

本資料のうち、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。

柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉

津波による損傷の防止について

平成29年2月

東京電力ホールディングス株式会社

柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉
耐津波設計方針について

平成 29 年 2 月

東京電力ホールディングス株式会社

目 次

I. はじめに

II. 耐津波設計方針

1. 基本事項

- 1.1 津波防護対象の選定
- 1.2 敷地及び敷地周辺における地形及び施設の配置等
- 1.3 基準津波による敷地周辺の遡上・浸水域
- 1.4 入力津波の設定
- 1.5 水位変動，地殻変動の考慮
- 1.6 設計または評価に用いる入力津波

2. 設計基準対象施設の津波防護方針

- 2.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針
- 2.2 敷地への浸水防止（外郭防護 1）
- 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）
- 2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）
- 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
- 2.6 津波監視

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
- 3.2 敷地への浸水防止（外郭防護 1）
- 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）
- 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）
- 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
- 3.6 津波監視

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
- 4.2 浸水防止設備の設計
- 4.3 津波監視設備の設計
- 4.4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項

(添付資料)

- －1 基準津波に対して機能を維持すべき設備とその配置
- －2 地震時の地形等の変化による津波遡上経路への影響について
- －3 港湾内の局所的な海面の励起について
- －4 管路解析の詳細について
- －5 入力津波に用いる潮位条件について
- －6 津波シミュレーションに用いる数値計算モデルについて
- －7 津波防護対策の設備の位置づけについて
- －8 耐津波設計における現場確認プロセス
- －9 内郭防護において考慮する溢水の浸水範囲，浸水量について
- －10 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策の設置位置，実施範囲及び施行例
- －11 貯留量の算定について
- －12 津波による水位低下時の常用系ポンプの停止に関わる運用及び常用系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
- －13 基準津波に伴う砂移動評価について
- －14 柏崎刈羽原子力発電所周辺海域における底質土砂の分析結果について
- －15 海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について
- －16 津波漂流物の調査要領について
- －17 燃料等輸送船の係留索の耐力について
- －18 燃料等輸送船の喫水と津波高さの関係について
- －19 浚渫船の係留可能な限界流速について
- －20 車両退避の実効性について
- －21 漂流物の評価に考慮する津波の流速・流向について
- －22 津波監視設備の監視に関する考え方
- －23 耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて
- －24 海水貯留堰における津波波力の設定方針について
- －25 基準類における衝突荷重算定式について
- －26 耐津波設計における津波荷重と余震荷重の組み合わせについて
- －27 水密扉の運用管理について
- －28 審査ガイドとの整合性（耐津波設計方針）
- －29 敷地への浸水防止（外殻防護 1）評価のための沈下量の算定について
- －30 貯留堰設置地盤の支持性能について

－31 貯留堰継手部の漏水量評価について

－32 「浸水を防止する敷地」以外の敷地が浸水することに対する影響評価について

－33 入力津波に対する水位分布について

(参考資料)

- －1 柏崎刈羽原子力発電所における津波評価（第306回審査会合資料1-2；平成27年12月11日）
- －2 柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉 内部溢水の影響評価について（別添資料1第9章）
- －3 柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉 内部溢水の影響評価について（別添資料1第10章）

2.5(1) 非常用海水冷却系の取水性

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】

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の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）

管路解析により得られた基準津波による補機取水槽内の水位下降側の津波高さは、原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位（6号炉 T.M.S.L. - 5.24m, 7号炉 T.M.S.L. - 4.92m）（※1）を一時的に下回る。このため、その間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。

※1 原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位

原子炉補機冷却海水ポンプの取水可能水位は、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：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	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

海水貯留堰は、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、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号炉、7号炉ともに、貯留堰天端標高をT.M.S.L.

－3.5m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、6号炉では約 10,000m³、7号炉では約 8,000m³と十分量の海水を堰内に貯留する。各号炉海水貯留堰の貯留量の算定根拠を添付資料 11 に示す。

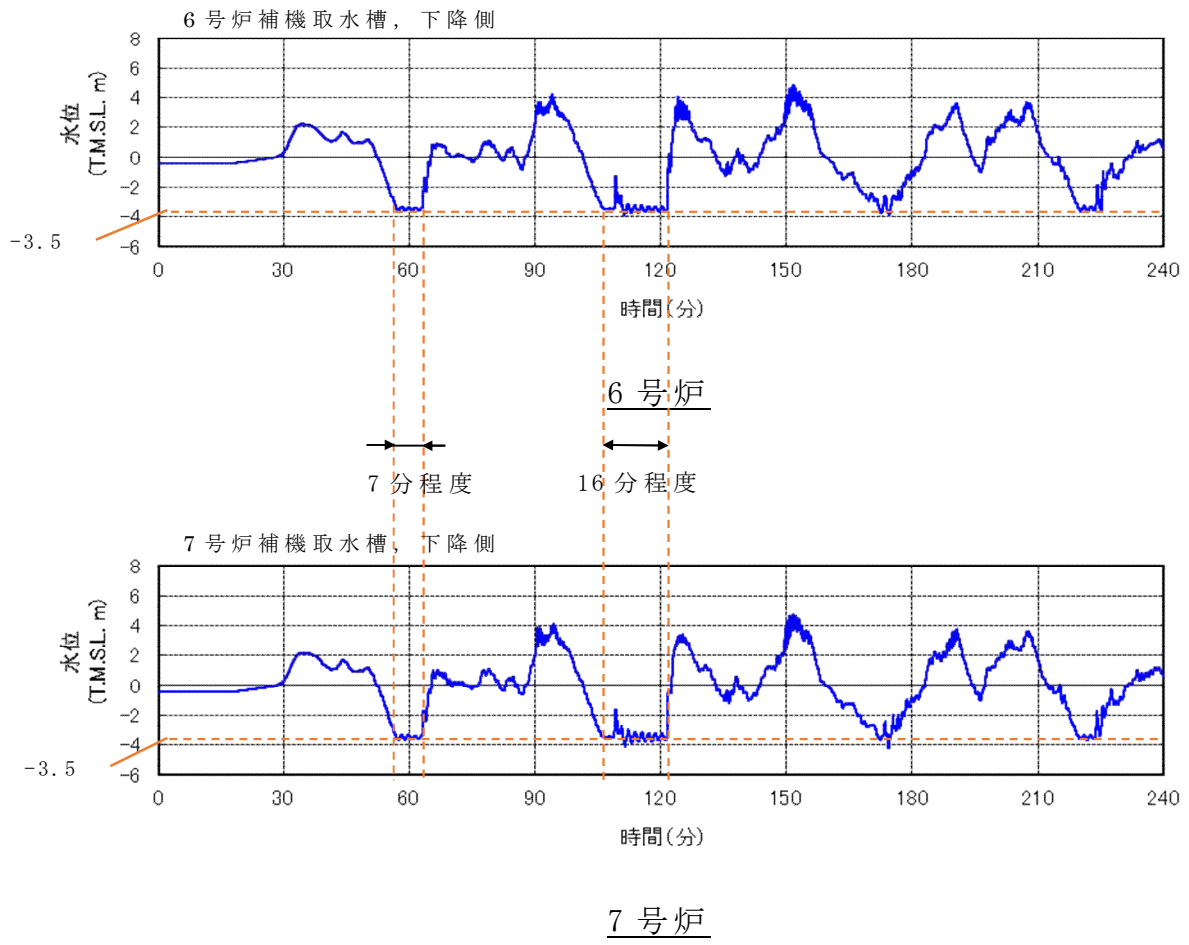
なお、柏崎刈羽原子力発電所の 6号炉及び7号炉では、大津波警報が発報された場合は、原子炉を手動スクラムする運用とする。また、取水路が常用系（循環水系、タービン補機冷却海水系）と非常用系（原子炉補機冷却海水系）で併用されることから、取水槽水位計（津波監視設備）にて津波による水位低下を検知した際には、「取水槽水位低」警報が中央制御室に発報され、運転員による手動操作で常用系海水ポンプ（循環水ポンプ、タービン補機冷却海水ポンプ）を停止させる。停止操作手順の整備と運転員への教育訓練により、確実に常用系海水ポンプを停止し、原子炉補機冷却海水系に必要な海水の喪失を防止する。

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系海水ポンプの停止に関わる運用及び常用系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 12 に示す。

※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、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）の場合には毎分 180m³が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

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません

5条-別添-2-129

第 2.5-2 図 海水貯留堰に関わる施設の概要（6号炉の例）

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)

[貯留堰]

貯留容量：約 $10,000 \text{ m}^3$ (7号炉では約 $8,000 \text{ m}^3$)

[非常用海水ポンプ] (7号炉も同じ)

- ・ 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)

2.5 (2) c. (a) 取水口付近の漂流物に対する
通水性確保

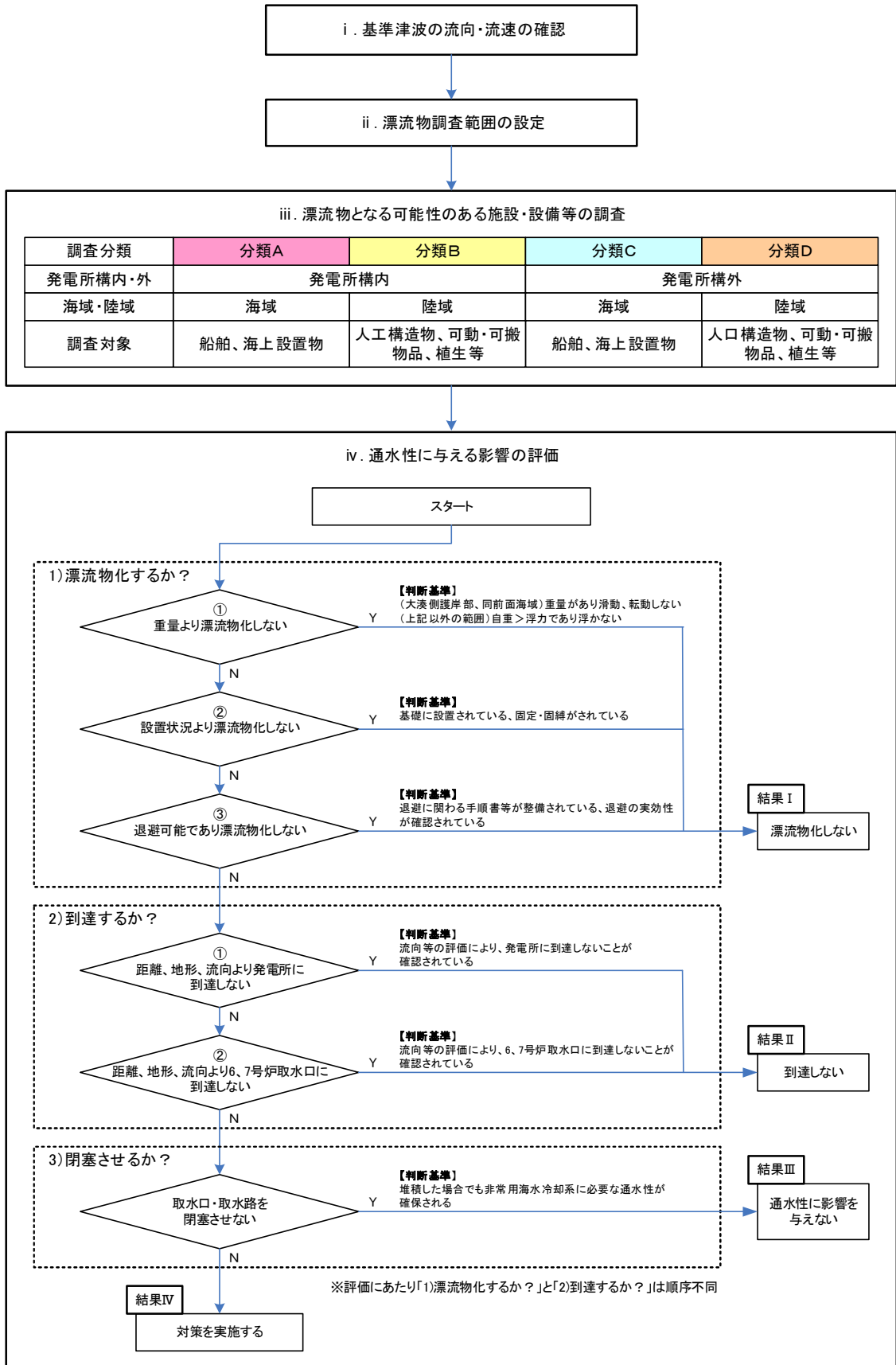
iv. 通水性に与える影響の評価

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発電所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づ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。

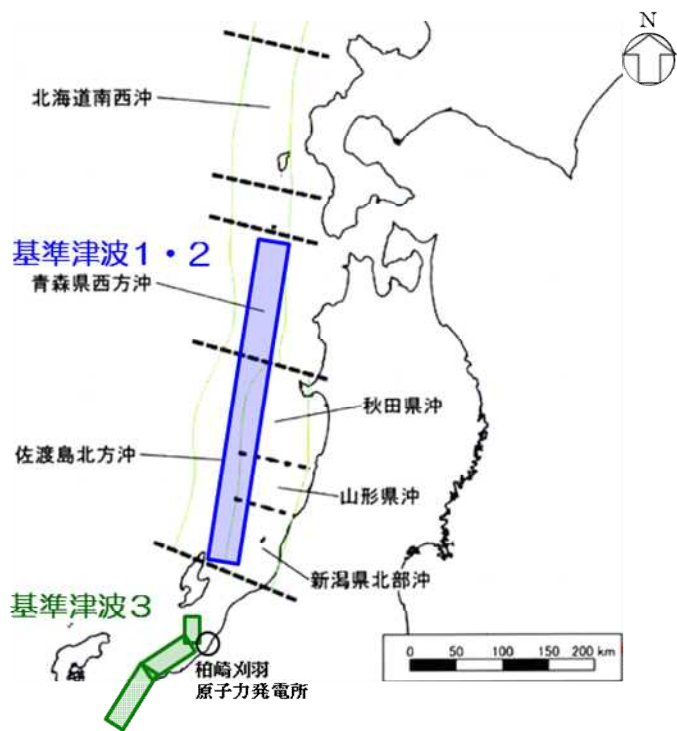
「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」と「敷地周辺の海底地すべりに伴う津波」の「重畳津波」である基準津波 1 は、発電所の西方より襲来し、地震発生の約 15 分後に敷地前面に到達する。港湾内へは、まず北西の港湾口より引き波として進入し、約 9 分後（地震発生約 24 分後）に寄せ波に転じ、その約 15 分後（地震発生約 39 分後）に再び引き波に転ずる。

「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。

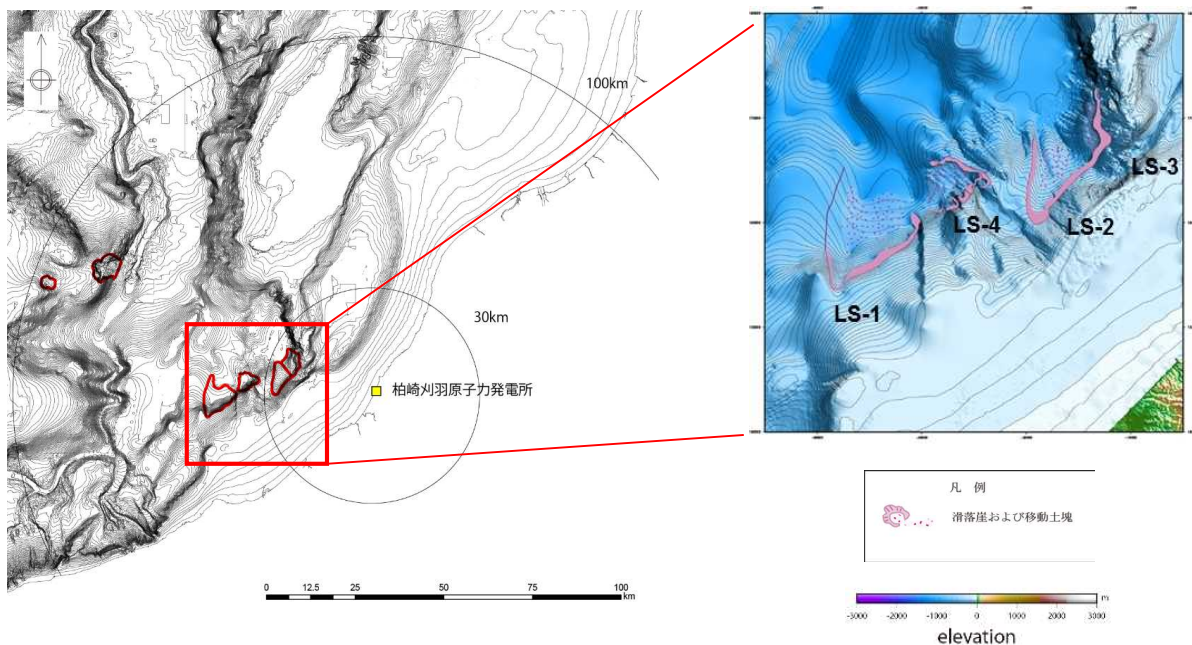
また、「海域活断層に想定される地震に伴う津波」と「敷地周辺の海底地すべりに伴う津波」の「重畳津波」である基準津波 3 は、発電所の西方より襲来し、地震発生の約 9 分後に敷地前面に到達する。港湾内へは、港湾口より寄せ波として進入し、約 6 分後（地震発生約 15 分後）に引き波に転じ、その約 12 分後（地震発生約 27 分後）に再び引き波に転ずる。

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、1～4 号炉が設置された荒浜側と 5～7 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。

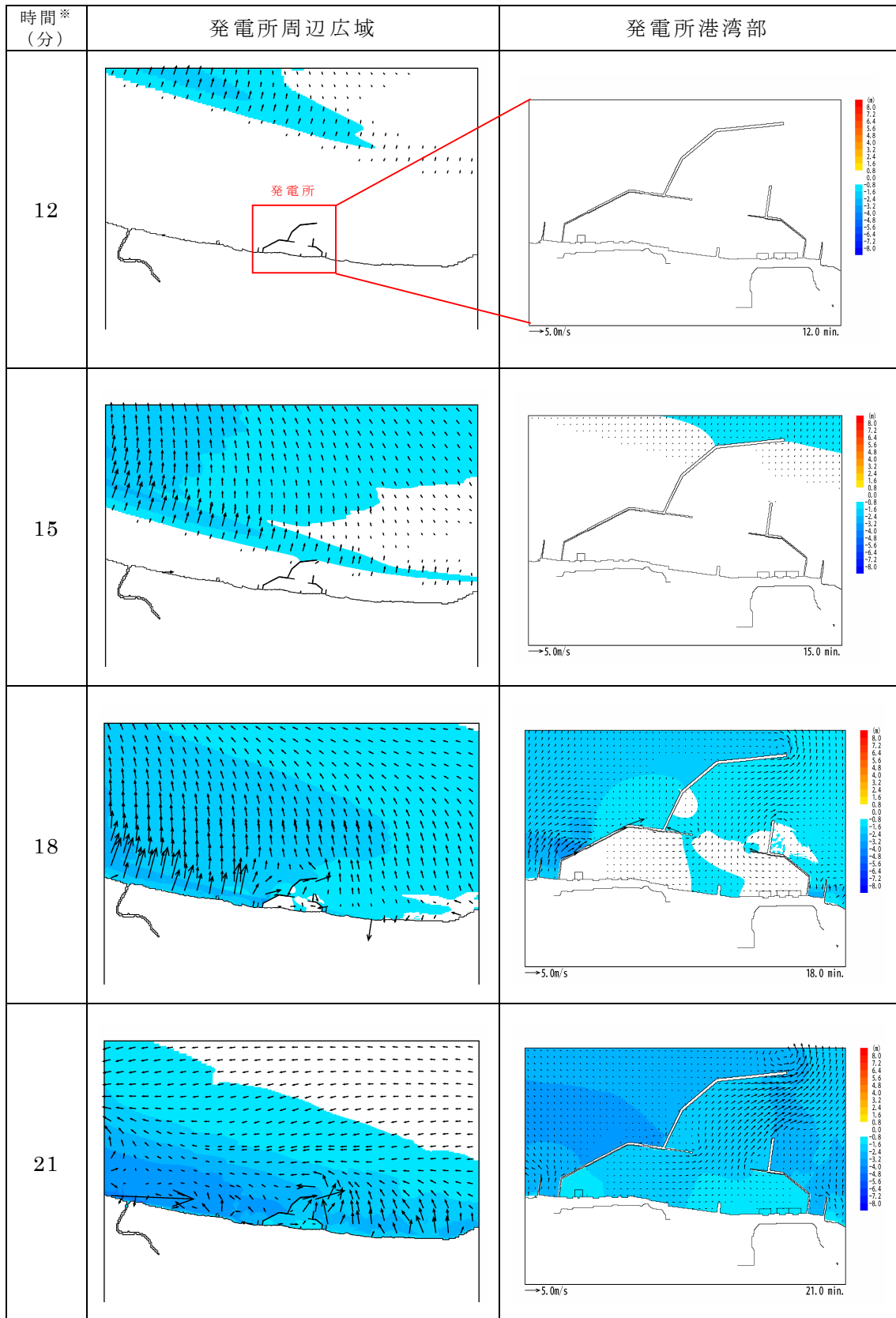


基準津波の想定波源図



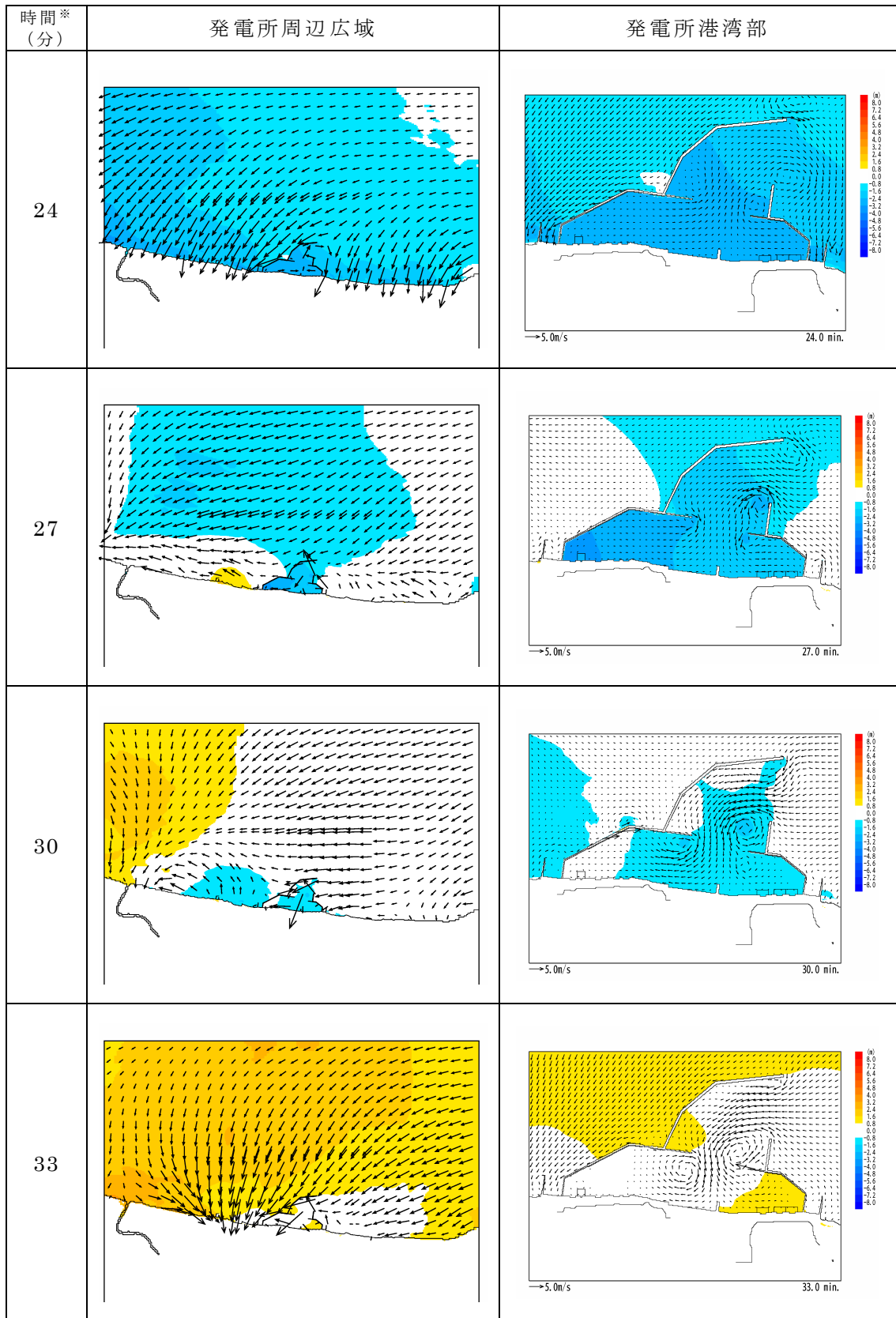
海底地すべり地形の位置図

第 2.5-8 図 基準津波の波源



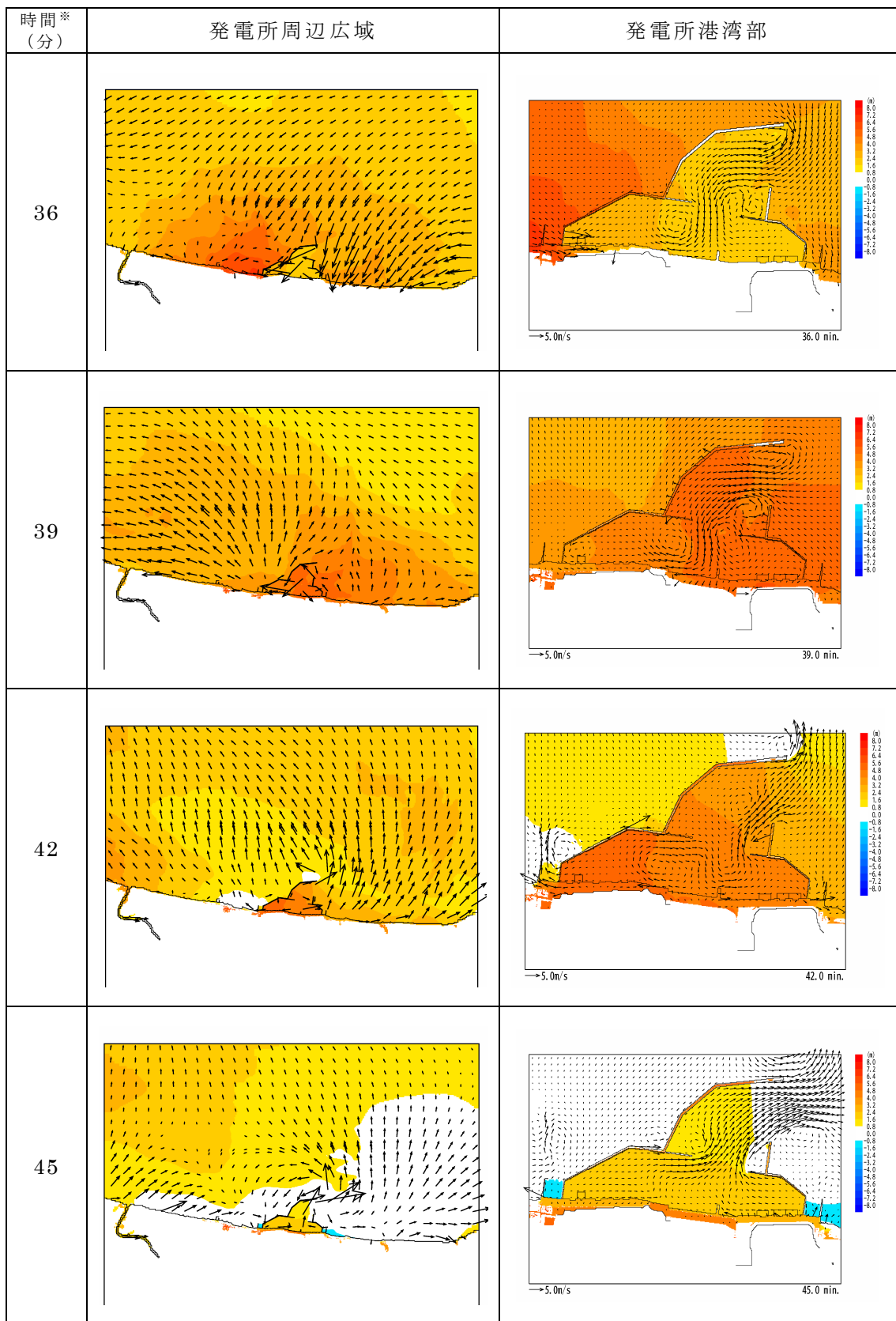
※津波の原因となる地震発生後の経過時間

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



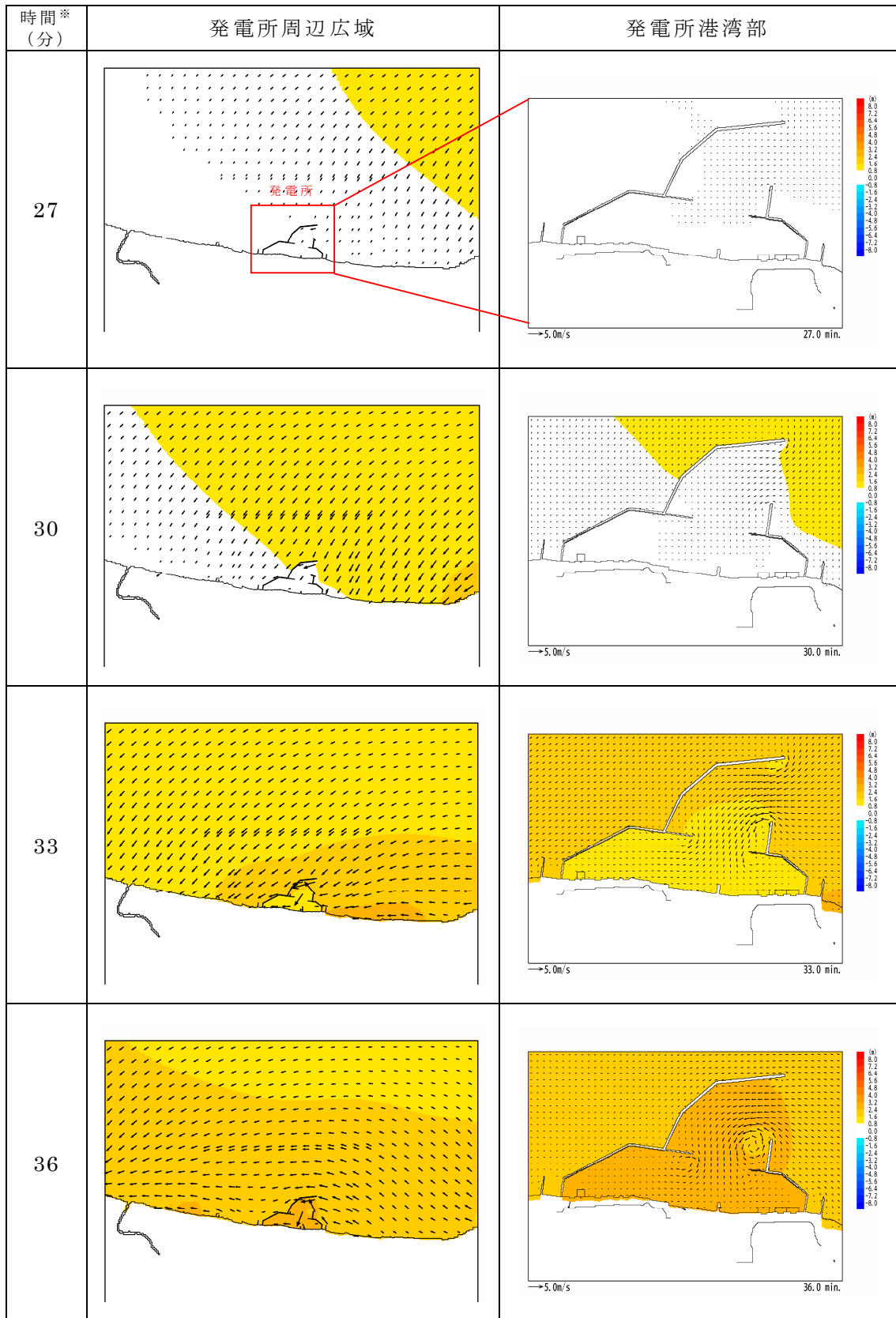
※津波の原因となる地震発生後の経過時間

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



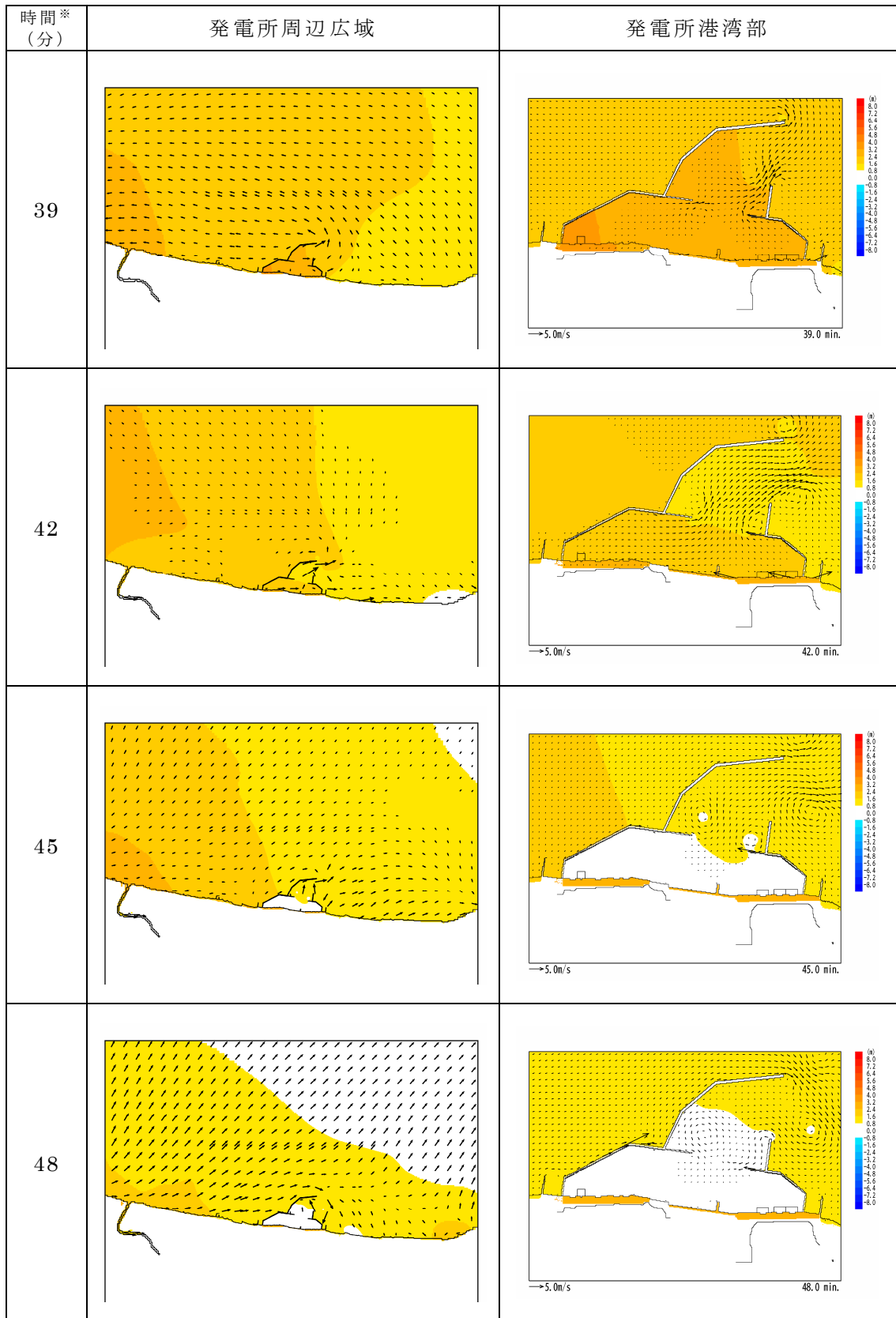
※津波の原因となる地震発生後の経過時間

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



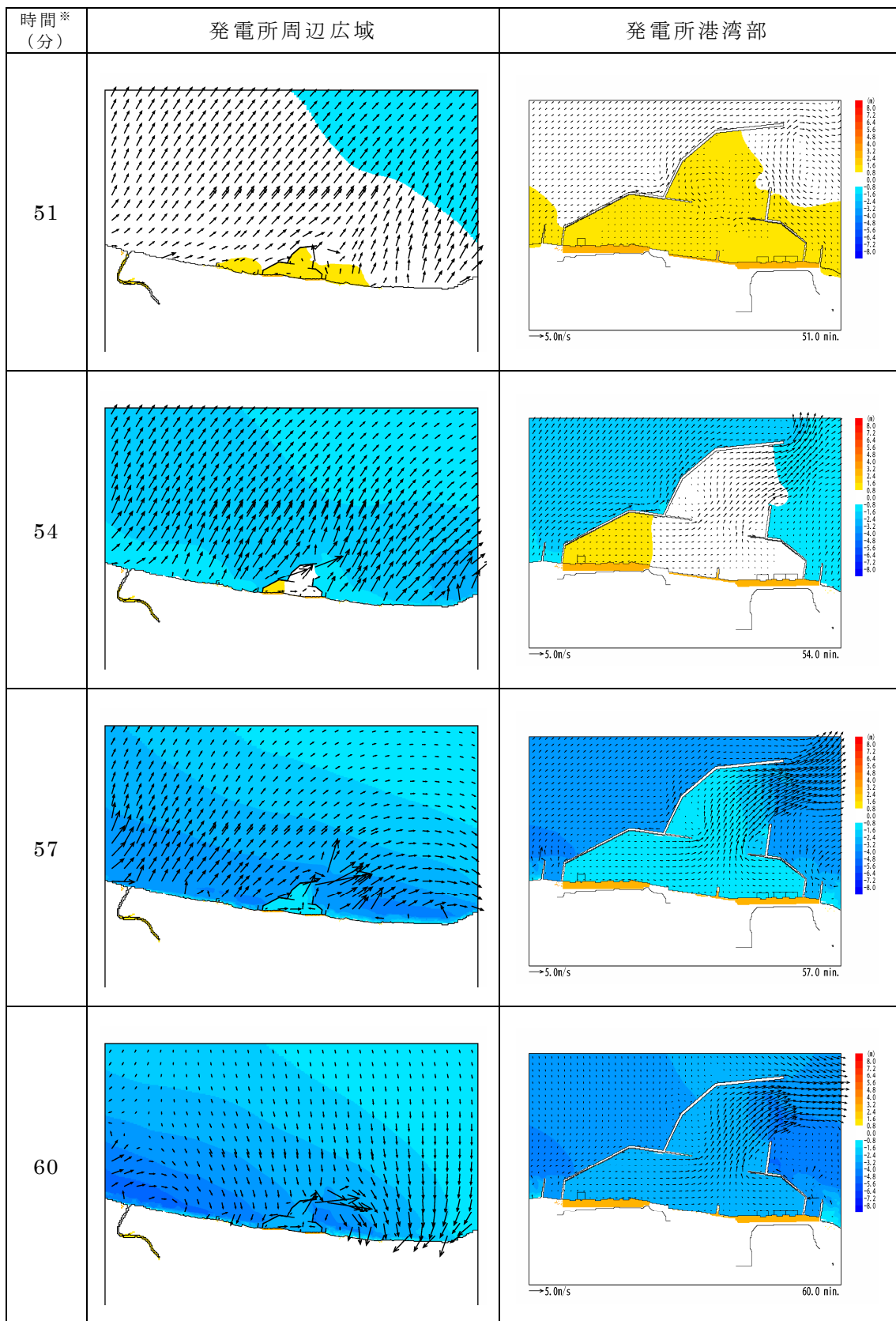
※津波の原因となる地震発生後の経過時間

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



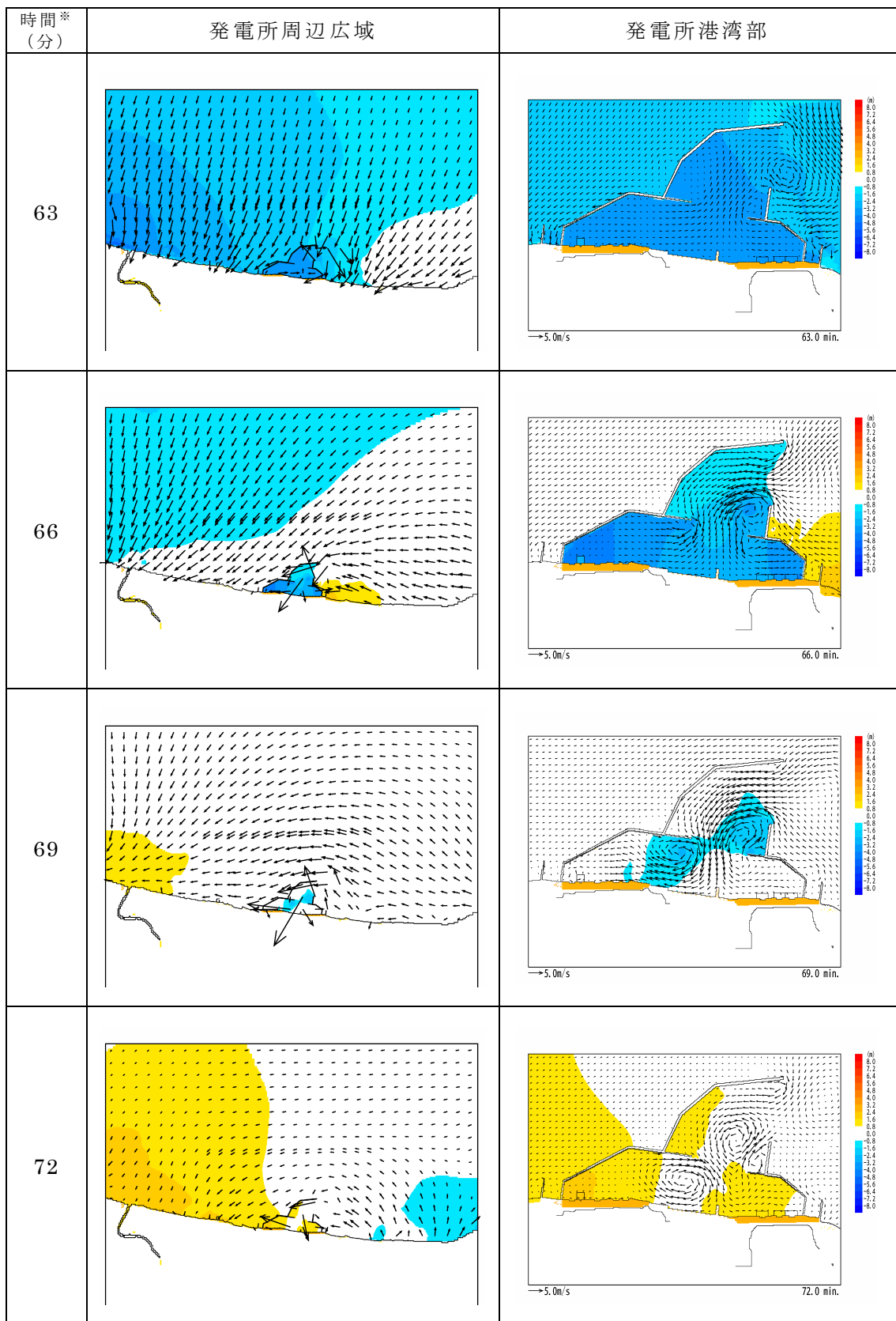
※津波の原因となる地震発生後の経過時間

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



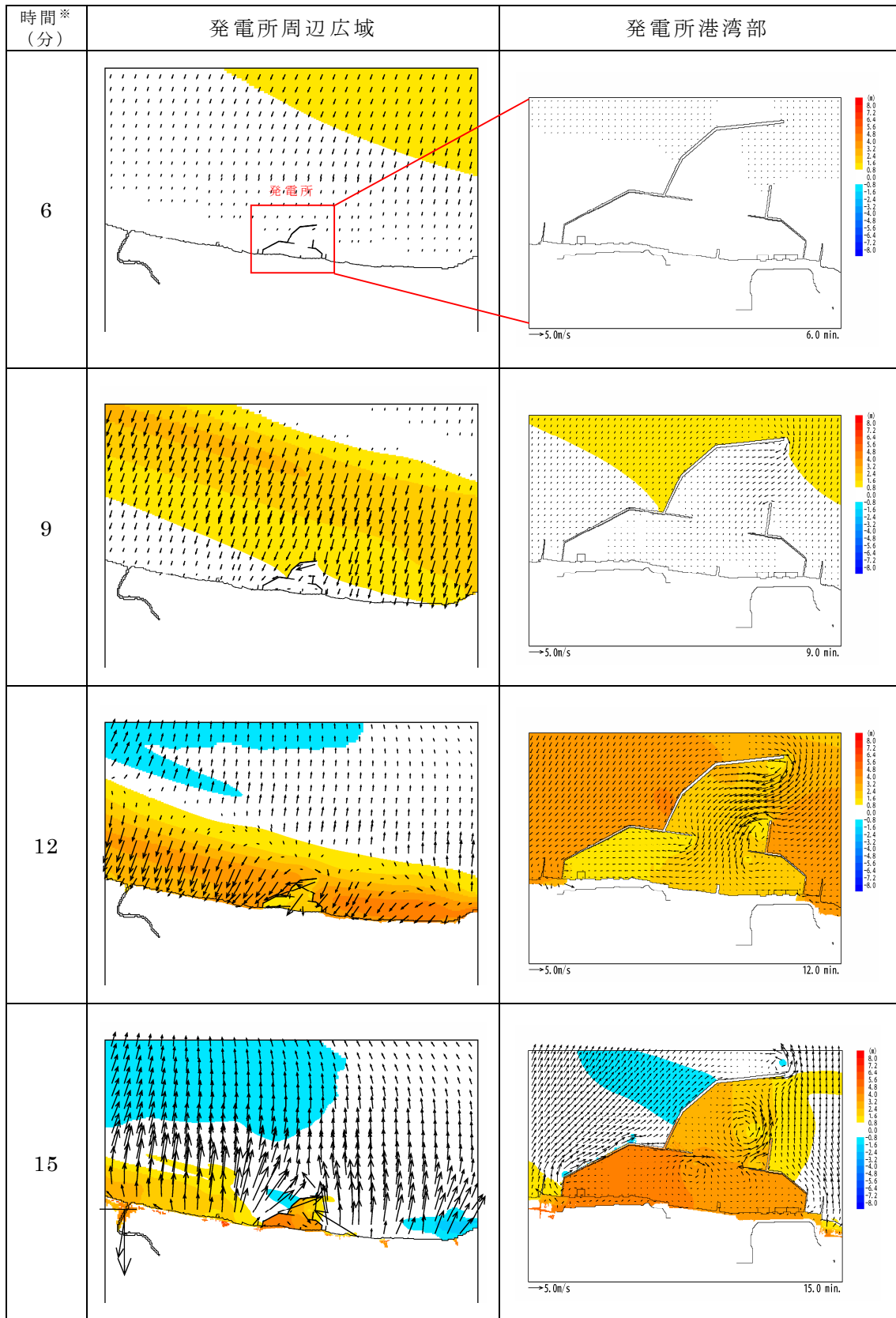
※津波の原因となる地震発生後の経過時間

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



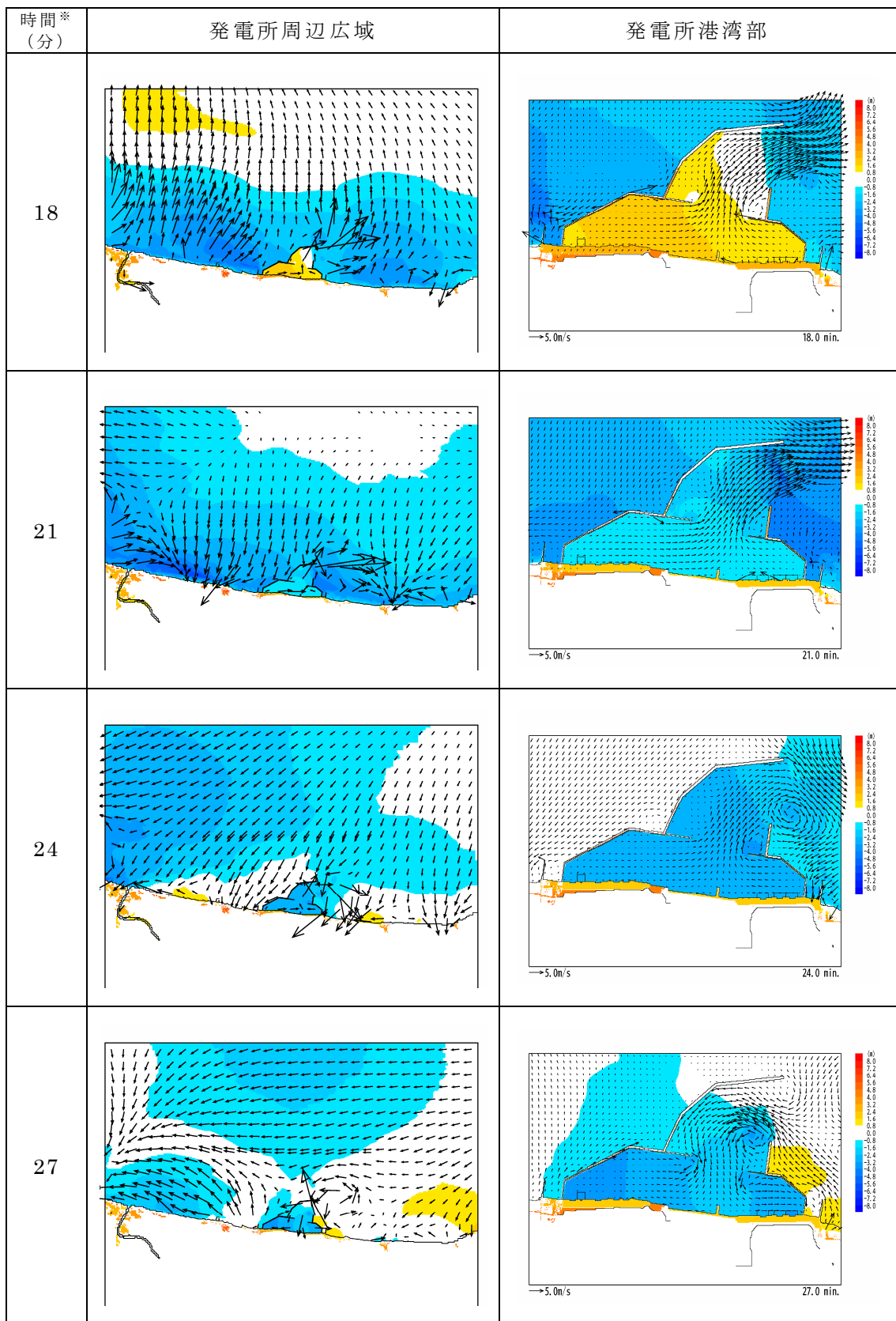
※津波の原因となる地震発生後の経過時間

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



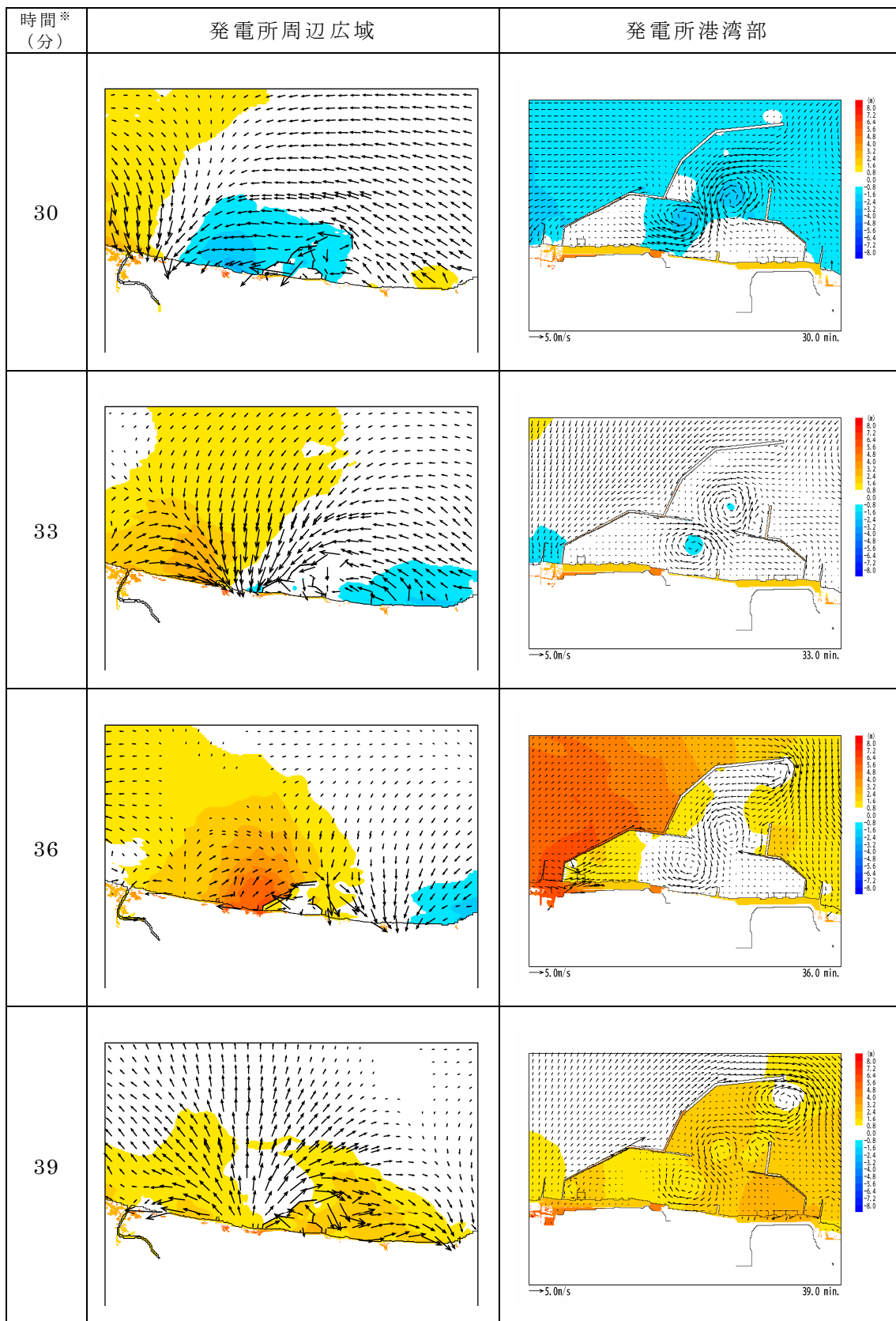
※津波の原因となる地震発生後の経過時間

第 2.5-9-3 図 基準津波の流向ベクトル (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 基準津波の流向ベクトル (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

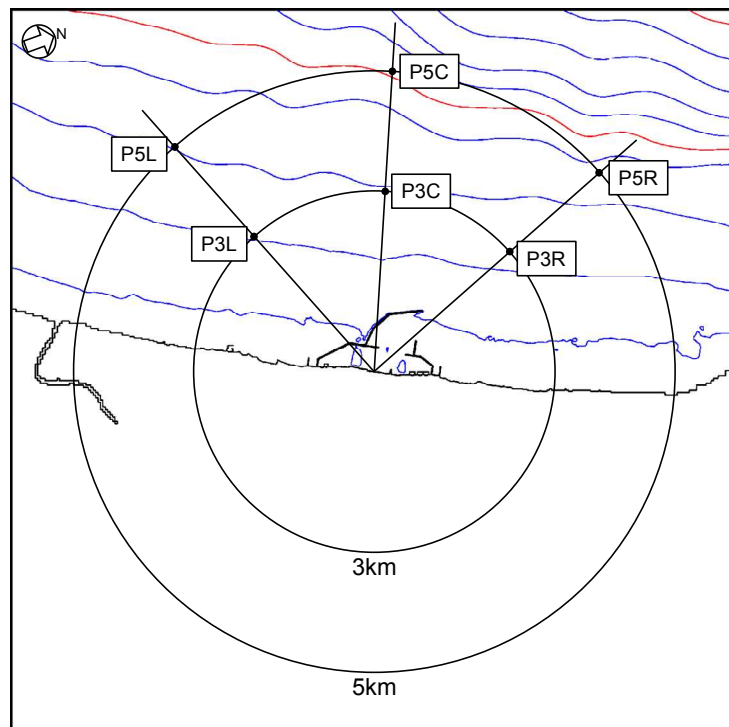
第 2.5-9-3 図 基準津波の流向ベクトル (基準津波 3) (3/3)

ii. 漂流物調査範囲の設定

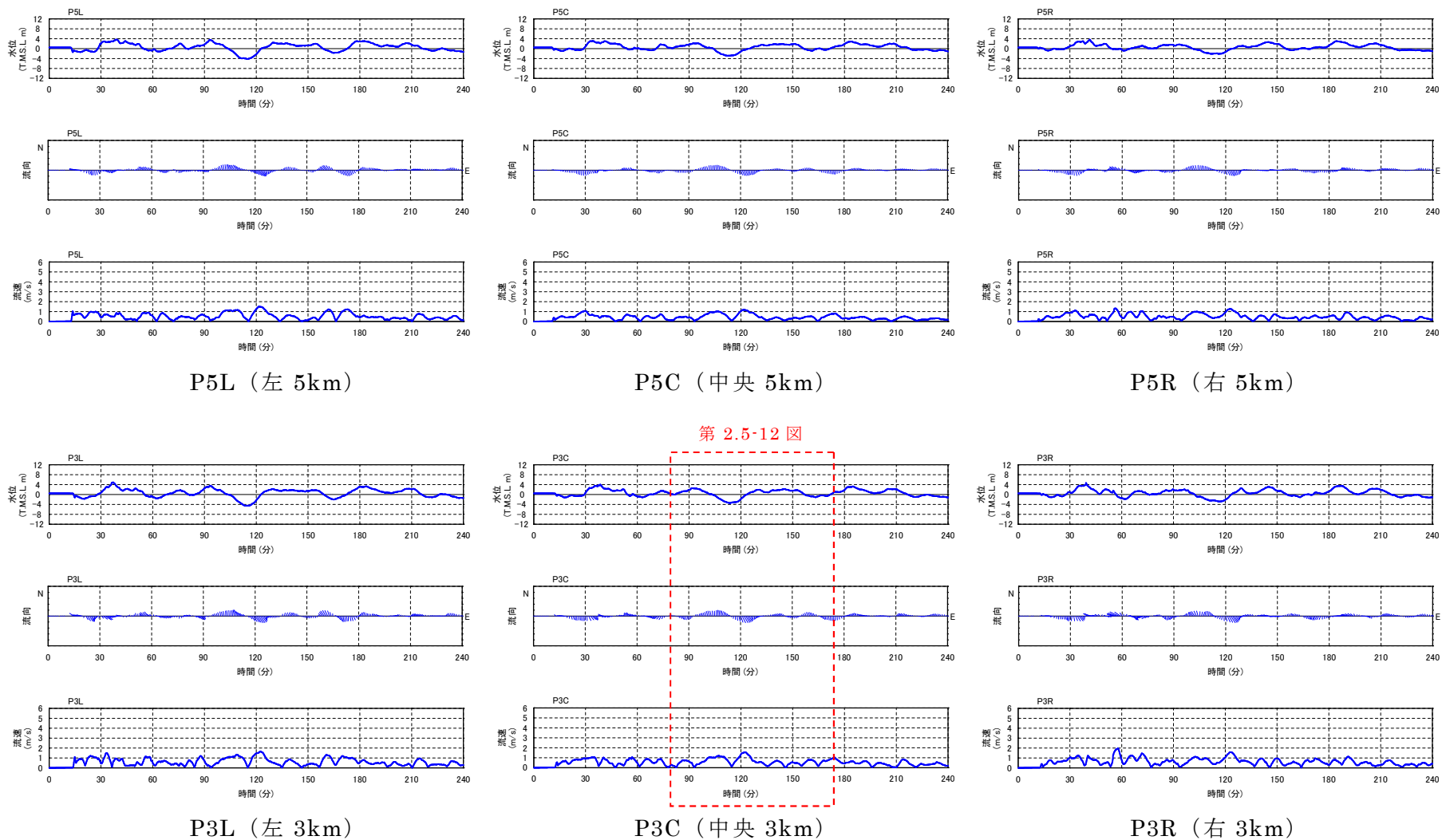
基準津波 1～3 について、第 2.5-10 図に示す沿岸域の 6 地点において、水位、流向、流速の時系列データを抽出した。結果を第 2.5-11 図に示す。

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ほぼ向きが反転し、その反転周期は最長で 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、その反転周期は 8 分程度である。これより、津波の（寄せ波）1 波による水の移動量は、最大流速が常に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）。

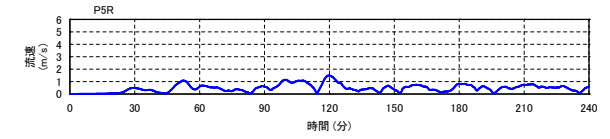
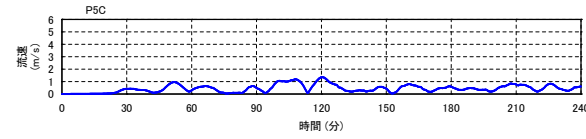
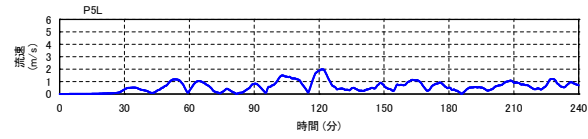
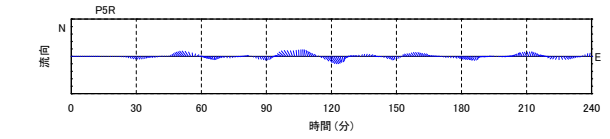
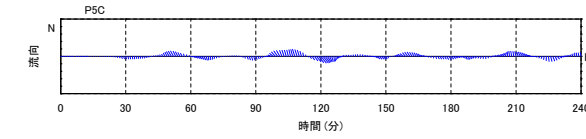
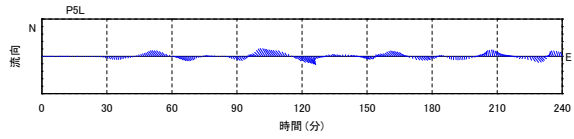
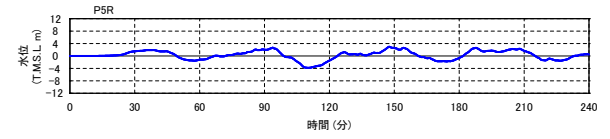
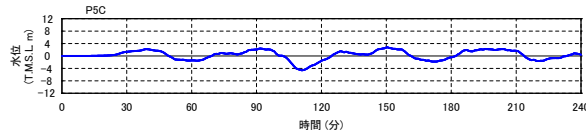
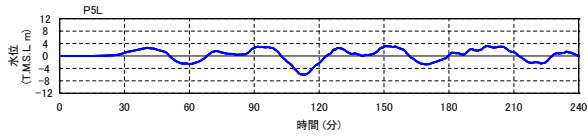
海域における漂流物調査範囲は、保守的な想定として、引き波による反対方向の流れを考慮せず、寄せ波の 2 波分が最大流速で一定方向に流れるものとし、この際の移動量 4.8km を安全側に切り上げた発電所周辺 5km 圏内と設定した。また陸域については、基準津波の遡上域を考慮し、この 5km 圏内における海岸線に沿った標高 10m 以下の範囲（発電所構内は、荒浜側防潮堤の地震による損傷の可能性も想定し、同防潮堤の内側も含む）と設定した（第 2.5-13 図）。



第 2.5-10 図 水位、流向、流速の抽出地点



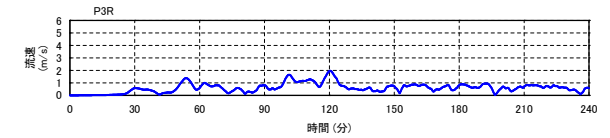
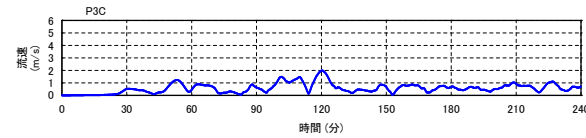
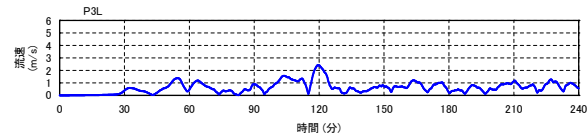
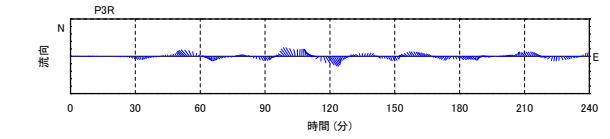
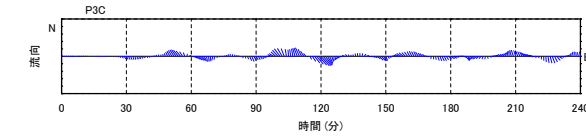
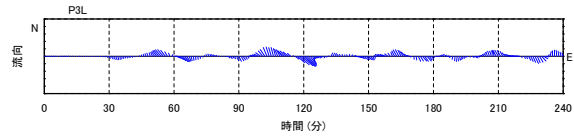
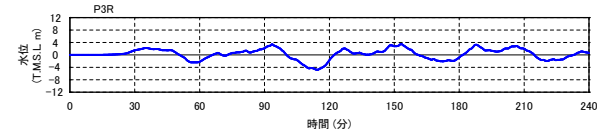
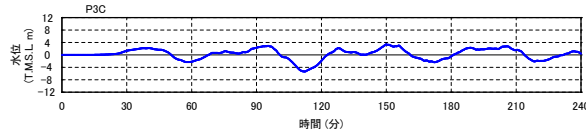
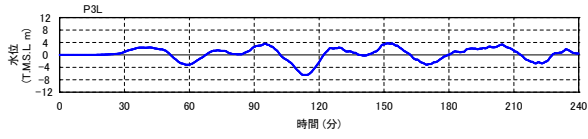
第 2.5-11-1 図 抽出地点における水位，流向，流速（基準津波 1）



P5L (左 5km)

P5C (中央 5km)

P5R (右 5km)

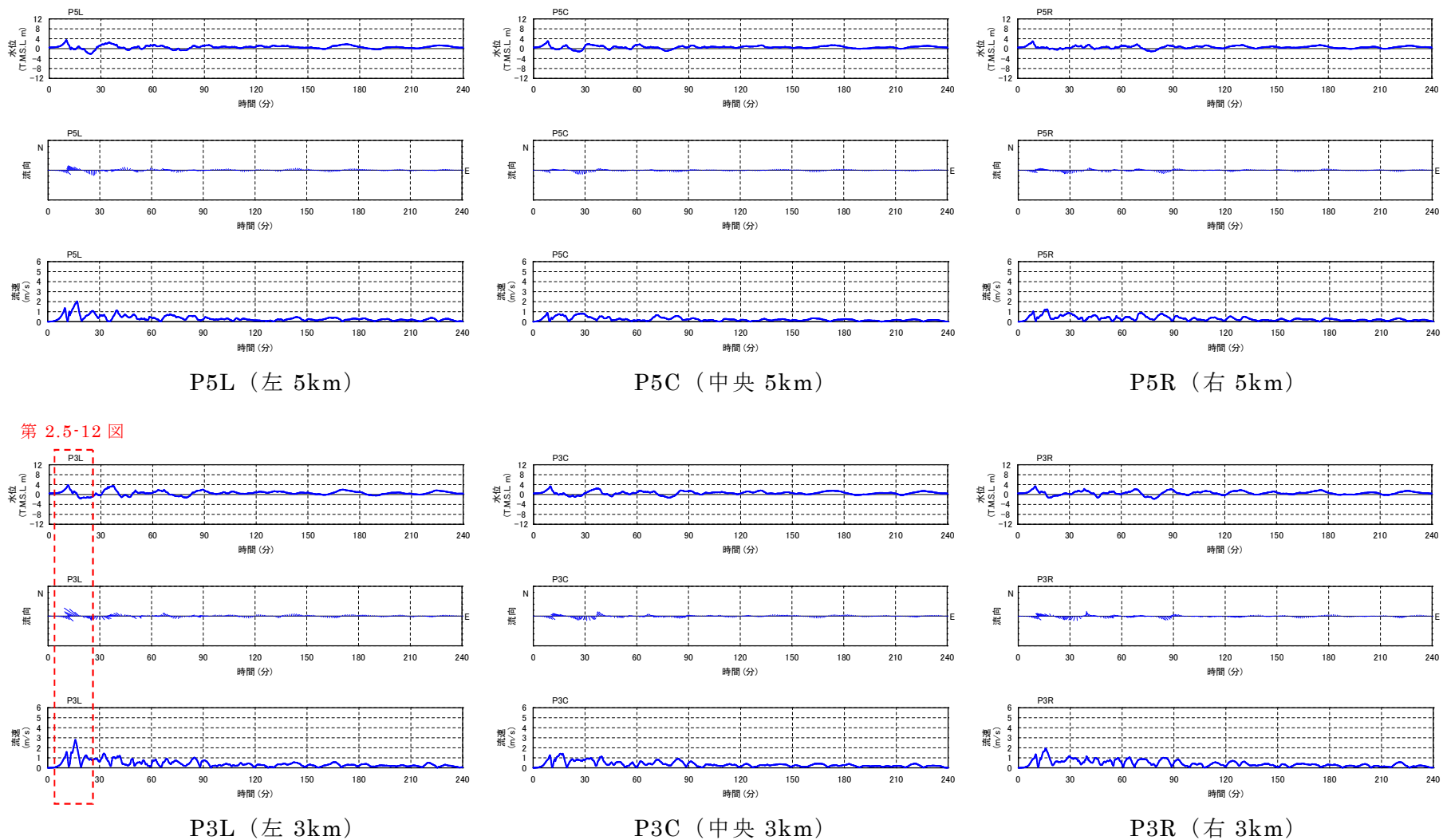


P3L (左 3km)

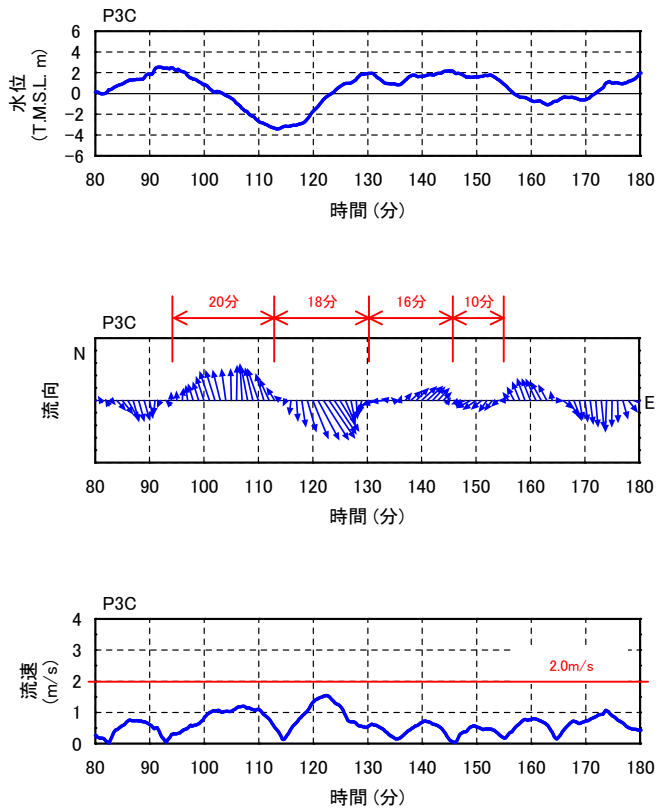
P3C (中央 3km)

P3R (右 3km)

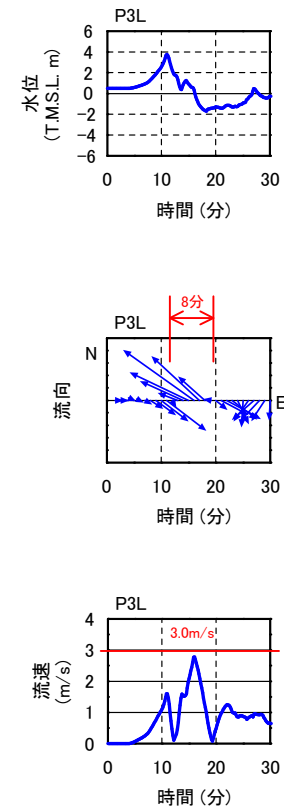
第 2.5-11-2 図 抽出地点における水位，流向，流速（基準津波 2）



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）

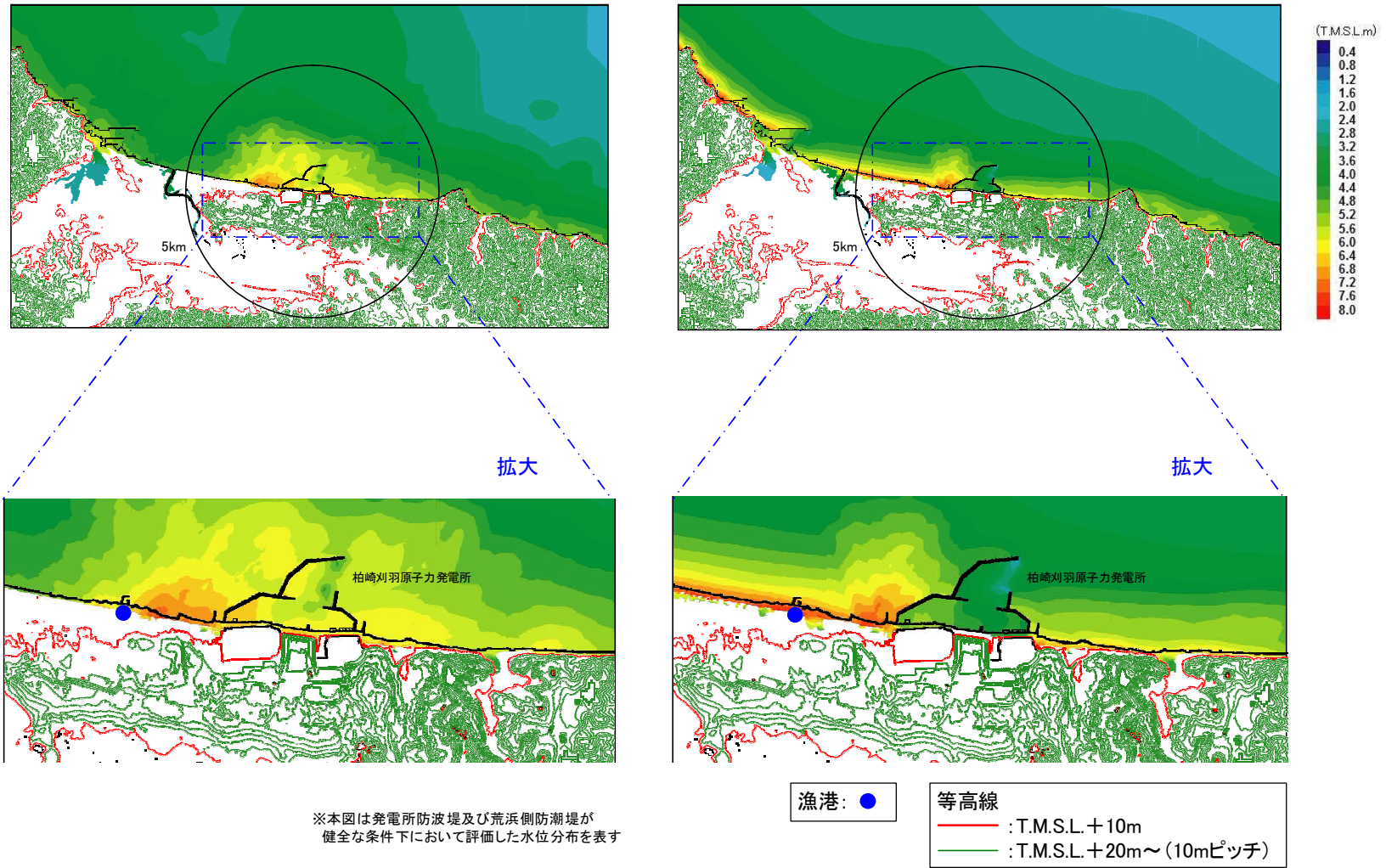


基準津波1 地点P3C(代表例)



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



基準津波1(取水口前面上昇水位評価用)

基準津波3(敷地前面・遡上域上昇水位評価用)

第 2.5-13 図 基準津波による広域最高水位分布

iii. 漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出

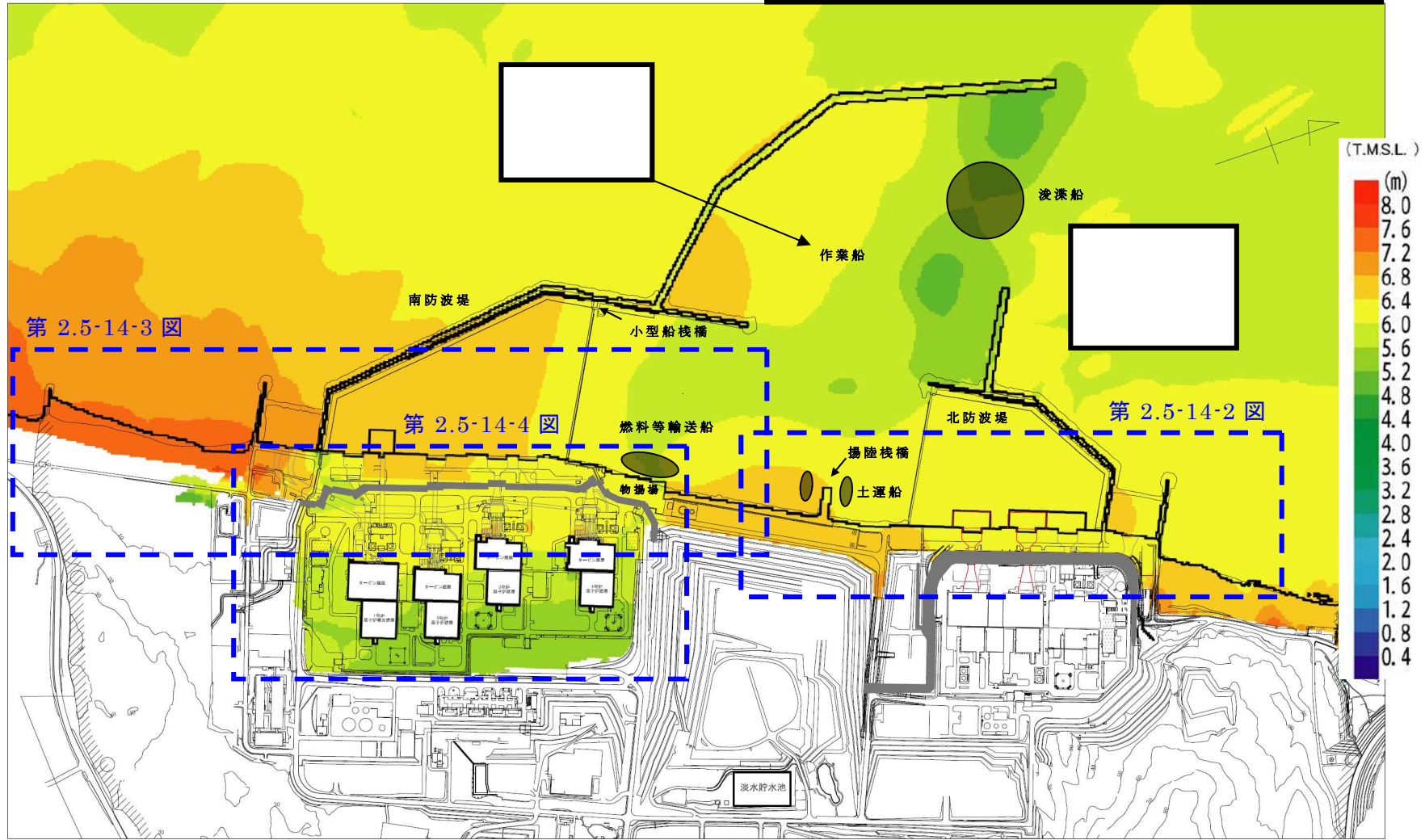
設定した漂流物調査範囲について、発電所の構内と構外、また海域と陸域とに分類して調査を実施し、漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出を行った。各分類における調査の対象、調査の方法、及び調査の実施時期を第 2.5-1 表に示す。また、各調査の具体的な調査要領を添付資料 16 に示す。

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
				資料調査	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



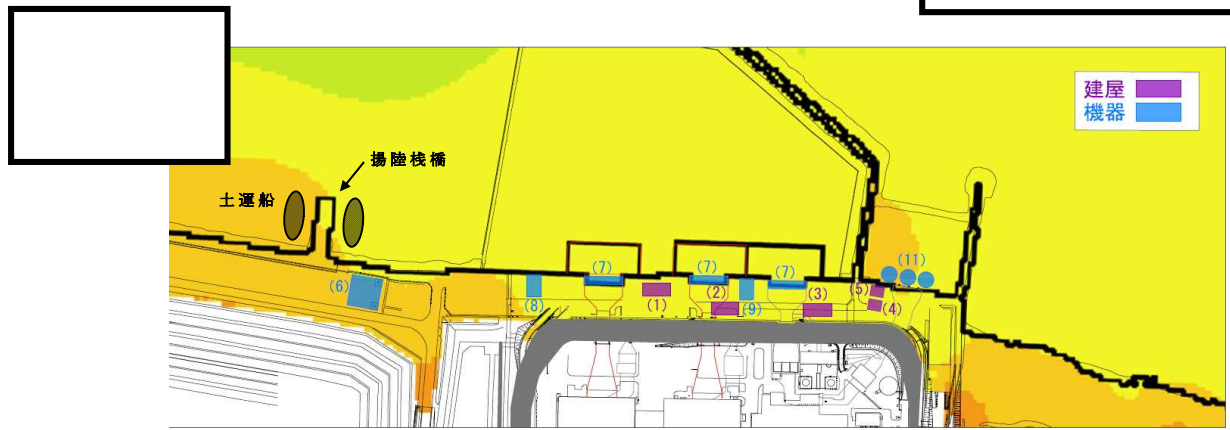
※参考として基準津波 1' の遡上波による最高水位分布を合わせて図示する

第 2.5-14-1 図 漂流物調査結果（発電所構内全体）

5 条-別添-2-157

No.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
名称	K6/7 スクリーン点検用テナハウス	6/7号機取水電源室	5号機取水電源室	5号機放水口メンテナンス棟	大湊側少量危険物保管庫	避雷鉄塔	除塵装置	海水機器点検用門型クレーン	海水機器点検用門型クレーン
外観									
備考							・代表を例示	・6/7号機用	・5号機用
No.	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
名称	電気・制御盤	海水放射能モニター	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 (クレー ン格)	・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	CVCF用シェルダー	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号機補機スラック電源室
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	海水機器点検用門型クレーン	海水機器点検用門型クレーン	物揚場 150t テラッククレーン
外観									
備考						・代表を例示	・1/2号機用	・3/4号機用	
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	海水放射能モニター	電気・制御室	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、ハリス)	・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)

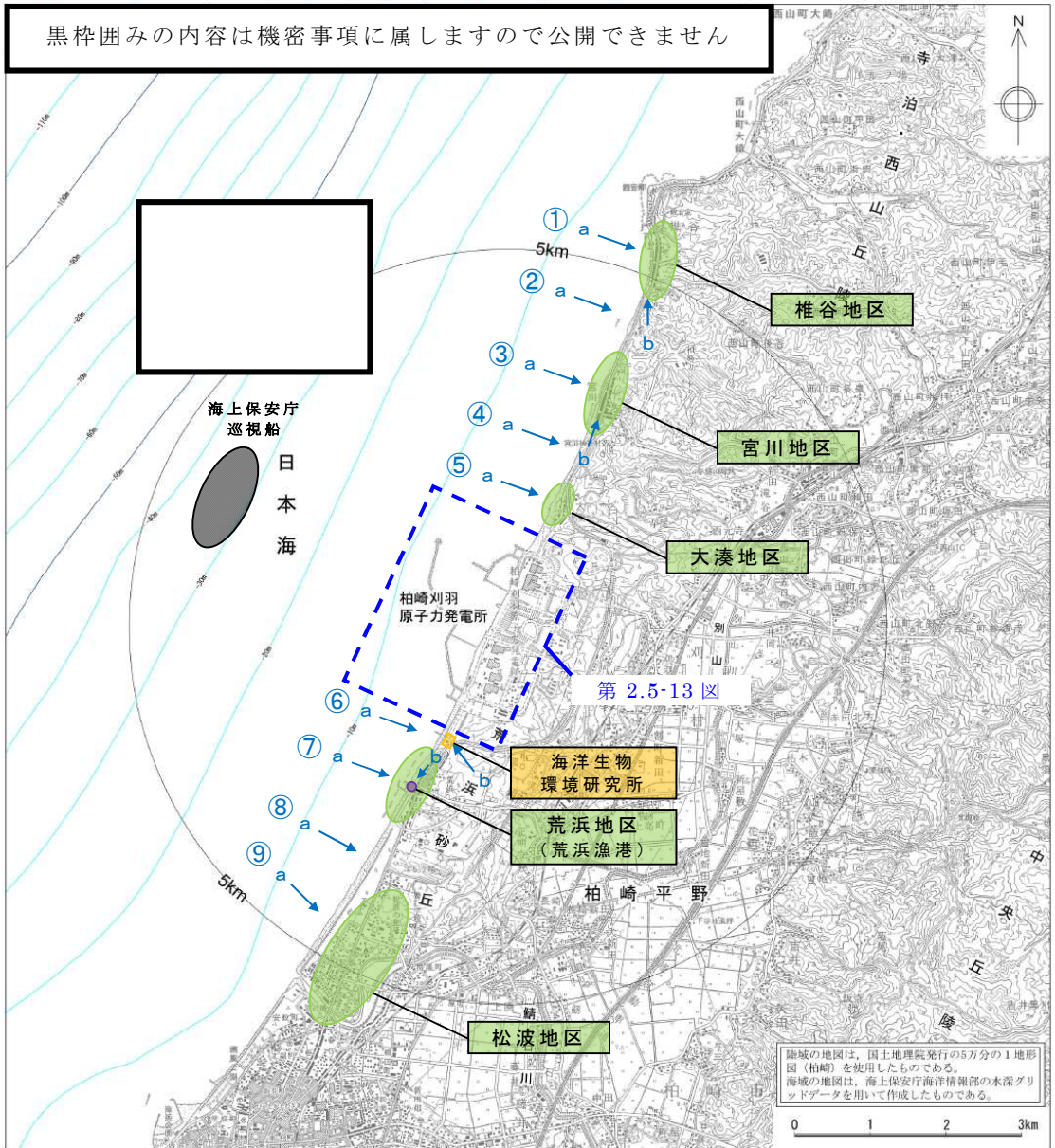
No.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
名称	海水熱交換器建屋	循環水ポンプ建屋	ホーダ捕集器ピット上屋	ポンパ建屋	自然海水ポンプ室	1号機温海水ポンプ室	海水淡水化装置制御室	雑固体廃棄物焼却設備建屋(荒浜側)	荒浜側洗濯設備建屋
外観									
備考	・代表を例示	・代表を例示	・代表を例示	・代表を例示			・海水熱交換器建屋と一体構造		
No.	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
名称	ホライ建屋	旧出入り管理所	主排気モーター建屋	第二無線局	連絡通路	車庫	自衛消防センター	防護本部建屋	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 ケージタンク	変圧器	所内ホライ排気筒	NSD 収集処理装置	窒素ガス供給装置	空冷チラー設備
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 (発電所構内荒浜側敷地部詳細)







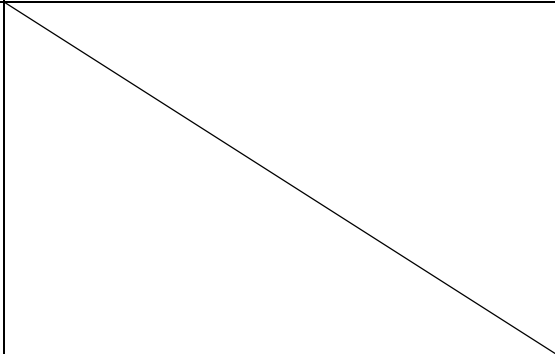

第 2.5-14-4-2 図 漂流物調査結果（発電所構内荒浜側敷地部詳細）



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




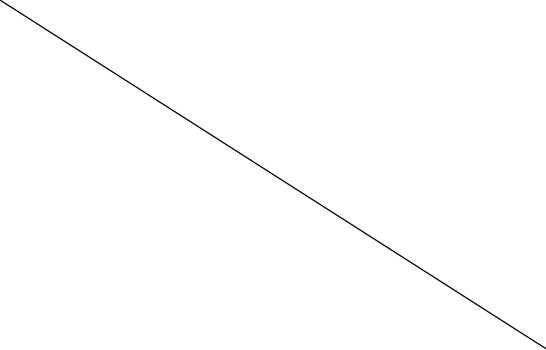
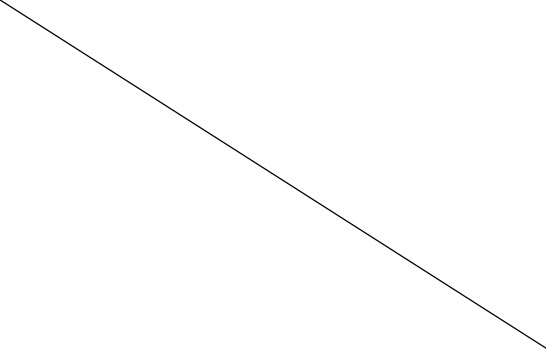

第 2.5-15 図 漂流物調査結果（発電所構外）

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





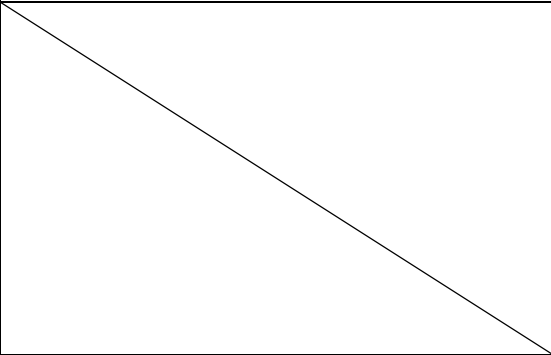
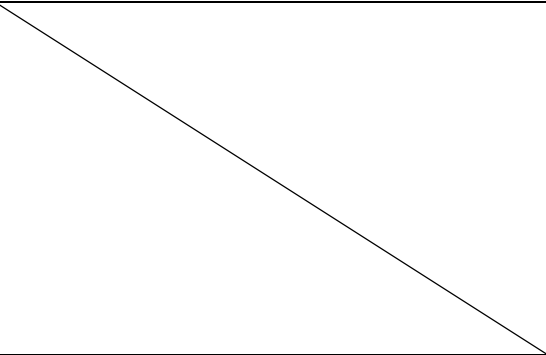
黒枠囲みの内容は個人情報に属しますので公開できません

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

第 2.5-2 表 漂流物調査結果（発電所構外）（3/3）

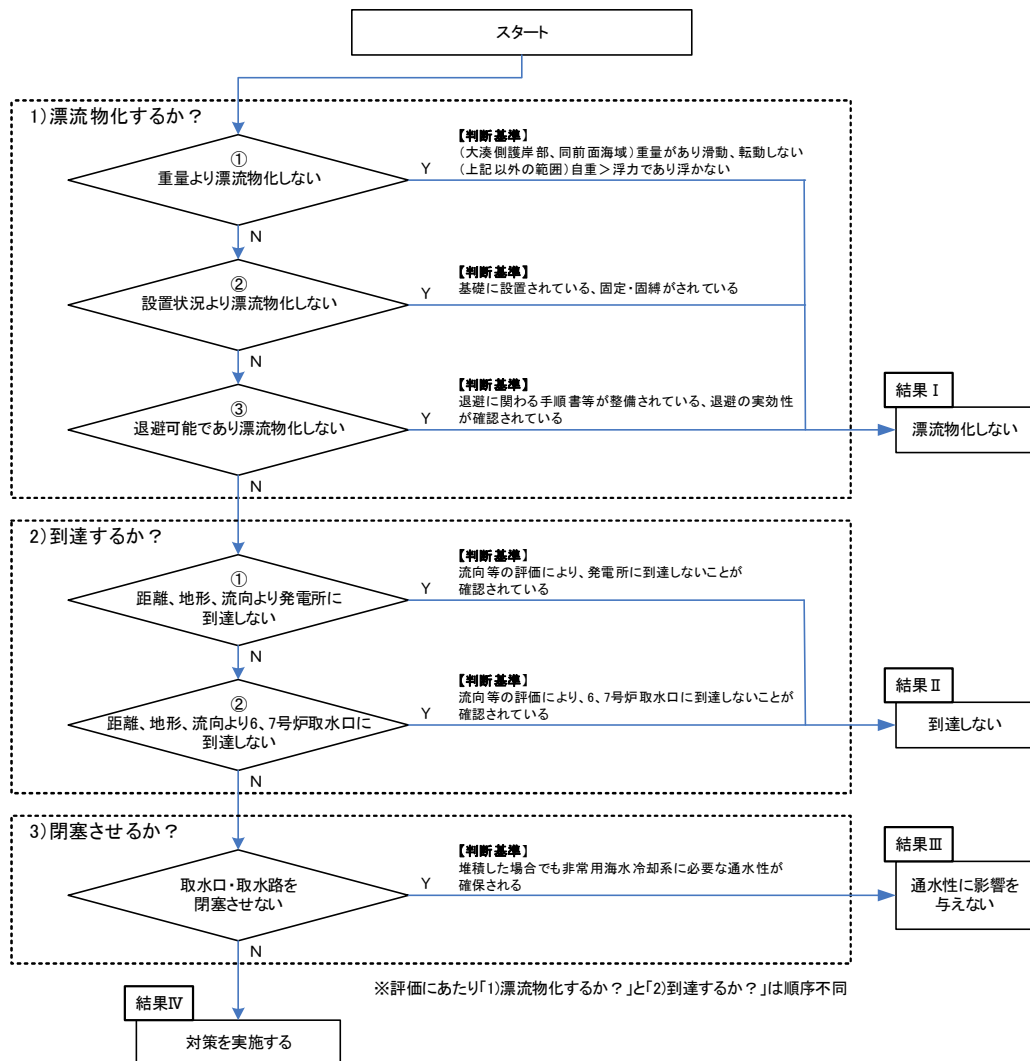
調査エリア		⑦【荒浜地区（荒浜漁港）】	⑧	⑨【松波地区】
外観	矢視 a			
	矢視 b			
調査結果	調査分類 C 海域	<ul style="list-style-type: none"> ・漁船 ・プレジャーボート 	なし	なし
	調査分類 D 陸域	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋，倉庫等建築物 ・フェンス，電柱等構築物 ・乗用車等車両 	なし	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋等建築物 ・フェンス，電柱等構築物 ・乗用車等車両

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号炉及び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、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, 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の位置に揚陸棧橋、南防波堤内側に小型船棧橋がある。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棧橋にも停泊する。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。

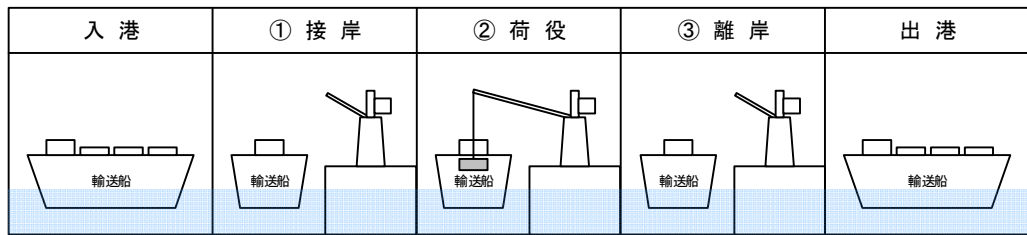
なお、発電所港湾の境界を形成する防波堤については地震、津波時の健全性が確認されたものではないため、地震、津波による損傷を想定すると、損傷した構成要素が滑動、転動により流される可能性は否定できず、北防波堤については6, 7号炉の取水口前面に位置するため、その通水性に影響を及ぼす可能性が考えられる(第2.5-14-1図)。このため、本分類ではその影響についても合わせて評価を実施した。

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表にまとめて示す。

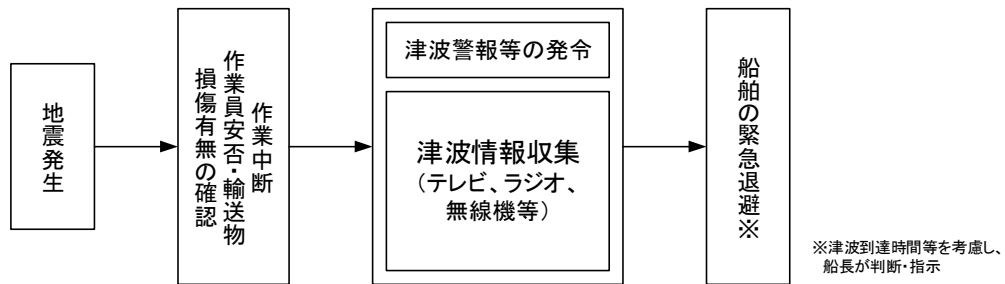
①燃料等輸送船

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。



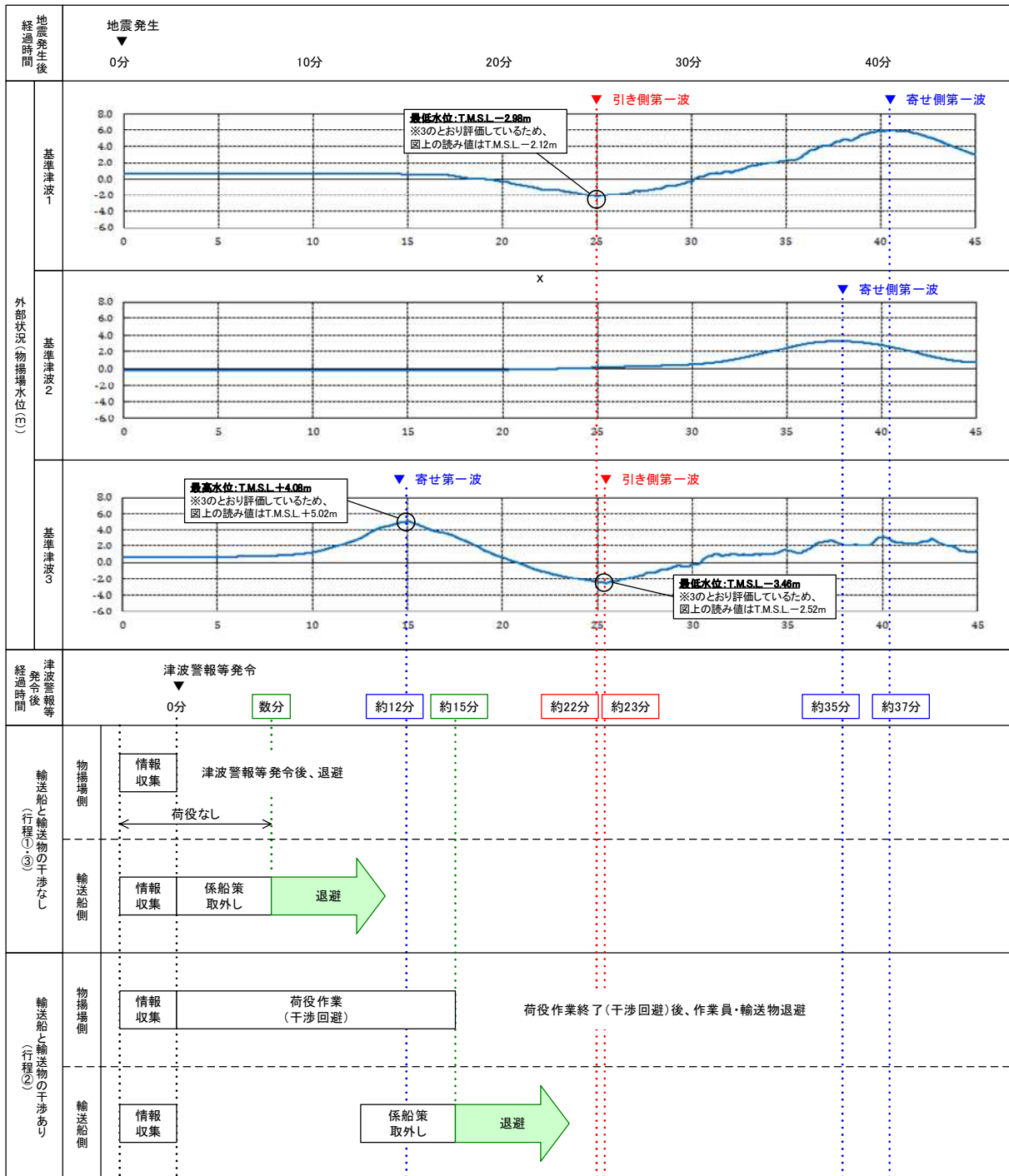
第 2.5-17 図 主な輸送行程



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、引き側及び押し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決めて評価した結果を示している
 ・基準津波1: 朔望平均満潮位(T.M.S.L.+0.49m)、潮位のバラつき(上昇側0.16m)、地殻変動量(0.21m)
 ・基準津波2: 朔望平均干潮位(T.M.S.L.+0.03m)、潮位のバラつき(下降側0.15m)
 ・基準津波3: 朔望平均満潮位(T.M.S.L.+0.49m)、潮位のバラつき(上昇側0.16m)、地殻変動量(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、かつ法令（危険物船舶運送及び貯蔵規則）に基づく二重船殻構造等十分な船体強度を有する。

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。

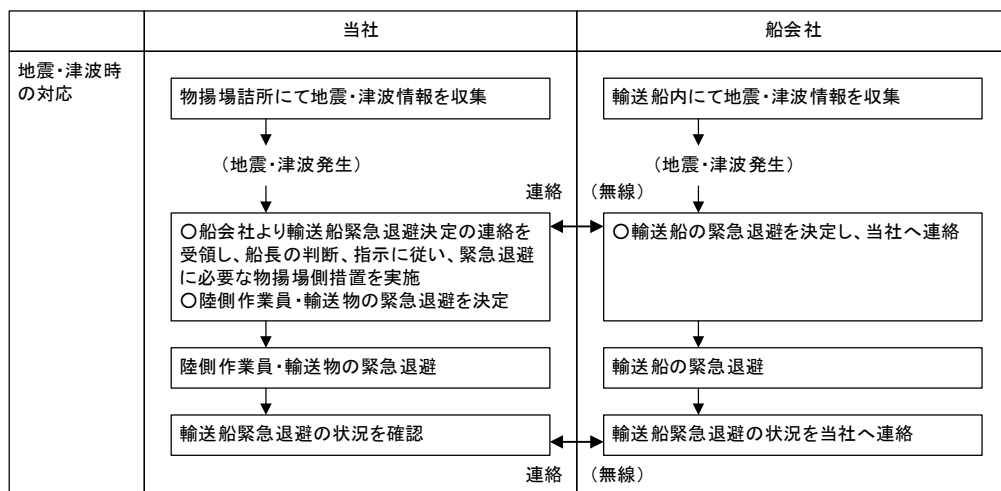
【結果 I】

なお、以上の評価に関わる、津波に対する係留策の耐力評価を添付資料 17 に、岸壁への乗り上げの可能性、及び着底、それに伴う座礁、転覆の可能性に関わる喫水と津波高さとの関係を添付資料 18 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クレーンを使用して上記の対応ができるように、物揚場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。

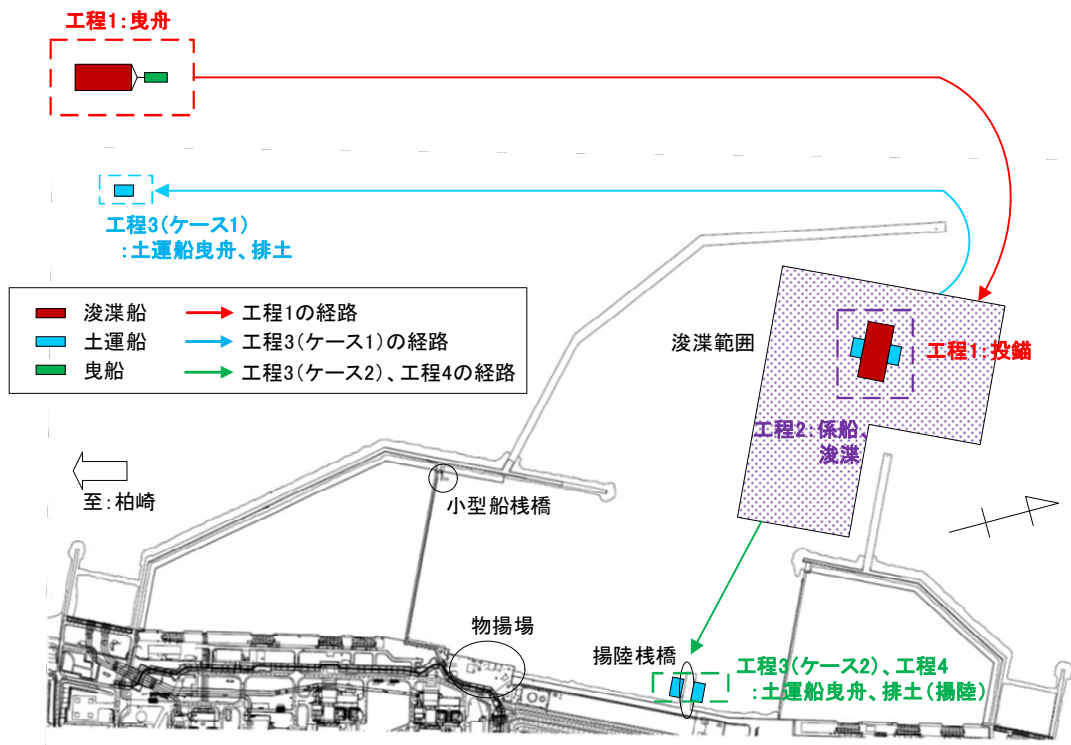


第2.5-20図 輸送船緊急退避時の当社と船会社の関係性

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。

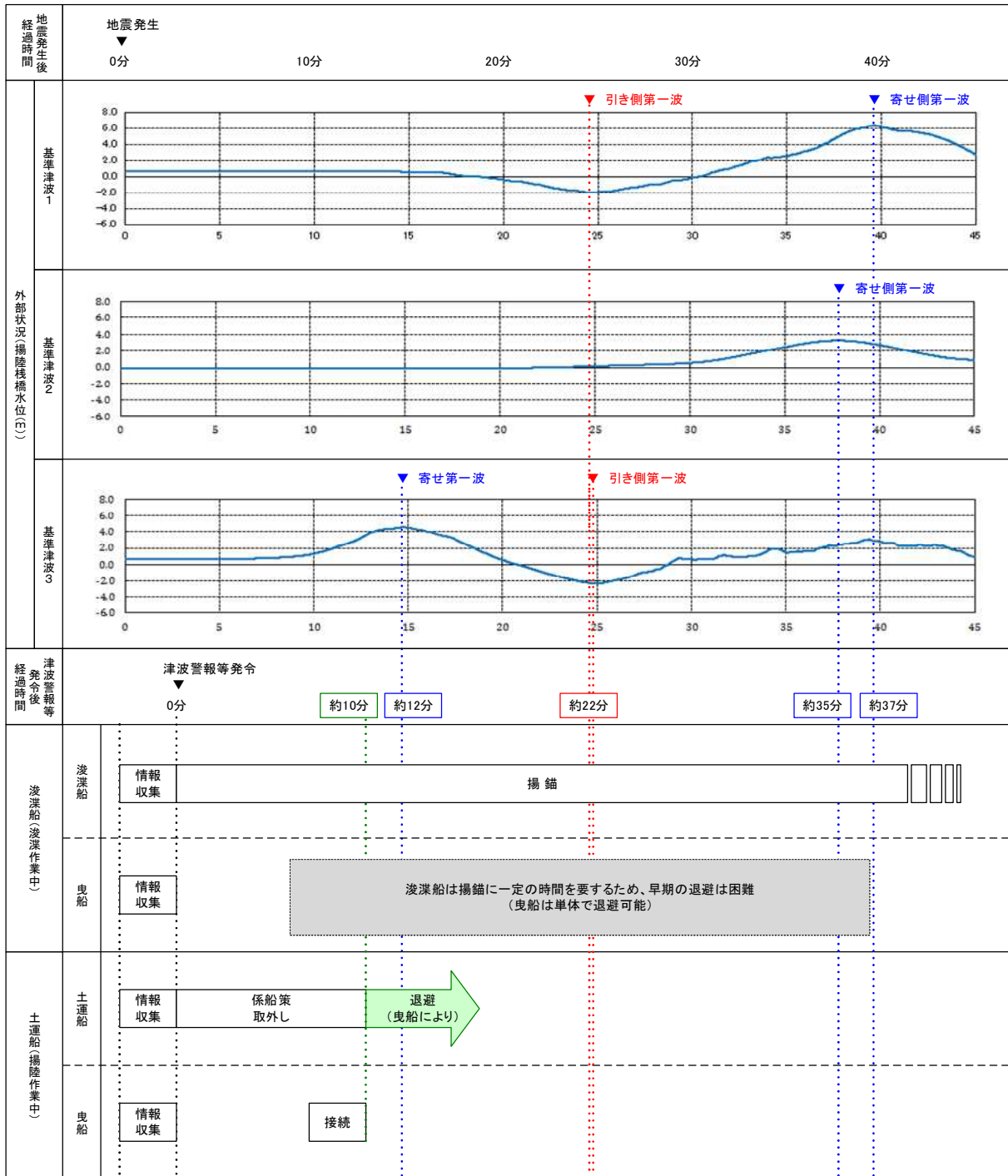
工程	ケース 1 (構外に排土)	ケース 2 (構内に排土)
1	曳船・投錨作業 曳船により浚渫船 (非航式) を, 近隣の柏崎港から港湾内の所定の位置まで曳船し, 揚錨船でアンカーを投錨し, 浚渫船を固定する	
2	係船・浚渫作業 曳船により土運船を浚渫船に横付けし, もやいロープで係船した後, 浚渫作業を実施する (2 台の土運船を浚渫船の両側に係船する)	
3	土運船曳船～排土作業 土運船に浚渫土が一定量積み込まれたら, もやいロープを取外し, 曳船で還元区域 (港湾外) まで曳船し, 排土する	土運船接岸作業 土運船に浚渫土が一定量積み込まれたら, もやいロープを取外し, 曳船で揚陸棧橋まで曳船し, 接岸する
4	—	揚陸～積み込み作業 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、引き側及び押し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)、潮位のバラつき(上昇側0.16m)、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)、潮位のバラつき(下降側0.15m)
 ・基準津波3: 期望平均満潮位(T.M.S.L.+0.49m)、潮位のバラつき(上昇側0.16m)、地殻変動量(0.29m)
 ※4:退避とは、揚陸棧橋から離岸することを示す

第 2.5-22 図 津波の到達と波漂船，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 19）。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。

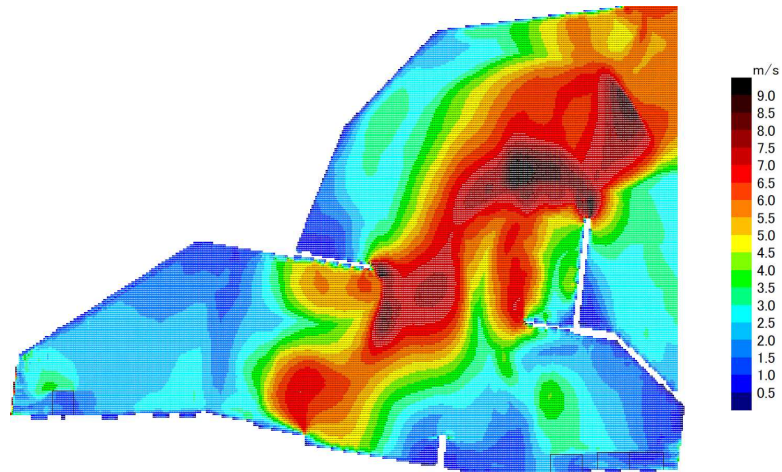
しかしながら、浚渫船で使用する錨は安定性のよいストックアンカーであり、また港湾内の海底は砂地であり錨への泥の付着等が生じにくいことから、一度、走錨した場合でも流速が低下した後は錨の再かきこみにより把駐力が回復することにより、浚渫船はピーク外（限界流速以下程度）ではその場に留まるものと考えられる。

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。

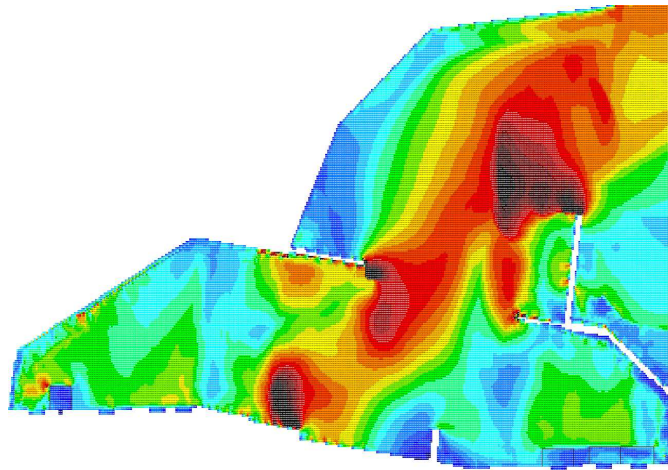
以上より、浚渫船は津波襲来時に係留位置から一時的に流され移動する可能性は考えられるものの、港湾内を漂う漂流物になることはないものと考えられる。【結果 I】

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況（流向や流速）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。

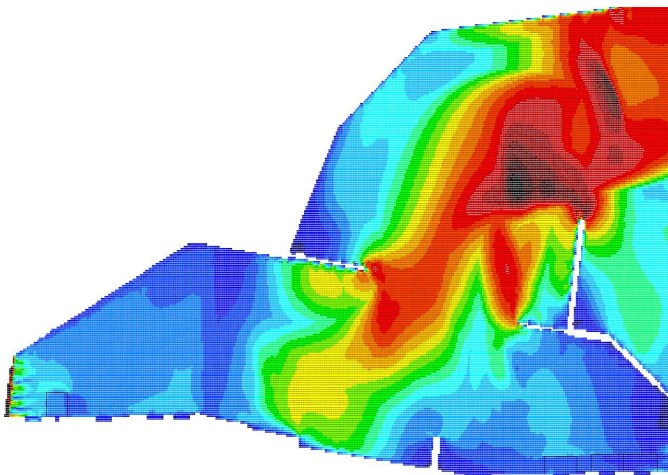
これより、本評価については、津波の原因となる地震等により防波堤が損傷する状況を想定した場合でも、その結果は、上記の防波堤が健全な状況における結果に包含されるものと考えられる。



基準津波 1

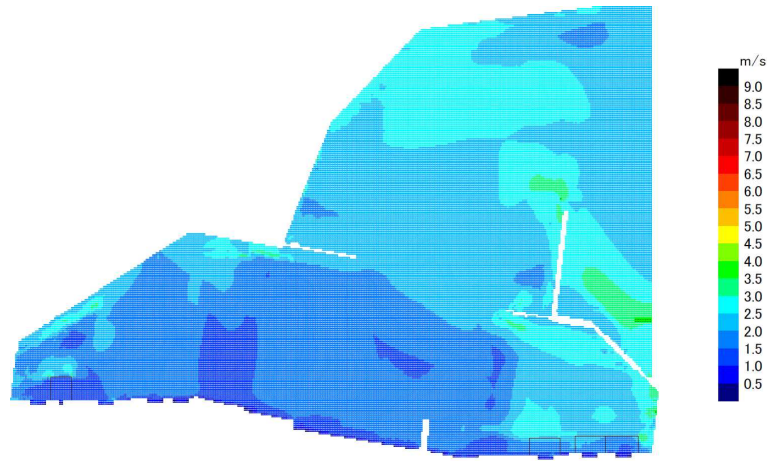


基準津波 2

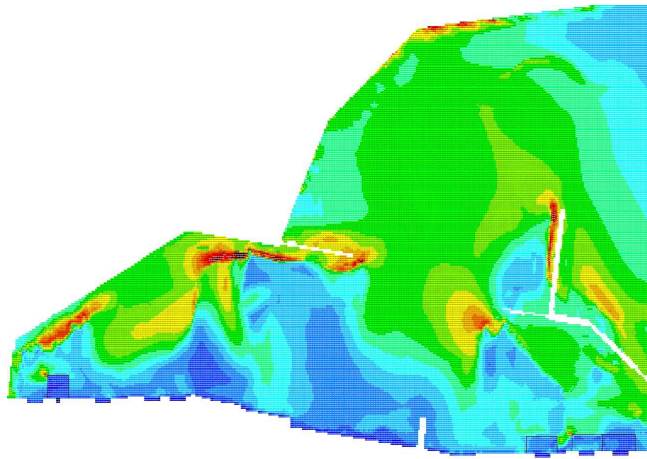


基準津波 3

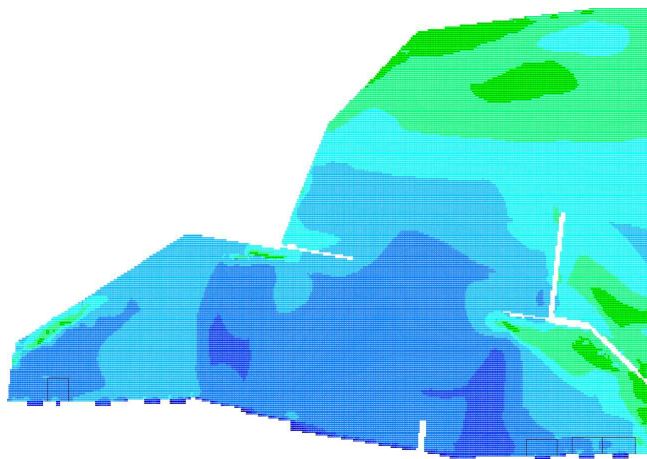
第 2.5-23-1 図 基準津波により生じる最大流速分布



基準津波 1

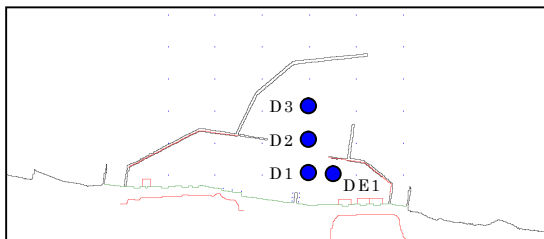


基準津波 2



基準津波 3

図 2.5-23-2 防波堤の地震等による損傷を考慮した影響評価

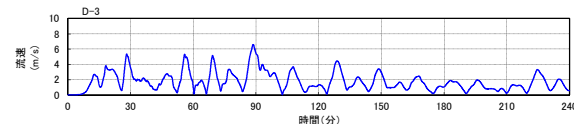
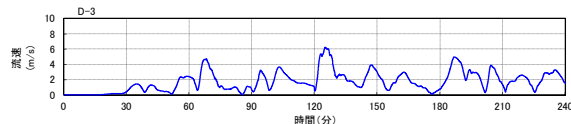
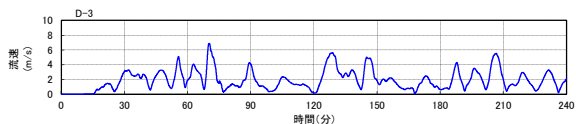


基準津波 1

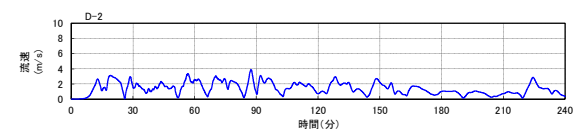
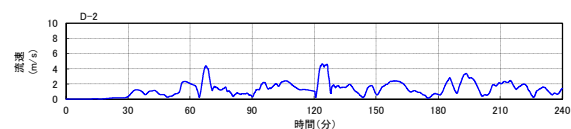
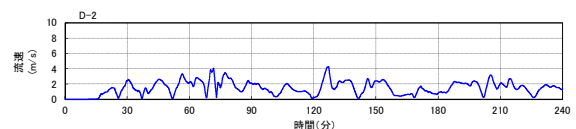
基準津波 2

基準津波 3

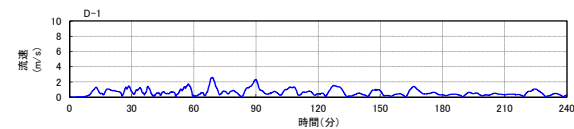
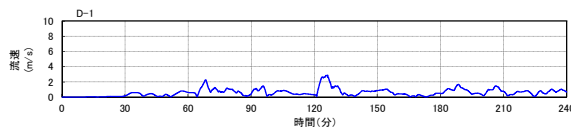
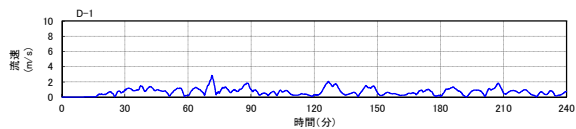
位置 D3



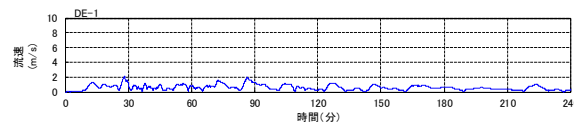
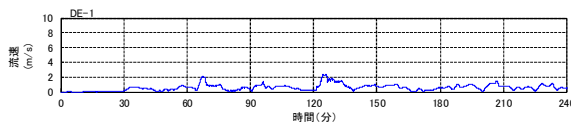
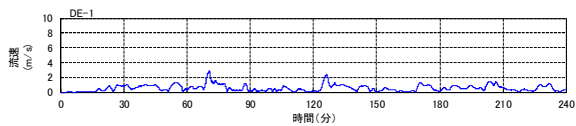
位置 D2



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

5 条-別添-2-178

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, 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。

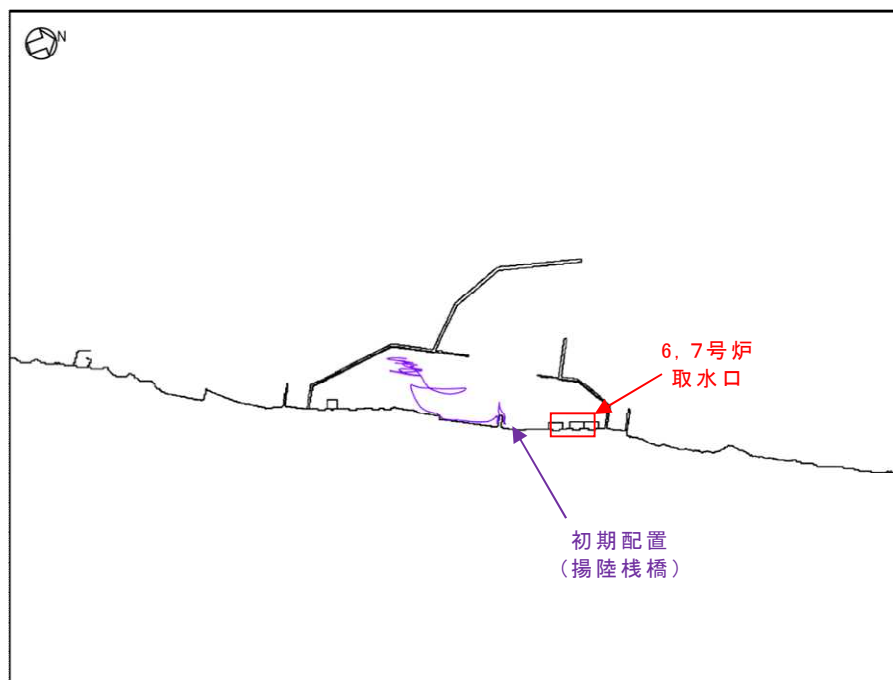
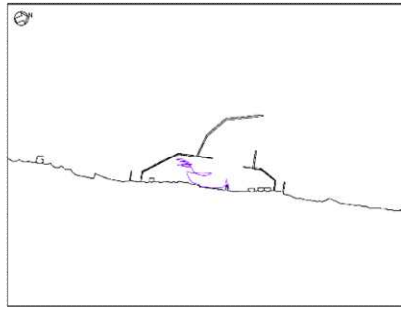


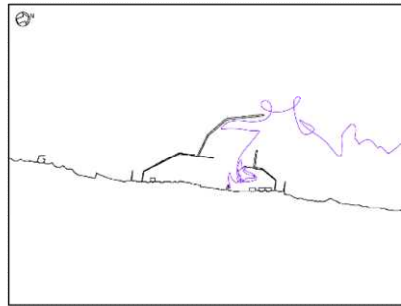
図 2.5-25-1 基準津波 3 の襲来下における土運船の挙動

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, 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】

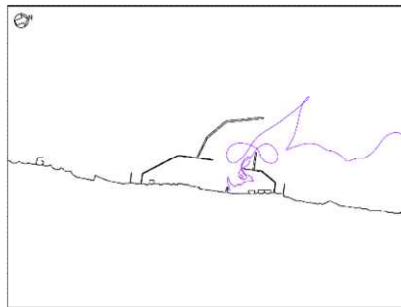
なお、前述のとおり津波襲来下における港湾内の流況（流向や流速）は防波堤の影響を強く受けるものと考えられるが、以上の評価については、防波堤の損傷を模擬した影響確認（防波堤が 1m 沈降した状況、2m 沈降した状況、及び参考として防波がない状況における評価）を行っており、津波の原因となる地震等による防波堤の損傷を想定した場合でも、結論が変わるものではないことを確認している（第 2.5-25-2 図）。



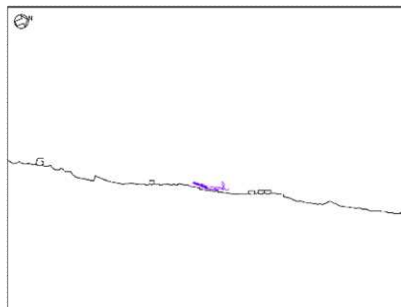
防潮堤健全



防波堤 1m 沈降



防波堤 2m 沈降



防波堤なし (参考)

図 2.5-25-2 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、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】**

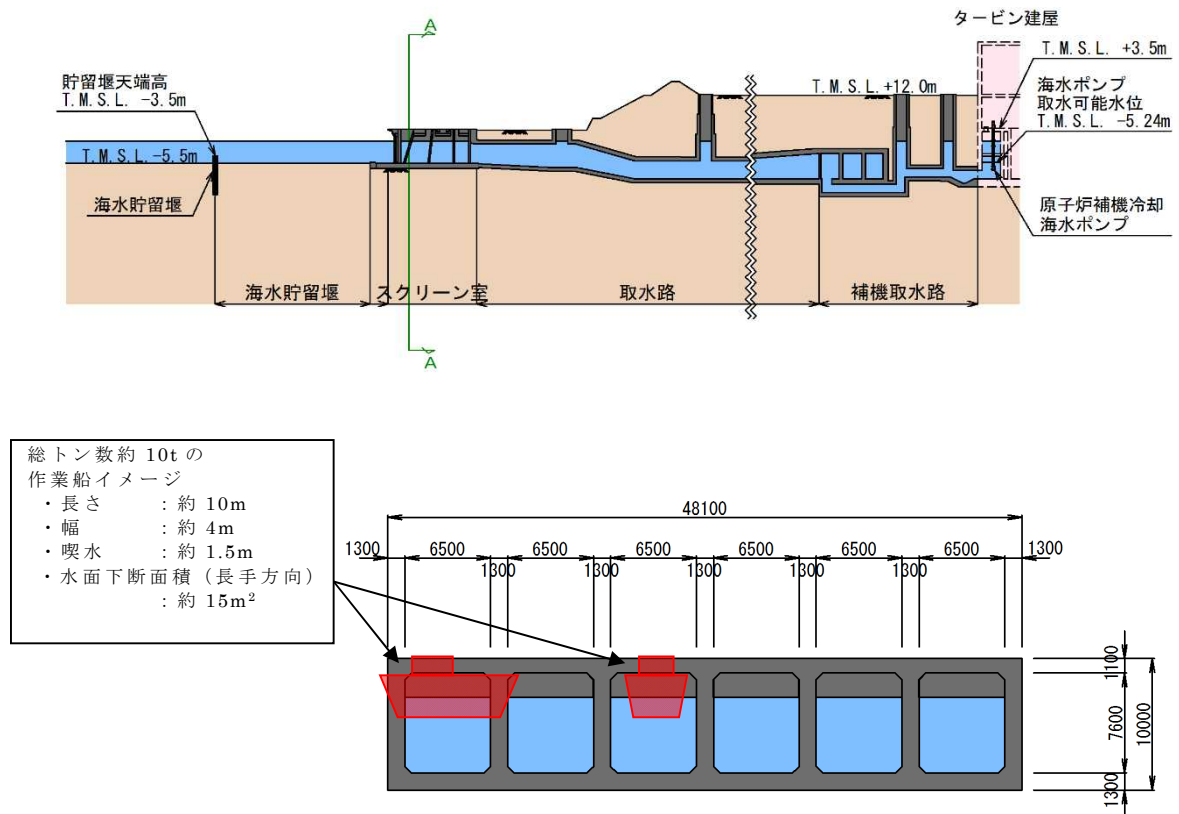
以上より、浚渫船及び土運船は非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物とはならないものと評価する。

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6,7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6号炉及び7号炉の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、作業船の寸法とから、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】

<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
 - ・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（ポンプ全体運転）
- 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）



第 2.5-26 図 取水口呑口断面

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】**

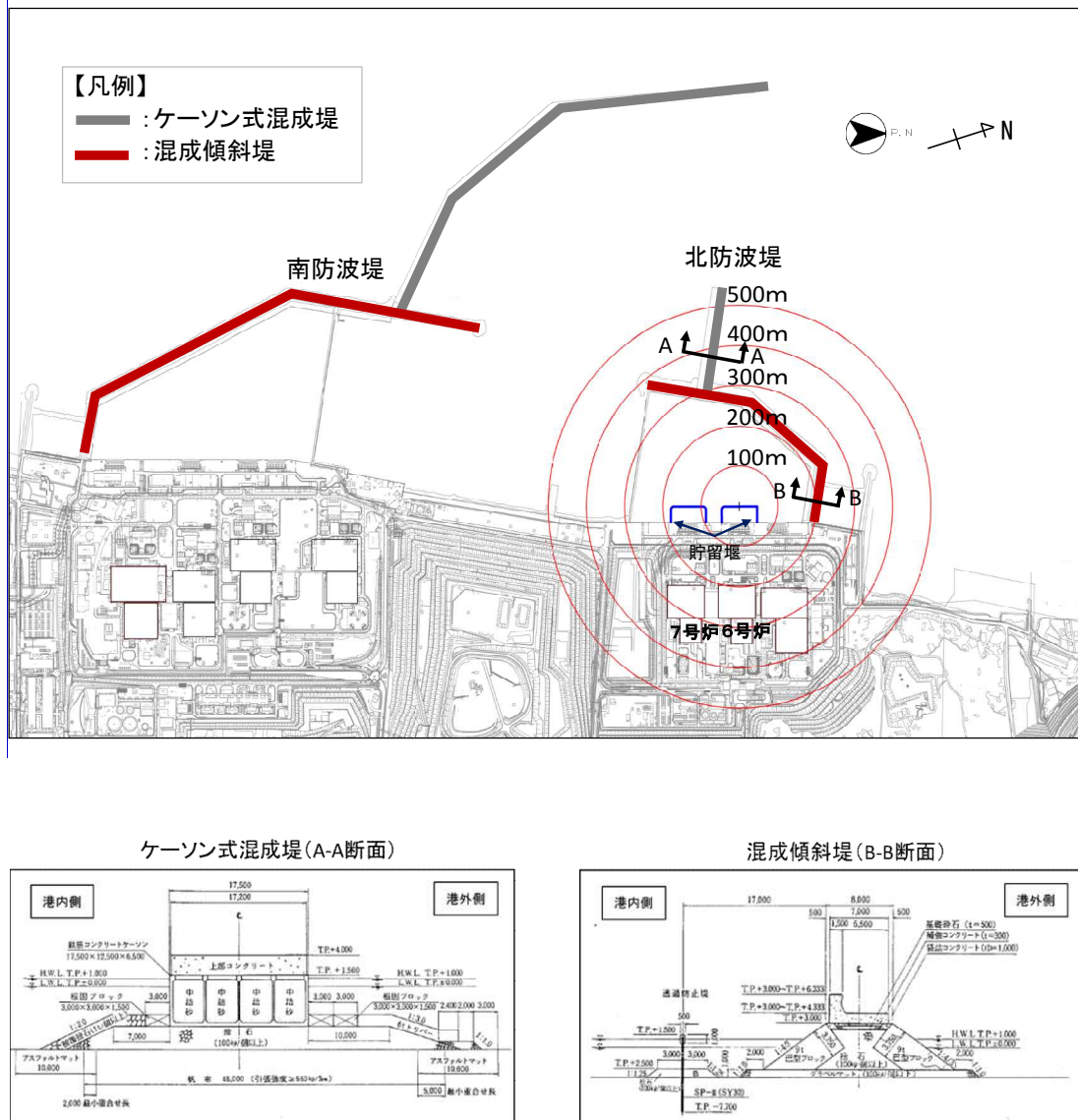
また後者についても津波時には退避可能と考えられ、仮に漂流物化した場合も、後述する「分類 C（構外・海域）」の「①漁船、プレジャーボート」の評価に包含され、航行不能船舶の軌跡シミュレーション（第 2.5-35 図参照）に示されるとおり津波の流向より発電所に接近する（港湾内に侵入する）ことはない。**【結果Ⅱ】**

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

発電所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。6，7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 6，7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 を超える重量があることから、損傷した防波堤は、「漂流」によっても取水口に到達することはない。**【結果Ⅰ】**

なお、1t よりも軽量なものとしては 100kg 程度の捨石があるが、これは巴型ブロック等の下層に敷かれていること、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っても、「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」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つ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*。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/m^3)
- U : 捨石等の上面における水の流れの速度 (m/s)
- g : 重力加速度 (m/s^2)
- γ : イスバッシュ(Isbash)の定数(埋め込まれた石にあつては1.20,露出した石にあつては0.86)
- S_r : 捨石等の水に対する比重
- θ : 水路床の軸方向の斜面の勾配 ($^\circ$)

- 条件：①津波流速 U : 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

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, 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 (総トン数)	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	I
②		浚渫船	航行/停泊	・発電所港湾内 ・港湾口	1	約 500t	I
		土運船	航行/停泊	・発電所港湾内 ・揚陸棧橋	2	約 500t	I, II
		曳船	航行/停泊	・発電所港湾内 ・揚陸棧橋	2	約 100t	I
		揚錨船	航行/停泊	・発電所港湾内 ・揚陸棧橋	2	～約 10t	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	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	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	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	5t 未満～約 20t	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

※「重量（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」と「荒浜側護岸部」、及び荒浜側防潮堤の損傷を想定した際の遡上域である「荒浜側敷地部」とから成る。

本調査範囲については6, 7号炉の取水口との位置関係の観点から、さらに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表にまとめて示す。

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，補強 コンクリートブロック造建屋	—
②		鉄骨造建屋	—
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，補強コンクリートブロック造建屋

鉄筋コンクリート建屋及び補強コンクリートブロック造建屋は，被害実例より津波による波力で損壊することはないと考えられるが，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，6，7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900kg，鋼材で約20kg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，補強コンクリートブロック造建屋は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。

＜安定質量の試算＞

「港湾の施設の技術上の基準・同解説」の流れに対する被覆材の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 4m/s 未満程度）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 900kg 程度、鋼材であれば 20kg 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つ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*。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、

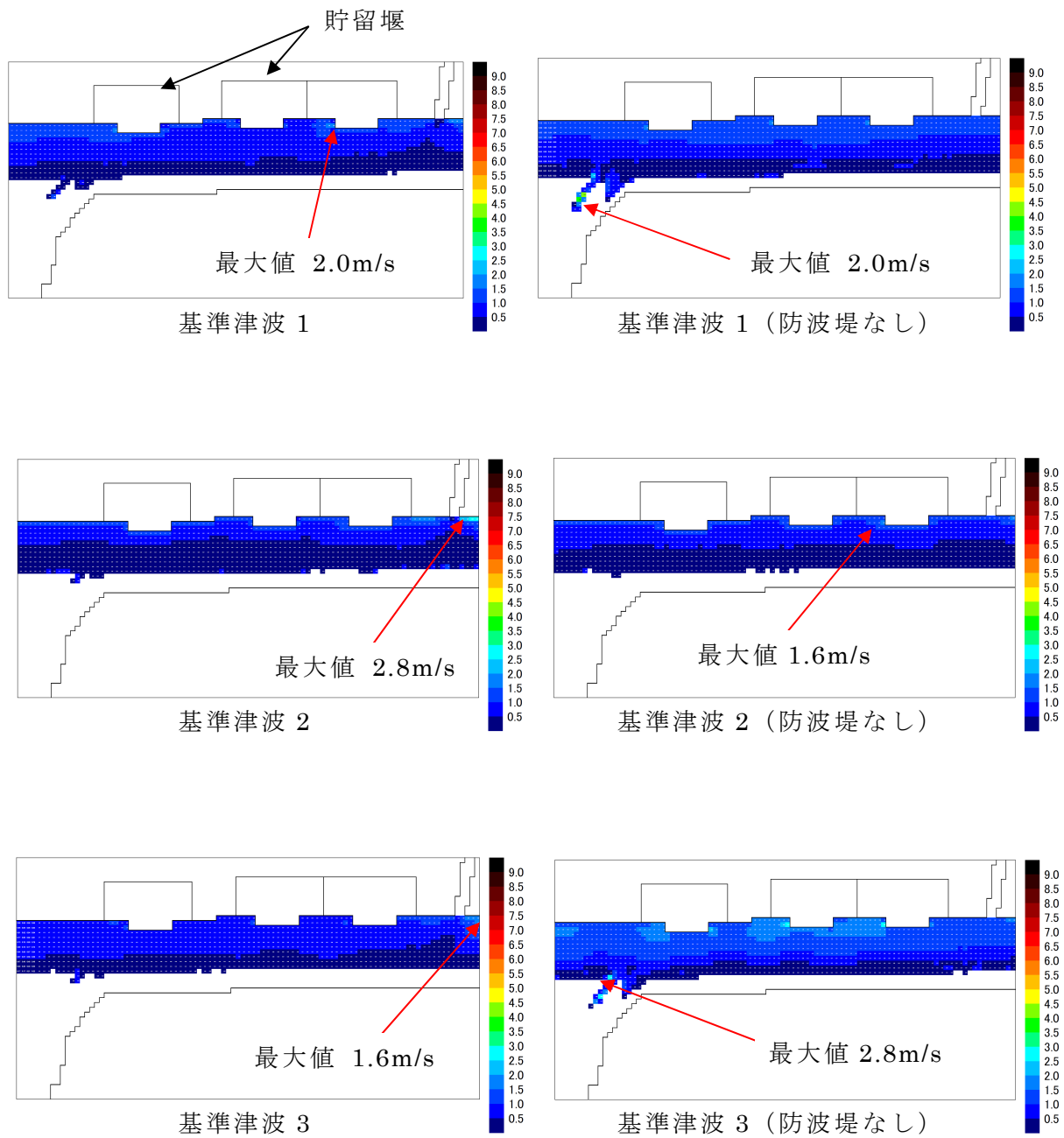
- M : 捨石等の安定質量 (t)
- ρ_r : 捨石等の密度 (t/m^3)
- U : 捨石等の上面における水の流れの速度 (m/s)
- g : 重力加速度 (m/s^2)
- γ : イスバッシュ(Isbash)の定数(埋め込まれた石にあつては 1.20,露出した石にあつては 0.86)
- S_r : 捨石等の水に対する比重
- θ : 水路床の軸方向の斜面の勾配 ($^\circ$)

- 条件：①津波流速 U : 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
SS, SUS	7.9	7.67	18.8

※参考文献

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, 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、重量より、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, 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く、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、軽量なトラックやなど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、大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 20）。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。

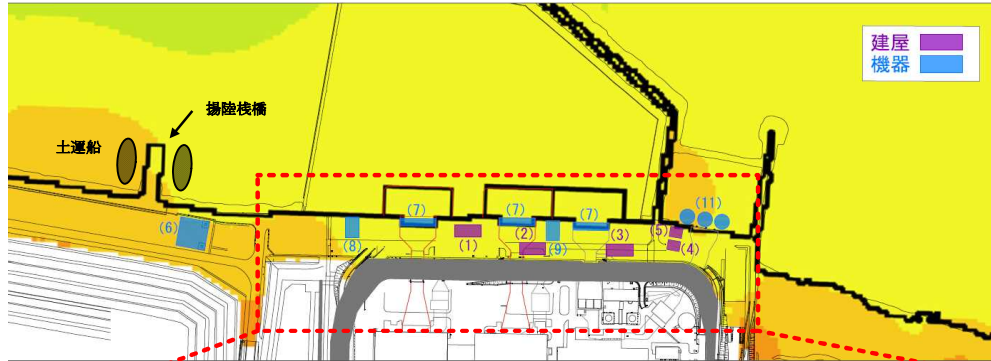
⑥資機材

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。

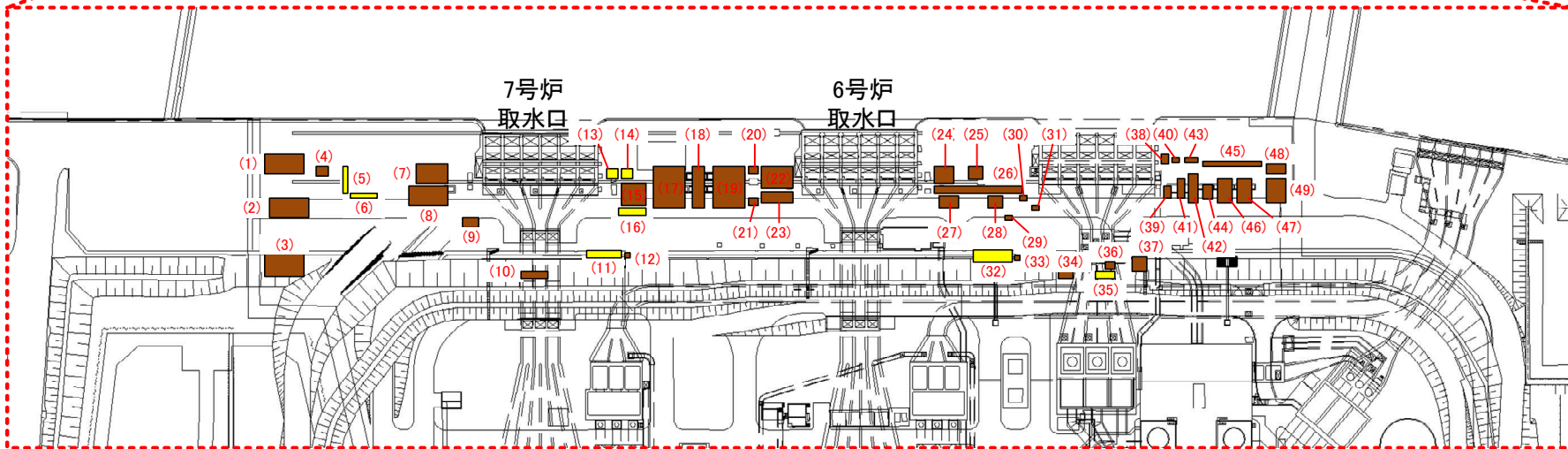
大湊側護岸部について、常時保管されている、あるいは一時的に持ち込む可能性のある資機材（重量物を含む）の詳細を示すと第 2.5-29 図及び第 2.5-5 表のとおりとなり、このうち漂流物化する可能性がある軽量物を抽出すると第 2.5-6 表となる。

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	-	○	
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	-	○	
13	工具収納棚	1	-	×	
	角材	~50	木製	×	
14	仮設ハウス	1	-	×	
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	○	
	仮設作業床	1	鋼製	○	
21	台車乗り上げ台	3	鋼製	○	
22	安全スクリーン	1	鋼製	○	
23	リフティングビーム	1	鋼製	○	
24	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	-	○	

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	○	
	仮設電源・動力・分電盤	1	-	○	
	リフティングビーム	1	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	-	○	
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	-	○	
	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	○	
	バスケット予備機(トラベリングスクリーン)	38	鋼製	○	
43	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置物
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

5 条-別添-2-196

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
	角材		~50	木製	—	—	
14	仮設ハウス	—	1	—	5.44×2.30×2.60	1000	工具類を収納
16	単管パイプ	—	~150	鋼製	—	—	
	足場板	—	~50	アルミ	—	—	
	角パイプ	—	~50	木製	—	—	
30	洗浄器	—	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	洗浄器	—	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、引き波時に取水口付近に接近するものは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」における仮設建屋類が「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, 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6,7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

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。

- 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6,7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、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、今後、撤去するため、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・運用状況に包含される。

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

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，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 6，7 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	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 6，7 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，車両については，6，7 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，6，7 号炉の取水口までに 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況（流向・流速）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も考慮すると，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 分程度の間，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。

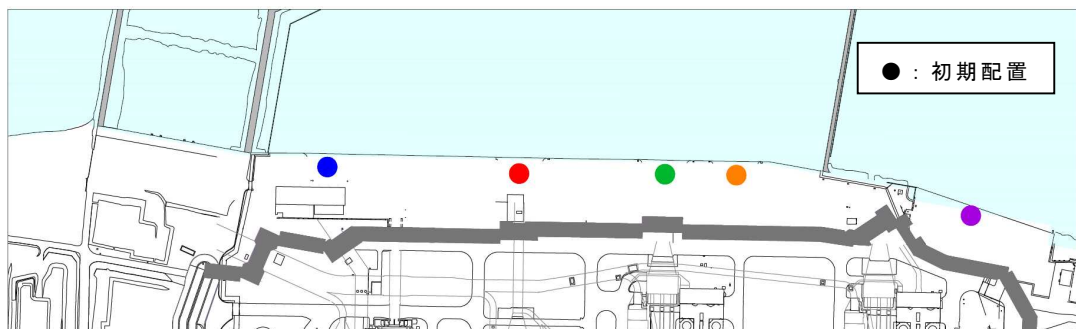
評価条件を第 2.5-8 表の条件とし，第 2.5-30 図に示す護岸部の複数位置を初期配置とした際の軌跡のシミュレーションを実施したところ第 2.5-31 図の結果となった。

第 2.5-8 表 軌跡シミュレーションの評価条件


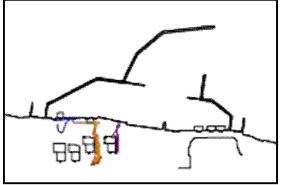
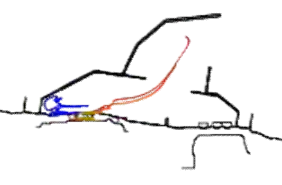

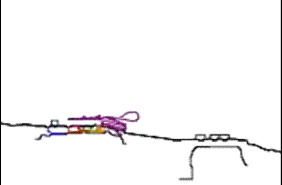


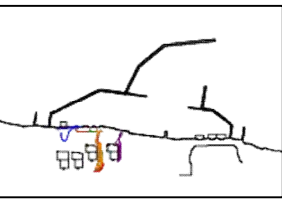
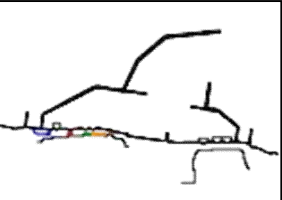

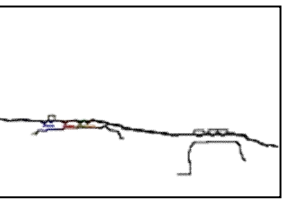
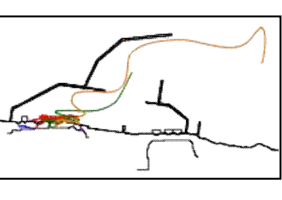
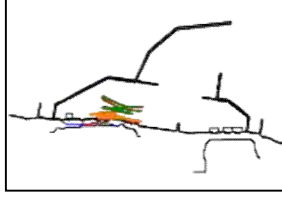
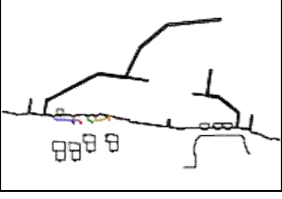
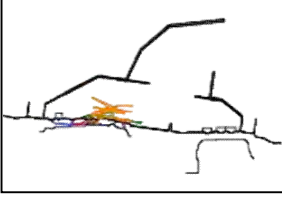
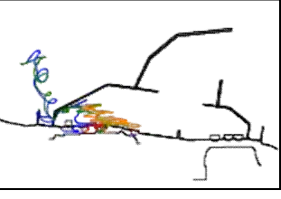
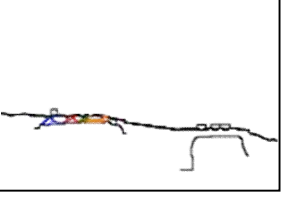

項目		評価条件	備考
評価時間		地震発生から 120 分間	○到達までに時間を要する基準津波 1, 2 の第一波到達時間(地震発生から約 40 分)とハウス類・車両の水没に要する時間 10 分に裕度を加味して設定。
漂流開始条件		浸水深 10cm 時点	○普通乗用車の場合であれば浸水深 50cm 以上で車体が浮き気味になるとされている ²⁾ など、実際は浸水深がある程度の大きさにならないと漂流は開始しないが、保守的に、わずかでも浸水が生じた時点(解析上の取り扱いとして浸水深 10cm)で漂流が開始するものとする。
地形 モデル	斜面崩壊・ 地盤変状	健全状態	○地盤の沈下について、影響評価として確認する。
	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, 2014, I-261-I_265
- 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, 2012 年 6 月, 499-504



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, 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, 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、その影響を確認するため防潮堤の損傷を模擬した条件（防潮堤がない条件）における評価も行い、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発電所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）も行い、これらについても結論が変わるものではないことも確認している。

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 図に示される港湾内の流況（流向・流速）より、基準津波襲来下において一様到大湊側の 6, 7 号炉の取水口に向かうことは考え難い。第 2.5-31 図に示される軌跡シミュレーション結果においても、（120 分間の評価時間に対して）より長い時間を考えると 6, 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 6, 7 号炉の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 6, 7 号炉の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」における仮設建屋類が「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）、また後述の荒浜側敷地部（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、津波襲来後に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、津波が襲来した際には、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 : 荒浜側敷地部

荒浜側敷地部における評価対象（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，荒浜側敷地部には次の機器類が存在する。

- ・ 1～4 号炉 軽油タンク（各 2 基）
- ・ 1～4 号炉 泡原液貯蔵タンク（泡消火設備）
- ・ 1～4 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，荒浜側護岸部には駐車場があり，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，荒浜側敷地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 2.5-9 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

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，補強 コンクリートブロック造建屋
②		鉄骨造建屋
③	機器類	タンク
④		タンク以外
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

荒浜側の敷地については，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 2）。このため，仮に敷地部で漂流物化するものがあった場合でも，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，（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。**

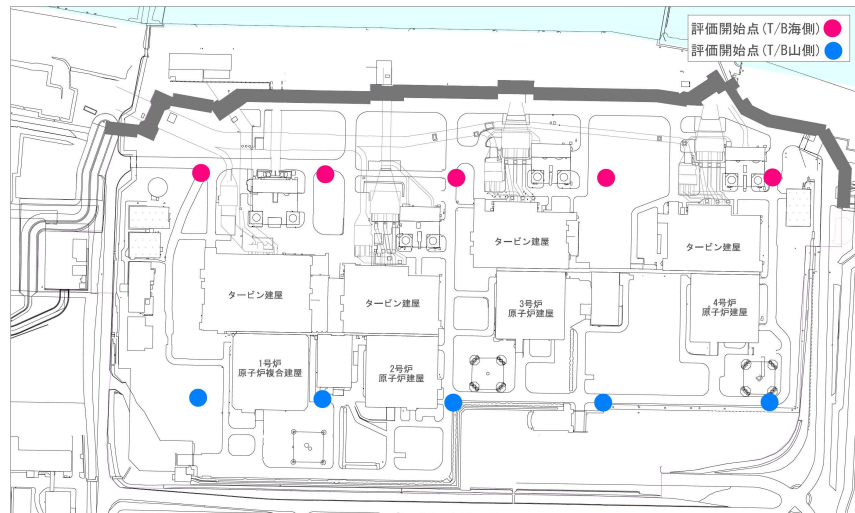
以上より，荒浜側敷地部における漂流物となる可能性のある施設・設備等については，6，7 号炉の取水口に到達することは考え難く，非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物にならないものと評価する。**【結果 I】**

なお、以下では参考として、荒浜側の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

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・敷地部 2m 沈下条件	○敷地における浸水範囲、浸水深が増大し、引き波時の海域への流出が促進される条件として地震による地盤変状（2m 沈下）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。

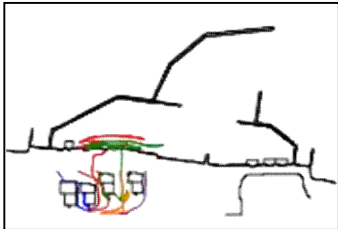
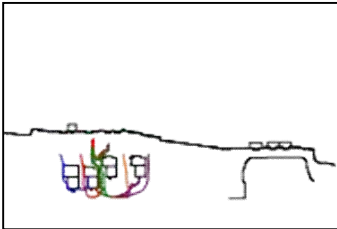
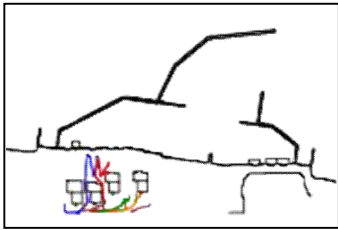
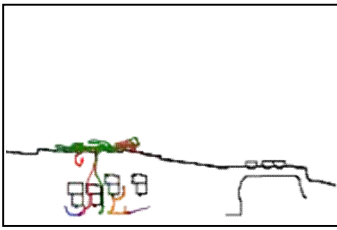

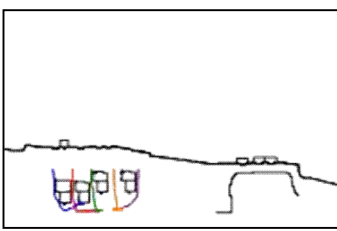
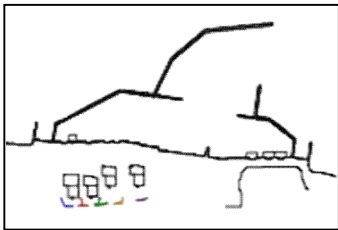
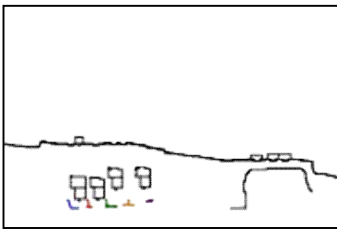


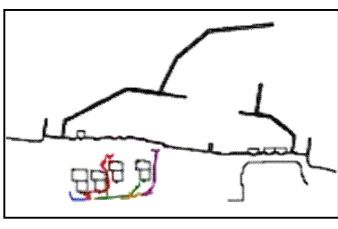

第 2.5-32 図に示す敷地部のタービン建屋（T/B）の海側と山側の複数位置を初期配置として、地震発生から 120 分間の軌跡のシミュレーションを実施したところ第 2.5-33 図の結果となった。



第 2.5-32 図 漂流物軌跡評価の初期配置（荒浜側敷地部）

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発電所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）における影響評価も行い、これについても結論が変わるものではないことも確認している。

これより、荒浜側敷地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、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 荒浜側敷地部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	床面積約 181m ²	1	I, III	
			5号機取水電源室	設置		床面積約 82m ²	1		
			5号機放水口サブリング建屋	設置		床面積約 52m ²	1		
			大湊側少量危険物保管庫	設置		床面積約 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	床面積約 250m ²	1	I
④		機器類	海水機器点検用門型クレーン（5号機用）	設置	鉄骨構造	スパン 20.5m/ リフト 23m	1	I	
			海水機器建屋門型クレーン（6/7号機用）	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		
			海水放射能モニター（5～7号機用）	設置	鋼材	—	1/機		
		除塵装置（5～7号機用）	設置	鋼材	—	一式 /機	※「(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，クレーンチェンク，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		

5 条-別添-2-210

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	市水道用ポンプ室	設置	補強コンクリート ブロック建屋	床面積約 24m ²	1	I
			海象観測小屋	設置	鉄筋コンクリート 建屋	床面積約 20m ²	1	
			海水放射能モニター建屋	設置		床面積約 15m ²	1	
			荒浜側少量危険物保管庫①	設置		床面積約 83m ²	1	
			荒浜側少量危険物保管庫②	設置		床面積約 72m ²	1	
			1/2号機取水電源室	設置		床面積約 137m ²	1	
			1号機補機スクリーン電源室	設置		床面積約 13m ²	1	
			3/4号機取水電源室	設置		床面積約 138m ²	1	
			物揚場電源室	設置		床面積約 48m ²	1	
			CVCF用フィルター	設置		床面積約 6m ²	1	
②			1号機循環水ポンプ建屋	設置	鉄骨造建屋	床面積 約 1,300m ²	1	I
			貝処理大型機器点検用建屋	設置		床面積 約 1,268m ²	1	
			重油移送ポンプ室	設置		床面積約 159m ²	1	
③			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	海水機器点検用門型クレーン（1/2号機用）	設置	鉄骨構造	スパン 20.5m/ リフト 23m	1	I
			海水機器点検用門型クレーン（3/4号機用）	設置	鉄骨構造	スパン 20.5m/ リフト 23m	1	
			物揚場 150t テレリッククレーン	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	
			海水放射能モニター（1～4号機用）	設置	鋼材	—	1/機	
			除塵装置（1～4号機用）	設置	鋼材	—	一式 /機	
⑤		車両	車両	—	—	—	II	

5 条-別添-2-211

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	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
⑦	（物揚場を含む）	その他 一般構築物， 植生	マンホール，クレーニング，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（流木等）	—	—	—	—	II

5 条-別添-2-212

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	荒浜側敷地部	建屋	ポンプ建屋（1～4号機用）	設置	鉄筋コンクリート建屋	床面積 約 22～143m ²	6	I
			自然海水ポンプ室	設置	鉄筋コンクリート建屋	床面積約 96m ²	1	
			1号機温海水ポンプ室	設置	鉄筋コンクリート建屋	床面積約 63m ²	1	
			雑固体廃棄物焼却設備建屋（荒浜側）	設置	鉄筋コンクリート建屋	床面積 約 1,142m ²	1	
			荒浜側洗濯設備建屋	設置	鉄筋コンクリート建屋	床面積 約 1,017m ²	1	
			旧出入り管理所	設置	鉄筋コンクリート建屋	床面積約 343m ²	1	
			主排気モーター建屋（1/2～4号機用）	設置	鉄筋コンクリート建屋	床面積 約 149～240m ²	3	
			第二無線局	設置	鉄筋コンクリート建屋	床面積約 177m ²	1	
			連絡通路	設置	鉄筋コンクリート建屋	—	—	
			3/4号サービス建屋車庫	設置	鉄筋コンクリート建屋	床面積約 45m ²	1	
			自衛消防センター	設置	鉄筋コンクリート建屋	床面積約 473m ²	1	
			防護本部建屋	設置	鉄筋コンクリート建屋	床面積約 1507m ²	1	
			電気計装室・散水ポンプ室	設置	鉄筋コンクリート建屋	床面積約 31m 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	床面積約 2187m ²	1	I
②	荒浜側敷地部	建屋	海水熱交換器建屋（1～4号機用）	設置	鉄骨造建屋	床面積 約 742～869m ²	1/機	I
			海水淡水化装置制御室	設置	鉄骨造建屋	熱交換器建屋に含む		
			循環水ポンプ建屋（2～4号機用）	設置	鉄骨造建屋	床面積 約 729～805m ²	1/機	
			ホール捕集ピット上屋（2～4号機用）	設置	鉄骨造建屋	床面積 約 238～241m ²	1/機	
			ホライ-建屋	設置	鉄骨造建屋	床面積 約 796～1,411m ²	2	
			荒浜側直員車庫	設置	鉄骨造建屋	床面積 約 343～345m ²	2	
			水素トレー建屋	設置	鉄骨造建屋	床面積約 330m ²	1	
			液酸タンク建屋	設置	鉄骨造建屋	床面積約 135m ²	1	

5 条-別添-2-213

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 敷 地 部	機器類	SPH 貯タンク	設置	鋼板	4100kL	1	II	
			NSD 収集処理装置（1～4 号機用）	設置	鋼材・鋼板	147kL（タンク）	1/機		
			軽油タンク	設置	鋼板	344kL	2/機		
			窒素ガス供給装置	設置	鋼材・鋼板	122kL（貯槽）	1		
			泡消火設備	設置	鋼材・鋼板	1200L（タンク）	1/機		
			液化酸素タンク	設置	鋼材・鋼板	27kL	1		
④		荒 浜 側 敷 地 部	機器類	所内ボイラー排気筒	設置	鉄筋コンクリート	Φ1.7m×29.7m	1	I
				変圧器	設置	鋼材・鋼板	15.3m×15.7m×11.1m（最大）	一式/機	
				空冷クーラー設備	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				荒 浜 側 敷 地 部	車両	車両	—	—	—
⑥	資機材	角落し・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 一般構築物、 植生	マンホール、クレーンクレーン、チェックプレート、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

5 条-別添-2-214

分類C（構外・海域）

調査範囲内にある港湾施設としては、6、7号炉の取水口の南方約3kmに荒浜漁港があり、小型の漁船、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、浮棧橋、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、新潟と舞鶴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。

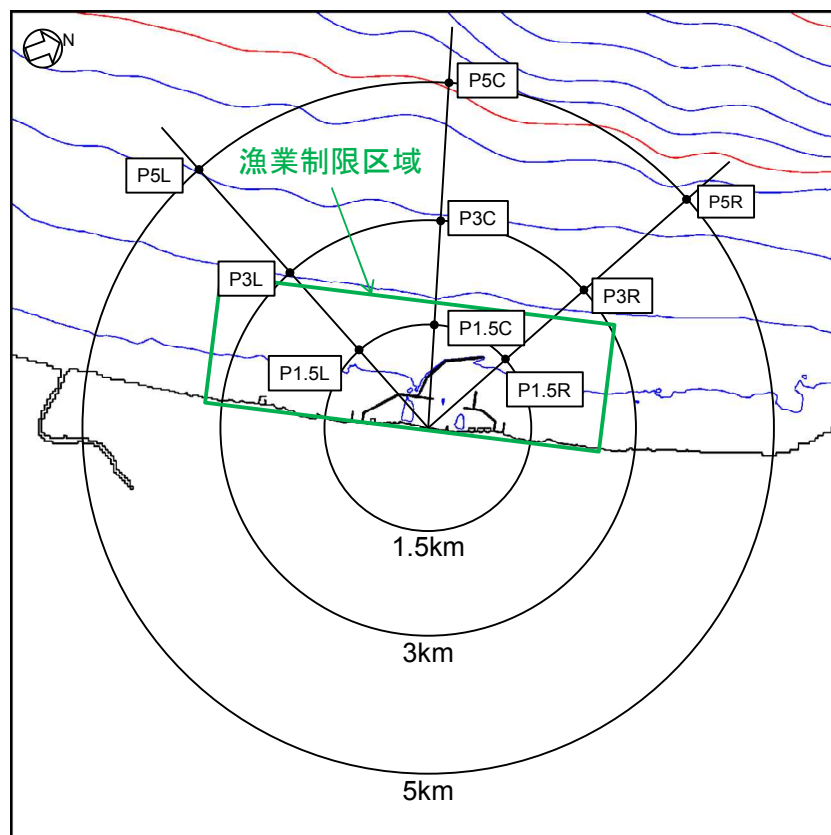
抽出された以上の船舶に対して第2.5-16図に示したフローにより取水口及び取水路の通水性に与える影響評価を実施した。評価結果を以下に示す。また評価結果の一覧を第2.5-12表にまとめて示す。

①漁船，プレジャーボート

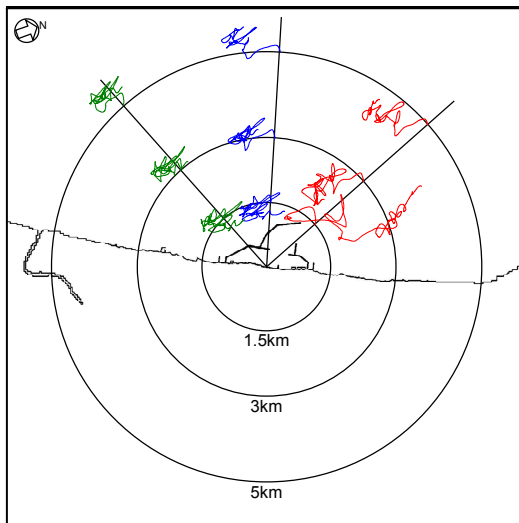
第 2.5-9 図に示すとおり敷地周辺の流向ベクトルは数分～数十分毎に変化しており，発電所に向かう連続的な流れは生じていない。荒浜漁港に停泊する漁船，プレジャーボートについては係留されているため漂流物化する可能性は小さいと考えられるが，仮に漂流物化したとしても，距離，地形及び以上に示した津波の流向から発電所に対する漂流物となることはないと考えられる。【結果Ⅱ】

また，航行中の船舶，漁船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。

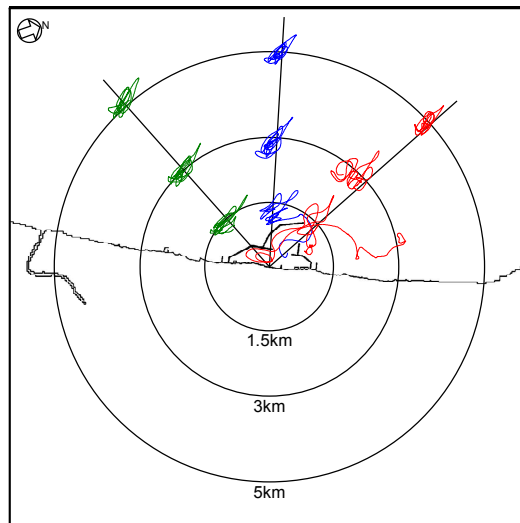
柏崎刈羽原子力発電所の漁業制限区域は発電所沖約 1.7km，幅約 5.8km の範囲であることからこの境界までは船舶が近づき得るものとし，第 2.5-34 図に示す発電所沖 1.5km の地点，及び参考として 3km，5km の地点を初期配置とし，地震発生から 240 分間の軌跡のシミュレーションを実施したところ第 2.5-35 図の結果となった。



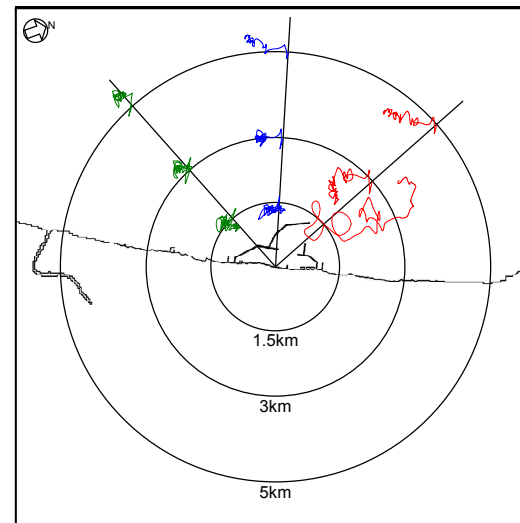
第 2.5-34 図 航行不能船舶軌跡シミュレーションの初期配置



基準津波 1



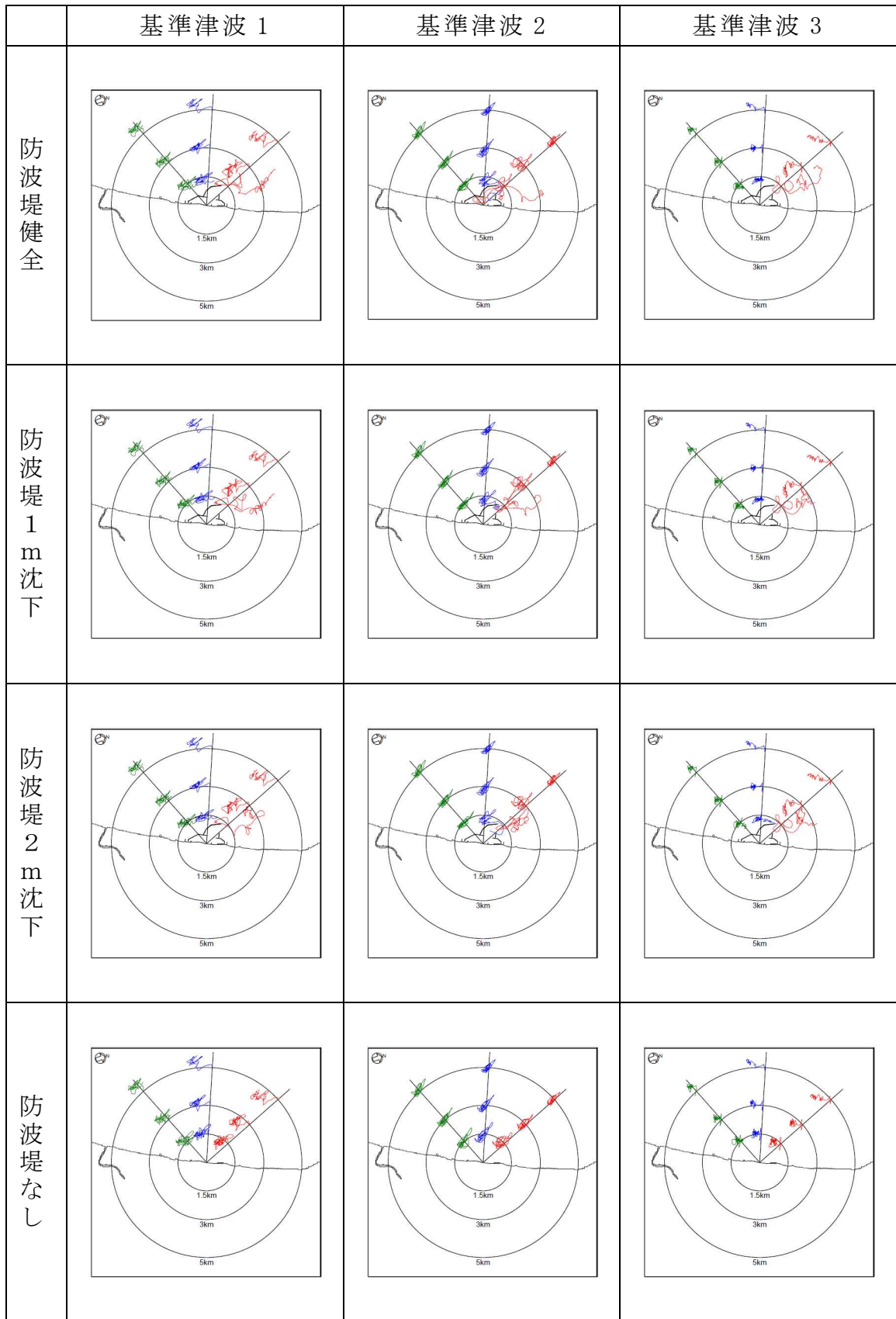
基準津波 2



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発電所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、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、プレジャーボートは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。

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	重量	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、松波地区が、また北側に大湊地区、宮川地区、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、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2.5-7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、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）（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	荒浜側護岸部	①	建屋	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)	
						鉄筋コンクリート建屋	8	—				
				②	建屋	鉄骨造建屋	4	—	I	重量物であり漂流物化しない。	○(なし)	
				③	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	—				
				④	機器類(タンク以外)	海水機器点検用門型クレーン(1/2号機用)	1	—	I	重量物であり漂流物化しない	○(なし)	
						海水機器点検用門型クレーン(3/4号機用)	1	—				
						物揚場150tリリククレーン	1	—				
						電気・制御盤	多数	—				
						避雷鉄塔	1	—				
						海水放射能モニター(1~4号機用)	1/機	—				
						除塵装置(1~4号機用)	一式/機	—				
			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	—	—					
			⑥	車両	車両	—	—	II	漂流物化する可能性があるが、6、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	—					
					樹木(流木等)	—	—					
			①	荒浜側敷地部	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)	
						鉄骨造建屋+鉄筋コンクリート建屋	1	—				
						鉄骨造建屋	16	—				
					③	機器類(タンク)	SPHサージタンク	1	—	II	漂流物化する可能性があるが、6、7号炉取水口に到達しない	○(なし)
							NSD収集処理装置(1~4号機用)	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	—										
所内ホイル排気筒	1	—										
④	機器類	変圧器			多数	—	I	重量物であり漂流物化しない	○(なし)			
		空冷チラー設備			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、7号炉取水口に到達しない	○(なし)					
⑥	資機材	角落し・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、足場板等	—	—								
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	—								
		樹木(流木等)	—	—								

5 条-別添-2-224

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	発電所 構外	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、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)	約30	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)
			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		陸域	-	・荒浜地区(荒浜漁港)	・家屋等建築物	-	-	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)	
				・松波地区	・乗用車等車両	-	-	I, II			
				・海洋生物環境研究所	・事務所等建築物	-	-	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号炉及び7号炉における同影響を考慮すべき津波防護施設、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2.5-12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号炉及び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21）。

4.3 津波監視設備の設計

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】

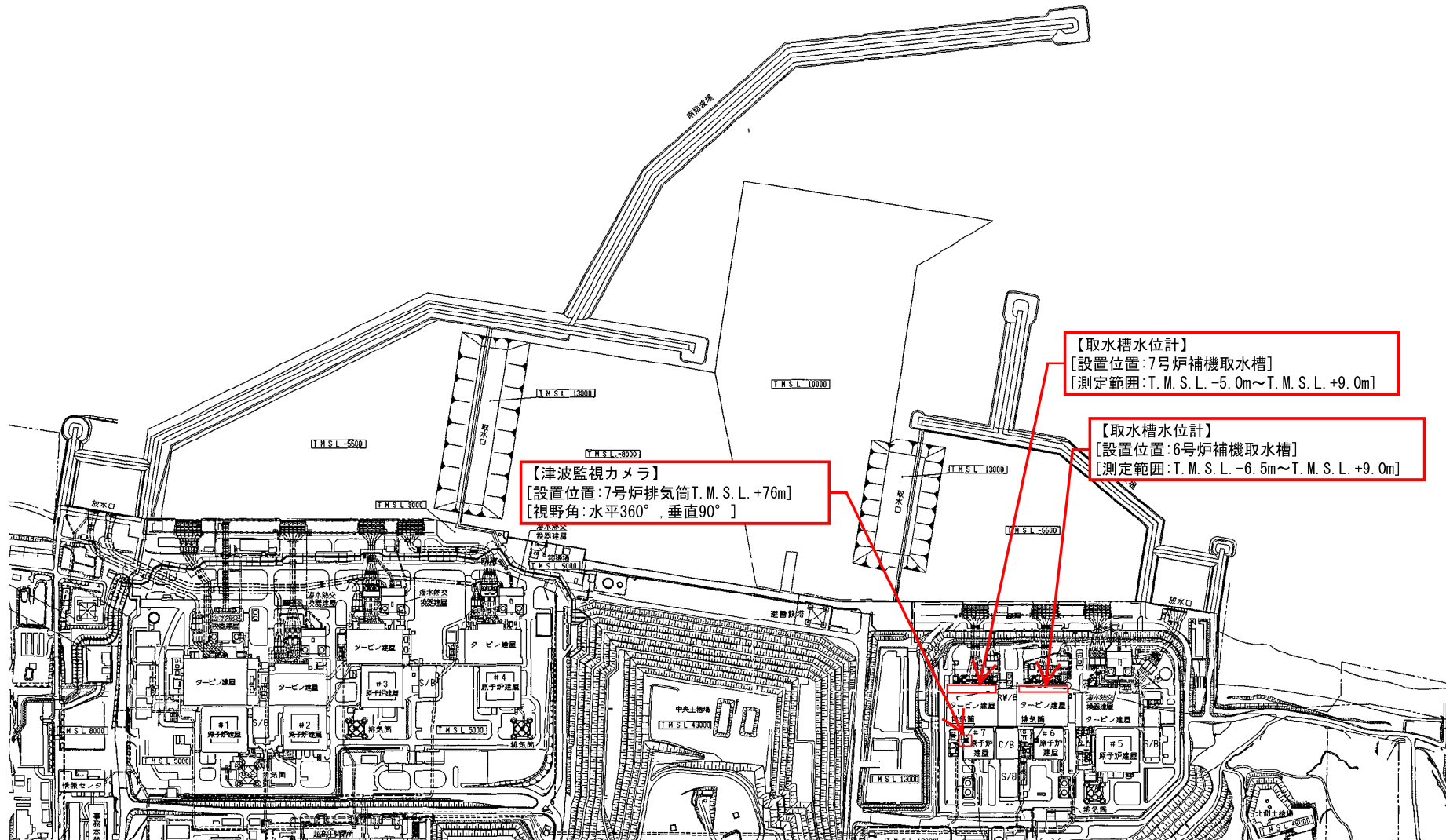
津波監視設備としては、津波監視カメラと取水槽水位計を設置する。

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号炉及び 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. 津波防護方針」に示したとおり、当該設置エリア（原子炉補機冷却海水ポンプエリア）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。



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号炉排気筒 T.M.S.L. + 76m に設置する。排気筒の中でも、T.M.S.L. + 76m にはグレーチングフロアが本設されており、工事及び保守対応を考慮しても安全性が高い。また、本設の階段が設置されているため、アクセス性にも問題は無い。

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。撮影した画像は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

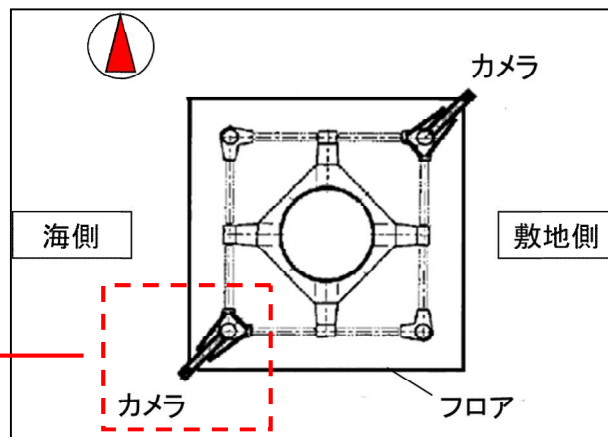
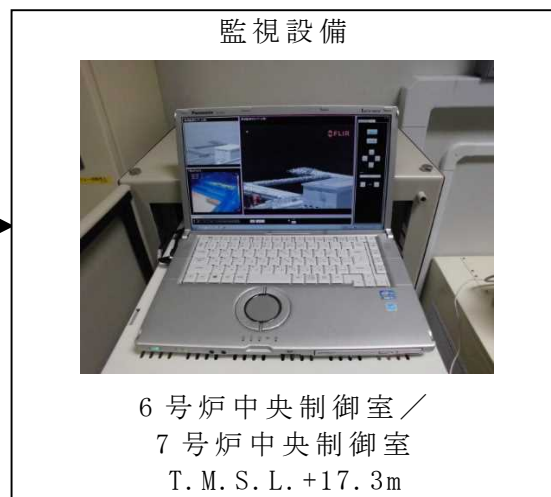


第 4.3-3 図 津波監視カメラ映像イメージ

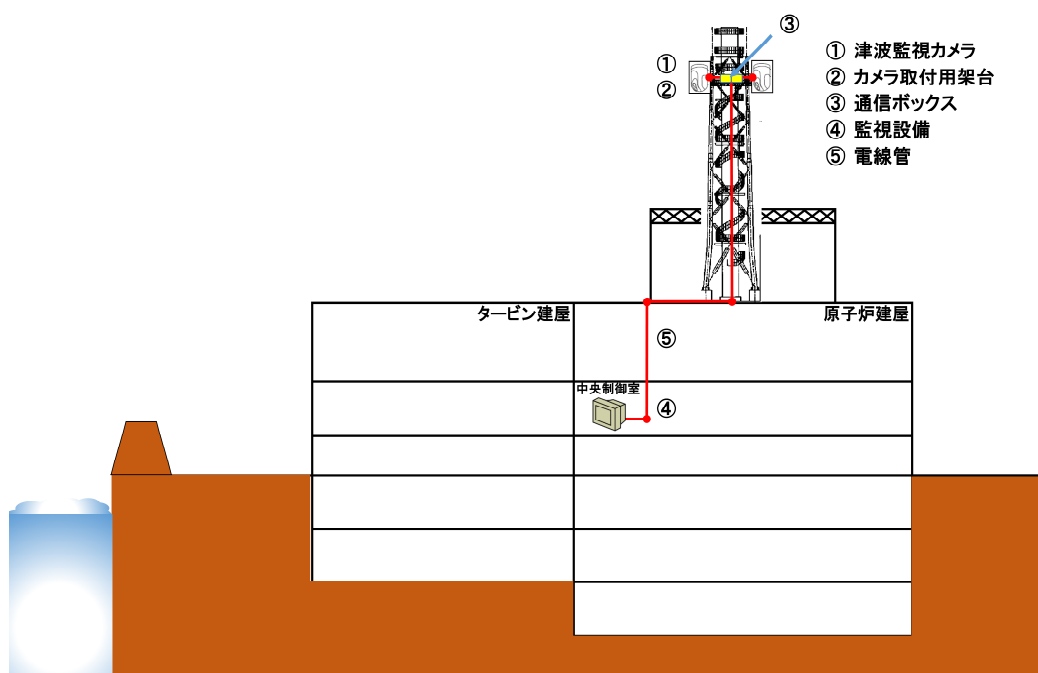
b. 設備構成

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 号炉排気筒に 2 台（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。



設置フロア(T.M.S.L.+76m)平面図



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「第六条 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、余震荷重に加え、風荷重及び積雪荷重の組合せを考慮する(添付資料 23 参照)。なお、津波監視カメラは、津波の影響が及ばない高所に設置することから、津波荷重は考慮しない。

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

また、設計にあたっては、風荷重以外のその他自然現象との組合せを適切に考慮する(添付資料 23 参照)。

(c) 荷重の設定

○常時荷重

自重を考慮する。

○地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

○風荷重

基準風速を考慮する。

なお、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上記のとおり「第六条 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、津波監視カメラについては、津波の繰り返し荷重が作用するものではないため、津波監視カメラを支持する 7 号炉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を保証する。（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。）

(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号炉と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。

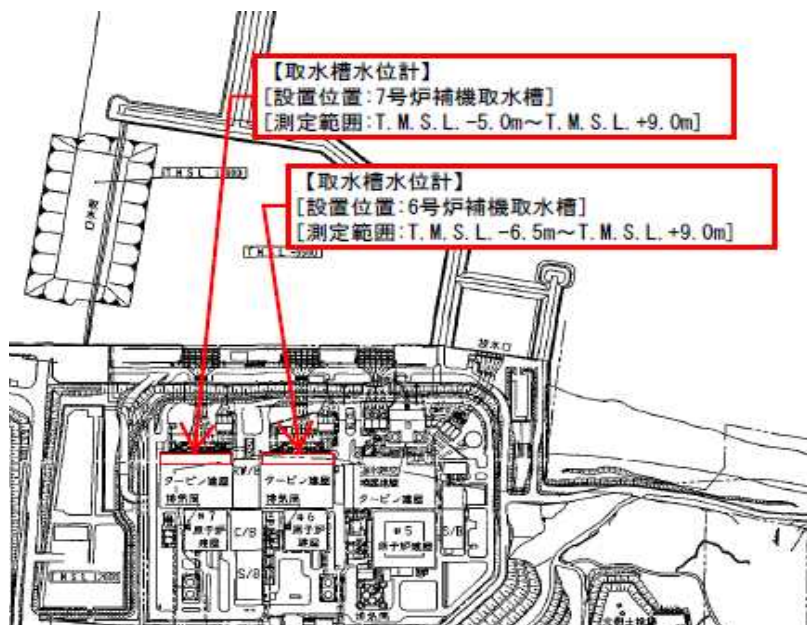
第4.3-1表 取水槽に関わる入力津波高さ

		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



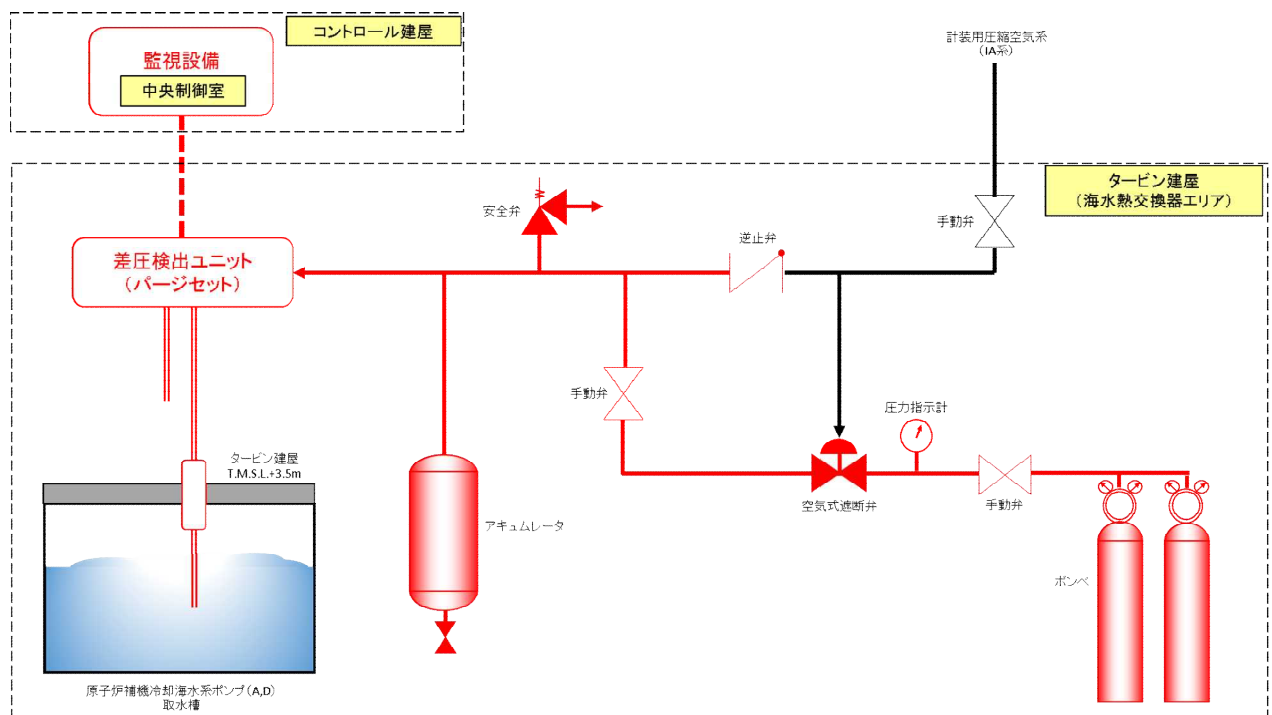
断面配置図

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 時間以上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

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。

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

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）に対する構造・強度評価及び差圧検出ユニット（パーゼット）の機能維持評価を実施する。

(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屋内に設置することから、その他自然現象の組合せは考慮しない（添付資料 23 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

○常時荷重

自重を考慮する。

○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。適用にあたっての考え方を添付資料 26 に示す。

(e) 許容限界

津波監視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，水位計本体（バブラー管）を構成する部材が弾性域内に収まること確認する。

添付資料 8

耐津波設計における現場確認プロセス

耐津波設計における現場確認プロセス

8.1 はじめに

耐津波設計を行うに当たって必要となる現場確認について、遡上解析に必要な敷地モデル作成に関する現場確認プロセスと、耐津波設計の入力条件等（配置，寸法等）の現場確認プロセスの2つに分けて以下に示す。

8.2 津波遡上解析に関する敷地モデルの作成プロセスについて

8.2.1 基準要求

【第5条】

設置許可基準第5条（津波による損傷の防止）においては、設計基準対象施設は、その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないことを要求されている。また、解釈の別記3により、遡上波の到達防止に当たっては、敷地及び敷地周辺の地形とその標高などを考慮して、敷地への遡上の可能性を検討することが規定されている。

当該基準要求を満足するにあたっては、「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」において、遡上解析上、影響を及ぼすものの考慮が要求されており、具体的には、敷地及び敷地周辺の地形とその標高、伝播経路上の人工構造物を考慮した遡上解析を実施することとしている。

8.2.2 敷地モデル作成プロセス

上記要求事項を満足するために、添付第8-1図に示すフローに従って敷地モデルを作成した。次の(1)～(4)にプロセスの具体的内容を示す。

(1) 敷地及び敷地周辺の地形とその標高のモデル化

敷地及び敷地周辺の地形とその標高について、QMS図書として維持管理されている図面等を確認し、遡上域のメッシュサイズを踏まえて、適切な形状にモデル化を行った。

(2) 津波伝播経路上の人工構造物の調査

敷地において津波伝播経路上に存在する人工構造物として抽出すべき対象物をあらかじめ定義し調査を実施した。

具体的な対象物は、耐震性や耐津波性を有する恒設の人工構造物、及び津波の伝播経路に影響する恒設の人工構造物である。その他の津波伝播経路上の人工構造物については、構造物が存在することで津波の影響軽

減効果が生じ、遡上範囲を過小に評価する可能性があることから、遡上解析上、保守的な評価となるよう対象外とした。

a. 図面等による調査

上記で定義した対象物となる既設の人工構造物については、高さ、面積について、QMS 図書として維持管理されている図面等の確認を実施した。また、将来設置される計画がある人工構造物のうち、上記で定義した対象物に該当するものについては、計画図面等により調査を実施した。

b. 現場調査

a で実施した図面等による調査において確認した既設の人工構造物については、社員による現場ウォークダウンにより図面等と相違ないことを確認する。また、図面に反映されていない人工構造物について、遡上解析に影響する変更がないことを確認した。

今回、海底地形及び陸域の地形については、日本水路協会の最新の地形データ、国土地理院発行の最新の地形図からデータを抽出した。発電所敷地内の地形及び構造物のデータについては、建設時の工事竣工図からデータを抽出した。

発電所敷地における構造物、地盤などの変位、変形については、発電所における定期保守業務で特定地点の計測を実施し、有意な変位、変形がないことを確認した。

(3) 敷地モデルの作成

(2)で実施した調査結果を踏まえ、敷地モデルの作成を実施した。

(4) 敷地モデルの管理

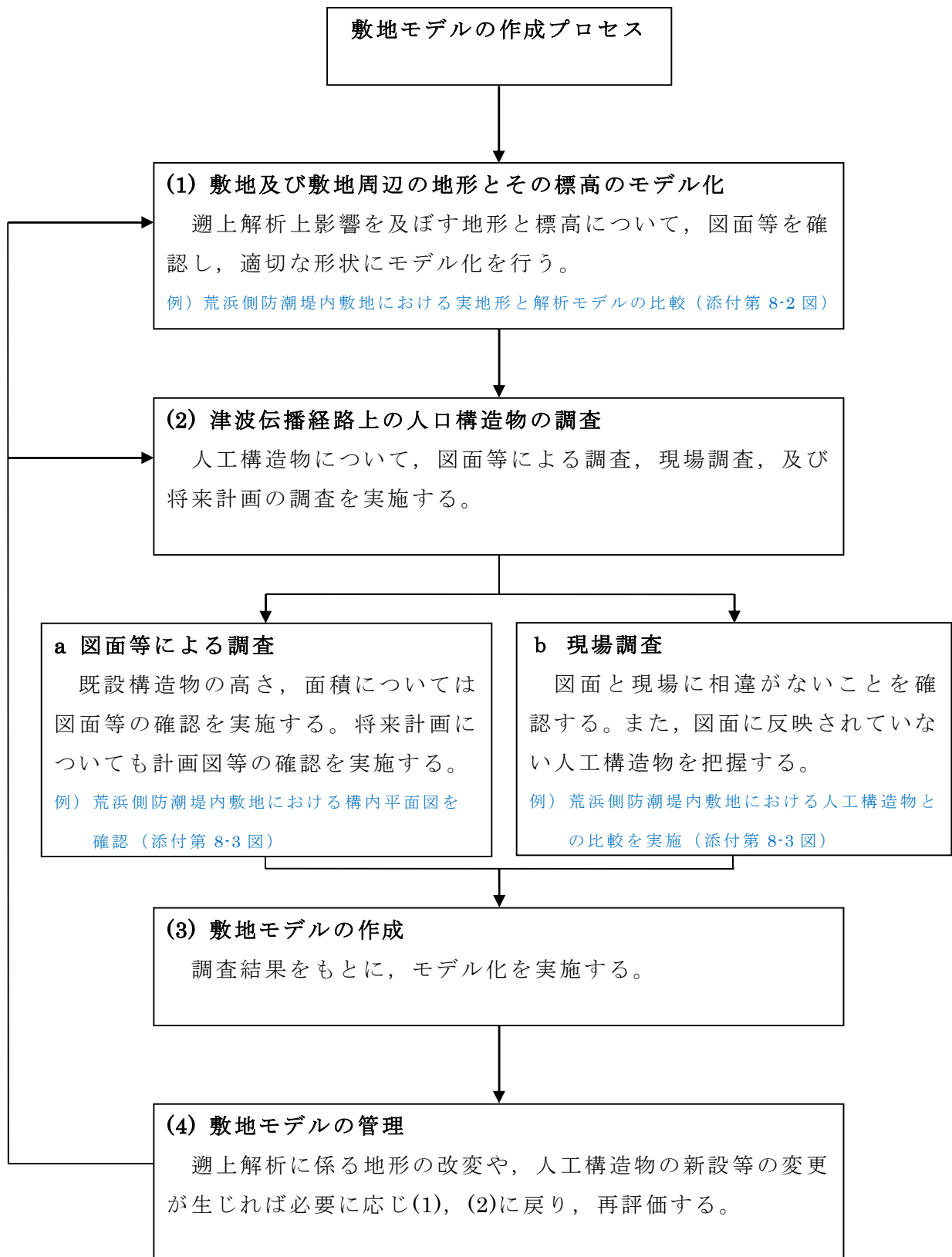
遡上解析に係る地形の改変や、人工構造物の新設等の変更に生じれば必要に応じ(1)、(2)に戻り再度モデルを構築する。

8.2.3 現場調査の品質保証上の取り扱い

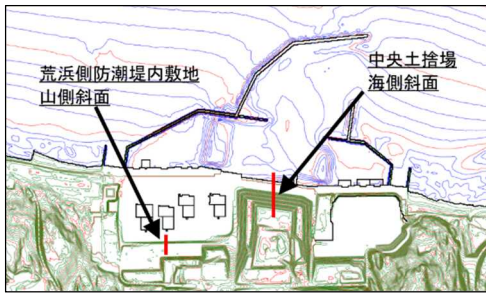
現場確認手順及び確認結果の記録について、品証記録として管理する。

8.2.4 今後の対応

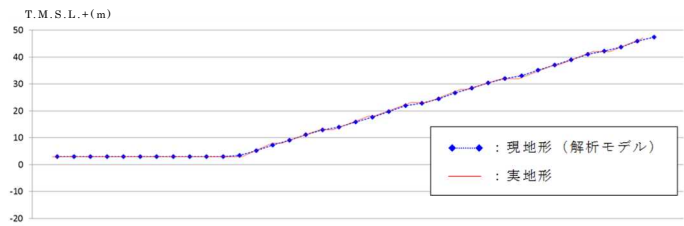
今後、改造工事等により、津波伝播経路上の敷地の状況（地形の改変、人工構造物の新設等）が変更となる場合は、その変更が耐津波設計の評価に与える影響の有無を検討し、必要に応じて遡上解析を再度実施する。



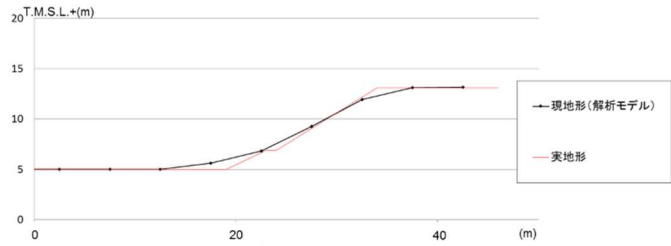
添付第 8-1 図 敷地モデル作成に関する現場確認プロセスフロー図



平面図

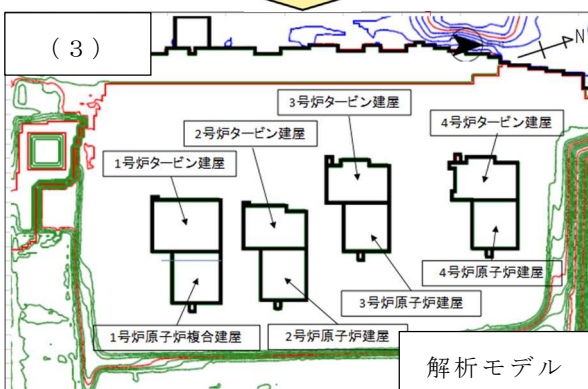
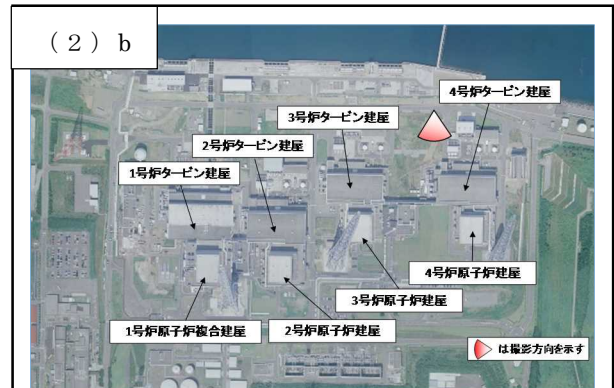
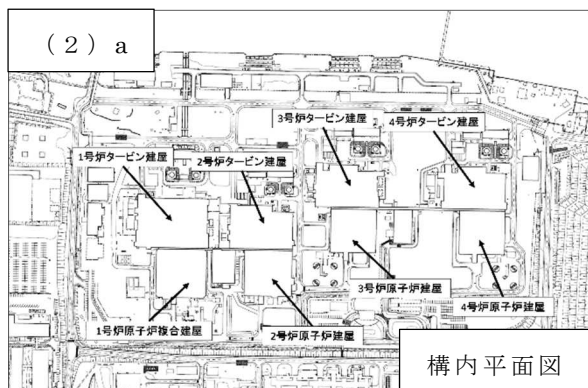


中央土捨場海側斜面のモデル化



荒浜側防潮堤内山側斜面のモデル化

添付第 8-2 図 解析モデルの確認例



添付第 8-3 図 調査による確認例

8.3 耐津波設計に関する入力条件等現場確認プロセス

8.3.1 基準要求

【第5条】

設置許可基準規則第5条（津波による損傷の防止）においては，設計基準対象施設は，その供用中に当該設計基準対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないことを要求されている。また，解釈の別記3及び「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」において，敷地への浸水の可能性のある経路の特定，バイパス経路からの流入経路の特定，取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性の検討及び浸水想定範囲の境界における浸水の可能性のある経路の特定，浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路の特定及び漂流物の可能性の検討を行うこととしている。

【第40条】

設置許可基準規則第40条（津波による損傷の防止）においては，重大事故等対処施設は，基準津波に対して重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないことを要求しており，解釈は第5条に準じるとしている。

8.3.2 入力条件等現場確認プロセス

上記要求事項を満足するために，添付第8-2図に示すフローに従って耐津波設計において必要となる入力条件等の確認を行った。次の(1)～(8)にプロセスの具体的内容を示す。なお，本資料において，設計基準対象施設の津波防護対象設備と重大事故等対処施設の津波防護対象設備を併せて，「津波防護対象設備」とする。

(1) 津波防護対象設備について

設置許可基準規則第5条及び第40条においては，設計基準対象施設の安全機能及び重大事故等対処施設の重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないことが要求されている。そのため，津波防護対象設備を設定し，津波防護対象設備を内包する建屋及び区画以外に，津波防護対象設備が設置されていないことを確認する。

(2) 外郭防護1（地上部からの流入）について

津波防護対象設備を内包する建屋及び区画は，基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置する，または，津波防護施設，浸水防止

設備を設置することで流入を防止することが要求されている。そのため、各施設・設備が設置されている敷地高さ及び必要な浸水対策の現場状況を確認する。

(3) 外郭防護 1（取水路・放水路等からの流入）について

取水路・放水路等の経路から津波が流入する可能性の検討、特定及び必要に応じて浸水対策を行うことが要求されている。そのため、海水が流入する可能性のある経路を網羅的に調査し、必要な浸水対策の現場状況を確認する。

(4) 外郭防護 2 について

取水・放水設備の構造上の特徴等を考慮して、取水・放水施設や地下部等における漏水の可能性の検討及び浸水想定範囲の境界において浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定することが要求されている。そのため、漏水の可能性のある経路及び浸水想定範囲内の津波防護対象設備の安全機能若しくは重大事故等に対処するために必要な機能に影響を与える閾値（機能喪失高さ）並びに必要な浸水対策の現場状況を確認する。

(5) 内郭防護について

浸水防護重点化範囲への浸水の可能性のある経路、浸水口（扉、開口部、貫通口等）を特定し、それらに対して浸水対策を施すことが要求されている。そのため、可能性のある経路を特定し、必要な浸水対策の現場状況を確認する。

(6) 漂流物について

基準津波に伴う取水口付近の漂流物については、遡上解析結果における取水口付近を含む敷地前面及び遡上域の寄せ波及び引き波の方向、速度の変化を分析した上で、漂流物の可能性を検討することが要求されている。そのため、遡上解析を踏まえた上で漂流物調査を網羅的に行い、取水性に影響を与えないことを確認する。

a. 図面等による調査

上記の調査対象となる施設・設備等については図面等を用いて確認を実施する。

b. 現場調査

a で実施した図面等による調査において確認した施設・設備等については、現場ウォークダウンにより図面等と相違ないことを確認する。

(7) 耐津波設計の成立性の確認

(1)～(6)で実施した調査結果を踏まえ、耐津波設計の成立性を確認する。また、新たに必要となる浸水対策がある場合は、実施する。

(8) 入力条件等の管理

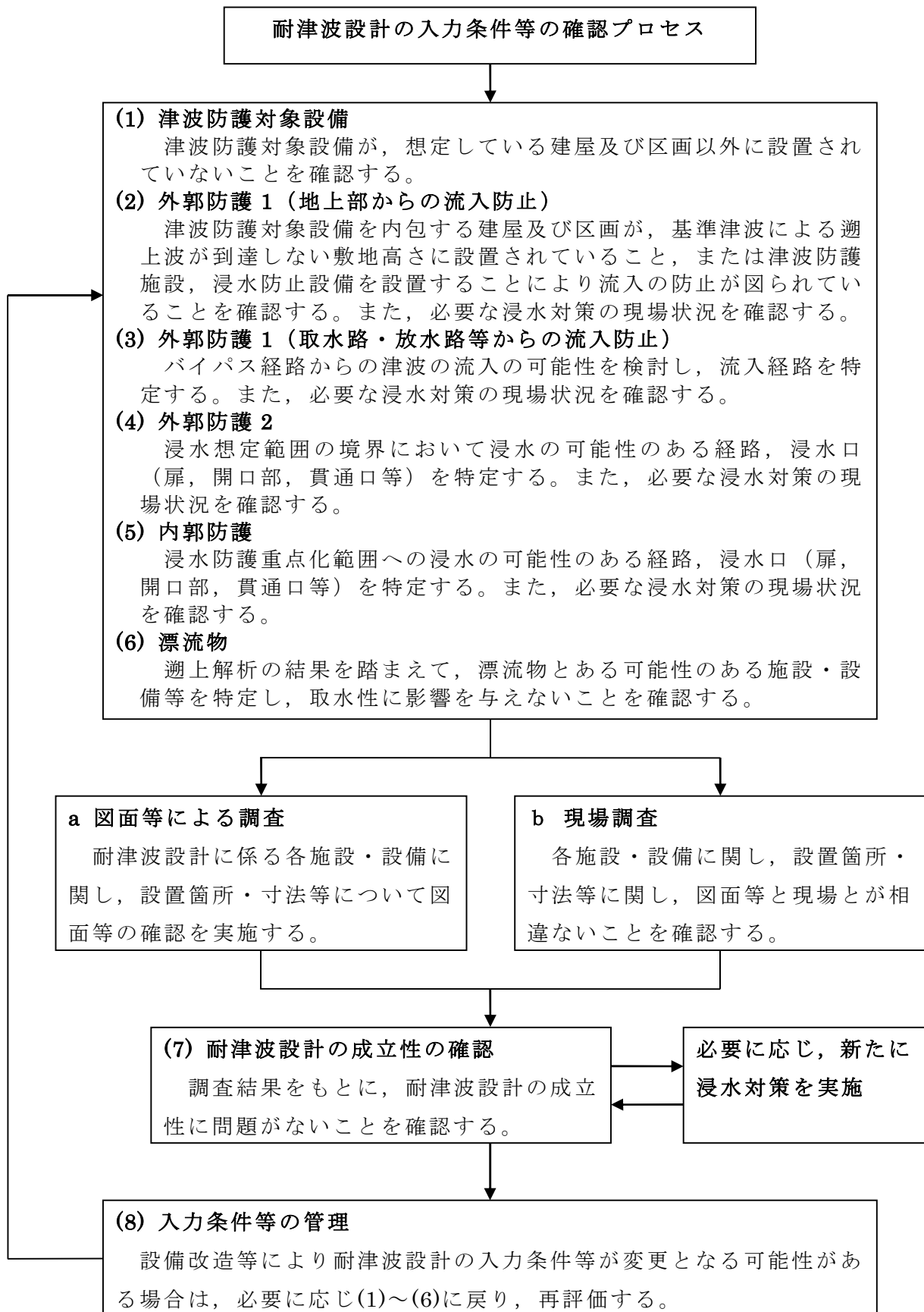
設備改造等により耐津波設計の入力条件等が変更となる可能性がある場合は、必要に応じ(1)～(6)に戻り、再評価する。

14.3.3 品質保証上の取り扱い

現場確認手順及び確認結果の記録について、品証記録として管理する。

14.3.4 今後の対応

今後、改造工事等により、耐津波設計に用いる入力条件等の変更が生じた場合、その変更が耐津波設計の評価に与える影響の有無を検討し、必要に応じて入力条件等の再調査を実施する。



添付第 8-4 図 耐津波設計の入力条件等の現場確認プロセスフロー図

添付資料 12

津波による水位低下時の
常用系ポンプの停止に関わる運用
及び

常用系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

津波による水位低下時の常用系ポンプの停止に関わる運用及び
常用系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

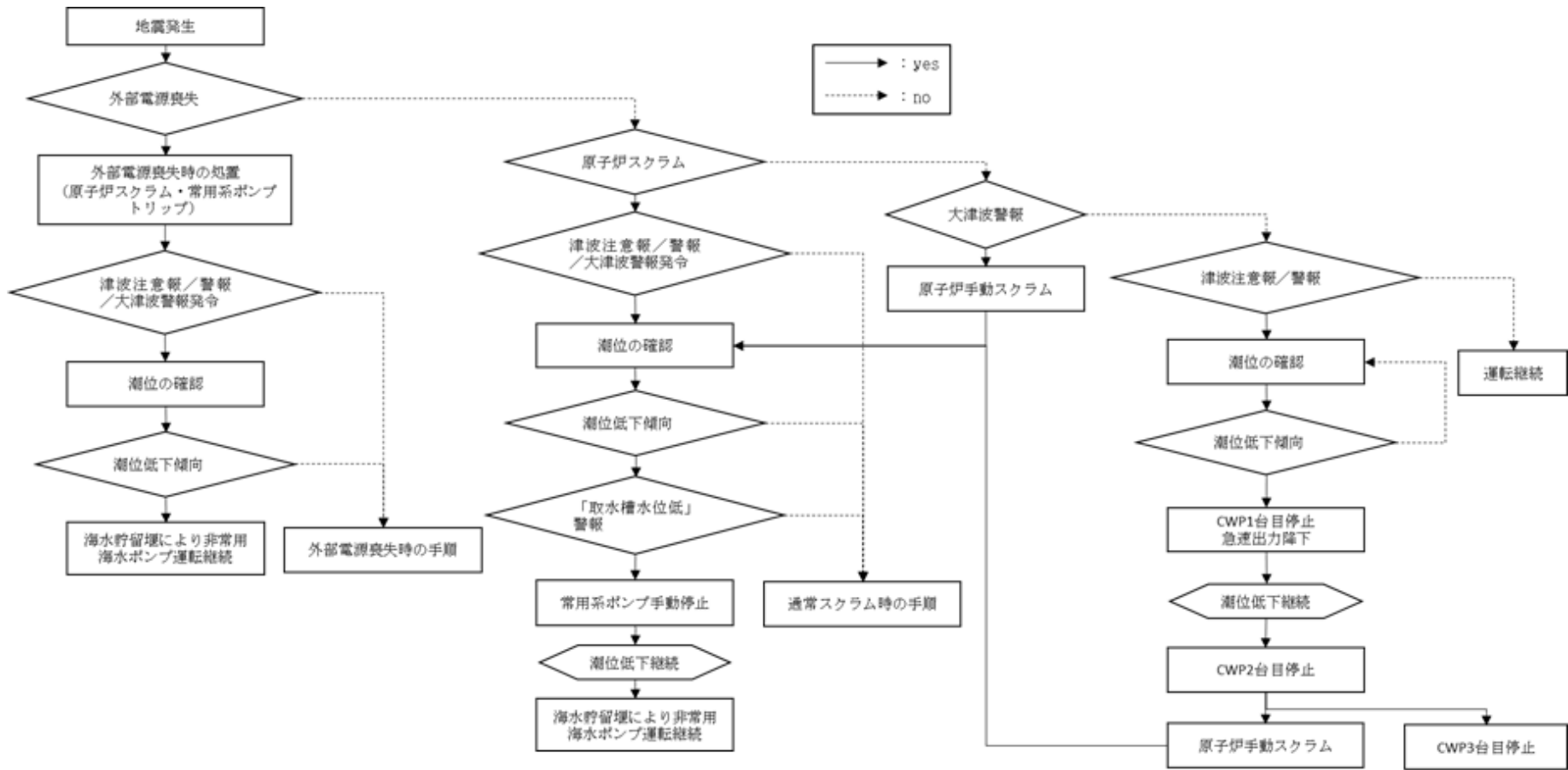
12.1 津波による水位低下時の常用系海水ポンプの停止に関わる運用

柏崎刈羽原子力発電所 6 号炉及び 7 号炉では、大津波警報が発報された場合は、原子炉手動スクラムする運用としている。

また、各号炉の取水路は、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）が併用され、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している。

このため、津波による水位低下を確認した際には、非常用系の冷却に必要な原子炉補機冷却海水ポンプの取水量喪失を防止し、機能を確保するため、「取水槽水位低」警報（6 号炉 T.M.S.L. -1700mm、7 号炉 T.M.S.L. -2000mm）にて常用系（循環水系、タービン補機冷却海水系）の海水ポンプ（循環水ポンプ、タービン補機冷却海水ポンプ）を**手動停止**することとしている。なお、6 号炉と 7 号炉の警報設定値の差異は、取水路の形状によるものである。

運用フローを添付第 12-1 図に示す。



添付第 12-1 図 地震・津波時の対応フロー

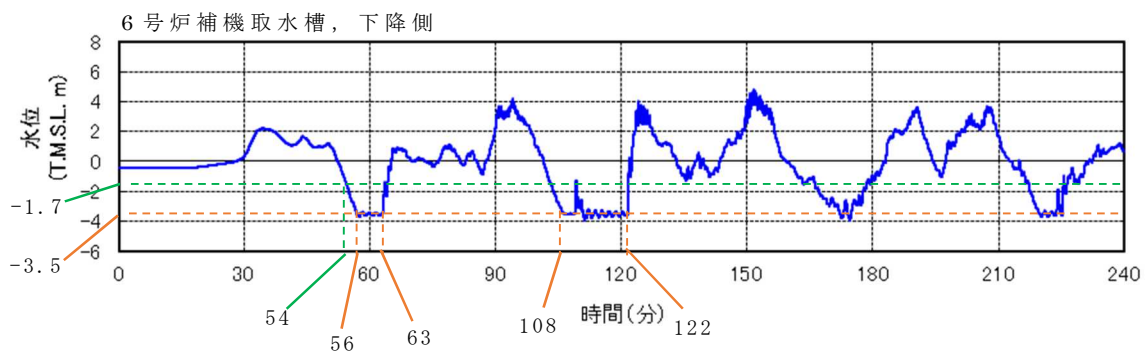
12.2 常用系海水ポンプ停止後の慣性水流による原子炉補機冷却海水ポンプの取水性への影響

ここでは、**手動停止**による常用系海水ポンプ停止後の慣性水流による非常用系の原子炉補機冷却海水ポンプの取水性への影響を評価する。

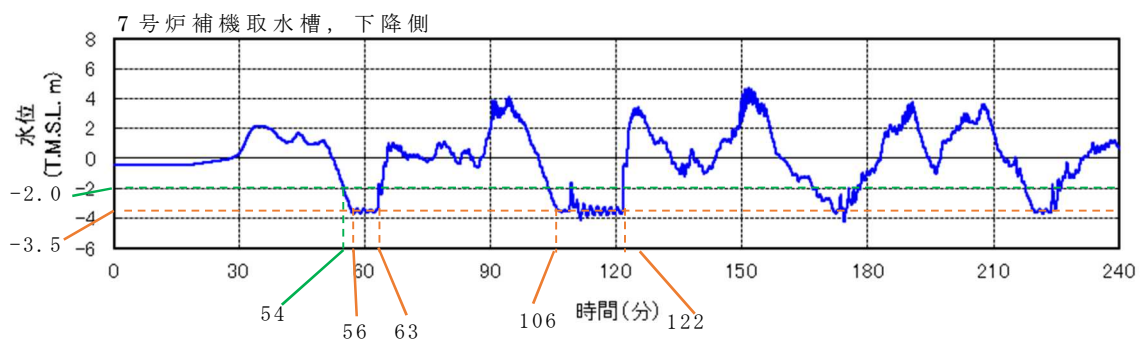
なお、評価に先立ち、補機取水槽の水位下降時の常用系海水ポンプ停止に関わる時系列を添付第 12-1 表に整理する。

添付第 12-1 表 補機取水槽水位下降時の常用系海水ポンプ停止に関わる時系列（添付 12-3 図より）

経過時間 (分)	補機取水槽水位 (T. M. S. L. [m])		対応
大津波警報	6/7 号炉	-	確認：取水槽水位（以降，連続監視） 操作：原子炉手動スクラム
津波注意報 /警報			確認：取水槽水位（以降，連続監視）
54 分	6 号炉	-1.7m	確認：「取水槽水位低」警報 操作：常用系海水ポンプの手動停止
	7 号炉	-2.0m	
56～63 分	6/7 号炉	-3.5m	貯留堰内の保有水にて原子炉補機冷却海水ポンプ運転継続
63～108 分	6 号炉	-3.5m 以上	貯留堰天端標高以上に水位回復し，海水により原子炉補機冷却海水ポンプ運転継続
63～106 分	7 号炉		
108～122 分	6 号炉	-3.5m	貯留堰内の保有水にて原子炉補機冷却海水ポンプ運転継続
106～122 分	7 号炉		
122 分以降	6/7 号炉	-3.5m 以上	貯留堰天端標高以上に水位回復し，海水により原子炉補機冷却海水ポンプ運転継続



6号炉



7号炉

添付 12-3 図 補機取水槽内の水位変動※

※：「第 2.5-1 図 補機取水槽内の水位変動」に取水槽水位低レベル(6号炉：T. M. S. L. -1.7m，7号炉 T. M. S. L. -2.0m)，及び貯留堰天端標高レベル (T. M. S. L. -3.5m)の時間を追記

(1) 評価の前提条件

- ・ 貯留堰容量の小さい7号炉で評価する。
(貯留堰容量：[6号炉]約10,000m³，[7号炉]約8,000m³)
- ・ 保守的に「取水槽水位低 (T.M.S.L. -2.0m)」よりも低い貯留堰天端標高 (T.M.S.L. -3.5m) で常用系海水ポンプが停止するものとする。
- ・ 保守的に循環水ポンプ停止後の循環水ポンプ吐出弁の自動閉止は考慮せず，開状態が継続するものとする。
- ・ 循環水ポンプ停止後の流量変動は，過去に実施した循環水系の過渡現象解析結果から導出する (変動曲線を添付第12-4図に示す)。なお，過去に実施した過渡現象解析と柏崎刈羽6号炉，7号炉の循環水ポンプ仕様比較を添付第12-2表に示す。全揚程，回転数が若干異なるが吐出流量は同じであり，流量変動の導出に適用することは妥当と判断する。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません



添付第12-4図 循環水ポンプ停止後の揚程H及び流量Qの変動曲線

添付第12-2表 循環水ポンプ仕様比較

	柏崎刈羽6号炉	柏崎刈羽7号炉	解析
全揚程 [m]	12.5	12.5	14.0
吐出流量 [m ³ /h]	106,200	106,200	106,200
回転数 [rpm]	176.5	176.5	187.5

(2) 評価結果

① 常用系海水ポンプ停止後の慣性水流による取水量：2,572m³

常用系海水ポンプ停止後の慣性水流による取水量は、以下の項目の和で算出。

(a) 循環水ポンプ停止後の慣性水流による取水量：2,526m³

添付第 11-4 図の循環水ポンプ停止後の流量 Q から読み取ったポンプ 1 台当たりの取水量 (842m³) に、通常運転時のポンプ台数 (3 台) を乗じたもの。

(b) タービン補機冷却海水ポンプ停止後の慣性水流による取水量：46m³

循環水ポンプとタービン補機冷却海水ポンプの 1 台当たりの定格流量の比率 (添付第 12-3 表) から算出したポンプ 1 台当たりの取水量 (23m³) に、通常運転時のポンプ台数 (2 台) を乗じたもの。

添付第 12-3 表 循環水ポンプとタービン補機冷却海水ポンプ仕様比較

	柏崎刈羽 6 号炉	柏崎刈羽 7 号炉
循環水ポンプ定格流量 [m ³ /h]	106,200	106,200
タービン補機冷却海水 ポンプ定格流量 [m ³ /h]	2,800	2,850
比率*	0.027	0.027

※：タービン補機冷却海水ポンプ定格流量を循環水ポンプ定格流量で除し、小数点以下第 4 位を切り上げ。

② 貯留堰容量：8,000m³

③ 原子炉補機冷却海水ポンプの必要容量：1440m³

なお、必要容量は以下の項目を乗じて算出。

・原子炉補機冷却海水ポンプ 1 台あたりの取水流量：
30m³/min/台

・原子炉補機冷却海水ポンプの運転台数：6 台

・補機取水槽水位が貯留堰天端高さとなる継続時間：8 分 (添付第 11-1 表の 56～63 分の 7 分間を保守的に 8 分と見積もる)

常用系海水ポンプ停止後の慣性水流による非常用系の原子炉補機冷却海水ポンプの取水性への影響については、貯留堰容量から常用系海水ポンプ停止後の慣性水流による取水量を減じて、原

子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な容量に対して十分な裕度をもっていることを確認することとし、次式で算出する。

(②貯留堰容量-①常用系海水ポンプ停止後の慣性水流による取水量)

④ 原子炉補機冷却海水ポンプの必要容量

$$=(8,000-2,572)/1440=3.77$$

したがって、常用系海水ポンプ停止後の慣性水流を考慮しても、原子炉補機冷却海水ポンプの取水に必要な容量に対して十分な裕度をもっていることから、常用系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はない。

なお、貯留堰天端標高に達する二度目の引き波（120分前後の最大継続時間帯）時においては、すでに一度目の引き波（56分～63分）時において、常用系海水ポンプは停止していることから、常用系海水ポンプ停止後の慣性水流による原子炉補機冷却水ポンプの取水性への影響は考慮しない。

添付資料 22

津波監視設備の監視に関する考え方

津波監視設備の監視に関する考え方

津波に関する情報は、気象庁から発信される津波情報（日本気象協会からのファックス受信または、緊急警報ラジオ）や、構内に設置している津波監視カメラ及び取水槽水位計によって収集する。地震・津波が発生した際のプラント運用に関するフローは添付第 22-1 図に示す通り。

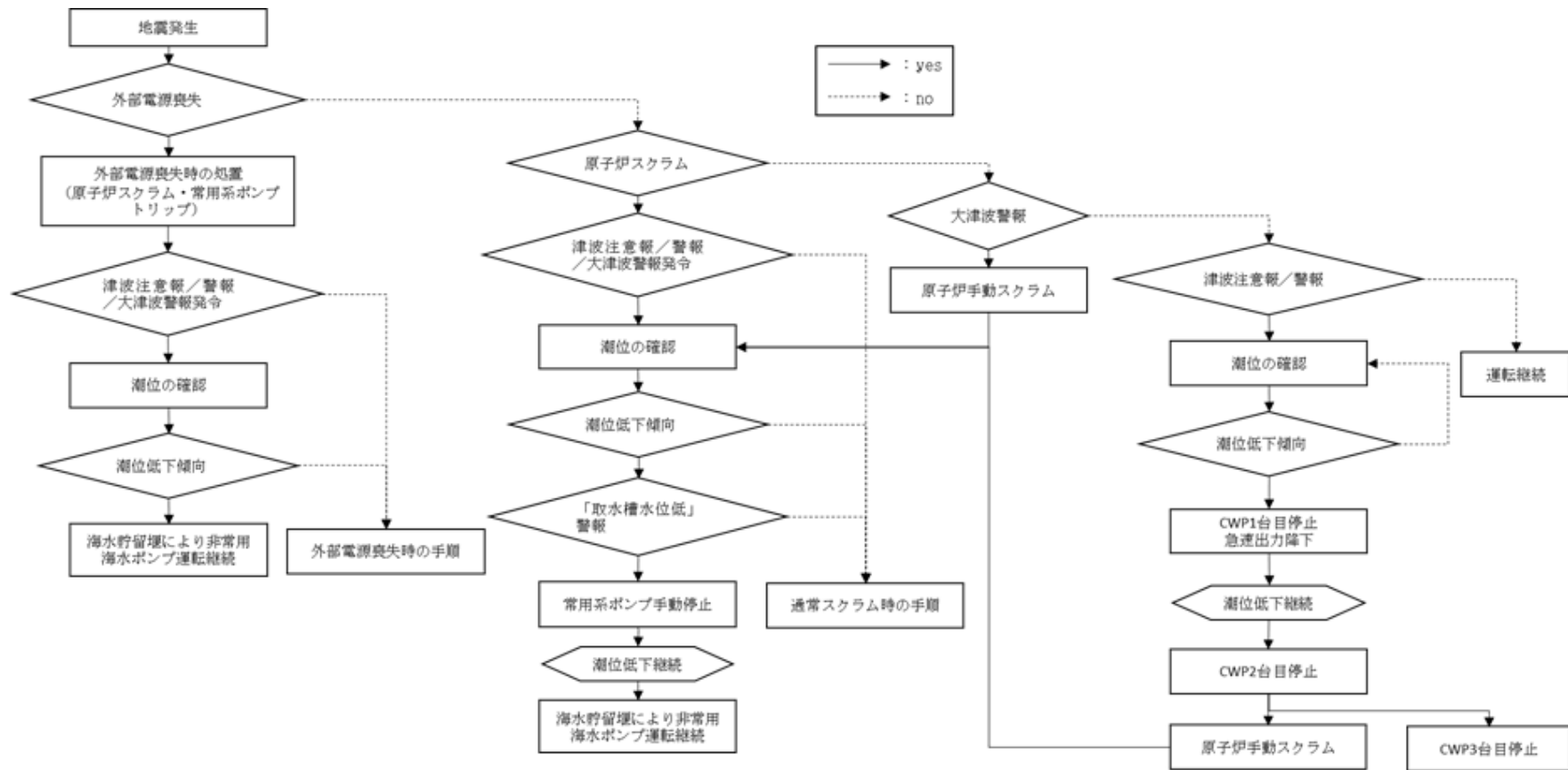
構内に設置する津波監視設備（津波監視カメラ、取水槽水位計）は、津波襲来状況及び構内の状況を監視するため、昼夜にわたって監視可能な設計としている。監視の考え方について、添付第 22-1 表に纏める。

添付第 22-1 表 津波監視の考え方

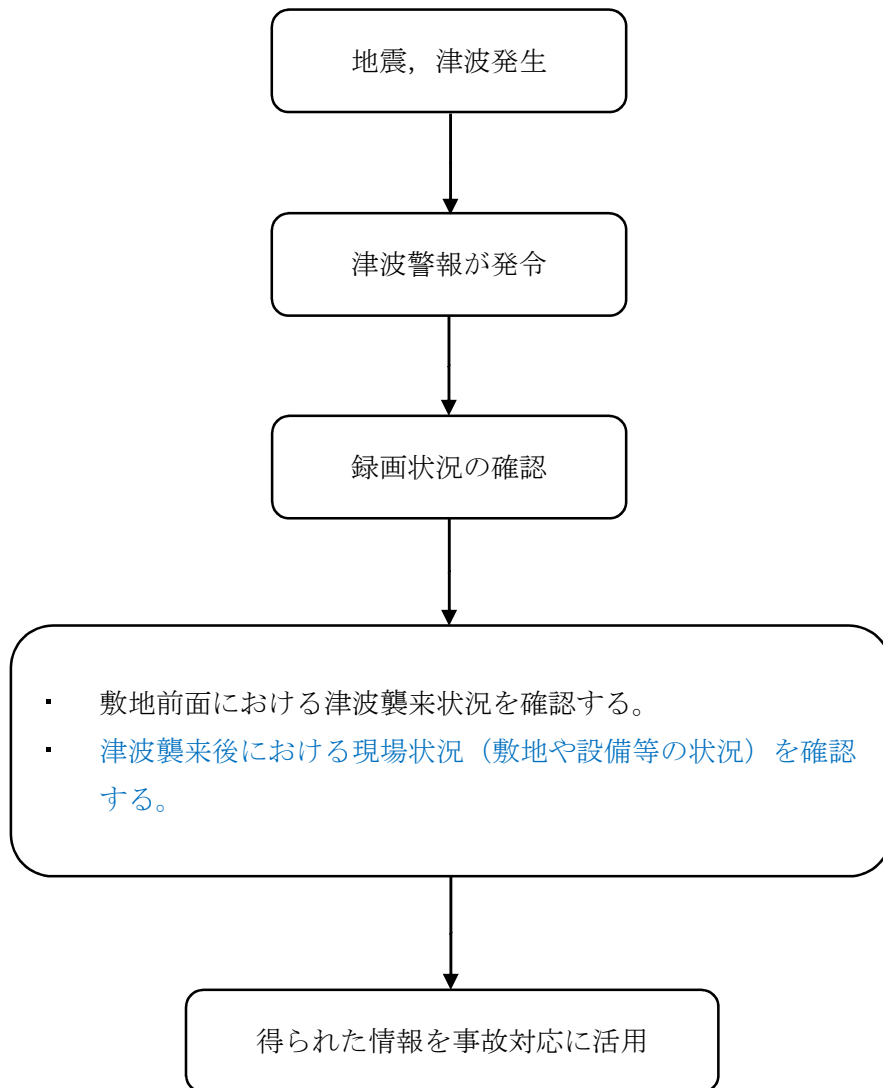
事象	設備	監視場所	監視設備の考え方
入力津波 (引き波) 発生時	取水槽水位計	<ul style="list-style-type: none"> 6/7 号炉中央制御室 	引き波時には非常用海水冷却系の取水確保を目的として、主に取水槽水位計(6号炉, 7号炉非常用海水ポンプ室に設置)の水位値を確認する。
	津波監視カメラ	<ul style="list-style-type: none"> 6/7 号炉中央制御室 	津波監視カメラを、7号炉排気筒に設置し、津波(引き波)の状況を確認する。
入力津波 (大津波) 発生時	津波監視カメラ	<ul style="list-style-type: none"> 6/7 号炉中央制御室 	大津波時には主に津波監視カメラ(7号炉排気筒に設置)の映像を確認し、津波の襲来状況や敷地浸水状況等をリアルタイムかつ継続的に確認する。
	取水槽水位計	<ul style="list-style-type: none"> 6/7 号炉中央制御室 	取水槽水位計にて、上昇側水位を確認する。(入力津波高さを上回る T.M.S.L.+9.0m まで、計測可能な設計としている)
構内 状況監視	津波監視カメラ	<ul style="list-style-type: none"> 6/7 号炉中央制御室 5 号炉緊急時対策所 	津波監視カメラを、7号炉排気筒に設置し、構内状況を監視する。

津波監視カメラの映像は添付第 22-2 図に示すフローに従い、中央制御室にて当直員が監視することを基本とするが、5 号炉緊急時対策所でもカメラ映像の確認を通して現場状況の確認が可能となるよう監視設備を配備する。

複数箇所で同時にカメラ操作を行い操作信号が重複することを避けるため、カメラの操作はカメラ設置号炉の中央制御室にて実施する設計とする。(7 号炉カメラの操作は、6/7 号炉中央制御室にて実施。)



添付第 22-1 図 地震・津波時の対応フロー



添付第 22-2 図 津波監視カメラ運用フロー

添付資料 32

「浸水を防止する敷地」以外の敷地が浸水する
ことに対する影響評価について

「浸水を防止する敷地」以外の敷地が浸水することに対する影響評価について

32.1 はじめに

荒浜側防潮堤の損傷を考慮した場合、浸水を防止する敷地以外の敷地（主に荒浜側敷地が該当するため、以下、「荒浜側敷地」という。）が基準津波発生時に浸水する可能性があることから、以下の観点で荒浜側敷地浸水時の影響評価を行った。

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

32.2 直接的影響の評価

32.2.1 評価対象設備の抽出

柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉の耐津波設計においては、重要な安全機能を有する施設（クラス 1,2 設備）、耐震 S クラス施設及び重大事故等対処設備は、津波時の浸水を防止する敷地に設置する設計としている。

一方で、クラス 3 設備については、荒浜側敷地に設置するものも存在することから、柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉の設置許可申請対象設備のうち、クラス 3 設備について抽出し（抽出結果は添付資料 1 参照）、上記設備のうち、荒浜側敷地に設置する設備を評価対象設備とする。なお、設置許可申請対象設備には、既許可における申請設備及び 6 号あるいは 7 号炉と共用を行う設備を含む。

また、荒浜側敷地が浸水することにより、同敷地に開口部を有する洞道内が浸水する可能性があることから、同敷地に開口部を有する洞道内に設置する施設についても評価対象設備とする。

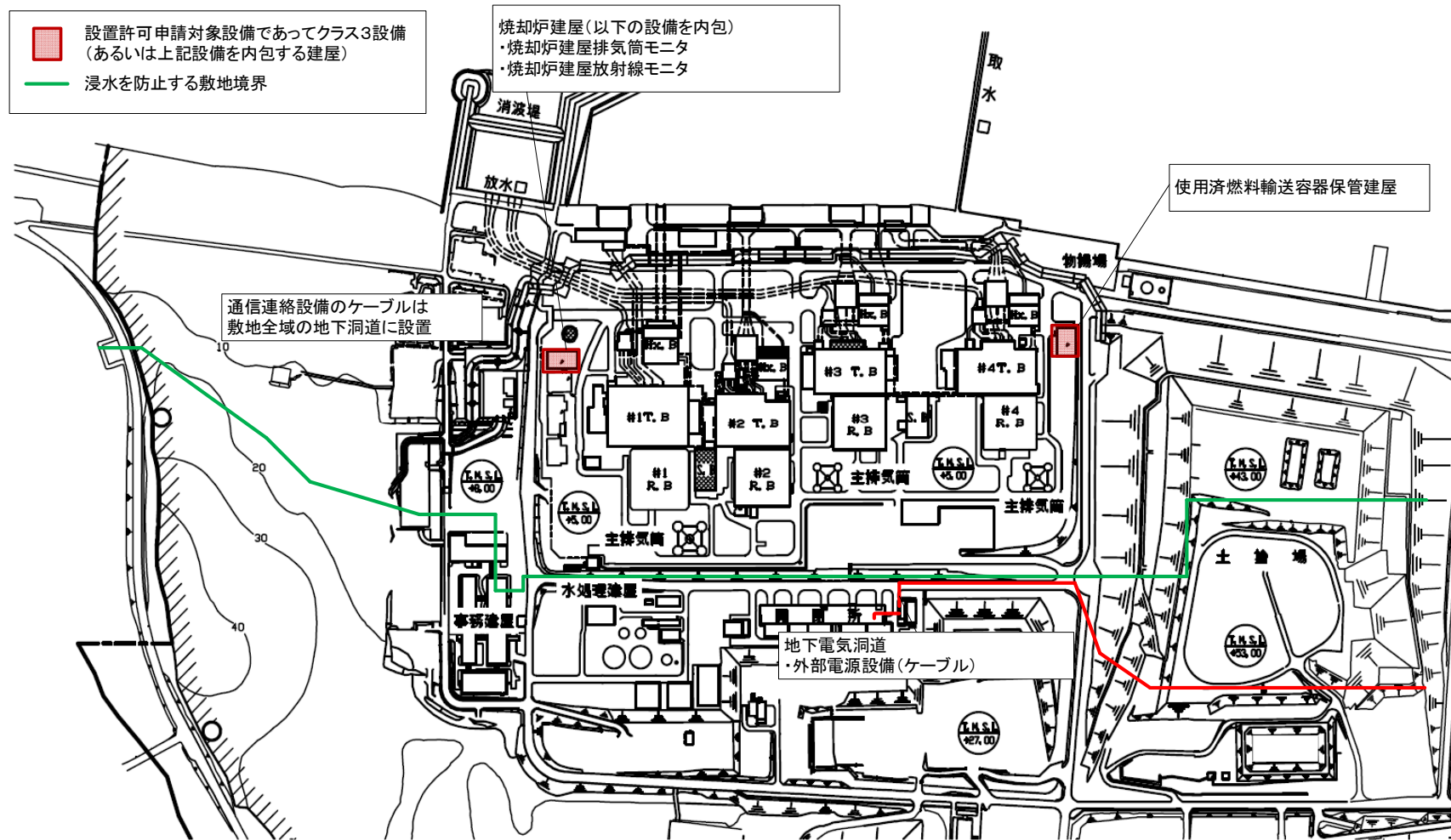
上記方針に従い、柏崎 6 号及び 7 号炉の申請対象設備であって、クラス 3 設備に該当し、荒浜側敷地に設置する施設及び荒浜側敷地に開口部を有する洞道内に設置する設備を抽出した結果、評価対象設備として以下の設備を抽出した（各設備の配置については添付第 32-1 図参照）。

- ・ 使用済燃料輸送容器保管建屋
- ・ 焼却炉建屋
- ・ 外部電源施設（ケーブル）

- ・ 通信連絡設備（衛星電話設備，無線連絡設備，携帯型音声呼出電話設備以外の発電所内用のもの）
- ・ 焼却炉建屋排気筒モニタ，焼却炉建屋放射線モニタ

32.2.2 直接的影響の評価結果

32.2.1 にて抽出した各設備について，直接的影響を考慮した場合の基準適合状況を確認した結果を以下に示すとともに，適合状況を整理した結果を添付第 32-1 表に示す。



添付第 32-1 図 荒浜側敷地の主要建屋及び評価対象設備の配置

添付第 32-1 表 荒浜側敷地に設置する施設の第 5 条に対する適合状況確認結果 (1/2)

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

添付第 32-1 表 荒浜側敷地に設置する施設の第 5 条に対する適合状況確認結果 (2/2)

設備	設備の位置づけ	設置場所	安全機能	津波防護の設計方針	基準適合状況
外部電源 施設 (ケーブル)	PS-3 6,7号炉 共用	荒浜側敷地に 開口部を有す る洞道内	電源供給 機能	第 5 条及び第 33 条要求に従い、外部 電力系統への連系を保持すること により、外部電源施設の電源供給機能が 喪失することがない設計とする。	荒浜側敷地の最大遡上高さ T. M. S. L. +6.9m に対して、 電路を敷設する範囲の電気洞道の底版高さが T. M. S. L. +8.8m であり、地震による地盤沈下 1.2m を考慮して も浸水しないことを確認している。
通信連絡設備 (衛星電話設 備、無線連絡設 備、携帯型音声 呼出電話設備以 外のもの)	MS-3 6,7号炉共用 ただしケーブル については1号 ~7号炉共用	1号~7号炉主 要建屋内 (ケーブルの 一部は地下洞 道)	通信連絡機能	第 5 条及び第 35 条の要求事項に従い、 工場等内の人に対し必要な指示がで きるよう、通信連絡設備の機能につい て代替手段を確保する。	無線連絡設備あるいは衛星電話設備等が代替手段とし て利用可能である。
焼却炉建屋排気 筒モニタ、焼却 炉建屋放射線モ ニタ	MS-3 1~7号炉共用	焼却炉建屋	焼却設備運転 状態における 放射能監視機 能	— (基準津波発生状況下において、焼却 設備運転状態における放射能監視 機能の要求はないため、基準津波に 対する防護は要しない。)	大津波警報が発令された時点で焼却を停止する運用と していることから、基準津波発生状況下においては焼 却設備運転状態における放射能監視機能は不要であ る。

(1) 使用済燃料輸送容器保管建屋

① 設備の位置づけ

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

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

したがって、当該施設は放射性物質の貯蔵機能を有する施設に該当するため、重要度分類はPS-3施設として整理する。

また、当該施設には、1号～7号炉の使用済燃料を輸送する際に用いるキャスクを保管することから、1号～7号炉共用施設として整理する。

② 設置場所

使用済燃料輸送容器保管建屋は、荒浜側敷地の標高 T.M.S.L. +5mの位置に設置する。

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

③ 津波防護の設計方針

第5条及び第28条の要求事項に従い、放射性廃棄物が漏えいし難く、放射性廃棄物による汚染が広がらない設計とする。

④ 基準適合状況

荒浜側敷地浸水に伴い、建屋内が浸水した場合にあっても、添付第32-2図に示すとおり、キャスクが建屋外に流出し得る開口部は限られているとともに、当該開口部は海側の方向（西）に設置されていないため、建屋の構造上、キャスクが流出し難い設計となっている。

また、キャスクの比重は4.0（重量約70tに対して容積約16m³であり、密度約4.3g/cm³）以上であるとともに、架台を介してボルトにより建屋床面に固定されているため、キャスクが漂流物となり建屋外に流出することはない。

なお、使用済燃料輸送容器保管建屋周辺の津波流速約4.0m/sに対してイスバッシュ式を用いてキャスクの滑動及び転動評価（添付第32-3図参照）を実施し、滑動及び転動が発生しない安定質量が約100kgであるのに対し、キャスク重量が約70tであることから、仮にキャスクがボルトにより固定されていない場合でも滑動あるいは転動によりキャスクが建屋外に流出し

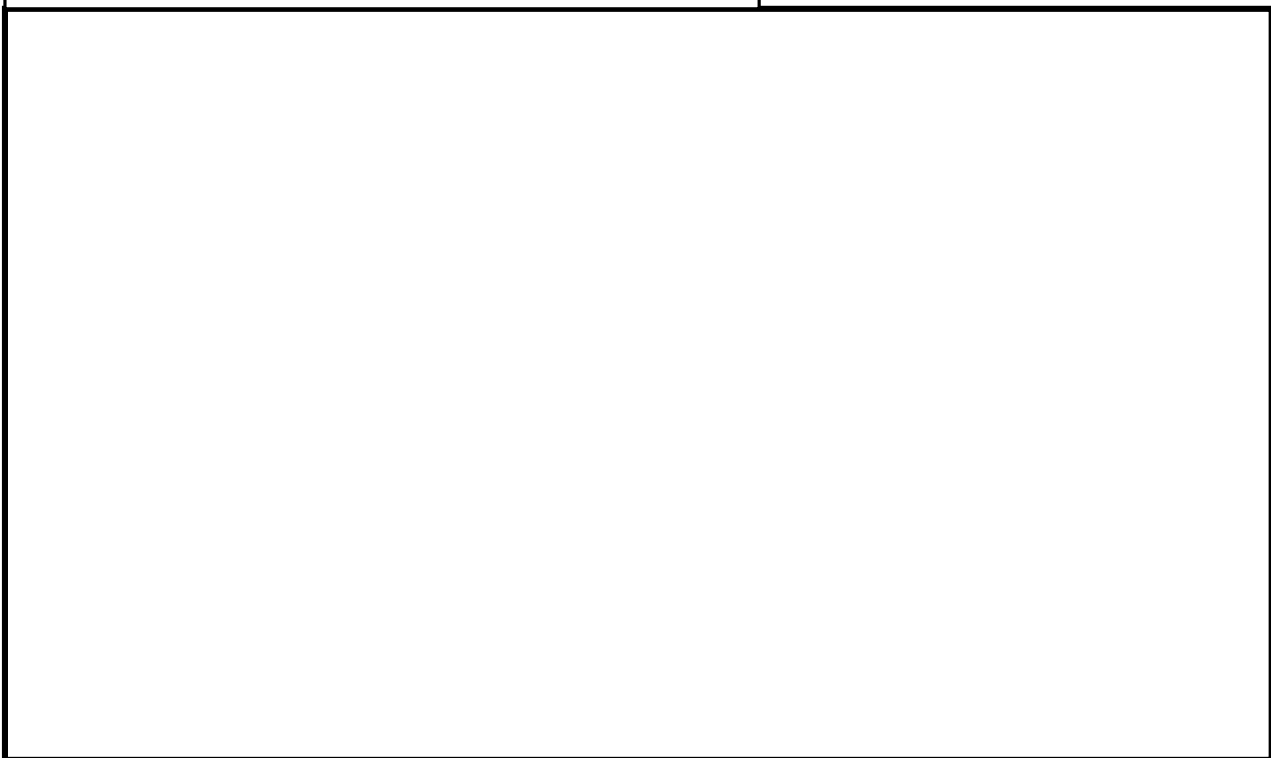
ないことを確認している。

さらに、キャスクは密閉容器であり、本体と蓋の締結部等については、Oリングを有する2重の蓋間に加圧して密封性を維持していることから、キャスク自体からも放射性廃棄物が漏えいし難い構造となっている。

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

したがって、第5条及び第28条の要求事項である放射性廃棄物が漏えいし難く、放射性廃棄物による汚染が広がらないことを満足する。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



添付第32-2図 使用済燃料輸送容器保管建屋平面図

港湾の施設の技術上の基準・同解説（抜粋）

1. 7. 3 流れに対する被覆石及びブロックの所要質量

(1) 一般

水の流れに対するマウンドの捨石等の被覆材の所要質量は、一般的に、適切な水理模型実験又は次式によって算定することができる。式中において、記号 γ はその添字に関する部分係数であり、添字 k 及び d はそれぞれ特性値及び設計用値を示す。

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

ここに、

M : 捨石等の安定質量 (t)

ρ_r : 捨石等の密度 (t/m^3)

U : 捨石等の上面における水の流れの速度 (m/s)

g : 重力加速度 (m/s^2)

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

S_r : 捨石等の水に対する比重

θ : 水路床の軸方向の斜面の勾配 ($^\circ$)

- 条件 : ①津波流速 U : 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°

ρ (t/m^3)	S_r ($= \rho / 1.03$)	M (kg)
4.3	4.17	94

添付第 32-3 図 キャスクの滑動評価

(2) 焼却炉建屋（荒浜側）

① 設備の位置づけ

荒浜側焼却炉建屋は、固体廃棄物処理系である雑固体系に属する焼却炉設備を内包する施設である。

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

したがって、当該施設は放射性物質の貯蔵機能を有する施設に該当するため、重要度分類はPS-3施設として整理する。

また、当該施設は、1号～7号炉で生じた可燃性廃棄物の焼却処理を行う施設であることから、1号～7号炉共用施設として整理する。

② 設置場所

荒浜側焼却炉建屋は、荒浜側敷地の標高 T.M.S.L. +5mの位置に設置する。

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

③ 津波防護の設計方針

第5条及び第27条の要求事項に従い、固体状の放射性物質が散逸し難い設計とする。

④ 基準適合状況

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

津波警報発令時には操作員は焼却を停止し、避難する運用となっており、津波警報発令以降に気体を排気することはないことから、建屋内が浸水した場合にあっても建屋外に気体状の放射性物質を放出することはない。

また、焼却炉建屋内に一時保管する使用済樹脂、雑固体及び焼却灰については、建屋内が浸水した場合にあっても建屋外への有意な放射性物質の散逸につながらないことを以下のとおり確認した。

【使用済樹脂】

使用済樹脂は、地下1階に設置するスラッジタンク内に受け入れ、焼却処理を行うまでの期間一時保管を実施する（配置については、添付第32-4

図及び添付第 32-5 図参照)。

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

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

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

【雑固体】

雑固体は、1 階の雑固体貯蔵庫に受け入れてから焼却までの期間、一時保管を行う（配置については、添付第 32-5 図及び添付第 32-6 図参照）。雑固体は、かご状のパレット内に収容し、段積み状に保管することから（添付第 32-7 図参照）、建屋内が浸水した場合でも流出し難い構造（配置）となっている。

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

【焼却灰】

焼却灰については、ドラム缶に充填し、地下 1 階の灰ドラム一時貯蔵庫に一時保管している（配置については、添付第 32-4 図及び添付第 32-5 図参照）。

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

また、ドラム缶を保管する灰ドラム一時貯蔵庫は、壁及び扉により区画化していると共に、天井高さ約 7m に対し、扉高さ 3m となっており、当該貯蔵庫内が浸水し、ドラム缶が漂流物化する（浮き上がる）場合でも貯蔵庫外へ流出し難い構造となっている。

仮に当該貯蔵庫外へドラム缶が流出した場合でも、階段室を通じて地上

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

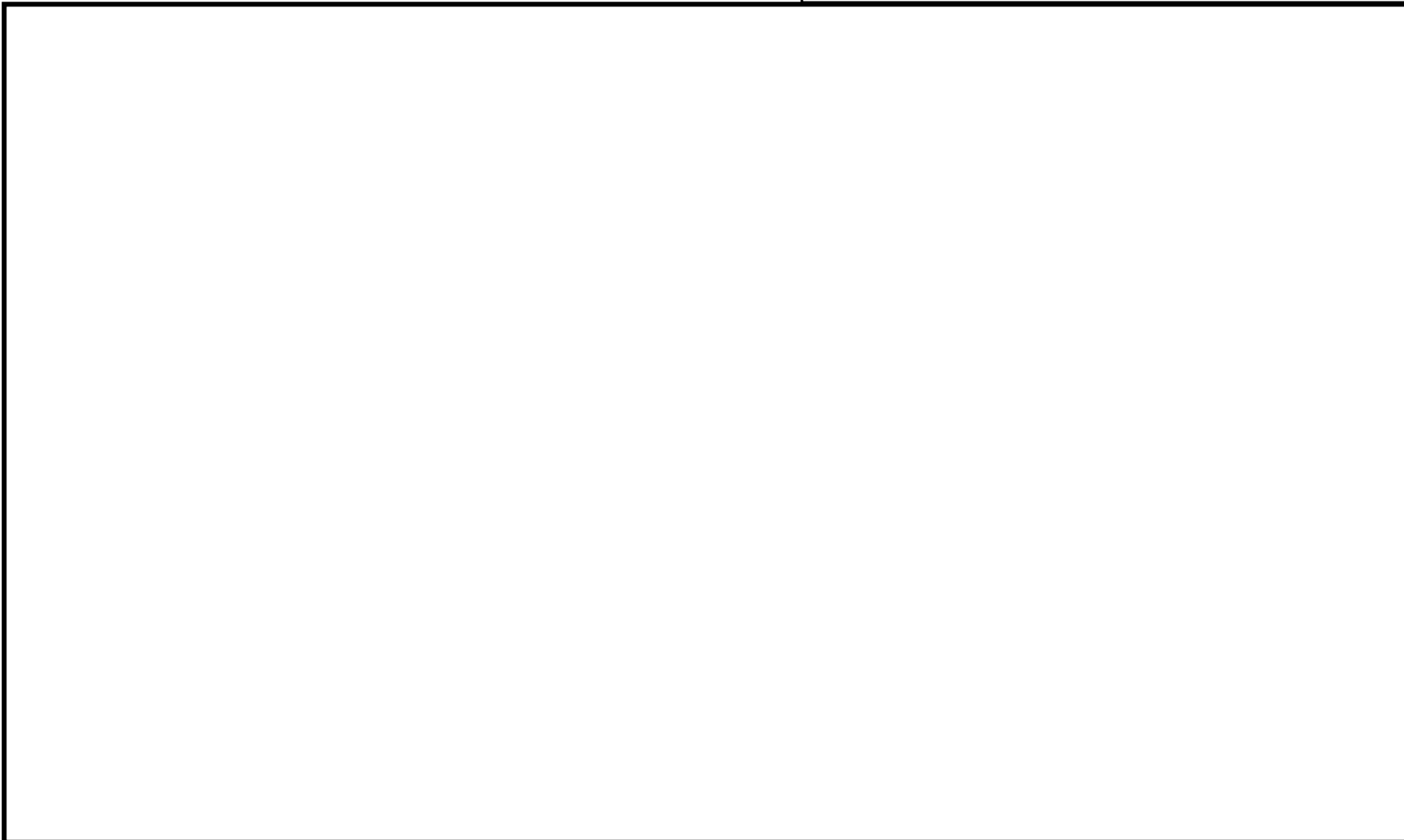
ドラム缶自体からの焼却灰流出については、ドラム缶を地下 1 階に設置することから、ドラム缶に津波が直接作用することはない、ドラム缶が破損し、焼却灰が流出することはない。

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

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

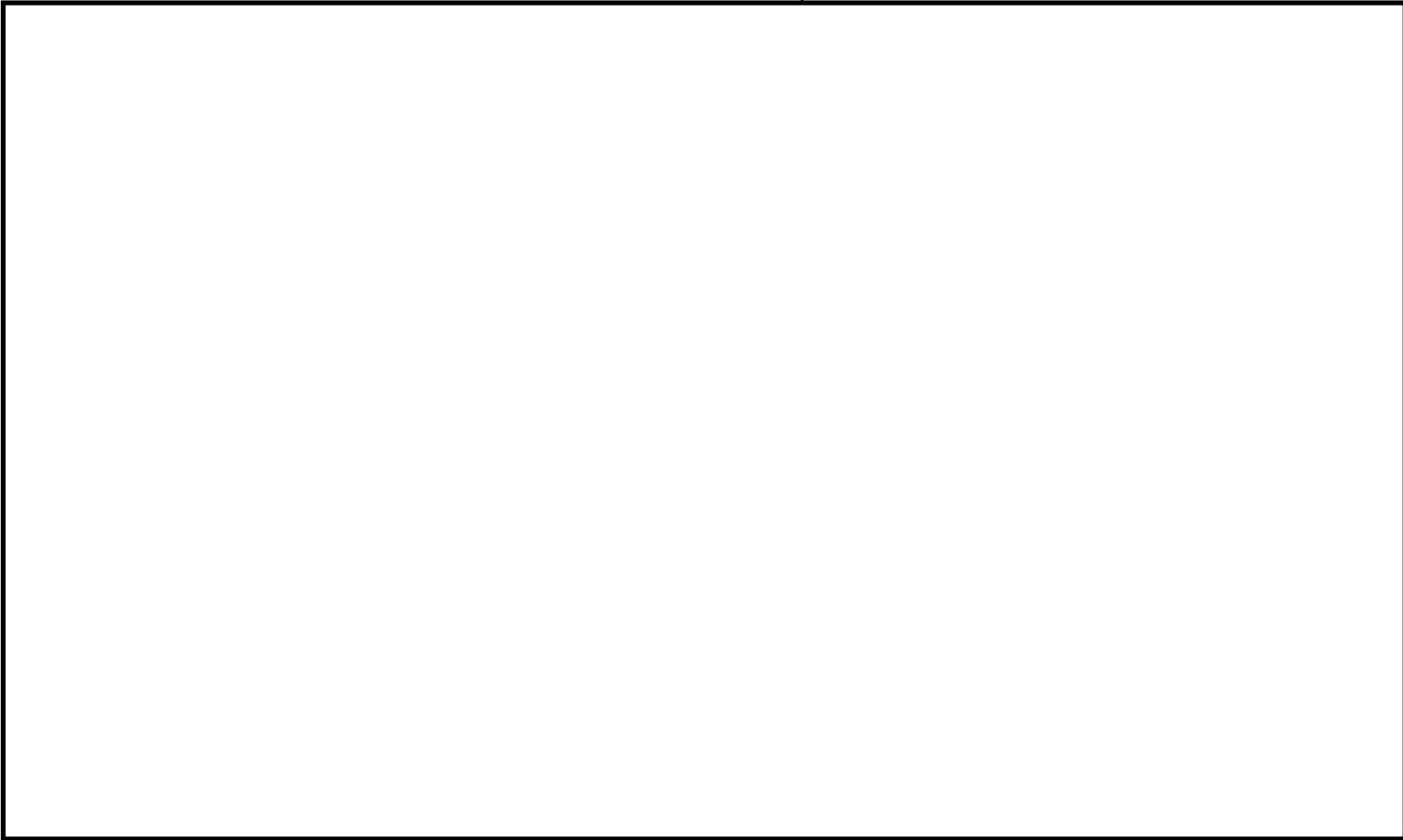
上記のとおり、放射性物質の使用済樹脂、雑固体廃棄物及び焼却灰は、建屋外に流出し難い構造（配置）となっていることから、第 5 条及び第 27 条の要求事項である、放射性廃棄物が散逸し難い設計であることを満足する。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



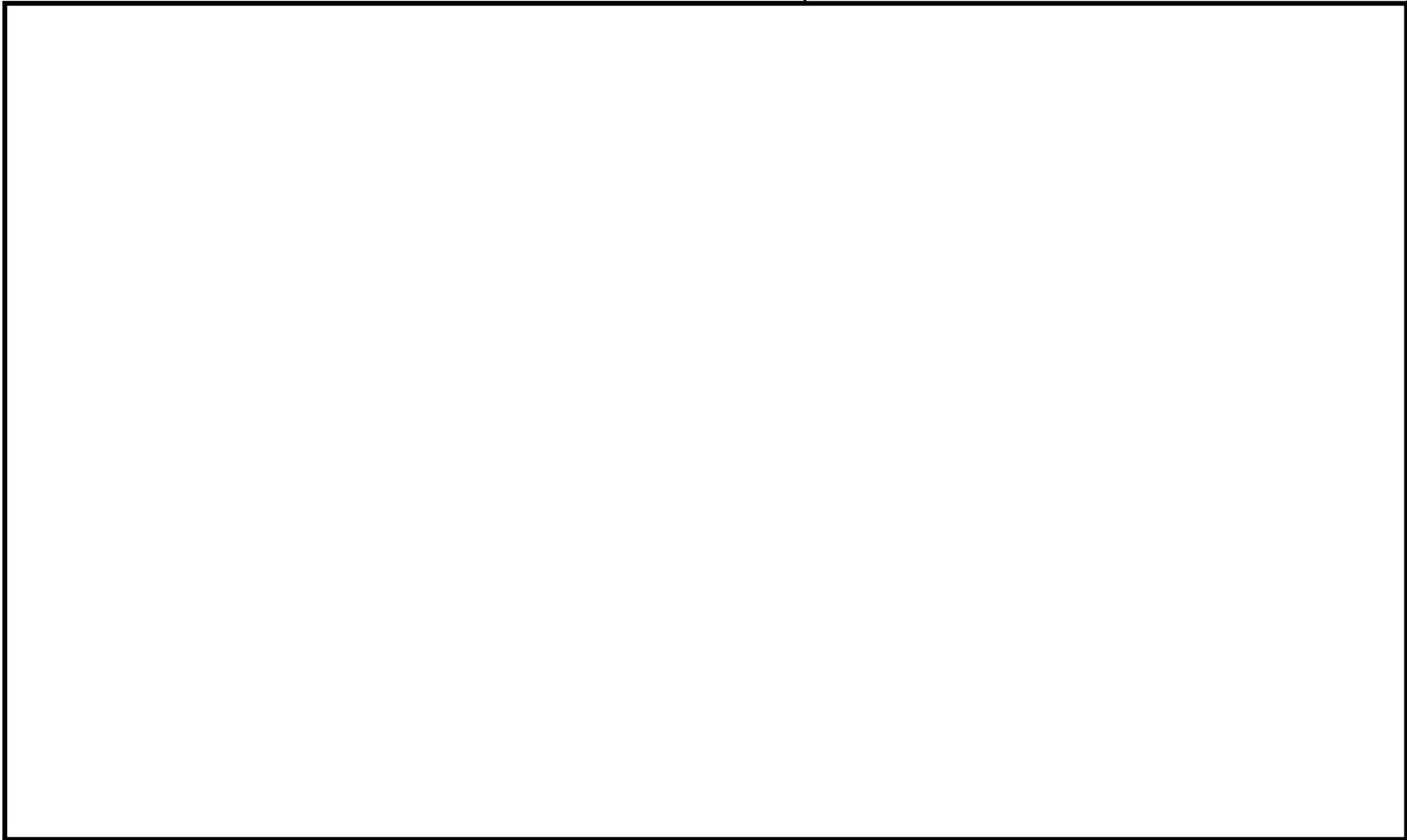
添付第 32-4 図 焼却炉建屋平面図（地下 1 階）

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

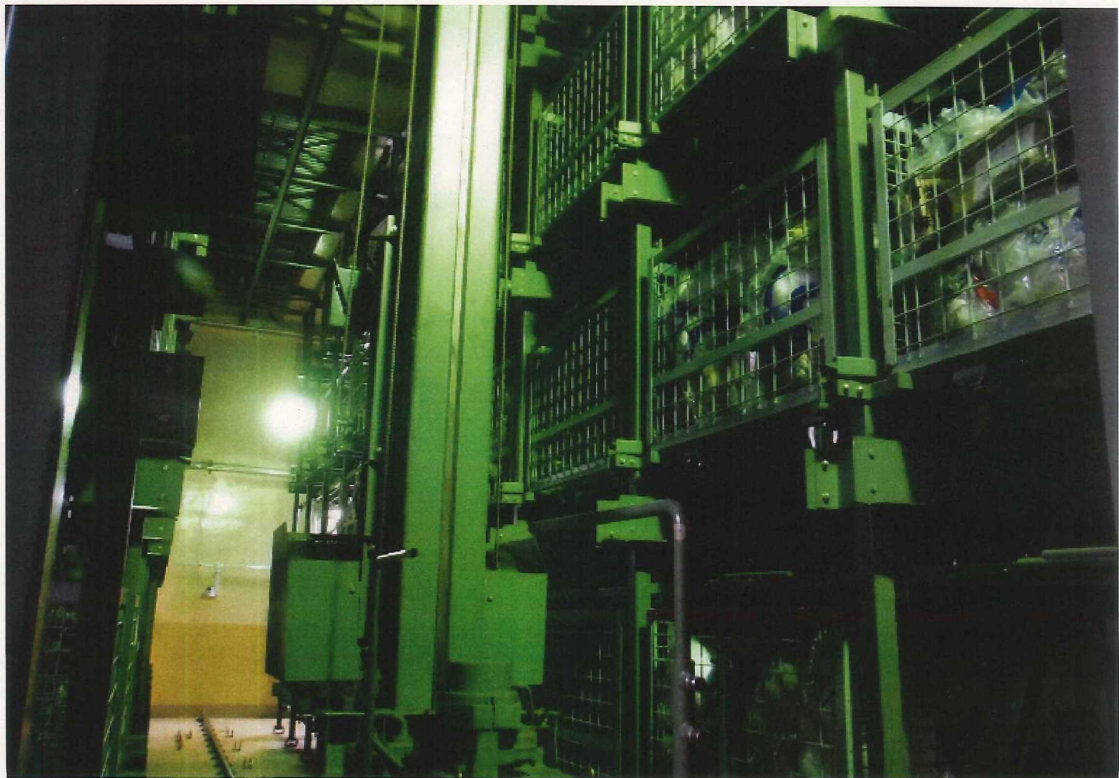


添付第 32-5 図 焼却炉建屋断面図

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。



添付第 32-6 図 焼却炉建屋平面図（地上 1 階）



添付第 32-7 図 雑固体保管置き場概要

5 条-別添-添付-32-15

(3) 外部電源施設

① 設備の位置づけ

外部電源施設は、電源供給機能（非常用を除く）を有するため、PS-3 設備として整理する。

なお、当該施設は 1 号～7 号炉共用施設として整理する。

② 設置場所

外部電源施設のうち、主要な設備については浸水を防止する敷地に位置する開閉所に設置する。また、6 号及び 7 号炉に外部電源を供給するためのケーブルを地下の電気洞道内に敷設し、6 号及び 7 号炉コントロール建屋内に設置する共通用高圧母線に接続する。

地下の電気洞道については、荒浜側敷地に開口部を有する洞道に接続するため、荒浜側敷地浸水に伴い、電気洞道が浸水する可能性がある。

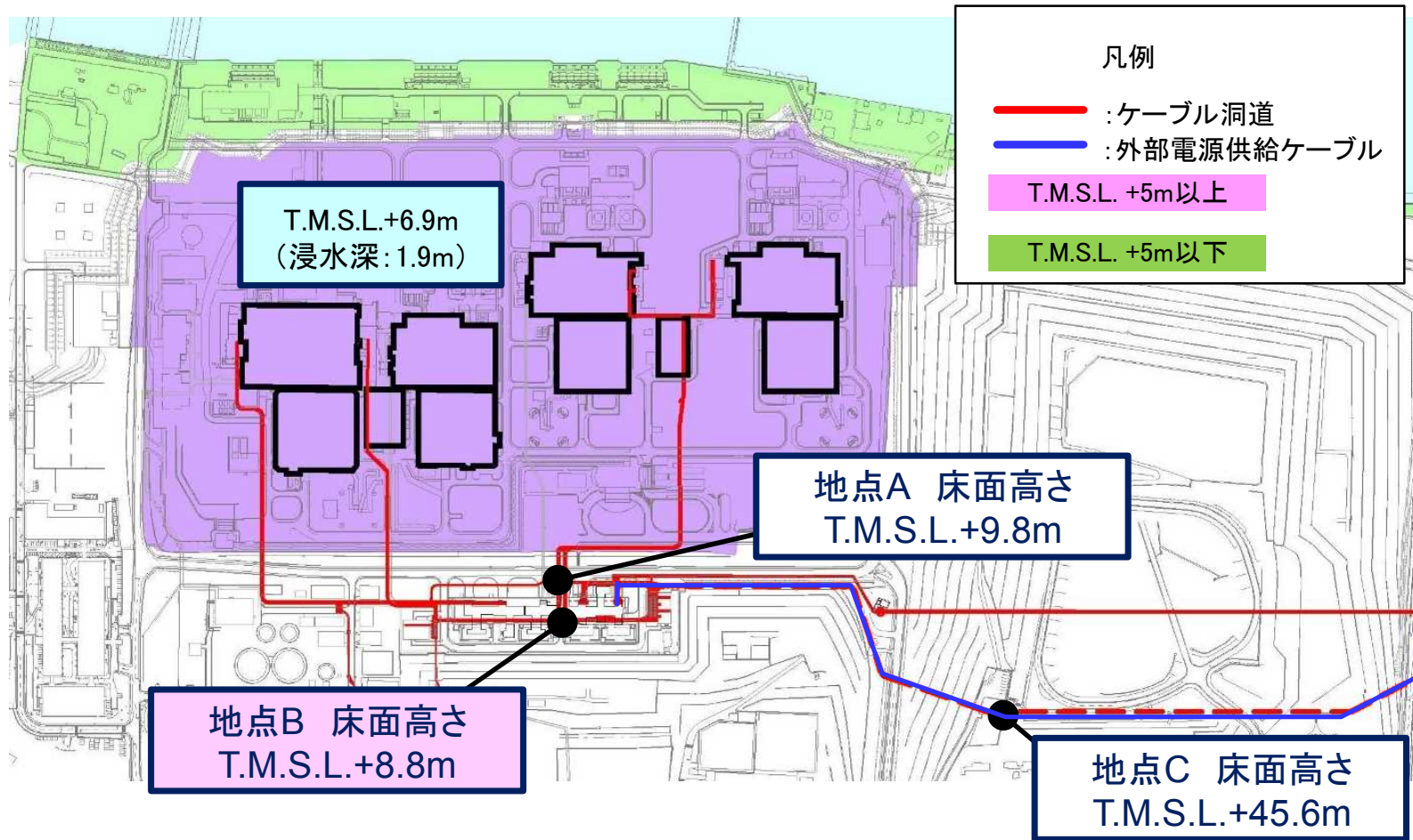
③ 津波防護の設計方針

第 5 条及び第 33 条の要求事項に従い、荒浜側敷地浸水に伴い、荒浜側敷地に開口部を有する洞道に津波が流入した場合にあっても、外部電力系統への連係を保持することにより、外部電源施設の電源供給機能が喪失することがない設計とする。

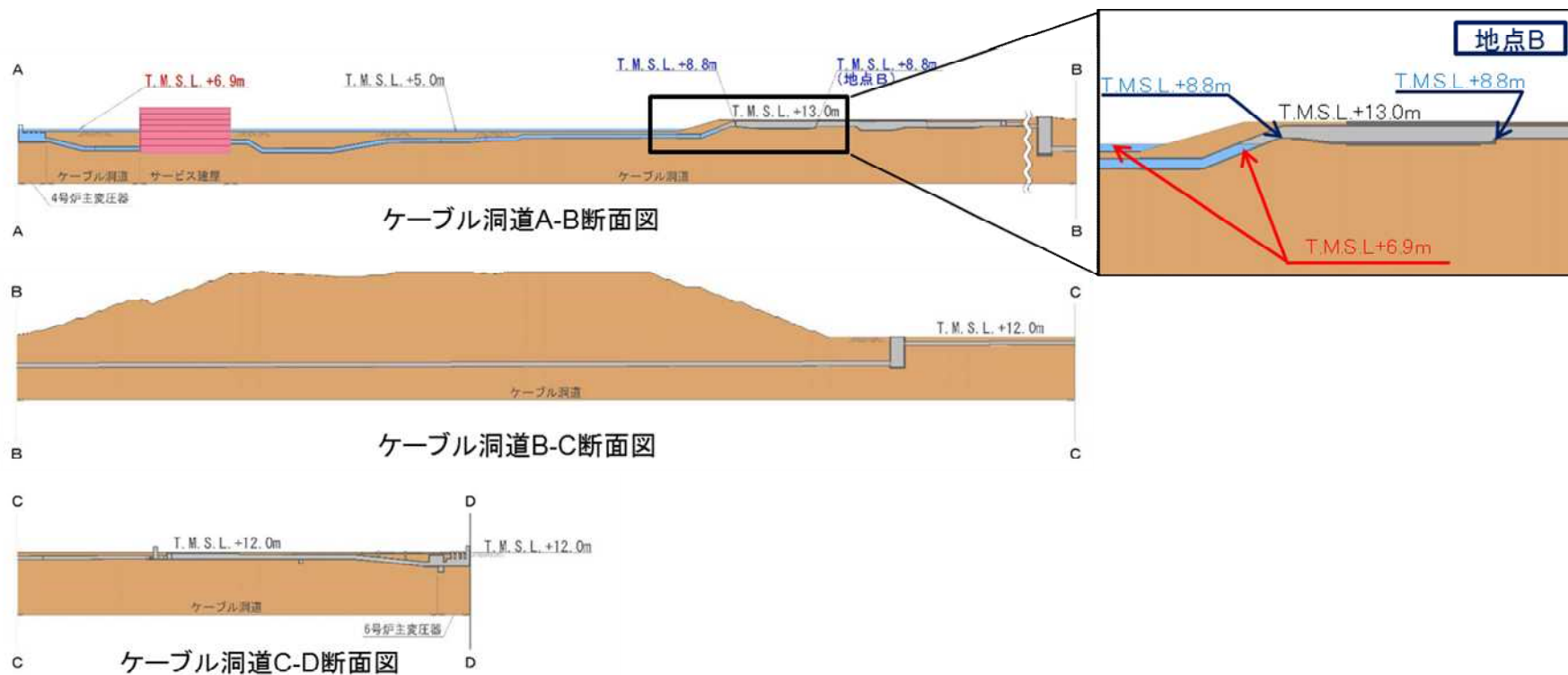
④ 基準適合状況

外部電源施設のうち、主要な設備については浸水を防止する敷地に設置するため、荒浜側敷地浸水に伴い、上記設備の機能が喪失することはない。

一方で、外部電源施設のうち、外部電源供給用ケーブルについては、地下の電気洞道に設置するが、荒浜側敷地に位置する電気洞道と外部電源供給用ケーブルを敷設する電気洞道間における電気洞道の底版のピーク高さは最も低い箇所 T. M. S. L. +8.8m であり、荒浜側敷地浸水高さ T. M. S. L. +6.9m に当外部の液状化に伴う沈下量 1.2m を加えた場合でも外部電源供給用ケーブルを敷設する電気洞道が浸水することはない。（添付第 32-8 図及び添付第 32-9 図参照）。



添付第 32-8 図 外部電源に係るケーブルを敷設する範囲の電気洞道平面図



添付第 32-9 図 外部電源に係るケーブルを敷設する範囲の電気洞道断面図

(4) 通信連絡設備

① 設備の位置づけ

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

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

② 設置場所

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

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

したがって，荒浜側敷地の浸水に伴い，設備の一部が機能喪失する可能性がある。

③ 津波防護の設計方針

第5条及び第35条の要求事項に従い，荒浜側敷地浸水に伴い当該設備の一部が機能喪失した場合にあっても，工場等内の人に対し必要な指示ができるよう，通信連絡設備の機能について代替手段を確保する設計とする。

④ 基準適合状況

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

(5) 焼却炉建屋排気筒モニタ及び焼却炉建屋放射線モニタ

① 設備の位置づけ

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

また，当該設備は1号～7号炉で共用を行う焼却設備の異常状態を把握する設備であることから，1号～7号炉共用施設として整理する。

② 設置場所

焼却炉建屋排気筒モニタ及び焼却炉建屋放射線モニタは荒浜側敷地の標高 T. M. S. L. +5m の位置に設置する焼却炉建屋に設置する。

したがって，荒浜側敷地の浸水に伴い，機能喪失する可能性がある。

③ 津波防護の設計方針

基準津波発生状況下において焼却設備は停止していることから，焼却設備運転状態における監視機能の要求はなく，**基準津波に対する防護は要しない**。

④ 基準適合性

大津波警報が発令された時点で焼却を停止する運用としていることから，**基準津波発生状況下においては焼却設備運転状態における放射能監視機能は不要である**。

32.3 波及的影響の評価

32.3.1 考慮する波及的影響

荒浜側敷地が浸水した場合の波及的影響としては、以下の影響が挙げられる。

- ① 荒浜側敷地に設置する設備が漂流物化し、安全機能を有する施設に衝突する等により安全機能を喪失させる。
- ② 荒浜側敷地に設置する設備のうち、タンク等の貯蔵機能を有する設備が損傷し、化学物質等を含む液体が流出することで、荒浜側近傍のアクセスルートのアクセス性を阻害する。

32.3.2. 漂流物化の影響検討

荒浜側敷地浸水に伴い、荒浜側敷地に設置する設備が漂流物化した場合、津波の遡上域の地上に設置する安全機能を有する設備に漂流物が衝突する可能性がある。

したがって、上記に該当する設備のうち、32.2 において安全機能を防護する設計を行う設備として整理した使用済燃料輸送容器保管建屋及び焼却炉建屋が漂流物の衝突により安全機能を喪失する可能性のある施設として整理される。

上記2 建屋については、建屋内の浸水を想定した場合にあっても放射性廃棄物が漏洩し難いあるいは放射性廃棄物が散逸し難い設定としているため、仮に漂流物が両建屋に衝突し、壁の一部や扉等が破損した場合であっても、必要な安全機能は確保可能である。

なお、荒浜側敷地に設置する設備が漂流物化した場合の6号及び7号炉の取水性に与える影響は「2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止」に記載のとおりであり、取水性の低下がないことを確認している。

32.3.3 タンク内包物の影響検討

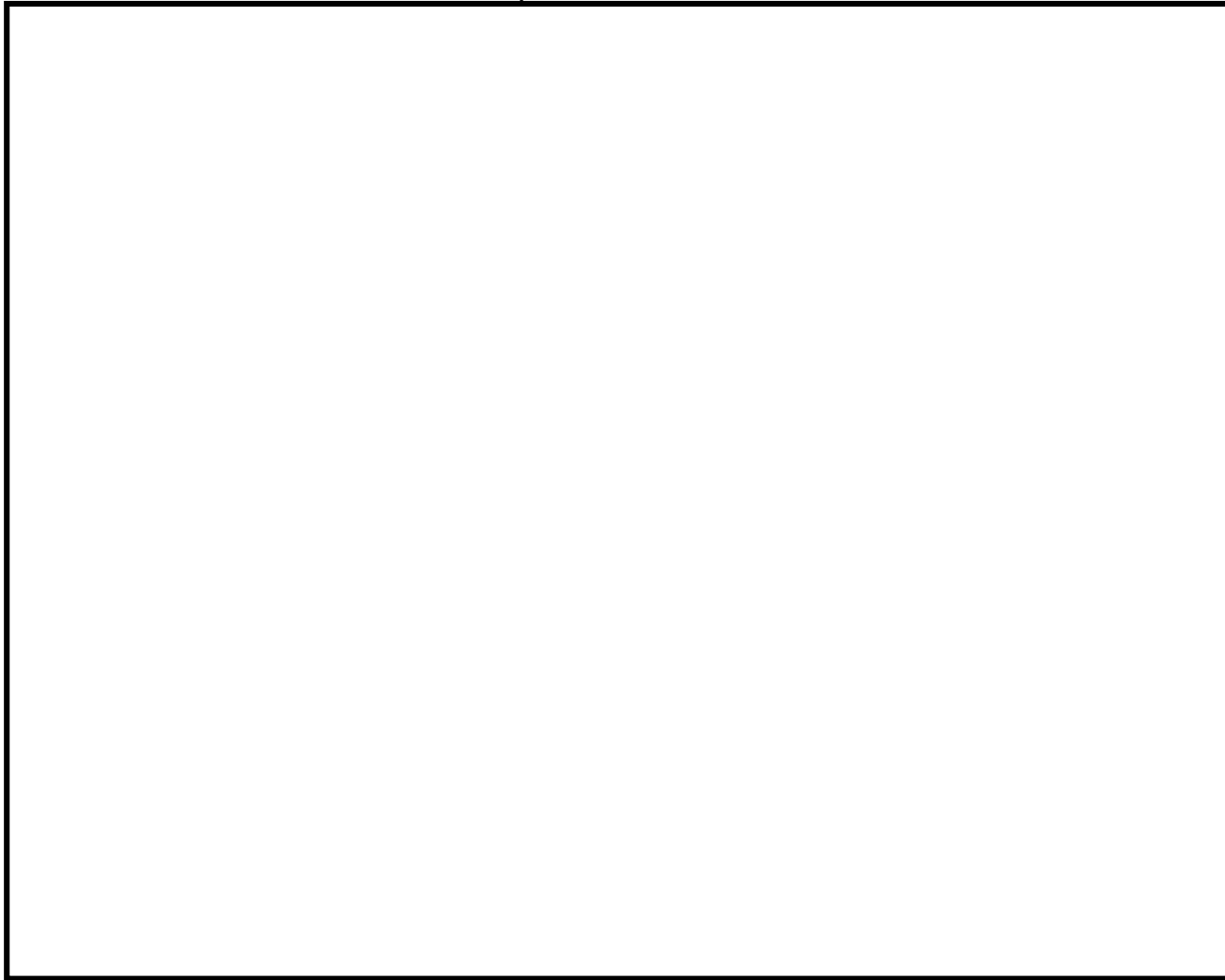
荒浜側敷地及び同敷地に設置する建屋内に設置するタンクが損傷することにより、タンクの内包物である化学物質、放射性物質及び油が荒浜側敷地に拡散する可能性がある。

上記内包物が漏えいした場合の影響について、添付第32-2表に示すとおり評価し、[事務本館](#)から高台保管場所及び大湊側敷地へのアクセス性に影響がないことを確認した。

添付第 32-2 表 アクセスルートへの波及的影響

事象	影響モード	影響評価
遡上域に位置するタンク等の貯蔵機能喪失	化学物質の漏洩	<p>荒浜側敷地に設置（建屋内設置を含む）する薬品タンクから化学物質が漏洩し、遡上域に拡散した場合であってもアクセスルートが浸水することはない、化学物質に直接接触することはない。</p> <p>また、拡散した化学物質は海水により希釈され、その濃度はごく小さくなると考えられるため、化学物質の漏洩に伴う二次的影響（有毒ガスの発生等）は荒浜側敷地遡上域近傍のアクセスルートのアクセス性に影響を与える程大きなものとはならない。</p>
	放射性物質の漏洩	<p>荒浜側に位置する放射性物質を内包する建屋内が浸水した場合であっても、放射性物質の大部分は建屋内に留まるとともに、一部流出した放射性物質についても海水で希釈され、その濃度はごく小さくなると考えられることから、荒浜側敷地遡上域近傍のアクセスルートにおける線量率はアクセス性に影響を与えるほど大きなものとはならない。</p>
	油漏洩に伴う火災影響	<p>荒浜側敷地に設置する油を内包するタンク、機器等から油が漏洩し、荒浜側敷地近傍のアクセスルート付近で火災が発生する状況においては、当該ルートの山側に設定した迂回ルート（添付第 32-10 図における事務本館から荒浜側高台保管場所への徒歩ルートあるいは、さらに山側のルート）を利用する。</p>

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



5 条-別添-添付-32-23

添付第 32-10 図 津波時のアクセスルート（「可搬型重大事故等対処設備保管場所及びアクセスルートについて」より抜粋）