

島根原子力発電所 2号炉 審査資料	
資料番号	EP-066 改 34
提出年月日	令和 2年 6月 19日

島根原子力発電所 2号炉

津波による損傷の防止

令和 2年 6月
中国電力株式会社

第5条：津波による損傷の防止

<目 次>

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 (手順等含む)
2. 津波による損傷の防止
(別添資料1)
島根原子力発電所2号炉 耐津波設計方針について
3. 運用, 手順説明
(別添資料2)
津波による損傷の防止
4. 現場確認を要するプロセス
(別添資料3)
島根原子力発電所2号炉 耐津波設計における現場確認を要するプロセスについて

下線は, 今回の提出資料を示す。

島根原子力発電所 2 号炉 耐津波設計方針について

目 次

I. はじめに

II. 耐津波設計方針

1. 基本事項

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

2. 設計基準対象施設の津波防護方針

- 2.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針
- 2.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）
- 2.3 漏水による重要な安全機能への影響防止（外郭防護2）
- 2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）
- 2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止
- 2.6 津波監視

3. 重大事故等対処施設の津波防護方針

- 3.1 敷地の特性に応じた津波防護の基本方針
- 3.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）
- 3.3 漏水による重大事故等に対処するために必要な機能への影響防止
（外郭防護2）
- 3.4 重大事故等に対処するために必要な機能を有する施設の隔離（内郭防護）
- 3.5 水位変動に伴う取水性低下による重大事故等に対処するために必要な
機能への影響防止
- 3.6 津波監視

4. 施設・設備の設計・評価の方針及び条件

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

(添付資料)

1. 基準津波に対して機能を維持すべき設備とその配置
2. 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
3. 地震時の地形等の変化による津波遡上経路への影響について
4. 日本海東縁部に想定される地震による発電所敷地への影響について
5. 港湾内の局所的な海面の励起について
6. 管路計算の詳細について
7. 入力津波に用いる潮位条件について
8. 入力津波に対する水位分布について
9. 津波防護対策の設備の位置付けについて
10. 内郭防護において考慮する溢水の浸水範囲、浸水量について
11. 浸水防護重点化範囲の境界における浸水対策の設置位置、実施範囲及び施工例
12. 基準津波に伴う砂移動評価について
13. 島根原子力発電所周辺海域における底質土砂の分析結果について
14. 海水ポンプ軸受の浮遊砂耐性について
15. 津波漂流物の調査要領について
16. 燃料等輸送船の係留索の耐力について
17. 燃料等輸送船の喫水高さと津波高さとの関係について
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
19. 津波監視設備の監視に関する考え方
20. 耐津波設計において考慮する荷重の組合せについて
21. 基準類における衝突荷重算定式について
22. 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
23. 水密扉の運用管理について
24. 審査ガイドとの整合性（耐津波設計方針）
25. 防波壁の設計方針及び構造成立性評価結果について
26. 防波壁及び防波扉の津波荷重の設定方針について
27. 津波流入防止対策について
28. タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）及び取水槽循環水ポンプエリアに設置する耐震Sクラスの設備に対する浸水影響について
29. 1号炉取水槽流路縮小工について
30. 取水槽除じん機エリア防水壁及び取水槽除じん機エリア水密扉の設計方針及び構造成立性の見通しについて
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
32. 海水ポンプの実機性能試験について
33. 海水ポンプの吸込流速が砂の沈降速度を上回る範囲について
34. 水位変動・流向ベクトルについて
35. 荷揚場作業に係る車両・資機材の漂流物評価について
36. 津波の流況を踏まえた漂流物の津波防護施設等及び取水口への到達可能性

について

- 37. 津波発生時の運用対応について
- 38. 地震後の荷揚場の津波による影響評価について
- 39. 防波壁通路防波扉及び1号放水連絡通路防波扉の設計及び運用管理について

(補足資料)

- ・津波防護上の地山範囲における地質調査 ルートマップ, 柱状図及びコア写真集

(参考資料)

- － 1 島根原子力発電所における津波評価について
- － 2 島根原子力発電所2号炉内部溢水の影響評価について(別添資料1第9章)
- － 3 島根原子力発電所2号炉内部溢水の影響評価について(別添資料1第10章)
- － 4 島根原子力発電所2号炉内部溢水の影響評価について(別添資料1補足説明資料30)

下線は, 今回の提出資料を示す。
(2.5については, 2.5.2を提出)

2.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）

2.2.1 遡上波の地上部からの到達、流入の防止

【規制基準における要求事項等】

重要な安全機能を有する設備等を内包する建屋及び重要な安全機能を有する屋外設備等は、基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置すること。

基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には、防潮堤等の津波防護施設、浸水防止設備を設置すること。

【検討方針】

設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画は、基準津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置してあることを確認する。

また、基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には、津波防護施設、浸水防止設備の設置により遡上波が到達しないようにする。

具体的には、設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。以下、2.2において同じ。）を内包する建物及び区画に対して、基準津波による遡上波が地上部から到達、流入しないことを確認する。

【検討結果】

基準津波の遡上解析結果における、敷地周辺の遡上の状況、浸水深の分布（第2.2-1図）等を踏まえ、以下を確認している。

なお、確認結果の一覧を第2.2-1表にまとめて示す。

(1) 遡上波の地上部からの到達、流入の防止

設計基準対象施設の津波防護対象設備（非常用取水設備を除く。）を内包する建物及び区画はEL15.0mの敷地に原子炉建物、制御室建物、廃棄物処理建物があり、EL8.5mの敷地にタービン建物がある。屋外設備としては、EL15.0mの敷地にB-非常用ディーゼル燃料設備、屋外配管ダクト（ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）を敷設するエリアがあり、EL8.5mの敷地に取水槽海水ポンプエリア、取水槽循環水ポンプエリア、A、H-非常用ディーゼル燃料設備、排気筒及び屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒、タービン建物～放水槽）を敷設する区画がある。

これに対し、基準津波の遡上波による最高水位はEL11.9mであり、津波による遡上波が地上部から到達・流入する可能性があるため、施設護岸に天端高さEL15.0mの防波壁、防波壁通路及び1号炉放水連絡通路に防波扉を設置する。これより、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画を設置する敷地に基準津波による遡上波が地上部から到達・流入することはない。施設護岸及び1号炉放水連絡通路前における津波襲来時の水位の時刻歴波形を第2.2-2図に示す。また、この結果は、参照する裕度(0.64m)を考慮しても余裕がある。

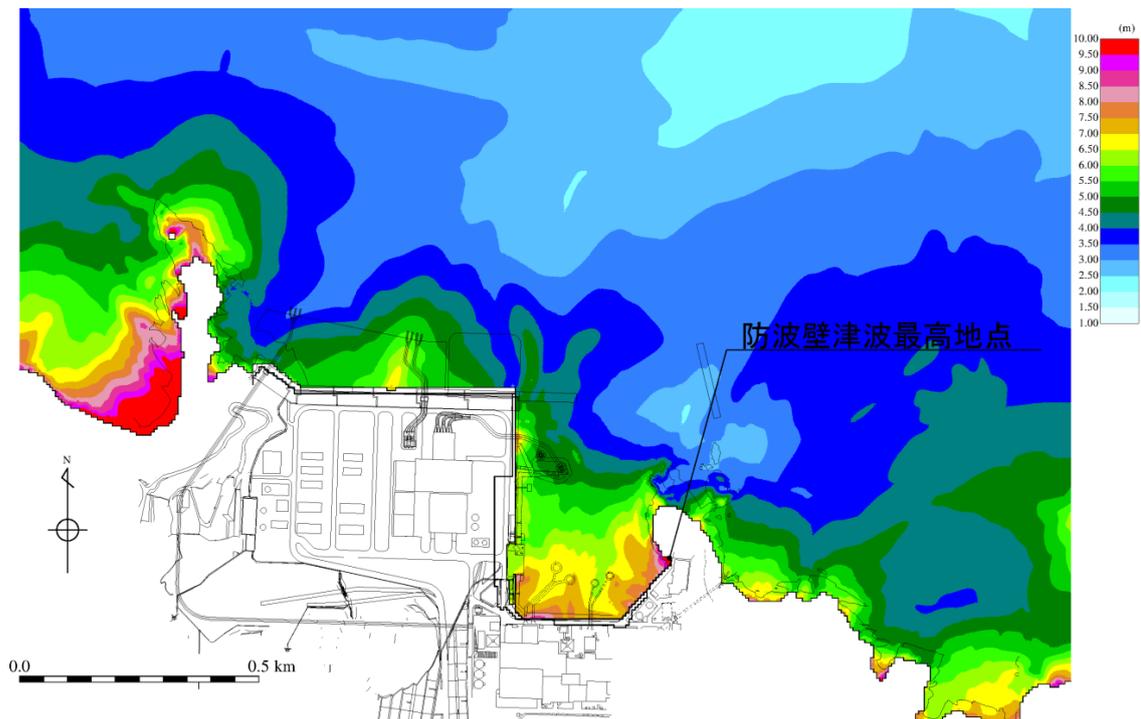
防波壁の設置位置を第2.2-3図に示し、仕様については、「4.1 津波防護施設

の設計」の「(1)防波壁」,「(2)防波扉」において示す。

(2) 既存の地山斜面, 盛土斜面等の活用

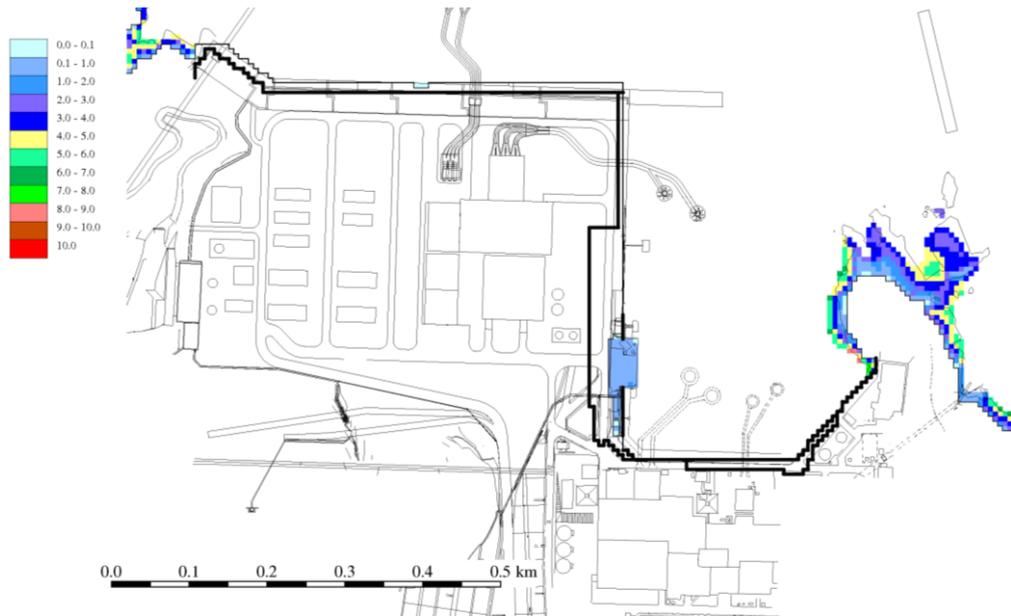
第1章で示したとおり, 島根原子力発電所を設置する敷地は, 島根半島の中央部, 日本海に面した松江市鹿島町に位置する。敷地の形状は, 輪谷湾を中心とした半円状であり, 敷地周辺の地形は, 東西及び南側を標高 150m 程度の高さの山に囲まれている。

敷地北側の防波壁の端部では, 堅固な地山斜面により, 遡上波の地上部からの到達, 流入を防止する。

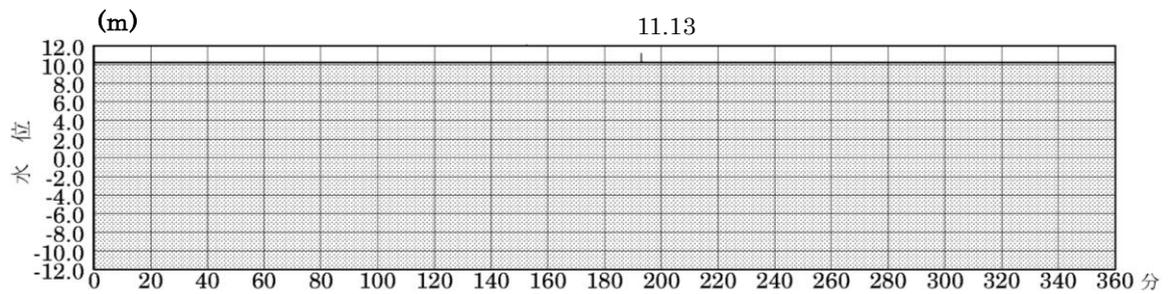


※防波壁津波最高地点 $EL11.13m + \text{朔望平均満潮位} + 0.58m + \text{潮位のばらつき} + 0.14m \div EL11.9m$

第 2.2-1-1 図 基準津波の遡上波による最高水位分布
(基準津波 1 : 防波堤無し)



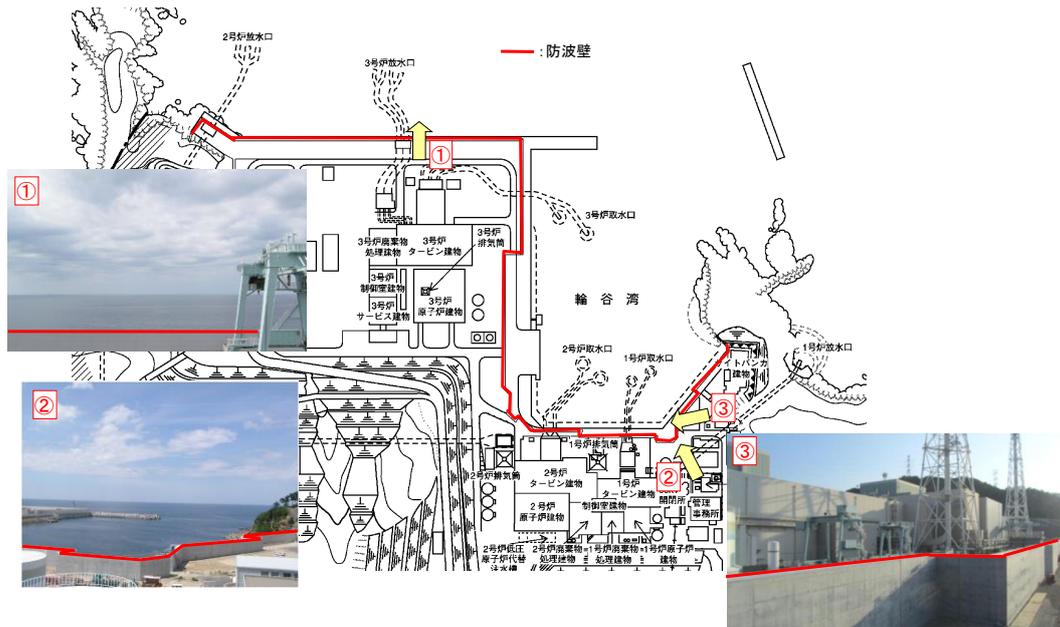
第 2.2-1-2 図 基準津波の遡上波による最大浸水深分布
(基準津波 1 : 防波堤無し)



※防波壁津波最高地点 EL11.13m+朔望平均満潮位+0.58m+潮位のばらつき+0.14m≒EL11.9m

施設護岸 (基準津波 1 : 防波堤無し)

第 2.2-2 図 時刻歴波形 (施設護岸)



第 2.2-3 図 防波壁設置位置

第 2.2-1 表 遡上波の地上部からの到達，流入評価結果

評価対象		①入力津波高さ	状況	②許容津波高さ	裕度 ^{※4} (②-①)	評価
設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物	原子炉建物	EL11.9m ^{※1}	EL15.0mの敷地に設置しており，遡上波の地上部からの到達，流入はない。	EL15.0m ^{※2}	3.1m	○
	廃棄物処理建物					
	制御室建物		EL8.5mの敷地に設置しており，遡上波が地上部から到達，流入する可能性があるため，施設護岸に防波壁，防波壁通路及び1号炉放水連絡通路に防波扉を設置する。	EL15.0m ^{※3}	3.1m	○
	タービン建物					
屋外に設置する設計基準対象施設の津波防護対象設備を敷設する区画	・B-非常用ディーゼル燃料設備を敷設するエリア ・屋外配管ダクト（ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）	EL11.9m ^{※1}	EL15.0mの敷地に設置しており，遡上波の地上部からの到達，流入はない。	EL15.0m ^{※2}	3.1m	○
	・取水槽海水ポンプエリア ・取水槽循環水ポンプエリア ・A, H-非常用ディーゼル燃料設備及び排気筒を敷設するエリア ・屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒，タービン建物～放水槽）		EL8.5mの敷地に設置しており，遡上波が地上部から到達，流入する可能性があるため，施設護岸に防波壁，防波壁通路及び1号炉放水連絡通路に防波扉を設置する。	EL15.0m ^{※3}	3.1m	○

※1 施設護岸における入力津波高さ

※2 敷地高さ

※3 防波壁，防波壁通路防波扉の天端高さ及び1号放水連絡通路防波扉の許容津波高さ

※4 参照する裕度(0.64m)に対しても余裕がある

2.2.2 取水路、放水路等の経路からの津波の流入防止

【規制基準における要求事項等】

取水路、放水路等の経路から、津波が流入する可能性について検討した上で、流入の可能性のある経路（扉、開口部、貫通部等）を特定すること。

特定した経路に対して浸水対策を施すことにより津波の流入を防止すること。

【検討方針】

取水路、放水路等の経路から、津波が流入する可能性について検討した上で、流入の可能性のある経路（扉、開口部、貫通部等）を特定する。

特定した経路に対して浸水対策を施すことにより津波の流入を防止する。

【検討結果】

(1) 敷地への津波の流入の可能性のある経路（流入経路）の特定

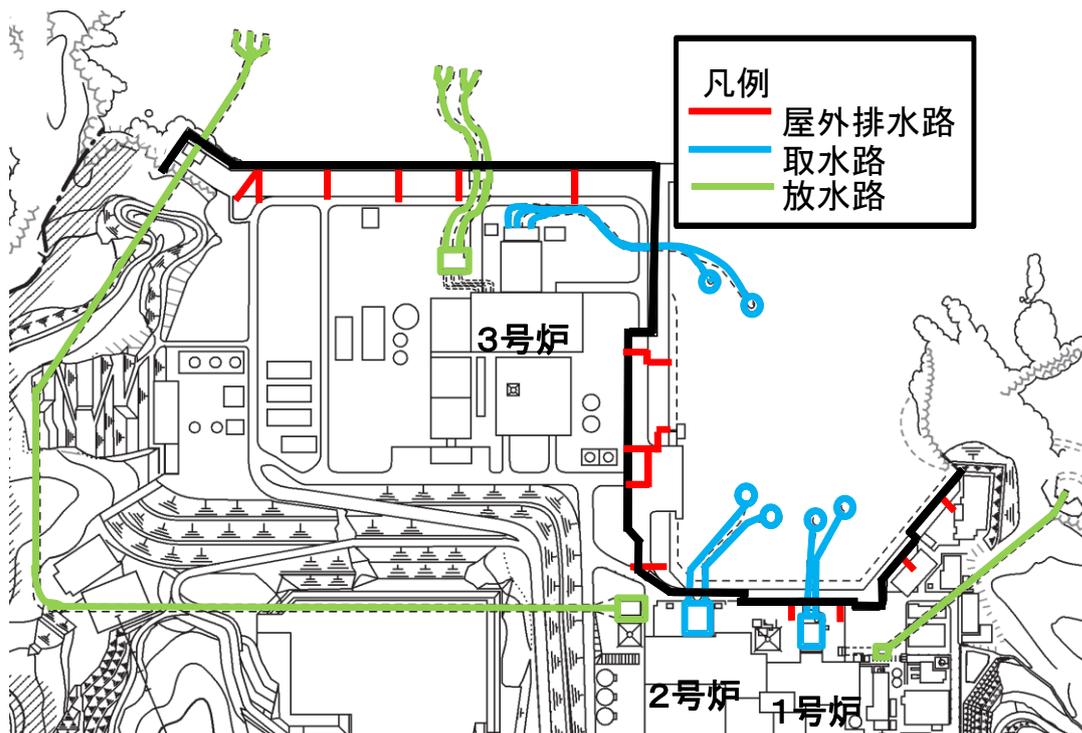
海域に接続し、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画を設置する敷地につながる経路としては、取水路、放水路及び屋外排水路が挙げられる。（第2.2-2表、第2.2-4図）

これらにつながる経路からの、上記の設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画を設置する敷地への津波の流入（地上部への流入、及び設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画地下部への直接的な流入）の可能性の検討結果を以降に示す。

なお、検討の結果、経路と入力津波高さの比較や浸水対策の実施状況等より、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画を設置する敷地に流入する経路はないことを確認した。

第2.2-2表 海域に接続する経路

経路		経路の構成
取水路	海水系/循環水系	取水口、取水路、取水槽、海水系配管、循環水系配管、取水槽 C/C ケーブルダクト
放水路	海水系/循環水系	放水口、放水路、放水槽、海水系配管、循環水系配管、屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）
	その他排水管	液体廃棄物処理系配管
屋外排水路		屋外排水管、集水枳



第 2.2-4 図 海域に接続する経路

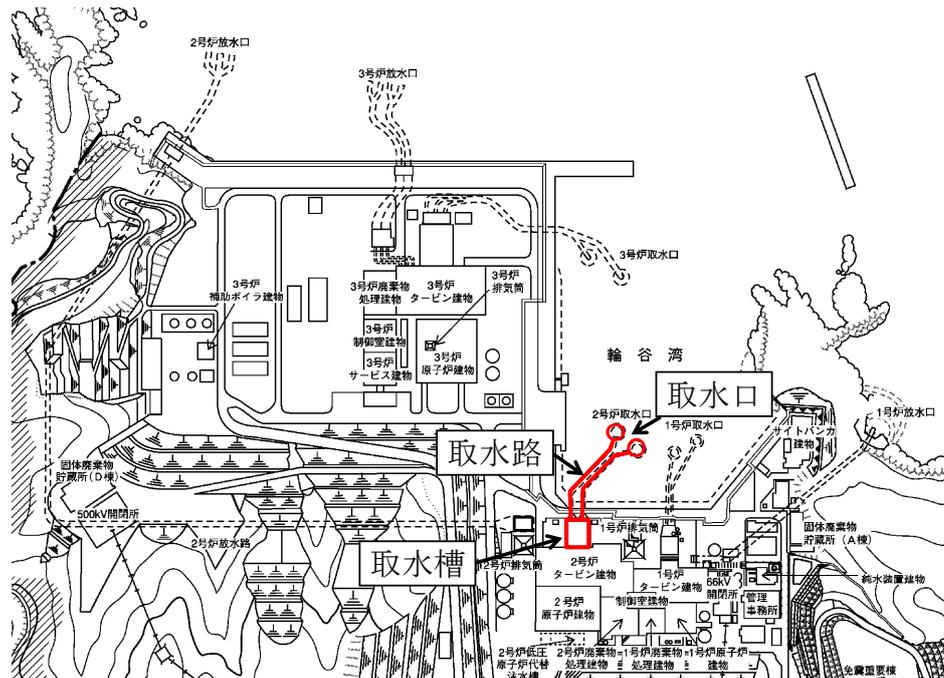
(2) 各経路に対する確認結果

a. 2号炉取水路

取水路のうち海水系は、取水口から取水管、取水槽を経由し、海水系配管を介しタービン建物に接続している。また、取水路のうち循環水系は、取水口から取水管、取水槽を経由し、循環水系配管を介しタービン建物に接続している。(第 2.2-5 図)

また、取水槽除じん機エリアに隣接するダクトとして取水槽 C/C ケーブルダクトがあり、取水槽 C/C ケーブルダクトはタービン建物に接続している。

これらの取水路から設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画を設置する敷地に津波が流入する可能性について評価を行った。結果を以下に、また結果の一覧を第 2.2-3 表にまとめて示す。



第 2.2-5 図 2号炉 取水施設の配置図

(a) 敷地地上部への流入の可能性

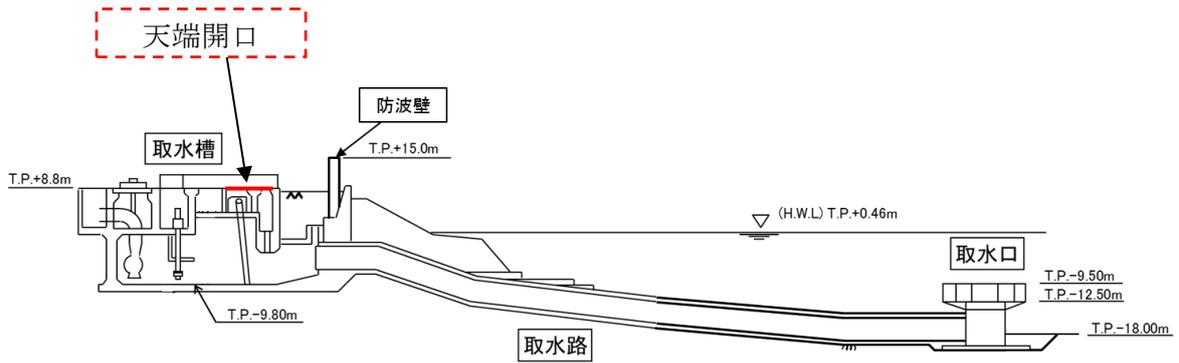
取水路につながり設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画を設置する敷地に津波が流入する可能性のある経路としては第 2.2-6 図に示すとおり取水槽除じん機エリア及び取水管立入ピットの天端開口部が挙げられる。

取水槽除じん機エリアについては、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に想定される地震による津波の入力津波高さの最大値 EL10.6m より、開口部に設置している除じん機エリア防水壁及び水密扉の天端高 EL11.3m が高い。(第 2.2-7 図) この高さは参照する裕度(0.64m)を考慮しても余裕がある。

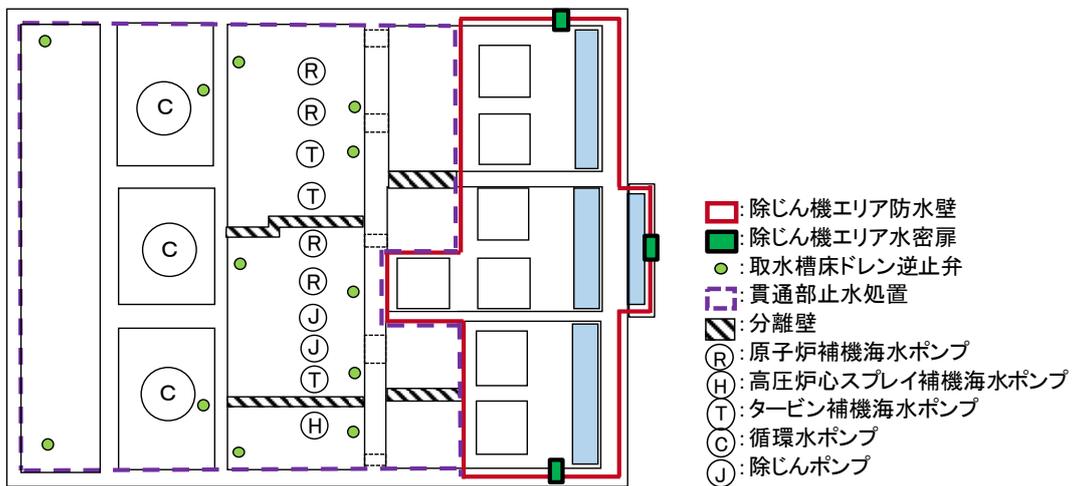
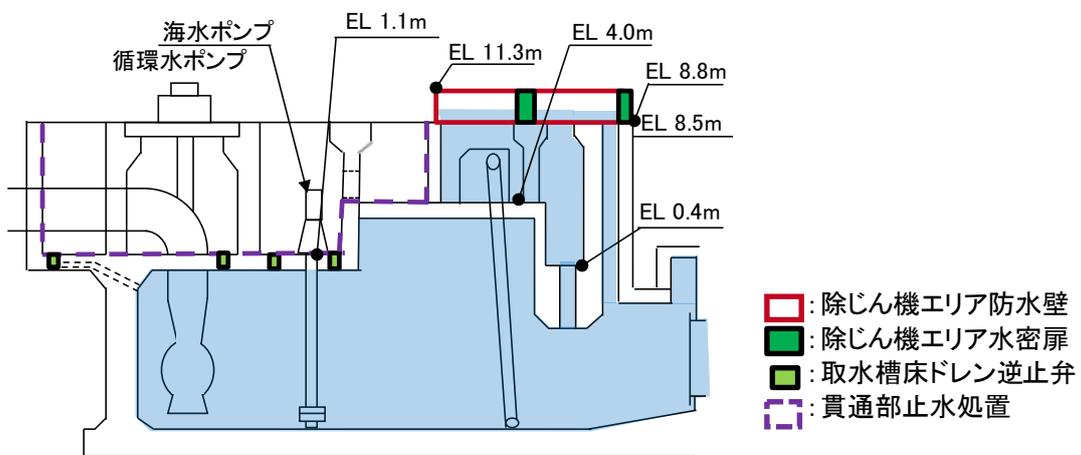
また、取水路につながり設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画を設置する敷地に津波が流入する可能性のある経路として、第 2.2-8 図に示すとおり、取水槽 C/C ケーブルダクトがあるが、取水槽除じん機エリアと取水槽 C/C ケーブルダクトの境界にある貫通部には貫通部止水処置を実施しているため、敷地への流入はない。

以上より、これらの経路から設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画を設置する敷地に津波が流入することはない。

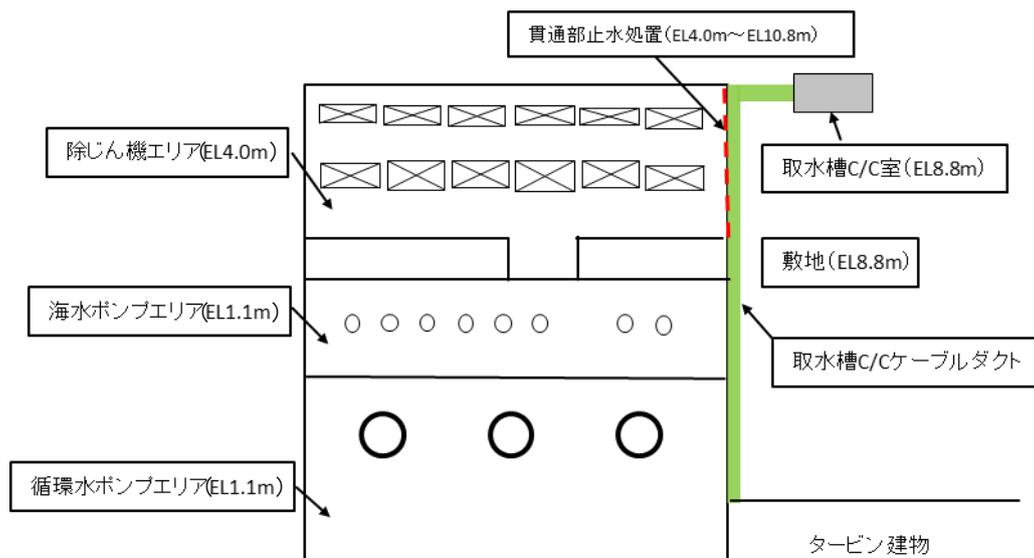
取水槽における入力津波の時刻歴波形を第 2.2-9 図に示す。設置した浸水防護施設の仕様については「4.2 浸水防止設備の設計」の「(2) 防水壁」、「(3) 水密扉」、及び「(6) 貫通部止水処置」に示す。



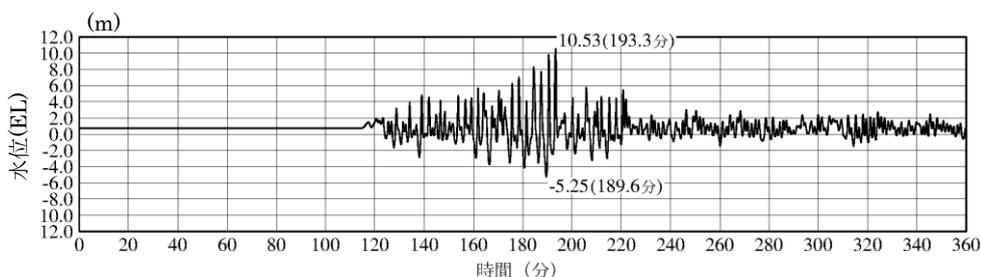
第 2.2-6 図 2号炉 取水施設断面図



第 2.2-7 図 取水槽の浸水対策の概要 (断面図, 平面図)



第 2.2-8 図 取水槽 C/C ケーブルダクト 配置概要図



2号炉取水槽（入力津波1，防波堤無し）

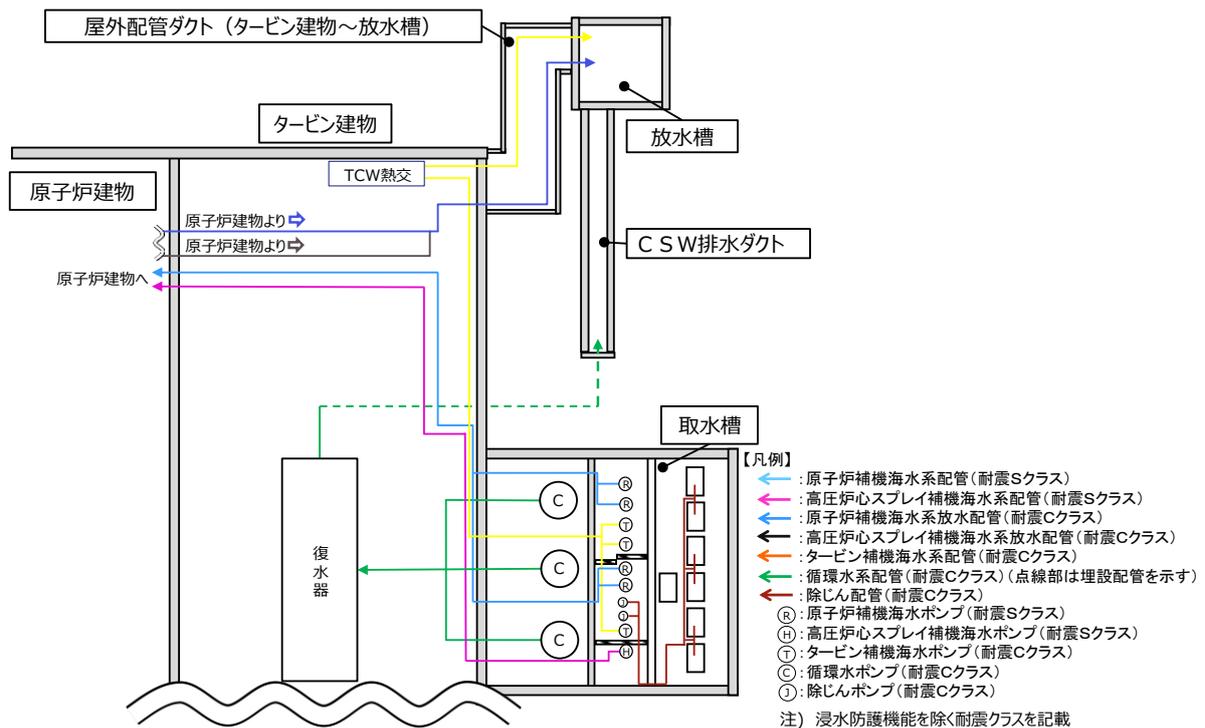
第 2.2-9 図 取水槽における入力津波の時刻歴波形（上昇側）
（入力津波1：防波堤無し）

(b) 建物への流入の可能性

取水路につながり設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物に津波が流入する可能性のある経路としては、取水槽からタービン建物及び原子炉建物に海水を送水する海水系配管及び循環水系配管が挙げられるが、これらの配管は、建物内に開口部はないため津波が直接流入する経路とはならない。

また、地震により破損するおそれのある配管等の損傷により浸水防護重点化範囲である原子炉建物、廃棄物処理建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、制御室建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）及びタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）へ流入する可能性については、「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」において評価する。

海水系配管、循環水配管の経路及び耐震クラス（浸水防止機能を除く）を第 2.2-10 図に示す。



第 2.2-10 図 海水系配管及び循環水配管経路 概要図

(c) 区画への流入の可能性

取水路につながり設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する区画である取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアに流入する可能性のある経路としては、取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアの床面及び壁面開口部が挙げられる。なお、他に、取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアに設置されている海水ポンプの軸受部等の構造上の隙間部からの流入の可能性も考えられるが、これについては、「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)」において評価する。

取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアの床面及び壁面開口部に対しては、第 2.2-7 図に示すとおり、浸水防止設備として取水槽床ドレン逆止弁を設置するとともに、貫通部止水処置を実施することにより、取水槽海水ポンプエリア及び取水槽循環水ポンプエリアへの津波の流入を防止する。仕様については「4.2 浸水防止設備の設計」の「(4) 床ドレン逆止弁」、「(6) 貫通部止水処置」に示す。

また、地震により破損するおそれのある配管等の損傷により浸水防護重点化範囲である取水槽循環水ポンプエリア、取水槽海水ポンプエリアへ流入する可能性については「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離 (内郭防護)」において評価する。

第 2.2-3 表 取水路からの津波の流入評価結果

流入経路		①入力 津波高さ (EL)	状況	②許容 津波高さ (EL)	裕度 ^{※4} (②-①)	評価	
取水槽	除じん機エリア	10.6m ^{※1}	天端開口	除じん機エリアの天端開口高さは EL8.8m であり、津波が天端開口から敷地に流入する可能性があるため、防水壁及び水密扉を設置する。	11.3m ^{※2}	0.7m	○
	取水槽 C/C ケーブルダクト		貫通部	取水槽 C/C ケーブルダクトは敷地に開口しており、開口高さは EL8.8m であるため、津波が敷地に流入する可能性があることから、貫通部止水処置を実施し、取水槽 C/C ケーブルダクトへの津波の流入を防止する。	15.0m ^{※3}	4.4m	○
	海水ポンプエリア、循環水ポンプエリア		床面	海水ポンプエリア、循環水ポンプエリアの床面高さは EL1.1m であり、床面開口部から同エリアに津波が流入する可能性があるため、床面開口部に逆止弁を設置する。	15.0m ^{※3}	4.4m	○

※1 取水槽における入力津波高さ

※2 防水壁の天端高さ

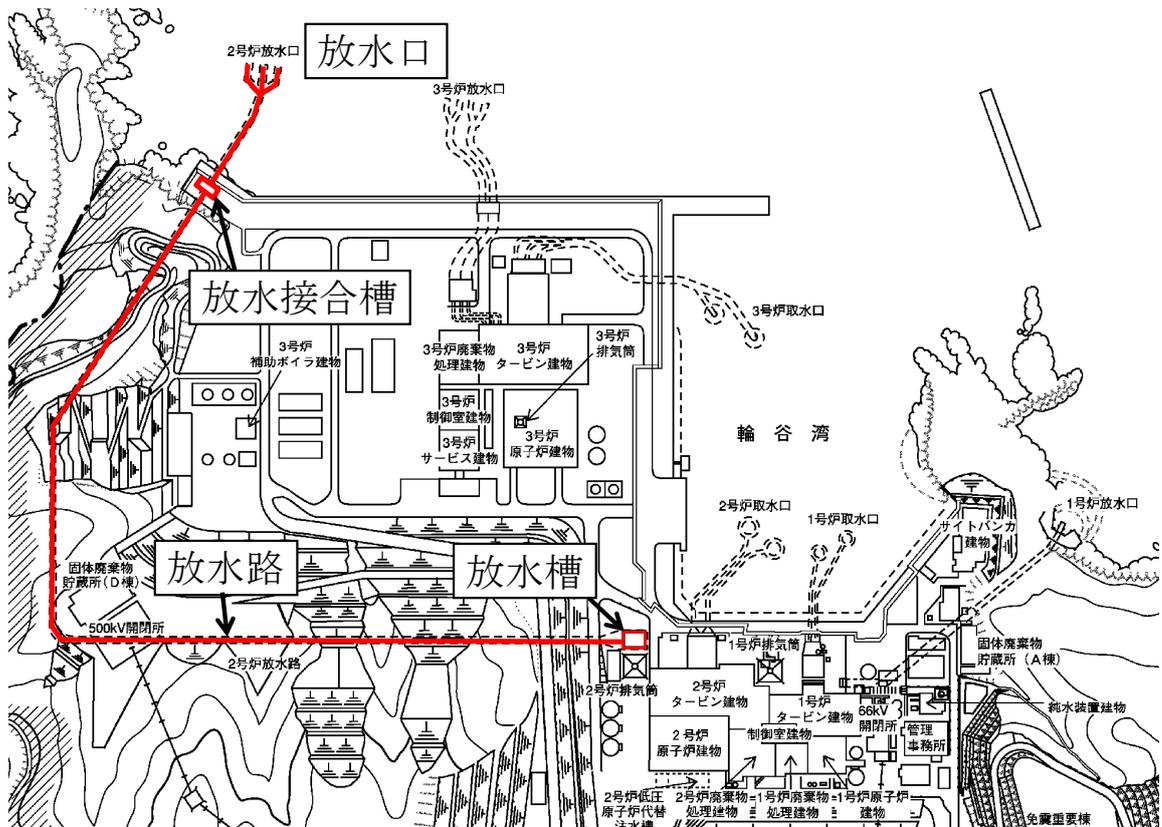
※3 逆止弁及び貫通部止水処置の許容津波高さ

※4 参照する裕度 (0.64m) に対しても余裕がある。

b. 2号炉放水路

2号炉放水路のうち海水系は、タービン建物から海水系配管を介して、放水槽に接続している。また、循環水系は、タービン建物から循環水系配管及びダクトを介して、放水槽に接続している。放水槽からは、放水路及び放水接合槽を経由して放水口から海域に放水する。(第2.2-10図、第2.2-11図)

これらの放水路から設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画を設置する敷地に津波が流入する可能性について評価を行った。結果を以下に、また結果の一覧を第2.2-4表にまとめて示す。



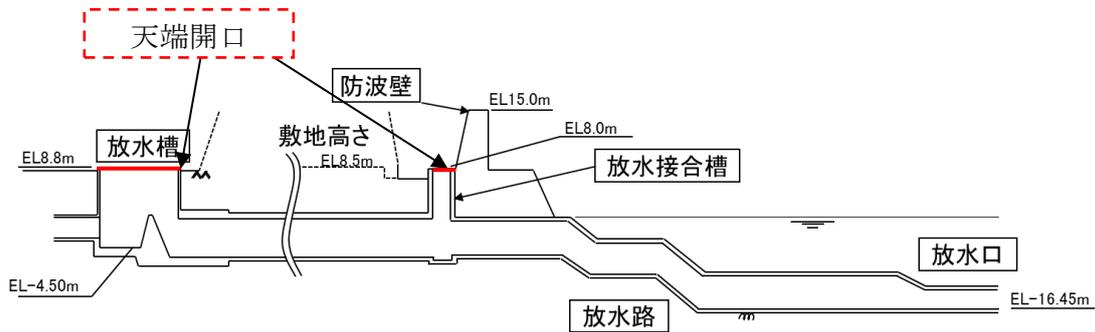
第2.2-11図 放水施設の配置図

(a) 敷地地上部への流入の可能性

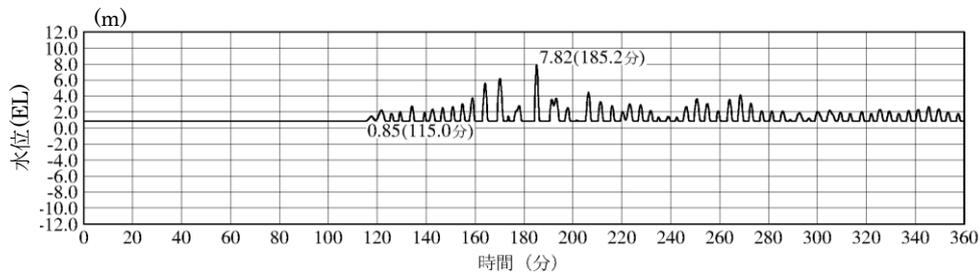
放水路につながり設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画を設置する敷地に津波が流入する可能性のある経路としては放水槽及び放水接合槽の天端開口部が挙げられる。放水槽については、開口部の天端高さ（放水槽位置：EL8.8m）は、入力津波高さ（放水槽位置：EL7.9m）よりも高い。

また、放水接合槽については、開口部の天端高さ（放水接合槽位置：EL8.0m）は、入力津波高さ（放水接合槽位置：EL6.1m）よりも高い。

この高さは参照する裕度（0.64m）を考慮しても余裕がある。したがって、これらの経路から設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画を設置する敷地に津波が流入することはない。（第 2.2-12 図，第 2.2-13 図）

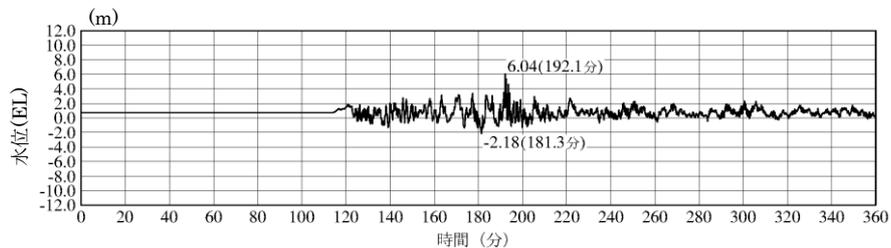


第 2.2-12 図 放水施設の断面図



2号炉放水槽（入力津波1，防波堤有り）

第 2.2-13-1 図 放水槽での入力津波の時刻歴波形（上昇側）
（入力津波1：防波堤有り）



2号炉放水接合槽（入力津波1，防波堤無し）

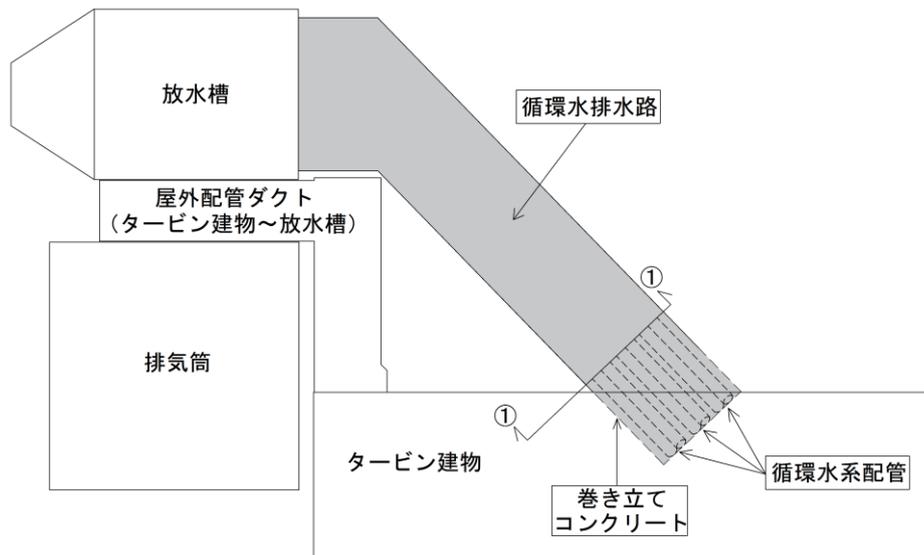
第 2.2-13-2 図 放水接合槽での入力津波の時刻歴波形（上昇側）
（入力津波1：防波堤無し）

(b) 建物への流入の可能性

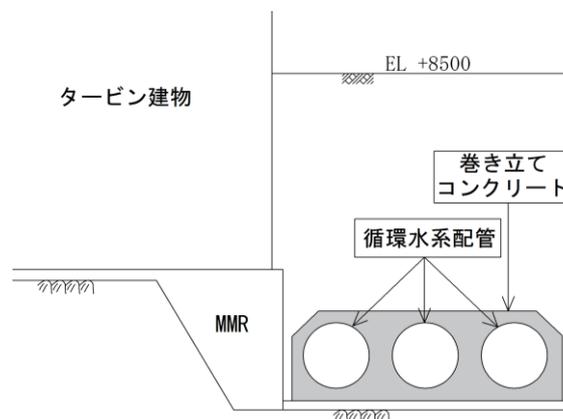
放水路につながり設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物に津波が流入する可能性のある経路としては、タービン建物から放水路に海水を送水する海水系配管及び循環水系配管の貫通部が挙げられる。

海水系配管は、屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）を通過して放水槽に接続しており、貫通部には止水処置を実施しているため、この経路から津波の流入はない。循環水系配管は、タービン建物から循環水排水路を介して放水槽に接続しており、循環水系配管はコンクリート巻き立てとなっているため津波が流入することはない。（第 2.2-14 図）

また、地震により破損するおそれのある配管等の損傷により浸水防護重点化範囲である原子炉建物、廃棄物処理建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）、制御室建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）及びタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）へ流入する可能性については、「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」において評価する。



第 2.2-14-1 図 循環水排水路平面図



第 2.2-14-2 図 循環水排水路断面図 (①-①断面)

(c) 区画への流入の可能性

放水路につながり設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する区画に流入する可能性のある経路はない。(第 2.2-10 図)

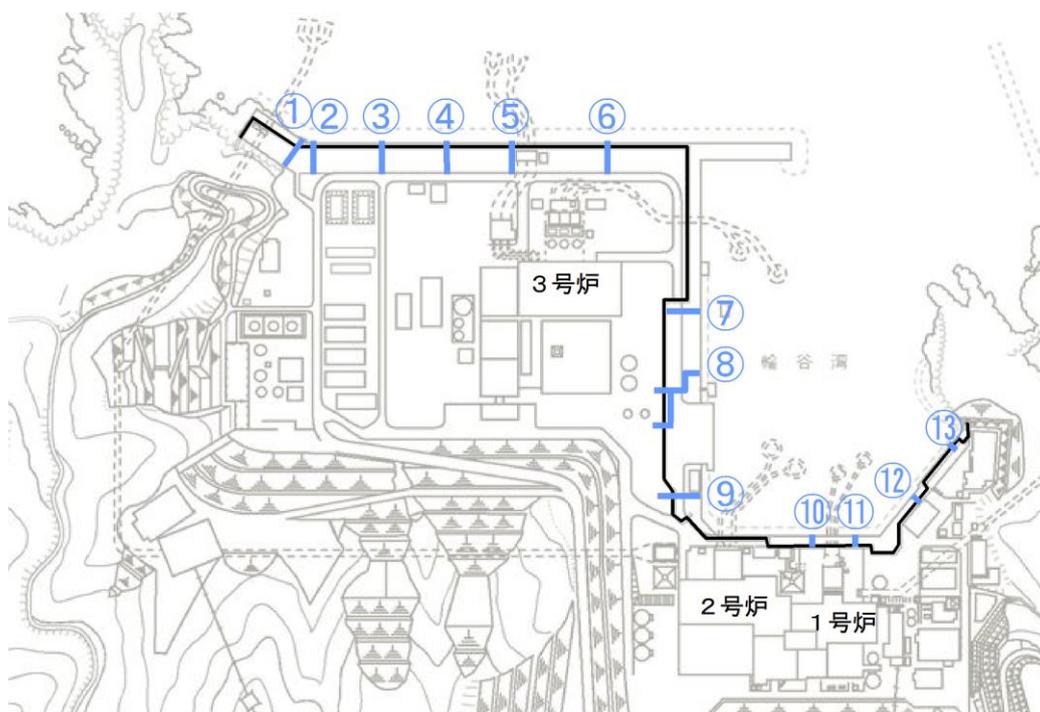
第 2.2-4 表 放水路からの津波の流入評価結果

流入経路		①入力 津波高さ (E L)	状況	②許容 津波高さ (E L)	裕度 ^{※6} (②-①)	評価
放水槽	天端 開口	EL7.9m ^{※1}	放水槽の天端開口高さは EL8.8mであり、天端開口か ら敷地に津波が流入する 可能性はない。	EL8.8m ^{※3}	0.9m	○
放水接合槽	天端 開口	EL6.1m ^{※2}	放水接合槽の天端開口高 さはEL8.0mであり、天端 開口から敷地に津波が流 入する可能性はない。	EL8.0m ^{※4}	1.9m	○
屋外配管ダクト (タービン建物 ～放水槽)	貫通 部	EL7.9m ^{※1}	屋外配管ダクトの配管貫 通部から津波が流入する 可能性があることから、貫 通部止水処置を実施する。	EL8.8m ^{※5}	0.9m	○

- ※ 1 放水槽における入力津波高さ
- ※ 2 放水接合槽における入力津波高さ
- ※ 3 放水槽の天端高さ
- ※ 4 放水接合槽の天端高さ
- ※ 5 貫通部止水処置の許容津波高さ
- ※ 6 参照する裕度(0.64m)に対しても余裕がある

c. 屋外排水路

海域から設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画を設置する敷地につながる屋外排水路としては、3号炉北岸に6箇所（①～⑥）、3号炉東岸に3箇所（⑦～⑨）及び1、2号炉北岸に4箇所（⑩～⑬）計13箇所あり、排水路上には敷地面に開口する形で集水枡が設置されている。屋外排水路の全体配置図を第2.2-15図に示す。



第2.2-15図 屋外排水路の全体配置図

屋外排水路につながり設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画を設置する敷地に津波が流入する可能性のある経路としては集水枡の開口部が挙げられ、これらは敷地面上(EL8.5m)で開口しているが、浸水防止設備として屋外排水路逆止弁を設置している。屋外排水路逆止弁は津波高さに対して浸水防止機能を十分に保持する設計としていることから、屋外排水路から流入する津波は、敷地に到達しないことを確認している。同設備の仕様については「4.2 浸水防止設備の設計」の「(1)屋外排水路逆止弁」に示す。

以上の結果を第2.2-5表にまとめて示す。

第 2.2-5 表 屋外排水路からの津波の流入評価結果

エリア	接続場所	開口寸法	①入力津波高さ (EL)	状況	②許容津波高さ (EL)	裕度 ^{※3} (②-①)	評価
3号炉 北側施設護岸	①	φ 2,000	11.9m ^{※1}	集水桝背後の敷地高さは EL8.5m であり、津波が敷地に流入する可能性があることから、屋外排水路逆止弁を設置する。	15.0m ^{※2}	3.1m	○
	②	φ 1,500					
	③	φ 1,500					
	④	φ 1,500					
	⑤	φ 1,500					
	⑥	φ 1,500					
3号炉 東側施設護岸	⑦	φ 800		集水桝周辺の敷地高さは EL8.5m であるため、津波が敷地に流入する可能性があることから、屋外排水路逆止弁を設置する。			
	⑧	φ 800					
	⑨	□ 2,000 × 2,000					
1,2号炉 北側施設護岸	⑩	φ 800					
	⑪	φ 800					
	⑫	φ 800					
	⑬	φ 1,500					

※ 1 施設護岸における入力津波高さ

※ 2 屋外排水路逆止弁を考慮した許容津波高さ

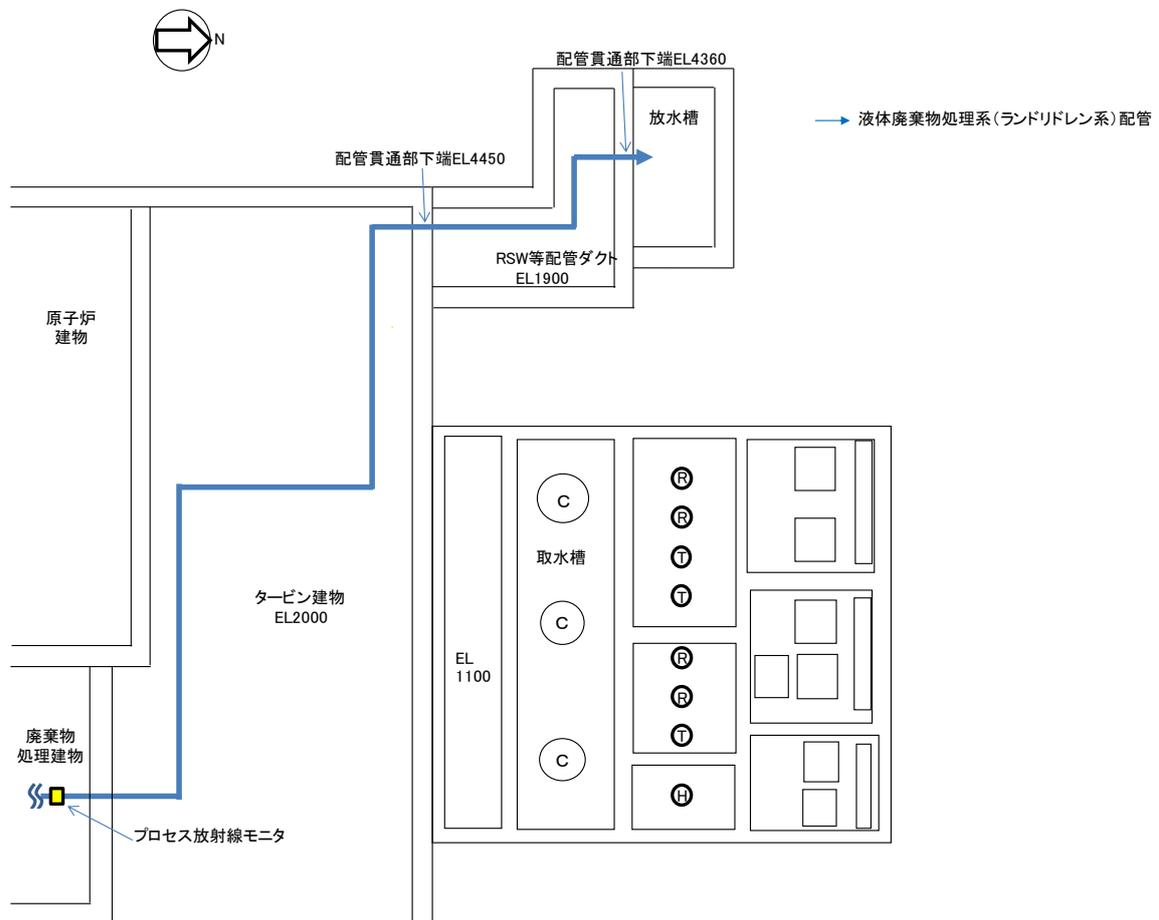
※ 3 参照する裕度 (0.64m) に対しても余裕がある

d. その他排水管

放水路につながり設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物に津波が流入する可能性のある経路としては、廃棄物処理建物からタービン建物、海水系配管ダクトを経由し、放水槽へ排水を送水するランドリドレン系配管が挙げられる。(第 2.2-16 図)

ランドリドレン系配管は、内包水に対するバウンダリが形成されているため、津波が配管に流入した場合においても建物内に流入はない。

また、地震により破損するおそれのある配管等の損傷により浸水防護重点化範囲である原子炉建物、廃棄物処理建物(耐震Sクラスの設備を設置するエリア)、制御室建物(耐震Sクラスの設備を設置するエリア)及びタービン建物(耐震Sクラスの設備を設置するエリア)へ流入する可能性については、「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離(内郭防護)」において評価する。



第 2.2-16 図 その他排水管の経路概要図

e. 他号路（1，3号炉）の取水路，放水路等の経路から敷地への流入可能性
 海域に接続する他号路（1，3号炉）の取水路，放水路等の経路から設計基準対象施設の津波防護対象設備を設置する敷地に津波が流入する可能性について評価を行った。（第2.2-6表）

第2.2-6表 海域に接続する経路（他号路（1，3号炉））

経路	号炉	経路の構成
取水路	1	取水口，取水路，取水槽
	3	取水口，取水路，取水槽
放水路	1	放水口，放水路，放水槽
	3	放水口，放水路，放水槽

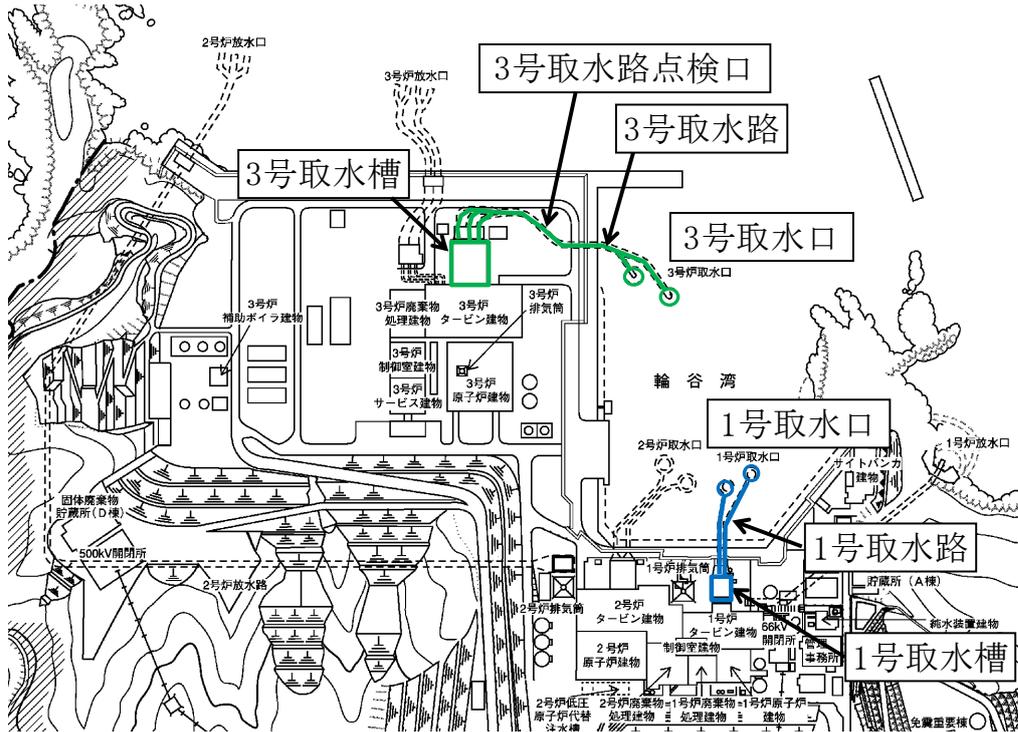
(a) 取水路

1，3号炉の取水路につながり，設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画を設置する敷地に津波が流入する可能性のある経路としては，取水槽等の天端開口部が挙げられる。

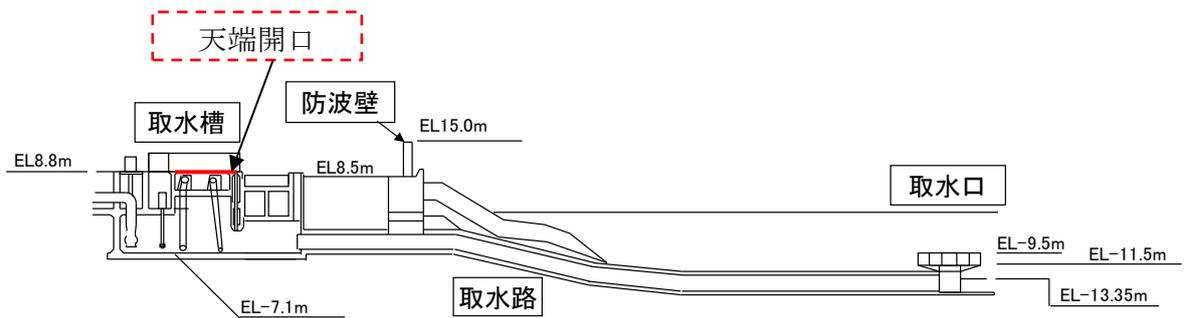
1号炉取水槽については，取水槽に流路縮小工を設置することにより，敷地への津波の流入を防止する。

3号炉取水槽及び取水路点検口については，これらの開口部の天端高さは，いずれも取水槽等における入力津波高さよりも高い。また，この高さは参照する裕度(0.64m)を考慮しても余裕がある。

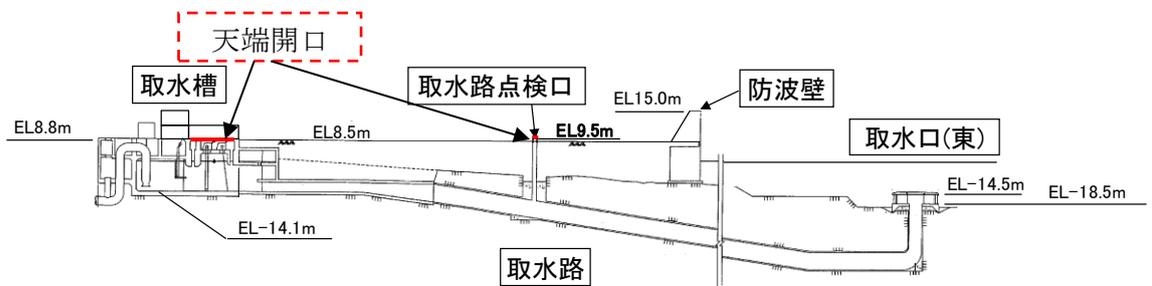
以上より，これらの経路から設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画を設置する敷地に津波が流入することはない。（第2.2-17図，第2.2-18図，第2.2-19図，第2.2-20図，第2.2-21図，第2.2-22図，第2.2-7表）



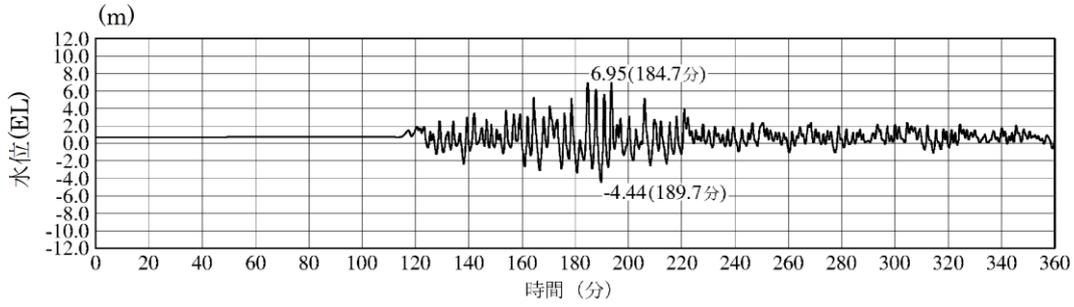
第 2.2-17 図 1, 3号炉 取水施設の配置図



第 2.2-18 図 1号炉 取水施設の断面図

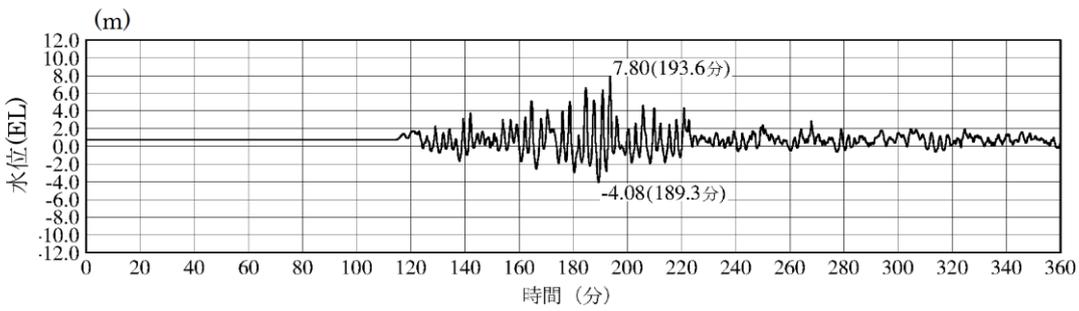


第 2.2-19 図 3号炉 取水施設の断面図



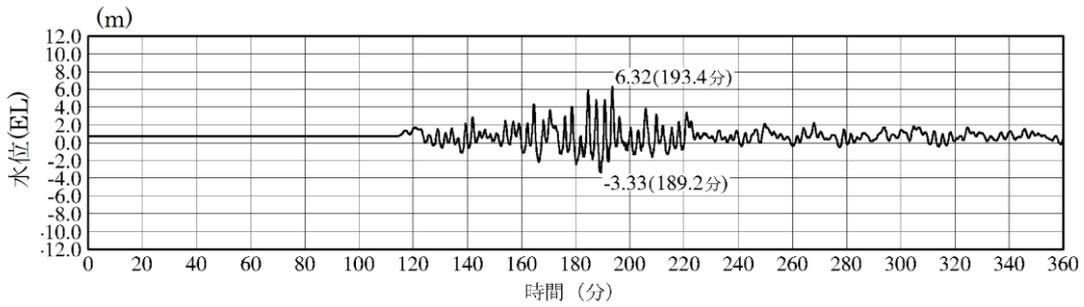
1号炉取水槽（入力津波1，防波堤無し）

第 2.2-20 図 1号炉取水槽での入力津波の時刻歴波形（上昇側）
（入力津波1：防波堤無し，流路縮小工設置）



3号炉取水槽（入力津波1，防波堤無し）

第 2.2-21 図 3号炉取水槽での入力津波の時刻歴波形（上昇側）
（入力津波1：防波堤無し）



3号炉取水路点検口（入力津波1，防波堤無し）

第 2.2-22 図 3号炉取水路点検口での入力津波の時刻歴波形（上昇側）
（入力津波1：防波堤無し）

第 2.2-7 表 取水路からの津波の流入評価結果

号	流入経路		①入力津波 高さ(EL)	状況	②許容津波 高さ(EL)	裕度 ^{※5} (②-①)	評価
1	取水槽	天端開口	7.0m ^{※1, 2}	取水槽の天端開口高さは EL8.8m であり、天端開口から敷地に津波が流入する可能性はない。	8.8m	1.8m	○
3	取水槽	天端開口	7.8m ^{※3}	取水槽の天端開口高さは EL8.8m であり、天端開口から敷地に津波が流入する可能性はない。	8.8m	1.0m	○
	取水路点検口	天端開口	6.4m ^{※4}	取水路点検口の天端開口高さは EL9.5m であり、天端開口から敷地に津波が流入する可能性はない。	9.5m	3.1m	○

※1 流路縮小工を設置

※2 流路縮小工設置後の1号炉取水槽における入力津波高さ

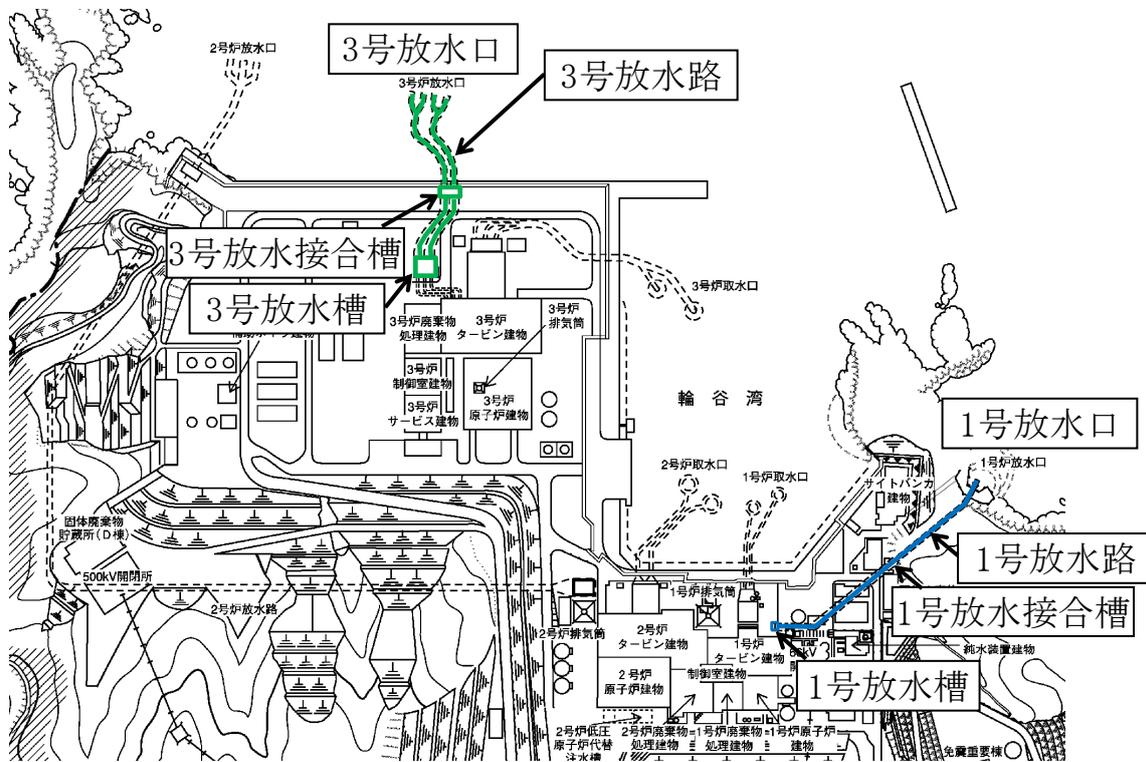
※3 3号炉取水槽における入力津波高さ

※4 3号炉取水路点検口における入力津波高さ

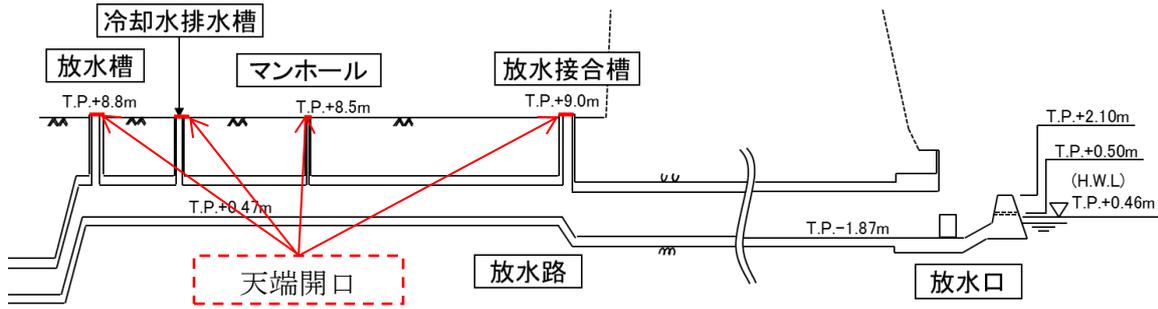
※5 参照する裕度(0.64m)に対しても余裕がある

(b) 放水路

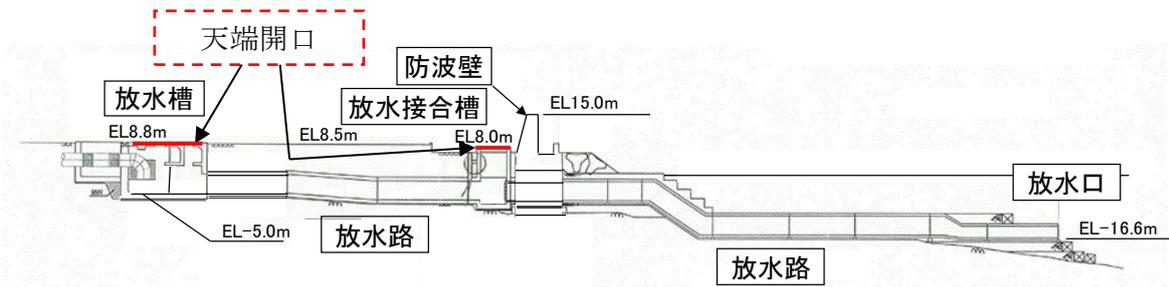
1, 3号炉の放水路につながり、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画を設置する敷地に津波が流入する可能性のある経路としては、放水槽等の天端開口部が挙げられるが、これらの開口部天端高さは、いずれも放水槽等における入力津波高さよりも高い。また、この高さは参照する裕度(0.64m)を考慮しても余裕がある。したがって、これらの経路から設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画を設置する敷地に津波が流入することはない。(第2.2-23図, 第2.2-24図, 第2.2-25図, 第2.2-26図, 第2.2-27図, 第2.2-28図, 第2.2-29図, 第2.2-30図, 第2.2-31図, 第2.2-8表)



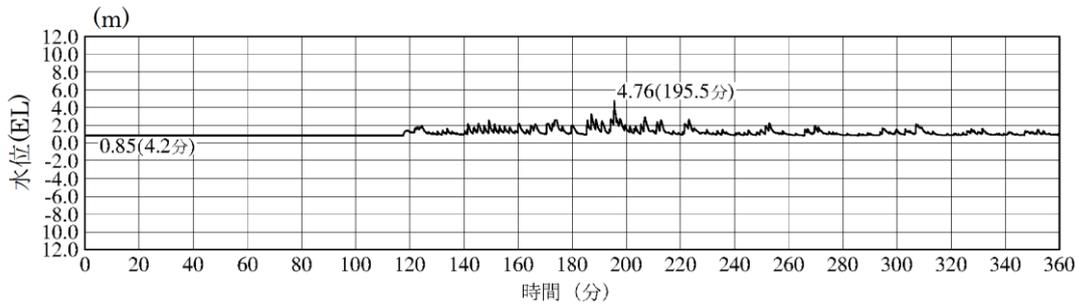
第2.2-23図 1, 3号炉 放水施設の配置図



第 2.2-24 図 1 号炉 放水施設の断面図

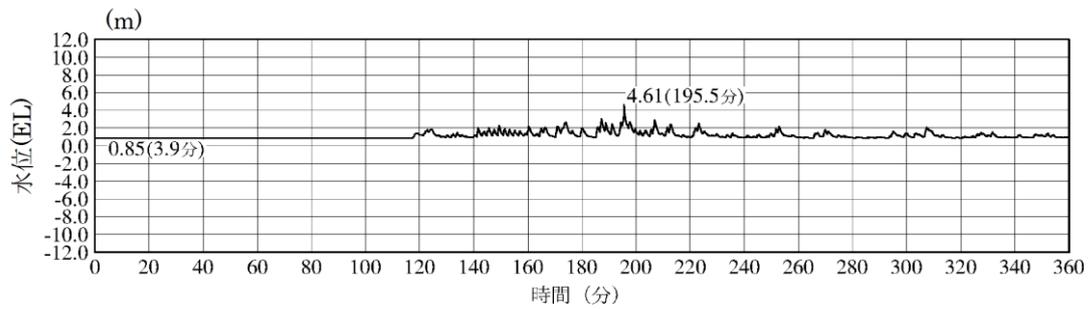


第 2.2-25 図 3 号炉 放水施設の断面図

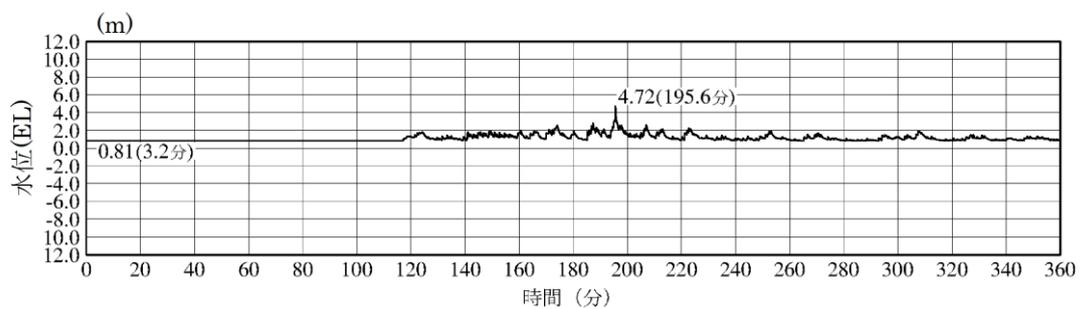


1 号炉放水槽 (入力津波 1, 防波堤有り)

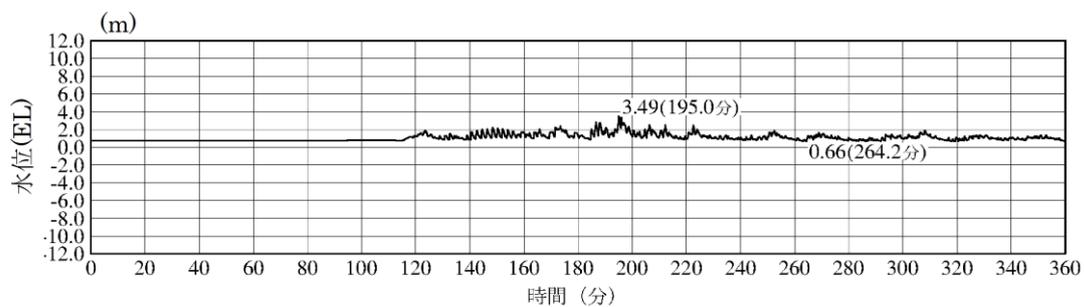
第 2.2-26 図 1 号炉放水槽での入力津波の時刻歴波形 (上昇側)
(入力津波 1 : 防波堤有り)



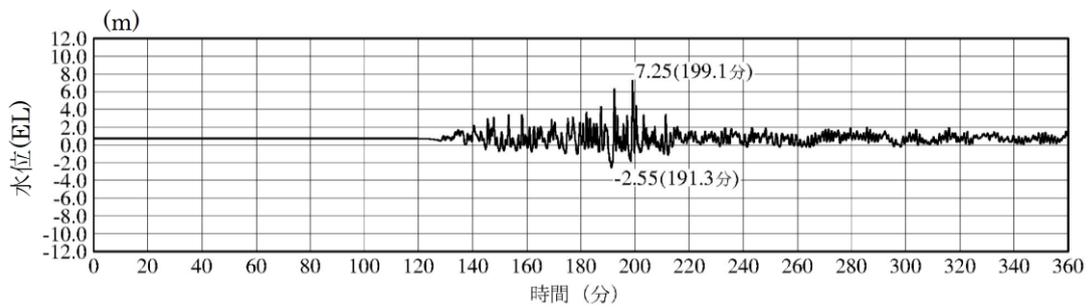
1号炉冷却水排水槽（入力津波1，防波堤有り）
 第 2.2-27 図 1号炉冷却水排水槽での入力津波の時刻歴波形（上昇側）
 （入力津波1：防波堤有り）



1号炉マンホール（入力津波1，防波堤有り）
 第 2.2-28 図 1号炉マンホールでの入力津波の時刻歴波形（上昇側）
 （入力津波1：防波堤有り）

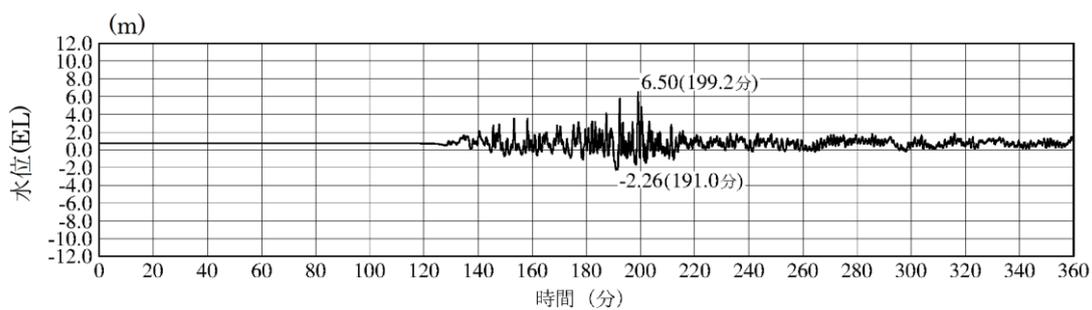


1号炉放水接合槽（入力津波1，防波堤有り）
 第 2.2-29 図 1号炉放水接合槽での入力津波の時刻歴波形（上昇側）
 （入力津波1：防波堤有り）



3号炉放水槽（入力津波5，防波堤無し）

第 2.2-30 図 3号炉放水槽での入力津波の時刻歴波形（上昇側）
（入力津波5：防波堤無し）



3号炉放水接合槽（入力津波5，防波堤無し）

第 2.2-31 図 3号炉放水接合槽での入力津波の時刻歴波形（上昇側）
（入力津波5：防波堤無し）

第 2.2-8 表 放水路からの津波の流入評価結果

号	流入経路		①入力津波 高さ(EL)	状況	②許容津波 高さ(EL)	裕度 ^{※7} (②-①)	評価
1	放水槽	天端開口	4.8m ^{※1}	放水槽の天端高さは EL8.8m であり、天端開口から津波が 流入する可能性はない。	8.8m	4.0m	○
	冷却水排水槽	天端開口	4.7m ^{※2}	冷却水排水槽の天端高さは EL8.5m であり、天端開口か ら津波が流入する可能性は ない。	8.5m	3.8m	○
	マンホール	天端開口	4.8m ^{※3}	マンホールの天端高さは EL8.5m であり、天端開口か ら津波が流入する可能性は ない。	8.5m	3.7m	○
	放水接合槽	天端開口	3.5m ^{※4}	放水接合槽の天端高さは EL9.0m であり、天端開口か ら津波が流入する可能性は ない。	9.0m	5.5m	○
3	放水槽	天端開口	7.3m ^{※5}	放水槽の天端高さは EL8.8m であり、天端開口から津波が 流入する可能性はない。	8.8m	1.5m	○
	放水接合槽	放水接合槽背後の敷地	6.5m ^{※6}	放水接合槽背後の敷地高さは EL8.5m であり、天端開口 から津波が流入する可能性 はない。	8.5m	2.0m	○

- ※1 1号炉放水槽における入力津波高さ
- ※2 1号炉冷却水排水槽における入力津波高さ
- ※3 1号炉マンホールにおける入力津波高さ
- ※4 1号炉放水接合槽における入力津波高さ
- ※5 3号炉放水槽における入力津波高さ
- ※6 3号炉放水接合槽における入力津波高さ
- ※7 参照する裕度(0.64m)に対しても余裕がある

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

【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2号炉の取水口付近の砂の移動・堆積や漂流物を適切に評価する。その上で、非常用海水冷却系について、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2号炉の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，浮遊砂等の混入に対して非常用海水冷却系の海水ポンプである原子炉補機海水ポンプ及び高压炉心スプレイ補機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。

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。
- ・混入した浮遊砂は、スクリーン等で除去することが困難なため、原子炉補機海水ポンプ及び高压炉心スプレイ補機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を確認する。
- ・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無いか確認する。

【検討結果】

(1) 砂の移動・堆積に対する通水性確保

2号炉の取水口呑口下端はEL-12.5mであり、海底面(EL-18.0m)より5.5m高い位置にある(第2.5-2図)。これに対し、数値シミュレーションにより得られた基準津波による砂移動に伴う取水口付近の砂の堆積高さは、最大で約0.02m(基準津波1(防波堤有り))であることから、砂の堆積高さは取水口呑口下端に到達しない(第2.5-1表)。

また、非常用海水冷却系の海水ポンプ下端は、原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプともにEL-9.3mあり、2号炉の取水槽底面(EL-9.8m)より0.5m高い位置にある(P.5条-別添1-II-2-70参考図)。これに対し、数値シミュレーションにより得られた基準津波による砂移動に伴う取水槽底面における砂の堆積厚さは、最大で約0.02m(基準津波1(防波堤有り))である(第2.5-1表)ことから、砂の堆積厚さは海水ポンプ下端に到達しない。なお、通常運転中の砂移動等により除じん機エリアの一部に堆積物が確認されているが、取水槽下部(海水ポンプ吸込エリア床面EL-9.80m)は貯留構造となっており、津波が流入する取水管の下端高さ(EL-7.30m)より2.5m深いため、津波の流入による取水槽下部の流速への影響は十分に小さく、除じん機エリアの堆積物が海水ポンプ吸込エリアに移動することはない(第2.5-3図)。

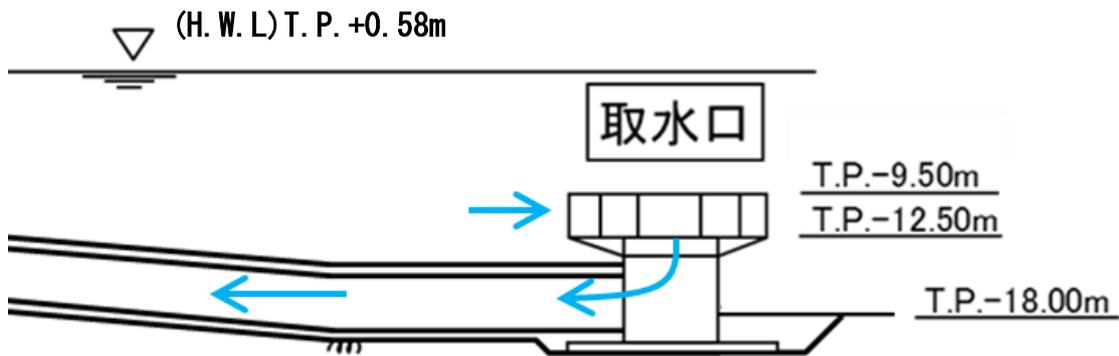
また、ポンプ長尺化に伴う砂の移動・堆積については、以下に示すとおり有意な影響はない。

- ・島根2号炉の取水口が設置される輪谷湾の底質土砂は、岩及び砂礫で構成されており、砂の分布はほとんどない(添付資料13参照)。
- ・島根2号炉の取水口は、取水口呑口が海底面より5.5m高い位置にあるため、海底面の砂が取水口に到達しにくい構造である。
- ・非常用海水冷却系の海水ポンプ長尺化に伴う取水口からの取水量に変化はなく、取水口への砂の流入量に変化はない。
- ・取水槽点検において、除じん機上流側および近傍の一部に堆積物が確認されているが、海水ポンプ吸込みエリア底面には、砂等の堆積物は確認されていない(第2.5-3図)。
- ・循環水ポンプの定格流量(約3370^m³/min)に対して、長尺化を実施する非常用海水冷却系の海水ポンプの定格流量(原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ合計:約150^m³/min)は5%未満であることから、循環水ポンプの影響が支配的であり、非常用海水冷却系の海水ポンプ長尺化による除じん機エリアの流況の変化は十分小さい。
- ・非常用海水冷却系の海水ポンプ長尺化に伴う除じん機エリアの流況の変化は十分に小さいことから、除じん機エリアで確認された堆積物が当該エリアに流入することはない。
- ・ポンプ長尺化以降は、ポンプ点検にあわせて、周辺部の堆積物の状況を確認し、必要により清掃を行う。
- ・ベルマウス下端近傍の取水槽床面では海水ポンプの吸込流速が砂の沈降速度を上回っており、ベルマウス下端近傍に到達する砂はポンプに吸込まれることから、ベルマウス下端近傍に砂の堆積はない(添付資料33参照)。

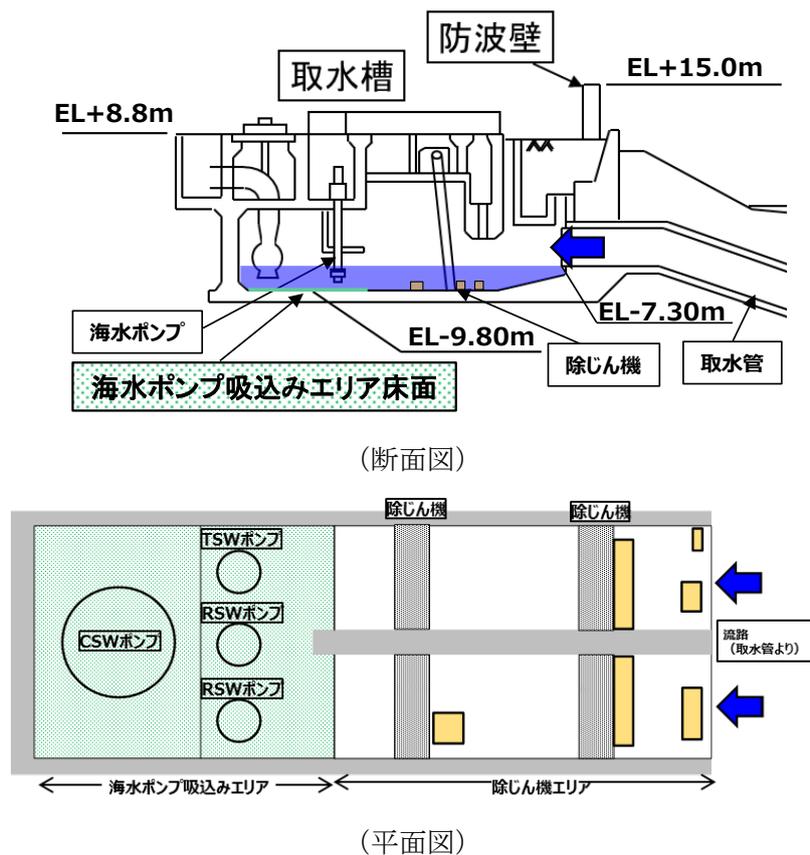
以上より、基準津波による砂移動・堆積により取水口及び取水路が閉塞する可能性はないと考えられ、これより、基準津波による砂移動・堆積に対して非常用

海水冷却系（原子炉補機海水系及び高圧炉心スプレイ補機海水系）に必要な取水口及び取水路の通水性は確保できるものと評価する。

なお、基準津波による砂の移動・堆積の数値シミュレーションによる評価は「島根原子力発電所における津波評価」（参考資料1）及び添付資料12において説明する。



第2.5-2図 取水口断面図



- : 第17回定期検査（平成24年1月～）において確認された堆積状況
- : 津波流入経路
- : 貯留構造部

第2.5-3図 取水槽点検（C水路）における堆積状況確認結果

第 2.5-1 表(1) 津波による砂移動数値シミュレーションの手法及び計算条件

	藤井ほか(1998)の手法	高橋ほか(1999)の手法
地盤高の連続式	$\frac{\partial Z}{\partial t} + \alpha \left(\frac{\partial Q}{\partial x} \right) + \frac{E - S}{\sigma(1 - \lambda)} = 0$	$\frac{\partial Z}{\partial t} + \frac{1}{1 - \lambda} \left(\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{E - S}{\sigma} \right) = 0$
浮遊砂濃度連続式	$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial(UC)}{\partial x} - \frac{E - S}{D} = 0$	$\frac{\partial(C_S D)}{\partial t} + \frac{\partial(MC_S)}{\partial x} - \frac{E - S}{\sigma} = 0$
流砂量式	小林ほか(1996)の実験式 $Q = 80\tau_*^{1.5} \sqrt{sgd^3}$	高橋ほか(1999)の実験式 $Q = 21\tau_*^{1.5} \sqrt{sgd^3}$
巻き上げ量の算定式	$E = \frac{(1 - \alpha)Qw^2\sigma(1 - \lambda)}{Uk_z \left[1 - \exp\left\{ \frac{-wD}{k_z} \right\} \right]}$	$E = 0.012\tau_*^2 \sqrt{sgd} \cdot \sigma$
沈降量の算定式	$S = wC_b$	$S = wC_S \cdot \sigma$
摩擦速度の計算式	log-wake則を鉛直方向に積分した式より算出	マニング則より算出 $u_* = \sqrt{gn^2 U^2 / D^{1/3}}$

Z : 水深変化量(m) t : 時間(s) x : 平面座標
 Q : 単位幅, 単位時間当たりの掃流砂量 (m³/s/m) τ* : シールズ数
 σ : 砂の密度 (=2.76g/cm³, 自社調査結果より) s : =σ/ρ-1
 d : 砂の粒径 (=0.3mm, 自社調査結果より) g : 重力加速度(m/s²)
 U : 流速(m/s) D : 全水深(m) ρ : 海水の密度 (=1.03g/cm³, 国立天文台編(2017)より)
 λ : 空隙率 (=0.4, 藤井ほか(1998)より) M : 単位幅あたりの流量(m²/s)
 n : Manningの粗度係数 (=0.03m^{-1/3}s, 土木学会(2002)より)
 α : 局所的な外力のみに移動を支配される成分が全流砂量に占める比率 (=0.1, 藤井ほか(1998)より)
 w : 土粒子の沈降速度 (Rubey式より算出) (m/s) z₀ : 粗度高さ (=ks/30) (m)
 k_z : 鉛直拡散係数 (=0.2κu_*h, 藤井ほか(1998)より) (m²/s) ks : 相当粗度 (=7.66ng^{1/2}) (m)
 κ : カルマン定数 (=0.4, 藤井ほか(1998)より) h : 水深(m)
 C, C_b : 浮遊砂濃度, 底面浮遊砂濃度 (藤井ほか(1998)より浮遊砂濃度から算出) (kg/m³)
 C_s : 浮遊砂体積濃度
 log-wake則: 対数則 u_* / U = κ / {ln(h/z₀) - 1} にwake関数 (藤井ほか(1998)より) を付加した式

第 2.5-1 表(2) 取水口及び取水槽底面の砂の堆積高さ

基準津波	取水口		原子炉補機海水ポンプ 及び 高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ	
	砂の堆積 高さの最 大(m)	海底面から取 水口呑口下端 までの高さ(m)	砂の堆積高さの 最大(m)	取水槽底面から ポンプ下端まで の高さ(m)
基準津波 1	0.02	5.5	0.02	0.5

(2) 混入した浮遊砂に対する機能保持

基準津波による浮遊砂については、スクリーン等で除去することが困難なため、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等を行うことが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。

発電所周辺海域での底質土砂を分析した結果、発電所沿岸域のほとんどが岩、礫及び砂礫で構成されており、沖合域の海底地質は砂が分布している。砂の粒径については、各調査地点の50%透過質量百分率粒径のうち、最も細かい粒径となる0.3mmを評価に用いる砂の粒径とする（添付資料13）。

原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプで取水した浮遊砂を含む多くの海水は、揚水管内側流路を通過するが、一部の海水はポンプ軸受の潤滑水として軸受摺動面に流入する構造である（第2.5-4図）。

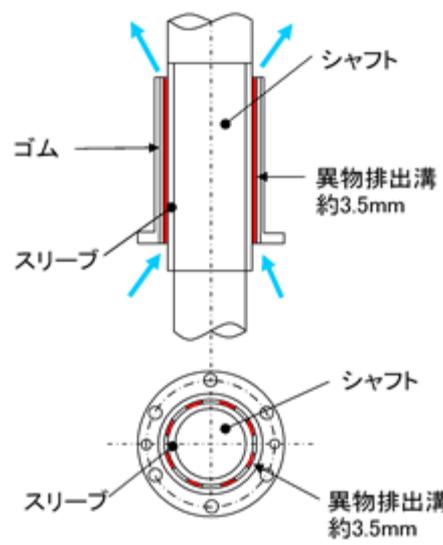
主軸外径と軸受内径の差である摺動面隙間（原子炉補機海水ポンプ：約1.58mm（許容最大）、高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ：約1.41mm（許容最大））に対し、これより粒径の小さい砂分が混入した場合は海水とともに摺動面を通過するか、または主軸の回転によって異物逃がし溝（原子炉補機海水ポンプ：約3.5mm、高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ：約3.5mm）に導かれ連続排出される（第2.5-4図）。

一方、摺動面隙間より粒径が大きい2.0mm以上の礫分は浮遊し難いものであることに加え、砂移動に伴う取水口付近の砂の最大堆積量は、約0.02mであったことから、摺動面の隙間から混入することは考えにくい。万が一、摺動面に混入したとしても回転軸の微小なずれから発生する主軸振れ回り（歳差運動）により、粉碎もしくは排砂機能により摺動面を伝って異物逃がし溝に導かれ排出されることから、軸受摺動面や異物逃がし溝が閉塞することによるポンプ軸固着への影響はない。

また、基準津波襲来時を想定した取水路における砂移動解析を実施した結果、取水槽地点における浮遊砂濃度は 0.82×10^{-2} wt%（基準津波1（防波堤有り））、 0.69×10^{-3} wt%（基準津波1（防波堤無し））であった。

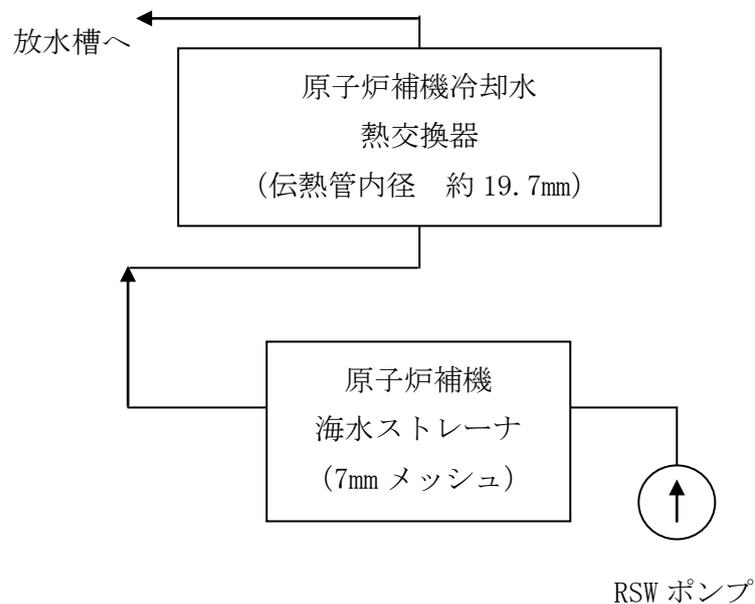
基準津波襲来時の浮遊砂による軸受摩耗への影響については、取水槽位置の砂濃度を包絡する砂濃度において海水ポンプを用いた試験を実施し、基準津波襲来時の浮遊砂による軸受摩耗への影響がないことを確認した（添付資料14）。

以上により、基準津波の襲来に伴う浮遊砂による海水ポンプ軸受への影響はなく、海水ポンプの取水機能は保持できるものと評価する。



第 2.5-4 図 海水ポンプ軸受構造図

また、原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプの揚水管内側流路を通過し、原子炉補機海水系及び高圧炉心スプレイ補機海水系の系統に混入した微小な浮遊砂は、海水系ストレーナを通過し熱交換器を経て放水槽へ排出されるが、ストレーナ通過後の最小流路幅（各熱交換器の伝熱管内径）は原子炉補機海水系で約 19.7mm，高圧炉心スプレイ補機海水系で約 16.5mm であり，砂の粒径約 0.3mm に対し十分に大きいことから閉塞の可能性はないと考えられ，原子炉補機海水系及び高圧炉心スプレイ補機海水系の取水機能は維持可能である（第 2.5-5 図）。



第 2.5-5 図 系統概略図（原子炉補機海水系の例）

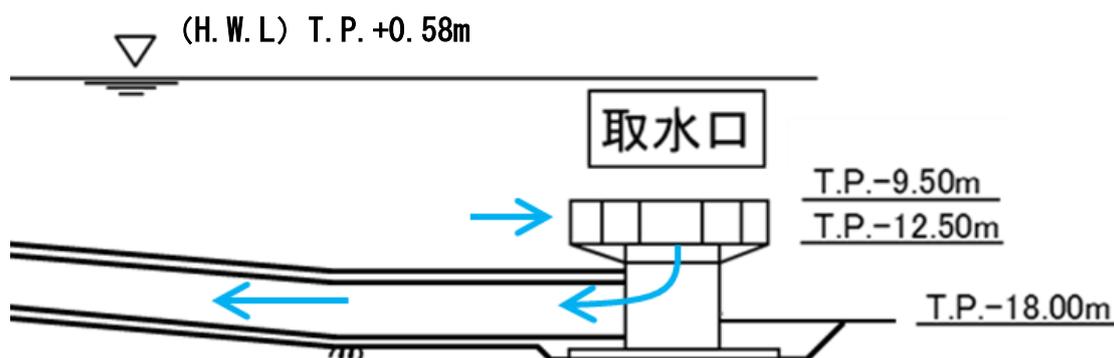
(3) 基準津波に伴う取水口付近の漂流物に対する取水性確保

2号炉の取水口は深層取水方式を採用しており、取水口呑口上端がEL-9.5mと低い位置（第2.5-6図）であることから、漂流物が取水口及び取水路の通水性に影響を与える可能性は小さいが、基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備等が、取水口あるいは取水路を閉塞させ、非常用海水冷却系（原子炉補機海水系及び高圧炉心スプレー補機海水系）の取水性に影響を及ぼさないことを確認した。漂流物に対する取水性確保の影響評価については、発電所周辺地形並びに敷地及び敷地周辺に襲来する津波の特性を把握した上で、検討対象施設・設備の抽出範囲を設定し、漂流物の検討フローを策定し、抽出した施設・設備について、漂流（滑動を含む）する可能性、2号炉取水口に到達する可能性及び2号炉取水口が閉塞する可能性についてそれぞれ検討を行い、非常用海水冷却系の海水ポンプの取水性への影響を評価した。

なお、漂流物調査範囲内の人工構造物の位置、形状等に変更が生じた場合は、津波防護施設等の健全性又は取水機能を有する安全設備等の取水性に影響を及ぼす可能性がある。このため、漂流物調査範囲内の人工構造物については、設置状況を定期的に確認するとともに、必要に応じて第2.5-18図に示す漂流物の選定・影響確認フローに基づき評価を実施する。

また、発電所の施設・設備の設置・改造等を行う場合においても、都度、津波防護施設等の健全性又は取水機能を有する安全設備等の取水性への影響評価を実施する。

これらの調査・評価方針については、QMS文書に定め管理する。



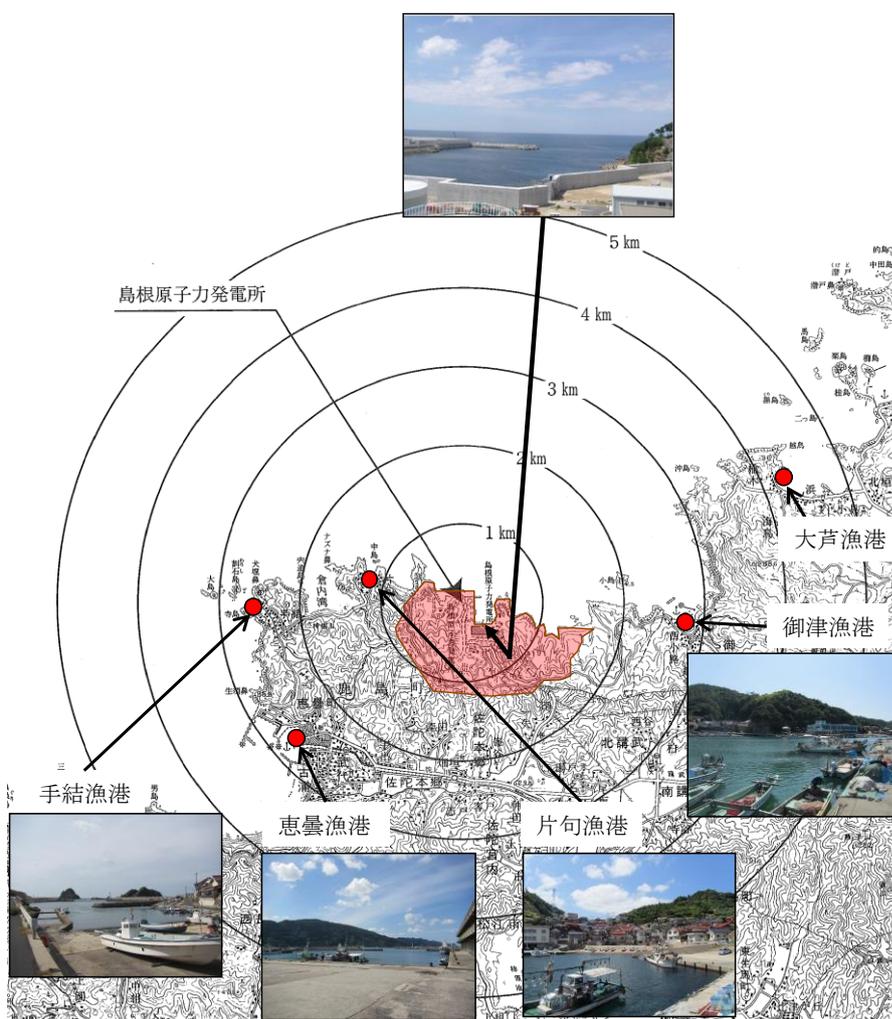
第2.5-6図 取水口呑口概要図

a. 検討対象施設・設備の抽出範囲の設定

発電所周辺地形並びに敷地及び敷地周辺に襲来する津波について、その特徴を把握した上で、検討対象施設・設備の抽出範囲を設定する。

① 発電所周辺地形の把握

島根原子力発電所は、島根半島の中央部で日本海に面した位置に立地している。島根原子力発電所の周辺は、東西及び南側を標高 150m 程度の高さの山に囲まれており、発電所東西の海沿いには漁港がある。島根原子力発電所の周辺地形について、第 2.5-7 図に示す。



第 2.5-7 図 発電所周辺の地形

②敷地及び敷地周辺に襲来する津波の特性の把握

基準津波の波源, 断層幅と周期の関係, 海底地形, 最大水位上昇量分布, 最大流速分布をそれぞれ第 2.5-8~12 図に示す。また, 水位変動・流向ベクトルを添付資料 34 に示す。

上記から得られる情報を基に, 敷地及び敷地周辺に襲来する津波の特性を考察した。

【断層幅と周期の関係 (第 2.5-9 図) から得られる情報】

- ・津波は, 断層運動に伴う地盤変動により水位が変動することにより発生するため, 地盤変動範囲と水深が津波水位変動の波形 (周期) の支配的要因となる。特に, 地盤変動範囲は断層の平面的な幅に影響されることから, 平面的な断層幅が津波周期に大きな影響を与える。
- ・島根原子力発電所で考慮している波源は, 太平洋側で考慮しているプレート間地震と比べ, 平面的な断層幅が狭く, 傾斜角も高角であることから, 津波周期が短くなる傾向にある。

【海底地形 (第 2.5-10 図), 最大水位上昇量分布 (第 2.5-11 図) から得られる情報】

- ・日本海東縁部に想定される地震による津波は, 大和堆を回り込むように南方向に向きを変え伝播する。また, 島根原子力発電所前面に位置する隠岐諸島の影響により, 隠岐諸島を回り込むように津波が伝播し, 東西方向から島根原子力発電所に到達する。

【最大流速分布 (第 2.5-12 図) から得られる情報】

- ・日本海東縁部に想定される地震による津波は, 図中の①~⑥であり, 基準津波 1 (①, ②) は, 他の基準津波 (図中③~⑥) に比べ, 沖合の流速が速い範囲が広域である。また, 沿岸部においても流速が速い箇所が多いことから, 日本海東縁部に想定される地震による津波のうち, 基準津波 1 の流速が速い傾向がある。
- ・海域活断層から想定される地震による津波は, 図中の⑦, ⑧であり, 日本海東縁部に想定される地震による津波 (図中の①~⑥) と比較すると, 沖合・沿岸部共に日本海東縁部に想定される地震による津波の方が流速が速い。
- ・全ての流速分布において, 流速は発電所沖合よりも沿岸付近の方が速くなる傾向がある。

- ・防波堤有無による影響について、①及び②並びに⑦及び⑧を比較した結果、発電所沖合の流速への有意な影響はない。

【水位変動・流向ベクトル（添付資料 34）から得られる情報】

基準津波 1～6 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報をそれぞれ第 2.5-2(1)表から第 2.5-2(6)表に示す。また、得られた情報をまとめると以下のとおりとなる。

[日本海東縁部に想定される地震による津波]

- ・日本海東縁部に想定される地震による津波の第 1 波は地震発生後 115 分程度で輪谷湾内に到達するが、到達した際の水位変動は 2m 以下であり、その後、約 1 時間程度、水位変動は最大でも 3m 程度で上昇・下降を繰り返す。
- ・各基準津波の施設護岸又は防波壁での最高水位、2 号炉取水口での最低水位を以下に発生時刻を含めて示す。

【水位上昇側】（潮位 0.58m, 潮位のばらつき+0.14m を考慮）

基準津波 1（防波堤有り）：EL+10.7m（約 192 分）

基準津波 1（防波堤無し）：EL+11.9m（約 193 分）

基準津波 2（防波堤有り）：EL+ 9.0m（約 198 分）

基準津波 5（防波堤無し）：EL+11.5m（約 193 分）

【水位下降側】（潮位 0.09m, 潮位のばらつき-0.17m, 隆起-0.34m を考慮）

基準津波 1（防波堤有り）：EL-5.4m（約 189 分 30 秒）

基準津波 1（防波堤無し）：EL-6.3m（約 189 分）

基準津波 3（防波堤有り）：EL-4.9m（約 190 分 30 秒）

基準津波 6（防波堤無し）：EL-6.4m（約 190 分 30 秒）

- ・輪谷湾内の流向は最大でも 4 分程度で反転している。
- ・発電所沖合において、1m/s を超える流速は確認されない。
- ・発電所港湾部の最大流速は、基準津波 1（防波堤無し）のケースであり、1 号放水連絡通路防波扉前面付近で 9.8m/s（約 193 分）である。

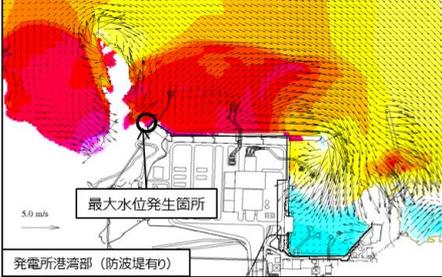
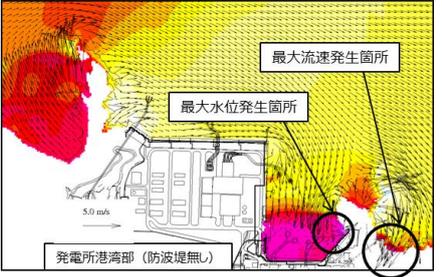
[海域活断層から想定される地震による津波]

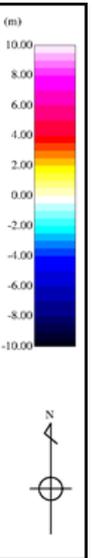
- ・海域活断層から想定される地震による津波の第 1 波は地震発生後約 3 分程度で押し波として襲来し 2 分間水位上昇(1m 程度)する。その後、引き波傾向となり、地震発生後、6 分 30 秒において基準津波 4 の最低水位（2 号炉取水口：EL-4.2m）となる。以降は、水位変動 1m 程度で上昇下降を繰り返す。

第 2.5-2(1)-1 表 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

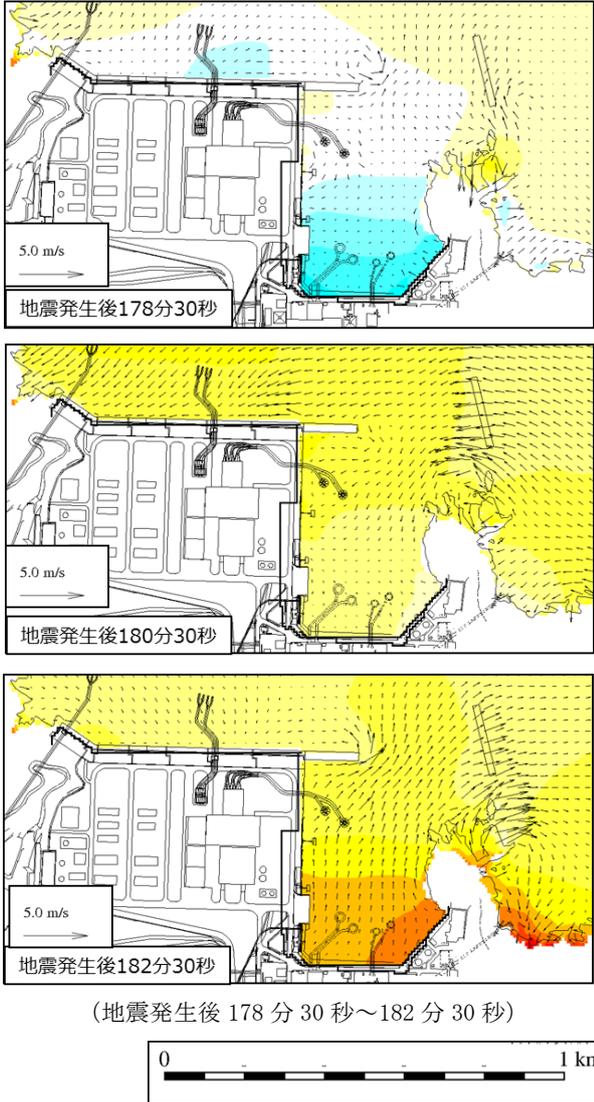
時刻	水位変動・流向ベクトルの考察		
	発電所周辺海域	発電所港湾部（輪谷湾）	
		防波堤有り	防波堤無し
0分～ 108分	－（津波が到達していない。）	－（津波が到達していない。）	－（津波が到達していない。）
109分	津波の第1波が敷地の東側から襲来する。	－（津波が到達していない。）	－（津波が到達していない。）
114分	東側から襲来する津波は徐々に発電所方向に進行する。 西側からも津波が襲来する。	－（津波が到達していない。）	－（津波が到達していない。）
116分30秒	－	第1波が輪谷湾内に襲来する。水位が1m程度上昇する。	防波堤有りと同様な傾向を示す。
116分30秒～ 183分	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	最大でも3m程度（138分、142分、160分～161分、164分～165分、166分～167分、170分～171分、174分、175分、178分～179分、180分）の水位変動を繰り返す。また、水位変動の周期（押し波または引き波継続時間）は最大でも4分程度（121分～124分30秒、）である。	防波堤有りと同様な傾向を示す。
183分～ 184分30秒	－	強い押し波により水位が5m程度上昇する。また、5m/s程度の流速が発生する。押し波時間は2分間程度継続し、その後引き波に転じる。	防波堤有りと同様な傾向を示す。
186分～ 187分30秒	－	強い押し波により水位が5m程度上昇する。また、5m/s程度の流速が発生する。押し波時間は2分間程度継続し、その後引き波に転じる。	防波堤有りと同様な傾向を示す。
187分30秒～ 189分30秒	－	強い引き波により水位が-6m程度下降する。	防波堤有りと同様な傾向を示す。
189分30秒～ 190分30秒	（沖合において）水位変動が3mを超える津波が発電所方向に襲来する。	強い押し波により水位が5m程度上昇する。また、5m/sを超える流速が発生する。押し波時間は1分間程度継続し、その後引き波に転じる。	防波堤有りと同様な傾向を示す。

第 2.5-2(1)-2 表 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

時刻	水位変動・流向ベクトルの考察		
	発電所 周辺海域	発電所港湾部（輪谷湾）	
		防波堤有り	防波堤無し
192 分 30 秒 ～ 193 分 30 秒	—	<p>西側方向から（沖合において）水位変動が 3m を超える津波が襲来する。 基準津波 1 における最高水位 EL+10.7m が 3号炉北側の防波壁の西端付近で確認される（192 分 30 秒）。 押し波時間は 1 分間程度継続し、その後引き波に転じる。</p>  <p>（地震発生後 192 分 30 秒）</p>	<p>防波堤有りと同様な傾向を示す。 防波堤無しにおいて、最高水位 EL+11.9m が輪谷湾の東側の隅角部で確認される（約 193 分）。 また、最大流速 9.8m/s が 1号放水連絡通路防波扉前面付近で確認される（約 193 分）。</p>  <p>（地震発生後 193 分）</p>
194 分 以降	<p>発電所沖合において、1m/s 以上の流速は発生していない。</p>	<p>水位変動は最大でも 3m 程度（206 分、207 分～208 分、210 分、214 分、222 分）で、また、水位変動の周期（押し波または引き波継続時間）は最大でも 3 分程度（233 分～236 分）で押し波、引き波を繰り返す。</p>	<p>防波堤有りと同様な傾向を示す。</p>



第 2.5-2(2)表 基準津波 2 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

時刻	水位変動・流向ベクトルの考察	
	発電所周辺海域	発電所港湾部（輪谷湾） 防波堤有り
170 分～ 195 分	発電所沖合において、1m/s 以上の流速は発生していない。	<p>最大でも 3m 程度（182 分、190 分）の水位変動を繰り返す。また、水位変動の周期は最大でも 4 分（178 分 30 秒～182 分 30 秒）程度である。</p>  <p>（地震発生後 178 分 30 秒～182 分 30 秒）</p>
195 分～ 196 分 30 秒	—	強い引き波により水位が-5m 程度下降する。引き波継続時間は 1 分 30 秒程度で、その後、すぐに押し波となる。
197 分～ 198 分	—	基準津波 2 における最大水位 EL+9.0m が輪谷湾の西側で確認される（約 198 分）。
198 分 以降	発電所沖合において、1m/s 以上の流速は発生していない。	水位変動は最大でも 3m 程度（202 分、207 分）で、押し波、引き波を繰り返す。

第 2.5-2(3)表 基準津波 3 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

時刻	水位変動・流向ベクトルの考察	
	発電所周辺海域	発電所港湾部
		防波堤有り
170分～ 189分	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	最大でも3m程度（178分30秒，181分30秒，182分）の水位変動を繰り返す。また、水位変動の周期は最大でも4分程度（173分～177分）である。
189分～ 190分 30秒	—	強い引き波により2号炉取水口で最低水位EL -4.9mが確認される。 引き波時間は1分30秒程度継続し、その後押し波に転じる。
191分以降	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	水位変動は最大でも3m程度（192分，194分，196分30秒，198分）で、押し波，引き波を繰り返す。

第 2.5-2(4)表 基準津波 5 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

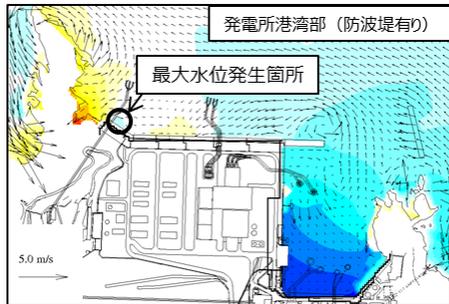
時刻	水位変動・流向ベクトルの考察	
	発電所周辺海域	発電所港湾部
		防波堤無し
170分～ 190分	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	水位変動は最大でも3m程度（176分30秒，181分，）で、押し波，引き波を繰り返す。
190分～ 192分	—	強い引き波により水位が-6m程度下降する。 引き波継続時間は2分間程度であり、その後押し波に転じる。
192分～ 193分	—	強い押し波により基準津波5における最大水位EL+11.5mが輪谷湾の東側の隅角部で確認される（約193分）。 押し波時間は1分間程度であり、その後引き波に転じる。
198分～ 199分 30秒	—	押し波時間は1分30秒間程度であり、その後引き波に転じる。

第 2.5-2(5)表 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

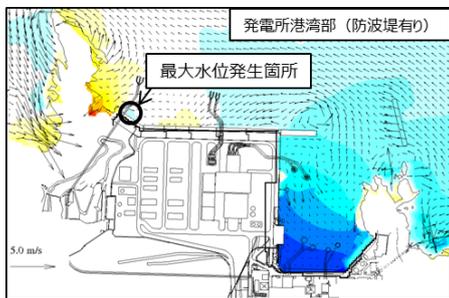
時刻	水位変動・流向ベクトルの考察	
	発電所周辺海域	発電所港湾部
		防波堤無し
170分～ 188分30秒	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	水位変動は最大でも3m程度（182分、185分、188分30秒）
189分～ 190分 30秒	—	強い引き波により2号炉取水口で最低水位EL-6.4mが確認される。（190分30秒）。引き波時間は1分30秒程度であり、その後押し波に転じる。
190分 30秒 ～ 191分 30秒		強い押し波により水位が6m程度上昇する。
197分 ～ 198分		強い押し波により水位が6m程度上昇する。

第 2.5-2(6)表 基準津波 4 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

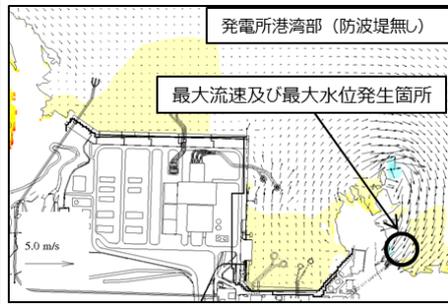
時刻	水位変動・流向ベクトルの考察		
	発電所周辺海域	発電所港湾部	
		防波堤有り	防波堤無し
0分～2分	水位変動 1m 程度の津波が確認できる。また、その後水位 -2m 程度の津波が確認できる。 1m/s 以上の流速は発生していない。	— (津波が到達していない。)	— (津波が到達していない。)
3分		港湾内に押し波が来襲。水位が 1m 程度上昇する。	防波堤有りと同様な傾向。
6分以降	—	引き波により最低水位 EL-4.0 m が確認される (約 6 分 30 秒)。 最大流速 3.3m/s が 3 号炉北側の防波壁の西端付近で確認される。(約 6 分) 最高水位 EL+3.0m が 3 号炉北側の防波壁の西端付近で確認される。(約 6 分 30 秒)	防波堤有りと同様な傾向。 防波堤無しにおいて、最低水位 EL-4.2m が確認される (約 6 分 30 秒)。 最大流速 2.6m/s 及び最高水位 EL+2.7m が 1 号放水連絡通路防波扉前面付近で確認される。(約 9 分)



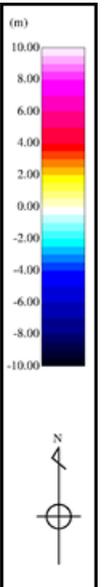
(地震発生後約 6 分)



(地震発生後約 6 分 30 秒)

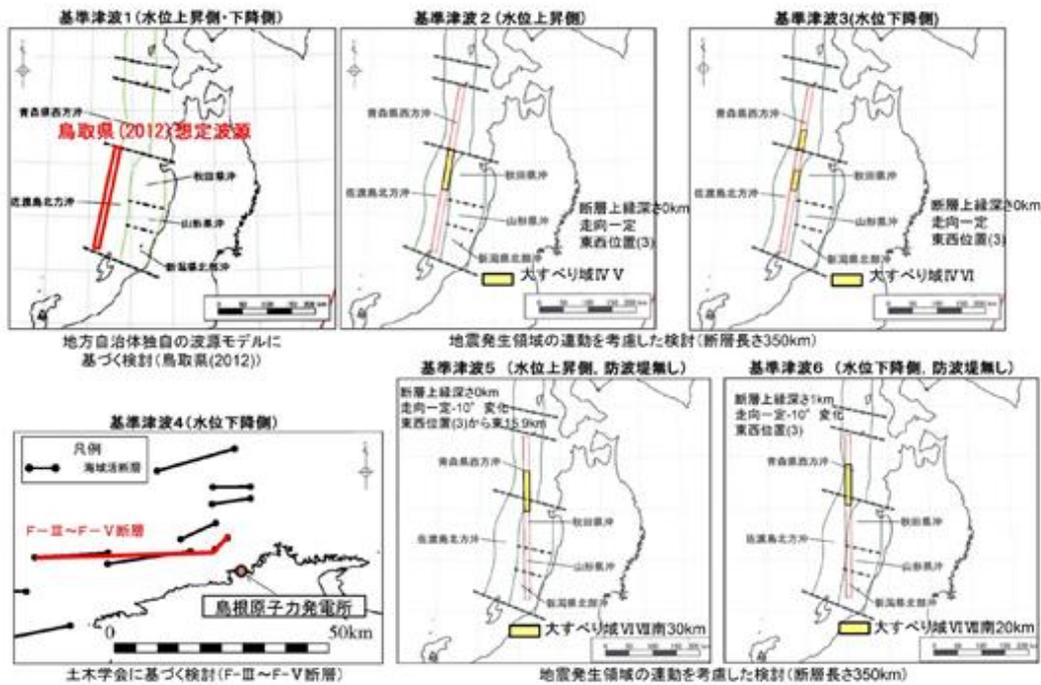


(地震発生後約 9 分)



基準津波の波源，断層幅と周期の関係，海底地形，最大水位上昇量分布，最大流速分布及び水位変動・流向ベクトルを踏まえた敷地及び敷地周辺に襲来する津波の特性に係る考察は以下のとおり。

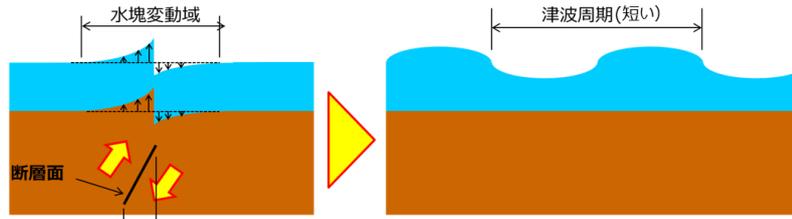
- ・日本海東縁部に想定される地震による津波の周期はプレート間地震による津波に比べ短い傾向にあり，流向は最大でも4分程度で反転している。
- ・日本海東縁部に想定される地震による津波は，大和堆，隠岐諸島の海底地形の影響を受け島根原子力発電所に到達する。
- ・海域活断層から想定される地震による津波に対して，日本海東縁部に想定される地震による津波の方が流速が速い。
- ・日本海東縁部に想定される地震による津波の中でも基準津波1の流速が比較的速い。
- ・流速は発電所沖合よりも沿岸付近の方が速くなる傾向がある。
- ・発電所沖合において，防波堤の有無による流速への有意な影響はない。



第 2.5-8 図 基準津波の波源

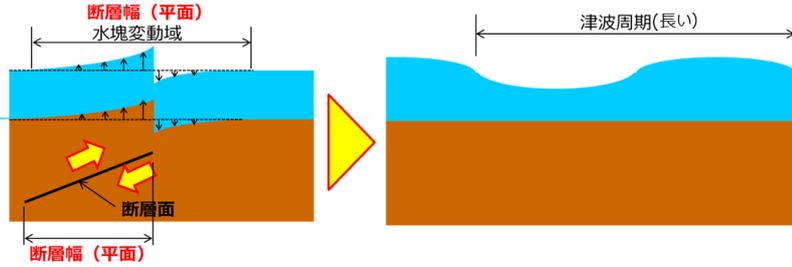
●日本海側（活断層）

- ・傾斜角：高角
- ・断層幅：狭い
- ⇒断層幅（平面）が狭く、水塊変動域が狭くなるため、津波周期が短くなる傾向がある。

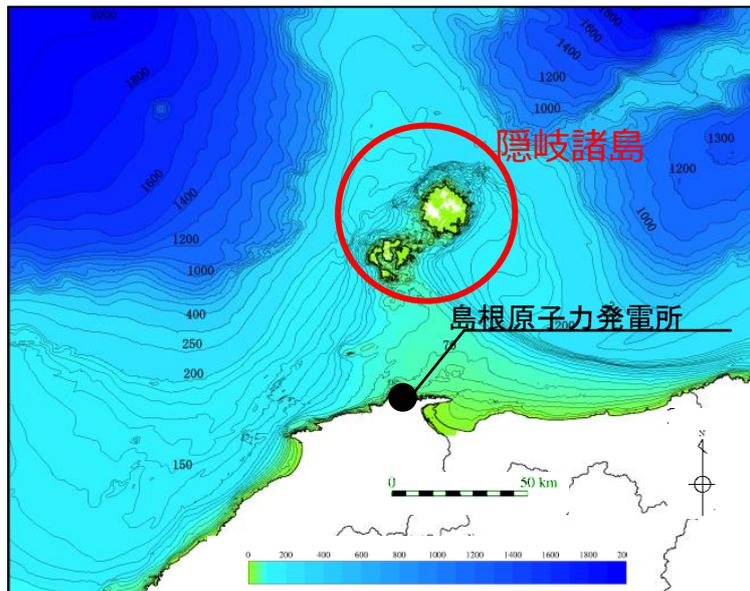
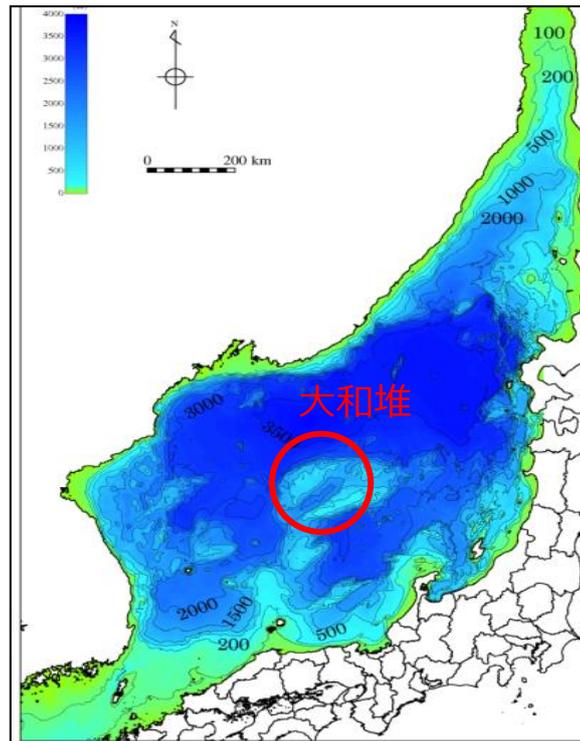


●太平洋側（プレート間地震）

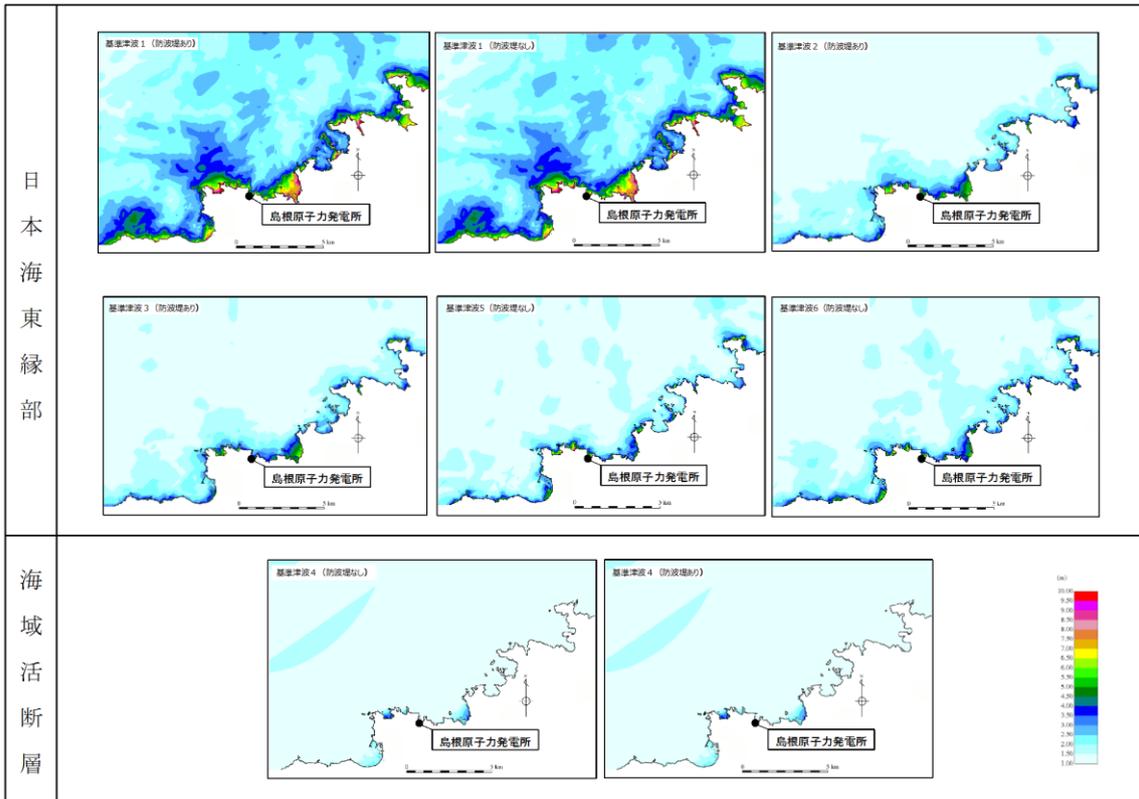
- ・傾斜角：低角
- ・断層幅：広い
- ⇒断層幅（平面）が広く、水塊変動域が広がるため、津波周期が長くなる傾向がある。



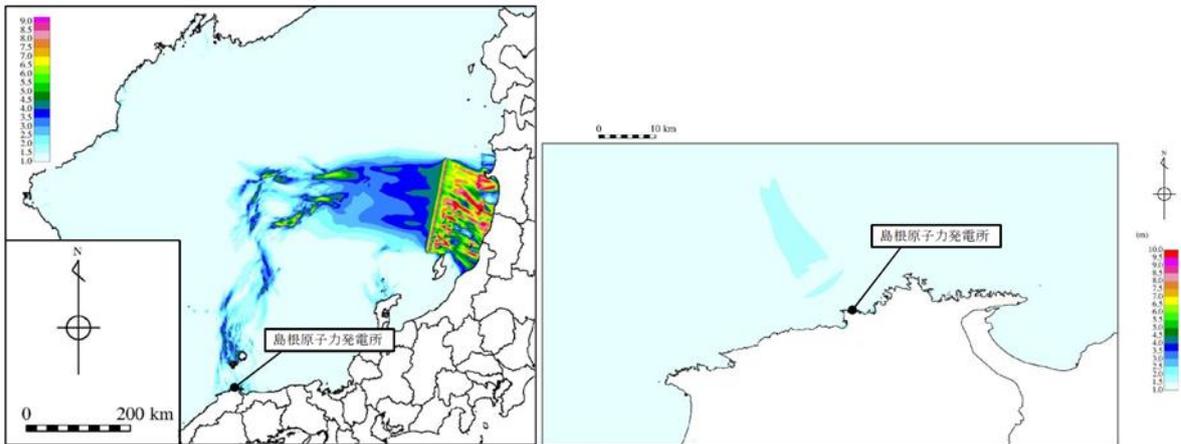
第 2.5-9 図 断層幅と周期の関係



第 2.5-10 図 海底地形



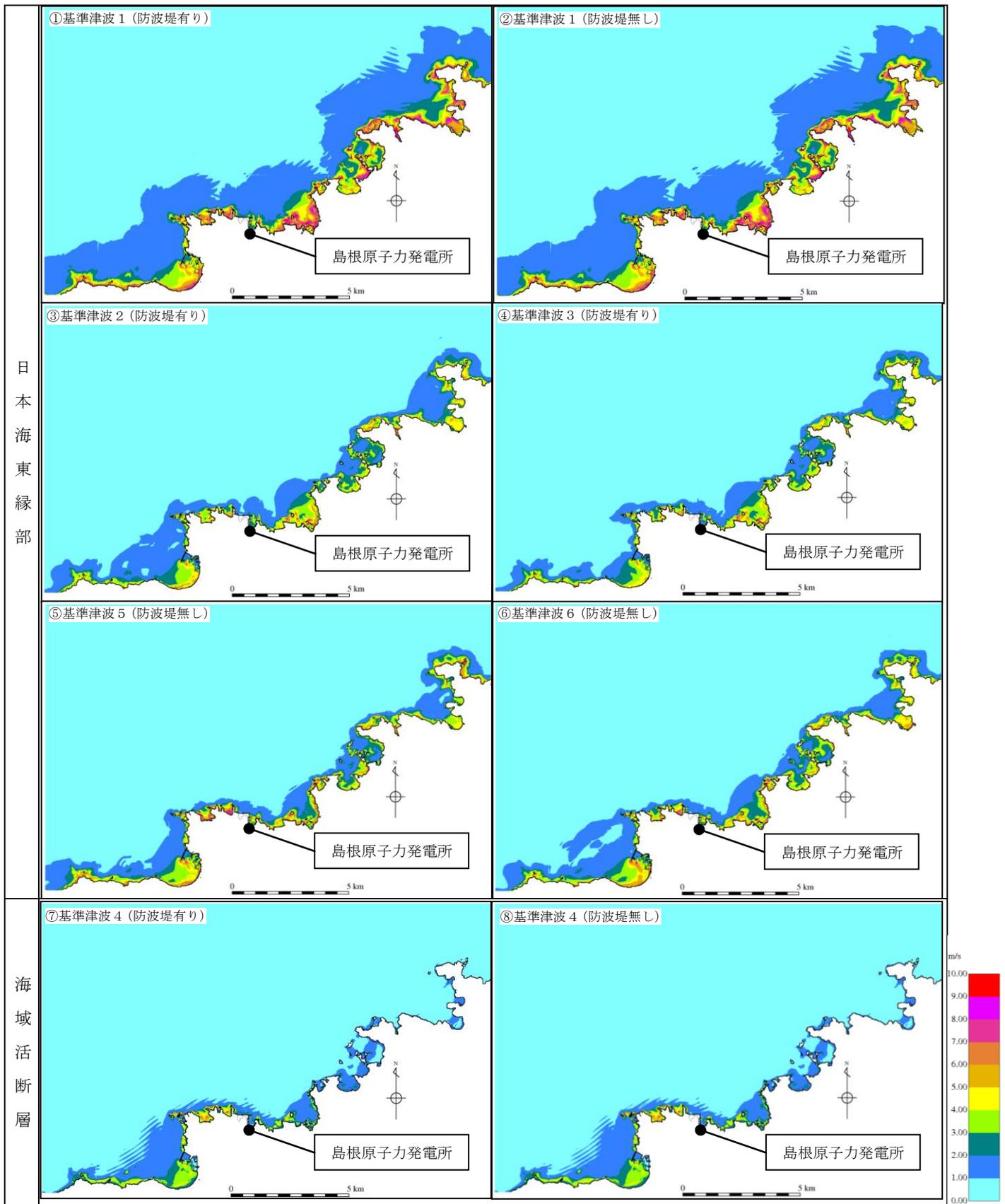
(参考) 波源位置から島根原子力発電所までの最大水位上昇量分布



(日本海東縁部に想定される地震による津波)

(海域活断層に想定される地震による津波)

第 2.5-11 図 最大水位上昇量分布



第 2.5-12 図 最大流速分布

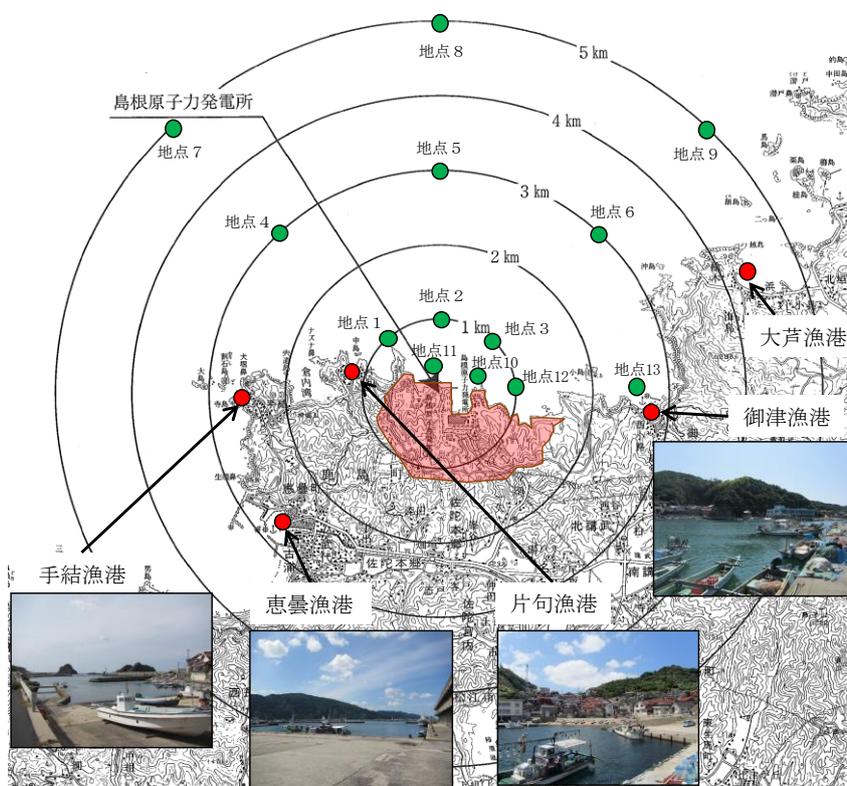
さらに、津波の平面二次元解析から求まる流向及び流速により仮想的な浮遊物が辿る経路を確認することで、より詳細に基準津波の流向及び流速の特徴が把握できるため、仮想的な浮遊物の軌跡解析※を基準津波1～6について実施した。

仮想的な浮遊物の移動開始位置については、日本海側に面している島根原子力発電所の敷地形状を踏まえ、敷地前面の9カ所（地点1～9）に加え、周辺漁港の位置や漁船の航行等を考慮し、4カ所（地点10～13）を設定した。計13カ所の仮想的な浮遊物の移動開始位置を第2.5-13図に示す。

解析時間については、基準津波の解析時間と同様、日本海東縁部に想定される地震による津波は6時間、海域活断層から想定される地震による津波は、3時間とした。基準津波による軌跡解析結果を第2.5-14図に示す。

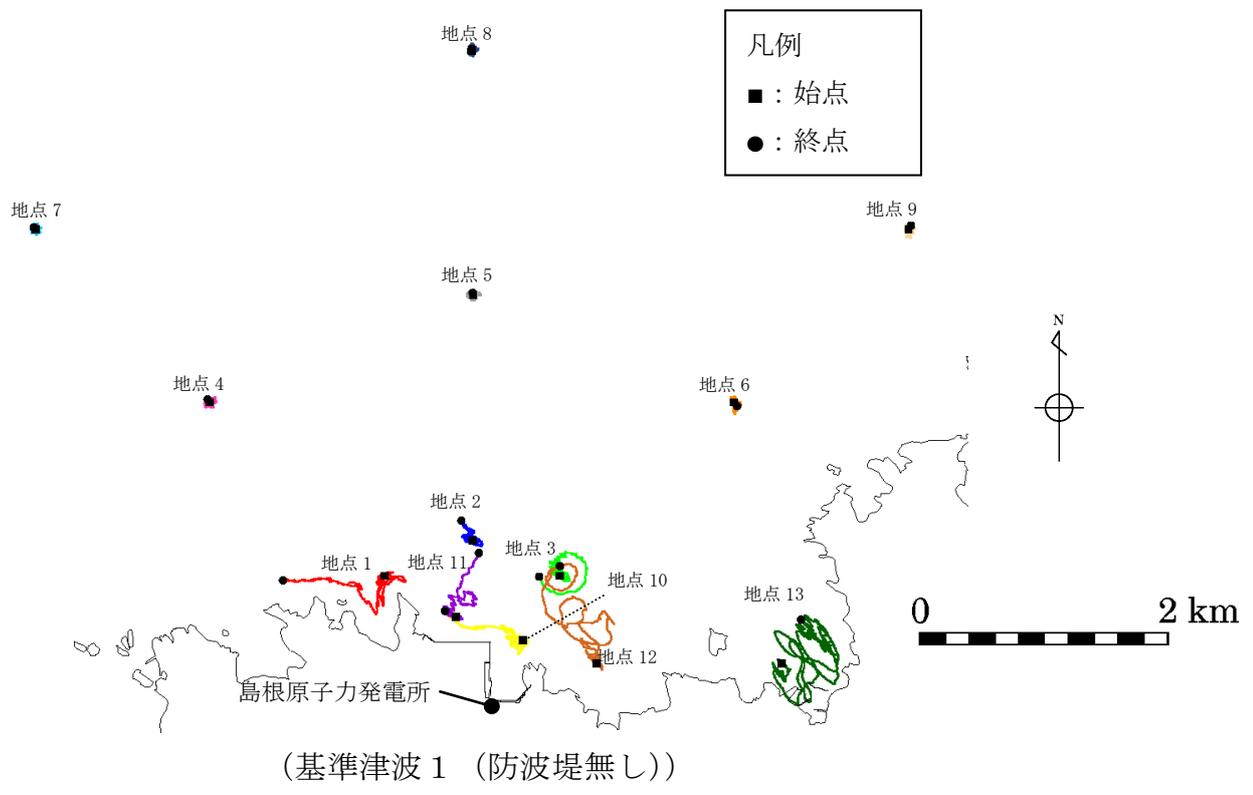
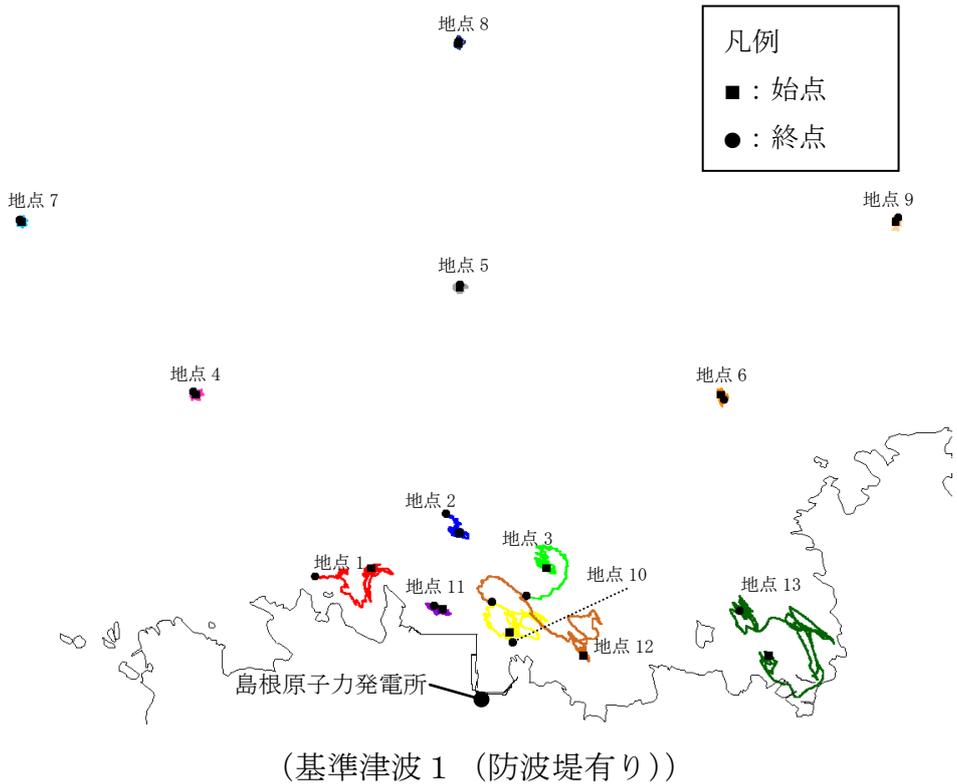
軌跡解析の結果、基準津波の特性で示した特徴と同様、3 km及び5 kmの地点（地点4～9）において仮想的な浮遊物は、初期位置からほとんど移動しないことが確認された。

なお、軌跡解析は津波の平面二次元解析から求まる流向及び流速により仮想的な浮遊物が移動する経路（軌跡）を示したものであり、漂流物の挙動と仮想的な浮遊物の軌跡が完全に一致するものではないが、仮想的な浮遊物の軌跡は漂流物の挙動と比較して敏感であり、漂流物の影響を評価する上で重要な漂流物の移動に係る傾向把握の参考情報として用いることができると考える。

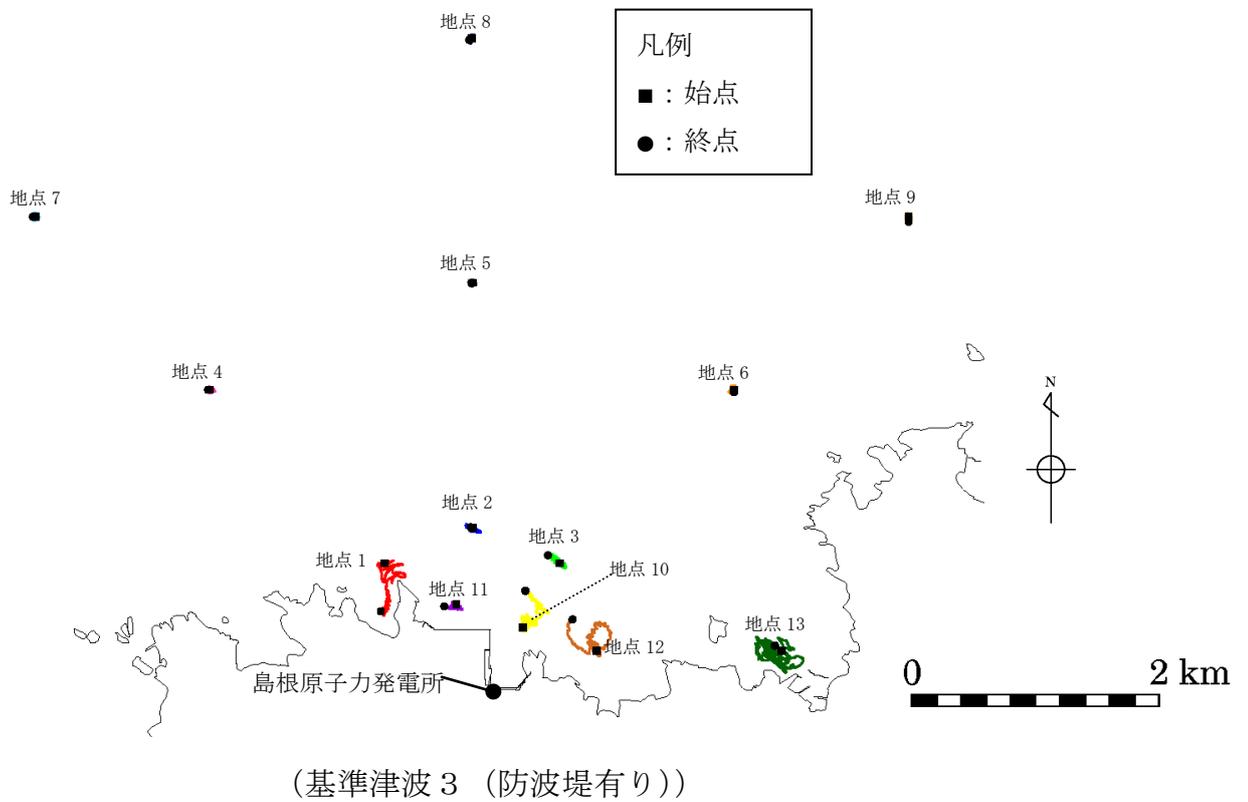
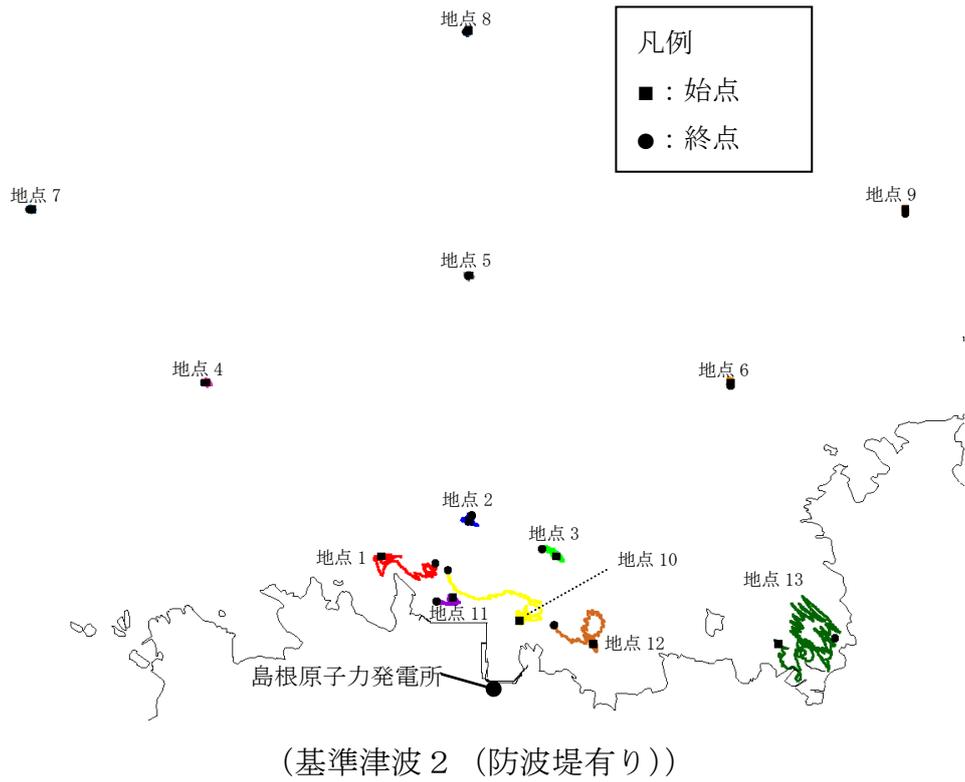


第2.5-13図 仮想的な浮遊物の移動開始位置

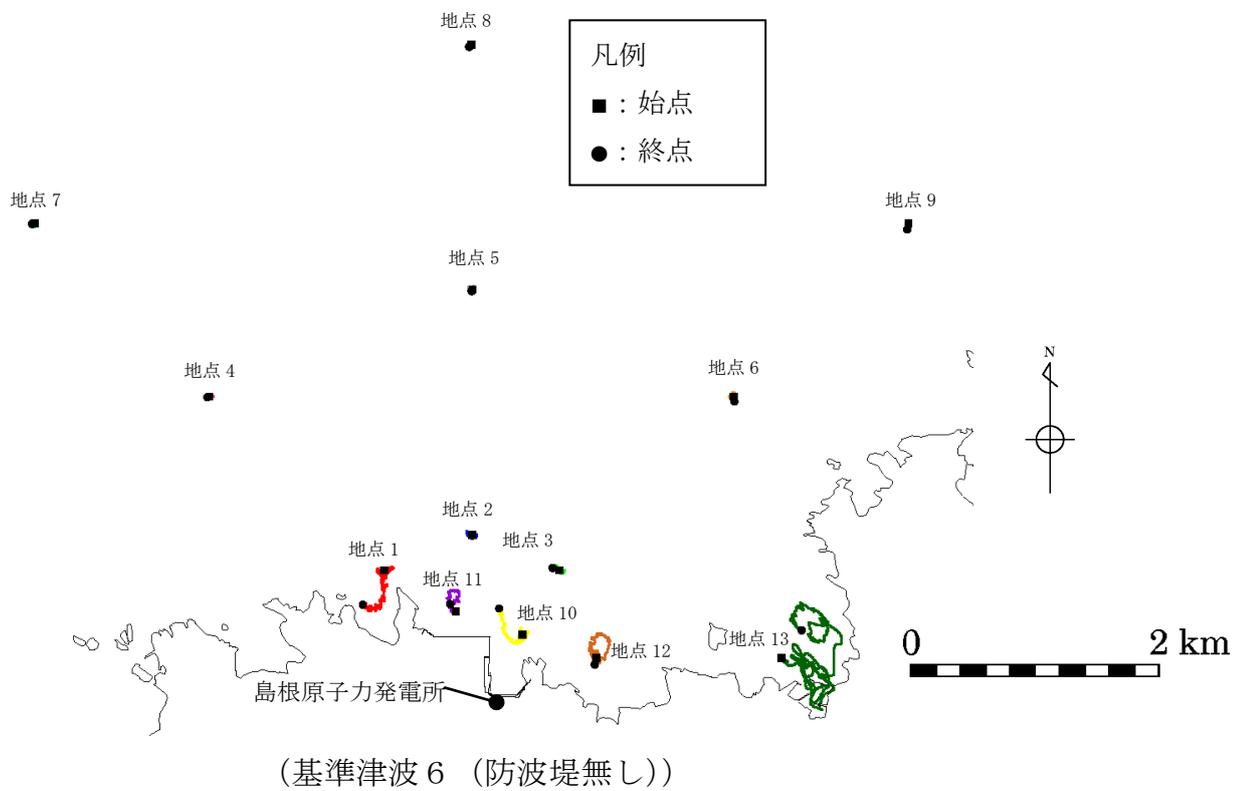
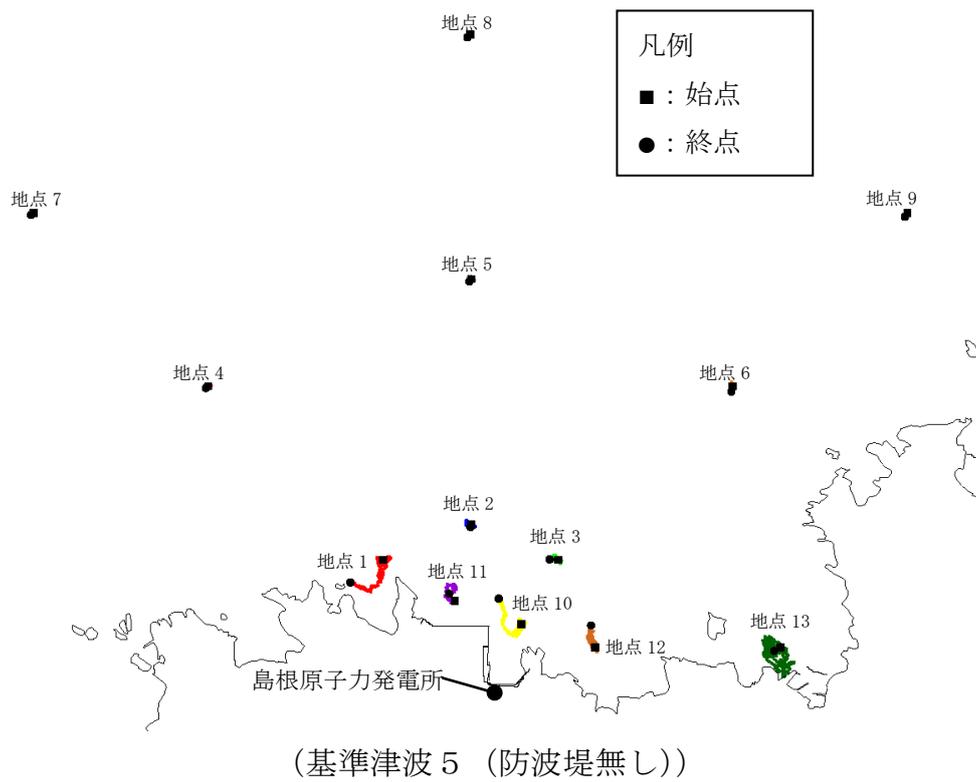
※ 津波解析から求まる流向流速をもとに、質量を持たず、抵抗を考慮しない仮想的な浮遊物が、水面を移動する軌跡を示す解析。



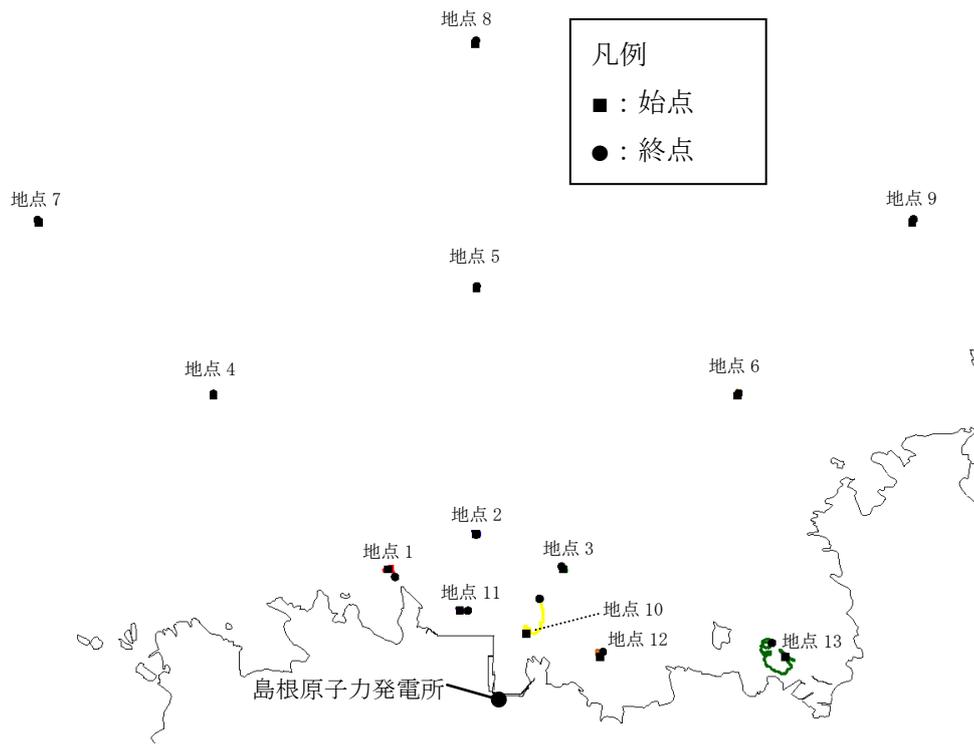
第 2.5-14-1 図 軌跡解析結果



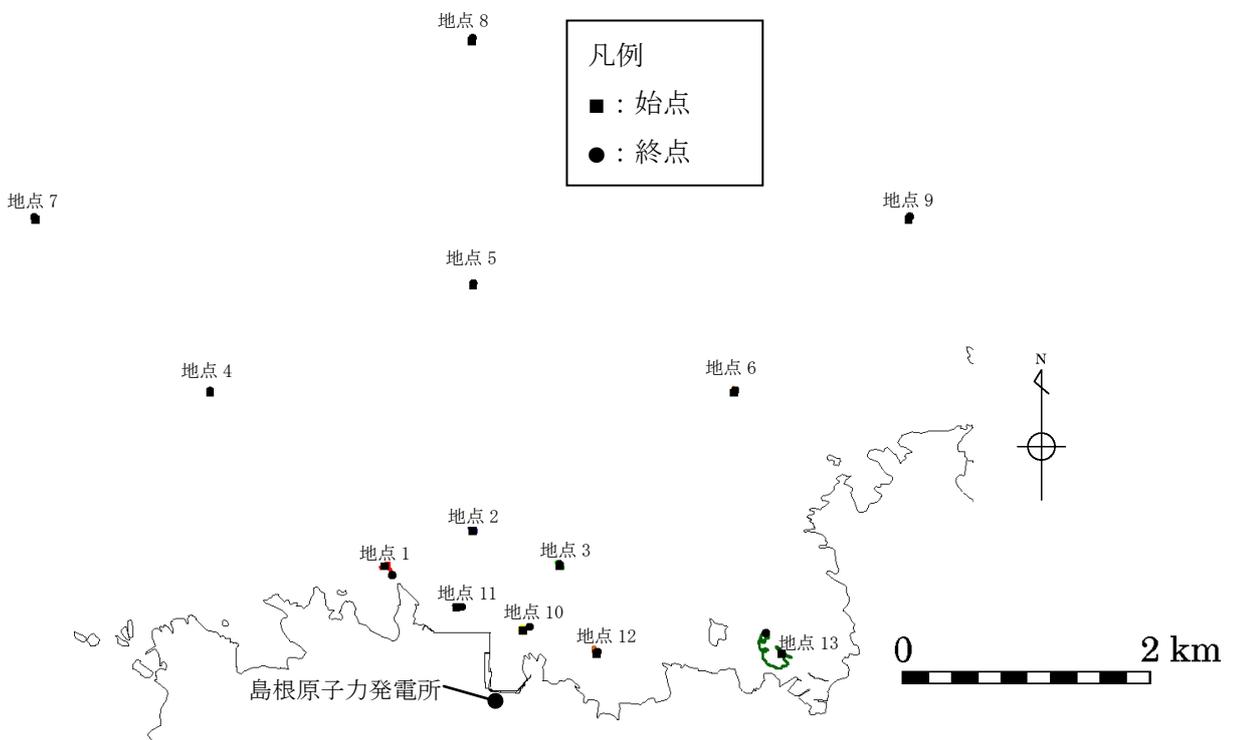
第 2.5-14-2 図 軌跡解析結果



第 2.5-14-3 図 軌跡解析結果



(基準津波4 (防波堤有り))



(基準津波4 (防波堤無し))

第 2.5-14-4 図 軌跡解析結果

b. 漂流物調査範囲の設定

漂流物調査の範囲については、前項に示した発電所周辺地形並びに敷地及び敷地周辺に襲来する津波の特性を考慮し、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。

前項「②敷地及び敷地周辺に襲来する津波の特性の把握」における基準津波の特徴を踏まえ、日本海東縁部に想定される地震による津波である基準津波1について、第2.5-13図に示す計13の地点において、水位、流向、流速の時系列データを抽出した。なお、日本海東縁部に想定される地震による津波は、第4図に示すとおり、地震発生後、約110分程度から水位が上昇し始め、190分程度で最大水位を示し、230分以降は収束傾向(水位1m以下)となることから、100分から260分の範囲を検討対象とした。

津波の流向が発電所へ向かっている時に、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時(地点1～11:南方向、地点12:南西方向、地点13:西方向)の最大流速と継続時間より、漂流物の移動量を算出する。

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。

また、保守的な想定として引き波による反対方向の流れを考慮せず、寄せ波の2波分が最大流速で一定方向に流れるものとして評価を行った。

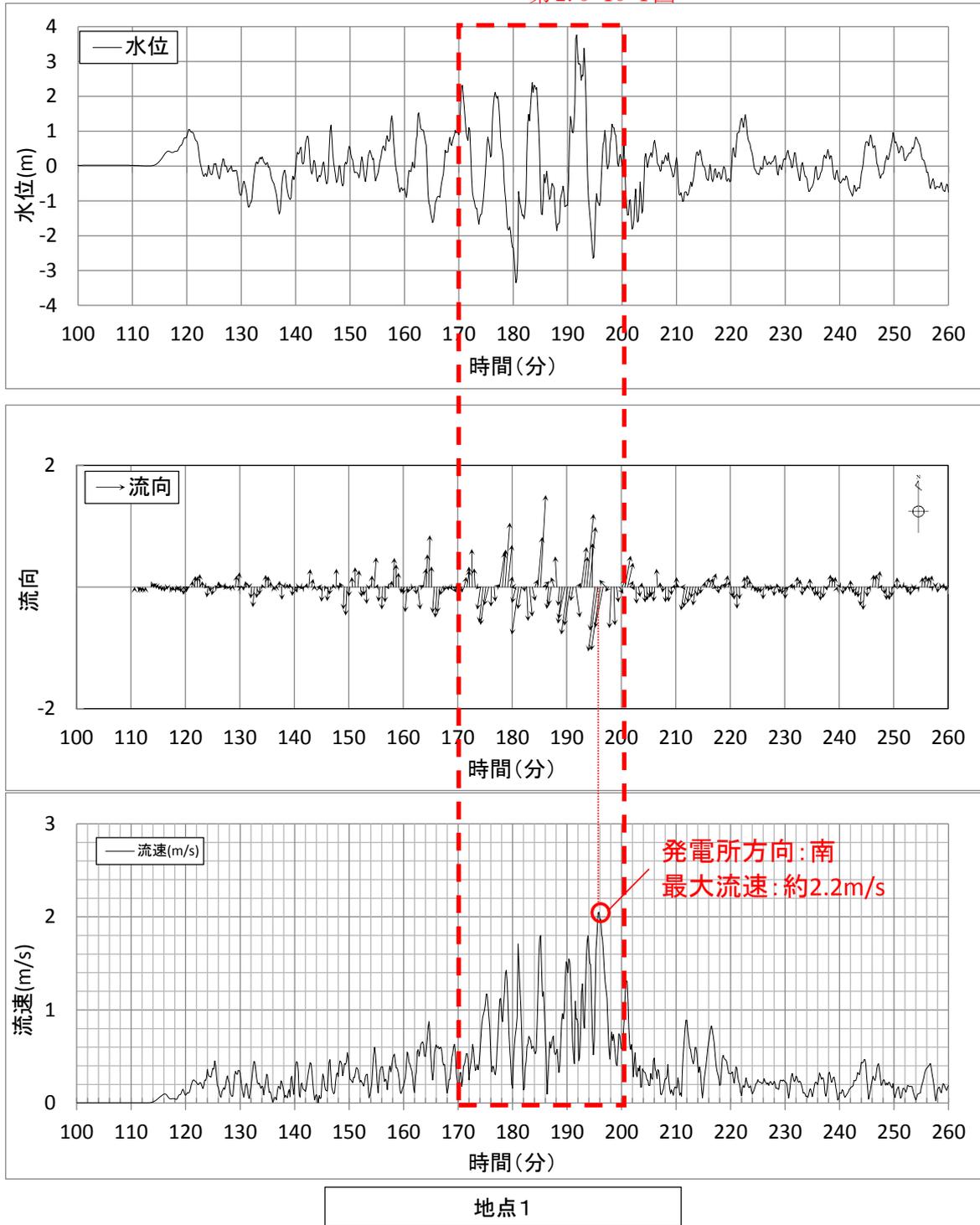
なお、評価においては、その他の基準津波に比べ、基準津波1の流速が比較的速く、また港湾外においては、防波堤有無による有意な影響が見られないこと及び3km、5km地点(地点4～9)においては、仮想的な浮遊物の軌跡解析の結果からも移動量が小さい傾向が確認されたことから、基準津波1における1km圏内の地点1～3、周辺漁港等を考慮した地点10～13を抽出し、そのうち発電所方向に向かう流速が最大となる地点1及び地点13を評価対象とした。

基準津波1における水位、流向、流速を第2.5-15図に示す。

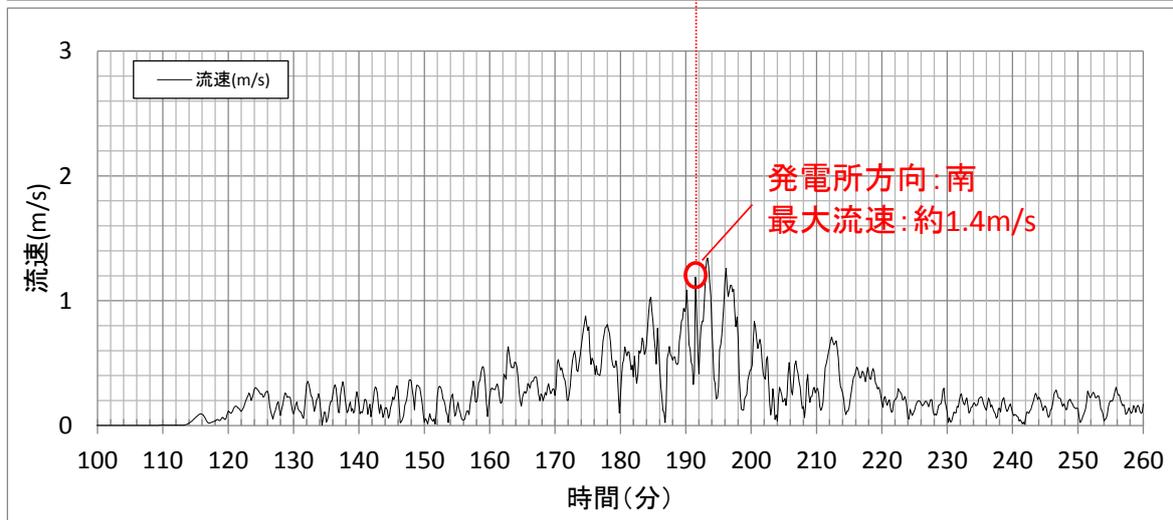
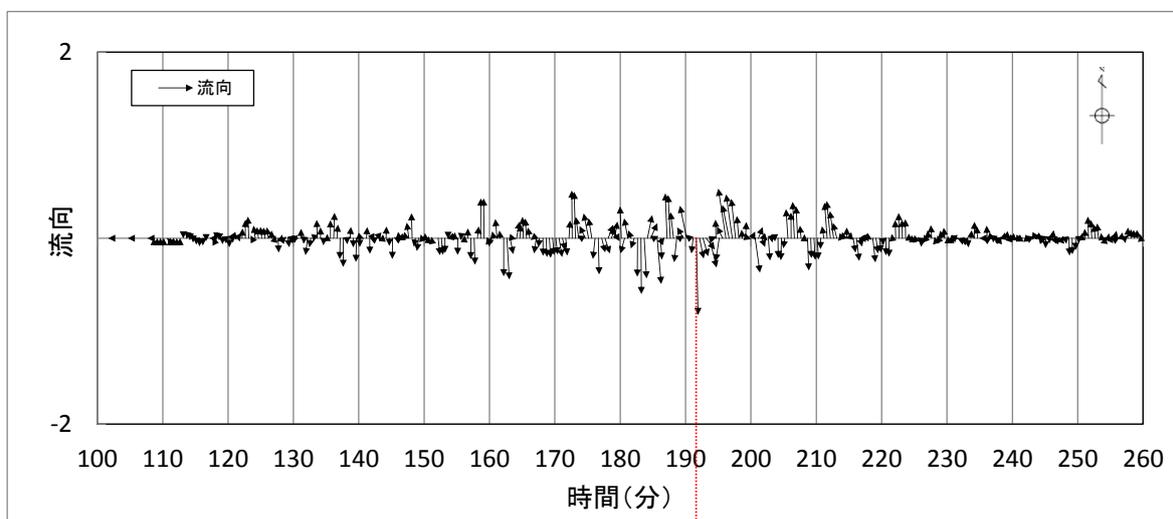
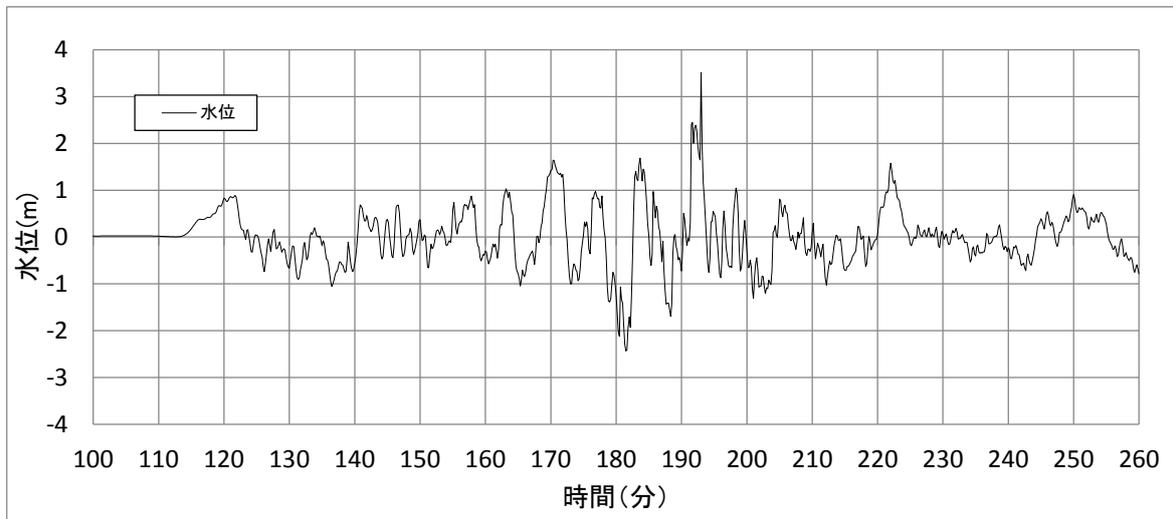
$$\text{移動量} = \text{継続時間} \times 2 \times \text{最大流速}$$

以上の条件において、漂流物の移動量を評価した(第2.5-16図)。評価の結果、抽出地点(地点1)における移動量900mが最大となった。以上により漂流物の移動量が900mとなるが、保守的に半径5kmの範囲を漂流物調査の範囲として設定する。

第2.5-16-1図

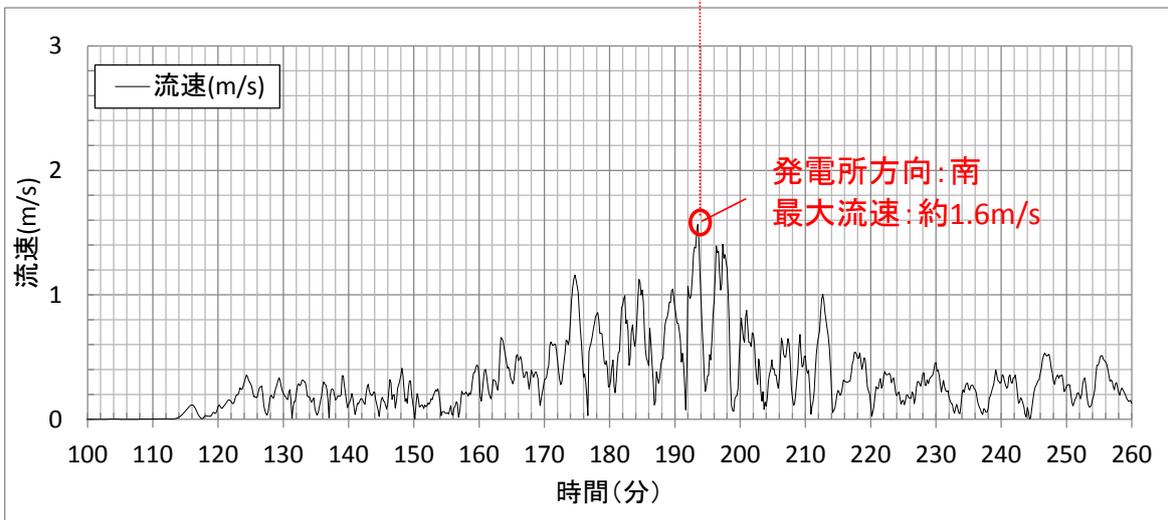
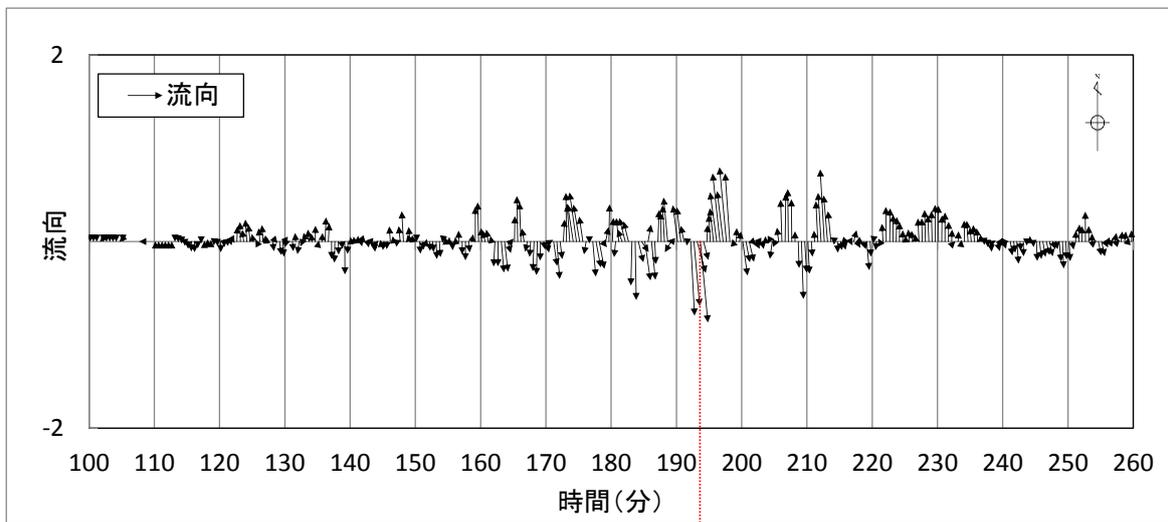
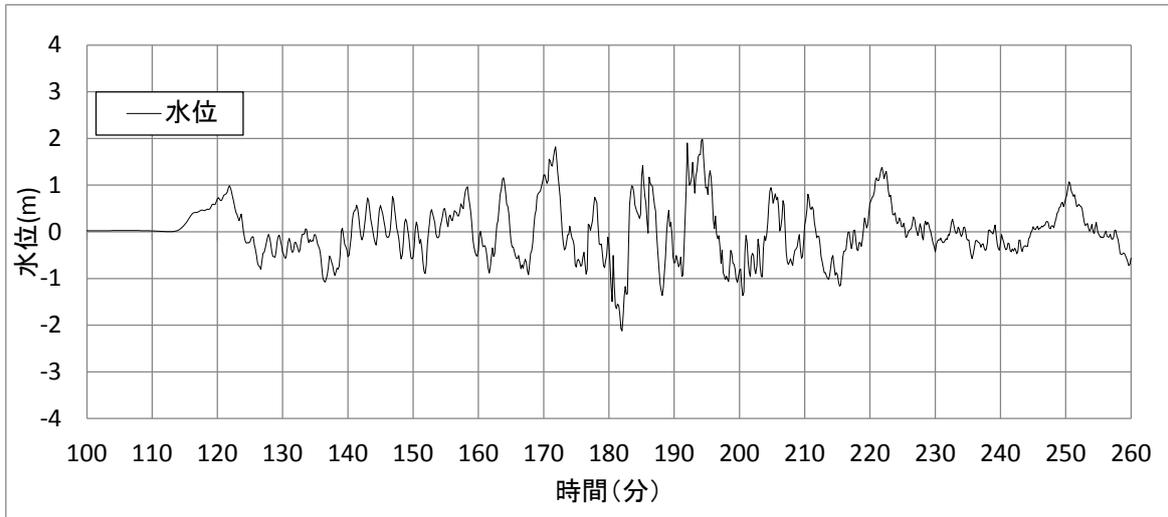


第2.5-15-1図 抽出地点1における水位，流向，流速（基準津波1）



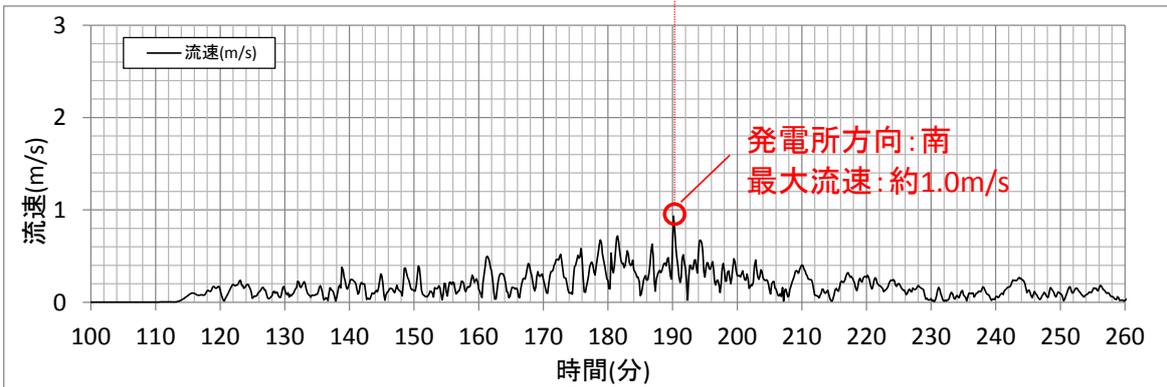
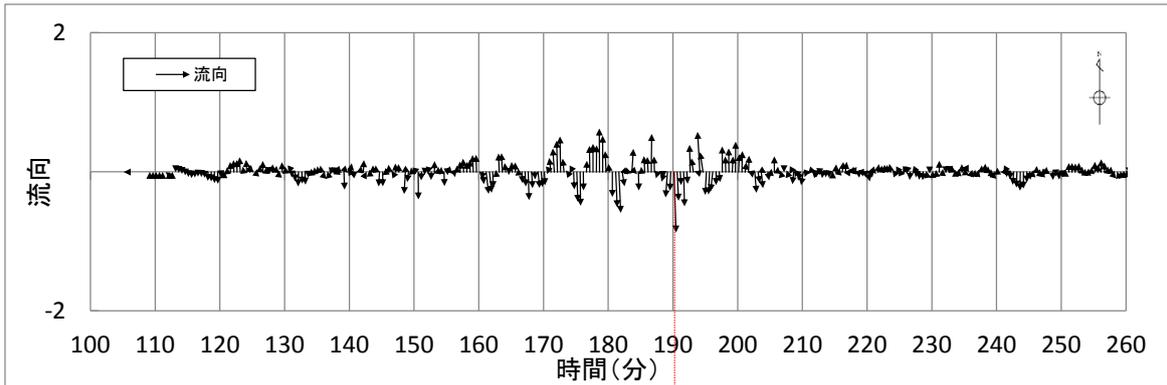
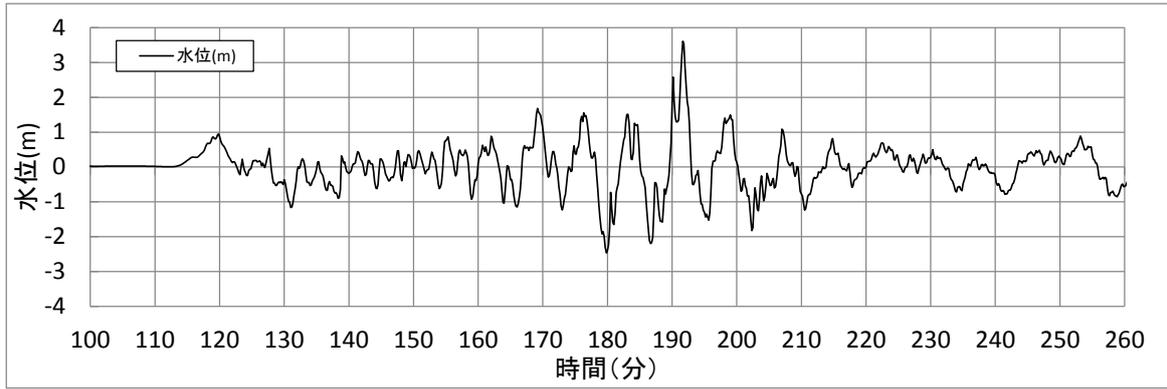
地点2

第 2.5-15-2 図 抽出地点 2 における水位，流向，流速（基準津波 1）



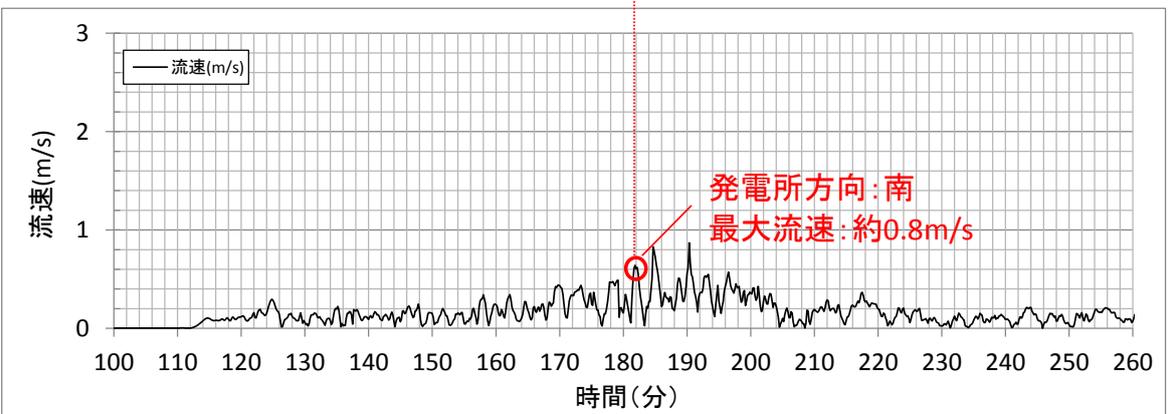
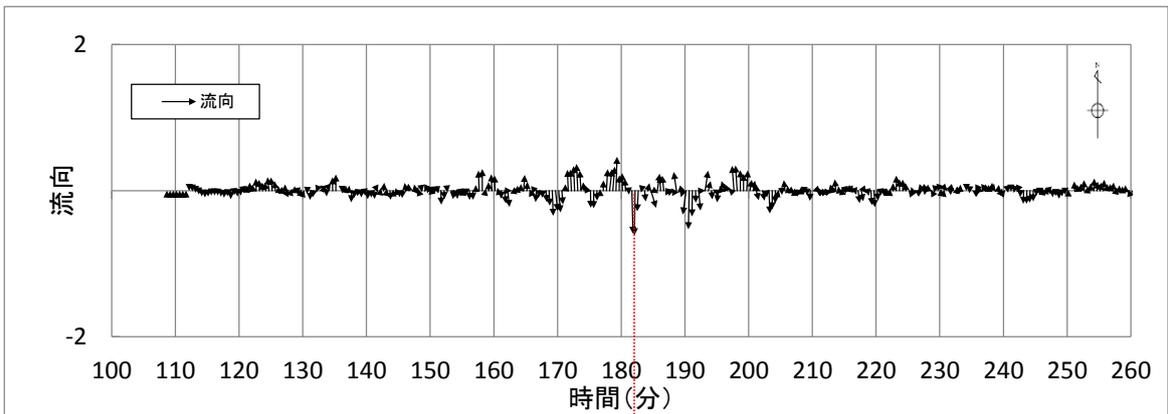
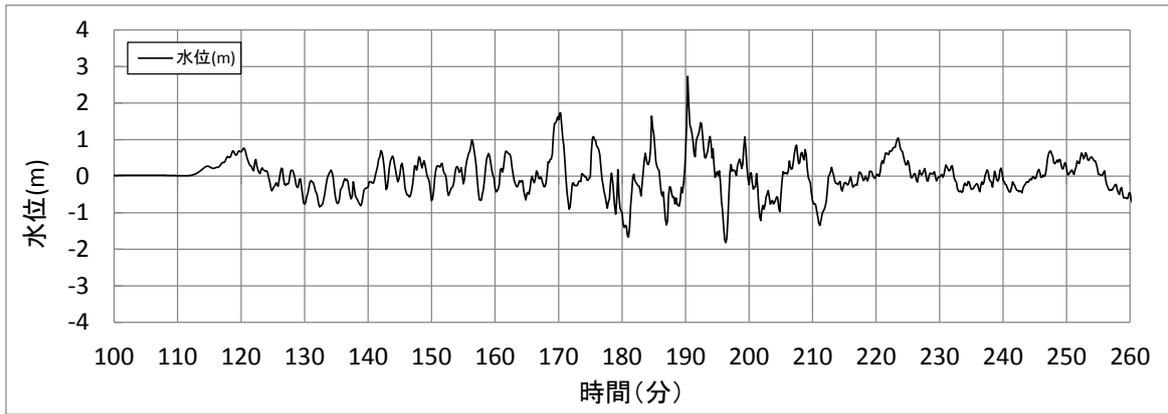
地点3

第 2.5-15-3 図 抽出地点 3 における水位，流向，流速（基準津波 1）



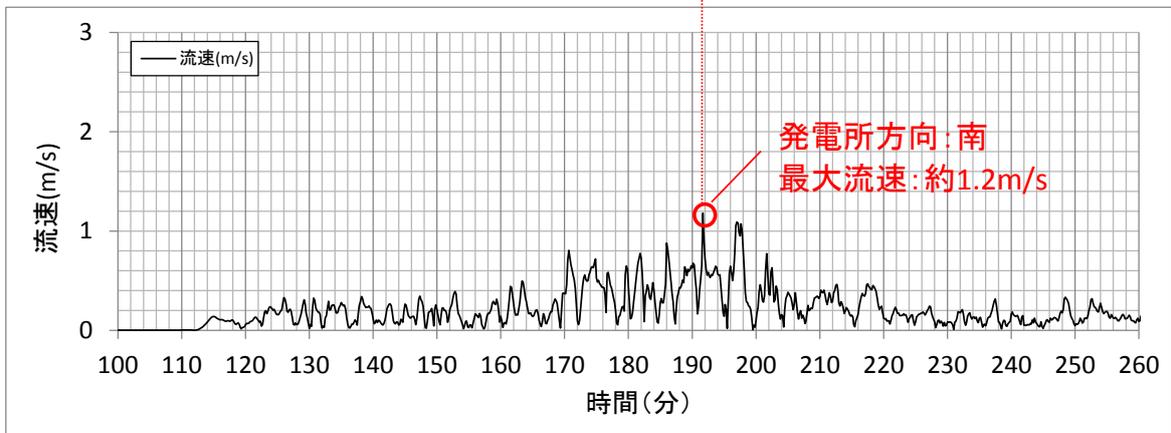
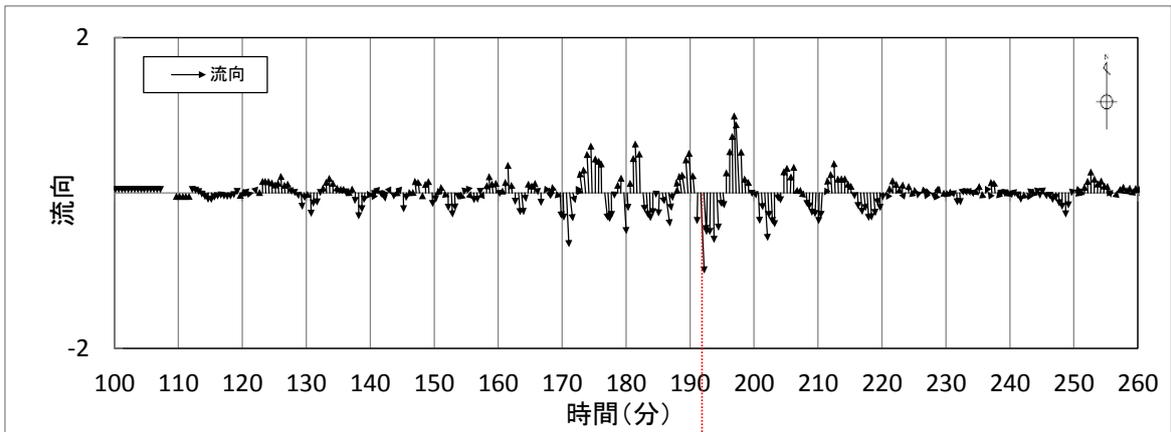
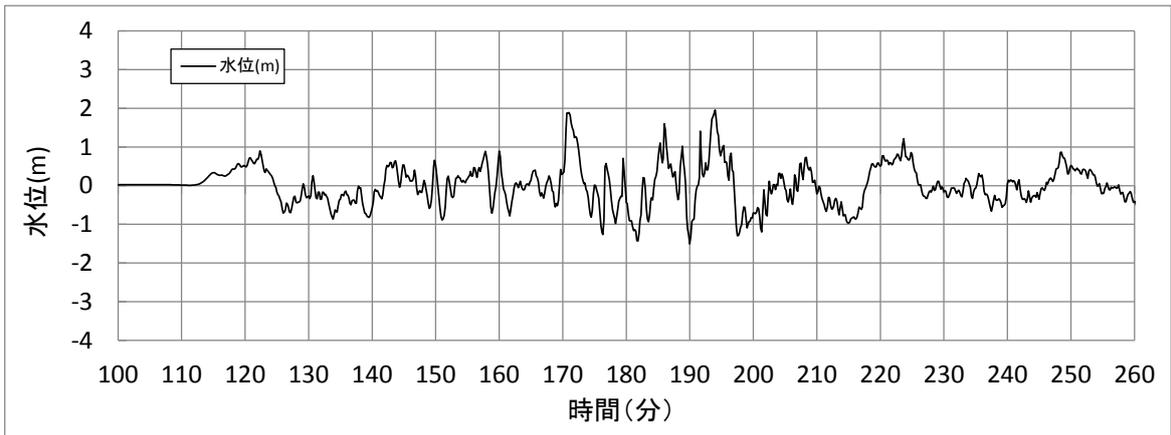
地点4

第 2.5-15-4 図 抽出地点 4 における水位，流向，流速（基準津波 1）



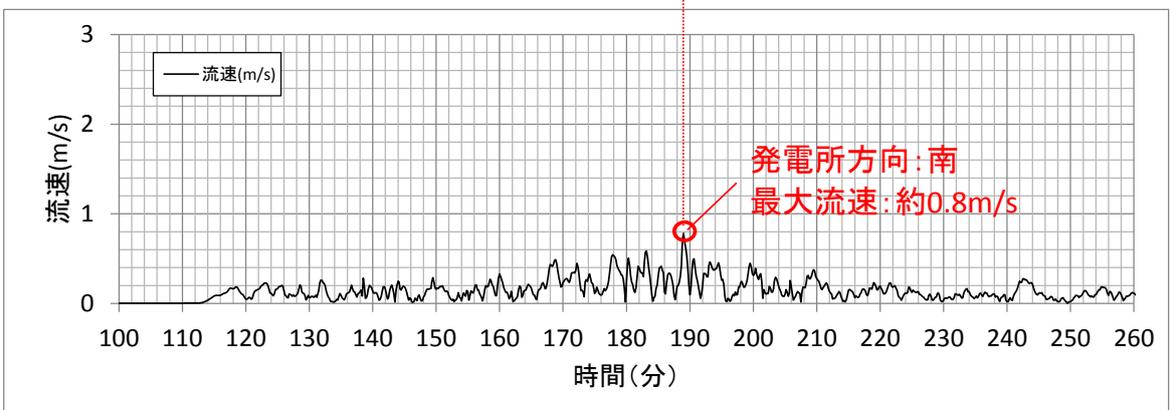
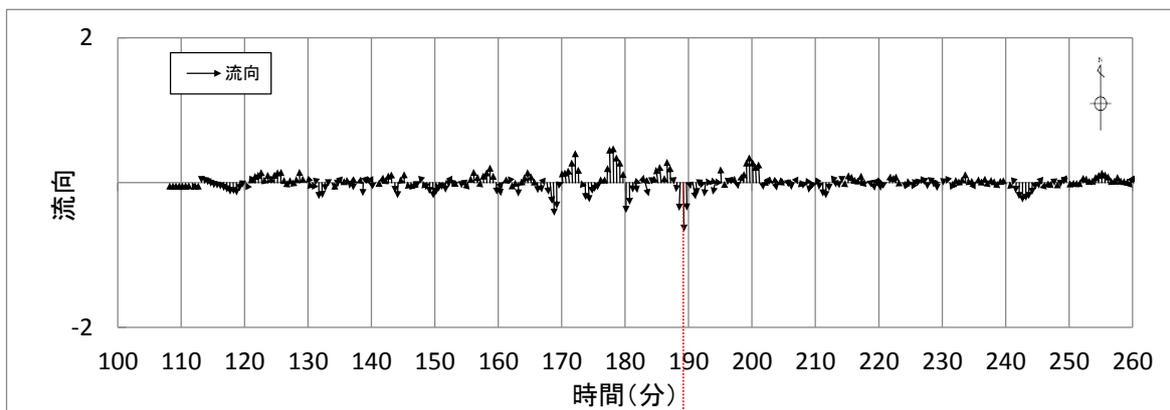
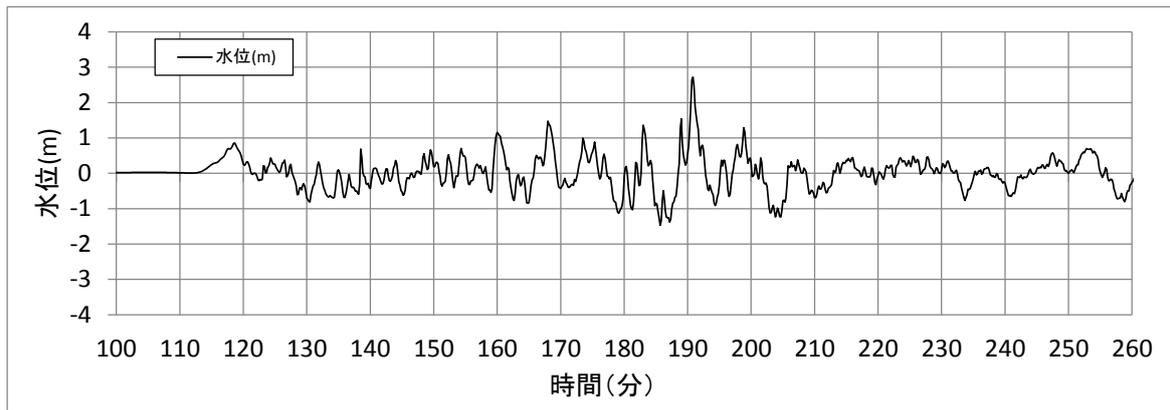
地点5

第 2.5-15-5 図 抽出地点5における水位，流向，流速（基準津波1）



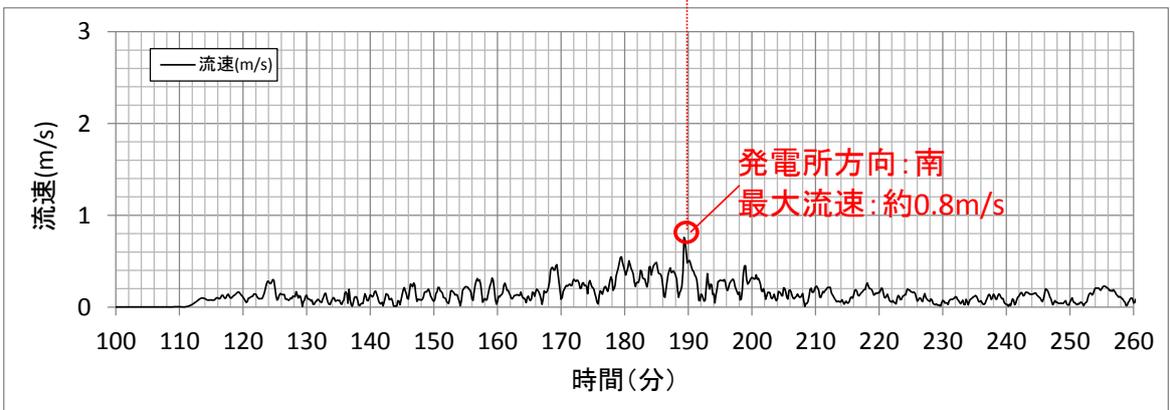
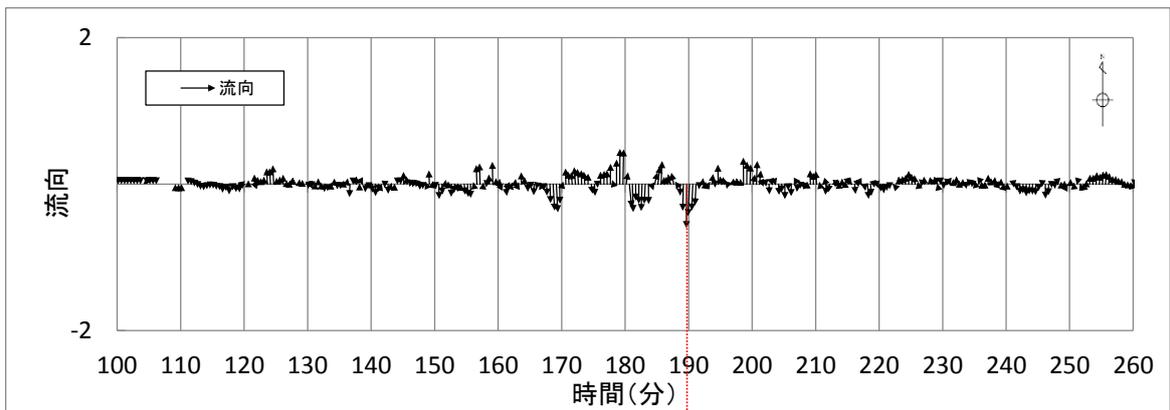
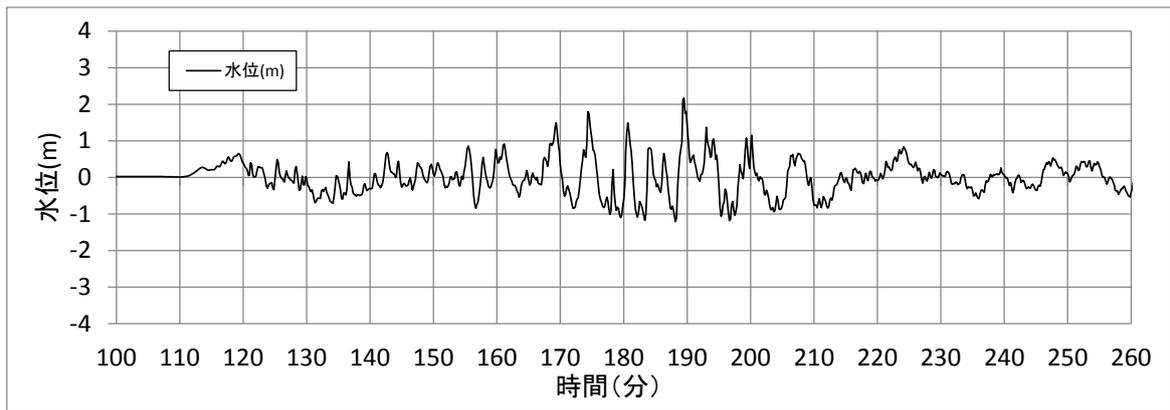
地点6

第 2.5-15-6 図 抽出地点 6 における水位，流向，流速（基準津波 1）



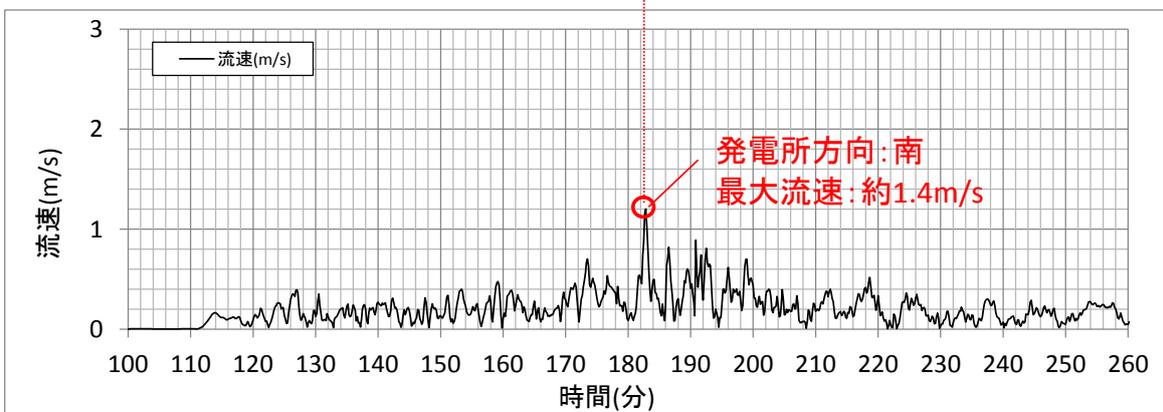
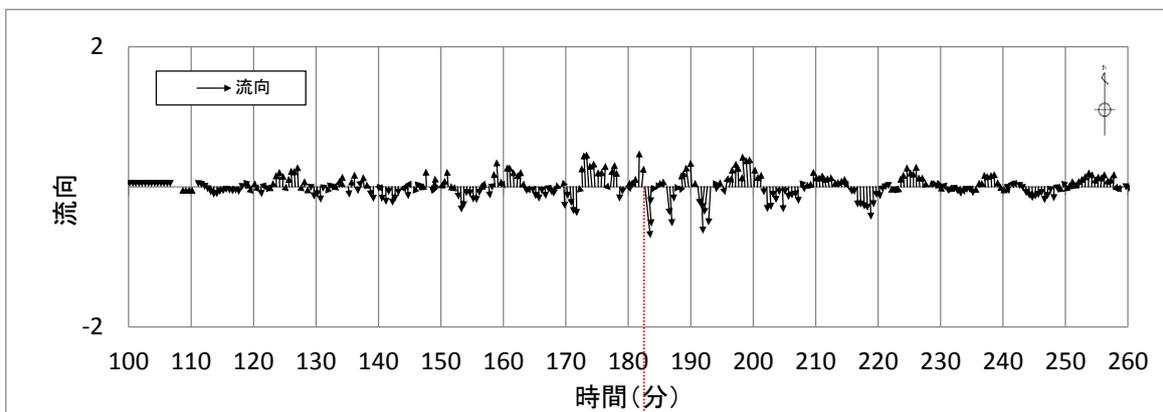
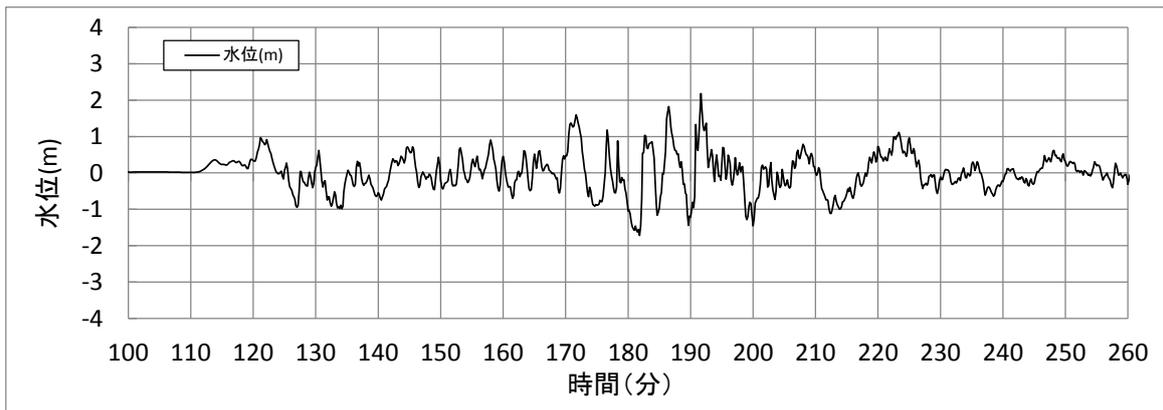
地点7

第 2.5-15-7 図 抽出地点 7 における水位，流向，流速（基準津波 1）



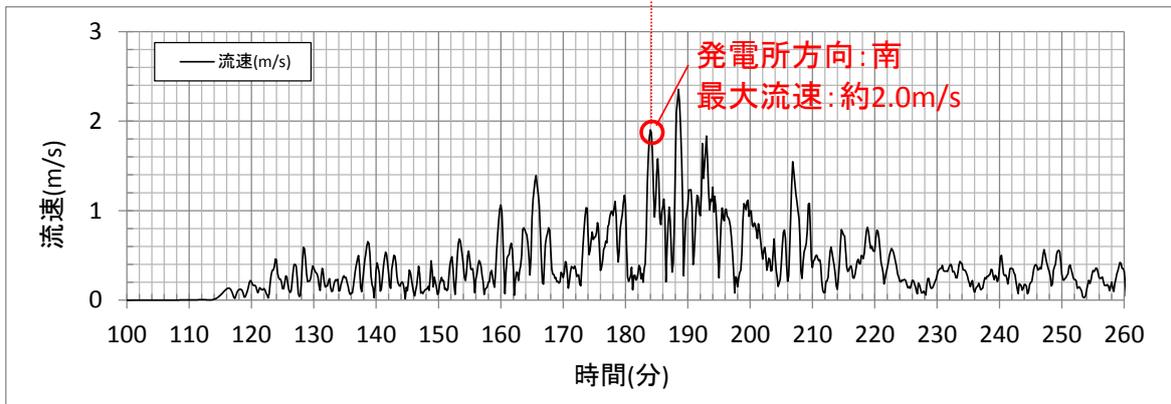
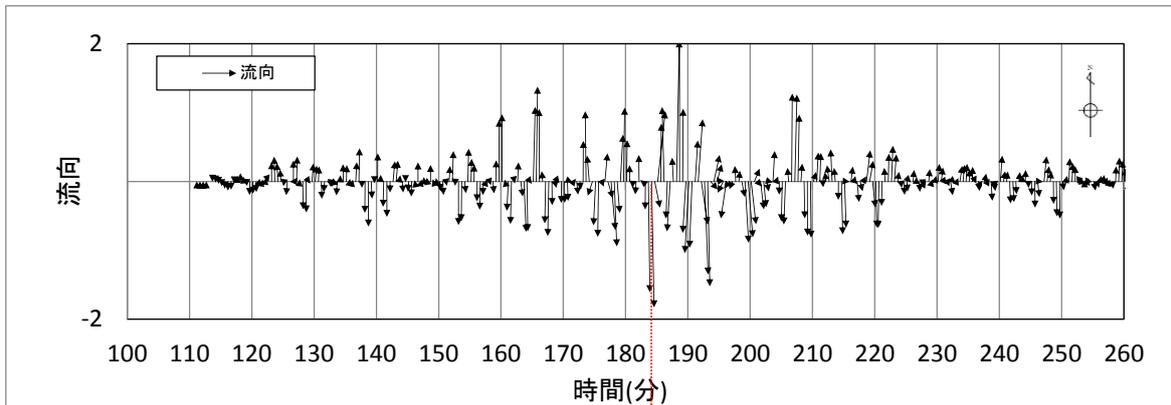
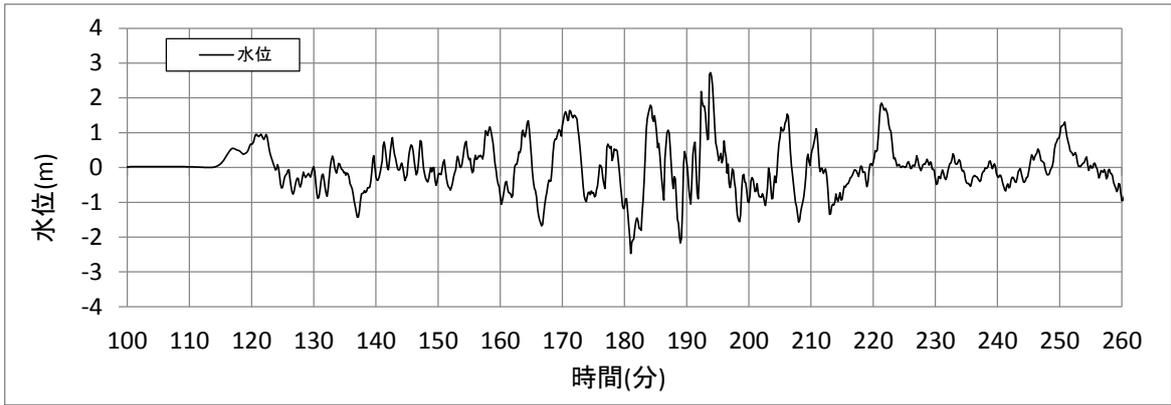
地点8

第 2.5-15-8 図 抽出地点 8 における水位，流向，流速（基準津波 1）



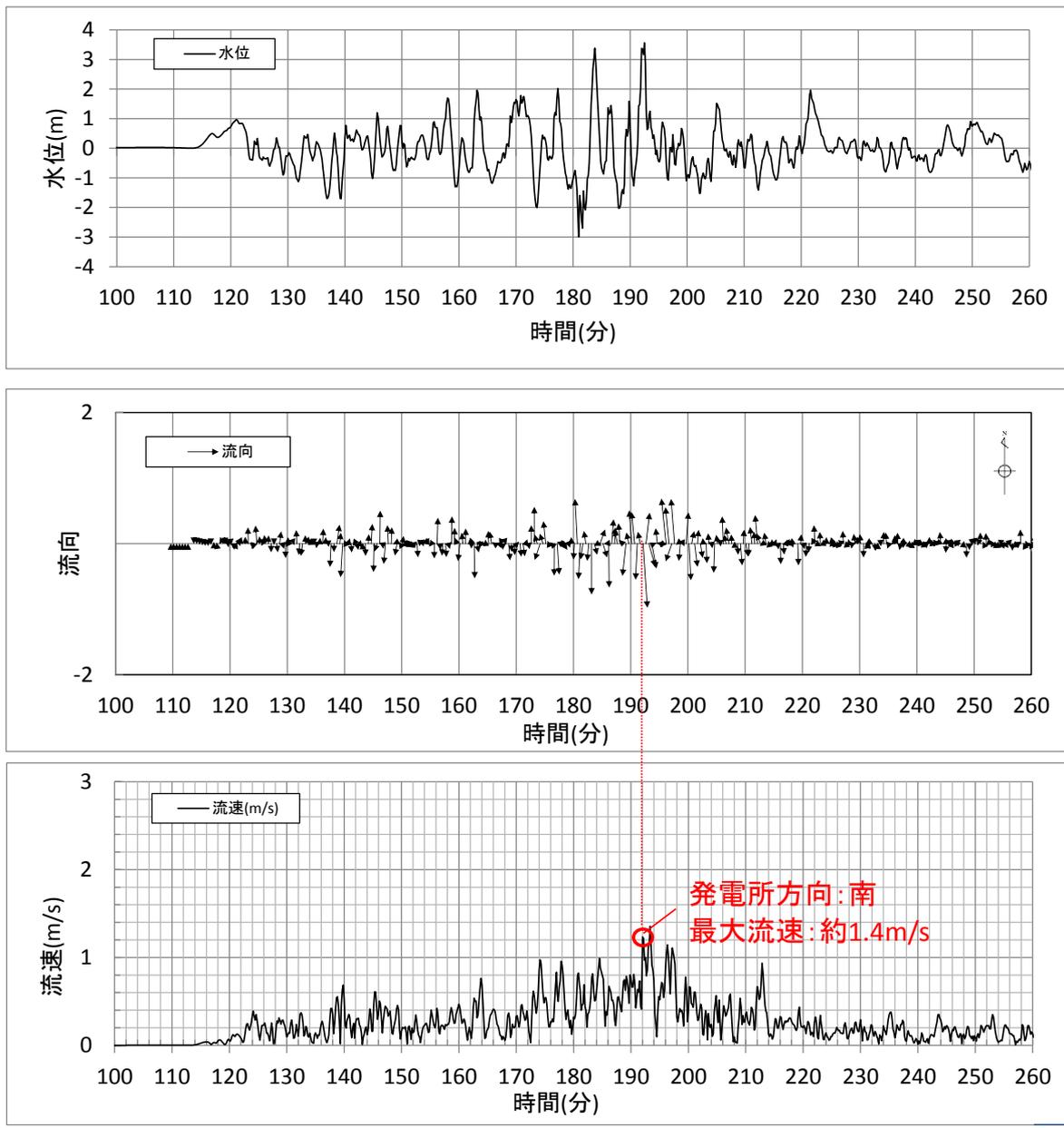
地点9

第 2.5-15-9 図 抽出地点 9 における水位，流向，流速（基準津波 1）



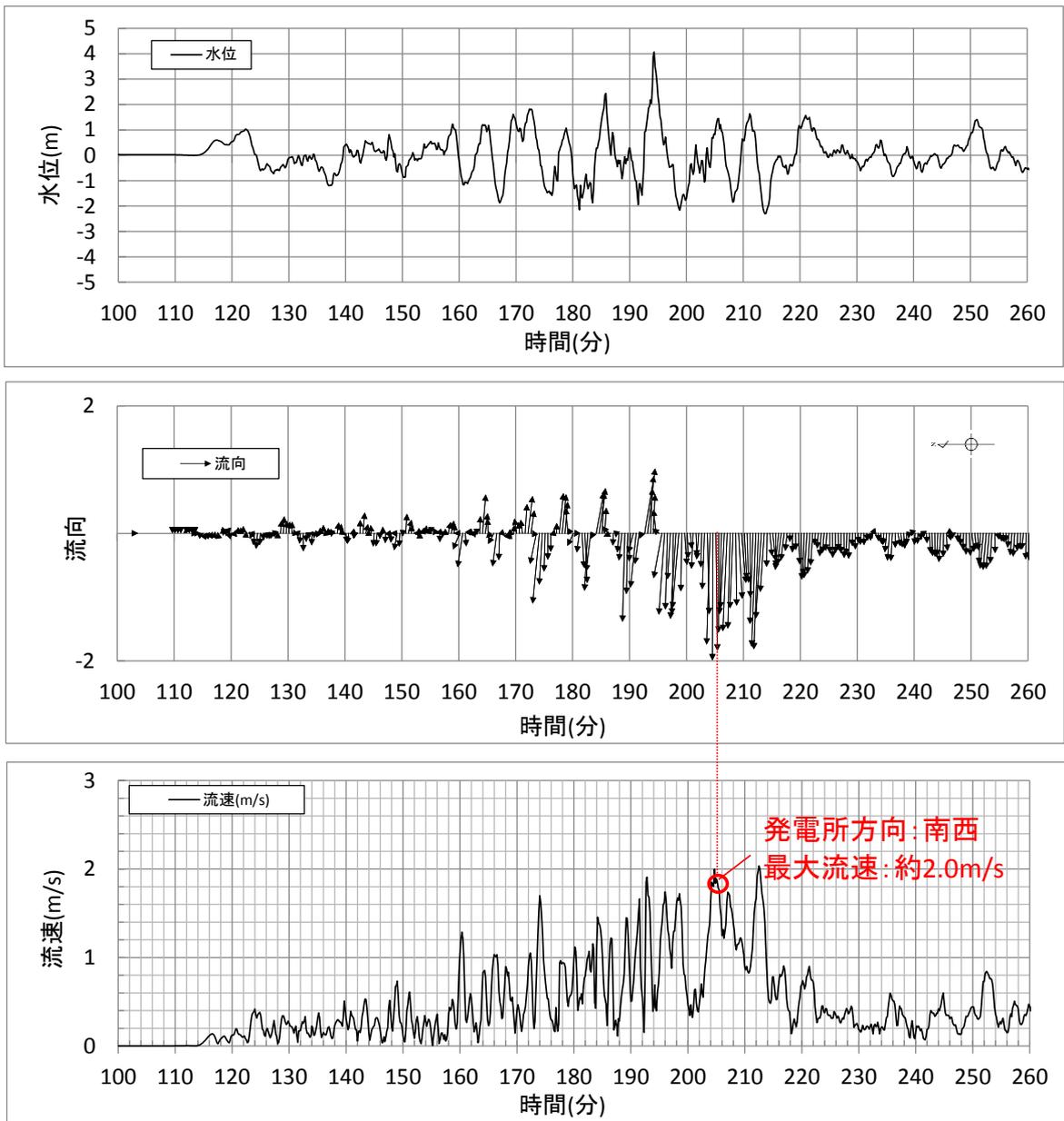
地点10

第 2.5-15-10 図 抽出地点 10 における水位, 流向, 流速 (基準津波 1)



地点11

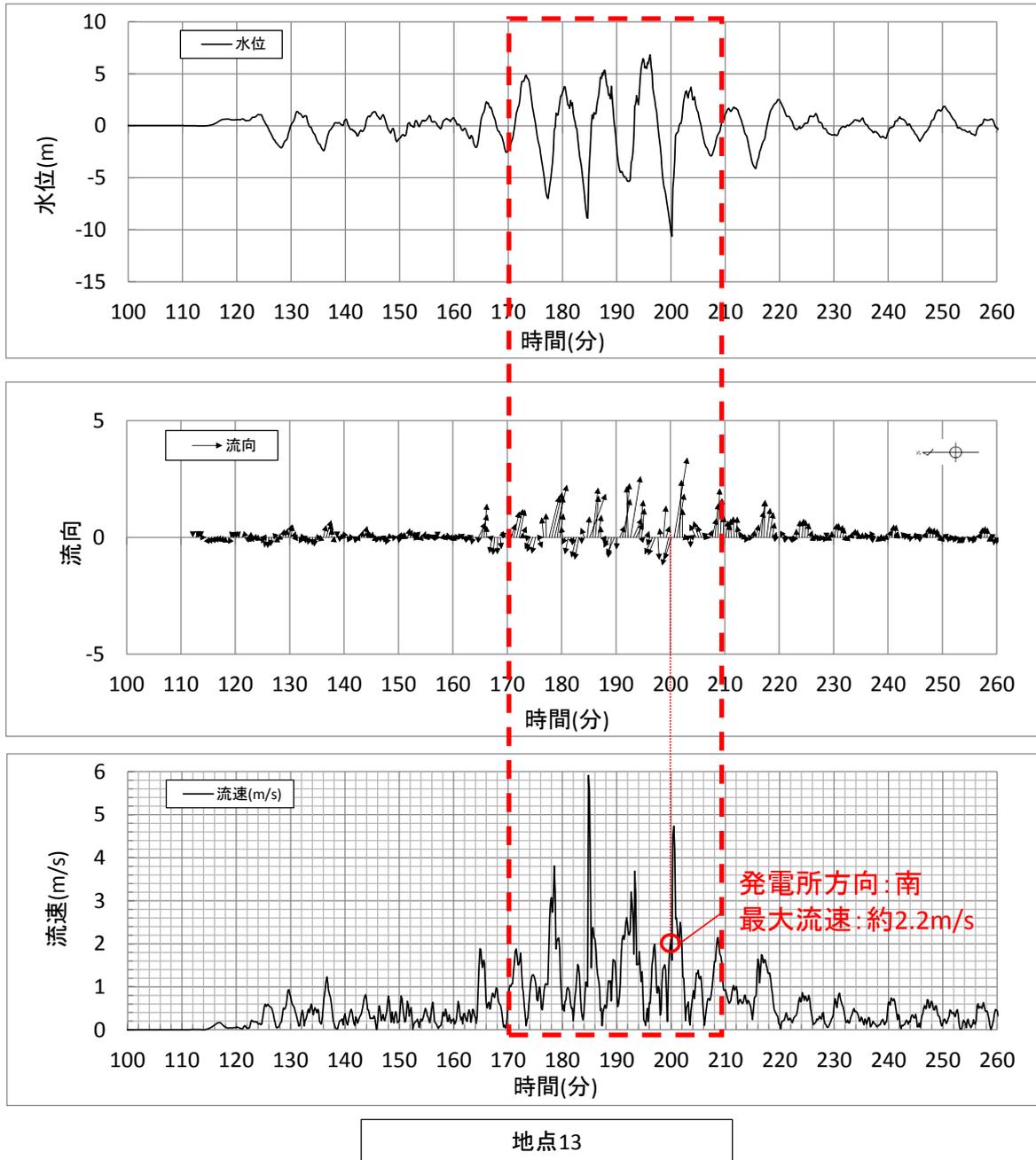
第 2.5-15-11 図 抽出地点 11 における水位，流向，流速（基準津波 1）



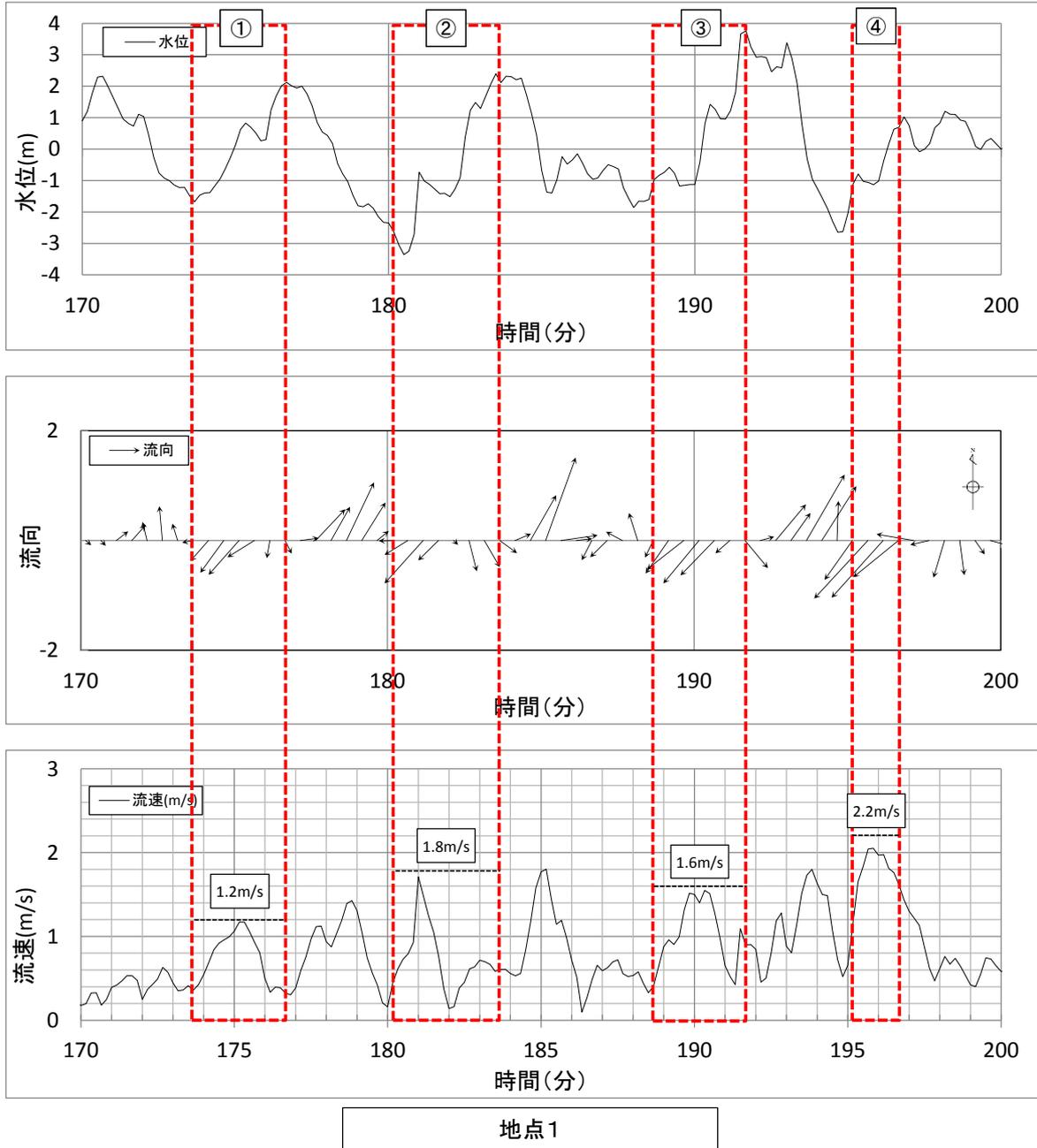
地点12

第 2.5-15-12 図 抽出地点 12 における水位，流向，流速（基準津波 1）

第2.5-16-2図



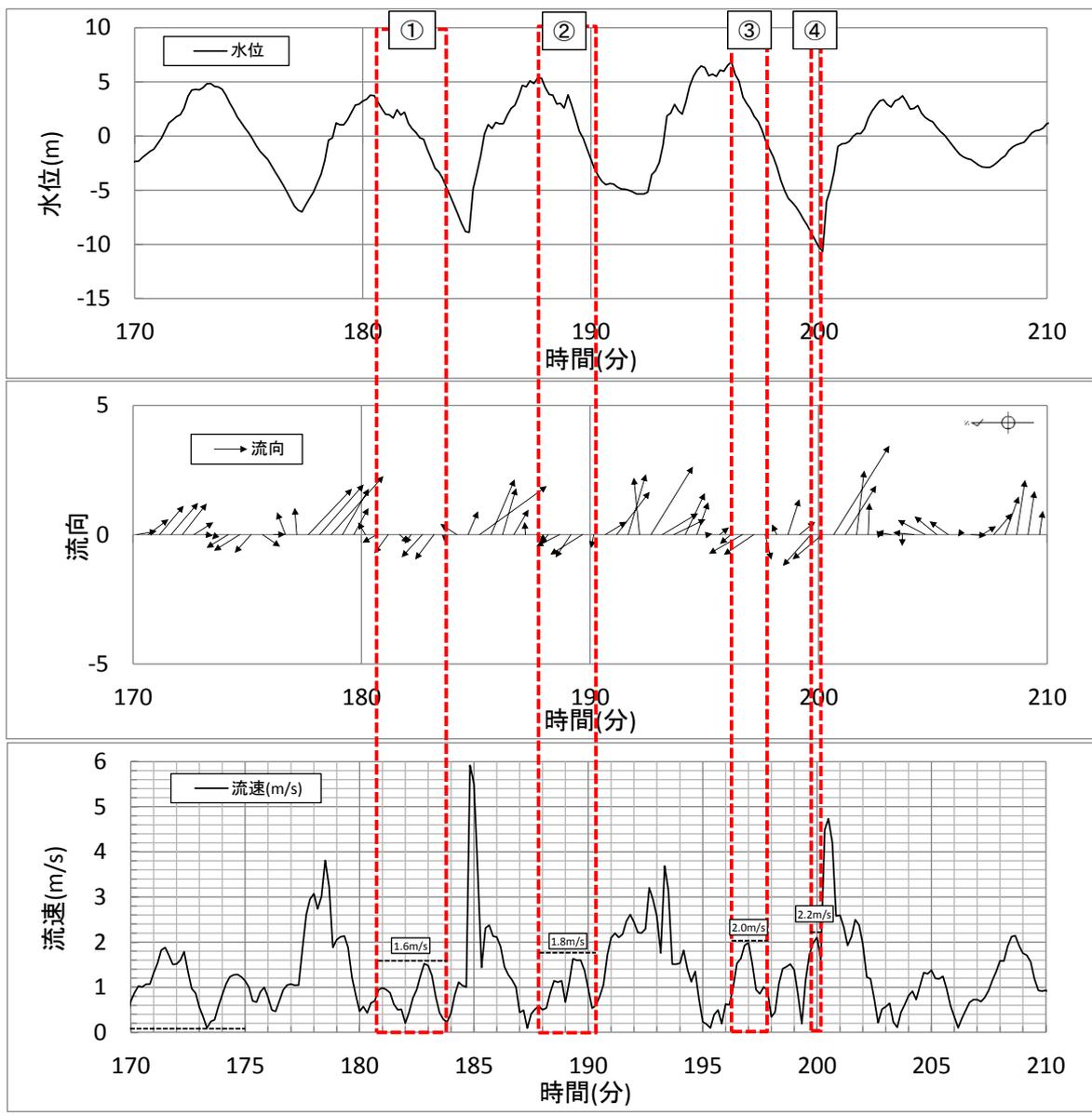
第2.5-15-13図 抽出地点13における水位, 流向, 流速 (基準津波1)



地点 1	①	②	③	④
継続時間 (s)	185	222	193	98
流速 (m/s)	1.2	1.8	1.6	2.2
移動量 (m)	222	400	309	216

※ ②における継続時間を保守的に4分(240秒)とし、移動量を約450mと算定

第 2.5-16-1 図 基準津波による水の移動量(地点1)



地点13

地点13	①	②	③	④
継続時間 (s)	181	150	97	31
流速 (m/s)	1.6	1.8	2.0	2.2
移動量 (m)	290	270	194	69

※ ①における継続時間を保守的に200秒とし、移動量を約320mと算定

第 2.5-16-2 図 基準津波による水の移動量(地点13)

c. 漂流物となる可能性のある施設・設備の抽出

設定した漂流物調査範囲について、発電所構内と構外、また海域と陸域とに分類して調査を実施し、漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出を行った。各分類における調査対象、調査方法及び調査実施期間並びに再調査実施期間を第 2.5-2 表に示す。また、調査範囲を第 2.5-17 図に示す。

各調査の具体的な調査要領を添付資料 15 に示す。

調査結果を踏まえ、第 2.5-18 図に示す漂流物の選定・影響確認フローに基づき、取水性への影響を評価した。

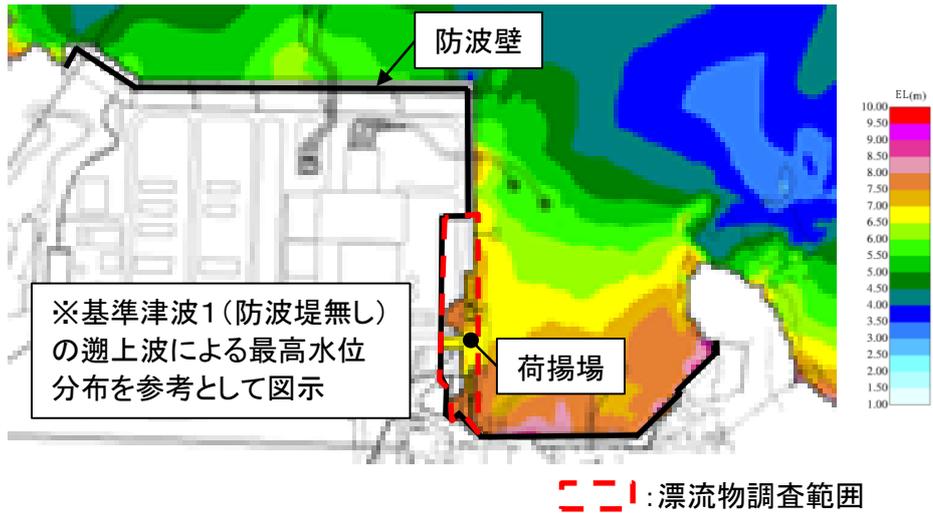
なお、漂流物の影響については、東北太平洋沖地震に伴う津波の被害実績^(注)も踏まえ評価した。

(注) 国土交通省 国土技術政策総合研究所 国土技術政策総合研究所資料第 674 号 独立行政法人 建築研究所 建築研究資料「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震被害調査報告」

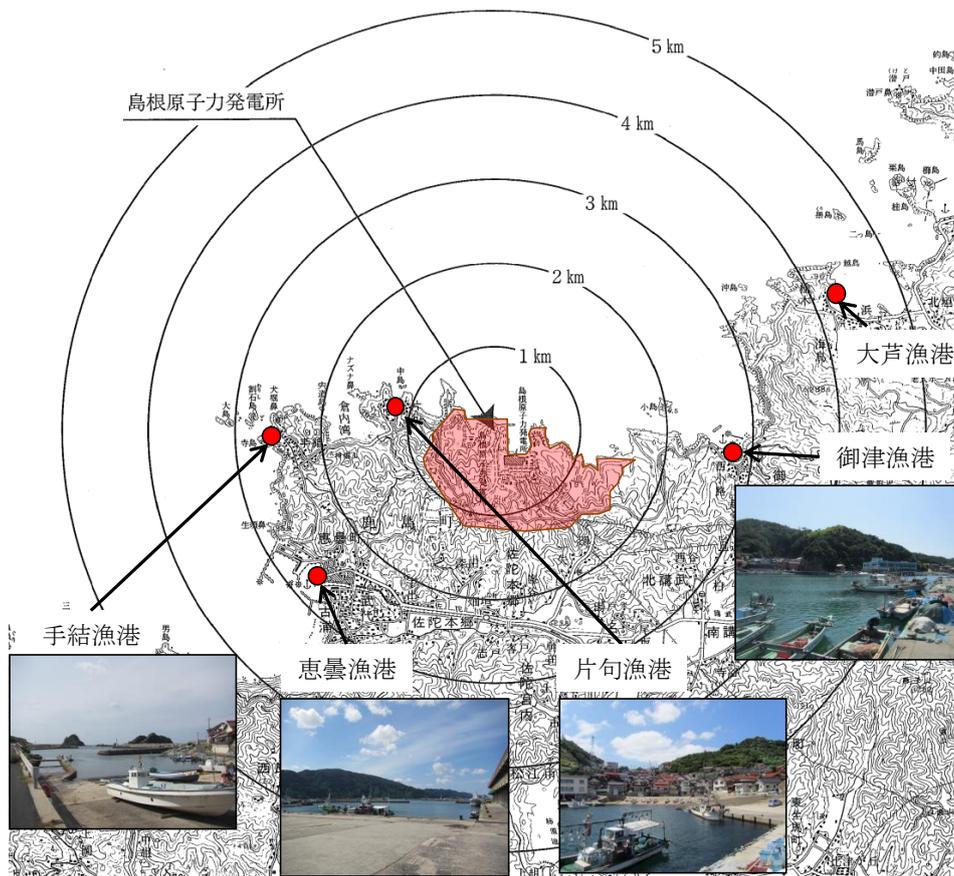
第 2.5-2 表 漂流物の調査方法

調査範囲		調査対象	調査方法	調査実施期間	再調査実施期間
発電所構内・構外	海域・陸域				
発電所構内	海域	船舶等	資料調査	H25. 1. 25～H25. 2. 28 H28. 4. 20～H28. 5. 13	H31. 3. 27～ H31. 4. 12
			聞取調査	H25. 1. 25～H25. 2. 28 H28. 4. 20～H28. 5. 13	
	陸域	人工構造物 車両等	聞取調査	H24. 8. 3～H24. 8. 24	H31. 3. 8
			現場調査	H24. 8. 3～H24. 8. 24 H26. 9. 8～H26. 10. 16	
発電所構外 [※]	海域	船舶等	資料調査	H24. 8. 3～H24. 8. 24 H26. 9. 8～H26. 10. 16	H31. 3. 28
			聞取調査	H24. 8. 3～H24. 8. 24 H26. 9. 8～H26. 10. 16	H31. 3. 22～ H31. 3. 28
			現場調査	H24. 8. 3～H24. 8. 24 H26. 9. 8～H26. 10. 16	H31. 3. 27
	陸域	人工構造物 車両等	現場調査	H24. 8. 3～H24. 8. 24 H26. 9. 8～H26. 10. 16	R 元. 5. 10

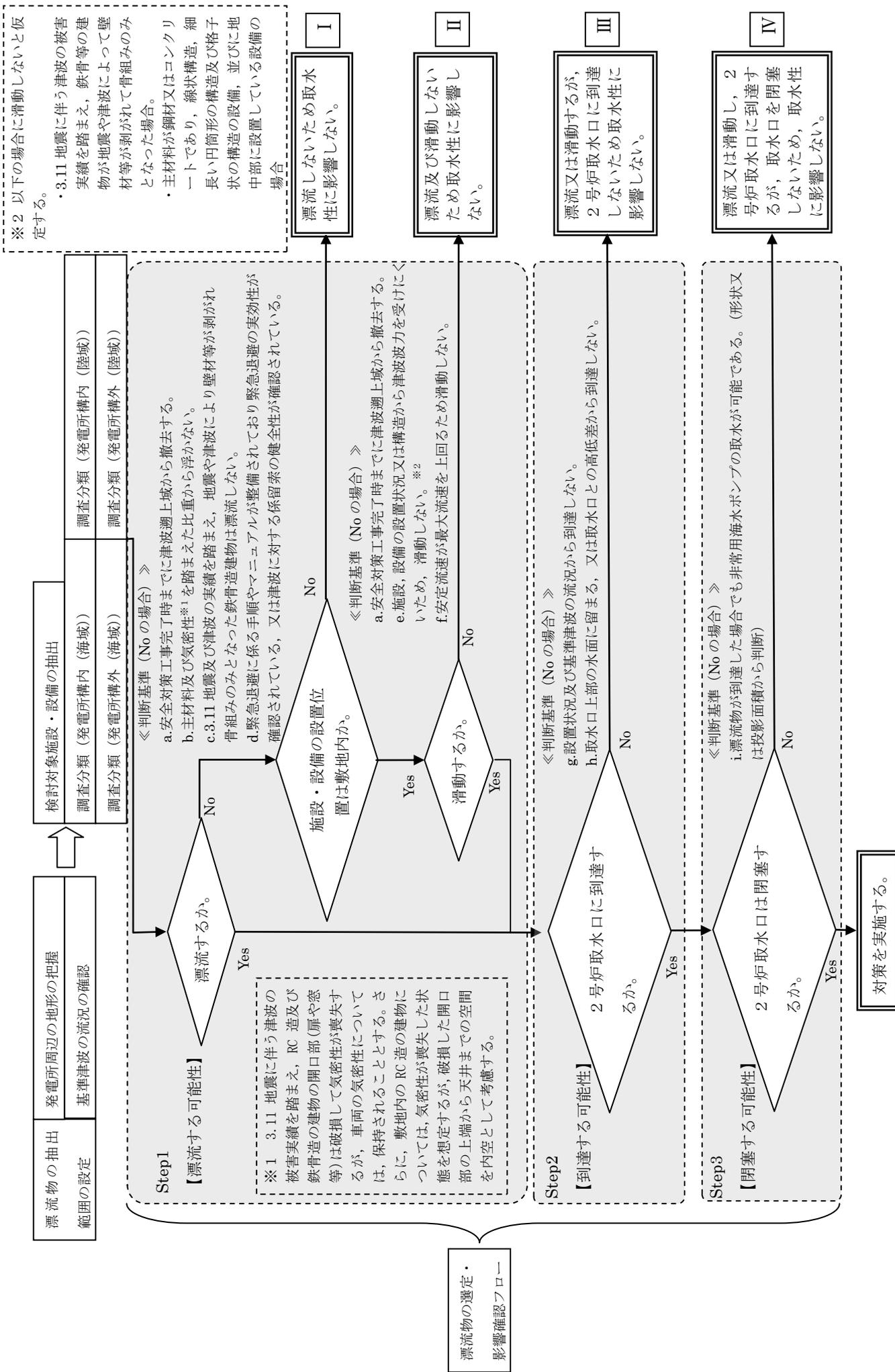
※ 発電所構外については、半径 5km までの調査を実施



第 2.5-17-1 図 漂流物調査範囲 (発電所構内陸域)



第 2.5-17-2 図 漂流物調査範囲 (発電所構外)



第 2.5-18 図 漂流物の選定・影響確認フロー

d. 通水性に与える影響の評価

(a) 発電所構内における評価

i. 発電所構内（海域）における評価

発電所の構内（港湾内）にある港湾施設としては、2号炉の取水口の西方約60mの位置に荷揚場がある。港湾周辺及び港湾内に定期的に来航する船舶としては、燃料等輸送船（総トン数約5,000t）が年に数度来航し、荷揚場に停泊する。また、温排水影響調査、環境試料採取等のための作業船（総トン数1t未満～約10t）が港湾の周辺及び港湾内に定期的に来航する。

これらの他に、発電所港湾の境界を形成する防波堤、護岸がある。なお、発電所の港湾内には海上設置物はない。

抽出された以上の船舶等に対して第2.5-18図に示す漂流物の選定・影響フローに従って、漂流する可能性(Step1)、到達する可能性(Step2)及び閉塞する可能性(Step3)の検討を行い、取水性への影響を評価した。

なお、発電所港湾の境界を形成する防波堤、護岸については津波影響軽減施設として設計しているものではないため、地震や津波波力による損傷を想定すると、損傷した構成要素が滑動、転動により流される可能性は否定できず、2号炉の取水口の通水性に影響を及ぼす可能性が考えられる。滑動する可能性を検討する上で用いる流速は、2号炉取水口が港湾内に位置することを踏まえ、発電所近傍の最大流速とする（添付資料18参照）。また、評価にあたっては、「港湾の施設の技術上の基準・同解説（日本港湾協会、平成19年7月）」に準じて、イスバッシュ式を用いた。この式は米国の海岸工学研究センターが潮流による洗掘を防止するための捨石質量として示したものであり、水の流れに対するマウンド被覆材の安定質量を求めるものであることから、津波襲来時における対象物の滑動可能性評価に適用可能であると考えられる。イスバッシュ式の定数はマウンド被覆材が露出した状態に相当する0.86とする。イスバッシュ式をもとに、対象物が水の流れによって動かない最大流速（以下、「安定流速」という）を算出し、解析による流速が安定流速以下であることを確認する。

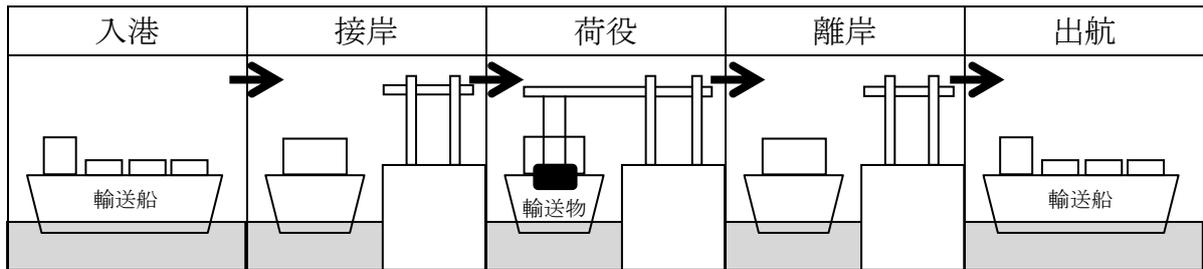
以上を踏まえ、発電所構内（海域）における評価について、以下の項目毎に、評価結果を示す。

- ①燃料等輸送船
- ②その他作業船
- ③防波堤
- ④護岸

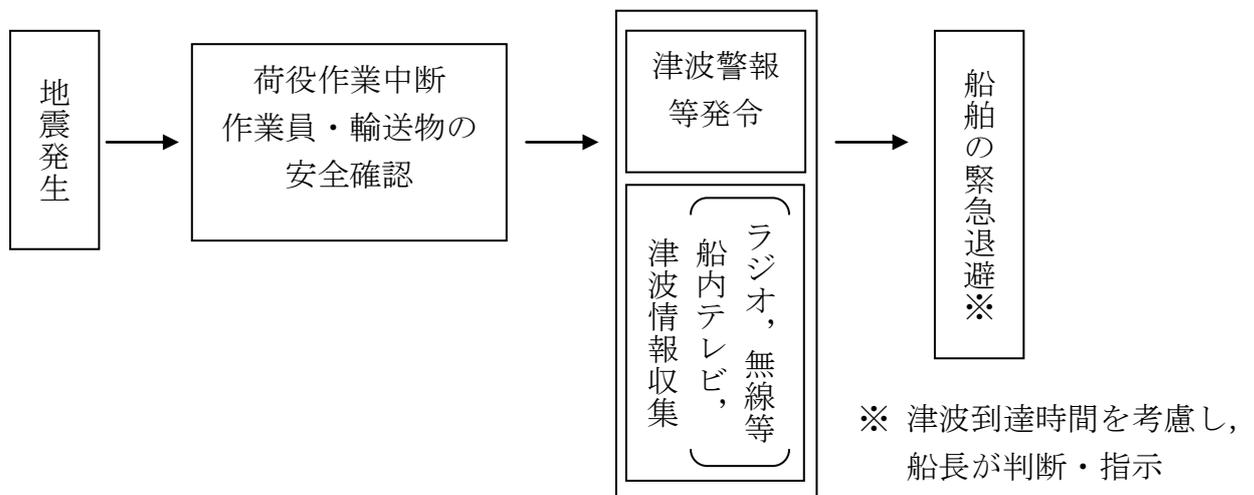
①燃料等輸送船

発電所敷地内の港湾施設として荷揚場があり、燃料等輸送船が停泊する。
燃料等輸送船の主な輸送工程を第 2.5-19 図に示す。

津波警報等発令時には、原則、緊急退避（離岸）することとしており、東日本大震災以降に、第 2.5-20 図に示すフローを取り込んだマニュアルを整備している。



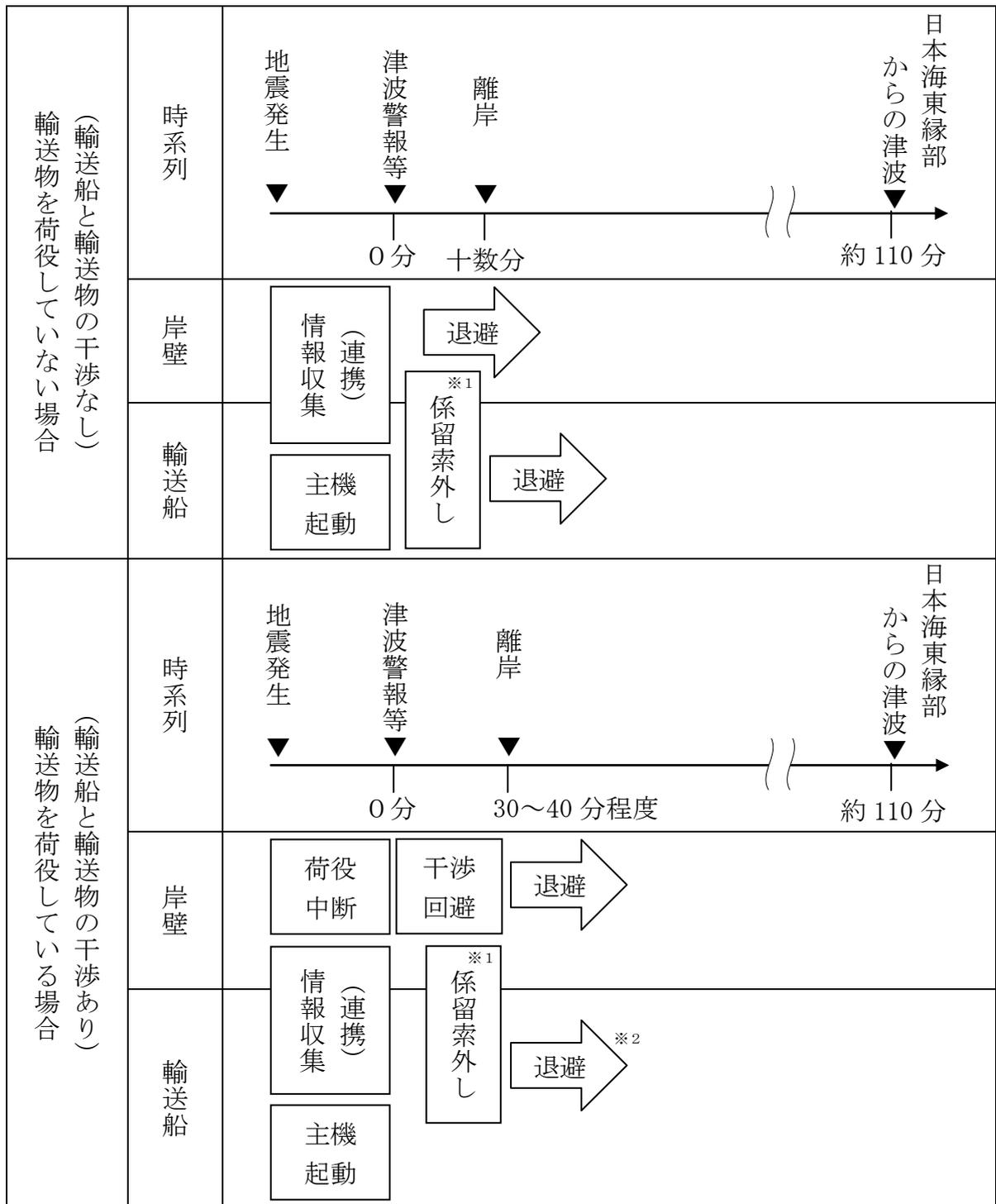
第 2.5-19 図 主な輸送工程



第 2.5-20 図 緊急退避フロー図 (例)

このマニュアルに沿って実施した訓練実績では、輸送船と輸送物の干渉がある「荷役」工程において津波警報が発令した場合でも、警報発令後の 30 分程度で退避が可能であることを確認しており、日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急退避が可能である。

以上を踏まえ、津波の到達と緊急退避に要する時間との関係を示すと第 2.5-21 図のとおりとなる。



※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。

第 2.5-21 図 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

第 2.5-21 図より、燃料等輸送船は、島根原子力発電所に襲来が想定される津波のうち、時間的な余裕がない海域活断層から想定される地震による津波に対しては、緊急退避ができない可能性がある。しかしながら、この場合も以下の理由から輸送船は航行不能となることはなく、漂流物になることはないと考えられる。

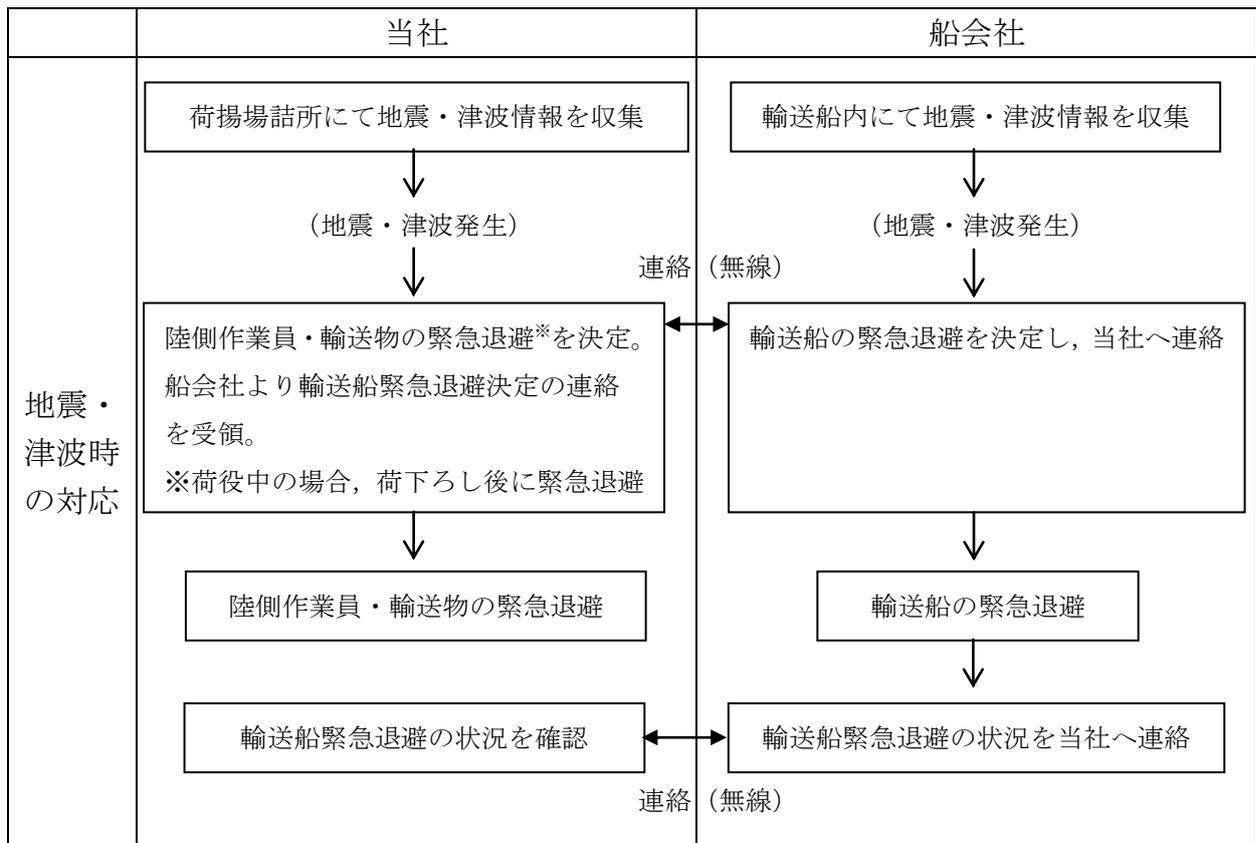
- ・輸送船は荷揚場に係留されている。
- ・津波高さと喫水高さの関係から、輸送船は荷揚場を越えない。
- ・荷揚場に接触しても防げん材を有しており、かつ通達(海査第 520 号：照射済核燃料等運搬船の取扱いについて)に基づく二重船殻構造等十分な船体強度を有する。

以上の評価に関わる津波に対する係留索の耐力評価を添付資料 16 に、荷揚場への乗り上げ及び着底に伴う座礁及び転覆の可能性に関わる喫水と津波高さとの関係を添付資料 17 に示す。

以上より、燃料等輸送船は非常用海水冷却系に必要な 2 号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物とはならないものと評価した。

なお、燃料等輸送船の緊急退避は輸送事業者・船会社（以下、船会社）と協働で行うことになるが、その運用における当社と船会社の関係を示すと第 2.5-22 図のとおりとなる。すなわち、地震・津波が発生した場合には、速やかに作業を中断するとともに、船会社及び当社は地震・津波の情報を収集し、船会社が津波襲来までに時間的余裕があると判断した際の船会社からの輸送船緊急退避の決定連絡を受け、当社にて輸送船と輸送物の干渉回避や係留索取り外し等の陸側の必要な措置を実施し、また陸側作業員・輸送物の退避を決定するなど、両者で互いに連絡を取りながら協調して緊急退避を行う。ここで、電源喪失時にも荷揚場のクレーンを使用して上記の対応ができるように、同クレーンには非常用電源を用意している。

これら一連の対応を行うため、当社では、当社－船会社間の連絡体制を整備するとともに前述の地震・津波発生時の緊急時対応マニュアルを定めており、船会社との間で互いのマニュアルを共有した上で、合同で緊急退避訓練を実施することにより、各々のマニュアルの実効性を確認している。



第 2.5-22 図 輸送船緊急退避時の当社と船会社の関係性

②その他作業船

港湾の周辺及び港湾内への船舶の来航を伴う作業のうち温排水影響調査、環境試料採取のため1t未満～約10tの作業船が港湾内外で作業を実施する。

これらの作業のうち発電所港湾内で実施する温排水影響調査等においては、津波の際には作業員は陸域に避難する可能性があるため、作業船が漂流物化し2号炉の取水口に接近する可能性が考えられる。しかしながら、この場合でも、取水口呑口の高さがEL-9.5mであり、十分に低く、作業船は取水口上部の水面に留まることから、取水口に到達せず、海水ポンプに必要な通水性が損なわれることはない。さらに、万一、防波堤に衝突する等により沈降した場合においても、以下に示す取水口呑口の断面寸法並びに非常用海水冷却系に必要な通水量及び作業船の寸法から、その接近により取水口が閉塞し、非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼさない。

〈作業船の取水路通水性に与える影響に関わる諸元〉

○取水口呑口断面寸法(第 2.5-23 図)

- ・高さ：3.0m
- ・幅：17m

○非常用海水冷却系必要通水量

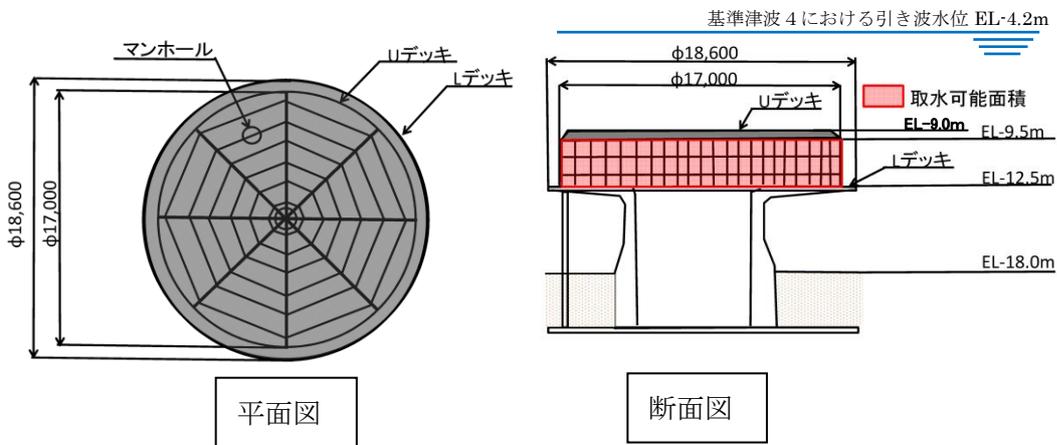
- ・通常時（循環水系）の 5%未満

※循環水系の定格流量約 3370m³/分に対して非常用海水冷却系の定格流量は 150m³/分(ポンプ全台運転)

○作業船寸法(総トン数約 10t の作業船代表例)

- ・長さ：約 10m
- ・幅：約 4m
- ・喫水：約 1.5m
- ・水面下断面積：約 15m²（長手方向）

以上より、その他の作業船は非常用海水冷却系に必要な 2 号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物とはならないものと評価する。

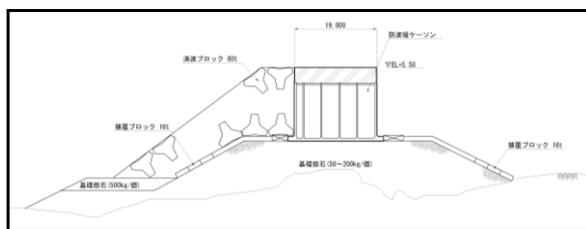
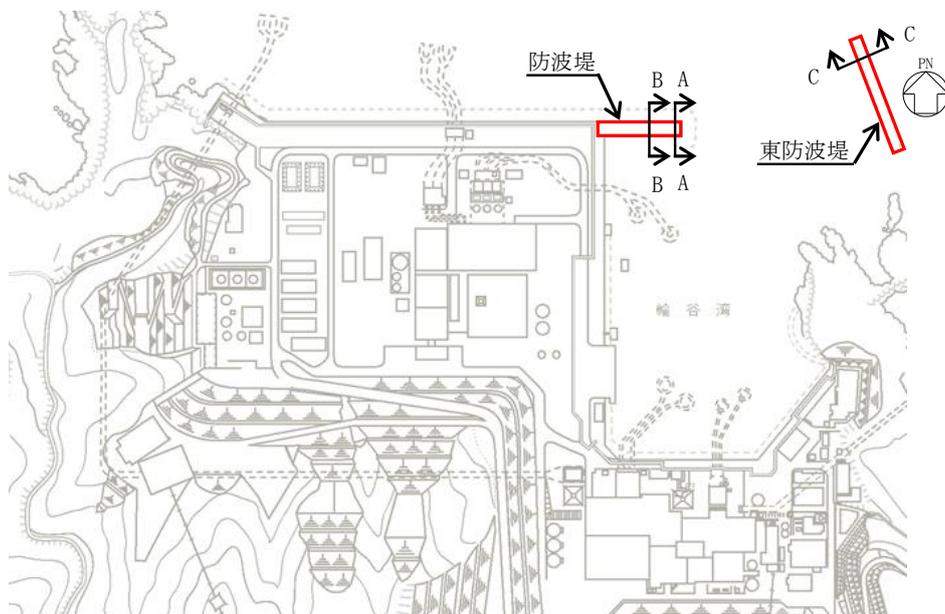


第 2.5-23 図 取水口呑口概要図

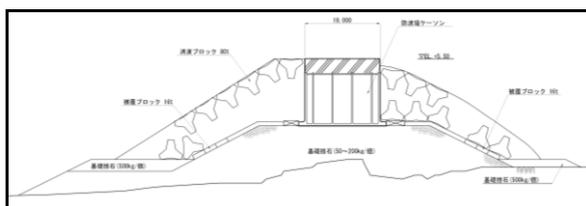
③防波堤

防波堤の配置及び構造概要を第 2.5-24 図に示す。

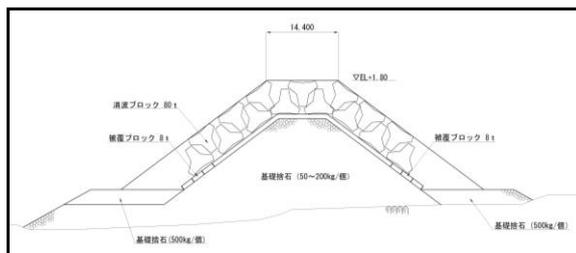
図に示されるとおり、防波堤と東防波堤から成り、ケーソン式混成堤と混成傾斜堤により構成されている。2号炉の取水口との位置関係としては、取水口から最短約 340m の位置に防波堤（ケーソン式混成堤）が配置されている。



防波堤 標準部 (A-A 断面)



防波堤 堤頭部 (B-B 断面)



東防波堤 標準部 (C-C 断面)

第 2.5-24 図 防波堤の配置及び構造概要

防波堤と2号炉の取水口との間には最短で約340mの距離があるが、防波堤は津波影響軽減施設として設計しているものではないため、地震や津波波力、津波時の越流による洗掘により漂流・滑動する可能性について検討する。

漂流に対する評価として、第2.5-24図に示す防波堤の主たる構成要素である防波堤ケーソン、消波ブロック、被覆ブロック及び基礎捨石は海水の比重より大きいことから、漂流して取水口に到達することはない。

また、損傷した状態で津波による流圧力を受けることにより、滑動する可能性が考えられるが、防波堤近傍の津波流速(3m/s)に対して保守的に発電所近傍の最大流速(10m/s)を用いて安定質量の評価を行うと、コンクリートの安定質量は約195t、石材の安定質量は215tと算定される。これに対し、防波堤ケーソンを除く消波ブロック、被覆ブロック及び基礎捨石は、安定質量を有しないことから、滑動すると評価する。

滑動すると評価した防波堤構成要素のうち、消波ブロック及び被覆ブロックについては、イスバッシュ式より安定流速がそれぞれ8.6m/s、5.8～6.5m/sと算出されており、安定流速を上回る取水口への連続的な流れが発生していないこと、防波堤から2号炉取水口との間に距離があることから取水口に到達することはない。

なお、50kg～500kg程度の基礎捨石については、被覆ブロック等の下層に敷かれていること、2号炉の取水口との間に距離があること、港湾内に沈んだ場合においても海底面から取水口呑口下端まで5.5mの高さがあることを考えると、津波により滑動、転動し、取水口に到達することはない。

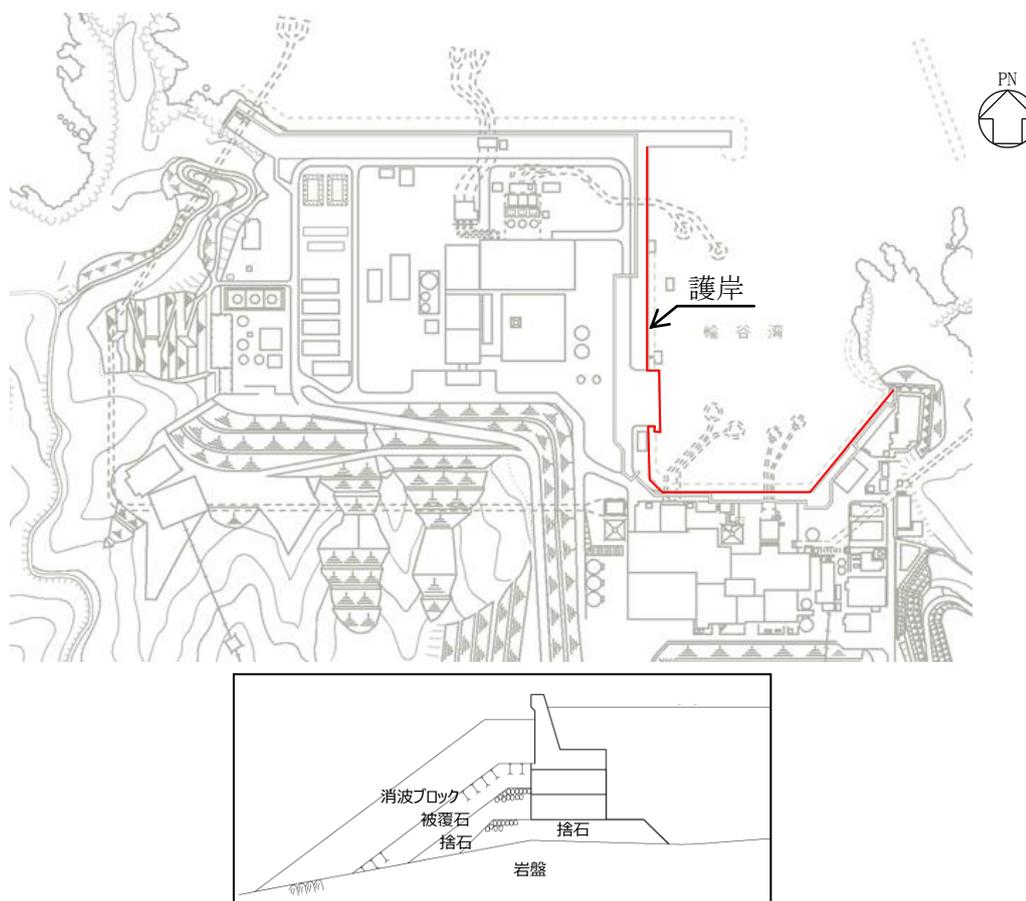
以上より、防波堤は地震あるいは津波により損傷した場合においても、非常用海水冷却系に必要な2号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼすことはないものと評価する。

④護岸

護岸の配置及び構造概要を第 2.5-25 図に示す。

図に示されるとおり、護岸前面は消波ブロック、被覆石及び捨石により構成されている。

2号炉の取水口との位置関係としては、取水口から最短約 75m の位置に護岸が配置されている。



第 2.5-25 図 護岸の配置及び構造概要

護岸と 2号炉の取水口との間には最短で約 75m の距離があるが、地震や津波波力により漂流・滑動する可能性が考えられる。

漂流に対する評価として、消波ブロック、被覆石及び捨石は海水の比重より大きいことから、漂流して取水口に到達することはない。

また、護岸近傍の津波流速 (7m/s) に対して保守的に発電所近傍の最大流速 (10m/s) を用いて安定質量の評価を行うと、コンクリートの安定質量は約 195t、石材の安定質量は 215t と算定される。護岸の主たる構成要素である消波ブロック、被覆石及び捨石はいずれも安定質量を有しないことから、滑動すると評価する。

港湾内に沈んだ場合においても、海底面から取水口呑口下端まで 5.5m の高さがあることから、消波ブロック、被覆石及び捨石が取水口に到達する

ことはないと評価した。また、防波壁東端部付近に落石を確認しているが、落石は消波ブロック(12.5t)より小さく、上記と同様な評価となる。

以上より、護岸は地震あるいは津波により損傷した場合においても、非常用海水冷却系に必要な2号炉の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼすことはないものと評価する。

これらの評価結果について、第2.5-3表にまとめて示す。

＜安定質量の試算＞

「港湾の施設の技術上の基準・同解説」¹⁾の流れに対する被覆材の所要質量の評価手法に基づき、発電所近傍の最大流速の条件(添付資料 18 より最大約 10m/s)における安定質量を算定すると下表の結果となる。

これより、コンクリート塊については質量が 195t 程度、石材については質量が 215t 程度あれば安定することが分かる。

なお、本手法は石を別の石の上に乗せた状態における流圧力と摩擦力の釣り合い式及び流圧力と重力によるモーメントの釣り合い式から導出されている²⁾。津波により損傷した防波堤は本手法の想定状態と類似していると考えられ、本手法を適用できる。

港湾の施設の技術上の基準・同解説 (抜粋)

1. 7. 3 流れに対する被覆石及びブロックの所要質量

(1) 一般

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

$$M_d = \frac{\pi \rho_r U_d^6}{48 g^3 (\gamma_d)^6 (S_r - 1)^3 (\cos \theta - \sin \theta)^3} \quad (1.7.18)$$

ここに、

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

- 条件：①津波流速 U : 10m/s
 ②重力加速度 g : 9.8m/s²
 ③イスバッシュの定数 γ : 0.86
 ④斜面の勾配: 0.0°

材料	ρ (t/m^3) [*]	S_r ($= \rho / 1.03$)	M (t)
コンクリート	2.34	2.27	195
石材	2.29	2.22	215

※コンクリートの比重は道路橋示方書・同解説より設定、石材の比重は港湾の施設の技術上の基準・同解説より設定。

参考文献

- 1) (社)日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説(下巻)，pp.561，2007.
 2) 三井順，松本朗，半沢稔：イスバッシュ式の導出過程と防波堤を越流する津波への適用性，土木学会論文集 B2 (海岸工学)，Vol. 71, No. 2, pp. I_1063-I_1068, 2015.

第 2.5-3 表 漂流物評価結果（発電所構内・海域）

No.	分類	名称	重量	Step1（漂流する可能性）		Step2 （到達する可能性）	Step3 （閉塞する可能性）	評価
				検討結果	比重			
①		燃料等輸送船	約 5,000t	【判断基準:d】 緊急回避に係る手順が整備されており緊急回避の実効性を確認した。 また、津波に対する係留索の健全性を確認した。	-	-	-	I
②	船舶	温排水影響調査作業船	約 10t	【判断基準:d】 輪谷湾内で漂流物となる可能性がある。	-	【判断基準:h】 漂流した場合においても、取水口上部の水面に留まることから、取水口に到達しない。	-	【判断基準:i】 万一、防波堤に衝突する等により沈降した場合においても、作業船の最大規模は約 10t（総トン数）であり、喫水約 1.5m、船体長さ約 10m、幅約 4m であるのに対し、取水口の取水面積は十分に大きいことから、取水口を閉塞する可能性はない。
		人工リーフ海藻草調査作業船	約 3～6t					
		格子状定線水温測定作業船	約 3t					
		港漏油拡散防止業務作業船	1t 未満～約 10t					
		環境試料採取作業船	1t 未満～約 3t					
		海象計点検作業船	約 2～10t					
		使用済燃料の輸送に伴う作業船	約 2～10t					
		フラッグゲート点検作業船	約 7t					

第 2.5-3 表 漂流物評価結果 (発電所構内・海域)

No.	分類	名称	重量	Step1 (漂流する可能性)		Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
				漂流				
				検討結果	比重※			
③	防波堤	防波堤 ケーソン	10,000t 以上	【判断基準:b】 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。	【判断基準:f】 発電所近傍の最大流速 10.0m/s に対して、当該設備の安定流速は 19.2m/s 以上であることから、滑動しない。	-	-	II
		【判断基準:h】 港湾内に沈んだ場合においても、海底面から 5.5m の高さがある取水口に到達することはない。	【判断基準:h】 港湾内に沈んだ場合においても、海底面から 5.5m の高さがある取水口に到達することはない。	-	-			
		消波ブロック	80t			【判断基準:b】 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。	【判断基準:f】 発電所近傍の最大流速 10.0m/s に対して、当該設備の安定流速はそれぞれ、8.6m/s、5.8~6.5m/s、2.4~3.6m/s であることから、滑動する。	【判断基準:g】 安定流速を上回る取水口への連続的な流れは確認されないことから取水口へ到達しない。
被覆 ブロック	8~16t	【判断基準:b】 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。	【判断基準:f】 発電所近傍の最大流速 10.0m/s に対して、当該設備の安定流速はそれぞれ、8.6m/s、5.8~6.5m/s、2.4~3.6m/s であることから、滑動する。	【判断基準:g】 安定流速を上回る取水口への連続的な流れは確認されないことから取水口へ到達しない。	【判断基準:h】 港湾内に沈んだ場合においても、海底面から 5.5m の高さがある取水口に到達することはない。	【判断基準:h】 港湾内に沈んだ場合においても、海底面から 5.5m の高さがある取水口に到達することはない。	【判断基準:h】 港湾内に沈んだ場合においても、海底面から 5.5m の高さがある取水口に到達することはない。	【判断基準:h】 港湾内に沈んだ場合においても、海底面から 5.5m の高さがある取水口に到達することはない。
基礎捨石	50~500kg	【判断基準:b】 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。	【判断基準:f】 発電所近傍の最大流速 10.0m/s に対して、当該設備の安定流速はそれぞれ、8.6m/s、5.8~6.5m/s、2.4~3.6m/s であることから、滑動する。	【判断基準:g】 安定流速を上回る取水口への連続的な流れは確認されないことから取水口へ到達しない。	【判断基準:h】 港湾内に沈んだ場合においても、海底面から 5.5m の高さがある取水口に到達することはない。	【判断基準:h】 港湾内に沈んだ場合においても、海底面から 5.5m の高さがある取水口に到達することはない。	【判断基準:h】 港湾内に沈んだ場合においても、海底面から 5.5m の高さがある取水口に到達することはない。	【判断基準:h】 港湾内に沈んだ場合においても、海底面から 5.5m の高さがある取水口に到達することはない。

※コンクリートの比重は道路橋示方書・同解説より設定、石材の比重は港湾の施設の技術上の基準・同解説より設定。

第 2.5-3 表 漂流物評価結果（発電所構内・海域）

No.	分類	名称	重量	Step1（漂流する可能性）		Step2 （到達する可能性）	Step3 （閉塞する可能性）	評価	
				漂流					
				検討結果	比重※				
④	護岸	消波ブロック	12.5t	【判断基準:b】 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。	発電所近傍の最大流速 10.0m/s に対して、当該設備の安定流速はそれぞれ、6.3m/s、4.3m/s、2.2m/s 以上であることから、滑動する。	【判断基準 h】 港湾内に沈んだ場合においても、海底面から 5.5m の高さがある取水口に到達することはない。	-	III	
		被覆石	1.5t						コンクリート比重 【2.34】
		捨石	30kg 以上						石材比重 【2.29】

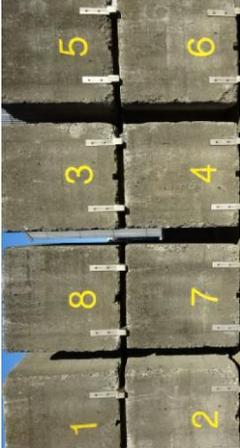
※コンクリートの比重は道路橋示方書・同解説より設定、石材の比重は港湾の施設の技術上の基準・同解説より設定。

ii. 発電所構内（陸域）における評価

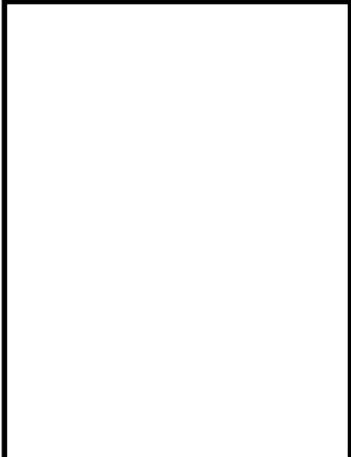
本調査範囲（構内・陸域）は防波壁外側の津波遡上域である荷揚場周辺である。第 2.5-17 図に示した本調査範囲にある漂流物となる可能性のある施設・設備等は、大別すると、第 2.5-4 表のように分類でき、評価はこの施設・設備等の分類ごとに行った。抽出した設備を第 2.5-26 図に示す。なお、荷揚場作業に係る車両・資機材については、添付資料 35 に示すとおり漂流物になることはない。

第 2.5-4 表 荷揚場にある漂流物となる可能性のある施設・設備等の分類

分類		漂流物となる可能性のある施設・設備
No.	種類	
①	鉄骨造建物	荷揚場詰所
		デリッククレーン巻上装置建物
②	機器類	キャスク取扱収納庫
		デリッククレーン
		デリッククレーン荷重試験用品①
		デリッククレーン荷重試験用品②
		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
		オイルフェンスドラム・オイルフェンス
		変圧器盤・ポンプ制御盤①
		変圧器盤・ポンプ制御盤②
		変圧器盤・ポンプ制御盤③
③	その他 漂流物になり得る物	防舷材（フォーム式）
		防舷材（空気式）
		エアコン室外機
		電柱・電灯
		枕木
		H 型鋼
		廃材箱
		フェンス
		案内板

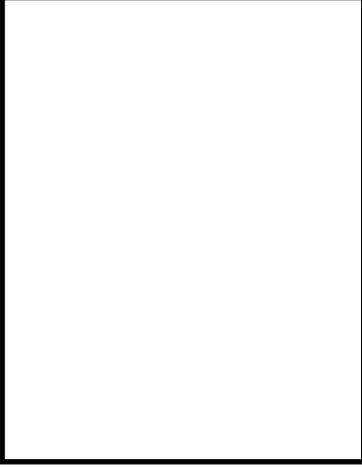
			
<p>荷揚場詰所</p> 	<p>デリッククレーン巻上装置建物</p> 	<p>キャスタク取扱収納庫</p> 	<p>デリッククレーン</p> 
<p>デリッククレーン荷重試験用品 ①</p>	<p>デリッククレーン荷重試験用品 ②</p>	<p>デリッククレーン荷重試験用品 ③</p>	<p>デリッククレーン荷重試験用ウ エイト</p>

第 2.5-26-1 図 荷揚場周辺にある漂流物となる可能性のある施設・設備

 <p>オイルフェンスドラム・ オイルフェンス</p>			
<p>防舷材 (フォーム式)</p>		<p>防舷材 (空気式)</p>	
<p>エアコン室外機</p>		<p>変圧器盤・ポンプ制御盤②</p>	
<p>防舷材 (フォーム式)</p>	<p>防舷材 (空気式)</p>	<p>エアコン室外機</p>	<p>変圧器盤・ポンプ制御盤③</p>

第2.5-26-2 図 荷揚場周辺にある漂流物となる可能性のある施設・設備

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

 <p>枕木</p>	 <p>H型鋼</p>	 <p>廢材箱</p>	 <p>フェンス</p>
 <p>案内板</p>			

第 2.5-26-3 図 荷揚場周辺にある漂流物となる可能性のある施設・設備

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

漂流物となる可能性のある施設・設備等として抽出されたもののうち、第2.5-18図に示す漂流物の選定・影響フローに従って、漂流する可能性(Step1)、到達する可能性(Step2)及び閉塞する可能性(Step3)の検討を行い、取水性への影響を評価した。

なお、調査範囲(発電所構内(陸域))については、漂流する可能性(Step1)において、滑動する可能性の検討を実施する。滑動する可能性を検討する上で用いる流速は、荷揚場における最大流速11.9m/sとする(添付資料31参照)。また、評価にあたっては、発電所構内(海域)における評価において示したイスバッシュ式を用いた。

①鉄骨造建物

荷揚場詰所及びデリッククレーン巻上装置建物は、鉄骨造の建物で、扉や窓等の開口部及び壁材は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と考えられる。また、東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物の実績から、鉄骨造の建物は津波波力により壁材等が施設本体から分離して漂流物となったが建物自体は漂流していないこと、主材料である鋼材の比重(7.85)が海水の比重(1.03)を上回っていることから、施設本体は漂流物とはならないと評価した。また、施設本体の滑動についても、施設本体が鉄骨であり、津波の波力を受けにくい構造であること、東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物の実績でも鉄骨造の建物本体が漂流していないことから、滑動しないと評価した。一方、施設本体から分離した壁材等については、がれき化して漂流物となる可能性があるが、比重が海水比重を下回る物は、取水口上部の水面に留まることから、水中にある取水口に到達することはなく、比重が海水比重を上回る物は、津波波力を受けにくい構造であることから、滑動しないと評価した。

②機器類

キャスク取扱収納庫については、中が空洞であり、気密性を有するため、漂流するものとして評価した。ただし、気密性があり漂流物となる設備は、取水口上部の水面に留まることから、水中にある取水口に到達することはないと考える。万一、取水口呑口上部で沈降したとしても、取水口呑口の断面寸法並びに非常用海水冷却系に必要な通水量及びキャスク取扱収納庫の寸法(長さ約8m、高さ約4.5m、幅約4.5m)から、その接近により取水口が閉塞し、非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼさないと考えられる。

デリッククレーン及びデリッククレーン荷重試験用品①～③については、主材料である鋼材の比重(7.85)と海水比重(1.03)を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから漂流物ならないと評価した。また、

滑動については、当該設備は線状構造であり、津波波力を受けにくい構造であることから、滑動しないと評価した。

デリッククレーン荷重試験用ウェイトについては、主材料であるコンクリートの比重（2.34）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから漂流物とならないと評価した。また、滑動については、荷揚場における最大流速 11.9m/s に対し、安定流速が 6.9m/s であったことから、滑動すると評価した。ただし、滑動し港湾内に沈んだ場合においても、海底面から取水口呑口下端まで 5.5m の高さがあることから、本設備の形状（高さ約 1.5m×長さ約 3m×幅 1.25m）を考慮すると取水口に到達することはないと評価した。

オイルフェンスドラム・オイルフェンスについては、主材料である鋼材の比重（7.85）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから漂流物とならないと評価した。また、滑動については、当該設備は格子状の構造であり、津波波力を受けにくい構造であることから、滑動しないと評価した。

変圧器盤・ポンプ制御盤①～③については、主材料である鋼材の比重（7.85）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから漂流物とならないと評価した。また、滑動については、軽量物であることから、滑動すると評価した。ただし、滑動した場合においても、港湾内に沈むため、海底面から取水口呑口下端まで 5.5m の高さを有する取水口に到達することはないと評価した。

③その他漂流物になり得る物品

防舷材（フォーム式及び空気式）については、重量が比較的軽く気密性があるため、漂流物となると評価した。ただし、気密性があり漂流物となるものは、取水口上部の水面に留まるため、取水口に到達することはないと評価した。

エアコン室外機については、主材料である鋼材の比重（7.85）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから、漂流物とならないと評価した。また、滑動については、軽量物であることから、滑動すると評価した。ただし、滑動した場合においても、港湾内に沈むため、海底面から取水口呑口下端まで 5.5m の高さを有する取水口に到達することはないと評価した。

電柱、電灯等については、主材料であるコンクリートの比重（2.34）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから漂流物とならないと評価した。また、滑動については、当該設備は細長い円筒形の構造であり、津波波力を受けにくい構造であることから、滑動しないと評価した。

枕木については、主材料である木の比重（1以下）と海水比重（1.03）を比較した結果、漂流物となると評価した。ただし、漂流物した場合においても、取水口上部の水面に留まるため、取水口に到達することはないと評価した。

H型鋼については、主材料である鋼材の比重（7.85）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから、漂流物とならないと評価した。また、滑動については、軽量物であることから、滑動すると評価した。ただし、滑動した場合においても、港湾内に沈むため、海底面から取水口呑口下端まで5.5mの高さを有する取水口に到達することはないと評価した。

廃材箱については、上部は開口しているが、気密性を有した形状で漂流物になる可能性があることから、漂流すると評価した。ただし、漂流した場合においても、取水口上部の水面に留まる場合は取水口に到達せず、港湾内に沈む場合は海底面から取水口呑口下端まで5.5mの高さを有する取水口に到達することはないと評価した。

フェンスについては、主材料である鋼材の比重（7.85）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから、漂流物とならないと評価した。また、滑動については、当該設備は格子状の構造であり、津波波力を受けにくい構造であることから、滑動しないと評価した。

案内板については、主材料であるコンクリートの比重（2.34）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから漂流物とならないと評価した。また、滑動については、当該設備は線状構造であり、津波波力を受けにくい構造であることから、滑動しないと評価した。

以上の評価を第2.5-5表にまとめて示す。

第 2.5-5 表 (1) 漂流物評価結果 (発電所構内・陸域) (Step1)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	重量	Step1			評価	
						漂流	比重	滑動		
						検討結果	比重	設置場所	検討結果	
1	①	鉄骨造 建物	荷揚場 詰所	施設本体 (鋼材) 壁材 (ALC 版)	-	【判断基準:b, c】 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。	《施設本体》 鋼材比重 【7.85】	発電 所敷 地内	【判断基準:e】 施設本体 (鉄骨のみ) は、津波波力を受けにくい構造であるとともに、3.11 地震に伴う津波の実績から滑動しない。	II
2						デリック クレーン 巻上装置 建物	施設本体 (鋼材) 壁材 (スレート)		-	

第 2.5-5 表 (2) 漂流物評価結果 (発電所構内・陸域) (Step1)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	重量	Step1		評価	
						漂流	滑動		
3			キヤスク 取扱収納庫	鋼材	カバー部： 約 4.3t 定盤部： 約 7.9t	中が空洞であり，気密性を有する ため，漂流するものとして評価。	—	Step2 (漂流)	
4			デリック クレーン	鋼材	約 144 t	【判断基準:b】 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。	【判断基準:e】 線状構造であり，津波波力を受けにくい ため，滑動しない。	II	
5	②	機器類	試験用品①	鋼材	約 6.2t	【判断基準:b】 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】	【判断基準:e】 線状構造であり，津波波力を受けにくい ため，滑動しない。	II
試験用品②			約 11t						
試験用品③			—						
8			試験用 ウエイト	コンクリート	約 22t	【判断基準:b】 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】	Step2 (滑動)	

第 2.5-5 表 (3) 漂流物評価結果 (発電所構内・陸域) (Step1)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	重量	Step1		評価	
						漂流	滑動		
9			オイルフェン・ドラム・オイルフェンス	鋼材	約 3.8t	【判断基準:b】 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】	発電所敷地内 【判断基準:e】 格子状の構造であり、津波波力を受けにくいため、滑動しない。	II
10		機器類	変圧器・ポンプ制御盤①		約 0.1t	【判断基準:b】 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】	発電所敷地内	Step2 (滑動)
11			変圧器・ポンプ制御盤②	鋼材	—				
12	③		変圧器・ポンプ制御盤③		約 0.04t				
13		その他漂流物となり得る物	防舷材 (フォーム式)	ゴム	約 1t	重量が比較的軽く、気密性があるため、漂流するとして評価。	—	発電所敷地内	Step2 (漂流)
14			防舷材 (空気式)	ゴム	約 0.5t				

第 2.5-5 表(4) 漂流物評価結果 (発電所構内・陸域) (Step1)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	重量	Step1			評価	
						漂流	鋼材比重	発電所敷地内		滑動
15	③	その他漂流物となり得る物	エアコン室外機	鋼製	約 0.2t	【判断基準:b】 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】	発電所敷地内	軽量であり、滑動するものとして評価した。	Step2 (滑動)
16			電柱・電灯	コンクリート	約 0.1t	【判断基準:b】 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】	発電所敷地内	【判断基準:e】 細長い円筒形の構造であり、津波波力を受けにくいため、滑動しない。	II
17			枕木	木	約 12kg	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流する。	木材比重 【1以下】	発電所敷地内	—	Step2 (漂流)
18			H 型钢	鋼製	約 0.4t	【判断基準:b】 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】	発電所敷地内	軽量であり、滑動するものとして評価した。	Step2 (滑動)
19			廃材箱	鋼製	約 0.9t	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、漂流するとして評価。	鋼材比重 【7.85】	発電所敷地内	—	Step2 (漂流)

第 2.5-5 表 (5) 漂流物評価結果 (発電所構内・陸域) (Step1)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	重量	Step1		評価	
						漂流	滑動		
20	③	その他漂流物となり得る物	フェンス	鋼製	約 10kg	【判断基準:b】 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】	【判断基準:e】 格子状の構造であり、津波波力を受けにくいため、滑動しない。	II
						【判断基準:b】 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】	【判断基準:e】 線状構造であり、津波波力を受けにくいため、滑動しない。	
21			案内板	コンクリート	約 60 kg	【判断基準:b】 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】	【判断基準:e】 線状構造であり、津波波力を受けにくいため、滑動しない。	II

第 2.5-5 表 (6) 漂流物評価結果 (発電所構内・陸域) (Step2~3)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	Step1 の結果	Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
2	①	鉄骨造 建物	デリックク レーン巻上 装置建物	施設本体 (鋼材) 壁材 (スレート)	地震又は津波波力により 施設本体から分離した海 水比重を下回る壁材につ いては、がれき化して漂 流物となる。	【判断基準 h】 想定する壁在等については、がれ き化して漂流物となる可能性があ るが、想定するがれきは軽量であ り、取水口上部の水面に留まるこ とから、水中にある取水口に到達 しない。	—	Ⅲ
3	②	機器類	キヤスク 取扱収納庫	鋼材	中が空洞であり、気密性 を有するため、漂流する。	【判断基準 h】 気密性があり漂流物となる設備 は、取水口上部の水面に留まるた め、取水口に到達しない。	— 【判断基準 i】 万一、取水口呑口上部で沈降 したとしても、取水口呑口の 断面寸法並びに非常用海水 冷却系に必要な通水量及び キヤスク取扱収納庫の寸法 から、その接近により取水口 が閉塞しない。	Ⅲ (Ⅳ)
8			デリックク レーン試験 用ウエイト	コンクリート	荷揚場における最大流速 11.9m/s に対して、当該 設備の安定流速は 6.9m/s であることから、 滑動する。	【判断基準 h】 滑動し港湾内に沈んだ場合におい ても、海底面から 5.5m の高さがあ る取水口に到達することはない。	—	Ⅲ

第 2.5-5 表(7) 漂流物評価結果 (発電所構内・陸域) (Step2~3)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	Step1 の結果	Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
10	②	機器類	変圧器・ポンプ制御盤①	鋼材	軽量であり、滑動するとして評価。	【判断基準:h】 滑動し港湾内に沈んだ場合においても、海底面から 5.5m の高さがある取水口に到達することはない。	-	III
11			変圧器・ポンプ制御盤②					
12			変圧器・ポンプ制御盤③					
13	③	その他漂流物となり得る物	防舷材 (フォーム式)	ゴム	重量が比較的軽く、気密性があるため、漂流するとして評価。	【判断基準 h】 気密性があり漂流物となる設備は、取水口上部の水面に留まるため、取水口に到達しない。	-	III
14			防舷材 (空気式)	ゴム				
15			エアコン室外機	鋼製	軽量であり、滑動するとして評価。	【判断基準:h】 滑動し港湾内に沈んだ場合においても、海底面から 5.5m の高さがある取水口に到達することはない。	-	III

第 2.5-5 表 (8) 漂流物評価結果 (発電所構内・陸域) (Step2~3)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	Step1 の結果	Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
17			枕木	木	漂流するものとして評価。	【判断基準 h】 取水口上部の水面に留まるため、取水口に到達しない。	—	III
18			H 型钢	鋼製	軽量であり、滑動するものとして評価。	【判断基準 h】 滑動し港湾内に沈んだ場合においても、海底面から 5.5m の高さがある取水口に到達することはない。	—	III
19	③	その他 漂流物 となり 得る物	廢材箱	鋼製	漂流するものとして評価。	【判断基準 h】 気密性を有した状態で漂流する場合は、取水口上部の水面に留まるため、取水口に到達しない。 また、気密性を有さない状態で滑動し、港湾内に沈んだ場合においても、海底面から 5.5m の高さがある取水口に到達することはない。	—	III

(b) 発電所構外における評価

i. 発電所構外（海域）における評価

調査範囲内にある港湾施設としては、発電所西方1 km 程度に片句漁港^{かたく}、発電所西方2 km 程度に手結漁港^{たゆ}、南西2 km 程度に恵曇漁港^{えとも}、東方3 km 及び4 km 程度に御津漁港^{みつ}、大芦漁港^{おわし}があり、漁船が停泊している。

また、発電所から2 km から3 km 程度離れた位置に定置網の設置海域がある。

この他に調査範囲内を航行し得る船舶として発電所から3.5 km 以内に漁船等の総トン数30t 程度の比較的小型な船舶が、3.5 km 以遠に巡視船、引き船、タンカー、貨物船等の総トン数100t を超える比較的大型な船舶が挙げられた。

なお、^{くけど}潜戸に観光遊覧船航路があるが、航路上の最も接近する位置でも発電所から5 km 以上の距離があり、調査範囲内を航行するものではない。

抽出された以上の船舶に対して第2.5-18 図に示したフローにより2号炉の取水口及び取水路の通水性に与える影響評価を実施した。

第2.5-6 表 発電所構外（海域）における漂流物調査結果

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

※1 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。

※2 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。

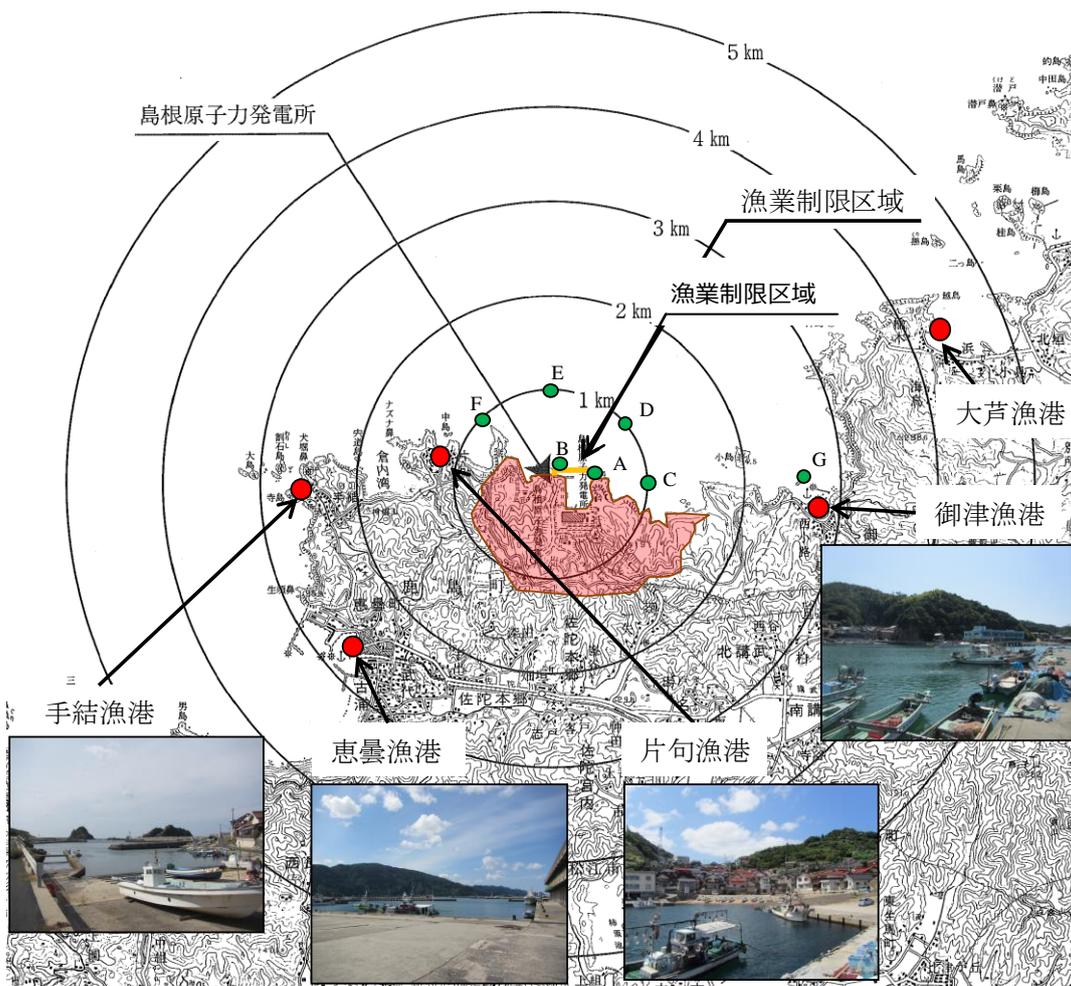
※3 船種・船体長から「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に基づき算定。

①船舶（漁船等）

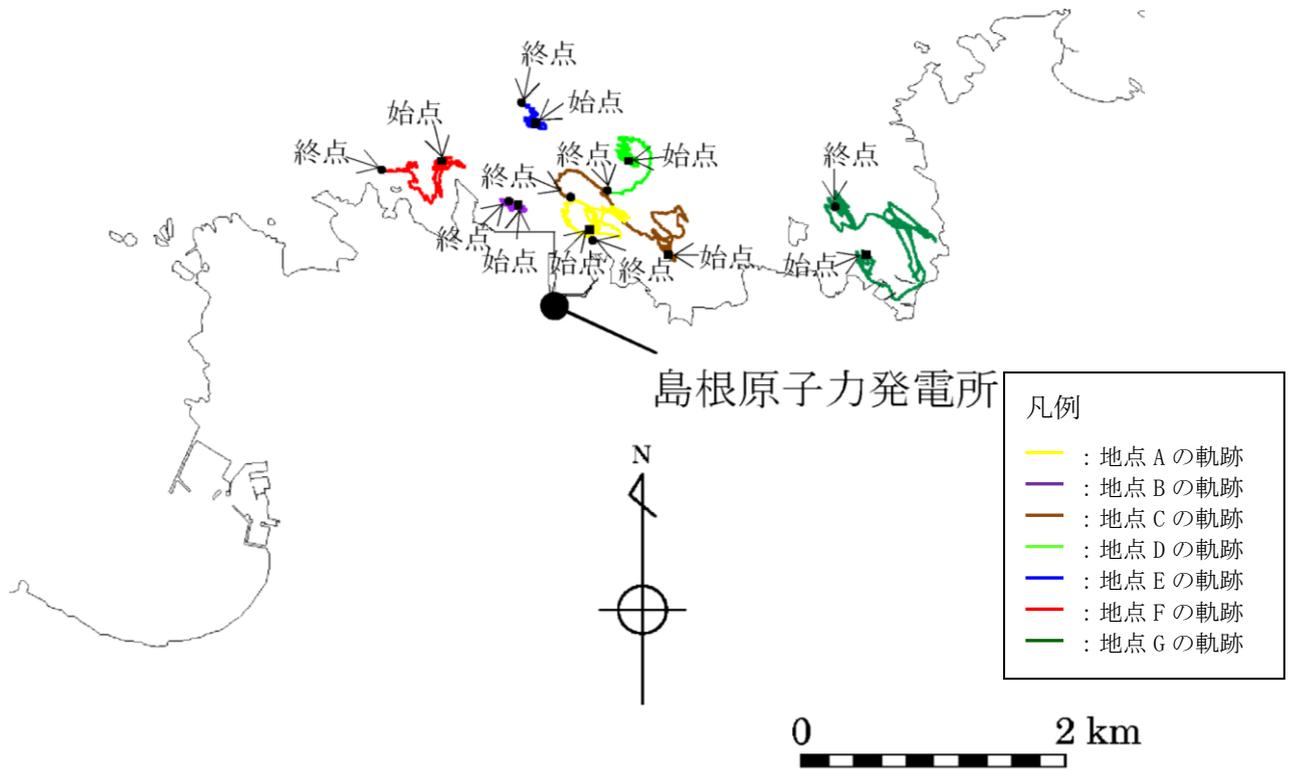
発電所周辺の漁港に停泊する船舶等が到達する可能性について、流向、流速から評価するため、仮想的な浮遊物の動きを把握する方法として有効な軌跡解析を実施した。軌跡解析の初期位置としては、周辺漁港の位置や漁船が発電所付近で操業することも考慮し、漁業制限区域近傍に2点（地点A, B）、1km地点に4点（地点C, D, E, F）、御津漁港近傍に1点（地点G）、計7地点を設定した。軌跡解析の初期位置を第2.5-27図に、軌跡解析結果を図2.5-28図に示す。また、津波の流況、軌跡解析結果を踏まえ、取水口への到達可能性を評価した（添付資料36）。

評価の結果、発電所方向への連続的な流れはなく、発電所に到達しないと判断した。なお、仮に輪谷湾内に侵入すると想定した場合においても、第2.5-23図に示したとおり、取水口は海中にあり、取水口に到達しないと考えられる。

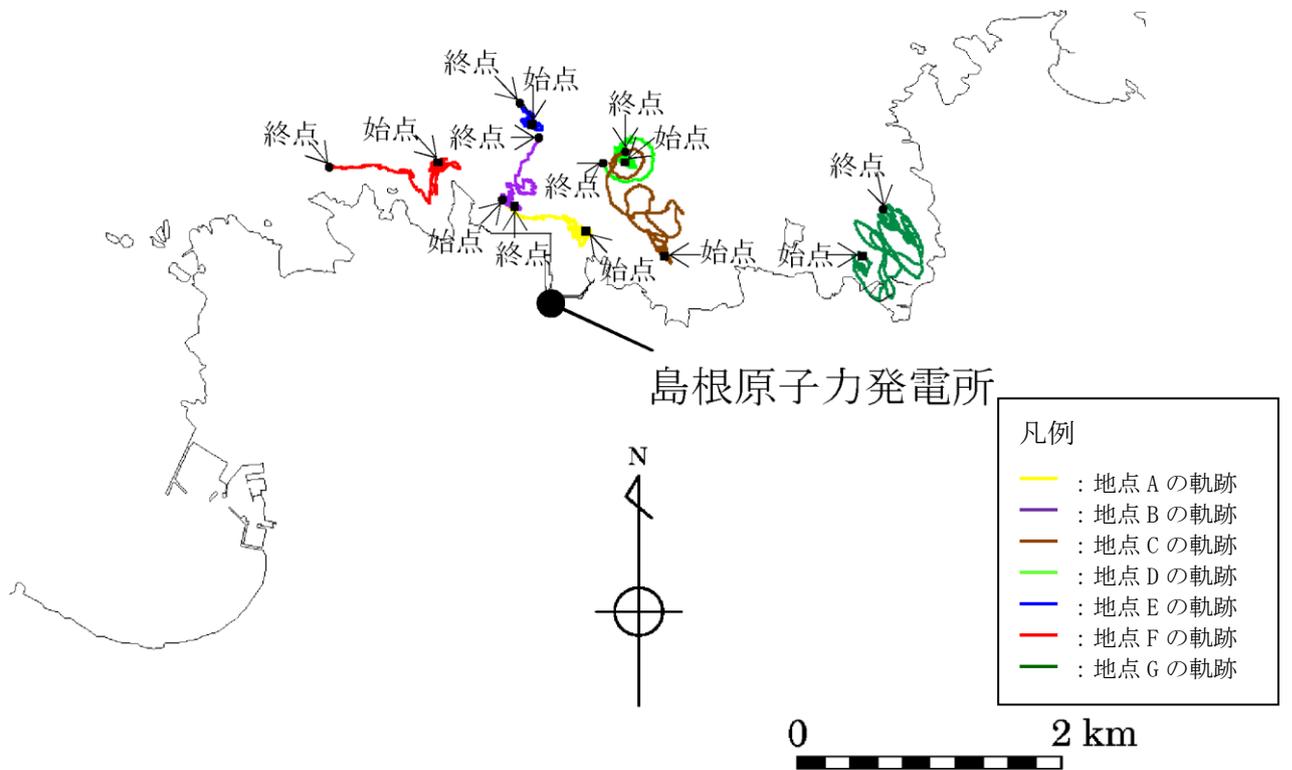
以上のことから、発電所構外（海域）において抽出された周辺漁港の漁船、航行中の漁船については、いずれも取水口に到達しないと評価した。



第2.5-27図 軌跡解析の初期配置

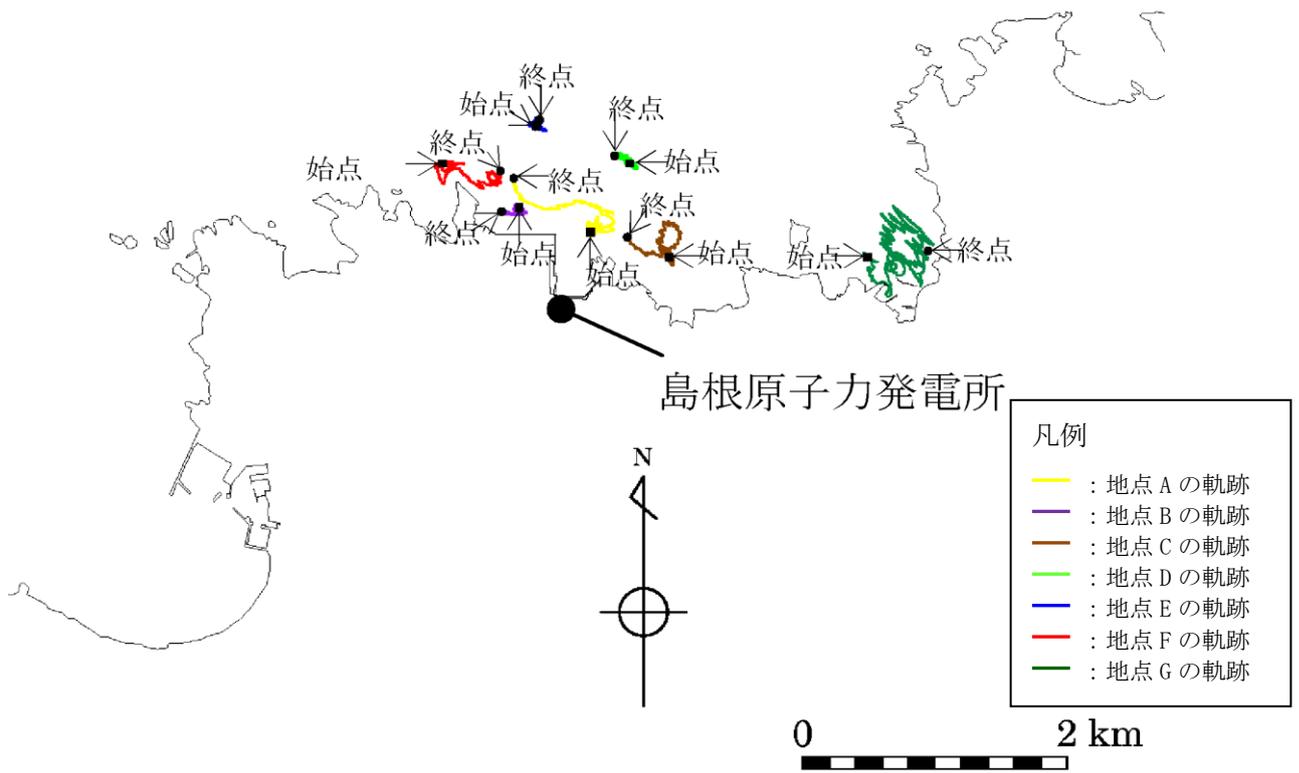


(基準津波 1 (防波堤有り))

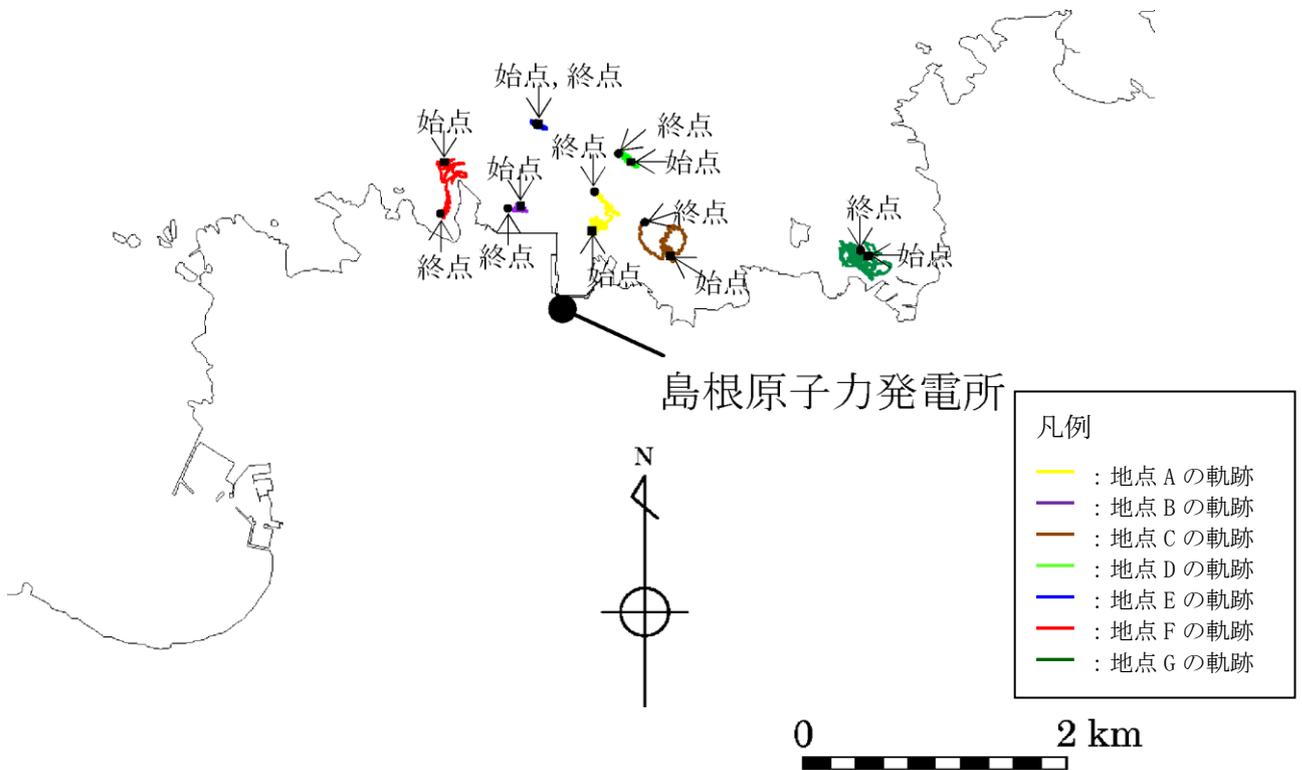


(基準津波 1 (防波堤無し))

第 2.5-28-1 図 軌跡解析結果

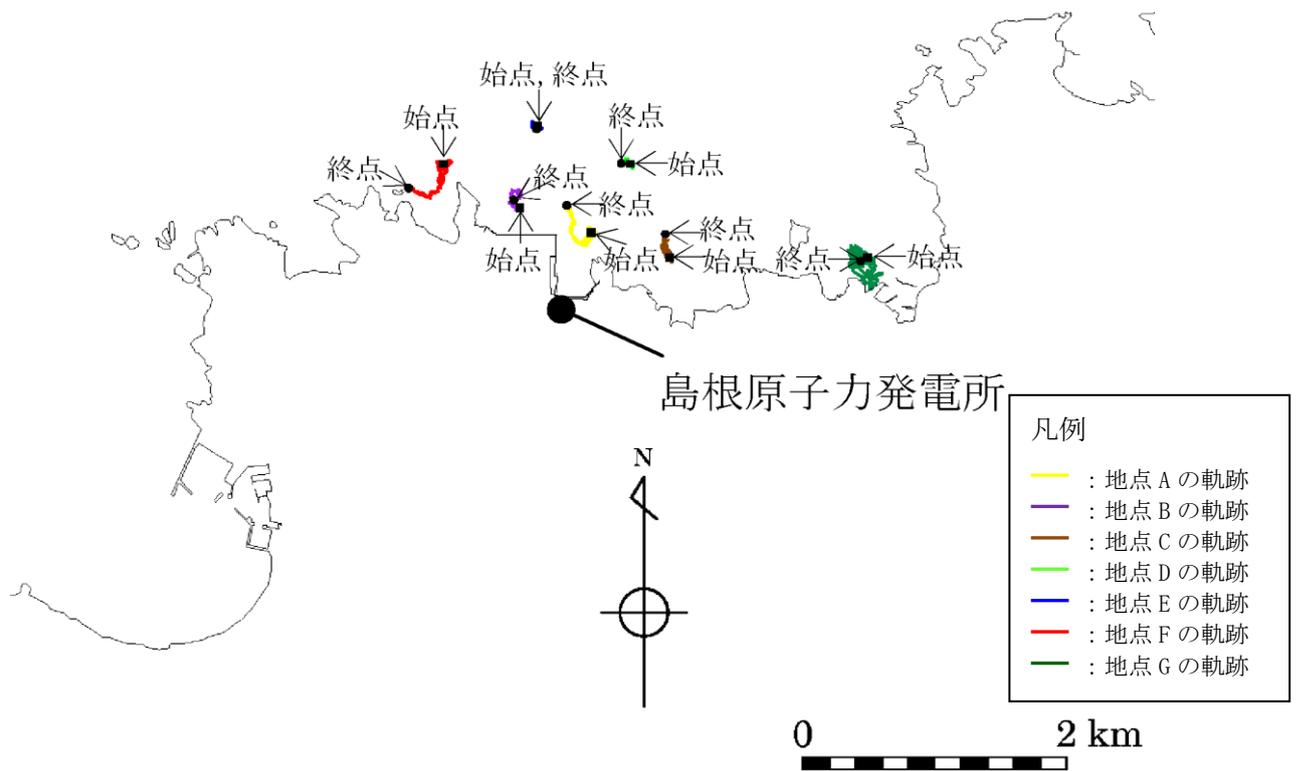


(基準津波 2 (防波堤有り))

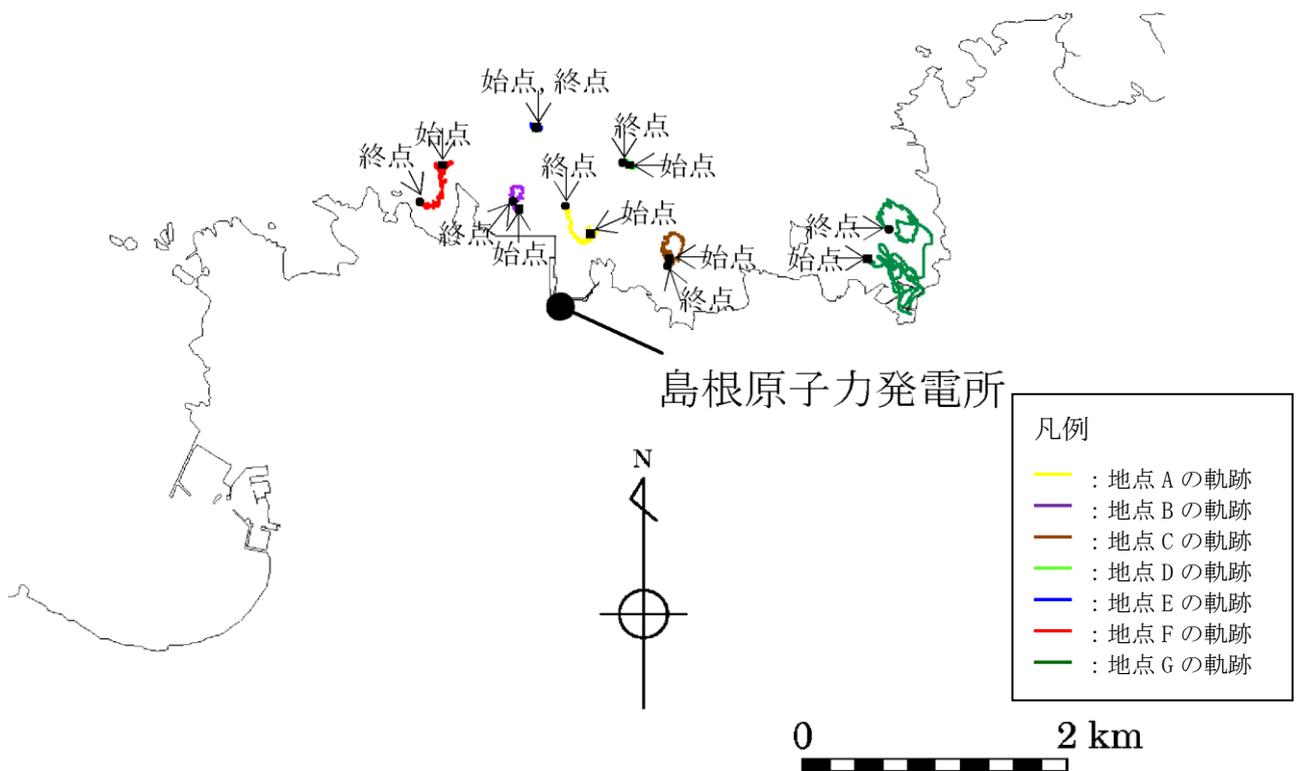


(基準津波 3 (防波堤有り))

第 2.5-28-2 図 軌跡解析結果

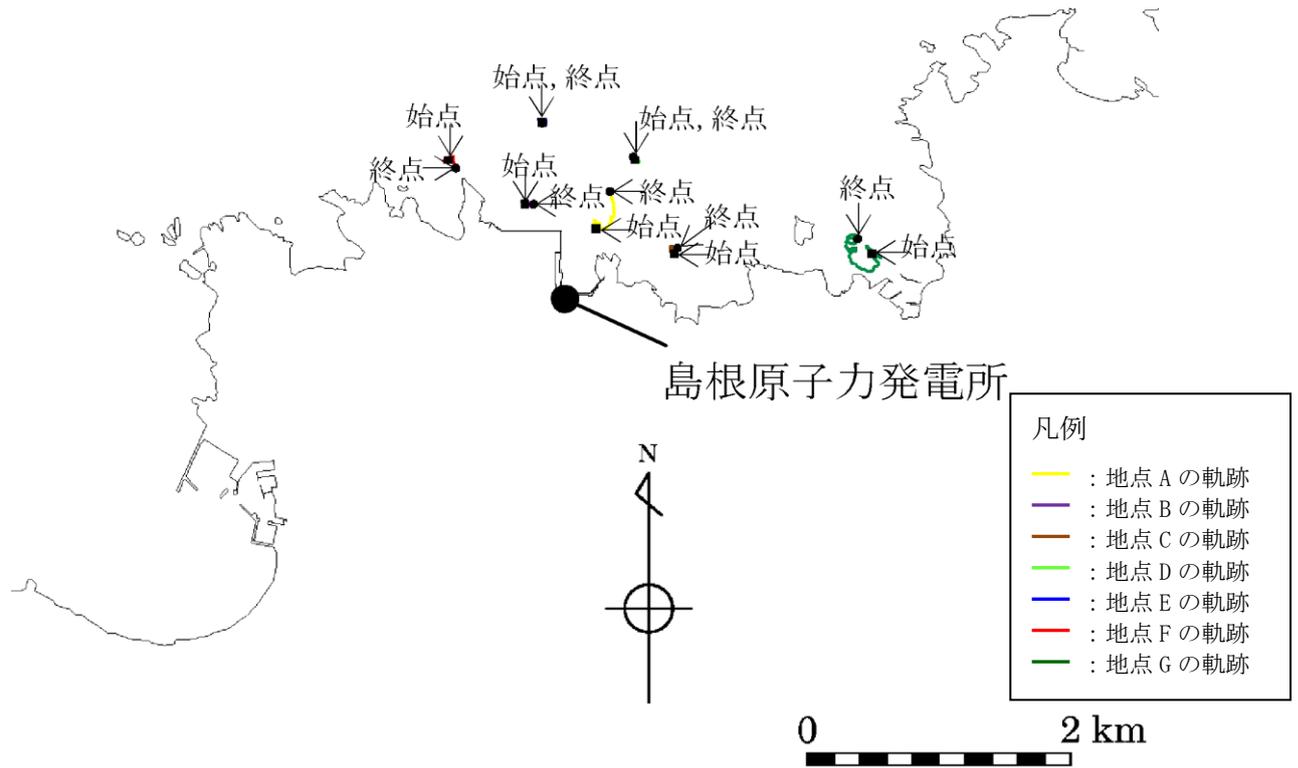


(基準津波 5 (防波堤無し))

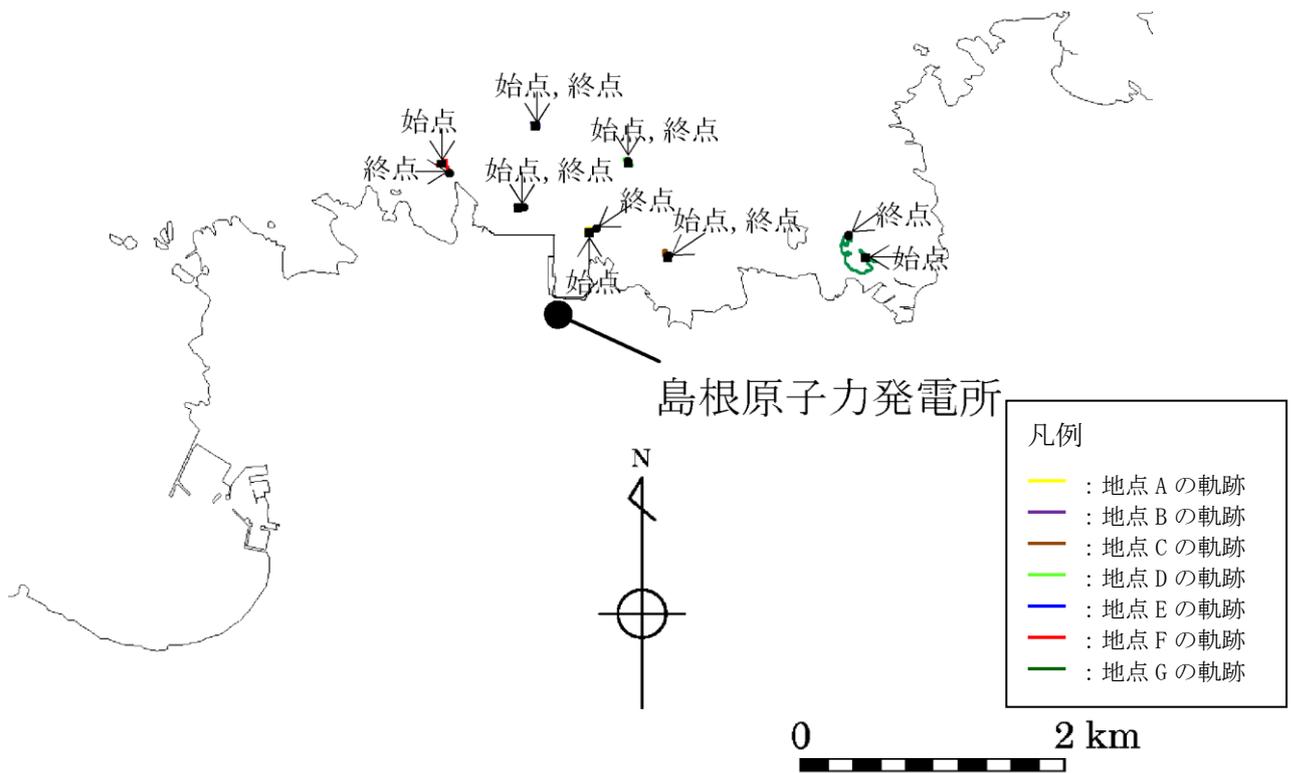


(基準津波 6 (防波堤無し))

第 2.5-28-3 図 軌跡解析結果



(基準津波 4 (防波堤有り))



(基準津波 4 (防波堤無し))

第 2.5-28-4 図 軌跡解析結果

②船舶（発電所前面海域を航行する船舶）

発電所前面海域を航行する船舶としては、発電所から 3.5km 以内において漁船、プレジャーボート（総トン数 30t 程度の比較的小型の船舶）が、発電所から 3.5km 以遠において巡視船、引き船、タンカー、貨物船、帆船（総トン数 100t 以上の比較的大型の船舶）が確認された。

これらの船舶は、航行中であれば、津波襲来前に沖合への退避が十分に可能であり、漂流物にならないと考えられる。なお、基準津波による水位変動については、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。

さらに、航行中に故障により操船ができなくなる可能性もあるが、総トン数 20t 以上の大型船舶については、国土交通省による検査（定期検査、中間検査、臨時検査及び臨時航行検査）が義務付けられていることから、発電所から 3.5km 以遠において確認された総トン数 100t 以上の比較的大型の船舶については、航行中に故障等により操船できなくなることは考えにくい。

発電所から 3.5km 以内を航行する漁船、プレジャーボートについても、海上保安庁への聞取調査結果より発電所から約 2 km 離れた沖合を航行しており、津波来襲前に沖合への退避が十分に可能である。

以上のことから、発電所前面海域を航行中の船舶は漂流物にならないと考えるが、基準津波の流向・流速等の分析を踏まえ、発電所に到達する可能性についても評価を実施した。評価については、添付資料 36 に示すとおり発電所方向への連続的な流れはなく、発電所に到達しない判断した。また、第 2.5-13 図に示す 3 km, 5 km の計 6 地点の軌跡解析の結果（第 2.5-14 図）からも、3 km 以遠を航行する船舶は、津波によりほぼ移動しないことが確認される。

③定置網

定置網については、上述した基準津波の流向・流速を踏まえ、発電所に到達しないと評価した。

第 2.5-7 表に評価結果を示す。

第2.5-7表 漂流物評価結果（発電所構外・海域）

No.	分類	名称	設置箇所	Step1 (漂流する可能性)	Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
①	船	漁船	片句漁港（停泊）	漂流するものとして評価	【判断基準:g】 流向ベクトルから発電所方向への連続的な流れは確認されない。なお、港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所の港湾部に到達しないと評価。	-	III
			手結漁港（停泊）				
			恵曇漁港（停泊）				
			御津漁港（停泊）				
			大芦漁港（停泊）				
			3号護岸近傍（航行）				
輪谷湾近傍（航行）							
②	船	漁船	前面海域（航行）	海上保安庁への聞き取り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、津波来襲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、漂流する可能性は低いと考えられるが、発電所に到達する可能性についても評価を実施する。	【判断基準:g】 流向ベクトルから発電所方向への連続的な流れは確認されない。なお、港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所の港湾部に到達しないと評価。	-	III
		プレジャーボート					

第 2.5-7 表 漂流物評価結果（発電所構外・海域）

No.	分類	名称	設置箇所	Step1 (漂流する可能性)	Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
②	船舶	巡視船	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 3.5km 以上離れた沖合を航行しており、津波来襲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。	【判断基準:g】 流向ベクトルから発電所方向への連続的な流れは確認されない。なお、港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所の港湾部に到達しないと評価。 また、軌跡解析の結果からも、3 km 以遠を航行する船舶は、津波によりほぼ移動しないことが確認された。	—	III
		引き船					
		タンカー					
		貨物船					
		帆船					
③	漁具	定置網	前面海域	漂流するものとして評価	【判断基準:g】 流向ベクトルから発電所方向への連続的な流れは確認されない。なお、港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所の港湾部に到達しないと評価。	—	III

ii. 発電所構外（陸域）における評価

調査範囲内にある港湾施設として挙げられた片句漁港^{かたく}、手結漁港^{たゆ}、恵曇漁港^{えとも}、御津漁港^{みつ}周辺及び大芦漁港^{おわし}に家屋、車両等が確認された。

発電所構外（陸域）における漂流物調査結果を第 2.5-8 表、第 2.5-30 図に示す。

第 2.5-8 表 漂流物調査結果

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

※ 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。

<p>周辺漁港の位置</p>	<p>片句漁港周辺</p>
<p>手結漁港周辺</p>	<p>恵曇漁港周辺</p>
<p>御津漁港周辺</p>	<p>大芦漁港周辺</p>

第 2.5-30 図 発電所構外（陸域）における漂流物調査結果

①家屋・車両等

家屋・車両等は漁港周辺に存在しており、津波が遡上して仮に漂流物となった場合においても、i. 発電所構外（海域）における評価の①船舶（漁船等）に示したとおり、基準津波の流向・流速を踏まえると、発電所に到達する漂流物とはならないと評価する（添付資料 36 参照）。

これより、基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備等について、非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水路の通水性に影響を与えることがないことを確認した。第 2.5-9 表に評価結果を示す。

第 2.5-9 表 漂流物評価結果（発電所構外（陸域））

No.	分類	名称	設置箇所	Step1 (漂流する可能性)	Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価	
①	家屋・ 車両等	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋 ・車両 ・工場 	片倉漁港周辺	津波が遡上すること を仮定し、漂流する として評価	<p>【判断基準:g】 流向ベクトルから 発電所方向への連 続的な流れは確認 されないことから、 発電所に到達しな い。なお、港湾部は その形状から、押し 波後はすぐに引き 波に転じるることか ら、発電所の港湾部 に到達しないと評 価。</p>	—	Ⅲ	
			<ul style="list-style-type: none"> ・家屋 ・車両 ・灯台 					手結漁港周辺
			<ul style="list-style-type: none"> ・家屋 ・車両 ・灯台 ・工場 ・タンク 					恵曇漁港周辺
		<ul style="list-style-type: none"> ・家屋 ・車両 	御津漁港周辺					
		<ul style="list-style-type: none"> ・家屋 ・車両 	大芦漁港周辺					

(c) 漂流物に対する取水性への影響評価

発電所周辺を含め、基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備について、漂流（滑動を含む）する可能性、2号炉取水口に到達する可能性及び2号炉取水口が閉塞する可能性についてそれぞれ検討を行い、原子炉補機冷却海水系及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水系の取水性に影響を及ぼさないことを確認した。

さらに、2号炉の非常用取水設備である取水口は、循環水ポンプの取水路を兼ねており、全体流量に対する非常用海水系ポンプ流量の比（5%未満）から、漂流物により通水面積の約95%以上が閉塞されない限り、取水機能が失われることはない。敷地周辺沿岸域の林木等が中長期的に漂流し輪谷湾に到達した場合を考慮しても、2号炉の取水口は深層取水方式であり、取水口呑口が水面から約9.5m低く、水面上を漂流する林木等は取水口に到達しないため、取水性に影響はない。

なお、津波襲来後、巡視点検等により取水口を設置する輪谷湾内に漂流物が確認される場合には、必要に応じて漂流物を撤去する方針であることから、非常用海水ポンプの取水は可能である。

以上より、漂流物による取水性の影響はなく、検討対象漂流物の漂流防止対策は不要である。

e. 防波壁等に対する漂流物の選定

漂流物による影響としては前述のとおり他に「津波防護施設、浸水防止設備に衝突することによる影響（波及的影響）」があり、2号炉における同影響を考慮すべき津波防護施設及び浸水防止設備としては、基準津波が到達する範囲内に設置される防波壁、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。

本設備に対して衝突による影響評価を行う対象漂流物及びその衝突速度は、「d. 通水性に与える影響の評価」における「取水口及び取水路の通水性に与える影響」の評価プロセスを踏まえ、それぞれ次のとおり設定する。

・対象漂流物

影響評価のプロセスにおいて2号炉の取水口に到達し得るとされたもの及び津波防護施設等に到達の可能性が否定できないもの（添付資料36参照）を踏まえ、港湾内に入港する作業船及び発電所近傍を航行する可能性のある周辺漁港の漁船を対象とし、港湾外に設置する津波防護施設（3号炉北側防波壁、1号炉放水連絡通路防波扉）については、この中で最も重量が大きい総トン数19tの船舶を代表とし、港湾内に設置する津波防護施設（3号炉東

防波壁， 1， 2号炉前面防波壁及び防波壁付防波扉）については， 港湾内に入港する作業船のうち最も重量が大きい総トン数 10t の船舶を代表とする。

・衝突速度

津波防護施設及び浸水防止設備の設置位置における津波流速に基づき， 施設護岸（港湾外）では 9.0m/s， 施設護岸（港湾内）では 9.0m/s， 1号放水連絡通路前では 9.8m/s であるため， 10.0m/s とする。（添付資料 18 参照）

(4) 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， それ自体が漂流物となる可能性がある。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により， 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を行った。また， 除塵装置については， 低耐震クラス（Cクラス）設備であることから地震により破損した後に， 津波により移動した場合， 長尺化を実施した非常用海水ポンプへの波及的影響が考えられることから， これらの影響についても合わせて考察を行った。

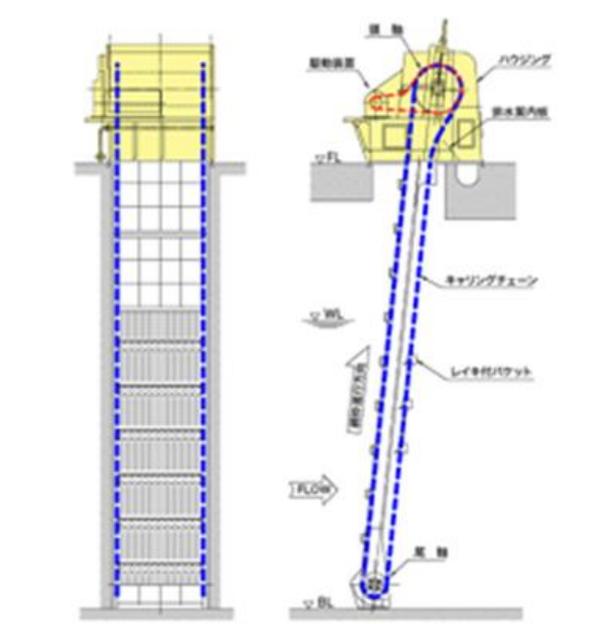
結果は以下に示すとおりであり， 除塵装置はいずれの場合においても非常用海水冷却系の取水性に影響を与えるものではないことと評価する。

i. 津波による破損に対する評価

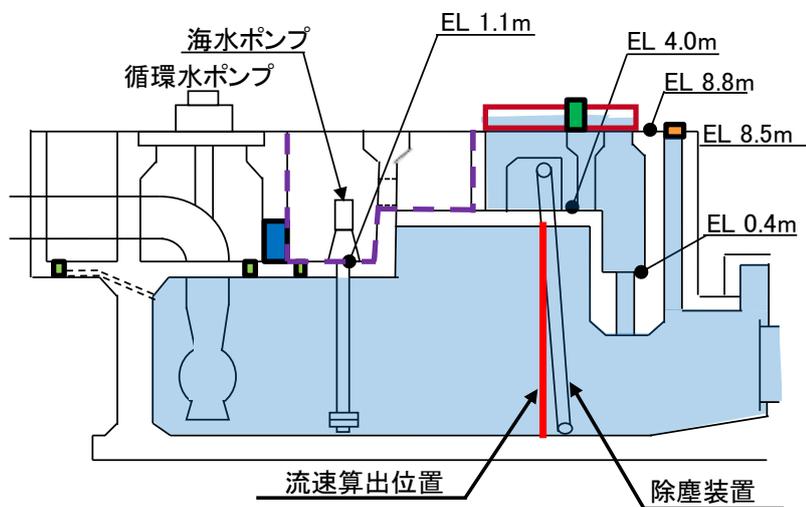
a. 確認方法

除塵装置の概要は第 2.5-31 図に示すとおりであり， 除塵装置はいずれも多数のバケットがキャリングチェーンにより接合される構造となっている。このため， 入力津波の流速により生じるスクリーン部の水位差（損失水頭）により， キャリングチェーン及びバケットが破損し， バケットが分離して漂流物化する可能性について確認する。

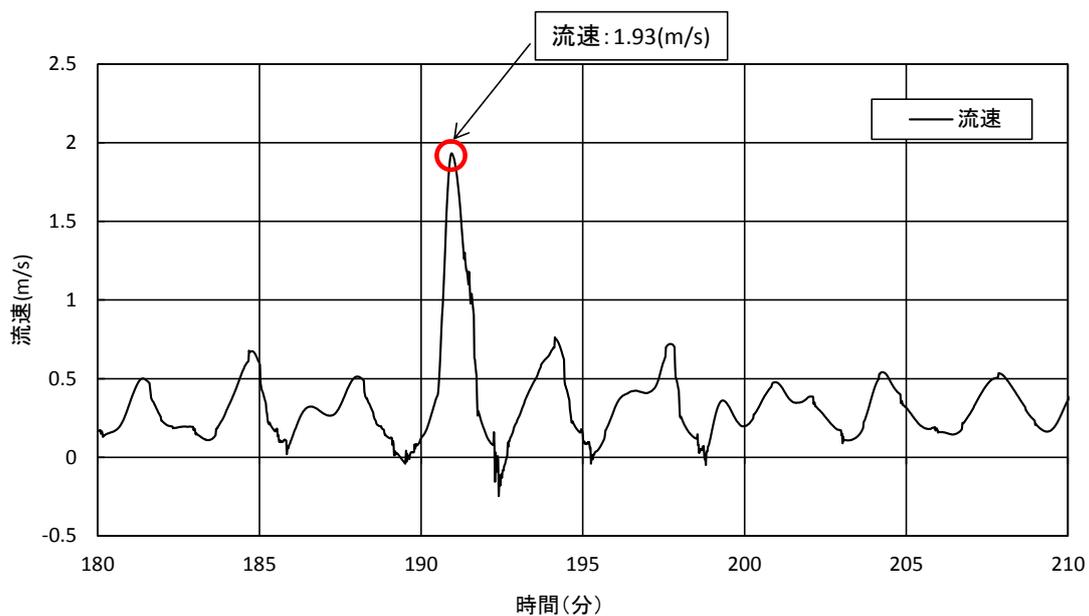
確認条件（津波流速）の算出位置を第 2.5-32 図， 算出位置における流速評価結果を第 2.5-33 図に示す。算出位置における最大流速は 1.93m/s となるが， 除塵装置が破損しないことは流速 2.4m/s まで確認しており， ここでは， 2.4m/s における確認結果を示す。



第 2.5-31 図 除塵装置の概要



第 2.5-32 図 流速算出位置



第 2.5-33 図 流速評価結果 (入力津波 6)

b. 確認結果

津波流速が作用した際の各部材における発生値と許容値の比較結果を第2.5-10表に示す。2.5-10表より、2.4m/s時の発生水位差における各部材に発生する最大応力が許容応力を下回っていることから、設備が漂流物化することではなく、取水性に影響を及ぼすものでないことを確認した。

第2.5-10表 津波流速が作用した際の各部材における発生値と許容値の比較

設備	部材	2.4m/s時の発生水位差	発生水位差における発生値／許容値
除塵機	キャリングチェーン	5.8m	142739 (MPa) / 617000 (MPa) (最大応力／許容応力)
	バケット		225 (MPa) / 246 (MPa) (最大応力／許容応力)

ii. 地震による破損に対する評価

除塵装置（耐震Cクラス）は、基準地震動Ssによる地震力に対して、機器が破損し漂流しない設計とする。

4.2 浸水防止設備の設計

【規制基準における要求事項等】

浸水防止設備については、浸水想定範囲における浸水時及び冠水後の波圧等に対する耐性等を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計すること。

【検討方針】

浸水防止設備（屋外排水路逆止弁、防水壁、水密扉、床ドレン逆止弁、隔離弁及び貫通部止水処置）については、基準地震動による地震力に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。また、浸水時の波圧等に対する耐性等を評価し、越流時の耐性にも配慮した上で、入力津波に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう設計する。

【検討結果】

浸水防止設備としては、「2.2 敷地への浸水防止（外郭防護1）」及び「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）」に示したとおり、設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建物及び区画に津波を地上部から到達、流入させないよう、また、取水槽、放水槽等の経路から津波が流入及び漏水することがないように、屋外排水路逆止弁、防水壁、水密扉及び床ドレン逆止弁を設置し、貫通部止水処置を実施する。

また、「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示したとおり安全側に想定した浸水範囲に対して、浸水防護重点化範囲内が浸水することがないように、浸水防護重点化範囲の境界にある扉、開口部、貫通口等に、防水壁、水密扉、床ドレン逆止弁、隔離弁の設置並びに貫通部止水処置を実施する。なお、浸水防護重点化範囲内に設置する海域に接続する低耐震クラスの機器及び配管のうち、破損した場合に津波の流入経路となる機器及び配管については、基準地震動 S_s による地震力に対してバウンダリ機能を保持する設計とする。

浸水防止設備の種類と設置位置を整理し、第4.2-1表に示す。各浸水防止設備の設計方針を以下に示す。

第4.2-1表 浸水防止設備の種類と設置位置

種類		設置位置	箇所数 (参考)	
外郭防護に係る浸水防止設備	屋外排水路逆止弁	屋外排水路	一式	
	防水壁	取水槽除じん機エリア	1	
	水密扉	取水槽除じん機エリア	3	
	貫通部止水処置	取水槽除じん機エリア	一式	
	床ドレン逆止弁	取水槽	一式	
内郭防護に係る浸水防止設備	防水壁	タービン建物（復水器を設置するエリア）とタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）との境界	1	
	水密扉		5	
	床ドレン逆止弁		一式	
	隔離弁	電動弁	取水路とタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）との境界	4
		逆止弁	放水路とタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）との境界	2
	貫通部止水処置		タービン建物（復水器を設置するエリア）と原子炉建物，タービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）及び取水槽循環水ポンプエリアとの境界	一式

(1) 屋外排水路逆止弁

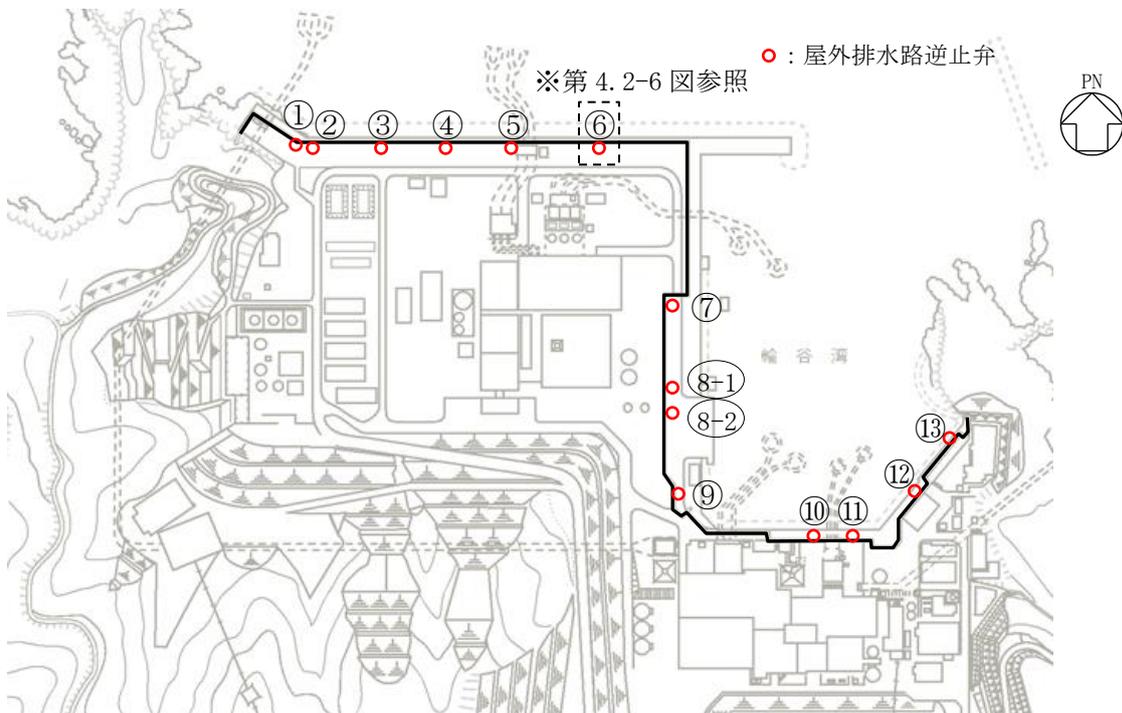
施設護岸における入力津波高さに対して、屋外排水路出口からの敷地への津波の到達，流入を防止するため，屋外排水路出口の排水柵に屋外排水路逆止弁を設置する。

屋外排水路逆止弁は津波荷重や地震荷重等に対して浸水防止機能が十分に保持できるよう以下の方針により設計する。

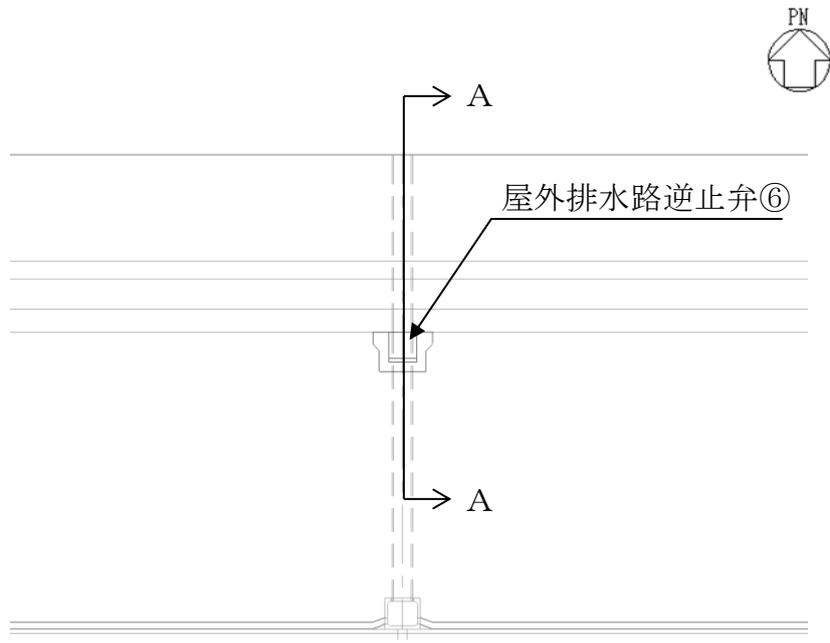
a. 構造

屋外排水路逆止弁は，板材，補強材等の鋼製部材により構成し，排水柵に固定する。

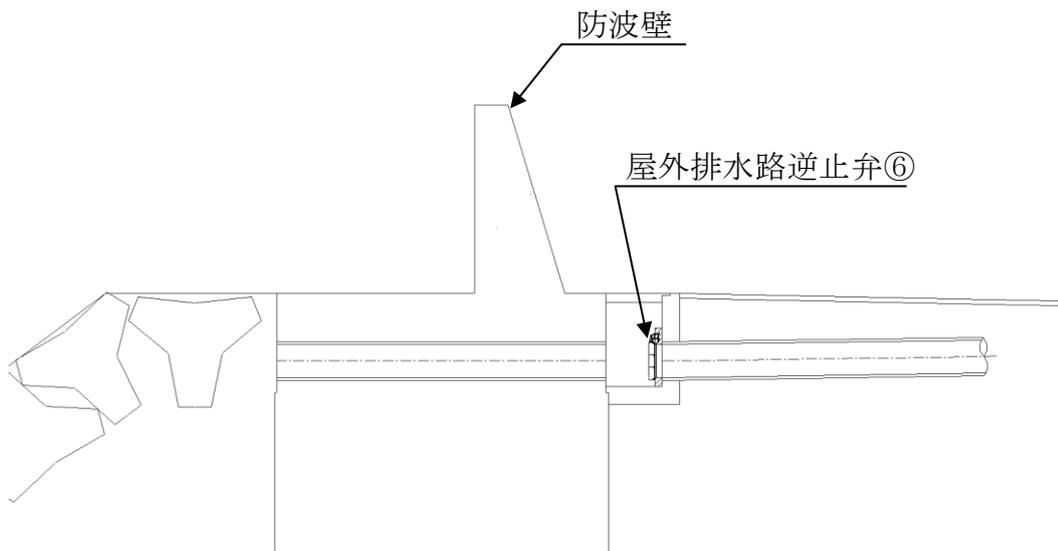
屋外排水路逆止弁の位置図を第4.2-1図に，配置図を第4.2-2図に，構造例を第4.2-3図に示す。



第4.2-1図 屋外排水路逆止弁位置図

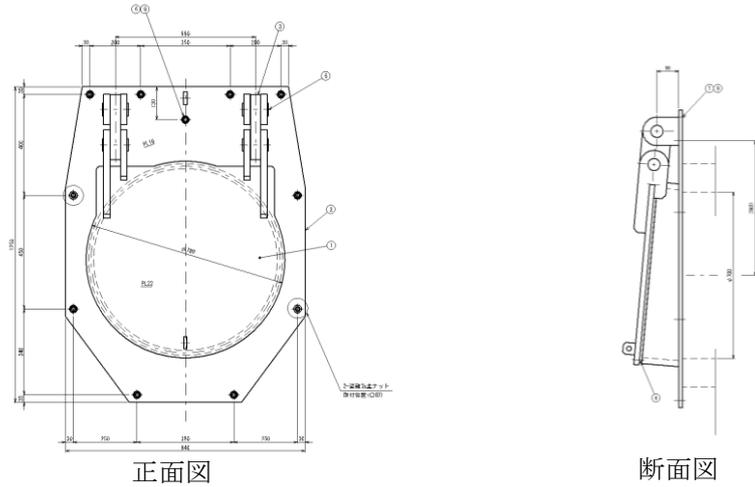


平面图



断面图 (A-A断面)

第4.2-2图 屋外排水路逆止弁⑥配置图



第4. 2-3図 屋外排水路逆止弁構造例

b. 荷重組合せ

屋外排水路逆止弁の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重及び津波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＋津波荷重＋余震荷重

また、設計に当たっては、その他自然現象との組合せを適切に考慮する（添付資料20参照）。

c. 荷重の設定

屋外排水路逆止弁の設計において考慮する荷重は、以下のよう設定する。

(a) 常時荷重

自重等を考慮する。

(b) 地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

(c) 津波荷重

設置位置における、入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。

(d) 余震荷重

余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_d を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料22に示す。

d. 許容限界

浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを確認する。

なお、止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。

(2) 防水壁

a. 除じん機エリア防水壁

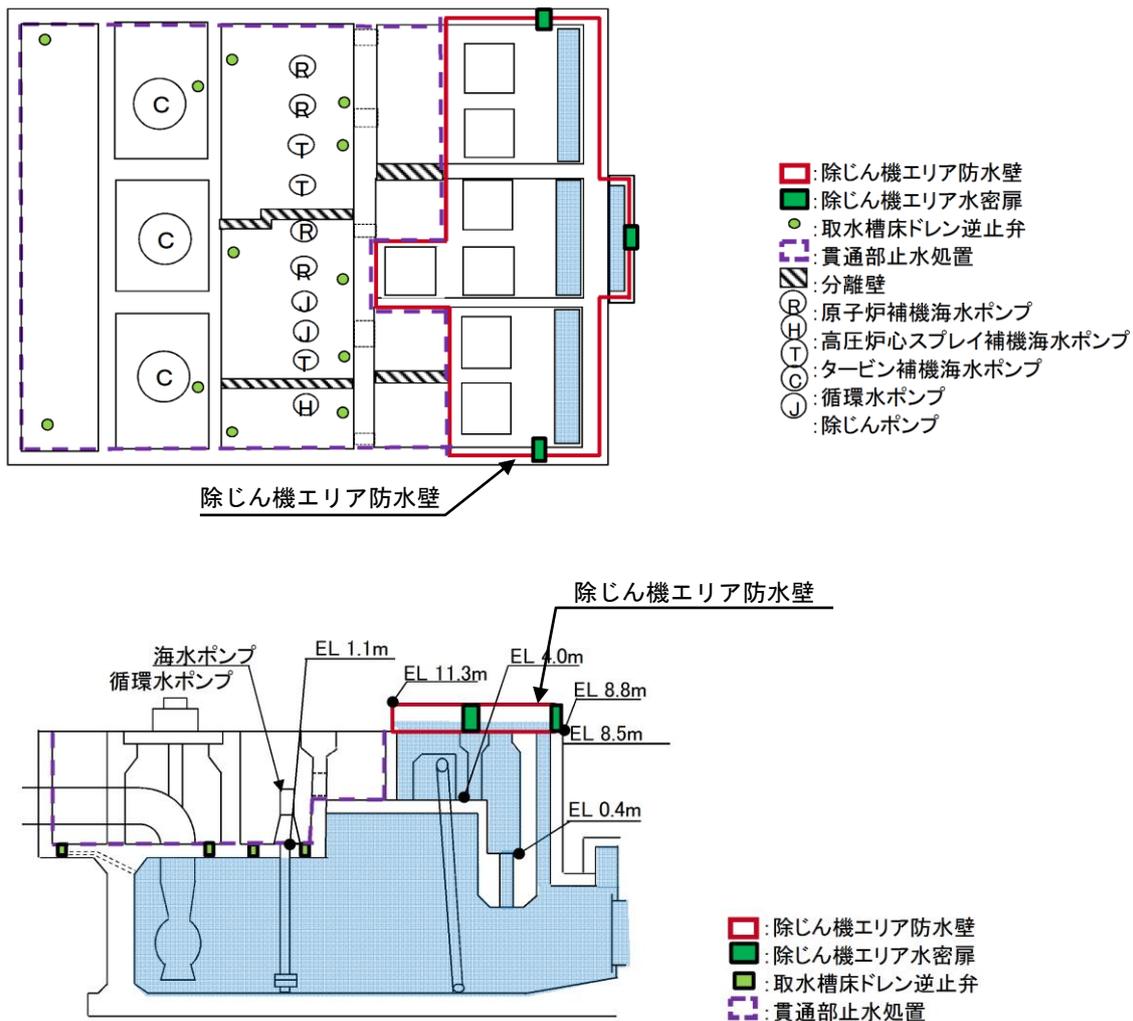
除じん機エリアに設置する防水壁は、2号炉取水槽での入力津波高さに対して、取水路から敷地への津波の到達、流入を防止し、津波防護対象設備が機能喪失しないようにするために2号炉取水槽に設置するものであり、入力津波高さに対して十分な高さを確保している。

除じん機エリア防水壁は津波荷重や地震荷重に対して津波防護機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。(詳細な設計方針及び構造成立性の見通しについては、添付資料30参照)

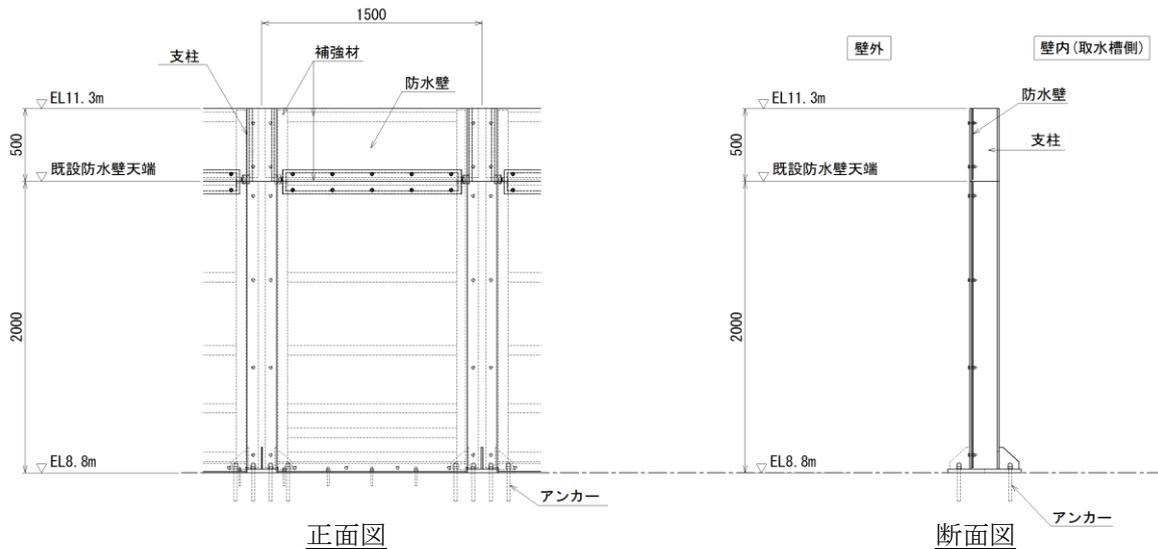
(a) 構造

除じん機エリア防水壁は鋼製壁で構成し、基礎ボルトにより取水槽躯体に固定する。

除じん機エリア防水壁の配置図を第4.2-4図に、構造図を第4.2-5図に示す。



第4.2-4図 除じん機エリア防水壁配置図



第4.2-5図 除じん機エリア防水壁構造図

(b) 荷重組合せ

除じん機エリア防水壁は防波壁内側の敷地にある2号炉取水槽の天端に設置するものであることから、設計においてはその設置状況を考慮し、以下に示す常時荷重、地震荷重、津波荷重の組合せを考慮する。

- ・ 常時荷重＋地震荷重
- ・ 常時荷重＋津波荷重

また、設計に当たっては、その他自然現象との組合せを適切に考慮する（添付資料20参照）。

(c) 荷重の設定

除じん機エリア防水壁の設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

- i 常時荷重
自重等を考慮する。
- ii 地震荷重
基準地震動 S_s を考慮する。
- iii 津波荷重
設置位置における、入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。
- iv 余震荷重
海域活断層に想定される地震による津波の影響を受けないため、余震荷重を考慮しない。

(d). 許容限界

津波防護機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを基本として、津波防護機能を保持していることを確認する。

b. 復水器エリア防水壁

「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定した際に、浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）への浸水を防止するため、タービン建物（復水器を設置するエリア）とタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）の境界に復水器エリア防水壁を設置する。

復水器エリア防水壁の設置位置を第4.2-6図に示す。

復水器エリア防水壁は津波荷重や地震荷重に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。

(a) 構造

復水器エリア防水壁は鋼製壁で構成し、アンカーボルトによりタービン建物躯体に固定する。

(b) 荷重組合せ

復水器エリア防水壁の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び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＋津波荷重＋余震荷重

なお、復水器エリア防水壁は、建物内に設置することから、その他自然現象の影響が及ばないため、その他自然現象による荷重との組合せは考慮しない。

（添付資料20参照）。

(c) 荷重の設定

復水器エリア防水壁の設計において考慮する荷重は、以下のよう設定する。

i 常時荷重

自重等を考慮する。

ii 地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

iii 津波荷重

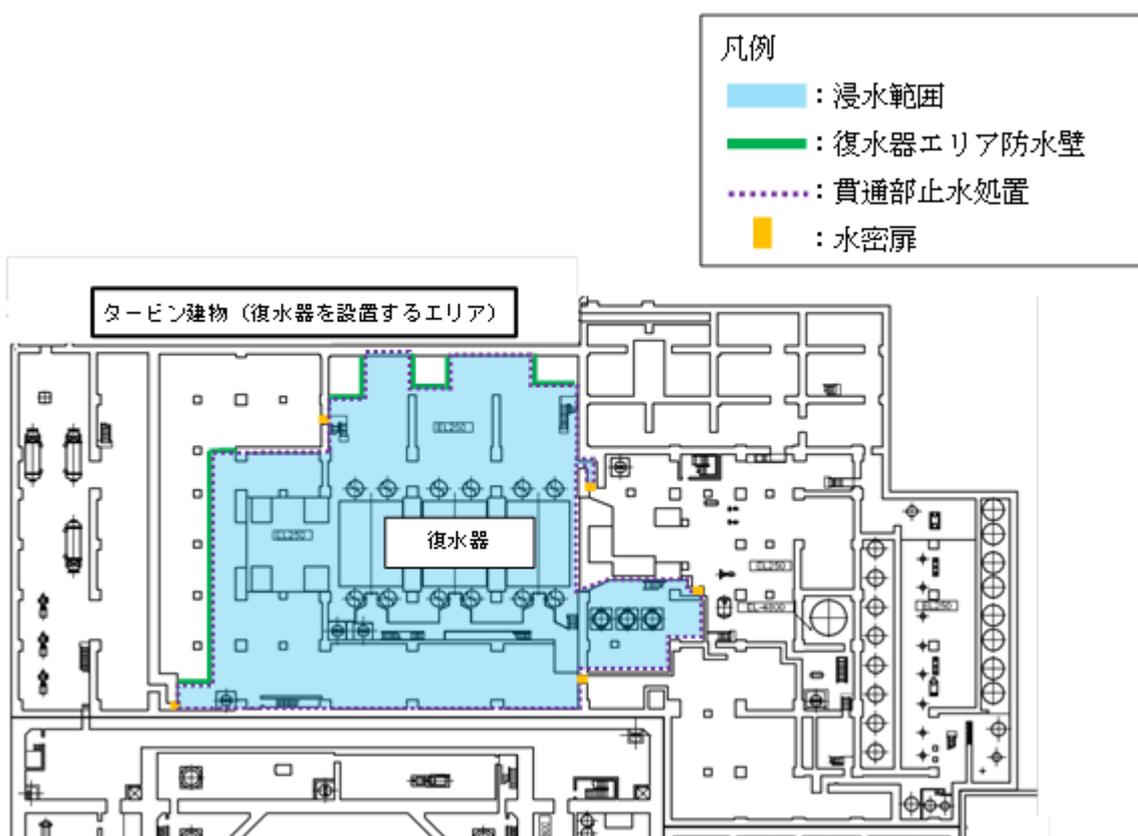
設置位置における、入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。

iv 余震荷重

余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には、余震による地震動として弾性設計用地震動 S_d を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用にあたっての考え方を添付資料22に示す。

(d) 許容限界

浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを基本として、浸水防止機能を保持していることを確認する。なお、止水性能については、耐圧・漏水試験で確認する。



第4.2-6図 復水器エリア防水壁 設置位置

(3) 水密扉

a. 除じん機エリア水密扉

除じん機エリア水密扉は、2号炉取水槽での入力津波高さに対して、敷地への津波の到達、流入を防止するため、2号炉取水槽に設置するものであり、入力津波高さに対して十分な高さを確保している。

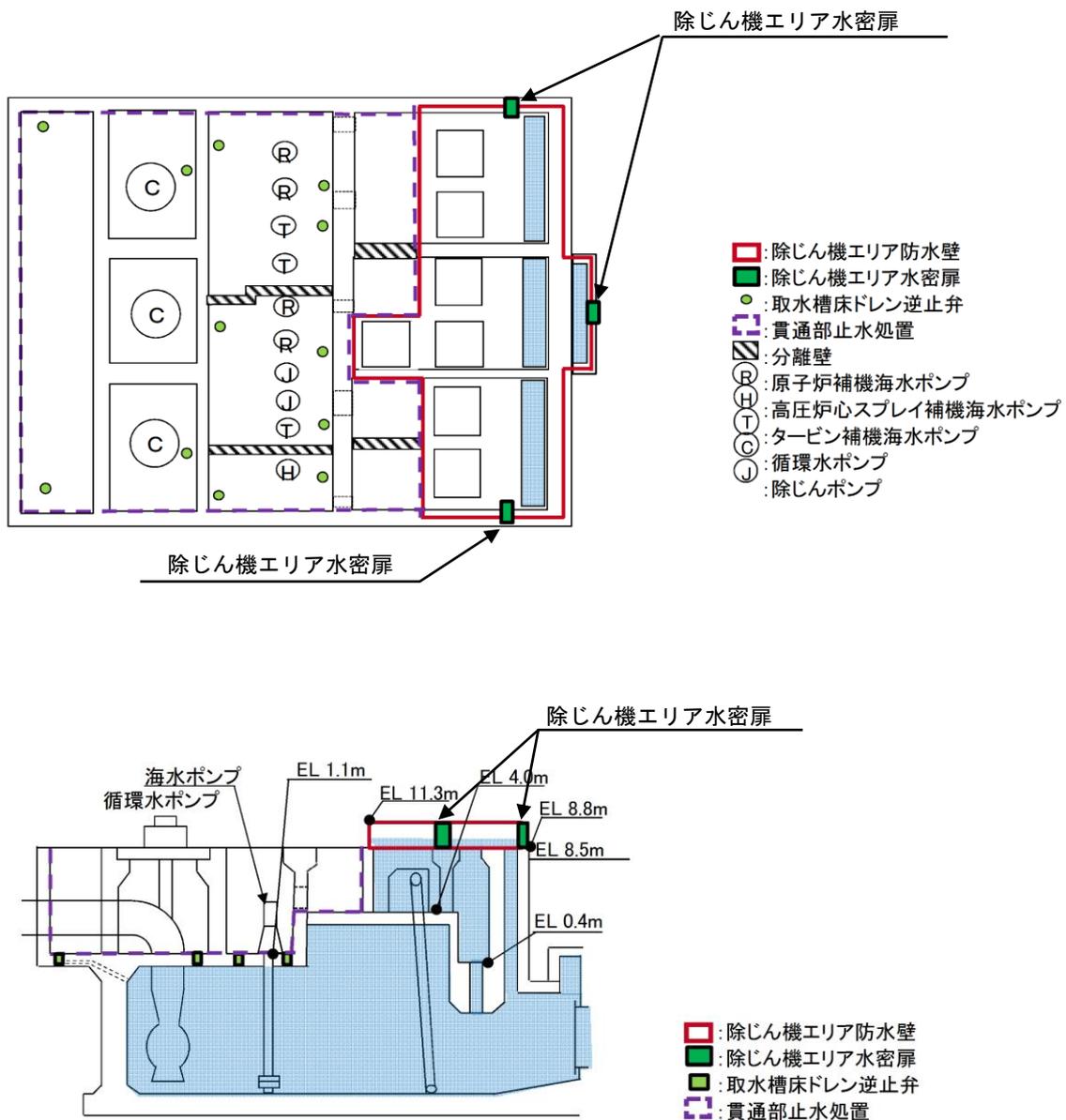
除じん機エリア水密扉は津波荷重や地震荷重等に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。（詳細な設計方針及び構造成立性の見通しについては、添付資料30参照）

なお、水密扉の運用管理については添付資料23に示す。

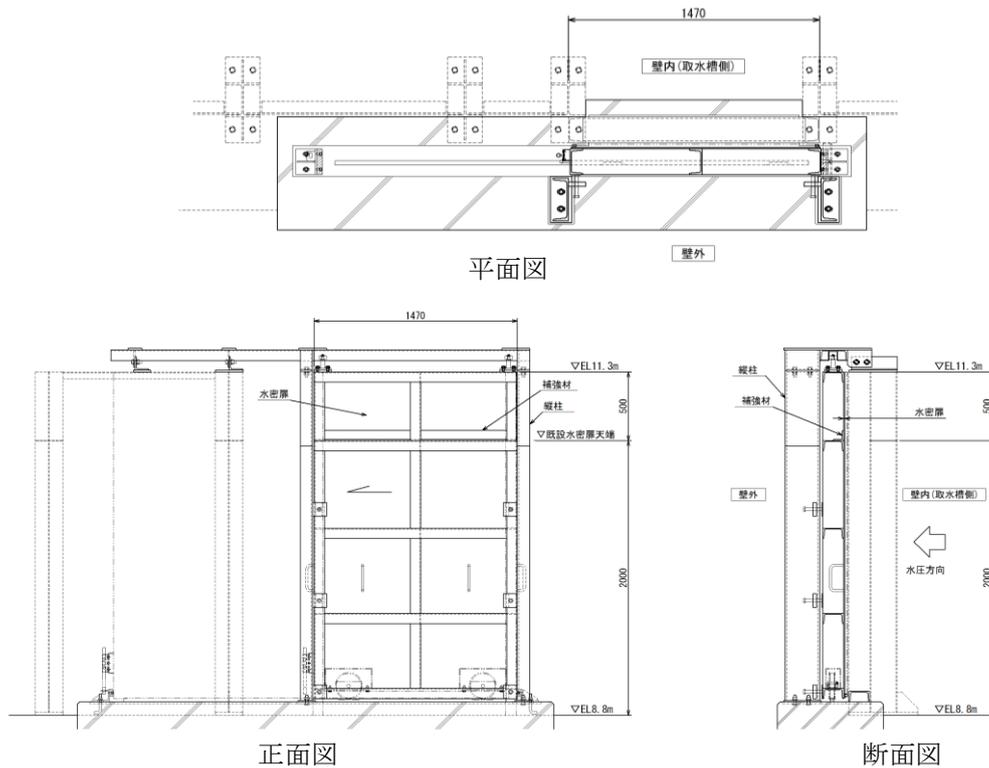
(a) 構造

除じん機エリア水密扉は鋼製部材により構成し、扉枠は基礎ボルトにより取水槽躯体に固定する。また、扉体又は扉枠に止水ゴム等を取り付けることで浸水を防止する構造とする。

除じん機エリア水密扉の配置図を第4.2-7図に、構造例を第4.2-8図に示す。



第4.2-7図 除じん機エリア水密扉配置図



第4.2-8図 除じん機エリア水密扉構造例

(b) 荷重組合せ

除じん機エリア水密扉の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重及び津波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

また、設計に当たっては、その他自然現象との組合せを適切に考慮する(添付資料20参照)。

(c) 荷重の設定

除じん機エリア水密扉の設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

- i 常時荷重
 - 自重等を考慮する。
- ii 地震荷重
 - 基準地震動 S_s を考慮する。
- iii 津波荷重
 - 設置位置における、入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。
- iv 余震荷重
 - 海域活断層に想定される地震による津波の影響を受けないため、余震荷重を考慮しない。

(d) 許容限界

浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを確認する。

なお、止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。

b. 復水器エリア水密扉

「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す津波による溢水を考慮した浸水範囲、浸水量を安全側に想定した際に、浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）への浸水を防止するため、タービン建物（復水器を設置するエリア）とタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）の境界に復水器エリア水密扉を設置する。

復水器エリア水密扉の設置位置を第4.2-9図に示す。

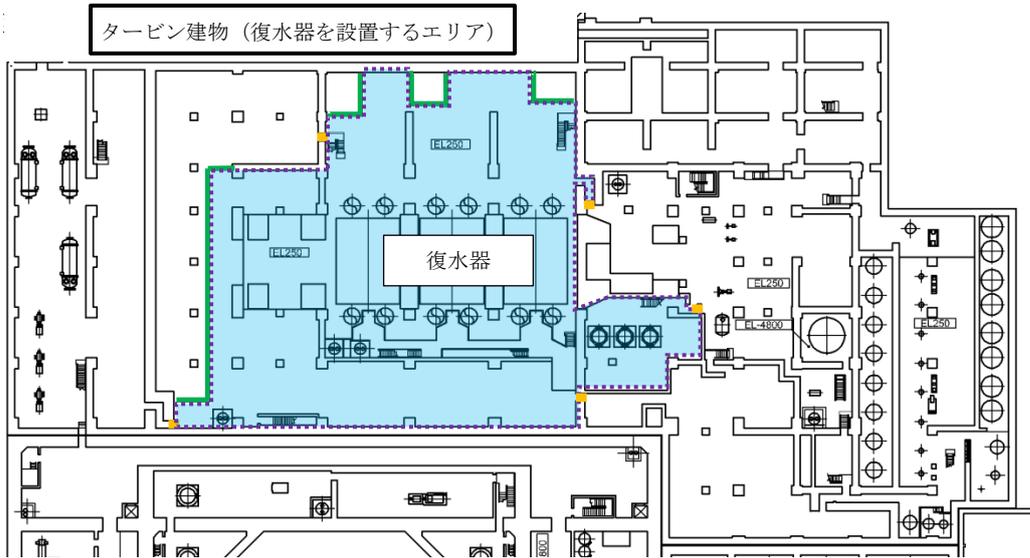
復水器エリア水密扉は津波荷重や地震荷重に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。なお、水密扉の運用管理については、添付資料23に示す。

(a) 構造

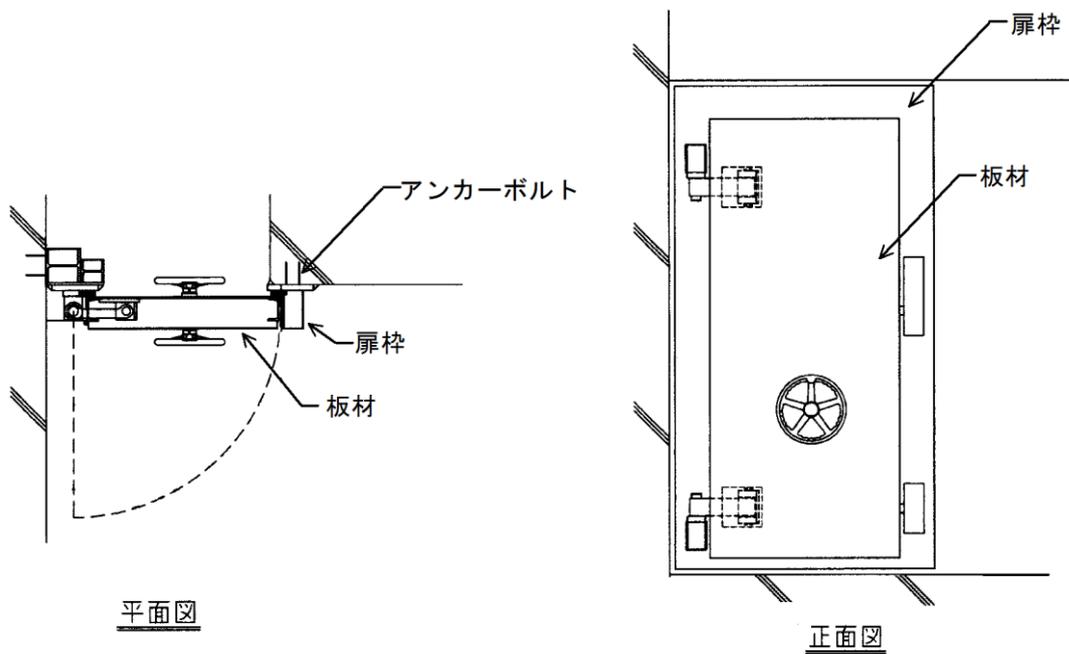
復水器エリア水密扉は板材、補強材、扉枠等の鋼製部材により構成し、扉枠はアンカーボルトにより建物躯体等に固定する。また、扉枠にパッキンを取りつけることで浸水を防止する構造とする。水密扉の構造例を第4.2-10図に示す。

凡例

- : 浸水範囲
- : 復水器エリア防水壁
- : 貫通部止水処置
- : 水密扉



第4.2-9図 復水器エリア水密扉 設置位置



第4.2-10図 水密扉の構造例

(b) 荷重組合せ

復水器エリア水密扉の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び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＋津波荷重＋余震荷重

なお、復水器エリア水密扉は、建物内に設置することから、その他自然現象の影響が及ばないため、その他自然現象による荷重との組合せは考慮しない。
(添付資料20参照)。

(c) 荷重の設定

復水器エリア水密扉の設計において考慮する荷重は、以下のよう設定する。

- i 常時荷重
自重等を考慮する。
- ii 地震荷重
基準地震動 S_s を考慮する。
- iii 津波荷重
設置位置における、入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。
- iv 余震荷重
余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には、余震による地震動として弾性設計用地震動 S_d を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用にあたっての考え方を添付資料22に示す。

(d) 許容限界

浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを基本として、浸水防止機能を保持していることを確認する。なお、止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。

(4) 床ドレン逆止弁

津波防護対象設備を設置する区画である取水槽の床面高さEL1.1mに対し、取水槽の入力津波高さがEL10.5mであることから、取水槽海水ポンプエリア及び循環水ポンプエリアへの津波の流入を防止するため、浸水防止設備として逆止弁を設置する。

また、「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す浸水防護重点化範囲への浸水経路，浸水口となり得る床ドレンライン部に対して，浸水防止設備として逆止弁を設置する。

床ドレン逆止弁の設計においては，以下のとおり，常時荷重，地震荷重，津波荷重及び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＋津波荷重＋余震荷重

また，設計にあたっては，その他自然現象との組合せを適切に考慮する（添付資料20参照）。

床ドレン逆止弁の設計において考慮する荷重は，以下のよう設定する。

i 常時荷重

自重等を考慮する。

ii 地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

iii 津波荷重

設置位置における，入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。

iv 余震荷重

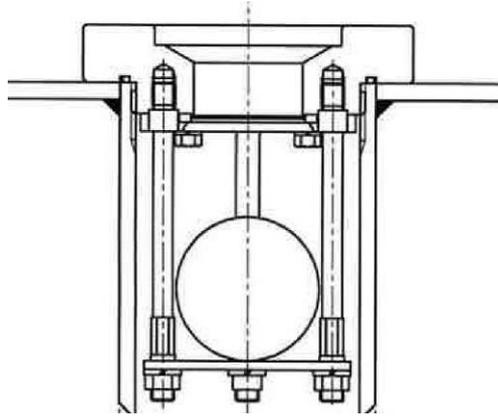
余震による地震動について検討し，余震荷重を設定する。具体的には，余震による地震動として弾性設計用地震動 S_d を適用し，これによる荷重を余震荷重として設定する。適用にあたっての考え方を添付資料22に示す。

また，上記荷重の組合せに対して，床ドレン逆止弁の浸水防止機能が十分に保持できるよう，それぞれ以下の方針により設計する。

a. 構造

床ドレン逆止弁は，鋼製の構造物であり，フロートが水の浮力により上昇し，開口部を閉鎖することで津波の流入を防止する構造とする。

構造例を第4.2-11図に示す。

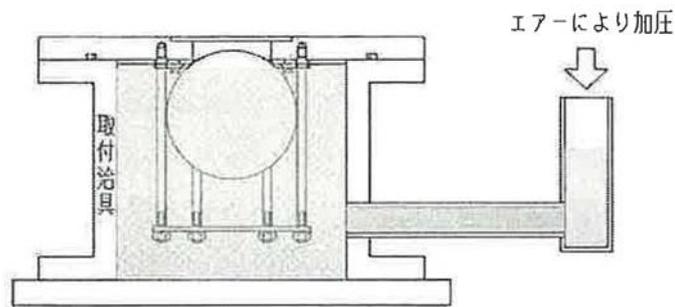


第4.2-11図 床ドレン逆止弁の構造の例

b. 耐圧性及び水密性

床ドレン逆止弁は、床面下部からの流入に対してフロートが押し上げられ、弁座に密着することで漏水を防止する。

また、溢水時には溢水を当該エリア外へ排出する。逆止弁が十分な水密性をもっていることを試験で確認する。試験概要を第4-2-12図に示す。



第4.2-12図 逆止弁の試験概要

c. 耐震性

基準地震動 S_s に対して、浸水防止機能が保持できることを評価または加振試験により確認する。

加振試験の例を第4.2-13図に示す。



■加振試験条件

- ・水平方向振動周波数：20Hz
- ・水平方向加速度：6.0G
- ・鉛直方向振動周波数：20Hz
- ・鉛直方向加速度：6.0G
- ・加振時間：5分間

第 4. 2-13 図 加振試験例（逆止弁）

(5) 隔離弁

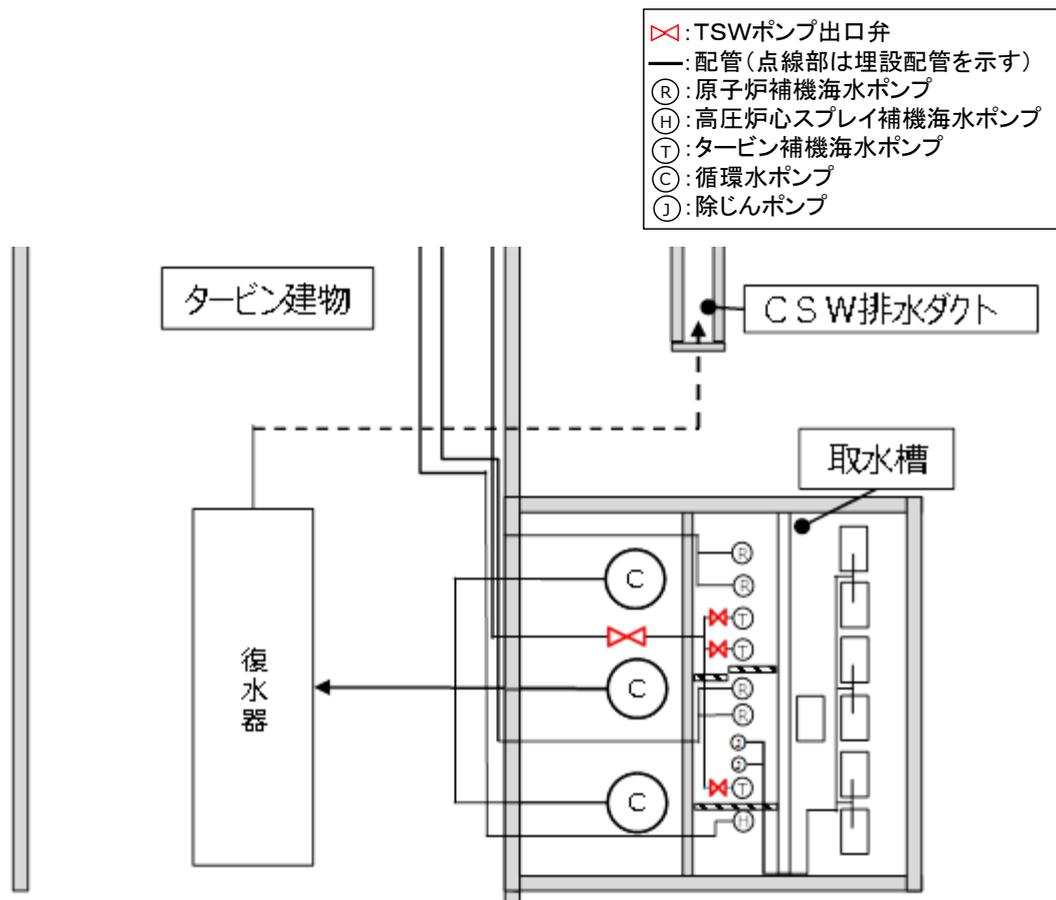
a. 電動弁

「2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す地震による配管損傷後に、浸水防護重点化範囲への浸水経路となり得るタービン補機海水ポンプ出口に電動弁（以下「タービン補機海水ポンプ出口弁という。」）を設置する。電動弁は、インターロックの動作による自動閉とし、インターロックに係る設備は、浸水防護重点化範囲（耐震Sクラスの設備を内包する建物）への津波の流入を防止する重要な設備であり、津波襲来前に確実に閉止するため、重要安全施設（MS-1）相当として設計し、多重化・多様化を図る。

タービン補機海水ポンプ出口弁は津波荷重や地震荷重に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。

(a) 構造

タービン補機海水ポンプ出口弁は、当該配管損傷後、取水路から浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）に津波が浸水することを防止するため、タービン補機海水ポンプ出口に設置する。設置位置を第4.2-14図に示す。



第4.2-14図 タービン補機海水ポンプ出口弁 設置位置

(b) 荷重組合せ

タービン補機海水ポンプ出口弁の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び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＋津波荷重＋余震荷重

また、設計に当たっては、その他自然現象との組合せを適切に考慮する（添付資料20参照）。

(c) 荷重の設定

タービン補機海水ポンプ出口弁の設計において考慮する荷重は、以下のとおり設定する。

i 常時荷重

自重等を考慮する。

ii 地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

iii 津波荷重

設置位置における、入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。

iv 余震荷重

余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_d を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料22に示す。

(d) 許容限界

浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを確認する。なお、止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。

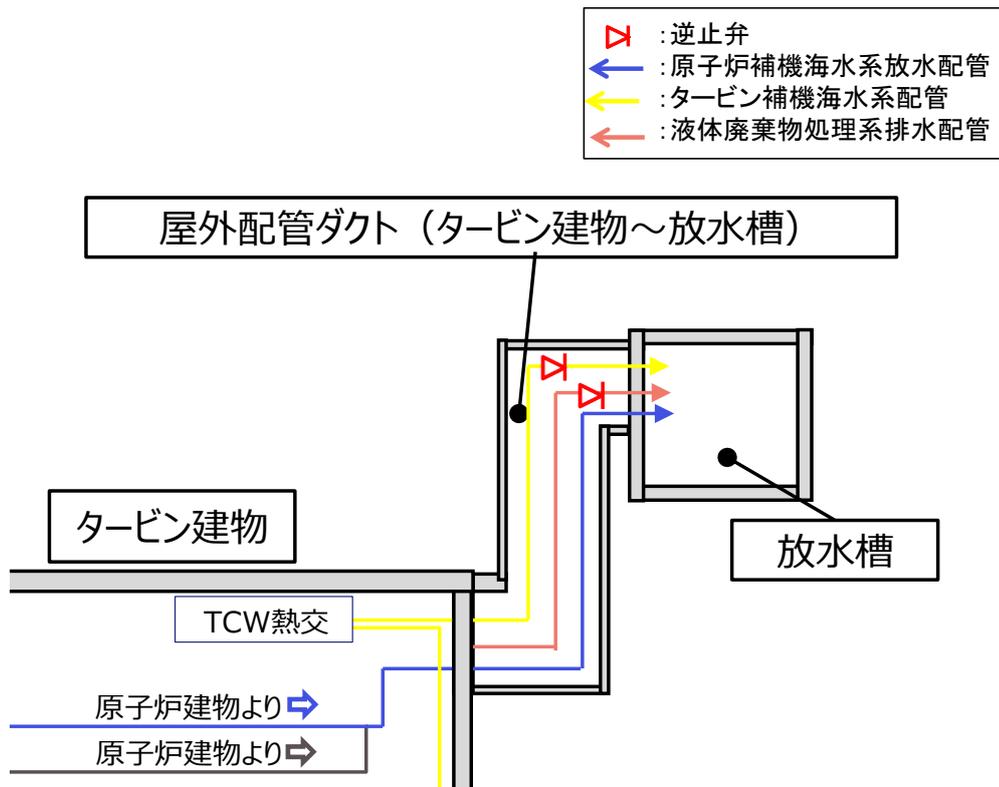
b. 逆止弁

「2.4 重量な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す地震による配管損傷後に、浸水防護重点化範囲への浸水経路となり得るタービン補機系放水配管及び液体廃棄物処理系配管に浸水防止設備として逆止弁を設置する。

タービン補機系放水配管及び液体廃棄物処理系配管逆止弁は津波荷重や地震荷重に対して浸水防止機能が十分に保持できるように以下の方針により設計する。

(a) 構造

タービン補機系放水配管及び液体廃棄物処理系配管逆止弁は、当該配管損傷後、放水路から浸水防護重点化範囲であるタービン建物（耐震Sクラスの設備を設置するエリア）に津波が浸水することを防止するため、タービン補機海水系放水配管及び液体廃棄物処理系配管に設置する。設置位置を第4. 2-15図に示す。



第4. 2-15図 タービン補機海水系放水配管逆止弁及び液体廃棄物処理系配管逆止弁 設置位置

(b) 荷重組合せ

タービン補機海水系放水配管及び液体廃棄物処理系配管逆止弁の設計においては、以下のとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び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＋津波荷重＋余震荷重

また、設計に当たっては、その他自然現象との組合せを適切に考慮する（添付資料20参照）。

(c) 荷重の設定

タービン補機海水系放水配管及び液体廃棄物処理系配管逆止弁の設計において考慮する荷重は、以下のとおり設定する。

i 常時荷重

自重等を考慮する。

ii 地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

iii 津波荷重

設置位置における、入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。

iv 余震荷重

余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_d を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料22に示す。

(d) 許容限界

浸水防止機能に対する機能保持限界として、地震後、津波後の再使用性や、津波の繰り返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して十分な余裕を有するよう、構成する部材が弾性域内に収まることを確認する。

なお、止水性能については耐圧・漏水試験で確認する。

(6) 貫通部止水処置

「2.4重要な安全機能を有する施設の隔離（内郭防護）」に示す浸水防護重点化範囲への浸水経路、浸水口となり得る貫通口部等に対して、浸水防止設備として貫通部止水処置を実施する。貫通部止水処置の実施範囲及び実施例は添付資料11に示す。

貫通部止水処置は、第4.2-2表に示す充てん構造（シリコン）、ブーツ構造（ラバーブーツ）、及び充てん構造（モルタル）に分類でき、貫通部の形状等に応じて適切な止水構造を選択し実施する。

これらの止水処置の設計においては、以下に示すとおり、常時荷重、地震荷重、津波荷重及び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＋津波荷重＋余震荷重

また、設計に当たっては、その他自然現象との組合せを適切に考慮する。
(添付資料20参照)

ここで、貫通部止水処置の設計において考慮する荷重は、以下のように設定する。

(a) 常時荷重

自重等を考慮する。

(b) 地震荷重

基準地震動 S_s を考慮する。

(c) 津波荷重

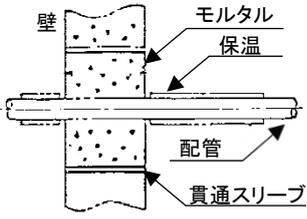
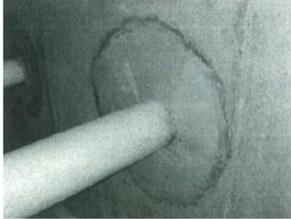
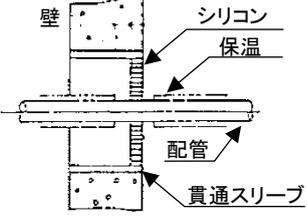
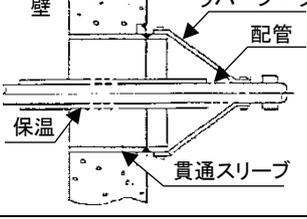
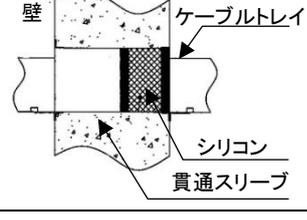
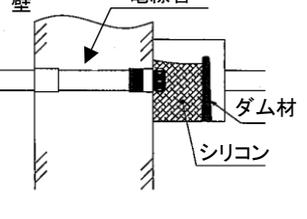
設置位置における、入力津波高さに基づき算定される水圧を考慮する。

(d) 余震荷重

余震による地震動について検討し、余震荷重を設定する。具体的には余震による地震動として弾性設計用地震動 S_d を適用し、これによる荷重を余震荷重として設定する。適用に当たっての考え方を添付資料22に示す。

また、上記荷重の組合せに対して、各止水構造の浸水防止機能が十分に保持できるよう、それぞれ以下の方針により設計する。

第 4.2-2 表 止水構造

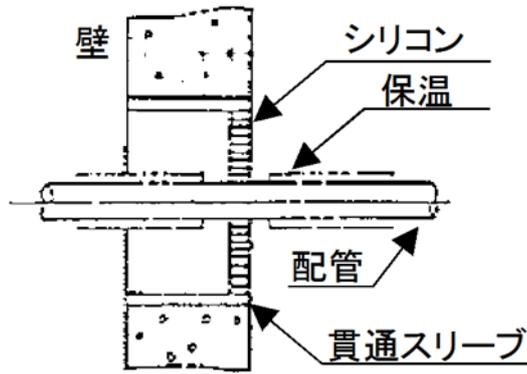
貫通物	止水処理	施工内容		説明
		断面図	写真	
低温配管	モルタル			貫通スリーブと配管の間にモルタルを充填する
	シリコン			貫通スリーブと配管の間にシリコンを充填する
高温配管	ラバーブーツ			貫通スリーブと配管にラバーブーツの端部を固定する
ケーブルトレイ	シリコン			貫通スリーブとケーブルトレイの間、ケーブルトレイ内にシリコンを充填する
電線管				電線管が接続するプルボックス内にシリコンを充填する

a. 充てん構造 (シリコン)

(a) 構造

充てん構造 (シリコン) は貫通口と貫通物の間の隙間に、鋼板による補強板を設けた上でシリコンを充てんすることにより止水する構造である。

本構造の概要を第4.2-16図に示す。

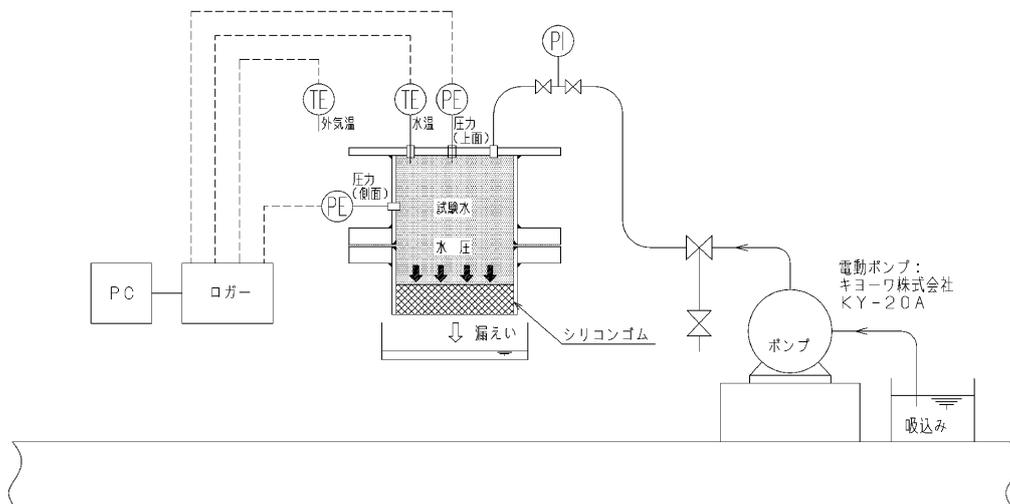


第4.2-16図 充てん構造（シリコン）の概要

(b) 水密性

耐圧性は補強板及びシリコンが担い、シリコンにより水密性を確保することを基本としており、設置箇所想定される浸水に対して、浸水防止機能が保持できることを、実機を模擬した耐圧・漏水試験により確認する。

実機模擬試験の例を第4.2-17図に示す。



【試験体寸法】

スリーブ径 [A] 50, 150, 250

施工幅[mm] 40, 150

【試験体数】

各組合せ6体

【試験方法】

試験装置に注水後、水により加圧

試験圧力 (0.11MPa) , 保持時間15分

第 4.2-17 図 実機模擬試験例

(c) 耐震性

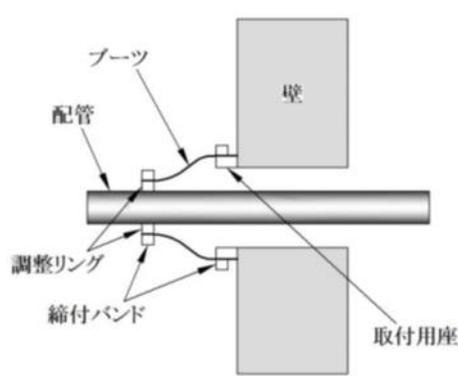
シリコンは伸縮性に優れたシール材であり、配管の貫通部に適用するシール材の耐震性を満足させるために、貫通部近傍に支持構造物を設置することとしており、配管等の変位追従性に優れた構造となっていることから、地震によりシリコンの健全性が損なわれることはない。

b. ブーツ構造（ラバーブーツ）

(a) 構造

ブーツ構造（ラバーブーツ）はブーツと締付バンドにて構成され、高温配管等の熱膨張変位及び地震時の変位を吸収できるよう伸縮性ゴムを用い、壁面に溶接した取付用座と配管に締付バンドにて締結する。

本構造の概要を第4.2-18図に示す。

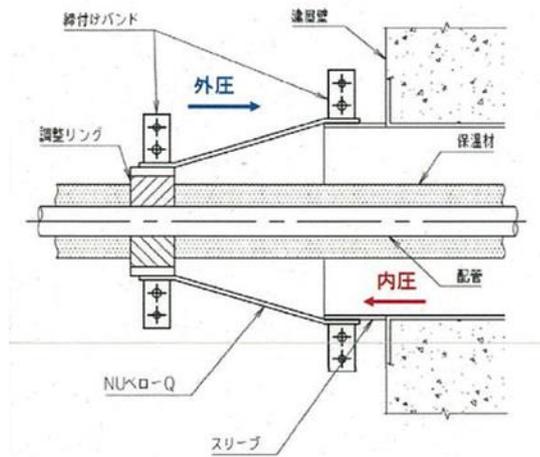


第4.2-18図 ブーツ構造の概要

(b) 水密性

伸縮性のあるシールカバーを貫通口と貫通物の隙間に設置することで、耐圧性及び水密性を確保することを基本としており、設置箇所想定される浸水に対して、浸水防止機能が保持できることを、第4.2-19図に示す実機を模擬した耐圧・漏水試験により確認する。

実機模擬試験の例を第4.2-3表、第4.2-4表に示す。



【試験方法】

ラバーブーツ内側・外側から水により加圧

第4.2-19図 実機模擬試験例

第4.2-3表 実機模擬試験（型式1）

No.	呼び寸法		水圧[MPa]	
	配管径[A]	スリーブ径[A]	内圧	外圧
1	400	550	0.04	0.03
2	80	250	0.03	0.02

第4.2-4表 実機模擬試験（型式2）

No.	呼び寸法		水圧[MPa]	
	配管径[A]	スリーブ径[A]	内圧	外圧
1	25	200	0.20	0.20
2	350	650	0.20	0.20
3	750	1000	0.20	-

(c) 耐震性

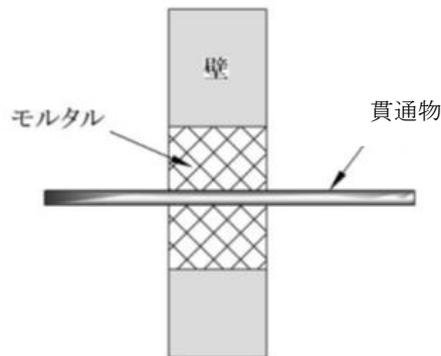
ラバーブーツについては、伸縮性ゴムを使用しており、配管等の変位追従性に優れた構造となっていることから、地震によりラバーブーツの健全性が損なわれることはない。

c. 充てん構造（モルタル）

(a) 構造

モルタルは、貫通口と貫通物の間の隙間にモルタルを充てんすることにより止水する構造とし、充てん硬化後は、貫通部内面、配管等の外面と一定の付着力によって結合される。

本構造の概要を第4.2-20図に示す。



第4.2-20図 充てん構造（モルタル）の概要

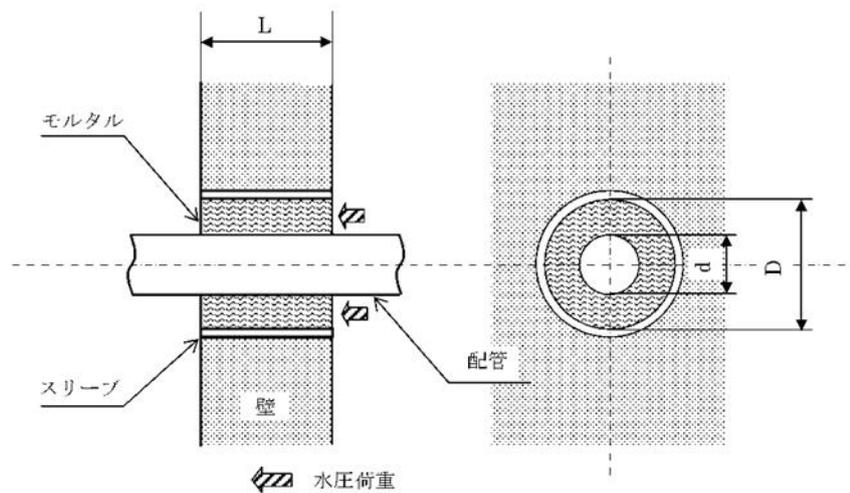
(b) 水密性

貫通部の止水処置として使用するモルタルについて、性能試験等により、止水性能を確認した。

貫通部の止水処置に用いるモルタルについては、以下のとおり静水圧に対し十分な耐性を有していることを確認している。モルタルの評価概要を第4.2-21図に示す。

【検討条件】

- ・スリーブ径：D [mm]
 - ・モルタルの充填深さ：L [mm]
 - ・配管径：d [mm]
 - ・モルタル許容付着強度[※]：2.0 [N/mm²]
 - ・静水圧：0.2 [N/mm²]（保守的に20m相当の静水圧を想定）
- ※「鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説2010」による。



第 4.2-21 図 モルタル評価概要図

○評価方法

① モルタル部分に作用する水圧荷重 (P1)

静水圧がモルタル部分に作用したときに生じる荷重は以下のとおり。

$$P1 [N] = 0.2 [N/mm^2] \times (\pi \times (D^2 - d^2) / 4) [mm^2]$$

② モルタルの許容付着荷重 (P2)

静水圧がモルタル部分に作用したときに、モルタルが耐える限界の付着荷重は以下のとおり。

$$P2 [N] = 2.0 [N/mm^2] \times (\pi \times (D + d) \times L) [mm^2]$$

モルタルの付着強度は、付着面積及び充填深さに比例するため、ここでは、保守的に貫通部に配管がない状態 (d=0) を想定し評価を行った。

静水圧に対して止水性能を確保するためには、 $P1 \leq P2$ であるため、以下のように整理できる。

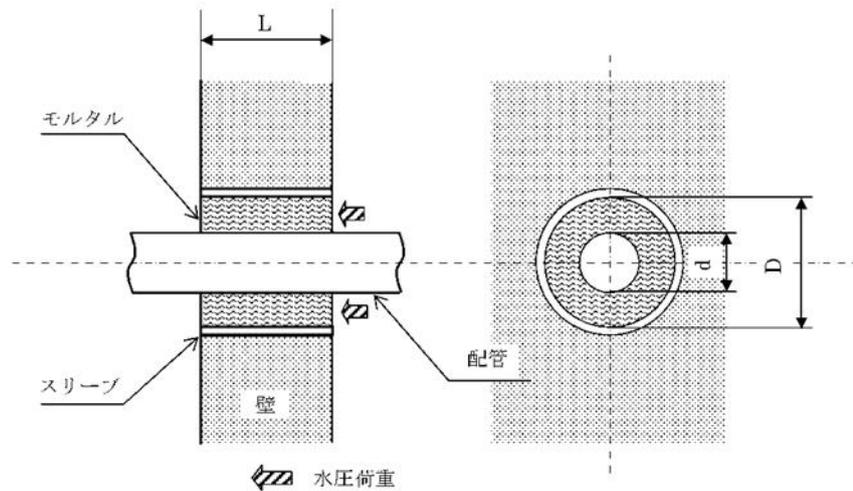
$$0.03 \times D [mm] \leq L [mm]$$

上式より、モルタル施工個所が止水性能を発揮するためには、貫通スリーブ径の3%以上の充填深さが必要である。

例えば400mmの貫通スリーブに対して、約12mm以上の充填深さが必要であるが、実機における対象貫通部の最小厚さ200mmに対し、モルタルは壁厚さと同程度の厚さで充填されていることを踏まえると、止水性能は十分に確保できる。

(c) 耐震性

貫通口内に貫通部が存在する構造では、基準地震動 S_s によりモルタル充てん部に発生する配管反力がモルタルの許容圧縮強度及び許容付着強度以下であることを確認する。



第 4.2-21 図 モルタル評価概要図

○評価方法

① モルタル部分に作用する水圧荷重 (P1)

静水圧がモルタル部分に作用したときに生じる荷重は以下のとおり。

$$P1 [N] = 0.2 [N/mm^2] \times (\pi \times (D^2 - d^2) / 4) [mm^2]$$

② モルタルの許容付着荷重 (P2)

静水圧がモルタル部分に作用したときに、モルタルが耐える限界の付着荷重は以下のとおり。

$$P2 [N] = 2.0 [N/mm^2] \times (\pi \times (D + d) \times L) [mm^2]$$

モルタルの付着強度は、付着面積及び充填深さに比例するため、ここでは、保守的に貫通部に配管がない状態 ($d=0$) を想定し評価を行った。

静水圧に対して止水性能を確保するためには、 $P1 \leq P2$ であるため、以下のように整理できる。

$$0.03 \times D [mm] \leq L [mm]$$

上式より、モルタル施工個所が止水性能を発揮するためには、貫通スリーブ径の3%以上の充填深さが必要である。

例えば400mmの貫通スリーブに対して、約12mm以上の充填深さが必要であるが、実機における対象貫通部の最小厚さ200mmに対し、モルタルは壁厚さと同程度の厚さで充填されていることを踏まえると、止水性能は十分に確保できる。

(c) 耐震性

貫通口内に貫通部が存在する構造では、基準地震動 S_s によりモルタル充てん部に発生する配管反力がモルタルの許容圧縮強度及び許容付着強度以下であることを確認する。

4.4 施設・設備等の設計・評価に係る検討事項

(1) 津波防護施設、浸水防止設備等の設計における検討事項

【規制基準における要求事項等】

津波防護施設、浸水防止設備の設計及び漂流物に係る措置に当たっては、次に示す方針（津波荷重の設定、余震荷重の考慮、津波の繰返し作用の考慮）を満足すること。

- ・各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重（浸水高、波力・波圧、洗掘力、浮力等）について、入力津波から十分な余裕を考慮して設定すること。
- ・サイトの地学的背景を踏まえ、余震の発生の可能性を検討すること。
- ・余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮すること。
- ・入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰返し襲来による作用が津波防護機能、浸水防止機能へ及ぼす影響について検討すること。

【検討方針】

津波防護施設、浸水防止設備の設計及び漂流物に係る措置に当たり、津波荷重の設定、余震荷重の考慮、津波の繰返し作用の考慮に関しては次に示す方針を満足していることを確認する。

- ・各施設・設備の機能損傷モードに対応した荷重（浸水高、波力・波圧、洗掘力、浮力等）について、入力津波から十分な余裕を考慮して設定する。
- ・サイトの地学的背景を踏まえ、余震の発生の可能性を検討する。
- ・余震発生の可能性に応じて余震による荷重と入力津波による荷重との組合せを考慮する。
- ・入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰返しの襲来による作用が津波防護機能、浸水防止機能へ及ぼす影響について検討する。

【検討結果】

津波荷重の設定、余震荷重の考慮及び津波の繰返し作用の考慮のそれぞれについては、以下のとおりとしている。

a. 津波荷重の設定

津波荷重の設定について、以下の不確かさを考慮する。

- ・入力津波が有する数値計算上の不確かさ
- ・各施設・設備等の機能損傷モードに対応した荷重の算定過程に介在する不確かさ

b. 余震荷重の考慮

島根原子力発電所の耐津波設計では、津波の波源の活動に伴い発生する余震による荷重を考慮する。

具体的には、島根原子力発電所周辺の地学的背景を踏まえ、弾性設計用地震動Sdを2号炉の耐津波設計で考慮する余震による地震動として適用し、これによる荷重を設計に用いる。適用に当たっての考え方を添付資料22に示す。

各施設、設備の設計にあたっては、その個々について津波による荷重と余震による荷重の重畳の可能性、重畳の状況を検討し、それに基づき入力津波による荷重と余震による荷重とを適切に組み合わせる。各施設、設備の設計における具体的な荷重組み合わせについては、本章の4.1～4.3節に示したとおりである。

c. 津波の繰返し作用の考慮

津波の繰返し作用の考慮については、漏水、二次的影響（砂移動等）による累積的な作用または経時的な変化が考えられる場合は、時刻歴波形に基づき、非安全側としない検討をしている。具体的には、以下のとおりである。

- ・循環水系機器・配管損傷による津波浸水量について、入力津波の時刻歴波形に基づき、津波の繰返しの襲来を考慮している。
- ・基準津波に伴う取水口付近の砂の移動・堆積については、基準津波に伴う砂移動の数値シミュレーションにおいて、津波の繰返しの襲来を考慮している。
- ・基準津波に伴う取水口付近を含む敷地前面及び敷地近傍の寄せ波及び引き波の方向を分析した上で、漂流物の可能性を検討し、取水口を閉塞するような漂流物は発生しないことを確認している。

(2) 漂流物による波及的影響の検討

【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】

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、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。

【検討結果】

2号炉では、基準津波による遡上域を考慮した場合に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波壁、防波扉が挙げられる。

防波壁、防波扉の設計においては、2.5節における「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」の「(3)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」で抽出した、防波壁及び防波扉に衝突する可能性のある漂流物の衝突荷重を考慮し、防波壁、防波扉の津波防護機能に波及的影響が及ばないことを確認する。

燃料等輸送船が漂流した場合は、取水口に到達する可能性が否定できないことから、燃料等輸送船を漂流させない対策として、船舶の係留索を固定する係船柱及び係船環を漂流防止装置として設置する。また、漂流防止装置は、津波による波力を考慮して設計する。

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、津波襲来までに時間的余裕がある津波の場合は、緊急退避するが、津波襲来までに時間的余裕がない津波の場合は、荷揚場に係留することとなる。そのため、ここでは、係留索の耐力について評価を実施する。また、耐津波設計における係留索を固定する係船柱及び係船環（以下ここでは「係船柱」という。）の必要性等について別紙に示す。

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。

本書では、輸送船が備えている係留索の係留力、及び津波による流圧力を石油会社国際海事評議会 OCIMF (Oil Companies International Maritime Forum) 刊行 “Mooring Equipment Guidelines” の手法を用いて算出し、耐力評価を行う。なお、同書は船舶の係留方法・係留設備に関わる要求事項を規定するものであり、流圧力の評価については大型タンカーを主たる適用対象とするものであるが、輸送船は大型タンカーと同じ 1 軸船であり、水線下の形状が類似しているため、同評価を輸送船に適用することは可能と考える。

なお、荷揚場については、岩着構造であり、基準地震動 S_s に対して損傷することはなく、本係留索の耐力評価に影響を及ぼさない（添付資料 38 参照）。

2. 評価

(1) 輸送船、係留索、係船柱の仕様

輸送船、係留索、係船柱の仕様を表 1 に、配置を図 1 に示す。

表1 輸送船, 係留索, 係船柱の仕様

項目		仕様
輸送船	総トン数	約 5,000 トン
	載貨重量トン	約 3,000 トン
	喫水	約 5m
	全長	100.0m (垂線間長 : 94.4m)
	型幅	16.5m
	形状	(図1参照)
係留索	直径	60mm (ノミナル値)
	素材種別	Polyethylene Rope Grade 1
	破断荷重	279kN (キロニュートン) =28.5tonf
	係船機ブレーキ力	$28.5\text{tonf} \times 0.7 \approx 20.0\text{tonf}$
係船柱	形状	(図1参照)
	ビット数, 位置	(図1参照)
	係留状態	(図1参照)
	強度	25t, 50t

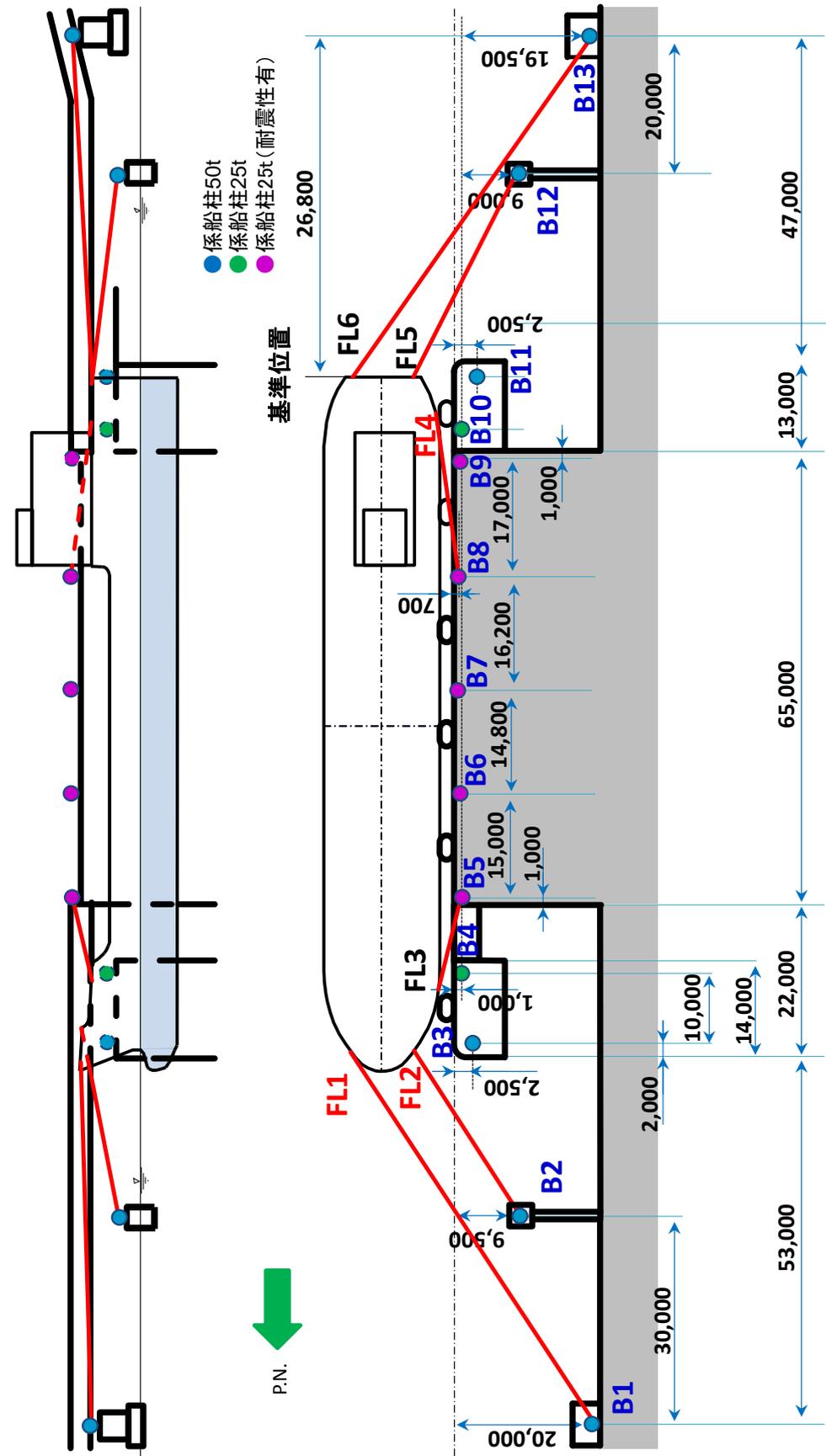
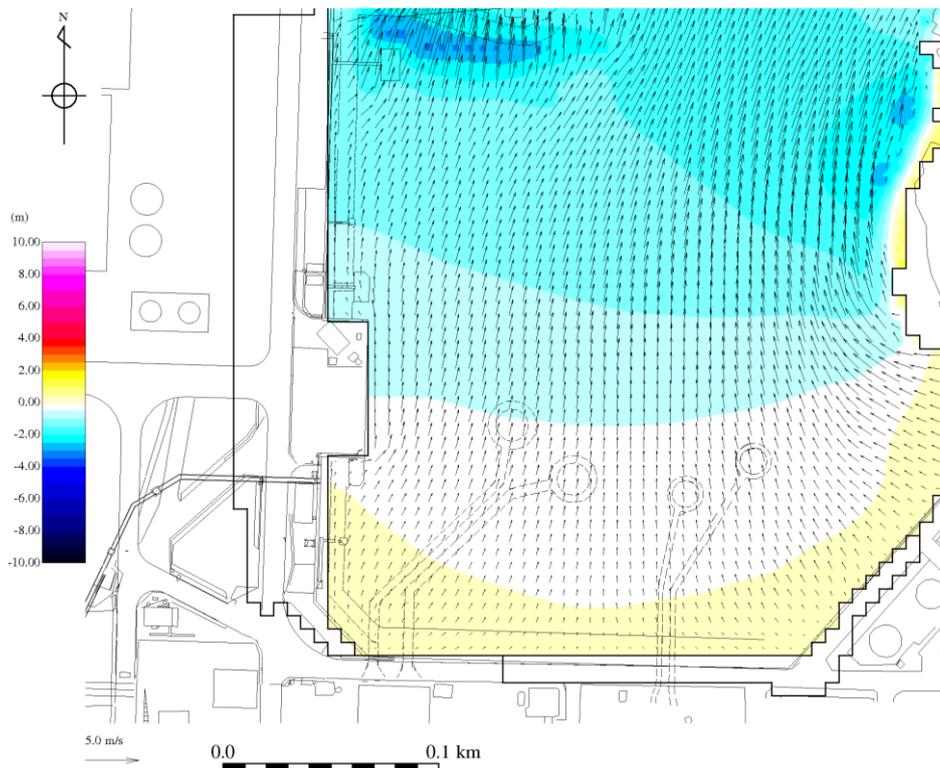


図1 輸送船，係留索，係船柱の配置

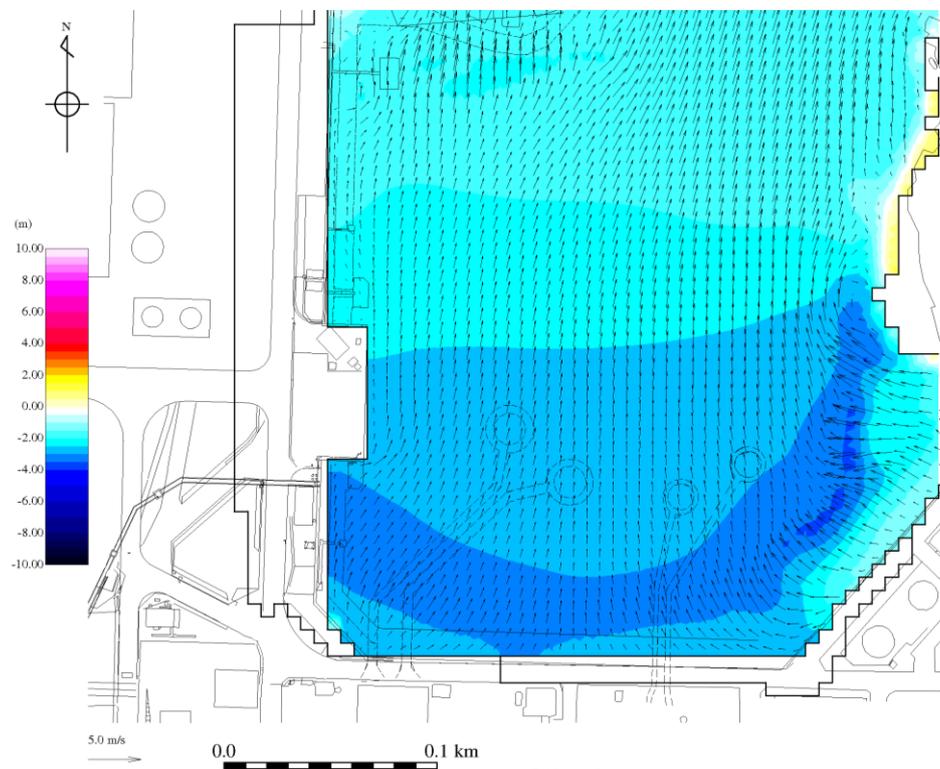
(2) 津波条件（流向，水位，流速）

襲来までに時間的余裕がなく，輸送船を離岸できない海域活断層から想定される地震による津波を評価条件とする。

海域活断層から想定される地震による津波による荷揚場近傍の流向は，図2に例示するとおり，荷揚場に対する接線方向の成分が支配的となる。これに対し，輸送船は荷揚場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の流圧力に対する係留索の耐力について実施する。

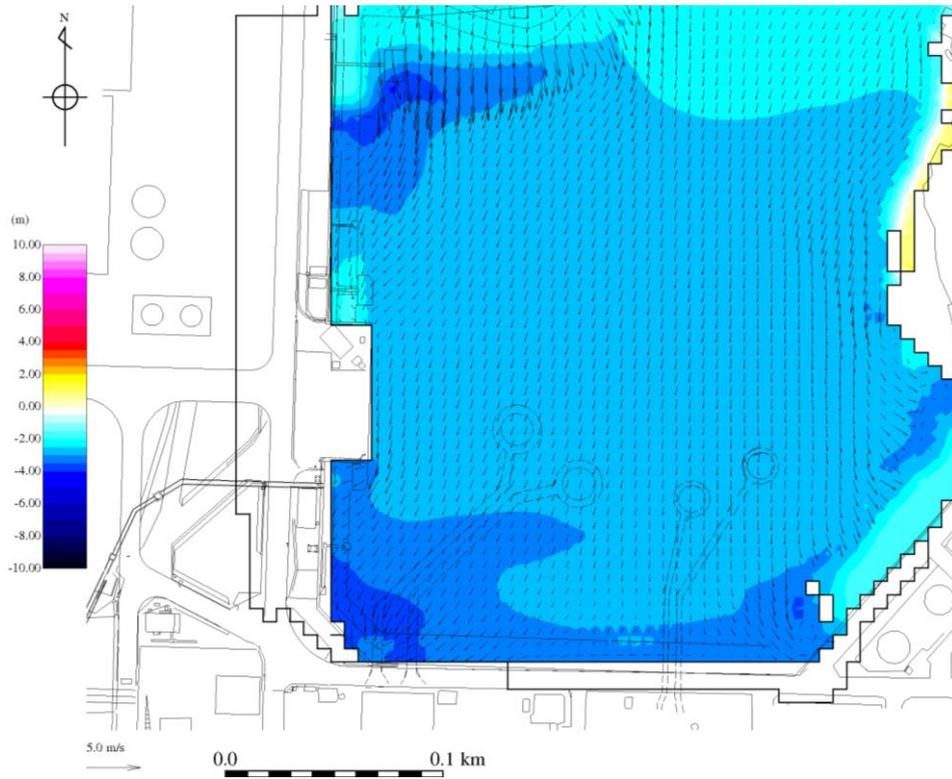


(地震発生後 5 分 50 秒後)



(地震発生後 6 分 10 秒後)

図 2 - 1 基準津波 4 の流向



(地震発生後 6 分 50 秒後)

図 2 - 2 基準津波 4 の流向

一方、海域活断層から想定される地震による津波の荷揚場位置における水位及び接線方向成分の流速は、図3-1のとおりとなる。

図3-1に示すとおり、地震発生後、押し波が5分程度継続した後、引き波に転じ約6分で第一波の最低点に達し、流速は第1波の最低点と同時刻に最大の2.3m/sに達する。

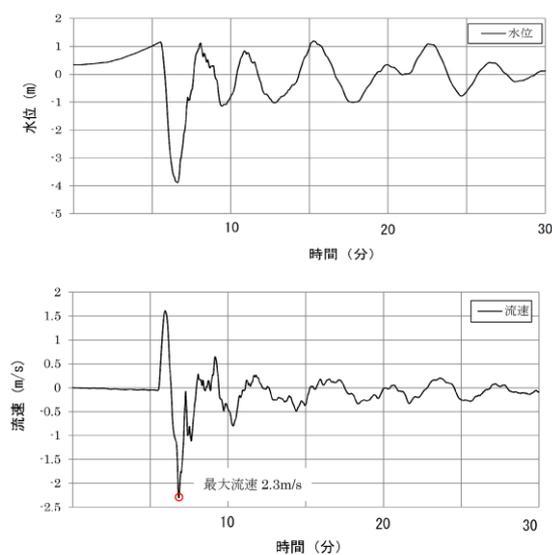


図3-1 基準津波4の流速（荷揚場近傍）

なお、図3-1に示した津波の流速は、防波堤の損傷を想定した場合における流速であり、防波堤の損傷を想定しない場合（防波堤健全の条件）でも、接線方向成分の流速は、図3-2に示すとおり、流速条件は防波堤損傷状態における流速と同程度である。

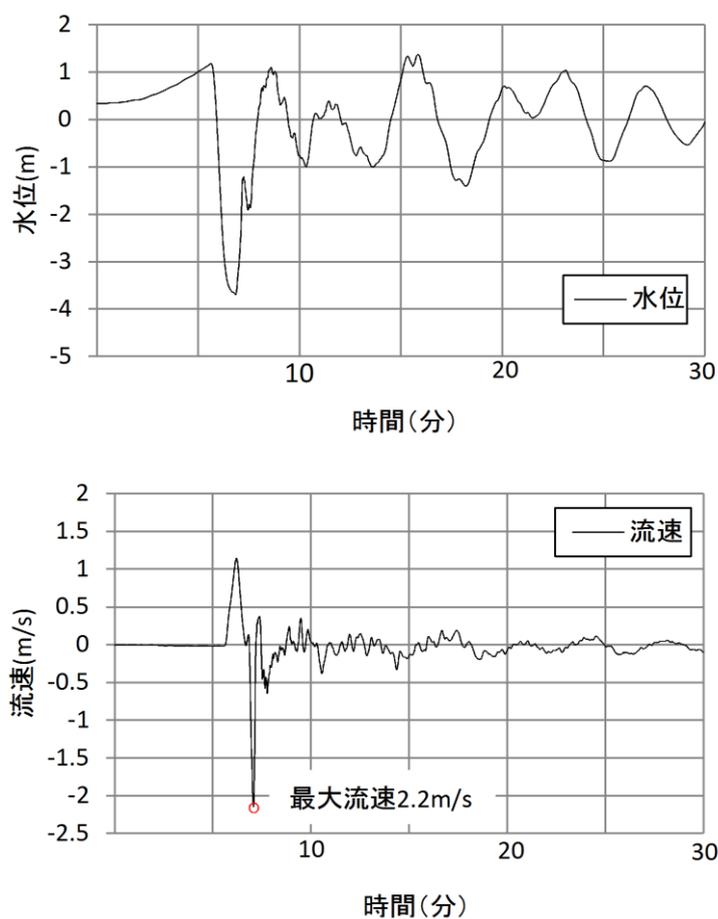


図3-2 防波堤健全時における基準津波4の流速（荷揚場近傍）

(3)係留力

係留力の計算方法を表2に、計算結果を表3、図4、5に示す。

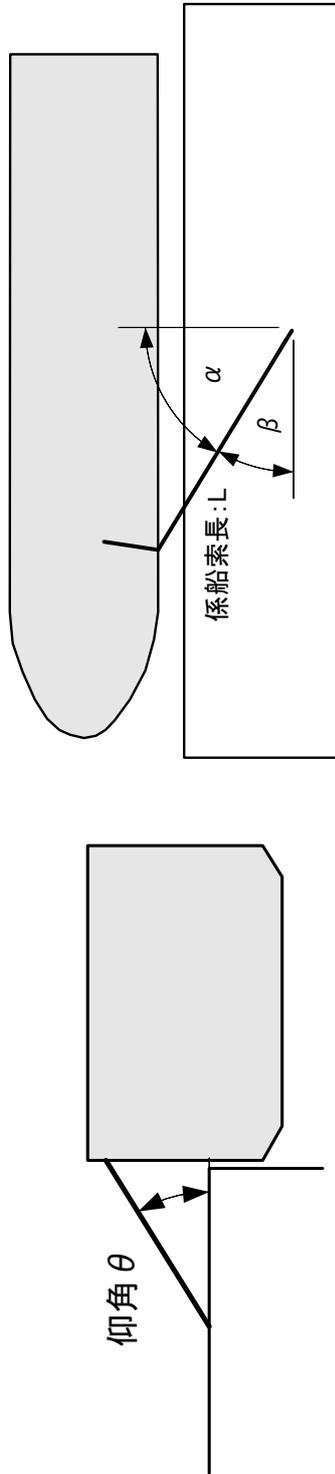
表2 係留力の計算方法

<p>【各索の係留力計算式】</p> $R_x = T \times \left(\frac{\cos^2 \beta \times \cos^2 \theta}{L} \right) \times \left(\frac{L_c}{\cos \beta_c \times \cos \theta_c} \right)$	
<p>R_x : 前後係留力[tonf] (前方は添字 f, 後報は添字 a) T : 係留索 1 本に掛けることができる最大張力[tonf] β : 係留索水平角 (岸壁平行線となす角度) [deg] θ : 係留索の仰角[deg] L : 係留索の長さ (船外+船内) [m] β_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] θ_c : 各グループ*で最も負荷の大きい係留索の仰角 (岸壁平行線となす角度) [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)

表3 係留力 (図1) の計算結果

フェア リダー	索種類	係船柱	係船索長さ[m]		係留角		索張力T [tonf]	係留力前 後 [tonf]	Bitt Performance [tonf]		
			船外		θ	β			Bitt Load	合計	係船柱強 度
FL1	Line1	B1	65.2		3.2	32.3	20.0	6.2	10.2	10.2	50.0
FL2	Line2	B2	29.9		11.8	31.4	20.0	12.2	20.0	20.0	50.0
FL3	Line3	B5	13.1		4.8	-14.5	20.0	19.3	20.0	20.0	25.0
FL4	Line4	B8	21.6		2.4	8.9	20.0	19.7	20.0	20.0	25.0
FL5	Line5	B12	32.8		9.5	-27.0	20.0	8.6	20.0	20.0	50.0
FL6	Line6	B13	59.5		0.9	-34.9	20.0	4.2	12.0	12.0	50.0



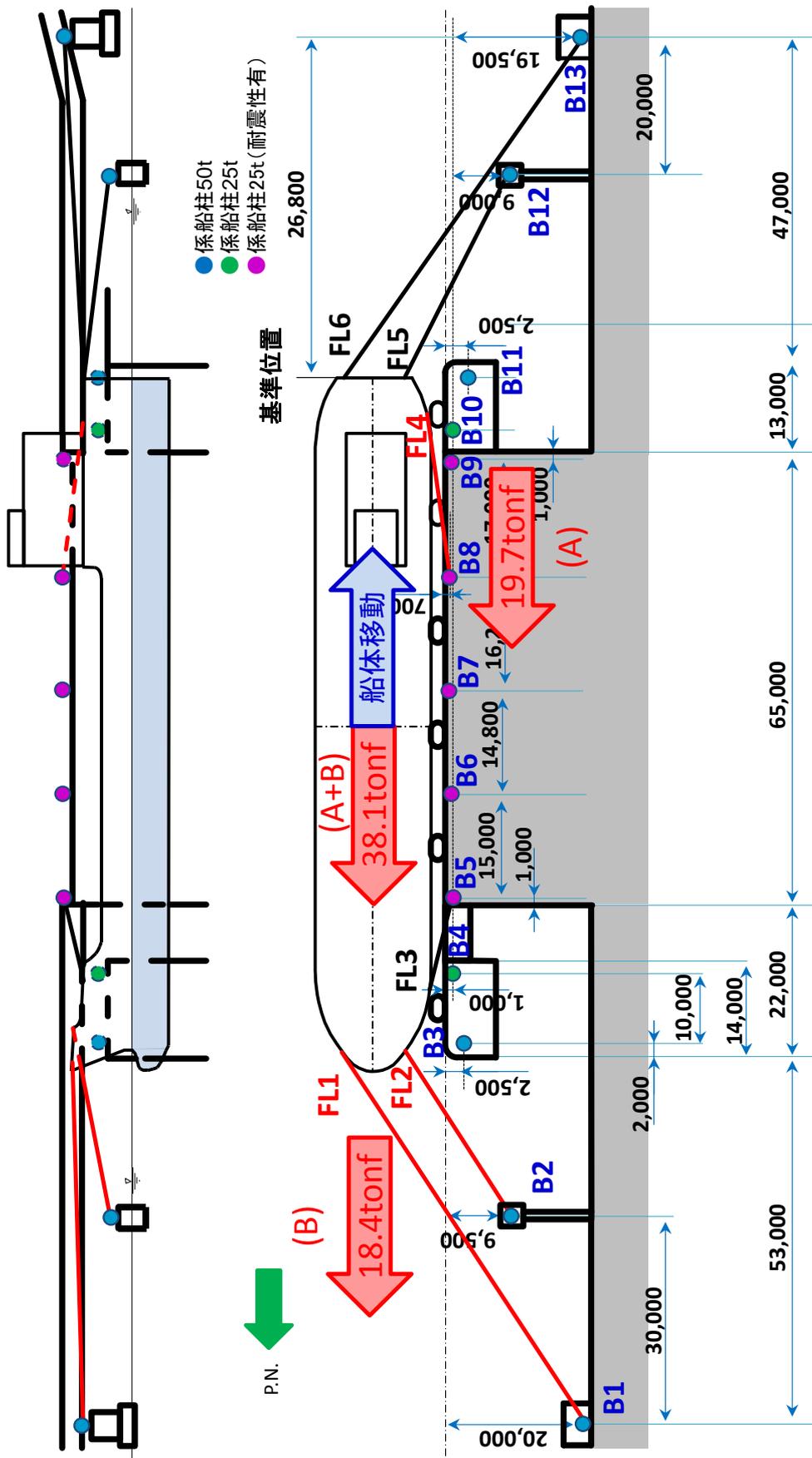


図4 船尾方向への移動に対する船首方向係留力

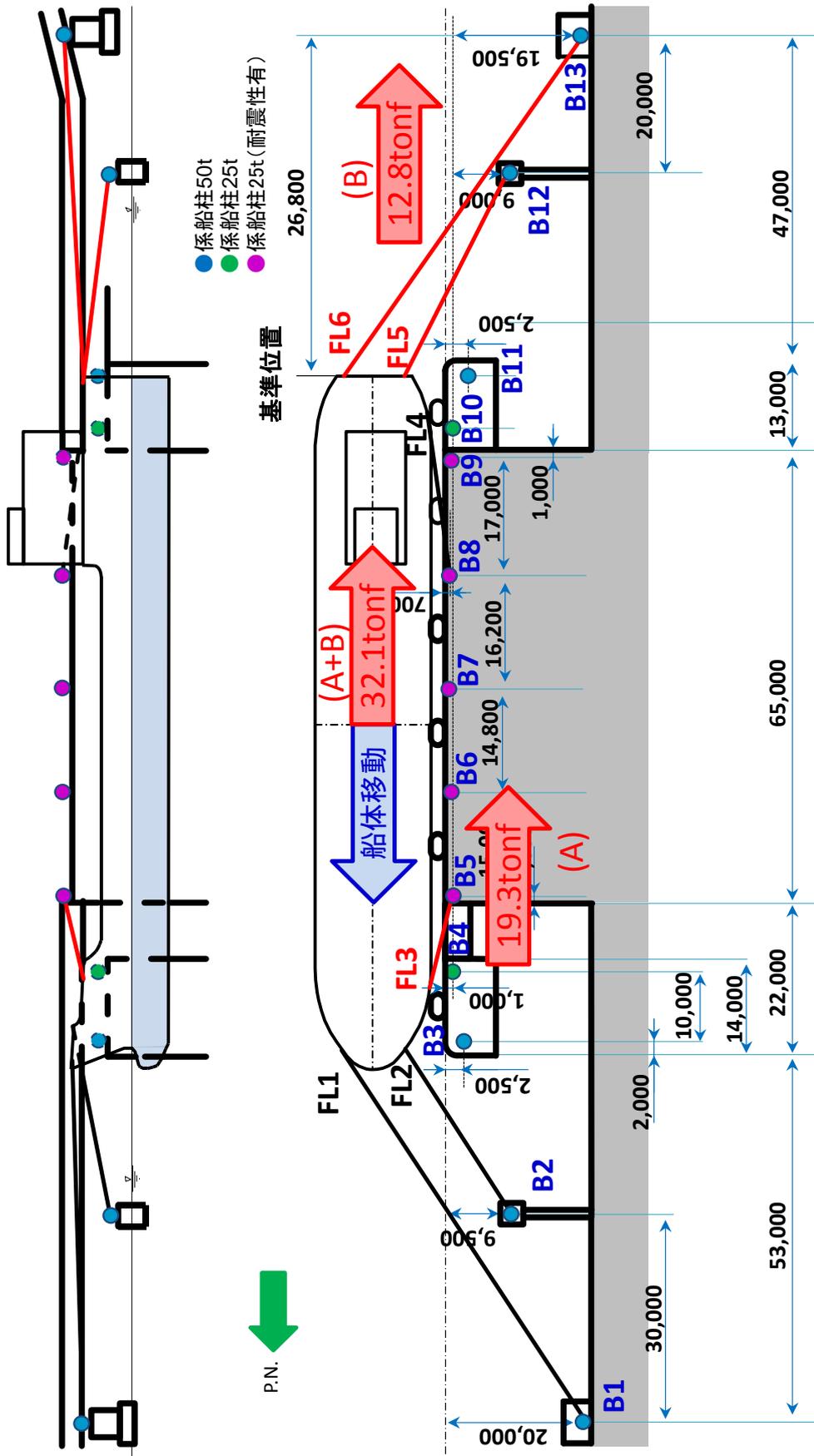


図5 船首方向への移動に対する船尾方向係留力

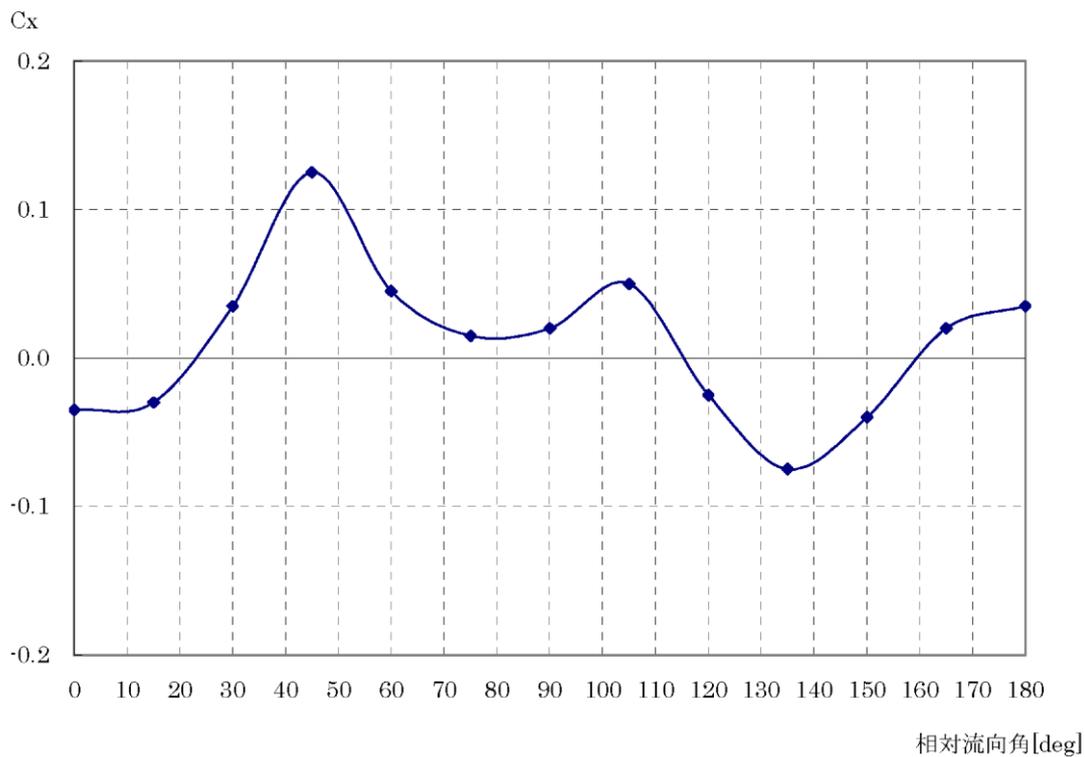
(4) 流圧力

流圧力の計算方法を表4に示す。計算結果について、前項で求めた係留力との比較結果を図6に示す。

表4 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]</p> <p>C_{xc} : 縦方向流圧力計数</p> <p>V_c : 流速[m/s]</p> <p>L_{pp} : 垂線間直[m]</p> <p>d : 喫水[m]</p> <p>ρ_c : 水密度[kg・sec²/m⁴] (=104.5 sec²/m⁴)</p>
--	---

(出典：係留設備に関する指針 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[Cx]

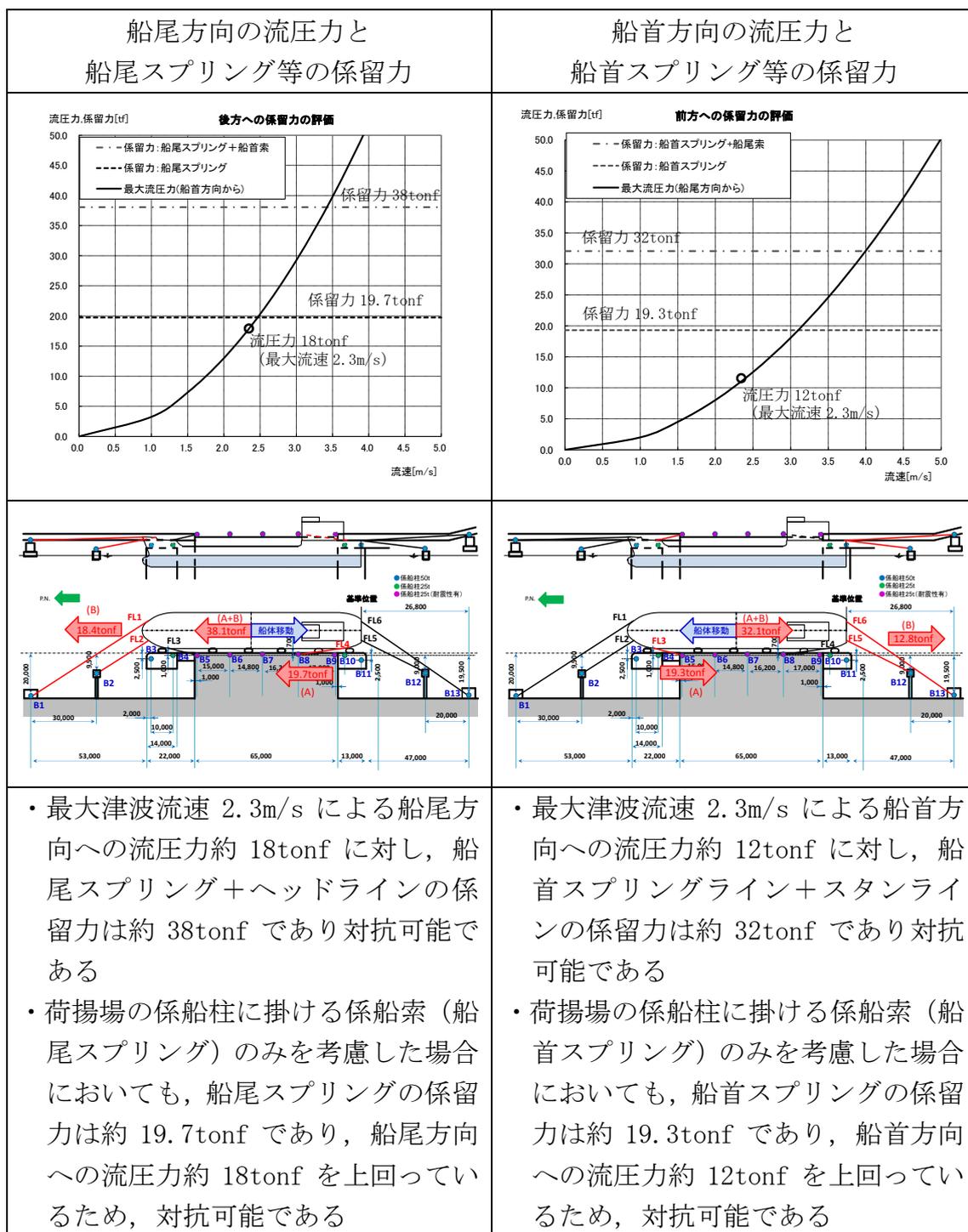


図6 流圧力と係留力の比較

3. 結論

津波（最大流速 2.3m/s）による流圧力に対し、地震時に健全性が確保された荷揚場の係船柱に掛ける係船索のみを考慮した場合でも、係留力（約 19.7tonf, 約 19.3tonf）が上回ることを確認した。

したがって、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荷揚場に留まり続けることができる。

耐津波設計における係船柱及び係船環の必要性等について

1. 概要

燃料等輸送船は、津波襲来までに時間的余裕がある津波の場合は、緊急退避するが、津波襲来までに時間的余裕がない津波の場合は、荷揚場に係留する。

ここでは、係留索が機能しない場合、燃料等輸送船は輪谷湾内を漂流し、取水口へ到達する可能性があるため、取水口への到達可能性評価を踏まえ、係留索を固定する係船柱及び係船環の必要性等について示す。

2. 係船柱及び係船環の必要性について

燃料等輸送船が係留索がない状態において取水口上部に漂流した場合、基準津波4の取水口における最低水位EL-4.2mに対して、喫水高さは3m～5mであることから、取水口（上端EL-9.0m）に到達する可能性がある。

3. 係船柱及び係船環の位置付けについて

係留索を固定する係船柱及び係船環について、漂流防止装置と位置付け設計を行う。

4. 漂流防止装置の評価方針について

海域活断層に想定される地震による津波の来襲に伴い、荷揚場に係留された燃料等輸送船を漂流させないため、荷揚場の係船柱及び係船環を漂流防止装置として評価する。（燃料等輸送船の係留については、係船柱又は係船環のうち、いずれか2基を使用する。）

【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、浸水防止設備への影響防止措置を施すこと。

係船柱及び係船環の配置を図1に、構造概要を表1に示す。

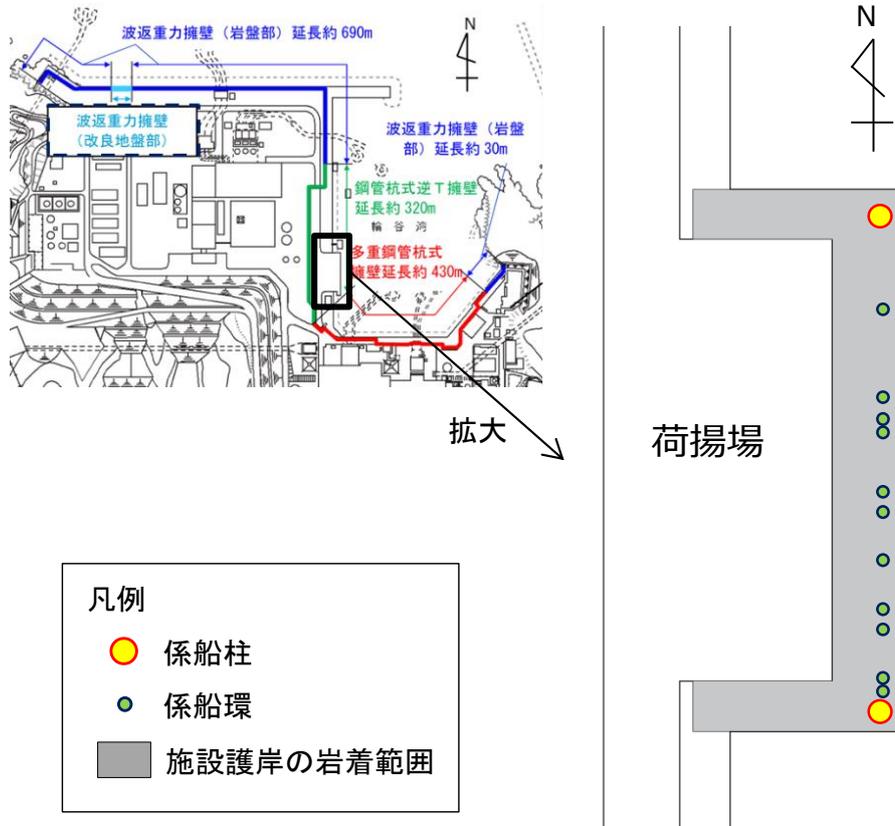


図1 係船柱及び係船環配置図

表1 係船柱及び係船環の構造概要

名称	係船柱	係船環
構造	<p>単位：mm</p> <p>← 陸 海 →</p> <p>係船柱 585</p> <p>1,200</p> <p>アンカーボルト</p>	<p>単位：mm</p> <p>← 陸 海 →</p> <p>係船環 150</p> <p>800</p>
基数	2基	11基
設計けん引耐力	25t	

漂流防止装置とする係船柱及び係船環は、海域活断層に想定される地震による津波の流れによる流圧力を受けた燃料等輸送船の係留力に対して、係留機能を損なうおそれのないよう、構造強度を有することを確認する。また、基準地震動 S_s に対して、係留機能を損なうおそれのないよう、構造強度を有することを確認する。

係船柱及び係船環の要求機能と評価方針を表2に示す。

表 2 係船柱及び係船環の要求機能と評価方針

装置名	係船柱	係船環				
要求機能	係留機能					
	<ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動 S s に対し、漂流防止装置に要求される機能を損なうおそれのないよう、構造強度を有すること。 ・海域活断層に想定される地震による津波の流れによる流圧力を受けた燃料等輸送船の引張荷重に対し、漂流防止装置に要求される機能を損なうおそれのないよう、構造強度を有すること。 ・終局状態に至らないこと。 					
性能目標	性能目標	終局状態に至らないこと。				
	照査部位	・係船柱本体	・アンカーボルト	・アンカーボルト 定着部	・係船環本体	・係船環定着部
	照査項目	曲げ及び せん断破壊	曲げ破壊 せん断破壊	せん断破壊	曲げ破壊 せん断破壊	せん断破壊
	許容限界	・短期許容応力度				
	留意事項	・燃料等輸送船の浸水深に応じた浮力、燃料等輸送船の形状及び津波の速度に応じた波圧を荷重として考慮する。				
荷重 組合せ	係船柱及び係船環の設計においては、常時荷重、地震荷重及び係留力※を適切に組合せて設計を行う。なお、海域活断層から想定される地震による津波は荷揚場に遡上しないことから、津波荷重は考慮しない。 ・常時荷重 + 地震荷重 ・常時荷重 + 係留力 + 余震荷重 ※係留力：海域活断層に想定される地震による津波の流れによる流圧力を受けた燃料等輸送船の係留力					

燃料等輸送船の喫水高さと津波高さとの関係について

1. はじめに

燃料等輸送船は、津波警報等発令時、原則、緊急退避するが、津波の襲来までに時間的な余裕がなく緊急退避が困難な場合について、燃料等輸送船の喫水高さと津波高さとの関係に基づき、寄せ波に対して荷揚場に乗り上げる事のないこと、引き波に対して座礁、転覆するおそれのないことを確認する。また、緊急退避が可能であった場合についても、退避中に引き波により、座礁、転覆するおそれのないことを確認する。

2. 確認条件

燃料等輸送船は、津波警報等発令時、原則、緊急退避する。輸送行程（「荷揚場岸壁への接岸」～「荷役」～「荷揚場岸壁からの離岸」）において、燃料等輸送船と輸送物の干渉がない「荷役」以外の行程においては、津波警報等の発令から数分程度で緊急退避が可能である。また、燃料等輸送船と輸送物が干渉し得る「荷役」行程では、30分程度の時間があれば緊急退避が十分可能であることから、確認の範囲は、早く襲来する海域活断層から想定される地震による津波で水位変化が一番大きい押し波、引き波を評価対象とする。

(1) 検討ケース

図1, 2に, 燃料等輸送船が停泊する荷揚場における海域活断層から想定される地震による津波の波形を示す。押し波時の最大水位は T.P. 2.0m, 引き波時の最低水位は T.P. -4.07m である。

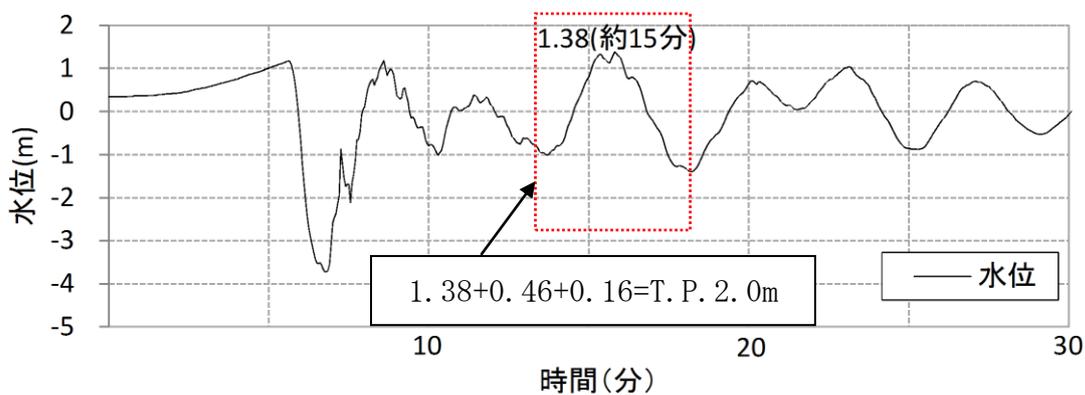


図1 基準津波4による荷揚場での時刻歴波形
(水位上昇側)

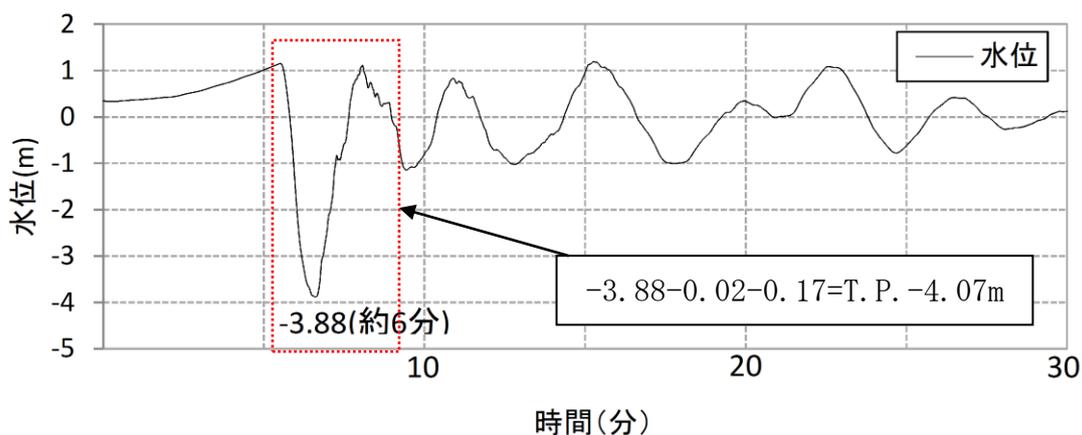


図2 基準津波4による荷揚場での時刻歴波形
(水位下降側)

3. 確認結果

(1) 寄せ波による岸壁への乗り上げ評価

寄せ波による津波高さと岸壁高さ及び喫水高さの関係を図3に示す。

寄せ波による津波高さは岸壁高さを下回ることから、燃料等輸送船は岸壁に乗り上げることはないことを確認した。

なお、地震により地盤の隆起が考えられるが、保守的に考慮しないものとする。

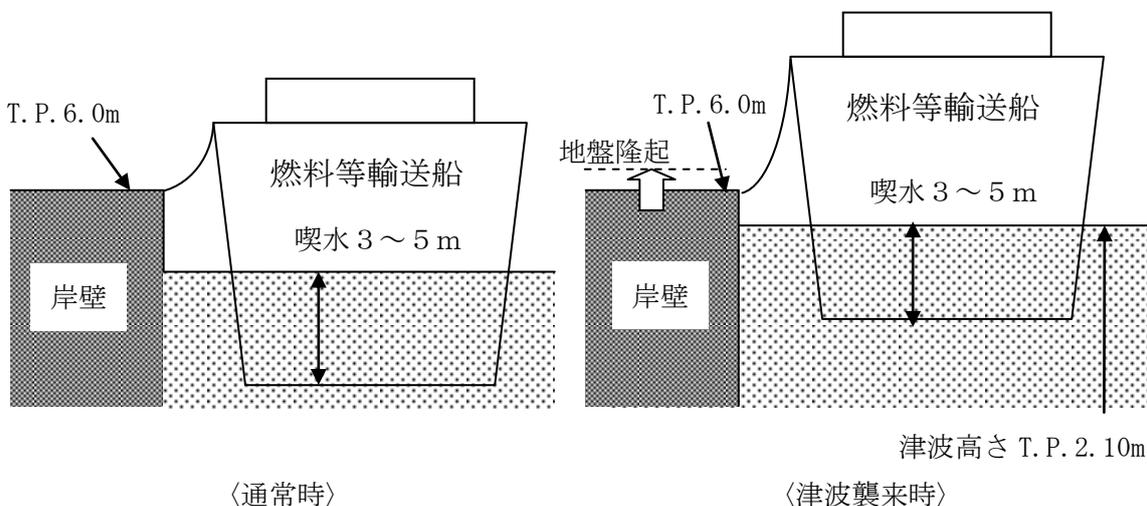
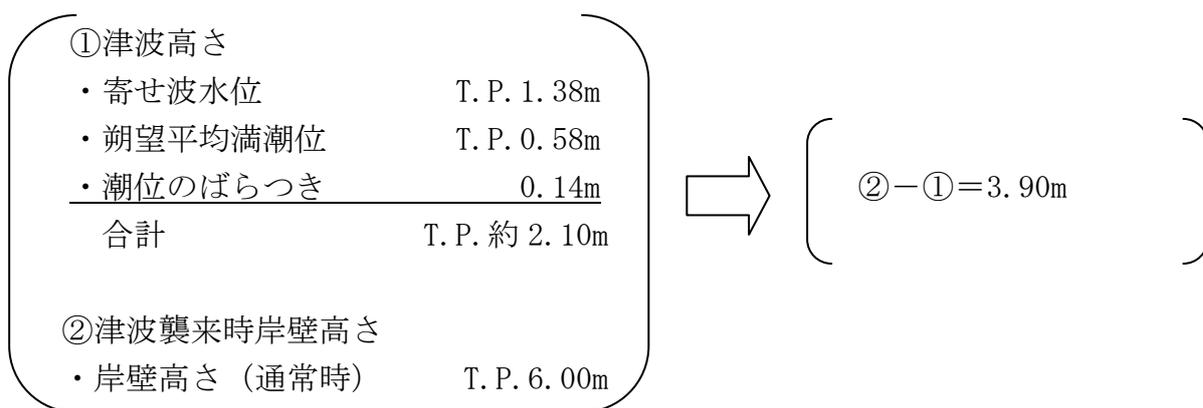


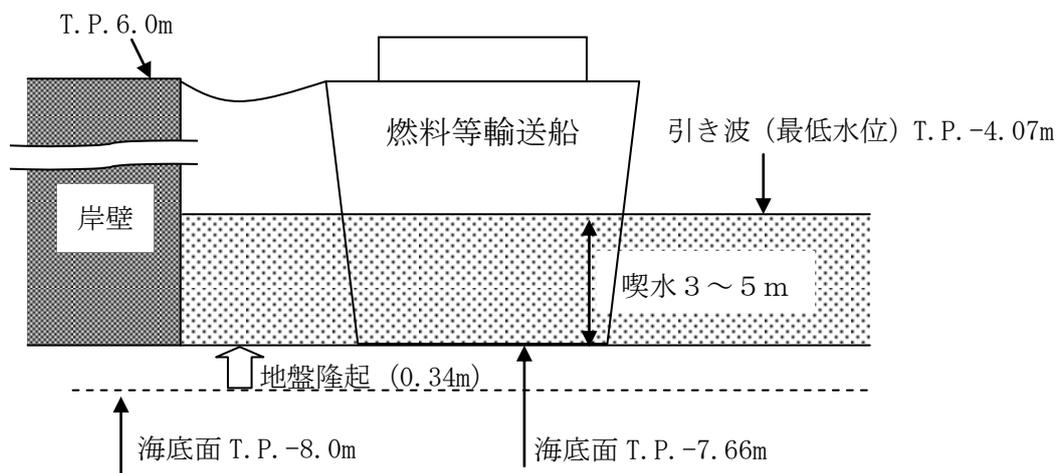
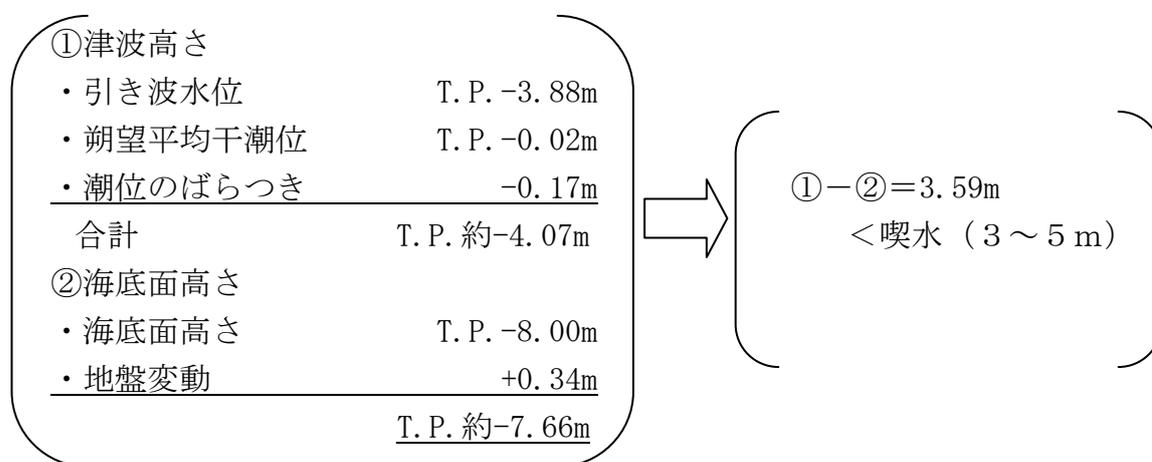
図3 寄せ波による津波高さと岸壁高さ及び喫水高さの関係

(2) 引き波（着底評価）

引き波による津波高さとの関係を図4に示す。

これにより、燃料等輸送船は引き波のピークの際には一時的に着底し得ることが示されるが、この場合も、以下の理由により座礁、転覆することはない（漂流物とならない）。

- ・一時的な着底があったとしても、燃料等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る。
- ・また、着底後の引き波による流圧力、あるいは水位回復時の押し波による流圧力に対する転覆の可能性については、燃料等輸送船の重量及び扁平な断面形状より、その可能性はない。



〈早い津波（引き波）時〉

図4 引き波による津波高さとの関係

4. 結論

朔望平均満潮位，干潮位等の保守的な条件を考慮した場合でも，燃料等輸送船は，津波高さと喫水高さの関係から寄せ波により荷揚場岸壁に乗り上げることはなく，また，緊急退避ができない場合でも，引き波により一時的に着底することが考えられるが，船体は二重船殻構造等，十分な強度を有しており，水位回復後に退避が可能であり，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

本別紙では、燃料等輸送船が荷揚場における停泊時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。ここでは、転覆の可能性の観点から、転覆しやすいよう重心位置が高くなる積荷がない場合の評価結果を示す。

1. 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表1に、外形図を図1及び図2に示す。

表1 燃料等輸送船の仕様

項目	仕様
満載排水量	約7,000トン（空荷状態；約4,000トン）
載貨重量トン	約3,000トン
喫水	約5m
全長	100.0m（垂線間長：94.4m）
型幅	16.5m

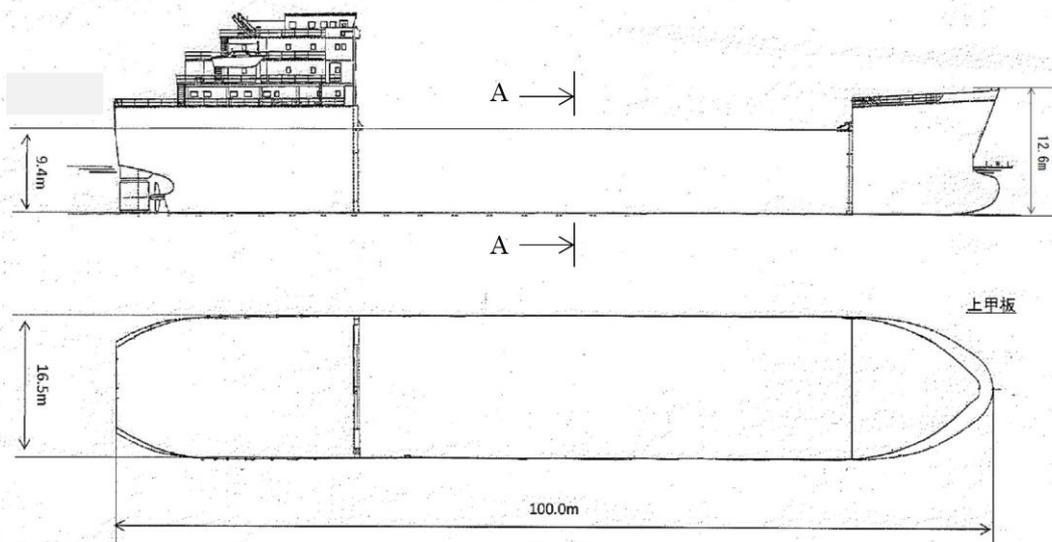


図1 燃料等輸送船外形図

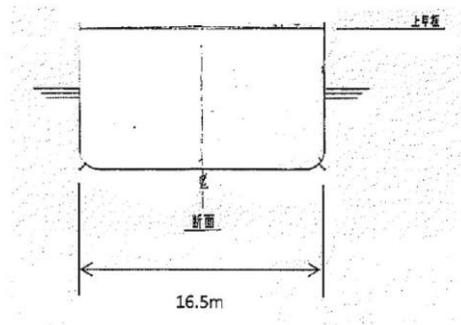


図2 燃料等輸送船外形図 (A-A 断面)

(2) 転覆モード

小型の船舶の場合、丸型やV型の船底を有しているものがある。このような船舶の場合、図3に示すとおり引き波により着底した際には傾きが発生し、この状態で津波による流圧力を受けると転覆する可能性がある。

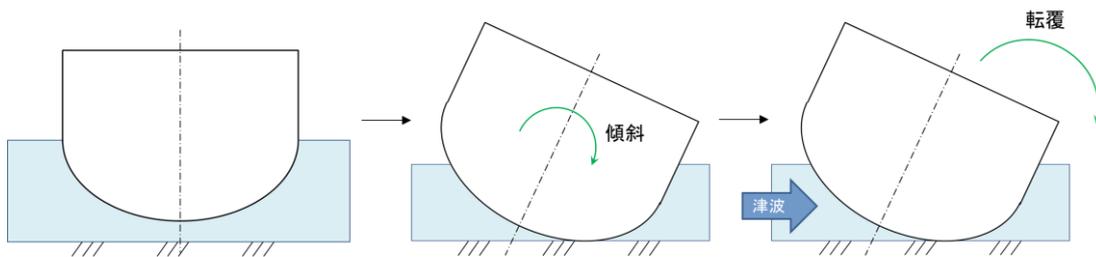


図3 丸型の船底を有する船舶の着底状態

一方、燃料等輸送船は一般のタンカーなどと同様に図2で示したとおり、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、図4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、転覆の可能性の評価を行うものとする。

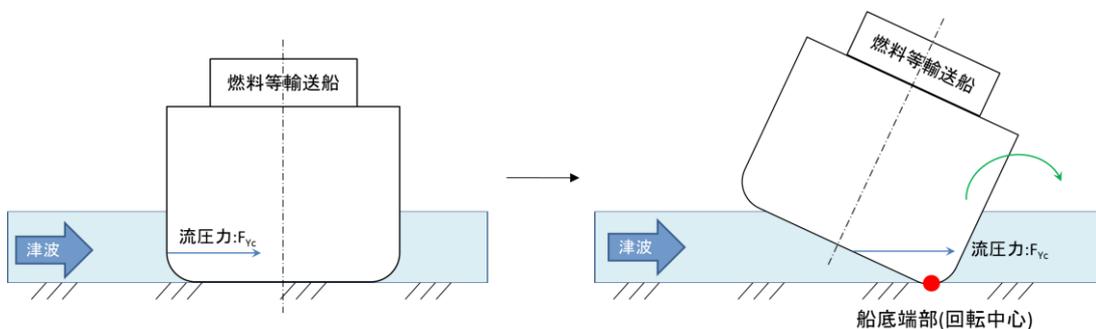


図4 想定転覆モード

2. 転覆評価

図4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図5に示す。

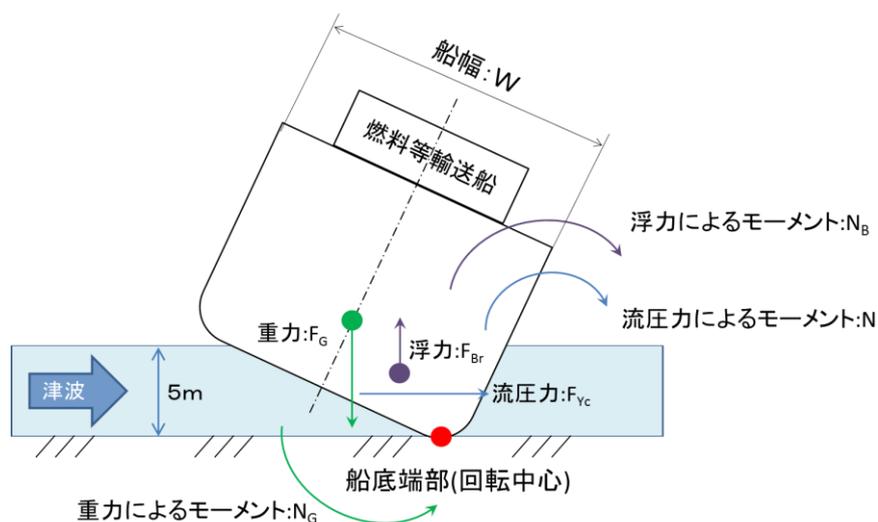


図5 燃料等輸送船に働く力とモーメント

津波を受けると流圧力 F_{Vc} 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_{Br} 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 48° であるため、ここでは、傾きを 24° 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。

$$\begin{aligned} N_G &= F_G \times X(\text{GR}) \\ &= 4,000 \times 4.5 \\ &= 18,000 [\text{tonf} \cdot \text{m}] \end{aligned}$$

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 (=空荷状態重量) [tonf] (=4,000)

$X(GR)$: 重心と回転中心の水平方向距離 [m] (≈ 4.5)

次に流圧力によるモーメント N は次式にて計算できる。

$$N = F_{YC} \times W \div 2 \\ = F_{YC} \times d \div 2$$

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時に最も大きくなるため、本評価における水位は喫水と同等とした。

また、横方向の流圧力 F_{YC} を表 2 に示す方法で計算する。

表 2 横方向流圧力の計算方法¹⁾

【流圧力計算式】 $F_{YC} = \frac{1}{2} \times C_{YC} \times \rho_C \times V_C^2 \times L_{PP} \times d$	F_{YC} : 横方向流圧力 [kgf] C_{YC} : 横方向流圧力係数 V_C : 流速 [m/s] L_{PP} : 垂線間長 [m] (=94.4) d : 喫水 [m] (=5) ρ_C : 水密度 [kgf・sec ² /m ⁴] (=104.7kgf・sec ² /m ⁴)
---	---

このとき、流速は図 6 に示す基準津波の最大流速 2.3m/s を適用し、横方向流圧力係数を図 7 より 10 と仮定する。

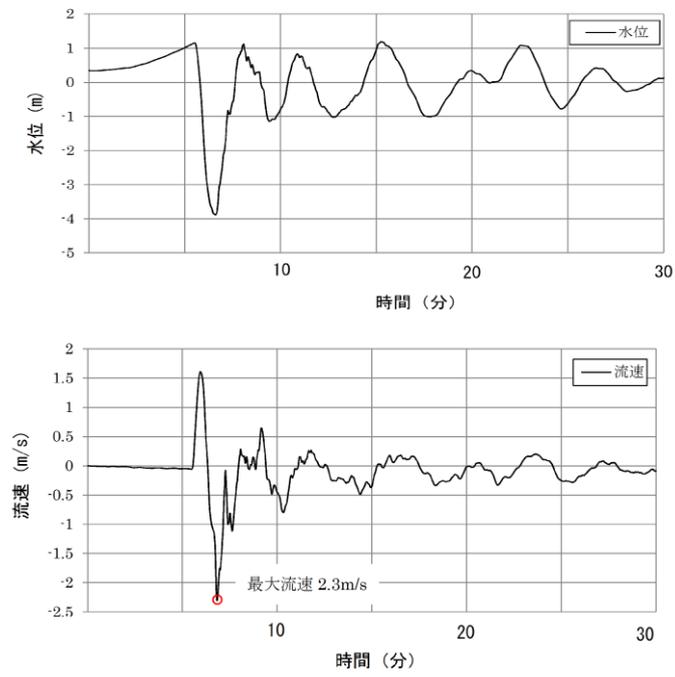


図6 基準津波4の流速（荷揚場近傍）

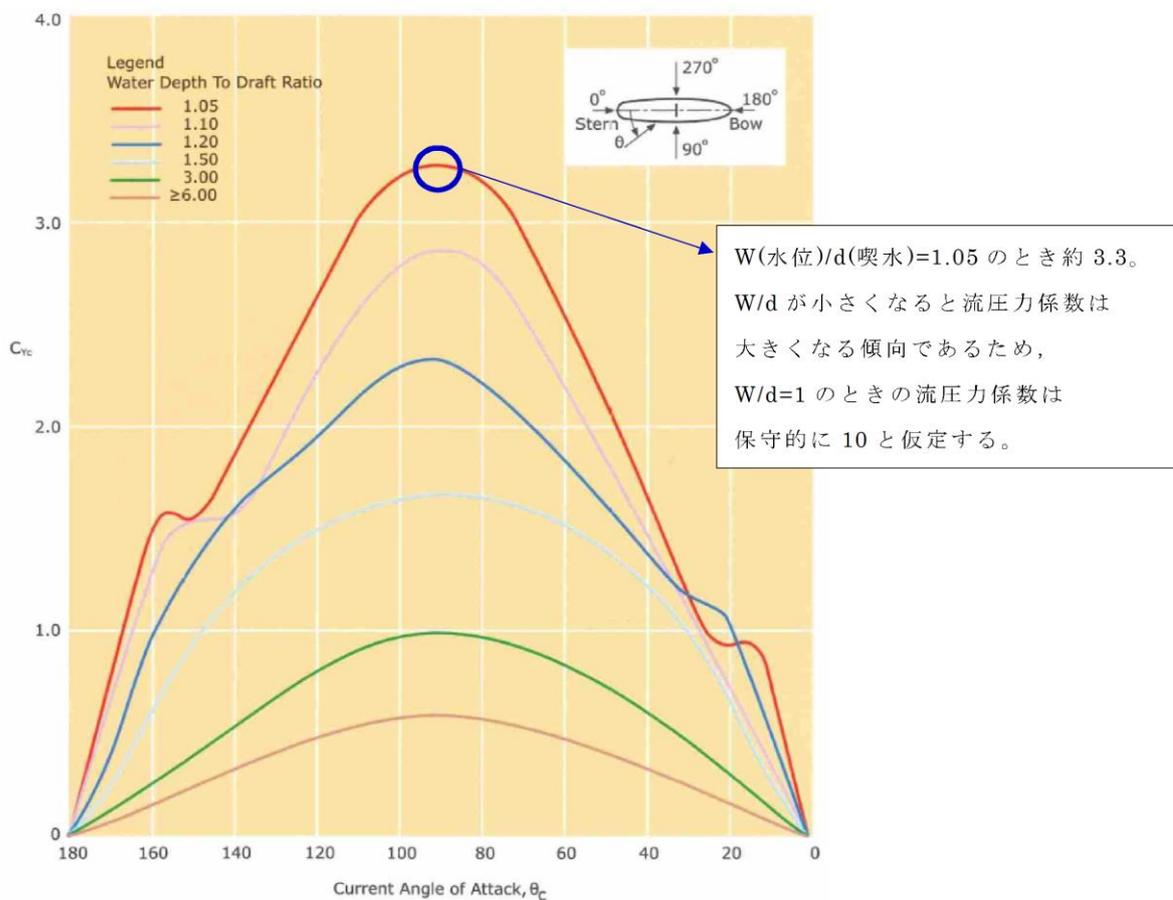


図7 横方向の流圧力係数¹⁾

参考文献

- 1) OCIMF : Mooring Equipment Guidelines 3rd Edition, pp.178, pp.190, pp.202, 2008.

表2より F_{yc} は以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned}
 F_{yc} &= 1 \div 2 \times 10 \times 104.7 \times 2.3^2 \times 94.4 \times 5 \\
 &\approx 1,308,000 \text{ [kgf]} \\
 &= 1,308 \text{ [tonf]}
 \end{aligned}$$

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。

$$\begin{aligned}
 N &= F_{yc} \times d \div 2 \\
 &= 1,308 \times 5 \div 2 \\
 &= 3,270 \text{ [tonf} \cdot \text{m]}
 \end{aligned}$$

最後に浮力によるモーメント N_B は次式にて評価する。

$$\begin{aligned} N_B &= F_{Br} \times X(BR) \\ &= 1,700 \times 3.0 \\ &= 5,100 [\text{tonf} \cdot \text{m}] \end{aligned}$$

N_B : 浮力によるモーメント [tonf]

F_{Br} : 傾いた際の燃料等輸送船の浮力 [tonf] ($\doteq 1,700$)

$X(BR)$: 浮心と回転中心の水平方向距離 [m] ($\doteq 3.0$)

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。

$$\begin{aligned} N + N_B &= 3,270 + 5,100 \\ &= 8,370 [\text{tonf} \cdot \text{m}] < N_G = 18,000 [\text{tonf} \cdot \text{m}] \end{aligned}$$

3. 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。

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

1. 概要

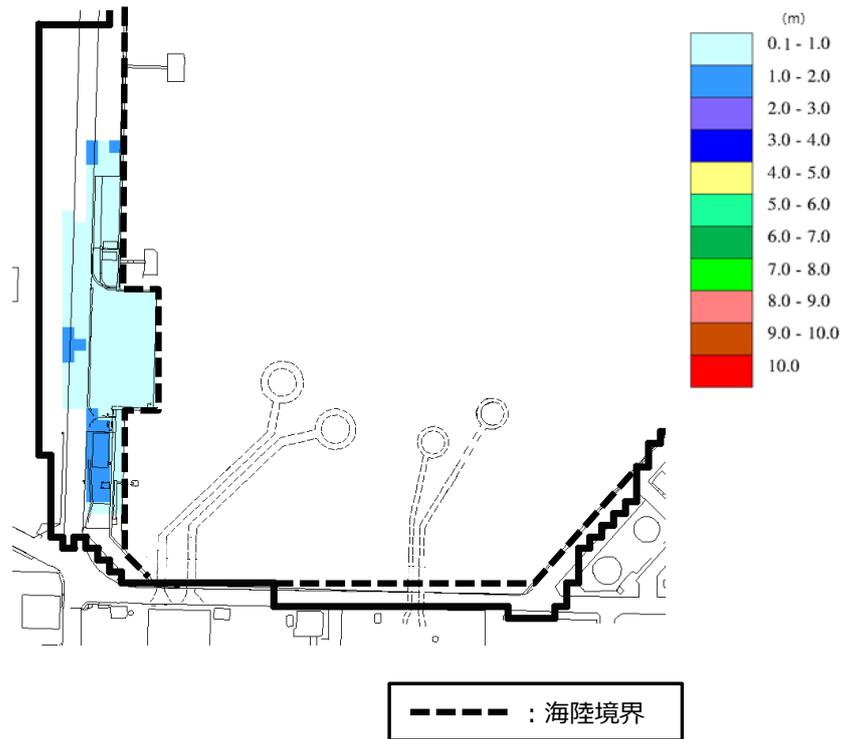
非常用冷却海水系の海水ポンプの取水性へ影響を及ぼす可能性については、施設護岸の設備等が漂流物となる可能性を踏まえ評価している。ここでは、施設護岸の設備等が漂流物となる可能性の評価のうち滑動評価に用いる流速を確認する。

2. 検討内容

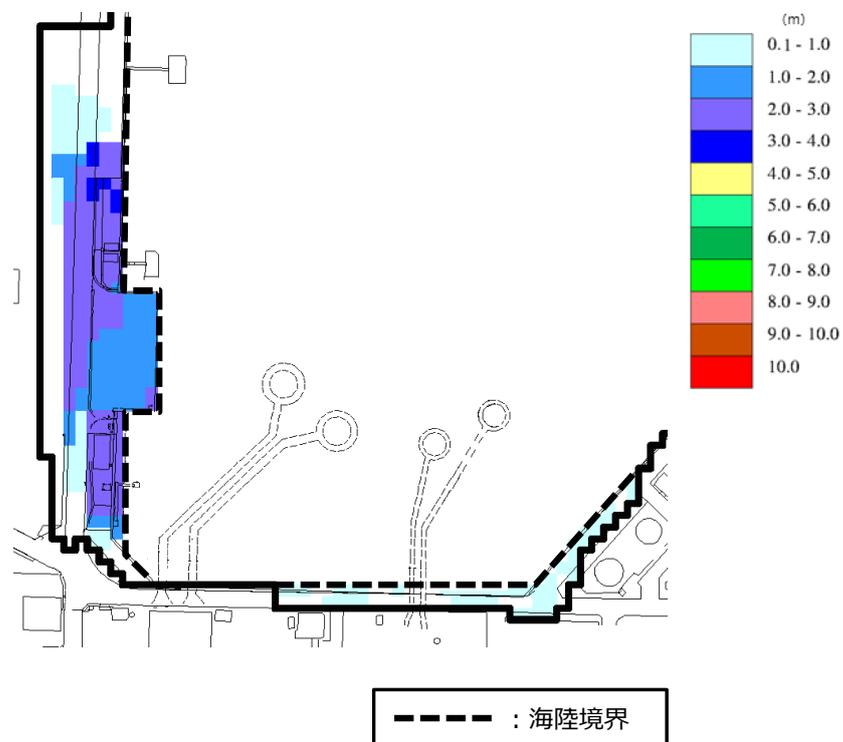
遡上域の範囲（最大水位上昇量分布）を保守的に評価するため、地震による荷揚場周辺の沈下及び初期潮位を考慮した津波解析を実施した。解析に当たっては、荷揚場付近の水位上昇量が大きい基準津波 1（防波堤有無）を対象とした。解析条件を以下に示す。

- ・荷揚場周辺の沈下については、防波壁前面を一律 1 m 沈下させたケースを用いる。
- ・初期潮位については、朔望平均満潮位+0.58m に潮位のばらつき+0.14m を考慮する。

基準津波 1（防波堤有無）における施設護岸の最大水位上昇量分布（拡大図）を図 1 に示す。図 1 より、防波堤有りに比べ、防波堤無しの方が最大水位上昇量は大きく、遡上範囲が広いことから、防波堤無しの流速を評価する。



基準津波 1 (防波堤有り)



基準津波 1 (防波堤無し)

図 1 最大水位上昇量分布 (拡大図)

3. 確認結果

遡上域における流速分布を図2に、主な荷揚場漂流物の配置を図3に示す。

流速の抽出にあたっては、荷揚場漂流物の配置を踏まえ、遡上域である荷揚場周辺の12地点（図4参照）を選定し各地点の最大流速を抽出した。

図2に示すとおり、遡上域における流速は概ね8.0m/s以下であるが、遡上域の一部において8.0m/sを超える流速が確認できる。各地点における最大流速抽出結果を表1に示す。

表1に示すとおり、東西方向の流速は荷揚場へ押し波として遡上する西方向（取水口反対方向）の流速が速く支配的であることがわかる。一方、東方向（取水口方向）の流れとなる引き波では、地点10に示す4.8m/sが最大流速となるが、漂流物評価に用いる流速は、最大流速（11.9m/s）とする。

最大流速を示す地点7及び取水口方向への最大流速を示す地点10について、浸水深・流速の時刻歴波形及び各地点における最大流速発生時の水位分布・流速ベクトルをそれぞれ図5、図6に示す。

なお、図5に示すとおり、最大流速（11.9m/s）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）。

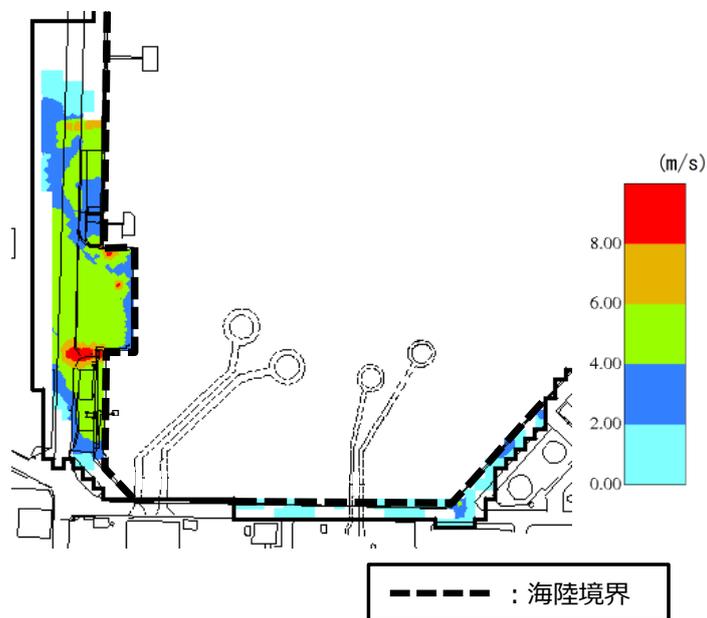


図2 遡上域における流速分布

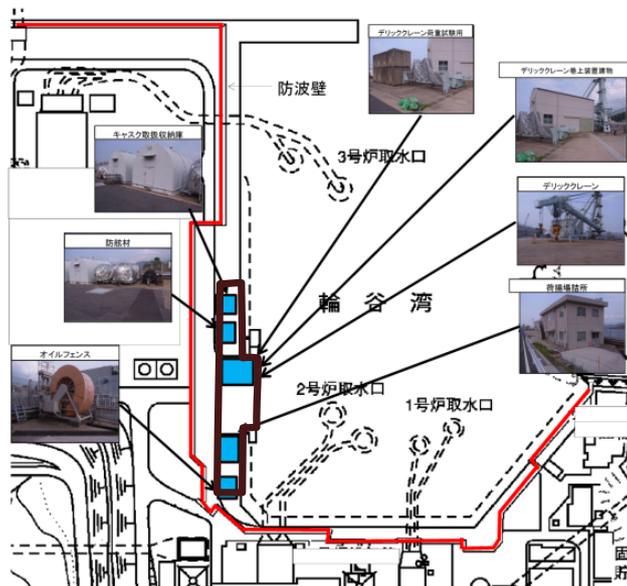


図3 主な荷揚場漂流物の配置

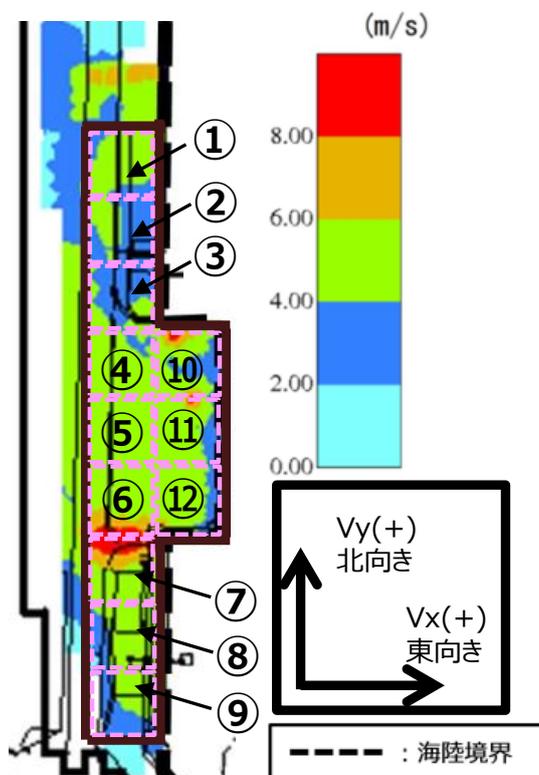


図4 流速抽出地点

表1 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

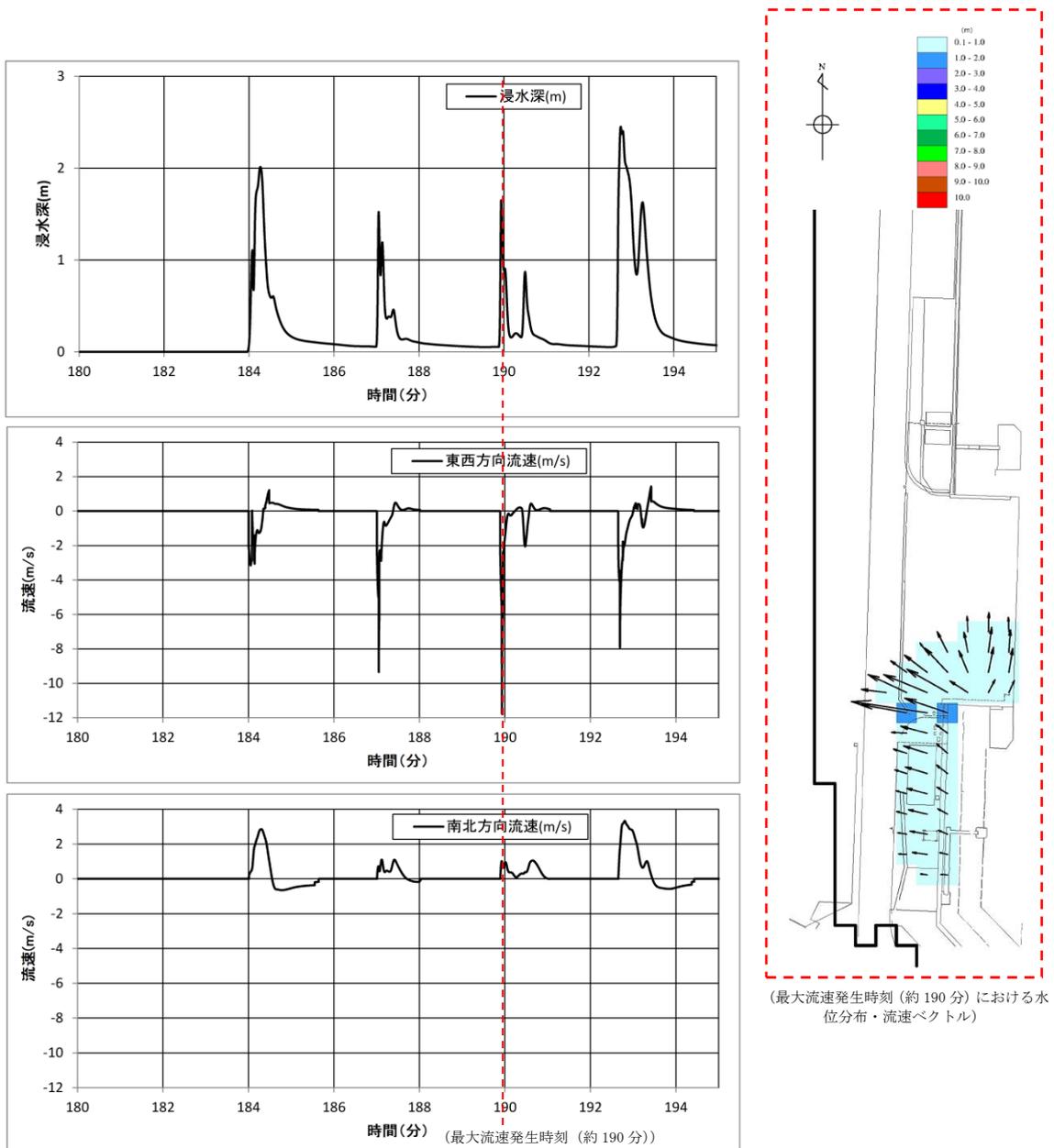


図5 地点7 (最大流速を示す地点) における浸水深・流速時刻歴波形及び最大流速発生時刻における水位分布・流速ベクトル

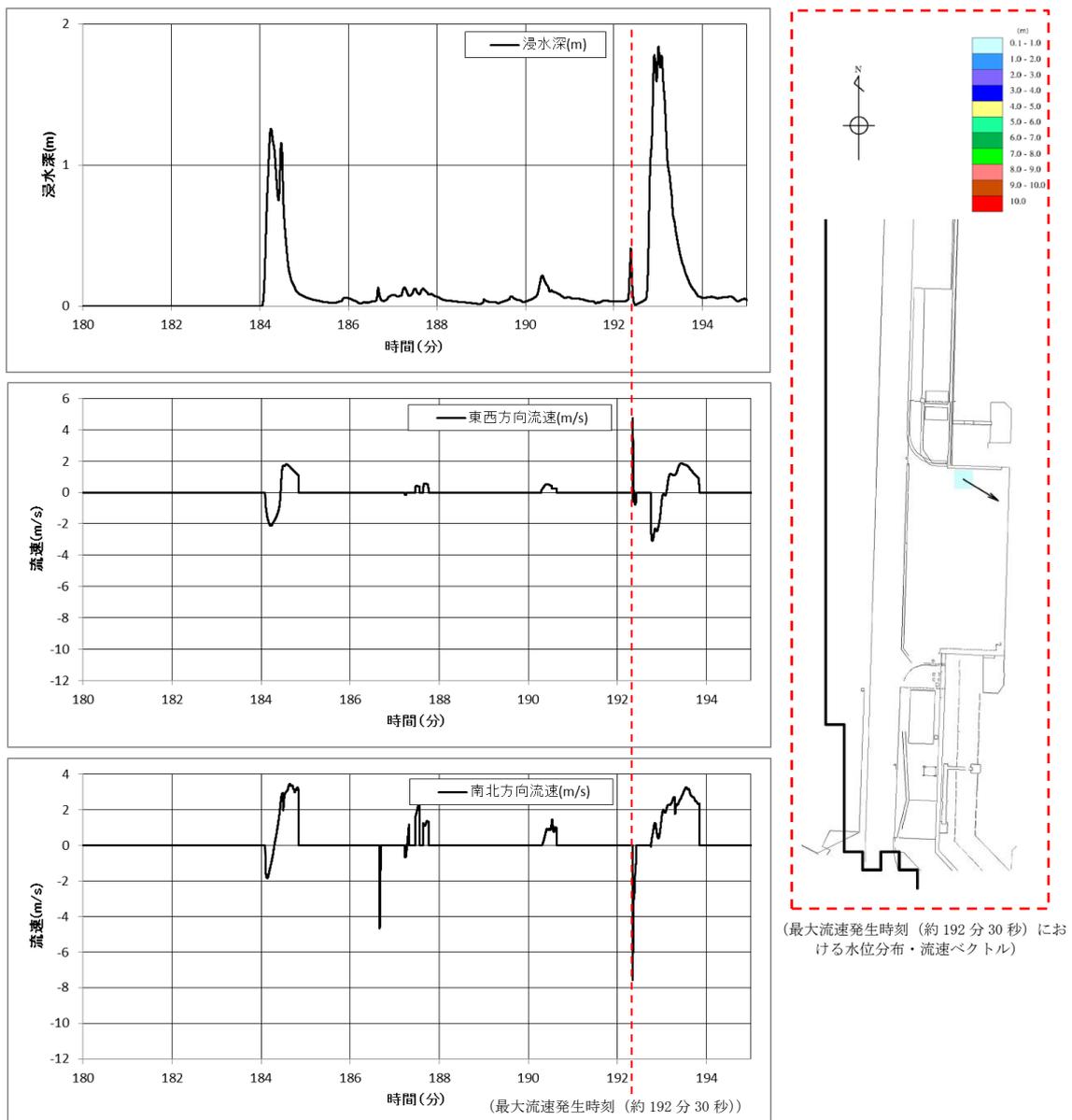
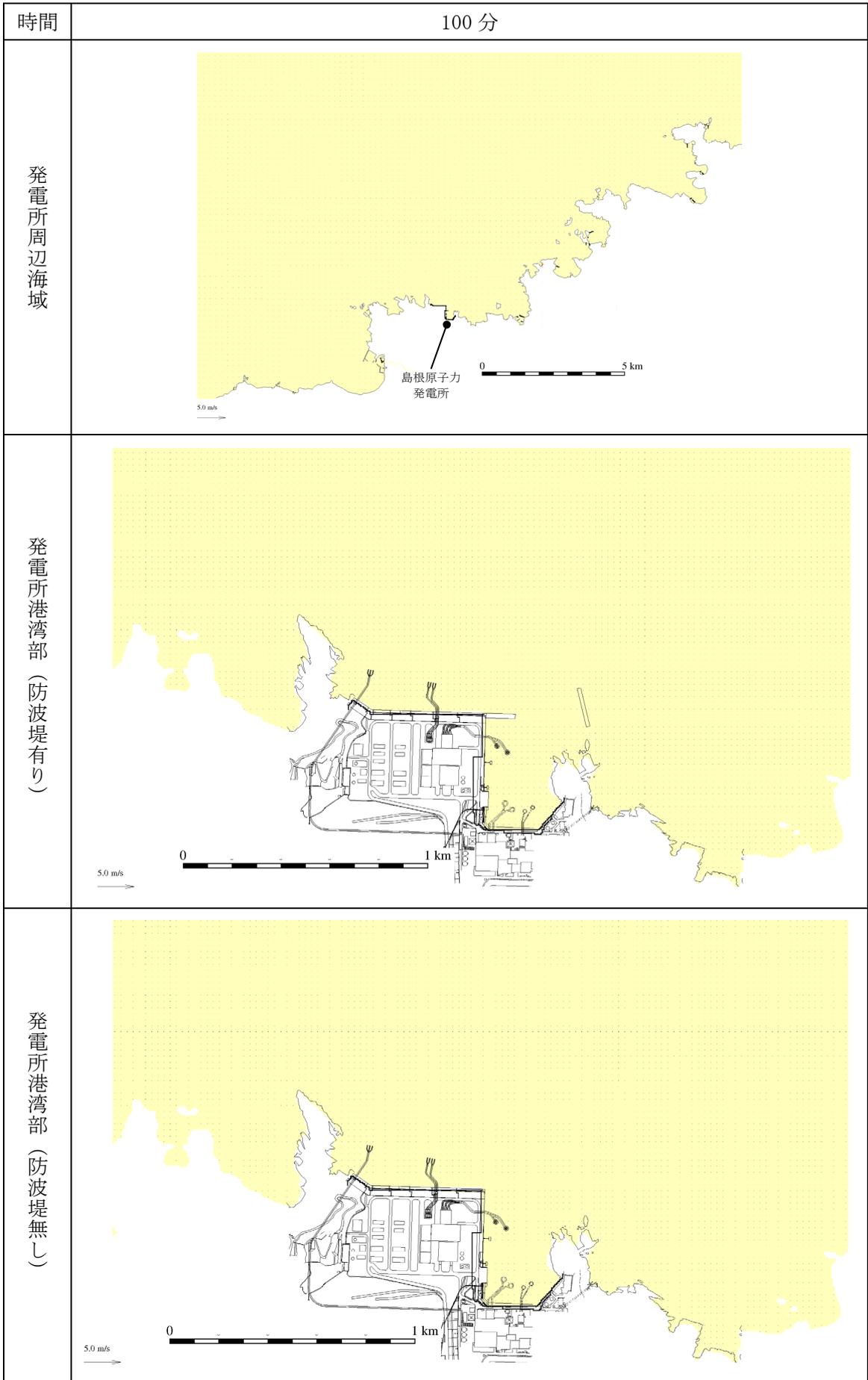


図6 地点10（取水口方向への最大流速を示す地点）における浸水深・流速時刻歴波形及び最大流速発生時刻における水位分布・流速ベクトル

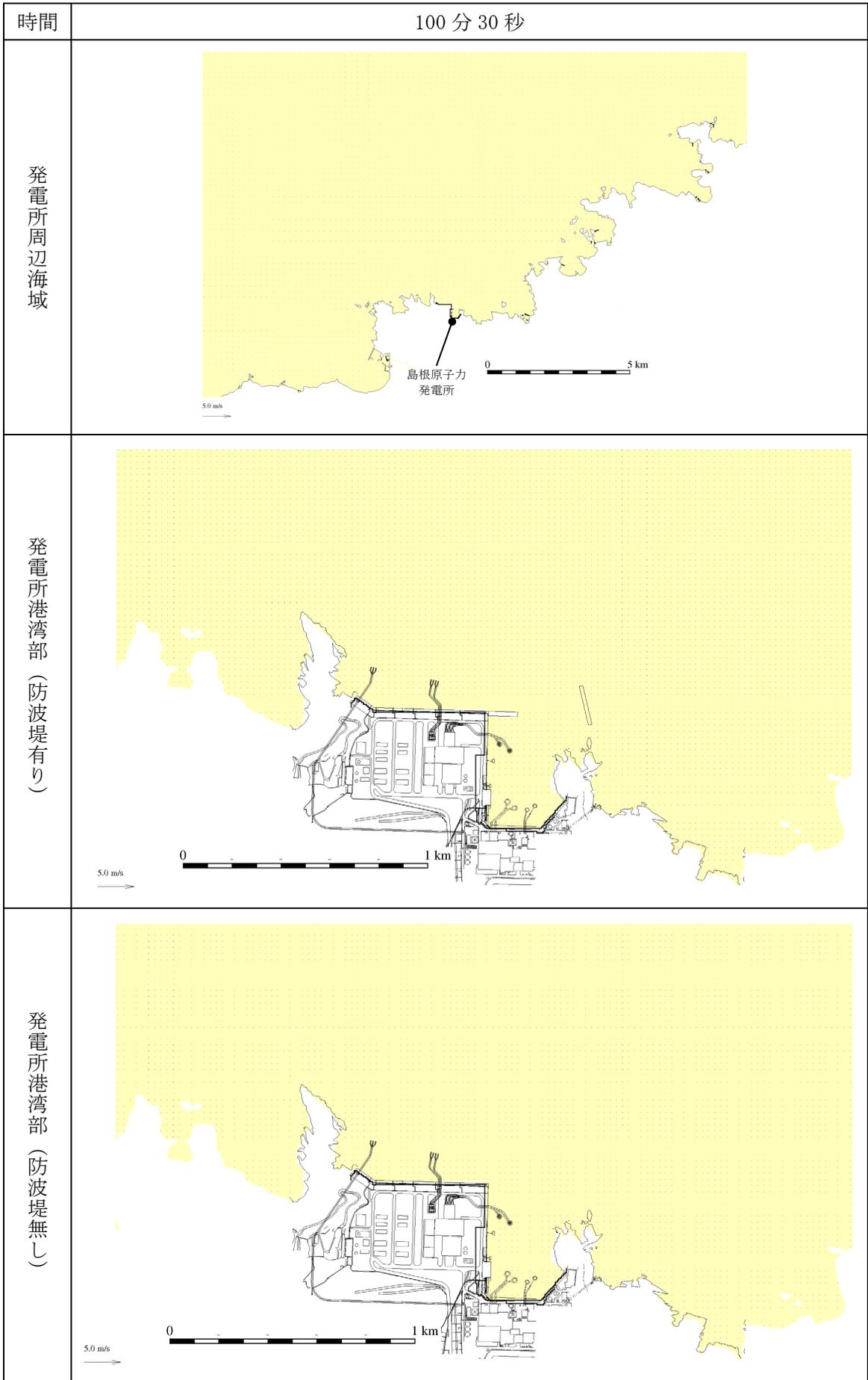
水位変動・流向ベクトルについて

1. 概要

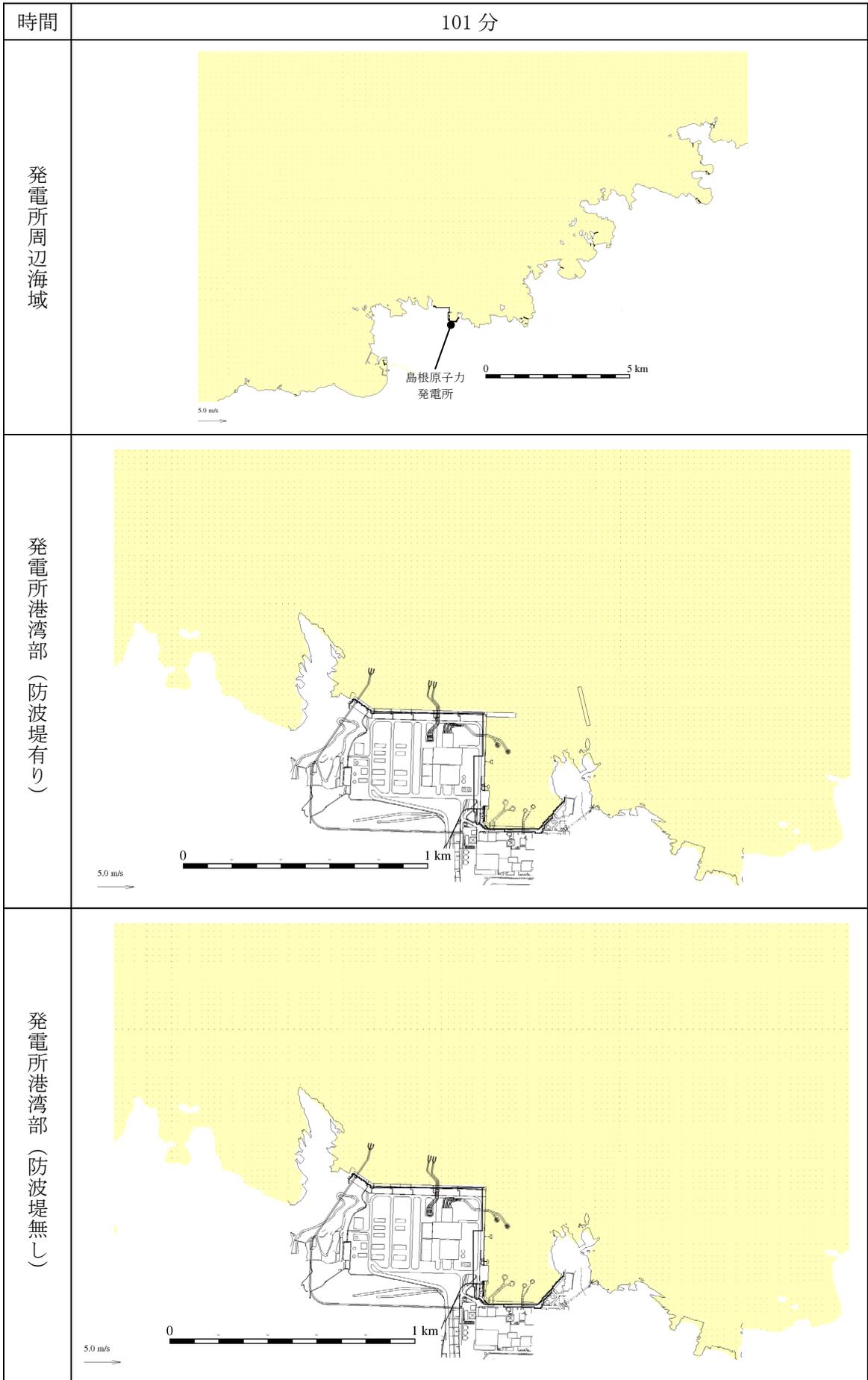
島根原子力発電所の基準津波 1～6 による水位変動・流向ベクトル図について、第 1 図～第 6 図に示す。



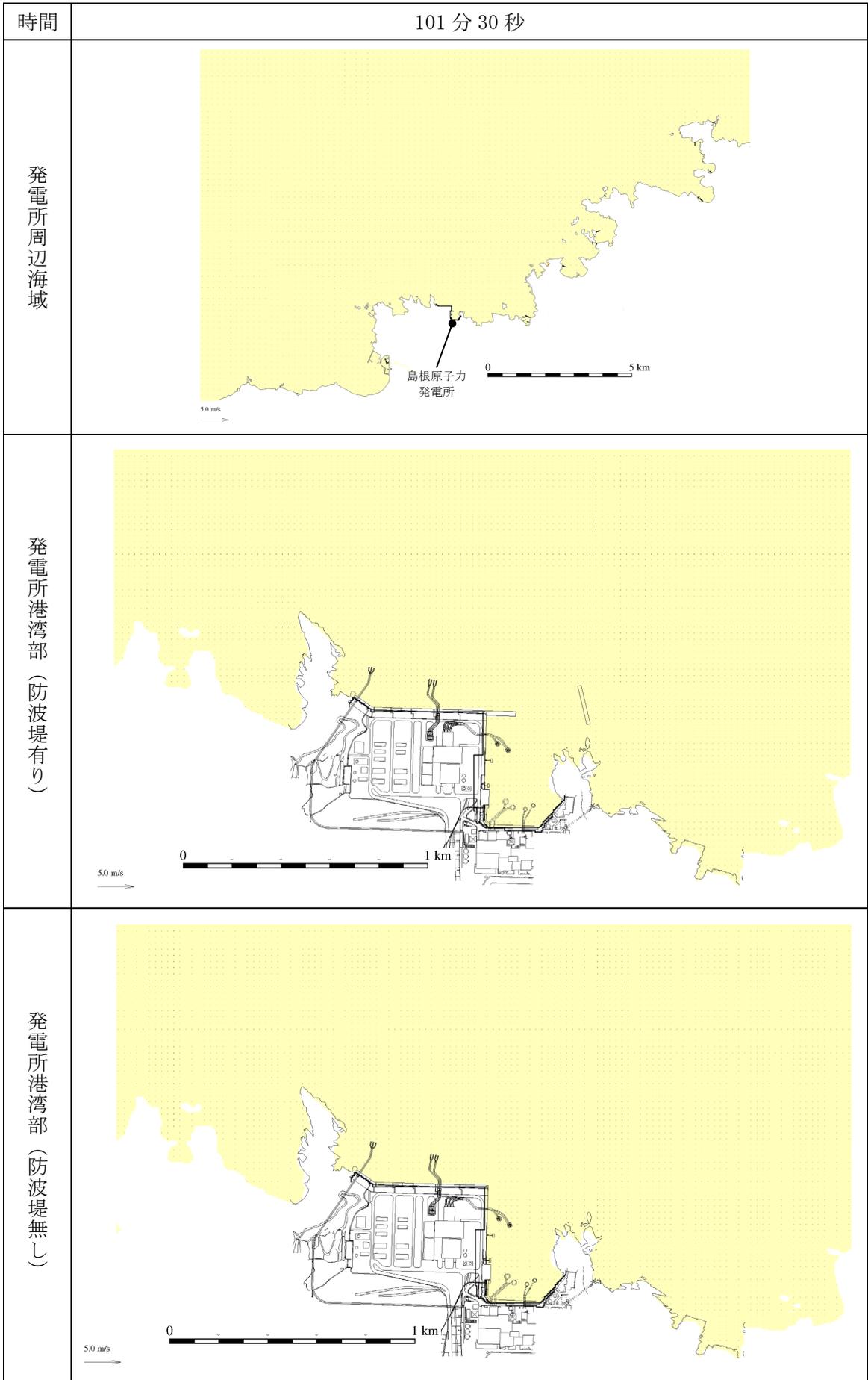
第 1 図(1) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



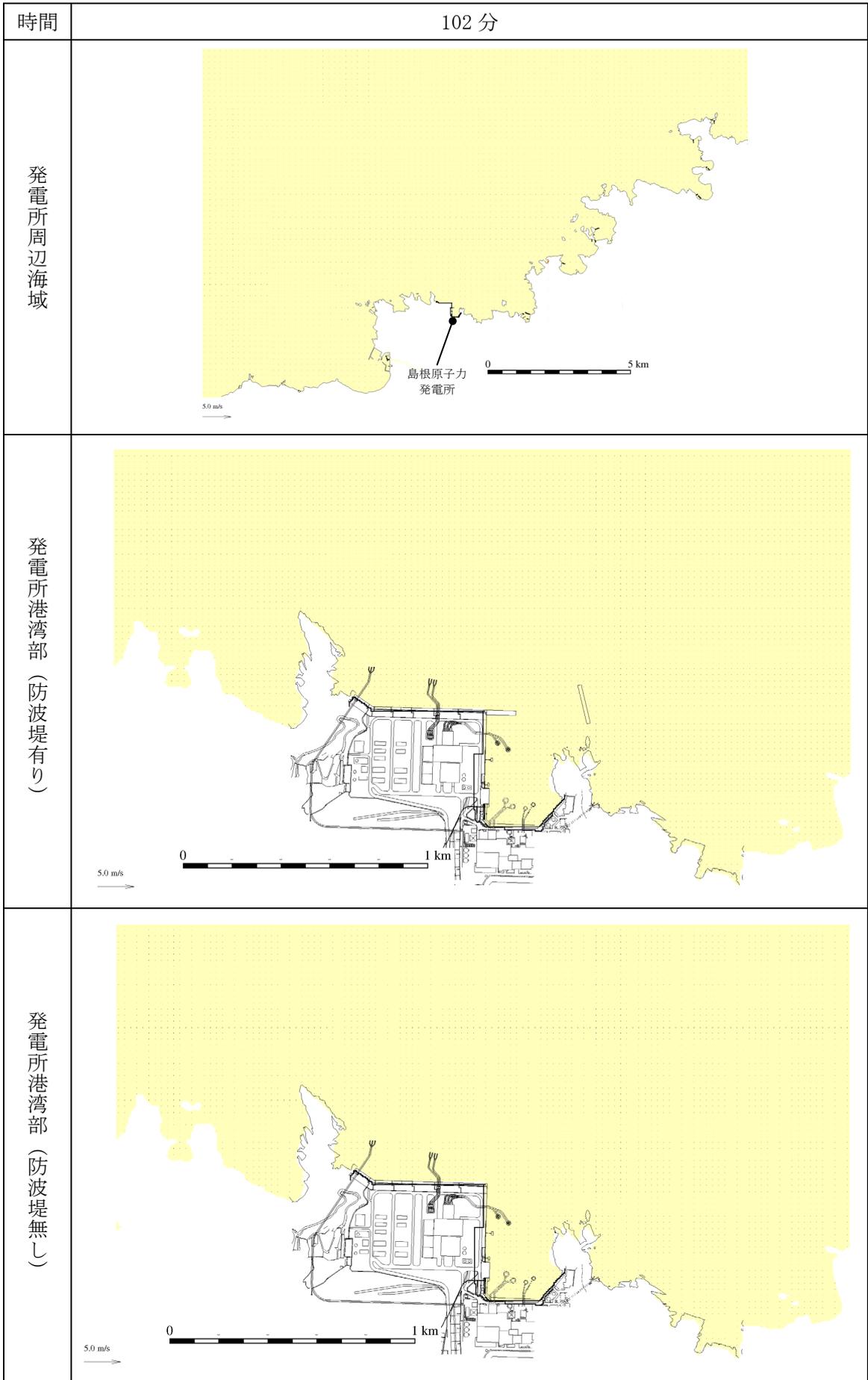
第 1 図 (2) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



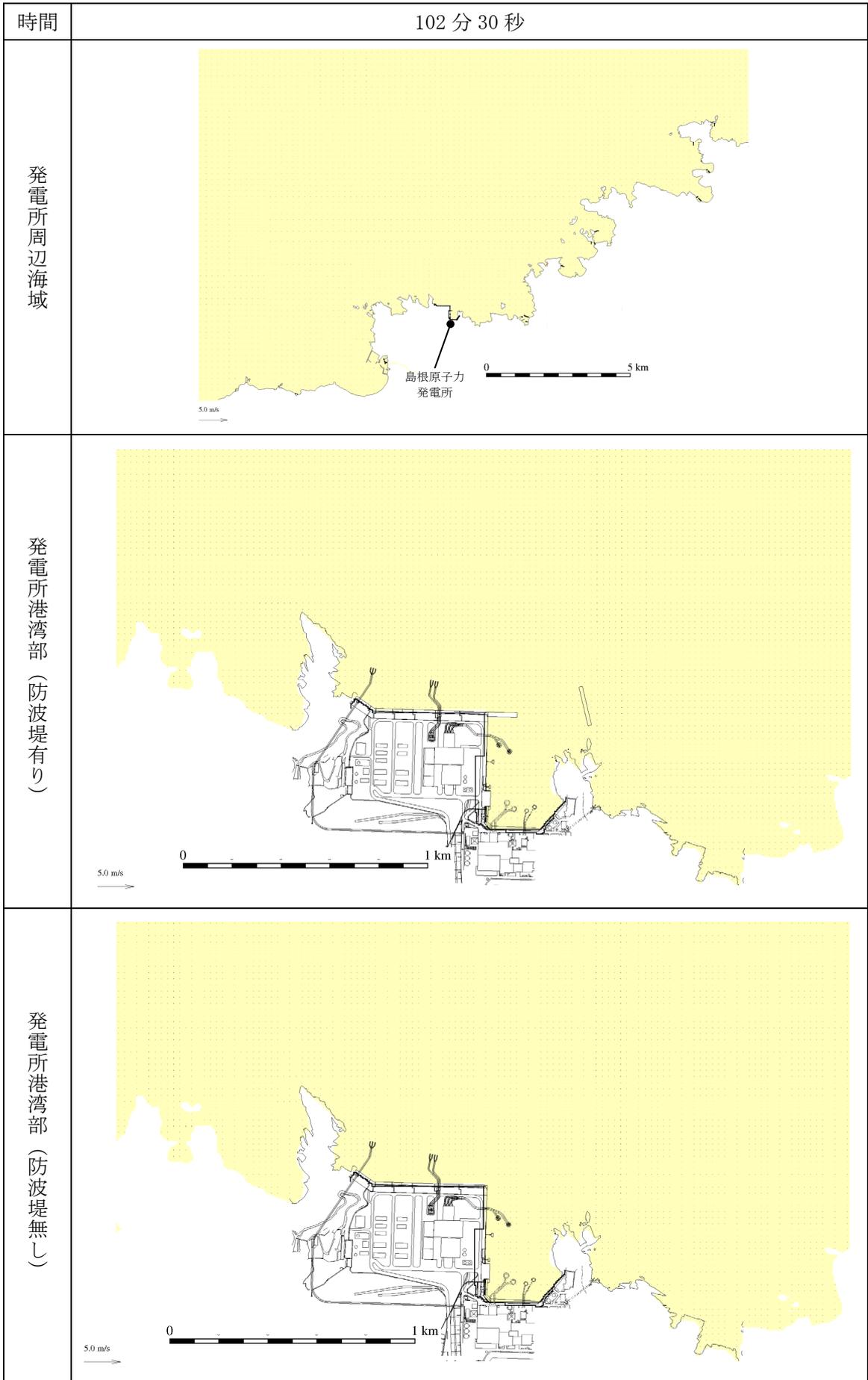
第 1 図 (3) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



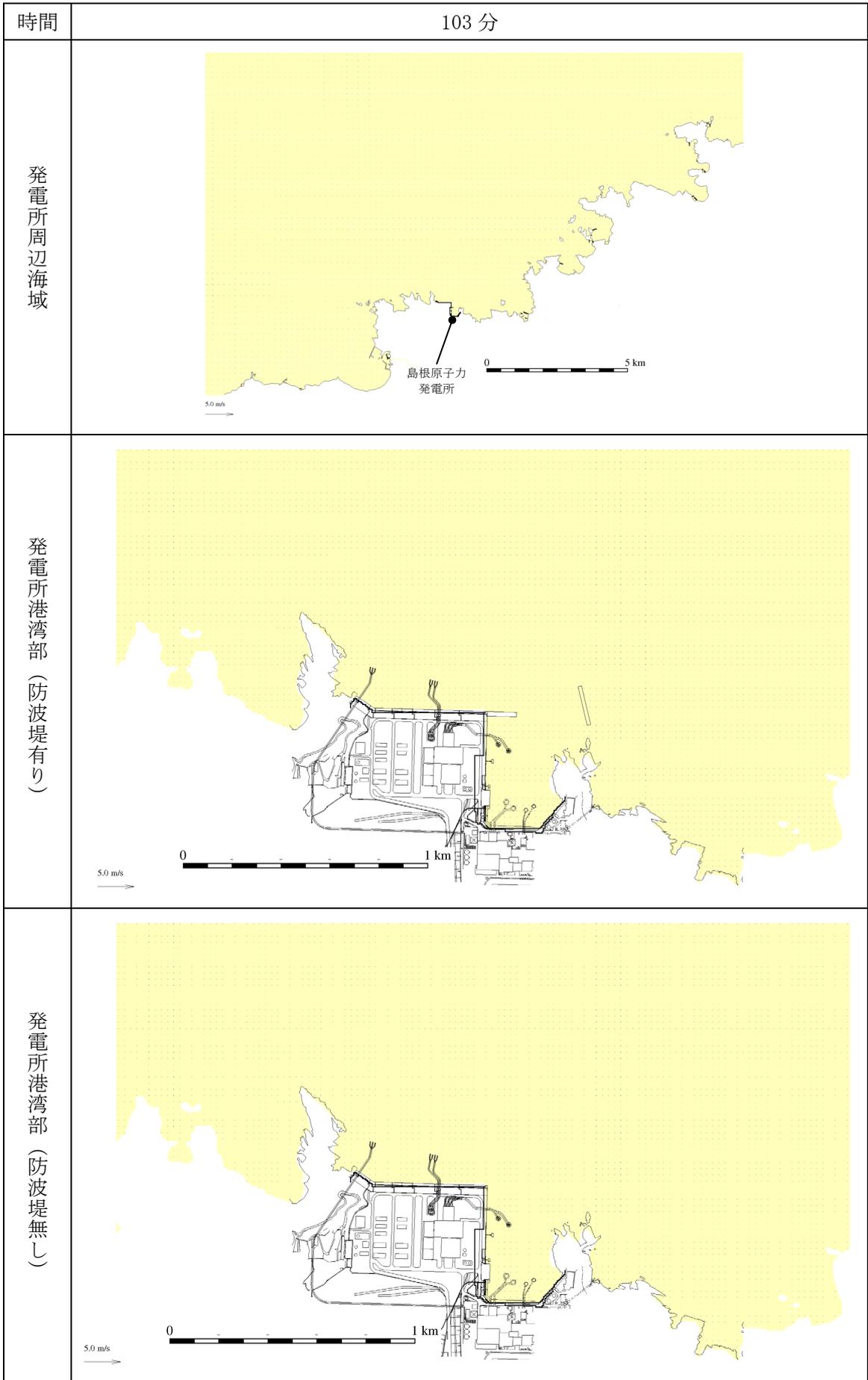
第 1 図 (4) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



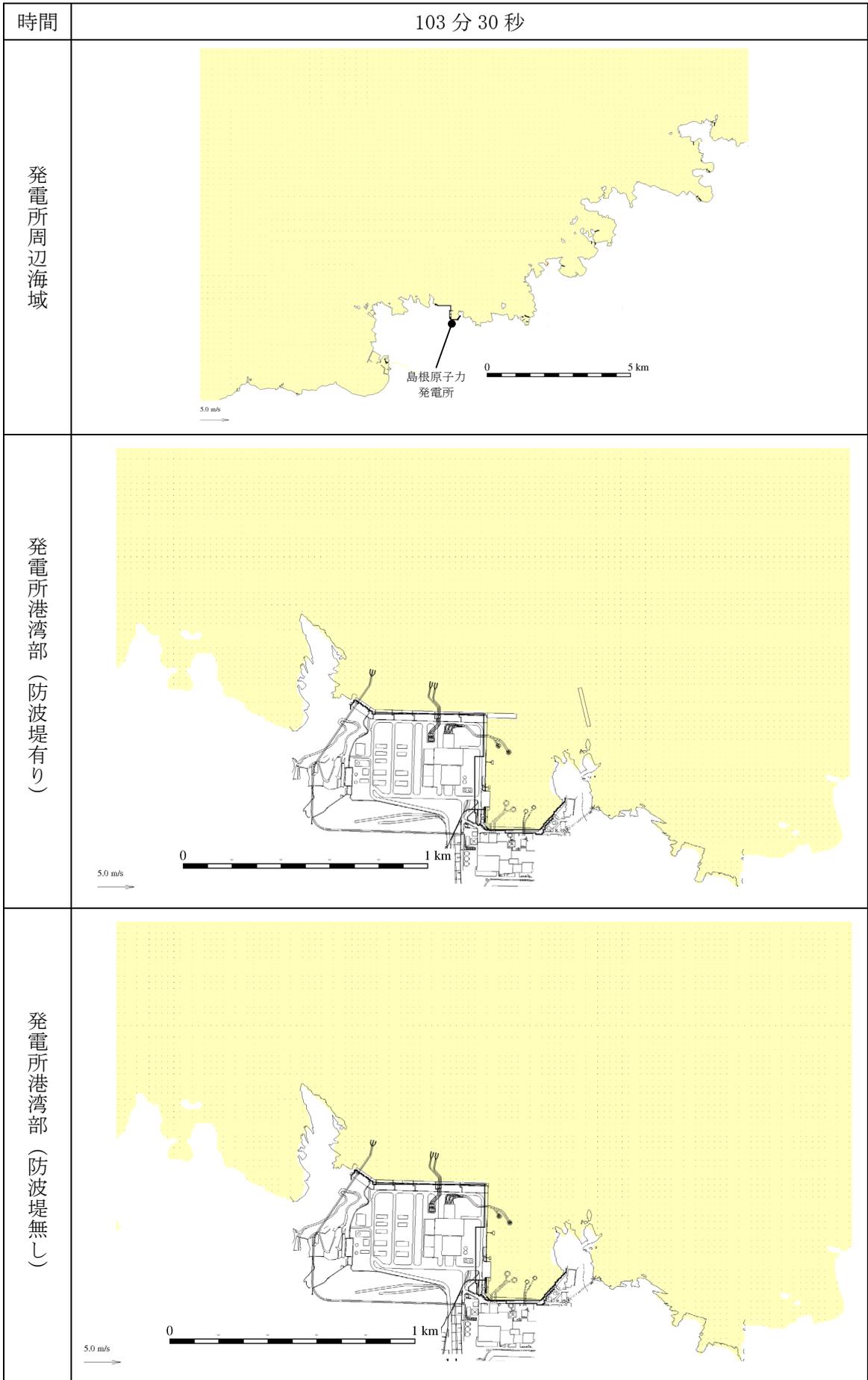
第 1 図 (5) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



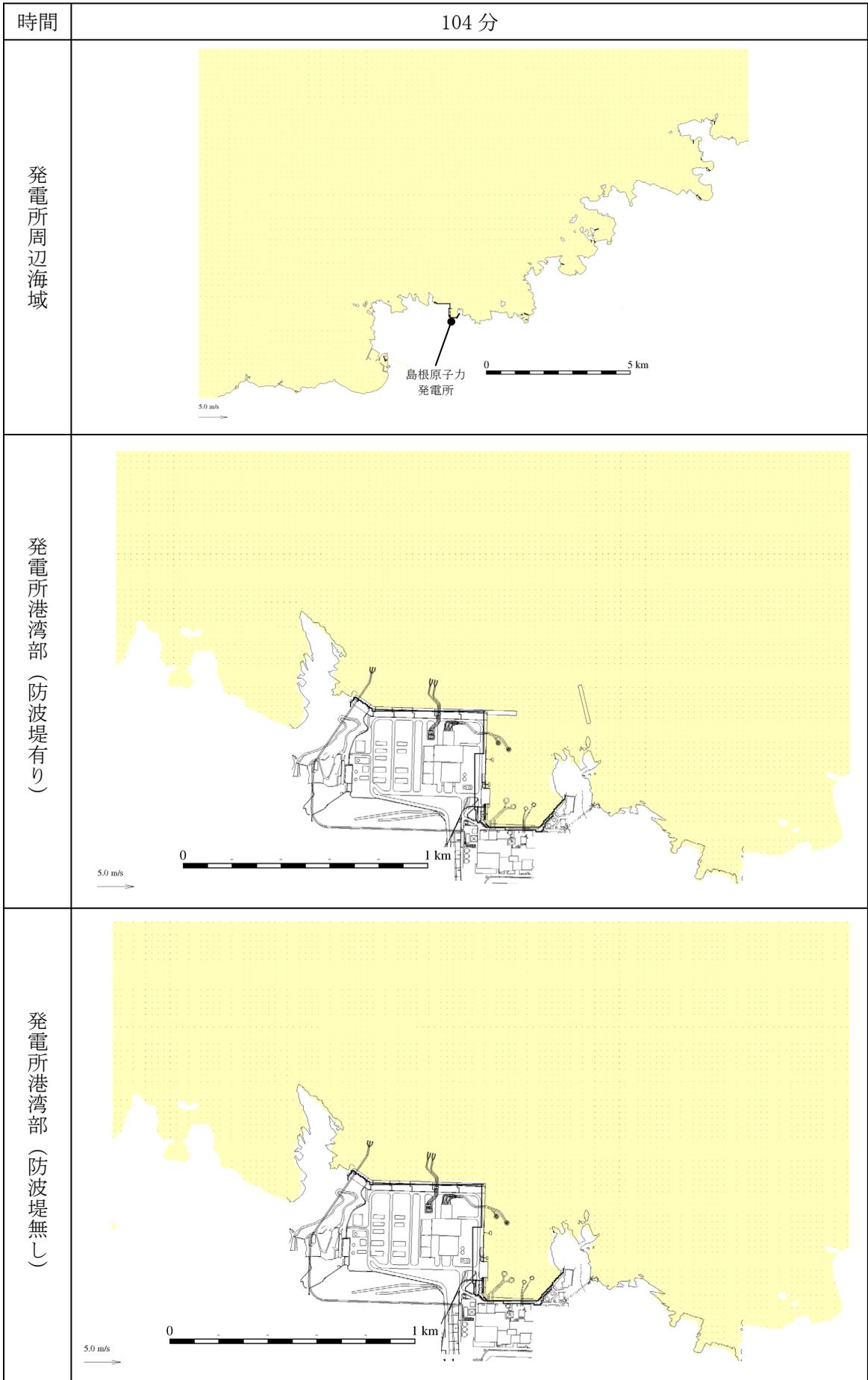
第 1 図 (6) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



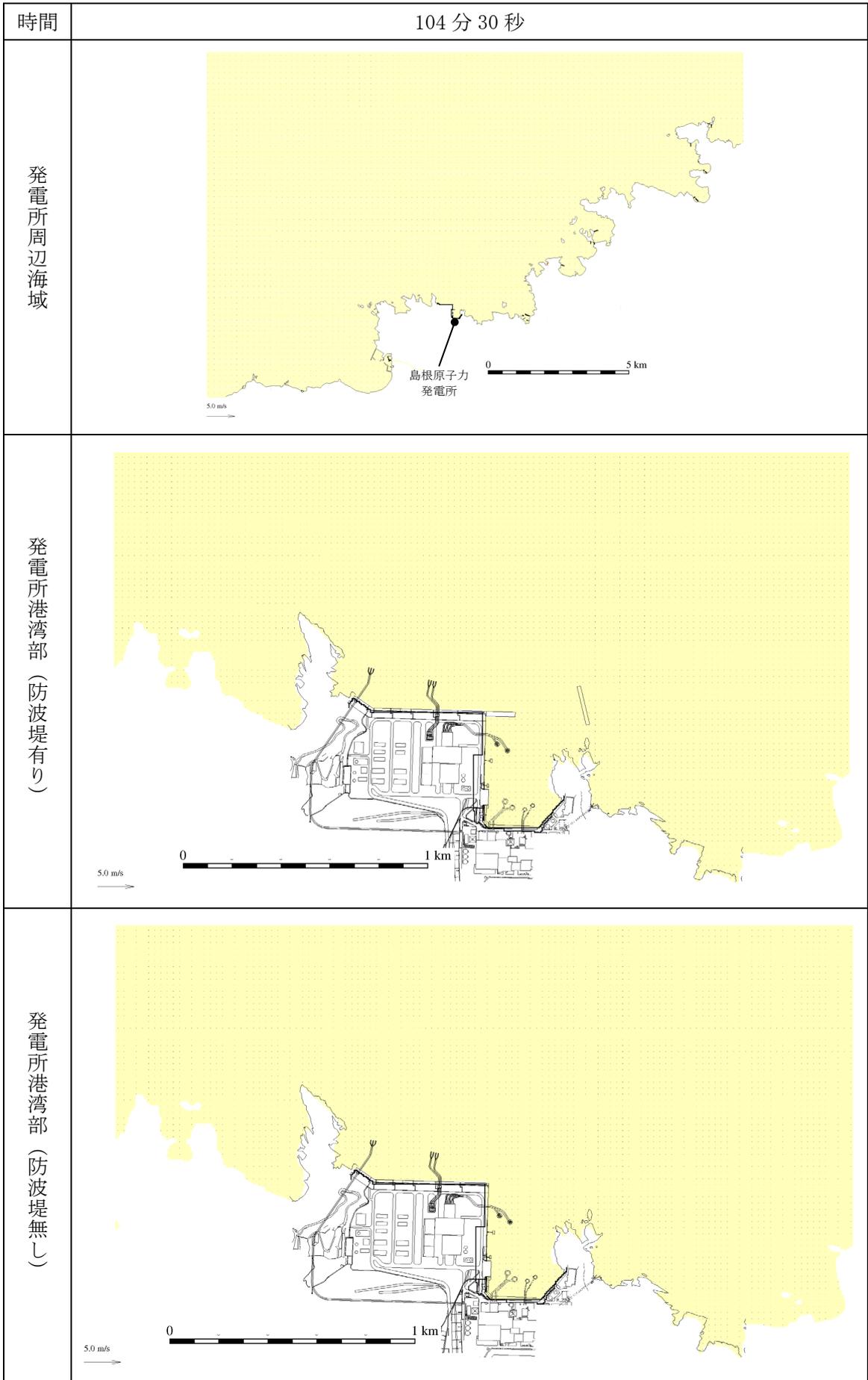
第 1 図 (7) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



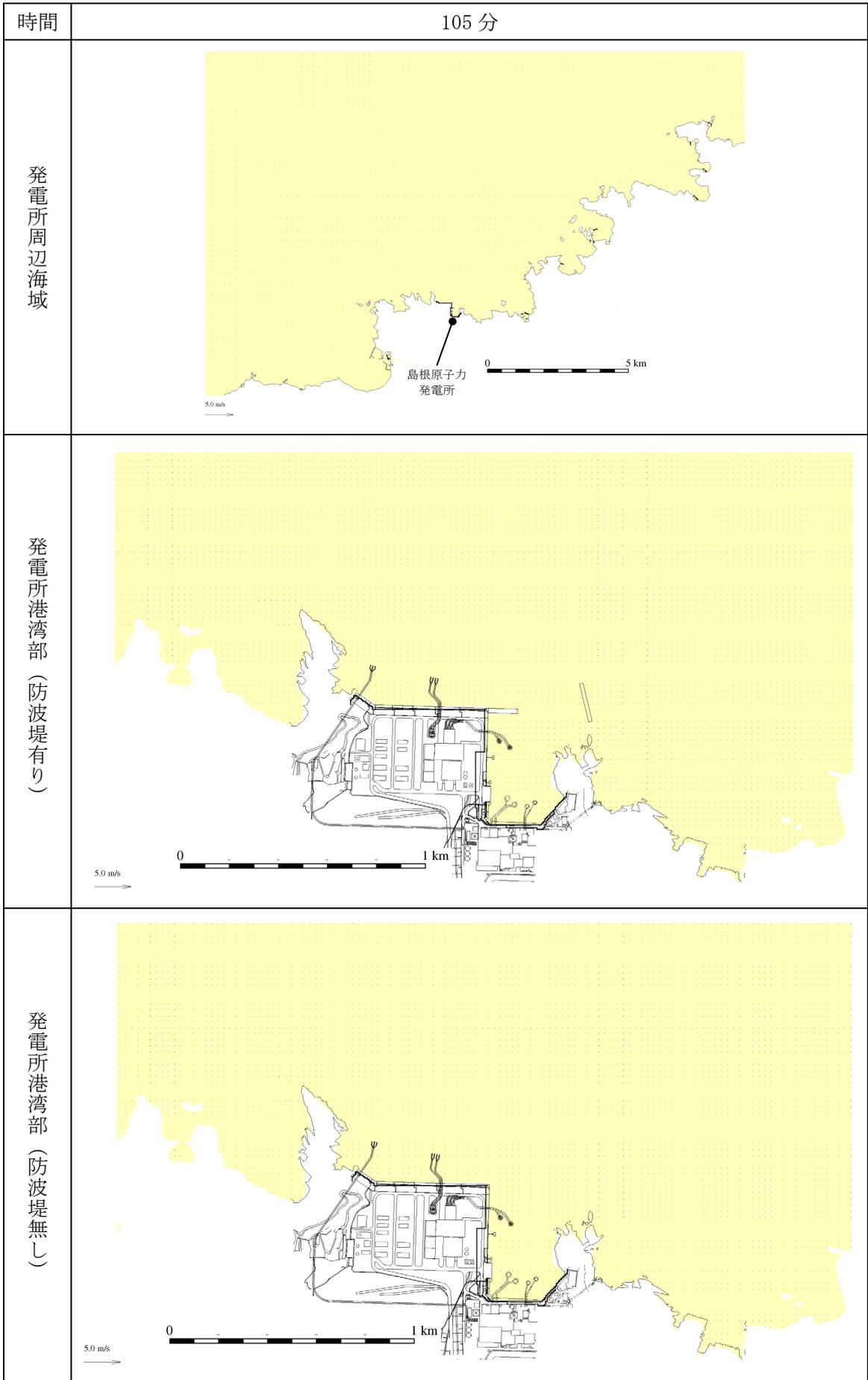
第 1 図 (8) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



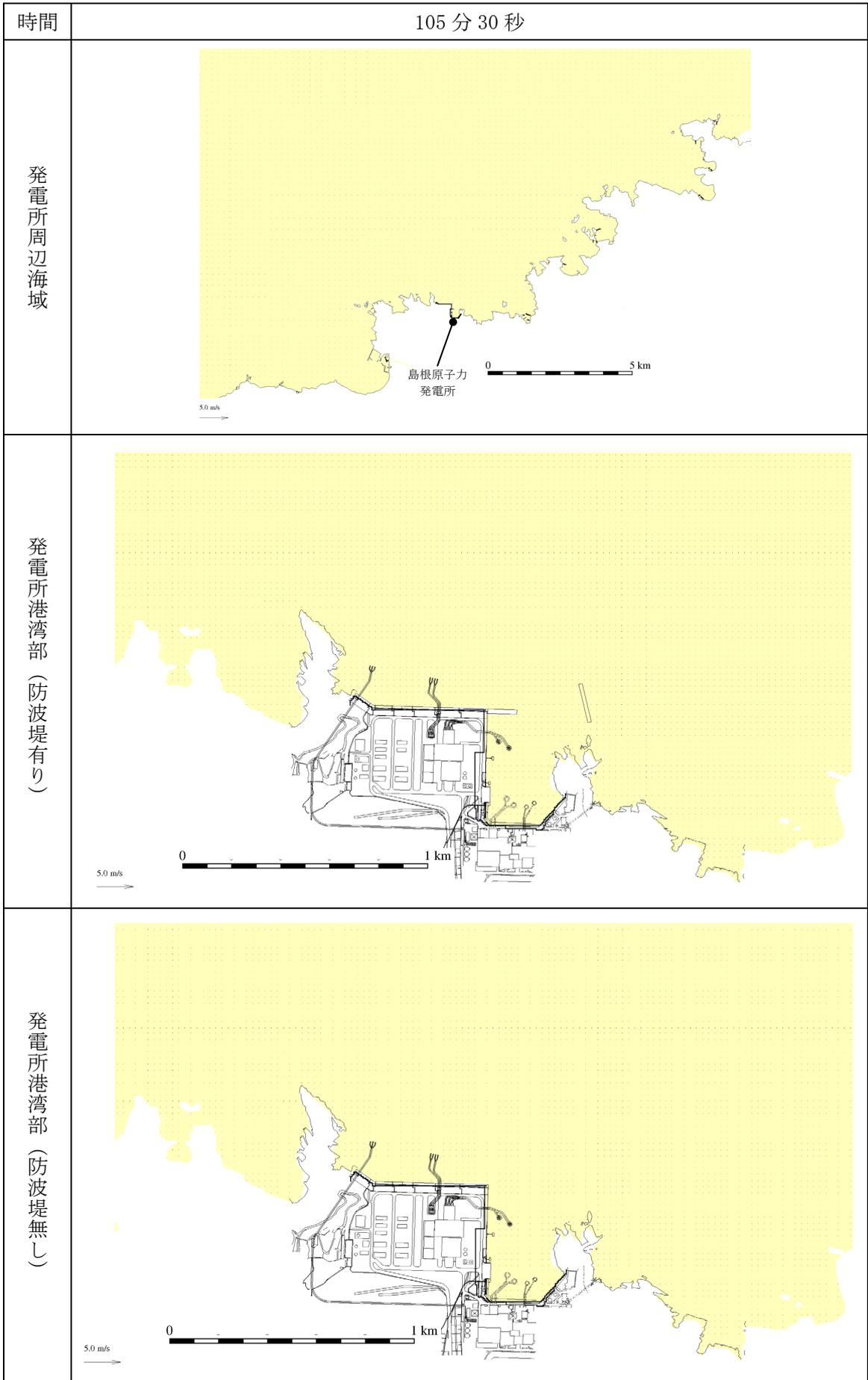
第 1 図 (9) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



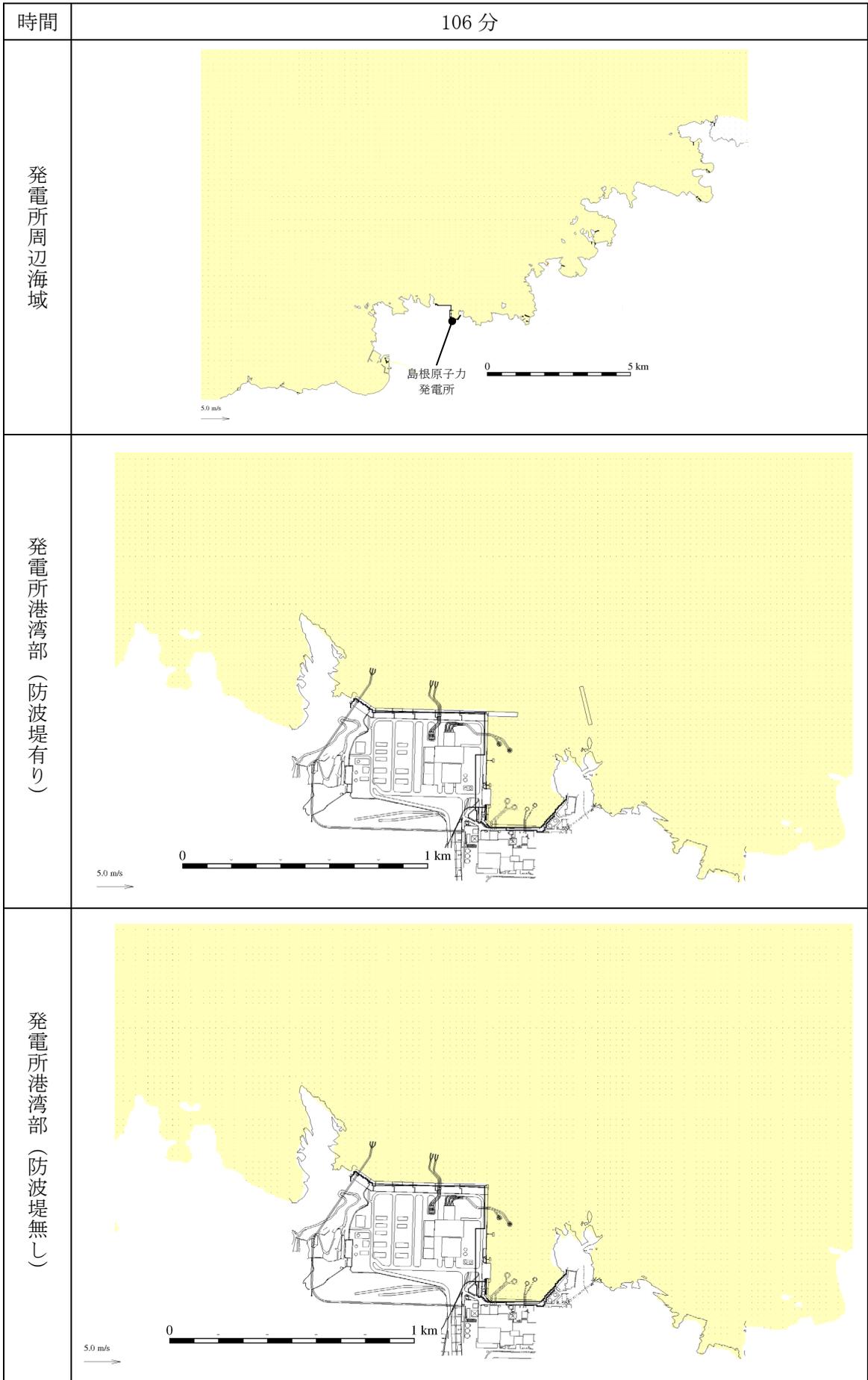
第 1 図(10) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



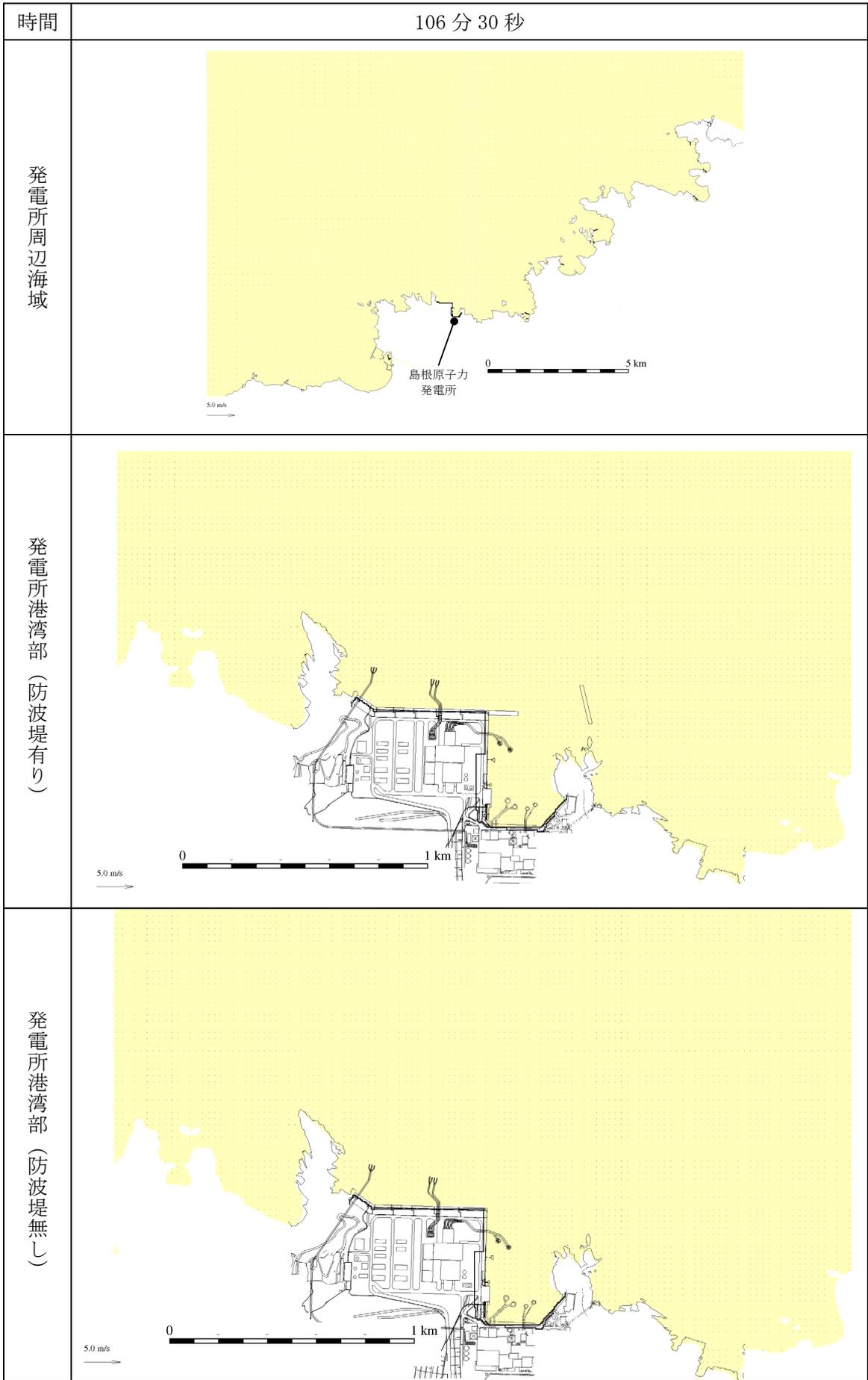
第 1 図(11) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



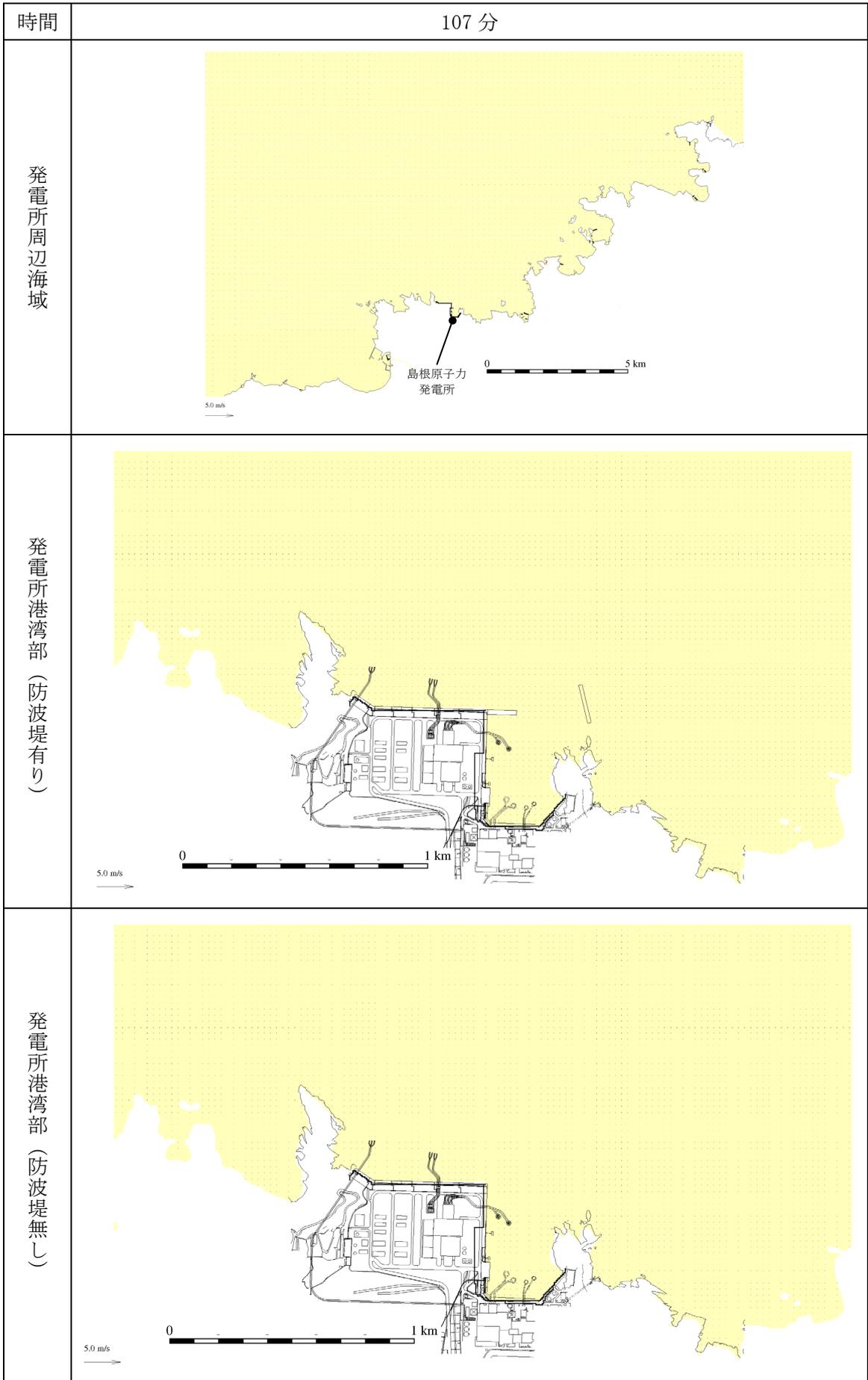
第 1 図(12) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



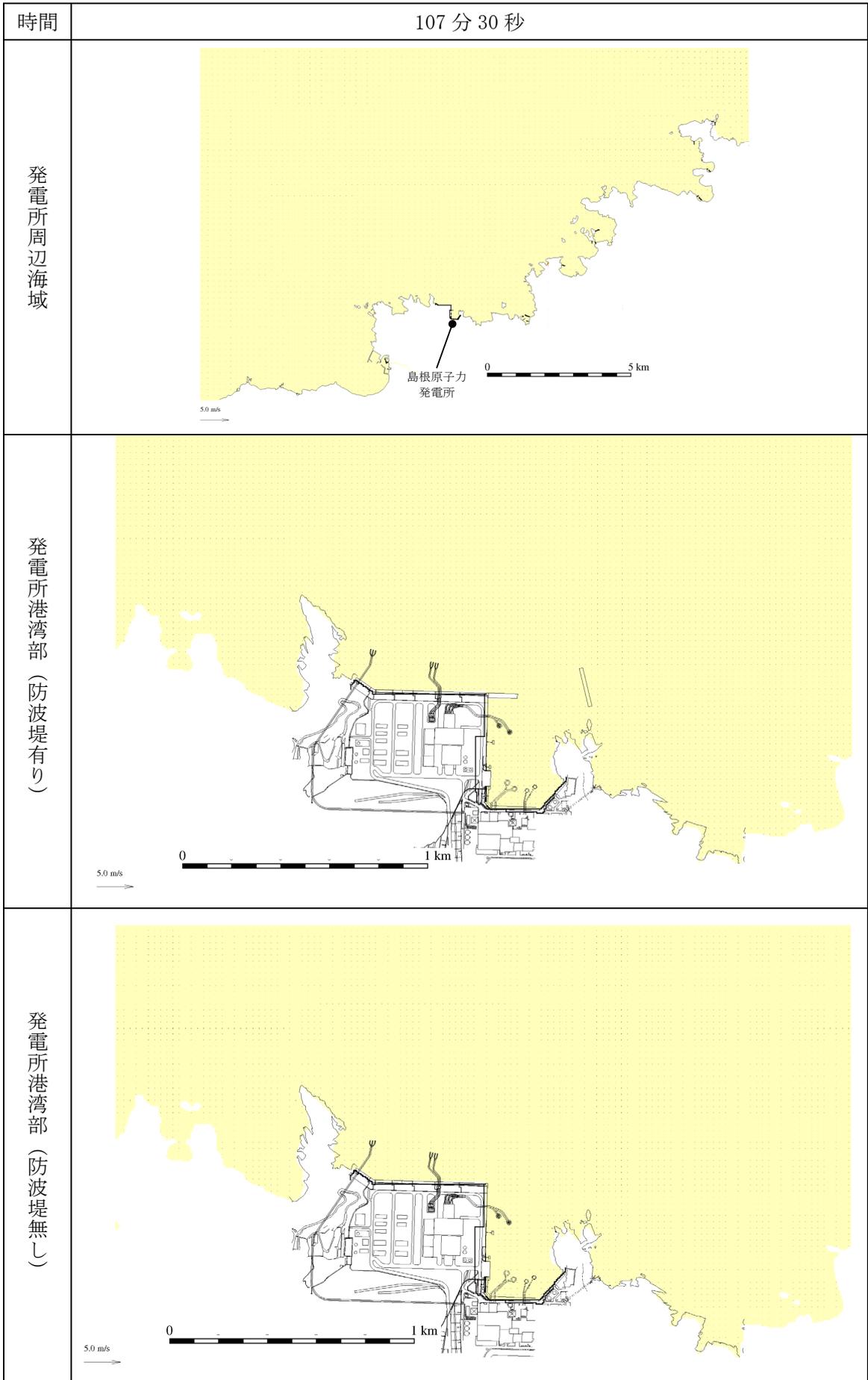
第 1 図(13) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



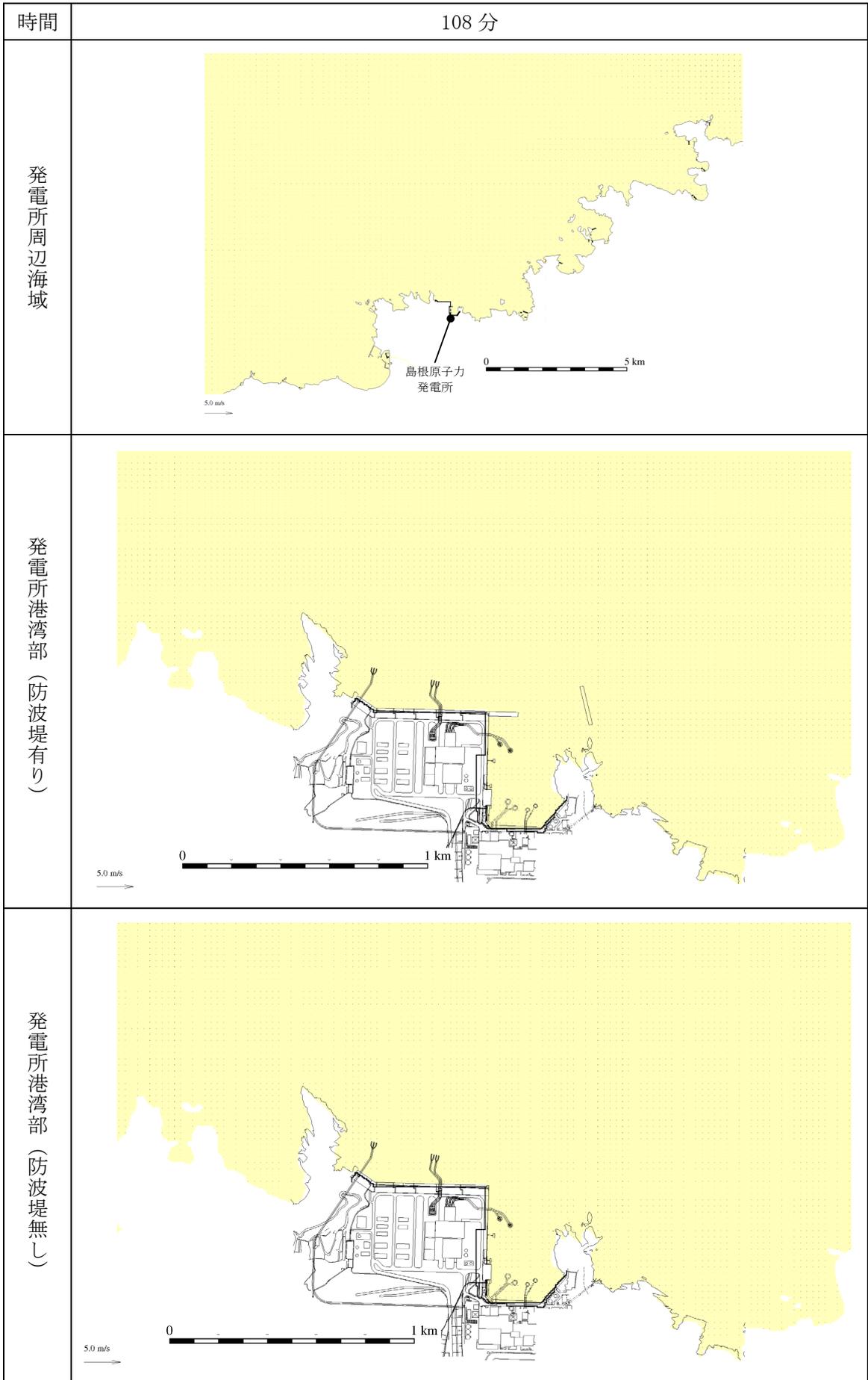
第 1 図(14) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



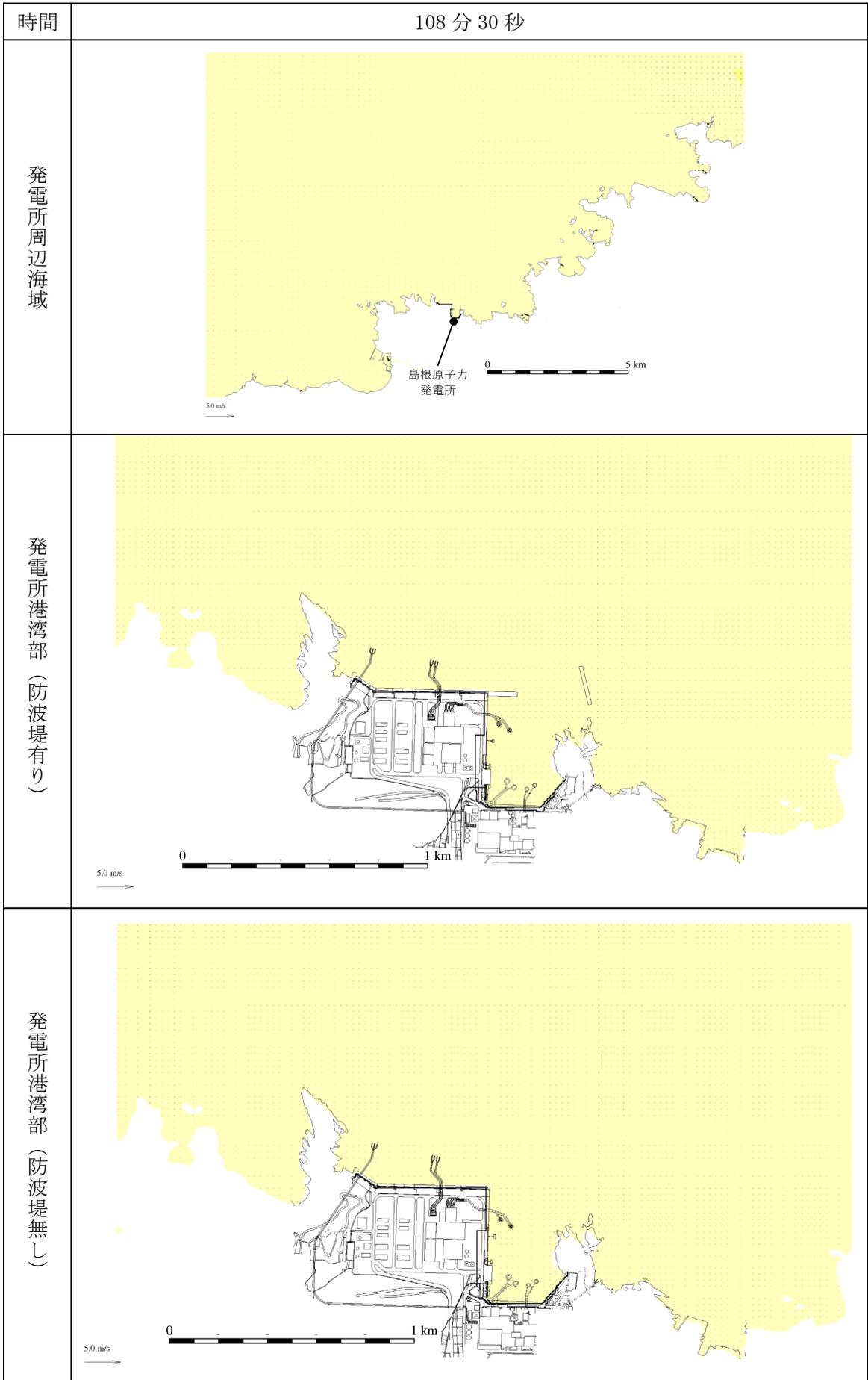
第 1 図(15) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



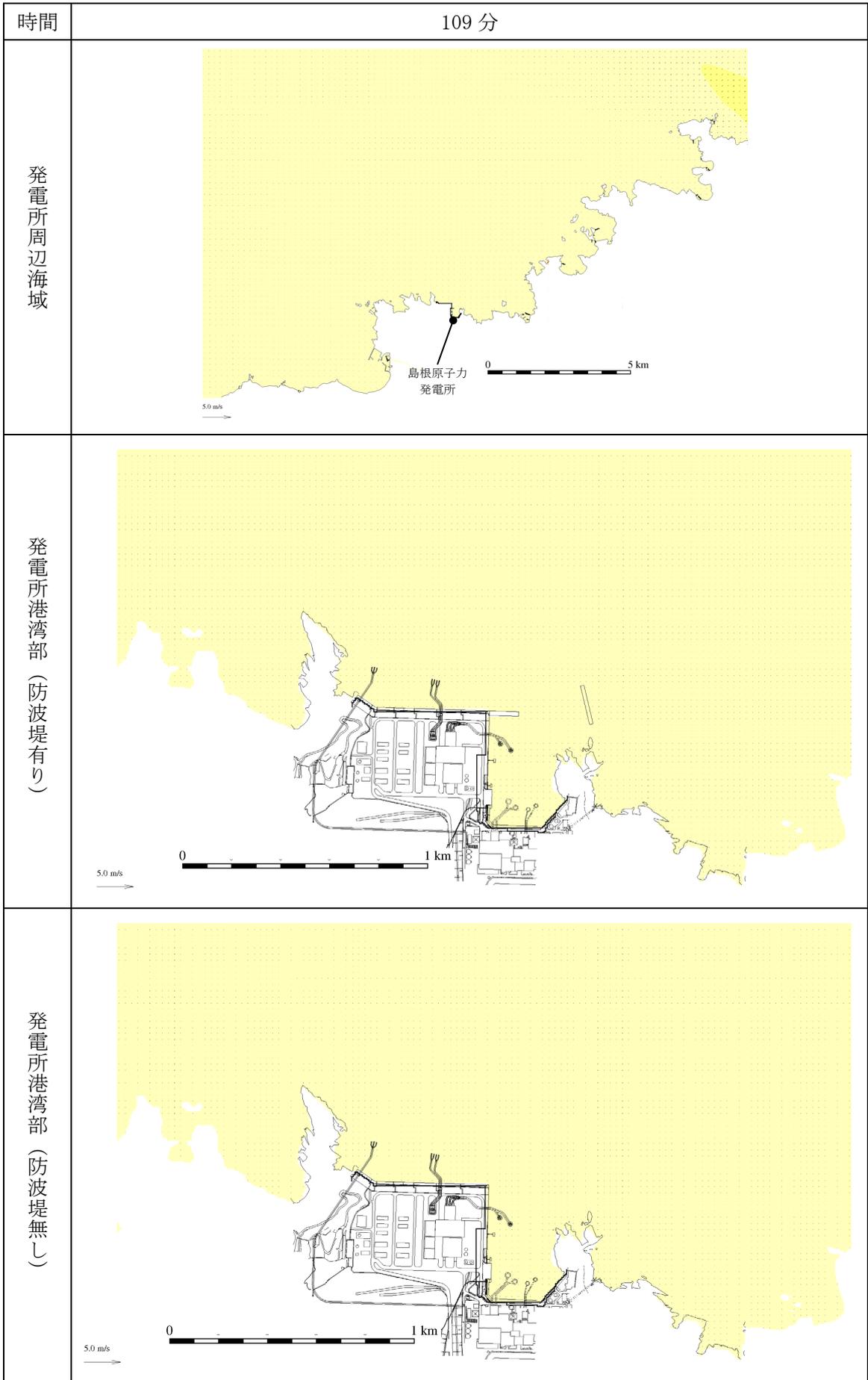
第 1 図(16) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



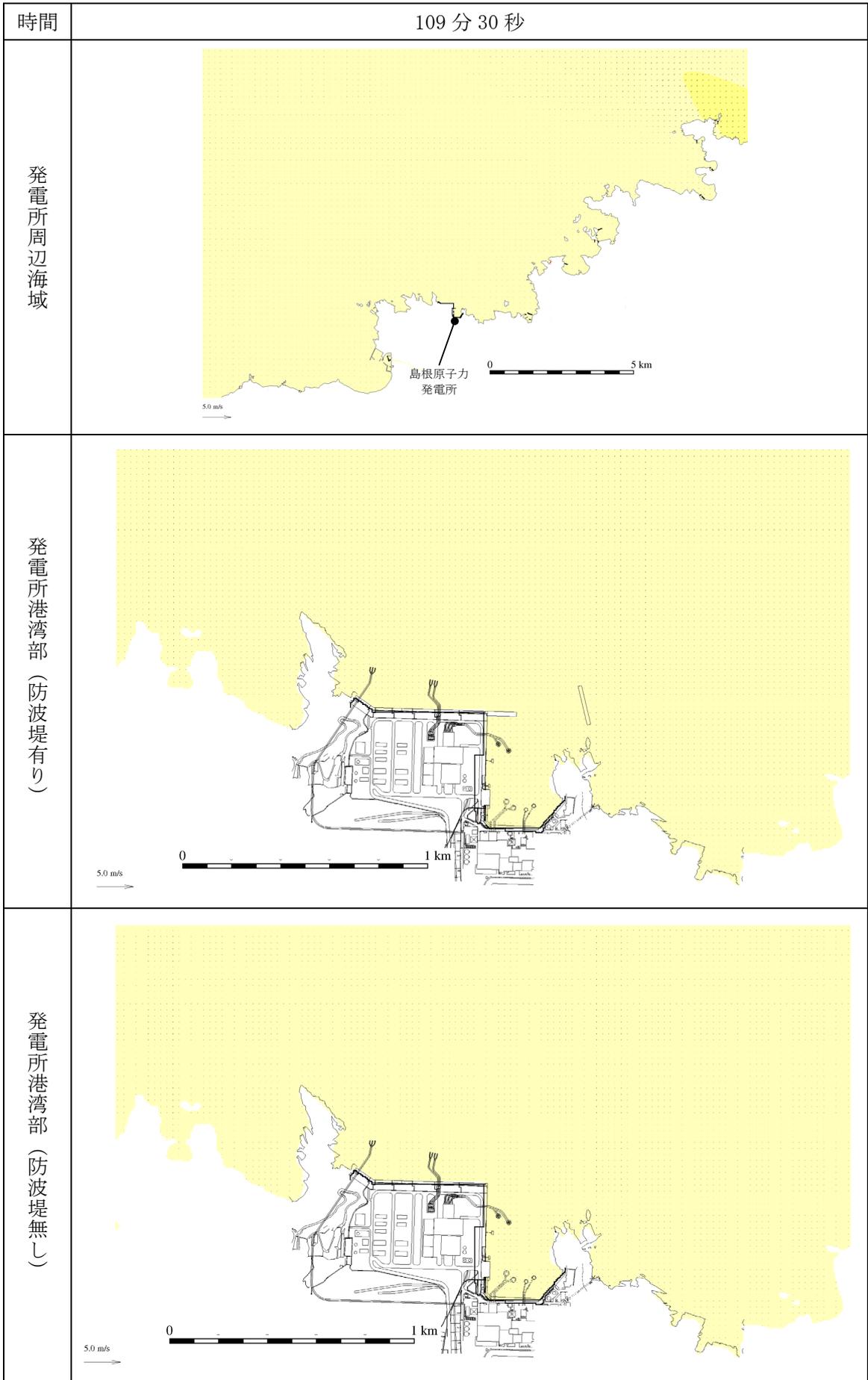
第 1 図(17) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



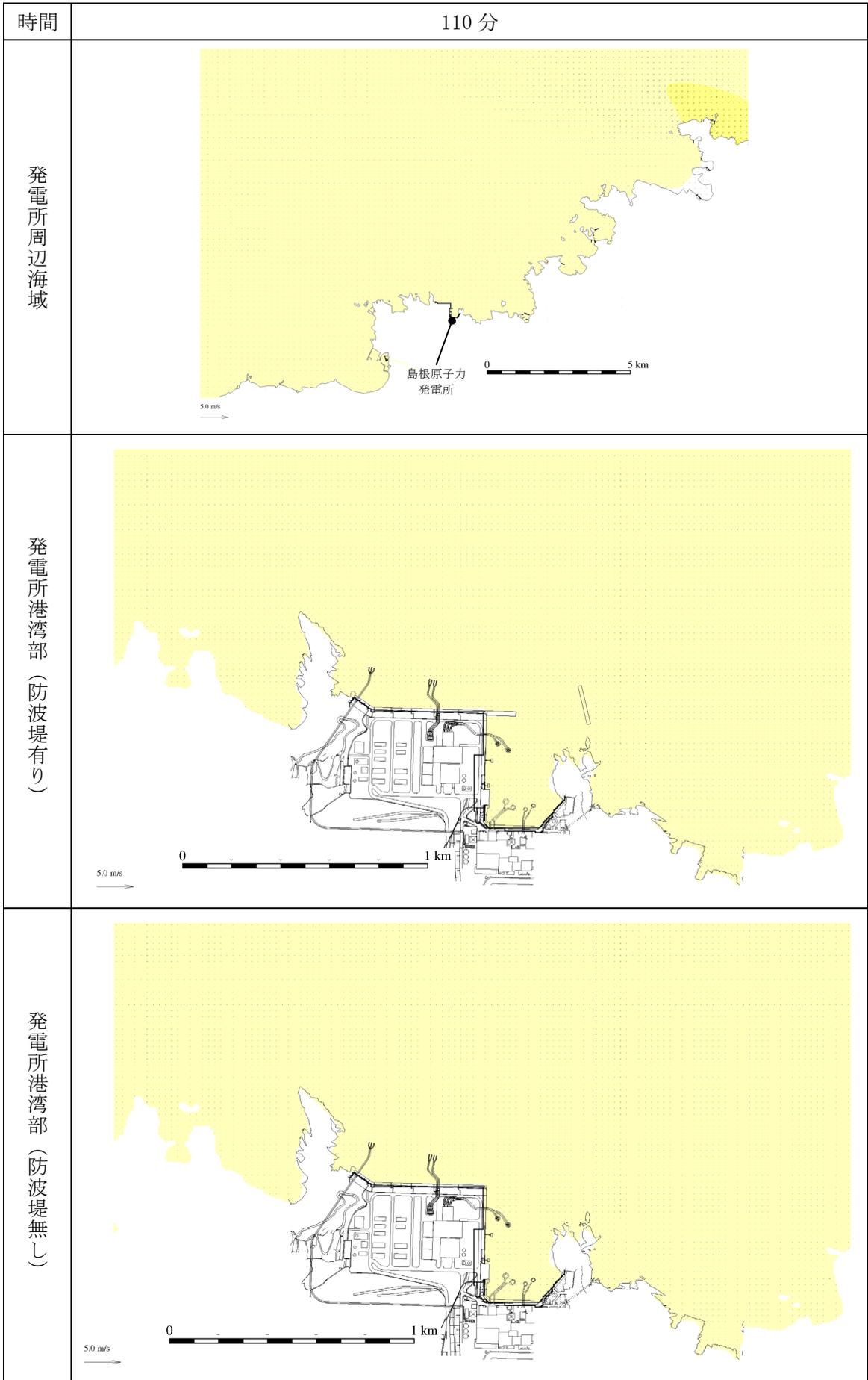
第 1 図(18) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



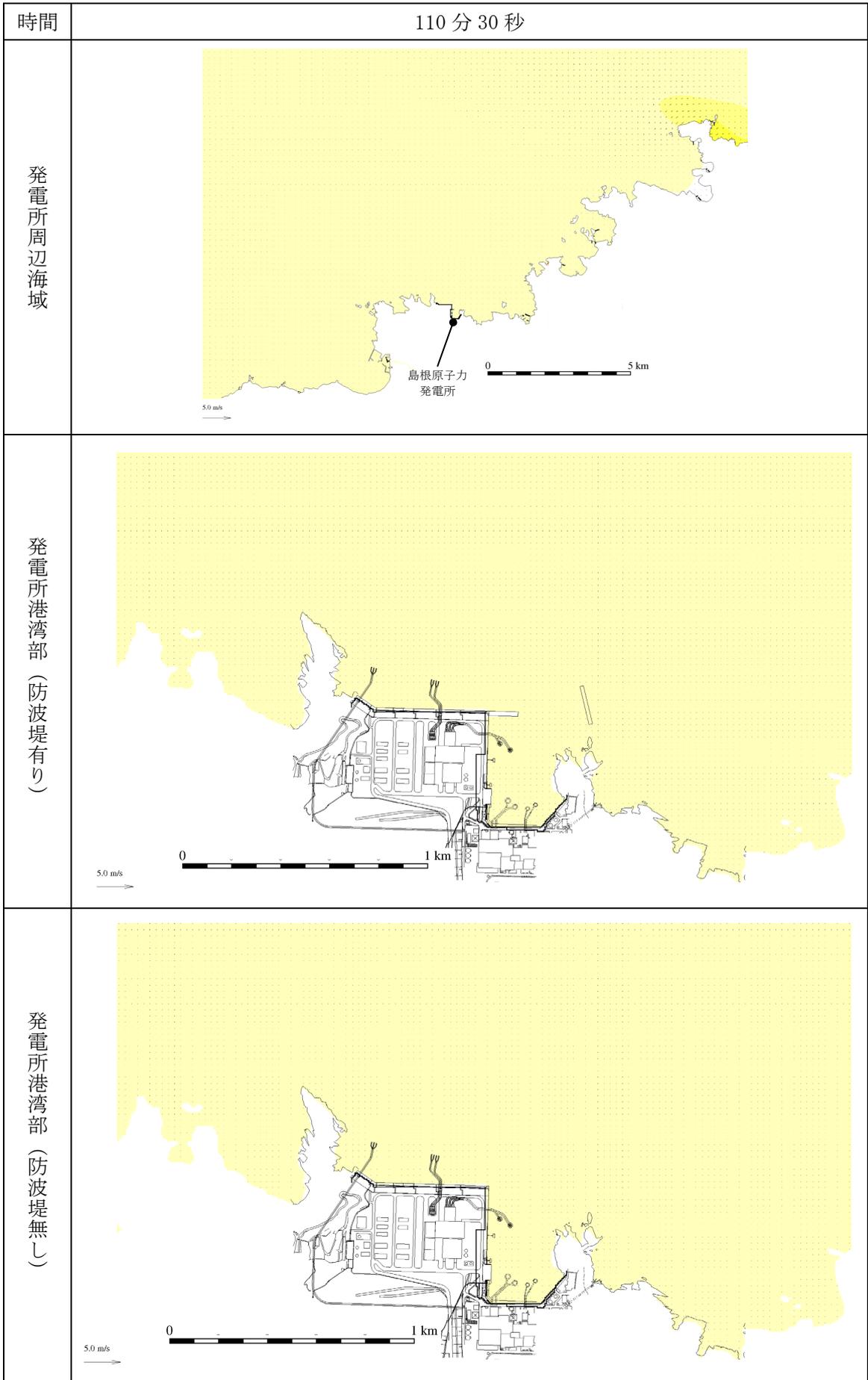
第 1 図(19) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



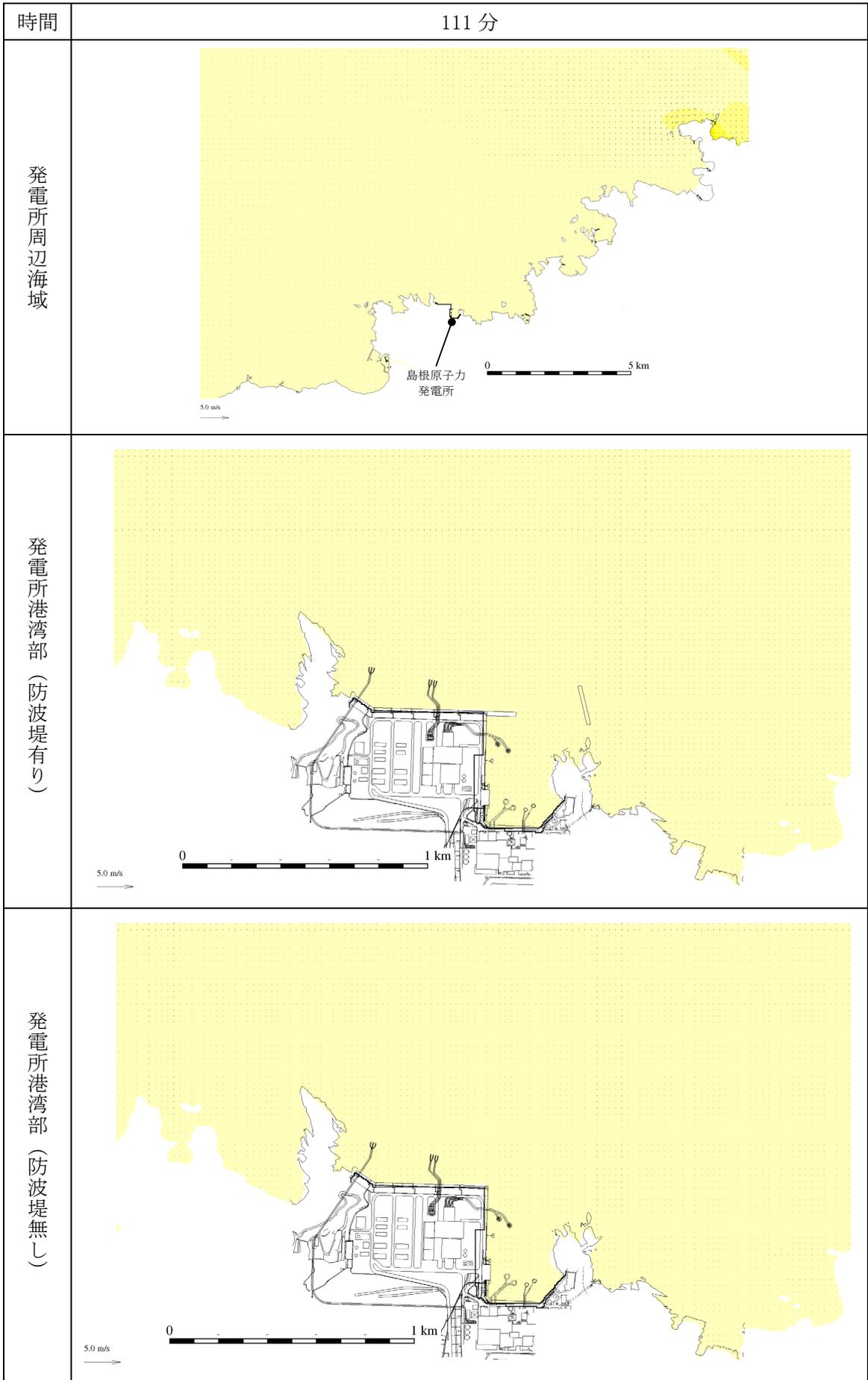
第 1 図(20) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



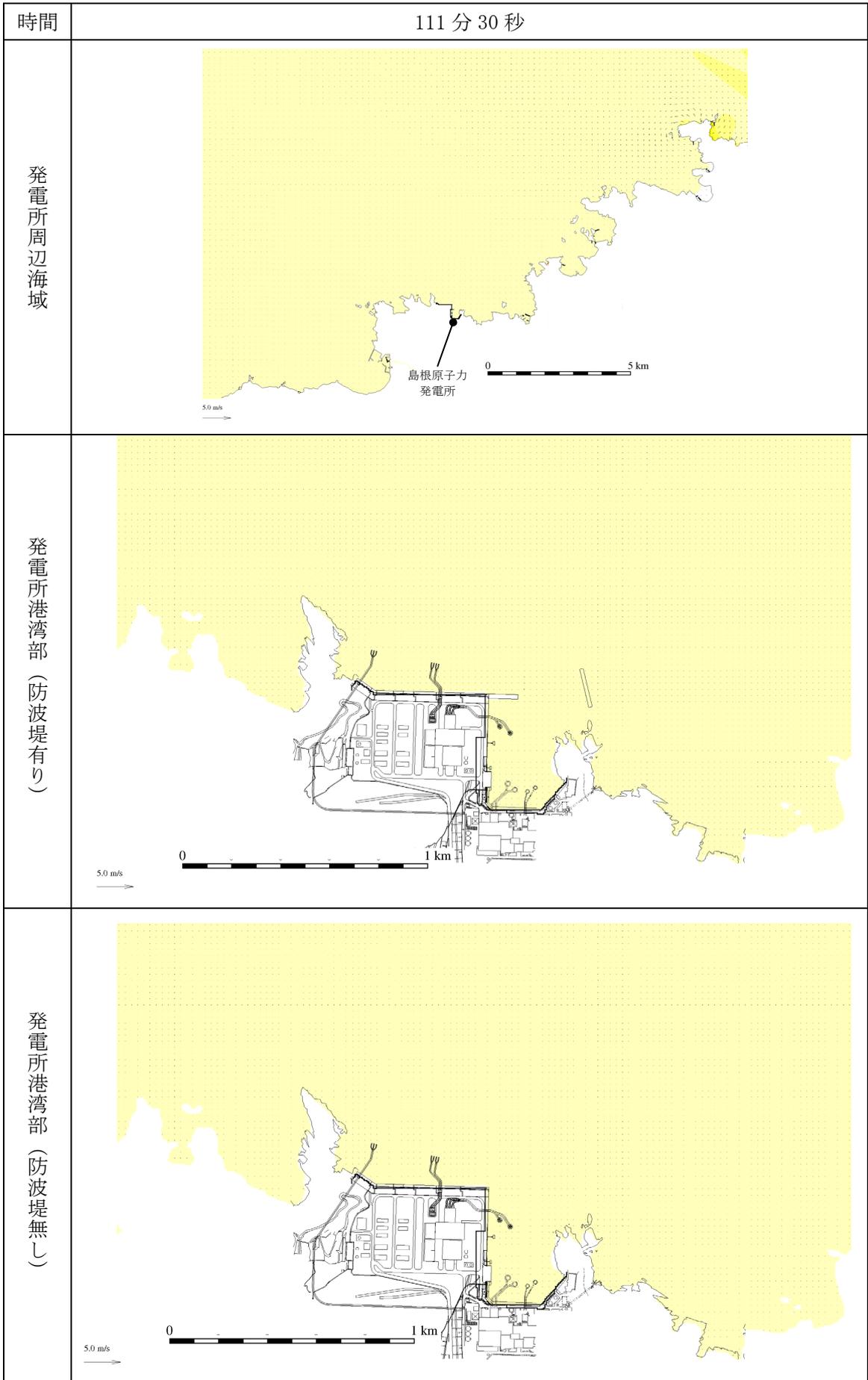
第 1 図(21) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



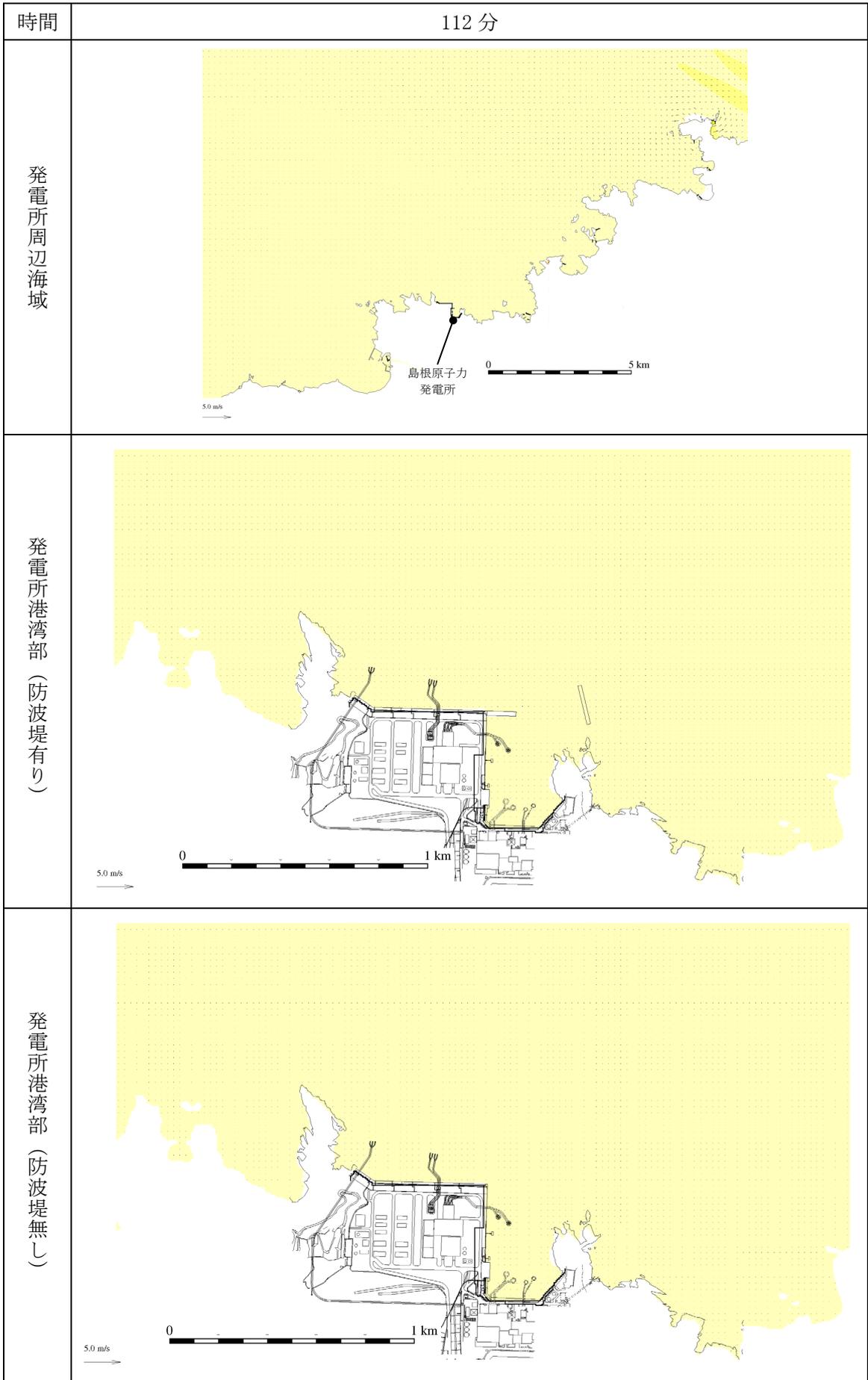
第 1 図(22) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



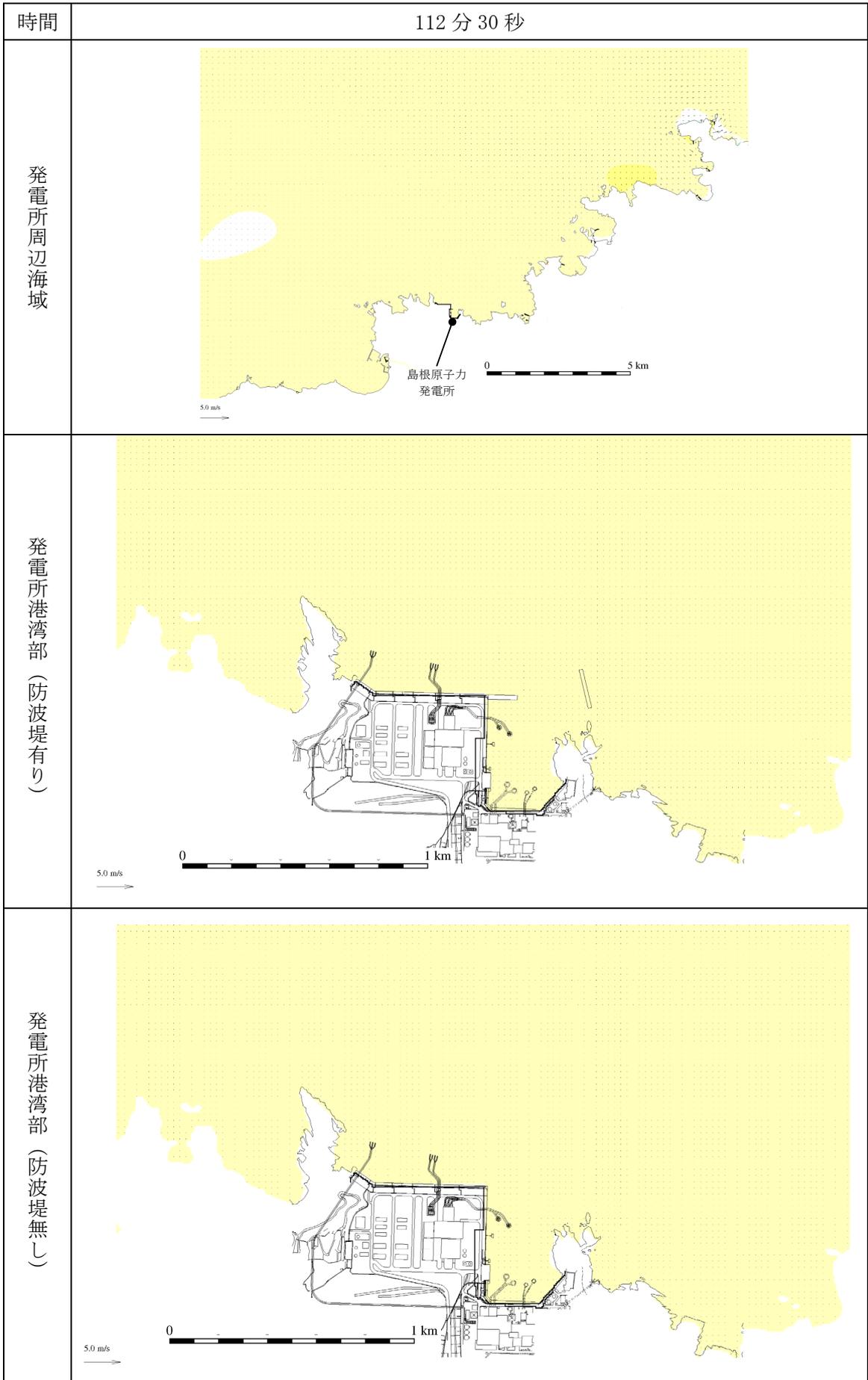
第 1 図 (23) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



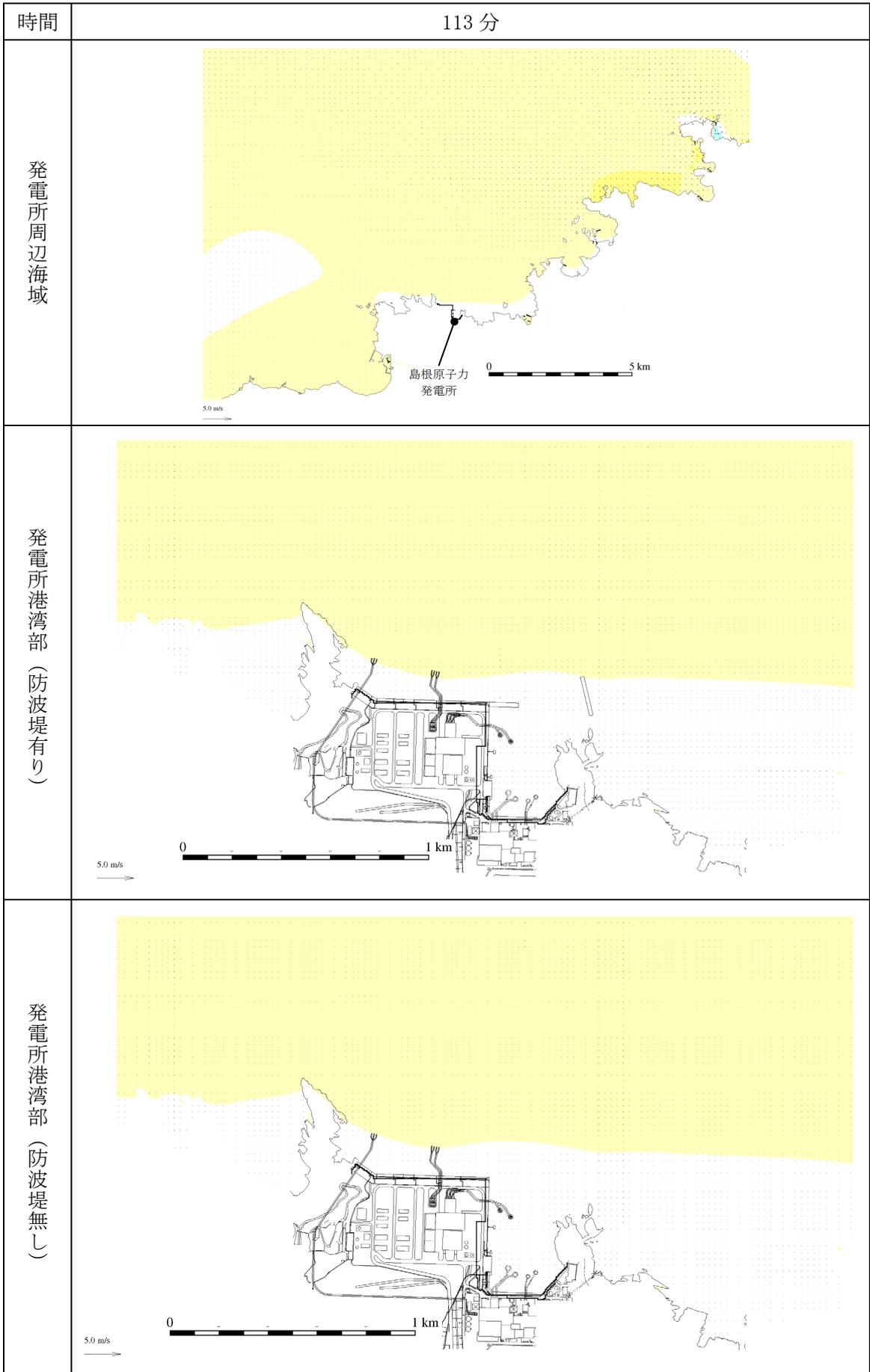
第 1 図 (24) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



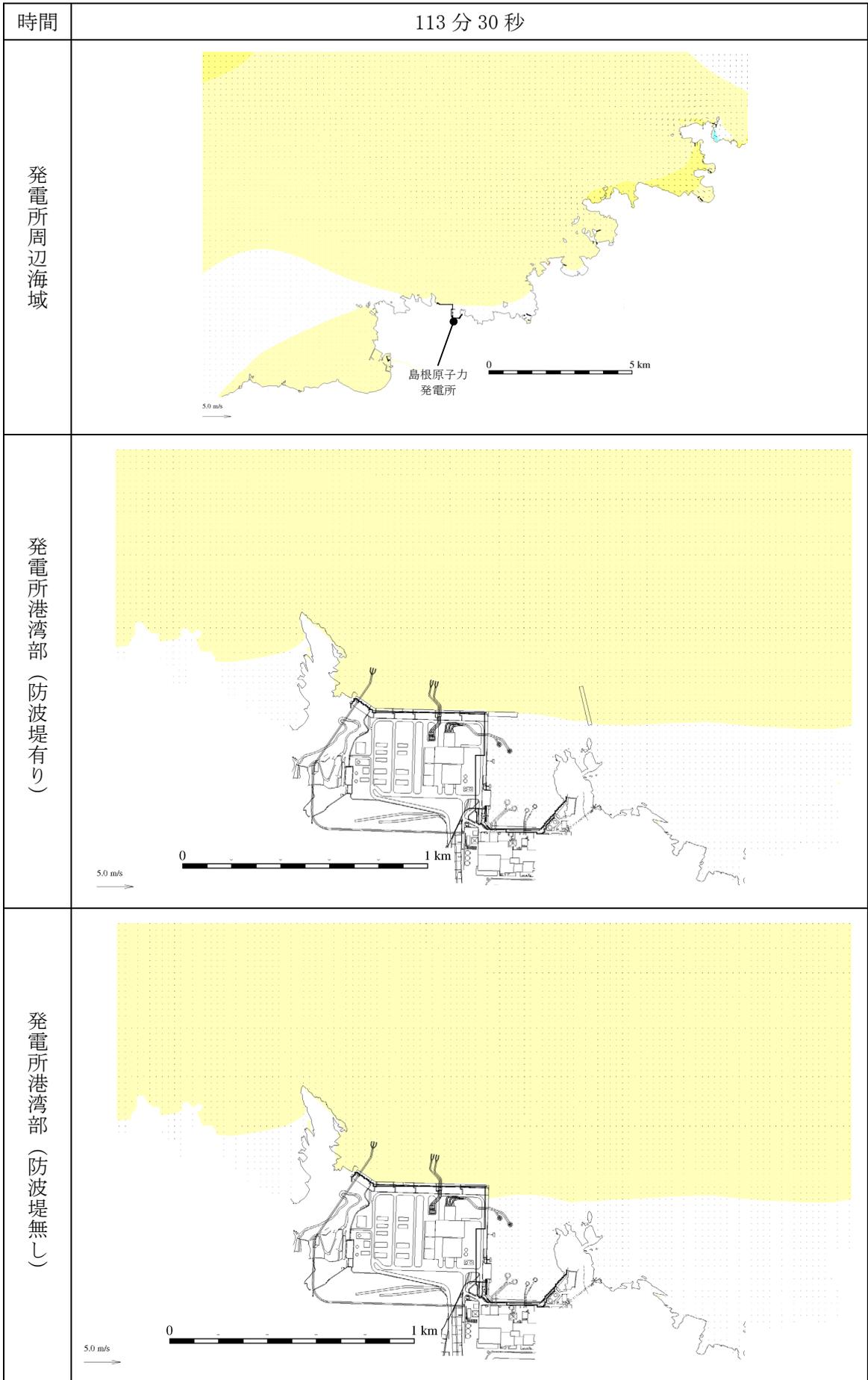
第 1 図 (25) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



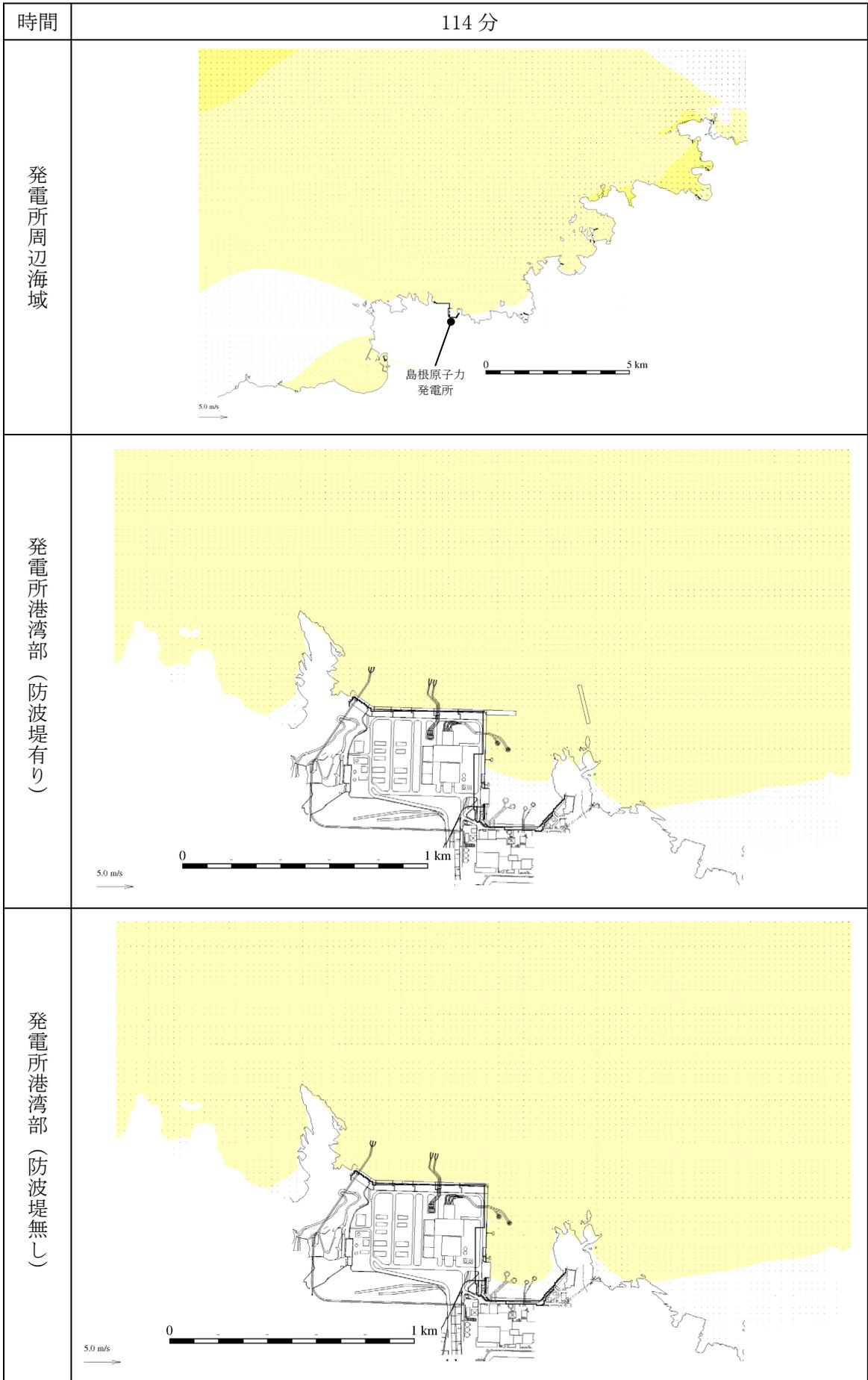
第 1 図(26) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



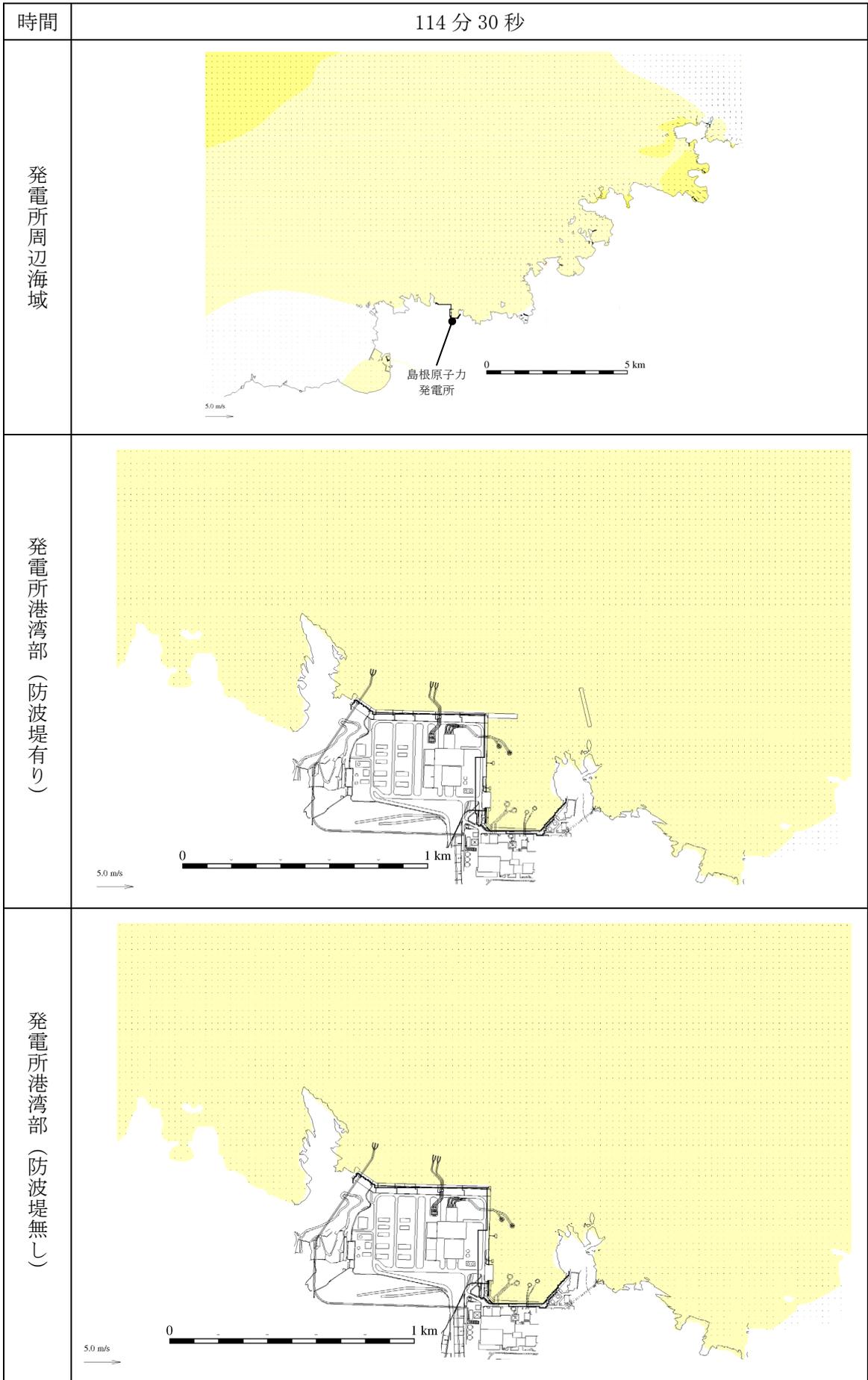
第 1 図(27) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



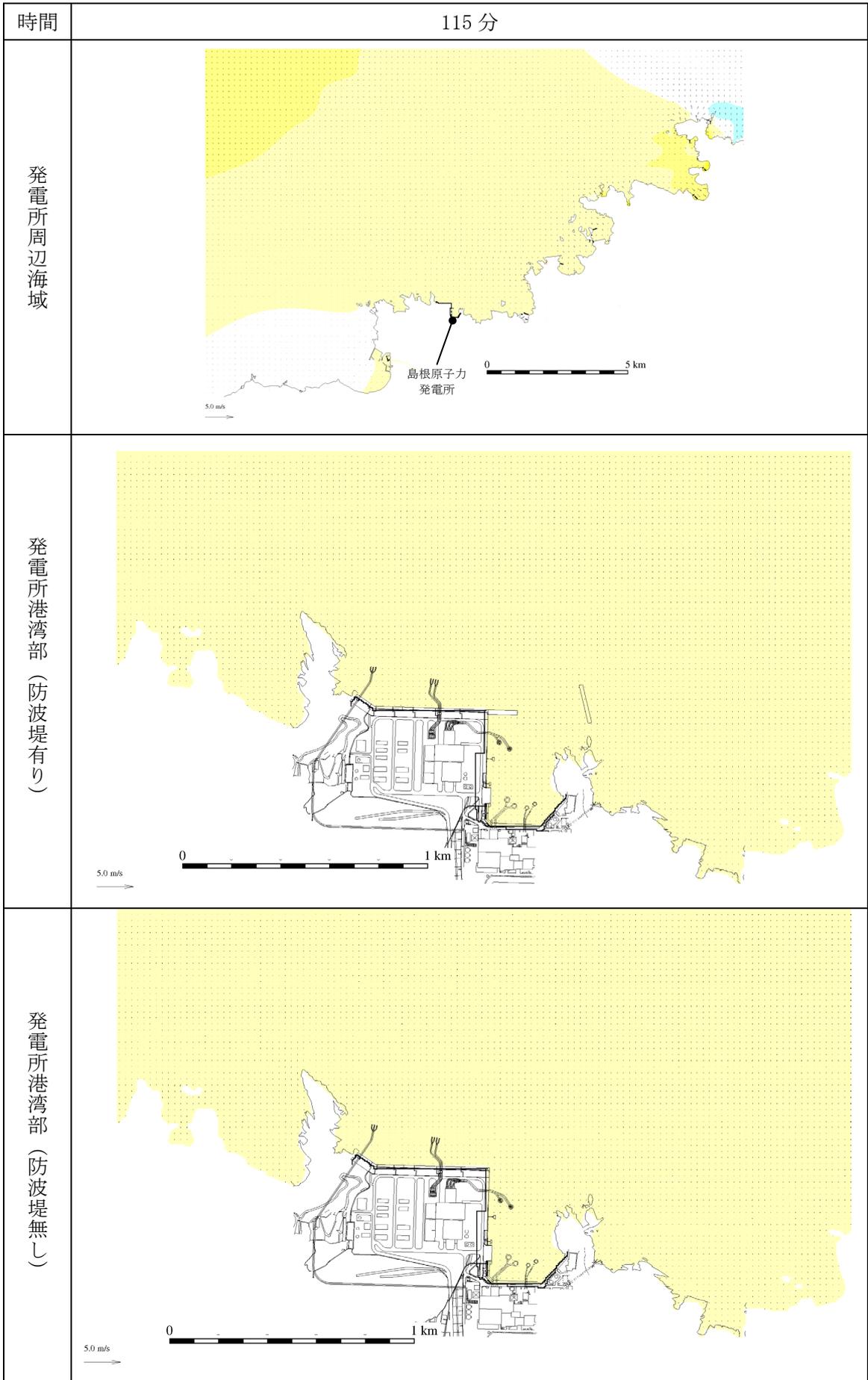
第 1 図(28) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



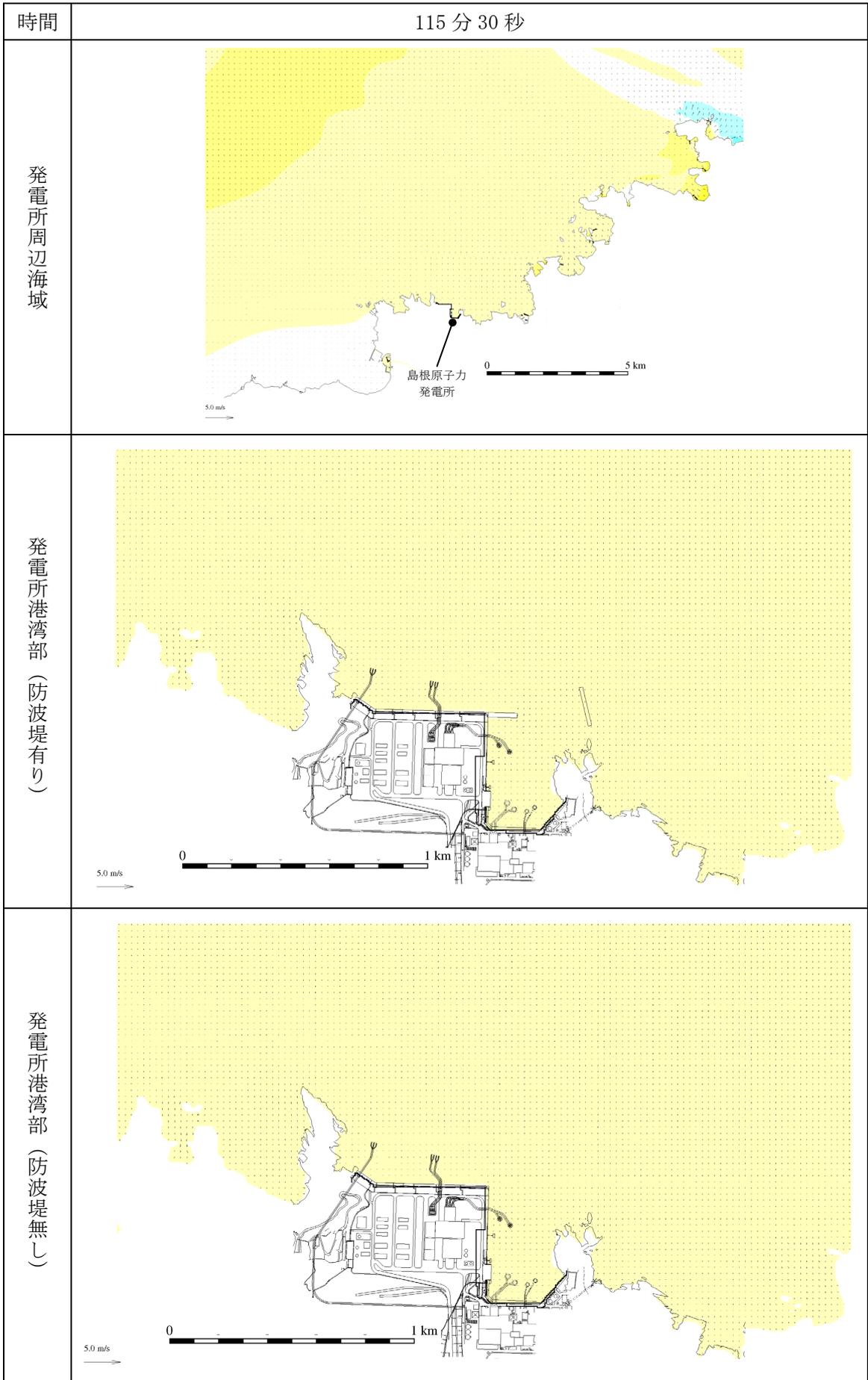
第 1 図 (29) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



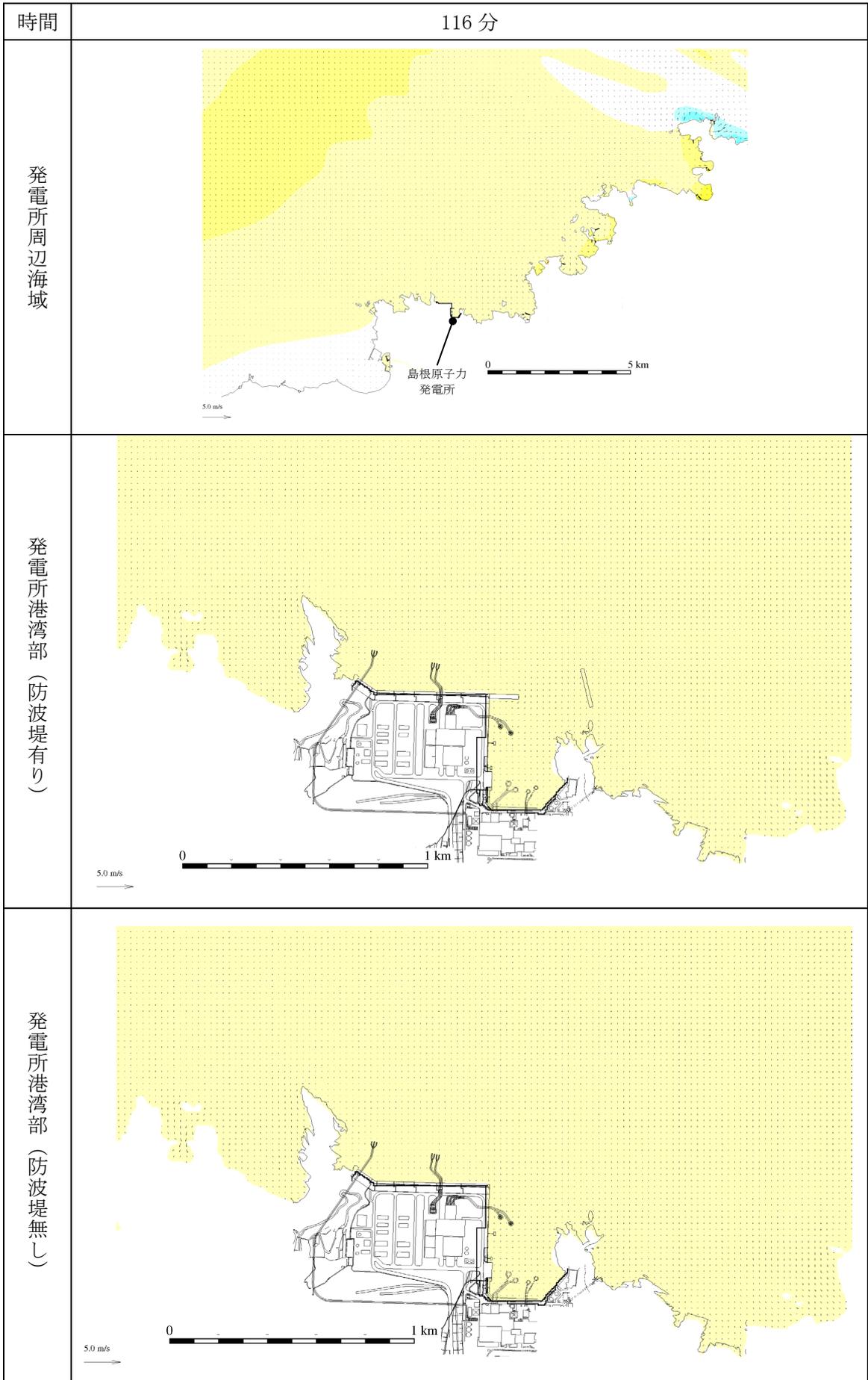
第 1 図 (30) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



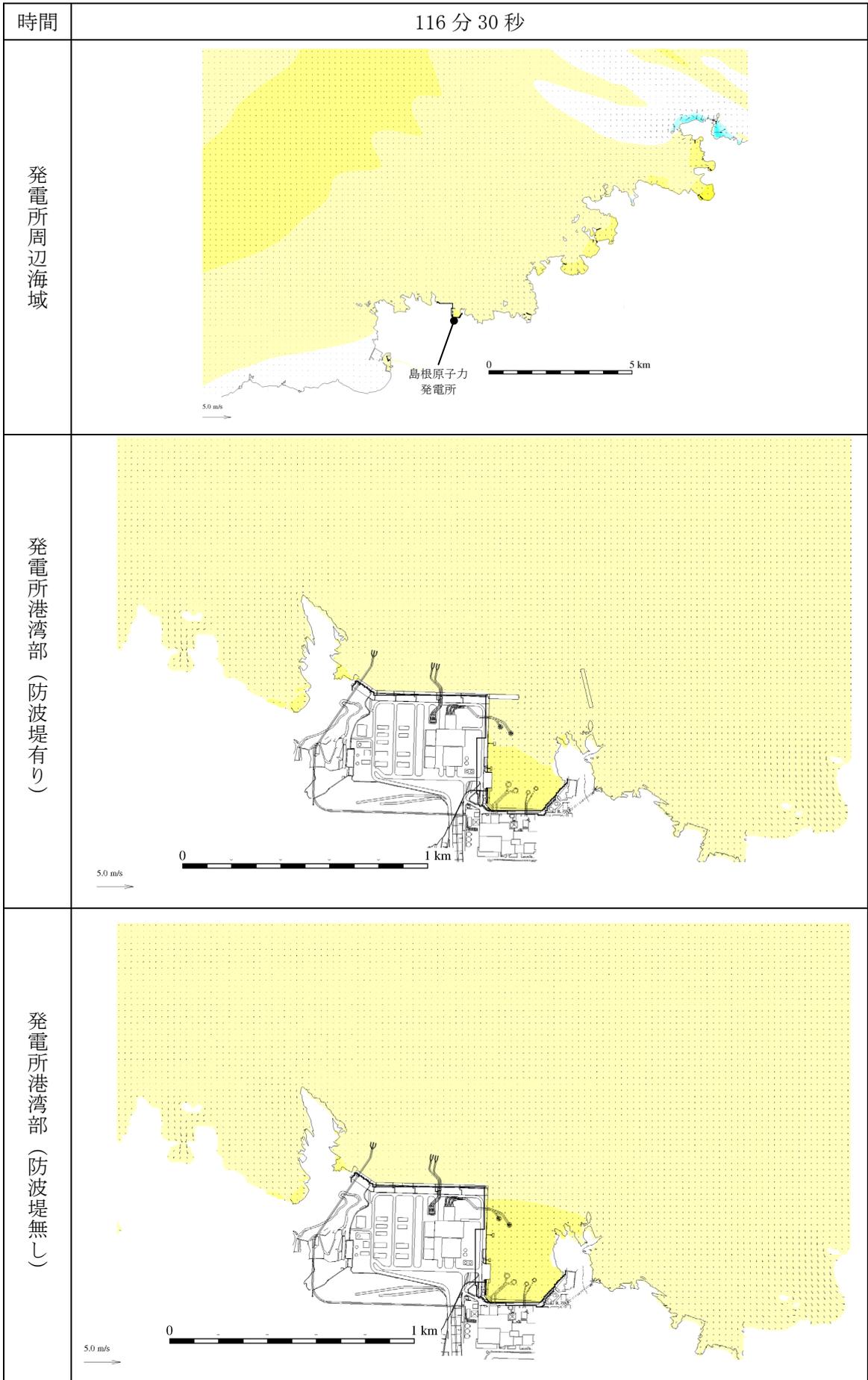
第 1 図 (31) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



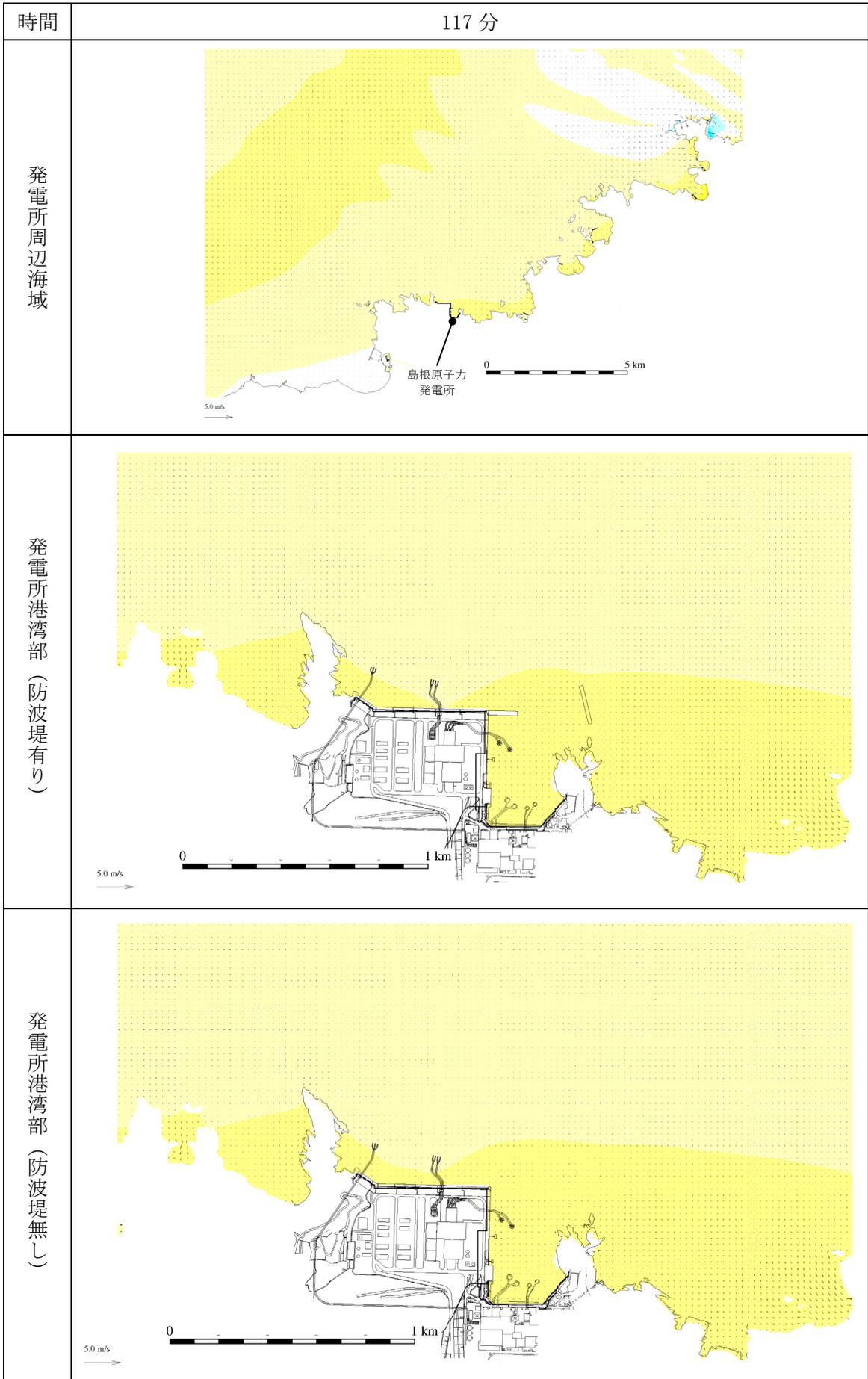
第 1 図 (32) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



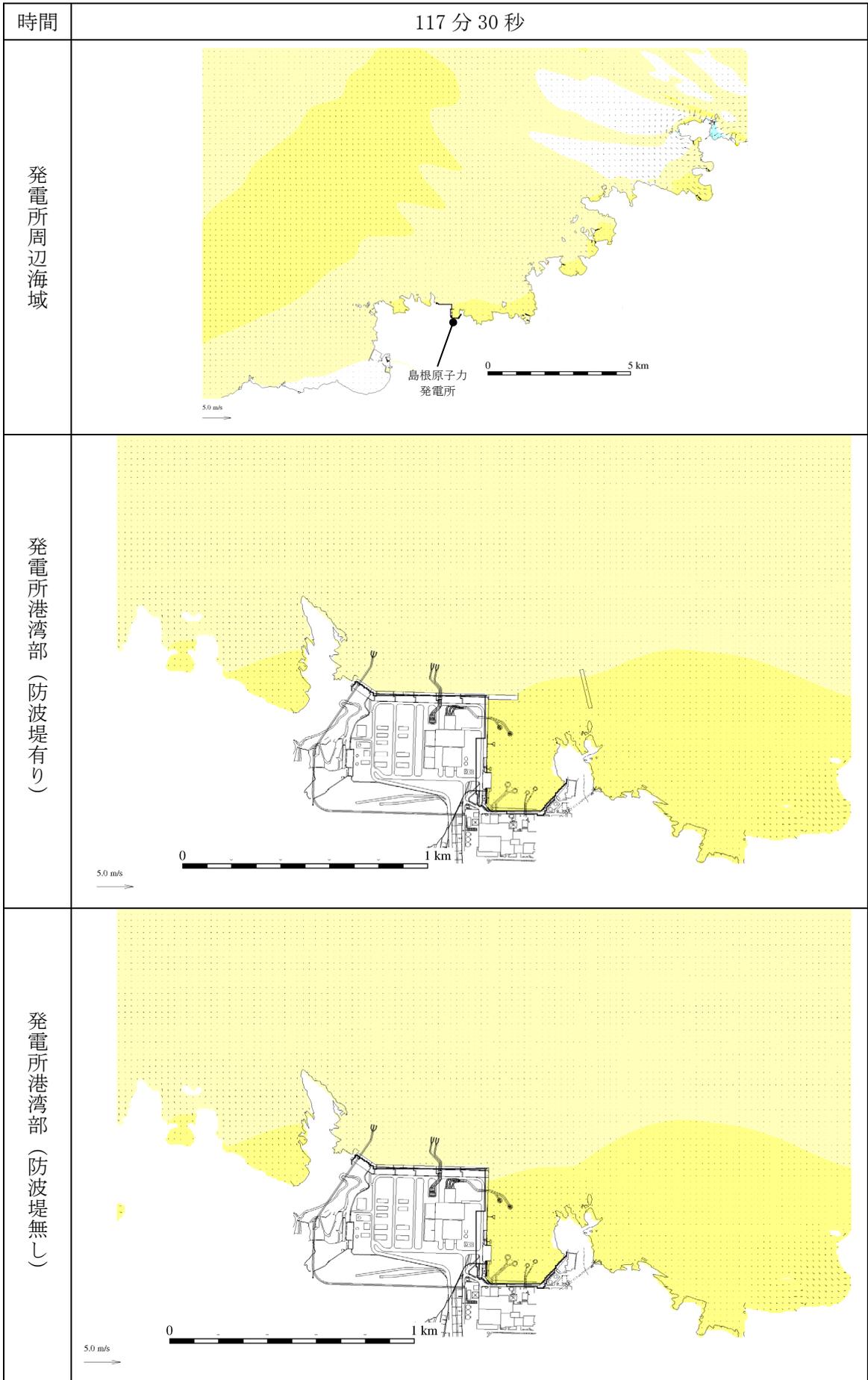
第 1 図 (33) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



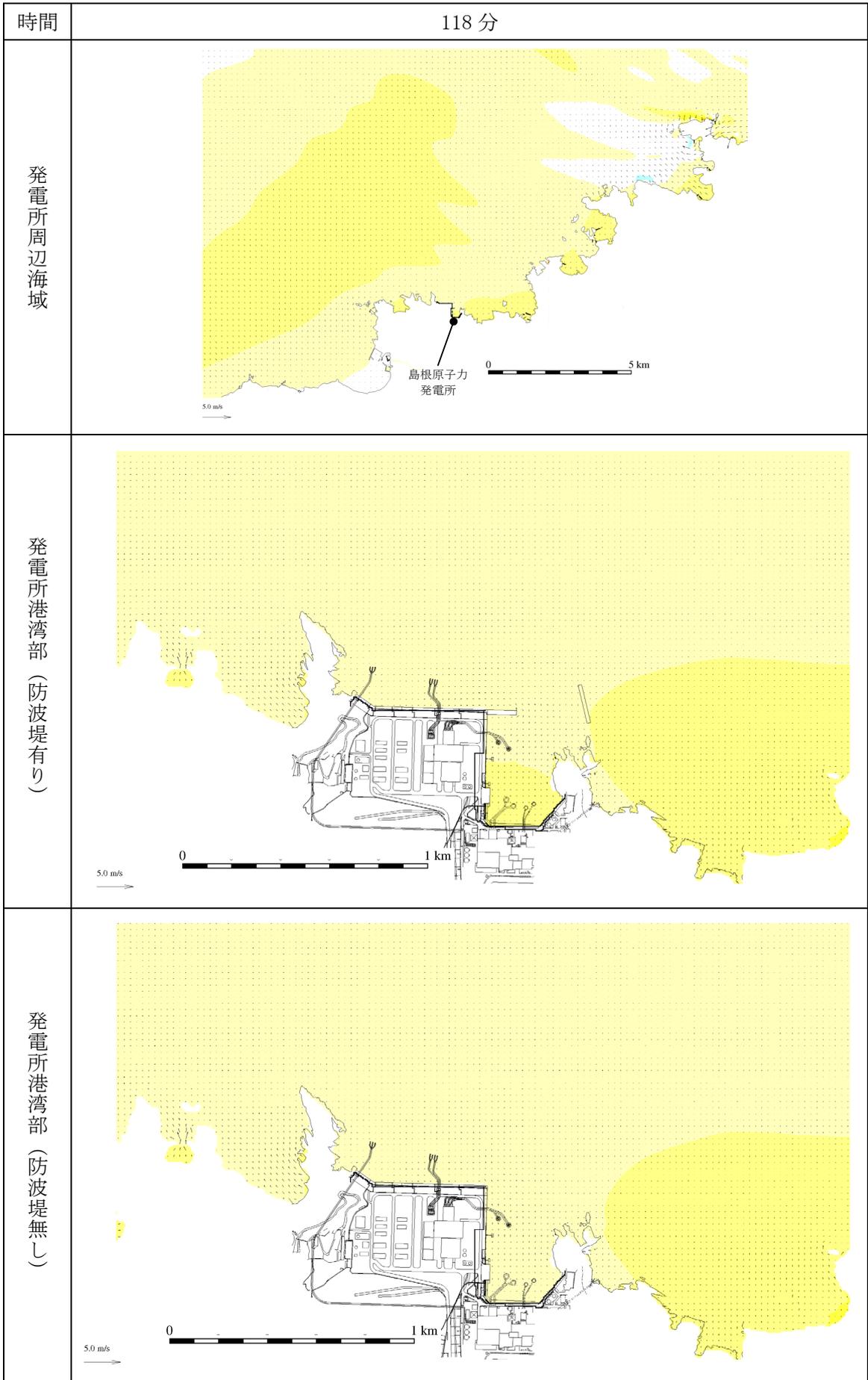
第 1 図 (34) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



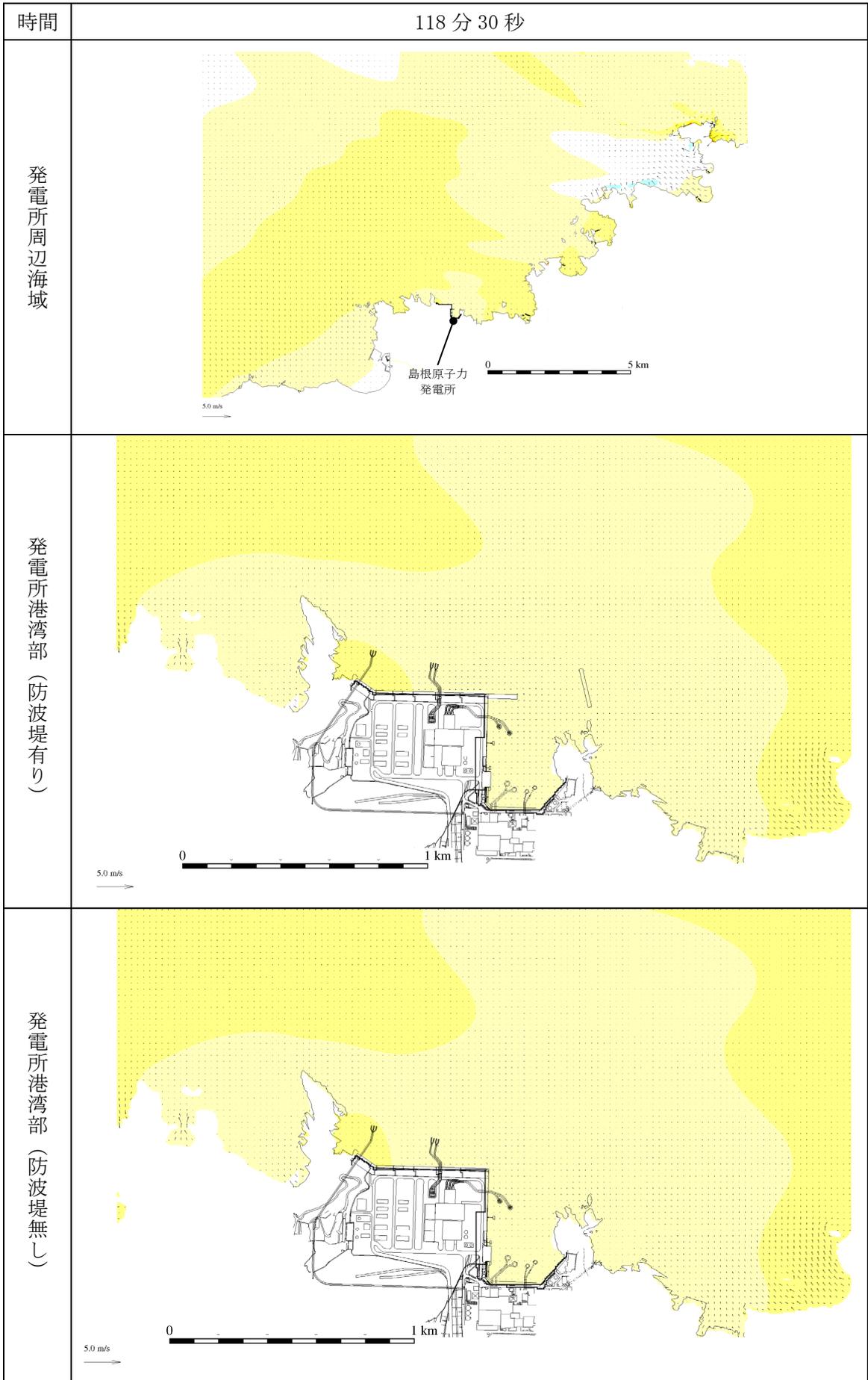
第 1 図 (35) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



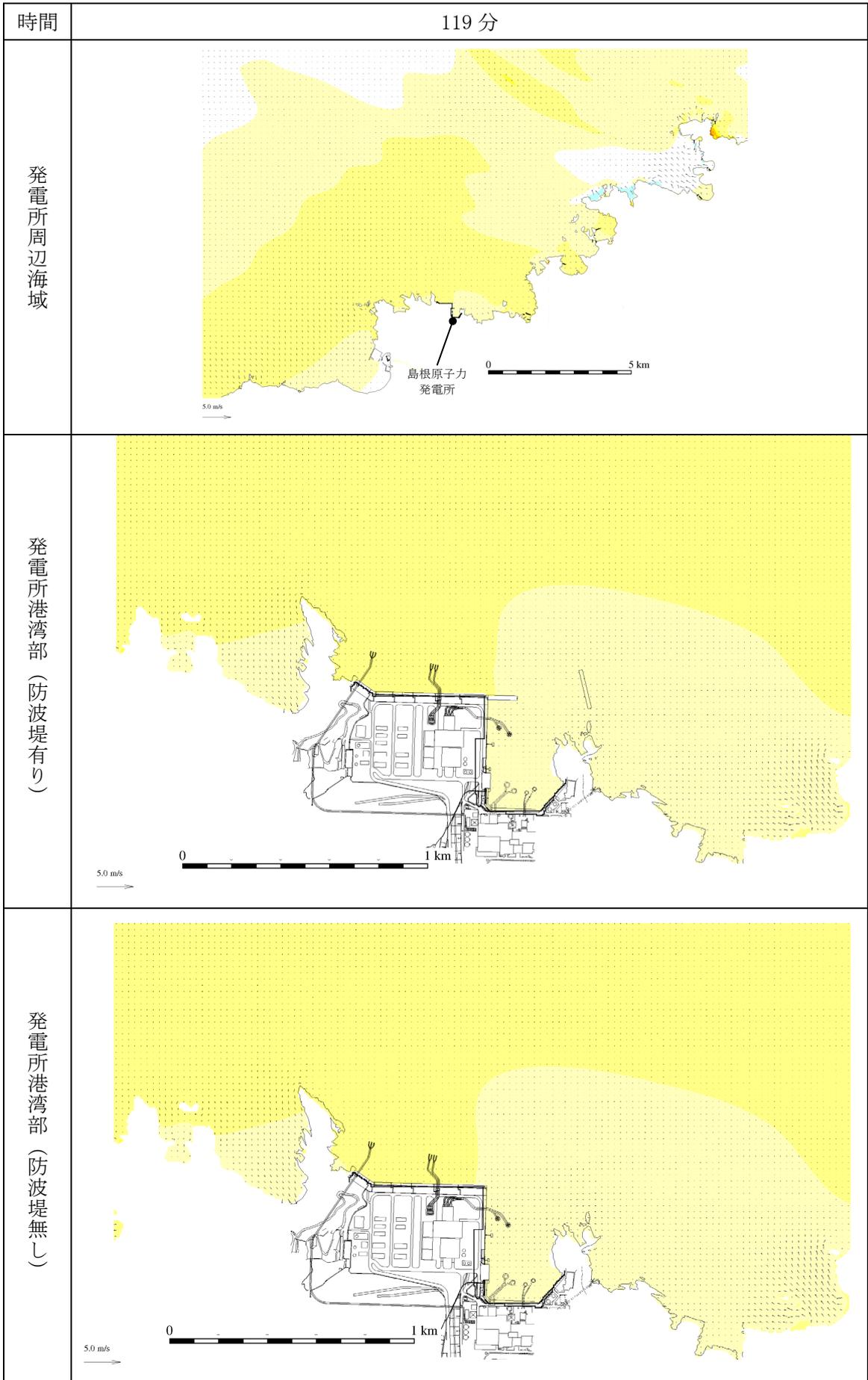
第 1 図(36) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



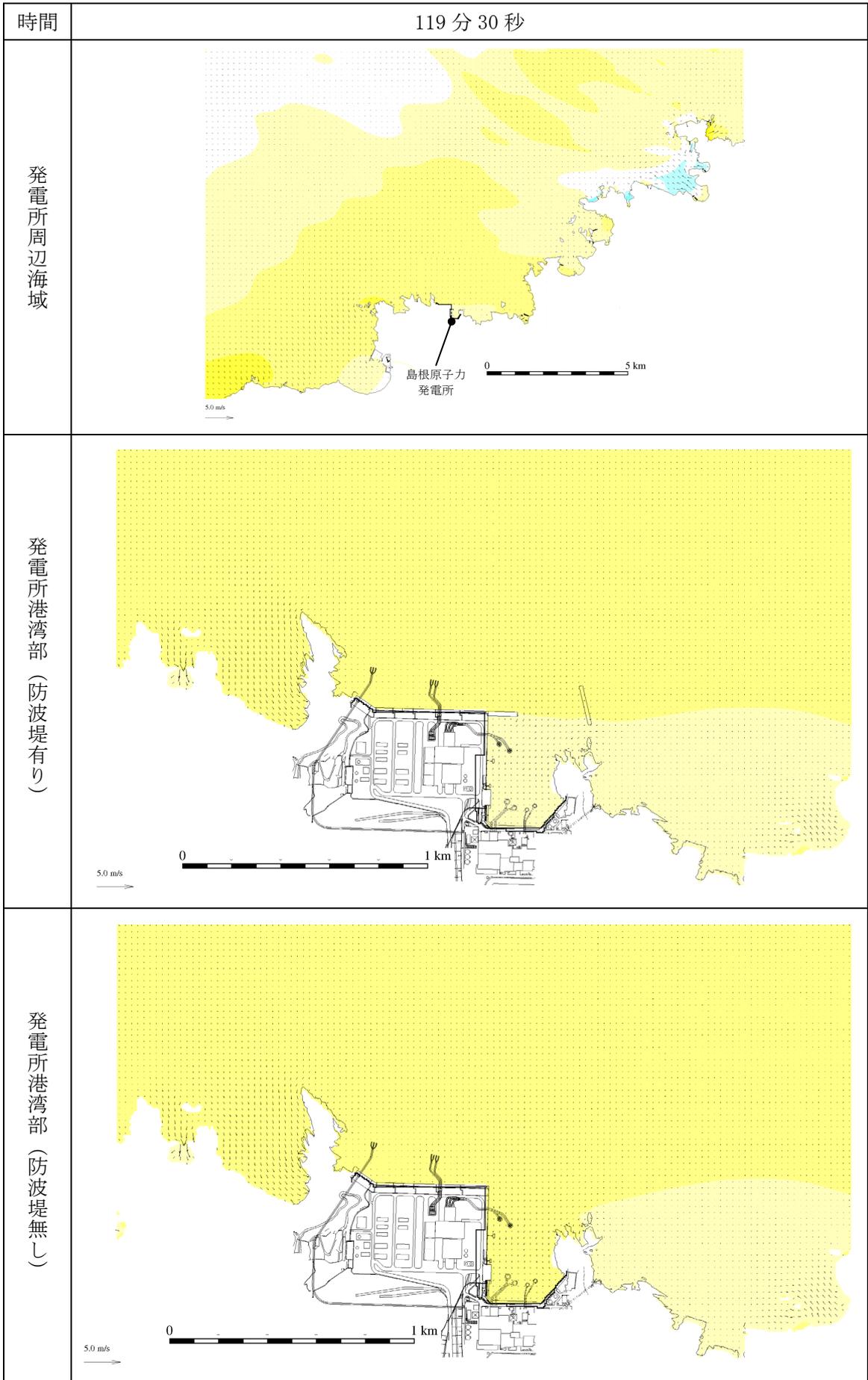
第 1 図 (37) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



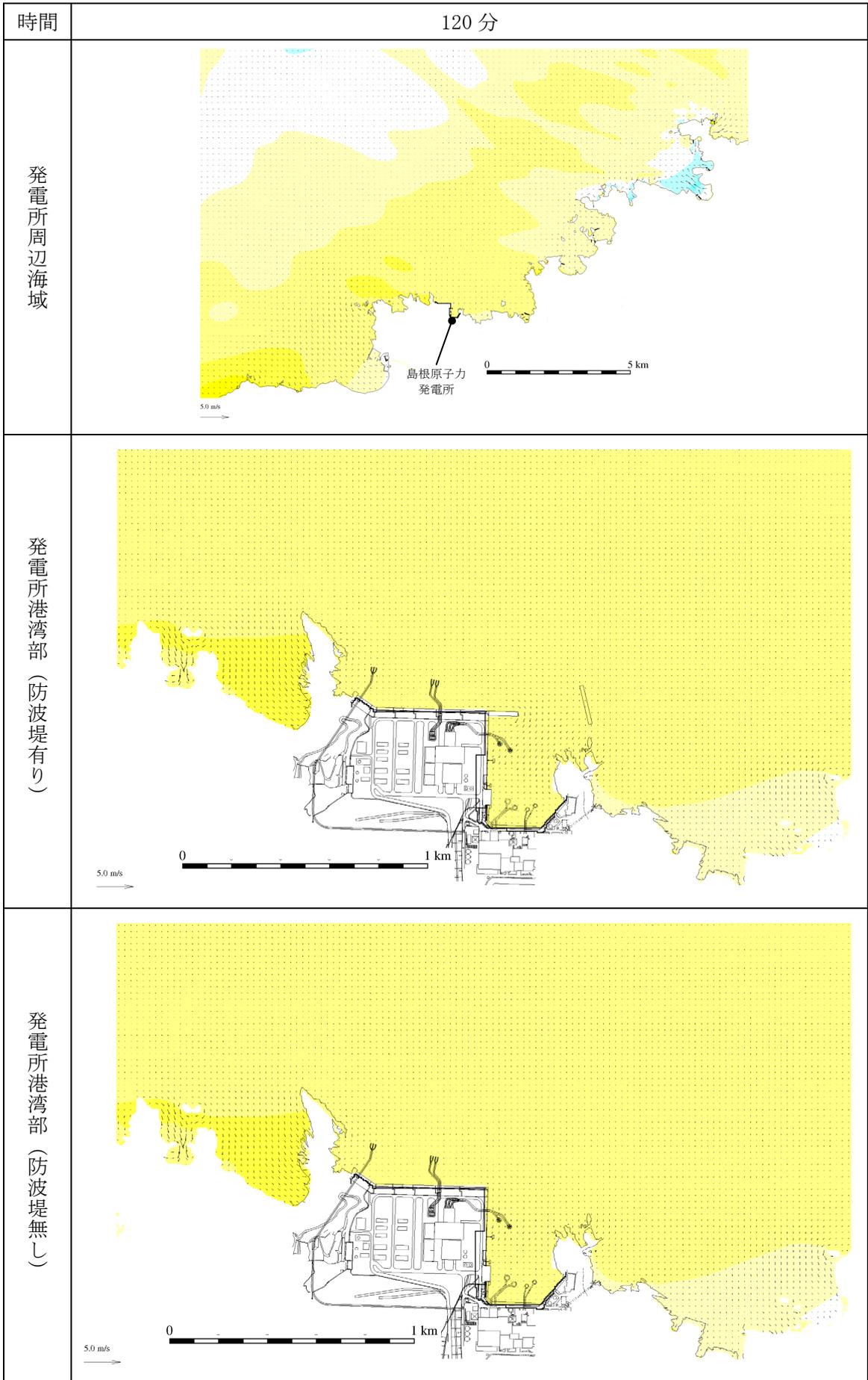
第 1 図 (38) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



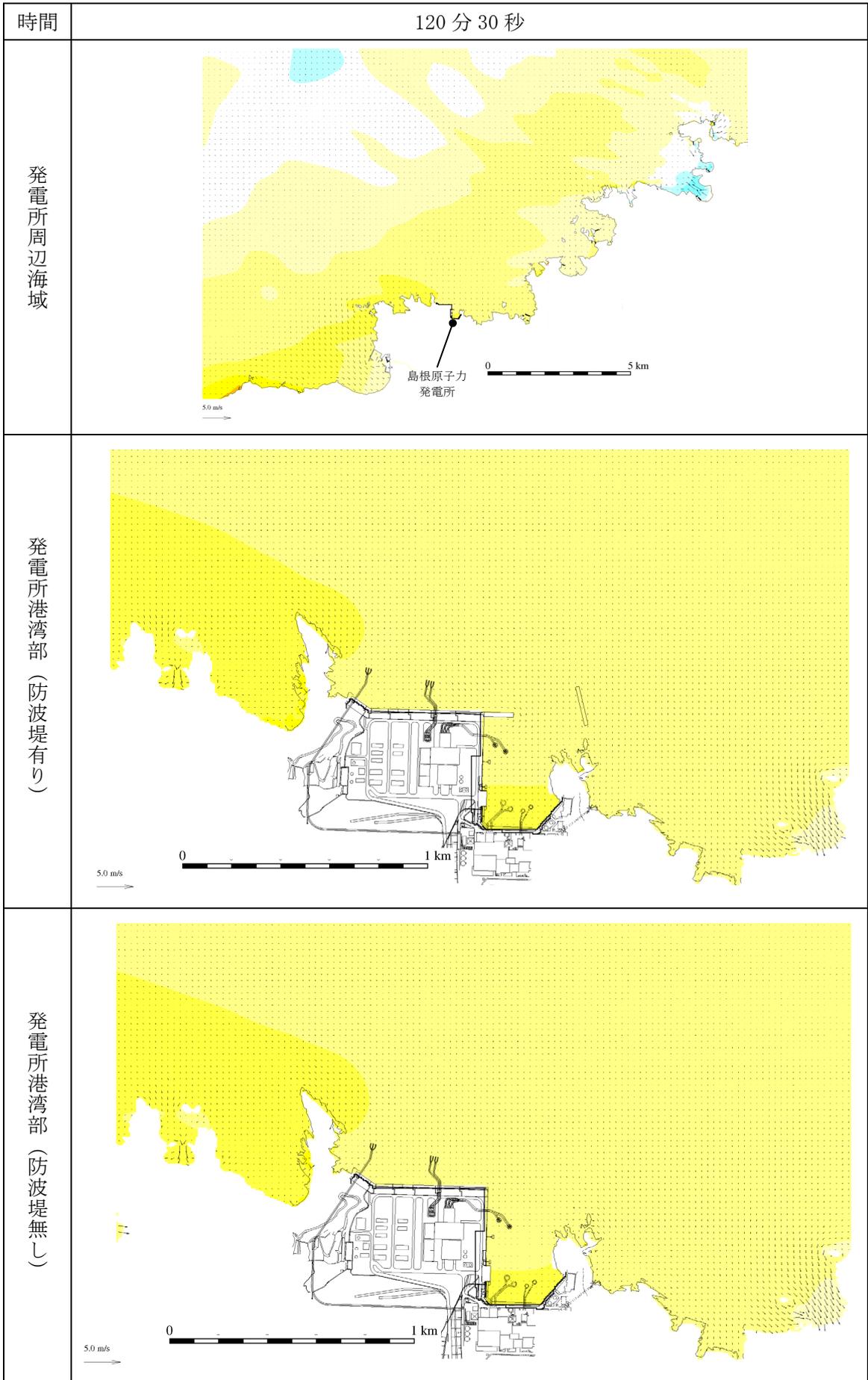
第 1 図 (39) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



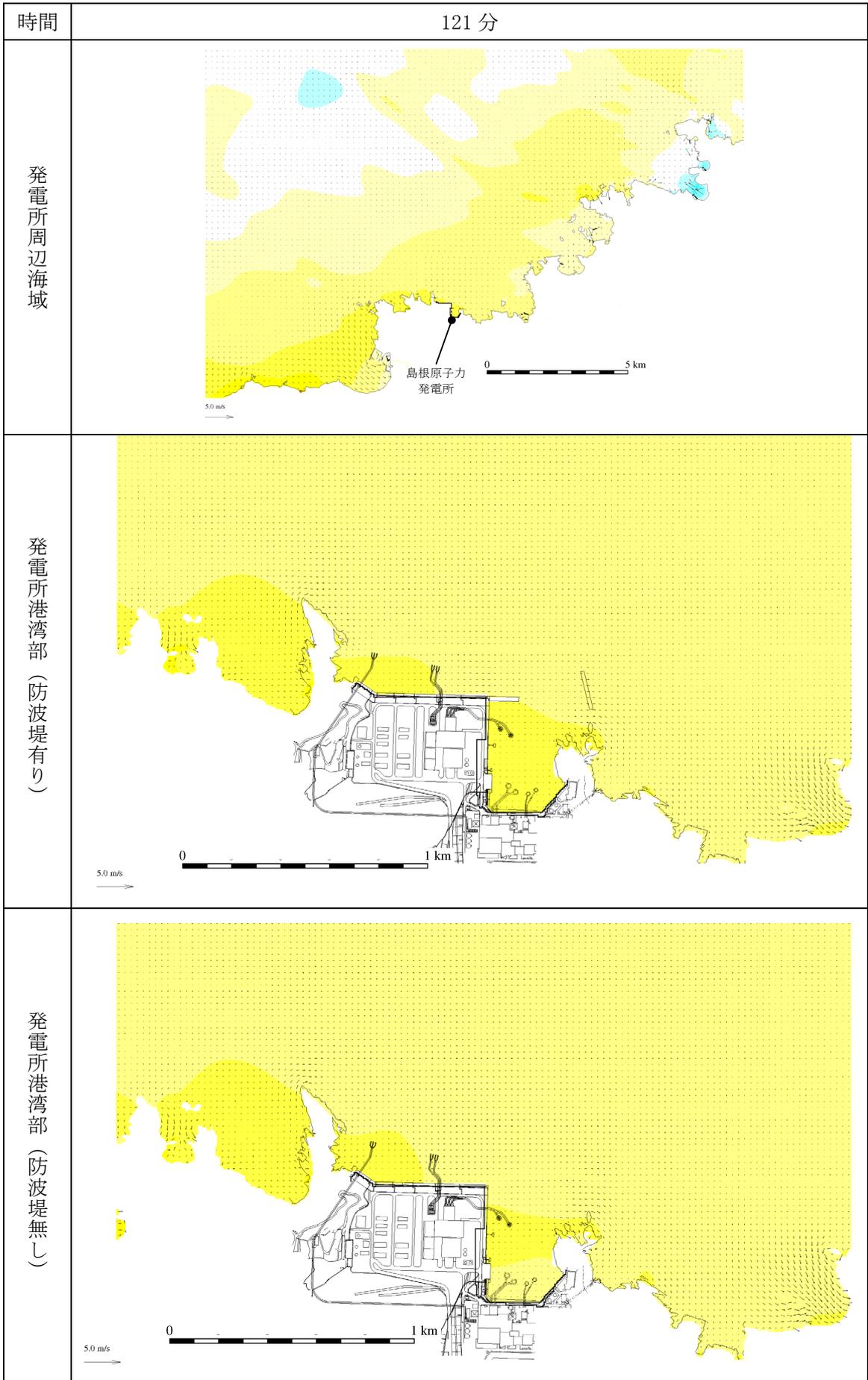
第 1 図(40) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



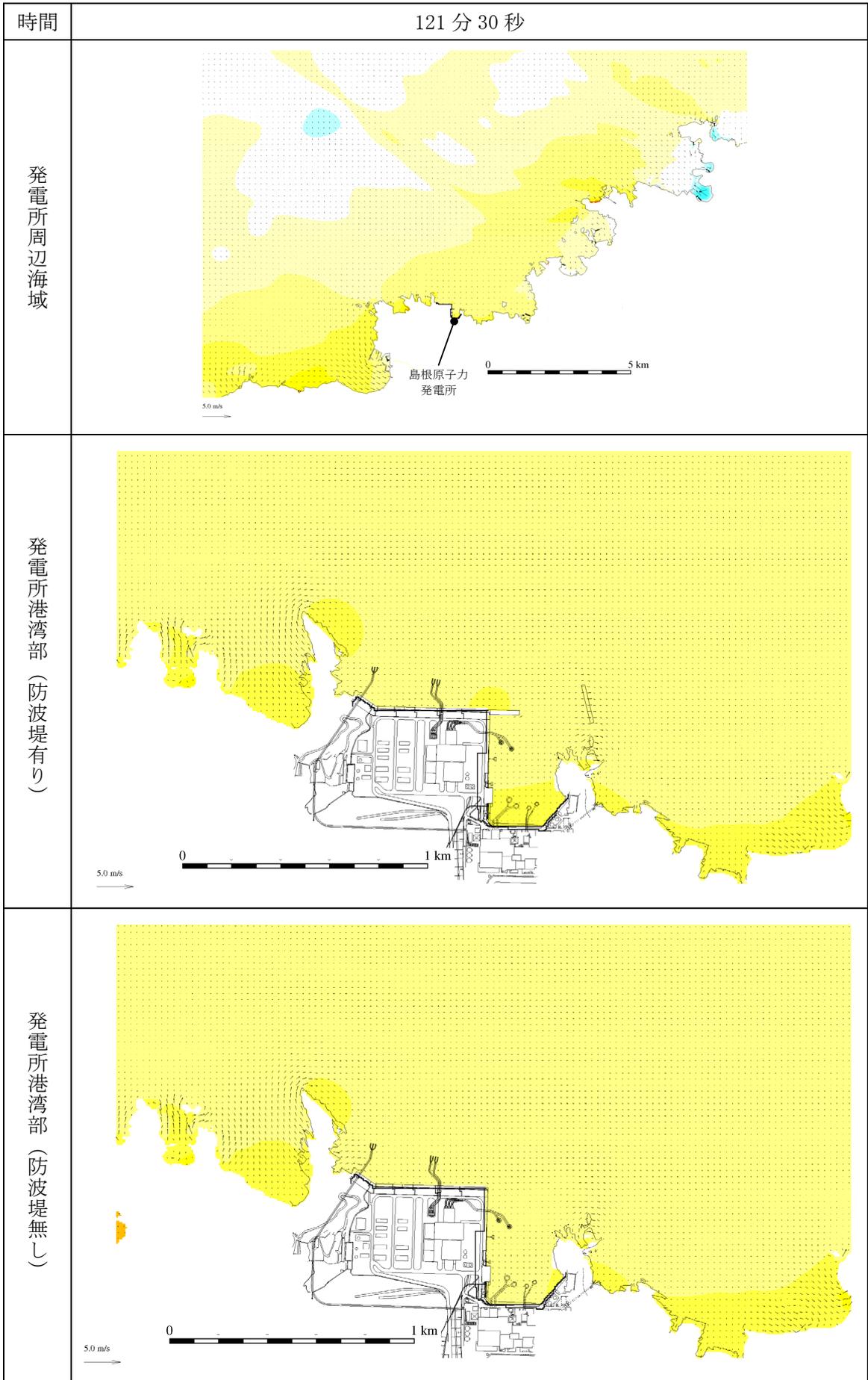
第 1 図(41) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



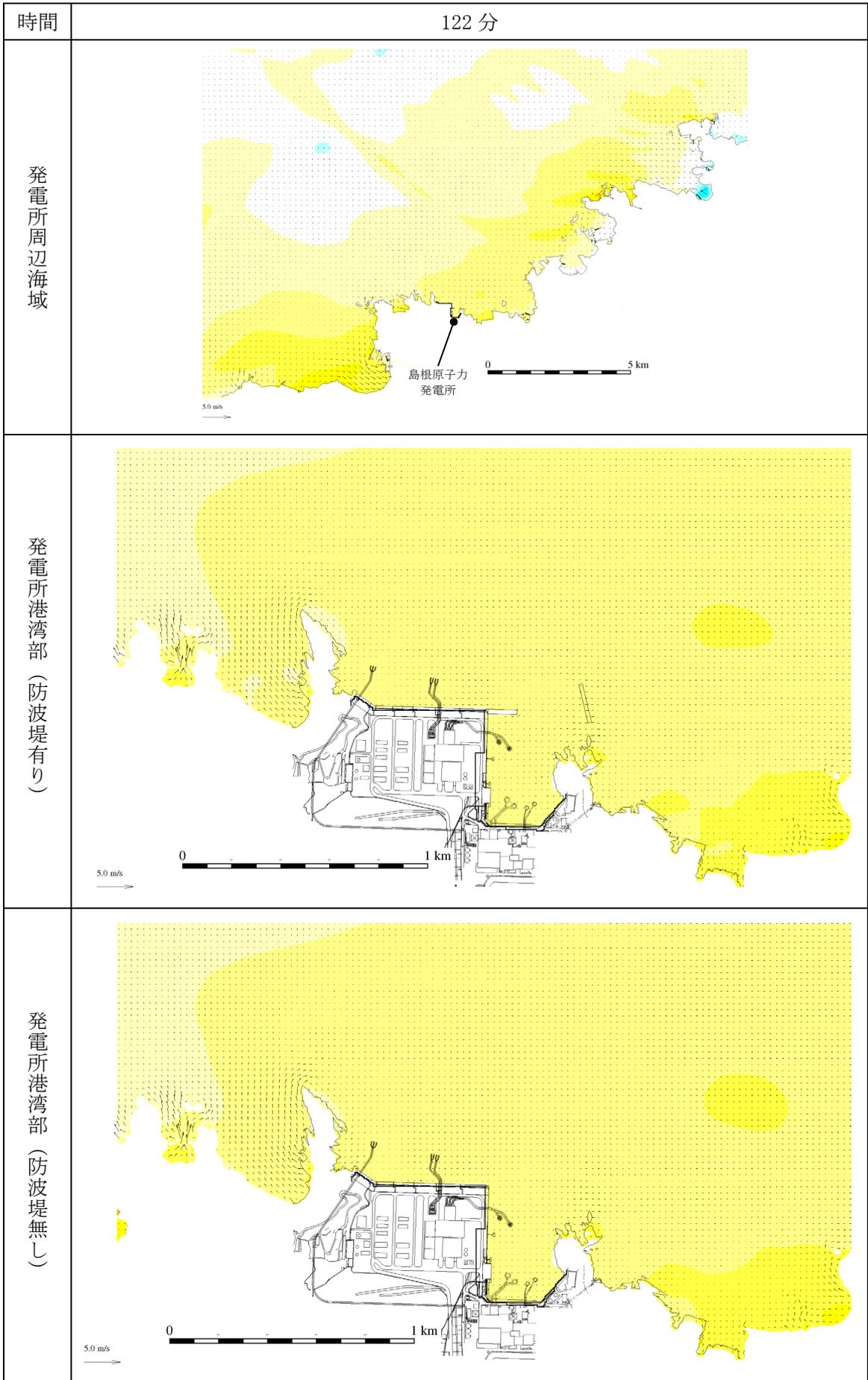
第 1 図(42) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



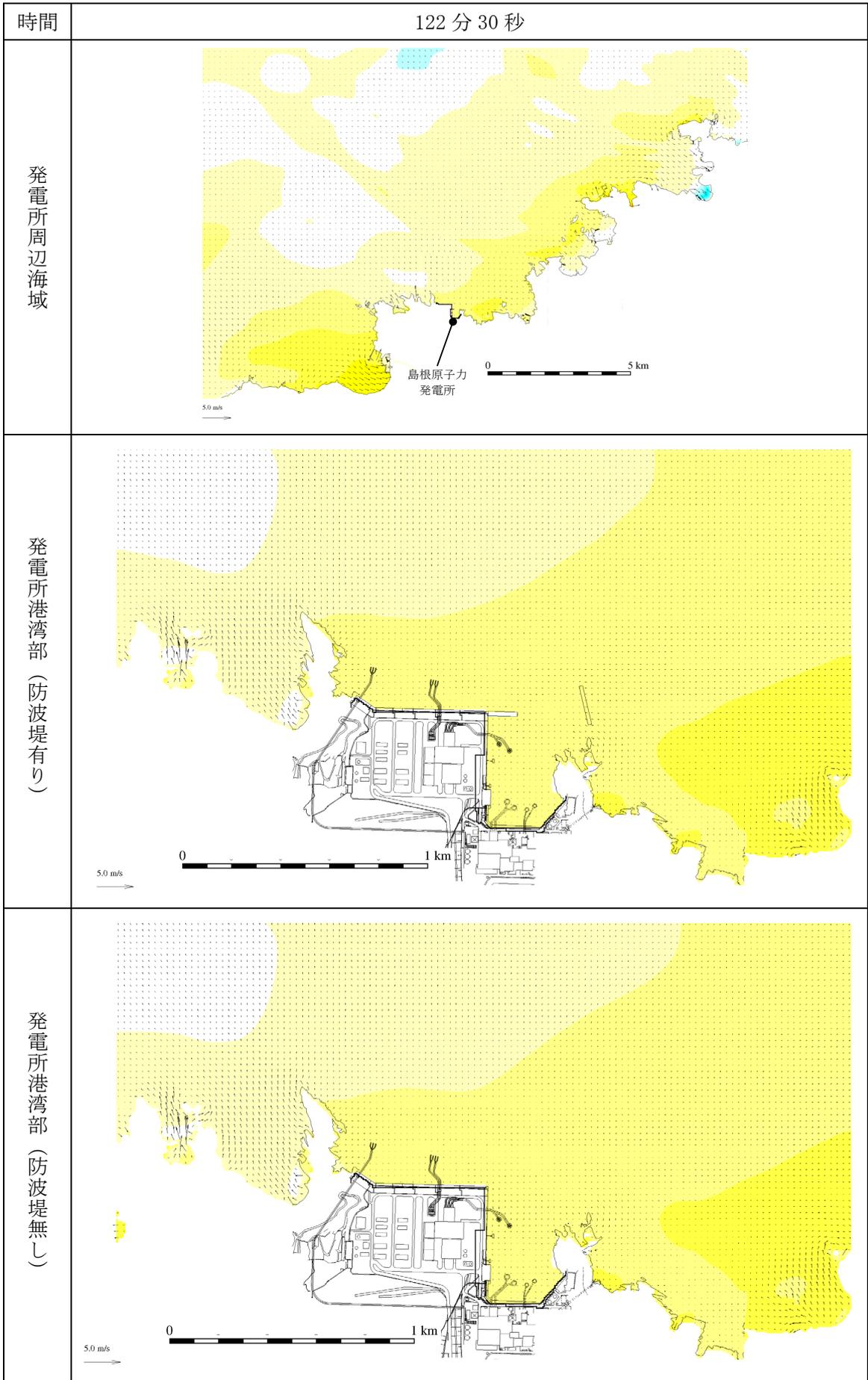
第 1 図(43) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



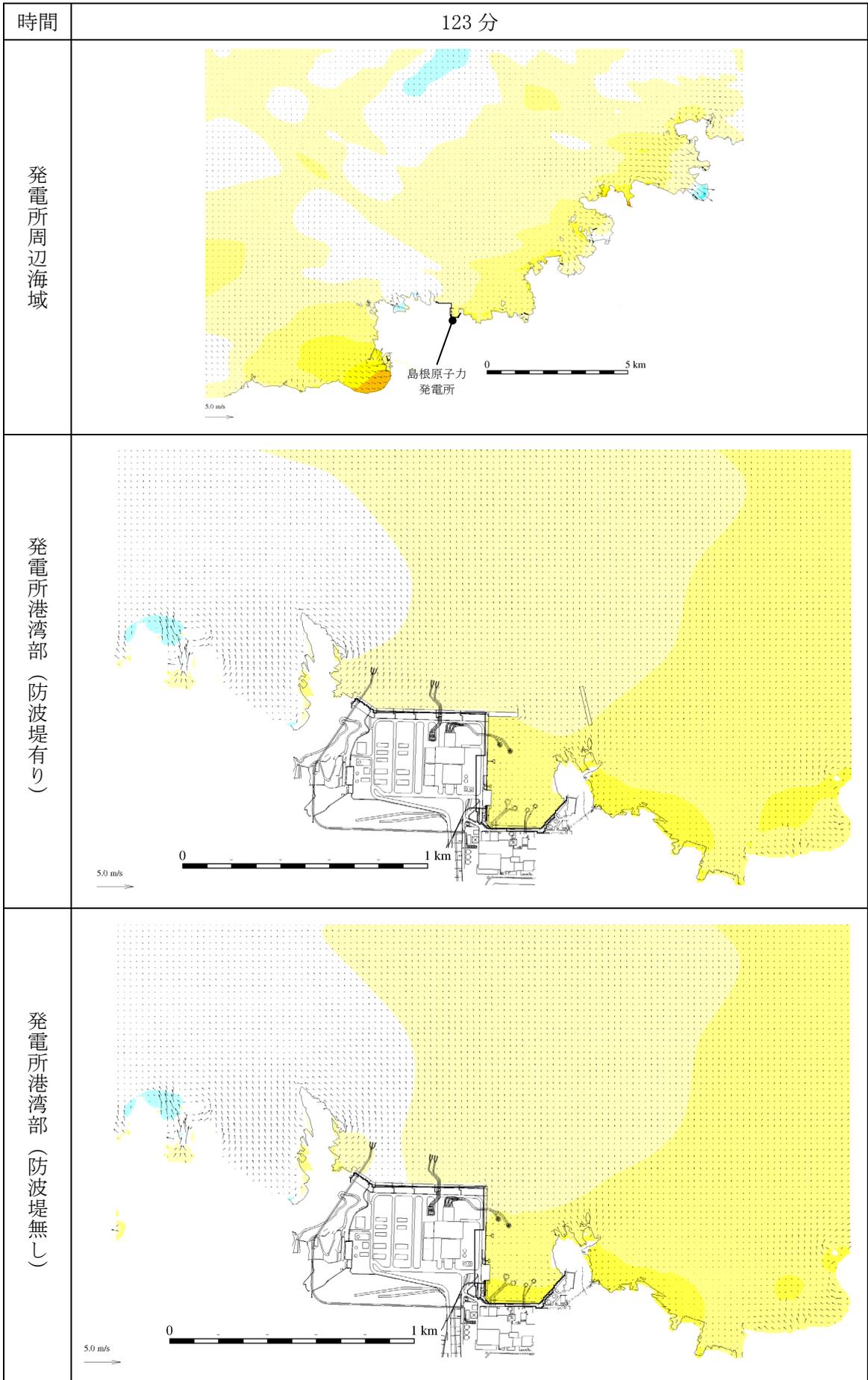
第 1 図(44) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



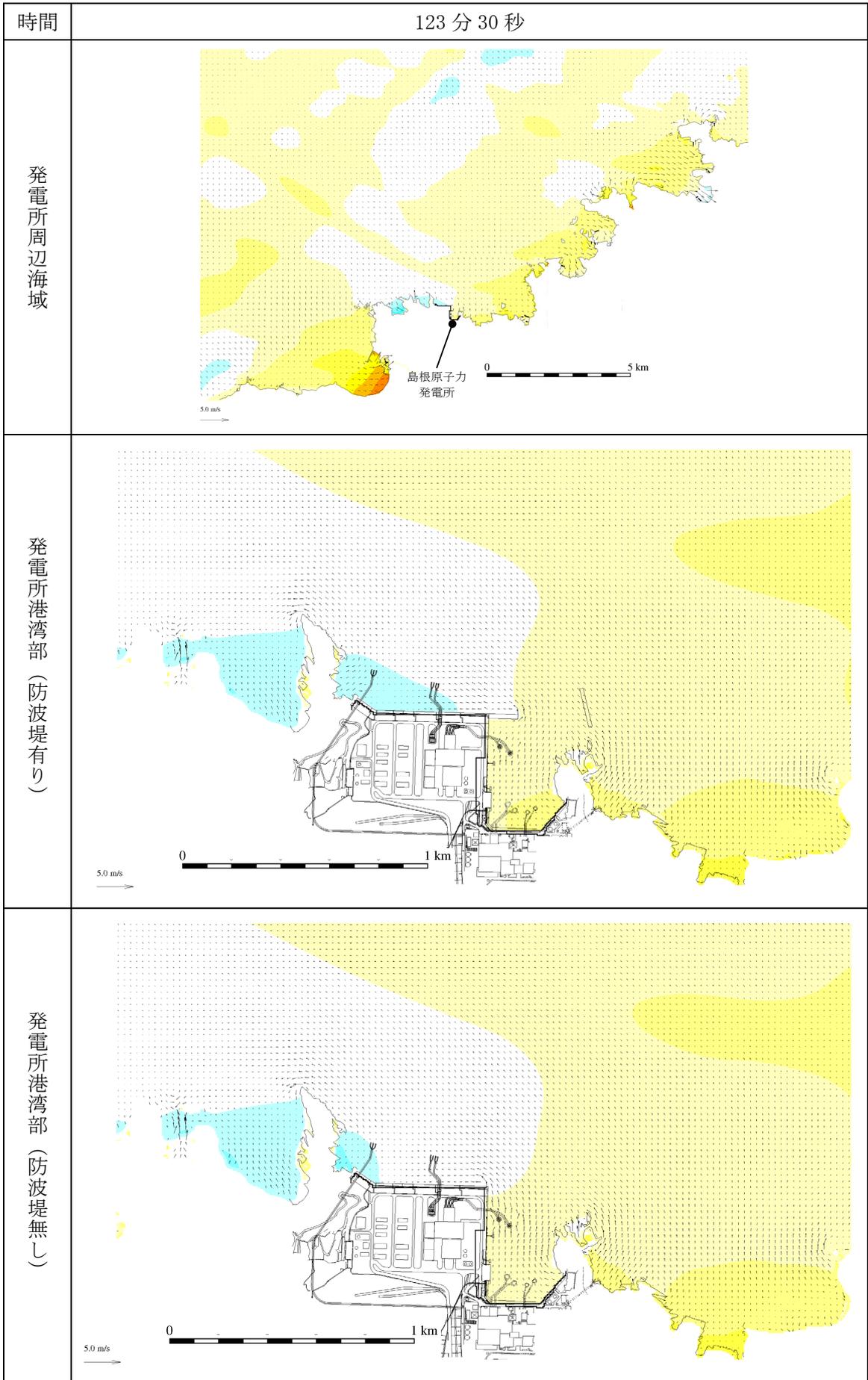
第 1 図(45) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



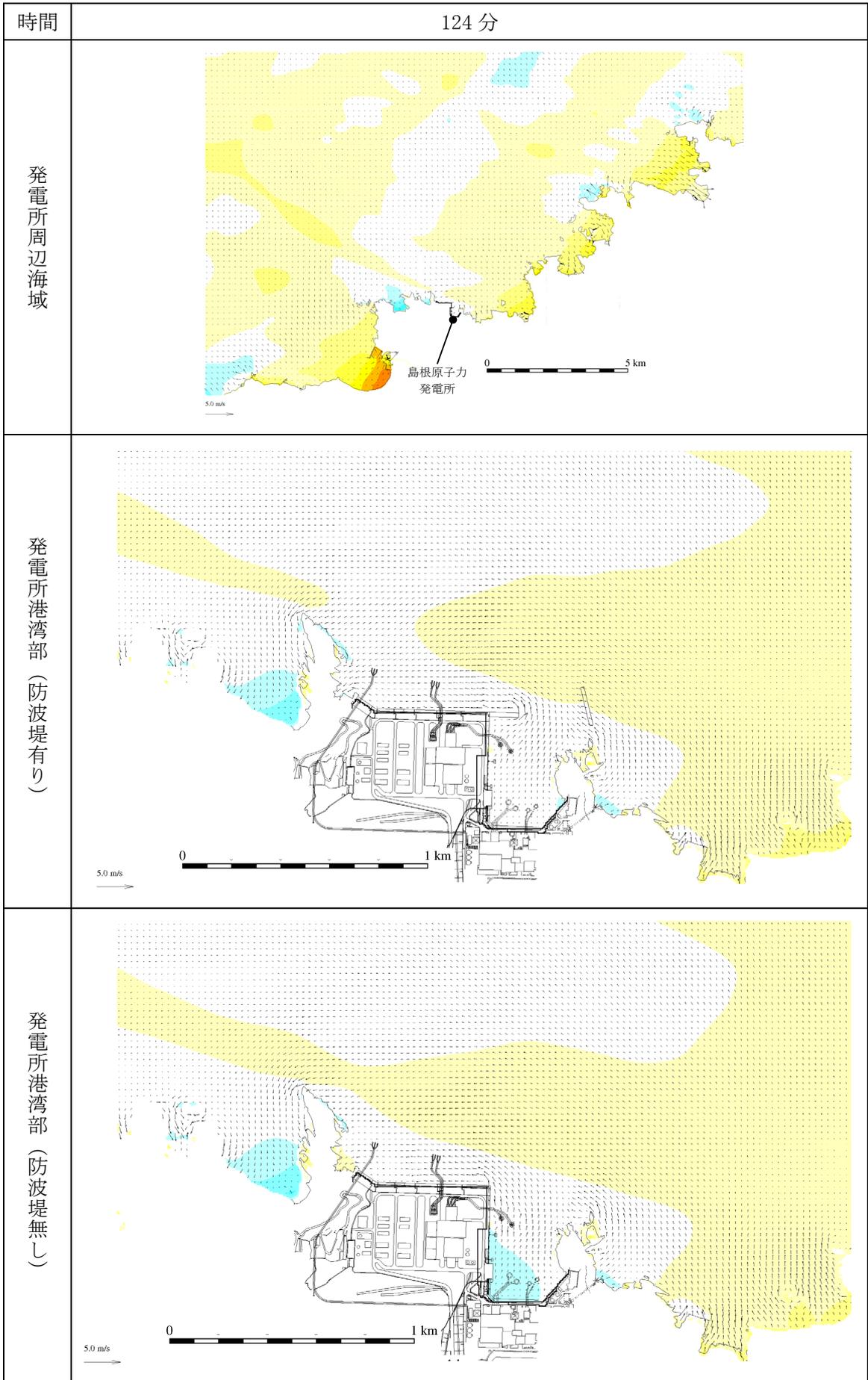
第 1 図(46) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



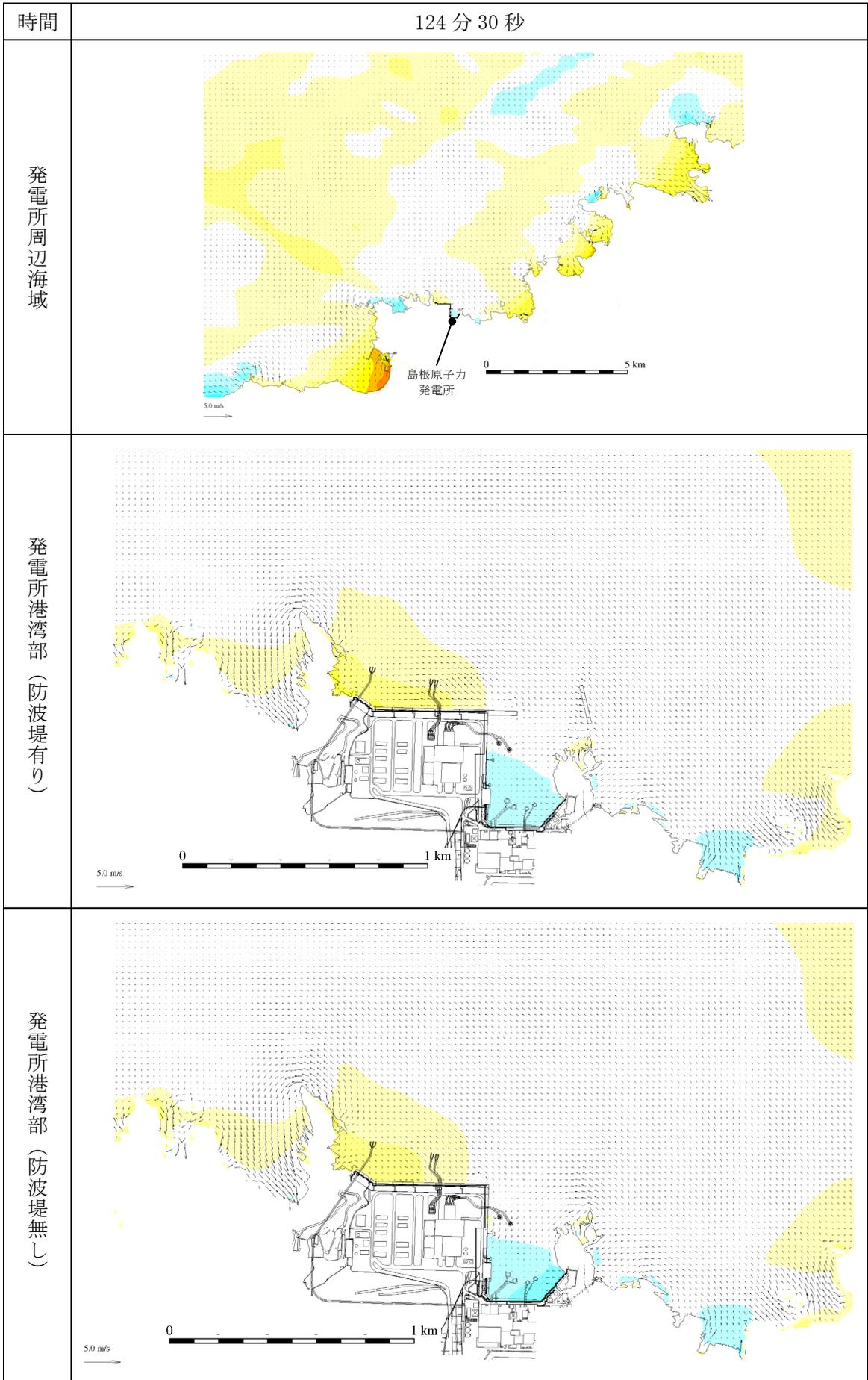
第 1 図(47) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



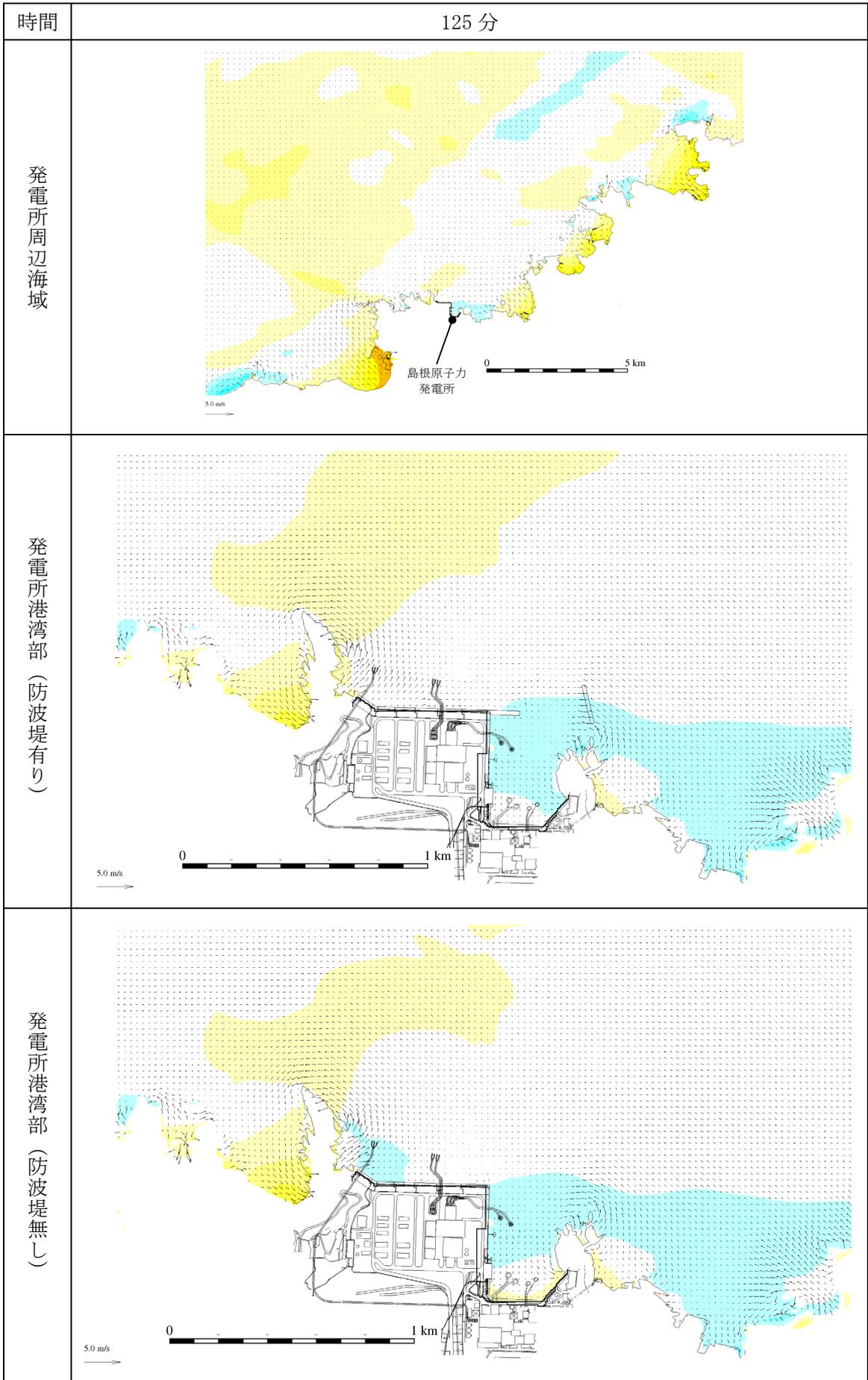
第 1 図(48) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



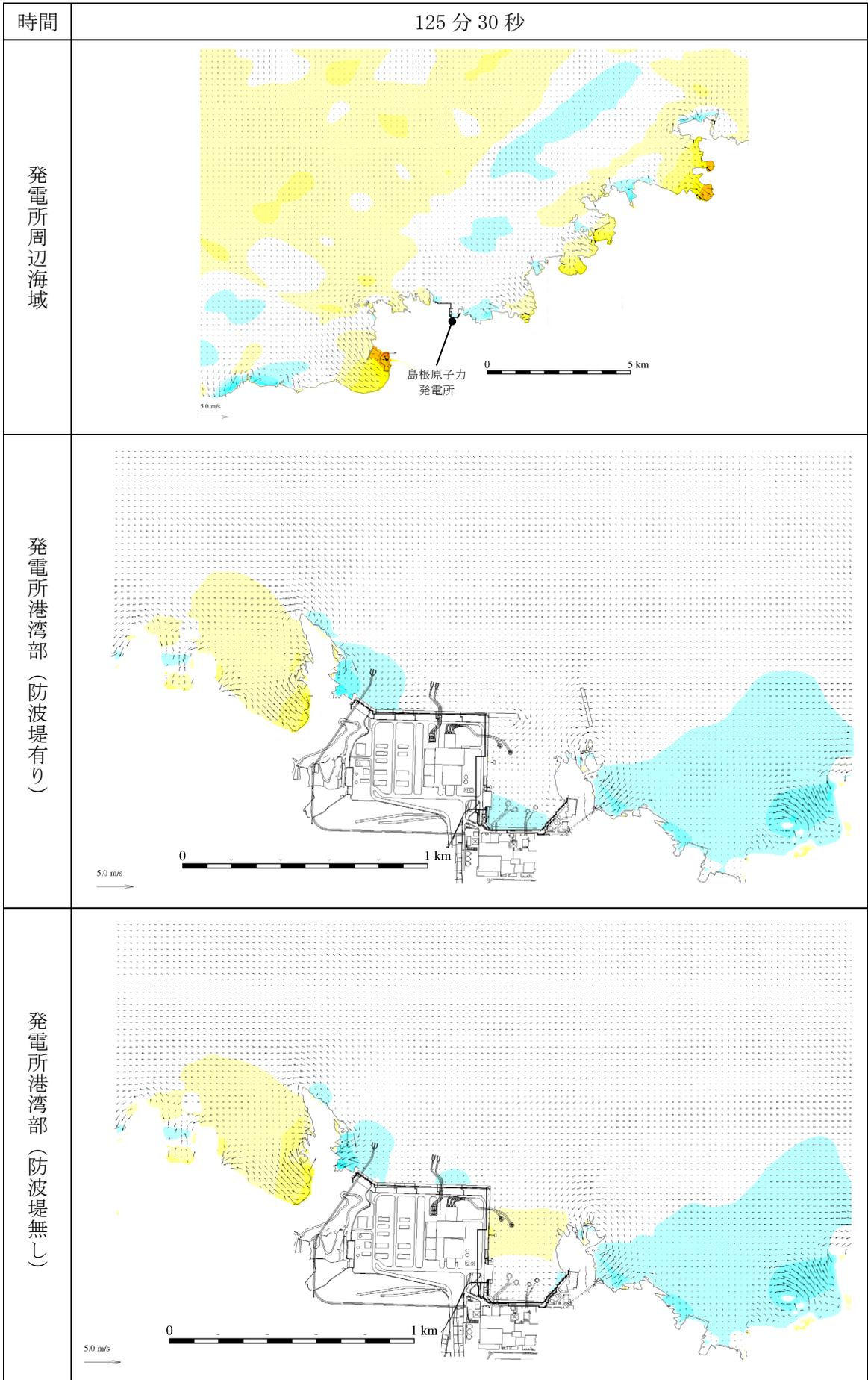
第 1 図(49) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



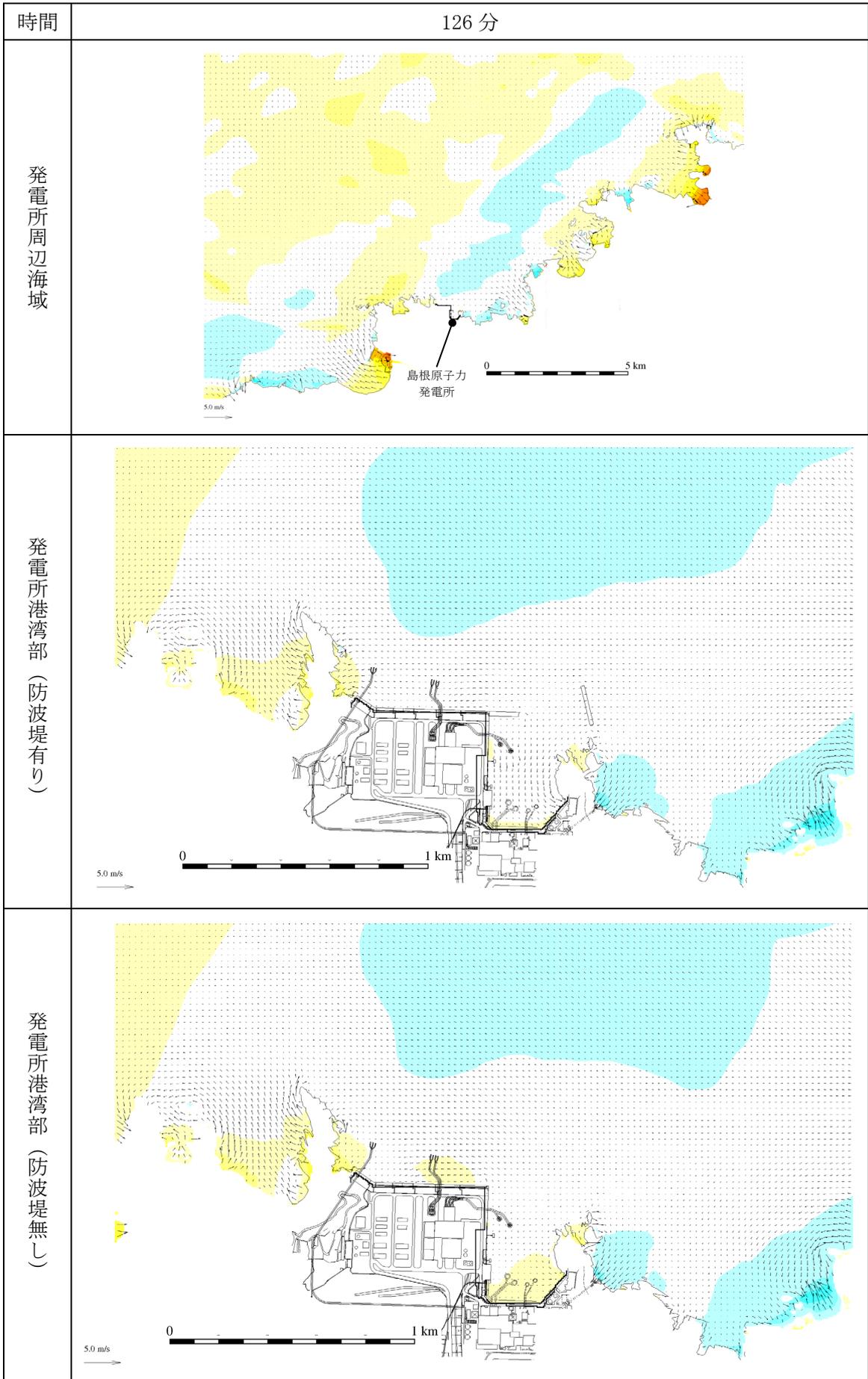
第 1 図(50) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



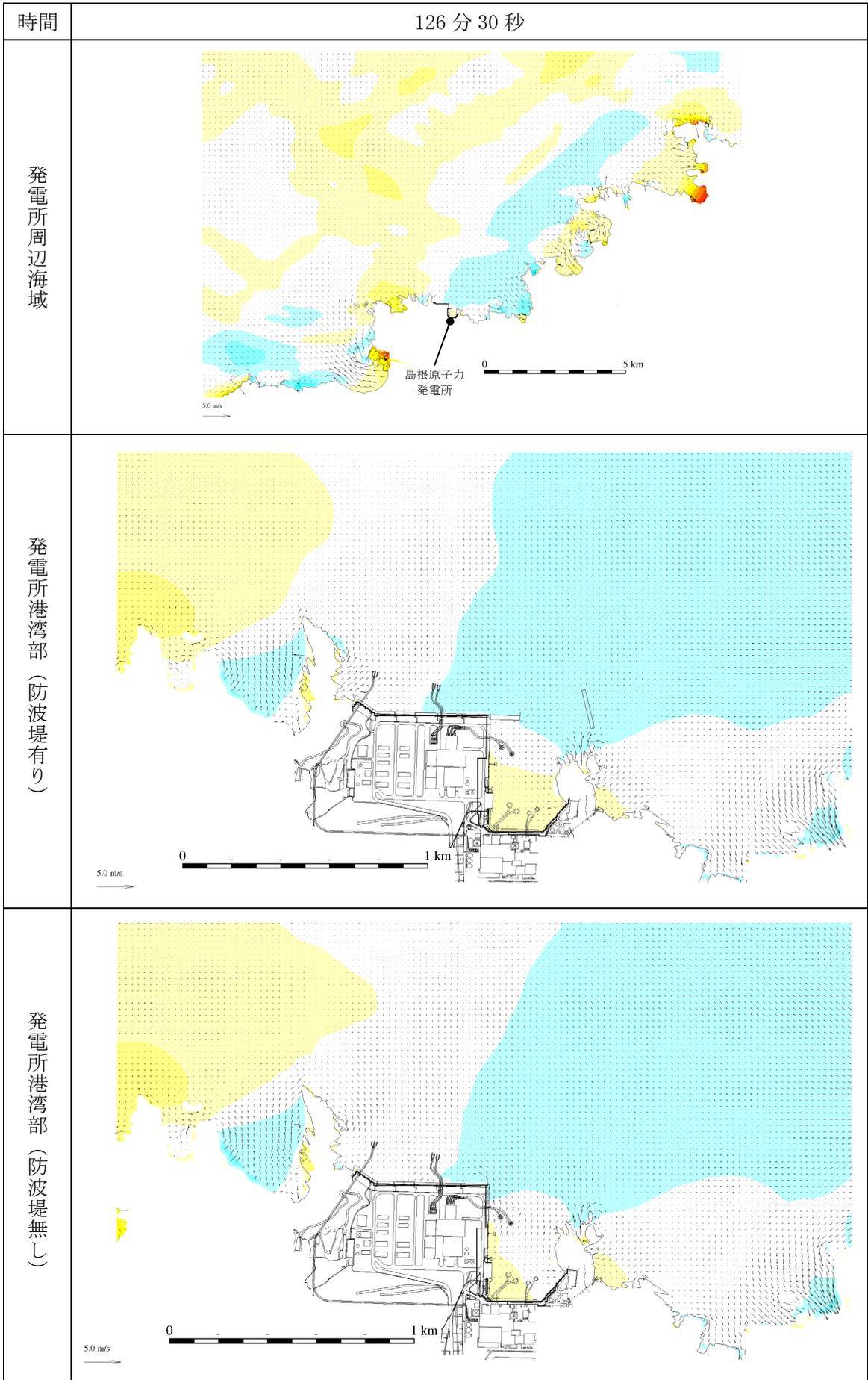
第 1 図(51) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



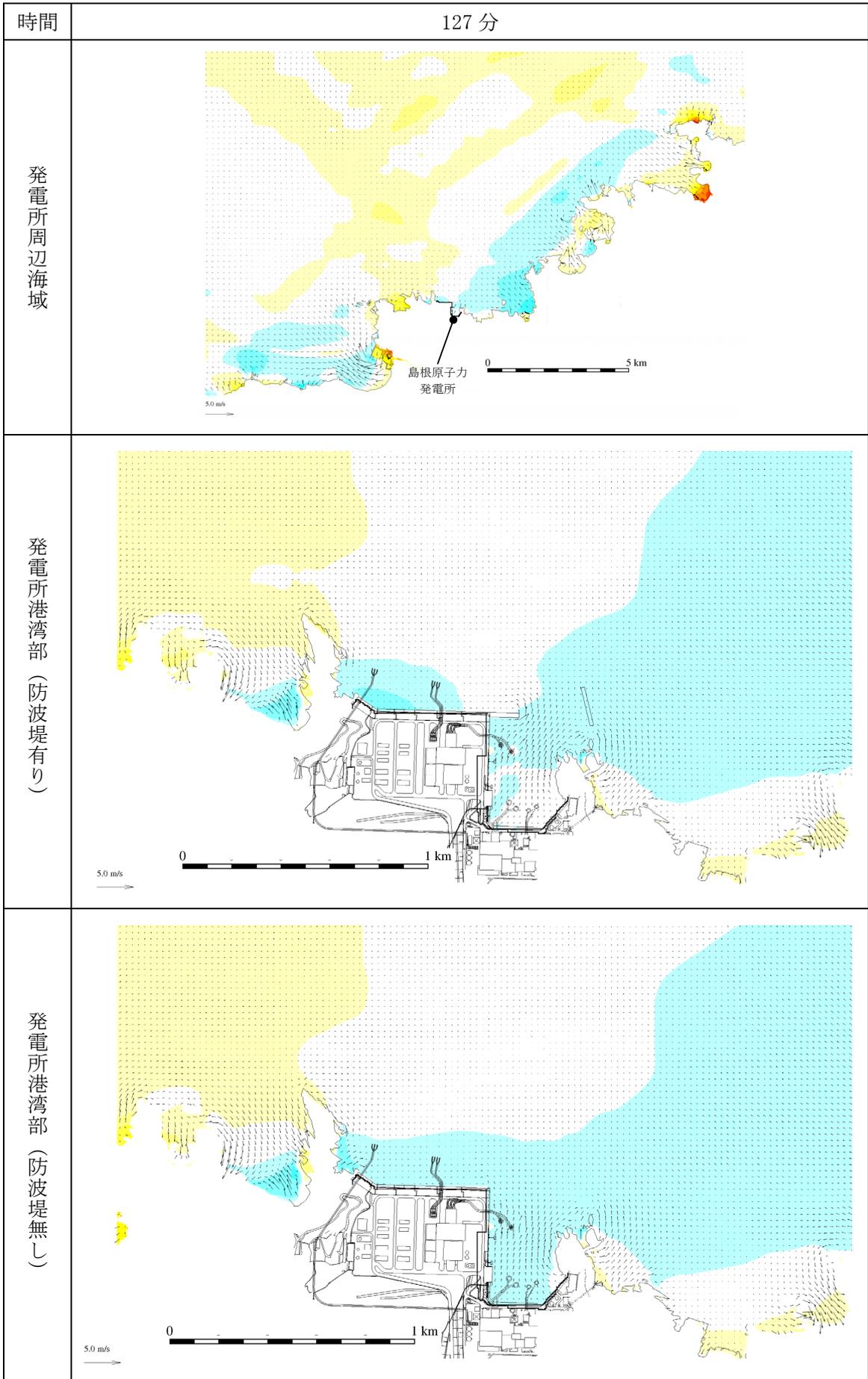
第 1 図(52) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



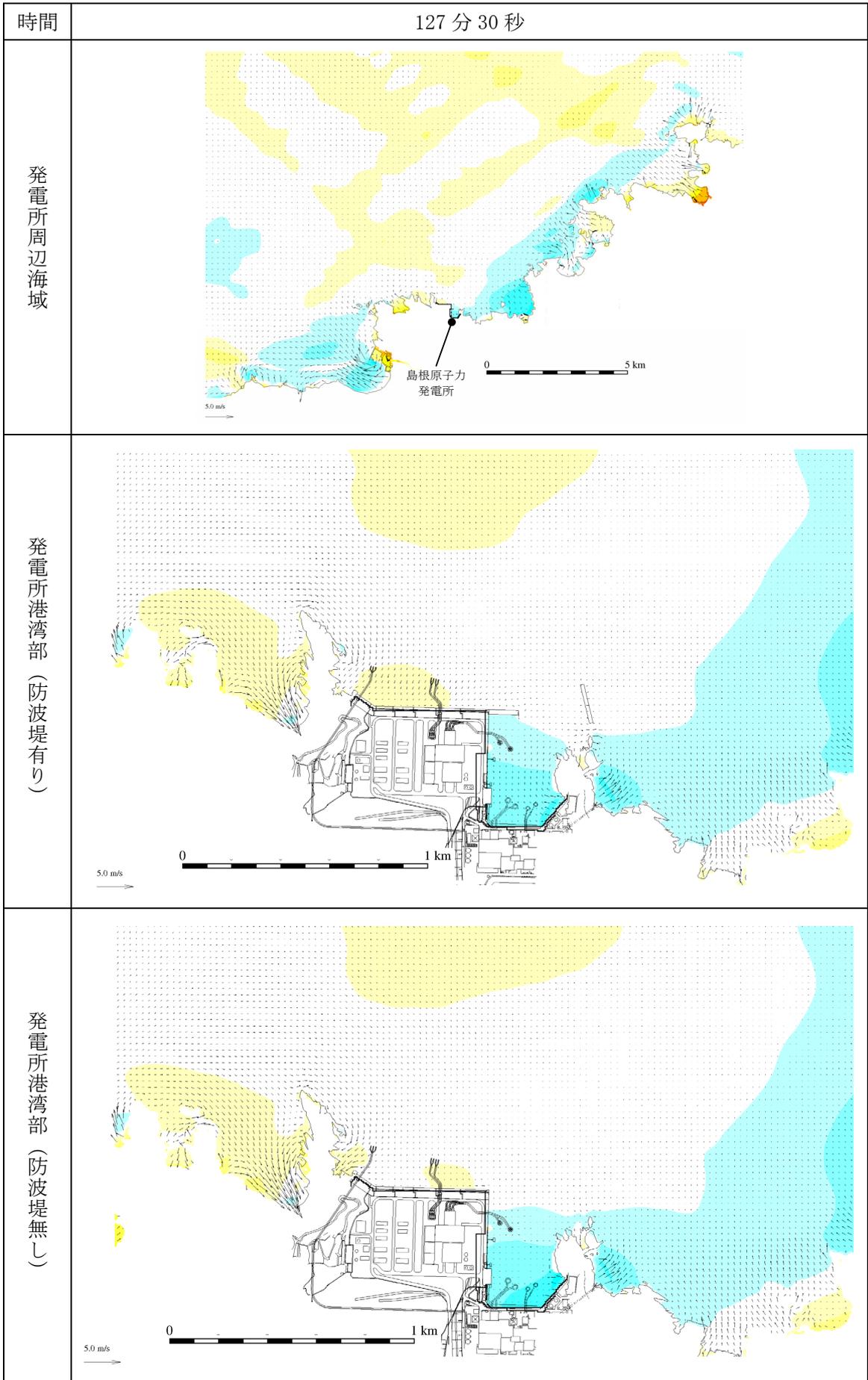
第 1 図 (53) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



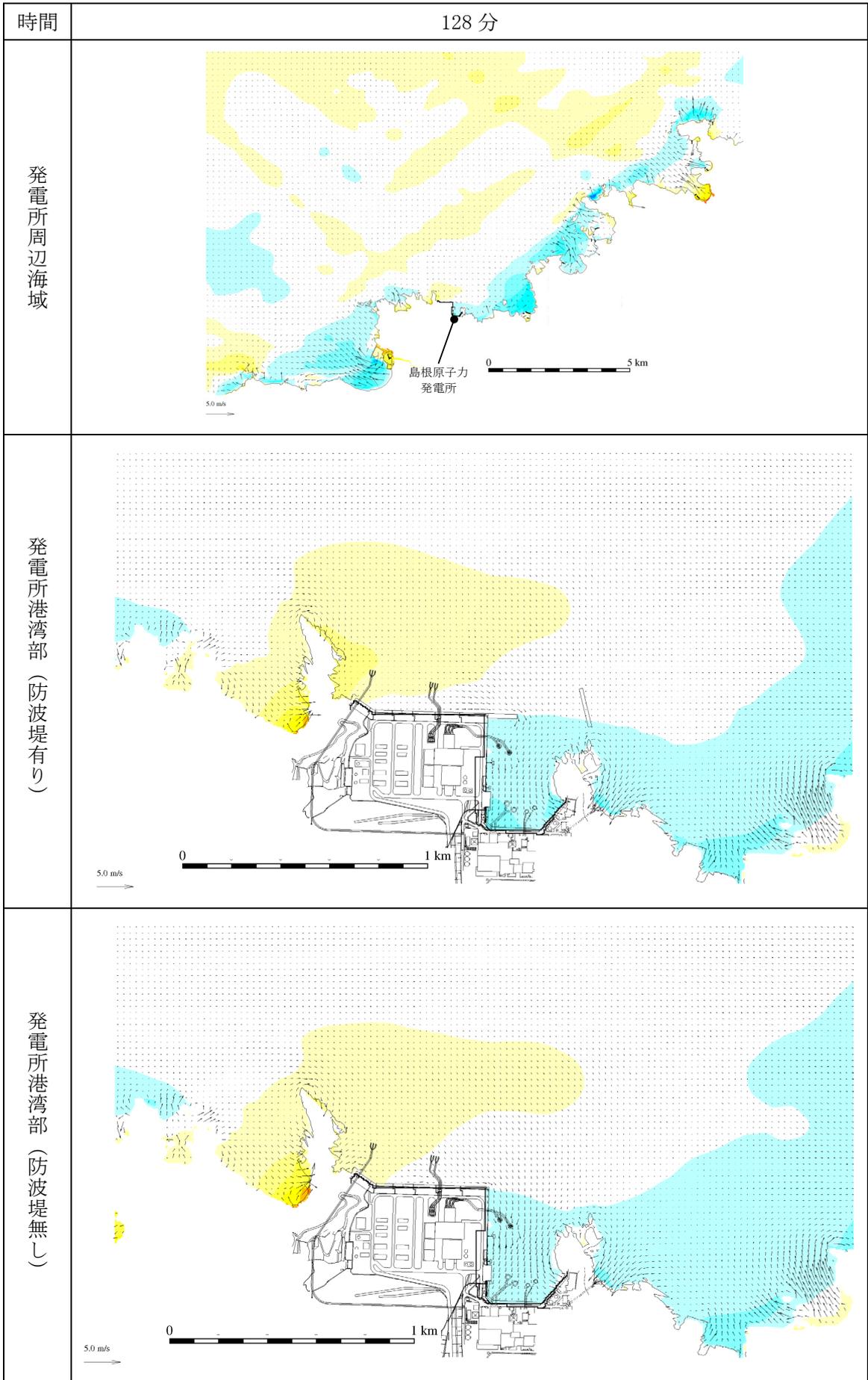
第 1 図(54) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



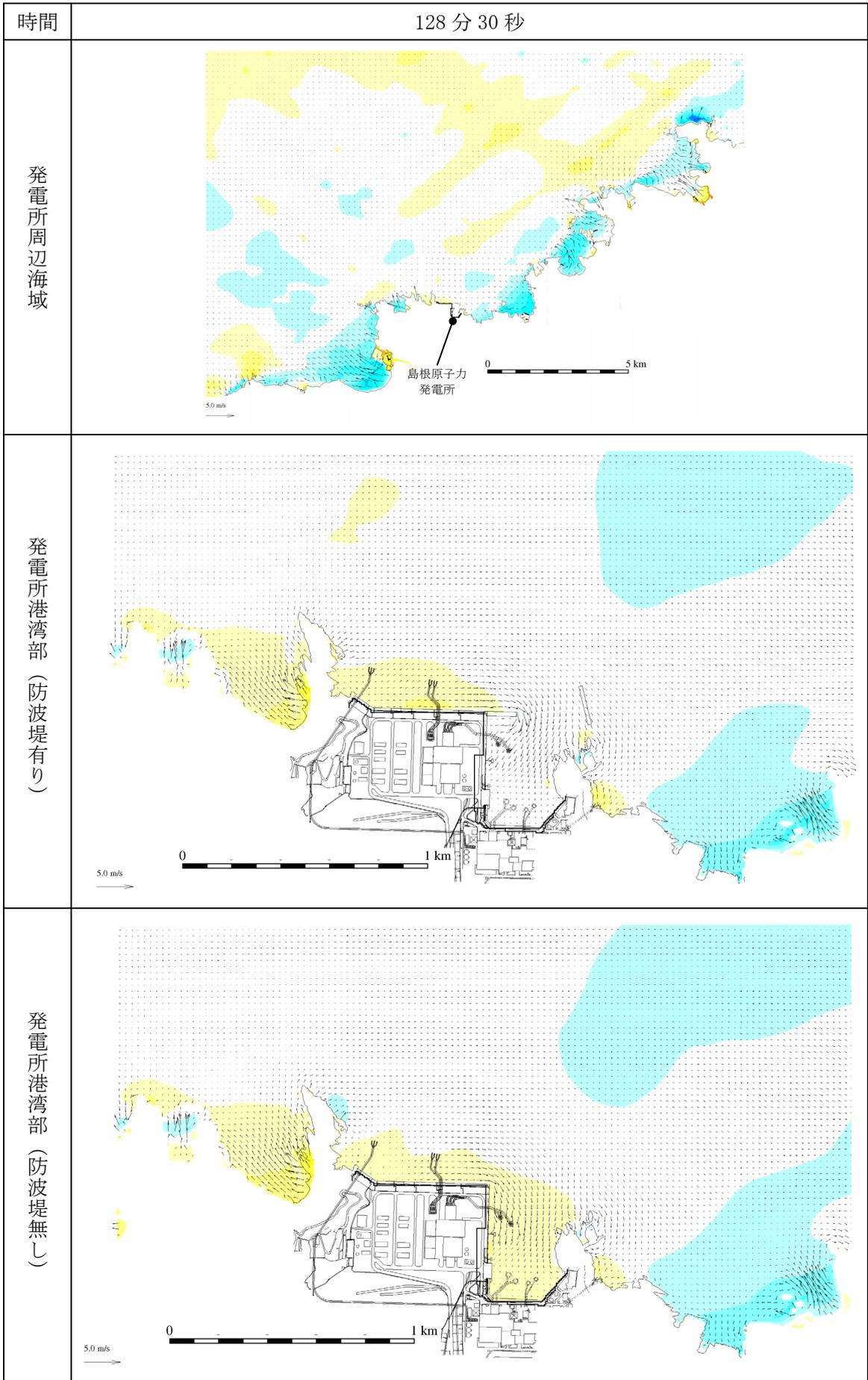
第 1 図 (55) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



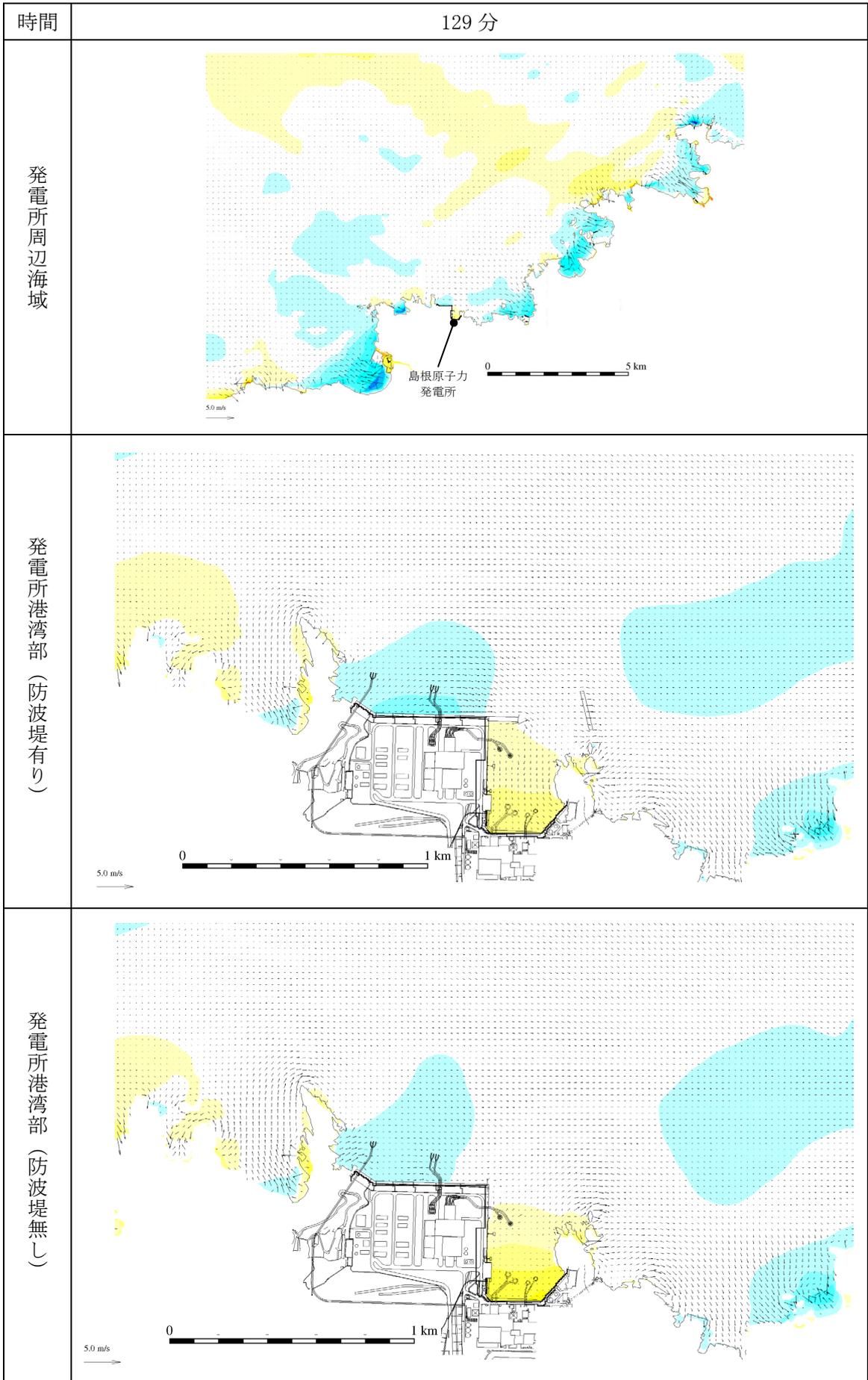
第 1 図(56) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



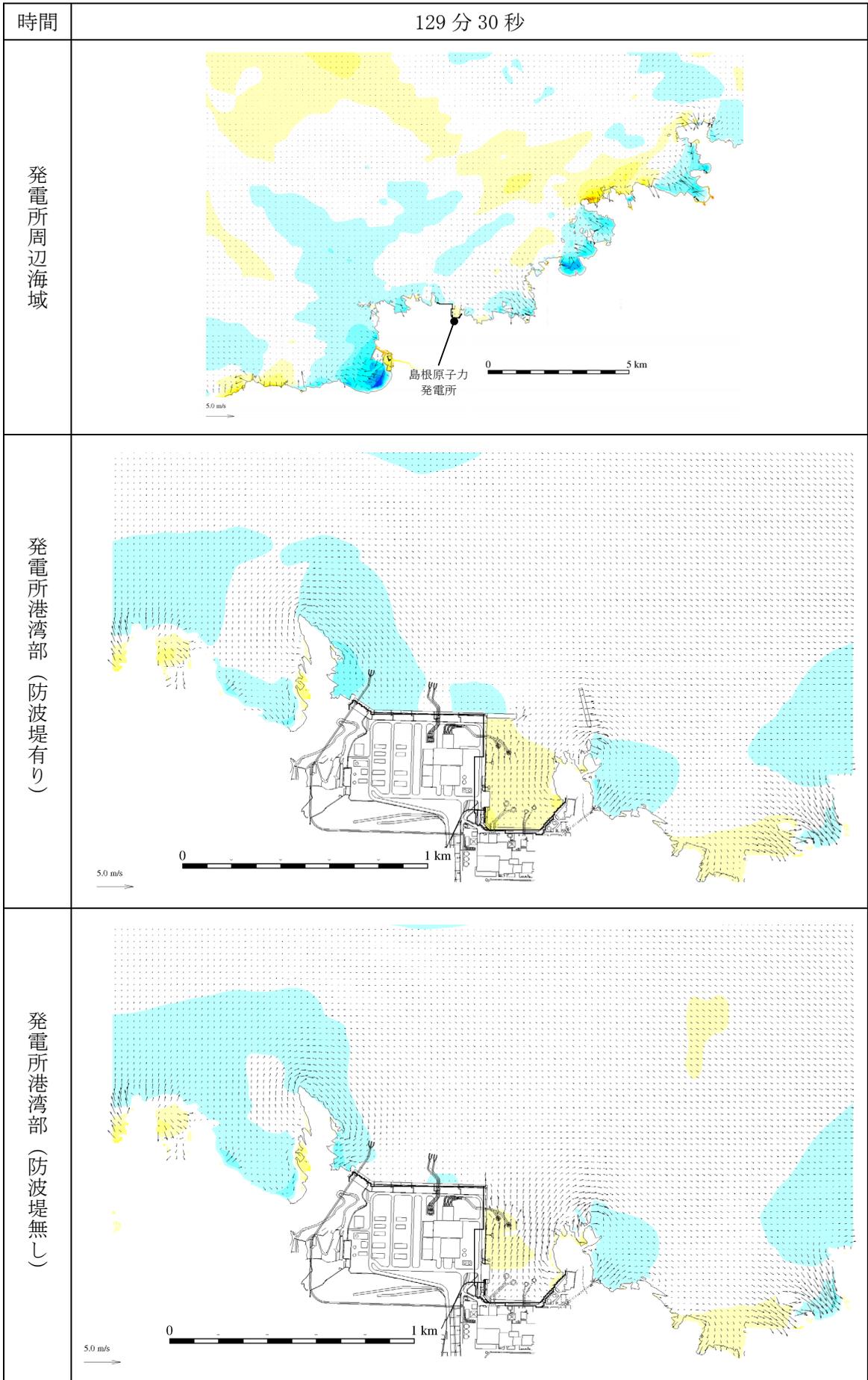
第 1 図(57) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



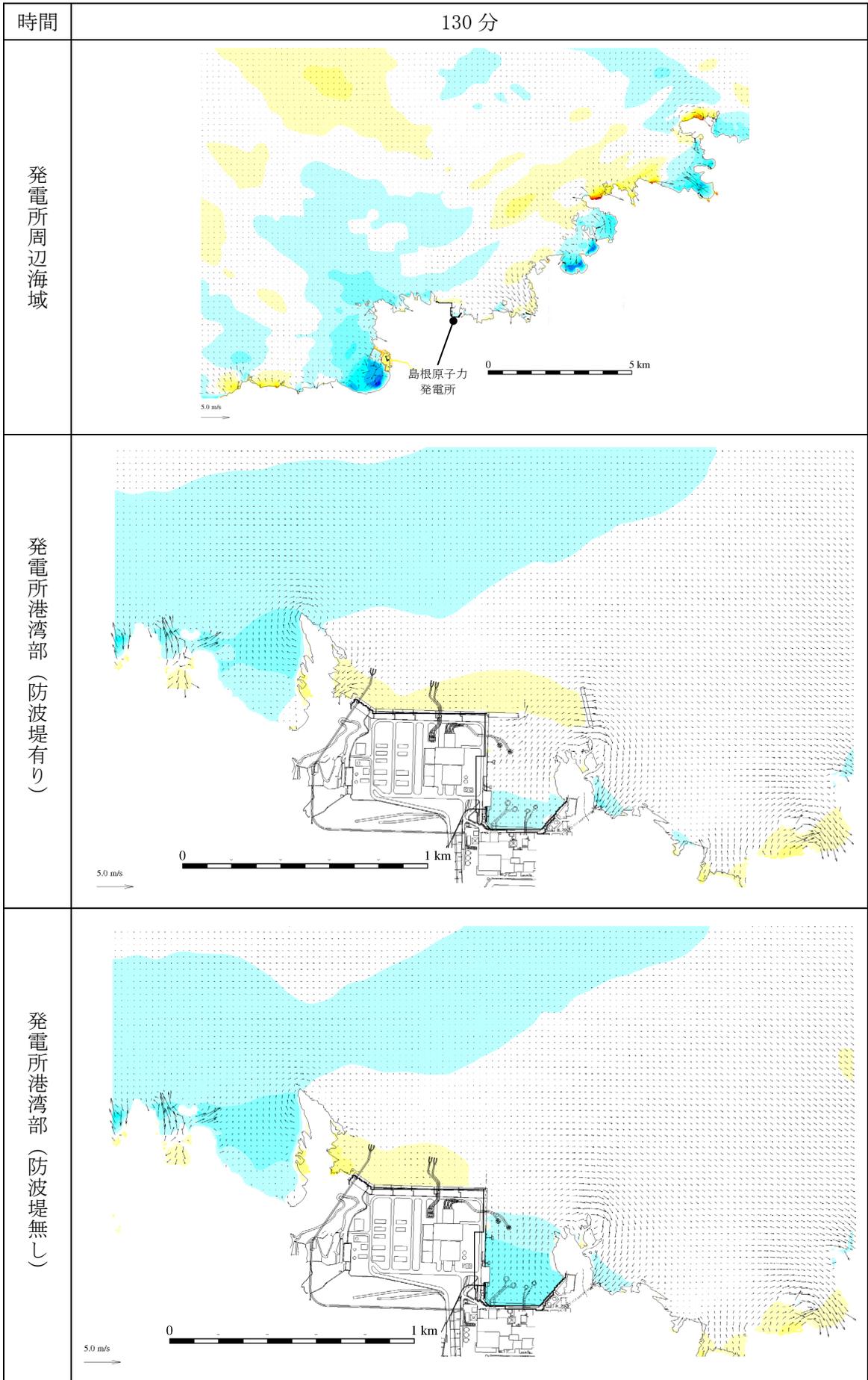
第 1 図(58) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



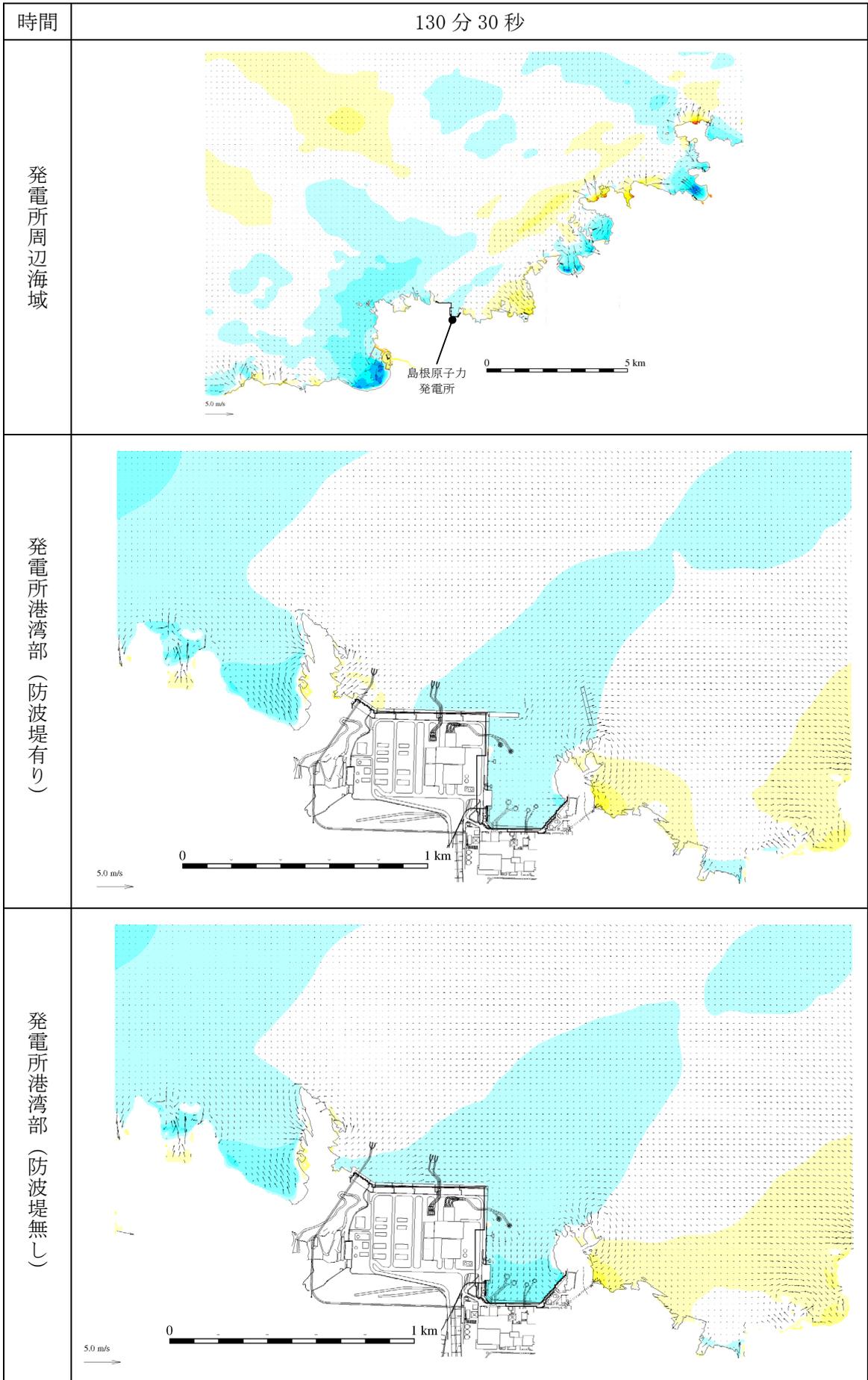
第 1 図 (59) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



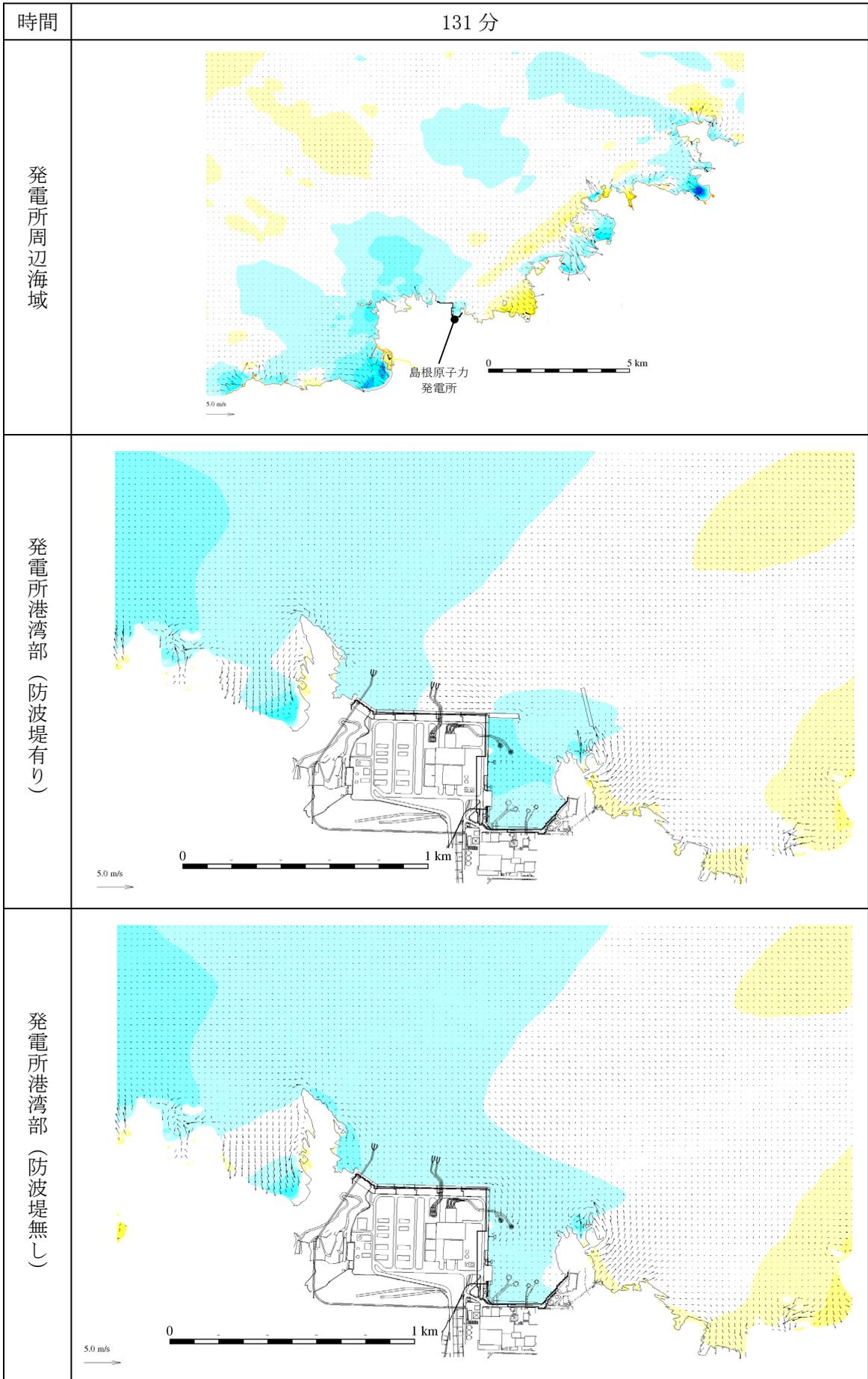
第 1 図(60) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



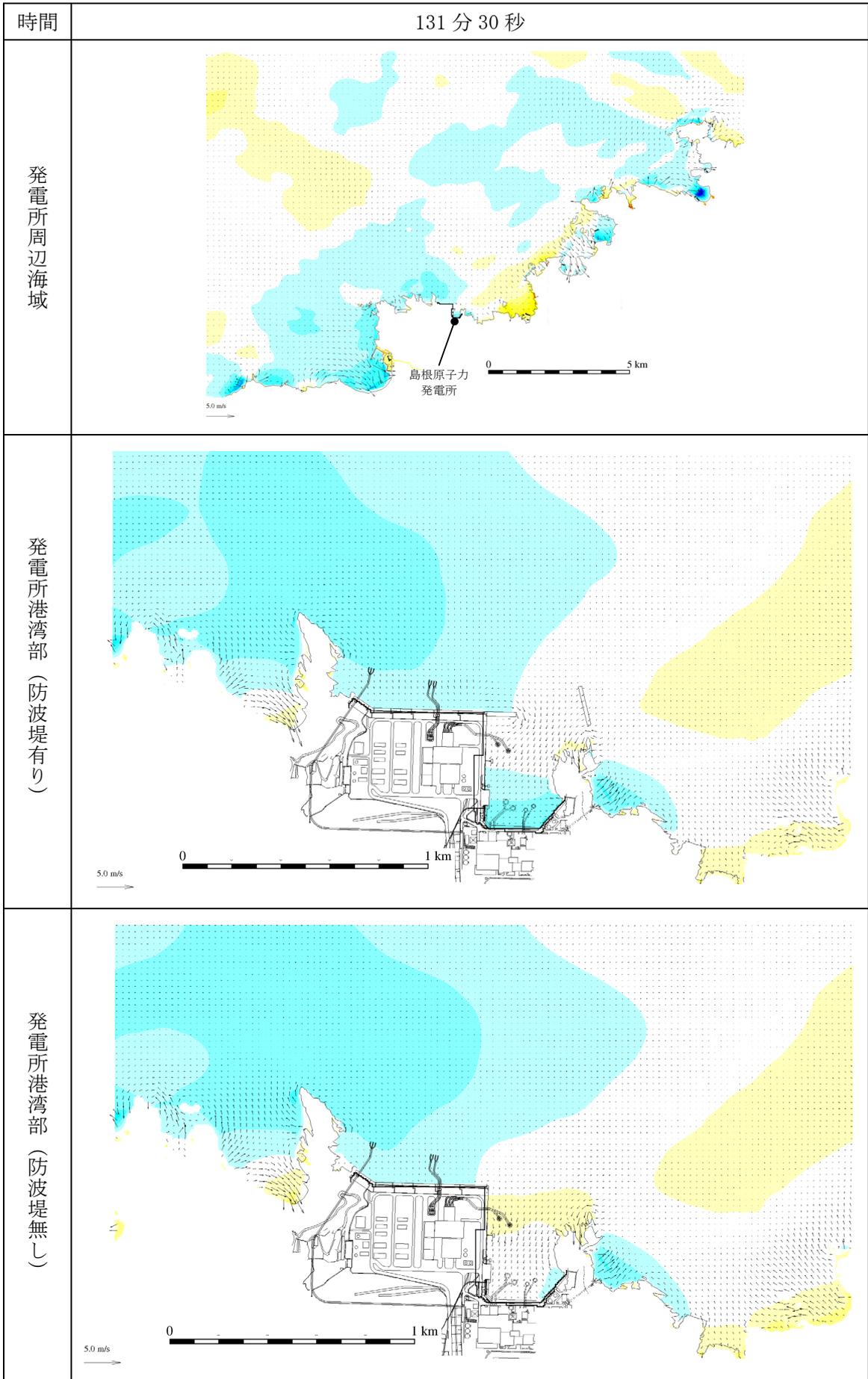
第 1 図(61) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



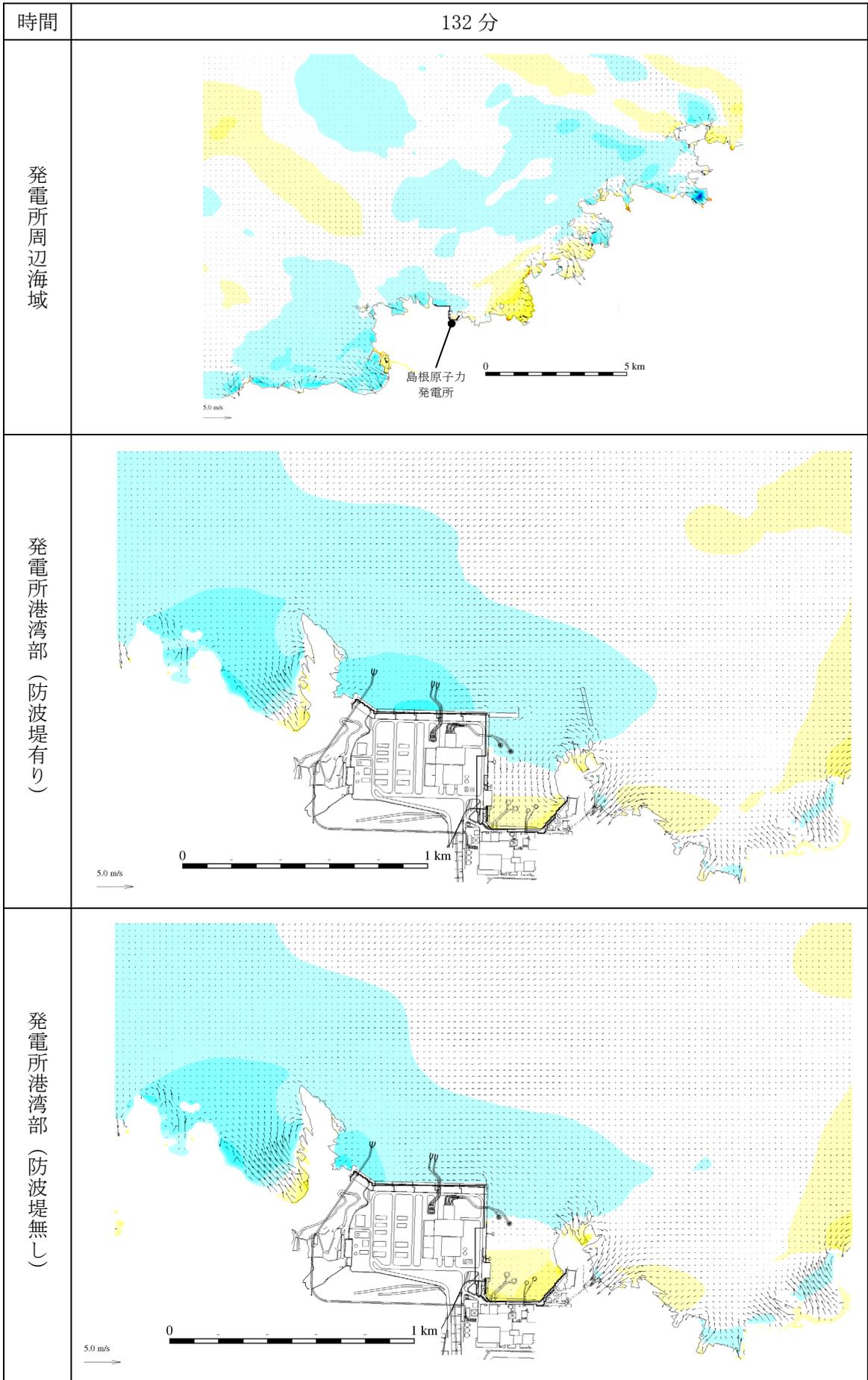
第 1 図(62) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



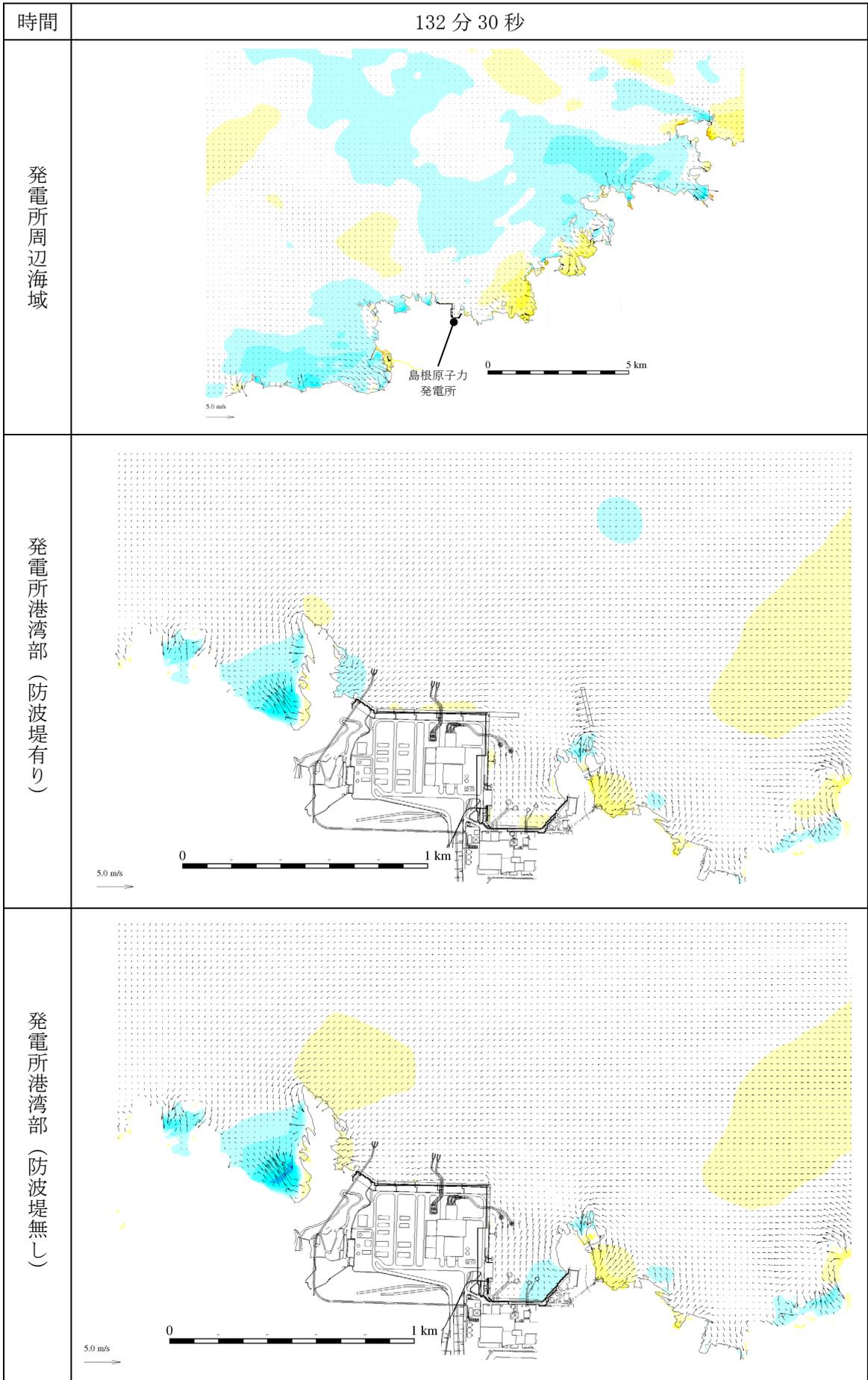
第 1 図(63) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



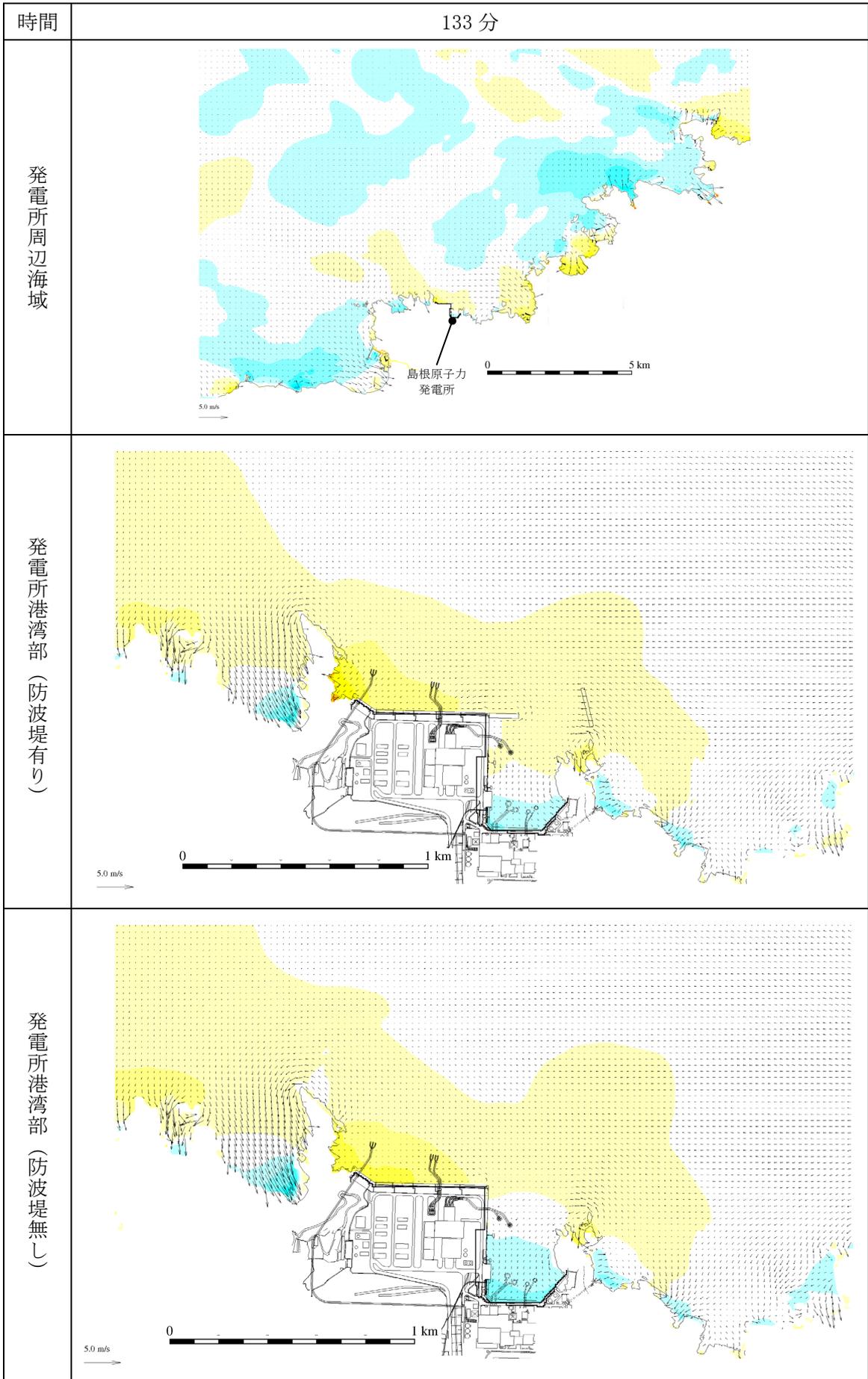
第 1 図(64) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



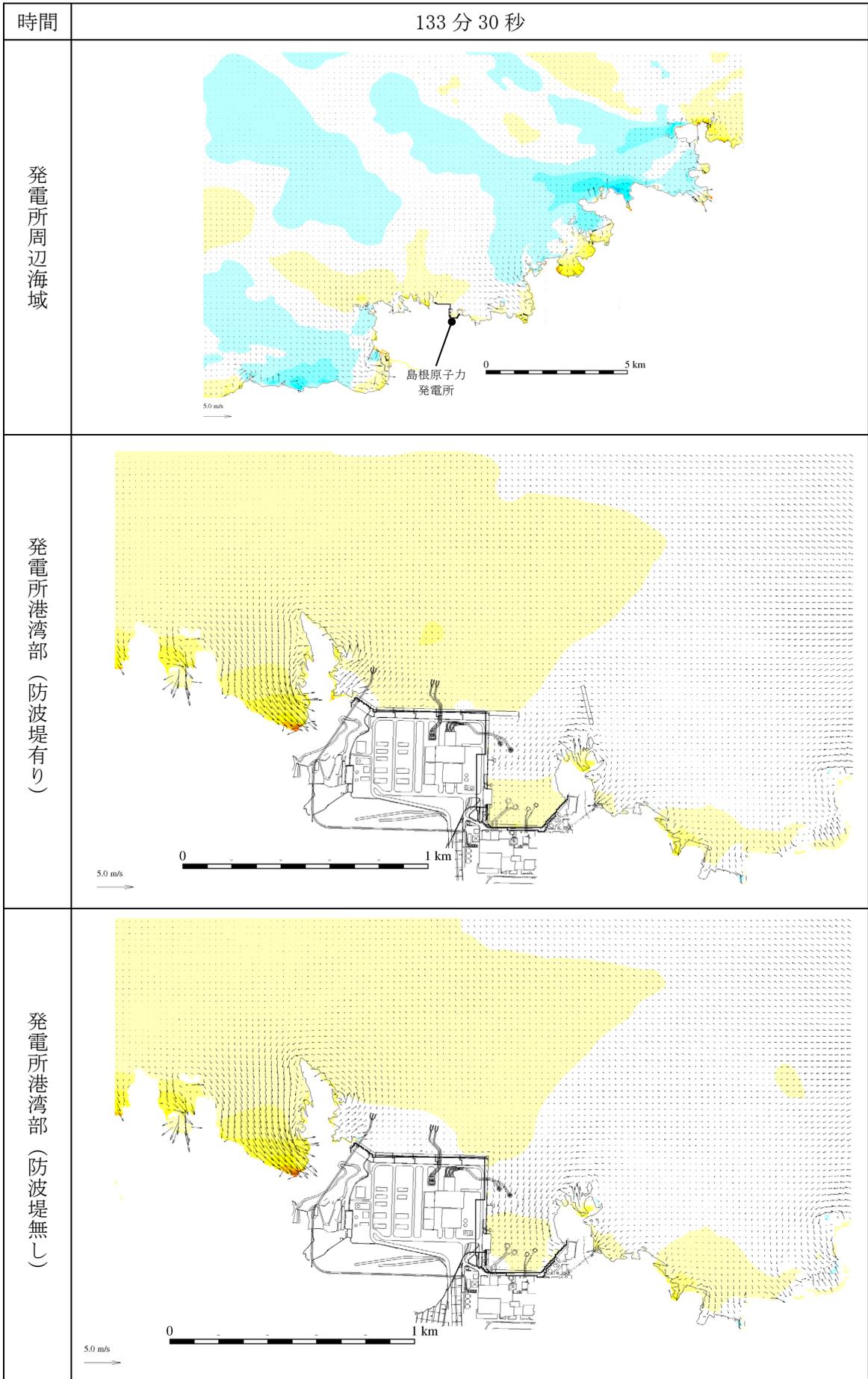
第 1 図 (65) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



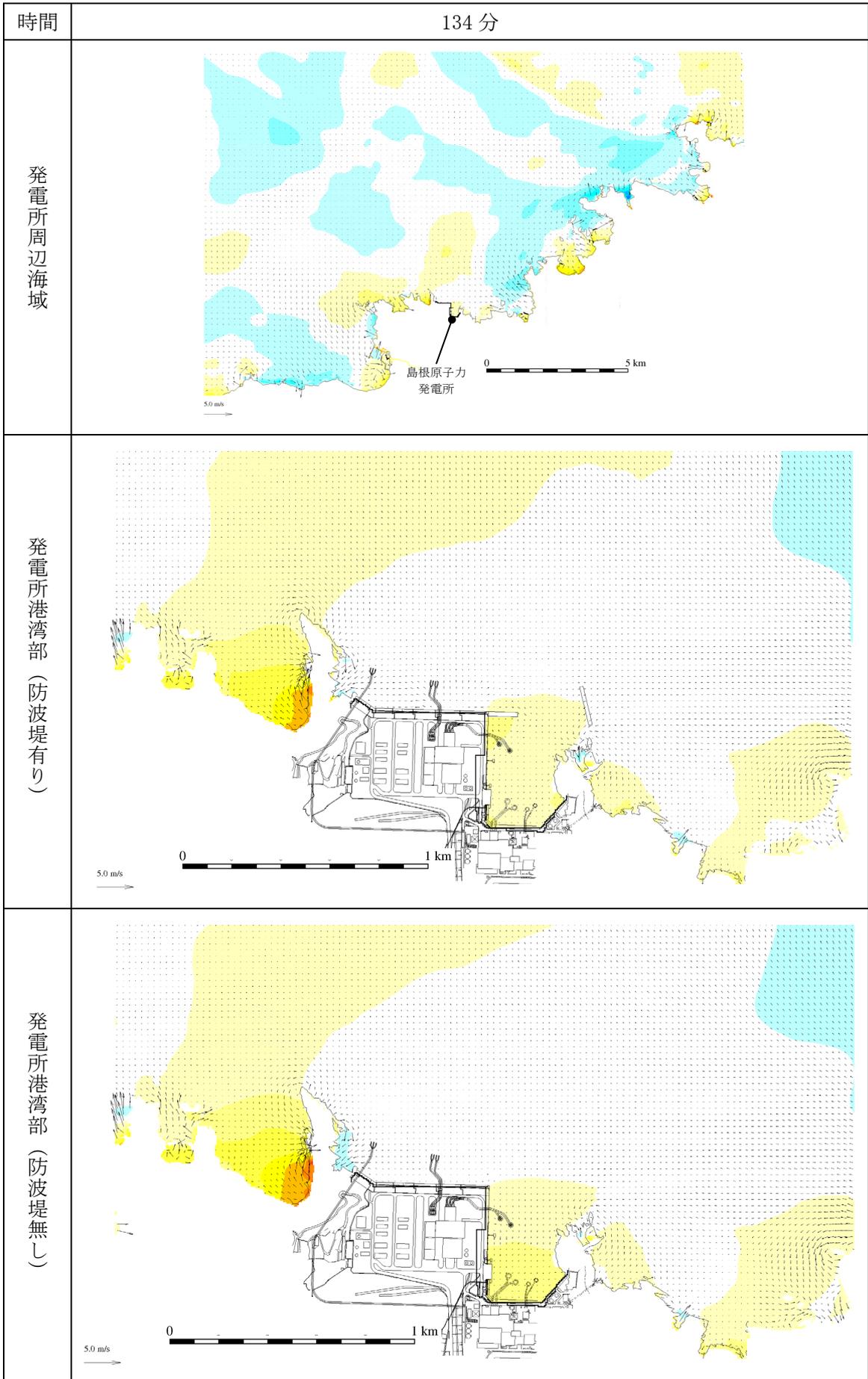
第 1 図(66) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



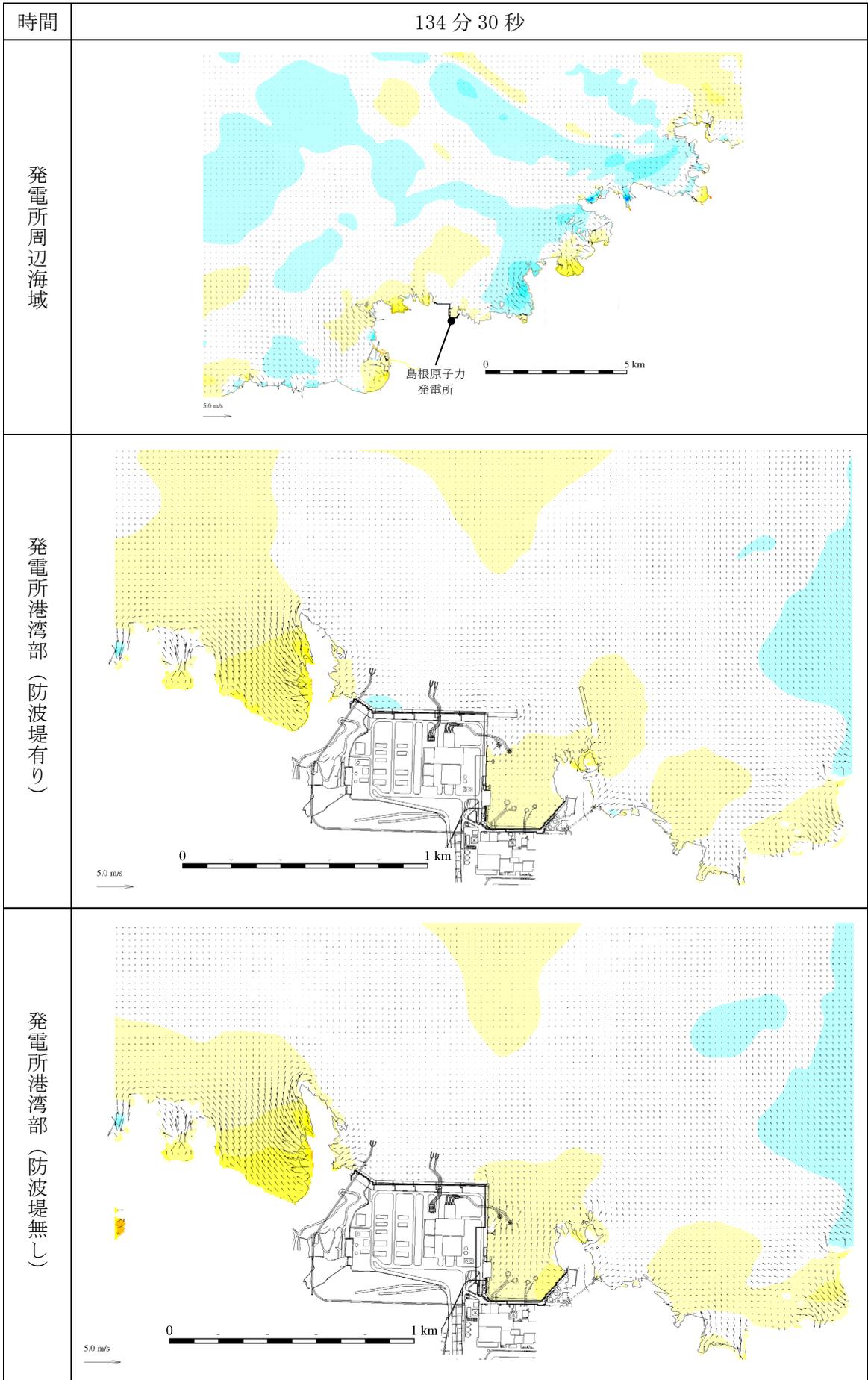
第 1 図(67) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



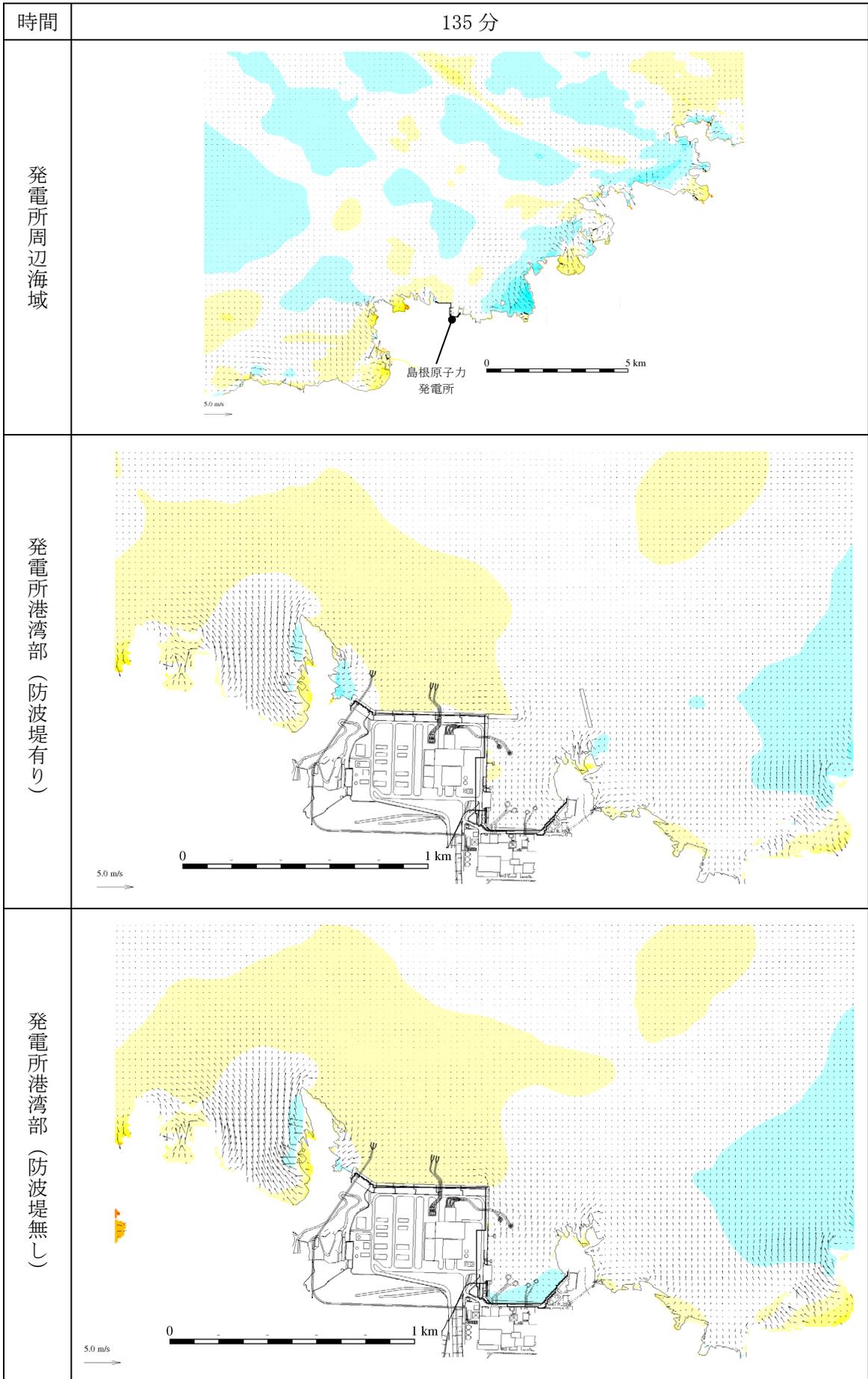
第 1 図(68) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



第 1 図(69) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



第 1 図(70) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル



第 1 図(71) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル