

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画認可申請に係る論点整理について

TEPCO

2020年6月9日
東京電力ホールディングス株式会社

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。

【説明内容】

- 下記の工事計画認可申請に係る論点及び第854回審査会合における指摘事項に対する回答について説明する。

■ 機械設計に関する論点整理（1件）

分類	No.	説明項目（論点）	関連する 主な説明事項
機械設計	1	火災感知器の配置について	[2]-3

■ 耐震評価・強度評価に関する論点整理・指摘事項への回答（2件）

分類	No.	説明項目（論点/指摘事項への回答）	関連する 主な説明事項
強度	2	海水貯留堰等の設計において考慮する津波による荷重について	[3]-1
耐震	3	地震荷重と風荷重の組み合わせについて（指摘事項への回答）	-

【論点1】
火災感知器の配置について

1. 柏崎刈羽原子力発電所7号機の火災感知器の配置方針
2. 火災防護審査基準の改正について
3. 火災防護審査基準の改正を踏まえた配置方針の妥当性確認
 - (1) 火災の影響を受けるおそれが考えにくい火災区画の火災感知器の配置方針
 - (2) 常用系機器のみを設置する火災区画からの火災影響評価
 - (3) 煙・熱の流出入による誤検知に関する影響評価
 - (4) まとめ
4. 事業者の自主的な安全性向上対策
 - (1) 常用系機器のみを設置する火災区画からの火災影響評価
 - (2) 想定以上の大規模火災に対する対策方針

1. 柏崎刈羽原子力発電所7号機の火災感知器の配置方針

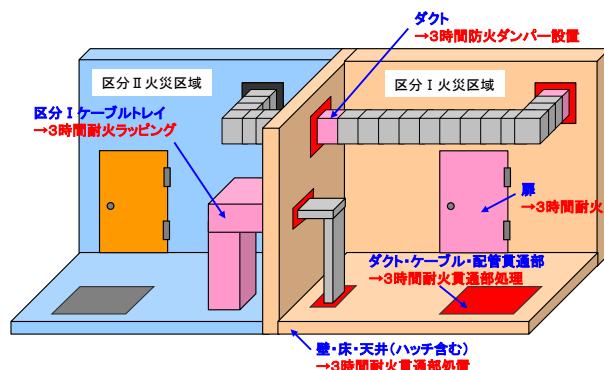
- 各建屋からの放射性物質の漏えいを防止するために建屋外壁を「火災区域」と設定。
- いかなる火災に対しても「原子炉の高温停止・低温停止」が達成できるように、安全系区分ⅠとⅡの間を火災区域の境界（3時間耐火）として「区分Ⅰ火災区域」と「区分Ⅱ火災区域（区分Ⅰ以外の火災区域）」を設定して個々の特徴に応じて感知・消火方針を設定。
- 各部屋単位を「火災区画」として、火災防護対象となる安全系区分Ⅰ・Ⅱ・Ⅲの機器等が存在する火災区画に異なる2種類の火災感知器を設置。

安全系区分	区分Ⅰ	区分Ⅱ	区分Ⅲ※
高温停止	原子炉隔離時冷却系 [RCIC]	高圧炉心注水系 (B) [HPCF (B)]	高圧炉心注水系 (C) [HPCF (C)]
低温停止	自動減圧系 (A) [SRV (ADS (A))]	自動減圧系 (B) [SRV (ADS (B))]	—
	残留熱除去系 (A) [RHR (A)]	残留熱除去系 (B) [RHR (B)]	残留熱除去系 (C) [RHR (C)]
動力電源	原子炉補機冷却水系 (A) [RCW (A)]	原子炉補機冷却水系 (B) [RCW (B)]	原子炉補機冷却水系 (C) [RCW (C)]
	原子炉補機冷却海水系 (A) [RSW (A)]	原子炉補機冷却海水系 (B) [RSW (B)]	原子炉補機冷却海水系 (C) [RSW (C)]
	非常用ディーゼル発電機 (A) [DG (A)]	非常用ディーゼル発電機 (B) [DG (B)]	非常用ディーゼル発電機 (C) [DG (C)]
	非常用交流電源 (C) 系	非常用交流電源 (D) 系	非常用交流電源 (E) 系
	非常用直流電源 (A) 系	非常用直流電源 (B) 系	非常用直流電源 (C) 系

※ 区分Ⅲ機器のうち、DG (C) の監視制御盤、RCW (C) のサージタンク水位計等、一部の機器は区分Ⅰ側の火災区域に設置

区分Ⅰ・Ⅱの境界を火災区域の境界として3時間以上の耐火能力を有する隔壁で分離

単一火災によっても区分Ⅰ・Ⅱが同時に機能喪失することを回避し、高温停止・低温停止を達成



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。

2. 火災防護審査基準の改正について

- 平成31年2月13日に火災防護審査基準が改正され、異なる2種類の火災感知器の配置について、消防法に従うこと等が追加要求となった。

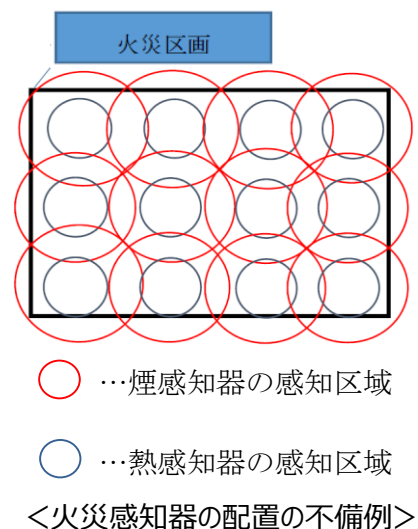
⇒柏崎刈羽原子力発電所7号機における異なる2種類の火災感知器の配置については、当初より、消防法に準拠することとしており、改正後の火災防護審査基準にも適合する。

- 一方、火災防護審査基準は、各火災区域に対して異なる2種類の火災感知器の配置を要求しているが、柏崎刈羽原子力発電所7号機では、火災区域内に火災防護対象とならない常用系機器のみを設置する火災区画が存在しており、当該区画には異なる2種類の火災感知器を設置しない方針としている。設置許可申請時の柏崎刈羽原子力発電所7号機における火災感知器の配置方針は、安全系機器にフォーカスした説明になっており、その他の常用系機器のみを設置する火災区画に対する扱いが明確になっていなかった。

⇒常用系機器のみを設置する火災区画に対する火災感知器の配置方針の妥当性を再確認した。

- また、火災防護審査基準は、異なる2種類の火災感知器の設置に際しては、「空気流」を考慮することを要求しているが、安全系区分Ⅱ・Ⅲの機器を設置する火災区画と、常用系機器のみを設置する火災区画の間には貫通孔があり、貫通孔による「空気流」への影響も考慮して火災の感知性を評価する必要がある。

⇒貫通孔による「空気流」への影響を考慮して火災感知器配置の設計方針の妥当性を再確認した。



改正後の火災防護審査基準（抜粋）	改正前の火災防護審査基準（抜粋）
2.2 火災の感知・消火 2.2.1 (1) 火災感知設備 ① 各火災区域における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し、早期に火災を感知できるよう固有の信号を発する異なる感知方式の感知器等（感知器及びこれと同等の機能を有する機器をいう。以下同じ。）をそれぞれ設置すること。また、その設置に当たっては、感知器等の誤作動を防止するための方策を講ずること。 ② 感知器については消防法施行規則（昭和36年自治省令第6号）第23条第4項に従い、感知器と同等の機能を有する機器については同項において求める火災区域内の感知器の網羅性及び火災報知設備の感知器及び発信機に係る技術上の規格を定める省令（昭和56年自治省令第17号）第12条から第18条までに定める感知性能と同等以上の方法により設置すること。	2.2 火災の感知、消火 2.2.1 (1) 火災感知設備 ① 各火災区域における放射線、取付面高さ、温度、湿度、空気流等の環境条件や予想される火災の性質を考慮して型式を選定し、早期に火災を感知できる場所に設置すること。 ② 火災を早期に感知できるよう固有の信号を発する異なる種類の感知器又は同等の機能を有する機器を組合せて設置すること。また、その設置にあたっては、感知器等の誤作動を防止するための方策を講ずること。

3. 火災防護審査基準の改正を踏まえた配置方針の妥当性確認（1 / 6）

(1) 火災の影響を受けるおそれが考えにくい火災区画の火災感知器の配置方針

- 以下に記載する火災区画は、当該区画での火災発生が想定されない、もしくは、火災が発生しても安全機能に影響がないことから、異なる2種類の火災感知器を設置しない、または消防法に基づく火災感知器を設置する設計としている（h～o）。

設置変更許可申請書 添付資料八（抜粋）

以下に示す火災区域又は火災区画は、火災の影響を受けるおそれが考えにくいことから、火災感知器を設置しない、若しくは消防法又は建築基準法に基づく火災感知器を設置する設計とする。（以下、詳細内容は省略）

- h. 格納容器機器搬出入用ハッチ室 i. 給気処理装置室、冷却器コイル室及び排気ルーバ室 j. 排気管室 k. フィルタ室
l. 使用済燃料プール、復水貯蔵槽、使用済樹脂槽
m. 不燃性材料であるコンクリート又は金属により構成された火災防護対象機器のみを設けた火災区域又は火災区画
n. フェイルセーフ設計の火災防護対象機器のみが設置された火災区域又は火災区画
o. 気体廃棄物処理設備エリア排気モニタ検出器設置区画

- 「火災の影響を受けるおそれが考えにくい火災区画」とは、以下①②のいずれかの特徴を有するものである。
 - ① 当該火災区画で火災が発生するおそれがない。
 - ② 当該火災区画で火災が発生しても、安全系機器に火災影響を及ぼすことがない。
- 常用系機器のみを設置する火災区画は、当該火災区画に安全系機器が存在せず、火災によって安全機能に影響することがないこと、また、隣接の火災区画に安全系機器が存在する場合についても、3時間耐火壁もしくは障壁によって火災影響が及ばない設計としていることから、上記②に該当し、異なる2種類の火災感知器は設置せず、消防法に基づく火災感知器を設置する火災区画として整理できる（p）。

⇒上記の火災感知器の配置方針を、具体的に建屋内の各火災区画に展開すると、次ページに示す整理となる。

3. 火災防護審査基準の改正を踏まえた配置方針の妥当性確認（2 / 6）

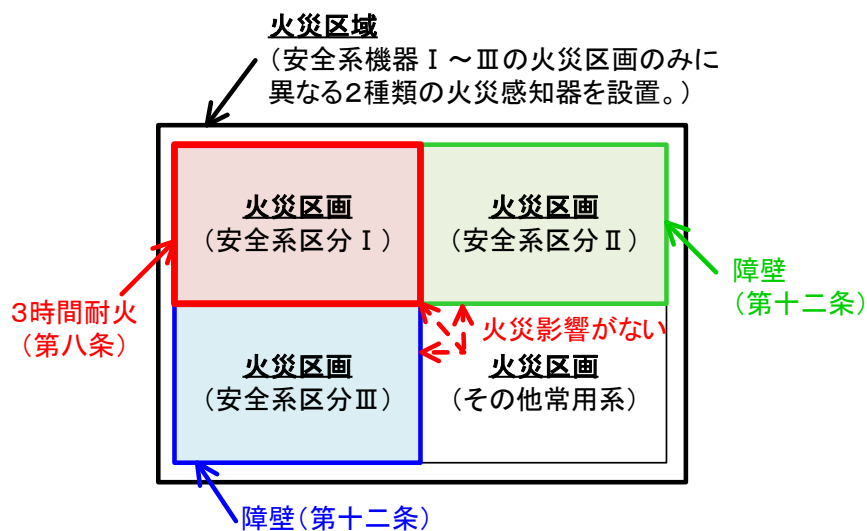
- 常用系機器
- 防護対象機器
- 異なる2種の感知器の設置区画
- p. その他(常用)機器の区画
- n. フェイルセーフ機器の区画
- m. 不燃材で構成された機器の区画

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。

3. 火災防護審査基準の改正を踏まえた配置方針の妥当性確認 (3 / 6) **TEPCO**

(2) 常用系機器のみを設置する火災区画からの火災影響評価

- 柏崎刈羽原子力発電所7号機では下図の設計概念により、安全系区分Ⅰ・Ⅱ・Ⅲの機器がその他常用系機器の火災影響を受けないように設計している。
- 安全系区分Ⅰの機器は、火災防護審査基準の要求に基づく3時間耐火壁で他区分と分離する。(配管等の貫通孔に隙間なし)
- 安全系区分Ⅱ・Ⅲの機器は、火災影響を受けないための障壁として、常用系機器のみを設置する火災区画との境界を3時間耐火相当の厚み(123mm以上)を有する耐火壁(コンクリート壁)で分離する。(一部、配管等の貫通孔に隙間あり)



<柏崎刈羽原子力発電所7号機の設計概念>



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。

<耐火障壁(コンクリート壁)による分離設計の例>

3. 火災防護審査基準の改正を踏まえた配置方針の妥当性確認（4 / 6） **TEPCO**

- 常用系機器のみを設置する火災区画には可燃物が存在しているが、安全系機器と同様に以下に示す火災の発生防止対策を行っていることから、大規模な火災が発生する可能性は非常に小さい。

＜火災の発生防止対策の例（安全系機器および常用系機器に共通）＞

- ・発火性又は引火性物質に対する漏えい・拡大防止のための堰の設置
- ・水素内包設備への溶接構造，シール構造の採用
- ・発火源となるおそれのある設備を金属製の筐体内へ収納
- ・不燃性，難燃性材料の使用
- ・難燃ケーブルの使用

⇒「不燃性，難燃性材料の使用」，「難燃ケーブルの使用」，「金属製筐体内への収納」の例



ポンプ，配管，支持構造物の例



ケーブルトレイ，電線管の例



電源盤の例

3. 火災防護審査基準の改正を踏まえた配置方針の妥当性確認（5 / 6） **TEPCO**

(3) 煙・熱の流出入による誤検知に関する影響評価

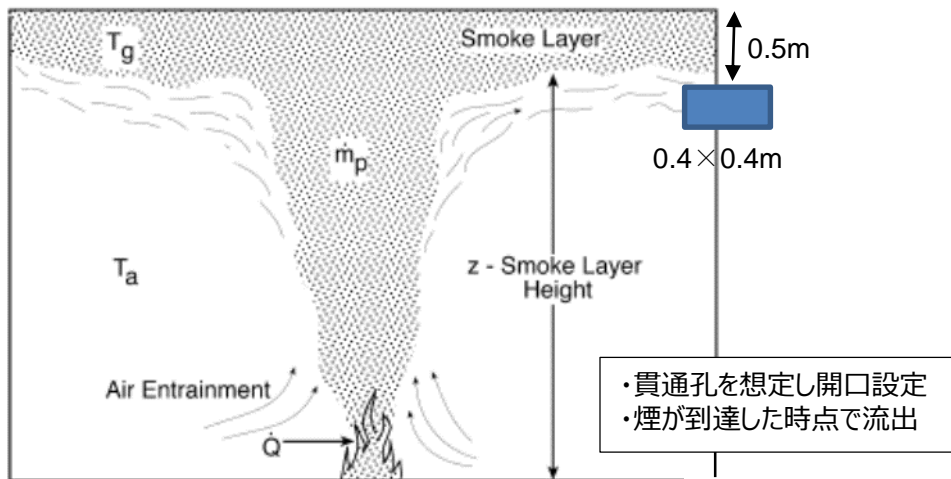
- 安全系区分Ⅱ・Ⅲの機器を設置する火災区画と、常用系機器のみを設置する火災区画の境界には、一部、配管等の貫通孔については隙間が生じている箇所もあり、貫通孔付近に「空気流」が生じる可能性がある。
- 「空気流」を考慮した設計としては、消防法施行規則に則り、火災感知器を給・排気口から適切な離隔距離を取って設置する対応を図っている。しかし、貫通孔付近の「空気流」を想定すると、以下のような懸念があったため、火災解析を用いた評価を実施し、その結果、問題無いことを確認した。

<懸念>

安全系区分Ⅱ・Ⅲの機器を設置する火災区画で火災が発生した際、貫通孔の隙間を通じて煙・熱が流出することにより、隣接する常用系機器のみを設置した火災区画の火災感知器が動作する可能性がある。このとき、安全系区分Ⅱ・Ⅲの機器を設置する火災区画に設置した異なる2種類の火災感知器よりも、隣接する常用系機器のみを設置した火災区画の火災感知器が早く動作する（誤検知する）と、火災発生箇所の特定に混乱が生じ、初期消火活動が遅れる可能性がある。

<評価>

米国NRCの火災解析ツール（FDTs）を用いて簡易評価を実施。その結果、火災発生区画の天井部に速やかに煙が溜まる様子が確認されている。その後に貫通孔から隣接区画へ煙が流出することを踏まえると、隣接区画の火災感知器が、火災発生区画の火災感知器より先に動作することは考えにくい。したがって、仮に安全系機器を設置する火災区画で火災が発生、貫通孔から煙が流出したとしても、火災発生箇所の特定に混乱を生じることはなく、初期消火活動が遅れることはない。



Time (min)	ρ_c (kg/m ³)	Constant (k) (kW/m-K)	Smoke Layer Height z (m)	Smoke Layer Height z (ft)
0	1.18	0.064	8.00	26.25
1	0.75	0.101	7.50	24.61
2	0.72	0.105	7.50	24.61
3	0.70	0.108	7.50	24.61
4	0.69	0.110	7.50	24.61
5	0.68	0.112	7.50	24.61
10	0.64	0.118	7.50	24.61
15	0.62	0.122	7.50	24.61
20	0.61	0.125	7.50	24.61
25	0.60	0.127	7.50	24.61
30	0.59	0.129	7.50	24.61
35	0.58	0.130	7.50	24.61
40	0.58	0.132	7.50	24.61
45	0.57	0.133	7.50	24.61
50	0.56	0.135	7.50	24.61
55	0.56	0.136	7.50	24.61
60	0.56	0.137	7.50	24.61

CAUTION: SMOKE IS EXITING OUT VENT

3. 火災防護審査基準の改正を踏まえた配置方針の妥当性確認（6 / 6） **TEPCO**

（4）まとめ

前記（1）～（3）の評価を踏まえると、火災感知器の配置方針、および「空気流」を考慮した設計方針は、改正された火災防護審査基準に適合している。

<火災感知器の設置方針>

- 常用系機器のみを設置する火災区画については、当該火災区画に安全系機器が存在せず、火災によって安全機能に影響することがない。また、火災の発生防止対策がとられていると共に、常用系機器のみを設置する火災区画と、安全系区分Ⅱ・Ⅲの機器が設置されている火災区画との境界は3時間耐火相当の厚み（123mm以上）を有する耐火壁（コンクリート壁）で分離されており、隣接火災区画へ火災の影響がないように対策がとられている。

⇒常用系機器のみを設置する火災区画の火災が安全機能に影響することなく、[当該区画について異なる2種類の火災感知器を設置しない又は消防法に基づく火災感知器を設置する設計としても火災防護審査基準に適合する。](#)

<「空気流」を考慮した設計方針>

- 消防法施行規則に則り、火災感知器を給・排気口から適切な離隔距離を取って設置している。
- 安全系区分Ⅱ・Ⅲの機器を設置する火災区画から、常用系機器のみを設置する火災区画への煙、熱の流出を考慮しても、安全系区分Ⅱ・Ⅲの機器を設置する火災区画の火災感知器より、隣接区画の火災感知器が先に動作する可能性は非常に小さく、当該区画の火災感知性に問題はない。

⇒[火災防護審査基準における「空気流」を考慮した設計要求を満足する。](#)

4. 事業者の自主的な安全性向上対策

(1) 常用系機器のみを設置する火災区画からの火災影響評価

- 現設計方針においても、前記のとおり、常用系機器のみを設置する火災区画で火災が発生しても、安全系区分Ⅱ・Ⅲの機器を設置する火災区画へ影響が生じることはなく、必要な安全機能は維持される。

(2) 想定以上の大規模火災に対する対策方針

- 現設計方針においても十分な火災防護対策が図られているが、火災発生防止の対策を施したうえでなお、可燃物全てが燃焼し、大規模な火災に発展する場合までも想定し、自主的な安全性向上対策を行う。
- 具体的には、火災防護対象となる安全系区分Ⅱ・Ⅲの機器を設置する火災区画に対し、常用系機器のみを設置する隣接区画の可燃物量を踏まえ、その等価火災時間が0.1時間（※）を超える場合には、貫通孔の耐火処理（防火区画相当）を実施する。
- 自主的な安全性向上対策については、工事物量を精査し、計画的に実施する。
（※）区画内に内包する全ての可燃物が燃焼したとしても、大規模な火災に発展するおそれはないと考えられる可燃物量として、等価火災時間0.1時間をひとつの目安とした。

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。

以下，参考資料

消防法に従った火災感知器の配置設計例

- 火災区画C-B2F-097号機C/B計測制御電源区域 (A) 送風機室の基本情報

- 床面積 111m²
- 天井高さ 5150mm

- 煙感知器の設置条件：消防法施行規則第23条第4項3ロの規定により、煙感知器は天井より0.6m以上突出している場合は個別の区画とし、それぞれの床面積から煙感知器の必要個数を求める。

火災区画C-B2F-09は梁の高さが0.6m以上の梁により床面積を4つに区画。
9 m², 38 m²(21 m²+17 m²), 34 m²(17 m²+17 m²), 30 m²(16 m²+14 m²)

消防法施行規則第23条第4項7ホの規定により、天井高さから、それぞれの床面積に必要な煙感知器の設置個数を算出（天井高さ4m以上～20m以下の場合・・・床面積75 m²ごとに煙感知器を1個設置）。

9 m²・・・1個, 38 m²・・・1個, 34 m²・・・1個, 30 m²・・・1個

火災区画C-B2F-09に必要な煙感知器はそれぞれの区画に1個ずつ設置し、合計4個の煙感知器を設置する。

- 熱感知器の設置条件

消防法施行規則第23条第4項3ロの規定により、熱感知器は天井より0.4m以上突出している場合は個別の区画とし、それぞれの床面積から熱感知器の必要個数を求める。

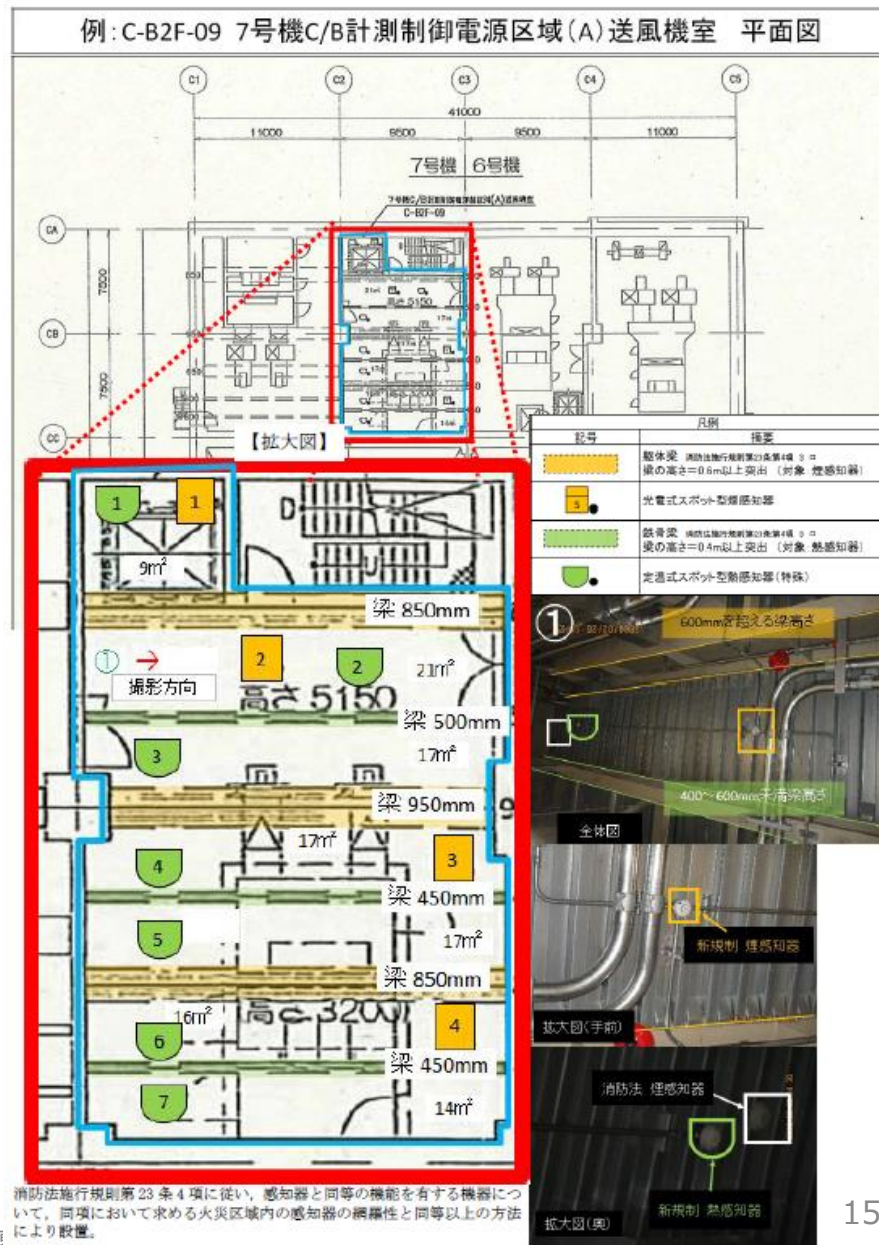
火災区画C-B2F-09は梁の高さが0.4m以上の梁により床面積を7つ区画。

9m², 21m², 17m², 17m², 17m², 16m², 14m²

消防法施行規則第23条第4項3ロの規定により、天井高さから、それぞれの床面積に必要な熱感知器の設置個数を算出（天井高さ4m以上～8m以下の場合・・・床面積35m²ごとに熱感知器（特殊）を1個設置）。

9 m²・・・1個, 21 m²・・・1個, 17 m²・・・1個, 17 m²・・・1個, 17 m²・・・1個, 16 m²・・・1個, 14 m²・・・1個

火災区画C-B2F-09に必要な熱感知器はそれぞれの区画に1個ずつ設置し、合計7個の熱感知器を設置する。



【論点2】
海水貯留堰等の設計において考慮する
津波による荷重について

1. はじめに
2. 津波漂流物の衝突荷重（海水貯留堰）
 - 2.1 柏崎刈羽原子力発電所の津波に関するサイト特性について
 - 2.2 漂流物衝突を考慮した津波防護施設の設計に係る検討フロー
 - 2.3 衝突評価対象物（被衝突体）の選定
 - 2.4 衝突物の抽出（1次スクリーニング）
 - 2.5 衝突物の整理（2次スクリーニング）
 - 2.6 初期配置に関する整理 ～その他サイト特性～
 - 2.7 衝突荷重を算定する衝突物の整理
 - 2.8 既往の漂流物衝突荷重算定式の適用性の整理
 - 2.9 各衝突物に適用する漂流物衝突荷重算定式
 - 2.10 荷重算定における設計上の配慮
 - 2.11 漂流物衝突荷重の算定

- 第769回 原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合（令和元年9月10日）において示した主な説明事項のうち、「津波漂流物の衝突荷重（海水貯留堰）」について説明する。

【3-1】津波漂流物の衝撃荷重（海水貯留堰）

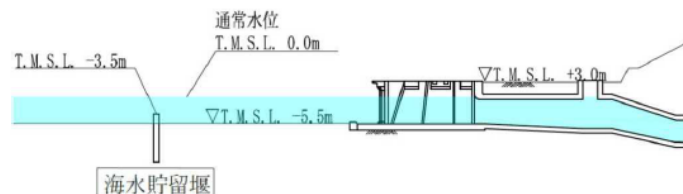
1. 概要

津波防護施設である海水貯留堰について、漂流物衝突荷重の設定の妥当性を説明する。

- 海水貯留堰は海面が通常水位（T.M.S.L.0m程度）では海中に設置される構造であるため、漂流物の衝突形態としては、海水貯留堰の前面海域に浮遊する漂流物が押し波とともに衝突するという形態が基本となることを説明する。
- 既往の研究論文の漂流物衝突荷重算定式を整理した結果、上記のような漂流物衝突には道路橋示方書を適用することを説明する。



図1 海水貯留堰配置図



A-A断面

図2 海水貯留堰断面図

2. 今後の説明予定

- 衝突形態の説明、衝突荷重算定式の整理、代表漂流物の選定、その他サイト特性について、津波への配慮に関する説明書及びその補足説明資料にて説明予定【資料提出済】

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

2.1 柏崎刈羽原子力発電所の津波に関するサイト特性について

- 最高水位，最低水位等を与える津波として基準津波 1 ～ 3 を設定
- 敷地最大遡上高さはT.M.S.L.+8.3mであり，7号機主要設備を設置する大湊側の敷地（T.M.S.L.+12.0m）に津波は直接遡上しない
- 取水口前面の最低水位が原子炉補機冷却海水ポンプの設計取水可能水位（T.M.S.L.-4.92m）を下回るため，引き波時の取水性維持を目的として取水口前面に海水貯留堰を設置
- 発電所の立地条件より，繰返し津波が襲来する

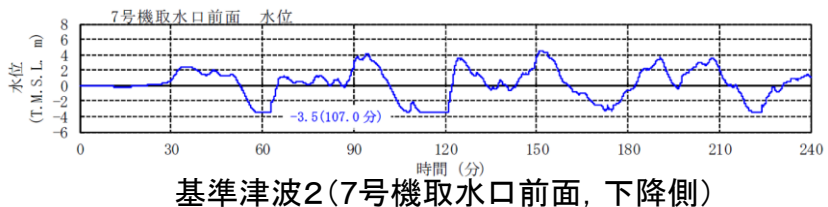
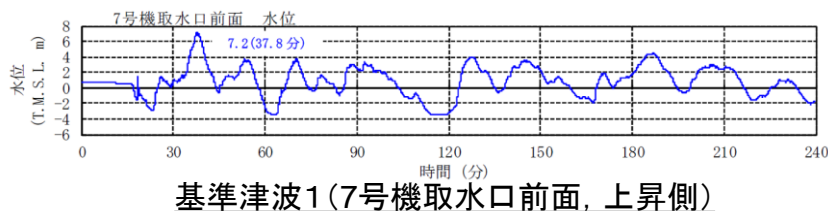


図1: 基準津波1及び2の時刻歴波形
(代表点を例示)

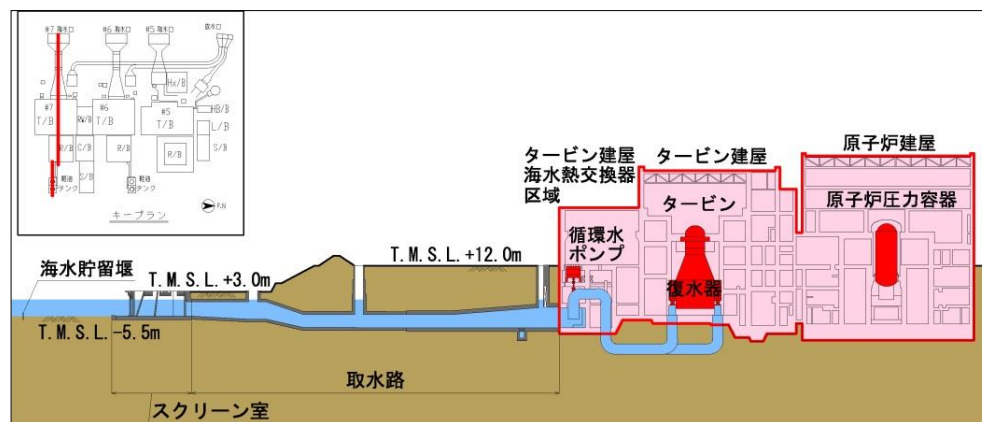


図2: 7号機主要断面概略図

2.2 漂流物衝突を考慮した津波防護施設の設計に係る検討フロー

- 海水貯留堰の設計において考慮する漂流物の衝突荷重は、柏崎刈羽原子力発電所における基準津波の特徴、漂流物の特徴等を考慮し、以下のフローに従い算定する。

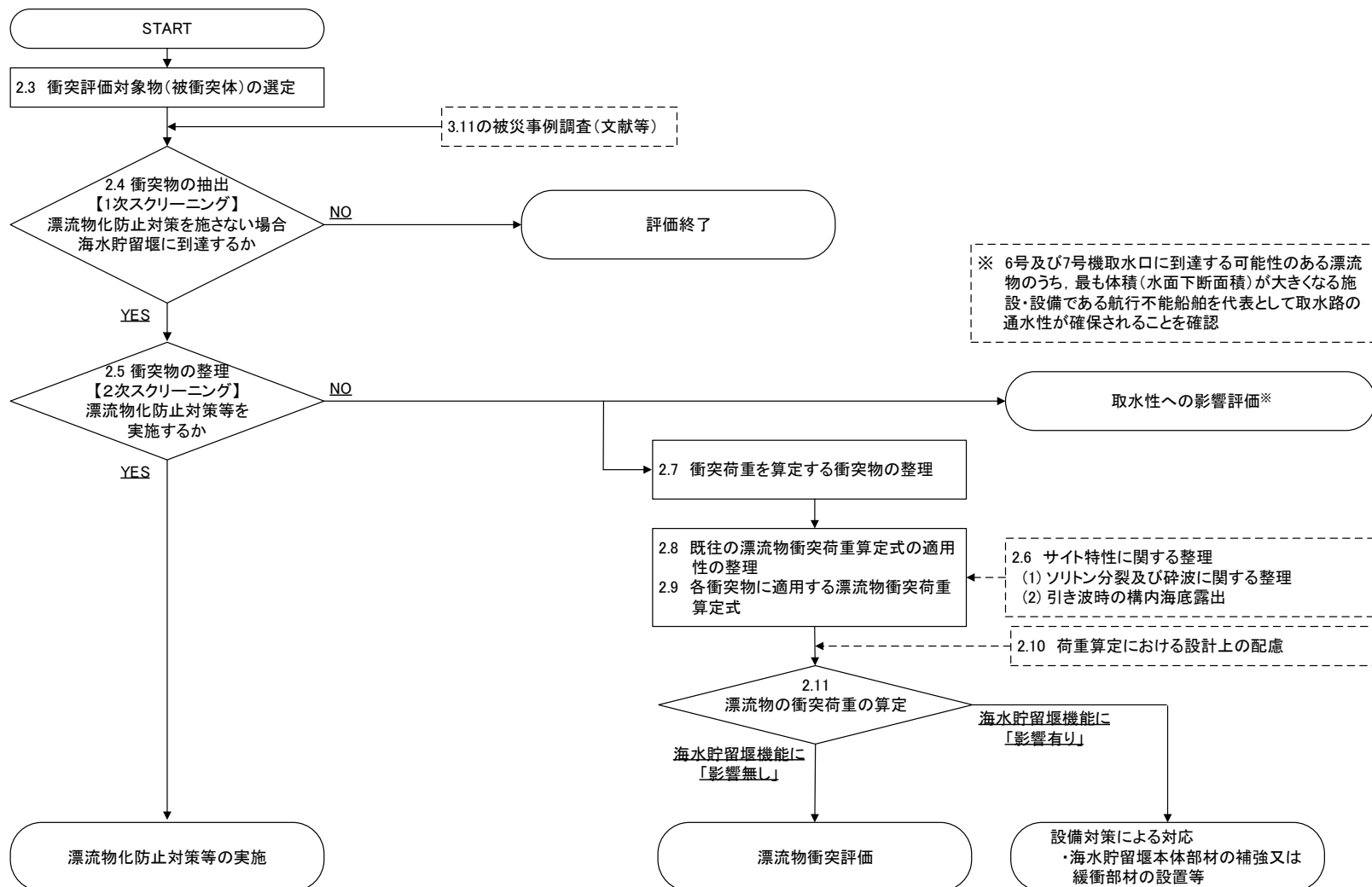


図3：漂流物衝突を考慮した津波防護施設の設計に係る検討フロー

2.3 衝突評価対象物（被衝突体）の選定

- 7号機取水口前面に設置する海水貯留堰については、津波が直接到達し、漂流物が衝突する可能性があることから、衝突評価対象物（被衝突体）として選定する。

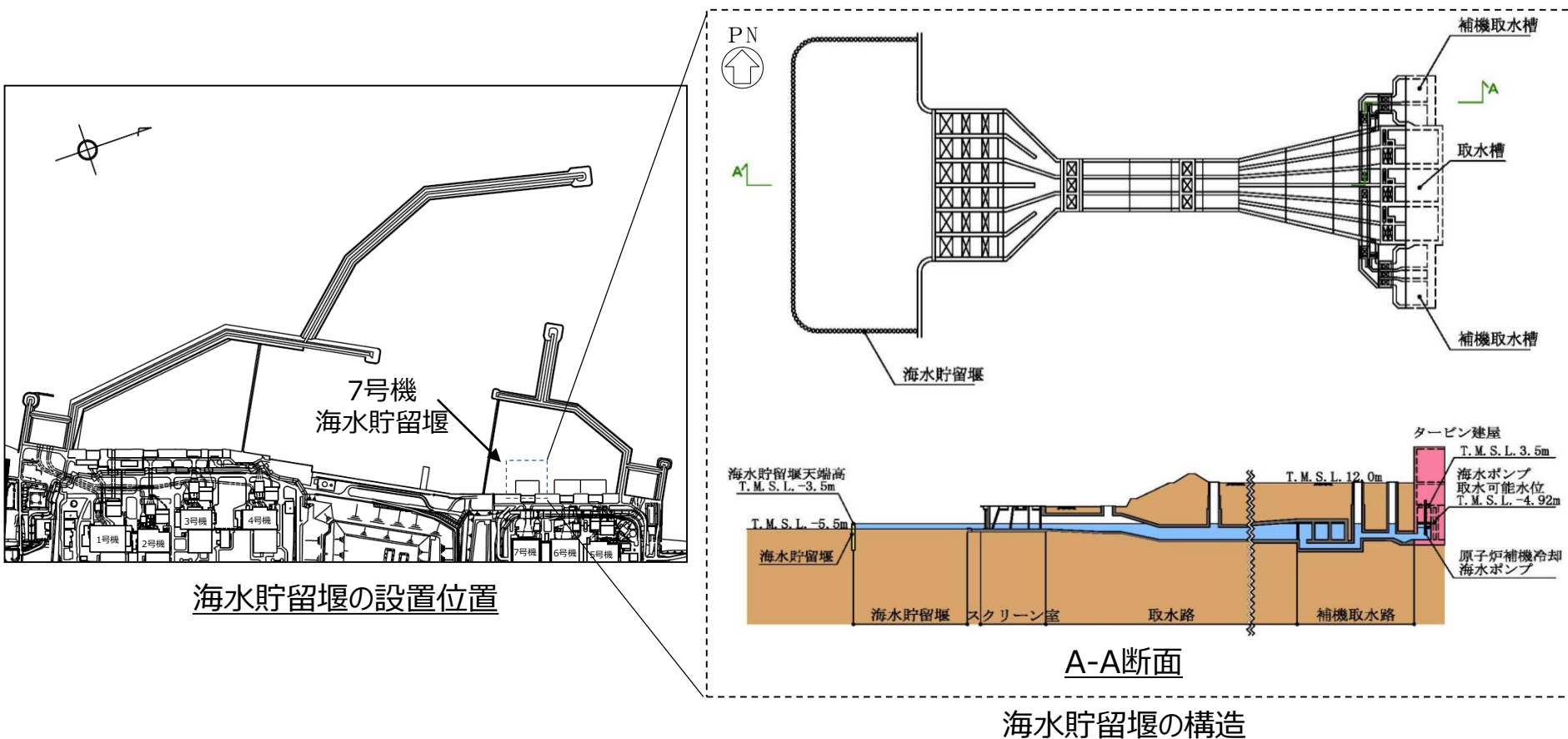


図4：海水貯留堰の設置位置及び構造

2.4 衝突物の抽出（1次スクリーニング）

- 基準津波の水位，流向，流速を考慮し，漂流物の調査範囲を発電所周辺5kmに設定（陸域については，5km圏内の海岸線に沿った標高10m以下の範囲）
- 1次スクリーニングでは，上記範囲内に存在する施設・設備等のうち，特段の漂流物化防止対策を施さない場合，海水貯留堰に到達する可能性があるものを調査・抽出
- 「発電所の構内/構外」及び「海域/陸域」に区分して調査・抽出を実施
- 各区分における調査・抽出結果を次頁以降に記載

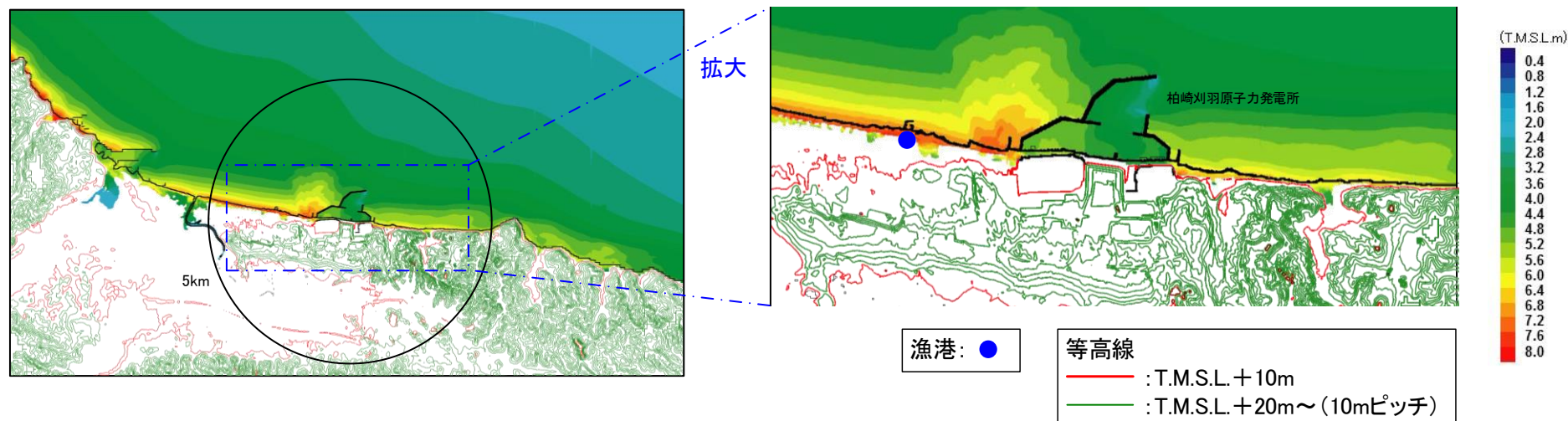


図5：漂流物の調査範囲（基準津波3の遡上域を例示）

2.4.1 衝突物の抽出（1次スクリーニング；構外）～海域～

- 図6に示すとおり、発電所周辺海域における軌跡シミュレーションを実施し、初期配置が沖合3km及び5kmの場合は、初期配置付近を漂う状況を確認
- 初期配置が沖合1.5kmで、港湾口の近傍の場合、港湾内に移動する可能性有り

⇒ 保守的に、漁船や発電所近傍の海岸線に退避した作業船舶（詳細は後述）が発電所付近（沖合1.5kmの港湾口付近）で航行不能になると仮定し、衝突物として抽出

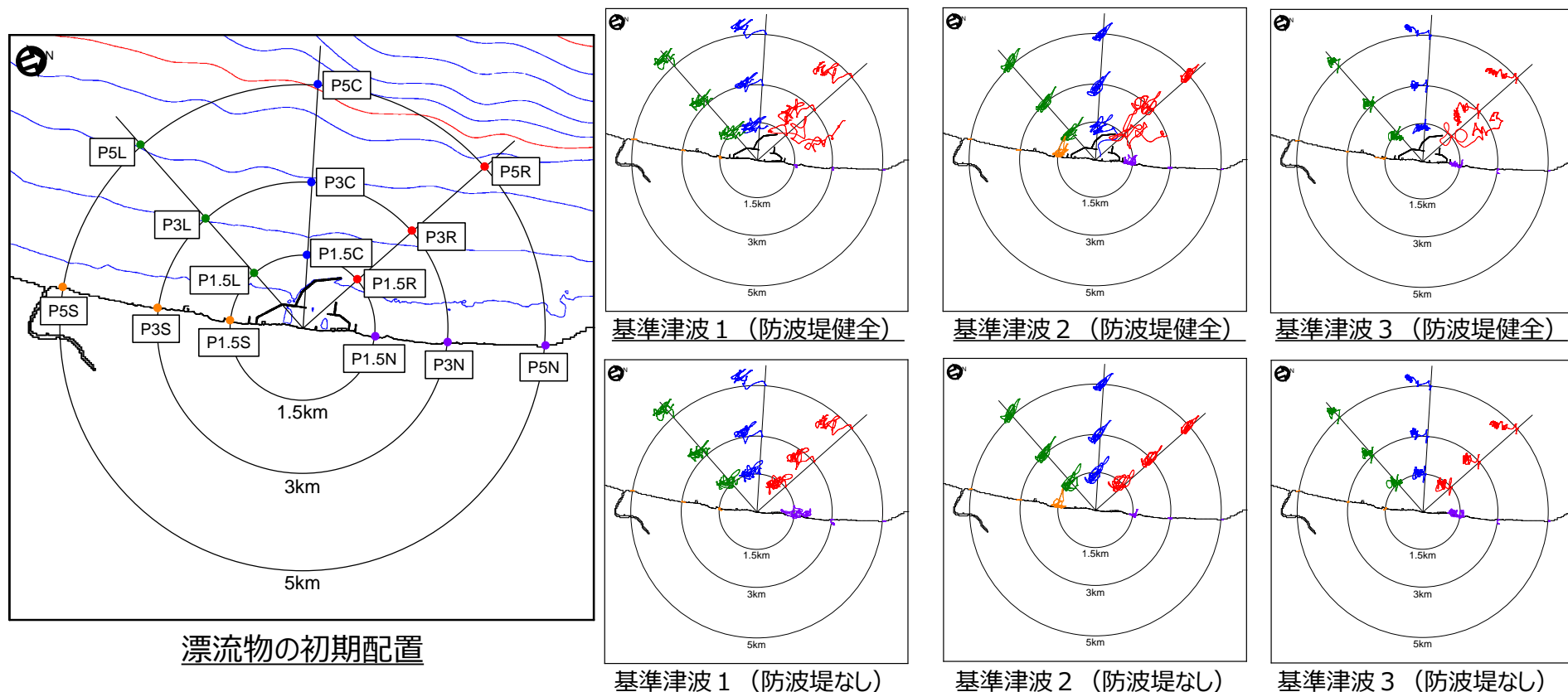


図6：発電所周辺海域における軌跡シミュレーションの結果

2.4.1 衝突物の抽出（1次スクリーニング；構外）～陸域～

- 家屋等建築物や電柱等構築物の多くは、設置方法や重量等により漂流物化することはないと考えられる。
- 軽量の（比重が小さい）ものが漂流物化した場合でも、図6に示した「発電所周辺海域における軌跡シミュレーション」を参考とすれば、海水貯留堰に到達する漂流物とはならないと言える。

⇒構外陸域の施設・設備等は、海水貯留堰の機能に影響を与える衝突物とはならないと整理

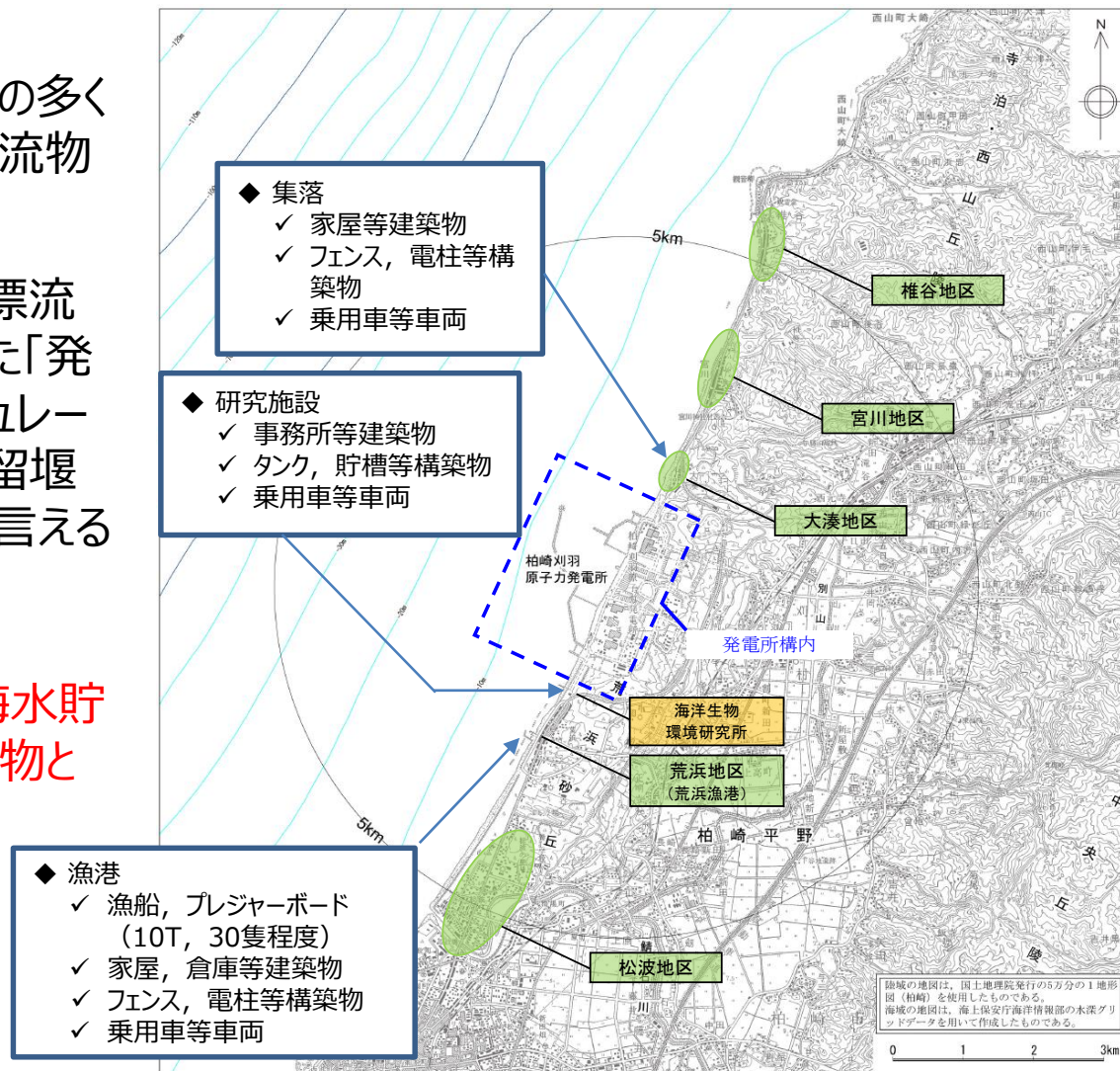


図7：構外陸域の漂流物調査結果

2.4.2 衝突物の抽出（1次スクリーニング；構内）～海域～

- 港湾内に定期的に来航する船舶としては、燃料等輸送船が来航し、物揚場に停泊する。
- 港湾の入り口付近では、浚渫作業関連船舶（浚渫船、土運船、揚錨船及び曳船）が浚渫作業を実施する。
- その他には、港湾設備保守点検、海洋環境監視調査及び温排水水温調査のための作業船が作業内容に応じて港湾内にて作業を実施する。

⇒上記船舶は、退避や係留等の対策を実施しない場合、海水貯留堰に到達する可能性があることから、1次スクリーニングにおいて衝突物として抽出

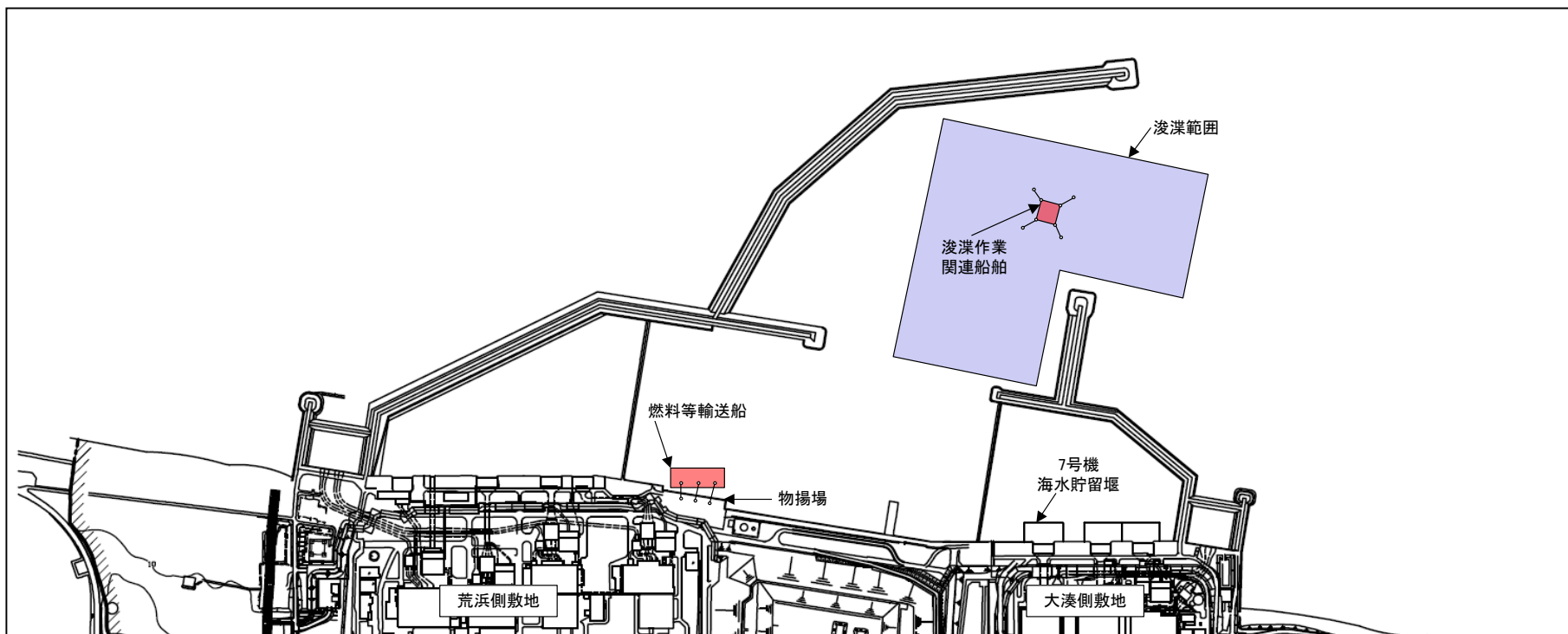


図8：燃料等輸送船及び浚渫作業関連船舶の概略配置

- 構内の陸域については、基準津波の遡上域となる範囲（図9及び図10において遡上域として示す範囲）を漂流物の調査範囲として設定
- 調査にあたっては、構内陸域を「大湊側海岸線」、「荒浜側海岸線」及び「荒浜側防潮堤内敷地（荒浜側防潮堤の損傷を想定した際の遡上域）」に区分して整理
- 各区分における施設・設備等を、「建屋」、「機器類」等に分類して、海水貯留堰への衝突有無を整理
- 整理結果を次頁以降に記載

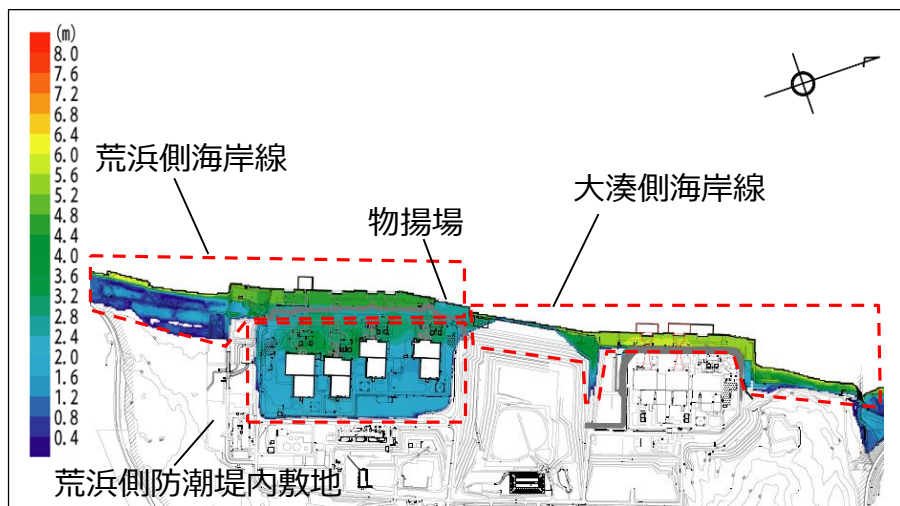


図9：発電所全体遡上域の最高水位を
与える津波による浸水深分布

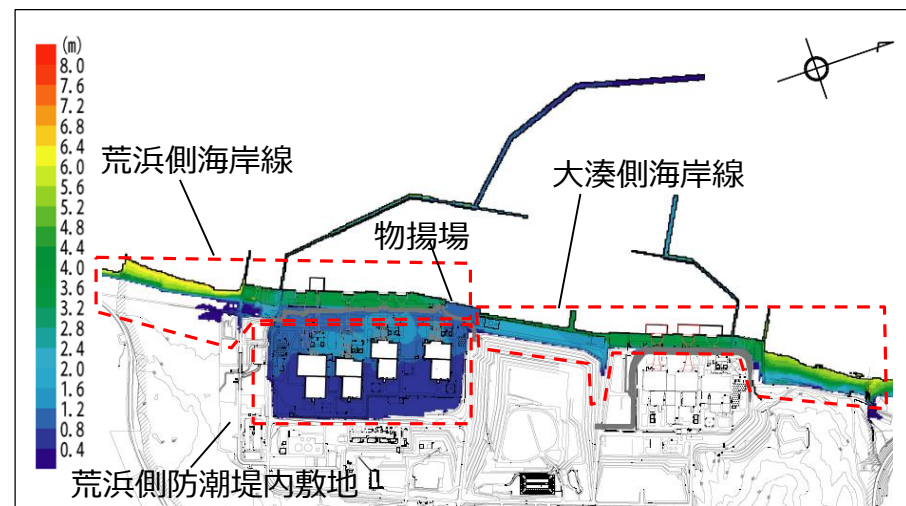


図10：荒浜側防潮堤内敷地の最高水位を
与える津波による浸水深分布

2.4.2 衝突物の抽出（1次スクリーニング；構内）～陸域「大湊側海岸線」～

表 1：「大湊側海岸線」における施設・設備等の海水貯留堰への到達有無の整理

N O.	種類		到達 有無 ※1	理由
①	建屋	鉄筋コンクリート 建屋	無	東日本大震災時に数十m移動した事例があるが、密度評価を実施し、漂流しないと整理 (参考1参照)
②		鉄骨造建屋	無	水密性が無く大きな浮力が発生しないため、建屋の形で漂流しない
③	機器類	タンク	無	大湊側海岸線にタンクは存在しない
④		タンク以外	無	該当設備はクレーン、電気・制御盤等であるが、水密性が無く漂流物とならない
⑤	車両		有	対策を施さない場合10分程度漂流するものと考えられるため、到達可能性が有ると整理 (対象：軽自動車、乗用車、中型／大型トラック、ユニック、バキューム車、小型／大型建設用車両)
⑥	資機材		有	軽量の、ユニットハウス（仮設ハウス）、足場板等については到達可能性が有ると整理
⑦	植生		無	大湊側海岸線に植生は存在しない
⑧	その他一般構築物		有	監視カメラ、拡声器、標識等について到達可能性が有ると整理

※1 到達有無が「有」となるものは、図3の「2.4 衝突物の抽出」において「YES」に進む。
到達有無が「無」となるものは、図3の「2.4 衝突物の抽出」において「NO」に進む。

2.4.2 衝突物の抽出（1次スクリーニング；構内）～陸域「荒浜側海岸線」～

表2：「荒浜側海岸線」における施設・設備等の海水貯留堰への到達有無の整理

N O.	種類		到達 有無 ※1	理由
①	建屋	鉄筋コンクリート建屋	無	軌跡シミュレーションの結果より到達しない（次頁参照）
②		鉄骨造建屋	無	水密性が無く大きな浮力が発生しないため、建屋の形で漂流しない
③	機器類	タンク	無	荒浜側海岸線にタンクは存在しない、タンク類似物としてキャスク（キャスクを積載した状態の輸送車両を含む。）が存在するが、密度より漂流しない
④			有	タンク類似物として輸送中の LLW輸送容器（LLW輸送容器を積載した輸送車両を含む。） が存在する
④		タンク以外	無	該当設備はクレーン、電気・制御盤等であるが、水密性が無く漂流物とならない
⑤	車両※2		無	軌跡シミュレーションの結果より到達しない（次頁参照）
⑥	資機材		有	軽量の、ユニットハウス（仮設ハウス）、足場板等については到達可能性が有ると整理
⑦	植生		有	敷地南側境界付近に保安林が存在する
⑧	その他一般構築物		有	監視カメラ、拡声器、標識等について到達可能性が有ると整理

※1 到達有無が「有」となるものは、図3の「2.4 衝突物の抽出」において「YES」に進む。

※2 使用済燃料輸送車両及びLLW輸送車両を含む。ただし各車両にキャスク又はLLW輸送容器が積載される状態はタンクとして取り扱う。

2.4.2 衝突物の抽出（1次スクリーニング；構内）～陸域「荒浜側海岸線」～

- 荒浜側護岸部の車両及び資機材の海水貯留堰への到達有無を軌跡シミュレーションにより確認
- 基準津波 1～3 いずれのケースでも海水貯留堰に到達する様子は確認されない
- 津波の流向も長期間一様に海水貯留堰に向かう流れではなく、海水貯留堰に到達しないと整理

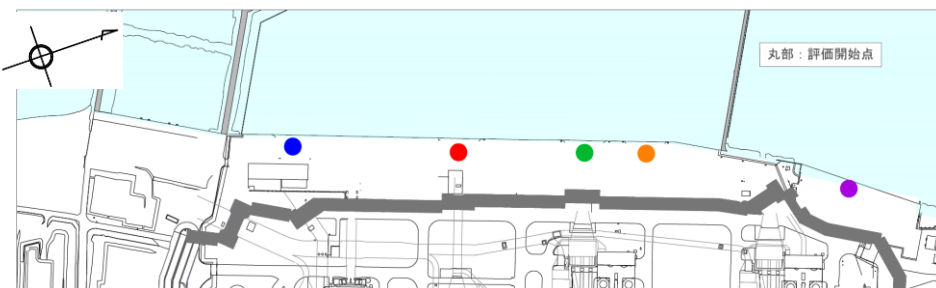


図 1 1 : 軌跡シミュレーションの初期配置

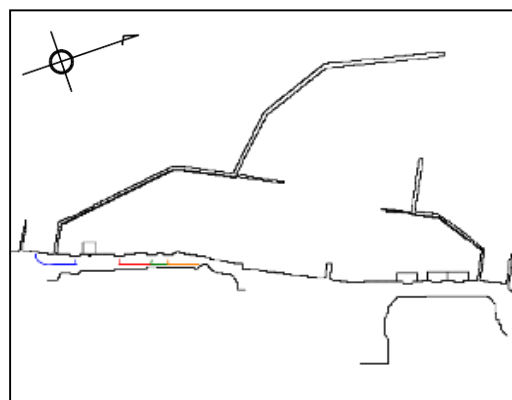
注 1) 地震発生から120分間を評価

注 2) 浸水深10cmで漂流開始とした。

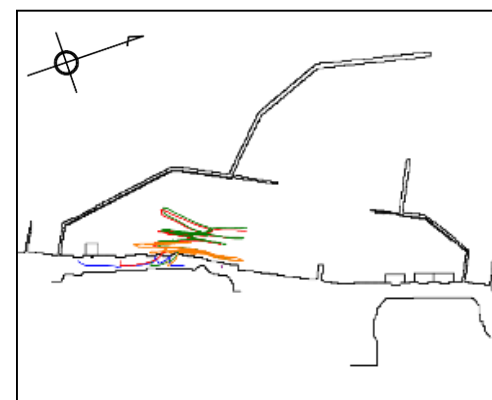
注 3) 斜面崩壊・地盤変状の有無，荒浜側防潮堤の有無、防波堤の有無のパスタを実施し，同様の結果となることを確認



基準津波 1



基準津波 2



基準津波 3

図 1 2 : 荒浜側護岸部各地点を起点とした軌跡シミュレーション結果
〔「斜面崩壊・地盤変状；無，防潮堤；有，防波堤；有」を代表ケースとして記載〕

2.4.2 衝突物の抽出（1次スクリーニング；構内）～陸域「荒浜側防潮堤内敷地」～ **TEPCO**

表 3 : 「荒浜側防潮堤内敷地」における施設・設備等の海水貯留堰への到達有無の整理

N O.	種類		到達有無※1	理由
①	建屋	鉄筋コンクリート建屋	無	護岸部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。参考として軌跡シミュレーションを実施し海水貯留堰に到達しないことを確認（次頁参照）
②		鉄骨造建屋	無	水密性が無く大きな浮力が発生しないため、建屋の形で漂流しない
③	機器類	タンク	無	護岸部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。参考として軌跡シミュレーションを実施し海水貯留堰に到達しないことを確認（次頁参照）
④		タンク以外	無	該当設備はクレーン、電気・制御盤等であるが、水密性が無く漂流物とならない
⑤	車両		無	護岸部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。参考として軌跡シミュレーションを実施し海水貯留堰に到達しないことを確認（次頁参照）
⑥	資機材		無	護岸部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。参考として軌跡シミュレーションを実施し海水貯留堰に到達しないことを確認（次頁参照）
⑦	植生		無	荒浜側防潮堤内敷地に植生は存在しない
⑧	その他一般構築物		無	護岸部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。参考として軌跡シミュレーションを実施し海水貯留堰に到達しないことを確認（次頁参照）

※1 到達有無が「無」となるものは、図 3 の「2.4 衝突物の抽出」において「NO」に進む。

2.4.2 衝突物の抽出（1次スクリーニング）～陸域「荒浜側防潮堤内敷地」～

- 荒浜側防潮堤内敷地の施設・設備が漂流物となった場合の海水貯留堰への到達有無を軌跡シミュレーションにより確認
- 基準津波 1 ～ 3 いずれのケースでも海水貯留堰に到達する様子は確認されない
- 津波の流向も長期間一様に海水貯留堰に向かう流れではないため、海水貯留堰に到達しないと整理

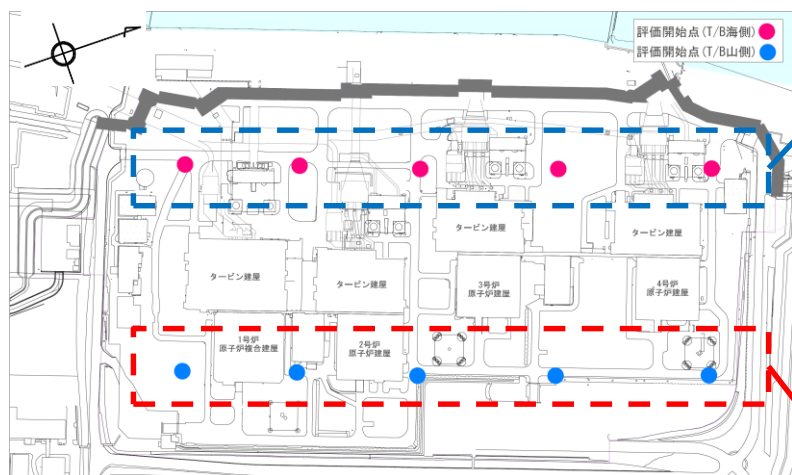


図 1 3 : 軌跡シミュレーションの初期配置

- 注 1) 地震発生から120分間を評価
 注 2) 保守的に浸水深10cmで漂流開始とした。
 注 3) 基準津波2及び3の場合でも、同様の結果となることを確認

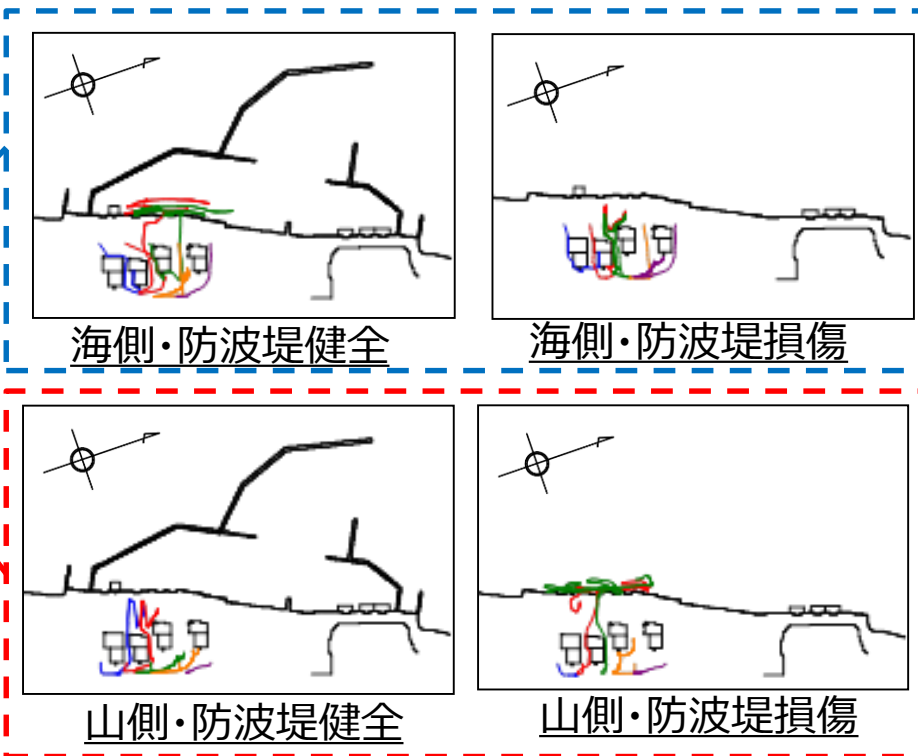


図 1 4 : 荒浜側防潮堤内敷地各地点を起点とした軌跡シミュレーション結果
 (基準津波 1 を代表として記載)

2.4.3 衝突物の抽出（1次スクリーニング；結果まとめ）

- 1次スクリーニングの結果，表4に示す漂流物を海水貯留堰への衝突物として抽出
- 「2次スクリーニング対象」とした漂流物について，漂流物化防止対策の検討結果を踏まえ海水貯留堰への到達有無を評価する。

表4：1次スクリーニング結果まとめ

設置場所情報			種類	内容・名称・構造等	重量	2次スクリーニング対象※1
海域/陸域	構内/構外	場所				
海域	構外	発電所周辺	船舶	発電所近傍で航行不能となった漁船	15t 未満	×
	構内	発電所港湾内		燃料等輸送船	総トン数 約5,000t	○
				浚渫作業関連船舶	総トン数 約500t	○
				港湾設備保守点検作業船（大湊側港湾内のゴムポート含む。）	30t 未満	△
				海洋環境監視調査作業船	30t 未満	○
				温排水水温調査作業船（大湊側港湾内のゴムポート含む。）	15t 未満	△
陸域	構外	発電所周辺	—	対象無し	—	—
	構内	大湊側海岸線	車両	対象：軽自動車，乗用車，中型／大型トラック，ユニック，バキューム車，小型／大型建設用車両	約0.7t～約45t	△
			資機材	ユニットハウス	1t 未満	×
				角材，足場板，ホース，カラーコーン	数kg	○
		一般構築物	監視カメラ，拡声器，標識	数kg	○	
		荒浜側海岸線	タンク	LLW輸送容器	約1.2t	○
				LLW輸送容器を積載した車両	約19t	○
			資機材	ユニットハウス	1t 未満	×
				角材，足場板，ホース，カラーコーン	数kg	○
		植生	保安林	約140kg※2	×	
		一般構築物	監視カメラ，拡声器，標識	数kg	○	
荒浜側防潮堤内敷地	—	対象無し	—	—		

※1 「○」は2次スクリーニング対象を示し，「△」は一部設備・施設等が2次スクリーニング対象となることを示す。なお，「○」となるものは図3の「2.5 衝突物の整理」において「YES」に進み漂流物化防止対策等を実施する。「×」となるもの及び「△」となるものの一部は「NO」に進み衝突荷重評価を実施する。

※2 構内陸上遡上域の植生調査結果（平均直径17.0 cm，平均樹高7.4m）を元に，建築空間の緑化手法（1985）の算定式により設定

- 構内海域に存在する、「燃料等輸送船」、「浚渫作業関連船舶」及び「その他作業船」について以下のとおり漂流物化防止対策を実施する。

【燃料等輸送船】

- 襲来までに時間的な余裕がある津波（基準津波1及び2）に対しては緊急退避が可能
- 時間的な余裕がない津波（基準津波3）に対しては、津波発生時に「荷役」行程中であった場合、緊急退避ができない可能性があるが、以下の理由から航行不能とはならず、第一波経過後に退避が可能
 - 津波高さと同水位の関係から、岸壁を超えない。
 - 岸壁に接触しても防げん材を有しているとともに、二重船殻構造等十分な船体強度を有する。
 - 船舶内に人員が常駐している。

⇒ 燃料等輸送船は海水貯留堰に到達しないと整理

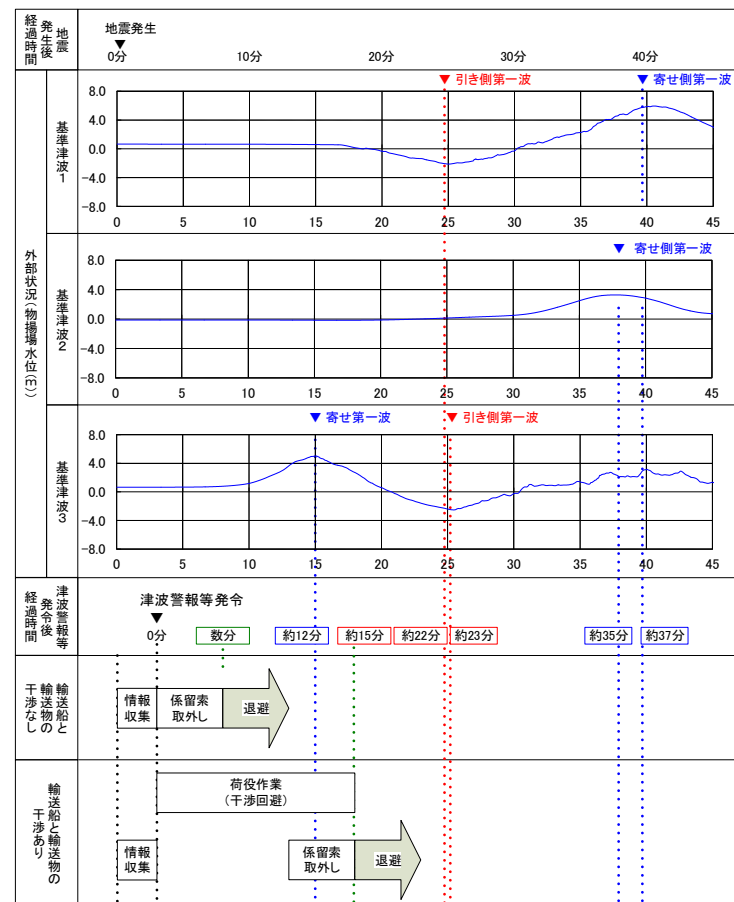


図 1 5 : 燃料等輸送船の退避に係る時系列

【浚渫作業関連船舶】

- 浚渫作業関連船舶としては、「浚渫船」、「揚錨船」、「曳船」及び「土運船」が該当
- 「浚渫船」はストックアンカーにて係留
- 「揚錨船」及び「曳船」は状況に応じて退避するか、浚渫船に係船
- 「土運船」については、基本的に「浚渫船」に係船
- 海象条件が悪い場合は、土運船が港湾内で単独で待機している状況があるが、その際は、土運船は、事前に海中に沈めた重りに係留

⇒ 浚渫作業関連船舶は海水貯留堰に到達しないと整理

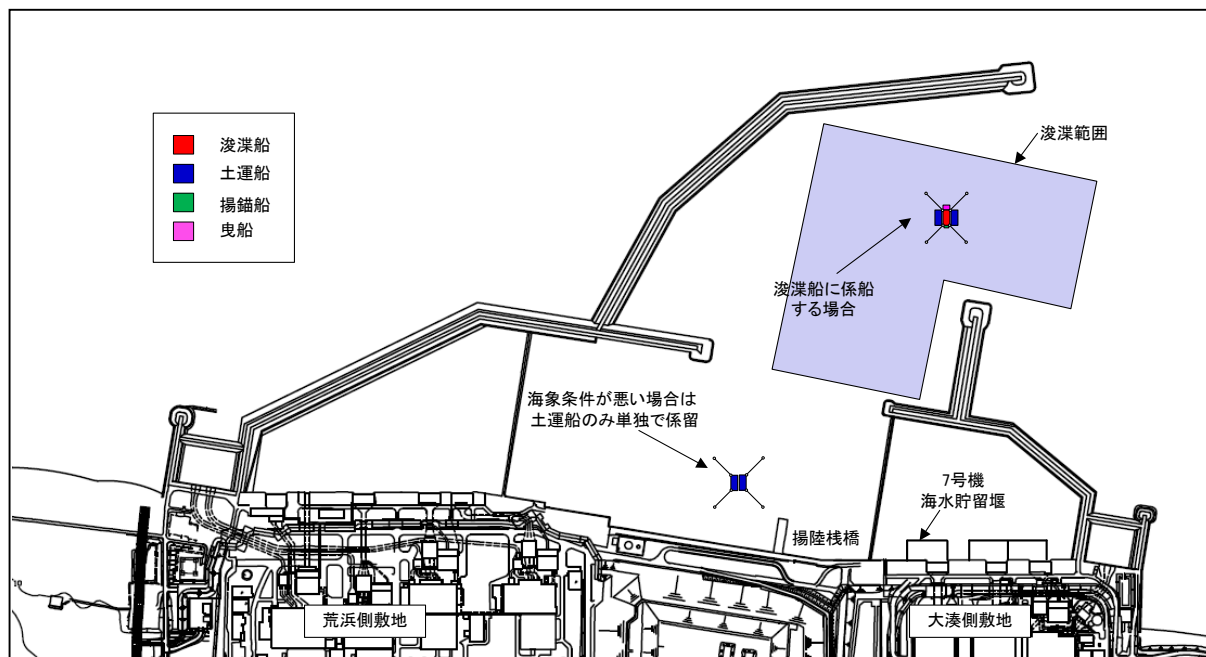


図16：浚渫作業関連船舶の津波時の配置

2.5.1 衝突物の整理（2次スクリーニング；船舶）～「その他作業船」～

漂流物衝突によるリスクを低減するため、港湾内作業船に対して以下の対策を実施

- 港湾内の作業船舶は、「大湊側港湾内」、「発電所全体港湾内又は「港湾外（発電所付近）」で作業を実施（図17参照）
- 「発電所全体港湾内」又は「港湾外（発電所付近）」で作業する船舶は、到達が早い基準津波3に対しても沖合1.5kmまで（あるいは構外の海岸に）退避可能であるため（図18参照），津波時には港湾内から退避する運用とする。
- 「大湊側港湾内」で作業する船舶は退避できない可能性を考慮し，剛性が小さいゴムボートを使用する運用とする。

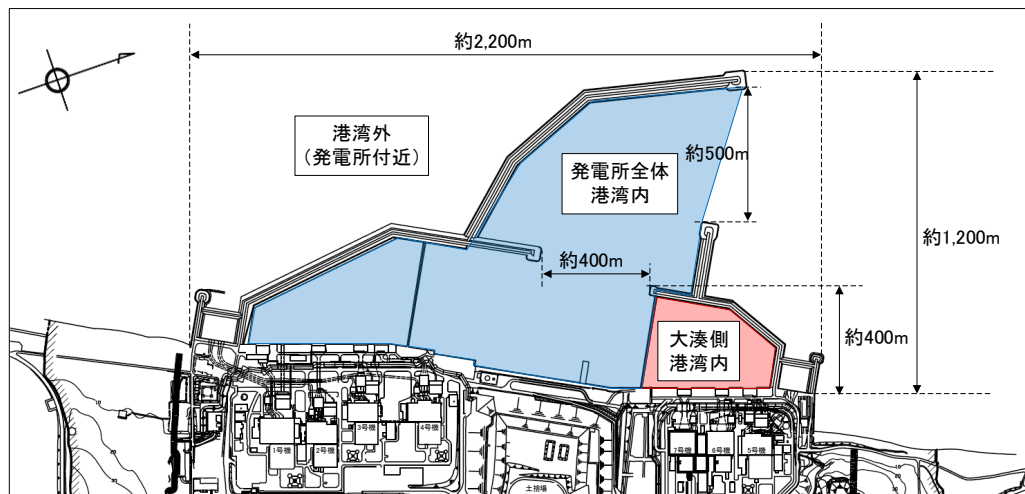


図17：港湾内作業船の作業エリア分類

⇒ 「大湊側港湾内」で作業するゴムボートのみ衝突するものとして抽出

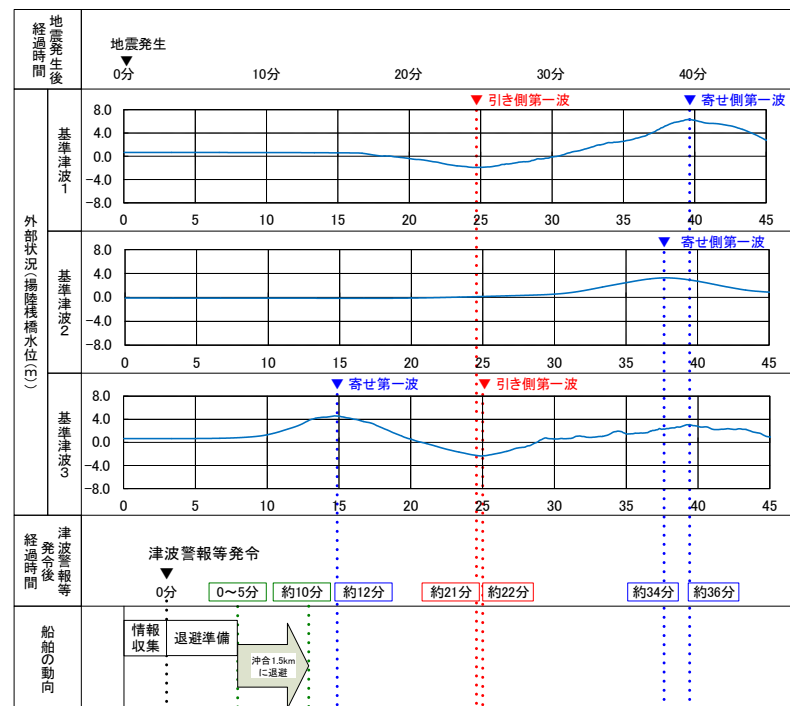


図18：港湾内作業船の退避に係る時系列

2.5.2 衝突物の整理（2次スクリーニング；車両）

- 大湊側海岸線の車両として、図19に示す範囲に駐停車する車両を抽出
- 当該範囲に駐停車する車両について、図20のフローに基づき運用を選択し、漂流物衝突によるリスク低減を図る。（車種ごとに適用する運用を次頁に示す。）

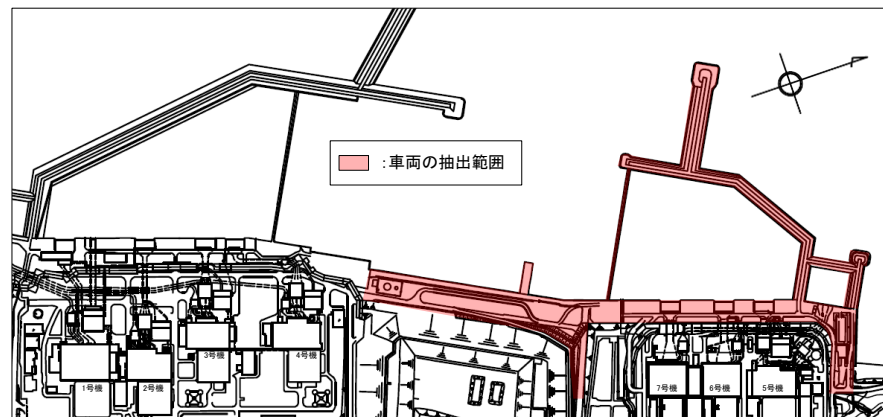


図19：車両の抽出範囲

表5：大湊側護岸部に駐停車する車両に対して定める運用

No.	運用名称	運用詳細
①	密度評価	車両密度評価を実施し、密度が $1.05\text{t}/\text{m}^3$ *より大きいことを確認する。
②	衝突荷重評価	保守的となる衝突荷重算定式を選択した上で衝突荷重評価を実施し、海水貯留堰の機能に影響が無いことを確認する。
③	代替車両の利用	分類No.①又は②で整理される車両で代替する。
④	退避時気相部開放	津波警報発令時に、気相部を開放（窓、扉及びタンクを開放）した上で人員が退避する。 （運用詳細については参考2-1、2-2参照）
⑤	停車時間制限	人員及び機材の積み下ろし時のみ図19の範囲に停車を可とする。万一護岸部に停車している期間に津波警報が発令された場合は、④気相部開放を適用する。

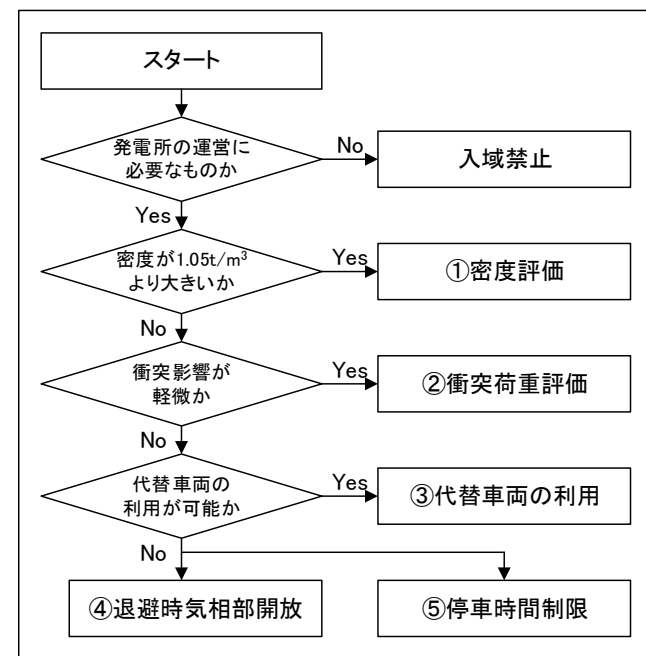


図20：車両運用選択フロー

*津波時の浮遊砂濃度を保守的に1%と設定した場合の海水密度

2.5.2 衝突物の整理（2次スクリーニング；車両）

表6：大湊側護岸部に駐停車する車両の抽出結果（車種ごとの代表例）及び適用する運用の一覧

車種	用途	適用する運用の分類	車両重量[t]	気相部開放無し時の密度[t/m ³]	気相部開放有り時の密度[t/m ³]
小型建設用車両 (スキッドローダー, 高所作業車等)	汚泥集積	①密度評価	1.07	3.26	不要
軽自動車	人員/資機材運搬	②衝突荷重評価	0.83	0.25	選択しない
乗用車	人員運搬	③代替車両（軽自動車）の利用 (困難な場合は⑤停車時間制限)	2.00	0.28	3.26
中型トラック	資機材運搬	③代替車両（軽自動車又は大型トラック）の利用 (困難な場合は④退避時気相部開放)	4.02	0.80	2.55
ユニック	設備吊り上げ	③代替車両（大型建設用車両）の利用 (困難な場合は④退避時気相部開放)	5.11	0.97	2.81
大型トラック（トレーラー含む）	資機材運搬	①密度評価	9.70	1.36	不要
バキューム車	汚泥集積	③代替車両（大型建設用車両）の利用 (困難な場合は④退避時気相部開放)	6.18	0.51	1.37
大型建設用車両 (クレーン, 高所作業車等)	設備吊り上げ等	①密度評価	7.32	1.18	不要

※ 大湊側護岸部の主要作業（取水路等点検作業）の至近実績から縦軸をリストアップ

- ⇒ ・軽自動車以外は、密度評価あるいは運用対策の実施により海水貯留堰に衝突しないものと整理
- ・軽自動車のみ海水貯留堰に衝突する可能性があるものとして抽出

【タンク（LLW輸送容器）】

- LLW輸送容器については、空や内容物が軽量の場合は漂流物となる可能性があるため、LLW輸送車両と固縛し、空の容器の場合であれば4t以上の重りを積載する。地震後の周辺地盤の変状等の理由でやむを得ず車両を残置する場合は、車両の窓をあけて退避することで、漂流物化させない運用を実施する。

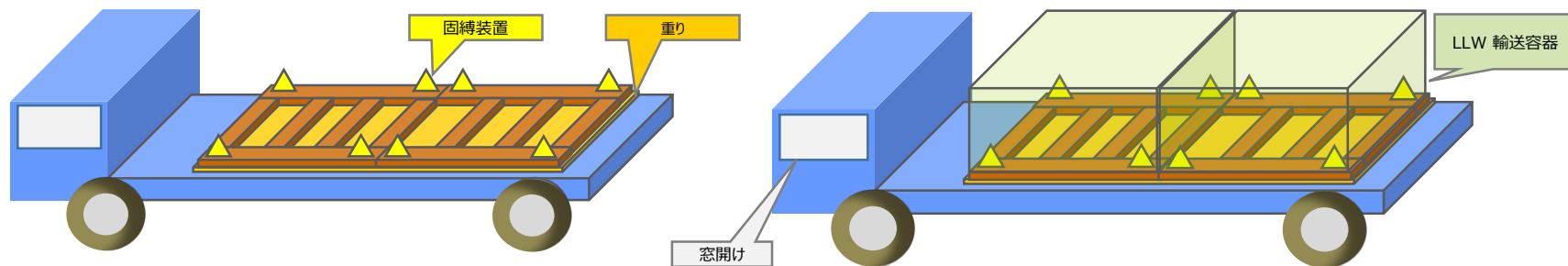


図 2 1：LLW輸送車両の漂流物化防止対策イメージ図

【その他資機材，一般構築物】

- 海水貯留堰に衝突する可能性があるその他資機材として、ユニットハウス，角材，足場板，ホース及びカラーコーンに加え，一般構築物として，監視カメラ，拡声器及び標識が挙げられる。
- ユニットハウス以外の設備については，重量が数kg程度であり，重量及び大きさ共にユニットハウスに包含される。

⇒その他資機材，一般構築物としては，「ユニットハウス」を代表として衝突荷重を評価する。

2.6 サイト特性に関する整理 ～ソリトン分裂～

- 漂流物が砕波のような特殊な形態の波に乗った場合、衝突荷重に影響を及ぼす可能性について検討する。
- 発電所のサイト特性を踏まえ、津波が上記のような特殊な形態となる範囲を「ソリトン分裂の発生位置」及び「引き波時の港湾内海底露出範囲」を考慮して設定
- 各漂流物について、その初期配置と上記範囲の関係を整理

【ソリトン分裂及び砕波に関する整理】

- 基準津波の波形等から砕波が発生するような段波形状は見られない。
- 水面勾配は最大で 2.57° であり、松山ら（2005）における水面勾配の砕波限界 $30^\circ\sim 40^\circ$ に比べ十分小さい
- 上記より、ソリトン分裂及び砕波は発生しないことから、衝突荷重に影響を与える可能性は小さいと考えられる。
（詳細については参考3-1～3-4参照）
- 検討結果を踏まえ、2.8及び2.9の漂流物荷重算定式の整理を実施する。

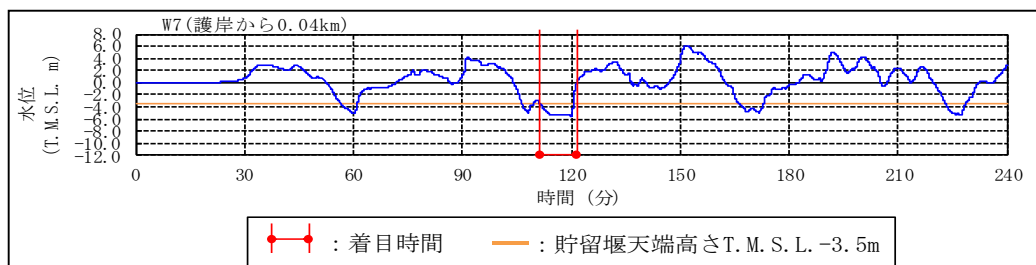


図 2 2 : 最大水面勾配が確認された時刻（基準津波 2, 118分）

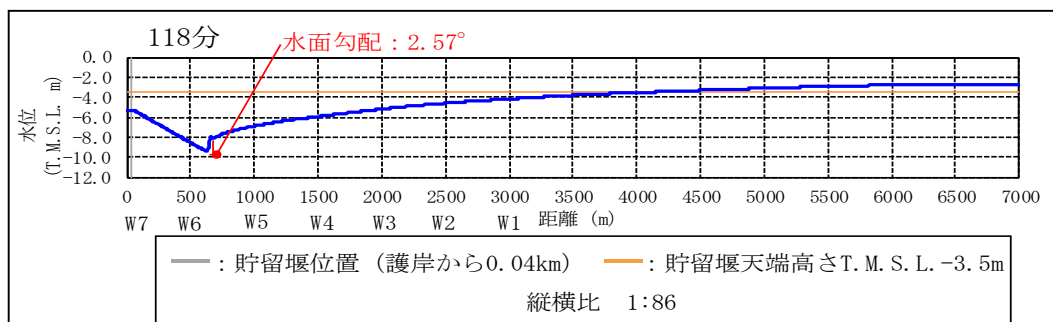


図 2 3 : 最大水面勾配が確認された時刻の津波波形（空間分布）

【引き波時の港湾内海底露出範囲の整理】

- 柏崎刈羽原子力発電所の基準津波の特徴として、引き波時に港湾内の海底が露出する。
- 漂流物の初期配置が上記港湾内の露出域であった場合、特殊な形態の波に乗った状況となり、各種文献で被衝突体の直近に漂流物を設置し、段波を作用させる状況と同様となる可能性がある。
- 引き波時の海底露出域は沖合約600m程度まで確認される。

⇒港湾内の露出域の範囲が各種文献における直近に対応すると考えられるが、港湾設備の位置関係を踏まえ、保守的に発電所港湾内を特殊な形態の波により漂流物が移動する範囲として設定

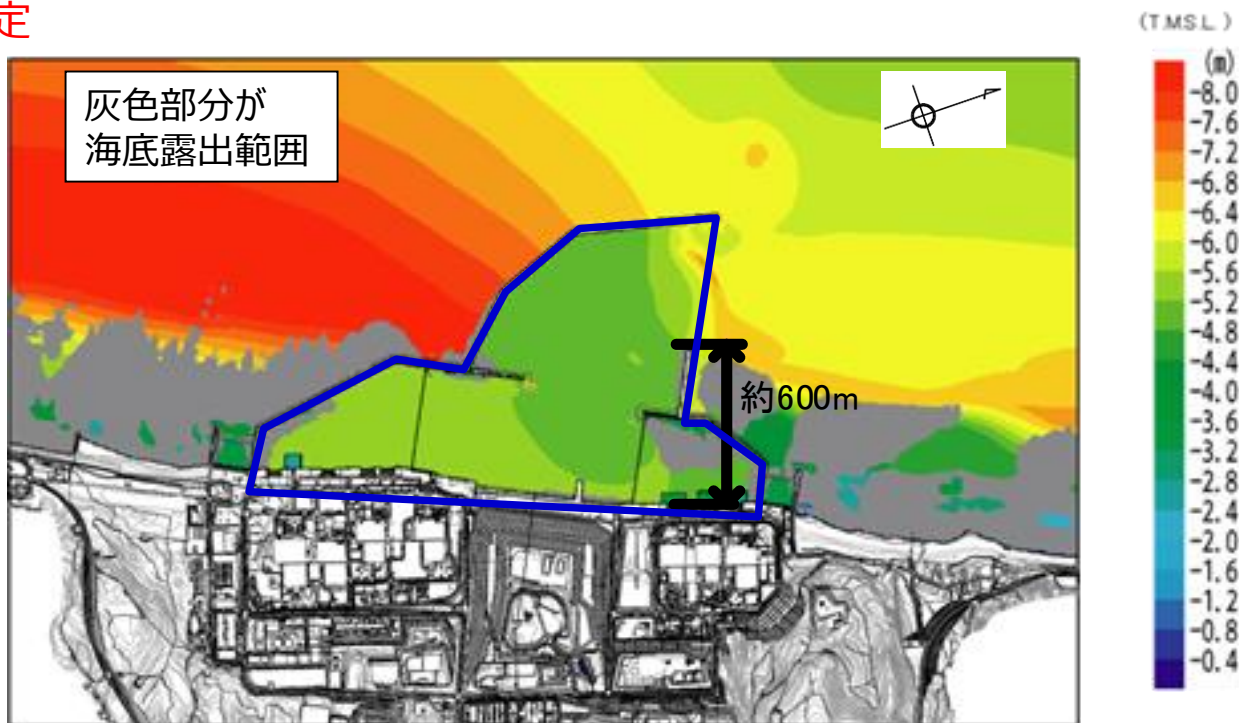


図 2 4 : 引き波による港湾内海底の露出範囲 (基準津波 2)

2.7 衝突荷重を算定する衝突物の整理

- 2次スクリーニングの結果, 表7に示す漂流物を衝突荷重を算定する衝突物として整理
- 前述のサイト特性を考慮し, 初期配置を以下のとおり整理
 - ✓ 特殊な形態の波により漂流物が移動する範囲
 - 護岸部津波遡上域 ⇒ 「直近（陸域）」
 - 発電所全体港湾内 ⇒ 「直近（海域）」
 - ✓ 波の表面を漂流物が移動する範囲
 - 港湾外 ⇒ 「前面海域」

表7：衝突荷重を算定する
衝突物整理表

種類	内容・名称	重量	初期配置
船舶	作業船 (ゴムボート)	1.0t 未満	直近 (海域)
	航行不能 船舶	15t 未満	前面 海域
資機材	ユニットハウス	1.0t 未満	直近 (陸域)
車両	軽自動車	1.0t 以下	直近 (陸域)
植生	流木	約140kg	前面 海域

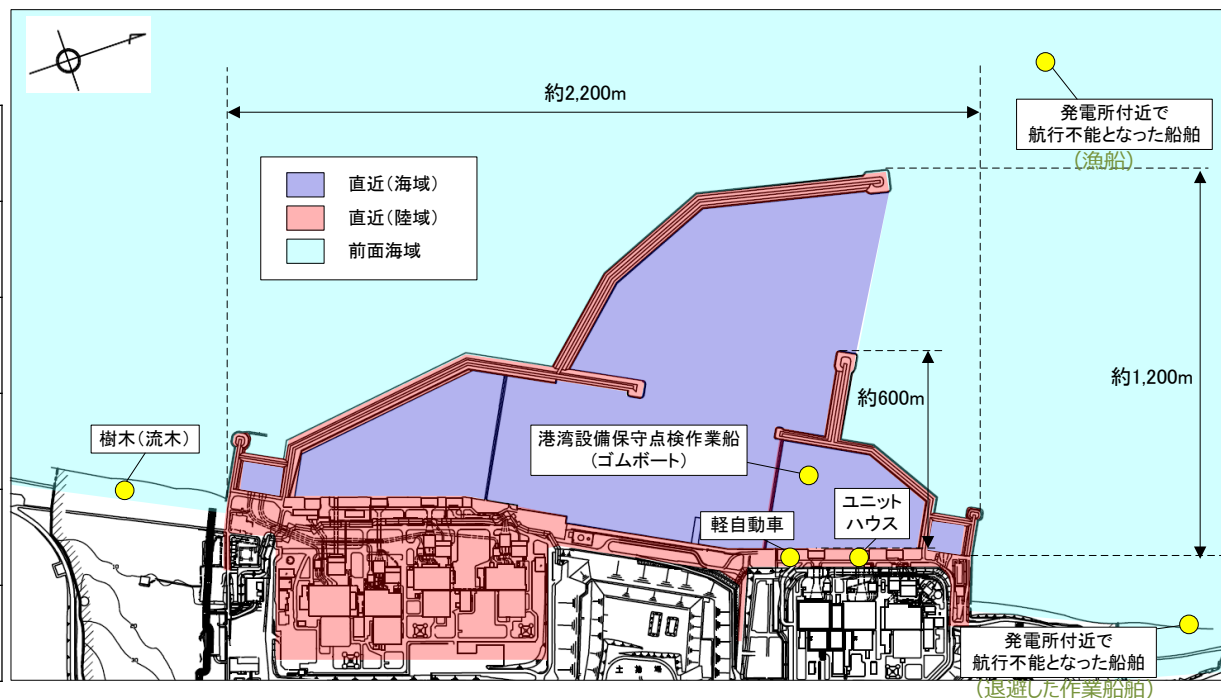


図25：衝突荷重を算定する衝突物の初期配置

2.8 既往の漂流物衝突荷重算定式の適用性の整理

- 既往の漂流物衝突荷重算定式について、各式導出にあたって実施した実験の条件に加え、前記で整理した衝突荷重を算定する衝突物の種類、初期配置等を踏まえ、各式の適用性を以下のとおり整理

表 8：既往の漂流物衝突荷重算定式及び適用性の整理

出典	種類	記載概要	適用性
松富ほか (1999)	流木	<ul style="list-style-type: none"> 円柱形状の流木が縦向きに衝突する場合の衝突荷重算定式を提案 水理模型実験及び空中衝突試験において、流木を被衝突体の前面に設置した状態で衝突させている。 	実現象を再現するパラメータを適切に定める必要があるという課題はあるものの、「直近（陸域）又は「直近（海域）」からの流木に対して適用可能と判断する。
池野・田中 (2003)	流木	<ul style="list-style-type: none"> 円柱、角柱及び球の形状をした木材による漂流物の衝突荷重算定式を提案 衝突体を被衝突体の前面に設置した状態で衝突させている。 	実験の模型縮尺（1/100）を考慮すると、原子力発電所における漂流物衝突事象への適用は困難と判断する。
道路橋 示方書 (2002)	流木 等	<ul style="list-style-type: none"> 橋（橋脚）に自動車、流木あるいは船舶等が衝突する場合の漂流物の衝突荷重算定式を提案 漂流物が流下（漂流）してきた場合に、表面流速を与えることで漂流流速に対する荷重を算定可能 	漂流物流下（漂流）してきた場合を想定している算定式であり、「前面海域」からの漂流物に対して適用可能と判断する。
FEMA (2012)	流木 コンテナ	<ul style="list-style-type: none"> 非減衰系の振動方程式に基づき導出した荷重算定式を提案 適用にあたっては、個別の漂流物に対して軸剛性を適切に定める必要がある。 	実現象を再現する軸剛性を適切に定める必要があるという課題はあるものの、「直近（陸域）又は「直近（海域）」からの漂流物に対して適用可能と判断する。
水谷ほか (2005)	コンテナ	<ul style="list-style-type: none"> 漂流するコンテナによる漂流物の衝突荷重算定式を提案 被衝突体の直近のエプロン上にコンテナを設置した状態で衝突させている。 	エプロン上にコンテナを設置して衝突力を求めるという特殊な実験により得られた式であり、柏崎刈羽原子力発電所において想定している状況と異なるため、適用は困難と判断する。
有川ほか (2007, 2010)	流木 コンテナ	<ul style="list-style-type: none"> 鋼製構造物（コンテナ等）による漂流物の衝突荷重を提案 コンテナを被衝突体の前面に設置した状態で衝突させている。 	剛性に係る「k」値を設定することが困難であるため、「k」値が実験で直接確認されている流木以外への適用は困難と判断し、「直近（陸域）又は「直近（海域）」からの流木に対して適用可能と判断する。

■ 各衝突物に適用する衝突荷重算定式を以下のとおり整理

【船舶】

- ・港湾設備保守点検作業船（ゴムボート）
⇒「直近（海域）」からの漂流物であるため，FEMA（2012）を適用
- ・発電所付近で航行不能となった船舶
⇒「前面海域」からの漂流物であるため，道路橋示方書（2002）を適用

【資機材】

- ・ユニットハウス
⇒「直近（陸域）」からの漂流物であるため，FEMA（2012）を適用

【車両】

- ・軽自動車
⇒「直近（陸域）」からの漂流物であるため，FEMA（2012）を適用

【植生】

- ・流木
⇒「前面海域」からの漂流物であるため，道路橋示方書（2002）を適用

2.10 荷重算定における設計上の配慮

① 漂流物衝突速度

⇒大湊側港湾内全域における海水貯留堰方向の最大流速5.64m/sを切り上げ6.0m/s

② 衝突荷重を作用させる標高

⇒最も厳しくなる海水貯留堰天端に衝突荷重を作用させる

③ 津波荷重と漂流物衝突荷重の組合せ

⇒保守的に津波の最大荷重（越流直前の波力）と漂流物による最大荷重が同時に作用と仮定

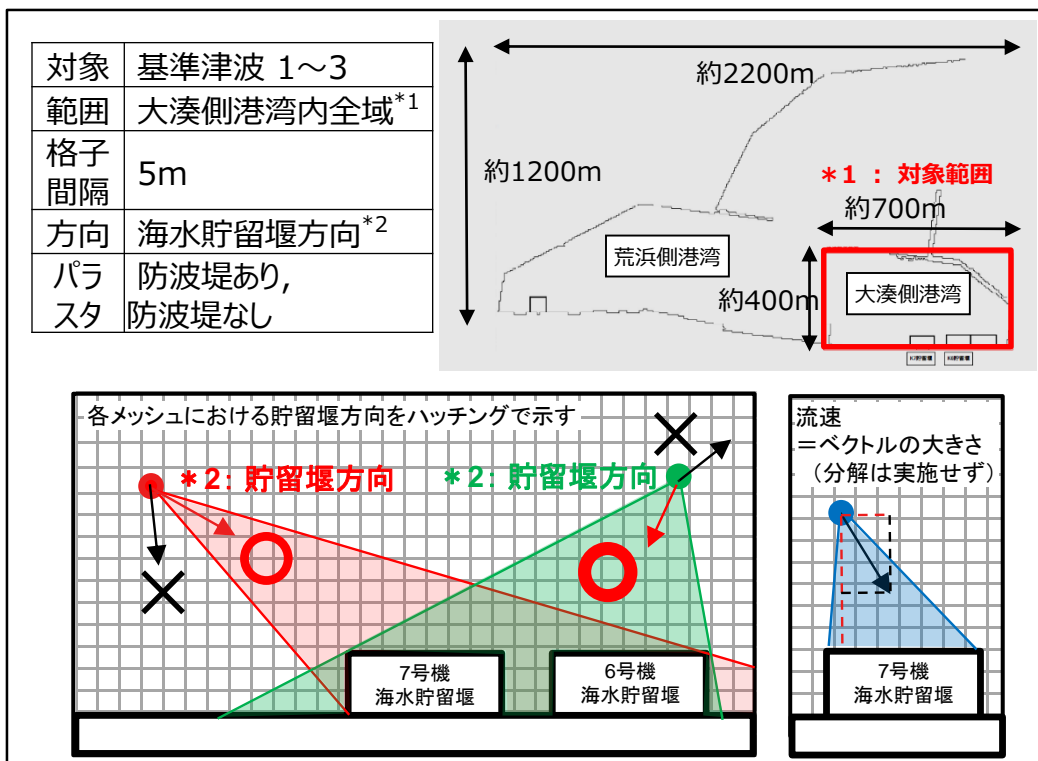


図 2 6 : 津波流速設定条件

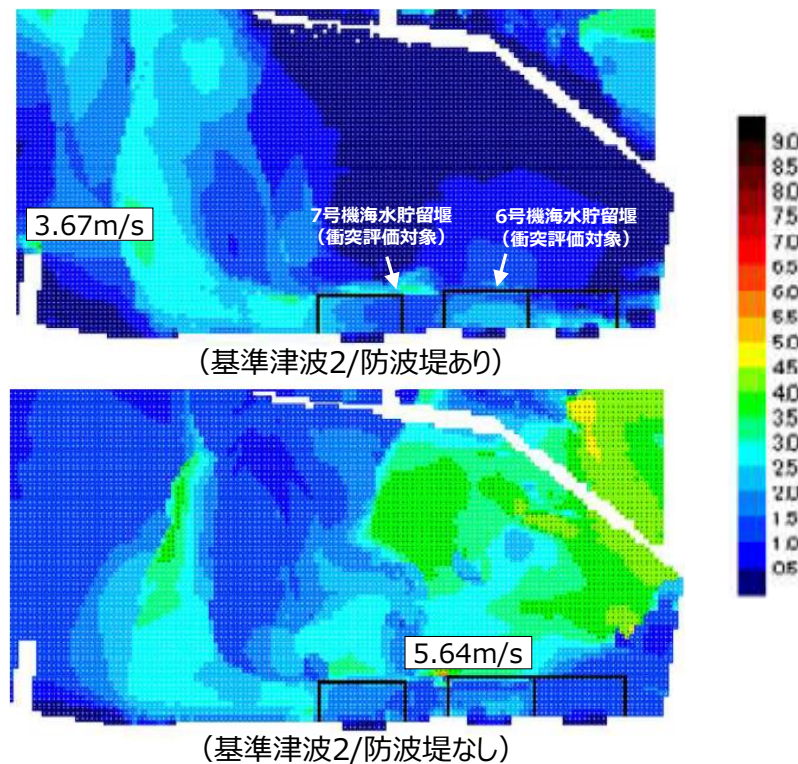


図 2 7 : 大湊側港湾内最大流速分布 (基準津波2)

*対象とする基準津波1～3のうち、最大流速を抽出した基準津波2の最大流速分布を示す

2.11 漂流物衝突荷重の算定

- 前述の方針に従い算出した衝突荷重は以下のとおり。
- 荷重が最大となる、「軽自動車 – FEMA (2012) ; 499 kN」を海水貯留堰の設計に用いる漂流物衝突荷重とする。

表 9 : 漂流物衝突荷重の算定結果

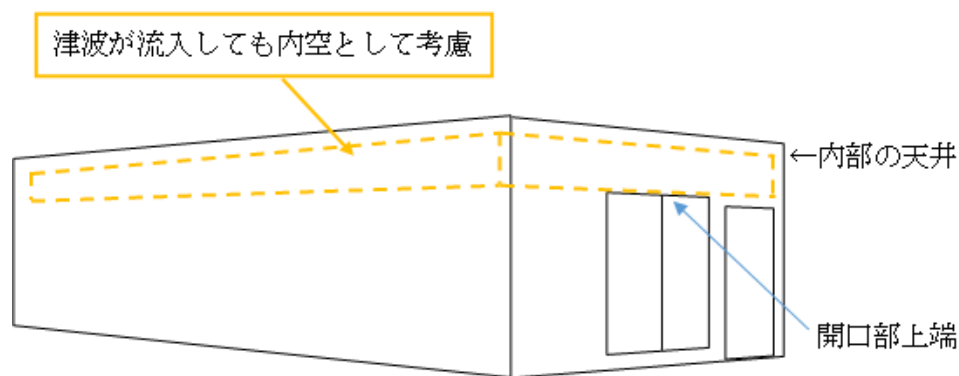
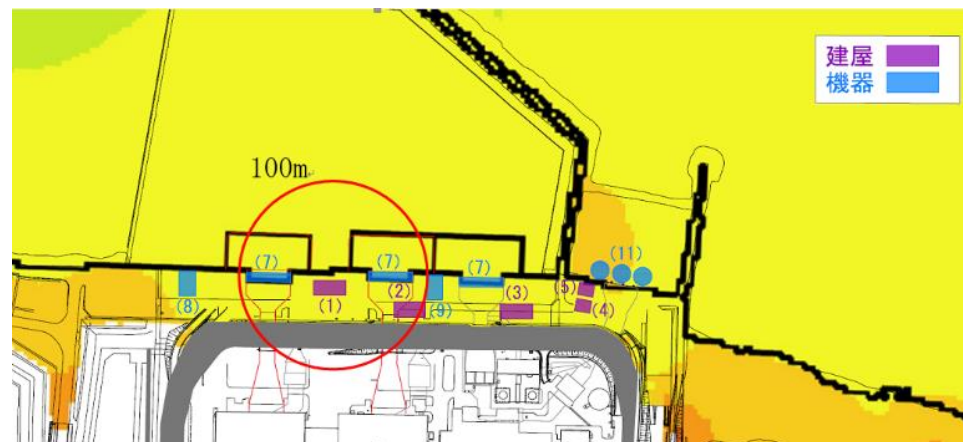
種類	内容・名称・構造	重量	初期配置	適用式	漂流物衝突荷重 [kN]
船舶	港湾設備保守点検作業船 (ゴムボート)	1.0 t 未満	直近 (海域)	FEMA (2012)	– ※1
	発電所近傍で航行不能と なった船舶	15 t	前面海域	道路橋示方書 (2002)	89
資機材	ユニットハウス	1.0 t 未満	直近 (陸域)	FEMA (2012)	– ※2
車両	軽自動車	1.0 t	直近 (陸域)	FEMA (2012)	499
植生	樹木 (流木)	140 kg	前面海域	道路橋示方書 (2002)	1
				FEMA (2012)	(参考値) 143※3

※ 1 ゴムボートの軸剛性が不明であるが、軽自動車よりも剛性が小さいと考えられるとともに、重量も軽自動車より小さいため、軽自動車の評価結果に包含されると整理

※ 2 ユニットハウスの軸剛性が不明であるが、軽自動車よりも剛性が小さいと考えられるとともに、重量も軽自動車より小さいため、軽自動車の評価結果に包含されると整理

※ 3 参考として、FEMA (2012) を適用した場合の荷重を記載

- 鉄筋コンクリート建屋については，東北地方太平洋沖地震に伴う津波の事例から，保守的に取水口位置から100mの範囲の鉄筋コンクリート建屋について漂流物化の検討を行った。
- 抽出された6/7号機取水電源室は，図参考1-1に示すようにドアや窓等の開口部の上端から天井までの空間に空気の層が残り，浮力として作用することを考慮したとしても，密度は 1.2t/m^2 以上となり，漂流物とはならないことを確認した。



図参考1-1：鉄筋コンクリート建屋の漂流物化検討

【運用の概要】

大湊側護岸部に車両を駐停車する場合であって、津波警報発令時に車両による退避が困難な場合は、気相部開放措置（窓を全開にする、ドアを開放する、タンク蓋を開放する。）した上で人員が退避すること。

【適用可能な対象車両】

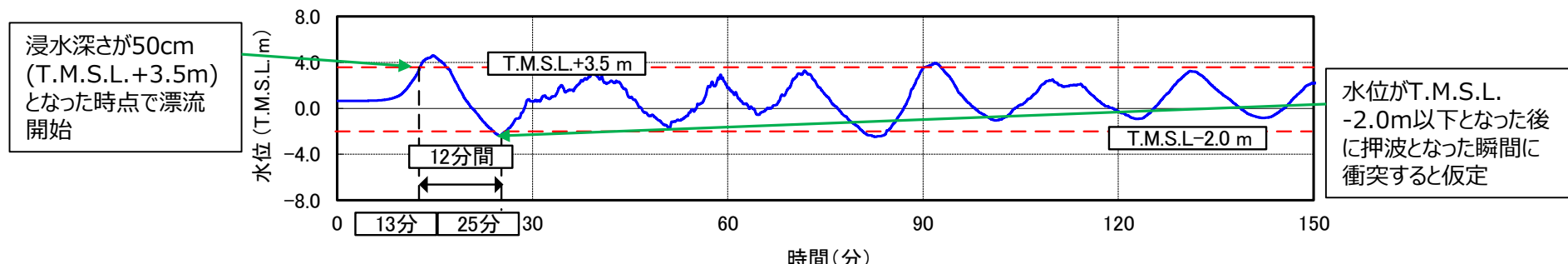
中型トラック、ユニック、バキューム車

【運用の前提条件】

本運用を適用する場合は、気相部開放措置を実行可能な作業者を常に車両の付近に配置する体制とする。（ただし、車両操作等との兼務は可とする。）

【車両の水没時間と衝突時間の関係】

- JAFの実施した試験映像より、気相部開放運用を適用した場合、遅くとも浸水後7分経過時点で車両は水没する。
- 基準津波波形より、押波により車両が漂流し、引き波で海域に流出し、次の押波で海水貯留堰に衝突するまでは少なくとも12分間は要する。
- 気相部開放運用を実施することにより、貯留堰に衝突するまでに車両を水没させることが可能となる。



図参考2-1：衝突時間の整理（基準津波3の揚陸栈橋における時刻歴波形を代表として記載）

【参考2-2】バキューム車の退避時気相部開放運用について

- バキューム車については、退避時気相部開放運用として、タンクカバーの開放も実施
- タンクカバー開放完了までに要する時間は約5分であり、完了後に退避するとしても、津波の到達までに十分な時間余裕がある。

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。

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。

＜タンクカバー開放手順＞

- ① (C) カバー手動ロックを解除
 - ② 運転席にてPTOスイッチオン
 - ③ (D) カバー開放レバー操作
- ※開放完了まで約5分

図参考2-2：バキューム車の退避時気相部開放運用イメージ

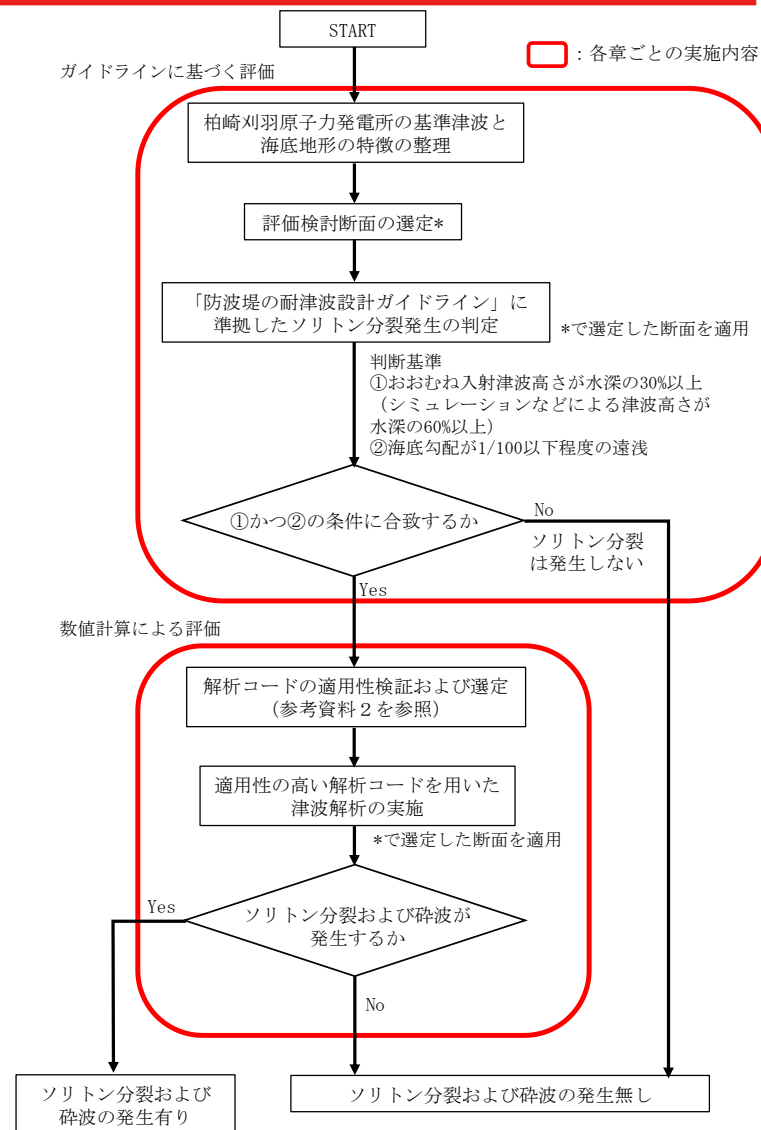
【参考3-1】ソリトン分裂に係る検討 ～概要・検討方針～

【概要】

- 漂流物が分裂波または砕波が発生するような波に乗った場合、漂流物の衝突荷重に影響を及ぼす可能性があることから、津波による分裂波及び砕波の発生の有無を確認する。
- 過去の事例では、日本海側では日本海中部地震（1983）の際に、海底勾配1/200程度の遠浅海岸で、ソリトン分裂が発生したとしている。
- 柏崎刈羽原子力発電所敷地周辺の海域については、ソリトン分裂波は観測されていない。

【検討方針】

- 図参考3-1の検討フローに従って、検討を行う。
- 第一ステップとして、「防波堤の耐津波設計ガイドライン」に基づく評価を実施する。
なお、ガイドラインでは、津波と海底地形の特徴からその発生有無を判定する方法が示されている。
- ガイドラインに基づく評価により、ソリトン分裂が発生する可能性がある場合や局所的に海底勾配が緩やかであることが認められる場合については、数値計算による評価を実施する。



図参考3-1：検討フロー

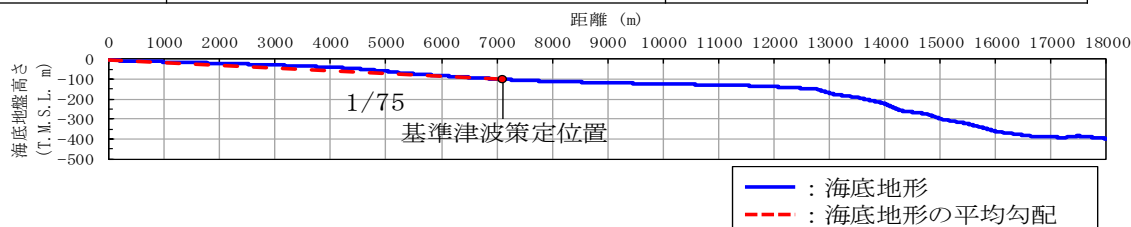
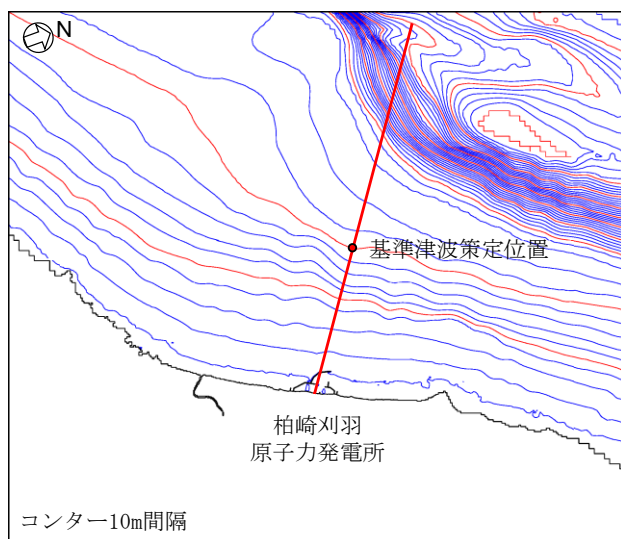
【検討概要】

■ 以下の2つの条件について当てはまるか否かを検討する。

- ① おおむね入射津波高さが水深の30%以上（シミュレーション等による津波高さが水深の60%以上）
- ② 海底勾配が1/100以下程度の遠浅

表参考3-1：7号機取水口前面における津波高さと水深の関係

	a 海底地盤高さ	b 潮位	c シミュレーションによる津波水位	(c-b)/(b-a) %
基準津波1	T.M.S.L. -5.5m	T.M.S.L. 0.65m	T.M.S.L. 7.2m	107
基準津波2	T.M.S.L. -5.5m	T.M.S.L. -0.12m	T.M.S.L. 5.2m	99
基準津波3	T.M.S.L. -5.5m	T.M.S.L. 0.65m	T.M.S.L. 6.6m	97



図参考3-2：敷地前面の海底勾配

【判定結果】

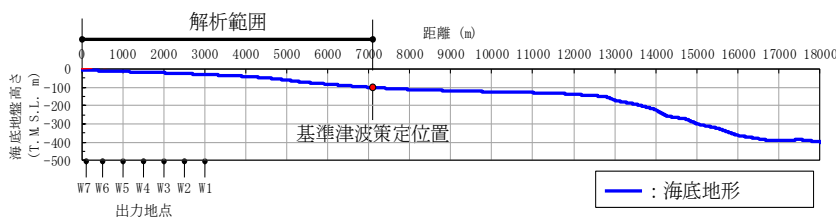
- 表参考3-1より，①の条件に合致する。
- 図参考3-2より，基準津波策定位置から護岸位置までの平均的な海底勾配は約1/75である。
- しかしながら，局所的に海底勾配が1/100を下回る箇所があることから，②の条件に合致しないとはいえない。
- 以上より，数値計算による評価を実施する。

【検討概要】

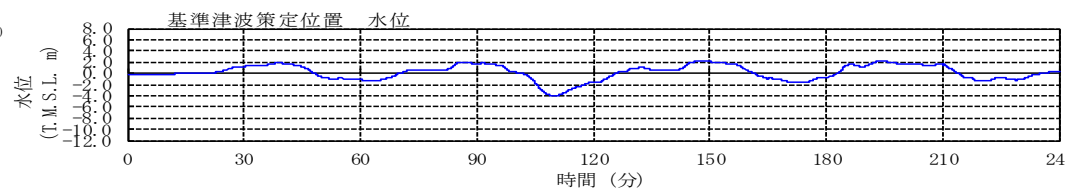
- 海底地形条件が基準津波策定位置から護岸までの区間において、局所的に1/100を下回る箇所があることを踏まえ、数値計算による評価を実施する。

【検討方針】

- 数値計算による評価にあたっては、ソリトン分裂および砕波の発生の再現性及び柏崎刈羽原子力発電所における基準津波を用いた検討に対する適用性を確認。
- 押波と引波が繰り返し到達した場合においても、護岸からの反射波等による影響が小さく、ソリトン分裂および砕波の発生有無を判断することのできる解析コード「B S N S Q」を用いて検討する。



図参考3-3：解析モデル



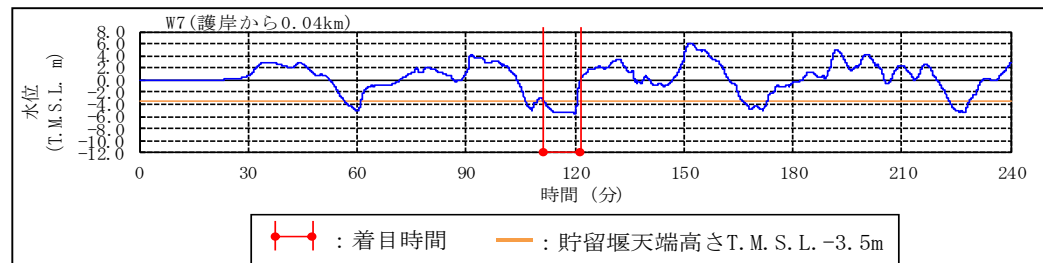
図参考3-4：入力波形（基準津波2）

【解析モデル・入力波形】

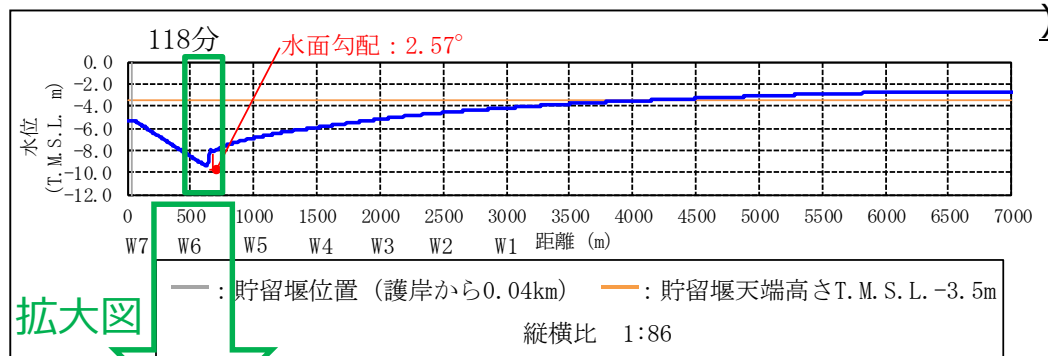
- 計算格子間隔は、設置変更許可申請書 5 条まとめ資料と同様に、津波シミュレーションの最小格子サイズ5mとした。図参考3-3に、解析モデルを示す。
- 基準津波策定位置から護岸までのモデル化においては、一様に最小格子サイズ5mとした。
- 入力波形は、設置変更許可申請書に示した基準津波1～3を対象とし、基準津波策定位置を入力位置とした。図参考3-4に入力波形（基準津波2）を示す。

【数値解析結果とまとめ】

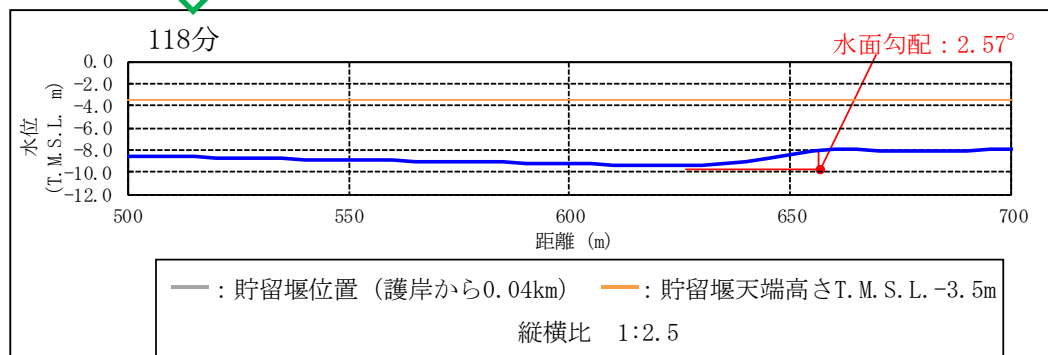
- ▶ 津波の水位時刻歴波形および空間分布にソリトン分裂現象と考えられる挙動は認められない。
- ▶ 水面勾配は、最大で 2.57° であり、松山ら（2005）における水面勾配の碎波限界 $30^\circ \sim 40^\circ$ に比べ十分小さい。
- ▶ 過去の事例では、日本海側では日本海中部地震（1983）の際に、海底勾配 $1/200$ 程度の遠浅海岸で、ソリトン分裂が発生したとしているが、柏崎刈羽原子力発電所敷地周辺海域の海底地形とは異なっており、その他に当該サイト周辺海域で観測された事例もない。
- ▶ 以上より、柏崎刈羽原子力発電所の敷地前面では、ソリトン分裂及び碎波は発生しない。



図参考3-5：最大水面勾配が確認された時刻（基準津波2，118分）



図参考3-6：最大水面勾配が確認された時刻の津波波形（空間分布）

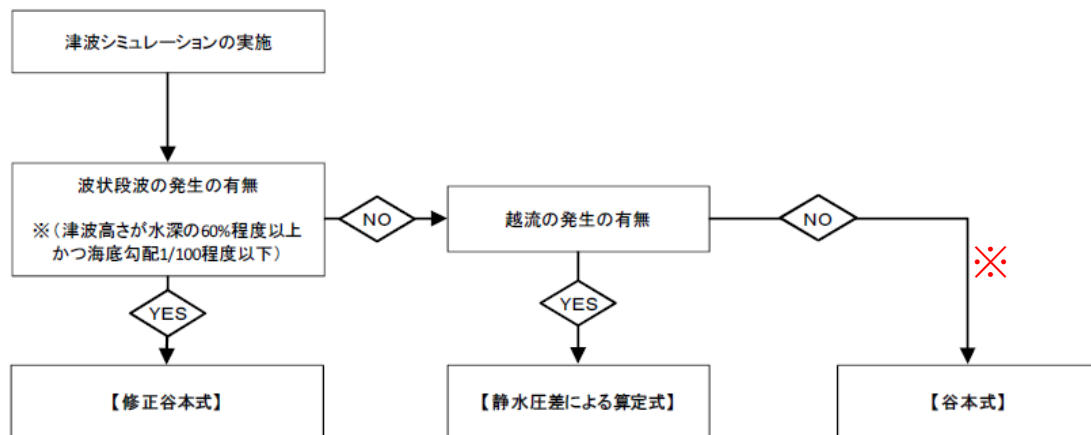


図参考3-7：水位の空間分布と最大水面勾配（空間分布拡大図）

【設定方針】

- 海水貯留堰は、常時没水している構造物であることから、海水貯留堰に津波波力が作用するのは、引き波により海水貯留堰が海面から露出し、その後押し波が海水貯留堰に作用してから越流するまでの間に限定される。
- 「防波堤の耐津波設計ガイドライン（国土交通省港湾局）」によると、津波が構造物を越流する場合の津波荷重の算定については、若干越流している状態に静水圧差による算定式を適用する場合は、それより水位の低い越流直前の状態の方が高い波力となる可能性があるため、両者を比較して高い方を採用する必要があるとしている。
- このため、【越流直前の波力】と【越流時の波力】のうち、保守的なものを適用する。

- 【参考3】より、ソリトン分裂および碎波は発生しないと整理
- 越流の発生の有無にあたっては、海水貯留堰は常時没水している構造物であることから、引き波後の押し波により瞬時に越流する。荷重算定では、静水圧差による算定式を用いる。
- 越流時より水位の低い越流直前の状態においては、引き波により海水貯留堰前面の海底が水中から完全に露出することを想定し、遡上波と考える。



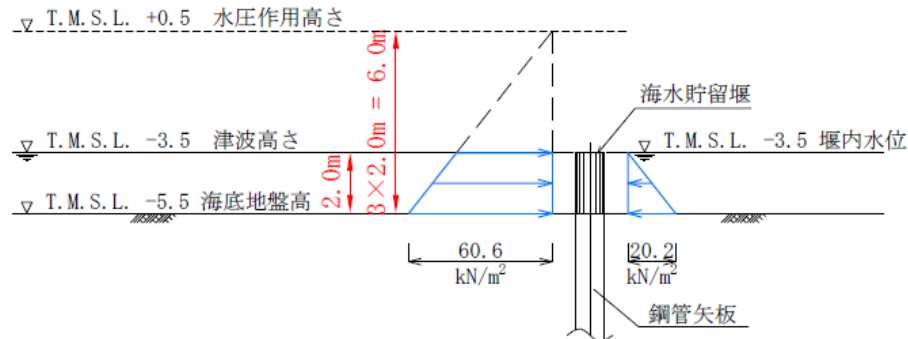
※海水貯留堰に津波波力が作用するのは、引き波により海水貯留堰が海面から露出し、その後押し波が海水貯留堰に作用してから越流するまでの間に限定されることから、遡上波として取り扱う。

図参考4-1：防波堤に対する津波荷重算定手順

【参考4-2】海水貯留堰における津波波力の設定方針について

(1) 越流直前の津波波力

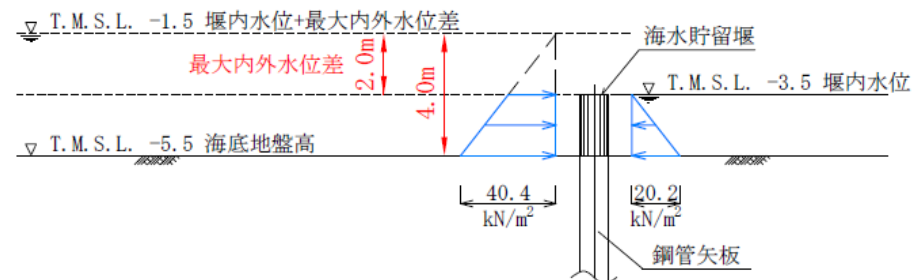
- 基準津波2における最低水位分布より、海水貯留堰前面は若干水位があるが、周囲の海域は海底面が露出している。
- 引き波時に、海底が露出したと想定し、その後の押し波を**遡上波**と考え津波波力を設定する。
- 「東日本大震災における津波による建築物被害を踏まえた津波避難ビル等の構造上の要件に係る暫定指針」の考え方に従って、**津波高さの3倍の高さ**までの静水圧荷重を考慮する。



図参考4-2：越流直前の津波波力作用イメージ

(2) 越流時の津波波力

- 引き波後に到達する津波が海水貯留堰を越流する際、内外での水位差はつきにくい、**海水貯留堰内外水位差が最も大きくなるものを選定する。**
- 基準津波2において、最大内外水位差が最も大きく、**約1.9m**の水位差が発生する。
- 津波高さとしては、**海水貯留堰天端から2m**の越流を考慮して津波荷重を算定する。



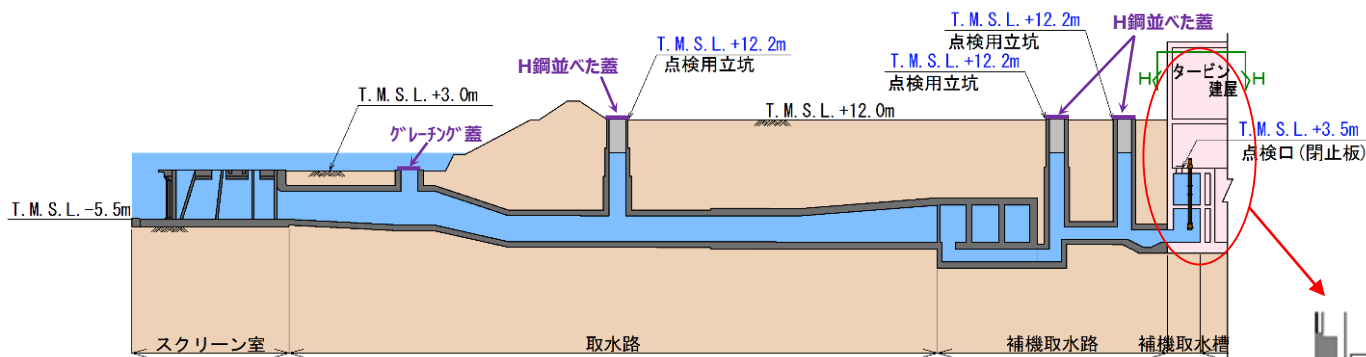
図参考4-3：越流時の津波波力作用イメージ

⇒ 両者を比較すると、越流直前の波力の方が上回ることから、海水貯留堰における津波波力として、保守的に越流直前の波力を考慮することとする。

(1) 取水路側の影響

取水路並びに補機取水路への津波浸入時，図参考5-1に示す点検用立坑があり，開口部蓋はグレーチング又はH鋼並べた蓋で通気性を有し，津波の押し波時の圧力を逃がせる構造である。また，図参考5-2に示すタービン建屋際の補機取水槽天井部（ポンプ設置床面）にも圧力を逃がす補機取水槽ベント管が敷設されており，補機取水槽内も空気圧縮による過大な圧力が上昇しづらい構造である。

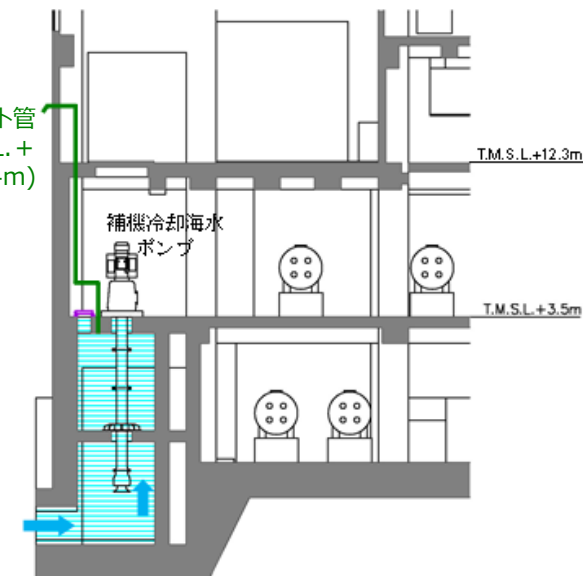
原子炉補機冷却海水ポンプへの津波波力への強度評価の結果（表参考5-1），許容応力を満足していること確認。



図参考5-1：取水路（断面図）

※管路解析の結果，点検用立坑やベント管から津波による漏水は発生しない。

補機取水槽ベント管 (T.M.S.L. + 14.4m)



図参考5-2：補機取水槽（断面図）

表参考5-1：ポンプへの波力の強度評価条件および結果

評価条件	数値	備考
流速	1.5m/s	管路解析値1.2m/sを切り上げ
流向	鉛直・水平	構造上鉛直の流れだが、水平も同様の流速を仮定

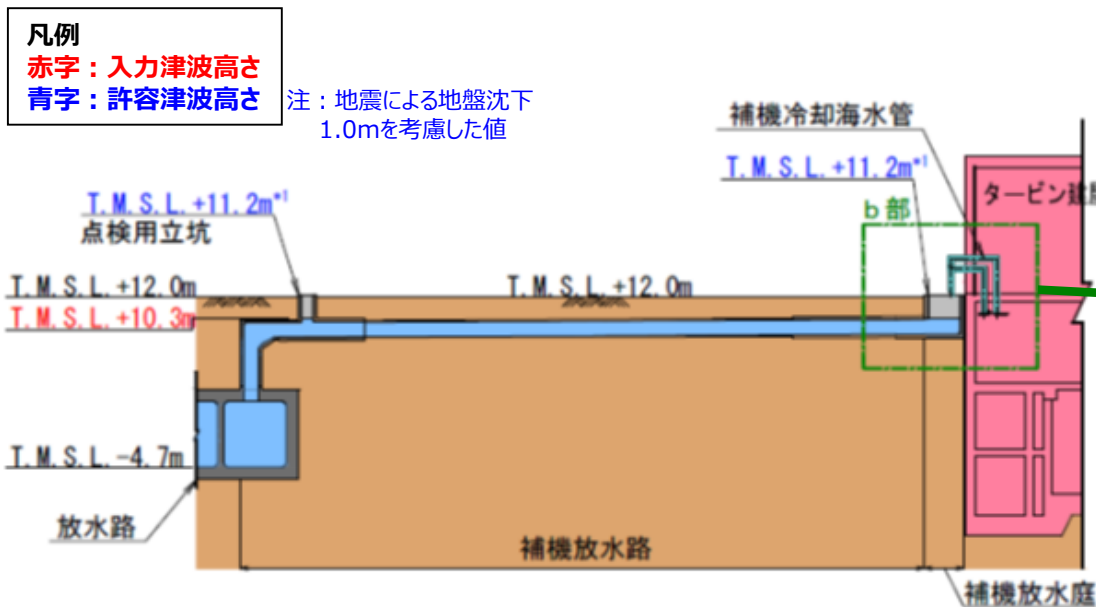
評価部位	材料	項目	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
津波荷重 (鉛直)	□	引張り	8	□
		引張り	5	
津波荷重 (横方向)	□	せん断	10	□
		曲げ	4	
津波波圧 (鉛直)	ポンプ内部	津波波圧0.06[N/mm ²] < 耐圧試験圧1.17[N/mm ²]		

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。

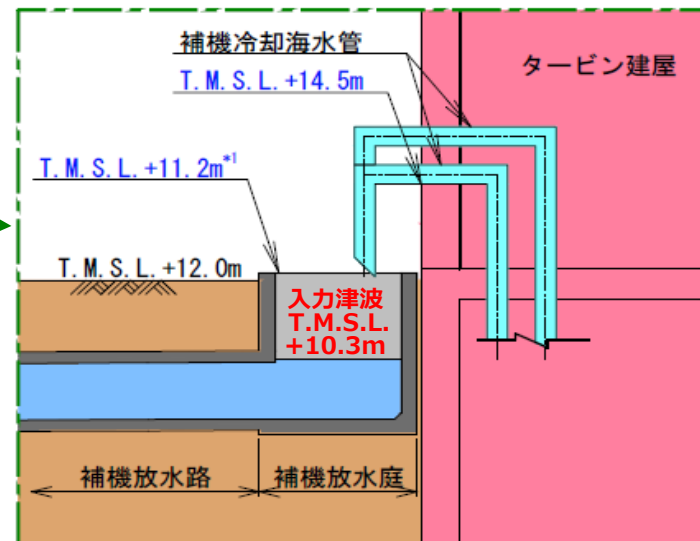
(2) 放水路側の影響

原子炉補機冷却海水系の配管出口は、図参考5-4に示すとおり大気開放していること、並びに放水路側の津波浸入高さが当該配管に到達しないことから、原子炉補機冷却海水ポンプに対して当該系統配管内に津波逆流で過大な圧力をあたえることはない。

補機放水庭津波高さT.M.S.L. + 10.3m < 配管出口T.M.S.L.約 + 12m



図参考5-3：補機放水路（断面図）



図参考5-4：補機放水庭（断面図）

【論点3】
地震荷重と風荷重の組み合わせについて
(指摘事項への回答)

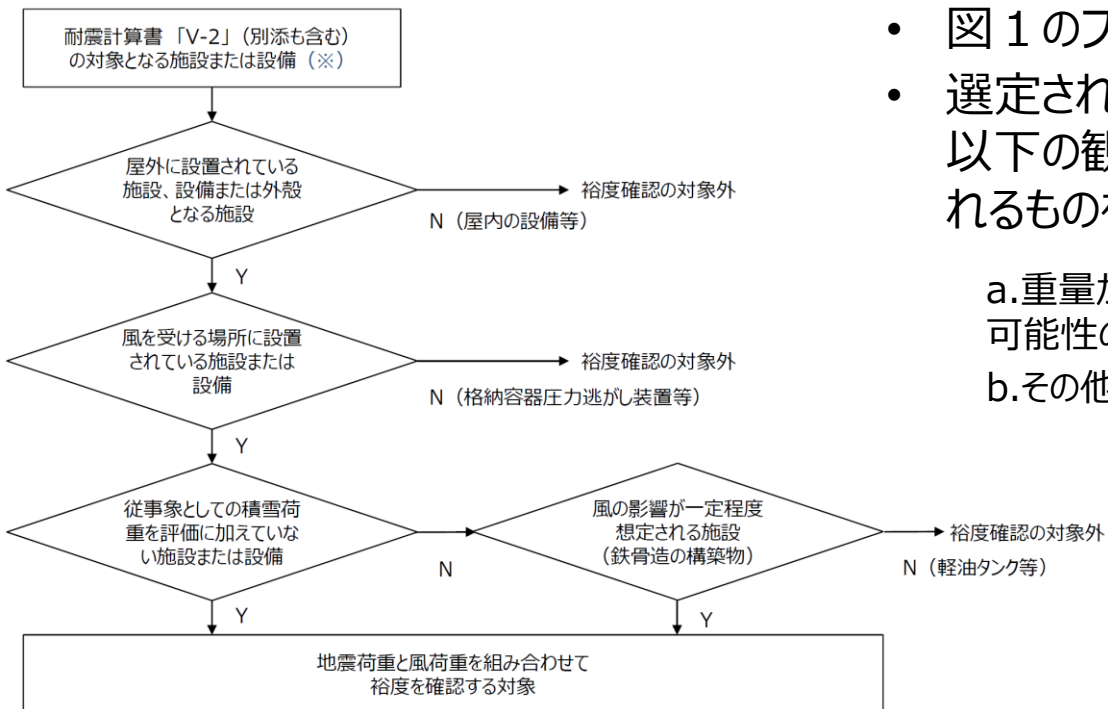
NO	コメント内容	回答	ページ番号	備考
①	<p>平均的な風速（4.1m/s）による風荷重，積雪荷重及び地震荷重を組み合わせた場合の年超過確率が10^{-6}に相当するとしているが，主荷重と副荷重の組合せにおける発生頻度と継続時間を考慮した考え方を踏まえ，積雪荷重の影響を受けない主排気筒について，地震荷重と組み合わせる必要のある風荷重を適切に設定すること。</p>	<p>想定される地震とその際に生じうる外部事象に対し一定の裕度を有していることを確認するため，ベース負荷として用いている冬季の平均風速よりも大きい値として，風荷重16m/s（柏崎市の観測記録の既往最大）とした場合の地震荷重と風荷重の組合せの影響を確認する。</p>	59～60	
②	<p>風荷重と地震荷重とを組み合わせた場合でも，主排気筒の各部材の耐震性に問題がないことを説明すること。 また，風荷重の影響が大きい主排気筒のような施設が他にあれば，同様に説明すること。</p>	<p>設置場所，構造等を考慮し，地震荷重と風荷重の組合せ影響対象設備を抽出した上で，それら設備が地震荷重と風荷重を組み合わせに対して，一定の裕度を有していること確認した。</p>	61～63	

1. 組合せ影響評価の目的

- 前回審査会合（2020.3.26）で説明したとおり，地震を主事象とし風を従事象とする組合せは「同時に発生する可能性が極めて低いもの」と整理している。また，地震を主事象とし雪を従事象とする組合せにおいては，ベース負荷として新潟市の冬季の平均風速（4.1m/s）を考慮して設計している。
- このうち，積雪荷重が生じにくい形状の施設や除雪等に期待できる施設等については， 10^{-2} /年規模の積雪荷重の組合せを考慮していない。これらの施設等に関しては，従事象としての積雪荷重を設計には加えていないものの，想定される地震とその際に生じうる外部事象に対し一定の裕度を有していることを確認するため，風荷重を大きくした場合の影響を確認する。
- なお，本評価では，外部事象防護対象施設に加え，外部事象防護対象施設以外の設計基準対象施設及び重大事故等対処設備も必要に応じて同様の評価を実施する。

- 設計基準となる風速は、保守的な値となるよう、新潟県各地の観測記録を比較し、その中でも大きい風速が観測される傾向がある新潟市の観測記録に基づき定めているが、地震荷重と組み合わせる風速については、ベース負荷として用いている冬季の平均風速よりも大きい値として、柏崎市の観測記録の既往最大である16m/s（10分間平均値，地上高10m、統計期間1979年～2012年）を用いる。
- なお、地震を主事象とし風を従事象とする組合せは「同時に発生する可能性が極めて低いもの」と整理しているが、本評価で用いる風速値は統計的には10分間平均値の年超過確率 2×10^{-2} / 年に相当する値となる。また、裕度確認においては、建築基準法及び建設省告示を参考に、高さに応じたガスト影響係数を乗じることで、突発的な風荷重についても考慮することとする。

3. 対象となる施設の選定について



(※耐震計算書対象に加え、補足説明資料で説明している施設等も念のため確認する。)

図1 地震荷重と風荷重を組み合わせる対象選定フロー

- 図1のフローに沿って、対象となる施設等を選定
- 選定された対象について評価を実施。そのうち、以下の観点で特に風の影響を受けやすいと考えられるものを例示として、記載。

- a.重量が軽く耐震性能の裕度に対して風の影響が大きくなる可能性のある鉄骨造施設
- b.その他，屋外で風の影響を受けると推定される施設等

表1 地震荷重と風荷重を組み合わせる対象の例

カテゴリー	施設等	観点
外部事象防護対象施設	(該当施設等なし)	—
上記以外の設計基準対象施設	主排気筒 (7号機)	a.
	火災感知器 (熱感知カメラ)	b.
	衛星無線通信装置用アンテナ	b.
重大事故等対処設備	第一ガスタービン発電機	b.

4. 7号機主排気筒における裕度評価結果

- 7号機主排気筒については、主排気筒のモデル化における保守性を実状に合わせた解析モデルへと見直すことで、基準地震動Ss及び風荷重（16m/s）の組合せを考慮した場合であっても、最も厳しい部材において裕度を有することを確認した。（表2）
- Ss-1を用いたケース1（基本ケース）に対する検討では、建屋応答の不確かさを含めた各入力地震動の代表として、全周期帯の応答が大きく、耐震評価への影響も大きい基準地震動Ss-1を用いた基本ケースを選定し、地震荷重と風荷重を重畳させた場合の影響を確認することを目的とする。
- Ss-2を用いたケース6（回転ばね低減）に対する検討では、V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」における断面算定結果が最も厳しくなる検討ケースを対象に、地震荷重と風荷重を重畳させた場合においても一定の裕度を有することを確認することを目的とする。

表2 7号機主排気筒における基準地震動Ss及び風速16m/sを重畳させた場合の影響検討結果（抜粋）

ケース	最大検定値（断面算定結果）			
	主柱材	斜材	水平材	筒身
Ss-1（基本ケース）	0.61（OK）	0.74（OK）	0.17（OK）	0.76（OK）
Ss-2（回転ばね低減ケース）	0.95（OK）	0.69（OK）	0.25（OK）	0.81（OK）

注：V-2-7-2-1「主排気筒の耐震性についての計算書」の補足説明資料より抜粋

5. 確認の方法と確認結果（機器・配管系）

- 機電系設備については、以下の方法のうち、適切な手段を選択し確認を行うこととする。
 - 方法①：耐震計算書の最小裕度部材について、地震＋風荷重の評価を行う。
 - 方法②：「耐震計算書（地震荷重）の評価結果（裕度）」と「地震荷重（ $m \cdot C_H \cdot g$ ）と風荷重（ W ）の比」の比較を行う。
 - 方法③：「加振試験FRSの裕度」と「風荷重（ W ）」の比較を行う。
- 表3に示すとおり、機器・配管系の設備の一部は地震荷重に加え16m/sの風荷重を考慮しても、裕度の範囲に含まれることが確認された。

表3 地震荷重と風荷重を組み合わせた際の裕度の確認結果

施設等	確認方法	基準地震動 S_s の評価			基準地震動 S_s + 風荷重 (16m/s) の評価			確認結果
		評価値	判定値	裕度	評価値	判定値	裕度	
火災感知器 (熱感知カメラ)	①	29 MPa	154MPa	5.3	32MPa	154 MPa	4.8	現設計の裕度に包絡されることを確認
衛星無線通信装置 用アンテナ	②	21 MPa	193MPa	9.1	26.6MPa	193 MPa	7.2	現設計の裕度に包絡されることを確認
第一ガスタービン発電機 (発電機車)	③	100%	158%	58%*	102%	158%	56%	現設計の裕度に包絡されることを確認
第一ガスタービン発電機 (制御車)	③	100%	145%	45%*	104%	145%	41%	現設計の裕度に包絡されることを確認

注記＊：設計用FRSに対して加振試験波が含む裕度を示す。

- ✓ 地震を主事象とし風を従事象とする組合せは「同時に発生する可能性が極めて低いもの」と整理してきているが、地震とその他自然現象の組合せのうち、積雪荷重の影響を受けにくい施設等について、設計の裕度を確認するため柏崎市の観測記録の既往最大である16m/sの風荷重と地震荷重を組み合わせた確認の方針を検討し確認を行った。対象となり評価を行ったいずれの施設等においても、一定の裕度を有していることが確認された。今後、残りの施設等についても確認を実施する。
- ✓ なお、地震荷重と組み合わせる風速16m/sは年超過確率で 2×10^{-2} / 年に相当する風速であるが、継続時間を考慮すると組み合わせた際の掛け合わせた結果は、 4×10^{-11} / 年となる。

【組合せの統計的考察】

- ・地震 (Ss) の年超過確率： 1×10^{-4} / 年
- ・風 (16m/s) の年超過確率： 2×10^{-2} / 年
- ・風の継続時間：10分 $\div 2 \times 10^{-5}$ 年

これらを掛け合わせると、 4×10^{-11} / 年となる。

【参考】対象施設の選定結果及び裕度評価結果について

工認図書番号	工認図書名称	確認手法	確認結果
V-2-2-7	主排気筒の地震応答計算書	個別評価	現設計の裕度に包絡されることを確認
V-2-2-8	主排気筒の耐震性についての計算書	個別評価	現設計の裕度に包絡されることを確認
V-2-6-7-6(3)	メッシュ型アンテナの耐震性についての計算書（安全パラメータ表示システム（SPDS）（6,7号機共用）の耐震性についての計算書）	①	現設計の裕度に包絡されることを確認
V-2-6-7-9(1)	アンテナの耐震性についての計算書（衛星電話設備（常設）の耐震性についての計算書）	①	現設計の裕度に包絡されることを確認
V-2-6-7-10(1)	アンテナの耐震性についての計算書（衛星電話設備（常設）（中央制御室待避室）の耐震性についての計算書）	①	現設計の裕度に包絡されることを確認
V-2-6-7-11(1)	アンテナの耐震性についての計算書（衛星電話設備（常設）（6,7号機共用）の耐震性についての計算書）	①	現設計の裕度に包絡されることを確認
V-2-6-7-12(1)	アンテナの耐震性についての計算書（無線連絡設備（常設）の耐震性についての計算書）	①	現設計の裕度に包絡されることを確認
V-2-6-7-13(1)	アンテナの耐震性についての計算書（無線連絡設備（常設）（中央制御室待避室）の耐震性についての計算書）	①	現設計の裕度に包絡されることを確認
V-2-6-7-14(1)	アンテナの耐震性についての計算書（無線連絡設備（常設）（6,7号機共用）の耐震性についての計算書）	①	現設計の裕度に包絡されることを確認
V-2-6-7-15(1)	衛星無線通信装置用アンテナの耐震性についての計算書	②	現設計の裕度に包絡されることを確認
V-2-7-2-1	主排気筒の耐震性についての計算書	個別評価	現設計の裕度に包絡されることを確認
V-2-8-2-1-3	フィルタ装置出口放射線モニタの耐震性についての計算書	①	現設計の裕度に包絡されることを確認
V-2-8-4-7	配管遮蔽の耐震性についての計算書（格納容器圧力逃がし装置）		(確認中)
V-2-10-1-2-2-1	第一ガスタービン発電機の耐震性についての計算書	③	現設計の裕度に包絡されることを確認
V-2-10-1-2-2-2	第一ガスタービン発電機用燃料移送ポンプの耐震性についての計算書	②	現設計の裕度に包絡されることを確認
V-2-10-1-4-1	緊急用断路器の耐震性についての計算書	①	現設計の裕度に包絡されることを確認
V-2-別添1-2	火災感知器の耐震計算書	①	現設計の裕度に包絡されることを確認
V-2-別添3-3	可搬型重大事故等対処設備のうち車両型設備の耐震計算書	③	現設計の裕度に包絡されることを確認
V-2-別添3-5	可搬型重大事故等対処設備のうちその他設備の耐震計算書	③	現設計の裕度に包絡されることを確認
V-2-2-5	タービン建屋の地震応答計算書	個別評価	(確認中)
V-2-2-6	タービン建屋の耐震性についての計算書	個別評価	(確認中)
V-2-2-11	廃棄物処理建屋の地震応答計算書	個別評価	(確認中)
V-2-2-12	廃棄物処理建屋の耐震性についての計算書	個別評価	(確認中)
KK7補足-024-3	下位クラス施設の波及的影響の検討について 5号機主排気筒の波及的影響について	個別評価	(確認中)
KK7補足-024-3	下位クラス施設の波及的影響の検討について 5号機タービン建屋の波及的影響について	個別評価	(確認中)

【参考】

主な説明事項		
[1] 詳細設計段階における設置変更 許可審査時からの設計変更	1	中央制御室待避室の遮蔽設計の見直し
	2	5号機原子炉建屋内緊急時対策所の遮蔽設計の見直し
	3	5号機原子炉建屋内緊急時対策所可搬型電源設備の保管方法の変更
	4	復水移送ポンプ周りの手動弁の電動弁化及び屋内アクセスルートの見直し
[2] 設計方針に関する説明事項	1	使用済燃料貯蔵プール水位の監視
	2	重大事故等時の格納容器評価における評価条件
	3	火災感知器の配置
	4	地下水に対する浸水防護対策
	5	竜巻設計飛来物の感度解析
	6	ブローアウトパネル及びブローアウトパネル閉止装置
[3] 耐震・強度評価に関する説明事項	1	津波漂流物の衝撃荷重（海水貯留堰）
	2	地盤物性の設定
	3	基礎地盤傾斜による建物・構築物及び機器の耐震性への影響
	4	建物・構築物における地震応答解析モデルの既工認からの変更点
	5	原子炉本体基礎の復元力特性
	6	建物・構築物の応力解析における弾塑性解析の採用
	7	格納容器圧力逃がし装置基礎の地震応答解析モデルのモデル化方針
	8	屋外重要土木建造物のモデル化方針
	9	耐震評価における等価繰返し回数
	10	加振試験に基づく使用済燃料貯蔵ラックの減衰定数の設定
	11	弁の動的機能維持評価（一定の余裕の確保）
	12	燃料集合体の耐震性
	13	制御棒・破損燃料貯蔵ラックにおける排除水体積質量減算の適用
	14	ECCSストレナの耐震・強度評価への流動解析の適用