

添付資料 2

「浸水を防止する敷地」の範囲外が浸水する
ことによる影響について

「浸水を防止する敷地」の範囲外が浸水することによる影響について

2.1 はじめに

荒浜側防潮堤の損傷を考慮した場合、基準津波により荒浜側防潮堤内敷地が浸水する可能性があることから、同敷地浸水時の影響について以下の観点で評価（設置許可基準規則への適合性評価）を行った。

- ・ 直接的影響：荒浜側防潮堤内敷地遡上波が6号及び7号炉の設計基準事象への対応として必要となる安全機能を有する設備に与える影響
- ・ 波及的影響：荒浜側防潮堤内敷地浸水に伴い、同敷地に設置する施設・設備が損傷することにより生じる事象が、6号及び7号炉の設計基準事象への対応として必要となる安全機能を有する設備（アクセスルートを含む）に与える影響

2.2 直接的影響の評価

2.2.1 評価対象設備の抽出

柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉の耐津波設計においては、安全機能を有する設備のうち重要な安全機能を有する設備（クラス1, 2設備）、耐震Sクラスに属する設備（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を除く。）及び重大事故等対処設備は、「浸水を防止する敷地」に設置することで津波から防護する設計としている。

一方で、クラス3設備については、荒浜側防潮堤内敷地に設置するものも存在することから、柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉の設置変更許可申請書に記載するクラス3設備（6号あるいは7号炉と共用を行う設備を含む。クラス3設備の一覧については添付資料1参照。）のうち、荒浜側防潮堤内敷地に設置する設備を荒浜側防潮堤内敷地が浸水する場合の直接的影響評価対象設備とする。

また、荒浜側防潮堤内敷地が浸水することにより、同敷地に開口部を有する洞道内が浸水する可能性があることから、同敷地に開口部を有する洞道内に設置する設備についても荒浜側防潮堤内敷地が浸水する場合の直接的影響評価対象設備とする。

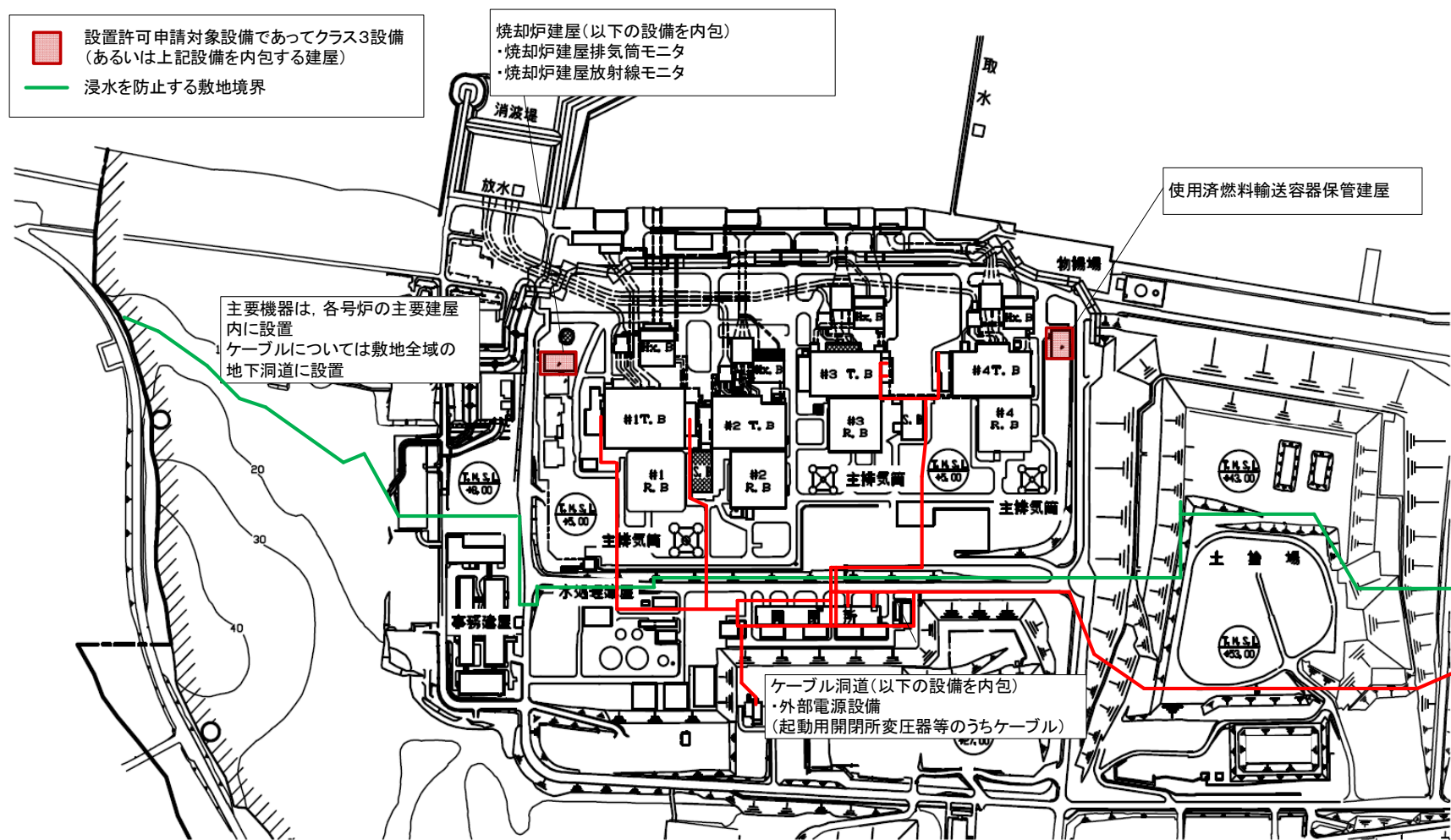
上記方針に従い、評価対象設備を抽出した結果、以下の設備が抽出された（各設備の配置については添付第2-1図参照）。

- ・ 使用済燃料輸送容器保管建屋
- ・ 焼却炉建屋

- ・ 外部電源設備（起動用開閉所変圧器等）
- ・ 通信連絡設備（衛星電話設備，無線連絡設備，携帯型音声呼出電話設備以外の発電所内用のもの）
- ・ 焼却炉建屋排気筒モニタ，焼却炉建屋放射線モニタ

2.2.2 直接的影響の評価結果

2.2.1にて抽出した各設備に対する直接的影響評価（設置許可基準規則への適合性評価）の結果を以下に示すとともに，評価結果を整理し，添付第2-1表に示す。



添付第 2-1 図 荒浜側防潮堤内敷地の主要建屋及び評価対象設備の配置

添付第 2-1 表 荒浜側防潮堤内敷地に設置する設備の設置許可基準規則に対する適合状況確認結果 (1/2)

設備	設備の位置付け	設置場所	安全機能	津波防護の設計方針	基準適合状況
使用済燃料 輸送容器 保管建屋	PS-3 1~7号炉 共用	荒浜側 防潮堤 内敷地	放射性物質 の貯蔵機能	第5条及び第28条 要求に従い、放射 性廃棄物が漏洩し 難く、放射性廃棄 物による汚染が広 がらない設計とす る。	<ul style="list-style-type: none"> ・キャスクが建屋外に流出し得る開口部は限られているとともに、当該開口部を海側の方向（西）に設置することで、建屋の構造上、キャスクが流出し難い設計としている。 ・キャスクの比重は4.0以上であるとともに、架台を介してボルトにより建屋床面に固定されているため漂流物とならず、建屋外に流出しない。 ・使用済燃料輸送容器保管建屋周辺の流速 4.0m/s 時におけるキャスクの滑動及び転動に対する安定質量は約 100kg であり、キャスクの重量は約 70t であることから、キャスクが滑動あるいは転動により建屋外に流出することはない。 ・キャスクについては、核燃料物質等の事業所外運搬関係法令である平成二年科学技術庁告示第五号に基づき、強化浸漬試験（深さ 200m の水中条件下）にて浸水時評価を実施しており、キャスク自体から放射性物質が漏洩し難い構造であることを確認している。
焼却炉 建屋	PS-3 1~7号炉 共用	荒浜側 防潮堤 内敷地	放射性物質 の貯蔵機能	第5条及び第27条 要求に従い、放射 性廃棄物が散逸し 難い設計とする。	<ul style="list-style-type: none"> ・大津波警報発令時は焼却を停止する運用となっており、以降、焼却時の気体を排気することはない。 ・使用済樹脂を充填するスラッジタンクは、基礎ボルトにて床面に固定されており、漂流物化しない。 ・スラッジタンクに津波波力が直接作用しないため、スラッジタンクが損傷し放射性廃棄物が流出することはない。 ・雑固体は段積みしたパレット内に一時保管することで、流出し難い構造（配置）としている。 ・雑固体の浸水リスクを低減するため、パレット収容棚の上方からパレットを収容していく運用としている。 ・焼却灰は、一度の輸送にて運搬可能な程度の保管数になった時点で固体廃棄物貯蔵庫に輸送する運用とすることで、焼却炉建屋内に保有する放射性物質量の低減を図っている。 ・焼却灰を充填するドラム缶は、建屋外に流出し難い位置に一時保管する。 ・ドラム缶に津波波力が直接作用しないため、ドラム缶が損傷し放射性廃棄物が拡散することはない。 ・ドラム缶は JIS 規格にて規定される落下試験を実施したものと同様の設計としていることから、ドラム缶が浮遊した際に周囲の壁等に接触した場合でも焼却灰がドラム缶外に流出することはない。 ・焼却灰の集積作業中のドラム缶は密封されない状態で浸水する可能性があるが、複数のドラム缶を用いて同時に集積作業を実施することなく、ドラム缶外へ流出する焼却灰はドラム缶 1 本以下の量であり、放射性物質の建屋外への有意な散逸につながることはない。

添付第 2-1 表 荒浜側防潮堤内敷地に設置する設備の設置許可基準規則に対する適合状況確認結果 (2/2)

設備	設備の位置付け	設置場所	安全機能	津波防護の設計方針	基準適合状況
外部電源設備 (起動用開閉所 変圧器等のうち ケーブル)	PS-3 1~7号炉 共用	荒浜側防潮堤 内敷地に開口 部を有する洞 道内	電源供給 機能	第 5 条及び第 33 条要求に従い、外部 電力系統への連系を保持することに より、外部電源設備の電源供給機能が 喪失することがない設計とする。	荒浜側防潮堤内敷地の最大遡上高さ T.M.S.L. +6.9m に対して、荒浜側防潮堤内敷地の開口部からケーブル を敷設する範囲までの経路における洞道底版のピーク 高さが T.M.S.L. +8.8m 以上であり、地震による地盤沈 下 1.2m を考慮しても浸水しないことを確認している。
通信連絡設備 (衛星電話設 備、無線連絡設 備、携帯型音声 呼出電話設備以 外のもの)	MS-3 6,7号炉共用 ただしケーブル については1号 ~7号炉共用	1号~7号炉主 要建屋内 (ケーブルの 一部はケーブ ル洞道)	通信連絡機能	第 5 条及び第 35 条要求に従い、工場 等内の人に対し必要な指示ができる よう、通信連絡設備の機能について代 替手段を確保する。	無線連絡設備あるいは衛星電話設備等が代替手段とし て利用可能である。
焼却炉建屋排気 筒モニタ、焼却 炉建屋放射線モ ニタ	MS-3 1~7号炉共用	焼却炉建屋	焼却設備運転 状態における 放射能監視機 能	— (基準津波発生状況下において、焼却 設備運転状態における放射能監視 機能の要求はないため、基準津波に 対する防護は要しない。)	基準津波発生状況下において機能要求がないため、評 価対象外とする。

(1) 使用済燃料輸送容器保管建屋

a. 設備の位置付け

使用済燃料輸送容器保管建屋は、使用済燃料輸送容器（以下「キャスク」という。）を保管する設備である。

建屋内には、通常、中身を装填していないキャスクを保管するが、一時的（使用済燃料の輸送計画が成立した時点から輸送を実施するまでの期間）に使用済燃料を装填したキャスクを保管する。

したがって、当該設備は放射性物質の貯蔵機能を有する設備に該当するため、重要度分類はPS-3と整理される。

また、当該設備には、1号～7号炉の使用済燃料を輸送する際に用いるキャスクを保管することから、1号～7号炉共用と整理している。

b. 設置場所

使用済燃料輸送容器保管建屋は、T.M.S.L. +5mの荒浜側防潮堤内敷地の地表面に設置する。

したがって、荒浜側防潮堤内敷地の浸水に伴い、使用済燃料輸送容器保管建屋周辺及び建屋内が浸水する可能性がある。

c. 津波防護の設計方針

第5条の要求に従い、第28条の要求である以下の機能について、津波時にも機能喪失しない設計とする。

- ・ 放射性廃棄物が漏えいし難いものとする。
- ・ 固体状の放射性廃棄物を貯蔵する設備を設けるにあたっては、放射性廃棄物による汚染が広がらないものとする。

d. 基準適合状況

荒浜側防潮堤内敷地浸水に伴い、建屋内が浸水した場合であっても、添付第2-2図に示すとおり、キャスクが建屋外に流出し得る開口部は限られているとともに、当該開口部を海側の方向（西）に設置しないことにより、建屋の構造上、キャスクが流出し難い設計としている。

また、キャスクの密度は4.0t/m³以上（重量約70tに対して容積約16m³）であるとともに、架台を介してボルトにより建屋床面に固定されているため、キャスクが漂流物となり建屋外に流出することはない。

なお、使用済燃料輸送容器保管建屋周辺の津波流速約4.0m/sに対してイスバッシュ式を用いてキャスクの滑動及び転動評価（添付第2-3図参照）を実施し、滑動及び転動が発生しない安定質量が約130kgであるのに対し、キ

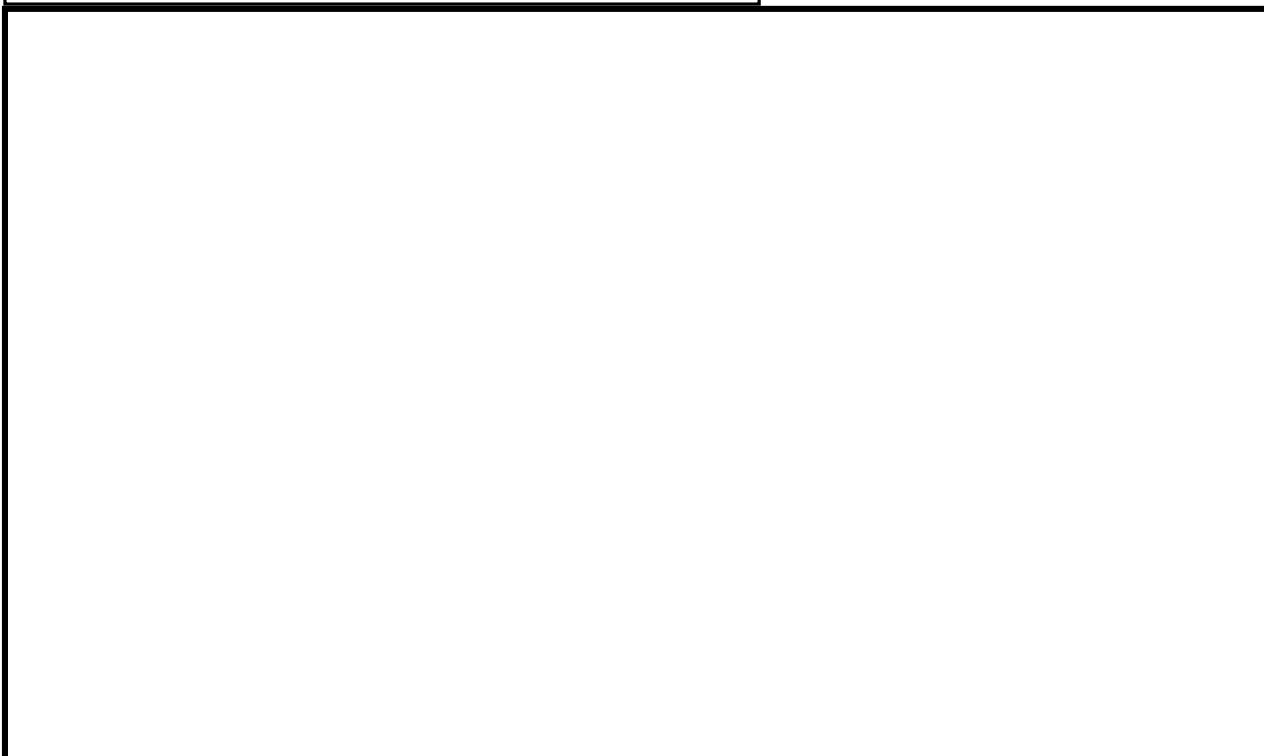
ヤスク重量が約 70t であることから、仮にヤスクがボルトにより固定されていない場合でも滑動あるいは転動によりヤスクが建屋外に流出しないことを確認している。

さらに、ヤスクは密閉容器であり、本体と蓋の締結部等については、二重の O リングを配して密封性を高める構造とすることで、ヤスク自体からも放射性廃棄物が漏えいし難い構造としている。

なお、ヤスクの密封性については、核燃料物質等の事業所外運搬関係法令である平成二年科学技術庁告示第五号（核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する技術上の基準に係る細目等を定める告示）に基づき、強化浸漬試験（深さ 200m の水中条件下）にて浸水時漏洩評価を実施しており、漏えいし難い構造であることを確認している。

以上より、c. に記載する第 5 条及び第 28 条の要求を満足するものと評価する。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



添付第 2-2 図 使用済燃料輸送容器保管建屋平面図

港湾の施設の技術上の基準・同解説（抜粋）

1. 7. 3 流れに対する被覆石及びブロックの所要質量

(1) 一般

水の流れに対するマウンドの捨石等の被覆材の所要質量は、一般的に、適切な水理模型実験又は次式によって算定することができる。式中において、記号 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。

$$M_d = \frac{\pi \rho_r U_d^6}{48g^3 (\gamma_d)^6 (S_r - 1)^3 (\cos\theta - \sin\theta)^3} \quad (1. 7. 18)$$

ここに、

M : 捨石等の安定質量 (t)

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)

γ : イスバッシュ (Isbash) の定数 (埋め込まれた石にあつては 1.20, 露出した石にあつては 0.86)

S_r : 捨石等の水に対する比重

θ : 水路床の軸方向の斜面の勾配 ($^\circ$)

条件 : ①津波流速 U : 4.0m/s

②重力加速度 g : 9.8m/s²

③イスバッシュの定数 γ : 0.86

④斜面の勾配 : 0.0 $^\circ$

ρ (t/m^3)	S_r ($= \rho / 1.03$)	M (kg)
4.0	3.8	130

添付第 2-3 図 キヤスクの滑動評価

(2) 焼却炉建屋

a. 設備の位置付け

焼却炉建屋は、固体廃棄物処理系である雑固体系に属する焼却炉設備を内包する設備である。

建屋内には、可燃性廃棄物である使用済樹脂及び雑固体を一時保管するとともに、上記の可燃性廃棄物を焼却することにより生じる焼却灰を一時保管する。

したがって、当該設備は放射性物質の貯蔵機能を有する設備に該当するため、重要度分類はPS-3と整理される。

また、当該施設は、1号～7号炉で生じた可燃性廃棄物の焼却処理を行う施設であることから、1号～7号炉共用と整理している。

b. 設置場所

焼却炉建屋は、T. M. S. L. +5mの荒浜側防潮堤内敷地の地表面に設置する。

したがって、荒浜側防潮堤内敷地の浸水に伴い、焼却炉建屋周辺及び建屋内が浸水する可能性がある。

c. 津波防護の設計方針

第5条の要求に従い、第27条の要求である以下の機能について、津波時にも機能喪失しない設計とする。

- ・ 固体状の放射性廃棄物の処理に係るものにあたっては、放射性廃棄物を処理する過程において放射性物質が散逸し難いものとする。
- ・ 「処理する過程」には、廃棄物の破碎、圧縮、焼却及び固化等の処理過程が含まれる。

d. 基準適合状況

焼却炉建屋内には使用済樹脂（スラッジ状）、雑固体及び焼却灰を一時保管するとともに、焼却設備運転中は焼却中に発生した気体を焼却炉建屋排気筒より排気している。

津波警報発令時には操作員は焼却を停止し、避難する運用としており、焼却停止以降に気体を排気することはないため、津波の影響により建屋内が浸水した場合にあっても建屋外に気体状の放射性物質を放出することはない。

また、焼却炉建屋内に一時保管する使用済樹脂、雑固体及び焼却灰については、建屋内が浸水した場合にあっても建屋外への有意な放射性物質の散逸につながらず、c.に記載する第5条及び第27条の要求を満足することを以下のとおり確認した。

【使用済樹脂】

使用済樹脂は、地下1階に設置するスラッジタンク内に受け入れ、焼却処理を行うまでの期間一時保管を行う（配置については、添付第2-4図及び添付第2-5図参照）。

スラッジタンクは焼却炉建屋床面に基礎ボルトにて固定することで、建屋内が浸水した場合であっても、漂流物とならず、建屋外に流出しない構造としている。

また、地下1階に設置することから、スラッジタンクに津波が直接作用することはなく、スラッジタンクが破損し、使用済樹脂が流出することはない。

なお、使用済樹脂の比重は約1.2であるため、仮にスラッジタンク外に使用済樹脂が流出した場合であっても、使用済樹脂が浮遊し、建屋外に流出することはない。

【雑固体】

雑固体は、1階の雑固体貯蔵庫に受け入れてから焼却までの期間、一時保管を行う（配置については、添付第2-4図及び添付第2-5図参照）。

雑固体は、かご状のパレット内に収容し、段積み状に保管することで（添付第2-6図参照）、建屋内が浸水した場合でも流出し難い構造（配置）としている。

また、建屋内の浸水高さは最大でもT.M.S.L. +6.9m（1階（床面T.M.S.L. +5.3m）における浸水深1.6m）となる。上記を考慮し、雑固体を貯蔵庫内に保管する際は、上段の棚から優先的にパレットを収納することで、雑固体の浸水及び流出を可能な限り低減する運用とする。

【焼却灰】

焼却灰については、ドラム缶に充填し、地下1階の灰ドラム一時貯蔵庫に一時保管を行う（配置については、添付第2-4図及び添付第2-5図参照）。

個々のドラム缶に含まれる放射性物質は、周辺環境に有意な影響を及ぼす程多くはないが、建屋内に貯蔵する放射性物質を可能な範囲で低減することを目的として、一度の輸送にて運搬可能な程度のドラム缶保管数になった時点で固体廃棄物貯蔵庫に輸送する運用としている。

また、ドラム缶を保管する灰ドラム一時貯蔵庫は、壁及び扉により区画化していると共に、天井高さ約7mに対し、扉高さ約4mとすることで、当該貯蔵庫内が浸水し、ドラム缶が漂流物化する（浮き上がる）場合でも貯蔵庫外へ流出し難い構造としている。

仮に当該貯蔵庫外へドラム缶が流出した場合でも、階段室を通じて地上1

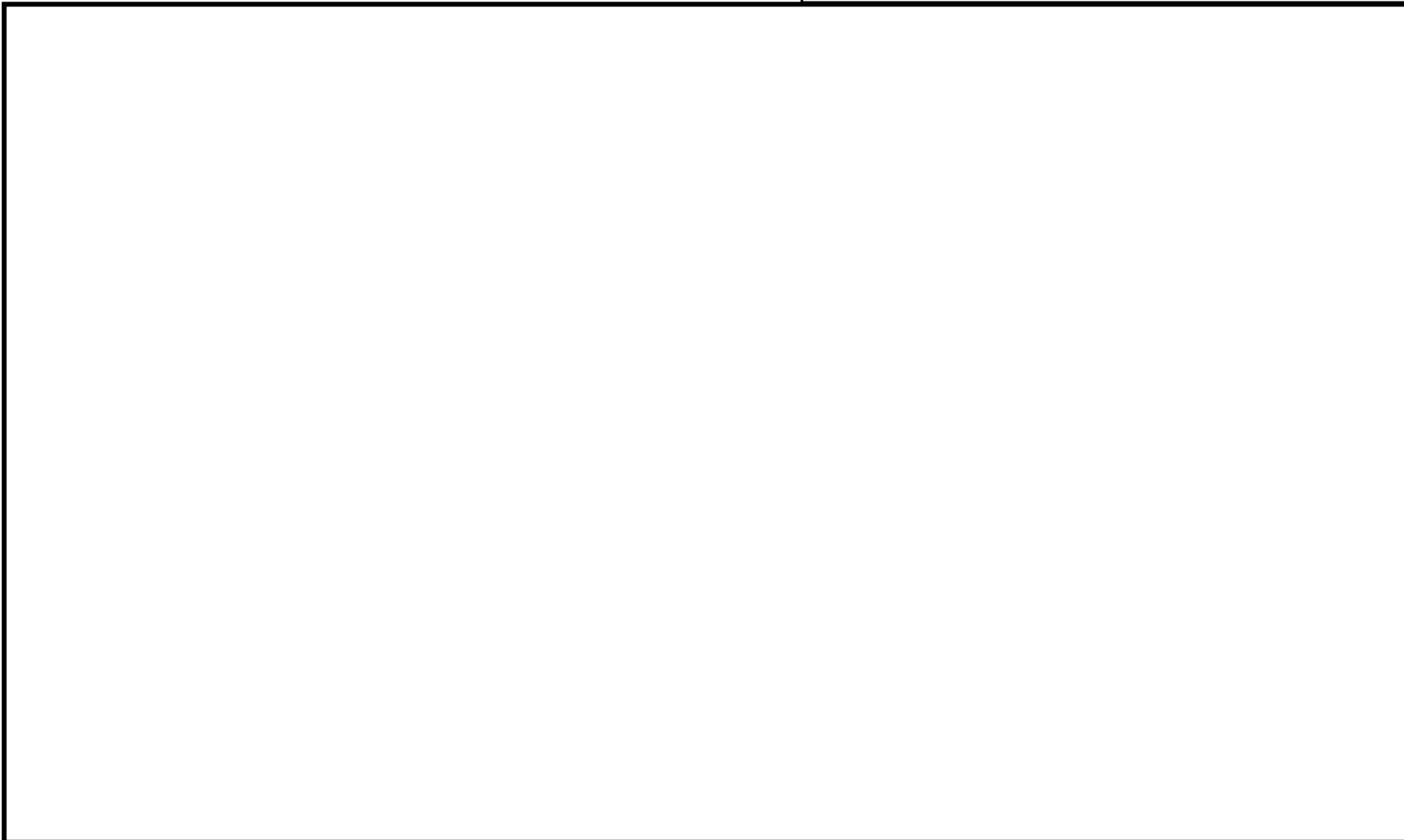
階に到達し、そこからさらに建屋外に流出するといった事象が発生する可能性は小さい。

ドラム缶自体からの焼却灰流出については、ドラム缶を地下1階に設置することから、ドラム缶に津波が直接作用することはなく、ドラム缶が破損し、焼却灰が流出することはない。

また、ドラム缶は「JIS Z 1600 鋼製オープンヘッドドラム」において規定される落下試験（1.8mの高さから落下させ、内容物の漏れがないことを確認する試験）を実施したものと同様の設計としていることから、ドラム缶が浮遊した際に周囲の壁等に接触した場合でも焼却灰がドラム缶外に流出することはない。

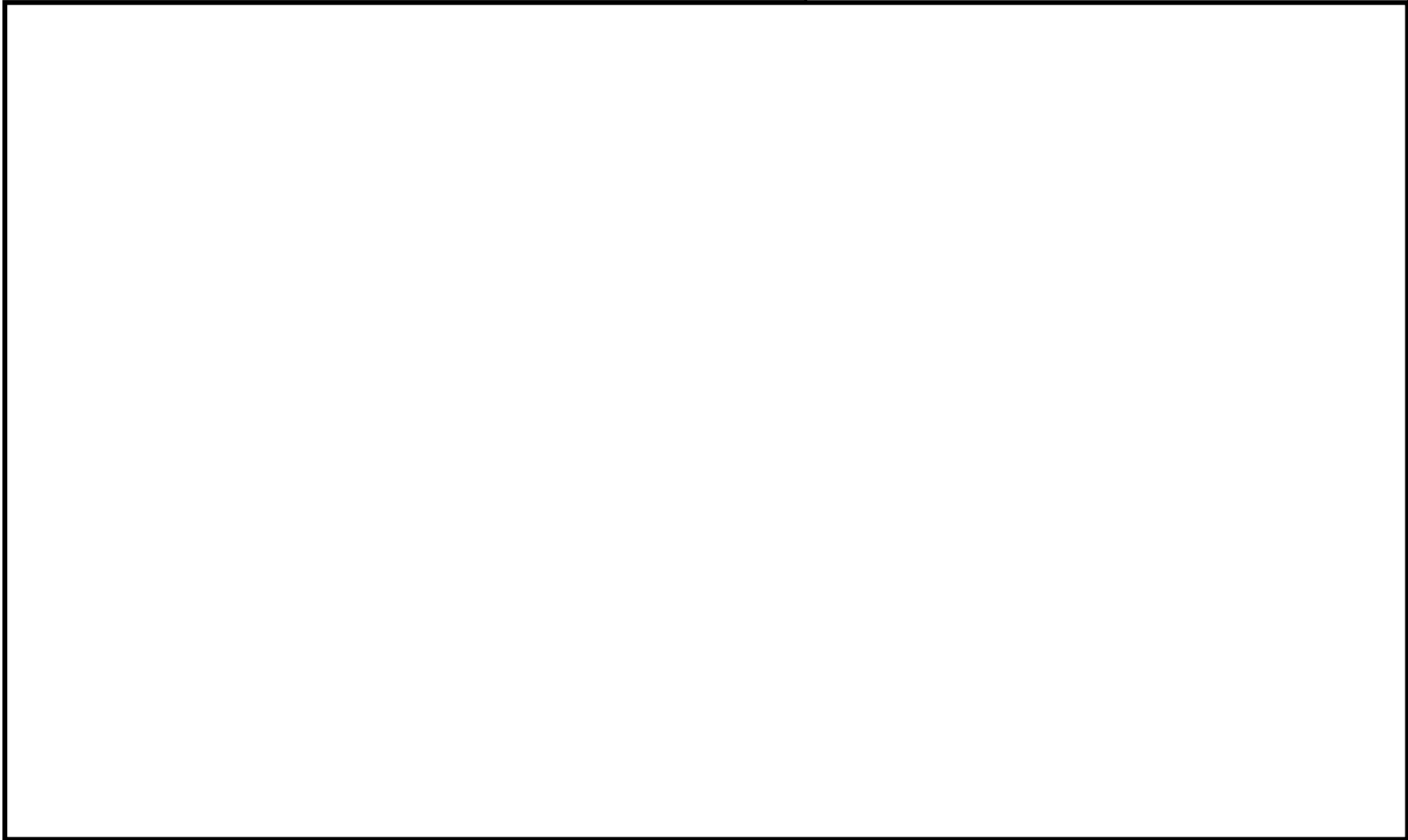
なお、焼却灰の集積作業中のドラム缶については、大津波警報発令に伴う焼却設備停止により、密封されない状態で浸水する可能性があるが、複数のドラム缶を用いて同時に集積作業を実施することはないため、ドラム缶外へ流出する焼却灰はドラム缶1本分以下の量であり、集積作業を行う場所が地下1階であることも考慮すると、放射性物質の建屋外への有意な散逸は考え難い。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



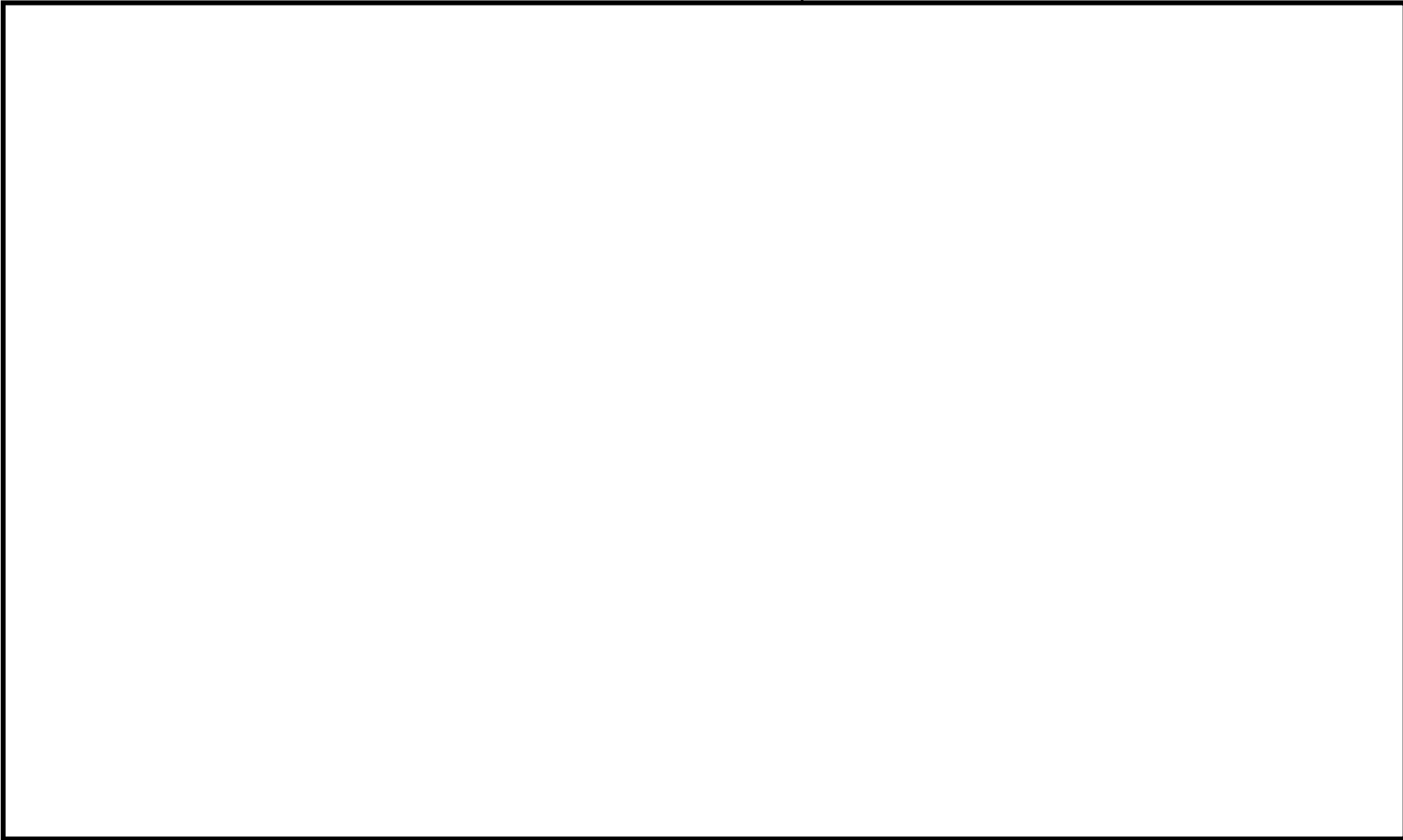
添付第 2-4-1 図 焼却炉建屋平面図（地下 1 階）

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

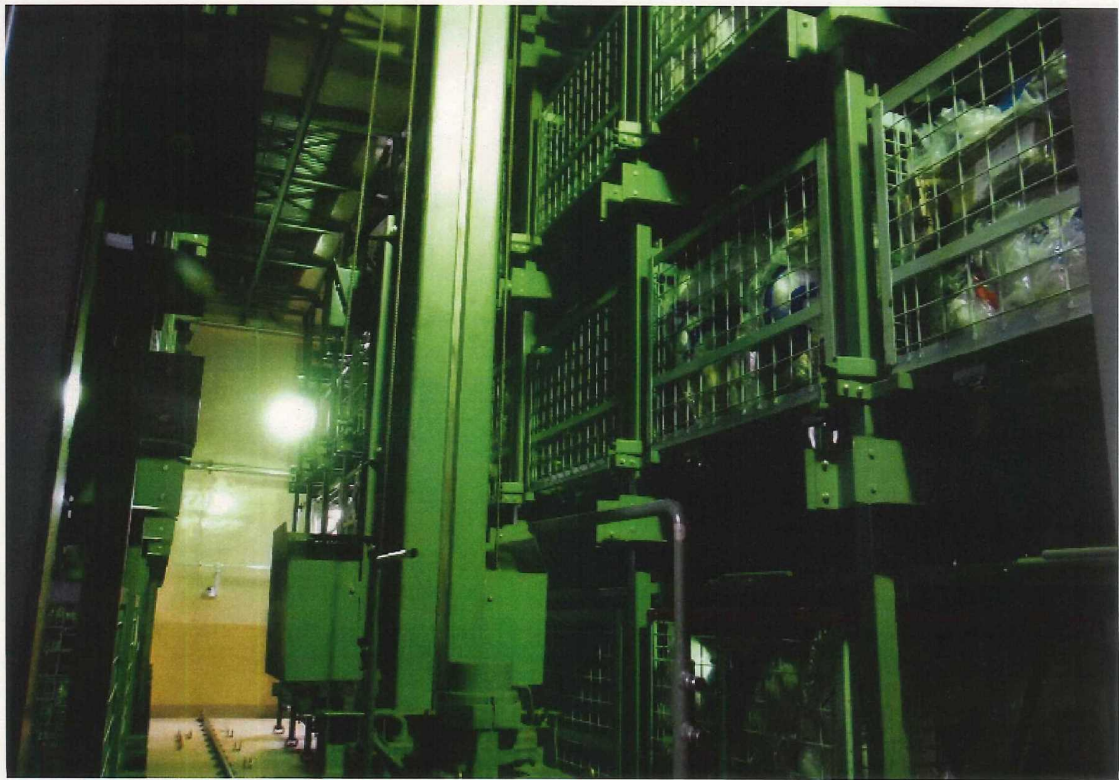


添付第 2-4-2 図 焼却炉建屋平面図（地上 1 階）

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



添付第 2-5 図 焼却炉建屋断面図



添付第 2-6 図 雑固体一時保管場所外観

(3) 外部電源設備

a. 設備の位置付け

外部電源設備（起動用開閉所変圧器等）は，電源供給機能（非常用を除く）を有するため，PS-3 と整理される。

なお，当該設備は 1 号～7 号炉共用と整理している。

b. 設置場所

外部電源設備（起動用開閉所変圧器等）のうち，500kV 南新潟幹線からの電力は，500kV 開閉所に設置する 3 号起動用開閉所変圧器，66kV 起動用開閉所（北側）及び起動変圧器を経て，共通用高圧母線に給電している。

上記の変圧器等の設備のうち，主要な設備については「浸水を防止する敷地」に設置する。

一方で，上記の変圧器や共通用高圧母線を繋ぐ，外部電源供給用ケーブルについては，地下のケーブル洞道に設置する。当該ケーブル洞道は，荒浜側防潮堤内敷地に開口部を有する洞道に接続するため，荒浜側防潮堤内敷地浸水に伴い，ケーブル洞道が浸水する可能性がある。

c. 津波防護の設計方針

第 5 条の要求に従い，第 33 条の要求である以下の機能について，津波時にも機能喪失しない設計とする。

- ・ 発電用原子炉施設は，重要安全施設がその機能を維持するために必要となる電力を当該重要安全施設に供給するため，電力系統に連系したものでなければならない。

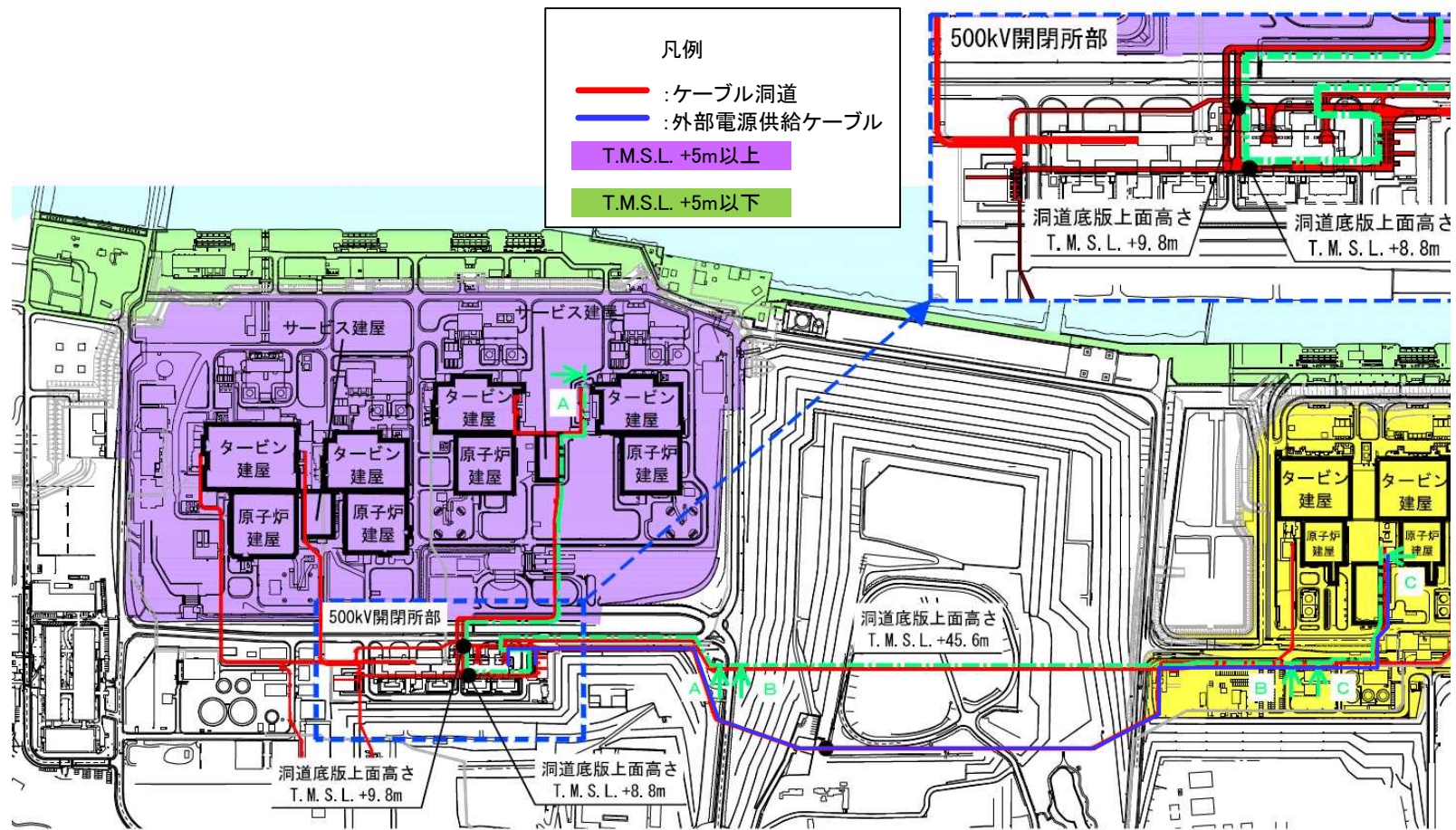
d. 基準適合状況

外部電源設備のうち，主要な設備については b. に記載するとおり，「浸水を防止する敷地」に設置するため，荒浜側防潮堤内敷地浸水に伴い，上記設備の機能が喪失することはない。

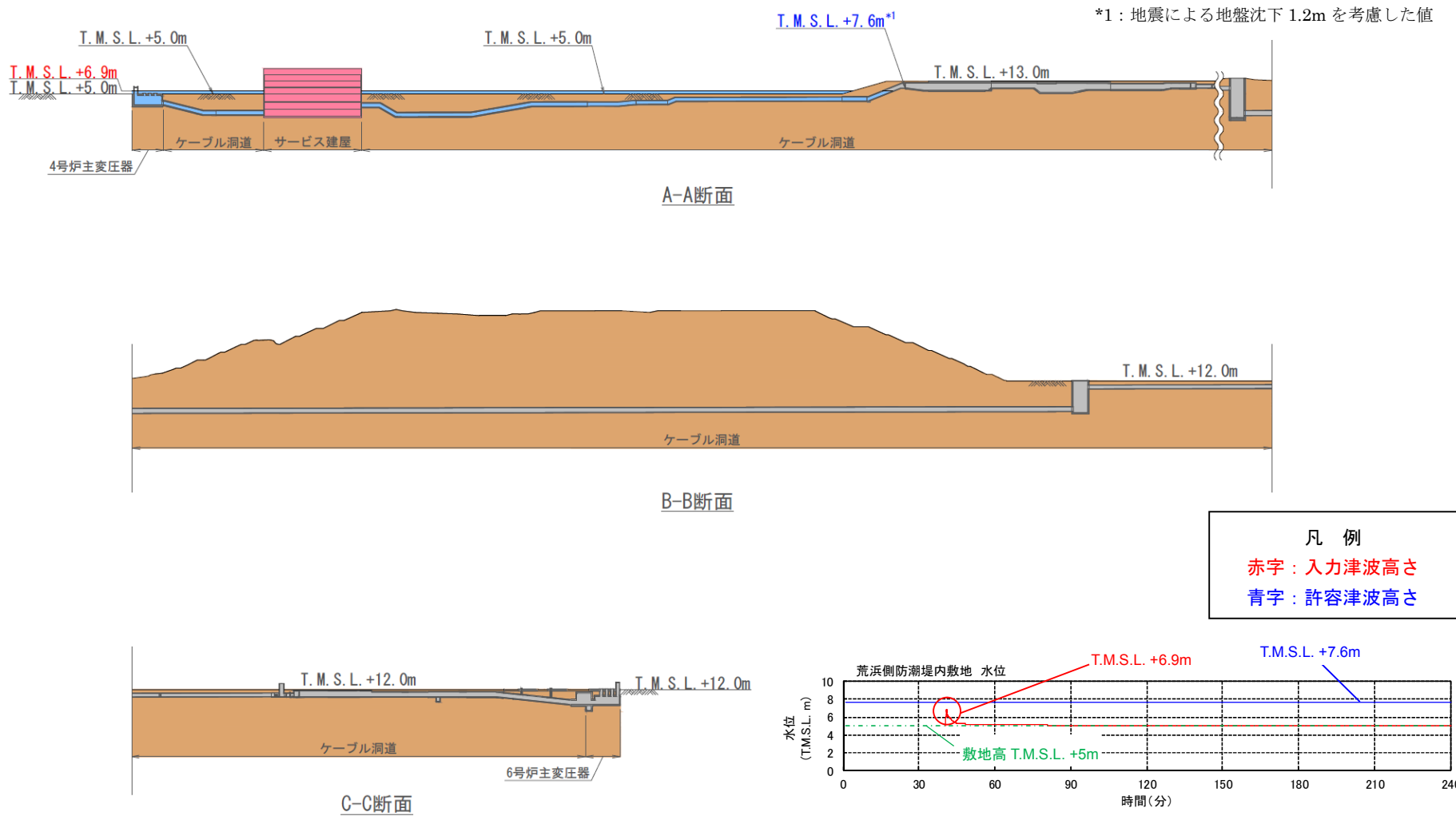
一方で，外部電源供給用ケーブルについては，荒浜側防潮堤内敷地に開口部を有する洞道と接続する地下のケーブル洞道に設置する。ただし，3 号起動用開閉所変圧器から共通用母線に至るまでのケーブルを敷設する範囲は比較的高所に位置し，荒浜側防潮堤内敷地の開口部と上記の外部電源供給用ケーブルを敷設する範囲までの経路において，洞道底版のピーク高さは T. M. S. L. +8. 8m（地震による地盤沈下 1. 2m を考慮すると T. M. S. L. +7. 6m）以上となる。したがって，荒浜側防潮堤内敷地における最高水位（入力津波高さ）が T. M. S. L. +6. 9mであることを考慮すると，上記の外部電源供給用

ケーブルを敷設する範囲が浸水することはない（添付第 2-7 図及び添付第 2-8 図参照）。

以上より，c. に記載する第 5 条及び第 33 条の要求を満足するものと評価する。



添付第 2-7 図 外部電源に係るケーブルを敷設する範囲のケーブル洞道平面図



添付第 2-8 図 外部電源に係るケーブルを敷設する範囲のケーブル洞道断面図

(4) 通信連絡設備

a. 設備の位置付け

通信連絡設備（衛星電話設備，無線連絡設備，携帯型音声呼出電話設備以外のもの）は，既設置の送受話器（ページング）及び電力保安通信用電話設備等を指す。当該設備は，緊急時対策上重要なもののうち通信連絡設備に該当するため，重要度分類はMS-3と整理される。

また，当該設備の主要設備については6号及び7号炉共用と整理し，通信連絡用のケーブルについては1号～7号炉共用と整理している。

b. 設置場所

通信連絡設備の主要設備は，6号及び7号炉の主要建屋（原子炉建屋，タービン建屋，コントロール建屋，サービス建屋等）に設置する設備である。

また，通信連絡設備のうち，ケーブルの一部について荒浜側防潮堤内敷地に開口部を有する洞道内に設置する。

したがって，荒浜側防潮堤内敷地の浸水に伴い，設備の一部が機能喪失する可能性がある。

c. 津波防護の設計方針

第5条の要求に従い，第35条の要求である以下の機能について，津波時の機能喪失を想定し，代替手段を確保可能な設計とする。

- ・ 工場等には，設計基準事故が発生した場合において工場等内の人に対し必要な指示ができるよう，警報装置（安全施設に属するものに限る。）及び多様性を確保した通信連絡設備（安全施設に属するものに限る。）を設けなければならない。
- ・ 工場等には，設計基準事故が発生した場合において発電用原子炉施設外の通信連絡をする必要がある場所と通信連絡ができるよう，多様性を確保した専用通信回線を設けなければならない。

d. 基準適合状況

荒浜側防潮堤内敷地浸水に伴い，荒浜側防潮堤内敷地に設置する通信連絡用ケーブルの一部が機能喪失した場合，無線連絡設備あるいは衛星電話設備が代替手段として利用可能である。また，可能な範囲で損傷箇所を予備品等との交換を含む復旧手段により復旧することで必要な通信連絡の機能を維持可能である。

上記より，c.に記載する第5条及び第35条の要求を満足するものと評価する。

(5) 焼却炉建屋排気筒モニタ及び焼却炉建屋放射線モニタ

a. 設備の位置付け

焼却炉建屋排気筒モニタ及び焼却炉建屋放射線モニタは、焼却設備運転状態における放射能監視機能を有しており、重要度分類はMS-3と整理される。

また、当該設備は1号～7号炉で共用を行う焼却設備の異常状態を把握する設備であることから、1号～7号炉共用と整理している。

b. 設置場所

焼却炉建屋排気筒モニタ及び焼却炉建屋放射線モニタはT.M.S.L. +5mの荒浜側防潮堤内敷地の位置にする焼却炉建屋の排気筒等に設置する。

c. 津波防護の設計方針

大津波警報が発令された時点で焼却を停止する運用としていることから、基準津波発生状況下において焼却設備運転状態における放射能監視機能の要求はなく、基準津波に対する防護は要しない。

d. 基準適合状況

c.に記載のとおり、基準津波発生状況下において機能要求がないため、評価対象外とする。

2.3 波及的影響の評価

2.3.1 考慮する波及的影響

荒浜側防潮堤内敷地が浸水した場合の波及的影響としては、以下の影響が挙げられる。

- ・ 荒浜側防潮堤内敷地に設置する施設・設備が漂流物化し、安全機能を有する設備に衝突する等により安全機能を喪失させる。
- ・ 荒浜側敷防潮堤内敷地に設置する施設・設備のうち、タンク等の貯蔵機能を有する設備が損傷し、化学物質等を含む液体が流出することで、荒浜側近傍のアクセスルートのアクセス性を阻害する。

上記の波及的影響について、以下のとおり影響評価を行った。

2.3.2 漂流物化の影響評価

荒浜側防潮堤内敷地浸水に伴い、荒浜側防潮堤内敷地に設置する施設・設備が漂流物化した場合、津波の遡上域に設置する安全機能を有する設備に漂流物が衝突等する可能性がある。

津波の遡上域に設置する安全機能を有する設備としては、6号及び7号炉の非常用取水設備に加え、荒浜側防潮堤内敷地に設置される使用済燃料輸送容器保管建屋及び焼却炉建屋が挙げられる。

したがって、ここでは荒浜側防潮堤内敷地に設置する施設・設備が漂流物化した場合の上記設備への影響評価を実施する。

(1) 6号及び7号炉の非常用取水設備

荒浜側防潮堤内敷地に設置する施設・設備が漂流物化した場合の6号及び7号炉の非常用取水設備（非常用海水冷却系の取水性）に与える影響は「2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止」に記載のとおりであり、取水性の低下等の影響がないことを確認している。

(2) 使用済燃料輸送容器建屋

キャスク建屋については、2.2.2節の「(1) 使用済燃料輸送容器建屋」に記載のとおり、以下の設計を行うことにより第5条及び第28条の要求を満足可能な設計としている。

- ① キャスクが建屋外に流出し得る開口部を海側（西方向）とは逆の方向に設置すること
- ② キャスクそのものを漂流物化し難い設計としていること
- ③ キャスクの密封性を高め、例えキャスクが浸水した場合でも漏えいし難い構造とすること

仮に漂流物の衝突により建屋の外壁の一部や屋外に繋がる扉が損傷した場合でも、上記②及び③の設計に大きな影響を与えるものではなく、また②及び③の設計により使用済燃料の拡散は十分に拡散防止が可能である。したがって、漂流物がキャスク建屋に衝突した場合でも、キャスク建屋の安全機能は喪失しないものと評価する。

(3) 焼却炉建屋

焼却炉建屋については、2.2.2 節の「(2) 焼却炉建屋」に記載のとおり、以下の設計等を行うことにより第5条及び第27条の要求を満足可能な設計としている。

- ① 使用済樹脂及び焼却灰を地下一階に保管するとともに、それぞれ漂流物化して地上階へ到達し難い設計としていること
- ② 雑固体については、建屋内が浸水した場合でも、可能な限り雑固体そのものが浸水し難い位置に保管していること
- ③ 雑固体そのものが浸水した場合でも建屋外へ流出し難い配置で保管をすることにより建屋外に流出し難い設計としていること

仮に漂流物の衝突により建屋の外壁の一部や屋外へと繋がる扉が損傷した場合でも、上記の設計に大きな影響を与えるものではないため、焼却炉建屋の安全機能は喪失しないものと評価する。

2.3.3 タンク内包物の影響検討

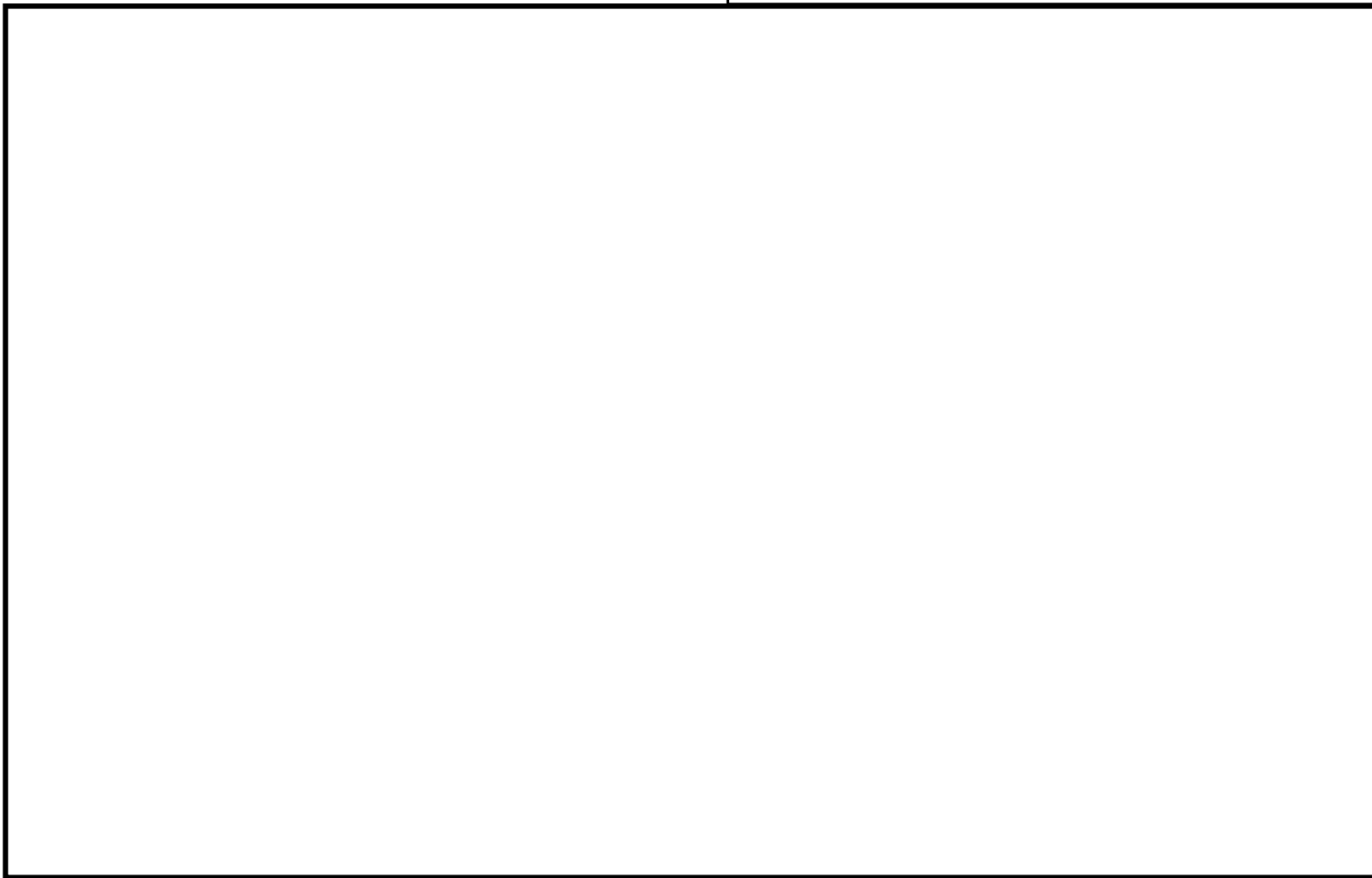
荒浜側防潮堤内敷地及び同敷地に設置する建屋内に設置するタンクが損傷することにより、タンクの内包物である化学物質、放射性物質及び油が荒浜側防潮堤内敷地に拡散する可能性がある。

上記内包物が漏えいした場合の影響について、添付第2-2表に示すとおり評価し、重大事故等に対処するために必要となるアクセスルートへのアクセス性に影響がないことを確認した。

添付第 2-2 表 アクセスルートへの波及的影響

事象	影響モード	影響評価
遡上域に位置するタンク等の貯蔵機能喪失	化学物質の漏洩	<p>荒浜側防潮堤内敷地に設置（建屋内設置を含む）する薬品タンクから化学物質が漏洩し、遡上域に拡散した場合であってもアクセスルートが浸水することはない。化学物質に直接接触することはない。</p> <p>また、拡散した化学物質は海水により希釈され、その濃度はごく小さくなると考えられるため、化学物質の漏洩に伴う二次的影響（有毒ガスの発生等）は荒浜側防潮堤内敷地遡上域近傍のアクセスルートのアクセス性に影響を与える程大きなものとはならない。</p>
	放射性物質の漏洩	<p>荒浜側に位置する放射性物質を内包する建屋内が浸水した場合であっても、放射性物質の大部分は建屋内に留まるとともに、一部流出した放射性物質についても海水で希釈され、その濃度はごく小さくなると考えられることから、荒浜側防潮堤内敷地遡上域近傍のアクセスルートにおける線量率はアクセス性に影響を与えるほど大きなものとはならない。</p>
	油漏洩に伴う火災影響	<p>荒浜側防潮堤内敷地に設置する油を内包するタンク、機器等から油が漏洩し、荒浜側防潮堤内敷地近傍のアクセスルート付近で火災が発生する状況においては、当該ルートの山側に設定した迂回ルート（添付第 2-9 図における事務本館から荒浜側高台保管場所への徒歩ルートあるいは、さらに山側のルート）を利用することが可能であり、アクセス性は確保できる。</p>

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



添付第 2-9 図 津波時のアクセスルート（「可搬型重大事故等対処設備保管場所及びアクセスルートについて」より抜粋）

添付資料 3

津波シミュレーションに用いる
数値計算モデルについて

津波シミュレーションに用いる数値計算モデルについて

津波シミュレーションに用いる数値計算モデルについては、平面二次元モデルを用いており、基礎方程式は非線形長波（浅水理論）に基づく。基礎方程式及び計算条件を添付第 3-1 図に示す。なお、解析には基準津波の評価において妥当性を確認した数値シミュレーションプログラムを用いた。

計算領域については、対馬海峡付近から間宮海峡付近までの日本海全域である。東西方向約 1,100km、南北方向約 2,100km を設定した。

計算格子間隔については、土木学会(2016)を参考に、敷地に近づくにしたがって最大 1,440m から最小 5.0m まで徐々に細かい格子サイズを用い、津波の挙動が精度よく計算できるよう適切に設定した。敷地近傍及び敷地については、海底・海岸地形、敷地の構造物等の規模や形状を考慮し、格子サイズ 5.0m でモデル化している。なお、文献^{1),2)}によると「最小計算格子間隔は 10m 程度より小さくすることを目安とする」との記載があることから、格子サイズ 5.0m は妥当である。

地形のモデル化にあたっては、最新の地形データを用いることとし、海域では一般財団法人 日本水路協会(2011)、一般財団法人 日本水路協会(2008～2011)、深淺測量等による地形データを用い、陸域では、国土地理院(2013)等による地形データ等を用いた(添付第 3-1 表)。また、取水路・放水路等の諸元及び敷地標高については、発電所の竣工図等を用いた。なお、遡上域において実地形とモデル化した地形の比較を行い、適切なモデル化が行われていることを確認している(添付第 3-2 図)。

数値シミュレーションに用いた計算領域とその水深及び計算格子分割を添付第 3-3 図に示し、津波水位評価地点の位置を添付第 3-4 図に示す。

防波堤の越流および陸上の遡上を考慮し、防波堤については、水位がその天端を超える場合に本間公式(1940)を用い、発電所の護岸を遡上する場合については、相田公式(1977)を用いた。各計算方法について、添付第 3-5 図に示す。

津波伝播計算の初期条件となる海底面の鉛直変位については、Mansinha and Smylie(1971)の方法によって計算した。(参考参照)

津波数値シミュレーションのフローを添付第 3-6 図に、地殻変動量の考慮について概念図を添付第 3-7 図に示す。添付第 3-6 図及び添付第 3-7 図に示すとおり、潮位は初期条件として考慮し、地殻変動も地形に反映して津波数値シミュレーションを実施している。

上記を用いた数値シミュレーション手法及び数値解析プログラムについては、土木学会(2016)に基づき、既往津波である1964年新潟地震津波及び1983年日本海中部地震津波の再現性を確認し、津波の痕跡高と数値シミュレーションによる津波高との比から求める幾何平均K及び幾何標準偏差 κ が、再現性の指標である $0.95 < \kappa < 1.05$ 、 $\kappa < 1.45$ を満足していることから妥当なものとして判断した(添付第3-8図、添付第3-9図)。

- 1) 確率論的手法に基づく基準津波算定手引き, 独立行政法人原子力安全基盤機構, p. 84, 2014
- 2) 津浪浸水想定の設定の手引き, 国土交通省水管理・国土保全局海岸室他, p. 31, 2012

■ 基礎方程式

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} - K_x \left(\frac{\partial^2 M}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M}{\partial y^2} \right) + \gamma_b^2 \frac{M \sqrt{M^2 + N^2}}{D^2} = 0$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} - K_y \left(\frac{\partial^2 N}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N}{\partial y^2} \right) + \gamma_b^2 \frac{N \sqrt{M^2 + N^2}}{D^2} = 0$$

t : 時間
 η : 静水面から鉛直上方にとった水位変動量
 M : x 方向の線流量
 h : 静水深 D : 全水深 ($D = h + \eta$)
 K_x : 水平渦動粘性係数
 γ_b^2 : 摩擦係数 ($= gn^2 / D^{1/3}$), n : マニングの粗度係数
 x, y : 平面座標
 N : y 方向の線流量
 g : 重力加速度

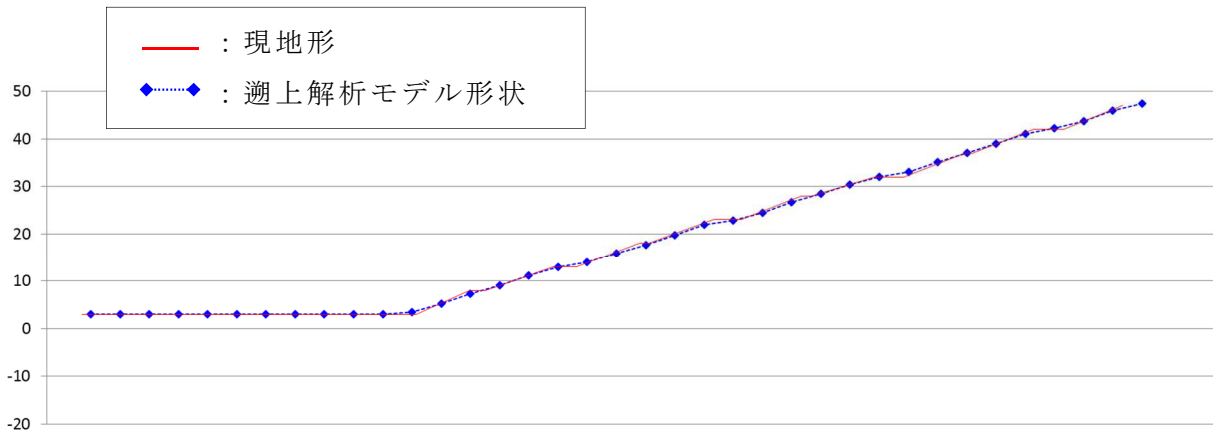
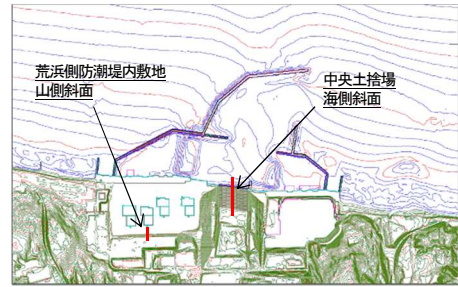
■ 計算条件

項目	計算条件
計算時間間隔	C.F.L.条件を満たすように0.1秒に設定
潮位条件	期望平均満潮位に潮位のばらつきを考慮
基礎方程式及び数値計算スキーム	非線形長波理論(浅水理論)に基づく後藤・小川(1982)の方法
沖側境界条件	後藤・小川(1982)の自由透過の条件
陸側境界条件	・敷地周辺:(計算格子間隔80m~5m)の領域は小谷ほか(1998)の陸上遡上境界条件 ・それ以外は完全反射条件
越流境界条件	越流は本間公式(1940)や相田公式(1977)で考慮
海底摩擦係数	マニングの粗度係数($n=0.03m^{-1/3}s$):土木学会(2016)
陸上摩擦係数	マニングの粗度係数($n=0.03m^{-1/3}s$):土木学会(2016)
水平渦動粘性係数	考慮していない($K_h=0$)
初期条件	Mansinha and Smylie(1971)の方法により海底面の鉛直変位分布を求めて初期水位として与える。
計算時間	4時間(第一波が到達してから十分な時間)

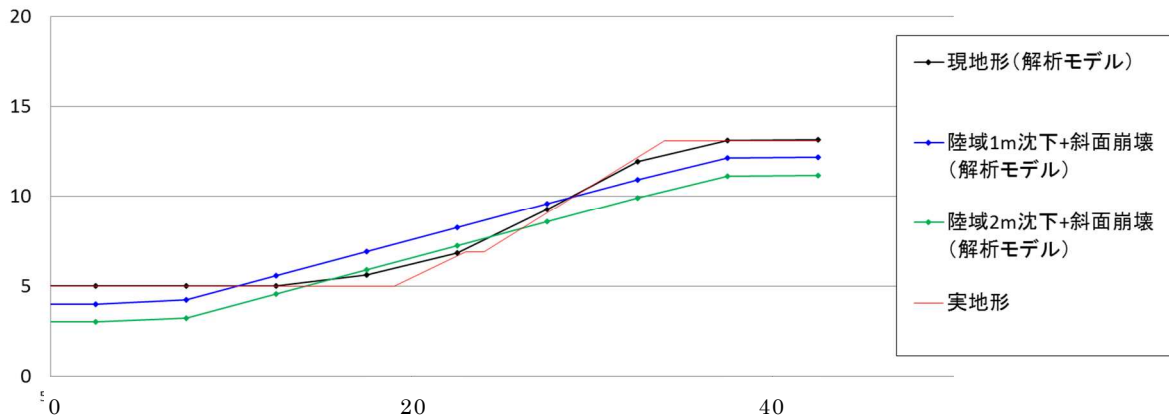
添付第3-1図 基礎方程式及び計算条件

添付第3-1表 地形データ

項目	データ
広域 海底地形	<ul style="list-style-type: none"> ➢ JTOP030v2 (2011.8) : 一般財団法人 日本水路協会 ➢ GEBCO_08 (2009.11) : IOC, IHO ➢ M7000シリーズ (2008~2011) : 一般財団法人 日本水路協会
陸域, 発電所近傍, 港湾内	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 基盤地図5mメッシュ(2013.7) : 国土地理院 ➢ 深浅測量(2014.4) ➢ 防波堤標高測量 (2013.10) ➢ 海水貯留堰の追加

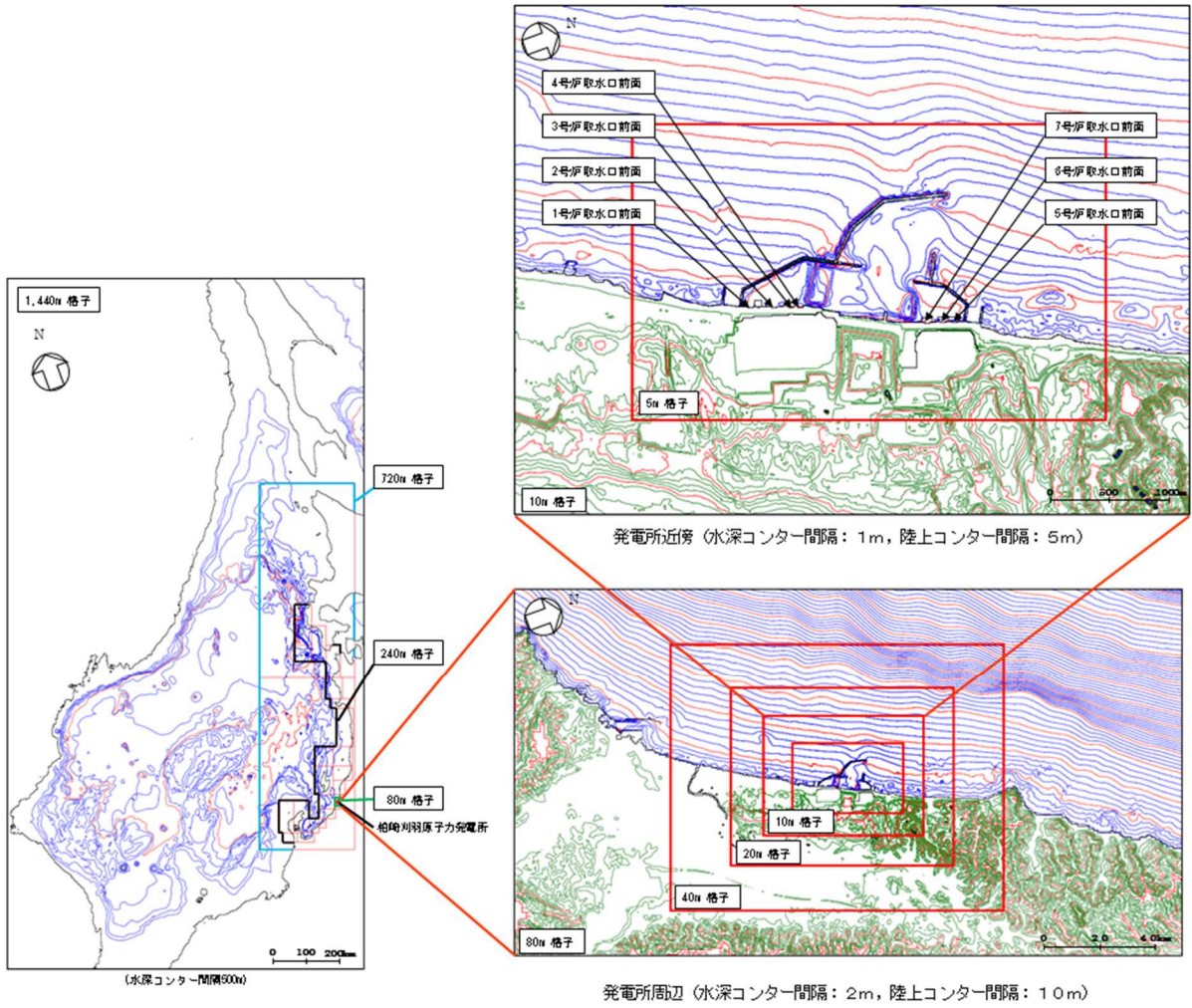


(1) 中央土捨場 海側斜面



(2) 荒浜側防潮堤内敷地 山側斜面

添付第 3-2 図 実地形とモデル化した地形の比較



添付第 3-3 図 水深と計算格子分割図



添付第 3-4 図 津波水位評価地点

■ 本間公式（本間(1940)）

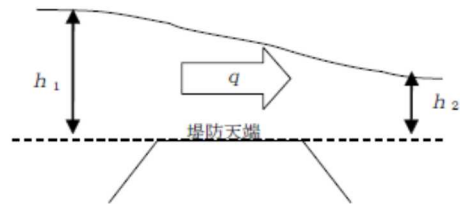
防波堤については、水位がその天端を超える場合に本間公式を用いて越流量を計算する。天端高を基準とした堤前後の水深を h_1, h_2 ($h_1 > h_2$) としたとき、越流量 q は下記のとおりである。

$$q = \mu h_1 \sqrt{2gh_1} \quad h_2 \leq \frac{2}{3} h_1$$

(潜り越流)

$$q = \mu' h_2 \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \quad h_2 > \frac{2}{3} h_1$$

ここに、 $\mu = 0.35$, $\mu' = 2.6\mu$, 重力加速度 g

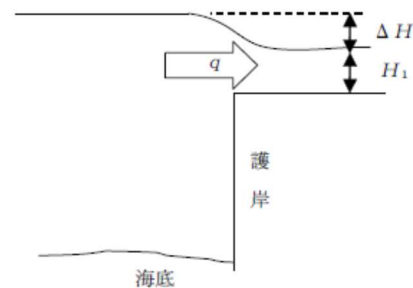


■ 相田公式（相田(1977)）

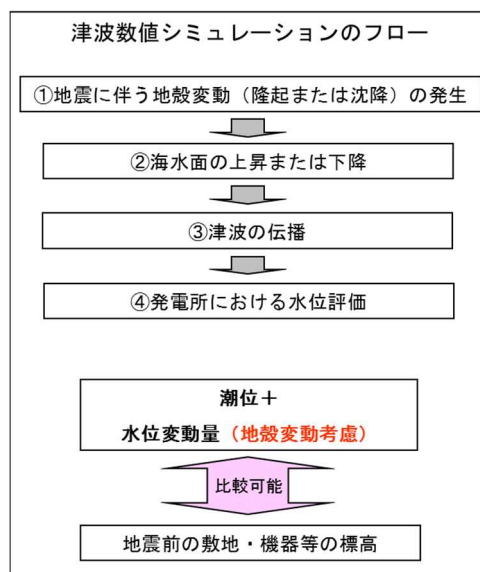
発電所の護岸を遡上する場合については、相田公式を用いて越流量を計算する。流量係数 C_1 を用いて、護岸内側への越流量 q は下記のとおりである。

$$q = C_1 H_1 \sqrt{g\Delta H}$$

ここに、 H_1 : 護岸上面からの水位
 ΔH : 不連続箇所での水位差
 $C_1 = 0.6$

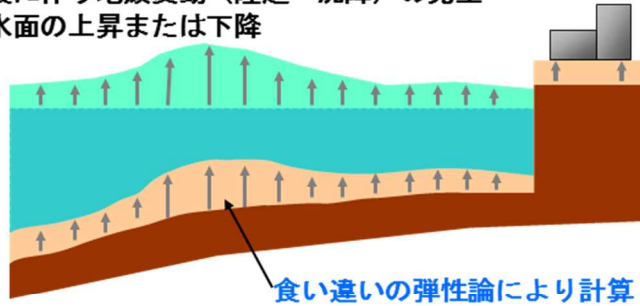


添付第 3-5 図 本間公式及び相田公式



添付第 3-6 図 津波数値シミュレーションのフロー図

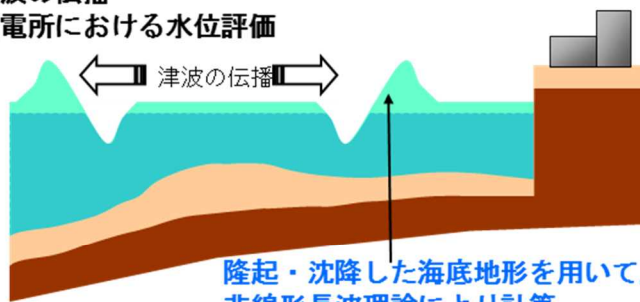
- ①地震に伴う地殻変動（隆起・沈降）の発生
- ②海水面の上昇または下降



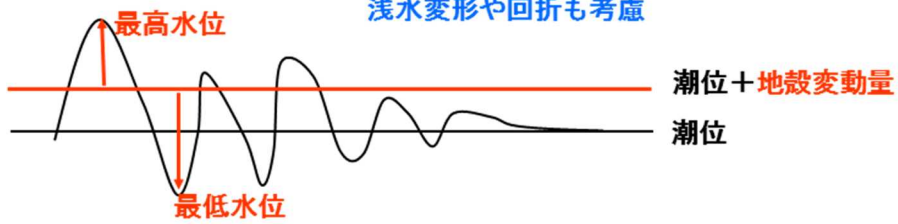
食い違いの弾性論により計算

Mansinha and Smylie(1971) ※次ページ記載

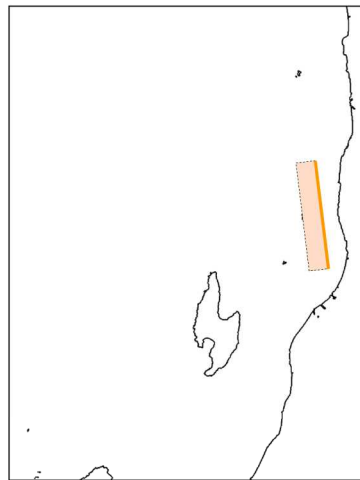
- ③津波の伝播
- ④発電所における水位評価



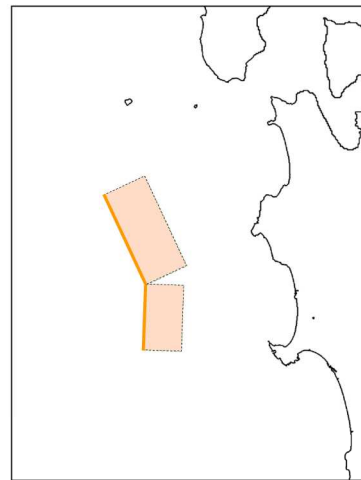
隆起・沈降した海底地形を用いて、
非線形長波理論により計算
浅水変形や回折も考慮



添付第 3-7 図 地殻変動量の概念図



1964年新潟地震津波

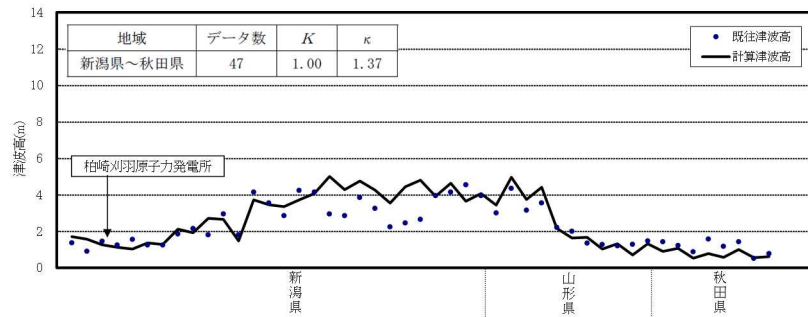


1983年日本海中部地震津波

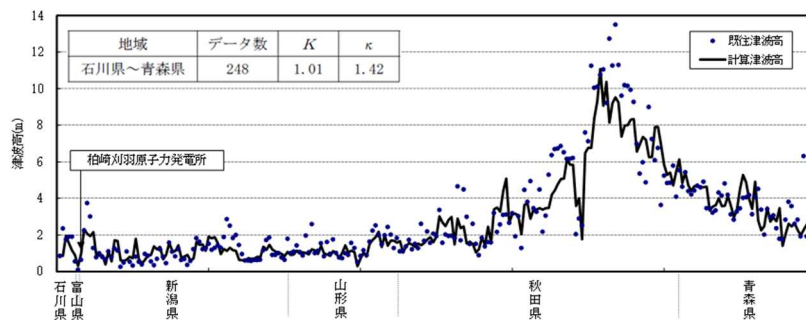
既往地震の断層モデル

	Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	すべり量 D (m)	上縁深さ d (km)	走向 θ (°)	傾斜角 δ (°)	すべり角 λ (°)	備考
1964年 新潟地震	7.43	65	20	3.85	0.0	194	56	90	東電 オリジナル モデル
1983年 日本海 中部地震	7.74	40	30	7.60	2.0	22	40	90	相田 (1984) Model-10
		60	30	3.05	3.0	355	25	80	

添付第 3-8 図 既往地震の断層モデル



1964年新潟地震津波



1983年日本海中部地震津波

添付第 3-9 図 既往津波の再現性

【参考】 Mansinha and Smylie(1971)の方法

地震発生地盤が等方で均質な弾性体であると仮定して地震断層運動に伴う周辺地盤の変位分布を計算する Mansinha and Smylie(1971)の方法について下記に示す。

Strike slip (すべり量 : D_s) による x_3 方向の変位量を U_{3s} , Dip slip (すべり量 : D_d) によるそれを U_{3d} として, 任意の点 (x_1, x_2, x_3) における変位は次式の定積分で与えられる。ここで定積分の範囲は断層面 $\{(\xi_1, \xi) | -L \leq \xi_1 \leq L, h_1 \leq \xi \leq h_2\}$ である。

$$12\pi \frac{U_{3s}}{D_s} = \left[\cos \delta \left\{ \ln(R+r_3-\xi) + (1+3\tan^2\delta)\ln(Q+q_3+\xi) - 3\tan\delta \sec\delta \cdot \ln(Q+x_3+\xi_3) \right\} \right. \\ \left. + \frac{2r_2 \sin \delta}{R} + 2 \sin \delta \frac{(q_2+x_2 \sin \delta)}{Q} - \frac{2r_2^2 \cos \delta}{R(R+r_3-\xi)} \right. \\ \left. + \frac{4q_2 x_3 \sin^2 \delta - 2(q_2+x_2 \sin \delta)(x_3+q_3 \sin \delta)}{Q(Q+q_3+\xi)} + 4q_2 x_3 \sin \delta \frac{\{(x_3+\xi_3)-q_3 \sin \delta\}}{Q^3} \right. \\ \left. - 4q_2^2 q_3 x_3 \cos \delta \sin \delta \frac{2Q+q_3+\xi}{Q^3(Q+q_3+\xi)^2} \right] \Bigg\|$$

$$12\pi \frac{U_{3d}}{D_d} = \left[\sin \delta \left[(x_2-\xi_2) \left\{ \frac{2(x_3-\xi_3)}{R(R+x_1-\xi_1)} + \frac{4(x_3-\xi_3)}{Q(Q+x_1-\xi_1)} - 4\xi_3 x_3 (x_3+\xi_3) \left(\frac{2Q+x_1-\xi_1}{Q^3(Q+x_1-\xi_1)^2} \right) \right\} \right. \right. \\ \left. - 6 \tan^{-1} \left\{ \frac{(x_1-\xi_1)(x_2-\xi_2)}{(h+x_3+\xi_3)(Q+h)} \right\} + 3 \tan^{-1} \left\{ \frac{(x_1-\xi_1)(r_3-\xi)}{r_2 R} \right\} - 6 \tan^{-1} \left\{ \frac{(x_1-\xi_1)(q_3+\xi)}{q_2 Q} \right\} \right] \\ \left. + \cos \delta \left[\ln(R+x_1-\xi_1) - \ln(Q+x_1-\xi_1) - \frac{2(x_3-\xi_3)^2}{R(R+x_1-\xi_1)} - \frac{4\{(x_3+\xi_3)^2 - \xi_3 x_3\}}{Q(Q+x_1-\xi_1)} \right. \right. \\ \left. - 4\xi_3 x_3 (x_3+\xi_3)^2 \left(\frac{2Q+x_1-\xi_1}{Q^3(Q+x_1-\xi_1)^2} \right) \right] \\ \left. + 6x_3 \left[\cos \delta \sin \delta \left\{ \frac{2(q_3+\xi)}{Q(Q+x_1-\xi_1)} + \frac{x_1-\xi_1}{Q(Q+q_3+\xi)} \right\} - q_2 \frac{(\sin^2 \delta - \cos^2 \delta)}{Q(Q+x_1-\xi_1)} \right] \right] \Bigg\|$$

ここに, x_3 方向の変位を u_3 とすると次の関係がある。

$$u_3 = U_{3s} + U_{3d}$$

直交座標系 (x_1, x_2, x_3) として、図のように断層面を延長し海底面と交わる直線（走向）に x_1 軸，断層面の長軸方向中央を通り x_1 軸と交わる点を原点 (O) とし，水平面内に x_2 軸，鉛直下方に x_3 軸を取る。また，原点 O と断層面の中央を通る直線に ξ 軸を取り， ξ 軸上の点を座標系 (x_1, x_2, x_3) で表わしたものを (ξ_1, ξ_2, ξ_3) とする（ ξ 軸は x_2x_3 平面内にある）。 ξ 軸と x_2 軸との成す角を δ とする。また，すべりの方向と断層のなす角を λ ，すべりの大きさを D とする。

ここで，次のように変数を定めている。

$$R = \sqrt{(x_1 - \xi_1)^2 + (x_2 - \xi_2)^2 + (x_3 - \xi_3)^2}$$

$$Q = \sqrt{(x_1 - \xi_1)^2 + (x_2 - \xi_2)^2 + (x_3 + \xi_3)^2}$$

$$r_2 = x_2 \sin \delta - x_3 \cos \delta$$

$$r_3 = x_2 \cos \delta + x_3 \sin \delta$$

$$q_2 = x_2 \sin \delta + x_3 \cos \delta$$

$$q_3 = -x_2 \cos \delta + x_3 \sin \delta$$

$$h = \sqrt{q_2^2 + (q_3 + \xi)^2}$$

$$D_s = D \cdot \cos \lambda$$

$$D_d = D \cdot \sin \lambda$$

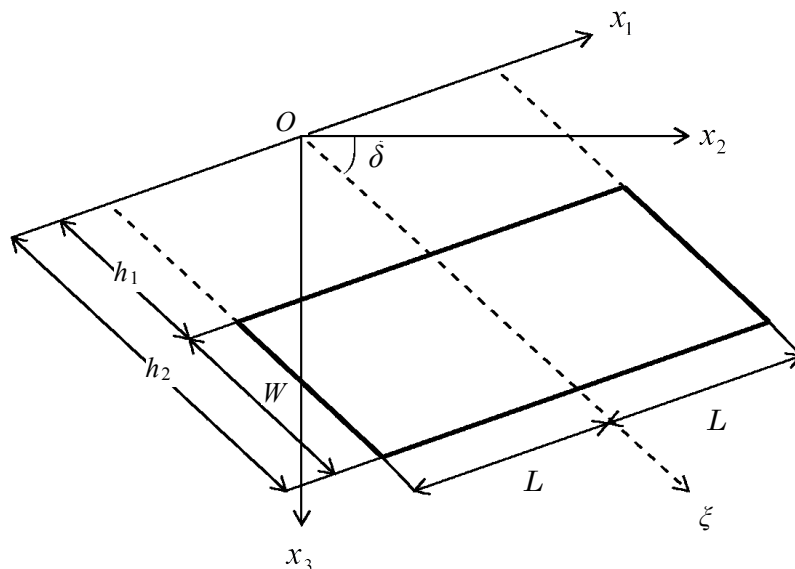


図1 断層モデルの座標系

添付資料 4

地震時の地形等の変化による津波遡上経路への影響について

※安田層下部層の MIS10～MIS7 と MIS6 の境界付近の堆積物については、
本資料では〔古安田層〕と仮称する。

4.1 はじめに

基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイドの要求事項に基づき、以下の検討方針に従い、津波遡上経路に及ぼす影響について検討する。

【規制基準における要求事項等】

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

- 地震に起因する変状による地形，河川流路の変化

入力津波は，基準津波の波源から各施設・設備等の設置位置において算定される時刻歴波形として設定する。具体的な入力津波の設定に当たっては，以下のとおりとする。

- 入力津波が各施設・設備の設計・評価に用いるものであることを念頭に，津波の高さ，津波の速度，衝撃力等，着目する荷重因子を選定した上で，各施設・設備の構造・機能損傷モードに対応する効果を安全側に評価する。

【検討方針】

敷地への遡上及び流下経路上の地盤等について，地震による地形，標高変化を考慮した津波評価を実施し，敷地への遡上経路に及ぼす影響及び入力津波の設定において考慮すべき地形変化について検討する。

- 基準地震動 S_s による損傷が想定される防潮堤及び防波堤については，それらが無い状態での津波評価を実施する。
- 基準地震動 S_s による沈下が想定される敷地については，沈下量を設定し地形に反映して，津波評価を実施する。
- 基準地震動 S_s による崩壊が想定される周辺斜面については，斜面崩壊を考慮し，土砂の堆積形状を設定し地形に反映して，津波評価を実施する。

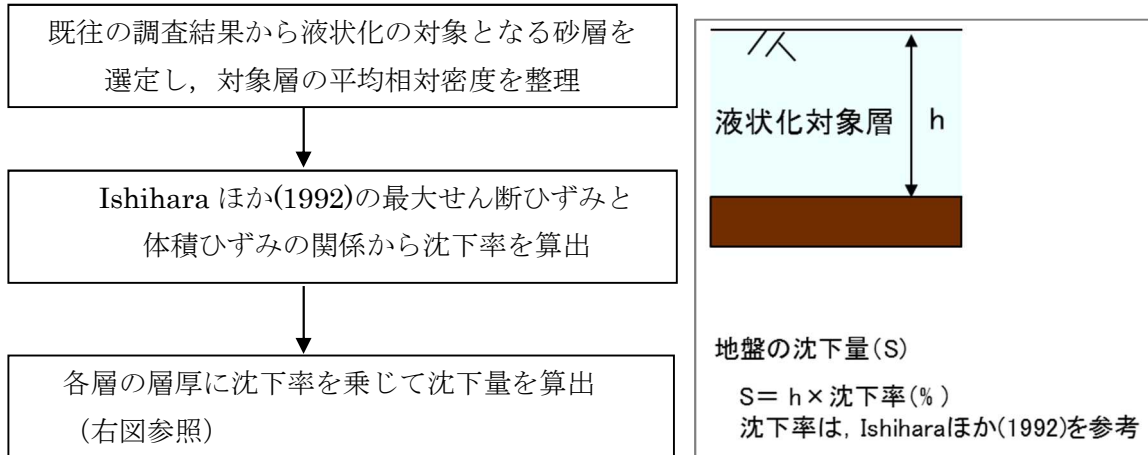
4.2 敷地の沈下量設定

護岸付近の地盤及び敷地は，地震時の液状化に伴う地盤の沈下が想定されることから，沈下量を算定し，地形モデルに反映する沈下量を設定する。なお，液状化に伴う沈下量の算定は，排水による沈下と側方流動による沈下に分けて算定する。なお，「別添 1.3(1)b. 敷地周辺の遡上・浸水域の把握」において把握した遡上域及び荒浜側防潮堤が損傷した場合に遡上する可能性がある敷地として，護岸付近の地盤及び荒浜側防潮堤内の敷地について，沈下量の設定を行うこととした。

(1) 液状化に伴う排水沈下

① 検討概要

護岸付近及び荒浜側防潮堤内敷地の地盤は、西山層、古安田層、埋戻土層等から構成されている。沈下量は、添付第 4-1 図に示す流れに従って、地質断面図により算定した。



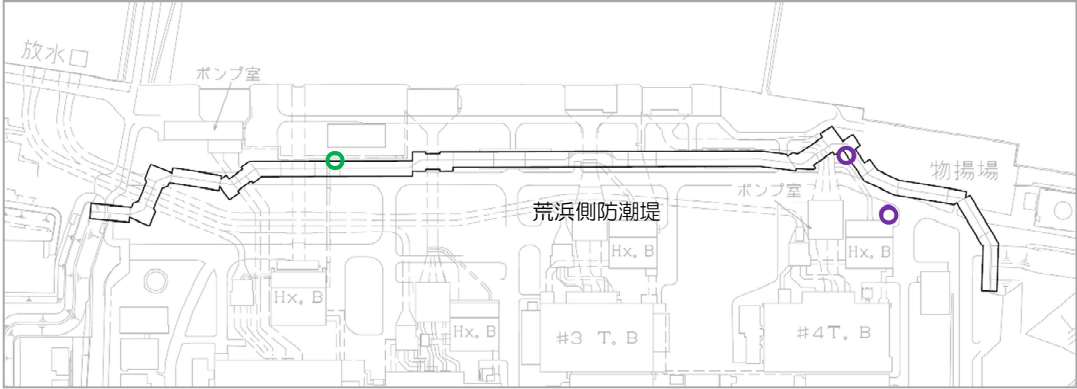
添付第 4-1 図 液状化に伴う排水沈下量の算定フロー

② 評価対象層の選定及び相対密度の設定

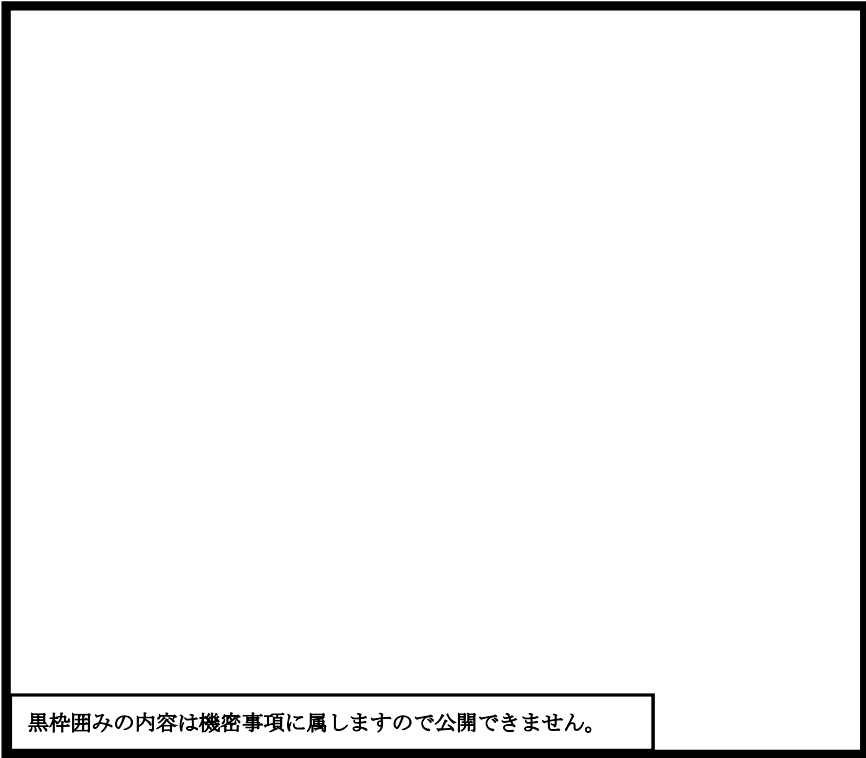
排水沈下量算定の対象層としては、砂層の分布状況等から、古安田層中の砂層、新期砂層・沖積層及び埋戻土層を選定した。各層の沈下率は、Ishihara ほか(1992)の地盤の相対密度に応じた最大せん断ひずみと体積ひずみ(沈下率)の関係から設定した。相対密度の調査位置を添付第 4-2 図に、各層の相対密度を添付第 4-3 図に示す。

沈下率は、添付第 4-4 図に示すとおり、相対密度のばらつきを考慮するとともに、最大せん断ひずみによらず体積ひずみ(沈下率)の最大値を採用し、保守的に埋戻土層 2.8%、新期砂層・沖積層 1.7%、古安田層中の砂層 2.1%と設定した。

- : 埋戻土層調査位置
- : 新期砂層・沖積層調査位置



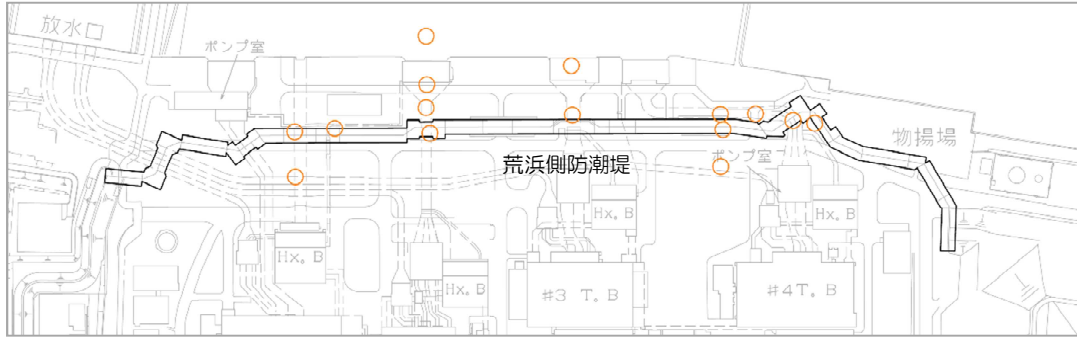
荒浜側



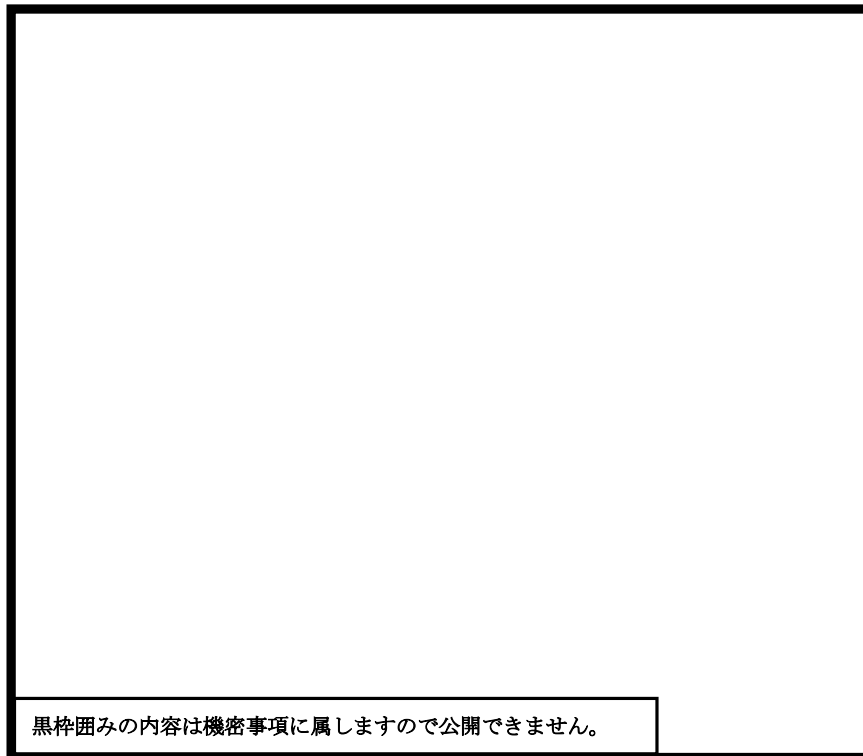
大湊側

添付第 4-2 図(1) 相対密度の調査位置〔埋戻土層及び新期砂層・沖積層〕

○ : 調査位置



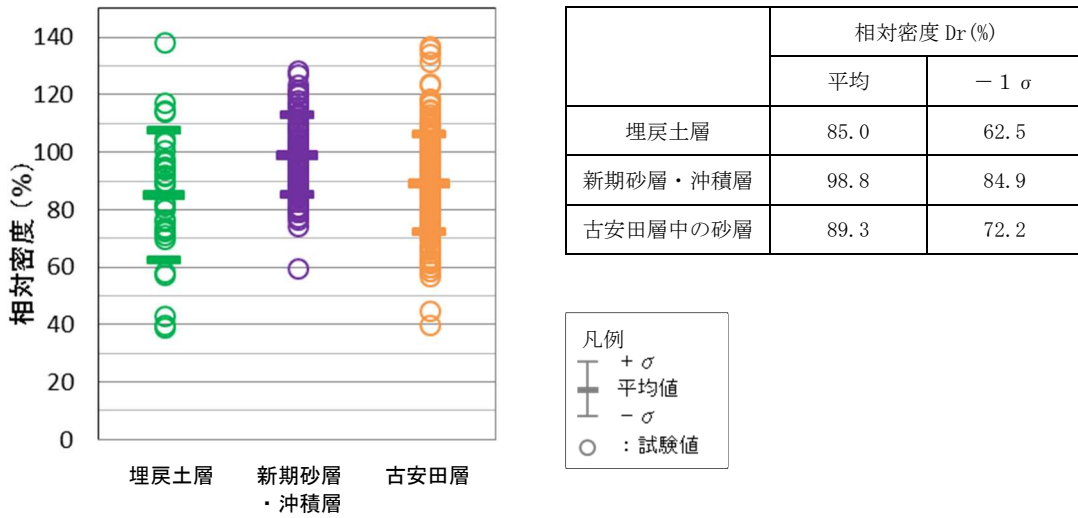
荒浜側



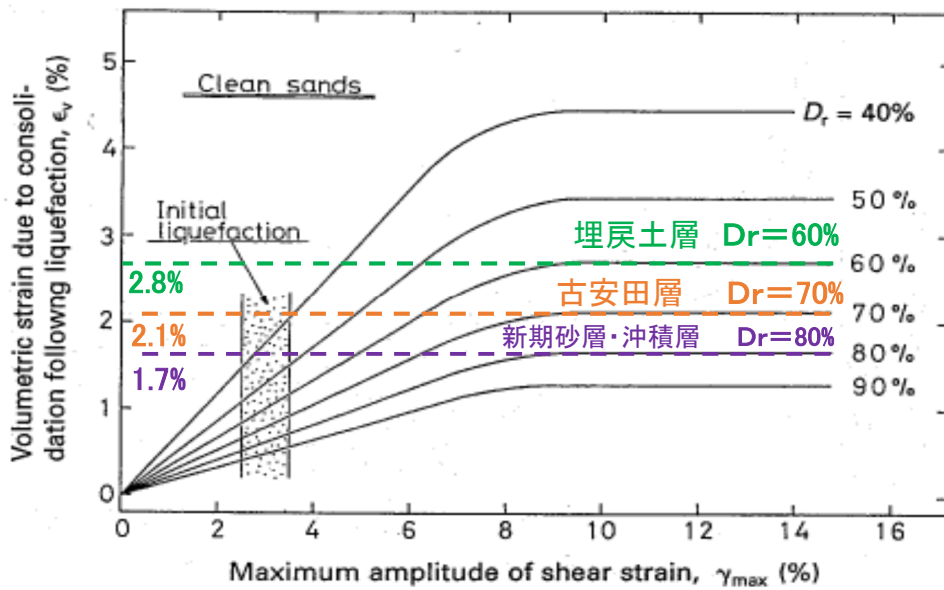
黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

大湊側

添付第 4-2 図(2) 相対密度の調査位置〔古安田層内の砂層〕



添付第 4-3 図 地盤の相対密度

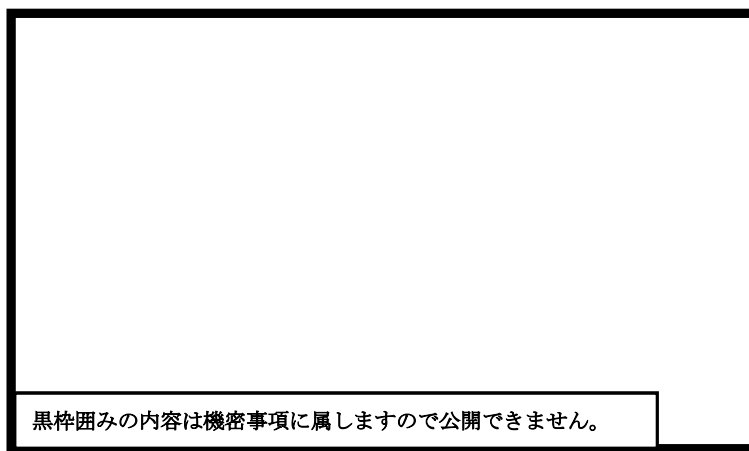


添付第 4-4 図 Ishihara ほか(1992)の地盤の最大せん断ひずみと体積ひずみの関係から設定した沈下率

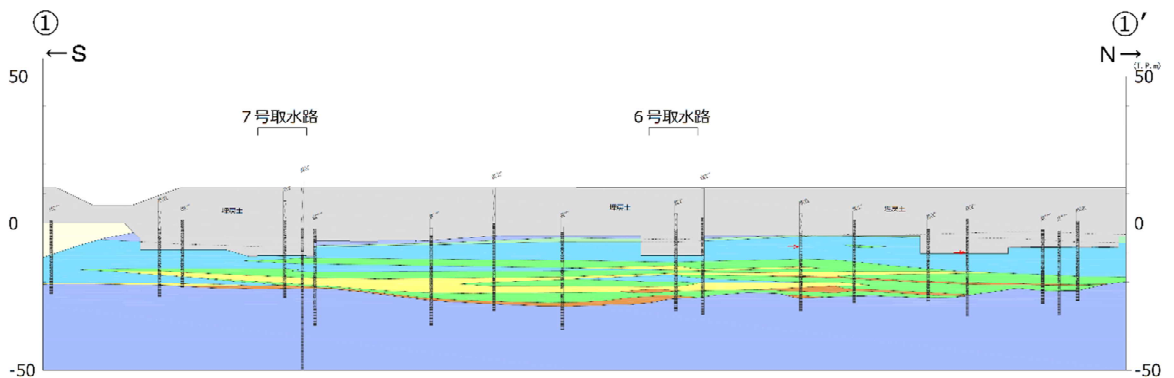
③ 護岸付近の排水沈下量

護岸付近の排水沈下量は、大湊側を6号及び7号炉の取水路に直交する地質断面図、荒浜側を荒浜側防潮堤沿いの地質断面図に基づき算定した。平面図及び地質断面図を添付第4-5図に示す。

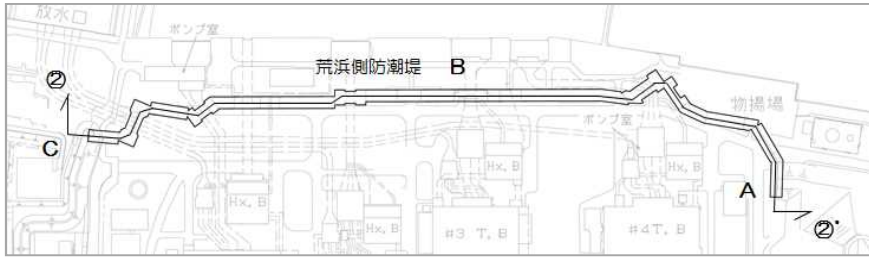
各砂層の層厚と沈下率から算出した沈下量の分布を添付第4-6図に示す。大湊側護岸付近の平均沈下量は0.53m、最大沈下量は0.64m、荒浜側護岸付近の平均沈下量は0.46m、最大沈下量は0.68mとなった。



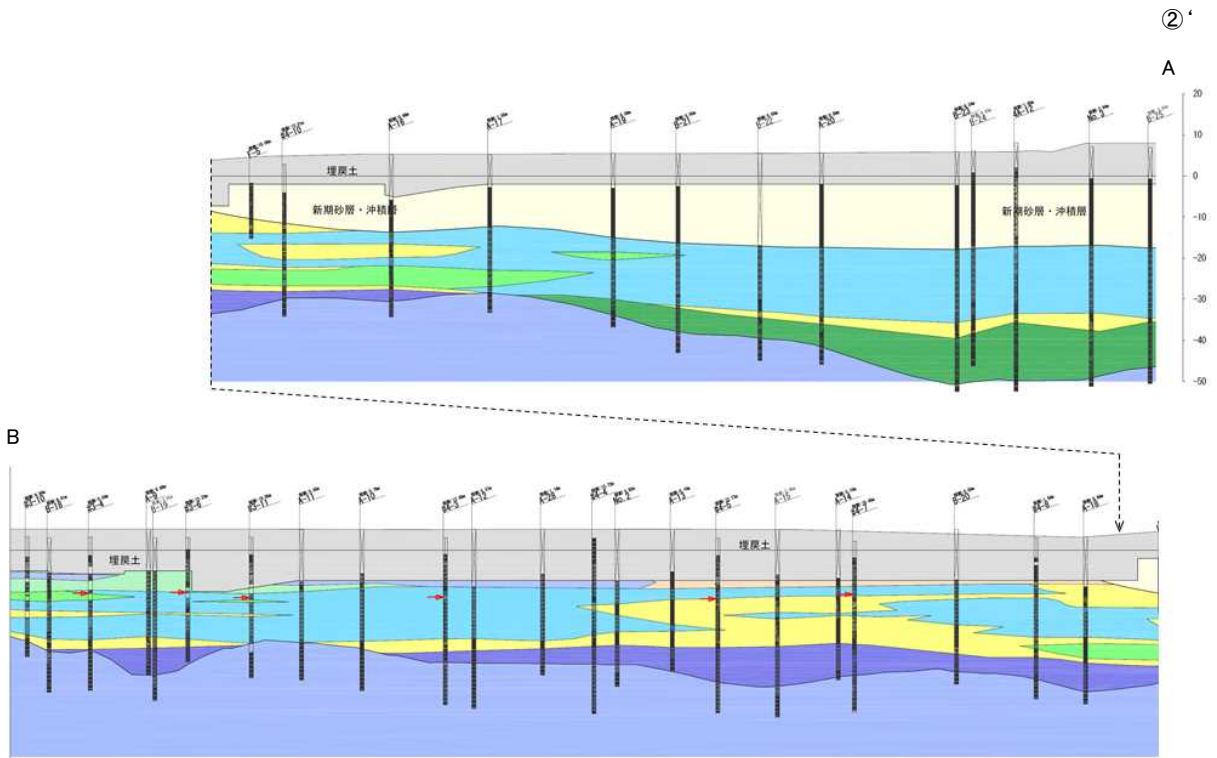
凡例



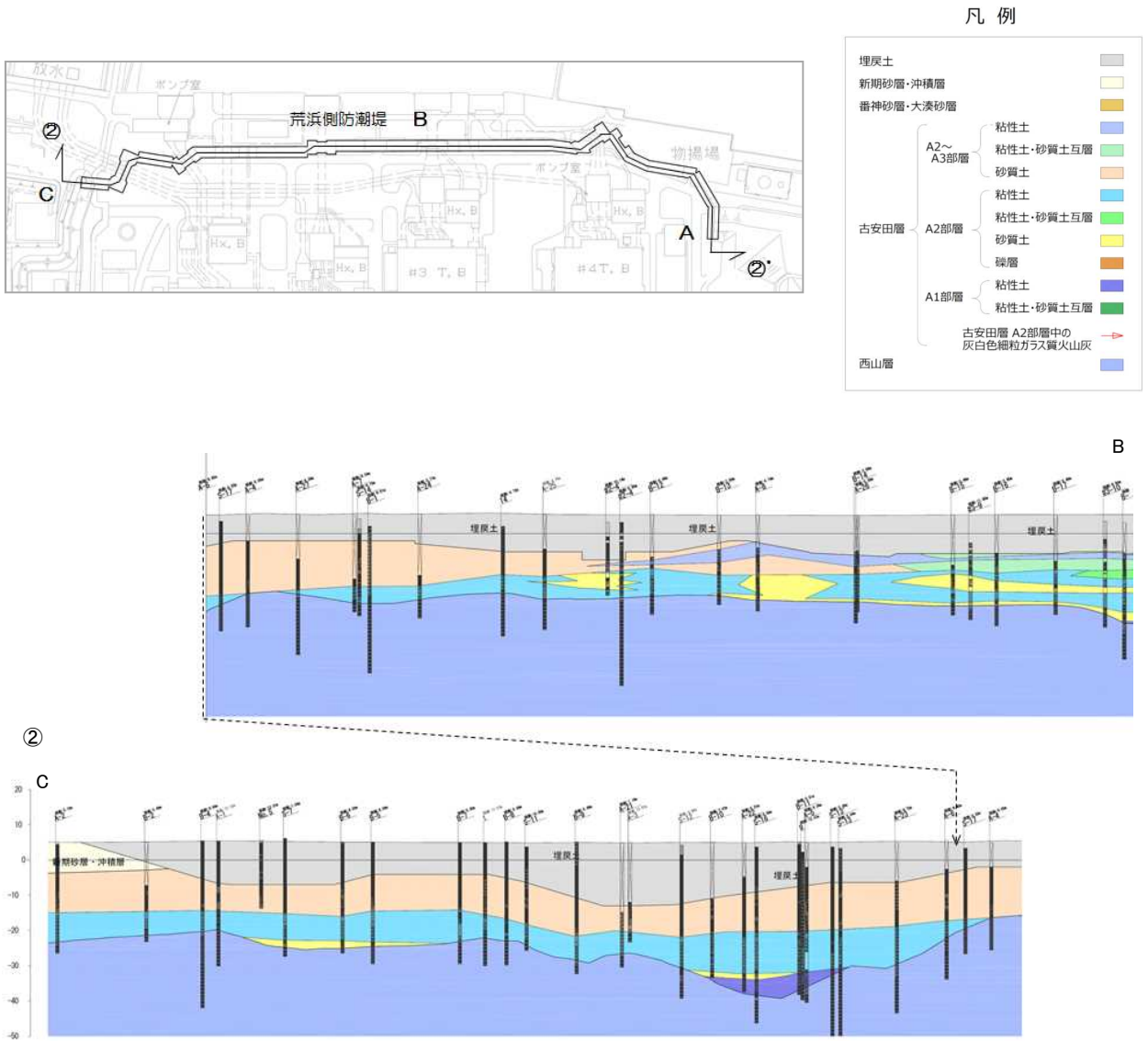
添付第4-5図(1) 地質断面図 (大湊側 ①-①' 断面)



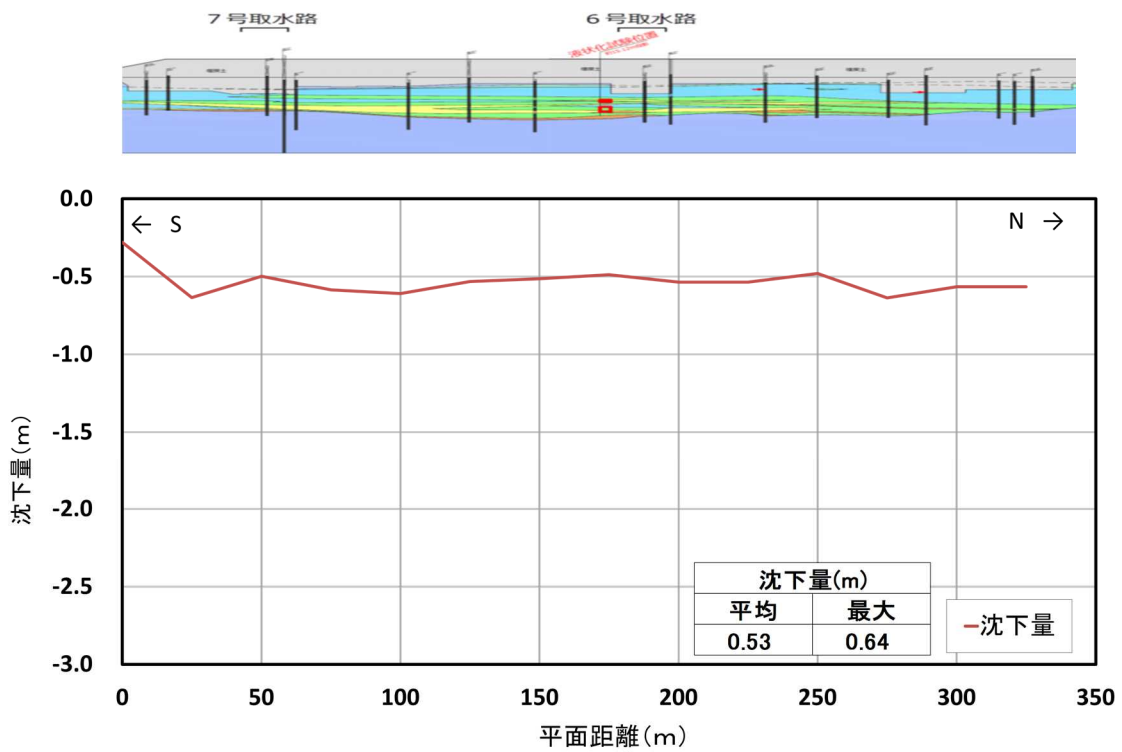
凡例



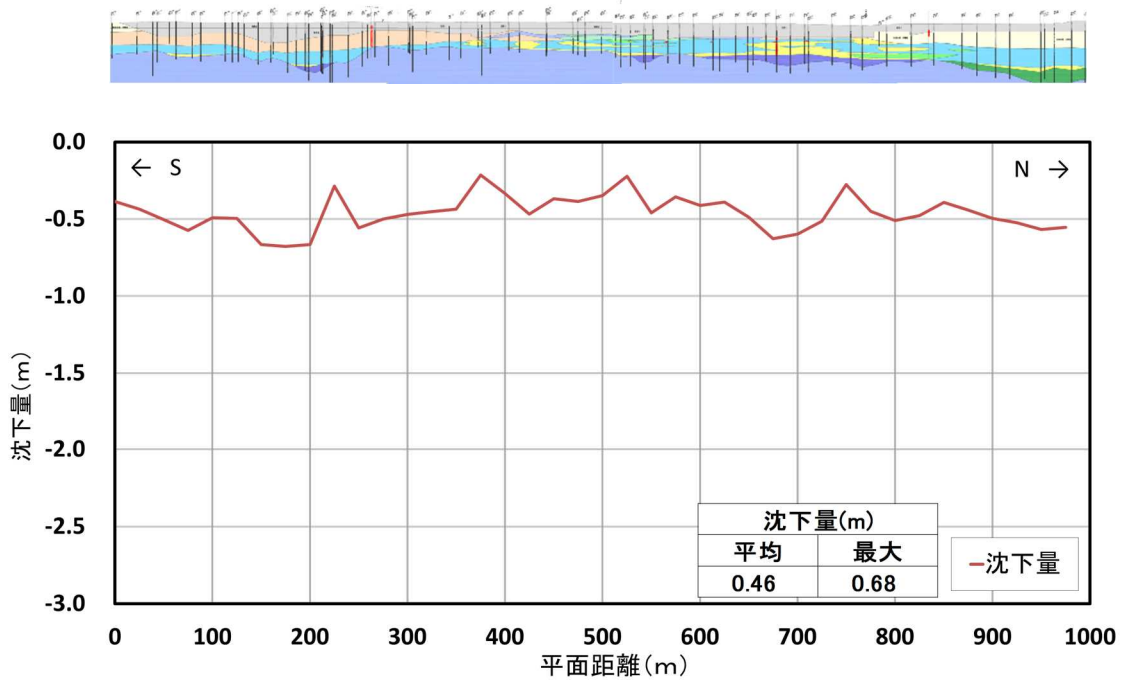
添付第 4-5 図(2) 地質断面図 (荒浜側 ②-②' (A-B) 断面)



添付第 4-5 図(3) 地質断面図 (荒浜側 ②-②' (B-C) 断面)



添付第 4-6 図(1) 排水沈下量 (大湊側護岸付近)

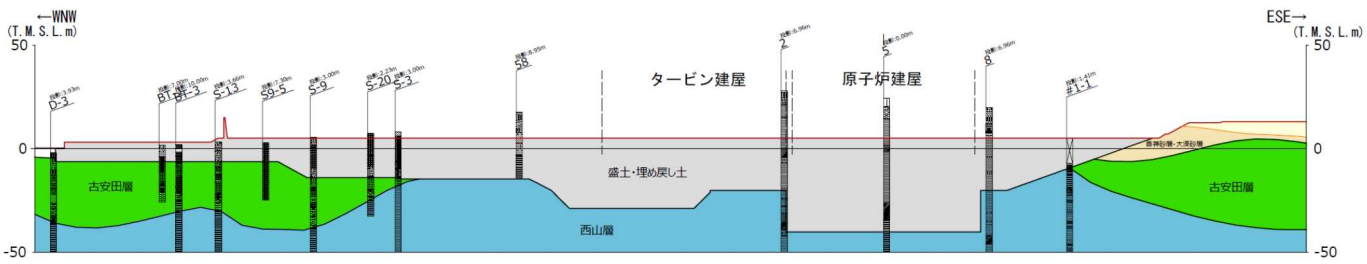
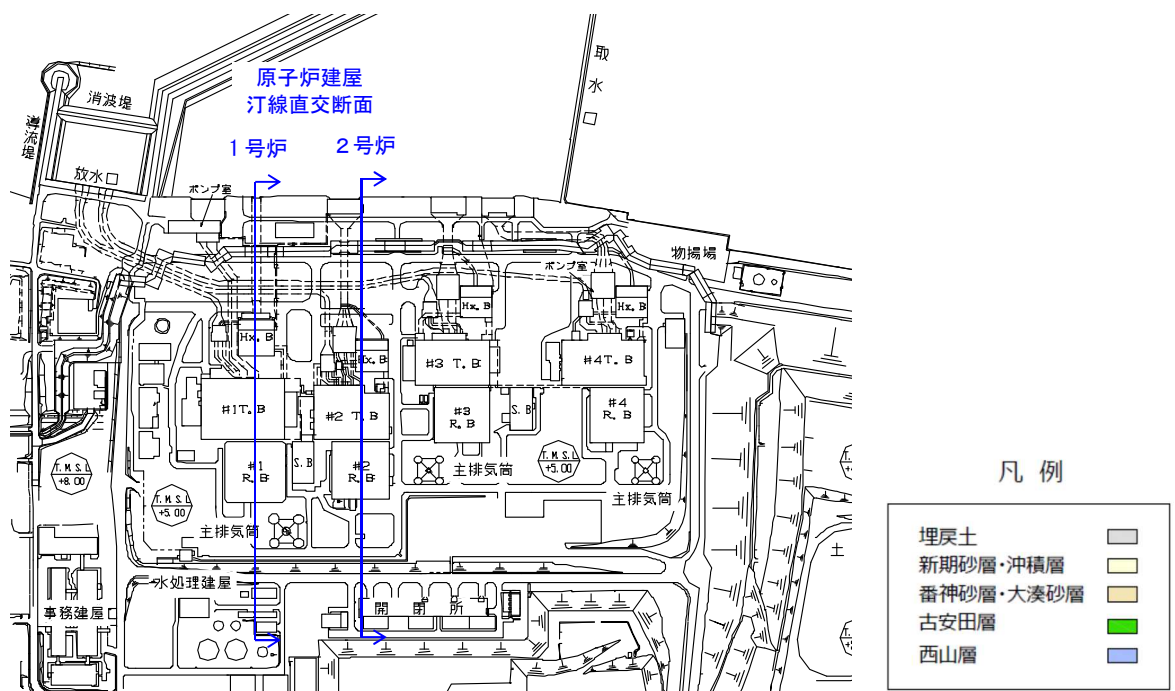


添付第 4-6 図(2) 排水沈下量 (荒浜側護岸付近)

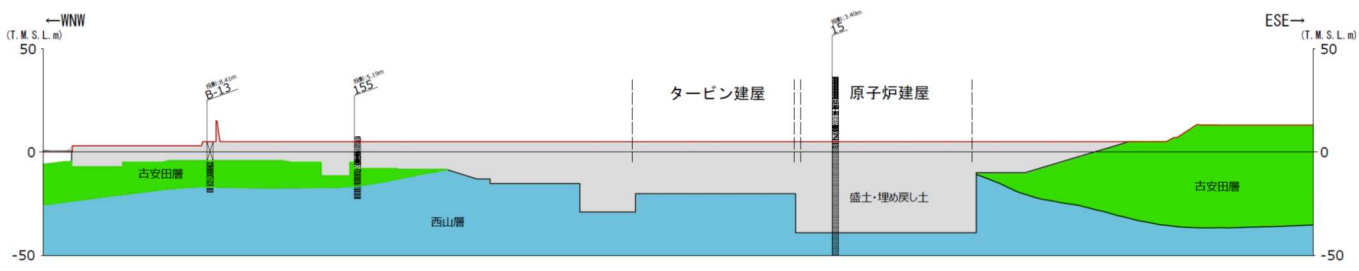
④ 荒浜側防潮堤内敷地の排水沈下量

荒浜側防潮堤内の敷地 (T. M. S. L. +5m) の沈下量は、護岸付近と同様な考え方で、1～4号炉の原子炉建屋に直交する地質断面図及び原子炉建屋山側の汀線に平行な地質断面図に基づき算定した。平面図及び地質断面図を添付第4-7図に示す。なお、古安田層については、液状化しない粘性土も広く分布しているが、ここでは全層を液状化評価対象層として保守的に沈下量を算定した。

各砂層の層厚と沈下率から算出した沈下量の分布を添付第4-8図に示す。1号炉汀線直交断面の沈下量は、海側で平均0.77m、最大1.03m、山側で平均0.77m、最大1.06mとなった。2号炉汀線直交断面の沈下量は、海側で平均0.53m、最大0.58m、山側で平均0.83m、最大1.05mとなった。3号炉汀線直交断面の沈下量は、海側で平均0.72m、最大0.95m、山側で平均0.93m、最大1.15mとなった。4号炉汀線直交断面の沈下量は、海側で平均0.83m、最大0.97m、山側で平均0.88m、最大1.07mとなった。山側汀線平行断面の沈下量は、平均0.69m、最大1.01mとなった。

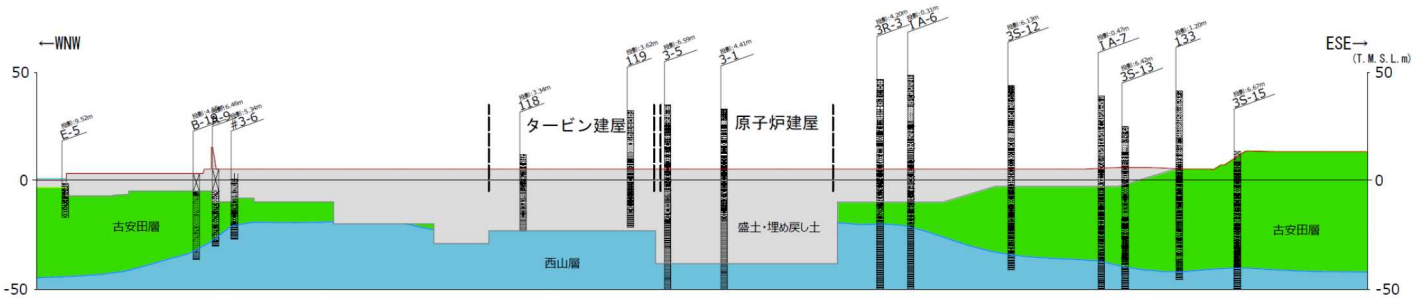
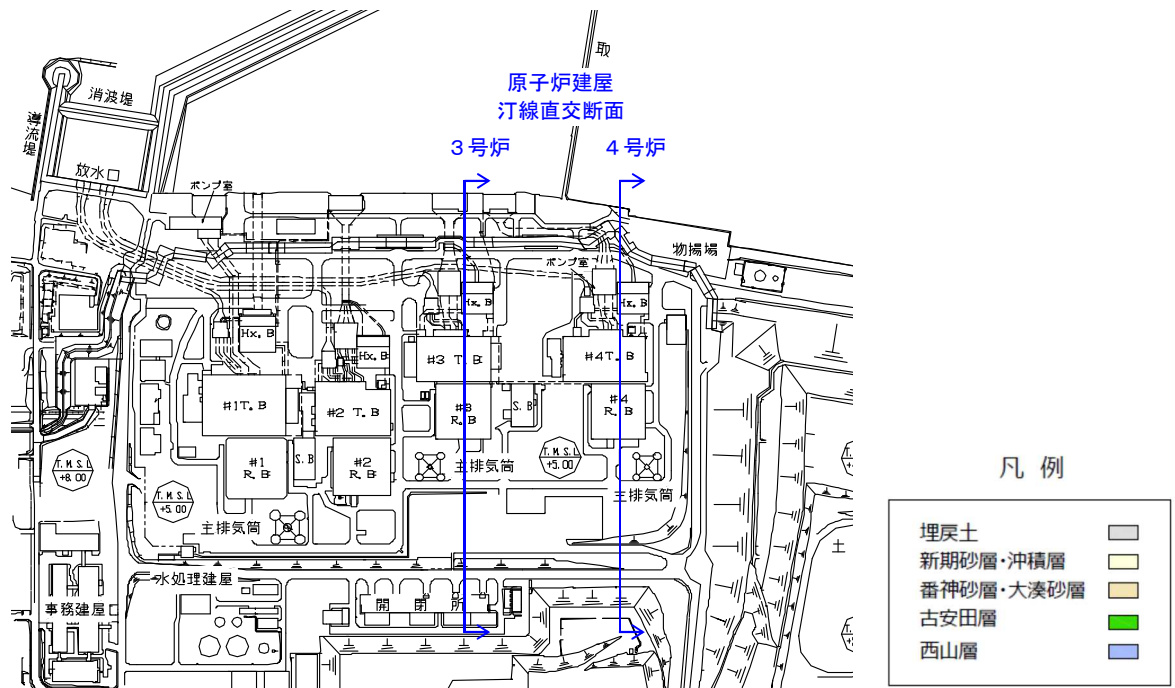


1号炉汀線直交断面

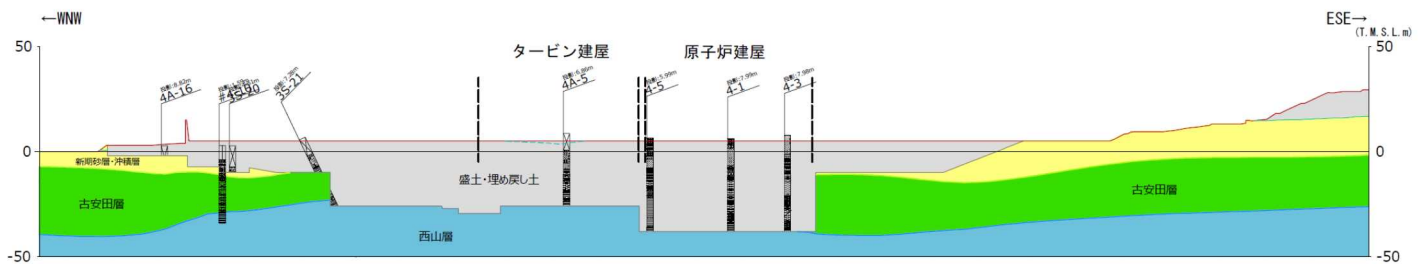


2号炉汀線直交断面

添付第 4-7 図(1) 地質断面図 (1, 2号炉汀線直交断面図)

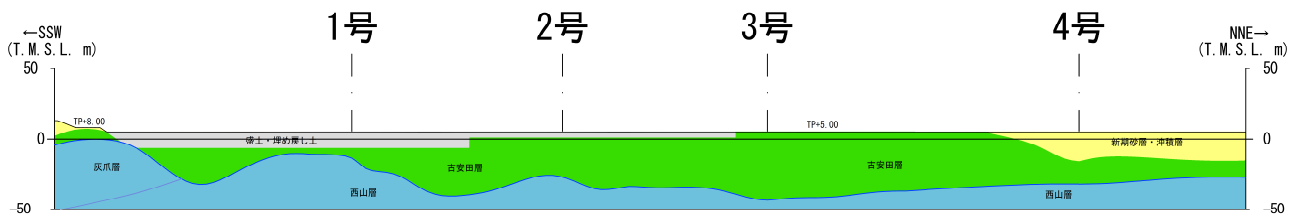
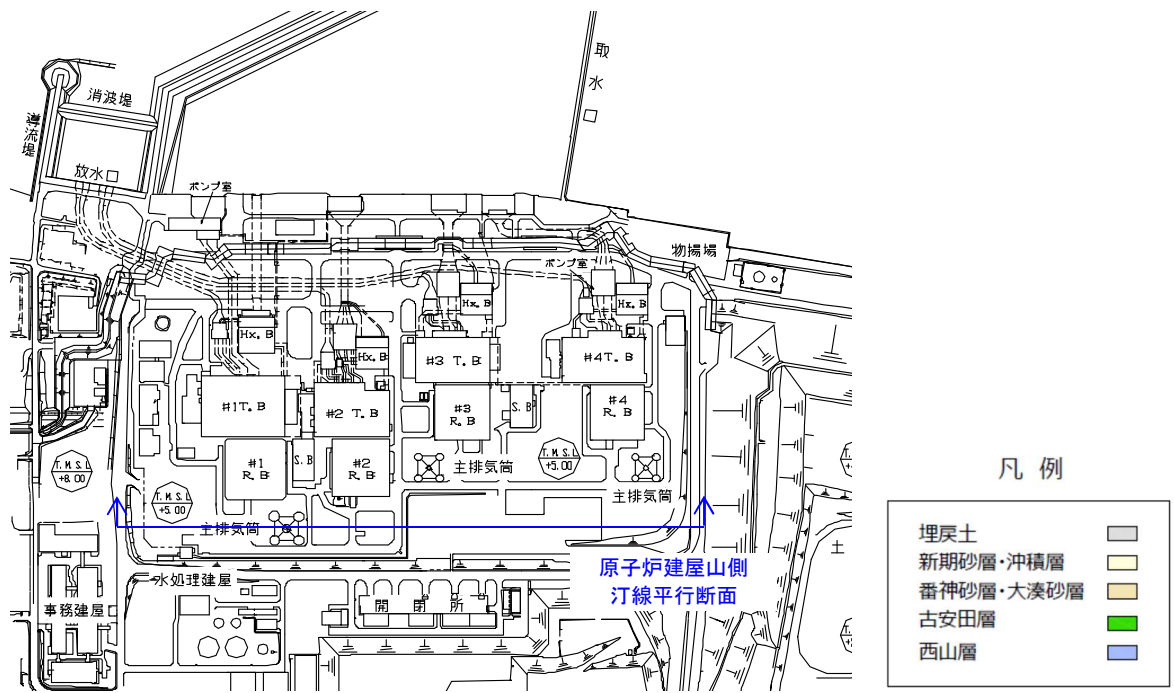


3号炉汀線直交断面

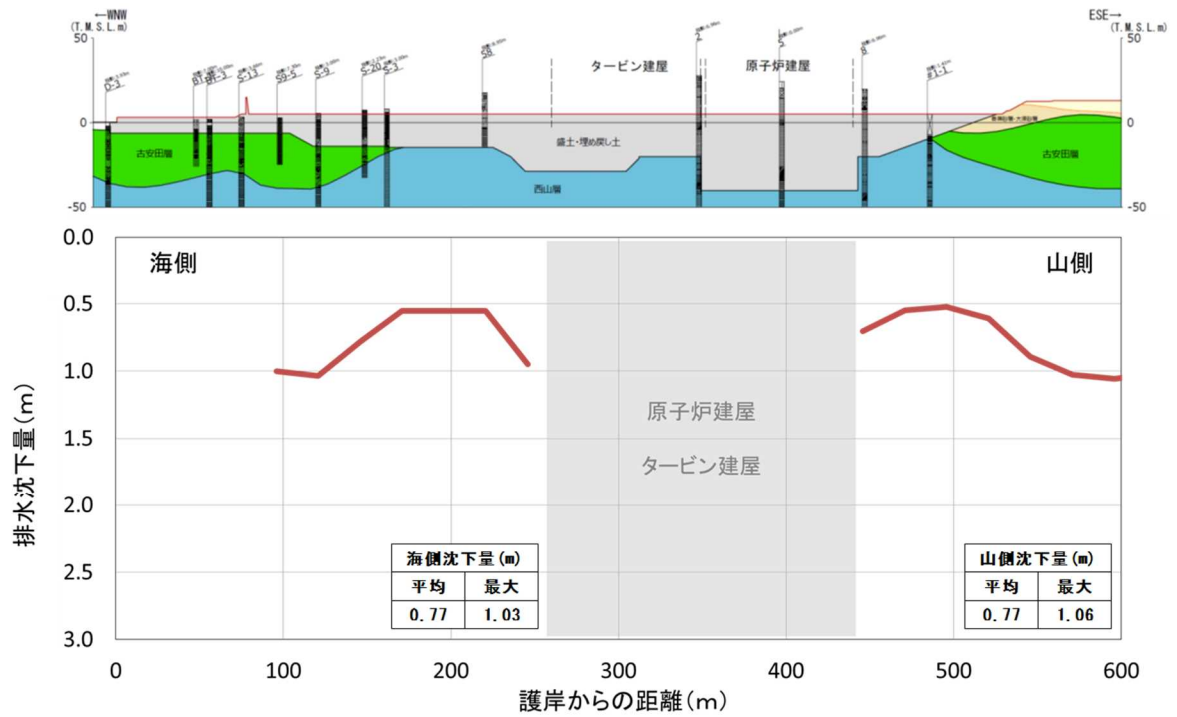


4号炉汀線直交断面

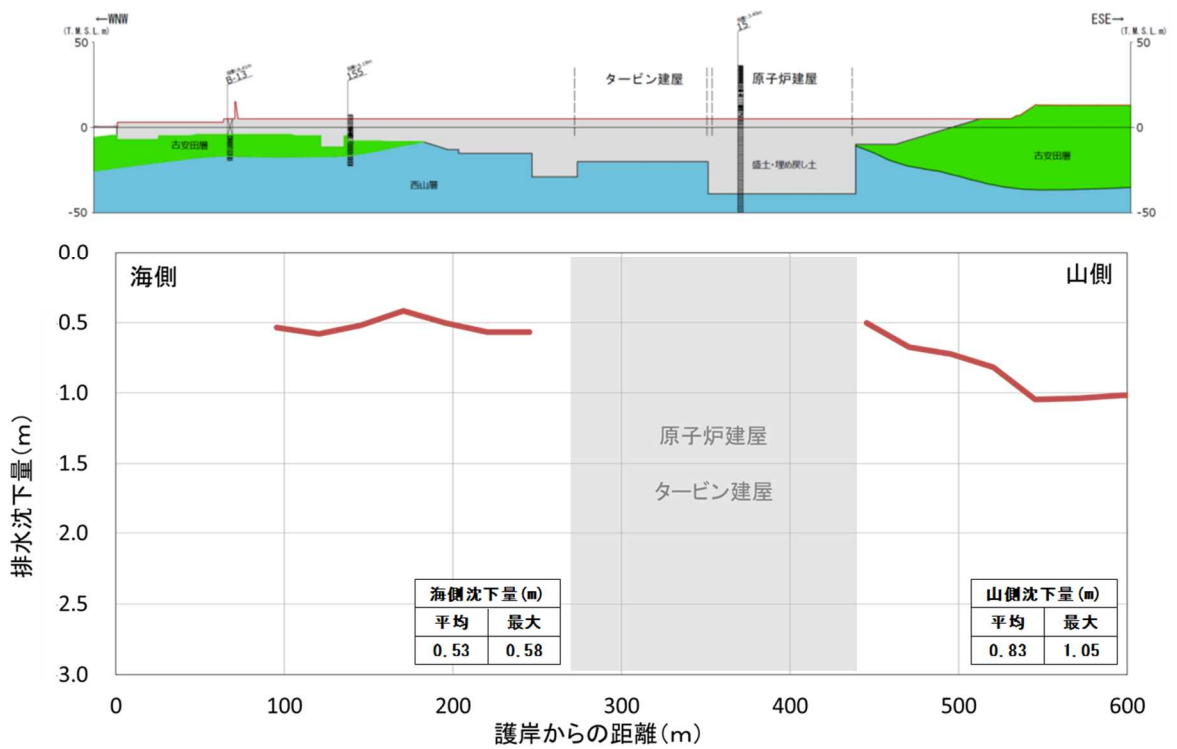
添付第 4-7 図(2) 地質断面図 (3, 4号炉汀線直交断面図)



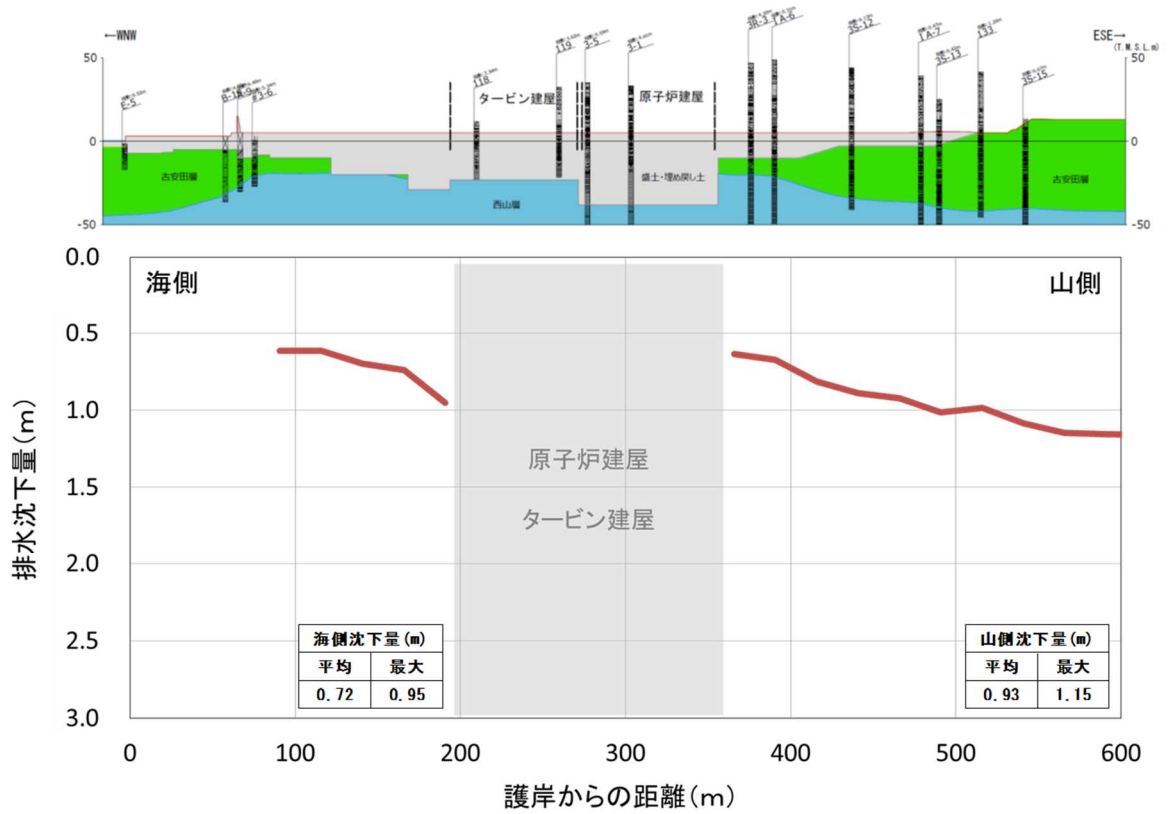
添付第 4-7 図(3) 地質断面図 (原子炉建屋山側 汀線平行断面図)



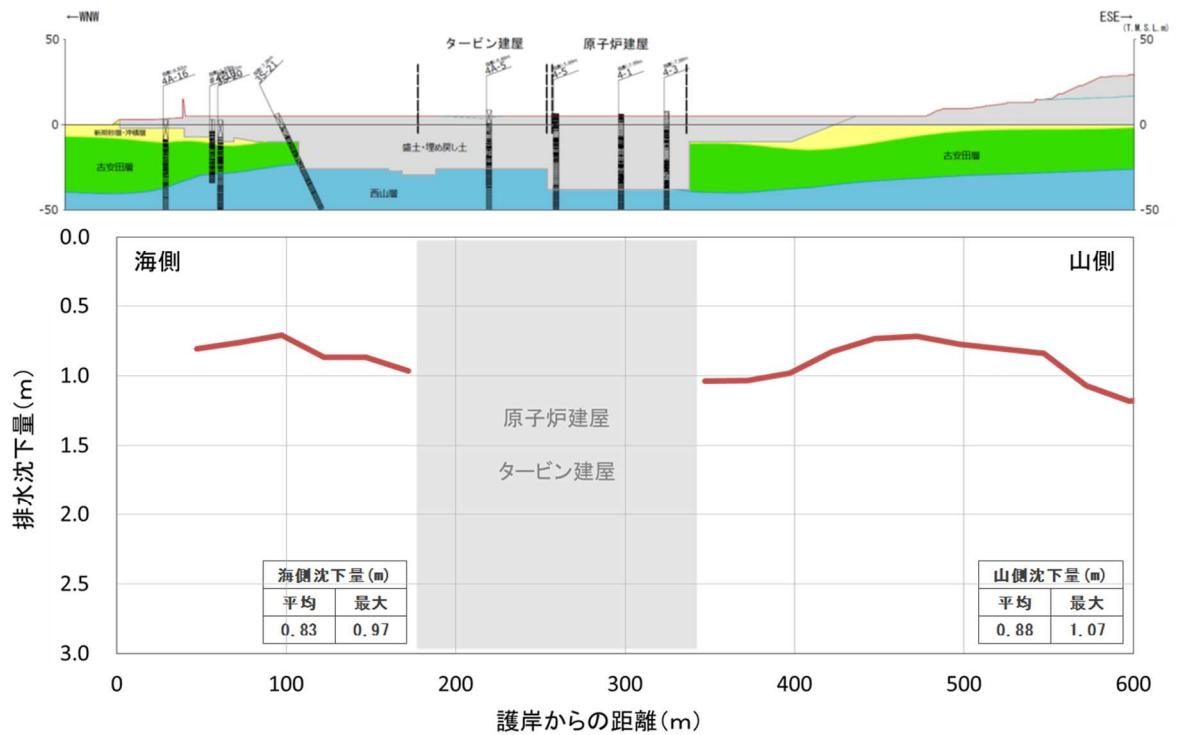
添付第 4-8 図(1) 排水沈下量 (1号炉汀線直交断面)



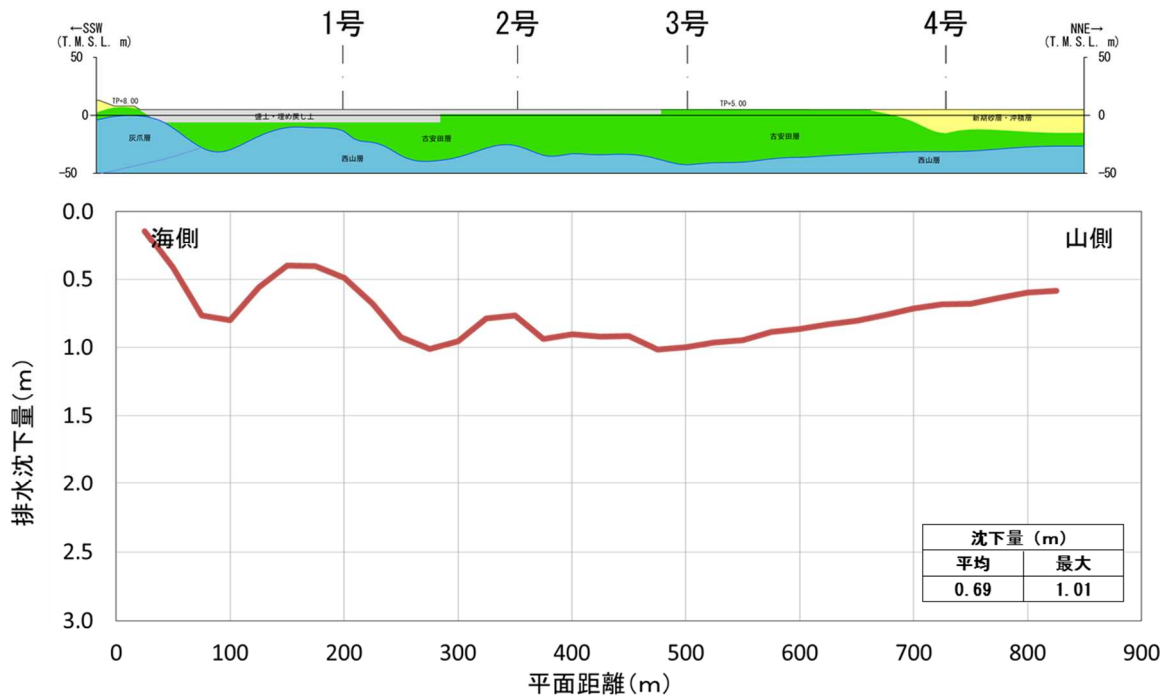
添付第 4-8 図(2) 排水沈下量 (2号炉汀線直交断面)



添付第 4-8 図(3) 排水沈下量 (3号炉汀線直交断面)



添付第 4-8 図(4) 排水沈下量 (4号炉汀線直交断面)

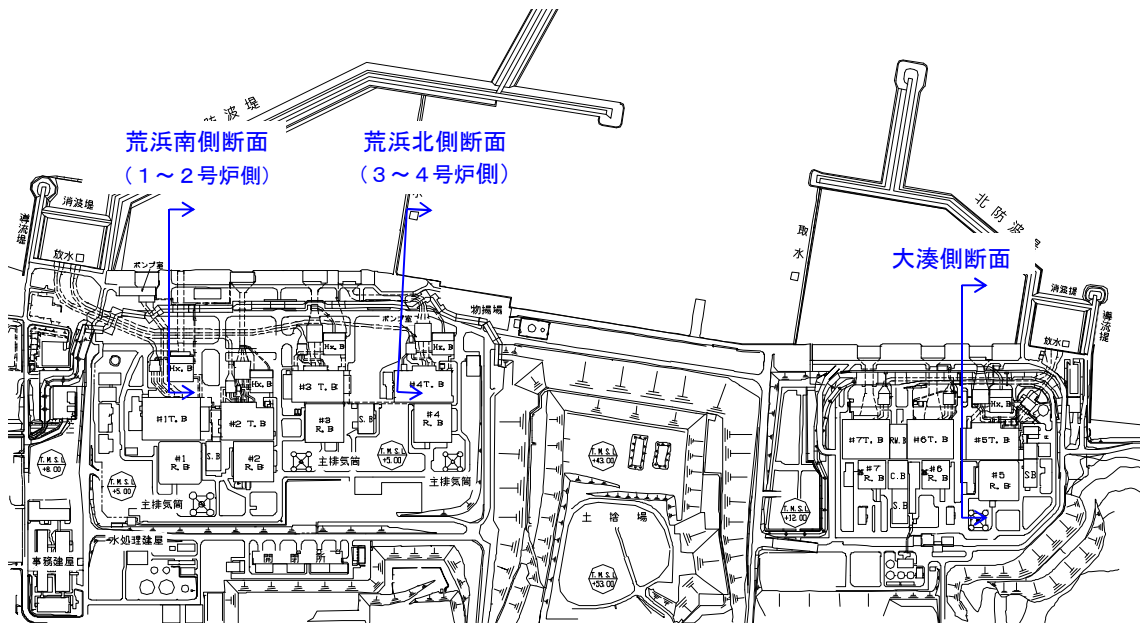


添付第 4-8 図(5) 排水沈下量 (原子炉建屋山側汀線平行断面)

(2) 液状化に伴う側方流動による沈下

① 評価方針

護岸付近の地盤については、地震時の地盤の液状化に伴う側方流動が想定されることから、二次元有効応力解析（解析コード「FLIP Ver. 7.2.3_5」）により側方流動による沈下量を算定した。評価を行う解析断面には、添付第4-9図に示すとおり、荒浜側2断面，大湊側1断面を選定した。



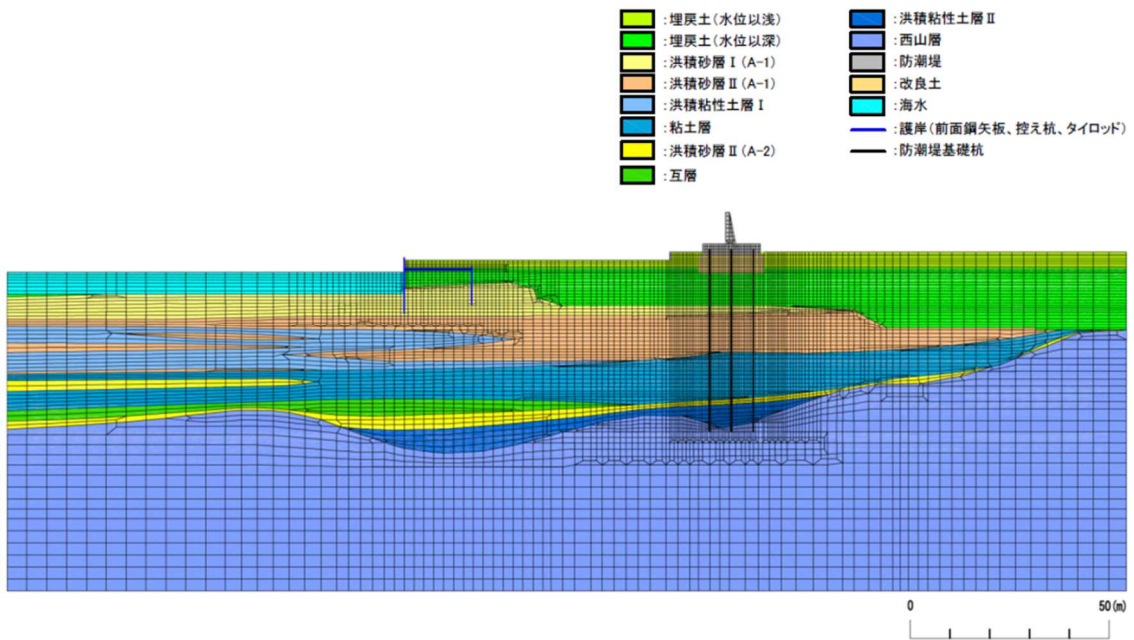
添付第4-9図 評価断面位置

② 解析条件

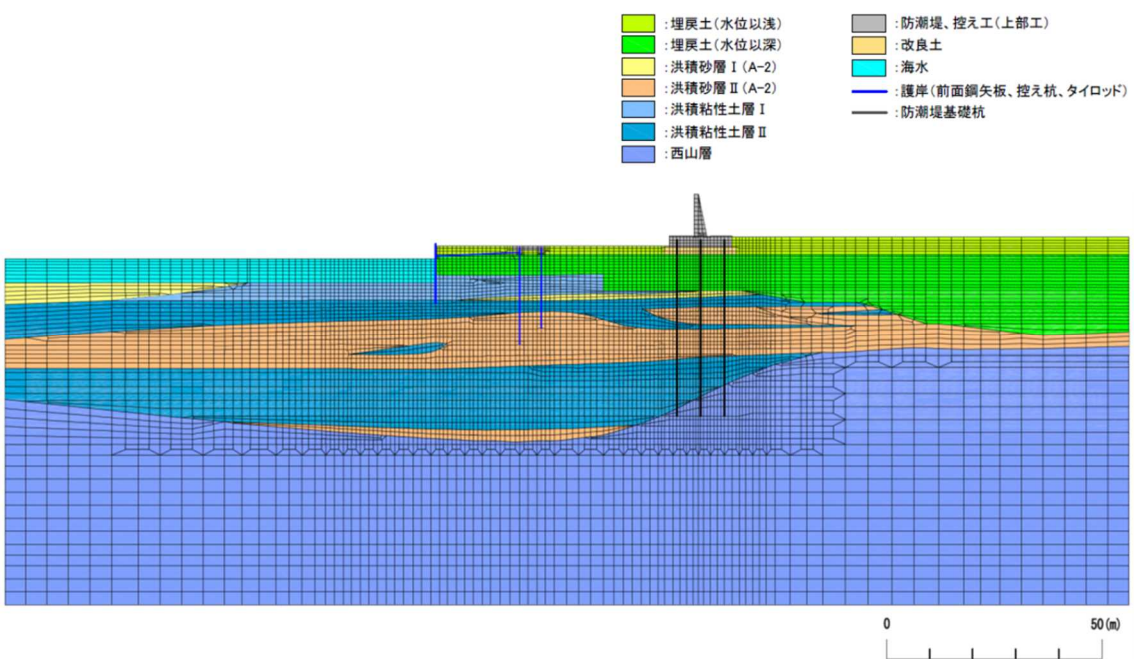
荒浜南側（1～2号炉側），荒浜北側（3～4号炉側）及び大湊側の解析モデル図を添付第4-10図に示す。地盤は、地質区分に基づき平面ひずみ要素でモデル化し、護岸矢板，控え杭は、非線形はり要素でモデル化した。

地下水位は、地震荷重に伴う液状化による変形を保守的に考慮するために、朔望平均満潮位（T.M.S.L.+0.49m）に余裕を考慮したT.M.S.L.+1.00mとした。

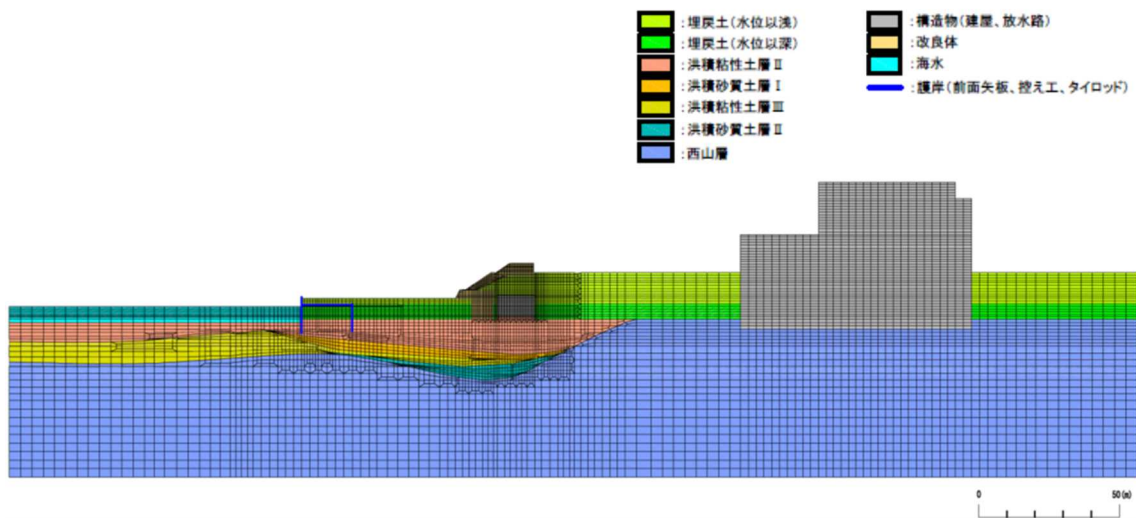
入力地震動は、荒浜側，大湊側それぞれの解放基盤面で定義される基準地震動 S_s を，一次元波動論によって解析モデル下端位置で評価した波形を用いた。



添付第 4-10 図(1) 解析モデル図〔荒浜南側 (1～2号炉側)〕



添付第 4-10 図(2) 解析モデル図〔荒浜北側 (3～4号炉側)〕



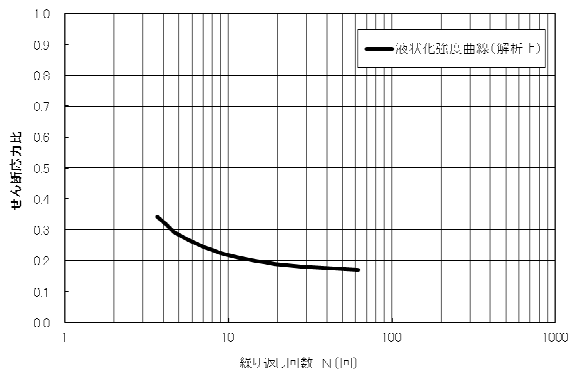
添付第 4-10 図(3) 解析モデル図〔大湊側〕

地盤の物性値は、「柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉設計基準対象施設について 第 4 条：地震による損傷の防止 別紙-11 液状化影響の検討方針について」の検討方針に基づき設定した。

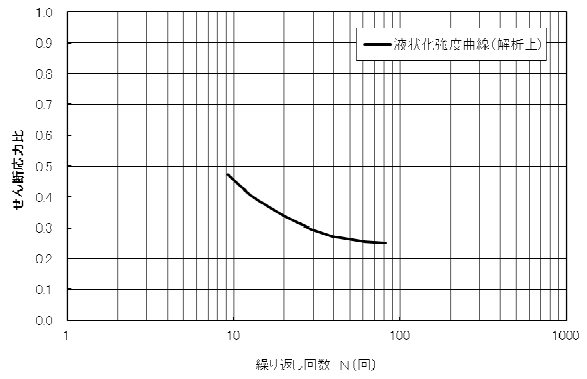
液状化の評価対象として取り扱う埋戻土層，洪積砂層 I (A-1)，洪積砂層 II (A-1)，洪積砂層 I (A-2)，洪積砂層 II (A-2)，及び洪積砂質土層 I，II (0-1)の有効応力解析に用いる液状化パラメータは，液状化試験結果（繰返しねじりせん断試験結果）に基づき，地盤のばらつき等を考慮し，保守的に設定した。

荒浜側及び大湊側の試験結果等から設定した解析上の液状化強度曲線を，それぞれ添付第 4-11 図，添付第 4-12 図に示す。

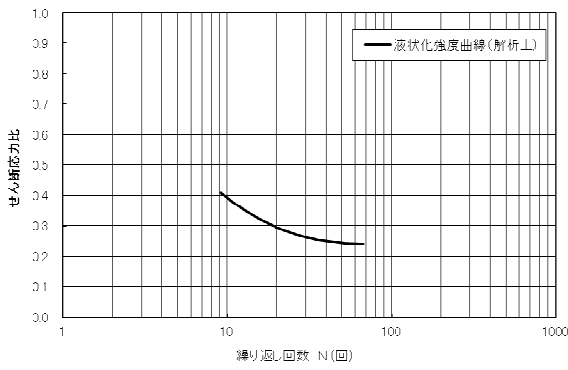
上記の液状化強度特性を設定する土層の液状化強度特性以外の物性及び液状化評価の対象とならない土層の物性値については，既工認物性を適用した。



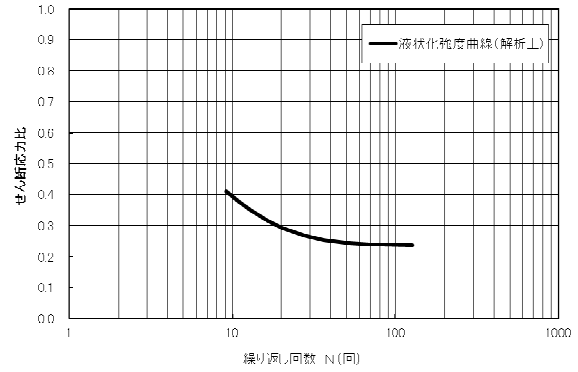
(1) 埋戻土層



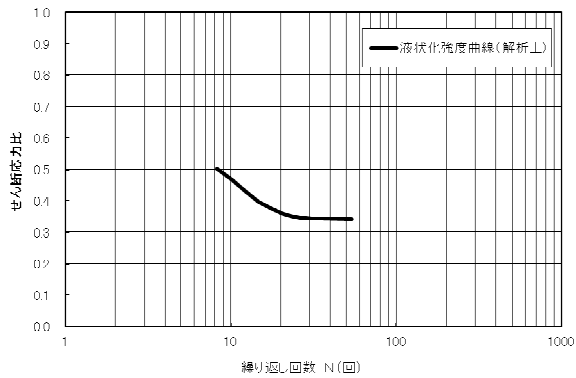
(2) 洪積砂層 I (A-1)



(3) 洪積砂層 II (A-1)

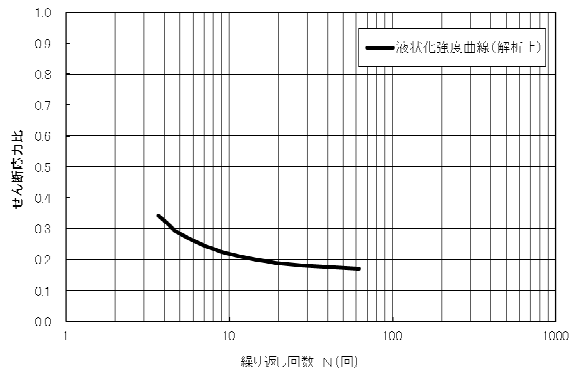


(4) 洪積砂層 I (A-2)

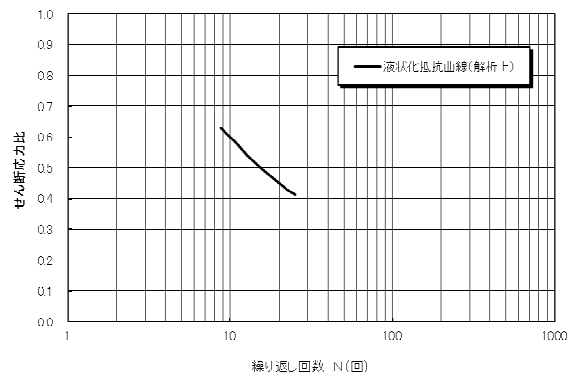


(5) 洪積砂層 II (A-2)

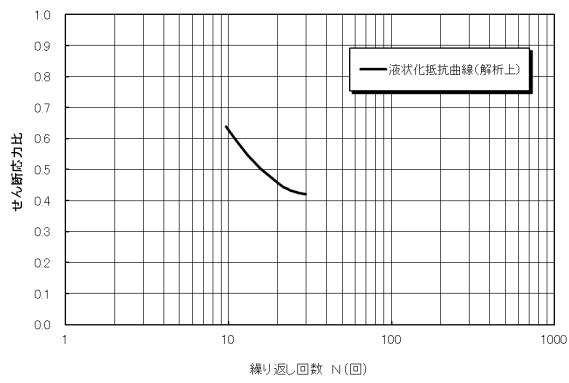
添付第 4-11 図 液状化強度曲線 (荒浜側)



(1) 埋戻土層



(2) 洪積砂質土層 I (0-1)



(3) 洪積砂質土層 II (0-1)

添付第 4-12 図 液状化強度曲線 (大湊側)

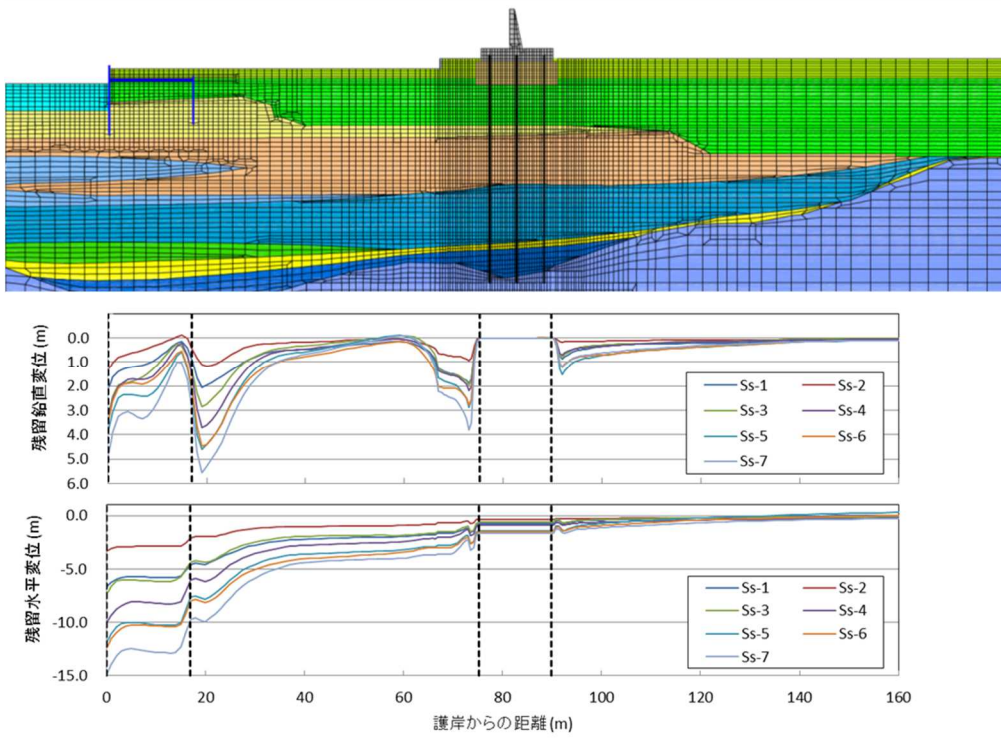
③ 評価結果

荒浜南側（1～2号炉側）、荒浜北側（3～4号炉側）及び大湊側の地表面の残留変形量を、それぞれ添付第4-13図、添付第4-14図、添付第4-15図に示す。

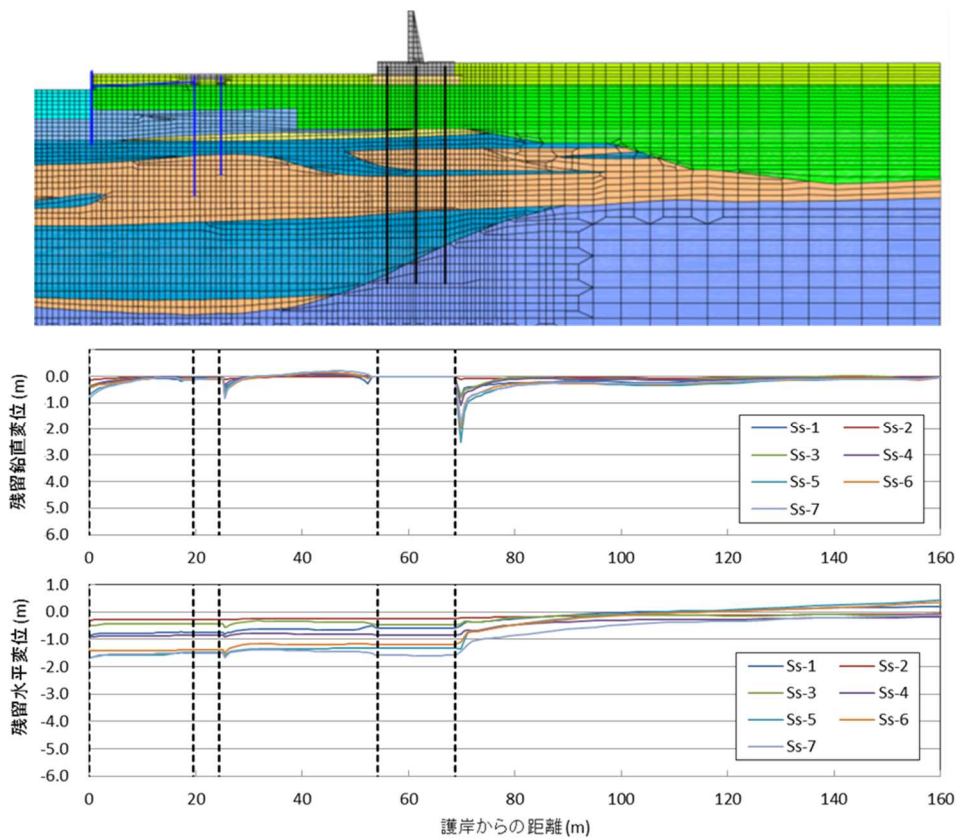
荒浜南側（1～2号炉側）の護岸付近については、護岸から30m程度の範囲や防潮堤前面では護岸矢板や控え杭、防潮堤の海側への変位に伴い、局所的に1～6m程度の沈下が生じているものの、護岸から30m～60mの範囲では概ね1m以下の沈下である。また、防潮堤山側については、防潮堤背面の局所的な最大1.5m程度の沈下を除き概ね50cm以下の沈下であり、側方流動による沈下への影響は小さい。

荒浜北側（3～4号炉側）の護岸付近については、護岸から30m程度の範囲や防潮堤前面では護岸矢板や控え杭、防潮堤の海側への変位に伴い、局所的に1m程度の沈下が生じているものの、それ以外の範囲では概ね50cm以下であり側方流動による沈下への影響は小さい。また、防潮堤山側については、防潮堤背面の局所的な最大2m程度の沈下を除き概ね50cm以下の沈下であり、側方流動による沈下への影響は小さい。

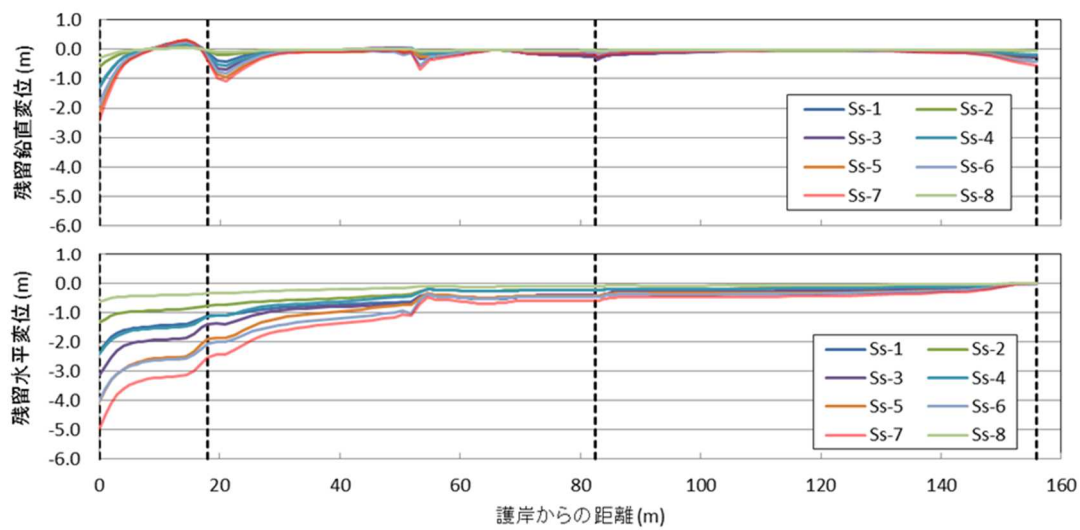
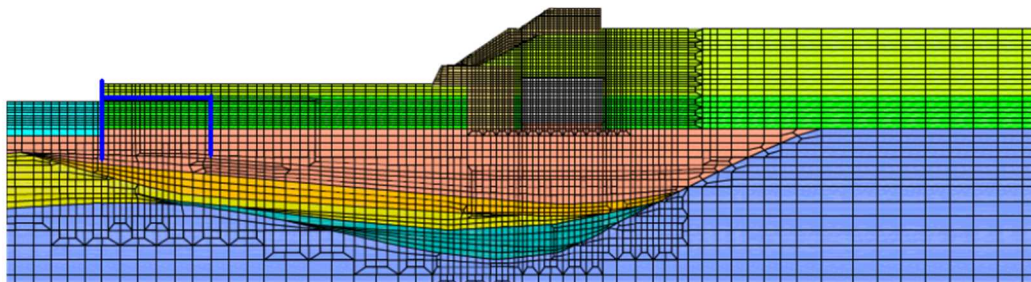
大湊側の護岸付近については、護岸から30m程度の範囲や防潮堤前面では護岸矢板や控え杭、防潮堤の海側への変位に伴い、局所的に3m程度の沈下が生じているものの、それ以外の範囲では概ね50cm以下であり側方流動による沈下への影響は小さい。また、防潮堤山側については、概ね50cm以下の沈下であり、側方流動による沈下への影響は小さい。



添付第 4-13 図 地表面残留変形量〔荒浜南側（1～2号炉側）〕



添付第 4-14 図 地表面残留変形量〔荒浜北側（3～4号炉側）〕



添付第 4-15 図 地表面残留変形量 [大湊側]

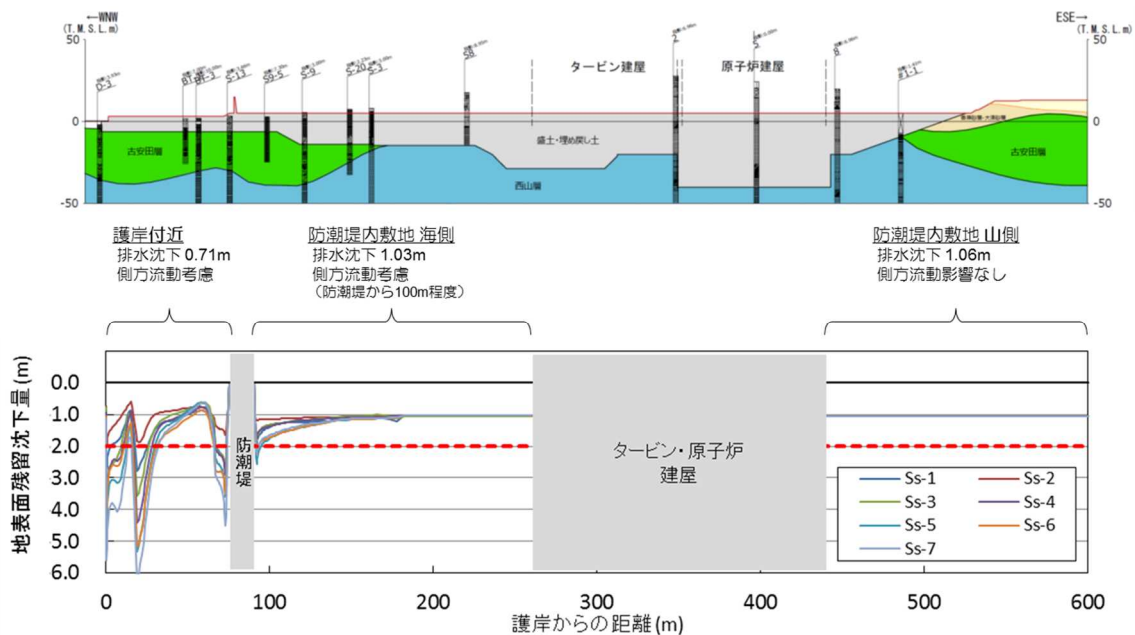
(3) 津波評価における沈下量の設定

荒浜南側（1～2号炉側）、荒浜北側（3～4号炉側）及び大湊側の側方流動による沈下に、排水沈下を加えた液状化による地表面沈下量を、それぞれ添付第4-16図、添付第4-17図、添付第4-18図に示す。なお、排水沈下については、保守的に「(1) 液状化に伴う排水沈下」で算出した沈下分布の最大値を採用し、各断面に加えた。

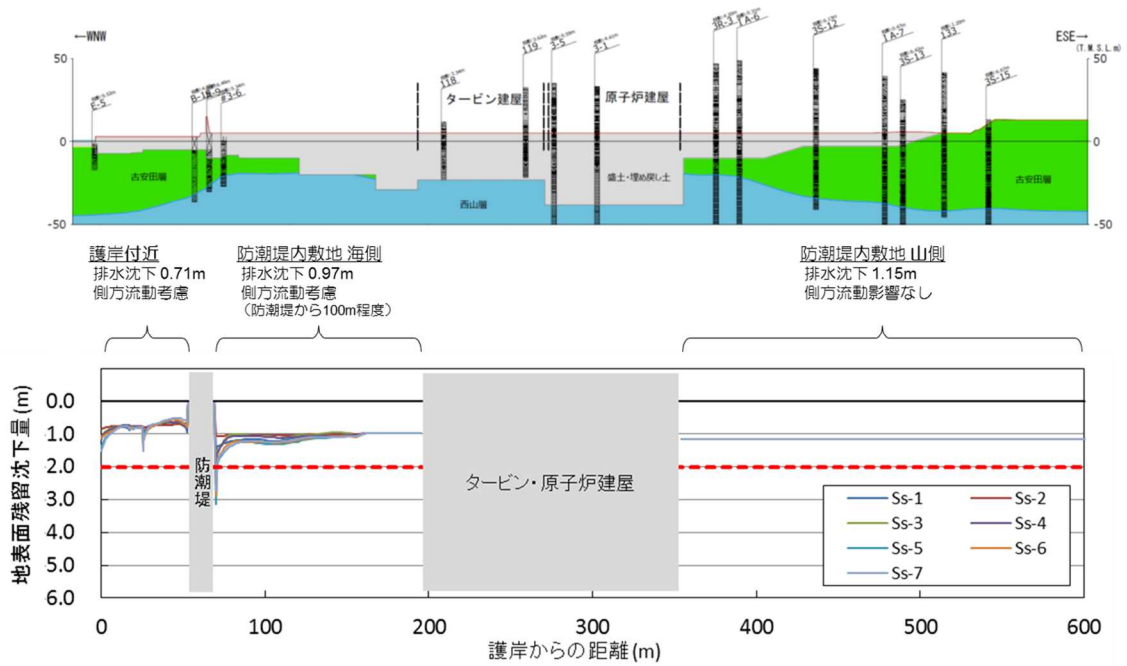
荒浜側は、南側（1～2号側）の護岸付近の一部で局所的に側方流動による大きな沈下が生じているものの、護岸付近及び荒浜側防潮堤内敷地（T.M.S.L. +5m）における沈下量は概ね2m以内である。

大湊側の沈下量は、護岸付近の一部で局所的に側方流動による大きな沈下が生じているものの、護岸付近における沈下量は概ね2m以内である。

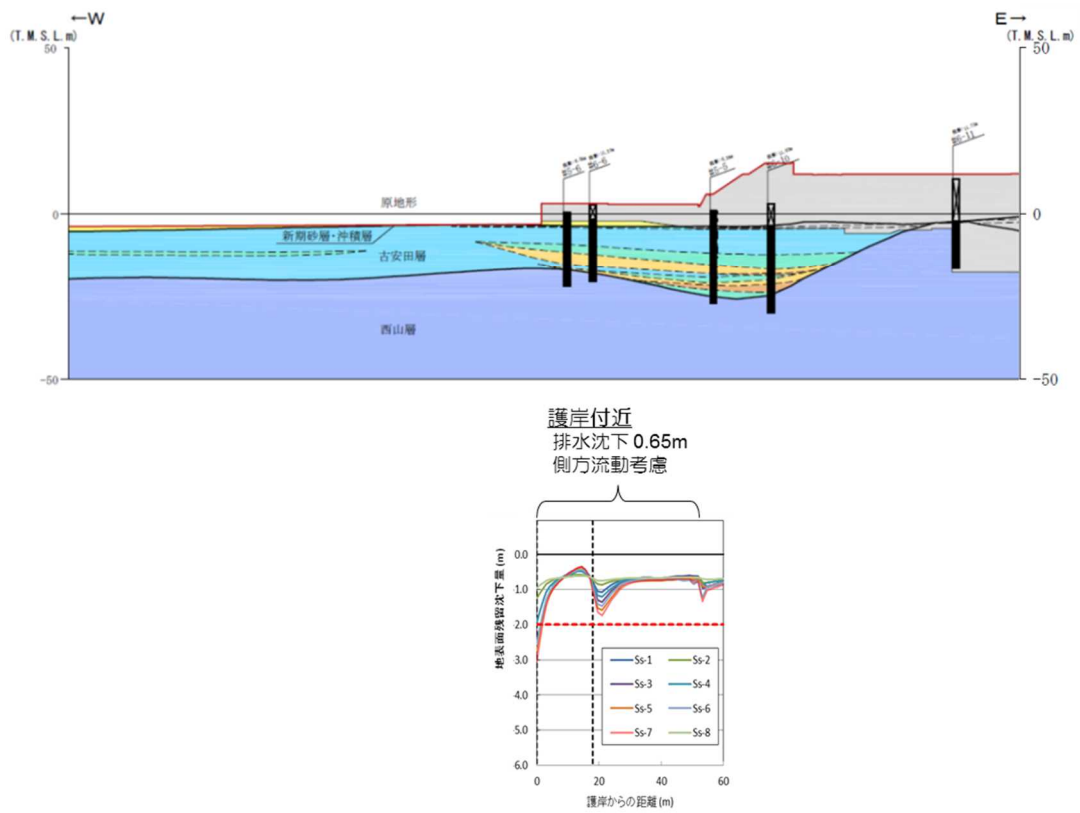
上記より、津波遡上解析における荒浜側の護岸付近、荒浜側防潮堤内敷地（T.M.S.L. +5m）及び大湊側の護岸付近の沈下量は、保守的にすべての範囲を2mに設定し、津波評価の地形モデルとして反映する。沈下を考慮する範囲を添付第4-19図に示す。なお、荒浜南側の護岸付近の局所的な沈下の影響については、2mの沈下に加え、護岸から30m程度の範囲をなくした地形モデルにより影響検討を実施する。なお、2007年新潟県中越沖地震に伴う敷地の沈下量は、建屋近傍の揺すり込み沈下等の局所的な変状を除けば、沈下量は荒浜側、大湊側ともに最大で0.3～0.5mである。（「柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉設計基準対象施設について 第4条：地震による損傷の防止 別紙-11 液状化影響の検討方針について」参照）



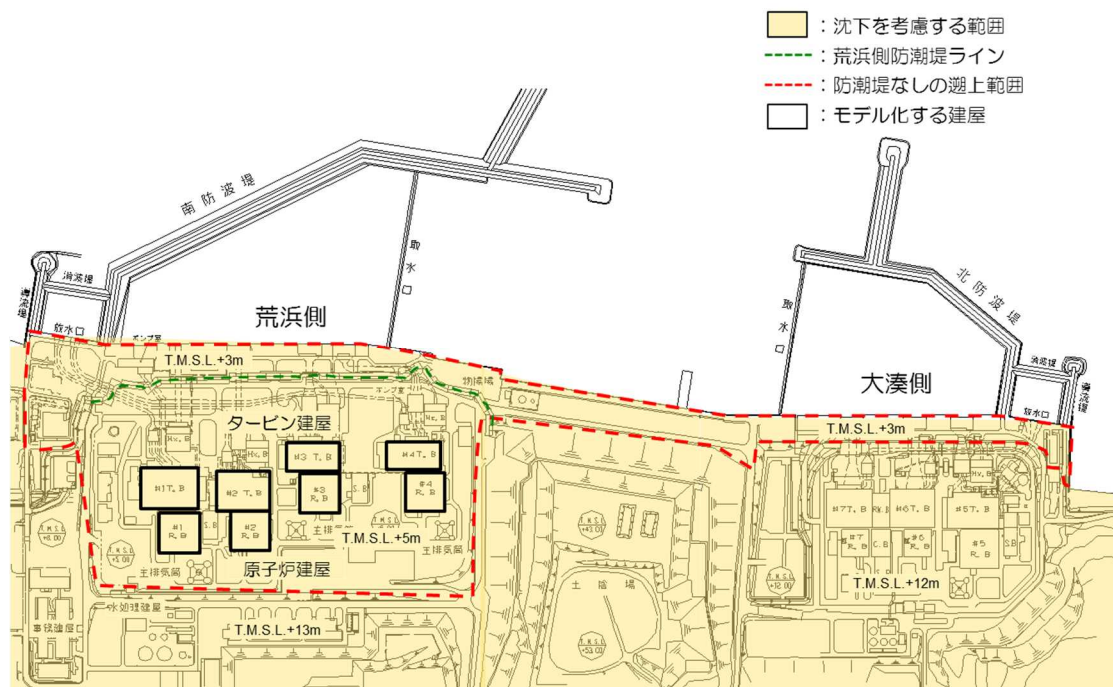
添付第4-16図 液状化による地表面沈下量〔荒浜南側（1～2号炉側）〕



添付第 4-17 図 液状化による地表面沈下量〔荒浜北側（3～4号炉側）〕



添付第 4-18 図 液状化による地表面沈下量〔大湊側〕



添付第 4-19 図 津波評価において沈下を考慮する範囲

4.3 敷地周辺斜面の崩壊形状の設定

敷地周辺斜面は、基準地震動 S_s による震動で斜面が崩壊する可能性があることから、斜面崩壊を考慮した地形モデルを作成した。なお、地形モデルの作成にあたっては、遡上が想定される中央土捨場の斜面及び荒浜側防潮堤内敷地の周辺斜面の崩壊を考慮することとした。

斜面の崩壊角度については、添付第 4-20 図に示すとおり、安息角と内部摩擦角の関係及び土砂の移動時の内部摩擦角の下限値を考慮し、崩壊土砂の堆積時の角度を 15° に設定した。崩壊形状については、添付第 4-21 図に示す斜面の崩壊範囲に応じた崩壊形状の設定方法から、崩壊前の土砂形状の法肩位置を基点に、勾配が 15° となるように崩壊形状を保守的に設定した。なお、中央土捨場の海側斜面については、さらに保守的に崩壊土砂が海域まで到達する場合を想定し、「宅地防災マニュアルの解説」(添付第 4-22 図)を参考に法尻から法肩までの高さ (H) の 2 倍として崩壊形状を設定した。

上記の崩壊形状の設定に基づき、各斜面の崩壊形状を設定した。崩壊を考慮する斜面範囲を添付第 4-23 図に、代表的な位置における斜面の崩壊形状として、荒浜側防潮堤内敷地における周辺斜面の断面図を添付第 4-24 図に、中央土捨場海側斜面の断面図を添付第 4-25 図に示す。

- 安息角とは、自然にとりうる土の最大傾斜角で、乾燥した粗粒土の場合は高さに関係しないが、粘性土の場合は高さに影響されるので、安息角は一定の値にならないと説明されている。(地盤工学会：土質工学用語集)

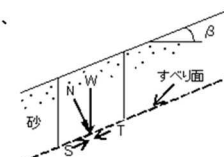
■ 砂の安息角と内部摩擦角

図の応力状態時の斜面が安定するには、すべり力 T と抵抗力 S の間に、 $T \leq S$ の条件が成り立つ必要がある。これを展開すると、以下ようになる。

$$W \cdot \sin \beta \leq W \cdot \cos \beta \cdot \tan \phi$$

$$\tan \beta \leq \tan \phi$$

$$\phi \geq \beta$$



砂
すべり面

β : 斜面勾配

W : 砂の重量

N : 垂直応力

T : すべり力

S : 抵抗力

すなわち、内部摩擦角 ϕ は斜面勾配 β 以上の値であり、安全率 1.0 の極限状態では内部摩擦角 ϕ は斜面勾配 β と等しくなる。

■ 土砂の移動時の内部摩擦角

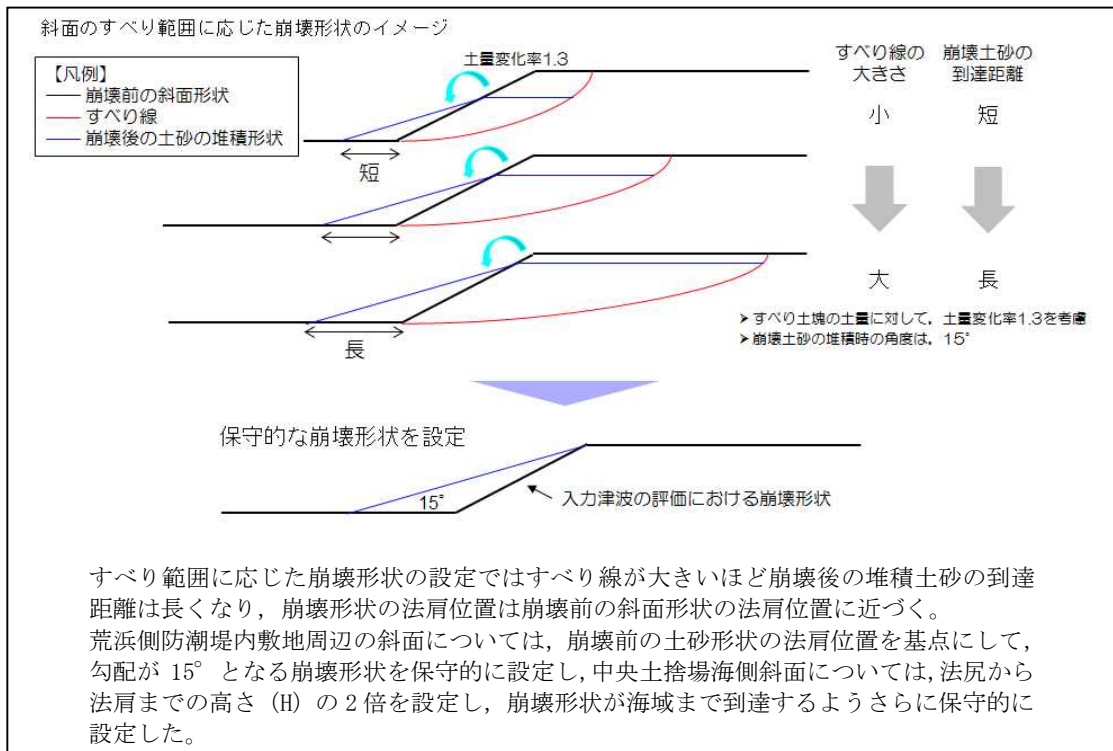
【土砂災害防止に関する基礎調査の手引き：(財)砂防フロンティア整備推進機構、H13.6】
急傾斜値の崩壊に伴う土砂等の内部摩擦角 ϕ

- > $15^\circ \sim 40^\circ$

【砂防設計公式集(マニュアル)：(社)全国治水砂防協会、S59.11】
土石流の力や高さの検討に用いる土砂の内部摩擦角 ϕ

- > 普通土(固いもの) : $25^\circ \sim 35^\circ$
- > 普通土(やや軟らかいもの) : $20^\circ \sim 30^\circ$
- > 普通土(軟らかいもの) : $15^\circ \sim 25^\circ$

添付第 4-20 図 崩壊土砂の堆積角度



添付第 4-21 図 斜面崩壊形状の設定イメージ

土砂災害に係る危険箇所のうち、宅地造成に伴う災害に最も関連の深い急傾斜地崩壊危険箇所の考え方を以下に示す。

【危険箇所としての要件】

- ① 水平面とのなす角度が30度以上であること。
- ② 斜面の高さが5m以上であること。
- ③ 斜面上部又は下部に人家が5戸以上あること（官公署、学校、病院、旅館等がある場合は5戸未満でも可）。

斜面上部又は下部とは、下図に示すように急傾斜地（傾斜30度以上のがけ）の下端及び上端から当該急傾斜地の高さの、それぞれ2倍及び1倍程度の範囲（概ね50mを限度とする）をいう。

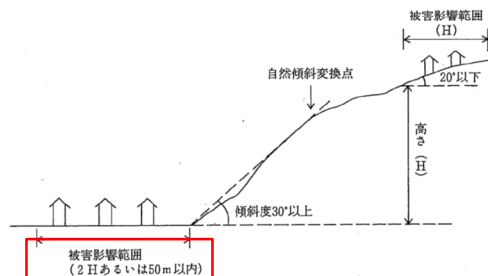
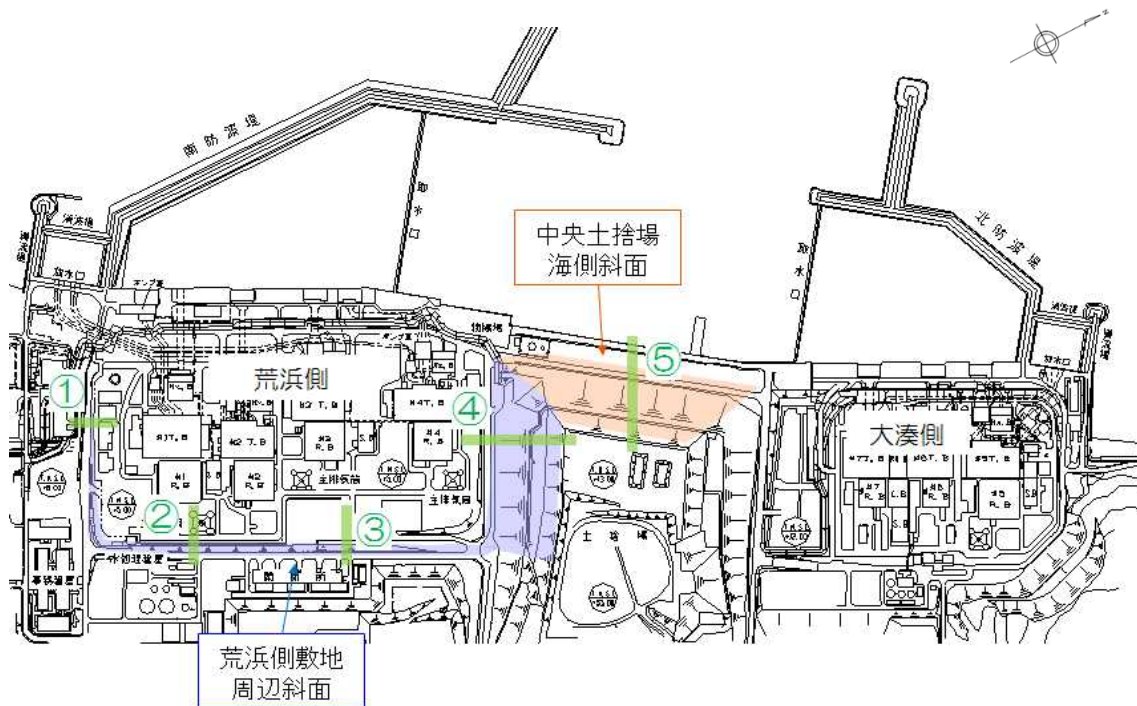
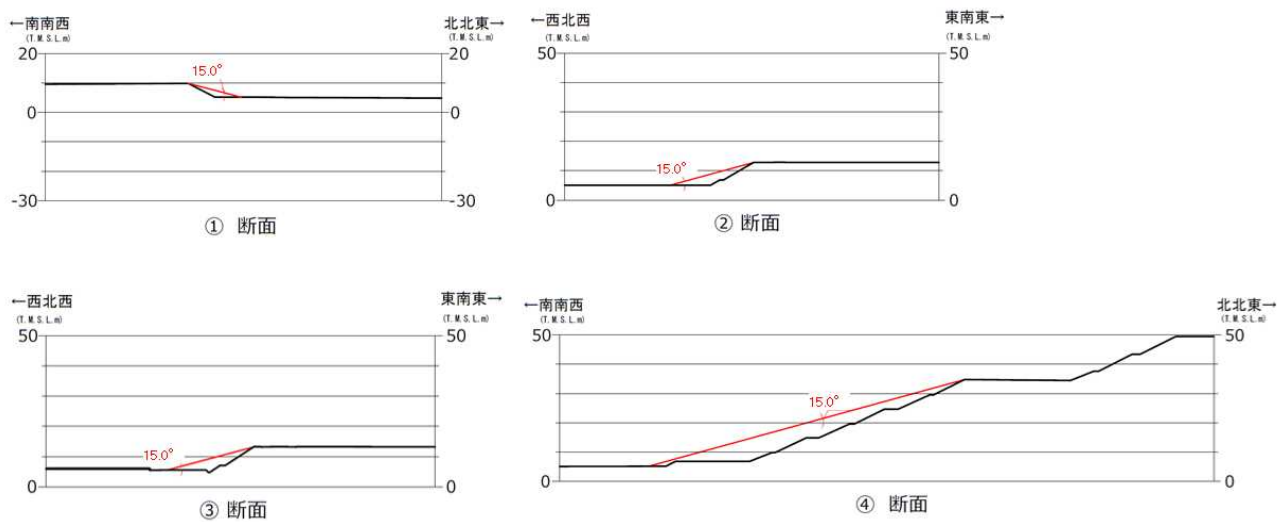


図 X.1 急傾斜地崩壊危険箇所の要件

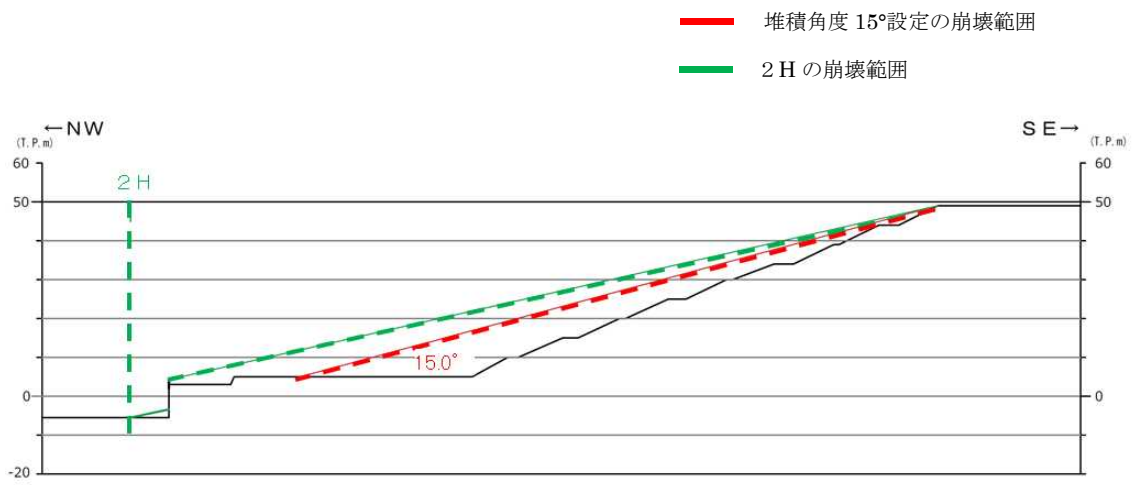
添付第 4-22 図 「宅地防災マニュアルの解説」における急傾斜地崩壊危機箇所の要件



添付第 4-23 図 崩壊を考慮する斜面範囲



添付第 4-24 図 荒浜側防潮堤内敷地の周辺斜面断面図



添付第 4-25 図 中央土捨場海側の斜面断面図 (⑤ 断面)

4.4 津波評価条件

(1) 概要

敷地への遡上及び流下経路上の地盤等について、「4.2 敷地の沈下量の設定」及び「4.3 敷地周辺斜面の崩壊形状の設定」を踏まえ、以下に示す地震による地形等の変化を考慮した津波遡上解析を実施し、敷地への遡上経路に及ぼす影響及び入力津波の設定において考慮すべき地形変化について検討する。

- 基準地震動 S_s による損傷が想定される荒浜側防潮堤及び防波堤については、それらが無い状態での津波評価を実施する。
- 護岸付近及び荒浜側防潮堤内の敷地 (T. M. S. L. +5m) を含む敷地は、基準地震動 S_s による沈下を想定し、保守的に設定した沈下量 2m を地形に反映して、津波評価を実施する。
- 敷地の中央に位置する中央土捨場及び荒浜側防潮堤内敷地 (T. M. S. L. +5m) の周辺斜面は、基準地震動 S_s による斜面崩壊を考慮し、保守的に設定した土砂の堆積形状を地形に反映して、津波評価を実施する。

(2) 荒浜側防潮堤の損傷状態に関する検討

検討にあたり、荒浜側防潮堤の損傷が荒浜側敷地への遡上（水位、浸水範囲）に与える影響について、複数の損傷状態を設定して検討した。荒浜側防潮堤の概要図を添付第 4-26 図に示す。

防潮堤は参考資料に示すとおり、基準地震動 S_s に対し基礎杭の支持性能が不足する見通しであるものの、躯体が損傷したり、津波時に漂流物となる可能性は小さいと想定されるが、地震後および津波後の状態を精緻に想定することは困難であることから、ここでは防潮堤の一部または全部が損傷した場合について、保守的に損傷部分の防潮堤がないものと仮定し、敷地への遡上影響について検討した。検討ケースを添付第 4-1 表に、ケース 2～5 の損傷状態を添付第 4-27 図に示す。なお、検討には、地震による津波の最大ケースである、日本海東縁部（2 領域モデル）および海域の活断層（5 断層連動モデル）の波源を用いた。

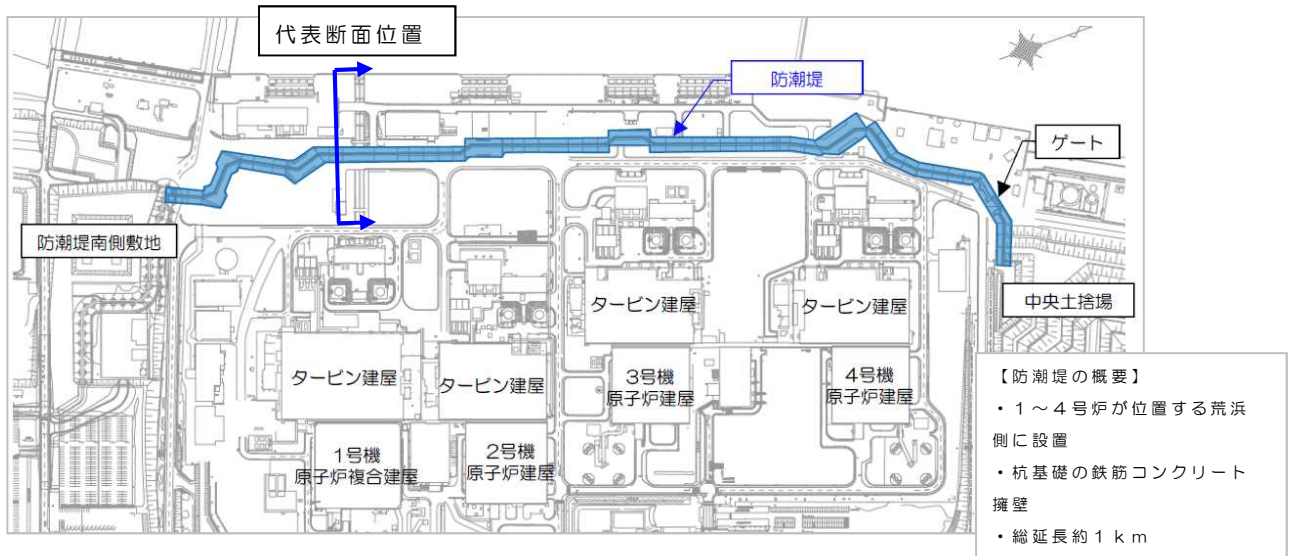
各ケースの最高水位分布を添付第 4-28 図に示す。いずれの波源においても「防潮堤なし」が荒浜側敷地の遡上（水位、浸水範囲）への影響が大きく、保守的な評価となる。

また、荒浜側防潮堤の損傷が荒浜側敷地への遡上（流況）に与える影響について、同様に検討した。敷地内の漂流物が海域へ流出する状況を考慮

して、海域方向の最大流速分布について比較した。なお、検討には、浸水範囲が大きい日本海東縁部（2領域モデル）の波源を用いた。

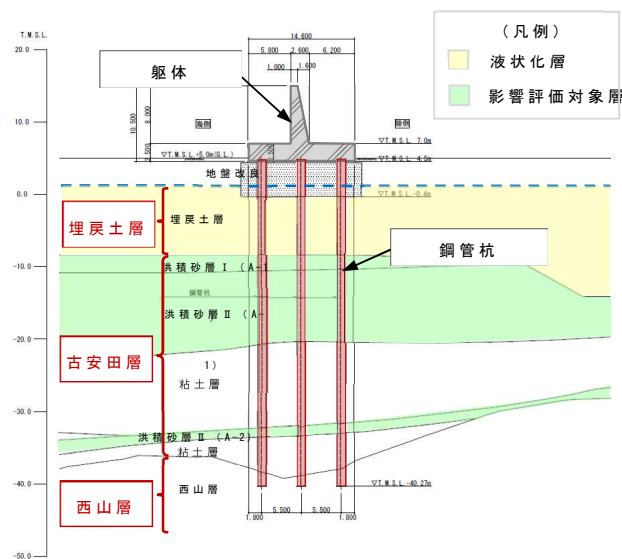
各ケースの最大流速分布を添付第 4-29 図に示す。最大流速及び流速が大きくなる範囲は「防潮堤なし」が最も大きく、漂流物の海域への流出という観点で保守的な評価となる。

以上より、以降の検討では、荒浜側防潮堤の損傷状態として「防潮堤なし」の状態を地形モデルに反映して津波評価を実施する。



添付第 4-26 図(1) 荒浜側防潮堤の概要

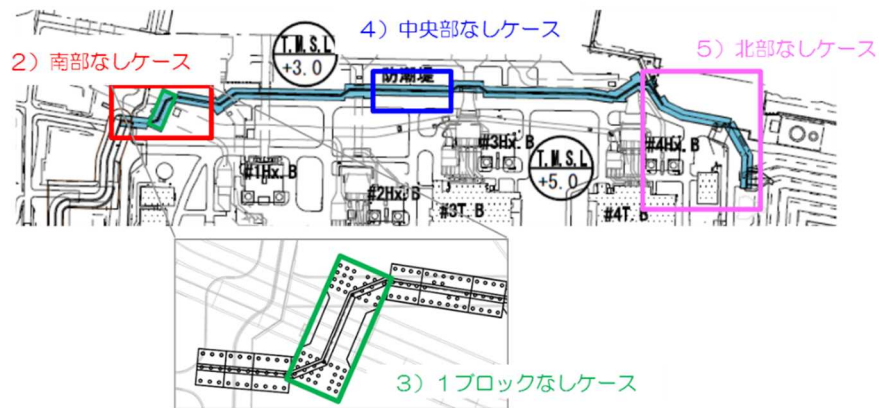
(西 海側) (東 山側)



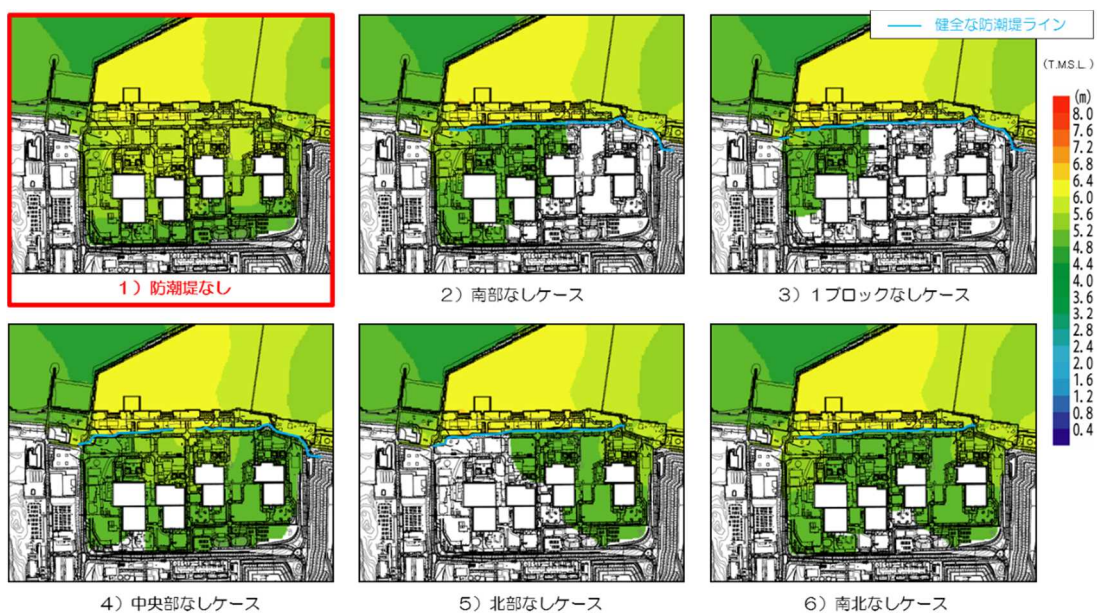
添付第 4-26 図(2) 代表断面位置

添付第 4-1 表 検討ケース

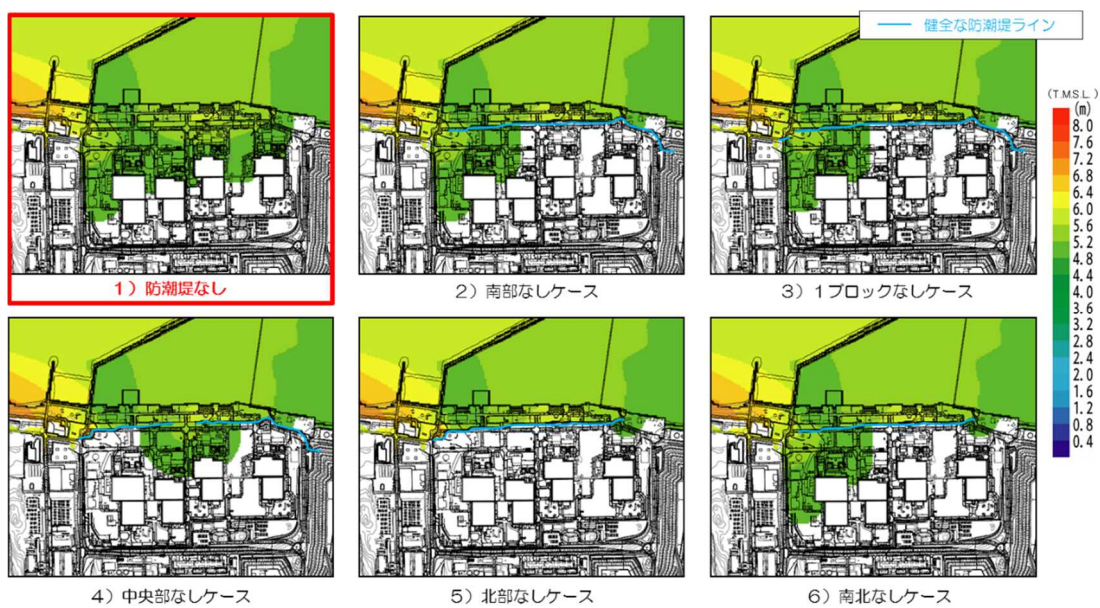
検討ケース	ケース設定の考え方
1) 防潮堤なしケース	
2) 南部なしケース	防潮堤ありの遡上解析において比較的水位が高かった南側に着目
3) 1ブロックなしケース	2) に対して, 流入範囲をさらに絞った場合の影響
4) 中央部なしケース	防潮堤の中央部が損傷した場合の影響
5) 北部なしケース	大湊側に近い北側が損傷した場合の影響
6) 南北なしケース	損傷個所が複数の場合の影響



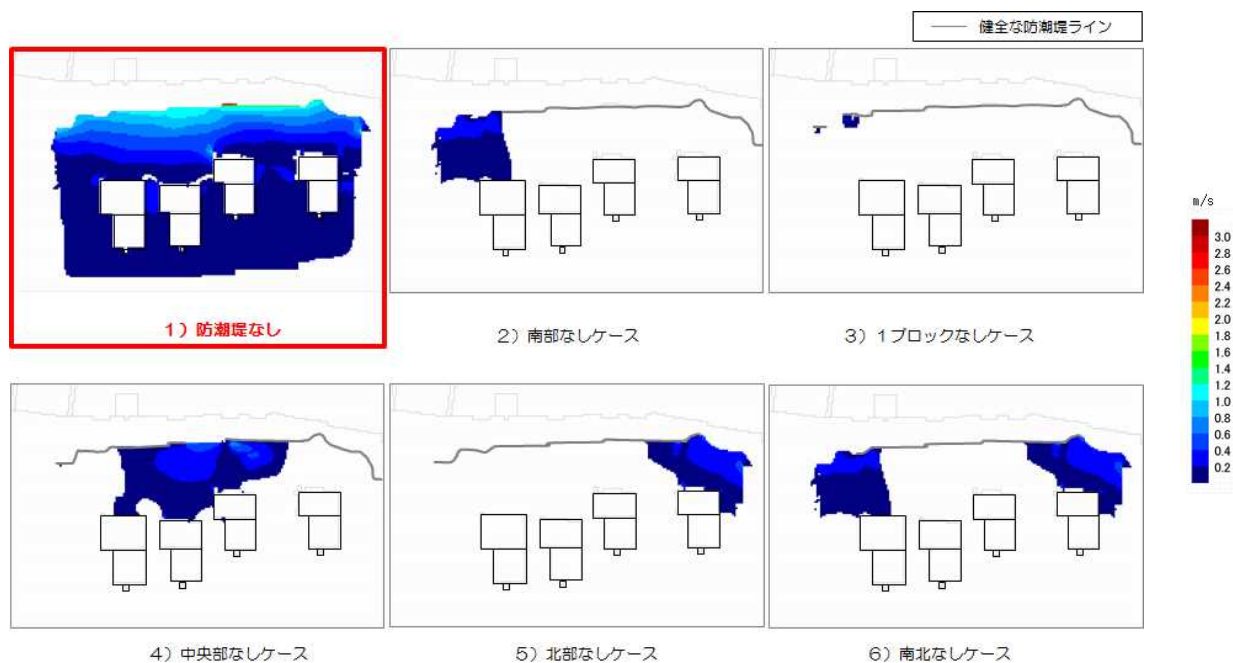
添付第 4-27 図 各検討ケースの防潮堤損傷状態



添付第 4-28 図(1) 最高水位分布〔日本海東縁部 (2 領域モデル)〕



添付第 4-28 図(2) 最高水位分布〔海域の活断層 (5 断層連動モデル)〕



※水深 0.2m 以上の最大流速分布

添付第 4-29 図 最大流速分布（海域方向）
〔日本海東縁部（2 領域モデル）〕

(3) 荒浜側防潮堤敷地内の施設に関する検討

防潮堤の損傷を考慮した場合、防潮堤内の敷地へ津波が遡上することから、防潮堤内敷地の施設が遡上に与える影響について検討した。

防潮堤内敷地に設置されている施設等を、添付第 4-2 表、添付第 4-30 図に示す。ここでは、防潮堤が地震により損傷している状態であることを踏まえ、防潮堤内敷地の主要な建屋である 1～4 号炉原子炉建屋及びタービン建屋を考慮したケースと、西山層に岩着しているその他の施設を追加したケースについて検討した。各ケースの防潮堤内敷地の地形モデルを添付第 4-31 図に示す。なお、検討には、浸水範囲が大きい日本海東縁部（2 領域モデル）の波源を用いた。

防潮堤内敷地の最高水位の一覧を添付第 4-3 表に、最高水位分布を添付第 4-32 図に示す。添付第 4-3 表より、最高水位は主要建屋を考慮したケースの方が若干高く、保守的な評価となる。また、添付第 4-32 図より、各ケースで考慮した施設前面において反射の影響が認められるものの、最高水位分布の全体の傾向に有意な差は認められない。

以上より、以降の検討では、防潮堤の損傷を考慮した検討においては、主要な建屋である 1～4 号炉原子炉建屋及びタービン建屋をモデル化した地形モデルを用いて津波評価を実施する。

添付第 4-2(1)表 荒浜側防潮堤内敷地 建屋名称一覧

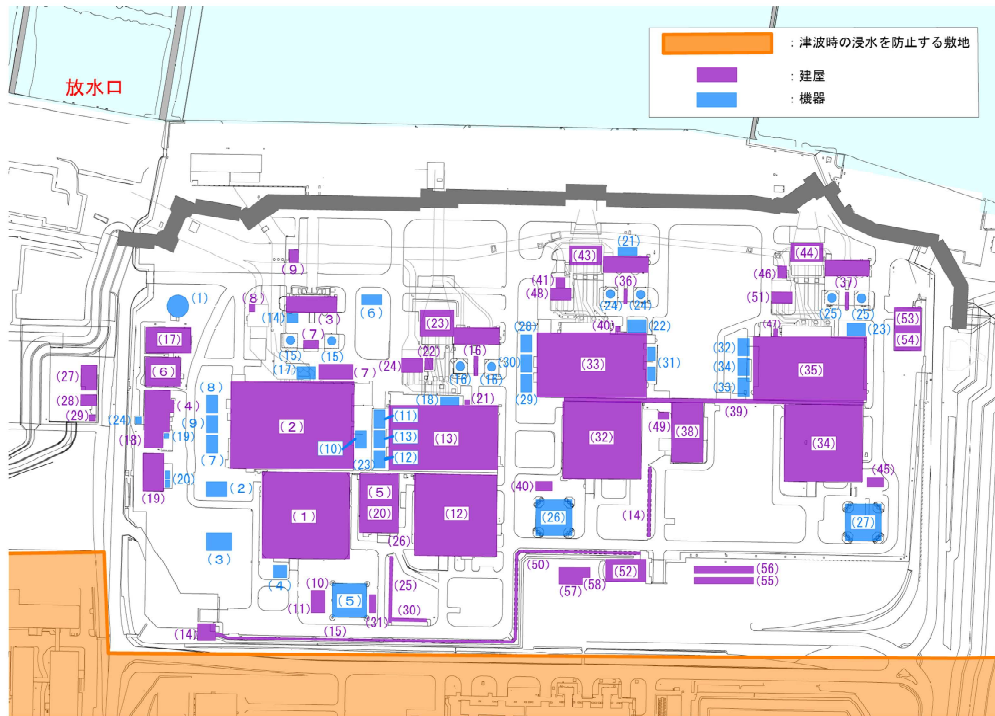
No.	名称
1	1号機原子炉複合建屋
2	1号機タービン建屋
3	1号機海水機器建屋
4	所内ボイラー建屋
5	1/2号機サービス建屋
6	荒浜側洗濯設備建屋
7	1号機N2ボンベ室
8	1号機温海水ポンプ建屋
9	自然海水ポンプ室
10	1号機主排気モニター建屋
11	2号機主排気モニター建屋
12	2号機原子炉建屋
13	2号機タービン建屋
14	旧出入り管理所
15	連絡通路 I 期(一部撤去)
16	2号機海水熱交換器建屋
17	雑固体廃棄物焼却設備建屋(荒浜側)
18	所内ボイラー建屋(増築)
19	荒浜側補助ボイラー建屋増築
20	1/2号機サービス建屋増築
21	2号機消火用CO2ボンベ建屋
22	2号機西側ボンベ建屋
23	2号機循環水ポンプ建屋
24	2号機ボール捕集器ピット上屋
25	1/2号機連絡通路
26	1/2号機サービス建屋見学者用通路
27	水素トレーラー建屋
28	液酸タンク建屋
29	電気計装室・散水ポンプ室
30	荒浜側連絡通路増築

No.	名称
31	第二無線局舎
32	3号機原子炉建屋
33	3号機タービン建屋
34	4号機原子炉建屋
35	4号機タービン建屋
36	3号機海水熱交換器建屋
37	4号機海水熱交換器建屋
38	3/4号機サービス建屋
39	4号機連絡通路
40	3号機主排気モニター建屋
41	3号機消火用CO2ボンベ建屋
42	3号機西側ボンベ建屋
43	3号機循環水ポンプ建屋
44	4号機循環水ポンプ建屋
45	4号機主排気モニター建屋
46	4号機復水器連続洗浄装置制御盤室 及びH ₂ , CO ₂ , O ₂ ボンベ建屋
47	4号機消火用CO2ボンベ建屋
48	3号機ボール捕集器ピット上屋
49	3/4号機サービス建屋車庫
50	連絡通路
51	4号機ボール捕集器ピット上屋
52	防護本部建屋
53	使用済燃料容器(キャスク)保管施設
54	使用済燃料容器(キャスク)保管施設増築
55	荒浜側直員車庫A棟
56	荒浜側直員車庫B棟
57	自衛消防センター
58	自衛消防センター増築

添付第 4-2(2)表 荒浜側防潮堤内敷地 機器名称一覧

No.	名称
1	SPHサージタンク
2	空冷チラー設備
3	環境改善用冷凍設備
4	窒素ガス供給装置
5	1/2号機排気筒
6	1/2号機NSD収集処理設備
7	1号機主変圧器
8	1号機所内変圧器
9	1号機励磁電源変圧器
10	1/2号機低起動変圧器
11	2号機主変圧器
12	2号機所内変圧器
13	2号機励磁電源変圧器
14	空冷チラー設備
15	1号機軽油タンク
16	2号機軽油タンク
17	1号機泡消火設備
18	2号機泡消火設備
19	(3A)補助ボイラー用変圧器
20	補助ボイラー(5A)変圧器
21	補助ボイラー(5B)変圧器
22	3/4号機NSD収集処理設備
23	3号機泡消火設備
24	4号機泡消火設備
25	3号機軽油タンク
26	4号機軽油タンク
27	3号機排気筒
28	4号機排気筒
29	3号機主変圧器
30	3号機所内変圧器

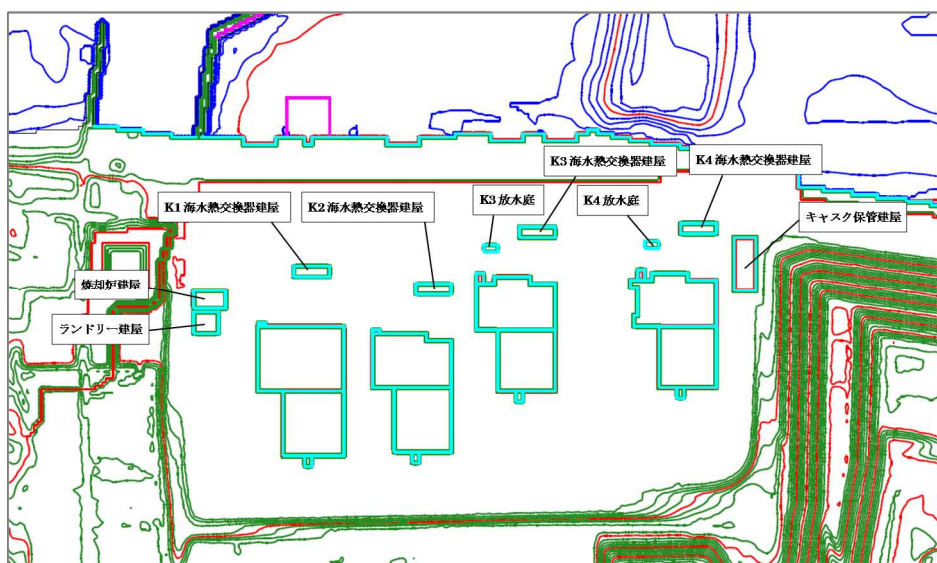
No.	名称
31	3号機励磁電源変圧器
32	3/4号機低起動変圧器
33	4号機主変圧器
34	4号機所内変圧器
35	4号機励磁電源変圧器



添付第 4-30 図 荒浜側防潮堤内敷地 建屋・機器配置図



添付第 4-31 図(1) 地形モデル図
〔主要建屋（原子炉建屋，タービン建屋）を考慮したケース〕

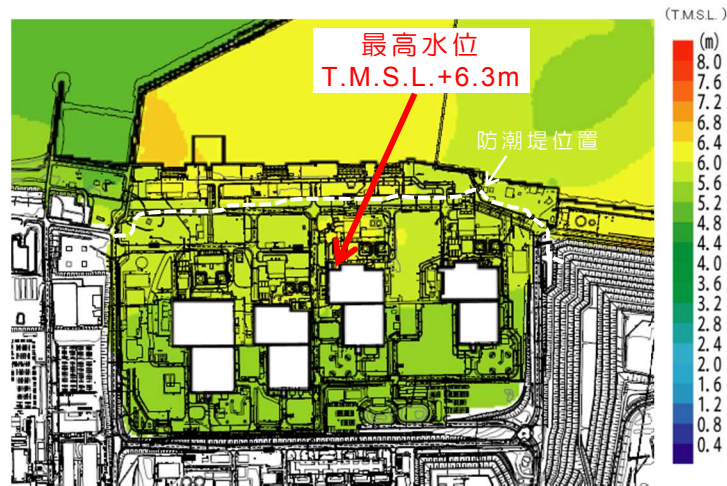


添付第 4-31 図(2) 地形モデル図〔西山層岩着施設を追加したケース〕

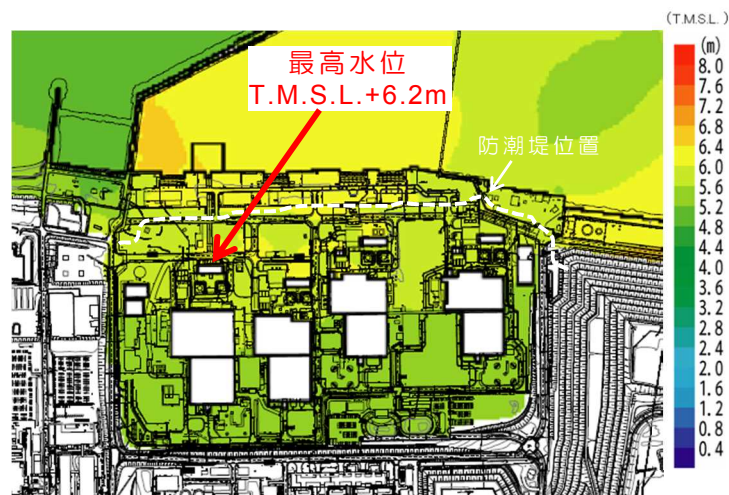
添付第 4-3 表 津波評価結果〔日本海東縁部 (2 領域モデル)〕

波源	地形モデル		荒浜側防潮堤内 最高水位 T. M. S. L. (m)
	沈下, 斜面崩壊	施設条件	
日本海東縁部 (2 領域モデル)	なし	主要建屋 考慮	+6.3
		西山層岩着施設 追加	+6.2
	2m 沈下, 斜面崩壊 考慮	主要建屋 考慮	+6.3
		西山層岩着施設 追加	+6.1

※主要建屋：1～4号炉原子炉建屋およびタービン建屋



添付第 4-32 図(1) 最高水位分布（沈下，斜面崩壊なし）
 [主要建屋（原子炉建屋，タービン建屋）を考慮したケース]



添付第 4-32 図(2) 最高水位分布（沈下，斜面崩壊なし）
 [西山層岩着施設を追加したケース]

(4) 津波評価解析の検討条件

検討に用いる基準津波の概要を添付第 4-4 表に示す。上記の防潮堤の損傷状態に関する検討を踏まえた本検討の検討ケースを添付第 4-5 表に、各検討ケースで設定する沈下形状を添付第 4-33 図に示す。津波遡上解析に用いる地形モデルの代表例を添付第 4-34 図に示す。

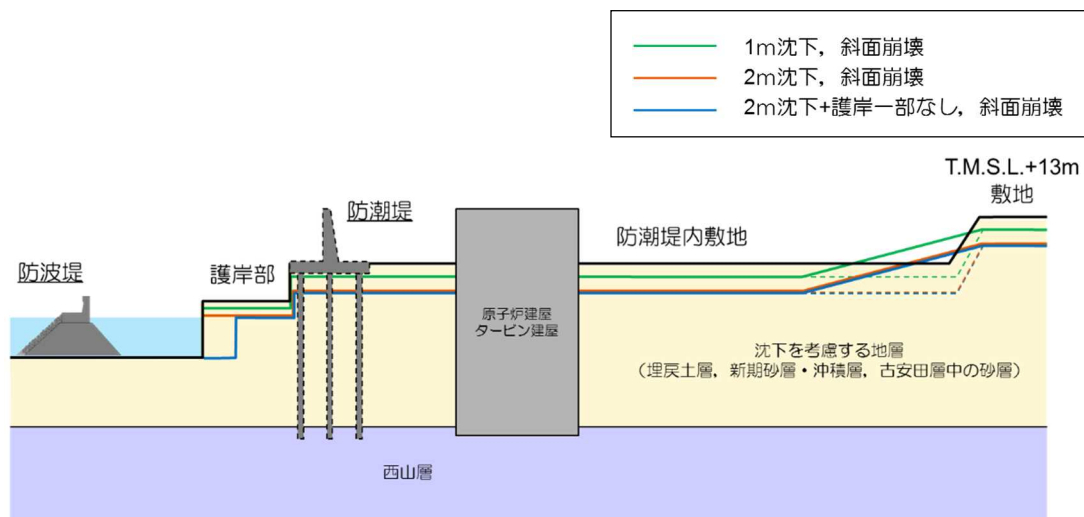
また、防潮堤の損傷を考慮したケースでは、(3)の検討を踏まえ、添付第 4-35 図に示すとおり、防潮堤内敷地の主要な建屋である 1～4 号炉原子炉建屋及びタービン建屋を考慮する。なお、両建屋については、西山層に岩着していることから沈下は考慮しない。

添付第 4-4 表 基準津波の概要

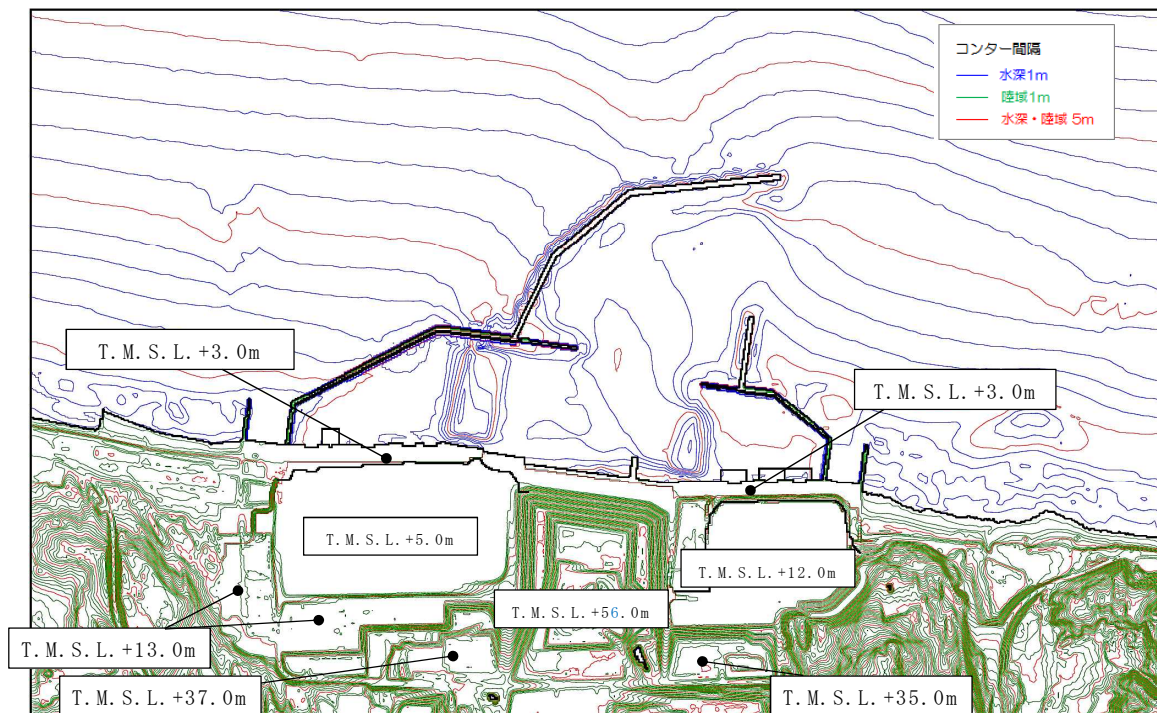
名称	対象水位	地形モデル	水位評価地点	津波波源	
				地震（断層モデル）	地すべり
基準津波 1	水位上昇側	防潮堤あり／なし	・港湾内 (1-7号炉取水口前面) ・荒浜側防潮堤内敷地	日本海東縁部 (2領域モデル)	LS-2
基準津波 2	水位下降側	防潮堤あり	・港湾内 (1-7号炉取水口前面)	日本海東縁部 (2領域モデル)	—
基準津波 3	水位上昇側		・荒浜側防潮堤前面	海域の活断層 (5断層連動モデル)	LS-2

添付第 4-5 表 検討ケース一覧

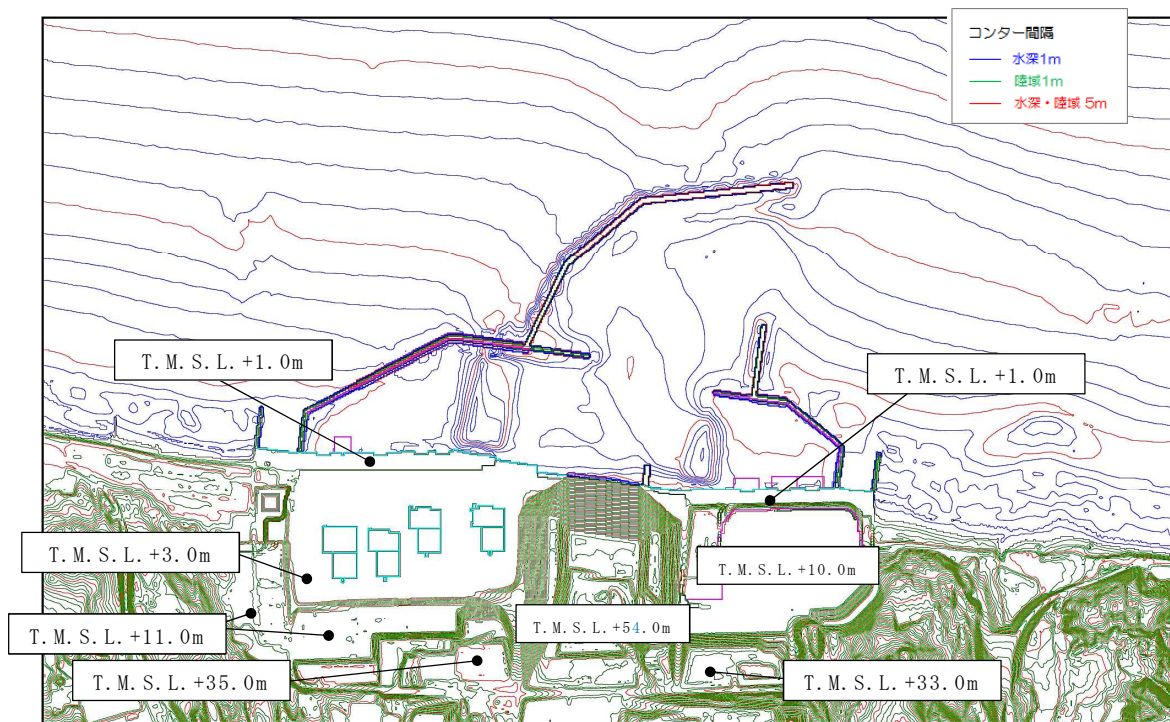
津波波源	防波堤	防潮堤	沈下，斜面崩壊
基準津波 1			なし
基準津波 2	あり	あり	1m沈下，斜面崩壊
基準津波 3	なし	なし	2m沈下，斜面崩壊
			2m沈下+護岸一部なし 斜面崩壊



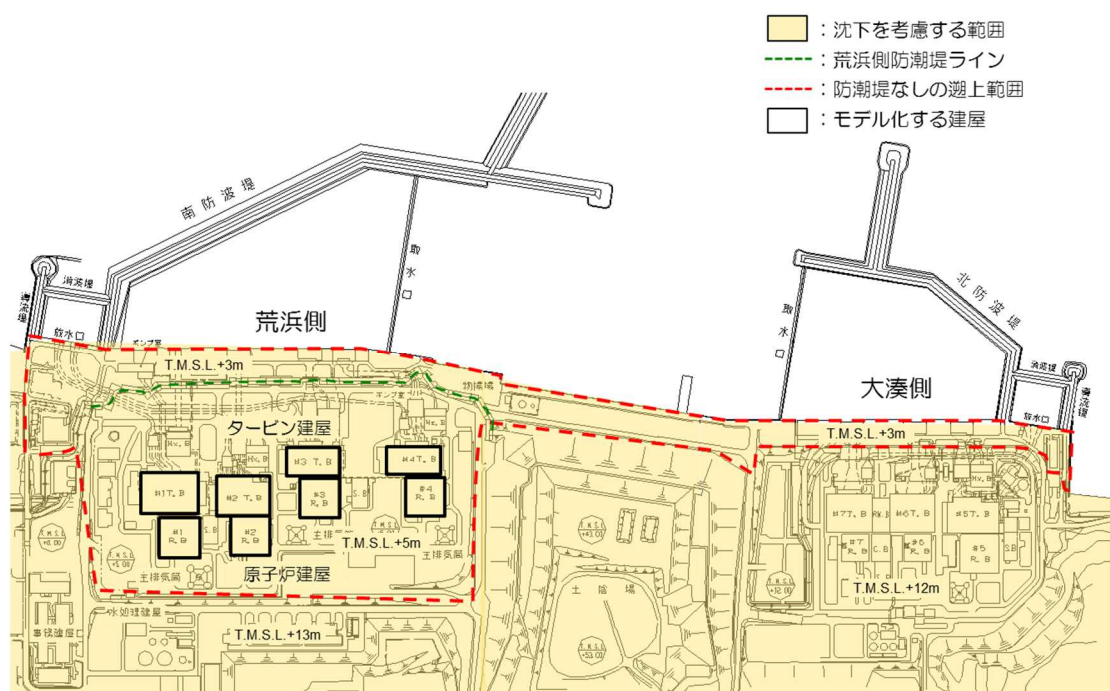
添付第 4-33 図 各検討ケースの沈下・斜面崩壊形状イメージ



添付第 4-34 図(1) 津波遡上解析の地形モデル
(敷地近傍, 防潮堤あり, 現地形)



添付第 4-34 図(2) 津波遡上解析の地形モデル
(敷地近傍, 防潮堤なし, 沈下 2m, 斜面崩壊あり)



添付第 4-35 図 荒浜側防潮堤内敷地において考慮する建屋

4.5 津波評価結果

(1) 津波評価結果

津波評価結果として、基準津波1（水位上昇側）における各取水口前面及び荒浜側防潮堤内敷地の最高水位の一覧を添付第4-6表に、基準津波2（水位下降側）における各取水口前面の最低水位の一覧を添付第4-7表に、基準津波3（水位上昇側）における荒浜側防潮堤前面の最高水位を第4-8表に示す。

添付第4-6表 津波評価結果（最高水位）〔基準津波1〕

波源	防波堤	防潮堤	地形	取水口前面水位 T.M.S.L. (m)							荒浜側防潮堤内敷地水位 T.M.S.L. (m) (): 浸水深※1	
				1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	5号炉	6号炉	7号炉		
基準津波1	防波堤あり	防潮堤あり	現地形	6.9	6.8	6.7	6.6	6.3	6.4	6.3	-	
			1m沈下+斜面崩壊	7.0	6.9	6.8	6.7	6.3	6.3	6.3	-	
			2m沈下+斜面崩壊	6.9	6.9	6.7	6.6	6.4	6.4	6.4	-	
		防潮堤なし	現地形	6.7	6.7	6.6	6.5	6.3	6.4	6.3	6.9	(1.9)
			1m沈下+斜面崩壊	6.5	6.5	6.4	6.3	6.2	6.2	6.3	6.5	(2.5)
			2m沈下+斜面崩壊	6.3	6.3	6.3	6.1	6.1	6.1	6.1	6.7	(3.7)
		2m沈下、護岸一部削除+斜面崩壊	6.3	6.2	6.1	6.1	6.2	6.1	6.1	6.9	(3.9)	
	防波堤なし	防潮堤あり	現地形	6.5	6.3	6.2	6.2	7.4	7.5	7.2	-	
			1m沈下+斜面崩壊	6.5	6.3	6.2	6.2	7.4	7.6	7.4	-	
			2m沈下+斜面崩壊	6.4	6.2	6.2	6.1	7.4	7.6	7.4	-	
		防潮堤なし	現地形	6.4	6.2	6.1	6.1	7.3	7.5	7.2	6.4	(1.4)
			1m沈下+斜面崩壊	6.3	6.1	6.2	6.2	7.3	7.6	7.5	6.7	(2.7)
			2m沈下+斜面崩壊	6.2	6.1	6.2	6.3	7.2	7.4	7.5	6.6	(3.6)

※1 浸水深は、浸水深の最大値を示しており、最高水位の地点と異なる場合がある。

添付第 4-7 表 津波評価結果（最低水位）〔基準津波 2〕

波源	防波堤	防潮堤	地形	取水口前面水位 T.M.S.L. (m)						
				1号炉	2号炉	3号炉	4号炉	5号炉	6号炉	7号炉
基準津波 2	防波堤 あり	防潮堤 あり	現地形	-5.4	-5.3	-5.4	-5.4	-3.0	-3.5	-3.5
			1m沈下+ 斜面崩壊	-5.3	-5.3	-5.4	-5.4	-3.0	-3.5	-3.5
			2m沈下+ 斜面崩壊	-5.3	-5.3	-5.4	-5.4	-3.0	-3.5	-3.5
		防潮堤 なし	現地形	-5.4	-5.3	-5.4	-5.4	-3.0	-3.5	-3.5
			1m沈下+ 斜面崩壊	-5.3	-5.3	-5.4	-5.4	-3.0	-3.5	-3.5
			2m沈下+ 斜面崩壊	-5.2	-5.3	-5.3	-5.4	-3.0	-3.5	-3.5
	2m沈下、護岸一部 削除+斜面崩壊	-5.1	-5.2	-5.2	-5.3	-3.0	-3.5	-3.5		
	防波堤 なし	防潮堤 あり	現地形	-5.4	-5.4	-5.5	-5.5	-3.0	-3.5	-3.5
			1m沈下+ 斜面崩壊	-5.4	-5.4	-5.5	-5.5	-3.0	-3.5	-3.5
			2m沈下+ 斜面崩壊	-5.4	-5.4	-5.5	-5.5	-3.0	-3.5	-3.5
		防潮堤 なし	現地形	-5.4	-5.4	-5.5	-5.5	-3.0	-3.5	-3.5
			1m沈下+ 斜面崩壊	-5.4	-5.4	-5.5	-5.5	-3.0	-3.5	-3.5
2m沈下+ 斜面崩壊			-5.3	-5.4	-5.4	-5.4	-3.0	-3.5	-3.5	

※ 5, 6, 7号炉取水口前面の水位は、貯留堰の高さ
 ※ 評価の際には、地殻変動を保守的に扱う

添付第 4-8 表 津波評価結果（最高水位）〔基準津波 3〕

波源	防波堤	防潮堤	地形	荒浜側防潮堤水位 T.M.S.L. (m) ():浸水深※2
基準津波 3	防波堤 あり	防潮堤 あり※1	現地形	7.8 (3.0)
			1m沈下+ 斜面崩壊	7.7 (3.8)
			2m沈下+ 斜面崩壊	7.5 (4.7)
	防波堤 なし		現地形	7.8 (3.7)
			1m沈下+ 斜面崩壊	7.9 (4.7)
			2m沈下+ 斜面崩壊	7.8 (5.7)

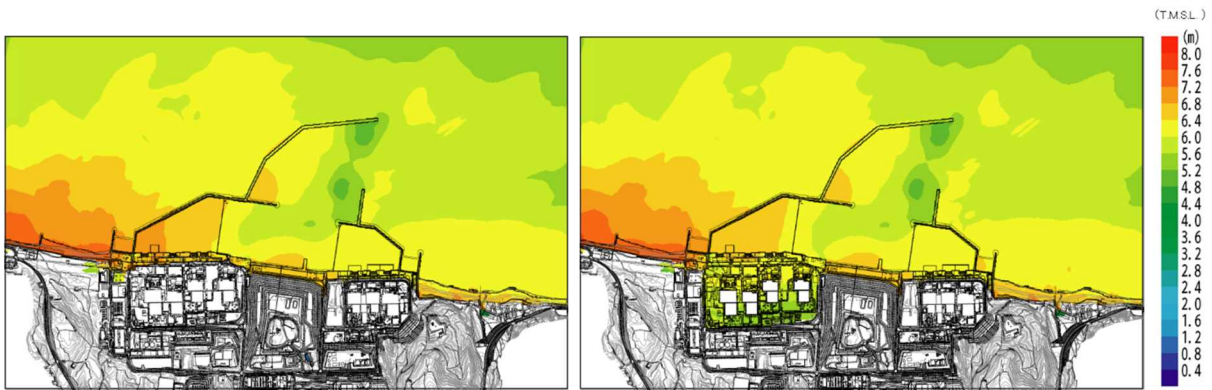
※1 基準津波 3 は、防潮堤前面を評価地点としたときの波源であるため、「防潮堤あり」のみ実施
 ※2 浸水深は、浸水深の最大値を示しており、最高水位の地点と異なる場合がある。

(2) 荒浜側防潮堤の有無による水位への影響について（水位上昇側）

荒浜側防潮堤の有無に対する最高水位分布の比較を添付第 4-36 図に、水位時刻歴波形の比較を添付第 4-37 図に示す。また、添付第 4-6 表に示す基準津波 1 における取水口前面水位データを防潮堤有無に分けて比較した図を添付第 4-38 図に示す。

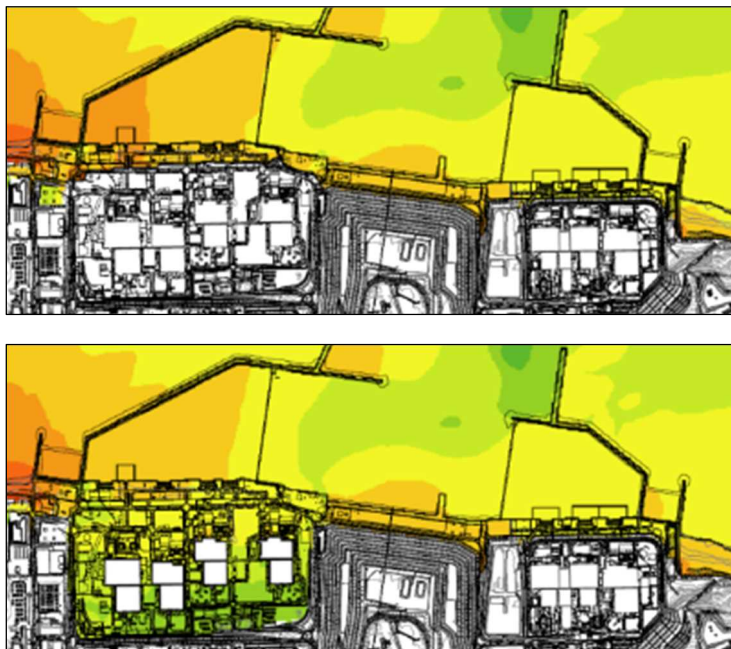
添付第 4-36 図、添付第 4-37 図より、防潮堤の有無により敷地への遡上に影響があるものの、海域の最高水位分布に有意な差は認められず、取水口前面の水位時刻歴波形に有意な差は認められない。添付第 4-38 図より、防潮堤ありと比べて防潮堤なしの取水口前面水位は同程度もしくは若干低下する傾向が認められる。以上のことから、防潮堤がある状態は若干保守的な評価であり、海域の水位や流況への影響は小さい。

また、いずれのケースも津波防護対象設備を内包する建屋及び区画への遡上はなく、防潮堤の有無が敷地の遡上経路へ大きな影響を及ぼすことはない。



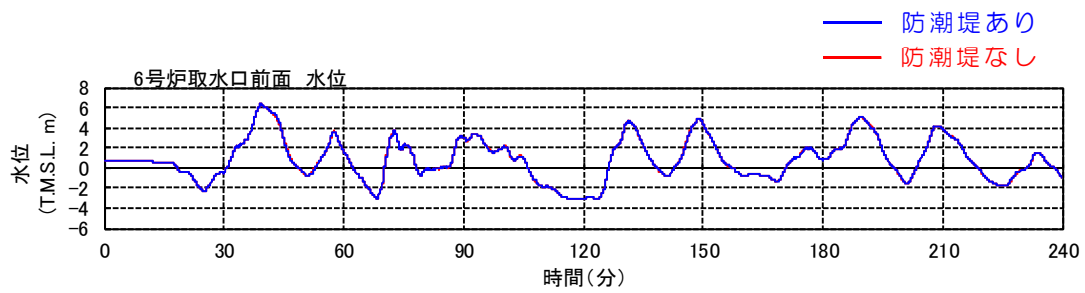
1) 広域図（防潮堤あり）

2) 広域図（防潮堤なし）

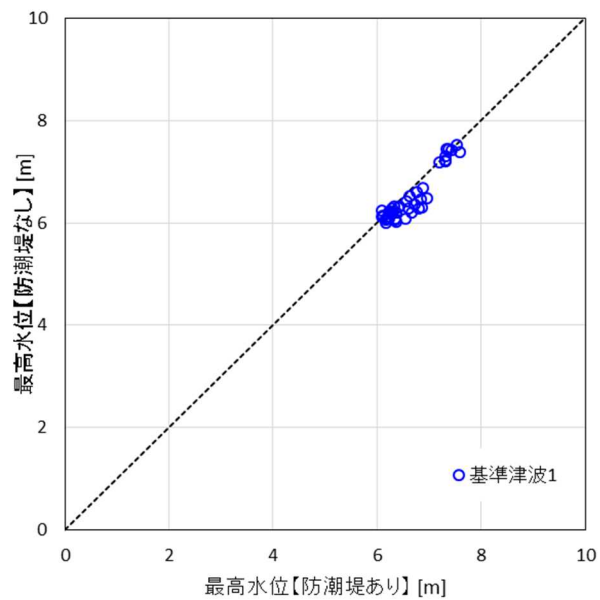


3) 敷地及び港湾付近 拡大図（上：防潮堤あり，下：防潮堤なし）

添付第 4-36 図 荒浜側防潮堤の有無に対する最高水位分布の比較
（基準津波 1，沈下・斜面崩壊なし）



添付第 4-37 図 荒浜側防潮堤の有無に対する水位時刻歴波形の比較
(基準津波 1, 6 号炉取水口前面)



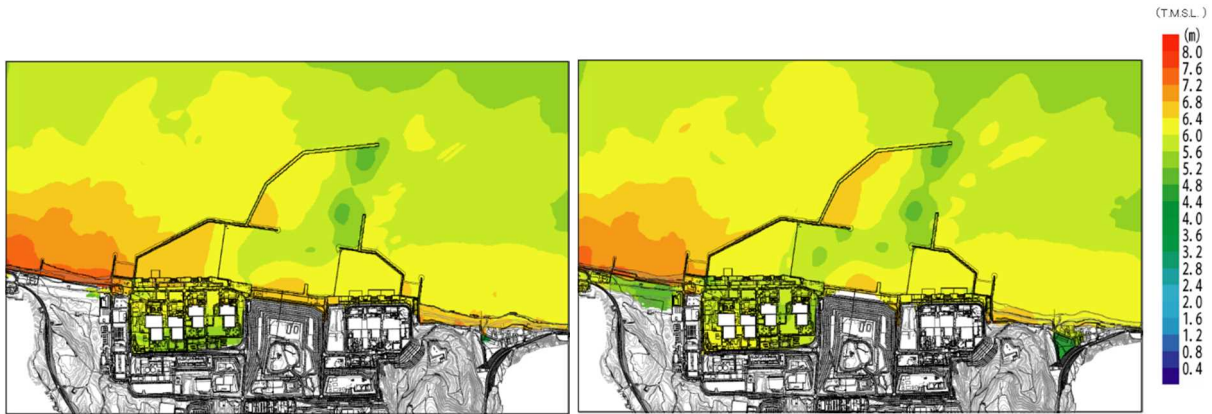
添付第 4-38 図 荒浜側防潮堤の有無に対する取水口前面水位比較
(基準津波 1 における取水口前面水位データ)

(3) 沈下・斜面崩壊の有無による水位への影響について（水位上昇側）

沈下・斜面崩壊の有無に対する最高水位分布の比較を添付第 4-39 図に、水位時刻歴波形の比較を添付第 4-40 図に示す。また、添付第 4-6 表に示す基準津波 1 における取水口前面水位及び防潮堤内敷地、添付第 4-8 表に示す基準津波 3 における防潮堤前面水位データを沈下・斜面崩壊の有無に分けて比較した図を添付第 4-41 図に示す。

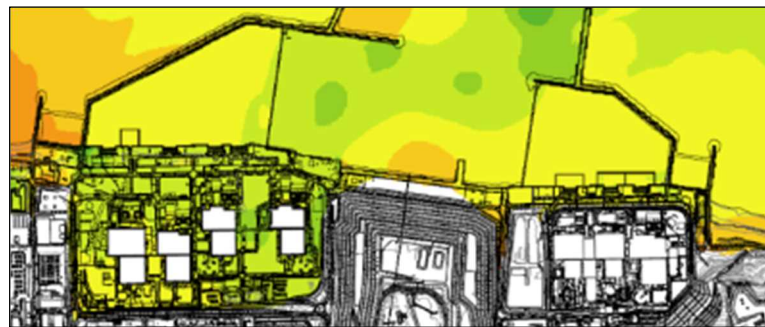
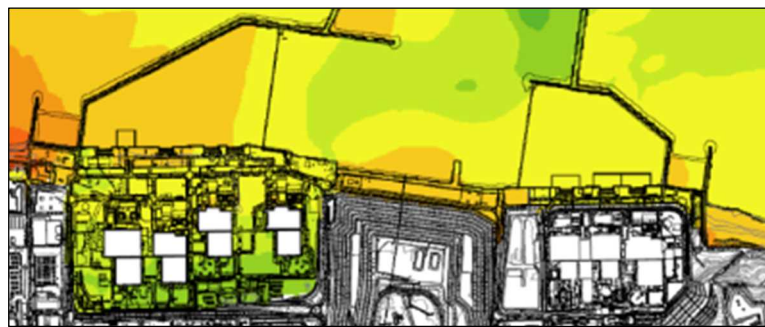
添付第 4-39 図、添付第 4-40 図より、沈下及び斜面崩壊の有無により海域の最高水位分布に有意な差は認められず、取水口前面や防潮堤内敷地の水位時刻歴波形に有意な差は認められない。また、添付第 4-41 図より、沈下・斜面崩壊の有無に対して取水口前面、防潮堤内敷地及び防潮堤前面水位に若干のばらつきは認められるものの有意な差は認められない。以上のことから、各評価地点の水位や海域の流況への影響は小さい。

また、いずれのケースも津波防護対象設備を内包する建屋及び区画への遡上はなく、防潮堤の有無が敷地の遡上経路へ大きな影響を及ぼすことはない。



1) 広域図 (沈下・斜面崩壊なし)

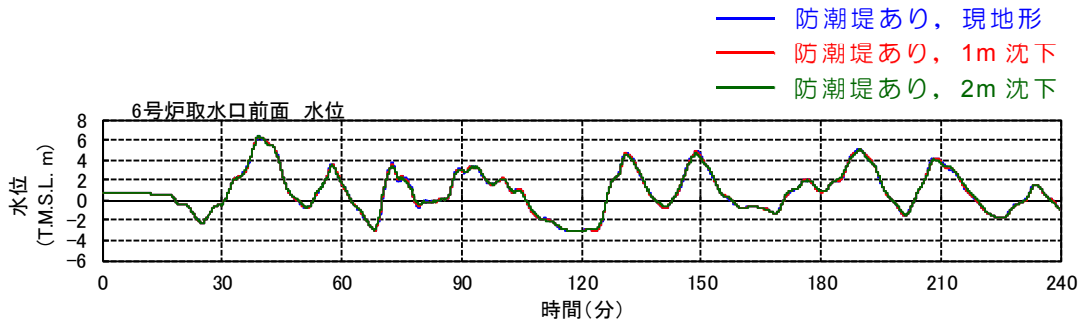
2) 広域図 (沈下 2m・斜面崩壊あり)



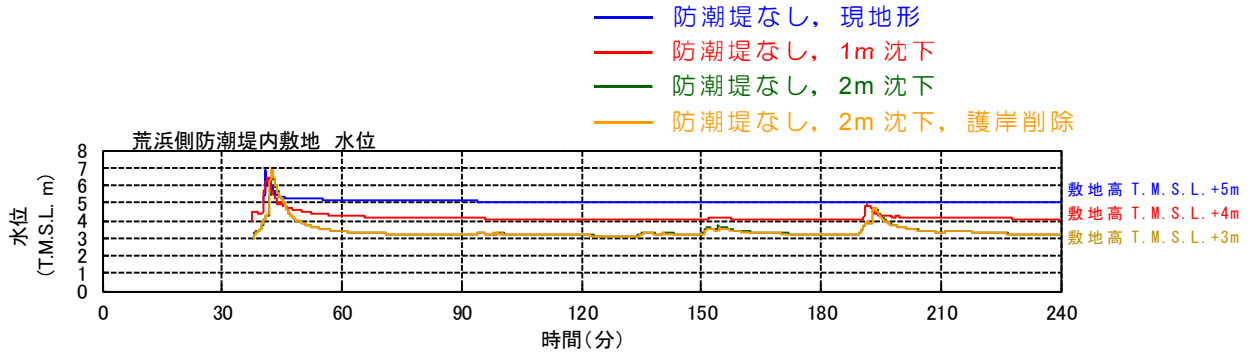
3) 敷地及び港湾付近 拡大図

(上：沈下・斜面崩壊なし，下：沈下 2m・斜面崩壊あり)

添付第 4-39 図 沈下・斜面崩壊の有無に対する最高水位分布の比較
(基準津波 1，防潮堤なし)



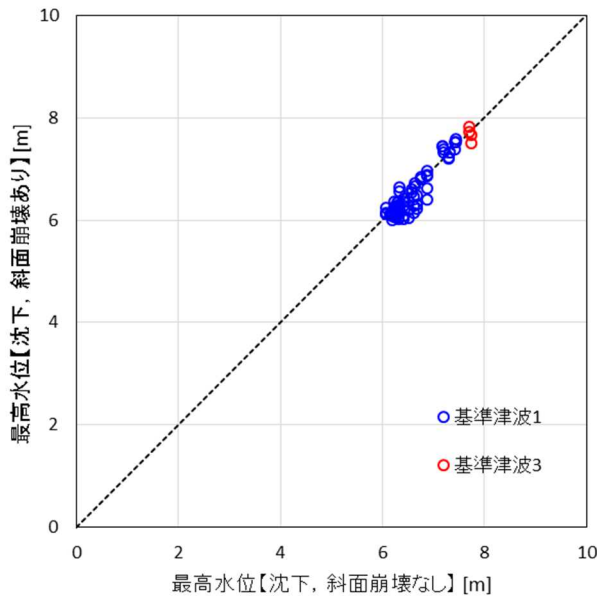
1) 基準津波 1, 6号炉取水口前面



※遡上後も敷地に若干水が残るため、水位が生じている。

2) 基準津波 1, 荒浜側防潮堤内敷地

添付第 4-40 図 沈下・斜面崩壊の有無に対する水位時刻歴波形の比較



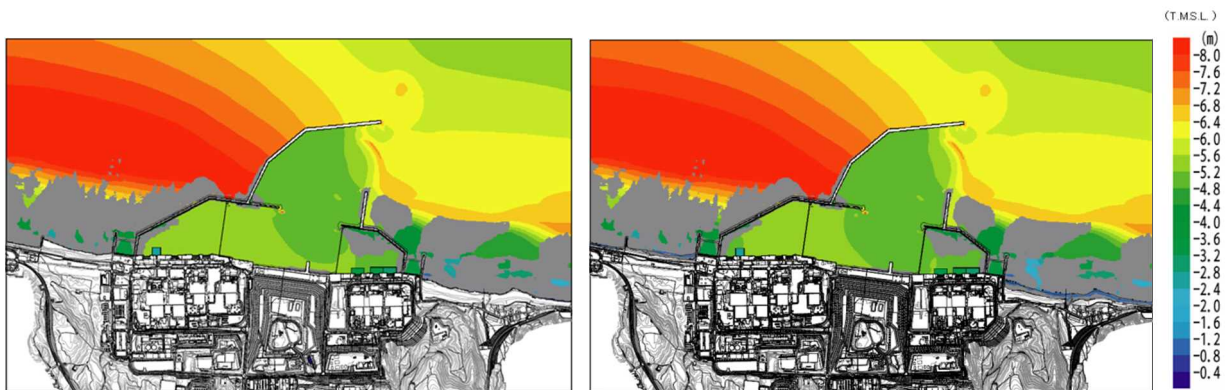
添付第 4-41 図 沈下・斜面崩壊の有無に対する水位比較

(基準津波 1 における取水口前面水位及び防潮堤内敷地, 基準津波 3 における防潮堤前面水位データ)

(4) 荒浜側防潮堤及び沈下・斜面崩壊の有無による影響について
(水位下降側)

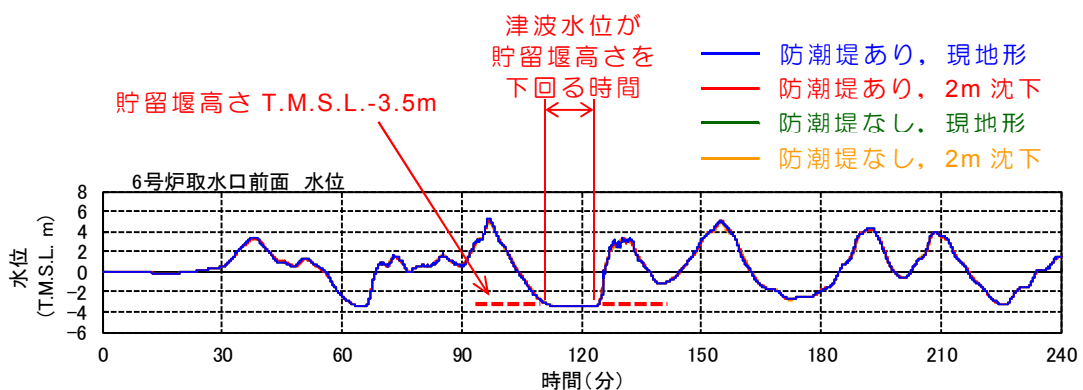
防潮堤及び沈下・斜面崩壊の有無に対する最低水位分布の比較を添付第 4-42 図に，取水口前面の水位時刻歴波形の比較を添付第 4-43 図に示す。

添付第 4-42 図，添付第 4-43 図より，防潮堤及び沈下・斜面崩壊の有無により海域の最低水位分布や取水口前面の水位時刻歴波形に有意な差は認められず，津波水位が貯留堰を下回る時間への影響もないことから，海域の取水口前面水位や流況への影響は小さい。



1) 防潮堤あり／沈下・斜面崩壊なし 2) 防潮堤なし／沈下 2m・斜面崩壊あり

添付第 4-42 図 防潮堤及び沈下・斜面崩壊の有無に対する最低水位分布の比較（基準津波 2）

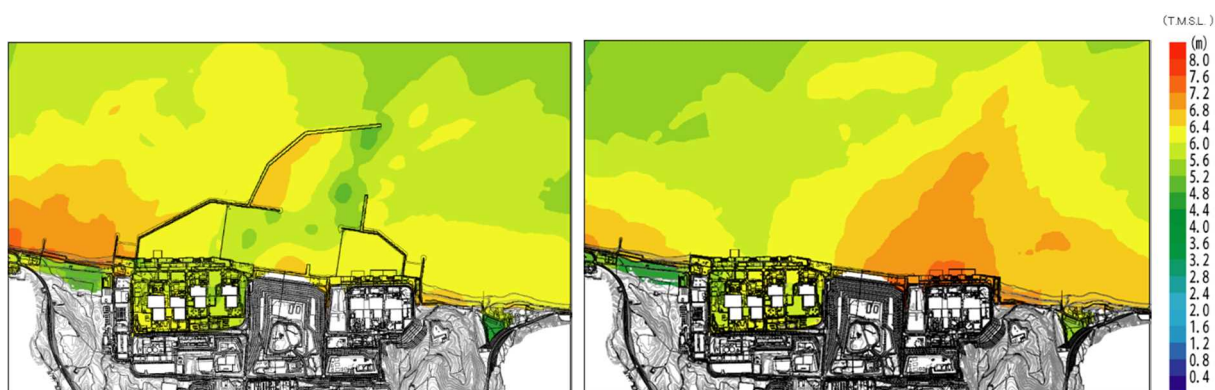


添付第 4-43 図 防潮堤及び沈下・斜面崩壊の有無に対する水位時刻歴波形の比較（基準津波 2，水位下降側，6 号炉取水口前面）

(5) 防波堤の有無による水位への影響について（水位上昇・下降側）

防波堤の有無に対する最高水位分布の比較を添付第 4-44 図に、最低水位分布の比較を添付第 4-45 図に示す。なお、防波堤なしについては、防波堤を取り除いた状態（傾斜堤捨石マウンドを含む）を地形モデルに反映しており、海底地形は添付第 4-46 図に示すとおり港湾内外に標高差がある。

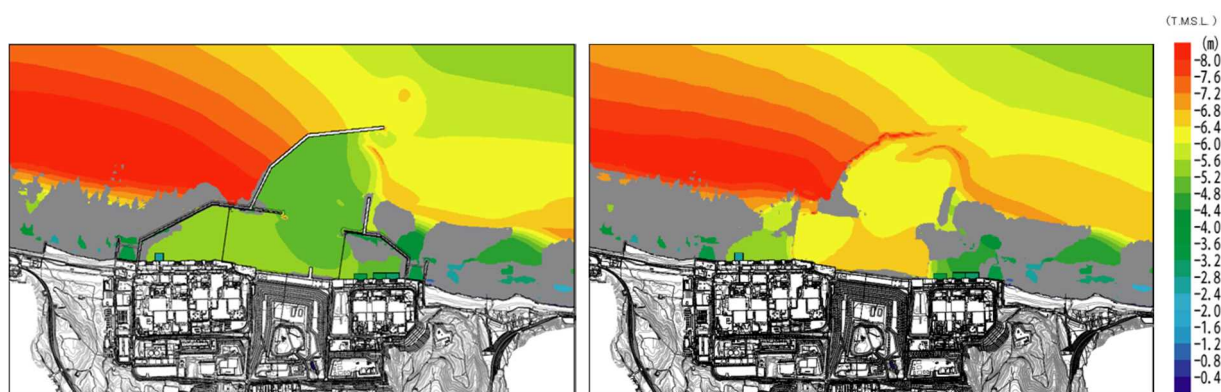
添付第 4-44 図、添付第 4-45 図より、防波堤の有無により海域の最高・最低水位分布に変化が認められ、海域の流況への影響があるものの、いずれのケースも津波防護対象設備を内包する建屋及び区画への遡上はなく、防潮堤の有無が敷地の遡上経路へ大きな影響を及ぼすことはない。



1) 防波堤あり

2) 防波堤なし

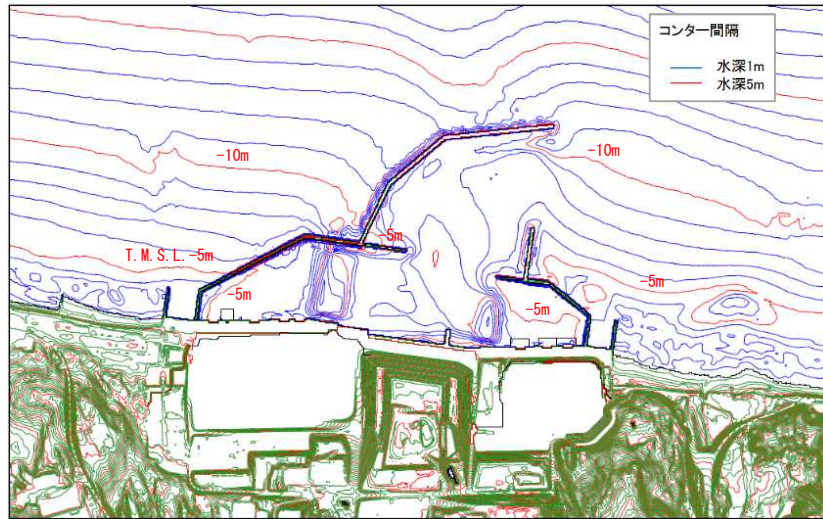
添付第 4-44 図 防波堤の有無に対する最高水位分布の比較
（基準津波 1，防潮堤なし，沈下・斜面崩壊あり）



1) 防波堤あり

2) 防波堤なし

添付第 4-45 図 防波堤の有無に対する最低水位分布の比較
（基準津波 2，防潮堤あり，沈下・斜面崩壊なし）



添付第 4-46 図 海底地形図

(6) 津波の遡上経路に対する地形の影響及び入力津波水位の設定について

地形変化を考慮した津波評価を実施した結果、全検討ケースにおいて津波防護対象設備を内包する建屋及び区画への遡上はなく、地形変化が敷地の遡上経路へ影響を及ぼすことはない。また、(2)～(5)の検討を踏まえ、入力津波の設定及びそれを用いた設計における地形の考え方は以下のとおりとし、添付第4-9表に示す。

- 取水口前面の水位（上昇側：基準津波1）については、防潮堤がある状態が若干保守的な評価となること、沈下・斜面崩壊の有無に対して、海域の最大水位分布や取水口前面の水位時刻歴波形に有意な差は認められず、影響が小さいことから、現地形（防潮堤あり、沈下・斜面崩壊なし）を基本とし、敷地への遡上に対する評価（取放水路の管路解析を含む）等を行う。
- 取水口前面の水位（下降側：基準津波2）については、防潮堤及び沈下・斜面崩壊の有無に対して、海域の最大水位分布や取水口前面の水位時刻歴波形に有意な差は認められず、影響が小さいことから、現地形（防潮堤あり、沈下・斜面崩壊なし）を基本とし、水位低下時の貯留堰による取水性の評価等を行う。
- 荒浜側防潮堤内敷地の水位（上昇側：基準津波1）については、沈下・斜面崩壊の有無に対して、敷地の水位時刻歴波形に有意な差は認められず、影響が小さいことから、沈下・斜面崩壊を考慮しない地形を基本とし、防潮堤がない状態におけるアクセスルート等への遡上に対する評価や大湊側敷地への流入経路（電気洞道）に対する評価を行う。
- 荒浜側防潮堤前面の水位（上昇側：基準津波3）については、沈下・斜面崩壊の有無に対して、敷地の水位時刻歴波形に有意な差は認められず、影響が小さいことから、沈下・斜面崩壊を考慮しない地形を基本とし、防潮堤が健全な状態における敷地への遡上に対する評価を行う。
- 流向・流速を用いた評価については、設計・評価に及ぼす影響の度合いは必ずしも明かでないと考えられることから、現地形（防潮堤あり、沈下・斜面崩壊なし）を基本とし、評価項目・対象に応じて、評価に影響を及ぼすと想定される状態をすべて考慮して評価を行う。なお、敷地の遡上域を除く港湾等の海域における流向・流速を用いた評価については、防潮堤の有無及び沈下・斜面崩壊の有無に対して、海域の最大水位分布や取水口前面の水位時刻歴波形に有意な差は認められず、海域の水位や流況への影響は小さいことから、現地形（防潮堤あり、沈下・斜面崩壊なし）を基本とする。

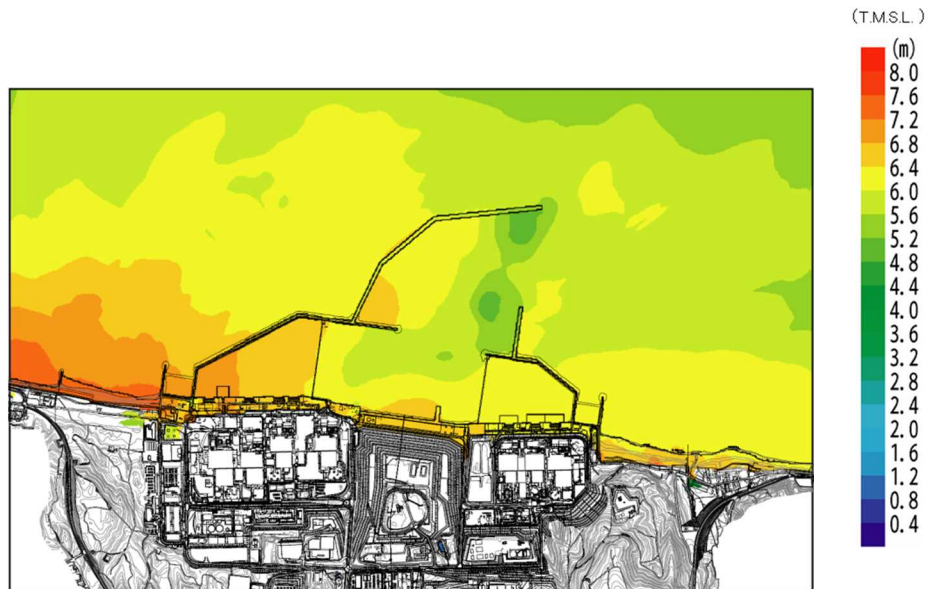
- 防波堤の有無については、防波堤の有無に対して海域の最大水位分布に変化が認められ、海域の流況に影響を及ぼすことから、すべての評価項目に対して防波堤がない状態を考慮した影響評価を行う。

添付第 4-9 表 耐津波設計における地形の考え方

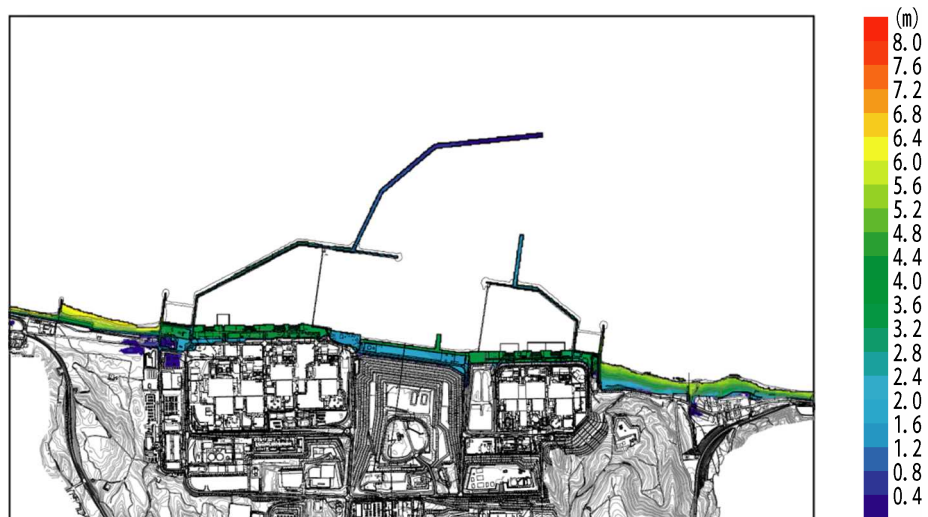
評価項目	防潮堤	沈下 斜面崩壊	防波堤	主な評価対象
取水口前面水位 (水位上昇側)	あり	なし	あり なし	・遡上波の地上部からの到達・流入防止 ・取放水路等の経路から津波流入防止
取水口前面水位 (水位下降側)	あり	なし	あり なし	・非常用冷却系の取水性確保 (水位低下時の貯留堰による貯留量確保)
荒浜側防潮堤内敷地水位 (水位上昇側)	なし	なし	あり なし	・アクセスルート等への遡上波到達防止 ・電気洞道からの大湊側敷地への流入防止
荒浜側防潮堤前面水位 (水位上昇側)	あり	なし	あり なし	・遡上波の地上部からの到達・流入防止 (防潮堤が健全な状態)
流向・流速* (波力, 漂流物評価等)	あり なし	あり なし	あり なし	・砂の移動・堆積に対する安全性評価 ・漂流物に対する安全性評価 ・津波防護施設, 浸水防止設備の設計

※ 評価項目・対象に応じて、考慮する状態を設定
 海域の評価については、現地地形（防潮堤あり、沈下・斜面崩壊なし）を基本とする

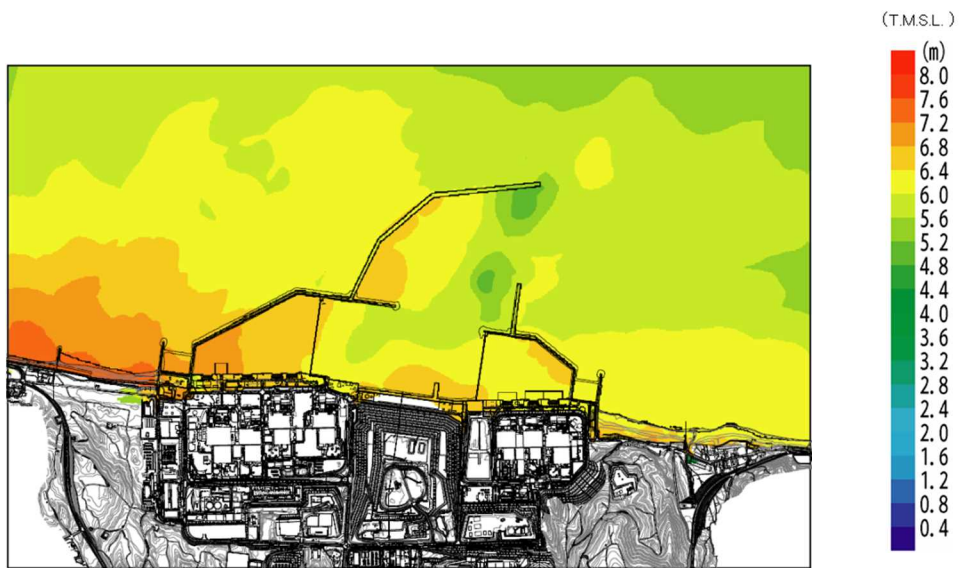
(補足) 代表ケースの最高・最低水位分布及び水位時刻歴波形



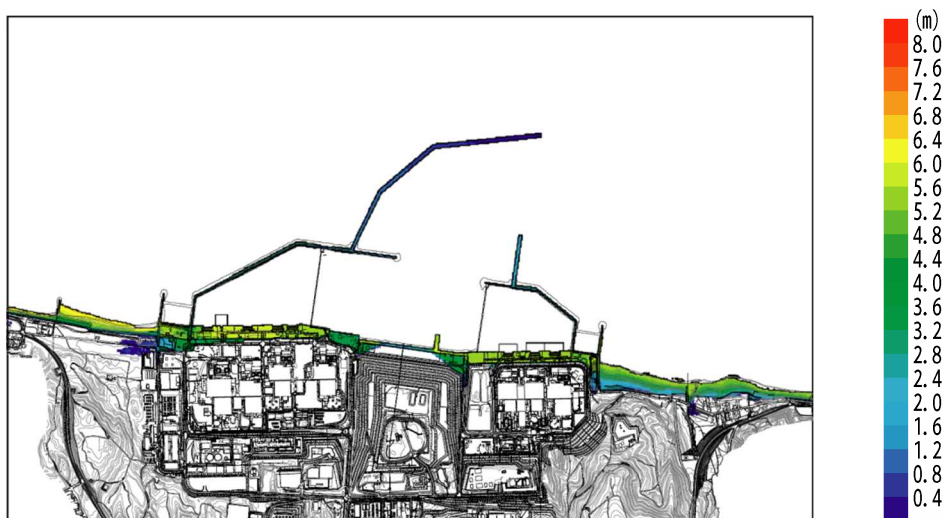
添付第 4-47 図 基準津波 1 における最高水位分布
(防波堤あり, 防潮堤あり, 現地形)



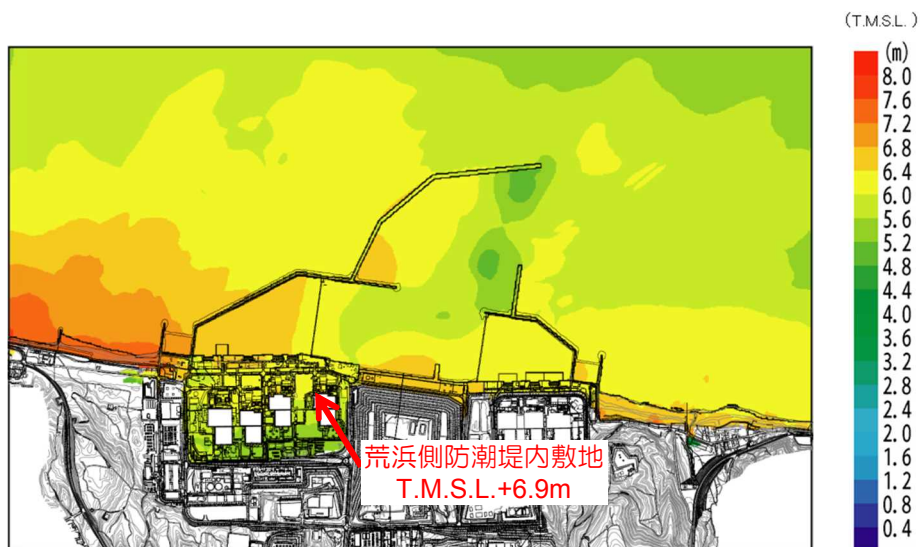
添付第 4-48 図 基準津波 1 における最大浸水深分布
(防波堤あり, 防潮堤あり, 現地形)



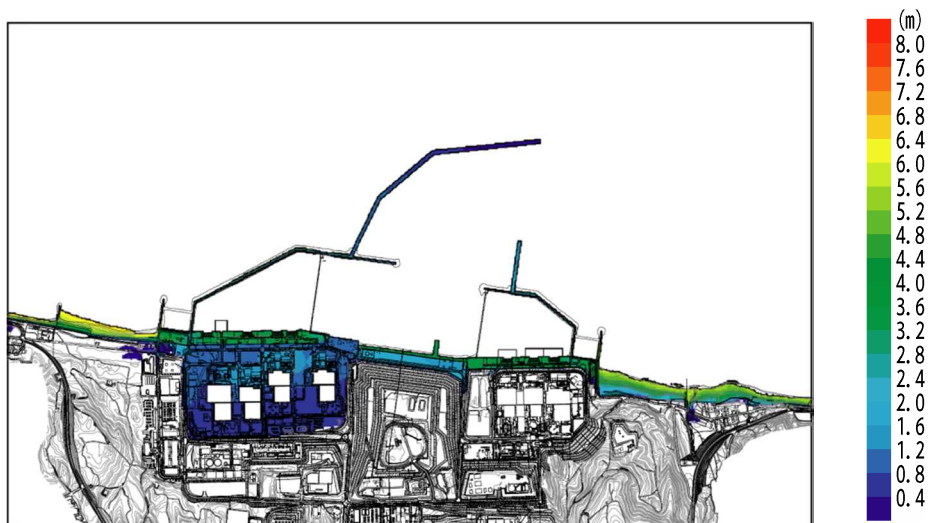
添付第 4-49 図 基準津波 1 における最高水位分布
(防波堤あり, 防潮堤あり, 2m 沈下, 斜面崩壊)



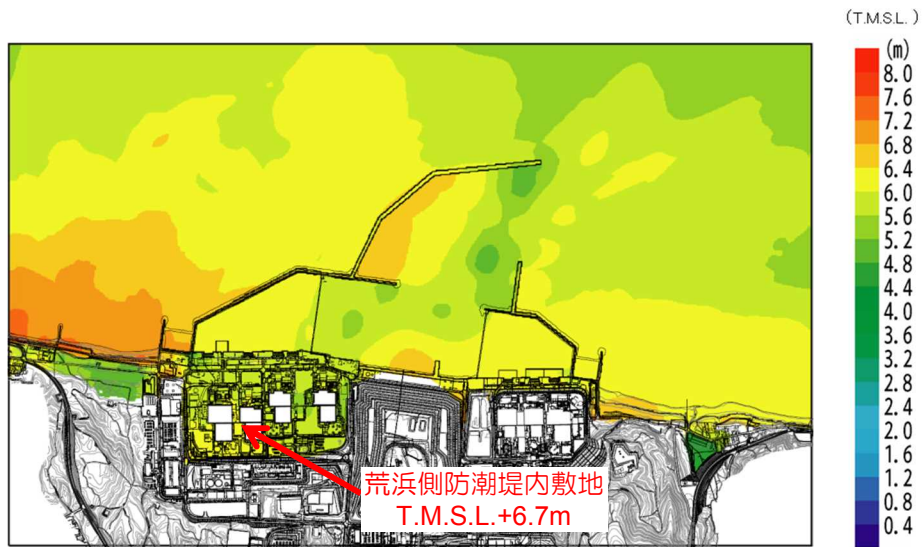
添付第 4-50 図 基準津波 1 における最大浸水深分布
(防波堤あり, 防潮堤あり, 2m 沈下, 斜面崩壊)



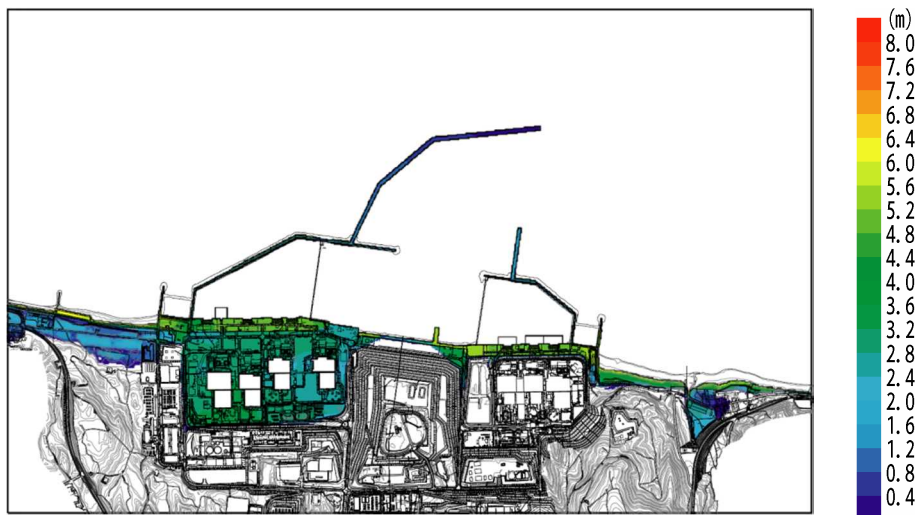
添付第 4-51 図 基準津波 1 における最高水位分布
(防波堤あり, 防潮堤なし, 現地形)



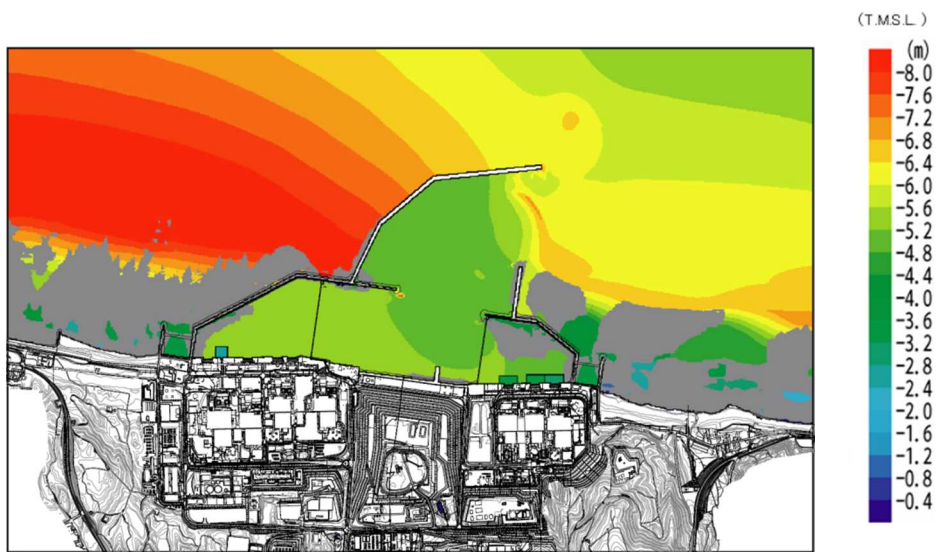
添付第 4-52 図 基準津波 1 における最大浸水深分布
(防波堤あり, 防潮堤なし, 現地形)



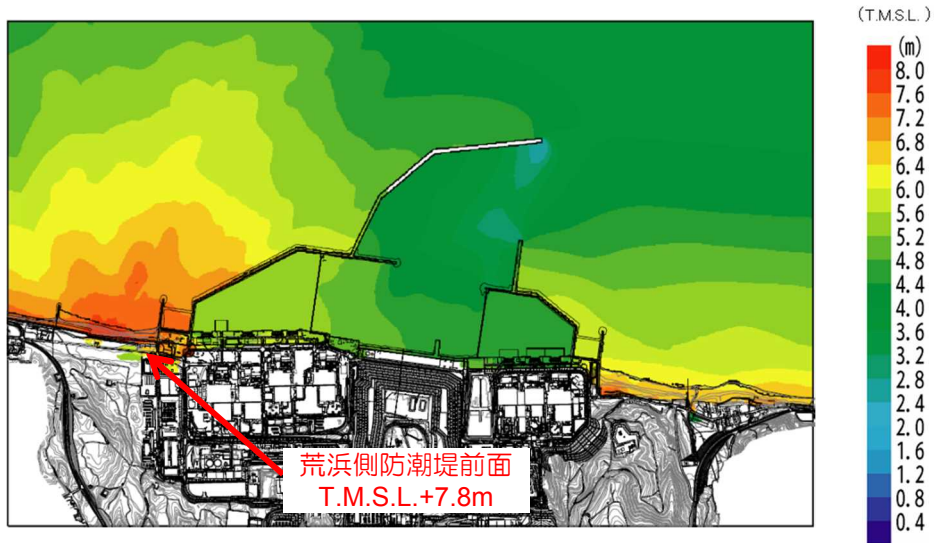
添付第 4-53 図 基準津波 1 における最高水位分布
(防波堤あり，防潮堤なし，2m 沈下，斜面崩壊)



添付第 4-54 図 基準津波 1 における最大浸水深分布
(防波堤あり，防潮堤なし，2m 沈下，斜面崩壊)



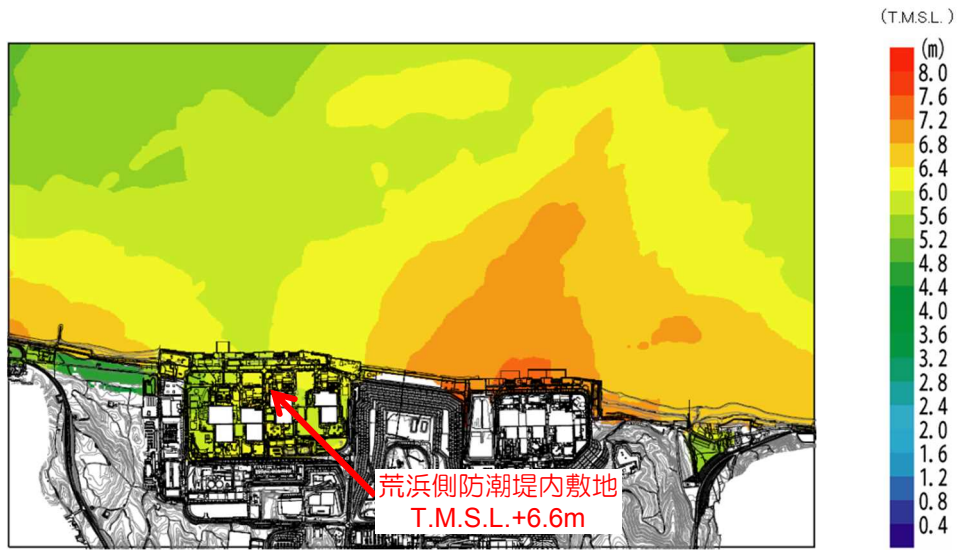
添付第 4-55 図 基準津波 2 における最低水位分布
(防波堤あり, 防潮堤あり, 現地形)



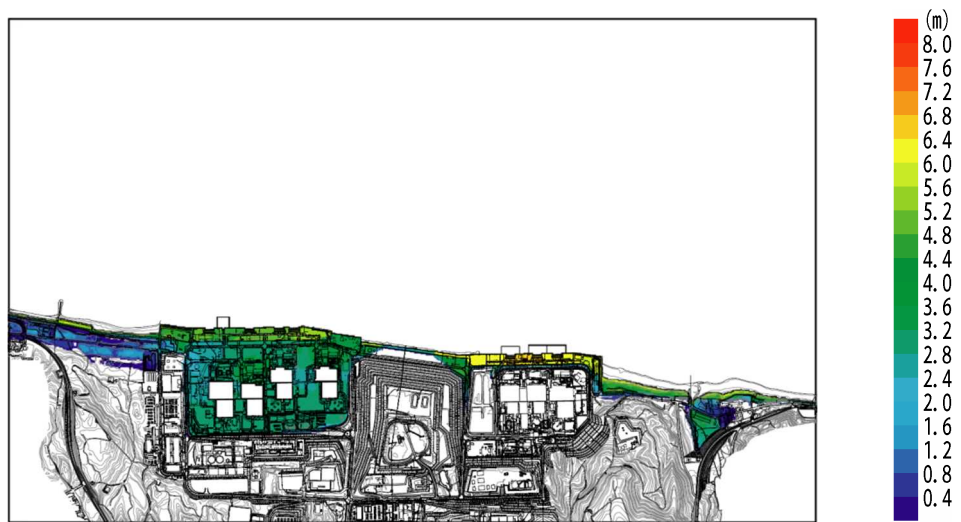
添付第 4-56 図 基準津波 3 における最高水位分布
(防波堤あり，防潮堤あり，現地形)



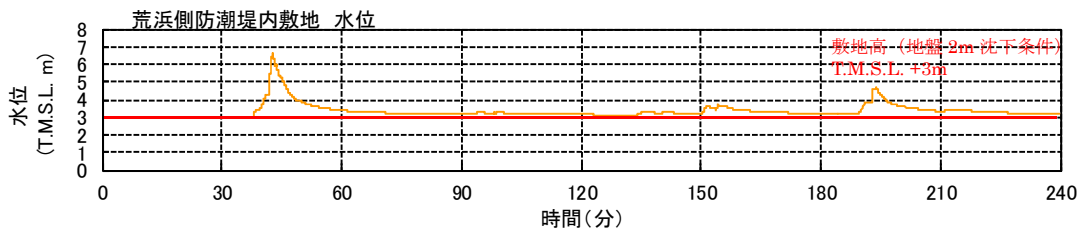
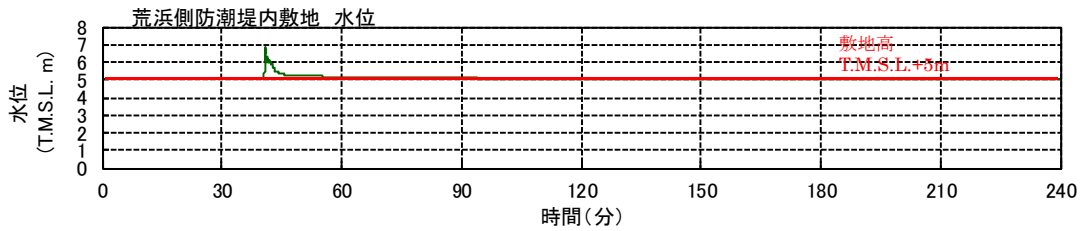
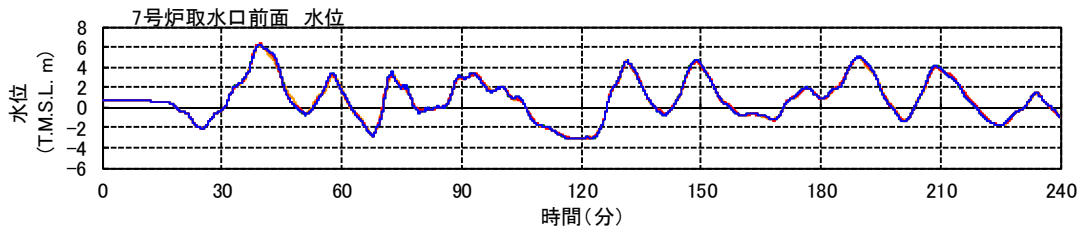
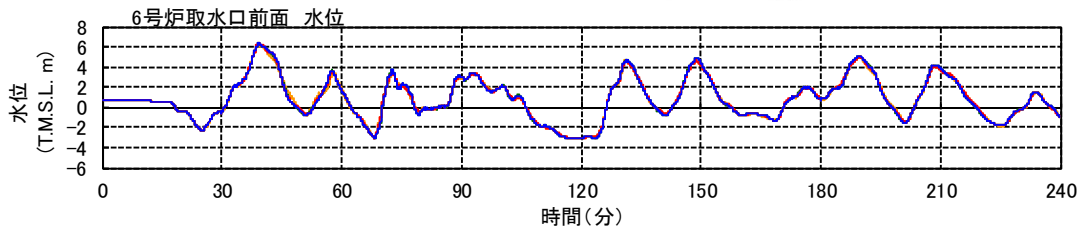
添付第 4-57 図 基準津波 3 における最大浸水深分布
(防波堤あり，防潮堤あり，現地形)



添付第 4-58 図 基準津波 1 における最高水位分布
 (防波堤なし, 防潮堤なし, 2m 沈下, 斜面崩壊)

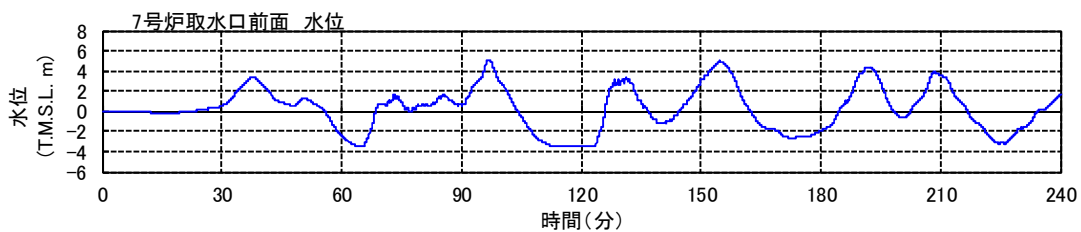
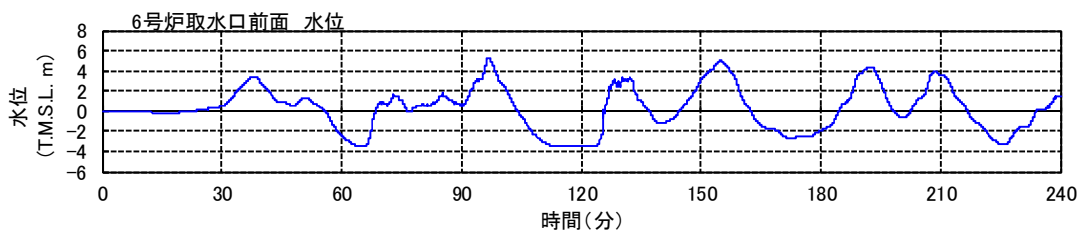


添付第 4-59 図 基準津波 1 における最大浸水深分布
 (防波堤なし, 防潮堤なし, 2m 沈下, 斜面崩壊)

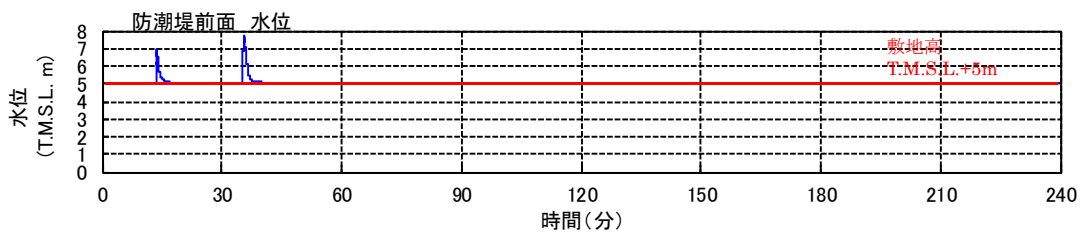


- 防潮堤あり、現地形
- 防潮堤あり、2m 沈下
- 防潮堤なし、現地形
- 防潮堤なし、2m 沈下

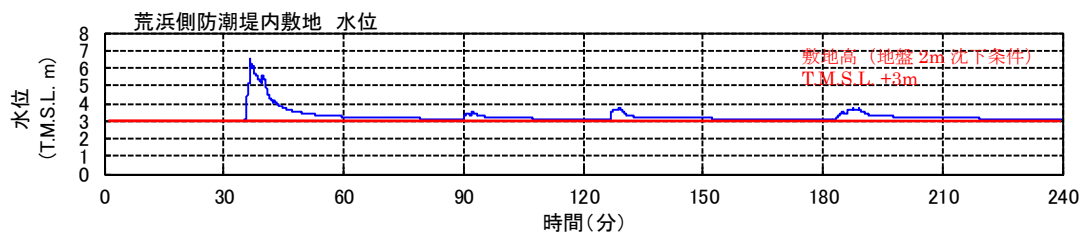
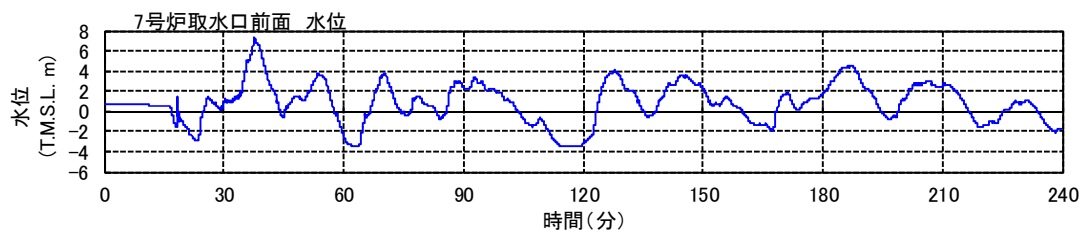
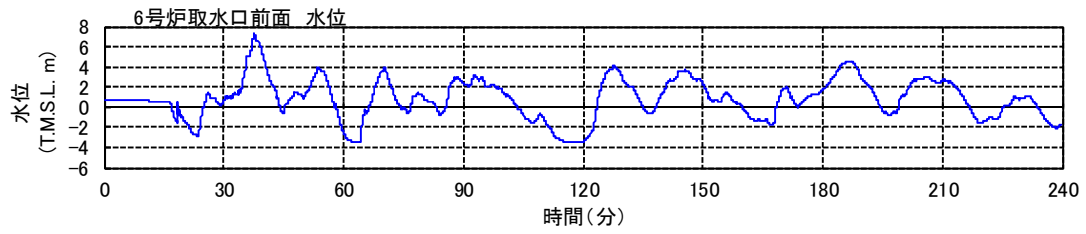
添付第 4-60 図 水位時刻歴波形 (基準津波 1)



添付第 4-61 図 水位時刻歴波形
 (基準津波 2, 防波堤あり, 防潮堤あり, 現地形)



添付第 4-62 図 水位時刻歴波形
 (基準津波 3, 防波堤あり, 防潮堤あり, 現地形)



添付第 4-63 図 水位時刻歴波形
 (基準津波 1, 防波堤なし, 防潮堤なし, 2m 沈下, 斜面崩壊)

(参考) 津波評価における荒浜側防潮堤の状態設定について

1. はじめに

自主設備である荒浜側防潮堤について、地震時の損傷状態を評価し、津波評価における荒浜側防潮堤の状態を想定する。

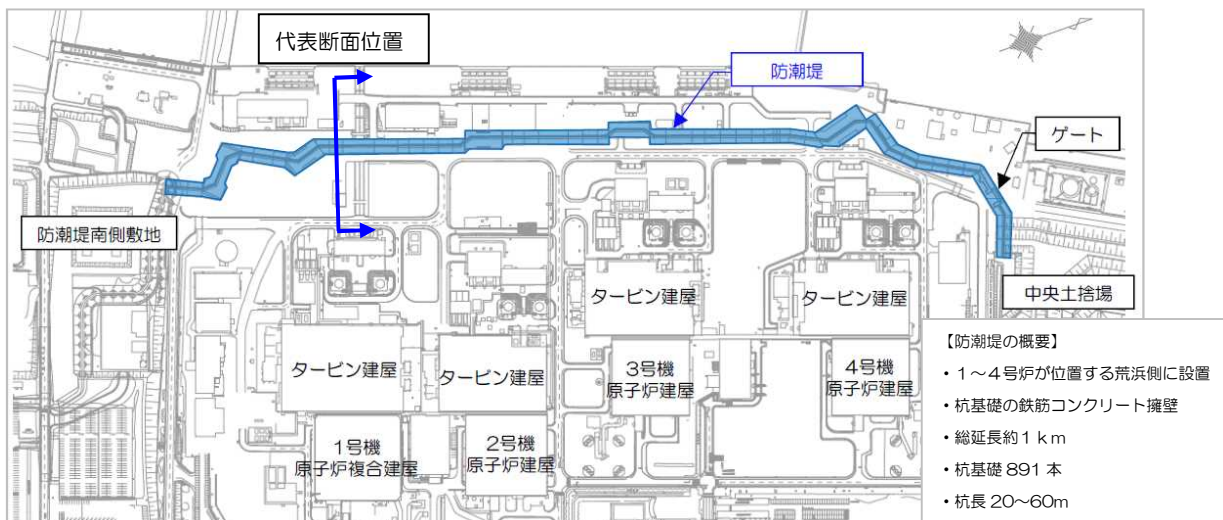
2. 基本方針

2.1 構造概要

荒浜側防潮堤は、鉄筋コンクリート構造の躯体と、それを支持する鋼管杭からなり、総延長は約 1km にわたる。

鉄筋コンクリート構造の躯体は、躯体厚さが 1～3m であり、長手方向にブロック分割されている。津波の敷地への流入を防止する観点から、ブロック間には止水板を設置している。

鋼管杭は、直径 1,200mm、厚さ 25 mm で、汀線直交方向に複数の杭を配置し、鉄筋コンクリート構造の躯体を支持し、西山層に岩着している。荒浜側防潮堤の概要を第 1 図に示す。

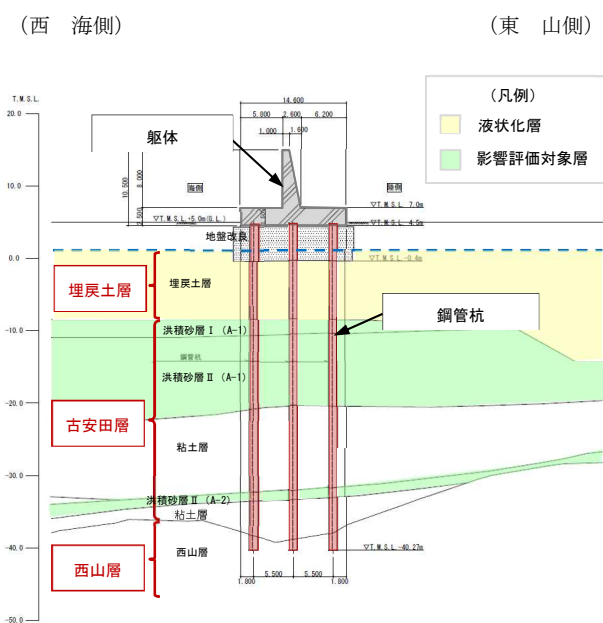


第 1 図 荒浜側防潮堤の概要

2.2 構造評価

液状化現象の影響が最も大きいと考えられる断面として、第1図に示す1号炉西側(海側)の断面を選定し、二次元有限要素法解析(有効応力解析)を実施する。代表断面の概要を第2図に示す。

代表断面は、液状化現象の影響が最も大きいと考えられる断面として、地盤条件の観点から液状化層の分布厚さ等に注目して選定した。



第2図 代表断面の概要

3. 地震に対する評価

3.1 解析方法

地震応答解析は、液状化層及び影響評価対象層の液状化の影響を考慮する必要があるため、解析コード「FLIP Ver. 7.2.3_5」を使用する。

3.2 二次元解析モデル

地震応答解析モデルを第3図に示す。

a. 解析領域

解析領域は、側面境界及び底面境界が、構造物の応答に影響しないよう、構造物と側面境界及び底面境界との距離を十分に広く設定する。

b. 境界条件

解析領域の側面及び底面には、エネルギーの逸散効果を評価するため、粘性境界を設ける。

c. 構造物のモデル化

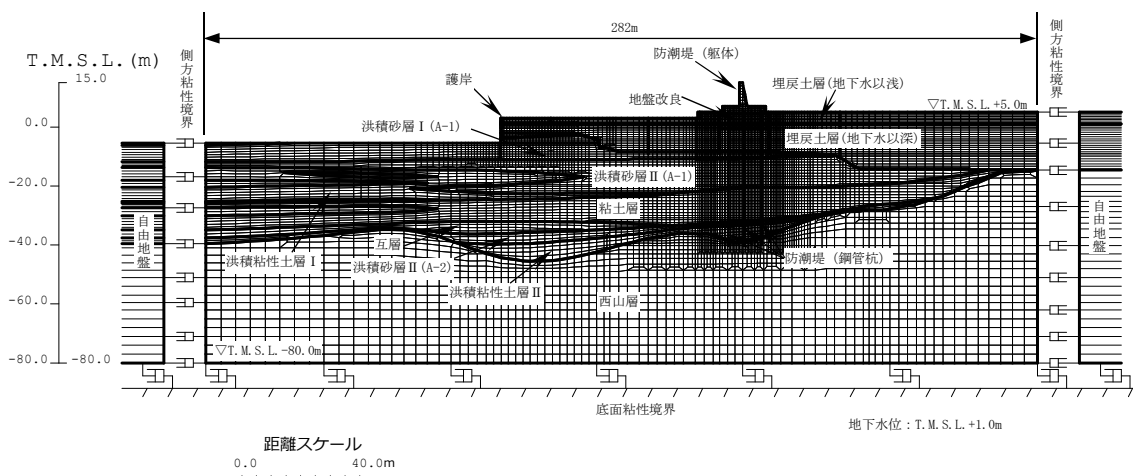
鉄筋コンクリート構造の躯体は平面ひずみ要素で、鋼管杭は非線形はり要素でモデル化する。

d. 地盤のモデル化

地盤は、地質区分に基づき、平面ひずみ要素でモデル化する。

e. 水位条件

荒浜側防潮堤周辺の地下水位は、地震荷重に伴う液状化による変形を保守的に考慮するために、朔望平均満潮位 (T. M. S. L. +0.49m) に余裕を考慮した T. M. S. L. +1.00m とする。



第3図 地震応答解析モデル

3.3 使用材料及び材料の物性値

3.3.1 構造物の物性値

使用材料を第1表に、材料の物性値を第2表に示す。

第1表 使用材料

材料	諸元
コンクリート	設計基準強度 24N/mm ²
主鉄筋	SD490
せん断補強筋	SD345
鋼管杭	SKK490

第2表 材料の物性値

材料	単位体積重量 (kN/m ³)	ヤング係数 (kN/mm ²)	ポアソン比
コンクリート	24 ^{※1}	25 ^{※2}	0.2 ^{※2}
鉄筋		200 ^{※2}	0.3 ^{※2}
鋼管杭	77	200	0.3

※1 鉄筋コンクリートとしての単位体積重量

※2 「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)」に基づき設定する

3.3.2 地盤の物性値

a. 液状化試験の結果

地盤の物性値は、「柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉設計基準対象施設について 第4条：地震による損傷の防止 別紙-11 液状化影響の検討方針について」の検討方針に基づき設定する。

液状化の評価対象として取り扱う埋戻土層、洪積砂層Ⅰ(A-1)、洪積砂層Ⅱ(A-1)及び洪積砂層Ⅱ(A-2)の有効応力解析に用いる液状化パラメータは、地盤のバラツキ等を考慮した上で、液状化試験結果(繰返しねじりせん断試験結果)より保守的に設定する。

埋戻土層、洪積砂層Ⅰ(A-1)、洪積砂層Ⅱ(A-1)及び洪積砂層Ⅱ(A-2)の物性値を第3表に示す。

試験結果から設定した解析上の液状化強度曲線を第4図に、液状化パラメータを第4表に示す。なお、液状化特性が保守的(液状化しやすい)に評価されるように、液状化パラメータを設定する(試

験結果より繰返し回数が少ない状態で同程度のひずみが発生するように設定することから、液状化が発生しやすい設定となっている)。

第3表 地盤物性値

(1) 埋戻土層

	必要とする物性値			物性値
	名称	記号	単位	
物理的性質	単位体積重量	ρ	t/m^3	2.00
	間隙率	n	—	0.41
力学的性質	液状化強度曲線 (液状化パラメータ)	—	—	第4図参照
	せん断弾性係数	G_{ma}	kN/m^2	5.11E+04
	内部摩擦角	ϕ	°	41.1
	粘着力	C	kN/m^2	0.0
	履歴減衰上限値	h_{max}	—	0.367

(2) 洪積砂層 I (A-1)

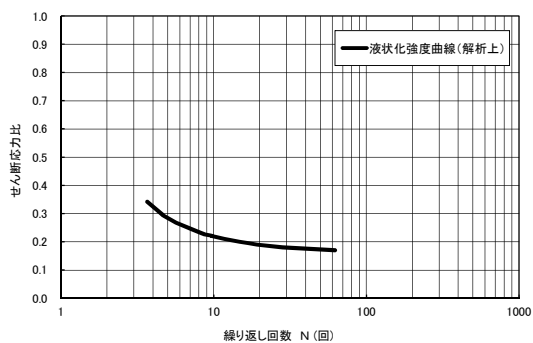
	必要とする物性値			物性値
	名称	記号	単位	
物理的性質	単位体積重量	ρ	t/m^3	1.95
	間隙率	n	—	0.40
力学的性質	液状化強度曲線 (液状化パラメータ)	—	—	第4図参照
	せん断弾性係数	G_{ma}	kN/m^2	1.53E+05
	内部摩擦角	ϕ	°	40.8
	粘着力	C	kN/m^2	0.0
	履歴減衰上限値	h_{max}	—	0.212

(3) 洪積砂層 II (A-1)

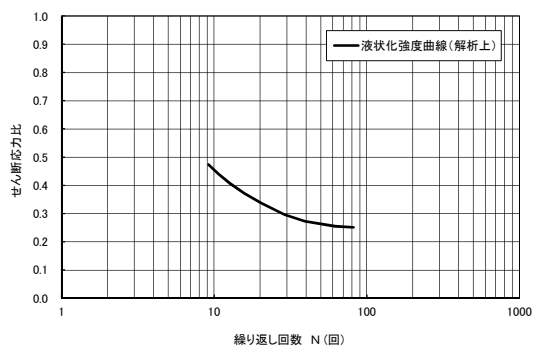
	必要とする物性値			物性値
	名称	記号	単位	
物理的性質	単位体積重量	ρ	t/m^3	1.90
	間隙率	n	—	0.44
力学的性質	液状化強度曲線 (液状化パラメータ)	—	—	第4図参照
	せん断弾性係数	G_{ma}	kN/m^2	1.49E+05
	内部摩擦角	ϕ	°	42.2
	粘着力	C	kN/m^2	0.0
	履歴減衰上限値	h_{max}	—	0.210

(4) 洪積砂層 II (A-2)

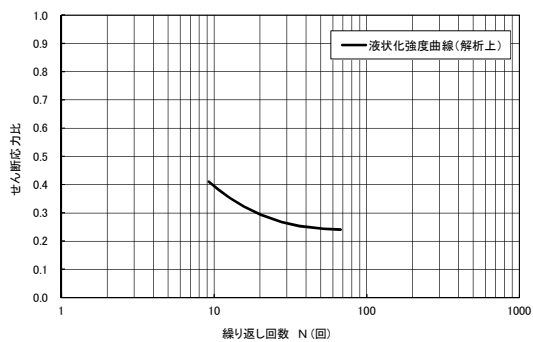
	必要とする物性値			物性値
	名称	記号	単位	
物理的性質	単位体積重量	ρ	t/m^3	1.89
	間隙率	n	—	0.45
力学的性質	液状化強度曲線 (液状化パラメータ)	—	—	第4図参照
	せん断弾性係数	G_{ma}	kN/m^2	2.06E+05
	内部摩擦角	ϕ	°	42.4
	粘着力	C	kN/m^2	0.0
	履歴減衰上限値	h_{max}	—	0.173



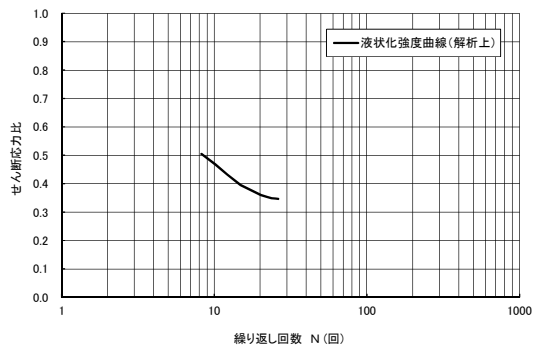
(1) 埋戻土層



(2) 洪積砂層 I (A-1)



(3) 洪積砂層 II (A-1)



(4) 洪積砂層 II (A-2)

第 4 図 液状化強度曲線

第 4 表 液状化パラメータ

液状化パラメータ	$\phi_p(^{\circ})$	w_1	p_1	p_2	c_1	S_1
埋戻土層	28.0	2.500	0.500	0.800	2.160	0.005
洪積砂層 I (A-1)	34.0	9.600	0.500	0.550	2.530	0.005
洪積砂層 II (A-1)	32.0	7.050	0.500	0.650	2.340	0.005
洪積砂層 II (A-2)	34.0	8.100	0.500	0.550	3.820	0.005

b. 解析用地盤物性値

地盤の物性値を第5表に示す。埋戻土層、洪積砂層Ⅰ(A-1)、洪積砂層Ⅱ(A-1)及び洪積砂層Ⅱ(A-2)の物性値については、地震時における過剰間隙水圧の上昇を適切に評価するため、繰返しねじりせん断試験を基に設定した液状化特性を設定する。

第5表(1) 地盤の物性値 (1/2)

パラメータ		埋戻土層 (地下水以浅)	埋戻土層 (地下水以深)	洪積砂層Ⅰ (A-1)	洪積砂層Ⅱ (A-1)	互層	粘土層	
動的 変形 特性	単位体積重量 ρ (t/m^3)	1.90	2.00	1.95	1.90	1.80	1.70	
	間隙率 n	0.41	0.41	0.40	0.44	0.40	0.51	
	せん断波速度 V_s (m/sec)	-	-	280	280	250	260	
	せん断弾性係数 G_{ma} (kN/m^2)	5.11E+04	5.11E+04	1.53E+05	1.49E+05	1.13E+05	1.15E+05	
	体積弾性係数 K_{ma} (kN/m^2)	1.33E+05	1.33E+05	3.99E+05	3.89E+05	2.95E+05	3.00E+05	
	基準化拘束圧 σ_{ma}' (kN/m^2)	98.0	98.0	90.0	140.0	98.0	98.0	
	拘束圧依存の係数 m_{c1}, m_{c2}	0.667	0.667	0.500	0.500	0.000	0.000	
	ボアゾン比 v	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	
	粘着力 C (kN/m^2)	10.8	0.0	0.0	0.0	33.3	97.1	
	内部摩擦角 ϕ ($^\circ$)	33.8	41.1	40.8	42.2	34.6	29.1	
	履歴減衰上限値 h_{max}	0.367	0.367	0.212	0.210	0.201	0.200	
	変相角 ϕ_p ($^\circ$)	-	28.0	34.0	32.0	-	-	
	液状化 特性	液状化パラメータ	w_l	-	2.500	9.600	7.050	-
p_1			-	0.500	0.500	0.500	-	-
p_2			-	0.800	0.550	0.650	-	-
c_1			-	2.160	2.530	2.340	-	-
S_l			-	0.005	0.005	0.005	-	-

第5表(2) 地盤の物性値 (2/2)

パラメータ		洪積 粘性土層Ⅰ	洪積砂層Ⅱ (A-2)	洪積 粘性土層Ⅱ	西山層TMSL -62m以浅	西山層TMSL -62m~-77m	西山層TMSL -77m以深	地盤改良
動的 変形 特性	単位体積重量 ρ (t/m^3)	1.85	1.89	1.81	1.72	1.72	1.72	1.90
	間隙率 n	0.55	0.45	0.51	0.59	0.59	0.59	0.45
	せん断波速度 V_s (m/sec)	260	330	310	540	590	620	300
	せん断弾性係数 G_{ma} (kN/m^2)	1.25E+05	2.06E+05	1.74E+05	5.02E+05	5.99E+05	6.61E+05	1.71E+05
	体積弾性係数 K_{ma} (kN/m^2)	3.26E+05	5.37E+05	4.54E+05	1.31E+06	1.56E+06	1.72E+06	4.46E+05
	基準化拘束圧 σ_{ma}' (kN/m^2)	98.0	170.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0
	拘束圧依存の係数 m_{c1}, m_{c2}	0.000	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	ボアゾン比 v	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
	粘着力 C (kN/m^2)	8.1	0.0	196.0	Cu=830-5.60Z	Cu=830-5.60Z	Cu=830-5.60Z	100.0
	内部摩擦角 ϕ ($^\circ$)	29.2	42.4	34.5	-	-	-	0.0
	履歴減衰上限値 h_{max}	0.161	0.173	0.101	0.085	0.085	0.085	0.143
	変相角 ϕ_p ($^\circ$)	-	34.0	-	-	-	-	-
	液状化 特性	液状化パラメータ	w_l	-	8.100	-	-	-
p_1			-	0.500	-	-	-	-
p_2			-	0.550	-	-	-	-
c_1			-	3.820	-	-	-	-
S_l			-	0.005	-	-	-	-

※Zは、T.M.S.L. (m) を示す。

3.4 評価結果

3.4.1 鋼管杭に対する評価結果

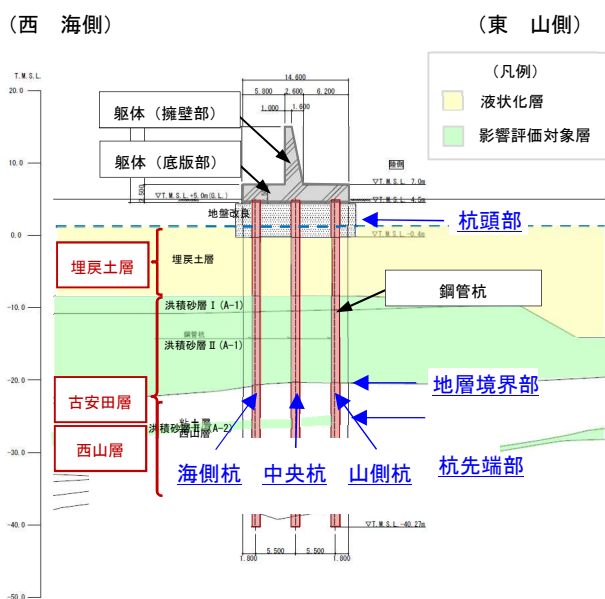
鋼管杭の評価は、曲げ及びせん断に対する評価を実施する。評価位置は、第5図に示すとおり、杭頭部、地層境界部（液状化の評価対象層と非液状化層との境界）及び杭先端部（古安田層と西山層との境界）を選定する。

また、検討を実施する地震動は、基準地震動 S_s のうち、加速度が大きい S_s-1 と、継続時間が長い S_s-7 とする。

鋼管杭の曲げに対する影響の程度を把握するための目安として、終局曲率に着目することとした。評価結果を第6表・第7表に、曲げに対する評価値と基準地震動 S_s との時刻歴の関係を第6図・第7図に示す。鋼管杭の曲率について、浅部の杭頭部及び地表からの深さが約25mの地層境界部において、終局曲率を超える結果が得られた。曲げに対する評価値は、 S_s-1 に対し海側杭の杭頭部において地震発生後7.63秒で1を超え、8.44秒で最大となる。また、 S_s-7 に対し山側杭の杭頭部において地震発生後62.45秒で1を超え、94.03秒で最大となり、山側杭の地層境界部において地震発生後67.04秒で1を超え、98.66秒で最大となる。

せん断に対する評価結果を第8表に示す。発生せん断応力度は、鋼管杭の短期許容応力度以下となる結果が得られた。

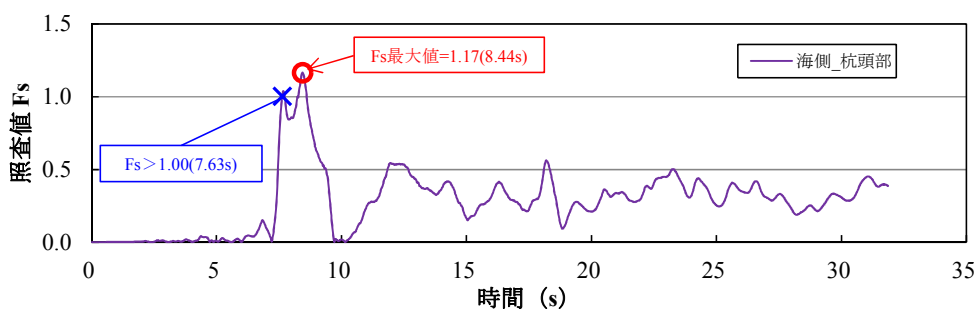
※終局曲率：「乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程 JEAC4616-2009，日本電気協会原子力規格委員会，2009年12月」による曲率



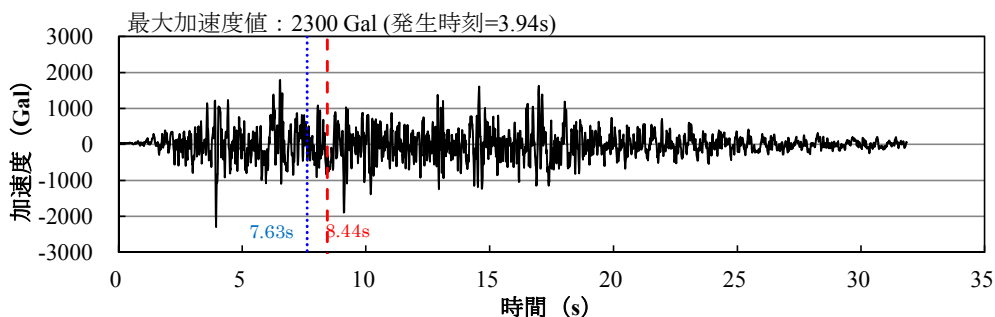
第5図 評価位置図

第 6 表 鋼管杭の曲げに対する評価結果 (終局曲率に対する応答値 (曲率) の比)
基準地震動 Ss-1

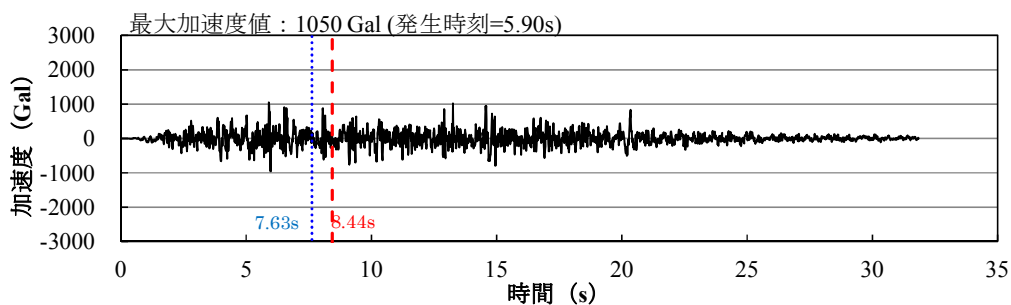
	評価値			判定
	海側杭	中央杭	山側杭	
杭頭部	1.17 (8.44s)	0.66	0.83	終局曲率を超える
地層境界部	0.36	0.29	0.51	終局曲率を下回る
杭先端部	0.12	0.07	0.09	終局曲率を下回る



(1) 曲げに対する評価値 (海側杭の杭頭部)



(2) Ss-1 水平動 時刻歴波形

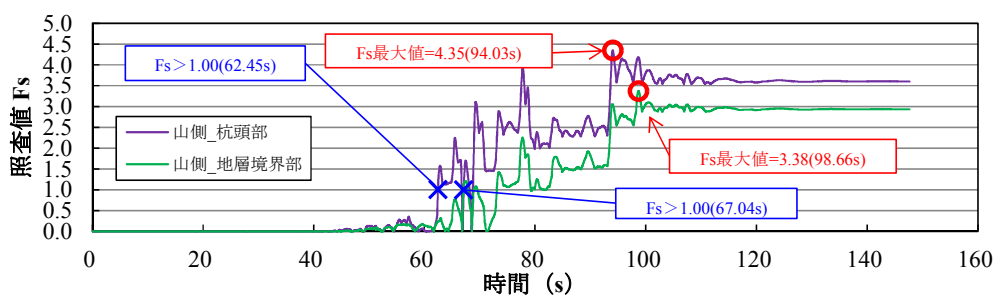


(3) Ss-1 鉛直動 時刻歴波形

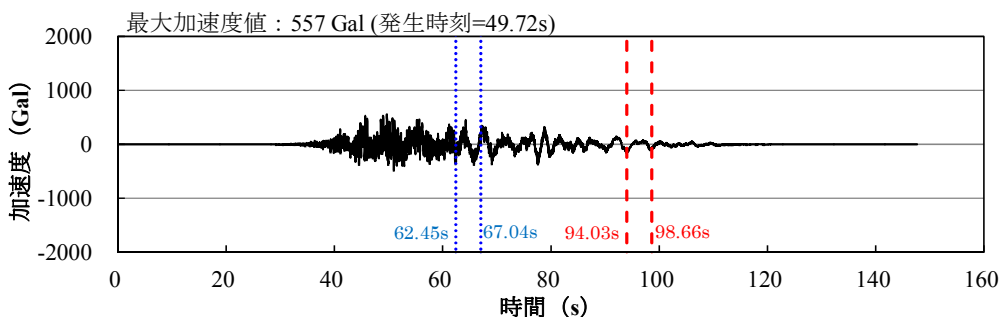
第 6 図 鋼管杭の曲げに対する評価値と基準地震動 Ss-1

第7表 鋼管杭の曲げに対する評価結果（終局曲率に対する応答値（曲率）の比）
基準地震動 Ss-7

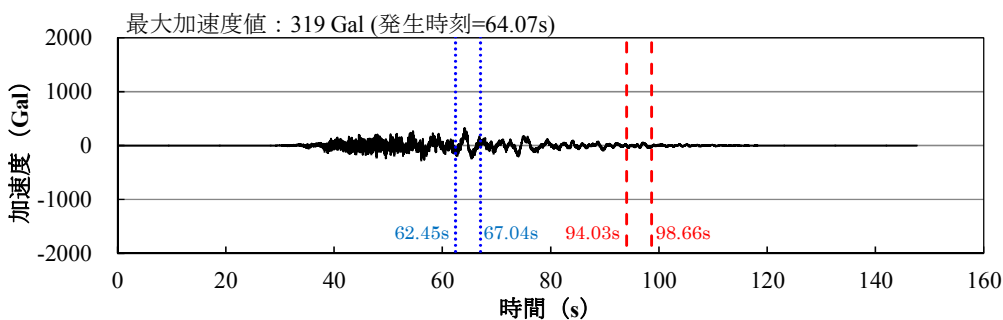
	評価値			判定
	海側杭	中央杭	山側杭	
杭頭部	4.12	3.42	4.35 (94.03s)	終局曲率を超える
地層境界部	3.19	3.15	3.38 (98.66s)	終局曲率を超える
杭先端部	0.06	0.04	0.05	終局曲率を下回る



(1) 曲げに対する評価値（山側杭の杭頭部，地層境界部）



(2) Ss-7EW 水平動 時刻歴波形



(3) Ss-7 鉛直動 時刻歴波形

第7図 鋼管杭の曲げに対する評価値と基準地震動 Ss-7

第8表 鋼管杭のせん断に対する評価結果（短期許容応力度に対する応答値の比）

(1) 基準地震動 Ss-1

	評価値			判定
	海側杭	中央杭	山側杭	
杭頭部	0.25	0.26	0.27	短期許容応力度を下回る
地層境界部	0.18	0.18	0.20	短期許容応力度を下回る
杭先端部	0.21	0.14	0.18	短期許容応力度を下回る

(2) 基準地震動 Ss-7

	評価値			判定
	海側杭	中央杭	山側杭	
杭頭部	0.26	0.27	0.28	短期許容応力度を下回る
地層境界部	0.16	0.16	0.21	短期許容応力度を下回る
杭先端部	0.14	0.07	0.11	短期許容応力度を下回る

3.4.2 躯体に対する評価結果

躯体の擁壁部と底版部について、曲げ及びせん断に対する評価を実施する。検討を実施する地震動は、基準地震動 S_s のうち、加速度が大きい S_s-1 と、継続時間が長い S_s-7 とする。

躯体の曲げに対する評価結果を第9表に示す。躯体の発生曲げ応力度は、短期許容応力度以下となる結果が得られた。

せん断に対する評価結果を第10表に示す。発生せん断応力度は、短期許容応力度以下となる結果が得られた。

また、躯体の残留変位量の算定結果を第11表に示す。残留変位量は、最大で水平海側方向に1.70m、鉛直下向き方向に0.01mとなる結果が得られた。

第9表 躯体の曲げに対する評価結果（短期許容応力度に対する応答値の比）

(1) 基準地震動 S_s-1

	評価値	判定
擁壁部	0.25	短期許容応力度を下回る
底版部	0.48	短期許容応力度を下回る

(2) 基準地震動 S_s-7

	評価値	判定
擁壁部	0.14	短期許容応力度を下回る
底版部	0.28	短期許容応力度を下回る

第10表 躯体のせん断に対する評価結果（短期許容応力度に対する応答値の比）

(1) 基準地震動 S_s-1

	評価値	判定
擁壁部	0.19	短期許容応力度を下回る
底版部	0.53	短期許容応力度を下回る

(2) 基準地震動 S_s-7

	評価値	判定
擁壁部	0.10	短期許容応力度を下回る
底版部	0.32	短期許容応力度を下回る

第 11 表 躯体の残留変位量^{※1}の算定結果

(1) 基準地震動 Ss-1

	水平変位 ^{※2} (m)	鉛直変位 ^{※3} (m)
T. M. S. L. +15. 0m (躯体天端)	0. 75	0. 01
T. M. S. L. +8. 0m	0. 74	0. 01

(2) 基準地震動 Ss-7

	水平変位 ^{※2} (m)	鉛直変位 ^{※3} (m)
T. M. S. L. +15. 0m (躯体天端)	1. 70	0. 01
T. M. S. L. +8. 0m	1. 69	0. 01

※1 防潮堤中央杭の西山層上限面位置を基点とした変位量

※2 海側方向の変位量を正とする

※3 下向き方向の変位量を正とする

4. まとめ

荒浜側防潮堤について、津波評価における状態設定の検討を行った。

地震応答解析（有効応力解析）の結果、液状化現象の影響が最も大きいと考えられる断面において、基準地震動 S_s に対し鋼管杭の支持性能が不足する見通しであり、地盤改良等の相応の対策が必要となる。一方、躯体は基準地震動 S_s に対しておおむね弾性範囲に留まっているが、ブロック間の相対的な変位により、津波が荒浜側防潮堤の内側に侵入する可能性が否定できない。ただし、躯体の重量は大きい（最小ブロックで約 1,200t）ため、津波時に漂流物として波及的影響を及ぼす可能性は小さいと考えられる。

以上より、荒浜側防潮堤については地震時に躯体自体が損傷したり、津波時に漂流物となる可能性は小さいと想定されるが、地震後及び津波後の状態を精緻に想定することは困難であるため、津波評価においては荒浜側防潮堤の一部又は全部が損傷した場合について、保守的に損傷部分の防潮堤がない状態を想定する。

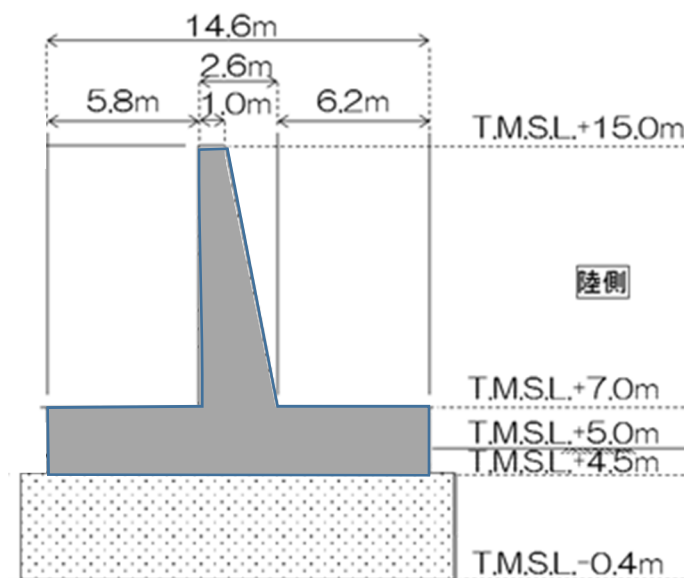
以上

【補足】荒浜側防潮堤の漂流評価

荒浜側防潮堤は最小ブロックで約1,200tの十分な質量があるが、地震後の津波襲来に漂流物とならないか、「港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成19年）」を参考に、確認のため評価を行った。

1. 荒浜側防潮堤の1ブロック当たりの質量

荒浜側防潮堤における代表断面位置における1ブロック当たりの質量は、容積が約690m³であり、鉄筋コンクリートの単位体積重量が24kN/m³であることから、約1,600tである。なお、荒浜側防潮堤全体で最も軽いブロックの容積は約520m³、質量約1,200tであるため、漂流評価においては保守的に1ブロック当たり1,200tで評価を行う。



第1図 荒浜側防潮堤断面図例（代表断面位置）

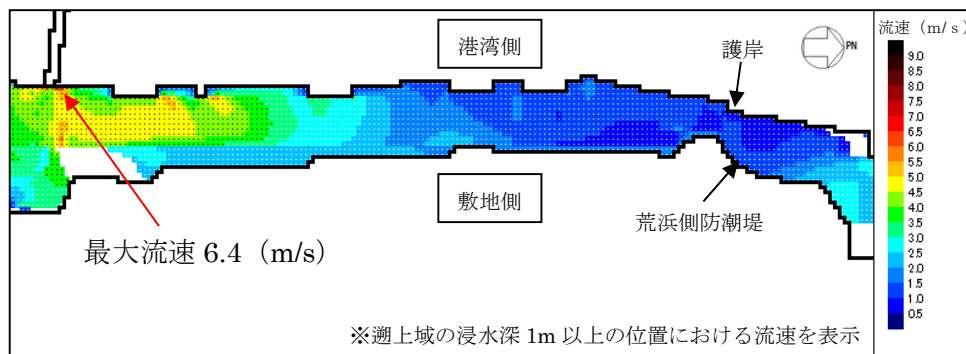
第1表 1ブロック当たりの質量

位置	断面積 (m ²) ①	延長 (m) ②	容積(m ³) ③=①×②	質量(kN) ④=③×24(kN/m ³)	質量(t) ⑤=④/9.8
最軽量ブロック*	46.7	11.2	523	約12,500	約1,200
(参考) 代表断面位置	50.9	13.6	692	約16,600	約1,600

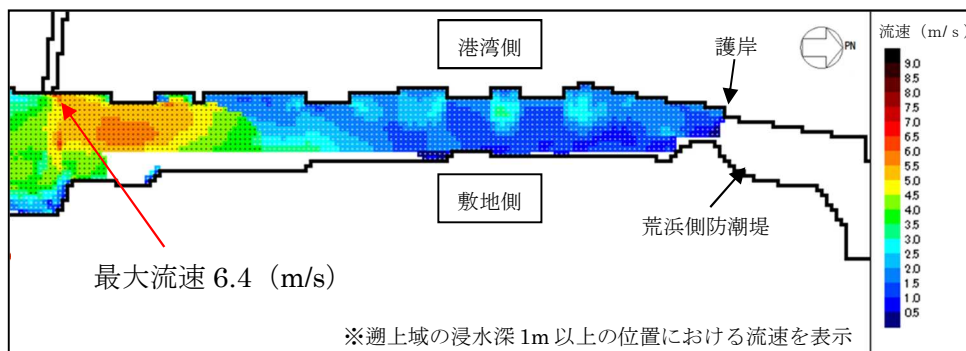
*最軽量ブロックは、次頁「2. 評価用流速」に示す通り、代表断面位置より南側を主体に最大流速が分布していることから、代表断面位置より南側の範囲を対象として抽出した。

2. 評価用流速

評価用流速は、上昇側の基準津波として基準津波 1'，基準津波 3 を対象とする。荒浜側防潮堤前面における遡上域での最大流速 6.4m/s に対して評価を行う。



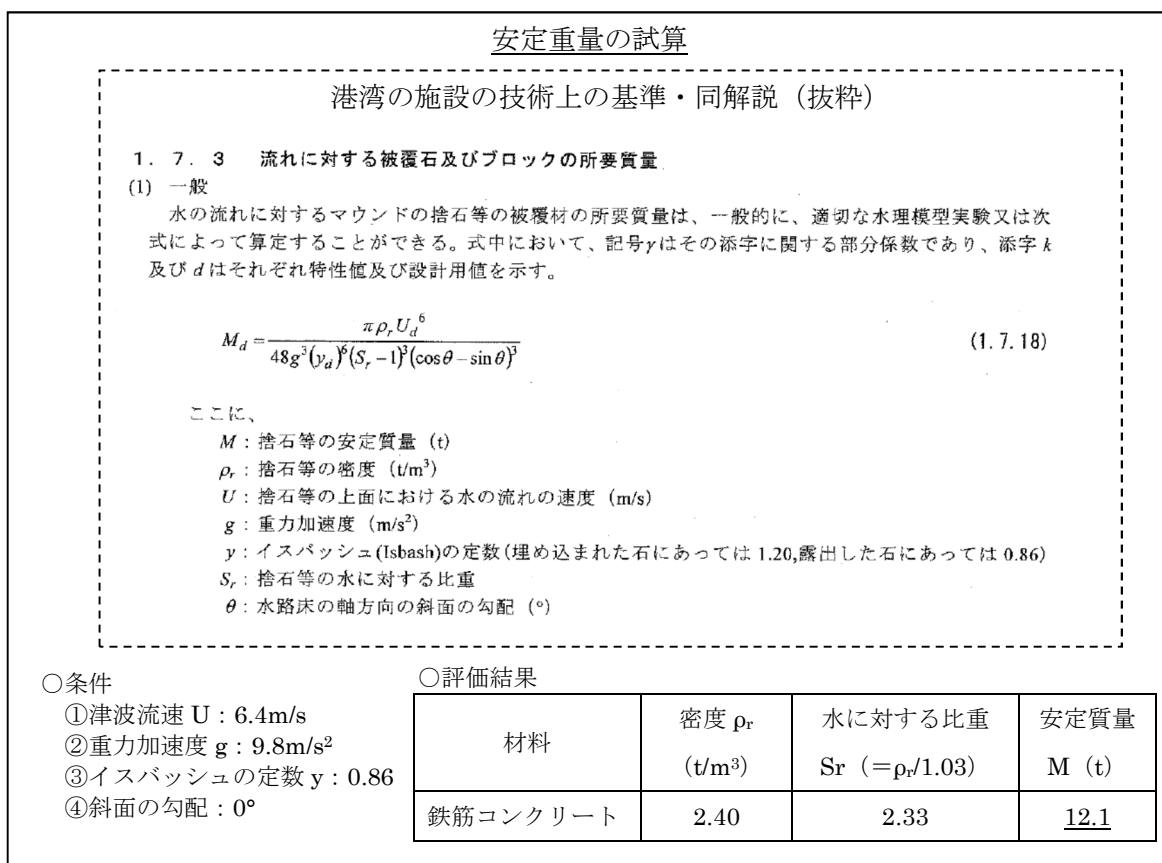
第 2 図 基準津波 1' の最大流速分布図



第 3 図 基準津波 3 の最大流速分布図

3. 評価結果

「港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成19年）」に基づき漂流物となる安定質量について評価を行った結果、12.1tとなった。荒浜側防潮堤の1ブロック当たりの質量は約1,200t以上であり、十分な質量があるため漂流物として波及的影響を及ぼすことはないと判断される。



第4図 安定質量の試算結果

添付資料 5

港湾内の局所的な海面の励起について

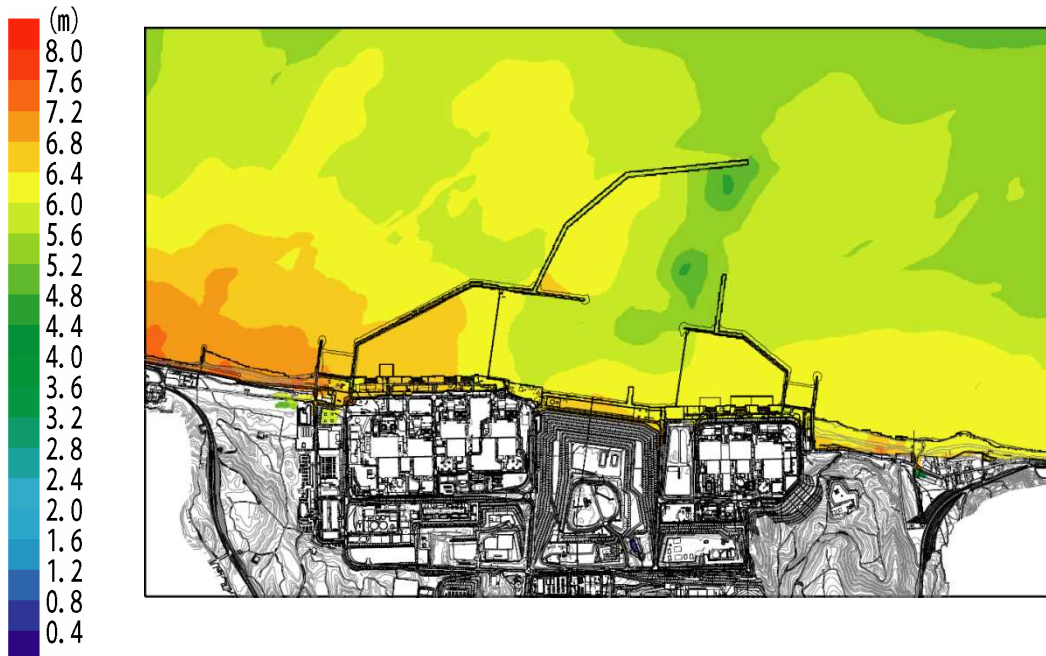
港湾内の局所的な海面の励起について

基準津波による発電所周辺における最高水位分布を添付第 5-1 図に、時刻歴波形の評価地点を添付第 5-2 図に示す。また、津波の伝播経路を考慮し、港口と港内中央、港内中央と港奥（北側・南側）、港内中央と取水口前面（6号及び7号炉）、基準津波策定位置と港口における基準津波 1 の水位をそれぞれ重ね合わせた水位時刻歴波形を添付第 5-3 図及び添付第 5-4 図に示す。

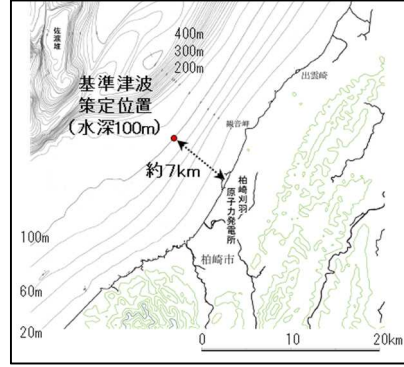
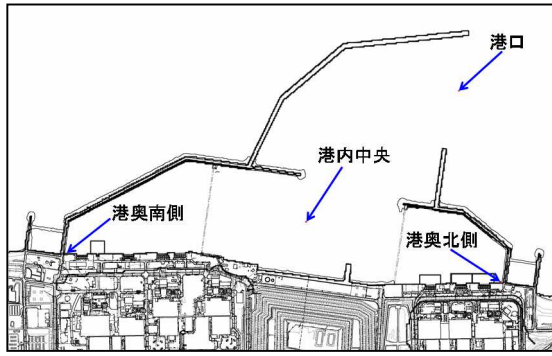
添付第 5-1 図より、港湾の内外で最高水位分布や傾向に大きな差異はない。また、添付第 5-3 図より、港内の伝播に伴い、上昇側のピーク値が多少大きくなるものの、周期特性や時間の経過に伴う減衰傾向に大きな差はなく、港内の固有周期との共振による特異な増幅は生じていない。

また、添付第 5-4 図より、港口と基準津波策定位置は大きな波形の傾向は変わらないが、港口の方が基準津波策定位置より変動が大きくなっている。これは、水深が浅くなることによる一般的な増幅による水位変動であると推察される。

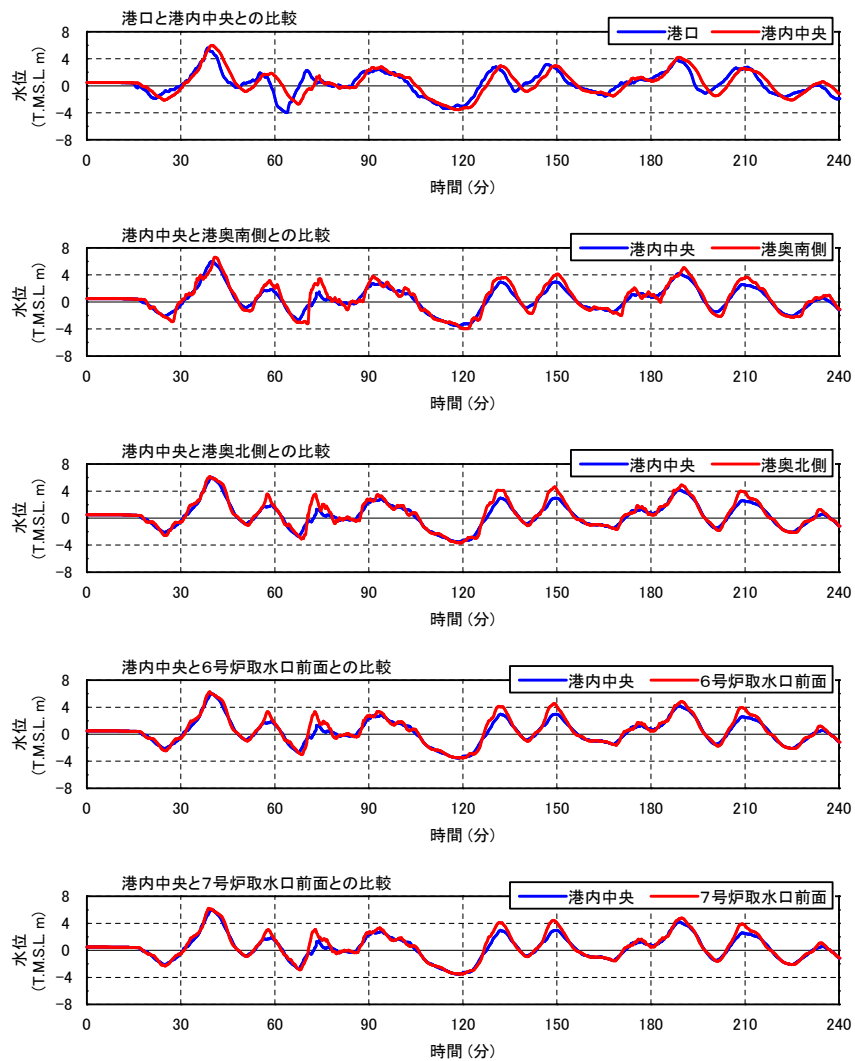
(T.M.S.L. m)



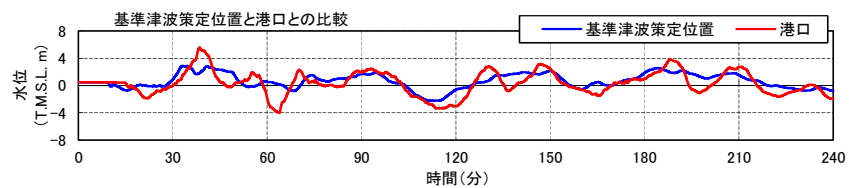
添付第 5-1 図 最高水位分布



添付第 5-2 図 評価位置 (左：港湾内, 右：基準津波策定位置)



添付第 5-3 図 水位時刻歴波形 (日本海東縁部：2 領域モデル+LS-2)



添付第 5-4 図 水位時刻歴波形 (基準津波策定位置と港口の比較)

添付資料 6

管路解析の詳細について

管路解析の詳細について

6.1 はじめに

海洋から取水路及び放水路を経て各評価地点までの水路の水理特性を考慮した管路解析を実施した。取水路は、敷地前面の港湾内（取水口前面）における最大ケース（基準津波1）及び最小ケース（基準津波2）を入力波形として解析を実施した。なお、影響評価として、防波堤の損傷を考慮した管路解析を実施した。

6.2 管路解析に基づく評価

管路解析を行う上での不確かさの考慮として、添付第6-1表に示す各項目についてパラメータスタディを実施し、入力津波の選定及び津波水位への影響を確認した。

管路解析の解析条件を添付第6-2表に、貝代を考慮する範囲を添付第6-1図に示す。取水路及び放水路の構造図を添付第6-2図，添付第6-3図に示す。また基礎方程式を下記に示す。

取水路における取水路奥の各冷却海水ポンプ位置（補機取水槽）の最高水位をまとめた結果を添付第6-3表に，放水路における放水庭の最高水位をまとめた結果を添付第6-4表に示す。また，それらの詳細な結果について，それぞれ添付第6-5表，添付第6-6表に示す。また時刻歴波形をそれぞれ添付第6-4図，添付第6-5図に示す。

添付第6-1表 条件設定

	計算条件
1	スクリーン損失の有無※
2	貝付着の有無
3	補機冷却海水ポンプ稼働の有無

※取水路のみ

添付第 6-2 表 管路解析における解析条件 (1/2)

計算領域	取水口～スクリーン室～取水路～取水槽～取水路分岐～補機 取水路～補機取水槽		
計算時間間隔 Δt	0.005 秒 (取水路) 0.001 秒 (放水路)		
潮位のバラツキ	+0.16m (上昇側), -0.15m (下降側)		
地殻変動	-0.29m (下降側)		
取水条件		ポンプ種類	ポンプ稼働条件
	6 号 炉	CWP(循環水ポンプ)	0 (m ³ /h) ※
		RSW(原子炉補機冷却海水ポンプ)	1,800 (m ³ /h/台) x6 台 =10,800 (m ³ /h)
		TSW(タービン補機冷却海水ポンプ)	0 (m ³ /h)
	5 号 炉	CWP(循環水ポンプ)	0 (m ³ /h) ※
		RSW(原子炉補機冷却海水ポンプ)	2,500 (m ³ /h/台) x4 台 =10,000 (m ³ /h)
		TSW(タービン補機冷却海水ポンプ)	2,700 (m ³ /h/台) x3 台 =8,100 (m ³ /h)
		HPSW(高圧炉心スプレイディーゼル 補機冷却海水ポンプ)	400 (m ³ /h)
放水条件	取水条件で記載した取水量がそのまま放水されるものとして 設定		
ポンプ停止条件	全ポンプ 0 (m ³ /h)		
摩擦損失係数 (マニングの粗度係数)	n=0.02m ^{-1/3} ・s (貝付着あり) n=0.015m ^{-1/3} ・s (貝付着なし)		
貝の付着代	貝代 10cm を考慮		

※ 非常用海水冷却系の海水ポンプ (原子炉補機冷却海水ポンプ) の取水源を確保することを目的に、取水口前面には海水貯留堰を設置し、津波による水位低下時には循環水ポンプを停止する運用とすることから、管路解析の前提として「循環水ポンプ停止」とした。

添付第 6-2 表 管路解析における解析条件 (2/2)

局所損失係数	電気土木技術協会(1995)： 火力・原子力発電所土木構造物の設計－増補改訂版－ 千秋信一(1967)：発電水力演習， 土木学会(1999)：水理公式集 [平成 11 年版] による
スクリーン有無	局所損失係数 16.8 (スクリーンあり) 局所損失係数 0.0 (スクリーンなし)
貯留堰	津波数値シミュレーションに反映
基準津波	基準津波 1：日本海東縁部 (2 領域モデル) + 地すべり (LS-2) 基準津波 2：日本海東縁部 (2 領域モデル)
初期水位	上昇側：朔望平均満潮位 (T.M.S.L. +0.49m) 下降側：朔望平均干潮位 (T.M.S.L. +0.03m)
計算時間	地震発生から 4 時間

※基礎方程式

管路解析では、非定常の開水路及び管路流れの連続式・運動方程式を用いた。

【開水路】

- ・運動方程式

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

- ・連続式

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

【管路】

- ・運動方程式

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

- ・連続式

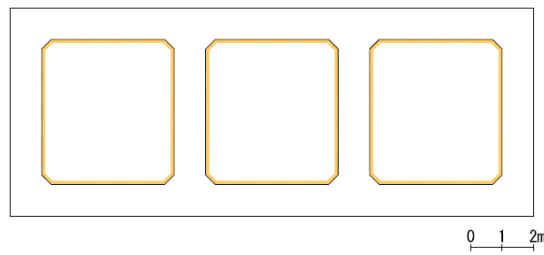
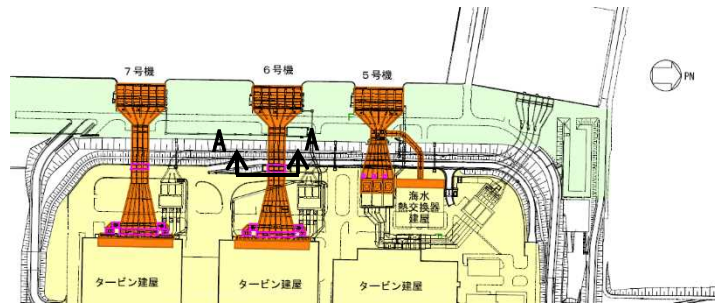
$$\frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

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

【水槽及び立坑部】

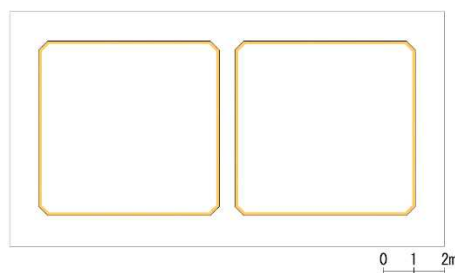
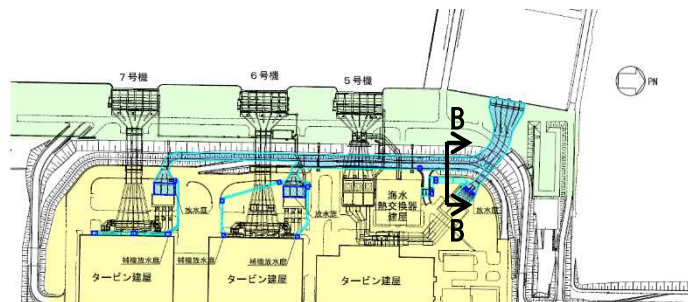
$$A_p \frac{dH_p}{dt} = Q_s$$

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



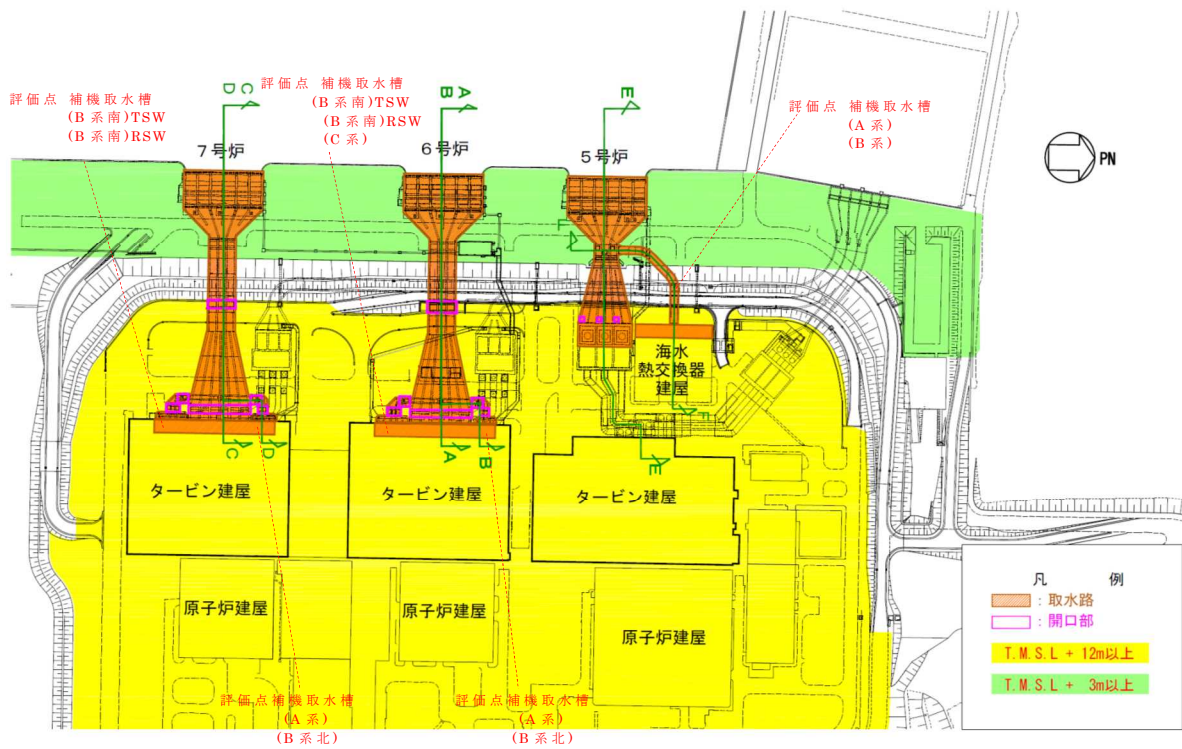
— 貝代付着考慮範囲

添付第 6-1 図 (1) 貝代考慮範囲 (6 号炉取水路 A-A 断面図)

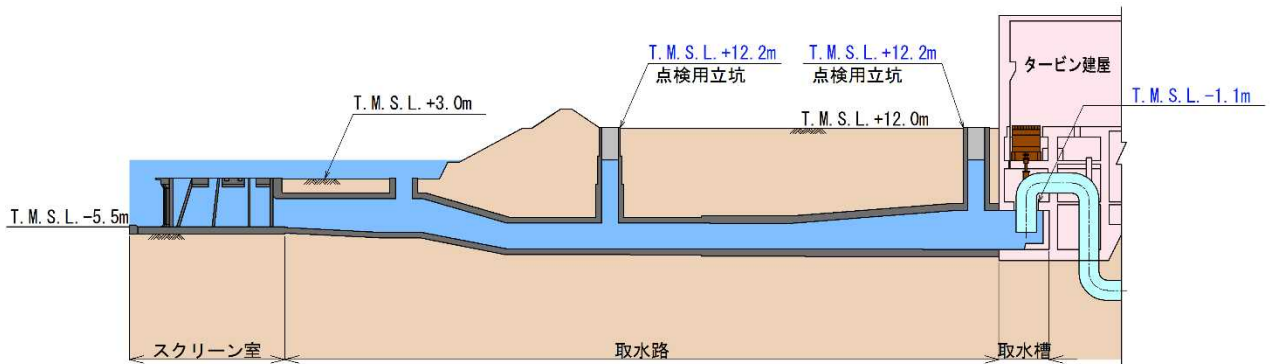


— 貝代付着考慮範囲

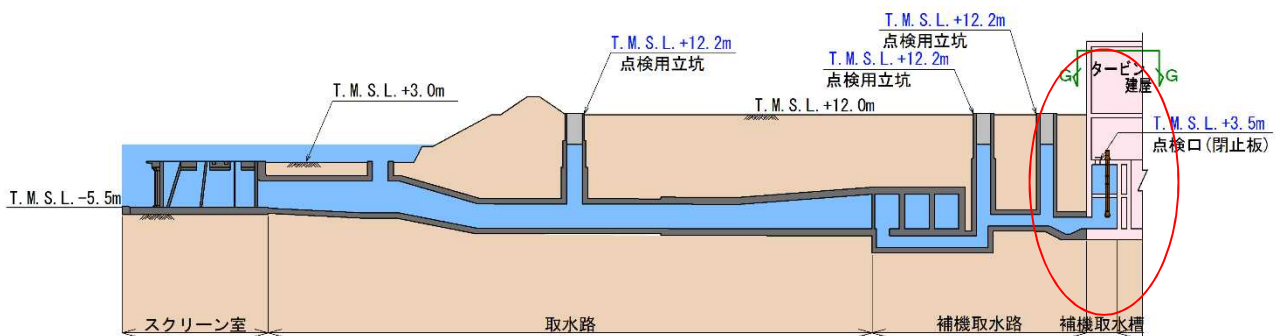
添付第 6-1 図 (2) 貝代考慮範囲 (6・7 号炉放水路 B-B 断面図)



添付第 6-2 図 (1) 大湊側取水路配置平面図

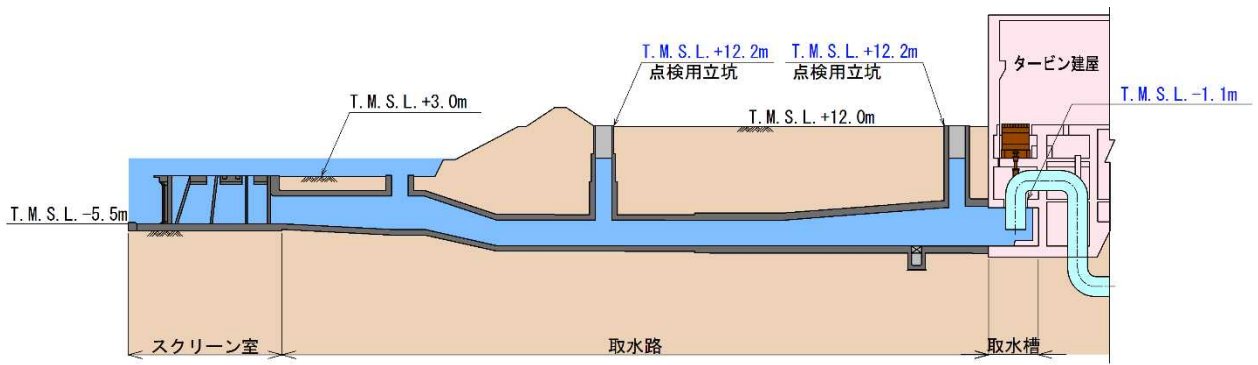


添付第 6-2 図 (2) 6号炉取水路 (A-A 断面)

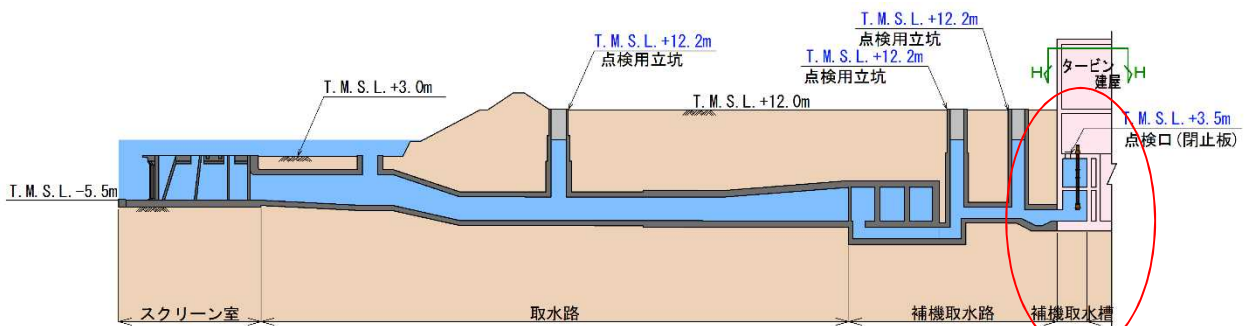


添付第 6-2 図 (3) 6号炉取水路 (B-B 断面)

評価点 補機取水槽
(A系)
(B系北)
(B系南)TSW
(B系南)RSW
(C系)

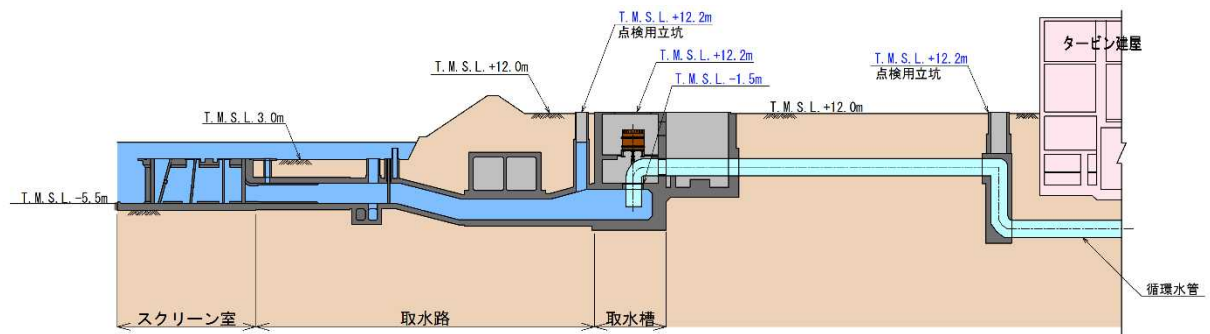


添付第 6-2 図 (4) 7号炉取水路 (C-C 断面)

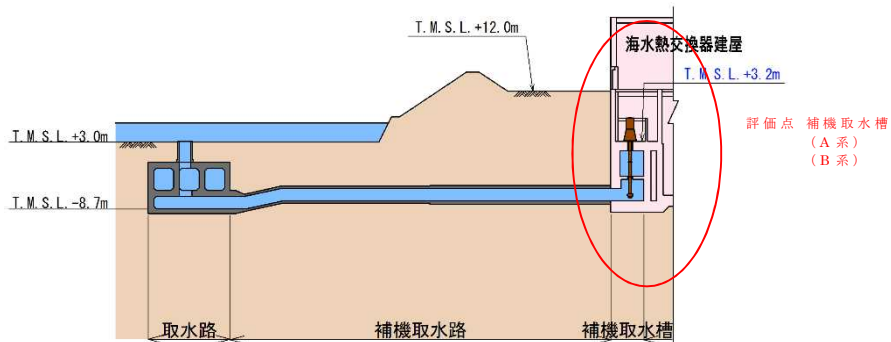


添付第 6-2 図 (5) 7号炉取水路 (D-D 断面)

評価点 補機取水槽
 (A系)
 (B系北)
 (B系南)TSW
 (B系南)RSW
 (C系)

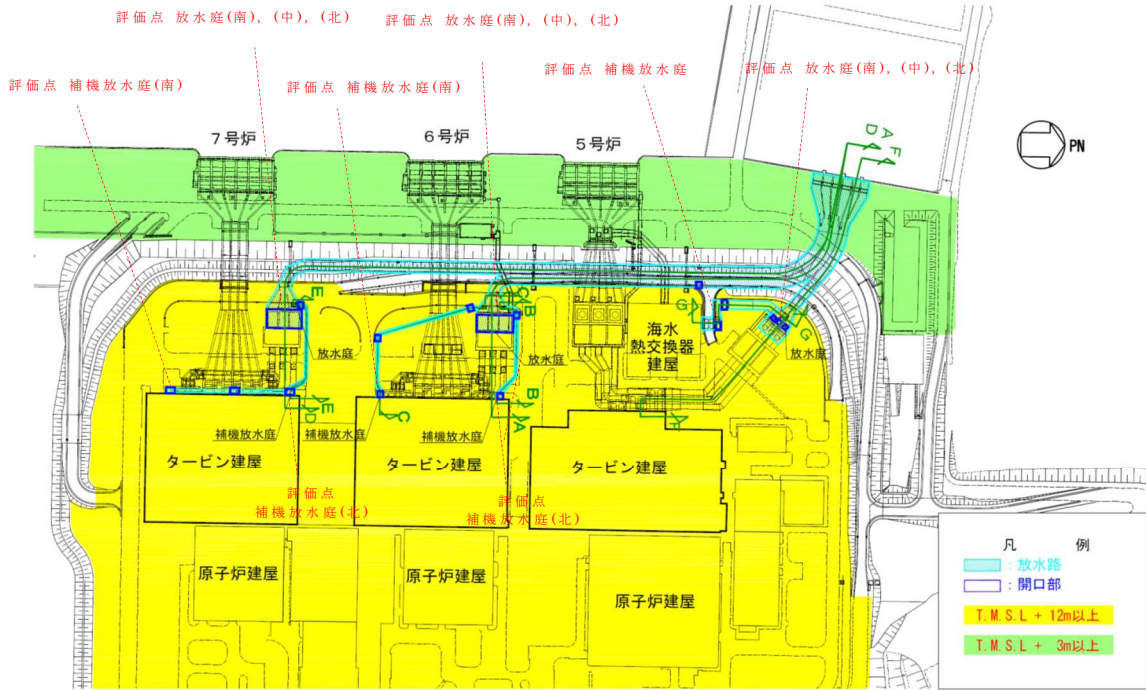


添付第 6-2 図 (6) 5号炉取水路 (E-E 断面)

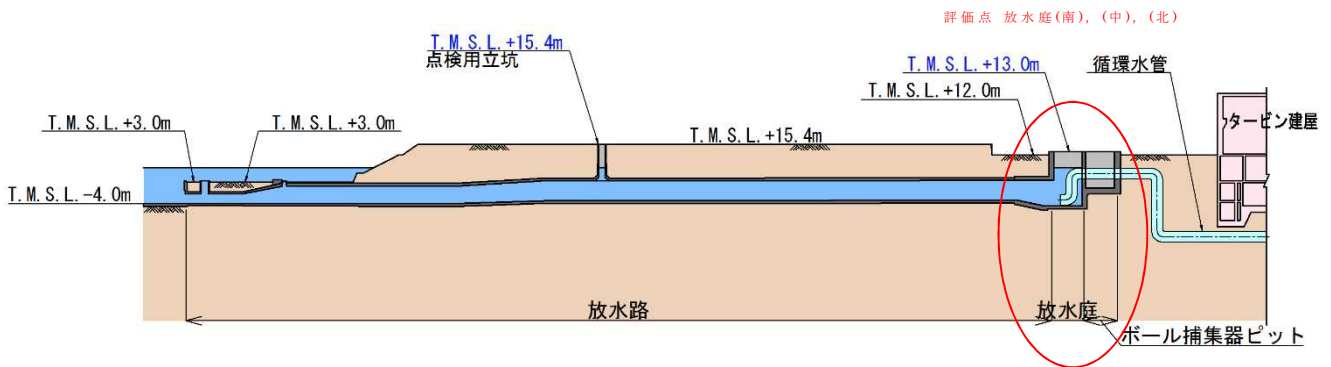


添付第 6-2 図 (7) 5号炉取水路 (F-F 断面)

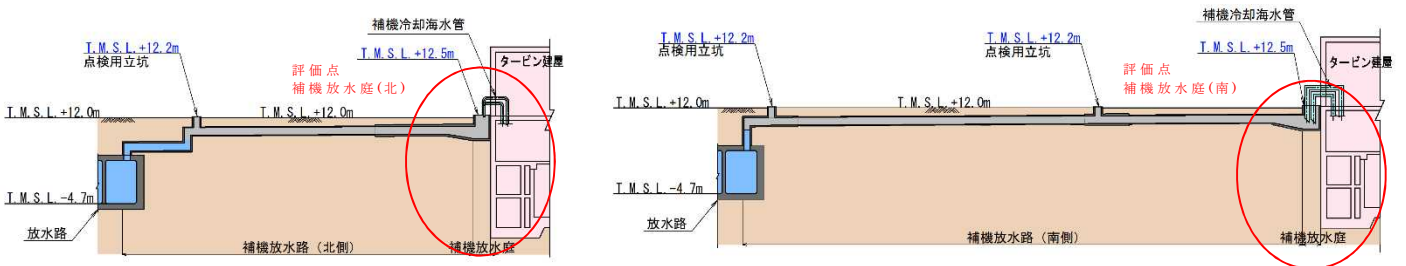
評価点 補機取水槽
 (A系)
 (B系)



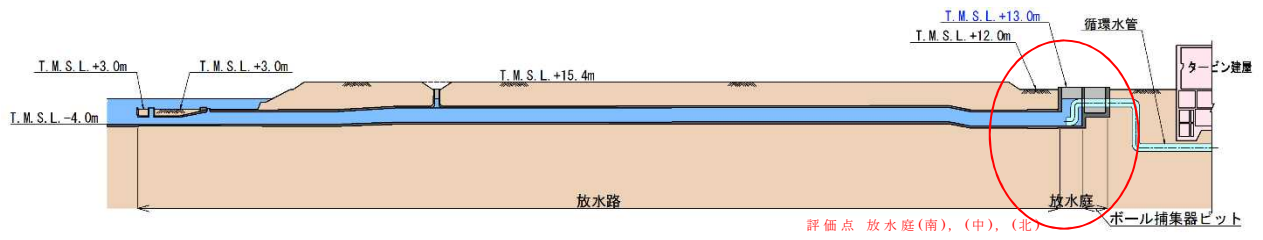
添付第 6-3 図 (1) 大湊側放水路配置平面図



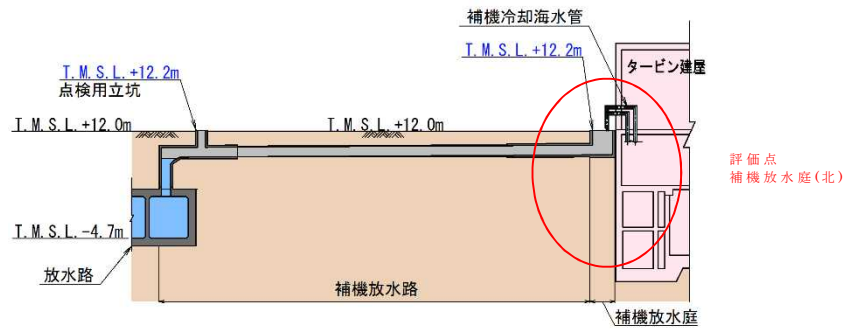
添付第 6-3 図 (2) 6号炉放水路 (A-A 断面)



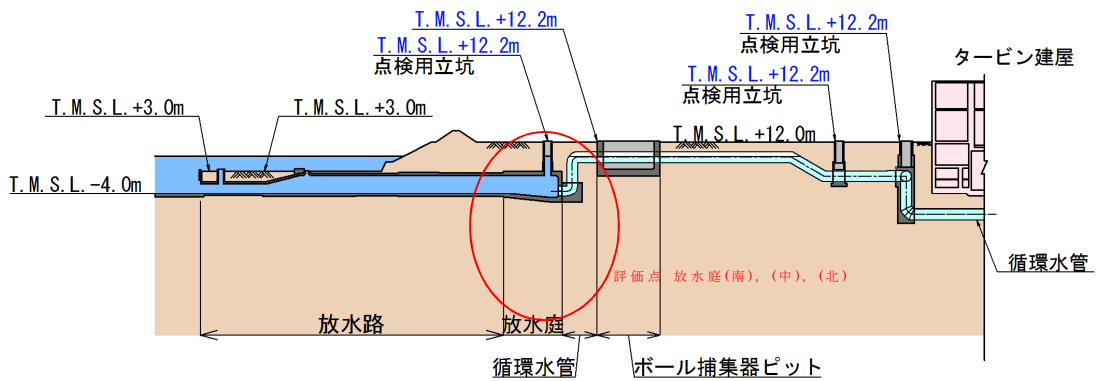
添付第 6-3 図 (3) 6号炉放水路 (左: B-B 断面, 右: C-C 断面)



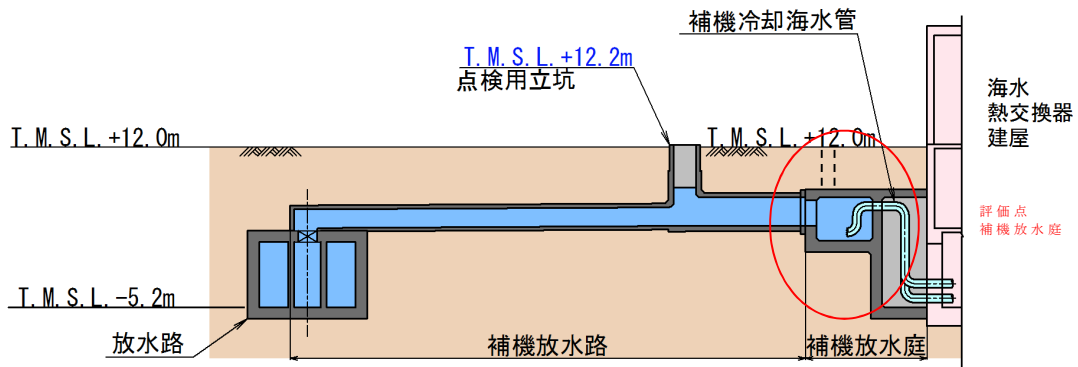
添付第 6-3 図 (4) 7 号炉放水路 (D-D 断面)



添付第 6-3 図 (5) 7 号炉放水路 (E-E 断面)



添付第 6-3 図 (6) 5 号炉放水路 (F-F 断面)



添付第 6-3 図 (7) 5 号炉放水路 (G-G 断面)

添付第 6-3 表 補機取水槽における最大ケース

	号炉	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
					取水口前面	補機取水槽 (A 系)	補機取水槽 (B 系北)	補機取水槽 (B 系南) TSW	補機取水槽 (B 系南) RSW	補機取水槽 (C 系)
基準津波 1	6 号炉	なし	なし	なし	6.4	6.9	6.7	6.7	6.7	<u>7.0</u>
	7 号炉	なし	あり	なし	6.3	<u>7.2</u>	6.6	6.7	6.7	7.1
	5 号炉	あり	あり	なし	6.3	6.4	<u>6.4</u>			—
基準津波 2	6 号炉	なし	あり	あり	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	<u>-3.7</u>	-3.6
	7 号炉	なし	あり	あり	-3.5	-3.7	<u>-3.7</u>	-3.7	-3.7	-3.7

添付第 6-4 表 放水庭における最大ケース

	号炉	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
				放水口前面	補機放水庭 (南)	補機放水庭 (北)	放水庭 (南)	放水庭 (中)	放水庭 (北)
基準津波 1	6 号炉	なし	なし	6.4	—	—	8.5	<u>8.8</u>	8.7
	7 号炉	あり	あり	6.4	—	<u>9.9</u>	9.0	9.0	9.0
	5 号炉	あり	あり	6.4	/		<u>7.4</u>	7.2	7.2

— : 津波による水位変動の影響がないことを示す

添付第 6-5 表 (1) 取水路管路解析における計算結果
(6 号炉 水位上昇側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
				取水口 前面	補機 取水槽 (A 系)	補機 取水槽 (B 系北)	補機 取水槽 (B 系南) TSW	補機 取水槽 (B 系南) RSW	補機取水槽 (C 系)
基準 津波 1	あり	あり	あり	6.4	6.5	6.4	6.5	6.5	6.8
			なし	6.4	6.8	6.6	6.7	6.7	6.8
		なし	あり	6.4	6.5	6.4	6.5	6.5	6.8
			なし	6.4	6.8	6.6	6.7	6.7	6.8
	なし	あり	あり	6.4	6.6	6.4	6.5	6.5	6.9
			なし	6.4	6.9	6.6	6.7	6.7	6.9
		なし	あり	6.4	6.6	6.4	6.6	6.5	6.9
			なし	6.4	6.9	6.7	6.7	6.7	<u>7.0</u>

添付第 6-5 表 (2) 取水路管路解析における計算結果
(6号炉 水位下降側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
				取水口 前面	補機 取水槽 (A系)	補機 取水槽 (B系北)	補機 取水槽 (B系南) TSW	補機 取水槽 (B系南) RSW	補機 取水槽 (C系)
基準津波2	あり	あり	あり	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
			なし	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
		なし	あり	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
			なし	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
	なし	あり	あり	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	<u>-3.7</u>	-3.6
			なし	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
		なし	あり	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
			なし	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6

添付第 6-5 表 (3) 取水路管路解析における計算結果
(7号炉 水位上昇側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)					
				取水口 前面	補機 取水槽 (A系)	補機 取水槽 (B系北)	補機 取水槽 (B系南) TSW	補機 取水槽 (B系南) RSW	補機 取水槽 (C系)
基準 津波 1	あり	あり	あり	6.3	6.9	6.5	6.5	6.5	7.1
			なし	6.3	7.1	6.6	6.7	6.7	7.1
		なし	あり	6.3	6.5	6.5	6.5	6.5	6.7
			なし	6.3	6.7	6.6	6.6	6.6	6.7
	なし	あり	あり	6.3	7.0	6.6	6.5	6.5	7.1
			なし	6.3	<u>7.2</u>	6.6	6.7	6.7	7.1
		なし	あり	6.3	6.6	6.6	6.6	6.6	6.7
			なし	6.3	6.8	6.6	6.7	6.7	6.7

添付第 6-5 表 (4) 取水路管路解析における計算結果
(7号炉 水位下降側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)					
				取水口 前面	補機 取水槽 (A系)	補機 取水槽 (B系北)	補機 取水槽 (B系南) TSW	補機 取水槽 (B系南) RSW	補機 取水槽 (C系)
基準津波2	あり	あり	あり	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
			なし	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
		なし	あり	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
			なし	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.6
	なし	あり	あり	-3.5	-3.7	<u>-3.7</u>	-3.7	-3.7	-3.7
			なし	-3.5	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7
		なし	あり	-3.5	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7
			なし	-3.5	-3.6	-3.7	-3.7	-3.7	-3.7

添付第 6-5 表 (5) 取水路管路解析における計算結果
(5号炉 水位上昇側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)		
				取水口 前面	補機取水槽 (A系)	補機取水槽 (B系)
基準津波1	あり	あり	あり	6.3	6.2	6.3
			なし	6.3	6.4	<u>6.4</u>
		なし	あり	6.3	6.2	6.3
			なし	6.3	6.4	6.4
	なし	あり	あり	6.3	6.2	6.3
			なし	6.3	6.4	6.4
		なし	あり	6.3	6.2	6.3
			なし	6.3	6.4	6.4

添付第 6-5 表 (6) 取水路管路解析における計算結果
(5号炉 水位下降側)

	スクリー ーン	貝代	ポンプ 稼働	水位 T.M.S.L. (m)		
				取水口 前面	補機取水槽 (A系)	補機取水槽 (B系)
基準 津波 2	あり	あり	あり	-3.0	<u>-3.3</u>	-3.3
			なし	-3.0	-3.2	-3.2
		なし	あり	-3.0	-3.3	-3.3
			なし	-3.0	-3.2	-3.2
	なし	あり	あり	-3.0	-3.3	-3.3
			なし	-3.0	-3.2	-3.2
		なし	あり	-3.0	-3.3	-3.3
			なし	-3.0	-3.2	-3.2

添付第 6-6 表 (1) 放水路管路解析における計算結果 (6 号炉)

	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
			放水口前面	補機放水庭(南)	補機放水庭(北)	放水庭(南)	放水庭(中)	放水庭(北)
基準津波 1	あり	あり	6.4	—	—	8.3	8.4	8.4
		なし	6.4	—	—	8.4	8.6	8.5
	なし	あり	6.4	—	—	8.5	8.6	8.6
		なし	6.4	—	—	8.5	<u>8.8</u>	8.7

— : 津波による水位変動の影響がないことを示す

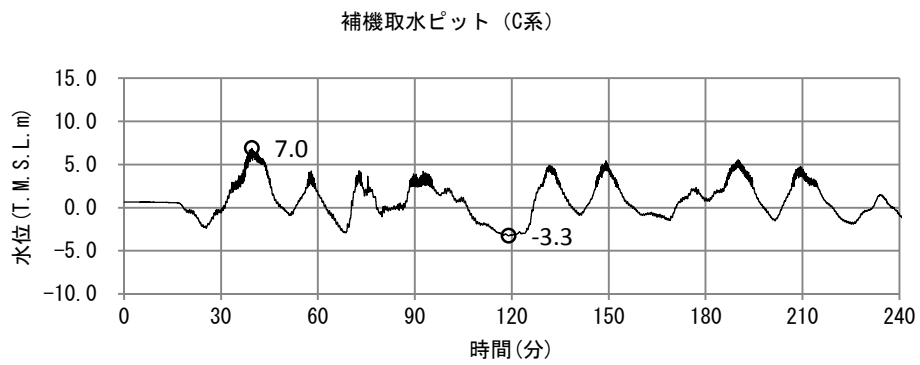
添付第 6-6 表 (2) 放水路管路解析における計算結果 (7 号炉)

	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
			放水口前面	補機放水庭(南)	補機放水庭(北)	放水庭(南)	放水庭(中)	放水庭(北)
基準津波 1	あり	あり	6.4	—	<u>9.9</u>	9.0	9.0	9.0
		なし	6.4	—	8.5	8.8	8.8	8.8
	なし	あり	6.4	—	9.9	9.2	9.2	9.2
		なし	6.4	—	8.7	8.9	8.9	8.9

— : 津波による水位変動の影響がないことを示す

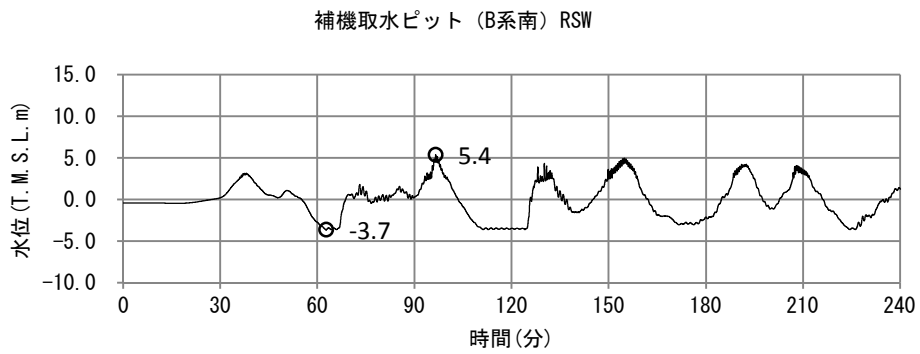
添付第 6-6 表 (3) 放水路管路解析における計算結果 (5号炉)

	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)			
			放水口前面	放水庭(南)	放水庭(中)	放水庭(北)
基準津波 1	あり	あり	6.4	<u>7.4</u>	7.2	7.2
		なし	6.4	7.0	7.0	7.1
	なし	あり	6.4	7.3	7.2	7.2
		なし	6.4	7.3	7.2	7.3



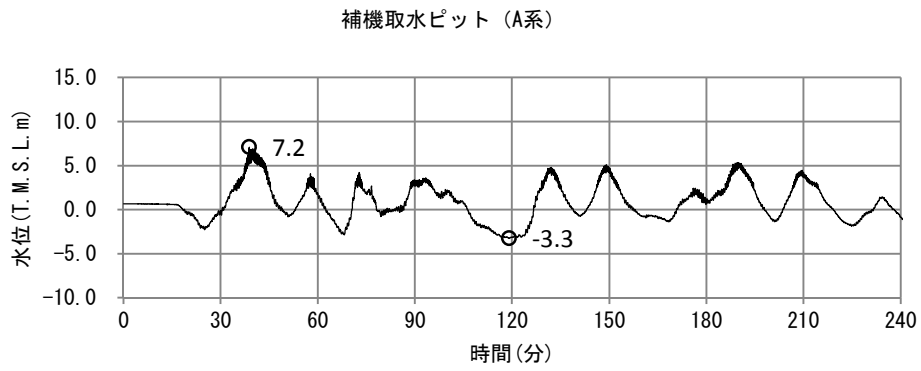
最大ケース：C系

添付第 6-4 図 (1) 時刻歴波形 (6号炉 水位上昇側)



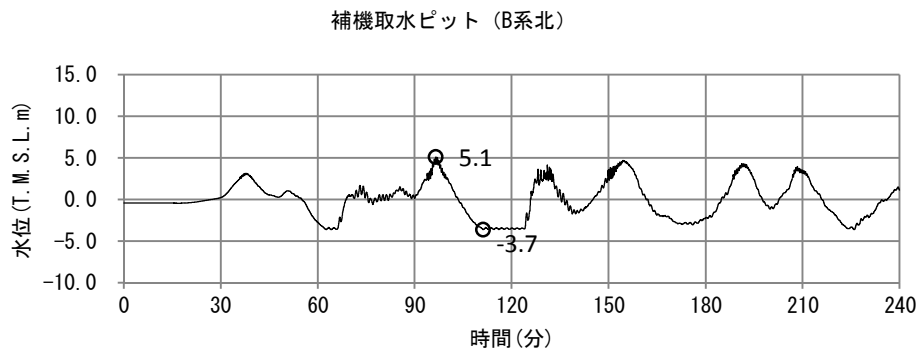
最小ケース：B系南

添付第 6-4 図 (2) 時刻歴波形 (6号炉 水位下降側)



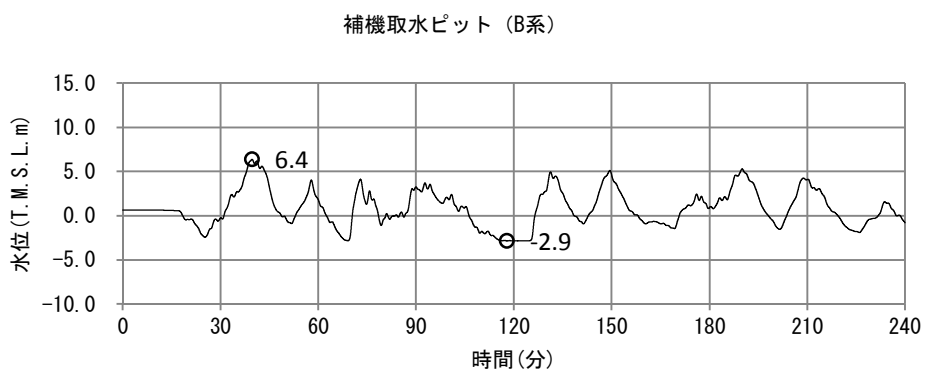
最大ケース：A系

添付第 6-4 図 (3) 時刻歴波形 (7号炉 水位上昇側)

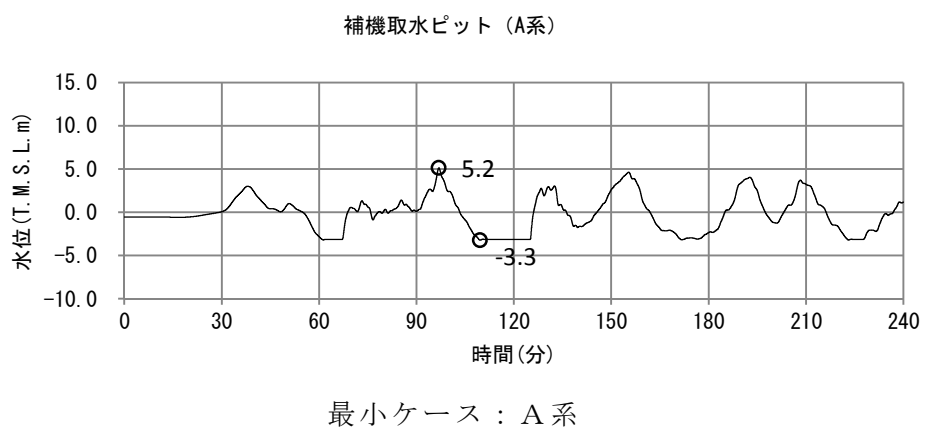


最小ケース：B系北

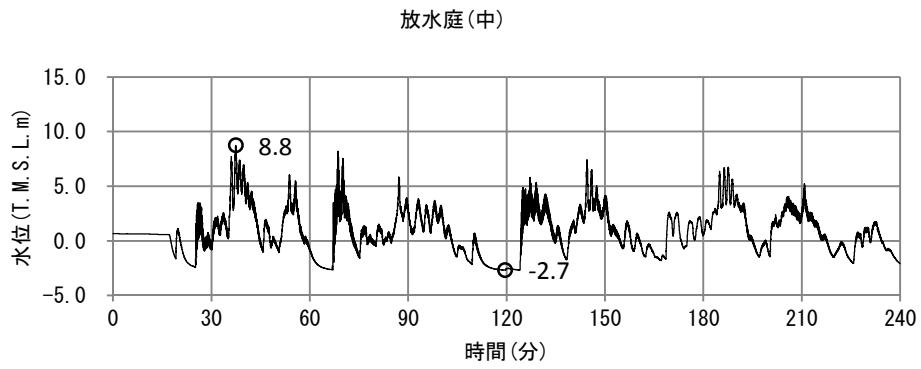
添付第 6-4 図 (4) 時刻歴波形 (7号炉 水位下降側)



添付第 6-4 図 (5) 時刻歴波形 (5号炉 水位上昇側)

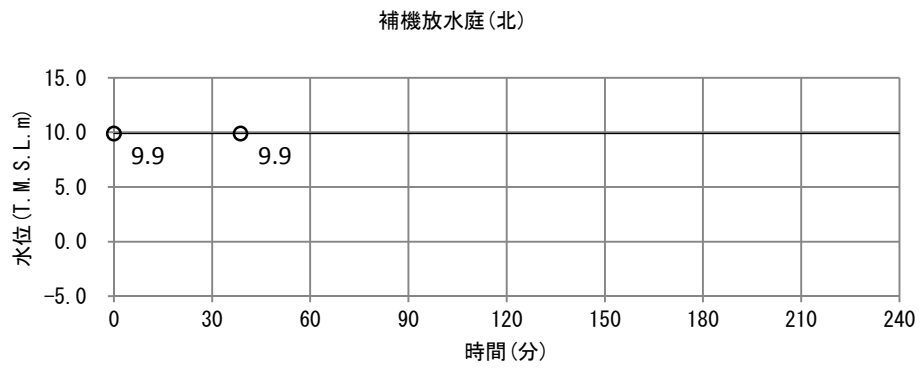


添付第 6-4 図 (6) 時刻歴波形 (5号炉 水位下降側)



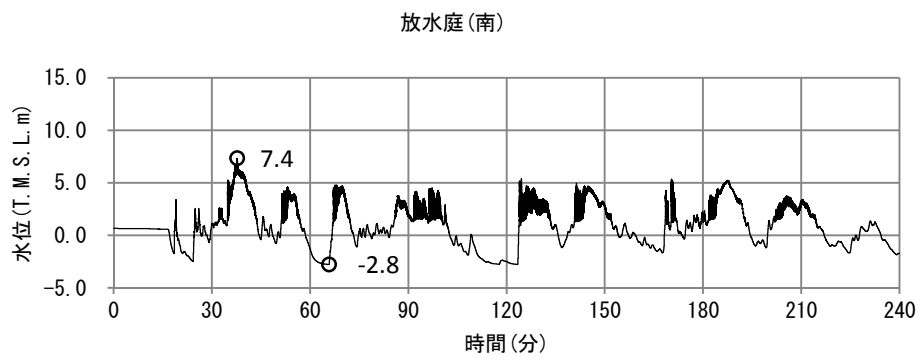
最大ケース：放水庭(中)

添付第 6-5 図 (1) 放水路時刻歴波形 (6 号炉)



最大ケース：補機放水庭(北)

添付第 6-5 図 (2) 放水路時刻歴波形 (7 号炉)



最大ケース：放水庭(南)

添付第 6-5 図 (3) 放水路時刻歴波形 (5 号炉)

6.3 防波堤の損傷を考慮した影響評価

管路解析に関わる影響評価として、防波堤が地震により損傷する場合を保守的に想定し、その際に生じる水位に対する外郭防護の成立性の確認を行った。

具体的には、各補機取水槽及び放水庭の入力津波に対し、防波堤がない条件における遡上解析により評価した取水口及び放水口前面の水位を入力波形として改めて管路解析を実施することにより、防波堤が損傷した場合を模擬した各所の水位を算定した。取水路における取水路奥の各冷却海水ポンプ位置（補機取水槽）の最高水位をまとめた結果を添付第 6-7 表に、放水路における放水庭の最高水位をまとめた結果を添付第 6-8 表に示す。また、それらの詳細な結果について、それぞれ添付第 6-9 表、添付第 6-10 表に示す。また時刻歴波形をそれぞれ添付第 6-6 図、添付第 6-7 図に示す。

その上で、この水位と外郭防護における許容津波高さとの比較を行うことにより、外郭防護の成立性の確認を行った。取水路（補機取水槽）、放水路（放水庭）に対する確認結果をそれぞれ添付第 6-11 表、添付第 6-12 表に示す。

以上より、防波堤が地震により損傷した場合においても、外郭防護の成立性に影響のないことを確認した。

添付第 6-7 表 補機取水槽における最大ケース

	号炉	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)					
					取水口前面	補機取水槽 (A系)	補機取水槽 (B系北)	補機取水槽 (B系南) TSW	補機取水槽 (B系南) RSW	補機取水槽 (C系)
基準津波 1	6号炉	なし	なし	あり	7.5	8.3	8.1	8.2	8.1	<u>8.4</u>
	7号炉	なし	なし	なし	7.2	<u>8.3</u>	7.6	7.6	7.6	8.1
	5号炉	なし	なし	なし	7.4	<u>7.7</u>	7.7			—
基準津波 2	6号炉	なし	なし	あり	-3.5	-3.8	<u>-4.0</u>	-3.9	-4.0	-3.8
	7号炉	なし	あり	あり	-3.5	-4.0	<u>-4.3</u>	-4.1	-4.1	-3.9

添付第 6-8 表 放水庭における最大ケース

	号炉	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)					
				放水口前面	補機放水庭 (南)	補機放水庭 (北)	放水庭 (南)	放水庭 (中)	放水庭 (北)
基準津波 1	6号炉	なし	なし	7.0	—	—	8.3	<u>8.4</u>	8.2
	7号炉	なし	あり	7.0	—	<u>10.3</u>	9.8	9.8	9.9
	5号炉	なし	なし	7.0	/		<u>8.3</u>	8.2	8.3

— : 津波による水位変動の影響がないことを示す

添付第 6-9 表 (1) 取水路管路解析における計算結果
(6号炉 水位上昇側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
				取水口 前面	補機 取水槽 (A系)	補機 取水槽 (B系北)	補機 取水槽 (B系南) TSW	補機 取水槽 (B系南) RSW	補機 取水槽 (C系)
基準 津波 1	あり	あり	あり	7.5	8.0	8.0	8.1	8.1	8.1
			なし	7.5	8.1	8.3	8.2	8.2	8.1
		なし	あり	7.5	8.1	8.0	8.1	8.1	8.1
			なし	7.5	8.1	8.3	8.2	8.2	8.1
	なし	あり	あり	7.5	8.2	8.0	8.1	8.1	8.4
			なし	7.5	8.3	8.3	8.2	8.2	8.3
		なし	あり	7.5	8.3	8.1	8.2	8.1	<u>8.4</u>
			なし	7.5	8.3	8.3	8.3	8.3	8.4

添付第 6-9 表 (2) 取水路管路解析における計算結果
(6号炉 水位下降側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
				取水口 前面	補機 取水槽 (A系)	補機 取水槽 (B系北)	補機 取水槽 (B系南) TSW	補機 取水槽 (B系南) RSW	補機 取水槽 (C系)
基準 津波 2	あり	あり	あり	-3.5	-3.7	-3.8	-3.8	-3.8	-3.7
			なし	-3.5	-3.7	-3.8	-3.8	-3.8	-3.7
		なし	あり	-3.5	-3.7	-3.8	-3.8	-3.8	-3.7
			なし	-3.5	-3.7	-3.8	-3.8	-3.8	-3.7
	なし	あり	あり	-3.5	-3.8	-4.0	-3.9	-3.9	-3.8
			なし	-3.5	-3.8	-3.9	-3.9	-3.9	-3.8
		なし	あり	-3.5	-3.8	<u>-4.0</u>	-3.9	-4.0	-3.8
			なし	-3.5	-3.8	-3.9	-3.9	-3.9	-3.8

添付第 6-9 表 (3) 取水路管路解析における計算結果
(7号炉 水位上昇側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
				取水口 前面	補機 取水槽 (A系)	補機 取水槽 (B系北)	補機 取水槽 (B系南) TSW	補機 取水槽 (B系南) RSW	補機 取水槽 (C系)
基準 津波 1	あり	あり	あり	7.2	8.0	7.5	7.3	7.3	8.1
			なし	7.2	8.1	7.6	7.4	7.4	8.1
		なし	あり	7.2	8.0	7.3	7.4	7.4	8.0
			なし	7.2	8.2	7.5	7.6	7.6	8.0
	なし	あり	あり	7.2	8.1	7.6	7.4	7.4	8.2
			なし	7.2	8.2	7.6	7.5	7.5	8.2
		なし	あり	7.2	8.1	7.4	7.4	7.4	8.1
			なし	7.2	<u>8.3</u>	7.6	7.6	7.6	8.1

添付第 6-9 表 (4) 取水路管路解析における計算結果
(7号炉 水位下降側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
				取水口 前面	補機 取水槽 (A系)	補機 取水槽 (B系北)	補機 取水槽 (B系南) TSW	補機 取水槽 (B系南) RSW	補機 取水槽 (C系)
基準 津波 2	あり	あり	あり	-3.5	-3.8	-4.0	-3.9	-3.9	-3.7
			なし	-3.5	-3.8	-3.9	-3.8	-3.8	-3.7
		なし	あり	-3.5	-3.8	-3.9	-3.9	-3.9	-3.8
			なし	-3.5	-3.8	-3.9	-3.8	-3.8	-3.8
	なし	あり	あり	-3.5	-4.0	<u>-4.3</u>	-4.1	-4.1	-3.9
			なし	-3.5	-3.9	-4.2	-4.0	-4.0	-3.9
		なし	あり	-3.5	-3.9	-4.1	-4.0	-4.0	-3.9
			なし	-3.5	-3.9	-4.1	-4.0	-4.0	-3.9

添付第 6-9 表 (5) 取水路管路解析における計算結果
(5号炉 水位上昇側)

	スクリーン	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)		
				取水口 前面	補機取水槽 (A系)	補機取水槽 (B系)
基準津波1	あり	あり	あり	7.4	7.2	7.4
			なし	7.4	7.7	7.7
		なし	あり	7.4	7.2	7.4
			なし	7.4	7.7	7.7
	なし	あり	あり	7.4	7.3	7.4
			なし	7.4	7.7	7.7
		なし	あり	7.4	7.3	7.4
			なし	7.4	<u>7.7</u>	7.7

添付第 6-9 表 (6) 取水路管路解析における計算結果
(5号炉 水位下降側)

	スクリー ーン	貝代	ポンプ 稼働	水位 T.M.S.L. (m)		
				取水口 前面	補機取水槽 (A系)	補機取水槽 (B系)
基準 津波 2	あり	あり	あり	-3.0	-3.5	-3.5
			なし	-3.0	-3.5	-3.5
		なし	あり	-3.0	-3.5	-3.5
			なし	-3.0	-3.5	-3.5
	なし	あり	あり	-3.0	-3.5	-3.6
			なし	-3.0	-3.5	-3.5
		なし	あり	-3.0	-3.5	<u>-3.6</u>
			なし	-3.0	-3.5	-3.5

添付第 6-10 表 (1) 放水路管路解析における計算結果 (6 号炉)

	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
			放水口 前面	補機放水庭 (南)	補機放水庭 (北)	放水庭(南)	放水庭(中)	放水庭(北)
基準 津波 1	あり	あり	7.0	—	—	8.0	8.0	8.0
		なし	7.0	—	—	8.2	8.3	8.2
	なし	あり	7.0	—	—	8.1	8.1	8.0
		なし	7.0	—	—	8.3	<u>8.4</u>	8.2

— : 津波による水位変動の影響がないことを示す

添付第 6-10 表 (2) 放水路管路解析における計算結果 (7 号炉)

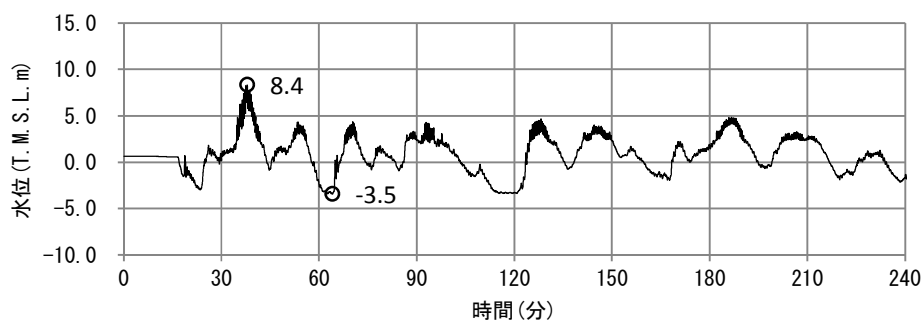
	貝代	ポンプ稼働	水位 T. M. S. L. (m)					
			放水口 前面	補機放水庭 (南)	補機放水庭 (北)	放水庭(南)	放水庭(中)	放水庭(北)
基準 津波 1	あり	あり	7.0	—	10.2	9.7	9.7	9.7
		なし	7.0	—	9.6	9.5	9.5	9.5
	なし	あり	7.0	—	<u>10.3</u>	9.8	9.8	9.9
		なし	7.0	—	9.7	9.6	9.6	9.6

— : 津波による水位変動の影響がないことを示す

添付第 6-10 表 (3) 放水路管路解析における計算結果 (5号炉)

	貝代	ポンプ稼働	水位 T.M.S.L. (m)			
			放水口前面	放水庭(南)	放水庭(中)	放水庭(北)
基準津波 1	あり	あり	7.0	7.7	7.5	7.5
		なし	7.0	8.2	8.2	8.3
	なし	あり	7.0	7.7	7.5	7.6
		なし	7.0	<u>8.3</u>	8.2	8.3

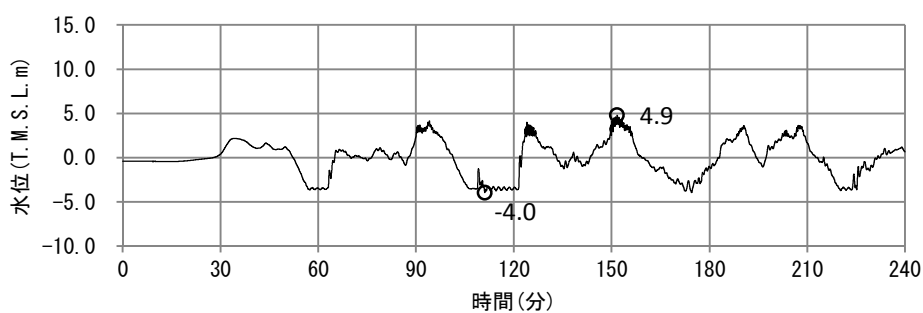
補機取水ピット (C系)



最大ケース：C系

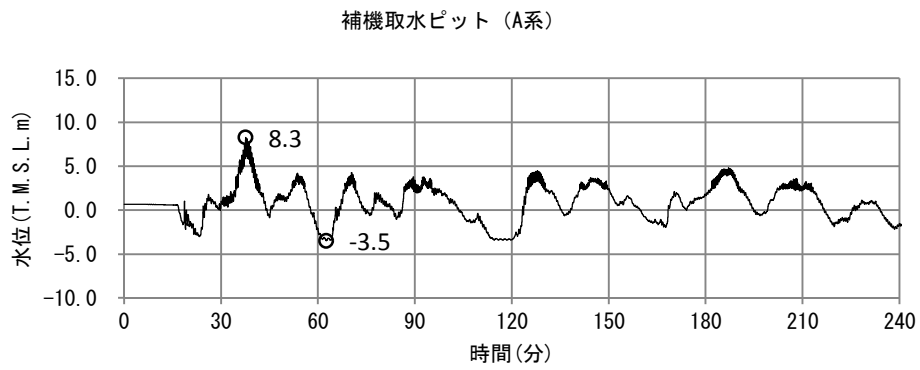
添付第 6-6 図 (1) 時刻歴波形 (6号炉 水位上昇側)

補機取水ピット (B系北)



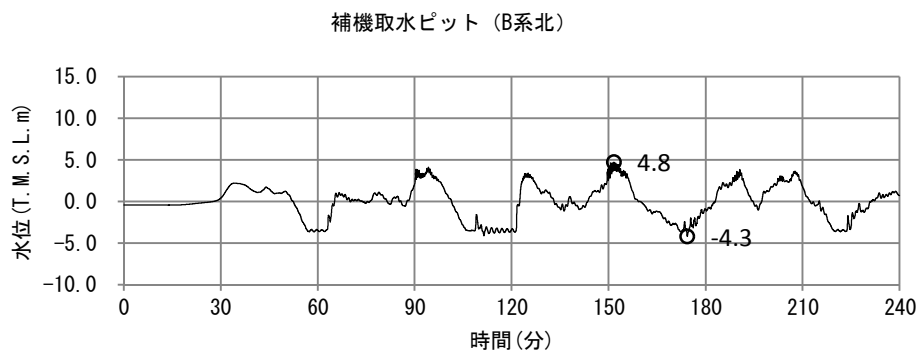
最小ケース：B系北

添付第 6-6 図 (2) 時刻歴波形 (6号炉 水位下降側)



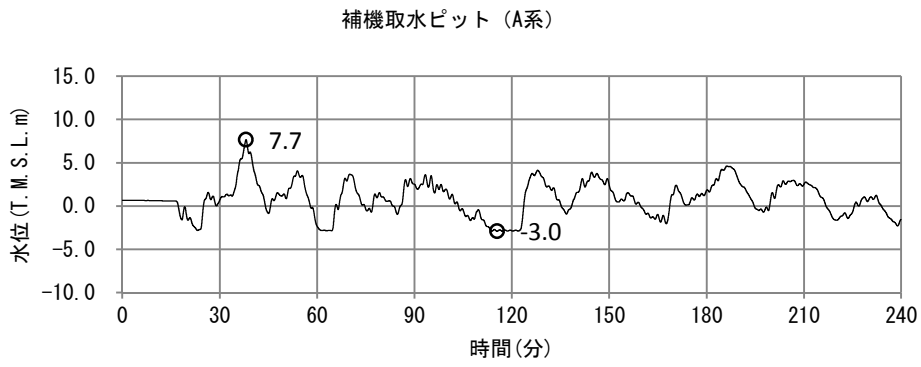
最大ケース：A系

添付第 6-6 図 (3) 時刻歴波形 (7号炉 水位上昇側)



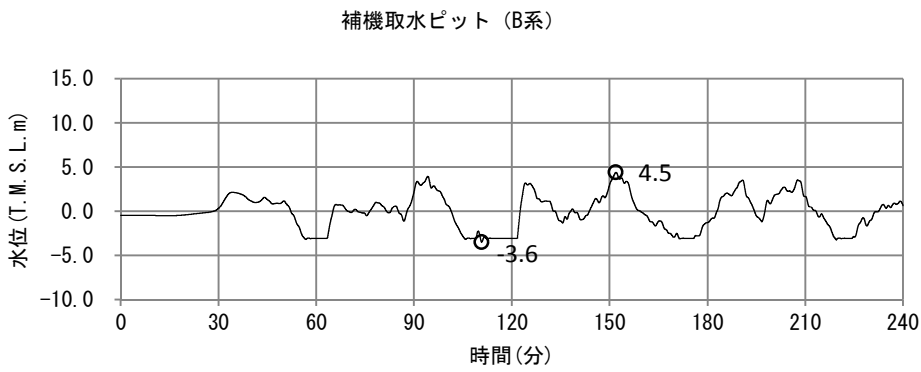
最小ケース：B系北

添付第 6-6 図 (4) 時刻歴波形 (7号炉 水位下降側)



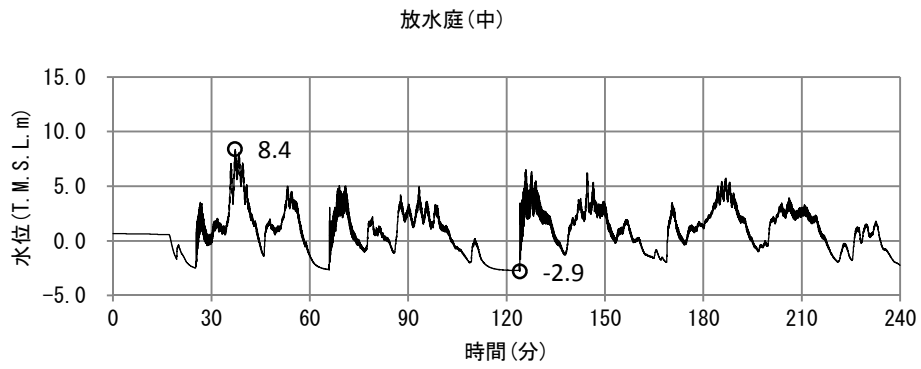
最大ケース：A系

添付第 6-6 図 (5) 時刻歴波形 (5号炉 水位上昇側)



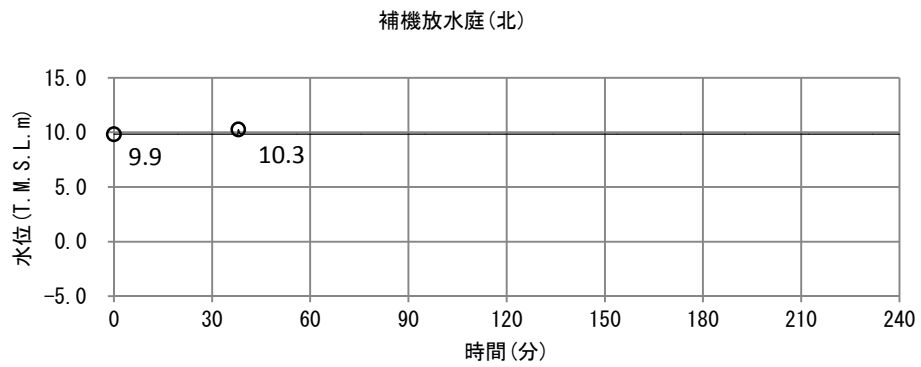
最小ケース：B系

添付第 6-6 図 (6) 時刻歴波形 (5号炉 水位下降側)



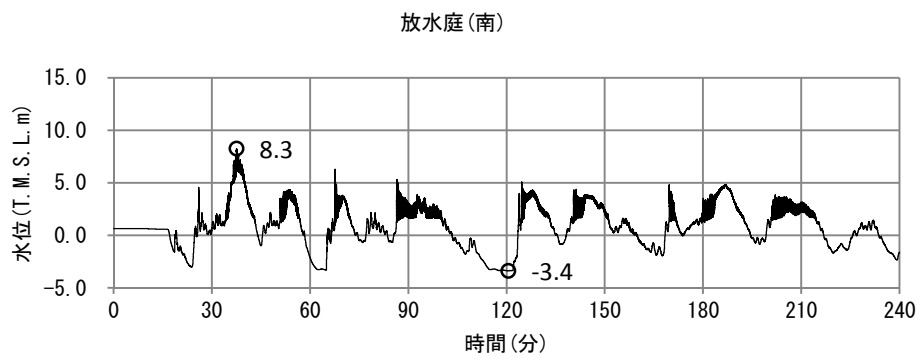
最大ケース：放水庭(中)

添付第 6-7 図 (1) 放水路時刻歴波形 (6 号炉)



最大ケース：補機放水庭(北)

添付第 6-7 図 (2) 放水路時刻歴波形 (7 号炉)



最大ケース：放水庭(南)

添付第 6-7 図 (3) 放水路時刻歴波形 (5 号炉)

添付第 6-11 表 防波堤の損傷を考慮した管路解析の影響評価（取水路）

基準津波名称	策定対象とする入力津波の種類	防波堤有無	水位 T.M.S.L. (m)					
			5号炉		6号炉		7号炉	
			取水口前面	取水口前面	補機取水槽	取水口前面	補機取水槽	
基準津波 1	取水路水位上昇量	有り	6.3	6.4	7.0	6.3	7.2	
		無し	7.4	7.5	8.4	7.2	8.3	
影響評価 ※外郭防護の詳細は本文 2.2 節を参照			5号炉取水路に関わる最低許容津波高さは T.M.S.L + 12.2m であり、この裕度の範囲内であることを確認	6号炉取水路に関わる最低許容津波高さは T.M.S.L + 12.2m でありこの裕度の範囲内であることを確認 ※補機取水槽点検口の許容津波高さは T.M.S.L + 3.5m であるが取水槽閉止板を設置しており建屋への流入はない	7号炉取水路に関わる最低許容津波高さは T.M.S.L + 12.2m でありこの裕度の範囲内 ※補機取水槽点検口の許容津波高さは T.M.S.L + 3.5m であるが取水槽閉止板を設置しており建屋への流入はない			

※ハッチング部：影響評価ケース

添付第 6-12 表 防波堤の損傷を考慮した管路解析の影響評価（放水路）

基準津波名称	策定対象とする入力津波の種類	防波堤有無	水位 T.M.S.L. (m)					
			5号炉		6号炉		7号炉	
			放水口前面	放水庭	放水口前面	放水庭	放水口前面	放水庭
基準津波 1	放水路水位上昇量	有り	6.4	7.4	6.4	8.8	6.4	9.9
		無し	7.0	8.3	7.0	8.4	7.0	10.3
影響評価 ※外郭防護の詳細は本文 2.2 節を参照			5号炉放水路に関わる最低許容津波高さは T.M.S.L + 12.2m であり、この裕度の範囲内であることを確認	6号炉放水路に関わる最低許容津波高さは T.M.S.L + 12.2m であり、この裕度の範囲内であることを確認	7号炉放水路に関わる最低許容津波高さは T.M.S.L + 12.2m であり、この裕度の範囲内であることを確認			

※ハッチング部：影響評価ケース

添付資料 7

入力津波に用いる潮位条件について

入力津波に用いる潮位条件について

7.1 はじめに

入力津波による水位変動に用いる潮位条件には、観測地点「柏崎」における平成22年1月から平成26年12月まで（2010年1月～2014年12月）の5カ年の潮位観測記録より求めた朔望平均潮位を使用している。ここでは、観測記録の抽出期間の妥当性を確認するため、10カ年の潮位観測記録について同様の分析を行い、潮位条件への影響の有無を確認した。

また、柏崎刈羽原子力発電所の潮位観測に用いている観測地点「柏崎」（国土交通省国土地理院柏崎験潮場）は、敷地から南西約11kmと離れていることから、発電所港湾の近傍に設置されている波高計記録と比較し、妥当性を確認した。

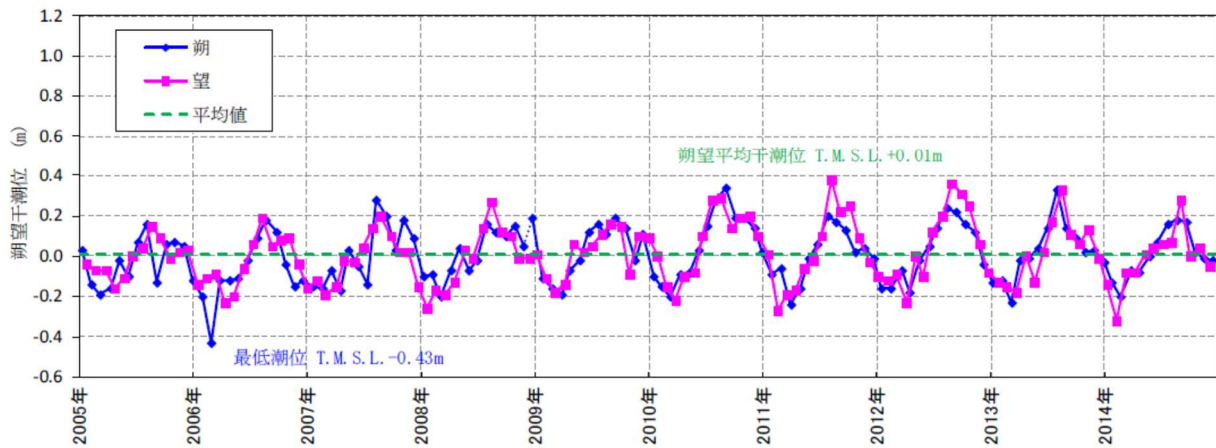
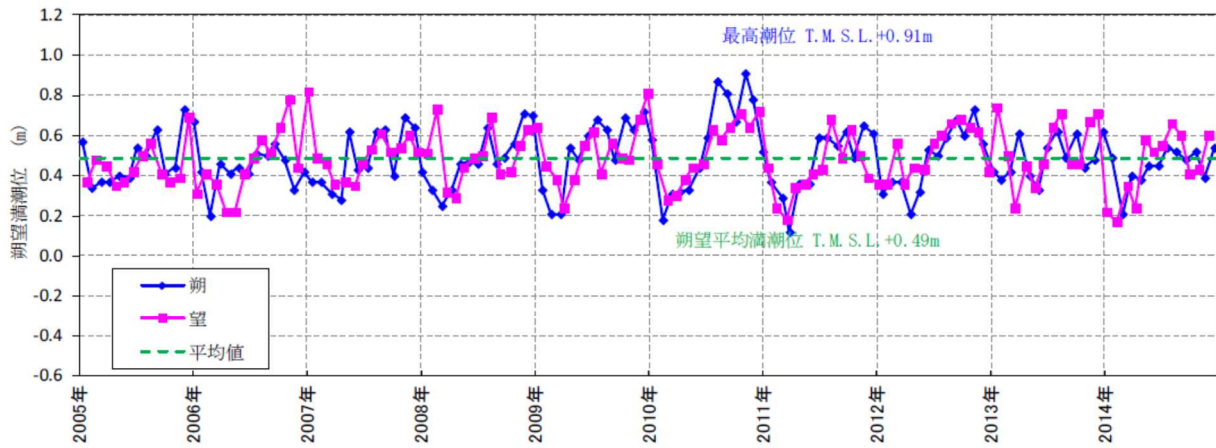
7.2 観測記録の抽出期間の影響について

入力津波による水位変動に用いる平成22年1月から平成26年12月まで（2010年1月～2014年12月）の5カ年の潮位観測記録に対して、平成17年1月からの10カ年（2005年1月～2014年12月）の潮位観測記録のデータ分析を行った。分析結果を添付第7-1表に示す。

添付第7-1表から5カ年及び10カ年の朔望満潮位、朔望干潮位及びそれらの標準偏差について、いずれも同程度であることを確認した。また、添付第7-1図に10カ年（2005年1月～2014年12月）の潮位変化を示す。

添付第7-1表 朔望潮位に関する分析結果

	朔望満潮位 (m)		朔望干潮位 (m)	
	5カ年	10カ年	5カ年	10カ年
平均値	T. M. S. L. +0.49	T. M. S. L. +0.49	T. M. S. L. +0.03	T. M. S. L. +0.01
標準偏差	0.16	0.15	0.15	0.14



添付第 7-1 図 10 ヲ年 (2005 年 1 月~2014 年 12 月) の潮位変化
(上：潮望満潮位，下：潮望干潮位)

7.3 柏崎験潮場と敷地港外の波高計との比較について

柏崎刈羽原子力発電所の潮位観測に用いている観測地点「柏崎」(国土交通省国土地理院柏崎験潮場)は、敷地から南西約11kmと離れているため、発電所港湾の近傍に設置されている波高計記録と比較した。

柏崎験潮場の位置を添付第7-2図に、敷地港外に設置されている波高計位置図を添付第7-3図に示す。

柏崎験潮場と波高計の違いを下記に示す。

- 波高計は、超音波式沿岸波高計であり、海底に超音波送受波器を設置し、水中から発射した超音波が海面で反射して戻るまでの時間を計ることにより、海面の水位変動を0.5秒間隔で計測している。概念図を添付第7-4図に示す。
- 柏崎験潮場は、フロート式の潮位計であり、導水管を通して井戸に出入りする海水の昇降を30秒間隔で計測し、日ごとの満干潮位を示している。波浪などの海水面の短周期変動成分を取り除き、観測基準点からの高さを標高に換算している。標高の基準としては、東京湾平均海面を用いている。概念図を添付第7-5図に示す。

波高計の記録と潮位計の記録を比較するため、計測された水位を、波高計の記録の短周期成分を取り除き、1時間平均値として整理した。対象期間については、1年間を通して潮位データが比較できることを考慮し、欠測が少ない期間とした。潮位計と波高計の各月の朔望満干潮位の推移を添付第7-6図に、朔望平均満潮位・干潮位を添付第7-2表に示す。

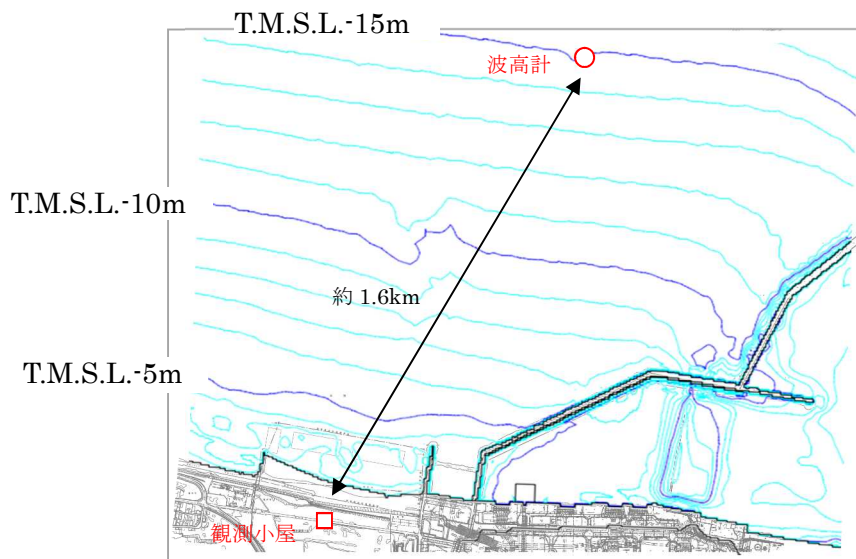
検討結果から、柏崎験潮場潮位と波高計の波形には大きな差がなく、柏崎験潮場と波高計の朔望満潮位及び朔望干潮位の差は朔望平均満潮位で4cm、朔望平均干潮位で5cm程度であり、大きな差がないことを確認した。

*比較対象期間

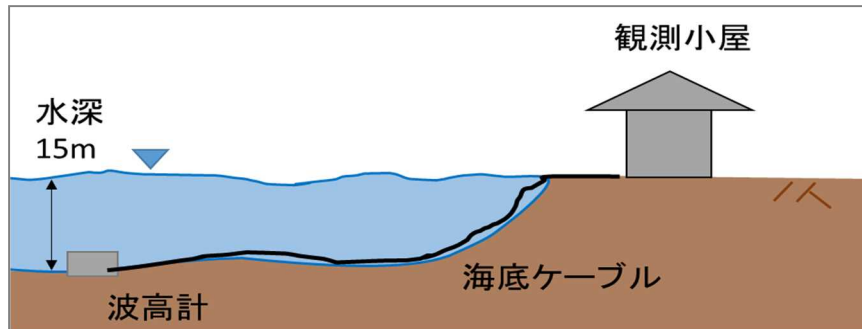
- ① 2006年1月～2006年12月
- ② 2011年1月～2011年12月
- ③ 2012年1月～2012年12月



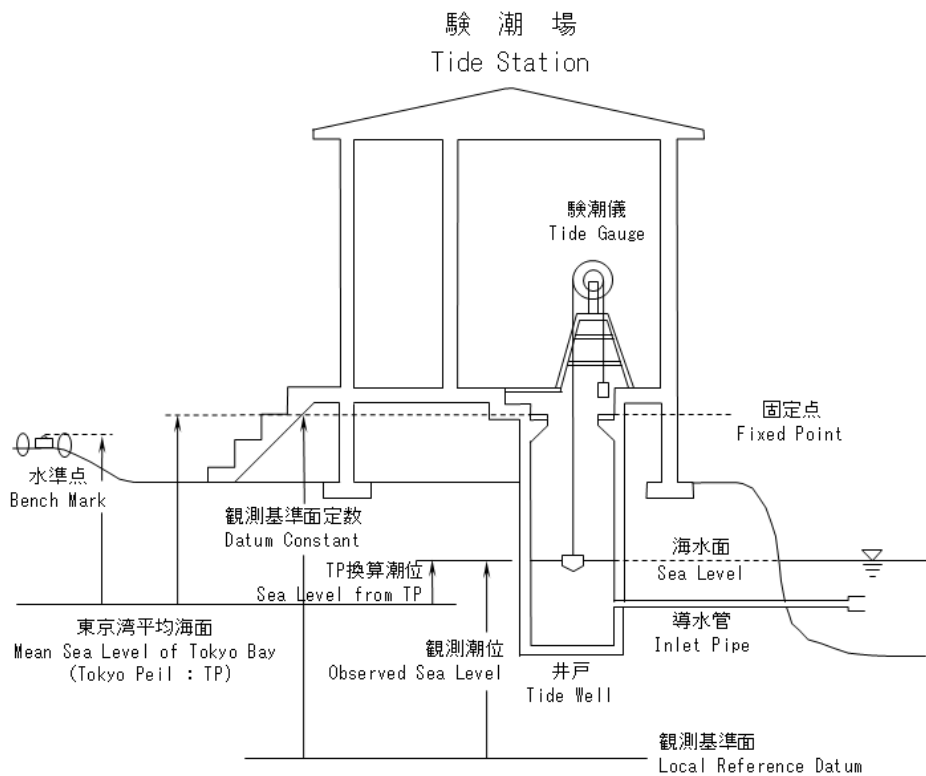
添付第 7-2 図 柏崎験潮場の位置



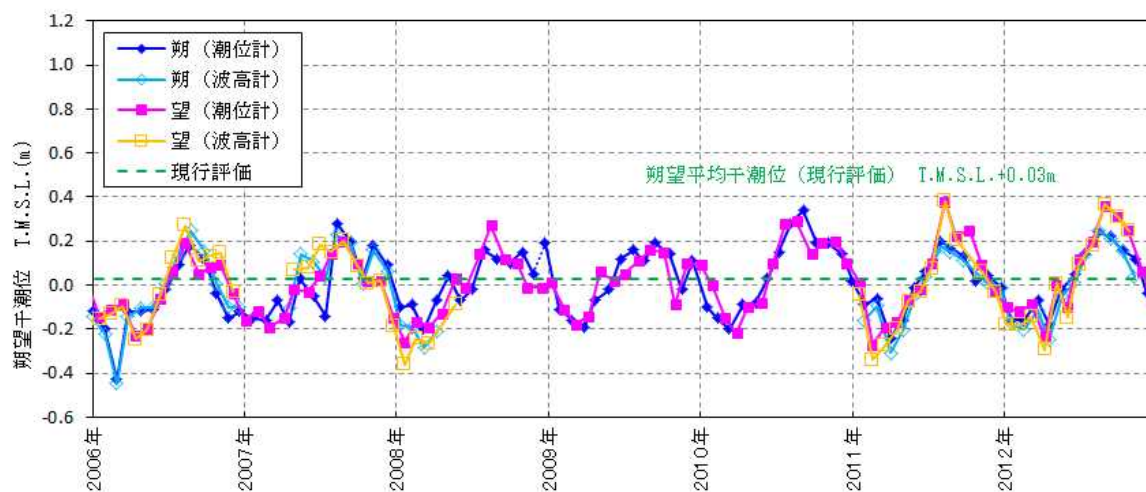
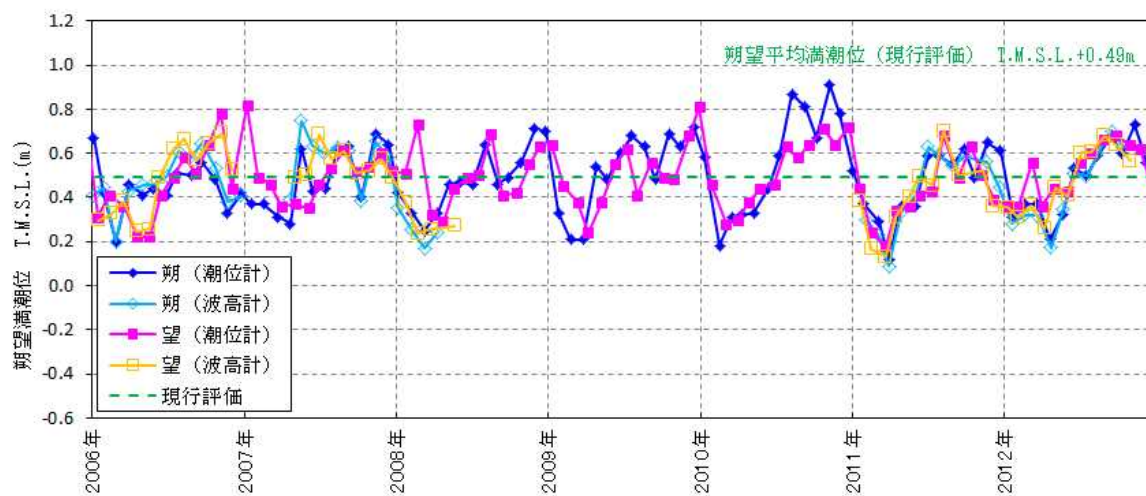
添付第 7-3 図 波高計の設置位置



添付第 7-4 図 超音波式沿岸波高計の概念図



添付第 7-5 図 潮位計の概念図（国土地理院 HP より）



添付第 7-6 図 各月の朔望満干潮位の推移

添付第 7-2 表 朔望平均の比較

	観測期間	朔望満潮位 (m)	朔望干潮位 (m)
敷地波高計	2006 年 1 月～2006 年 12 月	T. M. S. L. +0.47	T. M. S. L. -0.04
	2011 年 1 月～2011 年 12 月	T. M. S. L. +0.42	T. M. S. L. -0.03
	2012 年 1 月～2012 年 12 月	T. M. S. L. +0.46	T. M. S. L. +0.01
	平均値	T. M. S. L. +0.45	T. M. S. L. -0.02
柏崎験潮場	2010 年 1 月～2010 年 12 月	T. M. S. L. +0.55	T. M. S. L. +0.06
	2011 年 1 月～2011 年 12 月	T. M. S. L. +0.45	T. M. S. L. +0.02
	2012 年 1 月～2012 年 12 月	T. M. S. L. +0.50	T. M. S. L. +0.04
	2013 年 1 月～2013 年 12 月	T. M. S. L. +0.51	T. M. S. L. +0.02
	2014 年 1 月～2014 年 12 月	T. M. S. L. +0.45	T. M. S. L. +0.00
	現行評価 (平均値)	T. M. S. L. +0.49	T. M. S. L. +0.03

添付資料 8

入力津波に対する水位分布について

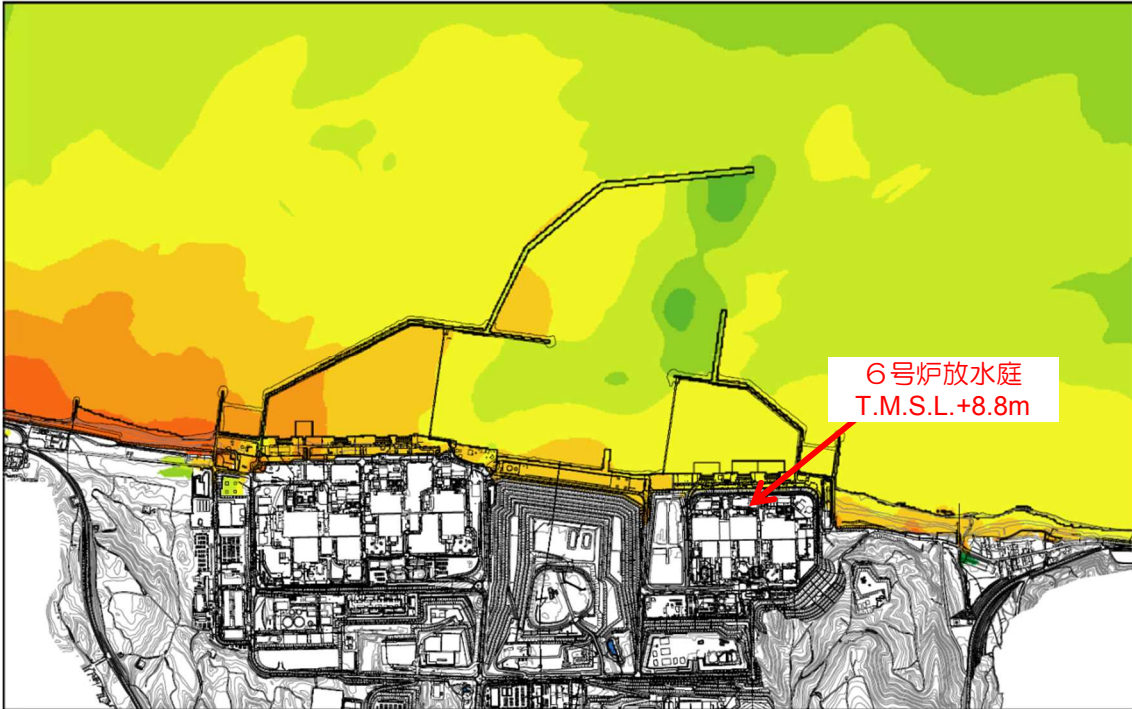
入力津波に対する水位分布について

入力津波の決定ケースにおける津波水位の一覧を添付第 8-1 表に示す。また、各決定ケースにおける水位分布を添付第 8-1～7 図に示す。

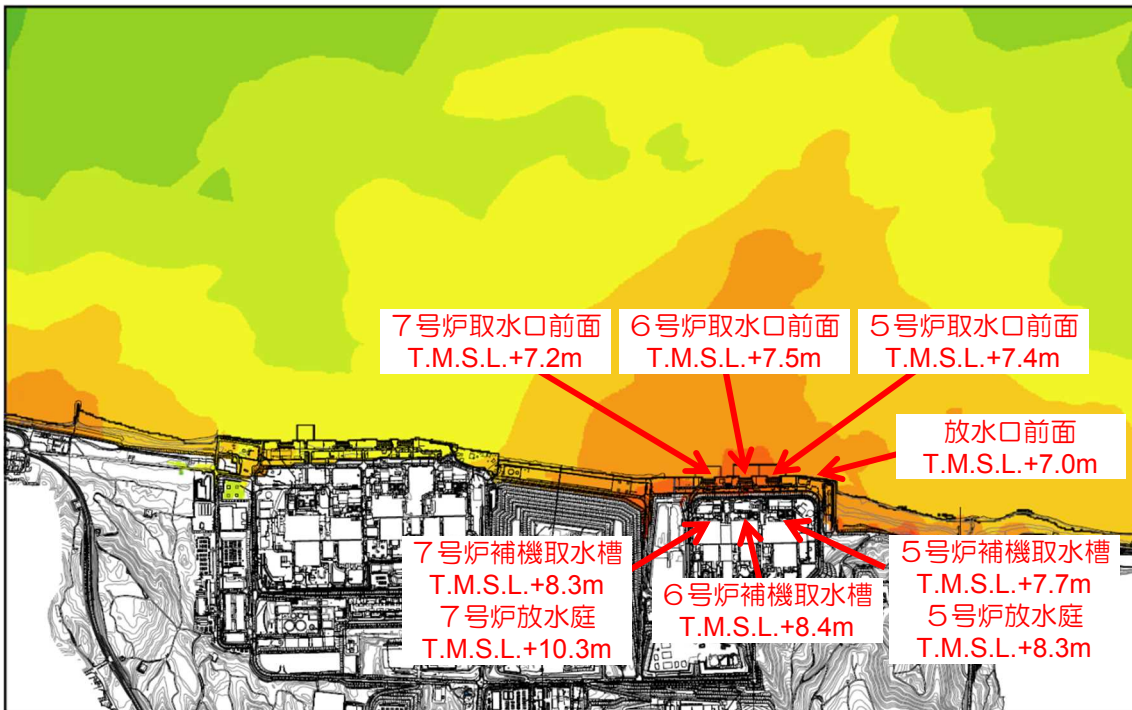
添付第 8-1 表 入力津波高さ一覧

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

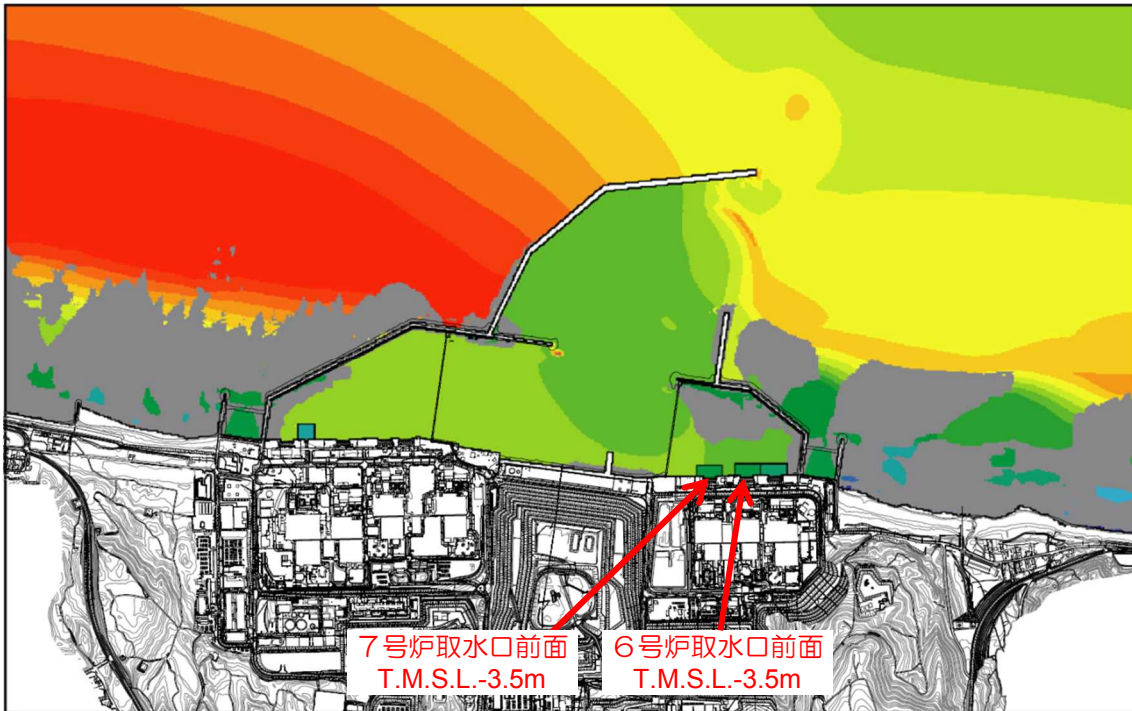
基準津波				入力津波高さ T.M.S.L. (m)												
名称	策定目的	波源		評価地点												
		地震 (断層 ^{メートル})	地 すべり	取水路						放水路			遡上域		発電所 全体	
				取水口前面			補機取水槽 ^{※1}			放水口 前面	放水庭 ^{※2}			荒浜側		
				5号炉	6号炉	7号炉	5号炉	6号炉	7号炉		5号炉	6号炉	7号炉	防潮堤 前面敷地		防潮堤 内敷地
基準 津波 1	施設や敷地への 影響評価 (水位上昇側)	日本海東縁部 (2領域 ^{メートル})	LS-2	7.4 ^{※3}	7.5 ^{※3}	7.2 ^{※3}	7.7 ^{※3}	8.4 ^{※3}	8.3 ^{※3}	7.0 ^{※3}	8.3 ^{※3}	8.8 ^{※3}	10.3 ^{※3}			
基準 津波 2	施設や敷地への 影響評価 (水位下降側)	日本海東縁部 (2領域 ^{メートル})	-		-3.5 ^{※4}	-3.5 ^{※4}		-4.0 ^{※4}	-4.3 ^{※4}							
基準 津波 3	遡上の影響評価敷地高さが 低い 荒浜側敷地への 遡上影響を評価 (防潮堤健全状態)	海域の活断層 (5断層連動 ^{メートル})	LS-2											7.9 ^{※3}		
基準 津波 1'	敷地高さが低い 荒浜側敷地への 遡上影響を評価 防潮堤損傷状態(防潮堤損傷 時)	日本海東縁部 (2領域 ^{メートル})	LS-2	※1：複数ある補機取水槽における水位のうち最高水位（上昇水位）、最低水位（下降水位）を与える津波を入力津波とする ※2：複数ある放水庭、補機放水庭における水位のうち最高水位を与える津波を入力津波とする ※3：朔望平均満潮位(T.M.S.L.+0.49m)、潮位のばらつき(0.16m)、地殻沈降量(0.21m~0.29m)を考慮した値 ※4：朔望平均干潮位(T.M.S.L.+0.03m)、潮位のばらつき(0.15m)を考慮した値											6.9 ^{※3}	



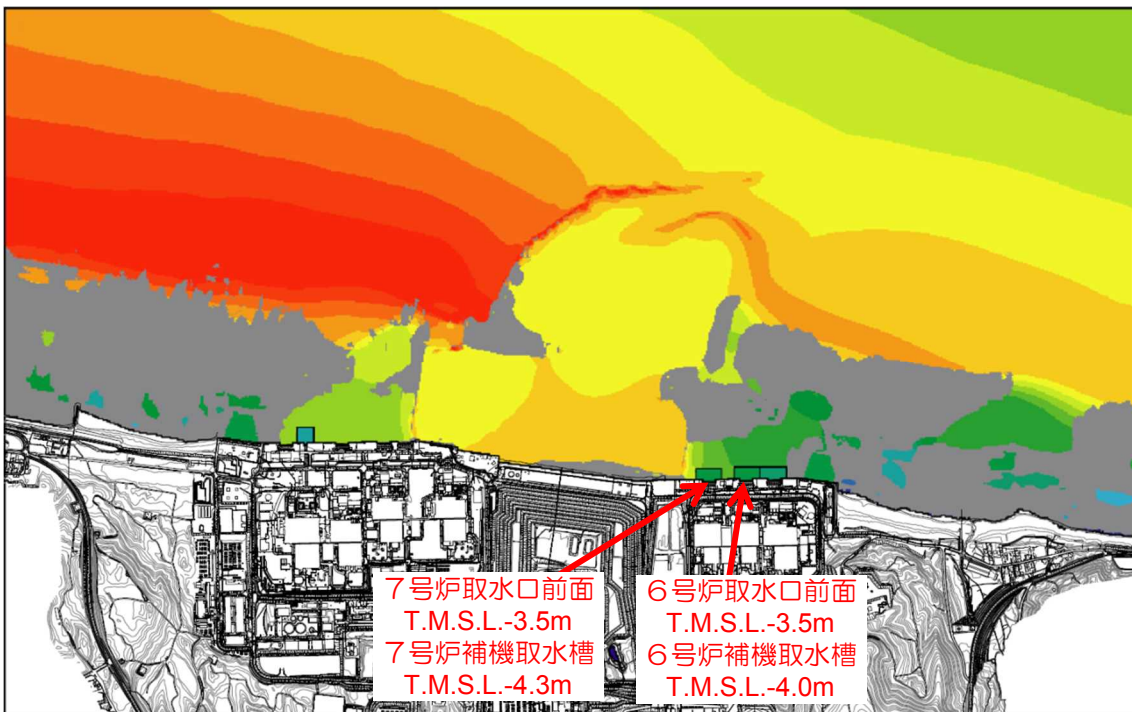
添付第 8-1 図 基準津波 1 最高水位分布
(防波堤あり, 防潮堤あり, 現地形)



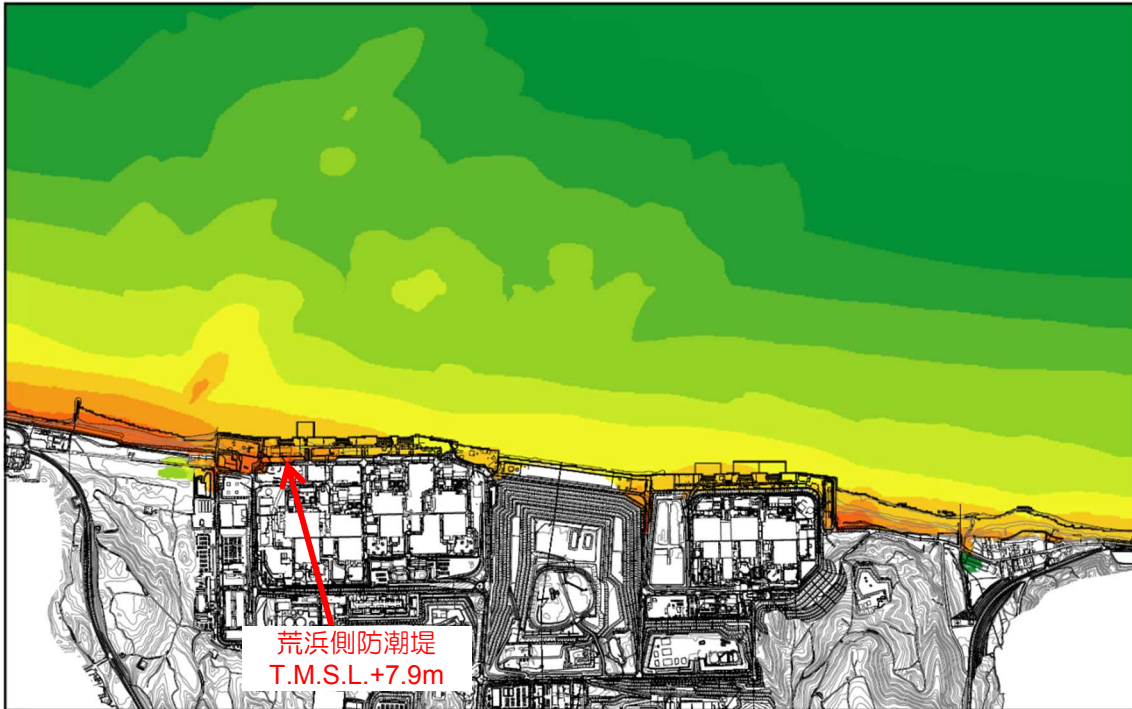
添付第 8-2 図 基準津波 1 最高水位分布
(防波堤なし, 防潮堤あり, 現地形)



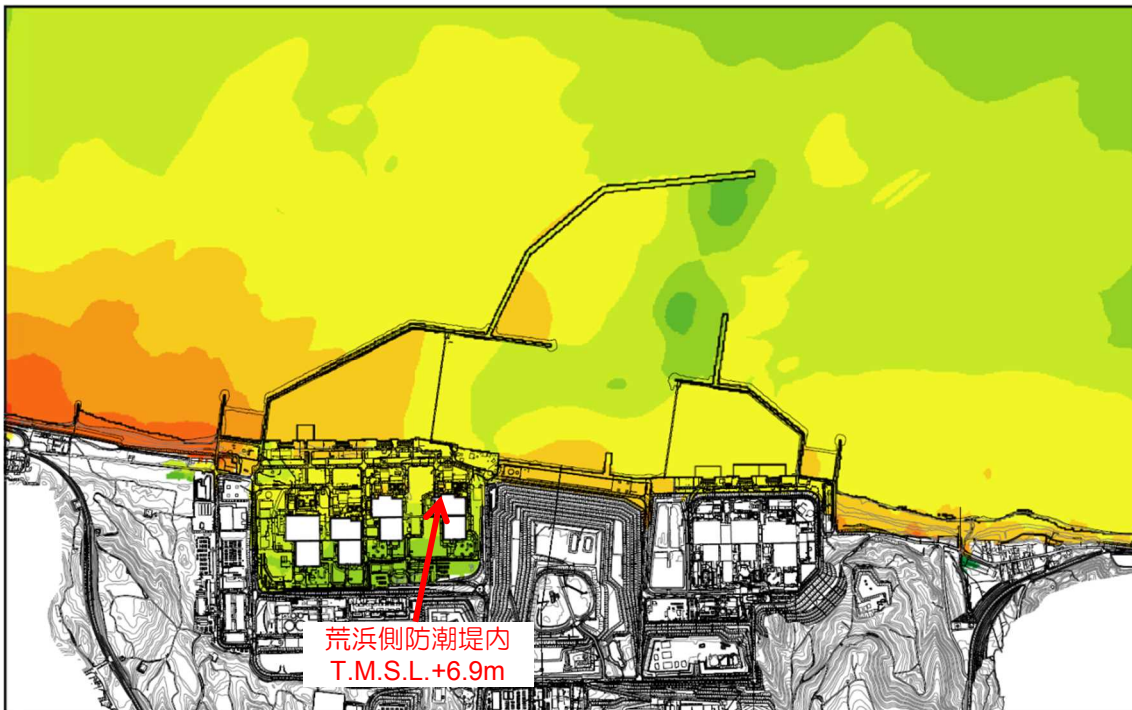
添付第 8-3 図 基準津波 2 最低水位分布
(防波堤あり, 防潮堤あり, 現地形)



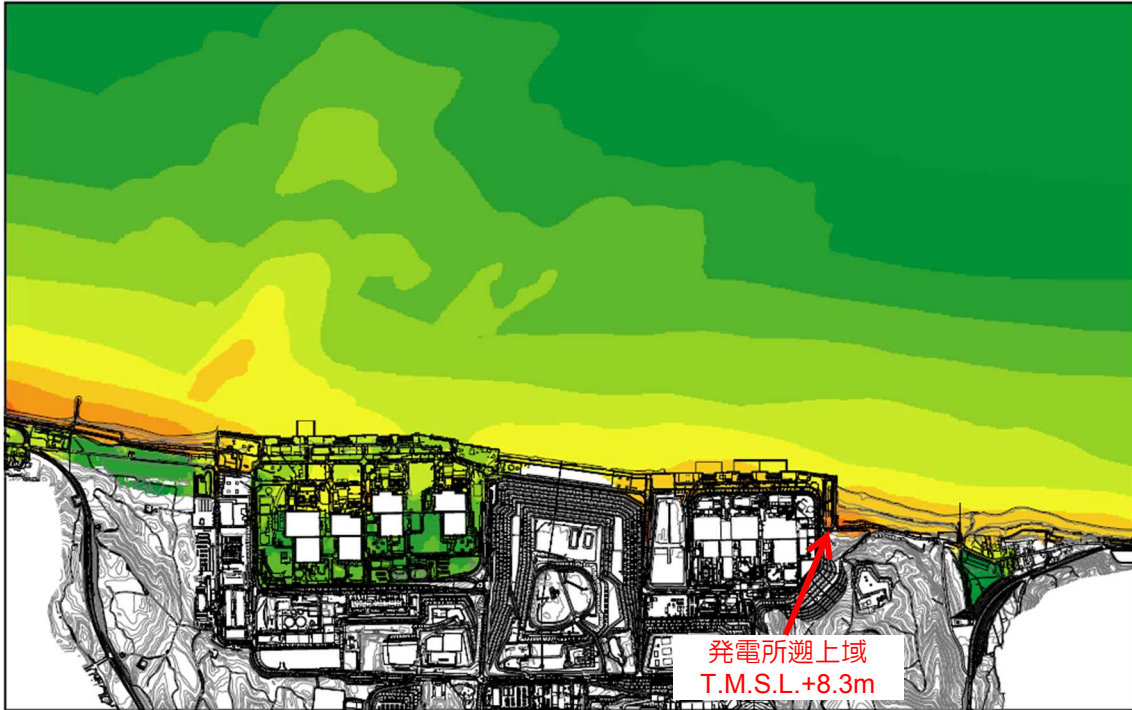
添付第 8-4 図 基準津波 2 最低水位分布
(防波堤なし, 防潮堤あり, 現地形)



添付第 8-5 図 基準津波 3 最高水位分布
(防波堤なし，防潮堤あり，1 m 沈下，斜面崩壊)



添付第 8-6 図 基準津波 1' 最高水位分布
(防波堤あり，防潮堤なし，現地形)



添付第 8-7 図 基準津波 3 最高水位分布
(防波堤なし, 防潮堤なし, 2m沈下, 斜面崩壊)

添付資料 9

敷地への浸水防止（外郭防護 1）評価のための の沈下量の算定について

※安田層下部層の MIS10～MIS7 と MIS6 の境界付近の堆積物については、
本資料では〔古安田層〕と仮称する。

敷地への浸水防止（外郭防護 1）評価のための沈下量の算定について

【検討方針】

敷地への浸水防止（外郭防護 1）については、設計基準対象施設並びに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を設置する敷地高さにより達成する方針としていることから、ここでは、その敷地及び流入経路に対する地震による液状化等に伴う沈下について検討する。

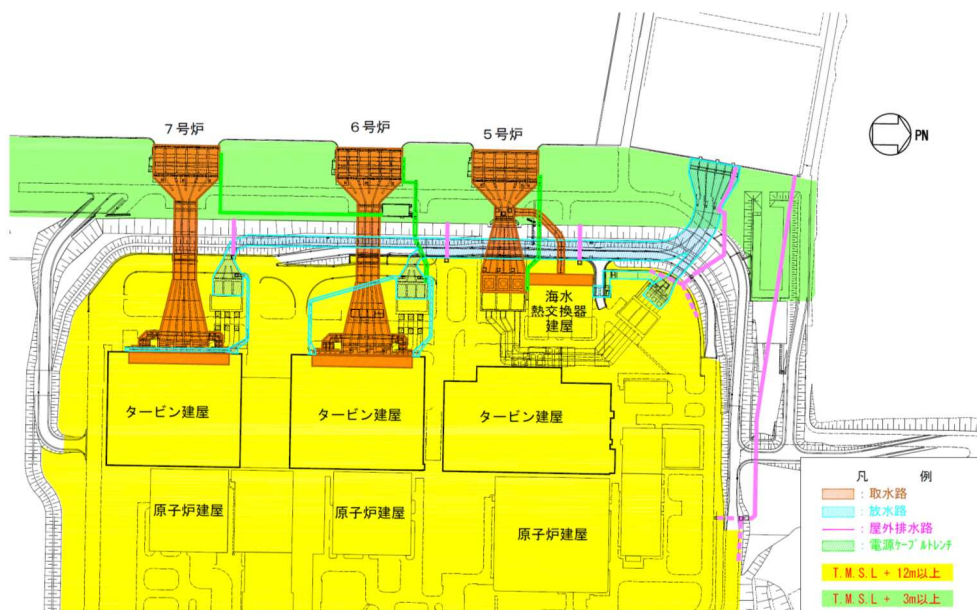
津波防護対象設備を内包する建屋及び区画及び沈下量検討範囲図を添付第 9-1 図に、大湊側の流入経路図を添付第 9-2 図に示す。沈下量については、これらの設置地盤を踏まえ、添付第 9-1 表に示す沈下量算定方法により沈下量を算定する。

沈下量の算定は、「添付資料 4 地震時の地形等の変化による津波遡上経路への影響について 4.2 敷地の沈下量設定」における検討から、本検討範囲における側方流動の影響は小さいと判断できることから、排水沈下について評価する。排水沈下量は、「添付資料 4」と同様に各地層の沈下率と層厚を用いて算定する。排水沈下量の算定フローを添付第 9-3 図に、敷地の各地層の相対密度より保守的に設定した沈下率を添付第 9-4 図に示す。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

5 条-別添 1-添付 9-2

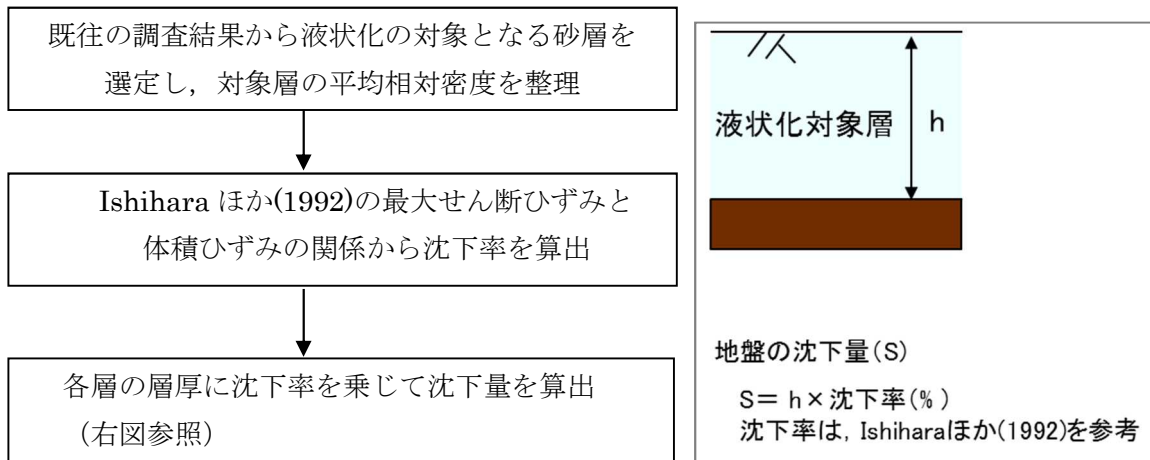
添付第 9-1 図 津波防護施設配置及び沈下量検討範囲図



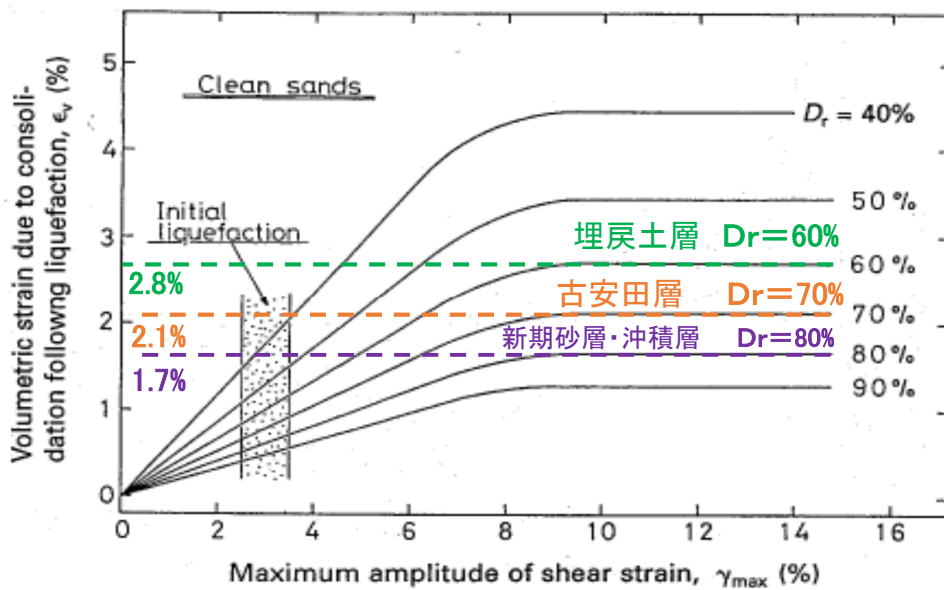
添付第 9-2 図 大湊側 流入経路図

添付第 9-1 表 沈下量算定方針

設置エリア	分類	評価対象	設置地盤	沈下量算定方法	備考
大湊側敷地	敷地	敷地 T. M. S. L. +12m	—	5～7 号炉原子炉建屋汀線直交地質断面図に基づき、地表～西山層の地層厚と沈下率から保守的に算定する。	詳細を【検討結果】(1)に記載
		敷地 T. M. S. L. +35m		敷地 (T. M. S. L. +12m) の背後に位置し、十分な高さの敷地であることから、評価対象外とする。	—
	流入経路	5～7 号炉 補機冷却用海水取水路 補機冷却用海水取水槽	西山層	液状化による沈下は生じない。	—
		5～7 号炉 取水路	古安田層	取水路の地質断面図に基づき、古安田層の砂層厚と沈下率から保守的に算定する。	詳細を【検討結果】(2)に記載
		5～7 号炉 放水路、放水庭 補機冷却用海水放水庭 屋外排水路 電源ケーブルトレンチ	埋戻土層 主体	敷地の浅部に設置されていることから、保守的に敷地の沈下量を用いる。	(1)の沈下量を採用
荒浜側敷地	敷地	敷地 T. M. S. L. +13m	—	敷地 (T. M. S. L. +13m) の汀線平行地質断面図に基づき、地表～西山層の地層厚と沈下率から保守的に算定する。	詳細を【検討結果】(3)に記載
		敷地 T. M. S. L. +21m, 37m		敷地 (T. M. S. L. +13m) の背後に位置し、十分な高さの敷地であることから、評価対象外とする。	—
	流入経路	ケーブル洞道	新期砂層・沖積層 主体	敷地の浅部に設置されていることから、保守的に敷地の沈下量を用いる。	(3)の沈下量を採用



添付第 9-3 図 液状化に伴う排水沈下量の算定フロー



添付第 9-4 図 Ishihara ほか(1992)の地盤の最大せん断ひずみと体積ひずみの関係から設定した各層の沈下率

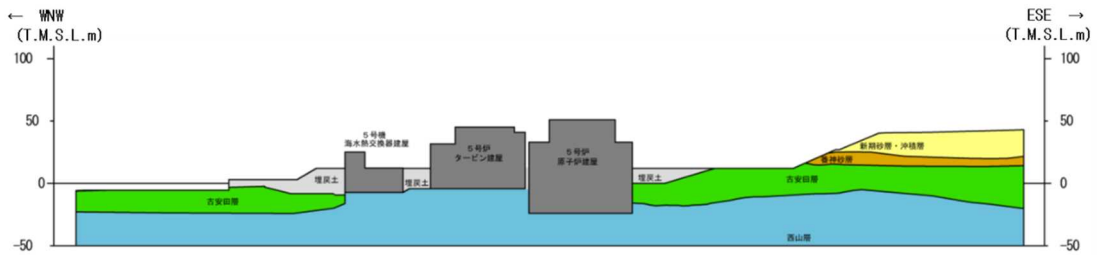
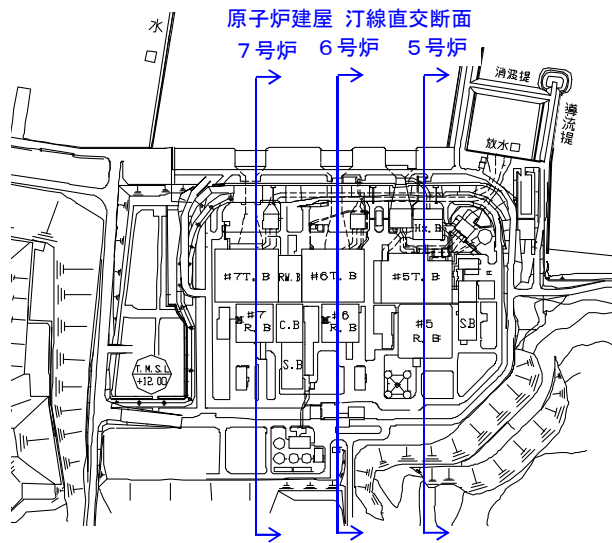
【検討結果】

(1) 大湊側の敷地 (T. M. S. L. +12m)

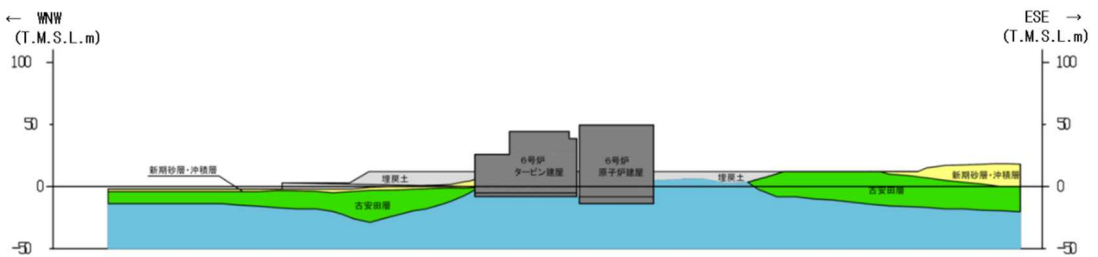
大湊側の敷地 (T. M. S. L. +12m) の沈下量は、5～7号炉原子炉建屋汀線直交地質断面図に基づき算定した。平面図及び地質断面図を添付第9-5図に示す。なお、古安田層については、液状化しない粘性土も広く分布しているが、ここでは全層を液状化評価対象層として保守的に沈下量を算定した。

各砂層の層厚と沈下率から算出した沈下量の分布を添付第9-6図に示す。沈下量は、5号炉汀線直交断面で平均0.61m、最大0.85m、6号炉汀線直交断面で平均0.48m、最大0.93m、7号炉汀線直交断面で平均0.47m、最大0.85mとなった。

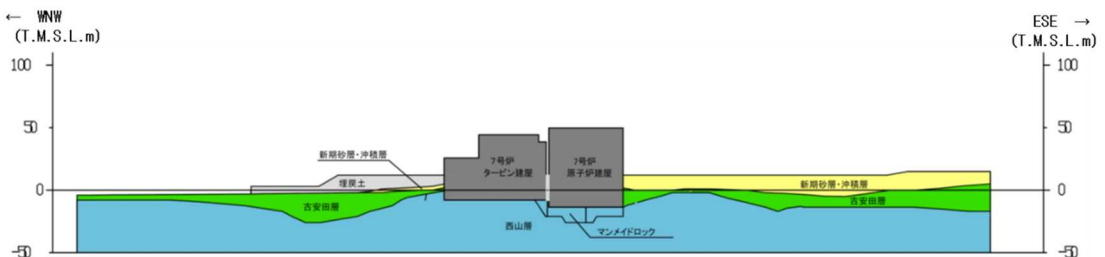
以上より、大湊側の敷地 (T. M. S. L. +12m) の浸水防止 (外郭防護1) 評価における許容津波高さの設定においては、保守的に沈下量1mを考慮する。



5号炉原子炉建屋 汀線直交断面

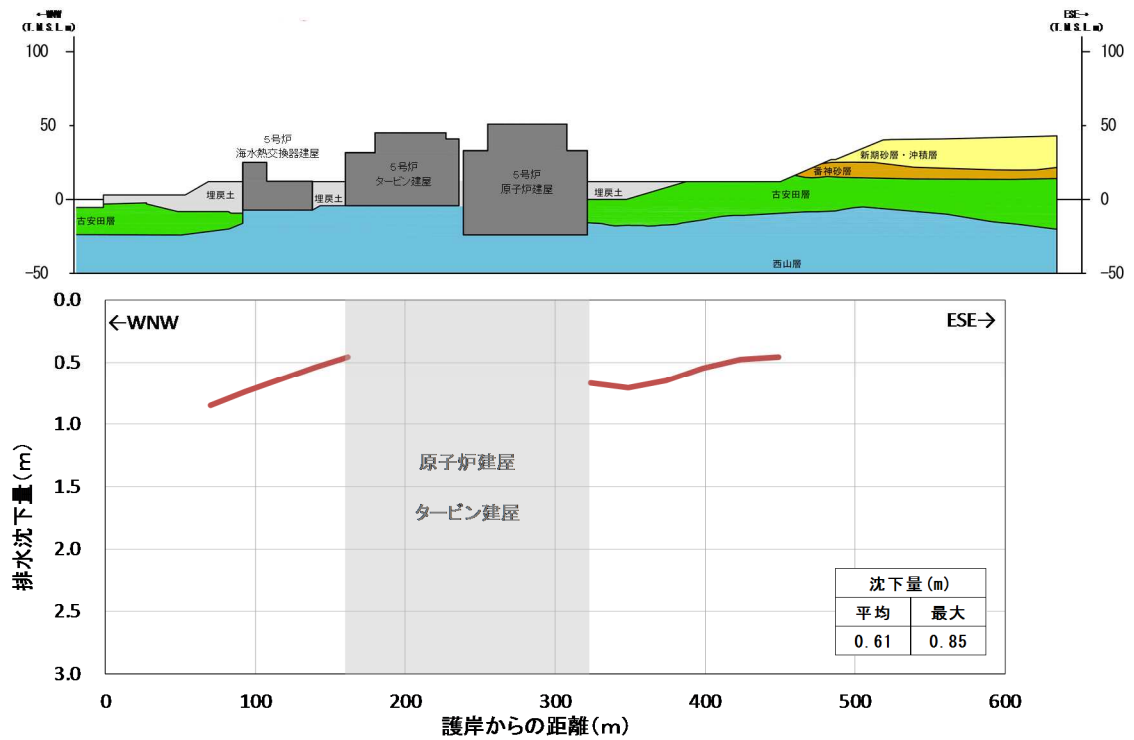


6号炉原子炉建屋 汀線直交断面

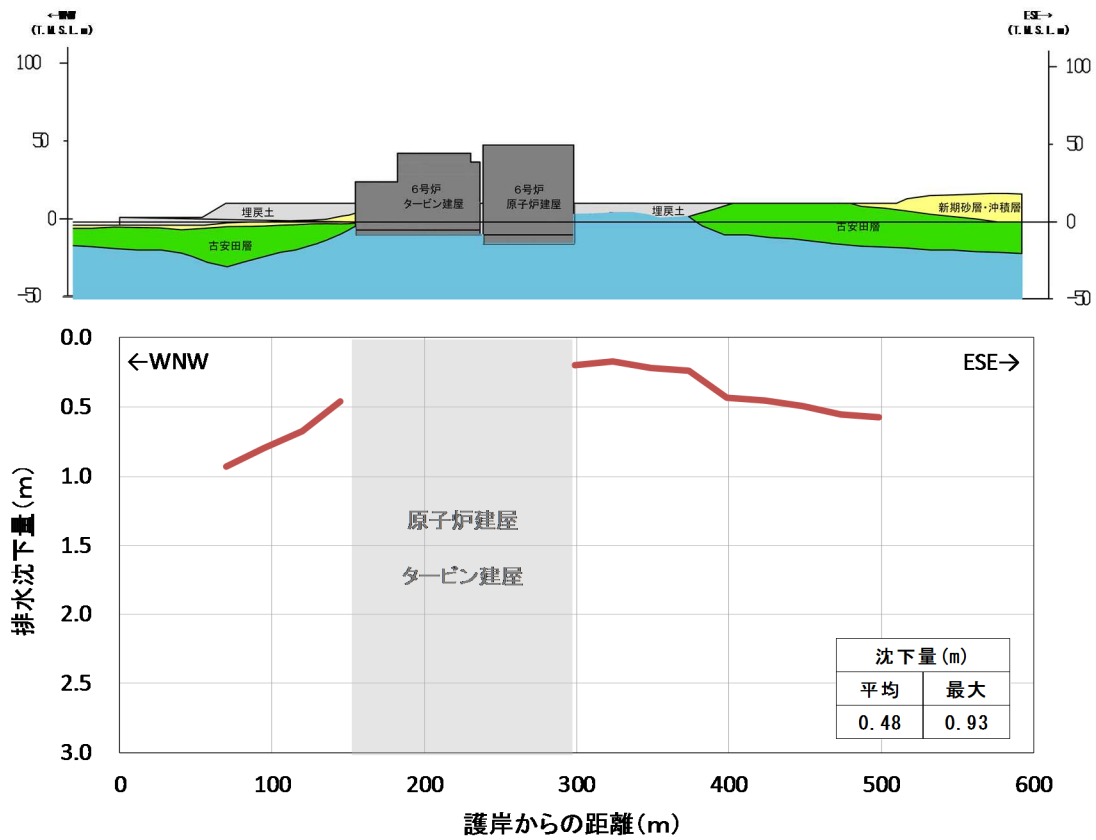


7号炉原子炉建屋 汀線直交断面

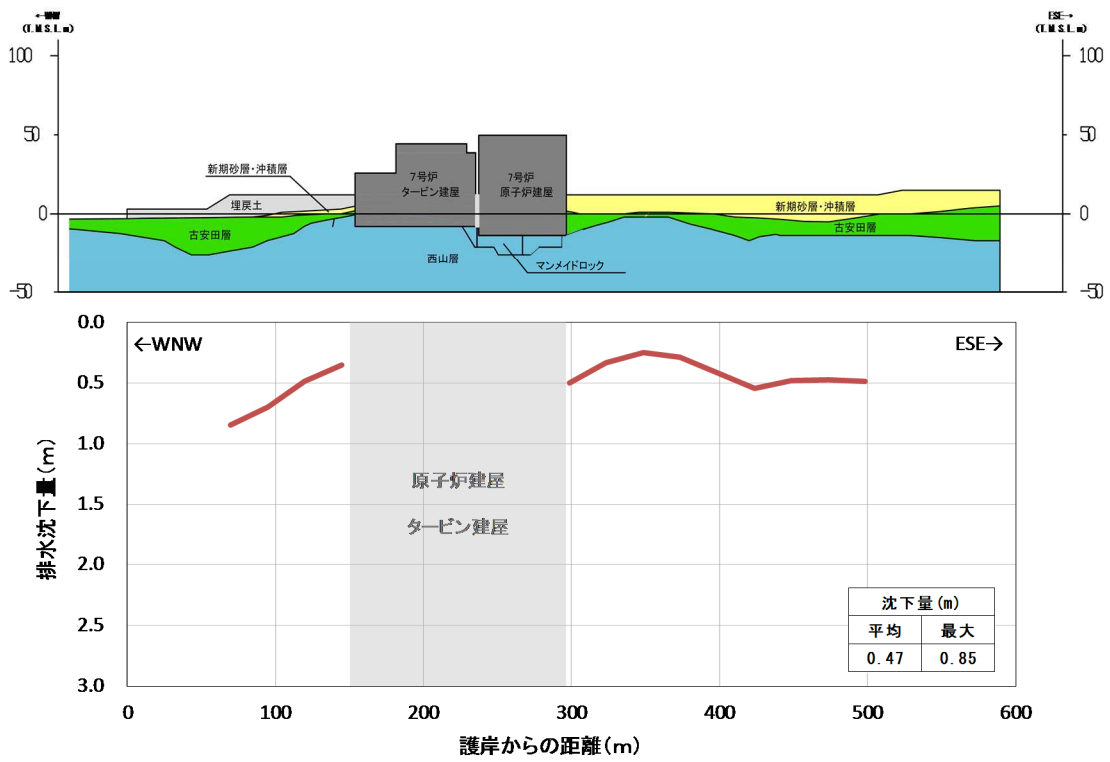
添付第9-5図 地質断面図（5，6，7号炉原子炉建屋 汀線直交断面図）



添付第 9-6 図(1) 排水沈下量 (5号炉汀線直交断面)



添付第 9-6 図(2) 排水沈下量 (6号炉汀線直交断面)



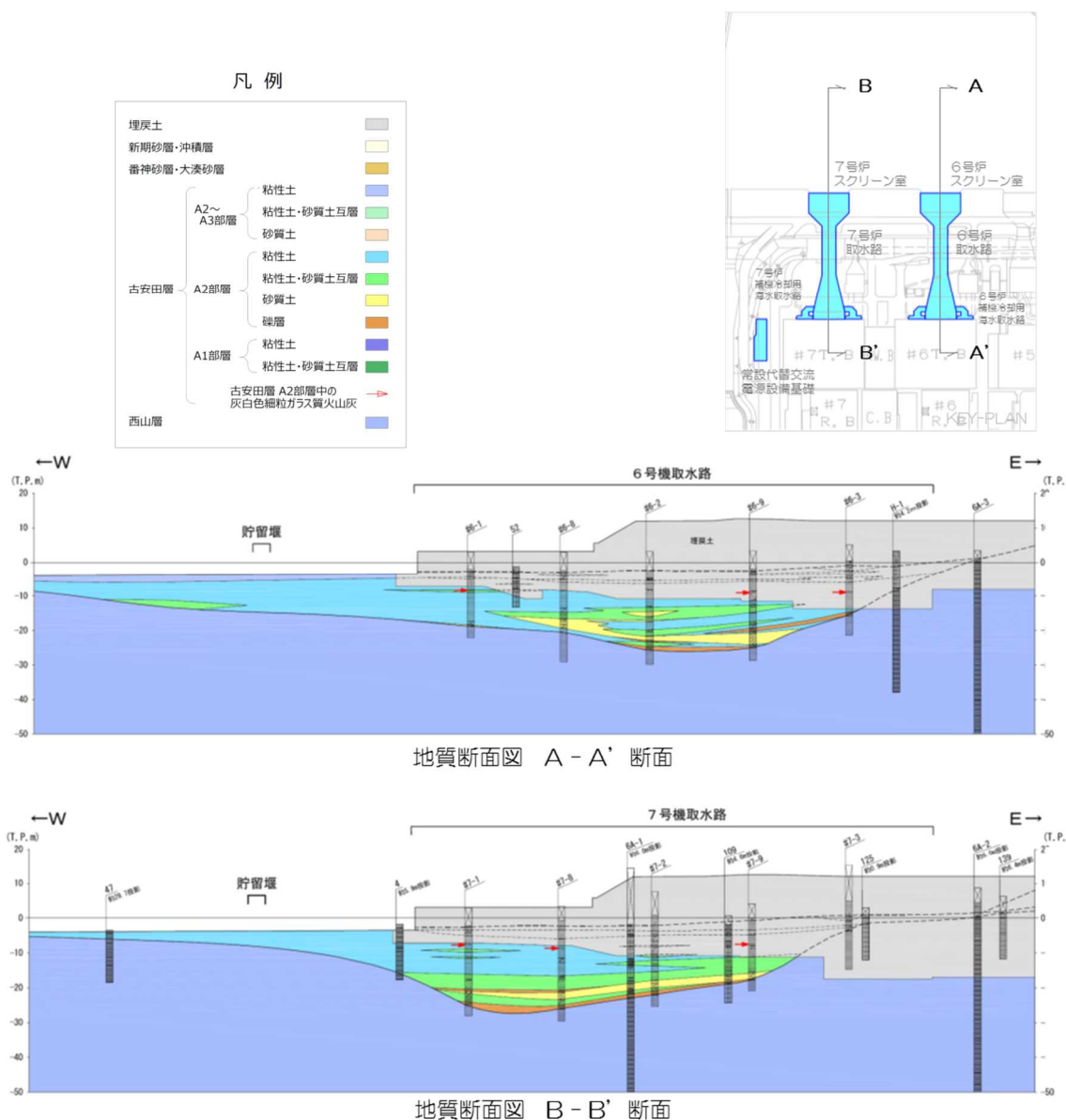
添付第 9-6 図(3) 排水沈下量 (7号炉汀線直交断面)

(2) 5～7号炉取水路

5～7号炉取水路の沈下量は、取水路の詳細な地質断面図に基づき、取水路下の古安田層中の砂層厚から沈下量を算定した。平面図及び地質断面図を添付第9-7図に示す。

古安田層中の砂層の最大層厚と沈下率から算出した沈下量は、添付第9-2表に示すとおり、6号炉0.099m、7号炉0.097mとなった。

以上より、5～7号炉取水路の浸水防止（外郭防護1）評価における許容津波高さの設定においては、保守的に沈下量0.2mを考慮する。



添付第9-7図 地質断面図（取水路地質断面図）

添付第 9-2 表 取水路最大沈下量

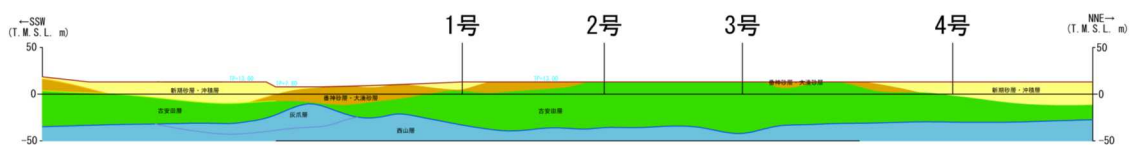
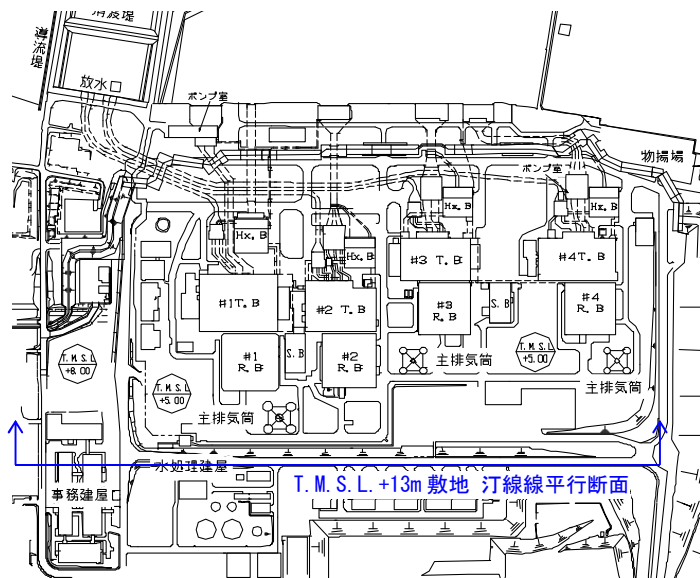
評価対象	古安田層中の砂層厚 (最大)	砂層の沈下率	沈下量
6号炉取水路	4.7m	2.1%	0.099m
7号炉取水路	4.6m		0.097m

(3) 荒浜側の敷地 (T. M. S. L. +13m)

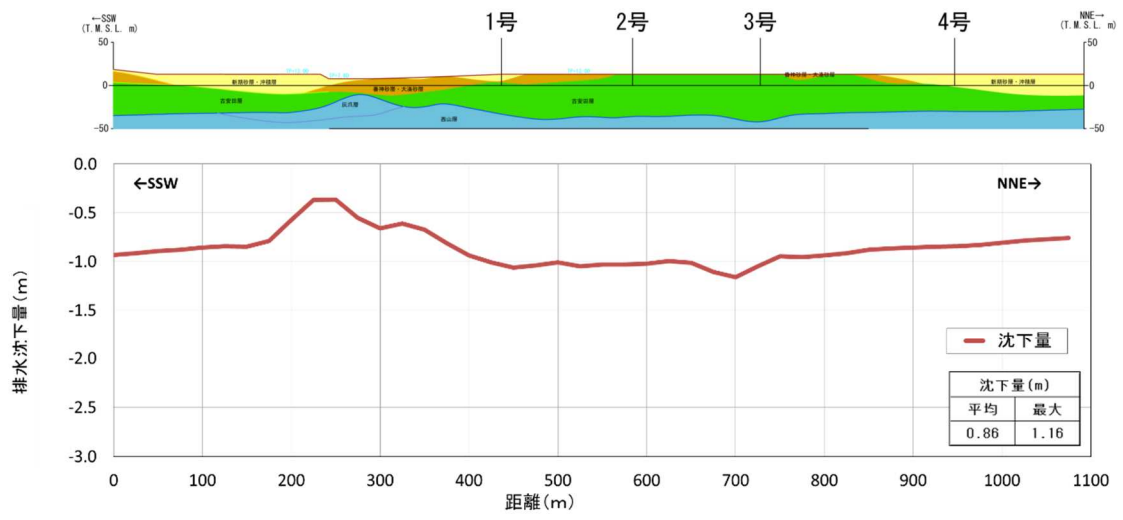
荒浜側の敷地 (T. M. S. L. +13m) の沈下量は、汀線平行の地質断面図に基づき算定した。平面図及び地質断面図を添付第 9-8 図に示す。なお、古安田層については、液状化しない粘性土も広く分布しているが、ここでは全層を液状化評価対象層として保守的に沈下量を算定した。

各砂層の層厚と沈下率から算出した沈下量の分布を添付第 9-9 図に示す。沈下量は、平均 0.86m、最大 1.16m となった。

以上より、荒浜側の敷地 (T. M. S. L. +13m) の浸水防止 (外郭防護 1) 評価における許容津波高さの設定においては、保守的に沈下量 1.2m を考慮する。



添付第 9-8 図 地質断面図 (荒浜側敷地汀線線平行断面)



添付第 9-9 図 排水沈下量（荒浜側敷地汀線平行断面）

(4) 敷地の浸水防止（外郭防護1）評価で考慮する沈下量

(1)～(3)の沈下量算定結果に基づき、敷地の浸水防止（外郭防護1）評価では、敷地及び流入経路に対する地震による液状化等に伴う沈下量を添付第9-3表に示すとおり考慮する。

添付第9-3表 敷地の浸水防止（外郭防護1）評価で考慮する沈下量

設置エリア	分類	評価対象	設置地盤	沈下量	備考
大湊側敷地	敷地	敷地 T. M. S. L. +12m	—	1m	5～7号炉原子炉建屋汀線直交地質断面図に基づき、地表～西山層の地層厚と沈下率から保守的に算定した。
		敷地 T. M. S. L. +35m		—	敷地（T. M. S. L. +12m）の背後に位置し、十分な高さの敷地であることから、評価対象外とする。
	流入経路	5～7号炉 補機冷却用海水取水路 補機冷却用海水取水槽	西山層	—	液状化による沈下は生じない。
		5～7号炉 取水路	古安田層	0.2m	取水路の地質断面図に基づき、古安田層の砂層厚と沈下率から保守的に算定した。
		5～7号炉 放水路、放水庭 補機冷却用海水放水庭 屋外排水路 電源ケーブルトレンチ	埋戻土層 主体	1m	敷地の浅部に設置されていることから、保守的に敷地の沈下量を用いる。
荒浜側敷地	敷地	敷地 T. M. S. L. +13m	—	1.2m	敷地（T. M. S. L. +13m）の汀線平行地質断面図に基づき、地表～西山層の地層厚と沈下率から保守的に算定した。
		敷地 T. M. S. L. +21m, 37m		—	敷地（T. M. S. L. +13m）の背後に位置し、十分な高さに設置されていることから、評価対象外とする。
	流入経路	ケーブル洞道	新期砂層 ・沖積層 主体	1.2m	敷地の浅部に設置されていることから、保守的に敷地の沈下量を用いる。

添付資料 10

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づけについて

柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉では、種々の津波防護対策設備を設置している（添付第 10-1 図）。

本書では、これらの津波防護対策設備の分類について、各分類の定義や目的を踏まえて整理した（添付第 10-1 表）。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

添付第 10-1 図 6 号及び 7 号炉における津波防護対策設備の概要

添付第 10-1 表 各津波防護対策設備の分類整理

分類	定義※1	施設・設備※1	目的※1	海水貯留堰	取水槽閉止板	水密扉	止水ハッチ	ダクト閉止板	浸水防止ダクト	貫通部止水処置	床ドレンライン浸水防止治具
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	●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、非常用海水冷却系の海水ポンプの機能を保持し、同系による冷却に必要な海水を確保する※2	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない
浸水防止設備	外郭防護及び内郭防護を行う機器・配管等の設備	●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	●敷地内に、津波を浸水及び漏水させない（外郭防護）	× 該当しない	○取水路からタービン建屋への津波の流入を防止する（外郭防護1）	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 該当しない	× 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	●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）	× 該当しない	× 該当しない	○地震によるタービン建屋内の循環水管や他の海水系機器の損傷に伴う溢水及び損傷箇所を介しての津波の流入に対して、浸水防護重点化範囲の浸水を防止する（内郭防護）					

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

※2 非常用取水設備に該当する設備であるが，津波防護施設（非常用取水設備を兼ねる）と位置付けて設置する

添付資料 11

タービン建屋内の区画について

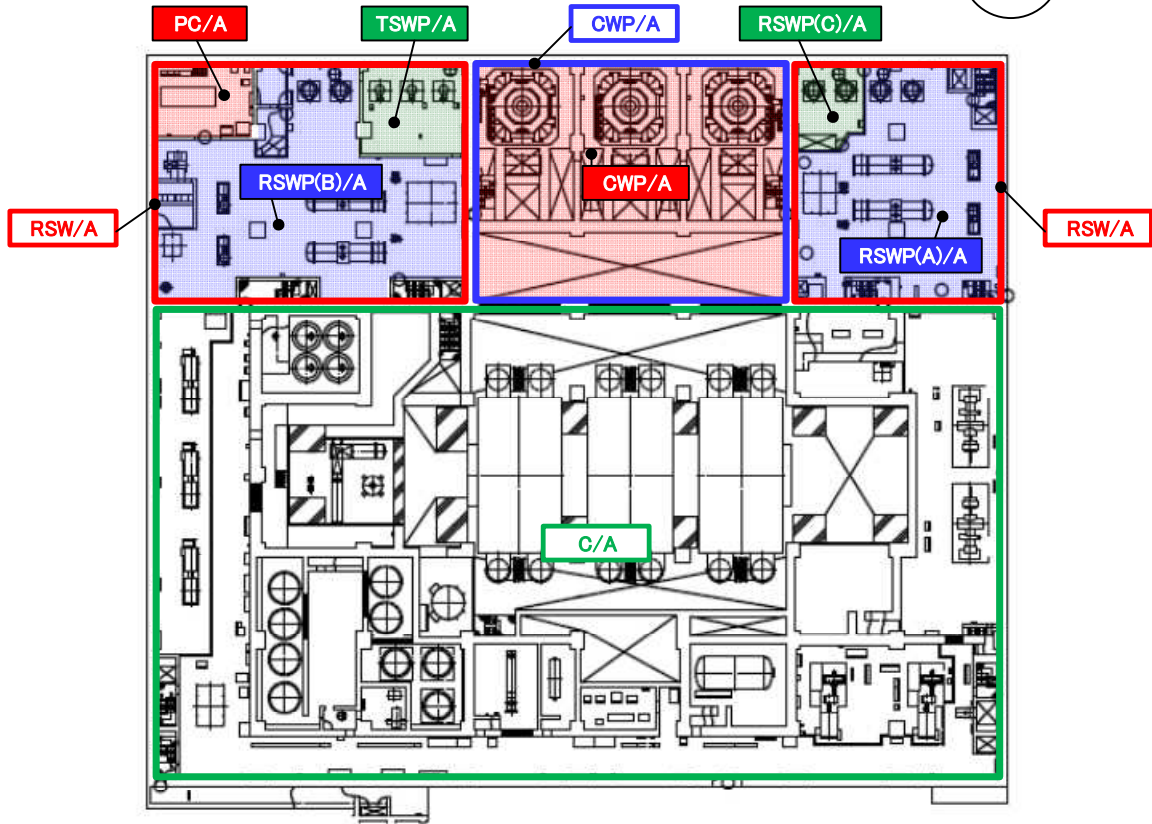
タービン建屋内の区画について

「2.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）」及び「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」の説明において使用するタービン建屋内の各区画の名称と略号，対象範囲の一覧を添付第 11-1 表，添付第 11-1 図及び添付第 11-2 図に示す。

なお，「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」の説明で使用する区画に関し，タービン建屋の地下中間 2 階，地上 1 階等を含む区画割りの詳細については，第 2.4-2 図に示すものとする。

添付第 11-1 表 タービン建屋内区画一覧表

	区画名称	略号	対象範囲	<参考> 第 9 条「溢水による損傷の防止等」 において使用する区画名称
外郭防護 2 にて使用	循環水ポンプエリア	CWP/A	循環水ポンプ (A), (B), (C) 等を設置するエリア	—
	原子炉補機冷却海水ポンプ A 系エリア	RSWP (A) /A	原子炉補機冷却海水ポンプ (A), (D) 及び原子炉補機冷却水系熱交換器 (A), (D) 等を設置するエリア	—
	原子炉補機冷却海水ポンプ B 系エリア	RSWP (B) /A	原子炉補機冷却海水ポンプ (B), (E) 及び原子炉補機冷却水系熱交換器 (B), (E) 等を設置するエリア	—
	原子炉補機冷却海水ポンプ C 系エリア	RSWP (C) /A	原子炉補機冷却海水ポンプ (C), (F) 等を設置するエリア	—
	タービン補機冷却海水ポンプエリア	TSWP/A	タービン補機冷却海水ポンプ (A), (B), (C) 等を設置するエリア	—
	原子炉補機冷却水系熱交換器 C 系エリア	RCWHx (C) /A	原子炉補機冷却水ポンプ (C), (F) 及び原子炉補機冷却水系熱交換器 (C), (F) 等を設置するエリア	—
	B 系非常用電気品室	PC/A	B 系の非常用電気品 (パワーセンタ等) を設置するエリア	—
内郭防護にて使用	循環水ポンプを設置するエリア	CWP/A	循環水ポンプエリアと同一のエリア	タービン建屋循環水ポンプエリア
	非常用海水冷却系を設置するエリア	RSW/A	RSWP (A) /A, RSWP (B) /A, RSWP (C) /A, PC/A, TSWP/A 及び RCWHx (C) /A を併せた範囲であり, 設計基準対象施設の津波防護対象設備を設置するエリア	タービン建屋海水熱交換器エリア (原子炉補機冷却系設置エリア)
	復水器を設置するエリア	C/A	復水器等を設置するエリア	タービン建屋 (循環水ポンプエリア及び海水熱交換器エリアを除く。)
	タービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリア	Hx/A	タービン補機冷却水系熱交換器等を設置するエリア	タービン建屋海水熱交換器エリア (タービン補機冷却系設置エリア)



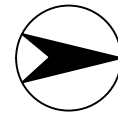
外郭防護2の説明で使用する区画名称

- CWP/A** : 循環水ポンプエリア
- RSWP(A)/A** : 原子炉補機冷却海水ポンプA系エリア
- RSWP(B)/A** : 原子炉補機冷却海水ポンプB系エリア
- RSWP(C)/A** : 原子炉補機冷却海水ポンプC系エリア
- TSWP/A** : タービン補機冷却海水ポンプエリア
- PC/A** : B系非常用電気品室
- RCWHx(C)/A** : 原子炉補機冷却水系熱交換器C系エリア

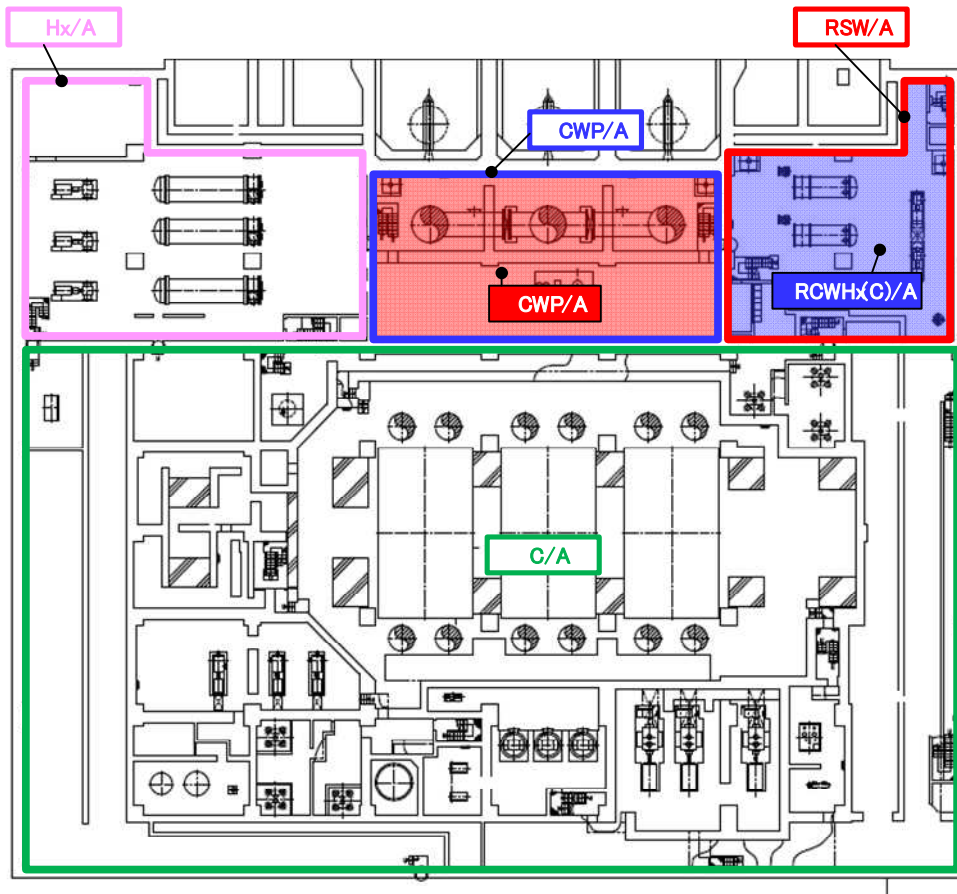
内郭防護の説明で使用する区画名称

- CWP/A** : 循環水ポンプを設置するエリア
- RSW/A** : 非常用海水冷却系を設置するエリア
- C/A** : 復水器を設置するエリア
- Hx/A** : タービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリア

添付第 11-1 図 タービン建屋内区画範囲図 (地下 1 階)



プラントノース



外郭防護2の説明で使用する区画名称

- CWP/A** : 循環水ポンプエリア
- RSWP(A)/A** : 原子炉補機冷却海水ポンプA系エリア
- RSWP(B)/A** : 原子炉補機冷却海水ポンプB系エリア
- RSWP(C)/A** : 原子炉補機冷却海水ポンプC系エリア
- TSWP/A** : タービン補機冷却海水ポンプエリア
- PC/A** : B系非常用電気品室
- RCWHx(C)/A** : 原子炉補機冷却水系熱交換器C系エリア

内郭防護の説明で使用する区画名称

- CWP/A** : 循環水ポンプを設置するエリア
- RSW/A** : 非常用海水冷却系を設置するエリア
- C/A** : 復水器を設置するエリア
- Hx/A** : タービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリア

添付第 11-2 図 タービン建屋内区画範囲図 (地下 2 階)

添付資料 12

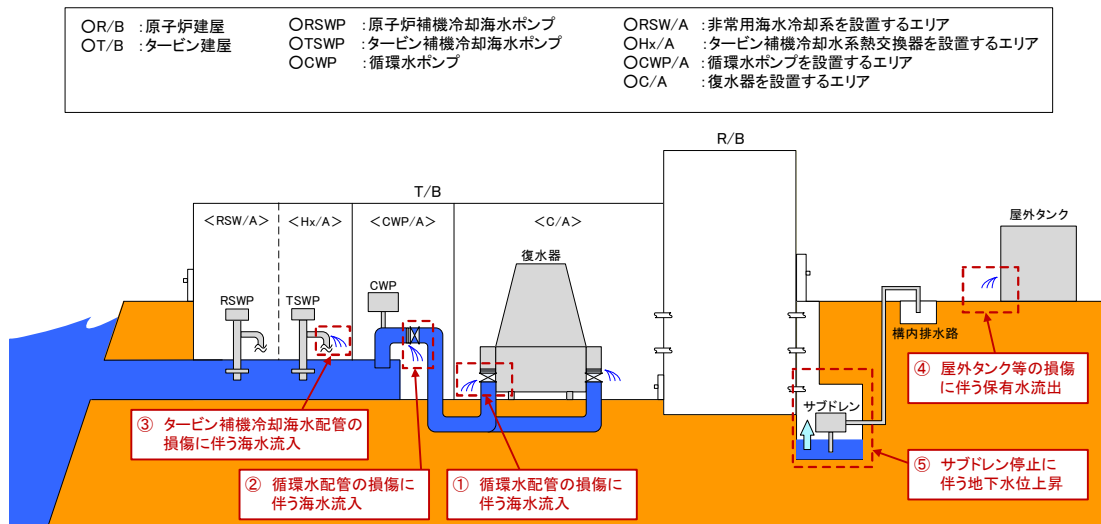
内郭防護において考慮する溢水の
浸水範囲，浸水量について

内郭防護において考慮する溢水の浸水範囲，浸水量について

12.1 はじめに

「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」では，規制基準における要求事項「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」に関し，審査ガイドに従い，6号及び7号炉で考慮すべき具体的な溢水事象として以下の5事象を挙げている。（添付第12-1図）

- ①タービン建屋内の復水器を設置するエリアにおける溢水
- ②タービン建屋内の循環水ポンプを設置するエリアにおける溢水
- ③タービン建屋内のタービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリアにおける溢水
- ④屋外タンク等による屋外における溢水
- ⑤建屋外周地下部における地下水位の上昇



添付第12-1図 地震による溢水の概念図

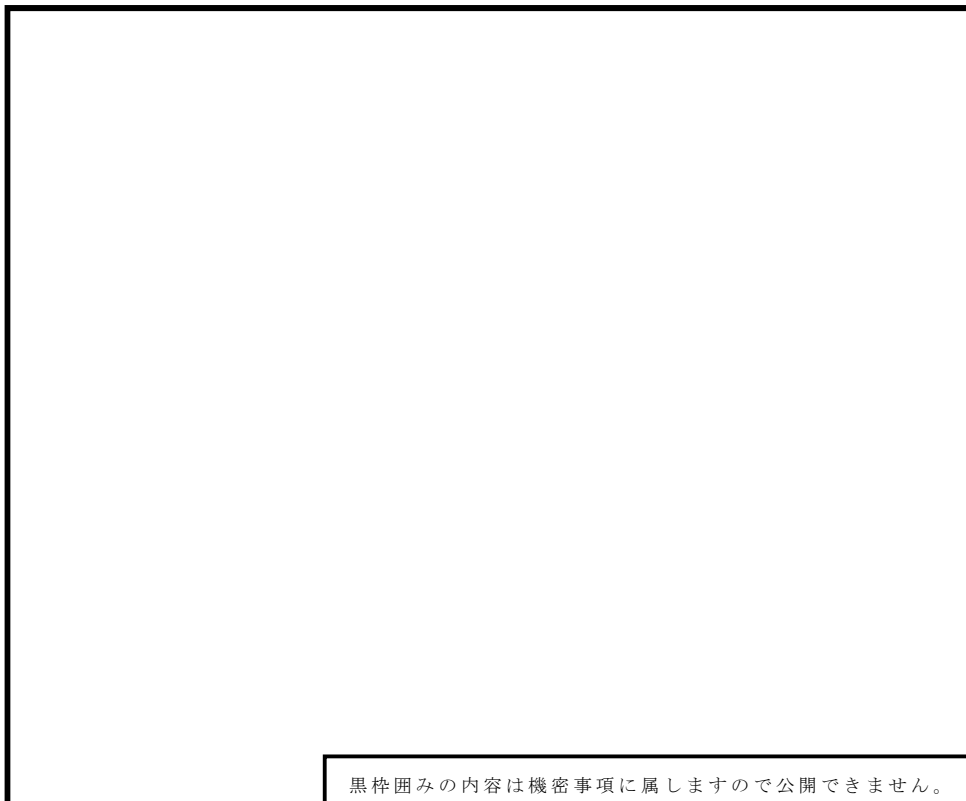
これらの各事象による浸水範囲，浸水量については，「設置許可基準規則第9条（溢水による損傷の防止等）」に対する適合性において説明されており，本書ではその該当箇所を抜粋する形で，評価条件，評価結果等の具体的な内容を示す。

12.2 タービン建屋内における溢水（事象①，②，③）

9. 防護対象設備が設置されているエリア外からの溢水影響評価

防護対象設備が設置されているエリア外からの溢水影響評価として、地震に起因する復水器近傍の循環水配管の破損を想定したタービン建屋のうち循環水ポンプエリア及び海水熱交換器エリアを除いたタービン建屋（以下、タービン建屋（循環水ポンプエリア及び海水熱交換器エリアを除く。）という。）における溢水、循環水ポンプ近傍の循環水配管の破損を想定したタービン建屋循環水ポンプエリアにおける溢水、タービン補機冷却海水系の配管破損を想定したタービン建屋海水熱交換器エリアにおける溢水について、防護対象設備に及ぼす影響を確認する。

防護対象設備が設置されている原子炉建屋及びタービン建屋海水熱交換器エリア（原子炉補機冷却系設置エリア）とタービン建屋（循環水ポンプエリア及び海水熱交換器エリアを除く。）、タービン建屋循環水ポンプエリア及びタービン建屋海水熱交換器エリアの位置関係を第 9-1(a)図に、タービン建屋海水熱交換器エリア（B系）断面図を第 9-1(b)図に示す。



第 9-1(a)図 建屋の位置関係（7号炉の例）

9 条-別添 1-9-1

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

第9-1(b)図 タービン建屋海水熱交換器エリア (B系) 断面図 (7号炉の例)

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

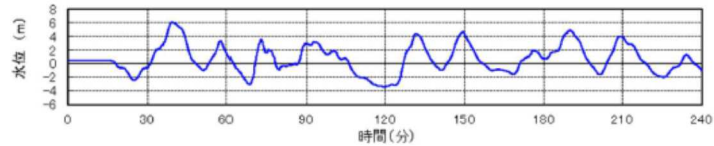
- ・タービン建屋 (循環水ポンプエリア及び海水熱交換器エリアを除く。) における溢水については、循環水配管の伸縮継手破損及び地震に起因する耐震 B, C クラス機器の破損を想定し、循環水ポンプを停止、復水器出入口弁を閉止するまでの間に生じる溢水量と耐震 B, C クラス機器の保有水による溢水量を合算した水量を算出する。また、溢水はタービン建屋 (循環水ポンプエリア及び海水熱交換器エリアを除く。) 空間部に滞留するものとして浸水水位を算出する。
- ・循環水配管の伸縮継手破損箇所が、津波や耐震 B, C クラス機器の溢水により水没した場合、サイフォン現象を考慮すると、取水口前面の潮位が循環水配管立ち上がり部下端高さよりも低い場合でも、海水が破損箇所を介して継続して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溢水量を算出する際は、サイフォン現象を考慮する。
- ・なお、想定破損による溢水量及び消火水の放水による溢水量は、地震による溢水量より少ないことから、地震による溢水の評価に包含される (詳細は補足説明資料 9 参照)。

9.1.1 評価条件

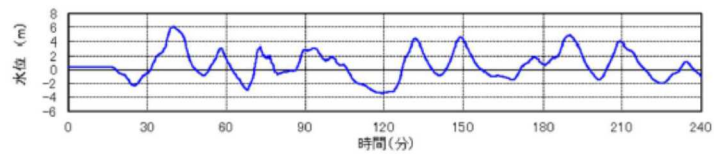
(1) 評価条件

- ・循環水ポンプ吐出弁は、循環水ポンプ停止後も閉止しないと仮定して評価する。
- ・地震に伴い基準津波が襲来するものとし、津波襲来に伴う潮位変動を考慮して10秒ごとの単位時間当たりの溢水量を算出する。評価用の溢水量は、溢水停止までの単位時間当たりの溢水量を合算した水量とする。
- ・潮位は、各号炉の取水口前面と大湊側放水口前面の潮位の時刻歴を10秒ごとと比較し、高いほうの値を採用する（基準津波の波形を第9.1.1-1(a), (b)図に、潮位の採用（高取り）イメージを第9.1.1-1(c)図に示す。初期潮位は朔望平均満潮位 T.M.S.L. +0.49m）。なお、取水口前面において想定する基準津波は、溢水量が厳しくなるよう、襲来のタイミングが早い、敷地周辺海域の活断層の波形を用いることとし、潮位のばらつき分として+0.2mを考慮する。
- ・破損を想定する伸縮継手の配置（復水器出入口弁部及び復水器水室連絡弁部）を第9.1.1-2図に示す。破損箇所での溢水の流出圧力は、潮位を考慮した循環水ポンプの全揚程又は潮位と、破損箇所の高さ又はタービン建屋（循環水ポンプエリア及び海水熱交換器エリアを除く。）の浸水水位の水頭差とする。なお、配管の圧損については、海水が流入しやすくするため保守的に考慮しない。
- ・タービン建屋（循環水ポンプエリア及び海水熱交換器エリアを除く。）の浸水水位は、津波の流入の都度上昇するものとして計算する。
- ・地震発生後の事象進展を考慮した評価を行う。
 - ①地震により循環水配管の伸縮継手破損が発生し、タービン建屋（循環水ポンプエリア及び海水熱交換器エリアを除く。）内に溢水が生じる。
 - ②タービン建屋（循環水ポンプエリア及び海水熱交換器エリアを除く。）の浸水水位が上昇し、復水器エリアの漏えい検知器の検知レベルに達してインターロックが動作する。インターロックについては、以下の(2)にて詳述する。
 - ③漏えい検知インターロックにより循環水ポンプが停止する。循環水ポンプの揚程は停止後1分で線形に低下していくものとする（詳細は補足説明資料9.2参照）。循環水ポンプの揚程が低下したのち、復水器出入口弁が全閉するまでの間は、サイフォン現象による海水流入が起こる。
 - ④復水器出入口弁全閉後、伸縮継手上部に位置する復水器内保有水（海水）及び耐震B、Cクラス機器の破損による溢水が生じるものとし、③までの事象の後に各保有水量を加える。
- ・柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉のタービン建屋は通路で繋がっている

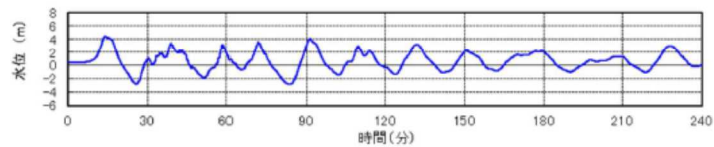
るが、建屋境界に止水処置を施すこととしていることから、号炉ごとに溢水量評価を実施する。



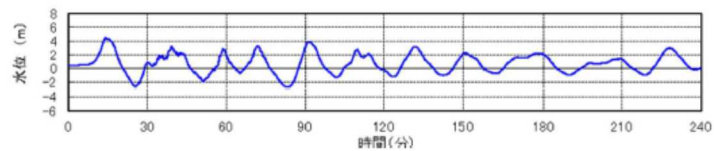
6号炉取水口前面潮位（日本海東縁部 最高潮位：T. M. S. L. +6. 2m)



7号炉取水口前面潮位（日本海東縁部 最高潮位：T. M. S. L. +6. 1m)

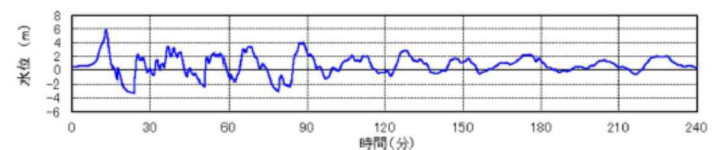


6号炉取水口前面潮位（敷地周辺海域の活断層 最高潮位：T. M. S. L. +4. 5m)



7号炉取水口前面潮位（敷地周辺海域の活断層 最高潮位：T. M. S. L. +4. 6m)

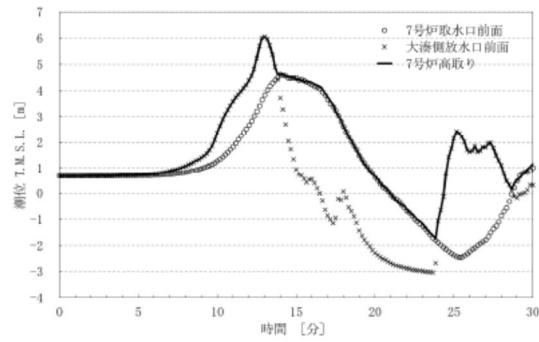
第 9. 1. 1-1(a)図 基準津波の波形
(6号及び7号炉取水口前面)



大湊側放水口前面潮位（敷地周辺海域の活断層 最高潮位：T. M. S. L. +5. 9m)

第 9. 1. 1-1(b)図 基準津波の波形
(大湊側放水口前面)

9 条-別添 1-9-4



第 9.1.1-1(c) 図 潮位の採用（高取り）イメージ（7号炉の例）

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

第 9.1.1-2 図 破損を想定する伸縮継手の配置【7号炉の例】
 (タービン建屋（循環水ポンプエリア及び海水熱交換器エリアを除く。))

<凡例>

○□：復水器出入口弁部（12箇所）

○—：復水器水室連絡弁部（6箇所）

9条-別添 1-9-5

(2) 循環水ポンプ停止及び復水器出入口弁閉止インターロックについて

a. 概要

地震時に循環水配管の伸縮継手（第 9.1.1-2 図を参照）が破損した場合、循環水配管を通じてタービン建屋（循環水ポンプエリア及び海水熱交換器エリアを除く。）内に海水が流入することにより、原子炉建屋及びタービン建屋海水熱交換器エリア（原子炉補機冷却系設置エリア）に設置されている防護対象設備が機能喪失するおそれがある。そのため、溢水量を低減することを目的として、復水器周りで発生した溢水を検知し、循環水ポンプを停止するとともに復水器出入口弁を閉止するインターロックを設置する。

b. インターロック

インターロック回路を第 9.1.1-3 図に、漏えい検知器の配置、構造及び外観を第 9.1.1-4(a), (b) 図に示す。

インターロック動作は、原子炉スクラム信号と漏えい検知信号の and 条件とする。インターロック回路及び復水器出入口弁は、基準地震動に対して機能を維持する設計とし、非常用電源へ接続する。

漏えい検知レベルについては、通常起こり得る溢水での誤動作を防止し、大規模溢水発生時の早期かつ確実な検知を達成させる観点より、既設漏えい検知レベル（復水器設置床レベル（T. M. S. L. -5.1m）程度）より高い T. M. S. L. -5.0m とする。

漏えい検知からインターロック動作までの流れは以下のとおり。

- ・溢水が電極式レベル計の検知レベルに達すると、電極間が導通し、漏えい検知信号が各々のレベルスイッチから発せられる。
- ・電極式レベル計及びレベルスイッチは、海側と山側に 3 台ずつ設置されている。海側又は山側の 3 台のうち 2 台以上の漏えい検知信号が発せられ、かつ地震に起因した地震加速度大スクラム等の原子炉スクラム信号との and 条件が成立するとインターロックロジックが成立し、循環水ポンプ停止及び復水器出入口弁閉止信号が発せられる。
- ・復水器出入口弁閉止信号は、循環水ポンプ停止後の慣性水流による復水器出入口弁の閉動作時における弁の損傷を防止するため、循環水ポンプ停止後の循環水ポンプ揚程低下による慣性水流の低減を考慮し、時間遅れを持って発する設計としている。

漏えい検知から循環水ポンプ停止及び復水器出入口弁閉止までのインターロック各動作時における溢水流量の変動イメージを第 9.1.1-5 図に示す。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

第9.1.1-3 図 インターロック回路

9 条-別添 1-9-7

5 条-別添 1-添付 12-8

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

第9.1.1-4(a)図 漏えい検知器の配置
(タービン建屋地下2階 T.M.S.L. -5.1m)

★：既設検知器, ★：新設検知器

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

第9.1.1-4(b)図 漏えい検知器（電極式）の構造及び外観【7号炉の例】

9条-別添1-9-8

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

第 9.1.1-5 図 インターロック各動作時における溢水流量の変動イメージ

9 条-別添 1-9-9

9.1.2 溢水量と浸水水位

タービン建屋（循環水ポンプエリア及び海水熱交換器エリアを除く。）について、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溢水量評価を実施する。

(1) 地震発生～循環水ポンプ停止まで

循環水配管の伸縮継手破損については、復水器出入口弁部及び復水器水室連絡弁部伸縮継手（第 9.1.1-2 図を参照）の全円周状の破損を想定する。復水器エリアの漏えい検知インターロックによって循環水ポンプが自動停止するまでの溢水流量を以下の式にて算出する。

地震発生～循環水ポンプ停止までの溢水流量を第 9.1.2-1 表に示す（詳細は添付資料 9.1 参照。）。

$$Q = AC\sqrt{2gh} \times 60$$
$$= \pi DwC\sqrt{2gh} \times 60$$

Q：流出流量 [m³/分]

A：破損箇所の面積 [m²]

C：損失係数 0.82 [-]

g：重力加速度 9.8 [m/s²]

h：水頭 [m]

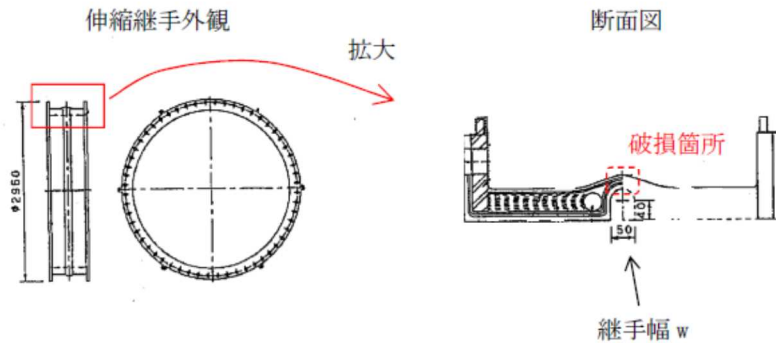
D：内径 [m]

w：継手幅 [m]

（継手幅イメージを第 9.1.2-1 図に示す。）

第 9.1.2-1 表 地震発生～循環水ポンプ停止までの溢水流量

【6号炉】	内径 D[m]	継手幅 w[m]	溢水流量[m ³ /分]
復水器出入口弁部	2.6	0.050	約 4,785
復水器水室連絡弁部		0.022	
【7号炉】	内径 D[m]	継手幅 w[m]	溢水流量[m ³ /分]
復水器出入口弁部	2.6	0.080	約 9,398
復水器水室連絡弁部			



第 9.1.2-1 図 継手幅イメージ (6 号炉 復水器入口弁部伸縮継手の場合)

地震発生～循環水ポンプ停止までに要する時間を第 9.1.2-2 表に示す
(詳細は添付資料 9.2 参照。)

第 9.1.2-2 表 地震発生～循環水ポンプ停止までに要する時間

	【6号炉】	【7号炉】
地震発生～循環水ポンプ停止	約 0.50 分 ^{※1}	約 0.34 分 ^{※1}

※1 浸水水位が漏えい検知レベルを超えるまでの時間

地震発生～循環水ポンプ停止までの溢水量を第 9.1.2-3 表に示す。

$$(\text{溢水流量}) \times (\text{地震発生～循環水ポンプ停止までに要する時間}) = (\text{溢水量})$$

第 9.1.2-3 表 地震発生～循環水ポンプ停止までの溢水量

溢水量【6号炉】	約 4,785 m ³ /分 × 約 0.50 分 = 約 2,393 m ³
溢水量【7号炉】	約 9,398 m ³ /分 × 約 0.34 分 = 約 3,133 m ³ ^{※2}

※2 溢水流量は時刻とともに変化するため、数式上の計算は合致しない。

(2) 循環水ポンプ停止～破損箇所隔離まで

循環水ポンプが停止してからインターロックにより復水器出入口弁が閉止して破損箇所が隔離されるまでの所要時間を第 9.1.2-4 表に示す。

第 9.1.2-4 表 循環水ポンプ停止～破損箇所隔離までの所要時間

内容	所要時間
循環水ポンプ停止～循環水ポンプ揚程ゼロ	1 分
循環水ポンプ揚程ゼロ～復水器出入口弁 12 弁閉開始	1 分
復水器出入口弁 12 弁閉開始～12 弁全閉	1 分
計	3 分

循環水ポンプ停止～破損箇所隔離までの溢水流量について、循環水ポンプ停止直後の値を代表とし、第 9.1.2-5 表に示す。

なお、復水器出入口弁の閉動作中の溢水流量は、弁開度によらず全開として算出する。

第 9.1.2-5 表 循環水ポンプ停止～破損箇所隔離までの溢水流量
(循環水ポンプ停止直後)

【6 号炉】	溢水流量[m ³ /分]
復水器出入口弁部	約 4,400
復水器水室連絡弁部	
【7 号炉】	溢水流量[m ³ /分]
復水器出入口弁部	約 8,637
復水器水室連絡弁部	

循環水ポンプ停止～破損箇所隔離までの溢水量を第 9.1.2-6 表に示す(詳細は添付資料 9.3 参照)。

第 9.1.2-6 表 循環水ポンプ停止～破損箇所隔離までの溢水量

	溢水量 [m ³]	
	【6 号炉】	【7 号炉】
循環水ポンプ停止 ～循環水ポンプ揚程ゼロ	約 3,047	約 5,961
～復水器出入口弁 12 弁閉開始	約 1,186	約 2,488
～12 弁全閉	約 1,189	約 2,325
計	約 5,420	約 10,773

- (3) 復水器及び耐震 B, C クラス機器の保有水量
復水器の保有水量を第 9.1.2-7 表に示す。

第 9.1.2-7 表 破損した伸縮継手より上部に位置する復水器の保有水量

溢水量 [m ³]	
【6号炉】	【7号炉】
約 1,668	約 1,820

保有水量を算出する主な耐震 B, C クラス設備は以下のとおり。また、保有水量を第 9.1.2-8 表に示す。溢水量は、保守的に「7.地震時評価に用いる各項目の算出及び溢水影響評価」の第 7.5-2 表及び第 7.5-4 表における区画 T-B2-3 の合計溢水量に保守性を持たせた値とする。

機器：復水器（淡水）、復水ろ過器、復水脱塩塔、低圧給水加熱器、高圧給水加熱器、低圧復水ポンプ、高圧復水ポンプ、タービン駆動原子炉給水ポンプ、電動機駆動原子炉給水ポンプ等

配管：給水系配管、復水系配管等

第 9.1.2-8 表 耐震 B, C クラス機器の保有水量

	保有水量 [m ³]
【6号炉】	約 8,100
【7号炉】	約 8,100

(1) ~ (3) より、地震発生～破損箇所隔離までの期間におけるタービン建屋（循環水ポンプエリア及び海水熱交換器エリアを除く。）の溢水量及び浸水水位を第 9.1.2-9 表に示す（詳細は添付資料 9.4 参照。浸水イメージを第 9.1.2-2 図に示す。）。

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

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

※：各項目の溢水量の値を表記上切り上げているため、各表の合計値と異なる場

合がある。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

第9.1.2-2図 浸水イメージ【6号炉の例】
(タービン建屋(循環水ポンプエリア及び海水熱交換器エリアを除く。)における
溢水)

<凡例>

- : 溢水による浸水範囲
- : 貫通部止水処置を講じる壁面

9条-別添1-9-14

9.2 タービン建屋循環水ポンプエリアにおける溢水

- ・タービン建屋循環水ポンプエリアにおける溢水については、循環水配管の伸縮継手破損を想定し、循環水ポンプ電動機が浸水するまでの間に生じる溢水量を算出する。
- ・想定破損による溢水量及び消火水の放水による溢水量は、地震による溢水量より少ないことから、地震による溢水の評価に包含される（詳細は補足説明資料 9 参照）。

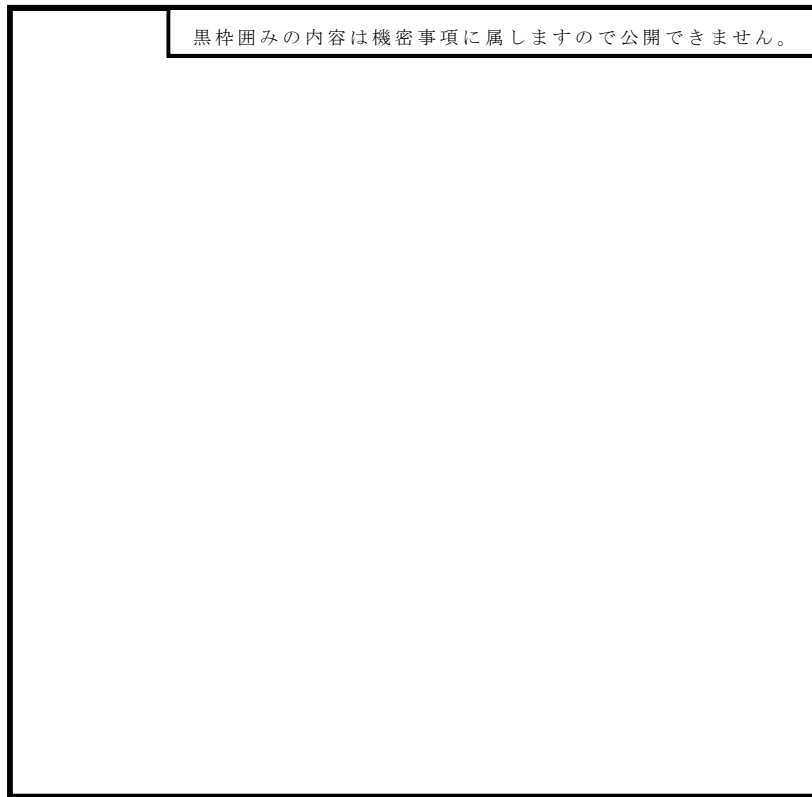
9.2.1 評価条件

- ・循環水ポンプ吐出弁は、循環水ポンプ停止後も閉止しないと仮定して評価する。
- ・循環水配管破損箇所での流出圧力は、潮位を考慮した循環水ポンプ全揚程と破損箇所の高さ又はタービン建屋循環水ポンプエリアの浸水水位の水頭差とする。なお、配管の圧損については、海水が流入しやすくするため保守的に考慮しない。
- ・津波の想定については 9.1.1 に記載のとおり。
- ・地震発生後の事象進展を考慮した評価を行う。
 - ①地震により循環水配管の伸縮継手が破損し、循環水ポンプエリア内に溢水が生じる。
 - ②循環水ポンプは溢水が発生している状況においても運転し続け、タービン建屋循環水ポンプエリアの浸水水位が循環水ポンプ電動機上端に達したとき、電動機が浸水し、循環水ポンプが停止する。
 - ③循環水ポンプが停止した後、循環水ポンプの揚程は停止後 1 分で線形に低下していくものとし、循環水ポンプ停止後の循環水ポンプの揚程が循環水ポンプエリアの浸水水位未満になると溢水が停止する。
- ・柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉のタービン建屋循環水ポンプエリアは位置的に離れており、かつエリア境界部に止水処置を施すこととしていることから、号炉ごとに溢水量評価を実施する。

9.2.2 溢水量と浸水水位

(1) 地震発生～循環水ポンプ停止まで

循環水配管の伸縮継手の破損については、循環水ポンプ吐出弁部及び循環水ポンプ吐出連絡弁部伸縮継手の全円周状の破損を想定する（破損を想定する伸縮継手の配置を第9.2.2-1図に示す）。なお、溢水流量は、ポンプ全揚程と循環水ポンプエリア浸水水位の水頭差の変動により常に変動している。そのため、地震発生～循環水ポンプ停止までの溢水流量は、溢水発生直後の値を代表とし、第9.2.2-1表に示す（詳細は添付資料9.5参照。）。



第9.2.2-1図 破損を想定する伸縮継手の配置【7号炉の例】
(タービン建屋循環水ポンプエリア)

<凡例>

- －：循環水ポンプ吐出弁部（3箇所）
- －：循環水ポンプ吐出連絡弁部（2箇所）

第 9.2.2-1 表 地震発生～循環水ポンプ停止までの溢水流量
(溢水発生直後の値)

【6号炉】	内径 D[m]	継手幅 w[m]	溢水流量[m ³ /分]
循環水ポンプ吐出弁部	3.6	0.050	約 1,675
循環水ポンプ吐出連絡弁部	2.6	0.022	
【7号炉】	内径 D[m]	継手幅 w[m]	溢水流量[m ³ /分]
循環水ポンプ吐出弁部	3.4	0.080	約 3,288
循環水ポンプ吐出連絡弁部	2.6		

タービン建屋循環水ポンプエリアの溢水量及び浸水水位を第 9.2.2-2 表に示す(詳細は添付資料 9.6 参照。浸水イメージを第 9.2.2-2 図に示す。)

第 9.2.2-2 表 タービン建屋循環水ポンプエリアの溢水量及び浸水水位

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

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

第 9.2.2-2 図 浸水イメージ【6号炉の例】
(タービン建屋循環水ポンプエリアにおける溢水)

<凡例>

- : 溢水による浸水範囲
- : 貫通部止水処置を講じる壁面

9 条-別添 1-9-17

9.3 タービン建屋海水熱交換器エリアにおける溢水

- タービン建屋海水熱交換器エリアにおける溢水として、タービン補機冷却海水系からの溢水を想定する。
- 想定破損による溢水量及び消火水の放水による溢水量は、地震による溢水量より少ないことから、地震による溢水の評価に包含される（詳細は補足説明資料9参照。）。

9.3.1 評価条件

- タービン補機冷却海水ポンプ吐出弁は、タービン補機冷却海水ポンプ停止後も閉止しないと仮定して評価する。
- タービン建屋海水熱交換器エリアの浸水水位は、津波の流入の都度上昇するものとして計算する。
- 地震発生後の事象進展を考慮した評価を行う。
 - 地震によりタービン補機冷却海水配管が破損し、タービン建屋海水熱交換器エリア内に溢水が生じる。
 - タービン補機冷却海水ポンプが停止した後は、サイフォン現象及び津波による海水流入が継続する。
 - サイフォン現象及び津波による海水流入により、タービン建屋海水熱交換器エリアの浸水水位は、タービン補機冷却海水ポンプ取水槽部における入力津波高さの最大値と同値になるものとする。

9.3.2 溢水量と浸水水位

タービン建屋海水熱交換器エリアの浸水水位は、補機取水槽における入力津波高さの最大値とする。6号及び7号炉それぞれの値を第9.3.2-1表に、浸水イメージを第9.3.2-1図に示す。

第9.3.2-1表 各補機取水槽における入力津波高さの最大値
(第442回原子力発電所の新規規制基準適合性に係る審査会合資料より)

名称	震源 (断層名)	地すべり	入力津波高さ TMSL (m)										敷地 週上域		
			取水路							放水路			汚濁防止 防濁域内 [7-プールの設置]	汚濁防止 防濁域外 [防濁設備なし]	発電所 全体
			取水口前面			補機取水槽 ^{※1}				放水口 前面	放水塔 ^{※2}				
5号炉	6号炉	7号炉	5号炉	6号炉	7号炉	7号炉	5号炉	6号炉	7号炉						
基準津波1	日本海東縁部 (2領域行方)	LS-2	7.4 ^{※3}	7.5 ^{※3}	7.2 ^{※3}	7.7 ^{※3}	8.4 ^{※3}	8.3 ^{※3}	7.0 ^{※3}	8.3 ^{※3}	8.8 ^{※3}	10.3 ^{※3}			
基準津波2	日本海東縁部 (2領域行方)	-		-2.5 ^{※4}	-2.0 ^{※4}			-1.0 ^{※4}	-1.3 ^{※4}						
基準津波3	海域の活断層 (5断層運動行方)	LS-2	注1: 複数ある補機取水槽における水位のうち最高水位(上昇水位)、最低水位(下降水位)を考慮した津波(津波)を、入力津波とする。 注2: 複数ある放水塔(非補機放水槽)における水位のうち最高水位を定める津波(津波)を、入力津波とする。											7.9 ^{※3}	8.3 ^{※3}
基準津波1'	日本海東縁部 (2領域行方)	LS-2	注3: 調査平均高水位(TMSL+0.40m)、潮位のばらつき(0.16m)をきめて評価した値 注4: 調査平均高水位(TMSL+0.03m)、潮位のばらつき(0.15m)をきめて評価した値 注5: 高水野望観測高さ										6.9 ^{※3}		

9条-別添1-9-18

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

第 9.3.2-1 図 浸水イメージ【7号炉の例】
(タービン建屋海水熱交換器エリアにおける溢水)

<凡例>

- : 溢水による浸水範囲
- : 止水バウンダリ

9条-別添 1-9-19

9.4 評価結果

9.1～9.3 の各溢水事象による原子力安全への影響防止対策として、防護対象設備が設置されている原子炉建屋及びタービン建屋海水熱交換器エリア（原子炉補機冷却系設置エリア）との境界貫通部について、入力津波高さの最大値に余裕を持った範囲に対して止水処置を施すこととしていることから、溢水の防護対象設備への影響はない。

12.3 屋外における溢水（事象④，⑤）

10. 建屋外からの溢水影響評価

6号及び7号炉における溢水防護対象設備を内包する建屋の外部に存在する溢水源としては、海水を除き、屋外タンク及び淡水貯水池の保有水並びに地下水が挙げられる。以下に、これらの溢水が溢水防護対象設備に与える影響を評価する。

なお、海水の溢水に関しては「9. 防護対象設備が設置されているエリア外からの溢水影響評価」及び第五条（津波による損傷の防止）に対する適合性において説明する。

10.1 屋外タンクの溢水による影響

6号及び7号炉の近傍に設置されているタンク、貯槽類を構内配置図及び現場調査により抽出した。結果を第10.1-1表に、また抽出されたタンク、貯槽類の配置を第10.1-1図に示す。

屋外タンクの溢水としては、地震による損傷が否定できない設備については地震起因破損による溢水を考慮する必要があり、また、地震時の健全性が確保されている設備についても想定破損による溢水の考慮が必要となる。

これより表中のタンク、貯槽類のうち、基準地震動 S_s に対する健全性が確認されていない純水・ろ過水タンク（①～④）及びNSD収集タンク（⑦，⑧）については、地震起因破損による溢水が溢水防護対象設備に与える影響についての評価を実施し、また耐震Sクラスの設備である軽油タンク（⑤，⑥）については、想定破損による溢水に対して影響評価を実施する。

なお、⑨～⑫の薬品貯槽は過去に復水脱塩装置の樹脂の再生のために使用していたものであり、非再生運転の採用に伴い既に撤去しているものであるため、影響評価の対象外とする。

第10.1-1表 6，7号炉を設置する敷地におけるタンク・貯槽類

No.	タンク	容量 (kL)	備考
①	No.3 純水タンク	2,000	
②	No.4 純水タンク	2,000	
③	No.3 ろ過水タンク	1,000	
④	No.4 ろ過水タンク	1,000	
⑤	6号炉軽油タンク (A), (B)	各 565	耐震Sクラス
⑥	7号炉軽油タンク (A), (B)	各 565	
⑦	5号炉 NSD 収集タンク (A), (B)	各 108	
⑧	6/7号炉 NSD 収集タンク (A), (B)	各 108	
⑨	6号炉苛性ソーダ貯槽	14	撤去済みであり 評価対象外
⑩	6号炉硫酸貯槽	3.4	
⑪	7号炉苛性ソーダ貯槽	10	
⑫	7号炉硫酸貯槽	2.0	

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

第 10.1-1 図 6, 7 号炉を設置する敷地上のタンク・貯槽類の配置

9 条-別添 1-10-2

10.1.1 純水・ろ過水タンク（①～④）の溢水による影響

(1) 純水・ろ過水タンクの溢水

a. タンクの諸元

純水タンク，ろ過水タンクはいずれも縦置円筒型のタンクである。各タンクの諸元を第 10.1.1-1 表に示す。

第 10.1.1-1 表 純水・ろ過水タンク諸元

タンク名称	内径 (mm)	高さ (mm)	容量 (kL)
No. 3 純水タンク	15,000	12,300	2,000
No. 4 純水タンク	15,000	12,300	2,000
No. 3 ろ過水タンク	10,640	12,080	1,000
No. 4 ろ過水タンク	10,640	12,080	1,000

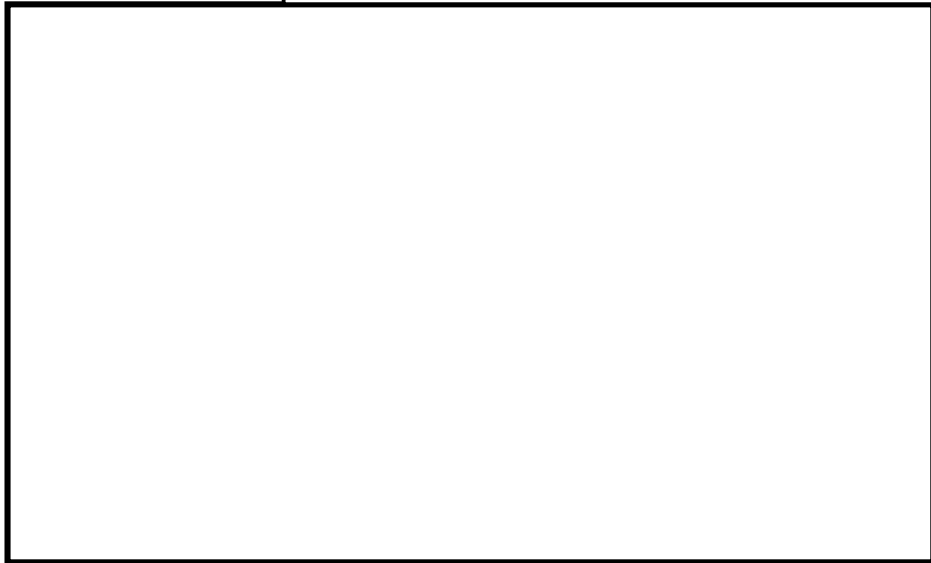
b. 溢水伝播挙動評価

純水タンク，ろ過水タンクの地震による損傷形態としてはタンクの側板基部や側板上部の座屈，また接続配管の破断等が考えられる。このため，地震によりタンクに大開口が生じ短時間で大量の水が流出するようなことはないと考えられるが，ここでは溢水防護対象設備への影響を評価するにあたり，タンクの損傷形態及び流出水の伝播に係わる条件について以下に示す保守的な設定を行った上で，溢水伝播挙動について評価を行う。評価モデルを第 10.1.1-1 図に示す。

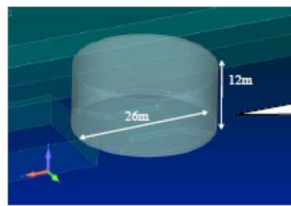
■溢水伝播挙動評価条件

- 四つのタンクを代表水位及び合算体積を持った一つの円筒タンクとして表現し，地震による損傷をタンク下端から 1m かつ円弧 90 度分の側板が瞬時に消失するとして模擬する
- 溢水防護対象設備を内包する建屋に指向性を持って流出するように，消失する側板を建屋側の側板とする
- 流路抵抗となる道路及び水路等は考慮せず，敷地を平坦面で表現するとともに，その上に流路に影響を与える主要な構造物を配置する
- 構内排水路による排水機能は期待しない

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

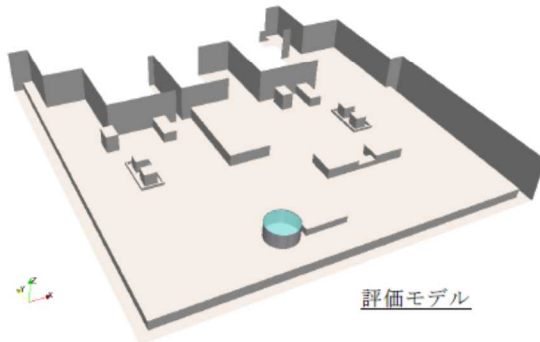


モデル化対象



溢水防護対象設備を内包する建屋方向の
下端から1m・円弧90度分の側板が瞬時に
消失するとして損傷を模擬

模擬タンク



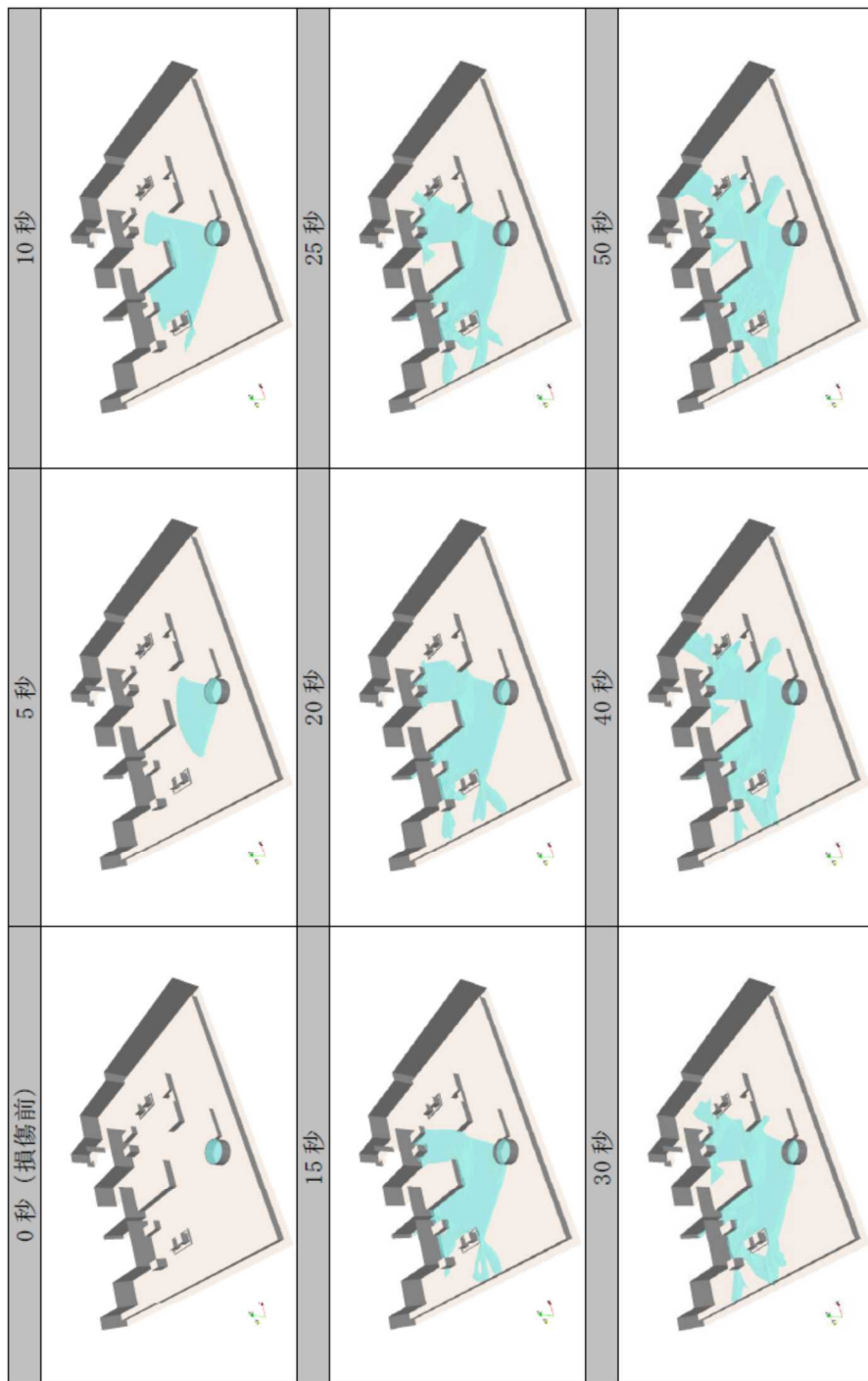
評価モデル

第 10.1.1-1 図 溢水伝播挙動の評価モデル

c. 評価結果

評価の結果として得られた溢水伝播挙動を第 10.1.1-2 図に、また代表箇所における浸水深の時刻歴を第 10.1.1-3 図に示す。

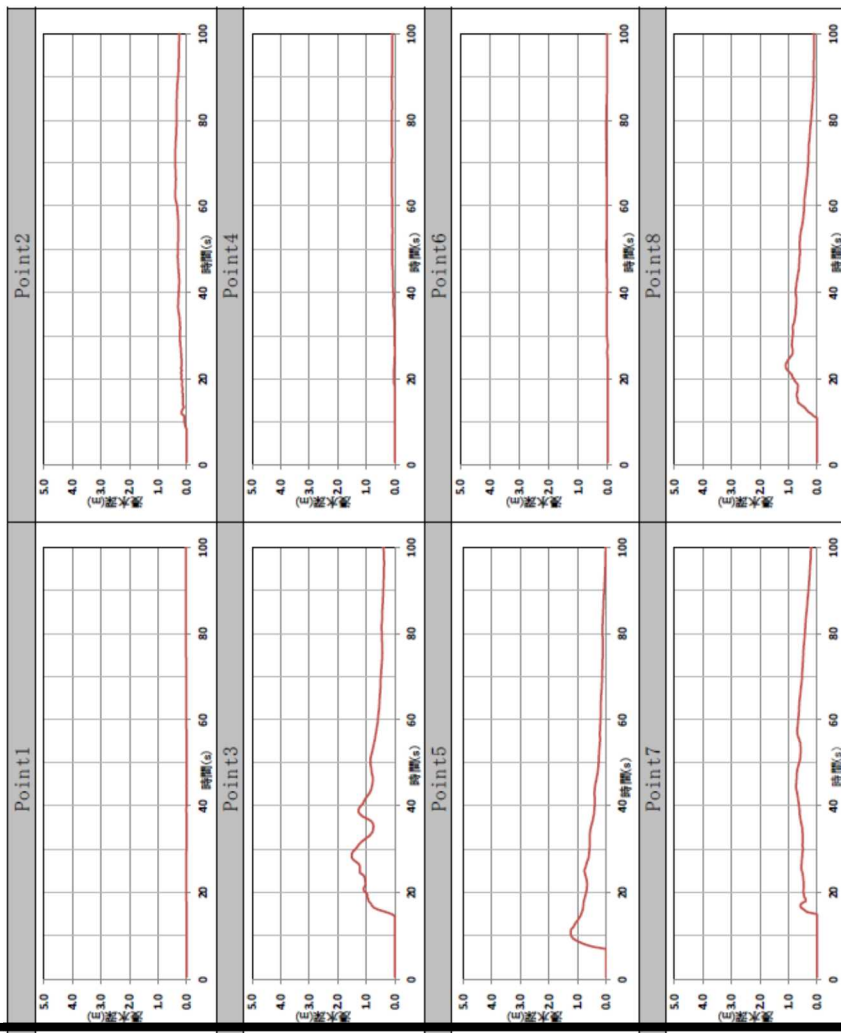
9 条-別添 1-10-4



第 10.1.1-2 図 屋外タンクの地震損傷時の溢水伝播挙動

9 条-別添 1-10-5

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



第10.1.1-3 図 代表箇所における浸水深時刻歴

9条-別添 1-10-6

(2) 影響評価

屋内に設置される溢水防護対象設備の建屋外からの溢水に対する溢水防護区画を第 10.1.1-4 図に示す。この区画への浸水経路としては第 10.1.1-2 表に示す経路が挙げられる。

第 10.1.1-2 表 溢水防護区画への浸水経路

No.	浸水経路
①	溢水防護区画の境界にある扉
②	溢水防護区画の境界にある隙間部（配管等貫通部）
③	溢水防護区画（地下トレンチ）の地表面ハッチ
④	サービス建屋扉 →サービス建屋と溢水防護区画の境界における開口部・隙間部
⑤	地下トレンチの地表面ハッチ →トレンチ内の溢水防護区画の境界における開口部・隙間部
⑥	建屋間の接合部

また、屋外に設置されている溢水防護対象設備としては以下があるが、これらに対する浸水経路は地表部からの直接伝播となる。

- ・ 6 号炉軽油タンク（燃料移送ポンプを含む）
- ・ 7 号炉軽油タンク（燃料移送ポンプを含む）
- ・ 6 号炉格納容器圧力逃がし装置
- ・ 7 号炉格納容器圧力逃がし装置

以上の各浸水経路のうち、溢水防護区画への浸水経路①～⑥に対する影響評価の結果は次のとおりであり、いずれの経路からも防護区画への浸水はない。

浸水経路①

水密扉等を設置することにより水密化を行っているため、本経路から溢水防護区画への浸水はない。

浸水経路②

建屋外周における浸水深は第 10.1.1-3 図に示すとおり、溢水防護区画の中で純水タンク、ろ過水タンクとの距離が最も近い Point2 や狭隘部の Point3 でも最大で 1.5m 程度であり、2m にまで達することはない。これに対して、地上 2m 以下に存在する隙間部についてはシーリング材

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

により止水措置を行っているため、本経路から溢水防護区画への浸水はない。

浸水経路③

第 10.1.1-3 図に示すとおり本経路近傍の Point4 の浸水深は低く水の滞留もないため本経路に水が到達する可能性は小さいと考えられるが、万一、到達した場合でも、ハッチの隙間部についてはシーリング材により止水措置を行っているため、本経路から溢水防護区画への浸水はない。

浸水経路④

サービス建屋の扉はガラス扉であり水密性や止水性が期待できないため当該部からの水の流入を想定する必要がある。実際には様々な流路抵抗が存在するためサービス建屋に流入する水の量は僅かと考えられるが、保守的な想定として仮にタンクの全保有水の半分（約 3,000m³）が流入したとしてもサービス建屋地下部には 6,000m³ を超える容積があるため、流入水は地下部に收容されることになる。サービス建屋内地下部の溢水防護区画の境界（コントロール建屋外周）では、開口部、隙間部について水密化、止水措置を行っているため、本経路から溢水防護区画への浸水はない。

浸水経路⑤

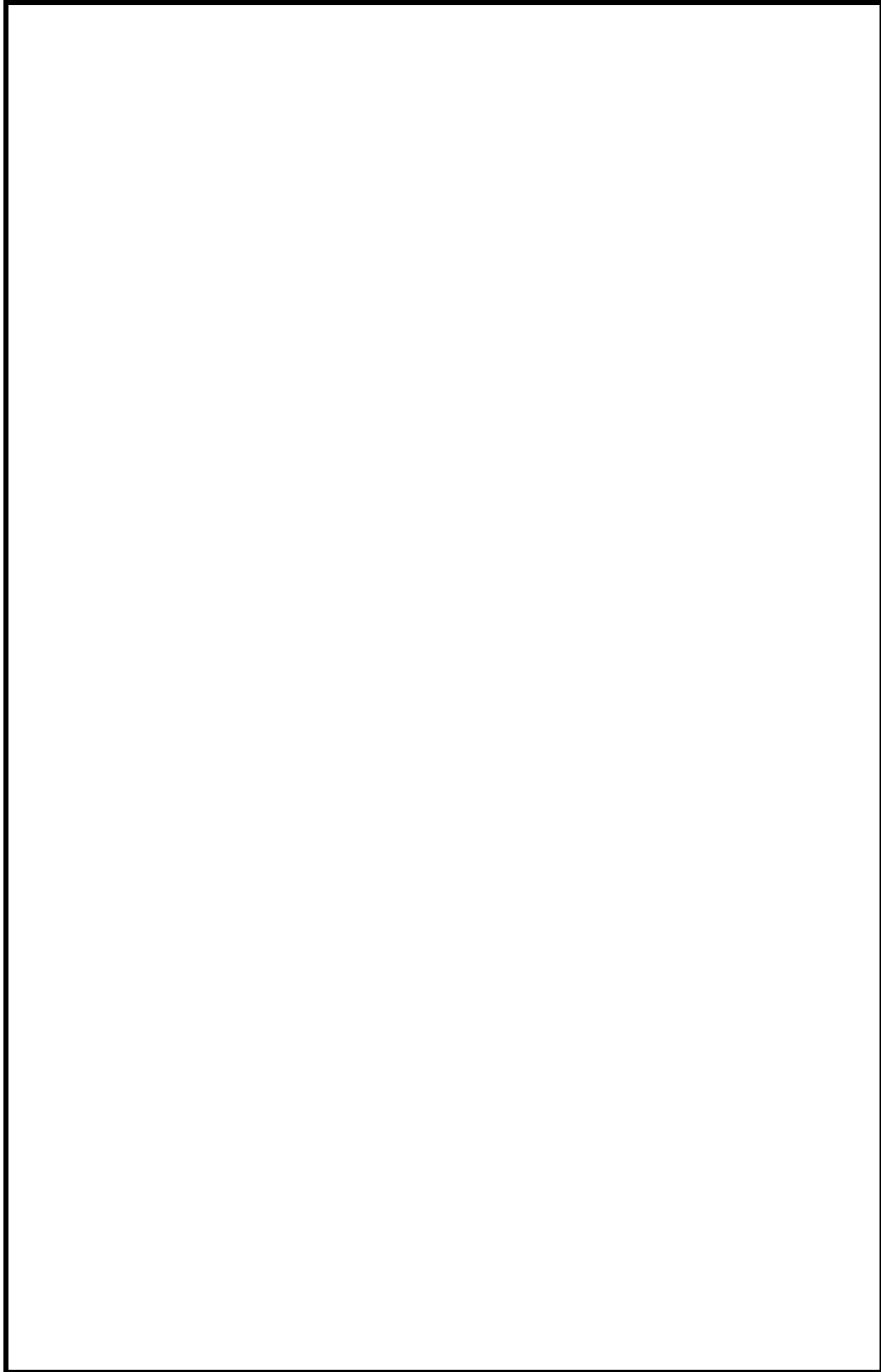
地表面ハッチの隙間は僅かであり浸水の可能性は小さいと考えられるが、万一、当該部からの浸水があった場合でも、トレンチ内の溢水防護区画の境界において隙間部の止水措置を行っているため、本経路から溢水防護区画への浸水はない。

浸水経路⑥

建屋間の接合部にはエキスパンションジョイント止水板が設置されているため、本経路から溢水防護区画への浸水はない。

以上より、純水タンク、ろ過水タンクの溢水は、溢水防護対象設備に影響を与えることがないものと評価する。

9 条-別添 1-10-9



黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

9条-別添 1-10-10

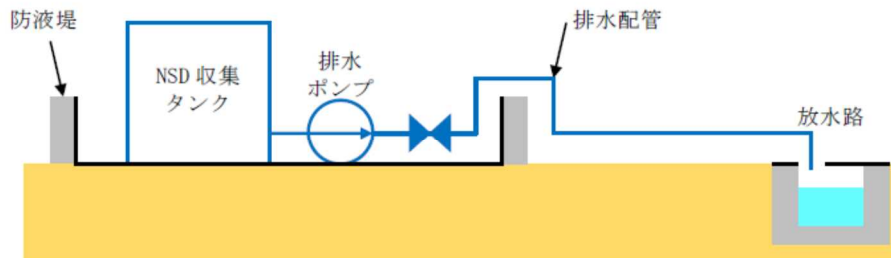
10.1.2 NSD 収集タンク (⑦, ⑧) の溢水による影響

5号炉 NSD 収集タンク (A), (B)は5号炉タービン建屋の西側に、また6/7号炉 NSD 収集タンク (A), (B)は6/7号炉廃棄物処理建屋の西側に設置されており (第10.1-1図)、各タンクの周囲には防液堤が設けられている。各タンクには排水配管が接続されており、同配管は防液堤内に設置された排水ポンプを経て、防液堤を乗り越えた後にそれぞれ6号及び7号炉の放水路に至る。排水ポンプの起動は手動、停止はNSD 収集タンクの液位により自動で行われるが、手動による停止も可能となっている。

第10.1.2-1表にNSD 収集タンク及び関連設備の主要仕様を、また第10.1.2-1図に系統及び設置状況の概念図を示す。なお、5号炉と6/7号炉のNSD 収集タンク及び関連設備は同等なため、下表及び図では6/7号炉の設備を代表で示す。

第10.1.2-1表 NSD 収集タンク及び関連設備の主要仕様

NSD 収集タンク	
容量 (kL)	108
寸法 (m)	6×6×3
基数	2
形式	FRP パネル水槽
排水ポンプ	
定格流量 (m ³ /h)	52.8
定格揚程 (m)	23
台数	2
主要排水配管	
材質	炭素鋼鋼管
寸法	50～80A



第10.1.2-1図 NSD 収集タンク及び関連設備の系統及び設置状況

NSD 収集タンクが地震により破損した場合には、防液堤内に水が流出することになるが、この水はすべて防液堤内に留まる。また、堤外の配管が破損した場合には、ポンプが停止中であれば、水が流出することはない。

万一、ポンプ運転中に地震により防液堤外の配管が破損すると堤外で水が流出する可能性があるが、保守的に排水ポンプの定格流量で溢水すると想定した場合でも、その時間当たりの溢水量は 50m³ 程度である。水の流出が継続している過渡状態において生じ得る浸水深を考慮した場合でも、6 号及び 7 号炉を設置する敷地が平坦であることを考えると、溢水量が 50m³/h 程度の場合には、10.1.1 項の純水・ろ過水タンクの溢水伝播挙動評価で示された 6,000m³ が数分程度で流出する際に生じる最大浸水深を超える状態となることは考えられず、これより本破損による溢水については 10.1.1 項の評価に包含される。

以上より、NSD 収集タンクの溢水は、溢水防護対象設備に影響を与えることがないものと評価する。

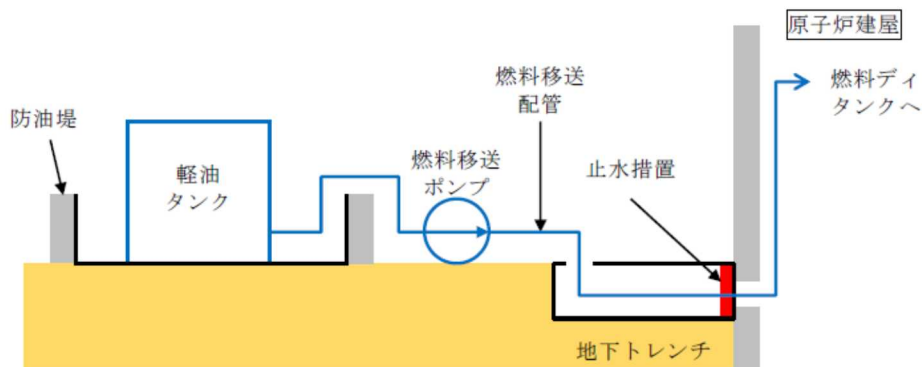
10.1.3 軽油タンク (⑤, ⑥) の溢水による影響

6 号炉軽油タンク (A), (B) 及び 7 号炉軽油タンク (A), (B) はそれぞれ各号炉原子炉建屋の東側に設置されており (第 10.1-1 図)、各タンクの周囲には防油堤が設けられている。各軽油タンクには燃料移送配管が接続されており、同配管は防油堤外に設置された燃料移送ポンプを経て、原子炉建屋内に設置された燃料ディタンクまで敷設されている。燃料移送配管は、軽油タンクから燃料移送ポンプの間は防油堤を乗り越える形で敷設されており、また燃料移送ポンプから原子炉建屋の間は地下トレンチ内に敷設されている。なお、燃料の移送は、燃料ディタンクの液位によりポンプが自動で起動・停止することにより、自動制御で行われる。

第 10.1.3-1 表に軽油タンク及び関連設備の主要仕様を、また第 10.1.3-1 図に系統及び設置状況の概念図を示す。なお、6 号炉と 7 号炉の軽油タンク及び関連設備は同等なため、下表及び図では 6 号炉の設備を代表で示す。

第 10.1.3-1 表 軽油タンク及び関連設備の主要仕様

軽油タンク	
容量 (kL)	565
寸法 (mm)	内径 9,800, 高さ 9,500
基数	2
形式	縦置円筒型
燃料移送ポンプ	
容量 (m ³ /h)	4
吐出圧力 (MPa)	0.49
台数	3
主要燃料移送配管	
材質	炭素鋼鋼管
寸法	50~65A



第 10.1.3-1 図 軽油タンク及び関連設備の系統及び設置状況

軽油タンクの想定破損による溢水は、ガイドより、接続される配管の破損により代表させて考えることになる。

ここで、防油堤内における配管の想定破損については、その際に生じる溢水はすべて防油堤内に留まる。また、地下トレンチ内における配管の想定破損による溢水については、「10.1.1 純水・ろ過水タンクの溢水による影響」で記載したとおり、トレンチ内の溢水防護区画との境界において止水措置を行っているため、溢水防護区画に浸水することはない。

一方、防油堤外における配管の想定破損については、保守的に燃料移送ポンプの全容量で溢水すると想定した場合でも、その時間当たりの溢水量は 4m³

程度である。水の流出が継続している過渡状態において生じ得る浸水深を考慮した場合でも、6号及び7号炉を設置する敷地が平坦であることを考えると、溢水量が $4\text{m}^3/\text{h}$ 程度の場合には、10.1.1項の純水・ろ過水タンクの溢水伝播挙動評価で示された $6,000\text{m}^3$ が数分程度で流出する際に生じる最大浸水深を超える状態となることは考えられず、これより本破損による溢水については10.1.1項の評価に包含される。

以上より、軽油タンクの溢水は、溢水防護対象設備に影響を与えることがないものと評価する。

10.2 淡水貯水池の溢水による影響

柏崎刈羽原子力発電所には代替淡水源として淡水貯水池を設置している。この淡水貯水池の溢水が溢水防護対象設備に与える影響について評価を行う。

10.2.1 淡水貯水池の溢水

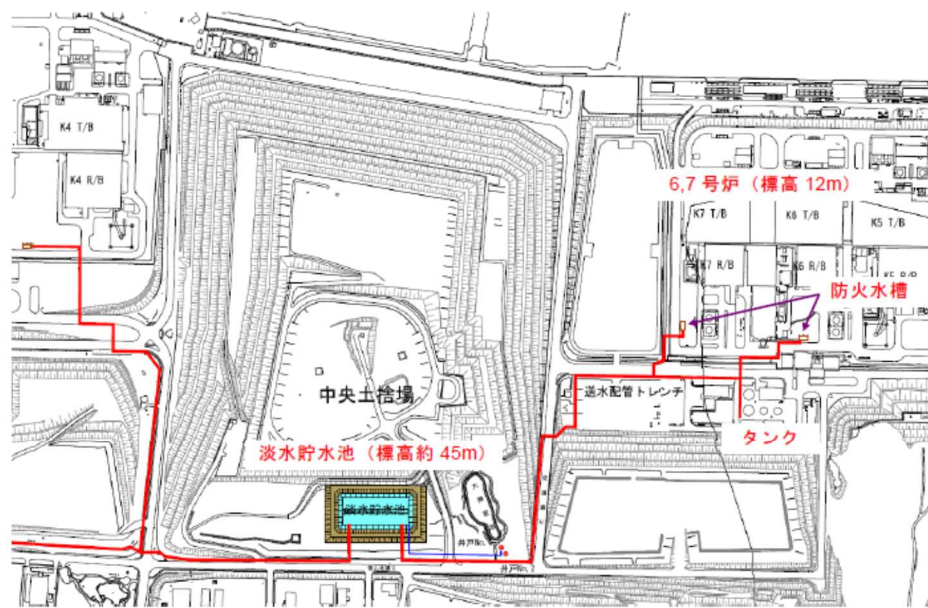
(1) 淡水貯水池及び送水設備の配置及び構成

淡水貯水池は6号及び7号炉の南東約600～700mの標高約45mの位置に設置されている。容量は約18,000m³であり、セメント改良土で造成した堤体と堤体内面及び底面に敷設した遮水シートから構成される。

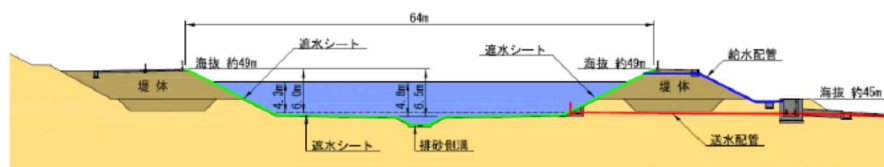
淡水貯水池には送水設備として、底部にダクティル鑄鉄管が、またダクティル鑄鉄管部から6号及び7号炉近傍の防火水槽までホースが、自主的対策設備として敷設されている。

送水設備には淡水貯水池の近傍、防火水槽及びタンクの近傍にそれぞれ出入口弁が設置されており、当該弁は使用時に開、それ以外は閉にする運用とされている。なお、送水は自然流下により行われ、送水設備には動力を使用する機器（ポンプ、弁等）は用いられていない。

第10.2.1-1図及び第10.2.1-2図にそれぞれ、淡水貯水池と送水設備の配置及び構成を示す。



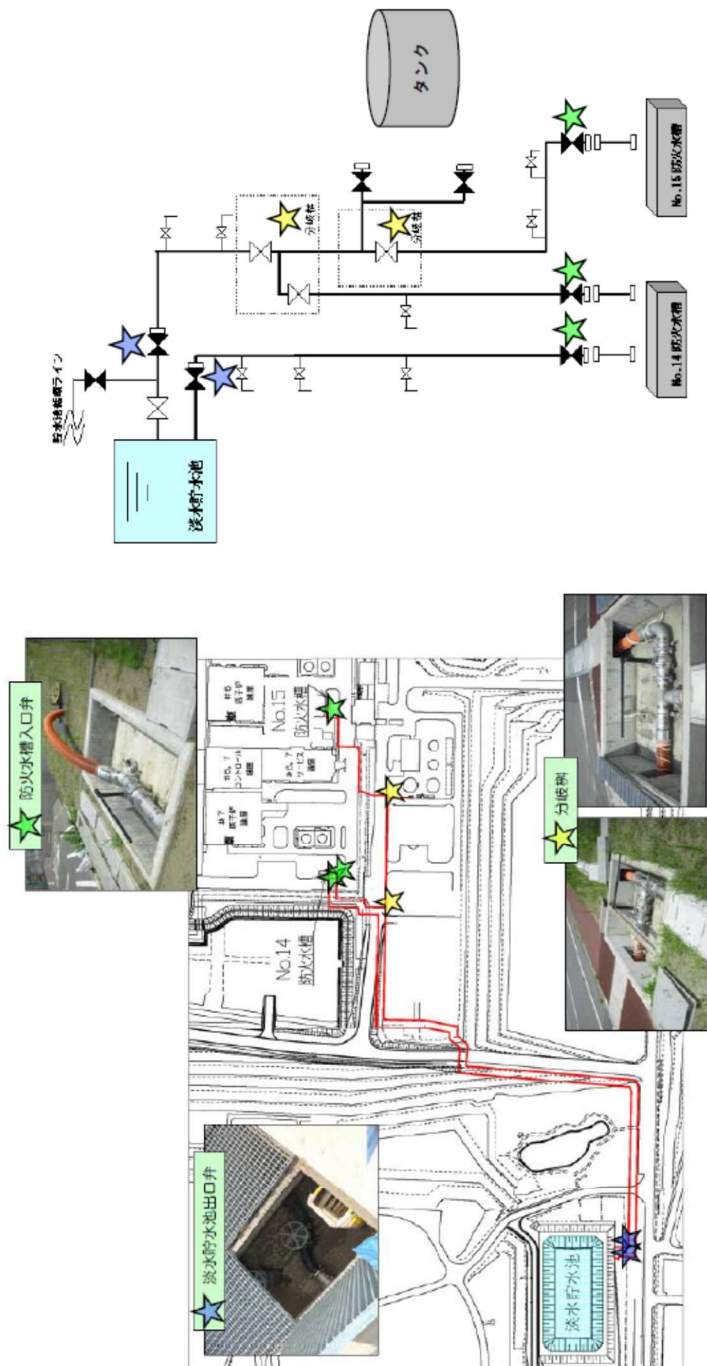
— 送水設備 (概略)



第 10.2.1-1 図 淡水貯水池の配置及び構成

9 条-別添 1-10-16

5 条-別添 1-添付 12-37



9条-別添 1-10-17

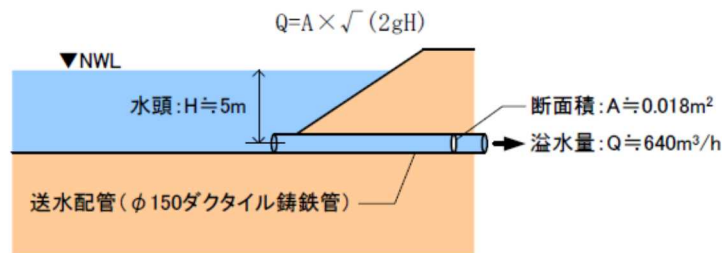
第 10. 2. 1-2 図 送水設備の配置及び構成

(2) 淡水貯水池の溢水

淡水貯水池は基準地震動 S_s に対して堤体から溢水が生じることがないように設計されている。また、送水設備はダクタイル鋳鉄管及びホースにより構成されており柔構造であるため、地震による損傷の発生は考えにくい。したがって、地震により淡水貯水池の保有水が流出する懸念はないものと考えられる。

一方、送水設備について保守的に単一機器の故障の可能性を考慮すると、淡水貯水池出口弁の上流側のダクタイル鋳鉄管が破損した場合に、当該部の近傍で保有水の流出が発生するため、この状況を想定するものとする。

この際の溢水量 Q は、配管にかかる水頭圧 H と断面積 A を用いて次式により求めると約 $640\text{m}^3/\text{h}$ となる。なお、実際には水頭 H は水の流出とともに低下していくが、ここでは保守的に水頭は一定として評価している。(第 10.2.1-3 図)



第 10.2.1-3 図 溢水量評価の概念図

10.2.2 影響評価

柏崎刈羽原子力発電所の構内の各所には海域へと繋がる排水路網が敷設されている。また、淡水貯水池と 6 号及び 7 号炉を設置している敷地との間には陸域から海域に向かう構内道路が敷設されている。(第 10.2.2-1 図)

淡水貯水池出口弁の上流側のダクタイル鋳鉄管が破損した場合には前項で示したとおり約 $640\text{m}^3/\text{h}$ 程度の溢水が発生するが、これについては上記の淡水貯水池と 6 号及び 7 号炉を設置する敷地との位置関係より、その多くは 6 号及び 7 号炉に到達することなく構内の排水路を経て海域に排水される。また、仮に保守的な想定として排水路の機能が期待できず全量が 6 号及び 7 号炉を設置する敷地（主要建屋を除き約 $150,000\text{m}^2$ ）に流入するとしても、その際の浸水深は 10cm 程度であり、「10.1 屋外タンクの溢水による影響」で示した屋外タンクの溢水条件に包含される。

以上より、淡水貯水池の溢水は、溢水防護対象設備に影響を与えることがないものと評価する。



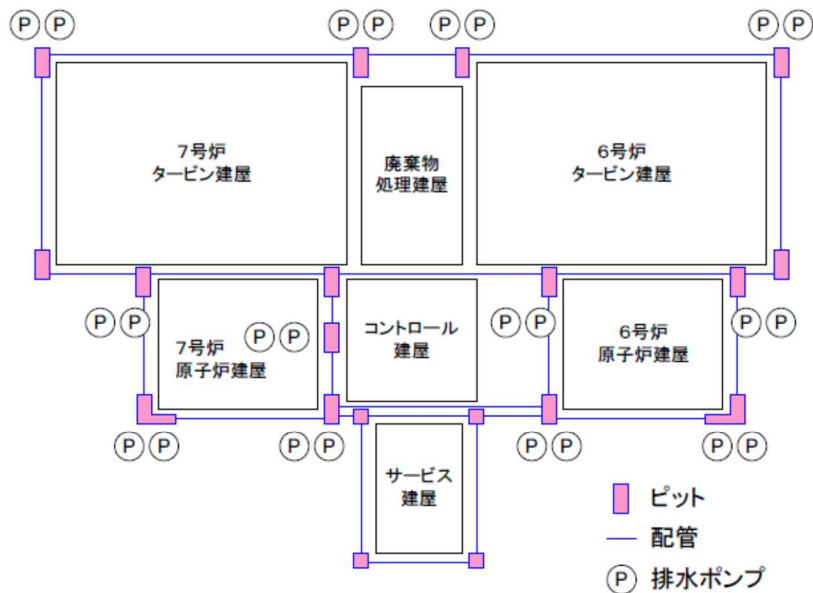
第 10.2.2-1 図 淡水貯水池と 6 号及び 7 号炉の周辺状況

9 条-別添 1-10-19

10.3 地下水の溢水による影響

6号及び7号炉では、溢水防護区画を構成する原子炉建屋，タービン建屋，コントロール建屋，廃棄物処理建屋の周辺地下部に第10.3-1図に示すように排水設備（サブドレン）を設置しており，同設備により各建屋周辺に流入する地下水の排出を行っている。

サブドレンはピット及び排水ポンプより構成され，ピット間は配管で相互に接続されているため，一箇所の排水ポンプが故障した場合でも，他のピット及び排水ポンプにより排水することができるが，地震によりすべての排水ポンプが同時に機能喪失することを想定し，その際の排水不能となった地下水が溢水防護対象設備に与える影響について評価を行う。



第10.3-1図 サブドレン概要図

10.3.1 建屋周辺に流入する地下水量

平成25年度のサブドレンによる排水実績を第10.3.1-1表に示す。これより，溢水防護区画の境界に浸水経路がある場合は，1日当たり100m³程度の流入があるものと考えられ，また浸水経路がない場合は建屋周囲の地下水位が上昇し，周辺の地下水位と平衡した水位で上昇が止まるものと考えられる。

第 10.3.1-1 表 サブドレン排水実績

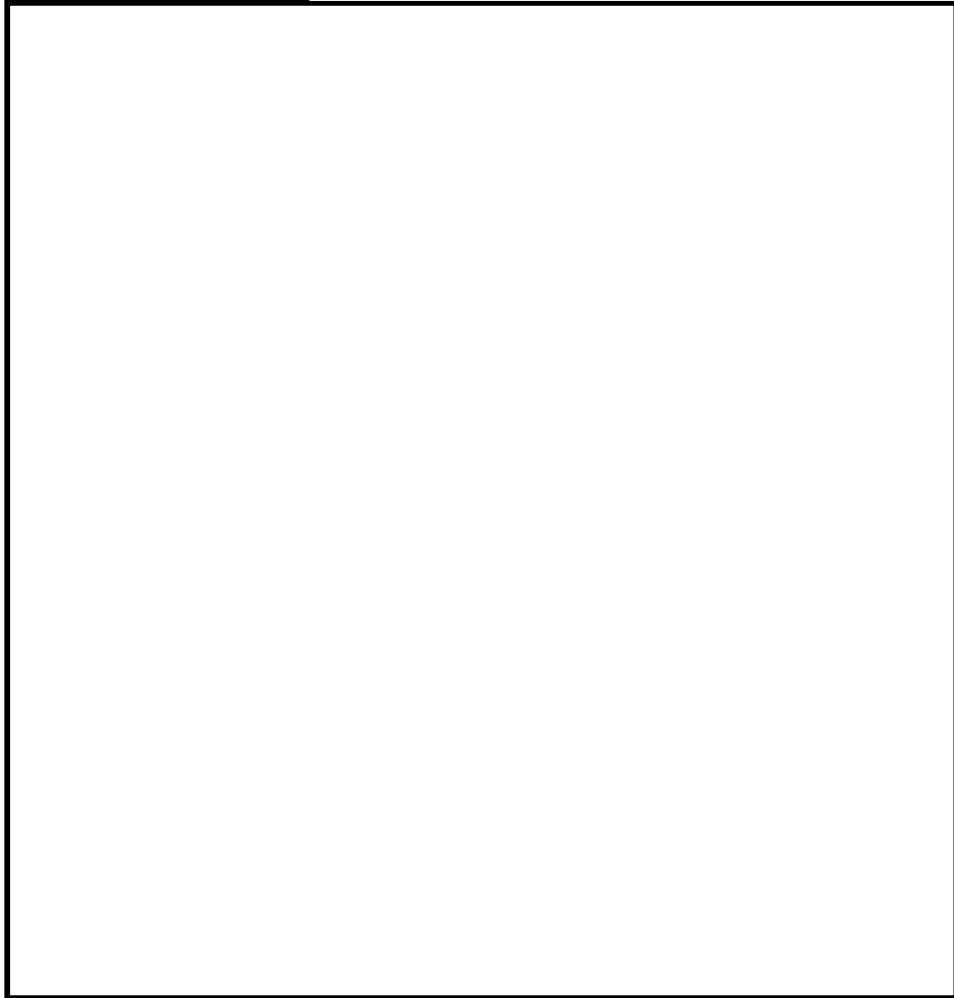
		6号炉 [m ³ /日]	7号炉 [m ³ /日]
平成 25 年度	4月	18	89
	5月	15	83
	6月	15	77
	7月	15	102
	8月	15	86
	9月	16	97
	10月	16	86
	11月	22	106
	12月	31	125
	1月	30	128
	2月	26	119
	3月	25	120
	平均	20	102
	最大	31	128

10.3.2 影響評価

地下水の溢水防護区画への浸水経路としては地下部における配管等の貫通部の隙間部及び建屋間の接合部が考えられるが、これらについては第 10.3.2-1 図に示すように、配管等貫通部の隙間部には止水措置を行っており、また建屋間接合部にはエキスパンションジョイント止水板を設置しているため、地下水が防護区画内に浸水することはない。

なお、地震等によりサブドレンが機能喪失した場合においても速やかに地下水の排水機能の復旧ができるように、可搬型ポンプ等を用いた排水手段を整備する。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



第 10.3.2-1 図 地下水の浸水経路及び止水箇所

以上より、地震によりサブドレンが機能喪失した際に生じる建屋周辺に流入する地下水は、溢水防護対象設備に影響を与えないものと評価する。

9 条-別添 1-10-22