
	8	１－固体廃棄物貯蔵庫		○	
	9	新油貯蔵庫		○	
	10	1・2号油庫		○	
	11	3号油庫		○	
	12	1・2号ガス庫		○	
	13	3号ガス庫		○	
	14	岸壁見張所		○	
	15	深部地震計孔口固定装置建屋		○	
	16	深部地震観測局舎		○	
	17	統合浄化槽		○	
	18	1，2号消火水槽		○	
	19	水質連続自動測定装置建屋		○	
機器類	20	岸壁クレーン	・現地調査において、数量・構造等を確認する。	○	
	21	固体廃棄物貯蔵庫440V分電盤		○	
	22	LLW搬出設備受電盤		○	
	23	現地制御盤		○	
	24	排貝排水処理装置		○	

漂流物抽出の考え方リスト（敷地内）（２／２）

分類	番号	名称	現地調査時の確認方法	数量の記載等 ○：記載する △：一式とする等 －：個別の抽出は不要	備考
資機材等	25	プレハブ小屋	・EL.10m未満は、工事等で保管が必要な場合は、固縛等の対策を社内マニュアルに定めることから、個別の抽出は不要とする。 ・現地調査において、プレハブ、作業用テント等の数量を確認する。 ・工事等によって時間経過に応じて変化するため、あくまで参考として扱う。	△	EL.10m未満は、工事等で保管が必要な場合は、固縛等の対策を社内マニュアルに定める。
	26	仮設資機材	・機器類の評価に包含されるもとして以下のものは個別の抽出は不要とする。 （仮設資機材に分類するものの例示） LLW輸送容器、作業用貯水タンク、資機材（角落し、トラスク他）、鋼材、ネット、ケーブル類、ロープ等	－	EL.10m未満は、工事等で保管が必要な場合は、固縛等の対策を社内マニュアルに定める。
	27	その他機器類	・機器類の評価に包含されるもとして以下のものは個別の抽出は不要とする。 （その他機器類に分類するものの例示） 潮位計、海水サンプリングポンプ（温排水調査用）等	－	
	28	構築物・機器類に付随する設備	・構築物等の評価に包絡されるものとし以下のものは個別の抽出は不要とする。 （構築物に付随する設備に分類するものの例示） ・鋼製 フェンス、支柱（街灯、カメラ等）、ゲート、電柱、階段、ガードレール、空調室外機、配管、標識、スロープ、グレーチング 、電線管 、現場操作箱、プルボックス、消火栓、消火器箱等	－	
	29	敷地造成工事に伴い発生する砂利の仮置場	砂利は浮遊することなく、漂流物とならないことが明らかであるため、個別の抽出は不要とする。	－	
車両等	30	車両(自動車)	・駐車場の駐車可能台数を調査する。 ・現地調査においては、駐車可能台数と有意な差がないことを確認する。 ・時々刻々変化するため、台数はあくまで参考として扱う。	○	・EL.10m未満は原則、駐車禁止とする。工事等で一時駐車が必要な場合は、固縛等の対策を社内マニュアルに定める。
	31	その他の車両等	・車両等（自動車）の評価に包絡されるものとして個別の抽出は不要とする。 （その他の車両等に分類するものの例示） ・自転車、重機（重機は漂流物とならないことが明らかであるため、対象外とする。）	－	・EL.10m未満は原則、駐車禁止とする。工事等で一時駐車が必要な場合は、固縛等の対策を社内マニュアルに定める。
流木	32	植木、樹木	・植木、樹木、流木は一般的に存在するため、個別抽出は不要とする。	△	敷地内に自生する樹木を含む
	33	流木		△	木材、枕木、廃材等

漂流物調査結果リスト

調査エリア	番号	現地調査							机上による確認					備　考※3
		名称	数量	設置状況	確認方法※1	写真撮影	調査日	担当者	現地写真との照合※2	前回調査結果との照合※2	変更があった場合の理由※2	調査日	担当者	
	1													
	2													
	3													
	4													
	5													
	1													
	2													
	3													
	4													
	5													
	1													
	2													
	3													
	4													
	5													
	1													
	2													
	3													
	4													
	5													
	1													
	2													
	3													
	4													
	5													

【凡例等】
※1．確認方法として、①：現場ウォークダウンによる確認　②：漁業協同組合への聞き取りによる確認　③：船上による確認　を記載する。
※2．現地調査結果とそれぞれ照合し、変更箇所等がなければ「良」、変更箇所等があれば「変更あり」と記載し、次の欄に変更の理由を記載する。
※3．上記の凡例によらない特記事項を記載する。

漂流物再調査結果リスト（敷地外）

調査エリア	番号	名称	状況	数量		変更があった場合の理由	備　考
				H27.2.2ヒアリング資料に記載の数値	再調査結果		
A	1	船舶・漁船	停泊	約35隻	約40隻	漂流物抽出の考え方リストによる整理	漁業協同組合への聞き取り結果
	2	小型浮桟橋	設置	―	1個	前回、流木等と同等の扱いとし抽出しなかった	
	3	家屋	設置	約70軒	約120軒	国土地理院発行の等高線図を用いて調査対象範囲を明確化	
	4	公共施設等	設置	―	約10軒	前回、家屋と合わせて抽出し、個別に抽出しなかった	給油施設、消防詰所、神社、集会所
	5	車両（自動車）	駐車	約20台	約30台	漂流物抽出の考え方リストによる整理に基づき、時々刻々変化しており参考扱い	（参考）調査時点の台数
B	1	船舶・漁船	停泊	約35隻	約30隻	漂流物抽出の考え方リストによる整理	漁業協同組合への聞き取り結果
	2	小型浮桟橋	設置	―	1個	前回、流木等と同等の扱いとし抽出しなかった	
	3	家屋	設置	約80軒	約80軒	－	
	4	公共施設等	設置	3軒	約10軒	漂流物抽出の考え方リストによる整理	消防詰所、集会所、処理施設、トイレ
	5	車両（自動車）	駐車	約30台	約30台	－	（参考）調査時点の台数
	6	遊具、トイレ	設置	1式	―	漂流物抽出の考え方リストによる整理に基づき、遊具は個別に抽出しない、トイレは公共施設等に整理	
C	1	船舶・漁船	停泊	約35隻	約40隻	漂流物抽出の考え方リストによる整理	漁業協同組合への聞き取り結果
	2	大型浮桟橋	設置	1個	1個	－	
	3	小型浮桟橋	設置	―	2個	前回、流木等と同等の扱いとし抽出しなかった	
	4	家屋	設置	約50軒	約50軒	－	
	5	公共施設等	設置	6軒	約10軒	漂流物抽出の考え方リストによる整理	漁協支所、漁協施設、消防詰所、処理場、給油施設、トイレ
	6	車両（自動車）	駐車	約10台	約20台	漂流物抽出の考え方リストによる整理に基づき、時々刻々変化しており参考扱い	（参考）調査時点の台数
D	1	船舶・漁船	停泊	約25隻	約20隻	漂流物抽出の考え方リストによる整理	漁業協同組合への聞き取り結果
	2	公共施設等	設置	―	約10軒	漂流物抽出の考え方リストによる整理に基づき整理	倉庫3軒
	3	倉庫	設置	3軒	―	漂流物抽出の考え方リストによる整理に基づき、公共施設等に整理	
E	1	船舶・漁船	停泊	約20隻	約20隻	－	漁業協同組合への聞き取り結果
	2	公共施設等	設置	―	約10軒	漂流物抽出の考え方リストによる整理に基づき整理	取水場、倉庫、神社3箇所
	3	取水場	設置	1箇所	―	漂流物抽出の考え方リストによる整理に基づき、公共施設等に整理	
	4	倉庫	設置	1軒	―	同上	
	5	神社	設置	3箇所	―	同上	
A～E以外	1	定置網	設置	1式（約120m※）	1式（約120m※）	－	※ 最大幅

漂流物再調査結果リスト（敷地内）

調査エリア	分類	名称	状況	数量		変更があった場合の理由	備考
				H27.2.2ヒアリング資料に記載の数値	再調査結果		
a（荷揚岸壁エリア）	船舶	燃料等輸送船	停泊/航行	3	3	－	
		シルトフェンス	設置	－	1	H26.9月新規設置	工事により発生する土砂の流出防止用
	構築物等	雑固体処理建屋	設置	1	1	－	
		雑固体焼却炉建家	設置	1	1	－	同付属建屋を含む
		機材保管庫	設置	1	1	－	
		１－固体廃棄物貯蔵庫	設置	1	1	－	
		新油貯蔵庫	設置	1	1	－	
		1・2号油庫	設置	1	1	－	
		3号油庫	設置	1	1	－	
		1・2号ガス庫	設置	1	1	－	
		3号ガス庫	設置	1	1	－	
		深部地震計孔口固定装置建屋	設置	1	1	－	
		深部地震観測局舎	設置	1	1	－	
		岸壁見張所	設置	1	1	－	
	機器類	岸壁クレーン	設置	1	1	－	
		固体廃棄物貯蔵庫440V分電盤	設置	1	1	－	
		LLW搬出設備用受電盤	設置	1	1	－	
		現地制御盤14	設置	1	1	－	
	その他	作業用テント（海側）	固定	2	－	－	H27.2月撤去
		作業用テント（山側）	固定	2	－	－	H27.2月撤去
		プレハブ小屋	保管	4	4	設置場所変更	（参考）調査時点の個数
		LLW輸送容器	保管	1式	－	１－固体廃棄物貯蔵庫内に保管	
		作業用貯水タンク	保管	1	－	漂流物抽出の考え方リストによる整理に基づき、個別に抽出しない	濁水処理用
		資機材（角落し他）	保管	1式	－	同上	
		資機材（トラスク他）	保管	1式	－	同上	
	車両等	車両（自動車）（岸壁駐車場）	駐車	約80台	約80台	－	敷地高さ10m以上へ移設予定

漂流物再調査結果リスト（敷地内）

調査エリア	分類	名称	状況	数量		変更があった場合の理由	備考
				H27.2.2ヒアリング資料に記載の数値	再調査結果		
b（西側5m盤）	構築物等	統合浄化槽	設置	4	4	－	
		1・2号消火水槽	設置	1	1	－	
	機器類	現地制御盤2	設置	1	1	－	
	車両等	車両（自動車）（5m駐車場）	駐車	約90台	約90台	－	敷地高さ10m以上へ移設予定
c（北側5m盤）	構築物等	水質連続自動測定装置建屋	設置	1	1	－	
	機器類	排貝排水処理装置	設置	1	1	－	
共通	流木	植木、樹木	－	－	－	－	
		流木	－	－	－	－	

津波漂流物となる可能性のある施設・設備の現地調査の不備に係る水平展開

表1　現地調査を実施している水平展開要否検討結果

（注）本表に記載する条文、項目以外については、表同様の現地調査を実施していない（表2参照）。

分類	項目（注）	調査項目						水平展開対象
		●ある範囲内において、調査対象となるものを網羅的に抽出するために現地調査を実施		①調査対象物は明確か　※1		②調査方法は適切か　※2		
		実施／－	概要	Y／N	概要	Y／N	概要	対象／－
設置許可基準規則等への適合性について（設計基準対象施設）	四条 地震による損傷の防止	実施	耐震評価における耐震重要施設（耐震Sクラス）に対して波及的影響を及ぼすおそれのある施設を網羅的に抽出するため、図面による机上調査を実施し、その補完として現地調査を実施。	Y	耐震重要施設の設置位置を図面で示し、耐震重要施設周辺に位置する下位クラス施設、作業用資機材、仮置き機器等の波及的影響を及ぼすおそれのあるものとして調査要領書において調査対象物を明確化している。	Y	調査対象物、調査方法、調査項目及び判断基準を定めた調査要領書に基づいて調査を実施している。現地調査は、その補完として実施し、敷地内の調査であることから視認性に問題はない。 また、調査は発電所の耐震設計又は設備保修を熟知する者が実施している。 したがって、調査方法は適切である。	－
	五条 津波による損傷の防止	実施	津波影響評価における津波防護対象設備が設置された敷地に津波が流入する可能性がある取水路、放水路等の経路（扉、開口部、貫通部等）を網羅的に抽出するため、取水路、放水路の構造図等の図面による机上調査を実施し、その補完として現地調査を実施。	Y	津波防護対象設備の設置位置を図面で明確にしている。調査対象物はそこへ津波が流入する可能性のある取水路、放水路等の経路（扉、開口部、貫通部等）であり明確である。	Y	構造図等の図面により、取水路、放水路等の寸法、扉、開口部、貫通部等の位置の机上調査を実施している。現地調査は、その補完として実施し、敷地内の調査であることから視認性に問題はない。 また、調査は発電所の設備の設置状況を熟知する者が実施している。 したがって、調査方法は適切である。	－
		実施	津波影響評価における津波防護対象設備を内包する建屋及び区画に津波が浸水する可能性がある浸水口（扉、開口部、貫通部等）を網羅的に抽出するため、原子炉建屋、原子炉補助建屋等の図面による机上調査を実施し、その補完として現地調査を実施。	Y	津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を浸水防護重点化範囲として図面で明確にしている。調査対象物はそこへ津波が浸水する可能性がある浸水口（扉、開口部、貫通部等）であり、明確である。	Y	図面により、原子炉建屋、原子炉補助建屋等の扉、開口部、貫通部等の位置の机上調査を実施している。現地調査は、その補完として実施し、敷地内の調査であることから視認性に問題はない。 また、調査は発電所の設備の設置状況を熟知する者が実施している。 したがって、調査方法は適切である。	－
		実施	津波影響評価における基準津波により漂流物となる可能性があるものを網羅的に抽出するため、現地調査（敷地内のEL.10m以下）を実施。	N	津波により漂流物となる可能性があるものとして調査対象物が明確ではなく、抽出の考え方も整理されていなかった。	Y	現地調査は、敷地内の調査であることから視認性に問題はない。 また、調査は発電所の建物・構築物の設置状況を熟知する者が実施している。 したがって、調査方法は適切である。	対象 （本報告）
		実施	津波影響評価における基準津波により漂流物となる可能性があるものを網羅的に抽出するため、現地調査（敷地外半径5km以内）を実施。	N	津波により漂流物となる可能性があるものとして調査対象物が明確ではなく、抽出の考え方も整理されていなかった。	N→Y	現地調査は、敷地外であり、洋上について陸上からの目視調査のみのため視認性が悪く、調査方法として適切ではなかった。（後日、船上からの目視調査を実施するとともに、設置状況を熟知する関係団体への聞き取りを実施した。）	対象 （本報告）

分類	項目（注）	調査項目						水平展開対象
		●ある範囲内において、調査対象となるものを網羅的に抽出するために現地調査を実施		①調査対象物は明確か　※1		②調査方法は適切か　※2		
		実施／－	概要	Y／N	概要	Y／N	概要	対象／－
設置許可基準規則等への適合性について（設計基準対象施設）	六条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻）	実施	発電所敷地内において竜巻により飛来物になる可能性のあるものを網羅的に抽出し、竜巻影響評価における設計飛来物を選定するため、現地調査を実施。	Y	飛来物となり竜巻防護施設へ影響を及ぼす可能性があるものとして抽出する飛来物及び抽出しない飛来物の具体例を示し、調査要領書において調査対象物を明確化している。	Y	現地調査は、敷地内の調査であることから視認性に問題はない。 また、調査は、敷地内の建物・構築物の設置状況を熟知する者が実施している。 したがって、調査は適切である。	－
	六条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）	実施	発電所周辺の植生状況を網羅的に抽出し、火災影響評価における発電所周辺の植生分布を設定するため、航空写真による机上調査を実施し、その補完として現地調査を実施。	Y	3号炉心位置より東西南北各方向3kmの範囲の植生状況として調査対象物は明確である。現地調査は、航空写真による机上調査において植生の判読が難しい場所に対して実施している。 なお、調査要領書において調査対象物の植生分類を明確化している。	Y	航空写真により植生状況を机上調査している。現地調査は、その補完として実施し、判別できなかった場所に対して判別可能な場所で行うことから、視認性に問題はない。 また、同種の現地調査の経験が豊富な会社に委託して実施している。 したがって、調査方法は適切である。	－
	八条 火災による損傷の防止	実施	各火災区域（区画）内にある可燃物を網羅的に抽出し、火災影響評価における火災荷重を設定するため、以下の調査を実施。 ・電気盤等については、機器配置図及び設計図書により物量等の机上調査を実施し、その補完として現地調査を実施。 ・各火災区域（区画）で保管している持込可燃物については、既存の管理台帳により物量等の机上調査を実施し、その補完として現地調査を実施。	Y	電気盤等及び資機材（持込み可燃物）として調査対象物は明確である。	Y	図面により、物量等の机上調査を実施している。現地調査は、その補完として実施し、敷地内の調査であることから視認性に問題はない。 また、調査は、発電所の設備の設置状況を熟知するものが実施している。 したがって、調査方法は適切である。	－
	九条 溢水による損傷の防止等	実施	溢水影響評価における建屋内溢水防護区画及び溢水経路を網羅的に抽出するため、図面により机上調査を実施し、その補完として、区画及び経路を構成する壁、貫通部、床ドレン等が机上評価と相違ないことを確認するため現地調査を実施。 海水ピットポンプ室は、屋外タンクからの溢水影響確認のため屋外タンクとの位置関係、地盤勾配による溢水経路について、図面により机上調査を実施し、その補完として、机上評価と相違ないことを確認するため現地調査を実施。	Y	溢水経路図（影響評価のアウトプットである溢水伝播経路図）において調査対象物を明確化している。	Y	図面により、壁、貫通部位置、地盤勾配による溢水経路等の机上調査を実施している。現地調査は、その補完として実施し、敷地内の調査であることから視認性に問題はない。 また、調査は、発電所の設置状況を熟知する者が実施している。 したがって、調査方法は適切である。	－
		実施	被水影響評価における破損想定配管からの直線軌道及び放物線軌道の飛散による被水又は天井面の開口部若しくは貫通部からの影響を受ける可能性のある防護対象設備を網羅的に抽出するため、防護対象設備と周辺配管との位置関係について現地調査を実施。	Y	防護対象機器リスト、防護対象機器配置図及び溢水経路図において調査対象物を明確化している。	Y	現地調査は、建屋内の調査であることから視認性に問題はない。 また、調査は、発電所の設備の設置状況を熟知する者が実施している。 したがって、調査方法は適切である。	－

分類	項目（注）	調査項目						水平展開対象
		●ある範囲内において、調査対象となるものを網羅的に抽出するために現地調査を実施		①調査対象物は明確か　※1		②調査方法は適切か　※2		
		実施／－	概要	Y／N	概要	Y／N	概要	対象／－
設置許可基準規則等への適合性について（重大事故等対処設備）	十六条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設	実施	使用済燃料ピット（SFP）への重量物落下の影響評価における周辺の設備を網羅的に抽出するため、SFP周辺の地震等によりSFP内に落下するおそれのある設備について図面及び作業実績による机上調査を実施し、その補完として現地調査を実施。 なお、監視計器については、SFP水位計等の設備は特定されており、必要機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。	Y	SFP区域内の設備として調査対象物は明確である。	Y	図面及び作業実績によるSFP周辺設備の机上調査を実施している。現地調査は、その補完として実施し、建屋内の調査であることから視認性に問題はない。 また、調査は、発電所の設備の設置状況を熟知する者が実施している。 したがって、調査方法は適切である。	－
	三十九条 地震による損傷の防止	実施	耐震評価における耐震重要施設（常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備）に対して波及的影響を及ぼすおそれのある施設を網羅的に抽出するため、図面による机上調査を実施し、その補完として現地調査を実施。	Y	耐震重要施設の設置位置を図面で示し、耐震重要施設周辺に位置する下位クラス施設、作業用資機材、仮置き機器等の波及的影響を及ぼすおそれのあるものとして調査要領書において調査対象物を明確化している。	Y	調査対象物、調査方法、調査項目及び判断基準を定めた調査要領書に基づいて調査を実施している。現地調査は、その補完として実施し、敷地内の調査であることから視認性に問題はない。 また、調査は発電所の耐震設計又は設備保修を熟知する者が実施している。 したがって、調査方法は適切である。	－
	五十五条 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備	実施	拡散抑制対策の立案において放水により発生する汚染水及び建屋内で発生する汚染水の海洋への流出経路を網羅的に抽出するため、敷地図、排水系統図並びに雨水排水路、取水路及び放水路の構造図による机上調査を実施し、その補完として現地調査を実施。 雨水排水路、取水路及び放水路以外の経路から海洋へ流出する可能性のある経路を網羅的に抽出するため、配置図及び埋設配管図による机上調査を実施し、その補完として現地調査を実施。	Y	海洋への流出経路となるEL.10m及びEL.10mに流下する可能性のある区域を敷地図及び排水系統図から設定し、配置図及び埋設配管図より当該区域に至る雨水排水路並びに取水路及び放水路に接続するダクト及び管として調査対象物は明確である。 雨水排水路、取水路及び放水路以外の経路となる可能性のある経路については、配置図及び埋設配管図よりダクト及び埋設管として調査対象物は明確である。	Y	図面による流出経路の机上調査を実施している。現地調査は、その補完として実施し、敷地内の調査であることから視認性に問題はない。 また、調査は、発電所の設備の設置状況を熟知する者が実施している。 したがって、調査方法は適切である。	－
「技術的能力に係る審査基準」に係る適合状況	1．0　基本的な考え方	実施	屋外の可搬型重大事故等対処設備等の保管場所・アクセスルートに対し、地震により影響を与える可能性がある周辺構築物等を網羅的に抽出し、それらの高さ等の条件を確認するため、敷地図及び竣工図による机上調査を実施し、その補完として現場調査を実施。 なお、建屋内のアクセスルートについては、転倒防止対策の立案のため、現場操作場所までの経路を建屋平面図に明示し、障害物の有無等について現地調査を実施。	Y	屋外の可搬型重大事故等対処設備等の保管場所及び現場操作場所までのアクセスルートを図面で示すことにより、保管場所・アクセスルートに影響を与えると想定される周辺構造物等として調査対象物は明確である。 また、屋内のアクセスルートについては、経路上として調査対象物は明確である。	Y	図面による周辺構造物の高さ等の机上調査を実施している。現地調査は、その補完として実施し、敷地内の調査であることから視認性に問題はない。 また、屋内のアクセスルートについては、建屋平面図に明示されたルートの調査であり、視認性に問題はない。 また、調査は発電所の建物・構築物又は設備の設置状況を熟知する者が実施している。 したがって、調査方法は適切である。	－

※1　調査対象物が「液体を内包するタンク」、「危険物貯蔵施設」等明確化されているか、もしくは調査対象物の抽出の考え方が整理されていることを確認する。
※2　洋上、暗所、危険箇所など、目視確認で見落としの可能性がある場合に、洋上の船上からの調査、図面による調査、現地を熟知する者への聞き取りを付加する等、適切な方法となっていることを確認する。

表2　津波漂流物と同様な現地調査を実施していないものの確認結果

分類	項目（注）	調査項目 ●ある範囲内において、調査対象となるものを網羅的に抽出するために現地調査を実施 実施／－	概要
設置許可基準規則等への適合性について（設計基準対象施設）	三条 設計基準対象施設の地盤	－	設計基準対象施設地盤の支持力・安定性確認が目的であり、敷地全体については建設時に必要な調査を実施し、図面等にて整備されている。 なお、今回新たに設計基準対象施設を設置する場合には、設置位置を確定後に机上確認し、必要に応じてボーリング等の現地調査を実施するが、調査対象物となる設置位置は明確である。
	五条 津波による損傷の防止	－	津波の敷地への遡上解析に用いるモデルを作成するため、海底地形、陸域の地形、発電所敷地内の地形及び構造物のデータを取得している。 海底地形及び陸域の地形については、海上保安庁発行の最新の海図、国土地理院発行の最新の地形図からデータを抽出している。発電所敷地内の地形及び構造物のデータについては、建設時の工事竣工図からデータを抽出している。発電所敷地における構造物、地盤などの変位、変形については、発電所における定期保守業務で特定地点の計測を実施し、有意な変位、変形がないことを確認しており、調査対象物は特定されている。
	六条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻、外部火災、火山を除く）	－	外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻、外部火災、火山を除く）に関する気象データ、有毒ガス、航空機落下評価及び交通運輸について、以下の調査を実施している。 ・気象データについては、気象庁のデータベースによる机上調査 ・有毒ガスの設備並びにその濃度及び容量については、社内マニュアル、配置図及び構造図による机上調査 ・航空機落下評価については、「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価について」に従い、航空局への問い合わせ及びJNES報告書による机上調査 ・交通運輸については、地形図、航路図による机上調査及び内航旅客船事業者に対する聞き取り調査 調査対象物は明確であることから、机上調査により網羅的に確認することができる。
	六条 外部からの衝撃による損傷の防止（竜巻）	－	竜巻による影響を受ける安全機能を有する施設及び波及的影響を及ぼし得る施設を選定するため、屋外に設置されている施設、建屋内の施設で外気と繋がっている施設等について、配置図及び系統図による机上調査を実施している。調査対象物は明確であることから、机上調査により網羅的に確認することができる。
	六条 外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災）	－	近隣の産業施設について、自治体の地域防災計画資料による机上調査を実施している。また、机上調査の補完として、地域防災計画資料に貯蔵容量が記載されていなかったプロパンガス販売所について、貯蔵容量を確認するために現地調査を実施している。 調査対象物は明確であることから、机上調査により網羅的に確認することができる。 したがって、現地調査は実施しているものの、調査対象物を抽出するための現地調査は実施していない。
	六条 外部からの衝撃による損傷の防止（火山）	－	降下火砕物による影響を受ける安全機能を有する施設を選定するため、屋外に配置されている施設や屋外に開口している施設等について、配置図及び系統図による机上調査を実施している。調査対象物は明確であることから、机上調査により網羅的に確認することができる。
	七条 発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止	－	設計上の考慮及び運用対策を示しており、それらの諸元等については現地調査を必要としない。
	九条 溢水による損傷の防止等	－	溢水から防護する設備（防護対象設備）を選定するため、重要度の特に高い安全機能を有する系統について、系統図による机上調査を実施している。調査対象物は明確であることから、机上調査により網羅的に確認することができる。
		－	溢水源を選定するため、溢水源となりうる液体内包機器（容器類、配管）について、系統図及び配置図による机上調査を実施している。調査対象物は明確であることから、机上調査により網羅的に確認することができる。
		－	蒸気影響評価において蒸気漏えい源となる配管を選定するため、蒸気系統配管について、系統図及び配置図による机上調査を実施している。調査対象物は明確であることから、机上調査により網羅的に確認することができる。
		－	没水影響評価における防護対象設備の機能喪失高さを設定するため、機器設置位置、基礎高さ等について、図面により机上調査を実施している。また、それを補完するものとして、現地調査を実施している。 したがって、現地調査を実施しているものの、調査対象を抽出するための現地調査を必要としない。
		－	系外漏えい防止を説明するにあたり、管理区域境界部及び堰高さについて、建築図による机上調査を実施している。調査対象物は明確であることから、机上調査により網羅的に確認することができる。
	十条 誤操作の防止	－	中央制御室における誤操作防止のための設計上の考慮については、中央制御盤の配置やコーディング等の状況を示すものであり、現地調査を必要としない。 現地における誤操作防止のための設計上の考慮については、施錠管理や識別管理の運用状況を示すものであり、現地調査を必要としない。
	十一条 安全避難通路等	－	安全避難通路等の機能に必要な誘導灯、非常灯、運転保安灯等は特定されており、必要機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。
	十二条 安全施設	－	安全機能の重要度が特に高い安全機能を有する系統を構成する設備のうち、静的機器の単一系統を選定するため、系統図等の図面による机上調査を実施している。調査対象物は明確であることから、机上調査により網羅的に確認することができる。
		－	発電用原子炉施設間にて共用している設備を選定するため、設置変更許可申請書等の図面による机上調査を実施している。調査対象物は明確であることから、机上調査により網羅的に確認することができる。
		－	発電用原子炉施設間にて相互接続している設備を選定するため、系統図による机上調査を実施している。調査対象は明確であることから、机上調査により網羅的に確認することができる。

分類	項目（注）	調査項目 ●ある範囲内において、調査対象となるものを網羅的に抽出するために現地調査を実施 実施／－	概要
設置許可基準規則等への適合性について（設計基準対象施設）	十四条 全交流動力電源喪失対策設備	－	全交流動力電源喪失時対策の機能に必要な蓄電池等の設備は特定されており、動作可能であることを示すために必要な蓄電池容量計算等に用いる蓄電池等の設備の諸元については現地調査を必要としない。
	十七条 原子炉冷却材圧力バウンダリ	－	原子炉冷却材圧力バウンダリ範囲については、系統図による机上調査を実施している。また、対象ラインの隔離弁の施錠状態については、現場マニュアルによる机上調査を実施している。調査対象は明確であることから、机上調査により網羅的に確認することができる。
	二十三条 計装制御系統施設	－	SFP監視計器であるSFP水位計等の設備は特定されており、必要機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。
	二十四条 安全保護回路	－	追加要求事項である不正アクセス防止に関し、安全保護系計器ラックへの不正アクセス防止に係る設計上の考慮及び運用対策を示しており、それらの諸元については現地調査を必要としない。
	二十六条 原子炉制御室等	－	中央制御室の機能に必要な監視カメラ、気象観測設備、中央制御室換気空調設備、中央制御室遮へい、酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計は特定されており、必要機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。
	三十一条 監視設備	－	監視設備であるモニタリングステーション、モニタリングポスト等は特定されており、必要機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。
	三十三条 保安電源設備	－	保安電源設備の機能に必要なディーゼル発電機、蓄電池等の非常用電源設備及び変電所、送電線、開閉所、主変圧器、発電機等の常用電源設備は特定されており、必要機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。
	三十四条 緊急時対策所	－	緊急時対策所及び関連設備の保管場所・アクセスルートに対し、地震により影響を与える可能性がある周辺構造物、タンク、地下構造物を図面による机上調査及び現地調査により選定している。 ただし、技術的能力1.0の評価結果を引用している。
	三十五条 通信連絡設備	－	通信連絡設備である運転指令装置、緊急時用携帯型通話装置は特定されており、必要機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。

分類	項目（注）	調査項目 ●ある範囲内において、調査対象となるものを網羅的に抽出するために現地調査を実施 実施／－	概要
設置許可基準規則等への適合性について（重大事故等対処設備）	技術的能力に係る審査指針への適合性	－	発電所の運用、体制、品証等に係わる事項は、社内規定の確認のみであり、現地調査を必要としない。
	四十条 津波による損傷の防止	－	（五条　津波による損傷の防止に同じ）
	四十一条 火災による損傷の防止	－	（八条　火災による損傷の防止に同じ）
	四十三条 重大事故等対処設備（類型化区分及び適合内容）	－	重大事故等対処設備に関する共通の設計方針を類型毎に示しており、現地調査を必要としない。
	四十四条 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備	－	SA技術的能力で選定した重大事故等対策を実現するために必要な多様化自動作動盤、ほう酸ポンプ等の緊急停止失敗時の対策設備は特定されており、必要機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。
	四十五条 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	－	SA技術的能力で選定した重大事故等対策を実現するために必要な高圧注入ポンプ、タービン動補助給水ポンプ等のRCS高圧時冷却設備は特定されており、必要機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。
	四十六条 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備	－	SA技術的能力で選定した重大事故等対策を実現するために必要な加圧器逃がし弁、タービン動補助給水ポンプ等のRCS減圧設備は特定されており、必要機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。
	四十七条 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備	－	SA技術的能力で選定した重大事故等対策を実現するために必要な格納容器スプレイポンプ、タービン動補助給水ポンプ等のRCS低圧時冷却設備は特定されており、必要機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。
	四十八条 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備	－	SA技術的能力で選定した重大事故等対策を実現するために必要な格納容器再循環ユニット、タービン動補助給水ポンプ等のLUHS対策設備は特定されており、必要機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。
	四十九条 原子炉格納容器内の冷却等のための設備	－	SA技術的能力で選定した重大事故等対策を実現するために必要な格納容器再循環ユニット、代替格納容器スプレイポンプ等のCV冷却設備は特定されており、必要機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。
	五十条 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備	－	SA技術的能力で選定した重大事故等対策を実現するために必要な格納容器再循環ユニット、代替格納容器スプレイポンプ等のCV過圧破損防止設備は特定されており、必要機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。
	五十一条 原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備	－	SA技術的能力で選定した重大事故等対策を実現するために必要な格納容器スプレイポンプ、代替格納容器スプレイポンプ等の溶融炉心冷却設備は特定されており、必要機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。
	五十二条 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備	－	SA技術的能力で選定した重大事故等対策を実現するために必要な静的触媒式水素再結合装置、イグナイタ等の水素濃度制御設備は特定されており、必要機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。
	五十三条 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備	－	SA技術的能力で選定した重大事故等対策を実現するために必要なアニュラス排気ファン等の水素排出設備は特定されており、必要機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。
	五十四条 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備	－	SA技術的能力で選定した重大事故等対策を実現するために必要な中型ポンプ車等による冷却のための設備及びSFP水位計等の監視設備は特定されており、必要機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。
	五十六条 重大事故等の収束に必要となる水の供給設備	－	SA技術的能力で選定した重大事故等対策を実現するために必要な中型ポンプ車、補助給水タンク等の水源設備は特定されており、必要機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。
	五十七条 電源設備	－	SA技術的能力で選定した重大事故等対策を実現するために必要な空冷式非常用発電装置、重油タンク等の代替電源設備は特定されており、必要機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。
	五十八条 計装設備	－	重大事故等に対処するために監視することが必要なパラメータとして、主要パラメータ及び代替パラメータが特定されており、必要機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。
	五十九条 原子炉制御室	－	中央制御室の機能に必要な中央制御室換気空調設備、中央制御室遮へい、酸素濃度計、二酸化炭素濃度計は特定されており、必要機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。
	六十条 監視測定設備	－	監視測定設備である可搬型代替モニタ等は特定されており、必要機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。
	六十一条 緊急時対策所	－	（三十四条　緊急時対策所に同じ）
	六十二条 通信連絡を行うために必要な設備	－	（三十五条　通信連絡設備に同じ）

分類	項目（注）	調査項目 ●ある範囲内において、調査対象となるものを網羅的に抽出するために現地調査を実施 実施／－	概要
「技術的能力に係る審査基準」に係る適合状況	1．1 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための手順等	－	手順等を実現するための作業項目（中央制御室の操作及び現場の遮断器操作等）は特定されており、図面による机上調査及び現場の状況調査を実施している。 したがって、現地調査を実施しているものの、調査対象物を抽出するための現地調査を必要としない。
	1．2 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための手順等	－	手順等を実現するための作業項目（現場での弁操作及び機器の起動操作等）は特定されており、図面による机上調査及び現場の状況調査を実施している。 したがって、現地調査を実施しているものの、調査対象物を抽出するための現地調査を必要としない。
	1．3 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための手順等	－	同　上
	1．4 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための手順等	－	同　上
	1．5 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための手順等	－	同　上
	1．6 原子炉格納容器内の冷却等のための手順等	－	同　上
	1．7 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための手順等	－	同　上
	1．8 原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための手順等	－	同　上
	1．9 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための手順等	－	同　上
	1．10 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための手順等	－	同　上
	1．11 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための手順等	－	同　上
	1．12 工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための手順等	－	同　上
	1．13 重大事故等の収束に必要となる水の供給手順等	－	同　上
	1．14 電源の確保に関する手順等	－	手順等を実現するための作業項目（現場での遮断器操作及び機器の起動操作等）は特定されており、図面による机上調査及び現場の状況調査を実施している。 したがって、現地調査を実施しているものの、調査対象物を抽出するための現地調査を必要としない。
	1．15 事故時の計装に関する手順等	－	手順等を実現するための作業項目（現場での可搬型計測器による計測等）は特定されており、図面による机上調査及び現場の状況調査は実施している。 したがって、現地調査を実施しているものの、調査対象物を抽出するための現地調査は実施していない。
	1．16 原子炉制御室の居住性等に関する手順等	－	手順等を実現するための作業項目（現場でのダンパ操作等）は特定されており、図面による机上調査及び現場の状況調査を実施している。 したがって、現地調査を実施しているものの、調査対象物を抽出するための現地調査を必要としない。
	1．17 監視測定等に関する手順等	－	手順等を実現するための作業項目（現場での可搬型代替モニタによる測定等）は特定されており、図面による机上調査及び現場の状況調査を実施している。 したがって、現地調査を実施しているものの、調査対象物を抽出するための現地調査を必要としない。
	1．18 緊急時対策所の居住性等に関する手順等	－	手順等を実現するための作業項目（現場での空調の運転及び給電等）は特定されており、図面による机上調査及び現場の状況調査を実施している。 したがって、現地調査を実施しているものの、調査対象物を抽出するための現地調査を必要としない。
	1．19 通信連絡に関する手順等	－	手順等を実現するための作業項目（通信連絡設備の操作等）は特定されており、図面による机上調査及び現場の状況調査を実施している。 したがって、現地調査を実施しているものの、調査対象物を抽出するための現地調査は実施していない。
	2．0 大規模損壊に関する手順等	－	手順等を実現するための作業項目（弁操作及び機器の起動操作等）は特定されており、図面による机上調査及び現場の状況調査を実施している。 したがって、現地調査を実施しているものの、調査対象物を抽出するための現地調査を必要としない。

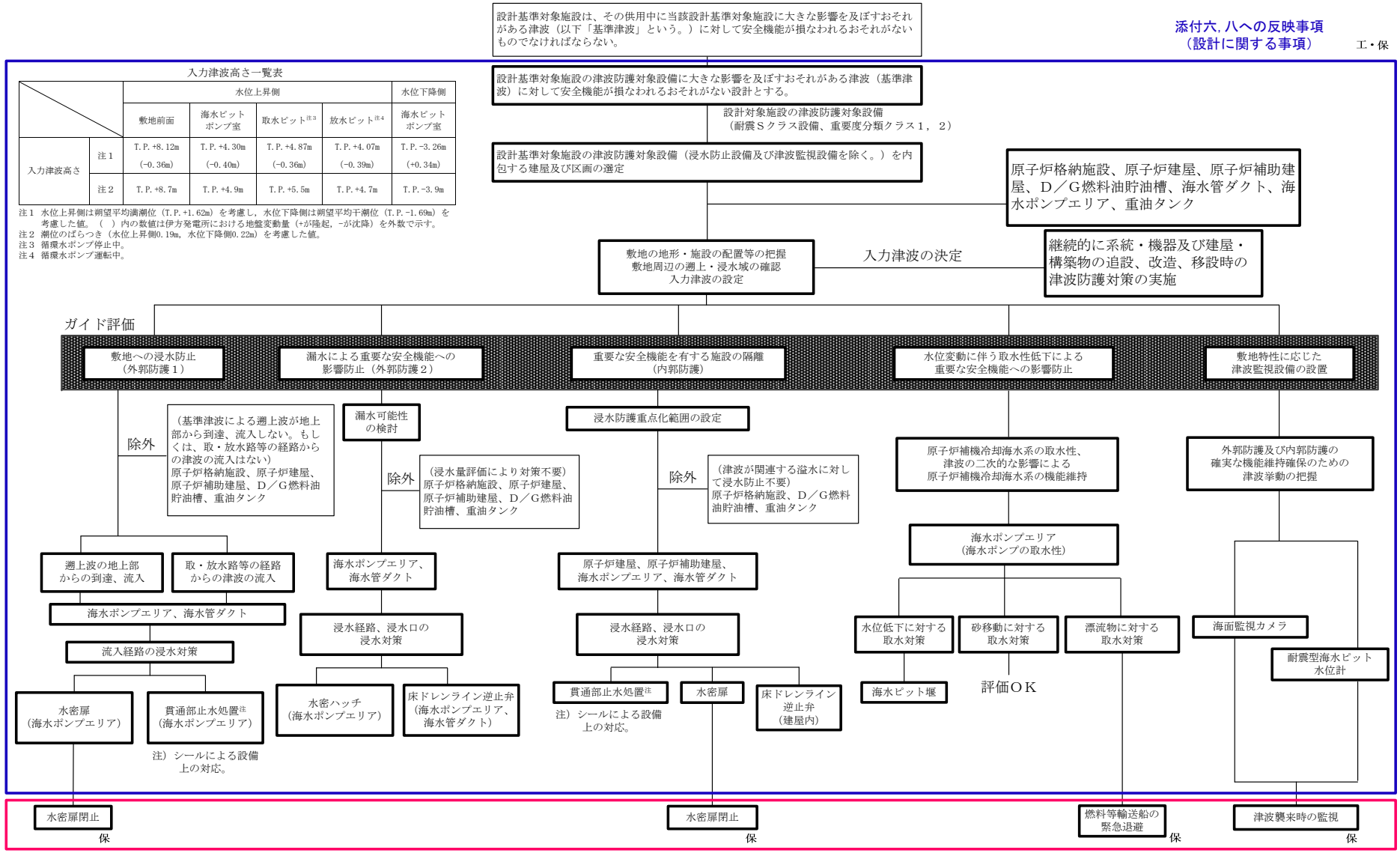
分類	項目（注）	調査項目 ●ある範囲内において、調査対象となるものを網羅的に抽出するために現地調査を実施 実施／－	概要
重大事故等対策の有効性評価	1．重大事故等への対処に係る措置の有効性評価の基本的考え方	－	評価対象となる事故シーケンスの選定方法、評価項目の設定、使用する解析コード、解析コードの不確かさ等、重大事故等対策の有効性評価を行うに当たっての基本的な考え方を示しており、現地調査を必要としない。
	2．運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故 2．1 2次冷却系からの除熱機能喪失	－	重大事故等対策の有効性評価として、炉心、格納容器、SFP、停止中の燃料損傷等を対象に評価を実施しており、評価において考慮している運転員等操作の作業成立性（時間や要員数等）については、訓練等の現場確認を適宜実施している。 したがって、現地調査を実施しているものの、調査対象物を抽出するための現地調査を必要としない。
	2．2 全交流動力電源喪失	－	同　上
	2．3 補機冷却水の喪失	－	同　上
	2．4 原子炉格納容器の除熱機能喪失	－	同　上
	2．5 原子炉停止機能喪失	－	同　上
	2．6 ECCS注水機能喪失	－	同　上
	2．7 ECCS再循環機能喪失	－	同　上
	2．8 格納容器バイパス（ISLOCA、SGTR）	－	同　上
	3．重大事故 3．1．1 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧破損）	－	同　上
	3．1．2 雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過温破損）	－	同　上
	3．2 高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱	－	同　上
	3．3 原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用	－	同　上
	3．4 水素燃焼	－	同　上
	3．5 溶融炉心・コンクリート相互作用	－	同　上
	4．使用済燃料ピットにおける重大事故に至るおそれがある事故 4．1 想定事故1（SFP冷却系及び補給水系故障）	－	同　上
	4．2 想定事故2（SFP冷却系配管破断）	－	同　上
	5．運転停止中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故 5．1 崩壊熱除去機能喪失（余熱除去の故障による停止時冷却機能喪失）	－	同　上
	5．2 全交流動力電源喪失	－	同　上
	5．3 原子炉冷却材流出	－	同　上
	5．4 原子炉起動時のほう素の異常な希釈	－	同　上
	6．要員及び資源の確保	－	要員については、重大事故等対策の有効性評価で考慮する運転員等操作に必要な操作時間として、訓練等の現場確認を適宜実施している。したがって、現地調査を実施しているものの、調査対象物を抽出するための現地調査は実施していない。 資源については、必要機器の仕様、容量等は明確であり、現地調査を必要としない。
重大事故等対策の有効性評価	付録1 事故シーケンスグループ及び重要事故シーケンス等の選定について	－	地震PRAで用いるプラント情報の妥当性の確認のため、現場の状況調査を実施している。調査対象物は、PRAの事故シナリオの同定に必要なものとして、安全上重要な機器の機能喪失につながる可能性のある範囲から特定しており、設計どおり設置されているか図面との相違の有無、腐食等の外見上の異常等について確認している。 なお、津波PRAに係るプラントウォークダウンも上記に準じて確認している。 したがって、現地調査を実施しているものの、調査対象物を抽出するための現地調査を必要としない。
	付録2 原子炉格納容器限界温度・圧力に関する評価結果	－	原子炉格納容器バウンダリの健全性確認として、バウンダリに係る施設は明確であり、評価に必要な機器の構成、配置等の諸元については現地調査を必要としない。
	付録3 重大事故等対策の有効性評価に係るシビアアクシデント解析コードについて	－	有効性評価に適用する解析コードに関して説明したものであり、現地調査を必要としない。

別添２

伊方発電所３号炉

運用、手順説明資料
津波による損傷の防止

第５条　津波防護


設計基準対象施設は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（以下「基準津波」という。）に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。
添付六，八への反映事項
（設計に関する事項）
工・保
設計基準対象施設の津波防護対象設備に大きな影響を及ぼすおそれがある津波（基準津波）に対して安全機能が損なわれるおそれがない設計とする。
設計対象施設の津波防護対象設備
（耐震Ｓクラス設備、重要度分類クラス１，２）
設計基準対象施設の津波防護対象設備（浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）を内包する建屋及び区画の選定
原子炉格納施設、原子炉建屋、原子炉補助建屋、Ｄ／Ｇ燃料油貯油槽、海水管ダクト、海水ポンプエリア、重油タンク
敷地の地形・施設の配置等の把握
敷地周辺の遡上・浸水域の確認
入力津波の設定
入力津波の決定
継続的に系統・機器及び建屋・構築物の追設、改造、移設時の津波防護対策の実施
入力津波高さ一覧表
水位上昇側
敷地前面
海水ピットポンプ室
取水ピット注3
放水ピット注4
水位下降側
海水ピットポンプ室
入力津波高さ
注１
T.P.+8.12m (-0.36m)
T.P.+4.30m (-0.40m)
T.P.+4.87m (-0.36m)
T.P.+4.07m (-0.39m)
T.P.-3.26m (+0.34m)
注２
T.P.+8.7m
T.P.+4.9m
T.P.+5.5m
T.P.+4.7m
T.P.-3.9m
注１ 水位上昇側は朔望平均満潮位（T.P.+1.62m）を考慮し，水位下降側は朔望平均干潮位（T.P.-1.69m）を考慮した値。（ ）内の数値は伊方発電所における地盤変動量（+が隆起，-が沈降）を外数で示す。
注２ 潮位のばらつき（水位上昇側0.19m，水位下降側0.22m）を考慮した値。
注３ 循環水ポンプ停止中。
注４ 循環水ポンプ運転中。
ガイド評価
敷地への浸水防止（外郭防護１）
漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護２）
重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）
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
敷地特性に応じた津波監視設備の設置
除外
（基準津波による遡上波が地上部から到達、流入しない。もしくは、取・放水路等の経路からの津波の流入はない）
原子炉格納施設、原子炉建屋、原子炉補助建屋、Ｄ／Ｇ燃料油貯油槽、重油タンク
遡上波の地上部からの到達、流入
取・放水路等の経路からの津波の流入
海水ポンプエリア、海水管ダクト
流入経路の浸水対策
水密扉（海水ポンプエリア）
貫通部止水処置注（海水ポンプエリア）
注）シールによる設備上の対応。
漏水可能性の検討
除外
（浸水量評価により対策不要）
原子炉格納施設、原子炉建屋、原子炉補助建屋、Ｄ／Ｇ燃料油貯油槽、重油タンク
海水ポンプエリア、海水管ダクト
浸水経路、浸水口の浸水対策
水密ハッチ（海水ポンプエリア）
床ドレンライン逆止弁（海水ポンプエリア、海水管ダクト）
浸水防護重点化範囲の設定
除外
（津波が関連する溢水に対して浸水防止不要）
原子炉格納施設、Ｄ／Ｇ燃料油貯油槽、重油タンク
原子炉建屋、原子炉補助建屋、海水ポンプエリア、海水管ダクト
浸水経路、浸水口の浸水対策
貫通部止水処置注
注）シールによる設備上の対応。
水密扉
床ドレンライン逆止弁（建屋内）
原子炉補機冷却海水系の取水性、津波の二次的な影響による原子炉補機冷却海水系の機能維持
海水ポンプエリア（海水ポンプの取水性）
水位低下に対する取水対策
海水ピット堰
砂移動に対する取水対策
評価ＯＫ
漂流物に対する取水対策
外郭防護及び内郭防護の確実な機能維持確保のための津波挙動の把握
海面監視カメラ
耐震型海水ピット水位計
水密扉閉止
保
水密扉閉止
保
燃料等輸送船の緊急退避
保
津波襲来時の監視
保
添付六，八への反映事項
（手順等に関する事項）
【後段規制との対応】
工：工認（基本設計方針、添付書類）
保：保安規定（下位文書含む）
核：核防規定（下位文書含む）
【添付六、八への反映事項】
：添付六，八に反映
：当該条文に関係しない（他条文での反映事項他）

設計基準運用対策等

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第５条　津波	浸水防止設備 （水密扉）	運用・手順	・開放後の確実な閉止操作、中央制御室における閉止状態の確認及び閉止されていない状態が確認された場合の閉止操作及び補修等が必要となる事項についての手順等を定める。 ［操作・確認事項］ ・閉止確認手順 ［補修］ ・設備が損傷した場合の取替・補修の運用、手順
		体制	・運転員による扉閉止確認体制 ・担当課による保守・点検の体制
		保守・点検	・日常点検 ・定期点検 ・損傷時の補修
		教育・訓練	・運用・手順、体制、保守点検に関する教育
	燃料等輸送船の緊急避難	運用・手順	・津波警報等が発令された場合において、荷役作業を中断し、陸側作業員及び輸送物を退避させるとともに、緊急離岸する船側と退避状況に関する情報連絡を行う手順等を定める。
		体制	・津波警報発令時における、担当課―船会社間の情報連絡体制
		保守・点検	－
		教育・訓練	・輸送前の津波警報発令時における対応に係る教育、訓練
	津波防護施設 （海水ピット堰）	運用・手順	・設備が損傷した場合の取替・補修の運用、手順を定める。
		体制	・担当課による保守・点検の体制
		保守・点検	・日常点検 ・定期点検 ・損傷時の補修
		教育・訓練	・運用・手順、体制、保守点検に関する教育

設計基準運用対策等

設置許可基準対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第５条　津波	浸水防止設備 （貫通部止水処置、水密ハッチ、床ドレンライン逆止弁）	運用・手順	・設備が損傷した場合の取替・補修の運用、手順を定める。
		体制	・担当課による保守・点検の体制
		保守・点検	・日常点検 ・定期点検 ・損傷時の補修
		教育・訓練	・運用・手順、体制、保守点検に関する教育
	津波監視設備 （海面監視カメラ、耐震型海水ピット水位計）	運用・手順	・津波の襲来状況の監視に係る運用手順及び補修等が必要となる事項についての手順等を定める。 ［監視に係る事項］ ・津波襲来時の監視手順 ［補修］ ・設備が損傷した場合の取替・補修の運用、手順
		体制	・運転員による津波襲来時の監視体制 ・担当課による保守・点検の体制
		保守・点検	・日常点検 ・定期点検 ・損傷時の補修
		教育・訓練	・運用・手順、体制、保守点検に関する教育

別添３

耐津波設計における現場確認プロセスについて

１．はじめに

耐津波設計を行うに当たって必要となる現場確認について、遡上解析に必要となる敷地モデル作成に関する現場確認プロセスと、耐津波設計の入力条件等（配置、寸法等）の現場確認プロセスの２つに分けて以下に示す。

２．津波遡上計算に関する敷地モデルの作成プロセスについて

２．１　基準要求

【第５条】 設置許可基準第５条（津波による損傷の防止）においては、設計基準対象施設は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないことを要求されている。また、解釈の別記３により、遡上波の到達防止に当たっては、敷地及び敷地周辺の地形及びその標高などを考慮して、敷地への遡上の可能性を検討することが規定されている。

当該基準要求を満足するにあたっては、「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」において、遡上解析上、影響を及ぼすものの考慮が要求されており、具体的には、敷地及び敷地周辺の地形とその標高、伝搬経路上の人工構造物を考慮した遡上解析を実施することとしている。

２．２　敷地モデル作成プロセス

上記要求事項を満足するために、図1に示すフローに従って敷地モデルを作成した。次の(1)～(4)にプロセスの具体的内容を示す。

（１）敷地及び敷地周辺の地形とその標高のモデル化

敷地及び敷地周辺の地形とその標高について、ＱＭＳ図書として維持管理されている図面等を確認し、遡上域のメッシュサイズを踏まえて、適切な形状にモデル化を行った。

（２）津波伝搬経路上の人工構造物の調査

敷地において津波伝搬経路上に存在する人工構造物として抽出すべき対象物をあらかじめ定義し調査を実施した。

具体的な対象物は、耐震性や耐津波性を有する恒設の人工構造物、及び津波の遡上経路に影響する恒設の人工構造物である。その他の津波伝搬経路上の人工構造物については、構造物が存在することで津波の影響軽減効果が生じ、遡上範囲を過小に評価する可能性があることから、遡上解析上、保守的な評価となるよう対象外とした。

a．図面等による調査

上記で定義した対象物となる既設の人工構造物については、高さ、面積について、ＱＭＳ図書として維持管理されている図面等の確認を実施する。また、将来設置される計画がある人工構造物のうち、上記で定義した対象物に該当するものについては、計画図面等により調査を実施する。

b．現場調査

aで実施した図面等による調査において確認した既設の人工構造物については、社員による現場ウォークダウンにより図面等と相違ないことを確認する。また、図面に反映されていない人工構造物について、遡上解析に影響する変更がないことを確認する。

今回、海底地形及び陸域の地形については、海上保安庁発行の最新の海図、国土地理院発行の最新の地形図からデータを抽出した。発電所敷地内の地形及び構造物のデータについては、建設時の工事竣工図からデータを抽出した。発電所敷地における構造物、地盤などの変位、変形については、発電所における定期保守業務で特定地点の計測を実施し、有意な変位、変形がないことを確認した。

（３）敷地モデルの作成

（２）で実施した調査結果を踏まえ、敷地モデルの作成を実施した。

（４）敷地モデルの管理

遡上解析に係る地形の改変や、人工構造物の新設等の変更が生じれば必要に応じ（１）（２）に戻り再度モデルを構築する。

２．３ 現場調査の品質保証上の取り扱い

現場確認手順及び確認結果の記録について、品証記録として管理する。

２．４ 今後の対応

今後、改造工事等により、津波伝搬経路上の敷地の状況（地形の改変、人工構造物の新設等）が変更となる場合は、その変更が耐津波設計の評価に与える影響の有無を検討し、必要に応じて遡上解析を再度実施する。

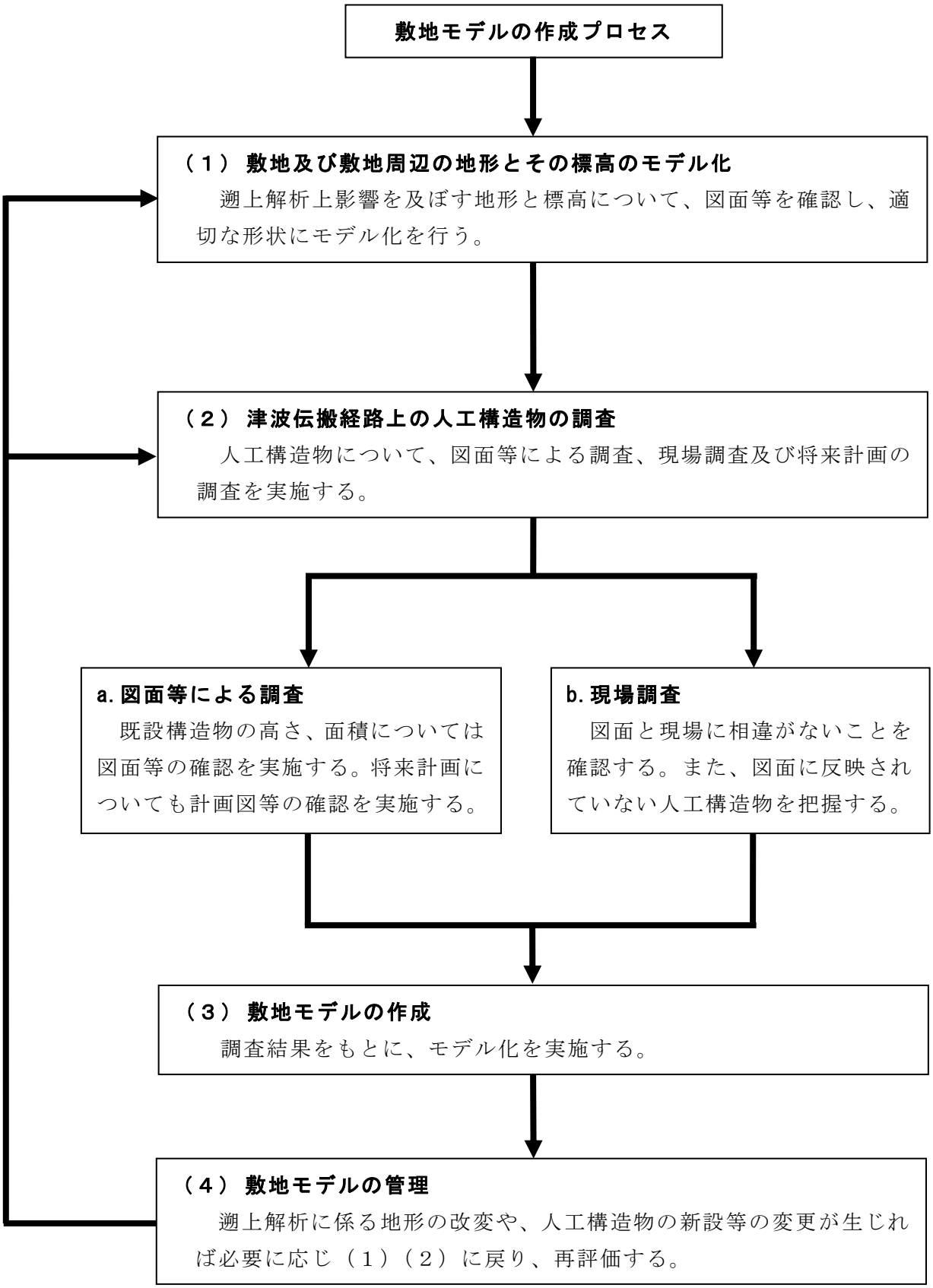


図１　敷地モデル作成に関する現場確認プロセスフロー図

３．　耐津波設計に関する入力条件等現場確認プロセス

３．１　基準要求

【第５条】　設置許可基準規則第５条（津波による損傷の防止）においては、設計基準対象施設は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないことを要求されている。また、解釈の別記３及び「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」において、敷地への浸水の可能性のある経路の特定、バイパス経路からの流入経路の特定、取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性の検討及び浸水想定範囲の境界における浸水の可能性のある経路の特定、浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路の特定及び漂流物の可能性の検討を行うこととしている。

【第40条】　設置許可基準規則第40条（津波による損傷の防止）においては、重大事故等対処施設は、基準津波に対して重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないことを要求しており、解釈は第５条に準じるとしている。

３．２　入力条件等現場確認プロセス

上記要求事項を満足するために、図２に示すフローに従って耐津波設計において必要となる入力条件等の確認を行った。次の（１）～（８）にプロセスの具体的内容を示す。なお、本資料において、設計基準対象施設の津波防護対象設備と重大事故等対処施設の津波防護対象設備を併せて、「津波防護対象設備」とする。

（１）津波防護対象設備について

設置許可基準規則第5条及び第40条においては、設計基準対象施設の安全機能及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないことが要求されている。そのため、津波防護対象設備を設定し、津波防護対象設備を内包する建屋及び区画以外に、津波防護対象設備が設置されていないことを確認する。

（２）外郭防護１（地上部からの流入）について

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する、または、津波防護施設、浸水防止設備を設置することで流入を防止することが要求されている。そのため、各施設・設備が設置されている敷地高さ及び必要な浸水対策の現場状況を確認する。

（３）外郭防護１（取水路・放水路等からの流入）について

取水路・放水路等の経路から津波が流入する可能性の検討、特定及び必要に応じて浸水対策を行うことが要求されている。そのため、海水が流入する可能性のある経路を網羅的に調査し、必要な浸水対策の現場状況を確認する。

（４）外郭防護２について

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の検討及び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）を特定することが要求されている。そのため、漏水の可能性のある経路及び浸水想定範囲内の津波防護対象設備の安全機能若しくは重大事故等に対処するために必要な機能に影響を与える閾値（機能喪失高さ）並びに必要な浸水対策の現場状況を確認する。

（５）内郭防護について

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が要求されている。そのため、可能性のある経路を特定し、必要な浸水対策の現場状況を確認する。

（６）漂流物について

基準津波に伴う取水口付近の漂流物については、遡上解析結果における取水口付近を含む敷地前面及び遡上域の寄せ波及び引き波の方向、速度の変化を分析した上で、漂流物の可能性を検討することが要求されている。そのため、遡上解析を踏まえた上で漂流物調査を網羅的に行い、取水性に影響を与えないことを確認する。

a. 図面等による調査

上記の調査対象となる施設・設備等については図面等を用いて確認を実施する。

b. 現場調査

aで実施した図面等による調査において確認した施設・設備等については、現場ウォークダウンにより図面等と相違ないことを確認する。

（７）耐津波設計の成立性の確認

（１）～（６）で実施した調査結果を踏まえ、耐津波設計の成立性を確認する。また、新たに必要となる浸水対策がある場合は、実施する。

（８）入力条件等の管理

設備改造等により耐津波設計の入力条件等が変更となる可能性がある場合は、必要に応じ（１）～（６）に戻り、再評価する。

３．３　品質保証上の取り扱い

現場確認手順及び確認結果の記録について、品証記録として管理する。

３．４　今後の対応

今後、改造工事等により、耐津波設計に用いる入力条件等の変更が生じた場合、その変更が耐津波設計の評価に与える影響の有無を検討し、必要に応じて入力条件等の再調査を実施する。

耐津波設計の入力条件等の確認プロセス

（１） 津波防護対策設備

津波防護対象設備が、想定している建屋及び区画以外に設置されていないことを確認する。

（２）外郭防護１（地上部からの流入防止）

津波防護対象設備を内包する建屋及び区画が、基準津波による遡上波が到達しない敷地高さに設置されていることを確認する。また、必要な浸水対策の現場状況を確認する。

（３）外郭防護１（取水路・放水路等からの流入防止）

バイパス経路からの津波の流入の可能性を検討し、流入経路を特定する。また、必要な浸水対策の現場状況を確認する。

（４）外郭防護２

浸水想定範囲の境界において浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定する。また、必要な浸水対策の現場状況を確認する。

（５）内郭防護

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、貫通部等）を特定する。また、必要な浸水対策の現場状況を確認する。

（６）漂流物

遡上解析の結果を踏まえて、漂流物となる可能性のある施設・設備等を特定し、取水性に影響を与えないことを確認する。

a. 図面等による調査

耐津波設計に係る各施設・設備に関し、設置箇所・寸法等について図面等の確認を実施する。

b. 現場調査

各施設・設備に関し、設置箇所・寸法等に関し、図面等と現場とが相違ないことを確認する。

（７） 耐津波設計の成立性の確認

調査結果をもとに、耐津波設計の成立性に問題がないことを確認する。

必要に応じ、新たに浸水対策を実施

（８） 入力条件等の管理

設備改造等により耐津波設計の入力条件等が変更となる可能性がある場合は、必要に応じ（１）～（７）に戻り、再評価する。

図２　耐津波設計の入力条件等の現場確認プロセスフロー図