

東海第二発電所 審査資料	
資料番号	PD-2-10 改2
提出年月日	平成29年6月6日

東海第二発電所
津波による損傷の防止

平成29年6月
日本原子力発電株式会社

本資料のうち、 は商業機密又は核物質防護上の観点から公開できません。

目 次

第 1 部

1. 基本方針
 - 1.1 要求事項の整理
 - 1.2 追加要求事項に対する適合性
 - (1) 位置，構造及び設備
 - (2) 安全設計方針
 - (3) 適合性説明
 - 1.3 気象等
 - 1.4 設備等
 - 1.5 手順等

第 2 部

- ．はじめに
- ．耐津波設計方針
- 1. 基本事項
 - 1.1 設計基準対象施設の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・地殻変動の評価
 - 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）
 - (1) 遡上波の地上部からの到達，流入防止
 - (2) 取水路，放水路等の経路からの津波の流入防止
 - 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）
 - (1) 浸水防護重点化範囲の設定
 - (2) 浸水防護重点化範囲における浸水対策
 - 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
 - (2) 津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認
 - 2.6 津波監視設備

- 3. 施設・設備の設計方針
- 3.1 津波防護施設の設計
- 3.2 浸水防止設備の設計
- 3.3 津波監視設備
- 3.4 施設・設備の設計・評価に係る検討事項

添付資料

- 1 審査ガイドとの整合性（耐津波設計方針）
- 2 設計基準対象施設の津波防護対象設備とその配置について
- 3 耐津波設計における現場確認プロセスについて
- 4 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
- 5 敷地内の遡上経路の沈下量算定評価について
- 6 管路解析のモデルについて
- 7 管路解析のパラメータスタディについて
- 8 港湾内の局所的な海面の励起について
- 9 入力津波に用いる潮位条件について
- 10 津波防護対策の設備の位置付けについて
- (17) 常用海水ポンプ停止の運用手順について
- (18) 残留熱除去系海水ポンプの水理実験結果について
- (19) 貯留堰設置位置及び天端高さの決定の考え方について
- (20) 基準津波に伴う砂移動評価
- (21) 非常用海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について
- (22) 津波漂流物の調査要領について
- () 漂流物の評価に考慮する津波の流向，流速について
- (23) 燃料等輸送船の係留索の耐力について
- (24) 燃料等輸送船の喫水と津波高さの関係について
- ~~() 津波監視設備の監視に関する考え方~~
- (15) 耐津波設計における余震荷重と津波荷重の組合せについて
- () 耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて
- (11) 防潮堤及び貯留堰における津波荷重の設定方針について
- () 基準類における衝突荷重の算定式
- () 防潮堤の構造及び仕様について
- () 防潮堤ジョイント部の構造及び仕様について
- () 防潮堤の地山への寄り付き部の設計について
- () 防潮堤の支持性能について
- () 防潮堤の耐震設計について
- () 防潮扉の設計と運用について
- () 放水路ゲートの設計と運用について
- () 貯留堰の構造及び仕様について
- () 貯留堰継ぎ手部の漏水量評価について
- (16) 貫通部止水対策箇所について
- () 防波堤の破損による影響評価について

- (1 2) 日立港日立港区及び常陸那珂港区の整備計画に基づく防波堤等モデル化した津波遡上解析結果について
- (1 3) 防波堤の有無による敷地南側の津波高さについて
- (1 4) 防潮堤設置に伴う隣接する周辺の原子炉施設への影響について

注：採番されていない資料は、今後追加予定の添付資料

(11) ~ (24) は、今後追加される添付資料により、添付資料番号が変更になる。

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、非常用海水ポンプが機能保持できる設計であることを確認する。また、基準津波による水位の低下に対して、冷却に必要な海水が確保できる設計であることを確認する。

具体的には、以下のとおり実施する。

- ・ 非常用海水ポンプ位置の評価水位の算定を適切に行うため、取水路の特性に応じた手法を用いる。また、取水路の管路の形状や材質、表面の状況に応じた摩擦損失を設定する（1.4 項【検討結果】及び本項【検討結果】参照）。
- ・ 非常用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、水位低下に対して非常用海水ポンプが機能保持できる設計となっていることを確認する（【検討結果】参照）。
- ・ 引き波時に水位が実際の取水可能水位を下回る場合には、下回っている時間において、非常用海水ポンプの継続運転が可能な貯留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、取水路又は取水ピットが循環水系を含む常用系と非常用系で併用されているため、循環水系

を含む常用系ポンプ運転継続等による貯留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】参照）。

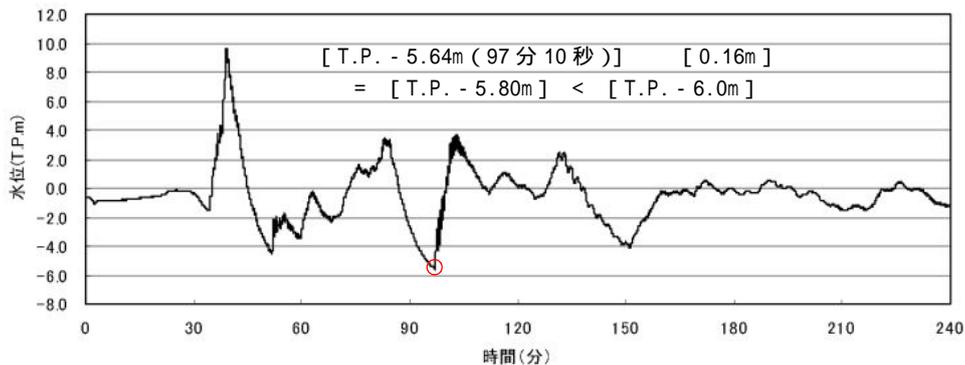
【検討結果】

a．取水路の特性を考慮した非常用海水ポンプ取水性の評価水位

基準津波による水位の低下に伴う取水路の特性を考慮した非常用海水ポンプ位置における取水ピットの評価水位を適切に算定するため、非定常開水路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、貯留堰がない状態で、取水口から取水ピットに至る系をモデル化し、管路の形状、材質及び表面の状況に応じた摩擦係数を考慮するとともに、貝付着やスクリーン損失及び防波堤の有無を考慮し、解析結果に対して、安全側の評価となるよう、潮位のばらつきの加算や数値計算上のばらつきを考慮している。

以上の解析により算出した取水ピット内の基準津波による下降側水位は、水位変動に対して厳しい条件となるスクリーンによる損失がない条件で T.P. - 5.64m となった。これに下降側の潮位のばらつき 0.16m、数値計算上のばらつきを考慮し、安全側に評価して設定した T.P. - 6.0m を評価水位とする。

第 2.5-1 図に取水ピットにおける下降側の入力津波の時刻歴波形を示す。



第 2.5-1 図 取水ピットにおける下降側の入力津波の時刻歴波

b . 非常用海水ポンプ取水性

非常用海水ポンプ取水性の評価水位である T.P. - 6.0m に対して，非常用海水ポンプである非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプの取水可能水位は T.P. - 6.08m であるため，取水機能は維持できる。しかし，残留熱除去系海水ポンプの取水可能水位は T.P. - 5.42m であり，また，水理実験により確認した取水可能水位は T.P. - 5.66m であるため，評価水位 T.P. - 6.0m より高い位置となった。

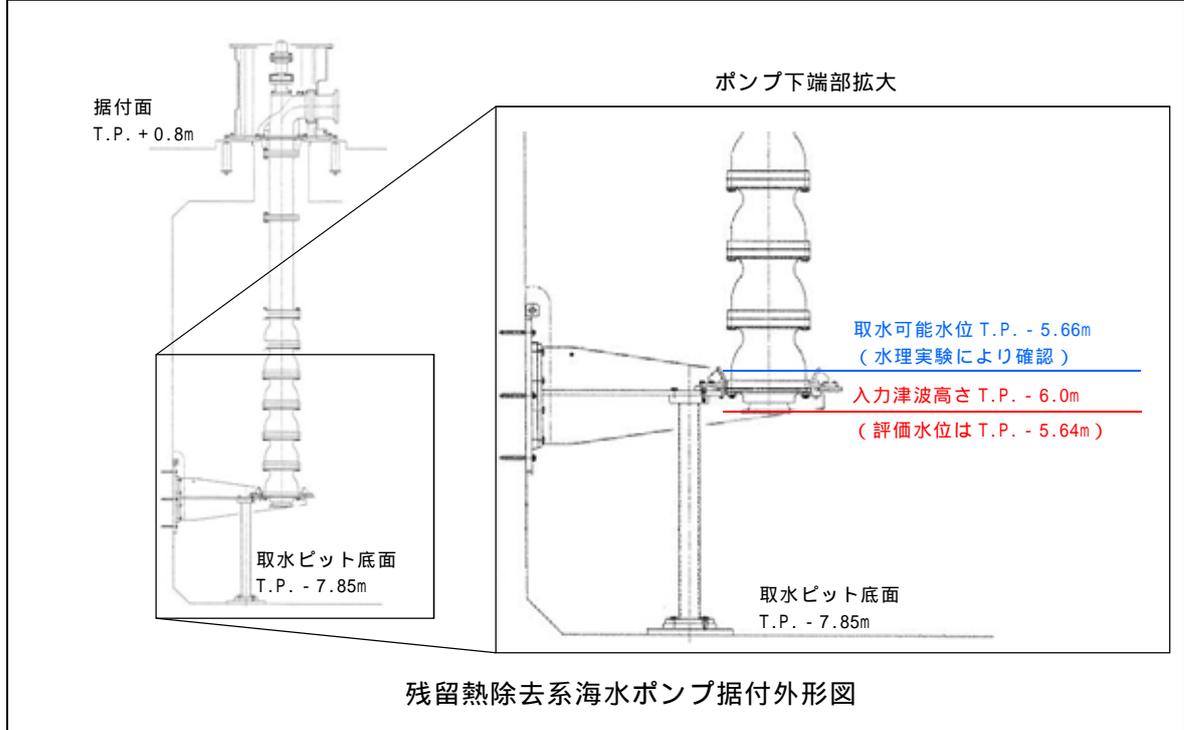
このため，取水口前面の海中に海水を貯留する貯留堰を設置し，引き波時においても，残留熱除去系海水ポンプを含む非常用海水ポンプの取水性を確保する設計とする。

第 2.5-1 表に非常用海水ポンプの取水可能水位評価結果，添付資料(18)に残留熱除去系海水ポンプの水理実験結果を示す。

また，取水ピットは，循環水ポンプを含む常用海水ポンプと併用しているため，発電所を含む地域に大津波警報が発表された場合には，循環水ポンプを含む常用海水ポンプは停止（プラント停止）する運用とする。

第 2.5-1 表 海水ポンプの取水可能水位評価結果

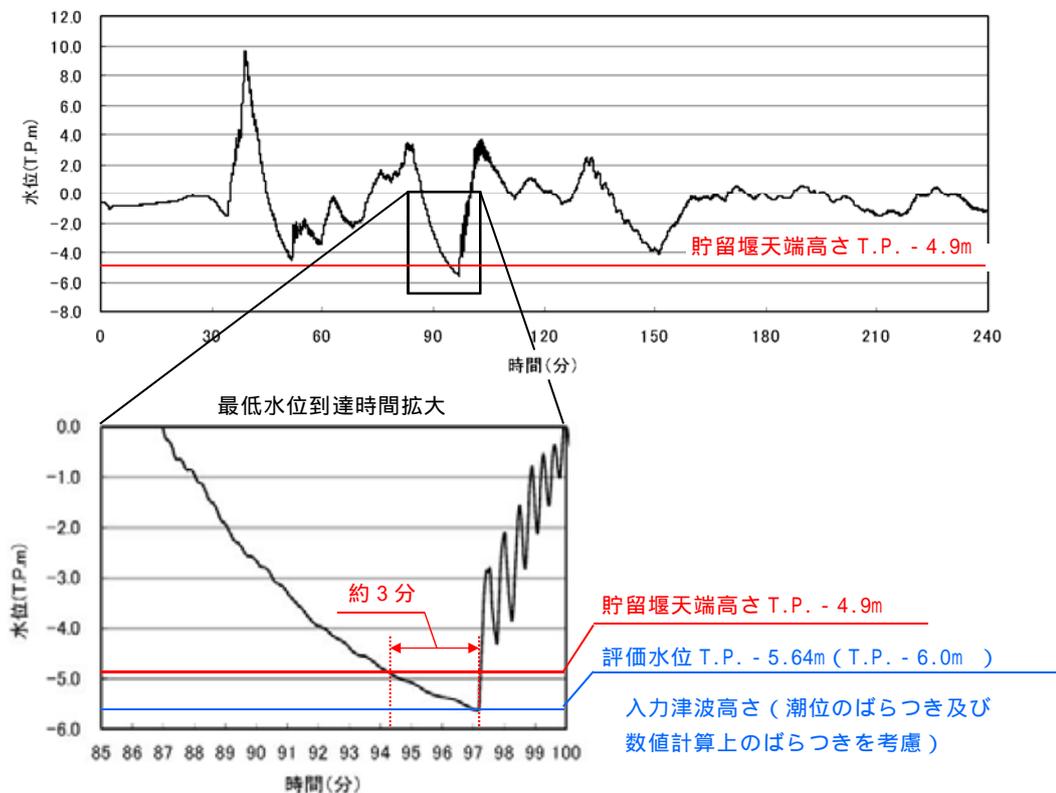
海水ポンプ	区分	取水ピット 下降側水位 (T.P.m)	評価水位 (T.P.m)	取水可能水位 (T.P.m)	機能 保持
残留熱除去系 海水ポンプ	非常用	- 5.64 ¹	- 6.0 ²	- 5.42 (- 5.66) ³	不可 ⁴
非常用ディーゼル 発電機用海水ポンプ				- 6.08	可能
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電機用 海水ポンプ				- 6.08	可能
循環水ポンプ	常用			- 1.59	- ⁵
補機冷却海水ポンプ				- 5.08	- ⁵



- 1 : 朔望平均干潮位 T.P. - 0.81m 及び 2011 年東北地方太平洋沖地震による地殻変動量 (沈降) 0.2m は考慮しているが, 津波波源モデルの活動による地殻変動量 (沈降) 0.31m は, 安全側の評価となるよう考慮していない。
- 2 : 取水ピットにおいて算定された数値を安全側に評価した値であり, 下降側の潮位のばらつき 0.16m 及び数値計算上のばらつきを考慮した水位である。
- 3 : 水理実験により確認した取水可能水位である。
- 4 : 引き波時にポンプの機能保持が不可のため, 取水口前面の海中に貯留堰を設置する。
- 5 : 大津波警報発表時に停止する運用を定めるため対象外 (-) としている。

取水口前面の海中に設置する貯留堰は、通常運転時の海水ポンプの安定取水（流況，損失水頭等）に影響がないことを確認した上で，天端高さを T.P. - 4.9m とし，非常用海水ポンプの取水可能水位を下回る時間においても，非常用海水ポンプ全台が 30 分以上運転継続するための必要容量 $2,162\text{m}^3$ 以上の容量である約 $2,370\text{m}^3$ の容量を確保できる設計とする。一方，引き波が貯留堰の天端高さ T.P. - 4.9m を下回る時間は，取水ピットにおける下降側水位の時刻歴波形から約 3 分であるため，非常用海水ポンプの継続運転に問題ない。

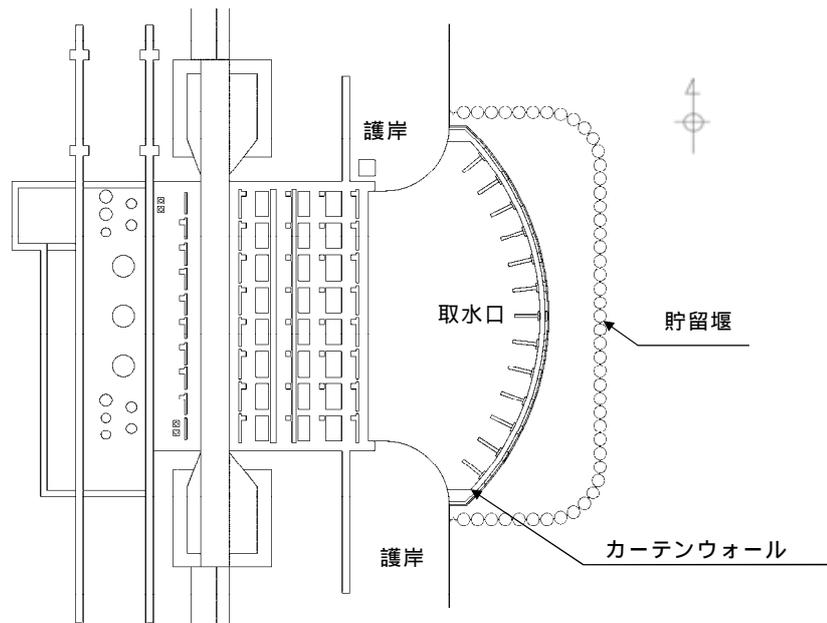
第 2.5-2 図に引き波の継続時間，第 2.5-2 表に非常用海水ポンプの運転継続時間の評価結果，第 2.5-3 図に貯留堰の平面図を示す。また，貯留堰の天端高さ決定の考え方を添付資料（19）に示す。



第 2.5-2 図 引き波の継続時間

第 2.5-2 表 非常用海水ポンプの運転継続時間

海水ポンプ	定格流量 (m ³ /h・ 台)	台数 (台)	取水流量 (m ³ /h)	貯留堰 有効容量 (m ³)	運転継続可 能時間 (分)
残留熱除去系海水ポンプ	885.7	4	4,323	約 2,370	約 33
非常用ディーゼル発電機用 海水ポンプ	272.8	2			
高圧炉心スプレイ系ディー ゼル発電機用海水ポンプ	232.8	1			
<p>【非常用海水ポンプの運転継続可能時間の算出】</p> <p>運転継続可能時間 = 貯留堰有効容量 (m³) ÷ 取水流量 (m³/h)</p> <p>= 2,370 m³ ÷ 4,323 m³/h</p> <p>= 0.55 時間 約 33 分</p>					



第 2.5-3 図 貯留堰平面図

c . まとめ

以上より，基準津波による水位の低下に対して，非常用海水ポンプは機能保持でき，冷却に必要な海水が確保できることを確認した。

(2) 津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認

【規制基準における要求事項等】

基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積が適切に評価されていること。

基準津波に伴う取水口付近の漂流物が適切に評価されていること。

非常用海水冷却系については、次に示す方針を満足すること。

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

【検討方針】

基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積や漂流物を適切に評価し，取水口及び取水路の通水性が確保されることを確認する。

また，非常用海水ポンプについては，基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積，陸上斜面崩壊による土砂移動・堆積及び漂流物に対して，取水口及び取水路の通水性は確保できることを確認し，浮遊砂等の混入に対して非常用海水ポンプは機能維持できる設計であることを確認する。

具体的には，以下のとおり確認する。

- ・ 遡上解析結果における取水口付近の砂の堆積状況に基づき，砂の堆積高さが取水口下端に到達しないことを確認する。取水口下端に到達する場合は，取水口及び取水路が閉塞する可能性を安全側に検討し，閉塞しないことを確認する（【検討結果】[1]参照）。
- ・ 混入した浮遊砂は，スクリーン等で除去することが困難であるため，非常用海水ポンプそのものが運転時の砂の混入に対して軸固着しにくい

仕様であること及び耐摩耗性を有することを確認する。また、砂の混入に対して非常用海水ポンプの機能が保持できない場合には、砂の混入に対する耐性を有する軸受への取替について検討する（【検討結果】[2]，[3]参照）。

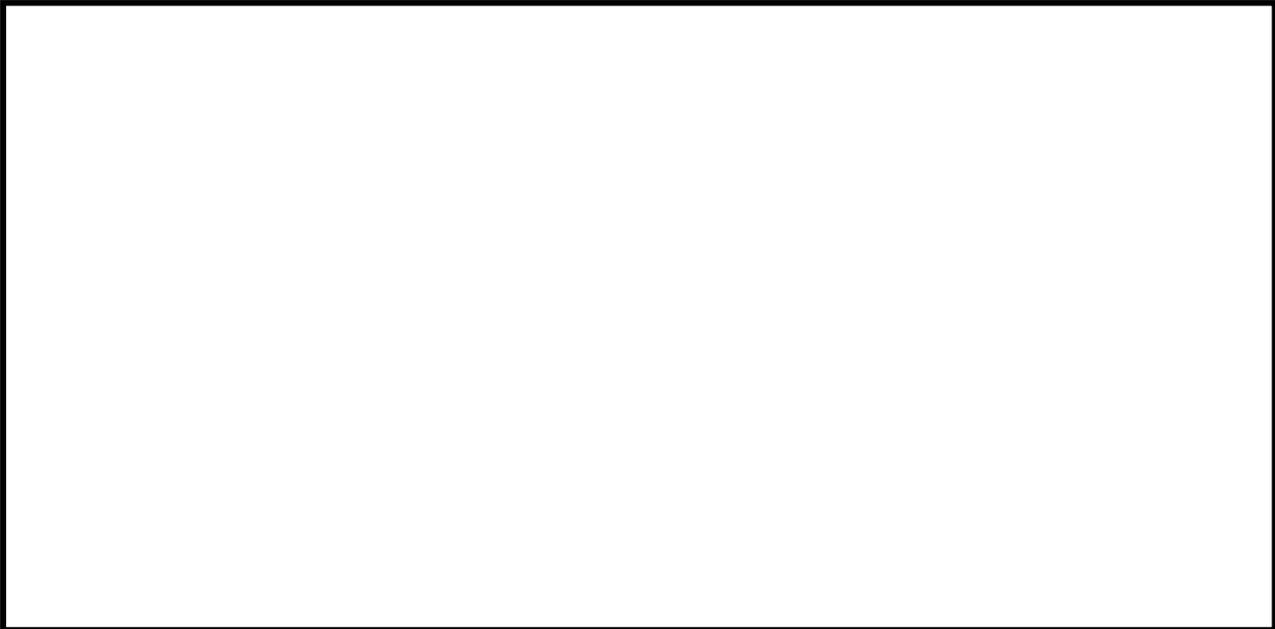
- ・ 基準津波に伴う取水口付近の漂流物については、遡上解析結果における取水口付近を含む敷地前面及び遡上域の寄せ波及び引き波の方向、速度の変化を分析した上で、漂流物の可能性を検討し、漂流物により取水口が閉塞しないことを確認する。また、スクリーン自体が漂流物となる可能性がないか確認する（【検討結果】[4]，[5]参照）。

【検討結果】

[1] 基準津波に伴う砂の移動・堆積に対する取水口及び取水路の通性能確保

a . 取水口の構造

取水口の呑口は 8 口からなり、1 口当たりの寸法は幅 4.1m，高さ 8.35m で、呑口下端高さは T.P. - 6.04m である。これに対して、呑口前面の海底面高さは T.P. - 6.89m であり、呑口下端高さは海底面高さより約 0.8m 高い位置にある。また、「(1) 非常用海水冷却系の取水性」に示したとおり、非常用海水ポンプの取水性を確保するため、取水口前面（カーテンウォール外側）に天端高さ T.P. - 4.9m の貯留堰を設置することから、砂は取水口下端に到達しにくい構造になっている。第 2.5-4 図に取水口～取水ピット構造図（断面図）を示す。

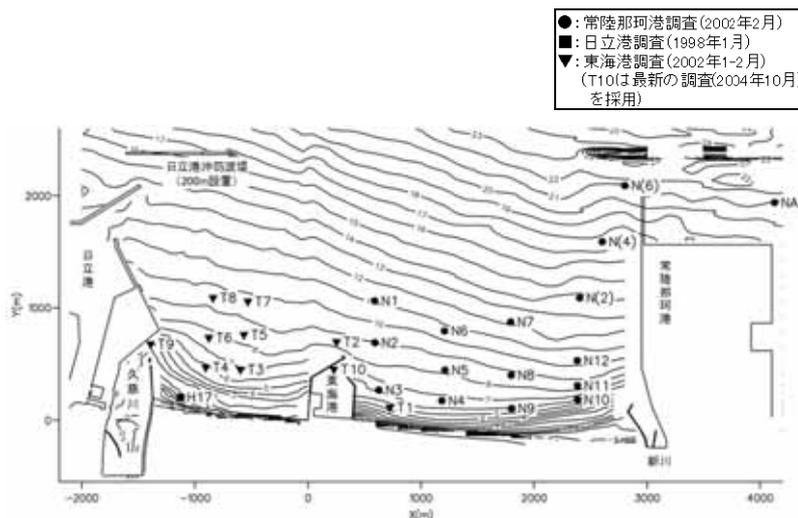


第 2.5-4 図 取水口～取水ピット構造図（断面図）

b. 砂の移動・堆積評価

基準津波による水位変動以外の事象に対する評価として、基準津波に伴う砂の移動について数値シミュレーションを実施し、取水口及び取水路の通水性が非常用海水ポンプの取水性に影響を及ぼさないことを確認した。数値シミュレーションは、藤井他（1998）¹及び高橋他（1999）²の手法に基づき、津波の挙動とそれに伴う砂移動を同時に計算した。数値シミュレーションにおいて用いた砂の密度及び中央粒径は、茨城県が実施した底質調査結果を参考に、それぞれ 2.72g/cm^3 及び 0.15mm に設定した。第 2.5-5 図に茨城県による周辺海域の底質調査結果を示す。

- 1 : 「津波による海底地形変化に関する研究」, 藤井直樹・大森政則・高尾誠・金山進・大谷英夫, 海岸工学論文集, 45, 376-380, 1998
- 2 : 「掃流砂層・浮遊砂層間の交換砂量を考慮した津波移動床モデルの開発」, 高橋智幸・首藤伸夫・今村文彦・浅井大輔, 海岸工学論文集, 46, 606-610, 1999



試料採取位置	密度 (g / cm ³)	中央粒径 (mm)
N1	2.758	0.11
N2	2.760	0.12
N3	2.755	0.13
N4	2.816	0.14
N5	2.805	0.13
N6	2.733	0.12
N7	2.788	0.13
N8	2.752	0.11
N9	2.729	0.14
N10	2.703	0.16
N11	2.681	0.11
N12	2.703	0.11
N(2)	2.757	0.13
T1	2.719	0.15
T2	2.727	0.16
T3	2.700	0.15
T4	2.680	0.18
T5	2.694	0.17
T6	2.685	0.14
T7	2.699	0.13
T8	2.666	0.31
T9	2.679	0.16
T10	2.670	0.18
平均値	2.72	0.15

茨城県東海区海岸保全対策研究会 (2005): 茨城県東海地区海岸の保全に関する技術検討資料に一部加筆

第 2.5-5 図 茨城県による周辺海域の底質調査結果

津波評価における基準津波による砂移動に関する数値シミュレーションの結果, 取水口前面における砂の堆積高さは最大で 0.33m (高橋他(1999), 浮遊砂上限濃度 1%) であった。

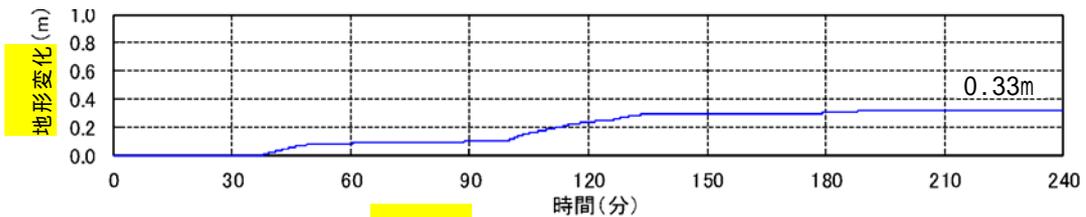
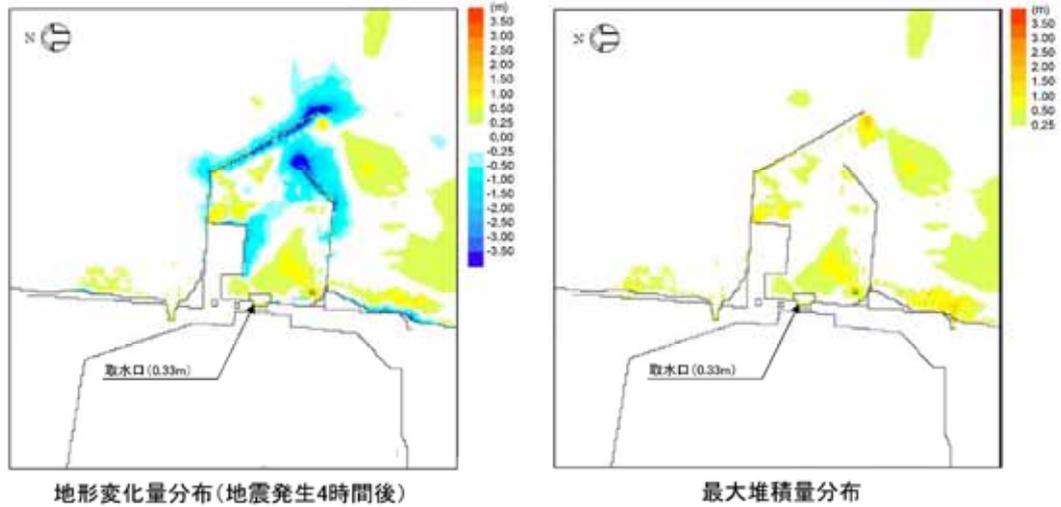
これに対し, 取水口の呑口の寸法は, 上記 a . に示したとおり幅 4.1m, 高さ 8.35m であるため, 砂の移動・堆積によっても取水口及び取水路の通水性は確保できることを確認した。第 2.5-3 表に取水口前面の砂の堆積厚さを示す。

上記に加え, 防波堤なしの堆積量についても評価した。その結果, 取水口前面における砂の堆積高さは防波堤なしで最大 0.36m (高橋他(1999), 浮遊砂上限濃度 1%) となった。第 2.5-4 表に防波堤の有無による取水口前面での砂堆積高さに示す。また, 防波堤の有無による基準津波に伴う砂移動評価を添付資料(20)に示す。

このため, 取水ピットにおける砂堆積厚さの評価については, 防波堤のありとなしを含めて評価を行う。

第 2.5-3 表 取水口前面の砂の堆積厚さ

		浮遊砂 上限濃度 (%)	最大堆積量 (m)	備考
水位 上昇側	藤井他 (1998)	1	0.01	
		5	0.01	
	高橋他 (1999)	1	0.33	検討ケース 下図参照
水位 下降側	藤井他 (1998)	1	0.01	
		5	0.01	
	高橋他 (1999)	1	0.19	検討ケース



【砂移動解析結果(水位上昇側, 高橋他(1999), 浮遊砂上限濃度1%)】

第 2.5-4 表 防潮堤の有無による取水口前面での砂堆積高さ

(高橋他(1999), 浮遊砂上限濃度1%)

	防波堤あり	防波堤なし
取水口前面	0.33m	0.36m

c . 取水ピットの構造と砂の堆積厚さ

海水は、取水口から取水路を經由し取水ピットに導かれる。取水口～取水路までの底面は T.P. - 6.04m、取水ピットからは T.P. - 7.85m と取水口からの底面よりさらに - 1.8m 程度下がる構造になっている。

また、海水ポンプの吸込み下端レベルは、残留熱除去系海水ポンプは T.P. - 6.01m、非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機用海水ポンプは T.P. - 6.52m であることから取水ピット底面から 1.06m～1.57m 高い位置に海水ポンプの吸込み下端レベルが設置されている。

取水ピットへの砂堆積による非常用海水ポンプの取水性の影響について、防波堤の有無、スクリーン損失の有無、貝代の有無、ポンプの運転状態の有無を考慮して影響を評価した。評価した結果、取水ピットにおける砂の堆積厚さは、防波堤なしで最大でも 0.028m であることからポンプの取水性に影響を与える結果ではなかった。第 2.5-4 図に取水口～取水ピット概要図(断面図)、第 2.5-5 表に取水ピットの砂の堆積厚さ及び第 2.5-6 表に取水ピット砂堆積解析結果を示す。

第 2.5-5 表 取水ピットの砂の堆積厚さ
(高橋他(1999), 浮遊砂上限濃度 1%)

水位上昇側 (m)	水位下降側 (m)
0.028	0.011

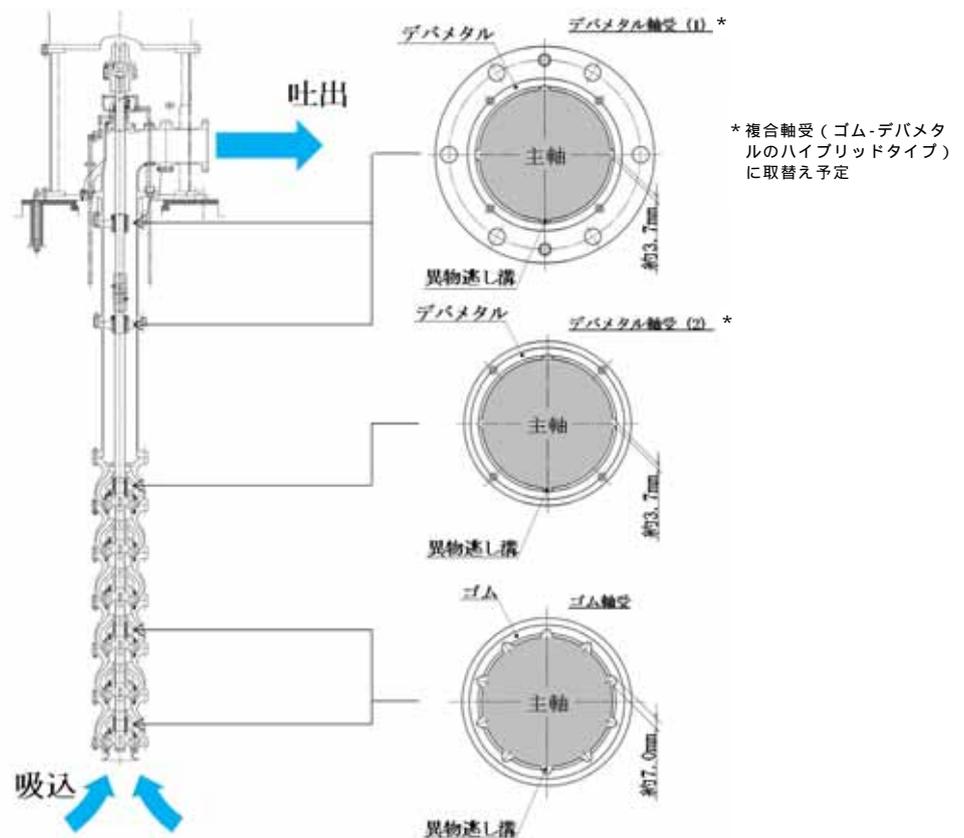
第 2.5-6 表 取水ピット砂堆積解析結果（高橋他（1999），浮遊砂上限濃度 1 %）

解析 ケース	パラメータ				水位上昇側 堆積厚さ (m)	水位下降側 堆積厚さ (m)
	防波堤	スクリーン損失	貝付着	非常用海水 ポンプの取水		
	あり	なし	あり	あり	0.016	0.007
	あり	あり	あり	あり	0.003	0.001
	あり	なし	なし	あり	0.013	0.008
	あり	あり	なし	あり	0.003	0.001
	なし	なし	あり	あり	0.028	0.010
	なし	あり	あり	あり	0.020	0.004
	なし	なし	なし	あり	0.027	0.011
	なし	あり	なし	あり	0.019	0.004
	あり	なし	あり	なし	0.013	0.005
	あり	あり	あり	なし	0.002	0.001
	あり	なし	なし	なし	0.011	0.006
	あり	あり	なし	なし	0.002	0.001
	なし	なし	あり	なし	0.025	0.008
	なし	あり	あり	なし	0.018	0.003
	なし	なし	なし	なし	0.025	0.009
	なし	あり	なし	なし	0.017	0.003

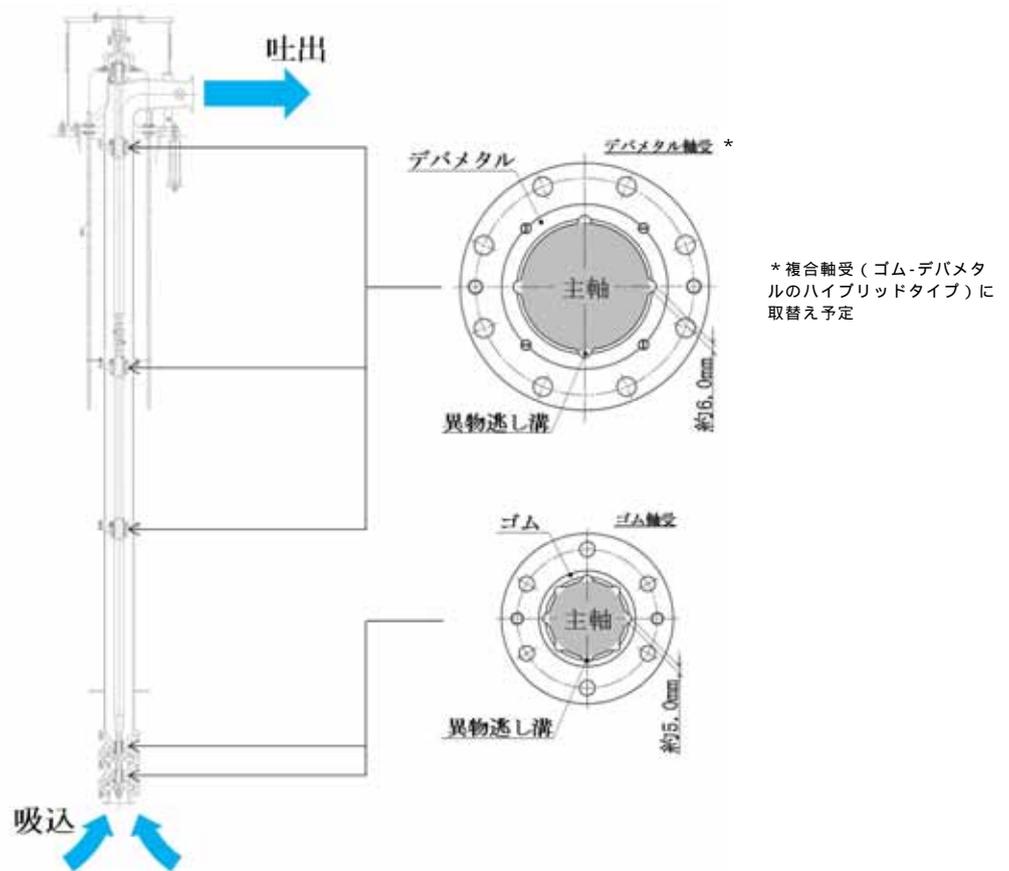
[2] 砂混入時の非常用海水ポンプ取水機能の確認

基準津波による浮遊砂については、除塵装置で除去することが困難であることから、非常用海水ポンプそのものが運転時の砂の混入に対して、軸固着することなく機能保持できる設計であることを以下のとおり確認した。

非常用海水ポンプの軸受には、異物混入による軸受の損傷を防止するため、異物逃し溝(最小約3.7mm)が設けられている。このため、非常用海水ポンプの取水時に浮遊砂の一部がポンプ軸受に混入したとしても、異物の逃し溝から排出される構造となっている。第2.5-6図に残留熱除去系海水ポンプの軸受配置図、第2.5-7図に非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプの軸受配置図を示す。



第2.5-6図 残留熱除去系海水系ポンプ軸受配置図



第 2.5-7 図 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ及び高圧炉心

スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ軸受配置図

これに対して、「[1] 基準津波に伴う砂の移動・堆積に対する取水口及び取水路の通性能確保」に示したとおり、発電所前面の海域を含む周辺の砂の平均粒径は約 0.15mm で、数ミリ以上の粒子はごくわずかであり、そもそも粒径数ミリの砂は浮遊し難いものであることを踏まえると、大きな粒径の砂はほとんど混入しないと考えられる。このため、非常用海水ポンプは、砂の混入に対して軸固着することはなく取水機能は維持できる。

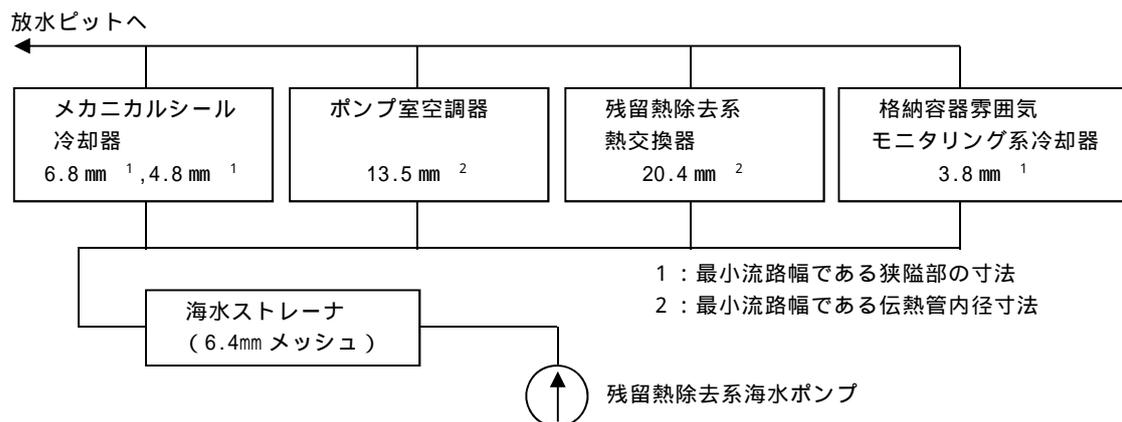
また、砂の混入による軸受摩耗の評価として、非常用海水ポンプの軸受を模擬した供試材を用いた軸受摩耗試験を実施し、ゴム軸受及び複合軸受に十分な浮遊砂耐性があることを確認した。添付資料(21)に非常用海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性の評価結果を示す。

[3] 混入した浮遊砂に対する取水性確保

非常用海水ポンプによる取水とともに海水系に混入する微小な浮遊砂は、ポンプ出口の海水ストレーナを通過した後、海水系の各機器に供給され、最終的に放水ピットから放水される。

海水系の各機器の最小流路幅は、残留熱除去系海水ポンプから供給される格納容器雰囲気モニタリング系冷却器の約 3.8 mm であり、「[1] 基準津波に伴う砂の移動・堆積に対する取水口及び取水路の通性能確保」に示した発電所前面の海域を含む周辺の砂の平均粒径である約 0.15mm に対して十分大きい。このため、海水系の各機器の閉塞の可能性はないものと考えられ、海水ポンプの取水機能は維持できる。

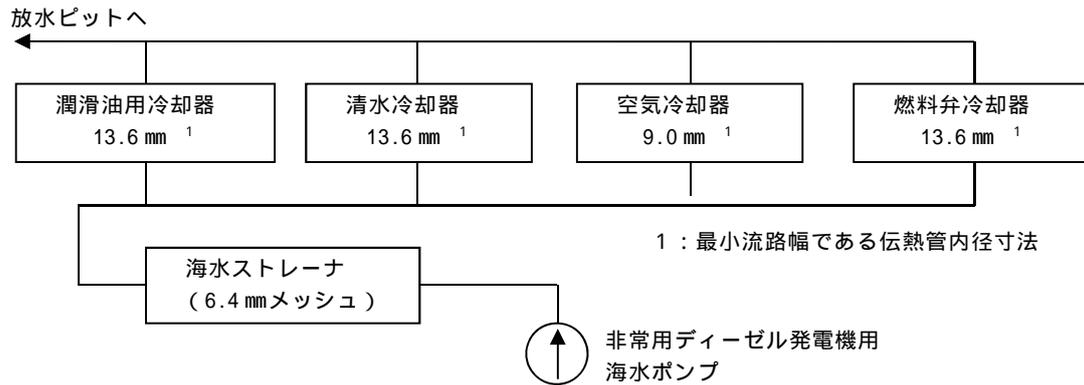
第 2.5-8 図～第 2.5-10 図に非常用海水ポンプの概略系統図、第 2.5-7 表～第 2.5-9 表に非常用海水系の各機器の最小流路幅を示す。



第 2.5-8 図 非常用海水ポンプの概略系統図
(残留熱除去系のうち海水ライン)

第 2.5-7 表 非常用海水系の各機器の最小流路幅
(残留熱除去系のうち海水ライン)

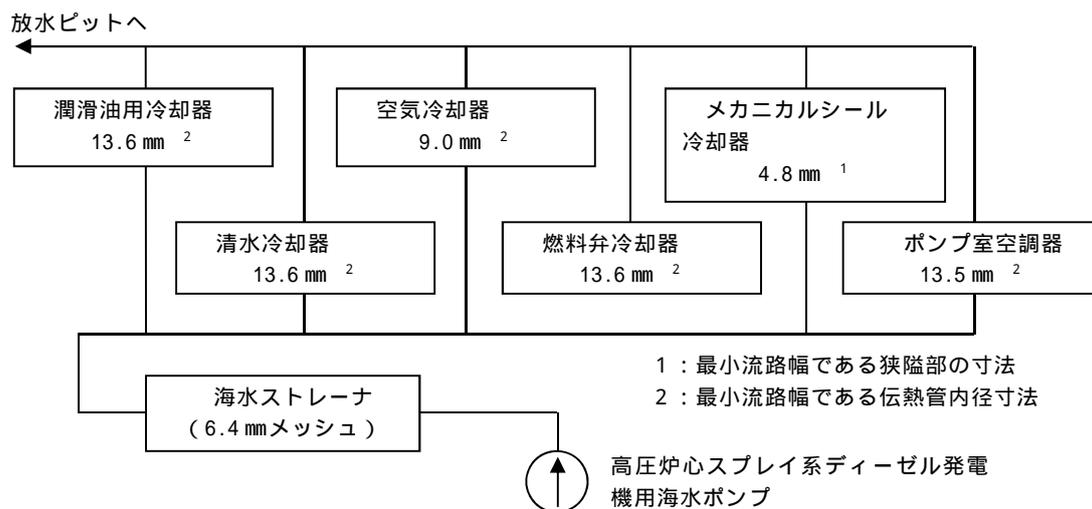
海水供給機器		最小流路幅 (mm)	砂粒径 (mm)
メカニカル シール冷却器	残留熱除去系ポンプ メカニカルシール冷却器	6.8	約 0.15
	低圧炉心スプレイ系ポンプ メカニカルシール冷却器	4.8	
ポンプ室空調器	残留熱除去系ポンプ室空調器	13.5	
	低圧炉心スプレイ系ポンプ室空調器	13.5	
	原子炉隔離時冷却系ポンプ室空調器	13.5	
残留熱除去系 熱交換器	残留熱除去系熱交換器	20.4	
格納容器雰囲気 モニタリング系 冷却器	格納容器雰囲気 モニタリング系冷却器	3.8	
海水ストレーナ	残留熱除去系海水系ストレーナ	6.4	



第 2.5-9 図 非常用海水ポンプの概略系統図
(非常用ディーゼル発電機のうち海水ライン)

第 2.5-8 表 非常用海水系の各機器の最小流路幅
(非常用ディーゼル発電機のうち海水ライン)

海水供給機器	最小流路幅 (mm)	砂粒径 (mm)
非常用ディーゼル発電機用潤滑油用冷却器	13.6	約 0.15
非常用ディーゼル発電機用清水冷却器	13.6	
非常用ディーゼル発電機用空気冷却器	9.0	
非常用ディーゼル発電機燃料弁冷却器	13.6	
非常用ディーゼル発電機用海水ストレーナ	6.4	



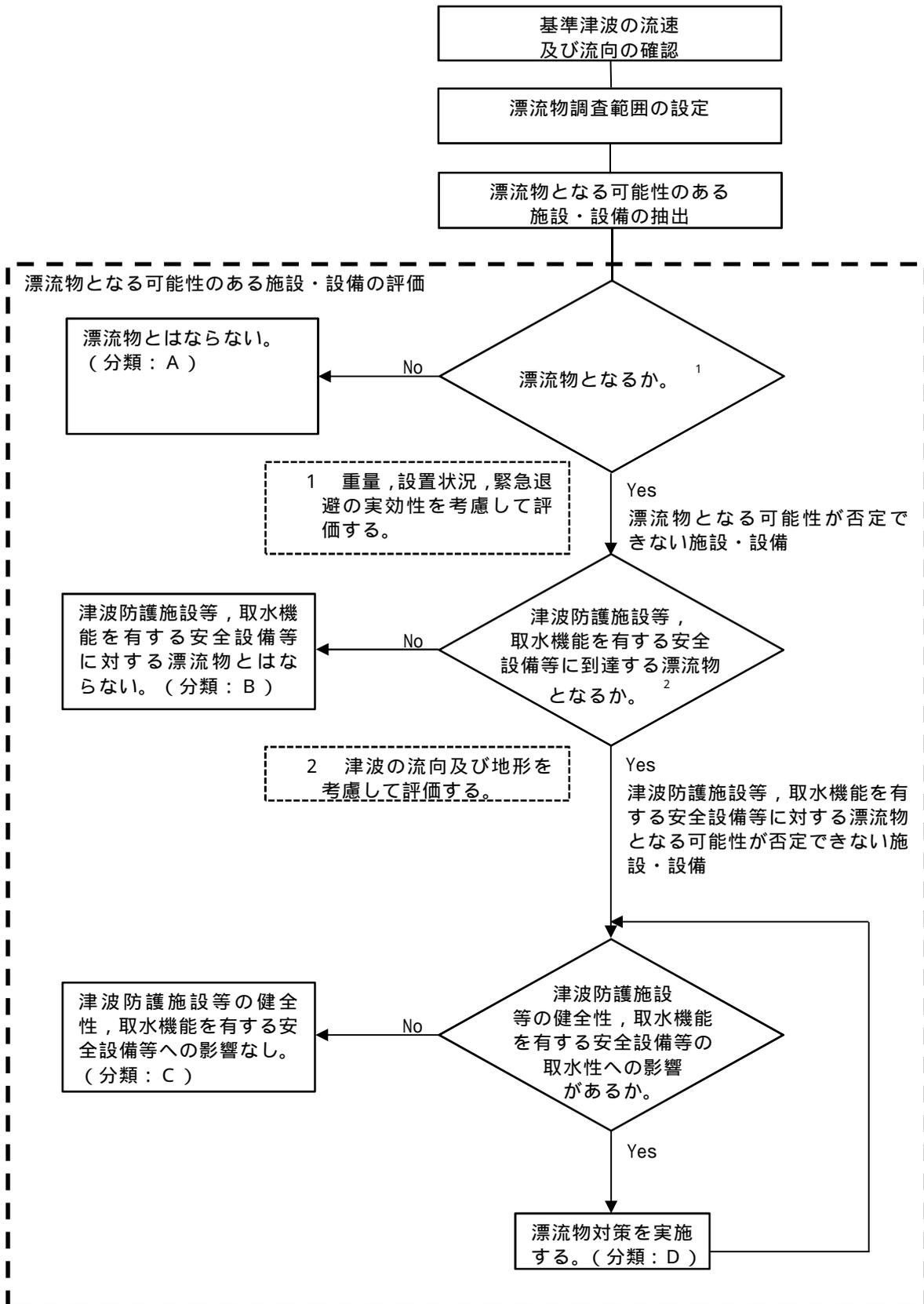
第 2.5-10 図 非常用海水ポンプの概略系統図
 (高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機のうち海水ライン)

第 2.5-9 表 非常用海水系の各機器の最小流路幅
 (高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機のうち海水ライン)

海水供給機器	最小流路幅 (mm)	砂粒径 (mm)
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機潤滑油用冷却器	13.6	約 0.15
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用清水冷却器	13.6	
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用空気冷却器	9.0	
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用燃料弁冷却器	13.6	
高圧炉心スプレイ系ポンプメカニカルシール冷却器	4.8	
高圧炉心スプレイ系ポンプ室空調器	13.5	
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ストレーナ	6.4	

[4] 基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する取水性確保

基準津波の遡上解析結果によると、津波は取水口付近の敷地を含め、T.P. + 3m の敷地に遡上する。基準地震動 S_s による地盤面の沈下や潮位のばらつき (0.18m) を考慮した場合、取水口が設置されている T.P. + 3m の敷地前面東側の防潮堤外側の敷地における浸水深は約 15m と想定される。この結果に基づき、基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備が、非常用海水ポンプの取水性確保に影響を及ぼさないことを漂流物評価フローに基づき確認した。第 2.5-11 図に漂流物評価フローを示す。



津波防護施設等：津波防護施設，浸水防止設備，津波監視設備を示す。

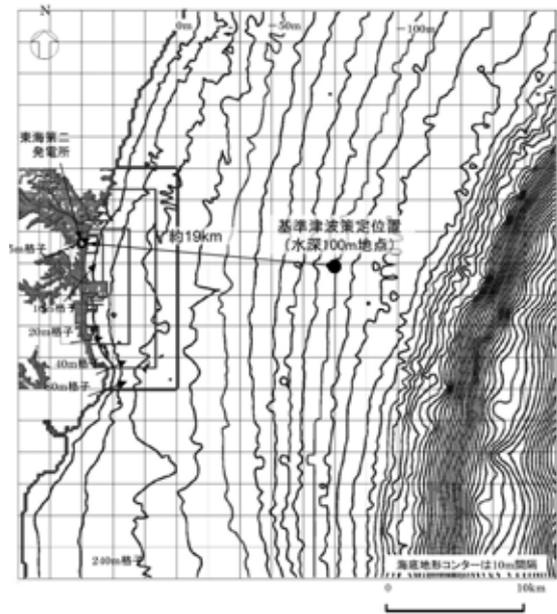
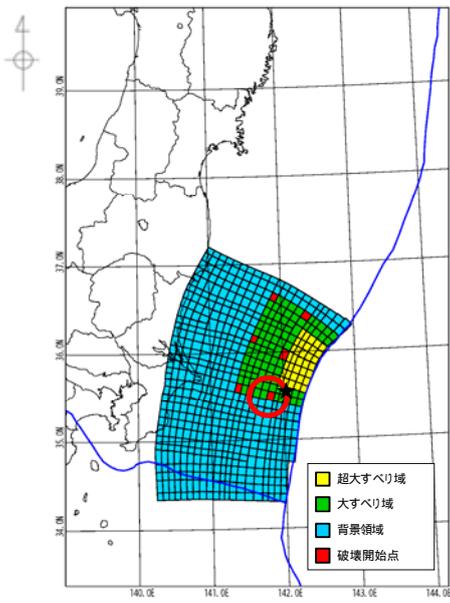
取水機能を有する安全設備等：海水取水機能を有する非常用海水ポンプ，非常用海水配管等を示す。

第 2.5-11 図 漂流物評価フロー

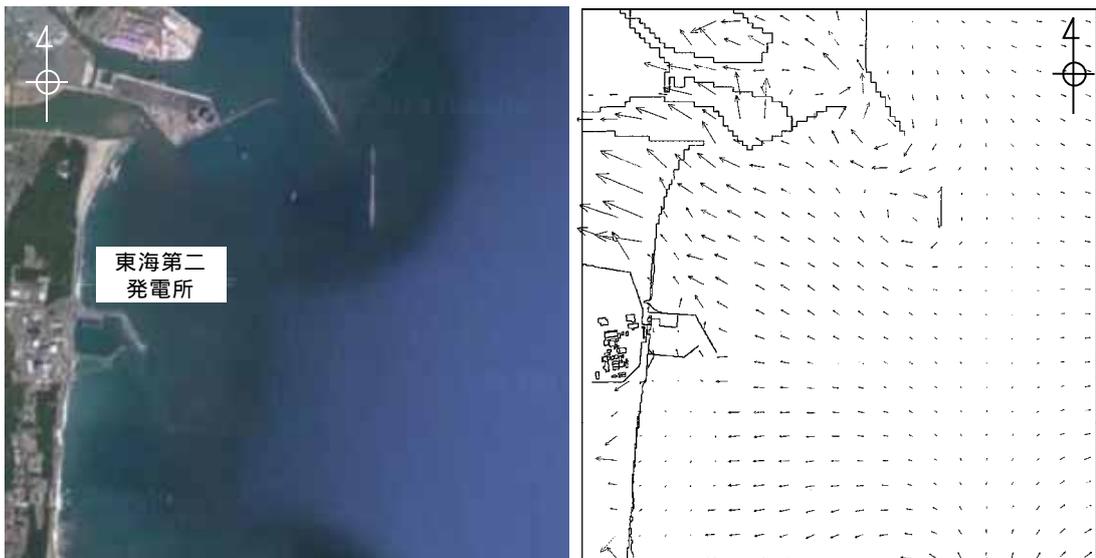
a . 基準津波の流向及び流速

日本海溝沿いのプレート間地震による基準津波は，東海第二発電所の東方より襲来し，地震発生約 35 分後に敷地前面に到達する。地震発生約 37 分後には敷地へ遡上し，地震発生約 40 分後に引き波となる。

第 2.5-12 図に基準津波の波源モデルと基準津波の策定位置，第 2.5-13 図に基準津波による発電所周辺海域の流向ベクトル，第 2.5-14 図に発電所敷地前面の流向ベクトル図（防波堤なしの場合）を示す。



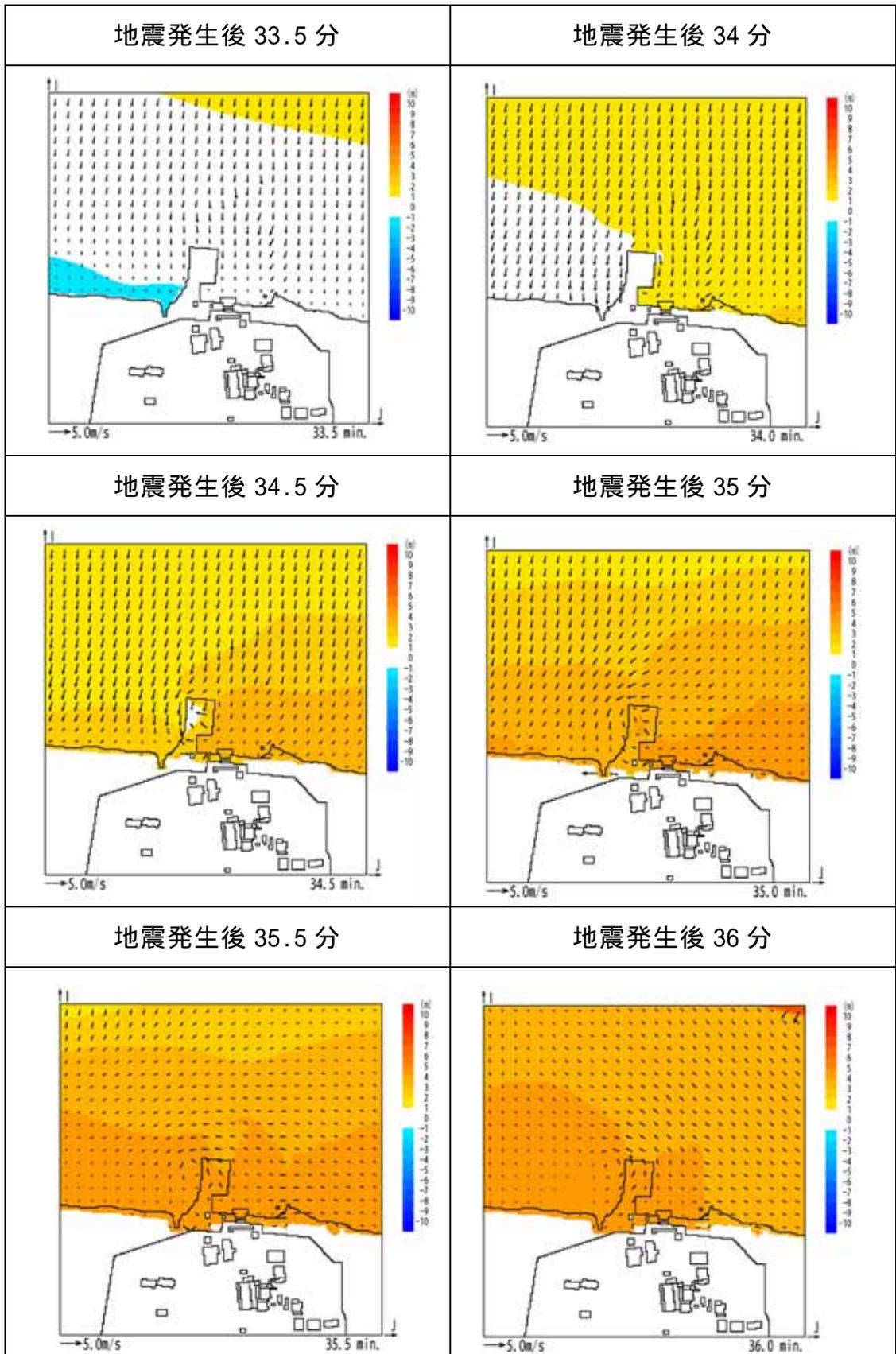
第 2.5-12 図 基準津波の波源モデルと基準津波の策定位置



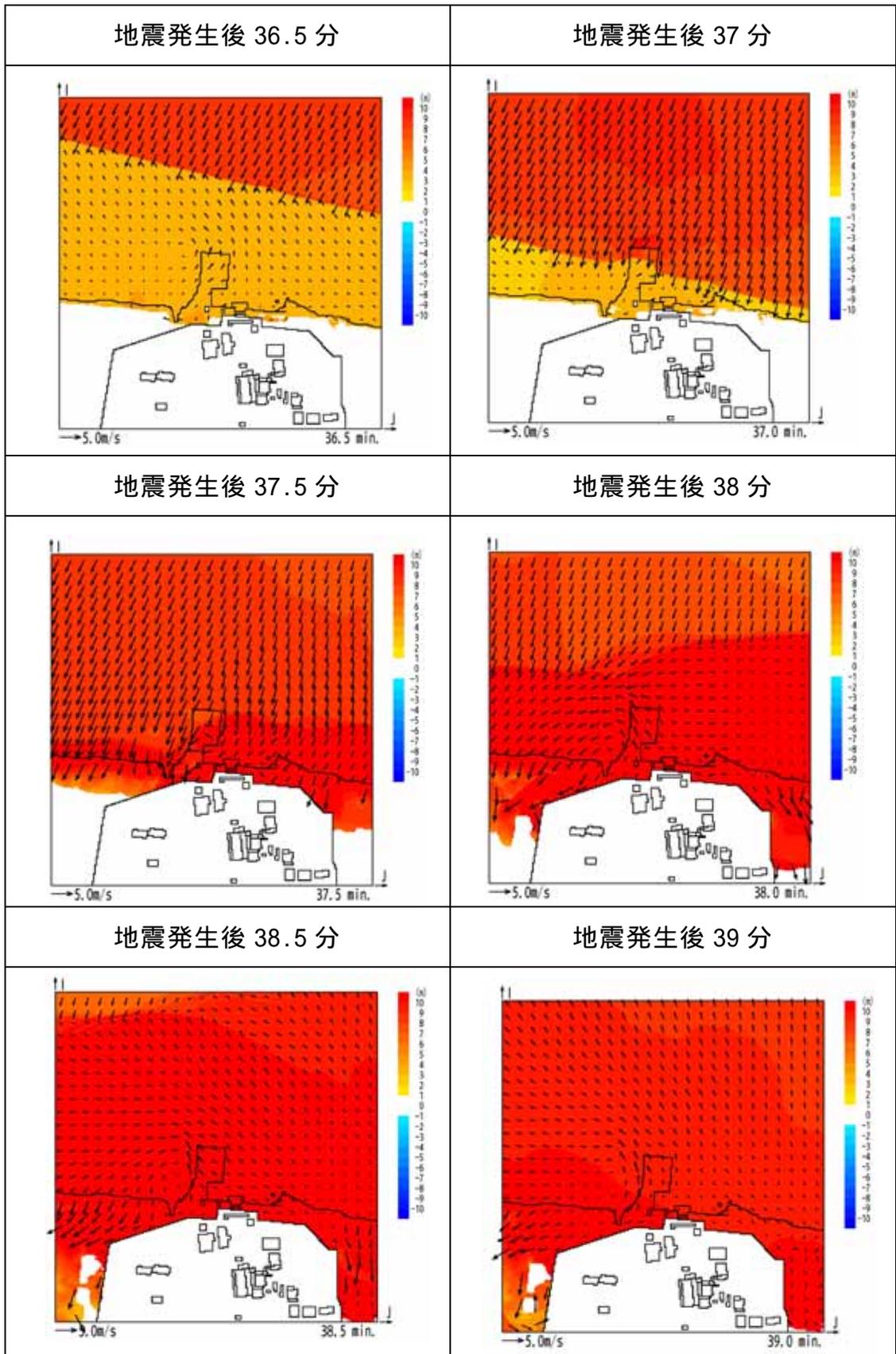
(発電所周辺海域の状況写真)

(発電所周辺海域の流向ベクトル)

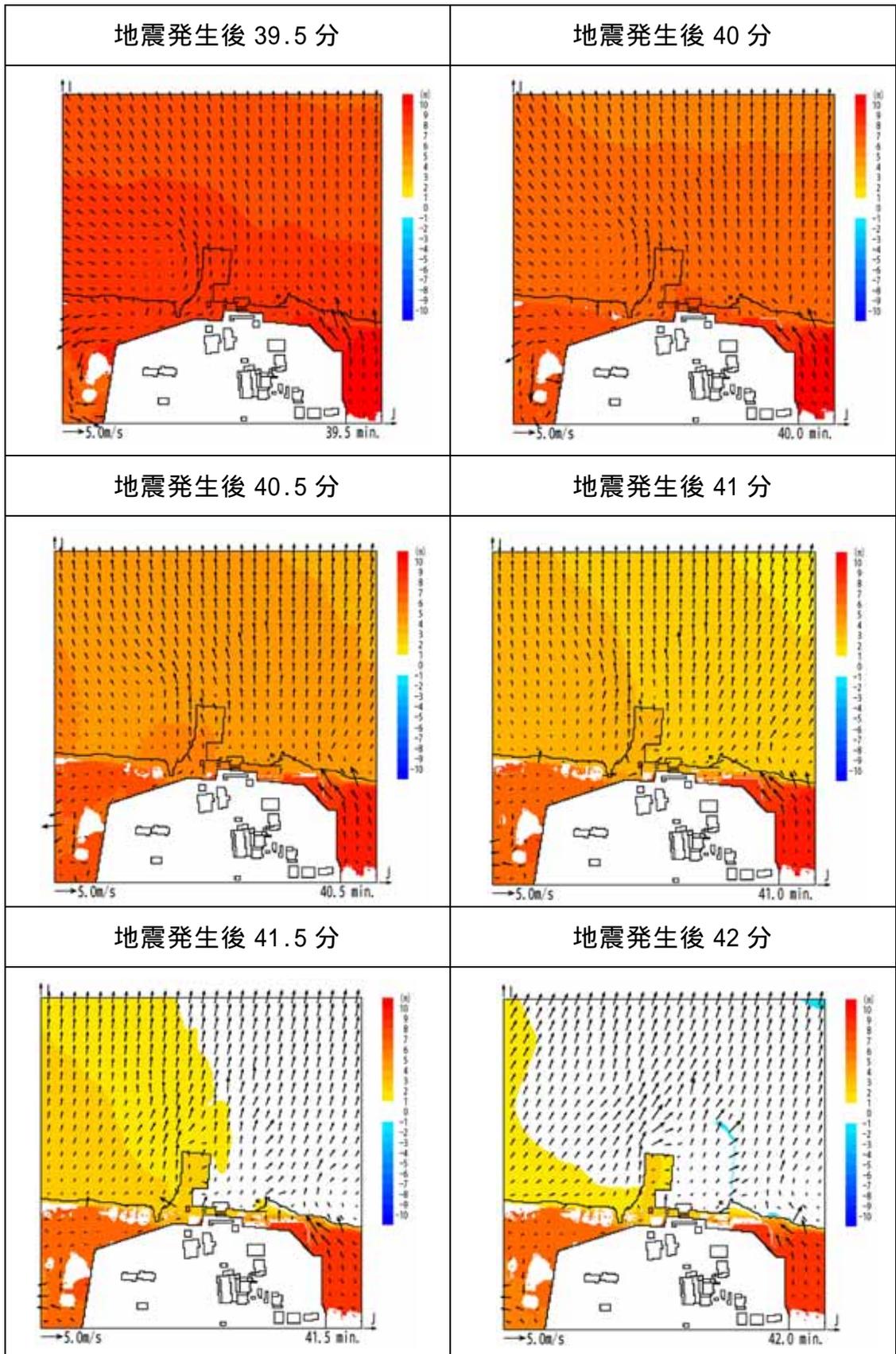
第 2.5-13 図 基準津波による発電所周辺海域の流向ベクトル



第 2.5-14 図 発電所敷地前面の流向ベクトル (防波堤なしの場合) (1/3)
(地震発生後 33.5 分から 36 分)



第 2.5-14 図 発電所敷地前面の流向ベクトル (防波堤なしの場合) (2 / 3)
(地震発生後 36.5 分から 39 分)

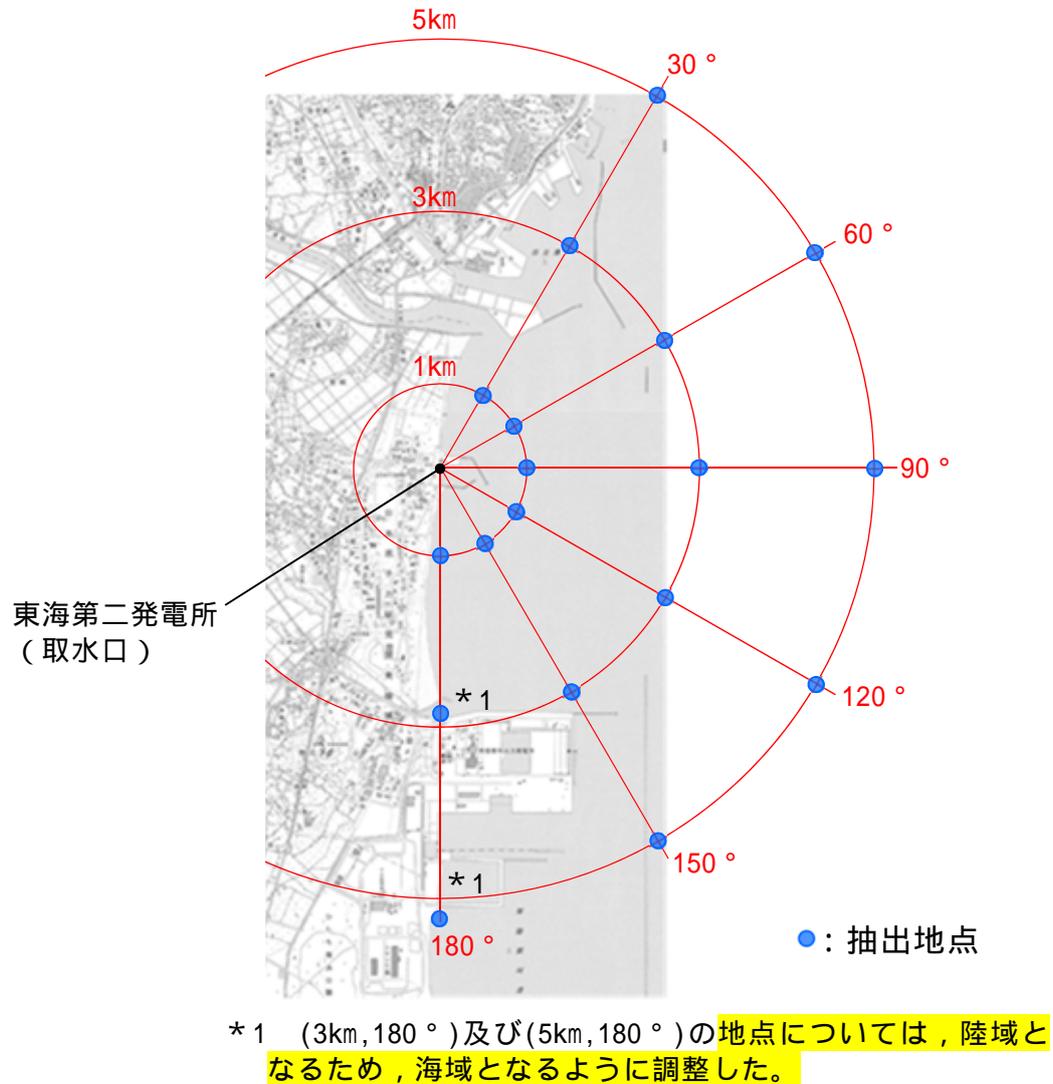


第 2.5-14 図 発電所敷地前面の流向ベクトル (防波堤なしの場合) (3 / 3)

(地震発生後 39.5 分から 42 分)

b. 漂流物調査範囲の設定

漂流物調査範囲選定のため、基準津波における沿岸域の水位、流向及び流速の時系列データを抽出した。



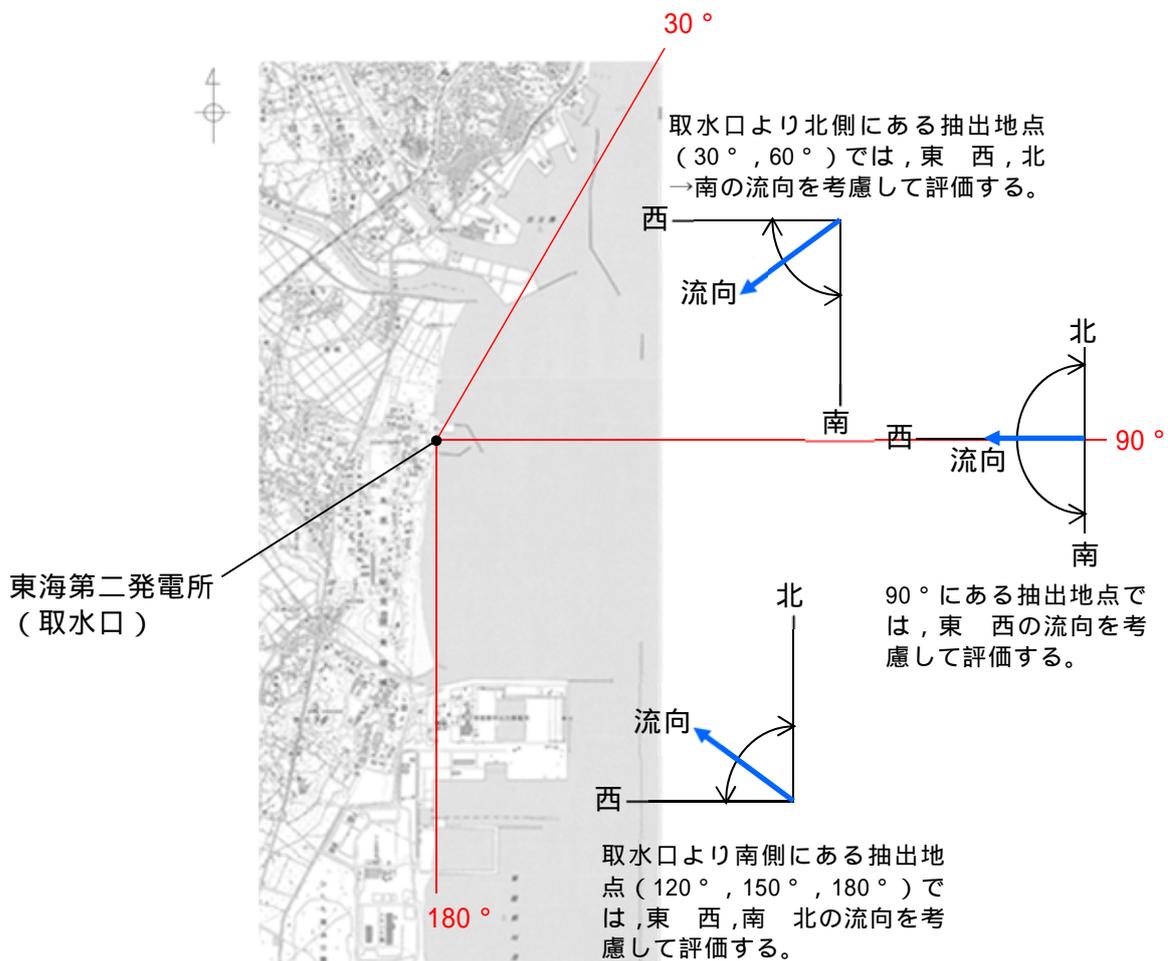
第 2.5-15 図 水位、流向、流速の抽出地点

漂流物調査の範囲は、漂流物が東海第二発電所へ到達する可能性のある距離とする。このため、津波の流向及び流速を考慮し、基準津波による漂流物の移動量を算出し、調査範囲を設定する。

津波の流向が発電所へ向かっている方向の時に、漂流物が発電所に接近すると考え、流向が発電所へ向かっているときの最大流速と継続時間より、

漂流物の移動量を算出する。具体的には、取水口より北側の抽出地点では、東から西へ方向かつ北から南へ方向の流向を抽出し、取水口より南側の抽出地点では、東から西へ方向かつ南から北へ方向の流向を抽出し評価する。第 2.5-16 図に示す 90° 方向については、東から西へ向かう方向の流向を抽出する。

また、人工構造物の影響として、防波堤の有無を考慮して漂流物の移動量を評価する。



第 2.5-16 図 漂流物調査範囲の設定で考慮する流向の範囲

漂流物の移動量の算出に当たっては、発電所へ向かう流向が継続している間にも流速は刻々と変化しているが、保守的に最大流速が継続しているものとして、最大流速と継続時間の積によって移動量を算出する。

$$\text{移動量} = \text{継続時間} \times \text{最大流速}$$

以上の条件において漂流物の移動量を評価した結果は、防波堤がある場合では、抽出地点(1km, 90°)における3572m(3.6km)が最大となり、防波堤がない場合では、抽出地点(3km, 150°)における3089m(3.1km)が最大となった。各抽出地点における漂流物の移動量を評価した結果を第2.5-9表及び第2.5-10表に示す。

第2.5-9表 各抽出地点における漂流物の移動量(防波堤ありの場合)

抽出地点	30°	60°	90°	120°	150°	180°
1km	206m	510m	3572m	1275m	2099m	2278m
3km	170m	1131m	1772m	22m	1014m	1512m
5km	429m	572m	1575m	644m	610m	1422m

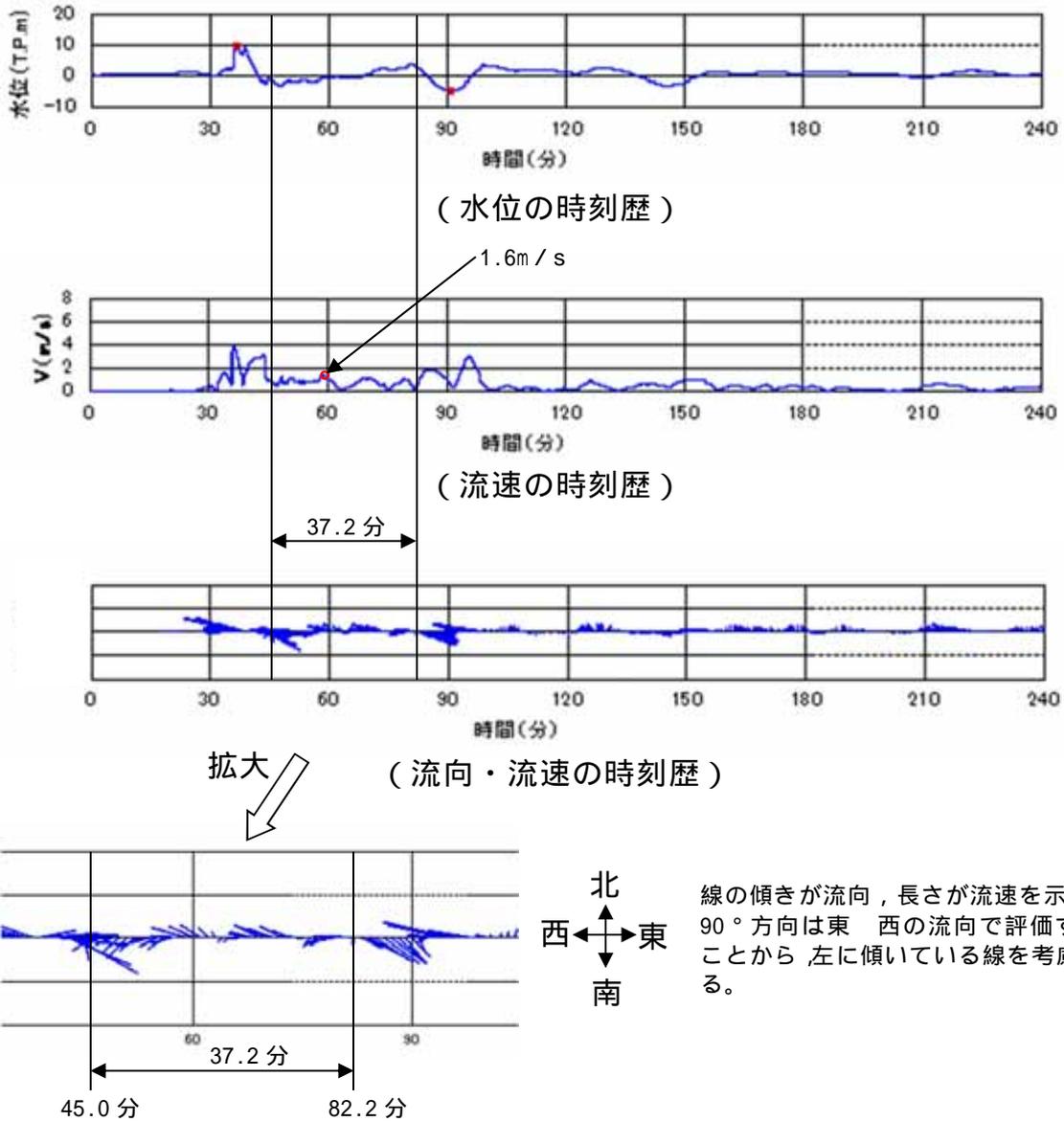
第2.5-10表 各抽出地点における漂流物の移動量(防波堤なしの場合)

抽出地点	30°	60°	90°	120°	150°	180°
1km	461m	792m	1449m	1268m	1155m	1710m
3km	445m	857m	1772m	1556m	3089m	10m
5km	1232m	1063m	1575m	1575m	1470m	1617m

以上より、漂流物の移動量が 3.6km となることから、保守的に取水口から半径 5km の範囲を漂流物調査の範囲として設定する。

また、漂流物が発生する箇所は津波が遡上する範囲(遡上域については、第 1.3-3 図参照)となることから、陸域については、遡上域を包絡する範囲で調査を実施した。

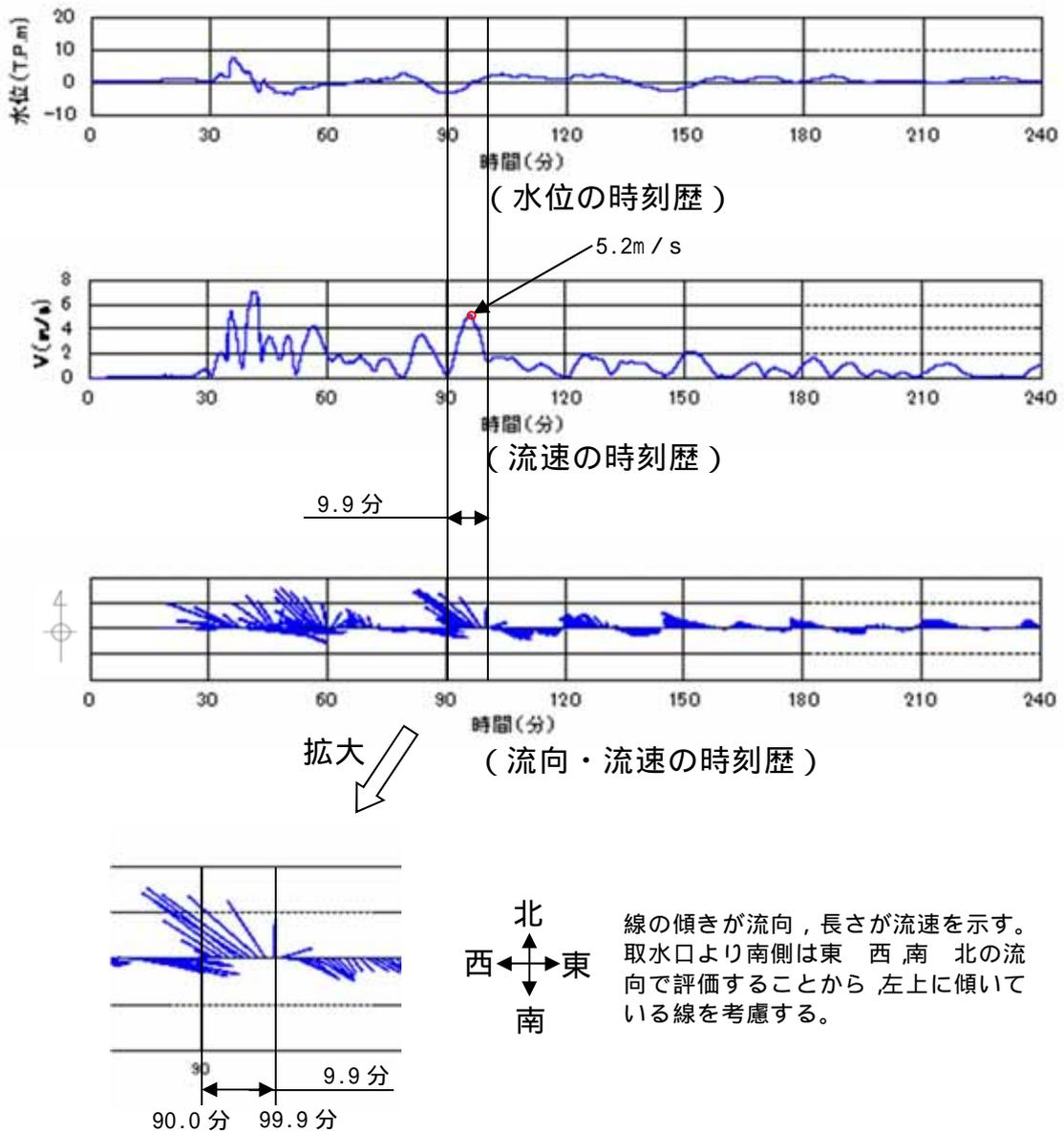
第 2.5-17 図に抽出地点(1km, 90°)(防波堤あり)における水位、流向、流速と漂流物の移動量の算出の考え方、第 2.5-18 図に抽出地点(3km, 150°)(防波堤なし)における水位、流向、流速と漂流物の移動量の算出の考え方、第 2.5-19 図に漂流物調査の範囲を示す。



(継続時間)	×	(最大流速)	=	(移動量)
37.2 分	×	1.6 m / s × 60	=	3572m 3.6km

⇒ 漂流物調査範囲
半径 5km

第 2.5-17 図 抽出地点 (1km, 90°) (防波堤あり) における
水位，流向，流速と漂流物の移動量の算出の考え方



(継続時間)	×	(最大流速)	=	(移動量)
9.9 分	×	5.2 m / s × 60	=	3089m
				3.1km

第 2.5-18 図 抽出地点 (3km, 150°)(防波堤なし)における
水位，流向，流速と漂流物の移動量の算出の考え方



■ : 調査範囲 (基準津波の遡上域を包絡した範囲)

第 2.5-19 図 漂流物の調査範囲

c. 漂流物となる可能性のある施設・設備の抽出

上記 b. で設定した調査範囲に基づき，発電所敷地内及び発電所敷地外に存在する施設・設備について，設計図書，ウォークダウン及び関係者への聞き取りにより調査した。以下に調査結果を発電所敷地内(防潮堤外側)と発電所敷地外で区分けして整理した結果を示す。調査方法の詳細を添付資料(22)に示す。

(a) 発電所敷地内における漂流物調査結果

発電所敷地内については，防潮堤の外側を対象に調査を実施した。漂流物となる可能性のある施設・設備として抽出されたものを以下に示す。

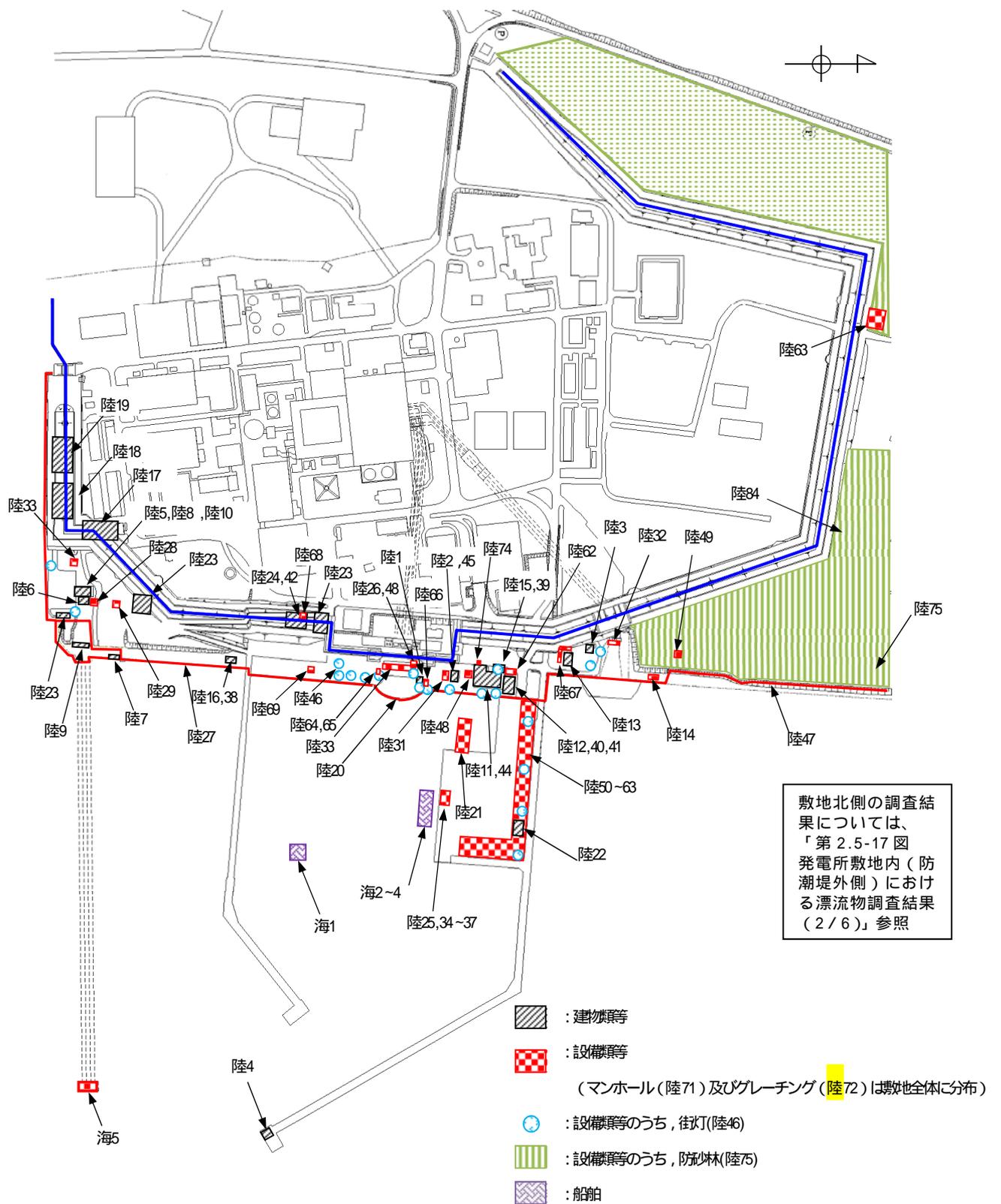
海域の船舶としては，東海港の物揚岸壁に接岸する使用済燃料輸送船及び低レベル放射性廃棄物運搬船(以下「燃料等輸送船」という。)，港湾内における浚渫作業を実施する浚渫作業用台船(以下「作業台船」という。)，その他貨物船等が抽出された。

海域の設備類等としては，東海発電所の取水口の箇所にある東海発電所取水鋼管標識ブイ(以下「標識ブイ」という。)が抽出された。

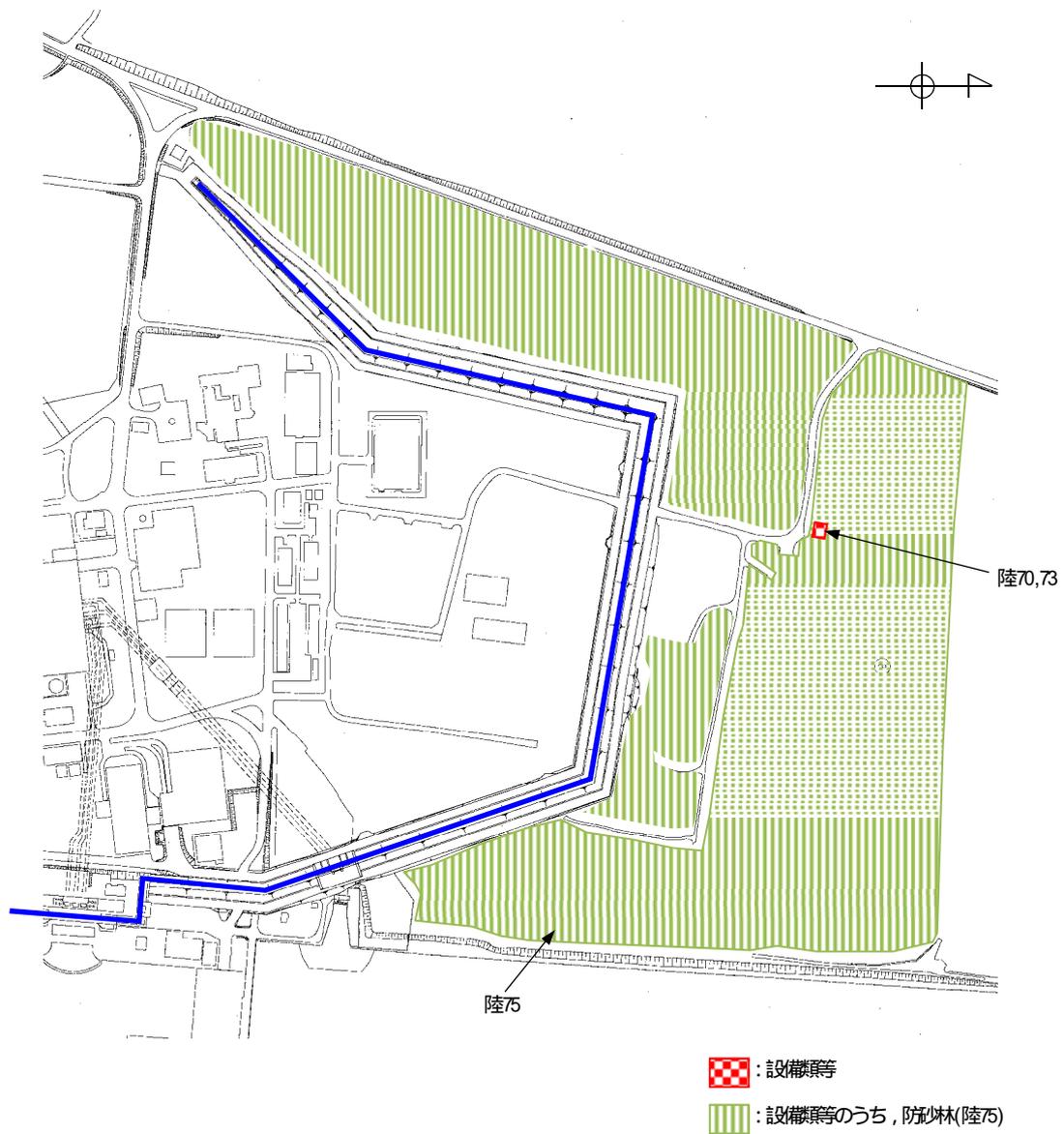
陸域の建物類等としては，基礎に据え付けられているものとして，鉄筋コンクリート造建物の検潮室，海水電解装置建屋，物揚場倉庫等，鉄骨造建物のメンテナンスセンター，輸送本部建屋，輸送本部倉庫等が抽出された。その他の建物として，仮設ハウス，再利用物品置き場テントが抽出された。

陸域の設備類等としては，ジブクレーン，除塵装置，海水電解装置等の機器，クレーン荷重試験用ウェイト，角落し，工事用資材等の資機材の他，フェンス，空調室外機，車両，防砂林等が抽出された。

第 2.5-20 図及び第 2.5-11 表に発電所敷地内における漂流物調査結果を示す。



第2.5-20図 発電所敷地内（防潮堤外側）における漂流物調査結果（1/6）



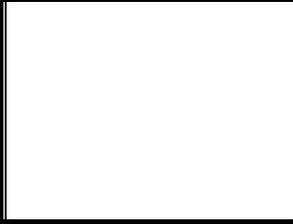
第 2.5-20 図 発電所敷地内（防潮堤外側）における漂流物調査結果（2 / 6）

			
海 1 標識ブイ			
			
陸 1 検潮小屋	陸 2 海水電解装置建屋	陸 3 放水口モニター小屋	陸 4 北防波堤灯台
			
陸 5 復水冷却用水路スクリーン室	陸 6 塩素処理室	陸 7 放水口放射能測定機器上屋	陸 8 ロータリースクリーン室
			
陸 9 主ゲート	陸 10 次亜塩素酸ソーダ注入室	陸 11 メンテナンスセンター	陸 12 輸送本部建屋
陸 13 輸送本部倉庫	陸 14 海上レーダー	陸 15 出入り管理所	陸 16 合弁処理浄化槽設備
追而	追而	追而	
陸 17 工作建屋	陸 18 資材 3号倉庫	陸 19 資材 1号倉庫	陸 20 カーテンウォール

第 2.5-20 図 発電所敷地内（防潮堤外側）における漂流物調査結果（3 / 6）

			
陸 21 棧橋	陸 22 物揚場倉庫	陸 23 再利用物品置場テント	陸 24 仮設ハウス
			
陸 25 ジブクレーン	陸 26 除塵装置制御盤	陸 27 フェンス	陸 28 水路変圧器函
			
陸 29 放水口モニター	陸 30 除塵装置	陸 31 海水電解装置	陸 32 放水口サンプルポンプ
			
陸 33 放射性液体廃棄物希釈水ポンプ	陸 34 ジブクレーン受電箱	陸 35 ジブクレーンケーブル収納箱	陸 36 ホース収納箱
			
陸 37 ページング・電話ボックス	陸 38 合弁処理浄化槽電源盤	陸 39 出入り管理所空調室外機	陸 40 輸送本部建屋空調室外機
			
陸 41 輸送本部建屋空調室外機	陸 42 仮設ハウス空調室外機	陸 43 海水電解装置建屋空調室外機	陸 44 メンテナンスセンター空調室外機

第 2.5-20 図 発電所敷地内（防潮堤外側）における漂流物調査結果（4 / 6）

			
陸 45 ミラー	陸 46 街灯	陸 47 鉄製防護柵	陸 48 自動販売機
			
陸 49 標識	陸 50 潜水用防護柵	陸 51 クレーン荷重試験用ウェイト	陸 52 クレーン荷重試験用吊具
			
陸 53 使用済燃料輸送容器用専用吊具	陸 54 オイルフェンス巻取機	陸 55 使用済燃料輸送用区画器具保管箱	陸 56 オイルフェンス
			
陸 57 工事用資材	陸 58 工事用資材	陸 59 工事用資材	陸 60 工事用資材
			
陸 61 資材	陸 62 角落し	陸 63 トレンチ蓋	陸 64 塵芥廃棄用コンテナ
			
陸 65 塵芥入れかご	陸 66 次亜塩素酸ソーダ注入装置（仮設）	陸 67 使用済燃料輸送関連機材	陸 68 工事用資材

第 2.5-20 図 発電所敷地内（防潮堤外側）における漂流物調査結果（5 / 6）

			
陸 69 敷鉄板	陸 70 コンテナ	陸 71 マンホール	陸 72 グレーチング
			
陸 73 パレット	陸 74 手洗いシンク	陸 75 防砂林	

第 2.5-20 図 発電所敷地内（防潮堤外側）における漂流物調査結果（6 / 6）

第 2.5-11 表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地内分 (1/9)

< 海域 >

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造 (形状) / 材質	重量 (最も大きなものを記載)	評価	分類
海1	船舶	浚渫船 (台船)	敷地内 港湾エリア	1	航行 / 停泊	-	約44t	・ 自航不可であり、緊急回避が困難なため、漂流する可能性があるが、取水口を完全に閉塞することはできないため、非常用海水ポンプの取水性に影響はない。 ・ 緊急回避行動の実効性が確認されていることから、漂流物とはならない。	C
海2	船舶	燃料等輸送船	敷地内 港湾エリア	9	航行 / 停泊	-	約5,000t (総トン数)	・ 緊急回避行動の実効性が確認されていることから、漂流物とはならない。 ・ あらかじめ、緊急回避の実効性について確認した後に、入港する運用と漂流物とはならない。	A
海3	船舶	貨物船	敷地内 港湾エリア	91	航行 / 停泊	-	約3,000t (総トン数)		

第 2.5-11 表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地内分 (2/9)

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造(形状)/材質	重量 (最も大きなものを記載)	評価	分類
海5	設備類等	標識ブイ	敷地内 港湾エリア	一式	固定あり	-	-	・波力によりチェーンが破損し、漂流する可能性があるが、取水口を完全に閉塞することはないため、非常用海水ポンプの取水性に影響はない。	C

< 陸域 >

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造(形状)/材質	寸法	重量	評価	分類
陸1	建物類等	検潮小屋	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	2.9m x 2.9m x 2.3m	-	・基礎に固定されていないことから漂流物とならない。	A
陸2	建物類等	海水電解装置建屋	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	8m x 11m x 3.7m	-		
陸3	建物類等	放水口モニター小屋	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	4m x 5m x 3m	-		
陸4	建物類等	北防波堤灯台	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	3m x 9m	-		
陸5	建物類等	復水冷却用水路 スクリーン室	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	-	-		
陸6	建物類等	塩素処理室	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	10m x 13m x 10m	-		
陸7	建物類等	放水口放射能 測定機器上屋	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	3m x 5m x 3m	-		
陸8	建物類等	ロータリースクリーン室	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	13m x 21m x 11m	-		

第 2.5-11 表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地内分 (3/9)

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造 (形状) / 材質	寸法	重量	評価	分類
陸9	建物類等	主ゲート	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	4m x 18m x 10m	-	・基礎に固定されていることから漂流物とならない。 A	
陸10	建物類等	次亜塩素酸ソーダ注入室	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	-			
陸11	建物類等	メンテナンスセンター	敷地内	1	設置	鉄骨造	34m x 19m x 11m	-		
陸12	建物類等	輸送本部建屋	敷地内	1	設置	鉄骨造	22m x 13m x 7m	-		
陸13	建物類等	輸送本部倉庫	敷地内	1	設置	鉄骨造	12m x 8m x 4m	-		
陸14	建物類等	海上レーダー	敷地内 発電所構内	1	設置	鋼製支柱	-	-		
陸15	建物類等	出入管理所	敷地内	1	設置	-	10m x 5m x 4m	-		
陸16	建物類等	合併処理浄化槽設備	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造	10m x 15m x 10m	-		
陸17	建物類等	工作建屋	敷地内	1	設置	鉄骨造	-	-		
陸18	建物類等	資材3号倉庫	敷地内	1	設置	鉄骨造	-	-		
陸19	建物類等	資材1号倉庫	敷地内	1	設置	鉄骨造	-	-		

第2.5-11表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地内分(4/9)

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造(形状)/材質	寸法	重量	評価	分類
陸20	建物類等	カーテンウォール	敷地内	1	設置	鉄筋 コンクリート造 (鋼材支柱)	-	-	<ul style="list-style-type: none"> 津波により倒壊した場合には、取水口前面にコンクリート部材等が堆積するが、取水口を完全に閉塞するため、とはないため、非常用海水ポンプの取水性に影響はない。 基礎に固定されていることから漂流物とならない。 	C
陸21	建物類等	栈橋	敷地内 港湾エリア	1	設置	鋼製コンクリート造	1.2m × 40m × 4m	-		A

第2.5-11表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地内分(5/9)

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造(形状)/材質	寸法	重量	評価	分類
陸22	建物类等	物揚場倉庫	敷地内	1	設置	コンクリート製ブロック	7m x 12m x 3m	-	<p>主要な建物については基礎に固定されていることから漂流物とならない。</p> <p>津波により破損した構造物の一部及び各施設等内に存在する保管内等については津波により漂流する可能性があるが、取水口を完全に閉塞することはしないため、非常用海水ポンプの取水性に影響はない。</p>	A C
陸23	建物类等	再利用物品置場テント	発電所構内	3	固定あり	-	-	-	<p>・防潮堤の設置に伴い、移設又は撤去するため、漂流物とはならない。</p>	A
陸24	建物类等	仮設ハウス	敷地内	1	固定なし	-	-	-	<p>・防潮堤の設置に伴い、移設又は撤去するため、漂流物とはならない。</p>	A
陸25	設備类等	ジブクレーン	敷地内 港湾エリア	1	設置	鋼製	-	-	<p>・支持構造物により基礎に固定されていることから漂流物とならない。</p>	A
陸26	設備类等	除塵装置制御盤	敷地内 発電所構内	1	設置	直方体	0.6m x 0.8m x 1.5m	-		A

第2.5-11表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地内分(6/9)

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造(形状)/材質	寸法	重量	評価	分類
陸27	設備類等	フェンス	敷地内	一式	設置	-	-	-	・支持構造物により基礎に固定され、漂流物とならない。	A
陸28	設備類等	水路変圧器函	敷地内	1	設置	直方	2m x 1.5m x 2m	-		
陸29	設備類等	放水口モニター	敷地内	1	設置	円柱/鋼製	0.5m x 1.5m	-		
陸30	設備類等	除塵装置	敷地内	一式	設置	鋼製	2m x 4.1m x 3.8m	-	・「[5]取水スクリーンの破損による通水性への影響」にて評価を実施。	A
陸31	設備類等	海水電解装置	敷地内	一式	設置	鋼製	11m x 9.5m x 2m	-		
陸32	設備類等	放水口サンプルポンプ	敷地内	3	設置	-	-	-	・支持構造物により基礎に固定され、漂流物とならない。	A
陸33	設備類等	放射性液体廃棄物希釈水ポンプ	敷地内	2	設置	円柱/鋼製	1m x 2.5m	-		
陸34	設備類等	ジブクレーン受電箱	敷地内 港湾エリア	1	設置	直方体/鋼製	0.4m x 1.2m x 2.2m	-		
陸35	設備類等	ジブクレーンケーブル収納箱	敷地内 港湾エリア	1	設置	直方体	0.6m x 0.6m x 0.6m	-		
陸36	設備類等	ホース収納箱	敷地内 港湾エリア	1	設置	直方体	0.2m x 0.8m x 1.4m	-		
陸37	設備類等	ページング・電話ボックス	敷地内 港湾エリア	1	設置	直方体	0.2m x 0.5m x 0.5m	-		
陸38	設備類等	合併処理浄化槽電源盤	敷地内	1	設置	直方体	1m x 1m x 2.5m	-		

第 2.5-11 表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地内分 (7/9)

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造(形状)/材質	寸法	重量	評価	分類
陸39	設備類等	出入管理所空調室外機	敷地内	1	固定あり	直方体	0.8m × 0.3m × 0.6m	-	・津波により漂流する可能性があるが、取水口を完全に閉塞することはないため、非常用海水ポンプの取水性に影響はない。	C
陸40	設備類等	輸送本部建屋空調室外機	敷地内	2	固定あり	直方体	0.5m × 0.8m × 2m	-		
陸41	設備類等	輸送本部建屋空調室外機	敷地内	1	固定あり	直方体	0.3m × 0.8m × 1.5m	-		
陸42	設備類等	仮設ハウス空調室外機	敷地内	3	固定あり	直方体	0.8m × 0.3m × 0.6m	-		
陸43	設備類等	海水電解装置建屋空調室外機	敷地内	1	固定あり	直方体	1.2m × 1m × 2m	-		
陸44	設備類等	メンテナンスセンター空調室外機	敷地内	1	固定あり	直方体	0.8m × 0.3m × 0.6m	-		
陸45	設備類等	海水電解装置建屋空調室外機	敷地内	1	固定あり	直方体	1.2m × 1m × 2m	-		
陸46	設備類等	街灯	敷地内 港湾エリア	一式	固定あり	-	-	-		
陸47	設備類等	鉄製防護柵	敷地内	1	固定あり	-	-	-		
陸48	設備類等	自動販売機	敷地内	2	固定あり	直方体	2m × 0.8m × 2m	-		
陸49	設備類等	標識	敷地内	1	固定あり	-	-	-		
陸50	設備類等	潜水用防護柵	敷地内	1	固定なし	鋼製	2.5m × 3.5m × 1m	-		
陸51	設備類等	クレーン荷重試験用ウェイト	敷地内 港湾エリア	130	固定なし	直方体 / コンクリート	1.5m × 0.8m × 3.5m	-		
陸52	設備類等	クレーン荷重試験用吊具	敷地内 港湾エリア	1	固定なし	直方体 / 鋼製	6m × 6m × 1.5m	-		

第 2.5-11 表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地内分 (8/9)

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造(形状)/材質	寸法	重量	評価	分類
陸53	設備類等	使用済燃料輸送容器用 専用吊具	敷地内 港湾エリア	1	固定なし	-	3m x 5m x 4m	-	・津波により漂流する可能性があるが、取水口を完全に閉塞することはないため、非常用海水ポンプの取水性に影響はない。	C
陸54	設備類等	オイルフェンス巻取機	敷地内 港湾エリア	1	固定なし	-	6m x 7m x 6m	-		
陸55	設備類等	使用済燃料輸送用 区画器具保管箱	敷地内 港湾エリア	1	固定なし	直方体	1.2m x 2.5m x 1.6m	-		
陸56	設備類等	オイルフェンス	敷地内	一式	固定なし	-	5m x 5m x 0.3m	-		
陸57	設備類等	工事用資材	敷地内 港湾エリア	一式	固定なし	鋼製架台	3m x 5m x 0.5m	-		
陸58	設備類等	工事用資材	敷地内 港湾エリア	3	固定なし	鋼材等	0.8m x 8m	-		
陸59	設備類等	工事用資材	敷地内 港湾エリア	一式	固定なし	鋼材等	6m x 6m x 1.5m	-		
陸60	設備類等	工事用資材	敷地内 港湾エリア	5	固定なし	鋼製	5m x 7m x 6m	-		
陸61	設備類等	資材	敷地内 港湾エリア	1	固定なし	直方体	1m x 3m x 3m	-		
陸62	設備類等	角落とし	敷地内 港湾エリア	30	固定なし	直方体/コンクリート	1m x 7m x 0.3m	-		
陸63	設備類等	トレンチ蓋	敷地内 港湾エリア	17	固定なし	直方体/コンクリート	1m x 7m x 0.3m	-	・廃棄予定であるため、漂流物とならない。 ・重量物であることから漂流物とならない。	A

第2.5-11表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地内分(9/9)

番号	分類	名称	場所	数量	状態	主要構造(形状)/材質	寸法	重量	評価	分類
陸64	設備類等	塵介廃棄用コンテナ	敷地内	2	固定なし	直方体	3m x 1.5m x 1.5m	-	・津波により漂流する可能性があるが、取水口を完全に閉塞することは、非常用海水ポンプの取水性に影響はない。	C
陸65	設備類等	塵介入れかご	敷地内	1	固定なし	直方体	1m x 1m x 1m	-		
陸66	設備類等	次亜塩素酸ソーダ注入装置(仮設)	敷地内	一式	固定なし	-	3m x 3m x 2m	-		
陸67	設備類等	使用済燃料輸送関連機材	敷地内	1	固定なし	直方体	1.5m x 6m x 1m	-		
陸68	設備類等	工所用資材	敷地内	一式	固定なし	-	-	-		
陸69	設備類等	敷鉄板	敷地内	35	固定なし	直方体	1m x 8m x 0.1m	-		
陸70	設備類等	コンテナ	敷地内	1	固定なし	直方体	2m x 4m x 1m	-		
陸71	設備類等	マンホール	敷地内	一式	固定なし	-	-	-		
陸72	設備類等	グレーチング	敷地内	一式	固定なし	-	-	-		
陸73	設備類等	パレット	敷地内	6	固定なし	直方体	1.2m x 1.2m x 0.2m	-		
陸74	設備類等	手洗いシンク	敷地内	1	固定なし	-	0.6m x 2m x 1m	-		
陸75	設備類等	防砂林	敷地内	-	-	-	-	-		

第2.5-11図に示す分類

分類A: 漂流物とはならない。

分類B: 津波防護施設等, 取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。

分類C: 津波防護施設等の健全性, 取水機能を有する安全設備等への影響なし。

分類D: 漂流物対策を実施する。

(b) 発電所敷地外における漂流物調査結果

発電所敷地外には、民家、商業施設、倉庫等の他、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構、日立LNG基地、モータプール、常陸那珂火力発電所、工場等の施設があり、これらを含めて調査した結果を以下に示す。

また、発電所から北方約4kmの位置に久慈漁港があるため、漁船が発電所付近で操業することを考慮して調査を実施した結果を以下に示す。

発電所敷地外の調査範囲には、民家の家屋、商業施設、学校、工場等の建物類等が点在しており、これらを抽出した。また、鉄塔、電柱、車両等を抽出した。

研究開発法人日本原子力研究開発機構では、建物類等として、建屋、倉庫、車庫、仮設ハウス等が抽出された。設備類等については、タンク、変圧器、排気筒等の設備、資機材等の他、車両、防砂林等が抽出された。

茨城港日立港区の日立LNG基地では、建屋、バス、スタック、プレハブ等の建物類等が抽出された。設備類等として、タンク等の設備、資機材等の他、車両が抽出された。

茨城港日立港区のモータプールでは、建物類等として仮設ハウス、設備類等として、車両、自動販売機等が抽出された。

茨城港日立港区の工場では、建屋、倉庫、仮設ハウス等の建物類等が抽出された。設備類等としては、クレーン、製品、治具等の他、車両が抽出された。

茨城港日立港区の船舶として、タンカー船、車両、製品等の貨物船が抽出された。

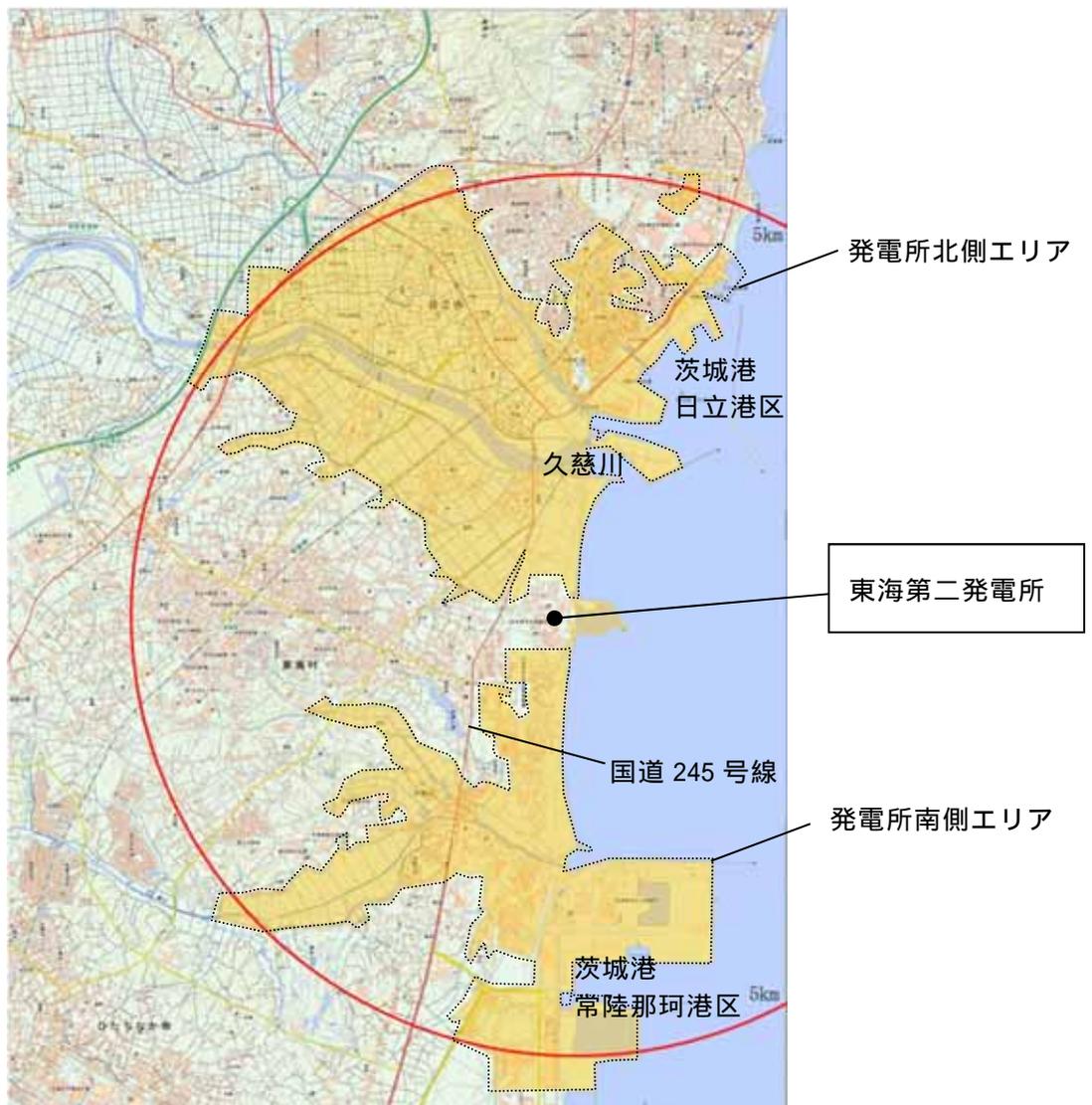
茨城港常陸那珂港区の常陸那珂火力発電所では、建屋、倉庫、煙突、バス、仮設ハウス等の建物類等が抽出された。設備類等としては、タンク、サイロ、アンローダ、変圧器等の機器、資機材類の他、重機、フ

ェンス，車両等が抽出された。

茨城港常陸那珂港区の常陸那珂火力発電所以外の箇所については，建屋，倉庫等の建物類等，クレーン，コンテナ，車両等の設備類等が抽出された。

茨城港常陸那珂港区の船舶として，石炭，車両等の貨物船が抽出された。

第 2.5-21 図に発電所敷地外における漂流物調査のエリアを示す。また，第 2.5-12 表から第 2.5-18 表に発電所敷地外における漂流物調査結果を示す。



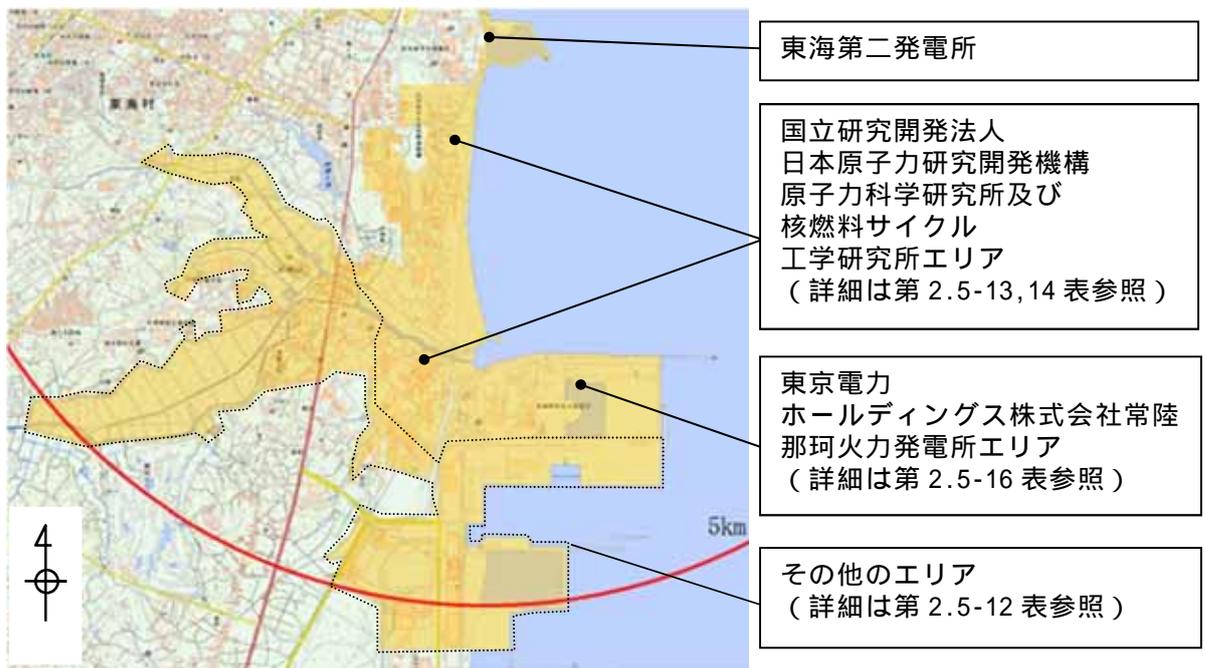
■ : 調査範囲 (基準津波の遡上域を包絡した範囲)

第 2.5-21 図 発電所敷地外における漂流物調査のエリア図 (1 / 2)

< 発電所北側エリア >



< 発電所南側エリア >



第2.5-21図 発電所敷地外における漂流物調査のエリア図 (2 / 2)

d . 漂流物検討対象の選定

c . の漂流物となる可能性のある施設・設備の抽出に基づき，非常用海水ポンプの取水性への影響について評価を実施した。

(a) 発電所敷地内

発電所敷地内の評価結果について，以下に示す。また，第 2.5-11 表に評価結果の一覧を示す。

建物類等

検潮室，海水電解装置建屋，物揚場倉庫，メンテナンスセンター，輸送本部建屋，輸送本部倉庫等の鉄筋コンクリート造及び鉄骨造の建屋については，基礎に固定された頑健な建物であるため漂流物とはならない。ただし，鉄骨造建物の外装板は波力により破損する可能性があり，破損した外装板及び建屋内の軽量な物品等が漂流物となる可能性があるが，設置位置及び津波の流向から取水口へは向かわないと考える。しかし，これらが取水口へ向かった場合においても，取水口を完全に閉塞させることはないため，非常用海水ポンプの取水性には影響ないと考えられる。

なお，仮設ハウス，再利用物品置場テント等については，防潮堤の設置にともない移設又は撤去することから，漂流物とはならない。

設備類等

ジブクレーン，海水電解装置等の機器については，支持構造物により基礎に固定されているため，漂流物とはならない。

クレーン荷重試験用ウェイト，角落し等の重量物については，津波による移動量はほとんどないため，漂流物とはならない。

フェンス，空調室外機，車両等の比較的軽量なものは，漂流物となる可能性があるが，設置位置及び津波の流向から取水口へは向かわないと考える。しかし，これらが取水口へ向かった場合においても，こ

れらが取水口を完全に閉塞させることはないため，非常用海水ポンプの取水性には影響ないと考えられる。

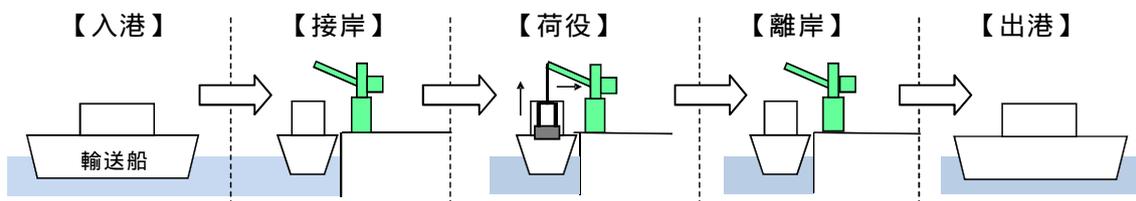
防砂林については，津波により倒木して漂流物となる可能性があるが，設置位置及び津波の流向から取水口へは向かわないと考える。しかし，これらが取水口へ向かった場合においても，これらが取水口を完全に閉塞させることはないため，非常用海水ポンプの取水性には影響ないと考えられる。

なお，除塵装置については，「[5] 取水スクリーンの破損による通水性への影響」において，評価する。

発電所敷地前面の沖合にある標識ブイは，津波の波力によりチェーンが破損し，漂流する可能性があるため，漂流するものとして評価した。評価の結果，標識ブイが漂流した場合，取水口に向かう可能性は否定できないため，非常用海水ポンプの取水性に与える影響について評価した。非常用海水ポンプの取水性への評価結果については(c)に示す。

船舶（燃料等輸送船）

発電所敷地内には港湾施設として物揚岸壁があり，燃料等輸送船が停泊する。第 2.5-22 図に燃料等輸送船の入港から出港までの主な輸送行程を示す。

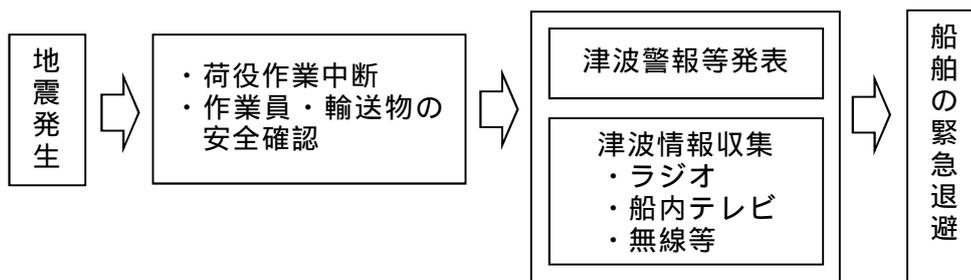


第 2.5-22 図 燃料等輸送船の主な輸送行程

燃料等輸送船は，港湾施設に停泊中に津波警報等発表時には，緊急退避を行うこととしており，2011 年東北地方太平洋沖地震を踏まえ，

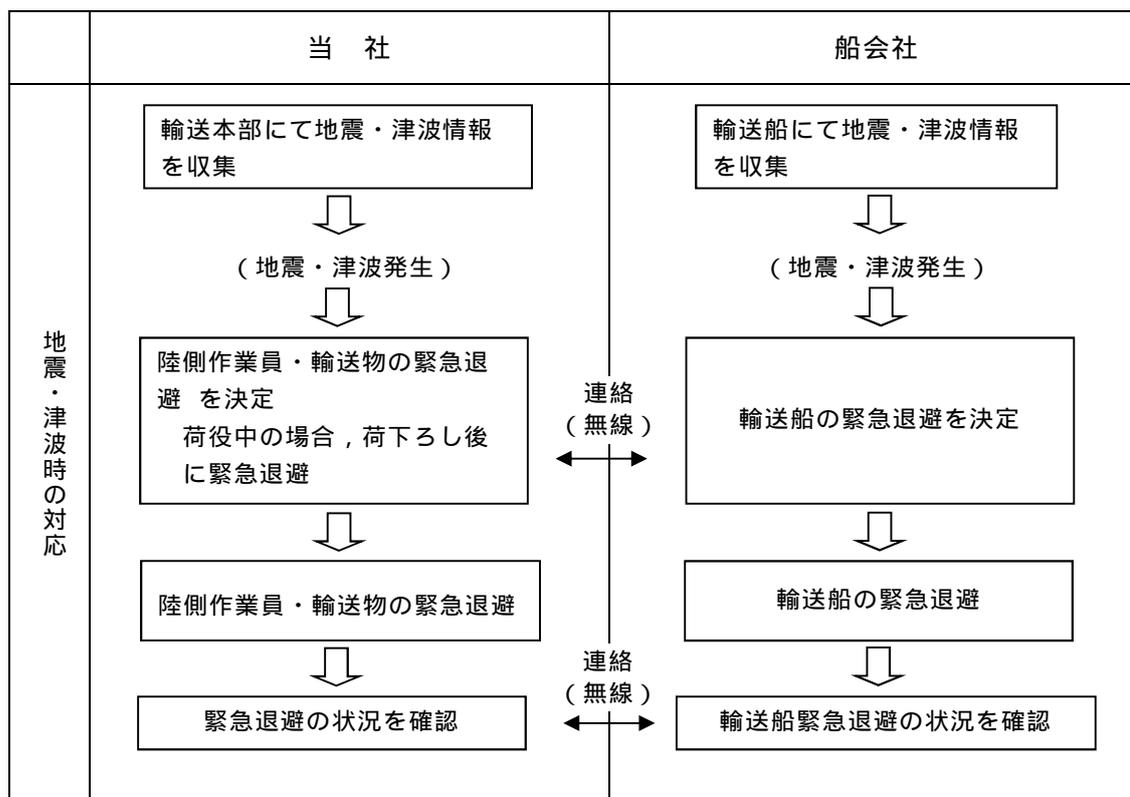
輸送に先立ち，第 2.5-23 図に示す緊急退避フローを取り込んだマニュアルを整備している。

また，燃料等輸送船の緊急退避についての当社と船会社の対応分担は第 2.5-24 図に示すとおりであり，これら一連の対応を行うため，当社は，当社と船会社間の連絡体制を整備するとともに，地震・津波発生時の緊急対応マニュアルを整備し，緊急退避訓練を実施している。燃料等輸送船の緊急退避は船会社が実施するため，当社は，緊急対応の措置の状況を，監査や訓練報告書等により確認している。



津波到達時間等を考慮し船長が判断・指示

第 2.5-23 図 燃料等輸送船の緊急退避フロー



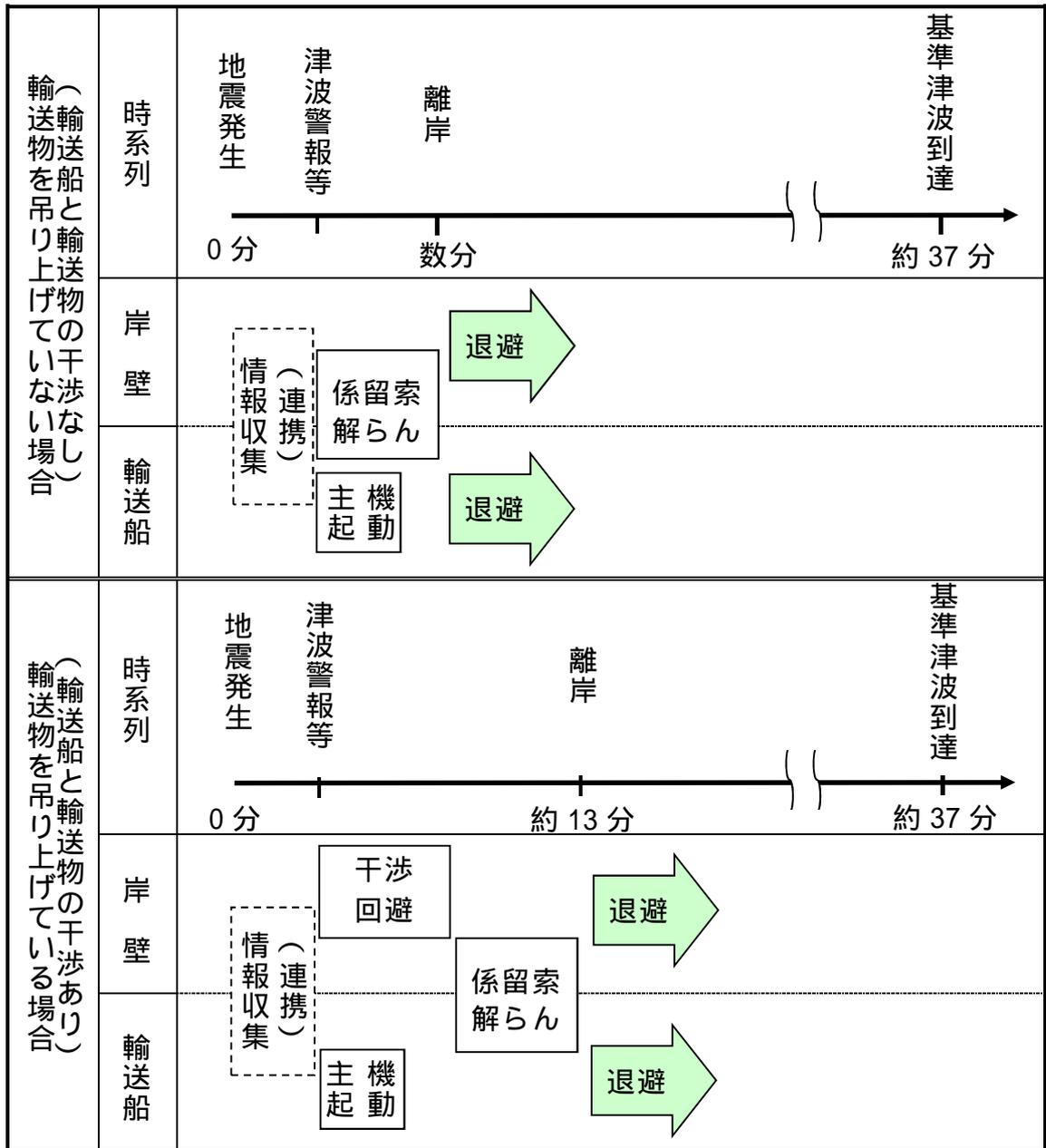
第 2.5-24 図 燃料等輸送船の緊急退避時の当社と船会社の運用の対応分担

燃料等輸送船と輸送物の干渉がない「荷役」以外の行程は、輸送行程の大部分を占めており、津波警報等発令から数分で緊急退避が可能である。燃料等輸送船と輸送物が干渉しうる「荷役」行程は、これよりも退避までに時間を要するが、輸送行程の中で極めて短時間であること、また、電源喪失時にも物揚岸壁クレーンを使用可能とし、緊急退避ができるように、物揚岸壁クレーンには非常用電源を用意していること、さらに緊急離岸が可能となるまでの時間(係留索解らん完了)は、地震発生後約 13 分であり、基準津波の到達時間である約 37 分までに緊急退避が可能であることから、燃料等輸送船は漂流物とはならない。第 2.5-25 図に津波襲来時の緊急退避可能時間を示す。

なお、数分で津波が襲来する場合を想定すると、「荷役」行程では、離岸のための荷下ろし作業中となることもあり得るが、以下の理由から燃料等輸送船は航行不能になるとは考えられず、燃料等輸送船は漂流物とはならない。

- ・物揚岸壁に係留されており、津波高さと喫水高さの関係から物揚岸壁を越えず留まる。
- ・物揚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している。

添付資料(23)に燃料等輸送船の係留索の耐力の評価結果、添付資料(24)に燃料等輸送船の喫水と津波高さとの関係を示す。



第 2.5-25 図 津波襲来時の緊急退避可能時間

船舶（浚渫用作業台船他）

発電所港湾内の浚渫作業のため、作業台船が不定期に入港する。作業台船については、緊急退避の実効性が確認されていないため、漂流するものとして評価した。評価の結果、作業台船が漂流した場合、取水口に向かう可能性は否定できないため、非常用海水ポンプの取水性

に与える影響について評価した。非常用海水ポンプの取水性への評価結果については(c)に示す。

また、貨物船等が入港する際には、あらかじめ緊急退避の実効性について検討することとする。

(b) 発電所敷地外

発電所敷地内の評価結果について、以下に示す。また、第 2.5-12 表から第 2.5-18 表に評価結果の一覧を示す。

建物類等

鉄筋コンクリート造及び鉄骨造の建屋及び構築物については、基礎に固定された頑健な建物であるため漂流物とはならない。ただし、鉄骨造建物の外装板は波力により破損する可能性があり、破損した外装板及び建屋内の軽量な物品等が漂流物となる可能性がある。また、家屋、倉庫等は、波力により破損する可能性があり、破損した部材及び建屋内の軽量な物品等が漂流物となる可能性がある。これらの漂流物となる可能性のあるものについては、設置位置及び津波の流向から東海第二発電所の取水機能を有する安全設備に対する漂流物とはならない。

設備類等

研究開発法人日本原子力研究開発機構、日立 LNG 基地及び常陸那珂火力発電所のタンク、変圧器等の機器は、支持構造物により基礎に据え付けられ、頑健な構造であるため漂流物とはならない。

その他の設備類等については、設置状態、重量等により漂流物とはならないものがあるが、多くのものが漂流物となり海域に流出する可能性があると考えられるが、設置位置及び津波の流向から東海第二発電所の取水機能を有する安全設備に対する漂流物とはならない。

船舶（漁船，定期船）

発電所敷地の北方約 4 kmに漁港があり，5t 未満の漁船については，発電所近郊の海上で操業することを考慮し，保守的に津波襲来時に漂流する可能性があるものとして評価した。評価の結果，漁船が津波により航行不能になり漂流するとした場合，取水口に向かう可能性は否定できないため，非常用海水ポンプの取水性に与える影響について評価した。非常用海水ポンプの取水性への評価結果については(c)に示す。

また，発電所周辺を定期的に航行する定期船としては，発電所敷地北方約 2.5 kmに位置する茨城港日立港区に寄港するタンカー船，貨物船等，発電所敷地南方約 3 kmに位置する常陸那珂火力発電所に寄港する貨物船等がある。これらの船舶が停泊しているときに大津波警報等が発表された場合には，荷役及び作業を中止した上で，緊急退避又は係留避泊する運用としていることから，漂流物とはならない。

津波の流向について

第 2.5-26 図に発電所敷地周辺に漂流物を想定した軌跡解析を実施した結果を示す。いずれの評価点においても，最初の地点の近辺に留まるか，発電所から離れていく結果となったことから，発電所敷地外で発生する漂流物は発電所へ接近してこないと考える。

なお，解析は水粒子の軌跡のシミュレーションであり，漂流物の挙動と水粒子の軌跡が完全に一致するものではないが，水粒子の軌跡のほうが漂流物の挙動と比較して敏感であり，漂流物の発電所への影響を評価するうえで重要な流向（漂流物の移動方向）については，十分に把握できると考えられる。また，水粒子の軌跡は押し波，引き波を交互に受けてある一定の範囲内を移動する挙動又は発電所から離れていく方向に移動する傾向を示していることから，漂流物に作用する慣性力を考慮したとしても，漂流物が発電所に影響を及ぼすような挙動を示すおそれはない。

第2.5-12表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地外分(その他)(1/3)

< 海域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造(形状)/材質	重量 (最も大きなものを記載)	評価	分類
船舶	漁船	敷地外	35	航行/停泊	-	5t未満	<ul style="list-style-type: none"> ・漁船が発電所付近で操業することを考慮すると津波襲来時に漂流する可能性があるが、取水口を完全に閉塞することはしないため、非常用海水ポンプの取水性に影響はない。 ・発電所から離れた遠洋にて操業する漁船であることから、非常用海水ポンプの取水性に影響を与えない。 	C
船舶	漁船	敷地外	7	航行/停泊	-	5~20t		B

< 陸域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造(形状)/材質	寸法	重量	評価	分類
建物類等	衛生センター	敷地外	一式	設置	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎に固定されていることから漂流物とならない。 	A
建物類等	大型商業施設	敷地外	一式	設置	-	-			
建物類等	公共施設	敷地外	一式	設置	-	-			
建物類等	学校	敷地外	一式	設置	-	-			
建物類等	鉄塔	敷地外	一式	設置	-	-			
建物類等	下水処理場	敷地外	一式	設置	-	-			

第 2.5-12 表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地外分（その他）(2/3)

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）/材質	寸法	重量	評価	分類
建物類等	事務所建屋	敷地外	一式	設置	-	-	-	主要な建物については基礎に固定されていることから漂流物とならない。	A
建物類等	家屋	敷地外	一式	設置	-	-	-	津波により破壊した構造物の一部及び各施設等内には津波により漂流する可能性がありますが、設置位置及び流況を考慮すると、非常に海水ポンプの取水性に影響する漂流物とはならない。	B
建物類等	倉庫	敷地外	一式	設置	-	-	-		
建物類等	工場	敷地外	一式	設置	-	-	-		
設備類等	鉄塔	敷地外	一式	設置	-	-	-		
設備類等	石油タンク	敷地外	一式	設置	-	-	-	・支持構造物により基礎に固定されていることから漂流物とならない。	A
設備類等	ジブクレーン	敷地外	2	設置	-	-	-		
設備類等	門型クレーン	敷地外	4	設置	-	-	-	・津波襲来時に波力により走行方向にすべり、設置箇所から外れるおそれがあるが、外れた場合においても重量物であることから漂流物とならない。	A
設備類等	コンテナ	敷地外	約350	固定なし	-	-	-	・津波により漂流する可能性があるが、設置位置及び流況を考慮すると非常用海水ポンプの取水性に影響を与える漂流物とはならない。	B
設備類等	柵	敷地外	一式	固定あり	-	-	-		
設備類等	墓石、記念碑	敷地外	一式	固定あり	-	-	-	・重量物であることから漂流物とならない。	A

第 2.5-12 表 漂流物検討対象選定結果一覧表 発電所敷地外分（その他）（3 / 3）

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	寸法	重量	評価	分類
設備類等	倉庫	敷地外	一式	固定あり	-	-	-	・津波により漂流する可能性があるが、設置位置及び流況を考慮すると非常に影響を与える漂流物とはならない。	B
設備類等	電柱，街灯	敷地外	一式	固定あり	-	-			
設備類等	普通車，大型車	敷地外	約3500	駐車	-	-	-	・津波により漂流する可能性があるが、設置位置及び流況を考慮すると非常に影響を与える漂流物とはならない。	B
設備類等	建設重機	敷地外	一式	駐車	-	-			
設備類等	トレーラー	敷地外	約200	固定なし	-	-			
設備類等	防砂林	敷地内	-	-	-	-			

第 2.5-11 図に示す分類

分類 A：漂流物とはならない。
 分類 B：津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。
 分類 C：津波防護施設等の健全性，取水機能を有する安全設備等への影響なし。
 分類 D：漂流物対策を実施する。

第 2.5-13 表 漂流物検討対象選定結果一覽表

発電所敷地外分

(1 / 3)

< 陸域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造 (形状) / 材質	寸法	重量	評価	分類

第 2.5-13 表 漂流物検討対象選定結果一覽表

発電所敷地外分

(2 / 3)

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造 (形状) / 材質	寸法	重量	評価	分類

第 2.5-13 表 漂流物検討対象選定結果一覧表

発電所敷地外分

(3 / 3)

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	寸法	重量	評価	分類

第 2.5-11 図に示す分類

- 分類 A: 漂流物とはならない。
- 分類 B: 津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。
- 分類 C: 津波防護施設等の健全性，取水機能を有する安全設備等への影響なし。
- 分類 D: 漂流物対策を実施する。

第 2.5-14 表 漂流物検討対象選定結果一覽表

發電所敷地外分 (1/2)

< 陸域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造 (形状) / 材質	寸法	重量	評価	分類

第 2.5-14 表 漂流物検討対象選定結果一覧表

発電所敷地外分

(2/2)

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	寸法	重量	評価	分類

第 2.5-11 図に示す分類

- 分類 A：漂流物とはならない。
- 分類 B：津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。
- 分類 C：津波防護施設等の健全性，取水機能を有する安全設備等への影響なし。
- 分類 D：漂流物対策を実施する。

第 2.5-15 表 漂流物検討対象選定結果一覧表

発電所敷地外分 (1/2)

< 海域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造 (形状) / 材質	重量 (最も大きなものを記載)	評価	分類

< 陸域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造 (形状) / 材質	寸法	重量	評価	分類

第 2.5-15 表 漂流物検討対象選定結果一覧表

発電所敷地外分 (2/2)

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造(形状)/材質	寸法	重量	評価	分類

第 2.5-11 図に示す分類

- 分類 A: 漂流物とはならない。
- 分類 B: 津波防護施設等, 取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。
- 分類 C: 津波防護施設等の健全性, 取水機能を有する安全設備等への影響なし。
- 分類 D: 漂流物対策を実施する。

第 2.5-15 表 漂流物検討対象選定結果一覽表

発電所敷地外分

(1 / 4)

< 陸域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造 (形状) / 材質	寸法	重量	評価	分類
[Empty table body]									

第 2.5-16 表 漂流物検討対象選定結果一覽表

発電所敷地外分 (2/4)

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造(形状)/材質	寸法	重量	評価	分類

第 2.5-16 表 漂流物検討対象選定結果一覽表

発電所敷地外分

(3 / 4)

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造 (形状) / 材質	寸法	重量	評価	分類

第 2.5-16 表 漂流物検討対象選定結果一覧表

発電所敷地外分

(4 / 4)

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	寸法	重量	評価	分類

第 2.5-11 図に示す分類

分類 A: 漂流物とはならない。

分類 B: 津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。

分類 C: 津波防護施設等の健全性，取水機能を有する安全設備等への影響なし。

分類 D: 漂流物対策を実施する。

第 2.5-17 表 漂流物検討対象選定結果一覧表

発電所敷地外分 (1/2)

< 海域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	重量 （最も大きなものを記載）	評価	分類

< 陸域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状） / 材質	寸法	重量	評価	分類

第 2.5-17 表 漂流物検討対象選定結果一覧表

発電所敷地外分 (2/2)

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造(形状)/材質	寸法	重量	評価	分類

第 2.5-11 図に示す分類
 分類 A: 漂流物とはならない。
 分類 B: 津波防護施設等, 取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。
 分類 C: 津波防護施設等の健全性, 取水機能を有する安全設備等への影響なし。
 分類 D: 漂流物対策を実施する。

第 2.5-18 表 漂流物検討対象選定結果一覧表
 発電所敷地外分（茨城港日立港区モータープール）

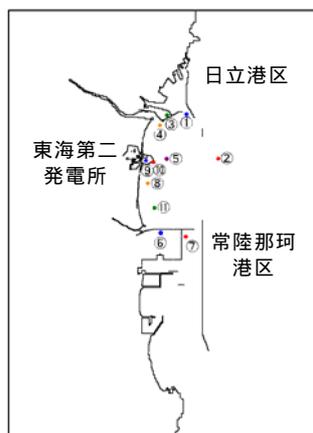
< 海域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）/材質	重量 （最も大きなものを記載）	評価	分類

< 陸域 >

分類	名称	場所	数量	状態	主要構造（形状）/材質	寸法	重量	評価	分類

第 2.5-11 図に示す分類
 分類 A：漂流物とはならない。
 分類 B：津波防護施設等，取水機能を有する安全設備等に対する漂流物とはならない。
 分類 C：津波防護施設等の健全性，取水機能を有する安全設備等への影響なし。
 分類 D：漂流物対策を実施する。



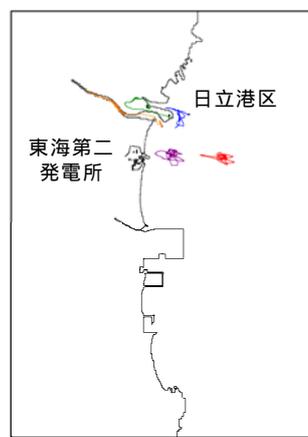
解析条件

- ・ 漂流物移動開始：浸水深 10cm
- ・ 解析時間：地震発生から 240 分

漂流物軌跡解析の初期配置図



～ の軌跡

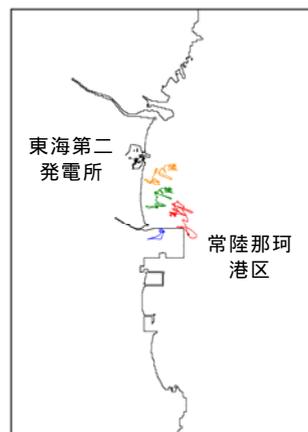


～ の軌跡



～ の軌跡

(防波堤あり)



～ の軌跡

(防波堤なし)

第 2.5-26 図 漂流物の軌跡解析結果

(c) 非常用海水ポンプの取水性への評価結果

(a)及び(b)において、津波襲来時に取水口に向かう可能性が否定できない漂流物として、標識ブイ、作業台船及び漁船が抽出された。これらに対して、非常用海水ポンプの取水性に及ぼす影響について評価した。

なお、取水口上部の標高は T.P. + 3.31m であるのに対し、基準津波による取水口前面における水位は T.P. + 14.3m であることから、漂流した場合、取水口に向かう可能性が否定できない標識ブイ、作業台船及び漁船は、取水口の上部を通過するものと考えられる。しかし、ここでは、浮力により浮く標識ブイを除く作業台船及び漁船については、保守的に取水口に衝突するものとした。

作業台船及び漁船の寸法は、第 2.5-19 表に示すとおりであり、これら漂流物のうち、取水口を閉塞させる面積が最も大きいものは作業台船で、その寸法は長さ約 17m、幅約 8m である。これに対し、取水口の寸法は幅 42.8m、高さ 10.35m (1 口当たりの内部寸法は幅 4.1m、高さ 8.35m) と十分に広く、かつ、取水口の呑口は 8 口あることから、作業台船が取水口に漂流した場合においても、取水性に影響を与える閉塞は生じず、非常用海水ポンプの取水性に影響しない。

第 2.5-19 表に作業台船及び漁船の主要諸元、第 2.5-27 図に取水口の構造図を示す。

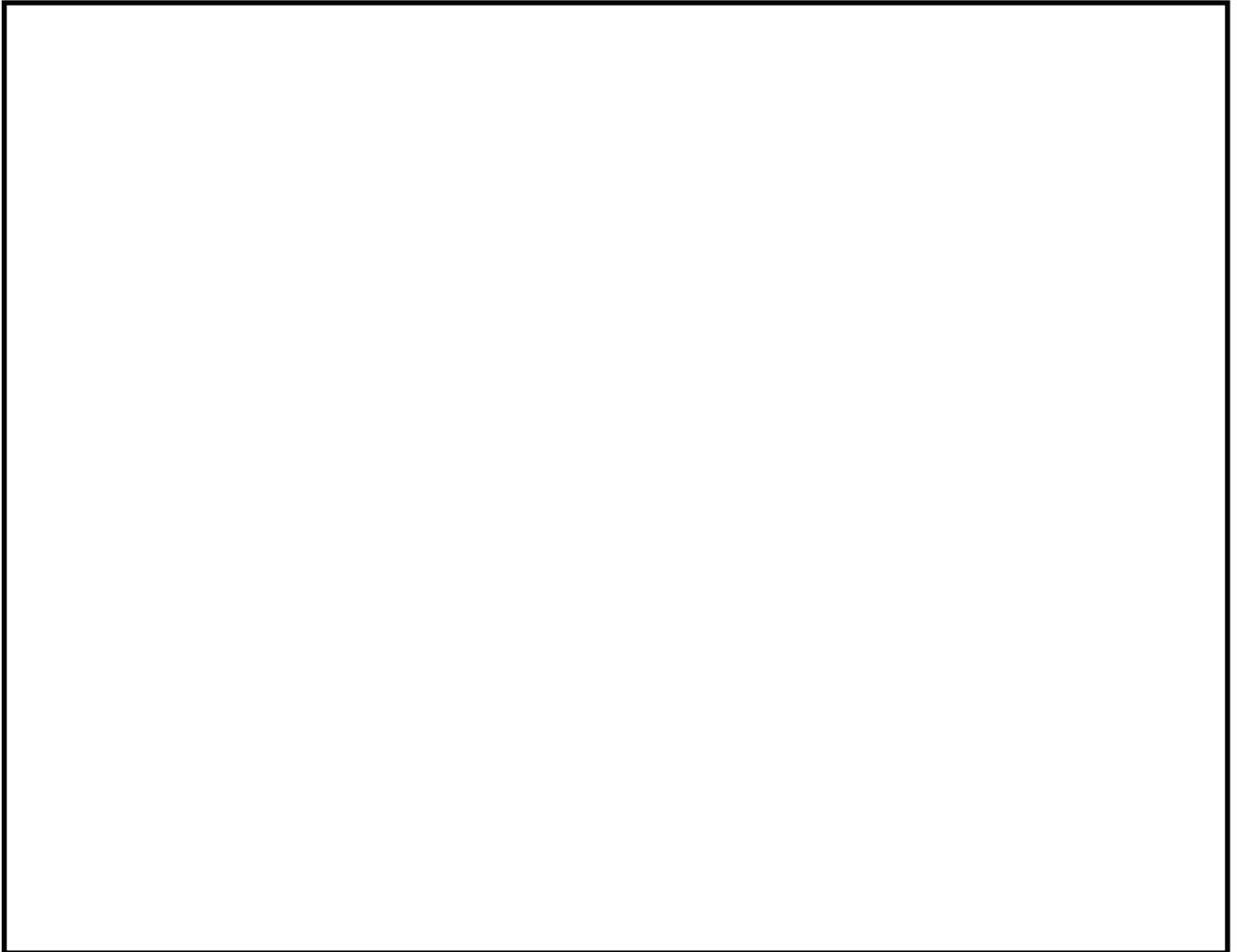
第 2.5-19 表 作業台船及び漁船の主要諸元

対象	重量	寸法	台数
作業台船	約 44t	長さ約 17m × 幅約 8m	1
5t 級漁船 ¹ (総トン数)	約 15t ² (排水トン数)	長さ 14m × 幅約 3m	1 ³

1：漁協からの聞き取り調査結果に基づき設定

2：道路橋示方書（共通編・下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会 平成 14 年 3 月）より、総トン数 5t を 3 倍し排水トン数を 15t と設定

3：発電所沖合で操業することを考慮し、1 隻が漂流するものと仮定



第 2.5-27 図 取水口構造図

なお、カーテンウォールについては、基準地震動 S_s による耐震性を確認していないことから、漂流物に対する捕捉効果は期待しない。また、倒壊した場合においても、コンクリート部材の倒壊による取水口の閉塞は生じない。

[5] 取水スクリーンの破損による通水性への影響

海水中の塵芥を除去するために設置されている除塵装置（固定バースクリーン、回転レイキ付バースクリーン及びトラベリングスクリーン）については、異物の混入を防止する効果が期待できるが、津波時に破損して、それ自体が漂流物化になる可能性がある。この場合には、破損・分離し漂流物化した構成部材等が取水路を閉塞させることより、取水路の通水性に影響を与えることが考えられるため、その可能性について確認した。

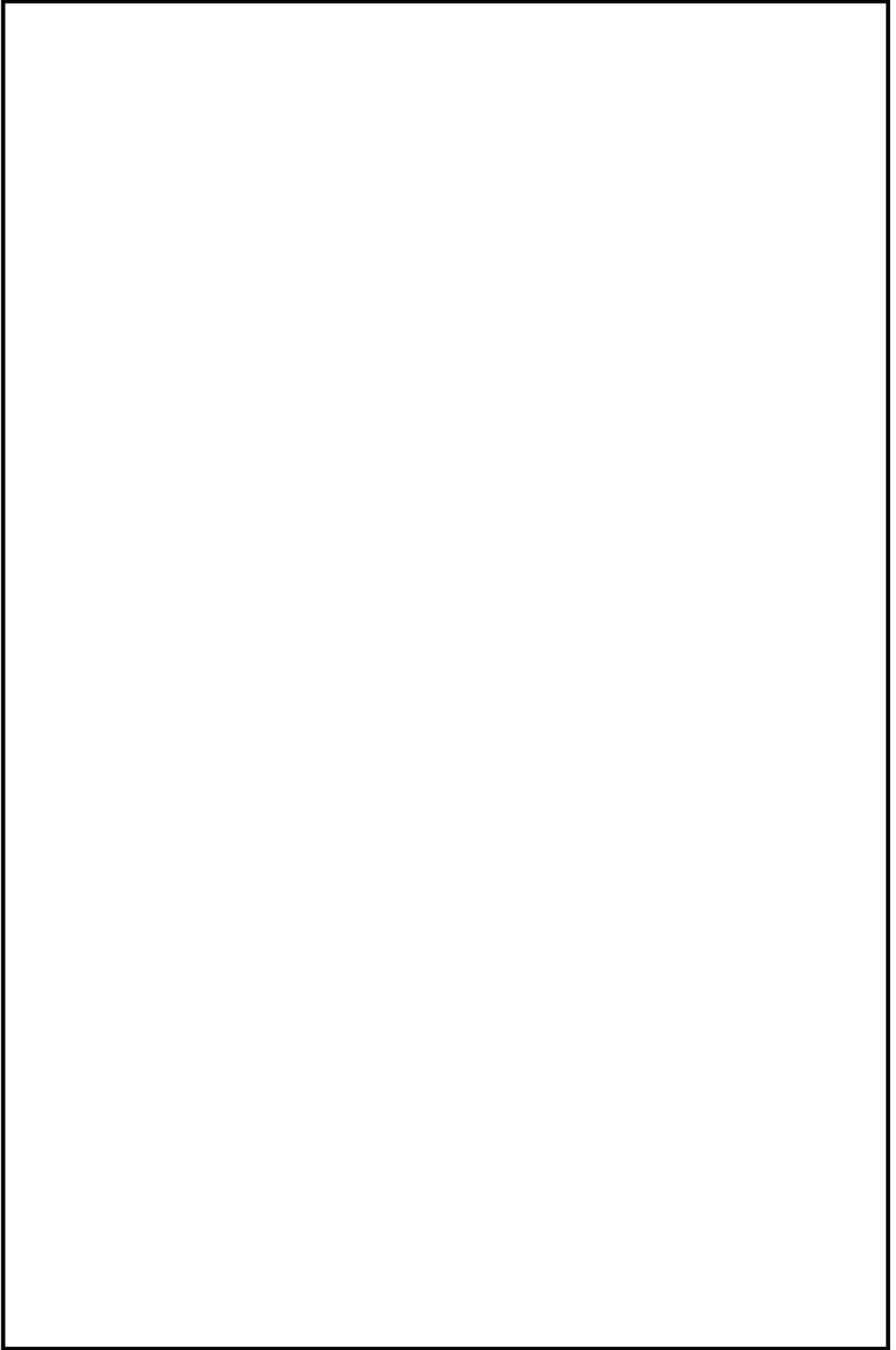
その結果、除塵装置は、基準津波により破損して漂流物になることはなく、非常用海水ポンプの取水性に影響を及ぼすものではないことを確認した。以下に除塵装置に構造を示すとともに、確認内容、確認結果を示す。

a．構造

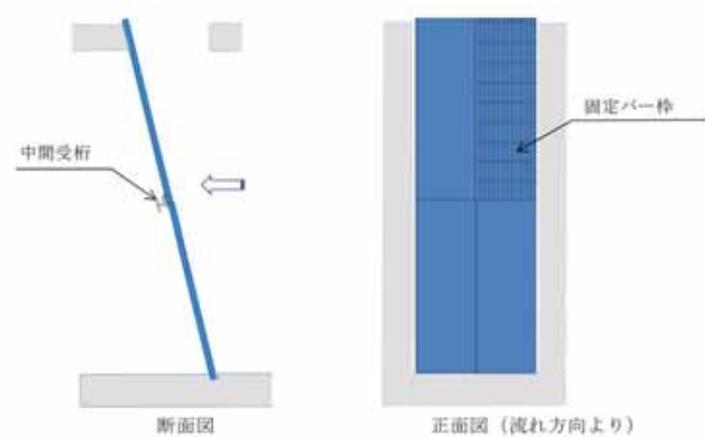
除塵装置は、取水する海水中の塵芥を除去するために、取水口から取水ピットに至る取水路の経路 8 区画に対して設置されており、取水口から固定バースクリーン、回転レイキ付バースクリーン、トラベリングスクリーンの順に設置されている。第 2.5-28 図に除塵装置の配置図、第 2.5-29 図に除塵装置の概略構造図を示す。

固定バースクリーンは、鋼材を溶接により格子状に接合した固定バー枠構造であり、取水路 1 区画当たり 4 分割された固定バー枠からなる。固定バー枠の上端及び下端は取水路に支持され、中間部分は中間受桁により支持される。

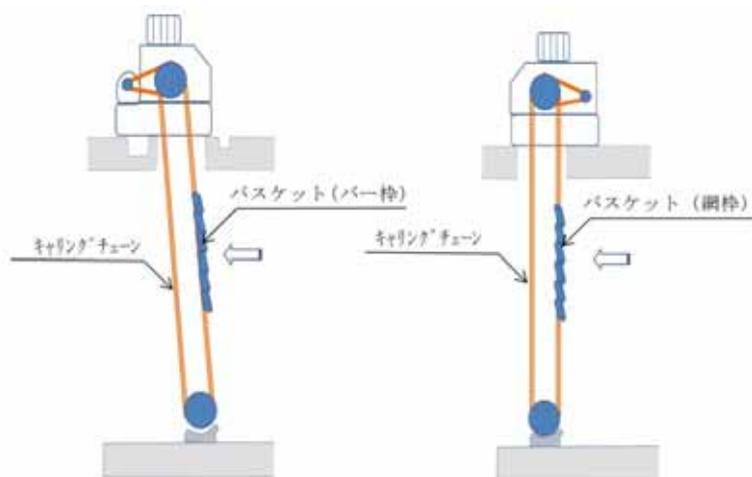
回転レイキ付バースクリーン及びトラベリングスクリーンは、それぞれ多数のバスケット（バー枠又は網枠）がキャリングチェーンにより接合された構造であり、キャリングチェーンは上部の駆動機構により回転する。下部プロケットは取水路、上部プロケットは駆動装置に支持される。



第 2.5-28 図 除塵装置配置図



(固定バースクリーン)



(回転レイキ付バースクリーン)

(トラベリングスクリーン)

図 2.5-29 除塵装置概略構造

b . 評価内容

評価条件

- ・ 取水路内の津波流速は，取水路の管路解析により得られた取水口前面の流速である 1.5m/s を適用する。
- ・ 取水路内流速 1.5m/s において，除塵装置に生じる水位差（損失水頭）が設計水位差内に収まっていることを確認する。
- ・ 除塵装置に生じる水位差が設計水位差を超える場合には，構造部材の強度評価を実施する。

c . 評価結果

固定バースクリーンについては、設計水位差内であったが、回転レイキ付バースクリーン及びトラベリングスクリーンについては、設計水位差以上であった。

このため、回転レイキ付バースクリーン及びトラベリングスクリーンに対して、基準津波により生じる水位差によって発生する荷重又は応力を評価した。その結果、各スクリーンの許容値以下であることを確認した。

以上の確認結果より、いずれの除塵装置においても基準津波によって破損することはなく漂流物にならないため、取水性に影響を及ぼすものではないことを確認した。第 2.5-20 表に除塵装置の取水性影響評価結果を示す。

第 2.5-20 表 流速 1.5m / s 時の除塵装置の取水性影響確認結果

設備	部材	設計水位差	流速 1.5m/s 時の水位差	基準津波による水位差の際の発生値 / 許容値	判定
固定バースクリーン	バースクリーン	0.5m	0.2m	-	
	中間受桁	0.5m	0.2m	-	
回転レイキ付バースクリーン	キャリングチェーン	1.5m	1.5m	124kN / 156kN (張力 / 許容張力)	○
	バスケット(バー枠)	1.5m	1.5m	84N/mm ² / 156N/mm ² (発生応力 / 許容応力)	○
トラベリングスクリーン	キャリングチェーン	1.5m	2.0m	138kN / 156kN (張力 / 許容張力)	○
	バスケット(網枠)	1.5m	2.0m	149N/mm ² / 156N/mm ² (発生応力 / 許容応力)	○

2.6 津波監視設備

【規制基準における要求事項等】

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

【検討方針】

敷地への津波の繰り返しの襲来を察知し，津波防護施設及び浸水防止設備の機能を確実に確保するために，津波監視設備として，津波監視カメラ，取水ピット水位計及び潮位計を基準津波の影響を受けにくい位置に設置する。

【検討結果】

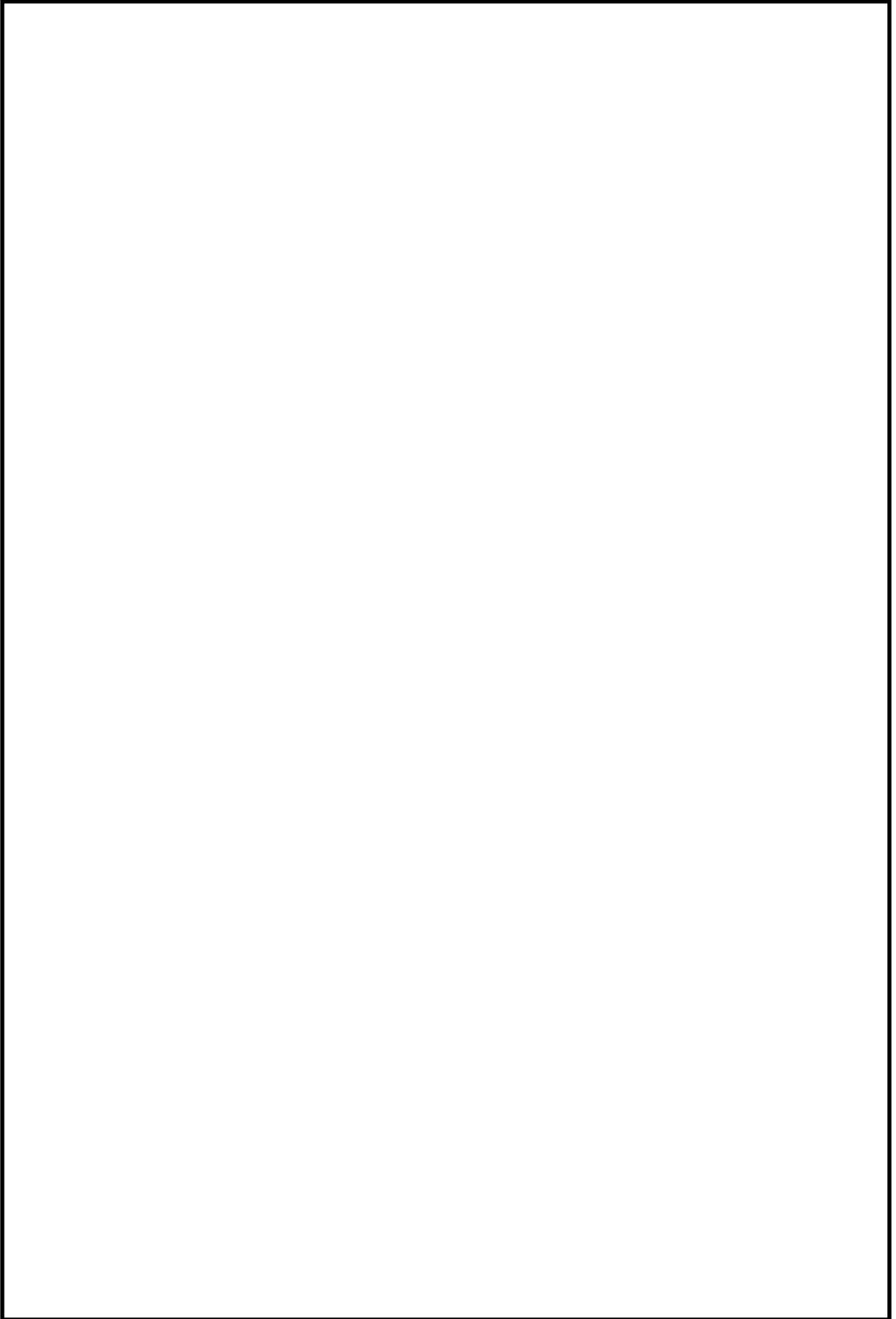
津波監視設備として以下の設備を設置し監視する設計としている。

- ・ 津波監視カメラ
- ・ 取水ピット水位計
- ・ 潮位計

なお，本設備は，地震発生後，津波が発生した場合，その影響を俯瞰的に把握するため設置する

a . 設置位置

津波監視設備は，津波の襲来を監視でき，かつ，基準津波の影響を受けにくい位置に設置する。津波監視カメラは原子炉建屋屋上T.P.約 + 64m，使用済燃料乾式貯蔵建屋屋上T.P.約 + 29m，取水ピット水位計は取水ピット上版T.P.約 + 3m，潮位計は取水路内T.P.約 - 5m（検出器）に設置する。第2.6-1図に津波監視設備の配置図を示す。



第2.6-1図 津波監視設備配置図

b . 仕様

津波監視カメラは、主に敷地前面東側の海域及び敷地内の状況を監視でき、昼夜に亘り中央制御室及び緊急時対策所で監視可能な設計とする。

取水ピット水位計は、非常用海水ポンプの設置位置である取水ピット水位を監視するものであり、計測範囲は取水ピット底面付近から取水ピット上版下端付近に相当するT.P. - 7.8m ~ T.P. + 2.3mを測定範囲とした設計とする。また、潮位計は、基準津波による取水口周辺の潮位を監視するものであり、引き波時の非常用海水ポンプの取水性を確保するために設置する貯留堰の天端高さから敷地前面東側の防潮堤における上昇側入力津波高さを包含するT.P. - 5.0m ~ T.P. + 20.0mを計測範囲とした設計とする。

また、津波監視設備は耐震Sクラスとし、電源は所内常設直流電源設備及び無停電電源装置（蓄電池含む）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。

第2.6-1表に津波監視カメラの基本仕様、第2-6-2表に取水ピット水位計及び潮位計の基本仕様を示す。

第2.6-1表 津波監視カメラの基本仕様

項目	基本仕様
名称	津波監視カメラ
耐震クラス	Sクラス
設置場所	原子炉建屋屋上 使用済燃料乾式貯蔵建屋屋上
監視場所	中央制御室， 緊急時対策所
個数	原子炉建屋屋上：3 使用済燃料乾式貯蔵建屋屋上：1
夜間監視手段	赤外線
遠隔操作	可能（上下左右）

第2.6-2表 取水ピット水位計及び潮位計の基本仕様

項目	基本仕様	
	取水ピット水位計	潮位計
名称	取水ピット水位計	潮位計
耐震クラス	Sクラス	Sクラス
設置場所	取水ピット	取水路
監視場所	中央制御室， 緊急時対策所	中央制御室， 緊急時対策所
個数	2	2
計測範囲	T.P. - 7.8m ~ T.P. + 2.3m	T.P. - 5.0m ~ T.P. + 20.0m
検出器の種類	電波式	圧力式
電源	所内常設直流電源設備	所内常設直流電源設備

3.3 津波監視設備

【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に設計すること。

【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に設計する（【検討結果】参照）。

【検討結果】

津波監視設備として、津波監視カメラ、取水ピット水位計及び潮位計を設置する。以下に津波監視設備の津波による影響評価結果及び津波監視設備の仕様を示す。また、第3.3-1図に津波監視設備の配置図を示す。

(1) 津波監視設備の津波による影響評価

a . 津波による影響の有無

- (a) 津波監視カメラは、主に敷地前面東側の海域及び敷地内の状況を監視するものであり、原子炉建屋の屋上T.P.約 + 64m、及び使用済燃料乾式貯蔵建屋屋上T.P.約 + 29mの位置に設置する。このため、津波の遡上域になく基準津波の影響は受けない。

(b) 取水ピット水位計は、主として基準津波による引き波時の取水ピットの下側水位を監視するものである。取水ピット水位計の設置位置は、防潮堤と海水ポンプ室間の取水ピット上版コンクリート躯体内に設置するため、津波の遡上域にないが、取水口から流入する津波の影響を考慮する必要がある。このため、後述 b 項において津波による影響に対する防止策・緩和策等を示す。

(c) 潮位計は、主として基準津波による寄せ波時の取水口前面の上側水位を監視するものであり、取水路内の側壁に設置するため、取水ピット水位計と同様に、取水口から流入する津波の影響を考慮する必要がある。このため、後述 b 項において津波による影響に対する防止策・緩和策等を示す。



第3.3-1図 津波監視設備の配置図

b . 津波による影響に対する防止策・緩和策等

前述 a 項に示したとおり，取水ピット水位計及び潮位計は，取水口から流入する津波の影響が考えられるため，津波の波力及び漂流物の衝突に対する防止策・緩和策を検討した。

(a) 津波の波力に対する防止策・緩和策等

津波による波力に対して，取水ピット水位計は，「1.6 設計又は評価に用いる入力津波」において示した取水ピットにおける潮位のばらつき及び入力津波の数値計算上のばらつきを考慮した津波高さT.P. + 19.4mに，参照する裕度 + 0.65mを含めたT.P. + 22.0mの水頭を考慮した設計とするため，津波の波力による影響は受けない。また，潮位計は，「1.6 設計又は評価に用いる入力津波」において示した敷地前面における潮位のばらつき及び入力津波の数値計算上のばらつきを考慮した津波高さT.P. + 17.9mに，参照する裕度 + 0.65mを含めたT.P. + 20.0mの水頭を考慮した設計とするため，津波の波力による影響は受けない。

(b) 津波による漂流物の衝突に対する防止策・緩和策等

津波による漂流物の衝突に対しては，「2.5項 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」において示したとおり，取水口の上部高さT.P. + 3.31mに対し，基準津波による敷地前面における水位はT.P. + 17.9mであることから，漂流物の選定において，取水口に向かう可能性が否定できないと評価した作業台船及び漁船は，取水口の上部を通過するものと考えられる。仮に取水口に漂流物が向かったとしても，漂流物の寸法及び取水口呑口の寸法の関係から，取水

路内を大きな漂流物が逆流することは考え難いため、漂流物の影響は受けない。第3.3-1表に作業台船及び漁船の主要諸元、第3.3-2図に取水口呑口部の構造を示す。

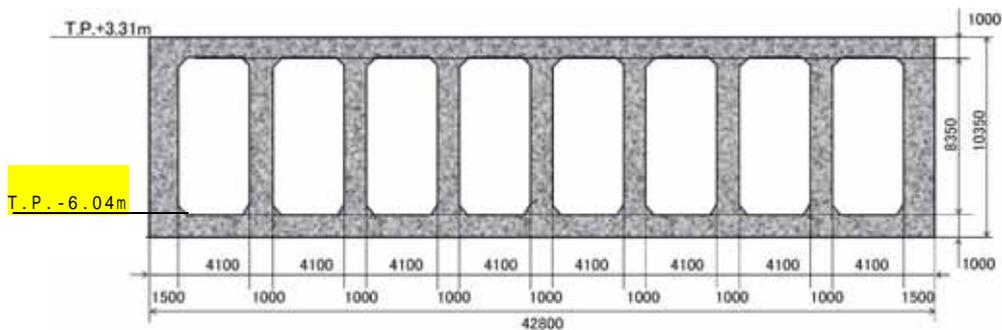
第 3.3-1 表 作業台船及び漁船の主要諸元

対象	重量	寸法	台数
作業台船	約 44t	長さ約 17m×幅約 8m	1
5t 級漁船 ¹ (総トン数)	約 15t ² (総トン数)	長さ 14m×幅約 3m	1 ³

1：漁港からの聞き取り調査結果に基づき設定

2：道路橋示方書（共通編・下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会 平成14年3月）より、総トン数 3t を 3 倍し排水トン数を 15t と設定

3：発電所沖合で操業することを考慮し、1 隻が漂流するものと仮定



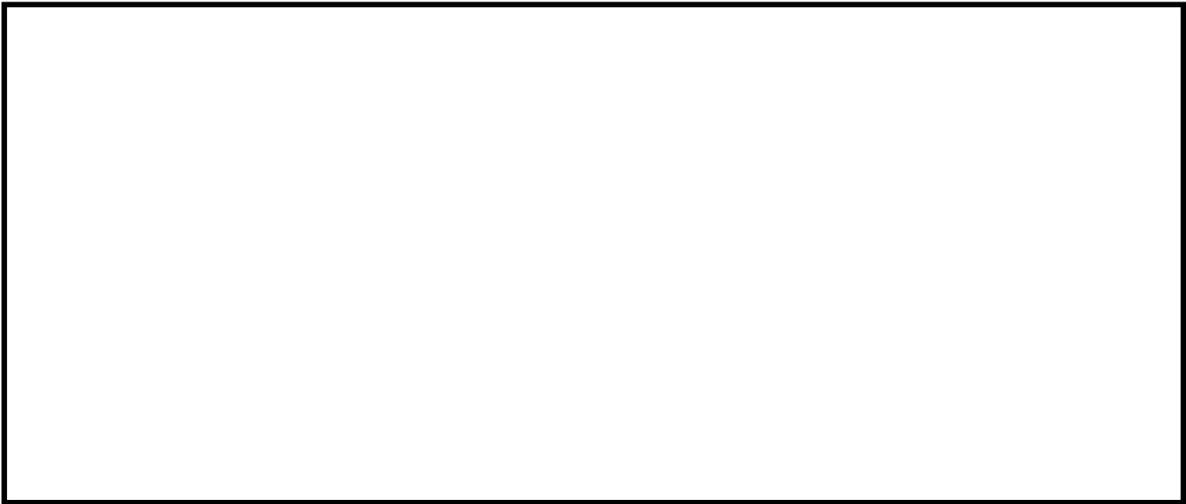
第 3.3-2 図 取水口呑口部構造

上記のとおり、取水ピット水位計及び潮位計は、基準津波による漂流物の影響は受けないと考えられるが、ここでは漂流の可能性が否定できないと評価した漂流物以外の比較的寸法の小さい漂流物を想定した場合の影響について評価するとともに、防止策・緩和策等について検討した。

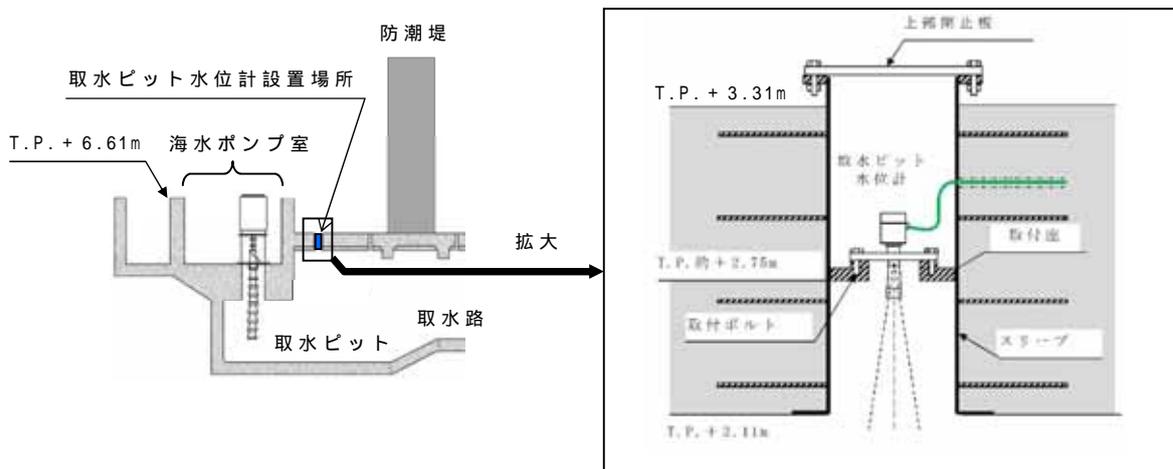
) 取水ピット水位計

取水ピット水位計は、取水路奥の取水ピット上版のコンクリート躯体に設ける 400mmの貫通孔内に設置するため、取水路内に流入した漂流物が取水ピット水位計に衝突する可能性は極めて低いと考えられる。

このため、比較的寸法の小さい漂流物を想定しても、漂流物の衝突による影響はないと考えるが、より安全側の対策として、海水ポンプ室の北側及び南側にそれぞれ1個ずつ計2個の取水ピット水位計を設置し、多重化を図ることとする。第3.3-3図に取水ピット水位計の配置図、第3.3-4図に取水ピット水位計の据付部の概略構造を示す。



第 3.3-3 図 取水ピット水位計配置図

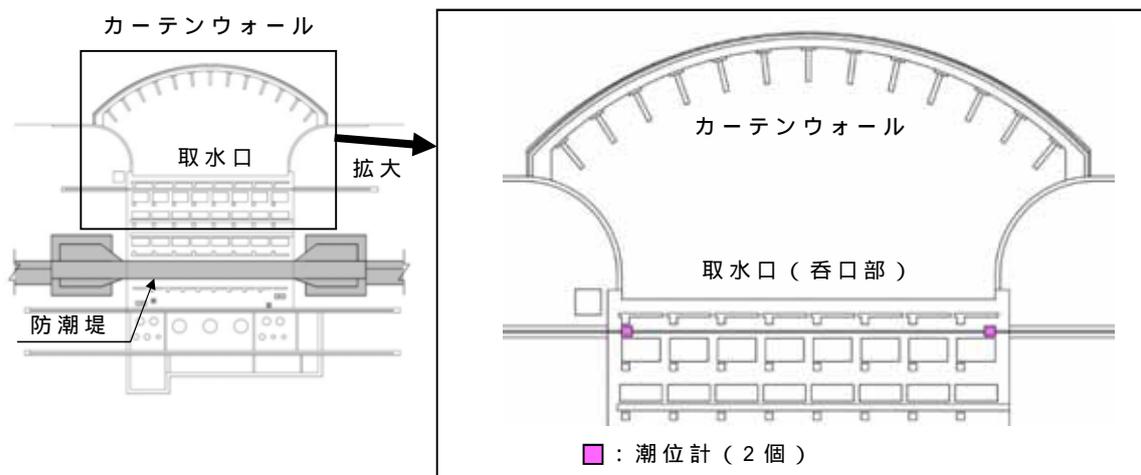


第 3.3-4 図 取水ピット水位計据付面概略構造

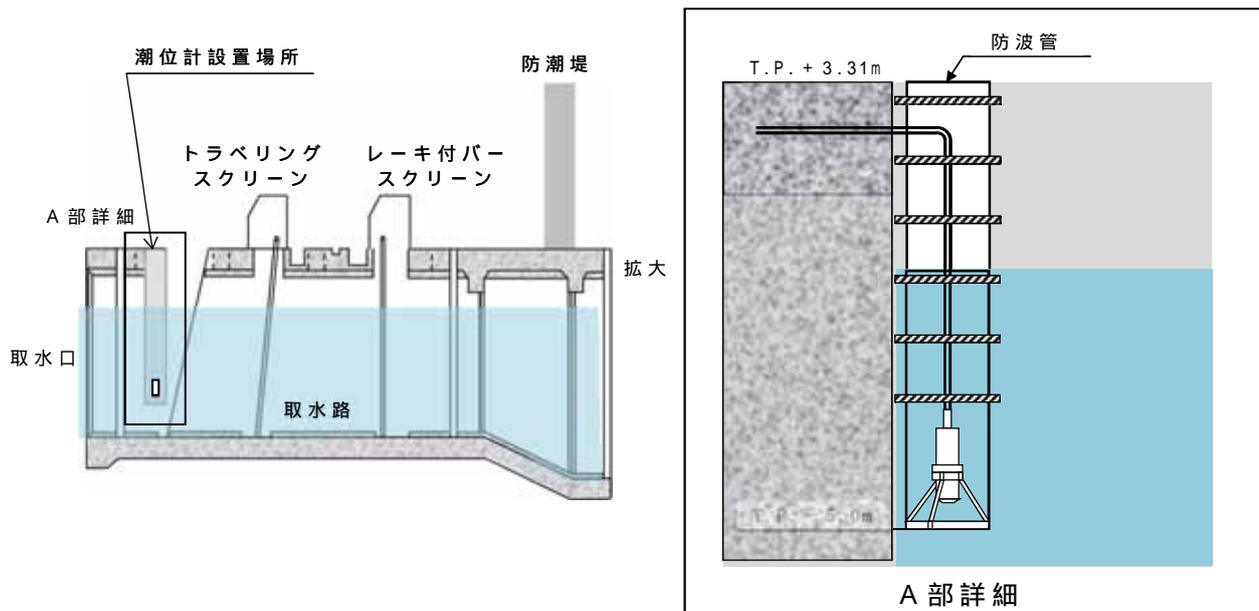
) 潮位計

潮位計は，取水口入口近傍の側壁に設置するが，検出器及びケーブル・電線管は 400mm，厚さ10mmのステンレス製の防波管内に収納することにより，取水路内に流入した漂流物から保護できる設計としている。

このため，比較的寸法の小さい漂流物を想定しても，漂流物の衝突による影響はないと考えるが，より安全側の対策として，取水口の北側及び南側にそれぞれ1個ずつ計2個の潮位計を設置し，多重化を図ることとする。第3.3-5図に潮位計の配置図，第3.3-6図に潮位計の据付部の概略構造を示す。



第 3.3-5 図 潮位計配置図



第3.3-6図 潮位計据付部概略構造

以上の津波による影響に対する防止策・緩和策により，取水ピット水位計及び潮位計は，津波に対して機能保持が可能である。

(2) 津波監視設備の仕様等

a . 津波監視カメラ

(a) 仕様

津波監視カメラ（直径178mm×高さ285mm，水平方向可動域360°）は，原子炉建屋屋上T.P.約+64mに3台，使用済燃料乾式貯蔵建屋屋上T.P.約+29mに1台を設置する。各々の主な監視範囲を第3.3-2表の津波監視カメラの主な監視範囲に示す。津波監視カメラは赤外線撮像機能を有し，昼夜問わず監視可能な仕様とし，画像は中央制御室及び緊急時対策所に設置した監視設備に表示し，継続的に監視できる設計とする。

津波監視カメラ本体及び監視設備の電源は所内常設直流電源設備及び無停電電源装置（蓄電池含む）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。

第3.3-3表に津波監視カメラの基本仕様，第3.3-7図に津波視
 カメラの設置位置と可視可能範囲，第3.3-8図に津波監視カメ
 ラの映像イメージを示す。

第3.3-2表 津波監視カメラの主な監視範囲

設置場所		主な監視範囲
原子炉建屋 屋上	北東側	敷地前面東側の海域及び敷地東側の状況を監視
	北西側	敷地北側の状況を監視
	南東側	敷地南側の状況を監視
使用済燃料乾式 貯蔵建屋屋上		南側敷地境界付近を監視

第3.3-3表 津波監視カメラの基本仕様

項目	基本仕様
名称	津波監視カメラ
耐震クラス	Sクラス
設置場所	原子炉建屋屋上 使用済燃料乾式貯蔵建屋屋上
監視場所	中央制御室，緊急時対策所
個数	原子炉建屋屋上：3 使用済燃料乾式貯蔵建屋屋上：1
夜間監視手段	赤外線
遠隔操作	可能（上下左右）



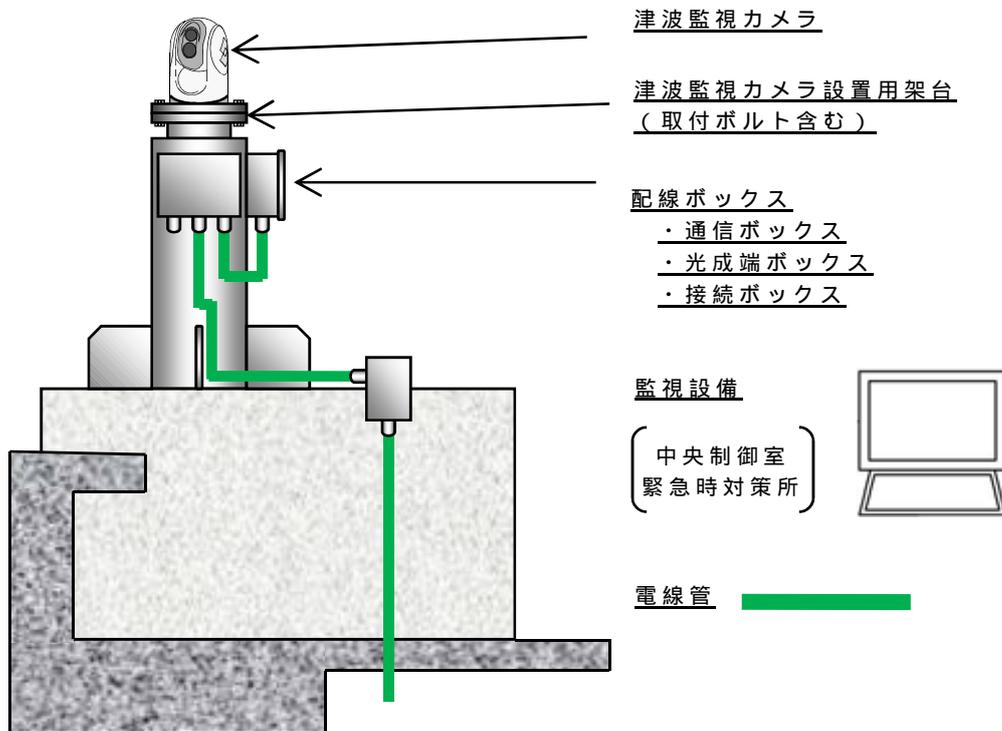
第3.3-7図 津波監視カメラの設置位置と可視可能範囲



第3.3-8図 津波監視カメラの映像イメージ

(b) 設備構成

津波監視カメラは、カメラ本体、津波監視カメラ用設置架台、配線ボックス、監視設備、電線管から構成される。第3.3-9図に津波監視カメラの設備構成概要を示す。



第 3.3-9 図 津波監視カメラ設備構成概要

(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。

津波監視カメラは、原子炉建屋屋上T.P.約+64m及び使用済燃料乾式貯蔵建屋屋上T.P.約+29mに設置することから津波の影響は受けない。このため、想定される自然条件として考慮すべきものは、地震、積雪、降下火砕物、降雨及び風である。このうち、竜巻による評価については、「第六条 外部からの衝撃による損傷の防止」において説明することとし、ここでは使用条件及び上記の自然条件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影響を受けることはないため，荷重の組合せ等での考慮は要しない。

) 評価対象

第3.3-4表に津波監視カメラの構造・強度評価及び機能維持評価対象を示す。

第3.3-4表 津波監視カメラの構造・評価
及び機能維持評価対象

評価項目	評価対象
構造・強度	津波監視カメラ設置用架台 津波監視カメラ取付ボルト 電線管
機能維持	津波監視カメラ 配線ボックス 監視設備（監視用PC等）

) 評価方針

構造・強度評価

津波監視カメラは，基準地震動 S_s に対して地震時に要求される機能を喪失しないことを確認する。

具体的には，津波監視カメラ設置用架台，取付ボルトについて，地震時に想定される評価荷重に基づき応力評価を行い，裕度（＝許容応力／発生応力）が1.0以上であることを確認する。また，電線管については，電線管布設において，もっとも厳しい条件にあるモデルにて評価し，最大許容支持間隔を求め，それに包絡される条件で施工することで，耐震性を確保する。

機能維持評価

機能維持の評価対象については，振動試験において，津波監視カメラ，配線ボックス，監視設備の電氣的機能の健全性を確認した加振波の最大加速度（以下「確認済加速度」という。）に対し，取付箇所最大の応答加速度（以下「評価加速度」という。）が下回っていることを確認する。

） 荷重の組合せ

津波監視カメラは，津波の影響を受けない場所に設置するため，津波荷重の考慮は不要であり，常時荷重＋余震荷重の組合せは，以下の組合せに包絡されるため，これらを適切に組合せて設計を行う。

・ 常時荷重＋地震荷重

また，設計に当たっては，自然現象との組合せを適切に考慮する。

） 評価荷重

固定荷重

自重等を考慮する。

地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

積雪荷重

屋外に設置される津波監視カメラ設置用架台及び電線管に対しては，堆積量30cmを考慮する。

降下火砕物

屋外に設置される津波監視カメラ設置用架台及び電線管に対しては、堆積量(40cm)を考慮する。

降雨荷重

降雨に対しては、津波監視カメラは防水性能IP66(あらゆる方向からのノズルによる強力なジェット噴流水によっても有害な影響を及ぼしてはならない)に適合する設計とする。

風荷重

・竜巻

「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。

・竜巻以外

「建築基準法(建設省告示第1454号)」に基づく発電所立地地域(東海村)の基準風速30m/s相当の風荷重を受けた場合においても、津波監視カメラ設置用架台及び電線管は継続監視可能であることを確認する。

b . 取水ピット水位計

(a) 仕様

取水ピット水位計は、主として基準津波による引き波時の取水ピットの下降側水位を監視するため設置するものである。

取水ピットにおける潮位のばらつき及び入力津波の数値計算上のばらつきを考慮した入力津波高さは、上昇側でT.P. +

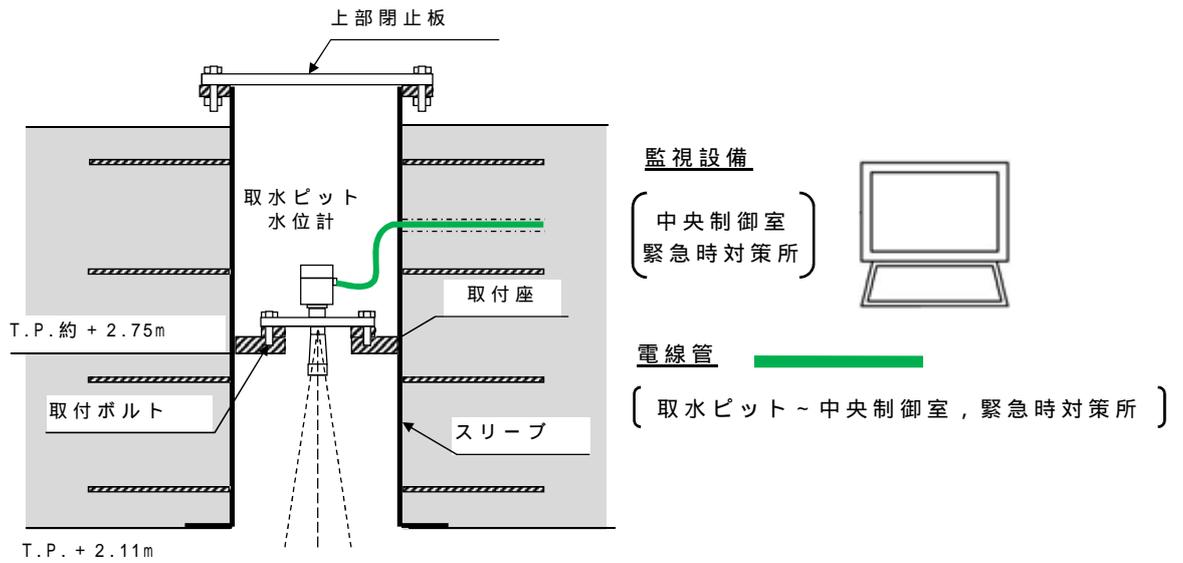
19.4m , 下降側でT.P. - 5.2mである。このため , 取水ピット水位計の計測範囲については , 下降側は取水ピット底部付近のT.P - 7.8mとし , 上昇側は取水ピット上版下端高さ付近のT.P. + 2.3mまで計測できる設計とする。また , 取水ピット水位計の検出器は , 取水ピットからの津波による圧力に十分に耐えられる設計とする。取水ピット水位計本体及び監視設備の電源は , 所内常設直流電源設備から受電することで , 交流電源喪失時においても監視が継続可能な設計とする。第3.3-5表に取水ピット水位計の基本仕様を示す (取水ピット水位計の配置図は第3.3-3図 , 据付面概略構造は第3.3-4図参照) 。

第3.3-5表 取水ピット水位計の基本仕様

項 目	基 本 仕 様
名 称	取水ピット水位計
耐震クラス	Sクラス
設置場所	取水ピット
監視場所	中央制御室 , 緊急時対策所
個 数	2
計 測 範 囲	T.P. - 7.8m ~ T.P. + 2.3m
検出器の種類	電波式
電 源	所内常設直流電源設備から受電

(b) 設備構成

取水ピット水位計は , 水位計本体 , 水位計取付座 , 監視設備 , 電線管から構成されている。第3.3-10図に取水ピット水位計の設備構成概要を示す。



第 3.3-10 図 取水ピット水位計設備構成概要

(c) 構造・強度評価及び機能維持評価

取水ピット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。

取水ピット水位計は、取水ピット上版のコンクリート躯体内に設置され、取水ピット水位計据付面の上部には閉止板を設置する構造であるため、想定される自然条件として考慮すべきものは地震及び津波である。このため、ここでは使用条件及び上記の自然条件に対する評価方針を示す。

) 評価対象

第 3.3-6 表に取水ピット水位計の構造・強度評価及び機能維持評価対象を示す。

第3.3-6表 取水ピット水位計の構造・評価
及び機能維持評価対象

評価項目	評価対象
構造・強度	取水ピット水位計据付座 取水ピット水位計取付ボルト 電線管
機能維持	取水ピット水位計 監視設備（監視用P C等）

) 評価方針

構造・強度評価

取水ピット水位計は、基準地震動 S_s に対して地震時に要求される機能を喪失しないことを確認する。

具体的には、取水ピット水位計の据付座、取付ボルトについて、地震時に想定される評価荷重に基づき応力評価を行い、裕度（＝許容応力／発生応力）が1.0以上であることを確認する。また、電線管については、電線管布設において、もっとも厳しい条件にあるモデルにて評価し、最大許容支持間隔を求め、それに包絡される条件で施工することで、耐震性を確保する。

なお、建屋間相対変位が生じる箇所については、可とう電線管を適用する。

機能維持評価

機能維持の評価対象については、振動試験において、取水ピット水位計、監視設備の確認済加速度に対し、評価加速度が下回っていることを確認する。

) 荷重の組合せ

取水ピット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，余震荷重を適切に組合せて設計を行う。

- ・ 常時荷重 + 地震荷重
- ・ 常時荷重 + 津波荷重
- ・ 常時荷重 + 余震荷重 + 津波荷重

なお，取水ピット水位計は，前述「(1) b 項 津波による影響に対する防止策・緩和策等」に示したとおり，必要な防止策・緩和策を講じることから，漂流物による荷重は考慮しない。

) 評価荷重

固定荷重

自重等を考慮する。

地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

津波荷重

潮位のばらつき及び入力津波の計算上のばらつきを考慮した取水ピットにおける入力津波高さ T.P. + 19.4m に，参照する裕度である + 0.65m を含めても，十分に保守的な値である津波荷重水位 T.P. + 22.0m (許容津波高さ) を考慮する。第 3.3-7 表に取水ピット水位計の津波荷重の考え方を示す。

第 3.3-7 表 取水ピット水位計に適用する
津波荷重の考え方

入力津波高さ (T.P.m)		参照する 裕度 (m)	合 計 (T.P.m)	津波荷重 水位 (T.P.m)
設定水位 ¹	ばらつきを考慮 した水位 ²			
+ 19.19	+ 19.4	0.65	+ 20.05	+ 22.0

1：取水ピットにおいて算定された水位

2：設定水位を安全側に評価した値であり，潮位のばらつき + 0.18m，
入力津波の数値計算上のばらつきを考慮した水位

余震荷重

余震による地震動を検討し，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
を考慮し，これによる荷重を余震荷重として設定する。

c．潮位計

(a) 仕様

潮位計は，主として基準津波による寄せ波時の取水口前面の
上昇側水位を監視するため設置するものである。

潮位計の計測範囲は，引き波時の非常用海水ポンプの取水性
を確保するために設置する貯留堰の天端高さT.P. - 4.9mから，
敷地前面東側の防潮堤における潮位のばらつき及び入力津波
の数値計算上のばらつきを考慮した入力津波高さT.P. + 17.9m
を包含するT.P. - 5.0m ~ T.P. + 20.0mまで計測できる設計とす
る。また，潮位計の検出器は，取水路からの津波による圧力に
十分に耐えられる設計とする。潮位計本体及び監視設備の電源
は，所内常設直流電源設備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。第3.3-8表に潮位

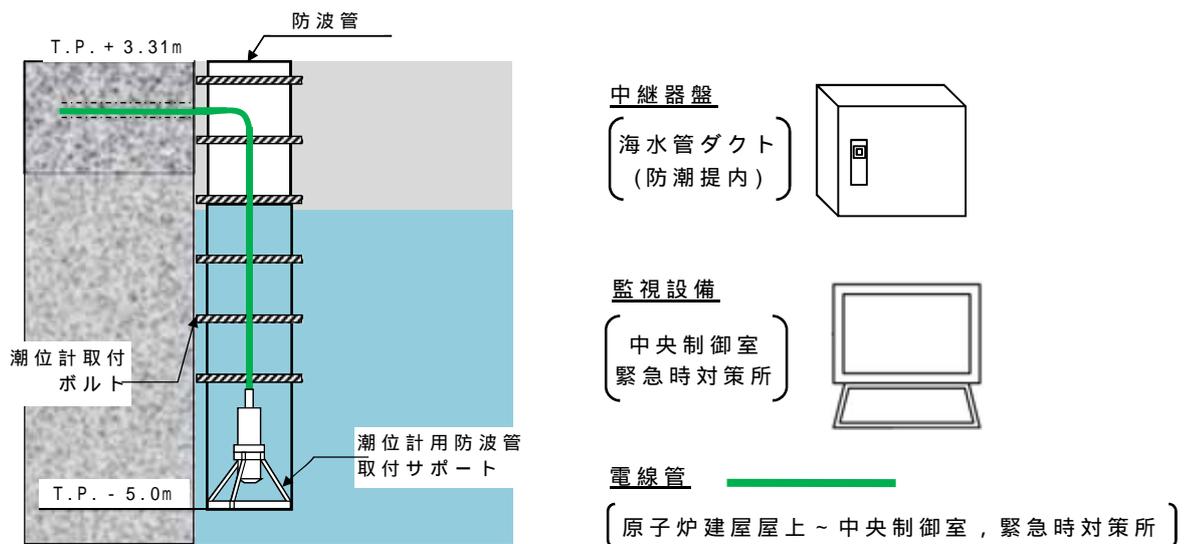
計の基本仕様を示す（潮位計の配置図は第3.3-5図，据付部概略構造は第3.3-6図参照）。

第3.3-8表 潮位計の基本仕様

項目	基本仕様
名称	潮位計
耐震クラス	Sクラス
設置場所	取水路
監視場所	中央制御室，緊急時対策所
個数	2
計測範囲	T.P. - 5.0m ~ T.P. + 20.0m
検出器の種類	圧力式
電源	所内常設直流電源設備から受電

(b) 設備構成

潮位計は，潮位計本体，潮位計取付サポート，監視設備，電線管から構成される。第3.3-11図に潮位計の設備構成概要を示す。



第3.3-11図 潮位計設備構成概要

(c) 構造・強度評価及び機能維持評価

潮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。

潮位計は，取水路内の側壁に設置されることから，想定される自然条件として考慮すべきものは，地震及び津波である。このため，ここでは使用条件及び上記の自然条件に対する評価方針を示す。

評価対象

第3.3-9表に潮位計の構造・強度評価及び機能維持評価対象を示す。

第3.3-9表 潮位計の構造・評価及び機能維持評価対象

評価項目	評価対象
構造・強度	潮位計用防波管取付サポート 潮位計取付ボルト 中継器盤取付ボルト 電線管
機能維持	潮位計 中継器 監視設備（監視用PC等）

) 評価方針

構造・強度評価

潮位計は，基準地震動 S_s に対して地震時に要求される機能を喪失しないことを確認する。

具体的には，潮位計の取付サポート，潮位計取付ボル

トについて、地震時に想定される評価荷重に基づき応力評価を行い、裕度(=許容応力/発生応力)が1.0以上であることを確認する。また、電線管については、電線管布設において、もっとも厳しい条件にあるモデルにて評価し、最大許容支持間隔を求め、それに包絡される条件で施工することで、耐震性を確保する。

なお、建屋間相対変位が生じる箇所については、可とう電線管を適用する。

機能維持評価

機能維持の評価対象については、確認済加速度に対し、取付箇所の評価加速度が下回っていることを確認する。

) 荷重の組合せ

潮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、余震荷重を適切に組合せて設計を行う。

- ・ 常時荷重 + 地震荷重
- ・ 常時荷重 + 津波荷重
- ・ 常時荷重 + 余震荷重 + 津波荷重

なお、潮位計は、上述「(1) 津波による影響に対する防止策・緩和策等」に示したとおり、必要な防止策・緩和策を講じることから、漂流物による荷重は考慮しない。

) 評価荷重

固定荷重

自重等を考慮する。

地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

津波荷重

潮位のばらつき及び入力津波の計算上のばらつきを考慮した敷地前面海域における入力津波高さ T.P. + 17.9m に、参照する裕度である + 0.65m を含めても、十分に保守的な値である津波荷重水位 T.P. + 20.0m (許容津波高さ) を考慮する。第 3.3-10 表に潮位計の津波荷重の考え方を示す。

第 3.3-10 表 潮位計に適用する津波荷重の考え方

入力津波高さ (T.P.m)		参照する 裕度 (m)	合計 (T.P.m)	津波荷重 水位 (T.P.m)
設定水位 ¹	ばらつきを考 慮した水位 ²			
+ 17.7	+ 17.9	+ 0.65	+ 18.55	+ 20.0

1：敷地前面海域において算定された水位

2：設定水位を安全側に評価した値であり、潮位のばらつき + 0.18m、入力津波の数値計算上のばらつきを考慮した水位

余震荷重

余震による地震動を検討し、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 を考慮し、これによる荷重を余震荷重として設定する。

3.4.2 漂流物による波及的影響の考慮

【規制基準における要求事項等】

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

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

【検討方針】

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

上記の検討の結果，漂流物の可能性がある場合には，津波防護施設である防潮堤，防潮扉及び貯留堰に波及的影響を及ぼさないことを確認する（【検討結果】参照）。

【検討結果】

基準津波による遡上域を考慮した場合の漂流物による波及的影響を考慮すべき津波防護施設，浸水防止設備としては，津波防護施設として位置付けて設計を行う防潮堤，防潮扉及び貯留堰が挙げられる。

このため，「2.5(2) 津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認 (4) 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」において抽出したもののうち，作業用台船（44t）及び漁船（排水トン数 15t）による漂流物荷重を算定した上で，常時荷重，津波荷重，余震荷重及び自然現象による荷重との組合せを適切に考慮し，防潮堤及び防潮扉の津波防護機能，貯留堰の貯水機能に波及的影響を及ぼさないことを確認する。

常用系海水ポンプ停止の運用手順について

1. はじめに

基準津波による引き波時の取水ピットの水位低下に対して、非常用海水ポンプが機能保持でき、かつ、冷却に必要な海水の確保を可能とするため、取水口前面の海中に貯留堰を設置する設計としている。また、取水ピットは、非常用海水ポンプ¹と常用海水ポンプ²で併用していることから、貯留堰の有効貯留容量を確保するため、引き波時には常用海水ポンプを停止（プラント停止）する運用としている。このため、ここでは引き波による取水ピット水位低下時における常用海水ポンプ停止の運用手順について説明する。

1：非常用海水ポンプ

- ・ 残留熱除去系海水ポンプ（4台）
- ・ 非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ（2台）
- ・ 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機用海水ポンプ（1台）

2：常用海水ポンプ

- ・ 循環水ポンプ（3台）
- ・ 補機冷却系海水ポンプ（3台）

2. 常用海水ポンプ停止の運用手順

基準津波による取水ピットにおける評価水位はT.P. - 6.0mであり、非常用海水ポンプである残留熱除去系海水ポンプの水理実験で確認した取水可能水位T.P. - 5.66mを下回る。このため、取水口前面の海中に天端高さT.P. - 4.9mの貯留堰を設置することにより、非常用海水ポンプの機能を保持することとしている。貯留堰の有効容量は、常用海水ポンプを停止した前提において、非常用海水ポンプ全7台が30分程度運転継続できる容量としている。

このため、引き波時には、取水ピット水位計による取水ピット水位の計測

結果に基づき、手動停止する運用としている。具体的には、以下のとおりである。

大津波警報が発表された場合

- ・地震発生に伴い大津波警報等が発表された場合には、原則として原子炉停止操作を開始する。
- ・津波監視設備（津波監視カメラ，取水ピット水位計及び潮位計）により津波の襲来状況を監視する。
- ・取水ピット水位計による取水ピット水位の計測値が，常用海水ポンプである循環水ポンプ及び補機冷却系海水ポンプの停止警報設定値に達した場合，中央制御室への警報発報を受けて，それぞれの海水ポンプを手動停止する。

津波警報 / 津波注意報が発表された場合

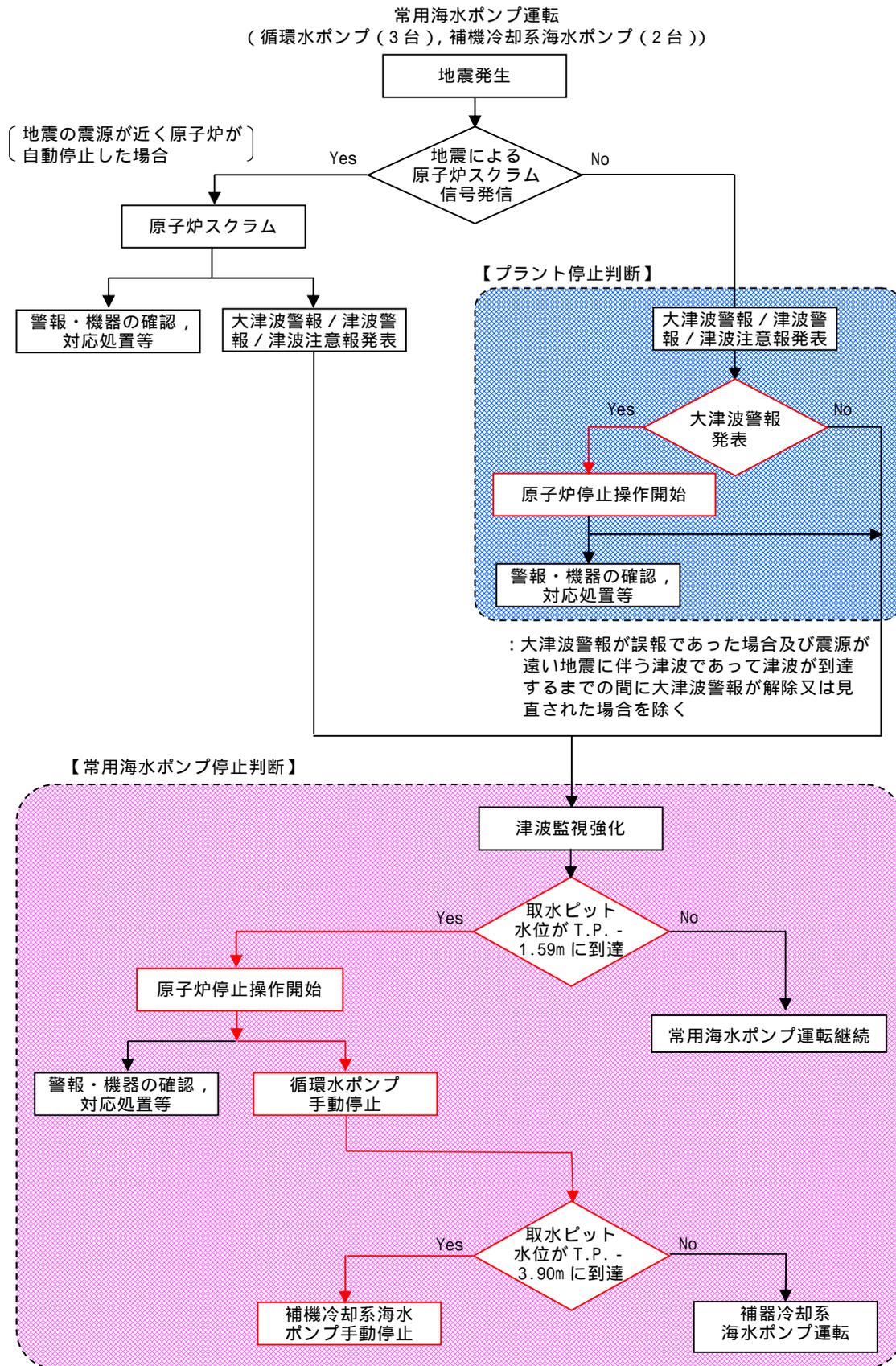
- ・地震発生に伴い津波警報 / 津波注意報が発表された場合は，津波監視設備（津波監視カメラ，取水ピット水位計及び潮位計）により津波の襲来状況を監視する。
- ・取水ピット水位計による取水ピット水位の計測値が，常用海水ポンプである循環水ポンプの停止警報設定値に達した場合，中央制御室への警報発報を受けて，原子炉を停止操作するとともに循環水ポンプを停止する。
- ・さらに取水ピット水位が低下し，補機冷却系海水ポンプの停止警報設定値に達した場合，中央制御室での警報発報を受けて，補機冷却系海水ポンプを停止する。

第1表に常用海水ポンプ停止警報設定値，第1図に常用海水ポンプ停止フローを示す。

なお，地震の震源が近い場合は，当該地震を検知して原子炉は自動スクラムする可能性があるが，その後の対応は，上記における手順と同じである。

第 1 表 常用海水ポンプ停止警報設定値

常用海水ポンプ	停止警報 設定値	設定値根拠	設定理由
循環水ポンプ	T.P. - 1.59m	取水可能下限水位 (設計値)	引き波により取水ピット水位が循環水ポンプの取水可能下限水位まで低下した場合、循環水機能が喪失する恐れがあることから、原子炉停止操作を開始するとともに、循環水ポンプを停止させる水位として設定
補機冷却系海水ポンプ	T.P. - 3.90m	貯留堰天端高さ (T.P. - 4.90m) に対して、+1m の裕度を確保	引き波時における非常用海水ポンプの運転継続に必要となる貯留堰の有効貯留容量を確保するため、補機冷却系海水ポンプを停止させる水位として設定



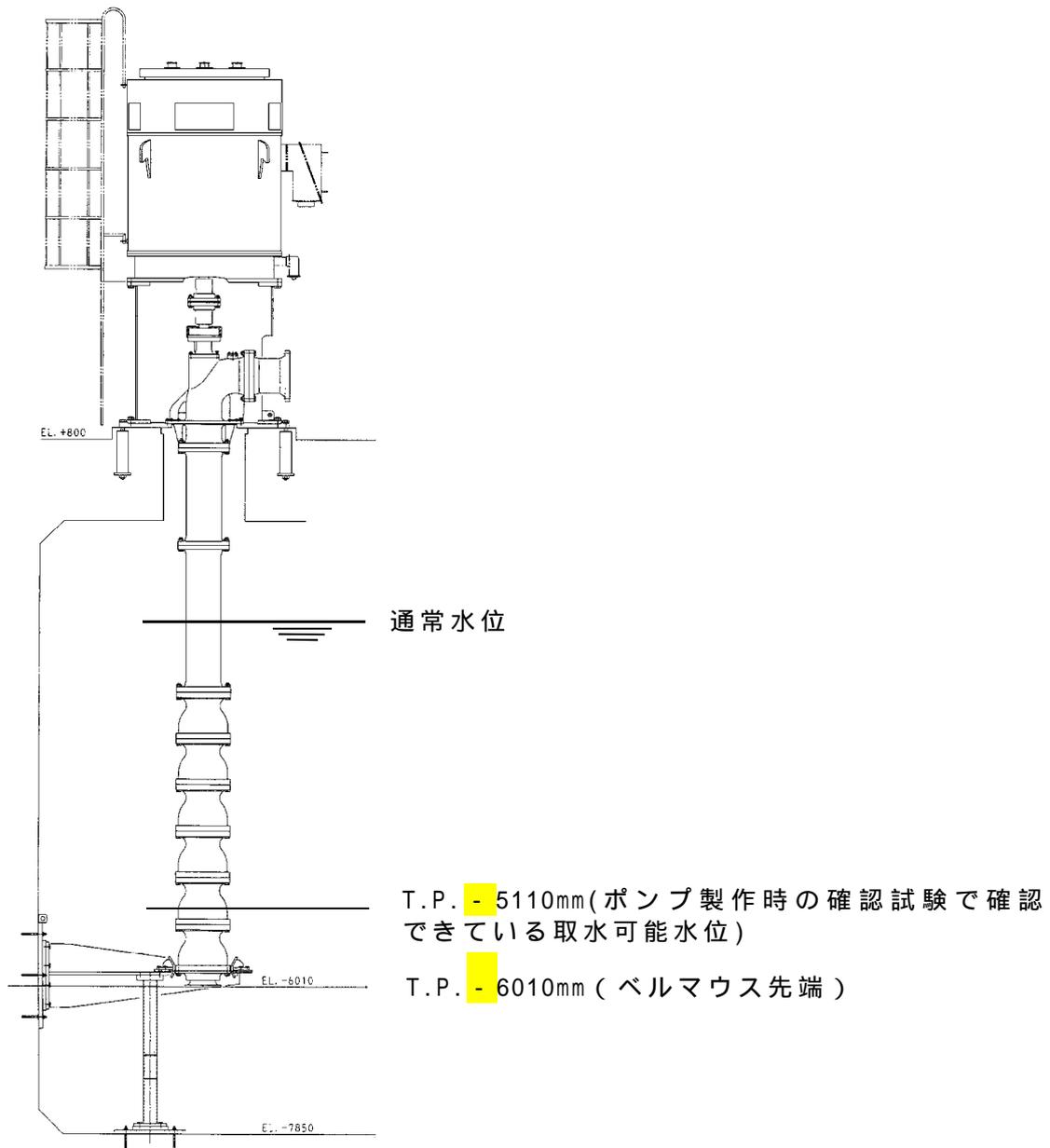
第 1 図 常用海水ポンプ停止フロー

残留熱除去系海水ポンプ水理実験について

1. 試験概要

東海第二発電所の残留熱除去系海水ポンプについては、水位低下時にポンプ吸込口（以下「ベルマウス」という。）から空気を吸い込み、ポンプが機能喪失に至らないよう、十分な水没深さを確保する設計としている。このため、ポンプ製作時の性能確認の際に、吸込み水位を低下させた実験を実施し、残留熱除去系海水ポンプの取水可能水位をT.P. - 5.11mと設定していた（第1図）。

その後、新規制基準施行により、基準津波時による水位の低下に対する機能保持が要求されたことから、海水ポンプの取水可能水位の確認のため、残留熱除去系海水ポンプの実機（予備品）を用いて、ポンプ製作時の確認試験時の水位（T.P. - 5.11m）より更に吸込み水位を低下させる水理実験を実施し、残留熱除去系海水ポンプの取水可能水位の確認を行った。

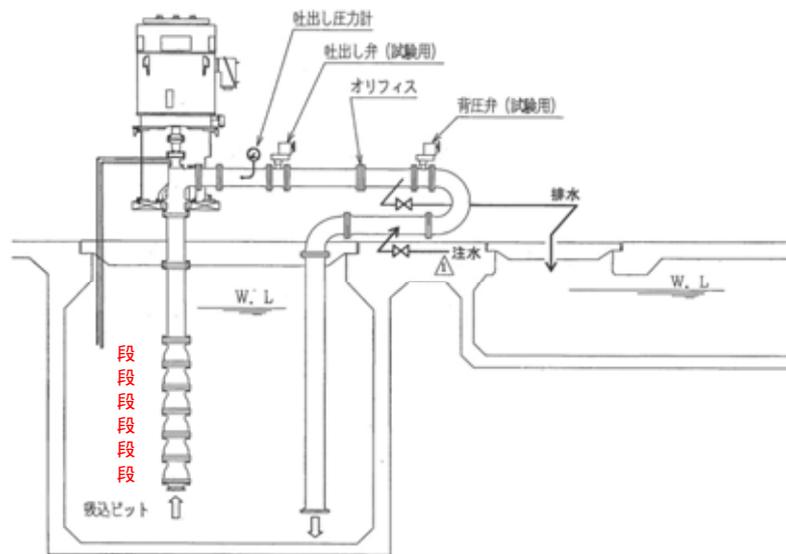


第1図 従来設計における海水ポンプ取水可能水位

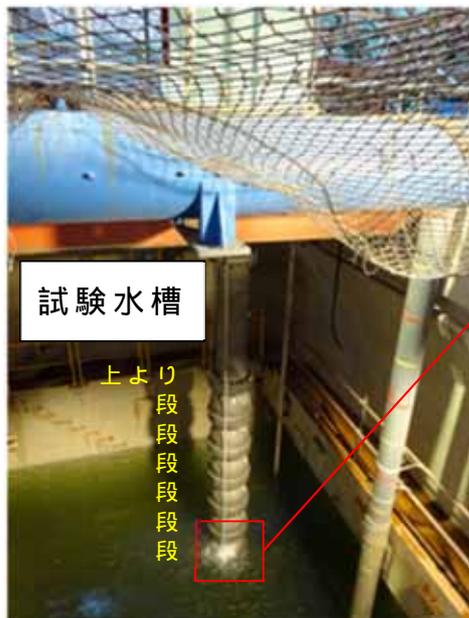
2. 水理実験方法

- (1) 残留熱除去系海水ポンプを第2図に示すような構成にて試験水槽に設置し，水槽内への水道水の注入又は排出を行い，所定の所定の水位（T.P. - 5110mm）に設定する。なお，ポンプと試験水槽床面との相対位置は，東海第二発電所の取水ピットの状態を模擬している。

(2) 残留熱除去系海水ポンプを起動させ，仕様点相当のポンプ運転点を維持したまま，水位を徐々に低下させる（第2図～第4図）。



第2図 試験装置概略図



第3図 ポンプ試験時配置



第4図 水位低下時

3. 判定基準

吐出し量 $885.7\text{m}^3/\text{h}$ 以上を維持できる運転範囲で，全揚程の低下及びポンプ性能曲線からのずれが発生しはじめる水位を取水可能水位

とする。

4. 水理実験結果

実験の結果，T.P. - 5.66mまで水位を下げた際，全揚程の低下及びポンプ性能曲線からのずれが認められた。ただし，キャビテーションは発生していない。

したがって，東海第二発電所の残留熱除去系海水ポンプの取水可能水位はT.P. - 5.66mと評価した。

貯留堰の設置位置及び天端高さの決定の考え方について

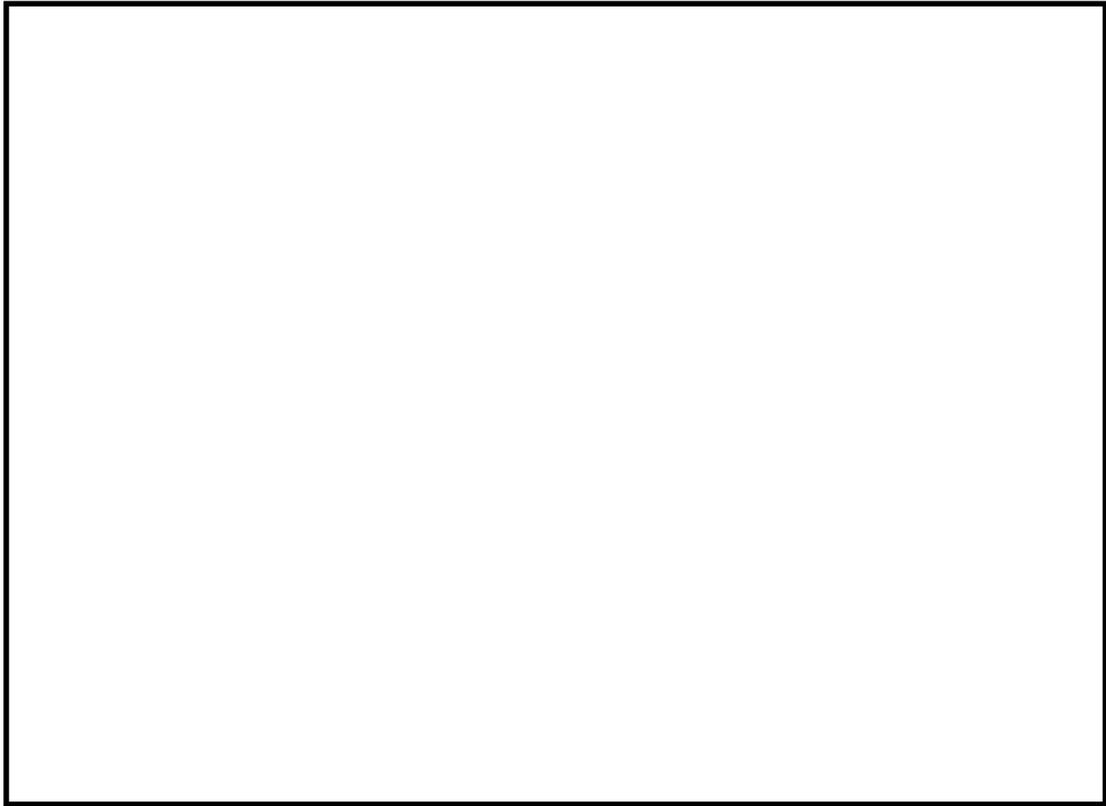
引き波による取水ピットの水位低下に対して、非常用海水ポンプの機能保持を目的として、取水口前面の海中に貯留堰を設置することとしている。貯留堰については、引き波により取水ピット水位が低下した場合においても、非常用海水ポンプの運転に必要な取水量が確保できること、貯留堰設置後においても通常運転時の安定取水（損失水頭、流況等）に影響のないことを条件として、貯留堰の設置位置及び貯留堰の天端高さを設定している。

本資料では、上記条件に基づいた貯留堰の設置位置及び天端高さの決定の考え方を示すとともに、通常運転時の海水ポンプの取水性の確認結果を示す。

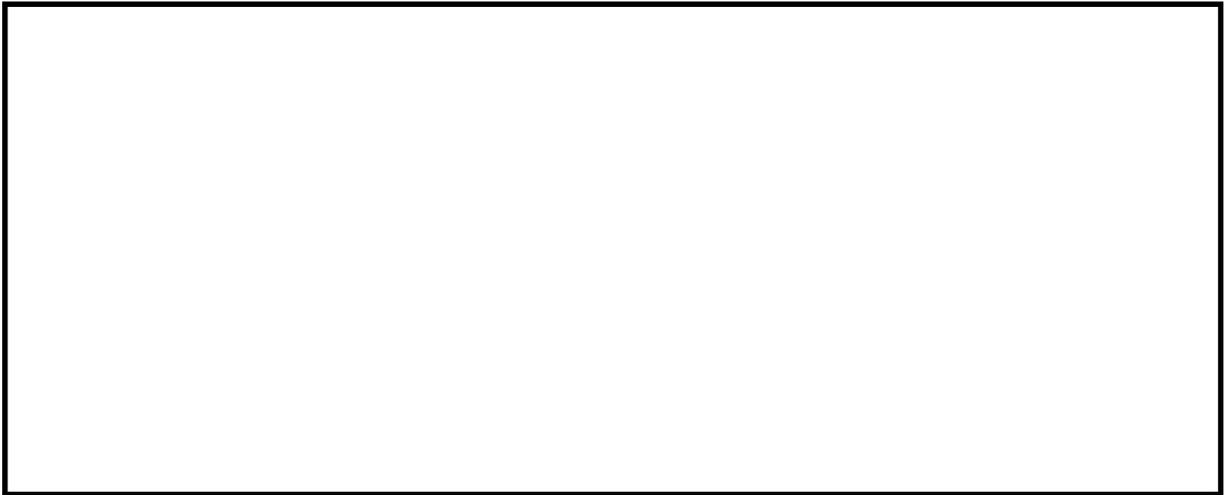
1. 取水施設（取水口から取水ピット）の構造

東海第二発電所の非常用海水ポンプの取水口は、敷地東側の北防波堤及び南防波堤の内側に位置している。取水口からの海水は、取水路を經由して、非常用海水ポンプが設置されている取水ピットまで導かれる。取水口の呑口下端高さは、T.P. - 6.04m、取水口から取水ピットまでの距離は約 27m である。第 1 図に取水施設の平面図、第 2 図に取水施設の断面図を示す。

なお、取水施設は、非常用海水ポンプと常用海水ポンプで併用している。



第 1 図 取水施設の平面図



第 2 図 取水施設の断面図

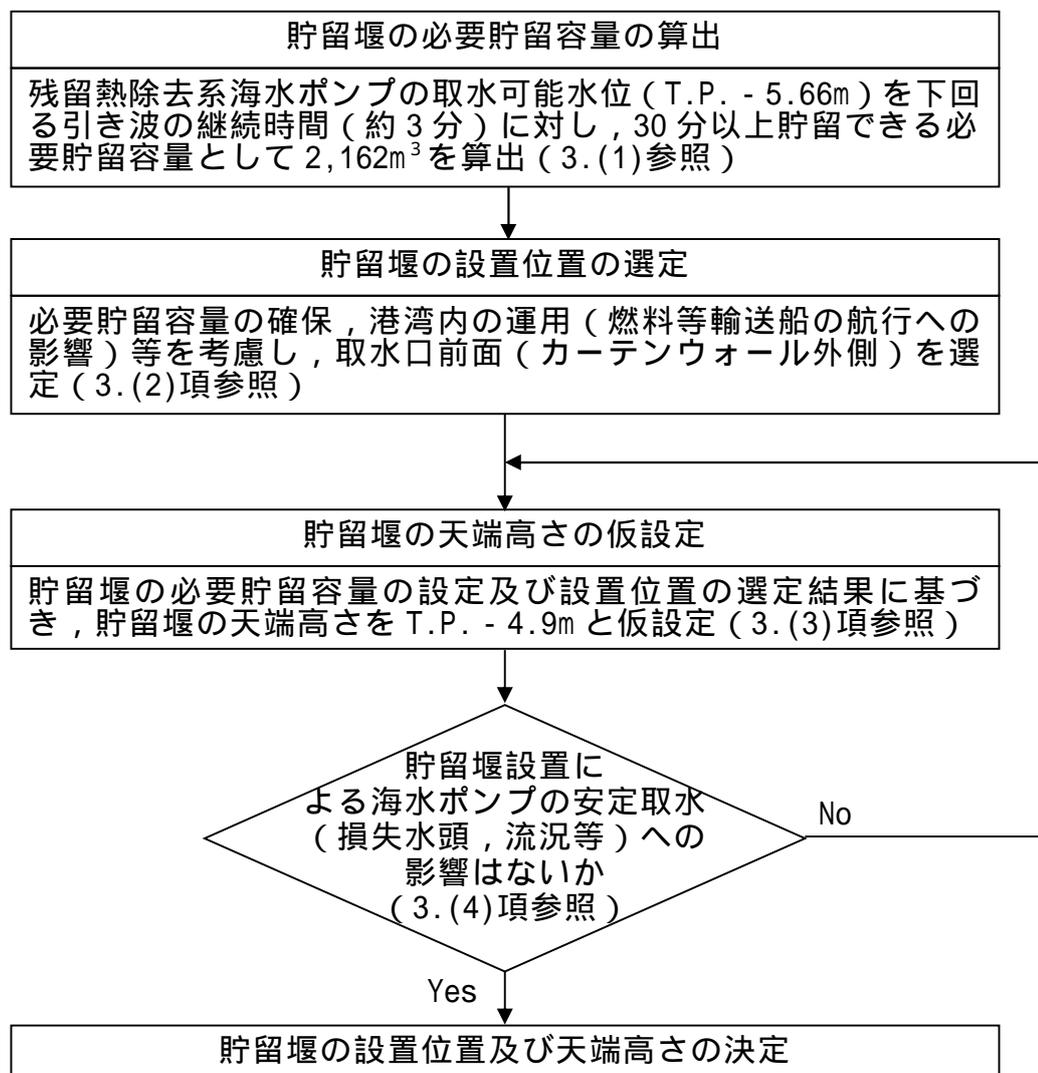
2. 貯留堰の設置位置及び天端高さの決定の考え方

貯留堰の設置位置及び天端高さの決定に当たっては、非常用海水ポンプの取水量及び取水ピット水位が非常用海水ポンプの取水可能水位を下回る継続時間から、貯留堰の必要貯留容量を算出するとともに、貯留堰の設置位置を

選定した上で、必要貯留容量が確保できる天端高さを決定している。

具体的には、必要貯留容量は、引き波による取水ピットの水位が非常用海水ポンプのうち、最も取水可能水位が高い残留熱除去系海水ポンプの取水可能水位 T.P. - 5.66m を下回る継続時間約 3 分に対し、十分な余裕を考慮して 30 分間以上貯留できる容量とした。また、貯留堰の設置位置は、必要貯留容量を確保でき、かつ、港湾内の運用等を考慮し、取水口の前面（カーテンウォール外側）を選定した。その上で、通常時の海水ポンプの安定取水に影響を及ぼさない貯留堰の天端高さ及び設置位置であることを確認した。

第 3 図に貯留堰の設置位置及び天端高さ設定の検討フローを示す。



第 3 図 貯留堰の設置位置及び天端高さ設定の検討フロー

3. 貯留堰の設置位置及び天端高さの検討

(1) 貯留堰の必要貯留容量の算定

第1表に非常用海水ポンプの取水量と取水可能水位を示す。非常用海水ポンプのすべてが運転したと想定した場合、取水量の合計は $4,323\text{m}^3/\text{h}$ である。このため、引き波による取水ピット水位の低下に対して30分間の運転継続を可能とするために必要な貯留容量は $2,162\text{m}^3$ となる。

第1表 非常用海水ポンプの取水量と取水可能水位

海水ポンプ	台数	取水量 (m^3/h)		評価水位 (T.P.m)	取水可能水位 (T.P.m)
		1台当たり	合計		
残留熱除去系海水ポンプ	4	886	3,544	- 6.0	- 5.42 - 5.66 ¹
非常用ディーゼル発電機用海水ポンプ	2	273	546		- 6.08
高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機海水ポンプ	1	233	233		- 6.08m
合計	-	-	4,323 ²		-5.66m ³

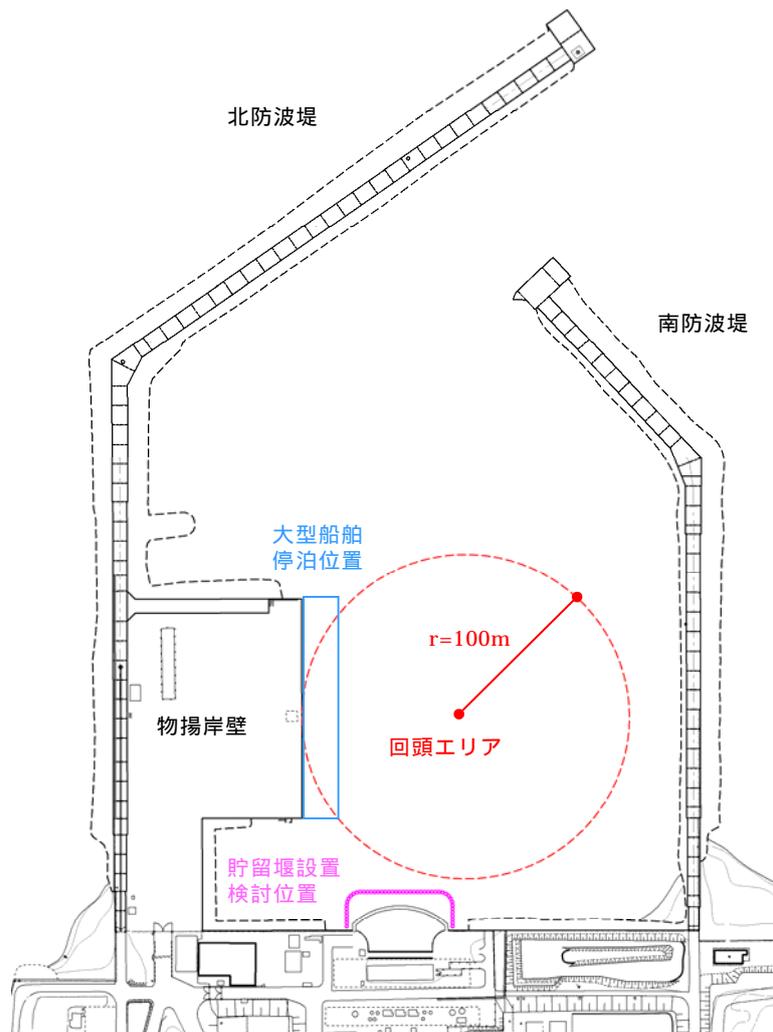
1：実機ポンプを用いた水理実験に基づく値

2：非常用海水ポンプの取水量の合計で、貯留堰の検討において用いる値

3：非常用海水ポンプのうち、最も取水可能水位が高い残留熱除去系海水ポンプの取水可能水位で、貯留堰の検討において用いる取水可能水位

(2) 貯留堰設置位置の選定

(1)で算出した必要貯留容量 $2,162\text{m}^3$ を確保するには、一定程度以上の面積が必要であるため、貯留堰の設置位置を取水口前面（カーテンウォール外側）とし、大型船舶として入港する燃料等輸送船の停泊位置及び回頭エリア（ターニングベースン）に影響を及ぼさない範囲とした。第4図に貯留堰設置位置と船舶の停泊・回頭エリアを示す。

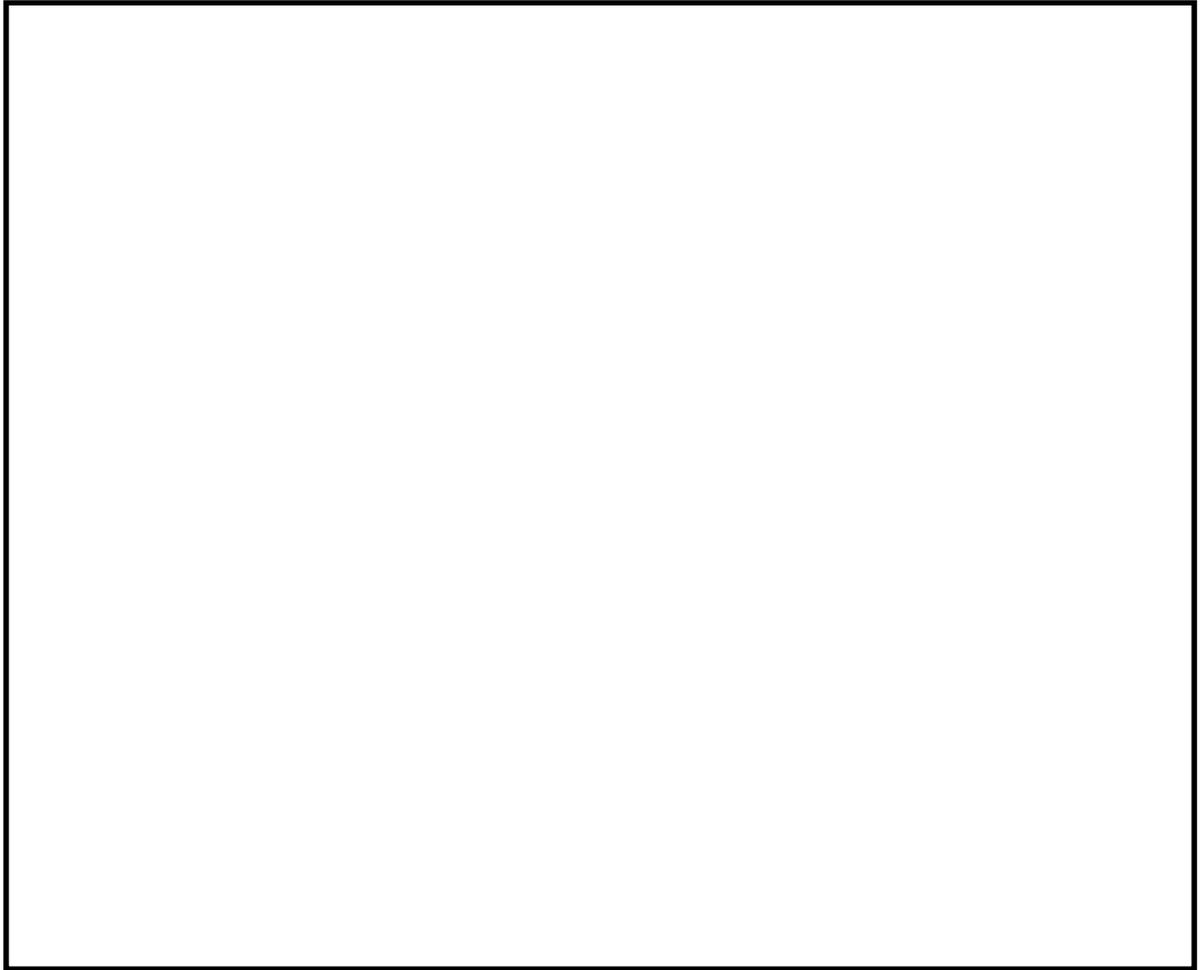


第 4 図 貯留堰の設置位置と船舶の停泊・回頭エリア

(3) 貯留堰天端高さの仮設定

(1)で算出した貯留堰の必要貯留量 $2,162\text{m}^3$ 及び(2)で設定した貯留堰の設置場所の選定結果から，貯留堰の天端高さ（有効水深）を仮設定し，貯留堰の有効貯留容量を算出した。

貯留堰の有効貯留容量の算出に当たっては，貯留堰内の貯留面積に対して，貯留堰内に位置する構造物・設備による控除面積（スクリーンの水中部は網目構造であるが，矩形形状として控除）を考慮するとともに，保守的な設定になるよう取水路壁面及び構造物・設備には貝代として 10cm を考慮した。第 5 図に貯留堰の有効貯留容量算出のための検討断面図を示す。



第 5 図 貯留堰の有効貯留容量算出のための検討断面図

その上で、貯留堰の天端高さ（有効水深）をパラメータとして貯留堰の有効貯留容量を以下の式より算出した。

$$\text{有効貯留容量} = \text{有効水深} \times (\text{貯留面積} - \text{控除面積})$$

ここで、

有効貯留容量 (m^3) : 非常用海水ポンプが取水できる量

有効水深 (m) : 貯留堰天端高さから残留熱除去系海水ポンプの取水可能水位

貯留面積 (m^2) : 貯留堰内の海水貯留面積

控除面積 (m^2) : 貯留堰内の構造物・設備の控除面積

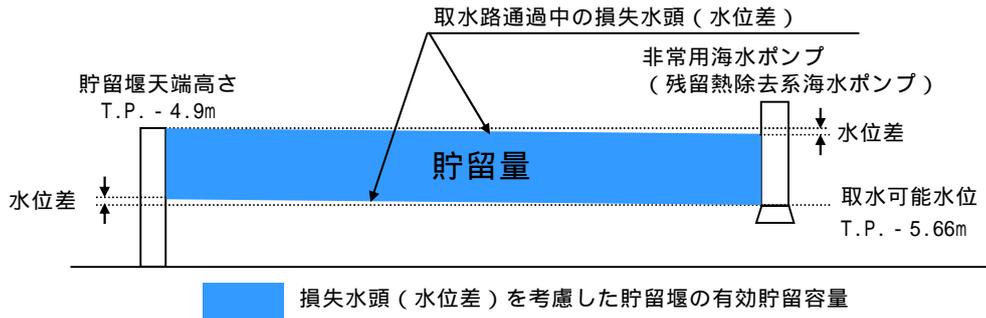
その結果，貯留堰の天端高さを T.P. - 4.9m とすることで，非常用海水ポンプが 30 分以上運転できる有効貯留容量を確保できることを確認した。第 2 表に貯留堰天端高さ（有効水深）をパラメータとした貯留堰の有効貯留容量の算定結果を示す。

第 2 表 貯留堰の有効貯留容量の算定結果

項 目	評価結果		
非常用海水ポンプ 取水可能水位	T.P. - 5.66m		
貯留堰天端高さ	T.P. - 4.80m	T.P. - 4.90m	T.P. - 5.00m
有効水深 (-)	0.86m	0.76m	0.66m
貯留面積	3,334m ²		
控除面積	205m ²		
有効貯留容量 (× (-))	2,690 m ³	2,378 m ³	2,065m ³
非常用海水ポンプ 取水量	4,323m ³		
取水可能時間 (÷)	約 37 分	約 33 分	約 28 分
貯留堰の有効貯留 容量の仮設定	不採用	採用	不採用

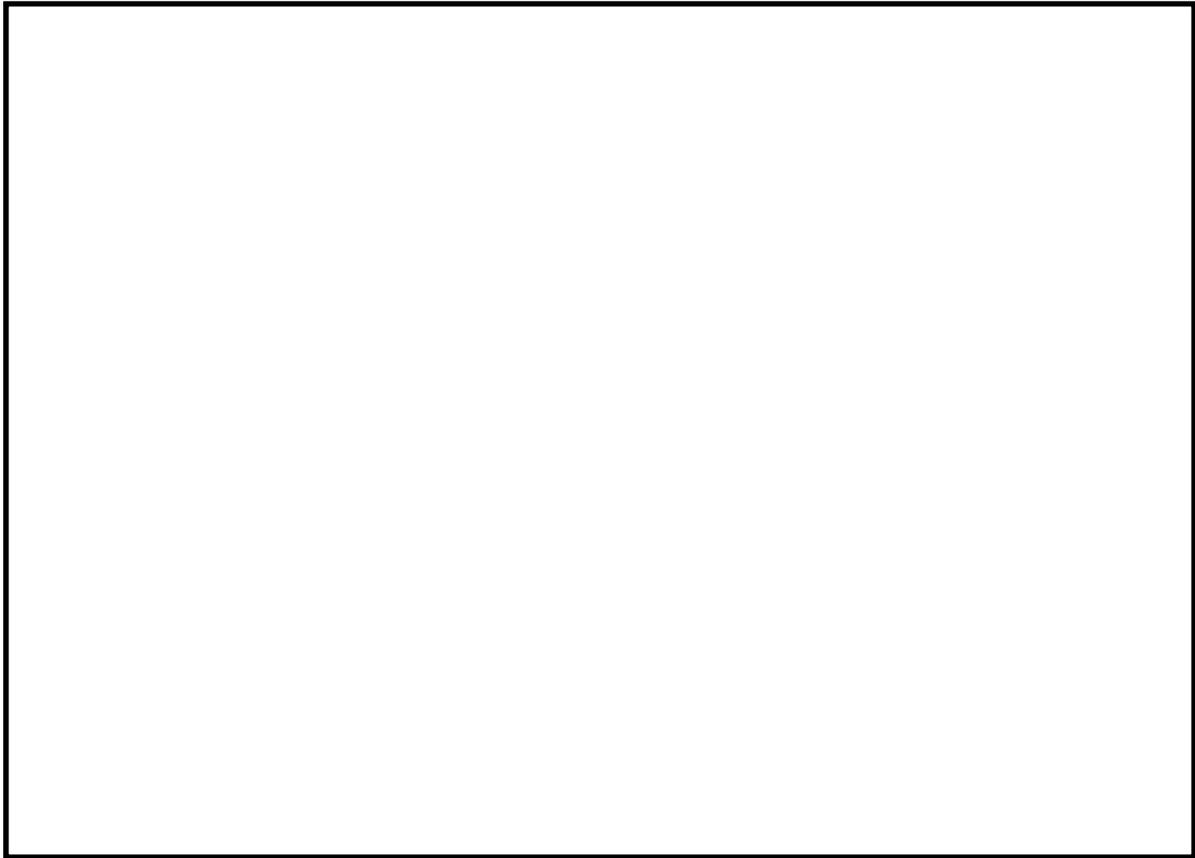
(4) 貯留堰の有効貯留容量の照査

(3)にて仮設定した貯留堰天端高さ T.P. - 4.9m による貯留堰の有効貯留容量 2,378 m³ に対して，海水の貯留堰内通過中の損失水頭（水位差）を考慮した場合においても，貯留堰の有効貯留容量が非常用海水ポンプの取水可能時間である 30 分以上を満足するか評価した。第 6 図に非常用海水ポンプ設置位置における水頭差の評価イメージを示す。



第 6 図 海水の取水路内通過による損失水頭の評価イメージ

評価に当たっては，1次元水理計算モデルを用いて，取水路を断面形状ごとに区分し，各区分間でベルヌーイの定理及び連続の式を用いた水理計算を実施した。非常用海水ポンプは，第 7 図に示すとおり，取水ピット内において南北のエリアに分散設置されているため，評価においては取水量が多いケースとしてエリアの $0.63\text{m}^3/\text{s}$ ($2,278\text{m}^3/\text{h}$) を対象にした。また，取水口から非常用海水ポンプ設置位置までの取水路の形状，設置物による損失係数（摩擦，分流，合流，スクリーン等）を考慮した。第 7 図に非常用海水ポンプの配置図，第 3 表に南北エリアごとの非常用海水ポンプの取水量を示す。また，第 4 表に水頭差評価に用いた損失係数を示す。



第 7 図 非常用海水ポンプの配置図

第 3 表 非常用海水ポンプの取水量

エリア	ポンプ名称	運転台数 (台)	取水量 (m^3/h)	合計 (m^3/s)
エリア	残留熱除去系海水ポンプ	2	886	0.49
	非常用ディーゼル発電機用 海水ポンプ	1	273	0.08
	高圧炉心スプレイ系ディー ゼル発電機用海水ポンプ	1	233	0.06
	合 計	-	2,278	0.63
エリア	残留熱除去系海水ポンプ	2	886	0.49
	非常用ディーゼル発電機用 海水ポンプ	1	273	0.08
	合 計	-	2,045	0.57

第4表 水頭差評価に用いた損失係数

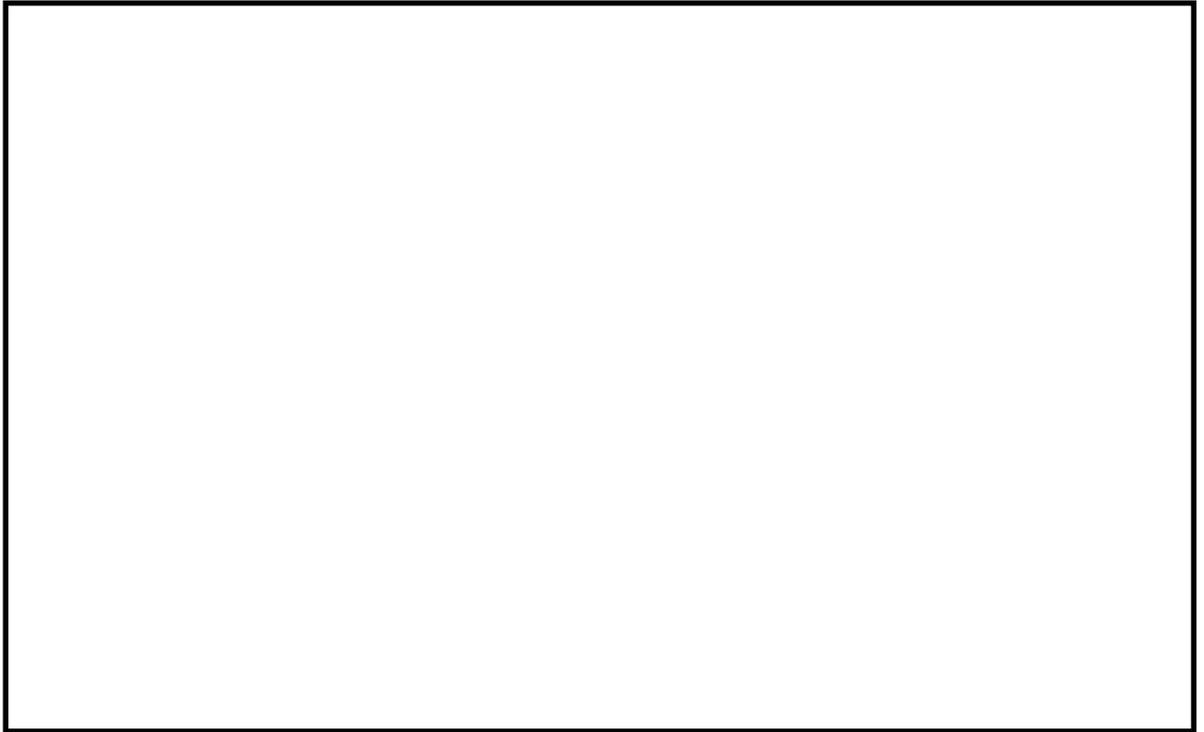
損失係数		
流入損失（取水口呑口部）		0.05 ¹
摩擦損失		$n^2 \times 2g/R^{1/3}$ ¹ , $n=0.02$ ¹
分流損失		1.00 ²
急拡損失		1.00 ¹
急縮損失		0.05 ¹
漸拡損失		1.00 ¹
合流損失		1.00 ²
スクリー ン損失	固定式バースクリーン	0.35 ³
	回転バースクリーン	0.35 ³
	トラベリングバースクリーン	1.2258 ³

1：火力・原子力発電所土木構造物の設計（財団法人電力土木技術協会）

2：水理公式集 平成11年度（土木学会）

3：スクリーン設計値

評価の結果，貯留堰設置位置と非常用海水ポンプ設置位置での水位差は小さく，(3)で算定した貯留堰の有効貯留容量 2,378m³ に対して 2,362.2m³ であり，非常用海水ポンプが 30 分以上運転可能となる必要容量を満足することを確認した。第8図に貯留堰設置位置から非常用海水ポンプ設置位置までの水理計算結果を示す。



第 8 図 非常用海水ポンプ設置位置における水位差（損失水頭）

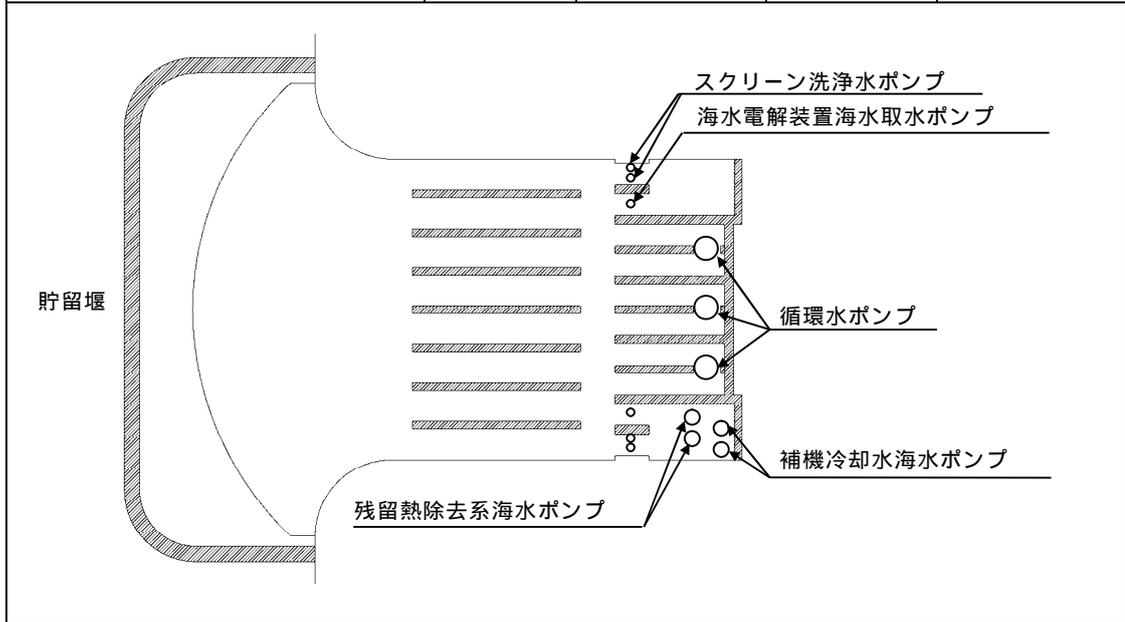
4. 貯留堰設置による海水ポンプの安定取水への影響評価

(1) 評価条件

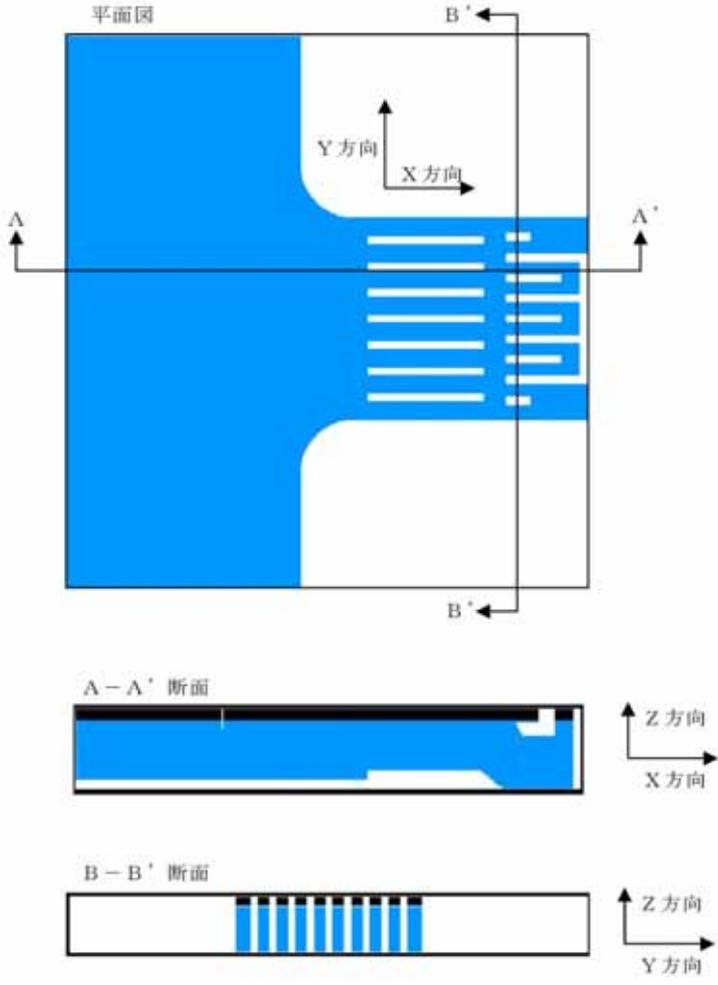
貯留堰設置による通常運転時の海水ポンプの安定取水への影響を確認するため、貯留堰の設置前と設置後における流速分布及び損失水頭による水位変動について、3次元数値波動水槽モデルを用いて確認した。評価に当たっては、発電所の定格運転中に連続運転する海水ポンプとして、循環水ポンプ3台及び補機冷却海水ポンプ2台並びに間欠的に運転するスクリーン洗浄水ポンプ4台及び海水電解装置海水取水ポンプ2台を考慮した。また、プラント停止過程において残留熱除去系海水ポンプ2台が運転されるため、これを考慮した。第5表に通常運転時の海水ポンプの運転条件、第6表に計算条件を示す。

第 5 表 通常運転時の海水ポンプの運転条件

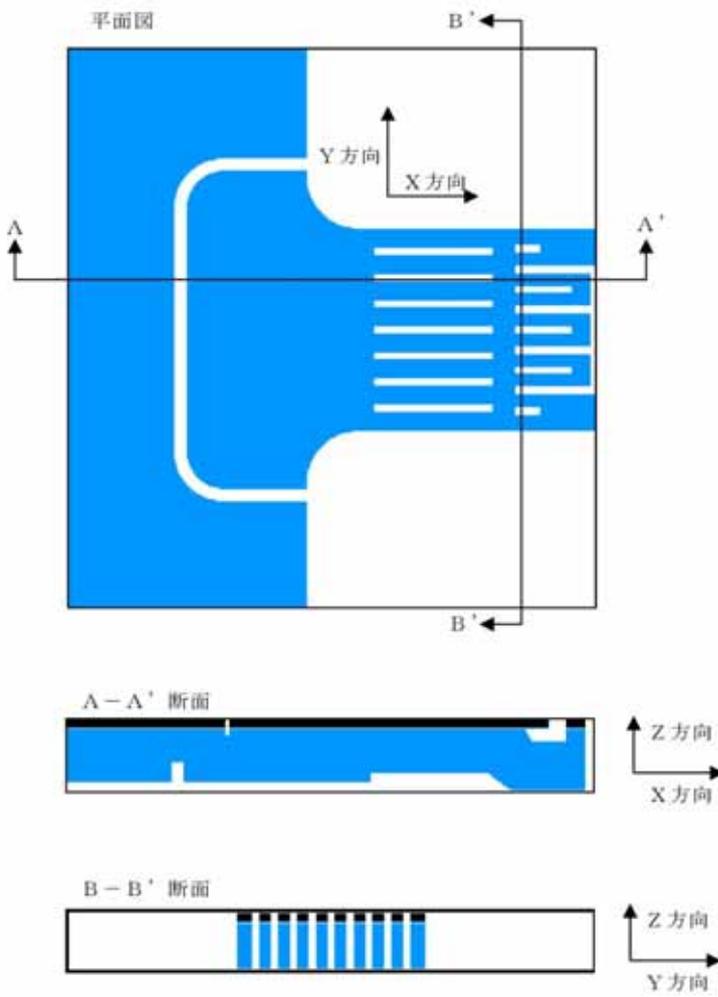
	運転 台数	取水量	合 計	
	(台)	(m^3/h)	(m^3/h)	(m^3/s)
循環水ポンプ	3	74,200	222,600	61.83
補機冷却海水ポンプ	2	2,838	5,676	1.58
残留熱除去系海水ポンプ	2	886	1,772	0.49
スクリーン洗浄水ポンプ	4	186	744	0.21
海水電解装置海水取水ポンプ	2	220	440	0.12
合 計	-	-	231,232	64.23



第 6 表 計算条件 (貯留堰なし条件)(1/2)

項目	計算条件
計算時間	300 秒
分子動粘性係数	$1.19 \times 10^{-6} \text{m}^2 / \text{s}$
乱流モデル	使用する
初期値	0.000m / s
計算領域	x 方向 : 100m、 y 方向 : 110m、 z 方向 : 7.5m
格子間隔	x = 0.15 ~ 0.30m、 y = 0.15 ~ 0.30m、 z = 0.14 ~ 0.31m
計算セル数	x 方向 : 497、 y 方向 : 544、 z 方向 : 39、 総数 10,544,352
計算地形条件	 <p>The diagram illustrates the computational domain for a flow simulation. It consists of three parts: <ul style="list-style-type: none"> 平面図 (Plan View): A top-down view of the domain. The left side is a large blue rectangular area. A channel narrows from left to right, then widens again. The channel walls are shown as white lines. A coordinate system is shown with 'Y 方向' (Y-direction) pointing up and 'X 方向' (X-direction) pointing right. Section lines A-A' and B-B' are indicated with arrows. A-A' 断面 (A-A' Cross-section): A side view showing the channel's profile. The vertical axis is 'Z 方向' (Z-direction) pointing up, and the horizontal axis is 'X 方向' (X-direction) pointing right. The channel is filled with blue, and the bottom boundary is white. B-B' 断面 (B-B' Cross-section): A side view showing the channel's profile. The vertical axis is 'Z 方向' (Z-direction) pointing up, and the horizontal axis is 'Y 方向' (Y-direction) pointing right. The channel is filled with blue, and the bottom boundary is white. </p>

第 6 表 計算条件 (貯留堰あり条件)(2 / 2)

項目	計算条件
計算時間	300 秒
分子動粘性係数	$1.19 \times 10^{-6} \text{m}^2 / \text{s}$
乱流モデル	使用する
初期値	0.000m / s
計算領域	x 方向 : 100m、 y 方向 : 110m、 z 方向 : 7.5m
格子間隔	x = 0.15 ~ 0.30m、 y = 0.15 ~ 0.30m、 z = 0.14 ~ 0.31m
計算セル数	x 方向 : 497、 y 方向 : 544、 z 方向 : 39、 総数 10,544,352
計算地形条件	 <p>The diagram illustrates the computational domain for a reservoir with a dam. It consists of three parts:</p> <ul style="list-style-type: none"> 平面図 (Plan View): A top-down view of the reservoir. The water body is shown in blue. A white line represents the dam structure. A coordinate system is shown with the X-axis pointing right and the Y-axis pointing up. Section lines A-A' and B-B' are indicated with arrows. A-A' 断面 (A-A' Cross-section): A side view of the reservoir along the A-A' line. The vertical axis is Z (up) and the horizontal axis is X (right). The dam is shown as a blue structure on the right side of the reservoir. B-B' 断面 (B-B' Cross-section): A side view of the reservoir along the B-B' line. The vertical axis is Z (up) and the horizontal axis is Y (right). The dam is shown as a blue structure on the right side of the reservoir.

(2) 評価結果

貯留堰設置による通常運転時の海水ポンプの安定取水への影響を確認するため、貯留堰を設置しない場合(case-1)と貯留堰を設置した場合(case-2)に分けて、平均流速及び水位変動の分布を比較した。その結果、貯留堰を設置した場合(case-2)においても、流速分布及び水位変動分布に有意な差が見られず、海水ポンプの安定取水に影響のないことを確認した。

平均流速分布

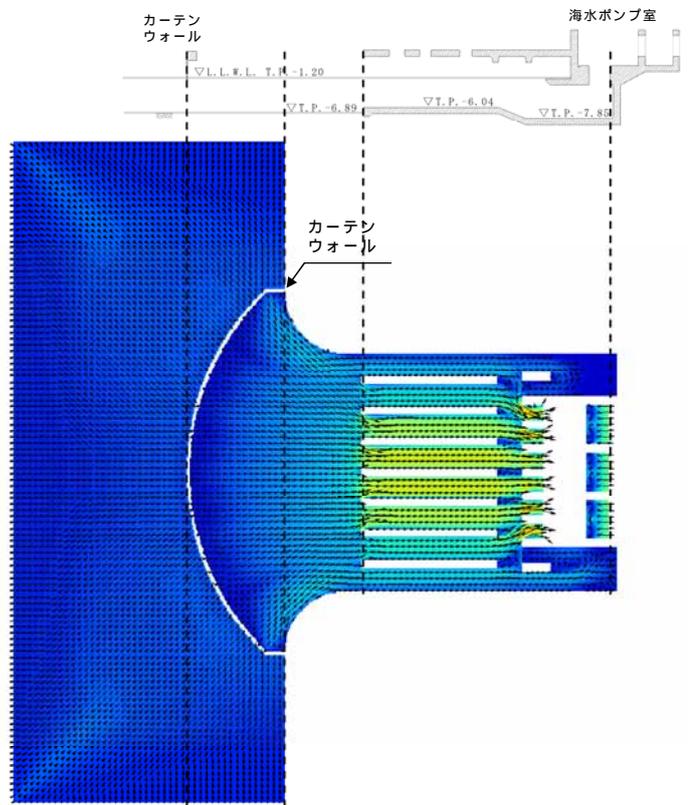
貯留堰を設置しない場合(case-1)と貯留堰を設置した場合(case-2)の流速分布について、第9図に流速平面分布、第10図に平均断面流速分布を示す。

第9図の流速平面分布を比較すると、貯留堰を設置した場合(case-2)では、貯留堰を設置した影響で貯留堰とカーテンウォールの間でやや早い流速が発生するが、カーテンウォールより内側では、貯留堰を設置しない場合(case-1)の流速分布と有意な差は見られない。また、第10図の流速断面分布を比較すると、貯留堰を設置した場合(case-2)では、貯留堰とカーテンウォールの間でやや早い流速が発生するが、取水口呑口に入る前には貯留堰を設置しない場合(case-1)とほぼ同じ流速分布となった。

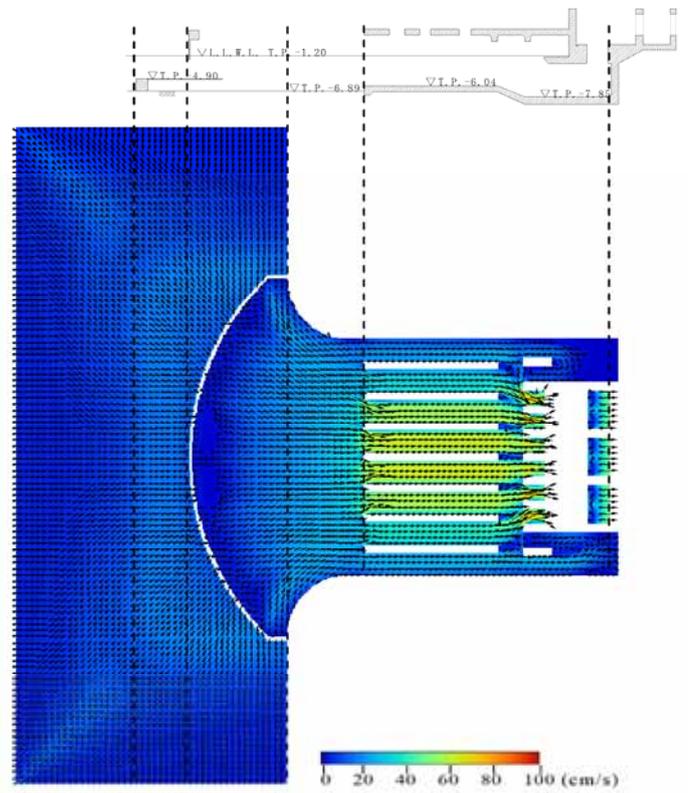
【評価断面】



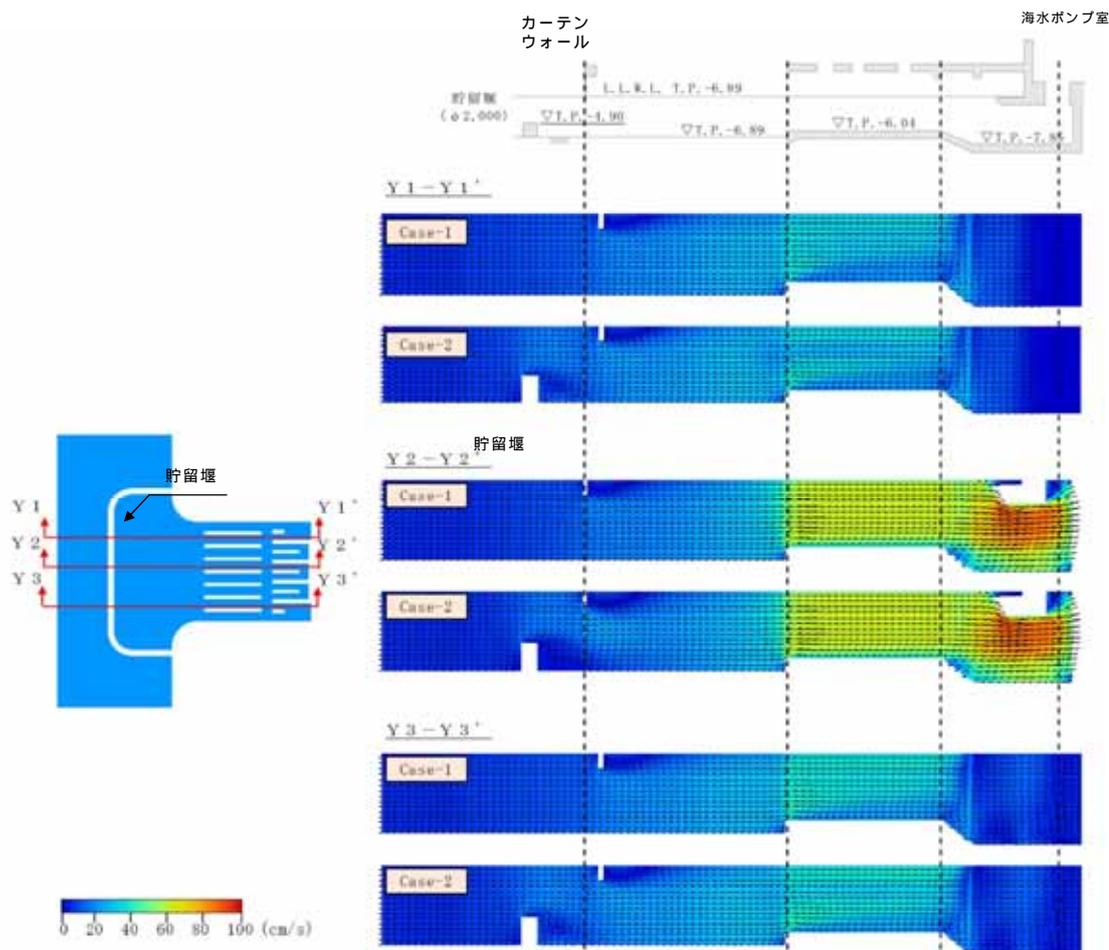
【貯留堰を設置しない場合】
(case-1)



【貯留堰を設置した場合】
(case-2)



第9図 貯留堰の有無による流速平面分布の比較

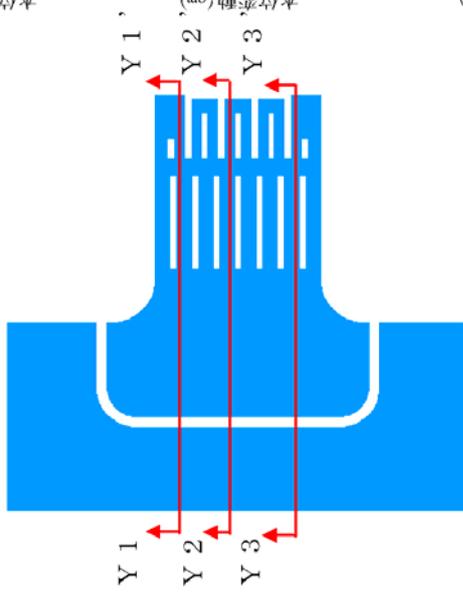
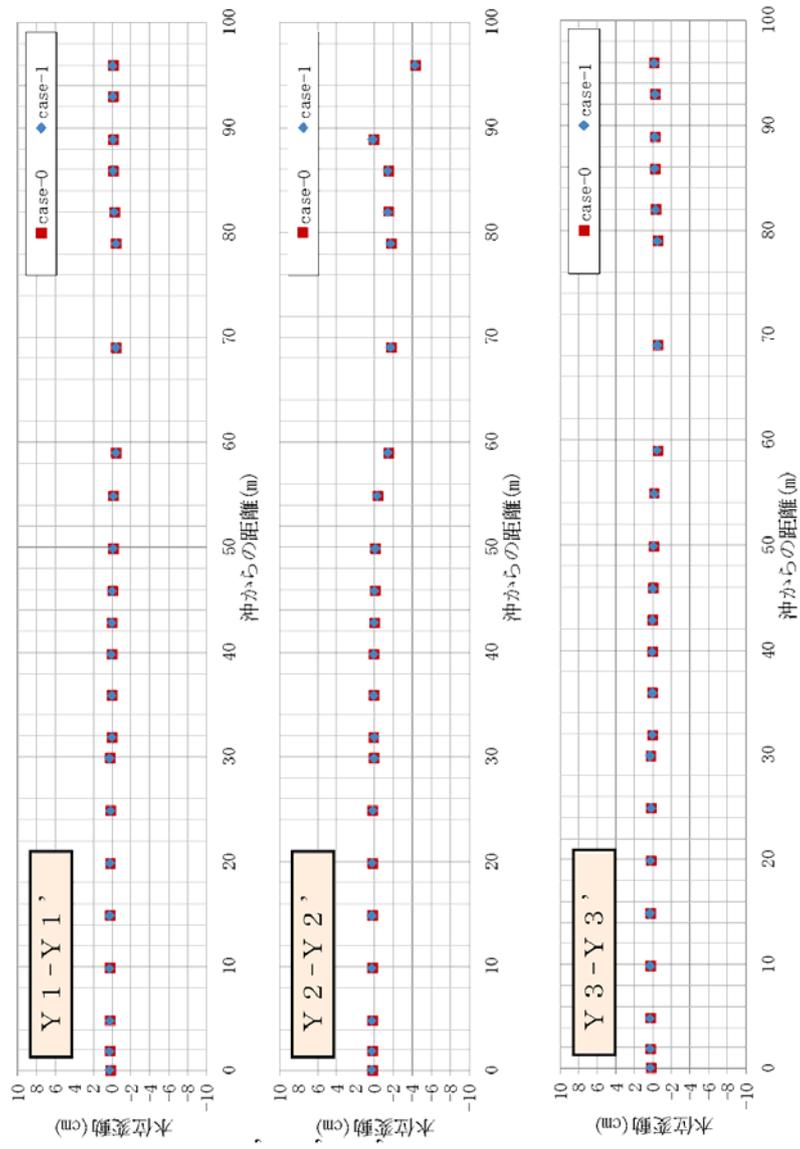
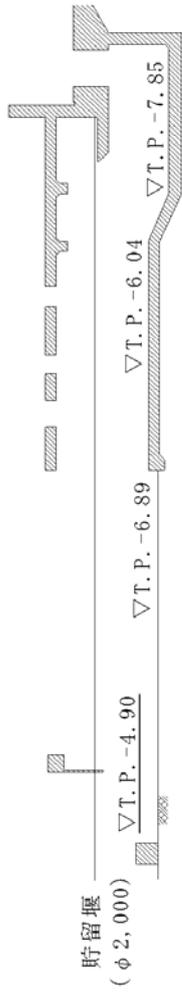


第 10 図 貯留堰の有無による平均断面流速分布の比較

水位変動分布

第 11 図に貯留堰を設置しない場合 (case-1) と貯留堰を設置した場合 (case-2) の水位変動分布を示す。なお、水位変動分布の確認に当たっては、非常用海水ポンプが設置されている南側エリア (Y1 - Y1 断面) 及び北側エリア (Y3 - Y3 断面) 並びに循環水ポンプが設置されるエリア (Y2 - Y2 断面) の合計 3 断面を比較した。

第 11 図の水位変動分布を比較すると、貯留堰を設置しない場合 (case-1) と貯留堰を設置した場合 (case-2) とも、循環水ポンプ設置エリア (Y2 - Y2 断面) は、循環水ポンプによる取水の影響により、他のエリアより水位変動量が大きい。貯留堰を設置しない場合 (case-1) と貯留堰を設置した場合 (case-2) との差はほとんど見られなかった。



第 11 図 貯留堰の有無による水位変動分布比較

5. 解析結果との検証

本件にて検討した貯留堰の天端高さ T.P. - 4.90m を取水口前面に反映した管路解析モデルを作成し、管路解析のパラメータケーススタディを実施した。その結果、様々な取水ケースにおいても非常用海水ポンプの取水機能に影響のない解析結果が得られた。

取水ケースについては、「添付資料 7 管路解析のパラメータスタディについて」示す。

基準津波に伴う砂移動評価について

1. はじめに

基準津波による水位変動に伴う海底の砂の移動が取水口への通水性に影響がないことを砂移動評価にて確認する。

ここでは、砂移動解析における粒径の違いによる堆積厚さへの影響及び防波堤をモデル化しない状態での堆積厚さへの影響を検討した。

2. 粒径のパラメータスタディ

砂移動評価における粒径の違いによる堆積厚さへの影響を確認するため、粒径のパラメータスタディを実施した。

検討は、平均粒径(D_{50})に加えて、10%粒径(D_{10})及び90%粒径(D_{90})を粒径としたケースを追加した。検討ケースを第1表に示す。各試料採取地点の粒径加積曲線から D_{10} 相当及び D_{90} 相当の粒径を求め、平均した結果、 D_{10} 相当は0.10mm、 D_{90} 相当は1.8mmに設定した。試料採取位置を第1図に示す。

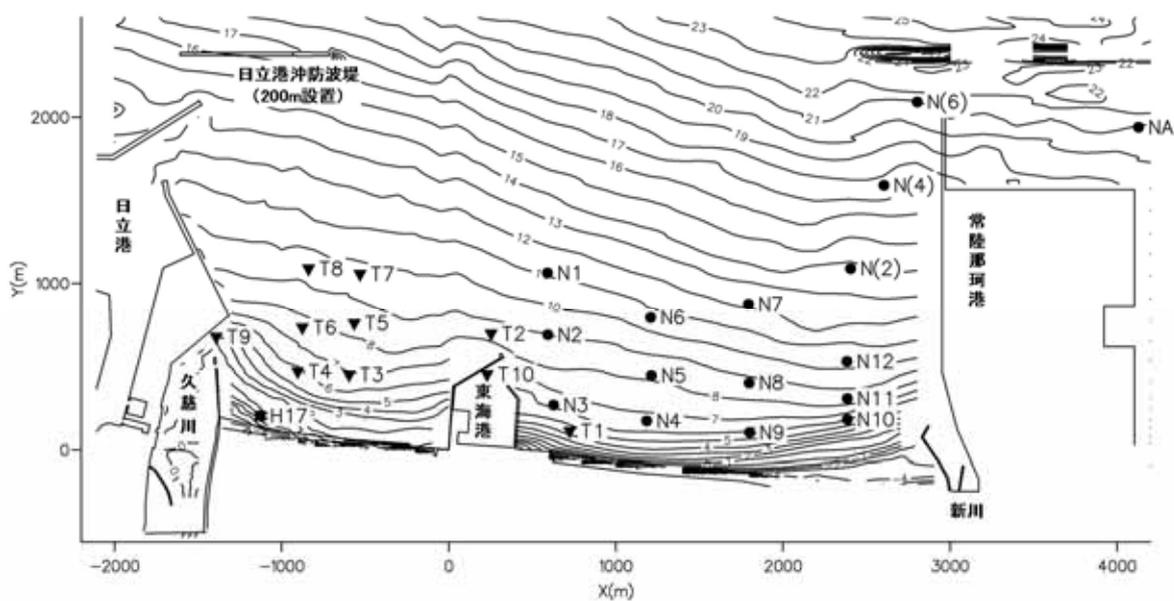
砂移動評価は、基本ケースにおいて、堆積厚さが厚く評価された高橋他(1999)の方法を用いた。評価結果を第2表に、堆積侵食分布図を第2図に示す。

評価結果から、粒径を変えることにより評価地点によって堆積厚さに変動はあるものの、いずれも取水口前面においては、基本ケースより最大堆積厚さが薄くなっており、粒径の違いによる取水口前面における堆積厚さへの影響は小さい。

第1表 検討ケース

粒径	備考
0.15mm	D ₅₀ , 基本ケース
0.10mm	D ₁₀ 相当
1.8mm	D ₉₀ 相当

●: 常陸那珂港調査(2002年2月)
 ●: 日立港調査(1998年1月)
 ●: 東海港調査(2002年1-2月)
 (T10は最新の調査(2004年10月)を採用)



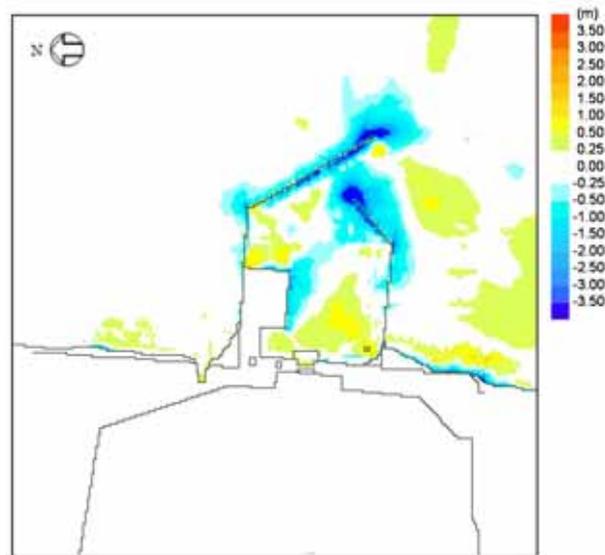
第1図 試料採取地点

第 2 表 取水口前面の堆積厚さ

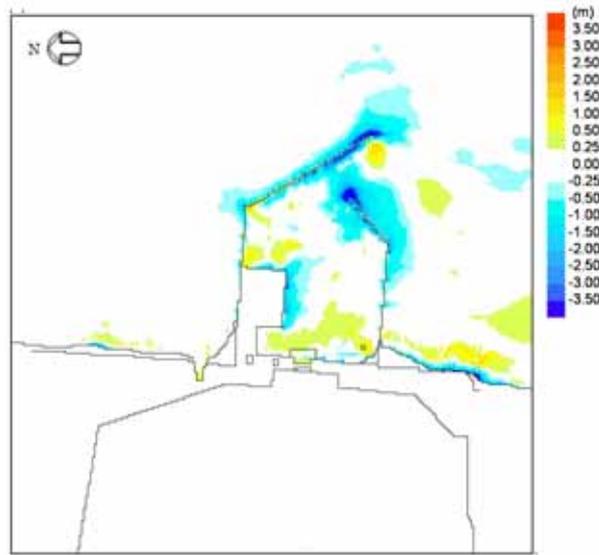
基準津波	粒径	取水口前面
上昇側	D ₅₀ 相当 (0.15mm)	0.33m
	D ₁₀ 相当 (0.10mm)	0.31m
	D ₉₀ 相当 (1.8mm)	0.13m
下降側	D ₅₀ 相当 (0.15mm)	0.19m
	D ₁₀ 相当 (0.10mm)	0.18m
	D ₉₀ 相当 (1.8mm)	0.02m

高橋他 (1999) , 浮遊砂上限濃度 1%

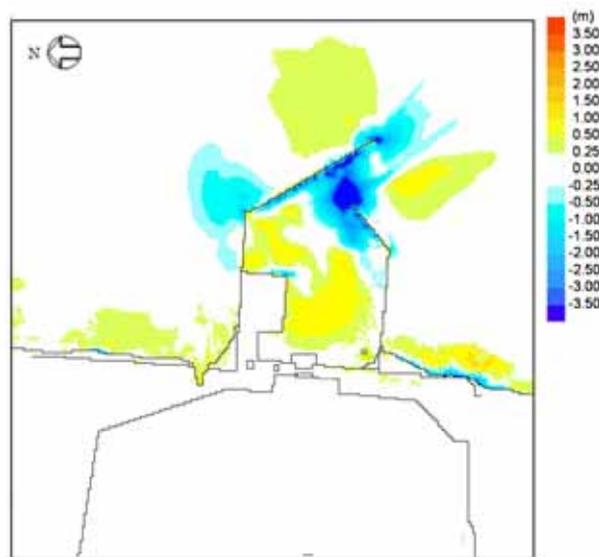
水位上昇側



第 2 図 (1) 堆積侵食分布図 D₅₀ 相当 (0.15mm)

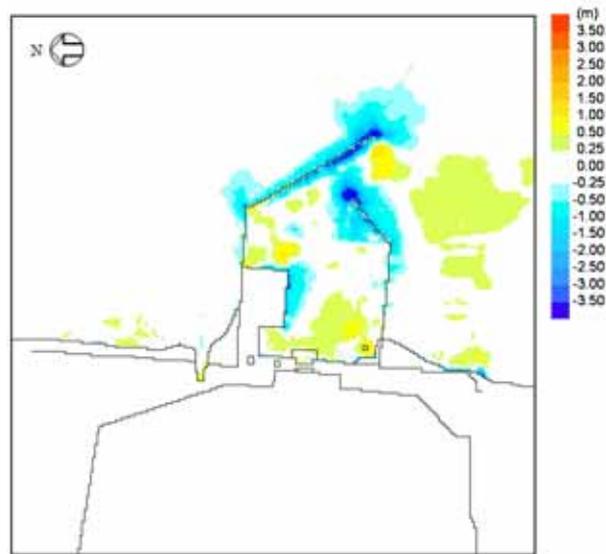


第 2 图 (2) 堆積侵食分布图 D_{10} 相当 (0.10mm)

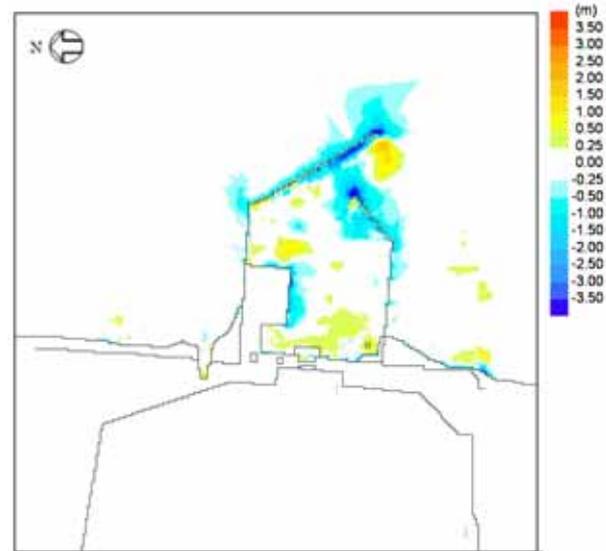


第 2 图 (3) 堆積侵食分布图 D_{90} 相当 (1.8mm)

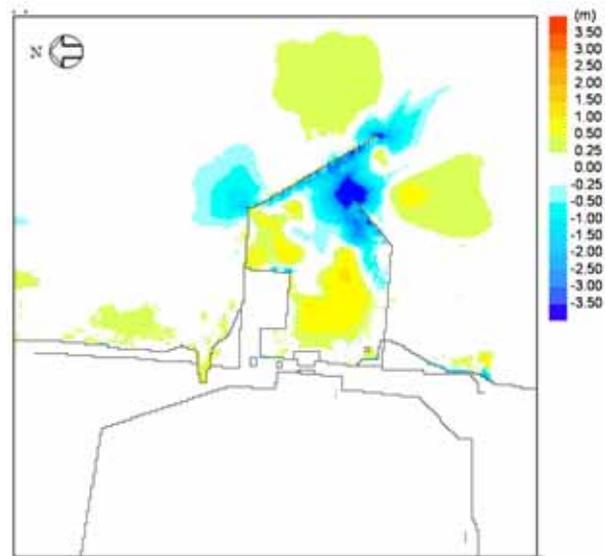
水位下降側



第 2 図 (4) 堆積侵食分布図 D₅₀ 相当 (0.15mm)



第 2 図 (5) 堆積侵食分布図 D₁₀ 相当 (0.10mm)



第 2 図 (6) 堆積侵食分布図 D_{90} 相当 (1.8mm)

3. 防波堤をモデル化しない状態での影響評価

砂移動評価においては，防波堤は健全な状態と仮定して解析を実施している。ここでは，影響評価として，地震時における防波堤の損傷を考慮して，保守的に防波堤をモデル化しない状態とした砂移動解析を実施し，堆積厚さへの影響を検討した。なお，解析条件は「2. 粒径のパラメータスタディ」と同様に，高橋他（1999）を参考に，平均粒径を用いて実施した。

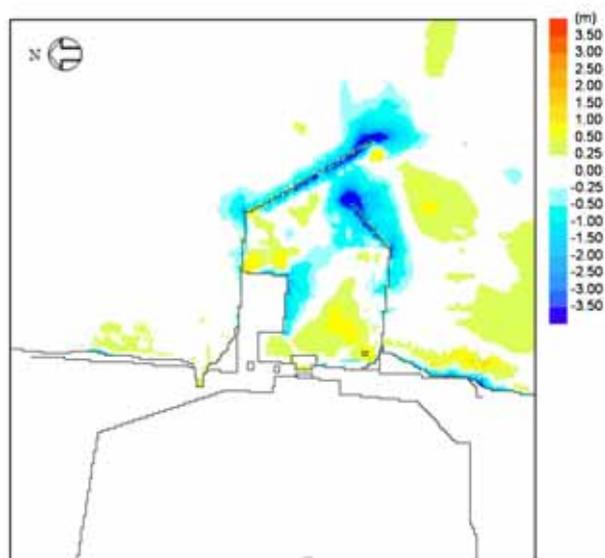
評価結果を第3表に示し，堆積侵食分布図を第3図に示す。防波堤の有無による堆積厚さの変化は評価地点による違いが多少あるものの，最大堆積厚さについては大差なく，防波堤の有無による影響は小さい。

第3表 取水口前面の堆積厚さ

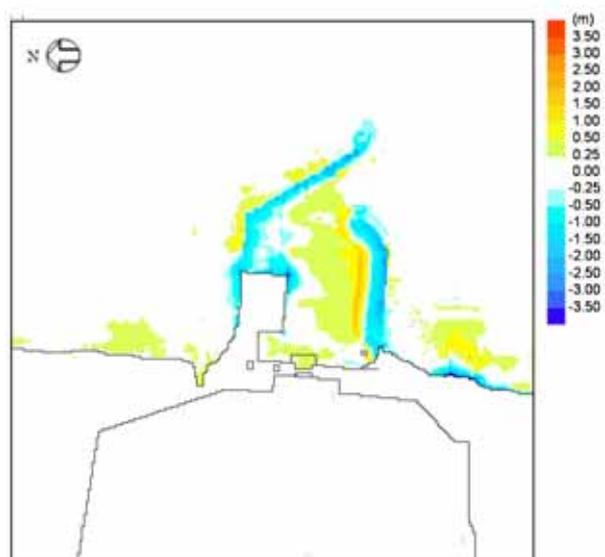
基準津波	防波堤	取水口前面
上昇側	あり	0.33m
	なし	0.36m
下降側	あり	0.19m
	なし	0.23m

高橋他（1999），浮遊砂上限濃度 1%

水位上昇側

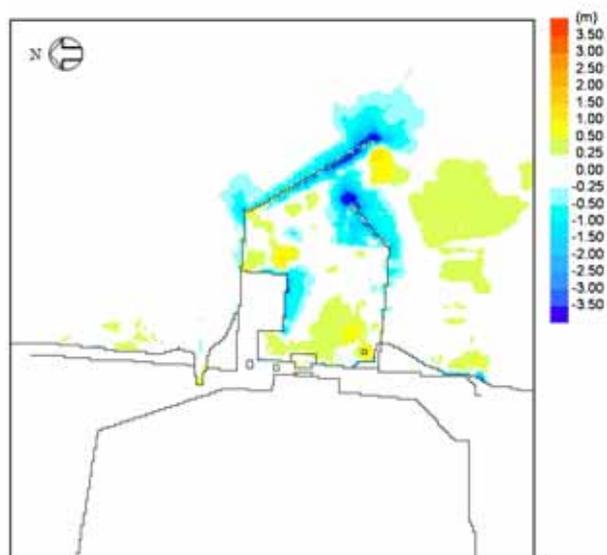


第3図(1) 堆積侵食分布図 防波堤あり

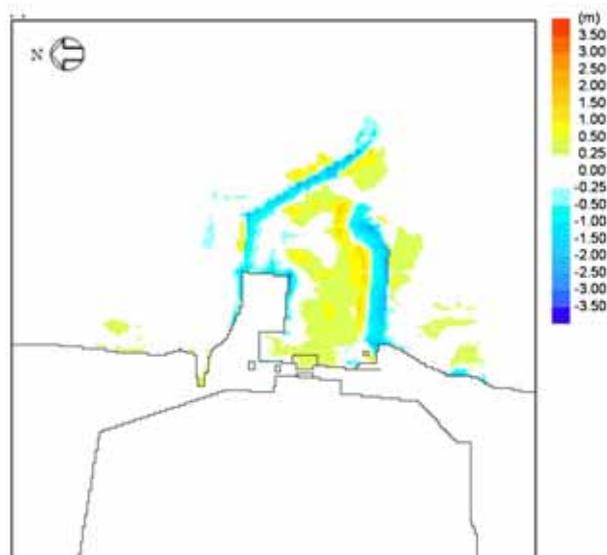


第3図(2) 堆積侵食分布図 防波堤なし

水位下降側



第3図(3) 堆積侵食分布図 防波堤あり



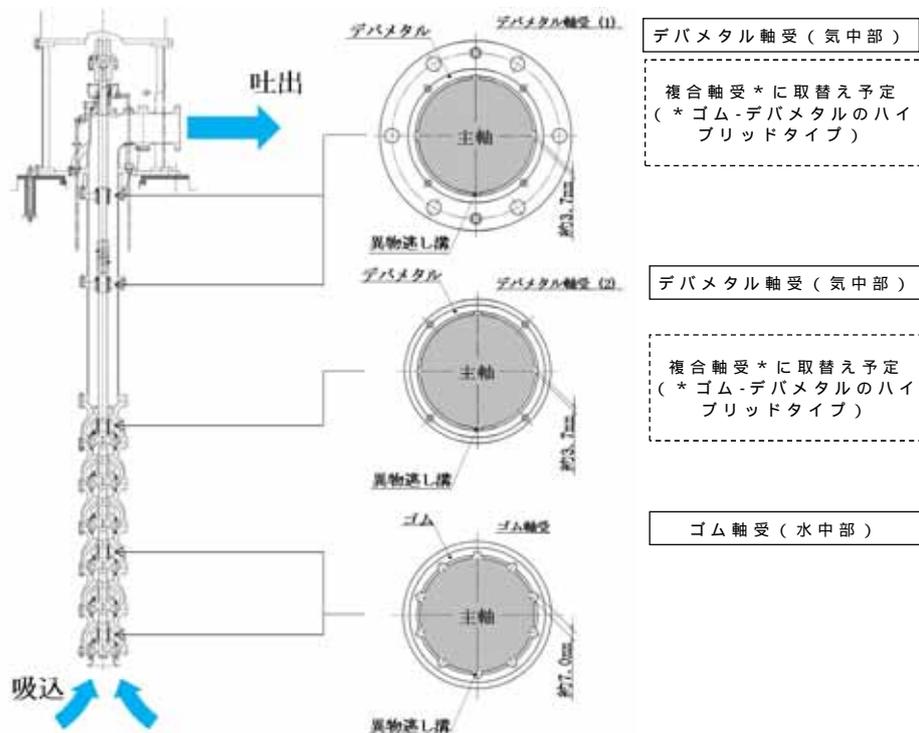
第3図(4) 堆積侵食分布図 防波堤なし

非常用海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について

1. 非常用系海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について

東海第二発電所の非常用海水ポンプは，海水取水時に海水中に含まれる浮遊砂を吸い込み，軸受隙間に入り込む可能性を考慮し，砂が混入してもこれを排出することで機能維持可能な設計としている（第1図）。また，これまでの運転実績から，浮遊砂混入によるトラブルは発生していない。

しかしながら，津波発生時は，津波により海底の砂が巻き上げられ，通常よりも浮遊砂環境が厳しくなる可能性があることから，既設のデバメタル軸受については，浮遊砂に対する耐性の高い複合軸受に取替える計画とし，試験装置を用い，高濃度の浮遊砂濃度を模擬した試験を実施し，非常用海水ポンプ軸受の耐性を評価する。

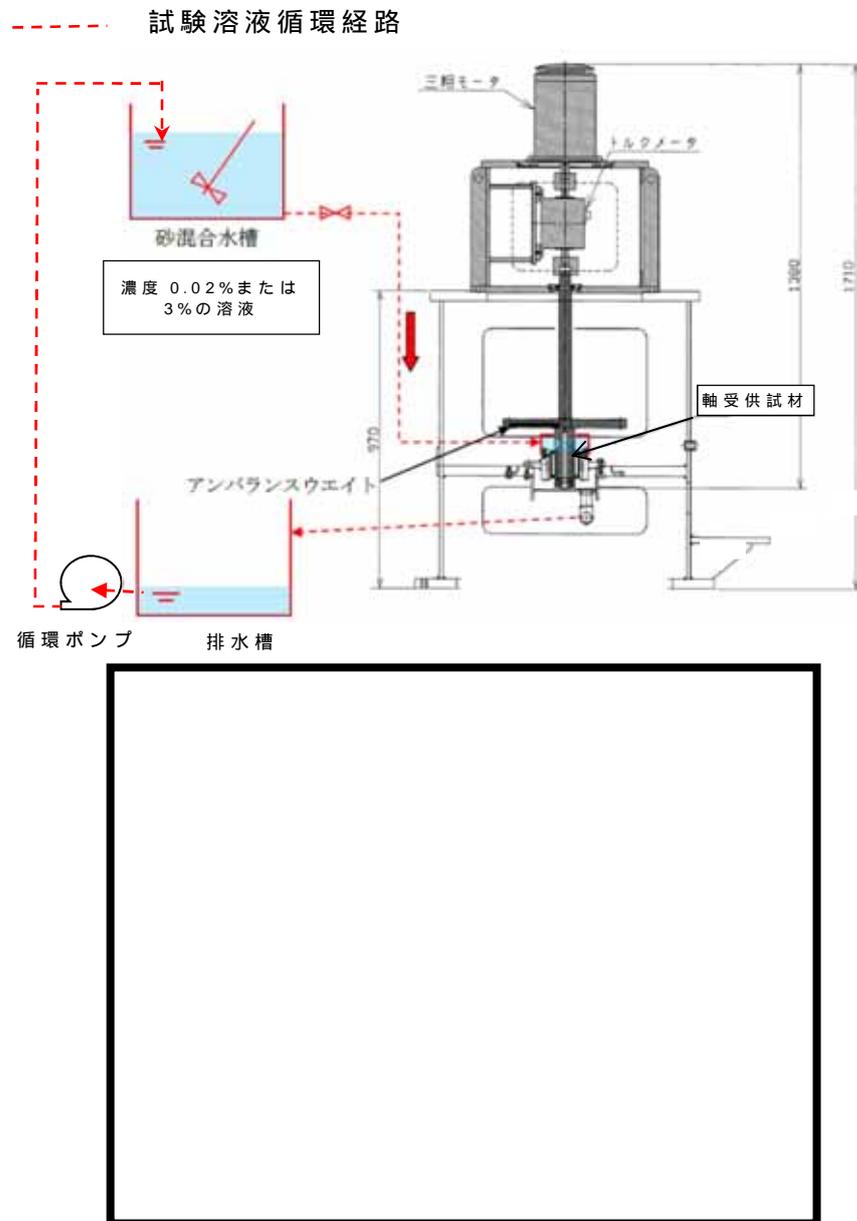


第1図 非常用系海水ポンプ断面図，軸受図

2. 軸受摩耗試験

試験装置に、軸受供試材を取り付けて一定時間運転し、運転前後の供試材寸法測定により摩耗量を求めた。試験溶液の砂濃度は、通常運転時模擬濃度(0.02[wt%])及び高濃度(3[wt%])を設定し、試験時間を通して、連続的にこの濃度の溶液が軸受に供給される試験システムとした。

試験装置の概略構成図を第2図に示す。



軸受供試材は、既設のゴム軸受（水中部）と、複合軸受（デバメタル軸受（気中部）から取替を計画している軸受）の供試材を用いた。

第1表に、軸受摩耗試験条件を示す。

第1表 軸受摩耗試験条件

項目	試験条件
回転数 [m / s]	試験装置：5(実機：9.4 ^{*1})
面圧 [kPa]	3.7 ^{*2}
砂粒径 [mm]	0.15
軸受供試材材料	ゴム，複合型
試験時間[hr]	5

*1：試験時摩耗量に9.4 / 5を乗じて実機周速に補正

*2：回転体アンバランスによる実機の振れ回りを再現した荷重

軸受摩耗試験結果から、寿命評価式（式）を用いて比摩耗量 K_1 を算出した結果を以下に示す。

$$T_1 = \frac{1}{PVK_1} \dots \quad (\text{機械工学便覧参照})$$

K_1 : 比摩耗量 [mm² / kgf]

: 摩耗量 [mm]

P : 軸受面圧 [kgf / mm²]

V : 周速 [mm / s]

T_1 : 摩耗量 に至るまでの時間[s]

【ゴム軸受】

0.02[wt%]濃度時の比摩耗量 $K_1 (\quad)$ $2.74 \times 10^{-7} [mm^2 / kgf]$

3[wt%]濃度時の比摩耗量 $K_1 (\quad)$ $4.64 \times 10^{-6} [mm^2 / kgf]$

【複合軸受】

0.02[wt%]濃度時の比摩耗量 $K_1 (\quad)$ $9.41 \times 10^{-7} [mm^2 / kgf]$

3[wt%]濃度時の比摩耗量 $K_1 (\quad)$ $5.76 \times 10^{-6} [mm^2 / kgf]$

\quad : 0.02[wt%]における比摩耗量

\quad : 3 [wt%]における比摩耗量

3. 軸受寿命評価(0.02[wt%] , 3[wt%])

試験時 , 基準津波時の浮遊砂濃度 (評価点) が未知であったことから , 通常時を模擬した浮遊砂濃度 (0.02[wt%]) と , 基準津波時に予想される高濃度を包絡すると予想される濃度 (3[wt%]) で摩耗量を実測し , 比摩耗量の評価及び軸受寿命を算出した。

第2表 比摩耗量と軸受寿命(0.02[wt%] , 3[wt%])

0.02%試験実測値							
軸受/濃度	摩耗量(平均)	面圧[kgf/mm2]	周速[mm/s2]	比摩耗量	許容隙間	軸受寿命(sec)	軸受寿命(hr)
ゴム軸受/ 0.02%	0.0171	0.00037	9400	2.73145E-07	1.012	1065263.158	295.9064327
複合軸受/ 0.02%	0.0589	0.00037	9400	9.40834E-07	1.012	309269.9491	85.90831919
3%試験実測値							
軸受/濃度	摩耗量(平均)	面圧[kgf/mm2]	周速[mm/s2]	比摩耗量	許容隙間	軸受寿命(sec)	軸受寿命(hr)
ゴム軸受/ 3%	0.5814	0.00037	9400	4.64347E-06	1.012	62662.5387	17.40626075
複合軸受/ 3%	0.7201	0.00037	9400	5.75123E-06	1.012	50592.9732	14.05360367

摩耗量 (平均) : 軸受試験前と試験後の寸法差の平均
 面圧 : 実機を模擬した面圧
 周速 : 実機周速
 比摩耗量 : 式にて算出
 許容隙間 : 設計許容隙間
 軸受寿命 : 初期隙間が許容隙間に至るまでの時間

4. 軸受寿命評価(0.48[wt%])

基準津波時の砂移動解析結果から，非常用系海水ポンプ室近傍の浮遊砂濃度は，0.18[vol%]との結果が得られたことから，砂の密度2.72[g/cm³]を乗じて重量濃度0.48[wt%]に換算した上で，比摩耗量の式()を参考に，0.02wt%と3wt%の試験結果から，浮遊砂濃度0.48[wt%]における比摩耗量を算出した。

なお，比摩耗量の式()は公開文献「立軸ポンプセラミックス軸受に関する研究」*から引用している。この公開文献では，200～3000ppmのスラリー濃度の軸受摩耗量を測定しており，比摩耗量とスラリー濃度との間には相関関係があると結論づけられており，この知見を参考とした。

$$\frac{\omega}{\omega_0} = \left[\frac{C_\omega}{C_0} \right]^{0.9} \dots$$

* 出典：立軸ポンプセラミックス軸受に関する研究，湧川ほか（日本機械学会論文集（B編）53巻491号（昭62-7） pp.2094~2098

式を参考とし，0.02[wt%]の比摩耗量と3[wt%]の比摩耗量の2点間が線形近似できると評価し，以下の式にて0.48[wt%]におけるゴム軸受と複合軸受の比摩耗量を算出した。

【ゴム軸受】



比摩耗量 $k = 1.64748 \times 10^{-6} [\text{mm}^2 / \text{kgf}] \dots$

【複合軸受】



比摩耗量 $k = 2.9662 \times 10^{-6} [\text{mm}^2 / \text{kgf}] \dots$

及び を元に寿命評価した結果，隙間許容値に至るまでの運転時間は，第3表のとおり，ゴム軸受で約49時間，複合軸受で約27時間と評価した。

第3表 比摩耗量と軸受寿命(0.48wt%)

0.48wt%(評価濃度)における寿命評価							
軸受/濃度	摩耗量(平均)	面圧[kgf/mm2]	周速[mm/s2]	比摩耗量	許容隙間	軸受寿命(sec)	軸受寿命(hr)
ゴム軸受/ 0.48	-	0.00037	9400	1.64748E-06	1.012	176616.1197	49.06003324
複合軸受/ 0.48	-	0.00037	9400	2.9662E-06	1.012	98095.94829	27.24887453

浮遊砂濃度と比摩耗量との相関関係を第3図及び第4図に示す。



第3図 浮遊砂濃度と比摩耗量との相関図（ゴム軸受）



第4図 浮遊砂濃度と比摩耗量との相関図（複合軸受）

第4表 砂移動計算の諸条件

	設定値	備考
砂移動モデル	高橋ほか(1999)によるモデル	
マンシングの粗度係数	0.03[m ^{-1/3} ・s]	土木学会(2002)より
浮遊砂体積濃度上限値	1,3,5[vol%] うち,1[vol%]が最もよく砂移動を再現していると確認できたことから,上限濃度1%時の解析結果を採用	
砂の粒径	0.15[mm]	底質調査より設定
砂粒の密度	2.72[g/cm ³]	底質調査より設定

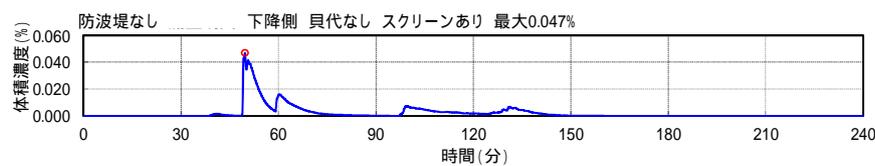
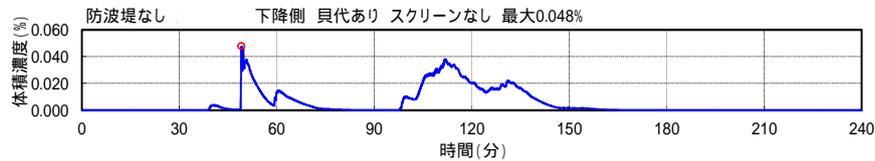
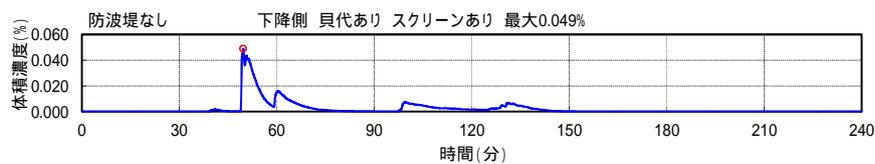
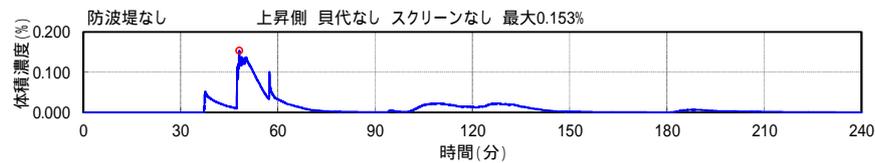
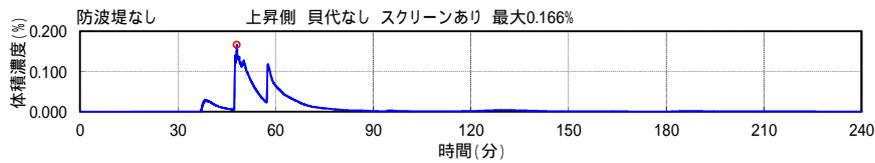
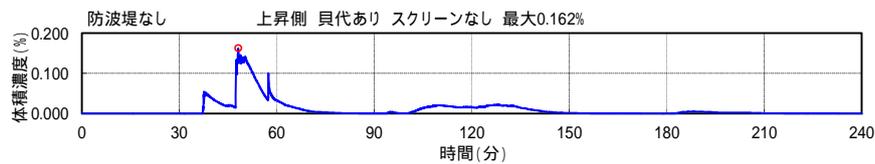
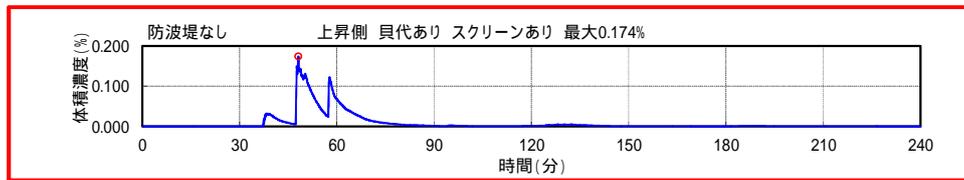
第5表 その他の解析条件

項目	評価条件
海水取水流量[m ³ /hr]	2549.4*
その他の考慮事項	防波堤の有無,スクリーン有無,貝代の有無

* 非常用系海水ポンプ全台運転、循環水ポンプ、補機用海水ポンプ停止時の流量

5. 浮遊砂濃度のピーク時間の評価

基準津波時の砂移動計算結果から得られた砂濃度の時刻歴グラフを第5図に示す。非常用海水ポンプが設置される全水路(D水路及びE水路)の計算結果から,最も高い砂濃度を示すケースを想定しても,基準津波時の浮遊砂濃度のピークは数分で収束し,軸受摩耗試験で設定したような連続5時間の高濃度の状態は認められない。



第5図 浮遊砂濃度時刻歴グラフ
 (E 水路水位上昇時 (防波堤なし , 貝代考慮 ,
 スクリーンあり))

6. 総合評価

東海第二発電所の非常用系海水ポンプの軸受は、基準津波時に海水中に含まれる浮遊砂(中央粒径0.15mm)が混入しても、砂排出溝(約3.7mm~7.0mm)によりこれを排出することで機能維持可能である。

また、基準津波に伴い巻き上げられ浮遊砂が、軸受に巻き込まれたとしても、ポンプピット近傍が高濃度の浮遊砂の状態にある時間は数分で収束することから、試験結果から得られた運転可能時間で十分包絡でき、非常用海水ポンプの軸受は機能維持可能である。

漂流物の調査要領について

1. はじめに

東海第二発電所において基準津波による水位変動に伴う漂流物に対して取水口及び取水路の通水性が確保できる設計であることが要求されている。

このため、同要求に対して適合性を確認する「基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備等」の調査要領を示す。

2. 調査要領

(1) 調査範囲

調査範囲は、基準津波の流向、流速及び継続時間より、東海第二発電所の取水口から半径5km内の海域及び陸域とする。なお、陸域については、標高、地形を考慮し、基準津波の遡上域を包絡した範囲とする。調査範囲を第1図に示す。

(2) 調査方法

調査は上記の調査範囲を発電所敷地内・敷地外又は陸域・海域に区別し、4つに分類して実施する。分類ごとの調査対象及び調査方法を第1表に示す。



■ : 調査範囲 (基準津波の遡上域を包絡した範囲)

第 1 図 漂流物調査範囲概要

第1表 「漂流物の可能性がある施設・設備等」の調査方法の概要

調査範囲		調査対象	調査方法	
発電所敷地内・敷地外	海域・陸域	分類	方法	概要
		発電所敷地内	海域	・船舶
・海上設置物	資料調査			設備図書等を調査し、海上設置物を抽出する。
	現場調査			現場を調査し、海上設置物を抽出する。
陸域	・建物・構築物 ・その他建物等 ・機器 ・車両		資料調査	設備図書等を調査し、建物・構築物、その他建物等、機器、車両を抽出する。
			現場調査	現場を調査し、建物・構築物、その他建物等、機器、車両を抽出する。
	・資機材等 ・その他物品等		現場調査	現場を調査し、資機材等、その他物品等を抽出する。
発電所敷地外	海域	・船舶	資料調査	資料を調査し、船舶を抽出する。
			聞き取り調査	関係者からの聞き取り調査を実施し、船舶を抽出する。
		・海上設置物	資料調査	地図等の資料により、集落、工業地域、対象の有無等を確認する。
			現場調査	現場を調査し、海上設置物を抽出する。
	陸域	・建物・構築物 ・その他建物等 ・車両 ・その他物品等	資料調査	地図等の資料により、集落、工業地域、対象の有無等を確認する。
			現場調査	現場を調査し、建物・構築物、その他建物等、車両、その他物品等を抽出する。
			聞き取り調査	関係者からの聞き取り調査を実施し、建物・構築物、その他建物等、車両、その他物品等を抽出する。
				聞き取り調査

(3) 調査の実施

調査の実施方法については、「(2) 調査方法」で示した調査対象及び調査方法について、第2表に示すように考え方、手順、記録項目等を具体化し、調査を実施する。

第2表 調査の実施の方法(1/2)

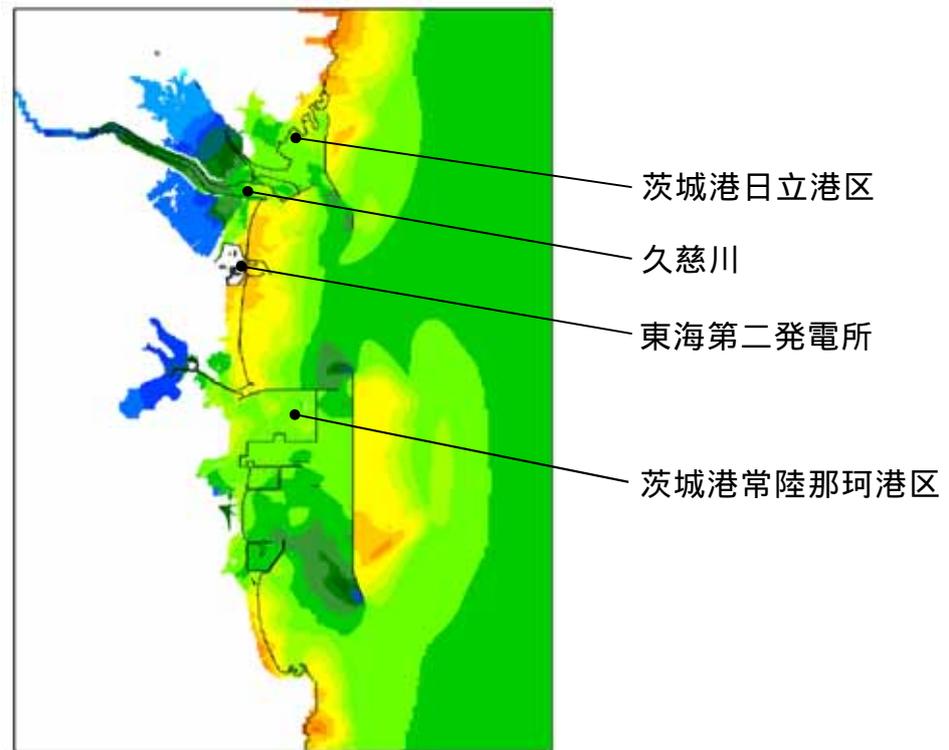
調査範囲	調査対象			調査方法			
	分類	具体的な考え方	例	調査内容	記録項目		
発電所敷地内	海域	船舶	東海港の港湾内に業務により来航する船舶	<ul style="list-style-type: none"> 燃料等輸送船 貨物 	「東海港・港湾施設使用願/許可書」により、船舶を抽出し、記録する。	名称, 仕様(寸法, 総トン数, 喫水)	
		設備類等	海上設置物	海上に設置された機器, 施設等	<ul style="list-style-type: none"> 標識ブイ 浮棧橋 	設備図書等により, 機器, 施設等を抽出し, 記録する。 現場のウォークダウンにより, 機器・施設等を抽出し, 記録する。	名称, 仕様(寸法, 質量, 材質), 数量, 設置場所
	陸域	建物類等	建物・構築物	土地に定着している建築物等	<ul style="list-style-type: none"> 建屋 棧橋 	設備図書等により, 建物・構築物等を抽出し, 記録する。 現場のウォークダウンにより, 建物・構築物等を抽出し, 記録する。	名称, 仕様(寸法, 構造), 設置場所
			その他建物等	土地に定着していない建物等	<ul style="list-style-type: none"> 倉庫(物置タイプ) 仮設ハウス 		
	設備類等	機器	基礎等に据付けられた機器(発電用設備に関わるもの)	<ul style="list-style-type: none"> タンク ポンプ 配管, 弁 分電盤, 制御盤等 	設備図書等により, 機器を抽出し, 記録する。 現場のウォークダウンにより, 機器を抽出し, 記録する。	名称, 仕様(寸法, 質量, 材質, 構造(形状)), 数量, 設置場所	
		資機材等	発電用設備に関わる機器等の工事, 点検等に使用する常設又は仮置きされた資機材, 物品等 仮設の機器	<ul style="list-style-type: none"> 点検用機材 仮設タンク 足場材 コンクリートハッチ等 予備品, 貯蔵品 	現場のウォークダウンにより, 資機材等を抽出し, 記録する。	名称, 仕様(寸法, 質量, 材質, 構造(形状)), 数量, 設置場所	
		車両	発電所敷地内に定常的に駐車される車両	<ul style="list-style-type: none"> 車庫, 駐車場等の車両 	設備図書等により, 調査範囲内にある車庫, 駐車場等を確認する。 現場のウォークダウンにより, 車両を抽出し, 記録する。	車両の種類, 数量, 駐車場所	
		その他物品等	発電用設備に関わる機器, 物品, 資機材以外の常設又は仮置きされた物品, 機器等, その他の人工構造物, 植生	<ul style="list-style-type: none"> 自動販売機 街灯 柵 防砂林 	現場のウォークダウンにより, その他物品等を抽出し, 記録する。	名称, 仕様(寸法, 構造(形状)), 設置状況, 数量, 設置場所	

第2表 調査の実施の方法(2/2)

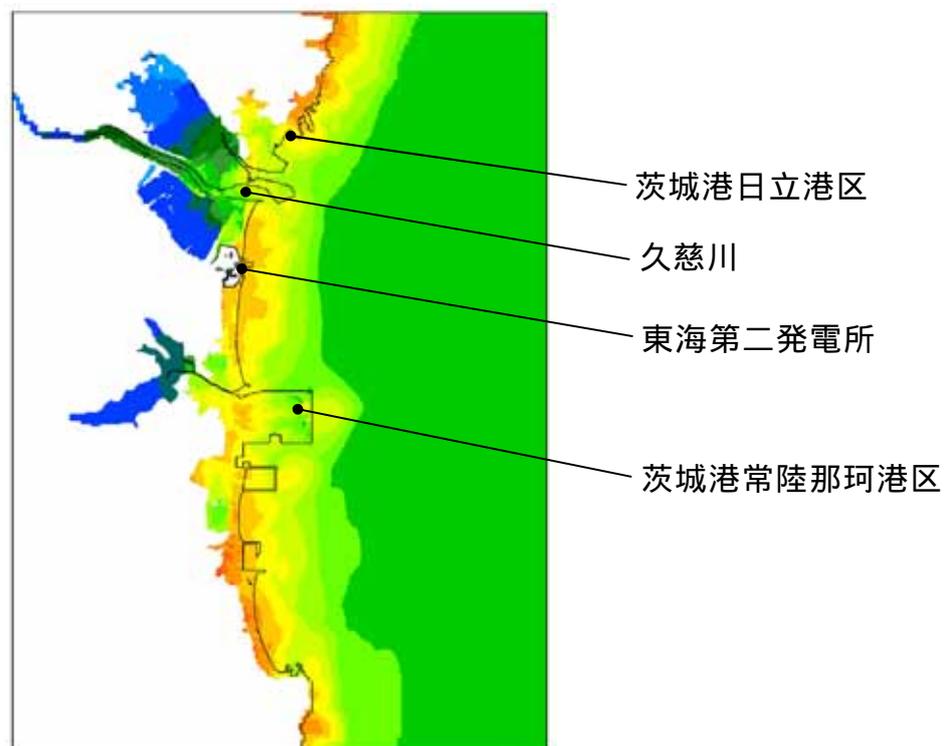
調査範囲	調査対象			調査方法			
	分類	具体的な考え方	例	調査内容	記録項目		
発電所敷地外	海域	船舶	-	調査範囲内を航行する船舶等	・貨物船 ・漁船	資料により、船舶を抽出し、記録する。 関係者からの聞き取りにより、船舶を抽出し、記録する。(関係者から開示された資料の確認を含む。)	名称、仕様(寸法、総トン数、喫水)
		設備類等	海上設置物	海上に設置された機器、施設等	・標識ブイ ・浮棧橋 ・定置網	地図等*の資料により、集落、工業地帯、対象の有無等を確認する。 現場のウォークダウンにより、海上設置物を抽出し、記録する。	名称、数量、設置場所
		建物類等	建物・構築物	土地に定着している建築物等	・家屋 ・公共施設、大型商業施設等 ・棧橋	地図等*の資料により、集落、工業地帯、対象の有無等を確認する。 現場のウォークダウンにより、建物・構築物等を抽出し、記録する。	名称、数量、設置場所
			その他建物等	土地に定着していない建物等	・倉庫(物置タイプ) ・仮設ハウス		
	陸域	設備類等	車両	施設に定常的に駐車される多数の車両	・乗用車、大型車等車両	地図等*の資料より調査範囲内に多数の車両が駐車する可能性のある施設を確認する。 現場のウォークダウンにより、車両を抽出し、記録する。	車両の種類、数量、駐車場所
			その他物品等	車両以外の人工構造物植生	・設備、機器類 ・出荷待ち製品 ・自動販売機 ・街灯 ・柵 ・防砂林	地図等*の資料により、集落、工業地帯、対象の有無等を確認する。 現場のウォークダウンにより、その他物品等を抽出し、記録する。	名称、数量、設置状況、設置場所

* 国土地理院発行の地図、インターネット地図・空中写真等

(参考)



(防波堤あり)



(防波堤なし)

参考図 東海第二発電所周辺の遡上範囲図

燃料等輸送船の係留索の耐力について

1. 概要

燃料等輸送船(以下「輸送船」という。)は、津波警報等発表時は、原則として緊急退避するが、極めて短時間に津波が襲来する場合を考慮し、津波の流向及び物揚岸壁(以下「岸壁」という。)と取水口の位置関係を踏まえ、係留索の耐力について評価を実施する。

係留索については、船舶の大きさから一定の算式によって計算される数値(艀装数)に応じた仕様(強度,本数)を有するものを備えることが、日本海事協会(NK)の鋼船規則において定められている。

今回、輸送船が備えている係留索の係留力、及び流圧力について、石油会社国際海事評議会OCIMF(Oil Companies International Marine Forum)の手法を用いて算出し、耐力評価を行う。

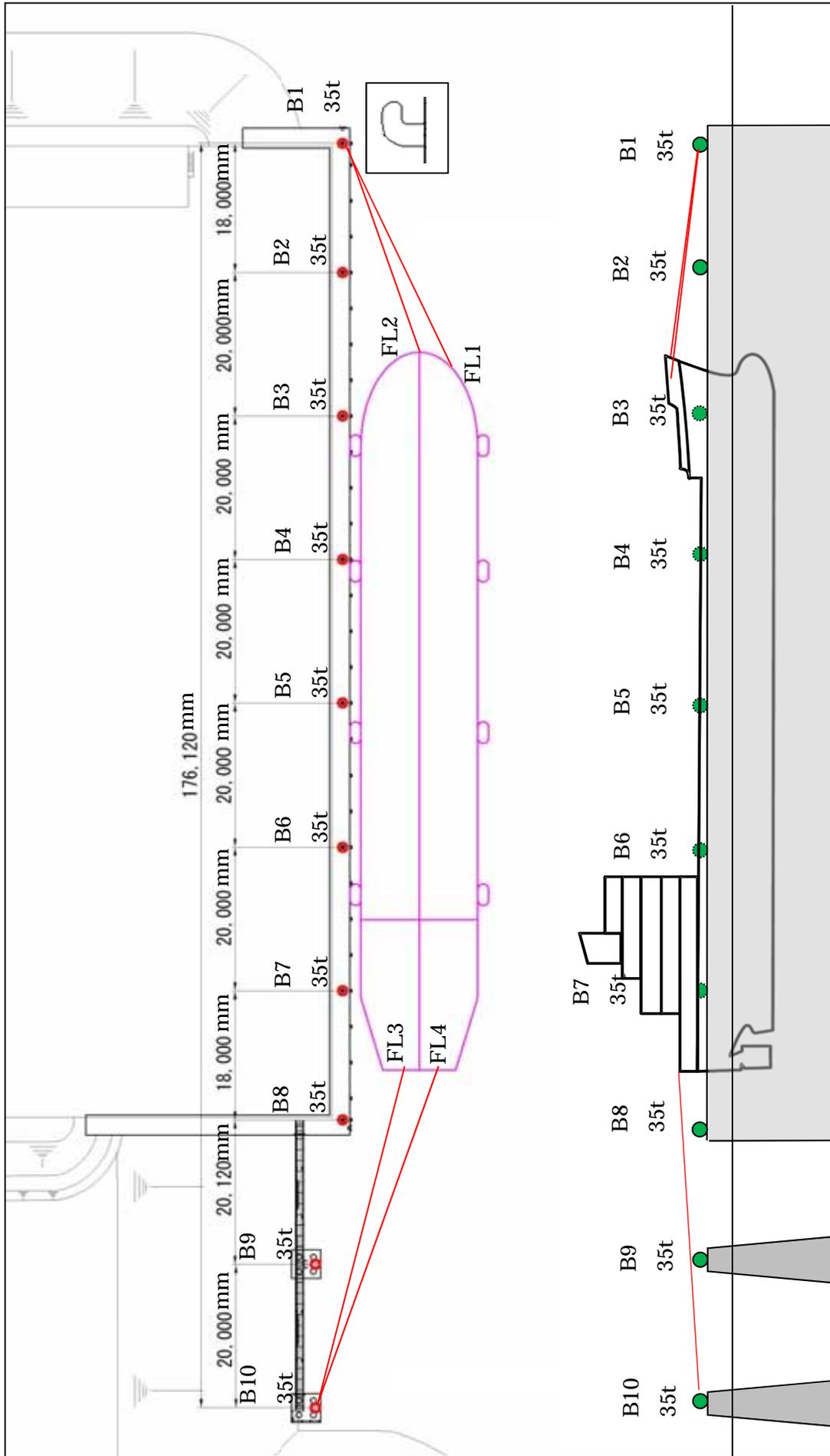
2. 評価

(1) 輸送船, 係留索, 係留柱

輸送船, 係留索, 係留柱の仕様を第1表に, 配置を第1図に示す。

第1表 輸送船，係留索，係留柱の仕様

項 目		仕 様
輸送船	総トン数	約5,000t
	載貨重量トン	約3,000t
	喫水	約5m
	全長	100.0m (垂線間長：94.4m)
	型幅	16.5m
	形状	(第1図参照)
係留索	直径	60mm (ノミナル値)
	素材種別	Polyethylene Rope Grade 1
	破断荷重	279kN (28.5tonf)
	係船機ブレーキ力	28.5tonf × 0.7 20.0tonf
係留柱	形状	(第1図参照)
	ビット数，位置	(第1図参照)
	係留状態	(第1図参照)
	強度	35.0tonf

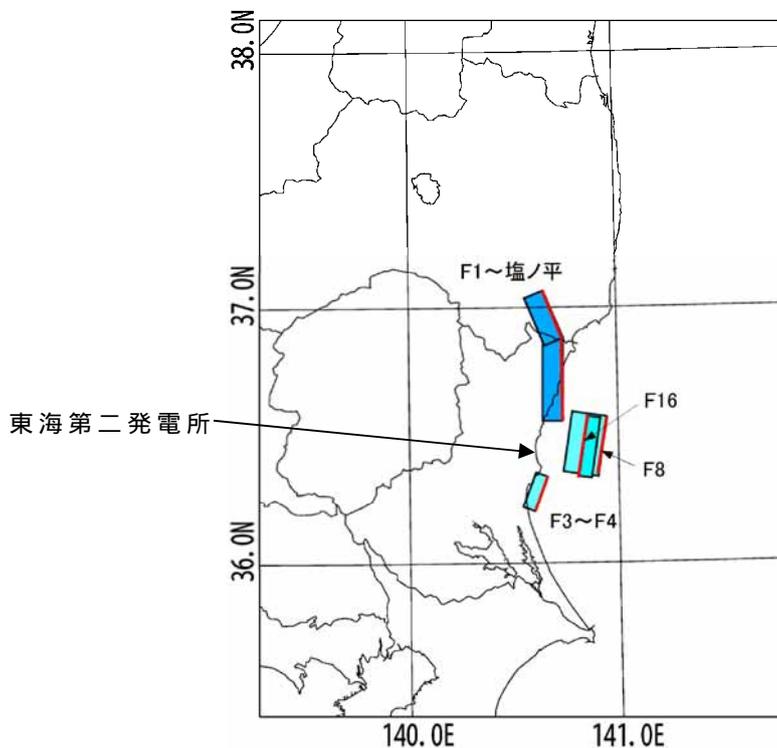


第1図 輸送船，係留索，係留柱の配置

接岸時には通常6本以上で係留する。本評価においては，保守的に鋼船規則上の最低本数（4本）を仮定

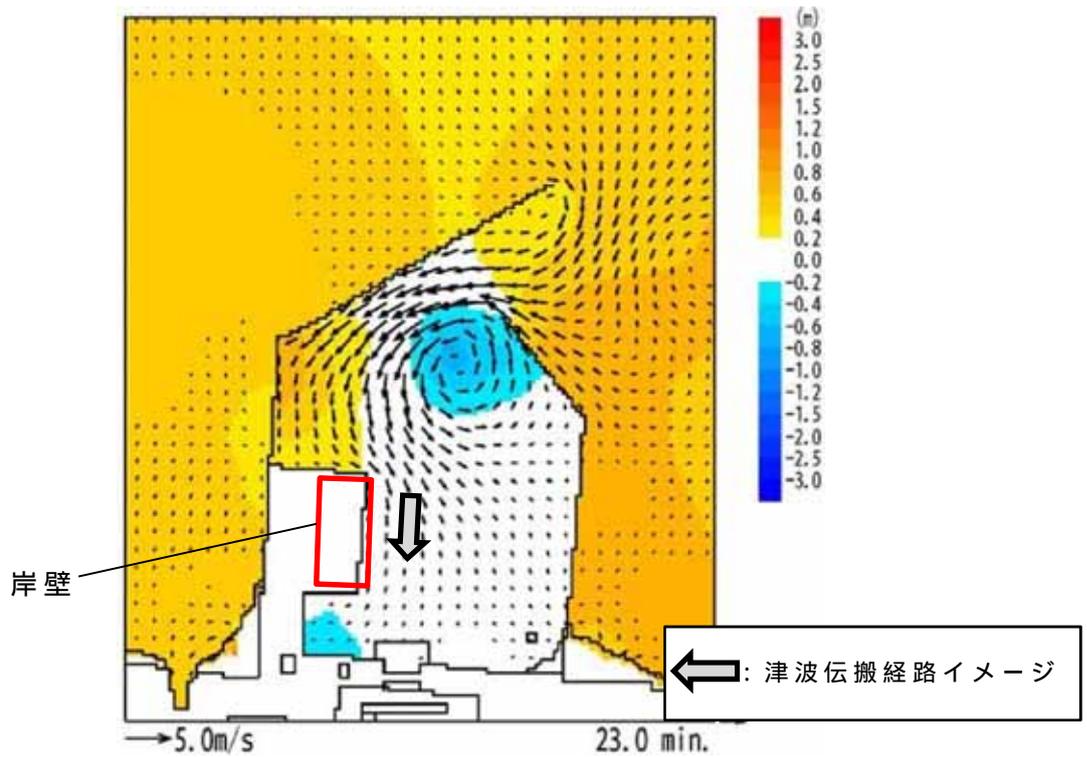
(2) 津波条件（流向，水位，流速）

津波警報等発表時は，原則として緊急退避するが，極めて短時間に津波が襲来する場合を考慮し，早く襲来する可能性がある第2図に示す敷地周辺の海域活断層を波源とした津波の中から，取水口前面の津波高さが最も大きいF16を波源とした津波を評価対象津波として選定した。



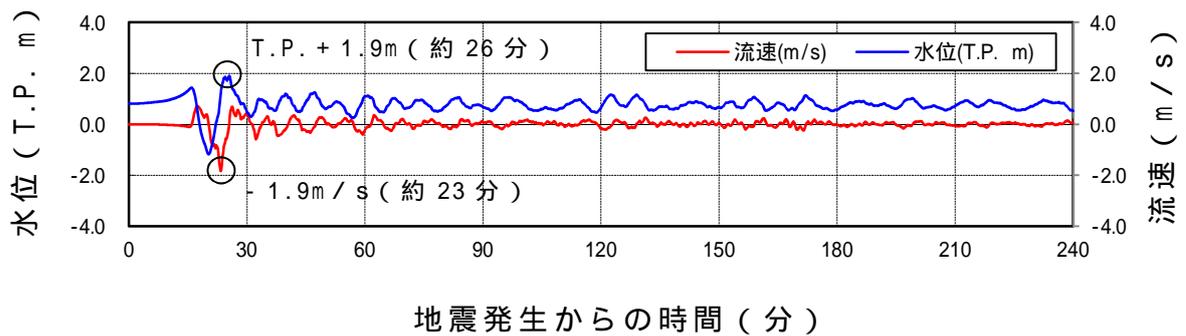
第2図 検討用海域活断層の位置

評価対象津波の流向は，第3図に例示するとおり岸壁に対する接線方向の成分が支配的となる。これに対して，輸送船は岸壁と平行して接岸されることから，評価は輸送船の船首及び船尾方向それぞれの流圧力に対する係留索の耐力について実施する。



第3図 評価対象津波の流向

評価対象津波の岸壁位置における水位及び接線方向成分の流速を第4図に示す。



第4図 評価対象津波の水位及び流速（岸壁）

第4図に示すとおり評価対象津波は地震発生後約17分で第一波の最高点に到達後、引き波が発生し、地震発生後約26分の第二波で最高津波高さT.P. + 1.9mに達する。流速は地震発生後約23分に最

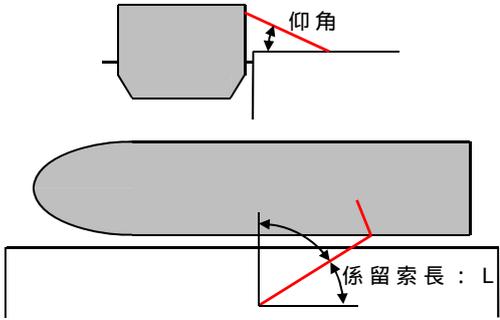
大1.9m / sに達する。

緊急退避可能時間（本文 第2.5-25図参照）を考慮すると，輸送船は最大流速到達前に退避可能であるものの，今回は係留による対応を仮定し，最大流速1.9m / sで生じる流圧力に対する係留力を評価する。また，係留力の評価にあたっては，第4図に示す押し波高さT.P. + 1.9m（朔望平均満潮位（T.P. + 0.61m）及び2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動（0.2m沈下）考慮済み）に上昇側潮位のばらつき（+0.18m）を考慮した最高水位T.P. + 2.1mで評価する。

(3) 係留力

係留力の計算方法を第2表に，計算結果を第3表，第5図，第6図に示す。

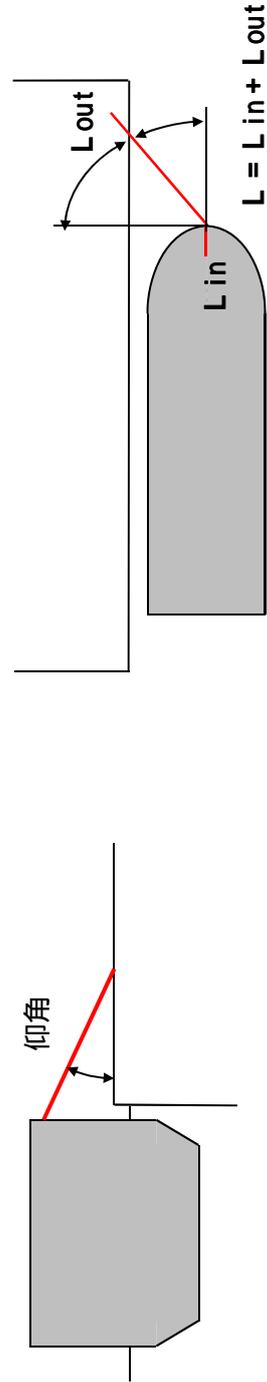
第2表 係留力の計算方法

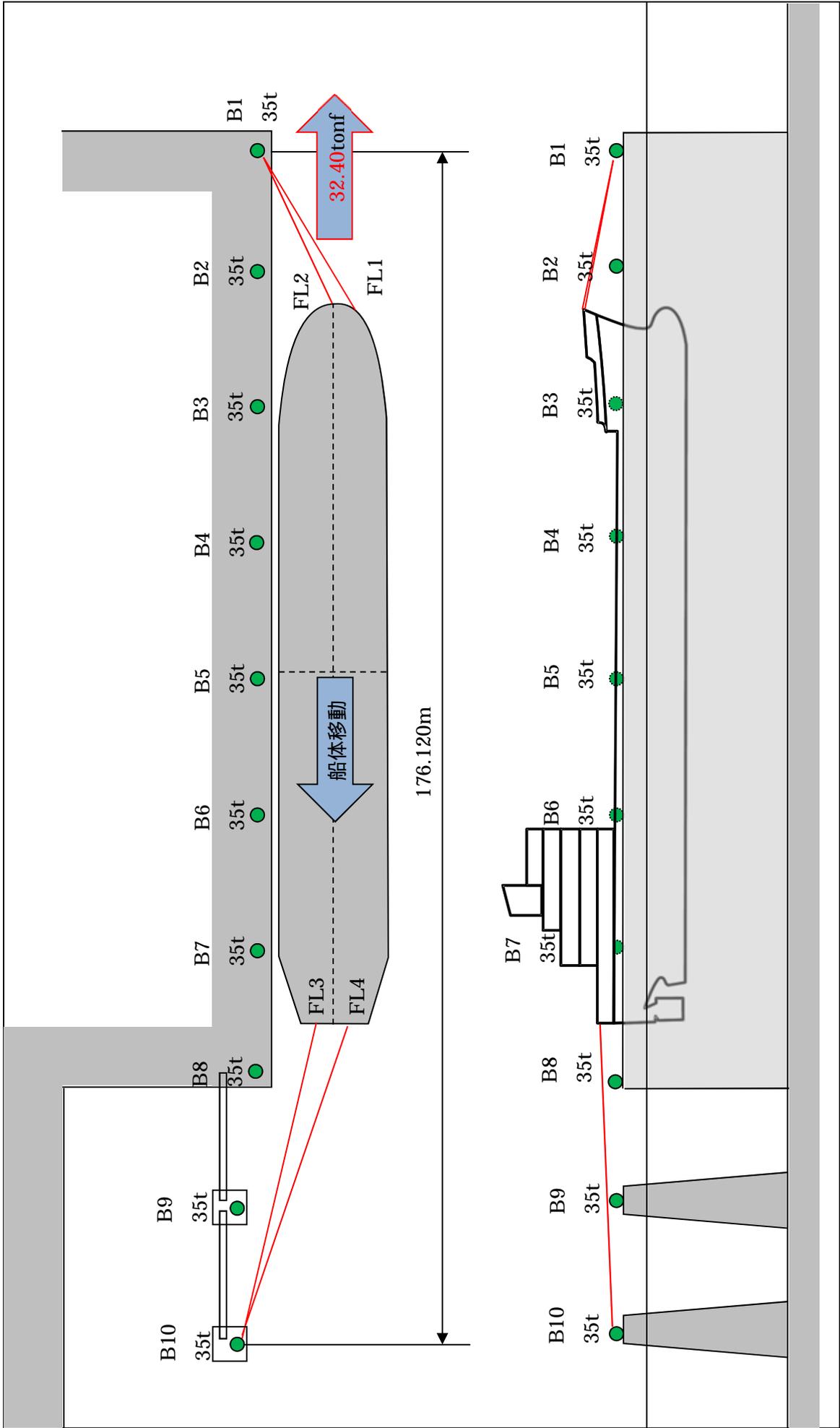
<p>【各索の係留力計算式】</p> $R_x = T \times \left(\frac{\cos^2 \alpha \times \cos^2 \beta}{L} \right) \times \left(\frac{L_c}{\cos \gamma_c \times \cos \delta_c} \right)$	
<p> R_x : 前後係留力 [tonf]（前方は添字 f，後方は添字 a） T : 係留索 1 本に掛けることができる最大張力 [tonf] α : 係留索水平角（岸壁平行線となす角度）[deg] β : 係留索の仰角 [deg] L : 係留索の長さ（船外 + 船内）[m] γ_c : 各グループ で最も負荷の大きい係留索の係留索水平角（岸壁平行線となす角度）[deg] δ_c : 各グループ で最も負荷の大きい係留索の仰角 [deg] L_c : 各グループ で最も負荷の大きい係留索の長さ（船外 + 船内）[m] 係留索の機能別グループ（前方係留力または後方係留力） </p>	

（出典：係留設備に関する指針 OCIMF 刊行）

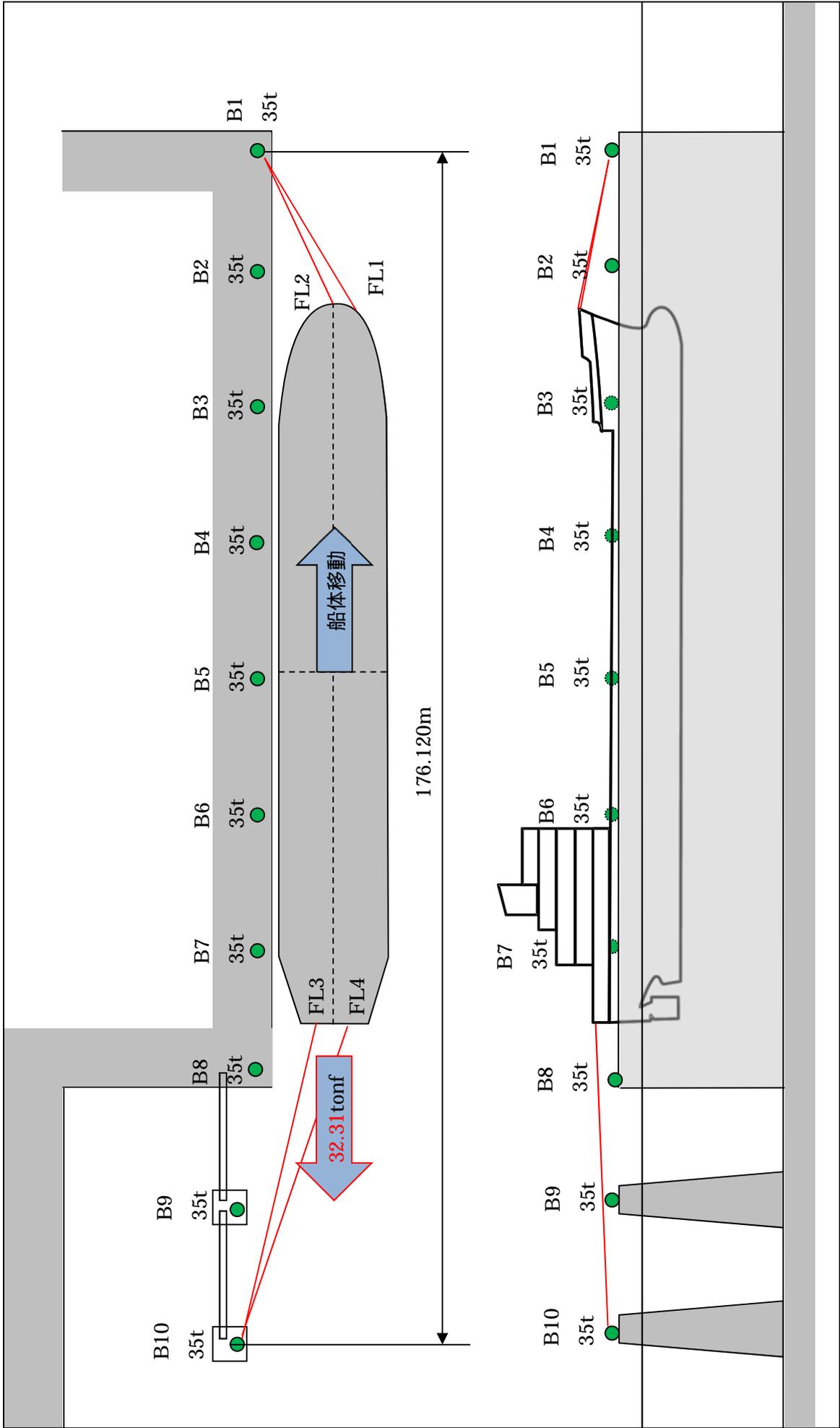
第3表 係留力(図1)の計算結果

フェア リーダー	係留索	係留柱	係留索長さ		係留角		索張力 T (tonf)	係留力 前後 (tonf)	Bitt Performance			
			船外 (m)		(deg)	(deg)			Bitt Load (tonf)	合計 (tonf)	係留柱強度 (tonf)	
FL1	Line1	B1	36.1		11.3	23.4	17.9	- 16.14	17.93	35.00	35	
FL2	Line2	B1	31.8		12.8	17.9	17.9	- 16.17	17.06			
								- 32.31				
FL3	Line3	B10	49.1		7.9	- 14.3	17.6	16.94	17.64	35.00	35	
FL4	Line4	B10	50.4		7.7	- 19.4	17.6	15.46	17.36			
								32.40				
								前後(+)計				
								前後(-)計				
								- 32.31				





第5図 船尾方向への移動に対する船首方向係留力



第6図 船首方向への移動に対する船尾方向係留力

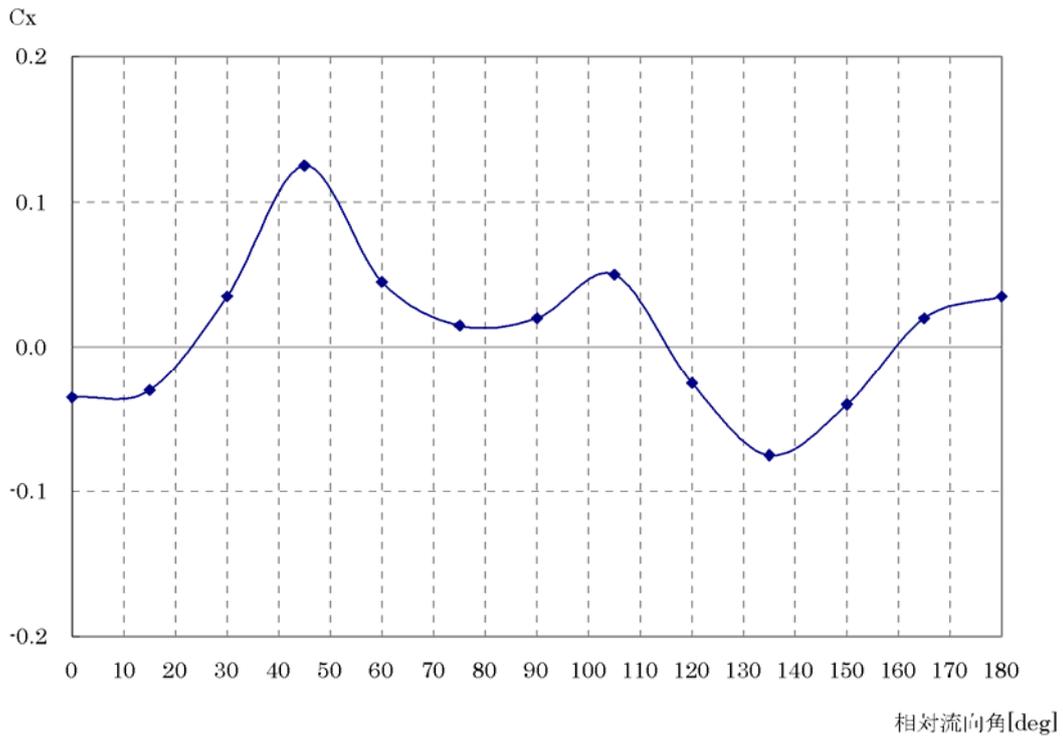
(4) 流圧力

流圧力の計算方法を第4表に示す。計算結果について、前項で求めた係留力と比較した結果を第7図に示す。

第4表 流圧力の計算方法

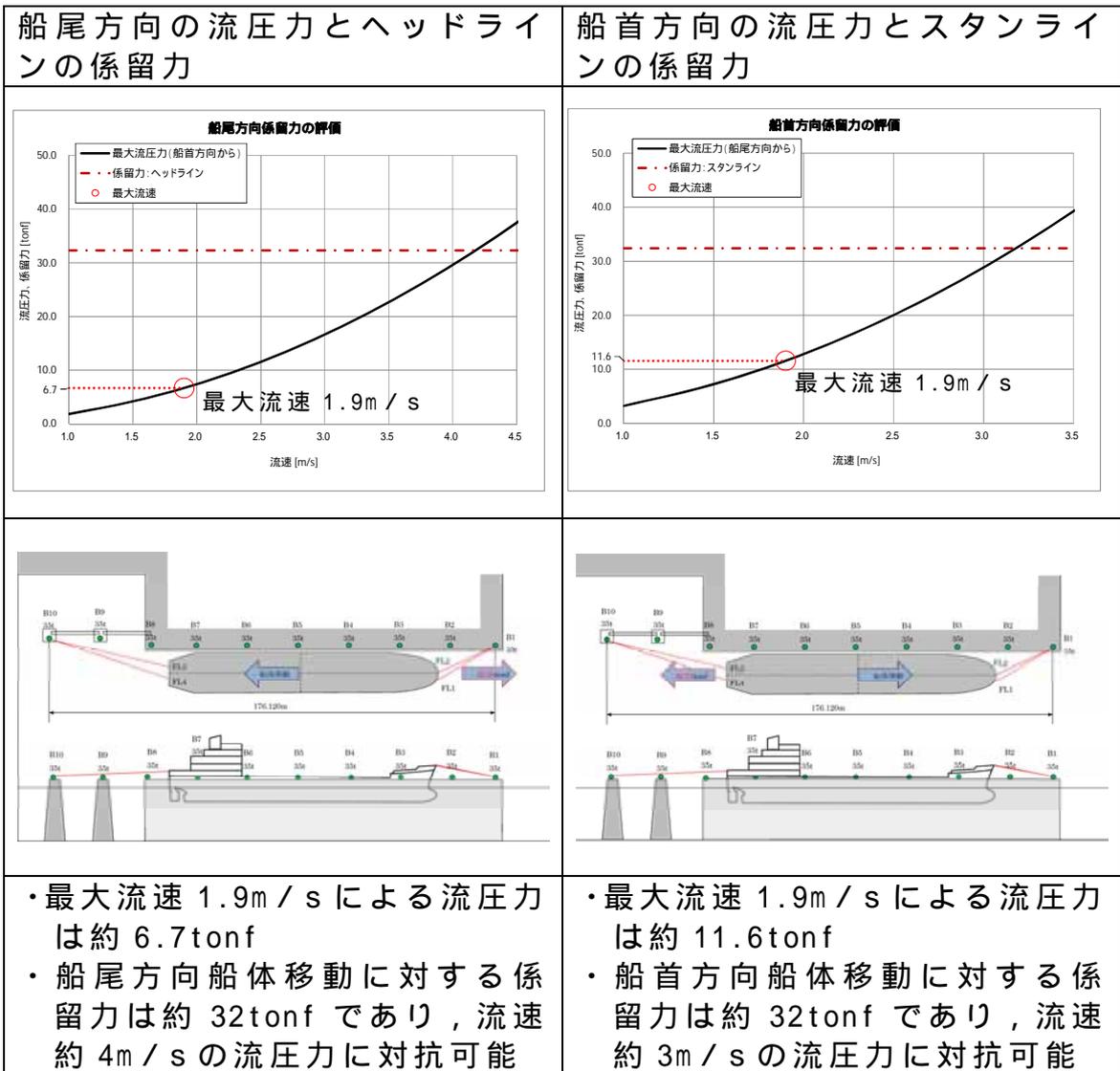
<p>【流圧力計算式】</p> $F_{Xc} = \frac{1}{2} \times C_{Xc} \times \rho_c \times V_c^2 \times L_{PP} \times d$	<p> F_{Xc} : 縦方向流圧力 [kgf] C_{Xc} : 縦方向流圧力係数 V_c : 流速 [m/s] L_{PP} : 垂線間長 [m] d : 喫水 [m] ρ_c : 水密度 [kg・sec² / m⁴] (= 104.5kg・sec² / m⁴) </p>
--	--

(出典 : VLCCにおける風圧及び流圧の予測 OCIMF刊行)



(出典 : VLCCにおける風圧及び流圧の予測 OCIMF刊行)

縦方向流圧力係数 [C_x]



第7図 流圧力と係留力比較

3. 結 論

評価対象津波(最大流速1.9m / s: 第4図参照)による流圧力に対し，係留力(約32tonf)が上回ることを確認した。

従って，早い津波に対し，輸送船が係留によって対応すると仮定した場合においても，係留力により岸壁に留まり続けることができる。

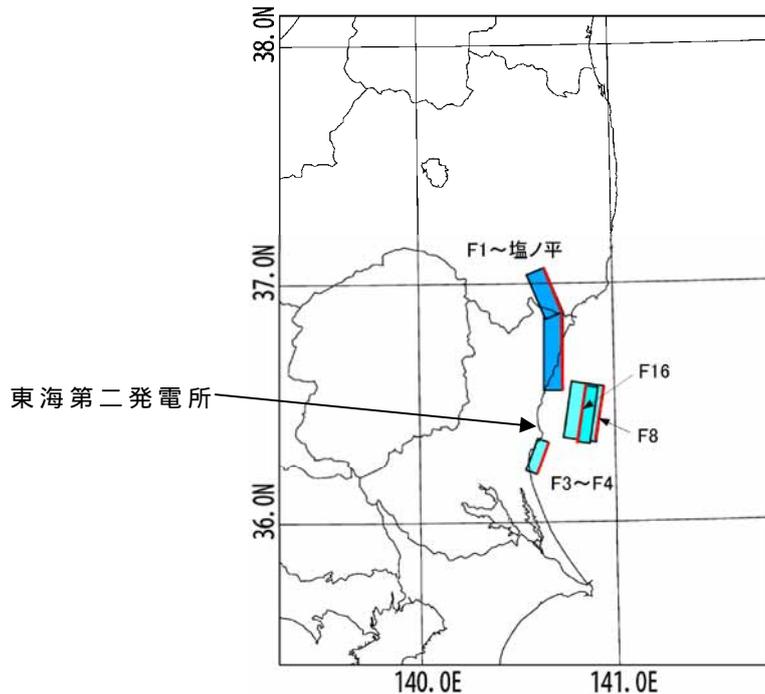
燃料等輸送船の喫水と津波高さとの関係について

1. 概 要

燃料等輸送船（以下「輸送船」という。）は、津波警報等発表時は、原則として緊急退避するが、極めて短時間に津波が襲来する場合を考慮し、押し波により輸送船が物揚岸壁（以下「岸壁」という。）に乗り上げることはないこと、また引き波により座礁及び転覆するおそれのないことを確認する。

2. 評 価

津波警報等発表時は、原則として緊急退避するが、極めて短時間に津波が襲来する場合を考慮し、早く襲来する可能性がある第1図に示す敷地周辺の海域活断層を波源とした津波の中から、取水口前面の水位上昇量及び水位下降量が最も大きいF16を波源とした津波を評価対象津波として選定した。

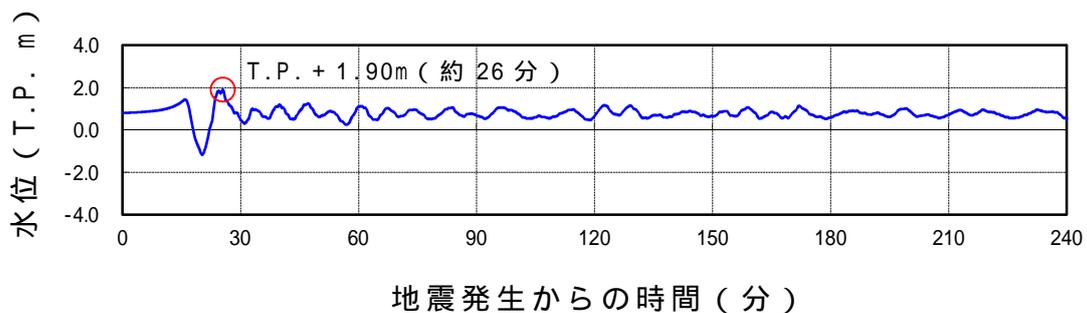


第1図 検討用海域活断層の位置

(1) 津波高さ

a. 押し波

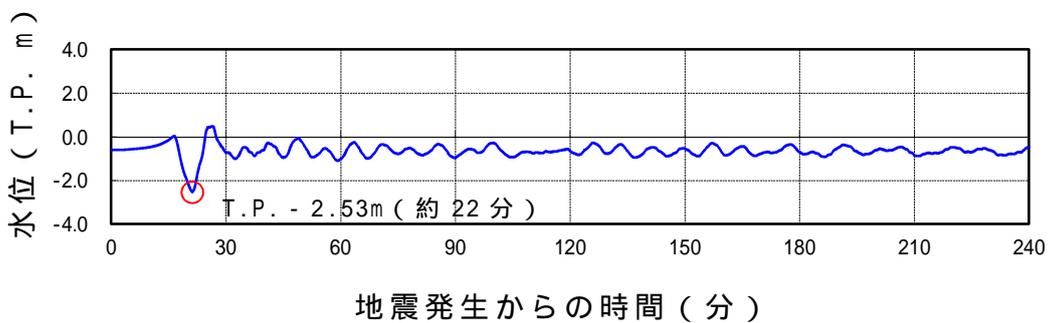
第2図に、最高水位を示した評価対象津波の波形を示す。第2図に示すとおり地震発生後約17分で第一波の最高点に到達後、引き波が発生し、地震発生後約26分の第二波で最高津波高さ（T.P. + 1.90m（朔望平均満潮位（T.P. + 0.61m）及び2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動（0.2m沈下）考慮済み））に達している。



第2図 評価対象津波の波形（最高水位を示したケース，岸壁）

b . 引き波

第3図に、最低水位を示した評価対象津波の波形を示す。第3図に示すとおり地震発生後約17分で第一波の最高点に到達後、引き波が発生し、地震発生後約22分に最低津波高さ（T.P. - 2.53m（朔望平均干潮位（T.P. - 0.81m）及び2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動（0.2m沈下）考慮済み））に達している。

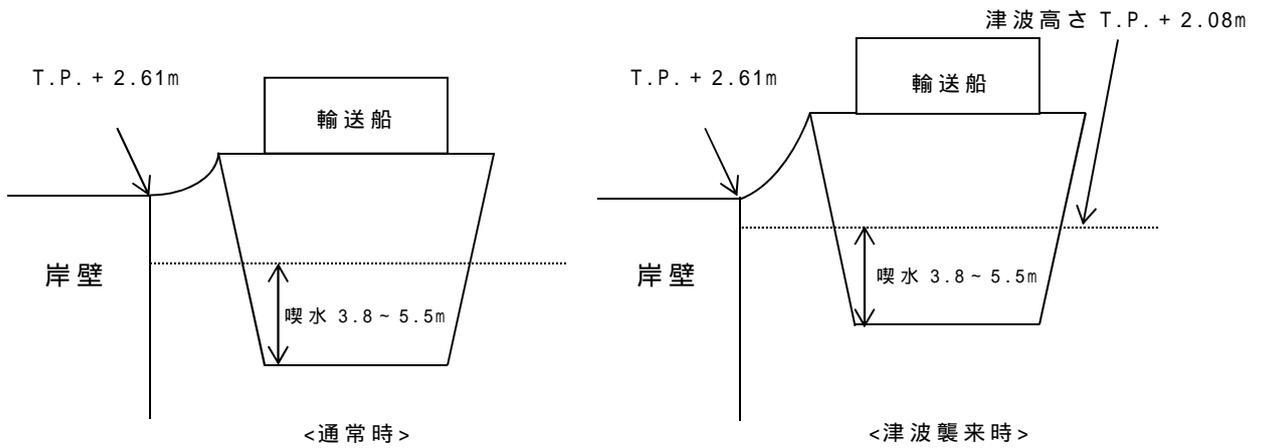


第3図 評価対象津波の波形（最低水位を示したケース，岸壁）

(2) 押し波（岸壁乗上げ評価）

押し波高さと喫水の関係を第4図に示す。第4図に示すとおり，輸送船は岸壁に乗り上げることはないことを確認した。

・ 押し波高さ	T.P. + 1.90m
・ 上昇側潮位のばらつき	+ 0.18m
<hr/>	
（計）	T.P. + 2.08m



第4図 押し波高さと喫水の関係

(備考)

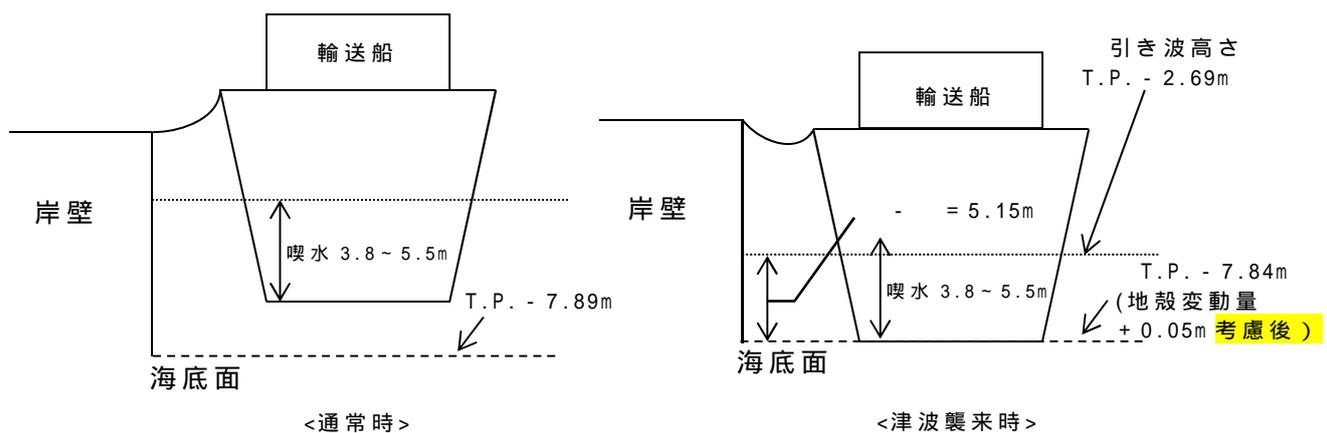
- ・ 津波の原因となる地震による地殻変動（+ 0.05m）は岸壁が高くなる方向に寄与するため，保守的に考慮していない。
- ・ 押し波高さ（T.P. + 1.90m）は，朔望平均満潮位（T.P. + 0.61m）及び2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動（0.2m沈下）を考慮している。
- ・ 輸送船の喫水は，積荷，バラスト水等で変動するが，積荷なしでも3.8m以上（実績）である。

(3) 引き波（着底評価）

引き波高さとの関係を示す。第5図に示すとおり、輸送船は引き波の最低高さ時には一時的に着底し得るが、この場合も以下の理由により座礁及び転覆することはなく漂流物とならない。

- ・仮に一時的な着底があったとしても、輸送船は二重船殻構造等、十分な船体強度を有しており、水位回復後に退避が可能であり座礁する可能性はない。
- ・輸送船の重量及び扁平的な断面形状より、着底後の引き波による流圧力、又は水位回復時の押し波による流圧力に対して転覆の可能性はない。なお、転覆に関わる評価を別紙に示す。

・ 引き波高さ	T.P. - 2.53m
・ 下降側潮位のばらつき	- 0.16m
(計)	
	T.P. - 2.69m



第5図 引き波高さとの関係

(備考)

- ・津波の原因となる地震による地殻変動(+0.05m)を考慮した。
- ・引き波高さ(T.P. - 2.53m)は、朔望平均干潮位(T.P. - 0.81m)及び2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動(0.2m沈下)を考慮している。

3. 結 論

朔望平均満潮位、干潮位等の保守的な条件を考慮し、極めて短時間に津波が襲来する場合を仮定しても、輸送船は、津波高さと喫水高さの関係から岸壁に乗り上げることはなく、また、引き波により一時的に着底したとしても、座礁及び転覆せず漂流物とならないことを確認した。

燃料等輸送船の着底時の転覆の可能性について

1. 概要

燃料等輸送船の物揚岸壁における停泊中，及び港湾内で緊急退避中に引き波により着底することを想定し，その際の転覆の可能性について評価する。

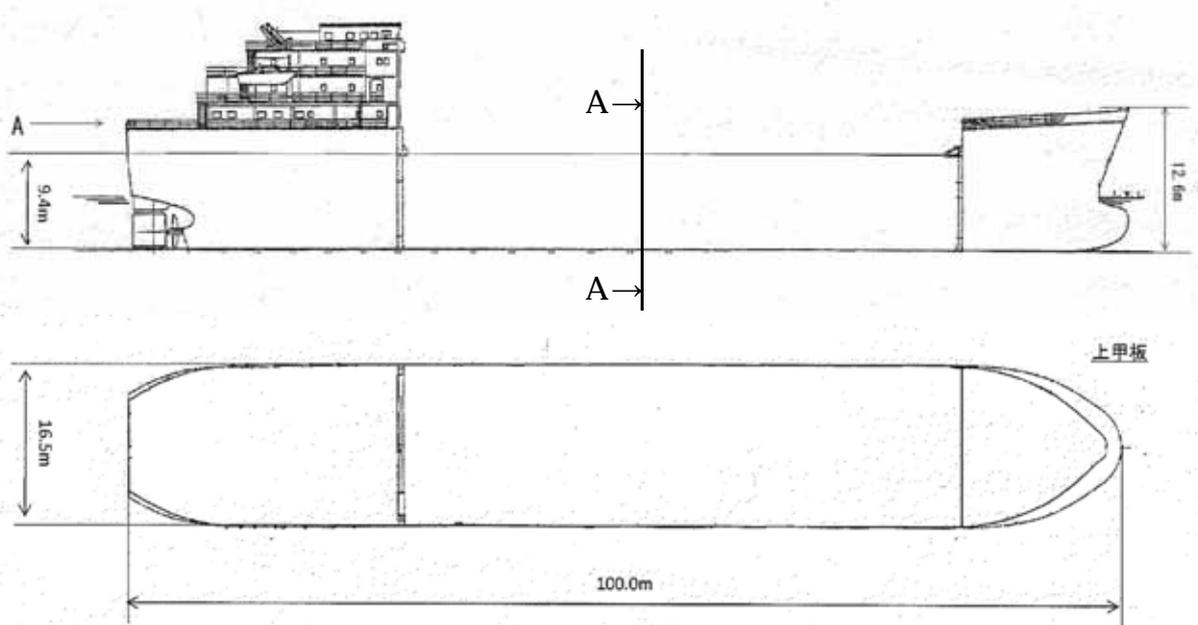
2. 評価条件

(1) 燃料等輸送船の仕様・形状

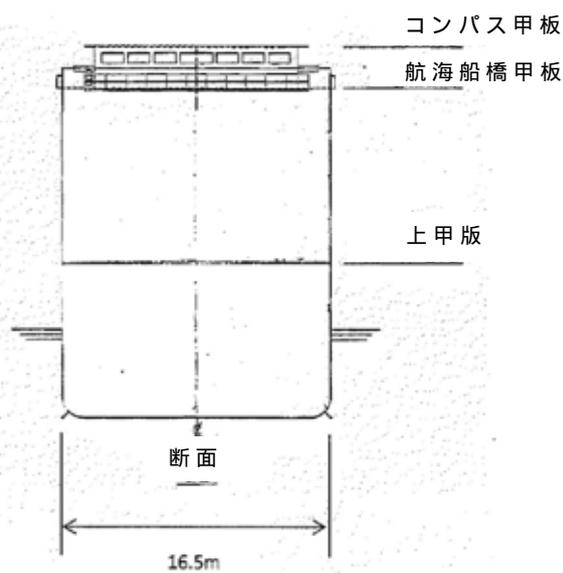
燃料等輸送船の仕様を第1表に，外形図を第1図及び第2図に示す。

第1表 燃料等輸送船の仕様

項目	仕様
満載排水量	約 7,000t
載貨重量トン	約 3,000t
喫水	約 5m
全長	100.0m (垂線間長：94.4m)
型幅	16.5m



第1図 燃料等輸送船外形図

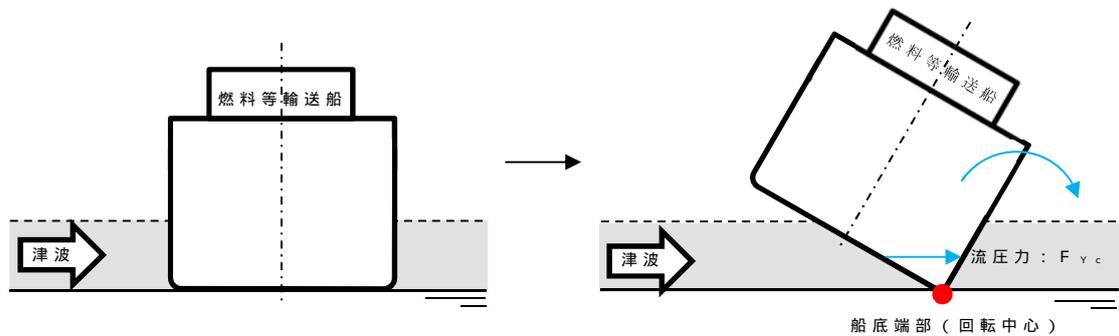


第2図 燃料等輸送船外形図（A矢視）

(2) 転覆モード

一般の船舶の場合，丸型やV型の船底を有しているものがあるが，燃料等輸送船は第2図に示すとおり，断面形状が扁平であり船底が平底型である。このため，引き波により着底した場合にも傾くことなく安定していると考えられるが，ここでは保守的に，第3図に

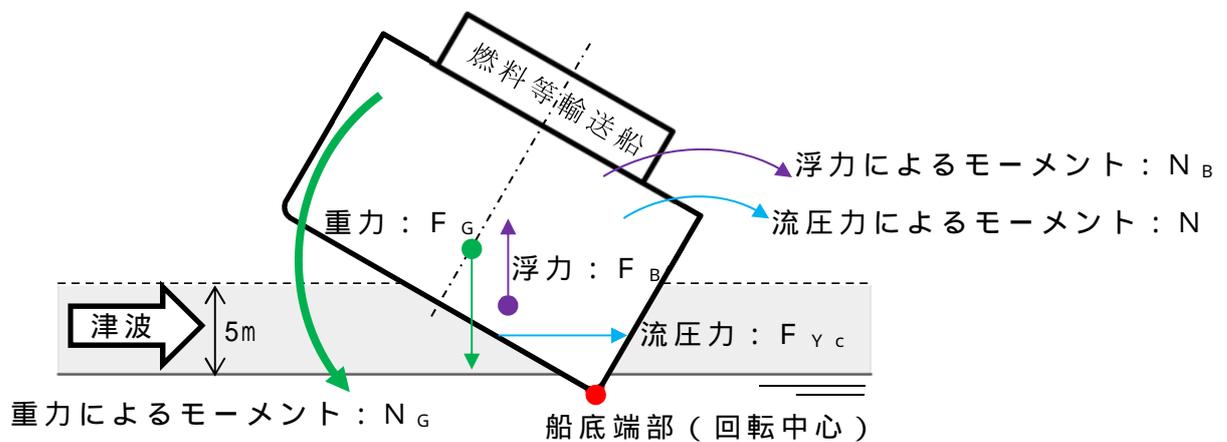
示すように燃料等輸送船が津波を受けた際に船底の端部が海底に引っ掛かり、船底端部周りに回転する状況を想定し、転覆可能性の評価を行うものとする。



第3図 想定転覆モード

3. 転覆評価

第3図の転覆モードにおいて燃料等輸送船に働く力とモーメントを第4図に示す。



第4図 燃料等輸送船に働く力とモーメント

津波を受けると流圧力 F_{yc} によるモーメント N が発生し、船底端部を中心に燃料等輸送船を回転させる。また、浮力 F_B によるモーメント N_B も流圧力によるモーメント N と同じ方向に発生する。一方、

重力 F_G によるモーメント N_G がこれらのモーメントと逆方向に発生し燃料等輸送船の傾きを戻す。この際、流圧力及び浮力によるモーメントにより傾きが増大し、重心位置が回転中心の鉛直線上を超える場合には転覆する。

重心位置が回転中心の鉛直線上にあるときの傾きは約 60° であるため、ここでは傾きを 30° と仮定し、流圧力によるモーメント N と浮力によるモーメント N_B の和と重力によるモーメント N_G とのモーメントの釣り合いから転覆しないことを確認する。

重力によるモーメント N_G は次式のとおりとなる。

$$\begin{aligned} N_G &= F_G \times X(GR) \\ &= 7,000 \times 5.1 \\ &= 35,700 \text{ [tonf} \cdot \text{m]} \end{aligned}$$

N_G : 重力によるモーメント [tonf · m]

F_G : 燃料等輸送船の重量(= 満載排水量 [tonf] (= 7,000))

$X(GR)$: 重心と回転中心の水平方向距離 [m] (5.1)

次に流圧力によるモーメント N は次式にて計算できる。

$$\begin{aligned} N &= F_{Yc} \times W \div 2 \\ &= F_{Yc} \times d \div 2 \end{aligned}$$

N : 流圧力によるモーメント [tonf · m]

F_{Yc} : 流圧力 [tonf]

W : 水位 [m]

d : 喫水 [m] (= 5)

ここで、流圧力は受圧面積が最大のときに最も大きくなり、かつ、流圧力によるモーメントは流圧力の作用点と回転中心との距離が最大のときに最も大きくなるため、本評価における水位は噴水と同等とした。

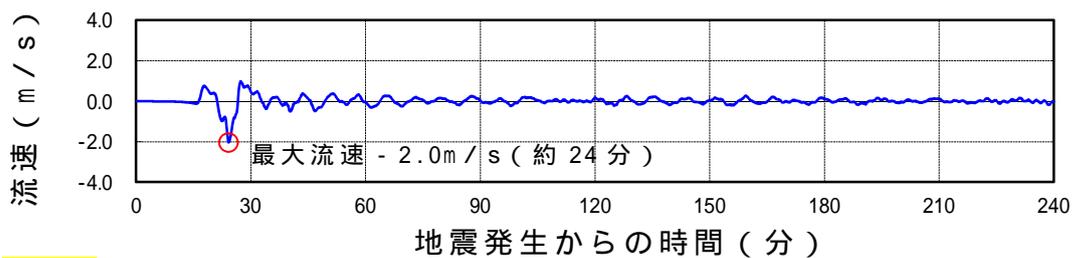
また、横方向の流圧力 F_{Yc} を第2表に示す方法で計算する。

第2表 横方向流圧力の計算方法

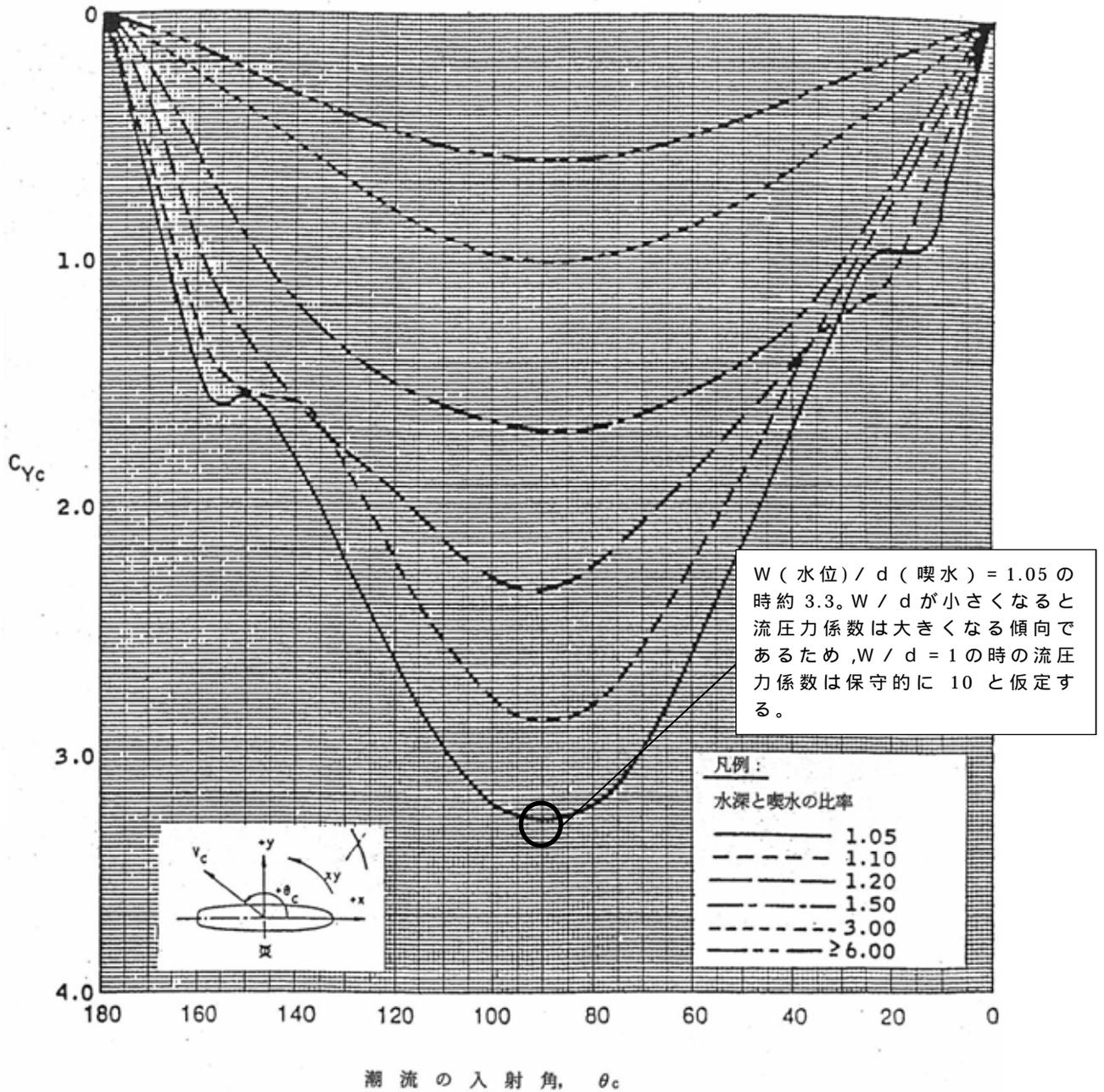
<p>【流圧力計算式】</p> $F_{Yc} = \frac{1}{2} \times C_{Yc} \times c \times V_c^2 \times L_{PP} \times d$	<p>F_{Yc} : 横方向流圧力 [kgf]</p> <p>C_{Yc} : 横方向流圧力係数</p> <p>V_c : 流速 [m/s]</p> <p>L_{PP} : 垂線間長 [m]</p> <p>d : 噴水 [m]</p> <p>c : 水密度 [kgf・sec²/m⁴] (= 104.5kgf・sec²/m⁴)</p>
---	--

(出典 : VLCCにおける風圧及び流圧の予測 OCIMF刊行)

このとき、流速は第5図に示す最低水位を示した早く襲来する津波の最大流速2.0m/sを適用し、横方向流圧力係数を第6図より10と仮定する。



第5図 早く襲来する津波の流速（最低水位を示したケース，岸壁）



(出典：VLCCにおける風圧及び流圧の予測 OCIMF刊行)

第6図 横方向流圧力係数

第2表により F_{Yc} は以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned}
 F_{Yc} &= 1 \div 2 \times 10 \times 104.5 \times 2.0^2 \times 94.4 \times 5 \\
 &= 986,480 \text{ [kgf]} \\
 &= 1,000 \text{ [tonf]}
 \end{aligned}$$

したがって，流圧力によるモーメント N は以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned} N &= F_{Yc} \times d \div 2 \\ &= 1,000 \times 5 \div 2 \\ &= 2,500 \text{ [tonf} \cdot \text{m]} \end{aligned}$$

最後に浮力によるモーメント N_B は次式にて評価する。

$$\begin{aligned} N_B &= F_{Br} \times X(BR) \\ &= 2,500 \times 2.0 \\ &= 5,000 \text{ [tonf} \cdot \text{m]} \end{aligned}$$

N_B ：浮力によるモーメント [tonf·m]

F_{Br} ：傾いた際の燃料等輸送船の浮力 [tonf] (2,500)

$X(BR)$ ：浮心と回転中心の水平方向距離 [m] (2.0)

以上の結果をまとめると，以下に示すとおり重力によるモーメント N_G は流圧力によるモーメントと浮力によるモーメントの和より大きくなるため，燃料等輸送船は転覆することはない。

$$\begin{aligned} N + N_B &= 2,500 + 5,000 \\ &= 7,500 \text{ [tonf} \cdot \text{m]} < N_G (= 35,700) \text{ [tonf} \cdot \text{m]} \end{aligned}$$

4. 結 論

燃料等輸送船は着底後に津波による流圧力を受けてもその形状から通常の状態であれば転覆することなく，また，保守的に船底の一部が固定されるような状態を想定した場合であっても転覆しないことを確認した。