

図 6-5 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

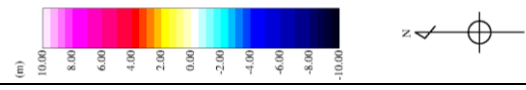
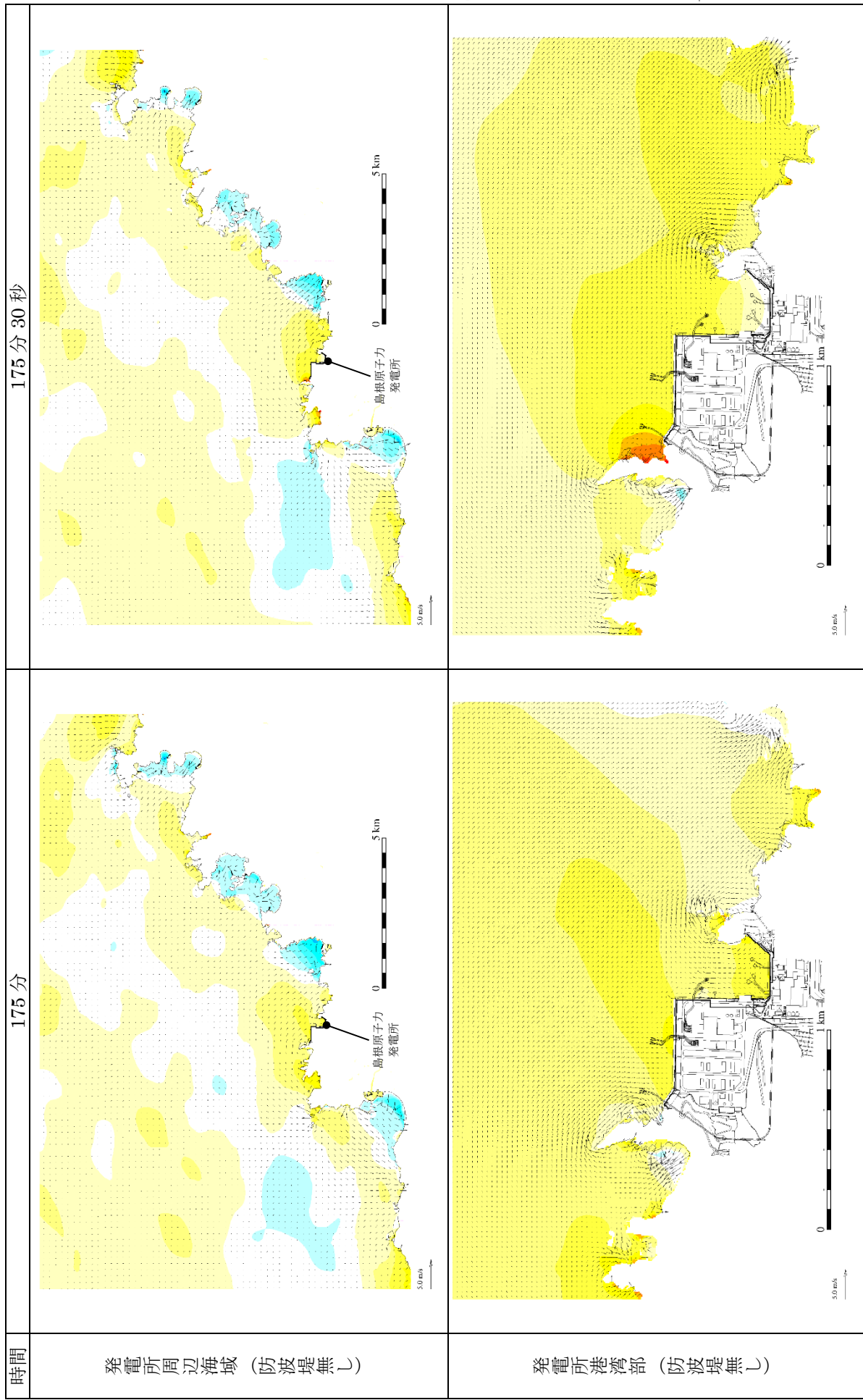


図 6-6 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

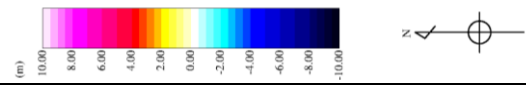
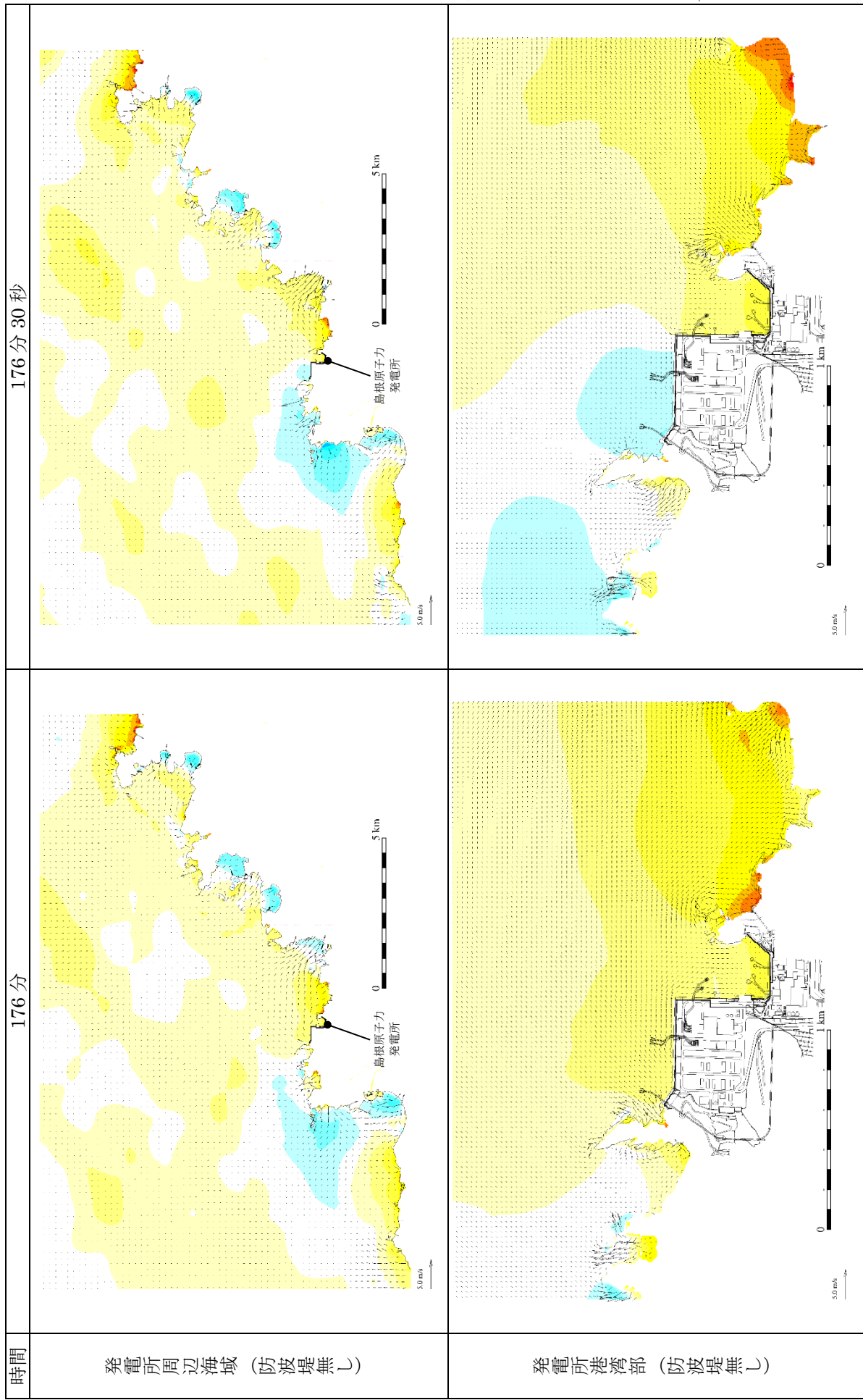


図 6-7 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

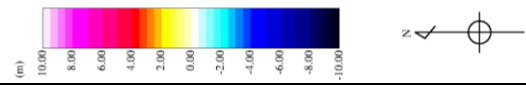
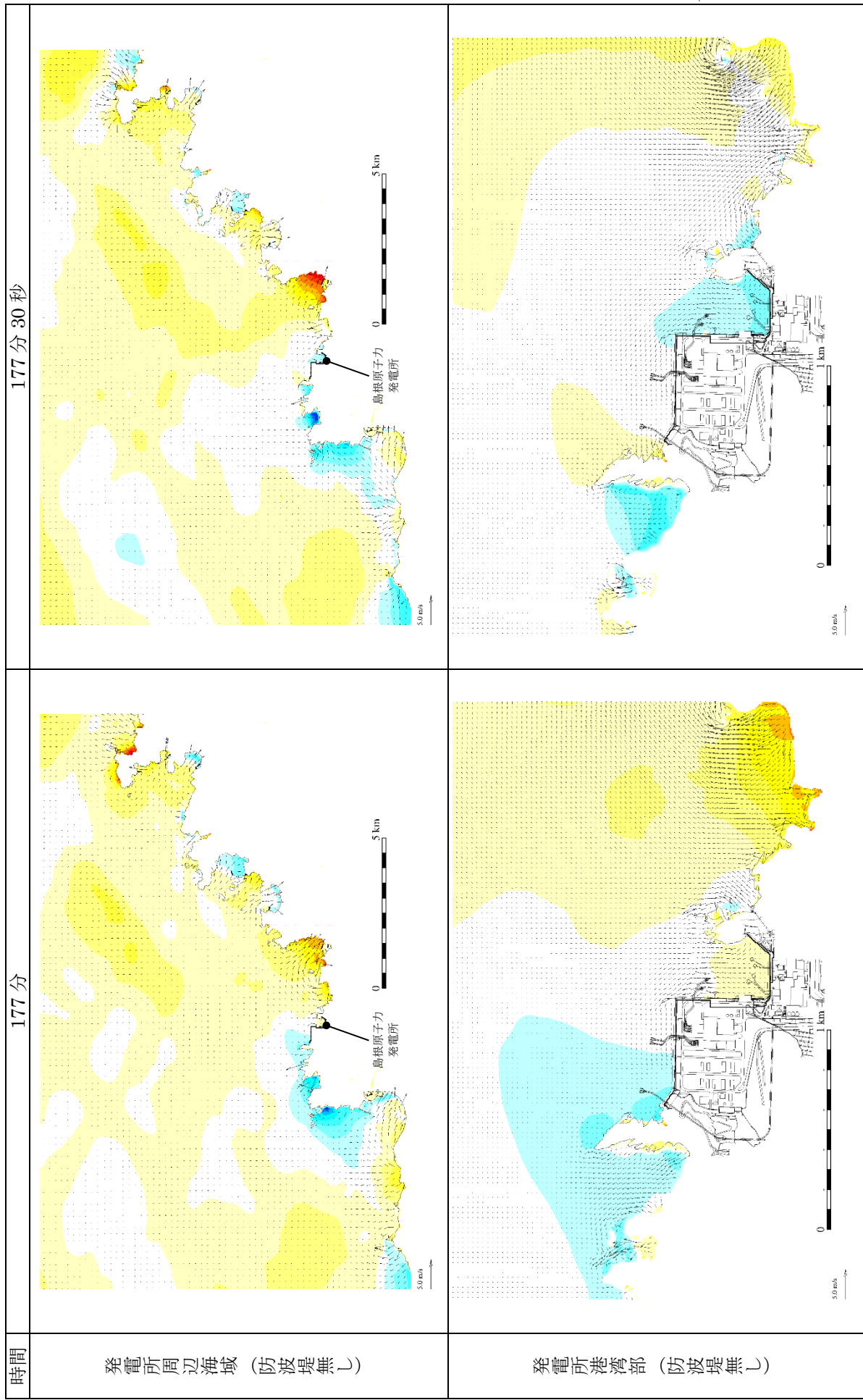


図 6-8 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

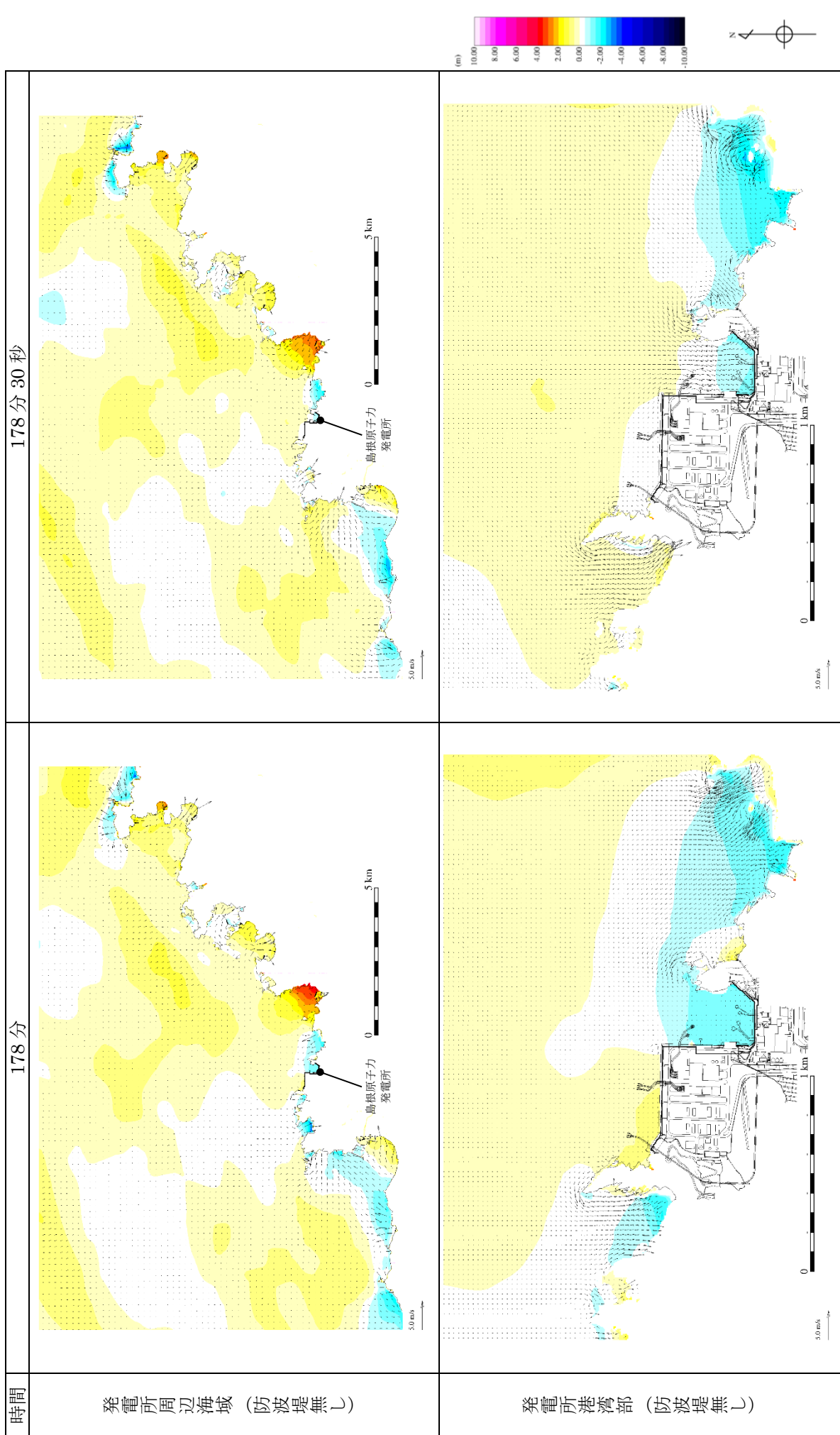


図 6-9 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

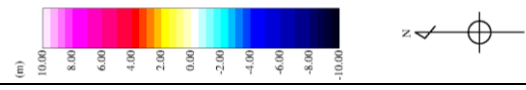
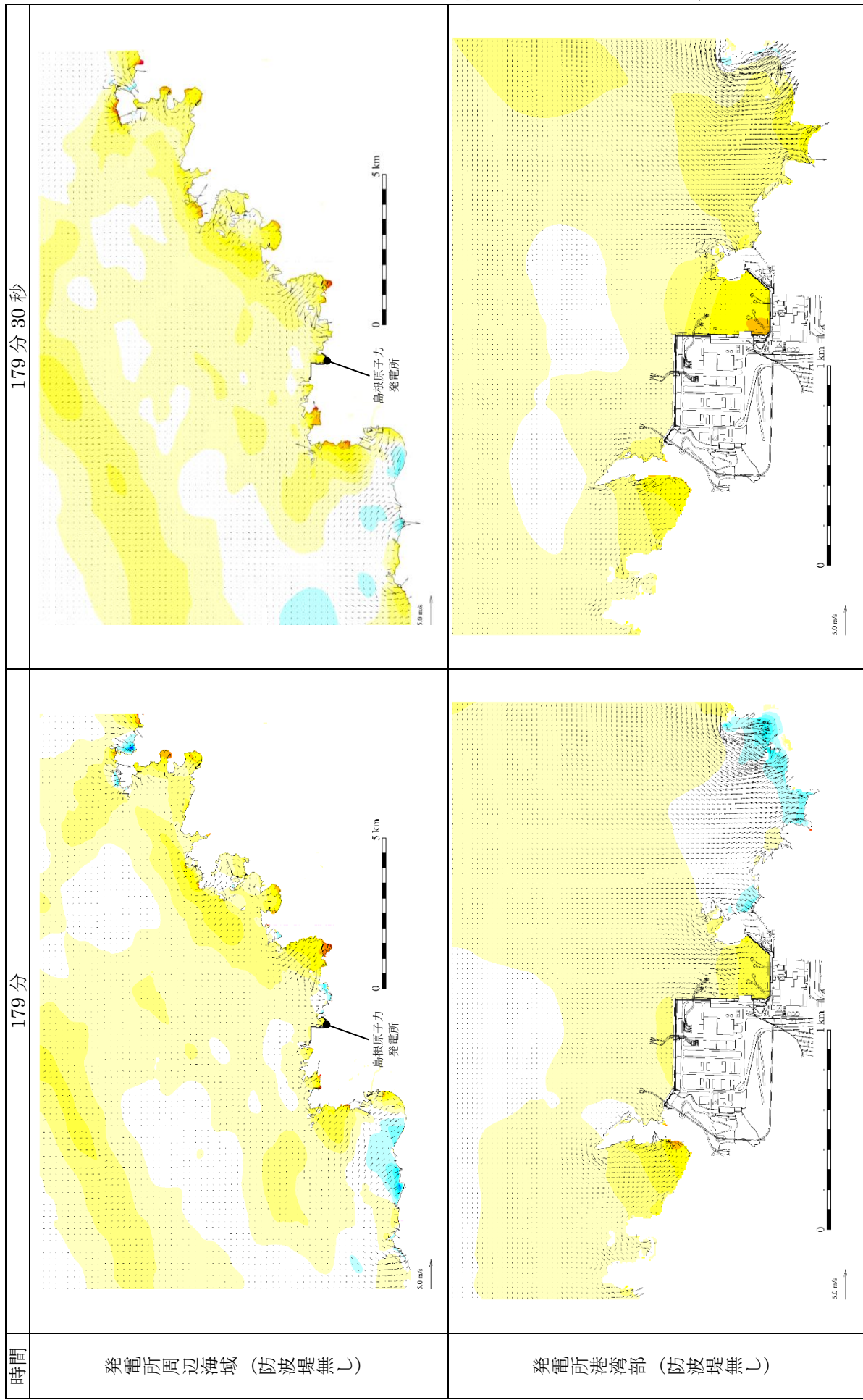


図 6-10 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

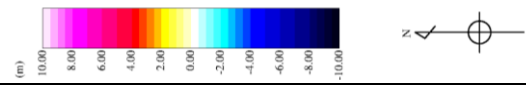
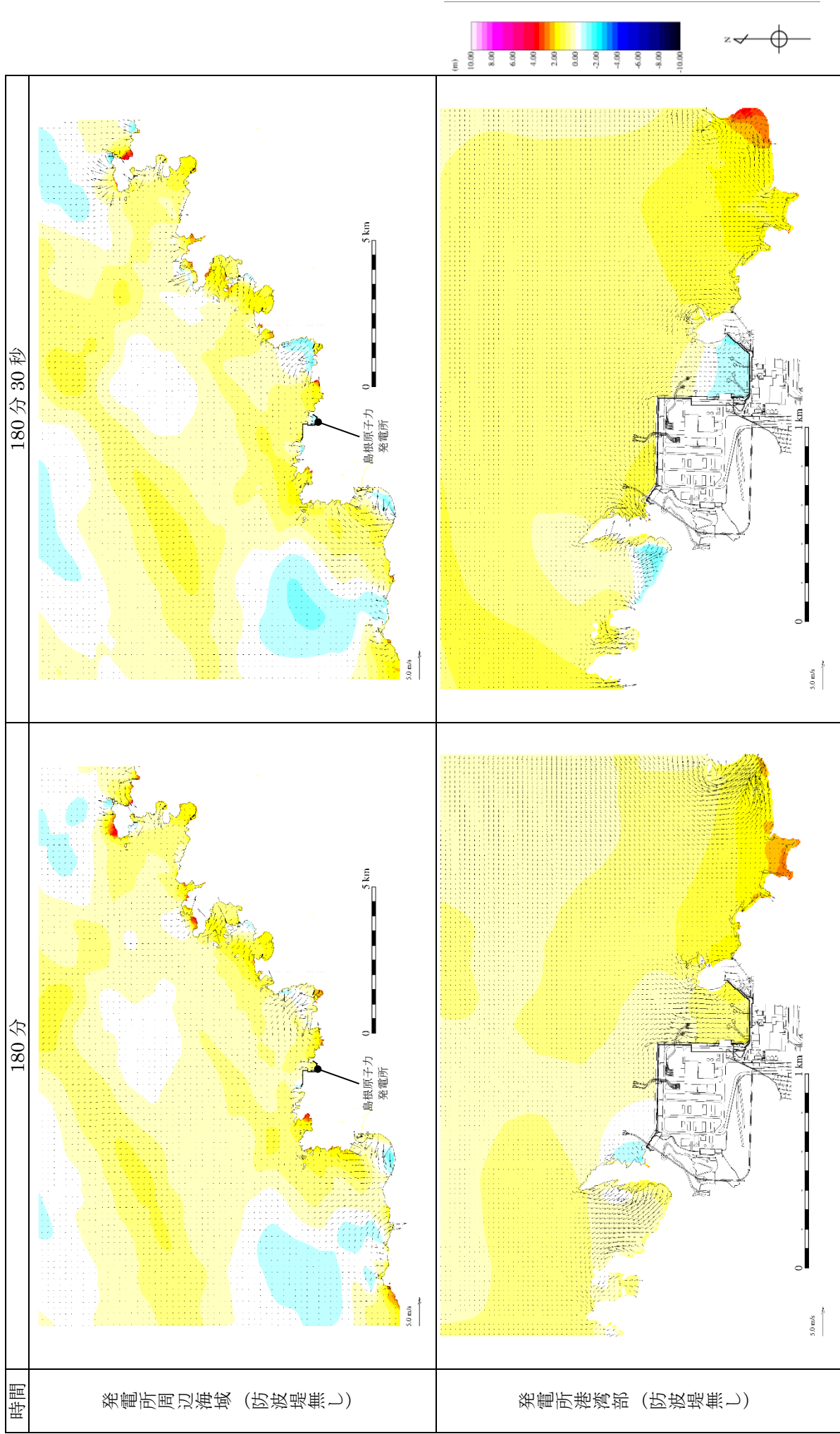


図 6-11 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

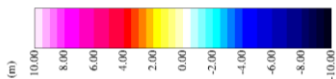
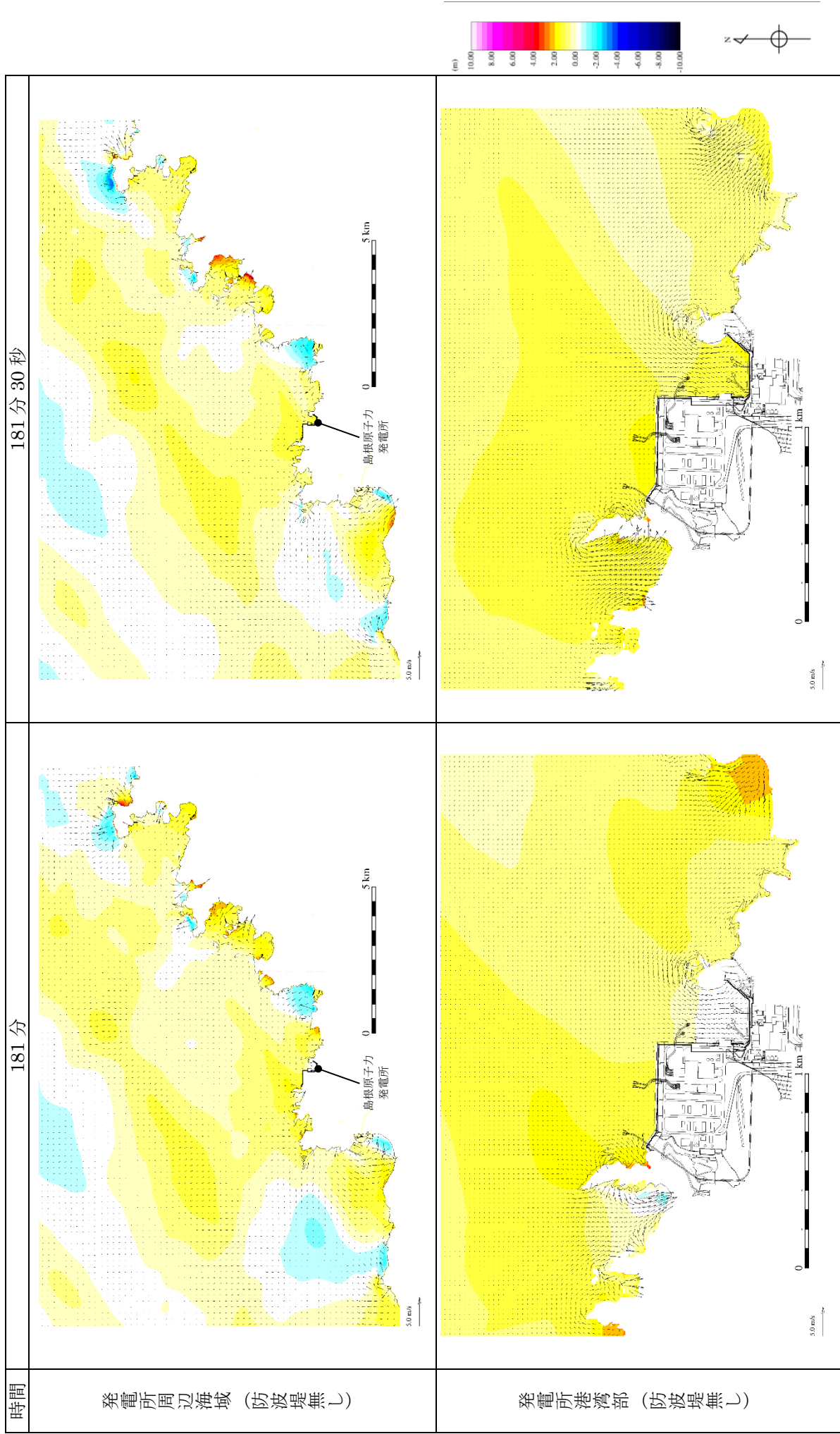


図 6-12 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

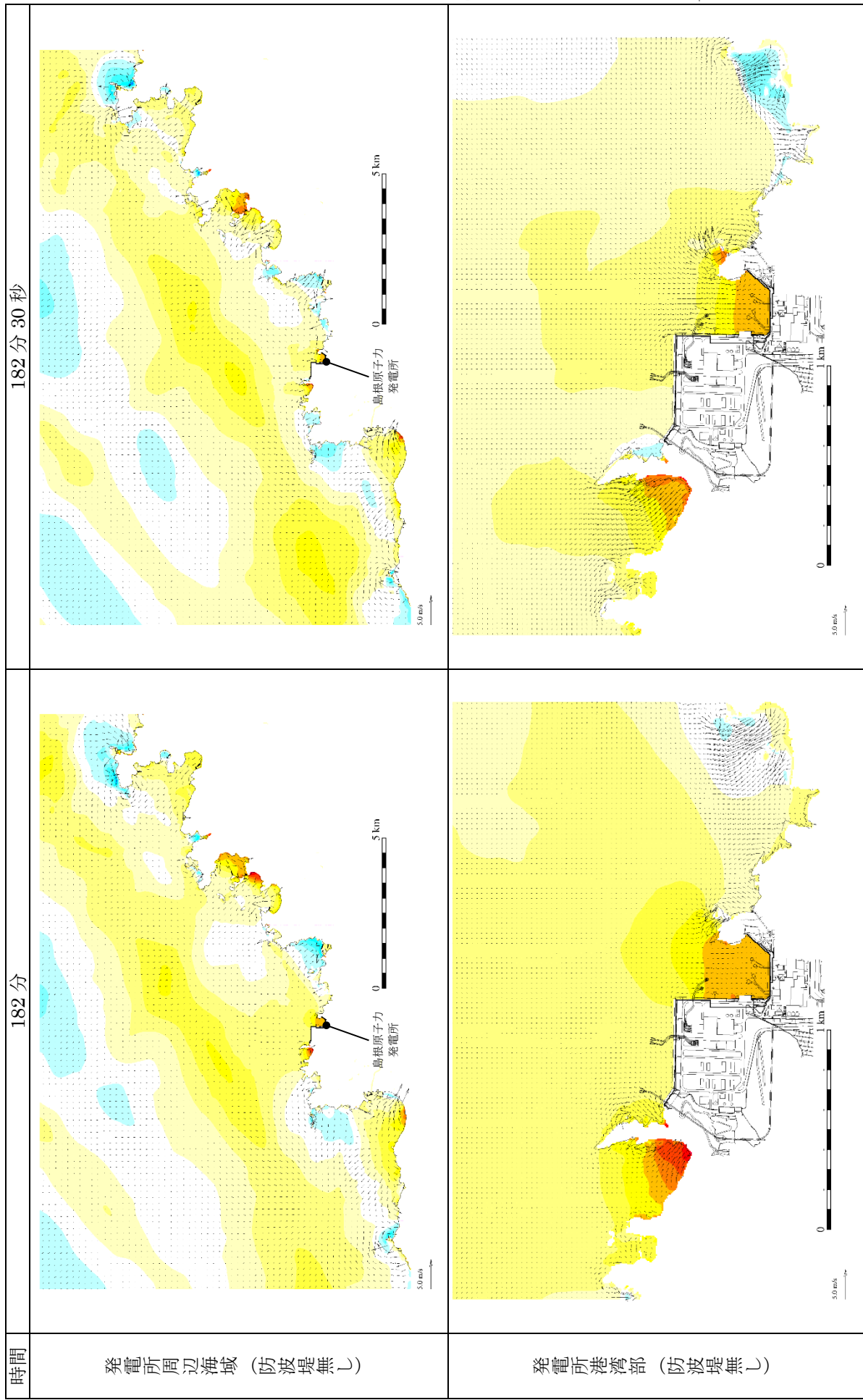


図 6-13 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

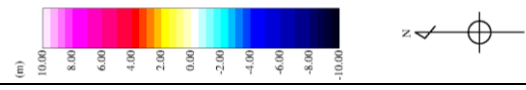
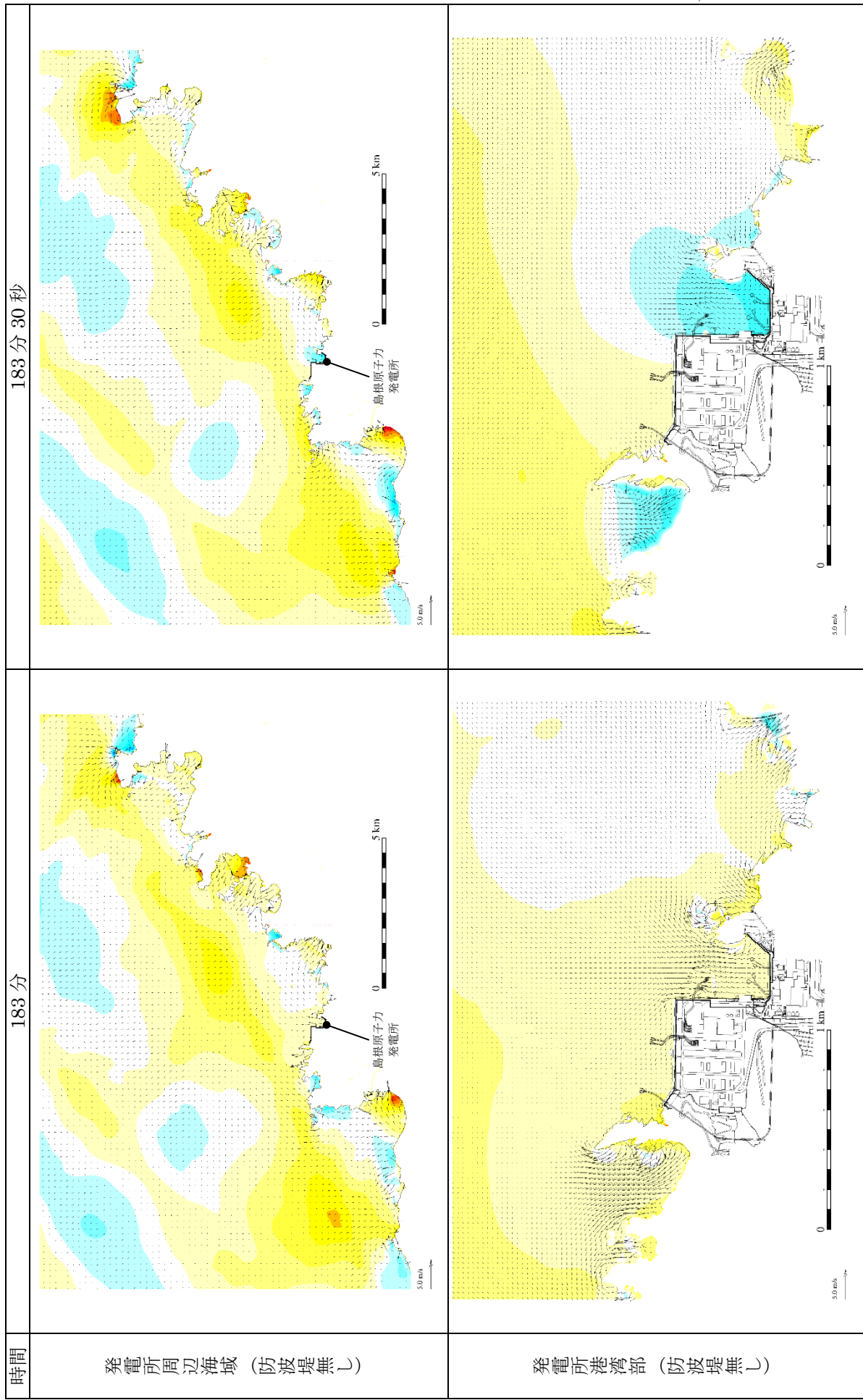


図 6-14 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

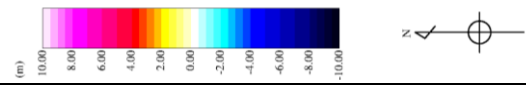
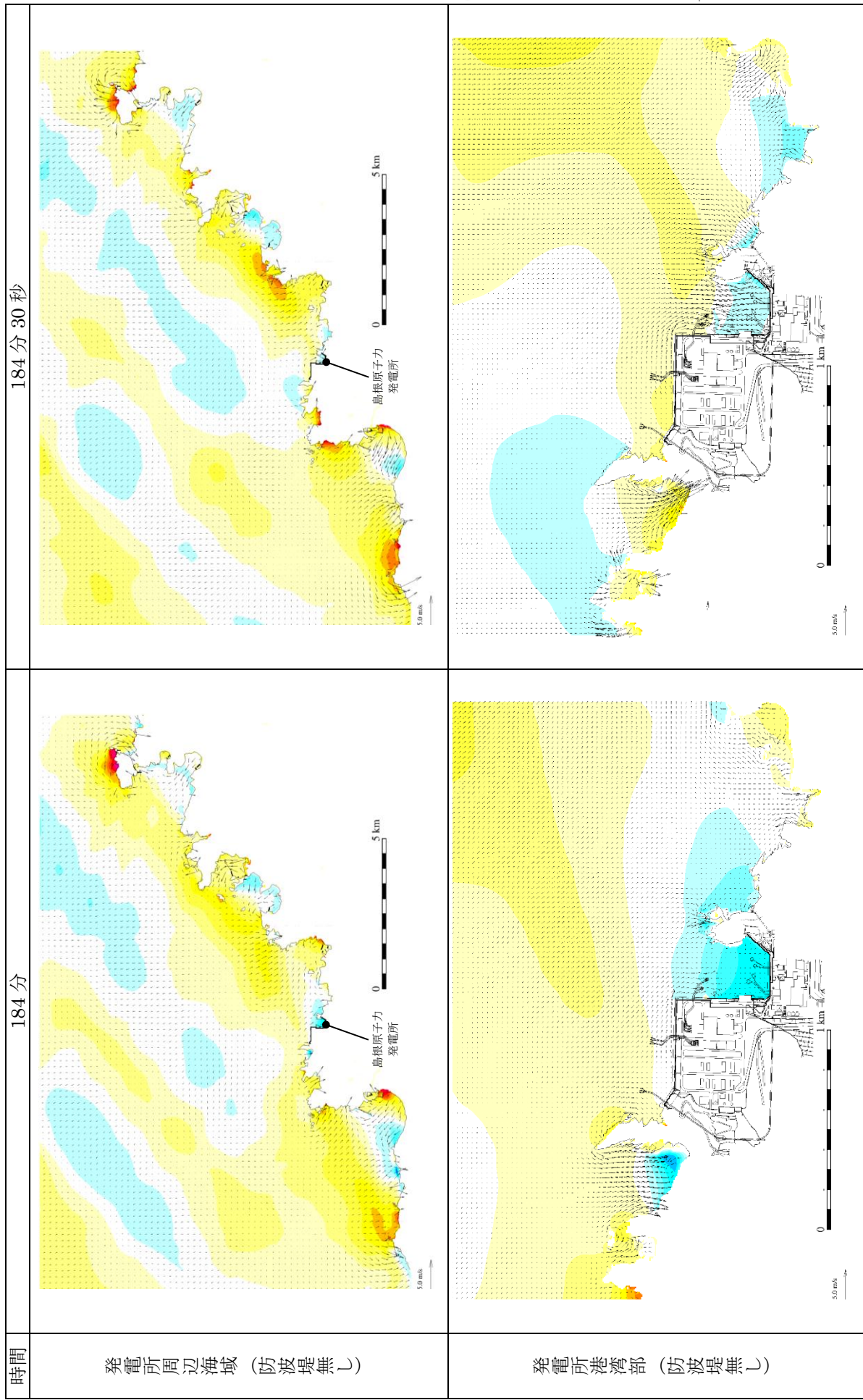


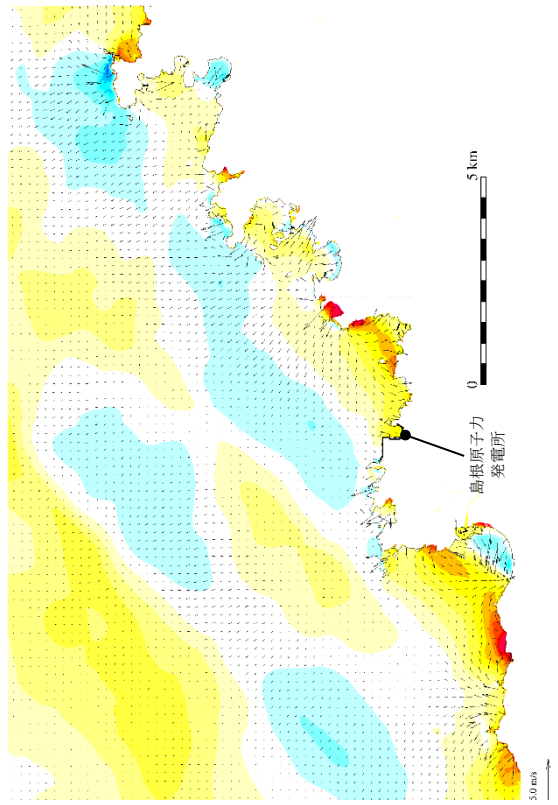
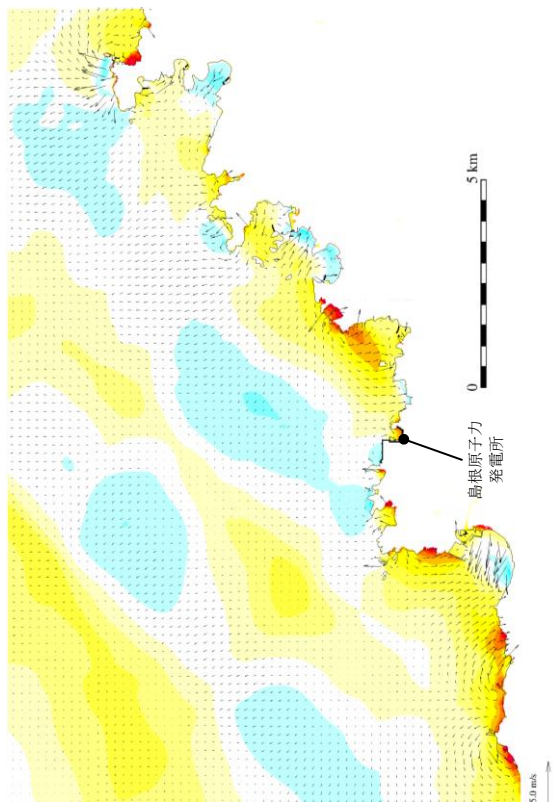
図 6-15 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

時間

185分

185分30秒

発電所周辺海域 (防波堤無し)



発電所港湾部 (防波堤無し)

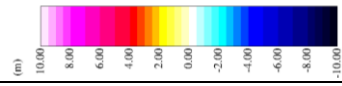
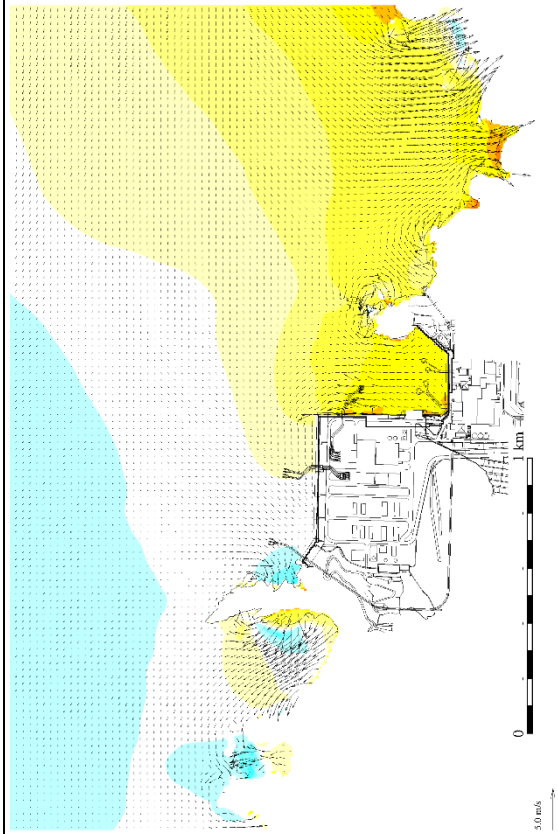
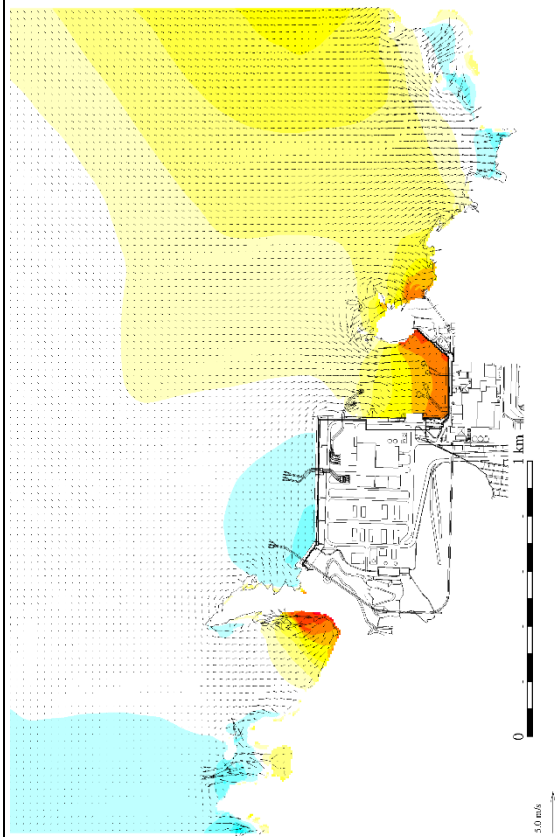


図 6-16 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

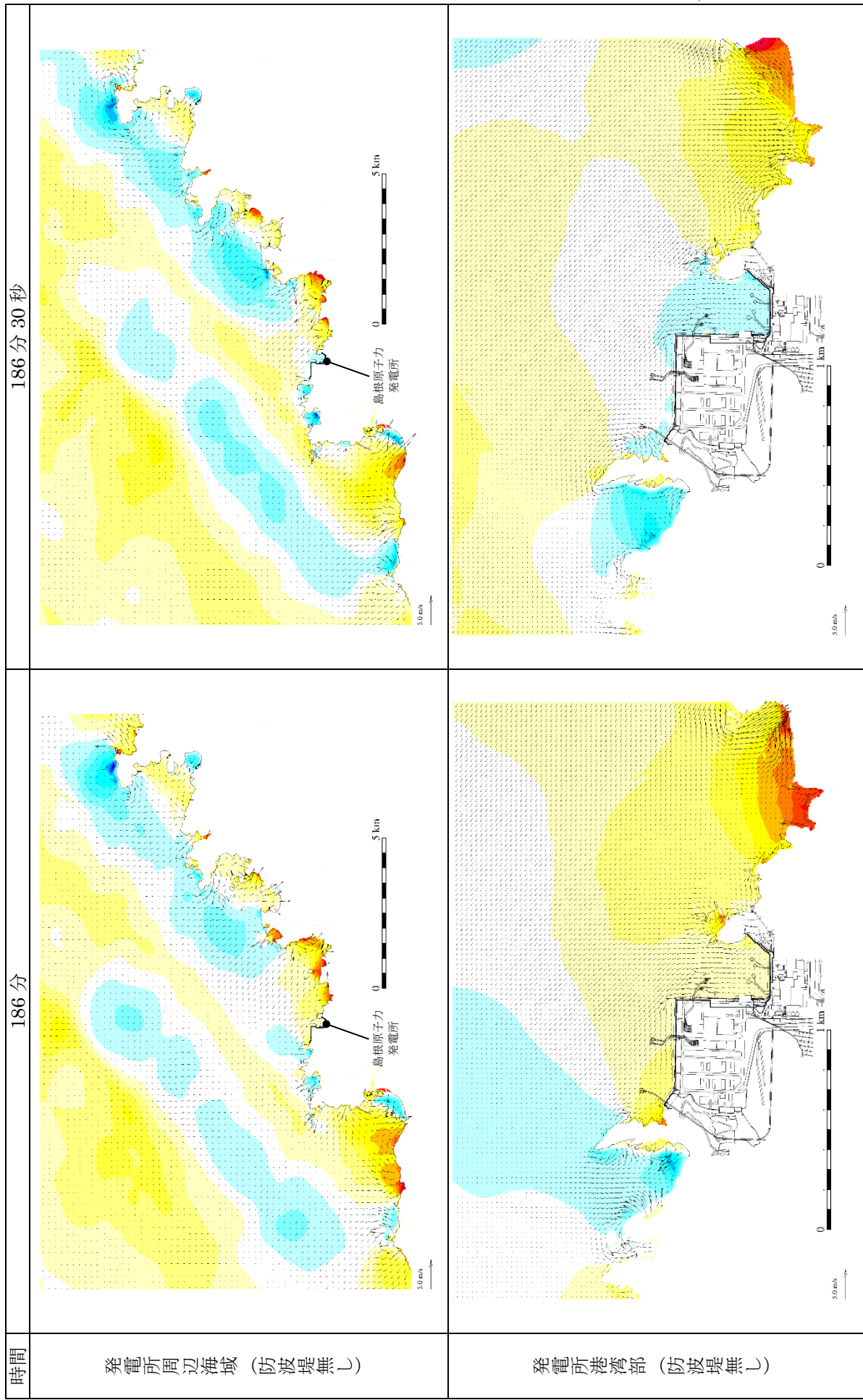


図 6-17 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

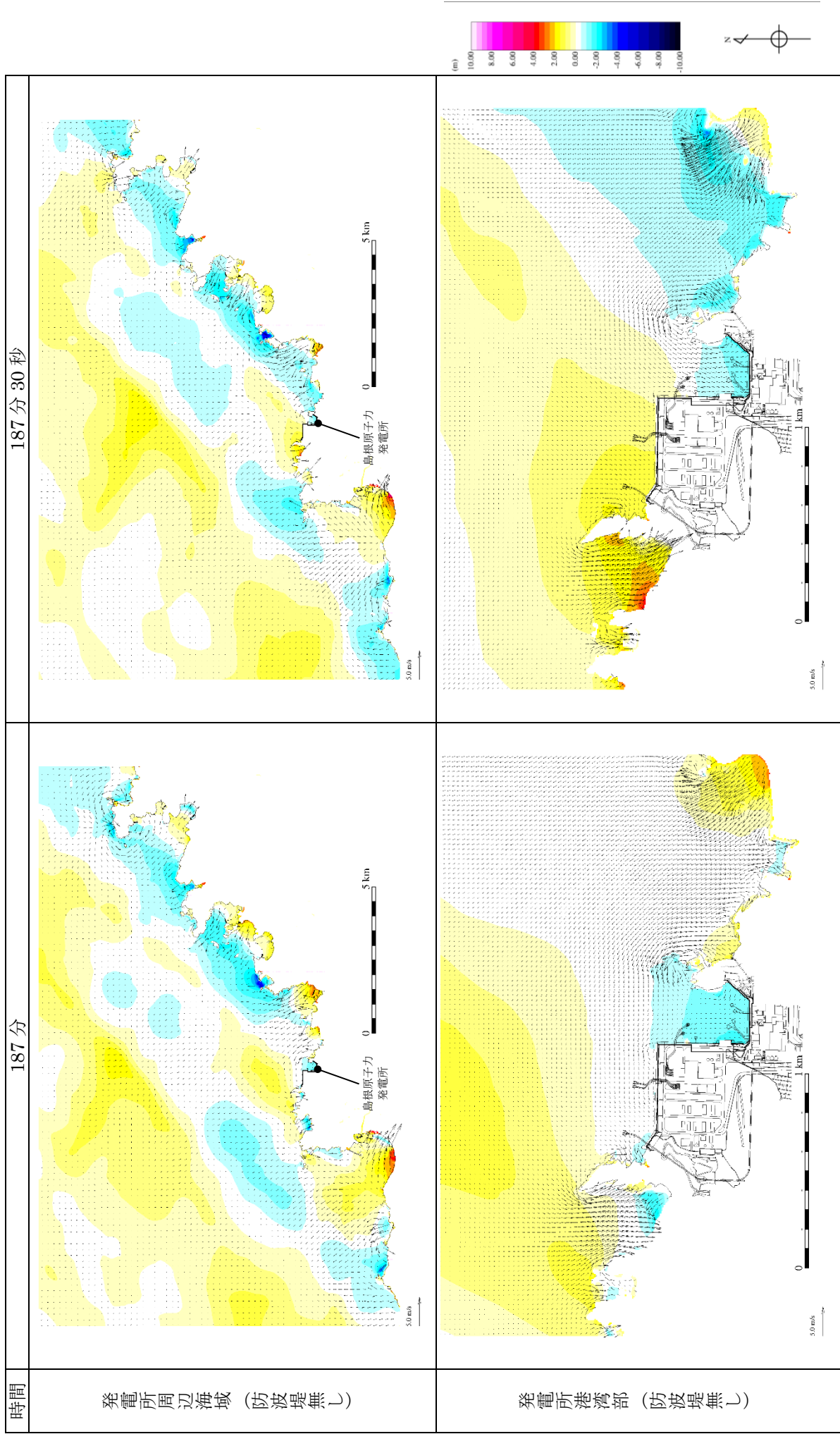


図 6-18 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

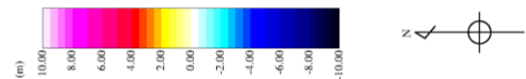
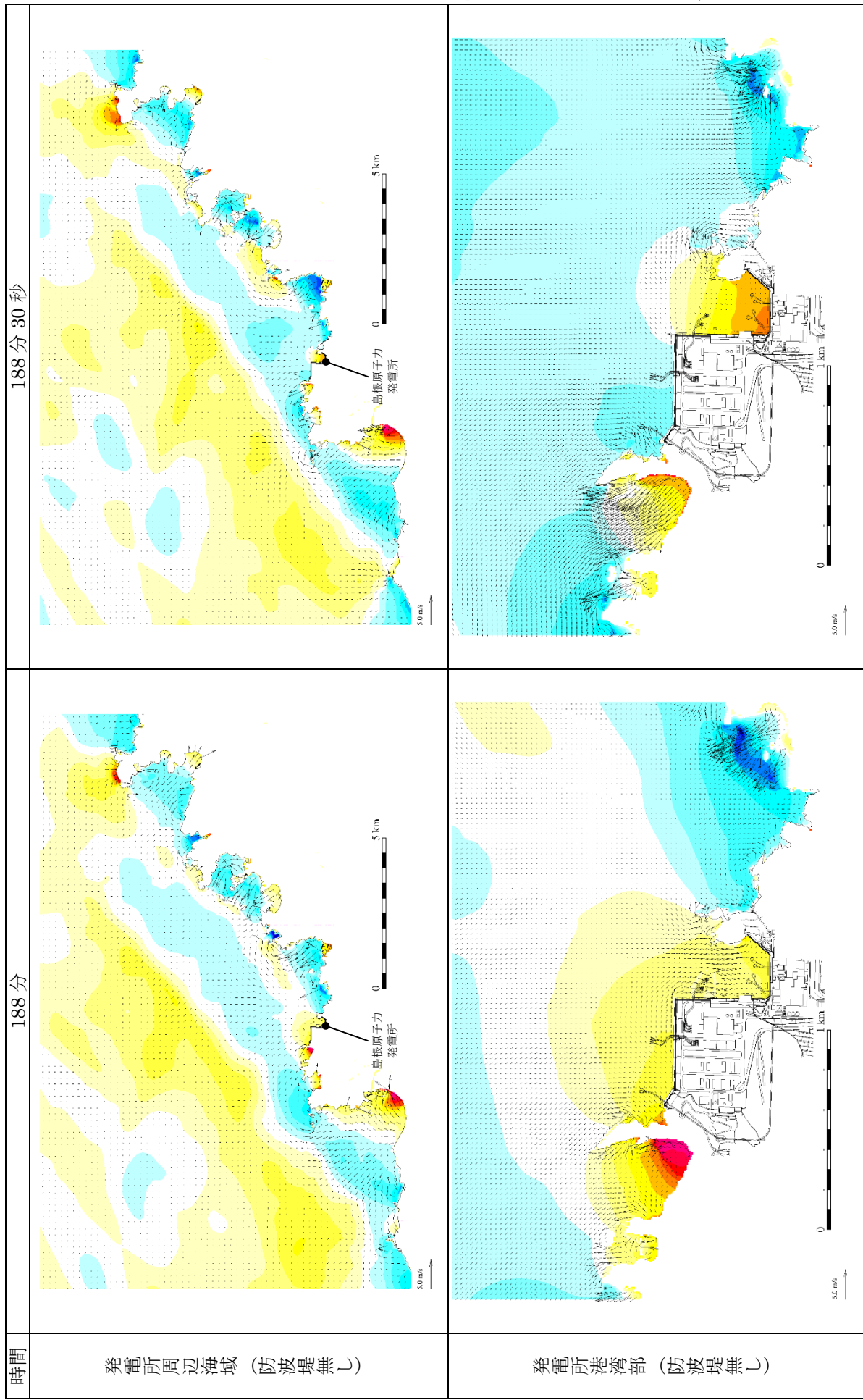


図 6-19 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

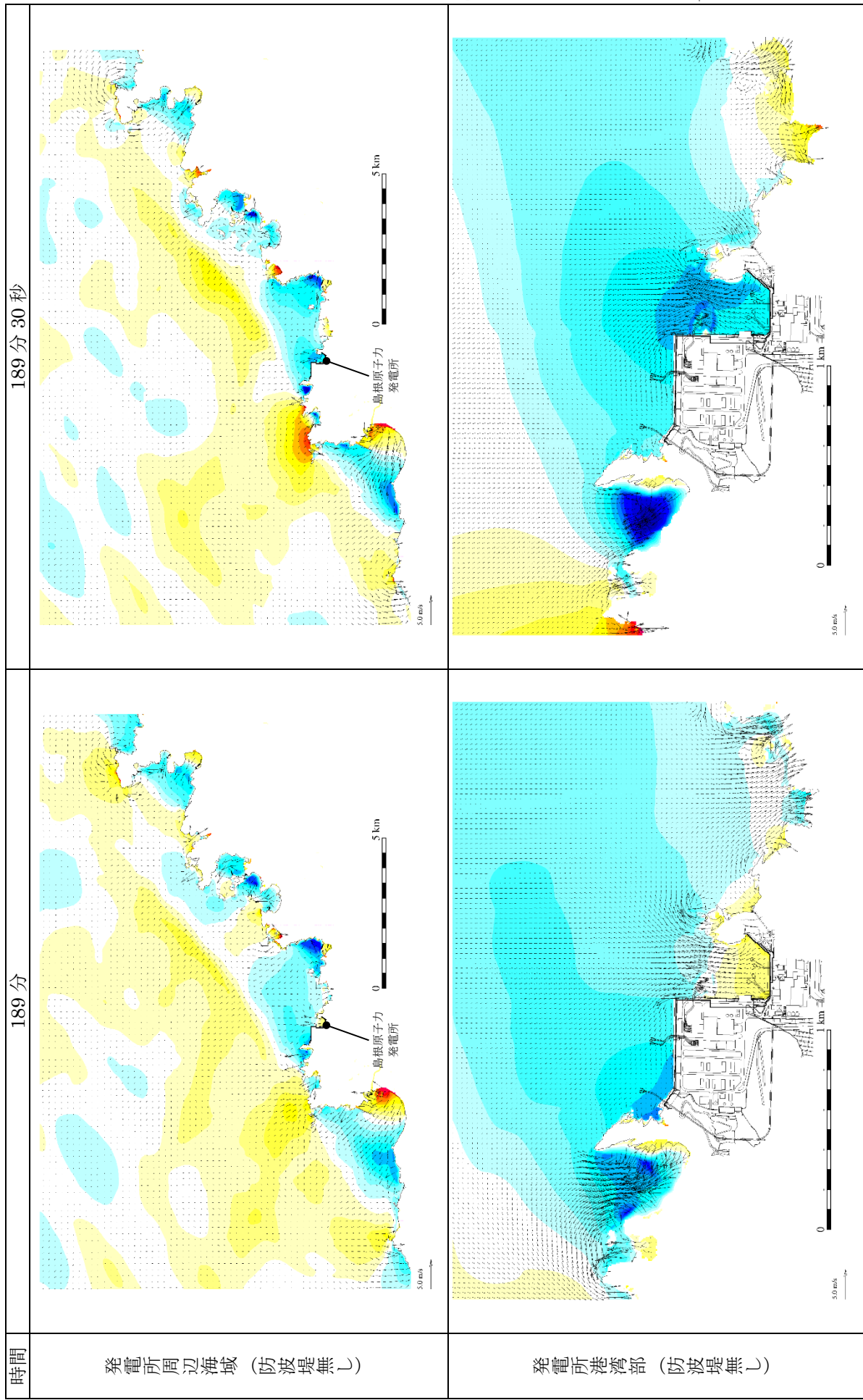


図 6-20 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

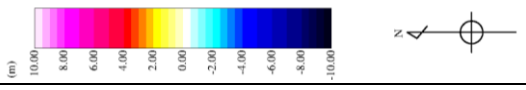
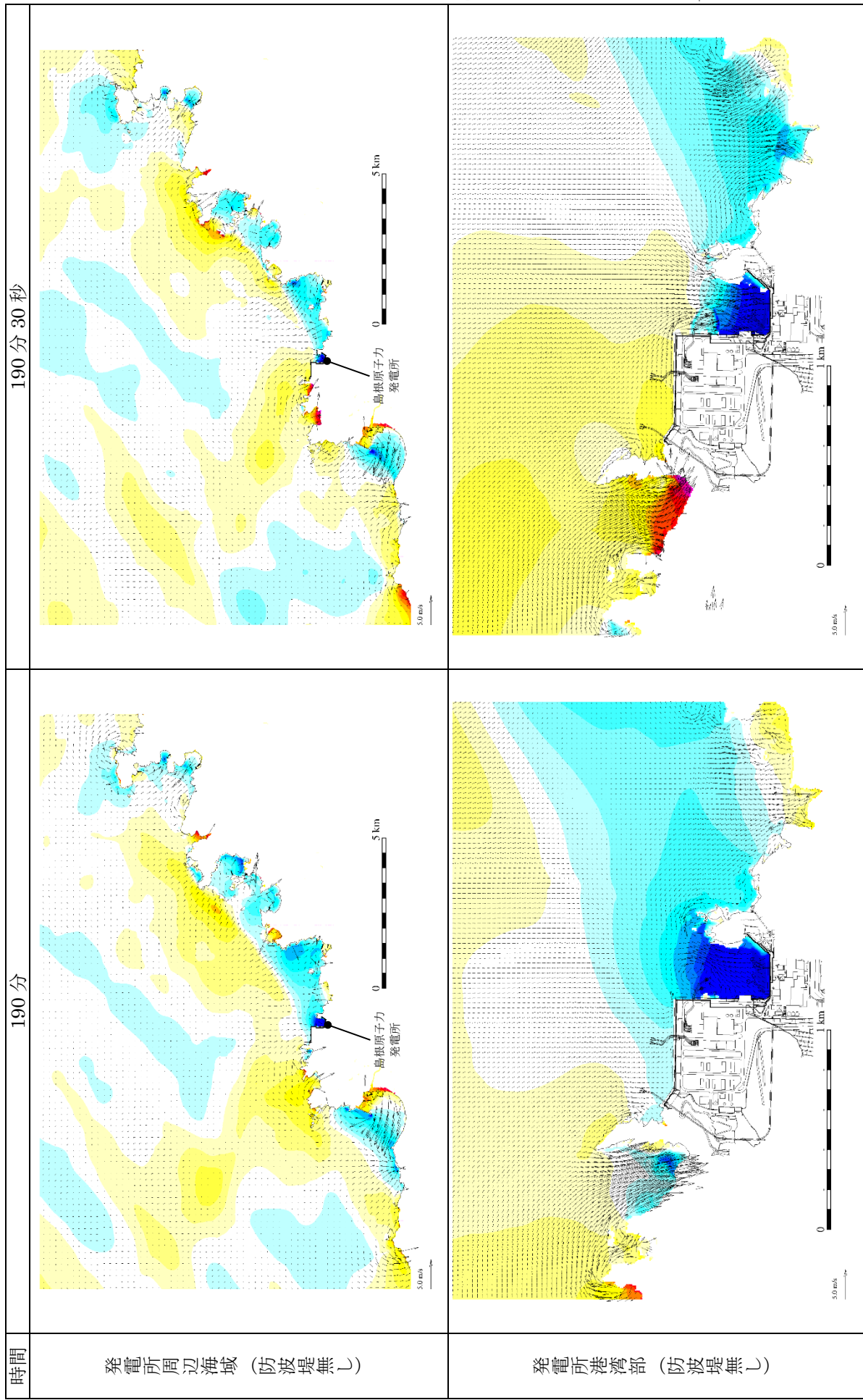


図 6-21 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

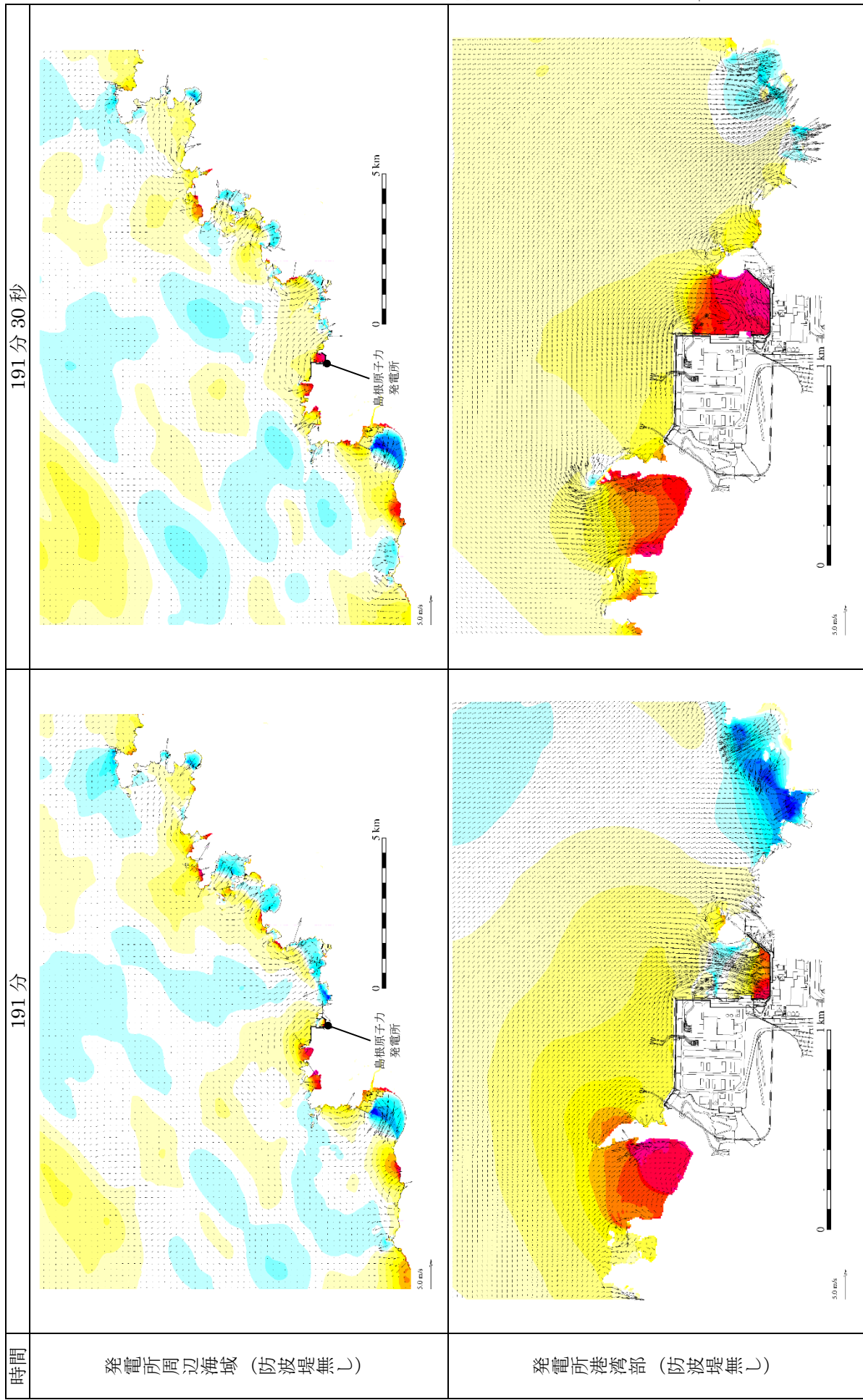


図 6-22 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

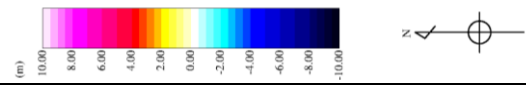
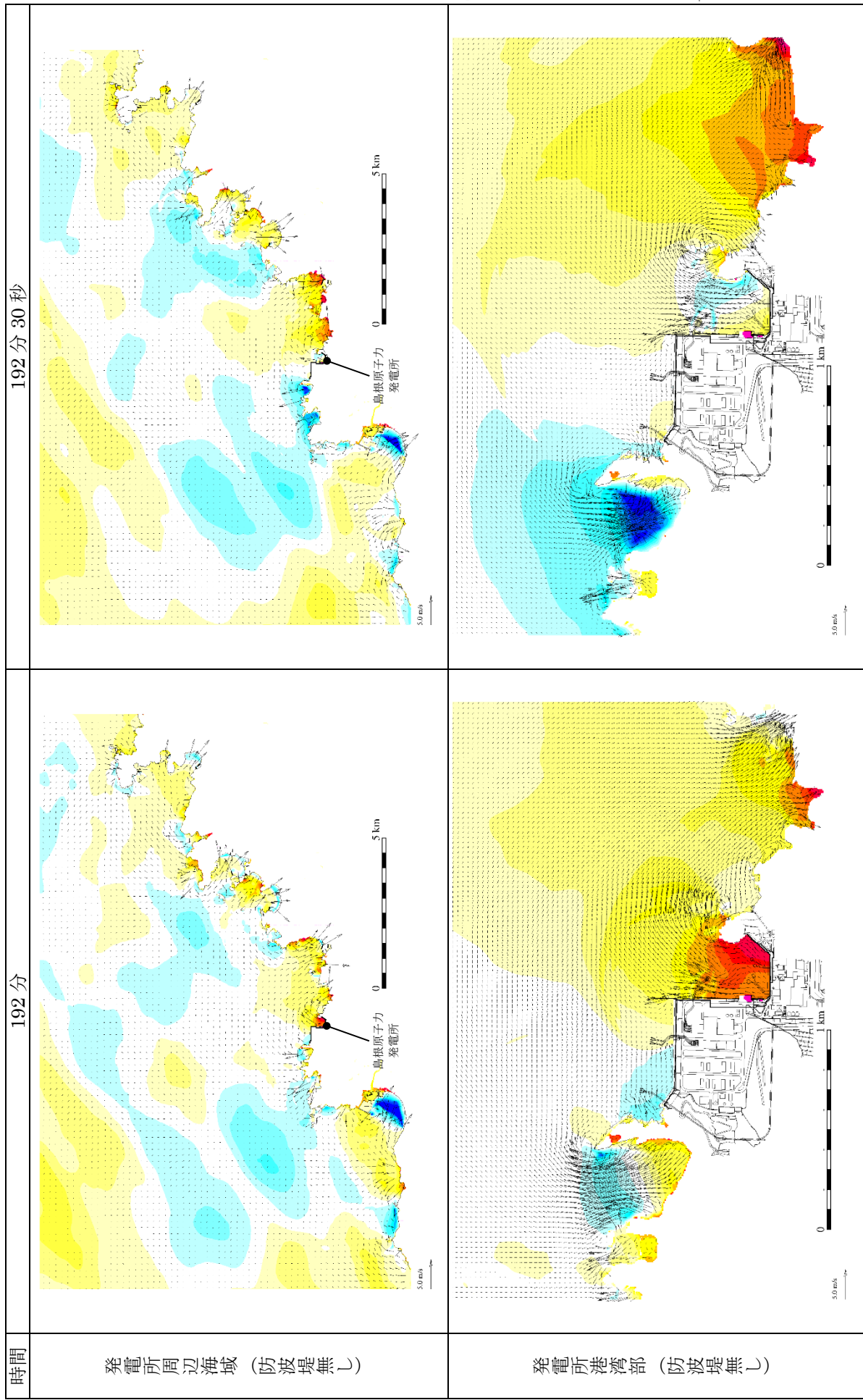


図 6-23 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

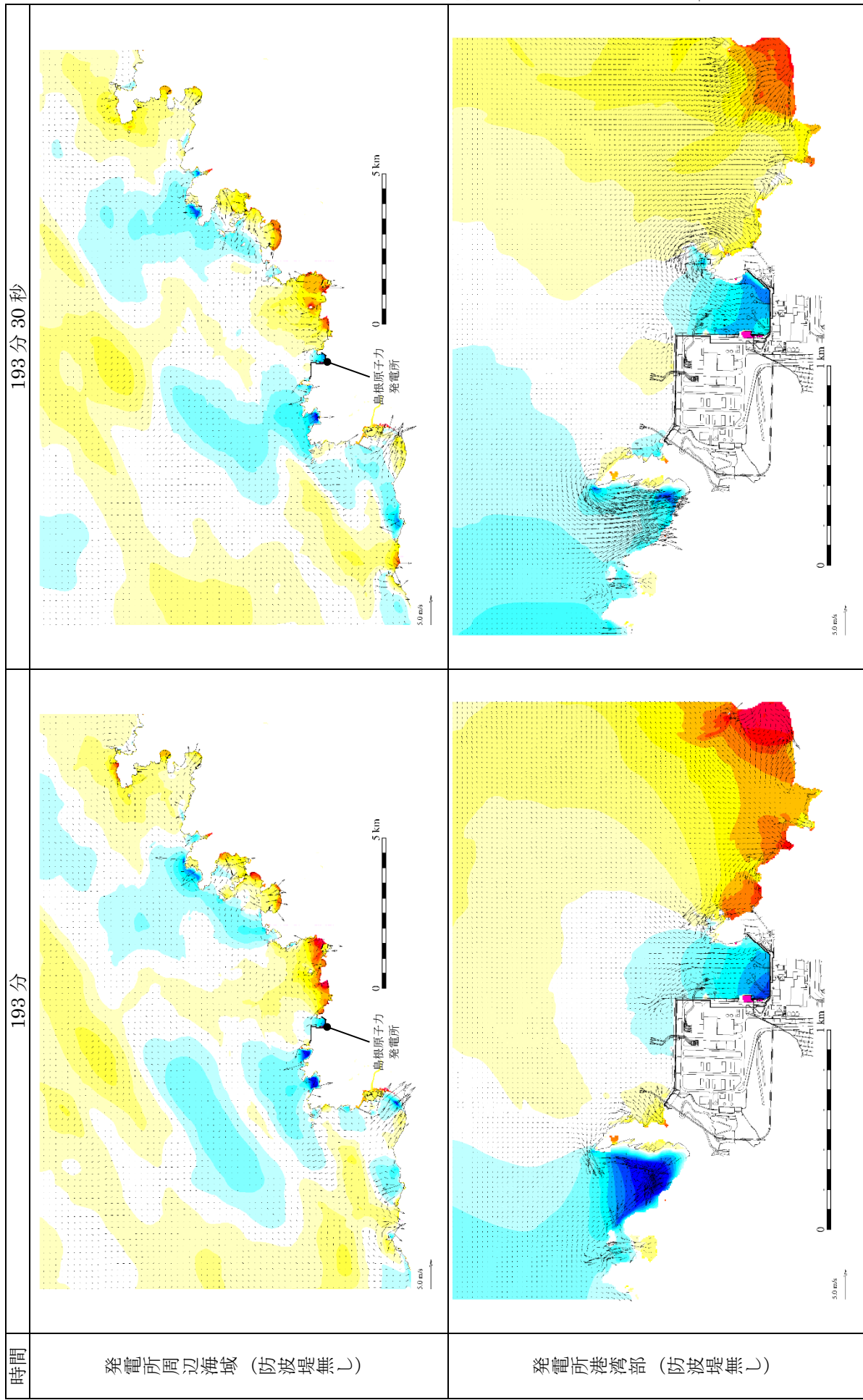


図 6-24 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

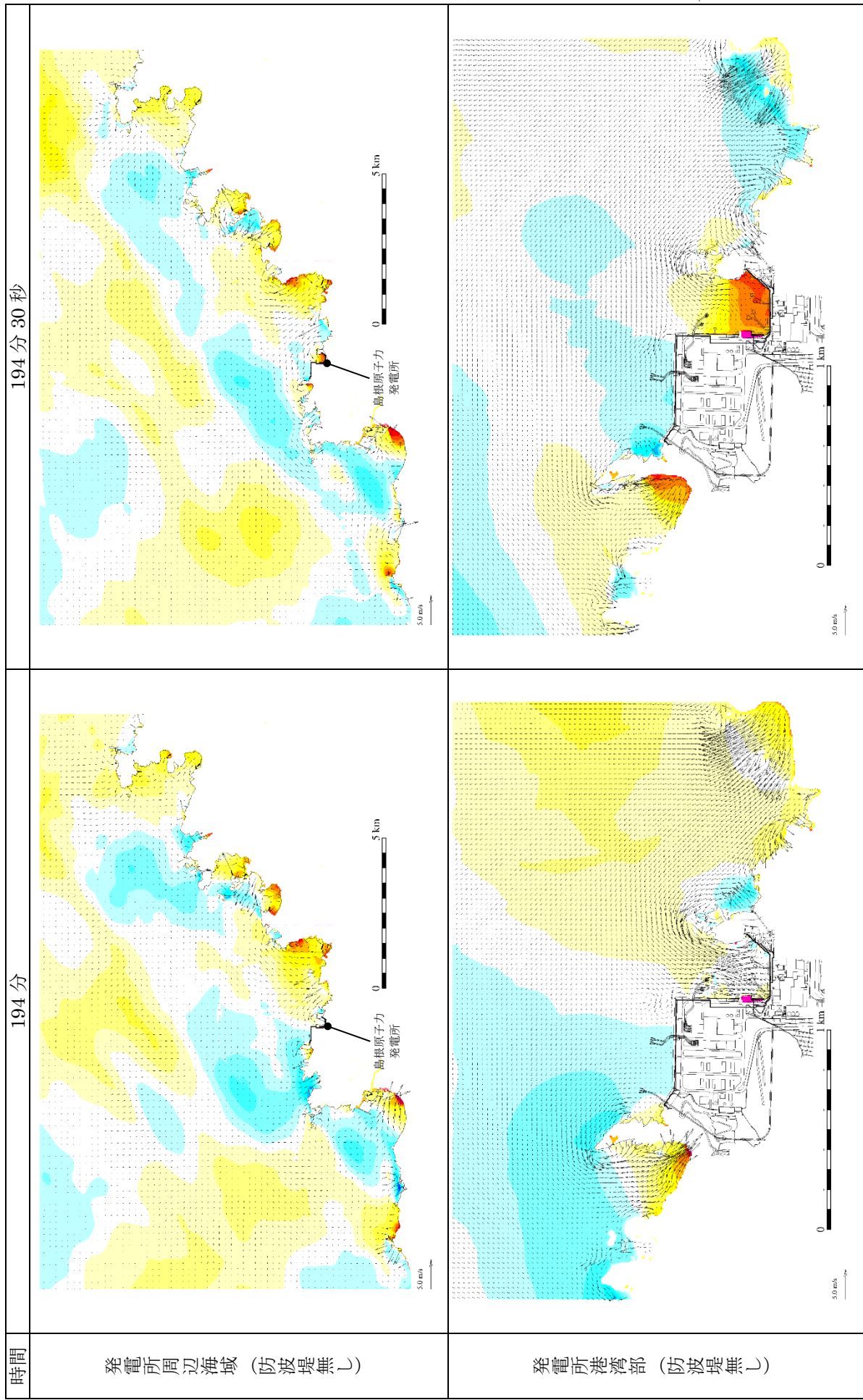


図 6-25 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

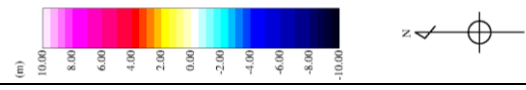
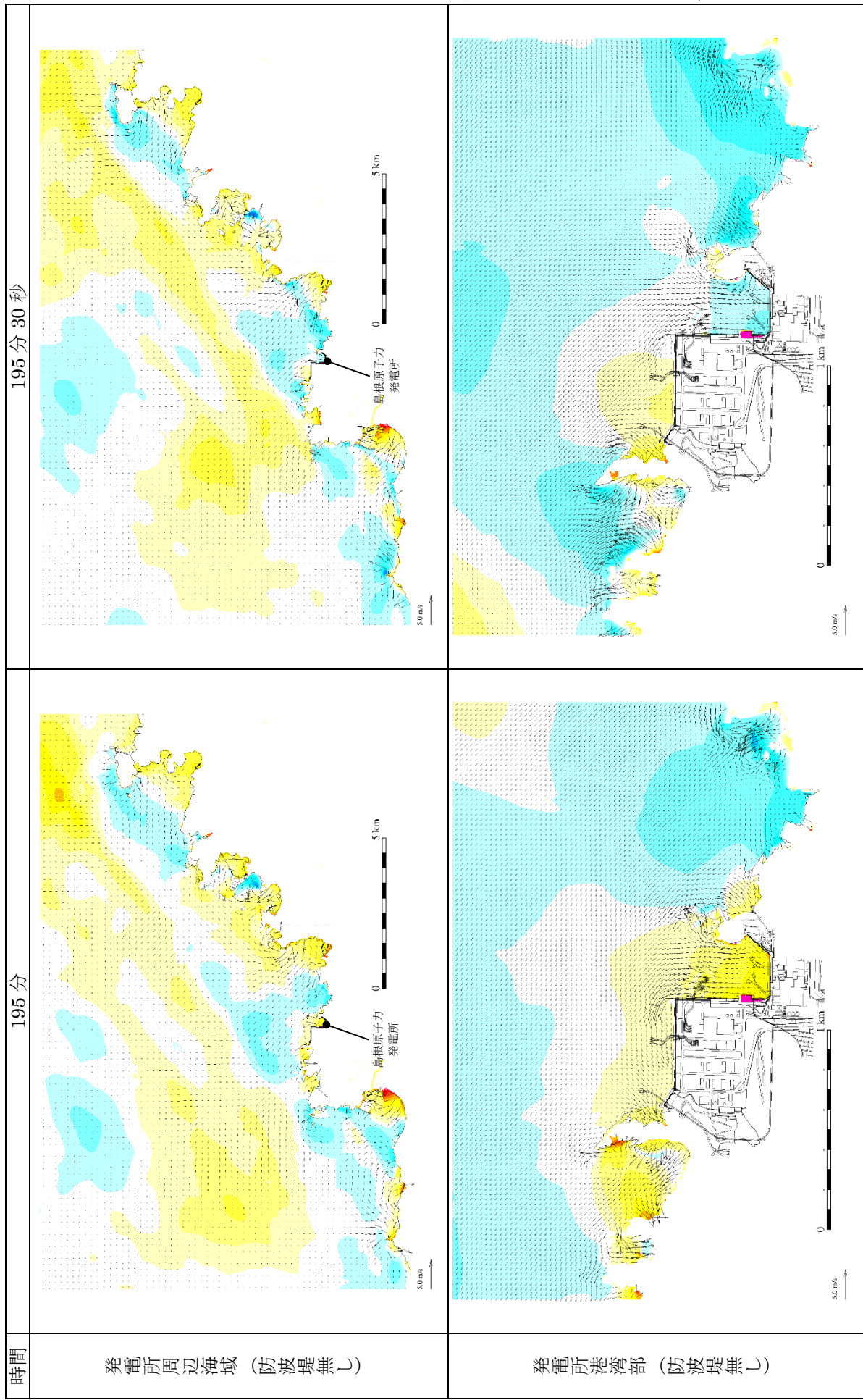


図 6-26 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

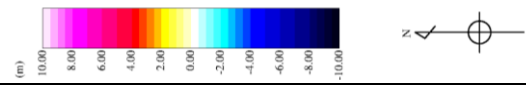
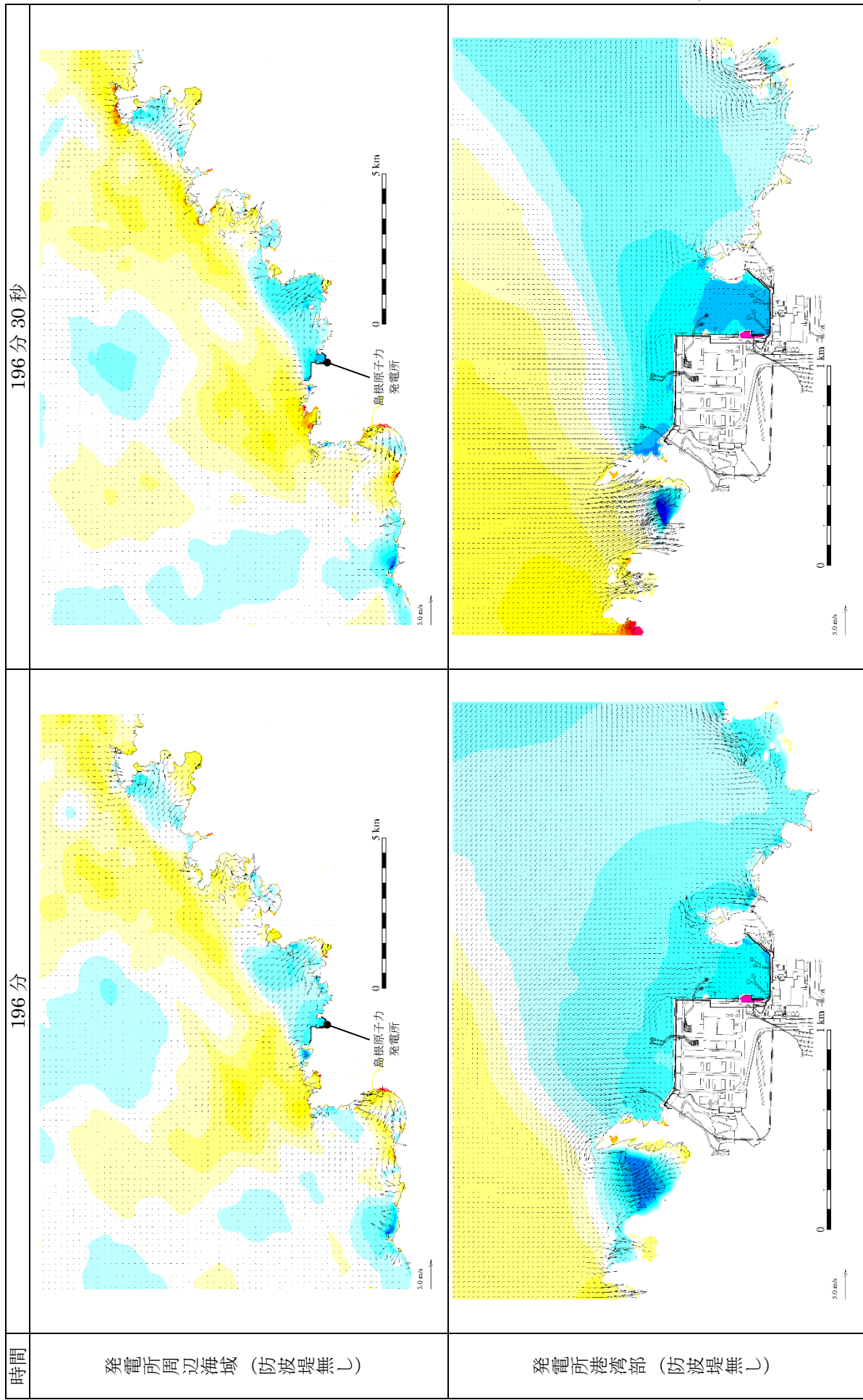


図 6-27 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

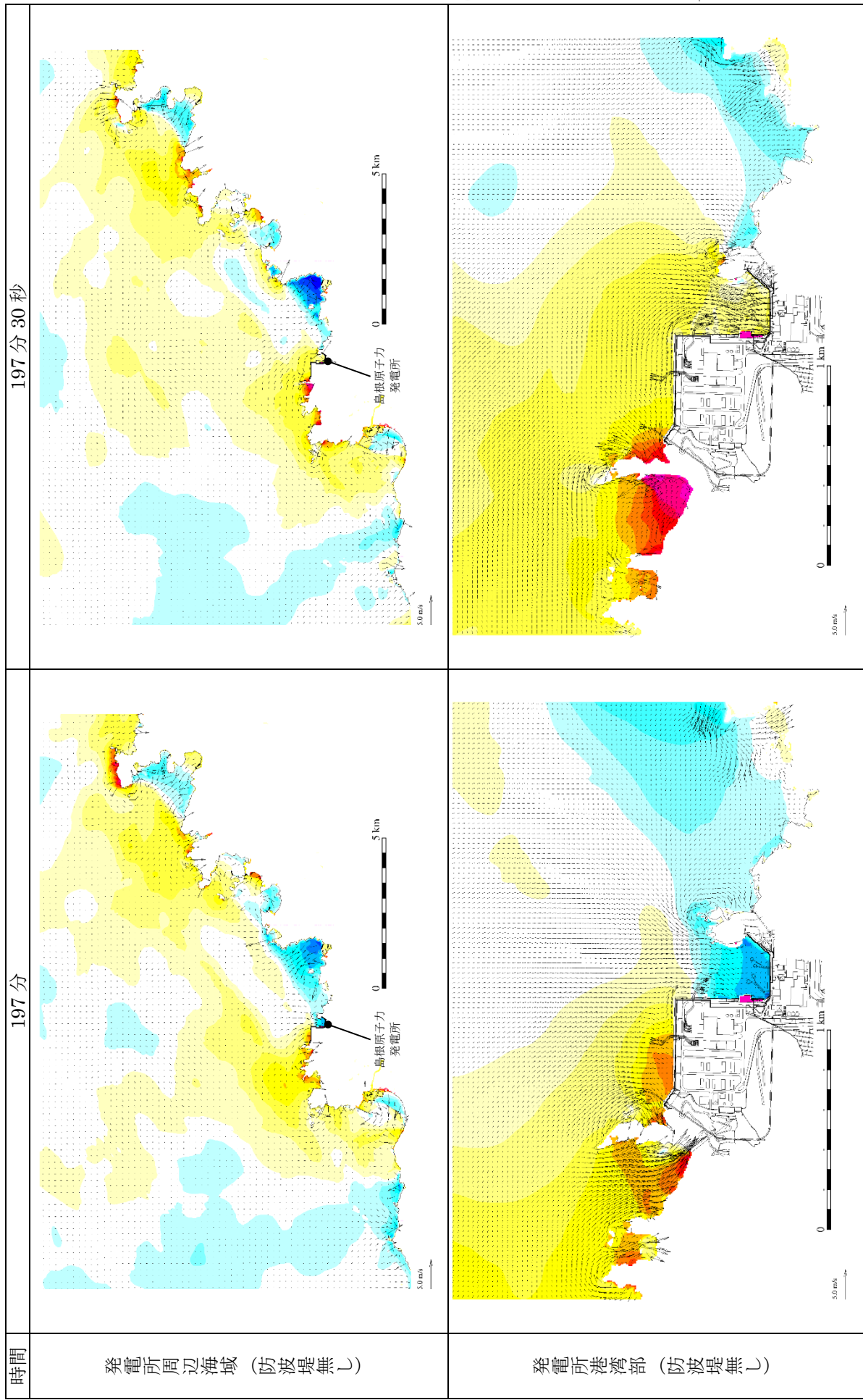


図 6-28 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

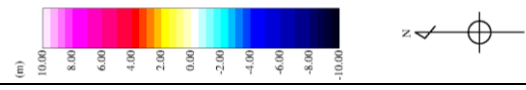
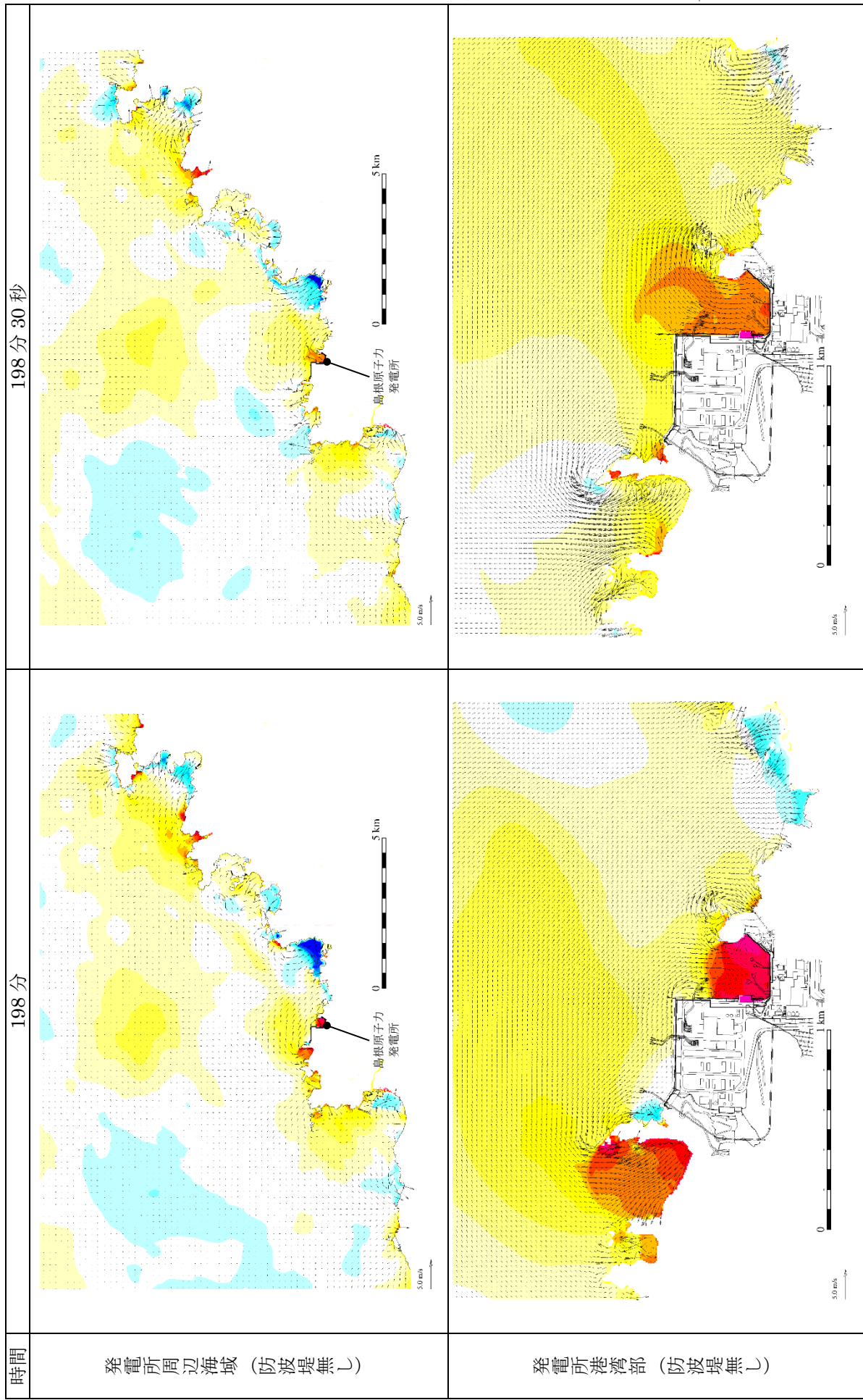


図 6-29 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

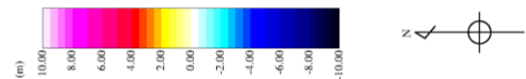
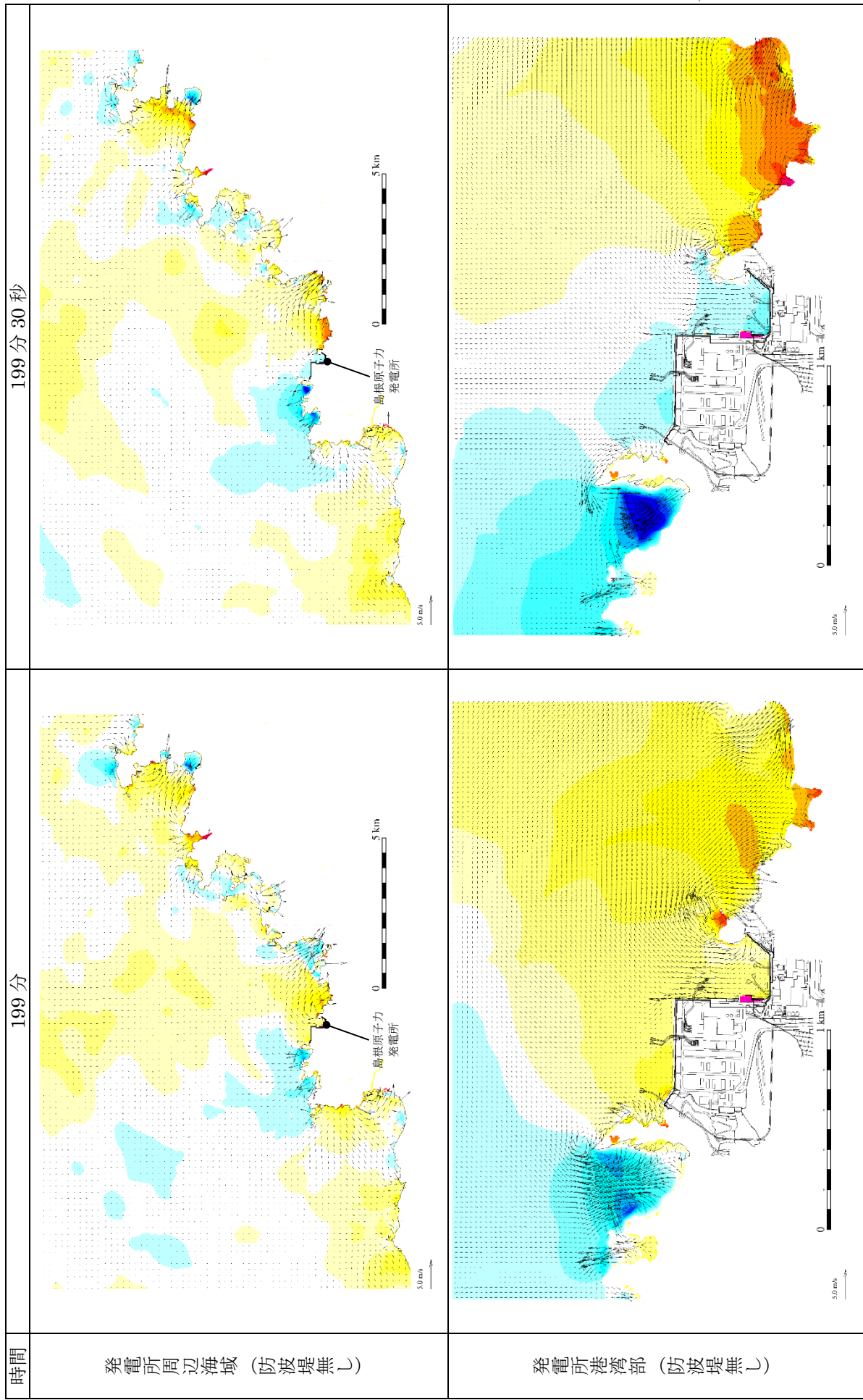


図 6-30 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

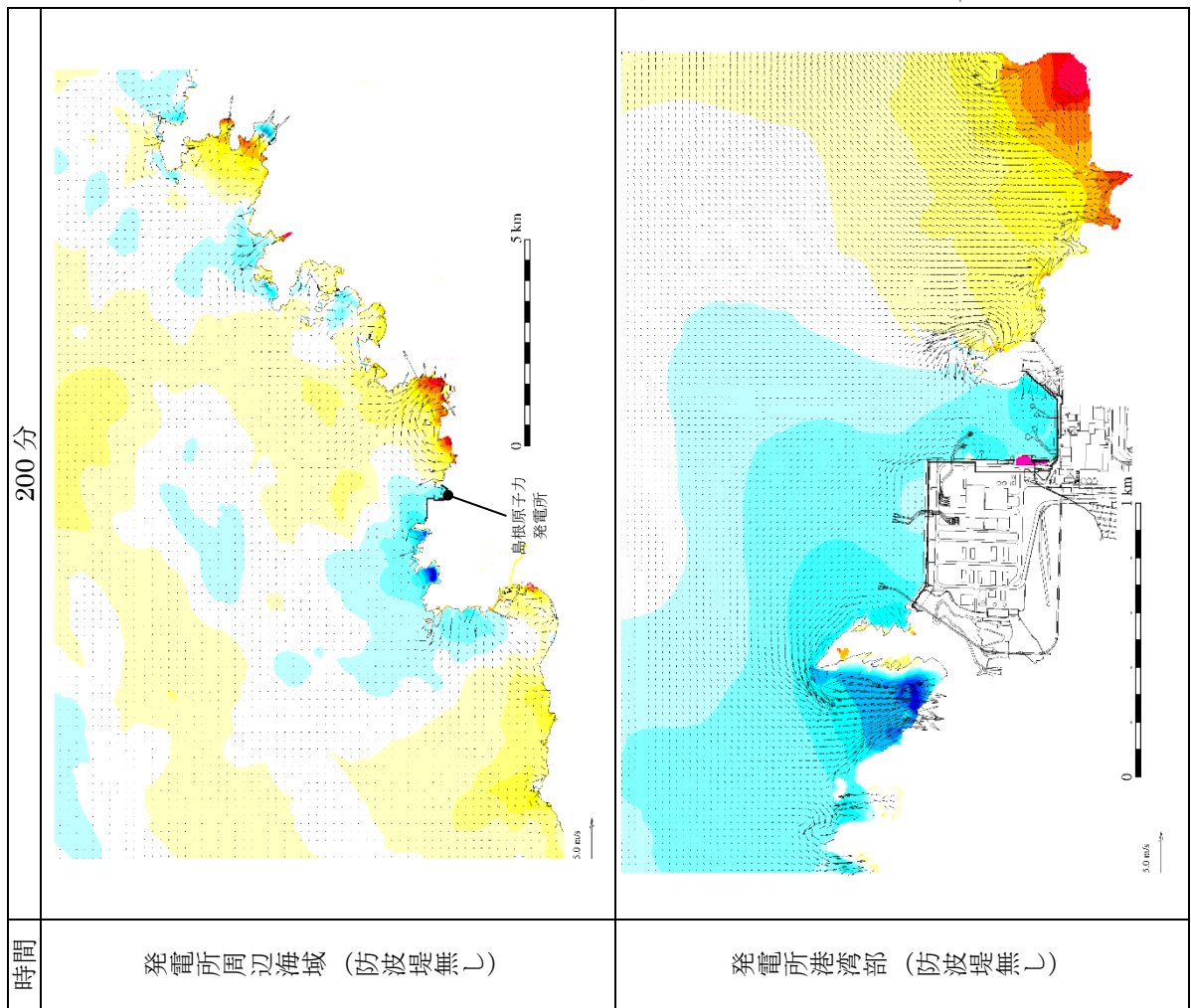


図 6-31 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトル

荷揚場作業に係る車両・資機材の漂流物評価について

1. 概要

荷揚場では、使用済燃料輸送に係る作業や低レベル放射性廃棄物（LLW）の輸送に係る作業等を定期的実施することから、荷揚場作業中の地震または津波の発生を想定し、荷揚場作業に用いる車両・資機材が津波により漂流物となるか評価する。

2. 評価する基準津波と地震影響

島根原子力発電所において想定する基準津波のうち、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、日本海東縁部に想定される地震による津波に対して評価を実施する。

評価にあたっては、日本海東縁部に想定される地震による津波については、波源が敷地から離れており地震による敷地への影響はないが、敷地近傍の震源による地震が発生した後に、独立した事象として日本海東縁部に想定される地震による津波が発生し、来襲することも想定し、荷揚場作業中に「(1) 津波が発生する場合」と「(2) 地震が発生し、その後独立事象として津波が発生する場合」を評価する。

3. 荷揚場作業に係る車両・資機材

定期的実施する荷揚場作業に係る車両・資機材を表 1 に示す。

表 1 荷揚場作業に係る車両・資機材

作業項目	作業頻度	種類	名称	個数	質量
①使用済燃料輸送作業	2回/年程度	車両	輸送車両	2	約 32t
		資機材	使用済燃料キャスク	2	約 93t
②LLW（低レベル放射性廃棄物）搬出作業	2回/年程度	車両	輸送車両	4	約 11t
		車両	フォークリフト	2	約 17t
		資機材	LLW 輸送容器	10*	約 1t
③デリッククレーン点検作業	1回/年程度	車両	トラック	1	約 5t
		車両	ラフタークレーン	1	約 39t
		車両	トレーラー	1	約 21t
		資機材	発電機	1	約 8t
④防舷材設置作業	大型船舶入港の都度	車両	ラフタークレーン	2	約 25t
		車両	トラック	1	約 5t

注記*：うち 8 個は輸送車両に積載

4. 評価内容

(1) 荷揚場作業中に津波が発生する場合

荷揚場作業中に、日本海東縁部に想定される地震による津波が発生した場合、地震発生後に発電所へ津波が到達するまでの時間は約 110 分である。この間に、荷揚場作業に用いている車両・資機材が荷揚場から防波壁内に退避可能か評価する。

各荷揚場作業において、荷揚場に仮置きする資機材とその個数及び車両等への積載時間を以下に、また退避に要する時間を表 2 に示す。各荷揚場作業における、仮置き資機材の車両等への積載時間、車両退避時間（約 10 分）、防波壁通路防波扉（以下「防波扉」という。）の開放・閉止時間（開放・閉止各約 10 分（電動））から求まる退避時間は、津波到達時間（地震発生後約 110 分）より短く、車両・資機材の退避は可能である。

① 使用済燃料輸送作業

荷揚場に仮置きする使用済燃料キャスクは、デリッククレーンを用い使用済燃料輸送車両に積載して退避する手順としている。

【仮置き資機材と積載時間】

使用済燃料キャスク個数：2 個

輸送車両への積載時間：15 分/個

② LLW 荷役作業

荷揚場に仮置きする LLW 輸送容器は、輸送船のクレーンを用い、輸送船に積載し退避する手順としている。

【仮置き資機材と積載時間】

LLW 輸送容器個数：2 個

輸送船への積載時間：5 分/2 個*

注記*：LLW 輸送容器は 2 個ずつ輸送船へ積載

③ デリッククレーン点検作業

荷揚場に仮置きする発電機は、ラフタークレーンを用いトラックに積載して退避する手順としている。

【仮置き資機材と積載時間】

発電機個数：1 個

トラックへの積載時間：10 分/個

④ 防舷材設置作業

防舷材については、「4.2 漂流物による影響確認について」において、漂流物として抽出し取水性へ影響を与えないことを確認している。また、作業車両については、退避する手順としている。

表 2 退避に要する時間

作業項目	防波扉開	資機材の積載	車両退避	防波扉閉	合計	評価結果
①使用済燃料輸送作業	約 10 分* ¹	約 30 分	約 10 分	約 10 分	約 50 分	○ (約 110 分までに退避可能)
②LLW (低レベル放射性廃棄物) 搬出作業		約 5 分* ²			約 20 分	
③デリッククレーン点検作業		約 10 分			約 30 分	
④防舷材設置作業		—			約 20 分	

注記* 1 : 資機材の積載, 車両退避と同時に防波扉の開作業を実施するため, 合計には含まない。

* 2 : 輸送船へ積載するため, 合計には含まない。

(2) 荷揚場作業中に地震が発生し, その後独立事象として津波が発生する場合

敷地近傍の震源による地震が発生した後に, 独立した事象として日本海東縁部に想定される地震による津波が発生することを想定する。

荷揚場作業中に, 敷地近傍の震源による地震が発生した場合, 荷揚場の沈下や車両の故障等が想定されるが, 地震により荷揚場の沈下や車両の故障等が生じた場合においても, 荷揚場の復旧や車両の牽引等により, 津波来襲までに車両・資機材が荷揚場から防波壁内に退避可能か評価する。

a. 地震による影響

荷揚場作業中に地震が発生する場合の車両・資機材の退避への影響及びこれらへの対応のための退避作業について整理した結果を, 表 3 に示す。

表3 地震による車両・資機材の退避への影響と退避作業

地震による荷揚場への影響		車両・資機材の退避への影響	退避作業	
荷揚場退避ルートへの影響	荷揚場沈降	退避ルートに段差が発生することにより車両が通行できない可能性がある。	①*	荷揚場復旧（別紙1） （段差解消）
	荷揚場常設設備の倒壊	荷揚場常設設備が転倒し、退避ルートに干渉することで、車両が通行できない可能性がある。	②*	倒壊物の撤去
資機材への影響	荷揚場常設設備の倒壊	荷揚場常設設備が倒壊し、資機材に干渉することで、車両への積込みができない可能性がある。	③*	倒壊物の干渉回避 （切断・撤去等）
	資機材の転倒	資機材が転倒する可能性がある。	④*	車両に積込み退避を実施
車両への影響	荷揚場常設設備の倒壊	荷揚場常設設備が倒壊し、車両に干渉することで、牽引できない可能性がある。	③*	倒壊物の干渉回避 （切断・撤去等）
	車両の故障	油漏れ等で自走不可になる可能性がある。	⑤*	牽引による退避を実施

注記*：図1のフローの番号と整合

b. 車両・資機材の退避

地震発生後に、荷揚場からの車両・資機材を退避させる作業手順を図1に示す。また、以下の(a)～(d)に、各荷揚場各作業における車両・資機材の退避に係る具体的な作業内容及び退避時間を示す。

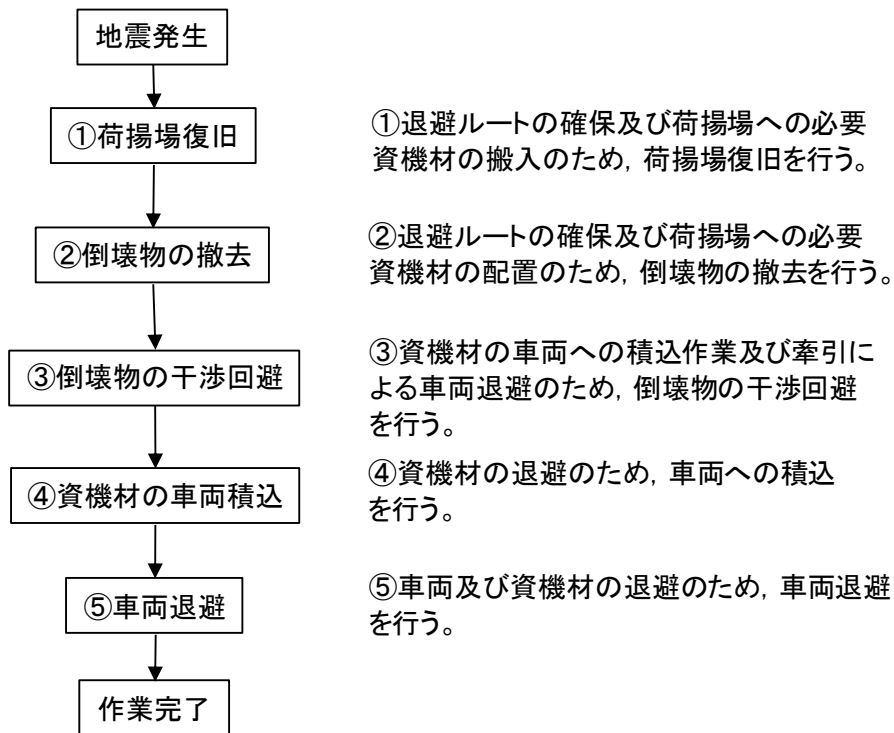


図1 荷揚場からの車両・資機材の退避作業手順

(a) 使用済燃料輸送作業

使用済燃料輸送作業中には、荷揚場に使用済燃料輸送車両、使用済燃料輸送容器がある。津波による漂流物の発生を防止するため、これらを退避させる。

使用済燃料輸送作業中に地震が発生した場合の、車両・資機材の退避への影響、退避作業及びこれに必要な資機材等について整理した結果を表4に示す。また、荷揚場作業と退避ルートの概要図を図2に、退避作業に係る時系列を図3に示す。

表4 地震による車両・資機材の退避への影響と退避作業（使用済燃料輸送作業）

地震による荷揚場への影響		退避への影響	退避作業の内容		退避作業に必要な資機材等
荷揚場退避ルートへの影響	荷揚場沈降	段差が発生することにより車両が通行できない可能性がある。	①	碎石を運搬し、車両通行可能な勾配になるよう段差を復旧する。	・ショベルカー ・トラック ・ホイールローダ
	荷揚場常設設備の転倒による干渉	荷揚場常設設備が転倒し、退避ルートに干渉することで、車両が通行できない可能性がある。	②	倒壊物の撤去作業を実施する。	・ホイールローダ
資機材への影響	荷揚場常設設備の転倒による資機材への干渉	荷揚場常設設備が倒壊し、使用済燃料輸送容器に干渉することで、車両への積込を阻害する可能性がある。	③	倒壊物の干渉回避（切断、撤去等）により、燃料輸送容器への玉かけ作業を可能とする。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック
	資機材の転倒	使用済燃料輸送容器が転倒する可能性がある。	④	使用済燃料輸送車両または代替可能な運搬車両に積込み退避を実施する。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・使用済燃料輸送車両 または代替可能な運搬車両
車両への影響	荷揚場常設設備の転倒による車両への干渉	荷揚場常設設備が倒壊し、使用済燃料輸送車両に干渉することで、牽引できない可能性がある。	③	倒壊物の撤去（切断、撤去等）により、燃料輸送車両の牽引作業を可能とする。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック
	車両の故障	油漏れ等で自走不可になる可能性がある。	⑤	牽引により退避を実施する。	・使用済燃料輸送車両 または代替可能な牽引車両 ・牽引資機材

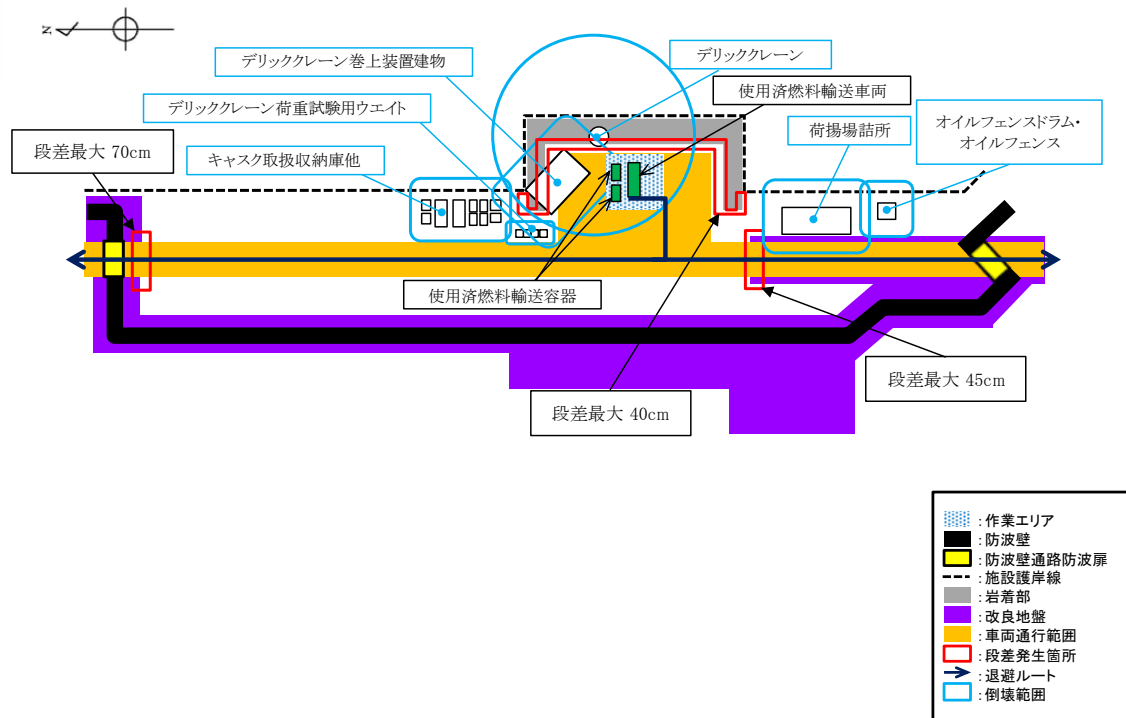


図2 使用済燃料輸送作業の荷揚場作業と退避ルートの概要図

作業内容	作業時間 (h)	経過時間			
		6h	12h	18h	24h
① 段差復旧 作業車両移動 碎石積込 碎石運搬 碎石敷設等	6	■			
② 倒壊物の撤去 作業車両移動 撤去作業等	6		■		
③ 倒壊物の干渉回避 作業車両移動 撤去作業等	6		■		
④ 資機材積込 作業車両移動 玉かけ 積込等	3			■	
⑤ 車両・資機材退避 作業車両移動 車両接続 牽引等	3				■

図3 退避作業に係る時系列（使用済燃料輸送作業）

(b) LLW 搬出作業

LLW 搬出作業中には、荷揚場に LLW 輸送車両、LLW 輸送容器がある。津波による漂流物の発生を防止するため、これらを退避させる。

LLW 搬出作業中に地震が発生した場合の、車両・資機材の退避に影響を及ぼす事象、退避作業及びこれに必要な資機材等について整理した結果を表 5 に示す。また、荷揚場作業と退避ルートの概要図を図 4 に、退避作業に係る時系列を図 5 に示す。

表 5 地震による荷揚場からの退避への影響と退避作業 (LLW 搬出作業)

地震による荷揚場への影響		退避への影響	退避作業の内容		退避作業に必要な資機材等
荷揚場退避ルートへの影響	荷揚場沈降	段差が発生することにより車両が通行できない可能性がある。	①	碎石を運搬し、車両通行可能な勾配になるよう段差を復旧する。	・ショベルカー ・トラック ・ホイールローダ
	荷揚場常設設備の転倒による干渉	荷揚場常設設備が転倒し、退避ルートに干渉することで、車両が通行できない可能性がある。	②	倒壊物の撤去作業を実施する。	・ホイールローダ
資機材への影響	荷揚場常設設備の転倒による資機材への干渉	荷揚場常設設備が倒壊し、LLW 輸送容器に干渉することで、車両への積込を阻害する可能性がある。	③	荷揚場常設設備の撤去 (切断、撤去等) により、LLW 輸送容器への玉かけ作業を可能とする。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック
	資機材の転倒	LLW 輸送容器が転倒する可能性がある。	④	LLW 輸送車両または代替可能な運搬車両に積込み退避を実施する。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・LLW 輸送車両または代替可能な運搬車両
車両への影響	荷揚場常設設備の転倒による車両への干渉	荷揚場常設設備が倒壊し、LLW 輸送車両に干渉することで、牽引できない可能性がある。	③	荷揚場常設設備の撤去 (切断、撤去等) により、LLW 車両の牽引作業を可能とする。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック
	車両の故障	油漏れ等で自走不可になる可能性がある。	⑤	牽引により退避を実施する。	・牽引車両 ・牽引資機材

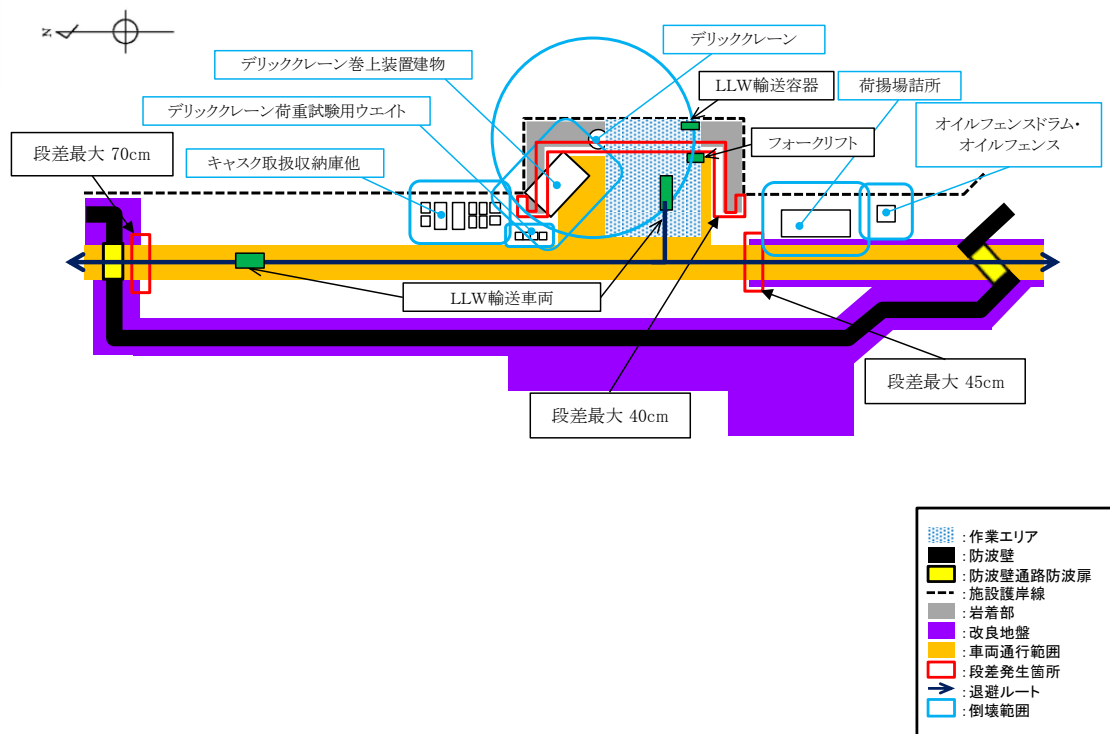


図4 LLW搬出作業の荷揚場作業と退避ルートの概要図

作業内容	作業時間 (h)	経過時間			
		6h	12h	18h	24h
① 段差復旧 作業車両移動 砕石積込 砕石運搬 砕石敷設等	6	■			
② 倒壊物の撤去 作業車両移動 撤去作業等	6		■		
③ 倒壊物の干渉回避 作業車両移動 撤去作業等	6		■	■	
④ 資機材積込 作業車両移動 玉かけ 積込等	3			■	
⑤ 車両・資機材退避 作業車両移動 車両接続 牽引等	3				■

図5 退避作業に係る時系列 (LLW搬出作業)

(c) デリッククレーン点検作業

デリッククレーン点検作業中には、荷揚場に発電機、トラック、ラフタークレーンがある。津波による漂流物の発生を防止するため、これらを退避させる。

デリッククレーン点検作業中に地震が発生した場合の、車両・資機材の退避に影響を及ぼす事象、退避作業及びこれに必要な資機材等について整理した結果を表6に示す。また、荷揚場作業と退避ルート概要図を図6に、退避作業に係る時系列を図7に示す。

表6 地震による荷揚場からの退避への影響と退避作業（デリッククレーン点検作業）

地震による荷揚場への影響		退避への影響	退避作業の内容		退避作業に必要な資機材等
荷揚場退避ルートへの影響	荷揚場沈降	段差が発生することにより車両が通行できない可能性がある。	①	碎石を運搬し、車両通行可能な勾配になるよう段差を復旧する。	・ショベルカー ・トラック ・ホイールローダ
	荷揚場常設設備の転倒による干渉	荷揚場常設設備が転倒し、退避ルートに干渉することで、車両が通行できない可能性がある。	②	倒壊物の撤去作業を実施する。	・ホイールローダ
資機材への影響	荷揚場常設設備の転倒による資機材への干渉	荷揚場常設設備が倒壊し、発電機に干渉することで、車両への積込を阻害する可能性がある。	③	荷揚場常設設備の撤去（切断、撤去等）により、発電機への玉かけ作業を可能とする。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック
	資機材の転倒	発電機が転倒する可能性がある。	④	トラックに積込み退避を実施する。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・トラック
車両への影響	荷揚場常設設備の転倒による車両への干渉	荷揚場常設設備が倒壊し、トラック、ラフタークレーンに干渉することで、牽引できない可能性がある。	③	荷揚場常設設備の撤去（切断、撤去等）により、トラック、ラフタークレーンの牽引作業を可能とする。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック
	車両の故障	油漏れ等で自走不可になる可能性がある。	⑤	牽引により退避を実施する。	・牽引車両 ・牽引資機材

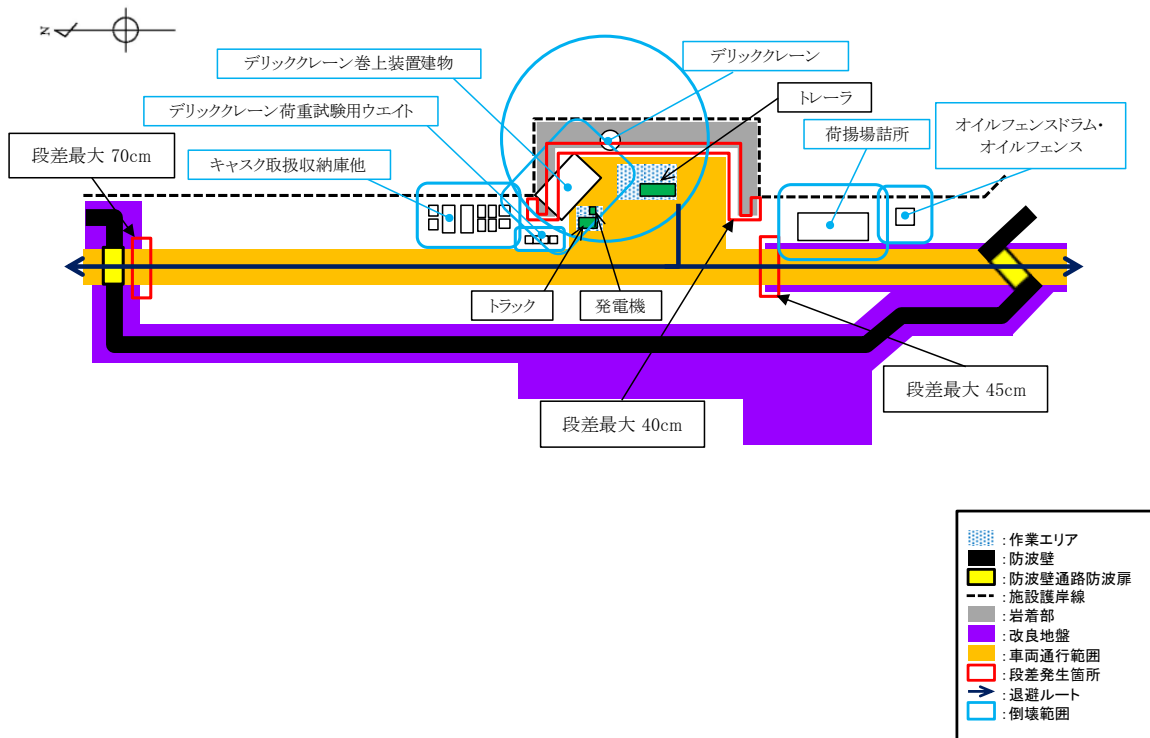


図6 デリッククレーン点検作業の荷揚場作業と退避ルートの概要図

作業内容	作業時間 (h)	経過時間			
		6h	12h	18h	24h
①段差復旧 作業車両移動 碎石積込 碎石運搬 碎石敷設等	6	■			
②倒壊物の撤去 作業車両移動 撤去作業等	6		■		
③倒壊物の干渉回避 作業車両移動 撤去作業等	6		■		
④資機材積込 作業車両移動 玉かけ 積込等	3			■	
⑤車両・資機材退避 作業車両移動 車両接続 牽引等	3				■

図7 退避作業に係る時系列（デリッククレーン点検作業）

(d) 防舷材設置作業

防舷材設置作業中には、荷揚場にラフタークレーン、トラックがある。津波による漂流物の発生を防止するため、これらを退避させる。

防舷材設置作業中に地震が発生した場合の、車両・資機材の退避に影響を及ぼす事象、退避作業及びこれに必要な資機材等について整理した結果を表7に示す。また、荷揚場作業と退避ルートの概要図を図8に、退避作業に係る時系列を図9に示す。

表7 地震による荷揚場からの退避への影響と退避作業（防舷材設置作業）

地震による荷揚場への影響		退避への影響	退避作業の内容		退避作業に必要な資機材等
荷揚場退避ルートへの影響	荷揚場沈降	段差が発生することにより車両が通行できない可能性がある。	①	碎石を運搬し、車両通行可能な勾配になるよう段差を復旧する。	・ショベルカー ・トラック ・ホイールローダ
	荷揚場常設設備の転倒による干渉	荷揚場常設設備の転倒範囲は退避ルートには到達しない。	②	倒壊物の撤去作業を実施する。	・ホイールローダ
車両への影響	荷揚場常設設備の転倒による車両への干渉	荷揚場常設設備が倒壊し、トラック、ラフタークレーンに干渉することで、牽引できない可能性がある。	③	荷揚場常設設備の撤去（切断、撤去等）により、トラック、ラフタークレーンの牽引作業を可能とする。	・クレーン ・玉かけ資機材 ・溶断器 ・トラック
	車両の故障	油漏れ等で自走不可になる可能性がある。	④	牽引により退避を実施する。	・牽引車両 ・牽引資機材

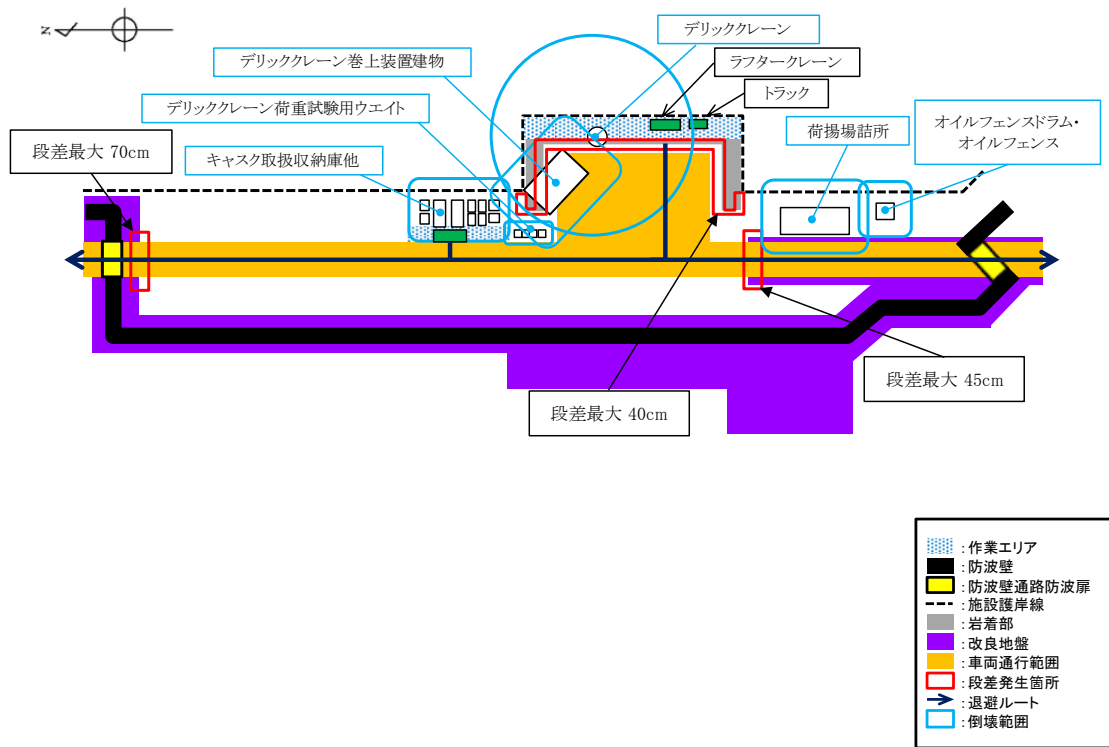


図8 防舷材設置作業の荷揚場作業と退避ルートの概要図

作業内容	作業時間 (h)	経過時間			
		6h	12h	18h	24h
① 段差復旧 作業車両移動 碎石積込 碎石運搬 碎石敷設等	6	■			
② 倒壊物の撤去 作業車両移動 撤去作業等	6		■		
③ 倒壊物の干渉回避 作業車両移動 撤去作業等	6		■		
④ 車両・資機材退避 作業車両移動 車両接続 牽引等	3			■	

図9 退避作業に係る時系列（防舷材設置作業）

c. 地震発生後の車両・資機材の退避の実現性

各荷揚場作業において退避に要する時間は、いずれも24時間程度であり、必要資機材の手配に1週間を要すると仮定すると、荷揚場作業に係る車両・資機材は10日間程度で退避可能である。従って、荷揚場作業中に、敷地近傍の震源による地震が発生した場合、荷揚場の沈下や車両の故障等が想定されるが、独立事象である日本海東縁部に想定される地震による津波が来襲するまでの間に、荷揚場の復旧や車両の牽引等による退避が可能である。なお、更なる地震発生後の車両・資機材の退避の実現性を高める対策として、地震による段差が生じないように荷揚場作業エリア及び退避ルートに鉄筋コンクリート床版による段差対策を講じる（図10参照）。

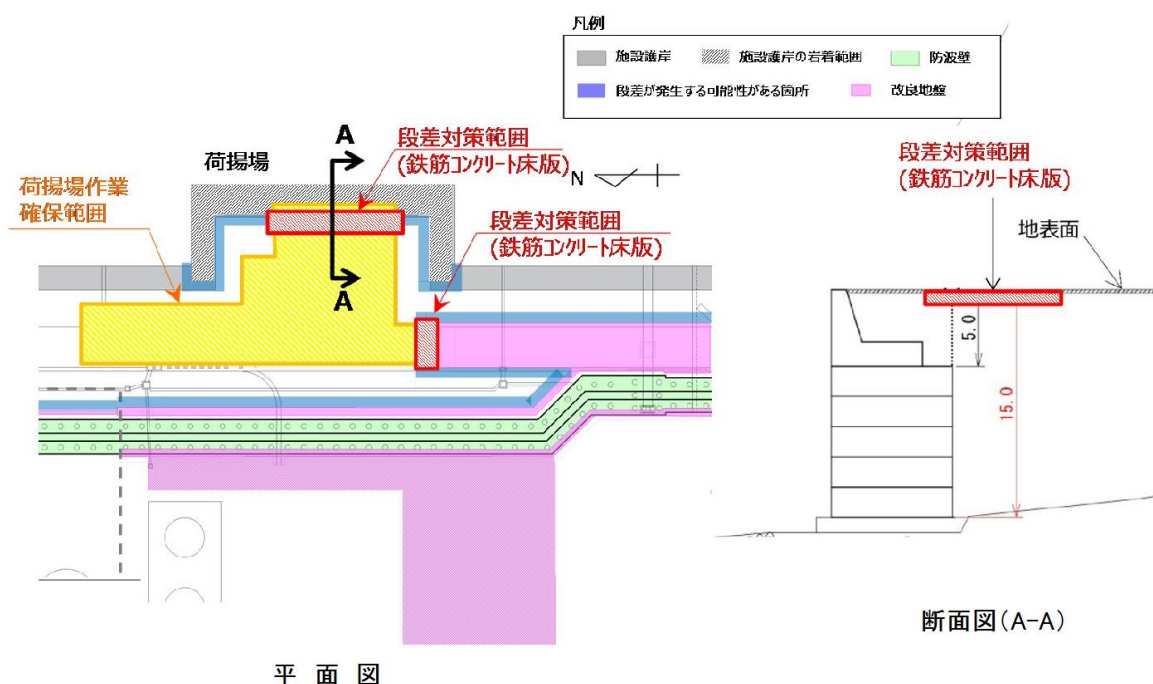


図 10 段差対策範囲

5. まとめ

荷揚場作業中に、日本海東縁部に想定される地震による津波が発生する場合は、津波が到達するまでに荷揚場作業に係る車両・資機材の退避が可能である。また、荷揚場作業中に、敷地近傍の震源による地震が発生する場合は、独立事象である日本海東縁部に想定される地震による津波が来襲するまでに、荷揚場作業に係る車両・資機材の退避が可能である。

荷揚場作業を実施する場合には、その都度、作業に必要な車両・資機材が、津波または地震が発生する場合に退避可能であるか確認することから、荷揚場作業に用いる車両・資機材が津波により漂流物となることはないと考えられる。

なお、仮にこれらの車両・資機材が漂流物となった場合においても、水面上を漂流するものは深層取水方式の取水口に到達することはないため、港湾内に沈むものは海底面から 5.5m の高さがある取水口に到達することはないため、取水口の通水性への影響を及ぼすことはない。

地震による荷揚場への影響と復旧作業について

1. 概要

地震による荷揚場への影響として、荷揚場沈下に伴う段差が発生する。地震による段差復旧については、試験を実施して確認しており、地震により段差が発生した場合でも同様な復旧作業が可能であり、ここでは、地震による荷揚場への影響と復旧作業について示す。

2. 地震による荷揚場への影響について

荷揚場は海側の施設護岸下部を岩着構造としており、沈下しない範囲もあるが、その西側や荷揚場道路付近は埋戻土（掘削ズリ）により敷地造成していることから、地中埋設構造物（施設護岸）及び地盤改良部との境界部に不等沈下に伴う段差が発生する可能性がある。ここで、荷揚場付近で段差が発生する可能性がある箇所を図1に示す。

ここで、埋戻土（掘削ズリ）の沈下量を計算した結果、荷揚場付近の沈下しない範囲との段差は北側通路付近で最大約 70cm、南側通路付近で最大約 45cm、荷揚場付近で最大約 40cm となる。

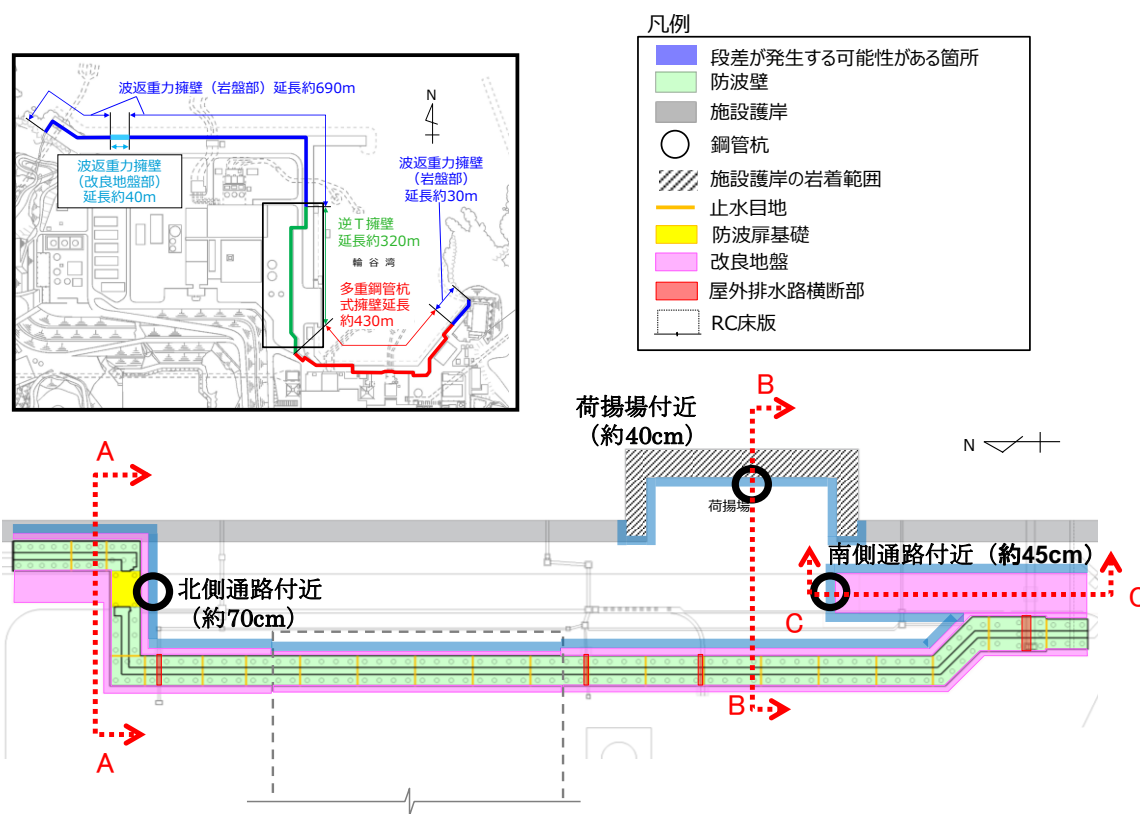


図1 荷揚場付近の沈下により段差が発生する可能性がある箇所

3. 段差高の計算方法について

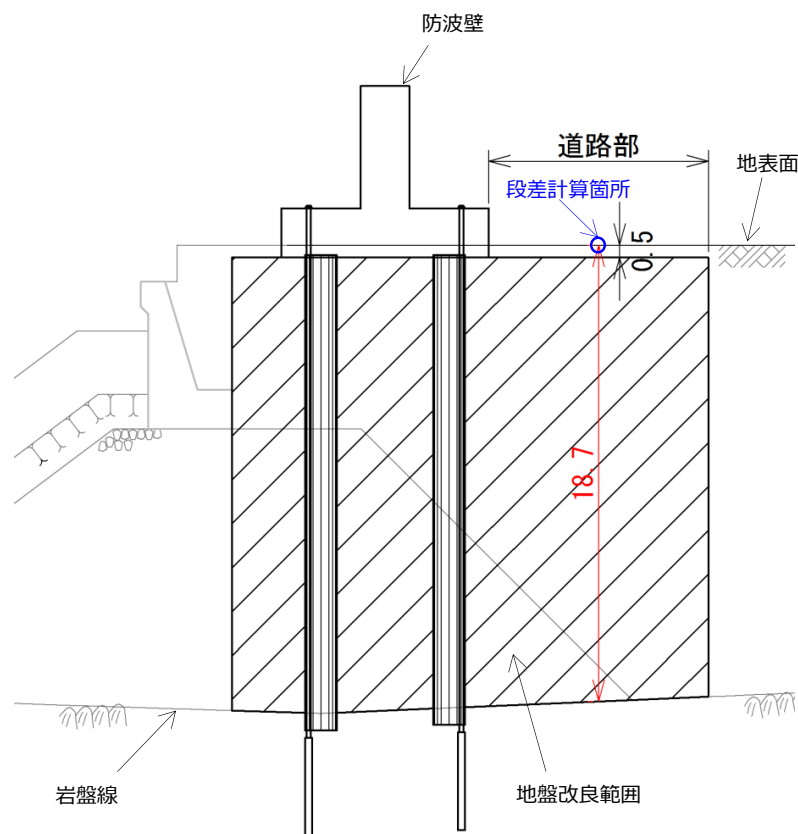
埋戻土（掘削ズリ）の沈下量については、液状化及び揺すり込みに伴う沈下量として、保

守的にばらつきを考慮した相対密度から求まる沈下率（3.5%）を用い、埋戻土（掘削ズリ）の層厚×3.5%で算出する。

段差高は、道路部における埋戻土（掘削ズリ）の層厚から地中埋設構造物（施設護岸）及び地盤改良部の層厚を引いた差に3.5%を乗じて算出する。

表1 各断面における埋戻土層厚および段差評価一覧表

箇所	境界部における埋戻土の層厚差 (m)	段差高さ (cm) =埋戻土層厚×3.5%	評価値 (cm)
北側通路付近	18.2	64	70
南側通路付近	11.4	40	45
荷揚場付近	10.0	35	40



地盤改良部と全層埋戻土部の境界における埋戻土部の層厚差=18.7m-0.5m

図2 北側通路付近断面図 (A-A 断面)

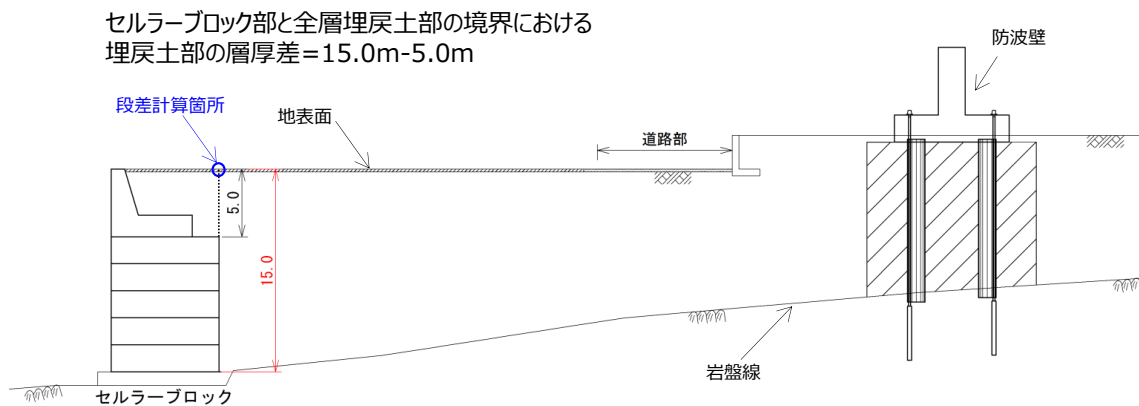


図3 南側通路付近断面図 (B-B 断面)

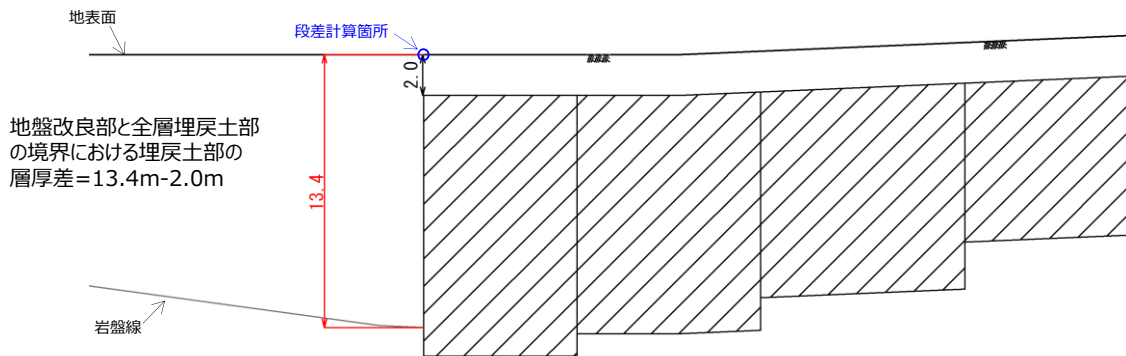


図4 荷揚場付近断面図 (C-C 断面)


4. 段差復旧作業について

地震により段差が発生した場合でも、砕石の敷設により段差復旧が可能であることを確認しており、段差復旧作業についての確認結果を以下に示す。

(1) 段差復旧作業確認試験

a. 概要

島根原子力発電所に「段差復旧」用として配備している砕石を用いてホイールローダにより、図5～7のとおり、砕石を用いて、1箇所40cmの段差を復旧した際の作業時間を作業員A、B及びCそれぞれ計測した。

凡例：  段差解消後の路面

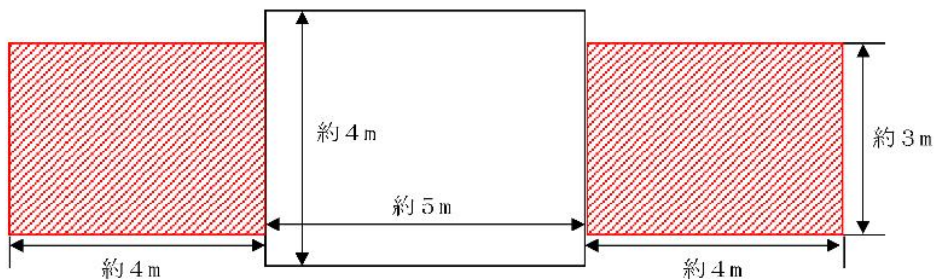


図 5 段差解消平面図（概要）

凡例：  碎石

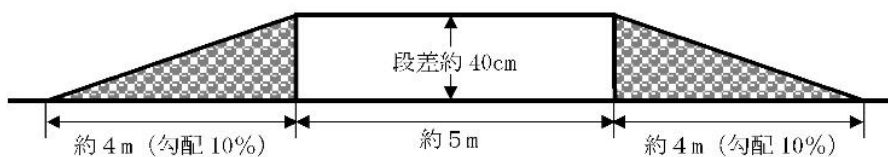


図 6 段差解消断面図（概要）



図 7 段差復旧状況

b. 測定結果

- ・作業員 A：19 分 44 秒
- ・作業員 B：19 分 27 秒
- ・作業員 C：18 分 33 秒

【評価値】20 分（上り，下り 計 2 箇所）

測定結果より，段差緩和対策を行うものの，万一，段差が発生した場合においても，約 10 分/箇所で作業できることを確認した。

構外海域の漂流物が施設護岸及び取水口へ到達する可能性について

1. はじめに

構外海域の漂流物となる可能性のある施設・設備が、施設護岸及び取水口に到達する可能性について、図 4.2.1.3-2 に示す漂流物の選定・影響確認フローに基づき、津波の流況を踏まえて評価する。

2. 津波流況の考察

(1) 流況考察時間の分類

島根原子力発電所構内及び構外における津波来襲時の流況について考察した。考察に当たっては、流況考察時間を最大水位・流速を示す時間帯とその前後の 3 区分に分類する。

日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波 1）は、最大水位・流速を示す時間帯が地震発生後約 180 分～200 分であり、海域活断層から想定される地震による津波（基準津波 4）は、最大水位・流速を示す時間帯が地震発生後約 5 分～7 分であるため、各々以下のとおり分類した。図 1 に流況考察時間の分類例を示す。

日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波 1）

- 【1】最大水位・流速を示す時間帯以前（地震発生後約 100 分～180 分）
- 【2】最大水位・流速を示す時間帯（地震発生後約 180 分～200 分）
- 【3】最大水位・流速を示す時間帯以降（地震発生後約 200 分～360 分）

海域活断層に想定する地震による津波（基準津波 4）

- 【1】最大水位・流速を示す時間帯以前（地震発生後約 0 分～5 分）
- 【2】最大水位・流速を示す時間帯（地震発生後約 5 分～7 分）
- 【3】最大水位・流速を示す時間帯以降（地震発生後約 7 分～30 分）

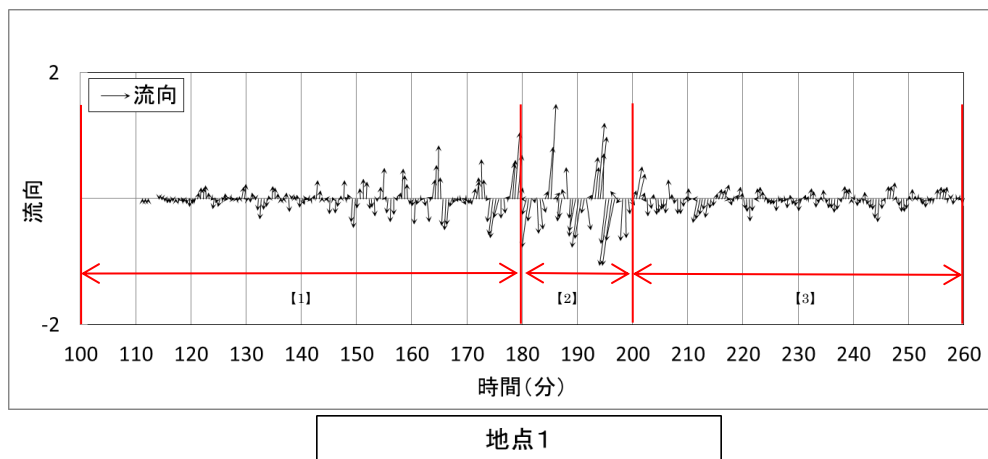


図1 流況考察時間の分類例（基準津波1における地点1）

(2) 基準津波1の流況の考察

基準津波1の水位変動・流向ベクトルを、添付資料1の図1に示す。この図に基づく、流況の考察の詳細を以下に示す。なお、[]内は添付資料1の図番号を示す。

a. 防波堤有り

(a) 最大水位・流速を示す時間帯以前（地震発生後約100分～180分） [図1(1)～(160)]

i) 構外海域

約109分では、津波の第1波が敷地の東側から沿岸を沿うように襲来する [図1(19)]。また、約113分30秒では、敷地の北西側から津波が襲来する [図1(28)]。構外海域において流速は小さく、水位変動も1m程度である。

その後、約 180 分まで主に敷地の北西側からの押し波、引き波により短い周期で北西方向と南東方向の流れを繰り返す。いずれの時間帯においても流速は 1m/s 未満である。

ii) 構内海域（輪谷湾）

約 116 分 30 秒では、津波の第 1 波が輪谷湾に到達する。水位が 1m 程度上昇し、0.5m/s 程度の流速が防波堤付近で発生する[図 1(34)]。

その後、約 180 分まで、短い周期で輪谷湾内と湾外への流れを繰り返す。水位変動は最大でも 3m 程度で、流速は最大でも 3m/s 程度である[図 1(157)～(160)]。

流れの特徴としては、押し波時、引き波時とも防波堤を回り込む流れが生じ、港湾内のうち防波堤を回り込む流れによる流速が比較的速い。

(b) 最大水位・流速を示す時間帯（地震発生後約 180 分～200 分）[図 1(161)～(201)]

i) 構外海域

約 180 分では、敷地の北西側から引き波が襲来する。引き波の影響により北西方向の流れとなり 1m/s 程度の流れが確認できる[図 1(161)]。

約 183 分では、敷地の北西側から押し波が来襲し、押し波の影響により南東方向の流れとなり、引き波の流速と同様 1m/s 流れが確認できる[図 1(166)]。

約 187 分では、敷地の北西側から引き波が来襲し [図 1(175)]、約 191 分では、水位変動が 3m 程度の大きい押し波が来襲し 2m/s 程度の流れが確認できる[図 1(183)]。その後も、敷地の北西側から押し波、引き波が約 200 分まで交互に来襲する。

ii) 構内海域（輪谷湾）

約 184 分では、敷地の北西側から押し波が襲来し、流速 5m/s 程度の防波堤を回り込む流れが発生する[図 1(169)]。約 184 分 30 秒では、輪谷湾内水位が 5m 程度上昇し、構外海域では押し波傾向であるが、輪谷湾水位が高いため、輪谷湾内への流れは 2m/s 程度となる[図 1(170)]。その直後には輪谷湾外へ向かう流れとなる[図 1(171)]。約 192 分 30 秒では、輪谷湾の水位が低い状態において、敷地の北西側から押し波が来襲する。最大流速が発生する時間帯であり、防波堤を回り込む 5m/s 程度の流れが発生する[図 1(186)]。その 1 分後の約 193 分 30 秒では、構外海域は押し波傾向であるが、輪谷湾水位が高いため、輪谷湾に向かう流れはない[図 1(188)]。その後、約 200 分まで、短い周期で輪谷湾内と輪谷湾外への流れを繰り返す。

(c) 最大水位・流速を示す時間帯以降（地震発生後約 200 分～360 分）[図 1(202)～(281)]

i) 構外海域

約 201 分では、南東方向の流れとなり、流速は 1m/s 程度である [図 1(203)]。約 204 分では、流れは逆向きとなる[図 1(209)]。その後、敷地北西側からの押し波、引き波により短い周期で北西方向と南東方向の流れを繰り返す。また、流速は速くても 1m/s 程度である。

ii) 構内海域（輪谷湾）

約 201 分では、輪谷湾外への流れとなり、流速は 1m/s 程度である [図 1(203)]。
約 205 分では、押し波が来襲し、輪谷湾内への流れとなり、流速は 1m/s 程度となる [図 1(211)]。

流れの特徴としては、押し波時、引き波時とも防波堤を回り込む流れが生じ、港湾内の流速のうち防波堤を回り込む流れによる流速が比較的速い。

b. 防波堤無し

(a) 最大水位・流速を示す時間帯以前(地震発生後約 100 分～180 分) [図 1(1)～(160)]

i) 構外海域

「a. 防波堤有り」に記載した内容と同じ。

ii) 構内海域(輪谷湾)

約 116 分 30 秒では、津波の第 1 波が輪谷湾に到達する。水位が 1m 程度上昇するが、流速の変化は小さい [図 1(34)]。その後、約 180 分まで、短い周期で輪谷湾内と輪谷湾外への流れを繰り返す。水位変動は最大でも 3m 程度で、流速は最大でも 3m/s 程度である [図 1(151)～(160)]。

(b) 最大水位・流速を示す時間帯(地震発生後約 180 分～200 分) [図 1(161)～(201)]

i) 構外海域

「a. 防波堤有り」に記載した内容と同じ。

ii) 構内海域(輪谷湾)

約 183 分 30 秒では、敷地の北西側から押し波が来襲し、輪谷湾内における流速は 3m/s 程度である [図 1(168)]。約 184 分 30 秒では、輪谷湾内水位が 6m 程度上昇し、構外海域では押し波傾向であるが、輪谷湾水位が高いため、輪谷湾内への流れはない [図 1(170)]。その直後には輪谷湾外へ向かう流れとなる [図 1(171)]。約 192 分 30 秒では、輪谷湾の水位が低い状態において、敷地の北西側から大きい押し波が来襲する。最大流速が発生する時間帯であり、9m/s 程度の流れが発生する [図 1(186)]。約 193 分 30 秒では、構外海域は押し波傾向であるが、輪谷湾水位が高いため、輪谷湾外への流れとなる [図 1(188)]。その後、約 200 分まで、短い周期で輪谷湾内と輪谷湾外への流れを繰り返す。

(c) 最大水位・流速を示す時間帯以降(地震発生後約 200 分～360 分) [図 1(202)～(281)]

i) 構外海域

「a. 防波堤有り」に記載した内容と同じ。

ii) 構内海域(輪谷湾)

約 201 分では、輪谷湾外への流れとなり、流速は 1m/s 程度である [図 1(203)]。
約 205 分では、押し波が来襲し、輪谷湾内への流れとなり、流速は 1m/s 程度となる [図 1(211)]。

(3) 基準津波4の流況の考察

基準津波4の水位変動・流向ベクトルを、添付資料1の図4に示す。この図に基づく、流況の考察の詳細を以下に示す。なお、[]内は添付資料1の図番号を示す。

a. 防波堤有り

(a) 最大水位・流速を示す時間帯以前（地震発生後約0分～5分）[図4(1)～(11)]

i) 構外海域

約2分では、津波の第1波が敷地の北西側から押し波として来襲する。水位も低く流速の変化は小さい[図4(5)]。約4分では、北西側への大きい引き波により、北西方向の流れとなる[図4(9)]が、いずれも1m/s以上の流速は確認されない。

ii) 構内海域（輪谷湾）

約3分では、津波の第1波が輪谷湾に押し波として来襲する。水位も低く流速の変化は小さい[図4(7)]。

(b) 最大水位・流速を示す時間帯（地震発生後約5分～7分）[図4(12)～(15)]

i) 構外海域

約5分では、敷地の北西側への大きい引き波により北西方向の流れが継続する[図4(11)]。

ii) 構内海域（輪谷湾）

約6分では、大きい引き波により輪谷湾外への流れとなり、3m/s程度の流速となる[図4(13)]。

(c) 最大水位・流速を示す時間帯以降（地震発生後約7分～30分）[図4(16)～(61)]

i) 構外海域

約7分では、敷地の北西側への引き波が継続しており、北西方向の流れが継続する[図4(15)]。約9分では、敷地北西側から押し波が来襲し、南東方向の流れとなる[図4(19)]。いずれも、1m/s以上の流速は確認されず、以降も、1m/sを超える流速はない。

ii) 構内海域（輪谷湾）

約7分では、輪谷湾内への、約9分では、輪谷湾外への流れとなる[図4(15), (19)]。湾内のうち防波堤を回り込む流速が比較的速く2m/s程度の流速が確認できる[図4(17)]。以降、輪谷湾内と輪谷湾外への流向が短い周期で変化するが、流速は1m/s程度である。

b. 防波堤無し

(a) 最大水位・流速を示す時間帯以前（地震発生後約0分～5分）[図4(1)～(11)]

i) 構外海域

「a. 防波堤有り」に記載した内容と同じ。

ii) 構内海域（輪谷湾）

約3分では、津波の第1波が輪谷湾に押し波として来襲する。水位も低く流速の変化は小さい [図4(7)]。

(b) 最大水位・流速を示す時間帯（地震発生後約5分～7分） [図4(12)～(15)]

i) 構外海域

「a. 防波堤有り」に記載した内容と同じ。

ii) 構内海域（輪谷湾）

約6分では、大きい引き波により輪谷湾外への流れとなり、3m/s程度の流速となる [図4(13)]。約7分では、輪谷湾内への流向となり、2m/s程度の流速となる [図4(15)]。

(c) 最大水位・流速を示す時間帯以降（地震発生後約7分～30分） [図4(16)～(61)]

i) 構外海域

「a. 防波堤有り」に記載した内容と同じ。

ii) 構内海域（輪谷湾）

約7分では、輪谷湾内への流れとなる [図4(15)]。約9分では、輪谷湾外への流れとなるが、流速は2m/s程度である [図4(19)]。以降、輪谷湾内への流れ、輪谷湾外への流れが短い周期で変化するが、流速は1m/s程度である。

3. 構外海域の漂流物の施設護岸及び取水口への到達可能性評価

日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波1）と海域活断層から想定される地震による津波（基準津波4）の流況の考察結果から、発電所方向への継続的な流向がないことが確認された。

このため、施設護岸及び取水口への到達可能性評価に当たっては、漂流物となる可能性のある施設・設備のうち、発電所沿岸にある漁船に着目して評価を行う。到達可能性評価は、津波流況の考察結果に加え、仮想的な浮遊物の軌跡解析*の結果も参考にして行う。

注記*：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。

発電所沿岸の漁港、漁船の操業区域及び軌跡解析の初期位置を図2に示す。発電所沿岸部では、3号機北側施設護岸付近及び輪谷湾でサザエ網・カナギ漁の漁船、発電所北東施設護岸付近でかご漁及びカナギ漁・採貝藻漁の漁船、施設護岸から北側500m付近で一本釣り漁の漁船、施設護岸から北西600m付近でイカ釣り漁及びわかめ養殖の漁船が操業する。

軌跡解析の初期位置としては、輪谷湾入口付近に1点（地点A）、サザエ網・カナギ漁の操業区域内の3号機北岸付近に1点（地点B）、サザエ網・採貝藻漁及びかご漁の操業区域付近に1点（地点C）、一本釣り漁区域内に2点（地点D,E）、わかめ養殖場、イカ釣り漁の操業区域付近1点（地点F）、御津漁港近傍に1点（地点G）、計7地点設定した。軌跡解析結果を図3に示す。また、流向・流速ベクトル及び軌跡解析の考察結果を図4、図5に示す。

流向・流速ベクトル及び軌跡解析の考察結果より、構外海域にある漂流物には以下の移動

傾向が確認された。

【漂流物の移動傾向】

- ・最大水位・流速を示す時間帯以前，以降においては，流速が小さく，移動量も小さい
- ・いずれの時間帯も主に北西・南東方向の移動を繰り返す傾向がある。

日本海東縁部に想定される地震による津波と海域活断層から想定される地震による津波による漂流物の施設護岸及び取水口への到達可能性評価を，各々以下に示す。日本海東縁部に想定される地震による津波は，発電所到達まで110分程度あり，沖合等への退避が可能であると考えられるが，航行不能となることも考慮し，操業区域で津波が来襲すると想定して，評価を行う。また，海域活断層から想定される地震による津波は，発電所到達まで2分程度であり，操業区域で津波が来襲すると想定して評価を行う。

(1) 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について，添付資料1図1に示す基準津波1の流向・流速・軌跡の特徴を評価した結果を以下に示す。なお，[]内は添付資料1の図番号を示す。

a. 施設護岸への到達可能性評価

i) 施設護岸から500m以遠で操業する漁船

施設護岸から500m以遠で操業する漁船としては，施設護岸から北西約600mにおいてイカ釣り漁及びわかめ養殖の漁船がある。これらの漁船に対し，施設護岸及び輪谷湾への到達可能性を評価した。

(a) 最大水位・流速を示す時間帯以前（地震発生後約100分～180分）[図1(1)～(160)]

約180分までは，全体的に流速が約1m/s未満と小さい。また，流向は主に北西・南東方向に変化しており，漂流物は北西，南東方向に移動すると考えられ，発電所に対する連続的な流れもないため，施設護岸から500m以遠で操業する漁船は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。

(b) 最大水位・流速を示す時間帯（地震発生後約180分～200分）[図1(161)～(201)]

発電所北西の半島沿岸において，約183分で，流速5m/s程度の半島を回り込み発電所に向かうような流れが確認される[図1(167)]が，流向は短い間隔で主に北西・南東方向に変化しており，発電所に対する連続的な流れもないため，施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。その他の海域においても，流速は速くて2m/s程度[図1(167)]であり，発電所に対する連続的な流れもないため，施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。

(c) 最大水位・流速を示す時間帯以降（地震発生後約200分～360分）[図1(202)～(281)]

約 200 分以降は、全体的に流速が小さい。また、流向は主に北西・南東方向に変化しており、漂流物は北西、南東方向に移動すると考えられる。流速が小さく発電所に対する連続的な流れもないため、施設護岸から 500m 以遠で操業する漁船は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。

(a)～(c)より、施設護岸から 500m 以遠を操業する漁船については、流向が短い間隔で主に北西・南東方向に変化しており、発電所に対する連続的な流れもないため、施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。また、イカ釣り漁及びわかめ養殖場の操業区域の近傍である地点 F における軌跡解析の結果からも、軌跡は発電所から遠ざかる方向に移動しており、施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる (図 4-1～図 4-27)。

ii) 施設護岸から 500m 以内で操業する漁船

施設護岸から約 500m 以内で操業する漁船としては、3号機北側沿岸部において、サザエ網漁及びカナギ漁の漁船、発電所北東沿岸部においてかご漁、カナギ漁及び採貝藻漁の漁船、発電所北側 500m 程度の区域で一本釣り漁の漁船がある。これらの漁船に対し、施設護岸及び輪谷湾への到達可能性を評価した。

(a) 最大水位・流速を示す時間帯以前 (地震発生後約 100 分～180 分) [図 1(1)～(160)]

約 180 分までは、全体的に流速が小さい。また、流向は主に北西・南東方向に変化しており、漂流物は北西、南東方向に移動すると考えられる。流速は 2m/s 程度 [第 1 図 (155)] であり、発電所に対する連続的な流れもないため、施設護岸から 500m 以内で操業する漁船は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。

(b) 最大水位・流速を示す時間帯 (地震発生後約 180 分～200 分) [図 1(161)～(201)]

(a)と同様に、流向は短い間隔で主に北西・南東方向に変化しており、発電所に対する連続的な流れもないため、施設護岸から 500m 以内で操業する漁船は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられるが、3号機北側防波壁から約 50m 以内の水深が約 20m の浅い位置において、5m/s 以上の流速が確認される [図 1(164), (187)] ことから、施設護岸から 500m 以内で操業する漁船は、当該位置に接近することを考慮し、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性があるとして評価した。

(c) 最大水位・流速を示す時間帯以降 (地震発生後約 200 分～360 分) [図 1(202)～(281)]

約 200 分以降は、流速が小さい。また、流向は主に北西・南東方向に変化しており、漂流物は北西、南東方向に移動すると考えられる。流速が小さく発電所に対する連続的な流れもないため、施設護岸から 500m 以内で操業する漁船は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。

(a)～(c)より、最大水位・流速を示す時間帯において、3号機北側防波壁から約 50m 以内の水深が約 20m の浅い位置で、5m/s 以上の流速が確認された。

一方、上記以外の範囲においては、流向が短い間隔で主に北西・南東方向に変化しており、発電所に対する連続的な流れもない。また、サザエ網、カナギ漁及び一本釣り漁の操業区域の近傍の地点 B における軌跡解析の結果からも、軌跡は北西方向と南東方向に移動を繰り返している（図 4-1～図 4-27）。

以上より、施設護岸から 500m 以内で操業する漁船については、3 号機北側防波壁から約 50m 以内の水深が約 20m の浅い位置に接近することを考慮し、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性があるとして評価した。

b. 取水口への到達可能性評価

a. ii) より、発電所沿岸部で操業する漁船が漂流物となった場合、輪谷湾に到達する可能性があるため、構内海域（輪谷湾）の流況から到達の可能性を評価した。

(a) 最大水位・流速を示す時間帯以前（地震発生後約 100 分～180 分）[図 1(1)～(160)]

構内海域（輪谷湾）においては、約 180 分までは、流速が小さく移動量は小さい。また、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、構内海域（輪谷湾）に漂流物は到達しないと考えられる。

(b) 最大水位・流速を示す時間帯（地震発生後約 100 分～180 分）[図 1(161)～(201)]

構内海域（輪谷湾）においては、約 180～200 分では、流速は最大 9m/s 程度と速いが、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、構内海域（輪谷湾）に漂流物は到達しないと考えられる。

(c) 最大水位・流速を示す時間帯以降（地震発生後約 200 分～360 分）[図 1(202)～(281)]

構内海域（輪谷湾）においては、約 200 分以降は、流速が遅く移動量は小さい。また、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、構内海域（輪谷湾）に漂流物は到達しないと考えられる。

(a)～(c) より、最大水位・流速を示す時間帯において、最大 9m/s 程度の速い流速が確認されたが、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、構内海域（輪谷湾）に漂流物は到達しないと考えられる。また、輪谷湾近傍の地点 A の軌跡解析の結果から、軌跡は北西方向と南東方向に移動を繰り返しており、輪谷湾に到達しないと考えられる。（図 4-1～図 4-27）

(2) 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について、添付資料 1 図 4 に示す基準津波 4 の流向・流速・軌跡の特徴を評価した結果を以下に示す。

a. 施設護岸への到達可能性

i) 施設護岸から 500m 以遠で操業する漁船

(a) 最大水位・流速を示す時間帯以前（地震発生後約0分～5分）[図4(1)～(11)]

約0分から約5分まで流速は約1m/s未満と小さく、流向は短い間隔で変化し、発電所に対する連続的な流れもないため、施設護岸から500m以遠で操業する漁船は施設護岸に到達しないと考えられる。

(b) 最大水位・流速を示す時間帯（地震発生後約5分～7分）[図4(12)～(15)]

流速は速くても1m/s程度（図4(15)）と小さく、流向は短い間隔で変化し、発電所に対する連続的な流れもないため、施設護岸から500m以遠で操業する漁船は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。

(c) 最大水位・流速を示す時間帯以降（地震発生後約7分～30分）[図4(16)～(61)]

7分以降も流速は約1m/s未満と小さく、流向は短い間隔で変化し、発電所に対する連続的な流れもないため、施設護岸から500m以遠で操業する漁船は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。

(a)～(c)より、いずれの時間帯も流速が小さく、かつ、最大水位・流速を示す時間帯も2分（地震発生後5分～7分）と短いことから、施設護岸に到達しないと評価した。また、軌跡解析の結果より、施設護岸から500m以遠の地点（C～F）において、初期位置から移動していないことから、漂流物は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる（図5-1～図5-10）。

ii) 施設護岸から500m以内で操業する漁船

(a) 最大水位・流速を示す時間帯以前（地震発生後約0分～5分）[図4(1)～(11)]

約0分から約5分まで流速は約1m/s未満と小さく、流向は短い間隔で変化し、発電所に対する連続的な流れもないため、施設護岸から500m以内で操業する漁船は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。

(b) 最大水位・流速を示す時間帯（地震発生後約5分～7分）[図4(12)～(15)]

(a)と同様に、流向は短い間隔で変化し、発電所に対する連続的な流れもないため、漂流物は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられるが、3号機北側防波壁から約50m以内の水深が約20mの浅い位置において、2m/s程度の流速が確認される[図4(13)]。当該位置で漁船が航行不能であった場合には、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性があると考えられる。

(c) 最大水位・流速を示す時間帯以降（地震発生後約7分～30分）[図4(16)～(61)]

7分以降も流速は約1m/s未満と小さく、流向は短い間隔で変化し、発電所に対する連続的な流れもないため、施設護岸から500m以内で操業する漁船は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。

(a)～(c)より、流向は短い間隔で変化し、発電所に対する連続的な流れもないため、漂流物は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる。また、サザエ網、カナギ漁及び一本釣り漁の操業区域の近傍の地点 B における軌跡解析の結果からも、軌跡はほとんど移動していないことから、漂流物は施設護岸及び輪谷湾に到達しないと考えられる(図 5-1～図 5-10)。一方、3号機北側防波壁から約 50m 以内の水深が約 20m の浅い位置において、2m/s 程度の流速が確認されることから、当該位置で漁船が航行不能であった場合は、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性があるとして評価した。

b. 取水口への到達可能性評価

a. ii)より、発電所沿岸部で操業する漁船が漂流物となった場合、輪谷湾に到達する可能性があるため、構内海域(輪谷湾)の流況から到達の可能性を評価した。

(a) 最大水位・流速を示す時間帯以前(地震発生後約 0 分～5 分)[図 4(1)～(11)]

0 分から 5 分まで流速は約 1m/s 未満と小さく、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、構内海域(輪谷湾)に漂流物は到達しないと考えられる。

(b) 最大水位・流速を示す時間帯(地震発生後約 5 分～7 分)[図 4(12)～(15)]

流速は速くて 3m/s 程度であるが、輪谷湾外へ向かう流向であり[図 4(13)]、輪谷湾に向かう流速は小さい[図 4(11)]ことから、構内海域(輪谷湾)に漂流物は到達しないと考えられる。

(c) 最大水位・流速を示す時間帯以降(地震発生後約 7 分～30 分)[図 4(16)～(61)]

7 分以降も流速は約 1m/s 未満と小さく、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、構内海域(輪谷湾)に漂流物は到達しないと考えられる。

(a)～(c)より、いずれの時間帯も流速が小さく、かつ、最大水位・流速を示す時間帯も 2 分(地震発生後 5 分～7 分)と短いことから、輪谷湾に到達しないと評価した。また、輪谷湾近傍の地点 A の軌跡解析の結果から、軌跡は輪谷湾から離れる方向に移動しており、輪谷湾に到達しないと考えられる(図 5-1～図 5-10)。

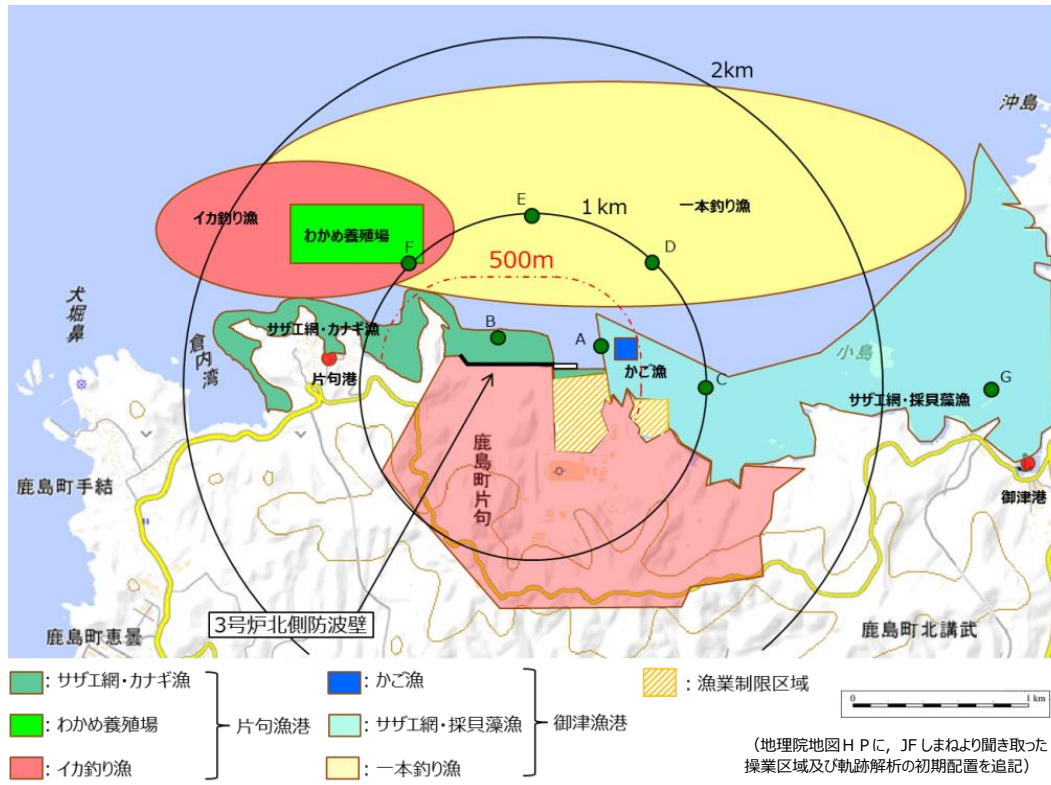
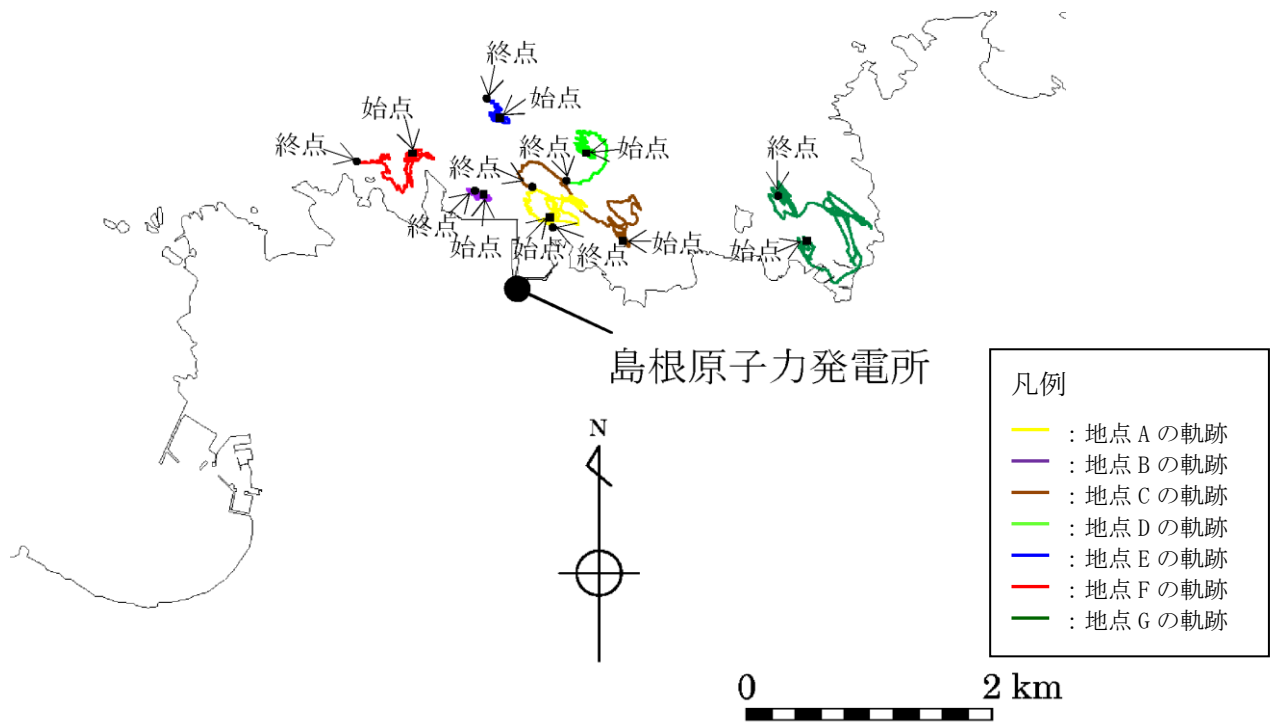
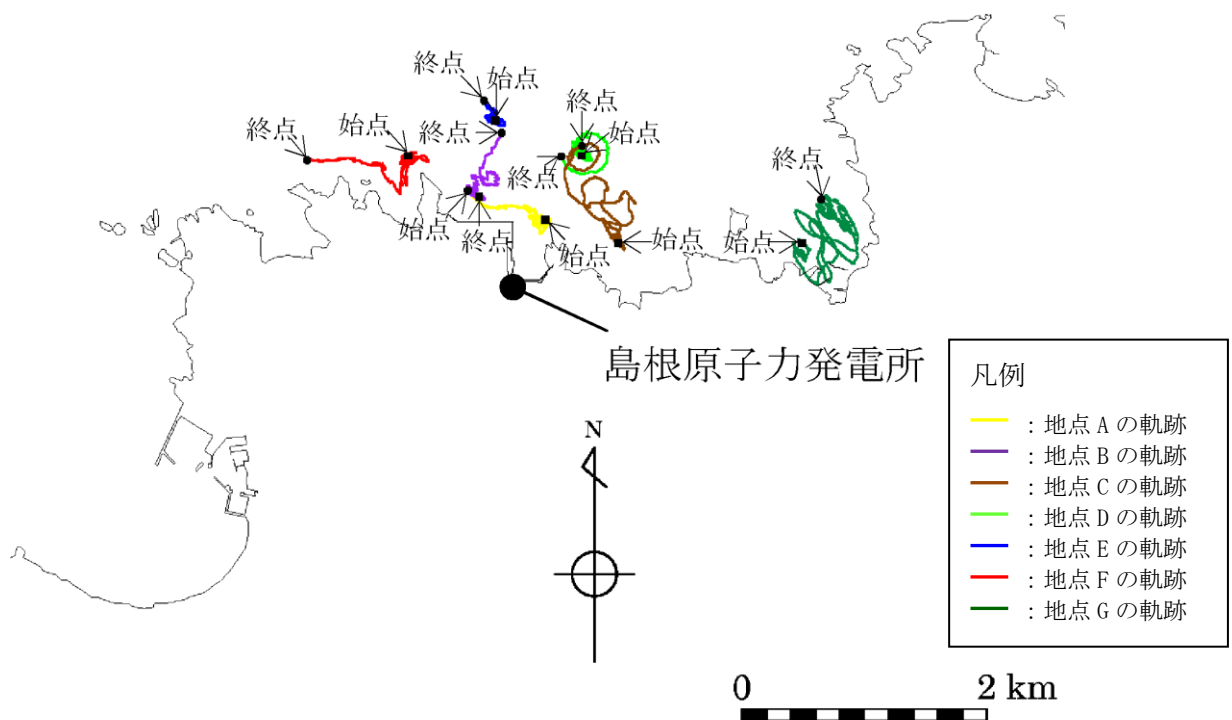


図2 発電所沿岸の漁港，漁船の操業区域及び軌跡解析の初期位置

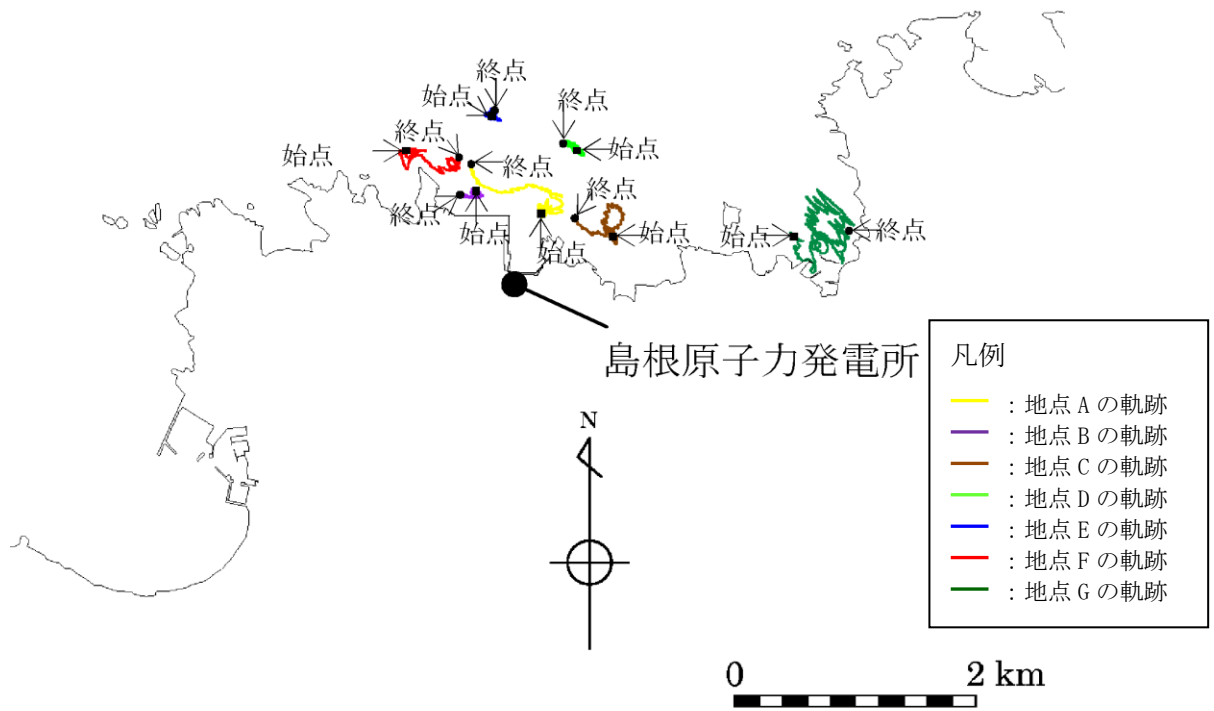


(基準津波 1 (防波堤有り))

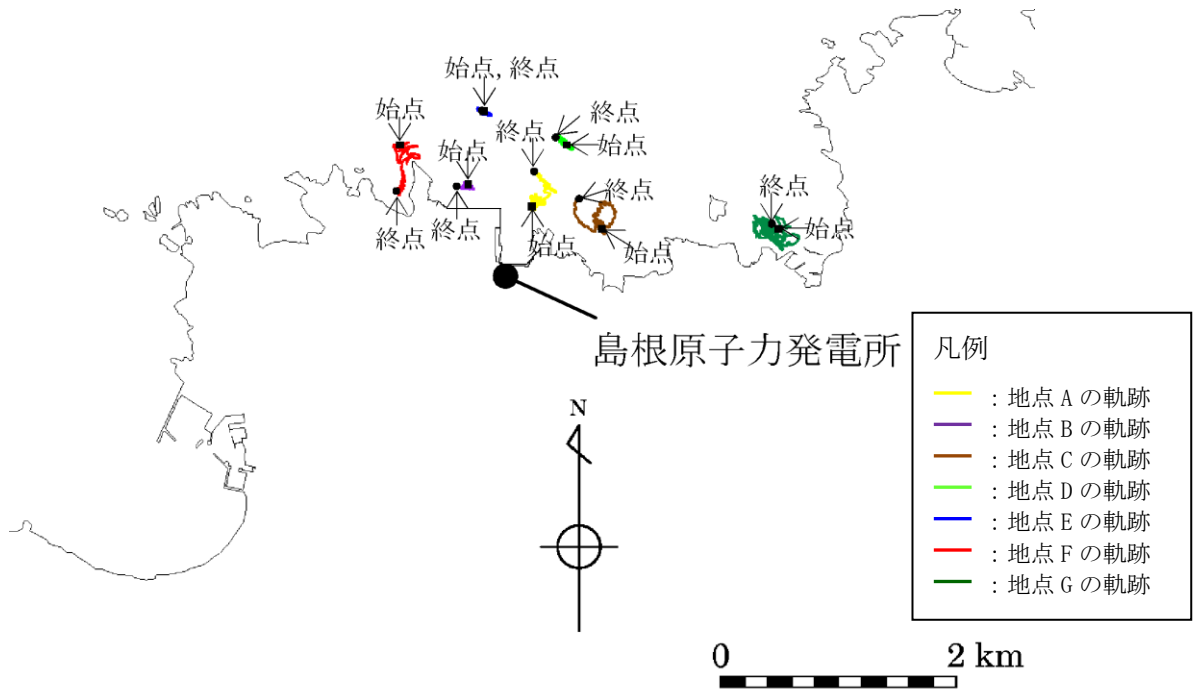


(基準津波 1 (防波堤無し))

図 3-1 軌跡解析結果

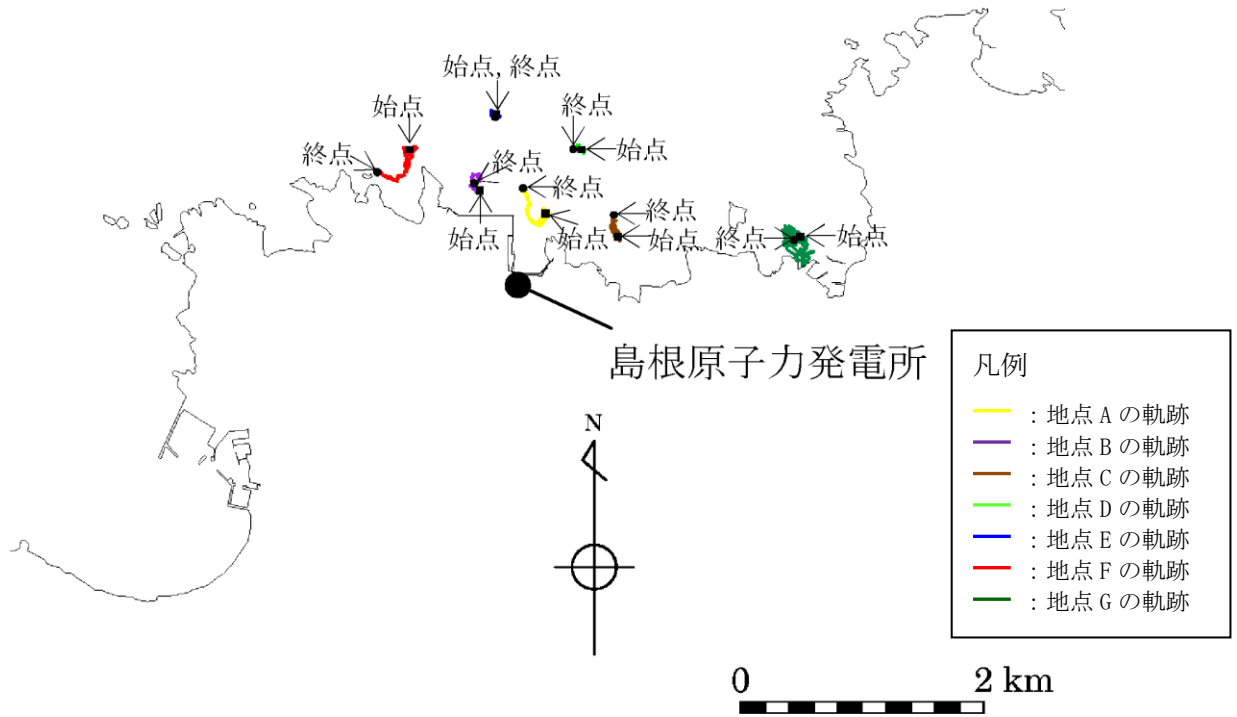


(基準津波 2 (防波堤有り))

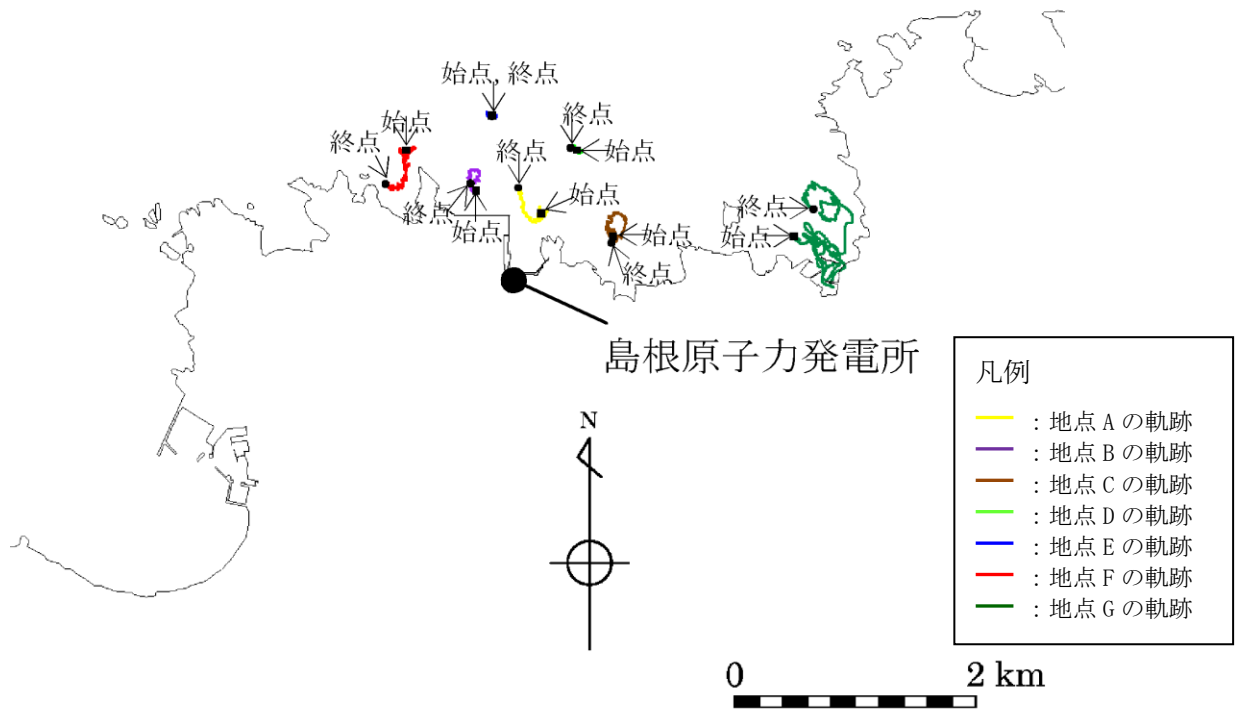


(基準津波 3 (防波堤有り))

図 3-2 軌跡解析結果

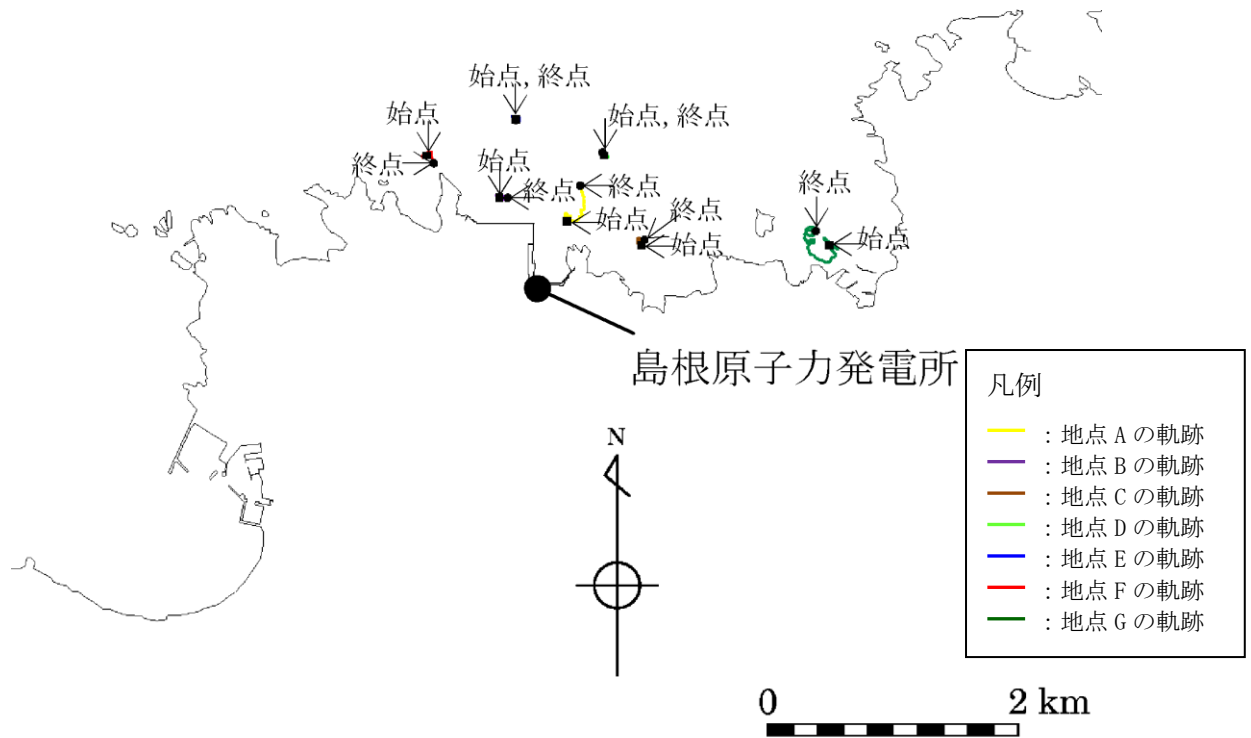


(基準津波 5 (防波堤無し))

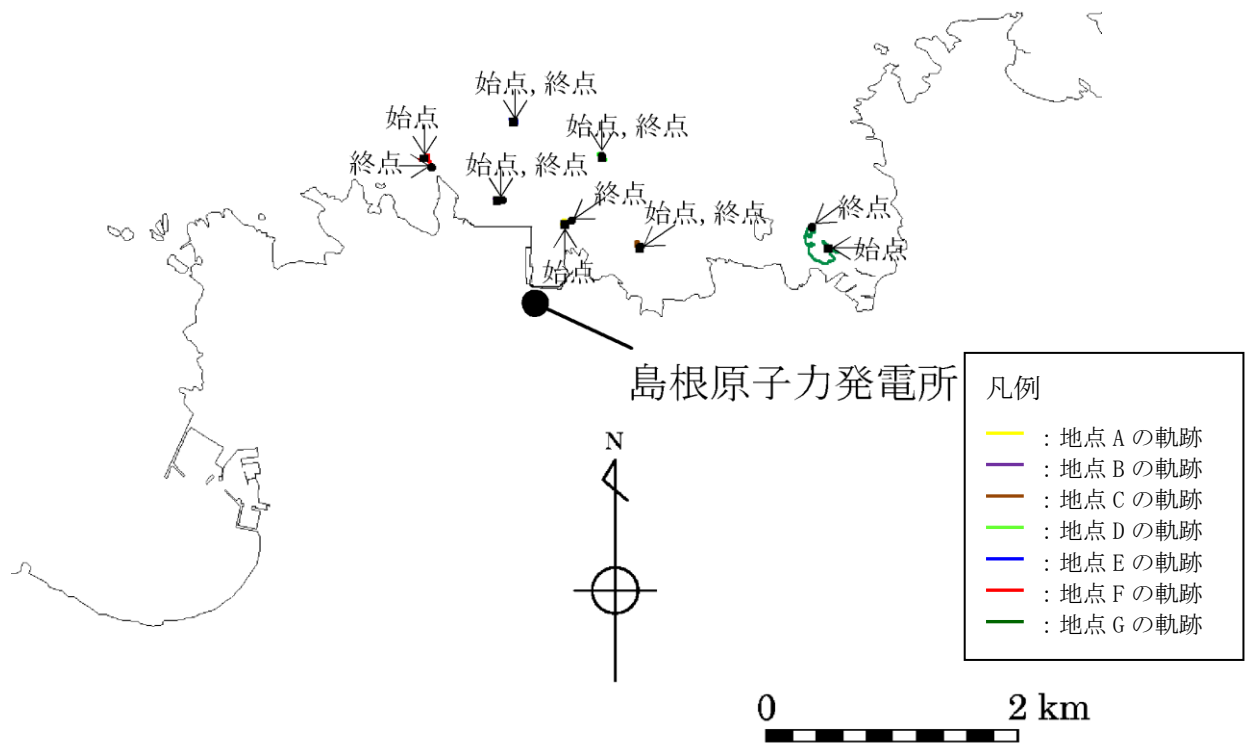


(基準津波 6 (防波堤無し))

図 3-3 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))

図 3-4 軌跡解析結果

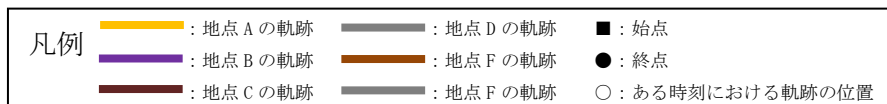
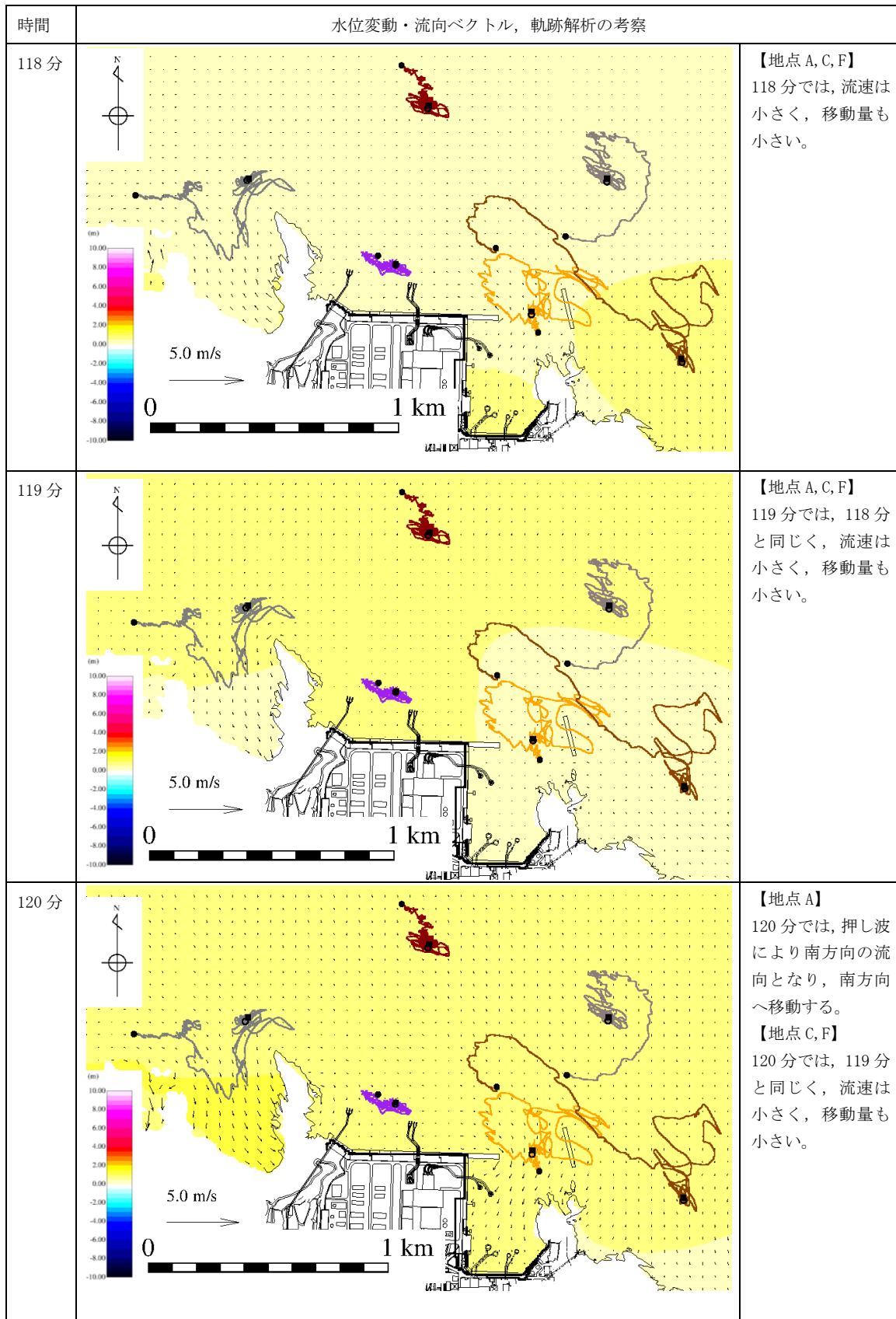
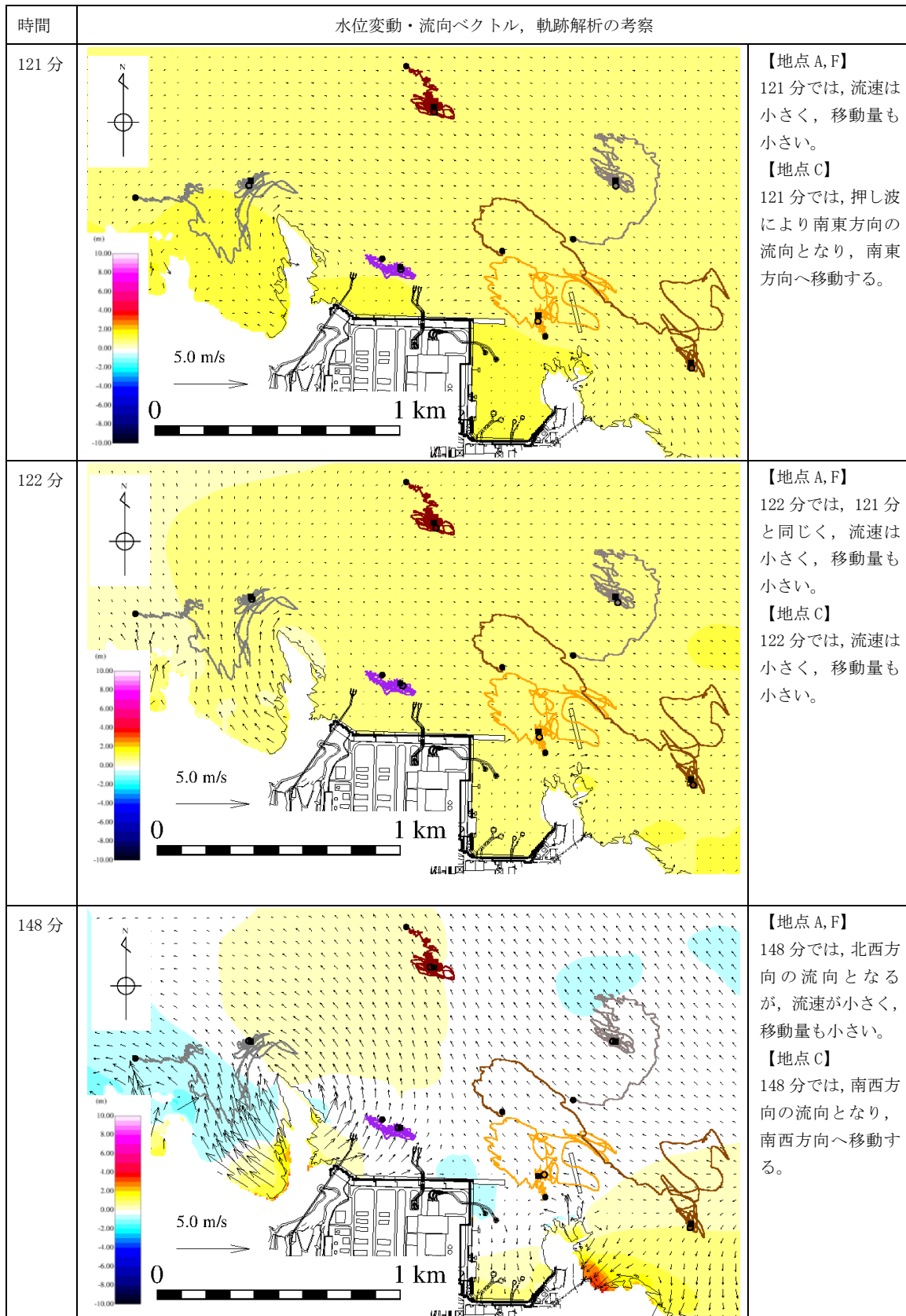


図 4-1 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）



注記*：123 分から 147 分まで同様な傾向であり省略する。

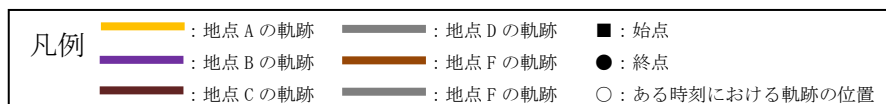


図 4-2 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）

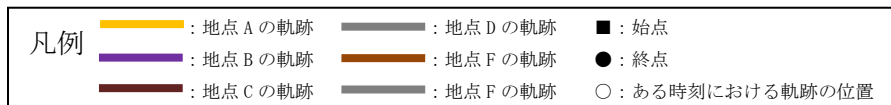
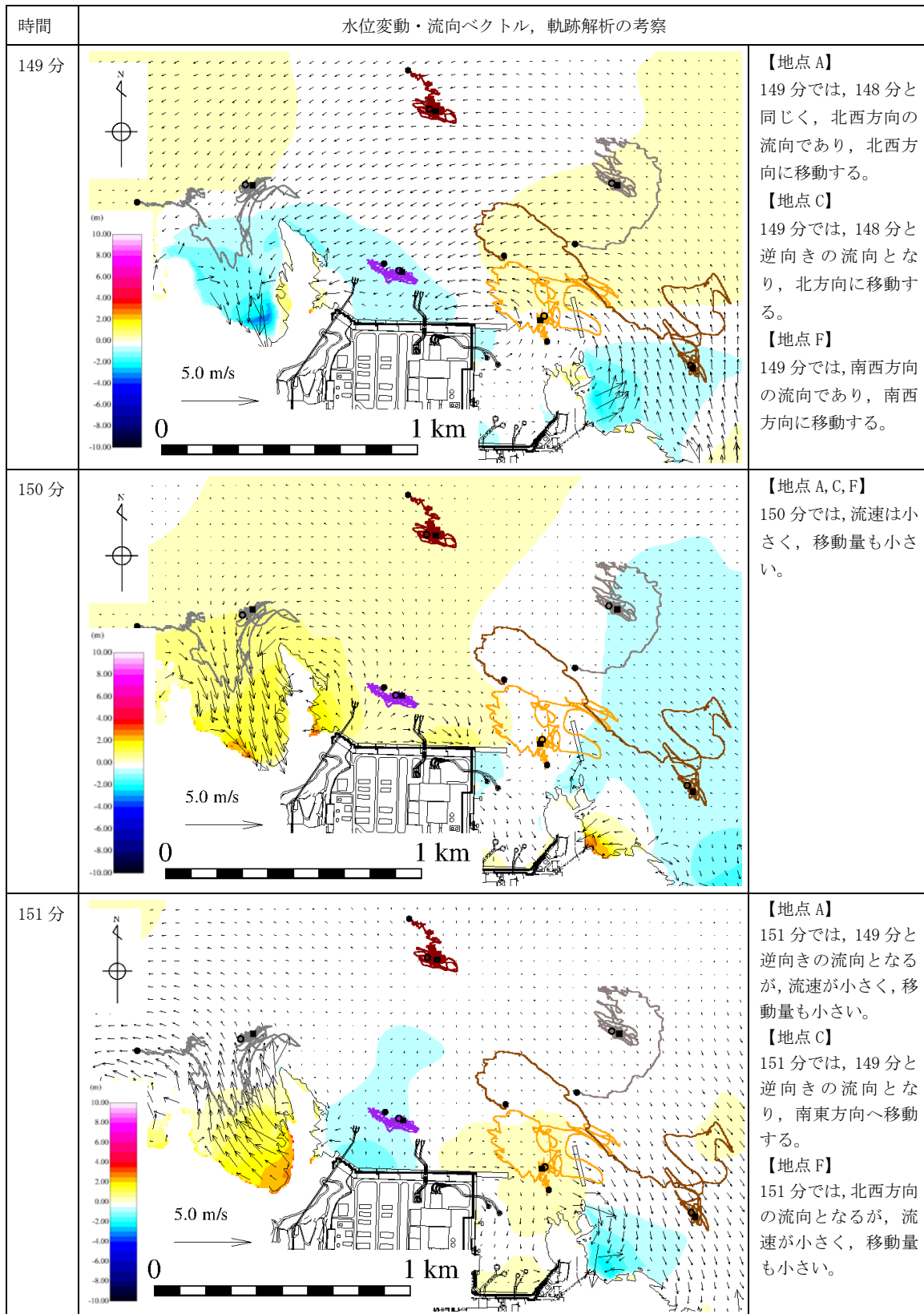
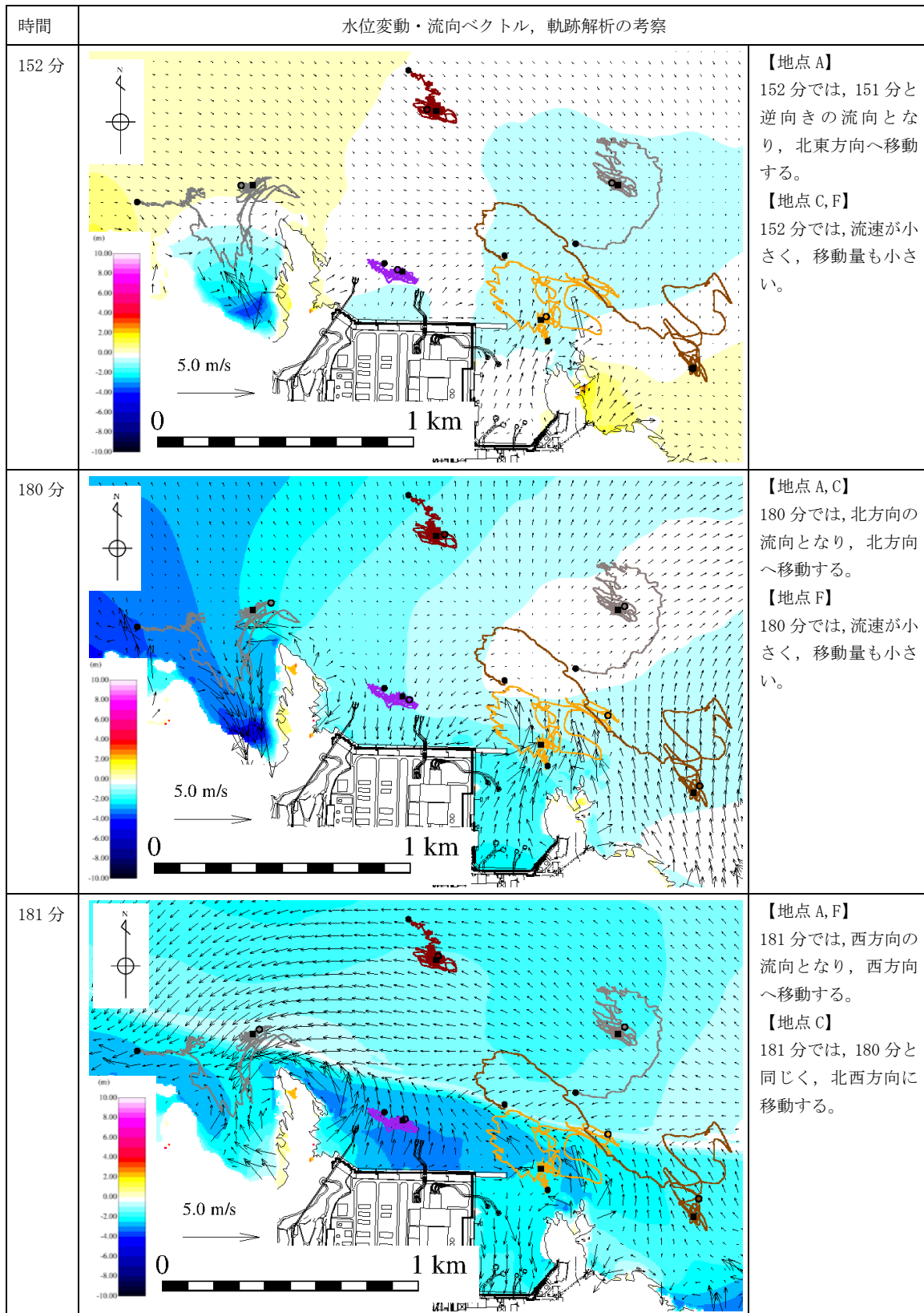


図 4-3 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）



注記*：153分から179分まで同様な傾向であり省略する。



図4-4 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波1）

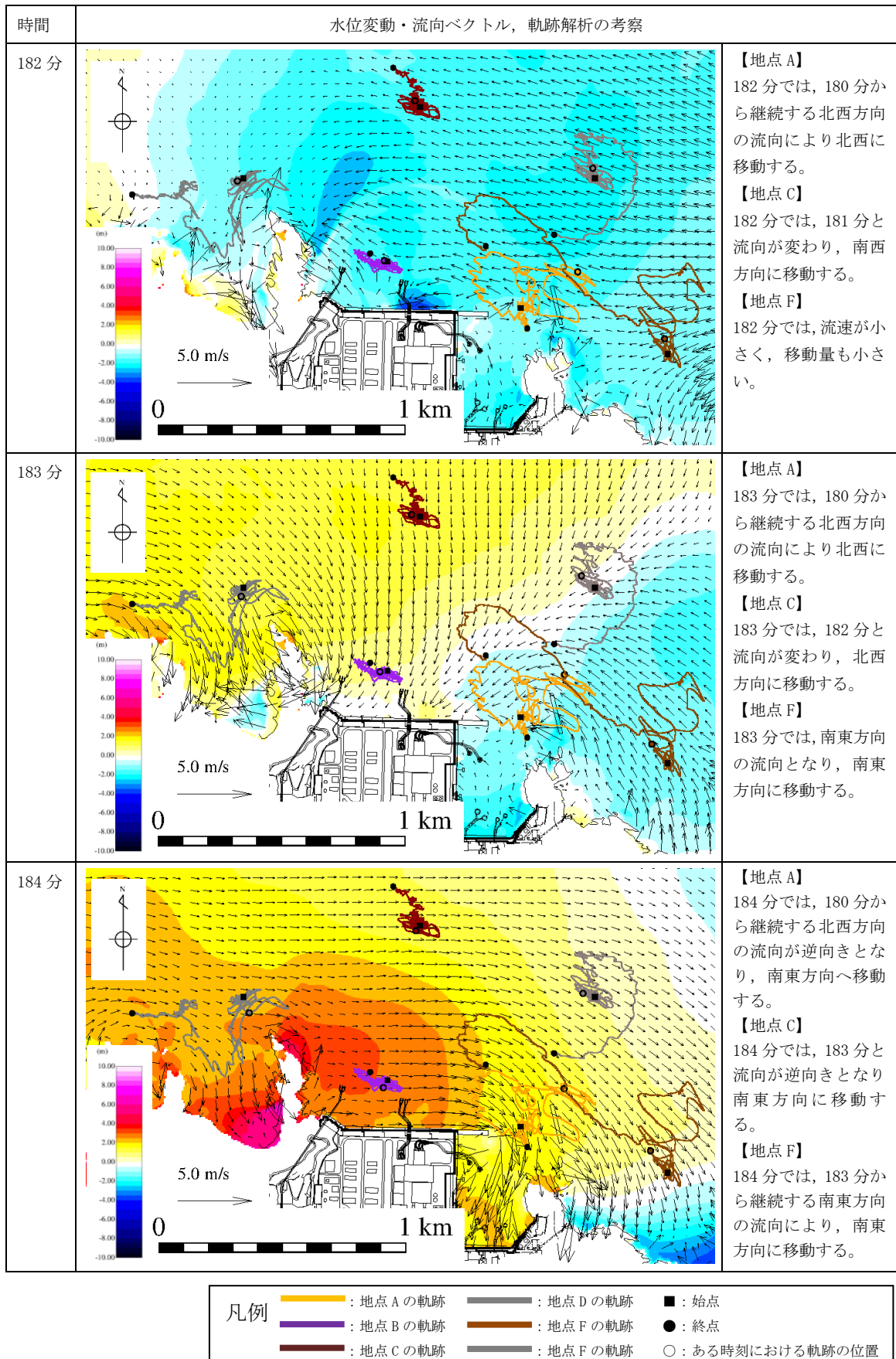


図4-5 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波1）

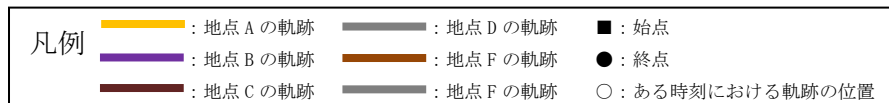
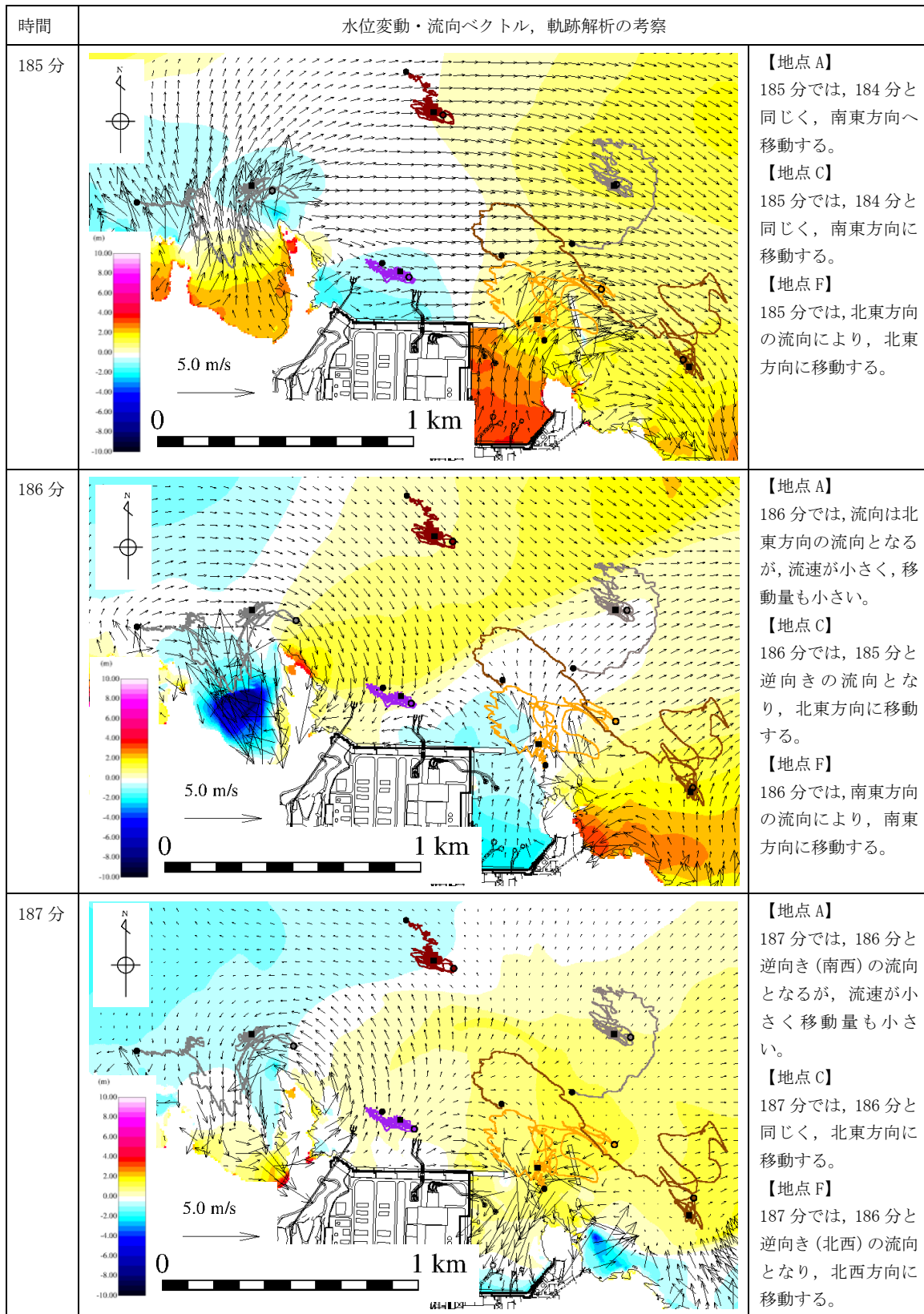


図 4-6 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）

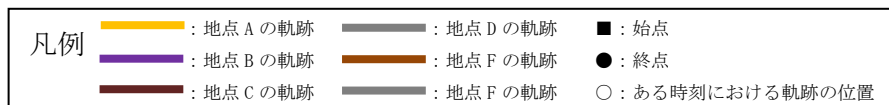
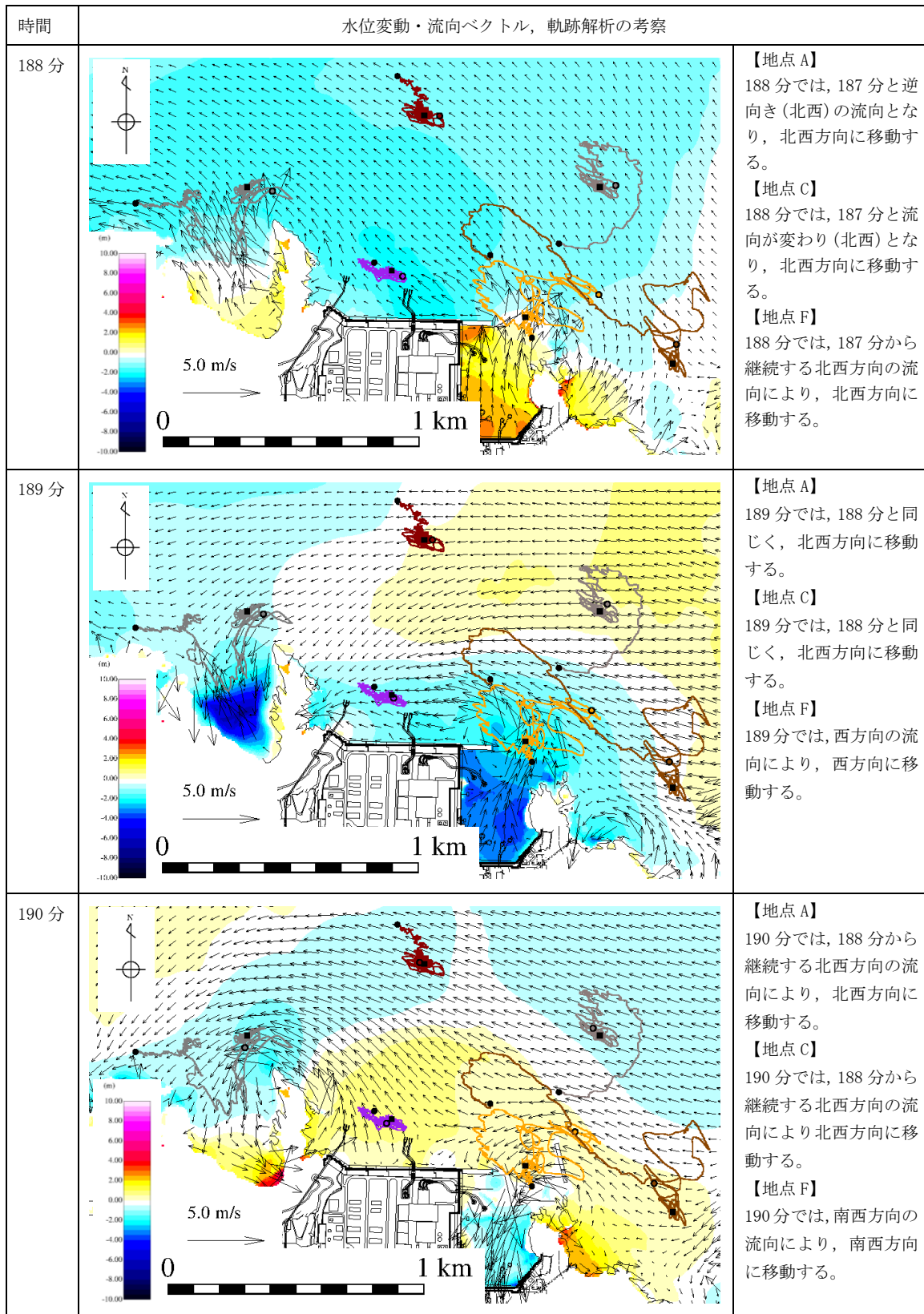


図4-7 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波1）

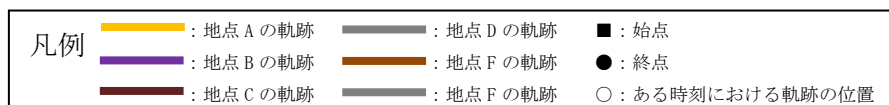
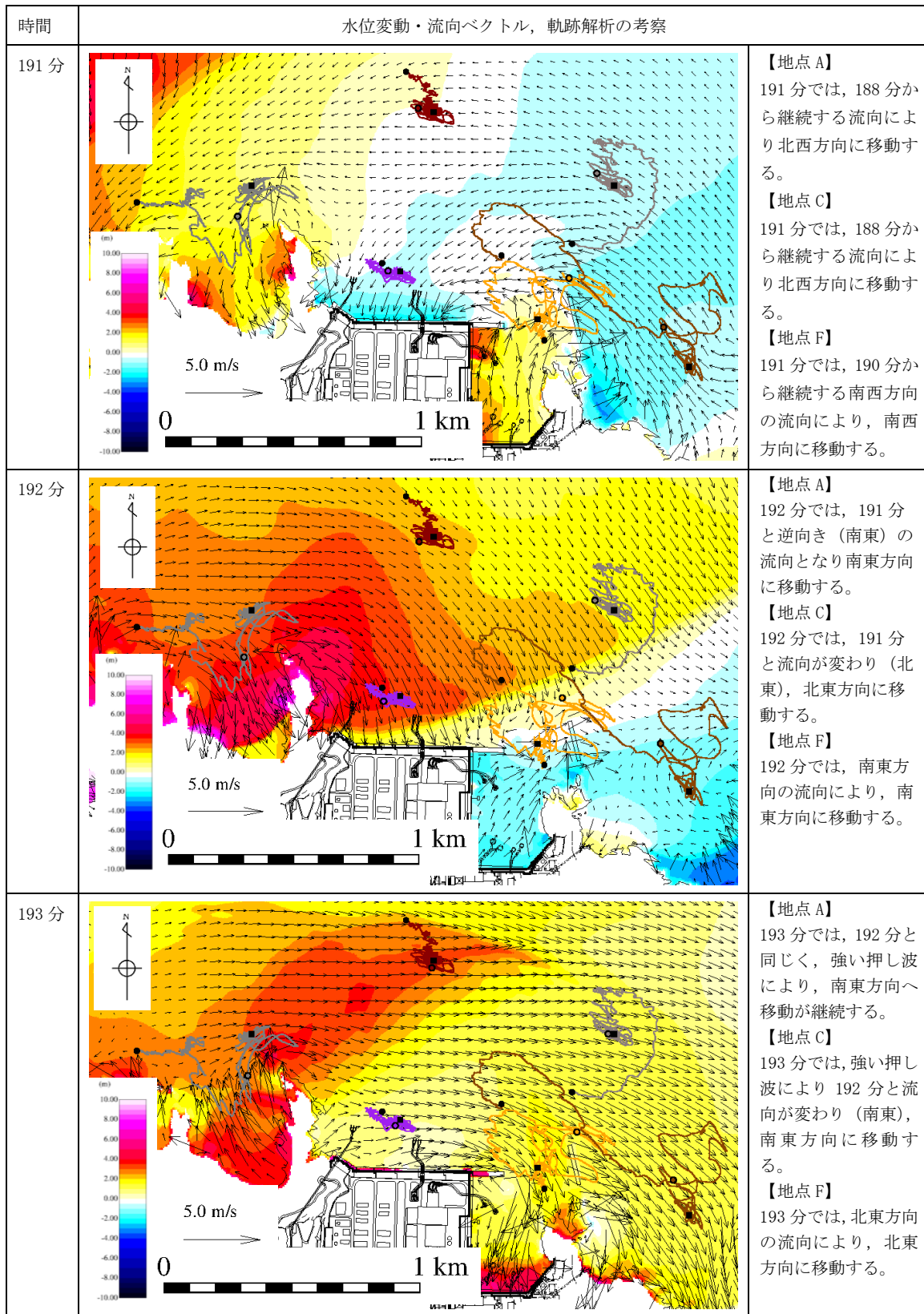


図4-8 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波1）

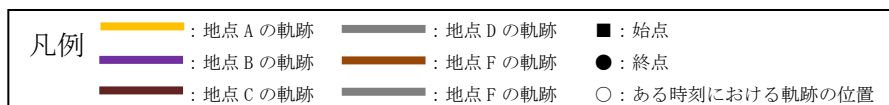
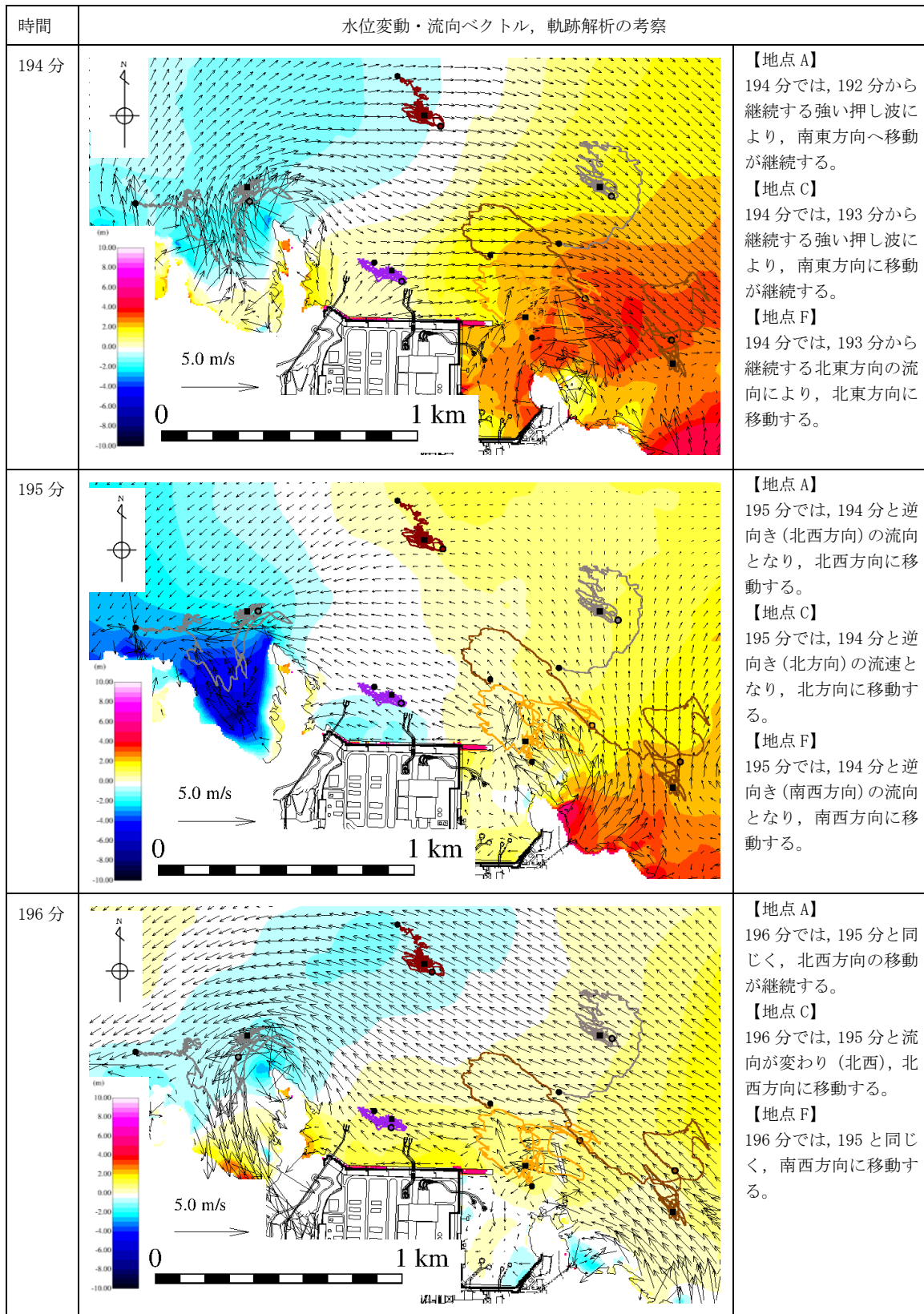


図 4-9 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）

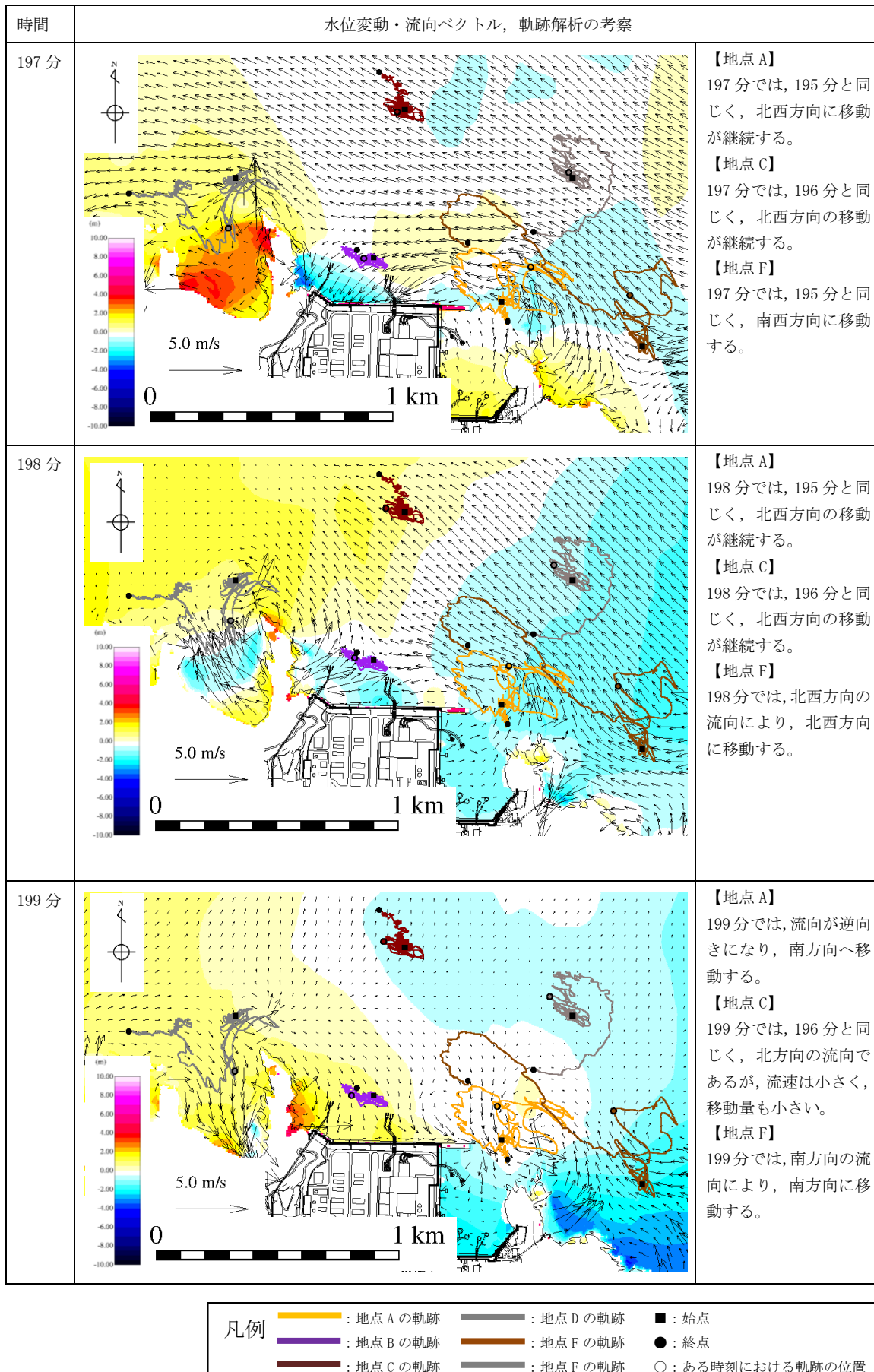


図 4-10 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）

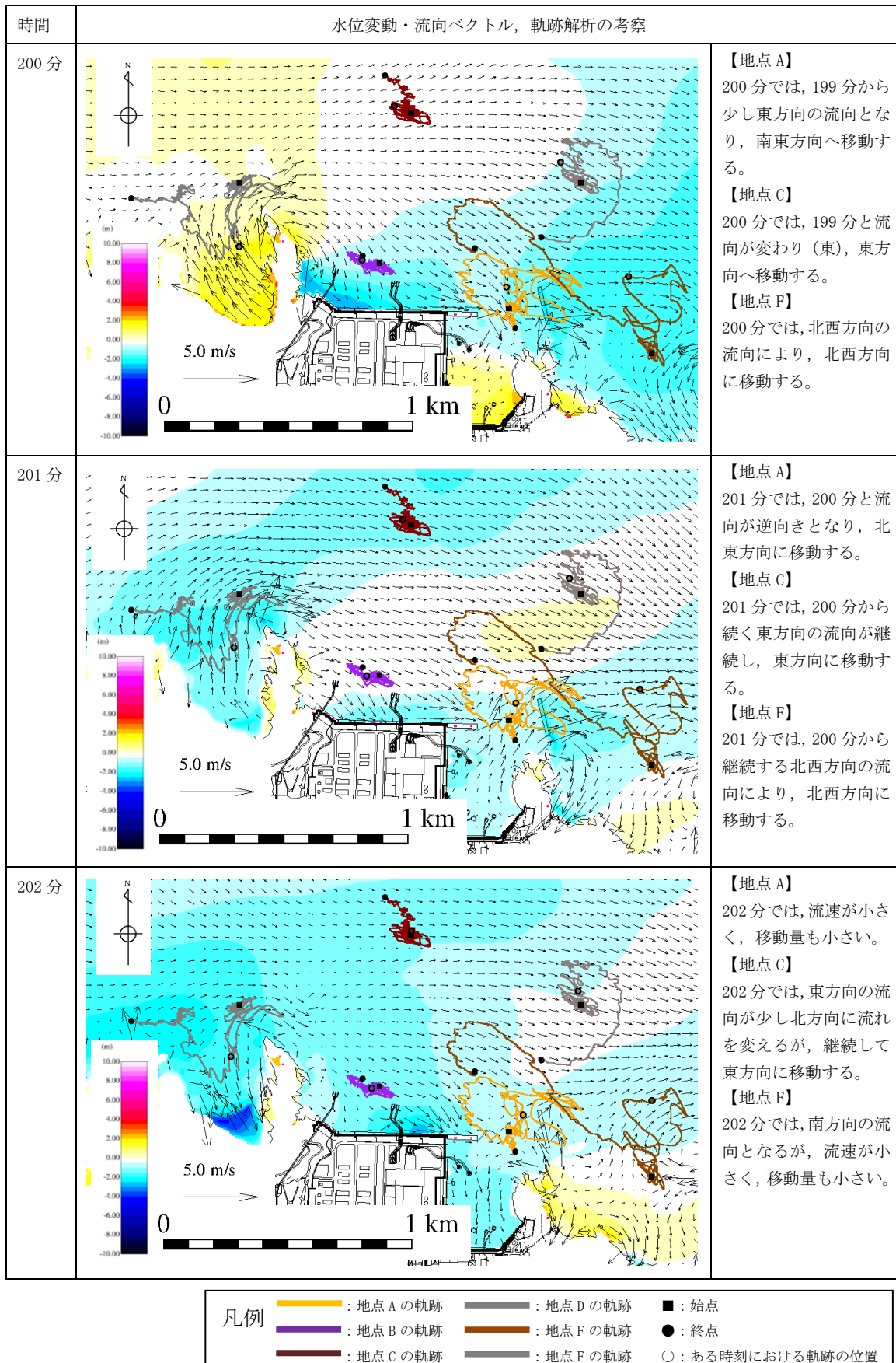


図 4-11 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）

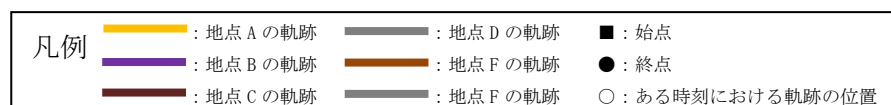
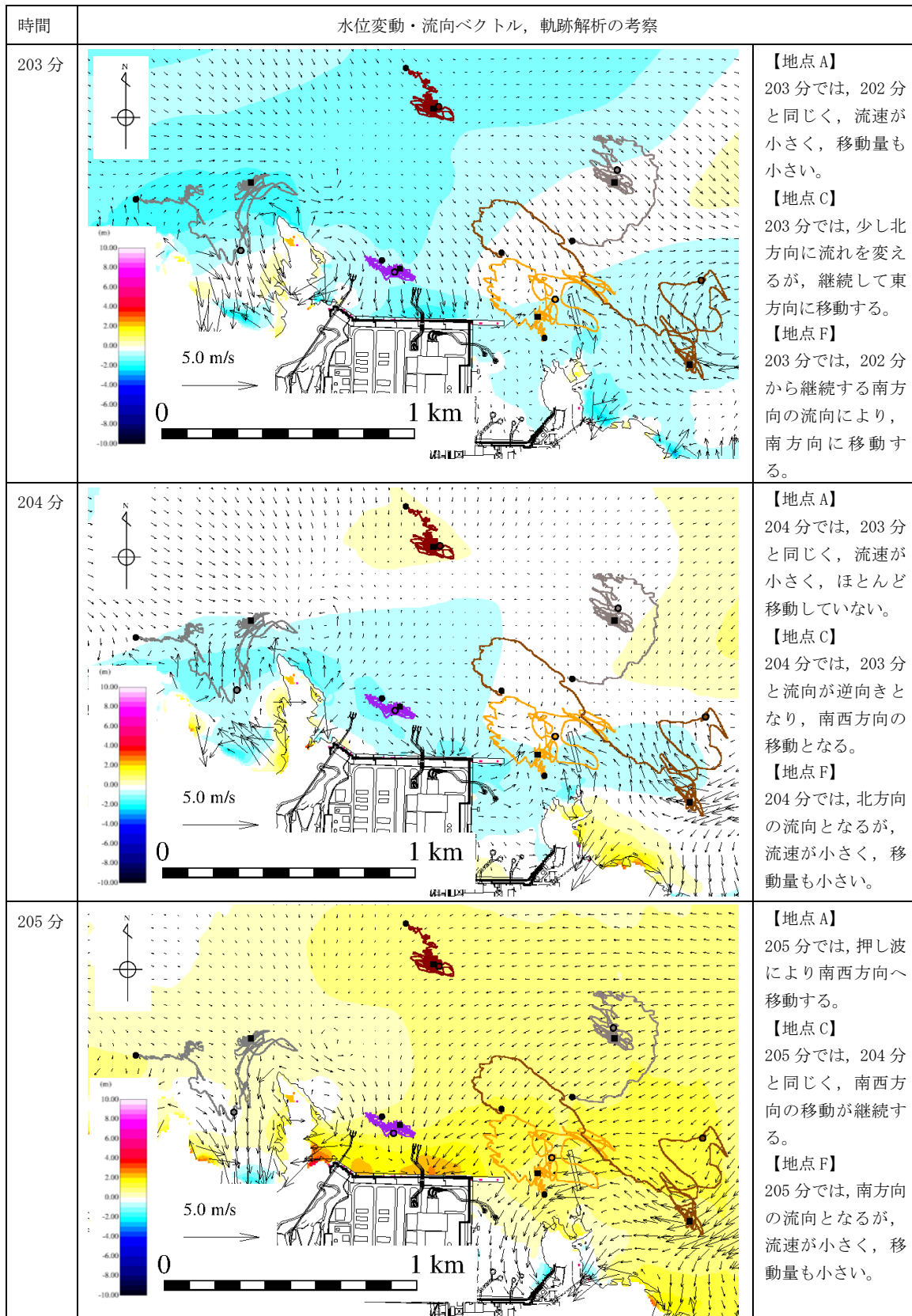


図4-12 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波1）

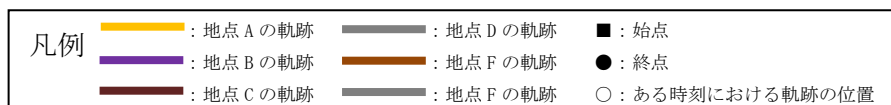
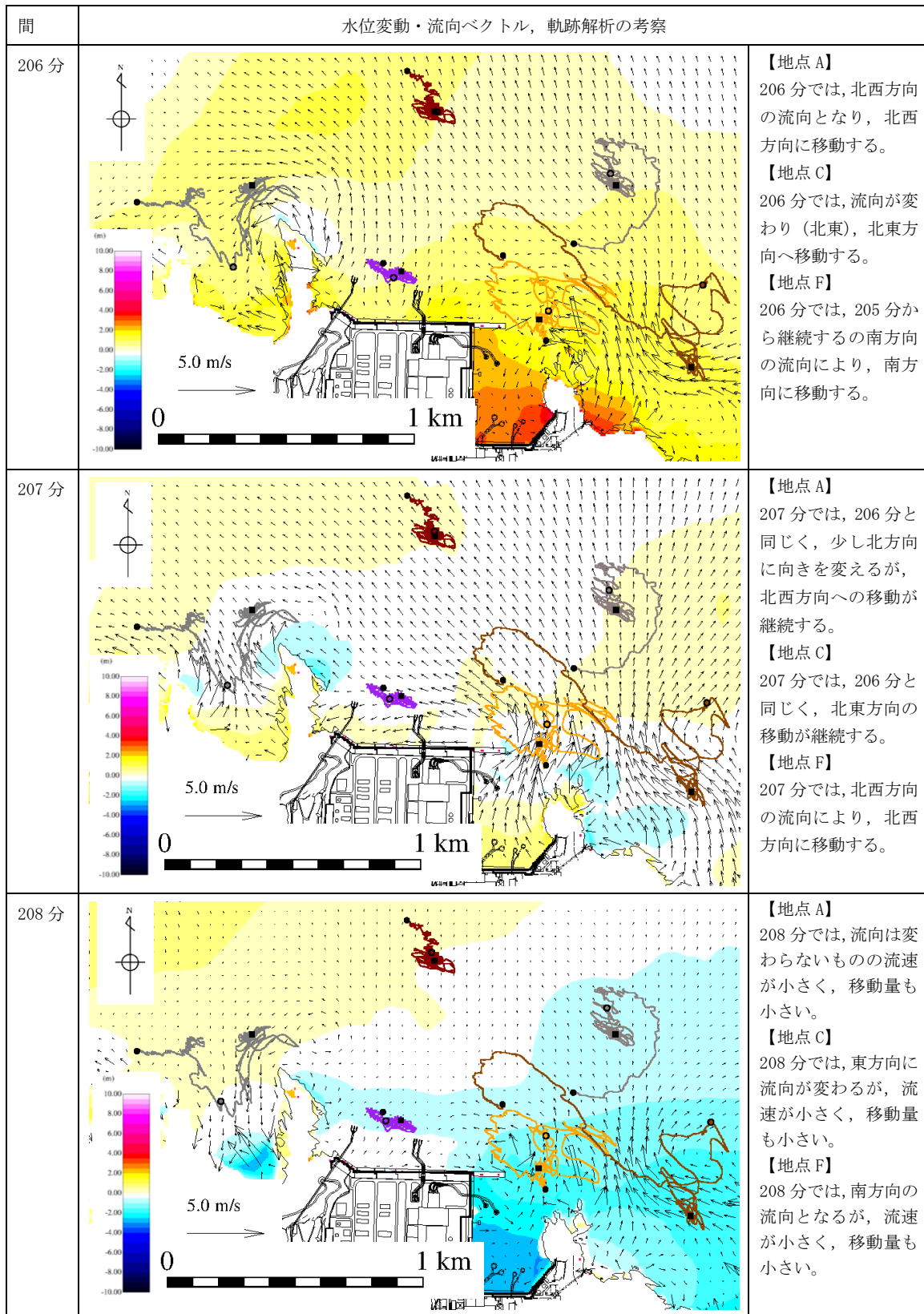


図 4-13 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）

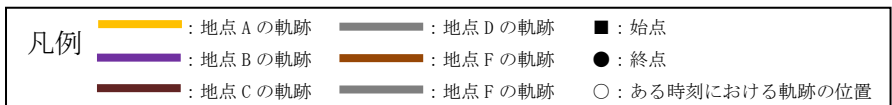
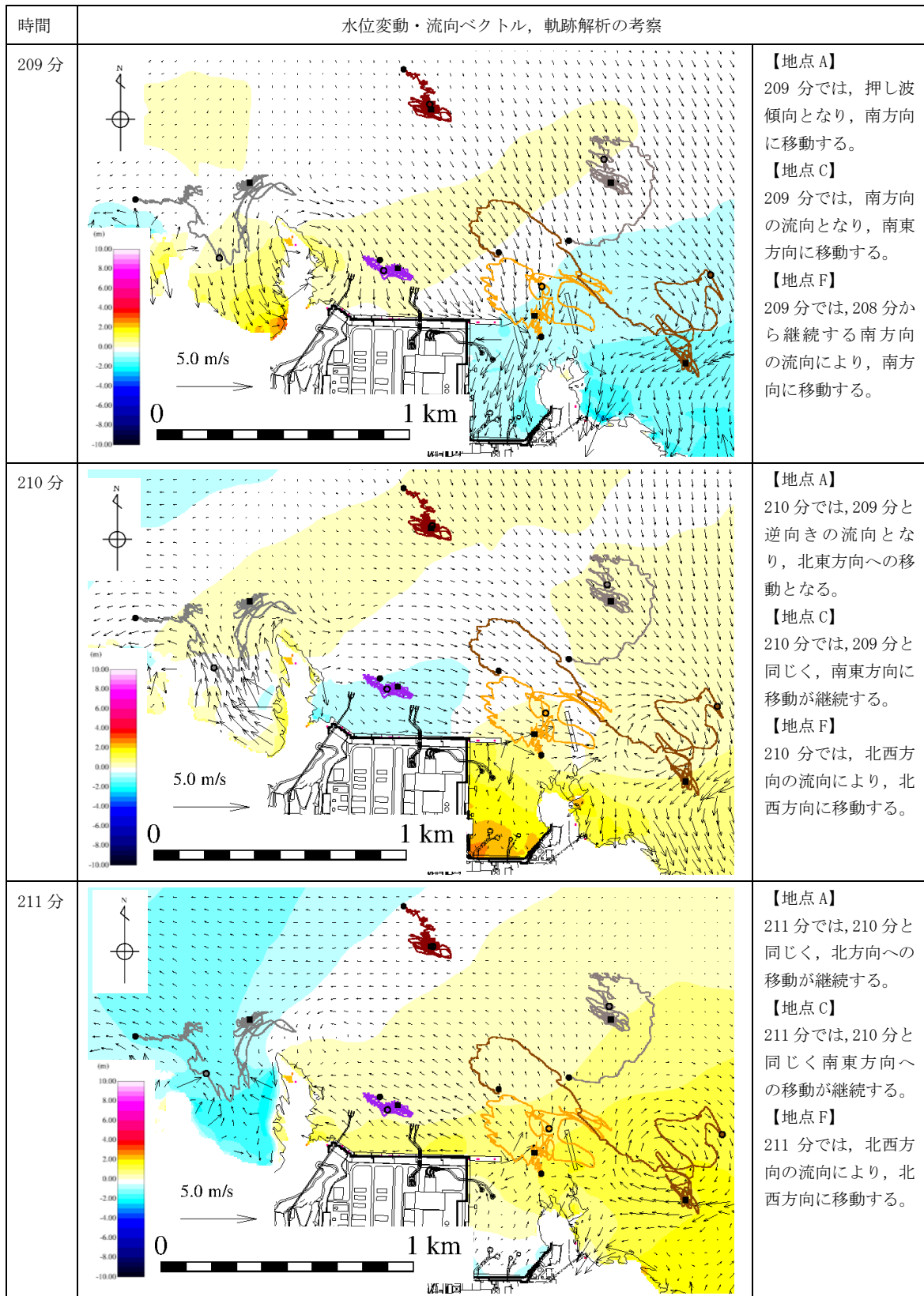


図 4-14 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）

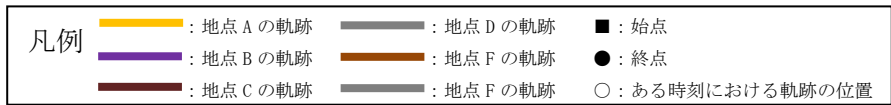
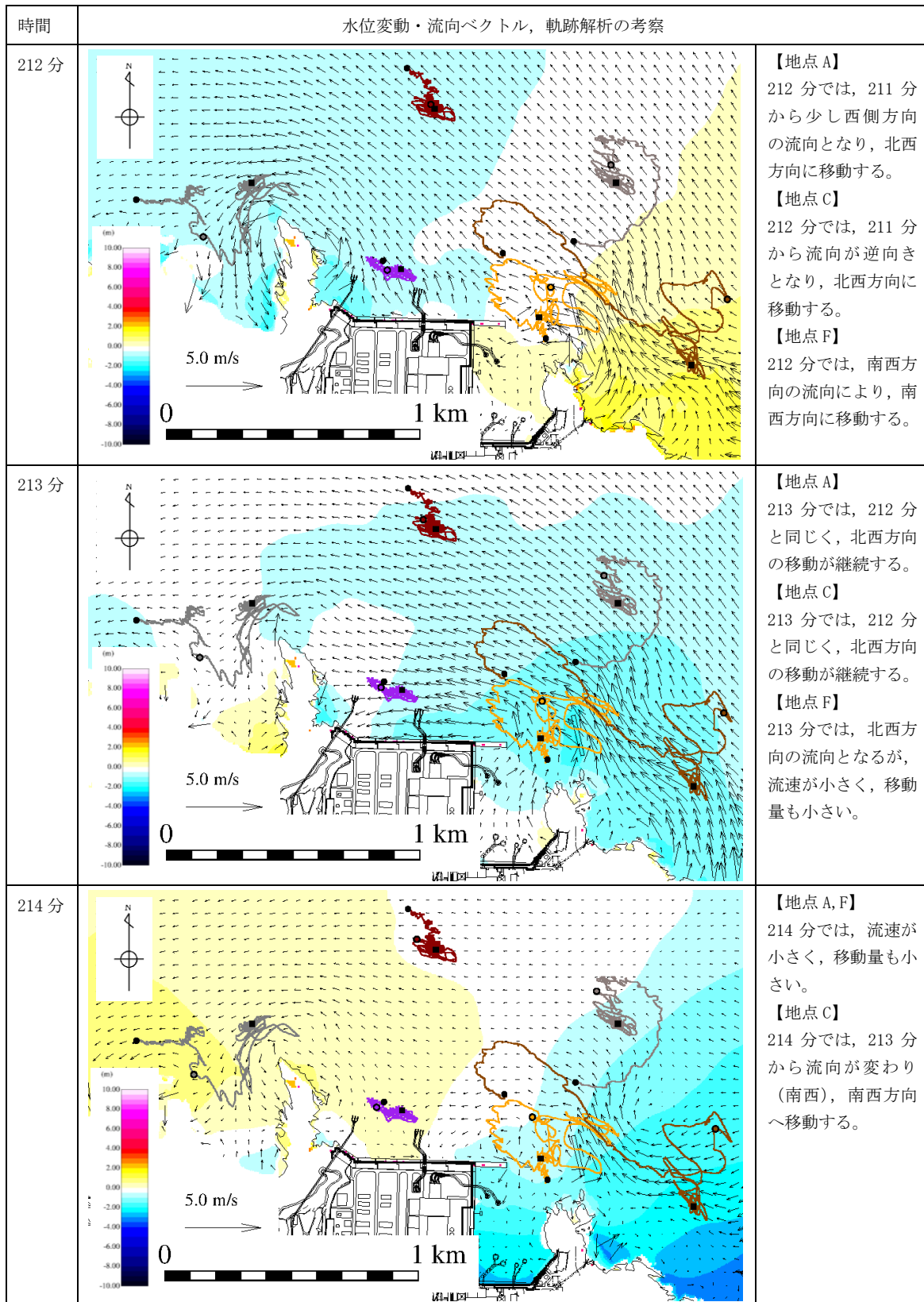


図 4-15 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）

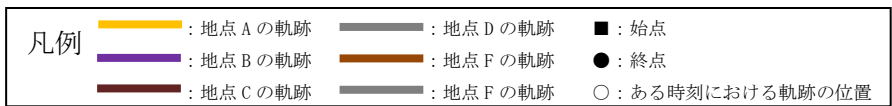
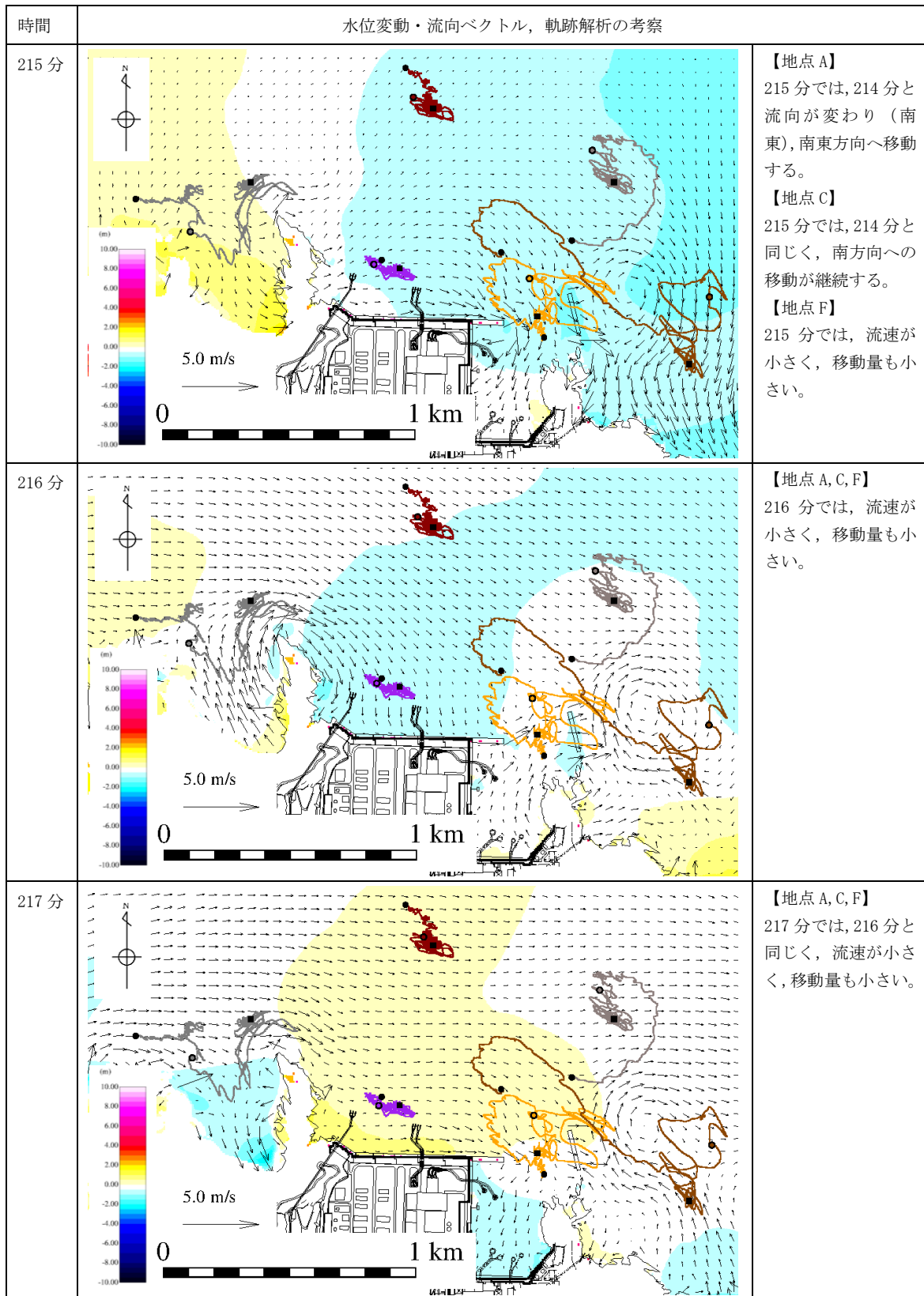


図 4-16 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）

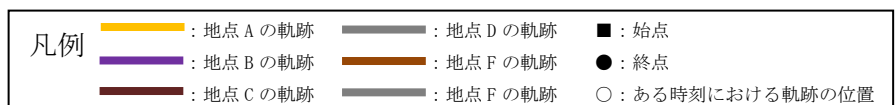
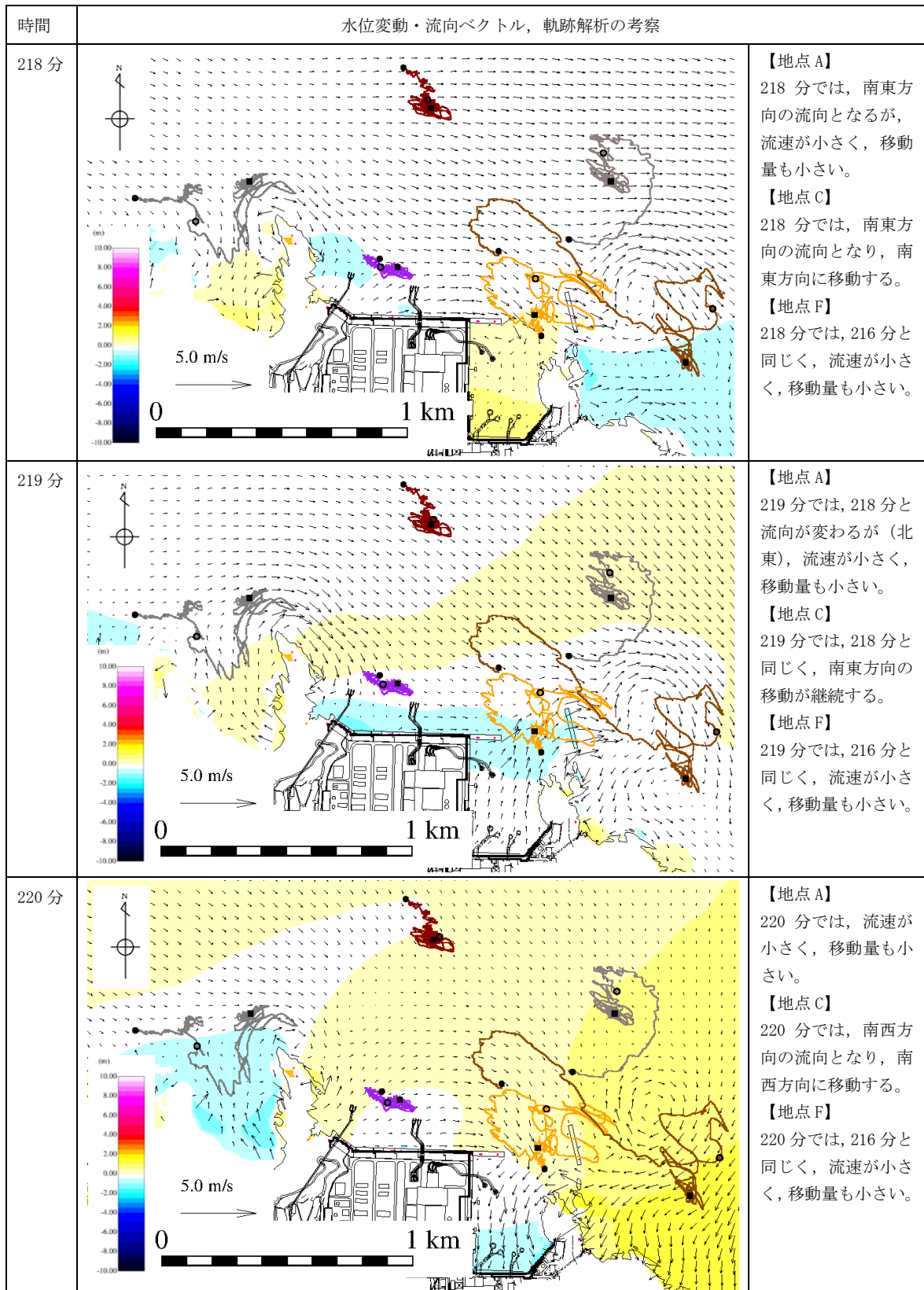


図 4-17 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）

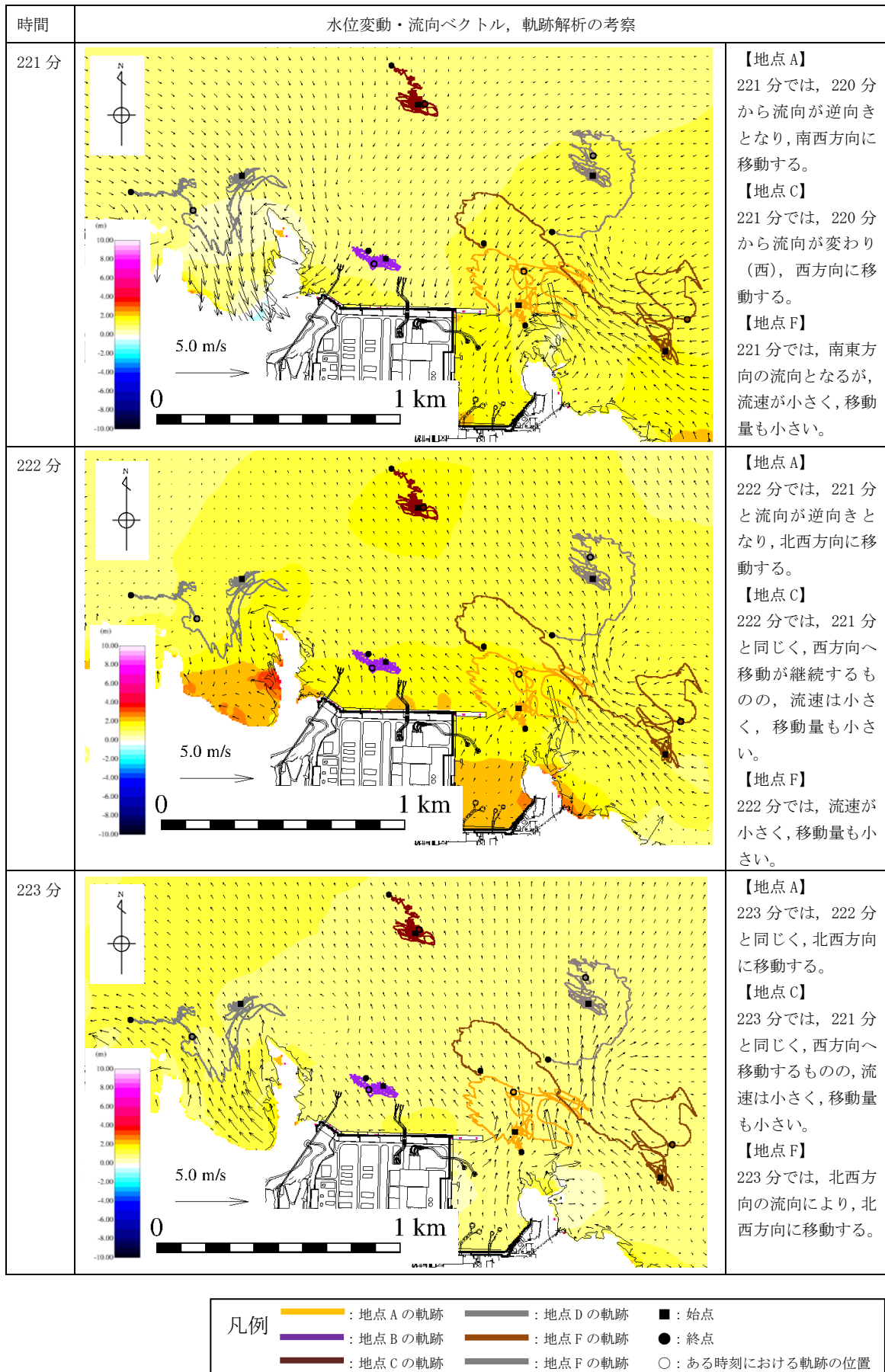


図4-18 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波1）

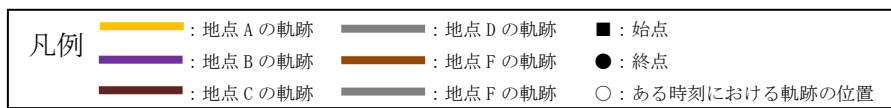
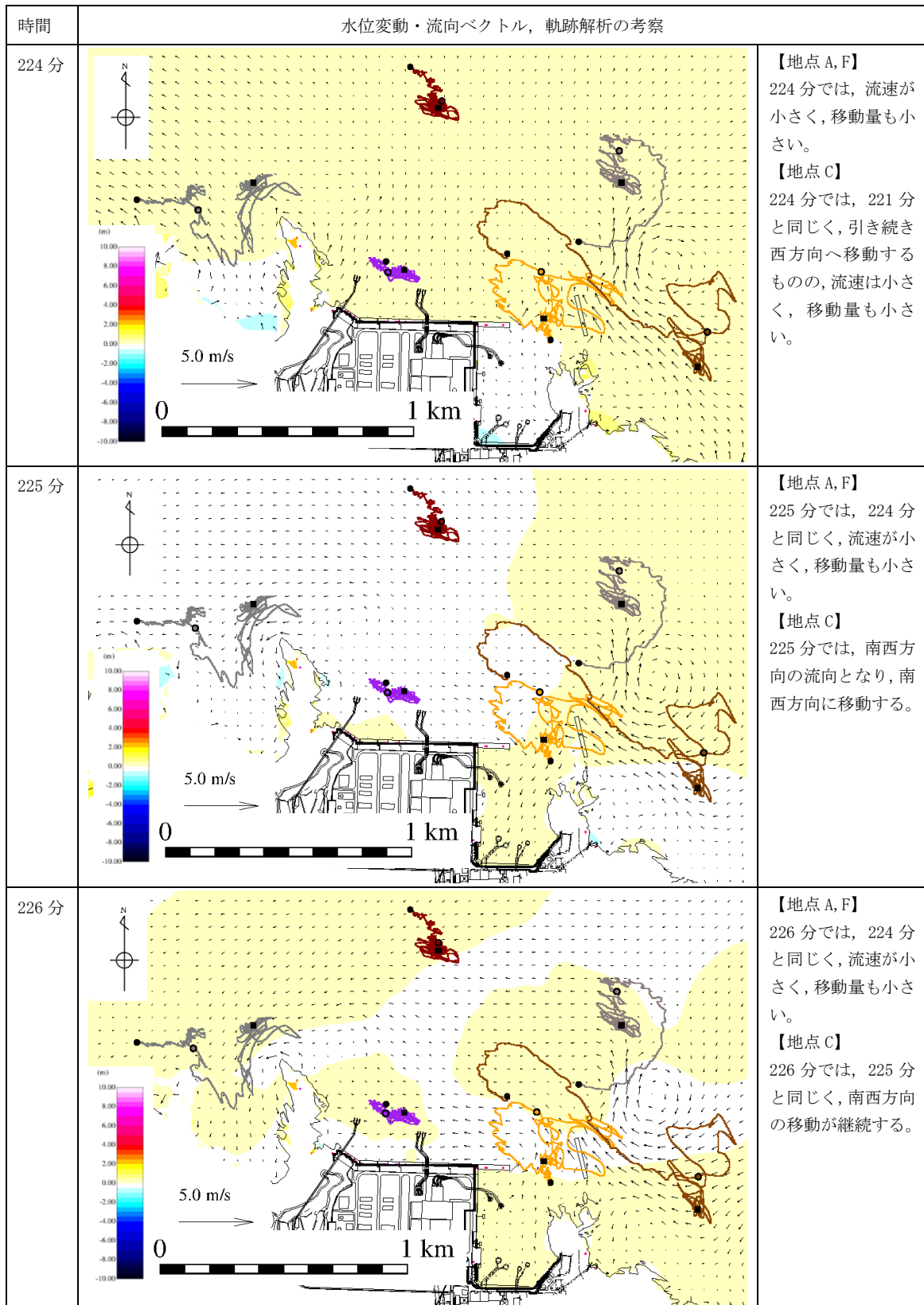


図 4-19 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）

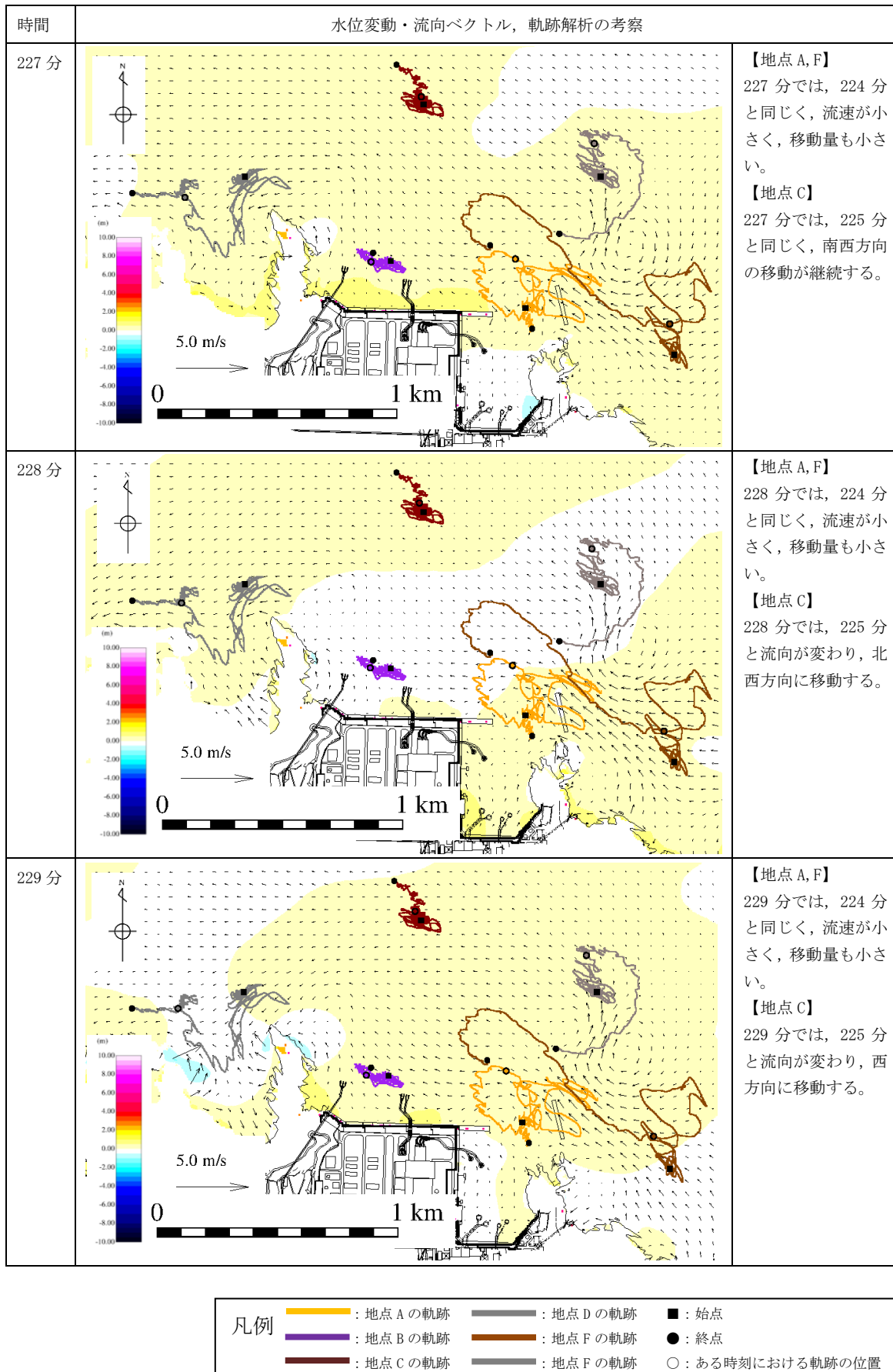
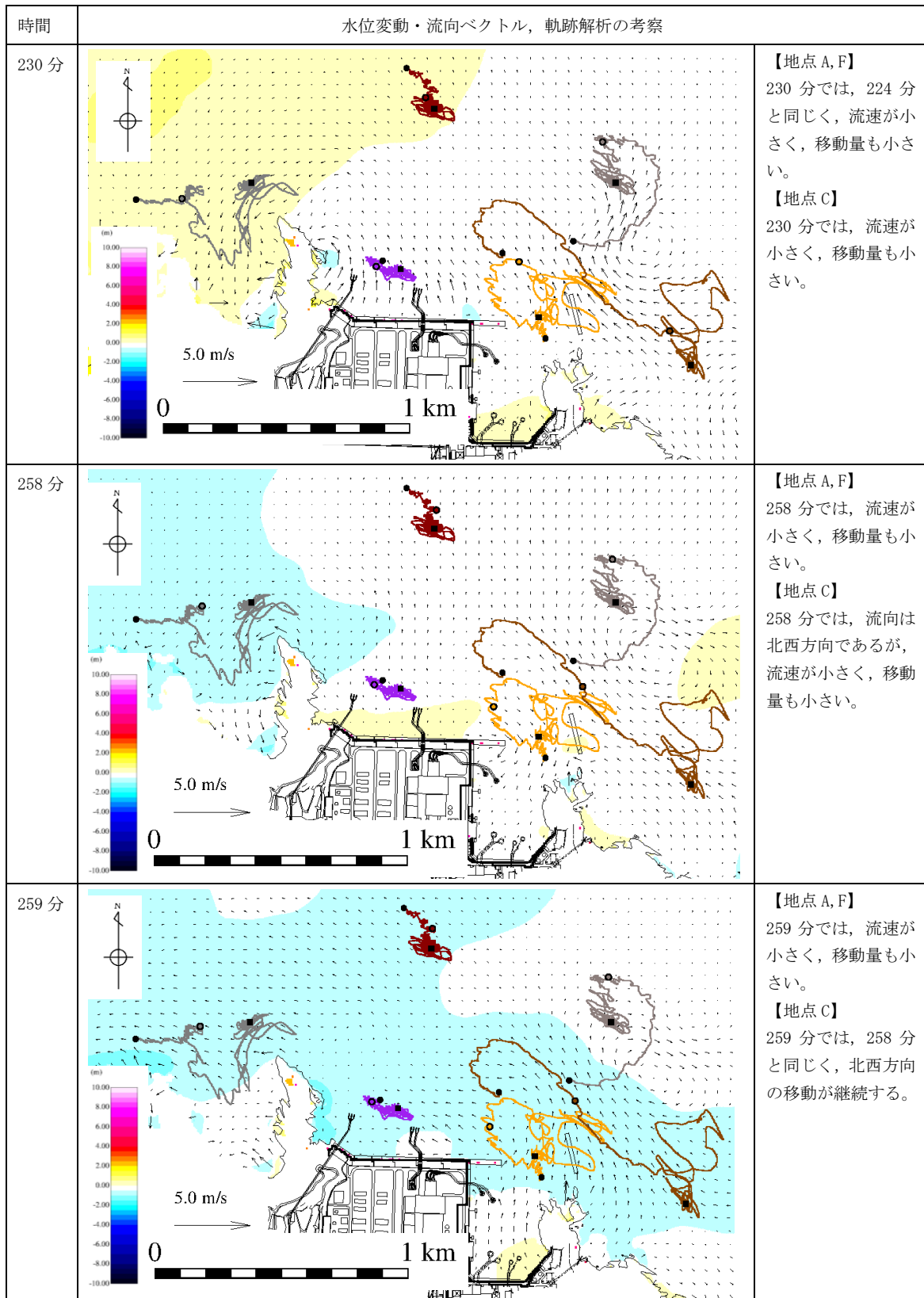


図 4-20 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）



※231 分から 257 分まで同様な傾向であり省略する。



図 4-21 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）

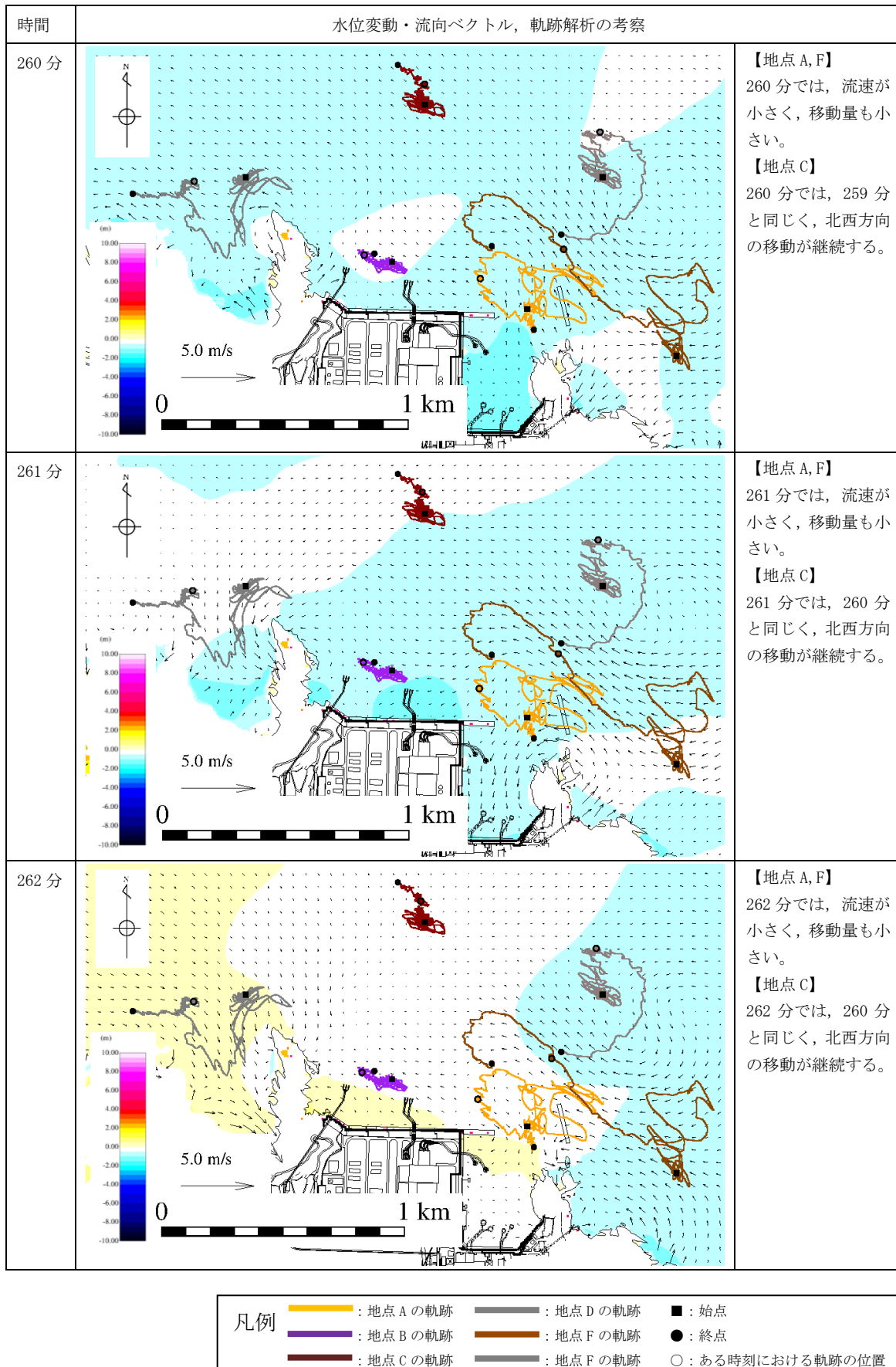
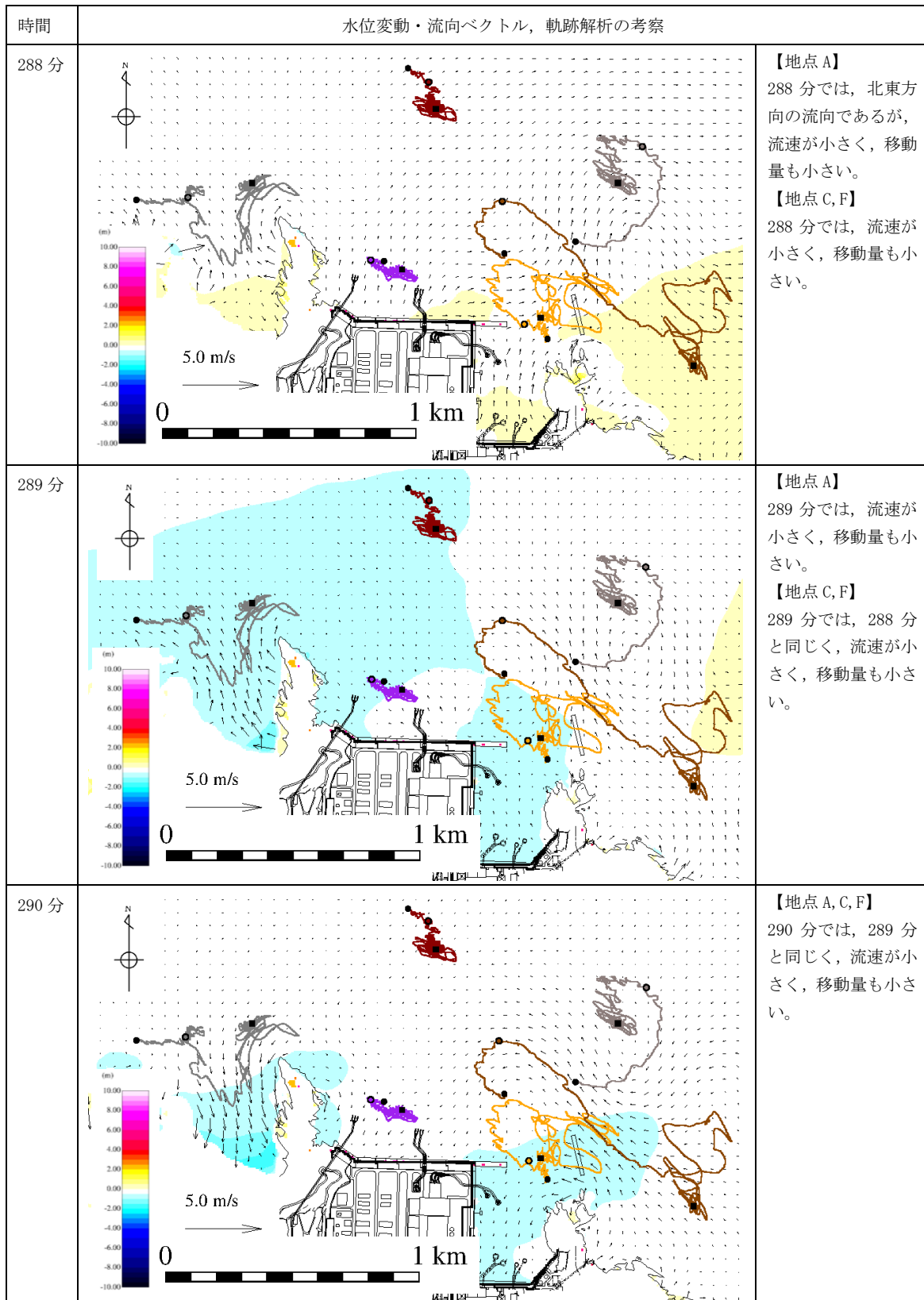


図 4-22 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）



※263 分から 287 分まで同様な傾向であり省略する。

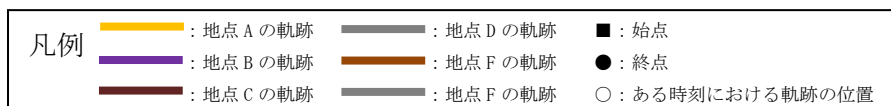
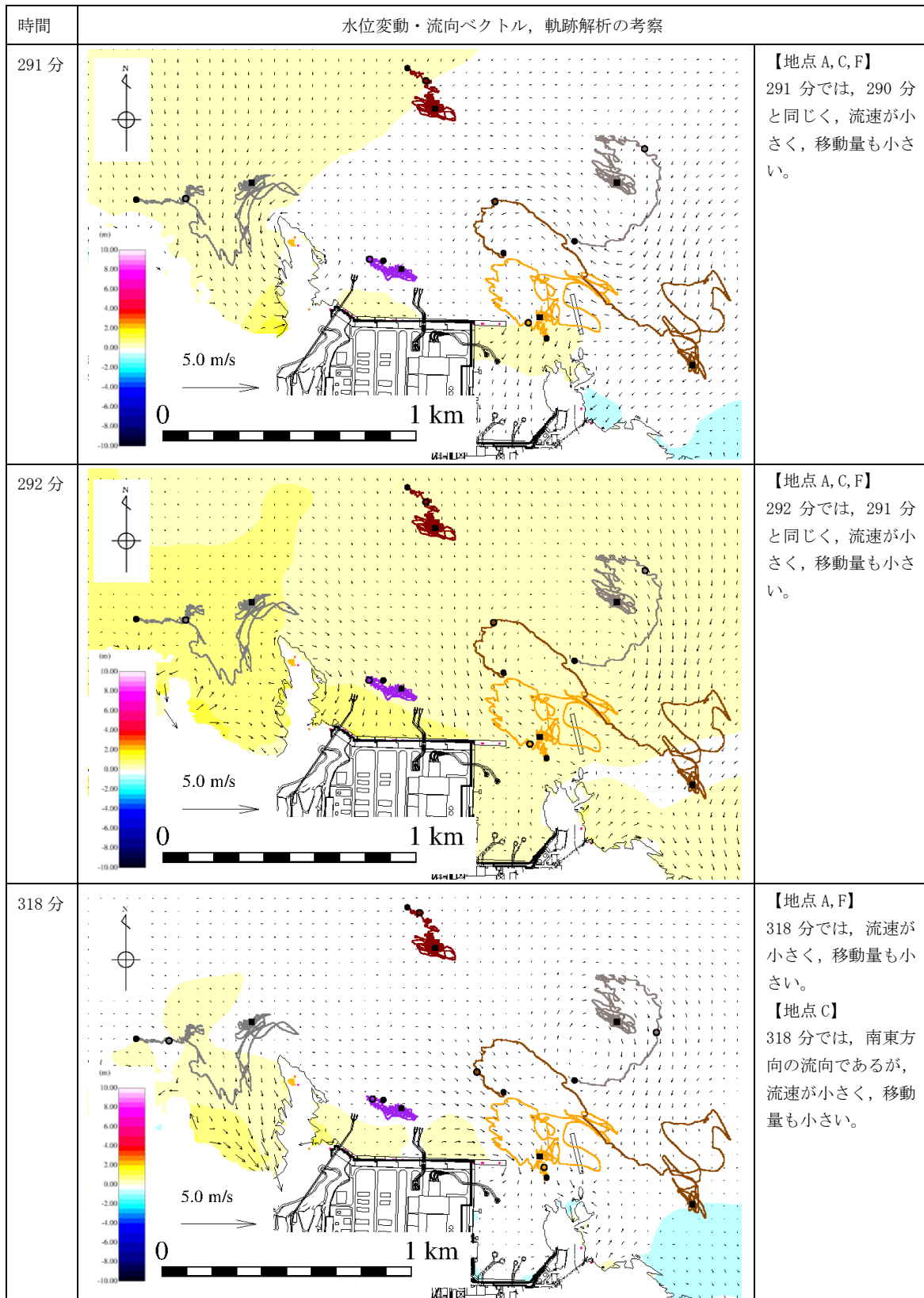


図 4-23 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）



※293 分から 317 分まで同様な傾向であり省略する。

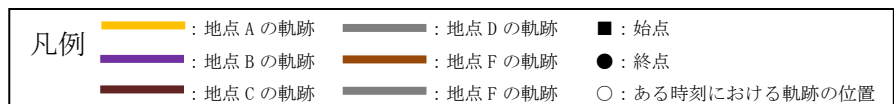


図 4-24 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）

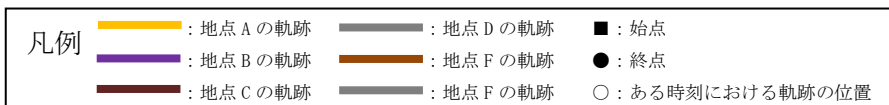
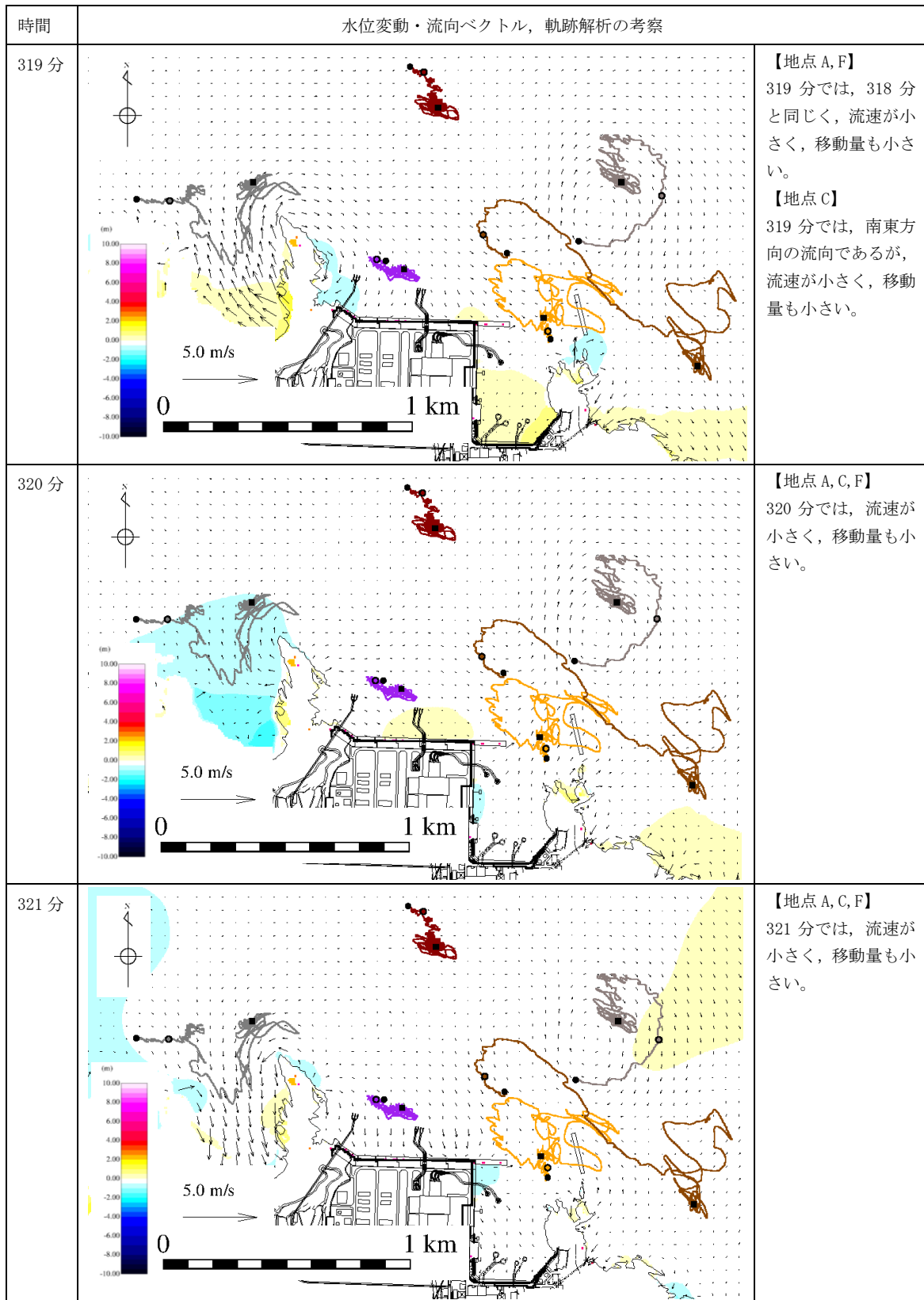
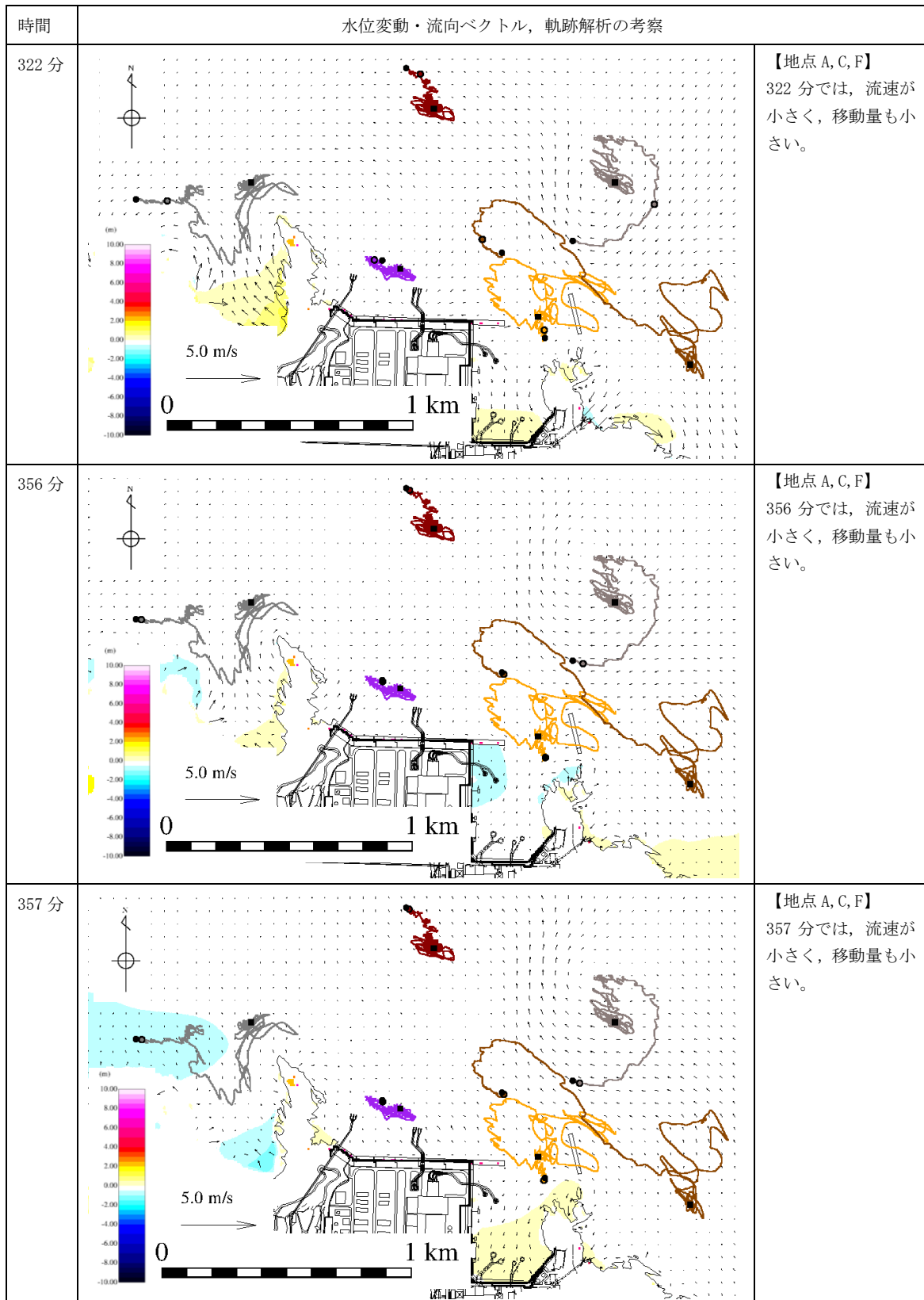


図 4-25 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）



※323 分から 355 分まで同様な傾向であり省略する。

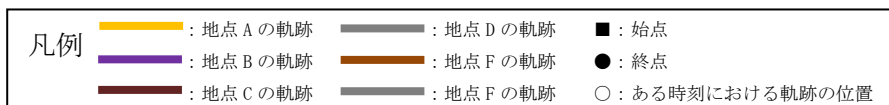


図 4-26 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）

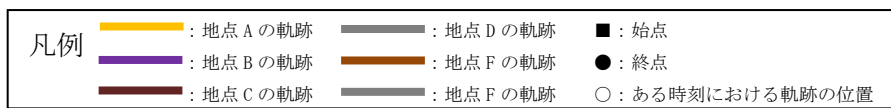
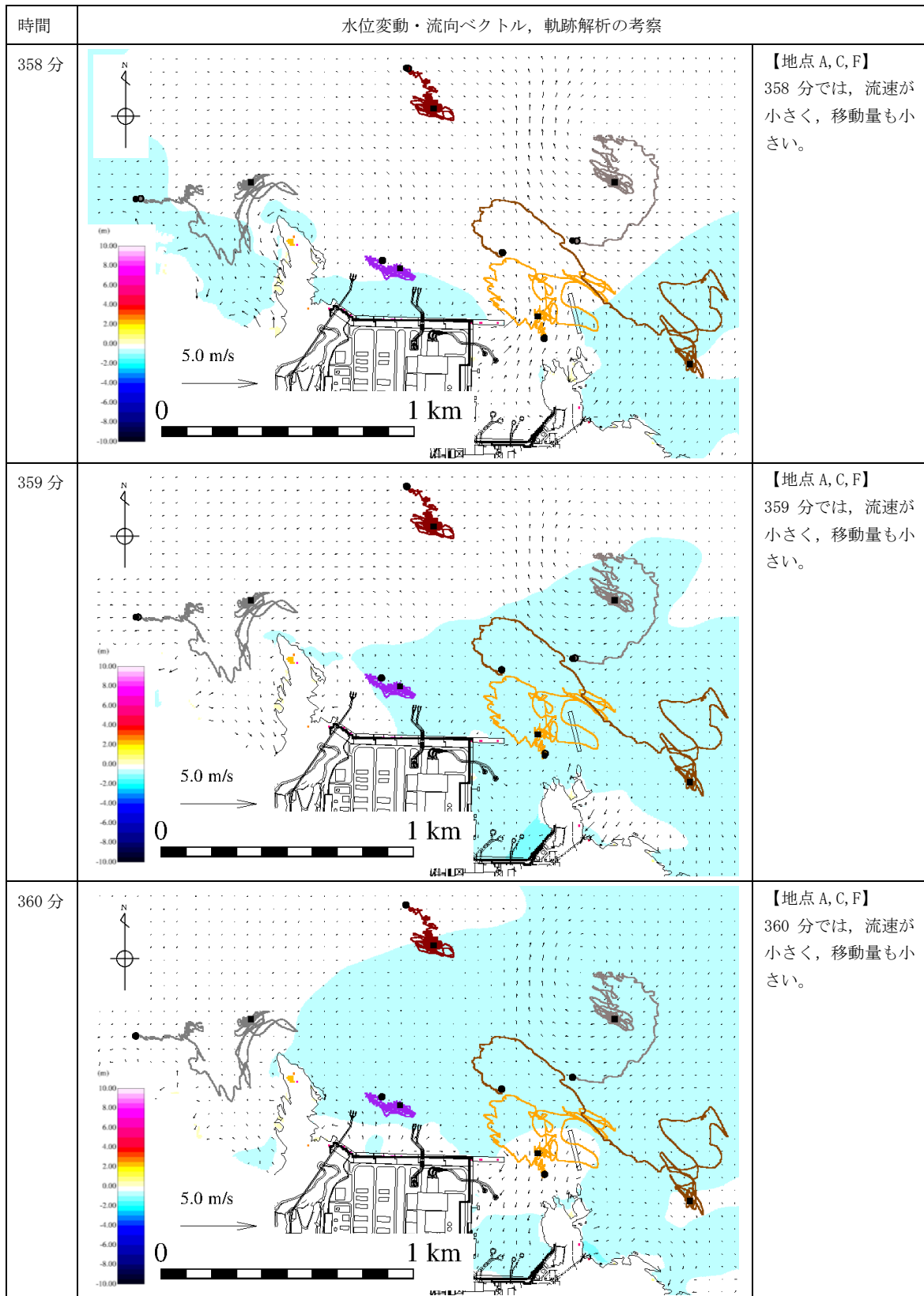


図 4-27 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 1）

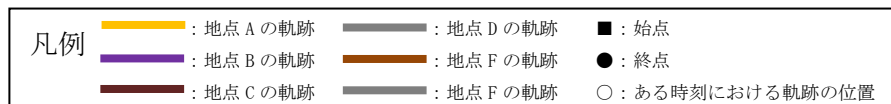
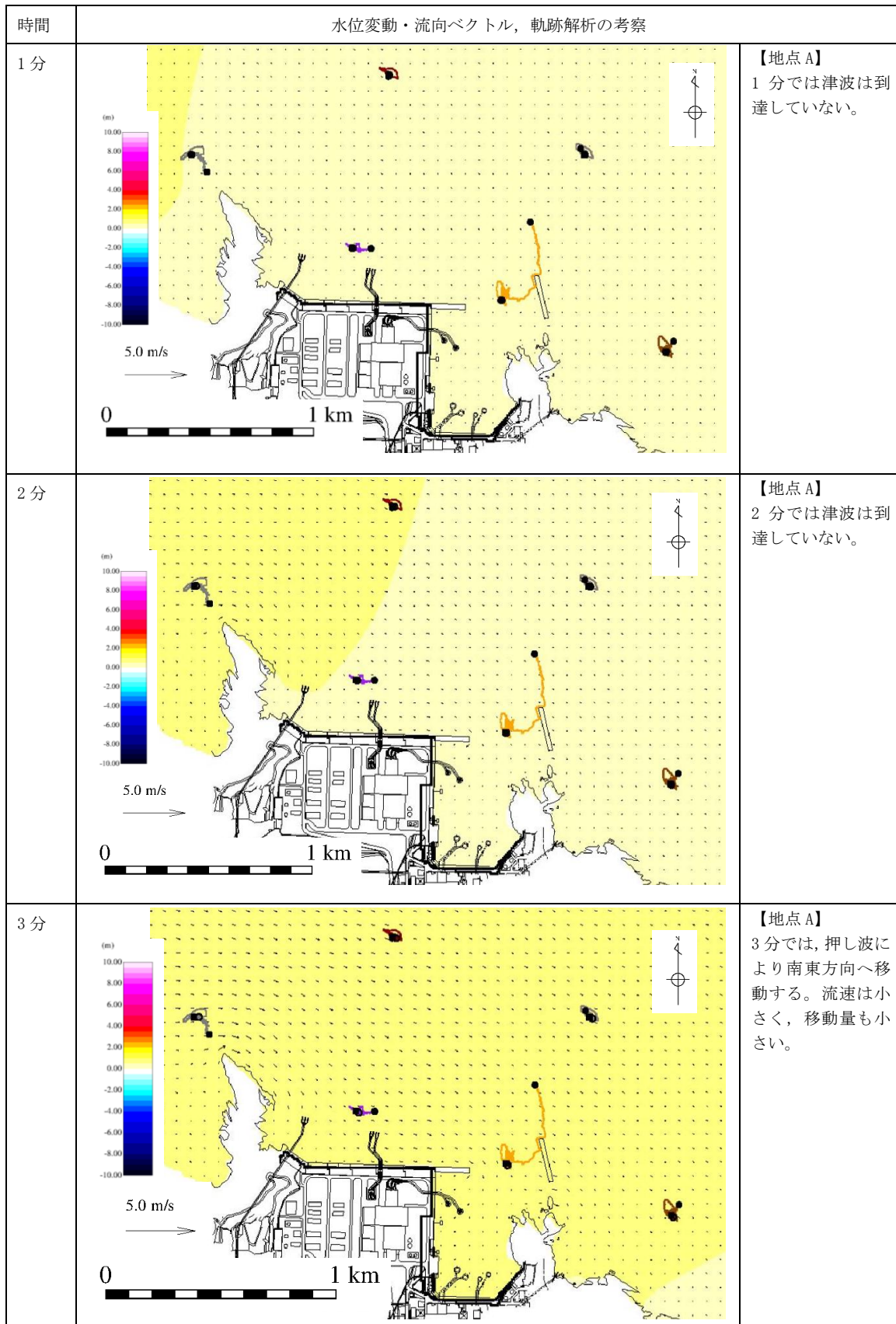


図5-1 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波4）

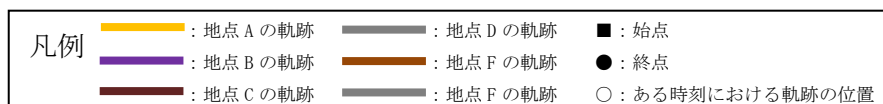
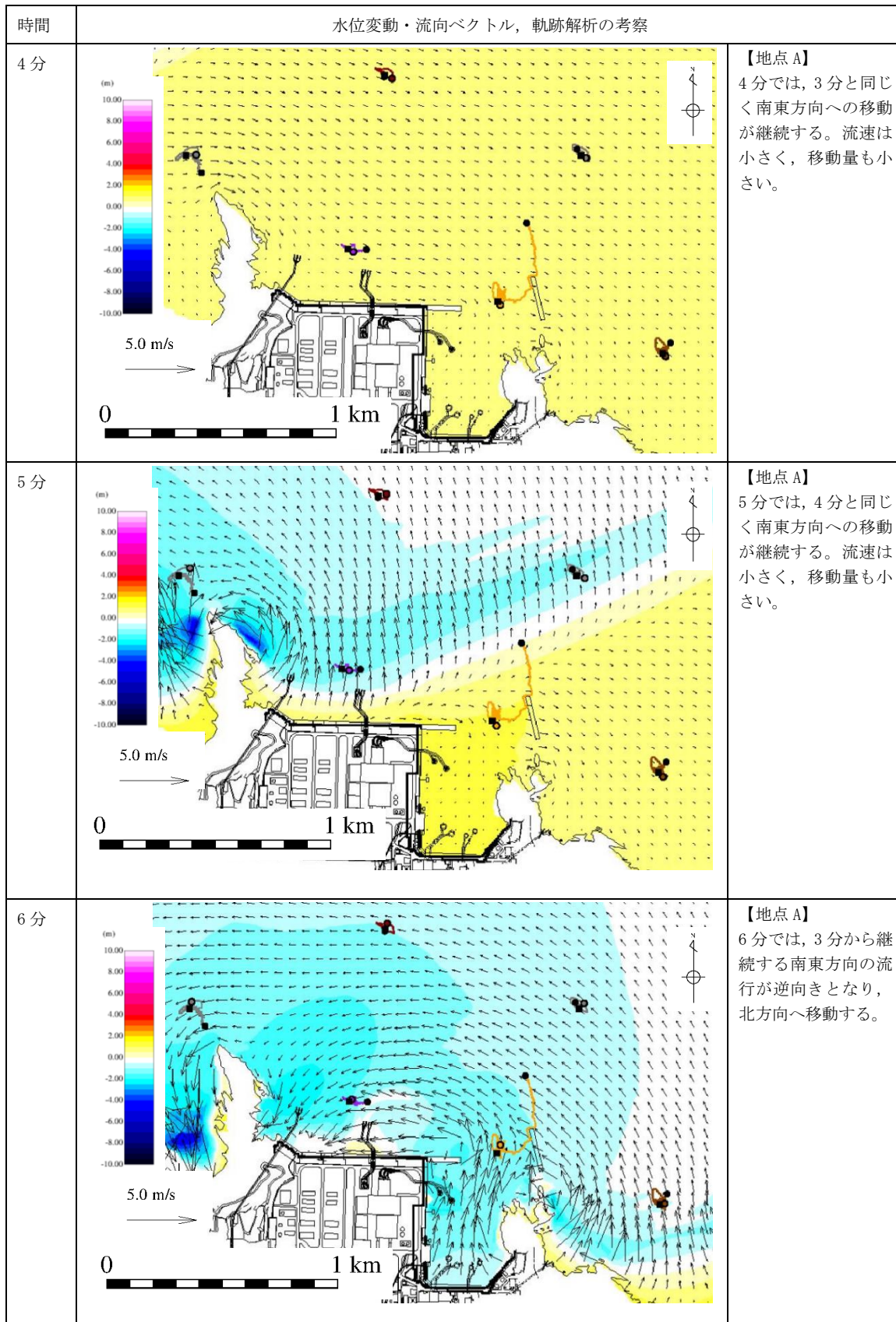


図5-2 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波4）

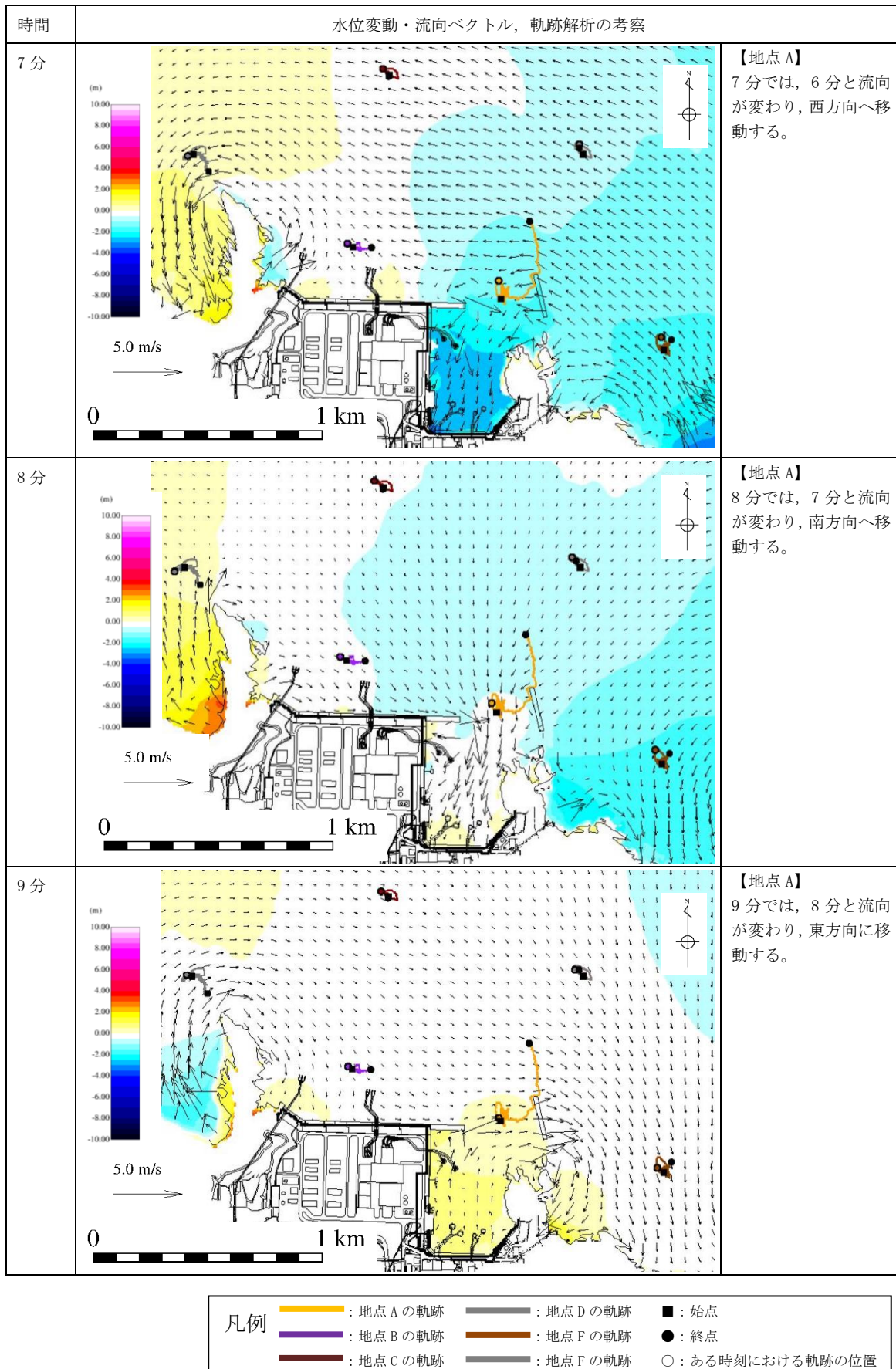


図 5-3 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 4）

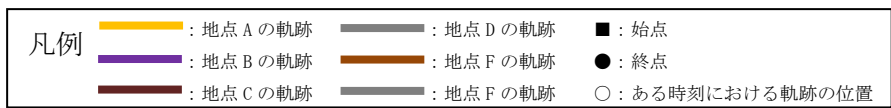
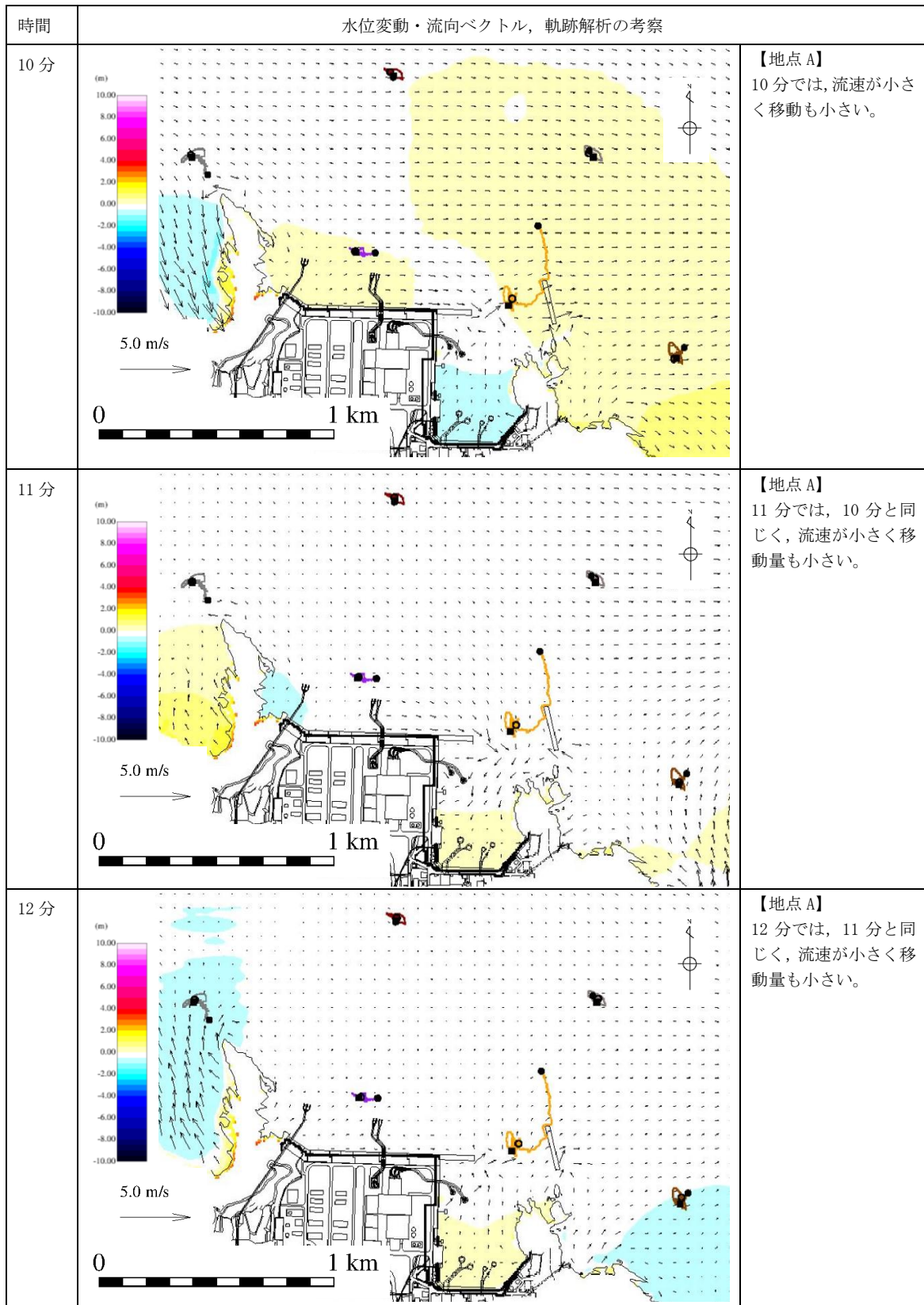


図 5-4 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 4）

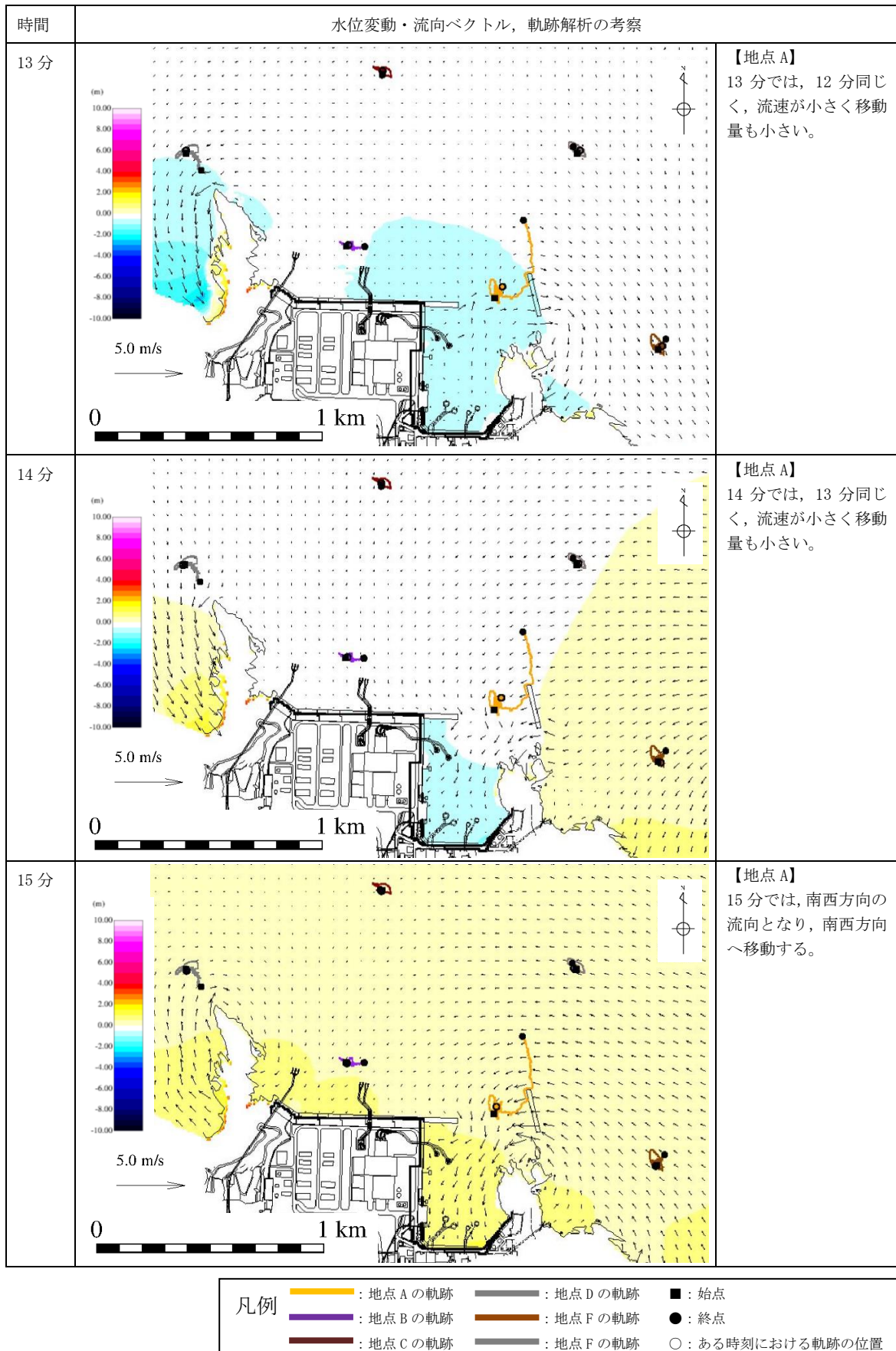


図 5-5 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 4）

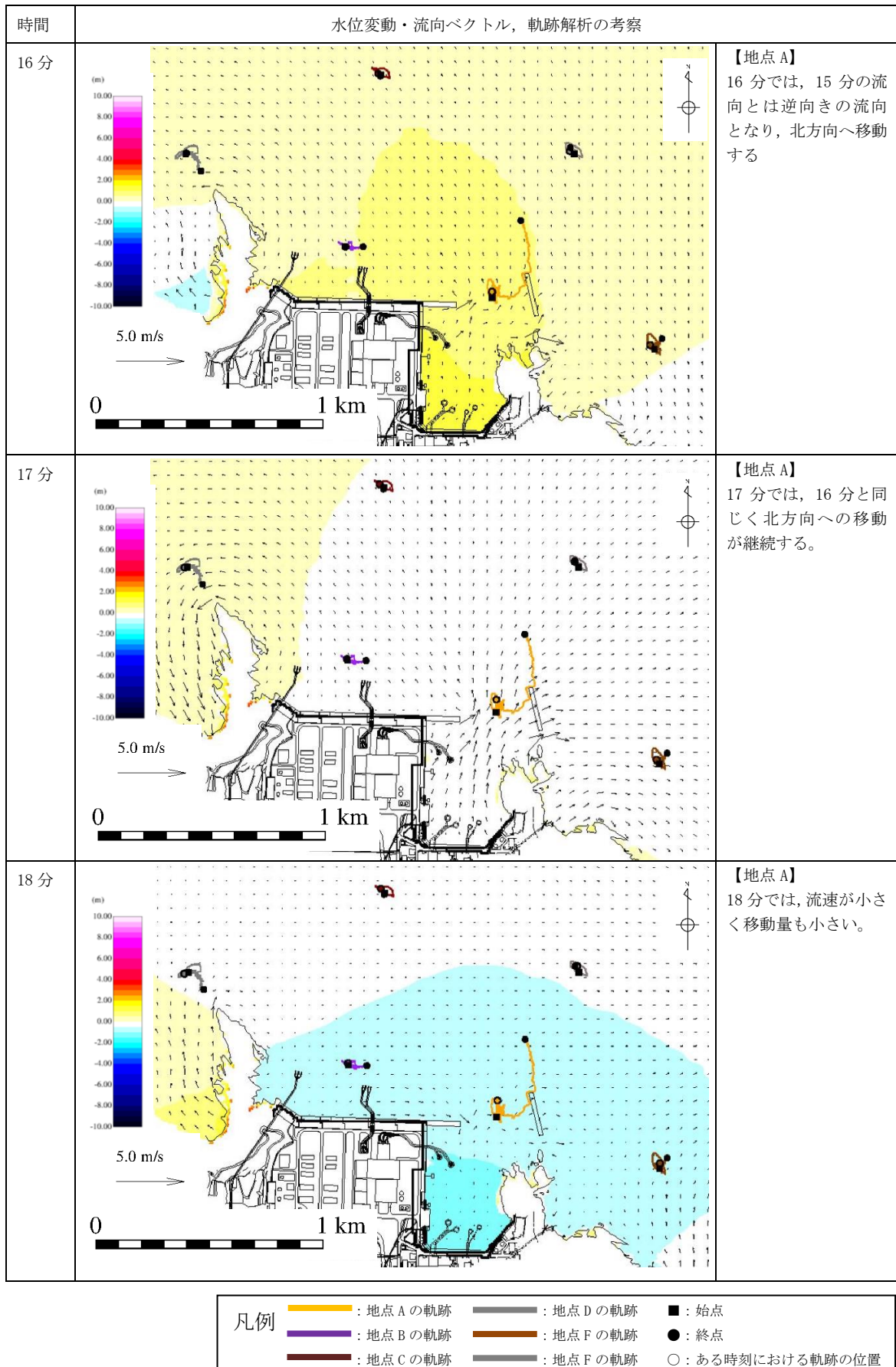


図5-6 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波4）

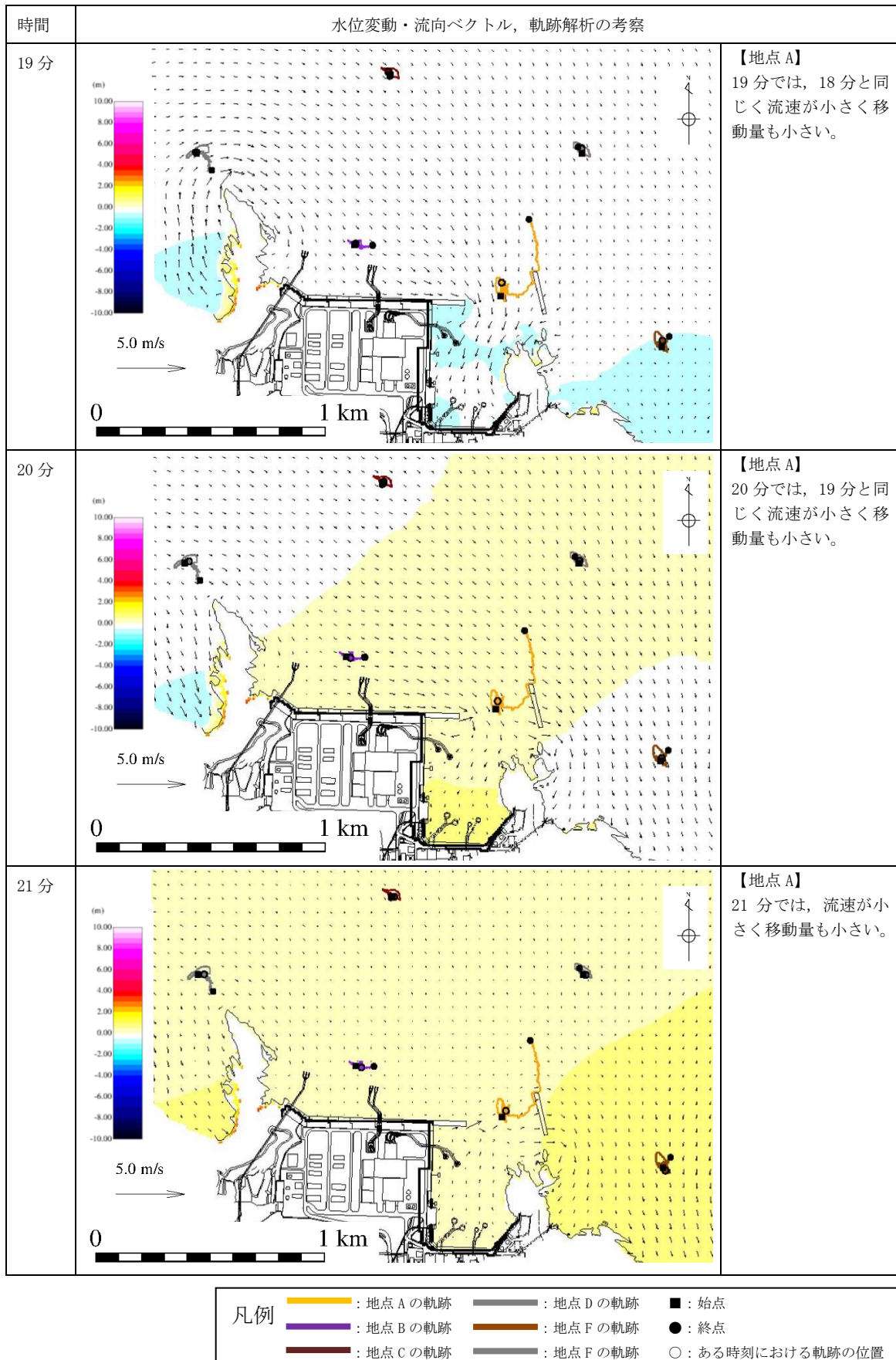


図 5-7 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波 4）

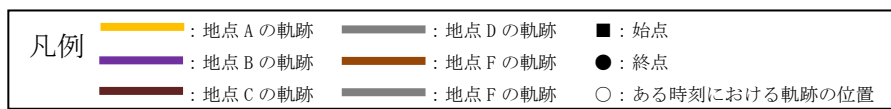
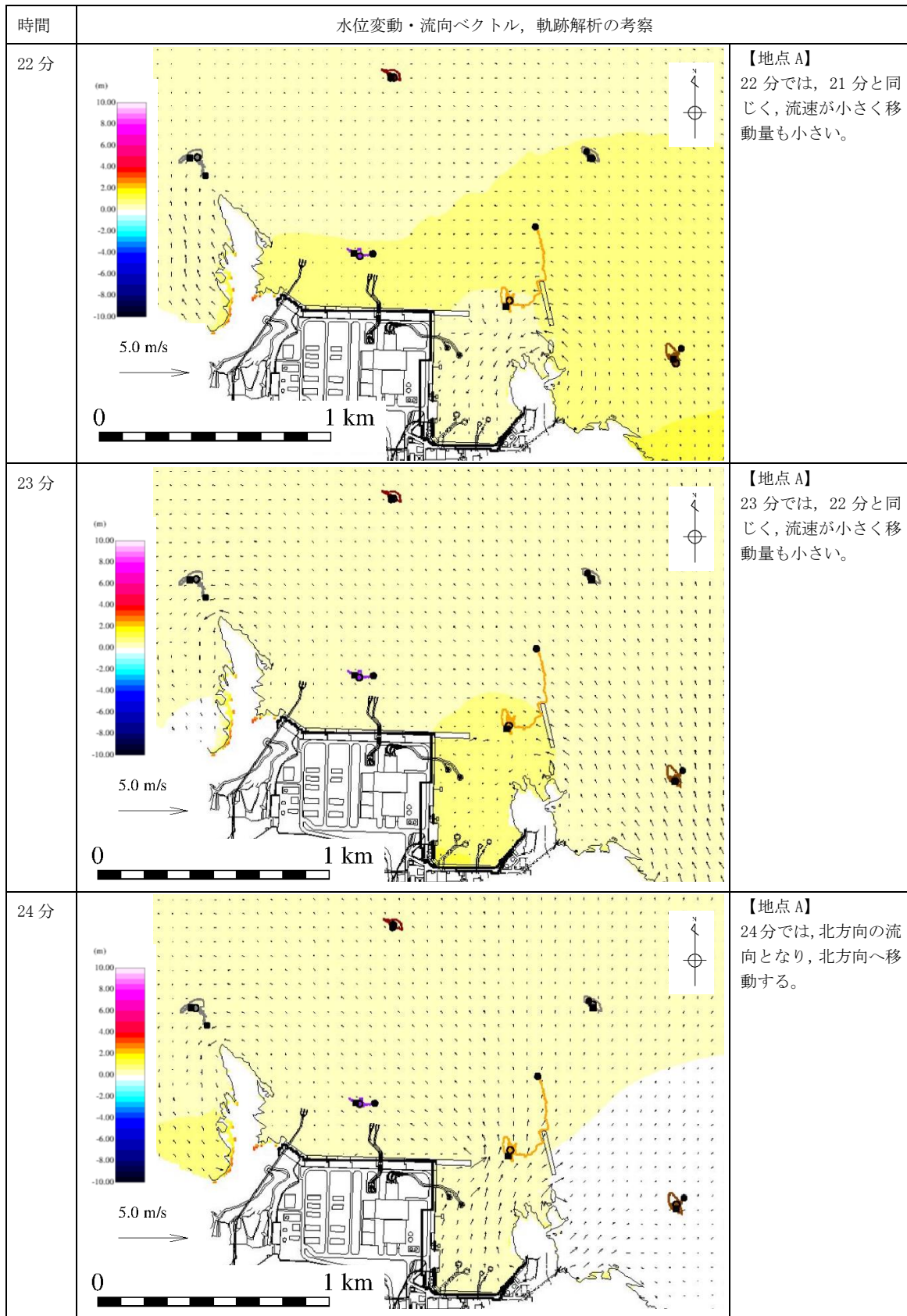


図5-8 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波4）

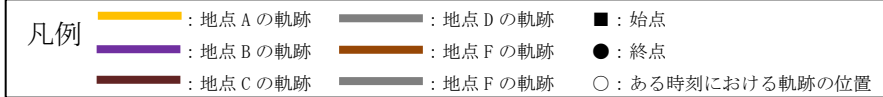
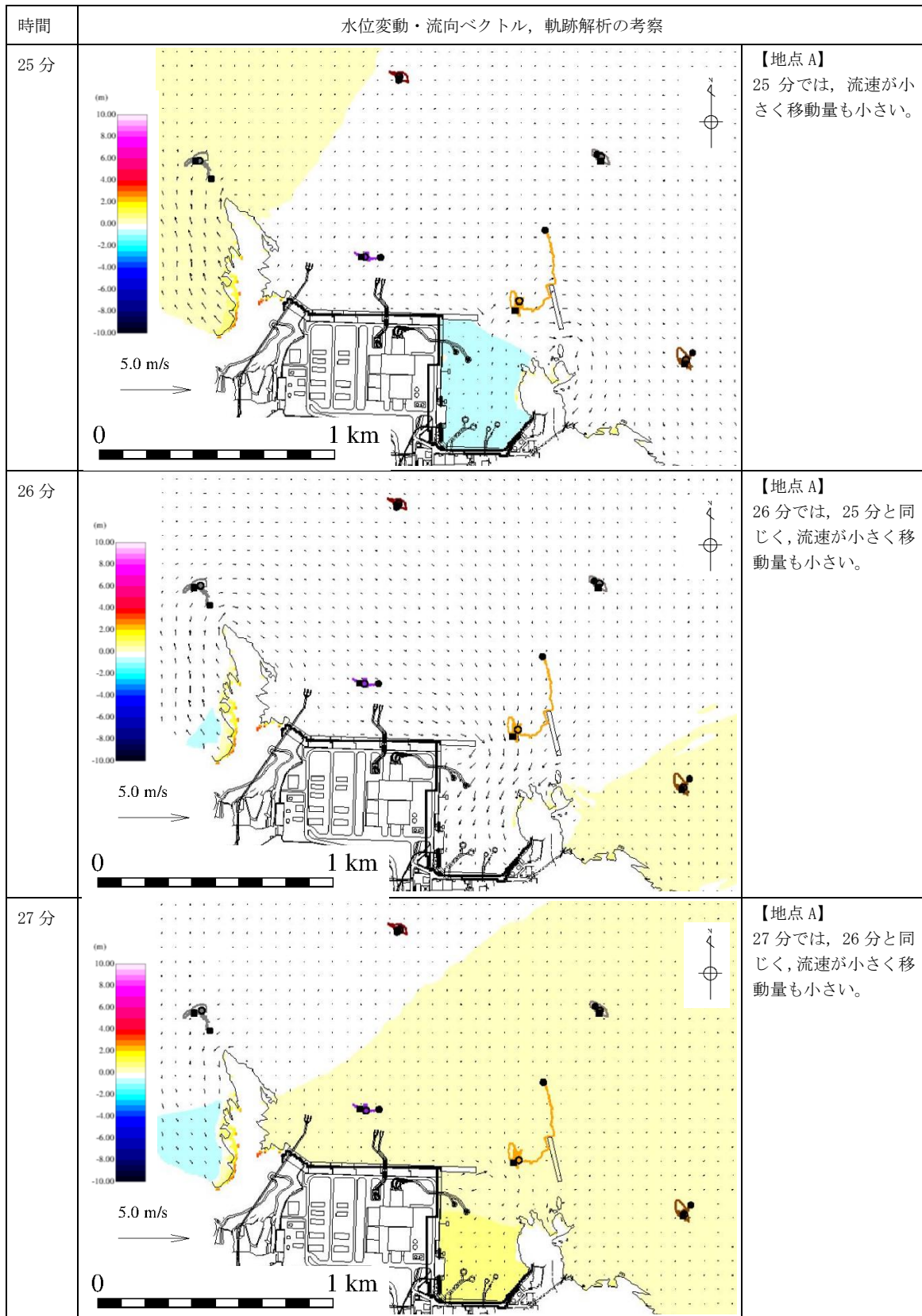


図5-9 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波4）

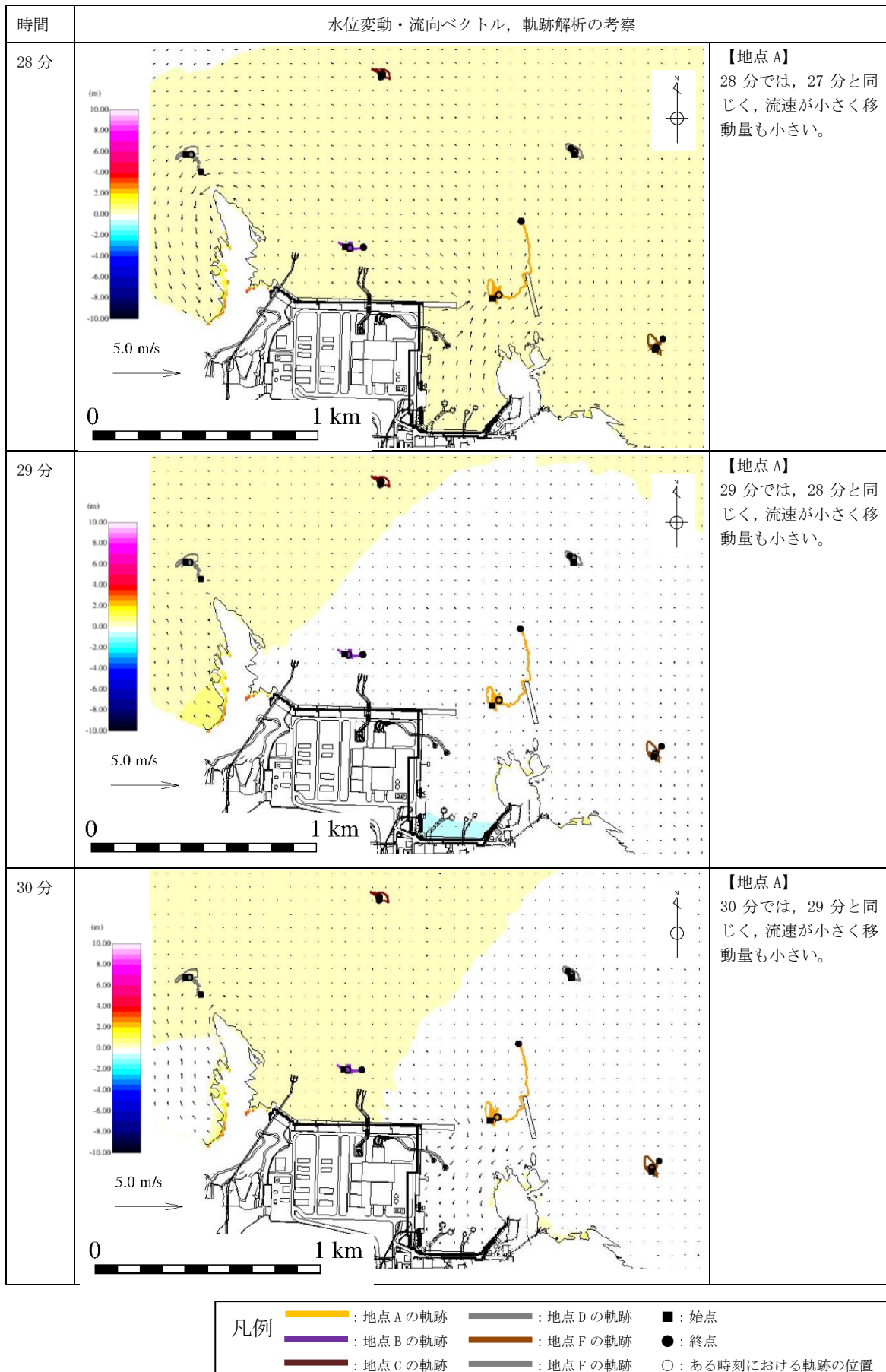


図5-10 水位変動・流向ベクトル，軌跡解析の評価結果（基準津波4）

4.5 漂流物による衝突荷重の設定について

目 次

4.5	漂流物による衝突荷重の設定について	1
4.5.1	衝突荷重を考慮する施設・設備の選定	1
4.5.2	津波に関するサイト特性	4
4.5.3	衝突荷重として考慮する漂流物の選定	9
4.5.4	浮遊状態の漂流物による衝突荷重の算定方法	13
4.5.5	滑動状態の漂流物による衝突荷重の算定方法	19
4.5.6	漂流物による衝突荷重の算定における設計上の配慮について	20
4.5.7	漂流物による衝突荷重の算定	22

4.5 漂流物による衝突荷重の設定について

4.5.1 衝突荷重を考慮する施設・設備の選定

津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備のうち、漂流物による衝突荷重を考慮する施設・設備については、各施設・設備の設置位置を踏まえて、防波壁及び防波壁通路防波扉に加え、屋外排水路逆止弁前面の集水柵を選定した。

津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の平面位置図を図 4.5.1-1 に、漂流物による衝突荷重を考慮する施設・設備の選定フローを図 4.5.1-2 に、選定結果を表 4.5.1-1 に、選定された施設・設備の設置概念図を図 4.5.1-3 に示す。

なお、屋外排水路逆止弁のうち、防波壁よりも陸側に設置及び地中に設置しているものは漂流物による衝突荷重を考慮しないこととする。

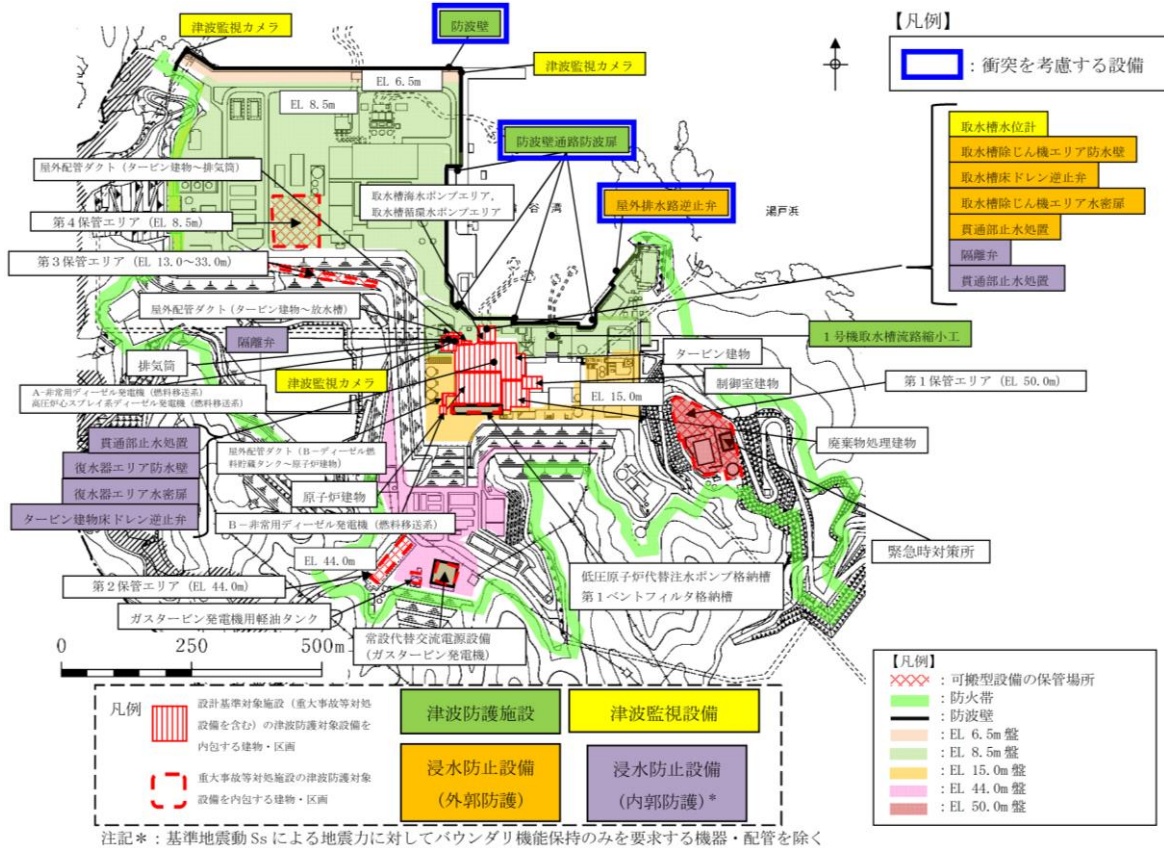


図 4.5.1-1 漂流物による衝突荷重を考慮する施設・設備

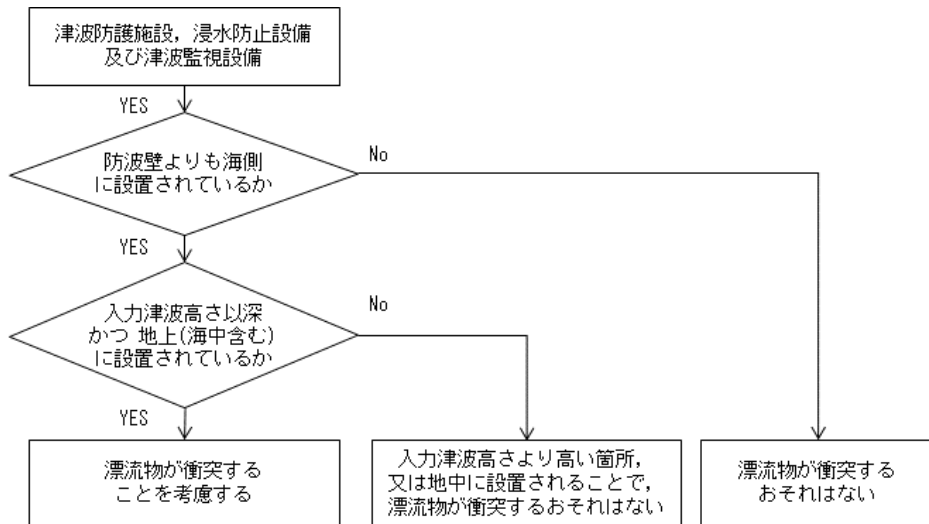


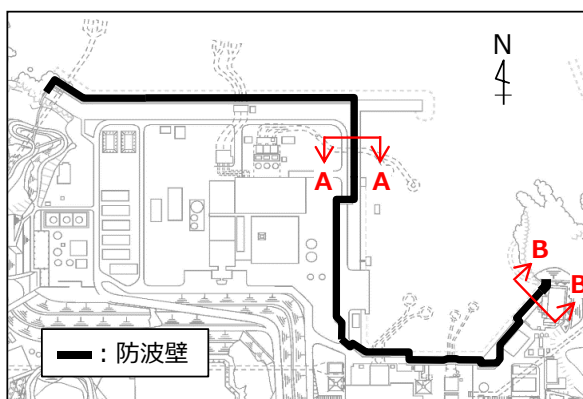
図 4.5.1-2 漂流物による衝突荷重を考慮する施設・設備の選定フロー

表 4.5.1-1 漂流物による衝突荷重を考慮する施設・設備の選定結果

施設・設備		防波壁よりも 海側に設置 されているか	入力津波高さ より深に設置さ れているか	地上(海中含む) に設置されているか	評価 (衝突荷重 の考慮)	
津波 防護 施設	防波壁	—	以深	地上，海中	考慮する	
	防波壁通路防波扉	—	以深	地上 (下端標高 EL 8.5m)	考慮する	
	流路縮小工（1号機）	敷地側	—	—	考慮しない	
浸水 防止 設備	屋外排水路逆止弁	海側	以深	地上* (下端標高 EL 2.8m)	考慮する	
		海側	以深	地中	考慮しない	
		敷地側	—	地中	考慮しない	
	取水 槽	防水壁	敷地側	—	—	考慮しない
		水密扉	敷地側	—	—	考慮しない
		床ドレン逆止弁	敷地側	—	—	考慮しない
		貫通部止水処置	敷地側	—	—	考慮しない
		隔離弁，ポンプ 及び配管	敷地側	—	—	考慮しない
	ター ビン 建 物 他	防水壁	敷地側	—	—	考慮しない
		水密扉	敷地側	—	—	考慮しない
		床ドレン逆止弁	敷地側	—	—	考慮しない
		貫通部止水処置	敷地側	—	—	考慮しない
		隔離弁，配管	敷地側	—	—	考慮しない
	放水槽	貫通部止水処置	敷地側	—	—	考慮しない
	津波 監視 設備	津波監視カメラ	敷地側	—	地上 (下端標高 EL 15.0m)	考慮しない
取水槽水位計		敷地側	—	—	考慮しない	

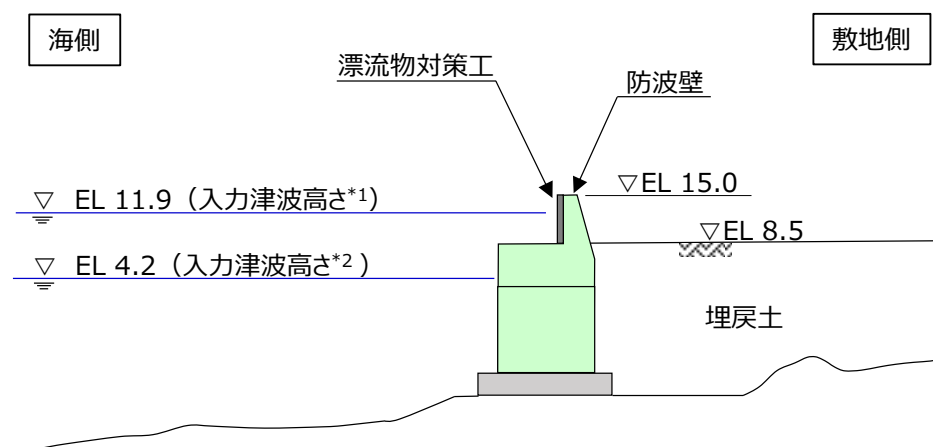
*：屋外排水路逆止弁前面の集水柵の評価に考慮する

KEY-PLAN

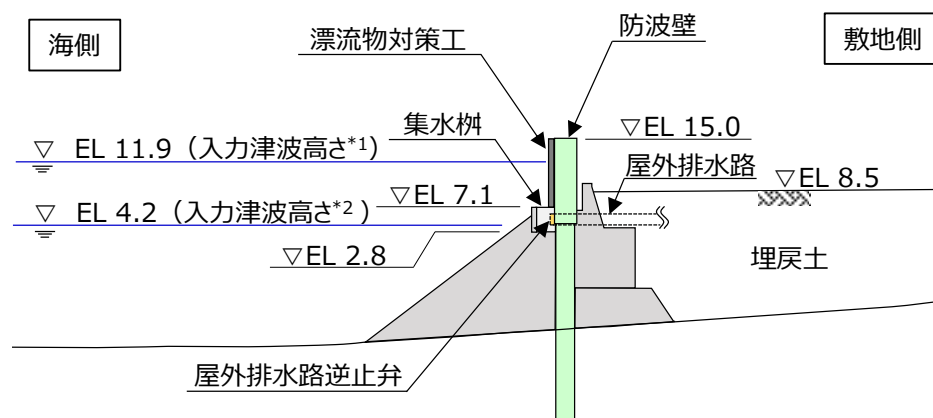


A-A断面

(単位：m)



B-B断面



- * 1：日本海東縁部に想定される地震による津波
- * 2：海域活断層から想定される地震による津波

図 4.5.1-3 漂流物による衝突荷重を考慮する施設・設備の設置概念図

4.5.2 津波に関するサイト特性

(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、図 4.5.2-1 に示す。



図 4.5.2-1 発電所周辺の地形

(2) 敷地及び敷地周辺に来襲する津波の特性（流速及び水位）の把握

敷地及び敷地周辺に来襲する津波の特性については、「4.1 設計に用いる遡上波の流速について」及び「4.2.1.1 b. 敷地及び敷地周辺に来襲する津波の特性の把握」に示すとおりである。

これらの特性のうち漂流物による衝突荷重の算定及び作用位置の設定に用いる内容を以下に示す。

a. 漂流物による衝突荷重の算定に用いる流速

(a) 日本海東縁部に想定される地震による津波の最大流速

日本海東縁部に想定される地震による津波における最大流速は、基準津波1により施設護岸港湾外及び港湾内で9.0m/sが抽出されたことから、安全側に施設護岸港湾外及び港湾内で10.0m/sを衝突荷重の算定に用いる漂流物の衝突速度として設定する。9.0m/sを抽出した基準津波1の最大流速分布図を図4.5.2-2及び図4.5.2-3に示す。

また、荷揚場周辺においては、遡上時に最大流速11.9m/sが抽出されたことから、遡上する津波の継続時間や流向等を考慮し、荷揚場上に設置されている漂流物を対象とし、衝突荷重の算定に流速11.9m/sを用いる。11.9m/sを抽出した基準津波1における荷揚場周辺の最大浸水深分布及び流速を図4.5.2-4に示す。

(b) 海域活断層から想定される地震による津波の最大流速

海域活断層から想定される地震による津波における最大流速は、基準津波4により施設護岸港湾外で3.3m/s、施設護岸港湾内で2.4m/sが抽出されたことから、安全側に施設護岸港湾外及び港湾内で4.0m/sを衝突荷重の算定に用いる漂流速度として設定する。3.3m/s及び2.4m/sを抽出した基準津波4の最大流速分布図を図4.5.2-5～図4.5.2-7に示す。

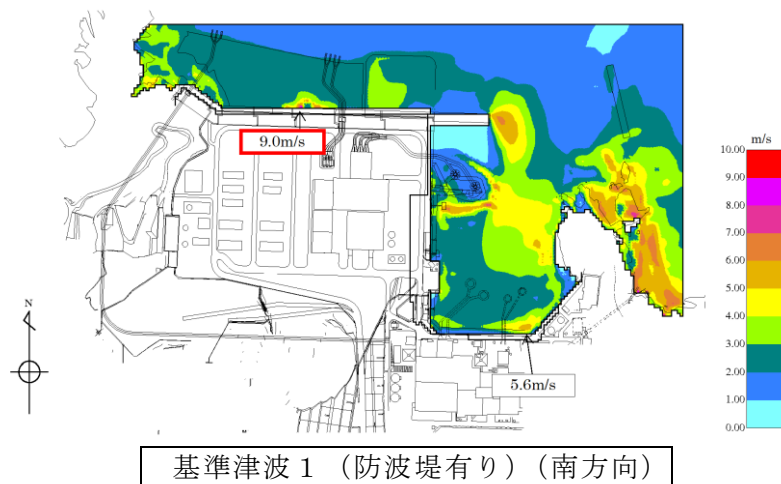
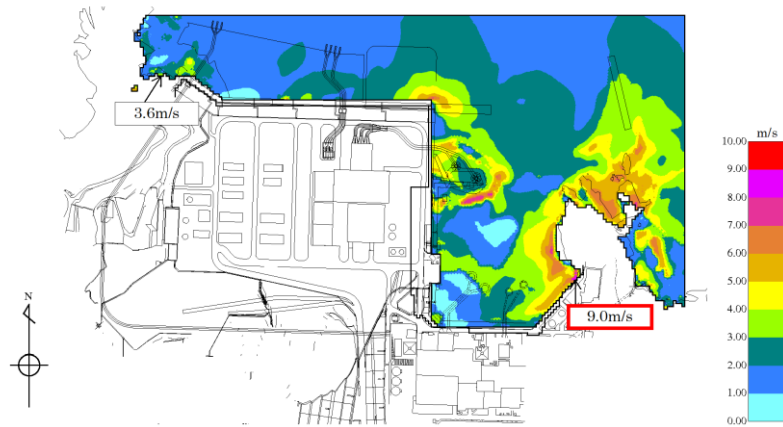
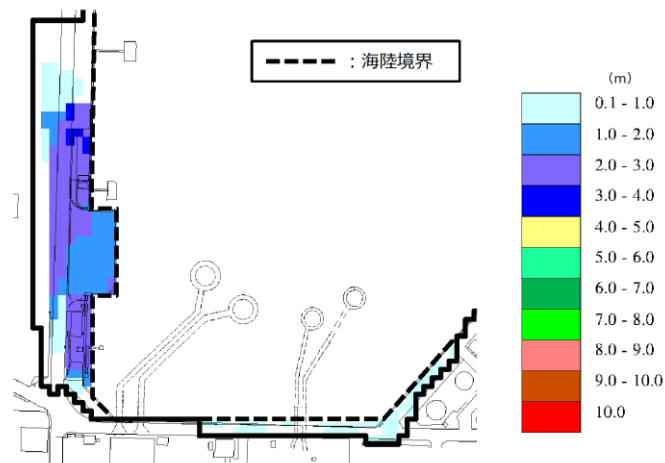


図 4.5.2-2 基準津波1 (防波堤有り) 最大流速分布



基準津波 1 (防波堤無し) (南東方向)

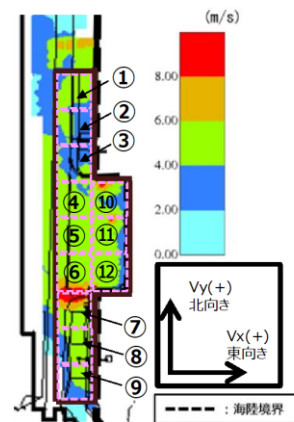
図 4.5.2-3 基準津波 1 (防波堤無し) 最大流速分布



基準津波 1 (防波堤無し)

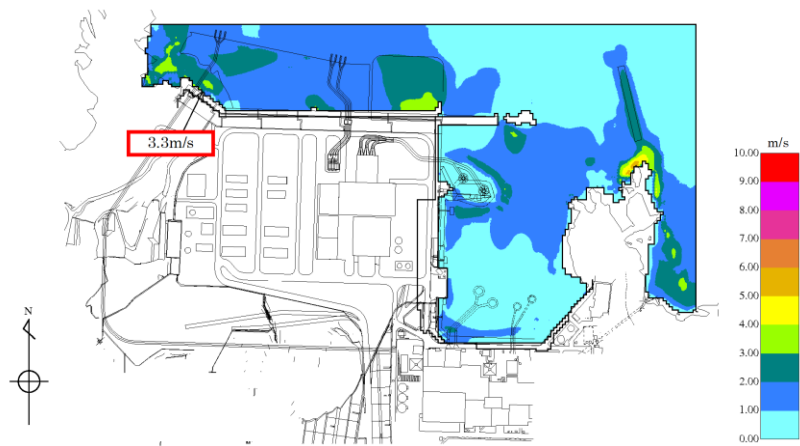
各地点の流速評価結果

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



(切上げの関係で値があわない場合がある)

図 4.5.2-4 基準津波 1 (防波堤無し) における荷揚場周辺の最大浸水深分布及び流速



基準津波 4 (防波堤有り) (南西方向)

図 4.5.2-5 基準津波 4 (防波堤有り) 最大流速分布



基準津波 4 (防波堤無し) (南東方向)

図 4.5.2-6 基準津波 4 (防波堤無し) 最大流速分布



基準津波 4 (防波堤無し) (東方向)

図 4.5.2-7 基準津波 4 (防波堤無し) 最大流速分布

b. 漂流物による衝突荷重の作用位置の設定に用いる水位

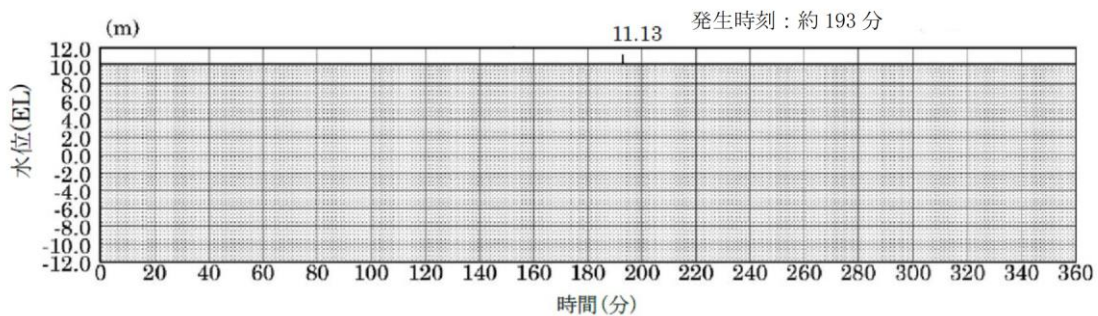
以下に示す津波の水位に高潮ハザードによる裕度を加えた津波高さを、漂流物による衝突荷重の鉛直方向の作用位置とする。

(a) 日本海東縁部に想定される地震による津波の水位

水位上昇側の最高水位は、基準津波 1（防波堤無し）の EL 11.9m（発生時刻：約 193 分、潮位 0.58m 及び潮位のばらつき +0.14m を考慮）であり、これを漂流物による衝突荷重の作用位置の設定に用いる。遡上域における基準津波 1（防波堤無し）の時刻歴波形を図 4.5.2-8 に示す。

(b) 海域活断層から想定される地震による津波の水位

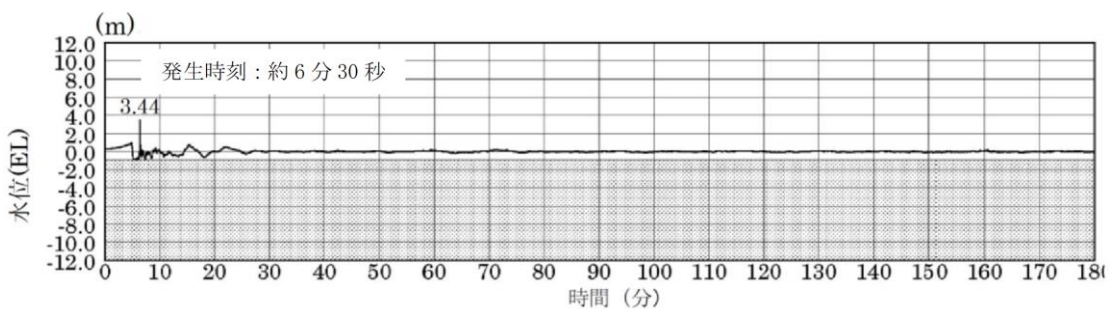
水位上昇側の最高水位は、海域活断層上昇側最大ケース（防波堤有り）の EL 4.2m（発生時刻：約 6 分 30 秒、潮位 0.58m 及び潮位のばらつき +0.14m を考慮）であり、これを漂流物による衝突荷重の作用位置の設定に用いる。遡上域における海域活断層上昇側最大ケース（防波堤有り）の時刻歴波形を図 4.5.2-9 に示す。



最大水位上昇量 $11.13\text{m} + \text{朔望平均満潮位 } 0.58\text{m} + \text{潮位のばらつき } 0.14\text{m} \div \text{EL } 11.9\text{m}$
 施設護岸又は防波壁（基準津波 1，防波堤無し）

注*：灰色の網掛けは評価地点の標高以下の範囲を示す。

図 4.5.2-8 遡上域における時刻歴波形（基準津波 1，防波堤無し）



最大水位上昇量 $3.44\text{m} + \text{朔望平均満潮位 } 0.58\text{m} + \text{潮位のばらつき } 0.14\text{m} \div \text{EL } 4.2\text{m}$
 施設護岸又は防波壁（海域活断層上昇側最大ケース，防波堤有り）

注*：灰色の網掛けは評価地点の標高以下の範囲を示す。

図 4.5.2-9 遡上域における時刻歴波形（海域活断層上昇側最大ケース，防波堤有り）

4.5.3 衝突荷重として考慮する漂流物の選定

「4.2 漂流物による影響確認について」における、漂流（浮遊）して施設護岸又は輪谷湾に到達する可能性があるとして評価した漂流物及び発電所構内陸域（荷揚場周辺）で滑動する漂流物の配置場所を整理（表 4.5.3-1）した上で、衝突荷重として考慮する漂流物を選定した。

表 4.5.3-1 施設護岸又は輪谷湾に到達する可能性があるとして評価した漂流物及び発電所構内陸域（荷揚場周辺）で滑動する漂流物

調査対象		漂流物	重量等	考慮する津波*1	到達形態
発電所 構内	海 域	作業船	総トン数：約 10 トン	海域	浮遊
		漁船	総トン数：約 0.7 トン	東縁，海域	浮遊
	陸 域	荷揚場詰所 （壁材（ALC版））	— （がれき化して漂流）	東縁	浮遊
		デリッククレーン試験用 ウエイト	約 22t	東縁	滑動
		変圧器・ポンプ制御盤	約 0.1t	東縁	滑動
		防舷材	約 1t	東縁	浮遊
		エアコン室外機	約 0.2t	東縁	滑動
		枕木	約 12kg	東縁	浮遊
		H型鋼	約 0.4t	東縁	滑動
		廃材箱	約 0.9t	東縁	浮遊
発電所 構外	海 域	漁船（500m以内（操業））	総トン数：3トン未満	東縁，海域	浮遊
		漁船（500m以遠（操業））*2	総トン数：約 19 トン*3	東縁，海域	浮遊

注記*1：「東縁」は日本海東縁部に想定される地震による津波，「海域」は海域活断層から想定される地震による津波を表す。

*2：4.2の漂流物評価において施設護岸又は輪谷湾に到達しないと評価しているが，発電所周辺漁港の漁船であることから抽出。

*3：施設護岸から500m付近で操業するイカ釣り漁船（総トン数：10トン）を含む。

(1) 漂流物を考慮する範囲

漂流物による衝突荷重の設定においては、漂流物の配置場所が重要な要因となるため、表 4.5.3-1 に示す漂流物について、配置場所の区分を行った。

日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波1）の流向・流速の分析の結果、3号北側防波壁から約50m以内の水深が約20mの浅い位置で5m/s以上の速い流速が確認されたことから、安全側に施設護岸から500m以内にある漂流物は津波の第一波により漂流し、施設護岸又は輪谷湾に到達する可能性があると考え、施設護岸から約500m以内の海域を「直近海域」として区分する。直近海域に区分される漂流物は、発電所構内海域の漂流物、発電所構

内陸域の漂流（浮遊）する漂流物及び施設護岸から 500m 以内で操業及び航行する漁船となる。

施設護岸から 500m 以遠については、日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波 1）の流向・流速の分析の結果、ほとんどの海域において流速は速くて 2m/s 程度であることから、この範囲にある漂流物は津波の第一波により漂流し、施設護岸又は到達する可能性は低いと考え、この範囲を「前面海域」として区分する。前面海域に区分される漂流物は、施設護岸から 500m 以遠で操業及び航行する漁船となる。

発電所構内陸域（荷揚場周辺）の滑動する漂流物については、滑動して荷揚場周辺の津波防護施設に到達する可能性があるため、発電所構内陸域（荷揚場周辺）を「直近陸域」として区分する。

配置場所の区分を図 4.5.3-1 に示す。また、表 4.5.3-1 の漂流物の配置場所の区分を整理した結果を表 4.5.3-2 に示す。

なお、発電所周辺における津波来襲時の流況について考察すると、日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波 1）は最大水位・流速を示す時間帯が地震発生後約 180 分～200 分であり、海域活断層から想定される地震による津波（基準津波 4）は、最大水位・流速を示す時間帯が地震発生後約 5 分～7 分である。最大流速は、いずれも施設護岸から 500m 以内の海域で生じていることから、直近海域からの漂流物の影響が大きくなることが考えられる。

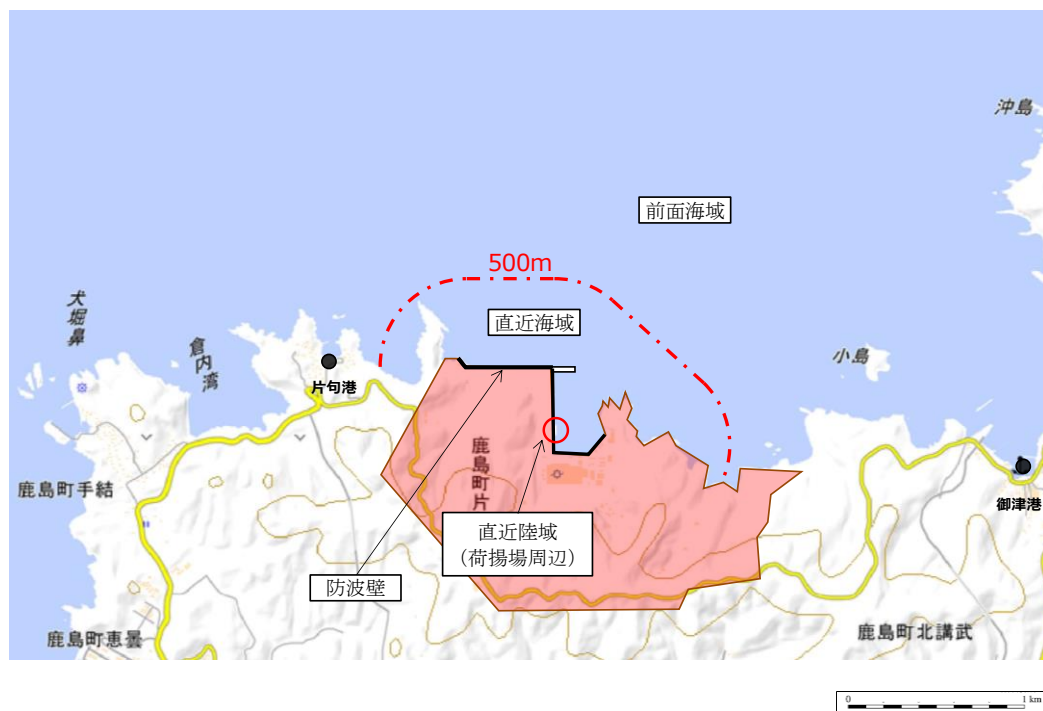


図 4.5.3-1 漂流物を考慮する範囲の区分

表 4.5.3-2 漂流物の配置場所の区分結果

調査対象		到達する漂流物	重量等	考慮する津波	到達形態	配置場所
発電所 構内	海 域	作業船	総トン数：約 10 トン	海域	浮遊	直近海域
		漁船	総トン数：約 0.7 トン	東縁 海域	浮遊	直近海域
	陸 域	荷揚場詰所 (壁材 (ALC版))	— (がれき化して漂流)	東縁	浮遊	直近海域
		デリッククレーン試験用 ウエイト	約 22t	東縁	滑動	直近陸域
		変圧器・ポンプ制御盤	約 0.1t	東縁	滑動	直近陸域
		防舷材	約 1t	東縁	浮遊	直近海域
		エアコン室外機	約 0.2t	東縁	滑動	直近陸域
		枕木	約 12kg	東縁	浮遊	直近海域
		H型鋼	約 0.4t	東縁	滑動	直近陸域
		廃材箱	約 0.9t	東縁	浮遊	直近海域
発電所 構外	海 域	漁船 (500m 以内 (操業))	総トン数：約 3 トン未満	東縁 海域	浮遊	直近海域
		漁船 (500m 以遠 (操業))	総トン数：約 19 トン	東縁 海域	浮遊	前面海域

(2) 衝突荷重として考慮する漂流物の選定

(1)の結果を踏まえ、衝突荷重として考慮する漂流物の選定を行う。衝突荷重として考慮する漂流物は、考慮する津波及び配置場所の区分毎に最も重量の大きいものを設定する。また、漁船については、操業区域及び航行の不確かさがあることから、周辺漁港の漁船の最大の総トン数 19 トンの漁船を考慮する（漁船の不確かさについては添付資料 1 参照）。

以上より、衝突荷重として考慮する漂流物は、直近海域及び前面海域では総トン数 19 トンの漁船を、直近陸域ではデリッククレーン試験用ウエイト（22t）を選定した。衝突荷重として考慮する漂流物及び施設・設備を表 4.5.3-3 に示す。

表 4.5.3-3 衝突荷重として考慮する漂流物及び施設・設備

衝突する	重量 (t)	材質	到達形態	対象津波	初期配置	衝突荷重を考慮する施設・設備				
						防波壁			防波壁 通路 防波扉	屋外排水路 逆止弁前面 集水桝
						波返重力 擁壁	逆T 擁壁	多重鋼管 杭式擁壁		
漁船 (総トン数19t)	57.0	FRP	浮遊	日本海 東縁	直近 海域	○	○	○	○	○
					前面 海域	○	○	○	○	○
				海域 活断層	直近 海域	○	—	○	—	○
					前面 海域	○	—	○	—	○
デリッククレーン 試験用ウエイト	22.0	コンク リート	滑動	日本海 東縁	直近 陸域	—	○	—	○*	—

*: 荷揚場周辺の防波壁通路防波扉が対象となる。

4.5.4 浮遊状態の漂流物による衝突荷重の算定方法

浮遊状態の漂流物による衝突荷重の算定方法としては、運動量理論に基づく推定式や実験に基づく推定式等を用いた「既往の衝突荷重算定式」による算定、又は陽解法により解析対象物の大変形挙動を時刻歴で材料非線形性を考慮した「非線形構造解析（以下「衝突解析」という。）」による算定が考えられる。

(1) 既往の衝突荷重算定式の整理

既往の衝突荷重算定式では、対象漂流物の種類、仕様、初期配置等により適用性が異なる。既往の荷重算定式の整理一覧を表 4.5.4-1 に示す。

表 4.5.4-1 漂流物による既往の荷重算定式の整理一覧

No	出典	種類	概要	算定式の根拠 (実験条件)
①	松富ほか (1999)	流木	円柱形状の流木が縦向きに衝突する場合は衝突荷重を提案している。 $F_m = 1.6 C_{Ma} \{V_{Ao} / (gD)\}^{0.5} \{2(\sigma_f / \gamma L)\}^{0.4} (\gamma D^2 L)$ F_m : 衝突力, C_{Ma} : 見かけの質量係数, V_{Ao} : 流木の衝突速度, D : 流木の直径, L : 流木の長さ, σ_f : 流木の降伏応力, γ : 流木の単位体積重量, g : 重力加速度	「実験に基づく推定式」 ・見かけの質量係数に関する水路実験 (実験: 高さ0.5m, 幅0.3m, 長さ11.0m, 流木(丸太)の直径: 4.8~12cm, 流木質量: 305~8615gf) ・衝突荷重に関する空中での実験 ・物理模型実験及び空中衝突実験において、流木(植生林ではない丸太)を被衝突体の前面(2.5m以内)に設置した状態で衝突させている。
②	池野・田中 (2003)	流木	円柱以外にも角柱、球の形状をした木材による衝突荷重を提案している。 $F_H = S C_{Ma} \{V_H / g^{0.5} D^{0.25} \}^{2.5} \{gM\}$ F_H : 漂流物の衝突力, S : 係数 (5.0), C_{Ma} : 見かけの質量係数, V_H : 段波速度, D : 漂流物の代表高さ, L : 漂流物の長さ, M : 漂流物の質量, g : 重力加速度	「実験に基づく推定式」(縮尺1/100の模型実験) 漂流物の形状: 円柱, 角柱, 球 漂流物重量: 0.588N~29.792N 受圧板を陸上構造物と想定し, 衝突体を受圧板前面80cm(現地換算80m)離れた位置に設置した状態で衝突させた実験である。模型縮尺(1/100)を考慮した場合, 現地換算で直径2.6~8mの仮定となる。
③	道路橋示方書 (2002)	流木等	橋(橋脚)に自動車, 流木あるいは船舶等が衝突する場合は衝突荷重を定めている。 $P = 0.1 W v$ P : 衝突力, W : 流送物の重量, v : 表面流速	漂流物が流下(漂流)してきた場合に, 表面流速(津波流速)を与えることで漂流流速に対する荷重を算定できる。
④	津波漂流物対策施設設計ガイドライン (2014)	船舶等	船舶の仮想重量と漂流物流速から衝突エネルギーを提案している。 $E = E_0 = \frac{WV^2}{(2g)}, W = W_0 + W' = W_0 + (\pi/4)(D^2 L \gamma_w)$ E : 衝突エネルギー, W : 仮想重量, V : 漂流物速度, W_0 : 排水トン数, W' : 付加重量, D : 喫水, L : 横付けの場合は船の長さ, 縦付けの場合は船の幅, γ_w : 海水の単位体積重量, g : 重力加速度 船の回転により衝突エネルギーが消費される (1/4点衝突) 場合 $E = E' = \frac{WV^2}{(4g)}$	「漁港・漁場の施設の設計の手引」(2003)に記載されている, 接岸エネルギーの算定式に対し, 接岸速度を漂流物速度とすることで, 衝突エネルギーを算定できる。 漁船の他, 重画・流木・コンテナの衝突エネルギーに対して, 支柱及び漂流物捕捉スクリーンの変形でエネルギーを吸収させることにより, 漂流物の進入を防ぐための津波漂流物対策施設の設計に適用される式である。
⑤	FEMA (2012)	流木 コンテナ	$F_i = 1.3 u_{max} \sqrt{km(1+c)}$ F_i : 衝突力, u_{max} : 最大流速, m : 漂流物の質量, c : 付加質量係数, k : 漂流物の有効剛性	「運動方程式に基づく衝突力方程式」 非減衰系の振動方程式に基づいており, 衝突体及び被衝突体の両方とも完全弾性体で, かつ衝突時のエネルギー減衰が一切考慮されない前提条件での算定式であることから, 衝突時に塑性変形を伴う漂流物の衝突荷重算定では, 個別の漂流物に対して, 実現象を再現するより適切な剛性を適切に定める必要がある。
⑥	水谷ほか (2005)	コンテナ	漂流するコンテナの衝突荷重を提案している。 $F_m = 2 \rho_w \eta m C_c V_x^2 + (WV_x / gdt)$ F_m : 漂流衝突力, dt : 衝突時間, η : 最大迎上水位, ρ_w : 水の密度, B_c : コンテナ幅, V_x : コンテナの漂流速度, W : コンテナ重量, g : 重力加速度	「実験に基づく推定式」(縮尺1/75の模型実験) 使用コンテナ: 長さ20ftと40ft, コンテナ重量: 0.2N~1.3N程度, 潮上流速: 1.0m/s以下, 材質: アクリル 被衝突体の直近のエプロン上にコンテナを設置して衝突力を求めた算定式である。衝突体と水塊が一体となって衝突し, 衝突前の運動量が全て力積として作用するものとして考えた算定式であり, 右辺の第1項は付加質量による荷重を表している。
⑦	有川ほか (2007, 2010)	コンテナ 流木	コンクリート構造物に鋼製構造物(コンテナ等)が漂流衝突する際の衝突荷重を提案している。 $F = \gamma_p x^{\frac{2}{3}} \left(\frac{5}{4} m \right) v^5, x = \frac{4\sqrt{a}}{3\pi} \frac{1}{k_1 + k_2}, k = \frac{(1-v^2)}{\pi E}, m = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$ F : 衝突力, a : 衝突面半径の1/2 (コンテナ衝突面の縦横長さの平均の1/4), E : ヤング率, v : ポアソン比, m : 質量, v : 衝突速度, γ_p : 塑性によるエネルギー減衰効果 m や k の添え字は衝突体と被衝突体を示す。 また, 「⑩松富ほか(1999)」にならう, 上式において $m = C_{0m} m$ (C_{0m} : サージタイプの1.7) とすること, 「⑩松富ほか(1999)」に代り, 上式に対する衝突力を評価できるとしている。	「実験に基づく推定式」(縮尺1/5の模型実験) 使用コンテナ: 長さ1.21m, 高さ0.52m, 幅0.49m, 衝突速度: 1.0~2.5m/s程度, 材質: 鋼製 物理模型実験では, コンテナを被衝突体の全面1.21m(現地換算6.05m)に設置して衝突力を求めた算定式である。

- No1 松富英夫 (1999) 流木衝突力の実用的な評価式と変化特性, 土木学会論文
文集, No621, pp. 111-127
- No2 池野正明・田中寛好 (2003) 陸上遡上波と漂流物の衝突力に関する実験
的研究, 海岸工学論文集, 第 50 巻, pp. 721-725
- No3 道路橋示方書・同解説 I 共通編 ((社) 日本道路協会, 平成 14 年 3 月)
- No4 津波漂流物対策施設設計ガイドライン (沿岸技術研究センター, 寒地研究
センター, 平成 26 年)
- No5 FEMA (2012) Guidelines for Design of Structures for Vertical Evac
uation from Tsunamis Second Edition, FEMA P-646
- No6 水谷法美・高木祐介・白石和睦・宮島正悟・富田孝史 (2005) エプロン
上のコンテナに作用する津波波力と漂流衝突力に関する研究, 海岸工学論
文集, 第 52 巻, pp. 741-745
- No7 有川太郎・大坪大輔・中野史丈・下迫健一郎・石川信隆 (2007) 遡上津
波によるコンテナ漂流力に関する大規模実験 海岸工学論文集, 第 54 巻, p
p. 846-850 有川太郎・鷺崎誠 (2010) 津波による漂流木のコンクリート
壁面破壊に関する大規模実験, 土木学会論文集 B2, Vol. 66, No. 1, pp. 781
-785

(2) 漂流物による衝突荷重の算定方法の選定

既往の衝突荷重算定式及び衝突解析に対して、「4.5.3 衝突荷重として考慮する漂流物の選定」において区分した、漂流物の初期配置（「直近海域」，「前面陸域」及び「直近陸域」）及び適用流速の観点も加えた整理結果を表4.5.4-2に示す。

表 4.5.4-2 漂流物による衝突荷重算定方法の整理

No	算定方法	種類	漂流物の初期配置	適用流速	適用性
①	松富ほか (1999)	流木	直近海域 直近陸域	衝突速度	個別の流木(丸太)の種類等に応じて、実現象を再現できるパラメータを適切に設定することが可能であれば、直近陸域又は直近海域からの流木に対して適用可能と判断する。
②	池野・田中 (2003)	流木	直近陸域	段波速度	流木を対象とした算定式であるが、実験の模型縮尺(1/100)を考慮すると、原子力発電所における漂流物衝突事象への適用は困難と判断する。
③	道路橋示方書 (2002)	流木等	前面海域	表面流速	漂流物が流下(漂流)して来た場合に、表面流速(津波流速)を与えることで漂流流速に対する漂流物荷重を算定できるため、初期配置が前面海域の漂流物に対して適用可能と判断する。
④	津波漂流物 対策施設設計 ガイドライン (2014)	船舶等	前面海域 直近海域	漂流物速度	船舶、車両、流木、コンテナ等の漂流物を対象としているが、鋼管杭等の支柱の変形及びワイヤロープの伸びにより衝突エネルギーを吸収する考え方であり、弾性設計における適用は困難であると判断する。
⑤	FEMA (2012)	流木 コンテナ	直近海域	最大流速	個別の漂流物に対して、実現象を再現できるパラメータ(軸剛性等)を適切に設定することが必要であり、審査中の先行サイトにおいて初期配置が直近海域の漂流物(総トン数5tの漁船)に対して適用した実績があるものの、総トン数19tの漁船についての適用実績がなく、軸剛性の設定に課題がある。
⑥	水谷ほか (2005)	コンテナ	直近陸域	漂流速度	エプロン上にコンテナを設置して衝突力を求めるという特殊な実験により得られた式であることに留意する必要はあるが、直近陸域からのコンテナに対して適用可能と判断する。
⑦	有川ほか (2007, 2010)	流木 コンテナ	直近海域 直近陸域	衝突速度	剛性に係る k 値を適切に定める必要があり、対象としている種類以外への適用性がある k 値に係る k1 及び k2 の値が不明であるため、現状は当該式が対象としている種類(流木、コンテナ)以外への適用は困難と判断する。したがって、直近陸域又は直近海域からの流木及びコンテナに対して適用可能と判断する。
⑧	衝突解析	鋼製部材 FRP製部材 木材等	直近陸域 直近海域	衝突速度	先行の審査において、竜巻時の車両や鋼製材の衝突荷重算定の実績を有するとともに、審査中の先行サイトにおいて、津波時の FRP 製船舶の衝突荷重算定に用いられていることから、適用可能と判断する。

また、「4.5.3 衝突荷重として考慮する漂流物の選定」から、対象漂流物として選定された FRP 製の漁船及び作業船（以下「船舶」という。）に対する、衝突荷重の算定方法を選定する。なお、表 4.5.4-2 の整理結果より、船舶への適用性が期待できる、既往の衝突荷重算定式の「道路橋示方書(2002)」、「FEMA (2012)」及び「衝突解析」の中から選定する。

- ・「道路橋示方書(2002)」の式は、漂流物が流下（漂流）して来た場合に、表面流速（津波流速）を与えることで漂流流速に対する衝突荷重を算定でき、新規制基準適合性審査において、初期配置が前面海域の船舶（総トン数 19t）に対する適用実績がある。
- ・「FEMA (2012)」の式は、非減衰系の振動方程式に基づき、衝突体及び被衝突体の両方を完全弾性体とした条件で衝突荷重を評価する。一方、実現象として、衝突物より剛性の大きい被衝突物へ衝突した際は、衝突物自体が破壊することによる、衝突エネルギーの減衰効果があるため、衝突時に塑性変形を伴う漂流物による衝突荷重算定では、個別の漂流物に対して実現象を再現できるような軸剛性を適切に定める必要がある。新規制基準適合性審査において初期配置が直近海域の FRP 製漁船（総トン数 5t）に対して適用実績があるものの、FRP 製漁船（総トン数 19t）についての適用実績がなく、軸剛性の設定に課題がある。
- ・「衝突解析」は、陽解法により解析対象物の大変形挙動を時刻歴で材料非線形性を考慮した解析が可能であるため、剛性の大きい被衝突物に衝突する際の衝突物の材料非線形性を考慮した衝突荷重が算定できる。この衝突解析については、船舶の詳細な形状、衝突実験等のデータを参照することにより、既往の衝突荷重の算定式に比べ精度の高い衝突荷重を算定できる。また、新規制基準適合性審査において、初期配置が直近海域の船舶（総トン数 5t）に対して適用された実績がある。

上記より、前面海域を対象とした船舶においては、「道路橋示方書(2002)」を衝突荷重の算定方法として選定する。

直近海域を対象とした船舶については、対象漂流物である船舶の形状調査を行っており再現精度が高い船舶の解析モデルを作成可能なこと及び衝突解析による衝突荷重は衝突実験結果を再現できていることから、「衝突解析」を衝突荷重の算定方法として選定する。なお、船舶の衝突実験に係る知見については、添付資料 2 において説明する。

4.5.5 滑動状態の漂流物による衝突荷重の算定方法

陸上を滑動する際の衝突荷重の算定式に関する知見は比較的少ないが、「FEMA (2019) *1」によれば、滑動状態の衝突に関して「ASCE (2016) *2」に従うよう記載されており、「ASCE (2016)」の中で、流速 4m/s の条件下で 2,270kg の石材・コンクリート殻が海底を滑動する際の衝突荷重が例示されている。

〈ASCE (2016) における例示〉

$$F_i = 36 \times I_{tsu} = 36 \times 1.25 = 45 \text{ (kN)}$$

ここで、 F_i : 設計衝突力、 I_{tsu} : 重要度係数 (1.25)

この例示を参考に、初期配置が直近陸域で荷揚場上を滑動状態となる漂流物のうち、最も重量の大きい「デリッククレーン試験用ウエイト」(以下、試験用ウエイト) (22.0t) について滑動状態における衝突荷重を算定する。

*1 : FEMA (2019) : Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis Third Edition, FEMA P-646, Federal Emergency Management Agency, 2019

*2 : ASCE (2016) : Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures, ASCE/SEI Standard 7-16, American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia

4.5.6 漂流物による衝突荷重の算定における設計上の配慮について

漂流物による衝突荷重の算定において、以下の項目を配慮して設定する。

(1) 衝突荷重として考慮する漂流物

「4.5.3 衝突荷重として考慮する漂流物の選定」より、衝突荷重として考慮する漂流物は、設計上の配慮として、島根原子力発電所周辺海域で操業する漁船の、漁業法の制限等を踏まえた総トン数、操業区域及び航行の不確かさを考慮した、総トン数 19t の FRP 製の漁船を対象とする。

(2) 漂流物による衝突荷重算定用の流向

漂流物による衝突荷重は、漂流物が被衝突物に対して直交方向に作用する際に最大となると考えられる。「4.5.2 津波に関するサイト特性」で示したとおり、被衝突物である防波壁、防波壁通路防波扉及び屋外排水路逆止弁前面の集水柵での最大流速は、被衝突物に対する直交方向の流向と一致していない箇所も存在する。そのため、設計上の配慮として、被衝突物の法線方向に対して直交方向に衝突荷重を考慮する。

(3) 漂流物による衝突荷重算定用の流速

漂流物による衝突荷重は、漂流物の衝突速度（流速）の増加に伴い大きくなるため、設計上の配慮として、衝突荷重の算定に用いる流速は、被衝突物に対して影響が大きい方向に対する最大流速を漂流物の衝突速度として用いる。また、津波流速は、「4.5.2 津波に関するサイト特性」で示したとおり、日本海東縁部に想定される地震による津波（基準津波 1）と海域活断層から想定される地震による津波（基準津波 4）に対して、以下の設計上の配慮を行う。

日本海東縁部から想定される地震による津波では、被衝突物の法線に対する直交方向の最大流速（0.4m/s～9.0m/s）から最大値 9.0m/s を抽出し、津波防護施設全線にわたり安全側に 10.0m/s とする。

荷揚場周辺においては、初期配置として荷揚場上に設置されている漂流物を対象とし、遡上する津波の継続時間や流向等を考慮して 11.9m/s を用いる。

海域活断層から想定される地震による津波では、被衝突物の法線に対する直交方向の最大流速（0.1m/s～3.3m/s）から最大値 3.3m/s を抽出し、津波防護施設全線にわたり安全側に 4.0m/s とする。

(4) 漂流物による衝突荷重の作用方法

被衝突物に対する、漂流物による衝突荷重の鉛直方向の作用位置は、「4.5.2 津波に関するサイト特性」で示したとおり、日本海東縁部から想定される地震による津波（基準津波1）の入力津波高さ EL 11.9m に高潮ハザードの裕度を加えた津波高さ EL 12.6m、及び海域活断層から想定される地震による津波（海域活断層上昇側最大ケース）の入力津波高さ EL 4.2m に高潮ハザードの裕度を加えた津波高さ EL 4.9m を基本とするが、設計上の配慮として、安全側に各構造物の部位に対して評価が厳しくなる作用位置を設定する。漂流物が衝突する際は船体幅及び深さに応じた範囲に荷重が分散すると考えられることを踏まえ、各構造物の評価において安全側となるよう荷重作用方法を採用する。また、漂流物による衝突荷重の水平方向の作用位置も同様に安全側に各構造物に対して評価が厳しくなる作用位置を設定する。

(5) 漂流物による衝突荷重と津波荷重との重畳

漂流物による衝突荷重と津波荷重の組合せについて、実際に施設に作用する荷重としては、津波による最大荷重と漂流物衝突による最大荷重が同時に作用する可能性は小さく、「ASCE（2016）」においても漂流物による衝突荷重と津波荷重の重畳は考慮する必要がないとされているものの、設計上の配慮として、津波高さに応じた津波荷重と漂流物による衝突荷重を重畳させる。

4.5.7 漂流物による衝突荷重の算定

浮遊状態の漂流物として選定した船舶の衝突荷重は、「4.5.4 浮遊状態の漂流物による衝突荷重の算定方法」より、島根原子力発電所における衝突荷重算定の適用性を考慮した上で、漂流物の初期配置が直近海域にある場合の船舶（総トン数19t）は「衝突解析」により、漂流物の初期配置が前面海域にある場合の船舶（総トン数19t）は「道路橋示方書（2002）」により衝突荷重を算定する。算定方法を含む、漂流物の衝突荷重設定フローを図4.5.7-1に示す。

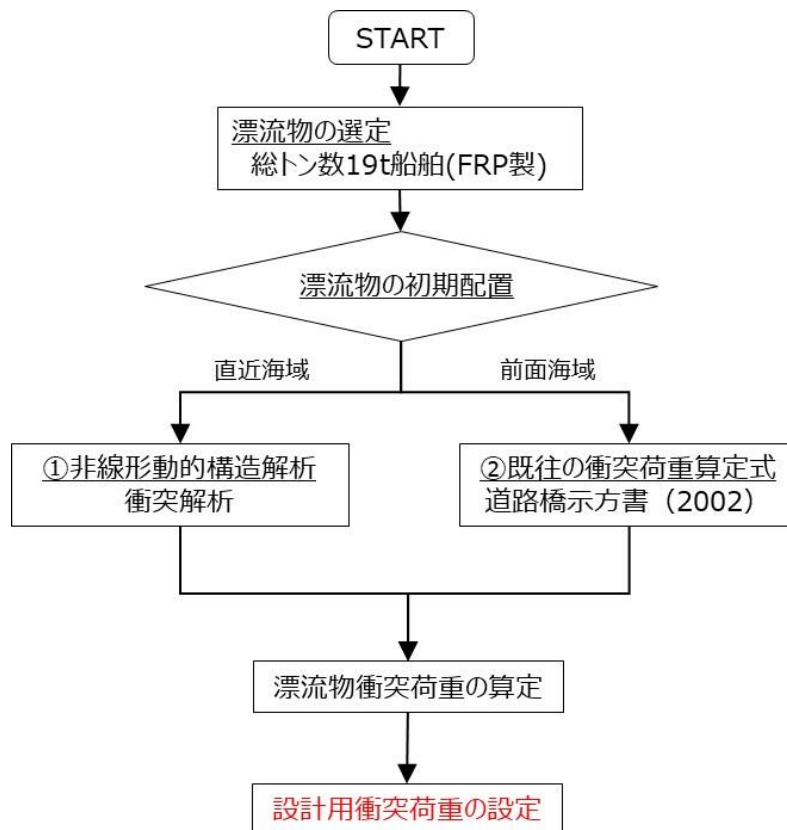


図 4.5.7-1 漂流物による衝突荷重設定フロー

(1) 衝突解析による衝突荷重の算定

a. 検討方針

船舶は車両やコンテナと比較して、長軸と短軸が明瞭ではあるが、漂流物となつて来襲する際に回転の影響を受け、複雑な挙動となる可能性がある。一方、既往の衝突荷重の算定式は、長軸である船首方向からの衝突を想定していると考えられるため、衝突解析により3次元FEMでモデル化した船舶を用いて、船首方向の衝突に加え、船尾、真横及び斜め45°（船首、船尾）からの衝突荷重を算定することで、衝突形態の不確かさを考慮する（詳細を「d. 解析ケース」に示す）。

被衝突物は、防波壁等の鉄筋コンクリート構造物であり、衝突に伴う変形及び移動により衝突エネルギーを吸収することが考えられるが、安全側に変形及び移動をしない剛壁として、衝突荷重を算定する。

衝突解析による衝突荷重の算定フローを図4.5.7-2に示す。

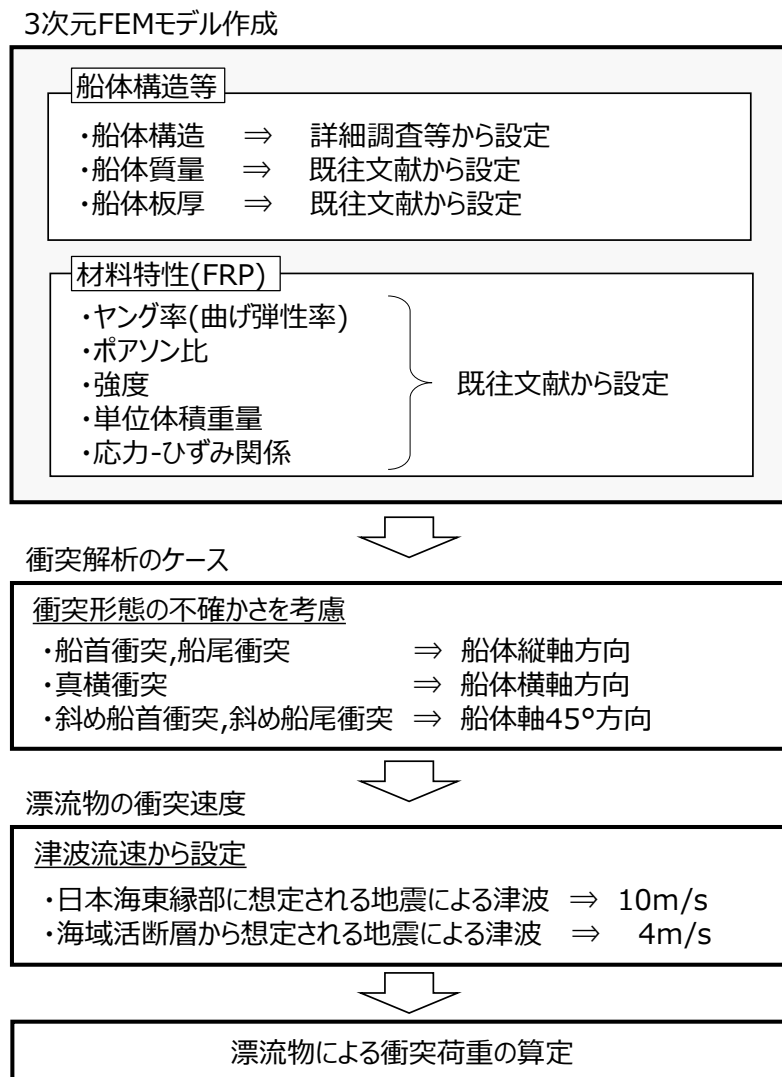


図 4.5.7-2 衝突解析による衝突荷重の算定フロー

b. 解析コード

船舶における衝突解析の解析コードは、「LS-DYNA Ver. 971」を用いる。

c. 船舶の3次元FEMモデル

衝突解析においては、衝突解析に用いる船舶の船体形状が、衝突荷重に与える影響が大きいため、3次元FEMモデルの精緻化が重要となる。そこで、対象船舶の再現精度の向上を図るために、詳細調査（船体情報に係る資料の収集及び対象船舶の調査結果）を基に、船舶の3次元FEMモデルを、シェル要素でモデル化する。対象船舶は、恵曇漁港のイカ釣り漁船（総トン数約19トン）とする。

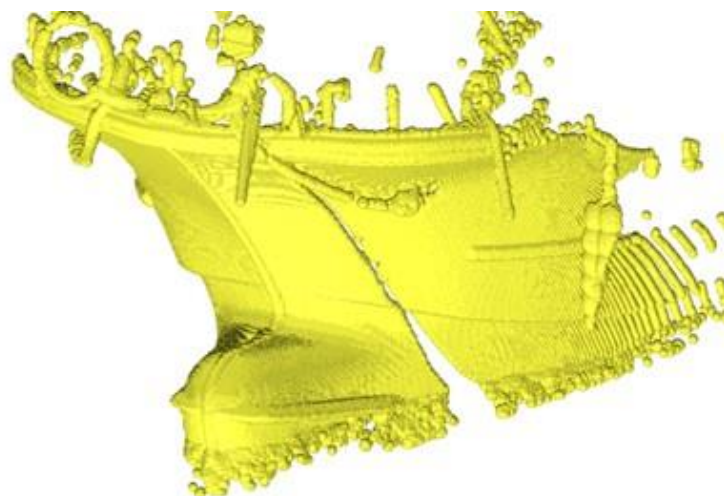
船舶は海水からの流れの抵抗を低減するために、船体の船首から船尾に向けて流線形の複雑な形状となっている。そこで、船舶外形の再現精度を向上させるために、対象船舶に対する巻尺等による測定に加え、3Dレーザースキャナによる3次元測定を行い（図4.5.7-3）、船体外形の3次元点群データを取得し、3次元FEMモデルの作成に反映した（図4.5.7-4）。

また、船体情報に係る資料に記載がなく、かつ測定が不可能な箇所は船体寸法、船体の板厚、FRP部材の材料特性については、既往の文献を基に設定する。

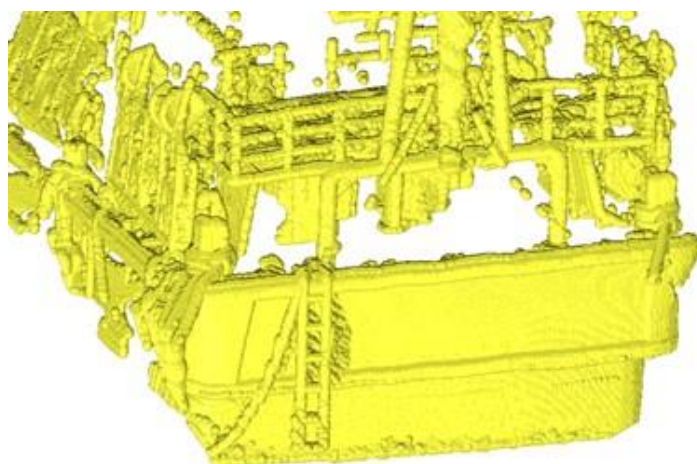


図 4.5.7-3 3Dレーザースキャナによる計測状況

【船首】



【船尾】



【船側】

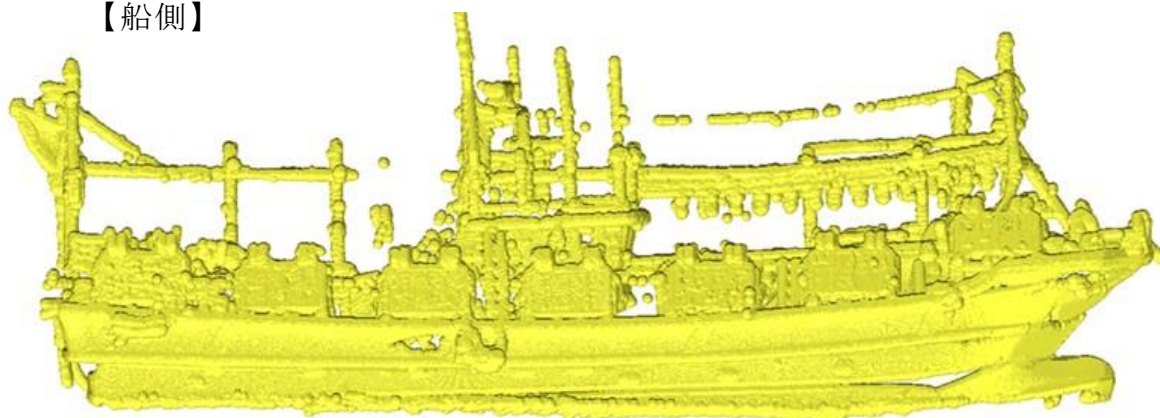


図 4.5.7-4 3Dレーザースキャナによる計測結果(例)

(a) 船体構造

船舶の3次元FEMモデルの作成にあたり、主要な船体構造寸法及び根拠を表4.5.7-1に示す。また、対象船舶の側面図及び平面図を図4.5.7-5に、衝突解析用3次元FEMモデルを図4.5.7-6に、隔壁及び船尾の船体面積を図4.5.7-7に示す。なお、甲板上のブリッジ及び船体内の機関部はモデル化をしないが、船体質量として考慮する。

表 4.5.7-1 主要な船体構造寸法及び根拠

項目	値	根拠
全長(m)	24.72	対象船舶の測定結果
全幅(m)	5.20	対象船舶の測定結果
計画最大 満載喫水(m)	2.20	「津波漂流物対策施設設計ガイドライン(2014)」 総トン数(G.T.)20t 漁船の喫水の最大値を採用
質量 (t)	57.0	「津波漂流物対策施設設計ガイドライン(2014)」 漁船質量=総トン数×3倍=19.0×3=57.0
登録長さ(m)	19.40	対象船舶の船舶検査手帳
登録幅(m)	4.42	対象船舶の船舶検査手帳
登録深さ(m)	1.85	対象船舶の船舶検査手帳

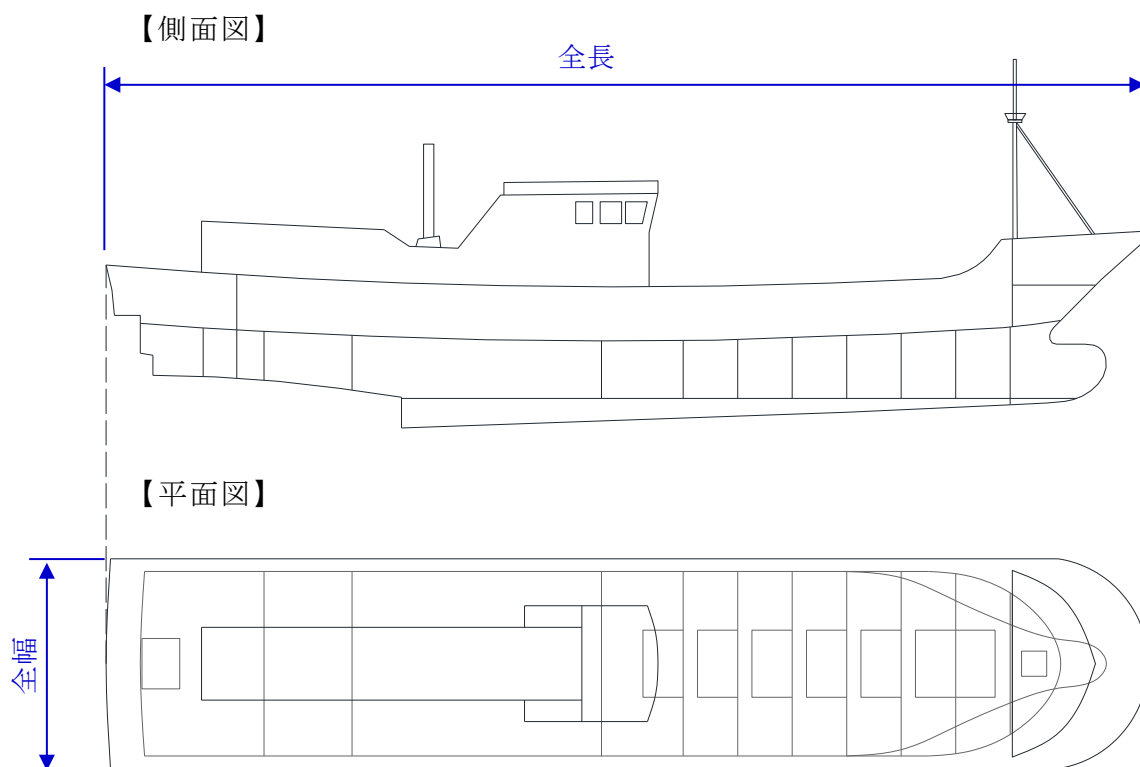
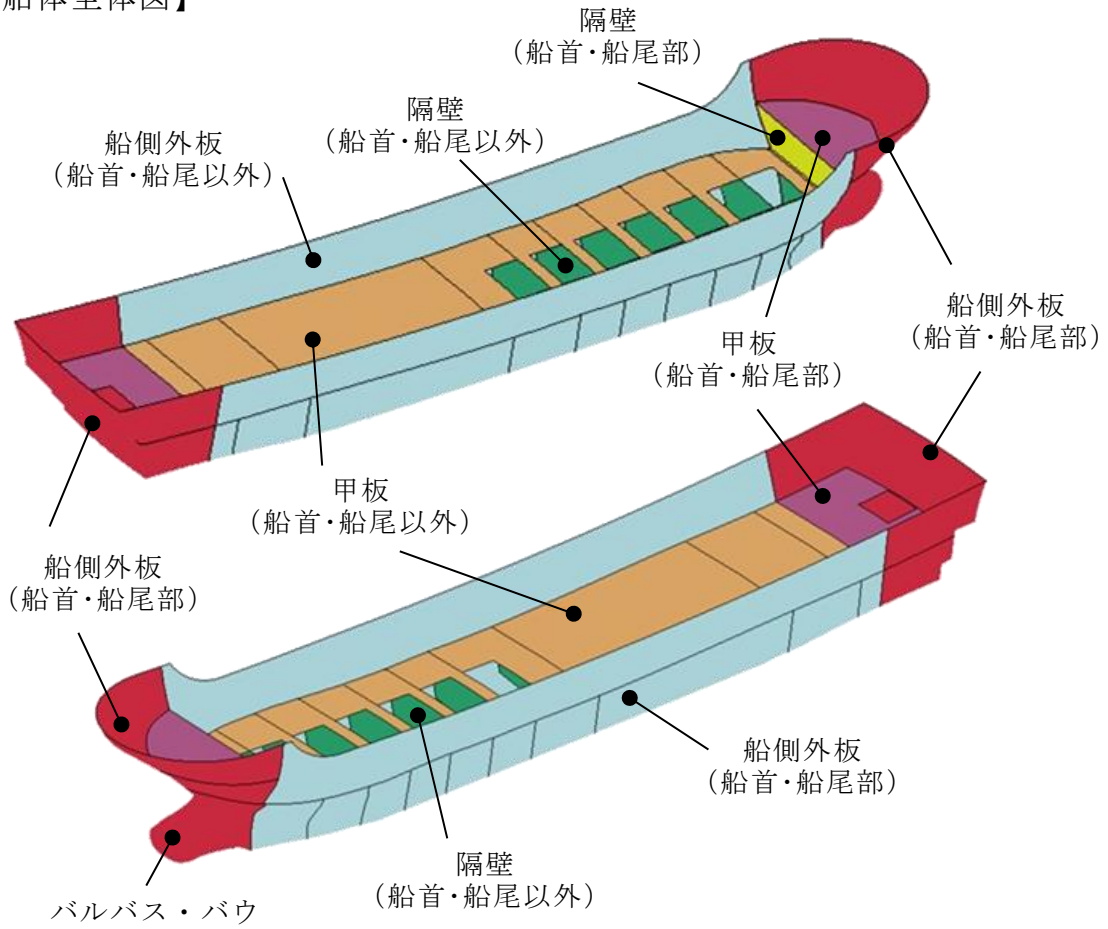
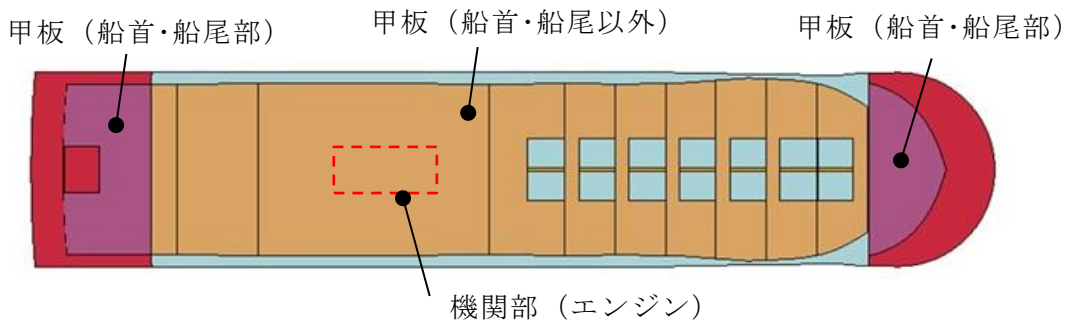


図 4.5.7-5 対象船舶の側面図及び平面図

【船体全体図】



【船体平面（上面）】



【船体正面（船首）】

【船体後面（船尾）】

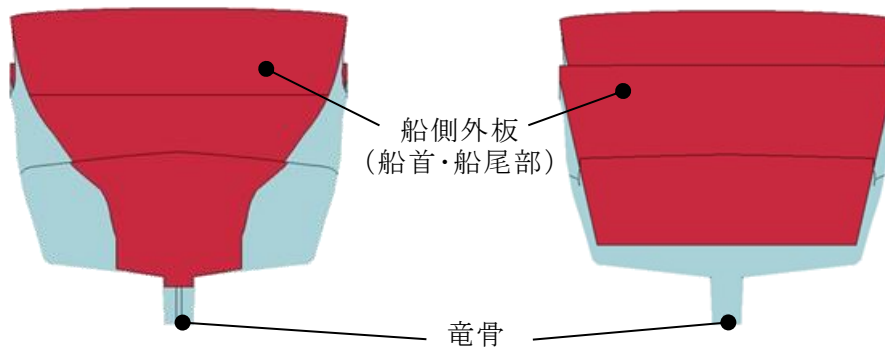


図 4.5.7-6 衝突解析用 3次元 FEMモデル

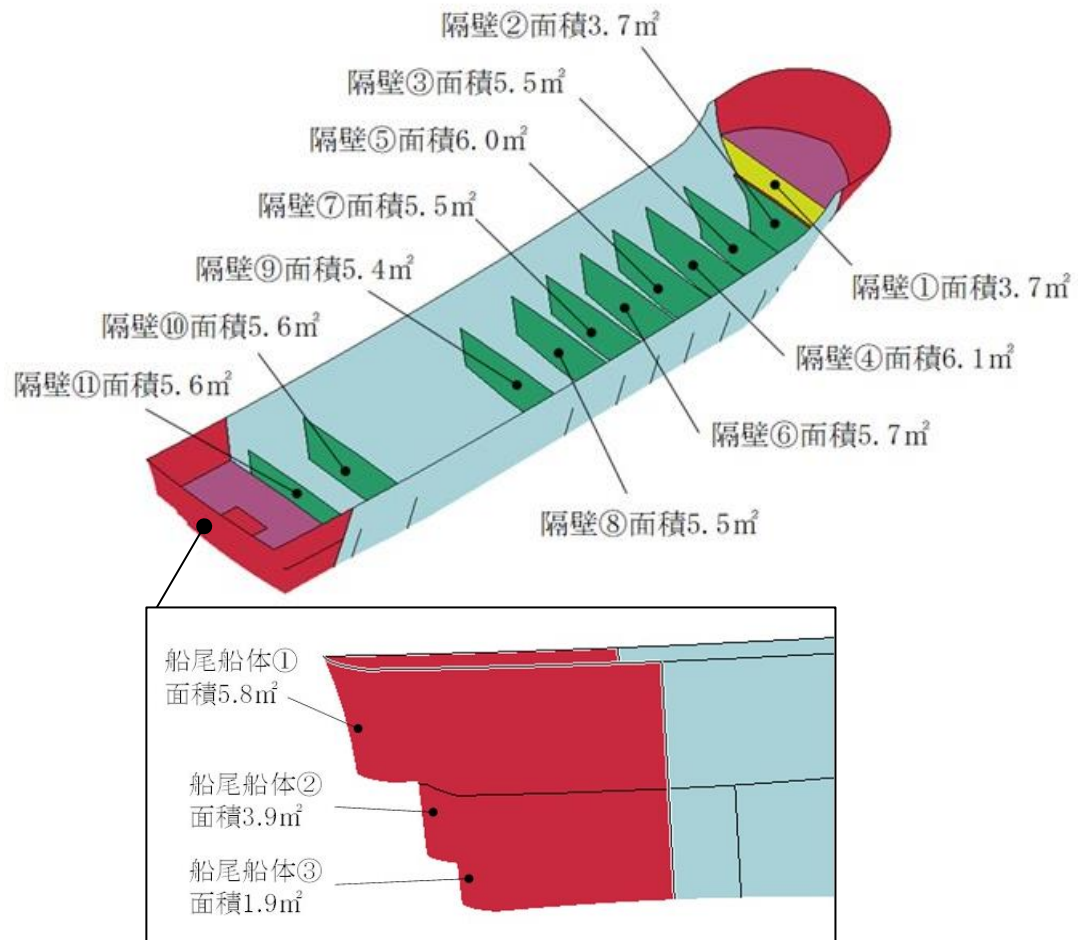


図 4.5.7-7 隔壁及び船尾の船体面積

(b) 船体板厚

船舶の3次元FEMモデルの作成にあたり、船体板厚の設定結果を表4.5.7-2及び図4.5.7-8に示す。

表 4.5.7-2 船体板厚の設定

板厚 t		引用文献等を基にした設定・算定根拠	引用文献 算定値 (mm)	採用値 (mm)
船首・船尾	船側外板 隔壁 甲板	「強化プラスチック船規則(2018, 日本海事協会)」 【板厚算定式】 $t = 15 \times s \times (d + 0.026 \times L)^{1/2} \times 0.85$ s: 肋骨の心距=0.5m d: 計画最大満載喫水=2.20m L: 登録長さ=19.40m ・引用文献の算定値に対して、縦、横肋骨のモデル簡略化の観点から板厚の割増しを行う	10.48	12.00
船首・船尾以外	船側外板 隔壁 甲板 竜骨	「強化プラスチック船規則(2018, 日本海事協会)」 【板厚算定式】 $t = 15 \times s \times (d + 0.026 \times L)^{1/2}$ s: 肋骨の心距=0.5m d: 計画最大満載喫水=2.20m L: 登録長さ=19.40m ・引用文献の算定値に対して、縦、横肋骨のモデル簡略化の観点から板厚の割増しを行う	12.33	14.00

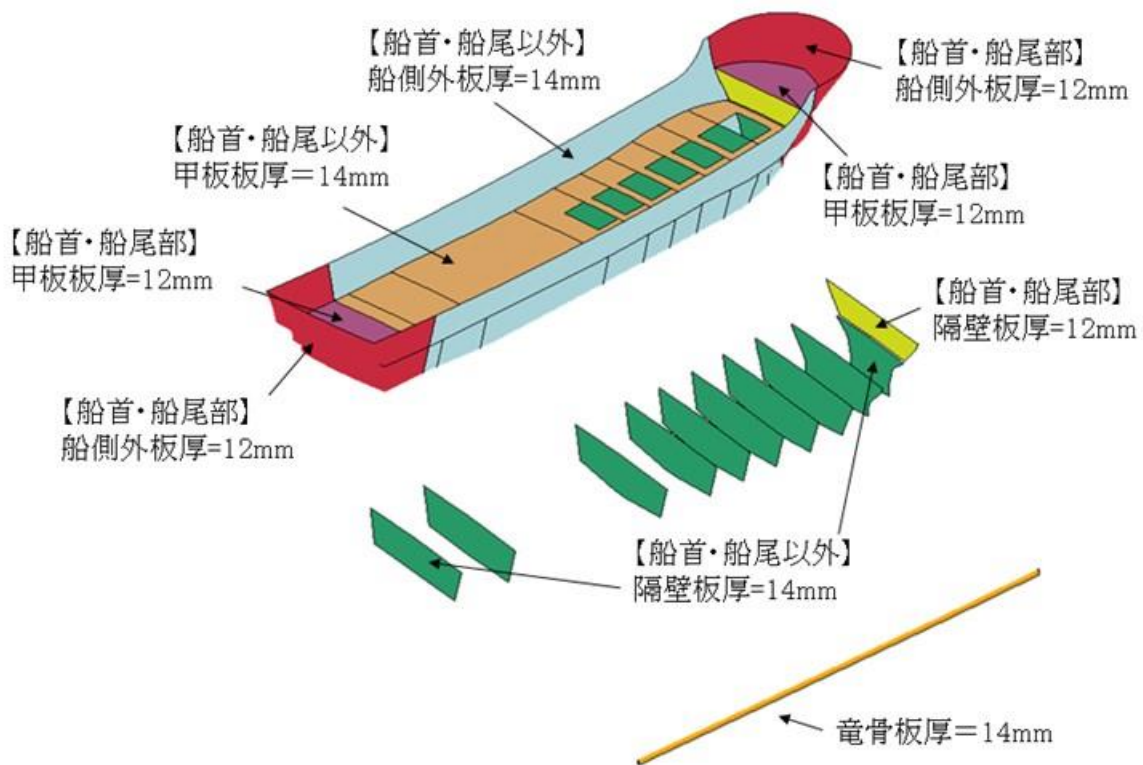


図 4.5.7-8 船体板厚の設定

(c) 材料特性

本解析に用いる，FRP の材料特性の設定結果を表 4.5.7-3 に示す。

表 4.5.7-3 FRP の材料特性の設定結果

項目	引用文献	引用文献値	採用値
ヤング率 (曲げ弾性率)	「強化プラスチック船規則検査要領(日本海事協会, 2018)」の曲げ弾性係数の判定基準値	11,780 (N/mm ²)	12 (GPa)
	「漁港・漁場の施設の設計参考図書(水産庁, 2015)」の曲げ弾性係数の値	9~12 (GPa)	
ポアソン比	「非金属データブック プラスチック・FRP・ゴム・接着剤・塗料・木材及び木質材料・セラミックス [改訂2版](1985)」のハンドレイアップ用ガラス繊維基材のGRPとしての力学的特性値(標準)	0.336 【0.32~0.358】	0.358
強度	「漁港・漁場の施設の設計参考図書(水産庁, 2015)」の圧縮強度の値	100~200 (MPa)	200 (MPa)
単位体積重量	「漁港・漁場の施設の設計参考図書(水産庁, 2015)」のFRPの成型法と工学的特性値の例における, ハンドレイアップの値	1.5~1.6 (t/m ³)	1.6 (t/m ³)

【応力-ひずみ関係】

「FRP 成形入門講座(日本プラスチック加工技術協会)」によれば, 「FRP 材料は金属材料と異なり, はっきりとした降伏点を示さず, 破壊寸前まではほぼ弾性変形を示し, その応力-ひずみ曲線は図のようになり, 弾性吸収エネルギーが非常に大きいことが特徴で, 外力の吸収が金属材料に比較して大きいため, FRP 材料で作られた構造物は与えられるショックが小さい。」ことが示されている(図 4.5.7-9)。よって, FRP 材料は靱性が小さく, 脆性的な破壊形態であると考えられるため, 解析に用いる FRP 材料の応力-ひずみ関係は, 発生応力が強度に達した後(降伏以降)に, シェル要素を削除する設定とした(図 4.5.7-10)。

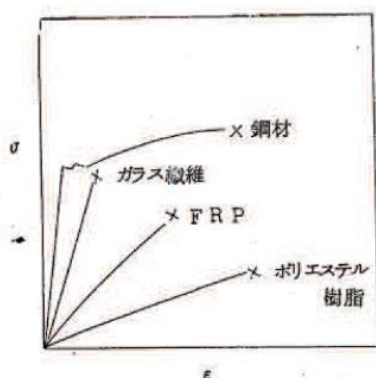


図 4.5.7-9 FRP の応力-ひずみ曲線

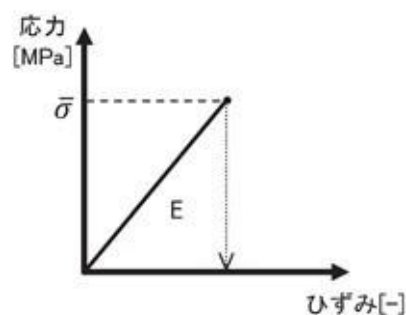


図 4.5.7-10 解析に用いる FRP の応力-ひずみ関係

(d) 船体質量

船舶の3次元FEMモデルの作成にあたり、船体質量は「津波漂流物対策施設設計ガイドライン（2014）」より、総トン数19tの3倍である57tとする。ただし、3次元FEMモデルを作成する船殻（船側、外板、甲板、隔壁及び竜骨）の質量は約8.7tとなり、船体質量57tの残り質量は艀装重量や漁獲物等のため船首・船尾以外の船殻に付加質量として考慮する。

d. 解析ケース

船舶の衝突形態の整理にあたり、船舶は長軸と短軸が明瞭ではあるが、漂流物となって来襲する際に、回転の影響を受けて複雑な挙動となる可能性がある。既往の文献として、「構造物の衝撃挙動と設計法（(社) 土木学会, 1994）（以下、「土木学会（1994）」という）」と「津波漂流物対策施設設計ガイドライン（2014）」に以下の記載がある。

- ・「土木学会（1994）」によれば、実験の結果から、漂流船の衝突は図 4.5.7-11 に示すような衝突形態が想定されるとしており、「航路直角面への正面衝突は、海洋構造物近傍の潮流の Shear-flow による船体の漂流方向の変更、並びに風による船体の横向き漂流現象によりあまりあり得ない。」とし、「一番頻度の高い衝突形態は、海洋構造物の隅角部への船首、船側及び船尾の衝突である。」としている。
- ・「津波漂流物対策施設設計ガイドライン（2014）」によれば、「土木学会（1994）」と同じ衝突形態の図（図 4.5.7-11 と同じ）を示しており、衝突形態③は船の回転によりエネルギーが消費されるため、衝突形態①の半分の衝突エネルギーであるとし、衝突形態②は衝突形態①又は衝突形態③と同じ衝突エネルギーであるとしている。

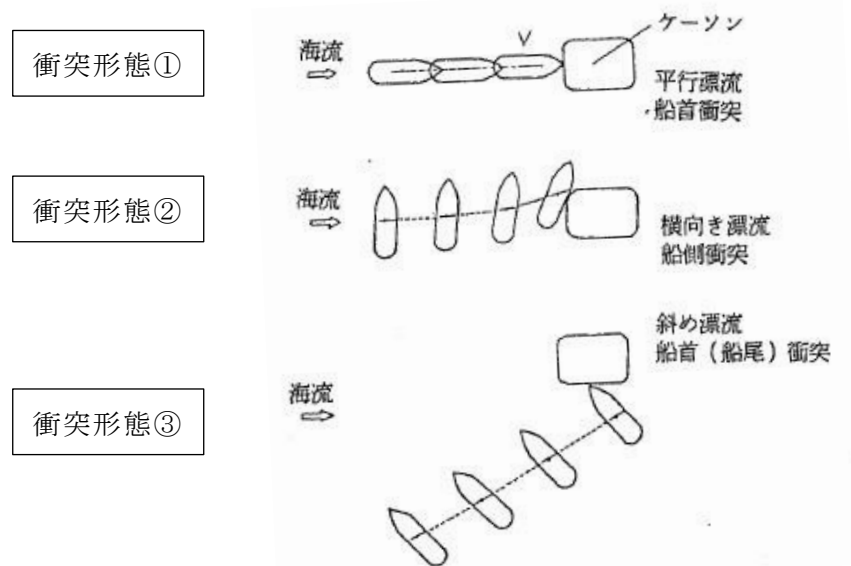


図 4.5.7-11 漂流による衝突形態（「土木学会（1994）」に一部加筆）

衝突パターンと衝突形態の整理の結果、「船首、船尾及び真横方向」から衝突するケースでは、剛壁に対して船体1箇所での衝突が生じるが、「船首斜め及び船尾斜め方向」から衝突するケースでは、船体の2箇所以上で衝突が生じ、衝突荷重が分散されることにより、前者の船体1箇所での衝突するケースに衝突荷重が包絡される事象であると考えられる。「Ikeno et al (2016)」では木材(丸太)の気中衝突実験を行っており、縦衝突に対して斜め衝突にした場合に衝突力は減少することが示されており、特に衝突角度20度を超えた場合には最大で半分程度の衝突力になることが示されている。

「土木学会(1994)」で示されている衝突形態の被衝突体はケーソンであるが、評価対象構造物は津波来襲方向に直行方向を堰き止める方向にあることから、来襲した津波は跳ね返され、その反射波の影響により漂流速度は低減する。本検討では安全側に衝突速度が減速しないと仮定した場合において、衝突形態の影響(不確かさ)を確認するため、「船首、船尾、真横、斜め船首、及び斜め船尾方向」の5ケースの衝突解析を実施する。なお、衝突速度は「4.5.6(3)漂流物による衝突荷重算定用の流速」より、10m/sと4m/sの2ケース実施する(表4.5.7-4、図4.5.7-12)。

次に、船舶の衝突時のトリム(船首と船尾の喫水差)については、船舶が津波に押されてトリムが上がった状態(船首が上がった状態)で衝突すると想定される。ただし、トリムが上がった状態では船舶の重心位置と衝突位置の関係から、衝突後に船舶がさらに上向きになり、衝突荷重が小さくなると考えられるため、安全側に船舶の重心位置と衝突位置が水平となるように設定する。

表 4.5.7-4 衝突形態と解析ケース一覧

ケース	衝突形態	流速	ケース	衝突形態	流速
①	船首方向	10m/s	⑥	船首方向	4m/s
②	船尾方向		⑦	船尾方向	
③	真横方向		⑧	真横方向	
④	船首斜め方向		⑨	船首斜め方向	
⑤	船尾斜め方向		⑩	船尾斜め方向	

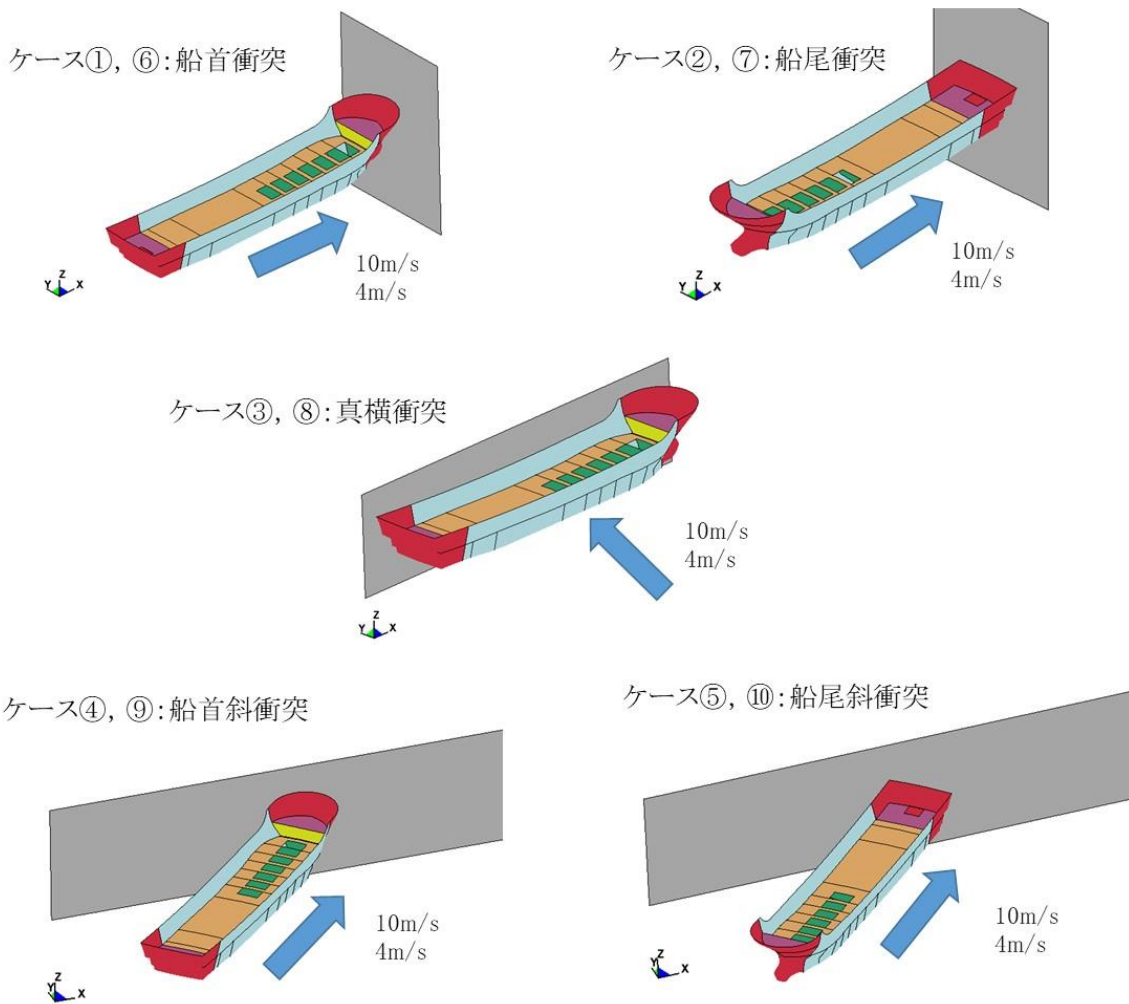


図 4.5.7-12 衝突解析の解析ケースと衝突イメージ

e. 解析結果（衝突速度：10m/s）

(a) ケース①（船首衝突）

ケース①（船首衝突）の衝突解析結果として、図 4.5.7-13 に衝突状況、図 4.5.7-14 に衝突荷重の時刻歴、及び機関部(エンジン部)における速度の時刻歴を示す。解析結果のまとめを以下に示す。

- ・衝突荷重は、船首の破壊に伴い大きくなり、隔壁②衝突時（約 0.42 秒）で最大となる衝突荷重 1,676kN が作用することを確認した。
- ・速度については、衝突直後から速度低下を確認するとともに、解析状況より機関部までは破損しないことを確認した。

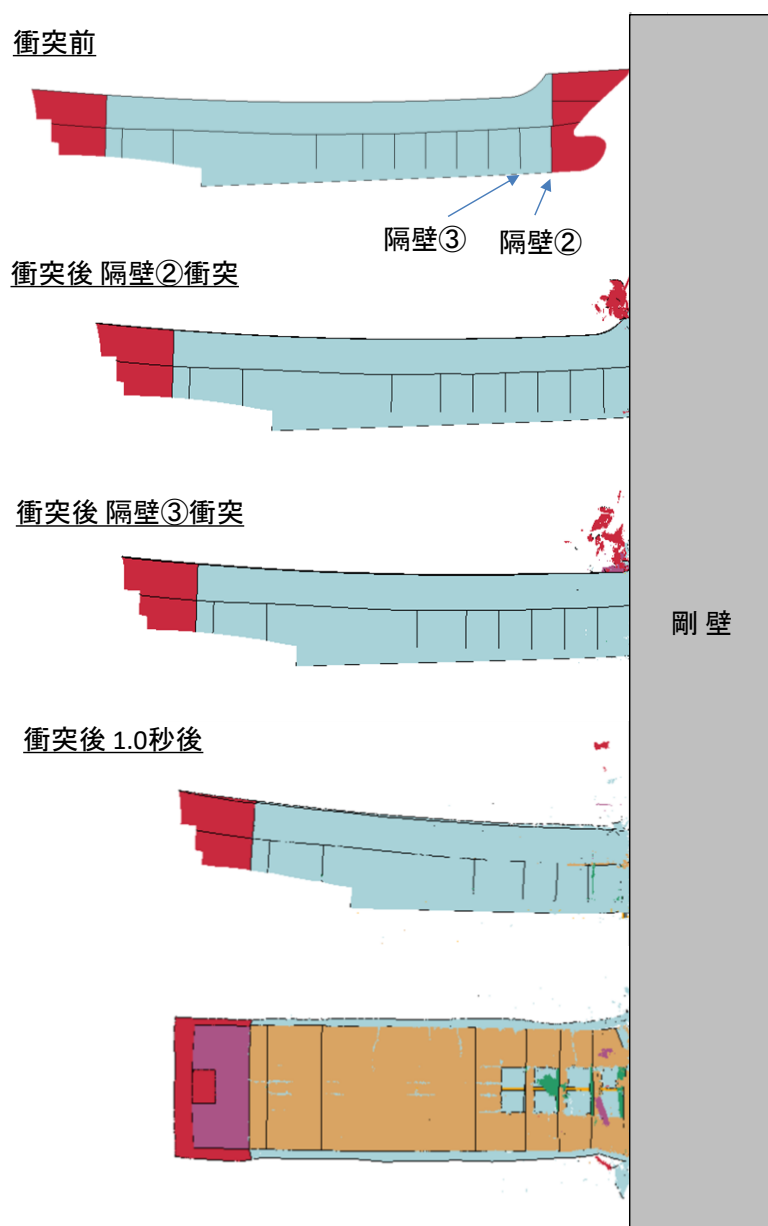
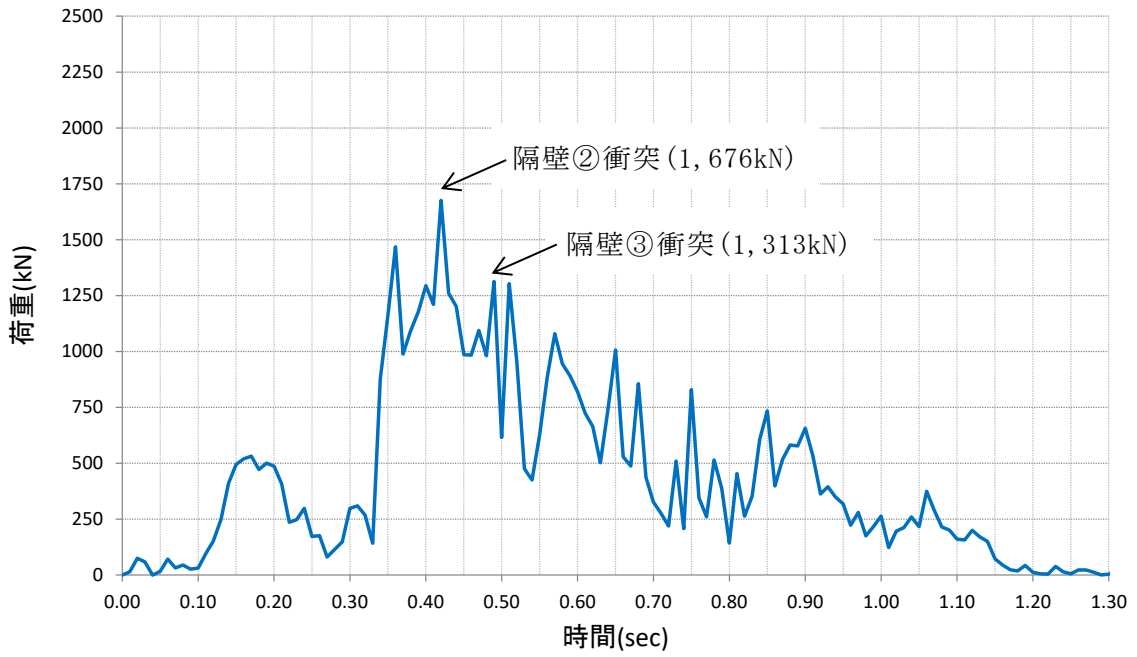


図 4.5.7-13 ケース①衝突状況

【ケース①: 衝突解析の時刻歴】



【ケース①: 機関部における速度の時刻歴】

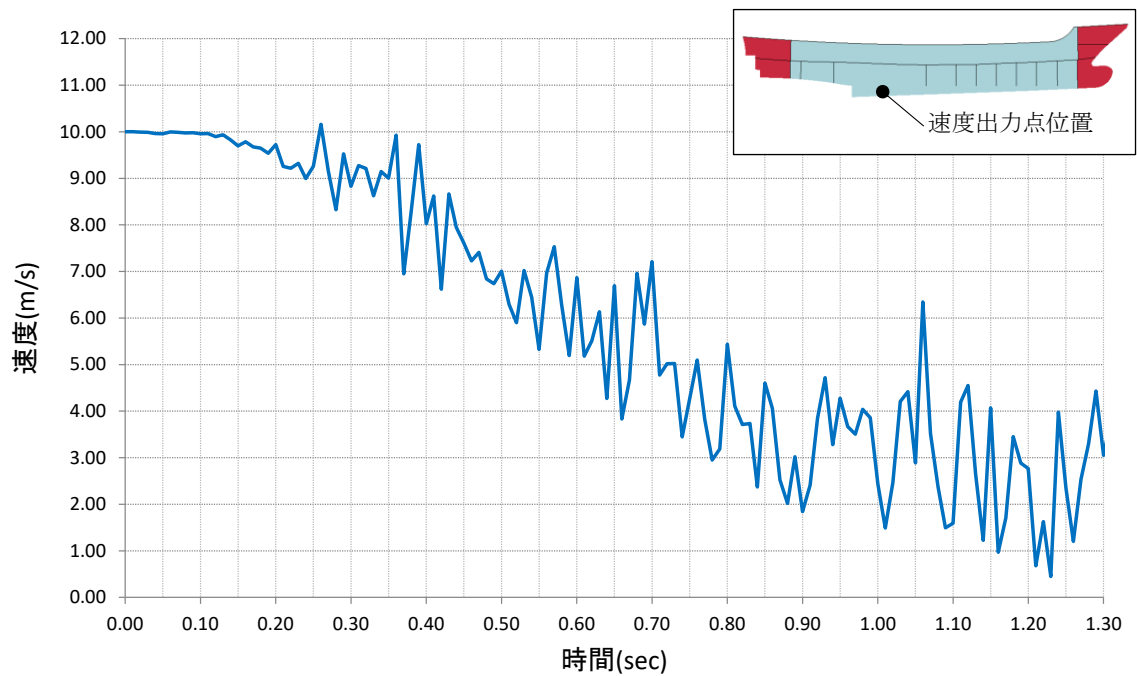


図 4.5.7-14 ケース①衝突荷重及び機関部における速度の時刻歴

(b) ケース②（船尾衝突）

ケース②（船尾衝突）の解析結果として、図 4.5.7-15 に衝突状況、図 4.5.7-16 に衝突荷重の時刻歴、及び機関部における速度の時刻歴を示す。解析結果のまとめを以下に示す。

- ・衝突荷重は、船尾の破壊に伴い大きくなり、船尾船体②衝突時（0.11秒）で最大となる衝突荷重 1,585kN が作用することを確認した。また、ケース①の衝突荷重（1,676kN）と比較して有意な差はなく、同等の衝突荷重が作用することを確認した。
- ・速度については、衝突直後から速度が低下することを確認した。一方、解析状況より機関部まで船体が破損する可能性があり、機関部に破壊が到達する際の最大速度は約 6.3m/s となることを確認した。

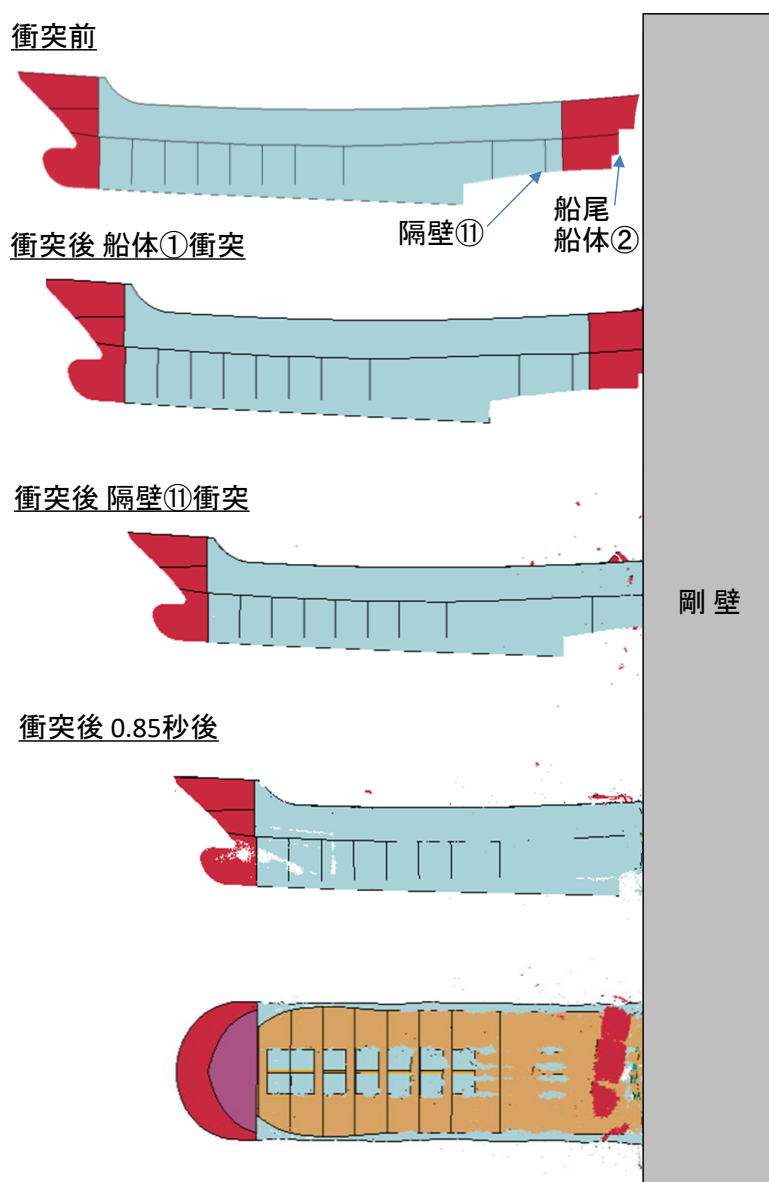
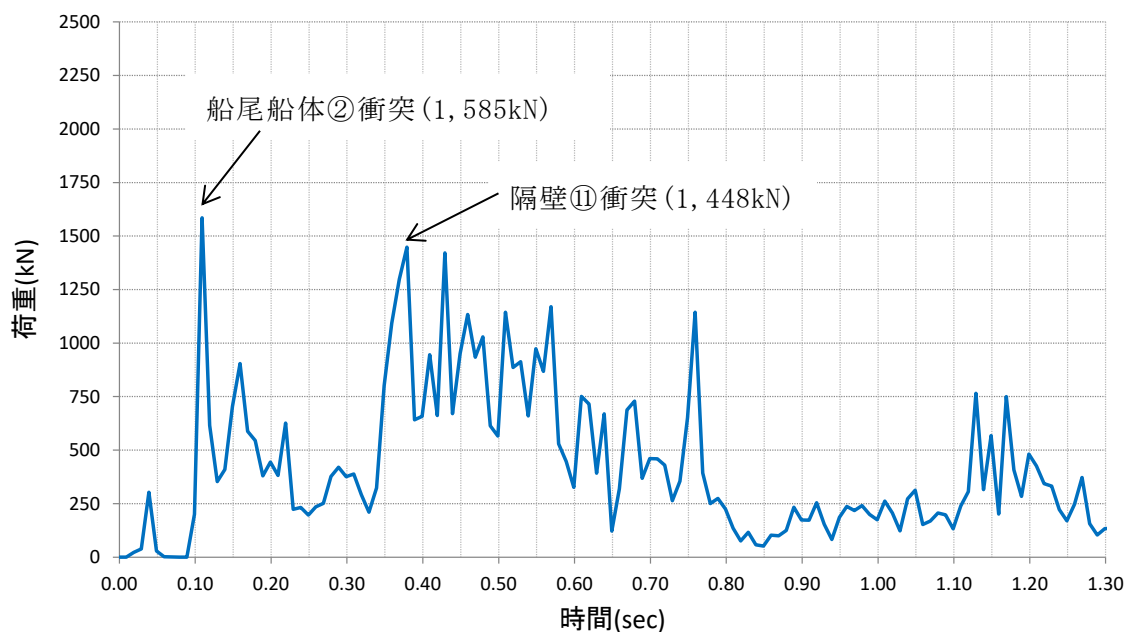


図 4.5.7-15 ケース②衝突状況

【ケース②：衝突解析の時刻歴】



【ケース②：機関部における速度の時刻歴】

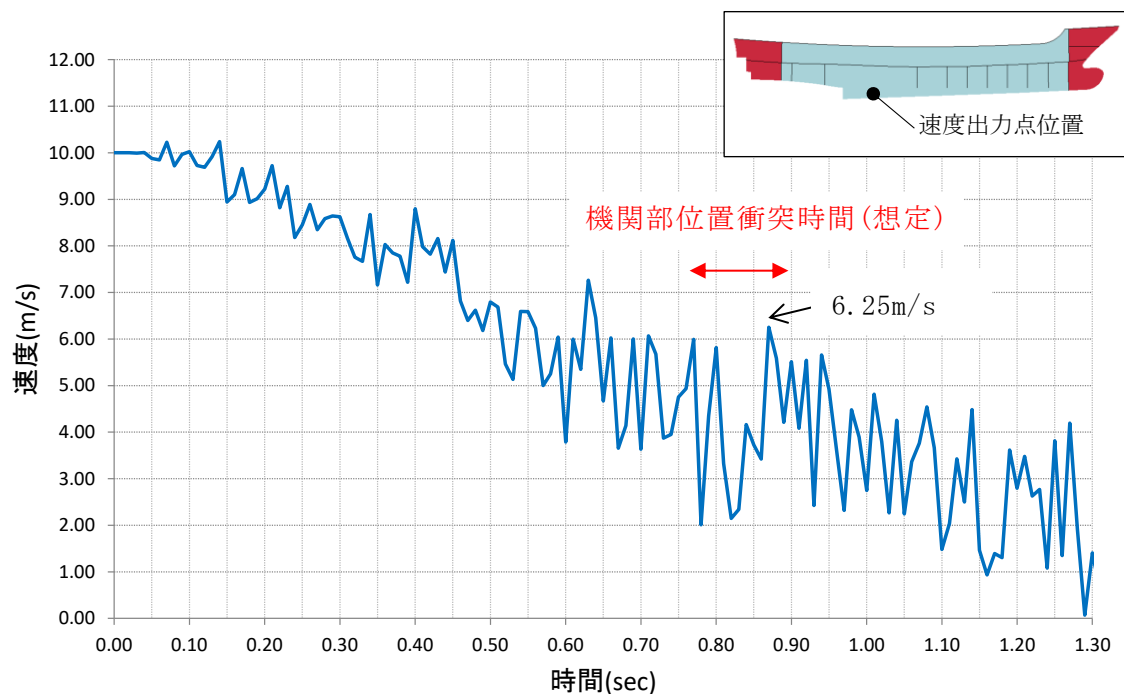


図 4.5.7-16 ケース②衝突荷重及び機関部における速度の時刻歴

(c) ケース③（真横衝突）

ケース③の真横衝突時では、船舶長さ（約 25m）全体で剛壁に衝突荷重が作用しており、おおむね船舶長さに対する分布荷重となることを確認した。そのため、衝突荷重の整理においては、剛壁 25m 当たり及び剛壁 1m 当たりにおける解析結果を示す。

ケース③（真横衝突）の解析結果として、図 4.5.7-17 に衝突状況、図 4.5.7-18 に剛壁 25m 当たりの衝突荷重の時刻歴と機関部における速度の時刻歴、及び図 4.5.7-19 に剛壁 1m 当たりの衝突荷重の時刻歴を示す。解析結果のまとめを以下に示す。

- ・剛壁 25m 当たりの衝突荷重は、船体側面の破壊に伴い大きくなり、最大で 4,575kN(0.04 秒)の衝突荷重が作用することを確認した。なお、剛壁 1m 当たりの衝突荷重も同様に、船体側面の破壊に伴い大きくなり、隔壁⑩付近において最大で 545kN (0.07 秒) の衝突荷重が作用することを確認した。また、真横衝突時は、その他の衝突形態（衝突方向）で発生する荷重の作用時間（約 1.3 秒）に比べて、極めて作用時間が短い（約 0.3 秒）ことを確認した。
- ・速度については、衝突直後から速度が低下することを確認した。一方、ケース②（船尾方向）と同様に解析状況より、機関部まで船体が破損する可能性があり、機関部に破壊が到達する際の最大速度は約 5.1m/sとなることを確認した。

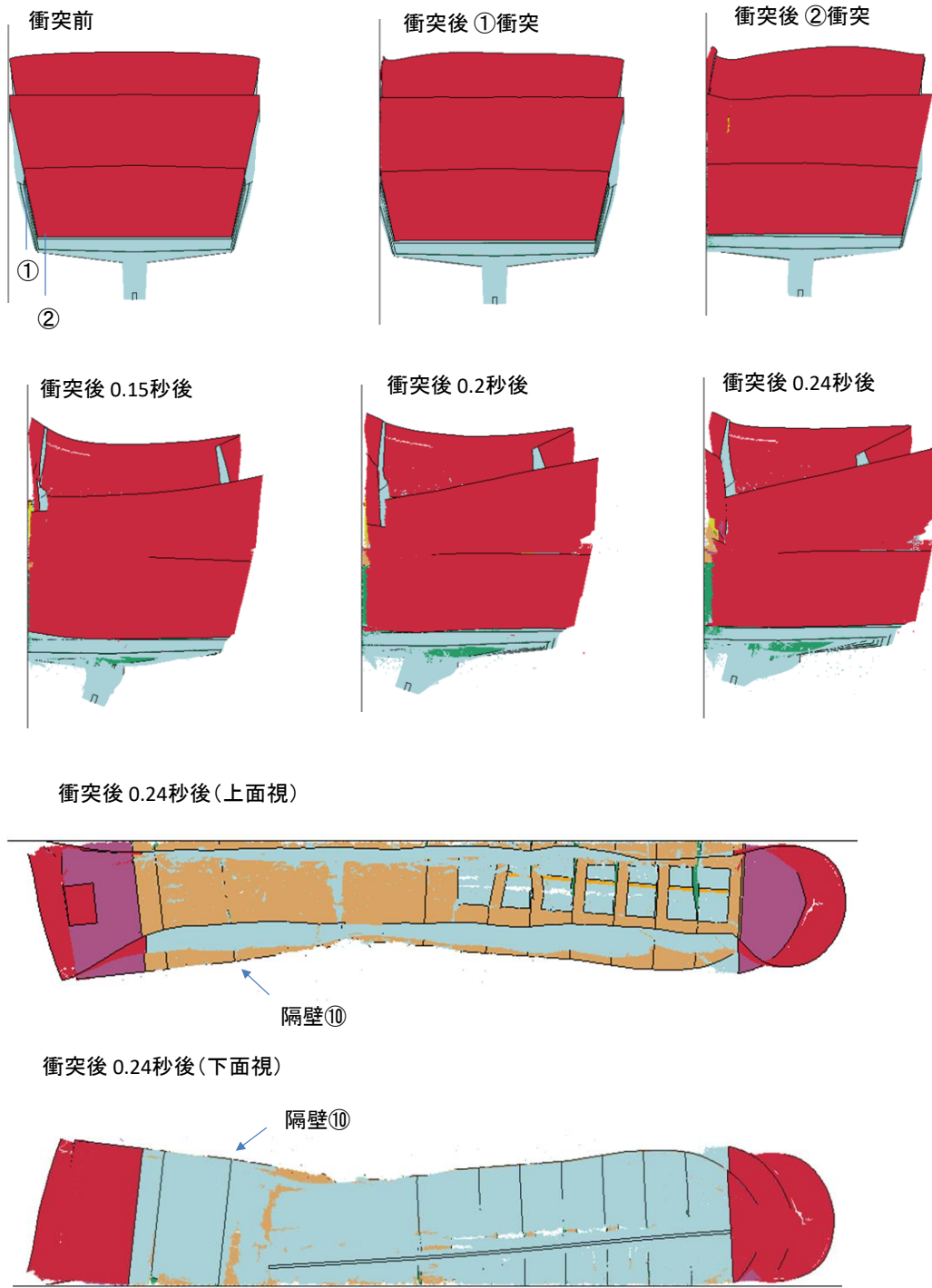
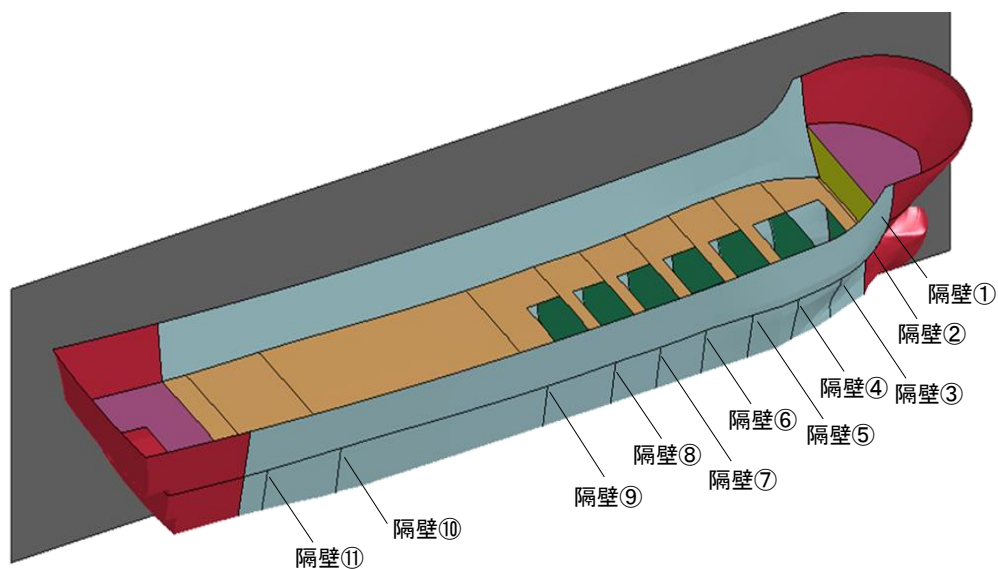
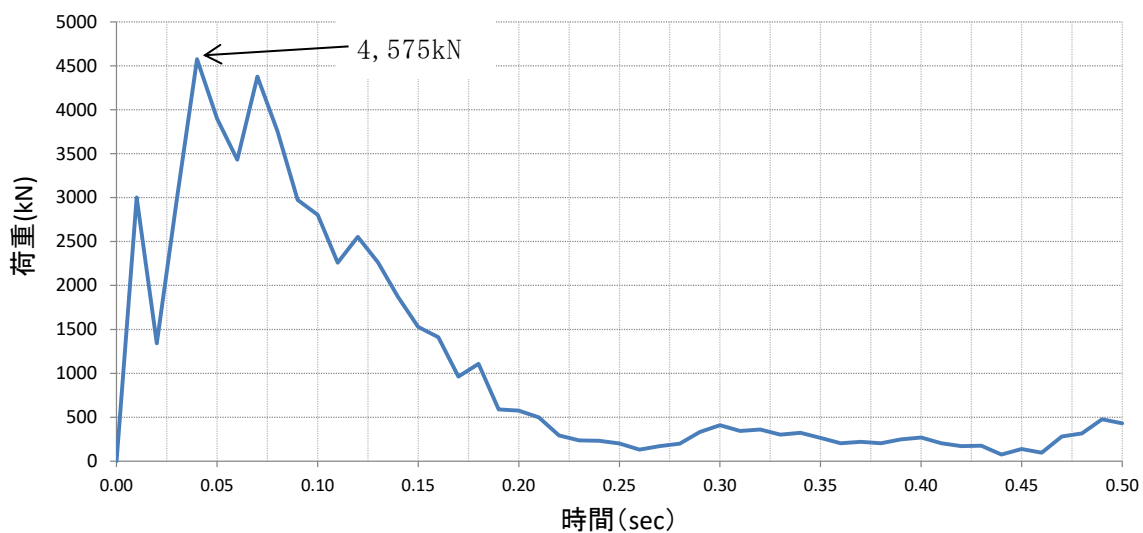


図 4.5.7-17 ケース③衝突状況



【ケース③：衝突解析の時刻歴（25m）】



【ケース③：機関部における速度の時刻歴（25m）】

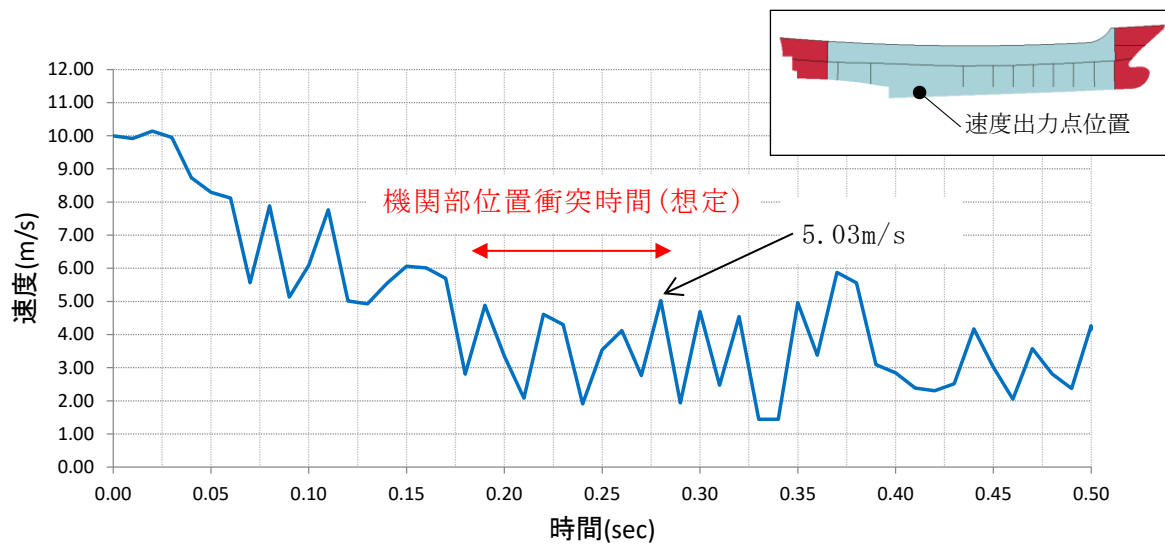


図 4.5.7-18 ケース③衝突荷重及び機関部における速度の時刻歴

剛壁1m当たり(①~⑦)
に作用する荷重

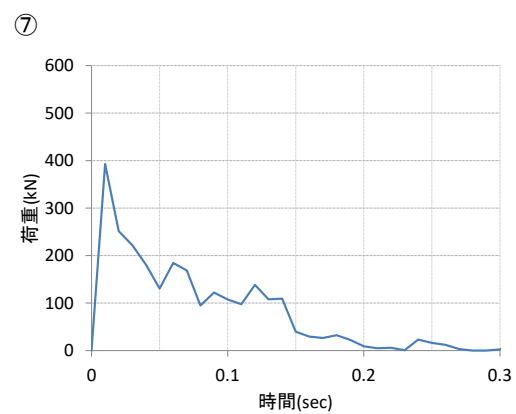
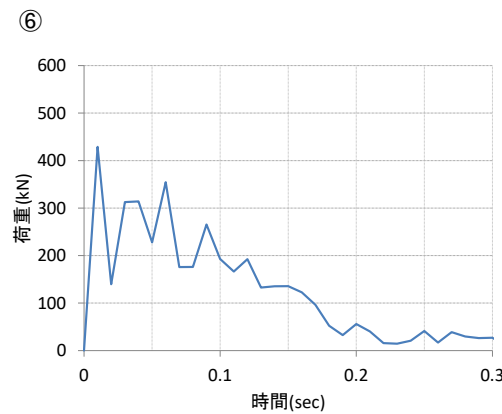
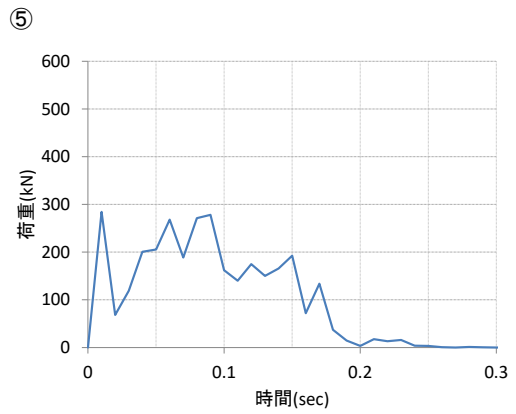
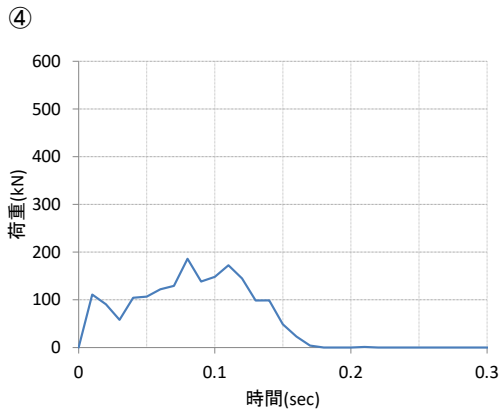
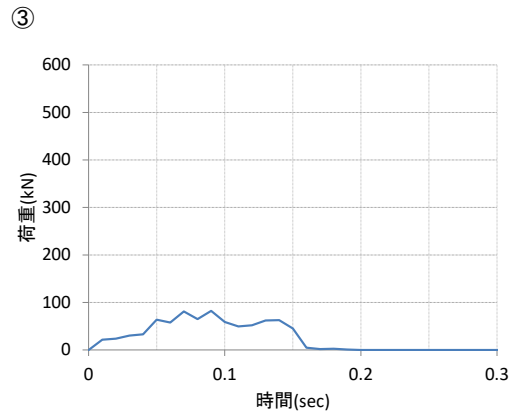
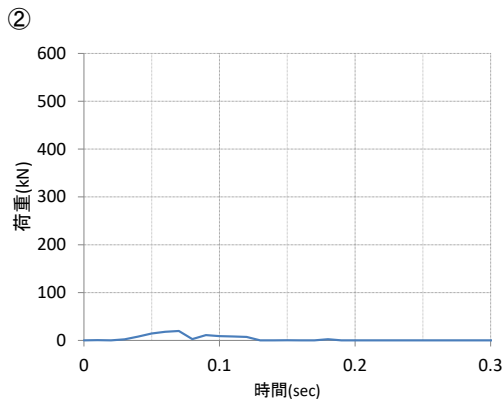
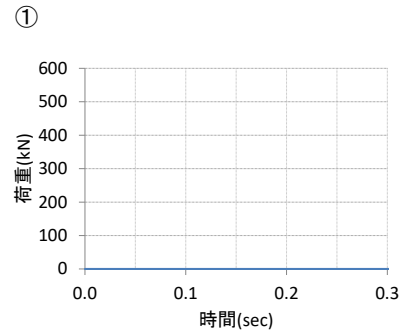
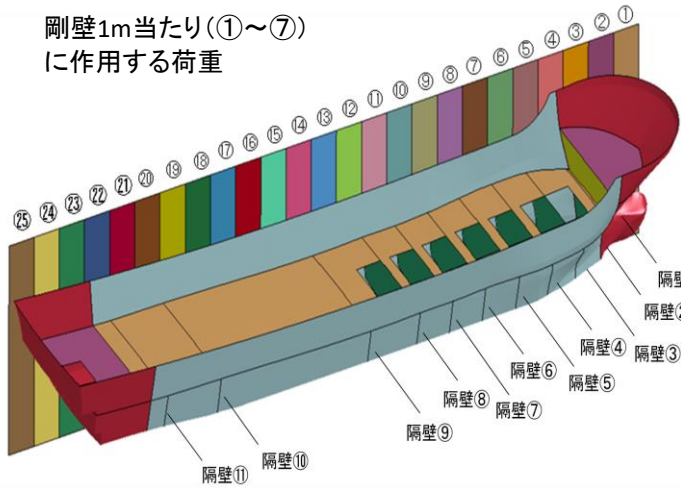


図 4.5.7-19 (1) ケース③衝突荷重の時刻歴 (1m 当たり)

剛壁1m当たり(⑧~⑬)
に作用する荷重

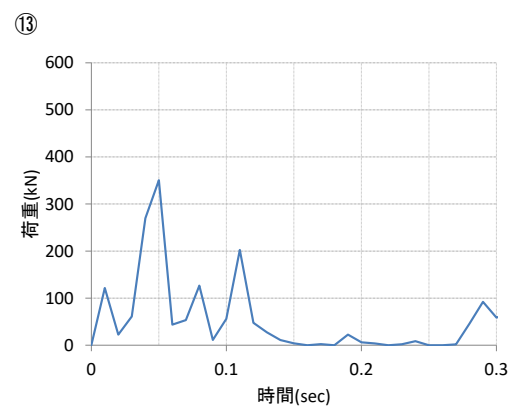
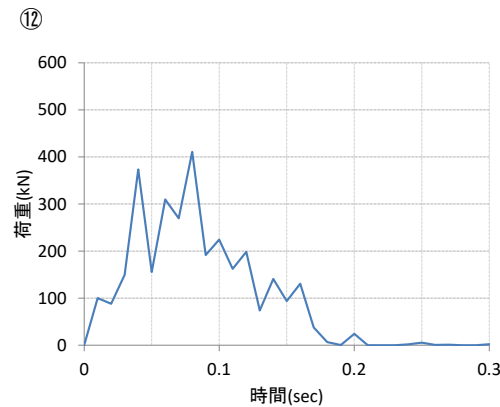
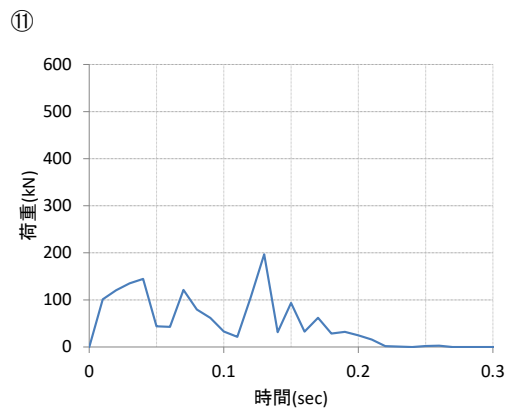
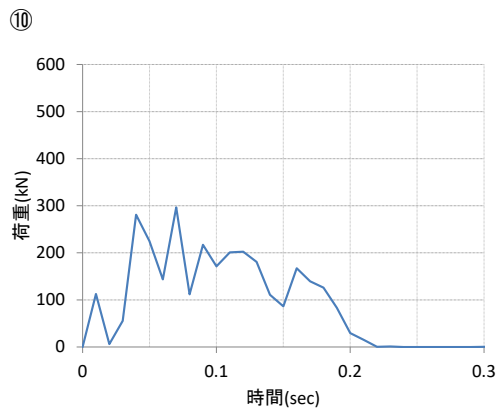
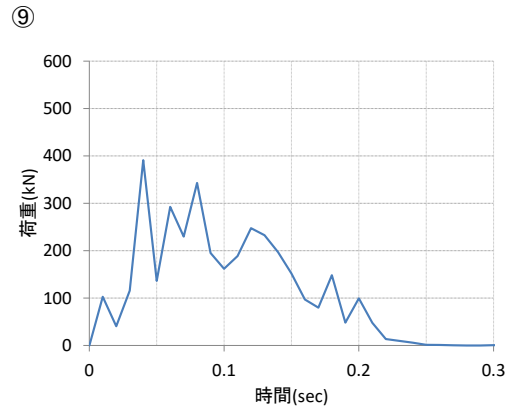
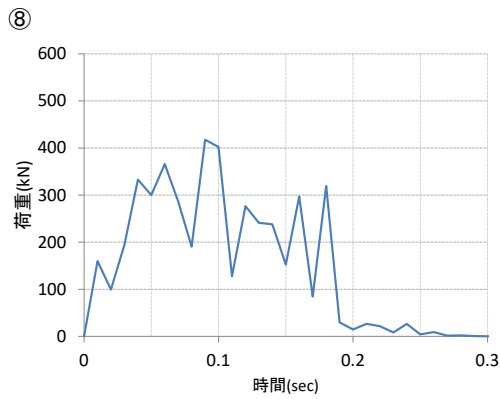
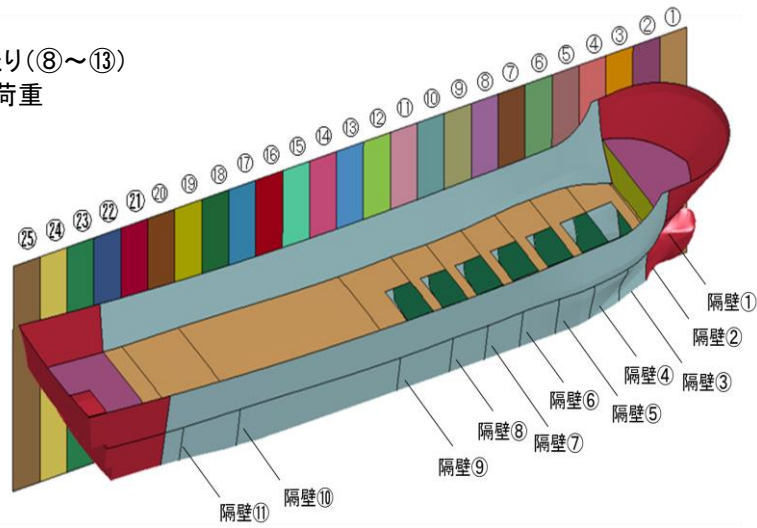


図 4.5.7-19 (2) ケース③衝突荷重の時刻歴 (1m 当たり)

剛壁1m当たり(⑭～⑰)
に作用する荷重

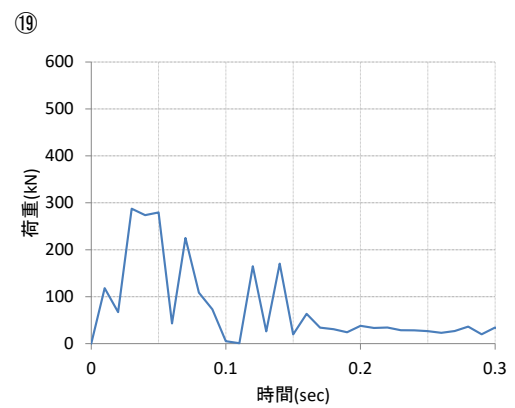
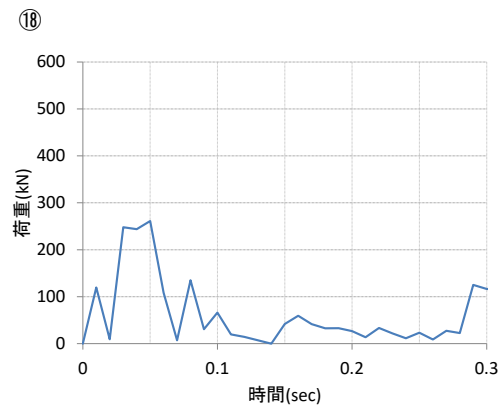
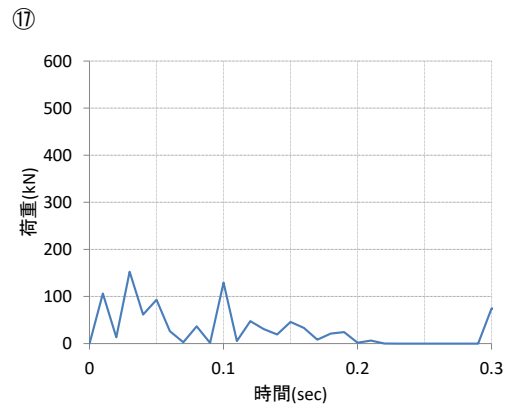
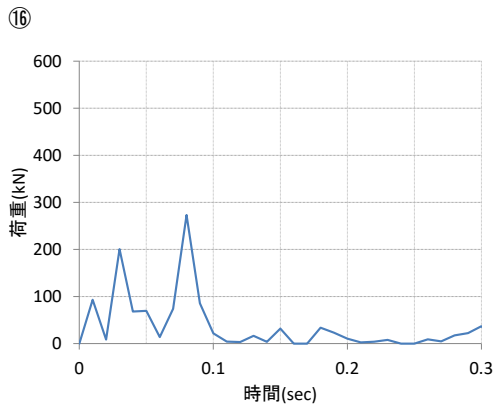
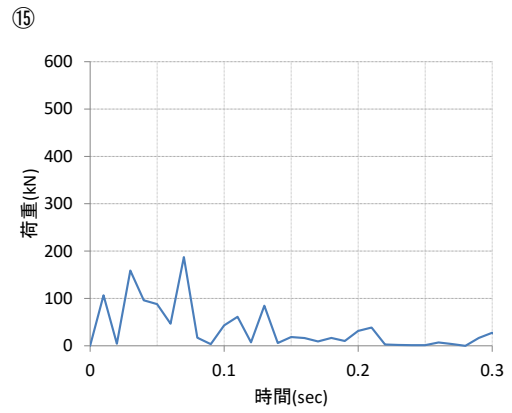
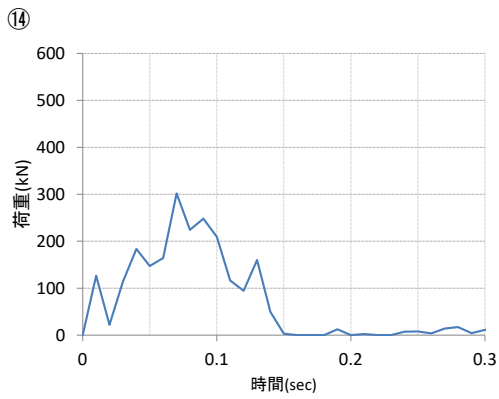
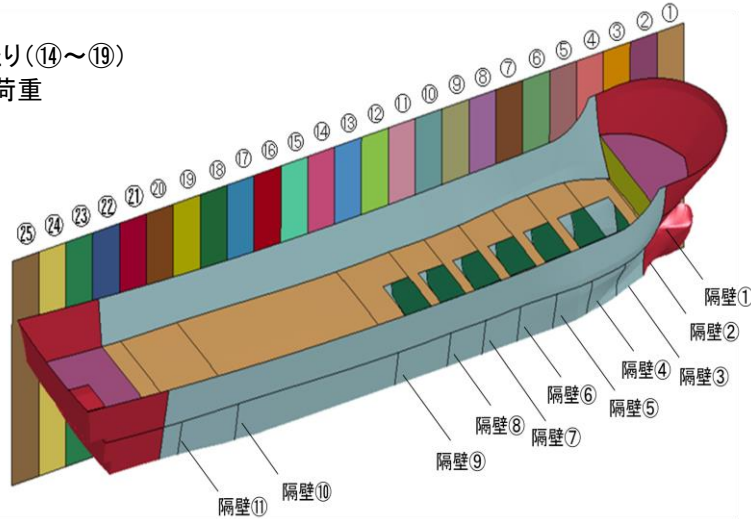


図 4.5.7-19 (3) ケース③衝突荷重の時刻歴 (1m 当たり)

剛壁1m当たり(⑳～㉵)
に作用する荷重

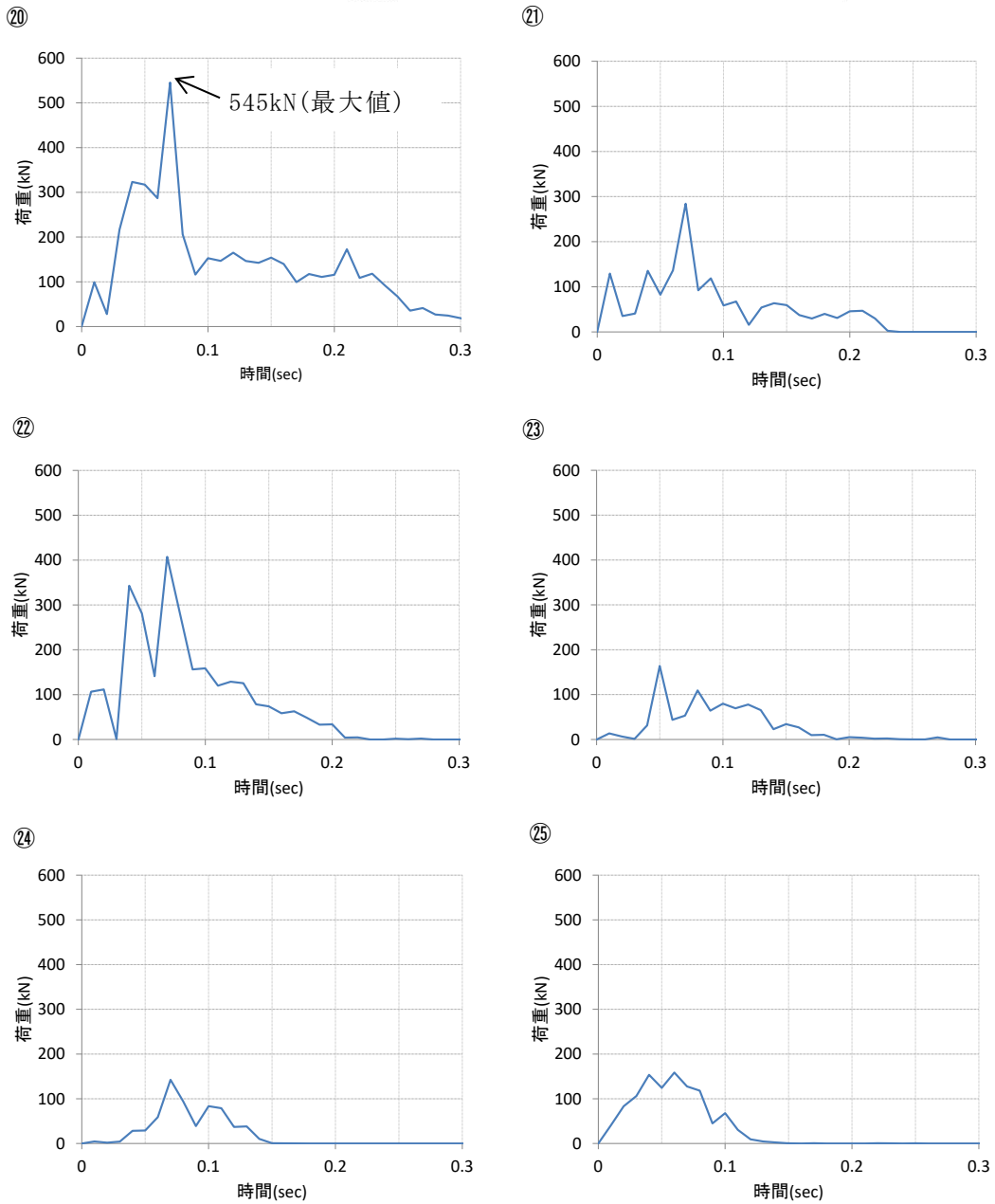
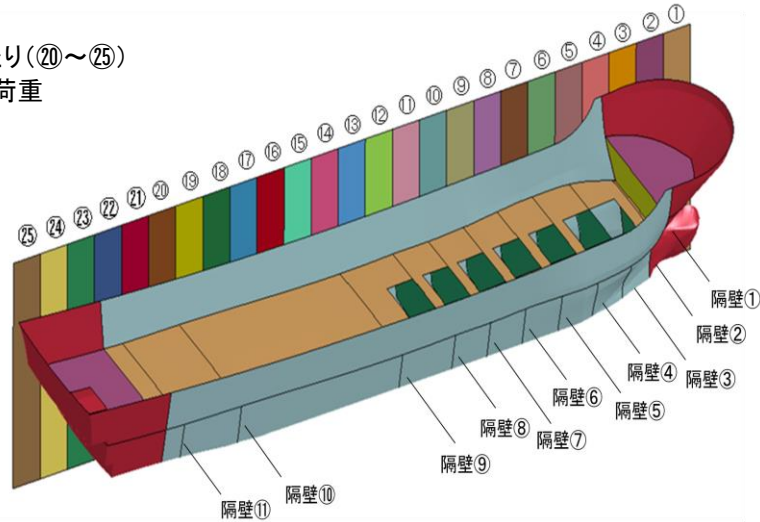


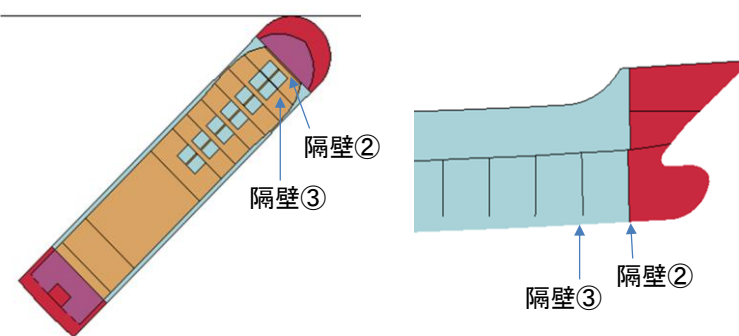
図 4.5.7-19 (4) ケース③衝突荷重の時刻歴 (1m 当たり)

(d) ケース④（船首斜め衝突）

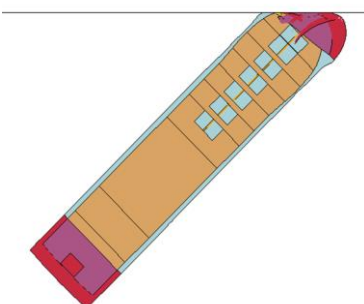
ケース④の船首斜め衝突時の解析結果として、図 4.5.7-20 に衝突状況、図 4.5.7-21 に衝突荷重の時刻歴、及び機関部における速度の時刻歴を示す。解析結果のまとめを以下に示す。

- ・衝突荷重は、船首の破壊に伴い大きくなり、隔壁③衝突時（0.65 秒）で最大となる衝突荷重 793kN が作用した後に、船尾が剛壁に対して平行となる方向に回転し、船体側面衝突時（2.26 秒）で 338kN の衝突荷重が作用することを確認した。
- ・速度については、衝突直後から速度低下を確認するとともに、ケース①（船首方向）と同様に解析状況より、機関部までは破損しないことを確認した。

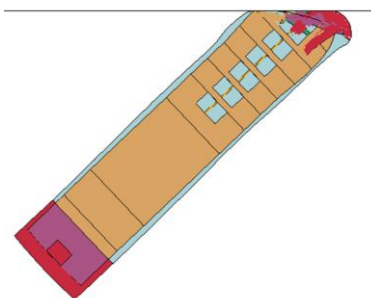
衝突前



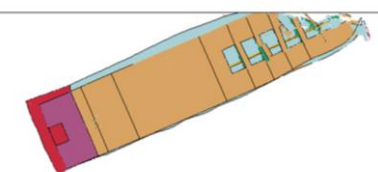
衝突後 隔壁②衝突



衝突後 隔壁③衝突



衝突後 1.5秒後



衝突後 2.2秒後

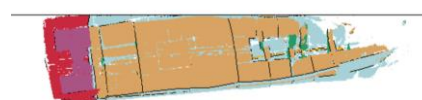
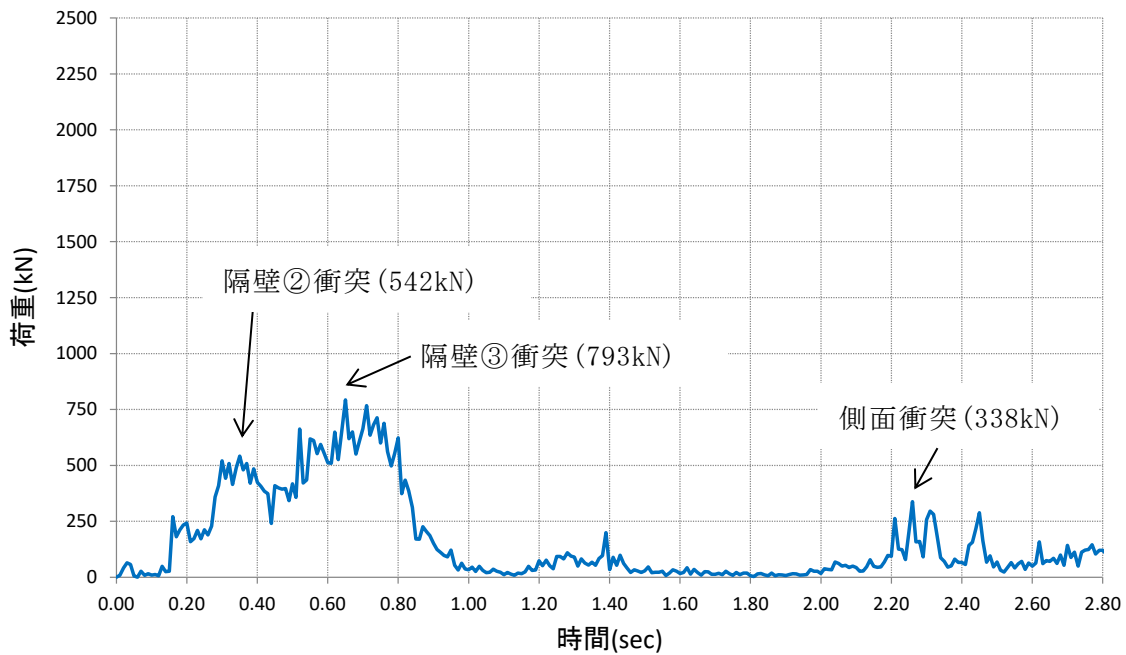


図 4.5.7-20 ケース④衝突状況

【ケース④：衝突解析の時刻歴】



【ケース④：機関部における速度の時刻歴】

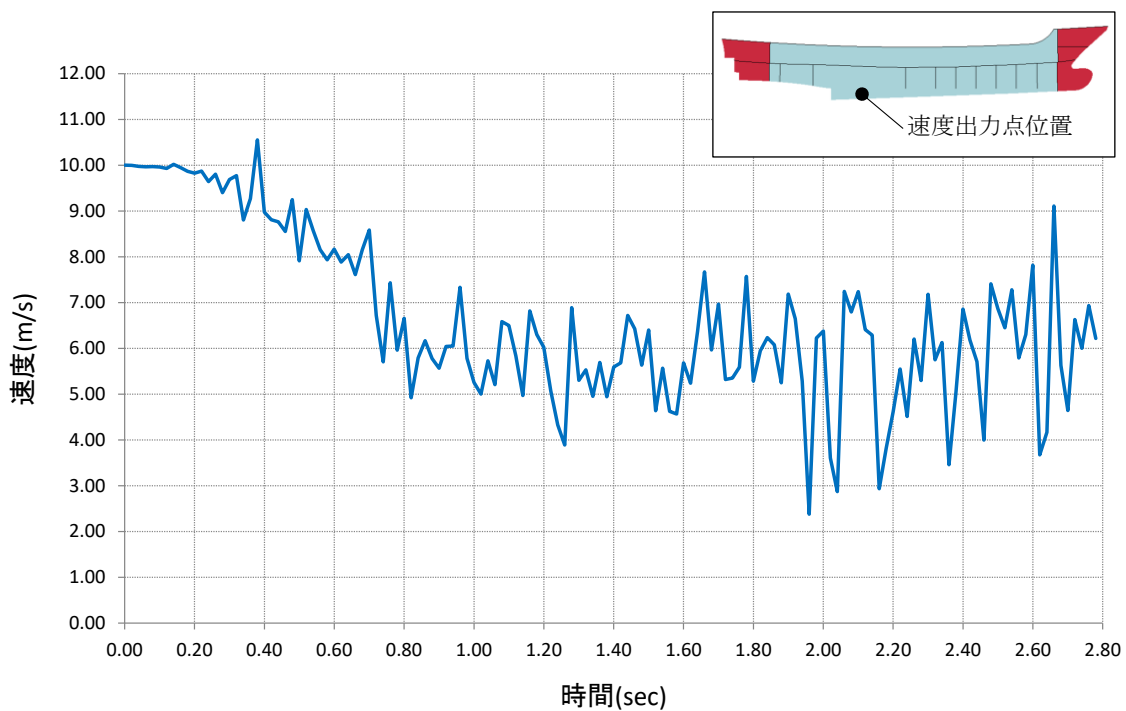


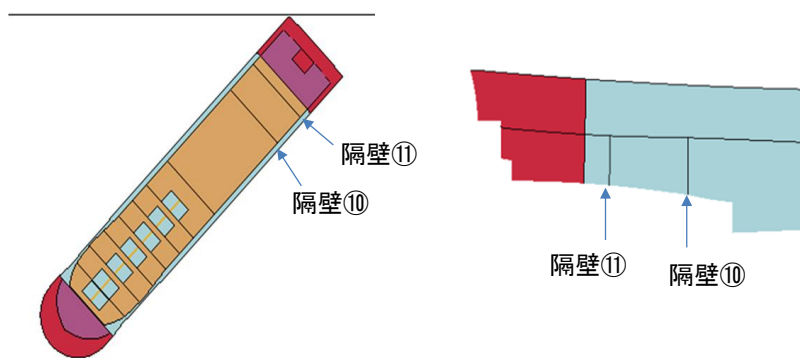
図 4.5.7-21 ケース④衝突荷重及び機関部における速度の時刻歴

(e) ケース⑤（船尾斜め衝突）

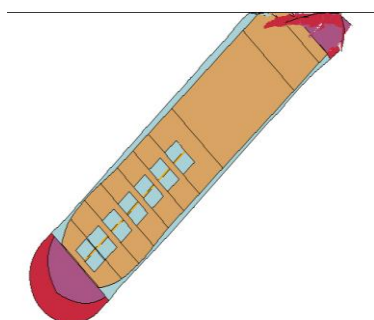
ケース⑤の船首斜め衝突時の解析結果として、図 4.5.7-22 に衝突状況、図 4.5.7-23 に衝突荷重の時刻歴、及び機関部における速度の時刻歴を示す。解析結果のまとめを以下に示す。

- ・衝突荷重は、船尾の破壊に伴い大きくなり、隔壁⑪衝突時（0.62 秒）で最大となる衝突荷重 656kN が作用した後に、ケース④と同様に船首が剛壁に対して平行となる方向に回転し、船体側面衝突時（2.46 秒）で約 300kN の衝突荷重が作用することを確認した。また、ケース④の衝突荷重（793kN）と比較して有意な差はなく、同等の衝突荷重が作用することを確認した。
- ・速度については、衝突直後から速度が低下することを確認した。一方、ケース②、③（船尾、真横方向）と同様に解析状況より、機関部まで船体が破損する可能性があり、機関部に破壊が到達する際の最大速度は進行方向で約 7.8m/s、剛壁に向かう方向（剛壁直角方向）で約 4.2m/s となることを確認した。

衝突前



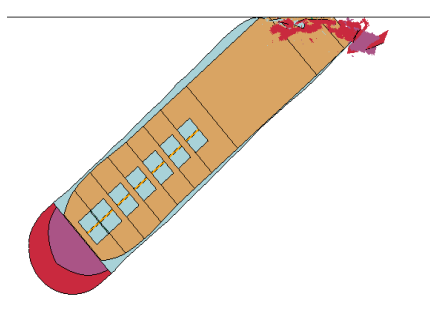
衝突後 隔壁⑪衝突



衝突後 2.1秒後



衝突後 隔壁⑩衝突

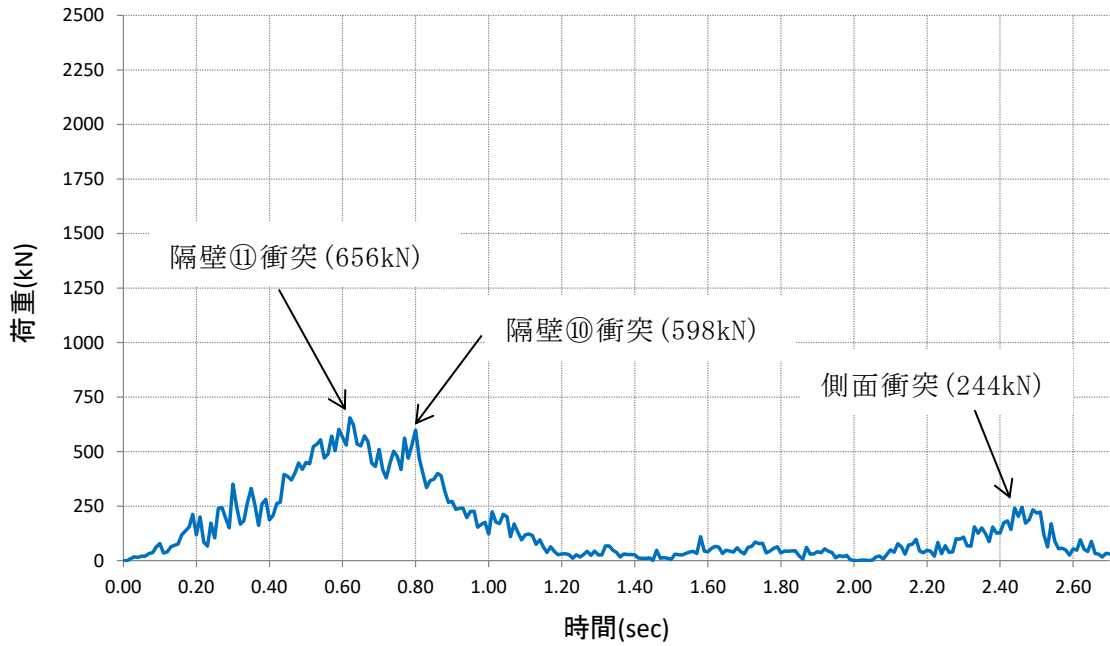


衝突後 2.5秒後

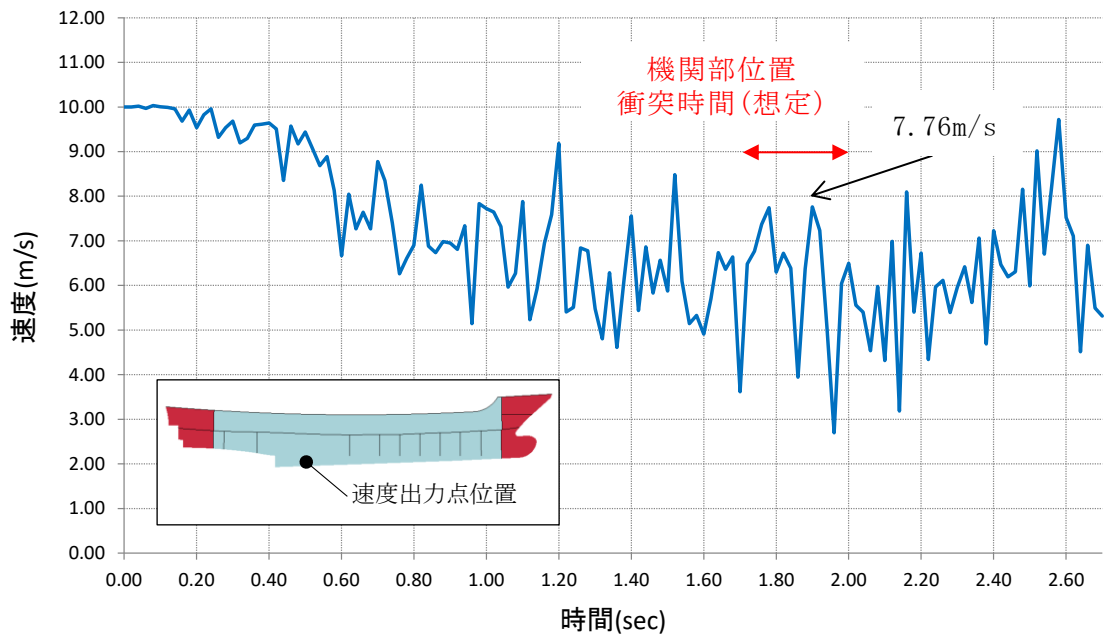


図 4.5.7-22 ケース⑤衝突状況

【ケース⑤：衝突解析の時刻歴】



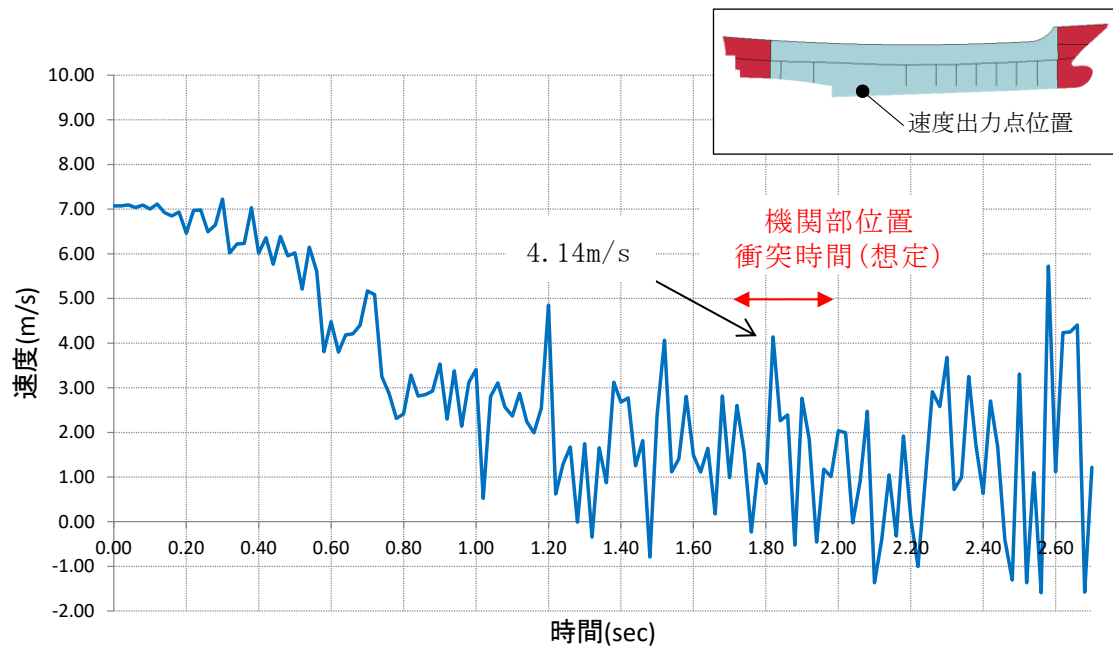
【ケース⑤：機関部における速度の時刻歴（進行方向）】



(a) 進行方向

図 4.5.7-23 (1) ケース⑤衝突荷重及び機関部における速度の時刻歴

【ケース⑤：機関部における速度の時刻歴（剛壁直交方向）】



(b) 剛壁直交方向

図 4.5.7-23 (2) ケース⑤衝突荷重及び機関部における速度の時刻歴

(f) まとめ（衝突速度 10m/s）

ケース①～⑤の最大となる衝突荷重と発生時刻を表 4.5.7-5 に示す。

表 4.5.7-5 の各ケースの最大衝突荷重から、衝突荷重はケース③（真横衝突）の 4,575kN が最大となる。また、その他の衝突形態のうち、衝突荷重が最大となるのはケース①（船首衝突）の 1,676kN が最大となる。

ここで、ケース③（真横衝突）の載荷幅は船長 25m、ケース①（船首衝突）の載荷幅は船幅 5.0m と異なることから、比較のため単位幅当たりの衝突荷重に換算するとケース③（真横衝突）は 183kN/m、ケース①（船首衝突）は 335kN/m となる。図 4.5.7-24 に示した、全ケースの単位幅当たりの衝突荷重の時刻歴から、ケース①（船首衝突）の 335kN/m が最大となる。単位幅当たりの衝突荷重の時刻歴を図 4.5.7-24 に示す。

表 4.5.7-5 最大衝突荷重と発生時刻まとめ（ケース①～⑤）

ケース	衝突形態	最大衝突荷重 (kN) 【単位幅当たりの衝突荷重 (kN/m)】	最大衝突荷重 発生時刻 (s)
①	船首	1,676 【335】	0.42
②	船尾	1,585 【317】	0.11
③	真横(25m)	4,575 【183】	0.04
④	斜め船首	793 【158】	0.65
⑤	斜め船尾	656 【131】	0.62

なお、衝突解析は気中衝突を模擬しているため、付加質量の影響を考慮する必要があるが、「4.5.6 (5) 漂流物による衝突荷重と津波荷重との重畳」で示したとおり、衝突荷重と津波による荷重（津波高さに応じた波力）は重畳させる方針であり、付加質量の影響は津波による荷重に含まれるため、衝突解析の結果では考慮しない。

以上のことから、衝突形態の影響確認として実施した衝突解析の結果、施設評価において安全側となる衝突荷重は、ケース①（船首衝突）の 1,676kN であり、この衝突荷重を集中荷重として考慮する（詳細を添付資料 2 に示す）。

また、この衝突荷重は、瞬間的な最大荷重を静的な衝突荷重として考慮すること及び衝突直前の反射波による減速を考慮しないことの保守性を有している。

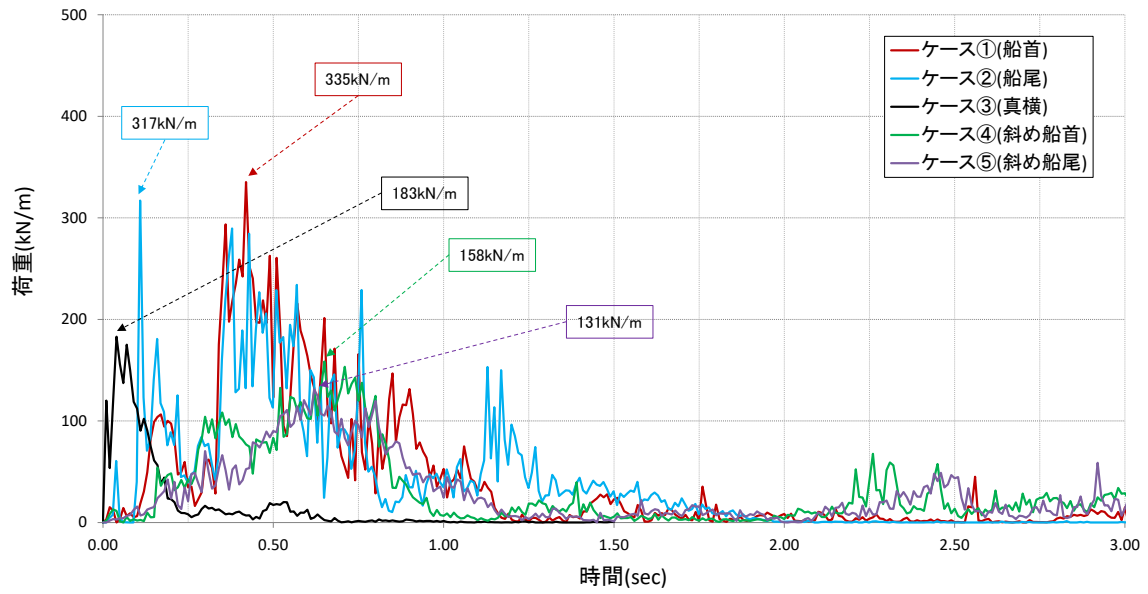


図 4.5.7-24 衝突荷重の時刻歴まとめ (ケース①～⑤)

f. 解析結果（衝突速度：4m/s）

(a) ケース⑥（船首衝突）

ケース⑥（船首衝突）の衝突解析結果として、図 4.5.7-25 に衝突状況、図 4.5.7-26 に衝突荷重の時刻歴、及び機関部における速度の時刻歴を示す。解析結果のまとめを以下に示す。

- ・衝突荷重は、船首の破壊に伴い大きくなり、隔壁②衝突時（1.11 秒）で最大となる 688kN の衝突荷重が作用することを確認した。
- ・速度については、衝突直後から速度低下を確認するとともに、解析状況より機関部までは破損しないことを確認した。

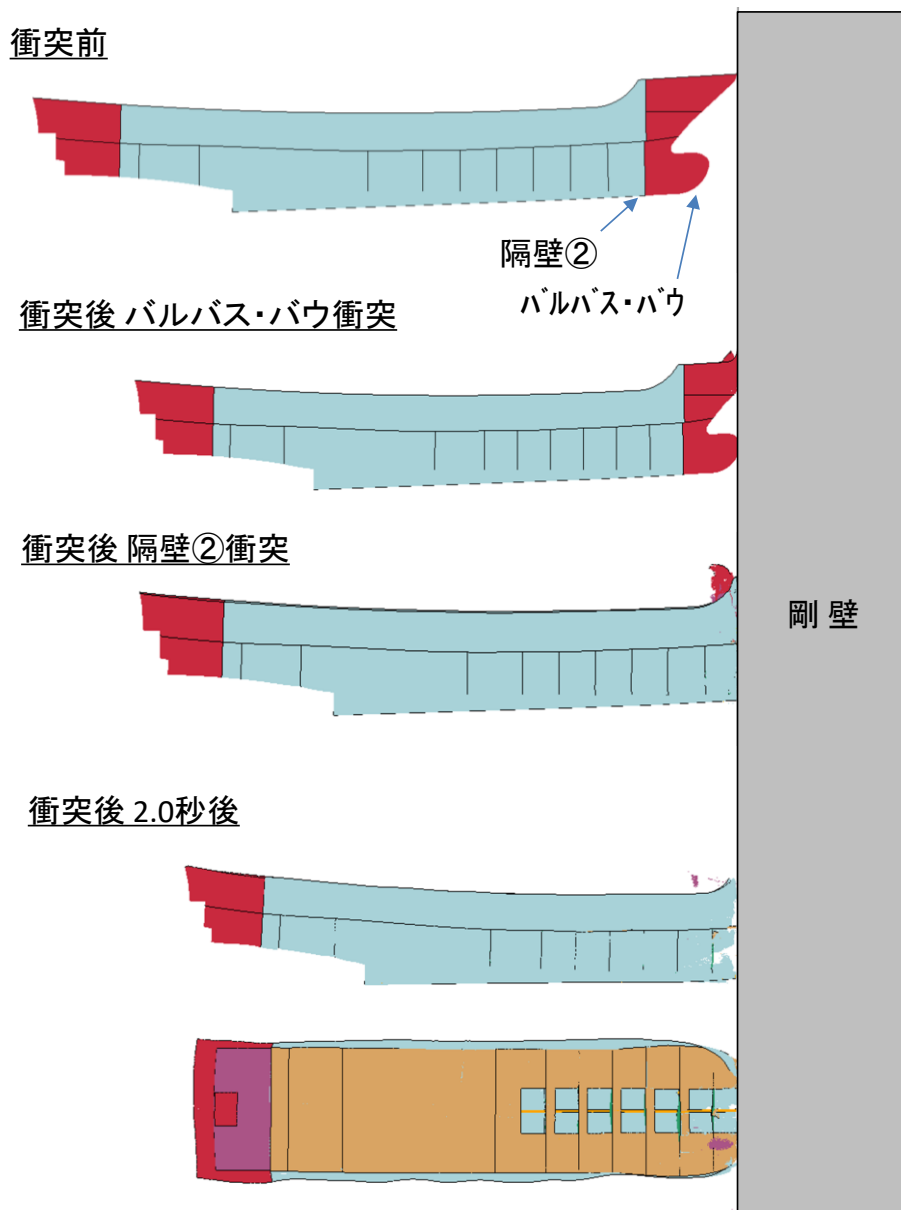
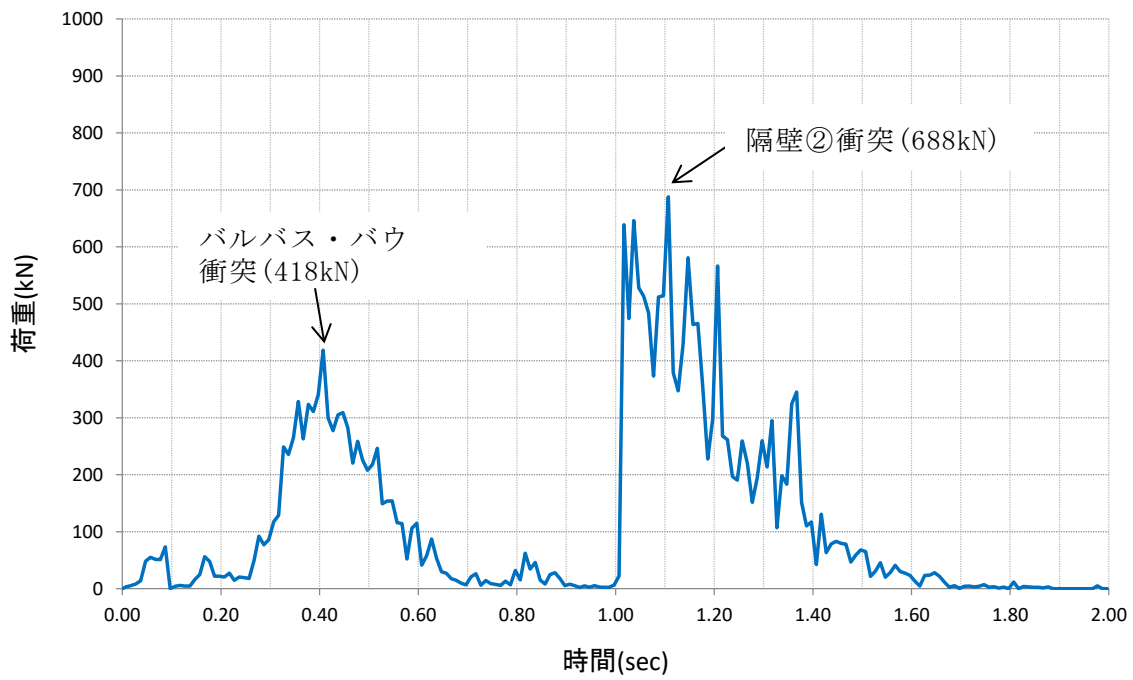


図 4.5.7-25 ケース⑥衝突状況

【ケース⑥：衝突解析の時刻歴】



【ケース⑥：機関部における速度の時刻歴】

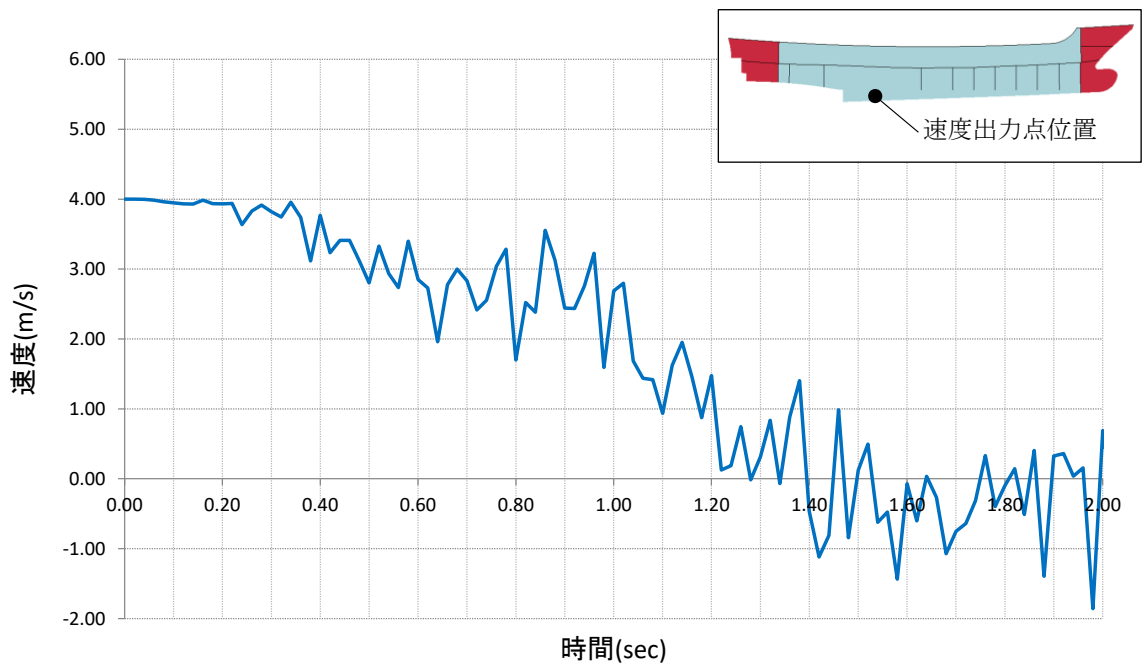


図 4.5.7-26 ケース⑥衝突荷重及び機関部における速度の時刻歴

(b) ケース⑦（船尾衝突）

ケース⑦（船尾衝突時）の解析結果として、図 4.5.7-27 に衝突状況、図 4.5.7-28 に衝突荷重の時刻歴、及び機関部における速度の時刻歴を示す。解析結果のまとめを以下に示す。

- ・衝突荷重は、船尾の破壊に伴い大きくなり、隔壁⑩衝突時（1.17 秒）で最大となる 631kN の衝突荷重が作用することを確認した。また、ケース⑥の衝突荷重（688kN）と比較して有意な差はなく、同等の衝突荷重が作用することを確認した。
- ・速度については、衝突直後から速度低下を確認するとともに、ケース⑥と同様に解析状況より、機関部までは破損しないことを確認した。

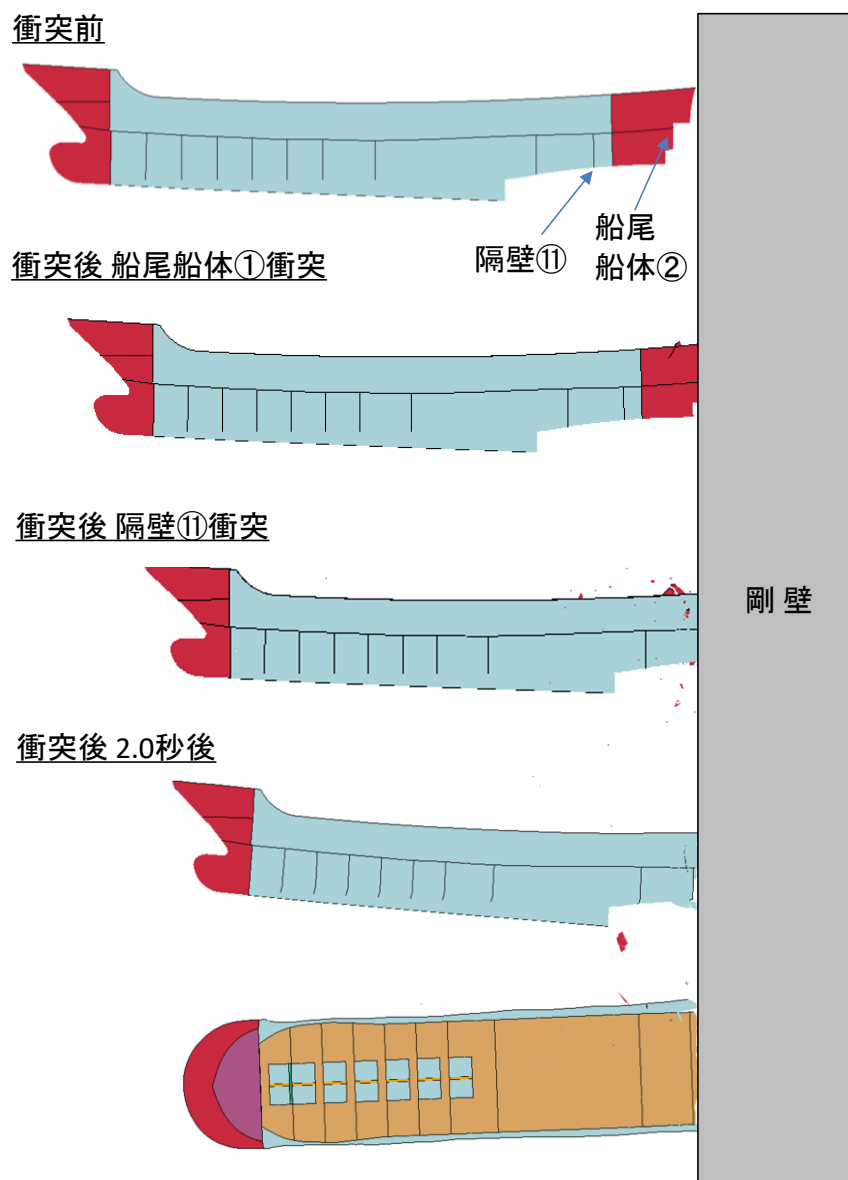
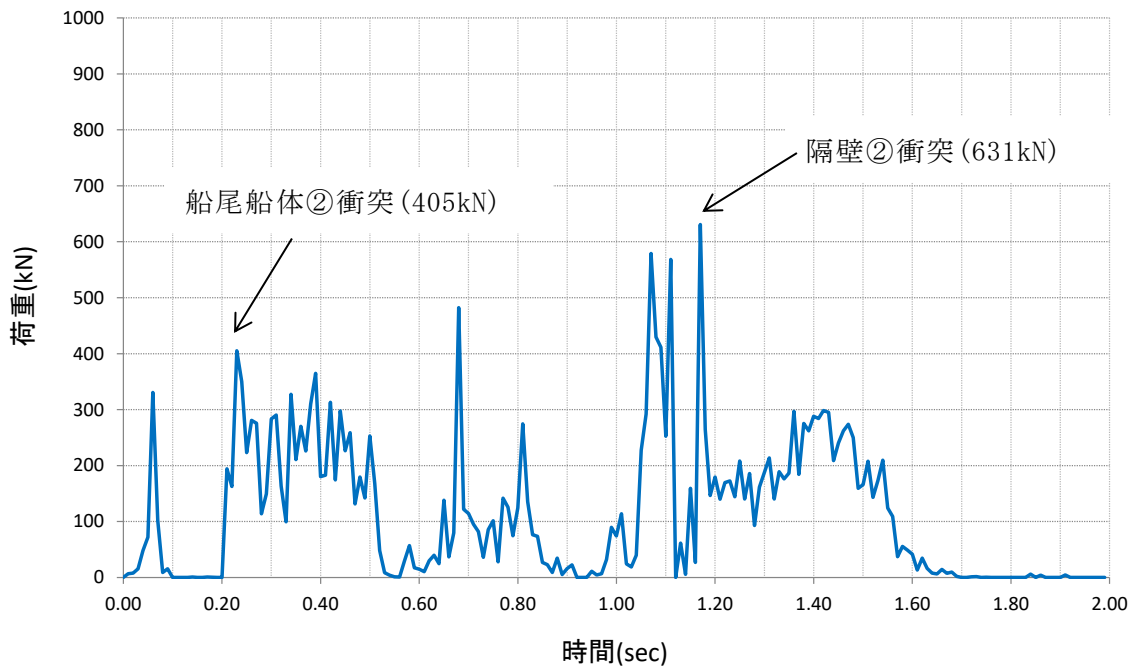


図 4.5.7-27 ケース⑦衝突状況

【ケース⑦：衝突解析の時刻歴】



【ケース⑦：機関部における速度の時刻歴】

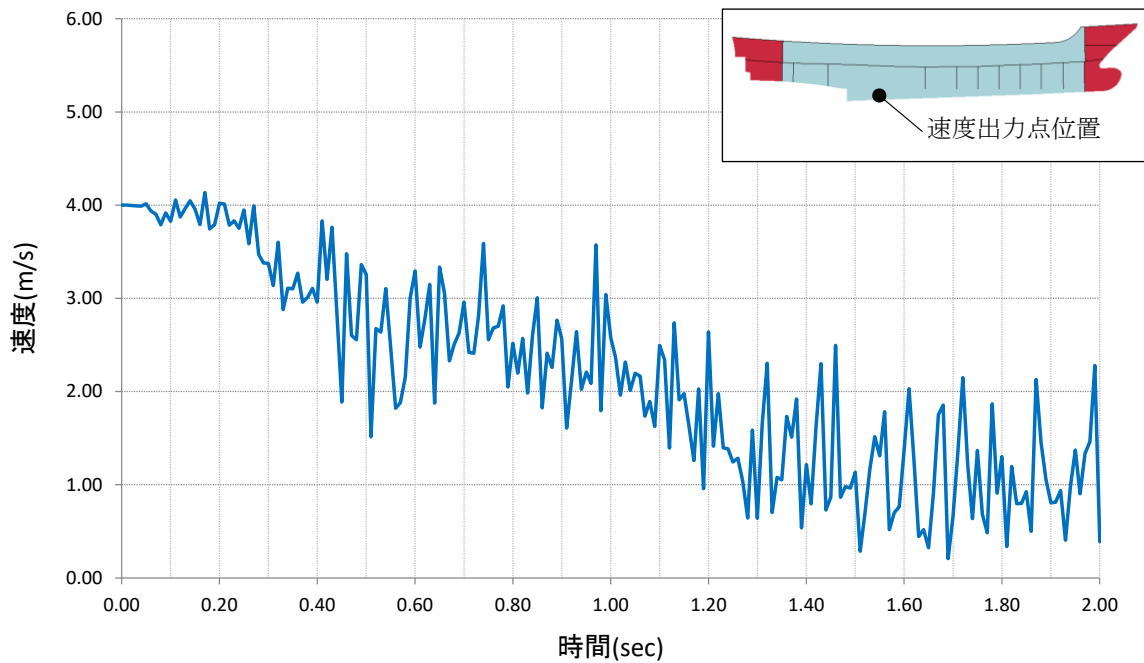


図 4.5.7-28 ケース⑦衝突荷重及び機関部における速度の時刻歴

(c) ケース⑧（真横衝突）

ケース⑧の真横衝突時では、ケース③と同様に船舶長さ（約 25m）全体で剛壁に衝突荷重が作用しており、おおむね船舶長さに対する分布荷重となることを確認した。そのため、衝突荷重においては、剛壁 25m 当たり及び剛壁 1m 当たりにおける解析結果を示す。

ケース⑧（真横衝突）の解析結果として、図 4.5.7-29 に衝突状況、図 4.5.7-30 に剛壁 25m 当たりの衝突荷重の時刻歴と機関部における速度の時刻歴、及び図 4.5.7-31 に剛壁 1m 当たりの衝突荷重の時刻歴を示す。解析結果を以下に示す。

- ・剛壁 25m 当たりの衝突荷重は、船体側面の破壊に伴い大きくなり、最大で 2,252kN(0.10 秒)の衝突荷重が作用することを確認した。なお、剛壁 1m 当たりの衝突荷重は、25m 当たりと同様に船体側面の破壊に伴い大きくなり、隔壁⑤付近において最大で 349kN (0.09 秒) の衝突荷重が作用することを確認した。また、真横衝突時は、その他の衝突形態（衝突方向）で発生する荷重の作用時間（約 1.80 秒）に比べて、極めて作用時間が短い（約 0.30 秒）ことを確認した。
- ・速度については、衝突直後から速度低下を確認するとともに、ケース⑥、⑦と同様に解析状況より、機関部までは破損しないことを確認した。

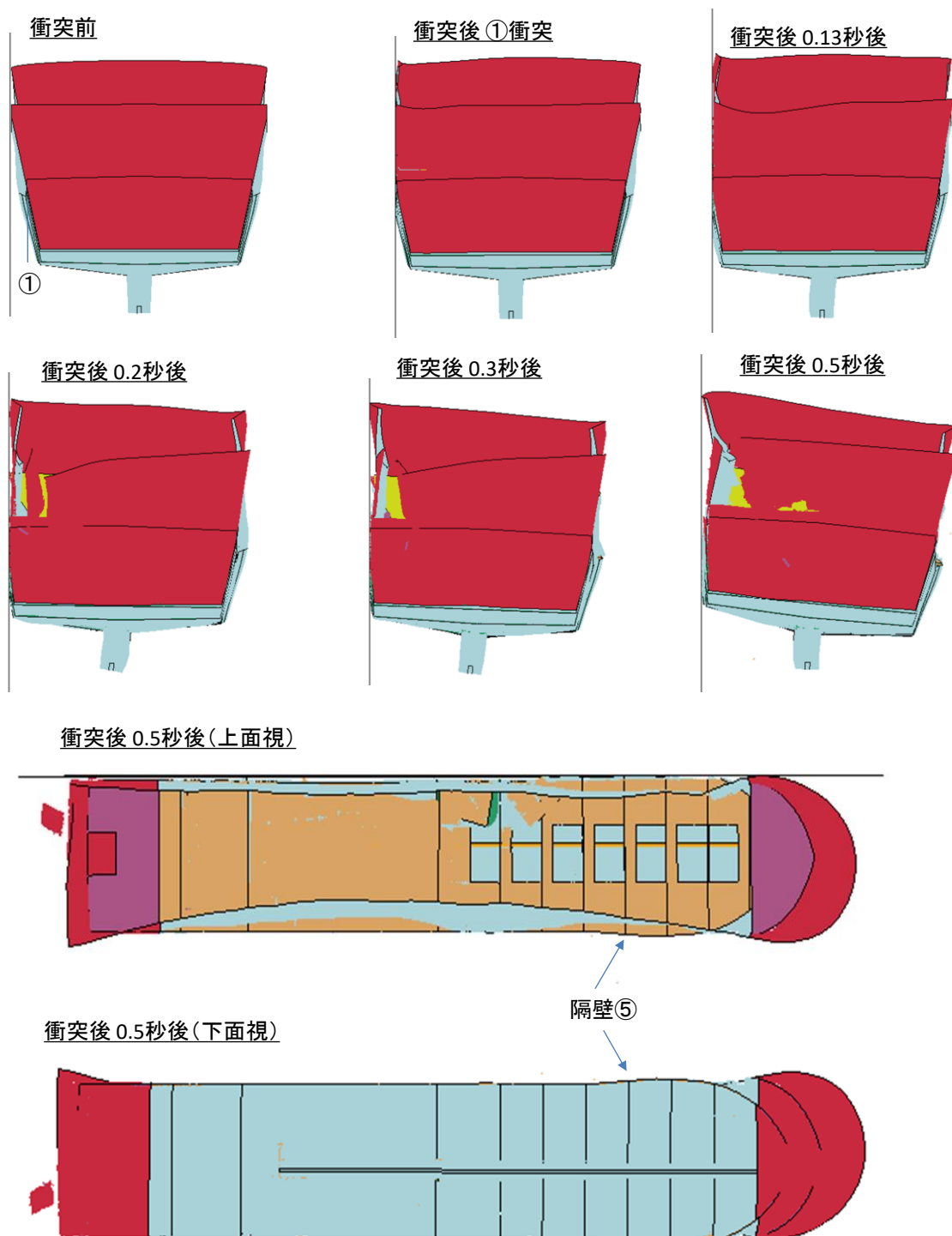
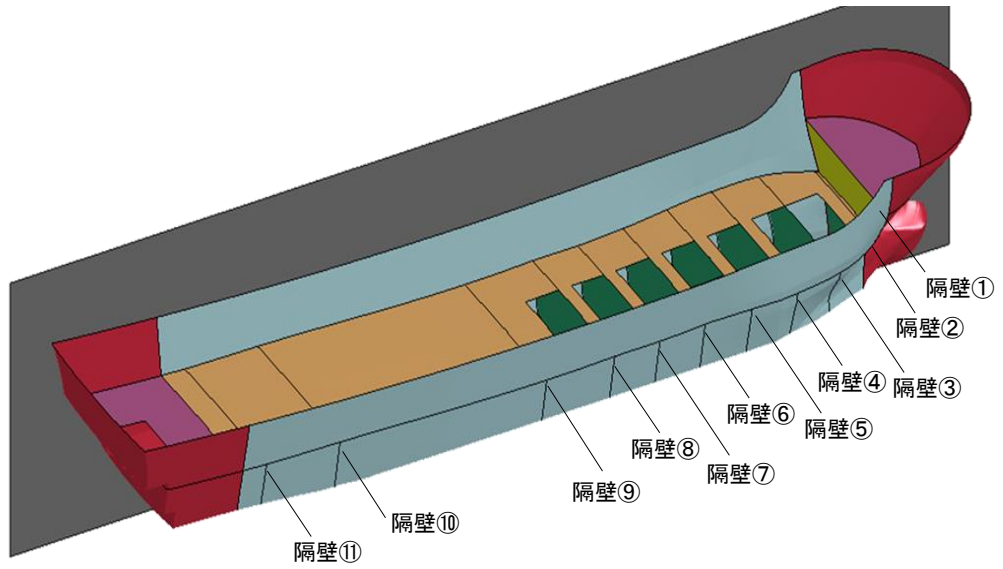
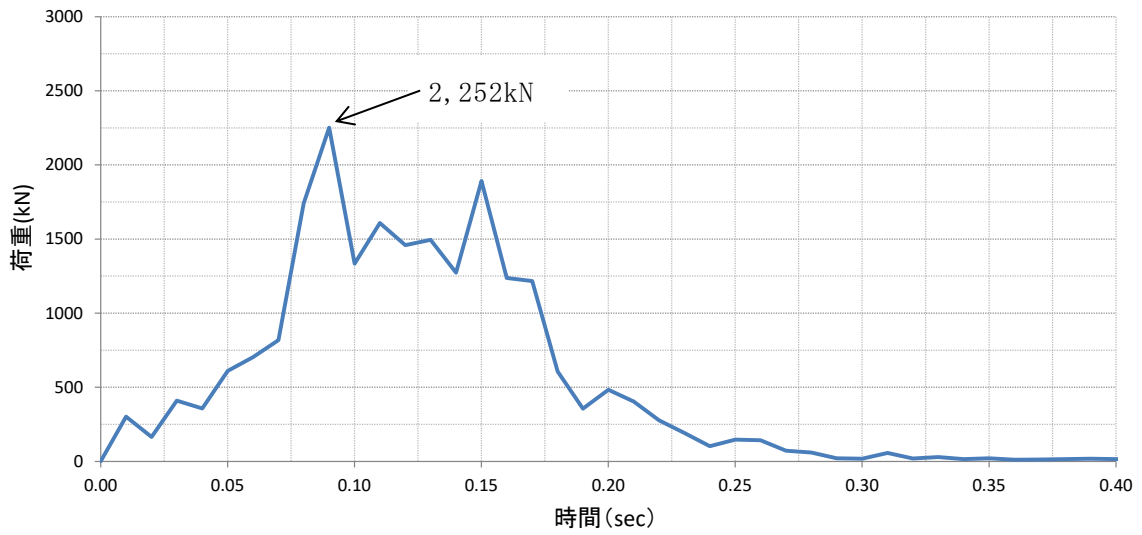


図 4.5.7-29 ケース⑧衝突状況



【ケース⑧：衝突解析の時刻歴（25m）】



【ケース⑧：機関部における速度の時刻歴（25m）】

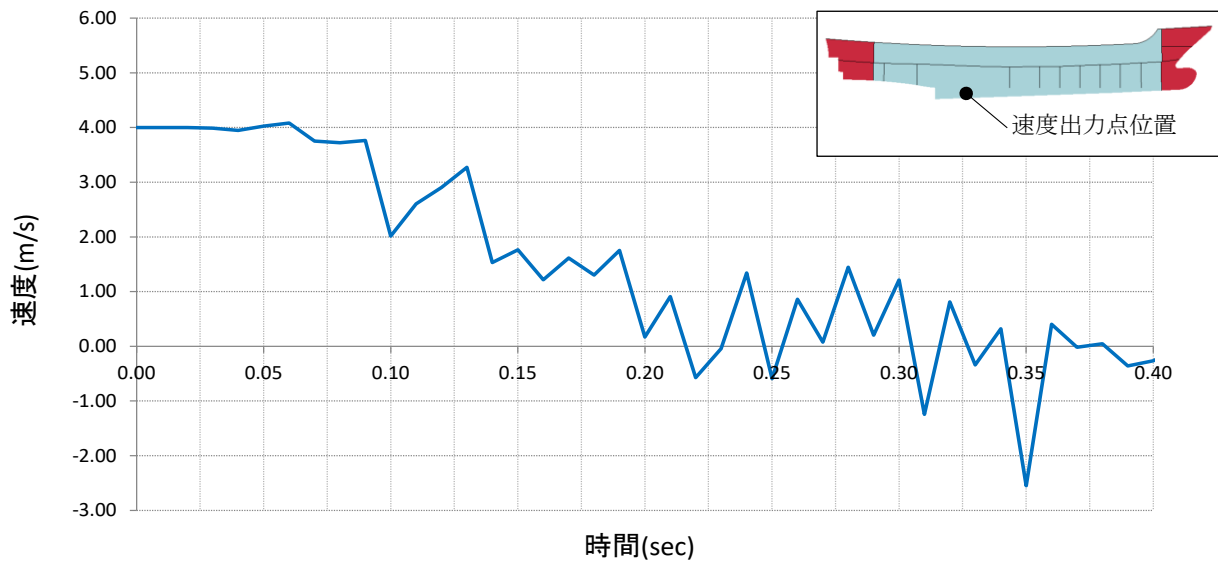


図 4.5.7-30 ケース⑧衝突荷重及び機関部における速度の時刻歴

剛壁1m当たり(①～⑦)
に作用する荷重

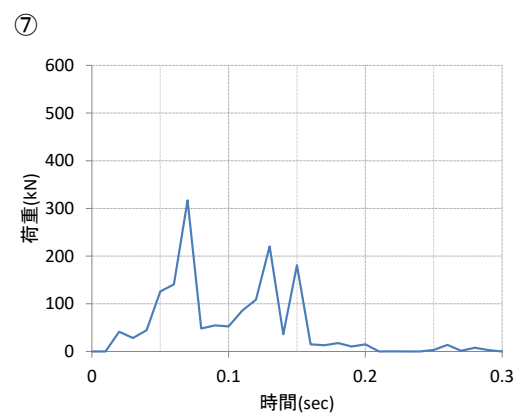
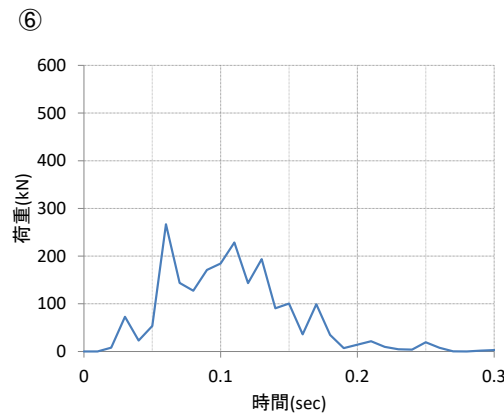
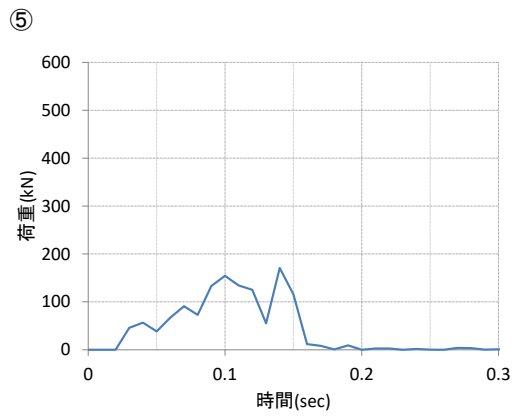
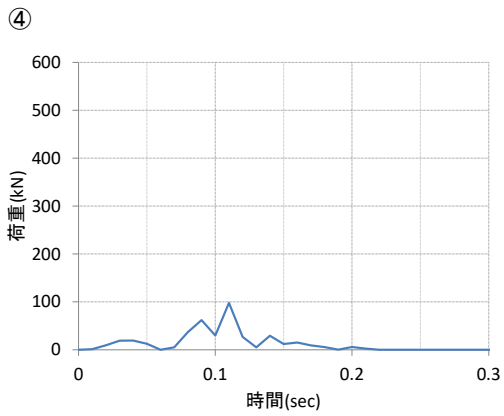
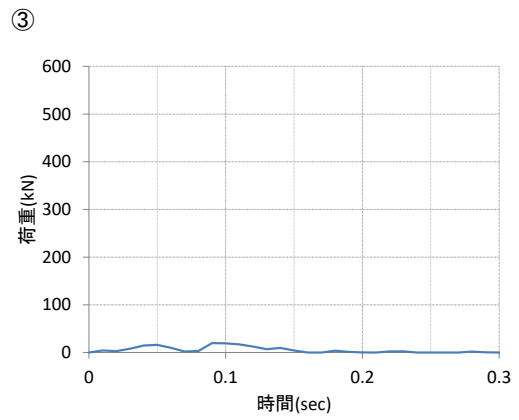
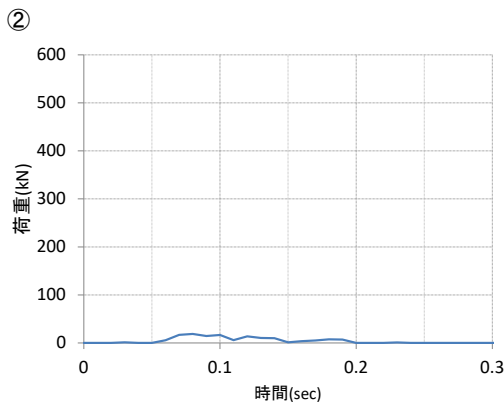
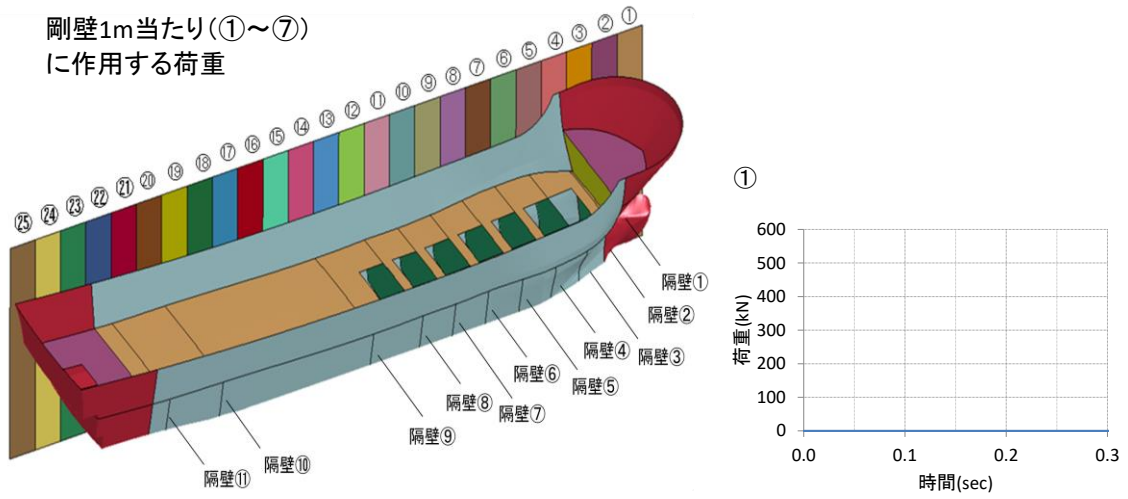


図 4.5.7-31 (1) ケース⑧衝突荷重の時刻歴 (1m 当たり)

剛壁1m当たり(⑧~⑬)
に作用する荷重

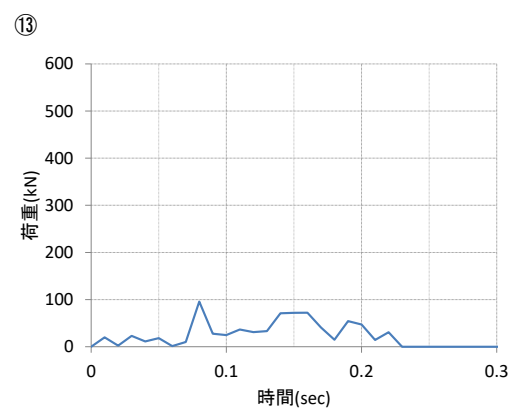
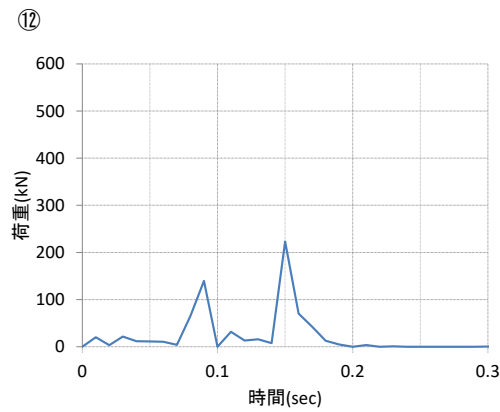
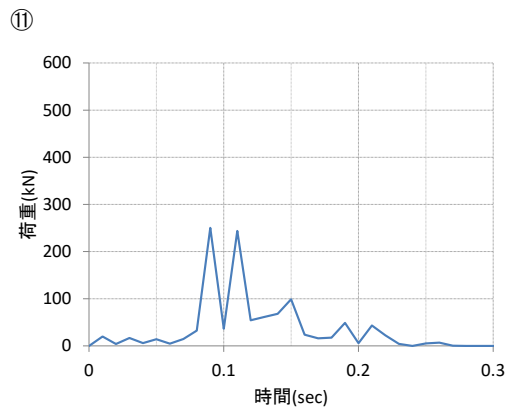
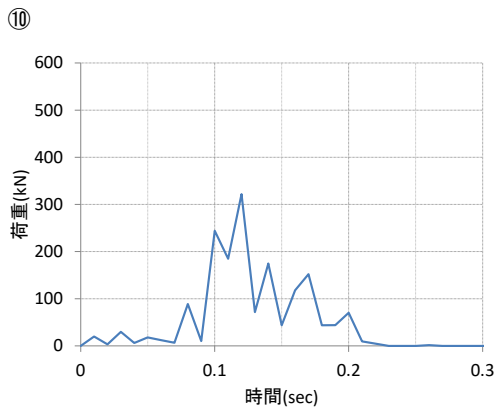
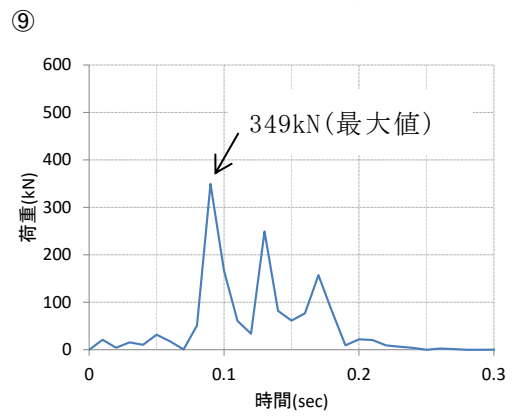
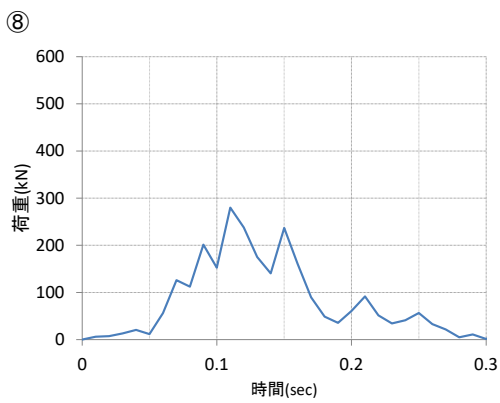
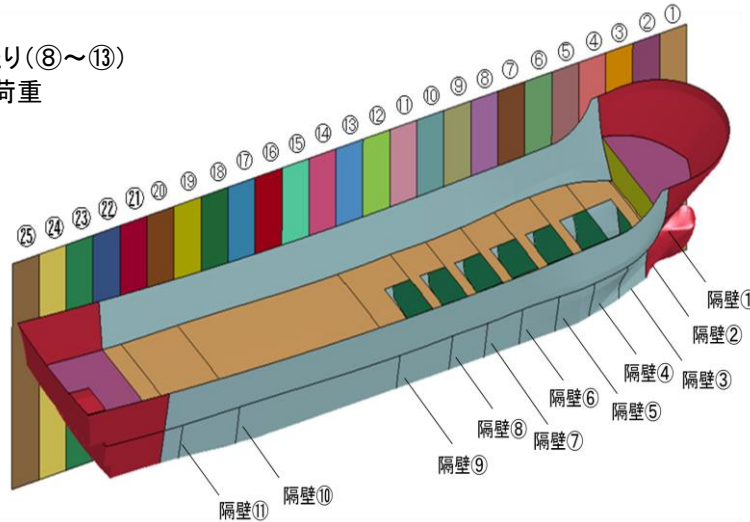


図 4.5.7-31 (2) ケース⑧衝突荷重の時刻歴 (1m 当たり)

剛壁1m当たり(⑭~⑰)
に作用する荷重

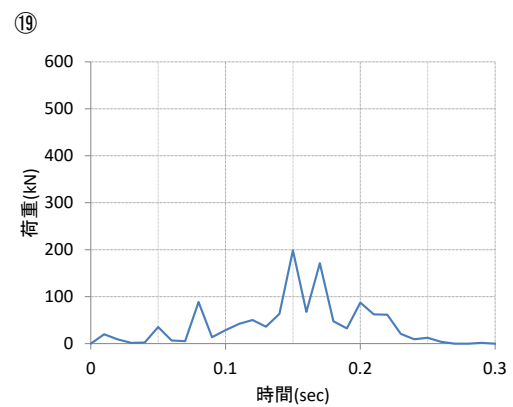
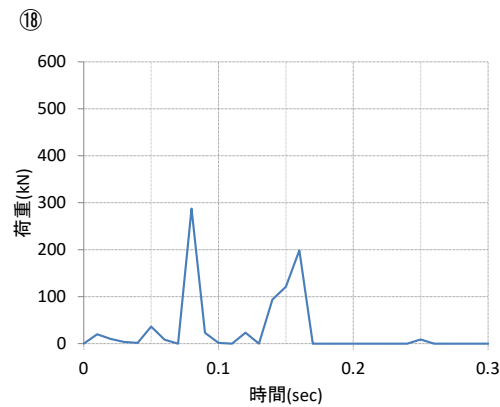
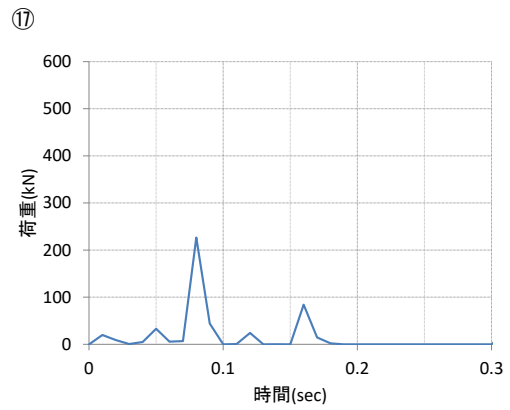
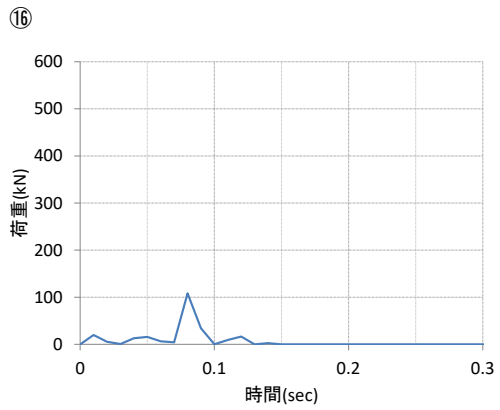
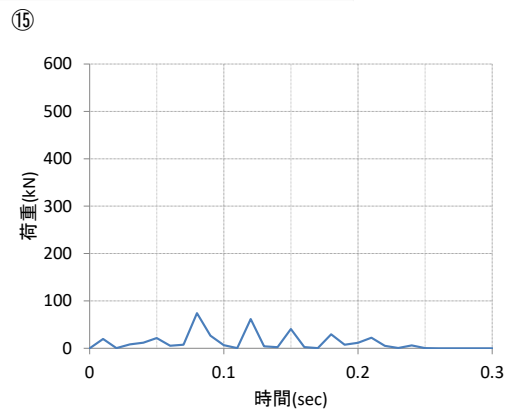
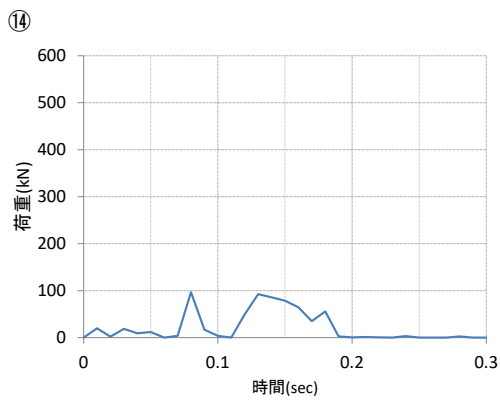
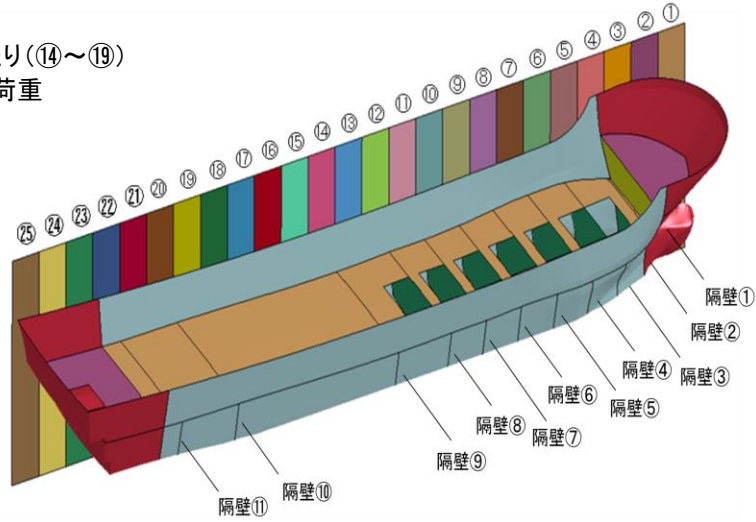


図 4.5.7-31 (3) ケース⑧衝突荷重の時刻歴 (1m 当たり)

剛壁1m当たり(⑳～㉵)
に作用する荷重

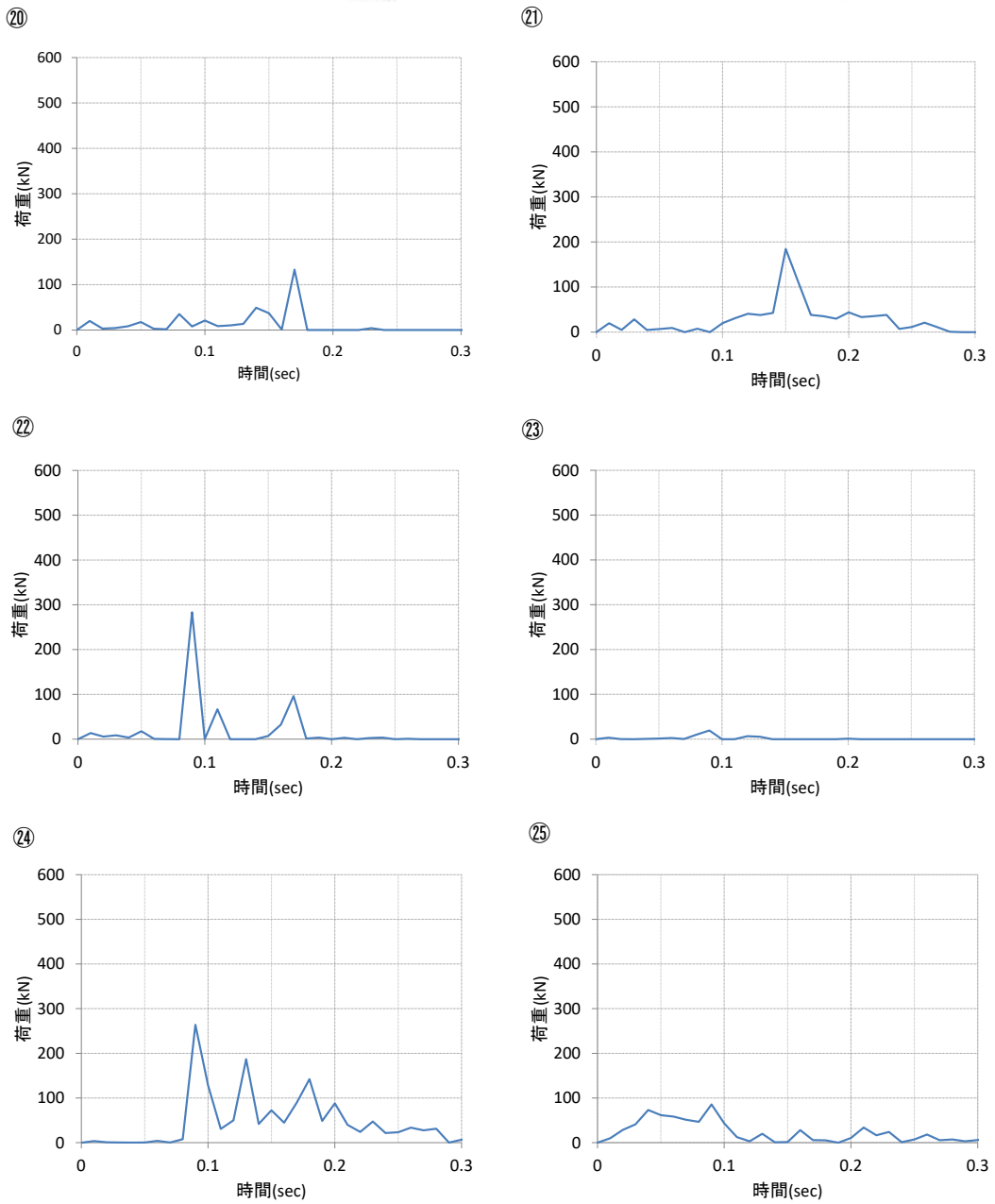
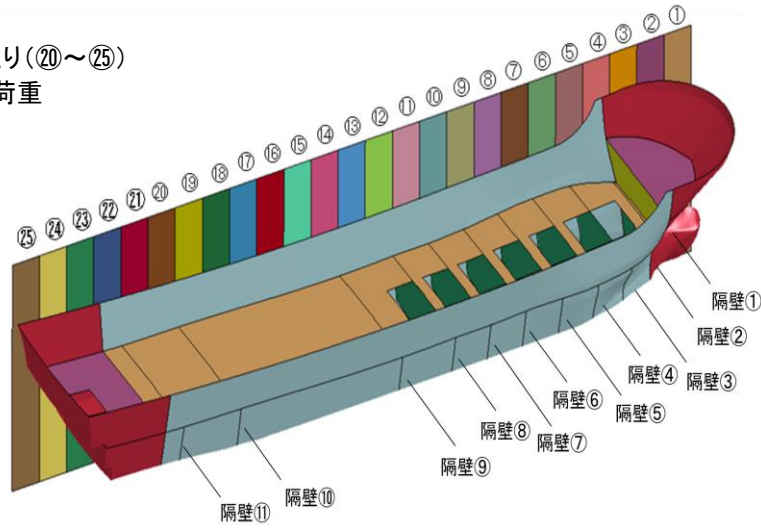


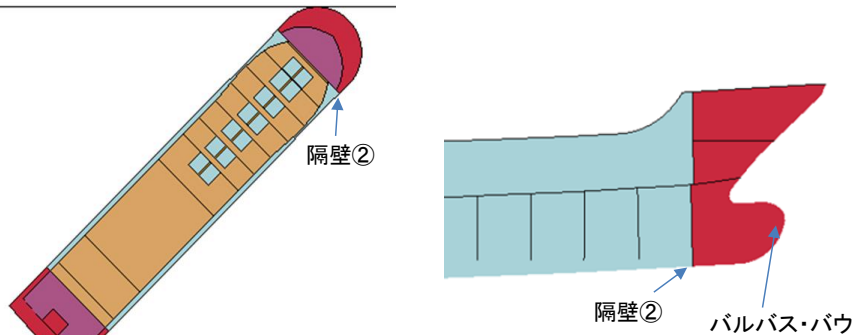
図 4.5.7-31 (4) ケース⑧衝突荷重の時刻歴 (1m 当たり)

(d) ケース⑨（船首斜め衝突）

ケース⑨の船首斜め衝突時の解析結果として、図 4.5.7-32 に衝突状況、図 4.5.7-33 に衝突荷重の時刻歴、及び機関部における速度の時刻歴を示す。解析結果のまとめを以下に示す。

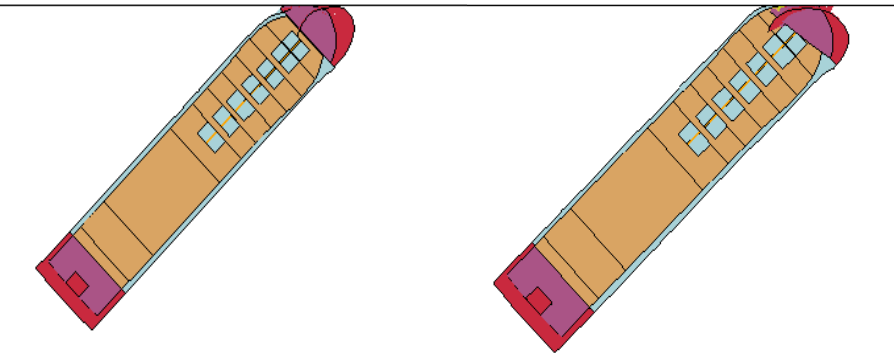
- ・衝突荷重は、船首の破壊に伴い大きくなり、隔壁②衝突時（0.78 秒）で最大となる 381kN の衝突荷重が作用した後に、ケース④と同様に船尾が剛壁に対して平行となる方向に回転することを確認した。
- ・速度については、衝突直後から速度低下を確認するとともに、ケース⑥～⑧と同様に解析状況より、機関部までは破損しないことを確認した。

衝突前



衝突後 バルバス・バウ衝突

衝突後 隔壁②衝突



衝突後 2.5秒後

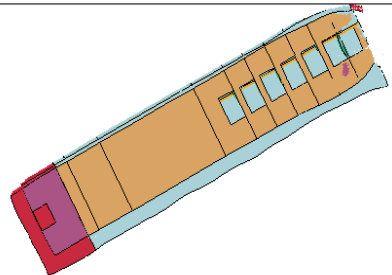
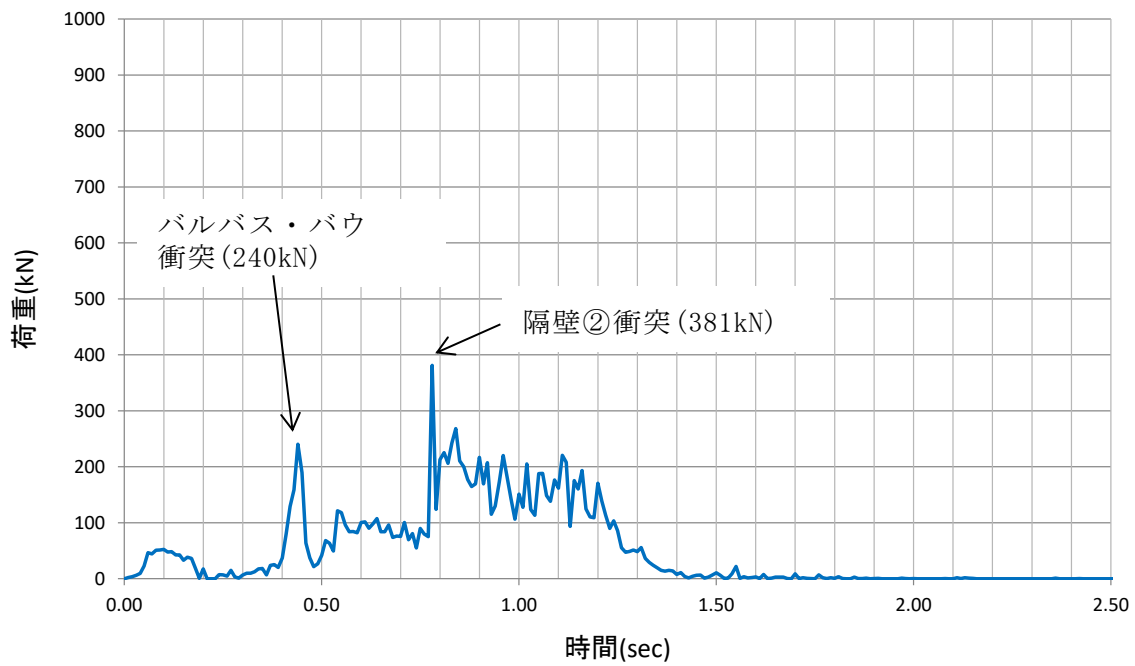


図 4.5.7-32 ケース⑨衝突状況

【ケース⑨：衝突解析の時刻歴】



【ケース⑨：機関部における速度の時刻歴】

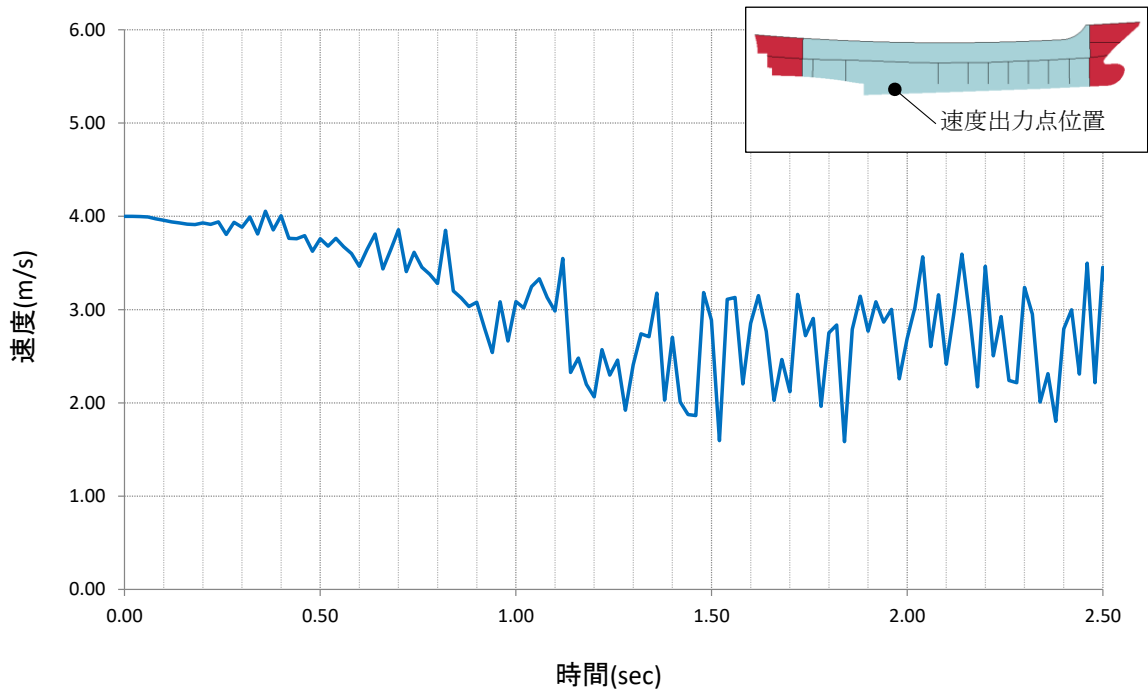


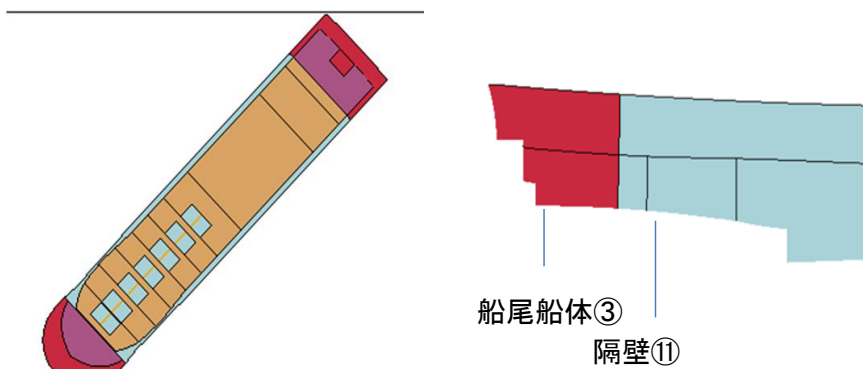
図 4.5.7-33 ケース⑨衝突荷重及び機関部における速度の時刻歴

(e) ケース⑩ (船尾斜め衝突)

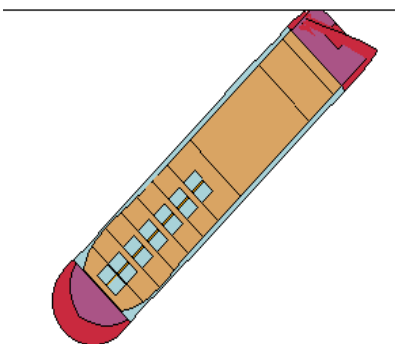
ケース⑩の船首斜め衝突時の解析結果として、図 4.5.7-34 に衝突状況、図 4.5.7-35 に衝突荷重の時刻歴、及び機関部における速度と時刻歴を示す。解析結果のまとめを以下に示す。

- ・衝突荷重は、船首の破壊に伴い大きくなり、隔壁⑩衝突時 (1.57 秒) で最大となる 288kN の衝突荷重が作用した後に、ケース⑨と同様に船首が剛壁に対して平行となる方向に回転することを確認した。
- ・速度については、衝突直後から速度低下を確認するとともに、ケース⑥～⑨と同様に解析状況より、機関部までは破損しないことを確認した。

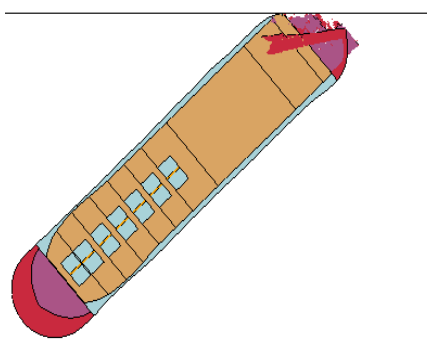
衝突前



衝突後 船尾船体③衝突



衝突後 隔壁⑩衝突



衝突後 2.9秒後

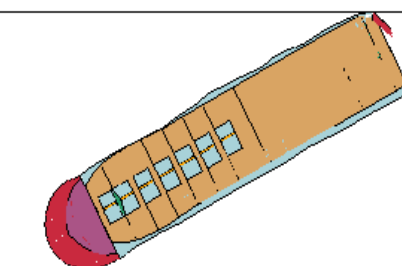
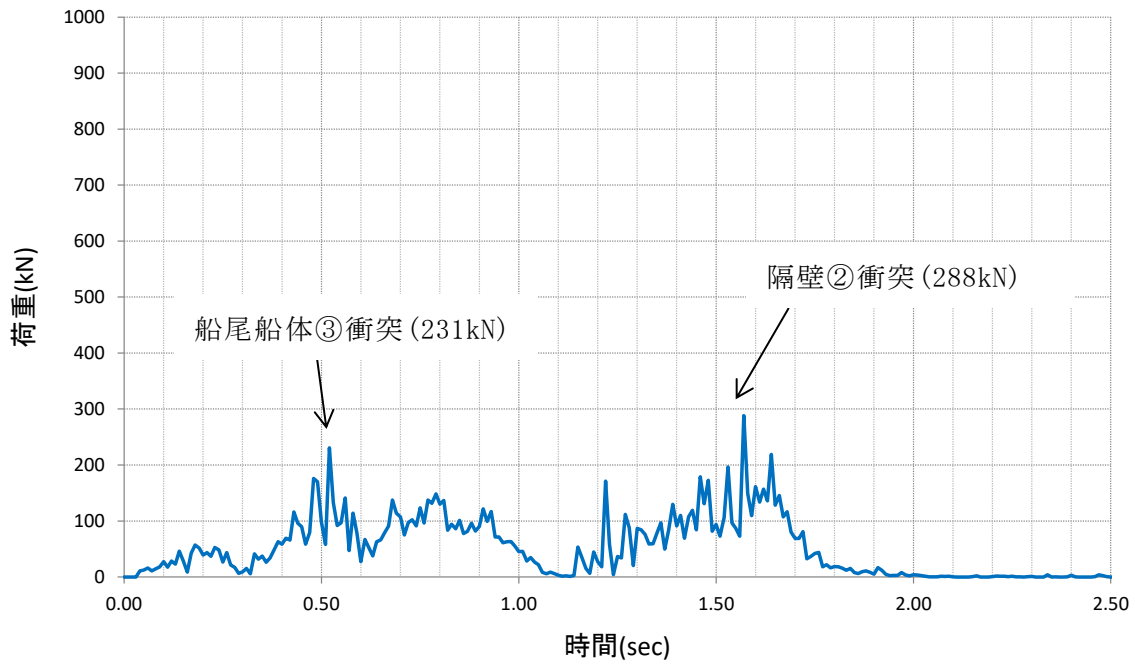


図 4.5.7-34 ケース⑩衝突状況

【ケース⑩：衝突解析の時刻歴】



【ケース⑩：機関部における速度の時刻歴（進行方向）】

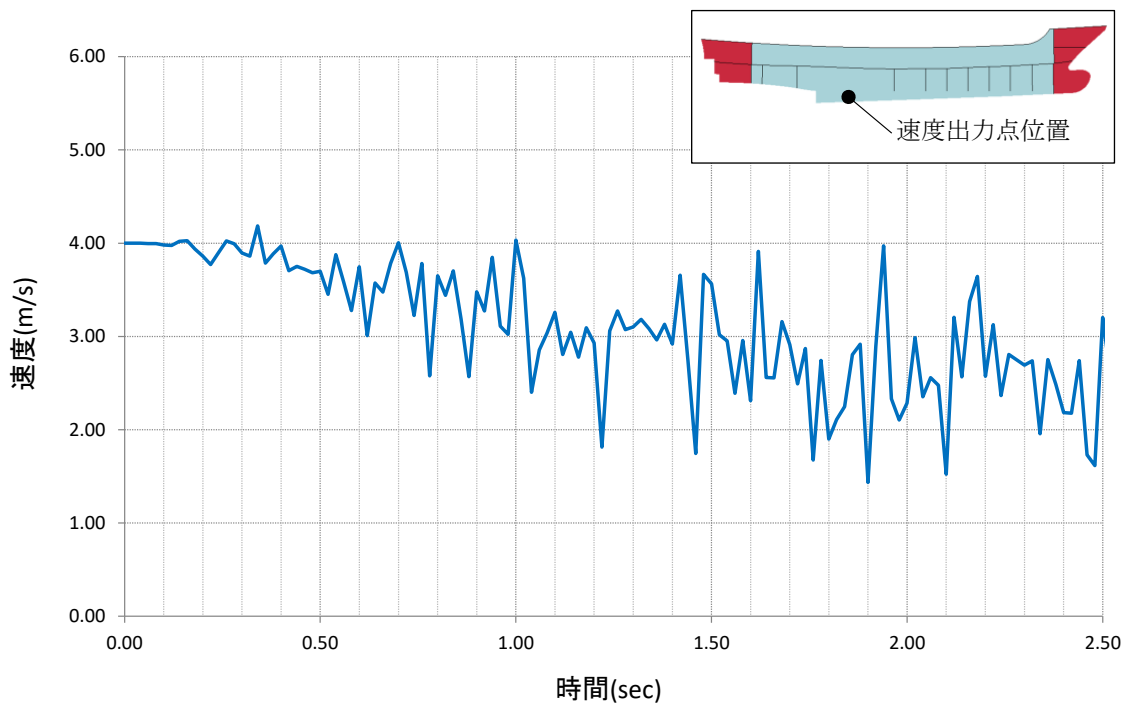


図 4.5.7-35 (1) ケース⑩衝突荷重及び機関部における速度の時刻歴

【ケース⑩：機関部における速度の時刻歴（剛壁直交方向）】

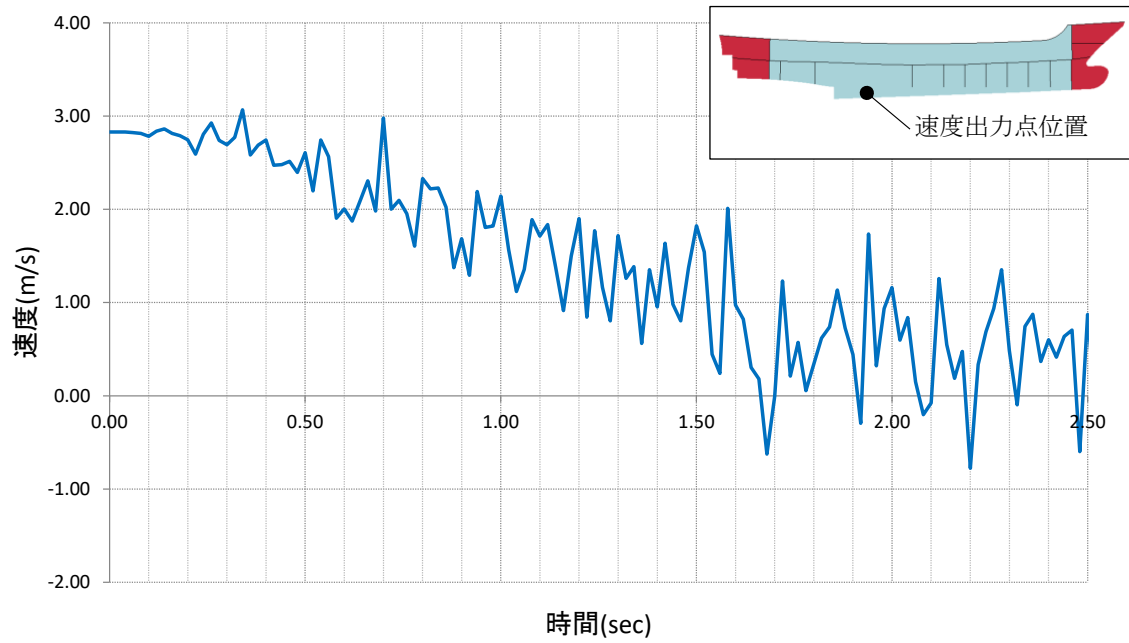


図 4.5.7-35 (2) ケース⑩衝突荷重及び機関部における速度の時刻歴

(f) まとめ (衝突速度 4m/s)

ケース⑥～⑩の最大となる衝突荷重と発生時刻を表 4.5.7-6 に示す。

表 4.5.7-6 の各ケースの最大衝突荷重から、衝突荷重はケース⑧ (真横衝突) の 2,252kN が最大となる。また、その他の衝突形態のうち、衝突荷重が最大となるのはケース⑥ (船首衝突) の 688kN が最大となる。

ここで、ケース⑧ (真横衝突) の載荷幅は船長 25m、ケース⑥ (船首衝突) の載荷幅は船幅 5.0m と異なることから、比較のため単位幅当たりの衝突荷重に換算するとケース⑧ (真横衝突) は 90kN/m、ケース⑥ (船首衝突) は 138kN/m となる。図 4.5.7-36 に示した、全ケースの単位幅当たりの衝突荷重の時刻歴から、ケース⑥ (船首衝突) の 138kN/m が最大となる。

表 4.5.7-6 瞬間最大荷重と発生時刻まとめ (ケース⑥～⑩)

ケース	衝突形態	最大衝突荷重 (kN) 【単位幅当たりの衝突荷重 (kN/m)】	最大衝突荷重発生時刻 (s)
⑥	船首	688 【138】	0.42
⑦	船尾	631 【126】	0.11
⑧	真横 (25m)	2,252 【90】	0.04
⑨	斜め船首	381 【76】	0.65
⑩	斜め船尾	288 【58】	0.62

なお、付加質量については、「e. 解析結果 (衝突速度: 10m/s)」で示したとおり、衝突荷重と津波による荷重 (津波高さに応じた波力) は重畳させる方針であり、付加質量の影響は津波による荷重に含まれるため、衝突解析の結果では考慮しない。

以上のことから、衝突形態の影響確認として実施した衝突解析の結果、施設評価における安全側となる衝突荷重は、ケース⑥ (船首衝突) で 688kN であり、この衝突荷重を集中荷重として考慮する。

また、この衝突荷重は、瞬間的な最大荷重を静的な衝突荷重として考慮すること及び衝突直前の反射波による減速を考慮しないことの保守性を有している。

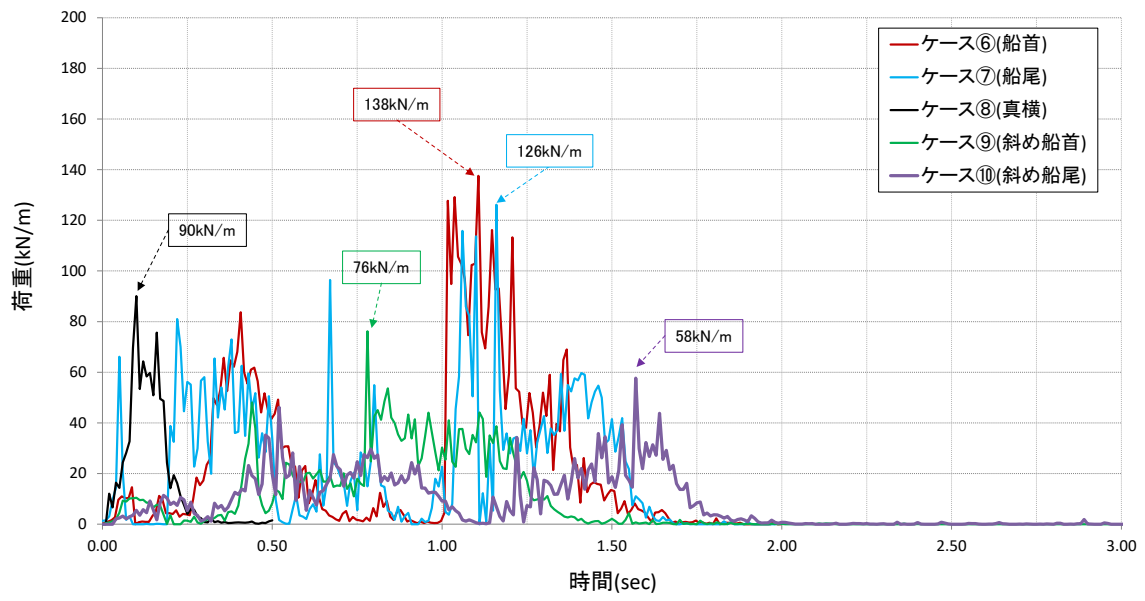


図 4.5.7-36 衝突荷重の時刻歴まとめ (ケース⑥～⑩)

g. 衝突解析による衝突荷重のまとめ

「e. 解析結果(衝突速度:10m/s)」及び「f. 解析結果(衝突速度:4m/s)」の結果より、最大衝突荷重のまとめを表 4.5.7-7 に示す。

漂流物による衝突荷重が最大となる衝突形態は、単位幅当たりの衝突荷重比較により最大となる船首衝突となり、最大衝突荷重は衝突速度 10m/s に対して 1,676kN、衝突速度 4m/s に対して 688kN となる。

なお、機関部は鋼製であり、FRP 製である船殻より剛性は高いが、機関部の重量は 4t であり、船体全体の重量 57t に対して占める割合が 10% 以下であること、機関部の衝突する可能性がある場合の衝突速度が初速度に対して 6 割程度に減速されていること、及び衝突解析における船舶モデルの重量に機関部の重量を含めていることから、表 4.5.7-7 に記載した最大衝突荷重に包絡されていると考える。機関部に関する検討結果を参考資料 1 に示す。参考資料 1 に示すとおり、衝突解析により機関部が衝突することを確認した上で、既往の衝突荷重算定式により衝突荷重を算定した結果、いずれの手法によっても船殻の衝突荷重を上回らないことを確認した。

表 4.5.7-7 最大衝突荷重のまとめ

衝突形態	最大衝突荷重 (kN) 【単位幅当たりの衝突荷重 (kN/m)】			
	ケース	10m/s	ケース	4m/s
船首	①	1,676 【335】	⑥	688 【138】
船尾	②	1,585 【317】	⑦	631 【126】
真横(25m)	③	4,575 【183】	⑧	2,252 【90】
斜め船首	④	793 【158】	⑨	381 【76】
斜め船尾	⑤	656 【131】	⑩	288 【58】

(2) 滑動状態の漂流物による衝突荷重の算定

「ASCE (2016)」の中に例示されている、流速 4m/s の条件下で 2,270kg の石材・コンクリート殻が海底を滑動する際の衝突荷重算定方法を基に、以下の通り試験用ウエイトの滑動状態における衝突荷重を算定する。

なお、試験用ウエイトはコンクリート塊で構成されているため、ASCE(2016)で示されている対象物である石材・コンクリート殻の有効軸剛性と同様と考えられる。また、重要度係数 I_{tsu} は、津波のリスク分類に応じて 1.00～1.25 が適用されるため、安全側に $I_{tsu}=1.25$ を用いる。

〈ASCE (2016) を基にした衝突荷重の算定〉

$$F_i = 36 \times 1.25 \times (11.9/4) \times (22,000/2,270)^{0.5} = 416.77 \text{ (kN)}$$

ここで、 F_i ：設計衝突力、 I_{tsu} ：重要度係数 (1.25)、流速：11.9m/s
衝突物重量：22,000 kg (22.0t)

上記の結果より、試験用ウエイトの衝突荷重は 417kN となる。

なお、その他滑動状態で衝突する可能性があるものとして、H形鋼 (約 0.4t) が挙げられるが、それらの重量は試験用ウエイトよりも十分に小さいことを確認している。

(3) 道路橋示方書(2002)による衝突荷重の算定

漂流物の初期配置が前面海域の場合の衝突荷重は、既往の衝突荷重の算定式「道路橋示方書(2002)」により算定する。以下に算定式を示す。

【道路橋示方書(2002)算定式】 (衝突速度：10m/s)

$$P = 0.1 W v \\ = 0.1 \times 559 \times 10 = 559 \text{ (kN)}$$

ここに、

P：漂流物衝突荷重

W：漂流物の重量* (=19t×3×9.80665≒559kN)

*津波漂流物対策施設設計ガイドライン(2014)に、船舶重量である「漁船の排水トン数は総トン数のほぼ3倍としてよい。」と記載

v：漂流物の衝突速度 (=10m/s)

【道路橋示方書(2002)算定式】 (衝突速度：4m/s)

$$P = 0.1 W v \\ = 0.1 \times 559 \times 4 = 223.6 = 224 \text{ (kN)}$$

ここに、

P：漂流物衝突荷重

W：漂流物の重量 (=559kN)

v：漂流物の衝突速度 (=4m/s)

(4) 設計用の漂流物衝突荷重の設定

漂流物の初期配置が直近陸域、直近海域及び前面海域の場合の、漂流物による衝突荷重をそれぞれ算定した結果を表 4.5.7-8 に示す。算定の結果、漂流物による衝突荷重の最大値は、防波壁、防波壁通路防波扉及び屋外排水路逆止弁前面の集水柵において、いずれにおいても漁船（総トン数 19t）の 1,676kN であった。そのため、設計用衝突荷重としては、安全側に 2,400kN とする。

なお、津波時の評価において荷重受圧面が水平方向に長い構造物においては、真横方向の衝突荷重はおおむね船舶長さに対する分布荷重となることを確認していることから、構造物に作用する荷重に荷重の受圧面長さ と船舶長さの関係を考慮して評価する。

表 4.5.7-8 漂流物による設計用の衝突荷重の設定結果

対象漂流物	重量 (t)	材質	対象津波	流速衝突速度 (m/s)	初期配置	衝突荷重算定手法	衝突荷重 (kN) *1				
							防波壁			防波壁通路防波扉	屋外排水路逆止弁前面集水柵
							波返重力擁壁	逆T擁壁	多重鋼管杭式擁壁		
漁船 (総トン数19t)	57.0	FRP	日本海東縁	10.0	直近海域	衝突解析	1,676 【1.43】	1,676 【1.43】	1,676 【1.43】	1,676 【1.43】	1,676 【1.43】
					前面海域	道路橋示方書 (2002)	559 【4.29】	559 【4.29】	559 【4.29】	559 【4.29】	559 【4.29】
			海域活断層	4.0	直近海域	衝突解析	688 【3.49】	—	688 【3.49】	—	688 【3.49】
					前面海域	道路橋示方書 (2002)	224 【10.71】	—	224 【10.71】	—	224 【10.71】
試験用ウエイト	22.0	コンクリート	日本海東縁	11.9	直近陸域	ASCE (2016)	—	417 【5.76】	—	417*2 【5.76】	—
設計用衝突荷重							2,400				

*1:【】内は衝突荷重に対する設計用衝突荷重の割合を示す。

*2:荷揚場周辺の防波壁通路防波扉が対象となる。

島根原子力発電所の周辺海域で操業する漁船について

1. はじめに

津波防護施設の設計においては、漂流物の衝突荷重を適切に設定するため、津波防護施設に考慮する対象漂流物を適切に選定する必要がある。ここでは、島根原子力発電所の周辺海域の漁業権の区分等及び漂流物調査における操業状況を踏まえ、対象漂流物を設定する。

2. 漁業の種類

漁業については、表 1 に示すとおり、3つの種類がある。島根原子力発電所周辺においても、それぞれの種類に応じた漁業が営まれており、以降にそれぞれの種類毎の操業状況等を示す。

表 1 漁業の種類とその説明

許可漁業		<p>漁業法、水産資源保護法、農林省令、都道府県規則などにより、農林水産省大臣または都道府県知事が許可しなければ営むことができない漁業。大臣許可漁業と知事許可漁業に大別される。</p> <p>なお、島根原子力発電所周辺では、大臣許可漁業である「沖合底びき網漁」、知事許可漁業である「小型機船底びき網漁」及び「イカ釣り漁」が営まれている。</p>
漁業権漁業 (免許漁業)	(1) 区画漁業	<p>漁業権に基づく漁業であり、「漁業権」とは、一定の期間、一定の水面において、排他的に、特定の漁業を営む権利のこと。漁業権は、都道府県知事の免許によって設定される。区画漁業、定置網漁業、共同漁業に分類される。</p> <p>なお、島根原子力発電所周辺における共同漁業では、第1種共同漁業（あわび、とこぶし、いわのり、うに等の採取漁業）、第2種共同漁業（雑魚小型定置漁業、ばいかごづけ漁業等）が営まれている。</p>
	(2) 定置漁業	
	(3) 共同漁業	
自由漁業		<p>免許や許可を要しない漁業であって、水産資源の保護培養上、漁業の調整上とくに問題とならない一部の一本釣り漁業、延縄（はえなわ）漁業などの漁業。</p>

3. 許可漁業

島根原子力発電所周辺では、大臣許可漁業である「沖合底びき網漁」、知事許可漁業である「小型機船底びき網漁」及び「イカ釣り漁」が営まれている。

これらは、指定漁業の許可及び取締り等に関する省令及び島根県漁業調整規則に基づき操業区域及び使用する漁船の総トン数に制限が課せられている。それぞれの許可漁業の詳細を表2に示す。

表2 島根原子力発電所周辺で営まれる許可漁業

許可漁業	操業制限等	操業状況		
		漁港	総トン数	操業区域
沖合底びき網漁	<ul style="list-style-type: none"> 総トン数 15 トン以上 海岸から 5 海里 (約 9km) 以内における操業禁止 	恵曇漁港	15 トン	図 1
小型機船底びき網漁	<ul style="list-style-type: none"> 総トン数 15 トン未満 海岸から 5 海里 (約 9km) 以内における操業禁止 	恵曇漁港	15 トン未満	
イカ釣り漁	<ul style="list-style-type: none"> 総トン数 10 トン以上の漁船は海岸から 10 海里 (約 18.5km) 以内における操業禁止 制限される操業区域 (以下, 操業制限区域という) を図 2-1 に示す。 	片句漁港	5 トン未満	図 2-2
			8 トン未満	
			10 トン未満	
		恵曇漁港	19 トン	
ずわいがに漁	<ul style="list-style-type: none"> 総トン数 10 トン以上 	恵曇漁港	15 トン	—
すくい網漁	<ul style="list-style-type: none"> 総トン数 10 トン未満 	片句漁港 恵曇漁港	10 トン未満	—

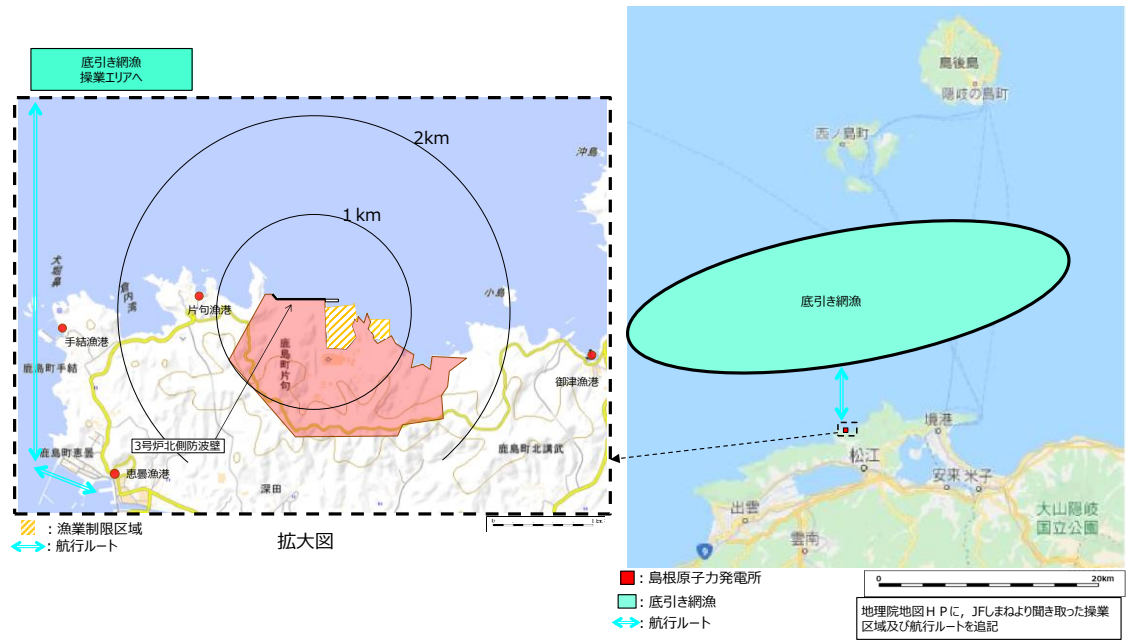


図1 沖合底引き網漁と小型機船底引き網漁の操業区域
(漂流物調査における操業状況)

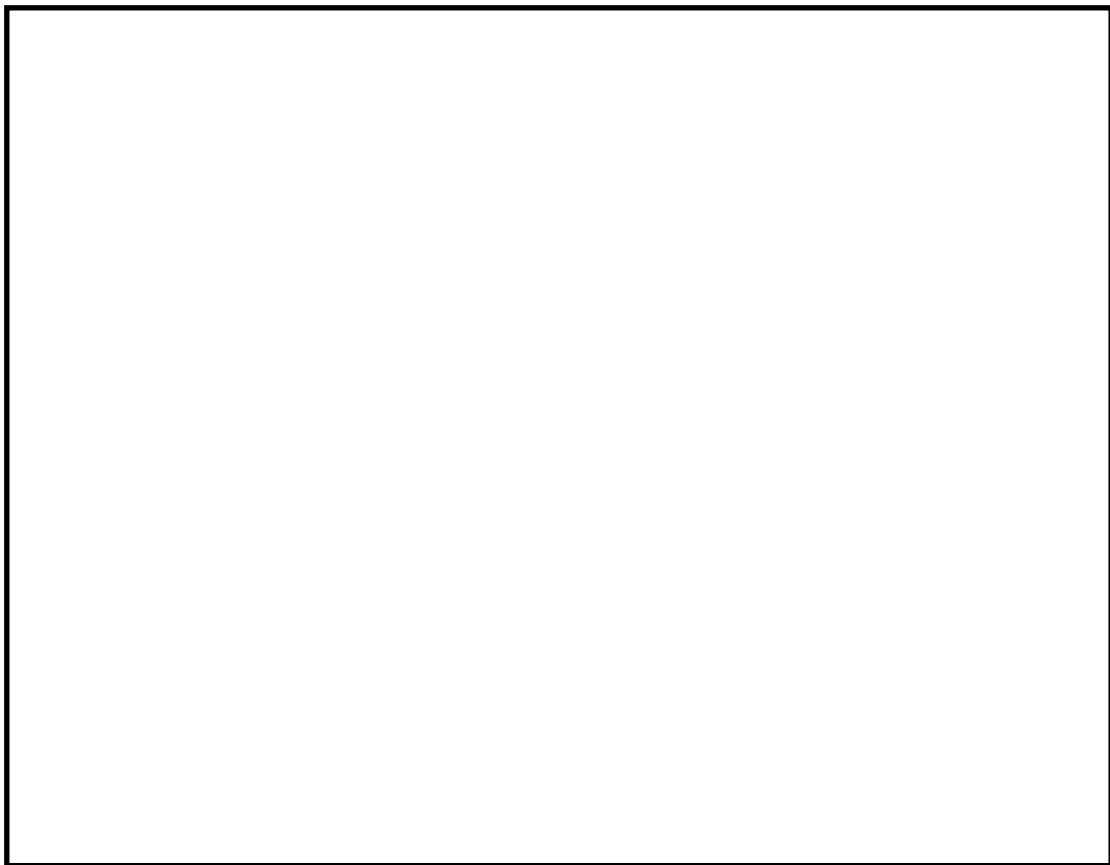


図2-1 イカ釣り漁の操業制限区域

4. 漁業権漁業（免許漁業）

都道府県知事の免許によって設定された漁業権に基づき、島根原子力発電所周辺においては、区画漁業、定置漁業、共同漁業が営まれている。周辺漁港への聞取りにより調査した免許漁業の操業状況を表3に、操業区域を図3に示す。

(1) 区画漁業

一定の区域において養殖業を営む権利であり、島根原子力発電所周辺ではわかめ養殖が営まれている。免許存続期間は5年である。

(2) 定置漁業

漁具を定置して営む漁業で身網の設置水深が27m以上（以深）のものを営む権利であり、島根原子力発電所周辺では、定置網漁が営まれている。免許存続期間は5年（一部10年）である。

(3) 共同漁業

一定の水面を地元漁民が共同に利用して漁業を営む権利であり、漁業権を管理する地元漁協にのみ免許される。島根原子力発電所周辺では、第1種共同漁業（あわび、とこぶし、いわのり、うに等の採取漁業）、第2種共同漁業（雑魚小型定置漁業、ばいかごづけ漁業等）が営まれている。免許存続期間は10年である。

表3 島根原子力発電所周辺で営まれる漁業権漁業

漁業権漁業		操業制限等	操業状況		
			漁港	総トン数	操業区域
区画漁業	わかめ養殖	<ul style="list-style-type: none"> 定められた区画に対し、特定の漁業を営む漁業権が設定 漁業権設定区域を図3-1に示す 	片句漁港	1トン未満	図3-2 図3-3
定置漁業	定置網漁		恵曇漁港	19トン 10トン	
			御津漁港	12トン未満	
共同漁業	サザエ網・カナギ漁		片句漁港	1トン未満	
	サザエ網・採貝藻漁		御津漁港	1トン未満 2トン未満	
				かご漁・ぶりはまち固定式さし網漁	

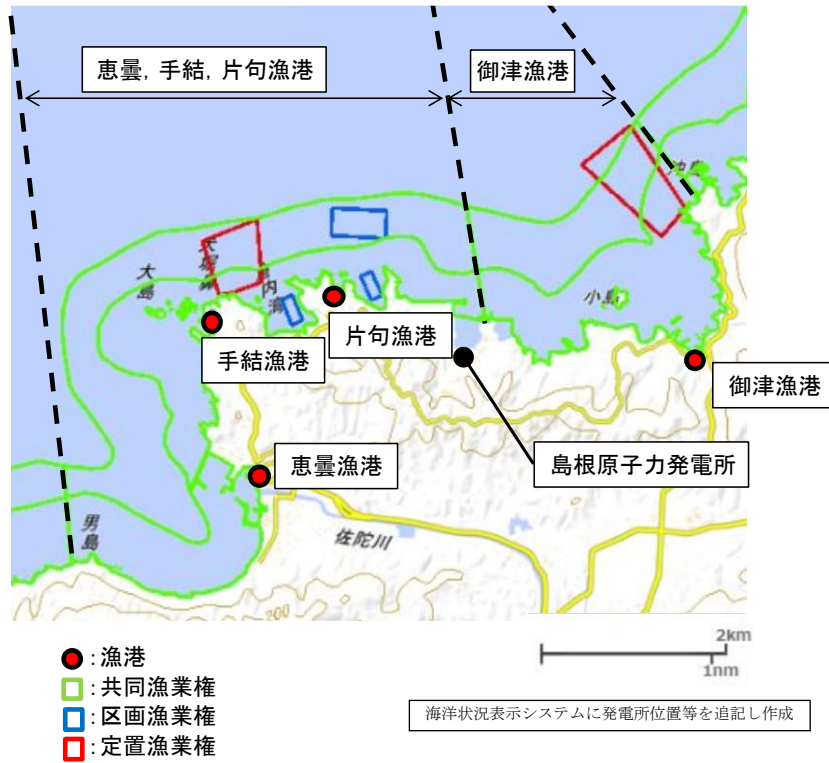


図3-1 漁業権漁業の漁業権設定区域
(島根県知事の免許によって設定された漁業権に基づく区域)



図3-2 ぶりはまち固定式さし網漁業の漁業権設定区域
(島根県知事の免許によって設定された漁業権に基づく区域)

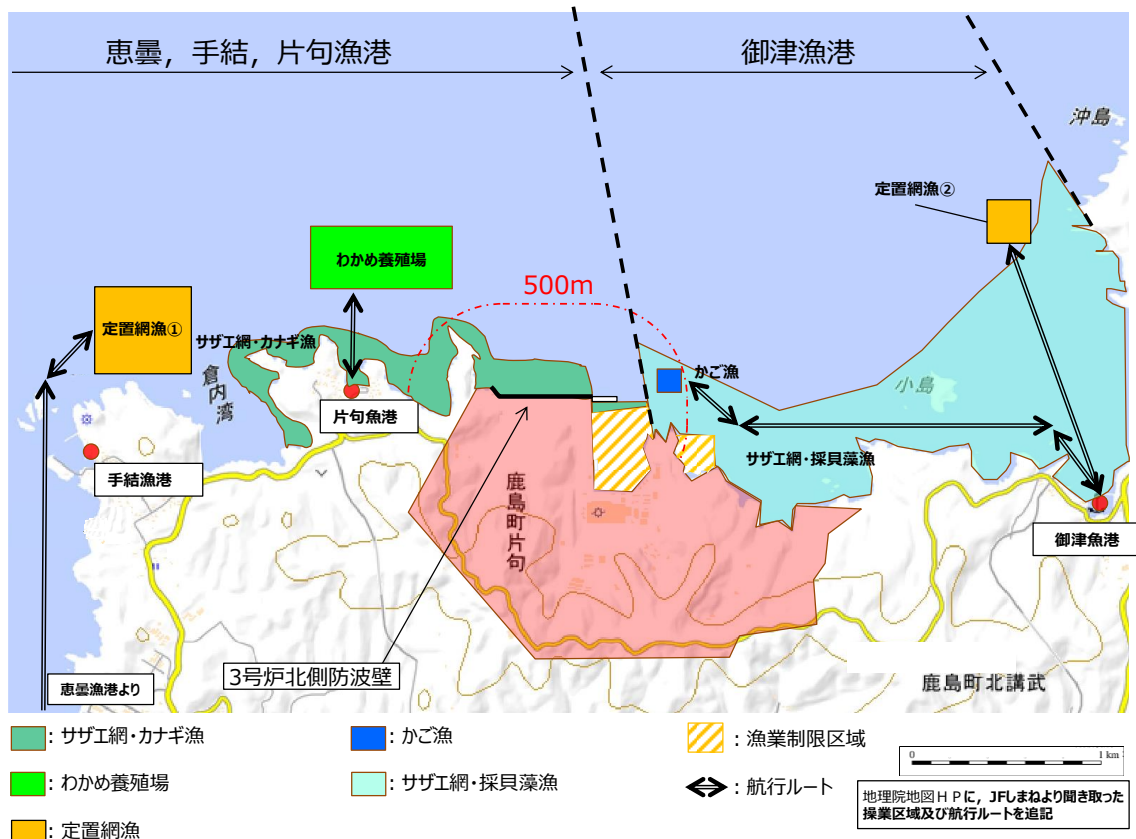


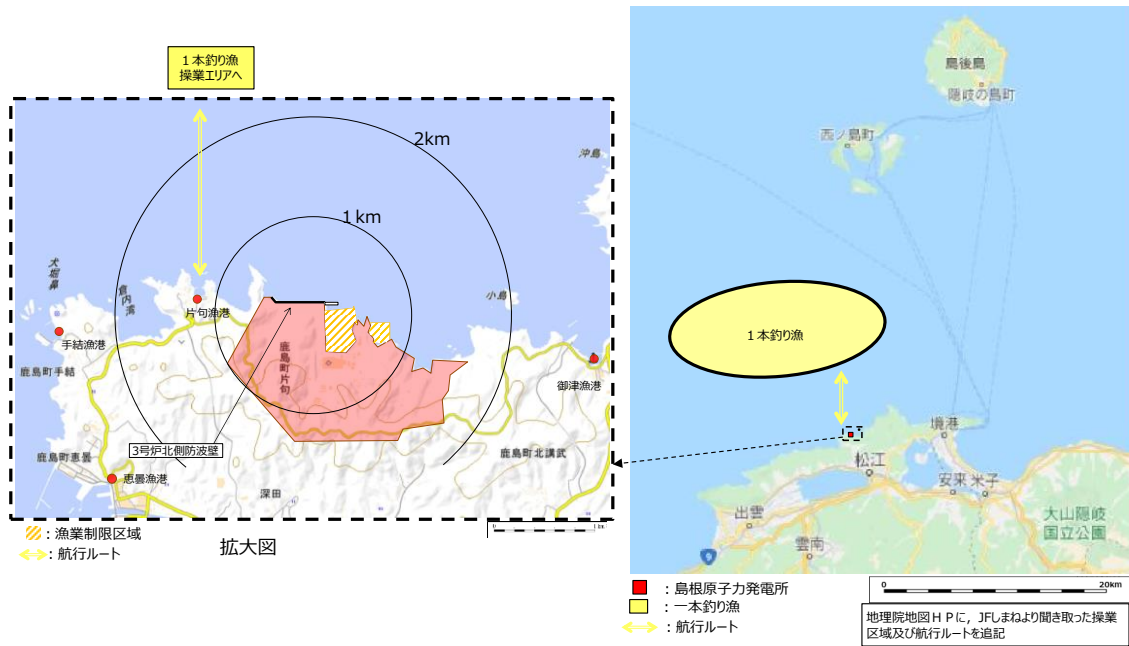
図 3-3 島根原子力発電所周辺における漁業権漁業の操業区域
(漂流物調査における操業状況)

5. 自由漁業

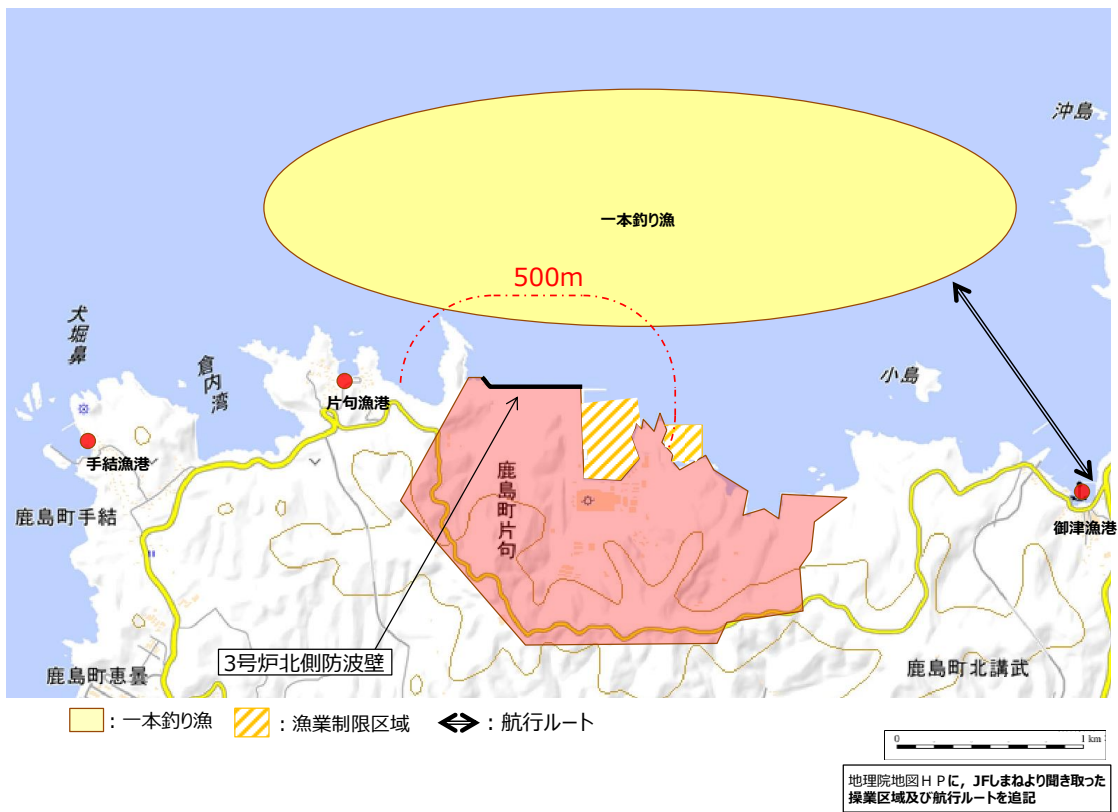
自由漁業は、免許や許可を要しない漁業であって、水産資源の保護培養上、漁業の調整上とくに問題とならない一部の一本釣り漁業、延縄（はえなわ）漁業などの漁業であり、島根原子力発電所周辺では、一本釣り漁業が営まれている。周辺漁港への聞き取りにより調査した自由漁業の操業状況を表 4 に、操業区域を図 4 に示す。

表 4 島根原子力発電所周辺で営まれる自由漁業

項目	目的	操業制限等	操業状況		
			漁港	総トン数	操業区域
自由漁業	一本釣り漁	— (免許や許可を要しない漁業であり、操業区域に制限はない)	御津漁港	1 トン未満	図 4
			片句漁港	約 10 トン	



(発電所沖合で操業する一本釣り漁)



(発電所沿岸で操業する一本釣り漁)

図4 一本釣り漁の操業区域 (漂流物調査における操業状況)

6. 対象漂流物とする漁船及び不確かさ

対象漂流物とする漁船は、施設護岸から500m以内で操業する漁船は施設護岸に到達する可能性があると考え(4.2参照)、許可漁業、漁業権漁業及び自由漁業のうち、島根原子力発電所の周辺海域における漁船の操業状況を踏まえ設定する。また、設定した漁業の種類毎に、漁業法の制限等を踏まえて島根原子力発電所の周辺海域における操業の不確かさを検討した。

島根原子力発電所の周辺海域における漁船の操業制限及び操業状況を表5に、対象漂流物とする漁船及びその不確かさを表6に示す。

操業区域の不確かさとして、総トン数10トンのイカ釣り漁船は、発電所周辺において操業制限はないため、施設護岸から500m以内で操業する可能性は否定できず、また、漁船の航行の不確かさとして、漁船の航行については制限がないため、周辺漁港の漁船の最大の総トン数19トンの漁船が施設護岸から500m以内を航行する可能性は否定できない。以上より、不確かさを考慮した設計条件として、総トン数19トンの漁船を考慮する。

(1) 許可漁業

漂流物調査結果（操業状況）では、輪谷湾外の施設護岸から500m付近でイカ釣り漁船（総トン数10トン未満）が操業及び航行することが確認されている。また、発電所から1km以遠で沖合及びき網漁船（総トン数15トン）及び小型機船及びき網漁船（総トン数15トン未満）が操業及び航行することを確認した。

許可漁業の操業区域及び操業制限を確認した結果、操業区域が発電所近傍にあるため、総トン数10トン未満のイカ釣り漁船が輪谷湾内外の施設護岸から500m以内で操業及び航行する可能性がある。また、総トン数10トン以上の漁船については、海岸から5海里（1海里：約1.85km）以内における操業が禁止されているが、航行については制限がなく、施設護岸付近で航行する可能性がある。

(2) 漁業権漁業（免許漁業）

漂流物調査結果（操業状況）では、輪谷湾内外の施設護岸から500m以内で操業及び航行するわかめ養殖漁、かご漁、サザエ網・カナギ漁船が確認されたが、いずれも総トン数3トン未満の漁船である。また、発電所から1km以遠で総トン数10トン以上の定置網漁船が操業及び航行することを確認した。

定置網漁業は発電所から1km以遠において漁業権設定区域が設定されているが、航行については制限がなく、施設護岸付近で航行する可能性がある。区画漁業及び共同漁業は輪谷湾内外の施設護岸から500m以内に操業区域が設定されており、総トン数の制限もないが、漁業の特徴から総トン数10トン以上の漁船が操業する可能性は十分に小さい。

(3) 自由漁業

漂流物調査結果（操業状況）では、施設護岸から500m以内で操業及び航行する一本釣り漁船が確認されたが、いずれも総トン数1トン未満の漁船である。また、発電所から1km以上離れた沖合で操業及び航行する総トン数10トンの一本釣り漁船を確認した。

自由漁業は免許や許可を要しない漁業であって、操業区域や総トン数に制限はないが、代表的な一本釣り漁については、漁業の特徴から、総トン数5トン前後の漁船による操業が一般的である。従って、周辺の漁協で操業する一本釣り漁船の最大（総トン数10トン未満）を考慮する。

表 5 島根原子力発電所の周辺海域における漁船の操業制限及び操業状況 (1/2)

漁業の種類	操業制限等	島根原子力発電所周辺の操業状況	操業の不確かさ*	補足資料
許可漁業 漁業法、水産資源保護法、農林省令、都道府県規則などにより、農林水産省大臣または都道府県知事が許可しなれば営むことができない漁業。大臣許可漁業と知事許可漁業に大別される。 なお、島根原子力発電所では、沖合底びき網、小型機船底びき網、イカ釣り漁が営まれている	<ul style="list-style-type: none"> 沖合底びき網漁 	<ul style="list-style-type: none"> 総トン数は15トン以上5海里(約9km)以内での操業禁止 	<ul style="list-style-type: none"> 考慮不要(5海里(約9km)以内での操業禁止) 	総トン数の制限：①-1 操業区域の制限：①-2
	<ul style="list-style-type: none"> 小型機船底びき網漁 	<ul style="list-style-type: none"> 総トン数は15トン未満5海里(約9km)以内での操業禁止 	最大総トン数15トン未満(発電所から1km以遠で操業及び航行する)	<ul style="list-style-type: none"> 考慮不要(5海里(約9km)以内での操業禁止)
	<ul style="list-style-type: none"> イカ釣り漁 	<ul style="list-style-type: none"> 総トン数と操業制限区域が定められている(総トン数10トン以上の漁船は10海里(約18km)以内における操業禁止) 	<ul style="list-style-type: none"> 発電所周辺において操業制限はないため、総トン数10トン未満の漁船が、輪谷湾内の施設護岸から500m付近で操業及び航行する可能性は否定できない 	総トン数及び操業区域の制限：③
		最大総トン数19トン(発電所から1km以遠で操業及び航行する)	<ul style="list-style-type: none"> 考慮不要(総トン数10トン以上の漁船は10海里(約18km)以内における操業が禁止されている) 	総トン数及び操業区域の制限：④
	<ul style="list-style-type: none"> ずわいがに漁 	<ul style="list-style-type: none"> 総トン数は10トン以上 操業制限区域が定められている(発電所近傍で操業可能) 	<ul style="list-style-type: none"> 発電所周辺において操業制限はないため、総トン数15トンの漁船が、輪谷湾内外の施設護岸から500m以内で操業する可能性は否定できない 	総トン数及び操業区域の制限：⑤
	<ul style="list-style-type: none"> すくい網漁 	<ul style="list-style-type: none"> 総トン数は10トン未満 操業制限区域が定められている(発電所近傍で操業可能) 	発電所周辺における操業実態はない(総トン数10トン未満の漁船が、発電所から1km以遠で操業及び航行する)	総トン数及び操業区域の制限：⑤

注記*：漁船の総トン数、操業区域及び航行の不確かさ

表 5 島根原子力発電所の周辺海域における漁船の操業制限及び操業状況 (2 / 2)

漁業の種類		操業制限等	島根原子力発電所周辺の操業状況	操業の不確かさ*1	補足資料	
漁業権漁業	(1) 定置漁業	<ul style="list-style-type: none"> ・ 定置網漁 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 漁業権設定区域が定められている ・ 総トン数に制限はない 	最大総トン数 19 トン (発電所から 1 km 以遠で操業及び航行する)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 考慮不要 (総トン数の制限はないが、漁業権設定区域が定められており、施設護岸から 500m 以内で操業することはない) 	漁業権設定区域：⑥
	(2) 区画漁業	都道府県知事の免許によって設定される漁業権に基づく漁業。 なお、島根原子力発電所周辺の共同漁業では、第 1 種共同漁業 (あわび、とこぶし、いわのり、うに等の採取漁業)、第 2 種共同漁業 (雑魚小型定置漁業、ほかいかにごづけ漁業等) が営まれている。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 漁業権設定区域が定められている ・ 総トン数に制限はない 	最大総トン数 1 トン未満 (輪谷湾外の施設護岸から 500m 付近で操業及び航行する)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発電所周辺において操業制限はないため、輪谷湾内外の施設護岸から 500m 以内で操業する可能性は否定できないが、漁業の特徴から、0.7~0.8 トン*2 の漁船で操業するのが一般的であり、総トン数 10 トン以上の漁船で操業する可能性は十分に小さい 	漁業権設定区域：⑦
	(3) 共同漁業	<ul style="list-style-type: none"> ・ かが漁、サザエ網・カサギ漁等 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 漁業権設定区域が定められている ・ 総トン数に制限はない 	最大総トン数 3 トン未満 (輪谷湾内の施設護岸から 500m 以内で操業及び航行する)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発電所周辺において操業制限はないため、輪谷湾内外の施設護岸から 500m 以内で操業する可能性は否定できないが、漁業の特徴から、小型の船*3 による操業が一般的であり、総トン数 10 トン以上の漁船で操業する可能性は十分に小さい 	漁業権設定区域：⑧
自由漁業	免許や許可を要しない漁業であって、水産資源の保護培養上、漁業の調整とくに問題とならない一部の一本釣り漁業、延縄 (はえなわ) 漁業などの漁業が該当する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ ぶり・はまち固定式刺網漁 ・ 一本釣り漁 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 操業区域が定められていない ・ 総トン数に制限はない 	最大総トン数 1 トン未満 (輪谷湾内の施設護岸から 500m 付近で操業及び航行する) 最大総トン数 10 トン (発電所から 1 km 以遠で操業及び航行する)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 総トン数に制限はないが、代表的な一本釣り漁については、漁業の特徴から、総トン数 5 トン前後*4 の漁船による操業が一般的であり、周辺の漁協で操業する一本釣りの漁船の最大を考慮する ・ 操業制限区域が定められていないため、施設護岸付近で操業する可能性は否定できない 	-

注記*1：漁船の総トン数及び操業区域の不確かさ

*2：島根県 HP より

*3：地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 水産研究本部 HP より

*4：隠岐観光協会 HP より

表 6 対象漂流物（漁船）の設計条件

津波防護施設	基本とする設計条件	対象漂流物の不確かさ	不確かさを考慮した設計条件
輪谷湾内に面する津波防護施設	総トン数 3 トンの漁船 (輪谷湾内の施設護岸から 500m 以内で操業するかご漁漁船)	<ul style="list-style-type: none"> ・漁船の操業区域の不確かさ： 発電所周辺において操業制限はないため、総トン数 10 トンのイカ釣り漁漁船が施設護岸から 500m 以内で操業する可能性は否定できない 	総トン数 19 トンの漁船
外海に面する津波防護施設	総トン数 10 トンの漁船 (輪谷湾外の施設護岸から 500m 付近で操業するイカ釣り漁の漁船)	<ul style="list-style-type: none"> ・漁船の航行の不確かさ： 漁船の航行については制限がないため、周辺漁港の漁船の最大の総トン数 19 トンの漁船が施設護岸から 500m 以内を航行する可能性は否定できない 	

各漁業の操業制限に関する根拠資料

(沖合底びき網漁)

①-1 漁業法第五十八条第一項

第五十八条 農林水産大臣は、指定漁業の許可又は起業の認可をする場合には、第五十五条第一項及び第五十九条の規定による場合を除き、当該指定漁業につき、あらかじめ、水産動植物の繁殖保護又は漁業調整その他公益に支障を及ぼさない範囲内において、かつ、当該指定漁業を営む者の数、経営その他の事情を勘案して、その許可又は起業の認可をすべき船舶の総トン数別の隻数又は総トン数別及び操業区域別若しくは操業期間別の隻数（母船式漁業にあつては、母船の総トン数別の隻数又は総トン数別及び操業区域別若しくは操業期間別の隻数並びに各母船と同一の船団に属する独航船等の種類別及び総トン数別の隻数）並びに許可又は起業の認可を申請すべき期間を定め、これを公示しなければならない。

①-1 農林水産省告示第九百八十一号「漁業法第五十八条第一項の規定に基づく沖合底引き網漁業につき、その許可又は起業の認可を申請すべき期間」（平成十四年四月二十二日）

一 許可又は起業の認可をすべき船舶の総トン数別及び操業区域別の隻数より一部抜粋

操業区域	漁業の方法	総トン数		隻数	階層名
		旧トン数	新トン数		
(三十七) 操業区域の38、41及び26	一そうびき	一五トン以上五〇トン未満	一五トン以上七六トン未満	二	(一)
		一五トン以上六五トン未満	一五トン以上九六トン未満	七	(二)
(三十九) 操業区域の43	一そうびき又は二そうびき	一五トン以上六五トン未満	一五トン以上九六トン未満	二	

備考

1 この告示において、「新トン数」とは、昭和五十七年七月十八日以降に建造に着手された船舶及び同日前に建造され、又は建造に着手された船舶で同日以降に特定修繕（船舶のトン数の測度に関する法律（昭和五十五年法律第四十号）附則第三条第一項の特定修繕をいう。）が行われたものに適用される総トン数をいい、「旧トン数」とは、新トン数が適用される船舶以外の船舶に適用される総トン数をいう。

2 総トン数の欄に掲げる総トン数の区分ごとの隻数のうちには、当該区分のうち旧トン数の区分を超える旧トン数の船舶であつて、当該船舶の総トン数から現に当該船舶について受けている沖合底びき網漁業の許可又は起業の認可（当該船舶についてのこの告示に係る許可又は起業の認可の申請が漁業法施行令（昭和二十五年政令第三十号）第一条の五第二項、第一条の七第一項若しくは第二項又は第一条の八の適用を受ける場合には、従前の許可又は起業の認可）の制限又は条件により補充トン数として使用し得ないこととされているトン数に〇・〇一トンを加算したトン数を控除して得たトン数が当該区分に属するものについて許可又は起業の認可をすべき隻数を含むものとする。

別記一操業区域より一部抜粋

41 北緯三十五度十一秒の線、島根県出雲市日御碕灯台から長崎県対馬市三島灯台に至る線、同灯台から大韓民国鴻島灯台を通る線、東経百二十九度五十九分五十二秒の線及び東経百二十八度二十九分五十二秒の線により囲まれた海域
43 島根県出雲市日御碕灯台正北の線と東経百二十九度五十九分五十二秒の線との両線間における海域

①ー 2 昭和三十八年農林省令第五号「指定漁業の許可及び取締り等に関する省令」
第三章 指定漁業の制限及び取締り等

(操業制限) 第十七条 指定漁業者は、別にこの省令で定める場合のほか、別表第二の上欄に掲げる指定漁業につき、それぞれ同表の下欄に掲げる操業の区域若しくは期間又は特定の区域若しくは期間における特定の漁具若しくは船舶を使用し若しくは特定の漁法によつてする操業若しくは特定の種類の水産動物の採捕に関する制限又は禁止の措置に違反して当該指定漁業を営んではならない。

別表第二（第一七条関係）より一部抜粋

指定漁業の名称	制限又は禁止の措置
沖合底びき網漁業	一 次に掲げる海域における沖合底びき網漁業の操業は、禁止する。 (2 1) 島根県出雲市日御碕突端正北五海里の点 (2 2) 島根県松江市多古鼻突端正北五海里の点

(小型機船底びき網漁)

②「水産課長専決漁業許可等の取扱方針（令和2年12月）」（島根県農林水産部水産課）より一部抜粋

2 小型 機船 底び き網 漁業	漁業種類	手繰第一種漁業（機船手繰網漁業）	
	許可又は起業の認可をすべき船舶等の数又は漁業者の数	※定めなし	
	船舶の総トン数	現に許可又は起業の認可を受けている船舶にあつては、許可又は起業の認可を受けた際の総トン数	15トン未満 (漁業の許可及び取締り等に関する省令第70条第2項)
制限措置	推進機関の馬力数	現に許可又は起業の認可を受けている船舶にあつては、許可又は起業の認可を受けた際の馬力数	
		許可等の申請者が住所又は事務所を有する地区の沖合海面とする。ただし、知事が特に認めた場合はこの限りでない。 〔石見地区〕 出雲市大社町日御碕灯台から正北の線と島根・山口両県界から正北西の線との両線間における島根県沖合海面 〔出雲地区〕	
条件		(5)大田市大岬と隠岐郡三度埼とを結ぶ線と、出雲市大社町日御碕灯台から正北の線及び最大高潮時海岸線とによって囲まれた海域においては、毎年3月1日から5月31日まで及び9月1日から9月30日までの期間に操業してはならない。 〔出雲地区〕 (3)大田市と出雲市との最大高潮時海岸線における境界点から、益田市高島北端と出雲市日御碕突端を結ぶ線と大田市・出雲市界から正北西の線との交点、同点と出雲市日御碕突端を結ぶ線上同突端から5海里の点、同突端正北5海里の点、松江市多古鼻正北5海里の点を経て鳥取県鳥取市長尾鼻に至る線内の海域において操業してはならない。 (4)大田市大岬と隠岐郡三度埼とを結ぶ線と、同埼と松江市地蔵崎とを結ぶ線及び最大高潮時海岸線とによって囲まれた海域においては、毎年3月1日から5月31日まで及び9月1日から9月30日までの期間に操業してはならない。	

(いか釣り漁)

③「松江水産事務所長専決海面漁業の許可等の取扱方針（平成29年7月）」（島根県松江水産事務所）より一部抜粋

漁業名	項目	内容	備考
8.小型いか釣り漁業	漁業種類	小型いか釣り漁業（県内船）	
	操業区域	島根県沖合海面	
	操業期間	5月1日から翌年4月30日まで	
	制限又は条件	<p>・総トン数10ト未満の許可船舶にあっては</p> <ol style="list-style-type: none"> 指定漁業の許可及び取締り等に関する省令（昭和38年農林省令第5号）別表第2いか釣り漁業の項の1の口からりに掲げる操業禁止区域においては、18灯を超える集魚灯を使用してはならない。 島根・山口両県界（以下「県界」という。）から真方位0度の線、県界から真方位315度の線及び指定漁業の許可及び取締り等に関する省令（昭和38年農林省令第5号）別表第2いか釣り漁業の項の1の口からりに掲げる操業禁止区域線によって囲まれた海域における光力制限は次のとおりとする。（図面参照） <ol style="list-style-type: none"> ①県界から距岸10海里以内の海域においては、周年10キロワット以下とする。 ②県界から真方位315度の線と同線の北東3海里に同線と平行に引いた線との両線間における海域（①の海域を除く）においては、周年10キロワット以下とする。 ③以下ア及びイの海域においては、毎年4月15日から11月14日までにあつては10キロワット以下、その他の期間にあつては36キロワット以下とする。 <ol style="list-style-type: none"> ア 県界から真方位315度の線の北東3海里に同線と平行に引いた線と山口県萩市見島の周囲最大高潮時海岸線から沖合20海里の線により囲まれた海域。 イ 県界から真方位315度の線の北東3海里に平行に引いた線、県界から真方位337.5度の線、県界から10海里の線及び県界から15海里の線により囲まれた海域。（アの海域を除く） ④県界から真方位337.5度の線以西の海域のうち、①、②及び③以外の海域においては、周年36キロワット以下とする。 <p>・総トン数10ト以上の許可船舶にあっては</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 船橋両側に次の様式により許可番号を表示しなければならない。 50cm 20cm 島小いか第〇〇〇号（白地に黒文字） <p>2 最大高潮時海岸線から10海里以内の海域では操業してはならない。</p> <ol style="list-style-type: none"> 3 指定漁業の許可及び取締り等に関する省令（昭和38年農林省令第5号）別表第2いか釣り漁業の項の1の口からりに掲げる操業禁止区域においては、18灯を超える集魚灯を使用してはならない。 4 島根・山口両県界（以下「県界」という。）から10海里の線、真方位337.5度の線、県界から真方位315度の線及び指定漁業の取締り等に関する省令（昭和38年農林省令第5号）別表第2いか釣り漁業の項の1の口からりに掲げる操業禁止区域線によって囲まれた海域における光力制限は次のとおりとする。（図面参照） <ol style="list-style-type: none"> ①県界から真方位315度の線と同線の北東3海里に同線と平行に引いた線との両線間における海域においては、周年10キロワット以下とする。 ②以下ア及びイの海域においては、毎年4月15日から11月14日までにあつては10キロワット以下、その他の期間にあつては36キロワット以下とする。 <ol style="list-style-type: none"> ア 県界から真方位315度の線の北東3海里に同線と平行に引いた線と山口県萩市見島の周囲最大高潮時海岸線から沖合20海里の線により囲まれた海域。 イ 県界から真方位315度の線の北東3海里に平行に引いた線、県界から337.5度の線、県界から10海里の線及び県界から15海里の線により囲まれた海域。（アの海域を除く） ③県界から真方位337.5度の線以西の海域のうち、①及び②以外の海域においては、周年36キロワット以下とする。 	

(ずわいがに漁業)

④平成六年農林水産省令第五十四号「特定大臣許可漁業等の取締りに関する省令」

第一章 総則

(定義)

第一条 この省令において、次の各号に掲げる用語の意義は、当該各号に定めるところによる。

- 一 ずわいがに漁業 総トン数十トン以上の動力漁船によりずわいがにをとることを目的とする漁業であつて、漁業法第五十二条第一項の指定漁業を定める政令（昭和三十八年政令第六号。以下「指定漁業を定める政令」という。）第一項第一号に掲げる沖合底びき網漁業又は漁業法第六十六条第二項に規定する小型機船底びき網漁業に該当するもの以外のものをいう。

(操業区域等の制限)

第十七条 特定大臣許可漁業を営む者は、別にこの省令で定める場合のほか、別表第二の上欄に掲げる特定大臣許可漁業につき、それぞれ同表の下欄に掲げる操業の区域若しくは期間又は特定の区域若しくは期間における特定の漁具若しくは船舶を使用し若しくは特定の漁法によってする操業若しくは特定の種類の水産動物の採捕に関する制限又は禁止の措置に違反して当該特定大臣許可漁業を営んではならない。

別表第二（第十七条関係）

特定大臣許可漁業の名称	制限又は禁止の措置
ずわいがに漁業	次に掲げる海域におけるずわいがに漁業の操業は、禁止する。 イ 指定漁業省令別表第二沖合底びき網漁業の項第一号イに規定する水域 ロ 北緯三十八度五十分十秒の線、東経百三十二度五十九分五十秒の線、北緯四十度十分九秒の線及び東経百三十五度五十九分四十九秒の線の各線により囲まれた海域

(すくい網漁業)

⑤「松江水産事務所長専決海面漁業の許可等の取扱方針（平成29年7月）」（島根県松江水産事務所）より一部抜粋

漁業名	項目	内容	備考
9.小型定置漁業	漁業種類	小型定置漁業	
	操業区域	申請者の住所が関係地区に含まれる第2種共同漁業権設定区域外であって水深27m未満の別途許可証に示す海域。	
	操業期間	1月1日から12月31日まで	
	漁業種類	雑魚ます網漁業	
	操業区域	中海における別途許可証に示す区域	ただし、既に境水道を操業区域に含む許可を有する者については、現行の操業区域とする。
	操業期間	1月1日から12月31日まで	
	制限又は条件	①漁具の統数は〇〇統をこえてはならない。 ②船舶の航行を妨げてはならない。	
10.かご漁業	漁業種類	いかかご漁業	
	使用船舶規模の上限等	総トン数は5ト未満であること	
	操業区域	美保関町沖合海面	
	操業期間	3月1日から4月30日まで	
	制限又は条件	共同漁業権設定区域内において操業しようとする場合は当該権利者の同意を得なければならない。	
	漁業種類	あなごかご漁業	
	使用船舶規模の上限等	総トン数は20ト未満であること	
	操業区域	松江市美保関町地蔵崎先端から正北の線と大田市、出雲市界から329度の線との両線間における出雲地区沖合海面	
	操業期間	1月1日から12月31日まで	
	制限又は条件	①9月1日から翌年5月31日までは、大田市と出雲市との最大高潮時海岸線における境界点から、益田市高島北端と出雲市日御碕突端を結ぶ線と大田市・出雲市界から329度の線との交点、同点と出雲市日御碕突端を結ぶ線上同突端から5海里の点、同突端正北5海里の点、松江市多古真正北5海里の点、同点から鳥取県鳥取市長尾鼻に至る線と松江市地蔵崎先端から正北の線との交点を結ぶ線と、松江市地蔵崎先端に至る線内の海域の沖合で操業してはならない。 ②松江市島根町多古真灯台から正北の線以東の海域においては、5月1日から翌年2月末日の間は操業してはならない。 ③共同漁業権設定区域内において操業する場合は、当該漁業権者の同意を得なければならない。 ④日の出から日没までの間は操業してはならない。ただし、次の場合はこの限りではない。 ア) 6月1日から8月31日までの間、最大高潮時海岸線から3海里を以ての海域において、午後4時から日没までの間操業するとき イ) 7月1日から8月31日までの間、出雲市十六島町十六島鼻先端から329度の線以東の水深130メートル以深の海域のうち、出雲市日御碕突端から正北の線以東かつ北緯35度50分11秒（日本測地系北緯35度50分）の線以南で操業するとき ⑤漁具一連ごとの両端に点滅灯及び船名・根拠地港を記載した縦横4.5メートル以上の標旗を海面上2メートルにつけなければならない。 ⑥あなご及びめづりなご以外を採捕の目的としてはならない。	
11.ひき縄釣漁業	漁業種類	しいら、ぶり、かつお又はまぐろの採捕を目的とするひき縄釣漁業	
	操業期間	1月1日から12月31日まで	
	操業区域	大田市、出雲市界から零度（真方位）の線と島根県、山口県両県界から正北西の線との両線間における海面	
12.すくい網漁業	漁業種類	いわしすくい網漁業	
	使用船舶規模の上限等	①総トン数10ト未満であること。 ②附属船は使用してはならない。	
	操業区域	①漁業協同組合JFしまねに所属し出雲地区に住所又は事業所を有する漁業者 A許可 出雲市湖陵町差海川河口中央から正西の線以北の出雲地区沖合海面 B許可 松江市と出雲市の境界から348度（真方位）の線以東の出雲地区沖合海面 ②鳥取県に住所又は事業所を有する漁業者 松江市美保関町片江大崎鼻正北の線以東の出雲地区沖合海面 （ただし、中海及び境水道を除く）	
	操業期間	4月1日から9月30日まで	
	許可の有効期間	鳥取県に住所又は事業所を有する漁業者については1年間とする。	

漁業名	項目	内容	備考
12.すくい網漁業	制限又は条件	<p>1 漁業協同組合JFしまねに所属し出雲地区に住所又は事業所を有する漁業者</p> <p>A許可</p> <p>①中海では操業してはならない。</p> <p>②定置網の付近（前面500メートル、後面200メートル、沖合200メートル）及び第2種共同漁業権設定区域内に敷設する漁具付近で操業してはならない。</p> <p>③いわし以外を採捕の目的としてはならない。</p> <p>④船橋の両側に次に示す標識を施さなければならない。</p> <p>・長さ90センチメートル 幅10センチメートルの黄色反射シート</p> <p>B許可</p> <p>①中海では操業してはならない。</p> <p>②定置網の付近（前面500メートル、後面200メートル、沖合200メートル）及び第2種共同漁業権設定区域内に敷設する漁具付近で操業してはならない。</p> <p>③いわし以外を採捕の目的としてはならない。</p> <p>④船橋の両側に次に示す標識を施さなければならない。</p> <p>・長さ90センチメートル 幅10センチメートルの緑色反射シート</p> <p>2 鳥取県に住所又は事業所を有する漁業者</p> <p>①定置網の付近（前面500メートル、後面200メートル、沖合200メートル）及び第2種共同漁業権設定区域内に敷設する漁具付近で操業してはならない。</p> <p>②いわし以外を採捕の目的としてはならない。</p> <p>③船橋の両側に次に示す標識を施さなければならない。</p> <p>・長さ90センチメートル 幅10センチメートルの赤色反射シート</p> <p>④共同漁業権設定区域内において操業しようとする場合は、当該権利者の同意を得なければならない。</p>	
	漁業種類	さっぱ種類すくい網漁業	
	使用船舶規模の上限等	<p>①船舶のト数は10ト未満であること。</p> <p>②附属船は使用してはならない。</p>	
	操業区域	美保湾及び隣水道	
	操業期間	9月1日から翌年3月31日まで	
13.底建網漁業	漁業種類	底建網漁業	
	操業区域	別途許可証に示す区域	
	操業期間	1月1日から12月31日まで	
	制限条件	<p>①共同漁業権設定区域内において操業しようとする場合は、当該権利者の同意を得なければならない。</p> <p>②漁具敷設位置が判断できるように、昼間にあつては水面上1.5メートル以上の高さに縦横80センチメートル以上の赤色標旗を、夜間にあつては電灯その他の照明を当該漁具に掲げなければならない。</p>	

(漁業権漁業漁場図)
⑥定置漁業権漁場図

定置漁業権漁場図

免許番号 定第8号

漁場の位置
松江市島根町加賀馬島地先

漁場の区域

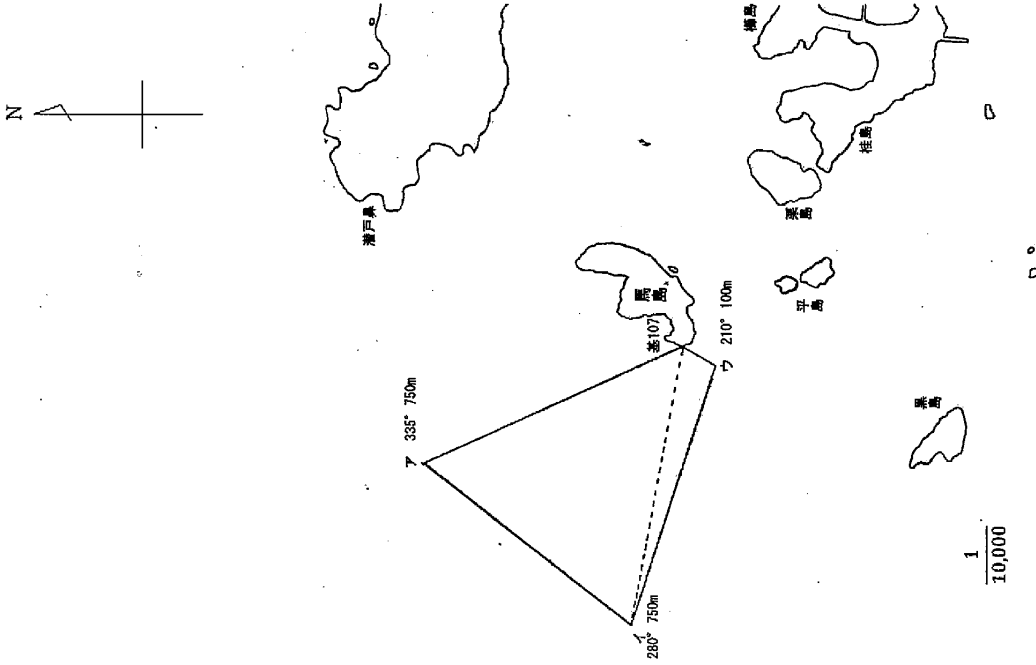
次の基点第107号、ア、イ、ウ及び基点第107号の各点を順次に結んだ線によって囲まれた区域

基点第107号 松江市島根町加賀馬島西ノ鼻に設置した標柱

ア 基点第107号から335度750メートルの点

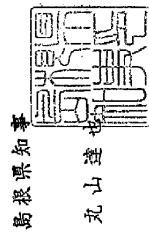
イ 基点第107号から280度750メートルの点

ウ 基点第107号から210度100メートルの点



平成30年9月1日免許
2冊8丁

この謄本は免許漁業権申請書漁場図と相違ないことを証明する。
令和2年11月30日



定置漁業権漁場図

免許番号 定第9号

漁場の位置

松江市鹿島町御津地先

漁場の区域

次の基点第108号、ア、イ、ウ及び基点第108号の各点を順次に

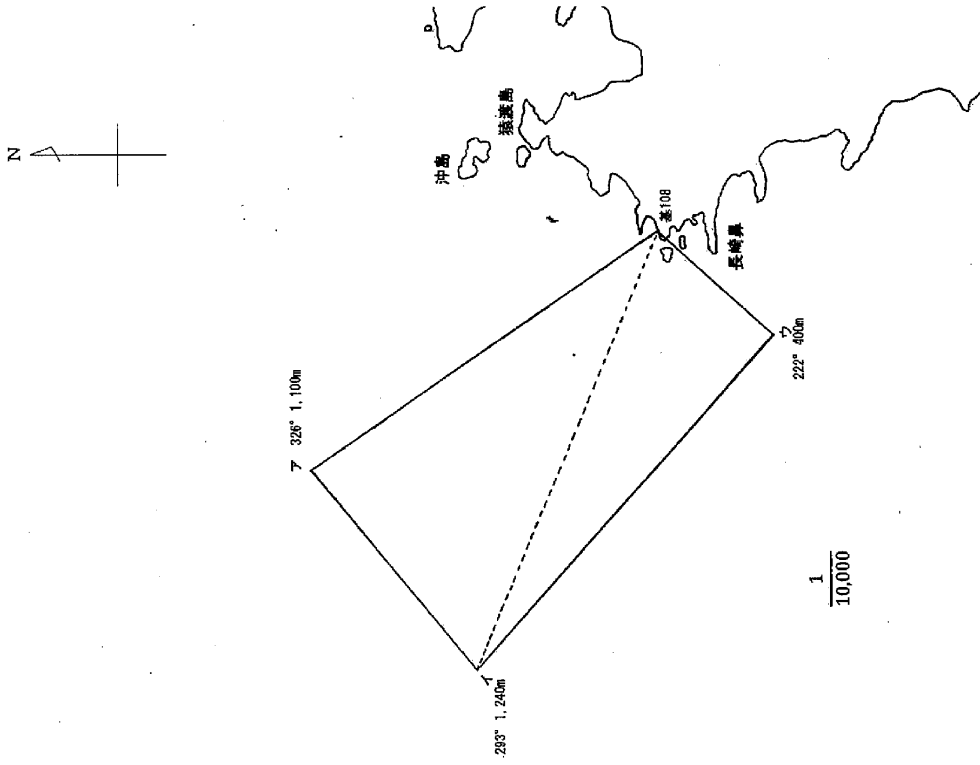
結んだ線によって囲まれた区域

基点第108号 松江市鹿島町御津幕島に設置した標柱

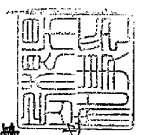
ア 基点第108号から326度1,100メートルの点

イ 基点第108号から293度1,240メートルの点

ウ 基点第108号から222度400メートルの点

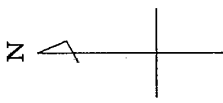


平成30年9月1日免許
2番9丁



島根県知事
丸山 達也

この謄本は免許漁業権付属漁場図と
相違ないことを証明する。
令和2年11月30日



定置漁業権漁場図

免許番号 定第10号

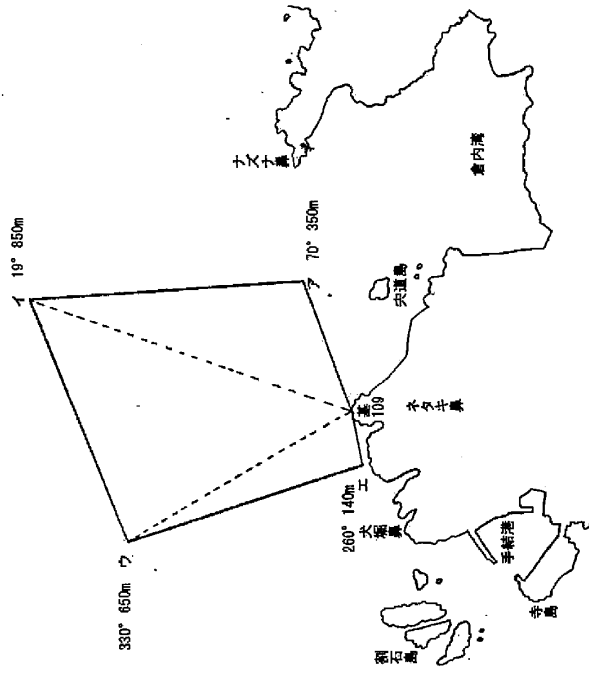
漁場の位置

松江市鹿島町手結ネタキ鼻地先

漁場の区域

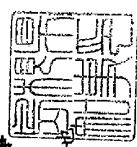
次の基点第109号、ア、イ、ウ、エ及び基点第109号の各点を順次に結んだ線によって囲まれた区域

- 基点第109号 松江市鹿島町手結ネタキ鼻北端に設置した標柱
- ア 基点第109号から70度350メートルの点
- イ 基点第109号から19度850メートルの点
- ウ 基点第109号から330度650メートルの点
- エ 基点第109号から260度140メートルの点



この謄本は免許漁業原簿付属漁場図と相違ないことを証明する。
昭和2年11月30日

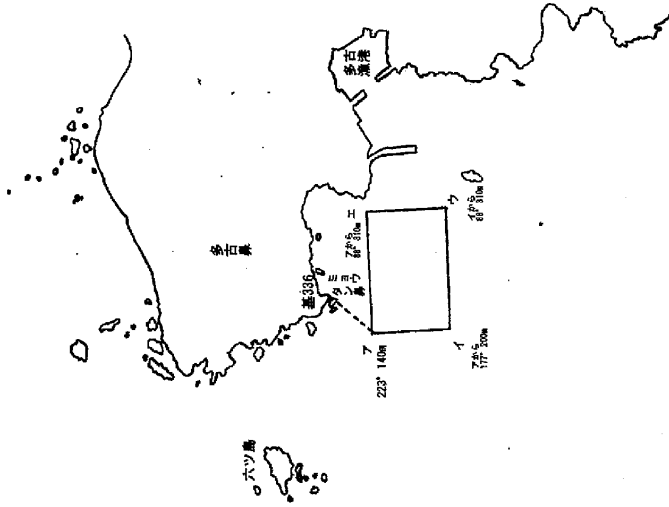
島根県知事



平成30年9月1日免許
2冊10丁

丸山達

⑦区画漁業権漁場図



区画漁業権漁場図（第一種区画漁業・わかめ養殖業）

免許番号 区第14号

漁場の位置

松江市高根町多古島地先

漁場の区域

次のア、イ、ウ、エ及びアの各点を順次に結んだ線によって囲まれた

区域

基点第336号 松江市高根町多古ミヨウタン島に設置した標柱

ア 基点第336号から223度140メートルの点

イ アから177度200メートルの点

ウ イから88度310メートルの点

エ エから88度310メートルの点



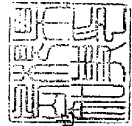
この謄本は免許漁業原簿付属漁場図と
相違ないことを証明する。

第2年11月30日

平成30年9月1日免許

2冊33T

島根県知事



丸山達

区画漁業権漁場図（第一種区画漁業・わかめ養殖業）

免許番号 区第15号

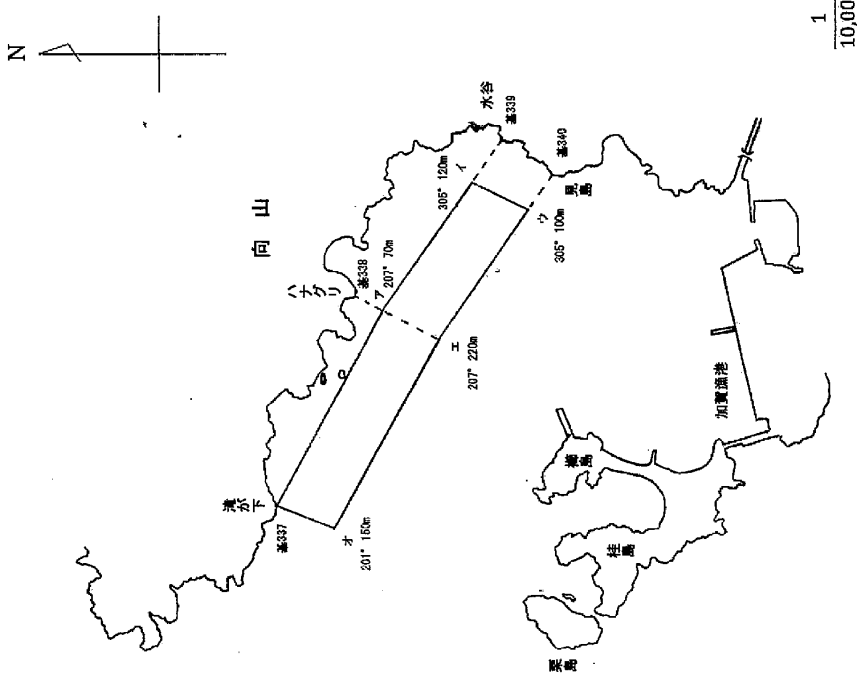
漁場の位置

松江市島根町加賀向山地先

漁場の区域

次の基点第337号、ア、イ、ウ、エ、オ及び基点第337号の各点を順次に結んだ線によって囲まれた区域

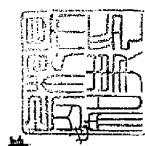
- 基点第337号 松江市島根町加賀流が下に設置した標柱
- 基点第338号 松江市島根町加賀ハナグリに設置した標柱
- 基点第339号 松江市島根町加賀水谷に設置した標柱
- 基点第340号 松江市島根町加賀見島に設置した標柱
- ア 基点第338号から207度70メートルの点
- イ 基点第339号から305度120メートルの点
- ウ 基点第340号から305度100メートルの点
- エ 基点第338号から207度220メートルの点
- オ 基点第337号から201度150メートルの点



この謄本は免許漁業原簿付属漁場図と相違ないことを証明する。
 令和2年11月30日



平成30年9月1日免許
 2冊34丁



島根県知事
 丸山達

区画漁業権漁場図（第一種区画漁業・わかめ養殖業）

免許番号 区第16号

漁場の位置

松江市島根町大芦堤先

漁場の区域

次のア、イ、ウ、エ及びアの各点を順次に結んだ線によって囲まれた

区域

基点第341号 松江市島根町大芦松ヶ鼻西側築端に設置した標柱

- ア 基点第341号から254度60メートルの点
- イ アから254度100メートルの点
- ウ イから159度200メートルの点
- エ ウから159度200メートルの点

この謄本は免許漁業原簿付原漁場図と
相違ないことを証明する。

昭和2年11月30日

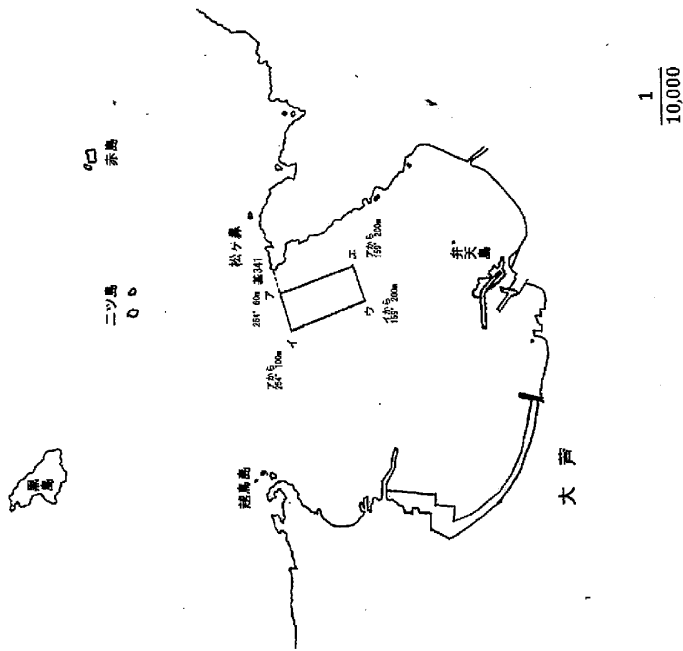
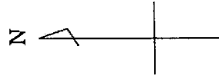
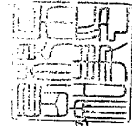


平成30年9月1日 免許

2冊35丁

島根県知事

丸山達也



区画漁業権漁場図 (第一種区画漁業・わかめ養殖業)

免許番号 区第17号

漁場の位置

松江市鹿島町片宮崎島地先

漁場の区域

次のア、イ、ウ、エ及びアの各点を順次に結んだ線によって囲まれた

区域

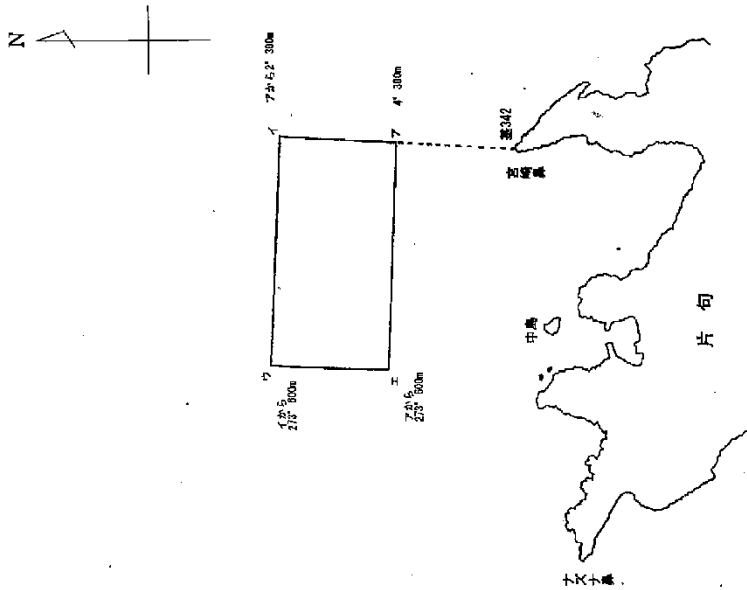
基点第342号 松江市鹿島町片宮崎島北端に設置した標柱

ア 基点第342号から4度300メートルの点

イ アから2度300メートルの点

ウ イから273度600メートルの点

エ ウから273度600メートルの点



この標本は免許漁業原簿付属漁場図と相違ないことを証明する。

令和2年11月30日

平成30年9月1日免許

2番36丁

島根県知事

丸山達也



区画漁業権漁場図（第一種区画漁業・わかめ養殖業）

免許番号 区第18号

漁場の位置

松江市鹿島町片匂黒崎湾地先

漁場の区域

次のア、イ、ウ、エ及びアの各点を順次に結んだ線によって囲まれた

区域

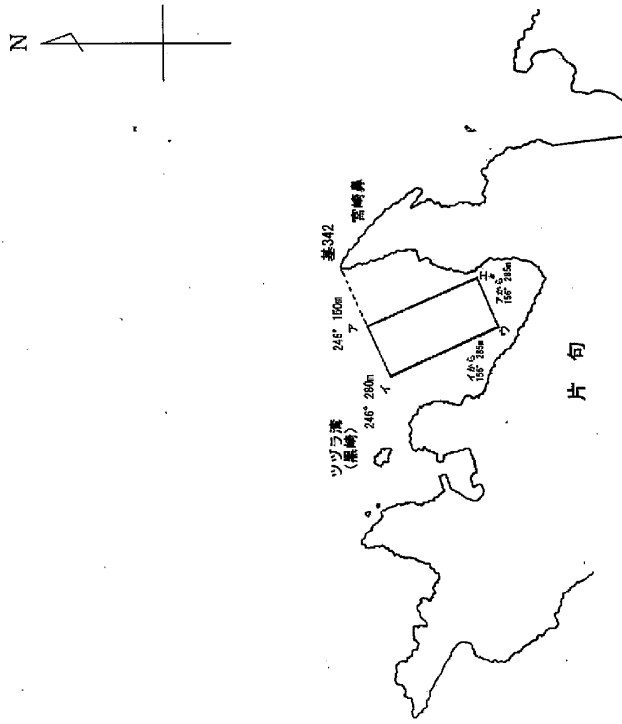
基点第342号 松江市鹿島町片匂黒崎湾北端に設置した標柱

ア 基点第342号から246度150メートルの点

イ 基点第342号から246度280メートルの点

ウ イから156度285メートルの点

エ ズから156度285メートルの点



この謄本は免許漁業原簿付區漁場図と相違ないことを証明する。

昭和2年11月30日

平成30年9月1日免許

2冊37丁

島根県知事

丸山 達也

1/10,000

区画漁業権漁場図（第一種区画漁業・わかめ養殖業）

免許番号 区第19号

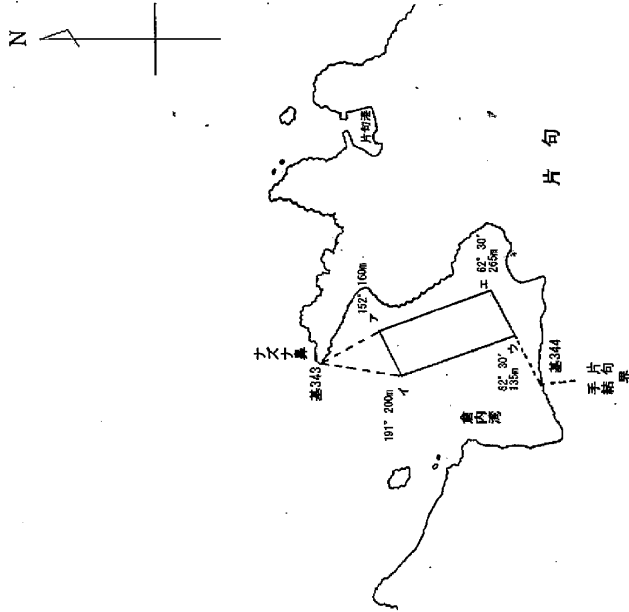
漁場の位置

松江市鹿島町片匂、手結界地先倉内湾

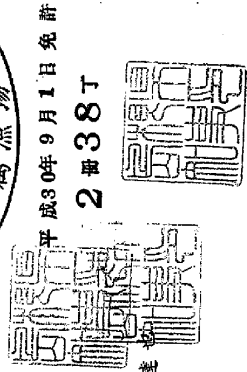
漁場の区域

次のア、イ、ウ、エ及びアの各点を順次に結んだ線によって囲まれた

- | | |
|---------|--------------------------|
| 区域 | |
| 基点第343号 | 松江市鹿島町片匂ノズナ鼻西端に設置した標柱 |
| 基点第344号 | 松江市鹿島町片匂、手結界に設置した標柱 |
| ア | 基点第343号から152度160メートルの点 |
| イ | 基点第343号から191度200メートルの点 |
| ウ | 基点第344号から62度30分135メートルの点 |
| エ | 基点第344号から62度30分265メートルの点 |



この標本は免許漁業原簿付属漁場図と
相違ないことを証明する。
令和2年11月30日



島根県知事

丸山 達

平成30年9月1日 免許

2 冊 38丁

区画漁業権漁場図 (第一種区画漁業・たし小漁り式漁業)

免許番号 区第301号

漁場の位置

松江市島根町加賀地先

漁場の区域

次のア、イ、ウ、エ及びアの各点を順次に結んだ線によって囲まれた

区域

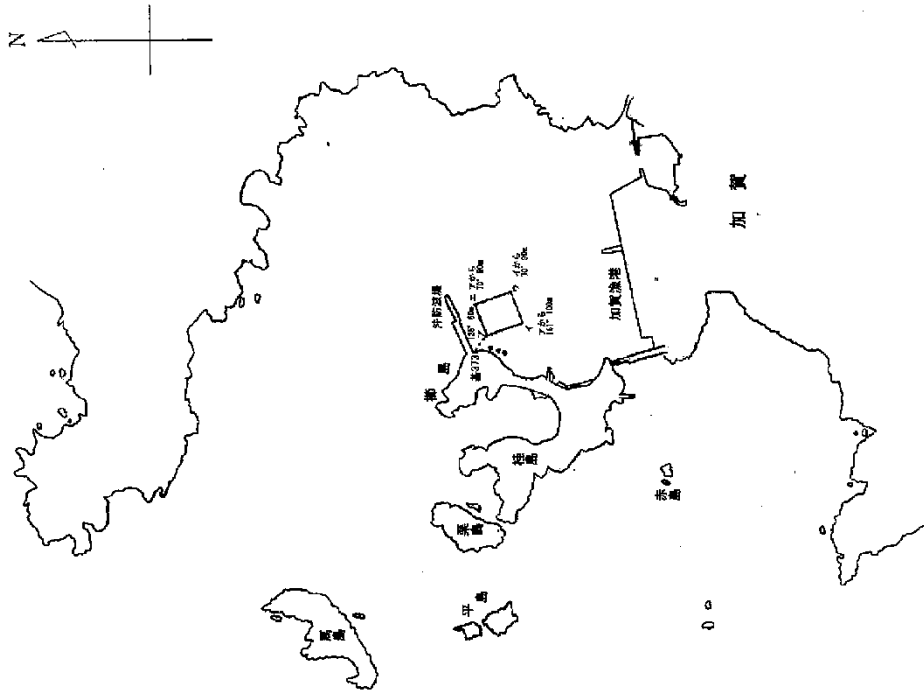
基点第373号 松江市島根町加賀、加賀漁港沖防波堤南側基部に設置した標柱

ア 基点第373号から125度60メートルの点

イ アから161度100メートルの点

ウ アから70度90メートルの点

エ アから70度90メートルの点



この原本は免許漁業課領部付属漁場図と相違ないことを証明する。
 昭和2年11月30日

平成30年9月1日免許

2冊56丁

島根県知事

丸山 達也

1/10,000

区画漁業権漁場図(第一種区画漁業・ぶり・たい小割り式養殖業)

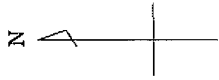
免許番号 区第302号

漁場の位置
松江市島根町大芦地先

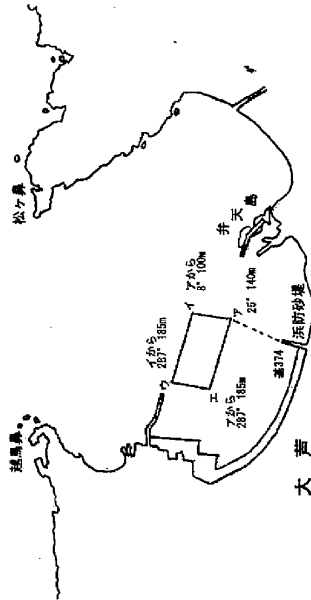
漁場の区域
次のア、イ、ウ、エ及びアの各点を順次に結んだ線に結んだ線によって囲まれた区域

基点第374号 松江市島根町大芦、大芦漁港防砂堤架梁に設置した標柱

- ア 基点第374号から25度140メートルの点
- イ アから8度100メートルの点
- ウ イから287度185メートルの点
- エ アから287度185メートルの点

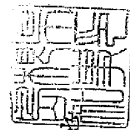


二ツ島
0.0



この謄本は免許漁業原簿付属漁場図と相違ないことを証明する。
令和2年11月30日

島根県知事
平成30年9月1日 免許
2冊57丁



丸山達

⑧共同漁業権漁場図

共同漁業権漁場図(第一種共同漁業)

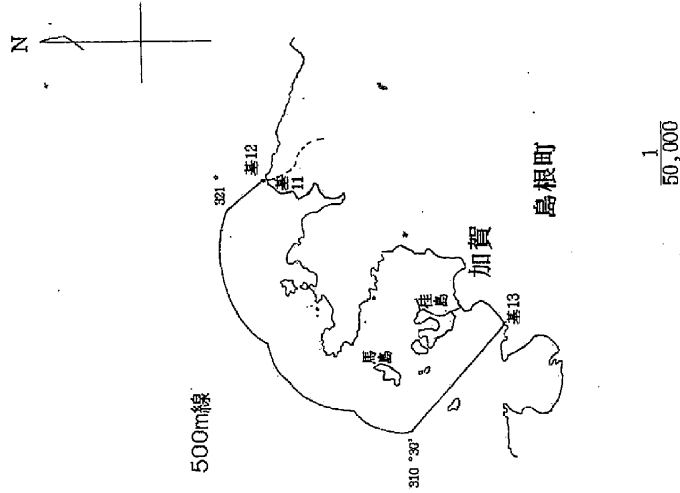
免許番号 共第8号

漁場の位置
松江市島根町加賀地先

漁場の区域

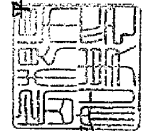
次の基点第11号と基点第12号を結ぶ線、基点第12号から321度の方向及び基点第13号から310度30分方向との三直線並びに最大高潮時海岸線(沿岸島しよを含む。)から距岸500メートルの線とによって囲まれた区域

基点第11号 松江市島根町野波、加賀界に設置した標柱
基点第12号 松江市島根町野波、加賀界線島北西端に設置した標柱
基点第13号 松江市島根町加賀、大芦界に設置した標柱



この原本は免許漁業原簿付風漁場図と
異なることを証明する。
令和2年11月30日

島根県知事 平成25年9月1日免許
丸山達也 1番 8丁



共同漁業権漁場図(第一種共同漁業)

免許番号 共第9号

漁場の位置

松江市島根町大芦地先。ただし、松江市島根町大芦猿猿渡後島以西の地先を除く。

漁場の区域

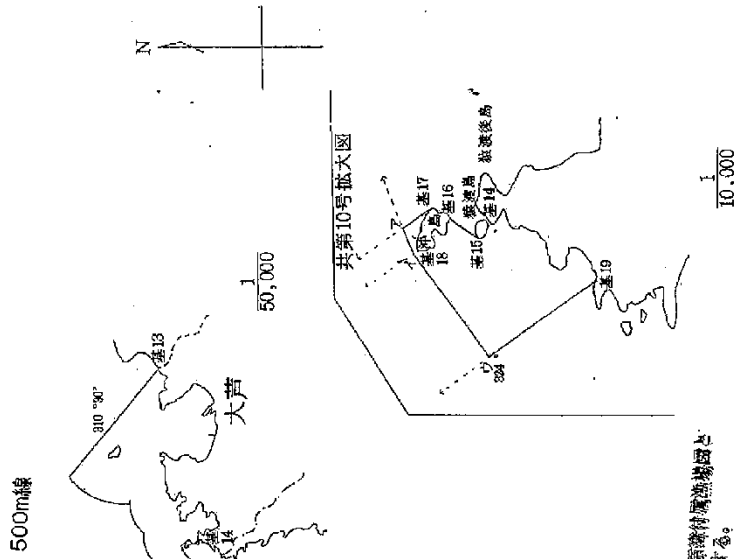
次の基点第13号から310度30分の方角及び基点第19号から324度の方角との二直線並びに最大高潮時海岸線(沿岸島しよを含む。)から距岸500メートルの線とによって囲まれた区域。

ただし、基点第14号、基点第15号、基点第16号、基点第17号、ア、イ、ウ及び基点第19号の各点を順次に結んだ線並びに最大高潮時海岸線とによって囲まれた区域を除く。

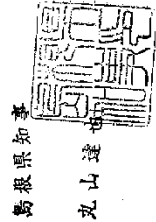
- 基点第13号 松江市島根町加賀、大芦界に設置した標柱
- 基点第14号 松江市島根町大芦猿猿渡後島北西端に設置した標柱
- 基点第15号 松江市島根町大芦猿猿渡島西端に設置した標柱
- 基点第16号 松江市島根町大芦沖島南端に設置した標柱
- 基点第17号 松江市島根町大芦沖島北東端に設置した標柱
- 基点第18号 松江市島根町大芦沖島北西端に設置した標柱
- 基点第19号 松江市島根町、鹿島町界に設置した標柱
- ア 基点第17号から325度の方角と基点第18号から52度の方角との交点
- イ 基点第18号から324度20メートルの点
- ウ 基点第19号から324度320メートルの点



平成25年9月1日免許
1第.9丁.



この図本は釣魚漁業関係資料館漁場図と相違ないことをご認察する。
第2年11月30日



共同漁業権漁場図(第一種共同漁業)

免許番号 共第10号

漁場の位置

松江市島根町大芦猿渡後島以西の大芦地先

漁場の区域

次の基点第14号、基点第15号、基点第16号、基点第17号、ア、イ、ウ及び基点第19号の各点を順次に結んだ線並びに最大高潮時海岸線とによって囲まれた区域

- 基点第14号 松江市島根町大芦猿渡後島北西端に設置した標柱
- 基点第15号 松江市島根町大芦猿渡島西端に設置した標柱
- 基点第16号 松江市島根町大芦沖島南端に設置した標柱
- 基点第17号 松江市島根町大芦沖島北東端に設置した標柱
- 基点第18号 松江市島根町大芦沖島北西端に設置した標柱
- 基点第19号 松江市島根町、鹿島町界に設置した標柱

- ア 基点第17号から325度の方向と基点第18号から52度の方向との交点
- イ 基点第18号から324度20メートルの点
- ウ 基点第19号から324度320メートルの点

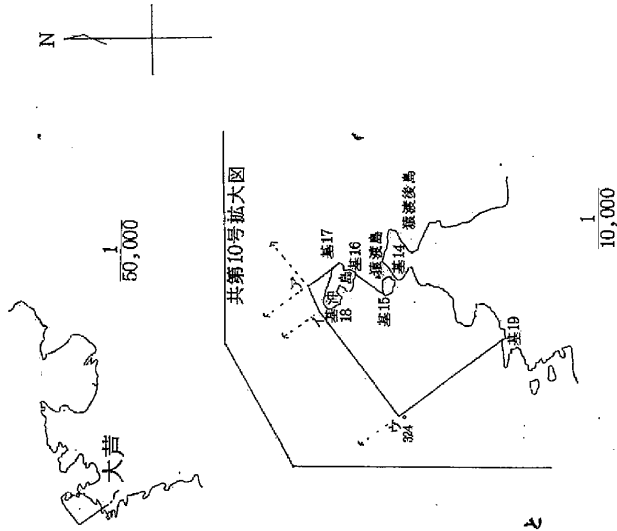
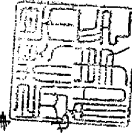


平成25年9月1日免許

I 冊 10丁

島根県知事

丸山達也



この図本は免許送達票添付図と相違ないことを証明する。

令和2年11月30日

共同漁業権漁場図(第一種共同漁業)

免許番号 共第11号

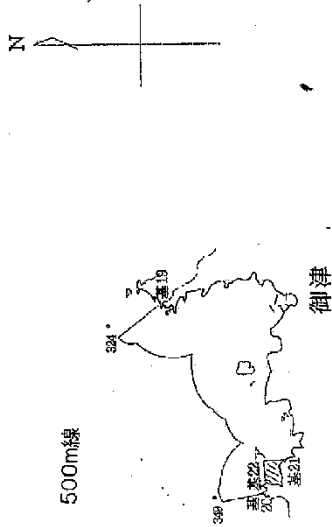
漁場の位置

松江市鹿島町御津地先

漁場の区域

次の基点第19号から324度の方向及び基点第20号から349度の方向との二直線並びに最大高潮時海岸線(沿岸島しよを含む。)から距岸500メートルの線とによって囲まれた区域。
ただし、基点第21号、ア及び基点第22号の各点を順次に縮んだ線並びに最大高潮時海岸線とによって囲まれた区域を除く。

- 基点第19号 松江市鹿島町、鹿島町界に設置した標柱
- 基点第20号 松江市鹿島町御津、片匂界に設置した標柱
- 基点第21号 松江市鹿島町御津大松鼻西端に設置した標柱
- 基点第22号 松江市鹿島町御津高鼻東側岸の北端に設置した標柱
- ア 基点第21号から354度の方向と基点第22号から384度の方向との交点



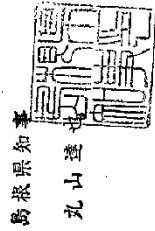
平成25年9月1日免許

1 冊 11丁

鹿島町

1/50,000

この図本は免許漁業権施行区域漁場図と相違ないことを証明する。
令和2年11月30日



共同漁業権漁場図(第一種共同漁業)



免許番号 共第12号

平成25年9月1日免許

漁場の位置

松江市鹿島町片匂、手結、恵曇及び古浦地先

500m線

漁場の区域

次の基点第20号から349度の方向及び基点第25号から357度の方向との二直線並びに最大高潮時海岸線(沿岸島しよを含む。)から距岸500メートルの線とによって囲まれた区域(基点第24号とアを結ぶ線以南の佐陀川を除く。)

ただし、基点第20号、イ及びウの各点を順次に結んだ線並びに最大高潮時海岸線とによって囲まれた区域を除く。

基点第20号 松江市鹿島町御津、片匂界に設置した標柱

基点第23号 松江市鹿島町片匂2963番地護岸から東に延びた防波堤北側基部

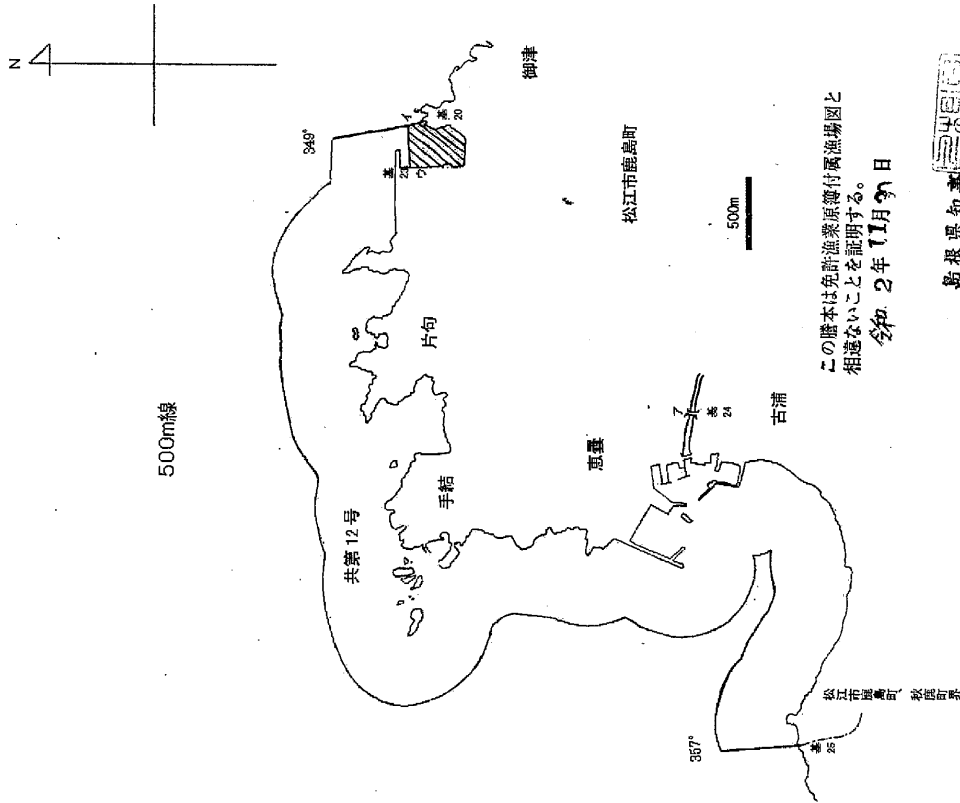
基点第24号 松江市鹿島町恵曇地内湊橋右岸下流側つけ根に設置した標柱

基点第25号 松江市鹿島町、秋鹿町界通称カル島北端に設置した標柱

ア 湊橋下流端の線が対岸と交わる点

イ 基点第20号から849度の方向とウから86度の方向との交点

ウ 基点第23号から180度744メートルの点



この謄本は免許漁業原簿付属漁場図と相違ないことを証明する。
令和2年11月9日



島根県知事
丸山 達也

共同漁業権漁場図 (第二種共同漁業)

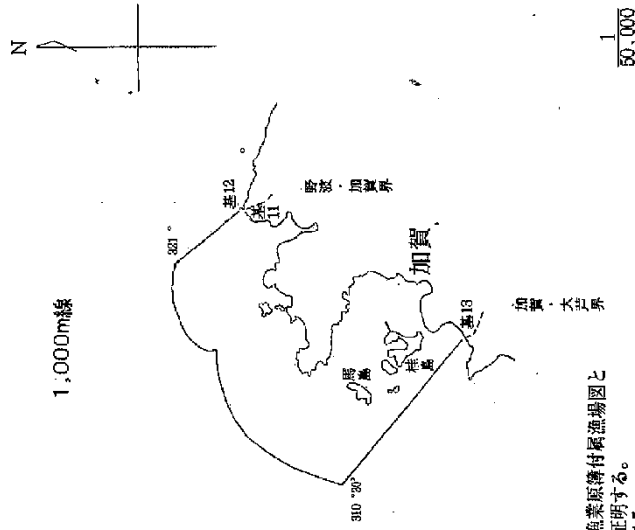
免許番号 共第107号

漁場の位置
松江市島根町加賀地先

漁場の区域

次の基点第11号と基点第12号を結ぶ線、基点第12号から32.1度の方向及び基点第13号から31.0度3.0分方向との三直線並びに最大高潮時海岸線(沿岸島しょを含む。)から距離1,000メートルの線とによって囲まれた区域

基点第11号 松江市島根町野波、加賀界に設置した標柱
基点第12号 松江市島根町野波、加賀界線島北西端に設置した標柱
基点第13号 松江市島根町加賀、大芦界に設置した標柱



この謄本は免許漁業原簿付属漁場図と相違ないことを証明する。
令和2年11月30日

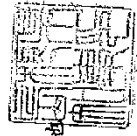


平成25年9月1日免許

1冊46丁

島根県知事

丸山達也



共同漁業権漁場図（第二種共同漁業）

免許番号 共第108号

漁場の位置

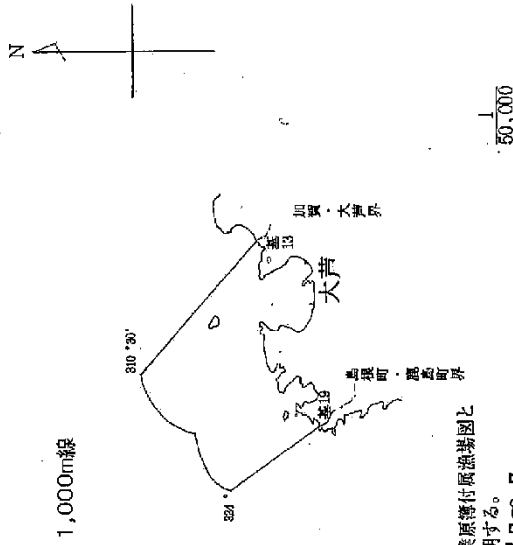
松江市島根町大芦地区

漁場の区域

次の基点第13号から31.0度30分方向及び基点第19号から32.4度の方向との二直線並びに最大高潮時海岸線（沿岸島しょを含む。）から距離1,000メートルの線とによって囲まれた区域

基点第13号 松江市島根町加賀、大芦界に設置した標柱

基点第19号 松江市島根町、廣島町界に設置した標柱



この図本は免許漁業原簿付風漁場図と相違ないことを証明する。

令和2年11月30日

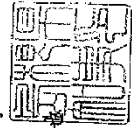


平成25年9月1日免許

1冊47丁

島根県知事

丸山達也



共同漁業権漁場図（第二種共同漁業）

免許番号 共第109号

漁場の位置

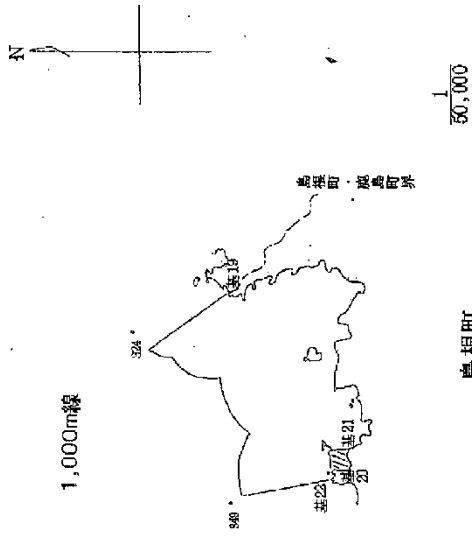
松江市鹿島町御津地先

漁場の区域

次の基点第19号から324度の方向及び基点第20号から349度の方向との二直線並びに最大高潮時海岸線（沿岸島しょを含む。）から距岸1,000メートルの線とによって囲まれた区域。

ただし、基点第21号、ア及び基点第22号の各点を順次に結んだ線並びに最大高潮時海岸線とによって囲まれた区域を除く。

- 基点第19号 松江市島根町、鹿島町界に設置した標柱
- 基点第20号 松江市鹿島町御津、片匂界に設置した標柱
- 基点第21号 松江市鹿島町御津大松鼻西端に設置した標柱
- 基点第22号 松江市鹿島町御津高鼻東側岬の北端に設置した標柱
- ア 基点第21号から354度の方向と基点第22号から84度の方向との交点



島根町

この図本は免許漁業原簿付属漁場図と相違ないことを証明する。
平成25年11月30日

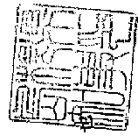


平成25年9月11日免許

1新48丁

島根県知事

丸山 達



共同漁業権漁場図（第二種共同漁業）



免許番号 共第1110号

平成25年9月1日免許

漁場の位置

松江市鹿島町片匂、手結、恵曇及び古浦地区 1冊49丁

漁場の区域

次の基点第20号から349度の方向及び基点第25号から357度の方向との二直線並びに最大高潮時海岸線（沿岸島しよを含む。）から距岸1,000メートルの線とによって囲まれた区域（基点第24号とアを結ぶ線以南の佐陀川を除く。）。

ただし、基点第20号、イ及びウの各点を順次に結んだ線並びに最大高潮時海岸線とによって囲まれた区域を除く。

基点第20号 松江市鹿島町御津、片匂界に設置した標柱

基点第23号 松江市鹿島町片匂296番地護岸から東に延びた防波堤北端基部

基点第24号 松江市鹿島町恵曇地内漆橋右岸下流側つけ根に設置した標柱

基点第25号 松江市鹿島町、秋鹿町界運称カル島北端に設置した標柱

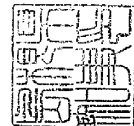
ア 漆橋下流端の線が対岸と交わる点

イ 基点第20号から349度の方向とウから86度の方向との交点

ウ 基点第23号から180度74メートルの点

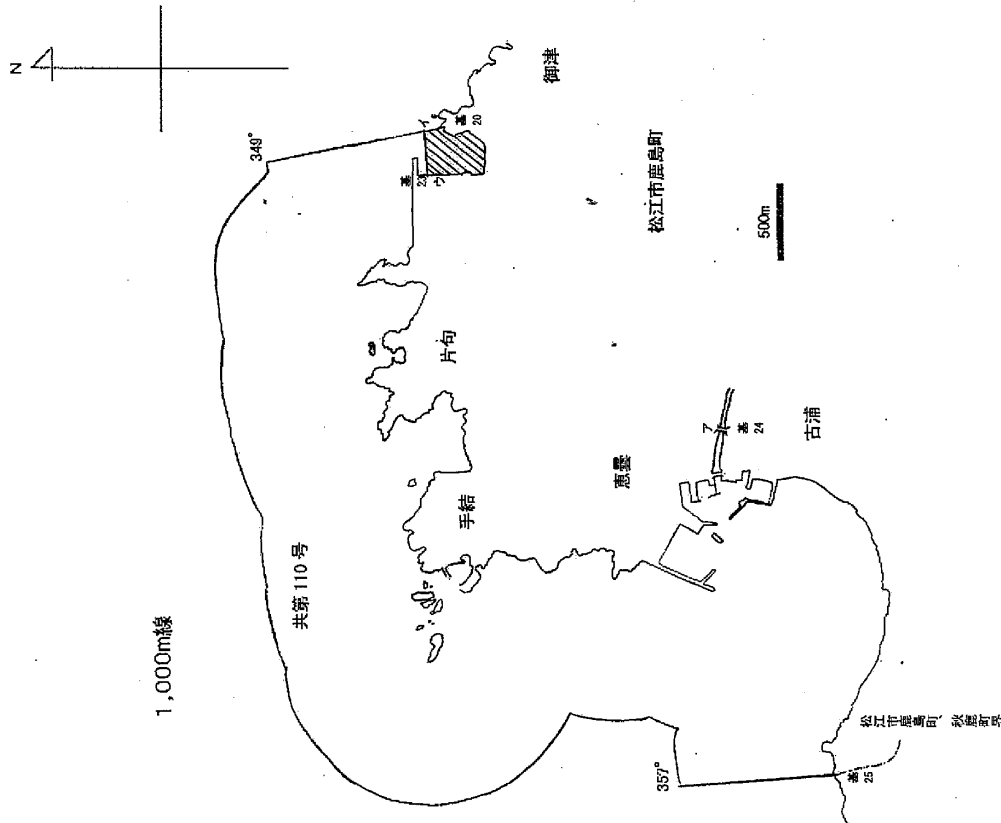
原本は免許漁業原簿付属漁場図とないことを証明する。

令和2年1月3日



島根県知事

丸山達



衝突実験に関する知見について

追而

建築物荷重指針・同解説（2015）を参考にした静的設計荷重の算定例

1. 建築物荷重指針・同解説（2015）で示されている三角波の例

建築物荷重指針・同解説（2015）によれば，衝突荷重の算定方針として，「衝突実験データが得られている場合は，その衝突荷重の時刻歴の最大値を静的設計荷重として与える。衝突実験データが得られていない場合は，衝突シミュレーション解析またはエネルギー論的手法により衝突荷重の時刻歴を求め，力積を等しくした三角波として近似し，その三角波の最大値を静的設計荷重として与える。」とされており，衝突シミュレーション解析の時刻歴から三角波を設定している例を図 1 に示す。

また，建築物荷重指針・同解説（2015）によれば，「衝突時の運動エネルギーがすべて衝突体の変形による内部エネルギーとして吸収されるハードインパクトを仮定した。ハードインパクトは，一般に安全側の結果を与える。」とされており，本検討で実施した衝突解析も被衝突体を剛壁に設定しており，同様の仮定となっている。

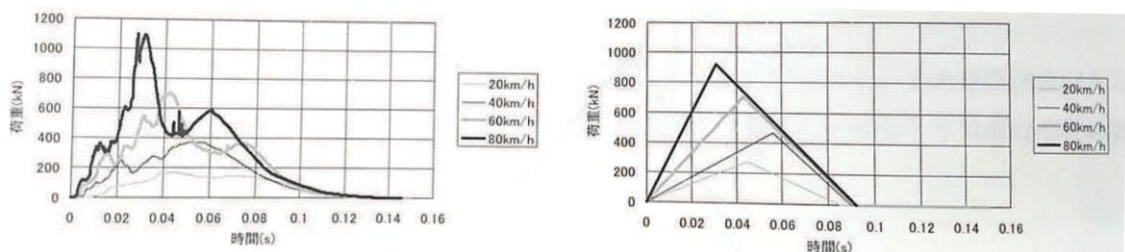


図 11.2.5 各衝突速度における衝突荷重の時刻歴（普通車）

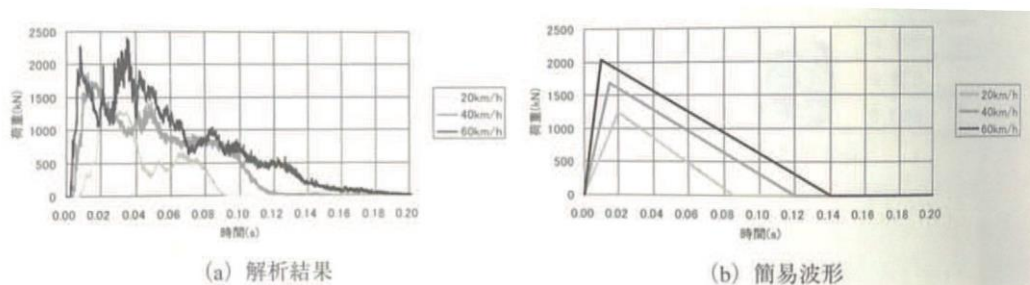


図 11.2.7 各衝突速度における衝突荷重の時刻歴（トラック）

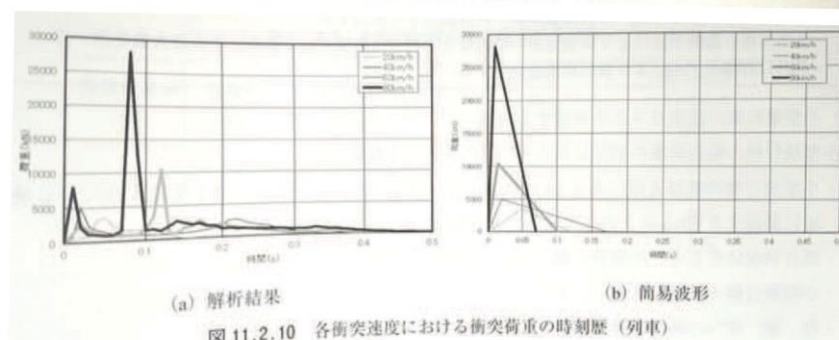


図 11.2.10 各衝突速度における衝突荷重の時刻歴（列車）

図 1 建築物荷重指針・同解説（2015）で示されている三角波の例

2. 衝突解析結果の三角波

2.1 衝突速度 10m/s の場合(ケース①～⑤)

衝突解析で得られた衝突荷重の時刻歴(図2)から力積を等しくした三角波を近似し、その三角波の最大荷重を算出した(図3及び表1)。具体的には三角波の最大荷重時刻は解析で得られた瞬間最大荷重発生時刻と同時刻とし、三角波の底辺となる作用時間も解析で得られた時間とし、三角波の最大荷重を算出した。

三角波の最大荷重はケース③(真横)の約1,550(kN)であり、全てのケースで衝突解析の瞬間最大荷重よりも小さくなることを確認した。

以上の結果より、衝突荷重は安全側を考慮し、衝突解析の時刻歴の瞬間最大荷重を用いて、静的に評価することとする。

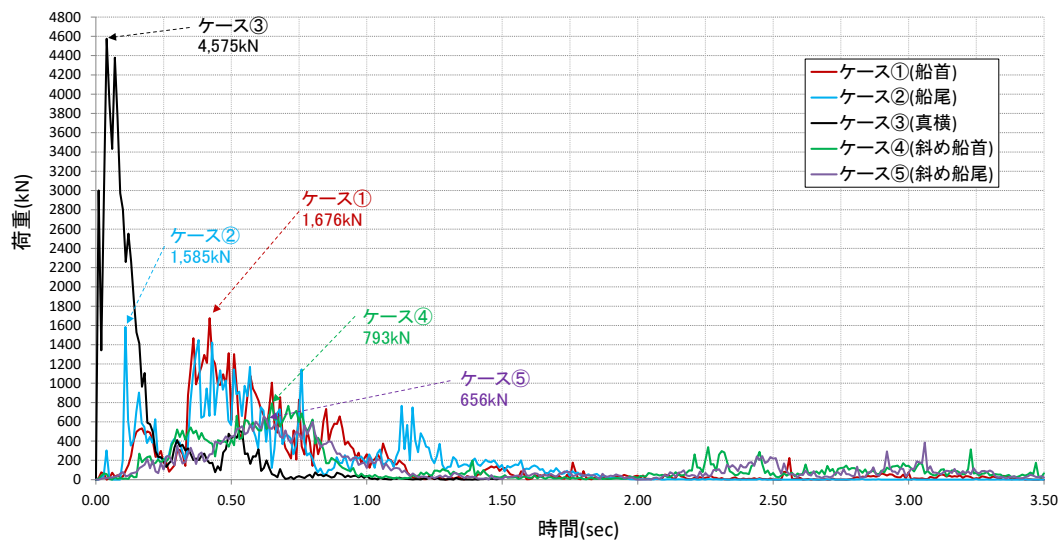


図2 衝突速度 10m/s の場合(ケース①～⑤)の衝突解析結果(時刻歴)

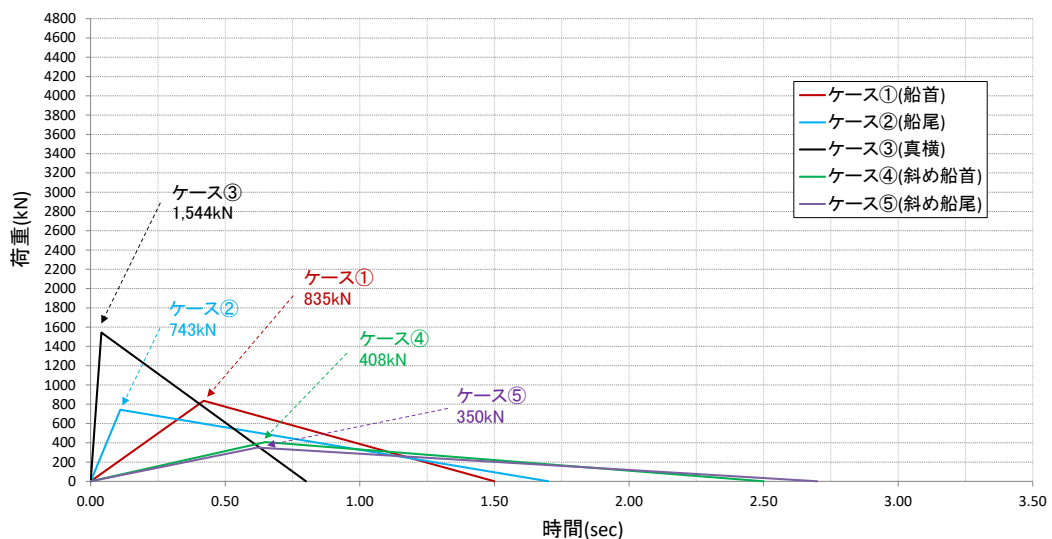


図3 衝突速度 10m/s の場合(ケース①～⑤)の衝突解析結果を三角波で近似

表 1 衝突速度 10m/s の場合(ケース①～⑤)の三角波の最大荷重

ケース	衝突形態	衝突解析				三角波の 最大荷重 (kN)
		力積 (kN・s)	瞬間最大 荷重 (kN)	瞬間最大荷重 の発生時刻 (s)	衝突荷重の 作用時間 (s)	
①	船首	627	1,676	0.42	1.5	835
②	船尾	631	1,585	0.11	1.7	743
③	真横	618	4,575	0.04	0.8	1,544
④	斜め船首	509	793	0.65	2.5	408
⑤	斜め船尾	473	656	0.62	2.7	350

2.2 衝突速度 4m/s の場合(ケース⑥～⑩)

「2.1 衝突速度 10m/s の場合」と同様の手法で、衝突速度 4m/s における三角波の最大荷重を算出した(図 4, 図 5 及び表 2)。

三角波の最大荷重はケース⑧(真横)の約 890(kN)であり、全てのケースで衝突解析の瞬間最大荷重よりも小さくなることを確認した。

以上の結果より、衝突速度 4m/s の場合においても同様に、衝突荷重は安全側を考慮し、衝突荷重の時刻歴の瞬間最大荷重を用いて、静的に評価することとする。

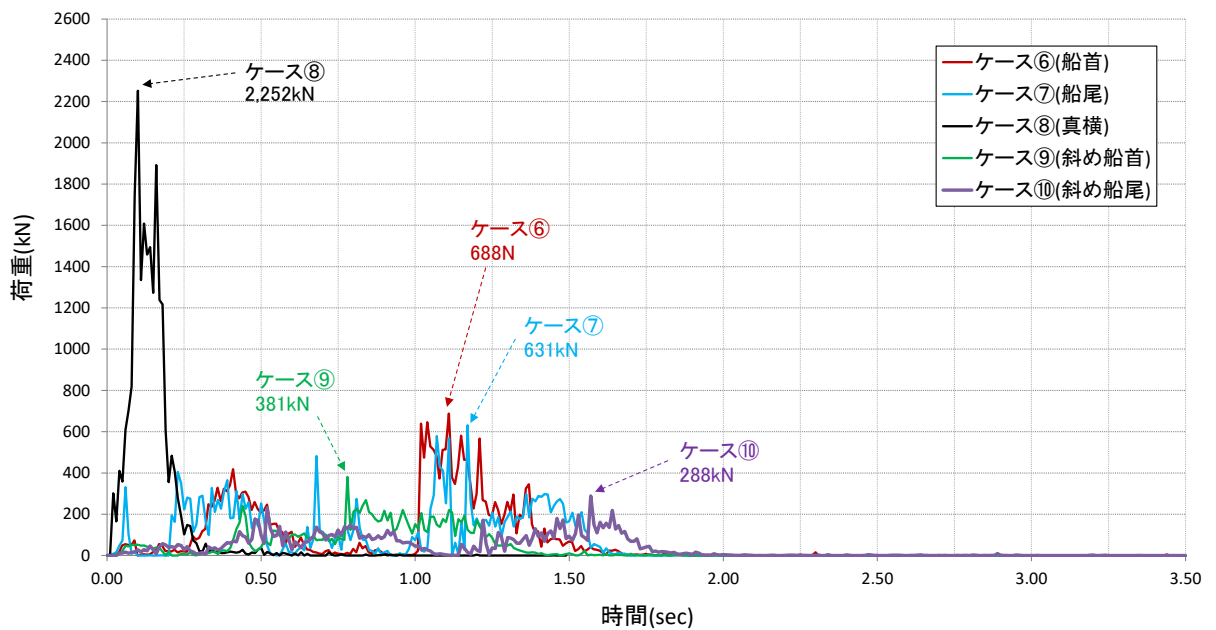


図 4 衝突速度 4m/s の場合(ケース⑥～⑩)の衝突解析結果(時刻歴)

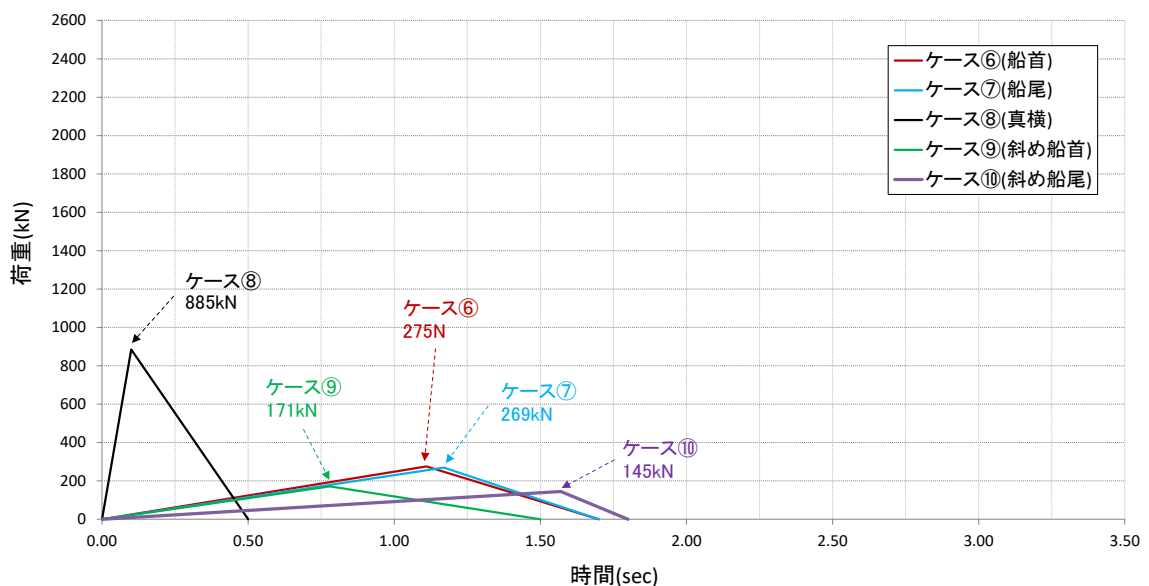


図 5 衝突速度 4m/s の場合(ケース⑥～⑩)の衝突解析結果を三角波で近似

表 2 衝突速度 4m/s の場合(ケース⑥～⑩)の三角波の最大荷重

ケース	衝突形態	衝突解析				三角波の 最大荷重 (kN)
		力積 (kN・s)	瞬間最大 荷重 (kN)	瞬間最大荷重 の発生時刻 (s)	衝突荷重の 作用時間 (s)	
⑥	船首	234	688	1.11	1.7	275
⑦	船尾	228	631	1.17	1.7	269
⑧	真横	221	2,252	0.10	0.5	885
⑨	斜め船首	128	381	0.78	1.5	171
⑩	斜め船尾	130	288	1.57	1.8	145

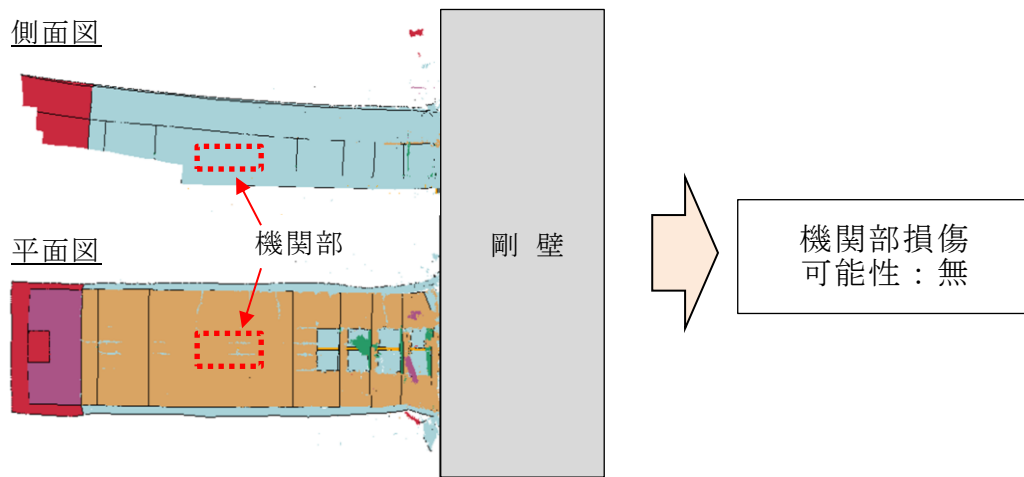
(参考資料1) FRP製船舶の機関部における衝突影響の確認

FRP製船舶(総トン数19t)の衝突解析結果より、船体破壊が進展することで機関部(エンジン)まで衝突している可能性がある。機関部の重量は衝突解析の船体モデルに考慮しているが、形状及び剛性についてはモデルに考慮していないため、機関部の衝突影響について検討した。また、対象となる船舶に対する調査結果より、総トン数19t船舶に搭載されているエンジンの最大重量は4.0t(型式:S6R2-MTK3L)であることを確認した。

1. 機関部の衝突荷重の算定方法

FRP製船舶の衝突解析結果より、機関部まで損傷する可能性のある衝突形態において、機関部衝突時の衝突速度に対する衝突荷重を算定する。衝突速度10m/s(ケース①~⑤)及び4m/s(ケース⑥~⑩)の衝突解析における衝突状況を図1-1、機関部の損傷が想定される際の衝突速度を図1-2、機関部の損傷有無と機関部の衝突速度のまとめを表1-1に示す。

ケース① 船首衝突(衝突後:1.00秒後)



ケース② 船尾衝突(衝突後:0.85秒後)

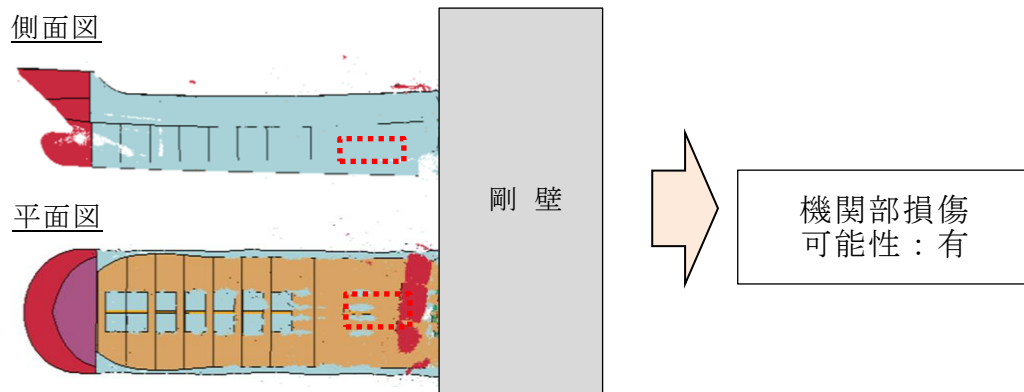


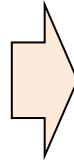
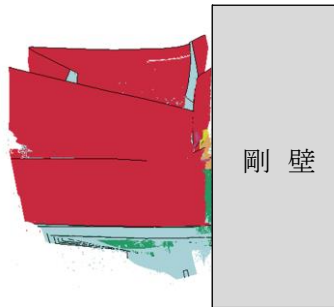
図1-1(1) 衝突解析による機関部の損傷状況

ケース③ 真横衝突（衝突後：0.24秒後）

平面図（下面側）



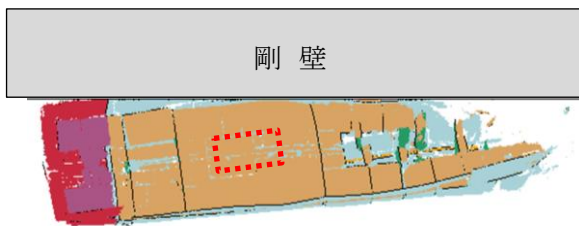
後面図



機関部損傷
可能性：有

ケース④ 船首斜め衝突（衝突後：2.20秒後）

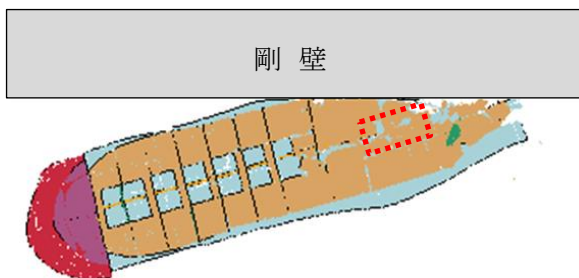
平面図



機関部損傷
可能性：無

ケース⑤ 船尾斜め衝突（衝突後：2.10秒後）

平面図

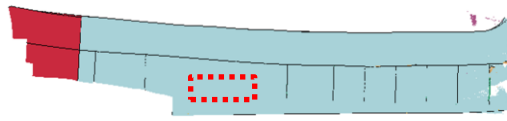


機関部損傷
可能性：有

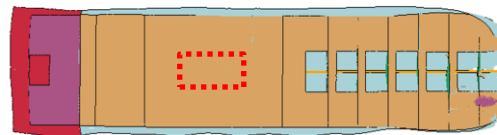
図 1-1 (2) 衝突解析による機関部の損傷状況

ケース⑥ 船首衝突（衝突後：2.00秒後）

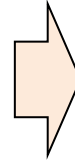
側面図



平面図



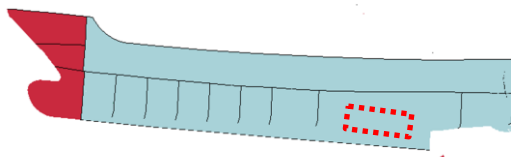
剛壁



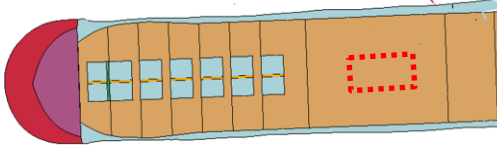
機関部損傷
可能性：無

ケース⑦ 船尾衝突（衝突後：2.00秒後）

側面図



平面図



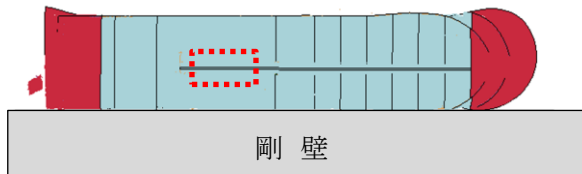
剛壁



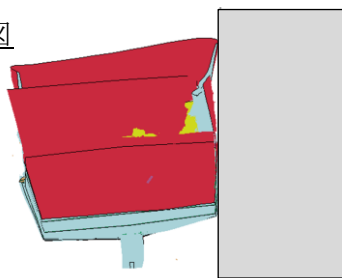
機関部損傷
可能性：無

ケース⑧ 真横衝突（衝突後：0.50秒後）

平面図（下面側）



後面図

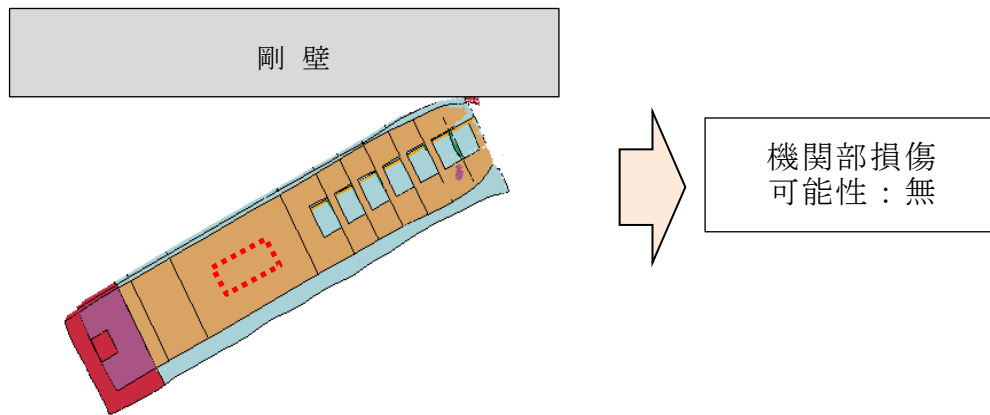


機関部損傷
可能性：無

図 1-1 (3) 衝突解析による機関部の損傷状況

ケース⑨ 船首斜め衝突（衝突後：2.50秒後）

平面図



ケース⑩ 船首斜め衝突（衝突後：2.90秒後）

平面図

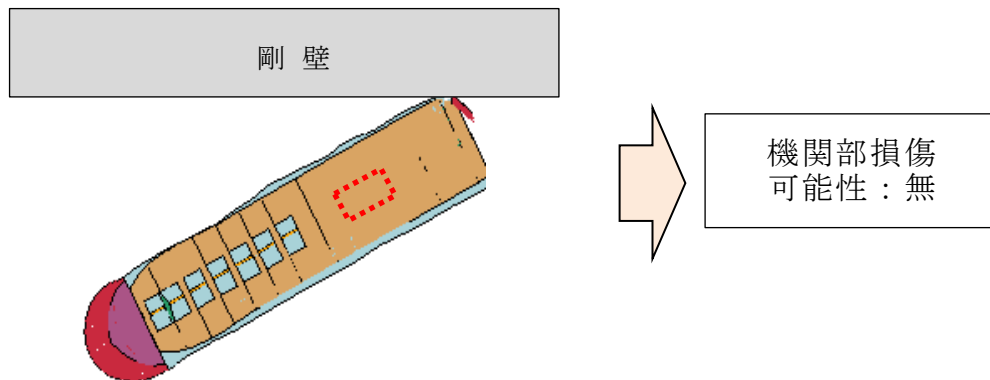
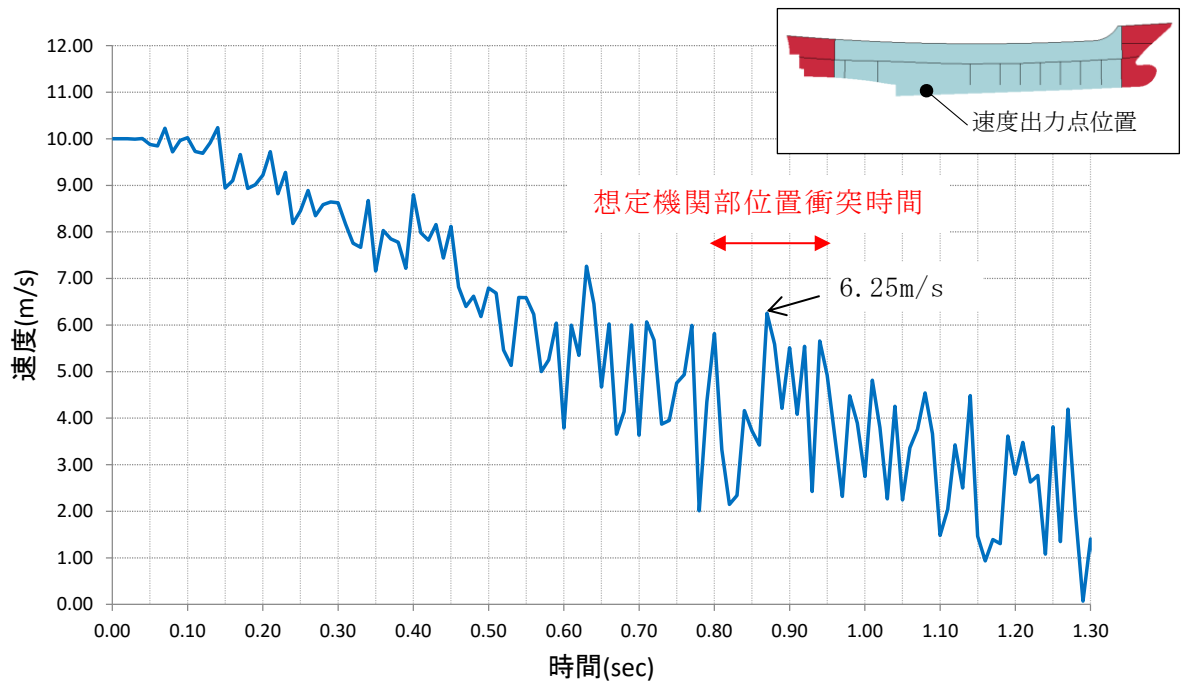


図1-1 (4) 衝突解析による機関部の損傷状況

ケース②：船尾衝突



ケース③：真横衝突

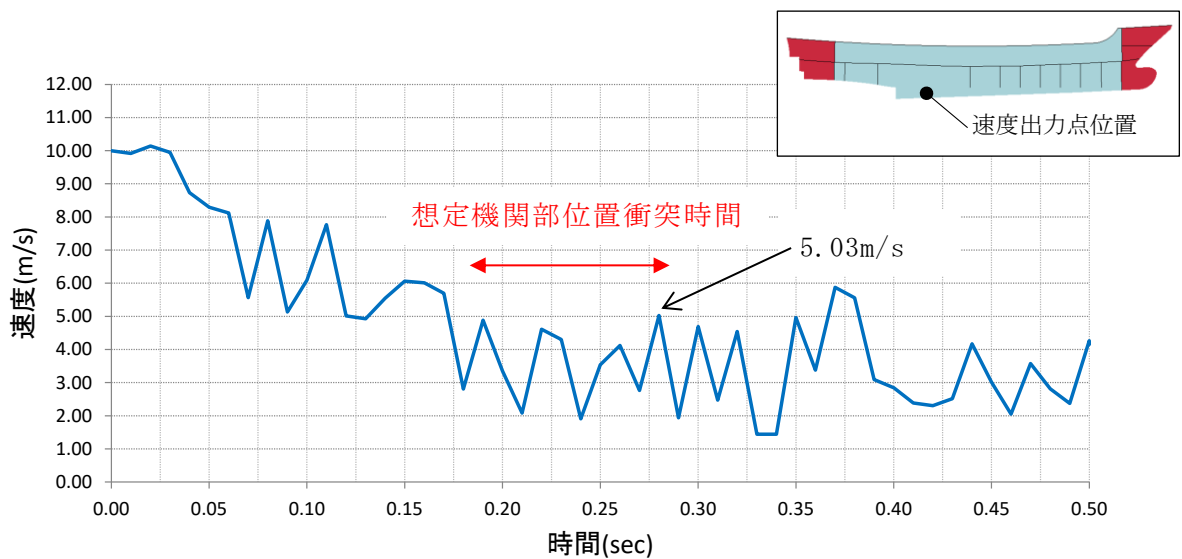
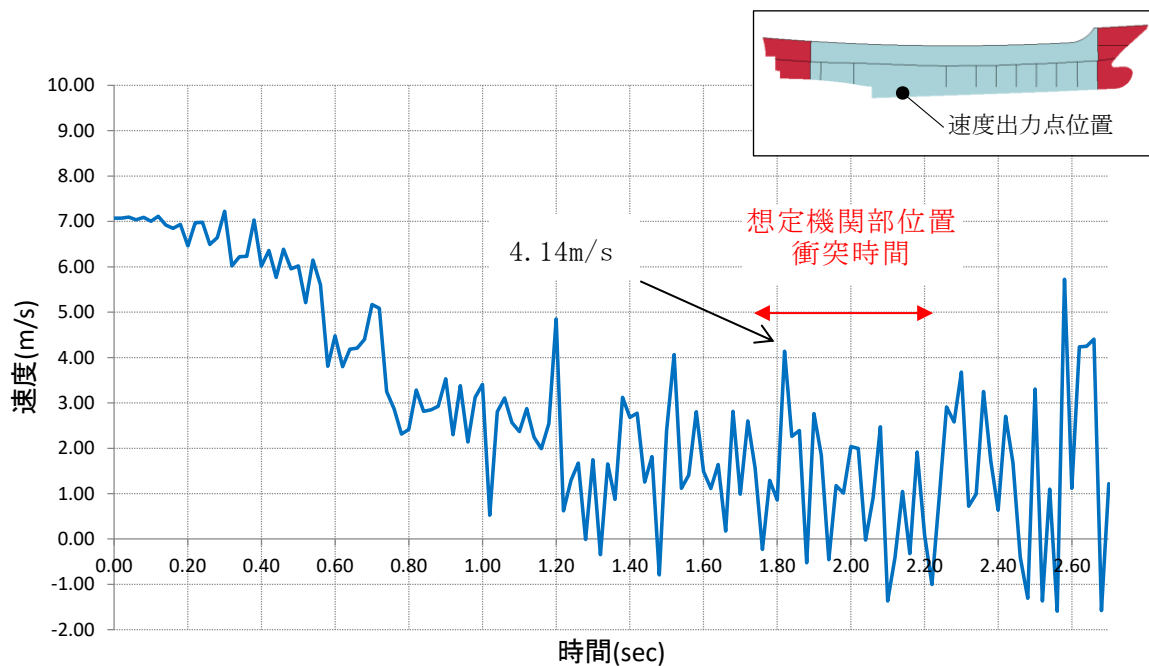


図 1-2 (2) 機関部衝突時の速度

ケース⑤：船尾斜め衝突（剛壁直交方向速度）



ケース⑤：船尾斜め衝突（進行方向速度）

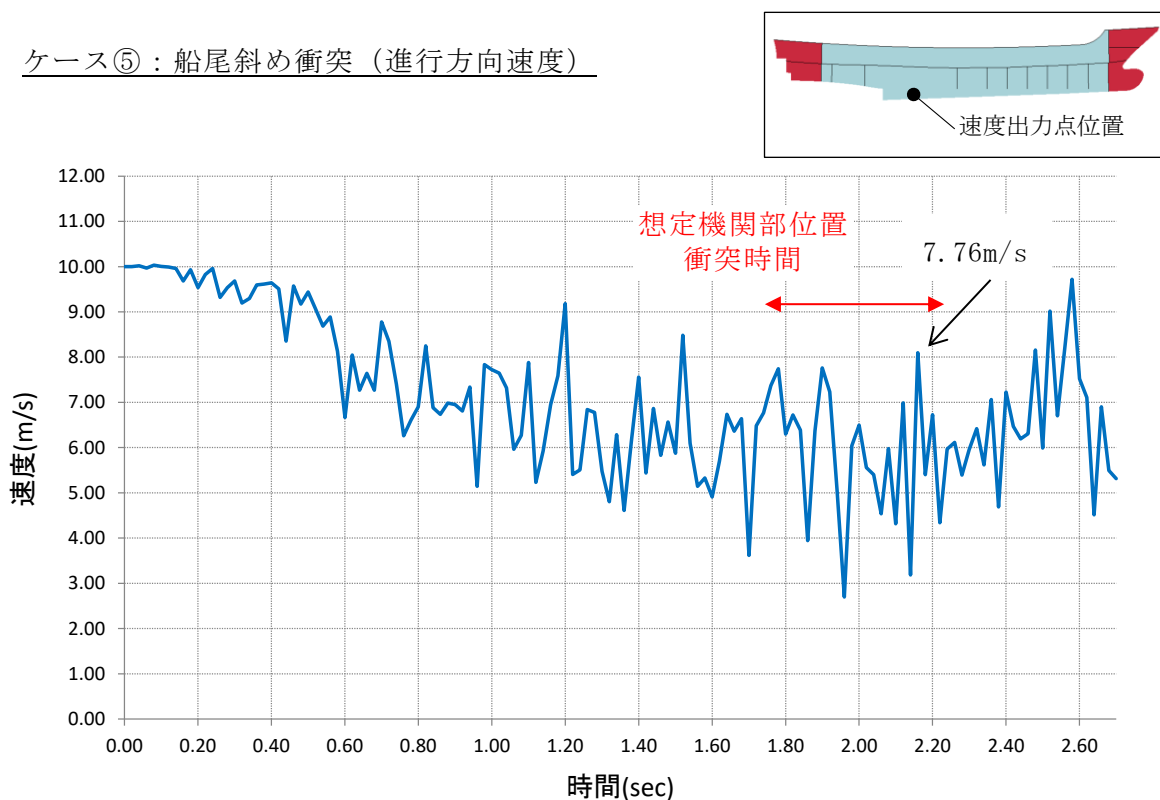


図1-2 (2) 機関部衝突時の速度

表1-1 機関部の損傷有無と機関部の衝突速度

衝突速度	10m/s			4m/s		
	ケース	損傷有無	機関部衝突速度(m/s)	ケース	損傷有無	機関部衝突速度(m/s)
船首	①	無	—	⑥	無	—
船尾	②	有	6.25	⑦	無	—
真横	③	有	5.03	⑧	無	—
船首斜め	④	無	—	⑨	無	—
船尾斜め	⑤	有	4.14 ^{*1} 【7.76】 ^{*2}	⑩	無	—

*1：剛壁直交方向の速度

*2：進行方向の速度

表1-1より、船体の衝突速度10.0m/sにおいて想定される機関部の最大衝突速度は約6.3m/sとなり、船体の衝突速度4.0m/sにおいては、機関部の損傷は発生しないことを確認した。この機関部の衝突速度に対して、既往の衝突荷重の算定式である、道路橋示方書(2002)及びFEMA(2012)により衝突荷重を算定する。

2. 機関部の軸剛性の設定方法

FEMA (2012) による機関部の衝突荷重算定にあたり，機関部の軸剛性が衝突荷重の算定において重要なパラメータとなる。船舶の機関部が全て剛性の大きい鋼材で構成されていると仮定すると，下記の整理結果より機関部の衝突は，保守的に車両の衝突に置き換えることが可能であると判断し，「甲斐田・木原 (2017)」*1に記載のある軽自動車 ($2.04 \times 10^6 \text{N/m}$)，セダン型乗用車 ($2.4 \times 10^6 \text{N/m}$)，大型乗用車 ($2.8 \times 10^6 \text{N/m}$) の軸剛性のうち，最大となる大型乗用車の「 $2.8 \times 10^6 \text{N/m}$ 」を用いるものとする。

- ・FRP 製船舶（総トン数 19t）の主機関は 4 ストロークディーゼルであり，普通車のエンジンも同様に 4 ストローク機関が一般的であるため，自動車エンジンと FRP 製船舶の機関部は同等である。
- ・車両のエンジンは，一般的に車体前方に固定されており，バンパービーム，クラッシュボックス，フロントサイドメンバー等（図 2-1）に囲まれ，外部からの衝撃を受け難い構造となっている。一方，FRP 製船舶（総トン数 19t）の機関部は，一般的に船殻に直接取り付けられており，車両のようにフロントサイドメンバーのような機関部を保護するような構造はないため，車両のエンジンは，FRP 製船舶の機関部よりも剛性の高いもので囲まれている。
- ・衝突荷重の算定に用いる軸剛性「 $2.8 \times 10^6 \text{N/m}$ 」は，エンジンを含んだ衝突実験から設定されたものである。

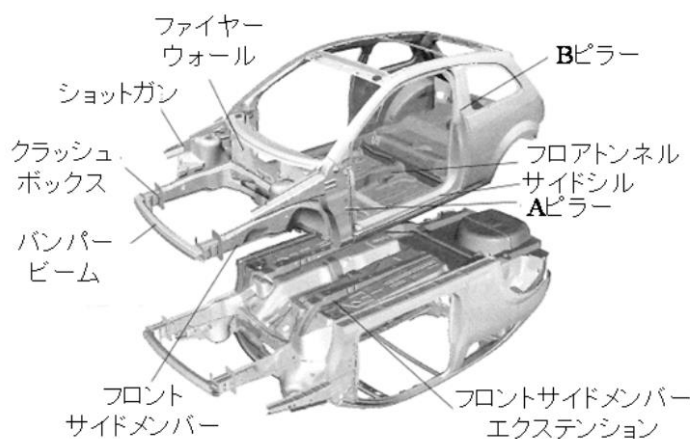


図 2-1 車体構造（高島ほか (2015) *2)

*1：甲斐田秀樹・木原直人 (2017)：原子力発電所における津波漂流物の影響評価技術—現状調査とその適用に関する考察—，電力中央研究所報告 016010，2017。

*2：高島大輔・木原直人・宮川義範・甲斐田秀樹・柴山淳・池野正明 (2015)：津波漂流物の衝突力推定における軸剛性モデル，土木学会論文集 B2（海岸工学），Vol. 71，No. 2，I_1015- I_1020，2015。

3. 機関部の衝突荷重の算定結果

機関部の衝突荷重を道路橋示方書（2002）及び FEMA（2012）により算定する。なお、衝突荷重の算定に用いる衝突速度は、表 1-1 の結果から機関部における最大速度の 6.3m/s とする。以下に道路橋示方書（2002）及び FEMA（2012）の算定式を、表 3-1 に機関部の衝突荷重の算定結果を示す。

【衝突荷重算定式：道路橋示方書（2002）】

$$P = 0.1Wv$$

ここに、

- P : 衝突力 (kN)
- W : 流送物の重量 (kN) = 39.3
- v : 表面流速 (m/s) = 衝突速度 = 6.3

【衝突荷重算定式：FEMA（2012）】

$$F_i = 1.3u_{max}\sqrt{k_c m(1+c)}$$

ここに、

- F_i : 衝突力 (kN)
- u_{max} : 最大流速 (m/s) = 衝突速度 = 6.3
- k_c : 漂流物の有効軸剛性 (N/m) = 2.8×10^6
- m : 漂流物の質量 (kgf) = 4,000
- c : 付加質量係数 = 1

表 3-1 既往の算定式による機関部の衝突荷重

算定手法	道路橋示方書(2002)	FEMA (2012)	【参考】衝突解析
衝突物	機関部 (エンジン)	機関部 (エンジン)	船体 (船首方向衝突)
衝突速度 (m/s)	6.3	6.3	10.0
質量 (tf)	4.0	4.0	57.0
衝突荷重 (kN)	25	1,226	1,676

以上の結果より、船体の衝突速度 10.0m/s における機関部の衝突速度は最大で約 6.3m/s とした場合、既往の算定式による衝突荷重の最大値は 1,226kN となる。この衝突荷重は表 3-1 の参考に示したとおり、衝突解析により算定した船体（船首方向衝突）の衝突荷重 1,676kN に対して、包絡されることを確認した。