

東海第二発電所

耐津波設計方針について

〔 津波の二次的な影響評価における漂流物の設定変更
(東海港における浚渫作業船舶の変更) 〕

平成29年10月17日
日本原子力発電株式会社

津波防護施設や取水設備に対する津波の二次的な影響を評価するため、敷地及び敷地周辺において漂流物となる可能性のある施設・設備等を調査しており、抽出された施設・設備等の一つに東海港の浚渫を行う作業台船¹（約44トン）（以下「作業台船」という。）がある。

1：浚渫用作業台船は、海底面の土砂を除去するもので、台船を組み合わせた作業床上に、サンドポンプ、発電機、モータ、昇降装置等を設置したもので、エンジンを有しない非自航船。

このため、作業台船が、津波襲来時に漂流物化しないよう、係留杭（鋼管杭）及び係留索（強化ロープ）による漂流防止対策を自主的に計画していた。一方、津波防護施設においては漂流物に対する設計上の考慮を行うとともに、取水設備の機能に影響ないことを確認している。

しかし、作業台船の漂流によるリスクを低減する観点から、津波襲来時に緊急退避の実効性が確認されたエンジンを有する浚渫船（グラブ付自航式運搬船²）に変更することにより、発電所の安全性を高めることとする。

2：専用水中ポンプを装備し、海底面の土砂を採取する専用船。なお、東海港においても操業実績あり。

これに伴い、作業用台船（約44トン）は、津波の二次的な影響評価における漂流物となる可能性のある施設・設備等の対象外³とする。

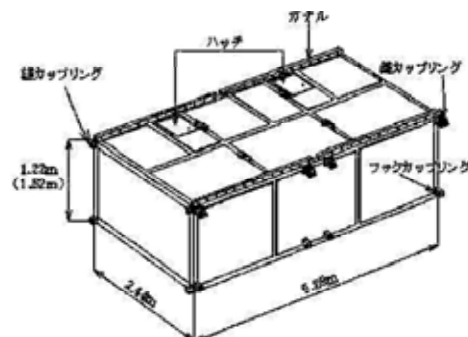
3：これにより、漂流物として最大の重量となるものは5トン級漁船（排水トン数15ton）となる。

なお、施設・設備の設計・評価に用いる漂流物の重量については、保守的な設定となるよう作業台船の重量（約44トン）に基づき設定した50トンのままとする。

次葉以降に変更前の作業台船及び漂流物化対策の概要を示すとともに、変更後の浚渫船（グラブ式自航式運搬船）の緊急退避の実効性を示す。

2. 浚渫用作業台船及び漂流物化防止対策の概要

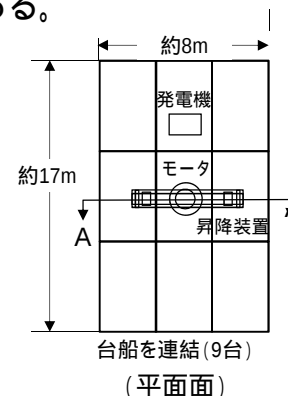
作業台船は、長さ5.51m×幅2.67mの台船を9台連結させた作業床の中央にサンドポンプ、発電機、モータ、昇降装置等を設置し、サンドポンプにより海底の土砂を吸引除去するものである。



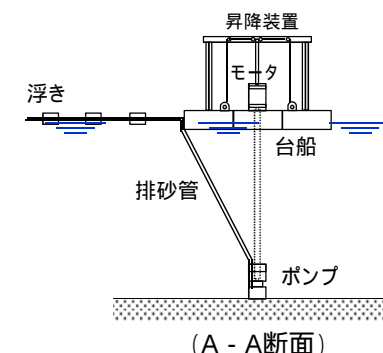
【図1 台船構造概要】

【表1 台船基本仕様】

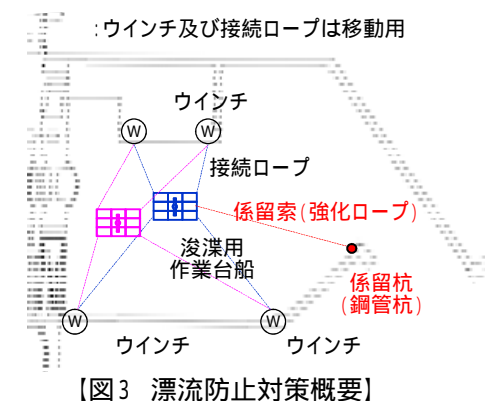
	外形寸法	缶体本体
長さ	5.51m	5.28m
幅	2.67m	2.44m
高さ	1.34m	1.22m
材質	鋼材	
重量	3.0t	



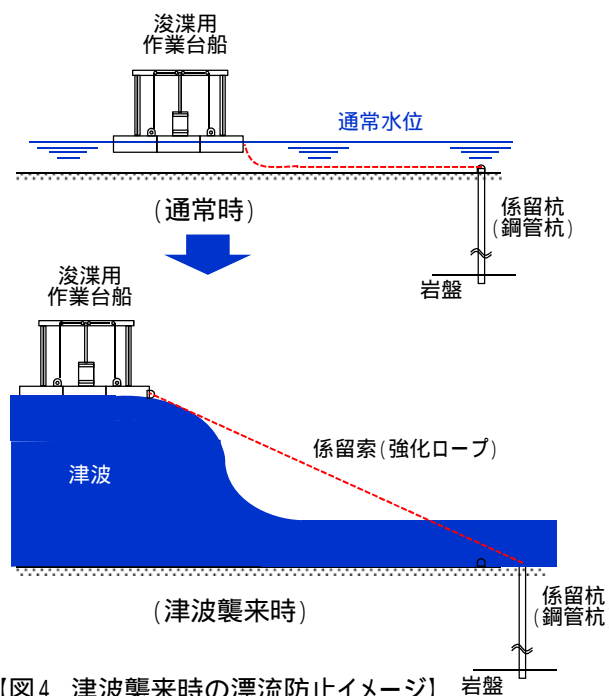
【図2 浚渫用作業台船構造イメージ】



作業台船は、係留杭 (鋼管杭) 及び係留索 (強化ロープ) により係留することにより、漂流物化することを防止する対策を計画していた。



【写真1 係留索による類似例】



【表2 係留杭の評価結果】

津波流速: 7m / s時の 既往評価結果	発生荷重	短期許容 応力度	判定
係留杭 (鋼管杭) (φ 1200mm, 22mm)	125N/mm ²	277N/mm ²	OK

【表3 係留索の評価結果】

津波流速: 7m / s時の 既往評価結果	発生荷重	破断荷重	判定
係留索1 (繊維ロープ) (75mm)	318.0ft	357.1ft	OK
係留索2 (ワイヤロープ) (75mm)	318.0ft	346ft	OK

3. 浚渫船(グラブ付自航式運搬船)の緊急退避の実効性

浚渫船(グラブ付自航式運搬船)の津波襲来時の緊急退避の実効性について、船会社による実績等に基づき評価した結果、安全海域(水深30m)までの退避に要する時間は地震発生後約26分(津波警報等受信後23分)であり、緊急退避の実効性を確認した(今後、東海港入港時には、その都度、緊急退避訓練を実施)。

1. 緊急退避に係る主な作業行程

津波警報等受信[地震発生後3分]

エンジン始動, 人員配置 等[5分](エンジン停止状態を仮定)

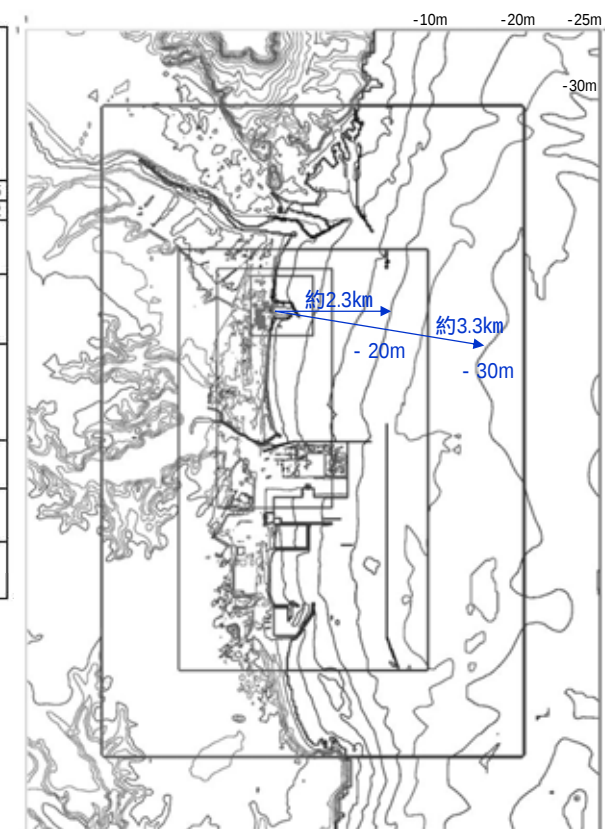
係留索解らん(錨, 海中設置アンカー, 係留索) / 干渉物回避(グラブ回収等)[5分]

緊急退避(港口 水深20m海域 水深30m海域)[13分]

2. 緊急退避フロー(水深30mの海域までの緊急退避に要する時間)

時系列		地震発生 ▼	津波警報等受信 ▼	退避準備開始 ▼	退避急準備完了開始 ▼	緊急退避① ▼	緊急退避② ▼	緊急退避③ ▼																													
経過時間	地震発生基準 警報警報基準	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
浚渫作業時	情報収集	3分 情報収集 ※地震発生を認知した場合																																			
	準備・人員配置	5分 エンジン始動 人員配置等																																			
	緊急退避準備作業	5分 係留索解らん 3分 干渉回避																																			
	緊急退避① (港口まで)	5分 緊急退避①																																			
	緊急退避② (水深20mまで)	10分 緊急退避②																																			
	緊急退避③ (水深30mまで)	13分 緊急退避③																																			

* 港口到達後は航行速力12ノット(370m / 分)で航行(東海港実績船仕様)



陸域及び海域のコンター線は5m間隔で表示

海底等深コンター図



浚渫作業状況

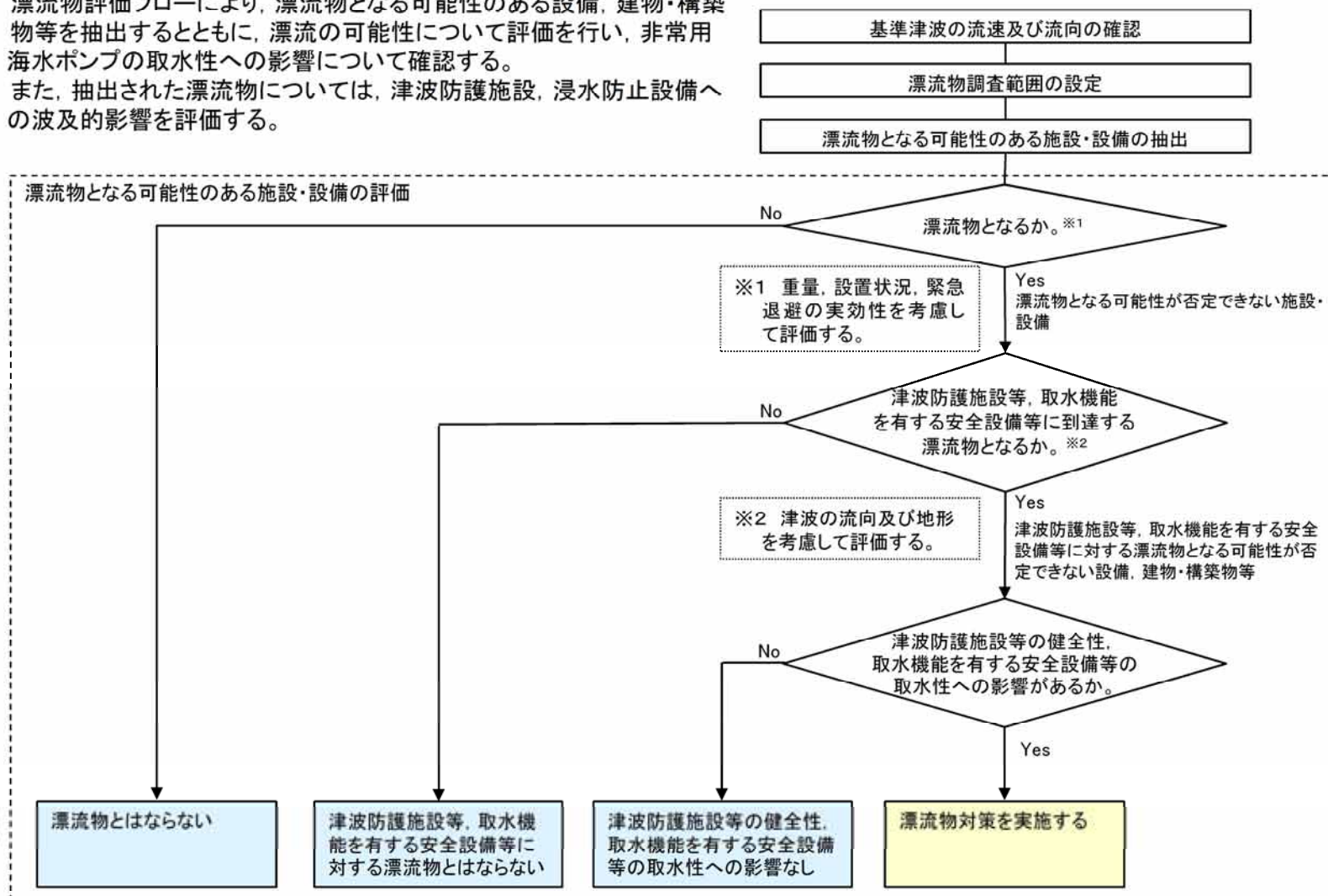


航行状況

11. 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止

(2) 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(2/11)

- ◆ 漂流物評価フローにより、漂流物となる可能性のある設備、建物・構築物等を抽出するとともに、漂流の可能性について評価を行い、非常用海水ポンプの取水性への影響について確認する。
- ◆ また、抽出された漂流物については、津波防護施設、浸水防止設備への波及的影響を評価する。



【漂流物評価フロー(東海港防波堤を除く)】

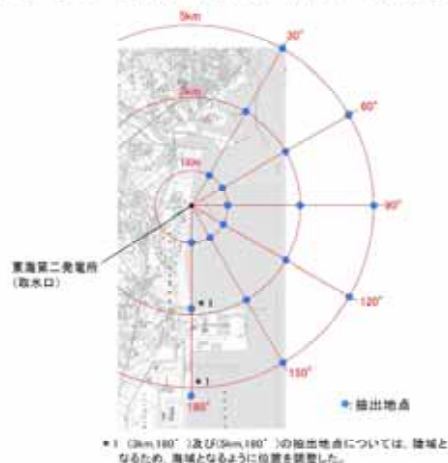
11. 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止

(2) 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(3/11)

◆ 基準津波による漂流物の移動量算出に基づく漂流物の調査範囲の設定

- ✓ 漂流物の調査範囲の設定に先立ち、基準津波の水位、流向及び流速を考慮し、漂流物の移動量を算出した結果、防波堤がある条件において約3.6kmが最大となったため、調査範囲を取水口から5kmに設定した。

【敷地周辺における水位、流向、流速の抽出地点】



(防波堤あり条件における漂流物の移動量算出結果)

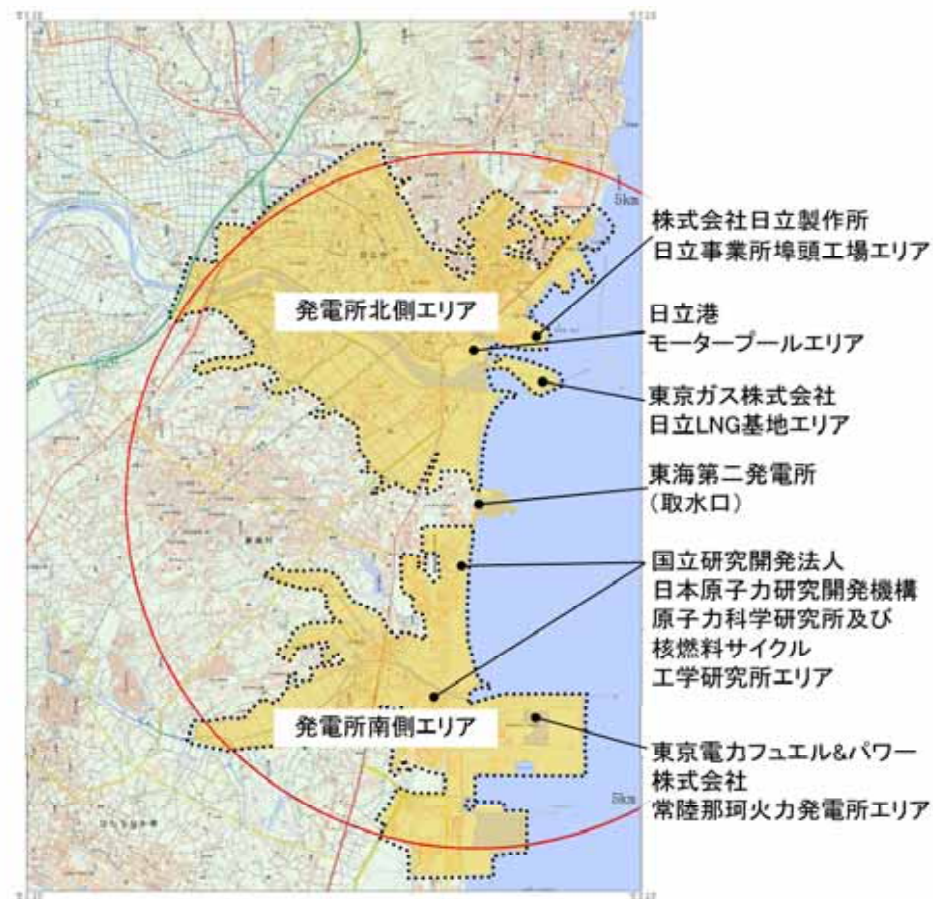
抽出地点	30°	60°	90°	120°	150°	180°
1km	206m	510m	3572m	1275m	2099m	2278m
3km	170m	1131m	1772m	22m	1014m	1512m
5km	429m	572m	1575m	644m	610m	1422m

(防波堤なし条件における漂流物の移動量算出結果)

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



算出した移動量を包絡する範囲として漂流物の調査範囲を5kmに設定



調査範囲

(遡上解析結果を参考に、実際の調査にあたって広めに設定した範囲)

【漂流物の調査範囲】

11. 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止

(2) 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(4/11)

◆ 漂流物調査結果概要

- ✓ 漂流物調査結果に基づく、敷地及び敷地周辺の主な人工構造物の調査結果の概要を以下に示す。

【敷地(防潮堤外側)及び敷地周辺の主な人工構造物】

発電所敷地内 (防潮堤外側)	発電所敷地外
◆ 船舶 ▶ 燃料等輸送船 ▶ 作業台船 調査結果から削除 ◆ 建物類等 ▶ プラント設備の建屋(鉄筋コンクリート造) ▶ メンテナンスセンター(鉄骨造) ▶ 輸送本部建屋(鉄骨造) ▶ その他建物(鉄筋コンクリート造) ▶ その他建物(東海発電所)(鉄筋コンクリート造) ◆ 設備類等 ▶ プラント設備(配管・弁、盤等) ▶ プラント設備(東海発電所) ▶ 工事用資材(クレーンウエイト、治具等) ▶ クレーン ▶ 灯台 ▶ 標識ブイ ▶ 植生(防砂林)	◆ 船舶 ▶ 漁船 ▶ 大型船(貨物船等) ◆ 建物類等 ▶ 事務所等(鉄骨造、鉄筋コンクリート造) ▶ 倉庫(鉄骨造、鉄筋コンクリート造、プレハブ、物置タイプ) ▶ 大型テント ▶ その他建屋(鉄骨造、鉄筋コンクリート造) ▶ 仮設ハウス ▶ 商業施設(鉄骨造、鉄筋コンクリート造) ▶ 公共施設(鉄骨造、鉄筋コンクリート造) ▶ 民家 ◆ 設備類等 ▶ プラント設備(タンク、配管、弁、盤等) ▶ 重機(クレーン等) ▶ 資機材類(工事用物品、点検用資材等) ▶ 車両 ▶ 植生(防砂林) ▶ その他物品

11. 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止

(2) 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(5/11)

◆ 敷地周辺の漁港の船舶及び敷地前面海域を通過する定期船の調査結果

- ✓ 漁協への聞き取り調査の結果、発電所敷地前面海域において5トン未満の漁船が操業する可能性があることが分かった。また、船会社への聞き取り調査の結果、常陸那珂港及び大洗港から苫小牧港を結ぶ定期航路があることを確認した。

【敷地周辺漁港(久慈漁港)の船舶の種類・数量】
(平成29年3月現在)

トン数	隻数	操業範囲
5トン未満	35	自港及び発電所周辺で操業
5トン～20トン	7	自港周辺にて操業

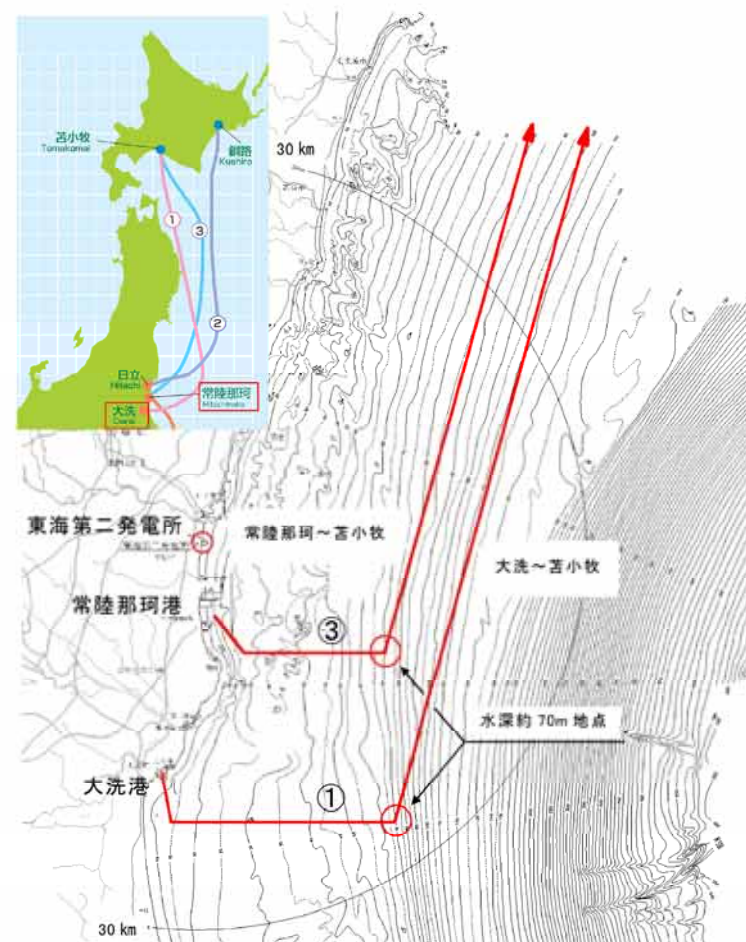
久慈漁港



【敷地周辺における漁港】



【久慈漁港状況】



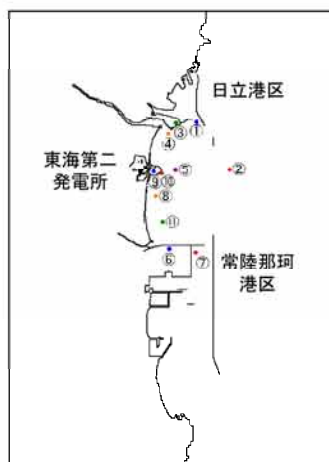
【敷地前面海域を通過する定期船の航行ルート】
(船会社への聞き取り結果に基づき作成)

11. 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止

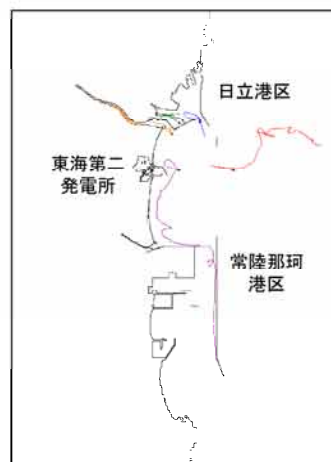
(2) 津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認(6/11)

◆漂流物の軌跡解析

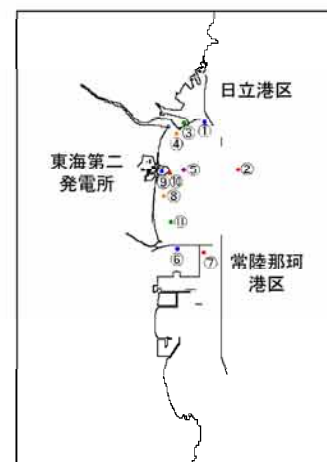
- ✓ 防波堤あり条件及び防波堤なし条件にて、敷地前面海域11地点に漂流物を想定した軌跡解析を実施した結果、漂流物は取水口を含む敷地に到達しないことを確認した。



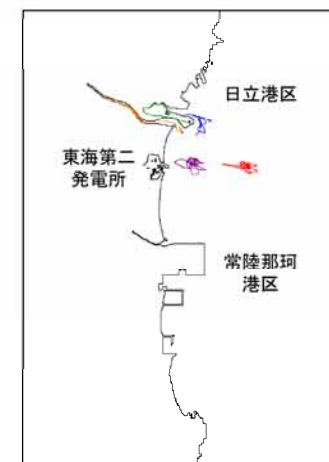
漂流物軌跡解析の初期配置図



①～⑤の軌跡



漂流物軌跡解析の初期配置図



①～⑤の軌跡



⑥～⑧, ⑪の軌跡

【漂流物の軌跡解析(防波堤あり条件)】



⑨, ⑩の軌跡



⑥～⑧, ⑪の軌跡

【漂流物の軌跡解析(防波堤なし条件)】



⑨, ⑩の軌跡

<評価条件>

- ・漂流開始条件: 浸水深10cm
- ・評価時間: 地震発生から240分

11. 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止

(2) 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(7/11)



◆ 漂流物検討対象の選定

調査にて抽出された対象物について、漂流物評価フローに基づく評価を実施した。

発電所敷地内	発電所敷地外	
	発電所北側エリア	発電所南側エリア
✓ 鉄筋コンクリート造建物等の建物類は、地震又は波力により部分的に損壊する可能性があるが、本来の形状を有したまま漂流物とはならない。 ✓ クレーン等の機器は地震又は波力により損壊するおそれがあるが、重量物であり、気密性もなく沈降することから漂流物とはならない。 ✓ クレーン荷重試験用ウェイト等は重量物であるため漂流物とはならない。 ✓ 燃料等輸送船は緊急退避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。 ✓ コンクリート片等のがれき、鉄骨造建物の外装板、フェンス、空調室外機、車両、浚渫用作業台船等は漂流した場合に取水口へ向かう可能性を否定できない。 漂流物検討対象から削除	✓ 鉄筋コンクリート造建物等の建物類は、地震又は波力により部分的に損壊する可能性があるが、本来の形状を有したまま漂流物とはならない。 ✓ 重機等の機器は地震又は波力により損壊するおそれがあるが、重量物であり、気密性もなく沈降することから漂流物とはならない。 ✓ 資機材類(点検用資材等)等は重量物であるため漂流物とはならない。 ✓ 日立港区に寄港する船舶は津波発生時には荷役・作業を中止し、緊急退避又は係留避泊を実施するため漂流物とはならない。 ✓ 発電所近郊の海上で操業する漁船は漂流した場合に取水口へ向かう可能性を否定できない。 ✓ プラント設備の機器は地震又は波力により倒壊するおそれがあるが、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。 ✓ その他の施設・設備についても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。	✓ 鉄筋コンクリート造建物等の建物類については、部分的に損壊する可能性があるが、本来の形状を有したまま漂流物とはならない。 ✓ プラント設備等の機器は地震又は波力により損壊するおそれがあるが、重量物であり、気密性もなく沈降することから漂流物とはならない。 ✓ 常陸那珂港区に寄港する船舶は津波発生時には荷役・作業を中止し、緊急退避又は係留避泊を実施するため漂流物とはならない。 ✓ プラント設備、街灯等は漂流した場合に取水口へ向かう可能性を否定できない。 ✓ 車両については漂流物となる可能性があるが、漂流の過程で沈降すると考えられることから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。 ✓ 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り、漂流した場合に取水口へ向かう可能性を否定できない。