

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

(1) 非常用海水冷却系の取水性

【規制基準における要求事項等】

非常用海水冷却系の取水性については、次に示す方針を満足すること。

- 基準津波による水位の低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計であること。
- 基準津波による水位の低下に対して冷却に必要な海水が確保できる設計であること。

【検討方針】

基準津波による水位の低下に対して、非常用海水冷却系の海水ポンプである原子炉補機冷却海水ポンプが機能保持できる設計であることを確認する。

また、基準津波による水位の低下に対して、非常用海水冷却系による冷却に必要な海水が確保できる設計であることを確認する。

具体的には、以下のとおり実施する。

- 原子炉補機冷却海水ポンプ位置の評価水位の算定を適切に行うため、取水路の特性に応じた手法を用いる。また、取水路の管路の形状や材質、表面の状況に応じた摩擦損失を設定する。
- 原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位が下降側評価水位を下回る等、水位低下に対して同ポンプが機能保持できる設計となっていることを確認する。
- 引き波時に水位が取水可能水位を下回る場合には、下回っている時間において、原子炉補機冷却海水ポンプの継続運転が可能な貯水量を十分確保できる設計となっていることを確認する。なお、取水路または取水槽が循環水系と非常用海水冷却系で併用される場合においては、循環水系運転継続等による取水量の喪失を防止できる措置が施される方針であることを確認する。

【検討結果】

引き波による水位低下時においても原子炉補機冷却海水ポンプの継続運転が可能となるよう、各号炉の取水口前面に非常用取水設備として海水貯留堰を設置する。なお、海水貯留堰は津波防護施設と位置づけて設計を行う。

海水貯留堰は、各号炉において原子炉補機冷却海水ポンプを6台運転（全台運転）する場合においても十分な量の海水を貯留でき、原子炉補機冷却海水ポンプの継続運転に支障をきたすことがない設計とする。

具体的には6号及び7号炉ともに、貯留堰天端標高をT.M.S.L.-3.5mとすることで、原子炉補機冷却海水ポンプの設計取水可能水位（※1）以上の範囲で、6号炉において約10,000m³、7号炉において約8,000m³の海水を確保可能な設計とし、原子炉補機冷却海水ポンプの継続運転のための必要貯水量約2,880m³（※2）に対して十分量の海水を堰内に貯留する。各号炉の海水貯留堰の貯留量の算定根拠を添付資料15に示す。

ここで、必要貯水量の算出にあたって必要となる、補機取水槽内の津波高さが海水貯留堰の天端標高T.M.S.L.-3.5mを下回る継続時間の算出にあたっては、基準津波による水位の低下に伴う取水路の特性を考慮した原子炉補機冷却海水ポンプ位置の評価水位（補機取水槽内の津波高さ）を適切に算定するため、開水路及び管路において非定常管路流の連続式及び運動方程式を用いて管路解析を実施する。また、その際、取水口から補機取水槽に至る系をモデル化し、管路の形状、材質及び表面の状況に応じた摩擦損失を考慮し、計算結果に潮位のばらつきを加算や安全側に評価した値を用いる。（「1.4 入力津波の設定」参照）

なお、柏崎刈羽原子力発電所の6号及び7号炉では、大津波警報が発令された場合は、原子炉を手動スクラムする運用とする。また、取水路が常用系（循環水系、タービン補機冷却海水系）と非常用系（原子炉補機冷却海水系）で併用されることから、取水槽水位計（津波監視設備）にて津波による水位低下を検知した際には、「取水槽水位低」警報が中央制御室に発報され、運転員による手動操作で常用海水ポンプ（循環水ポンプ、タービン補機冷却海水ポンプ）を停止させる。停止操作手順の整備と運転員への教育訓練により、確実に常用海水ポンプを停止し、原子炉補機冷却海水系に必要な海水の喪失を防止する。

海水貯留堰の設置後における基準津波による補機取水槽内の水位変動を第2.5-1図に、海水貯留堰に関わる施設及び海水貯留堰の概要を第2.5-2図、第2.5-3図に示す。また、津波による水位低下時の常

用海水ポンプの停止に関わる運用及び常用海水ポンプ停止後の慣性水流による原子炉補機冷却海水ポンプの取水性への影響を添付資料16に示す。

※1 原子炉補機冷却海水ポンプの設計取水可能水位

原子炉補機冷却海水ポンプの設計取水可能水位は，日本機械学会基準「ポンプの吸込水槽の模型試験法」(JSME S 004-1984)に基づき，以下数式によって算出している。

$$H = H_0 + 1.3 \times D_0$$

H：設計取水可能水位

H₀：ポンプ下端高さ

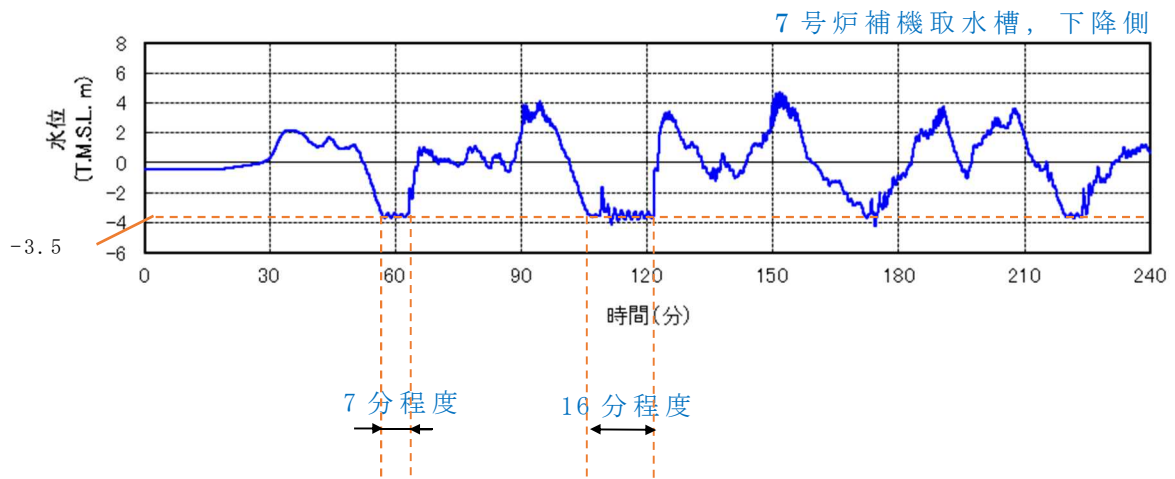
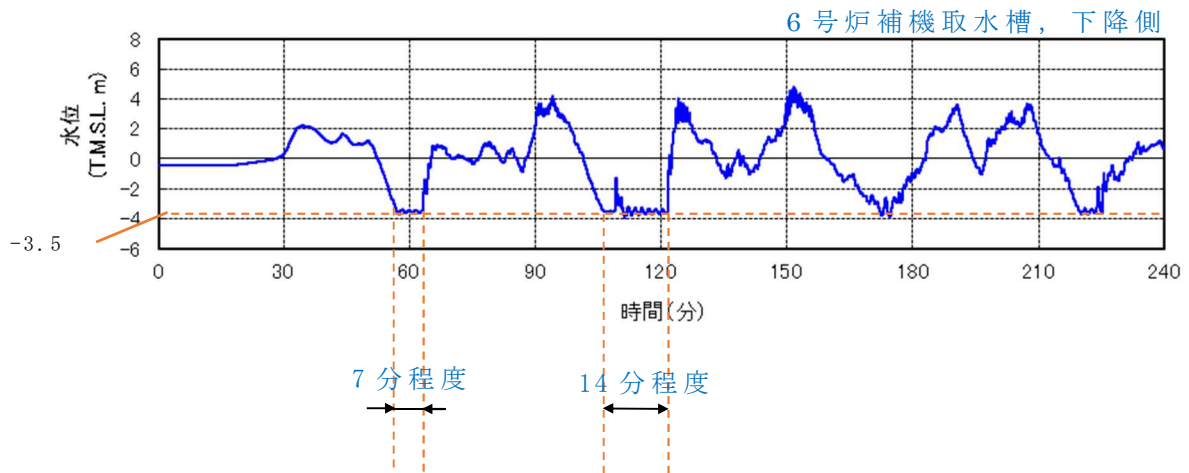
D₀：ポンプ吸込口径（ベルマウス径）

	ポンプ下端高さ H ₀	ポンプ吸込口径 D ₀	設計取水可能水位 H
6号炉原子炉補機冷却海水ポンプ	T. M. S. L. -6.48m	0.95m	T. M. S. L. -5.24m
7号炉原子炉補機冷却海水ポンプ	T. M. S. L. -5.90m	0.75m	T. M. S. L. -4.92m

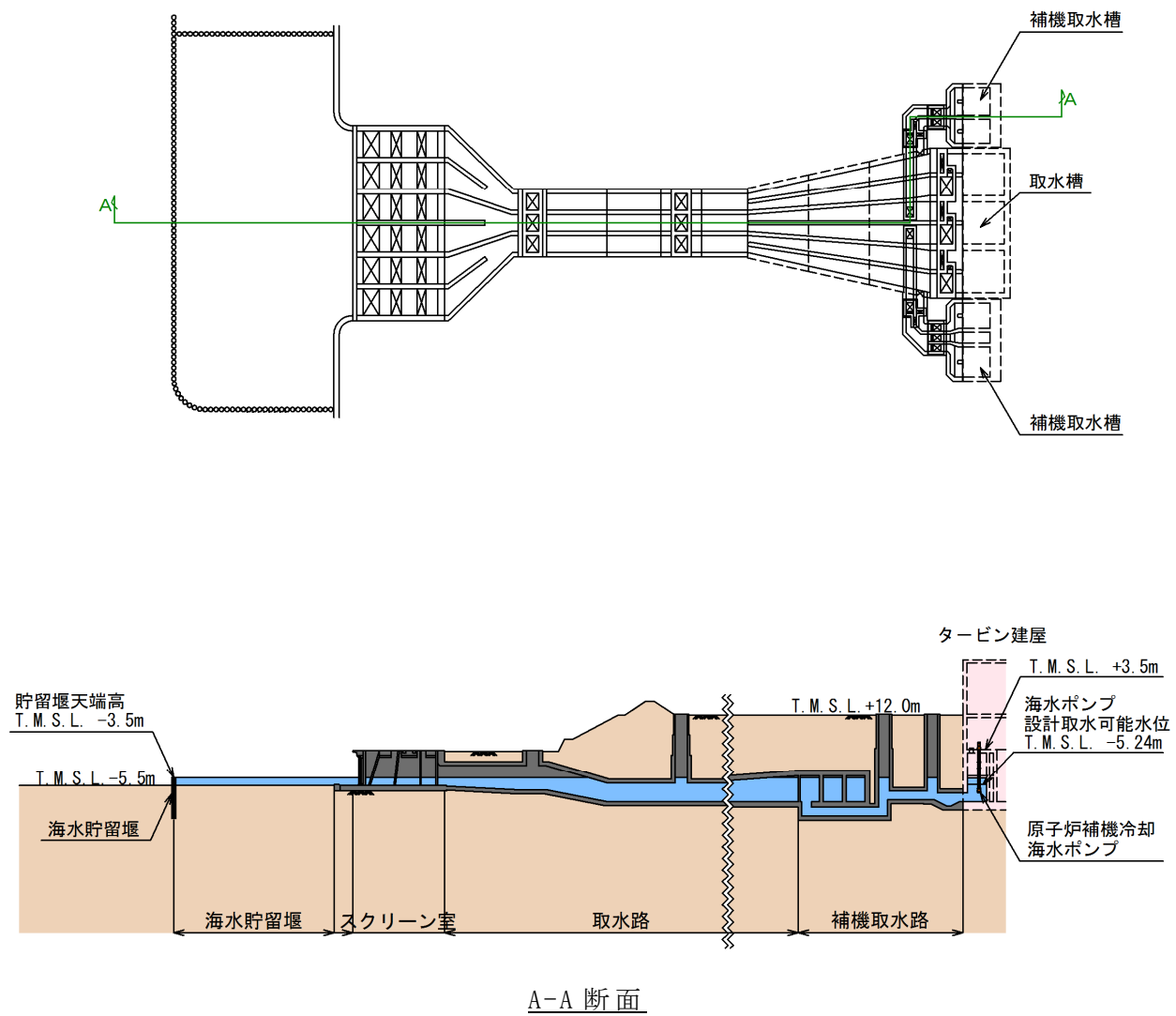
※2 原子炉補機冷却海水ポンプの継続運転のための必要貯水量

第2.5-1図に示すように，管路解析により算出される基準津波による補機取水槽内の津波高さが海水貯留堰の天端標高 T. M. S. L. -3.5m を下回る継続時間は，最大でも16分程度である。一方，原子炉補機冷却海水ポンプの定格容量は，30m³/minであるため，取水量が最大となる全台運転（6台運転）の場合には180m³/minで取水されることになる。

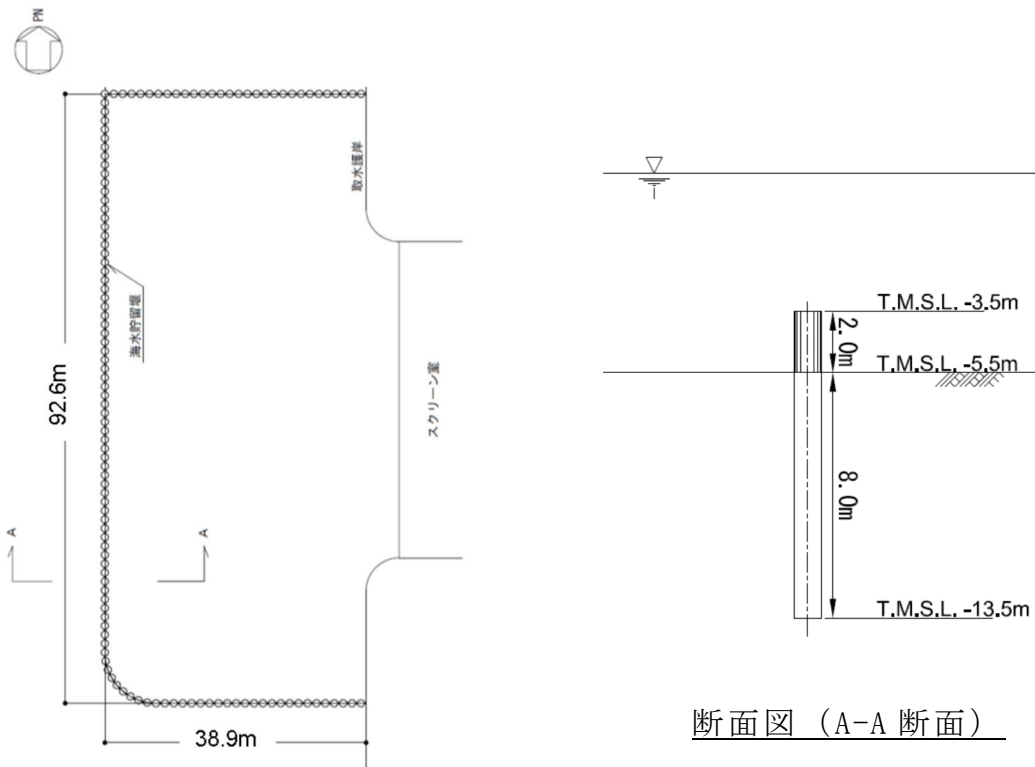
したがって，海水貯留堰の天端標高を T. M. S. L. -3.5m とした際の貯留堰の必要貯水量は，以上の両者を乗じることより，約 2,880m³（16分×180m³/min=2,880m³）となる。



第 2.5-1 図 補機取水槽内の水位変動



第 2.5-2 図 海水貯留堰に関わる施設の概要（6号炉の例）



平面図

原子炉補機冷却海水ポンプの運転継続可能時間の算出

運転継続可能時間 = 貯留容量 ÷ 取水量
 = $10,000 \text{ m}^3 \div 180 \text{ m}^3/\text{min}$ (7号炉では $8,000 \text{ m}^3 \div 180 \text{ m}^3/\text{min}$)
 = 約 55 分 (7号炉では約 44 分)

- | |
|--|
| <p>[貯留堰]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 貯留容量 : 約 $10,000 \text{ m}^3$ (7号炉では約 $8,000 \text{ m}^3$) <p>[原子炉補機冷却海水ポンプ] (7号炉も同じ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 定格容量(1台あたり) : $30 \text{ m}^3/\text{min}$ ・ 台数 : 6 台 ・ 合計取水量 : $180 \text{ m}^3/\text{min}$ |
|--|

※上記は、引き波により実際の津波高さが海水貯留堰の天端標高 T.M.S.L. -3.5m を下回り、押し波による海水流入が継続的に無い場合における原子炉補機冷却海水ポンプの運転継続時間となる。実際の津波高さが継続して海水貯留堰天端高さを下回る時間は、長くても 16 分程度 (第 2.5-1 図参照) であり、原子炉補機冷却海水ポンプの運転継続にあたり支障はない。

第 2.5-3 図 海水貯留堰の概要 (6号炉の例)

(2) 津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認

【規制基準における要求事項等】

基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積が適切に評価されていること。

基準津波に伴う取水口付近の漂流物が適切に評価されていること。

非常用海水冷却系については、次に示す方針を満足すること。

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

【検討方針】

基準津波に伴う 6 号及び 7 号炉の取水口付近の砂の移動・堆積や漂流物を適切に評価する。その上で、非常用海水冷却系について、基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積，陸上斜面崩壊による土砂移動・堆積及び漂流物に対して各号炉の取水口及び取水路の通水性が確保できる設計であること，浮遊砂等の混入に対して非常用海水冷却系の海水ポンプである原子炉補機冷却海水ポンプが機能保持できる設計であることを確認する。

具体的には、以下のとおり確認する。

- 遡上解析結果における取水口付近の砂の堆積状況に基づき，砂の堆積高さが取水口下端に到達しないことを確認する。取水口下端に到達する場合は，取水口及び取水路が閉塞する可能性を安全側に検討し，閉塞しないことを確認する。
- 混入した浮遊砂は，スクリーン等で除去することが困難なため，原子炉補機冷却海水ポンプそのものが運転時の砂の混入に対して軸固着しにくい仕様であることを確認する。
- 基準津波に伴う取水口付近の漂流物については，遡上解析結果における取水口付近を含む敷地前面及び遡上域の寄せ波及び引き波の方向，速度の変化を分析した上で，漂流物の可能性を検討し，漂流物により取水口が閉塞しないことを確認する。また，スクリーン自体が漂流物となる可能性が無いか確認する。

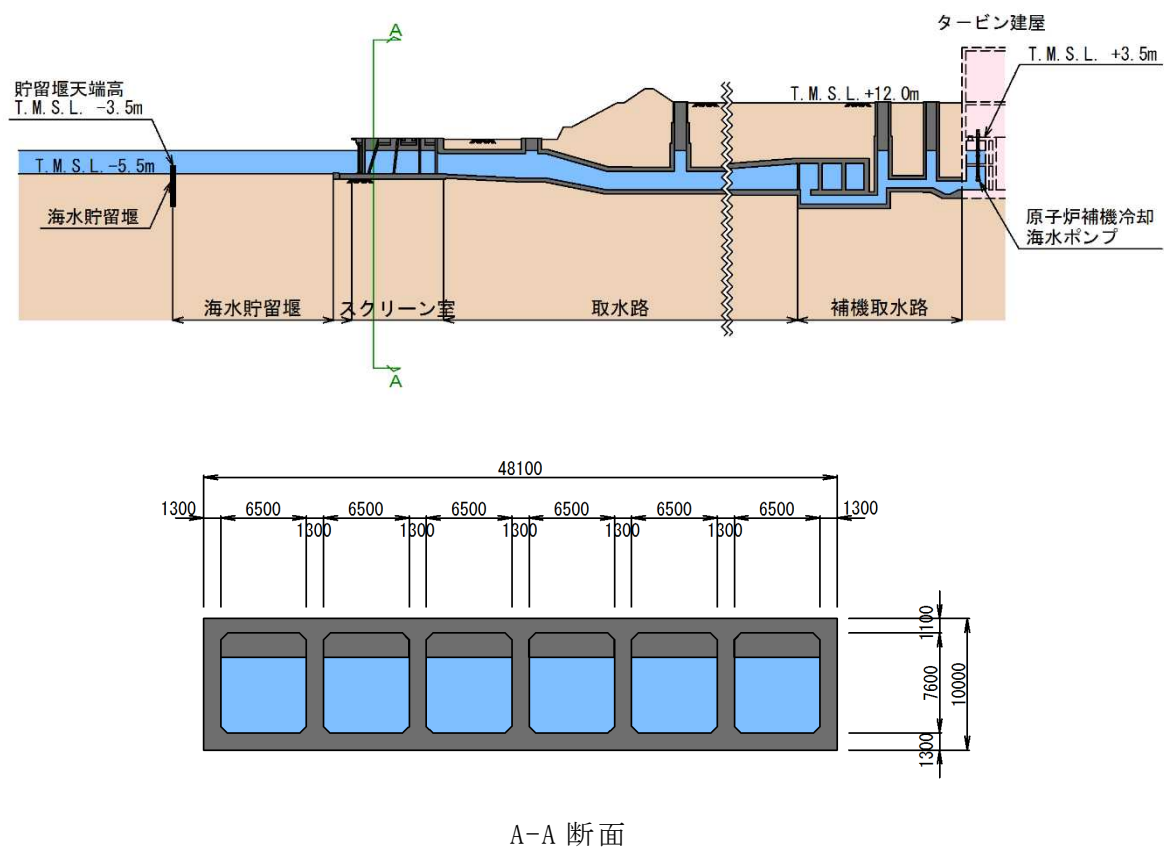
【検討結果】

a. 砂の移動・堆積に対する通水性確保

6号及び7号炉の取水口前面における取水口呑口の下端の高さは T.M.S.L. -5.5m であり、平均潮位 (T.M.S.L. +0.26m) において、取水路の取水可能部は 5m を超える高さを有する (第 2.5-4 図)。これに対し、数値シミュレーションにより得られた基準津波による砂移動に伴う取水口前面の砂の堆積量は、取水路横断方向の平均で 6号炉が約 0.3m、7号炉が約 0.6m であった。

以上より、基準津波による砂移動・堆積により取水口及び取水路が閉塞する可能性はないと考えられ、これより、基準津波による砂移動・堆積に対して非常用海水冷却系 (原子炉補機冷却海水系) に必要な取水口及び取水路の通水性は確保できるものと評価する。

なお、基準津波による砂の移動・堆積の数値シミュレーションによる評価は「柏崎刈羽原子力発電所における津波評価について」(参考資料 1) 及び添付資料 17 において説明する。



第 2.5-4 図 取水口前面における取水路断面

b. 混入した浮遊砂に対する機能保持

基準津波による浮遊砂については、スクリーン等で除去することが困難なため、海水ポンプそのものが運転時の砂の混入に対して軸固着等を行うことがなく機能保持できる設計であることを、以下のとおり確認した。

発電所港湾内土砂の粒径分布を分析した結果、粒径 2.0mm 以上の礫分は約 0.8wt% (最大粒径 9.5mm)、粒径 2.0mm~0.075mm の砂分は約 96.0 wt%、粒径 0.075mm 未満のシルト、粘土分は約 3.2 wt%と砂分が主体であり、平均粒径は約 0.27mm である (添付資料 18)。

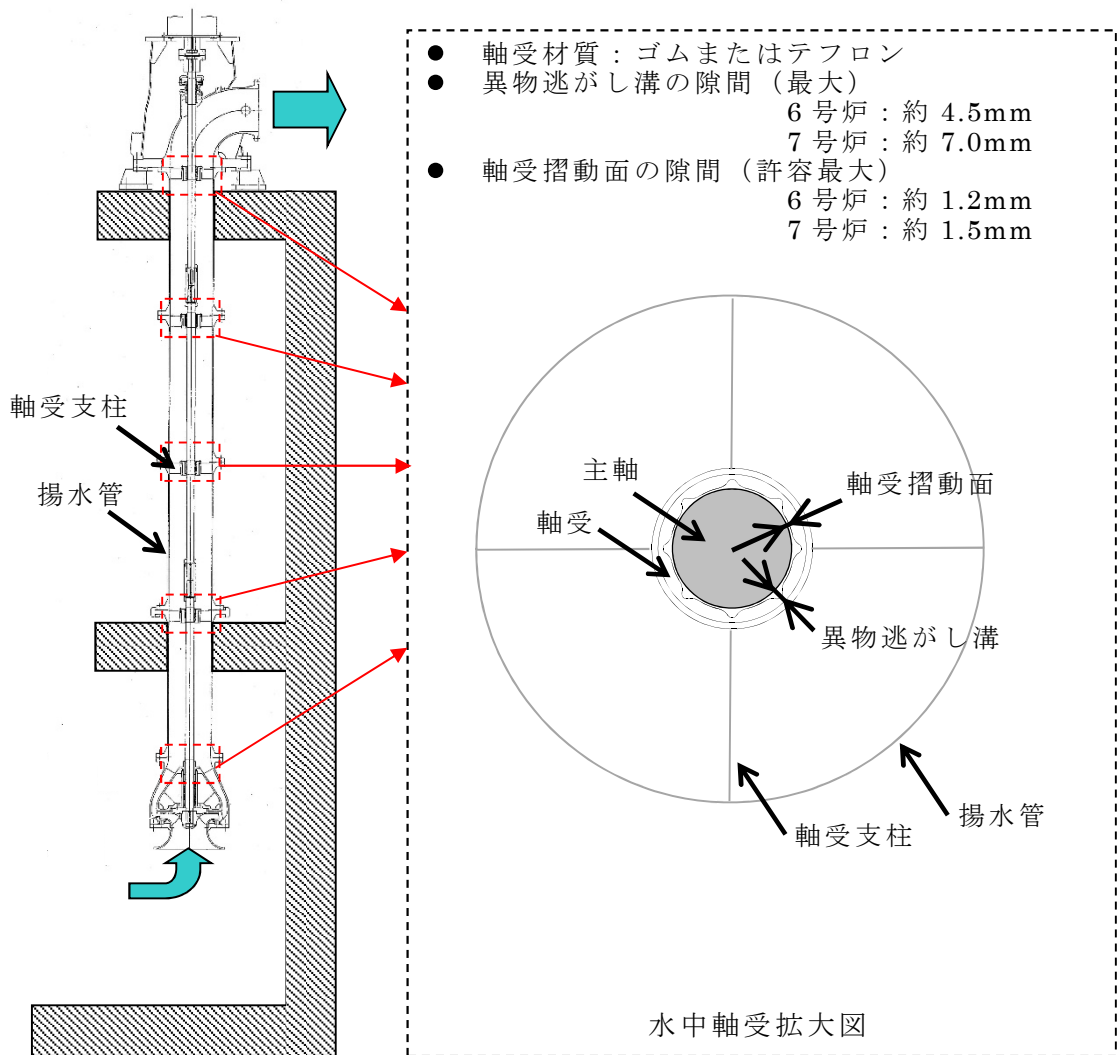
原子炉補機冷却海水ポンプで取水した浮遊砂を含む多くの海水は、揚水管内側流路を通過するが、一部の海水はポンプ軸受の潤滑水として軸受摺動面に流入する構造である (第 2.5-5 図)。

主軸外径と軸受内径の差である摺動面隙間 (6号炉:約 1.2mm (許容最大)、7号炉:約 1.5mm (許容最大)) に対し、これより粒径の小さい砂分が混入した場合は海水とともに摺動面を通過するか、または主軸の回転によって異物逃がし溝 (6号炉:約 4.5mm、7号炉:約 7.0mm) に導かれ連続排出される (第 2.5-5 図)。

一方、摺動面隙間より粒径が大きい 2.0mm 以上の礫分は浮遊し難いものであることに加え (添付資料 18)、港湾内土砂の約 0.8wt%と極僅かであることから、摺動面の隙間から混入することは考えにくい。万が一、摺動面に混入したとしても回転軸の微小なずれから発生する主軸振り回り (歳差運動) により、粉碎もしくは排砂機能により摺動面を伝って異物逃がし溝に導かれ排出されることから、軸受摺動面や異物逃がし溝が閉塞することによるポンプ軸固着への影響はない。

また、基準津波襲来時を想定した取水路における砂移動解析を実施した結果、海水ポンプ取水地点における浮遊砂濃度は、6号炉および7号炉ともに 1×10^{-5} wt%以下であった。浮遊砂濃度 1×10^{-5} wt%は、原子炉補機冷却海水ポンプ (1台:流量 1,800m³/h) が海水とともに取水する浮遊砂量は 3g/min 程度と微量であることを示す。また、取水された多くの海水は、軸受摺動面隙間より断面積比で約 60 倍ある揚水管内側流路を通過することを踏まえると、軸受摺動面に混入する浮遊砂量は 3g/min よりさらに減少することが見込まれることから、基準津波襲来時の浮遊砂による軸受摩耗への影響はない (添付資料 19)。

以上より、基準津波の襲来に伴う浮遊砂による海水ポンプ軸受への影響はなく、海水ポンプの取水機能は保持できるものと評価する。

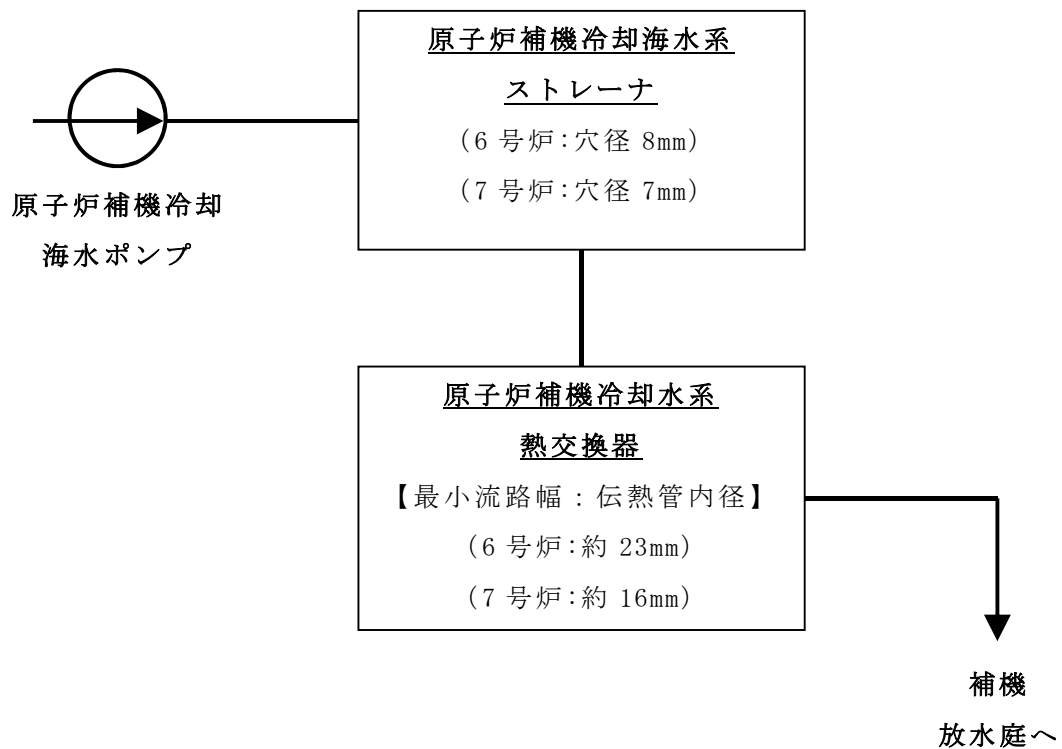


第 2.5-5 図 原子炉補機冷却海水ポンプ軸受構造図

また、原子炉補機冷却海水ポンプの揚水管内側流路を通過し、原子炉補機冷却海水系の系統に混入した微小の浮遊砂は、6号及び7号炉とも原子炉補機海水系ストレーナを通過し、原子炉補機冷却水系熱交換器を経て補機放水庭へ排出される。

原子炉補機海水系ストレーナ内部にはパンチプレート式のエレメント（6号炉：穴径 8mm，ピッチ 11mm，7号炉：穴径 7mm，ピッチ 10mm×18mm）が設けられており，当該穴径以上の大きさの異物をエレメントにより捕捉することにより，ストレーナ以降にある原子炉補機冷却水系熱交換器伝熱管に影響を与える異物の混入を防止している。

一方で，当該穴径以下の大きさの微小砂はストレーナを通過する可能性があるが，ストレーナ以降の最小流路幅（原子炉補機冷却水系熱交換器伝熱管内径）は，6号炉で約 23mm，7号炉で約 16mm であり，エレメントの穴径に対し十分大きいことから閉塞の可能性はないものと考えられ，原子炉補機冷却海水系の機能は維持可能である（第 2.5-6 図）。



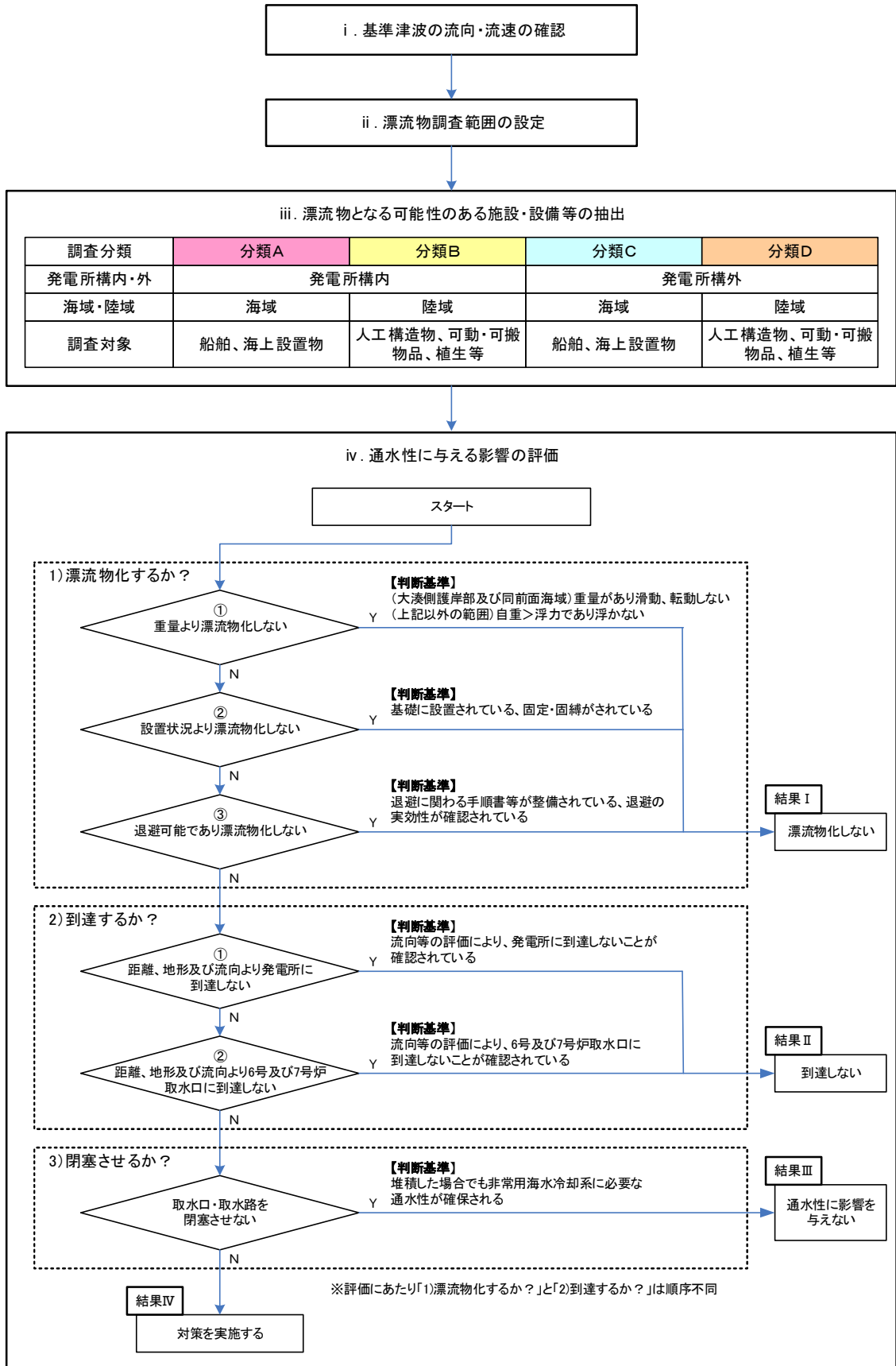
第 2.5-6 図 原子炉補機冷却海水系の系統概略図

c. 基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する通水性確保

(a) 取水口付近の漂流物に対する通水性確保

基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備等が、取水口あるいは取水路を閉塞させ、非常用海水冷却系（原子炉補機冷却海水系）に必要な通水性に影響を及ぼす可能性について確認した。確認のフローを第 2.5-7 図に、また確認の結果を以降に示す。

なお、確認の条件として、漂流物化の検討等の対象範囲（津波の遡上域）や漂流物の漂流の様相（漂流の向き、速度等）に有意な影響を与える可能性が考えられる防波堤及び荒浜側防潮堤の状態については、津波影響軽減施設あるいは津波防護施設として位置付けているものではないことから、健全な状態に加え、それらの存在が非保守側の効果を持つ可能性が想定される場合には、地震等により損傷した状態も考慮した。



第 2.5-7 図 漂流物影響確認フロー

i. 基準津波の流向及び流速の確認

基準津波 1～3 の波源を第 2.5-8 図に、流向及び流速を第 2.5-9 図に示す。

「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」と「敷地周辺の海底地すべりに伴う津波」の「重畳津波」である基準津波 1 は、発電所の西方より襲来し、地震発生の約 15 分後に敷地前面に到達する。港湾内へは、まず北西の港湾口より引き波として進入し、約 9 分後（地震発生約 24 分後）に寄せ波に転じ、その約 15 分後（地震発生約 39 分後）に再び引き波に転ずる。

「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」である基準津波 2 は、発電所の北西より襲来し、地震発生の約 30 分後に敷地前面に到達する。港湾内へは、港湾口より寄せ波として進入し、約 9 分後（地震発生約 39 分後）に引き波に転じ、その約 27 分後（地震発生約 66 分後）に再び寄せ波に転ずる。

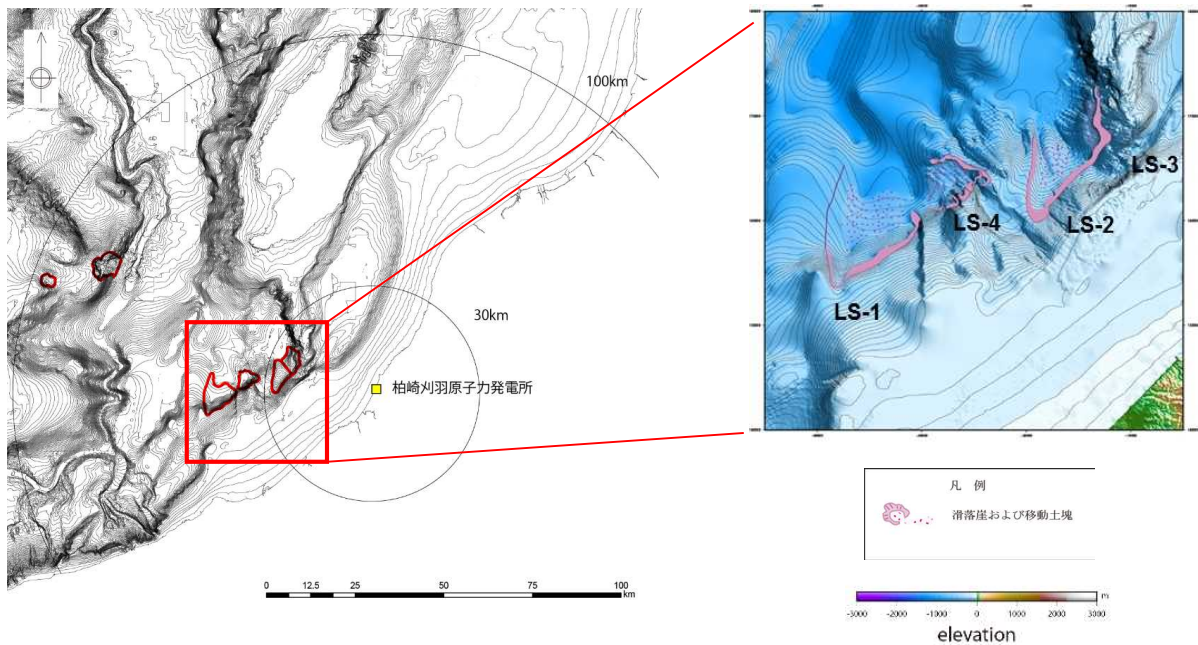
また、「海域活断層に想定される地震に伴う津波」と「敷地周辺の海底地すべりに伴う津波」の「重畳津波」である基準津波 3 は、発電所の西方より襲来し、地震発生の約 9 分後に敷地前面に到達する。港湾内へは、港湾口より寄せ波として進入し、約 6 分後（地震発生約 15 分後）に引き波に転じ、その約 12 分後（地震発生約 27 分後）に再び寄せ波に転ずる。

港湾内の主たる流れは基準津波 1～3 でいずれも、港湾口からの寄せ波時の海水の流入、引き波時の流出に応じ、1 号～4 号炉が設置された荒浜側と 5 号～7 号炉が設置された大湊側で方向の異なる二つの渦が生じる形となる。

なお、以上に示した流向及び流速は、発電所港湾施設である防波堤が健全という条件下で得られたものであり、後段に示す「通水性に与える影響の評価」では前述のとおり、防波堤の存在が非保守側の効果を持つ可能性が想定される場合には、地震等による防波堤の損傷を考慮した影響確認を行っている。

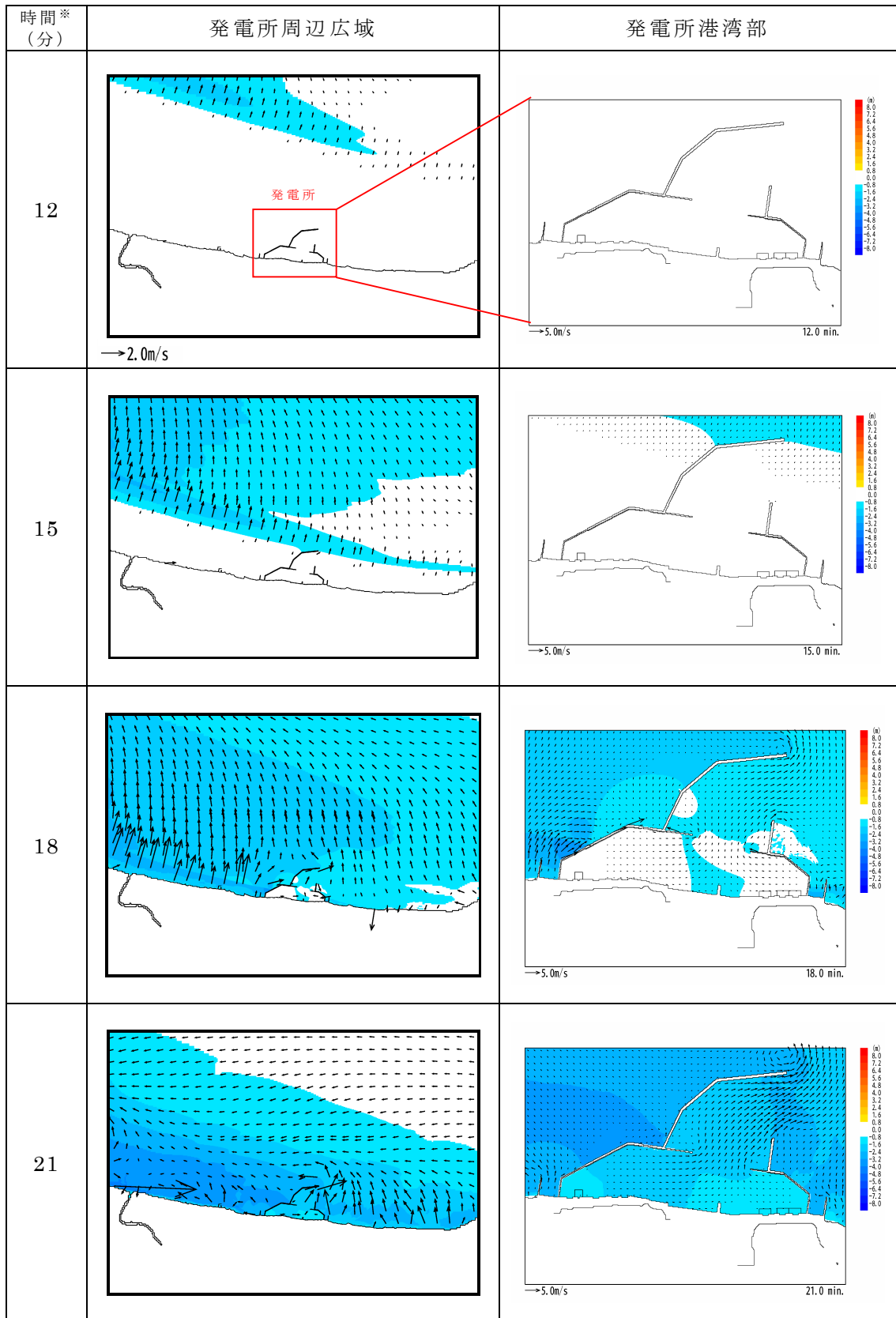


基準津波の想定波源図



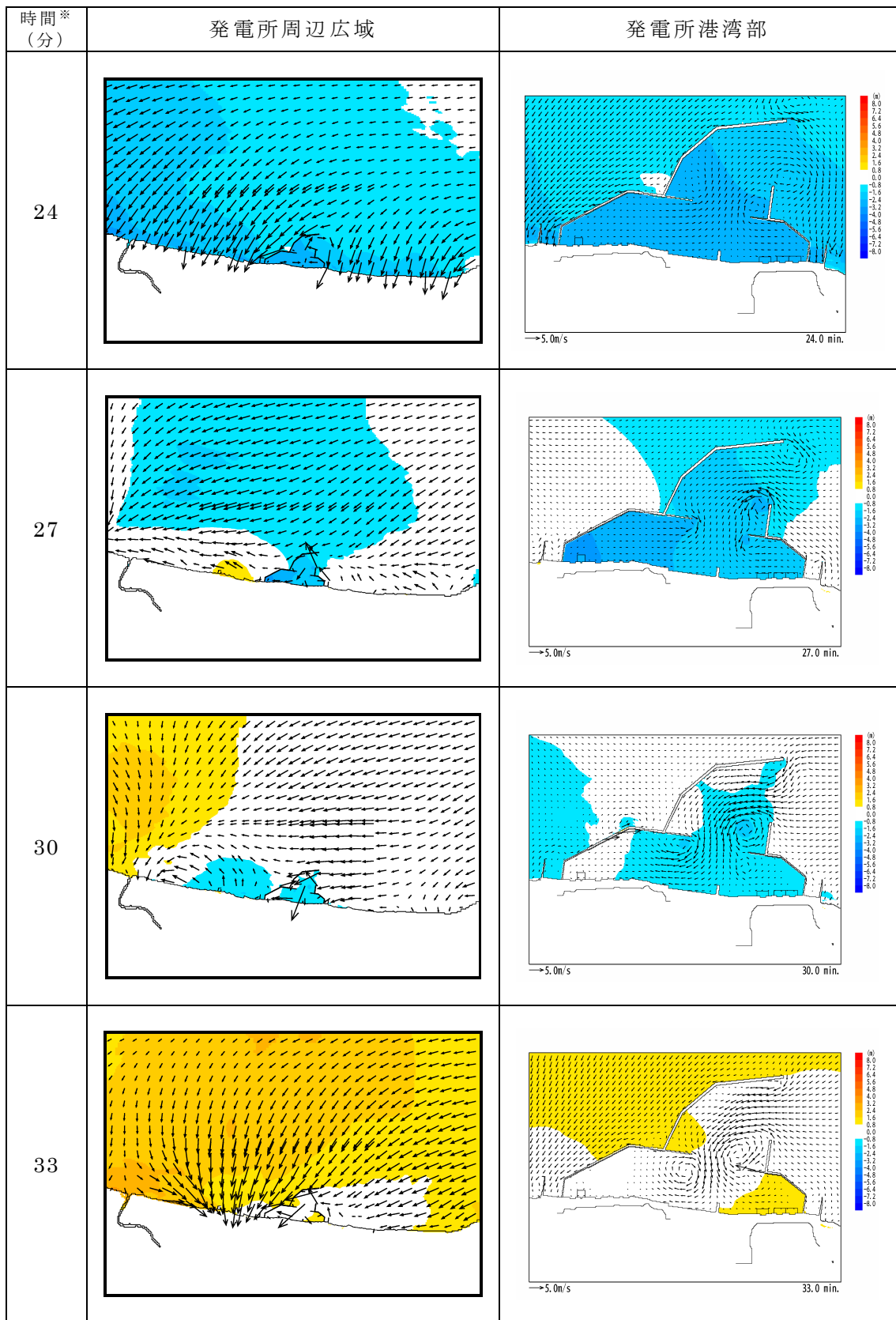
海底地すべり地形の位置図

第 2.5-8 図 基準津波の波源



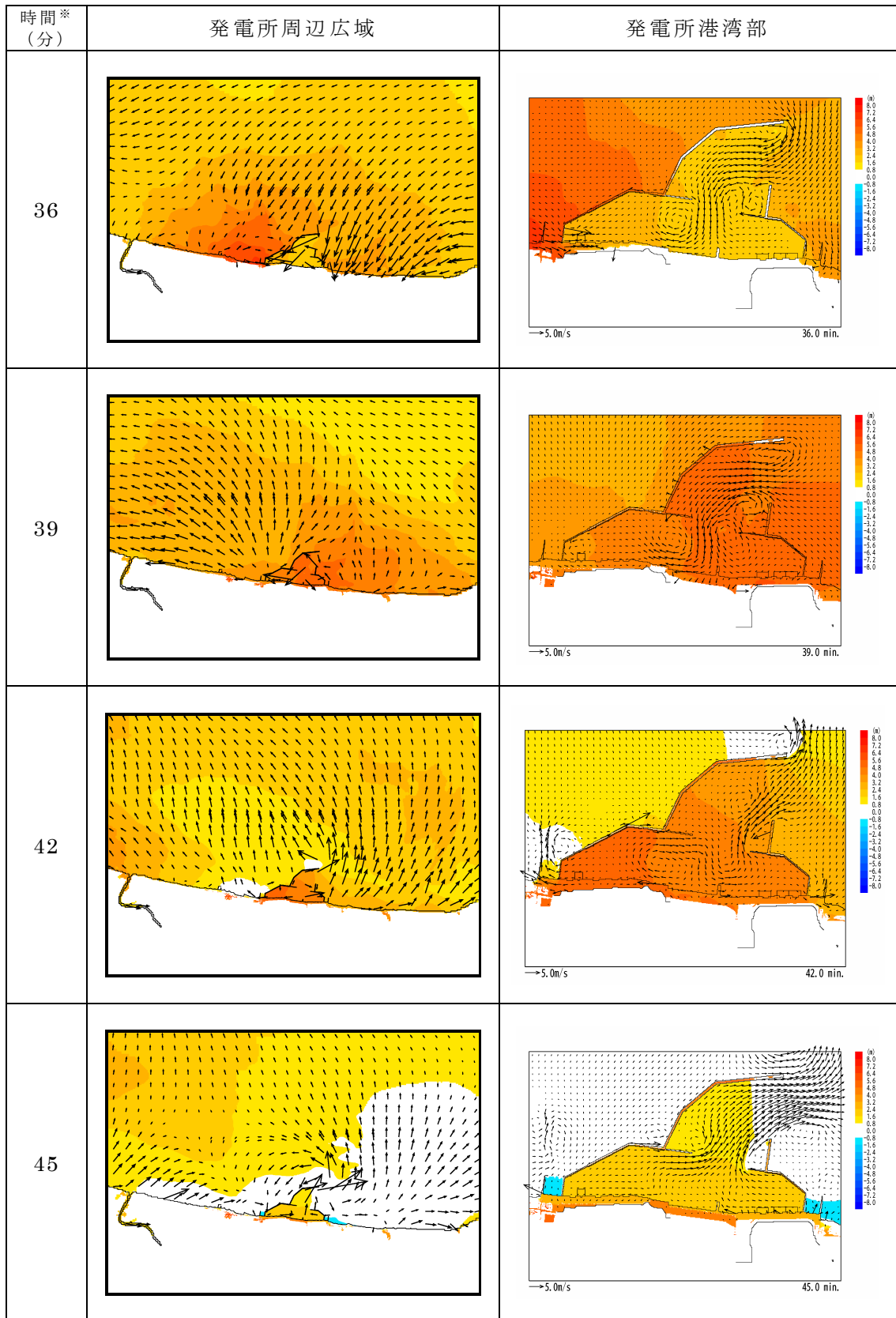
※津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 2.5-9-1 図 基準津波の流速ベクトル (基準津波 1) (1/3)



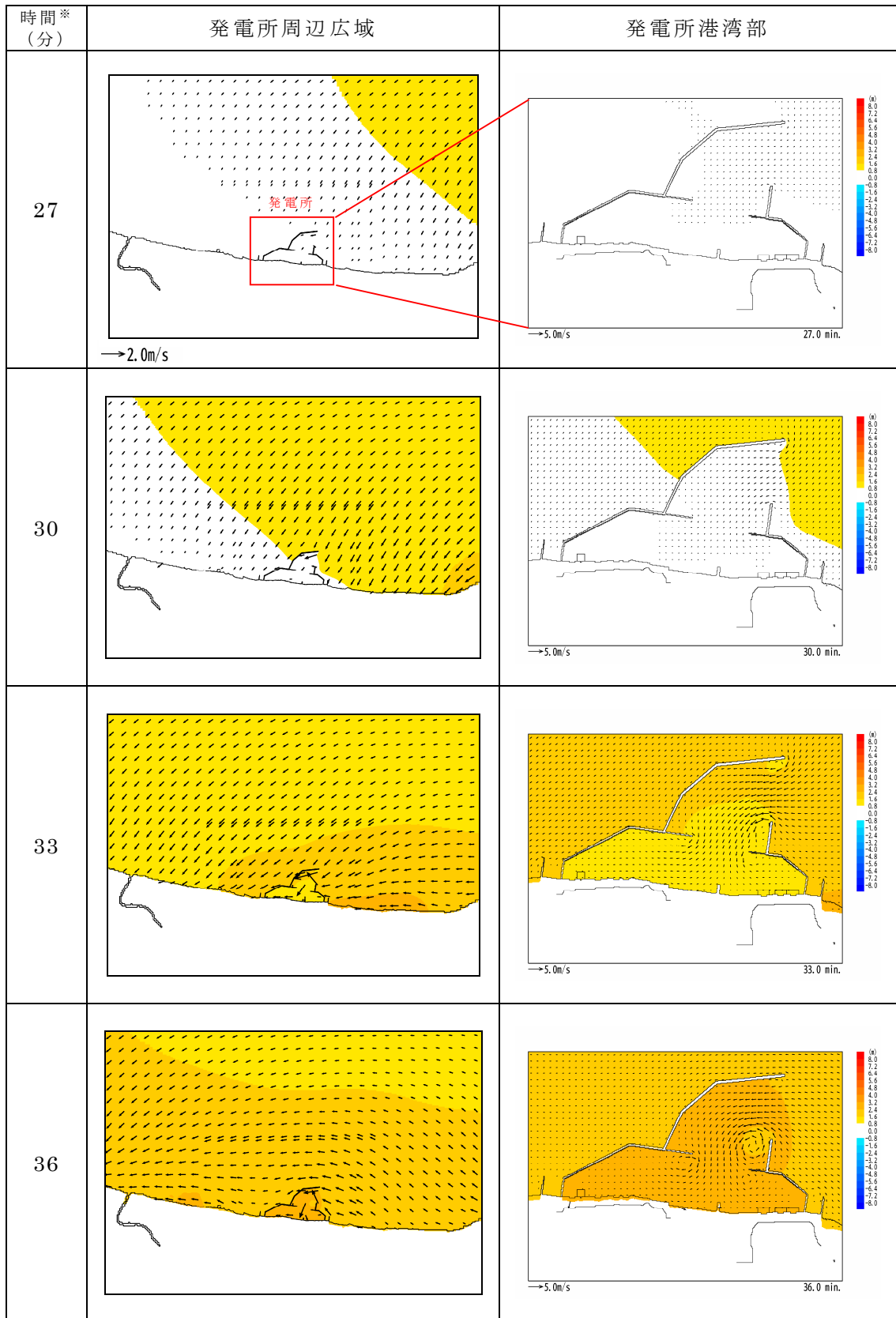
※津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 2.5-9-1 図 基準津波の流速ベクトル (基準津波 1) (2/3)



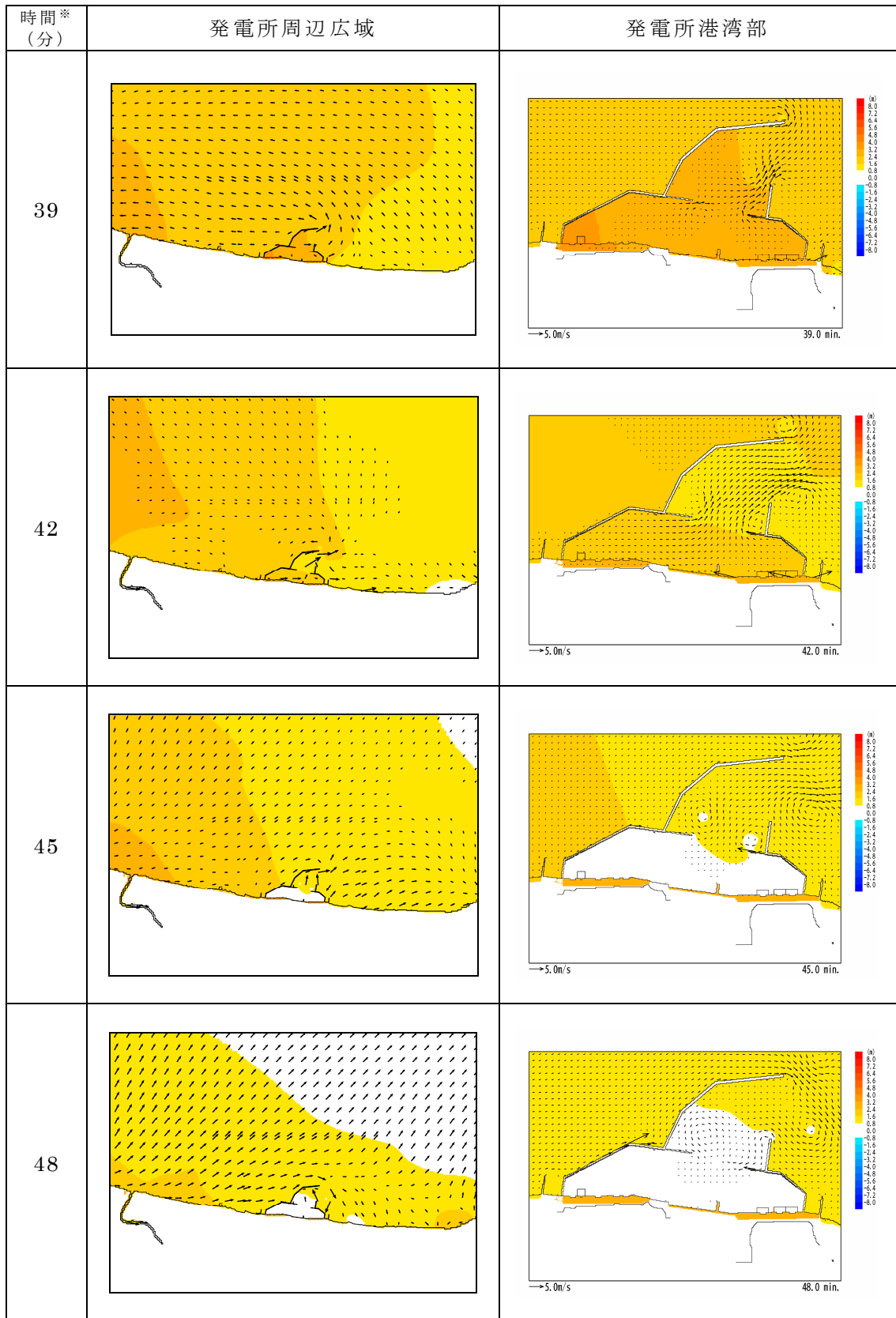
※津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 2.5-9-1 図 基準津波の流速ベクトル (基準津波 1) (3/3)



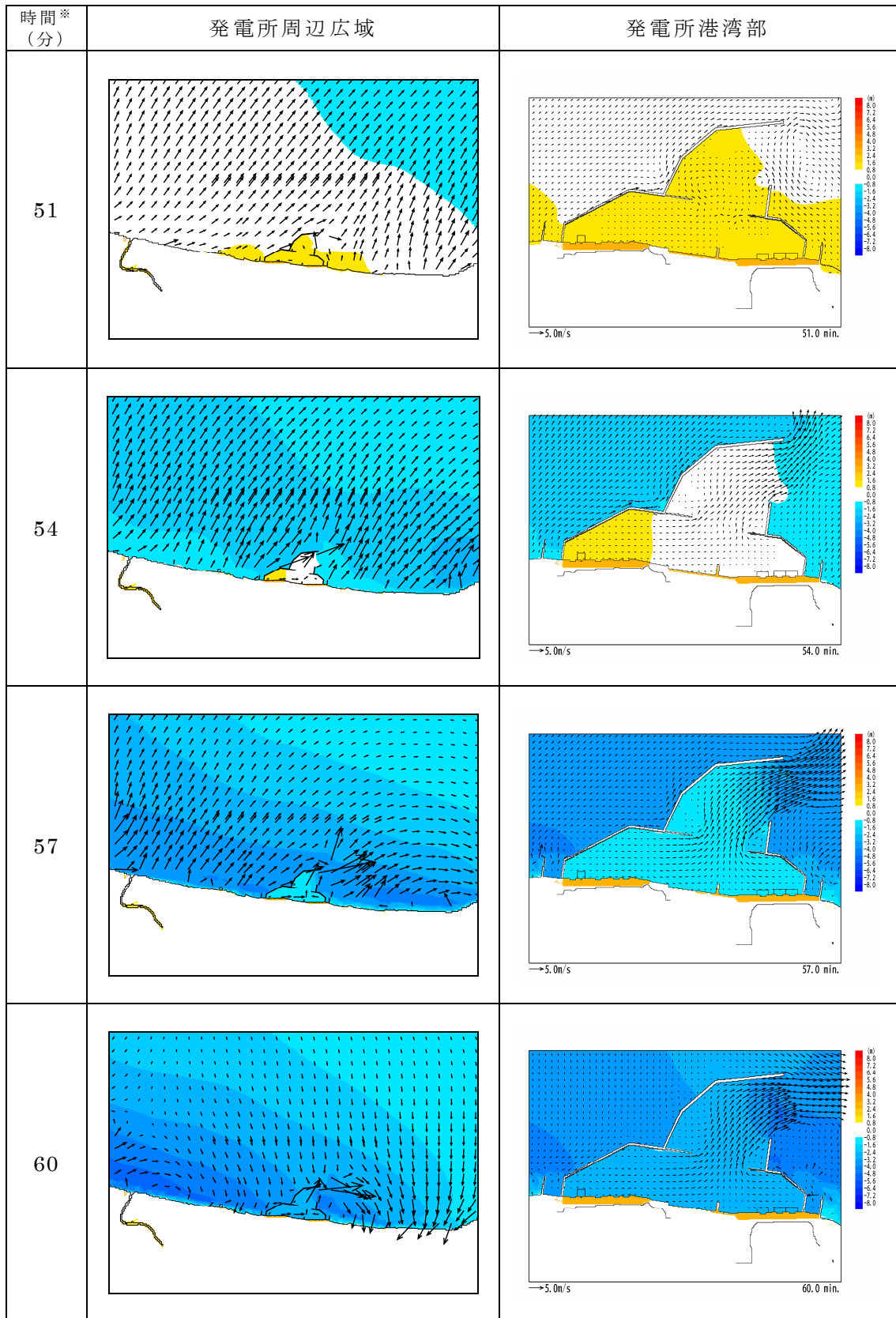
※津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 2.5-9-2 図 基準津波の流速ベクトル (基準津波 2) (1/4)



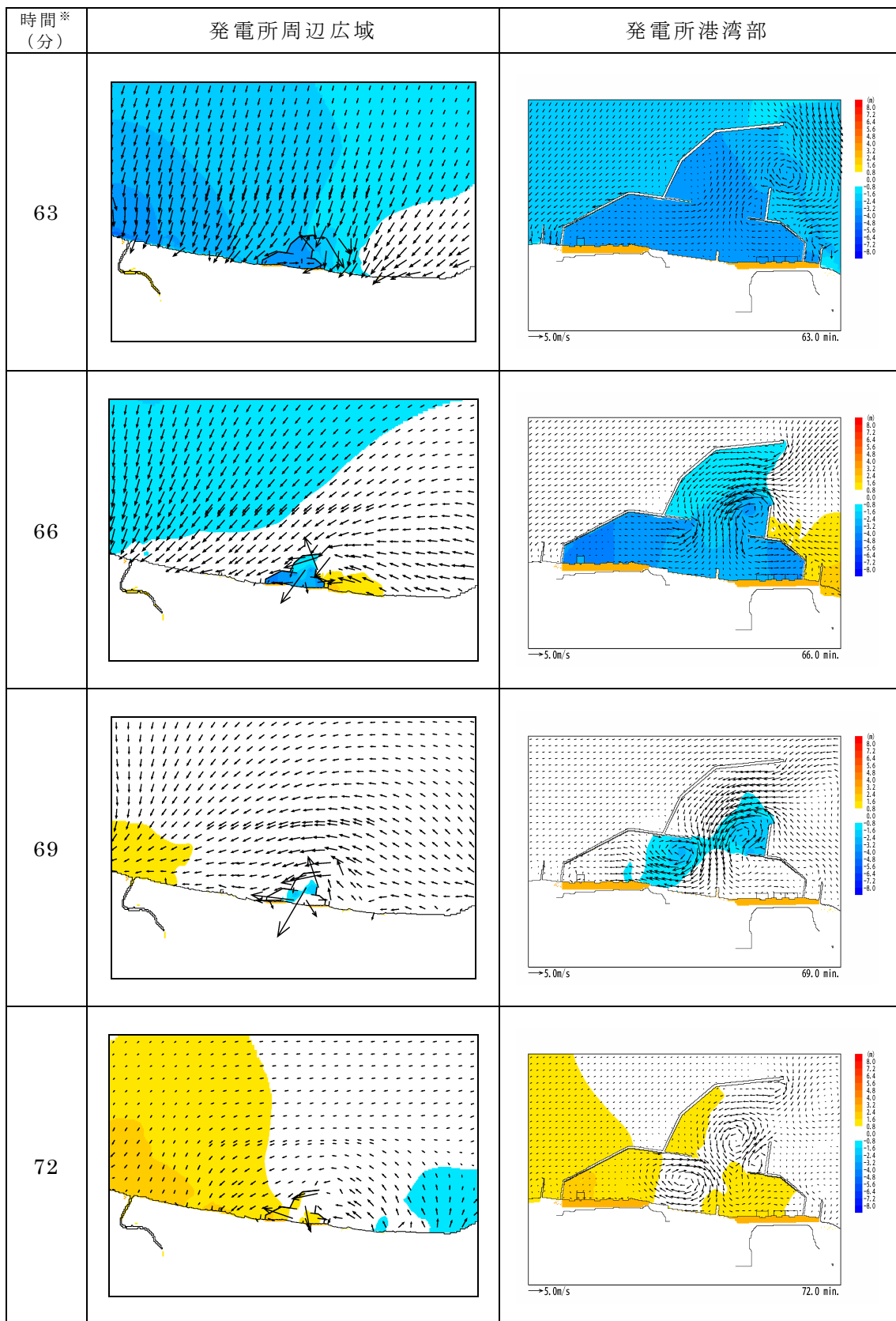
※津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 2.5-9-2 図 基準津波の流速ベクトル（基準津波 2）（2/4）



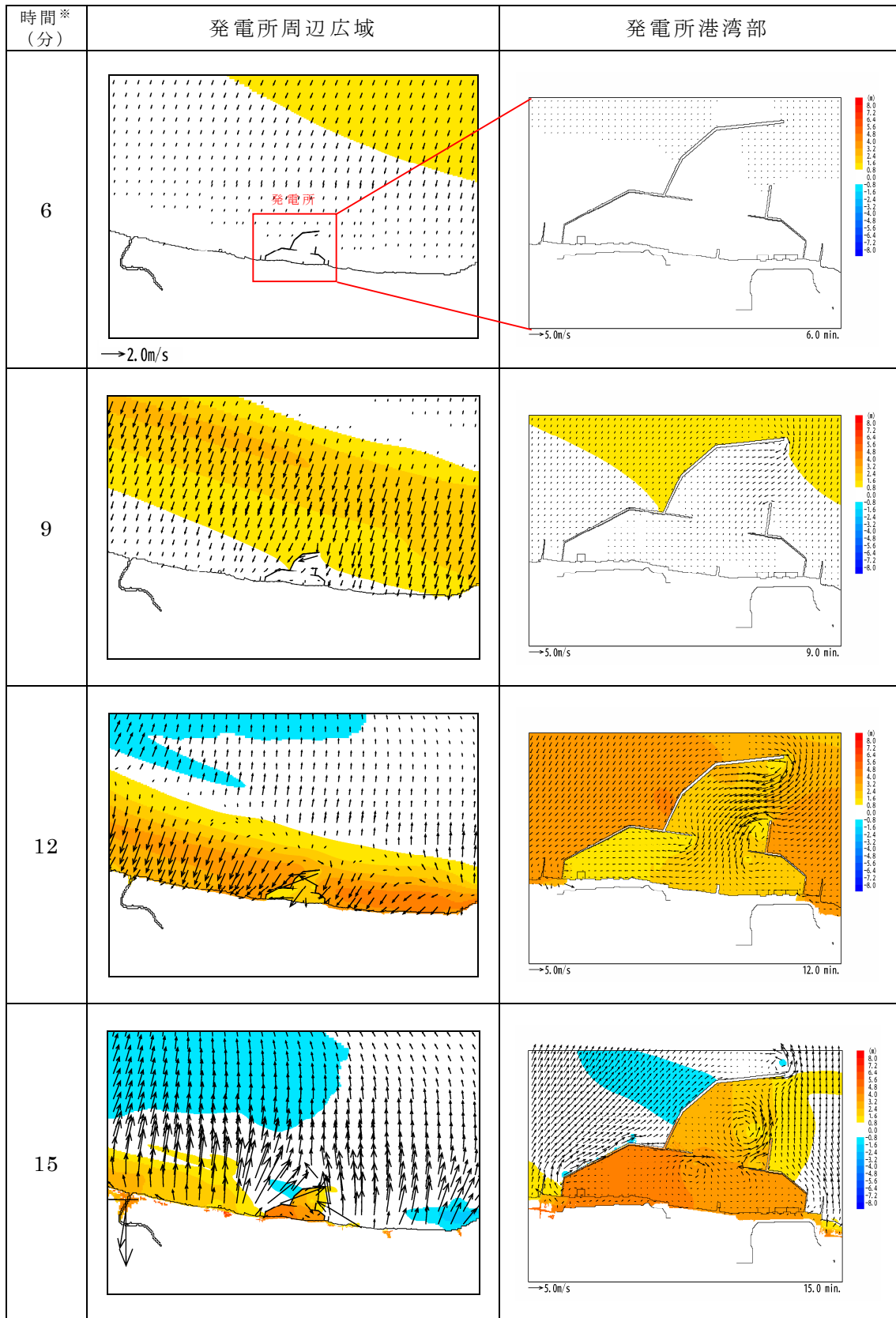
※津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 2.5-9-2 図 基準津波の流速ベクトル (基準津波 2) (3/4)



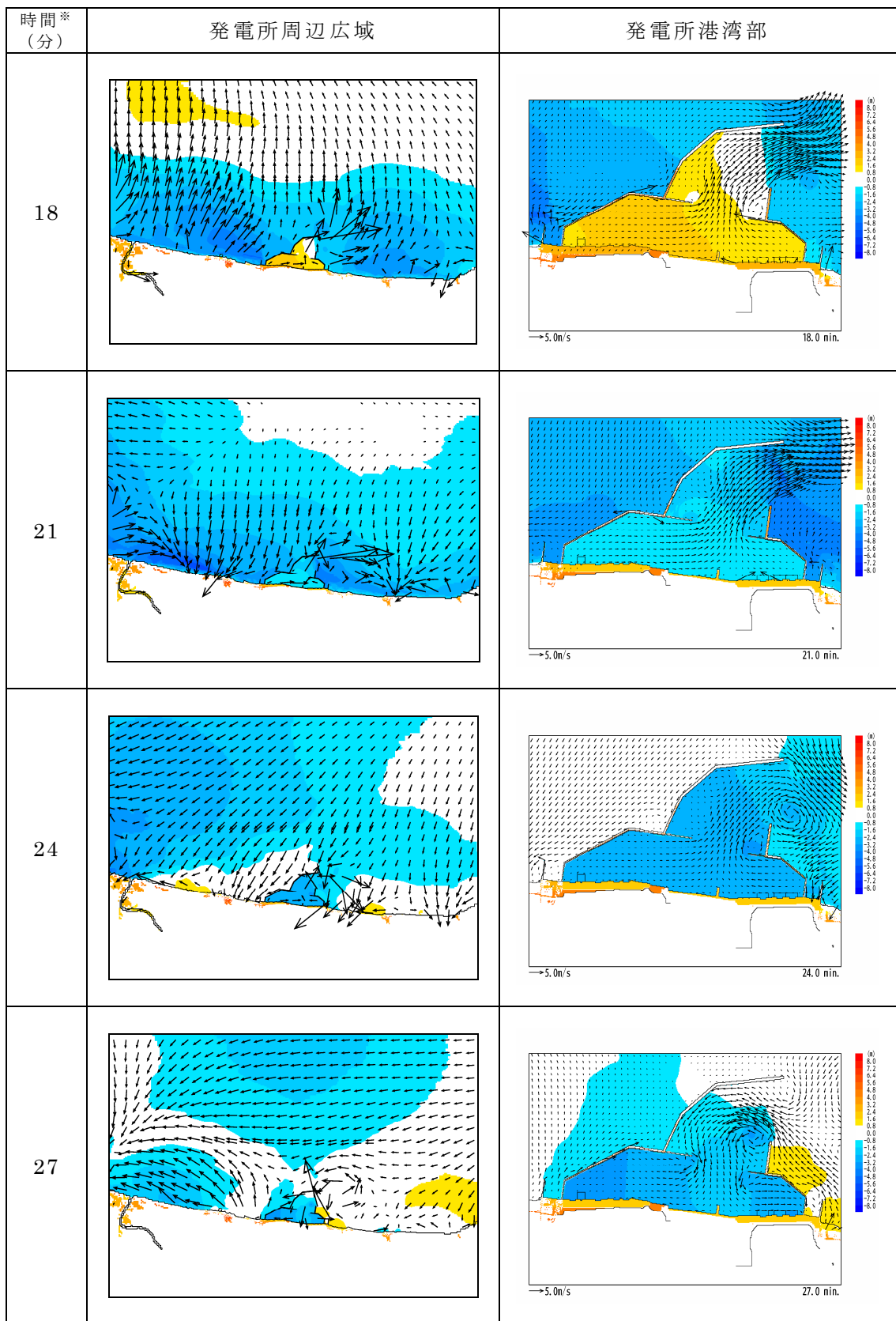
※津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 2.5-9-2 図 基準津波の流速ベクトル (基準津波 2) (4/4)



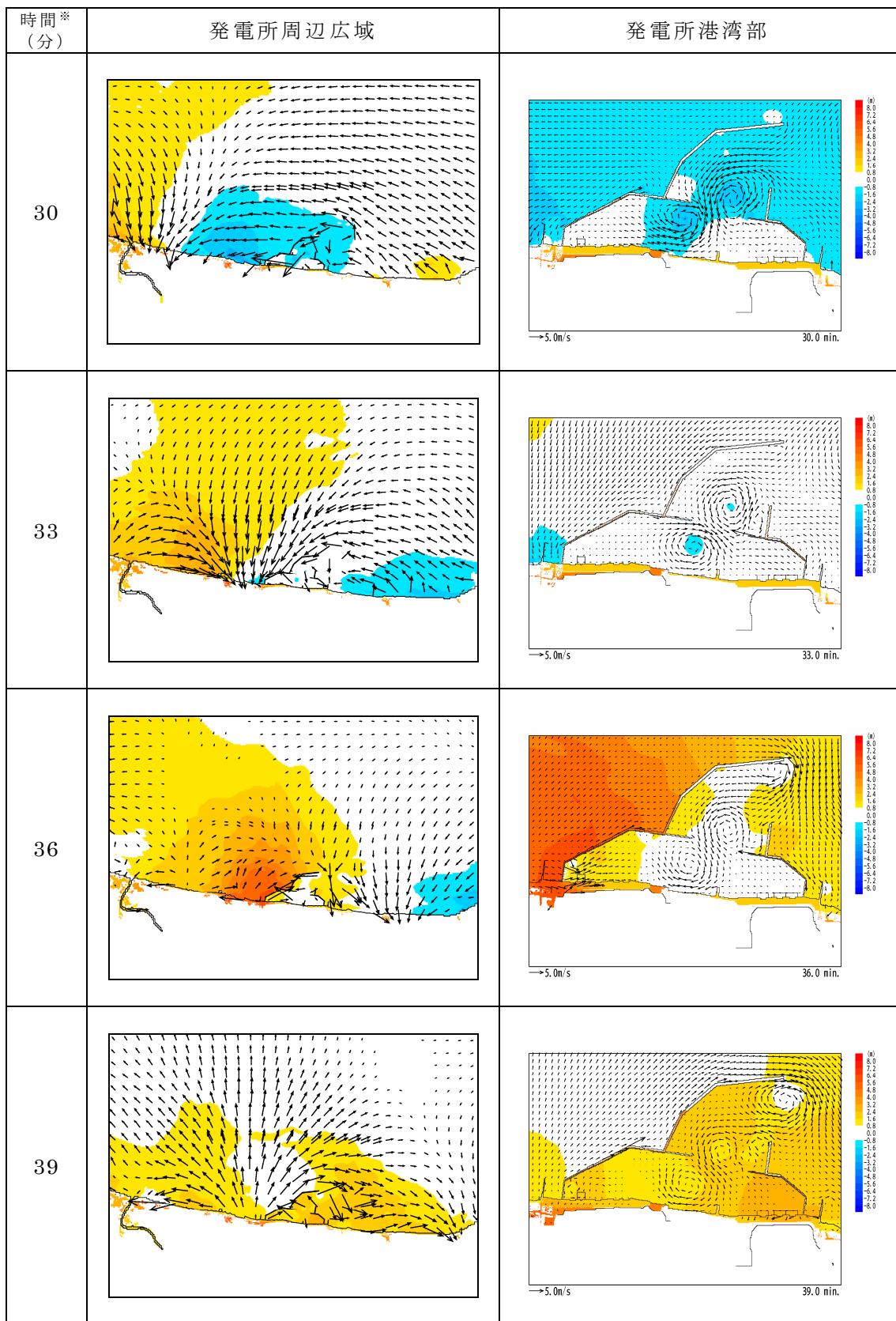
※津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 2.5-9-3 図 基準津波の流速ベクトル (基準津波 3) (1/3)



※津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 2.5-9-3 図 基準津波の流速ベクトル (基準津波 3) (2/3)



※津波の原因となる地震発生後の経過時間

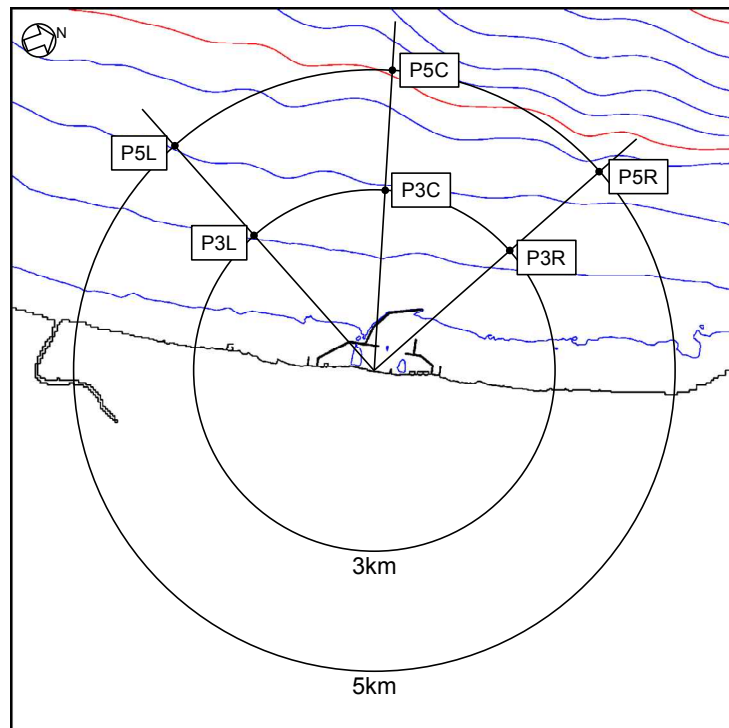
第 2.5-9-3 図 基準津波の流速ベクトル (基準津波 3) (3/3)

ii. 漂流物調査範囲の設定

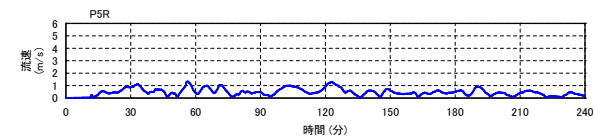
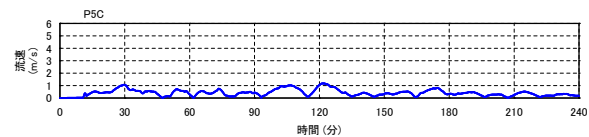
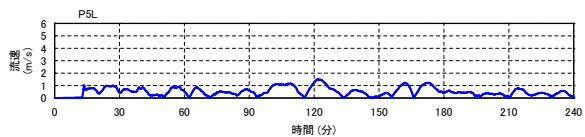
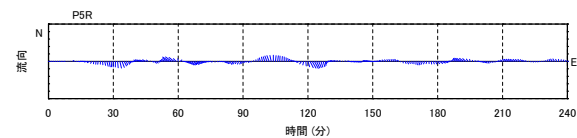
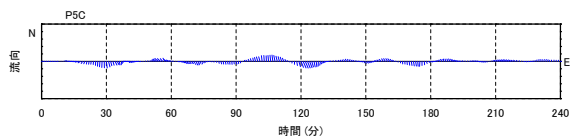
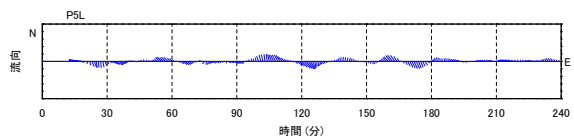
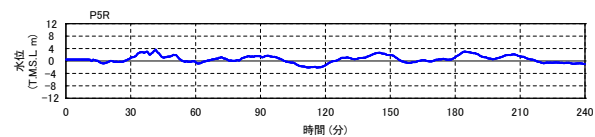
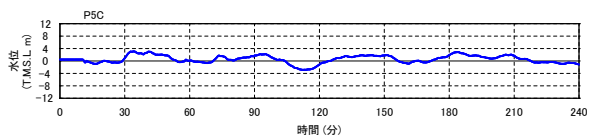
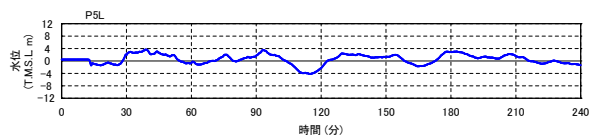
基準津波 1～3 について、第 2.5-10 図に示す沿岸域の 6 地点において、水位、流向、流速の時系列データを抽出した。結果を第 2.5-11 図に示す。

第 2.5-11 図より、基準津波 3 の第二波を除き、津波流速は最大で 2.0m/s 程度、流向は寄せ波と引き波とではほぼ向きが反転し、その反転の周期は最長で 20 分程度である。一方、基準津波 3 の第二波は、最大流速は 3m/s 程度であるが、反転の周期は 8 分程度である。したがって、津波の（寄せ波）1 波による水の移動量は、基準津波 3 の第二波を除く津波の最大流速が保守的に最長となる反転の周期の間継続すると仮定することにより、最大で約 2.4km ($2.0\text{m/s} \times 20\text{分}$) と評価できる（第 2.5-12 図）。

海域における漂流物調査範囲は、保守的な想定として、引き波による反対方向の流れを考慮せず、寄せ波の 2 波分が最大流速で一定方向に流れるものとし、この際の移動量 4.8km を安全側に切り上げた発電所周辺 5km 圏内と設定した。また陸域については、基準津波の遡上域を考慮し、この 5km 圏内における海岸線に沿った標高 10m 以下（第 2.5-13 図）の範囲と設定した（発電所構内は、荒浜側防潮堤の地震による損傷の可能性も想定し、同防潮堤の内側も含む）。



第 2.5-10 図 水位、流向、流速の抽出地点

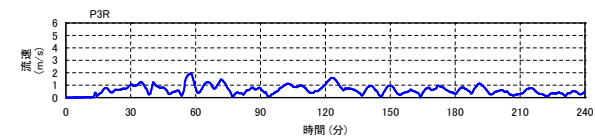
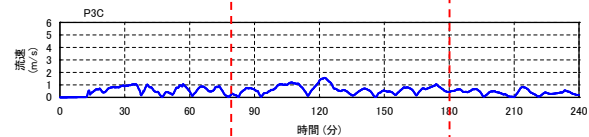
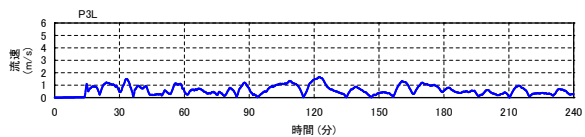
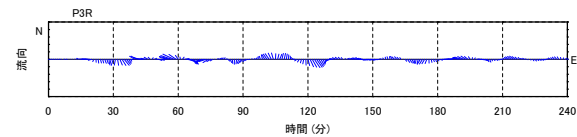
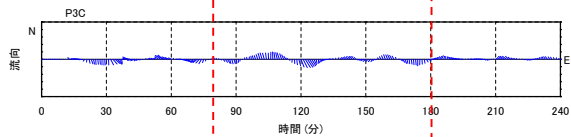
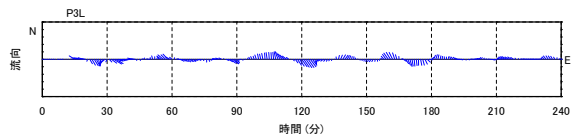
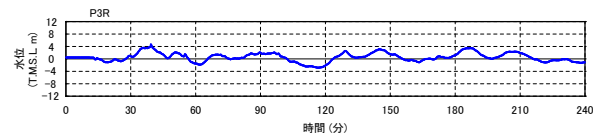
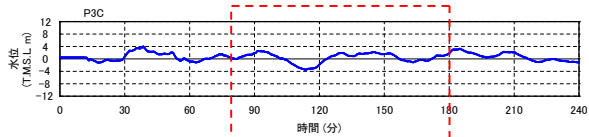
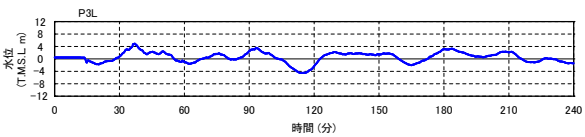


P5L (南西 5km)

P5C (西 5km)

P5R (北西 5km)

第 2.5-12 図

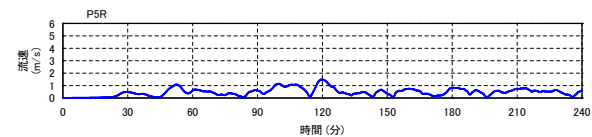
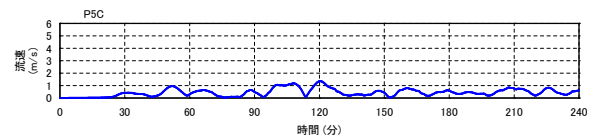
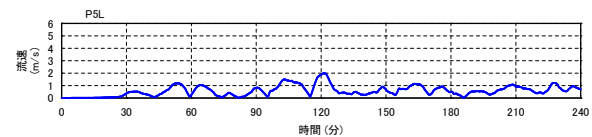
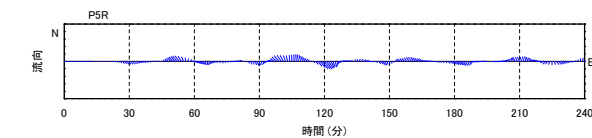
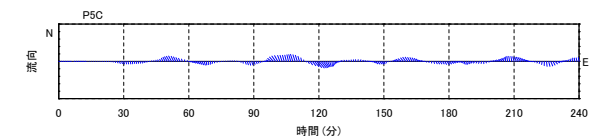
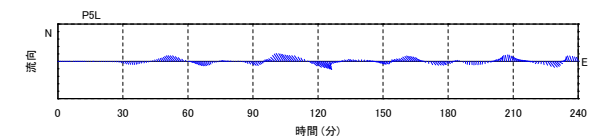
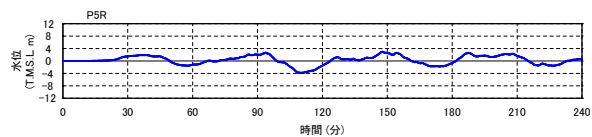
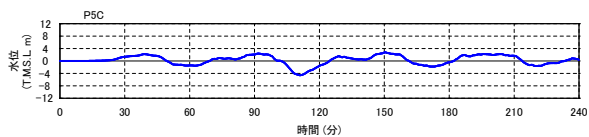
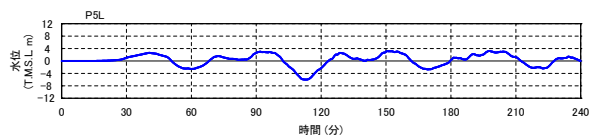


P3L (南西 3km)

P3C (西 3km)

P3R (北西 3km)

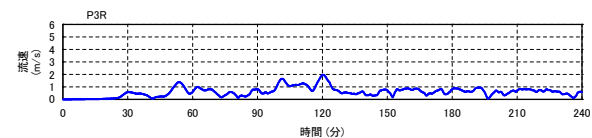
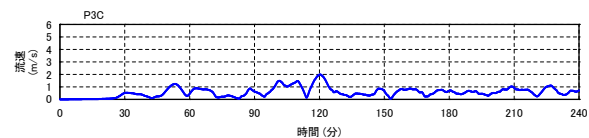
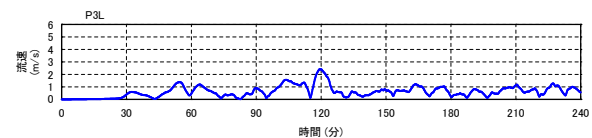
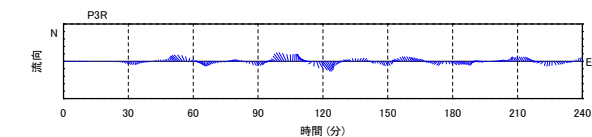
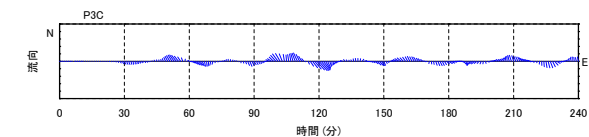
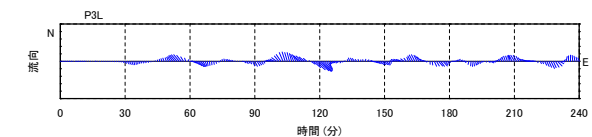
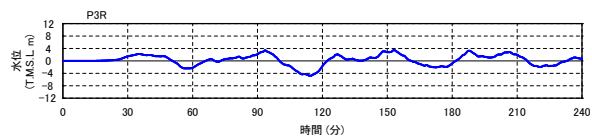
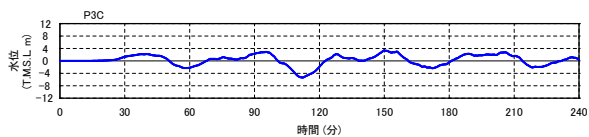
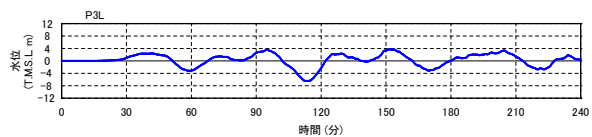
第 2.5-11-1 図 抽出地点における水位，流向，流速（基準津波 1）



P5L (南西 5km)

P5C (西 5km)

P5R (北西 5km)

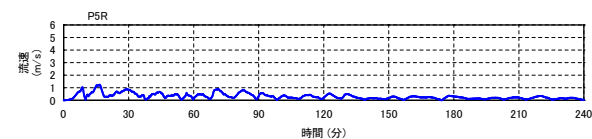
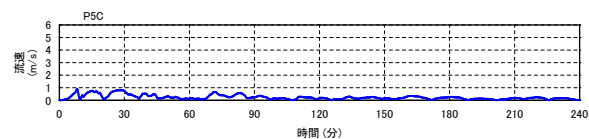
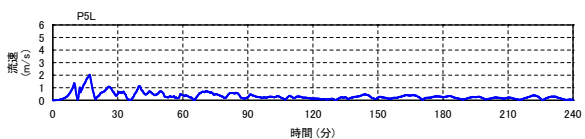
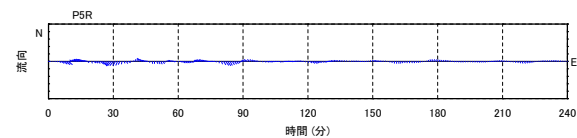
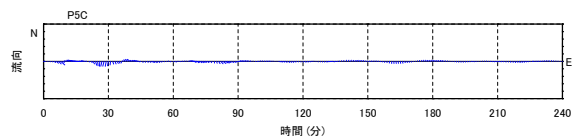
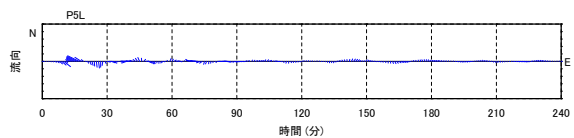
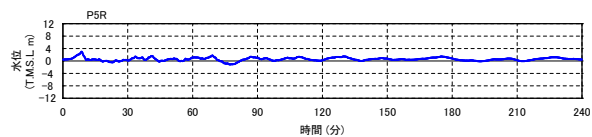
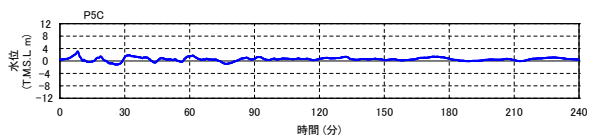
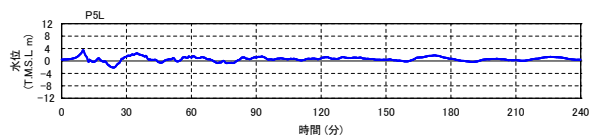


P3L (南西 3km)

P3C (西 3km)

P3R (北西 3km)

第 2.5-11-2 図 抽出地点における水位，流向，流速（基準津波 2）

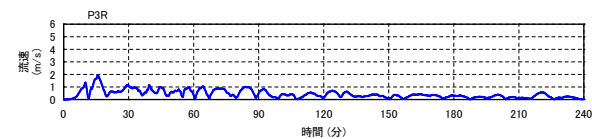
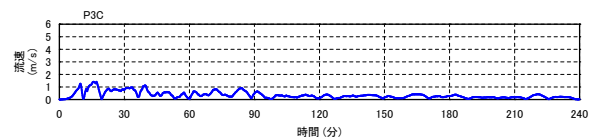
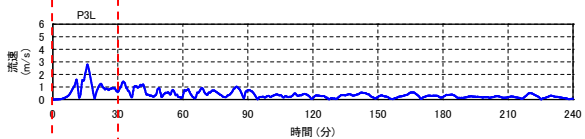
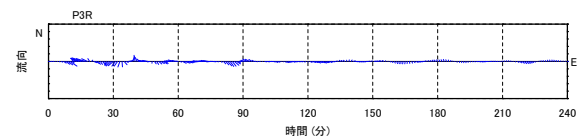
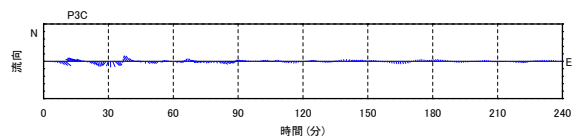
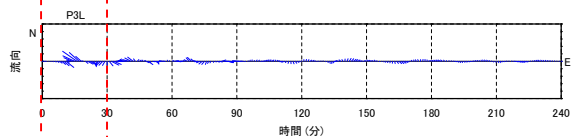
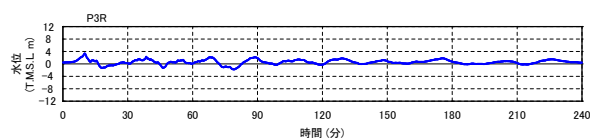
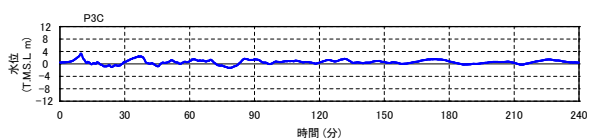
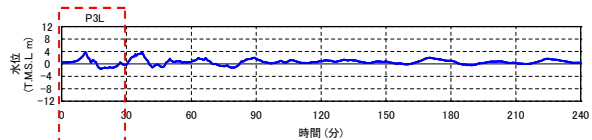


P5L (南西 5km)

P5C (西 5km)

P5R (北西 5km)

第 2.5-12 図

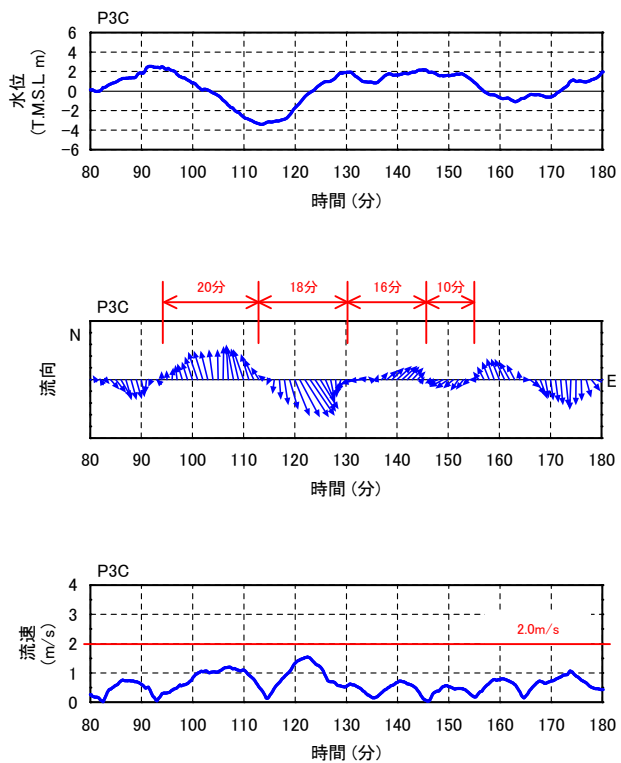


P3L (南西 3km)

P3C (西 3km)

P3R (北西 3km)

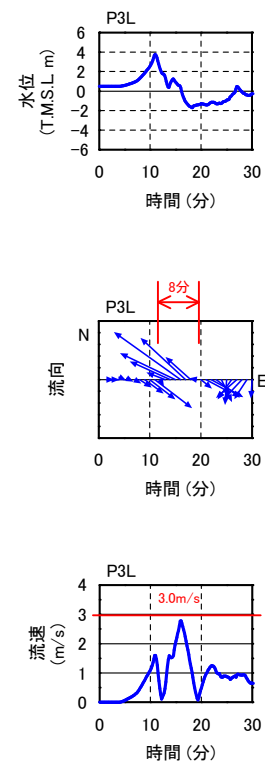
第 2.5-11-3 図 抽出地点における水位，流向，流速（基準津波 3）



○反転の周期:
最長20分程度

○津波流速:
最大2.0m/s程度

○1波による水の移動量:
最大約2.4km
(2.0m/s × 20分)

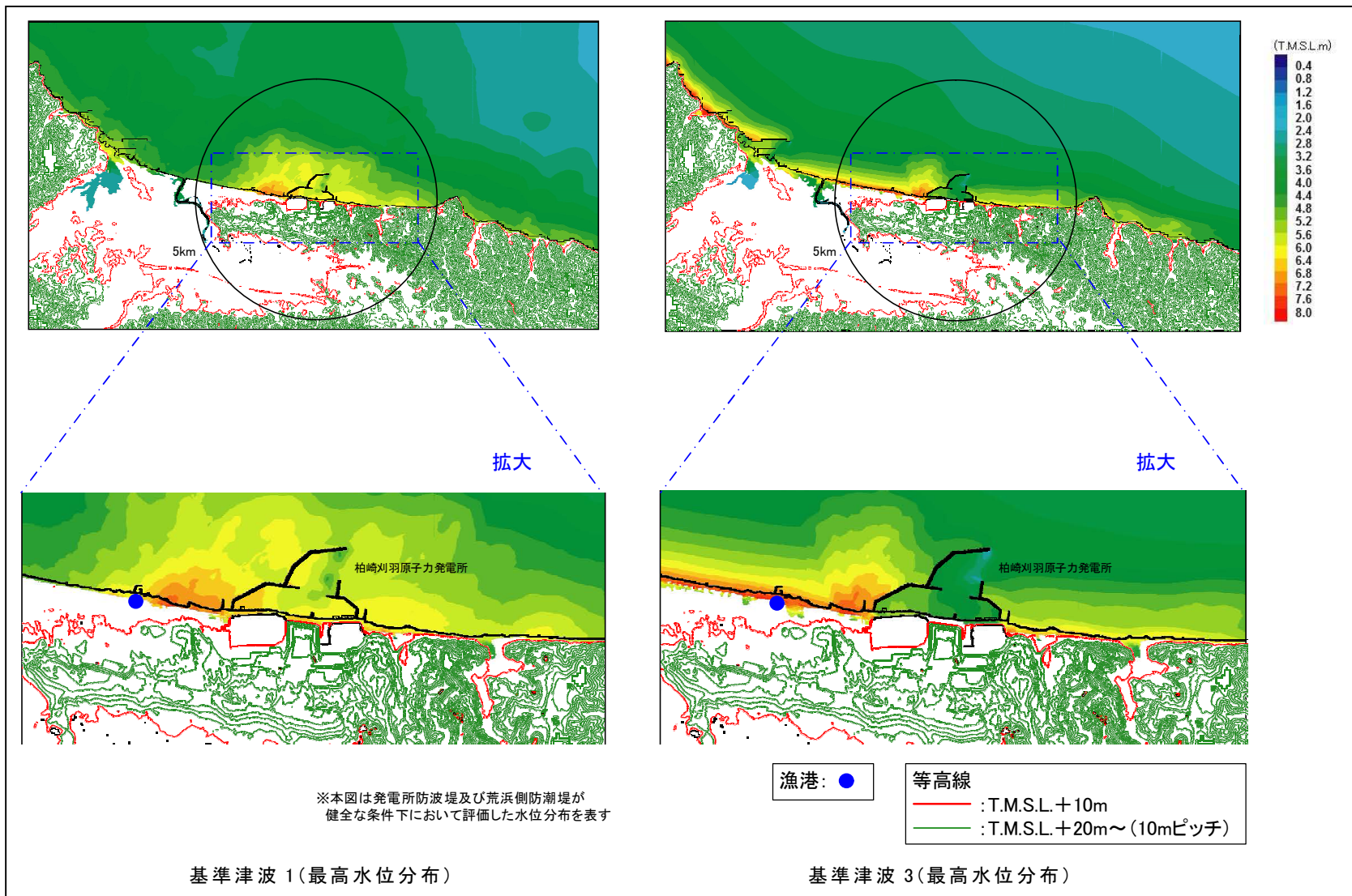


○1波による水の移動量:
1.5km程度
(3.0m/s × 8分)

基準津波1 地点P3C(代表例)

基準津波3 地点P3L 第二波

第 2.5-12 図 基準津波による水の移動量



第 2.5-13 図 発電所周辺標高図及び最高水位分布

iii. 漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出

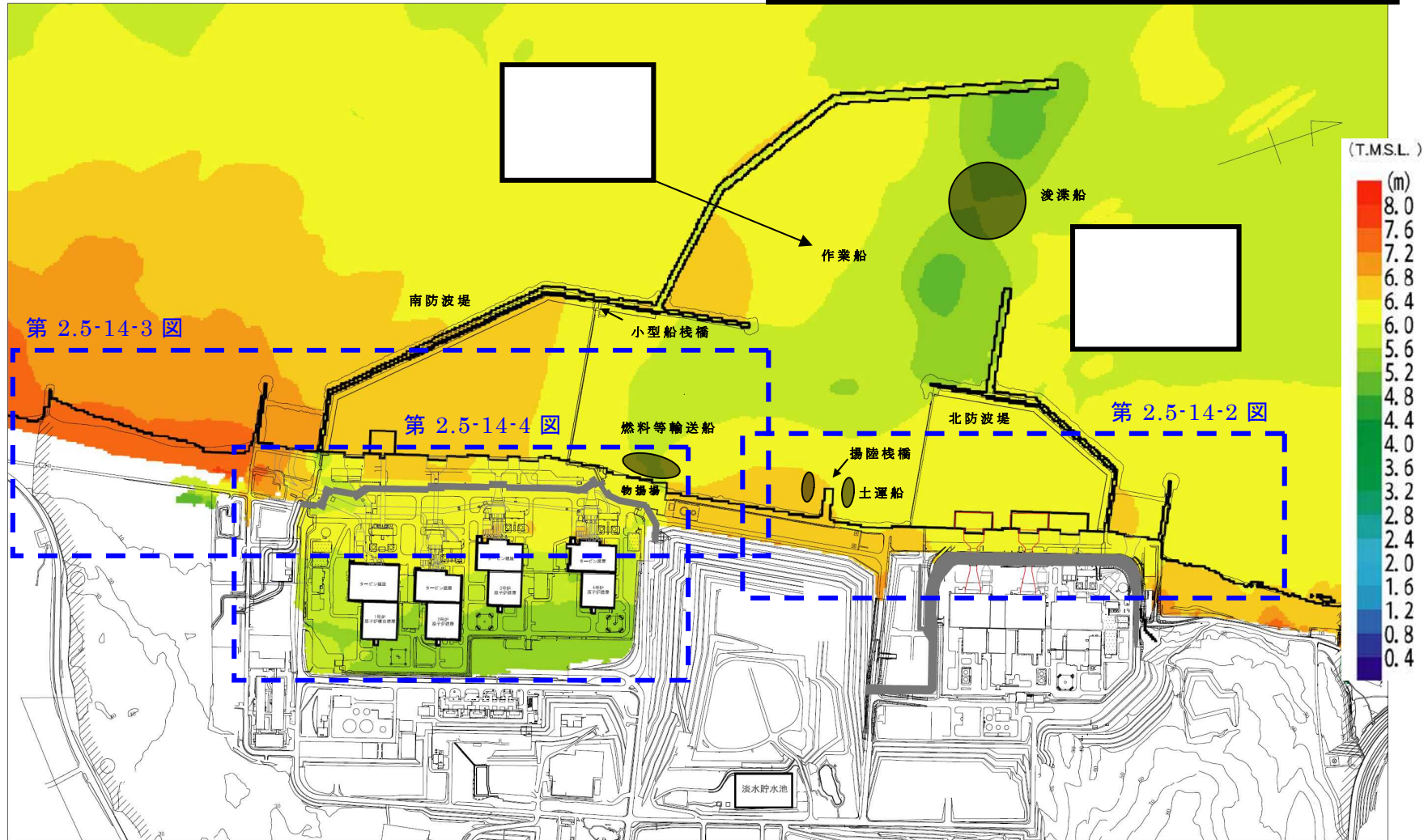
設定した漂流物調査範囲について、発電所の構内と構外、また海域と陸域とに分類して調査を実施し、漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出を行った。各分類における調査の対象、調査の方法及び調査の実施時期を第 2.5-1 表に示す。また、各調査の具体的な調査要領を添付資料 20 に示す。

第 2.5-1 表 漂流物の調査方法

調査分類	調査範囲		調査対象	調査方法	調査実施時期
	発電所構内・構外	海域・陸域			
A		海域	<ul style="list-style-type: none"> 船舶 海上設置物 	資料調査	H27.12.02～ H27.12.08
				聞き取り調査	H27.12.02～ H28.01.29
				現場調査	H27.12.02
B	発電所構内	陸域	<ul style="list-style-type: none"> 人工構造物 可動/可搬物品 植生等 	資料調査	H27.12.01 H28.11.14～ H28.11.17
				現場調査	H27.12.02 H28.04.27 H28.04.28 H28.11.18
				聞き取り調査	H27.12.02～ H28.01.29 H28.04.27～ H28.05.13 H28.12.9～ H28.12.15
C	発電所構外	海域	<ul style="list-style-type: none"> 船舶 海上設置物 	現場調査	H26.09.09
				聞き取り調査	H27.12.03 H27.12.04
D	発電所構外	陸域	<ul style="list-style-type: none"> 人工構造物 可動/可搬物品 植生等 	図上調査	H26.09.08
				現場調査	H26.09.09

調査結果を、発電所構内について第 2.5-14 図に、発電所構外について第 2.5-15 図及び第 2.5-2 表にそれぞれ示す。ここで、第 2.5-14 図中には、参考として基準津波 1' の遡上波による最高水位分布を併せて示している。

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。



※参考として基準津波 1' の遡上波による最高水位分布を合わせて図示する

第 2.5-14-1 図 漂流物調査結果（発電所構内全体）

No.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
名称	K6/7 スクリーン点検用 テントハウス	6/7 号機取水電源室	5 号機取水電源室	5 号機取水口サンプリング 棟屋	大湊側少量危険物保管庫	避雷鉄塔	除塵装置	スクリーン装置用 門型クレーン	スクリーン装置用 門型クレーン
外観									
備考							・代表を例示	・6 号及び 7 号炉用	・5 号炉用
No.	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
名称	電気・制御盤	海水放射能モニタ	資機材 (常時保管)	資機材 (常時保管)	資機材 (一時持込)	車両	その他一般構築物	その他一般構築物	その他一般構築物
外観									
備考	・代表を例示	・代表を例示	・代表を例示 (鋼製角 落とし)	・代表を例示 (仮設 ハウス)	・代表を例示 (電源)	・代表を例示	・代表を例示 (グレー チング)	・代表を例示 (外灯)	・代表を例示 (貝汚泥 置場水槽)

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 2.5-14-2 図 漂流物調査結果 (発電所構内大湊側護岸部詳細)

No.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
名称	市水道用ポンプ室	海象観測小屋	海水放射能モニター建屋	海水放射能モニター建屋（屋外放射線装置CVCF用シエルター）	荒浜側少量危険物保管庫①	荒浜側少量危険物保管庫②	1号機循環水ポンプ建屋	1/2号機取水電源室	1号機補機スクリーン電源室
外観									
備考									
No.	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
名称	貝処理大型機器点検用建屋	3/4号機取水電源室	物揚場電源室	重油移送ポンプ室	避雷鉄塔	除塵装置	スクリーン装置用門型クレーン	スクリーン装置用門型クレーン	物揚場（岸壁）150tデリッククレーン
外観									
備考						・代表を例示	・1号及び2号炉用	・3号及び4号炉用	
No.	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	
名称	No.1重油貯蔵タンク	No.2重油貯蔵タンク	海水放射能モニタ	電気・制御盤	資機材（常時保管）	資機材（常時保管）	その他一般構築物	その他一般構築物	
外観									
備考	・運用停止済み	・運用停止済み	・代表を例示	・代表を例示	・代表を例示（角落とし、角ホルダー）	・代表を例示（仮設ハウス）	・代表を例示（フェンス、グレーチング）	・代表を例示（防潮堤昇降架台）	

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 2.5-14-3 図 漂流物調査結果（発電所構内荒浜側護岸部詳細）

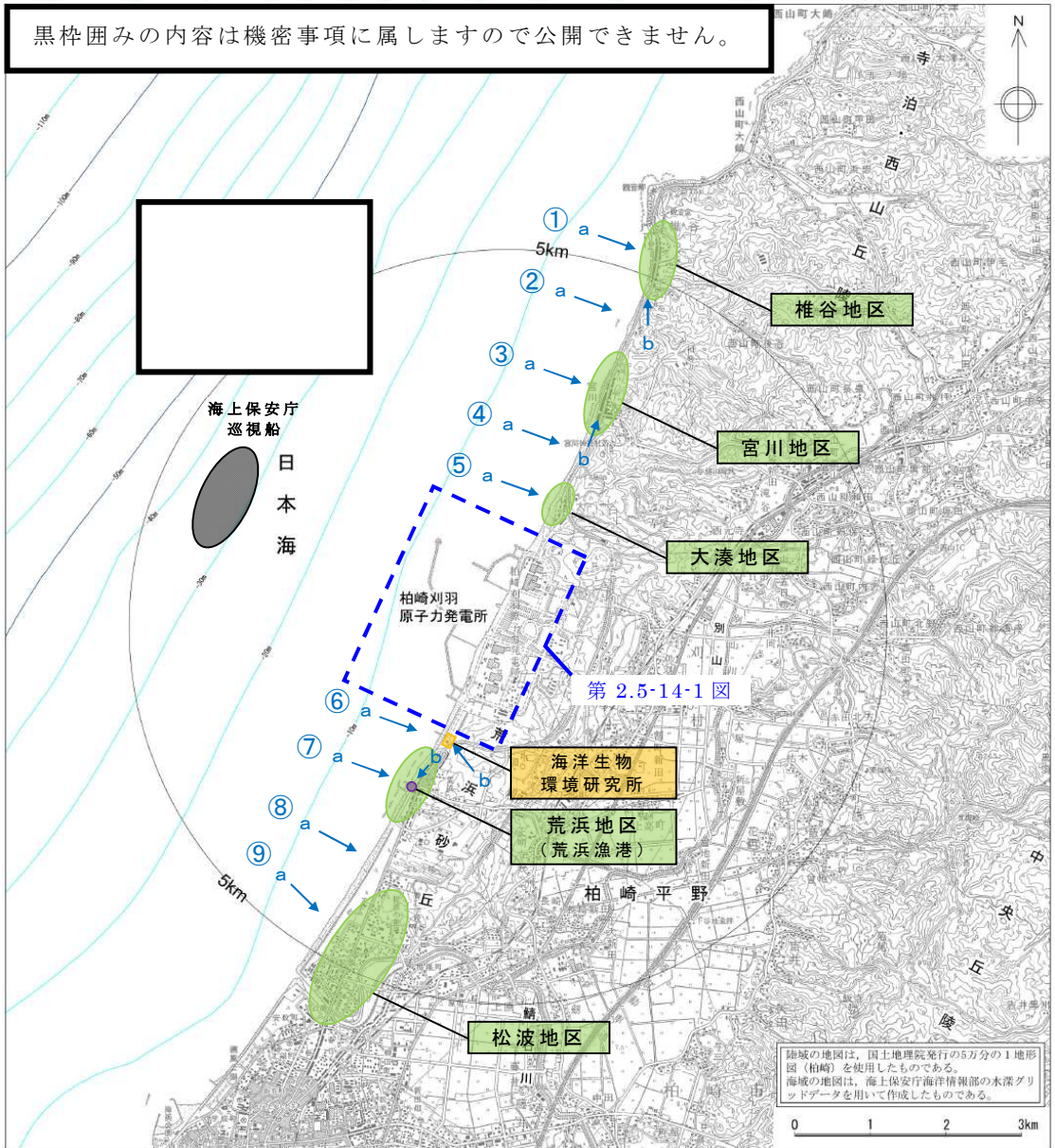
No.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
名称	海水熱交換器建屋	循環水ポンプ建屋	ボール捕集器 ビット上屋	ポンベ建屋	自然海水ポンプ室	1号機温海水ポンプ室	海水淡水化装置制御室	雑固体廃棄物 焼却設備建屋(荒浜側)	荒浜側洗濯設備建屋
外観									
備考	・1号機海水機器建屋を含む ・代表を例示	・代表を例示	・代表を例示	・代表を例示			・1号機海水機器建屋と一体構造		
No.	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
名称	ボイラー建屋	旧出入り管理所	主排気モニター建屋	第二無線局	連絡通路	車庫	自衛消防センター	防護本部建屋	使用済燃料容器(キャスク) 保管施設
外観									
備考	・代表を例示		・代表を例示		・代表を例示	・代表を例示			
No.	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)
名称	水素トレーラ建屋	液酸タンク建屋, 液化酸素タンク	電気計装室 ・散水ポンプ室	SPH サージタンク	変圧器	所内ボイラー排気筒	NSD 収集処理装置	窒素ガス供給装置	チラー設備
外観									
備考					・代表を例示		・代表を例示		・代表を例示
No.	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)			
名称	軽油タンク	泡消火設備	計測機器	資機材 (常時保管)	資機材 (常時保管)	その他一般構築物			
外観									
備考	・代表を例示	・代表を例示	・代表を例示 (地殻変動観測装置)	・代表を例示 (仮設ハウス, 鋼材)	・代表を例示 (弁予備品)	・代表を例示 (防潮堤昇降架台)			

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 2.5-14-4-1 図 漂流物調査結果 (発電所構内荒浜側防潮堤内敷地詳細)







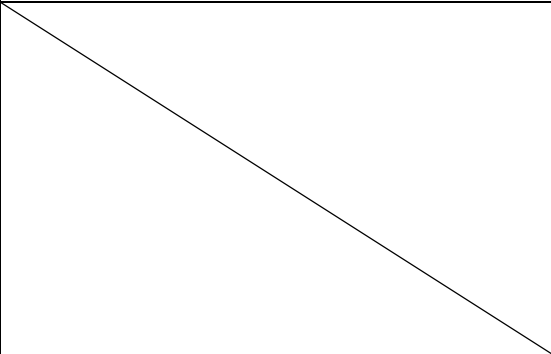

第 2.5-14-4-2 図 漂流物調査結果（発電所構内荒浜側防潮堤内敷地詳細）



※ 図中 “a→” , “b→” は第 2.5-2 表中の写真の撮影方向（矢視）を示す




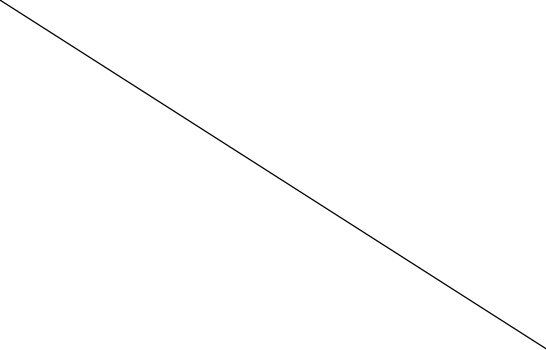
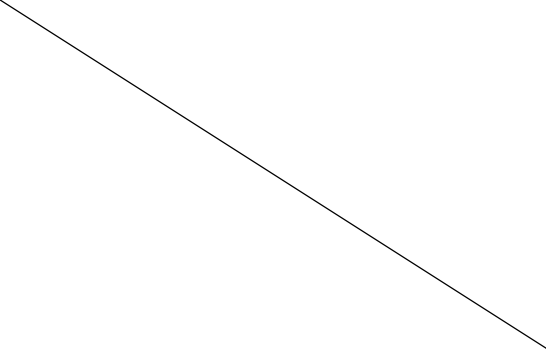

第 2.5-15 図 漂流物調査結果（発電所構外）

第 2.5-2 表 漂流物調査結果（発電所構外）（1/3）

調査エリア		①【椎谷地区】	②	③【宮川地区】
外観	矢視 a			
	矢視 b			
調査結果	調査分類 C 海域	なし	なし	なし
	調査分類 D 陸域	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋等建築物 ・フェンス，電柱等構築物 ・乗用車等車両 	なし	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋等建築物 ・フェンス，電柱等構築物 ・乗用車等車両





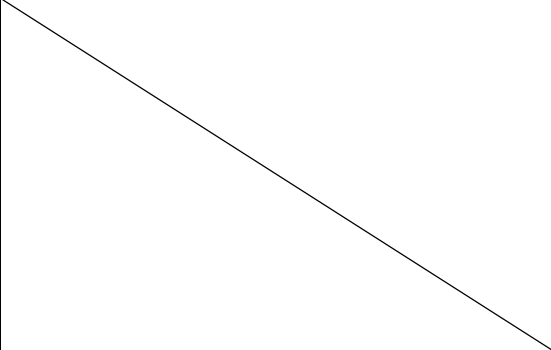
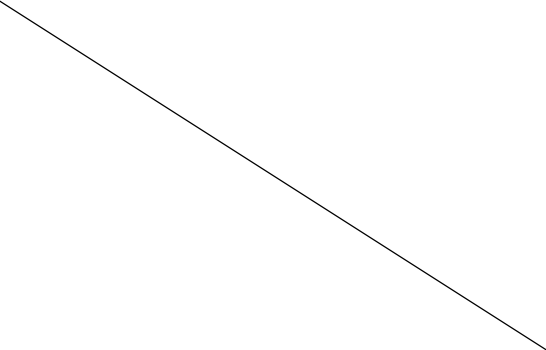
黒枠囲みの内容は個人情報に属しますので公開できません。

第 2.5-2 表 漂流物調査結果（発電所構外）（2/3）

調査エリア		④	⑤【大湊地区】	⑥【海洋生物環境研究所】
外観	矢視 a			
	矢視 b			
調査結果	調査分類 C 海域	なし	なし	なし
	調査分類 D 陸域	なし	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋等建築物 ・フェンス，電柱等構築物 ・乗用車等車両 	<ul style="list-style-type: none"> ・事務所等建築物 ・タンク，貯槽等構築物 ・乗用車等車両

黒枠囲みの内容は個人情報に属しますので公開できません。

2.5-2 表 漂流物調査結果（発電所構外）（3/3）

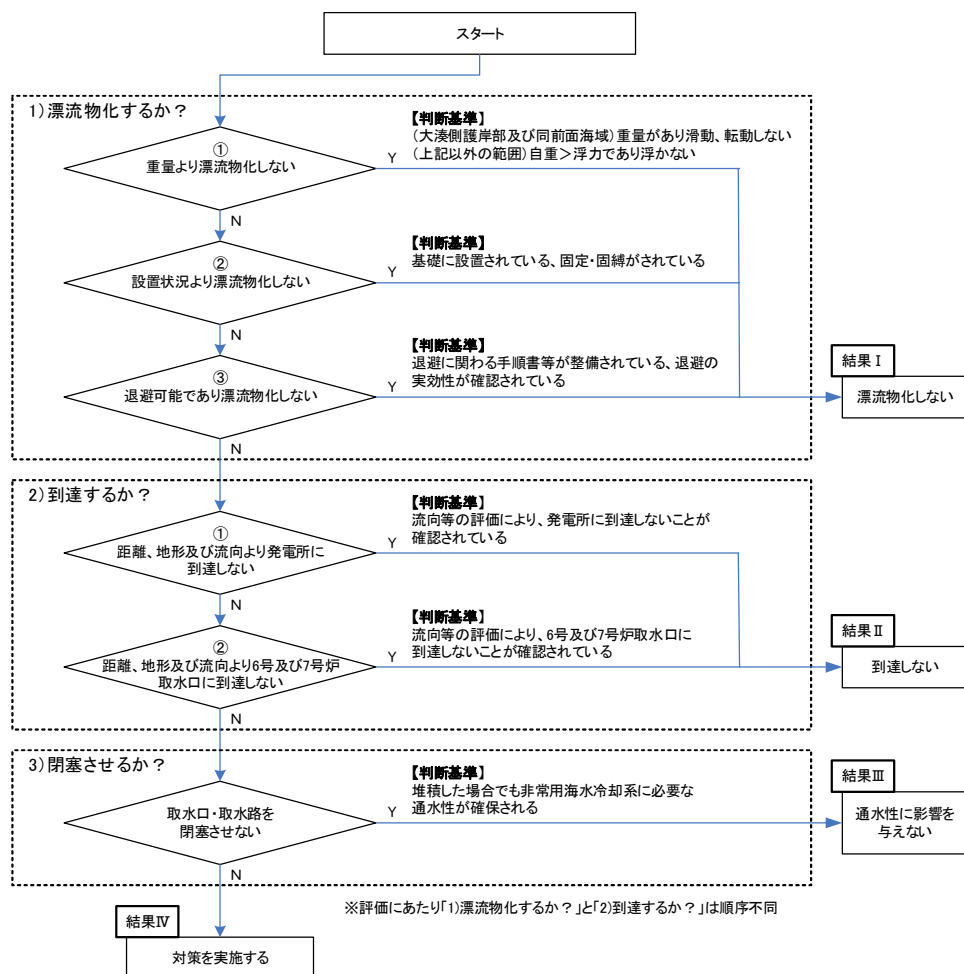
調査エリア		⑦【荒浜地区（荒浜漁港）】	⑧	⑨【松波地区】
外観	矢視 a			
	矢視 b			
調査結果	調査分類 C 海域	<ul style="list-style-type: none"> ・漁船 ・プレジャーボート 	なし	なし
	調査分類 D 陸域	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋，倉庫等建築物 ・フェンス，電柱等構築物 ・乗用車等車両 	なし	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋等建築物 ・フェンス，電柱等構築物 ・乗用車等車両

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。

iv. 通水性に与える影響の評価

調査により抽出された漂流物となる可能性のある施設・設備等に対して、「漂流物化の可能性」、「取水口への到達の可能性」、「取水口・取水路の閉塞の可能性」の観点より、以下のフローに従い6号及び7号炉の取水口及び取水路の通水性に与える影響評価を行った。

ここで、「漂流」は施設・設備等の比重が大きい（浮力よりも自重が大きい）場合には生じることはないが、6号及び7号炉の取水口近傍の大湊側護岸部とその前面海域にある施設・設備等については、比重がある程度大きい場合でも津波による流圧力によって滑動や転動により流され、取水口に接近し、取水口・取水路の通水性に影響を及ぼす可能性が考えられる。このため、本評価では、大湊側護岸部とその前面海域の施設・設備等に対しては、この「滑動、転動」も「漂流」に含めて取り扱った。



第 2.5-16 図 通水性に与える影響評価フロー

調査により抽出された漂流物となる可能性のある施設・設備等の詳細及びそれらに対する影響評価の結果を調査分類ごとに以下に示す。

なお、漂流物による影響について設置許可基準規則では「取水口及び取水路の通水性に与える影響」の他に、津波防護施設、浸水防止設備に衝突することによる影響(波及的影響)の検討が求められている。同影響の検討は、「4.4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項」の「(2) 漂流物による波及的影響の検討」で説明するが、検討の対象とする漂流物及び衝突速度については本項で抽出、設定するものとし、項末に結果を整理して示す。

分類A (構内・海域)

発電所の構内(港湾内)にある港湾施設としては、6号及び7号炉の取水口の南方約800mの位置に物揚場が、また、南方約350mの位置に揚陸栈橋、南防波堤内側に小型船栈橋がある。港湾周辺及び港湾内に定期的に来航する船舶としては、燃料等輸送船(総トン数約5,000t)が年に数度来航し、物揚場に停泊する。また、港湾の入口に1～数年に一度、2～3ヶ月程度の期間、浚渫作業のために浚渫船(総トン数約500t)及び土運船(総トン数約500t)が来航・停泊し、土運船は土砂の揚陸作業のため揚陸栈橋にも停泊する。他には、港湾設備保守点検、海洋環境監視調査等のための作業船(総トン数5t未満～約20t)が港湾の周辺及び港湾内に定期的に来航し、必要に応じ港湾施設にも停泊する。以上の他には発電所の港湾付近に定期的に来航する船舶はなく、また、発電所の港湾内には港湾口部の浮標を除き海上設置物もない。(第2.5-14-1図)

抽出された以上の船舶に対して第2.5-16図に示したフローにより6号及び7号炉の取水口及び取水路の通水性に与える影響評価を実施した。

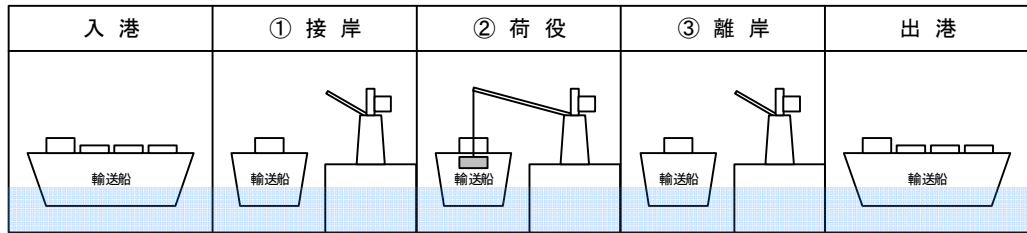
なお、発電所港湾の境界を形成する防波堤については地震、津波時の健全性が確認されたものではないため、地震、津波による損傷を想定すると、損傷した構成要素が滑動、転動により流される可能性は否定できず、北防波堤については6号及び7号炉の取水口前面に位置するため、その通水性に影響を及ぼす可能性が考えられる(第2.5-14-1図)。このため、本分類ではその影響についても合わせて評価を実施した。

以上の評価結果を以下に示す。また評価結果の一覧を第2.5-3表に示す。

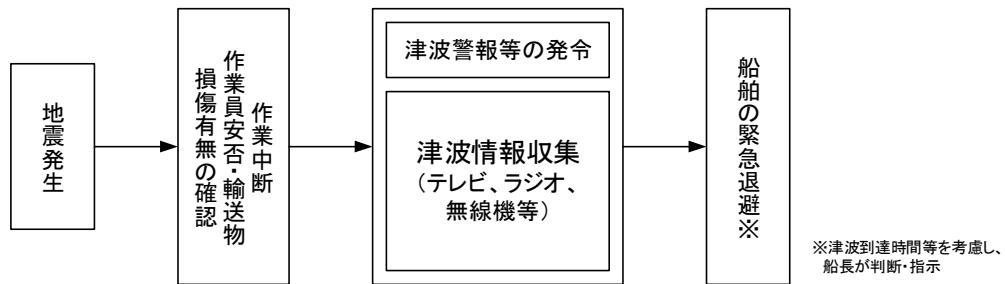
①燃料等輸送船

燃料等輸送船の主な輸送行程を第 2.5-17 図に示す。

津波警報等発令時には、燃料等輸送船は原則、緊急退避（離岸）することとしており、東日本大震災以降に、第 2.5-18 図に示すフローを取り込んだマニュアルを整備している。



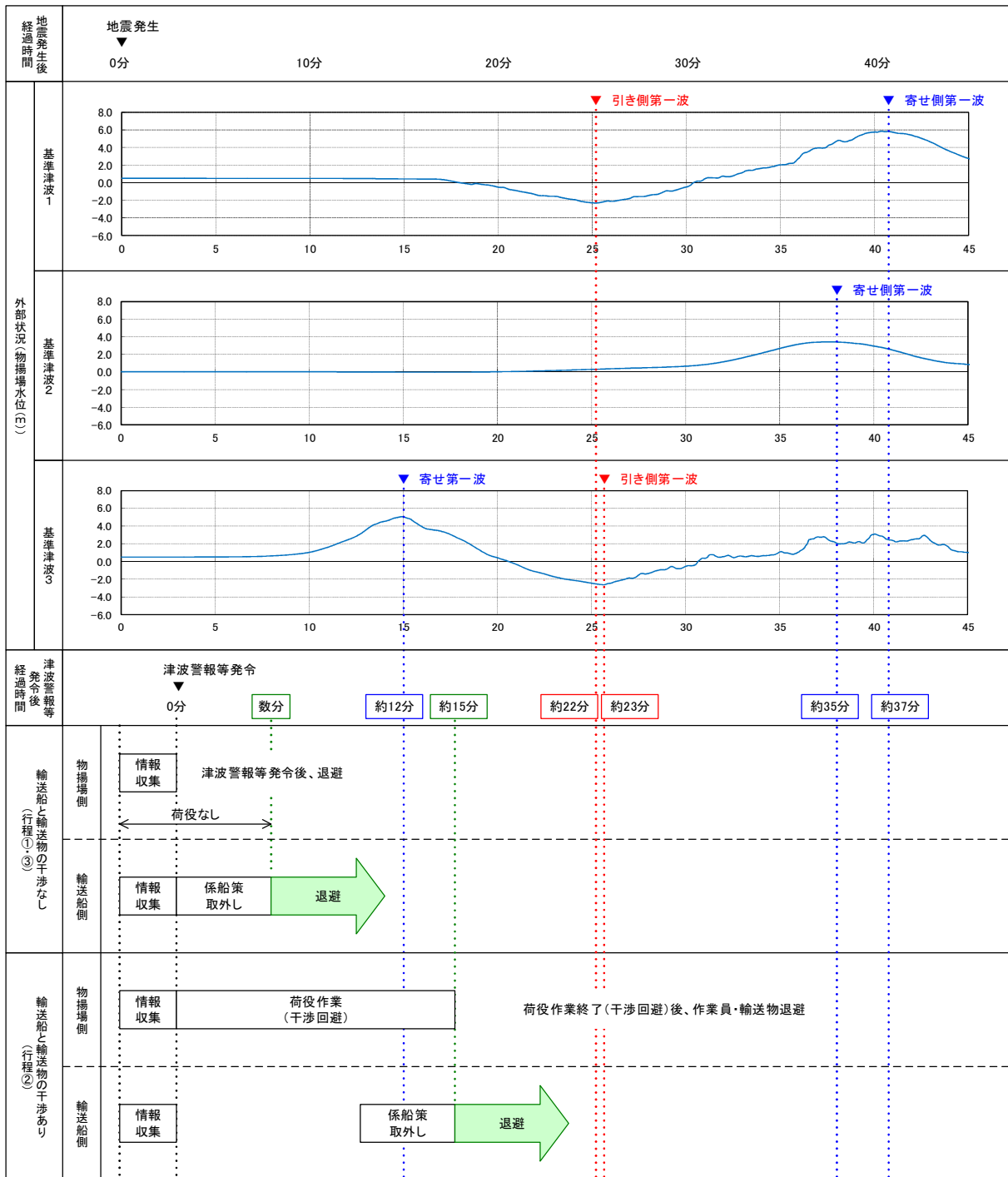
第 2.5-17 図 主な輸送行程



第 2.5-18 図 緊急退避フロー図（例）

このマニュアルに沿って実施した訓練実績では、輸送船と輸送物の干渉がある「荷役」行程において津波警報等が発令した場合でも、警報発令後の 30 分程度で退避が可能であった。また、この実績に基づき、設備保全のための作業等を省略した緊急時に必要な最小限の作業のみの積み上げを行った結果、警報発令後の 15 分程度で緊急退避が可能であることを確認した。なお、全輸送行程の大部分は輸送船と輸送物の干渉のない「荷役」以外の行程であり、実績より、この場合には津波警報等発令後の数分で緊急退避が可能であることを確認している。

以上を踏まえ、津波の到達と緊急退避に要する時間との関係を示すと第 2.5-19 図のとおりとなる。



※1:津波警報等発令後経過時間は、地震発生後の3分後(気象庁HPIに記載の発表目標時間)に津波警報等が発令するものとして記載
 ※2:津波の到達時間は、引き側及び寄せ側ともピークの到達時間を記載
 ※3:本図の津波水位は、それぞれ以下の数値を予め含めて評価した結果を示している
 ・基準津波1: 期望平均満潮位(T.M.S.L.+0.49m)、地震変動量(0.21m)
 ・基準津波2: 期望平均干潮位(T.M.S.L.+0.03m)、地震変動量(0.20m)
 ・基準津波3: 期望平均満潮位(T.M.S.L.+0.49m)、地震変動量(0.29m)
 ※4:輸送船の退避とは、物揚場から離岸することを示す

第 2.5-19 図 津波の到達と燃料等輸送船の緊急退避に要する時間

第 2.5-19 図より、燃料等輸送船は、柏崎刈羽原子力発電所に襲来が想定される津波のうち、襲来までに時間的な余裕がある基準津波に対しては緊急退避が可能と考えられるが、時間的な余裕がない津波（津波警報等発令から 12 分程度で到達する基準津波 3）に対しては、津波発生時に「荷役」行程中であつた場合、津波襲来時には離岸のための荷役作業（干渉回避）中となり緊急退避ができない可能性がある。しかしながら、この場合も以下の理由から輸送船は航行不能となることは考えられず、漂流物になることはないと考えられる。【結果 I】

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

また、第 2.5-19 図より、緊急退避が可能であつた場合でも、退避中に港湾内で引き波による水位低下に遭う可能性のあることが考えられるが、この際に一時的に着底することがあつたとしても、輸送船は二重船殻構造等十分な船体強度を有しているため、水位回復後に航行の再開が可能であり、緊急退避に支障はないと考えられる。

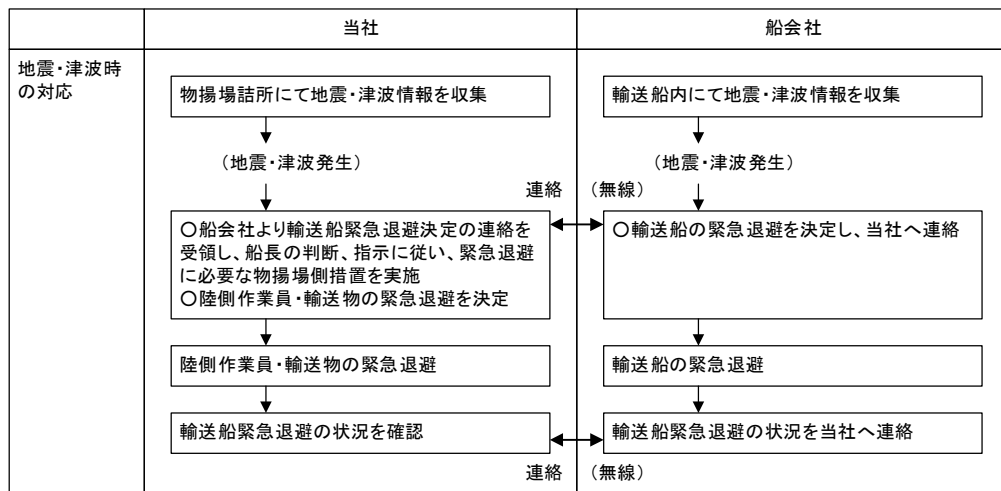
【結果 I】

なお、以上の評価に関わる、津波に対する係留索の耐力評価を添付資料 21 に、岸壁への乗り上げ及び着底並びに着底に伴う座礁及び転覆の可能性に関する喫水と津波高さとの関係を添付資料 22 に示す。

以上より、燃料等輸送船は非常用海水冷却系に必要な 6 号及び 7 号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物とはならないものと評価する。

なお、燃料等輸送船の緊急退避は輸送事業者・船会社（以下、船会社）と協働で行うことになるが、その運用における当社と船会社の関係を示すと第 2.5-20 図のとおりとなる。すなわち、地震・津波が発生した場合には、速やかに作業を中断するとともに、船会社からの輸送船緊急退避の決定連絡を受け、当社にて輸送船と輸送物の干渉回避や係船索取り外し等の陸側の必要な措置を実施し、また陸側作業員・輸送物の退避を決定するなど、両者で互いに連絡を取りながら協調して緊急退避を行う。ここで、電源喪失時にも物揚場のクレーンを使用して上記の対応ができるように、同クレーンには非常用電源を用意している。

これら一連の対応を行うため、当社では、当社－船会社間の連絡体制を整備するとともに前述の地震・津波発生時の緊急時対応マニュアルを定めており、その上で船会社との間で互いのマニュアルを共有した上で、合同で緊急退避訓練を実施することにより、各々のマニュアルの実効性を確認している。

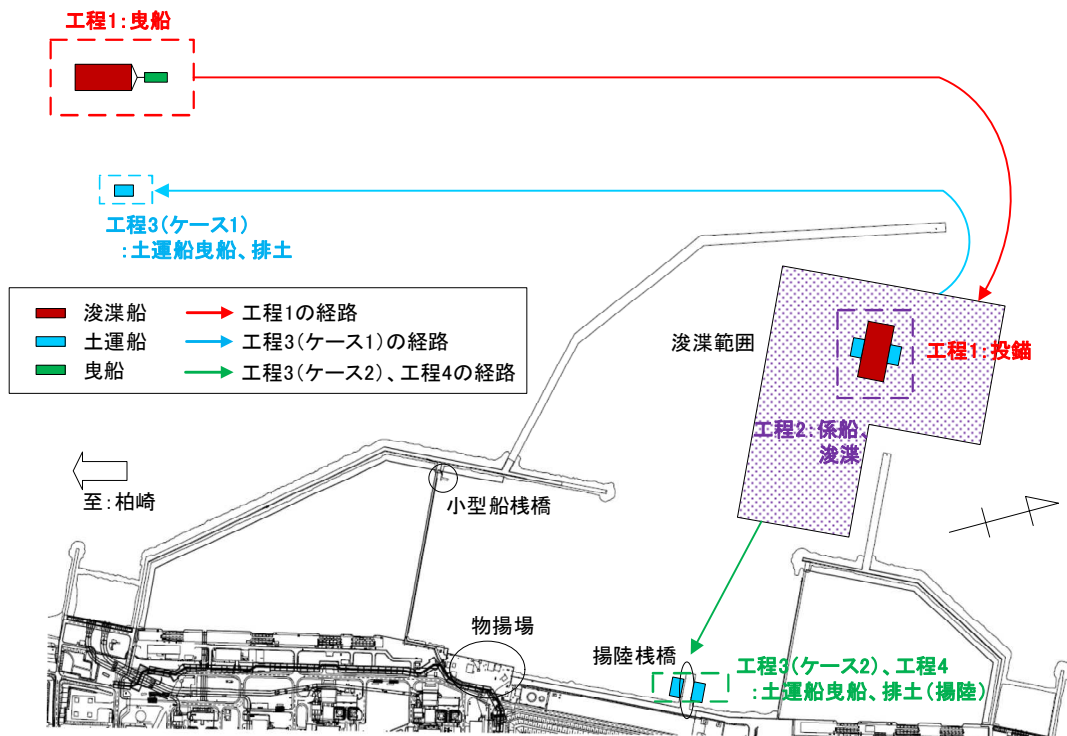


第 2.5-20 図 輸送船緊急退避時の当社と船会社の関係性

②浚渫船・土運船

浚渫作業の主な作業工程を第 2.5-21 図に示す。

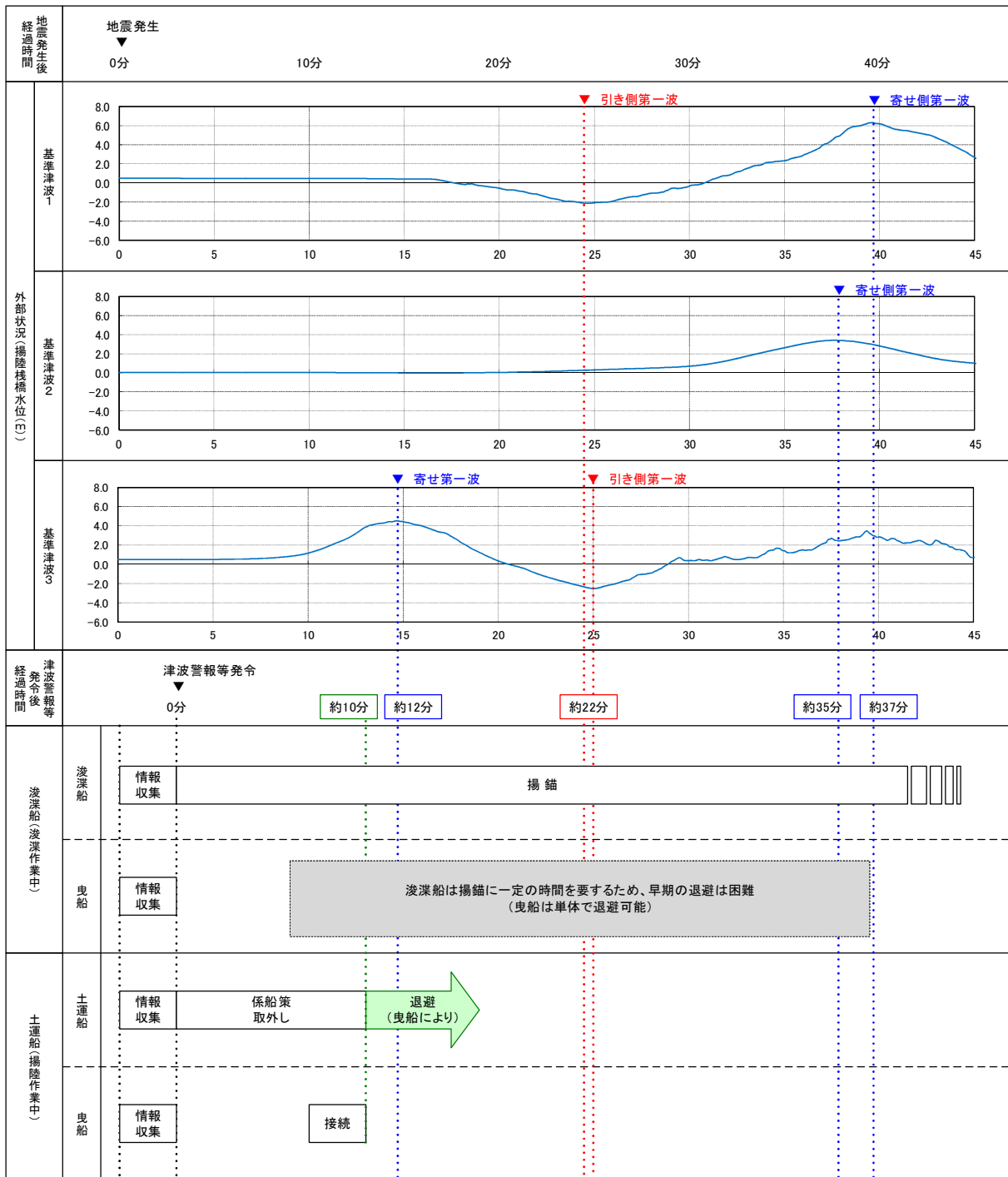
工程	ケース 1 (構外に排土)	ケース 2 (構内に排土)
1	<u>曳船・投錨作業</u> 曳船により浚渫船 (非航式) を, 近隣の柏崎港から港湾内の所定の位置まで曳船し, 揚錨船でアンカーを投錨し, 浚渫船を固定する	
2	<u>係船・浚渫作業</u> 曳船により土運船を浚渫船に横付けし, もやいロープで係船した後, 浚渫作業を実施する (2 台の土運船を浚渫船の両側に係船する)	
3	<u>土運船曳船～排土作業</u> 土運船に浚渫土が一定量積み込まれたら, もやいロープを取外し, 曳船で還元区域 (港湾外) まで曳船し, 排土する	<u>土運船接岸作業</u> 土運船に浚渫土が一定量積み込まれたら, もやいロープを取外し, 曳船で揚陸棧橋まで曳船し, 接岸する
4	—	<u>揚陸～積み込み作業</u> 土運船の土砂をバックホウでダンプトラックに積み込みを行う



第 2.5-21 図 主な浚渫作業工程

津波警報等発令時には, 予め施工者が定めて当社が承認した安全計画書に基づき, 原則として作業を中止して即時に退避を行うが, 時間的な余裕がなく緊急退避が困難な場合には, 施工者の判断により係留により津波に備える。

ここで、浚渫船及び土運船のそれぞれについて、緊急退避までに最も時間を要する浚渫作業中、揚陸作業中に基準津波が発生する状況を想定し、この際の津波の到達と緊急退避に要する時間との関係を示すと第 2.5-22 図のとおりとなる。



※1:津波警報等発令後経過時間は、地震発生後3分後(気象庁HPIに記載の発表目標時間)に津波警報等が発令するものとして記載
 ※2:津波の到達時間は、引き側及び寄せ側ともピークの到達時間を記載
 ※3:本図の津波水位は、それぞれ以下の数値を予め含めて評価した結果を示している
 ・基準津波1: 期望平均満潮位(T.M.S.L.+0.49m)、地殻変動量(0.21m)
 ・基準津波2: 期望平均干潮位(T.M.S.L.+0.03m)、地殻変動量(0.20m)
 ・基準津波3: 期望平均満潮位(T.M.S.L.+0.49m)、地殻変動量(0.29m)
 ※4:退避とは、揚陸橋から離岸することを示す

第 2.5-22 図 津波の到達と浚渫船，土運船の緊急退避に要する時間

これより、浚渫船については、浚渫作業中に基準津波が発生した場合には緊急退避が困難であることから、作業現場において係留で津波に備えることになる。

基準津波により生じる港湾内の津波流速の最大値を示すとそれぞれ第 2.5-23-1 図となり、浚渫船が係留される港湾口の最大流速は 8～9m/s 程度であるが、これに対し、錨の把駐力より評価した係留可能な限界流速は 2.5m/s 程度である（添付資料 23）。このため、浚渫船は基準津波の寄せ波や引き波のピークの際には走錨する可能性がある。

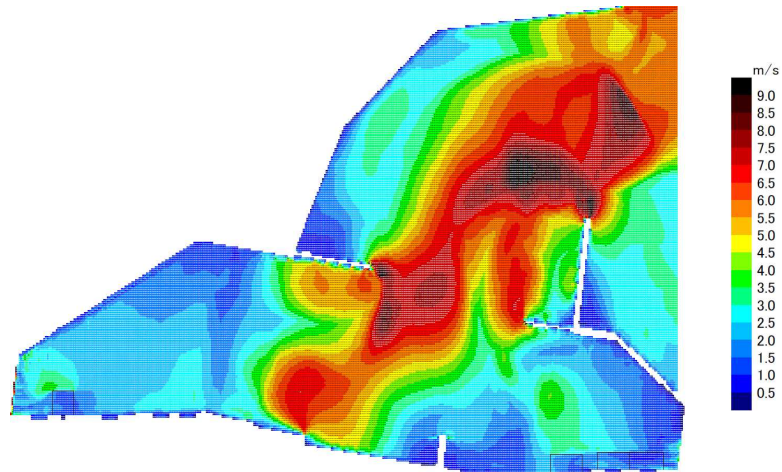
しかしながら、浚渫船で使用する錨は安定性のよいストックアンカーであり、また港湾内の海底は砂地であり錨への泥の付着等が生じにくいことから、一度、走錨した場合でも流速が低下した後は錨の再かきこみにより把駐力が回復することにより、浚渫船はピーク外（限界流速以下程度）ではその場に留まるものと考えられる。

ここで、港湾内の複数位置における流速の時刻歴を示すと第 2.5-24 図となるが、これより港湾口付近（位置 D3）では流速のピーク値は大きいものの限界流速を超える時間は限定的であること、また、港湾口から離れるに従いピーク値が下がり、位置 D1、DE1 では概ね限界流速以下となっていることがわかる。

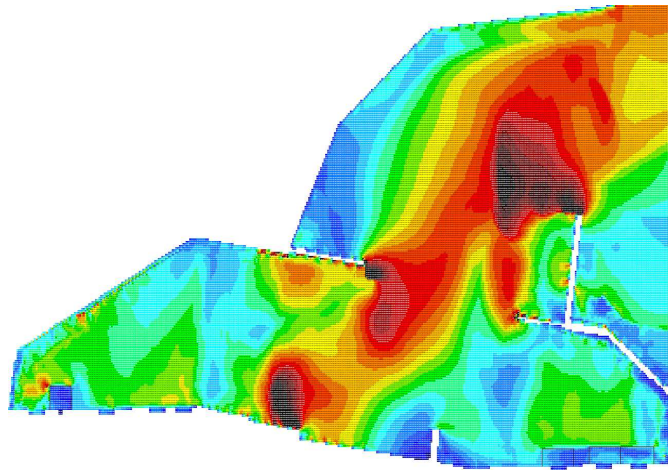
以上より、浚渫船は津波襲来時に係留位置から一時的に流され移動する可能性は考えられるものの、港湾内を漂う漂流物になることはないものと考えられる。【結果 I】

なお、防波堤の損傷を模擬した条件（防波堤がない条件）における基準津波による港湾内の津波流速の最大値を評価すると第 2.5-23-2 図に示すとおりとなり、防波堤が存在する場合より流速は小さい結果となった。津波襲来下における港湾内の流向・流速（流況）は防波堤の影響を強く受けるものと考えられ、港湾口部の津波流速に関しては、防波堤の存在により流れが集中し、流速が増大しているものと考えられる。

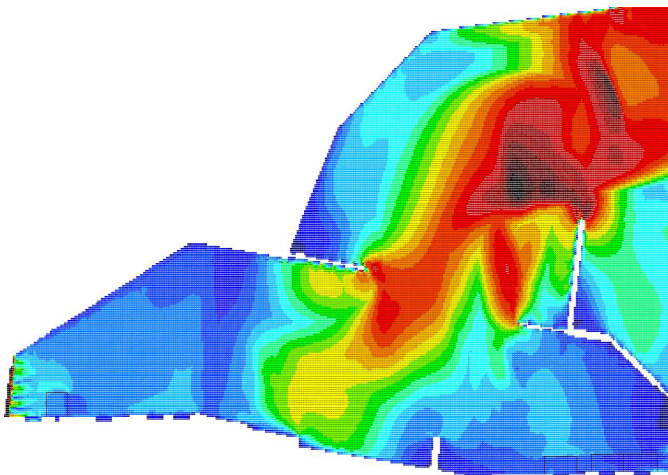
これより、本評価については、津波の原因となる地震等により防波堤が損傷する状況を想定した場合でも、その結果は、上記の防波堤が健全な状況における結果に包含されるものと考えられる。



基準津波 1

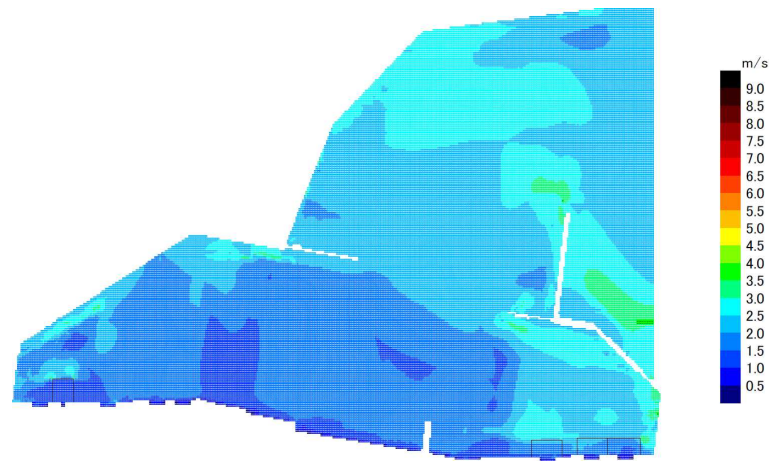


基準津波 2

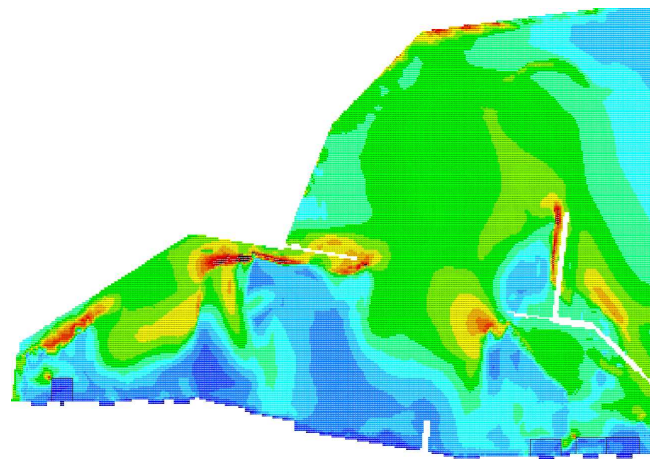


基準津波 3

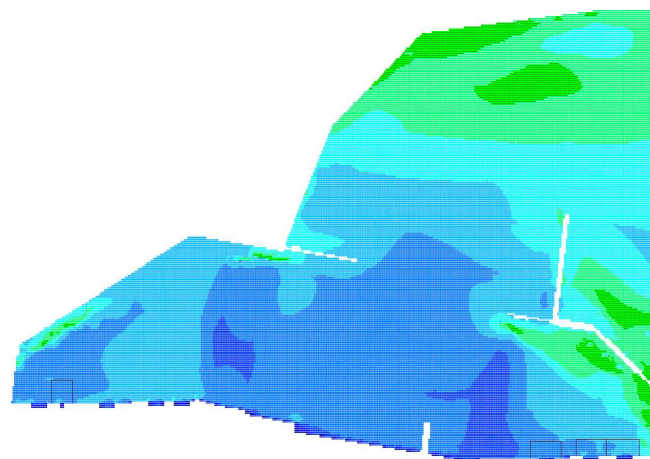
第 2.5-23-1 図 基準津波により生じる最大流速分布



基準津波 1

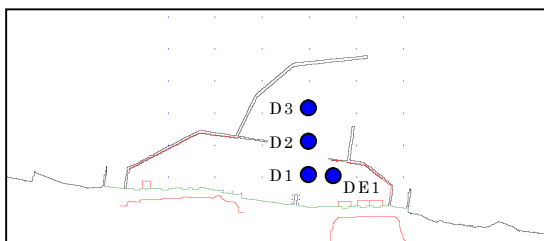


基準津波 2



基準津波 3

第 2.5-23-2 図 防波堤の地震等による損傷を考慮した影響評価

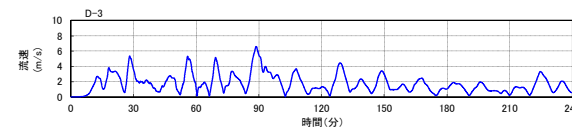
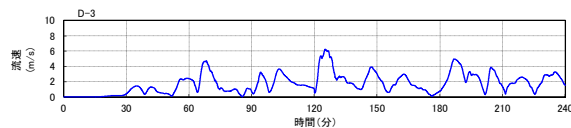
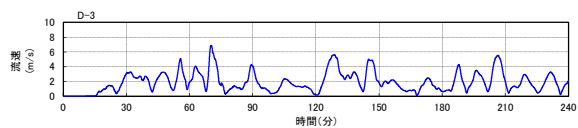


基準津波 1

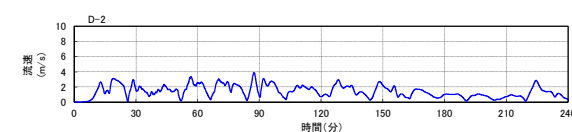
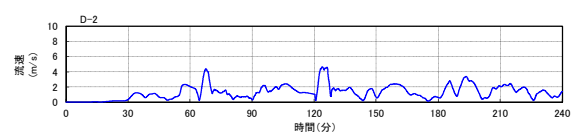
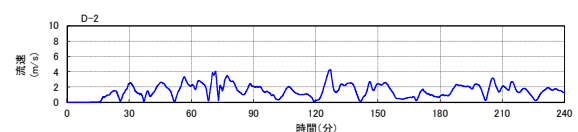
基準津波 2

基準津波 3

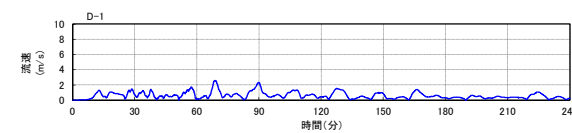
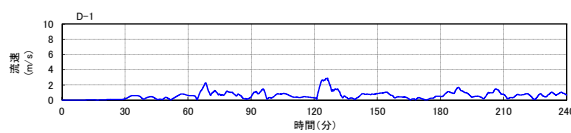
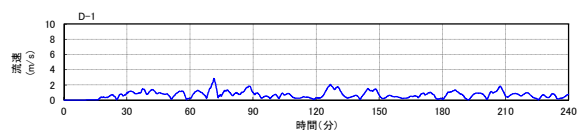
位置 D3



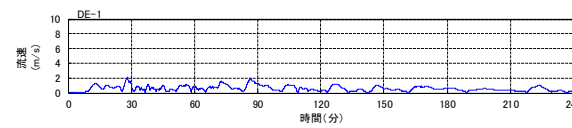
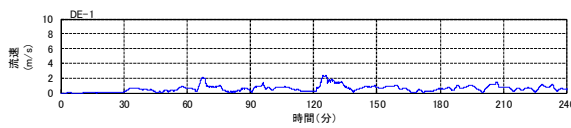
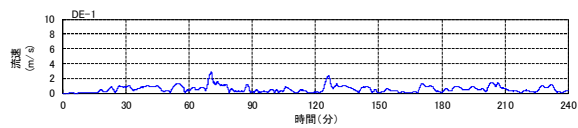
位置 D2



位置 D1



位置 DE1

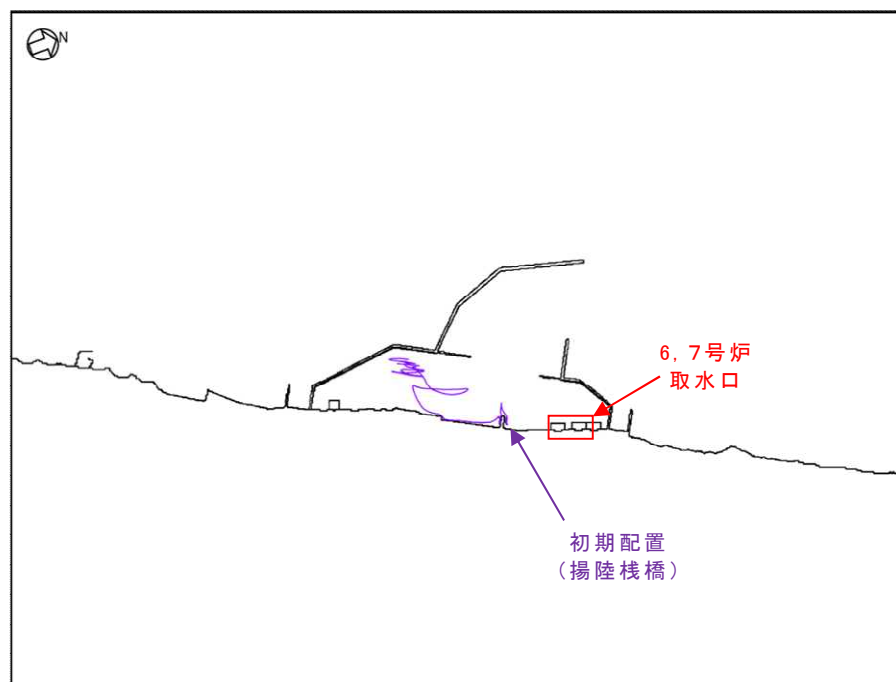


第 2.5-24 図 発電所港湾内における津波流速時刻歴

土運船については、揚陸作業中に津波が発生した場合、襲来までに時間的余裕がある津波（基準津波 1, 2）に対しては緊急退避が可能である。【結果Ⅰ】

一方、襲来までに時間的な余裕がない津波（基準津波 3）では緊急退避が困難となることが考えられ、この際は、①で示した燃料等輸送船のケースとは異なり、船体の損傷等により航行不能となり漂流物となる可能性が考えられる。しかしながら、この場合も第 2.5-9 図における揚陸栈橋付近の津波の流向を考慮すると 6 号及び 7 号炉の取水口に接近する可能性はないものと考えられる。

これを確認するため、漂流物化した際の土運船の挙動について軌跡のシミュレーション評価を実施した。初期配置を揚陸栈橋の位置とし、基準津波 3 の襲来下における地震発生から 240 分間の軌跡のシミュレーションを実施したところ第 2.5-25-1 図の結果となった。

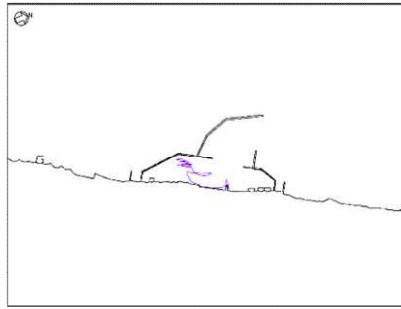


第 2.5-25-1 図 基準津波 3 の襲来下における土運船の挙動

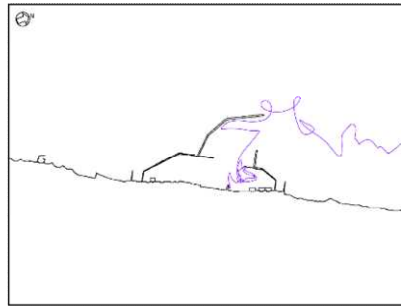
以上の評価は水粒子の軌跡のシミュレーションであり、厳密には漂流物の挙動と水粒子の軌跡は一致するものではないが、流向（移動の方向）については同様の傾向を示すものと考えられ、第 2.5-25-1 図より、土運船は、緊急退避できずに漂流物となった場合でも、6 号及び 7 号炉の取水口へ接近する可能性はないものと考えられる。

【結果Ⅱ】

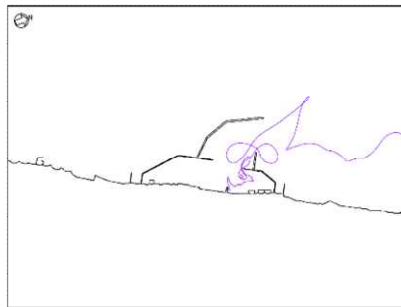
なお、前述のとおり津波襲来下における港湾内の流向・流速（流況）は防波堤の影響を強く受けるものと考えられるが、以上の評価については、防波堤の損傷を模擬した影響確認（防波堤が 1m 沈降した状況、2m 沈降した状況及び参考として防波堤がない状況における評価）を行っており、津波の原因となる地震等による防波堤の損傷を想定した場合でも、結論が変わるものではないことを確認している（第 2.5-25-2 図）。



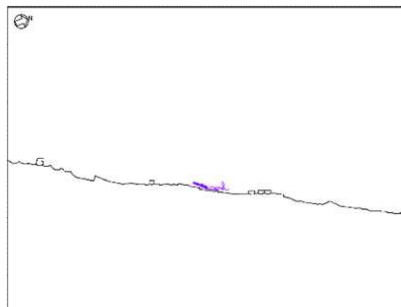
防波堤健全



防波堤 1m 沈降



防波堤 2m 沈降



防波堤なし (参考)

第 2.5-25-2 図 防波堤の地震等による損傷を考慮した影響評価

浚渫船及び土運船に伴う曳船及び揚錨船については、非航式の浚渫船及び土運船とは異なり津波警報等が発令された際には速やかな起動が可能であり、速力が 10 ノット（約 5.1m/s）程度であることから、襲来までに時間的な余裕がない基準津波 3 の場合であっても、到達時（津波警報発令後約 12 分）には港湾を抜け、3.5km 程度の沖合まで退避が可能である。したがって、曳船及び揚錨船は津波時には退避が可能であり、漂流物となることはない。**【結果 I】**

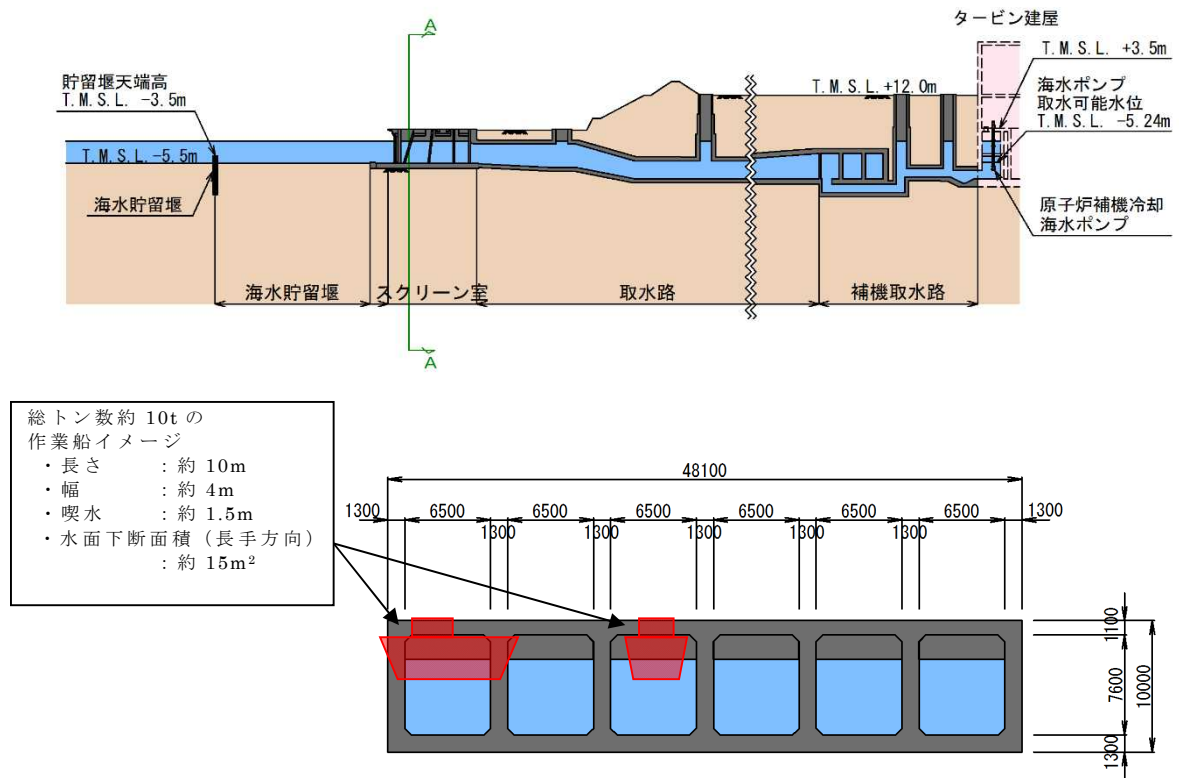
以上より、浚渫船及び土運船は非常用海水冷却系に必要な 6 号及び 7 号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物とはならないものと評価する。

③その他作業船

港湾の周辺及び港湾内への船舶の来航を伴う作業のうち港湾内設備保守点検では、総トン数 5t 未満～10t の作業船が、また温排水や放射線の環境への影響を確認するための海洋環境監視調査でも同様に総トン数 5t 未満～10t の作業船が港湾内外で作業を実施する。これらの作業のうち北側防波堤内で実施する保守点検作業等においては、到達が早い津波の際には原則として作業員は陸域に避難することになるため、作業船が漂流物化し 6 号及び 7 号炉の取水口に接近する可能性が考えられる。しかしながら、この場合でも、以下に示す取水口呑口の断面寸法並びに非常用海水冷却系に必要な取水路の通水量及び作業船の寸法から、その接近により取水口が閉塞し、非常用海水冷却系に必要な通水性が損なわれることはないものと考えられる。【結果Ⅲ】

< 作業船の取水路通水性に与える影響に関わる諸元 >

- 取水口呑口断面寸法（第 2.5-26 図）
 - ・高さ　　：約 7.6m（平均潮位下約 5.5m）
 - ・幅　　　：約 40m
 - ・平均潮位下断面積　：約 210m²
- 非常用海水冷却系必要通水量
 - ・通常時（循環水系）の 5% 未満
 - ※循環水系の定格流量約 5,300m³/分に対して非常用海水冷却系の定格流量は 180m³/分（ポンプ全台（6 台）運転）
- 作業船寸法（総トン数約 10t の作業船代表例）
 - ・長さ　　　　　：約 10m
 - ・幅　　　　　　　：約 4m
 - ・喫水　　　　　：約 1.5m
 - ・水面下断面積　：約 15m²（長手方向）



A-A 矢視

第 2.5-26 図 取水口呑口断面 (6号炉の例)

他には、温排水の水温調査のため総トン数 5t 未満の作業船が港湾内外で作業を実施し、また放水口沖の流況・水温調査のため総トン数 5t 未満～20t の作業船が港湾外（放水口沖）で作業する。

このうち前者については上記の作業船と同等であり、評価も同様となる。**【結果Ⅲ】**

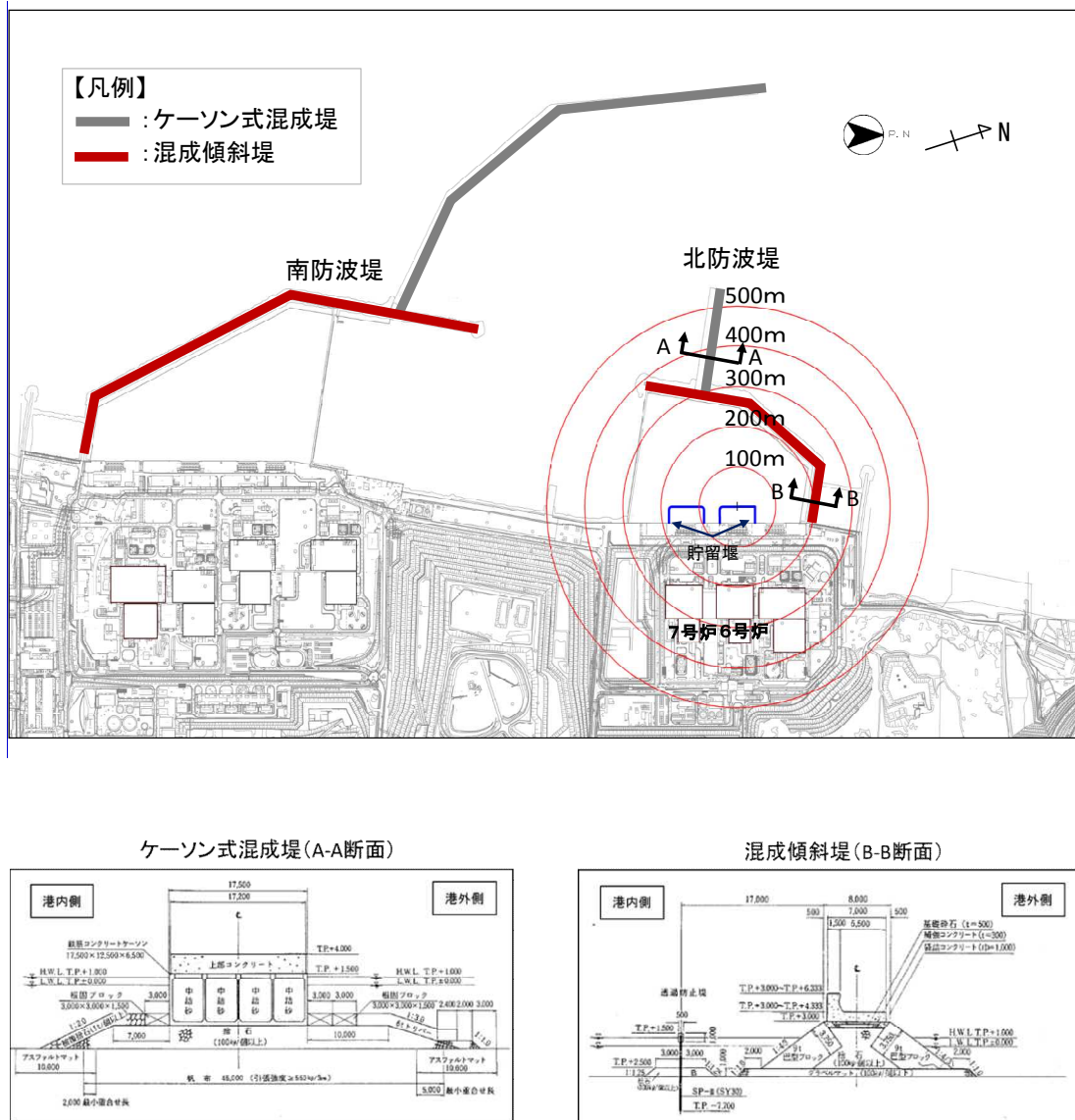
また、後者については津波時には退避可能と考えられ、仮に漂流物化した場合も、後述する「分類C（構外・海域）」の「①漁船、プレジャーボート」の評価に包含され、航行不能船舶の軌跡シミュレーション（第 2.5-35 図参照）に示されるとおり津波の流向より発電所に接近する（港湾内に侵入する）ことはない。**【結果Ⅱ】**

以上より、その他の作業船は非常用海水冷却系に必要な 6 号及び 7 号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物とはならないものと評価する。

④防波堤

防波堤の配置及び構造概要を第 2.5-27 図に示す。

図に示されるとおり，防波堤は北防波堤と南防波堤とから成り，ともに混成傾斜堤とケーソン式混成堤により構成されている。6 号及び 7 号炉の取水口との位置関係としては，取水口前面（海水貯留堰）から最短約 200m の位置に北防波堤の混成傾斜堤が配置されている。



第 2.5-27 図 防波堤の配置及び構造概要

防波堤は津波影響軽減施設として設計しているものではないため，地震や津波波力，津波時の越流による洗掘により横転等が生じ「移動」する可能性が考えられる。しかしながら上述のとおり，防波堤

と6号及び7号炉の取水口との間には最短で約200mの距離があることから、損傷した防波堤が、この「移動」により取水口に到達することはない。**【結果Ⅱ】**

また、損傷した状態で津波による流圧力を受けることにより、滑動や転動による「漂流」が生じる可能性が考えられるが、北防波堤部の津波流速に対して次頁に示す安定質量の評価を行うと、コンクリートの安定質量は約900kgと算定される。これに対し、第2.5-27図に示す防波堤の主たる構成要素である本体（上部コンクリート）、巴型ブロック等はいずれも1t以上の重量があることから、損傷した防波堤は、「漂流」によっても6号及び7号炉の取水口に到達することはない。**【結果Ⅱ】**

なお、1tよりも軽量なものとしては100kg程度の捨石等があるが、これは巴型ブロック等の下層に敷かれていること、6号及び7号炉の取水口との間に距離があることを考えると、津波により滑動、転動し、取水口に到達する可能性は小さいと考えられ、仮に到達するものがあつた場合でも、「③その他作業船」に前述した取水口呑口の断面寸法と非常用海水冷却系に必要な取水路の通水量を考慮すると、非常用海水冷却系に必要な通水性を損なうことはないものと考えられる。**【結果Ⅲ】**

以上より、防波堤は地震あるいは津波により損傷した場合においても、非常用海水冷却系に必要な6号及び7号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼすことはないものと評価する。

＜安定質量の試算＞

「港湾の施設の技術上の基準・同解説」¹⁾の流れに対する被覆材の所要質量の評価手法に基づき、北防波堤近傍の津波流速の条件（第 2.5-23 図より最大約 4m/s）における安定質量を算定すると下表の結果となる。これより、コンクリート塊については、質量が 900kg 程度あれば安定することが分かる。

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

港湾の施設の技術上の基準・同解説（抜粋）

1. 7. 3 流れに対する被覆石及びブロックの所要質量

(1) 一般

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

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

ここに、

M : 捨石等の安定質量 (t)

ρ_r : 捨石等の密度 (t/m³)

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/s²)

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

S_r : 捨石等の水に対する比重

θ : 水路床の軸方向の斜面の勾配 (°)

条件：①津波流速 U : 4m/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°

材料	ρ (t/m ³)	S_r (= $\rho / 1.03$)	M (kg)
コンクリート	2.3	2.23	871

参考文献

- 1) (社)日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説（下巻），pp.561，2007.
- 2) 三井順，松本朗，半沢稔：イスバッシュ式の導出過程と防波堤を越流する津波への適用性，土木学会論文集 B2（海岸工学），Vol.71，No.2，pp.I_1063-I_1068，2015.

第 2.5-3 表 漂流物評価結果（調査分類 A：構内・海域）

評価番号	分類	内容	状況	場所	数量	重量	結果
①	船舶	燃料等輸送船	航行/停泊	・発電所港湾内 ・物揚場	1	約 5,000t (総トン数)	I
②		浚渫船	航行/停泊	・発電所港湾内 ・港湾口	1	約 500t (総トン数)	I
		土運船	航行/停泊	・発電所港湾内 ・揚陸棧橋	2	約 500t (総トン数)	I, II
		曳船	航行/停泊	・発電所港湾内 ・揚陸棧橋	2	約 100t (総トン数)	I
		揚錨船	航行/停泊	・発電所港湾内 ・揚陸棧橋	2	約 10t (総トン数)	I
③		港湾設備保守点検作業船	航行/停泊	・発電所港湾内外 ・物揚場 ・揚陸棧橋 ・小型船棧橋	～4 程度	5t 未満～ 約 10t (総トン数)	III
		海洋環境監視調査作業船	航行/停泊	・発電所港湾内外 ・物揚場 ・揚陸棧橋 ・小型船棧橋	～4 程度	5t 未満～ 約 10t (総トン数)	III
		温排水水温調査作業船	航行/停泊	・発電所港湾内外 ・物揚場 ・揚陸棧橋 ・小型船棧橋	～10 程度	5t 未満 (総トン数)	III
		温排水流況・水温調査作業船	航行/停泊	・発電所港湾外	～2 程度	約 5t～ 約 20t (総トン数)	II
④		防波堤	本体（上部コンクリート）、巴型ブロック等	設置・直置き	・発電所港湾内	—	約 10t～
	捨石		直置き	・発電所港湾内	—	約 100kg～	III

※「数量」は同時に来航し得る数を記載する

※①及び②の「(総トン数)」は同種の船舶の中で最大のものを記載する

分類B（構内・陸域）

本調査範囲（構内・陸域）は大きく、「大湊側護岸部」、「荒浜側護岸部（物揚場を含む。以下 2.5 において同じ。）」及び荒浜側防潮堤の損傷を想定した際の遡上域である「荒浜側防潮堤内敷地」とから成る。

本調査範囲については6号及び7号炉の取水口との位置関係の観点から、上記の三つの範囲に区分した上で、このサブ分類ごとに取水口及び取水路の通水性に与える影響評価を実施した。なお、第 2.5-14 図に示した本調査範囲にある漂流物となる可能性のある施設・設備等は、大別すると第 2.5-4 表のように分類でき、評価はこの施設・設備等の分類ごとに行った。

評価結果をそれぞれ以下に、また評価結果の一覧を後出の第 2.5-11 表に示す。

第 2.5-4 表 漂流物となる可能性のある施設・設備等の分類

種類			備考
①	建屋	鉄筋コンクリート 建屋	—
②		鉄骨造建屋，補強コン クリートブロック造 建屋	—
③	機器類	タンク	—
④		タンク以外	—
⑤	車両	—	
⑥	資機材	一時的に持ち込む可能性がある資機材を含む	
⑦	その他一般構築物，植生	マンホール，グレーチング，チェッカープレート，外灯，監視カメラ，フェンス，シルトフェンス固定治具等の金属鋼材を主な材料とする一般構築物，樹木等	

■分類B－1：大湊側護岸部

大湊側護岸部における評価対象（第 2.5-14-2 図）について、第 2.5-4 表に示した施設・設備等の分類ごとに第 2.5-16 図に示したフローにより影響評価を実施した。結果を以下に示す。

①鉄筋コンクリート建屋

鉄筋コンクリート建屋は、被災地調査に関する報告書等によると新耐震基準（昭和56年6月1日に導入された耐震基準）で設計された建物は、津波による主体構造の被害はほとんどないことが確認されているが、仮に波力、あるいは津波の原因となる地震により損壊した場合でも、水密性がなく大きな浮力が発生することがないため、建屋の形で漂流物となることはないと考えられる。【結果Ⅰ】

また、大湊側護岸部については6号及び7号炉の取水口の近傍であることから、損壊により生じたコンクリート片や鉄筋等が引き波時に流圧力により滑動、転動し、取水口前面に到達する可能性が考えられるが、次頁に示す安定質量の評価より、滑動、転動が生じ得る限界重量はコンクリートで約160kg、鋼材で約4kgであり、取水口前面に堆積し得るものは、これと同程度以下のものに限られる。同程度の小片については仮に取水口前面に堆積した場合でも、「分類A（構内・海域）」の「③その他作業船」に前述した取水口呑口の断面寸法と非常用海水冷却系に必要な取水路の通水量を考慮すると、非常用海水冷却系に必要な通水性を損なうことはないものと考えられる。【結果Ⅲ】

以上より、鉄筋コンクリート建屋は非常用海水冷却系に必要な6号及び7号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物にならないものと評価する。

＜安定質量の試算＞

「港湾の施設の技術上の基準・同解説」¹⁾の流れに対する被覆材の所要質量の評価手法に基づき、大湊側護岸部で想定される引き波時の津波流速の条件（第 2.5-28 図より 3m/s 未満）における安定質量を算定すると下表の結果となる。これより、コンクリート塊であれば 160kg 程度、鋼材であれば 4kg 程度で安定することが分かる。

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

港湾の施設の技術上の基準・同解説（抜粋）

1. 7. 3 流れに対する被覆石及びブロックの所要質量

(1) 一般

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

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

ここに、

M : 捨石等の安定質量 (t)

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っては 1.20, 露出した石にあっては 0.86)

S_r : 捨石等の水に対する比重

θ : 水路床の軸方向の斜面の勾配 ($^\circ$)

条件 : ①津波流速 U : 3m/s

②重力加速度 g : 9.8m/s²

③イスバッシュの定数 γ : 0.86

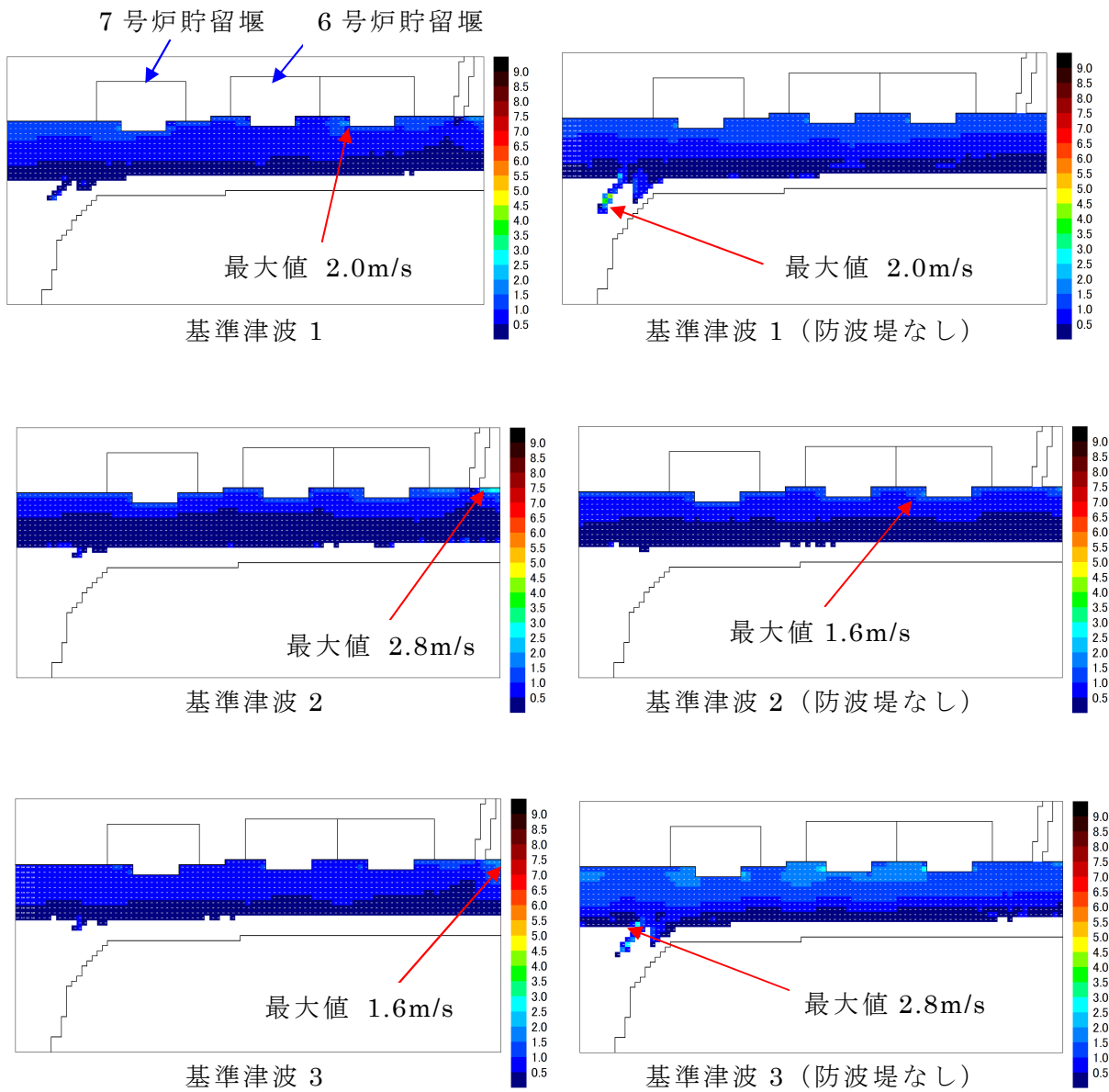
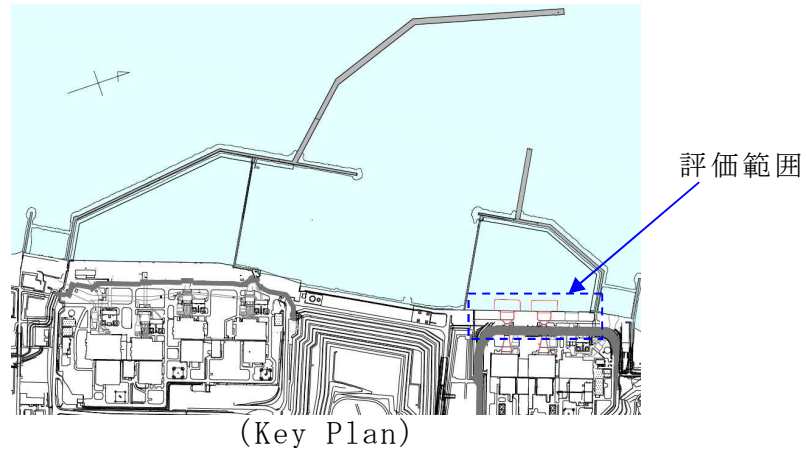
④斜面の勾配 : 0.0°

材料	ρ (t/m^3)	S_r ($= \rho / 1.03$)	M (kg)
コンクリート	2.3	2.23	154.9
SS, SUS	7.9	7.67	3.4

参考文献

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

2) 三井順，松本朗，半沢稔：イスバッシュ式の導出過程と防波堤を越流する津波への適用性，土木学会論文集 B2 (海岸工学)，Vol.71, No.2, pp.I_1063-I_1068, 2015.



第 2.5-28 図 大湊側護岸部における海域方向最大流速

②鉄骨造建屋

鉄骨造建屋は津波の原因となる地震もしくは津波による波力で損壊する可能性が考えられるが、水密性がなく大きな浮力が発生することがないため、建屋の形で漂流物となることはないと考えられる。

【結果 I】

損壊により生じ得る鉄骨についても、その重量から津波に流されることはなく、その場に留まるものと考えられるが、建屋外装材については、浮力あるいは滑動により漂流物となる可能性が考えられる。しかしながら、6号及び7号炉の取水口周辺に配置されている鉄骨造建屋は第2.5-14-2図に示したとおり「K6/7スクリーン点検用テントハウス」のみであり、この外装材である基布は、鉄骨に堅固に固縛されていることから、津波により鉄骨と分離することはないと、漂流物となることはないと考えられる。【結果 I】

なお、「K6/7スクリーン点検用テントハウス」の建屋内包物に対する評価は「⑥資機材」に分類し説明する。

以上より、鉄骨造建屋は非常用海水冷却系に必要な6号及び7号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物にならないものと評価する。

③機器類（タンク）

大湊側護岸部には本分類に該当する機器類は存在しない。

④機器類（タンク以外）

大湊側護岸部にある機器類としてはクレーン、電気・制御盤、避雷鉄塔等がある。これらについては津波の原因となる地震もしくは津波による波力による破損・変形等の可能性が考えられるが、いずれも金属製であり、水密性もなく大きな浮力が発生することもないため、漂流物となることはないと考えられる。【結果 I】

なお、機器類のうち除塵装置については「(b)取水スクリーンの破損による通水性への影響」において説明する。

以上より、機器類のうちタンク以外については非常用海水冷却系に必要な6号及び7号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物にならないものと評価する。

⑤車両

車両のうち、普通乗用車や軽自動車、軽量なトラック等は漂流物

となる可能性があるが、取水設備の点検作業等の際に車両を乗り入れる場合においては、津波警報により退避する手順を定めており、その実効性についても確認を行っている（添付資料 24）。このため、津波により車両が漂流物となることはないと考えられる。**【結果 I】**

以上より、車両については非常用海水冷却系に必要な 6 号及び 7 号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物にならないものと評価する。

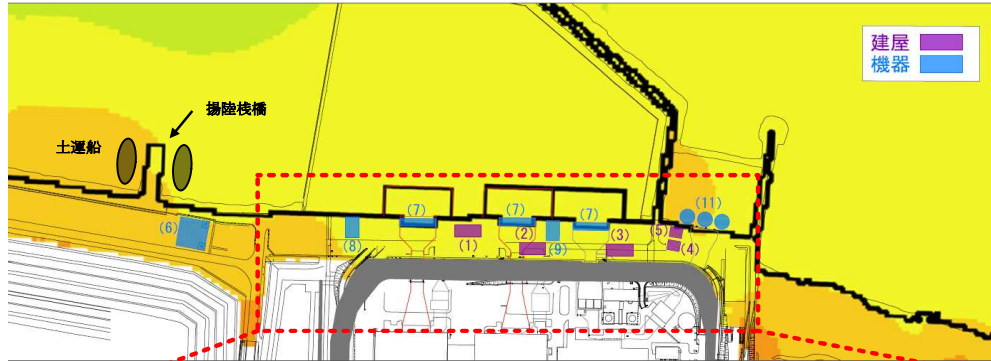
⑥資機材

資機材としては現場に常時保管されているものと一時的に持ち込む可能性があるものがあるが、前者のうちスクリーンやスクリーン点検架台・治具、角落とし、また後者のうち発電機や動力盤など、鋼製あるいはコンクリート製の物品については重量物であり、漂流物となることはない。**【結果 I】**

一方、軽量な（比重が小さく浮く、あるいは滑動、転動し得る）資機材としては仮設ハウス類や足場板等があり、これらについても固縛する運用とするため漂流物となる可能性は小さいと考えられるが、番線固縛等において品質が一定でない可能性も考慮し、ここでは保守的に、津波により固縛部が損傷し、仮設ハウス等自体あるいはその内包物が漂流物化することを想定するものとする。

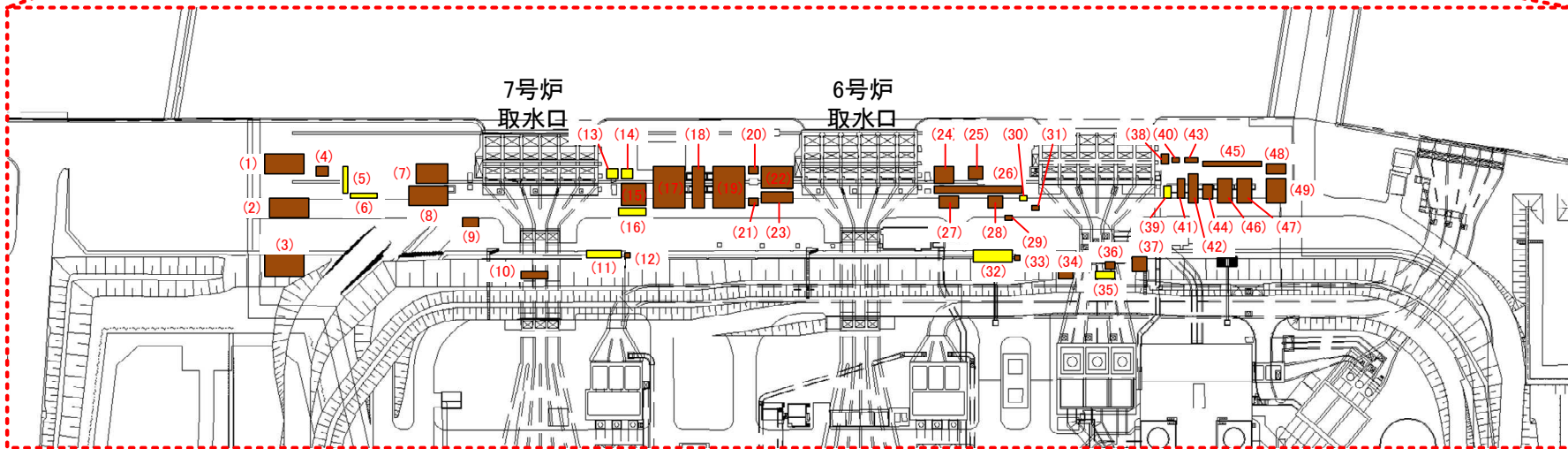
大湊側護岸部について、常時保管されている、あるいは一時的に持ち込む可能性のある資機材（重量物を含む）の詳細を示すと第 2.5-29 図及び第 2.5-5 表のとおりとなり、このうち漂流物化する可能性がある軽量物を抽出すると第 2.5-6 表となる。

大湊側護岸部(第2.5-14-2図より抜粋)



- 重量物であり漂流物とならない
- 漂流物となる可能性がある

大湊側護岸部拡大図




第 2.5-29 図 大湊側護岸部における資機材の詳細

第 2.5-5 表 大湊側護岸部における資機材の詳細

配置番号	項目	数量	材質	漂流物化有無 ○:無/×:有	備考
1	ハウジングカバー(バー回転式スクリーン)	1	FRP	○	架台に固定される
	ハウジングカバー(トラベリングスクリーン)	1	FRP	○	架台に固定される
	ハウジングカバー用架台	3	鋼製	○	
2	角落とし	1式	鋼製	○	
3	角ホルダー	1	鋼製	○	
4	本体フレーム受け架台	26	鋼製	○	
5	角パイプ	~30	鋼製	×	
	角材	~30	木製	×	
6	角材	16	木製	×	
7	バスケット(バー回転式スクリーン)	38	鋼製	○	
8	バスケット(トラベリングスクリーン)	37	鋼製	○	
9	リフティングビーム	1	鋼製	○	
10	仮設電源・動力・分電盤	1	-	○	固定又は固縛されている
11	仮設ハウス	1	-	×	
	仮設ハウス	1	-	×	
	仮設ハウス	1	-	×	
12	仮設電源・動力・分電盤	1	-	○	固定又は固縛されている
13	工具収納棚	1	-	×	
14	仮設ハウス	1	-	×	
	角材	~50	木製	×	
15	ハウジング本体(バー回転式スクリーン)	1式	鋼製	○	
	ハウジング本体(トラベリングスクリーン)	1式	鋼製	○	
16	単管パイプ	~150	鋼製	×	
	足場板	~50	アルミ	×	
	角パイプ	~50	鋼製	×	
	スクリーン点検用架台・治具	~20	鋼製	○	
	開口部養生板・治具	~30	鋼製	○	
17	渡り歩廊	1	鋼製	○	
17	本体フレーム(バー回転式スクリーン)	1式	鋼製	○	
	本体フレーム(トラベリングスクリーン)	1式	鋼製	○	
18	スクリーン点検用架台	~150	鋼製	○	
	渡り歩廊	1	鋼製	○	
19	角落とし	1式	鋼製	○	
20	仮設作業床	1	鋼製	○	
21	仮設作業床	1	鋼製	○	
22	台車乗り上げ台	3	鋼製	○	
23	安全スクリーン	1	鋼製	○	
24	リフティングビーム	1	鋼製	○	
25	固定バー	2	鋼製	○	
25	ハウジング本体(バー回転式スクリーン)	1式	鋼製	○	
	ハウジング本体(トラベリングスクリーン)	1式	鋼製	○	
26	キャリングチェーン	1式	-	○	
27	本体フレーム(バー回転式スクリーン)	1式	鋼製	○	
28	本体フレーム(トラベリングスクリーン)	1式	鋼製	○	
29	高所作業車	1	-	○	
30	洗浄機	2	-	×	
31	仮設電源・動力・分電盤	2	-	○	固定又は固縛されている

配置番号	項目	数量	材質	漂流物化有無 ○:無/×:有	備考
32	仮設ハウス	5	-	×	
	単管パイプ	~100	鋼製	×	
	足場板	~50	アルミ	×	
	二輪車	2	-	×	
	水中ポンプ用配管	3	鋼製	○	
	33	仮設電源・動力・分電盤	1	-	○
34	リフティングビーム	1	鋼製	○	
35	排水用ホース	4	-	×	
36	仮設電源・動力・分電盤	2	-	○	固定又は固縛されている
37	ダミーフレーム	2	鋼製	○	
38	仮設手摺	28	鋼製	○	
39	仮設電源・動力・分電盤	2	-	○	固定又は固縛されている
	洗浄機	2	-	×	
40	ハウジングカバー用架台	2	鋼製	○	
41	点検架台	2	鋼製	○	
42	バスケット予備機(バー回転式スクリーン)	38	鋼製	○	
42	バスケット予備機(トラベリングスクリーン)	38	鋼製	○	
	リフティングビーム	1	鋼製	○	
44	本体フレーム受け架台	18	鋼製	○	
	固定バー受け台	6	鋼製	○	
	スクリーン点検用架台	~10	鋼製	○	
45	ハウジングカバー(バー回転式スクリーン)	2	FRP	○	架台に固定される
	ハウジングカバー(トラベリングスクリーン)	2	FRP	○	架台に固定される
46	本体フレーム(バー回転式スクリーン)	1式	鋼製	○	
47	本体フレーム(トラベリングスクリーン)	1式	鋼製	○	
48	工具箱	2	鋼製	○	ウエイト等を内包する重量物
49	ハウジング本体(バー回転式スクリーン)	1式	鋼製	○	
	ハウジング本体(トラベリングスクリーン)	1式	鋼製	○	
その他	水中ポンプ(投げ込み)	~4	-	×	設置・使用場所が固定されない
	カラーコーン	~10	-	×	設置・使用場所が固定されない
	単管バリケード	~20	鋼製	×	設置・使用場所が固定されない
	脚立	~10	アルミ	×	設置・使用場所が固定されない

第 2.5-6 表 大湊側における軽量資機材一覧

番号	項目	数量	材質	寸法 (長さ×幅×高さm)	質量 (kg)	備考	
5	角パイプ	～30	鋼製	—	—		
	角材	～30	木製	—	—		
6	角材	16	木製	—	—		
11	仮設ハウス		2	—	5.44×2.30×2.60	1000	工具類, 机・イス等を収納
			1	—	3.60×1.84×2.60	800	
13	工具収納棚	1	—	1.00×1.80×1.70	300	工具類を収納	
14	仮設ハウス	1	—	5.44××2.30×2.60	1000	工具類を収納	
	角材	～50	木製	—	—		
16	単管パイプ	～150	鋼製	—	—		
	足場板	～50	アルミ	—	—		
	角パイプ	～50	鋼製	—	—		
30	洗浄機	2	—	1.05×0.60×0.80	150		
32	仮設ハウス	5	—	4.63×2.46×2.14	840	工具類, 机・イス等を収納	
	単管パイプ	～100	鋼製	—	—		
	足場板	～50	アルミ	—	—		
	二輪車	2	—	—	—		
35	排水用ホース	4	—	—	—		
39	洗浄機	2	—	1.05×0.60×0.80	150		
その他	水中ポンプ (投げ込み)	～4	—	—	—		
	カラーコーン	～10	—	—	—		
	単管バリケード	～20	鋼製	—	—		
	脚立	～10	アルミ	—	—		

漂流物化し 6 号及び 7 号炉の取水口前面に堆積した場合における通水性に与える影響は、容積（水面下断面積）の大きさに依存して大きくなることから、第 2.5-6 表より、通水性に対する主要な影響因子は仮設ハウス類であることが分かる。第 2.5-29 図に示した配置より、これらが漂流物化した際に一箇所に集中して堆積することはないものと考えられるが、保守的な想定として 6 号炉取水口付近の計 5 個、あるいは 7 号炉取水口付近の計 5 個の仮設ハウス類がすべて各取水口前面に選択的に集中して堆積することを仮定しても、第 2.5-26 図に示した取水口呑口の断面積より、取水口が閉塞することはない。したがって、前述した取水口呑口の断面寸法と非常用海水冷却系に必要な取水路の通水量を考慮すると、これらの堆積により非常用海水冷却系に必要な通水性が損なわれることはないものと考えられる。なお、仮設ハウス類が破損した場合にはその内包物である工具類等が流出することになるが、この場合には比重が大きいものは沈降し、また小さいものは取水口上部の海面に浮遊するため、取水口に対する閉塞効果は、仮設ハウス類が形状を保ち取水口前面に堆積するとした上記の条件に包含される。また、仮設ハウス類以外の資機材についても同様であり、その閉塞効果は、積算的な効果も含め、上記の仮設ハウス類が「選択的に集中する」とした保守的な想定に包含される。【結果Ⅲ】

以上より、資機材は非常用海水冷却系に必要な 6 号及び 7 号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物にならないものと評価する。

⑦その他一般構築物、植生

その他一般構築物のうち、マンホール、チェッカープレート、鋼製階段等は重量物であり漂流物となることはないと考えられる。【結果Ⅰ】

他には監視カメラや拡声器、標識類等があり、これらも基礎等に設置されている、あるいは固縛されているが、津波の原因となる地震や津波の波力により損壊あるいは転倒し、分離して漂流物となる可能性が考えられる。しかしながら、これらが漂流物化した場合でも、引き波時に 6 号及び 7 号炉の取水口付近に接近するものは同取水口周辺に設置されたものに限られ、かついずれも容積（断面積）が小さいことから、その評価は「⑥資機材」における仮設ハウス類が「選択的に集中する」とした保守的な想定に包含される。【結果Ⅲ】

なお、大湊側護岸部を含め、6号及び7号炉の周辺には植生はないため、津波により通水性に影響を及ぼす程度の多量の流木が6号及び7号炉の取水口に到達することはないものと考えられる。【結果Ⅱ】

以上より、その他一般構築物、植生については非常用海水冷却系に必要な6号及び7号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物にならないものと評価する。

■分類B-2：荒浜側護岸部

荒浜側護岸部における評価対象（第2.5-14-3図）のうち、種類や設置・運用状況において、前項で示した大湊側護岸部における評価対象に包含されないものとしては次の三点が挙げられる。

- ②鉄骨造建屋及び補強コンクリートブロック造建屋

大湊側護岸部にある鉄骨造建屋は堅固に固縛した基布を外装材としたもののみであるが、荒浜側護岸部にある鉄骨造建屋には耐酸アクリル被覆鋼板等の金属板を外装材としたものがある。

また、大湊側護岸部には補強コンクリートブロック造建屋は存在しないが、荒浜側護岸部には同構造の市水道用ポンプ室がある。

- ③機器類（タンク）

大湊側護岸部には該当する機器類が存在しないが、荒浜側護岸部には重油貯蔵タンク2基が設置されている。

- ⑤車両

大湊側護岸部では作業等で乗り入れる車両は津波時には退避するが、荒浜側護岸部では、物揚場における作業等において一定期間、駐車され得る車両が存在する。

このうち、鉄骨造建屋の金属製の外装材（津波の原因となる地震や津波の波力による損壊により生じ得る分離片）については、津波により滑動する可能性はあるが、重量（比重）より沈降するため、荒浜側の護岸部から大湊側の6号及び7号炉取水口に到達するような漂流物となることはない。また、補強コンクリートブロック造の建屋については、津波により損壊し、損壊により生じたコンクリート片が津波により滑動する可能性はあるが、これらのコンクリート片は重量（比重）

より沈降するため、荒浜側の護岸部から大湊側の6号及び7号炉取水口に到達するような漂流物となることはない。

重油貯蔵タンク2基については、いずれも運用を停止し空状態で保管されており、6号及び7号炉の起動前に撤去する計画としているため、非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物となることはない。一方、車両については、漂流物となる可能性が考えられる。

上記の三点以外については、第2.5-4表に示した①～⑦のいずれの分類の施設、設備等についても、前項で示した大湊側護岸部における種類や設置・運用状況に含まれる。

これより、荒浜側護岸部において漂流物化する可能性がある施設、設備等を整理すると、第2.5-7表となる。

第2.5-7表 漂流物化する可能性のある施設、設備等(荒浜側護岸部)

種類		漂流物化する可能性のある施設、設備等
①	建屋	鉄筋コンクリート建屋 なし ※地震・津波による損壊により生じ得るコンクリート片等は重量(比重)より沈降するため、荒浜側護岸部から大湊側の6号及び7号炉取水口に到達するような漂流物とならない
②		鉄骨造建屋、補強コンクリートブロック造建屋 なし ※地震・津波による損壊により生じ得るコンクリート片等は重量(比重)より沈降するため、荒浜側護岸部から大湊側の6号及び7号炉取水口に到達するような漂流物とならない
③	機器類	タンク なし
④		タンク以外 なし
⑤	車両	車両
⑥	資機材	仮設ハウス類、角材、カラーコーン等 ※自重よりも浮力が大きいものに限る
⑦	その他一般構築物、植生	監視カメラ、拡声器、標識類等 ※自重よりも浮力が大きいものに限る

これらの施設、設備等のうち、比較的容積(水面下断面積)が大きい仮設ハウス類及び車両については、6号及び7号炉の取水口に到達した場合には、取水口・取水路の通水性に影響を及ぼす可能性があるが、これらについてはある程度の水密性を有する車両であっても海域に流出すると10分程度で浸水が生じ沈降する¹⁾。このため、取水口まで700mを超える距離があること及び第2.5-9図に示される津波襲来下における港湾内の流向・流速(流況)において荒浜側から大湊側に向かう継続した流れが生じていないことを考慮すると、仮設ハウス

類や車両は取水口に到達することなく水没するものと考えられる。

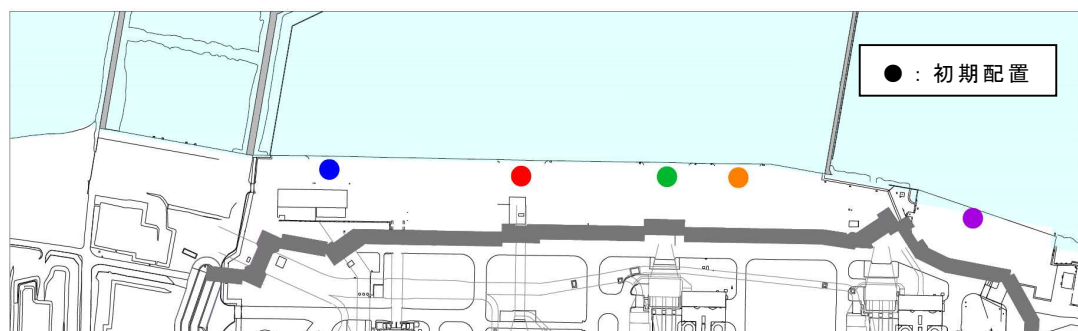
これを確認するため、保守的な想定として、これらが 60 分間水没せずに漂流し続けるとした上で、その際の挙動の軌跡シミュレーション評価を実施した。評価条件を第 2.5-8 表の条件とし、第 2.5-30 図に示す護岸部の複数位置を初期配置とした際の軌跡のシミュレーションを実施したところ第 2.5-31 図の結果となった。

第 2.5-8 表 軌跡シミュレーションの評価条件（荒浜側護岸部）

項目		評価条件	備考
評価時間		地震発生から 120 分間	○到達までに時間を要する基準津波 1,2 の第一波到達時間(地震発生から約 40 分)と保守的に想定した漂流継続時間 60 分にさらに裕度を加味して設定。
漂流開始条件		浸水深 10cm 時点	○普通乗用車の場合であれば浸水深 50cm 以上で車体が漂流する可能性があることが確認されている ²⁾ など、実際は浸水深がある程度の深さにならないと漂流は開始しないが、保守的に、わずかでも浸水が生じた時点(解析上の取り扱いとして浸水深 10cm)で漂流を開始するものとする。
地形モデル	斜面崩壊・地盤変状	健全状態	○荒浜側護岸部の沈下について、影響評価として確認する。
	荒浜側防潮堤	健全状態	○損傷状態について、影響評価として確認する。
	防波堤	健全状態	○損傷状態について、影響評価として確認する。

参考文献

- 1) 野島和也, 櫻庭雅明, 小園裕司: 水没を考慮した実務的な津波漂流物による被害リスク算定, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 70, No. 2, pp. I-261-I-265, 2014.
- 2) 戸田圭一, 石垣泰輔, 尾崎平, 西田知洋, 高垣裕彦: 氾濫時の車の漂流に関する水理実験, 河川技術論文集, 第 18 巻, pp. 499-504, 2012.



第 2.5-30 図 漂流物軌跡評価の初期配置（荒浜側護岸部）

	基本ケース	荒浜側防潮堤 なし	防波堤損傷			護岸部 2m 沈下
			1m 沈降	2m 沈降	なし	
基準津波 1						
基準津波 2						
基準津波 3						

第 2.5-31 図 荒浜側護岸部で発生した漂流物の挙動

以上の結果において、いずれのケースにおいても軌跡が6号及び7号炉の取水口に到達する様子は見られておらず、これより荒浜側護岸部で漂流物化した仮設ハウス類、車両が大湊側の6号及び7号炉の取水口に到達し、取水口前面に堆積することはないものと考えられる。

【結果Ⅱ】

なお、以上の評価において、荒浜側防潮堤については護岸部に置かれた施設、設備等の海域への流出という観点で保守側の効果を持つと考えられるが、第2.5-31図に示した防潮堤の損傷を模擬した条件（防潮堤がない条件）における評価結果より、結論が変わるものではないことを確認している。また、津波の原因となる地震により防波堤が損傷する可能性も考慮し、防波堤の損傷を模擬した条件（1m沈降、2m沈降及び防波堤がない条件）における影響評価及び液状化等による地盤の沈下の可能性も考慮し、これを模擬した条件（2m沈下）における影響評価も実施しており、その結果を第2.5-31図に示している。同図より、これらの影響を考慮しても結論が変わるものではないことを確認している。

一方、第2.5-7表に示した荒浜側護岸部で漂流物化する可能性のある施設、設備等のうち、容積（水面下断面積）が小さいものの中には角材やカラーコーン等、仮設ハウス類や車両とは異なり、沈降せずに漂流を続けるものがある可能性が考えられる。しかしながら、これらについても第2.5-9図に示した港湾内の流向・流速（流況）より、基準津波襲来下において一様に大湊側の6号及び7号炉の取水口に向かうことは考え難い。第2.5-31図に示した軌跡シミュレーション結果においても、120分間の評価時間より長い時間を考慮すると6号及び7号炉の取水口に接近するものがあることは考えられるが、軌跡が一様に取水口に向かうような傾向は見られていない。よって、仮に取水口に到達するものがある場合でもその量は限定的であり、評価は「分類B-1：大湊側（護岸部）」の「⑥資機材」における仮設ハウス類が「選択的に集中する」とした保守的な想定に包含されるものと考えられる。【結果Ⅲ】

以上より、荒浜側護岸部における漂流物となる可能性のある施設・設備等については、非常用海水冷却系に必要な6号及び7号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物にならないものと評価する。

なお、以上の評価において、沈降しない漂流物については、基準津波の主要波が過ぎた後も港湾内で漂流を続ける可能性があるため、津

波後の中長期的な対応までを考えたときは、前述の大湊側護岸部（分類B－1）、また後述の荒浜側防潮堤内敷地（分類B－3）で発生するものがあることも踏まえると、徐々に6号及び7号炉の取水口前面に集積が進み、時間とともに通水性を悪化させる可能性が考えられる。この場合でも、これらの漂流物は取水口上部の海面に浮遊するため、取水口を閉塞させることはないと考えられるが、非常用海水冷却系の取水性を安定的に確保する観点から、津波が襲来した後には、補機取水槽の水位の変動傾向や現場状況に基づき、必要な場合には取水口前面の集積物の除去を行う運用を定めることとする。

■分類 B - 3 : 荒浜側防潮堤内敷地

荒浜側防潮堤内敷地における評価対象（第 2.5-14-4 図）のうち、種類や設置・運用状況において、前項までに示した大湊側護岸部，荒浜側護岸部における評価対象に包含されないものとしては次の点が挙げられる。

● ③機器類（タンク）

大湊側護岸部，荒浜側護岸部には，今後も継続して置かれる該当機器類が存在しないが，荒浜側防潮堤内敷地には次の機器類が存在する。

- ・ 1 号～4 号炉 軽油タンク（各 2 基）
- ・ 1 号～4 号炉 泡原液貯蔵タンク（泡消火設備）
- ・ 1 号～4 号炉 NSD 収集タンク（NSD 収集処理装置）
- ・ SPH サージタンク
- ・ 液化窒素貯槽（窒素ガス供給装置）
- ・ 液化酸素タンク

● ⑤車両

大湊側護岸部，荒浜側護岸部には駐車場はないが，荒浜側防潮堤内敷地には駐車場があり，津波襲来時にも駐車されている車両が存在し得る。

これらについては，漂流物となる可能性が考えられる。

一方，上記以外については，第 2.5-4 表に示した①～⑦のいずれの分類の施設，設備等についても，前項までに示した大湊側護岸部，荒浜側護岸部における種類や設置・運用状況に包含される。

これより，荒浜側防潮堤内敷地において漂流物化する可能性がある施設，設備等を整理すると，第 2.5-9 表となる。

第 2.5-9 表 漂流物化する可能性のある施設，設備等
(荒浜側防潮堤内敷地)

種類		漂流物化する可能性のある施設，設備等
①	建屋	鉄筋コンクリート建屋 なし ※地震・津波による損壊により生じ得るコンクリート片等は重量(比重)より沈降するため、荒浜側護岸部から大湊側の 6 号及び 7 号炉取水口に到達するような漂流物とならない
②		鉄骨造建屋，補強コンクリートブロック造建屋 なし ※地震・津波による損壊により生じ得るコンクリート片等は重量(比重)より沈降するため、荒浜側護岸部から大湊側の 6 号及び 7 号炉取水口に到達するような漂流物とならない
③	機器類	タンク 軽油タンク，泡原液貯蔵タンク，NSD 収集タンク，SPH サージタンク，液化窒素貯槽，液化酸素タンク
④		タンク以外 なし
⑤	車両	車両
⑥	資機材	仮設ハウス類，角材，カラーコーン等 ※自重よりも浮力が大きいものに限る
⑦	その他一般構築物，植生	監視カメラ，拡声器，標識類等 ※自重よりも浮力が大きいものに限る

荒浜側防潮堤内敷地については、地震により荒浜側防潮堤の津波防護機能が喪失し津波が流入するような状況でも、現実的には重量物である同防潮堤の上部工等が津波により流されて大きく位置を変えるようなことは生じない(添付資料 4)。このため、仮に敷地部で漂流物化するものがあつた場合でも、護岸部との境界に残存する防潮堤が障害となり海域に流出することは考え難い。

また、6 号及び 7 号炉の取水口・取水路の通水性の観点で影響が大きい比較的容積が大きい軽油タンクや SPH サージタンクについては、内包物を含めた自重や据付ボルト類、堰や遮蔽壁等の周辺状況より、漂流物化することはないものと考えられる。加えて、仮に漂流物化し海域に流出するものがあると仮定した場合でも、その後の挙動は分類 B-2 の荒浜側護岸部に対する評価で示されたのと同様の傾向を示すと考えられ、評価も分類 B-2 に対する評価に包含されると考えられる。

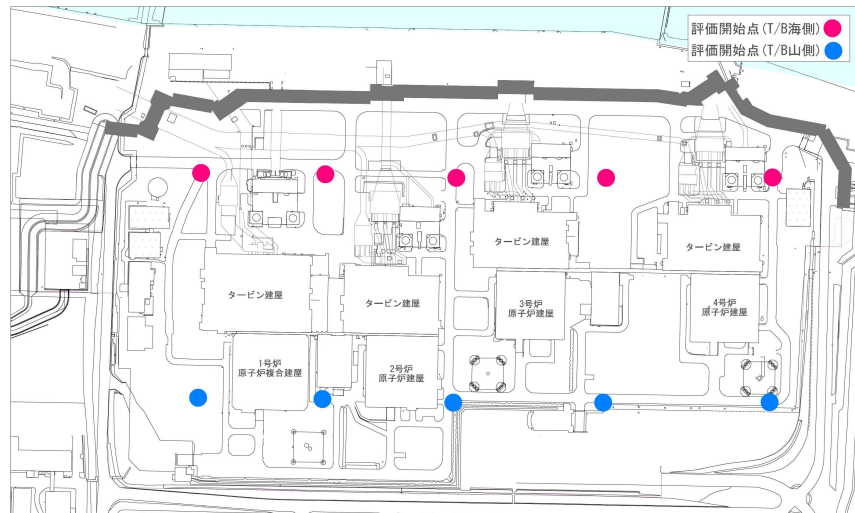
以上より、荒浜側防潮堤内敷地における漂流物となる可能性のある施設・設備等については、6 号及び 7 号炉の取水口に到達することは考え難く、非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物にならないものと評価する。【結果 I，II】

なお、以下では参考として、荒浜側防潮堤内敷地上における漂流物の挙動の把握を目的として、第 2.5-10 表に示す保守的な条件により軌跡のシミュレーション評価を実施した。

第 2.5-10 表 軌跡シミュレーションの評価条件
(荒浜側防潮堤内敷地)

項目		評価条件	備考
漂流開始条件		浸水深 10cm 時点	○施設、設備等の設置状況や周辺状況（ボルトによる固定、堰の存在等）に依らず、保守的に、わずかでも浸水が生じた時点（解析上の取り扱いとして浸水深 10cm）で漂流が開始するものとする。
地形 モデル	斜面崩壊・ 地盤変状	荒浜側護岸部・防潮堤内敷地 2m 沈下	○地盤変状（2m 沈下）が敷地における浸水範囲、浸水深を増大させ、引き波時の海域への流出を促すと考えられるため、評価条件として地盤変状を考慮する。
	荒浜側防潮堤	なし	○海域への流出にあたり障害となる防潮堤の存在は考慮しない。
	荒浜側敷地 建屋	主要建屋を 考慮	○建屋の存在が漂流物の海域への流出の阻害要因となる可能性を考慮し、主要建屋（1～4 号炉原子炉建屋、タービン建屋）のみを考慮する。
	防波堤	健全状態	○損傷状態について、影響評価として確認する。

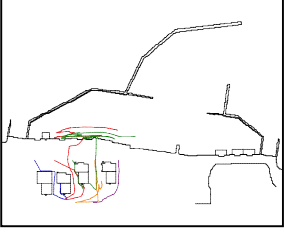

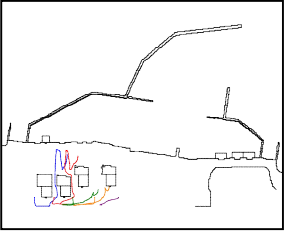







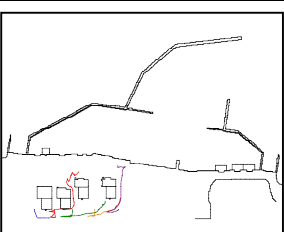

第 2.5-32 図に示す敷地部のタービン建屋（T/B）の海側と山側の複数位置を初期配置として、地震発生から 120 分間の軌跡のシミュレーションを実施したところ第 2.5-33 図の結果となった。



第 2.5-32 図 漂流物軌跡評価の初期配置（荒浜側防潮堤内敷地）

この結果において、ほとんどのケースにおいて軌跡は海域に流出してない。また、津波の原因となる地震により防波堤が損傷する可能性も考慮し、防波堤の損傷を模擬した条件（防波堤がない条件）における影響を評価した結果を第 2.5-33 図に合わせて示すが、これについても結論が変わるものではないことを確認している。

これより、荒浜側防潮堤内敷地における漂流物となる可能性のある施設・設備等については、漂流物化や海域への流出に関して保守的な仮定をおいた場合でも、海域に流出する可能性は低いものと考えられる。

津波	漂流 開始点	防波堤状態	
		健全	なし
基準津波 1	T/B 海側		
	T/B 山側		
基準津波 2	T/B 海側		
	T/B 山側		
基準津波 3	T/B 海側		
	T/B 山側		

第 2.5-33 図 荒浜側防潮堤内敷地で発生した漂流物の挙動

第 2.5-11 表 漂流物評価結果（調査分類 B：構内・陸域）（1/5）

評価 番号	場所	種類	名称	状態	仕様		数量	評価結果	
					主要構造/材質	寸法・容量			
①	大湊側護岸部	建屋	6/7号機取水電源室	設置	鉄筋コンクリート建屋	建築面積約 182m ²	1	I, III	
			5号機取水電源室	設置		建築面積約 84m ²	1		
			5号機放水口サンプリング建屋	設置		建築面積約 53m ²	1		
			大湊側少量危険物保管庫	設置		建築面積約 59m ²	1		
②				K6/7スクリーン点検用テントハウス	設置	鉄骨造建屋	建築面積約 250m ²	1	I
④			機器類 (タンク以外)	スクリーン装置用門型クレーン(5号炉用)	設置	鉄骨構造	スパン 20.5m/ リフト 23m	1	I
		スクリーン装置用門型クレーン(6号及び7号炉用)		設置	鉄骨構造	スパン 20.5m/ リフト 23m	1		
		電気・制御盤		設置	鋼材・鋼板	—	多数		
		避雷鉄塔		設置	鉄骨構造	高さ 149.5m	1		
		海水放射能モニタ(5号~7号炉用)		設置	鋼材	—	1/炉		
			除塵装置(5号~7号炉用)	設置	鋼材	—	一式/炉	※「(b)取水スクリーンの破損による通水性への影響」で説明	
⑤		車両	車両	—	—	—	—	I	
⑥		資機材	スクリーン本体・予備機, スクリーン点検用架台, 角落とし・角ホルダー, クレーン点検用荷重等, 仮設電源・動力・分電盤等	設置・直置き	鋼材・鋼板, コンクリート	—	—	I	
			仮設ハウス, 工具収納棚, 単管パイプ, 足場板等	固定・固縛	—	—	—	III	
⑦		その他 一般構築物, 植生	マンホール, グレーチング, チェッカープレート, 外灯, フェンス, コンクリート蓋等	設置・固定・固縛	—	—	多数	I	
			監視カメラ, 拡声器, 標識等	固定・固縛	—	—	多数	III	
			樹木(流木等)	—	—	—	—	II	

第 2.5-11 表 漂流物評価結果（調査分類 B：構内・陸域）（2/5）

評価 番号	場所	種類	名称	状態	仕様		数量	評価結果
					主要構造/材質	寸法・容量		
①	荒浜側護岸部 (物揚場を含む)	建屋	海象観測小屋	設置	鉄筋コンクリート建屋	建築面積約 21m ²	1	I
			海水放射能モニター建屋	設置		建築面積約 18m ²	1	
			荒浜側少量危険物保管庫①	設置		建築面積約 83m ²	1	
			荒浜側少量危険物保管庫②	設置		建築面積約 72m ²	1	
			1/2号機取水電源室	設置		建築面積約 137m ²	1	
			1号機補機スクリーン電源室	設置		建築面積約 14m ²	1	
			3/4号機取水電源室	設置		建築面積約 140m ²	1	
			物揚場電源室	設置		建築面積約 48m ²	1	
②		建屋	市水道用ポンプ室	設置	補強コンクリート ブロック建屋	建築面積約 25m ²	1	I
			海水放射能モニター建屋(屋外 放射線装置 CVCF 用シェルタ ー)	設置	鉄骨造建屋	建築面積約 7m ²	1	
			1号機循環水ポンプ建屋	設置		建築面積 約 1,301m ²	1	
			貝処理大型機器点検用建屋	設置		建築面積 約 1,173m ²	1	
			重油移送ポンプ室	設置		建築面積約 160m ²	1	
③		機器類(タンク)	No.1 重油貯蔵タンク	設置	鋼板	3000kL	1	- ※撤去する
			No.2 重油貯蔵タンク	設置	鋼板	320kL	1	
④		機器類 (タンク以外)	スクリーン装置用門型クレー ン(1号及び2号炉用)	設置	鉄骨構造	スパン 20.5m/ リフト 23m	1	I
			スクリーン装置用門型クレー ン(3号及び4号炉用)	設置	鉄骨構造	スパン 20.5m/ リフト 23m	1	
			物揚場(岸壁)150t デリック クレーン	設置	鉄骨構造	揚程(作業半径 15m時, 20.85m)	1	
			電気・制御盤	設置	鋼材・鋼板	-	多数	
			避雷鉄塔	設置	鉄骨構造	高さ 149.5m	1	
			海水放射能モニタ(1号~4号 炉用)	設置	鋼材	-	1/炉	
			除塵装置(1号~4号炉用)	設置	鋼材	-	一式 /炉	
⑤		車両	車両	-	-	-	-	II

※「(b)取水スク
リーンの破損による
通水性への影響」で
説明

第 2.5-11 表 漂流物評価結果（調査分類 B：構内・陸域）（3/5）

評価 番号	場所	種類	名称	状態	仕様		数量	評価結果
					主要構造/材質	寸法・容量		
⑥	荒浜側護岸部 (物揚場を含む)	資機材	スクリーン本体・予備機, スクリン点検用架台, 角落とし・角ホルダー, クレーン点検用荷重等, 仮設電源・動力・分電盤等	設置・直置き	鋼材・鋼板, コンクリート	—	—	I
			仮設ハウス, 工具収納棚, 単管パイプ, 足場板等	固定・固縛	—	—	—	II, III
⑦	荒浜側護岸部 (物揚場を含む)	その他 一般構築物, 植生	マンホール, グレーチング, チェッカープレート, 外灯, フェンス, コンクリート蓋等	設置・固定・固縛	—	—	多数	I
			監視カメラ, 拡声器, 標識等	固定・固縛	—	—	多数	II, III
			樹木 (流木等)	—	—	—	—	II

第 2.5-11 表 漂流物評価結果（調査分類 B：構内・陸域）（4/5）

評価 番号	場所	種類	名称	状態	仕様		数量	評価結果
					主要構造/材質	寸法・容量		
①	荒浜側防潮堤内敷地	建屋	ポンベ建屋（1号～4号炉用）	設置	鉄筋コンクリート建屋	建築面積 約 23～144m ²	6	I
			自然海水ポンプ室	設置		建築面積約 96m ²	1	
			1号機温海水ポンプ室	設置		建築面積約 64m ²	1	
			海水淡水化装置制御室	設置		1号機海水機器建屋に含む		
			雑固体廃棄物焼却設備建屋（荒浜側）	設置		建築面積 約 1,142m ²	1	
			荒浜側洗濯設備建屋	設置		建築面積 約 1,018m ²	1	
			旧出入り管理所	設置		建築面積約 344m ²	1	
			主排気モニター建屋（1号～4号炉用）	設置		建築面積 約 61～180m ²	3	
			第二無線局	設置		建築面積約 177m ²	1	
			連絡通路	設置		—	—	
			3/4号サービス建屋車庫	設置		建築面積約 46m ²	1	
			自衛消防センター	設置		建築面積約 503m ²	1	
			防護本部建屋	設置		建築面積約 1507m ²	1	
			電気計装室・散水ポンプ室	設置		建築面積約 32m ²	1	
①, ②			使用済燃料容器（キャスク）保管施設	設置	鉄骨造建屋+ 鉄筋コンクリート建屋	建築面積約 2187m ²	1	I
②			1号機海水機器建屋	設置	鉄骨造建屋	建築面積 約 743～870m ²	1/炉	I
			海水熱交換器建屋（2号～4号炉用）	設置		建築面積 約 729～805m ²	1/炉	
			循環水ポンプ建屋（2号～4号炉用）	設置		建築面積 約 238～242m ²	1/炉	
			ボール捕集ピット上屋（2号～4号炉用）	設置		建築面積 約 797～1,411m ²	2	
			ボイラー建屋	設置		建築面積 約 343～345m ²	2	
			荒浜側直員車庫	設置		建築面積 約 331m ²	1	
			水素トレーラ建屋	設置		建築面積約 136m ²	1	
液酸タンク建屋	設置							

第 2.5-11 表 漂流物評価結果（調査分類 B：構内・陸域）（5/5）

評価 番号	場所	種類	名称	状態	仕様		数量	評価結果
					主要構造/材質	寸法・容量		
③	荒浜側防潮堤内敷地	機器類 (タンク)	SPH サージタンク	設置	鋼材・鋼板	4100m ³	1	I, II
			NSD 収集処理装置 (1号~4号 炉用)	設置	FRP・鋼材	7m×7m×H3m (タンク)	4	
			軽油タンク	設置	鋼材・鋼板	344kL	2/炉	
			窒素ガス供給装置	設置	鋼材・鋼板	122kL (内槽)	1	
			泡消火設備	設置	鋼材・鋼板	1200L (タンク)	1/炉	
			液化酸素タンク	設置	鋼材・鋼板	30008L	1	
④		機器類 (タンク以外)	所内ボイラー排気筒	設置	鋼材, 耐火物	Φ1.7m×29.7m	1	I
			変圧器	設置	鋼材・鋼板	15.3m×13.6m× 11.1m (最大)	多数	
			チラー設備	設置	鋼材・鋼板	—	多数	
			電気・制御盤	設置	鋼材・鋼板	—	多数	
			計測機器	設置	鋼材・鋼板	—	多数	
⑤		車両	車両	—	—	—	—	II
⑥	資機材	角落とし・角ホルダー, 仮設電 源・動力・分電盤, バックホー 等	設置・直置き	鋼材・鋼板, コンクリート	—	—	I	
		仮設ハウス, 工具収納棚, 単管 パイプ, 足場板, サイロ, コン プレッサー等	固定・固縛	—	—	—	II	
⑦	その他 一般構造物, 植生	マンホール, グレーチング, チ ェッカープレート, 外灯, フェ ンス, コンクリート蓋等	設置・固定・ 固縛	—	—	多数	I	
		監視カメラ, 拡声器, 標識等	固定・固縛	—	—	多数	II	
		樹木 (植生等)	—	—	—	—	II	

分類C（構外・海域）

調査範囲内にある港湾施設としては、6号及び7号炉の取水口の南方約3kmに荒浜漁港がある。同漁港には、防波堤、栈橋が整備されており、小型の漁船及びプレジャーボート（総トン数5t未満）が約30隻停泊している。この他に調査範囲内に来航し得る船舶としては海上保安庁の巡視船（総トン数約3,000t）がある。

一方、調査範囲内には定置網等の固定式漁具、浮筏、浮栈橋、浮体式標識灯等の海上設置物はない。

なお、発電所周辺の海域を航行する定期船としては直江津と小木、寺泊と赤泊、新潟と敦賀との間を就航する旅客船等があるが、航路上の最も近接する位置でも発電所から30km程度の距離があり、調査範囲内を航行するものはない。

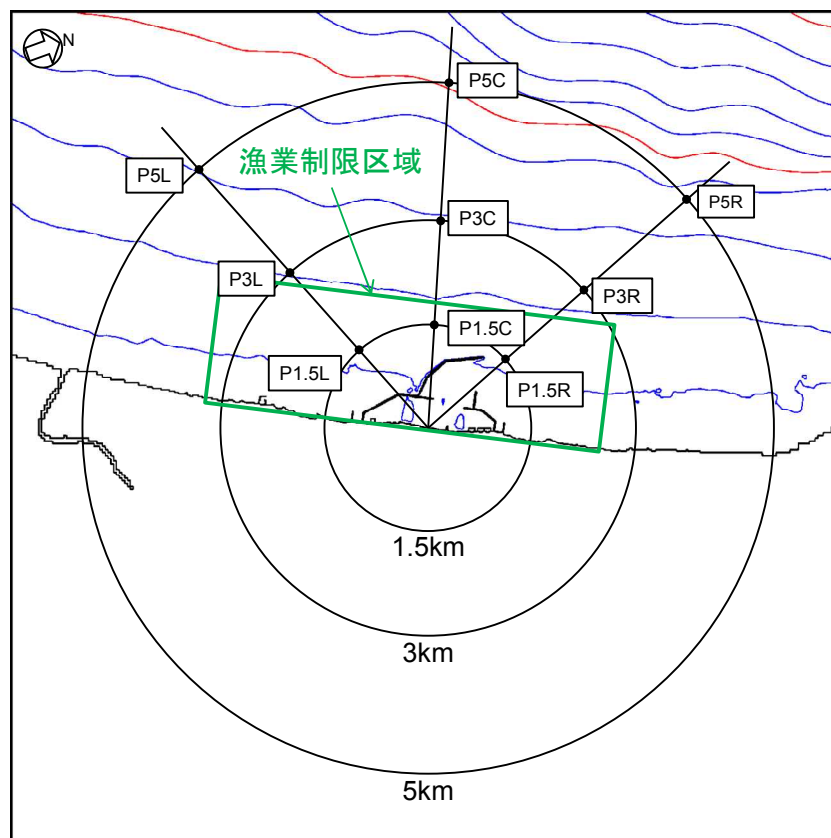
抽出された以上の船舶に対して第2.5-16図に示したフローにより6号及び7号炉の取水口及び取水路の通水性に与える影響評価を実施した。評価結果を以下に示す。また評価結果の一覧を第2.5-12表に示す。

① 漁船，プレジャーボート

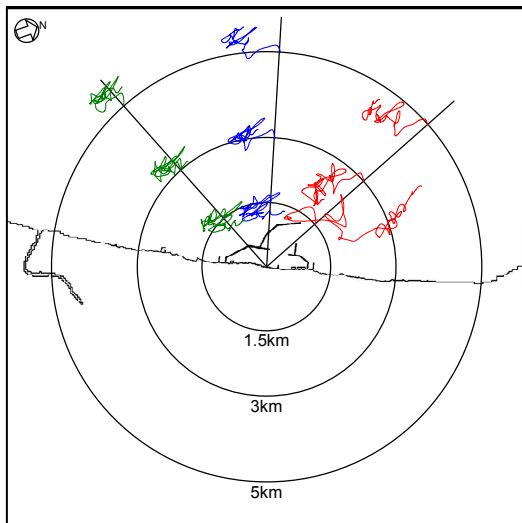
第 2.5-9 図に示したとおり敷地周辺の流向ベクトルは数分～数十分ごとに変化しており，発電所に向かう連続的な流れは生じていない。荒浜漁港に停泊する漁船及びプレジャーボートについては係留されているため漂流物化する可能性は小さいと考えられるが，仮に漂流物化したとしても，距離，地形及び以上に示した津波の流向から発電所に対する漂流物となることはないと考えられる。**【結果Ⅱ】**

また，航行中の漁船等の船舶については退避可能と考えられるが，保守的な想定として発電所近傍で航行不能となることも考慮し，その際の挙動について軌跡のシミュレーション評価を実施した。

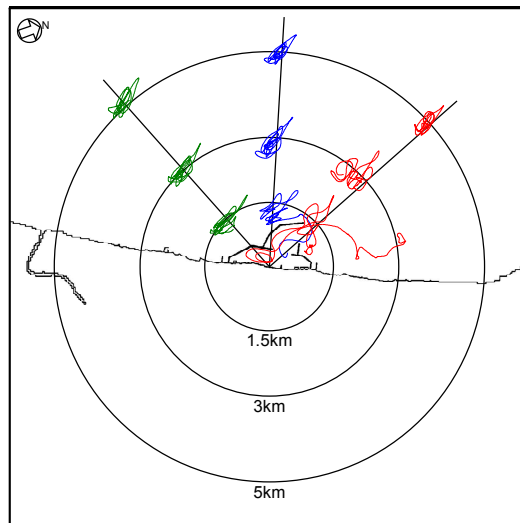
柏崎刈羽原子力発電所の漁業制限区域は発電所沖約 1.7km，幅約 5.8km の範囲であることからこの境界までは船舶が近づき得るものとし，第 2.5-34 図に示す発電所沖 1.5km の地点並びに参考として 3km 及び 5km の地点を初期配置とし，地震発生から 240 分間の軌跡のシミュレーションを実施したところ第 2.5-35 図の結果となった。



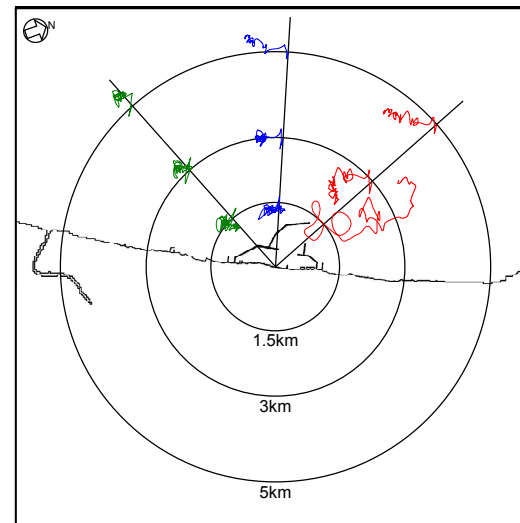
第 2.5-34 図 航行不能船舶軌跡シミュレーションの初期配置



基準津波 1



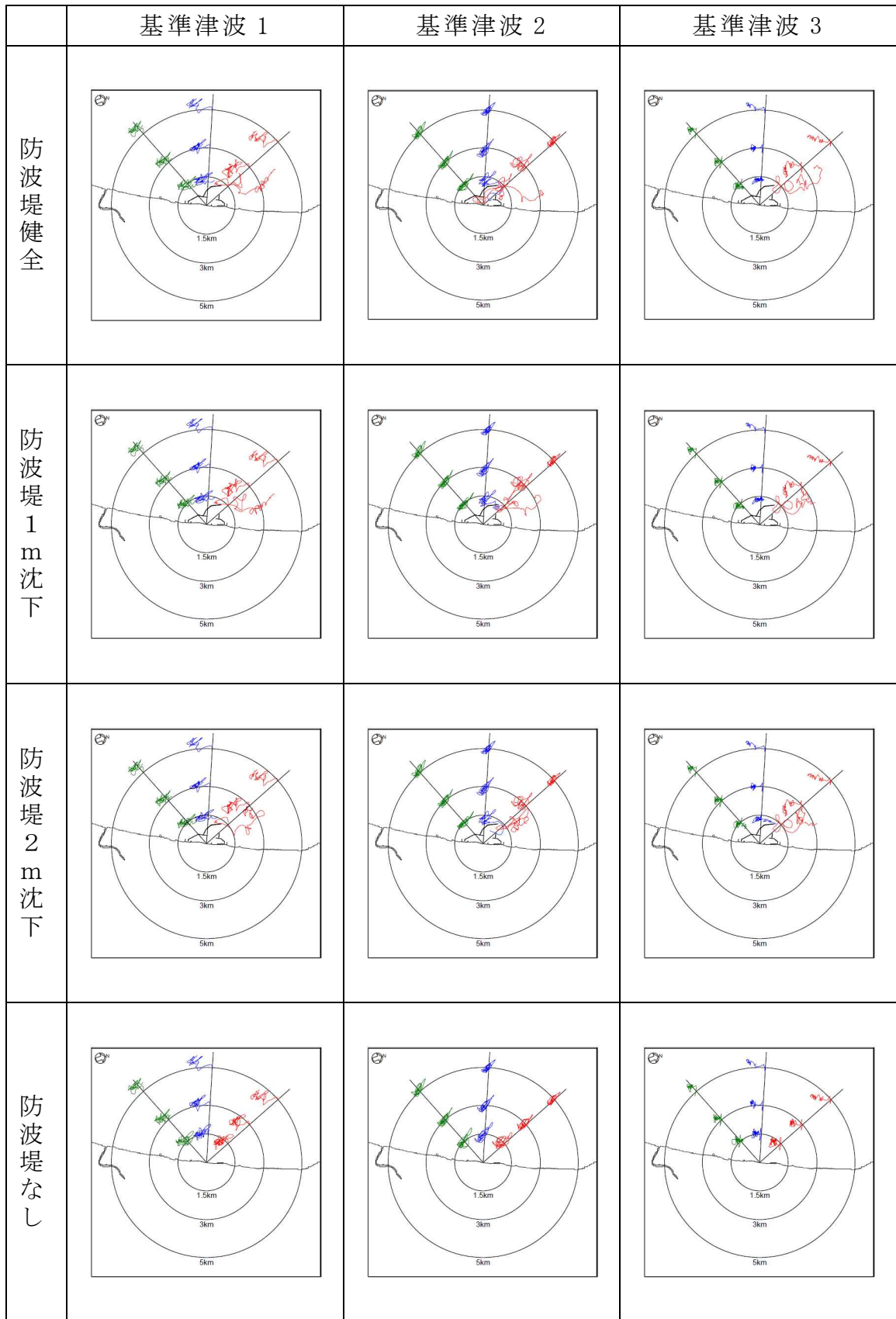
基準津波 2



基準津波 3

第 2.5-35 図 基準津波による航行不能船舶の軌跡

この結果、初期配置が P1.5C 及び P1.5R 以外のケースについては発電所の港湾内に侵入しないが、P1.5C 及び P1.5R のケースに該当するような港湾口のごく近傍で航行不能となる場合には港湾内に侵入する可能性が示された。なお、以上の評価については、津波の原因となる地震により防波堤が損傷する可能性を考慮し、防波堤が 1m 沈降した状況、2m 沈降した状況（及び参考として防波堤がないケース）を模擬した影響評価を行い、結論が変わるものではないことを確認している（第 2.5-36 図）。



第 2.5-36 図 防波堤の地震等による損傷を考慮した影響評価

発電所の港湾口近傍で航行不能となり港湾内に侵入する船舶については、仮に 6 号炉あるいは 7 号炉の取水口に接近するものがあった場合でも、その仕様（総トン数 5t 未満）が「分類 A（構内・海域）」における「③その他作業船」と同等であることから、その評価は、同船舶（「分類 A（構内・海域）」における「③その他作業船」）の評価に包含される。すなわち、取水口呑口の断面寸法と非常用海水冷却系に必要な取水路の通水量と船舶の寸法とから、その接近により取水口が閉塞し、非常用海水冷却系に必要な通水性が損なわれることはないものと考えられる。【結果Ⅲ】

以上より、漁船及びプレジャーボートは非常用海水冷却系に必要な 6 号及び 7 号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物にならないものと評価する。

②巡視船

巡視船については津波襲来時には退避可能と考えられることから、非常用海水冷却系に必要な 6 号及び 7 号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物にならないものと評価する。【結果Ⅰ】

第 2.5-12 表 漂流物調査結果（調査分類 C：構外・海域）

評価番号	分類	内容	状況	場所	数量	総トン数	結果
①	船舶	・漁船 ・プレジャーボート（小型動力船，手漕ぎボート）	停泊	荒浜漁港	約 30	5t 未満	Ⅱ
			航行	発電所周辺			Ⅱ，Ⅲ
②		・巡視船	航行/停泊	発電所周辺	1	約 3,000t	Ⅰ

分類D（構外・陸域）

調査範囲内には発電所の南側に集落として荒浜地区及び松波地区が、また北側に大湊地区、宮川地区及び椎谷地区があり、家屋や倉庫等の建築物、フェンスや電柱等の構築物、乗用車等の車両がある。また、他には6号及び7号炉の取水口の南方約2.5kmに研究施設があり、事務所等の建築物、タンクや貯槽等の構築物がある。これらについて、第2.5-16図に示したフローにより取水口及び取水路の通水性に与える影響評価を実施した。

なお、調査においては上記（具体的には第2.5-2表）に示すものの他に、浜辺に保管されたプレジャーボート類や植生も確認されたが、これらについては分類C（構外・海域）における船舶や分類B（構内・陸域）における植生に対する評価に包含されると考えられるため、記載を割愛した。

結果は第2.5-13表に示すとおりであり、設置方法や重量等により多くは海域に流出し漂流物化することはないと考えられるが、建屋の外装材等の軽量な（比重が小さい）ものの中に漂流物化するものがあった場合でも、設置位置を考慮すると、第2.5-9図に示した津波の流向及び第2.5-35図に示した基準津波下における航行不能船舶の挙動より、発電所に対する漂流物にはならないと考えられる。よって、発電所構外の陸域における施設・設備等は非常用海水冷却系に必要な6号及び7号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物にならないものと評価する。【結果Ⅰ，Ⅱ】

第2.5-13表 漂流物調査結果（調査分類D：構外・陸域）

場所	内容	状況	重量	結果
<ul style="list-style-type: none"> 荒浜地区（荒浜漁港） 松波地区 大湊地区 宮川地区 椎谷地区 	<ul style="list-style-type: none"> 家屋等建築物 フェンス、電柱等構築物 	設置	—	I, II
	<ul style="list-style-type: none"> 乗用車等車両 	駐車	—	I, II
<ul style="list-style-type: none"> 海洋生物環境研究所 	<ul style="list-style-type: none"> 事務所等建築物 タンク、貯槽等構築物 	設置	—	I, II
	<ul style="list-style-type: none"> 乗用車等車両 	駐車	—	I, II

以上に述べた6号及び7号炉の取水口付近の漂流物に対する通水性の確認結果をまとめると第2.5-14表となる。これより、基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備等について、非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を与えないことを確認した。

第 2.5-14 表 漂流物調査結果（まとめ）（1/3）

調査分類	調査範囲		評価番号	場所	分類・種類	内容・名称・構造等	数量	重量 (総トン数)	結果		海水貯留堰への波及的影響 (衝突)の可能性有無 ○(なし) / ×(あり)	
	発電所 構内・構外	海域・陸域										
A	発電所 構内	海域	①	・発電所港湾内 ・物揚場	船舶	燃料等輸送船	1	約5,000t (総トン数)	I	緊急退避可能、また緊急退避ができない場合も係留されている。船体強度を有する等より漂流物化しない。	○(なし)	
						浚渫船	1	約500t (総トン数)	I	錨泊しており、走錨する可能性はあるものの漂流物化することはない。	○(なし)	
			②	・発電所港湾内 ・港湾口 ・発電所港湾内 ・揚陸棧橋		土運船	2	約500t (総トン数)	I, II	到達の早い津波で漂流物化する可能性があるが、6号及び7号炉取水口に到達しない。	○(なし)	
						曳船	2	約100t (総トン数)	I	退避可能であり漂流物化しない。	○(なし)	
						揚錨船	2	約10t (総トン数)	I	退避可能であり漂流物化しない。	○(なし)	
			③	・発電所港湾内外 ・物揚場 ・揚陸棧橋 ・小型船棧橋		港湾設備保守点検作業船	~4程度	5t未満~約10t (総トン数)	III	漂流物化する可能性があるが、通水性に影響を与えない。	×(あり)	
						海洋環境監視調査作業船	~4程度	5t未満~約10t (総トン数)	III	漂流物化する可能性があるが、通水性に影響を与えない。	×(あり)	
						温排水水温調査作業船	~10程度	5t未満 (総トン数)	III	漂流物化する可能性があるが、通水性に影響を与えない。	×(あり)	
						温排水水況・水温調査作業船	~2程度	約5t~約20t (総トン数)	II	発電所に到達しない。	○(なし)	
						・発電所港湾外						
			④	・発電所港湾内		防波堤	本体(上部コンクリート)、巴型ブロック等	—	約10t~	II	津波により損傷する可能性はあるが、距離や重量から、6号及び7号炉取水口までに到達しない。	○(なし)
							捨石	—	約100kg~	III	距離があることから6号及び7号炉取水口まで到達する可能性は小さいが、仮に到達しても通水性に影響を与えない。	×(あり)
			B	陸域		大湊側護岸部	①	建屋	鉄筋コンクリート建屋	4	—	I, III
②	鉄骨造建屋	1			—				I	重量物であり、また建屋外装材は固縛されており漂流物化しない。	○(なし)	
④	機器類 (タンク以外)	スクリーン装置用門型クレーン(5号炉用)			1		—	I	重量物であり漂流物化しない。	○(なし)		
		スクリーン装置用門型クレーン(6号及び7号炉用)			1		—					
		電気・制御盤			多数		—					
		避雷鉄塔			1		—					
⑤	車両	海水放射能モニタ(5号~7号炉用)			1/炉		—	—	※「(b)取水スクリーンの破損による通水性への影響」で説明	○(なし)		
		除塵装置(5号~7号炉用)			一式/炉		—				退避可能であり漂流物化しない。	○(なし)
⑥	資機材	スクリーン本体・予備機、スクリーン点検用架台、角落とし・角ホルダー、クレーン点検用荷重等、仮設電源・動力・分電盤等			—		—	I	重量物であり漂流物化しない。	○(なし)		
		仮設ハウス、工具収納棚、単管パイプ、足場板等			—		—	III	漂流物化する可能性があるが、通水性に影響を与えない。	×(あり)		
⑦	その他一般構築物、植生	マンホール、グレーチング、チェッカープレート、外灯、フェンス、コンクリート蓋等	多数	—	I	重量物であり漂流物化しない。	○(なし)					
		監視カメラ、拡声器、標識等	多数	—	III	漂流物化する可能性があるが、通水性に影響を与えない。	×(あり)					
		樹木(流木等)	—	—	II	漂流物化する可能性があるが、6号及び7号炉取水口に到達しない。	○(なし)					

第 2.5-14 表 漂流物調査結果（まとめ）（2/3）

調査 分類	調査範囲		評価 番号	場所	分類・種類	内容・名称・構造等	数量	重量 (総トン数)	結果		海水貯留堰への波及的影響 (衝突)の可能性有無 ○(なし) / ×(あり)
	発電所 構内・構外	海域・陸域									
B	発電所 構内	陸域	①	荒浜側護岸部 (物揚場を含む)	建屋	鉄筋コンクリート建屋	8	—	I	重量物であり漂流物化しない。	○(なし)
			②			補強コンクリートブロック建屋	1	—	I	重量物であり漂流物化しない。	○(なし)
			③			鉄骨造建屋	4	—			
			④		機器類(タンク)	No.1重油貯蔵タンク	1	—	—	※撤去する	—
						No.2重油貯蔵タンク	1	—	—	※撤去する	—
					機器類(タンク以外)	スクリーン装置用門型クレーン(1号及び2号炉用)	1	—	I	重量物であり漂流物化しない。	
						スクリーン装置用門型クレーン(3号及び4号炉用)	1	—			
						物揚場(岸壁)150tデリッククレーン	1	—			
						電気・制御盤	多数	—			
						避雷鉄塔	1	—			
			⑥	車両	車両	—	—	II	漂流物化する可能性があるが、6号及び7号炉取水口に到達しない。	○(なし)	
			⑤	資機材	スクリーン本体・予備機、スクリーン点検用架台、角落とし、角ホルダー、クレーン点検用荷重等、仮設電源・動力・分電盤等	—	—	I	重量物であり漂流物化しない。	○(なし)	
					仮設ハウス、工具収納棚、単管パイプ、足場板等	—	—	II, III	漂流物化する可能性があり、その一部が6号及び7号炉取水口に到達する可能性があるが、通水性に影響を与えない。	×(あり)	
			⑦	その他一般構築物、植生	マンホール、グレーチング、チェッカープレート、外灯、フェンス、コンクリート蓋等	多数	—	I	重量物であり漂流物化しない。	○(なし)	
					監視カメラ、拡声器、標識等	多数	—	II, III	漂流物化する可能性があり、その一部が6号及び7号炉取水口に到達する可能性があるが、通水性に影響を与えない。	×(あり)	
					樹木(流木等)	—	—	II	漂流物化する可能性があるが、6号及び7号炉取水口に到達しない。	○(なし)	
			①	荒浜側防潮堤内敷地	建屋	鉄筋コンクリート建屋	19	—	I	重量物であり漂流物化しない。	○(なし)
			①,②			鉄骨造建屋・鉄筋コンクリート建屋	1	—	I	重量物であり漂流物化しない。	○(なし)
			②			鉄骨造建屋	16	—	I	重量物であり漂流物化しない。	○(なし)
			③		機器類(タンク)	SPHサージタンク	1	—	I, II	漂流物化する可能性があるが、6号及び7号炉取水口に到達しない。	
						NSD収集処理装置(1号~4号炉用)	4	—			
						軽油タンク	8	—			
						窒素ガス供給装置	1	—			
						泡消火設備	4	—			
						液化酸素タンク	1	—			
			④		機器類 (タンク以外)	所内ボイラー排気筒	1	—	I	重量物であり漂流物化しない。	
				変圧器		多数	—				
				テラ設備		多数	—				
				電気・制御盤		多数	—				
				計測機器		多数	—				
⑤	車両	車両	—	—	II	漂流物化する可能性があるが、6号及び7号炉取水口に到達しない。	○(なし)				
⑥	資機材	角落とし・角ホルダー、仮設電源・動力・分電盤、バックホー等	—	—	I	重量物であり漂流物化しない。	○(なし)				
		仮設ハウス、工具収納棚、単管パイプ、足場板、サイロ、コンプレッサー等	—	—	II	漂流物化する可能性があるが、6号及び7号炉取水口に到達しない。	○(なし)				
⑦	その他一般構築物、植生	マンホール、グレーチング、チェッカープレート、外灯、フェンス、コンクリート蓋等	多数	—	I	重量物であり漂流物化しない。	○(なし)				
		監視カメラ、拡声器、標識等	多数	—	II	漂流物化する可能性があるが、6号及び7号炉取水口に到達しない。	○(なし)				
			樹木(流木等)	—	—	II	漂流物化する可能性があるが、6号及び7号炉取水口に到達しない。	○(なし)			

第 2.5-14 表 漂流物調査結果（まとめ）（3/3）

調査 分類	調査範囲		評価 番号	場所	分類・種類	内容・名称・構造等	数量	重量 (総トン数)	結果		海水貯留堰への波及的影響 (衝突)の可能性有無 ○(なし) / ×(あり)
	発電所 構内・構外	海域・陸域									
C		海域	①	・荒浜漁港 ・発電所周辺	船舶	停泊中、または、航行中の以下の船舶 ・漁船 ・プレジャーボート(小型動力船、手漕ぎボート)	約30	5t未満 (総トン数)	II	漂流物化する可能性があるが、6号及び7号炉取水口に到達しない。	○(なし)
				・発電所周辺		発電所近傍で航行不能となった以下の船舶 ・漁船 ・プレジャーボート(小型動力船、手漕ぎボート)			II, III	漂流物化する可能性があるが、通水性に影響を与えない。	×(あり)
			②	・発電所周辺		・巡視船	1	約3,000t (総トン数)	I	退避可能であり漂流物化しない。	○(なし)
D	発電所 構外	陸域	-	・荒浜地区(荒浜漁港) ・松波地区 ・大湊地区 ・宮川地区 ・椎谷地区	・家屋等建築物 ・フェンス、電柱等構築物	-	-	I, II	重量物であり漂流物化しない。漂流物化しても発電所に到達しない。	○(なし)	
					・乗用車等車両	-	-	I, II			
				・海洋生物環境研究所	・事務所等建築物 ・タンク、貯槽等構築物	-	-	I, II			
					・乗用車等車両	-	-	I, II			

なお、漂流物による影響としては前述のとおり他に「津波防護施設、浸水防止設備に衝突することによる影響（波及的影響）」があり、6号及び7号炉における同影響を考慮すべき津波防護施設及び浸水防止設備としては、基準津波が到達する範囲内に設置される海水貯留堰が挙げられる。

この海水貯留堰に対して衝突による影響評価を行う対象漂流物及びその衝突速度は、本項における「取水口及び取水路の通水性に与える影響」の評価プロセスを踏まえ、それぞれ次のとおり設定する。第2.5-14表には、この設定結果も合わせて示している。

- 対象漂流物

影響評価のプロセスにおいて、6号及び7号炉の取水口に到達し得るとされたものを対象とし、この中で最も重量の大きい総トン数10tの船舶を代表とする。

- 衝突速度

海水貯留堰の設置位置における津波流速に基づき6m/sとする（添付資料25）。

(b) 取水スクリーンの破損による通水性への影響

海水中の塵芥を除去するために設置されている除塵装置(固定式バースクリーン、バー回転式スクリーン及びトラベリングスクリーン)については、異物の混入を防止する効果が期待できるが、津波時に破損して、それ自体が漂流物となる可能性がある。この場合には、破損・分離し漂流物化した構成部材等が取水路を閉塞させることにより、取水路の通水性に影響を与えることが考えられるため、その可能性について確認を行った。また、除塵装置については他に、低耐震クラス(Cクラス)設備であることから津波の原因となる地震による破損の可能性、また津波に伴う漂流物の衝突による破損の可能性が考えられることから、これらの影響についても合わせて考察を行った。

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

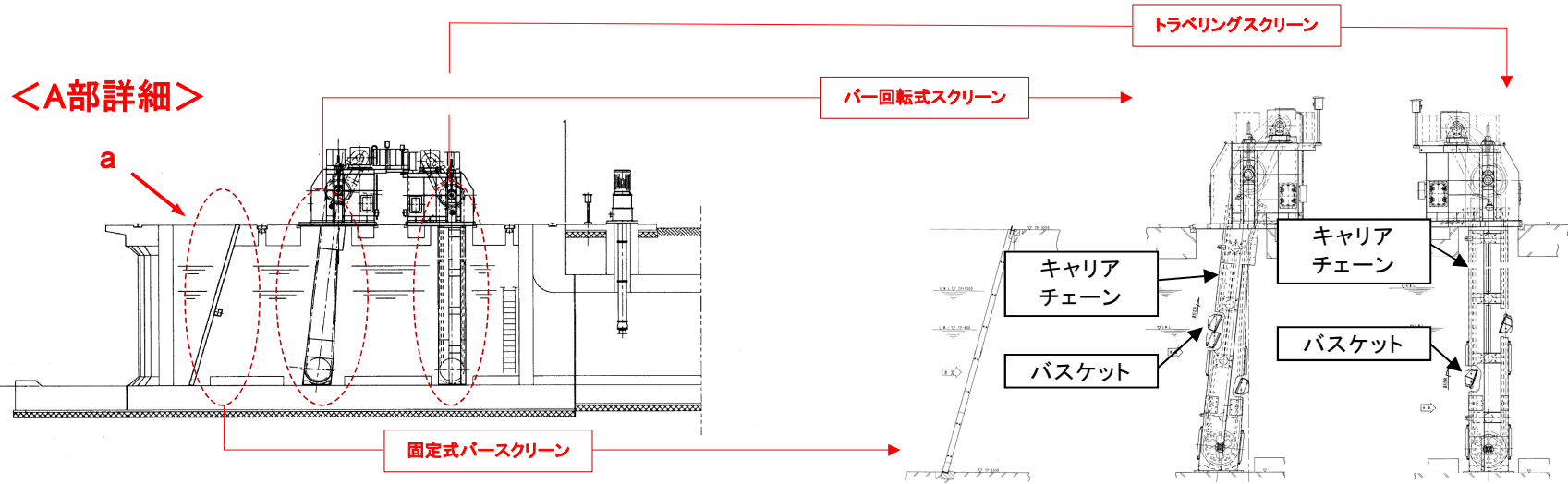
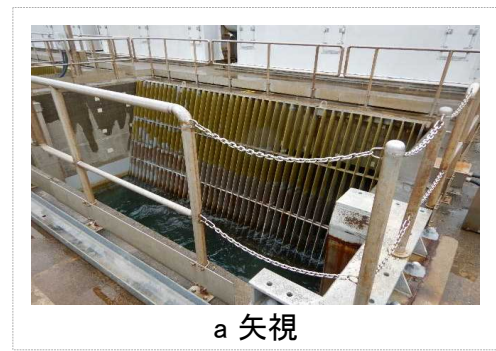
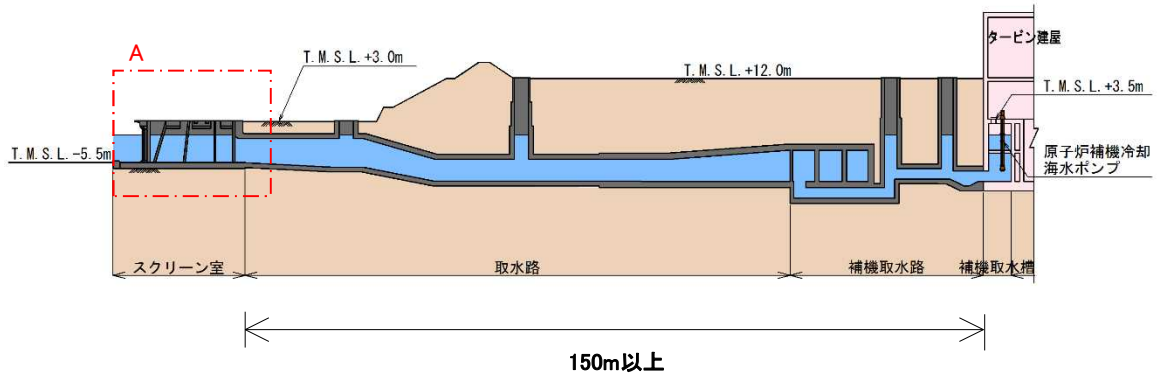
i. 津波による破損に対する評価

確認方法

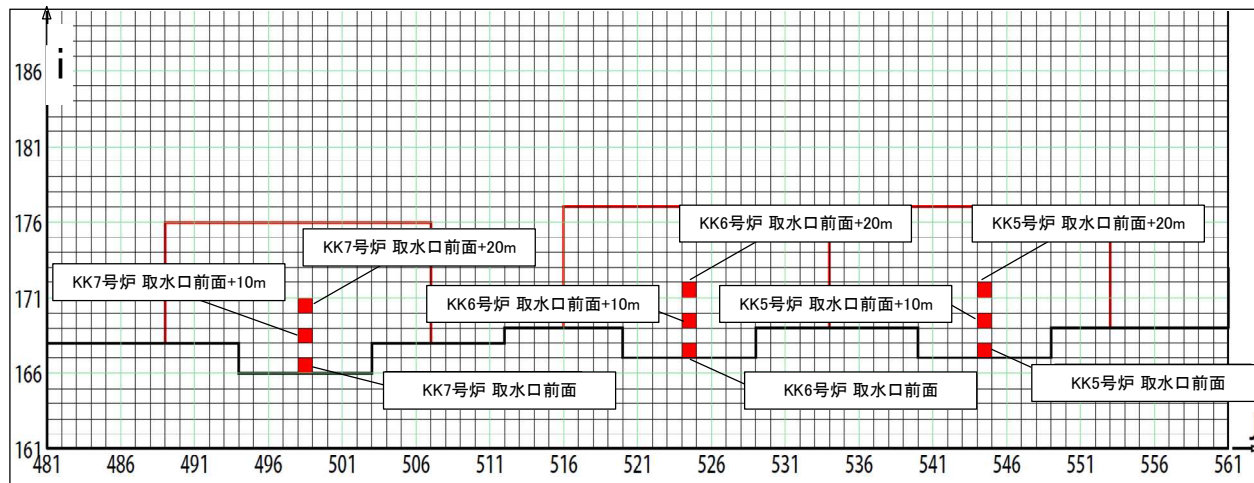
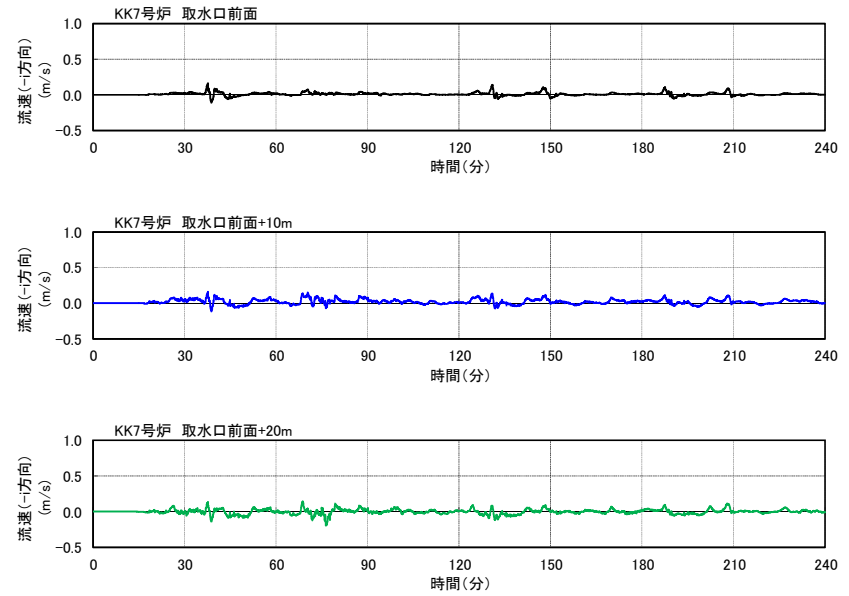
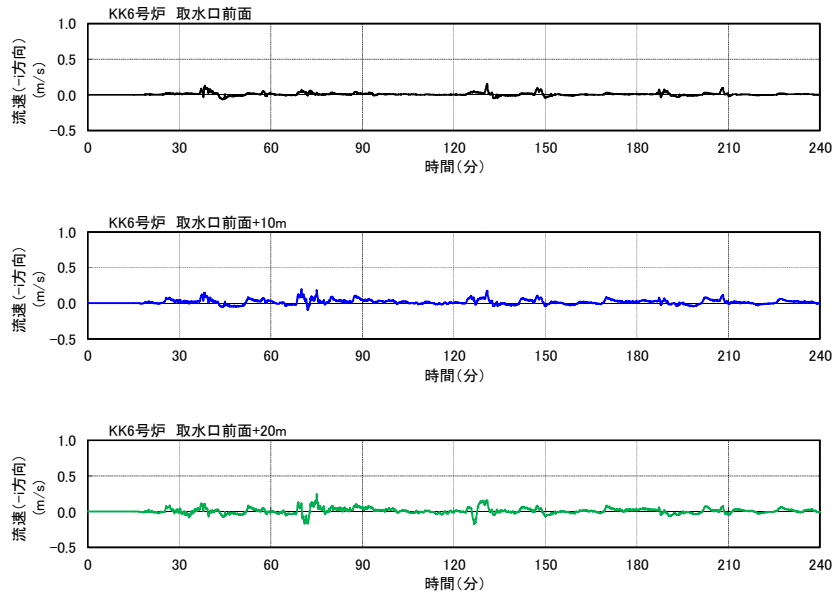
除塵装置の概要は第 2.5-37 図に示すとおりであり、バー回転式スクリーン及びトラベリングスクリーンはいずれも多数のバスケットがキャリアチェーンにより接合される構造となっている。このため、入力津波の流速により生じるスクリーン部の水位差(損失水頭)により、キャリアチェーン及びバスケットが破損し、バスケットが分離して漂流物化する可能性について確認する。

確認条件(津波流速)は、第 2.5-38 図に示すとおり基準津波の遡上解析により算出した、6号及び7号炉の海水貯留堰内(取水口前面)流速の評価結果を踏まえ、0.5m/sとする。

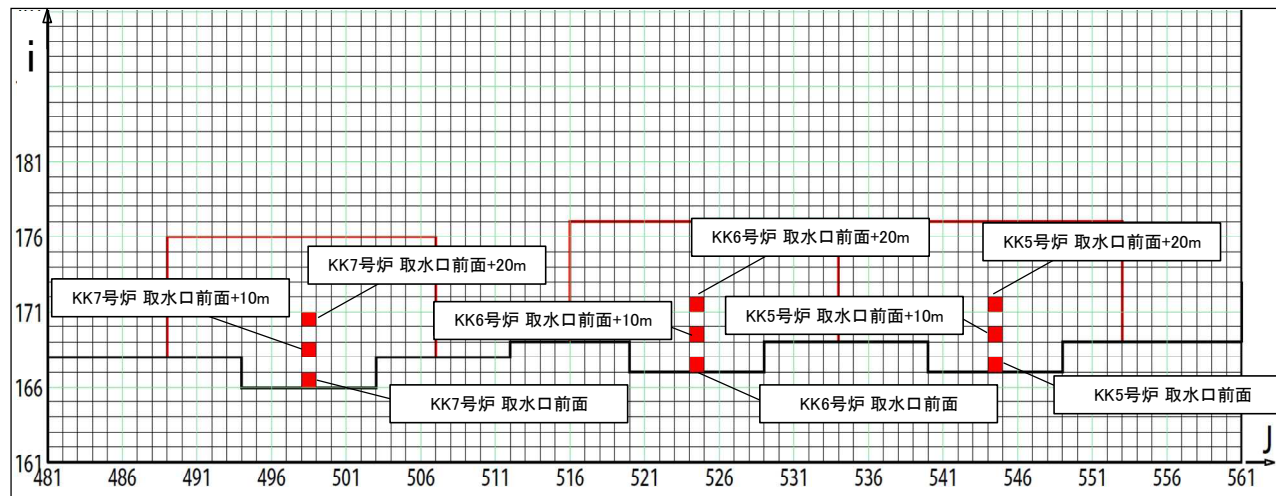
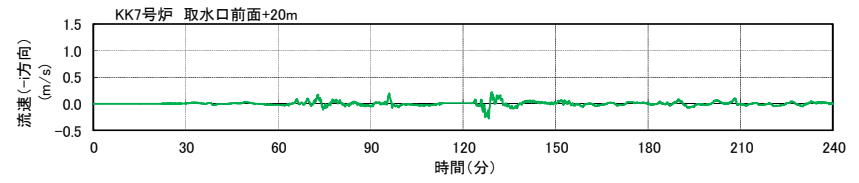
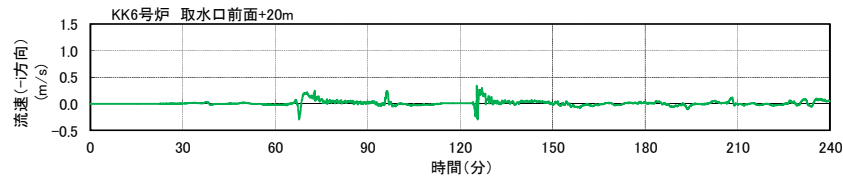
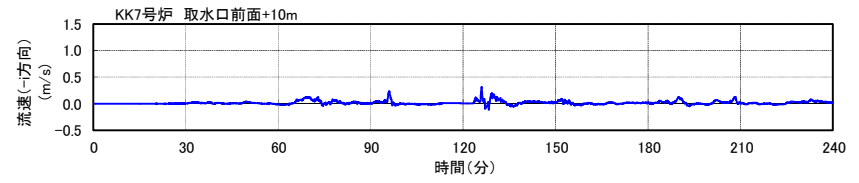
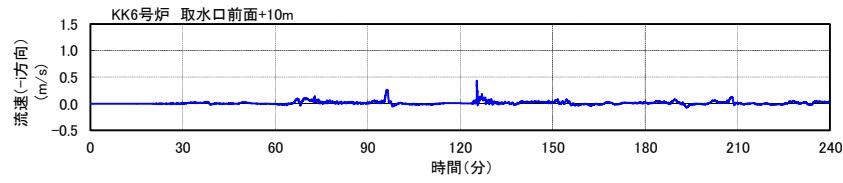
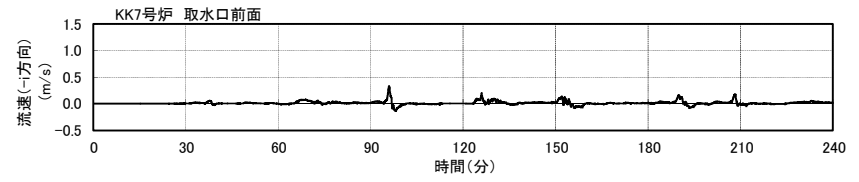
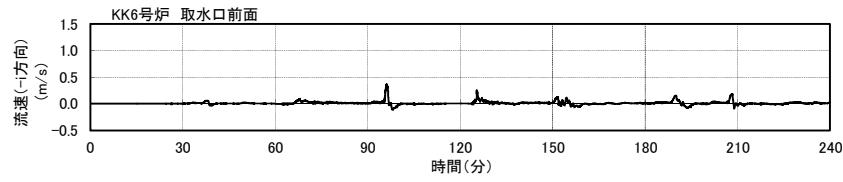
なお、固定式バースクリーンは鋼材を溶接接合した構造となっており、仮に津波により変形するようなことがあっても個々の鋼材が分離し漂流物化する可能性はないと考えられるため、評価の対象は上記の二種類のスクリーンとした(第 2.5-37 図 a 部)。



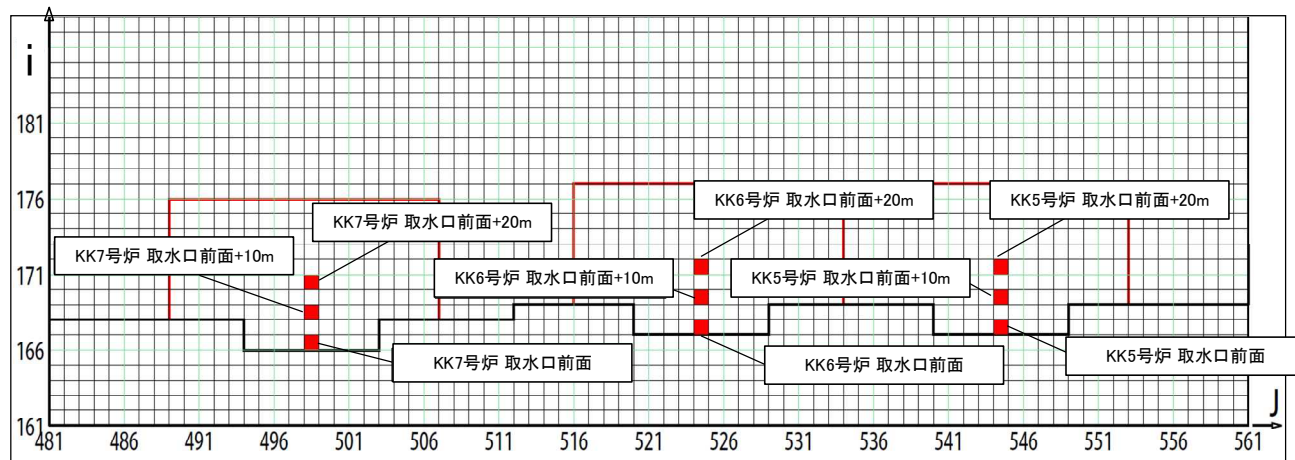
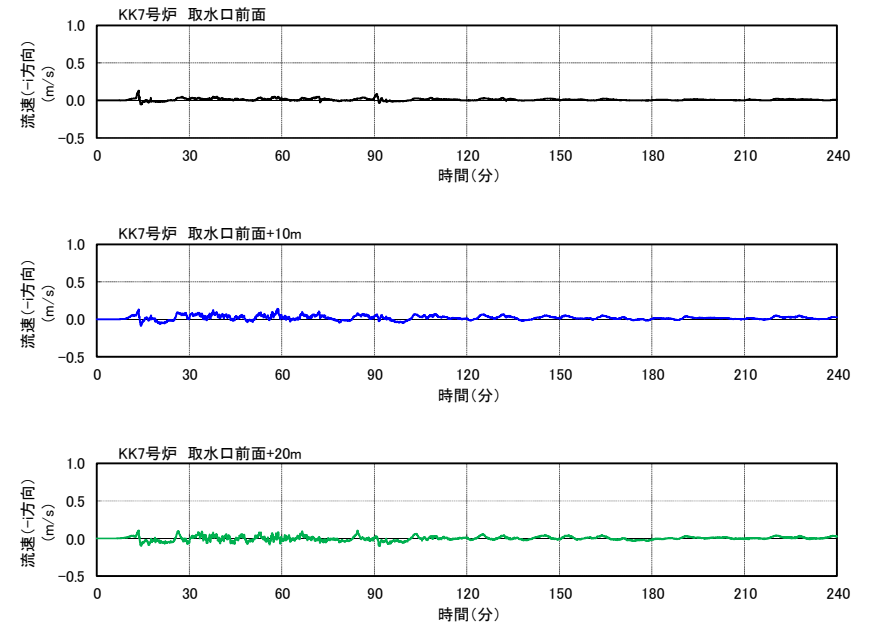
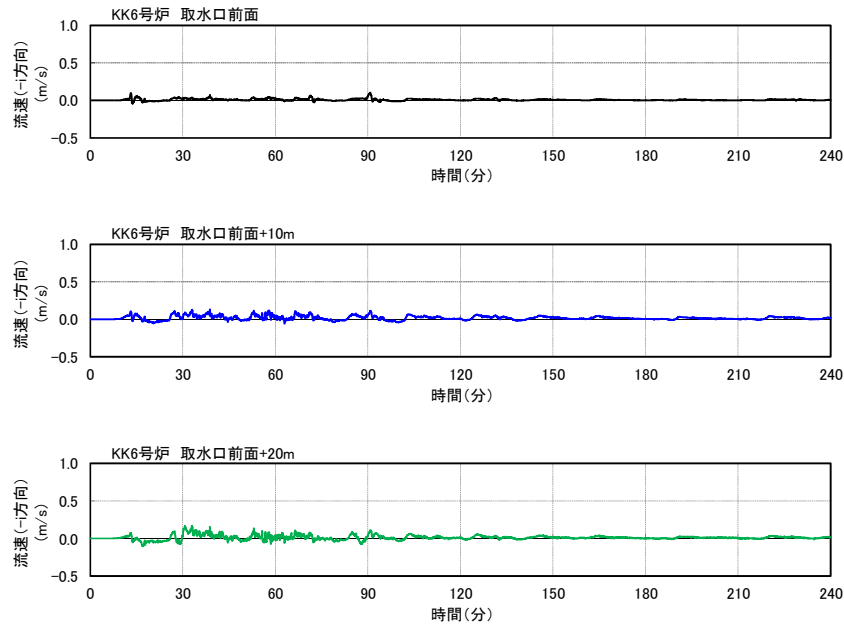
第 2.5-37 図 除塵装置の概要



第 2.5-38-1 図 除塵装置部津波流速 (基準津波 1)



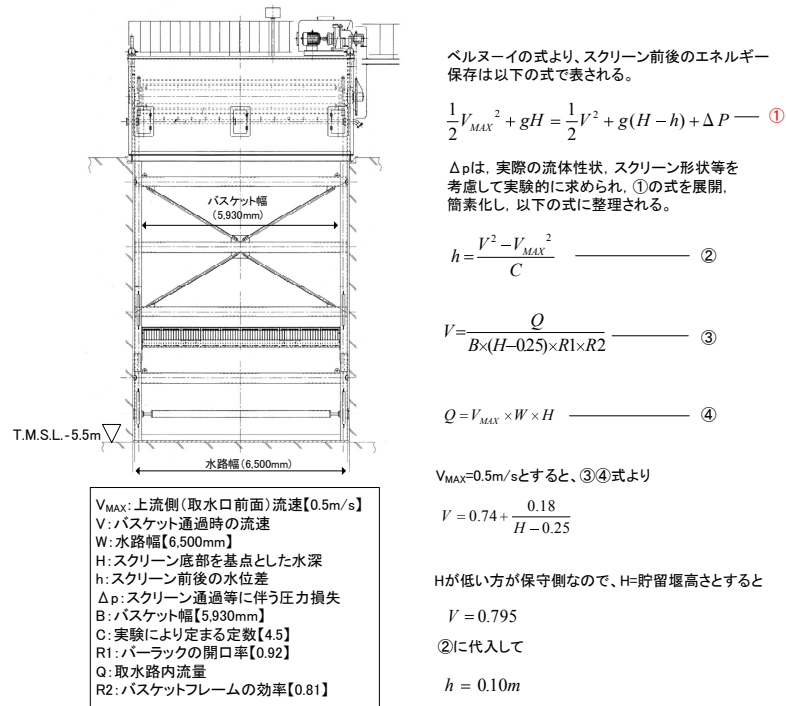
第 2.5-38-2 図 除塵装置部津波流速 (基準津波 2)



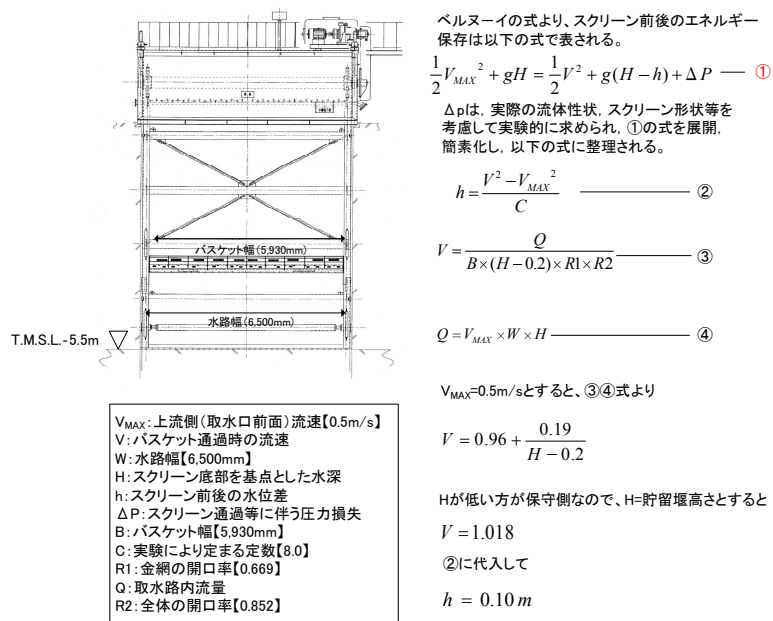
第 2.5-38-3 図 除塵装置部津波流速 (基準津波 3)

確認結果

津波流速によって生じるバー回転式スクリーン及びトラベリングスクリーン部の水位差（損失水頭）をそれぞれ第 2.5-39 図のとおり算出した。



バー回転式スクリーン



トラベリングスクリーン

第 2.5-39 図 津波流速により生じるスクリーン部水位差

これを各部材の設計水位差と比較して示すと第 2.5-15 表に示すとおりとなる。

これより、いずれの設備においても確認条件の津波流速 0.5m/s により発生する水位差は設計水位差内であることから、津波により設備が破損し漂流物化することではなく、取水性に影響を及ぼすものでないことを確認した。

第 2.5-15 表 除塵装置の強度確認結果

設備	部材	設計水位差	流速 0.5m/s 時の水位差	(参考) 設計水位差における 発生値/許容値
バー回転式 スクリーン	バスケット	2.0m	0.10m	147 N/mm ² /240 N/mm ² (発生応力/許容応力)
	キャリア チェーン	1.5m		98.4 kN/588 kN (張力/破壊強度)
トラベリング スクリーン	バスケット	2.0m	0.10m	157 N/mm ² /240 N/mm ² (発生応力/許容応力)
	キャリア チェーン	1.5m		94.7 kN/588 kN (張力/破壊強度)

ii. 地震、漂流物による破損に対する評価

除塵装置は低耐震クラス（C クラス）であることから津波の原因となる地震に対して健全性は保証されておらず、また、前項で示したとおり津波時には除塵装置部に総トン数 10t 程度の船舶が漂流物として到達する可能性があるが、この衝突に対しても健全性が保障されているものではない。しかしながら、地震あるいは漂流物の衝突により除塵装置が破損し、変形あるいは分離・脱落し取水路内で堆積した場合でも、除塵装置は本来、通水を前提とした設備であり、主たる構成要素であるバスケットが隙間の多い構造であることから、取水路を閉塞させることはないものと考えられる。

したがって、前項で述べた取水口呑口の断面寸法と非常用海水冷却系に必要な取水路の通水量を考慮すると、除塵装置の変形や分離による堆積により非常用海水冷却系に必要な通水性が損なわれることはないものと考えられる。

また、分離・脱落した構成部材が非常用海水冷却系のポンプ等の機

器に影響を与える可能性については、6号及び7号炉では第2.5-37図に示したとおり除塵装置と補機取水槽との間に約150mの距離があることから、構成部材は補機取水槽に到達する前に沈降し、ポンプ等の機器に影響を与えることはないものと考えられる。

2.6 津波監視

【規制基準における要求事項等】

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

【検討方針】

敷地への津波の繰り返しの襲来及び、発電所特有の津波挙動を把握し、津波防護施設及び浸水防止設備の機能を確実に確保するため、津波監視設備として、津波監視カメラ及び取水槽水位計を設置する。

【検討結果】

津波監視設備として次の設備を設置する。

- 津波監視カメラ
- 取水槽水位計

津波監視カメラは 7 号炉原子炉建屋屋上に設置された主排気筒の T. M. S. L. +76m の位置に設置し、水平 360°、垂直 ±90° の旋回が可能な設備とすることで、津波の襲来及び津波挙動の察知と、その影響の俯瞰的な把握を可能とする。また、赤外線撮像機能を有したカメラを用い、かつ中央制御室から監視可能な設備とすることで、昼夜を問わない継続した監視を可能とする。

また、取水槽水位計は 6 号及び 7 号炉の補機取水槽に設置し、水位上昇側及び下降側の入力津波高さを考慮して、第 2.6-1 表のとおり測定範囲を設定する。

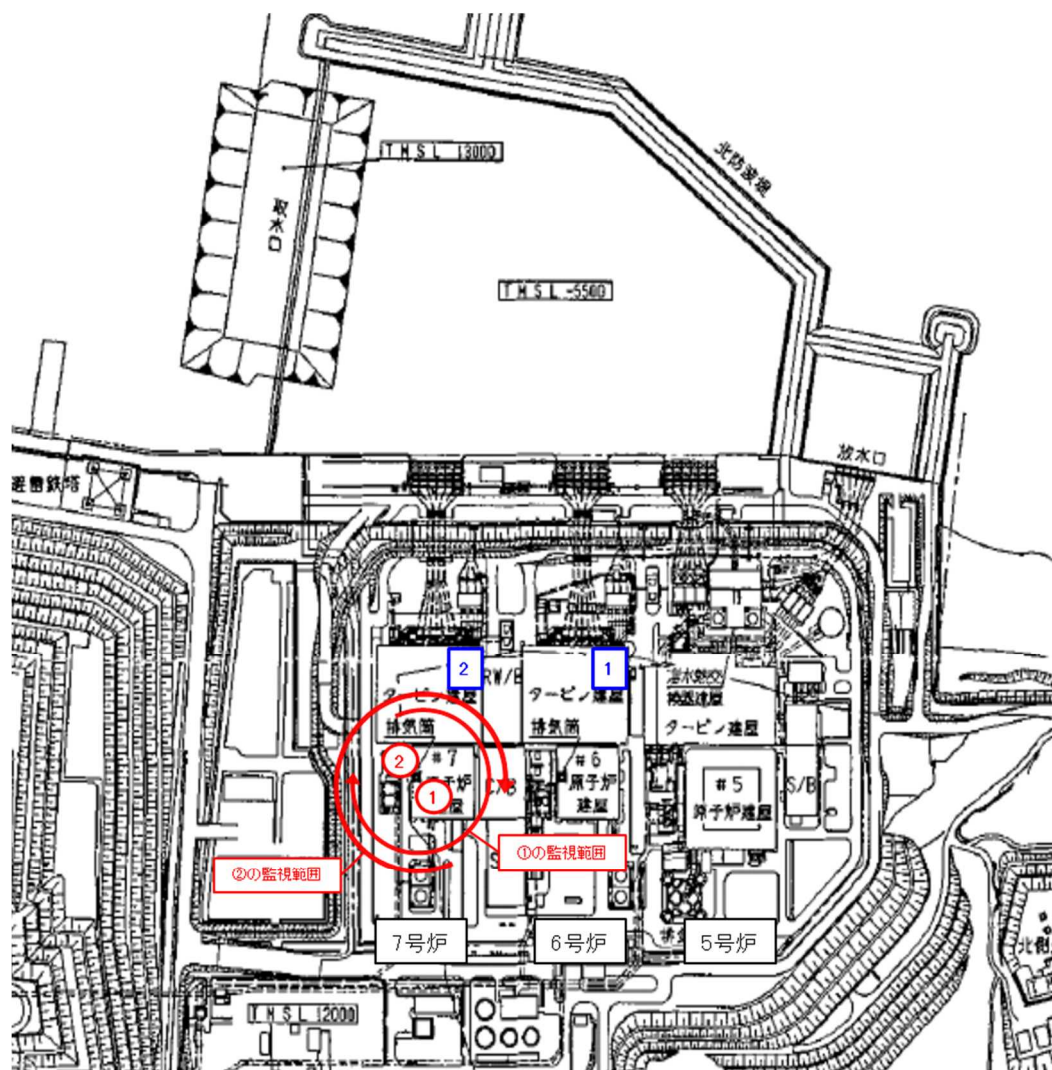
以上の津波監視設備の設置の概要を第 2.6-1 図に示す。

なお、津波監視設備を用いた津波監視に関する考え方を添付資料 26 に示す。

第 2.6-1 表 入力津波高さ と 取水槽水位計の測定範囲

	6号炉		7号炉	
	取水口	取水槽	取水口	取水槽
入力津波高さ (水位上昇側) T. M. S. L. (m)	+7.5	+8.4	+7.2	+8.3
入力津波高さ (水位下降側) T. M. S. L. (m)	-3.5 ^{*1}	-4.0	-3.5 ^{*1}	-4.3
測定範囲 T. M. S. L. (m)	-6.5 ~ +9.0		-5.0 ~ +9.0	

※1：海水貯留堰の天端標高により定まる



①②: 津波監視カメラ
 設置位置: 7号炉主排気筒T.M.S.L.+76m
 視野角: 水平360°, 垂直±90° (主排気筒による死角を除く)
 (※) 図中矢印は各カメラの監視範囲を示す

1: 6号炉取水槽水位計
 設置位置: 6号炉補機取水槽
 測定範囲: T.M.S.L.-6.5m ~ T.M.S.L.+9.0m

2: 7号炉取水槽水位計
 設置位置: 7号炉補機取水槽
 測定範囲: T.M.S.L.-5.0m ~ T.M.S.L.+9.0m

第 2.6-1 図 津波監視設備の設置概要

3. 重大事故等対処施設の津波防護方針

3.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針

【規制基準における要求事項等】

敷地の特性に応じた津波防護の基本方針が敷地及び敷地周辺全体図、施設配置図等により明示されていること。

津波防護施設，浸水防止設備，津波監視設備等として設置されるものの概要が網羅かつ明示されていること。

【検討方針】

敷地の特性（敷地の地形，敷地周辺の津波の遡上，浸水状況等）に応じた津波防護の基本方針を，敷地及び敷地周辺全体図，施設配置図等により明示する。また，敷地の特性に応じた津波防護（津波防護施設，浸水防止設備，津波監視設備等）の概要（外郭防護の位置及び浸水想定範囲の設定，並びに内郭防護の位置及び浸水防護重点化範囲の設定等）について整理する。

【検討結果】

(1) 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針

敷地の特性に応じた津波防護の基本方針は以下のとおりとする。

a. 敷地への浸水防止（外郭防護 1）

重大事故等対処施設の津波防護対象設備（海水と接した状態で機能する非常用取水設備を除く。下記 c. において同じ。）を内包する建屋及び区画の設置された敷地において，基準津波による遡上波を地上部から到達又は流入させない設計とする。

また，取水路及び放水路等の経路から流入させない設計とする。

b. 漏水による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（外郭防護 2）

取水・放水施設及び地下部等において，漏水する可能性を考慮の上，漏水による浸水範囲を限定して，重大事故等に対処するために必要な機能への影響を防止できる設計とする。

c. 重大事故等に対処するために必要な機能を有する施設の隔離（内郭防護）

上記の二方針のほか，重大事故等対処施設の津波防護対象設備については，浸水防護をすることにより津波による影響等から隔離可能な設計とする。

d. 水位変動に伴う取水性低下による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止

水位変動に伴う取水性低下による重大事故等に対処するために必要な機能への影響を防止できる設計とする。

e. 津波監視

敷地への津波の繰り返しの襲来を察知し、その影響を俯瞰的に把握できる津波監視設備を設置する。

(2) 敷地の特性に応じた津波防護の概要

柏崎刈羽原子力発電所の基準津波の遡上波による敷地及び敷地周辺の最高水位分布及び最大浸水深分布はそれぞれ第 1.3-1 図に示したとおりである。一方、6 号及び 7 号炉の重大事故等対処施設の津波防護対象設備は「1.1 津波防護対象の選定」に示したとおりであり、これらを内包する建屋及び区画は、その設置場所・高さにより大きく次の二つに分類できる。

分類Ⅰ：大湊側敷地（T.M.S.L. +12m）に設置される建屋・区画

分類Ⅱ：大湊側敷地よりも高所に設置される建屋・区画

また、分類Ⅰの建屋・区画については、「2. 設計基準対象施設の津波防護方針」で示した設計基準対象施設の津波防護対象設備の浸水防護重点化範囲との関係により、さらに次の二つに分類できる。

分類Ⅰ-A：

設計基準対象施設の津波防護対象設備の浸水防護重点化範囲内

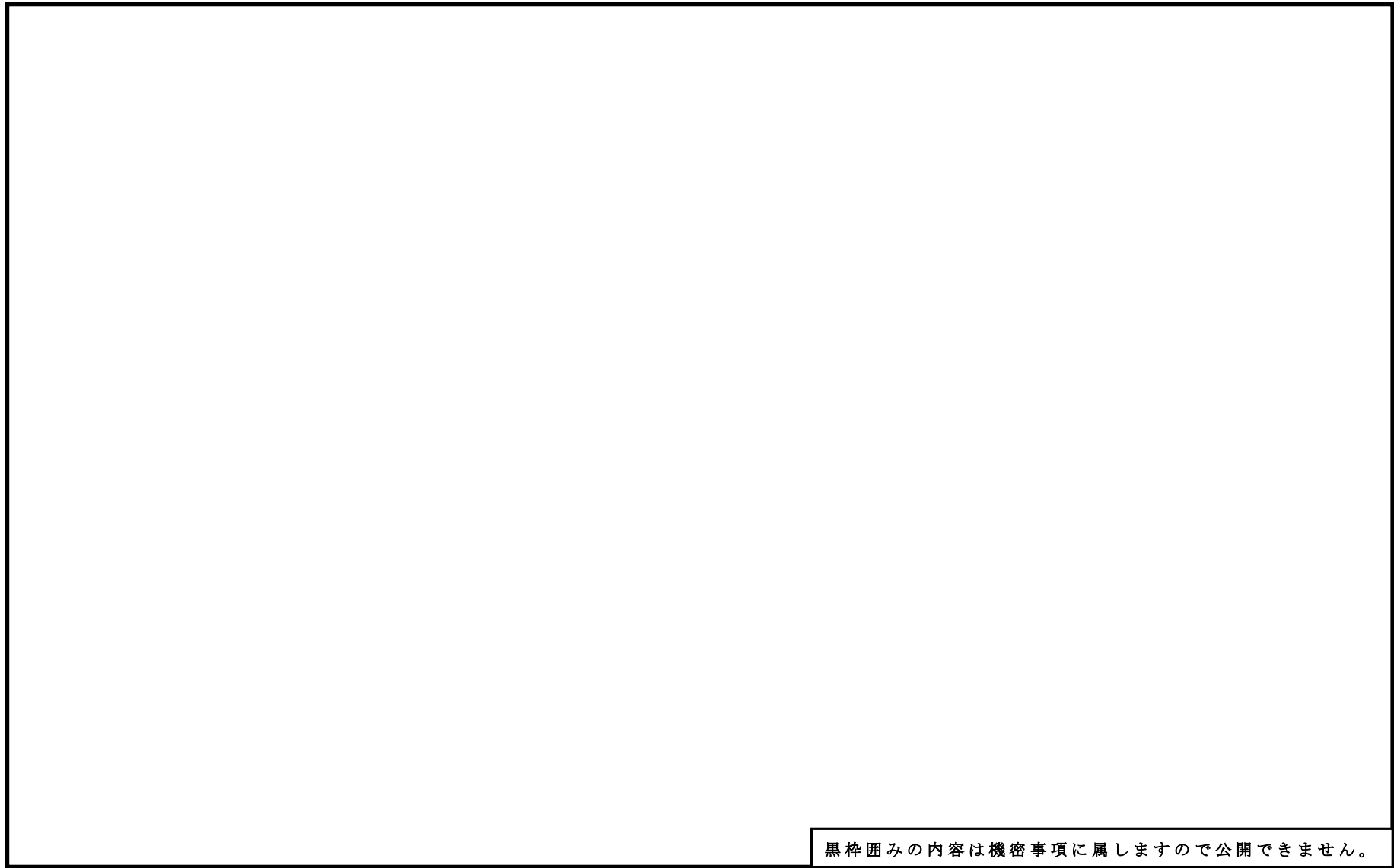
分類Ⅰ-B：

設計基準対象施設の津波防護対象設備の浸水防護重点化範囲外

以上の分類について具体的に整理して示すと第 3.1-1 表に、また、これを図示すると第 3.1-1 図となる。

第 3.1-1 表 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・区画の分類

分類		該当する建屋・区画	敷設等される重大事故等対処施設の津波防護対象設備	
I	大湊側敷地 (T.M.S.L. + 12m) に設置される 建屋・区画	A 設計基準対象施設の津波 防護対象設備の浸水防護 重点化範囲内	1) 原子炉建屋 2) タービン建屋 3) コントロール建屋 4) 廃棄物処理建屋 5) 燃料設備の一部（軽油タンク，燃料移送 ポンプ）を敷設する区画	● 添付資料 1 参照
		B 設計基準対象施設の津波 防護対象設備の浸水防護 重点化範囲外	1) 格納容器圧力逃がし装置を敷設する区画	● 格納容器圧力逃がし装置
			2) 常設代替交流電源設備を敷設する区画	● 常設代替交流電源設備
			3) 5号炉原子炉建屋（緊急時対策所を設定 する区画）（T.M.S.L. + 27.8m）	● 5号炉原子炉建屋内緊急時 対策所
			4) 5号炉東側保管場所	● 5号炉原子炉建屋内緊急時 対策所用可搬型電源設備 （可搬型重大事故等対処設備）
5) 5号炉東側第二保管場所	● 可搬型重大事故等対処設備 （添付資料 1 参照）			
II	大湊側敷地よりも高所に設置される建屋・区画	1) 大湊側高台保管場所（T.M.S.L. + 35m） 2) 荒浜側高台保管場所（T.M.S.L. + 37m）	● 可搬型重大事故等対処設備 （添付資料 1 参照）	



第 3.1-1 図 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・区画

以上を踏まえ、前項で示した基本方針に基づき構築した重大事故等対処施設の敷地の特性に応じた津波防護の概要を、第 3.1-1 表に示した内包する建屋・区画の分類ごとに以下に示す。また、重大事故等対処施設の津波防護の概要図を第 3.1-2 図に、設置した各津波防護対策の設備分類と目的を第 3.1-2 表に示す。

a. 敷地への浸水防止（外郭防護 1）

分類Ⅰの建屋・区画に内包される設備に対する外郭防護 1 は、「2. 設計基準対象施設の津波防護方針」で示した設計基準対象施設の津波防護対象設備に対する防護と同様の方針を適用する。また、分類Ⅱの建屋・区画に内包される設備に対する外郭防護 1 は、分類Ⅱの建屋・区画が「浸水を防止する敷地」内に設置されるため、分類Ⅰの建屋・区画に内包される設備に対する方法に包含される。

以上の詳細は「3.2 敷地への浸水防止（外郭防護 1）」において示す。

b. 漏水による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（外郭防護 2）

分類Ⅰ-A の建屋・区画に内包される設備に対する外郭防護 2 は、「2. 設計基準対象施設の津波防護方針」で示した設計基準対象施設の津波防護対象設備に対する防護と同様の方針を適用する。

また、分類Ⅰ-B 及び分類Ⅱの建屋・区画に内包される設備については、海域との境界から距離があり、漏水による重大事故等に対処するために必要な機能への影響はないと考えられることから、これらに対する外郭防護（外郭防護 2）の設置は要しない。

以上の詳細は「3.3 漏水による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止（外郭防護 2）」において示す。

c. 重大事故等に対処するために必要な機能を有する施設の隔離（内郭防護）

分類Ⅰ-A の建屋・区画に内包される設備に対する内郭防護は、「2. 設計基準対象施設の津波防護方針」で示した設計基準対象施設の津波防護対象設備に対する防護と同様の方針を適用する。

分類Ⅰ-B の建屋・区画に内包される設備は、これらを内包する建屋・区画を浸水防護重点化範囲として設定するが、保守的に想定した溢水のうち、建屋内外の海水系機器の地震・津波による損傷等の際に生じる溢水は、いずれも分類Ⅰ-B の建屋・区画の設置高さに到達しないため、浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策（内郭防護）

は要しない。一方、屋外タンク等の地震による損傷等の際に生じる溢水に対する内郭防護は、「2. 設計基準対象施設の津波防護方針」で示した設計基準対象施設の津波防護対象設備のうち、屋外に敷設される設備に対する防護と同様の方針を適用する。

また、分類Ⅱの建屋・区画に内包される設備については、これらを内包する建屋・区画として「大湊側高台保管場所」、「荒浜側高台保管場所」を浸水防護重点化範囲として設定するが、「大湊側高台保管場所」、「荒浜側高台保管場所」を設置する敷地については、高所のため津波が到達せず、かつ周囲に溢水源が存在しないことから、浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策（内郭防護）は要しない。

以上の詳細は「3.4 重大事故等に対処するために必要な機能を有する施設の隔離（内郭防護）」において示す。

d. 水位変動に伴う取水性低下による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止

海水の取水を目的とした常設の重大事故等対処設備としては原子炉補機冷却海水ポンプがあるが、これは設計基準対象施設の非常用海水冷却系と同一の設備であることから、重大事故等に対処するために必要な機能への影響の防止は、「2. 設計基準対象施設の津波防護方針」で示した重要な安全機能への影響の防止と同様の方針を適用する。

また、海水の取水を目的とした可搬型の重大事故等対処設備としては大容量送水車があるが、大容量送水車は設計基準対象施設の非常用海水冷却系と同じ非常用取水設備から取水するため、「2. 設計基準対象施設の津波防護方針」で示した当該取水位置における津波の条件（下降側評価水位・継続時間、浮遊砂濃度）を考慮した設計とすることで、津波に伴う水位低下及び砂混入による重大事故等に対処するために必要な機能への影響の防止を図る。

以上の詳細は「3.5 水位変動に伴う取水性低下による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止」において示す。

e. 津波監視

「2. 設計基準対象施設の津波防護方針」で示した設計基準対象施設に対する津波防護方針と同様の方針を適用する。

詳細は「3.6 津波監視」において示す。

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 3.1-2-1 図 敷地の特性に応じた津波防護の概要（敷地全体）



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 3.1-2-2 図 敷地の特性に応じた津波防護の概要（大湊側詳細）

第 3.1-2 表 津波防護対策の設備分類と設置目的

津波防護対策		設備分類	設置目的
上部床面 補機取水槽 タービン建屋 6/7号炉	取水槽閉止板	浸水防止設備	取水路からタービン建屋への津波の流入を防止する
境界(※) 浸水防護重点化範囲 タービン建屋内 6/7号炉	水密扉		地震によるタービン建屋内の循環水配管や他の海水系機器の損傷に伴う溢水及び損傷箇所を介しての津波の流入に対して、浸水防護重点化範囲の浸水を防止する
	止水ハッチ		
	ダクト閉止板		
	浸水防止ダクト		
	床ドレンライン 浸水防止治具		
貫通部止水処置			
海水貯留堰		津波防護施設 (非常用取水設備)	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
津波監視カメラ		津波監視設備	敷地への津波の繰り返しの襲来を察知し、その影響を俯瞰的に把握する
取水槽水位計			

※：境界の詳細は「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」において示したとおり

3.2 敷地への浸水防止（外郭防護 1）

(1) 遡上波の地上部からの到達，流入の防止

【規制基準における要求事項等】

重大事故等に対処するために必要な機能を有する設備等を内包する建屋及び重大事故等に対処するために必要な機能を有する屋外設備等は，基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置すること。

基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には，防潮堤等の津波防護施設，浸水防止設備を設置すること。

【検討方針】

重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画は，基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置していることを確認する。

また，基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には，津波防護施設，浸水防止設備の設置により遡上波が到達しないようにする。

具体的には，重大事故等対処施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。以下，3.2において同じ。）を内包する建屋及び区画に対して，基準津波による遡上波が地上部から到達，流入しないことを確認する。

【検討結果】

基準津波の遡上解析結果における，発電所敷地及び敷地周辺の遡上の状況，浸水深の分布（第 3.2-1 図）等を踏まえ，以下を確認している。

なお，確認結果の一覧を第 3.2-1 表にまとめて示す。

a. 遡上波の地上部からの到達，流入の防止

「2.2 敷地への浸水防止（外郭防護 1）」で説明したとおり，6号及び7号炉では，基準津波の遡上波による発電所敷地及び敷地周辺の最高水位分布に基づき，遡上波が到達しない十分に高い敷地として，大湊側の T.M.S.L. +12m の敷地を含め，大湊側及び荒浜側の敷地背面の T.M.S.L. +12m よりも高所の敷地から第 2.1-1-1 図に示した範囲を「浸水を防止する敷地」として設定している。その上で，設計基準事象対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を「浸水を防止する敷地」に設置することにより，同建屋及び区画を設置する敷地への遡上波の地上部からの到達・流入を敷地高さにより防止している。

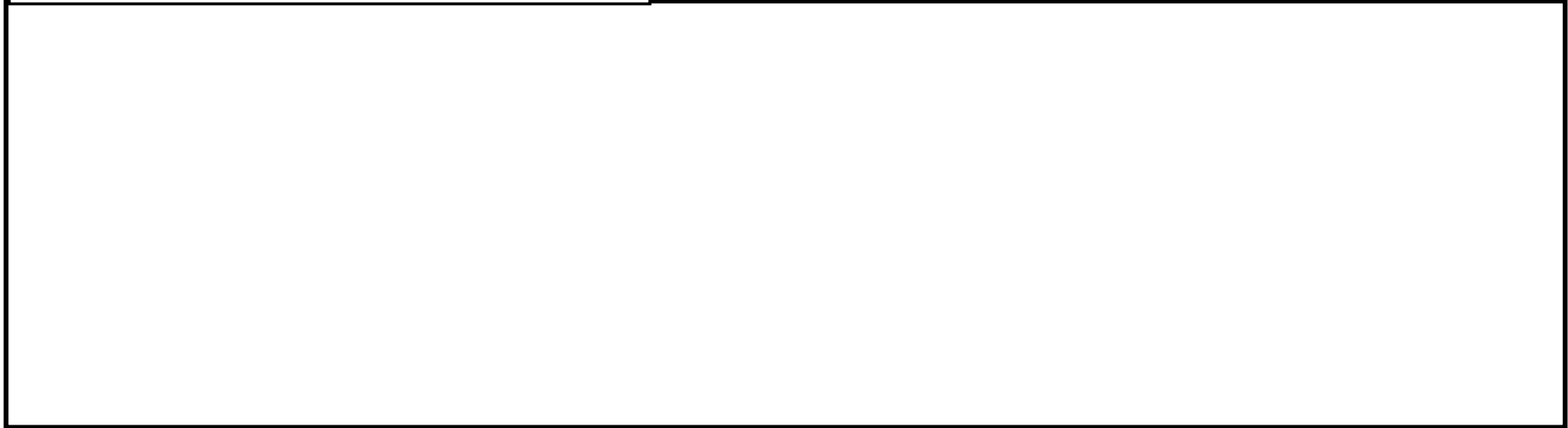
重大事故等対処施設の津波防護対象設備のうち、「大湊側敷地（T.M.S.L. +12m）に設置される建屋・区画」（分類Ⅰの建屋・区画）に内包される設備は、これらを内包する建屋・区画が、設計基準対象施設の津波防護対象設備と同様に「浸水を防止する敷地」のうち大湊側敷地（T.M.S.L. +12m）に設置される。また、「大湊側敷地よりも高所に設置される建屋・区画」（分類Ⅱの建屋・区画）に内包される設備は、これらを内包する建屋・区画が、「浸水を防止する敷地」のうち、さらに高所に設置される。

これより、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に対する基準津波による遡上波の地上部からの到達、流入の可能性については、「2.2 敷地への浸水防止（外郭防護 1）」で示した設計基準対象施設の津波防護対象設備に対する評価に包含され、その可能性はない。

b. 既存の地山斜面，盛土斜面等の活用

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は、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画を設置する敷地と同一、あるいはこれよりも高所であることから、敷地への遡上波の到達・流入の防止の方法は「2.2 敷地への浸水防止（外郭防護 1）」で示した設計基準対象施設の津波防護対象設備に対する方法に包含され、既存の地山斜面，盛土斜面等は活用していない。

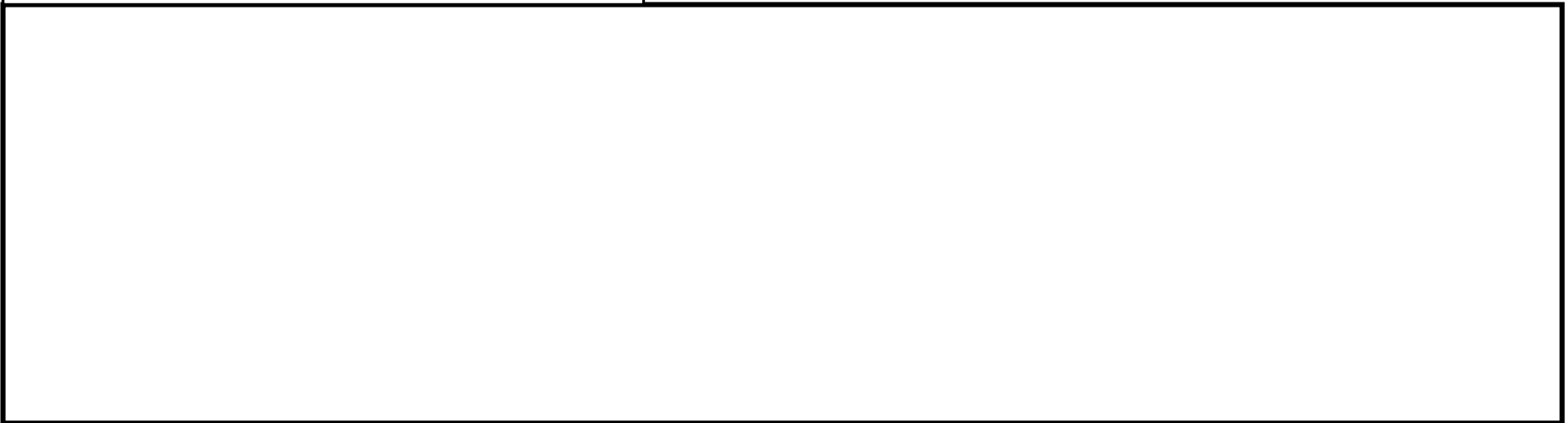
黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



最高水位分布（敷地全体）

最大浸水深分布（敷地全

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。

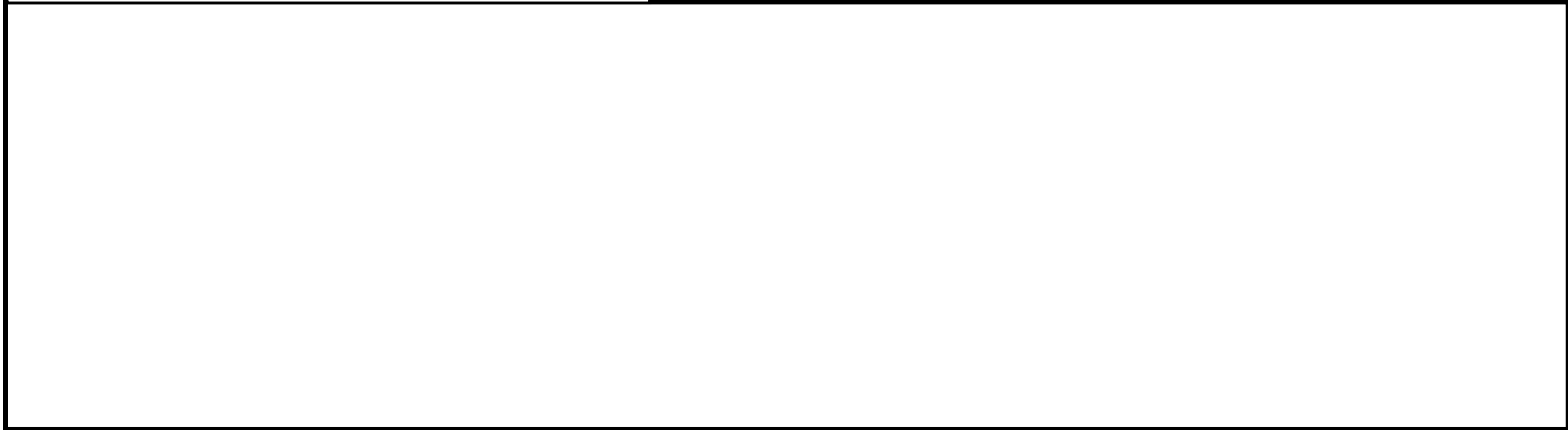


最高水位分布（遡上域拡大）

最大浸水深分布（遡上域拡大）

第 3.2-1-1 図 発電所全体遡上域の最高水位を与える津波による最高水位分布・最大浸水深分布

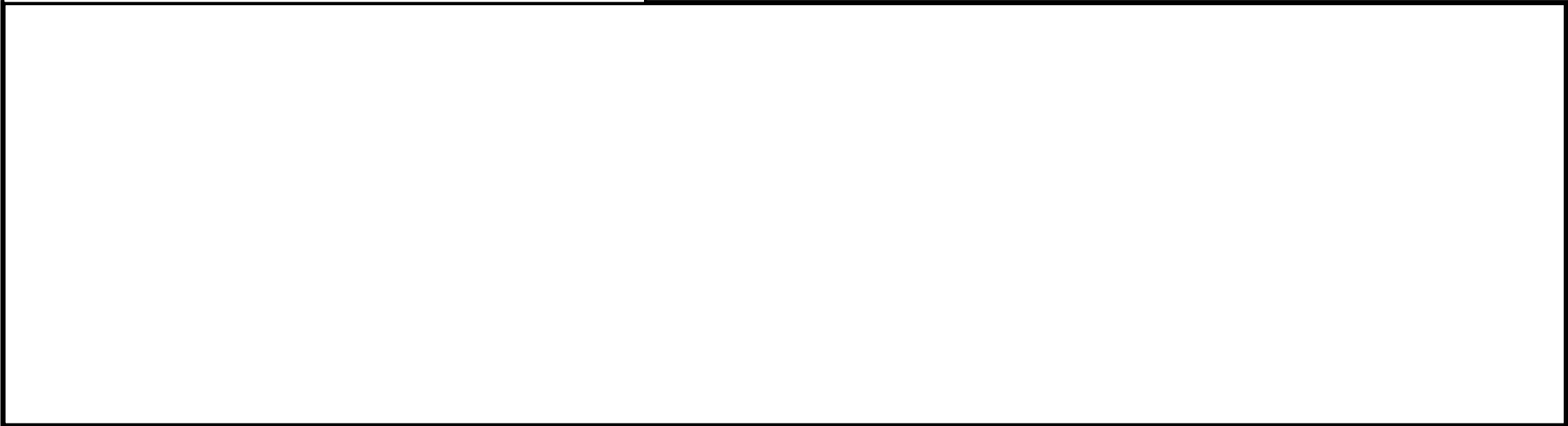
黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



最高水位分布（敷地全体）

最大浸水深分布（敷地全

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。



最高水位分布（遡上域拡大）

最大浸水深分布（遡上域拡大）

第 3.2-1-2 図 荒浜側防潮堤内敷地の最高水位を与える津波による最高水位分布・最大浸水深分布

第 3.2-1 表 遡上波の地上部からの到達，流入の評価結果

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・区画の分類	評価対象	①	②	裕度 (①-②)	評価
		入力 津波高さ (T. M. S. L.)	許容津波 高さ (T. M. S. L.)		
I 大湊側敷地 (T. M. S. L. + 12m) に設置される 建屋・区画	<ul style="list-style-type: none"> ● 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 ● 燃料設備の一部（軽油タンク，燃料移送ポンプ）を敷設する区画 ● 格納容器圧力逃がし装置を敷設する区画 ● 常設代替交流電源設備を敷設する区画 ● 5号炉原子炉建屋（緊急時対策所を設定する区画） ● 5号炉東側保管場所 ● 5号炉東側第二保管場所 	+ 8.3m ^{※1}	+ 11.0m ^{※3※4} (+ 12m) ^{※5}	2.7m ^{※6}	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており，基準津波の遡上波は敷地に地上部から到達，流入しない
II 大湊側敷地よりも 高所に設置される 建屋・区画	● 大湊側高台保管場所 (T. M. S. L. + 35m)	+ 8.3m ^{※1}	+ 35m ^{※3}	26.7m ^{※6}	○ 許容津波高さが入力津波高さを上回っており，基準津波の遡上波は敷地に地上部から到達，流入しない
	● 荒浜側高台保管場所 (T. M. S. L. + 37m)	+ 6.9m ^{※2}	+ 37m ^{※3}	30.1m ^{※6}	

※1：基準津波の遡上波による発電所全体遡上域の最高水位

※2：基準津波の遡上波による荒浜側防潮堤内敷地の最高水位

※3：設置敷地高さ

※4：地震による地盤沈下 1.0m を考慮した値

※5：地震による地盤沈下を考慮しない場合の値

※6：参照する裕度 (0.43m) に対しても余裕がある

(2) 取水路，放水路等の経路からの津波の流入防止

【規制基準における要求事項等】

取水路，放水路等の経路から，津波が流入する可能性について検討した上で，流入の可能性のある経路（扉，開口部，貫通部等）を特定すること。

特定した経路に対して浸水対策を施すことにより津波の流入を防止すること。

【検討方針】

取水路，放水路等の経路から，津波が流入する可能性について検討した上で，流入の可能性のある経路（扉，開口部，貫通部等）を特定する。

特定した経路に対して浸水対策を施すことにより津波の流入を防止する。

【検討結果】

重大事故等対処施設の津波防護対象設備のうち、『「大湊側敷地（T. M. S. L. + 12m）に設置される建屋・区画」かつ「設計基準対象施設の津波防護対象設備の浸水防護重点化範囲内」』（分類Ⅰ-Aの建屋・区画）に内包される設備は，これらを内包する建屋・区画が設計基準対象施設の津波防護対象設備と同一である。また，『「大湊側敷地（T. M. S. L. + 12m）に設置される建屋・区画」かつ「設計基準対象施設の津波防護対象設備の浸水防護重点化範囲外」』（分類Ⅰ-Bの建屋・区画）に内包される設備及び「大湊側敷地よりも高所に設置される建屋・区画」（分類Ⅱの建屋・区画）に内包される設備は，これらを内包する建屋・区画が，いずれも上記と同一の敷地面上あるいはこれよりも高所に設置されている。

これより，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に対する津波の取水路，放水路等の経路からの流入防止は，「2.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）」で示した，設計基準対象施設の津波防護対象設備と同様の方法により達成可能であり，同方法により実施する。

3.3 漏水による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止 (外郭防護 2)

(1) 漏水対策

【規制基準における要求事項等】

取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性を検討すること。

漏水が継続することによる浸水の範囲を想定（以下「浸水想定範囲」という。）すること。

浸水想定範囲の境界において浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定すること。

特定した経路、浸水口に対して浸水対策を施すことにより浸水範囲を限定すること。

【検討方針】

取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性を検討する。

漏水が継続する場合は、浸水想定範囲を明確にし、浸水想定範囲の境界において浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定する。

また、浸水想定範囲がある場合は、浸水の可能性のある経路、浸水口に対して浸水対策を施すことにより浸水範囲を限定する。

【検討結果】

重大事故等対処施設の津波防護対象設備のうち『「大湊側敷地（T.M.S.L. +12m）に設置される建屋・区画」かつ「設計基準対象施設の津波防護対象設備の浸水防護重点化範囲内」』（分類Ⅰ-Aの建屋・区画）に内包される設備については、これらを内包する建屋・区画への漏水による浸水の可能性は「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）」で示した設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋・区画と同様であり、その可能性はない。

また、『「大湊側敷地（T.M.S.L. +12m）に設置される建屋・区画」かつ「設計基準対象施設の津波防護対象設備の浸水防護重点化範囲外」』（分類Ⅰ-Bの建屋・区画）に内包される設備、及び「大湊側敷地よりも高所に設置される建屋・区画」（分類Ⅱの建屋・区画）に内包される設備についても、これらを内包するいずれの建屋・区画も海域と接続する取水・放水施設等につながるあるいは近接するものではないため、同施設等における漏水による浸水の可能性はない。

(2) 安全機能への影響確認

【規制基準における要求事項等】

浸水想定範囲の周辺に重大事故等に対処するために必要な機能を有する設備等がある場合は、防水区画化すること。

必要に応じて防水区画内への浸水量評価を実施し、安全機能への影響がないことを確認すること。

【検討方針】

浸水想定範囲が存在する場合、その周辺に重大事故等に対処するために必要な機能を有する設備等がある場合は、防水区画化する。必要に応じて防水区画内への浸水量評価を実施し、安全機能への影響がないことを確認する。

【検討結果】

「(1) 漏水対策」で示したとおり、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・区画への漏水による有意な浸水の可能性はないことから、漏水による重大事故等に対処するために必要な機能への影響はない。

(3) 排水設備設置の検討

【規制基準における要求事項等】

浸水想定範囲における長期間の冠水が想定される場合は、排水設備を設置すること。

【検討方針】

浸水想定範囲における長期間の冠水が想定される場合は、排水設備を設置する。

【検討結果】

「(1) 漏水対策」で示したとおり、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・区画への漏水による有意な浸水は想定されないため、排水設備は不要である。

3.4 重大事故等に対処するために必要な機能を有する施設の隔離（内郭防護）

(1) 浸水防護重点化範囲の設定

【規制基準における要求事項等】

重大事故等に対処するために必要な機能を有する設備等を内包する建屋及び区画については、浸水防護重点化範囲として明確化すること。

【検討方針】

重大事故等対処施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画については、浸水防護重点化範囲として明確化する。

【検討結果】

重大事故等対処施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。以下、3.4において同じ。）のうち「大湊側敷地（T.M.S.L.+12m）に設置される建屋・区画」（分類Ⅰの建屋・区画）に内包される設備は、「設計基準対象施設の津波防護対象設備の浸水防護重点化範囲内」（分類Ⅰ-Aの建屋・区画）に内包される設備と「設計基準対象施設の津波防護対象設備の浸水防護重点化範囲外」（分類Ⅰ-Bの建屋・区画）に内包される設備に分類できる。このうち、分類Ⅰ-Aの建屋・区画に内包される設備に対する浸水防護重点化範囲は、「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」で示した設計基準対象施設の津波防護設備の浸水防護重点化範囲と同一の範囲とする。

一方、分類Ⅰ-Bの建屋・区画に内包される設備についてはそれぞれ、これらを内包する次の建屋・区画を浸水防護重点化範囲として設定する。

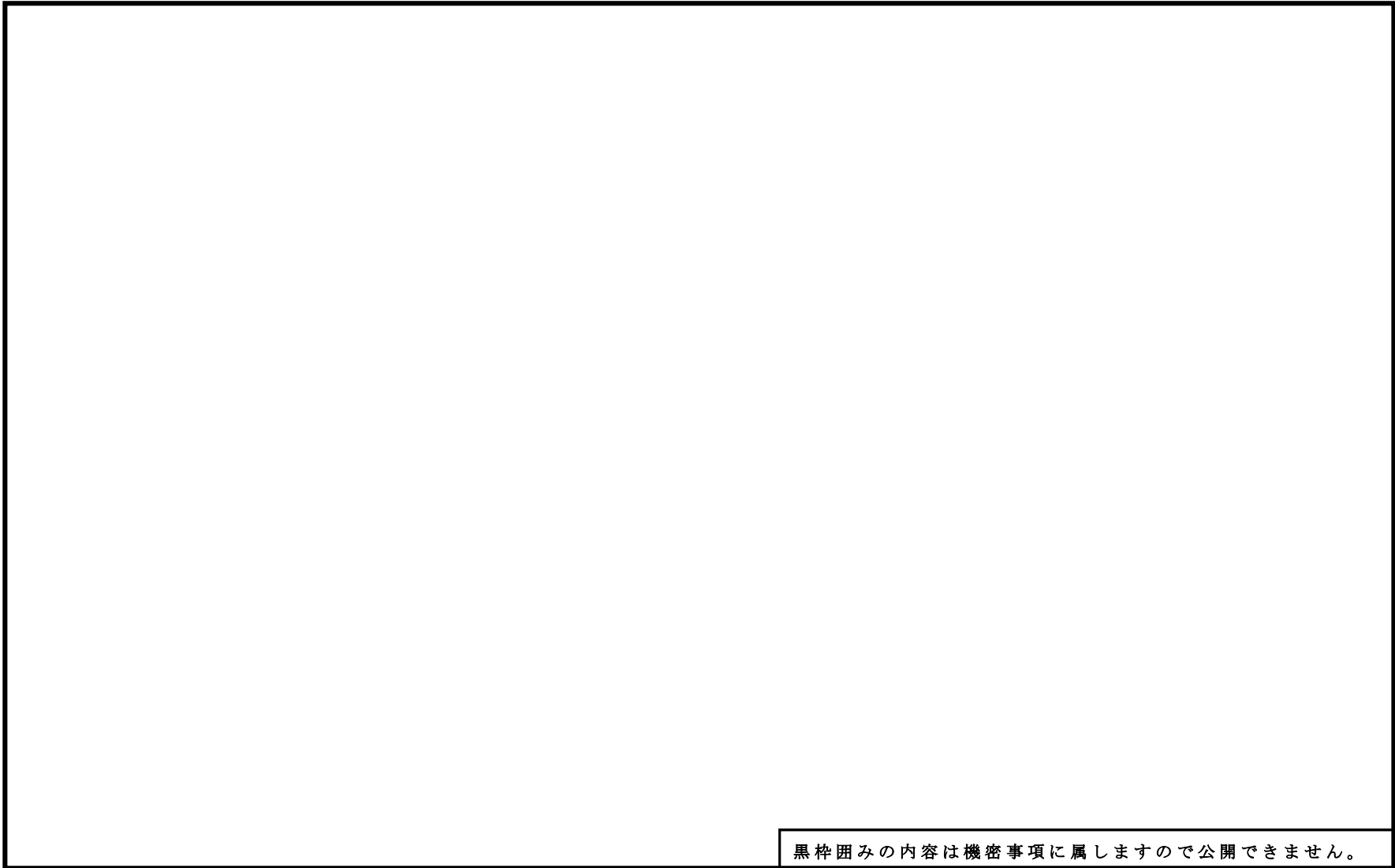
- 格納容器圧力逃がし装置を敷設する区画
- 常設代替交流電源設備を敷設する区画
- 5号炉原子炉建屋（緊急時対策所を設定する区画）
- 5号炉東側保管場所
- 5号炉東側第二保管場所

また、「大湊側敷地よりも高所に設置される建屋・区画」（分類Ⅱの建屋・区画）に内包される設備に対する浸水防護重点化範囲としては、これらを内包する次の建屋・区画を浸水防護重点化範囲として設定する。

- 大湊側高台保管場所
- 荒浜側高台保管場所

以上の，重大事故等対処施設の津波防護対象設備に対して設定した浸水防護重点化範囲の概略を第 3.4-1 図に，「5 号炉原子炉建屋（緊急時対策所を設定する区画）」及び「5 号炉東側保管場所」の詳細を第 3.4-2 図に示す。

なお，位置が確定していない設備等に対しては，工事計画認可の段階で浸水防護重点化範囲を再設定する方針である。



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 3.4-1 図 浸水防護重点化範囲概略図

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 3.4-2-1 図 浸水防護重点化範囲詳細図（横断面）

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 3.4-2-2 図 浸水防護重点化範囲詳細図（縦断面）

(2) 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策

【規制基準における要求事項等】

津波による溢水を考慮した浸水範囲，浸水量を安全側に想定すること。

浸水範囲，浸水量の安全側の想定に基づき，浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路，浸水口（扉，開口部，貫通口等）を特定し，それらに対して浸水対策を施すこと。

【検討方針】

津波による溢水を考慮した浸水範囲，浸水量を安全側に想定する。浸水範囲，浸水量の安全側の想定に基づき，浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路，浸水口（扉，開口部，貫通口等）を特定し，それらに対して浸水対策を実施する。

津波による溢水を考慮した浸水範囲，浸水量については，地震による溢水の影響も含めて，以下の方針により安全側の想定を実施する。

- 地震・津波による建屋内の循環水系等の機器・配管の損傷による建屋内への津波及び系統設備保有水の溢水，下位クラス建屋における地震時のドレン系ポンプの停止による地下水の流入等の事象を考慮する。
- 地震・津波による屋外循環水配管や敷地内のタンク等の損傷による敷地内への津波及び系統保有水の溢水等の事象を考慮する。
- 循環水系機器・配管等損傷による津波浸水量については，入力津波の時刻歴波形に基づき，津波の繰り返し襲来を考慮する。また，サイフォン現象も考慮する。
- 機器・配管等の損傷による溢水量については，内部溢水における溢水事象想定を考慮して算定する。
- 地下水の流入量は，対象建屋周辺のドレン系による排水量の実績値に基づき，安全側の仮定条件で算定する。
- 施設・設備施工上生じ得る隙間部等がある場合には，当該部からの溢水も考慮する。

【検討結果】

【検討方針】に示される「地震による溢水の影響」について、地震による溢水事象を具体化すると次の各事象が挙げられる。これらの概念図を第 3.4-3 図に示す。

①循環水配管による建屋内における溢水

地震に起因する循環水配管伸縮継手の破損及び低耐震クラス機器の損傷により保有水が溢水するとともに、津波が取水槽及び放水庭から循環水配管に流れ込み、循環水配管の損傷箇所を介して循環水ポンプ室（5号炉のみ）、タービン建屋内に流入する。

なお、5号炉については停止中であり循環水系は隔離した上で復水器を含めて水抜きを行っているため、地震・津波時におけるタービン建屋内にある循環水配管伸縮継手部からの海水の流入は生じない。

②タービン補機冷却海水配管による建屋内における溢水

地震に起因するタービン補機冷却海水配管及び低耐震クラス機器の損傷により保有水が溢水するとともに、津波が補機取水槽からタービン補機冷却海水配管に流れ込み、タービン補機冷却海水配管の損傷箇所を介して海水熱交換器建屋内（5号炉のみ）、タービン建屋内に流入する。

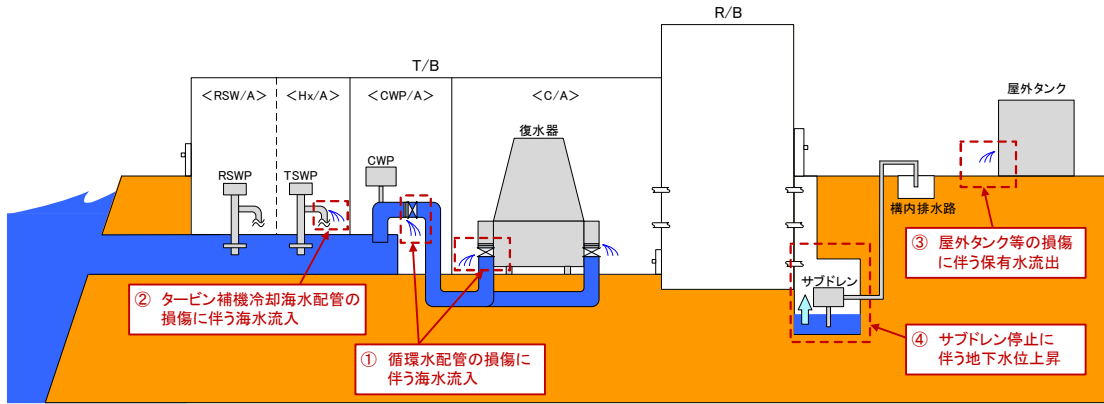
③屋外タンク等による屋外における溢水

地震により敷地内にある低耐震クラス機器である屋外タンク等が損傷し、保有水が敷地内に流出する。

④建屋外周地下部における地下水位の上昇

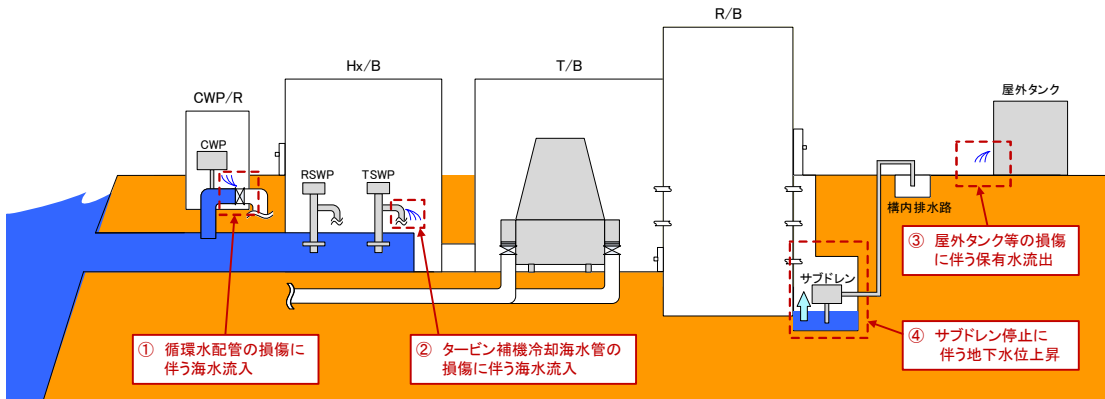
地震により地下水を排出するための排水設備（サブドレン）が停止し、建屋周辺の地下水位が上昇する。

OR/B : 原子炉建屋	ORSWP : 原子炉補機冷却海水ポンプ	ORSW/A : 非常用海水冷却系を設置するエリア
OT/B : タービン建屋	OTSWP : タービン補機冷却海水ポンプ	OHx/A : タービン補機冷却水系熱交換器を設置するエリア
	OCWP : 循環水ポンプ	OCWP/A : 循環水ポンプを設置するエリア
		OC/A : 復水器を設置するエリア



6号及び7号炉断面

OR/B : 原子炉建屋	ORSWP : 原子炉補機冷却海水ポンプ	OHx/B : 海水熱交換器建屋
OT/B : タービン建屋	OTSWP : タービン補機冷却海水ポンプ	OCWP/R : 循環水ポンプ室
	OCWP : 循環水ポンプ	



5号炉断面

第 3.4-3 図 地震による溢水の概念図

以上の各事象について浸水防護重点化範囲への影響を評価した。結果を「3.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針」に示した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・区画の分類ごとに以下に示す。

分類 I-A に内包される設備

分類 I-A の建屋・区画に内包される設備に対する安全側に想定した浸水範囲，浸水量は，「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」で示した設計基準対象施設の津波防護対象設備に対するものと共通である。よって，浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策も共通とする。

分類 I-B に内包される設備

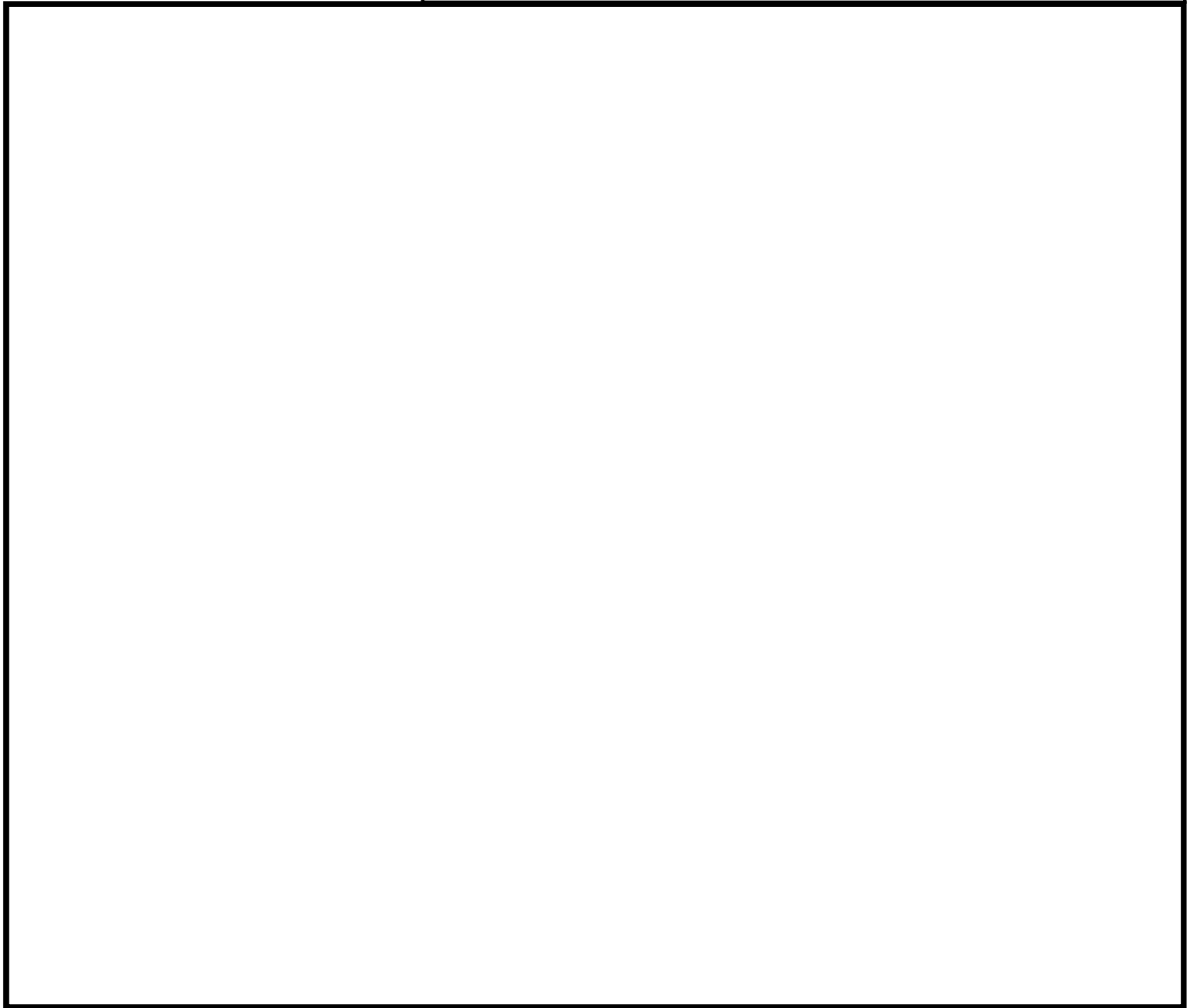
分類 I-B の建屋・区画に内包される設備については，浸水防護重点化範囲がいずれも T.M.S.L. +12m 以上の高さに設定されている。これは，基準津波の遡上波による発電所全体遡上域の最高水位（T.M.S.L. +8.3m）よりも高所であることから，津波による浸水（①，②の事象による浸水）は到達しない。また，地表面高さよりも高いため，地下水（④の事象による浸水）も及ばない。

一方，屋外タンク等による屋外における溢水（③の事象）に対する安全側に想定した浸水範囲，浸水量は 2.4 節に示したものと共通であり，浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策も共通の考え方，すなわち当該建屋・区画設置位置の浸水水位に対して対策を実施する。

なお，2.4 節に示した③の事象による浸水範囲，浸水量の評価は 6 号及び 7 号炉に着目した溢水伝播挙動解析に基づくものであり，浸水防護重点化範囲のうち 5 号炉側に配置される「5 号炉原子炉建屋（緊急時対策所を設定する区画）」、「5 号炉東側保管場所」及び「5 号炉東側第二保管場所」は，解析条件とした溢水伝播方向の直線上になく，またその主たる部分は解析モデルの範囲外に位置する。しかしながら，第 3.4-4 図に示すとおり，溢水源となるタンクとこれらの浸水防護重点化範囲とを結ぶ直線上には，障害物となる建屋類があり，また解析モデルの範囲外には上記の浸水防護重点化範囲に影響を与える水源がないことから，これらの浸水防護重点化範囲に対する浸水範囲，浸水量の評価も，6 号及び 7 号炉に着目した評価に包含されるものと考えられる。

具体的には，2.4 節に示したとおり，溢水源となる屋外タンクとの位置関係より，上記の 5 号炉側の各浸水防護重点化範囲位置では有意な浸水は生じないものと考えられるが，保守的に地表面上 30cm（T.M.S.L. +12.3m）までの浸水を想定し，必要な対策を実施する。

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。



溢水伝播挙動解析
モデル化範囲

主要建屋



屋外タンク、貯槽類
※容量10kLを超えるものを表記
※運用停止済みのものは省略

大湊側敷地に設置される屋外タンク，貯槽類			
番号	名称	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 クラス設備であり 溢水源とならない
⑥	7号炉軽油タンク (A), (B)	各 565	
⑦	5号炉軽油タンク (A), (B)	各 344	
⑧	5号炉 NSD 収集タンク (A), (B)	各 108	
⑨	6/7号炉 NSD 収集タンク (A), (B)	各 108	
⑩	SPH サージタンク	4,100	溢水防止対策が実施され るまで運用停止

第 3.4-4 図 5号炉周辺の屋外タンク，貯槽類の配置

分類Ⅱに内包される設備

分類Ⅱの建屋・区画に内包される設備については、浸水防護重点化範囲である「大湊側高台保管場所」、「荒浜側高台保管場所」がいずれも高所であるため、津波による浸水は到達しない。また、より高所の T.M.S.L. +45m の位置に淡水貯水池があるが、これは基準地震動 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ものであることから溢水源とならず、他に周囲に溢水源は存在しない。よって、安全側に想定した場合でも浸水防護重点化範囲の境界において浸水が生じることはないため、同境界において浸水対策は要しない。

3.5 水位変動に伴う取水性低下による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止

(1) 重大事故等対処設備の取水性

【規制基準における要求事項等】

重大事故等対処設備の取水性については、次に示す方針を満足すること。

- 基準津波による水位の低下に対して海水ポンプが機能保持できる設計であること。
- 基準津波による水位の低下に対して冷却に必要な海水が確保できる設計であること。

【検討方針】

基準津波による水位の低下に対して、常設重大事故等対処設備の海水ポンプである原子炉補機冷却海水ポンプ、及び可搬型重大事故等対処設備の海水を取水するポンプである大容量送水車が機能保持できる設計であることを確認する。

また、基準津波による水位の低下に対して、重大事故等対処設備による冷却に必要な海水が確保できる設計であることを確認する。

具体的には、以下のとおり実施する。

- 原子炉補機冷却海水ポンプ位置、及び大容量送水車位置（水中ポンプ設置位置）の評価水位の算定を適切に行うため、取水路の特性に応じた手法を用いる。また、取水路の管路の形状や材質、表面の状況に応じた摩擦損失を設定する。
- 原子炉補機冷却海水ポンプ及び大容量送水車の取水可能水位が下降側評価水位を下回る等、水位低下に対して各ポンプが機能保持できる設計となっていることを確認する。
- 引き波時に水位が実際の取水可能水位を下回る場合には、下回っている時間において、原子炉補機冷却海水ポンプ及び大容量送水車の継続運転が可能な貯水量を十分確保できる設計となっていることを確認する。なお、取水路または取水槽が循環水系と非常用系で併用される場合においては、循環水系運転継続等による取水量の喪失を防止できる措置が施される方針であることを確認する。

【検討結果】

海水の取水を目的とした重大事故等対処設備としては、常設重大事故等対処設備として原子炉補機冷却海水ポンプ、可搬型重大事故等対処設備として大容量送水車があり、その各々について、基準津波による水位の低下に対して機能保持できる設計であること、及び重大事故等対処設備による冷却に必要な海水が確保できる設計であることを以下のとおり確認している。

a. 原子炉補機冷却海水ポンプ

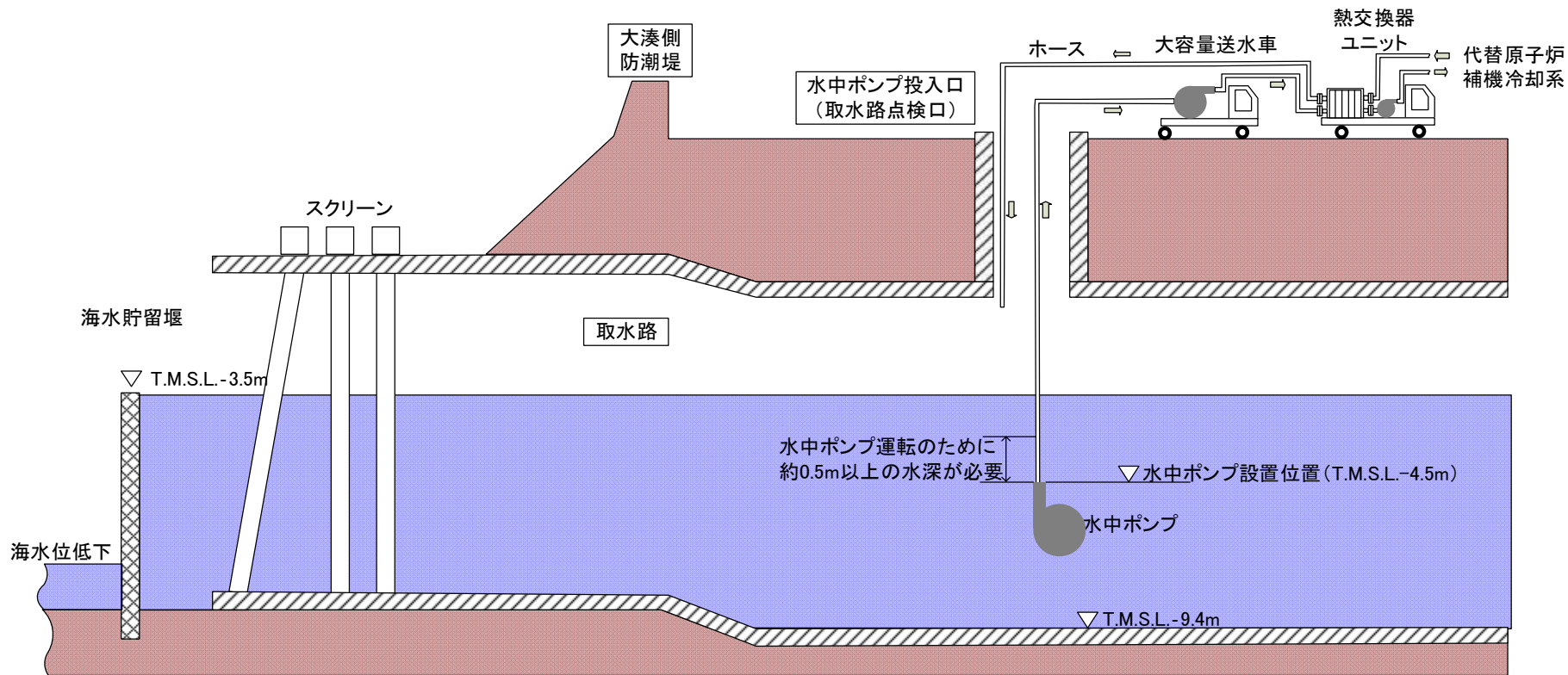
原子炉補機冷却海水ポンプは、設計基準対象施設の非常用海水冷却系の海水ポンプと同一の設備であり、確認内容は「2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止」に示したとおりである。

b. 大容量送水車

大容量送水車は、6号及び7号炉共用で計7台（予備2台）を備えている。同設備は水中ポンプを有しており、水中ポンプを取水路内に設置することにより海水を取水する構成としている。（海水取水の概要を第3.5-1図に示す。）

水中ポンプは、下記事項を考慮し、適切な位置に設置することで水位の低下に対して、重大事故等対処設備による冷却に必要な海水が確保できる設計とする。

- 水中ポンプの定格容量は約 $15\text{m}^3/\text{min}/\text{台}$ であるとともに、想定している最大同時運転台数（同一の取水路から取水を行う最大台数）が3台であることから、その際の取水量は約 $45\text{m}^3/\text{min}$ となること。
- 2.5節の「(1) 非常用海水冷却系の取水性」に示すとおり、基準津波による津波高さが海水貯留堰の天端標高 T. M. S. L. -3.5m を下回る継続時間が最大で16分程度であることを考慮すると、必要貯水量は約 720m^3 となること。
- 水中ポンプは、水中ポンプ上端面より 0.5m 以上の水深が確保された状態で海水の取水が可能な仕様としていること。



第 3.5-1 図 大容量送水車の取水イメージ

(2) 津波の二次的な影響による重大事故等対処設備の機能保持確認

【規制基準における要求事項等】

基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積が適切に評価されていること。

基準津波に伴う取水口付近の漂流物が適切に評価されていること。

重大事故等対処設備については、次に示す方針を満足すること。

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

【検討方針】

基準津波に伴う 6 号及び 7 号炉の取水口付近の砂の移動・堆積や漂流物を適切に評価する。その上で、重大事故等対処設備について、基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積，陸上斜面崩壊による土砂移動・堆積及び漂流物に対して各号炉の取水口及び取水路の通水性が確保できる設計であること，浮遊砂等の混入に対して海水を取水するポンプが機能保持できる設計であることを確認する。

具体的には、以下のとおり確認する。

- 遡上解析結果における取水口付近の砂の堆積状況に基づき，砂の堆積高さが取水口下端に到達しないことを確認する。取水口下端に到達する場合は，取水口及び取水路が閉塞する可能性を安全側に検討し，閉塞しないことを確認する。
- 混入した浮遊砂は，スクリーン等で除去することが困難なため，海水を取水するポンプそのものが運転時の砂の混入に対して軸固着しにくい仕様であることを確認する。
- 基準津波に伴う取水口付近の漂流物については，遡上解析結果における取水口付近を含む敷地前面及び遡上域の寄せ波及び引き波の方向，速度の変化を分析した上で，漂流物の可能性を検討し，漂流物により取水口が閉塞しないことを確認する。また，スクリーン自体が漂流物となる可能性が無いか確認する。

【検討結果】

海水の取水を目的とした重大事故等対処設備である、常設重大事故等対処設備の原子炉補機冷却海水ポンプ、可搬型重大事故等対処設備の大容量送水車とともに、設計基準対象施設の非常用海水冷却系と同じ、6号炉、7号炉の取水口・取水路から取水する。このため、取水口及び取水路の通水性の確保に関わる評価は、「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」に示した内容に包含される。

一方、浮遊砂等の混入に対する海水ポンプの機能保持できる設計であることについては、原子炉補機冷却海水ポンプ、大容量送水車の各々について、以下のとおり確認している。

a. 原子炉補機冷却海水ポンプ

原子炉補機冷却海水ポンプは、設計基準対象施設の非常用海水冷却系の海水ポンプと同一の設備であり、確認内容は「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」に示したとおりである。

b. 大容量送水車

水位変動に伴う浮遊砂の平均濃度は、 1.0×10^{-5} wt%以下、平均粒径は0.27mmであり、大容量送水車及び水中ポンプが取水する浮遊砂量はごく微量である。一方で、同設備は、一般的に災害時に海水を取水するために用いられる設備であり、取水への砂混入に対しても耐性を有することから、取水への砂混入により機能を喪失することはない。

3.6 津波監視

【規制基準における要求事項等】

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

【検討方針】

敷地への津波の繰り返しの襲来を察知し，津波防護施設及び浸水防止設備の機能を確実に確保するため，津波監視設備として，津波監視カメラ及び取水槽水位計を設置する。

【検討結果】

津波監視設備の設置については，「2.6 津波監視」に示した設計基準対象施設に対する津波監視と同様の方針を適用する。

4. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件

4.1 津波防護施設の設計

【規制基準における要求事項等】

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

【検討方針】

津波防護施設（海水貯留堰）は，その構造に応じ，波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安全性を評価し，越流時の耐性にも配慮した上で，入力津波に対する津波防護機能が十分に保持できるように設計する。

【検討結果】

6号及び7号炉では，基準津波による水位低下時に，補機取水槽内の津波高さが原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位を下回る時間においても同ポンプの継続運転が可能となるよう，各号炉の取水口前面に非常用取水設備として海水貯留堰を，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。

海水貯留堰は，その構造に応じ，波力による侵食及び洗掘に対する抵抗性並びにすべり及び転倒に対する安定性を評価し，越流時の耐性や構造境界部の止水にも配慮した上で，入力津波による津波荷重や地震荷重等に対して津波防護機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。

(1) 海水貯留堰

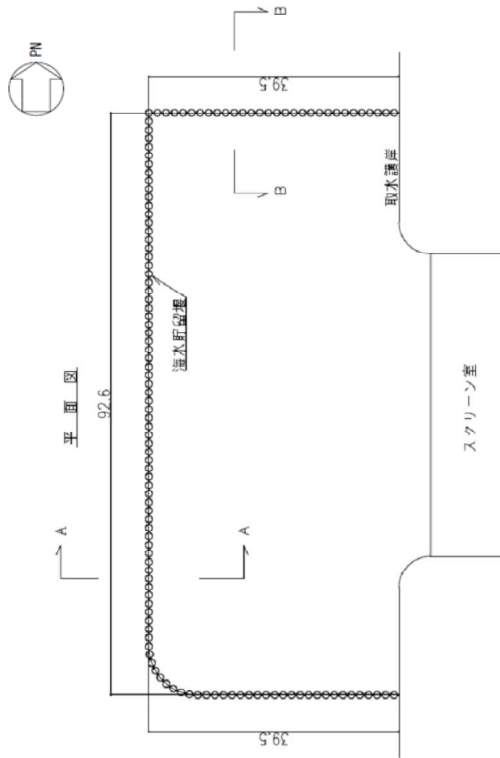
海水貯留堰は、基準津波による水位低下時の補機取水槽内の津波高さが原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位を下回る時間に、1プラント当たり原子炉補機冷却海水ポンプを6台運転（全台運転）する場合においても十分な量の海水を貯留できるものとして設計する。

具体的には、6号及び7号炉ともに、貯留堰天端高さをT.M.S.L.-3.5mとし、この際の原子炉補機冷却海水ポンプの継続運転のための必要貯水量が「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」の「(1) 非常用海水冷却系の取水性」で示したとおり約2,880m³であるのに対して、6号炉では約10,000m³、7号炉では約8,000m³の貯留容量をもつものとする。また、引き波時の余震によるスロッシングを考慮しても十分な貯留容量を確保する。海水貯留堰の貯留容量に関わる主要寸法を第4.1-1図に示す。

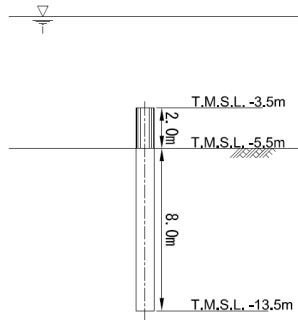
海水貯留堰は津波荷重や地震荷重に対して津波防護機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。

a. 構造

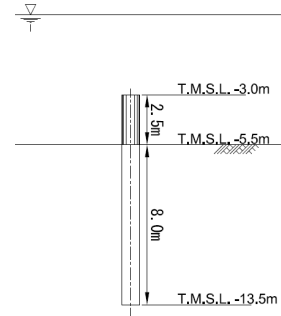
海水貯留堰は、取水口前面の海中に設置する鋼管矢板を連結した構造物とする。鋼管矢板は、西山層もしくはその上位に分布する古安田層中の粘性土に支持されている（添付資料31参照）。また、地震時の護岸変位および引き波時の余震に対する貯留堰の相対変位に対して津波防護機能を喪失しないよう配慮する（添付資料32参照）。海水貯留堰の構造を第4.1-1図に示す。



平面図



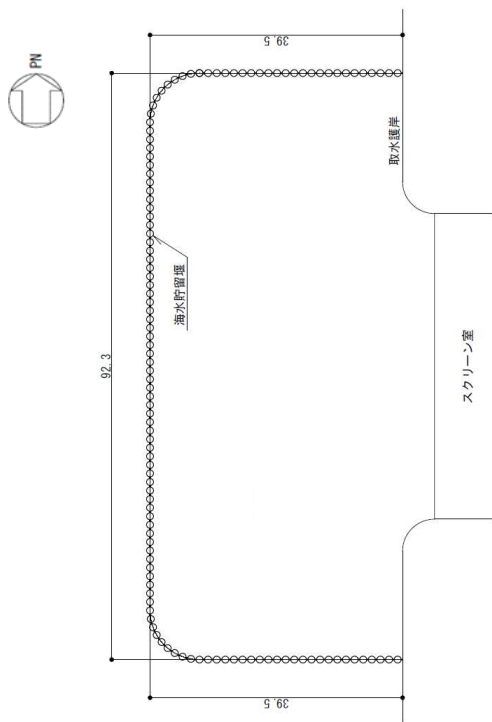
(A-A断面)



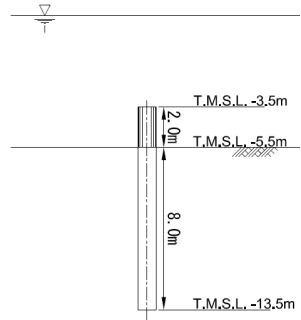
(B-B断面)

断面図

6号炉



平面図



断面図

7号炉

第 4.1-1 図 海水貯留堰の仕様・構造

b. 荷重組合せ

海水貯留堰は取水口前面の海中に設置するものであることから、設計においてはその設置状況を考慮し、以下に示す常時荷重、地震荷重、津波荷重、漂流物衝突荷重及び余震荷重の組合せを考慮する。

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

なお、海水貯留堰は、水中に設置することから、その他自然現象の影響が及ばないため、その他自然現象による荷重との組合せは考慮しない。（添付資料 27 参照）

c. 荷重の設定

海水貯留堰の設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

- 常時荷重
自重等を考慮する。

- 地震荷重
基準地震動 S_s を考慮する。

- 津波荷重
津波による水位低下や、津波の繰り返し襲来を想定し、躯体に作用する津波荷重を考慮する。（添付資料 28 参照）

- 漂流物衝突荷重
対象とする漂流物を定義し、漂流物の衝突力を漂流物衝突荷重として設定する。（添付資料 20, 29 参照）

- 余震荷重
余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_d を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料 30 に示す。

d. 許容限界

海水貯留機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、止水性の面も踏まえるこ

とにより，当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう，構成する部材がおおむね弾性域内に収まることを基本とする。

4.2 浸水防止設備の設計

【規制基準における要求事項等】

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

【検討方針】

浸水防止設備（取水槽閉止板、水密扉、止水ハッチ、貫通部止水処置、床ドレンライン浸水防止治具、浸水防止ダクト及びダクト閉止板）については、基準地震動による地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。また、浸水時の波圧等に対する耐性等を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。

【検討結果】

浸水防止設備としては、「2.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）」及び「2.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）」に示したとおり、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画に取水路、放水路等の経路から津波が流入及び漏水することがないように、各号炉のタービン建屋地下の補機取水槽上部床面に設けられた点検口に取り水槽閉止板を設置する。

また、「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示したとおり安全側に想定した浸水範囲に対して、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する浸水防護重点化範囲内が浸水することがないように、タービン建屋内の浸水防護重点化範囲の境界にある扉、開口部、貫通口等に、水密扉、止水ハッチ、床ドレンライン浸水防止治具、浸水防止ダクト及びダクト閉止板の設置並びに貫通部止水処置を実施する。浸水防止設備の種類と設置位置を整理し、第4.2-1表に示す。

各浸水防止設備の設計方針を以下に示す。

第 4.2-1 表 浸水防止設備の種類と設置位置

分類	種類	設置位置	箇所数 (参考)
外郭防護に係る 浸水防止設備	取水槽閉止板	6号及び7号炉 タービン建屋地下 補機取水槽上部床面	9
内郭防護に係る 浸水防止設備	水密扉	6号及び7号炉 タービン建屋内 浸水防護重点化範囲 境界	33
	止水ハッチ		3
	貫通部止水処置		約 1,600
	床ドレンライン 浸水防止治具		約 230
	浸水防止ダクト		1
	ダクト閉止板		2

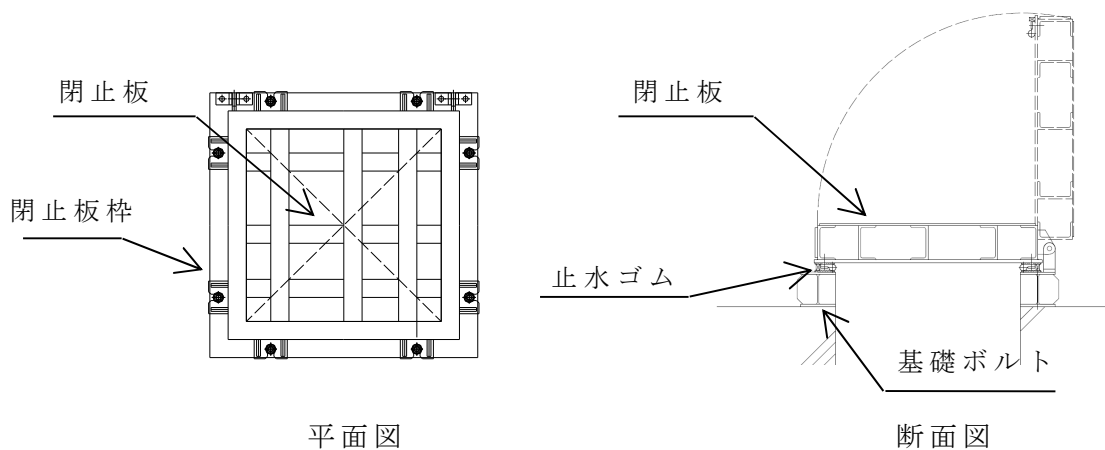
(1) 取水槽閉止板

補機取水槽上部床面の床面高さが T.M.S.L. + 3.5m であるのに対し、補機取水槽の入力津波高さはそれぞれ、6号炉で T.M.S.L. + 8.4m、7号炉で T.M.S.L. + 8.3m である。このため、津波防護対象設備を内包する建屋であるタービン建屋への津波の流入防止のため、各補機取水槽上部床面に設けられた取水槽の点検口に浸水防止設備として取水槽閉止板を設置する。取水槽閉止板の設置位置は「2.2 敷地への浸水防止（外郭防護 1）」の第 2.2-3-5 図、第 2.2-3-6 図に示したとおりである。

取水槽閉止板は津波荷重や地震荷重等に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。

a. 構造

取水槽閉止板は、閉止板、閉止板枠等の鋼製部材により構成し、閉止板枠は基礎ボルトにより建屋躯体に固定する。また、閉止板周囲に止水ゴムを取付けることで浸水を防止する構造とする。取水槽閉止板の構造例を第 4.2-1 図に示す。



第 4.2-1 図 取水槽閉止板の構造例

b. 荷重組合せ

取水槽閉止板の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組合せて設計を行う。

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

なお、取水槽閉止板は、建屋内に設置することから、その他自然現象の影響が及ばないため、その他自然現象による荷重との組合せは考慮しない。(添付資料 27 参照)

c. 荷重の設定

取水槽閉止板の設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

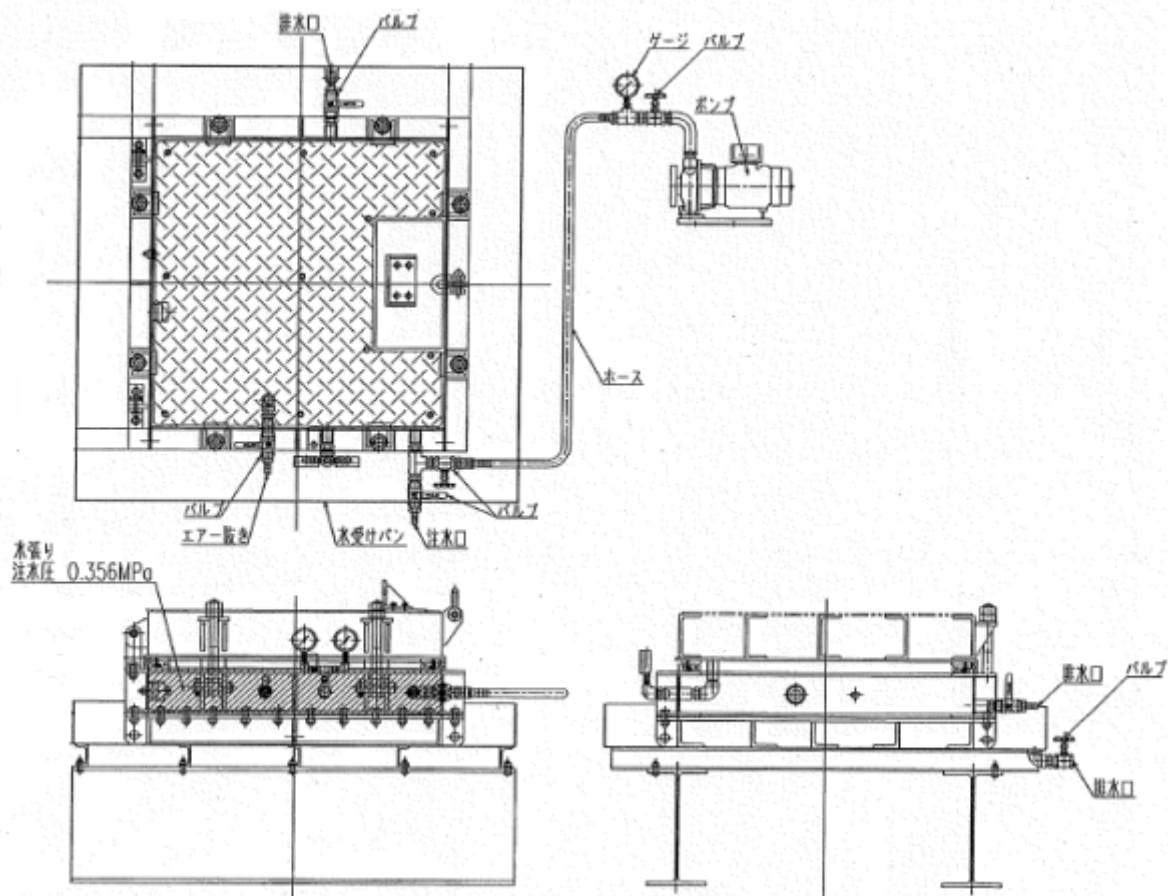
- 常時荷重
自重等を考慮する。
- 地震荷重
基準地震動 S_s を考慮する。
- 津波荷重
設置位置における、入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。
- 余震荷重
余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体

的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_d を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料 30 に示す。

d. 許容限界

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

なお、止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。



■ 耐圧・漏水試験 (例)
 ・ 試験圧力：0.356MPa
 ・ 保持時間：1時間

第 4.2-2 図 取水槽閉止板の耐圧・漏水試験例

(2) 水密扉

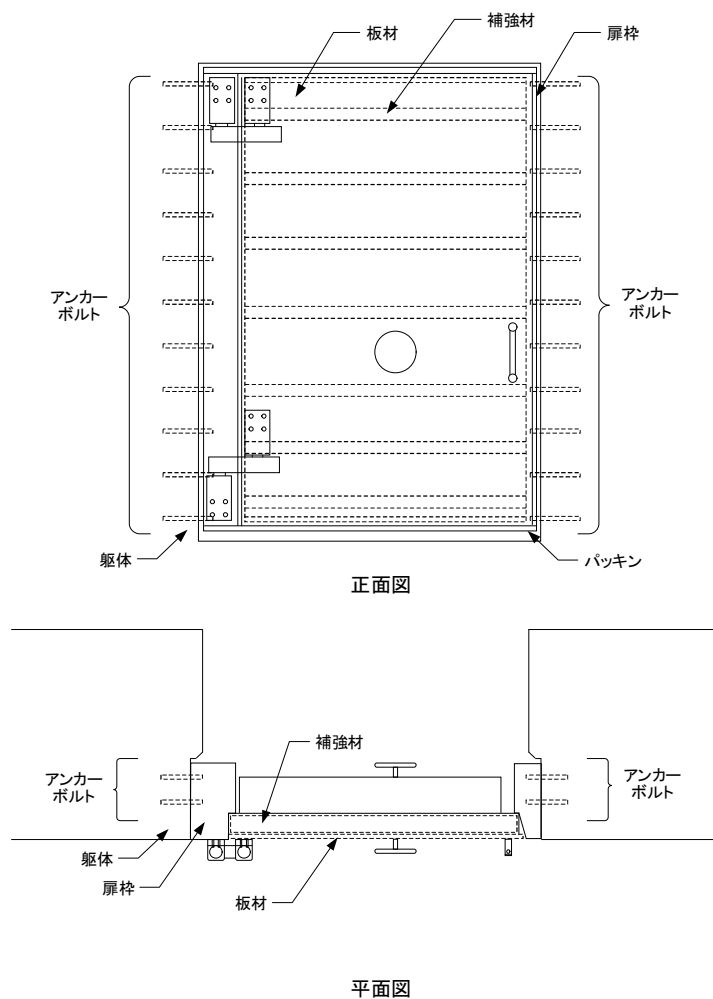
「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す浸水防護重点化範囲への浸水経路，浸水口となり得る扉部に対して，浸水防止設備として水密扉を設置する。水密扉の設置位置は添付資料 14 に示す。

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

なお，水密扉の運用管理については添付資料 33 に示す。

a. 構造

水密扉は，板材，補強材，扉枠等の鋼製部材により構成し，扉枠はアンカーボルトにより建屋躯体に固定する。また，扉枠にパッキンを取り付けることで浸水を防止する構造とする。水密扉の構造例を第 4.2-3 図に示す。



第 4.2-3 図 水密扉の構造例

b. 荷重組合せ

水密扉の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組合せて設計を行う。

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

なお、水密扉は、建屋内に設置することから、その他自然現象の影響が及ばないため、その他自然現象による荷重との組合せは考慮しない。(添付資料 27 参照)

c. 荷重の設定

水密扉の設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

○常時荷重

自重等を考慮する。

○地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

○津波荷重

設置位置における、入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。

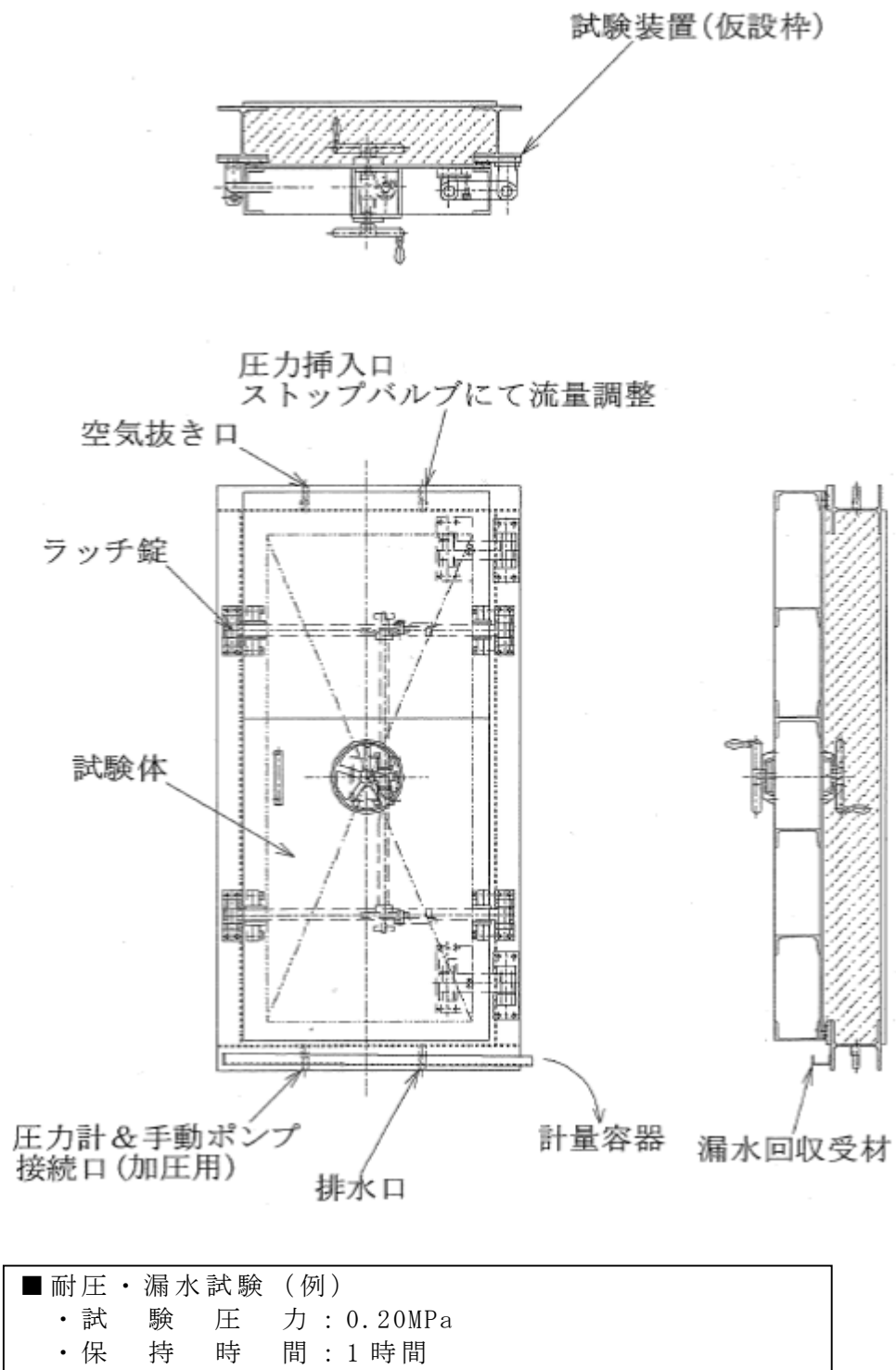
○余震荷重

余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_d を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料 30 に示す。

d. 許容限界

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

なお、止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。



第 4.2-4 図 水密扉の耐圧・漏水試験例

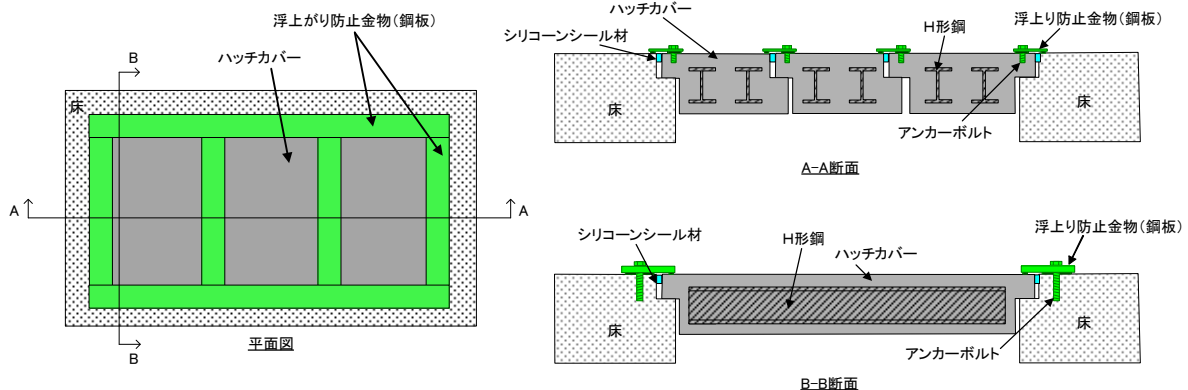
(3) 止水ハッチ

「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す浸水防護重点化範囲への浸水経路，浸水口となり得る機器搬入口に対して，浸水防止設備として止水ハッチを設置する。止水ハッチの設置位置は添付資料 14 示す。

止水ハッチは津波荷重や地震荷重等に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。

a. 構造

止水ハッチは，鉄筋コンクリート製のハッチカバーに加え，鉄骨梁（H 形鋼），浮き上がり防止金具等の鋼製部材により構成し，浮き上がり防止金具はアンカーボルトを介して床に固定する。また，隙間部にはシリコンシール材を施工することにより，浸水を防止する構造とする。止水ハッチの構造例を第 4.2-5 図に示す。



第 4.2-5 図 止水ハッチの構造例

b. 荷重組合せ

止水ハッチの設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組合せて設計を行う。

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

なお、止水ハッチは、建屋内に設置することから、その他自然現象の影響が及ばないため、その他自然現象による荷重との組合せは考慮しない。(添付資料 27 参照)

c. 荷重の設定

止水ハッチの設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

- 常時荷重
自重等を考慮する。

- 地震荷重
基準地震動 S_s を考慮する。

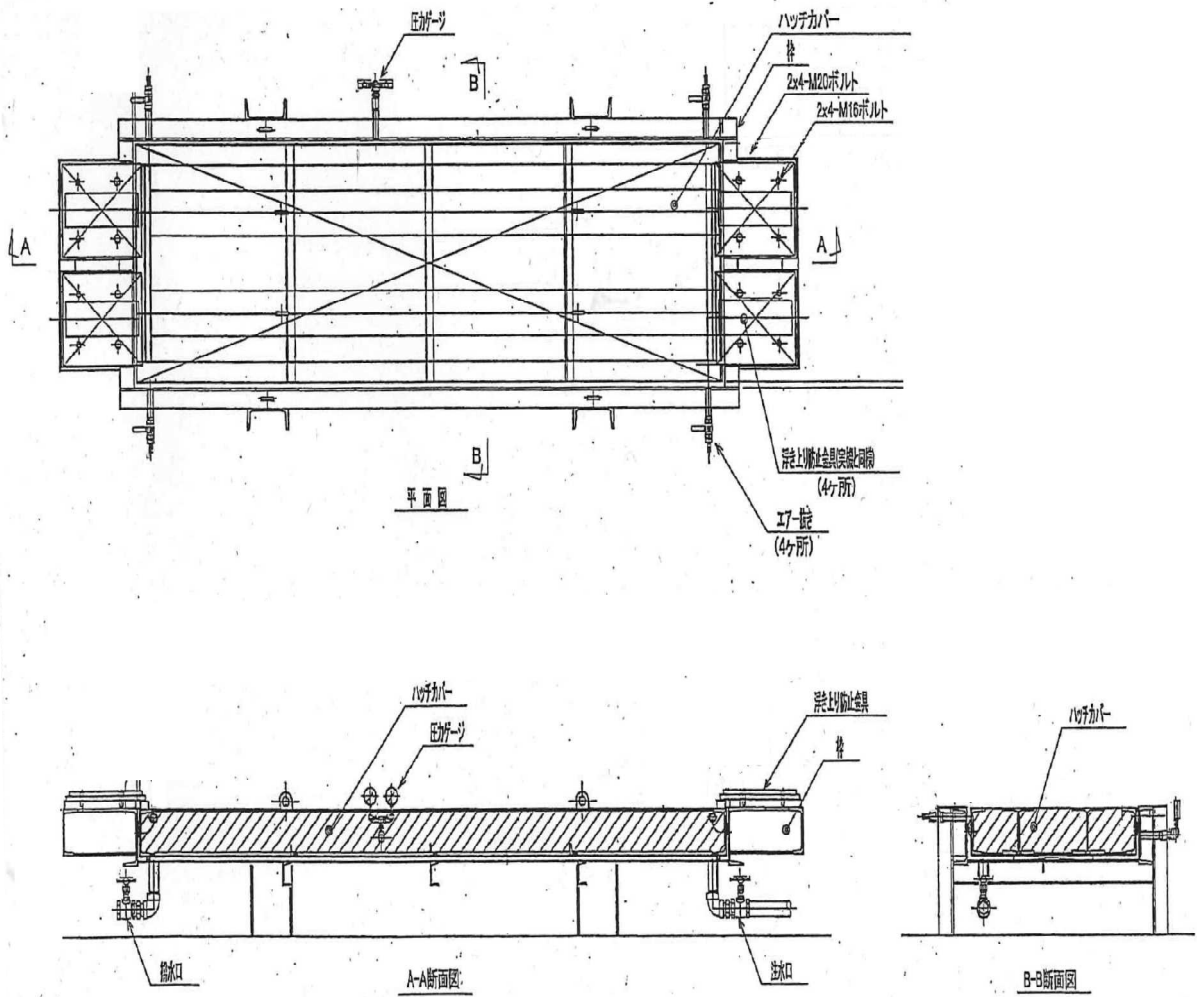
- 津波荷重
設置位置における、入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。

- 余震荷重
余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_d を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料 30 に示す。

d. 許容限界

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

なお、止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。



- | |
|--|
| <p>■ 耐圧・漏水試験 (例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 試験圧力 : 0.06MPa ・ 保持時間 : 24時間 |
|--|

第 4.2-6 図 止水ハッチの耐圧・漏水試験例

(4) 貫通部止水処置

「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す浸水防護重点化範囲への浸水経路，浸水口となり得る貫通口部等に対して，浸水防止設備として貫通部止水処置を実施する。貫通部止水処置の実施範囲及び実施例は添付資料 14 に示す。

貫通部止水処置は，第 4.2-2 表に示す止水構造に分類でき，貫通部の形状等に応じて適切な止水構造を選択し実施する。

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

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

なお，貫通部止水処置は建屋内の貫通部等を実施することから，その他自然現象の影響が及ばないため，その他自然現象による荷重との組合せは考慮しない(添付資料 27 参照)。

ここで，貫通部止水処置の設計において考慮する荷重は，以下のよう

○ 常時荷重

自重等を考慮する。

○ 地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

○ 津波荷重

設置位置における，入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。

○ 余震荷重

余震による地震動について検討し，余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_d を適用し，これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料 30 に示す。

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

第 4.2-2 表 止水構造

止水構造		特徴・主な用途	変位追従性	適用範囲
充てん構造 (シリコーンシール材)	貫通口と貫通物の間の隙間に、鋼板による補強板を設けた上でシリコーンシール材を充てん、あるいは貼り付けることにより止水する構造	○一定の変位追従性を有するもので、貫通物の温度（内包流体温度等）がシール材の使用制限温度以下で、かつ大きな熱移動が生じない低温配管部、地震による躯体と貫通物間の相対変位が小さい箇所に適する	小～中	・地震相対変位及び熱変位の合計が 25mm 以下
ブーツ構造	貫通口と貫通物の間の隙間にラバーブーツを設置することにより止水する構造	○変位追従性に優れ、地震による躯体と貫通物間の相対変位が大きい箇所、高温配管で配管の熱移動が生じる箇所に適する	大	・地震相対変位及び熱変位の合計が 25mm 超
充てん構造 (モルタル)	貫通口あるいは貫通口と貫通物の間の隙間にモルタルを充てんすることにより止水する構造	○経年劣化等に対する耐久性に優れる ○剛性が高く、高い拘束力を有するため変位追従性がなく、躯体と貫通物間で相対変位が生じない箇所（低温配管部、地震による相対変位が生じない箇所）に適する	無	・最高使用温度 66℃ 以下 （当該範囲であれば熱変位の影響は軽微） ・地震相対変位なし
閉止構造	貫通口に金属性の閉止板を溶接する、あるいは閉止フランジ、閉止栓等をシール材とともにボルトやねじ込み等により取り付けることにより止水する構造	○予備スリーブ等の閉塞可能な箇所に適する ○「充てん構造」では充てん材の充てん量が多くなり施工性に難のある大型開口部などに適する	—	・閉止が可能な貫通口

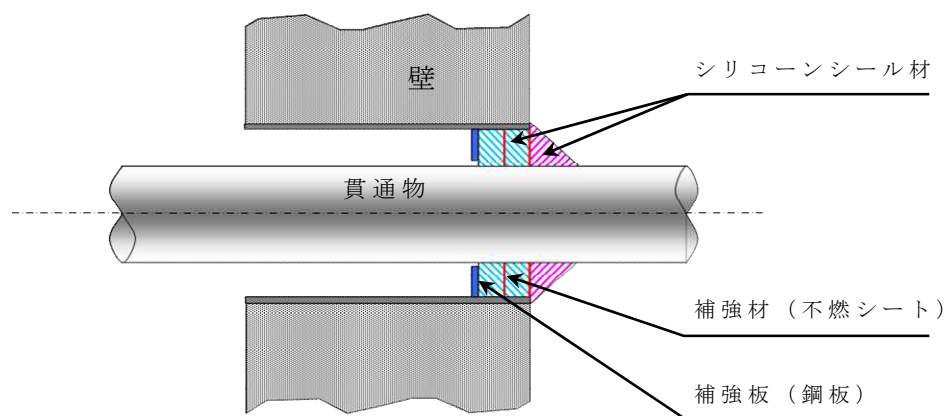
a. 充てん構造（シリコーンシール材）

充てん構造（シリコーンシール材）は、一定の変位追従性を有するものであり、貫通物の温度（内包流体温度等）がシール材の使用制限温度以下で、かつ大きな熱変位が生じない低温配管部であり、地震による躯体と貫通物間の相対変位が小さい箇所（具体的には、貫通物である配管等の地震相対変位及び熱変位の合計が25mm以下となる箇所）に適用する。

同構造は、以下のとおり設計する。

(a) 構造

充てん構造（シリコーンシール材）は貫通口と貫通物の間の隙間に、鋼板による補強板を設けた上でシリコーンシール材を充てんあるいは貼り付けることにより止水する構造とする。本構造の標準的な構造の概要を第4.2-7図に示す。



第4.2-7図 充てん構造（シリコーンシール材）の概要

(b) 耐圧性及び水密性

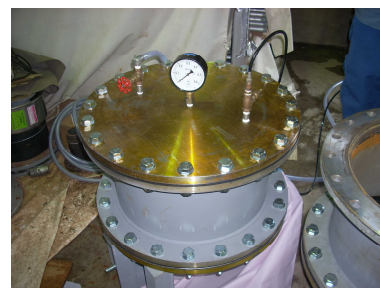
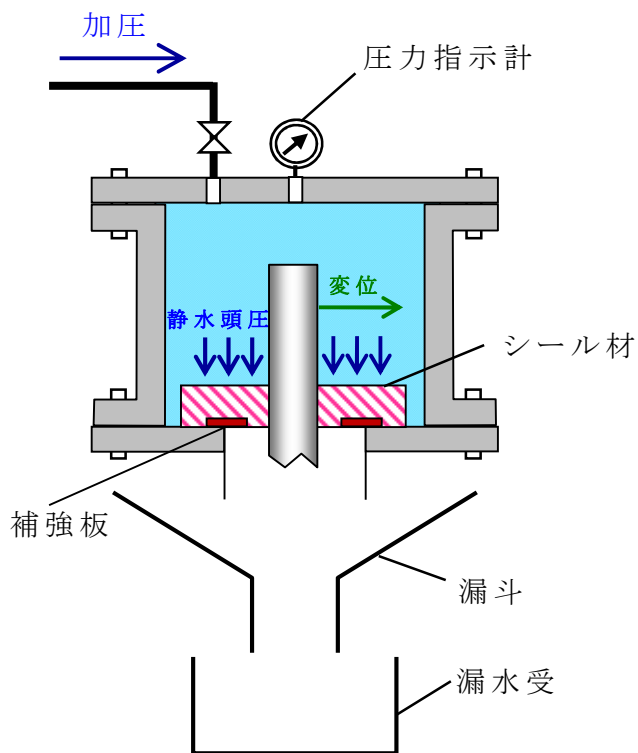
耐圧性は補強板及びシリコーンシール材が担い、シリコーンシール材により水密性を確保することを基本としており、設置箇所想定される浸水に対して、浸水防止機能が保持できることを、実機を模擬した耐圧・漏水試験により確認する。

実機模擬試験の例を第4.2-8図に示す。

(c) 耐震性

壁貫通口等を通る配管等の貫通物が同一建屋内に設置される支

持構造物により拘束されており，地震時に建屋と配管等が連動した振動となっている場合，シール材への地震の影響は軽微と考えられる。本構造はこのような箇所に適用するものであり，地震に対して浸水防止機能を維持できることは，(b)に記載する実機模擬試験において熱変位及び地震相対変位を模擬した変位を付与した状態で耐圧・漏水試験を行うことにより確認する（第4.2-8図参照）。



試験装置外観



試験装置内部

■ 試験条件（例）

- ・貫通物口径：100A
- ・シール材試験体厚さ：80mm
- ・水 圧：0.4MPa（40m水頭相当）
- ・貫通物変位：軸，軸直角方向ともに25mm
- ・保持時間：24時間

第4.2-8図 実機模擬耐圧・漏水試験例
（充てん構造（シリコンシール材））

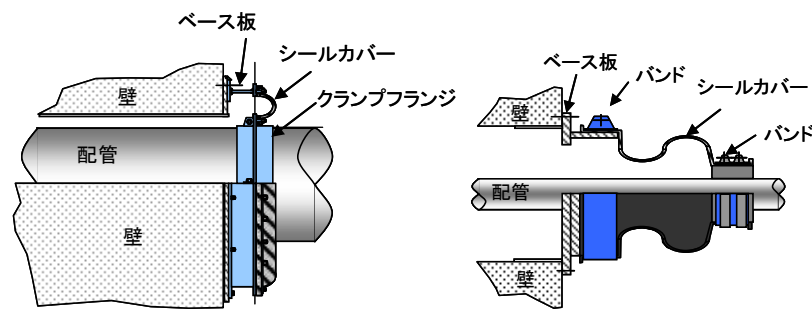
b. ブーツ構造

ブーツ構造は変位追従性に優れるため、配管等の貫通部のうち、地震による躯体と貫通物間の相対変位が大きい箇所、高温配管で配管の熱移動が生じる箇所（具体的には、貫通物である配管等の地震相対変位及び熱変位の合計が 25mm を超える箇所）に適用する。

同構造は、以下のとおり設計する。

(a) 構造

ブーツ構造は貫通口と貫通物の間の隙間に、ラバーブーツ（シールカバー）を設置することにより止水する構造とする。本構造の標準的な構造の概要を第 4.2-9 図に示す。



第 4.2-9 図 ブーツ構造の概要

(b) 耐圧性及び水密性

伸縮性のあるシールカバーを貫通口と貫通物の隙間に設置することで、耐圧性及び水密性を確保することを基本としており、設置箇所で想定される浸水に対して、浸水防止機能が保持できることを、実機を模擬した耐圧・漏水試験により確認する。

実機模擬試験の例を第 4.2-10 図に示す。

(c) 耐震性

地震に対して浸水防止機能を維持できることは、(b)に記載する実機模擬試験において熱変位及び地震相対変位を模擬した変位を付与した状態で耐圧・漏水試験を行うことにより確認する（第 4.2-10 図参照）。



<加圧前>



<加圧中>

■ 試験条件（例）

- ・貫通口径：350A
- ・水圧：0.2MPa（20m水頭相当）
- ・貫通物変位：軸方向 100mm
軸直角方向 50mm
- ・保持時間：24時間

第 4.2-10 図 実機模擬耐圧・漏水試験例（ブーツ構造）

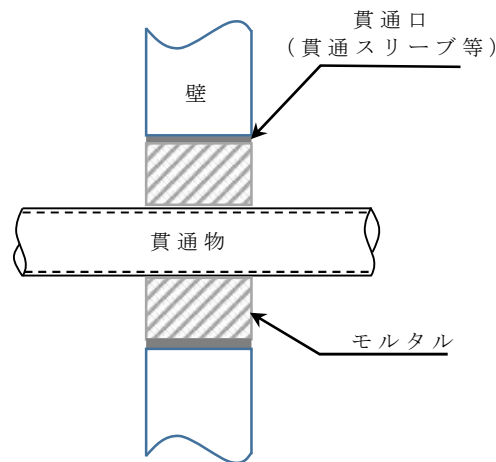
c. 充てん構造（モルタル）

充てん構造（モルタル）は、剛性が高く、高い拘束力を有するため変位追従性がないことから、配管等の貫通部のうち、躯体と貫通物間との相対変位が生じない箇所（具体的には、地震相対変位がなく、配管の運転温度が 66℃以下であり、熱変位の影響が軽微と評価できる箇所）に適用する。

同構造は、以下のとおり設計する。

(a) 構造

充てん構造（モルタル）は貫通口内あるいは貫通口と貫通物の間の隙間にモルタルを充てんすることにより止水する構造とする。本構造の標準的な構造の概要を第 4.2-11 図に示す。



第 4.2-11 図 充てん構造（モルタル）の概要

(b) 耐圧性及び水密性

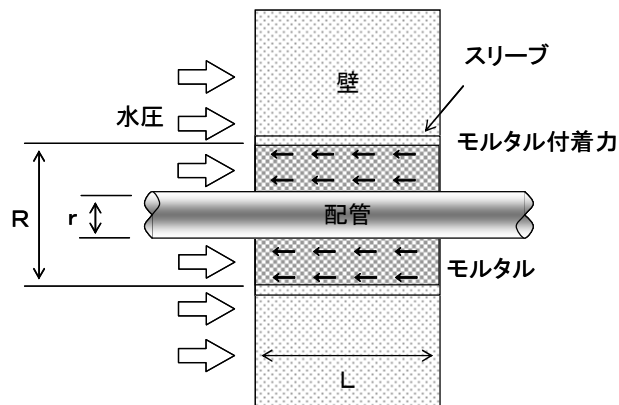
貫通部のモルタル充てんに無収縮モルタルを使用することにより、隙間が生じにくい設計とすることで水密性を確保することを基本とする。

また、モルタルは基本的に壁・床面と同等の強度を有し、圧縮強度や付着強度も高いため、耐圧性は十分にあるものと考えられる。

代表ケースに対して、耐圧性について以下に示す内容で評価を実施した。この評価結果により、実機で想定される条件（浸水深及び貫通口寸法）においては、必要な耐圧性を有するものと判断する。

○評価条件

評価条件			備考
スリーブ径	mm	R	
モルタル充てん深さ	mm	L	
配管径	mm	r	
モルタル付着強度	N/mm ²	1	「コンクリート標準示方書(2007年制定)」による
静水頭圧	N/mm ²	0.2	20m相当静水頭圧



第 4.2-12 図 充てん構造（モルタル）の評価モデル

○評価方法

①モルタル部分に作用する水圧荷重（P1）

静水頭圧がモルタル部分に作用したときに生じる荷重は以下のとおり。

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

②モルタルの許容付着荷重（P2）

静水頭圧がモルタル部分に作用したときに、モルタルが耐える限界の付着荷重は以下のとおり。

$$P2 [N] = 1 [N/mm^2] \times (\pi \times (R+r) \times L) [mm^2]$$

モルタルの付着強度は付着面積に比例するため、最も保守的な条件として貫通物がない状態 ($r=0$) を想定すると、許容付着荷重 ($P2$) は次のとおりとなる。

$$P2 [N] = 1 [N/mm^2] \times (\pi \times R \times L) [mm^2]$$

静水頭圧に対する耐性を確保するためには、 $P1 < P2$ である必要があるため、以上より耐性の確保可否の評価方法（判定基準）は以下のとおり整理できる。

$$0.05 \times R [mm] < L [mm]$$

○評価結果

上式より、充てん構造（モルタル）が静水頭圧に対する耐性を確保するためには、貫通スリーブ径の5%を超える深さのモルタル充てんが必要であることがわかる。

ここで、実機に存在する主要なスリーブの径は 100A～600A 程度であり、600A のスリーブに対して必要充てん深さを評価すると約 30mm となる。一方、貫通部止水処置の施工対象とする壁は 30mm 程度以上の厚さを有しており、モルタルの充てんは壁厚と同程度の深さの施工がされる。

以上より、実機の条件を考慮すると、本構造は必要な水圧に対する耐圧性を有するものと評価できる。

なお、本構造では貫通口寸法が大きくなるに従い耐圧性を確保することが困難となるため、第 4.2-2 表に示したとおり、大開口に対しては、本構造ではなく閉止構造等を適用することとする。

(c) 耐震性

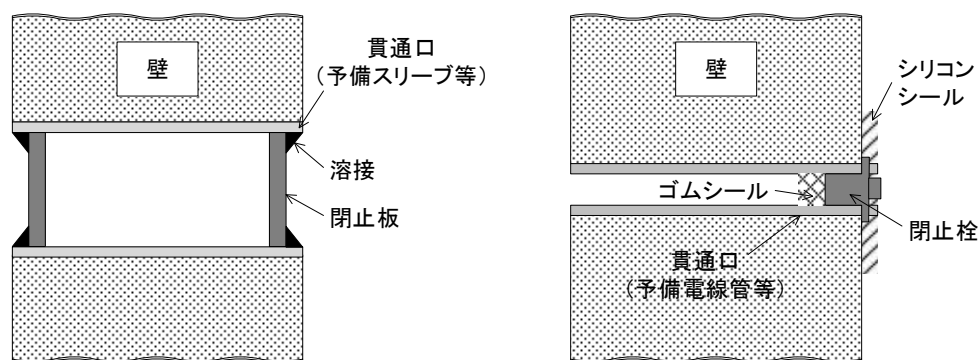
基準地震動 S_s に対して、浸水防止機能が保持できることを評価により確認する。

d. 閉止構造

閉止構造は、予備スリーブ等の閉止が可能な箇所に適用する。
同構造は、以下のとおり設計する。

(a) 構造

閉止構造は貫通口に金属性の閉止板を溶接する、あるいは閉止フランジ、閉止栓等をシール材とともにボルトやねじ込み等により取り付けることにより止水する構造とする。本構造の標準的な構造の概要を第 4.2-13 図に示す。



第 4.2-13 図 閉止構造の概要

(b) 耐圧性及び水密性

設置箇所で想定される浸水に対して、浸水防止機能が保持できることを、評価あるいは試験により確認する。

(c) 耐震性

基準地震動 S_s に対して、浸水防止機能が保持できることを評価により確認する。

(5) 床ドレンライン浸水防止治具

「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す浸水防護重点化範囲への浸水経路，浸水口となり得る床ドレンライン部に対して，浸水防止設備として床ドレンライン浸水防止治具を設置する。床ドレンライン浸水防止治具の実施範囲は添付資料 14 に示す。

床ドレンライン浸水防止治具は閉止治具（閉止キャップ及び閉止栓），フロート式止水治具及び逆止弁式止水治具に分類でき，床ドレンラインの要求事項（排水機能の要否等）により適切な治具を選択し設置する。

これらの浸水防止治具の設計においては，以下のとおり，常時荷重，地震荷重，津波荷重及び余震荷重を適切に組合せて設計を行う。

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

なお，床ドレンライン浸水防止治具は，建屋内に設置することから，その他自然現象の影響が及ばないため，その他自然現象による荷重との組合せは考慮しない。（添付資料 27 参照）

ここで，床ドレンライン浸水防止治具の設計において考慮する荷重は，以下のように設定する。

- 常時荷重
自重等を考慮する。

- 地震荷重
基準地震動 S_s を考慮する。

- 津波荷重
設置位置における，入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。

- 余震荷重
余震による地震動について検討し，余震荷重を設定する。具体的には，余震による地震動として弾性設計用地震動 S_d を適用し，これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料 30 に示す。

また，上記荷重の組合せに対して，各浸水防止治具の浸水防止機能が十分保持できるよう，それぞれ以下の方針により設計する。

a. 閉止治具（閉止キャップ及び閉止栓）

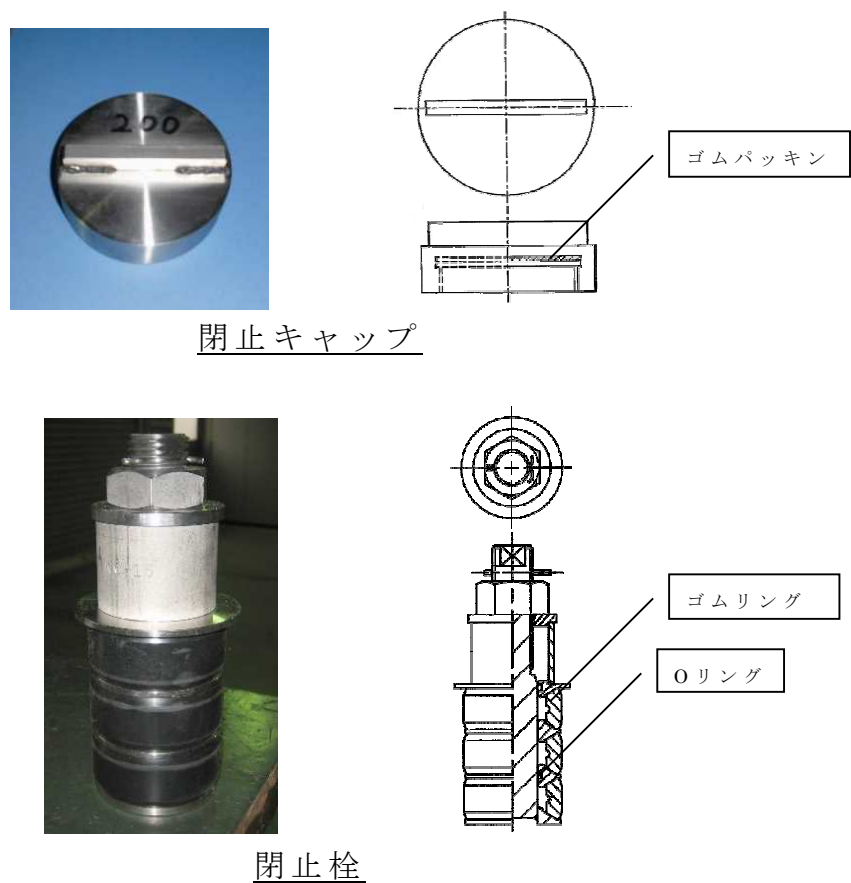
閉止治具は，浸水防止要求があり，溢水発生時に排水を期待しないファンネルに対して適用する。閉止治具には閉止キャップと閉止栓の二種類があり，ドレンラインにねじ切り部がある場合には前者を，ない場合には後者を選択する。

同治具は，以下のとおり設計する。

(a) 構造

閉止治具は，床ドレンラインに鋼製の閉止キャップをゴムパッキンとともに，あるいは閉止栓をOリング及びゴムリングとともにねじ込む等により設置することで，床ドレンラインからの逆流を防止する構造とする。

閉止治具の外観及び構造例を第 4.2-14 図に示す。

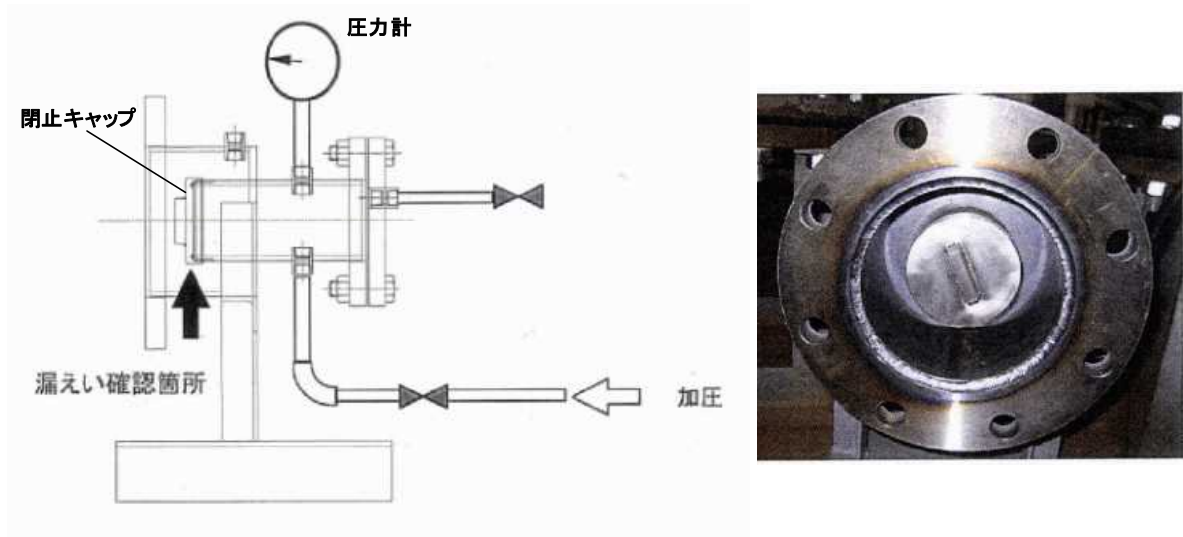


第 4.2-14 図 閉止治具の外観及び構造例

(b) 耐圧性及び水密性

設置箇所で想定される浸水に対して、浸水防止機能が保持できることを、実機を模擬した耐圧・漏水試験により確認する。

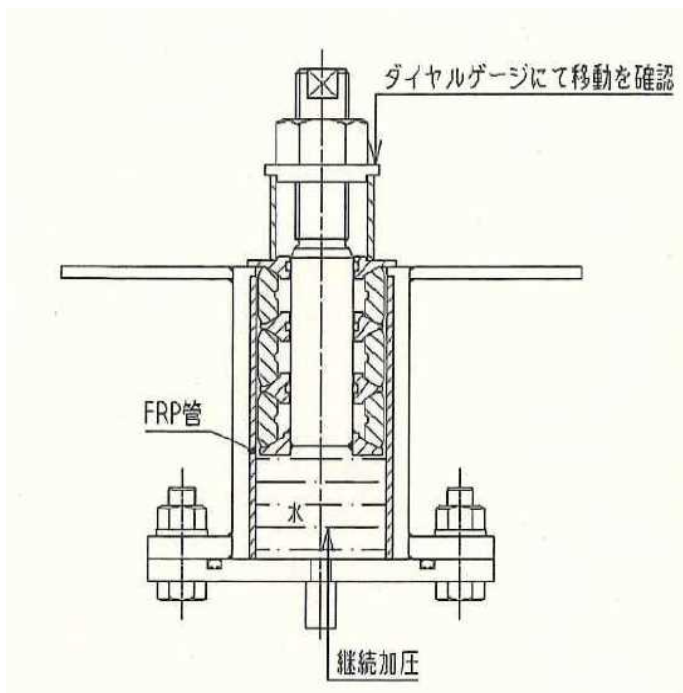
実機模擬試験の例を第 4.2-15 図及び第 4.2-16 図に示す。



■ 試験条件 (例)

- ・ 水 圧 : 1.0MPa
- ・ 保 持 時 間 : 24 時間

第 4.2-15 図 実機模擬耐圧・漏水試験例 (閉止キャップ)



- | | |
|------------|------------|
| ■ 試験条件 (例) | |
| ・ 水 | 圧 : 1.0MPa |
| ・ 保 持 時 間 | 24 時間 |

第 4.2-16 図 実機模擬耐圧・漏水試験例 (閉止栓)

(c) 耐震性

基準地震動 S_s に対して、浸水防止機能が保持できることを評価または加振試験により確認する。

b. フロート式止水治具

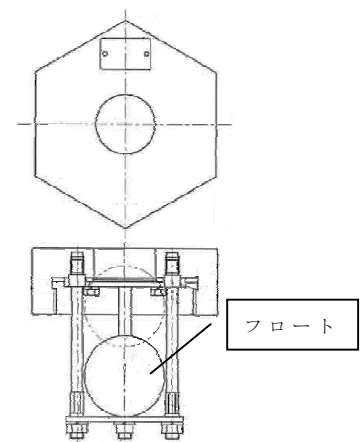
フロート式止水治具は，逆流方向に対して浸水防止要求があり，溢水発生時に排水を期待するファンネルに対して適用する。

同治具は，以下のとおり設計する。

(a) 構造

フロート式止水治具は，フロートを内包した鋼製の治具であり，フロートが水の浮力により上昇し，開口部を閉鎖することで床ドレンラインからの逆流を防止する構造とする。

フロート式止水治具の外観及び構造例を第 4.2-17 図に示す。

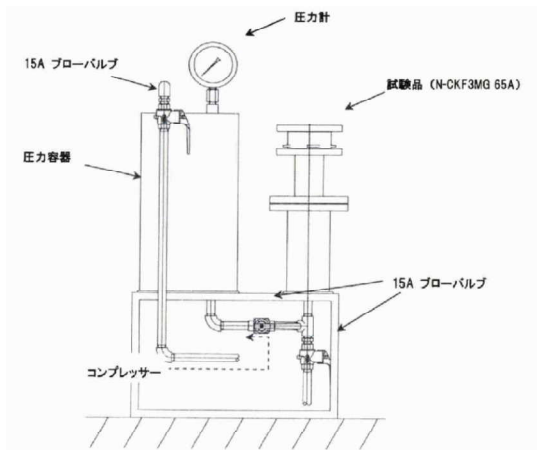


第 4.2-17 図 フロート式止水治具の外観及び構造例

(b) 耐圧性及び水密性

設置箇所想定される浸水に対して，浸水防止機能が保持できることを，実機を模擬した耐圧・漏水試験により確認する。

実機模擬試験の例を第 4.2-18 図に示す。



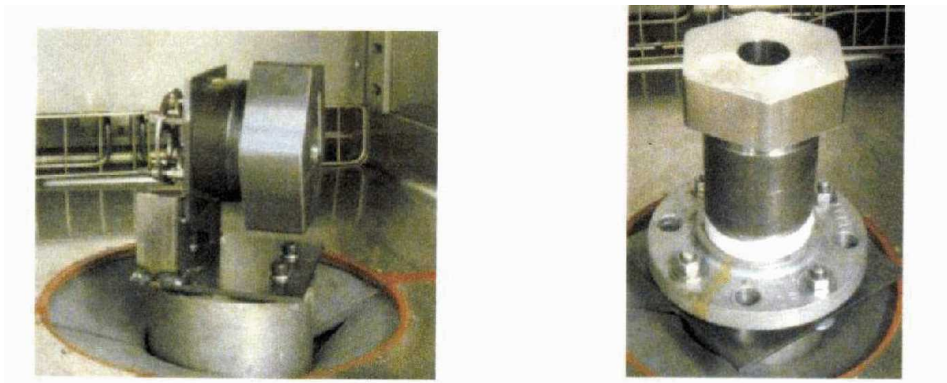
- 耐圧・漏水試験条件（例）
- ・ 圧 力：0.45MPa
 - ・ 保 持 時 間：10 分間

第 4.2-18 図 実機模擬耐圧・漏水試験例（フロート式止水治具）

(c) 耐震性

基準地震動 S_s に対して、浸水防止機能が保持できることを評価または加振試験により確認する。

加振試験の例を第 4.2-19 図に示す。



- 加振試験条件（例）
- ・ 水平方向振動周波数：20Hz
 - ・ 水平方向加速度：6.0G
 - ・ 鉛直方向振動周波数：20Hz
 - ・ 鉛直方向加速度：6.0G
 - ・ 加 振 時 間：5 分間

第 4.2-19 図 加振試験例（フロート式止水治具）

c. 逆止弁式止水治具

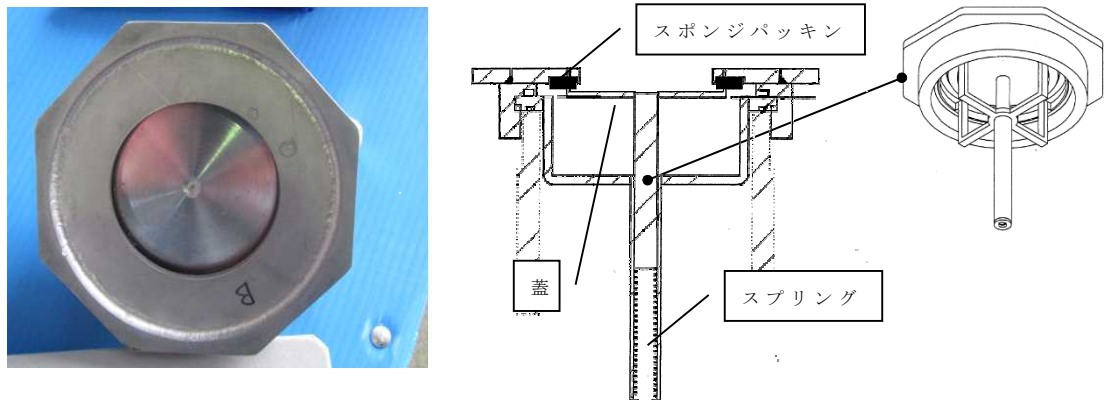
逆止弁式止水治具は，逆流方向に対して浸水防止要求があり，かつ，設置許可基準規則 第八条（火災による損傷の防止）への適合のため，他の火災区域からの煙等による安全機能への影響防止を目的とした煙等の流入防止要求があり，溢水発生時に排水を期待するファンネルに対して適用する。

同治具は，以下のとおり設計する。

(a) 構造

逆止弁式止水治具は，通常時はスプリングにより蓋がスポンジパッキンに押し付けられることにより，床ドレンラインからの逆流を防止するとともに，遮煙性能を有する構造とする。一方で，治具設置床面が浸水し，当該治具に作用する静水頭圧がスプリングの押し付け力を上回った場合には，蓋が下方に移動し，排水を行う隙間を確保できる構造とする。

逆止弁式止水治具の外観及び構造例を第 4.2-20 図に示す。

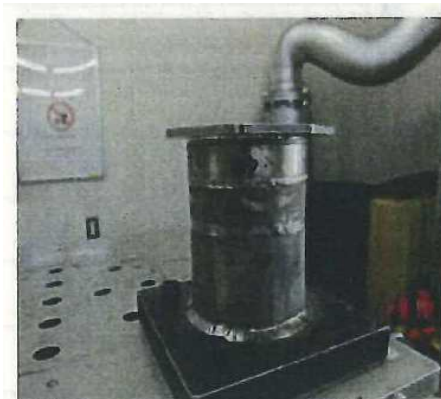
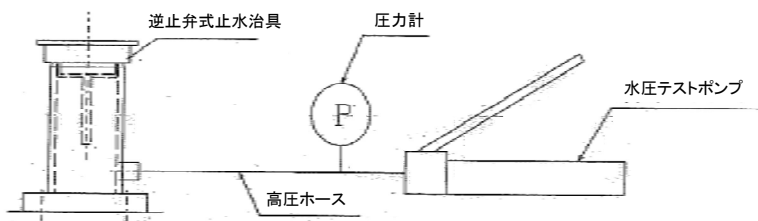


第 4.2-20 図 逆止弁式止水治具の外観及び構造例

(b) 耐圧性及び水密性

設置箇所想定される浸水に対して，浸水防止機能が保持できることを，実機を模擬した耐圧・漏水試験により確認する。

実機模擬試験の例を第 4.2-21 図に示す。



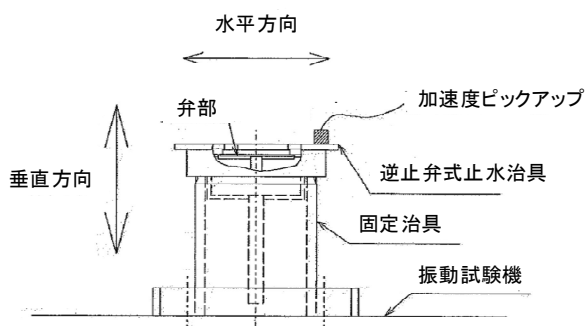
- 耐圧・漏水試験条件（例）
 - ・ 圧 力：1.10MPa
 - ・ 保 持 時 間：6 分間

第 4.2-21 図 実機模擬耐圧・漏水試験例（逆止弁式止水治具）

(c) 耐震性

基準地震動 S_s に対して、浸水防止機能が保持できることを評価または加振試験により確認する。

加振試験の例を第 4.2-22 図に示す。



- 加振試験条件（例）
 - ・ 水平方向振動周波数：10Hz
 - ・ 水平方向加速度：6.0G
 - ・ 鉛直方向振動周波数：10Hz
 - ・ 鉛直方向加速度：6.0G
 - ・ 加 振 時 間：5 分間

第 4.2-22 図 加振試験例（逆止弁式止水治具）

(d) 遮煙性能

建築基準法に定める遮煙性能確認試験を実施することにより、遮煙性能を満足することを確認する。

■ 遮煙性能確認試驗條件

- 試驗體兩面壓力差：20Pa
- 判定基準：漏氣量 每分 5m^3 以下/ m^2
(標準狀態 (20°C, 1 氣壓) 換算)

(6) 浸水防止ダクト

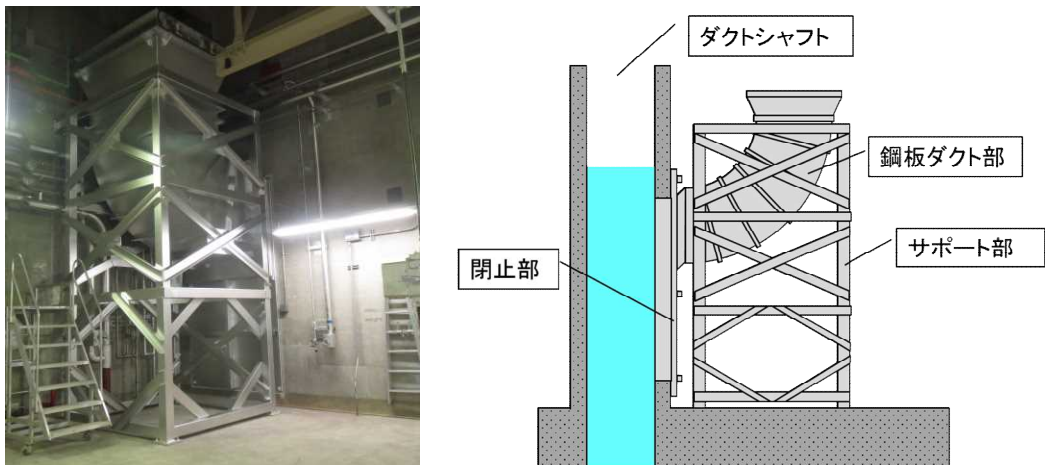
「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す浸水防護重点化範囲への浸水経路，浸水口となり得る空調ダクト（ダクトシャフト）の排気口に対して，浸水防護重点化範囲への浸水を防止することを目的として排気口の位置を上方に移すため，浸水防止設備として浸水防止ダクトを設置する。浸水防止ダクトの設置位置は添付資料 14 に示す。

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

a. 構造

浸水防止ダクトは，鋼材による鋼板ダクト部，ダクト部を支持するサポート部，閉止部等により構成し，空調ダクト（ダクトシャフト）の排気口を新規に鋼製のダクトで立ち上げることにより，ダクトシャフト内に流入した津波が，排気口から浸水防護重点化範囲に浸水することを防止する。

浸水防止ダクトの外観及び構造例を第 4.2-23 図に示す。



第 4.2-23 図 浸水防止ダクトの外観及び構造例

b. 荷重の組合せ

浸水防止ダクトの設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び余震荷重を適切に組合せて設計を行う。

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

なお、浸水防止ダクトは、建屋内に設置することから、その他自然現象の影響が及ばないため、その他自然現象による荷重との組合せは考慮しない。(添付資料 27 参照)

c. 荷重の設定

浸水防止ダクトの設計において考慮する荷重は、以下のよう設定する。

- 常時荷重
自重等を考慮する。

- 地震荷重
基準地震動 S_s を考慮する。

- 津波荷重
設置位置における、入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。

- 余震荷重
余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_d を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料 30 に示す。

d. 許容限界

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

(7) ダクト閉止板

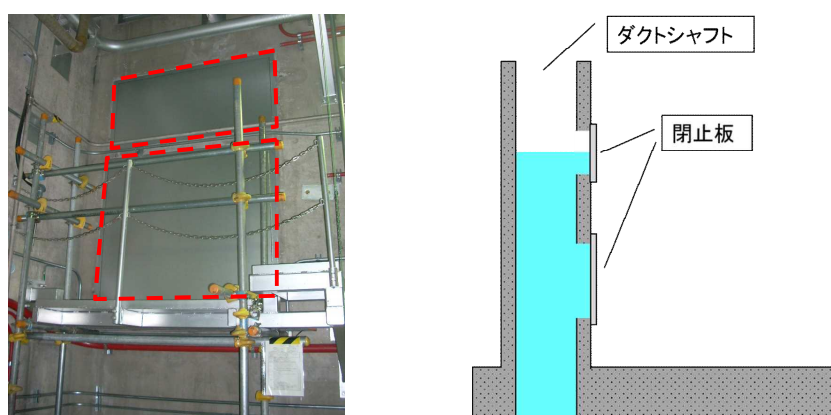
「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す浸水防護重点化範囲への浸水経路，浸水口となり得る空調ダクト（ダクトシャフト）の排気口に対して，浸水防護重点化範囲への浸水を防止することを目的として排気口を閉止するため，浸水防止設備としてダクト閉止板を設置する。ダクト閉止板の設置位置は添付資料 14 に示す。

ダクト閉止板は津波荷重や地震荷重等に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。

a. 構造

ダクト閉止板は，鋼材による閉止板により構成し，空調ダクト（ダクトシャフト）の排気口に閉止板を取り付け全周溶接することで，ダクトシャフト内に流入した津波が，排気口から浸水防護重点化範囲に浸水することを防止する。

ダクト閉止板の外観及び構造例を第 4.2-24 図に示す。



第 4.2-24 図 ダクト閉止板の外観及び構造例

b. 荷重の組合せ

ダクト閉止板の設計においては、以下のとおり常時荷重，地震荷重，津波荷重及び余震荷重を適切に組合せて設計を行う。

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

なお，ダクト閉止板は，建屋内に設置することから，その他自然現象の影響が及ばないため，その他自然現象による荷重との組合せは考慮しない。（添付資料 27 参照）

c. 荷重の設定

ダクト閉止板の設計において考慮する荷重は，以下のように設定する。

- 常時荷重
自重等を考慮する。

- 地震荷重
基準地震動 S_s を考慮する。

- 津波荷重
設置位置における，入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。

- 余震荷重
余震による地震動について検討し，余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_d を適用し，これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料 30 に示す。

d. 許容限界

浸水防止機能に対する機能保持限界として，地震後，津波後の再使用性や，津波の繰り返し作用を想定し，当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう，構成する部材が弾性域内に収まることを確認する。

4.3 津波監視設備の設計

【規制基準における要求事項等】

津波監視設備については、津波の影響（波力、漂流物の衝突等）に対して、影響を受けにくい位置への設置、影響の防止策・緩和策等を検討し、入力津波に対して津波監視機能が十分に保持できるよう設計すること。

【検討方針】

津波監視設備については、津波の影響（波力、漂流物の衝突等）に対して、影響を受けにくい位置への設置、影響の防止策・緩和策等を検討し、入力津波に対して津波監視機能が十分に保持できるよう設計する。

【検討結果】

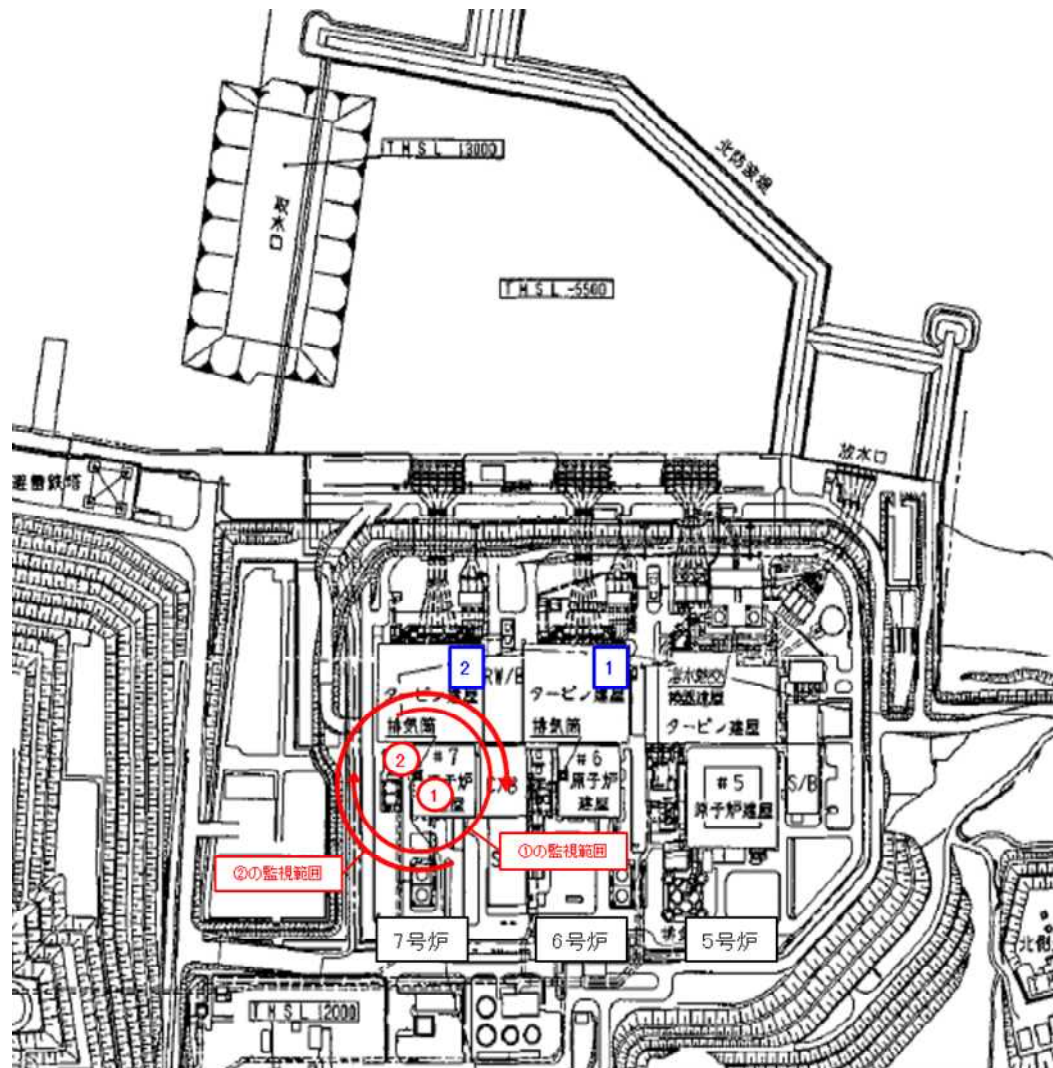
津波監視設備としては、津波監視カメラと取水槽水位計を設置する。

津波監視カメラは、耐震性、耐津波性を有し、敷地前面における津波襲来状況の監視が可能な場所として、7号炉原子炉建屋屋上に設置された主排気筒の T.M.S.L. +76m の位置に設置する。

一方、取水槽水位計は T.M.S.L. +3.5m の 6号及び 7号炉の補機取水槽の上部床面（タービン建屋海水熱交換器区域地下 1階床面）に設置するものであり当該部における入力津波高さよりも低位への設置となるが、「2. 設計基準対象施設の津波防護方針」に示したとおり、当該設置エリアは外郭防護と内郭防護により浸水の防止及び津波による影響からの隔離を図っている。このため、取水槽水位計についても津波の影響を受けることはない。

以上のとおり、津波監視設備は入力津波に対して津波監視機能が保持できる設計としている。

津波監視設備の設置の概要を第 4.3-1 図に、また、設備ごとの設計方針の詳細を以下に示す。



①②: 津波監視カメラ
 設置位置: 7号炉主排気筒T.M.S.L.+76m
 視野角: 水平360°, 垂直±90° (主排気筒による死角を除く)
 (※) 図中矢印は各カメラの監視範囲を示す

1: 6号炉取水槽水位計
 設置位置: 6号炉補機取水槽
 測定範囲: T.M.S.L.-6.5m ~ T.M.S.L.+9.0m

2: 7号炉取水槽水位計
 設置位置: 7号炉補機取水槽
 測定範囲: T.M.S.L.-5.0m ~ T.M.S.L.+9.0m

第 4.3-1 図 津波監視設備の設置概要

(1) 津波監視カメラ

a. 仕様

津波監視カメラは，耐震性，耐津波性を有し，敷地前面における津波襲来状況の監視が可能な場所として，7号炉主排気筒 T.M.S.L. +76m に設置する。なお，当該の設置位置は本設のグレーチングフロア上であり，かつ同じフロアへは本設の階段が敷設されているため，施工や保守の作業，アクセスに当たり支障はない。

敷地内の状況及び敷地前面における津波襲来状況をリアルタイムかつ継続的に把握するため，視野角が広く（水平 360°，垂直 ±90° 旋回可能），光学及び赤外線撮像機能を有するカメラを選定する。撮影した映像は6号炉，7号炉それぞれの中央制御室に設置した監視設備に表示可能とし，本体及び監視設備は非常用電源から受電することで，交流電源喪失時においても監視が継続可能な設計とする。

津波監視カメラの設置位置を第 4.3-2 図に，また監視カメラの映像イメージを第 4.3-3 図に示す。



第 4.3-2 図 津波監視カメラ設置位置

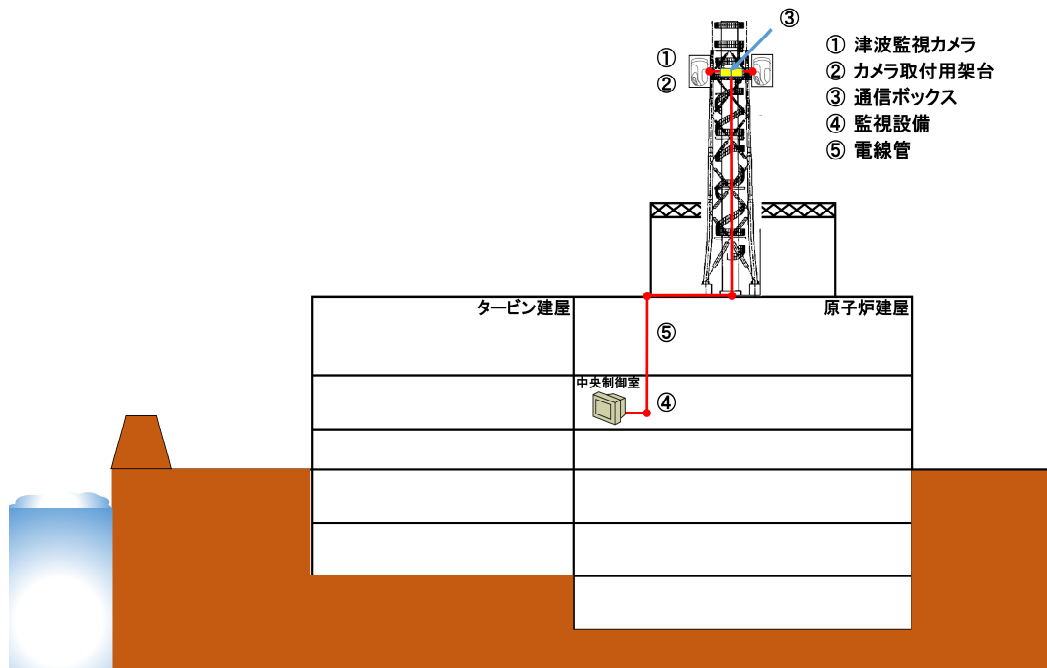
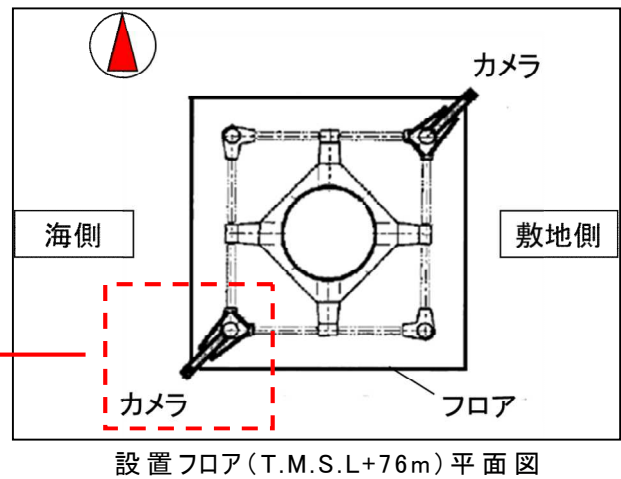
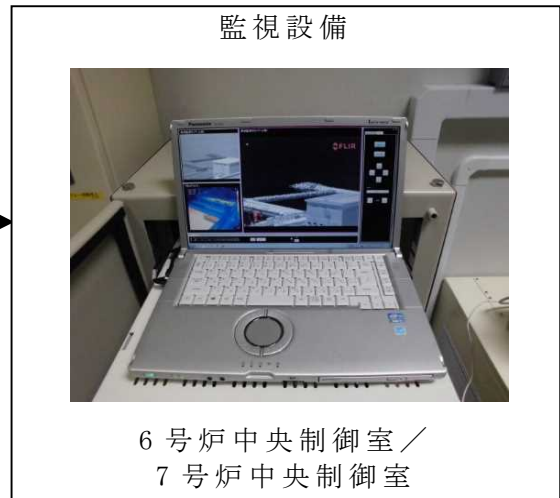


第 4.3-3 図 津波監視カメラ映像イメージ

b. 設備構成

津波監視カメラは、カメラ本体、カメラ取付用架台、通信ボックス、監視設備、電線管から構成されている。設備構成の概要を第 4.3-4 図に示す。

なお、津波監視カメラ本体は、7号炉主排気筒に2台（主排気筒を挟んで対角に設置）、監視設備については、6号炉中央制御室及び7号炉中央制御室にそれぞれ1台設置することで、6号炉中央制御室及び7号炉中央制御室のいずれからも津波の襲来状況を監視可能な設計とする。



第 4.3-4 図 津波監視カメラ設備構成

c. 構造強度評価及び機能維持評価

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

当該設備は主排気筒に設置されるものであることから、想定される自然条件のうち設備に与える影響が大きいものとしては地震と竜巻が考えられる。このうち竜巻については「第 6 条 外部からの衝撃による損傷の防止」において説明するものとし、ここでは使用条件及び地震に対する評価方針を示す。

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

(a) 評価方針

津波監視カメラが基準地震動 S_s に対して要求される機能を喪失しないことを確認するため、カメラ取付用架台及び電線管に対する構造強度評価を実施する。また、カメラ本体、通信ボックス、監視設備の機能維持評価を実施する。

(b) 荷重組合せ

津波監視カメラの設計においては以下のとおり、常時荷重、地震荷重に加えて、風荷重、積雪荷重及び降下火砕物荷重との組合せを考慮する。（添付資料 27 参照）

① 常時荷重＋地震荷重＋風荷重＋積雪荷重

② 常時荷重＋地震荷重＋風荷重＋降下火砕物荷重＋積雪荷重

(c) 荷重の設定

津波監視カメラの設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

○常時荷重

自重等を考慮する。

○地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

○その他自然現象による荷重（積雪荷重，降下火砕物荷重及び風荷重）

「第6条 外部からの衝撃による損傷の防止」に従い，積雪荷重及び降下火砕物荷重を考慮する。

また，「設置許可審査ガイド」に従い，風荷重を考慮する。

ここで，風荷重としては，基準風速を適用することとし，竜巻については発生頻度が小さいことから，他の自然現象による荷重との組合せの観点では考慮せず，竜巻に対する評価は「第6条 外部からの衝撃による損傷の防止」において説明する。

(d) 許容限界

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

また，津波監視カメラを支持する7号炉主排気筒及びカメラ取付用架台については，それらを構成する部材が(b)にて考慮する荷重の組合せに対して，津波監視カメラの支持機能を維持することを確認する。

(e) 防塵性能・防水性能

上記の荷重に関する評価に加えて，防塵性能および防水性能についても考慮する。

津波監視カメラは，保護等級「IP66」（日本工業規格 JIS C 0920）相当のものを設置することで，防塵性能と防水性能（防塵性能については，粉塵が内部に入らない程度。防水性能については，あらゆる方向からの強い噴流水によっても，有害な影響がない程度。）が保証される。

(2) 取水槽水位計

a. 仕様

取水槽水位計は、地震発生後に津波が発生した場合、津波の襲来を想定し、特にその水位変動の兆候を早期に把握するため、6号及び7号炉の補機取水槽に設置する。

基準津波襲来時の取水槽水位（入力津波高さ）に関しては、取水口前面に海水貯留堰を設けたことから、第4.3-1表のとおり評価している。

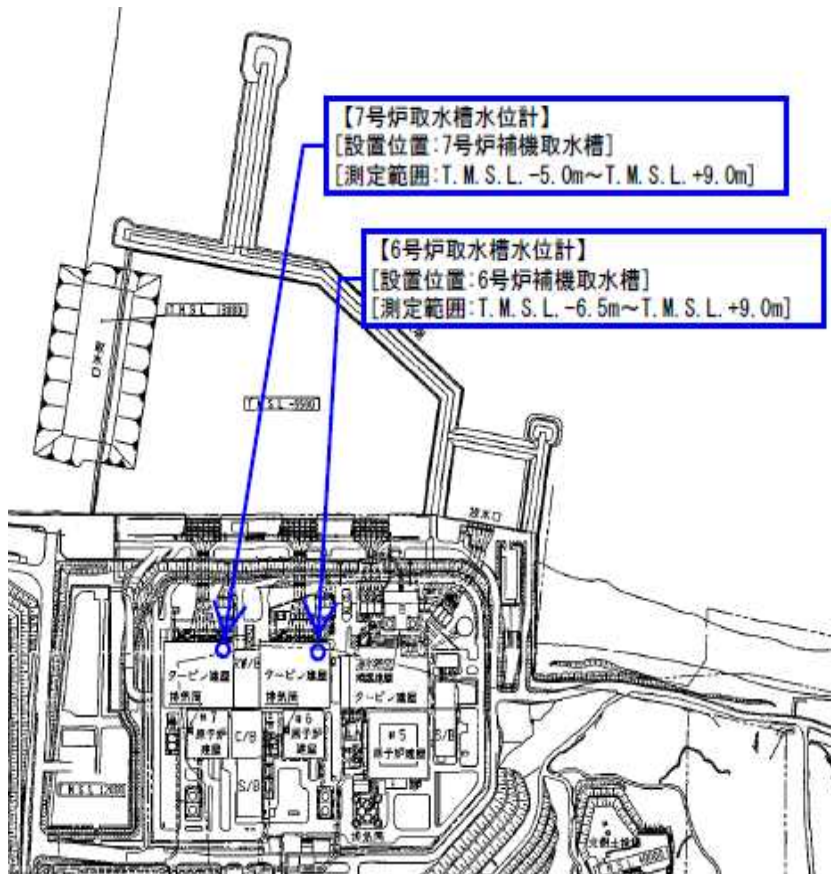
第4.3-1表 取水槽に関わる入力津波高さ

		6号炉		7号炉	
		取水口	取水槽	取水口	取水槽
水位上昇側	入力津波高さ T.M.S.L. (m)	+7.5	+8.4	+7.2	+8.3
水位下降側	入力津波高さ T.M.S.L. (m)	-3.5 ^{※1}	-4.0	-3.5 ^{※1}	-4.3

※1：海水貯留堰の天端標高により定まる

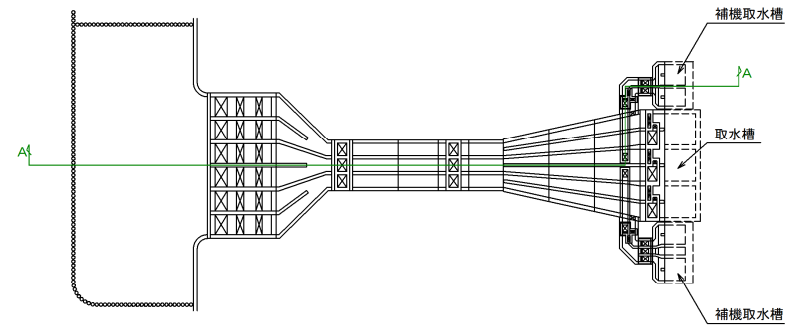
上記の取水槽水位を考慮し、測定範囲を6号炉でT.M.S.L. -6.5m～T.M.S.L. +9.0m、7号炉でT.M.S.L. -5.0m～T.M.S.L. +9.0mとした設計としている。また、取水槽水位計は非常用電源から受電しており、交流電源喪失時においても監視が継続可能な設計としている。

取水槽水位計の設置位置を第4.3-5図に示す。

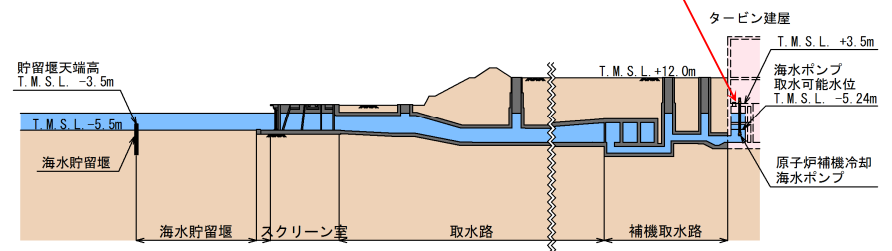


平面配置図

取水路部平面図



取水槽水位計



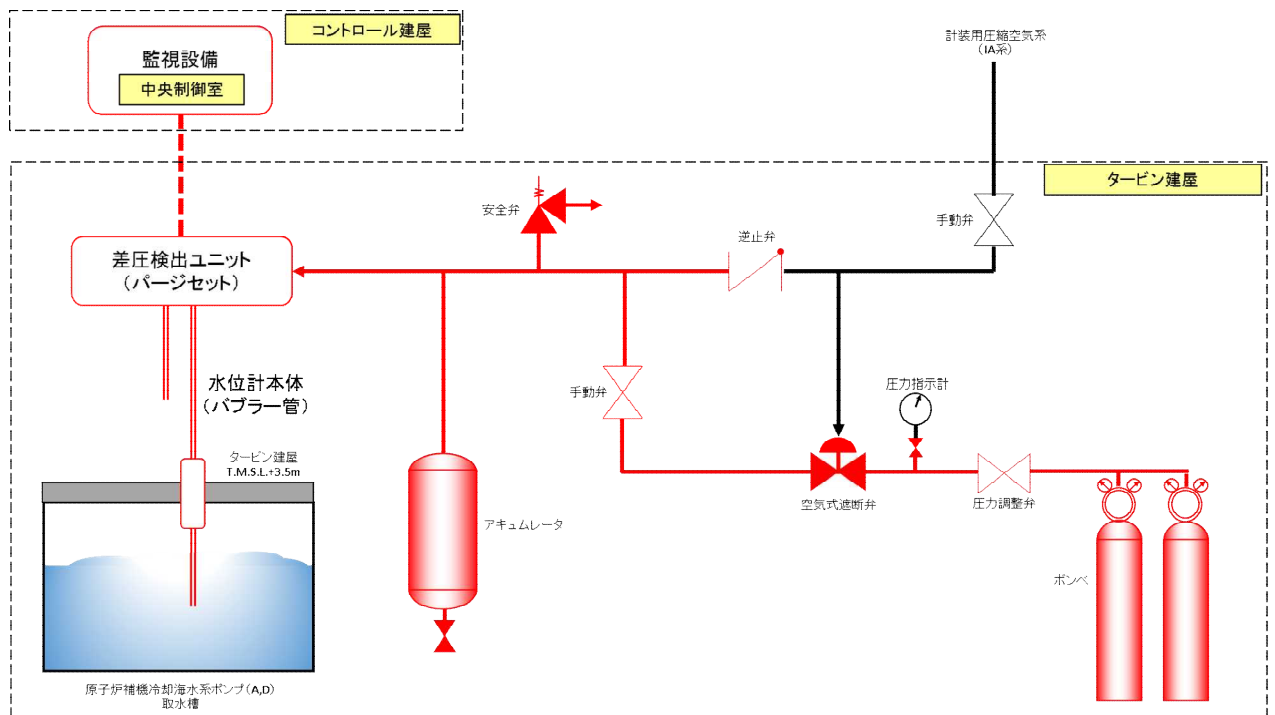
断面配置図 (6号炉の例)

第 4.3-5 図 取水槽水位計設置位置

b. 設備構成

取水槽水位計は、水位計本体（バブラー管）、差圧検出ユニット（パージセット）、監視設備で構成されている。設備構成の概要を第 4.3-6 図に示す。

計装用圧縮空気系（IA 系）からの空気供給を受け、取水槽の内圧と大気圧の差圧を検出する。地震によって IA 配管が損傷した際には、IA からの圧力を受けて閉状態となっていた空気式遮断弁が開き、ポンベ側からの空気供給が開始される。ポンベは 30 時間程度の水位計測が可能な容量を有し、継続的な監視が可能な設計とする。また、図中設備は全て建屋内への設置とし、外部環境からの悪影響は受けない。



注：図中赤部が耐震性を有している範囲（Sクラス設計）

第 4.3-6 図 取水槽水位計設備構成の概要

c. 構造・強度評価及び機能維持評価

取水槽水位計が使用条件及び想定される自然条件下において要求される機能を喪失しないことを確認する。

当該設備は屋内に設置されるものであり想定される自然条件のうち設備に与える影響が大きいものとしては地震が考えられることから、ここでは使用条件及び地震に対する評価方針を示す。

(a) 評価方針

取水槽水位計が基準地震動 S_s に対して要求される機能を喪失しないことを確認するため、水位計本体（バブラー管）、ポンペ、配管に対する構造強度評価、差圧検出ユニット（パージセット）の機能維持評価、さらに監視設備については構造強度評価及び機能維持評価の両者を実施する。

(b) 荷重組合せ

取水槽水位計の設計においては以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重、余震荷重を考慮する。その他自然現象の影響が及ばない建屋内に設置することから、その他自然現象による荷重との組合せは考慮しない。（添付資料 27 参照）

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

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

(c) 荷重の設定

取水槽水位計の設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

- 常時荷重
自重等を考慮する。

- 地震荷重
基準地震動 S_s を考慮する。

- 津波荷重
設置位置における、入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。

○余震荷重

余震による地震動について検討し，余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_d を適用し，これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料 30 に示す。

(d) 許容限界

津波監視機能に対する機能保持限界として，差圧検出ユニット（ページセット），監視設備が基準地震動 S_s に対して機能維持することを確認する。

また，地震後，津波後の再使用性や，津波の繰り返し作用を想定し，水位計本体（バブラー管），ポンペ，配管，監視設備を構成する部材が弾性域内に収まること確認する。

4.4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項

(1) 津波防護施設，浸水防止設備等の設計における検討事項

【規制基準における要求事項等】

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

- 各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重（浸水高，波力・波圧，洗掘力，浮力等）について，入力津波から十分な余裕を考慮して設定すること。
- サイトの地学的背景を踏まえ，余震の発生の可能性を検討すること。
- 余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮すること。
- 入力津波の時刻歴波形に基づき，津波の繰返し襲来による作用が津波防護機能，浸水防止機能へ及ぼす影響について検討すること。

【検討方針】

津波防護施設，浸水防止設備の設計及び漂流物に係る措置に当たり，津波荷重の設定，余震荷重の考慮，津波の繰返し作用の考慮に関して次に示す方針を満足していることを確認する。

- 各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重（浸水高，波力・波圧，洗掘力，浮力等）について，入力津波から十分な余裕を考慮して設定する。
- サイトの地学的背景を踏まえ，余震の発生の可能性を検討する。
- 余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮する。
- 入力津波の時刻歴波形に基づき，津波の繰返しの襲来による作用が津波防護機能，浸水防止機能へ及ぼす影響について検討する。

【検討結果】

津波荷重の設定，余震荷重の考慮及び津波の繰返し作用の考慮のそれぞれについては，以下のとおりとしている。

a. 津波荷重の設定

津波荷重の設定について，以下の不確かさを考慮する。

- 入力津波が有する数値計算上の不確かさ

- 各施設・設備等の機能損傷モードに対応した荷重の算定過程に介在する不確かさ

b. 余震荷重の考慮

柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉の耐津波設計では、津波の波源の活動に伴い発生する余震による荷重を考慮する。

具体的には、柏崎刈羽原子力発電所周辺の地学的背景を踏まえ、弾性設計用地震動 S_d を 6 号及び 7 号炉の耐津波設計で考慮する余震による地震動として適用し、これによる荷重を設計に用いる。適用に当たっての考え方を添付資料 30 に示す。

各施設、設備の設計に当たっては、その個々について津波による荷重と余震による荷重の重畳の可能性、重畳の状況を検討し、それに基づき入力津波による荷重と余震による荷重とを適切に組み合わせる。各施設、設備の設計における具体的な荷重の組合せについては、本章の 4.1～4.3 節に示したとおりである。

c. 津波の繰返し作用の考慮

津波の繰返し作用の考慮については、漏水、二次的影響（砂移動等）による累積的な作用または経時的な変化が考えられる場合は、時刻歴波形に基づき、非安全側としない検討をしている。具体的には、以下のとおりである。

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

(2) 漂流物による波及的影響の検討

【規制基準における要求事項等】

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

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

【検討方針】

発電所敷地内及び近傍において建物・構築物、設置物等が破損、倒壊、漂流する可能性について検討する。

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

【検討結果】

6号及び7号炉では、基準津波による遡上域を考慮した場合に漂流物による波及的影響を考慮すべき津波防護施設、浸水防止設備としては、津波防護施設として位置付けて設計を行う海水貯留堰が挙げられる。

海水貯留堰の設計においては、2.5節における「(2) 津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認」の「c. 基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する通水性確保」で抽出した、海水貯留堰に衝突する可能性のある漂流物の衝突荷重を考慮し、海水貯留堰の海水貯留機能に波及的影響が及ばないことを確認する。