

島根原子力発電所 2号炉 津波による損傷の防止

指摘6「漂流物衝突荷重の設定方針」

(コメント回答)

令和 2 年 10 月
中国電力株式会社

審査会合における指摘事項

No.	審査会合日	指摘事項の内容	回答頁
13	H31.2.26	・道路橋示方書による漂流物衝突荷重の算定の妥当性について、工学的な判断に基づいた根拠を提示して説明すること。	P2
45	R元.6.27 (本日回答)	・漂流物の衝突荷重算定式の選定方針については、津波の特性（流向、流速等）、漂流物の配置位置及び対象漂流物の種類等を踏まえて各算定式の適用性を評価し、その評価プロセスを含めて説明すること。	P2,43～ 52,58
120	R2.9.3 (本日回答)	発電所近傍を航行又は操業する漁船について、航行不能となる事象想定を除外できる根拠を先行サイトの考え方も踏まえて説明し、想定不要の蓋然性を説明できないのであれば漂流物として評価して説明すること。	P3,5～ 41
121	R2.9.3 (本日回答)	漁船を漂流物とする場合は、防波壁への到達可能性を評価した上で、漂流物衝突荷重による防波壁への影響及び構造成立性を説明すること。また、構造成立性への影響が否定できない場合は、漂流物による影響の防止又は緩和について、設計又は運用等による能動的な対応方針を説明すること。	P3,52～ 57
122	R2.9.3 (本日回答)	漂流物到達可能性及び防波壁への影響について、日本海東縁部を波源とする津波と海域活断層を波源とするそれぞれに対して評価する方針であるため、それぞれの評価が明確となるよう説明すること。また、防波壁への影響については、海域活断層を波源とする津波による漂流物衝突荷重が防波壁（波返重力擁壁）のケーソン部に作用することを踏まえて説明すること。	P4,13, 14,20～ 41,52

指摘事項に対する回答【No. 1 3, 4 5】

■ 指摘事項（第686回会合 平成31年2月26日）

【No. 1 3 漂流物衝突荷重の設定方針】

- 道路橋示方書による漂流物衝突荷重の算定の妥当性について、工学的な判断に基づいた根拠を提示して説明すること。

■ 回答

- 漂流物衝突荷重は道路橋示方書に基づいて算定することとしていたが、詳細設計段階で工学的な判断に基づいた算定式の選定を行う。

■ 指摘事項（第736回会合 令和元年6月27日）

【No. 4 5 漂流物衝突荷重の設定方針】

- 漂流物の衝突荷重算定式の選定方針については、津波特性(流向, 流速等), 漂流物の配置位置及び対象漂流物の種類等を踏まえて各算定式の適用性を評価し, その評価プロセスを含めて説明すること。

■ 回答

- 設置変更許可段階においては、島根原子力発電所における基準津波の津波特性（流向, 流速等）を確認し、漂流物衝突荷重の設定に考慮する漂流物として、荷揚場設備及び船舶を抽出するとともに、道路橋示方書を含む既往の様々な衝突荷重の算定式とその根拠について整理した。抽出した対象漂流物について、詳細設計段階において漂流物衝突荷重の算定式等の適用性を検討し、必要に応じ対策等も踏まえ漂流物衝突荷重を設定する。

指摘事項に対する回答【No. 1 2 0, 1 2 1】

■ 指摘事項（第894回会合 令和2年9月3日）

【No. 1 2 0 漂流物衝突荷重の設定方針】

- 発電所近傍を航行又は操業する漁船について、航行不能となる事象想定を除外できる根拠を先行サイトの考え方も踏まえて説明し、想定不要の蓋然性を説明できないのであれば漂流物として評価して説明すること。

■ 回答

- 先行サイトの考え方も踏まえ、発電所沿岸及び沖合を操業する漁船については、航行不能となり漂流する可能性を考慮し、漂流物評価を行う。
- 漁船の操業位置等を調査し、漂流物評価を行い、外海に面する津波防護施設については総トン数3トンの漁船を、輪谷湾内に面する津波防護施設については総トン数0.7トンの漁船を考慮する対象漂流物として選定した。

【No. 1 2 1 漂流物衝突荷重の設定方針】

- 漁船を漂流物とする場合は、防波壁への到達可能性を評価した上で、漂流物衝突荷重による防波壁への影響及び構造成立性を説明すること。また、構造成立性への影響が否定できない場合は、漂流物による影響の防止又は緩和について、設計又は運用等による能動的な対応方針を説明すること。

■ 回答

- 漁船による衝突荷重については、漁船が津波と遭遇する位置が衝突荷重の大きさに関係することから、詳細設計段階において、漁船の位置や津波の流況等に応じて適切に漂流物衝突荷重の算定式等を選定の上、漂流物衝突荷重を検討する。
- 漂流物衝突荷重の影響により、防波壁の各部位の性能目標を維持できない場合には、漂流物対策工を設置する。漂流物対策工は、漂流物衝突荷重を軽減・分散させること、又は漂流物衝突荷重を受け持つこと等が可能な設計とし、津波防護施設の一部として位置付ける。

指摘事項に対する回答【No. 1 2 2】

■ 指摘事項（第894回会合 令和2年9月3日）

【No. 1 2 2 漂流物衝突荷重の設定方針】

- 漂流物到達可能性及び防波壁への影響について、日本海東縁部を波源とする津波と海域活断層を波源とする津波のそれぞれに対して評価する方針であるため、それぞれの評価が明確となるよう説明すること。また、防波壁への影響については、海域活断層を波源とする津波による漂流物衝突荷重が防波壁（波返重力擁壁）のケーソン部に作用することを踏まえて説明すること。

■ 回答

- 津波防護施設に対する漂流物到達可能性について、日本海東縁部に想定される地震による津波及び海域活断層から想定される地震による津波、それぞれの評価が明確となるようにした。
- 海域活断層から想定される地震による津波においては防波壁の設計に用いる津波高さ以下の防波壁の部位においても漂流物が衝突するものとして照査を実施する。

漂流物の選定に係る設計方針の見直しについて

- 漂流物に対する防波壁等の設計成立性を確実にするために、発電所沿岸及び沖合で操業する漁船とその位置を追加調査した。日本海東縁に想定される地震による津波に対して、作業船の退避運用を追加するとともに、外海に面する津波防護施設について、施設護岸から500m以内で操業する漁船等を対象漂流物とするよう設計方針を見直した。(P.20参照)

審査会合			第876回審査会合 (2020.7.14)		今回の説明内容	
分類	波源		日本海東縁	海域活断層	日本海東縁	海域活断層※1
	漂流物評価	構内	海域	退避：燃料等輸送船	係留：燃料等輸送船	同左
漂流物：作業船				退避：作業船 漂流物：漁船	漂流物：作業船 及び漁船※2	
構外		海域	流向・流速から漁船（停泊）等は到達しないと評価		左記に加え，流向・流速から施設護岸から500m以遠で操業する漁船について，航行不能となり漂流した場合でも到達しないと評価	
			発電所近傍を航行すると想定し，周辺漁港のすべての漁船を漂流物として抽出		漂流物：漁船※3	漂流物：作業船 及び漁船※4
対象漂流物	輪谷湾内に面する津波防護施設		作業船 (総トン数10トン)		キャスク取扱機器収納庫※5 及び漁船 (総トン数0.7トン)	作業船 (総トン数10トン) ※5 及び漁船 (総トン数0.7トン)
	外海に面する津波防護施設		漁船 (総トン数19トン)		漁船※3 (総トン数3トン)	作業船 (総トン数10トン) ※5 及び漁船 (総トン数3トン) ※4

※1：入力津波高さ（E.L.+4.2m）以下について漂流物を考慮
 ※2：第894回審査会合（2020.9.3）では入力津波高さから到達しないと評価
 ※3：第894回審査会合（2020.9.3）では沖合に退避可能と評価

※4：第894回審査会合（2020.9.3）では流向・流速から到達しないと評価
 ※5：必要に応じ対策等も踏まえ設定

1. 津波防護施設に対する漂流物の選定

1. 津波防護施設に対する漂流物の選定

- 漂流物の影響を考慮する津波防護施設として、基準津波が到達する範囲内に設置される防波壁、防波壁通路防波扉及び1号放水連絡通路防波扉が挙げられる。
- 津波防護施設に対して衝突による影響評価を行う対象漂流物について、漂流物調査結果を踏まえ、発電所構内で漂流する可能性のあるもの及び発電所構外で漂流し、津波防護施設へ到達する可能性のあるものを評価した。
- 漂流物については、構内海域（輪谷湾）、構内陸域、構外海域、構外陸域の4つの区分に分け調査を実施。なお、構外については、津波の特性を踏まえ、半径5km以内を調査範囲とした。
- 次頁以降に、各調査範囲の漂流物調査結果を示す（P.8～P.12）。
- 漂流物調査結果を踏まえた、津波防護施設に対して衝突による影響評価を行う漂流物の評価結果をP.13～P.18に示す。

1. 1 漂流物調査結果 構内海域（輪谷湾）

➤ 構内海域（輪谷湾）における漂流物調査結果は以下のとおり。

構内海域（輪谷湾）における漂流物調査結果※1

No.	種類	名称	質量※2	比重
1	船舶	燃料等輸送船	約5,000トン	-
2		温排水影響調査作業船	約10トン	
		人工リーフ海藻草調査作業船	約3～6トン	
		格子状定線水温測定作業船	約3トン	
		港漏油拡散防止業務作業船	1トン未満～約10トン	
		環境試料採取作業船	1トン未満～約3トン	
		海象計点検作業船	約2～10トン	
		使用済燃料の輸送に伴う作業船	約2～10トン	
		フラップゲート点検作業船	約7トン	
		3	漁船	
4	防波堤	防波堤ケーソン	10,000t以上	コンクリート比重【2.34】
		消波ブロック	80t	コンクリート比重【2.34】
		被覆ブロック	8～16t	
		基礎捨石	0.05～0.5t	石材比重【2.29】
5	護岸	消波ブロック	12.5t	コンクリート比重【2.34】
		被覆石	1.5t	石材比重【2.29】
		捨石	0.03t以上	石材比重【2.29】

※1 漂流物調査は、まとめ資料別添1 添付資料15「津波漂流物の調査要領について」に基づき実施。

※2 船舶の質量は総トン数を記載。

1. 1 漂流物調査結果 構内陸域

➤ 構内陸域における漂流物調査結果は以下のとおり。

構内陸域における漂流物調査結果※

No.	種類	漂流物となる可能性のある施設・設備	質量	比重
1	鉄骨造建物	荷揚場詰所	-	«施設本体» 鋼材比重【7.85】 «施設本体以外» ALC版比重【0.65】
		デリッククレーン巻上装置建物	-	«施設本体» 鋼材比重【7.85】 «施設本体以外» スレート比重【1.5】
2	機器類	キャスク取扱収納庫	カバー部：約4.3t 定盤部：約7.9t	鋼材比重【7.85】
		デリッククレーン	約144 t	鋼材比重【7.85】
		デリッククレーン荷重試験用品①	約6.2t	
		デリッククレーン荷重試験用品②	約11t	
		デリッククレーン荷重試験用品③	-	
		デリッククレーン荷重試験用ウエイト	約22t	コンクリート比重【2.34】
		オイルフェンスドラム・オイルフェンス	約3.8t	鋼材比重【7.85】
		変圧器盤・ポンプ制御盤①	約0.1t	鋼材比重【7.85】
		変圧器盤・ポンプ制御盤②	-	
変圧器盤・ポンプ制御盤③	約0.04t			
3	その他 漂流物になり得る物	防舷材（フォーム式）	約1t	-
		防舷材（空気式）	約0.5t	
		エアコン室外機	約0.2t	鋼材比重【7.85】
		電柱・電灯	約0.1t	コンクリート比重【2.34】
		枕木	約0.01t	木材比重【1以下】
		H型鋼	約0.4t	鋼材比重【7.85】
		廃材箱	約0.9t	鋼材比重【7.85】
		フェンス	約0.01t	鋼材比重【7.85】
案内板	約0.06t	コンクリート【2.34】		

※ 漂流物調査は、まとめ資料別添1 添付資料15「津波漂流物の調査要領について」に基づき実施。

1. 1 漂流物調査結果 構外海域

- 構外海域における漂流物調査結果を以下に示す。
- 周辺漁港の船舶については、発電所沿岸及び沖合で操業することから、これらの漁船が操業中に津波が発生した場合の評価も実施する。

構外海域における漂流物調査結果※1

No.	種類	名称	設置箇所	発電所からの距離	総トン数
1	船舶	漁船	片句漁港（停泊）	西方約1km	最大約13トン
			手結漁港（停泊）	西方約2km	最大約10トン
			恵曇漁港（停泊）	南西約2km	最大約19トン
			御津漁港（停泊）	東方約3km	最大約12トン
			大芦漁港（停泊）	東方約4km	最大約3トン
2※2	船舶	漁船	前面海域（航行）	3.5km以内	約30トン※3
		プレジャーボート			約30トン※3
		巡視船		3.5km以遠	約2,000トン※4
		引き船			約200トン※4
		タンカー			約1000～2000トン※4
		貨物船			約500～2500トン※4
		帆船			約100トン※4
3	漁具	定置網	前面海域	西方約2km	－
				東方約3km	－
4	船舶	その他作業船※5	港湾外周辺	－	最大約10トン

※1 漂流物調査は、まとめ資料別添 1 添付資料15「津波漂流物の調査要領について」に基づき実施。

※2 海上保安庁への聞取調査結果（平成30年1月～平成30年12月実績）を含む。

※3 船種・船体長から「漁港、漁場の施設の設計参考図書」に基づき算定。なお、プレジャーボートについては、船体長が不明であることから、同設計図書に示される最大排水トン数とした。

※4 船種・船体長から「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に基づき算定。

※5 p.8に示す構内海域（輪谷湾）における漂流物調査結果の作業船と同じ。

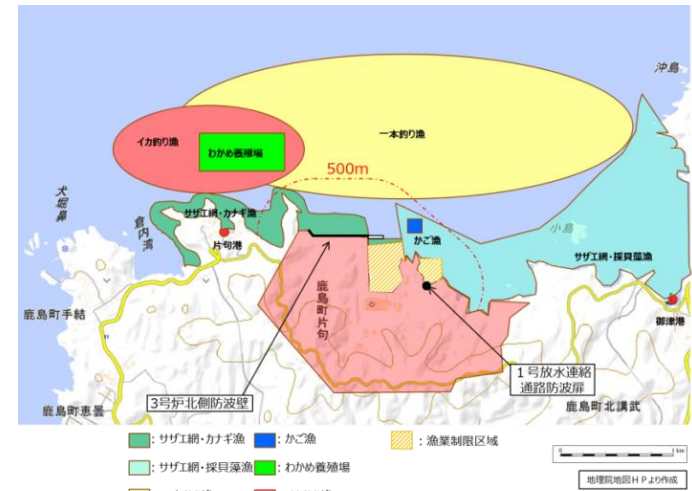
1. 1 漂流物調査結果 構外海域 発電所沿岸及び沖合で操業する漁船とその位置

➤ 発電所沿岸で操業する漁船とその位置は以下のとおり。

発電所沿岸で操業する漁船※1

名称	施設護岸からの距離	目的	漁港	総トン数(質量)	数量(隻)
漁船	約500m以内※3	サザエ網・カナギ漁※2	片句漁港	1トン未満(3t未満)	13
		サザエ網・採貝藻漁	御津漁港	1トン未満(3t未満)	18
		一本釣り漁		2トン未満(6t未満)	6
		かご漁	1トン未満(3t未満)	13	
	約500m以遠※3	わかめ養殖	片句漁港	3トン未満(9t未満)	1
		イカ釣り漁		1トン未満(3t未満)	7
				5トン未満(15t未満)	7
8トン未満(24t未満)				3	
10トン未満(30t未満)	3				

- ※1 漂流物調査は、まとめ資料別添1 添付資料15「津波漂流物の調査要領について」に基づき実施。
- ※2 輪谷湾内で総トン数0.4~0.7トンの漁船が年5回程度操業する。
- ※3 施設護岸から500m程度離れた位置では流速が1m/s程度と小さいことを踏まえ、施設護岸から約500m以内と以遠の2つに区分した。

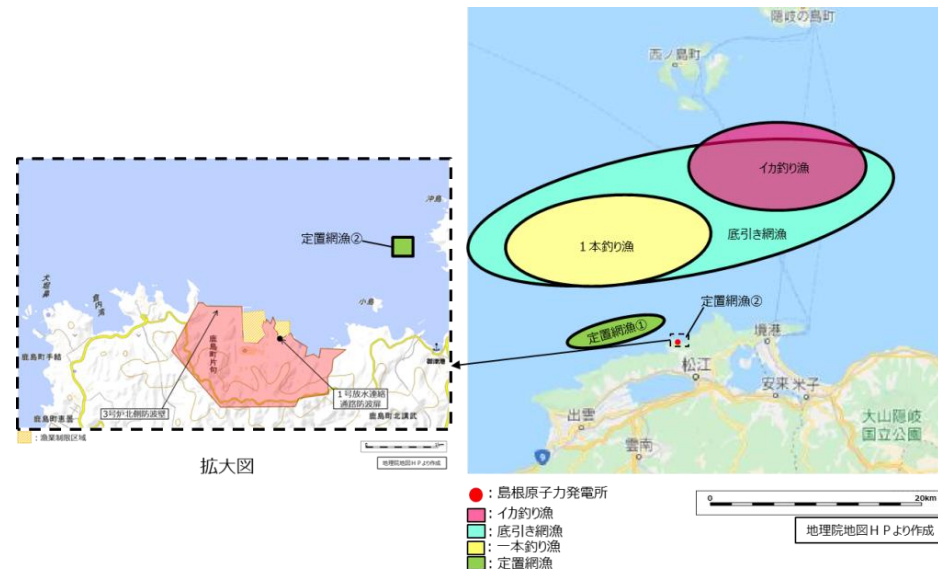


発電所沿岸で操業する漁船の操業エリア

➤ 発電所沖合で操業する漁船とその位置は以下のとおり。

発電所沖合で操業する漁船 (総トン数10トン以上) ※

名称	施設護岸からの距離	目的	漁港	総トン数(質量)	数量(隻)
漁船	約13~23km	イカ釣り漁	恵曇漁港	約10トン(約30t)	1
			恵曇漁港	約19トン(約57t)	2
	約6~25km	底引き網漁	片句漁港	約10トン(約30t)	1
			恵曇漁港	約15トン(約45t)	2
	約7~17km	一本釣り漁	片句漁港	約10トン(約30t)	3
	約3km~10km	定置網漁①	恵曇漁港	約10トン(約30t)	1
				約19トン(約57t)	1
	約2km	定置網漁②	御津漁港	約12トン(約36t)	1



発電所沖合で操業する漁船 (総トン数10トン以上) の操業エリア

※ 漂流物調査は、まとめ資料別添1 添付資料15「津波漂流物の調査要領について」に基づき実施。

1. 1 漂流物調査結果 構外陸域

➤ 構外陸域における漂流物調査結果を以下に示す。

構外陸域における漂流物調査結果※1

漁港周辺	漂流物調査結果※2
片句(かたく)漁港周辺	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋：94戸 ・車両：約17台 ・工場
手結(たゆ)漁港周辺	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋：174戸 ・車両：約40台 ・灯台
恵曇(えとも)漁港周辺	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋：525戸 ・車両：約241台 ・灯台 ・工場 ・タンク
御津(みつ)漁港周辺	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋：152戸 ・車両：約133台
大芦(おわし)漁港周辺	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋：271戸 ・車両：約215台

※1 漂流物調査は、まとめ資料別添1 添付資料15「津波漂流物の調査要領について」に基づき実施。

※2 家屋については、世帯数を記載。
 車両については、漁港周辺への駐車可能台数を記載。



構外陸域における漂流物調査結果

1. 2 漂流物評価結果 構内海域（輪谷湾）（1/2）

- 構内海域（輪谷湾）の漂流物調査において抽出された各施設・設備について、漂流する可能性を評価した結果を以下に示す。
- 構内海域（輪谷湾）で漂流すると評価されたものは、港湾内に面する津波防護施設への到達が否定できないことから、津波防護施設に対して衝突による影響評価を行う漂流物として選定した。

構内海域（輪谷湾）における漂流物評価結果（1/2）

No.	種類	名称	漂流する可能性		津波防護施設に対して衝突による影響評価を行う漂流物 （○：対象漂流物として考慮する） （×：対象漂流物として考慮しない）
			検討結果	比重	
1		燃料等輸送船	日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急退避に係る手順が整備されており緊急退避の実効性を確認した。【別紙1参照】 また、海域活断層に想定される地震による津波に対しては、荷揚場に係留することから漂流物とならない。	-	×
2	船舶	温排水影響調査作業船 人工リーフ海藻草調査作業船 格子状定線水温測定作業船 港漏油拡散防止業務作業船 環境試料採取作業船 海象計点検作業船 使用済燃料の輸送に伴う作業船 フラップゲート点検作業船	日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急退避に係る手順を整備し、緊急退避の実効性を確認する。 一方、海域活断層に想定される地震による津波に対しては、緊急退避できず、輪谷湾内で漂流する可能性がある。	-	○ （海域活断層から想定される地震による津波について、施設護岸又は防波壁位置における入力津波高さはEL4.2mであり、津波防護施設のEL4.2m以下の部位への衝突を考慮する漂流物として選定）

1. 2 漂流物評価結果 構内海域（輪谷湾）（2/2）

構内海域（輪谷湾）における漂流物評価結果（2/2）

No.	種類	名称	漂流する可能性		津波防護施設に対して衝突による影響 評価を行う漂流物 (○：対象漂流物として考慮する) (×：対象漂流物として考慮しない)
			検討結果	比重	
3	船舶	漁船	<p>大津波警報発令時には、「災害に強い漁業地域づくりガイドライン（水産庁（平成24年3月）」において、沖合に退避すると記載されており、津波襲来まで時間的に余裕のある日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、沖合に退避すると考えられるが、漁船が航行不能となった場合を想定し、漂流物となるものとして評価。</p> <p>海域活断層から想定される地震による津波に対しては、漂流する可能性があるものとして評価。</p>	—	○
4	防波堤	防波堤ケーソン	当該設備と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート比重 【2.34】	×
		消波ブロック			
		被覆ブロック			
	基礎捨石	石材比重 【2.29】	×		
5	護岸	消波ブロック	当該設備と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート比重 【2.34】	×

1. 2 漂流物評価結果 構内陸域(1/2)

- 構内陸域の漂流物調査において抽出された各施設・設備について、漂流する可能性を評価した結果を以下に示す。
- 構内陸域で漂流すると評価されたものは、港湾内に面する津波防護施設への到達が否定できないことから、津波防護施設に対して衝突による影響評価を行う漂流物として選定した。

構内陸域における漂流物評価結果(1/2)

No.	種類	名称	漂流する可能性		津波防護施設に対して衝突による影響評価を行う漂流物 (○：対象漂流物として考慮する) (×：対象漂流物として考慮しない)
			検討結果	比重	
1	鉄骨造建物	荷揚場詰所	扉や窓等の開口部及び壁材等が地震又は津波波力により破損して気密性が喪失し、施設内部に津波が流入する。施設本体については、主材料である鋼材の比重から漂流物とはならない。また、壁材（スレート）は海水の比重と比較した結果、漂流物とはならない。 一方、海水比重を下回る壁材（ALC版）については漂流する可能性がある。	≪施設本体≫ 鋼材比重【7.85】	×
2		デリッククレーン巻上装置建物		≪施設本体以外≫ ALC版比重【0.65】	○
				≪施設本体以外≫ スレート比重【1.5】	×
3	機器類	キャスク取扱収納庫	中が空洞であり、気密性を有するため、漂流する可能性がある。	-	○
4		デリッククレーン	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重【7.85】	×
5		試験用品①	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重【7.85】	×
6		試験用品②			
7		試験用品③			
8		試験用ウエイト	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート比重【2.34】	×
9	オイルフェンスドラム・オイルフェンス	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重【7.85】	×	

1. 2 漂流物評価結果 構内陸域(2/2)

構内陸域における漂流物評価結果(2/2)

No.	種類	名称	漂流する可能性		津波防護施設に対して衝突による影響 評価を行う漂流物 (○：対象漂流物として考慮する) (×：対象漂流物として考慮しない)
			検討結果	比重	
10	機器類	変圧器・ポンプ制御盤①	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重【7.85】	×
11		変圧器・ポンプ制御盤②			
12		変圧器・ポンプ制御盤③			
13		防舷材（フォーム式）	重量が比較的軽く、気密性があるため、漂流する可能性がある。	-	○
14		防舷材（空気式）			
15	その他漂流物となり得る物	エアコン室外機	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重【7.85】	×
16		電柱・電灯	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート比重【2.34】	×
17		枕木	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流する可能性がある。	木材比重【1以下】	○
18		H型鋼	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重【7.85】	×
19		廃材箱	気密性を有した形状で漂流物となる可能性があることから、漂流する可能性がある。	-	○
20		フェンス	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重【7.85】	×
21		案内板	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート【2.34】	×

1. 2 漂流物評価結果 構外海域(1/2)

- 構外海域の漂流物調査において抽出された各施設・設備について、漂流する可能性を評価した結果を以下に示す。
- 漂流する可能性がある各施設・設備については、設置位置から津波防護施設へ到達する可能性について評価を行い、津波防護施設への到達が否定できない場合、津波防護施設に対して衝突による影響評価を行う漂流物として選定した。

構外海域における漂流物評価結果(1/2)

No.	種類	名称	設置箇所	漂流する可能性	到達する可能性	津波防護施設に対して衝突による影響評価を行う漂流物 (○：対象漂流物として考慮する) (×：対象漂流物として考慮しない)
1	発電所 周辺の 漁港の 船舶	漁船	片句漁港 (停泊)	漂流する可能性があるものとして、 発電所に到達する可能性について評価する。	流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはなく、津波防護施設に到達しないと評価。【別紙2 参照】	×
			手結漁港 (停泊)			
			恵曇漁港 (停泊)			
			御津漁港 (停泊)			
			大芦漁港 (停泊)			
		施設護岸から500m以内 (操業)	大津波警報発令時には、「災害に強い漁業地域づくりガイドライン (水産庁 (平成24年3月))」において、沖合に退避すると記載されており、津波襲来まで時間的に余裕のある日本海東縁部に想定される地震による津波に対して、沖合に退避すると考えるが、航行不能になることを想定し、漂流する可能性があるものとして、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。	流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはないが、発電所方向へ向かう一時的な流れがあるため、500m以内を航行する漁船は、津波防護施設に到達する可能性があるとして評価。【別紙2 参照】	○	
施設護岸から500m以遠 (操業)	海域活断層から想定される地震による津波に対しては、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。	流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはなく、津波防護施設に到達しないと評価。【別紙2 参照】	×			

1. 2 漂流物評価結果 構外海域(2/2), 構外陸域

構外海域における漂流物評価結果(2/2)

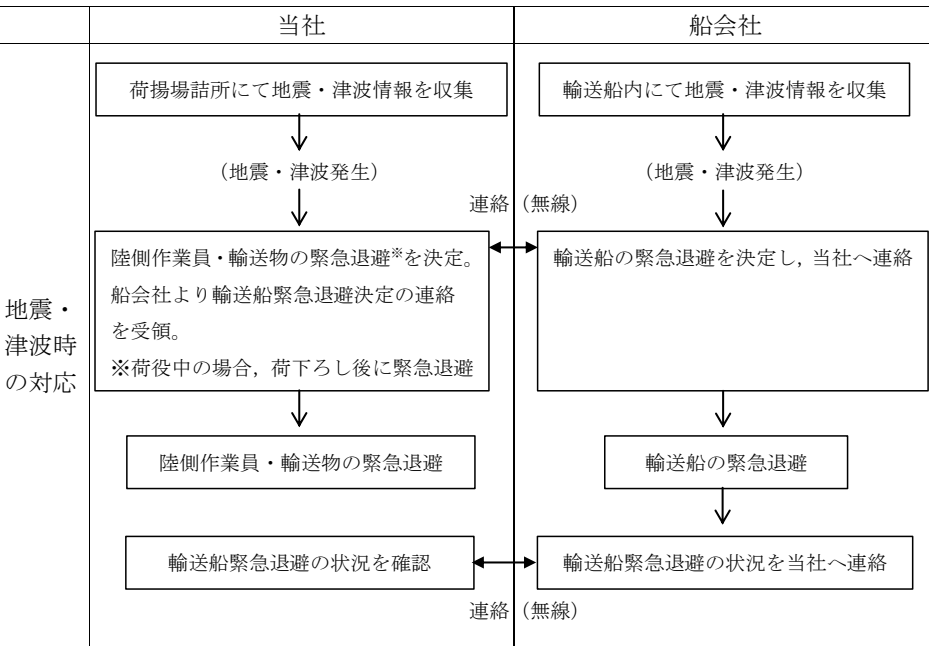
No.	分類	名称	設置箇所	漂流する可能性	到達する可能性	津波防護施設に対して衝突による影響評価を行う漂流物 (○：対象漂流物として考慮する) (×：対象漂流物として考慮しない)
2	発電所 前面海 域を航行 する船舶	漁船	前面海域 (航行)	海上保安庁への聞取調査結果より発電所から約2km離れた沖合を航行しており、津波襲来前に沖合への退避が十分に可能である。 なお、基準津波の策定位置（発電所沖合2.5km程度）において、2m程度の水位変動である。 以上より、漂流物とならないと考えられるが、発電所に到達する可能性について評価する。	流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはなく、津波防護施設に到達しないと評価。【別紙2参照】	×
		プレジャーボート				
		巡視船				
		引き船				
		タンカー				
		貨物船 帆船				
3	漁具	定置網	前面海域	漂流する可能性があるものとして、発電所に到達する可能性について評価する。	流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはなく、津波防護施設に到達しないと評価。【別紙2参照】	×
4	船舶	その他 作業船	港湾外周辺	日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急退避に係る手順を整備し、緊急退避の実効性を確認する。 一方、海域活断層に想定される地震による津波に対しては、緊急退避できず、漂流する可能性があることから、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。	流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはないが、発電所方向へ向かう一時的な流れがあるため、500m以内で作業する作業船は、津波防護施設に到達する可能性があるとの評価。【別紙2参照】	○

構外陸域における漂流物評価結果

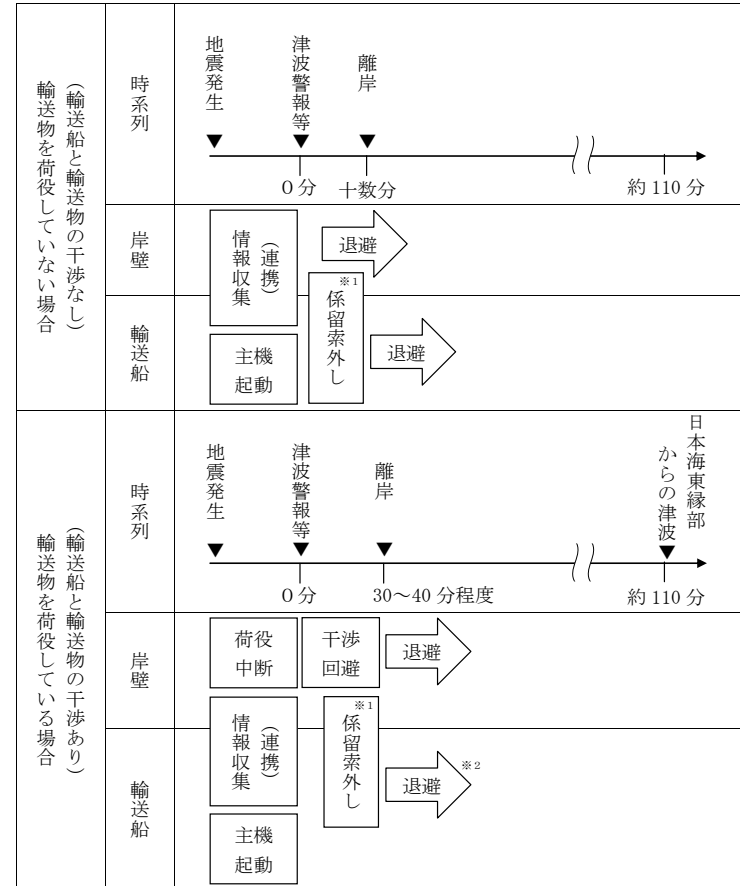
No.	分類	名称	設置箇所	漂流する可能性	到達する可能性	津波防護施設に対して衝突による影響評価を行う漂流物 (○：対象漂流物として考慮する) (×：対象漂流物として考慮しない)
1	家屋・ 車両等	・家屋・車両・工場	片句漁港周辺	津波が遡上することを仮定し、漂流する可能性があるものとして、発電所に到達する可能性について評価する。	流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはなく、津波防護施設に到達しないと評価。【別紙2参照】	×
		・家屋・車両・灯台	手結漁港周辺			
		・家屋・車両・灯台 ・工場・タンク	恵曇漁港周辺			
		・家屋・車両	御津漁港周辺			
		・家屋・車両	大芦漁港周辺			

【別紙 1】燃料等輸送船の緊急退避

➤ 燃料等輸送船については、津波注意報、津波警報及び大津波警報（津波警報等）発令時における緊急退避のマニュアルを整備しており、日本海東縁部に想定される地震による津波に対して、緊急退避が可能であると評価。



輸送船緊急退避時の当社と船会社の関係性



※ 1 平成24年の訓練実績では10分程度。

※ 2 平成24年の訓練実績では大津波警報発令から50分程度で2.5km沖合（水深60m以上：船会社が定める安全な海域として設定する水深）の海域まで退避しており、日本海東縁部に想定される地震による津波襲来（約110分）までに退避可能。

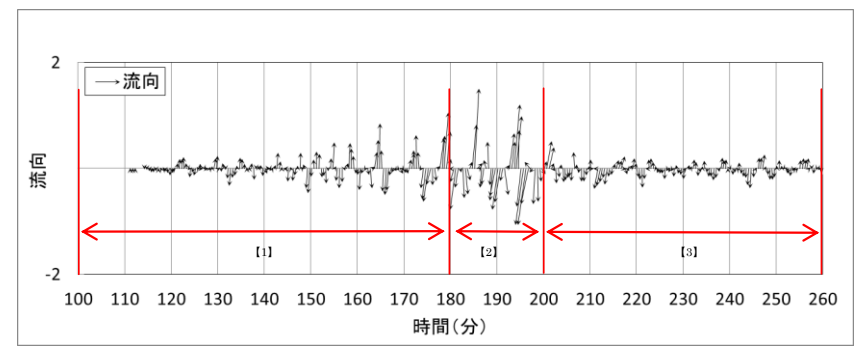
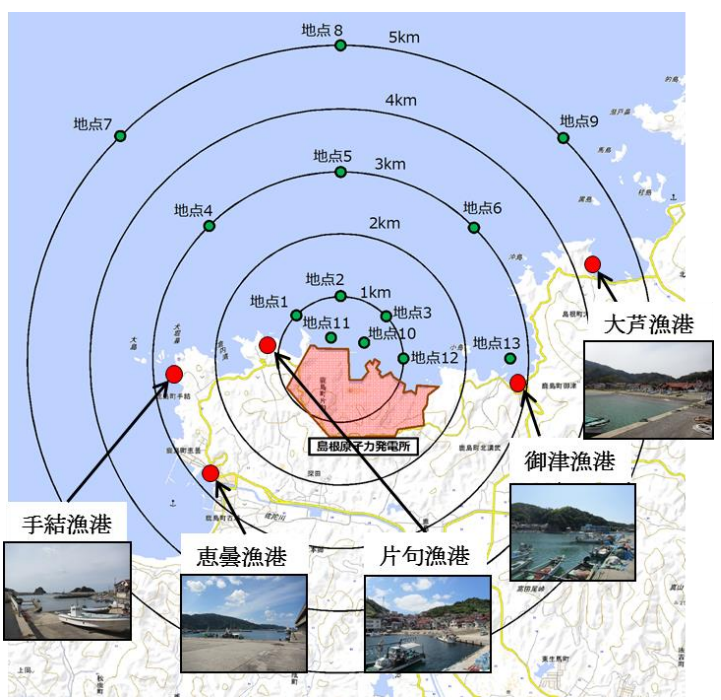
津波の到達と燃料等輸送船の緊急退避に要する時間との関係

【別紙 2】漂流物の到達可能性について

- 日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波 1）及び海域活断層から想定される地震による津波（基準津波 4）の流況の考察結果から、発電所方向への継続的な流向がないことを確認した。
- 施設護岸から500m以遠を操業する漁船については、流向が短い間隔で主に北西・南東方向に変化しており、発電所に対する継続的な流れもないため、施設護岸に到達しないと考えられる。
- 最大水位・流速を示す時間帯において、3号北側防波壁及び1号放水連絡通路防波扉から約50m以内の水深が約20mの浅い位置で、5m/s以上の流速が確認されることから、発電所から500m以内で操業する漁船については、当該位置に接近することを考慮し、施設護岸に到達する可能性があるとして評価。
- 次頁以降に日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波 1）及び海域活断層から想定される地震による津波（基準津波 4）の流向・流速の考察結果の詳細を示す。

流況考察時間の分類

- 発電所構外海域の津波防護施設への到達可能性に係る評価については、津波の流況（流向・流速）の考察を踏まえ、津波防護施設に対する漂流物の動向を確認することにより実施（基準津波 1（防波堤有り）及び基準津波 4（防波堤有り）の水位変動・流向ベクトルを別添 1 に示す）。
- 津波の流況については、以下のとおり、最大水位・流速を示す時間帯とその前後の 3 つに分類し考察を実施。



※ 基準津波 1 における地点 1 を例に示す。

流況考察時間の分類

- 日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波 1）
 - [1] 最大水位・流速を示す時間帯以前（地震発生後約 100 分～180 分）
 - [2] 最大水位・流速を示す時間帯（地震発生後約 180 分～200 分）
 - [3] 最大水位・流速を示す時間帯以降（地震発生後約 200 分～360 分）
- 海域活断層に想定する地震による津波（基準津波 4）
 - [1] 最大水位・流速を示す時間帯以前（地震発生後約 0 分～5 分）
 - [2] 最大水位・流速を示す時間帯（地震発生後約 5 分～7 分）
 - [3] 最大水位・流速を示す時間帯以降（地震発生後約 7 分～30 分）

【別紙2】漂流物の到達可能性について

水位変動・流向ベクトルの考察

➤ 水位変動・流向ベクトルの考察結果は以下のとおり。

(基準津波1 (防波堤有り))

	最大水位・流速を示す時間帯 以前 (地震発生後約100分～ 180分)	最大水位・流速を示す時間帯 (地震発生後約180分～200分)	最大水位・流速を示す時間帯 以降 (地震発生後約200分～ 360分)
構外海域	<p>地震発生後約109分では、津波の第1波が敷地の東側から沿岸を沿うように襲来する。また、約113分30秒では、敷地の北西側から津波が襲来する。発電所周辺海域において流速は小さく、水位変動も1m程度である。</p> <p>その後、約180分まで主に敷地の北西側からの押し波、引き波により短い周期で北西方向と南東方向の流れを繰り返す。いずれの時間帯においても流速は1m/s未満である。</p>	<p>地震発生後約180分では、敷地の北西側から引き波が襲来する。引き波の影響により北西方向の流れとなり1m/s程度の流速が確認できる (P.26参照)。約183分では、敷地の北西側から押し波が襲来し、押し波の影響により南東方向の流れとなり引き波の流速と同様1m/s程度の流速が確認できる (P.27参照)。</p> <p>約187分では、敷地の北西側から引き波が襲来し、約191分では、水位変動が3m程度の大きい押し波が襲来し2m/s程度の流れが確認できる (P.29,30参照)。</p> <p>その後も、敷地の北西側から押し波、引き波が約200分まで交互に襲来する。</p>	<p>地震発生後約201分では、南東方向の流れとなり、流速は1m/s程度である。約204分では、流れは逆向きとなる。その後、敷地北西側からの押し波、引き波により短い周期で北西方向と南東方向の流れを繰り返す。また、流速は速くても1m/s程度である。</p>

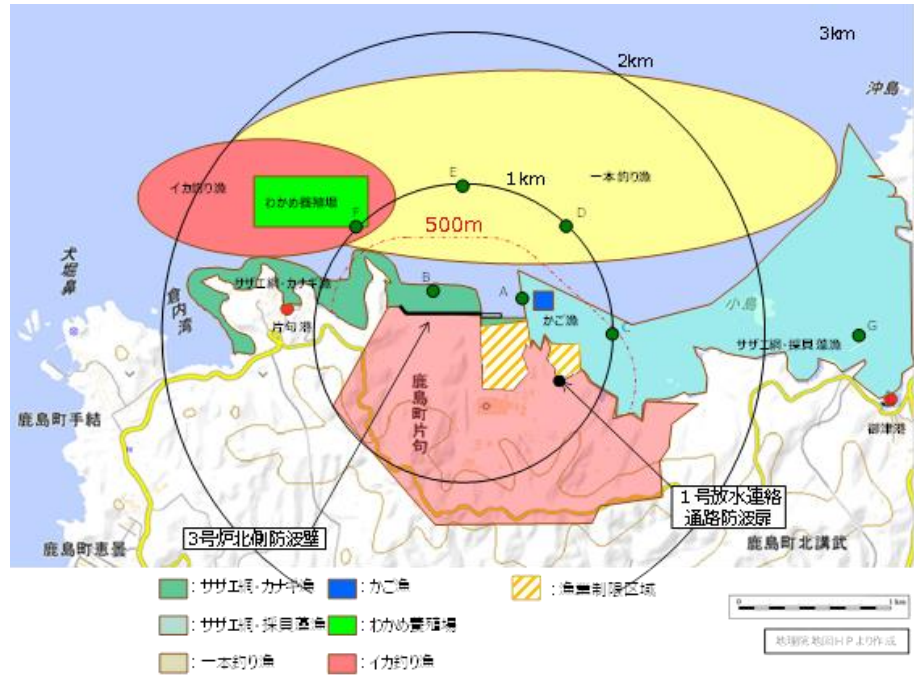
(基準津波4 (防波堤有り))

	最大水位・流速を示す時間帯 以前 (地震発生後約1分～5分)	最大水位・流速を示す時間帯 (地震発生後約5分～7分)	最大水位・流速を示す時間帯 以降 (地震発生後約7分～30 分)
構外海域	<p>約2分では、津波の第1波が敷地の北西側から押し波として襲来する。水位も低く流速の変化は小さい。約4分では、北西側への大きい引き波により、北西方向の流れとなるが、いずれも1m/s以上の流速は確認されない。</p>	<p>約5分では、敷地の北西側への大きい引き波により北西方向の流れが継続する (P.34参照)。</p>	<p>約7分では、敷地の北西側への引き波が継続しており、北西方向の流れが継続する。地震発生後9分では、敷地北西側から押し波が襲来し、南東方向の流れとなる。いずれも、1m/s以上の流速は確認されず、以降も、1m/sを超える流速はない。</p>

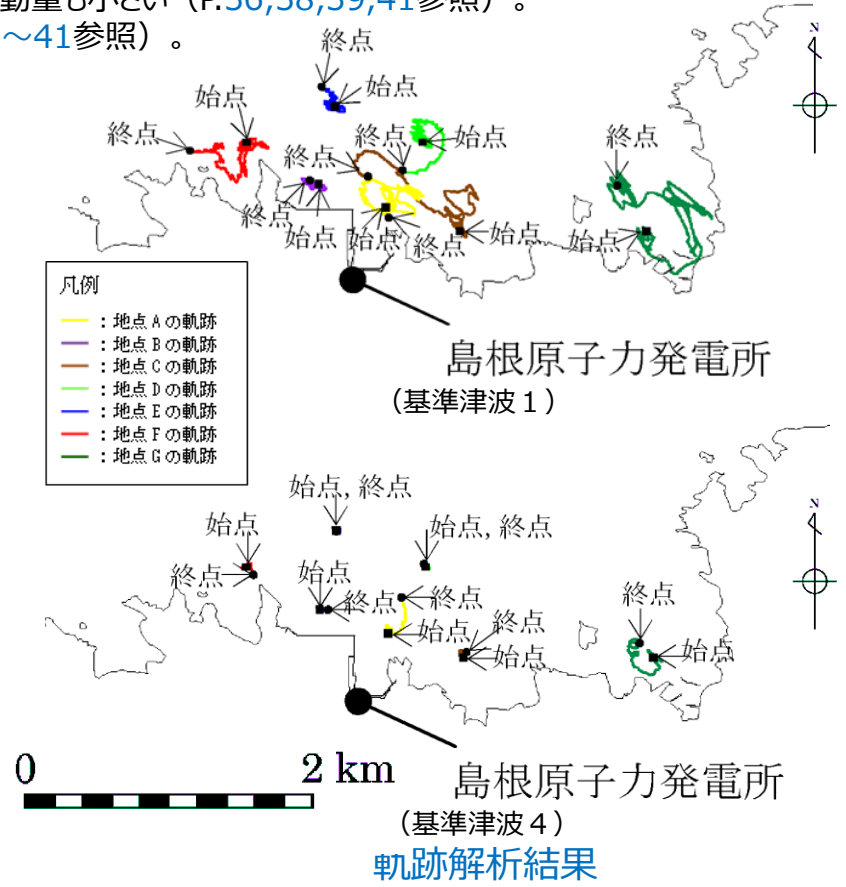
【別紙2】漂流物の到達可能性について

軌跡解析の考察

- 到達可能性評価は、津波の流向・流速の考察結果に加え、仮想的な浮遊物の動きを把握する方法として有効な軌跡解析の結果も踏まえて行う。
- 軌跡解析の初期位置としては、周辺漁港の位置や漁船の操業位置を考慮し、輪谷湾入口付近に1点（地点A）、サザエ網・かなぎ漁の操業エリア内の3号炉北岸付近に1点（地点B）、サザエ網・採貝藻漁及びかご漁の操業エリアに1点（地点C）、一本釣り漁エリア内に2点（地点D,E）、わかめ養殖場、イカ釣り漁のエリア付近に1点（地点F）及び御津漁港付近に1点（地点G）の計7地点を設定した。（軌跡解析の考察結果を別添2に示す。）
- 流向・流速ベクトル及び軌跡解析の考察結果より、発電所構外海域にある漂流物には以下の移動傾向が確認された。
 - 最大水位・流速を示す時間帯以前、以降においては、流速が小さく、移動量も小さい（P.36,38,39,41参照）。
 - いずれの時間帯も主に北西・南東方向の移動を繰り返す傾向がある（P.36～41参照）。



発電所沿岸の漁船の操業エリア及び軌跡解析の初期配置



軌跡解析結果

【別紙2】漂流物の到達可能性について

漂流物の到達可能性評価結果

(1) 日本海東縁部に想定される地震による津波

i) 施設護岸から500m以遠で操業する漁船

	最大水位・流速を示す時間帯以前 (地震発生後約100分～180分)	最大水位・流速を示す時間帯 (地震発生後約180分～200分)	最大水位・流速を示す時間帯以降 (地震発生後約200分～360分)
構外 海域	約180分までは、全体的に流速が小さい。また、流向は主に北西・南東方向に変化しており、漂流物は北西、南東方向に移動すると考えられ、発電所に対する連続的な流れもないため、施設護岸に到達しないと考えられる。	発電所北西の半島沿岸において、約183分で、流速5m/s程度の半島を回り込み発電所に向かうような流れが確認されるが、流向は短い間隔で主に北西・南東方向に変化しており、発電所に対する連続的な流れもないため、施設護岸に到達しないと考えられる。	約200分以降においては、流速が小さく移動量は小さい。また、流向は主に北西・南東方向に変化しており、漂流物は北西、南東方向に移動すると考えられる。移動量も小さく発電所に対する連続的な流れもなく発電所に到達しないと考えられる。
評価 結果	流向が短い間隔で主に北西・南東方向に変化しており、発電所に対する連続的な流れもないため、施設護岸に到達しないと考えられる。また、イカ釣り漁及びわかめ養殖場の操業エリアの近傍である地点Fにおける軌跡解析の結果からも、軌跡は発電所から遠ざかる方向に移動しており、施設護岸到達しないと考えられる。		

ii) 施設護岸から500m以内で操業する漁船

評価 エリア	最大水位・流速を示す時間帯以前 (地震発生後約100分～180分)	最大水位・流速を示す時間帯 (地震発生後約180分～200分)	最大水位・流速を示す時間帯以降 (地震発生後約200分～360分)
構外 海域	i) と概ね同様	3号北側防波壁及び1号放水連絡通路防波扉から約50m以内の水深が約20mの浅い位置において、5m/s以上の流速が確認されることから、当該位置で漁船が航行不能であった場合は、施設護岸に到達する可能性がある。	i) と概ね同様
評価 結果	最大水位・流速を示す時間帯において、3号北側防波壁及び1号放水連絡通路防波扉から約50m以内の水深が約20mの浅い位置で、5m/s以上の流速が確認された。 一方、上記以外の範囲においては、流向が短い間隔で主に北西・南東方向に変化しており、発電所に対する連続的な流れもない。また、サザエ網、カナギ漁及び一本釣り漁の操業エリアの近傍の地点Bにおける軌跡解析の結果からも、軌跡は北西方向と南東方向に移動を繰り返している。 以上より、敷地護岸から500m以内で操業する漁船については、3号北側防波壁及び1号放水連絡通路防波扉から約50m以内の水深が約20mの浅い位置に接近することを考慮し、施設護岸に到達する可能性があるとして評価した。		

【別紙 2】漂流物の到達可能性について

漂流物の到達可能性評価結果

(2) 海域活断層から想定される地震による津波

i) 施設護岸から500m以遠で操業する漁船

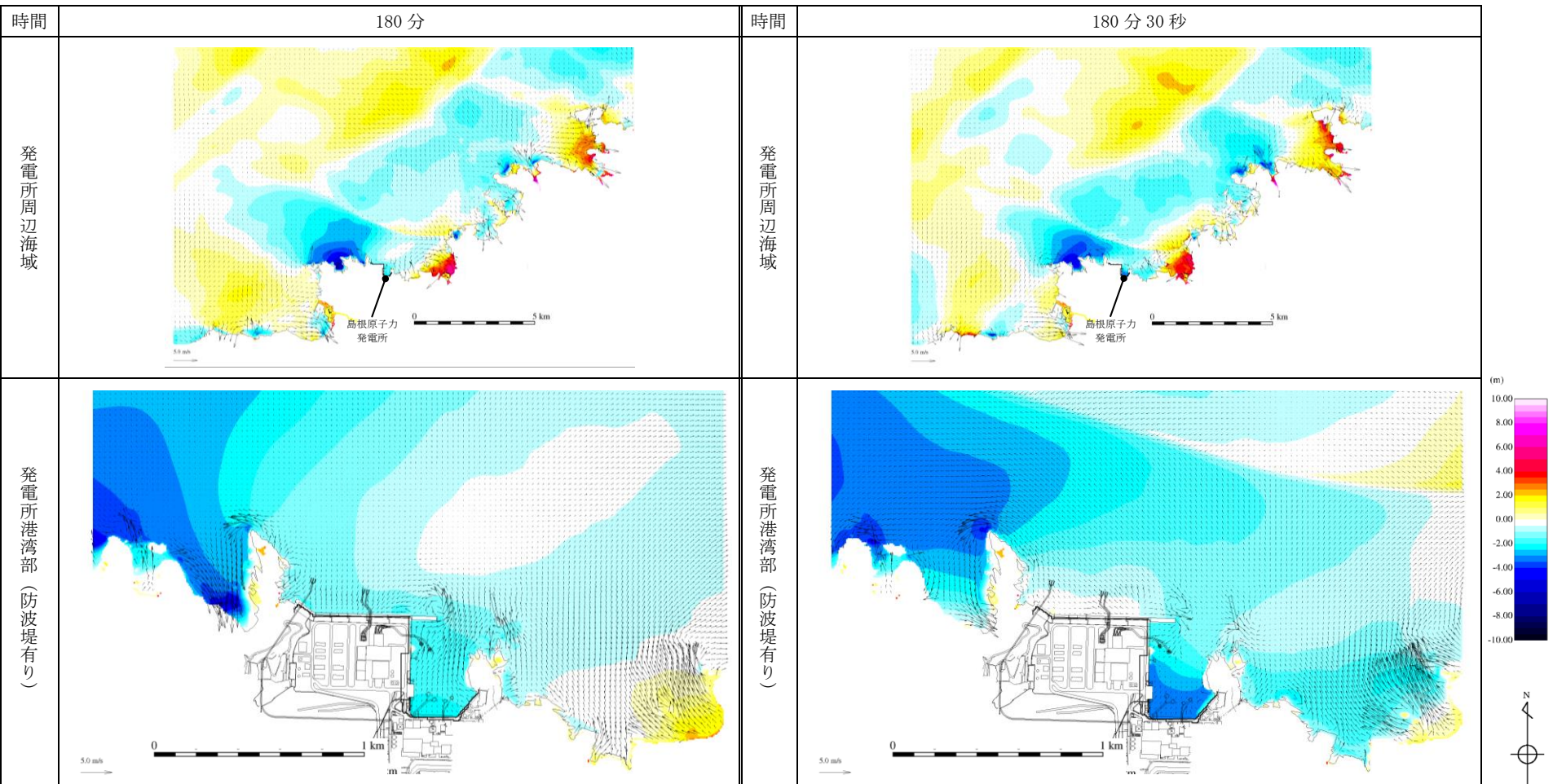
	最大水位・流速を示す時間帯以前 (地震発生後約 0 分～ 5 分)	最大水位・流速を示す時間帯 (地震発生後約 5 分～ 7 分)	最大水位・流速を示す時間帯以降 (地震発生後約 7 分～ 30 分)
構外 海域	約 0 分から約 5 分まで流速は約 1m/s 未満と小さく、流向は短い間隔で変化することから、敷地護岸から 500m 以遠で操業する漁船は施設護岸に到達しないと考えられる。	流速は速くても 1m/s 程度であり、流向は短い間隔で変化することから、敷地護岸から 500m 以遠で操業する漁船は施設護岸に到達しないと考えられる。	7 分以降も流速は約 1m/s 未満と小さく、流向は短い間隔で変化することから、敷地護岸から 500m 以遠で操業する漁船は施設護岸に到達しないと考えられる。
評価 結果	いずれの時間帯も流速が小さく、かつ、最大水位・流速を示す時間帯も 2 分（地震発生後 5 分～ 7 分）と短いことから、施設護岸に到達しないと評価した。また、軌跡解析の結果より、発電所から 500m 以遠の地点（C～F）において、初期位置から移動していないことから、漂流物は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。		

ii) 施設護岸から500m以内で操業する漁船

評価 エリア	最大水位・流速を示す時間帯以前 (地震発生後約 0 分～ 5 分)	最大水位・流速を示す時間帯 (地震発生後約 5 分～ 7 分)	最大水位・流速を示す時間帯以降 (地震発生後約 7 分～ 30 分)
構外 海域	i) と概ね同様	3号北側防波壁から約50m以内の水深が約20mの浅い位置において、2m/s程度の流速が確認される。当該位置で漁船が航行不能であった場合には、施設護岸に到達する可能性があると考えられる。	i) と概ね同様
評価 結果	流向は短い間隔で変化することから、漂流物は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。また、サザエ網、カナギ漁及び一本釣り漁の操業エリアの近傍の地点Bにおける軌跡解析の結果からも、軌跡はほとんど移動していないことから、漂流物は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。一方、3号北側防波壁から約50m以内の水深が約20mの浅い位置において、2m/s程度の流速が確認されることから、敷地護岸から500m以内で操業する漁船については、当該位置に接近することを考慮し、施設護岸に到達する可能性があるとして評価した。		

【別添 1】漂流物の到達可能性のうち水位変動・流向ベクトル(1/10)

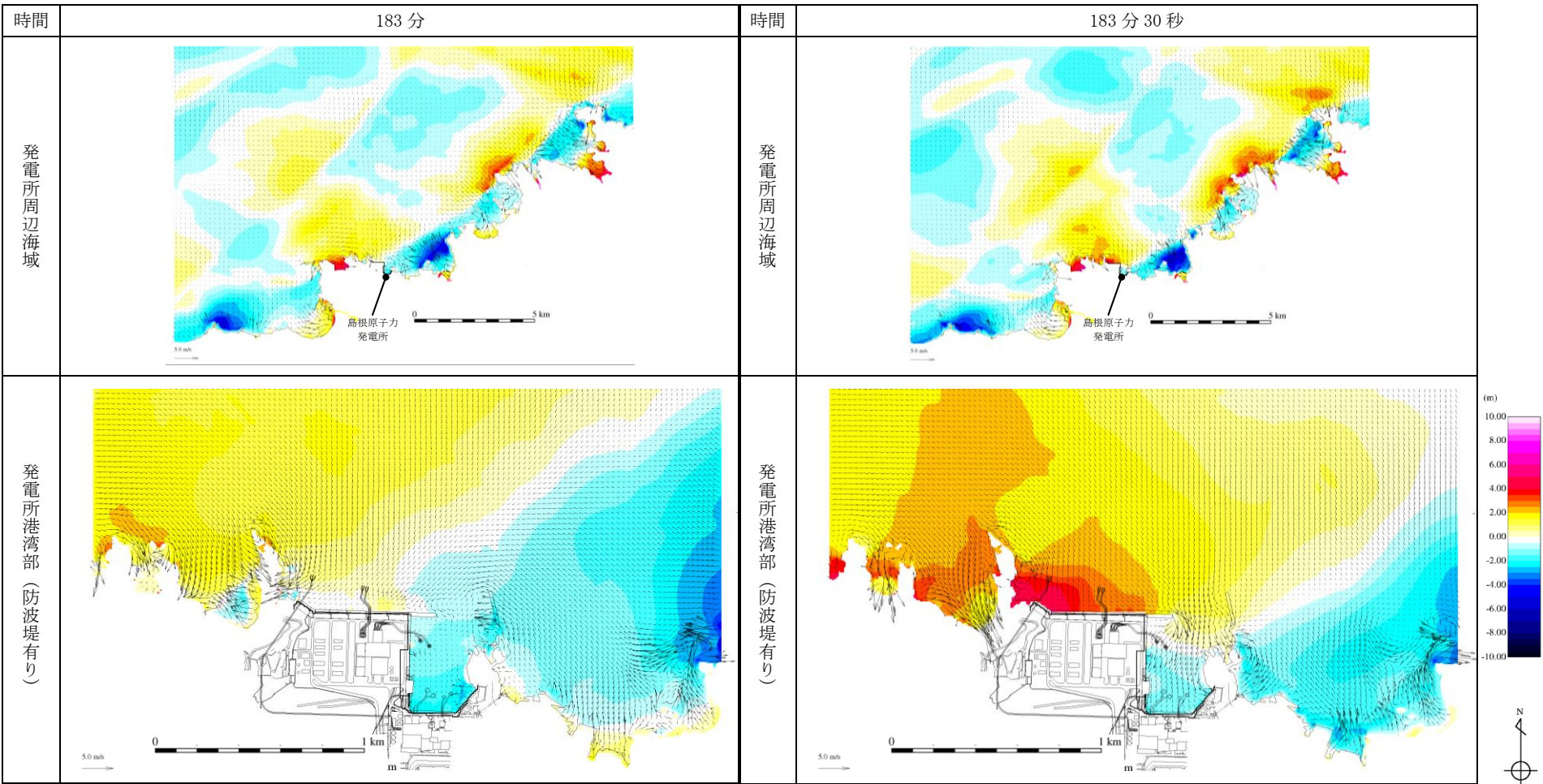
➤ 基準津波 1 (防波堤有り) の水位変動・流向ベクトルの代表例を示す。



水位変動・流向ベクトル (基準津波 1 (防波堤有り) 180分, 180分30秒)

【別添 1】漂流物の到達可能性のうち水位変動・流向ベクトル(2/10)

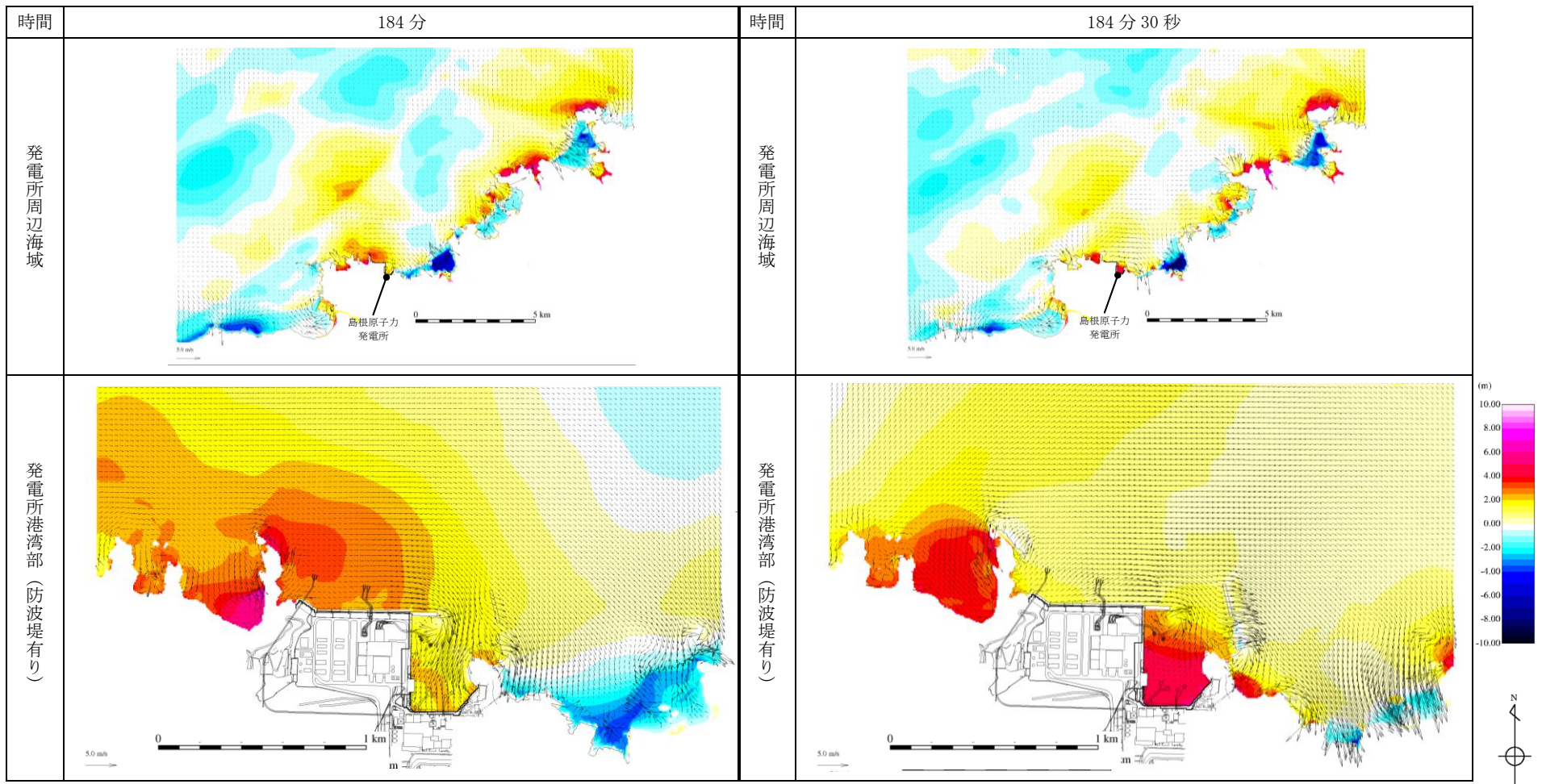
第894回審査会合 資料1-2 P.28 加筆・修正
 ※ 修正箇所を青字で示す



水位変動・流向ベクトル (基準津波 1 (防波堤有り) 183分, 183分30秒)

【別添 1】漂流物の到達可能性のうち水位変動・流向ベクトル(3/10)

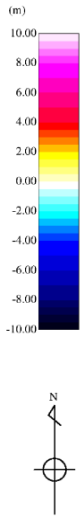
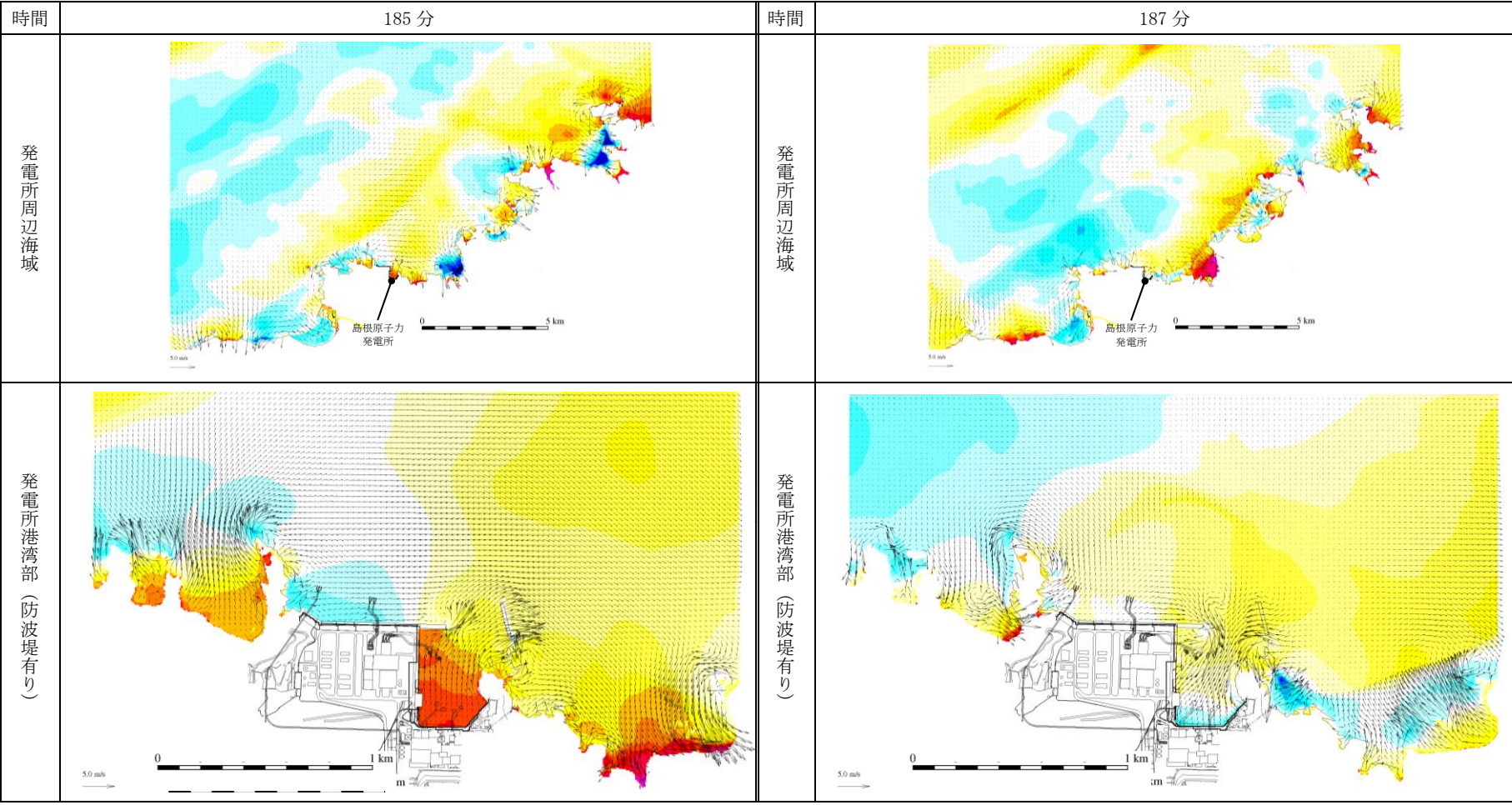
第894回審査会合 資料1-2 P.29 加筆・修正
 ※ 修正箇所を青字で示す



水位変動・流向ベクトル (基準津波 1 (防波堤有り) 184分, 184分30秒)

【別添 1】漂流物の到達可能性のうち水位変動・流向ベクトル(4/10)

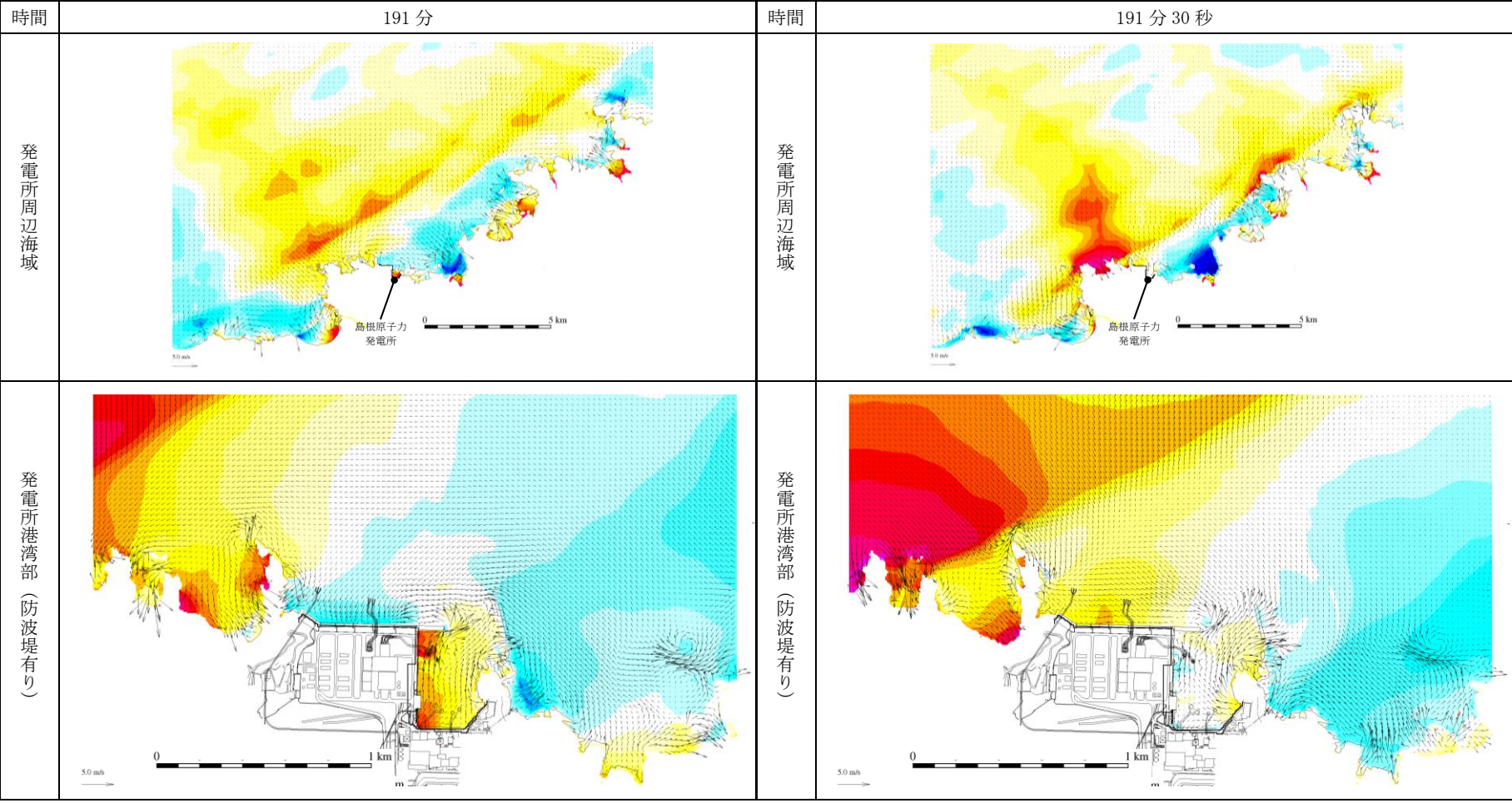
第894回審査会合 資料1-2 P.30 加筆・修正
 ※ 修正個所を青字で示す



水位変動・流向ベクトル (基準津波 1 (防波堤有り) 185分, 187分)

【別添 1】漂流物の到達可能性のうち水位変動・流向ベクトル(5/10)

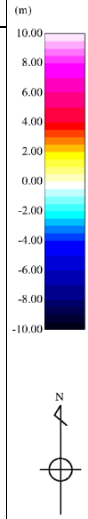
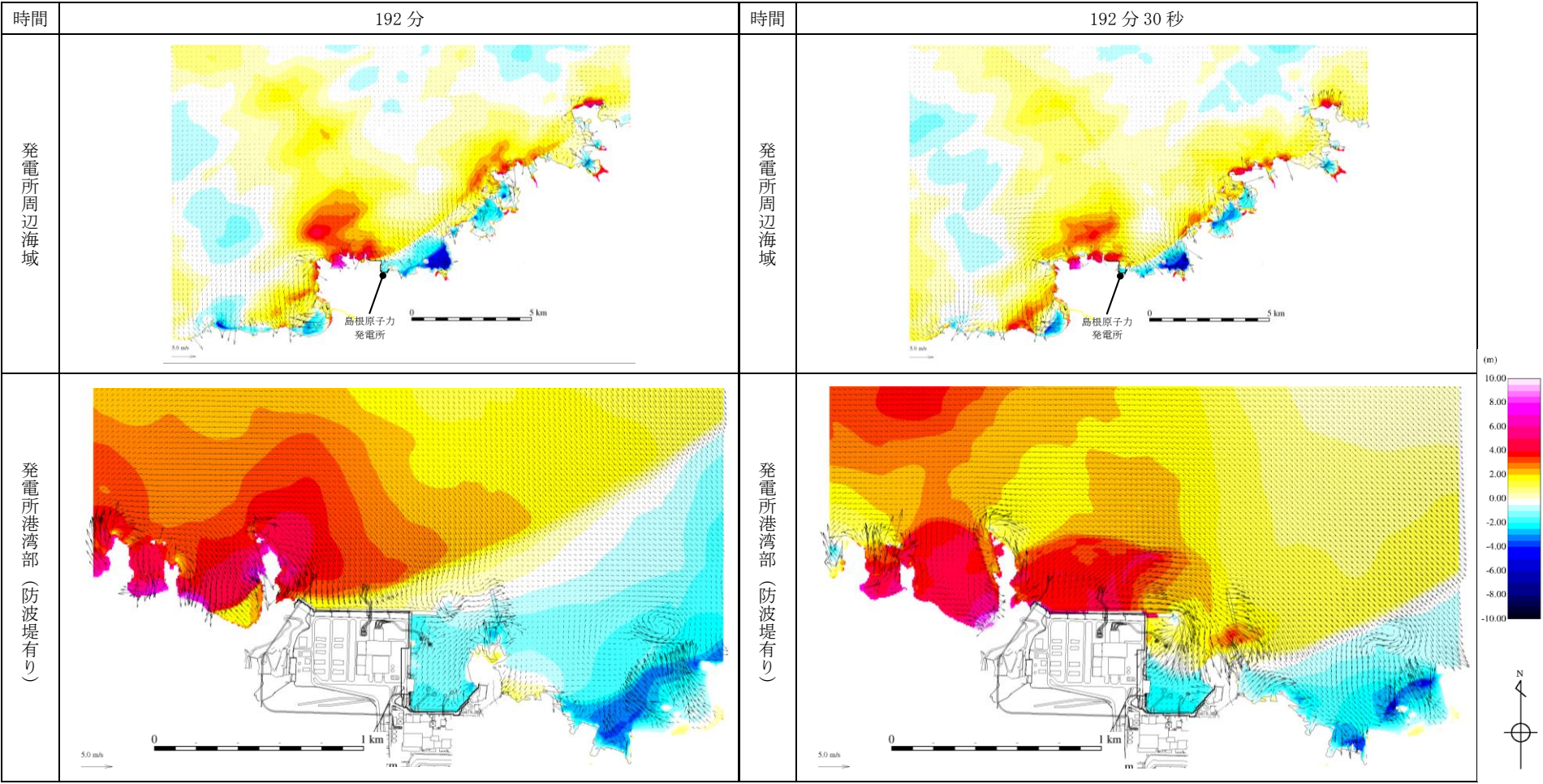
第894回審査会合 資料1-2 P.31 加筆・修正
 ※ 修正箇所を青字で示す



水位変動・流向ベクトル (基準津波 1 (防波堤有り) 191分, 191分30秒)

【別添 1】漂流物の到達可能性のうち水位変動・流向ベクトル(6/10)

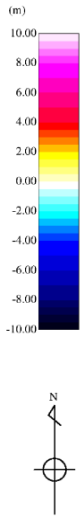
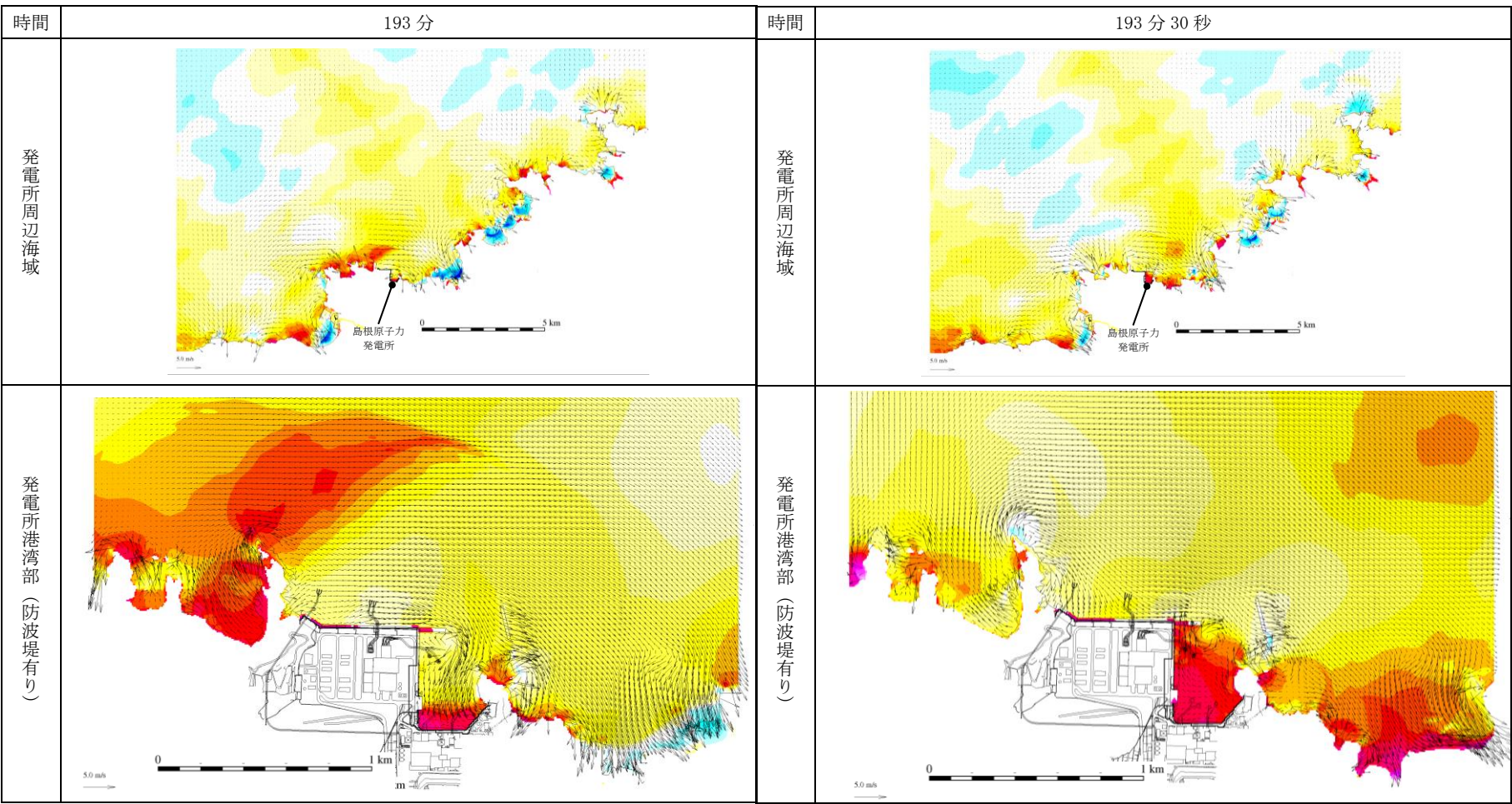
第894回審査会合 資料1-2 P.32 加筆・修正
 ※ 修正個所を青字で示す



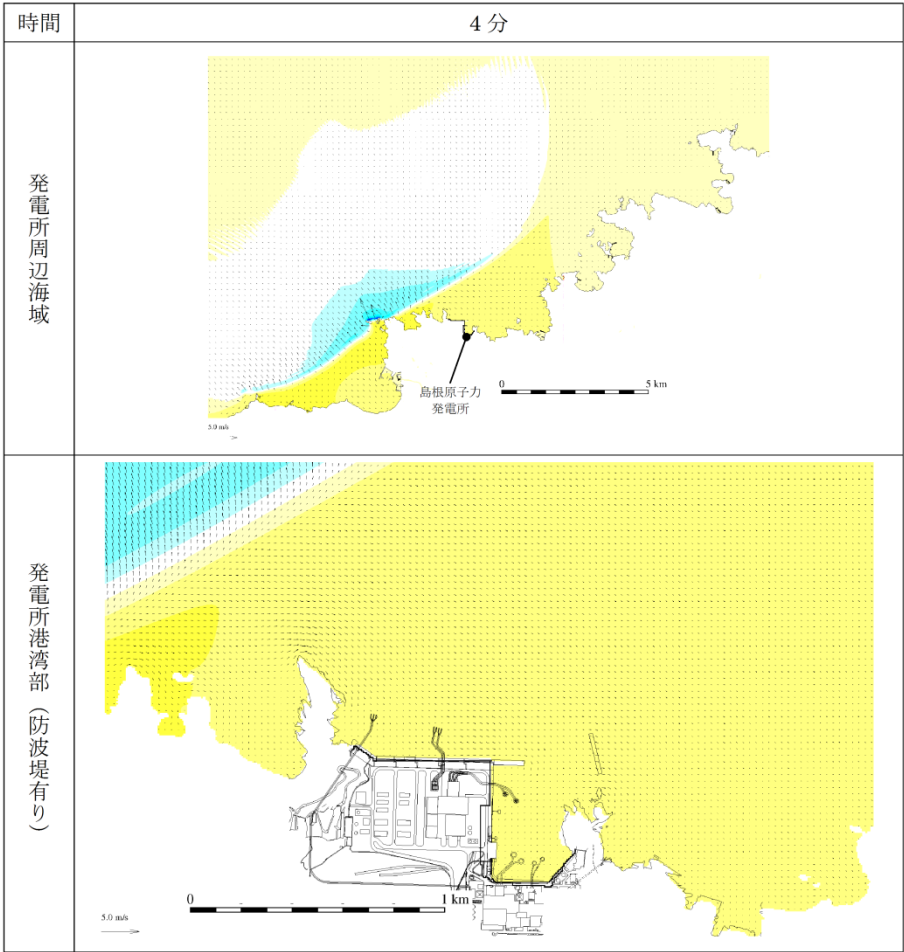
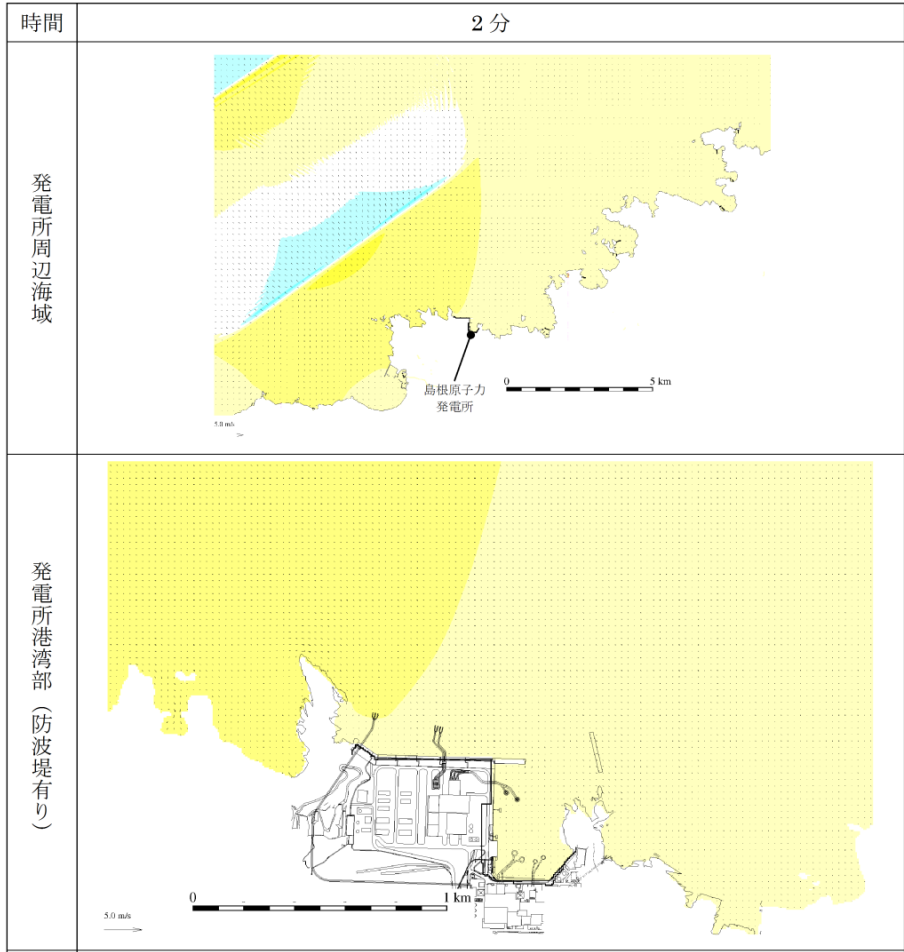
水位変動・流向ベクトル (基準津波 1 (防波堤有り) 192分, 192分30秒)

【別添 1】漂流物の到達可能性のうち水位変動・流向ベクトル(7/10)

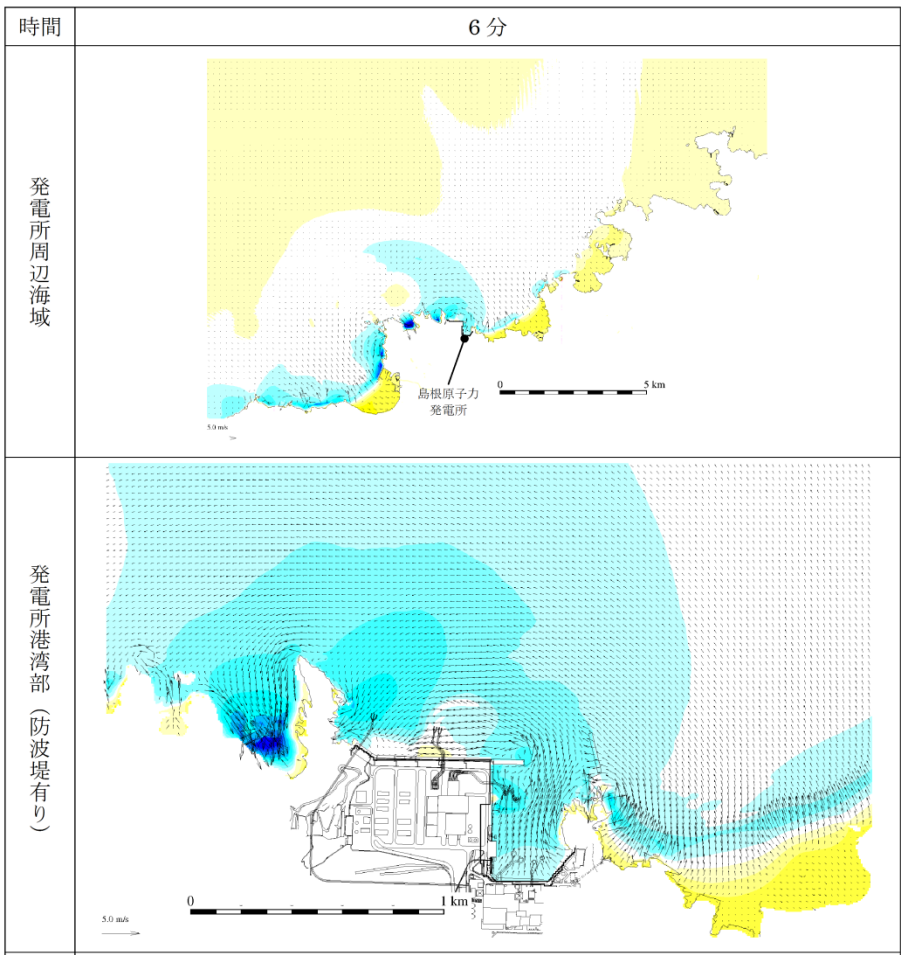
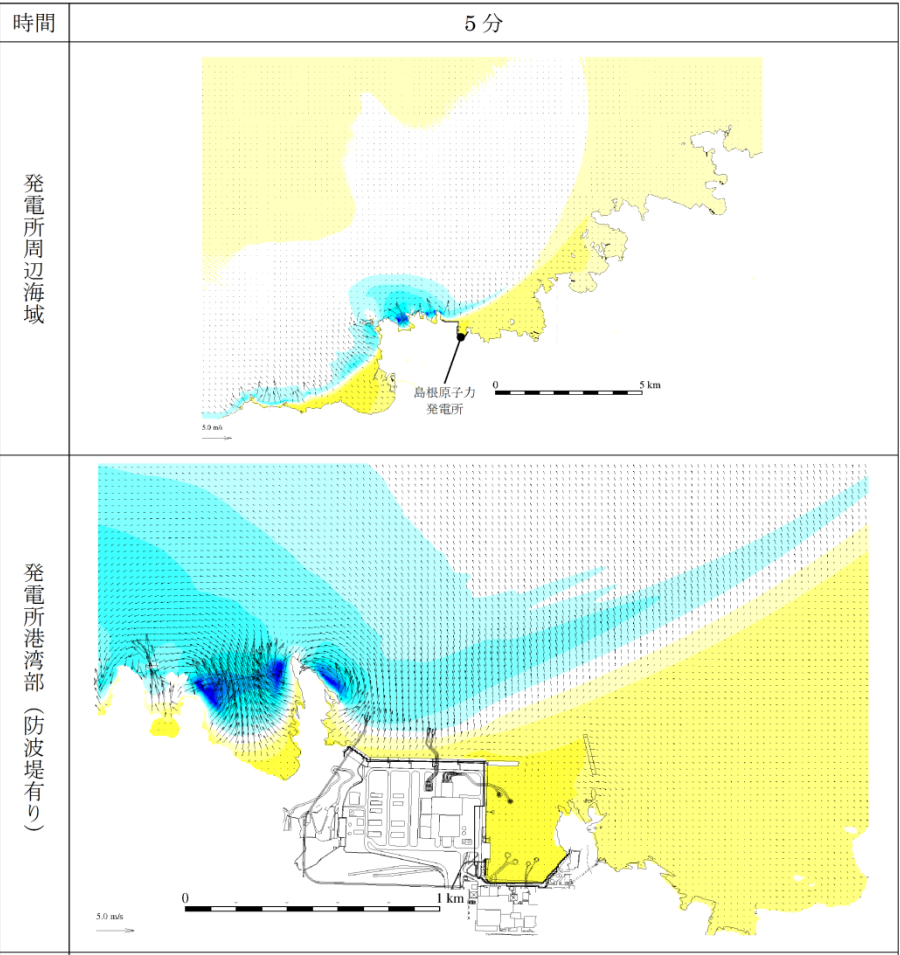
第894回審査会合 資料1-2 P.33 加筆・修正
 ※ 修正箇所を青字で示す



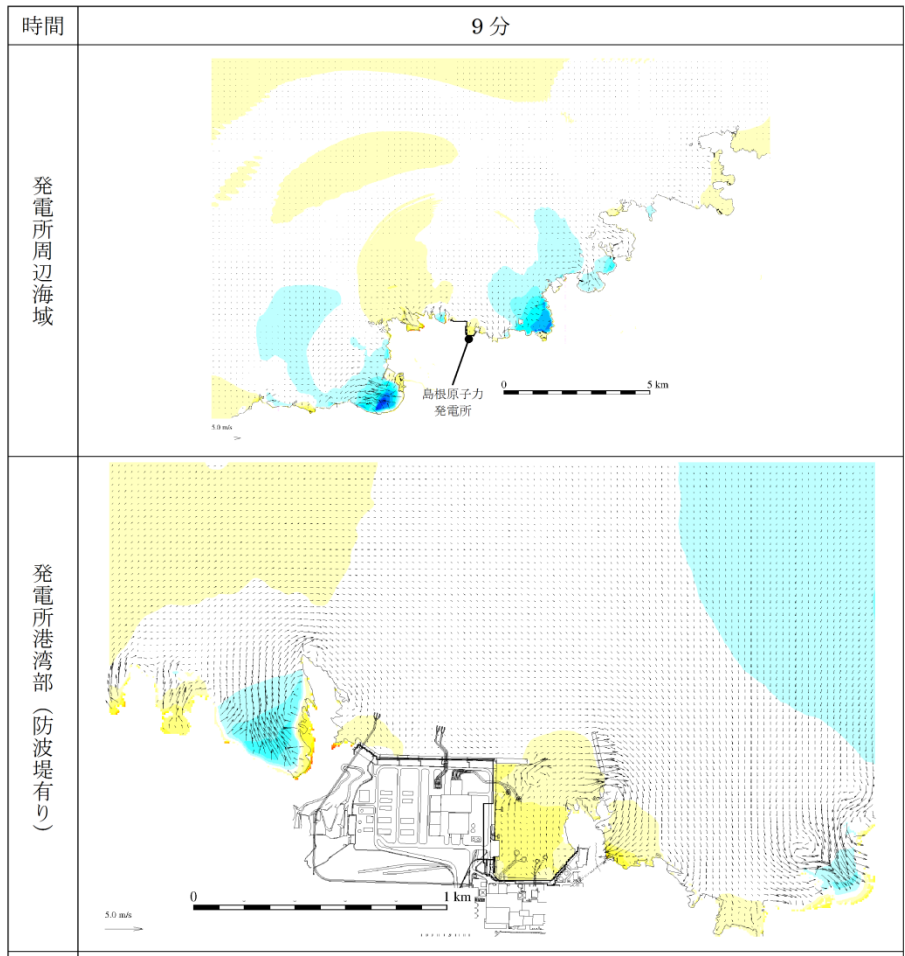
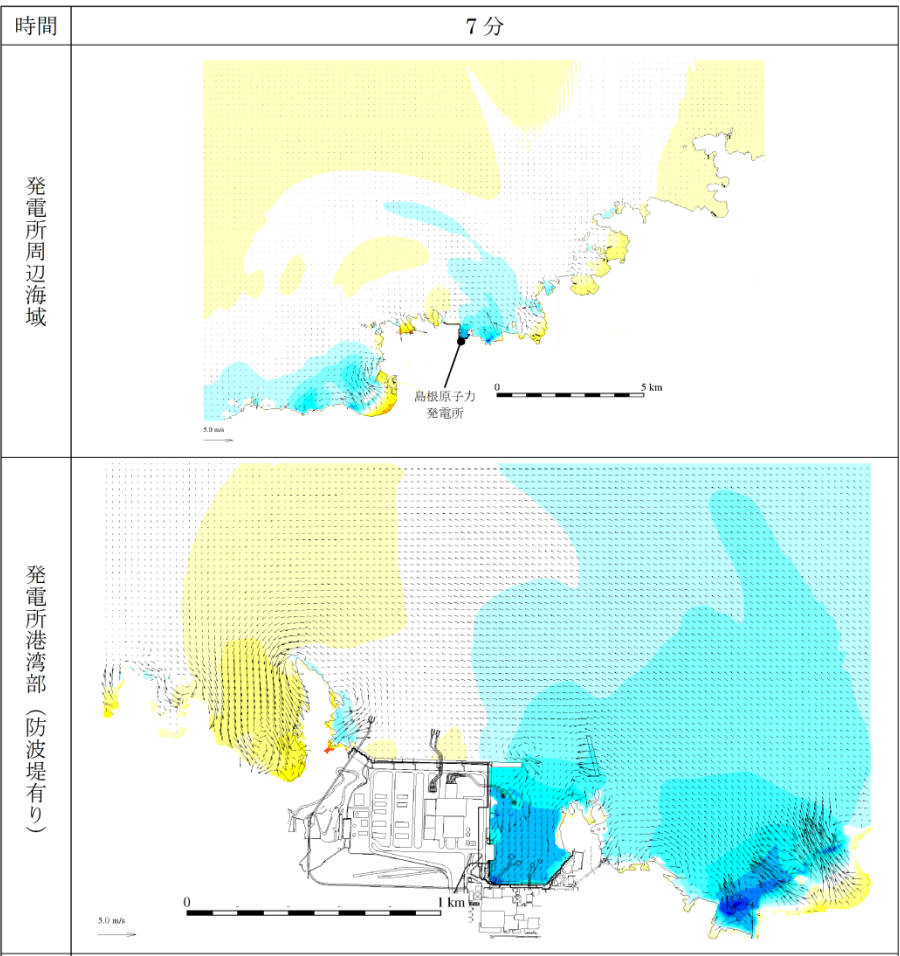
水位変動・流向ベクトル (基準津波 1 (防波堤有り) 193分, 193分30秒)



水位変動・流向ベクトル (基準津波 4 (防波堤有り) 2分, 4分)

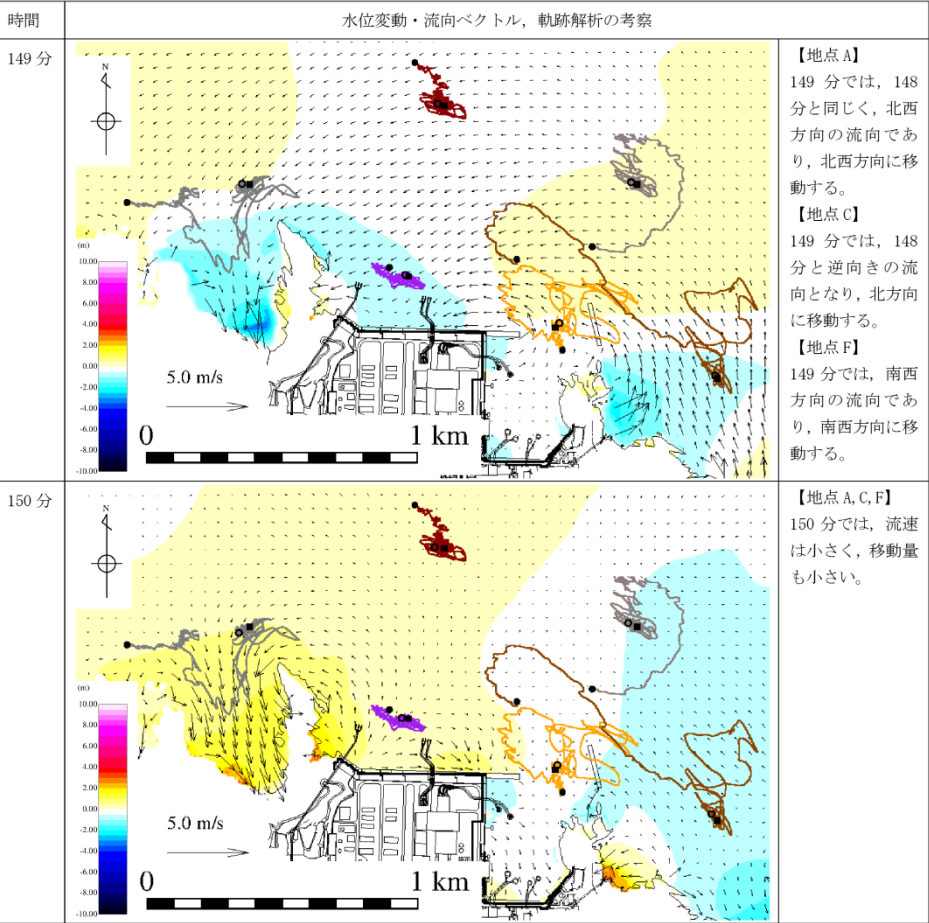


水位変動・流向ベクトル (基準津波 4 (防波堤有り) 5分, 6分)



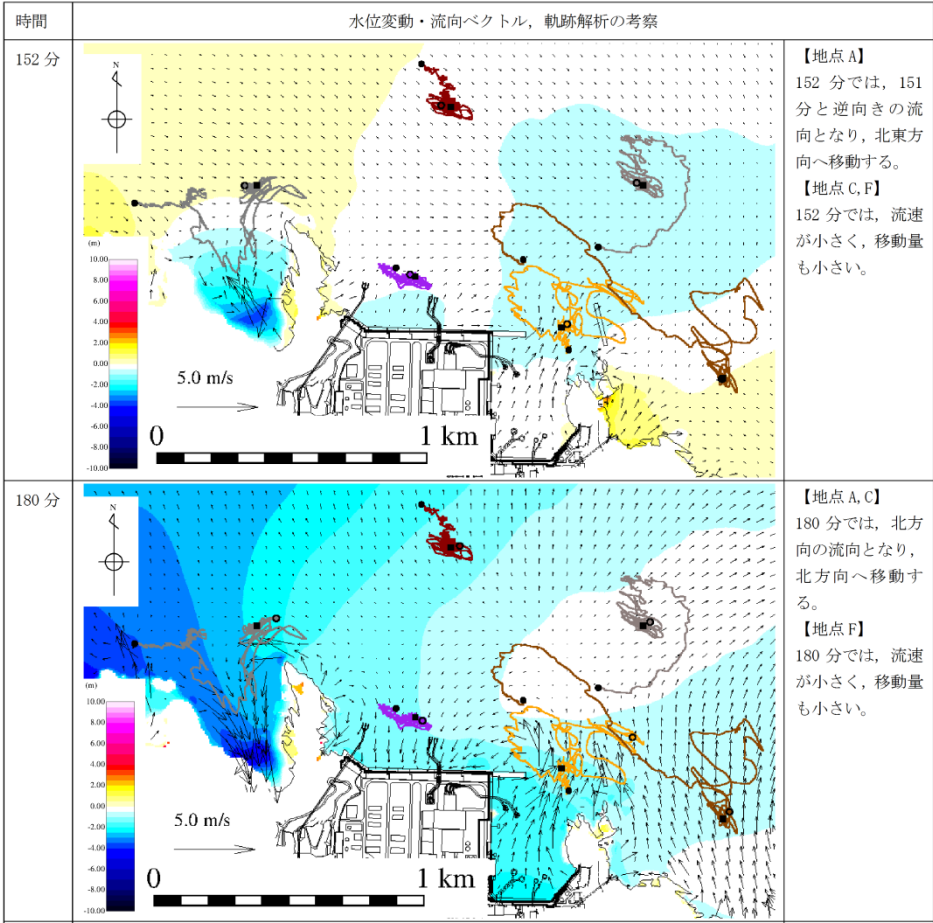
水位変動・流向ベクトル (基準津波 4 (防波堤有り) 7分, 9分)

➤ 基準津波 1（防波堤有り）の最大水位・流速を示す時間帯以前の軌跡解析の考察の例を示す。



凡例

- : 地点Aの軌跡
- : 地点Dの軌跡
- : 始点
- : 地点Bの軌跡
- : 地点Fの軌跡
- : 終点
- : ある時刻における軌跡の位置

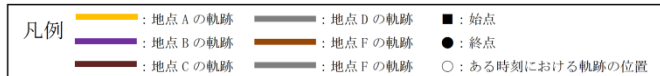
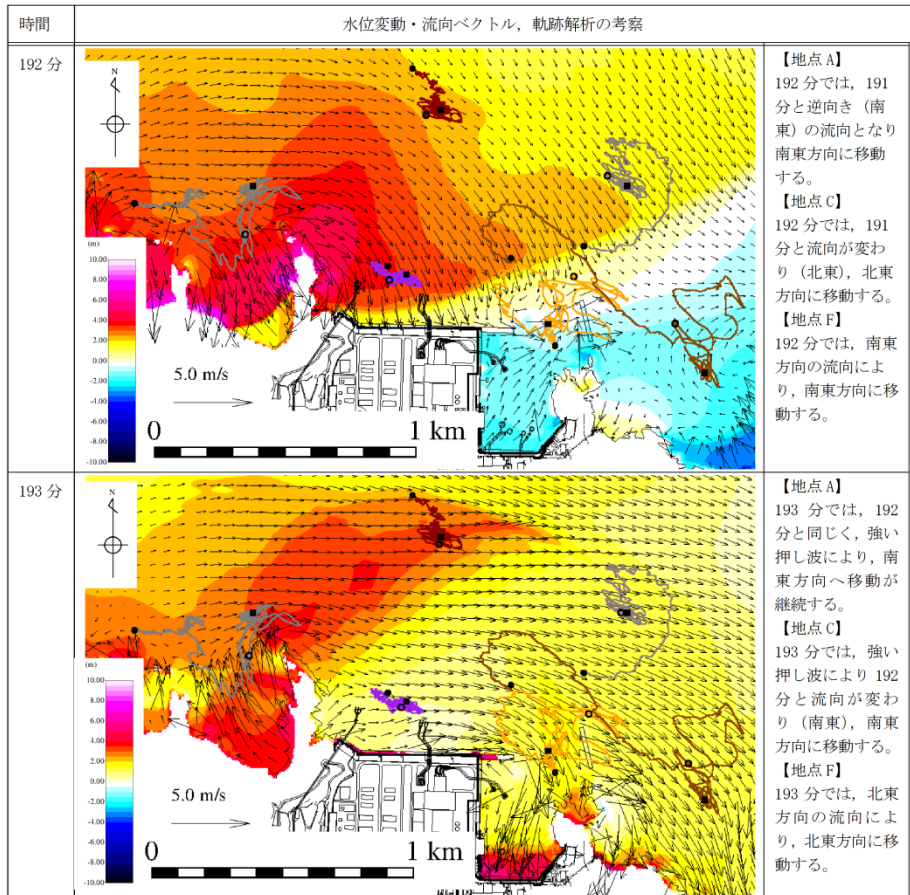
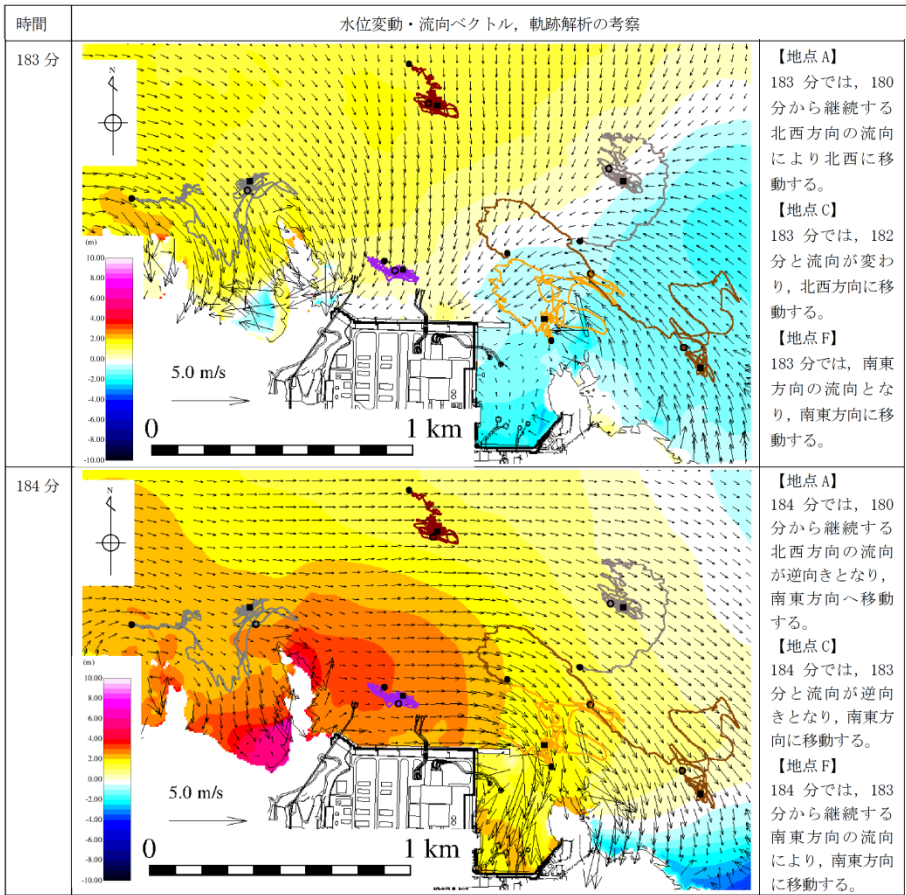


※153分から179分まで同様な傾向であり省略する。

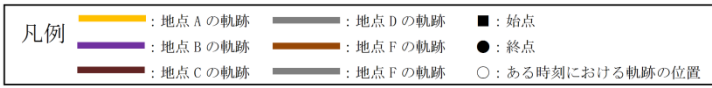
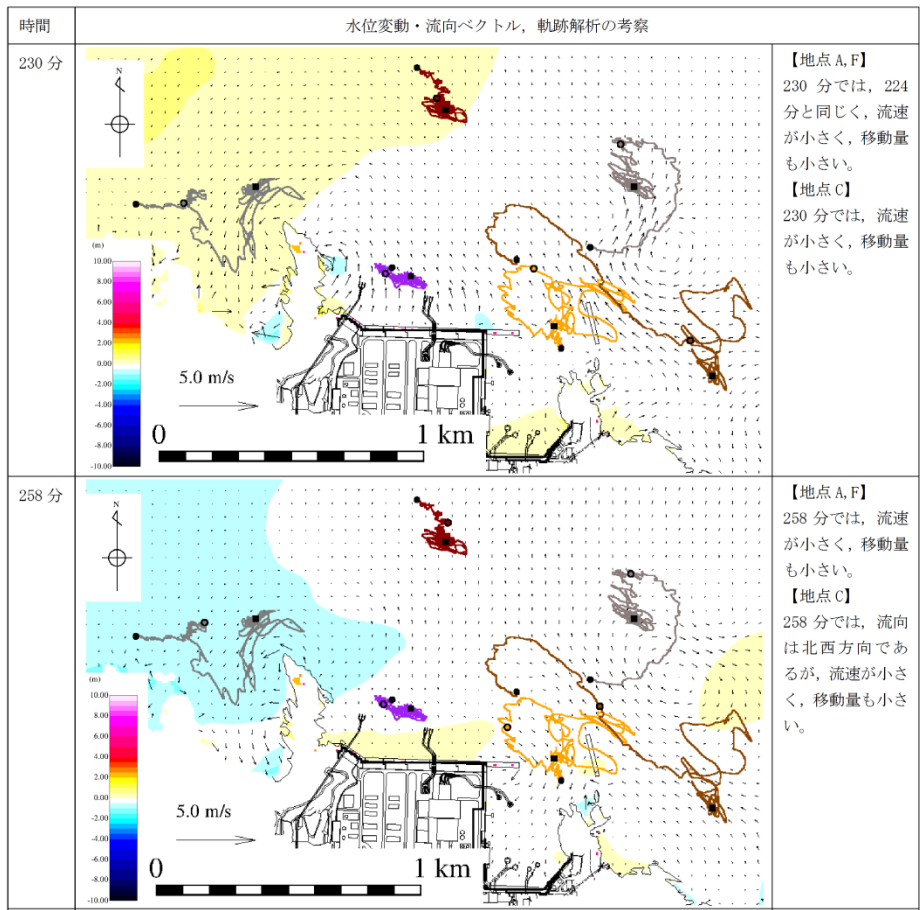
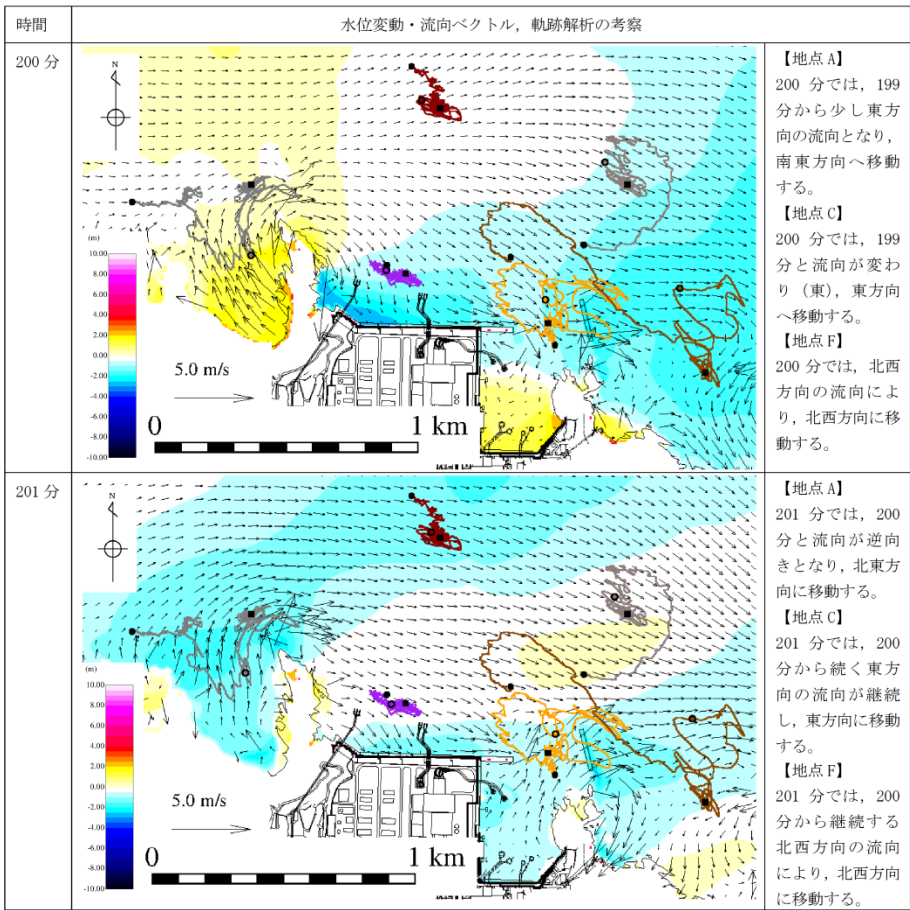
凡例

- : 地点Aの軌跡
- : 地点Dの軌跡
- : 始点
- : 地点Bの軌跡
- : 地点Fの軌跡
- : 終点
- : ある時刻における軌跡の位置

➤ 基準津波 1（防波堤有り）の最大水位・流速を示す時間帯の軌跡解析の考察の例を示す。

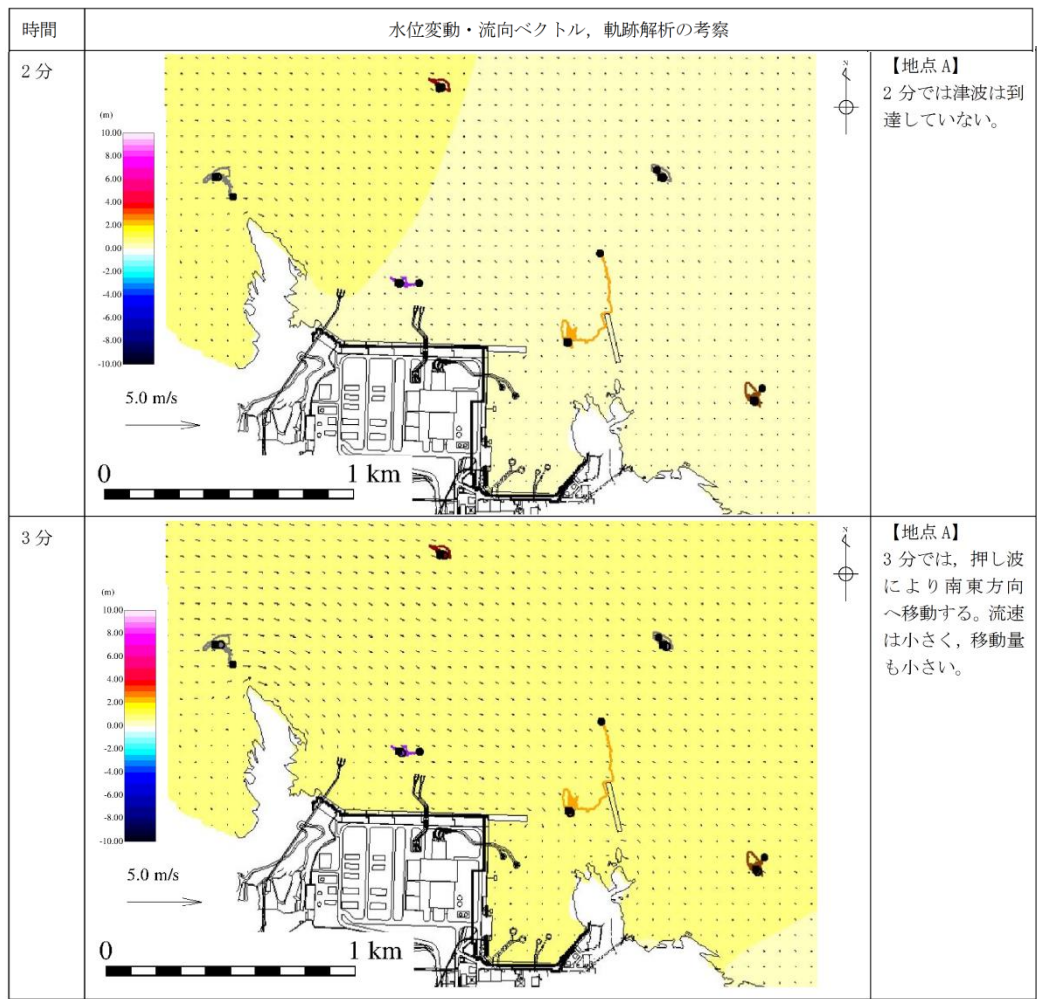


➤ 基準津波 1（防波堤有り）の最大水位・流速を示す時間帯以降の軌跡解析の考察の例を示す。

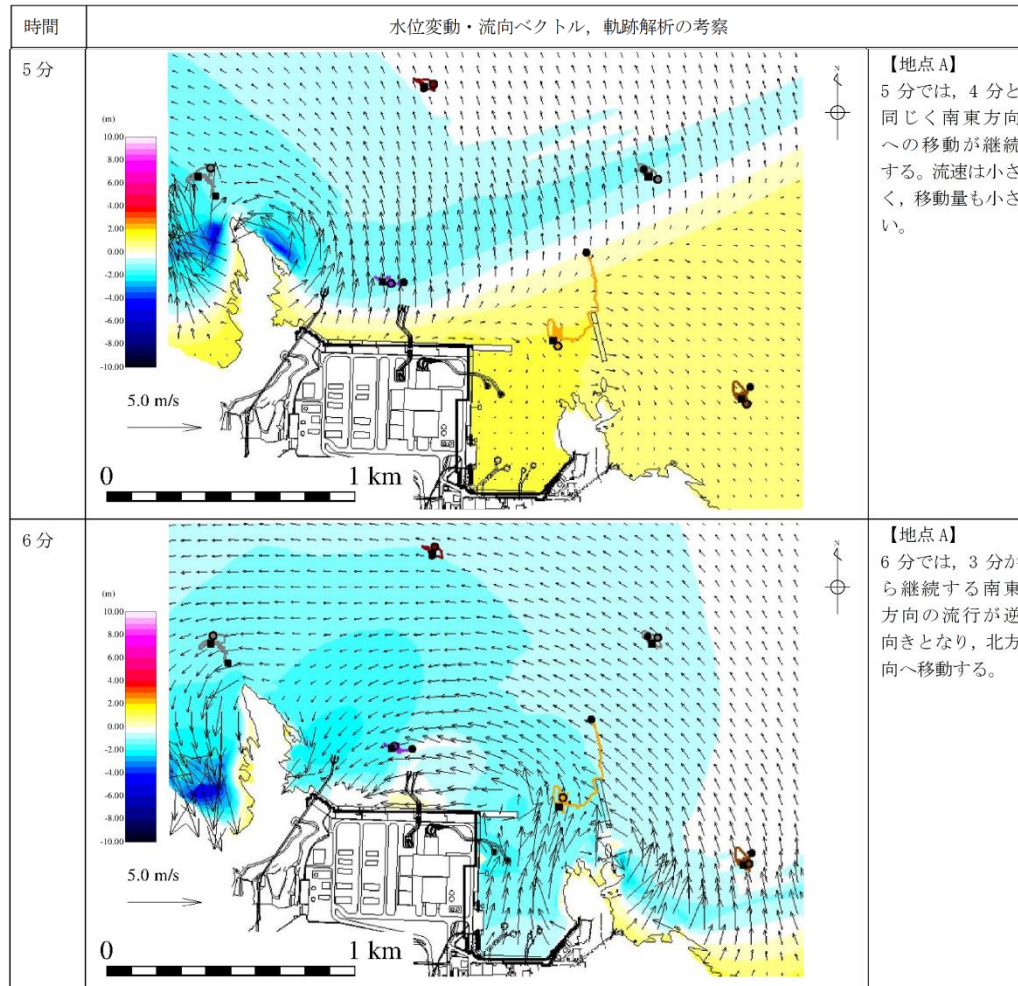


※231分から257分まで同様な傾向であり省略する。

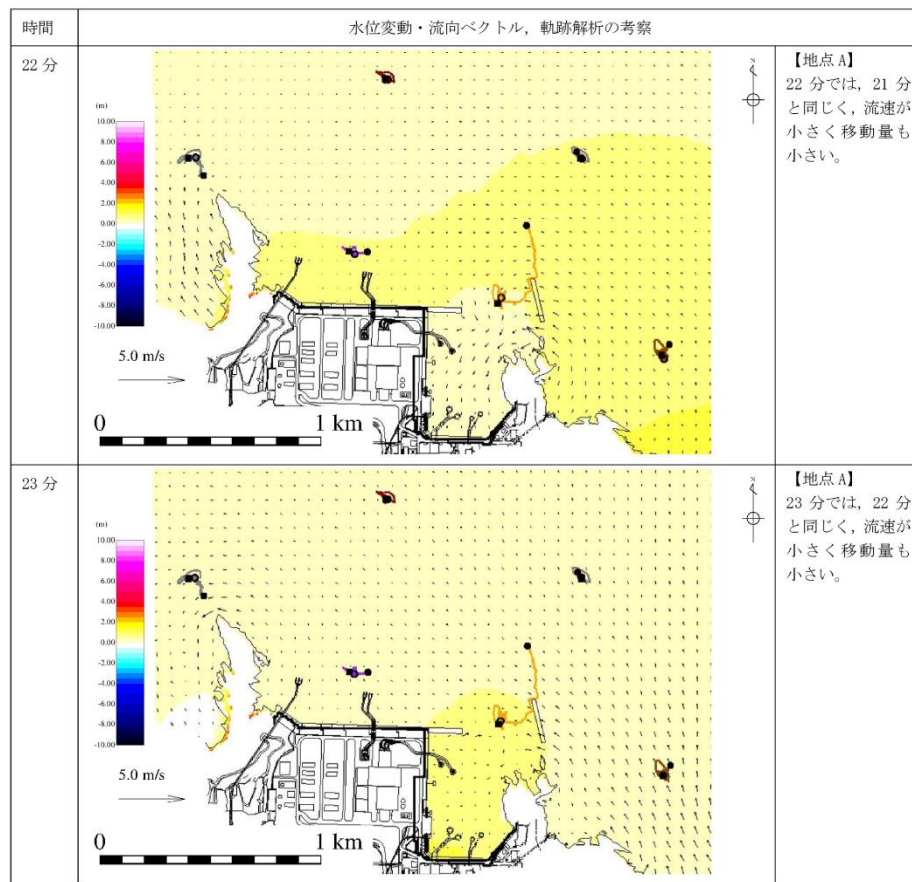
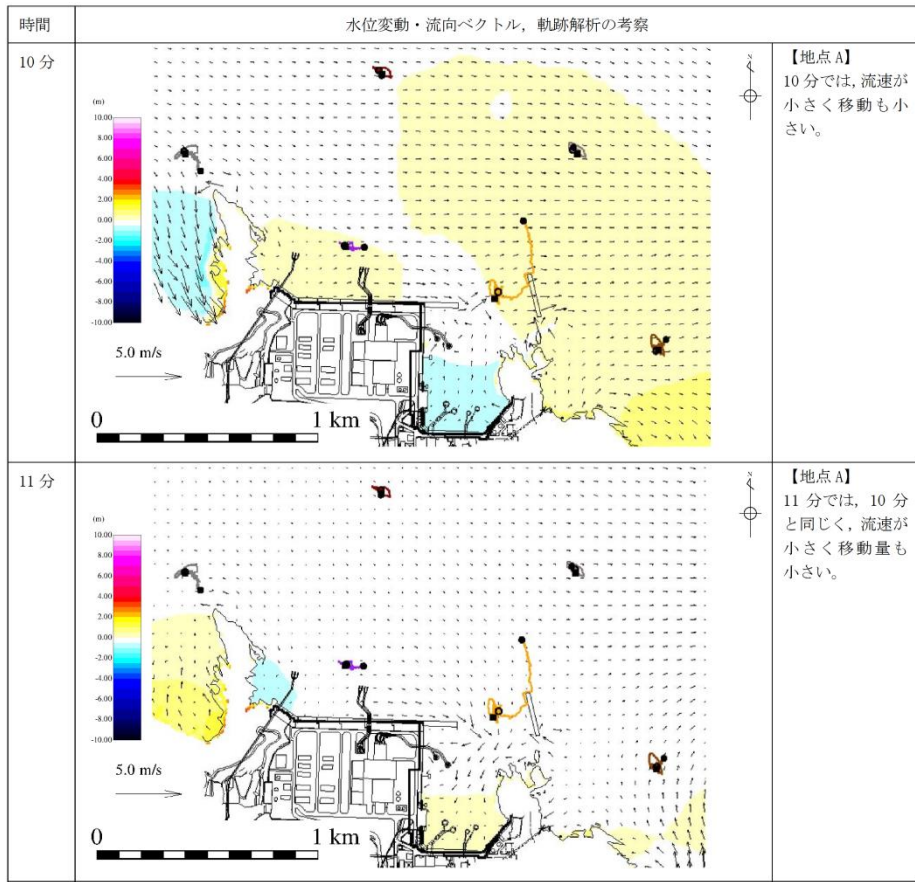
➤ 基準津波4（防波堤有り）の最大水位・流速を示す時間帯以前の軌跡解析の考察の例を示す。



➤ 基準津波4（防波堤有り）の最大水位・流速を示す時間帯の軌跡解析の考察の例を示す。



➤ 基準津波4（防波堤有り）の最大水位・流速を示す時間帯以降の軌跡解析の考察の例を示す。



2. 漂流物衝突荷重の設定について

2. 1 基準津波の特性(流向・流速)について (1/7)

- 島根原子力発電所の津波防護施設に対して、日本海東縁部に想定される地震による津波及び海域活断層から想定される地震による津波における津波高さ及び流況（流向・流速）を確認した。
- 日本海東縁部に想定される地震による津波に対して入力津波高さはEL.+11.9m、海域活断層から想定される地震による津波に対して入力津波高さはEL.+4.2mである。
- 施設護岸港湾内及び港湾外の防波壁前面、並びに1号放水連絡通路防波扉前面における、最大流速発生時の流況確認結果を以下に示す。なお、1号放水連絡通路防波扉の設置高さはEL.+5.0mであり、海域活断層から想定される地震による津波は到達しないため検討から除外する。
- 上記各対象箇所の最大流速発生時刻近傍（最大時刻、最大時刻前後30秒）における水位分布と流向・流速ベクトル図、及び最大流速発生時刻における流速分布図を次項以降に示す。

	対象箇所※1	基準津波※1	流向※1	最大流速※1	発生時刻
日本海東縁部に想定される地震による津波	施設護岸港湾外防波壁前面	基準津波1 (防波堤あり)	南	9.0m/s	181分27.10秒
	施設護岸港湾内防波壁前面	基準津波1 (防波堤なし)	南東	9.0m/s	192分40.85秒
	1号放水連絡通路防波扉前面	基準津波1 (防波堤なし)	南西	9.8m/s	192分55.35秒
海域活断層から想定される地震による津波	施設護岸港湾外防波壁前面	基準津波4 (防波堤あり)	南西	3.3m/s	5分47.25秒
	施設護岸港湾内防波壁前面	基準津波4 (防波堤なし)	東・南東※2	2.4m/s	7分22.30秒

※1 5条-別添1-添付18「漂流物の評価において考慮する津波の流速・流向について」参照

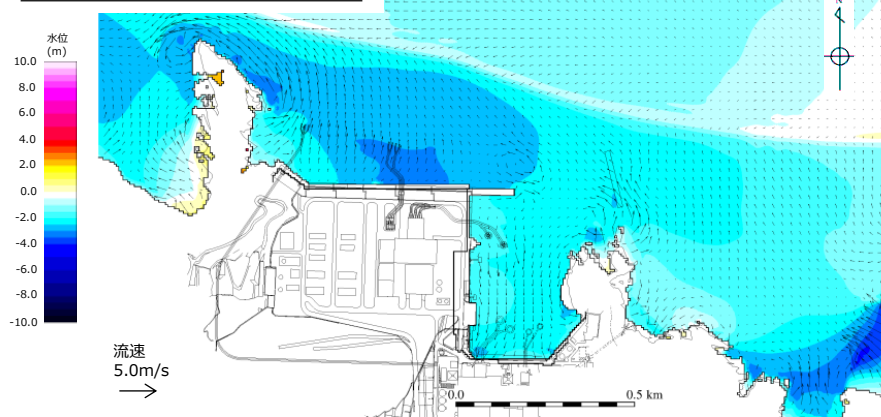
※2 代表として流向が東のケースについて、水位分布と流向・流速ベクトル図及び流速分布図を示す。

2. 1 基準津波の特性(流向・流速)について (2/7)

基準津波1(防波堤あり)_施設護岸港湾外防波壁前面

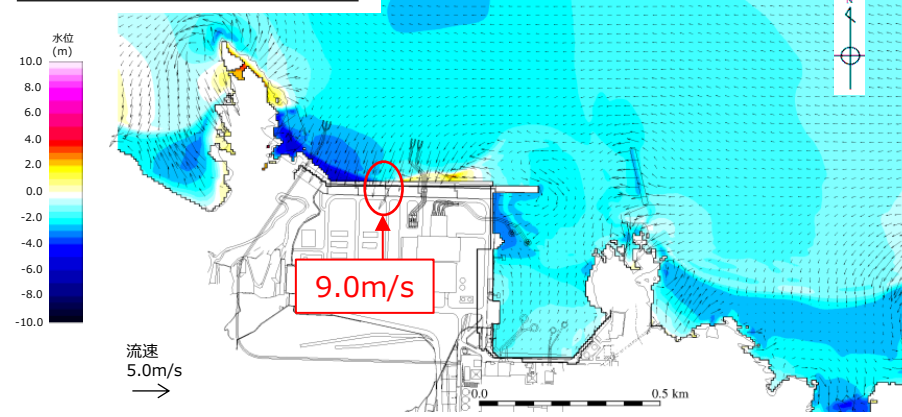
180分57.10秒(最大流速発生時刻 - 30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル



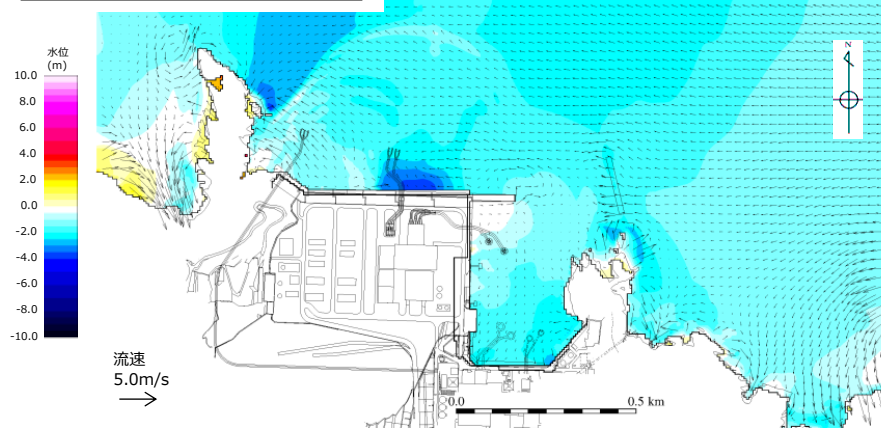
181分27.10秒(最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル



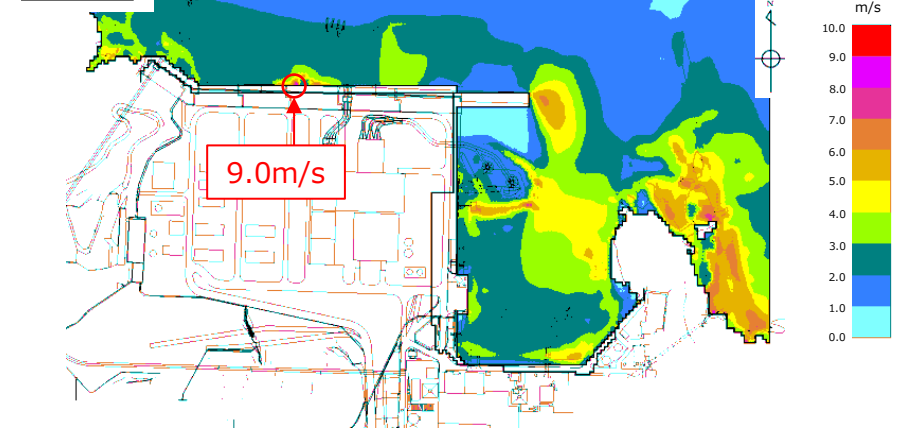
181分57.10秒(最大流速発生時刻 + 30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル



181分27.10秒(流速方向:南)

流速分布



左上：最大流速発生時刻 - 30秒の水位分布と流向・流速ベクトル
左下：最大流速発生時刻 + 30秒の水位分布と流向・流速ベクトル

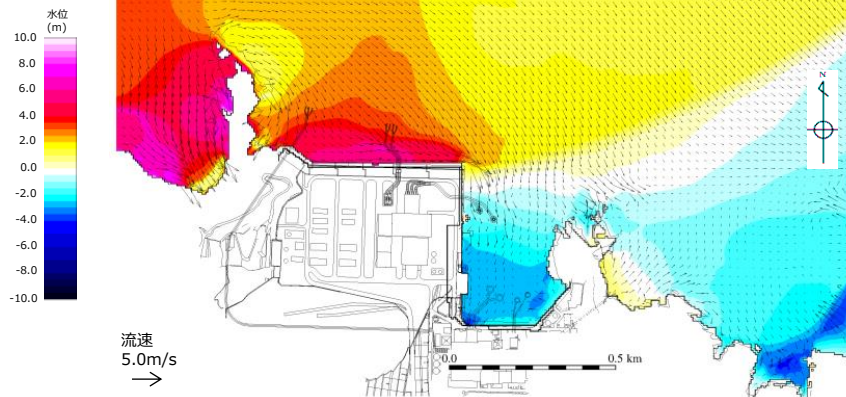
右上：最大流速発生時刻の水位分布と流向・流速ベクトル
右下：最大流速発生時刻の流速分布

2. 1 基準津波の特性(流向・流速)について (3/7)

基準津波1(防波堤なし)_施設護岸港湾内防波壁前面

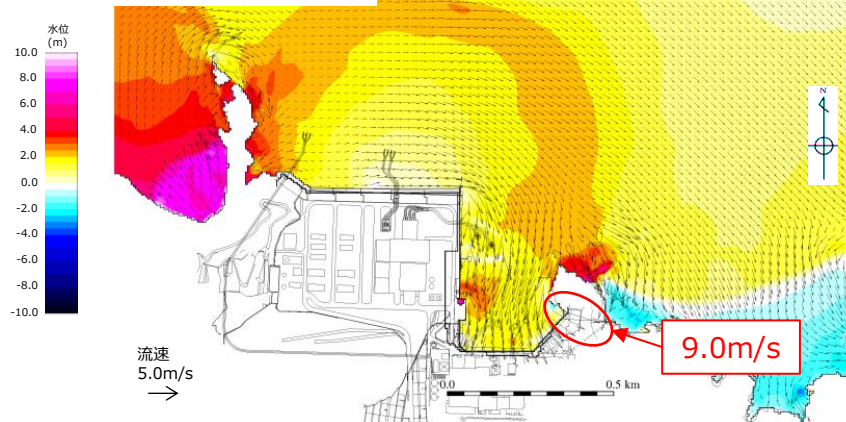
192分10.85秒(最大流速発生時刻 - 30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル



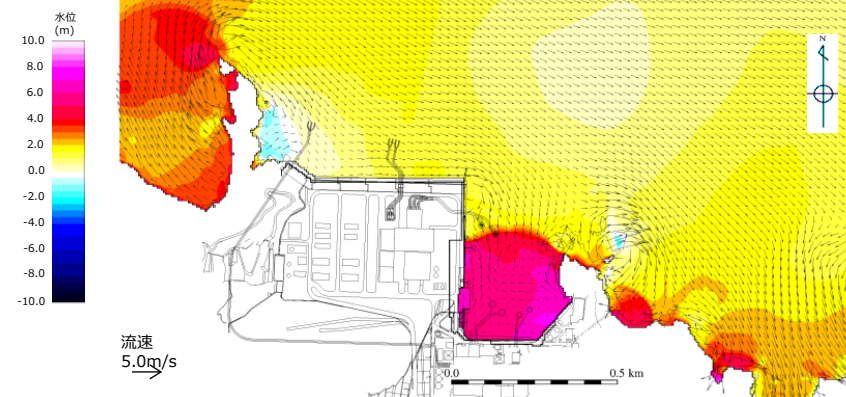
192分40.85秒(最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル



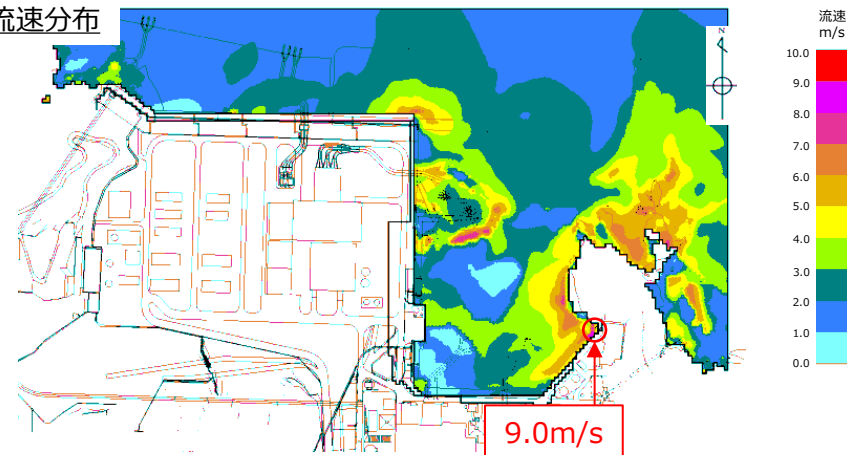
193分10.85秒(最大流速発生時刻 + 30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル



192分40.85秒(流速方向 : 南東)

流速分布



左上：最大流速発生時刻 - 30秒の水位分布と流向・流速ベクトル
左下：最大流速発生時刻 + 30秒の水位分布と流向・流速ベクトル

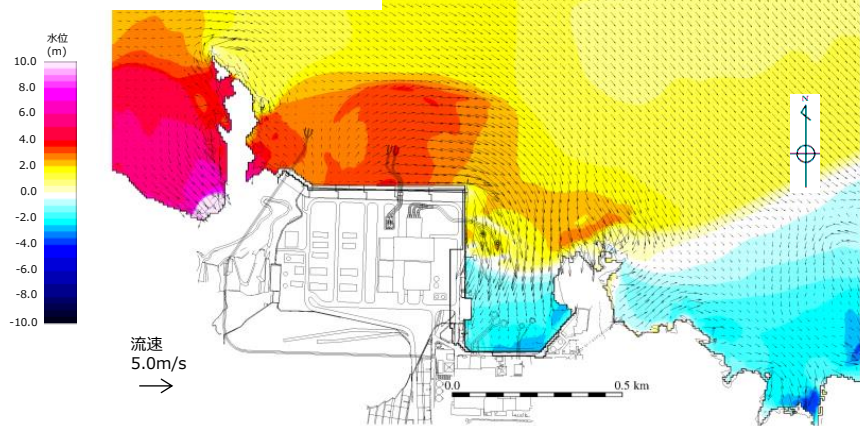
右上：最大流速発生時刻の水位分布と流向・流速ベクトル
右下：最大流速発生時刻の流速分布

2. 1 基準津波の特性(流向・流速)について (4/7)

基準津波1(防波堤なし)_1号放水連絡通路防波扉前面

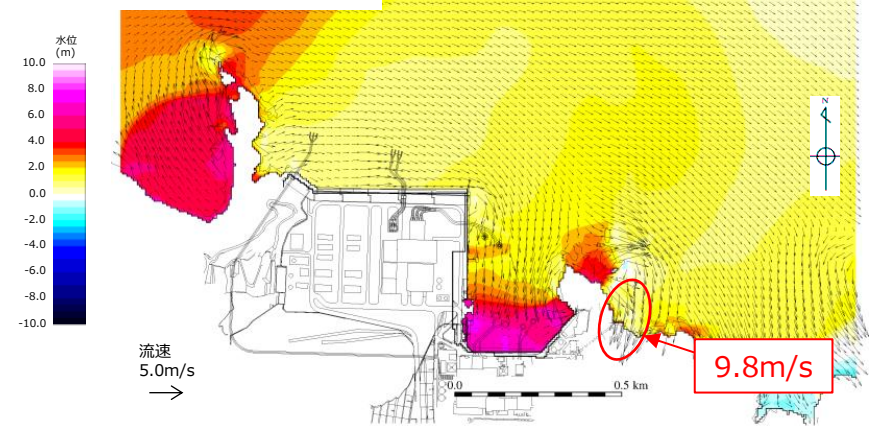
192分25.35秒(最大流速発生時刻 - 30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル



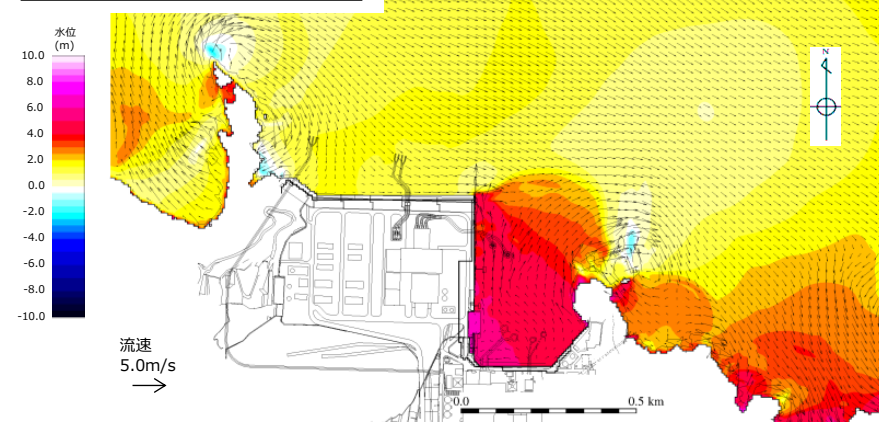
192分55.35秒(最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル



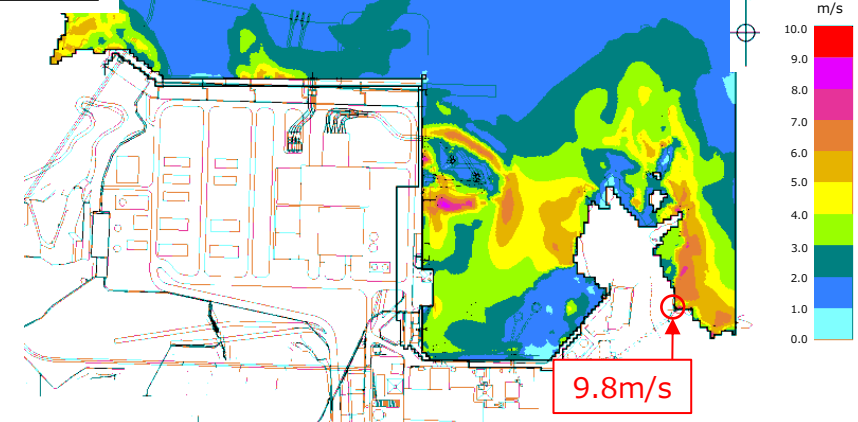
193分25.35秒(最大流速発生時刻 + 30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル



192分55.35秒(流速方向:南西)

流速分布



左上：最大流速発生時刻 - 30秒の水位分布と流向・流速ベクトル
左下：最大流速発生時刻 + 30秒の水位分布と流向・流速ベクトル

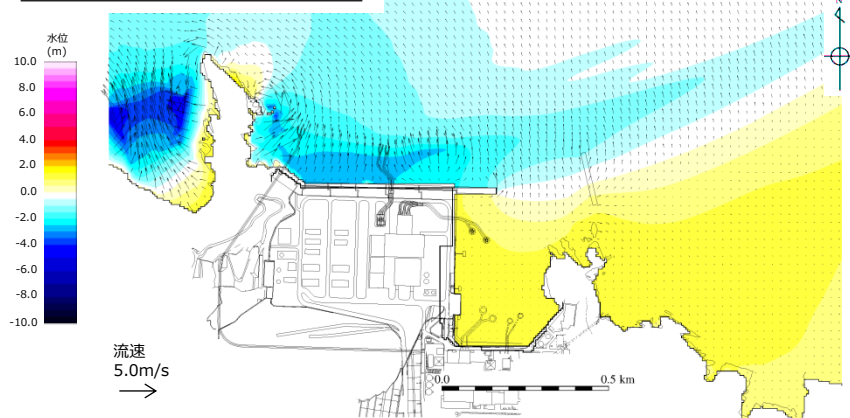
右上：最大流速発生時刻の水位分布と流向・流速ベクトル
右下：最大流速発生時刻の流速分布

2. 1 基準津波の特性(流向・流速)について (5/7)

基準津波4(防波堤あり)_施設護岸港湾外防波壁前面

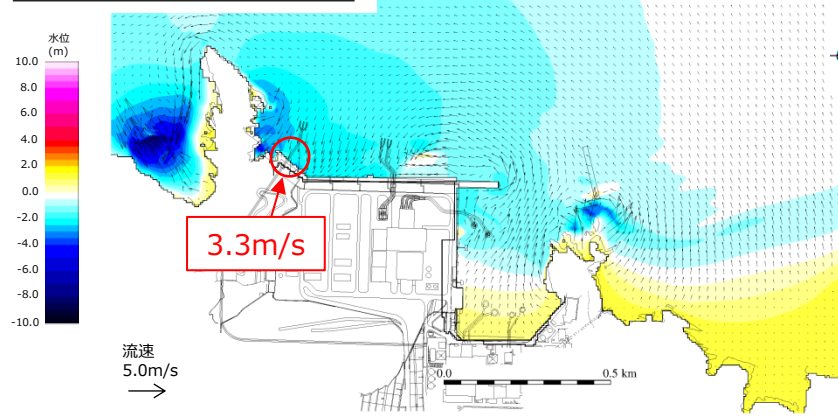
5分17.25秒(最大流速発生時刻-30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル



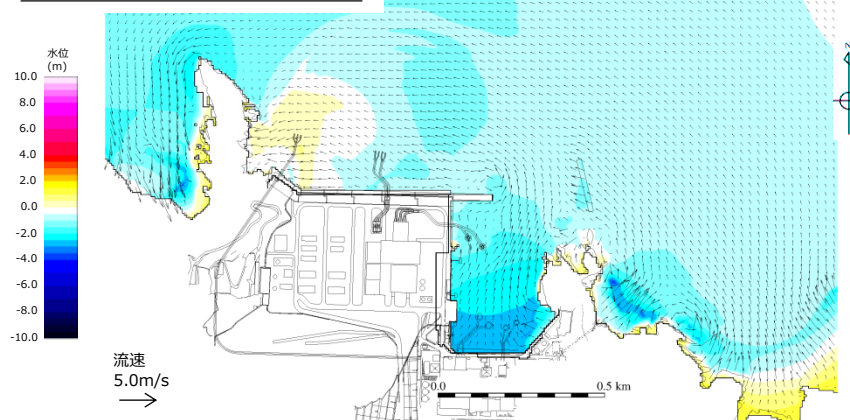
5分47.25秒(最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル



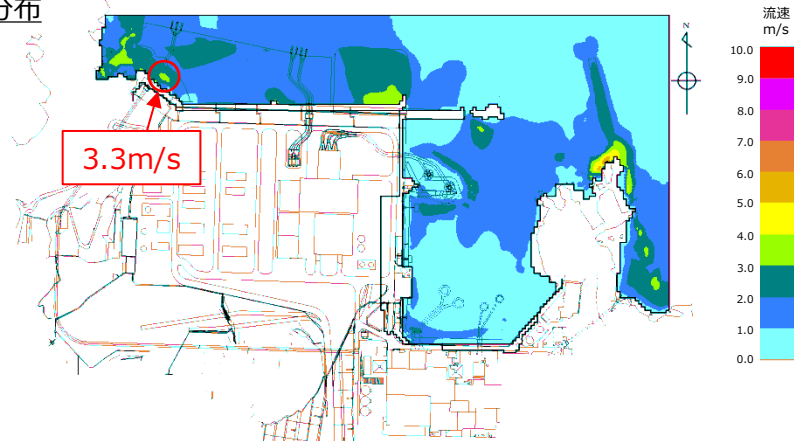
6分17.25秒(最大流速発生時刻+30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル



5分47.25秒(流速方向:南西)

流速分布



左上: 最大流速発生時刻-30秒の水位分布と流向・流速ベクトル
左下: 最大流速発生時刻+30秒の水位分布と流向・流速ベクトル

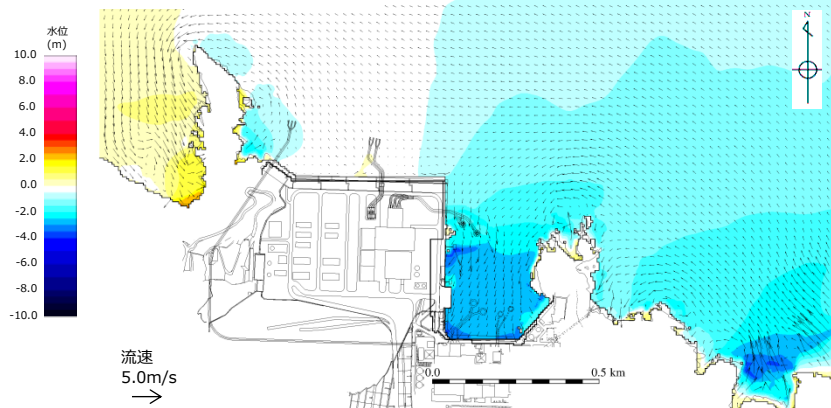
右上: 最大流速発生時刻の水位分布と流向・流速ベクトル
右下: 最大流速発生時刻の流速分布

2. 1 基準津波の特性(流向・流速)について (6/7)

基準津波4(防波堤なし)_施設護岸港湾内防波壁前面

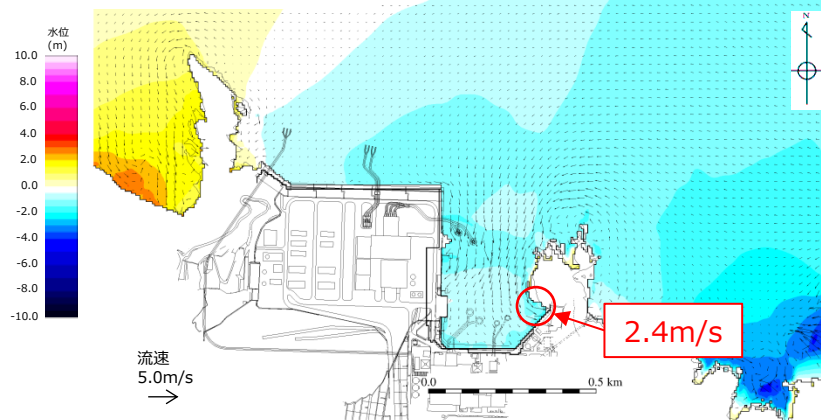
6分52.30秒(最大流速発生時刻 - 30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル



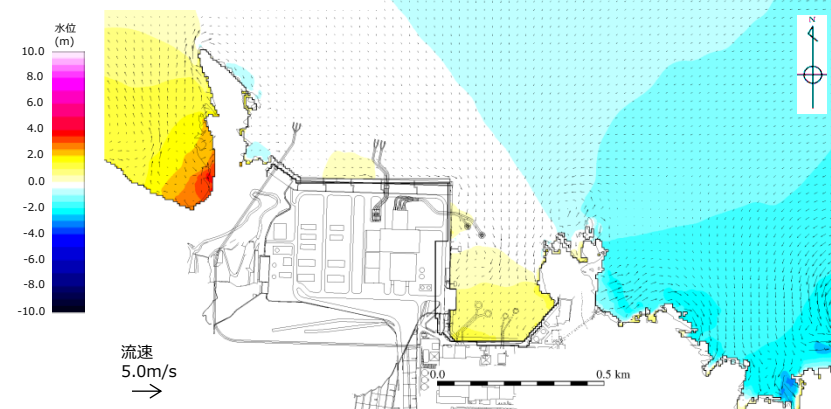
7分22.30秒(最大流速発生時刻)

水位分布と流向・流速ベクトル



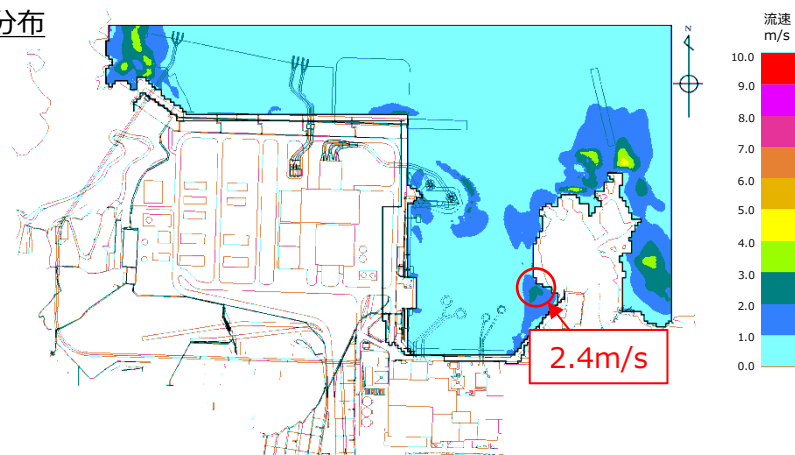
7分52.30秒(最大流速発生時刻 + 30秒)

水位分布と流向・流速ベクトル



7分22.30秒(流速方向 : 東)

流速分布



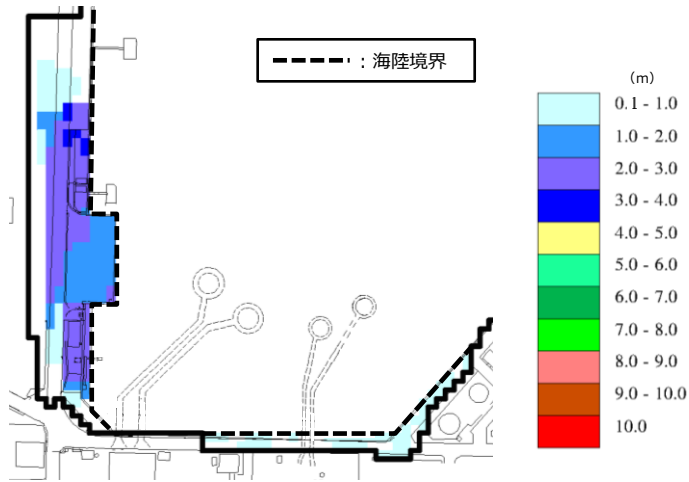
左上：最大流速発生時刻 - 30秒の水位分布と流向・流速ベクトル
左下：最大流速発生時刻 + 30秒の水位分布と流向・流速ベクトル

右上：最大流速発生時刻の水位分布と流向・流速ベクトル
右下：最大流速発生時刻の流速分布

2. 1 基準津波の特性(流向・流速)について (7/7)

- 日本海東縁部に想定される地震による津波に対して、保守的に荷揚場周辺を沈下（防波壁前面を一律1m沈下させる）させた場合の荷揚場付近の最大浸水深分布※を下図に示す。
- 荷揚場周辺における流速評価結果を下表に示しており、遡上域における最大流速を示す地点における8.0m/sを超える時間は極めて短い（1秒以下である）が、最大流速は11.9m/s※が確認された。

※ 5条-別添1-添付31「施設護岸の漂流物評価における遡上域の範囲及び流速について」参照



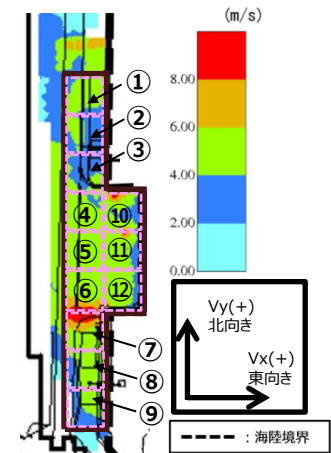
基準津波 1（防波堤無し）

荷揚場付近の最大浸水深分布

各地点の流速評価結果

地点	Vx方向 最大流速 (m/s)	Vy方向 最大流速 (m/s)	全方向最大流速(m/s)		
			Vx方向 流速	Vy方向 流速	全方向流速 ($\sqrt{Vx^2+Vy^2}$)
1	-4.2	2.1	-4.2	1.9	4.6
2	-4.0	2.5	-4.0	1.4	4.2
3	-6.7	2.1	-6.7	-0.8	6.8
4	-3.6	3.7	-3.2	3.4	4.6
5	-3.6	3.8	-3.6	3.7	5.1
6	-5.5	4.1	-5.5	2.7	6.1
7	-11.8	3.4	-11.8	1.1	11.9
8	-5.3	1.5	-5.3	1.3	5.4
9	-5.9	1.9	-5.9	1.6	6.1
10	4.8	-7.6	4.8	-7.6	9.0
11	-8.9	2.5	-8.9	-1.2	9.0
12	-2.7	5.1	-1.4	5.1	5.3

(切上げの関係で値が合わない場合がある)



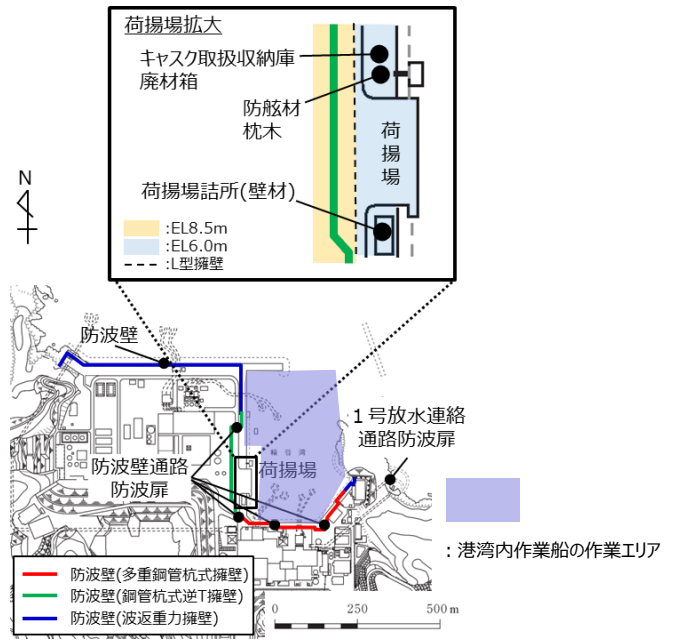
2. 2 漂流物の配置位置及び種類等

- 津波防護施設に考慮する漂流物について、日本海東縁部に想定される地震による津波及び海域活断層から想定される地震による津波、各々について、漂流物の津波防護施設への到達可能性評価を踏まえ選定した対象漂流物及びその設置位置を以下に示す。

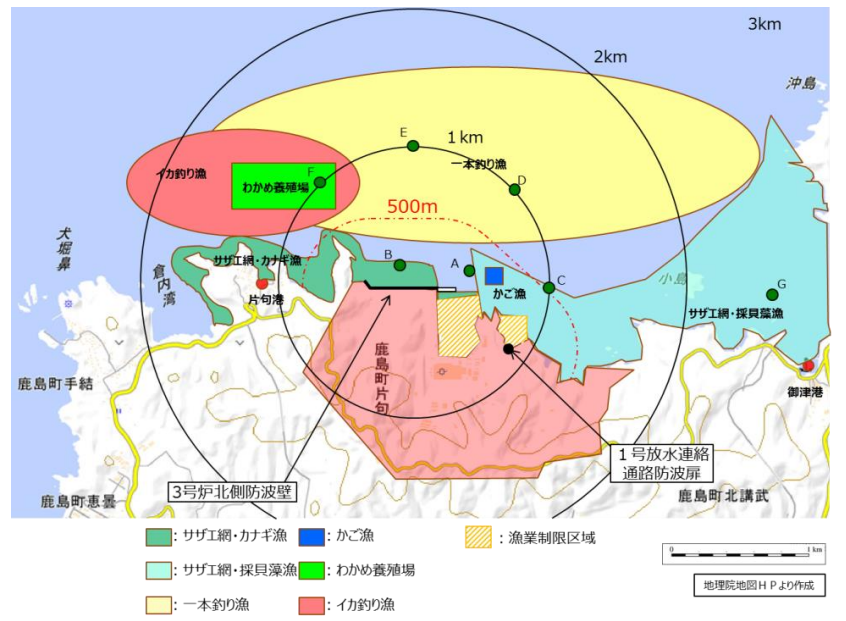
津波防護施設に考慮する漂流物について

津波防護施設	津波波源	日本海東縁部に想定される地震による津波	海域活断層から想定される地震による津波	備考
輪谷湾内に面する津波防護施設 対象： 波返重力擁壁（輪谷部），逆T擁壁，多重鋼管杭式擁壁，防波扉		対象：キャスク取扱収納庫※，0.7トン漁船 種類：鋼製構造物（鋼製），船舶（FRP製） 質量：約4.3t，約2t	対象：10トン作業船※，0.7トン漁船 種類：船舶（FRP製） 質量：約30t，約2t	・日本海東縁部に想定される地震による津波については、荷揚場設備のうち、最大であるキャスク取扱収納庫及び漁船を選定した。 ・海域活断層から想定される地震による津波については、輪谷湾内で作業する作業船及び漁船を選定した。
外海に面する津波防護施設 対象： 波返重力擁壁（北側），1号放水連絡通路防波扉		対象：3トン漁船 種類：船舶（FRP製） 質量：約9t	対象：10トン作業船※，3トン漁船 種類：船舶（FRP製） 質量：約30t，約9t	・日本海東縁部に想定される地震による津波については、発電所から500m以内で操業する漁船のうち、最大である総トン数3トンの漁船を選定した。 ・海域活断層から想定される地震による津波については、作業船及び発電所から500m以内で操業する漁船のうち、最大である総トン数10トンの作業船及び総トン数3トンの漁船を選定した。

※：必要に応じ対策等も踏まえ設定



港湾内に面する津波防護施設に考慮する漂流物の配置



外海に面する津波防護施設に考慮する漂流物の配置

2. 3 既往の漂流物荷重算定式の整理

- 漂流物荷重算定式は、運動量理論に基づく推定式や実験に基づく推定式等があり、対象漂流物の種類や仕様により適用性が異なるため、既往の荷重算定式を整理した。以下に、算定式のまとめ一覧を示す。

	出典	種類	概要	算定式の根拠（実験条件）
①	松富ほか (1999)	流木	津波による流木の衝突力を提案している。本式は円柱形状の流木が縦向きに衝突する場合の衝突力評価式である。	「実験に基づく推定式」 ・見かけの質量係数に関する水路実験 ・衝突荷重に関する空中での実験 水理模型実験及び空中衝突実験において、流木(植生林ではない丸太)を被衝突体の前面(2.5m以内)に設置した状態で衝突させている。
②	池野・田中 (2003)	流木	円柱以外にも角柱,球の形状をした木材による衝突力を提案している。	「実験に基づく推定式」(縮尺1/100の模型実験)受圧板を陸上構造物と想定し,衝突体を受圧板前面80cm(現地換算80m)離れた位置に設置した状態で衝突させた実験である。模型縮尺(1/100)を考慮した場合,現地換算で直径2.6~8mの仮定となる。
③	道路橋示方書 (2002)	流木等	橋(橋脚)に自動車,流木あるいは船舶等が衝突する場合の衝突力を定めている。	漂流物が流下(漂流)してきた場合に,表面流速(津波流速)を与えることで漂流流速に対する荷重を算定できる。
④	津波漂流物対策施設設計ガイドライン (2014)	漁船等	漁船の仮想重量と漂流物流速から衝突エネルギーを提案している。	「漁港・漁場の施設の設計の手引」(2003)に記載されている,接岸エネルギーの算定式に対し,接岸速度を漂流物速度とすることで,衝突エネルギーを算定。
⑤	FEMA (2012)	流木・コンテナ	漂流物による衝突力を正確に評価するのは困難としながら,一例として評価式を示している。	「運動方程式に基づく衝突力方程式」非減衰系の振動方程式に基づいており,衝突体及び被衝突体の両方とも完全弾性体としている。
⑥	水谷ほか (2005)	コンテナ	津波により漂流するコンテナの衝突力を提案している。	「実験に基づく推定式」(縮尺1/75の模型実験)使用コンテナ:長さを20ftと40ft,コンテナ重量:0.2N~1.3N程度遡上流速:1.0m/s以下,材質:アクリル
⑦	有川ほか (2007)	流木・コンテナ	コンクリート構造物に鋼製構造物(コンテナ等)が漂流衝突する際の衝突力を提案している。	「接触理論に基づく推定式」(縮尺1/5の模型実験)使用コンテナ:長さ1.21m,高さ0.52m,幅0.49m衝突速度:1.0~2.5m/s程度,材質:鋼製

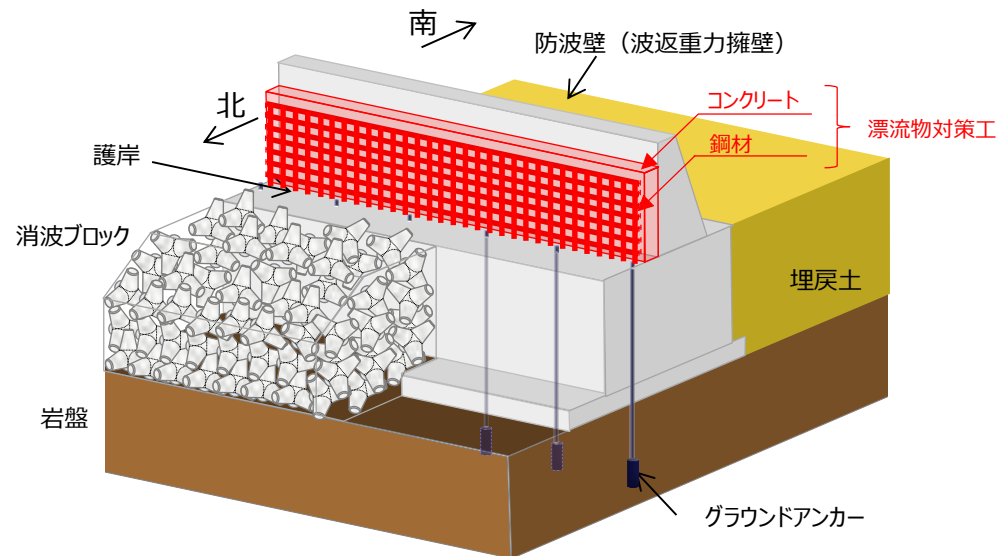
2. 4 漂流物衝突荷重の設定方針と漂流物対策（1 / 6）

- 漂流物衝突荷重については、漂流物が津波と遭遇する位置が衝突荷重の大きさに関係することから、詳細設計段階において以下のとおり検討する。
 - 津波防護施設において対象とする漂流物は、漂流物調査結果及び対策等を踏まえて決定する。
 - 漂流物衝突荷重の算定に当たっては、漂流物の位置やソリトン分裂波・砕波の発生の有無等に応じて、漂流物衝突荷重の算定式や試験結果に基づく非線形構造解析を適切に選定する。
 - 漂流物衝突位置は防波壁の設計に用いる津波高さ（入力津波高さに高潮ハザードの裕度を加えた高さ）を基本とするが、海域活断層から想定される地震による津波においては防波壁の設計に用いる津波高さ以下の防波壁の部位においても漂流物が衝突するものとして照査を実施する。

- 漂流物衝突荷重の影響により、津波防護施設の各部位の照査の結果、性能目標を維持できない場合は漂流物対策を講じる。

2. 4 漂流物衝突荷重の設定方針と漂流物対策（2 / 6）

- 日本海東縁部に想定される地震による津波における漂流物対策として、漂流物衝突荷重を軽減・分散させること、又は漂流物衝突荷重を受け持つことが可能な漂流物対策工を設置する。
- 漂流物対策工は、下図に示すように津波防護施設の前面にコンクリートや鋼材の設置を検討する（1号放水連絡通路防波扉については、連絡通路の閉塞を含めて検討する）。

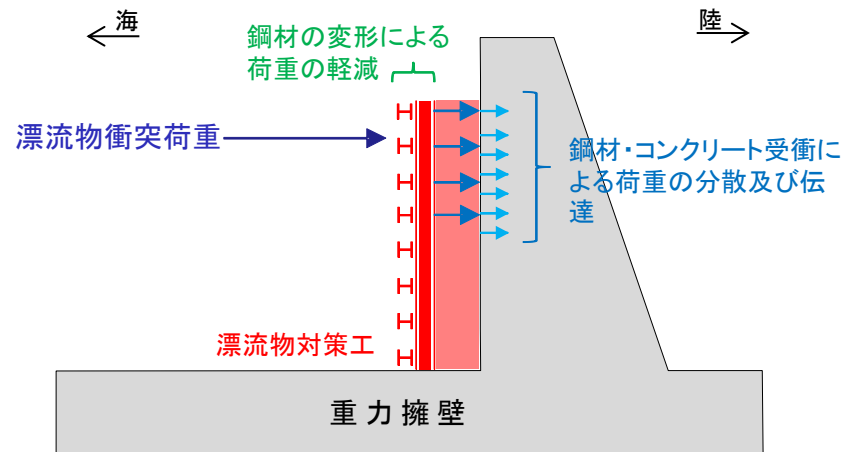


防波壁（波返重力擁壁）における
漂流物対策工のイメージ

2. 4 漂流物衝突荷重の設定方針と漂流物対策（3 / 6）

- 漂流物対策工に期待する効果及び効果を発揮するためのメカニズムを以下に示す。

期待する効果	効果を発揮するためのメカニズム	部位（材質）
・漂流物の衝突荷重を軽減する。	・漂流物が衝突した際に、変形することにより衝突エネルギーを吸収する。	鋼材
・漂流物衝突荷重を受け持つ、又は分散して伝達する。	・漂流物衝突荷重を漂流物対策工の各部位が受衝することで、衝突荷重を受け持つ、又は背面部位に分散した荷重を伝達する。	鋼材 コンクリート
・漂流物衝突による津波防護施設の局所的な損傷を防止する。	・漂流物を漂流物対策工が受衝することで、津波防護施設まで到達・貫入しない。	鋼材 コンクリート



漂流物対策工における荷重図

2. 4 漂流物衝突荷重の設定方針と漂流物対策（4 / 6）

- 漂流物対策工の役割及び設計方針概要を以下に示す。
 - 津波防護施設本体の性能目標である「概ね弾性状態に留まること」を確保するため、漂流物対策工に前頁に記載の効果を期待することとし、漂流物対策工を津波防護施設の一部として位置づける。
 - 鋼材の性能目標として鋼材が破断しないこと、またコンクリートの性能目標としてコンクリート全体がせん断破壊しないこととする。
 - 検討ケースは、荷重の組合せを考慮し、以下のケースを実施する。

検討ケース	荷重の組合せ※
地震時	常時荷重 + 地震荷重
津波時	常時荷重 + 津波荷重 + 漂流物衝突荷重 (海域活断層から想定される地震による津波においては入力津波高さ以深の防波壁の部位においても漂流物が衝突するものとして照査を実施する。)
重畳時 (津波 + 余震時)	常時荷重 + 津波荷重 + 余震荷重 (海域活断層から想定される地震による津波が到達する防波壁（波返重力擁壁）のケーソン等については、海域活断層から想定される地震による津波に対する評価を実施する)

※自然現象による荷重（風荷重及び積雪荷重）は設備の設置状況、構造（形状）等の条件を含めて適切に組み合わせを考慮する

- 詳細設計段階において、津波防護施設本体の性能目標を確保できるよう、漂流物対策工の仕様を決定する。

2. 4 漂流物衝突荷重の設定方針と漂流物対策（5 / 6）

- 漂流物対策工は、漂流物衝突荷重の軽減に期待することから、漂流物対策工の構造的特徴に応じた衝突荷重や津波防護施設への影響を精緻に評価するため、3次元FEMモデルによる漂流物衝突評価を実施する。
- 漂流物対策工における3次元FEMモデルによる漂流物衝突評価の適用性について、審査実績を有する先行サイト（伊方3号炉、美浜3号炉）における衝突評価との比較を行った結果、下表に示すとおり、解析手法及び衝突物の質量等に有意な差異はないことから、適用性があると判断する。

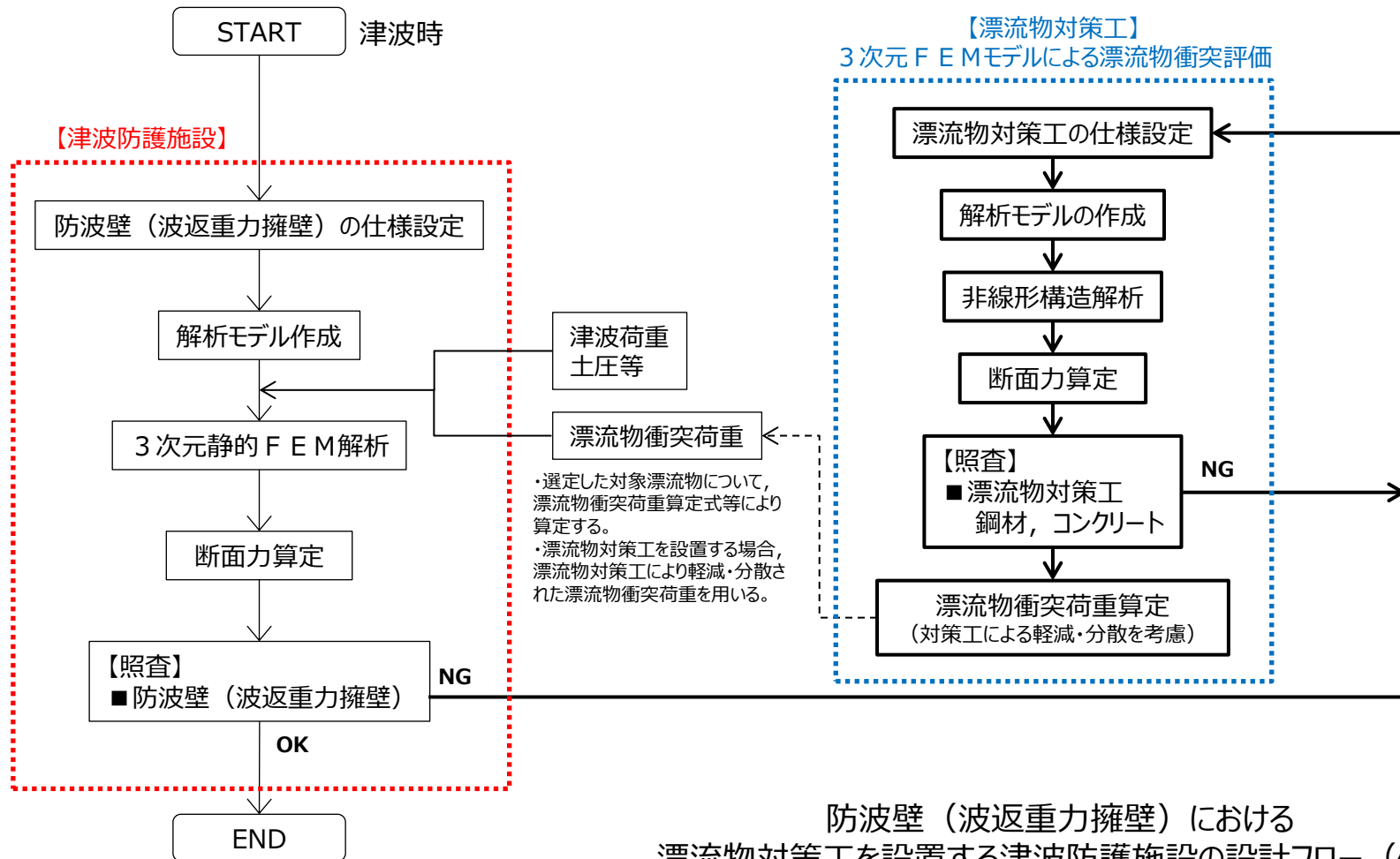
先行サイトとの比較結果

項目	島根2号炉 漂流物対策工	伊方3号炉 重油タンク	美浜3号炉 海水ポンプエリア 止水壁	先行サイトと島根2号炉との差異 及び島根2号炉への適用性	
				先行サイトと島根2号炉との差異	適用性
対象とする事象	津波時における 漂流物衝突検討	竜巻時における飛来 物衝突検討	地震時における移動 式クレーンブーム折損 による衝突検討	事象は異なるものの、衝突荷重による影響検討のため、差異はない。	○
解析手法	非線形構造解析	非線形構造解析 (LS-DYNA)	非線形構造解析 (LS-DYNA)	同様な解析手法を用いるため、差異はない。	○
被衝突物	漂流物対策工 (鋼製及びコンクリート)	重油タンク (鋼製)	止水壁架構 (鋼製)	被衝突物の材質が一部異なるものの、使用する解析手法は、鋼材だけでなくコンクリートにも適用性があることから、島根2号炉への適用性はあると判断する。	○
衝突物	船舶 (FRP)	鋼製材 (SS400)	クレーンブーム (WEL- TEN950RE)	衝突物の材質は異なるものの、使用する解析手法は、鋼材だけでなく樹脂にも適用性があることから、島根2号炉への適用性はあると判断する。	○
衝突物の質量	9t	135kg	36.2t	審査実績を有する衝突物の質量の範囲内に収まっており、島根2号炉への適用性はあると判断する。	○
衝突物の速度	10m/s	57m/s, 38m/s	約30m/s	審査実績を有する衝突物の速度の範囲内に収まっており、島根2号炉への適用性はあると判断する。	○

※先行サイトの情報に係る記載内容については、会合資料等をもとに弊社の責任において独自に解釈したものです。

2. 4 漂流物衝突荷重の設定方針と漂流物対策（6 / 6）

- 漂流物対策工を設置する津波防護施設は、3次元FEMモデルによる漂流物衝突評価から得られた漂流物対策工により軽減・分散された漂流物衝突荷重を用いて、津波時における静的解析により津波防護施設の照査を実施する。
- 防波壁（波返重力擁壁）における漂流物対策工を設置する津波防護施設の設計フロー（例）を以下に示す。
- なお、漂流物対策工は、基準地震動 S_s に対して、構造強度を有することを確認する。



2. 5 漂流物衝突荷重の設定方針の整理

- 津波防護施設に対して考慮する漂流物について、外海に面する津波防護施設に対しては作業船（総トン数10トン）及び漁船（総トン数3トン）を、輪谷湾内に面する津波防護施設に対しては、入力津波高さを考慮し、荷揚場設備（キャスク取扱収納庫約4.3t）、作業船（総トン数10トン）及び漁船（総トン数0.7トン）を選定した。
- 日本海東縁部に想定される地震による津波の津波特性として、施設護岸港湾内及び港湾外の防波壁前面で最大流速9.0m/s(流向:南東・南)、1号放水連絡通路防波扉前面で最大流速9.8m/s(流向:南西)となることを確認した。以上より、津波防護施設における津波による漂流物衝突荷重の評価には、安全側に流速10.0m/sを用いる。また、荷揚場周辺の遡上時に最大流速11.9m/sが確認されたことから、遡上する津波の継続時間や流向等を考慮し、最大流速が発生する荷揚場周辺の津波防護施設における漂流物衝突荷重の評価には、流速11.9m/sを用いる。
- 海域活断層から想定される地震による津波の津波特性として、施設護岸港湾内の防波壁前面で最大流速2.4m/s(流向:東・南東)、港湾外の防波壁前面で最大流速3.3m/s(流向:南西)となることを確認した。以上より、津波防護施設における津波による漂流物衝突荷重の評価には、安全側に流速4.0m/sを用いる。
- 漂流物衝突荷重について、道路橋示方書を含む既往の算定式とその根拠について整理した。詳細設計段階において、選定した対象漂流物について、漂流物衝突荷重の算定式等の適用性を検討し、必要に応じ対策等も踏まえ漂流物衝突荷重を設定する。
- 漂流物衝突荷重の影響により、津波防護施設の各部位の照査の結果、性能目標を維持できない場合は漂流物対策工を設置する。
- 漂流物対策工は、その構造的特徴等を踏まえ、3次元FEMモデルによる漂流物衝突評価を実施し、仕様を決定する。また、漂流物対策工を設置する津波防護施設は、漂流物衝突評価から得られた漂流物対策工により軽減・分散された漂流物衝突荷重を用いて、津波時における静的解析により津波防護施設の照査を実施する。