

4.2 漂流物による影響確認について

4.2 漂流物による影響確認について

基準津波に伴い発生する漂流物について、津波の二次的な影響による非常用海水冷却系の機能保持確認として、漂流物による取水性への影響を確認するとともに、漂流物による波及的影響の検討として、津波防護施設及び浸水防止設備への衝突影響を確認した。

上記確認は、図 4.2-1 に示すフローに従い実施しており、取水性への影響確認については本項に、衝突影響の確認については「4.7 漂流物衝突を考慮した津波防護施設の設計について」に示す。

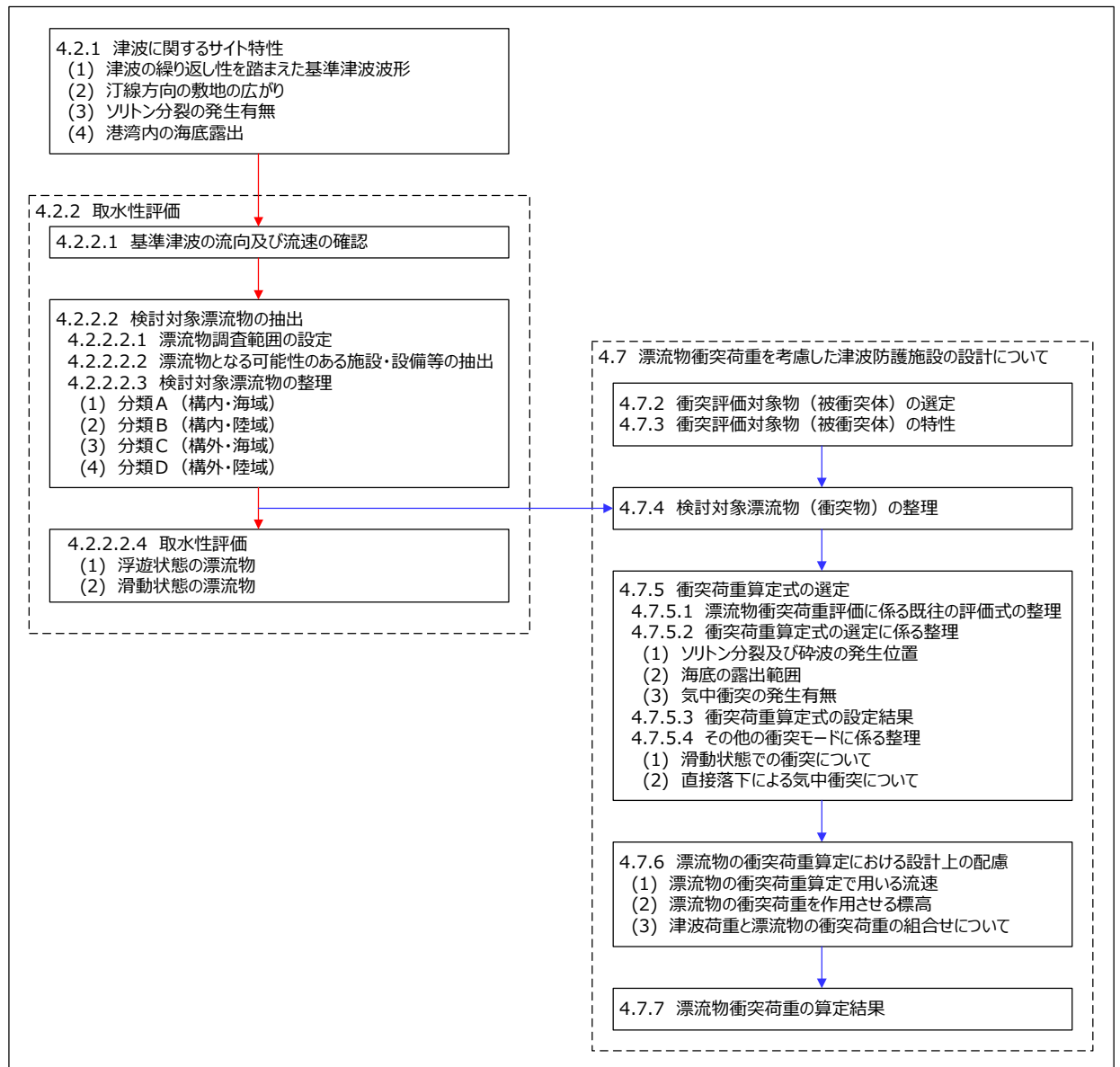


図 4.2-1 漂流物による影響確認フロー

4.2.1 津波に関するサイト特性

漂流物影響確認にあたっては以下に示す柏崎刈羽原子力発電所の津波に関するサイト特性を考慮した。

(1) 津波の繰り返し性を踏まえた基準津波波形

柏崎刈羽原子力発電所は、日本海側に立地しており、中国大陸、佐渡島又は能登半島からの反射波の影響で津波の繰り返しが長期間継続する。

漂流物の影響確認にあたっては、水位の振幅が比較的小さくなる、地震発生後12時間まで津波による影響が継続すると想定することとし、影響確認において考慮する7号機取水口前面における基準津波の水位時刻歴を図4.2-2及び図4.2-3に示す。

(2) 汀線方向の敷地の広がり

発電所の敷地は汀線方向に2km以上の広がりを有する。漂流物の影響確認にあたっては、6号及び7号機の海水貯留堰を設置する大湊側の敷地のみならず、荒浜側の敷地に設置される施設・設備等についても考慮することとした。

なお、検討対象とする漂流物の抽出にあたっては、敷地の遡上範囲を踏まえ、構内陸域を図4.2-4に示す通り分類し、分類ごとに漂流物の抽出を行った。

(3) ソリトン分裂の発生有無

柏崎刈羽原子力発電所における基準津波1～3において、ソリトン分裂及び碎波が発生しないことを確認した。(確認結果については「4.7 漂流物衝突を考慮した津波防護施設の設計について」添付資料1参照)

(4) 港湾内の海底露出

基準津波2の一部時間帯において港湾内の海底が露出する事象が確認される。漂流物の影響確認、特に漂流物の衝突形態の検討にあたっては、上記事象を考慮することとした。なお、港湾内の露出範囲を図4.2-5に示す。

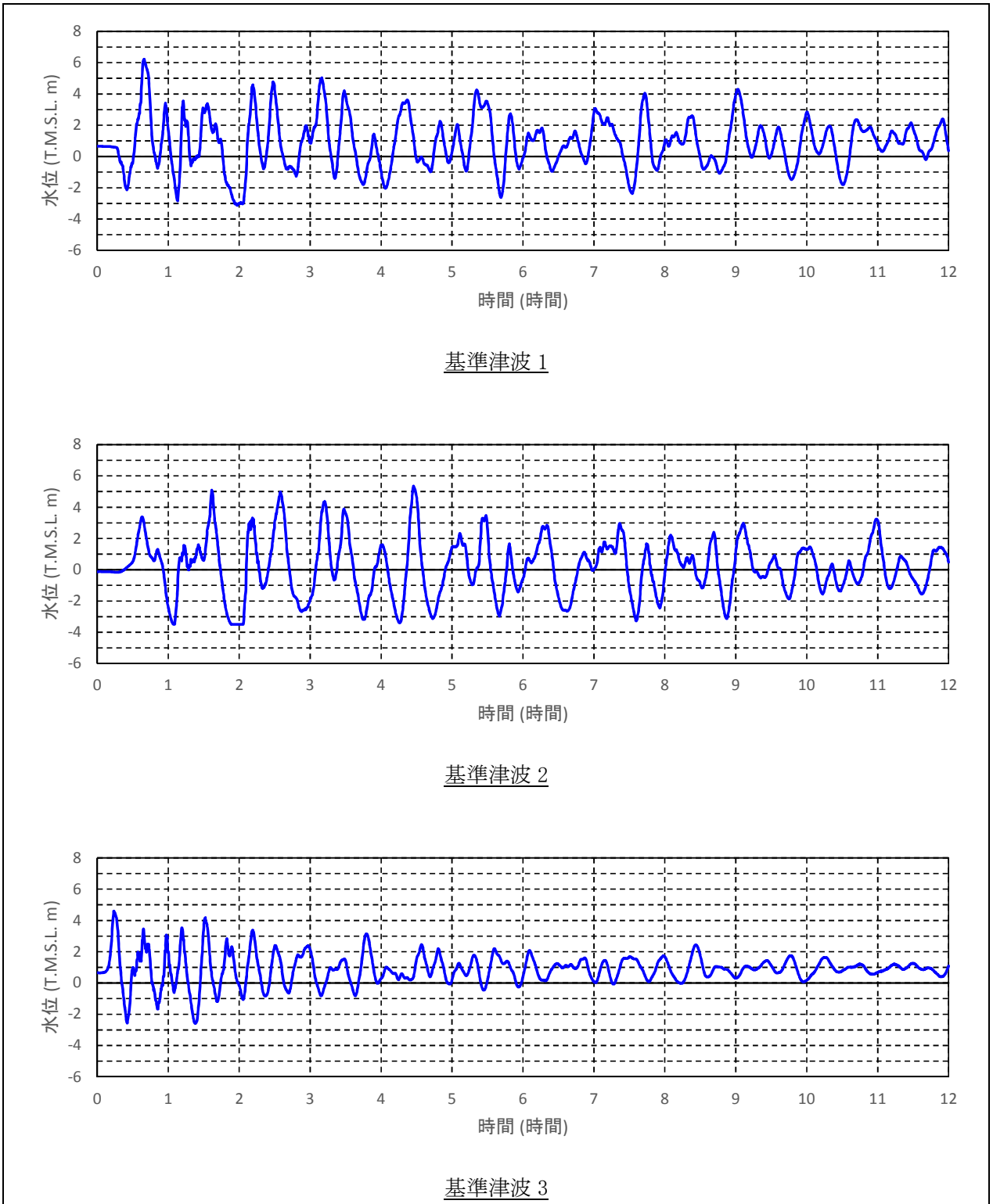


図 4.2-2 7号機取水口前面水位時刻歴 (防波堤あり)

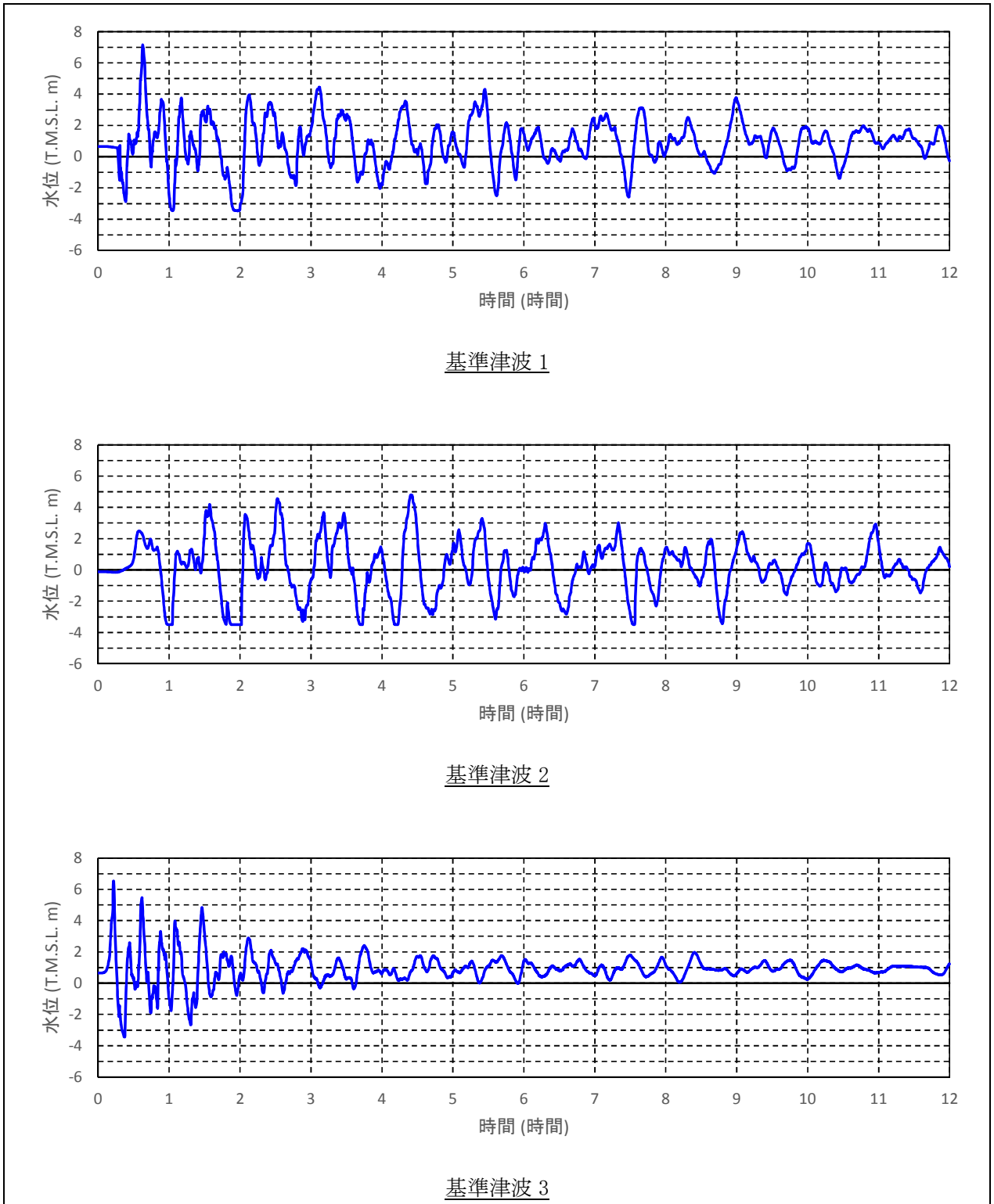
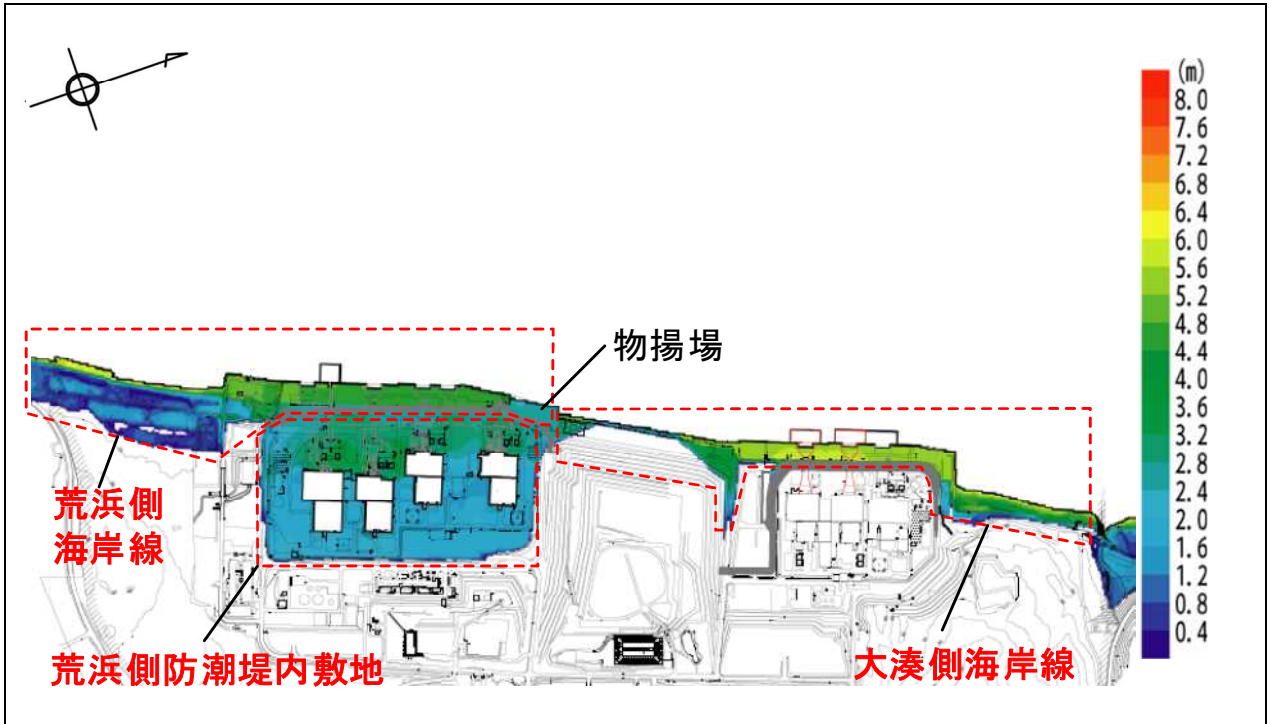
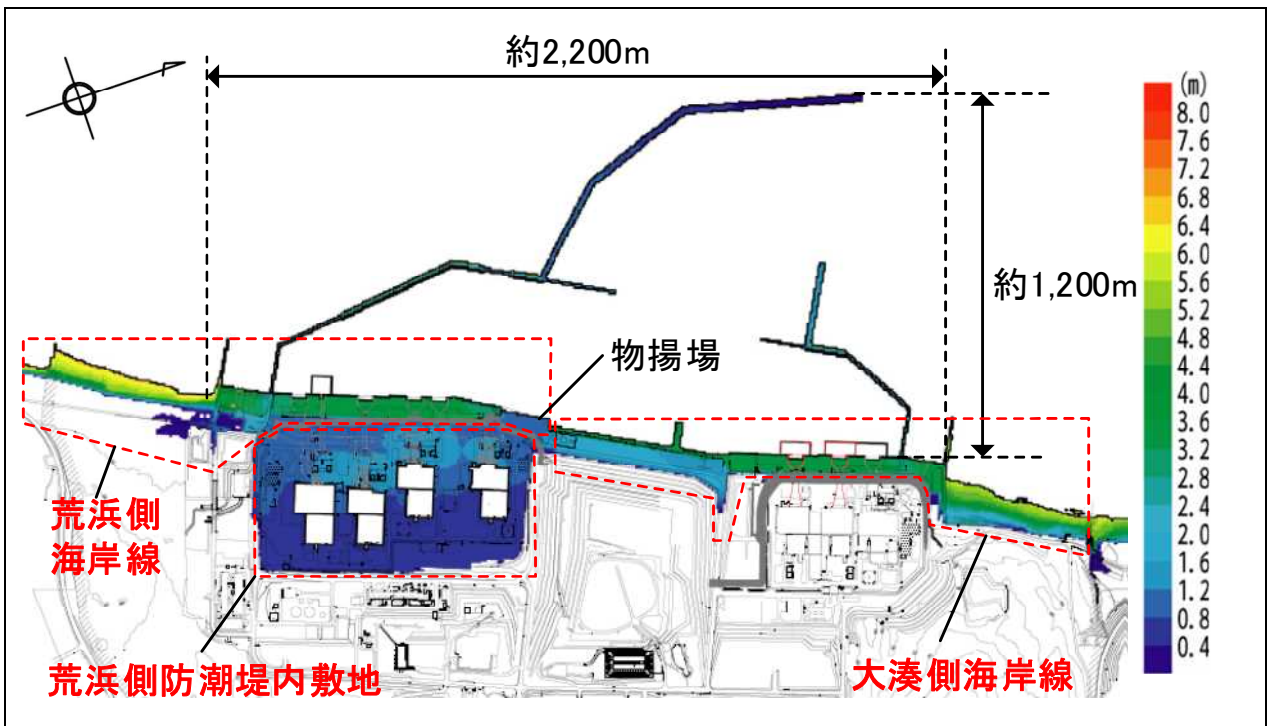


図 4.2-3 7号機取水口前面水位時刻歴 (防波堤なし)



＜発電所全体遡上域の最高水位を与える津波による浸水深分布＞



＜荒浜側防潮堤内敷地の最高水位を与える津波による浸水深分布＞

図 4.2-4 発電所敷地における浸水深分布と敷地の分類

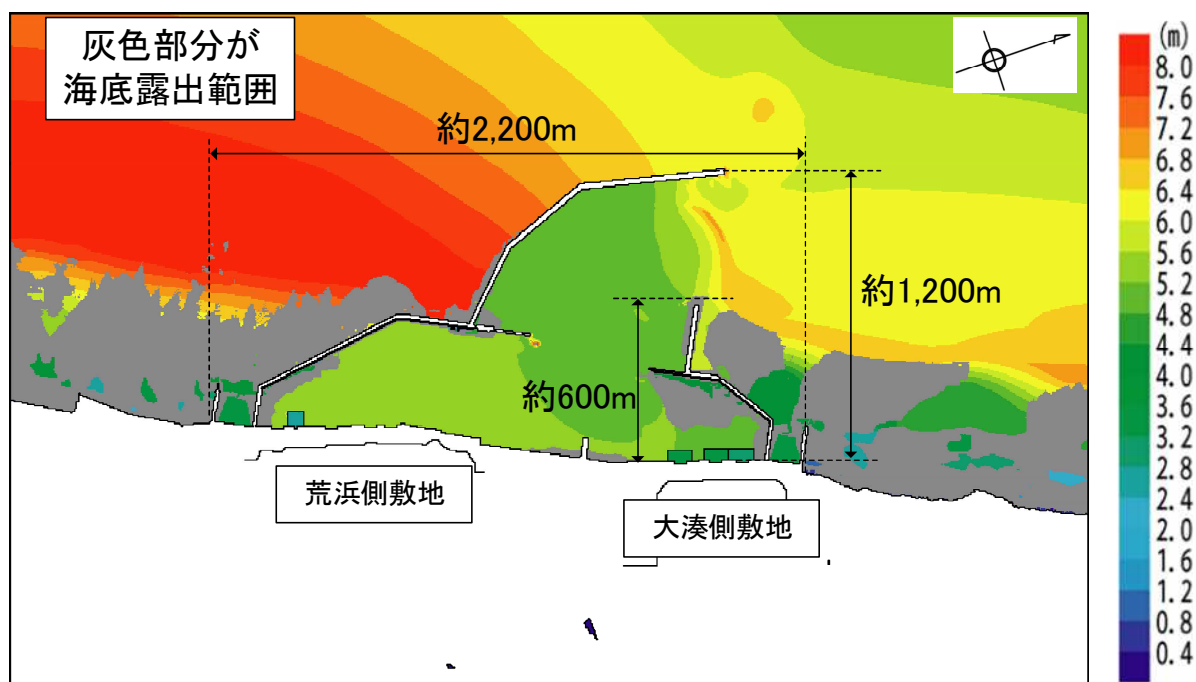


図 4.2-5 引き波による港湾内の海底露出範囲 (基準津波 2)

4.2.2 取水性評価

基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備等が、取水口あるいは取水路を閉塞させ、非常用海水冷却系（原子炉補機冷却海水系）に必要な通水性に影響を及ぼす可能性について確認した。確認の結果を以降に示す。

なお、確認の条件として、漂流物化の検討等の対象範囲（津波の遡上域）や漂流物の漂流の様相（漂流の向き、速度等）に有意な影響を与える可能性が考えられる防波堤及び荒浜側防潮堤の状態については、津波影響軽減施設あるいは津波防護施設として位置付けているものではないことから、健全な状態に加え、それらの存在が非保守側の効果を持つ可能性が想定される場合には、地震等により損傷した状態も考慮した。

4.2.2.1 基準津波の流向及び流速の確認

基準津波 1～3 の波源を図 4.2-6 に、流向及び流速を図 4.2-7 に示す。

「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」と「敷地周辺の海底地すべりに伴う津波」の「重畳津波」である基準津波 1 は、発電所の西方より襲来し、地震発生約 15 分後に敷地前面に到達する。港湾内へは、まず北西の港湾口より引き波として進入し、約 9 分後（地震発生約 24 分後）に寄せ波に転じ、その約 15 分後（地震発生約 39 分後）に再び引き波に転ずる。

「日本海東縁部に想定される地震に伴う津波」である基準津波 2 は、発電所の北西より襲来し、地震発生約 30 分後に敷地前面に到達する。港湾内へは、港湾口より寄せ波として進入し、約 9 分後（地震発生約 39 分後）に引き波に転じ、その約 27 分後（地震発生約 66 分後）に再び寄せ波に転ずる。

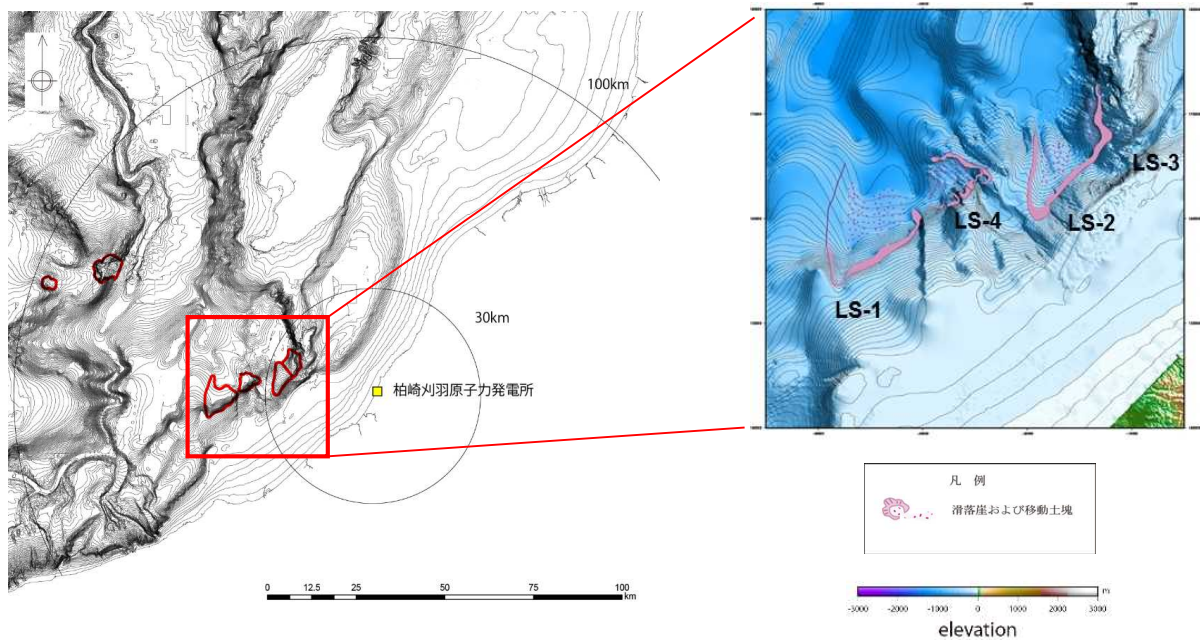
また、「海域活断層に想定される地震に伴う津波」と「敷地周辺の海底地すべりに伴う津波」の「重畳津波」である基準津波 3 は、発電所の西方より襲来し、地震発生約 9 分後に敷地前面に到達する。港湾内へは、港湾口より寄せ波として進入し、約 6 分後（地震発生約 15 分後）に引き波に転じ、その約 12 分後（地震発生約 27 分後）に再び寄せ波に転ずる。

港湾内の主たる流れは基準津波 1～3 でいずれも、港湾口からの寄せ波時の海水の流入、引き波時の流出に応じ、1 号～4 号機が設置された荒浜側と 5 号～7 号機が設置された大湊側で方向の異なる二つの渦が生じる形となる。

なお、以上に示した流向及び流速は、発電所港湾施設である防波堤が健全という条件下で得られたものであり、後段に示す「通水性に与える影響の評価」では前述のとおり、防波堤の存在が非保守側の効果を持つ可能性が想定される場合には、地震等による防波堤の損傷を考慮した影響確認を行っている。

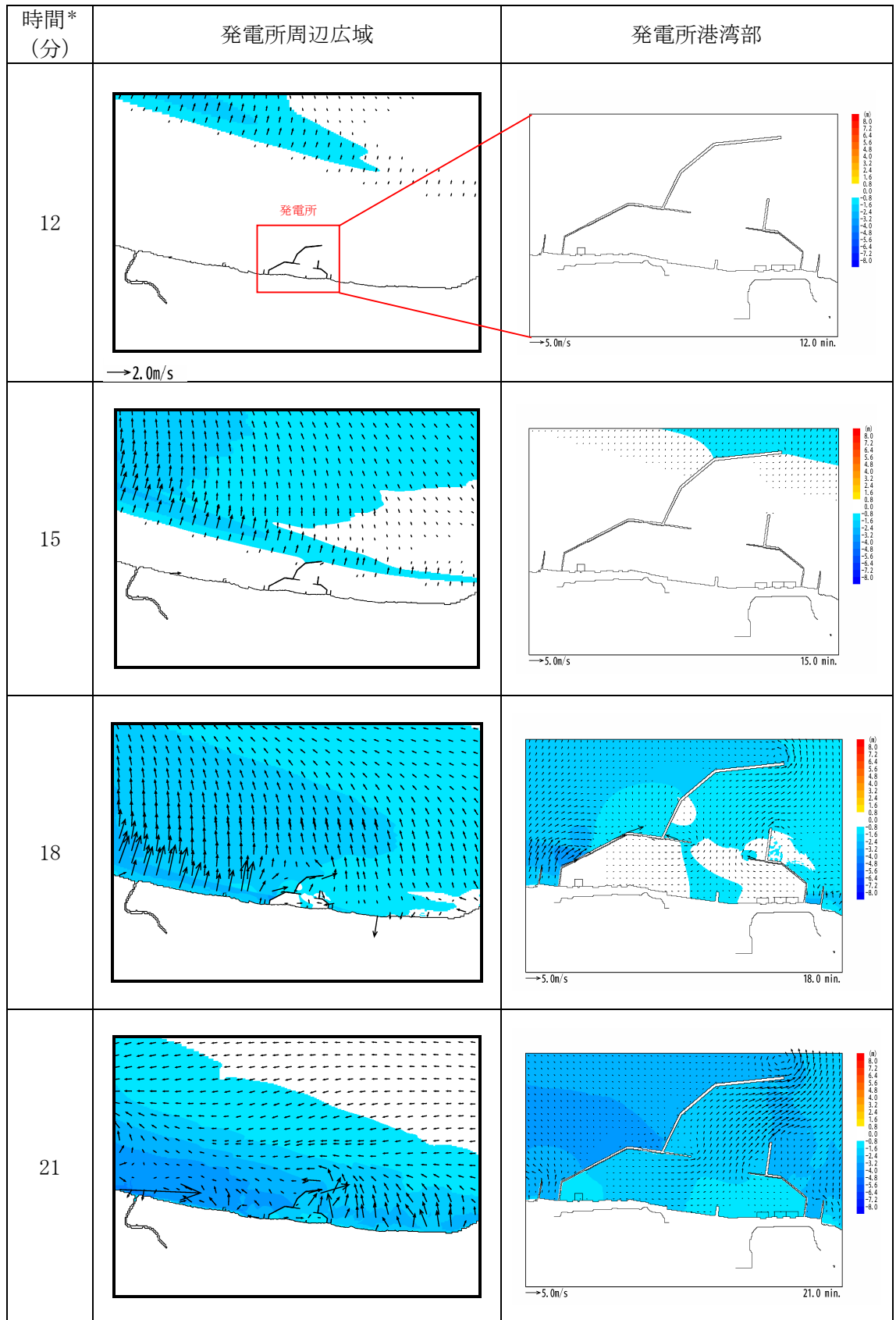


基準津波の想定波源図



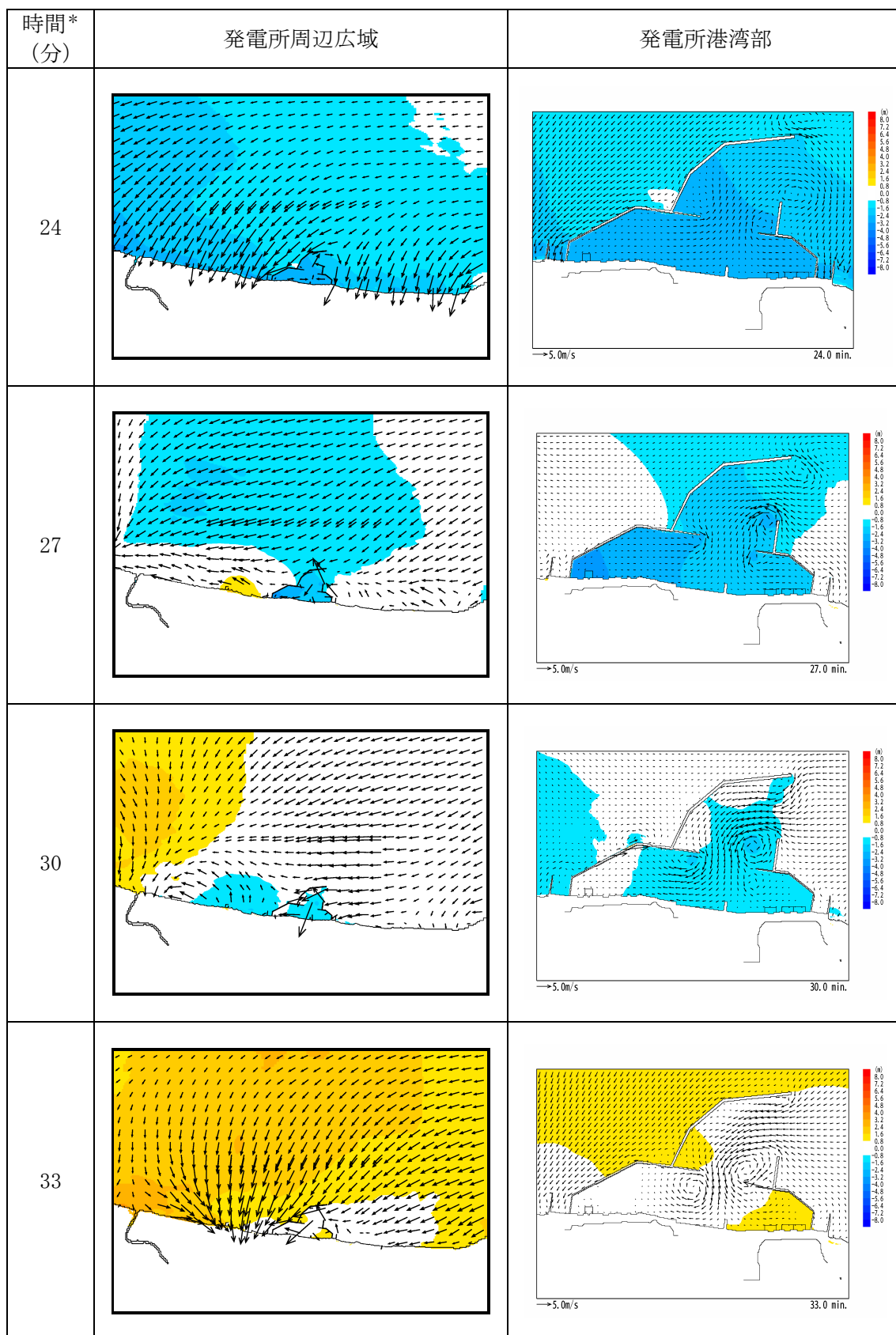
海底地すべり地形の位置図

図 4.2-6 基準津波の波源



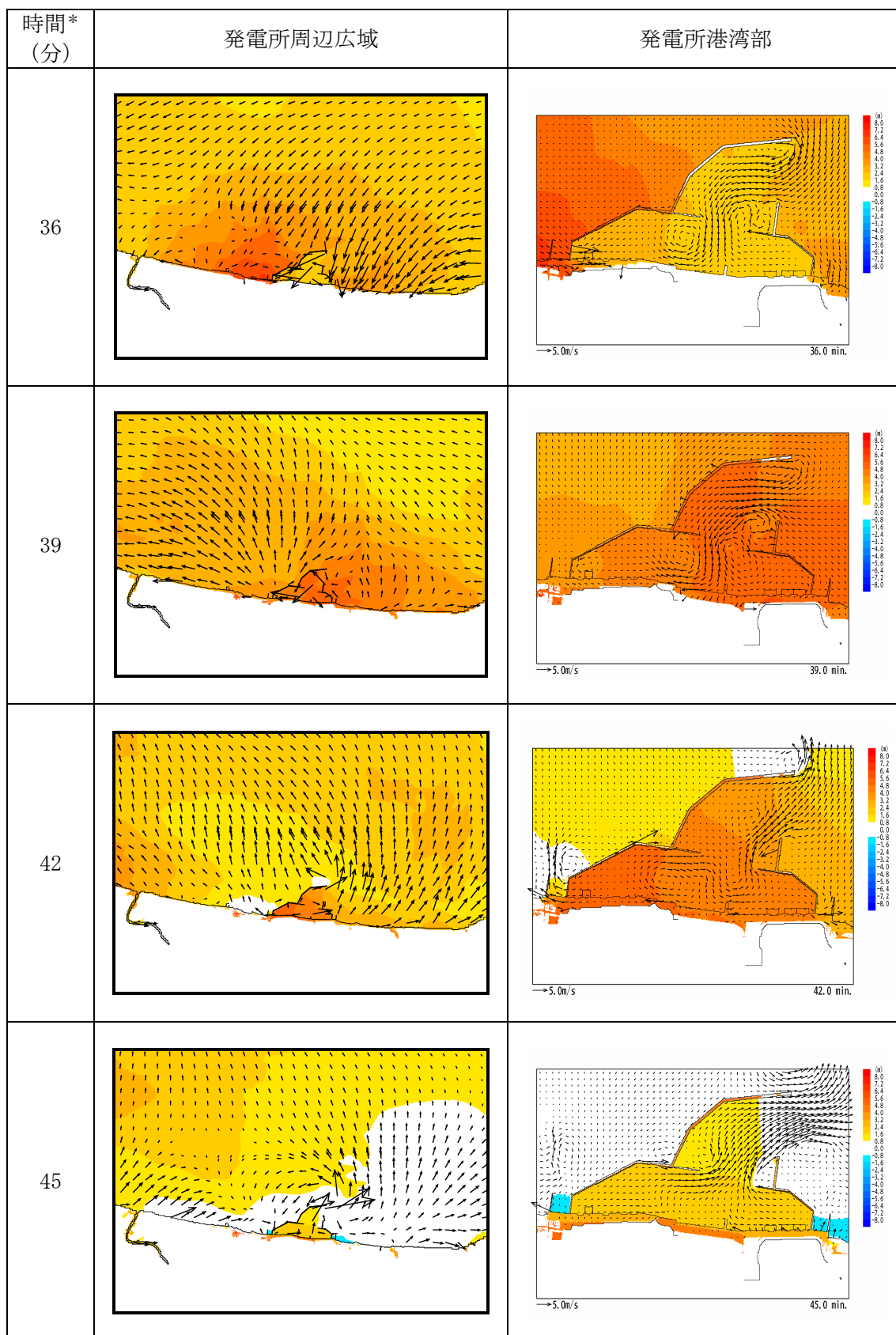
注記*：津波の原因となる地震発生後の経過時間

図 4.2-7 基準津波の流速ベクトル（基準津波 1）



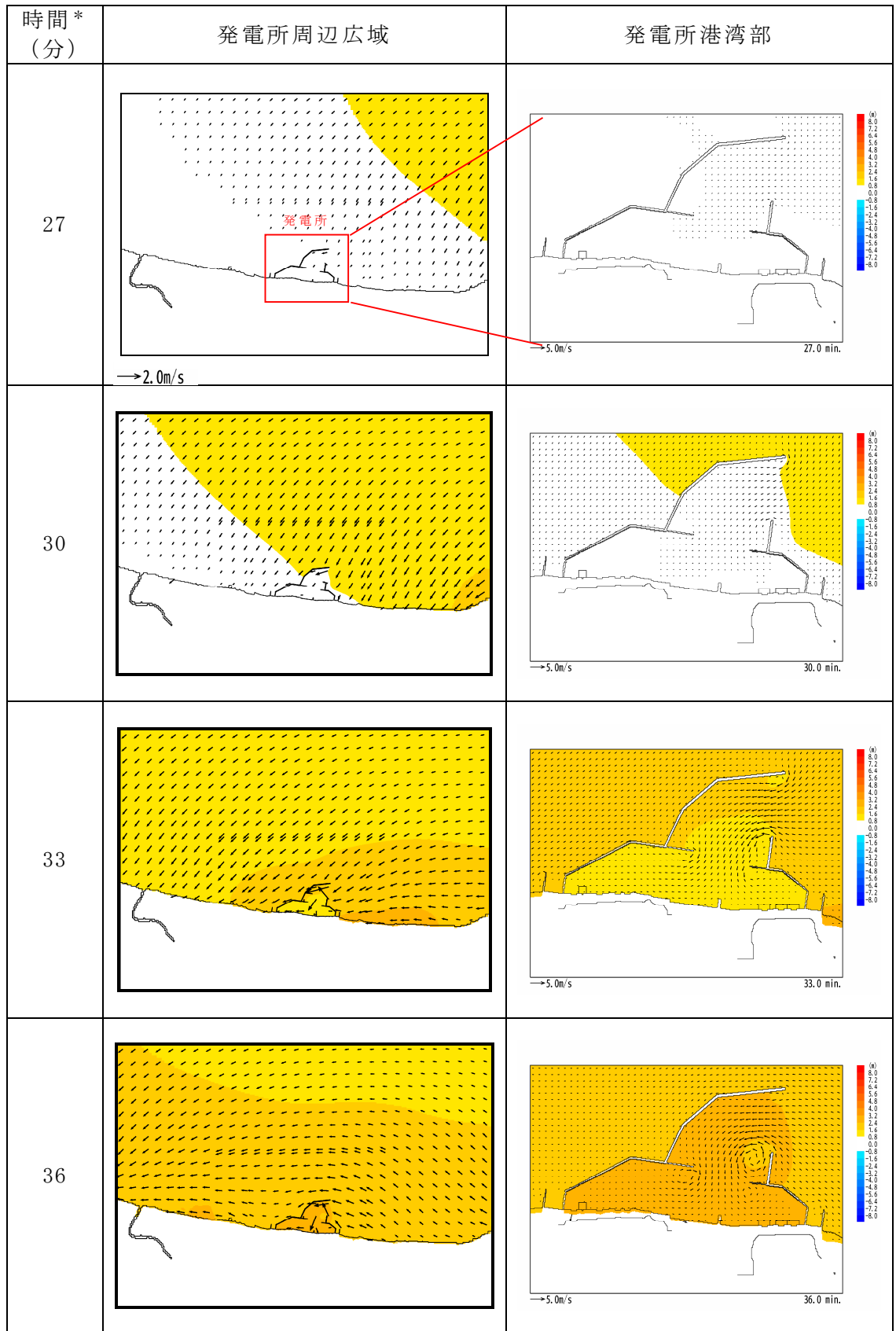
注記* : 津波の原因となる地震発生後の経過時間

図 4.2-7 基準津波の流速ベクトル (基準津波 1)



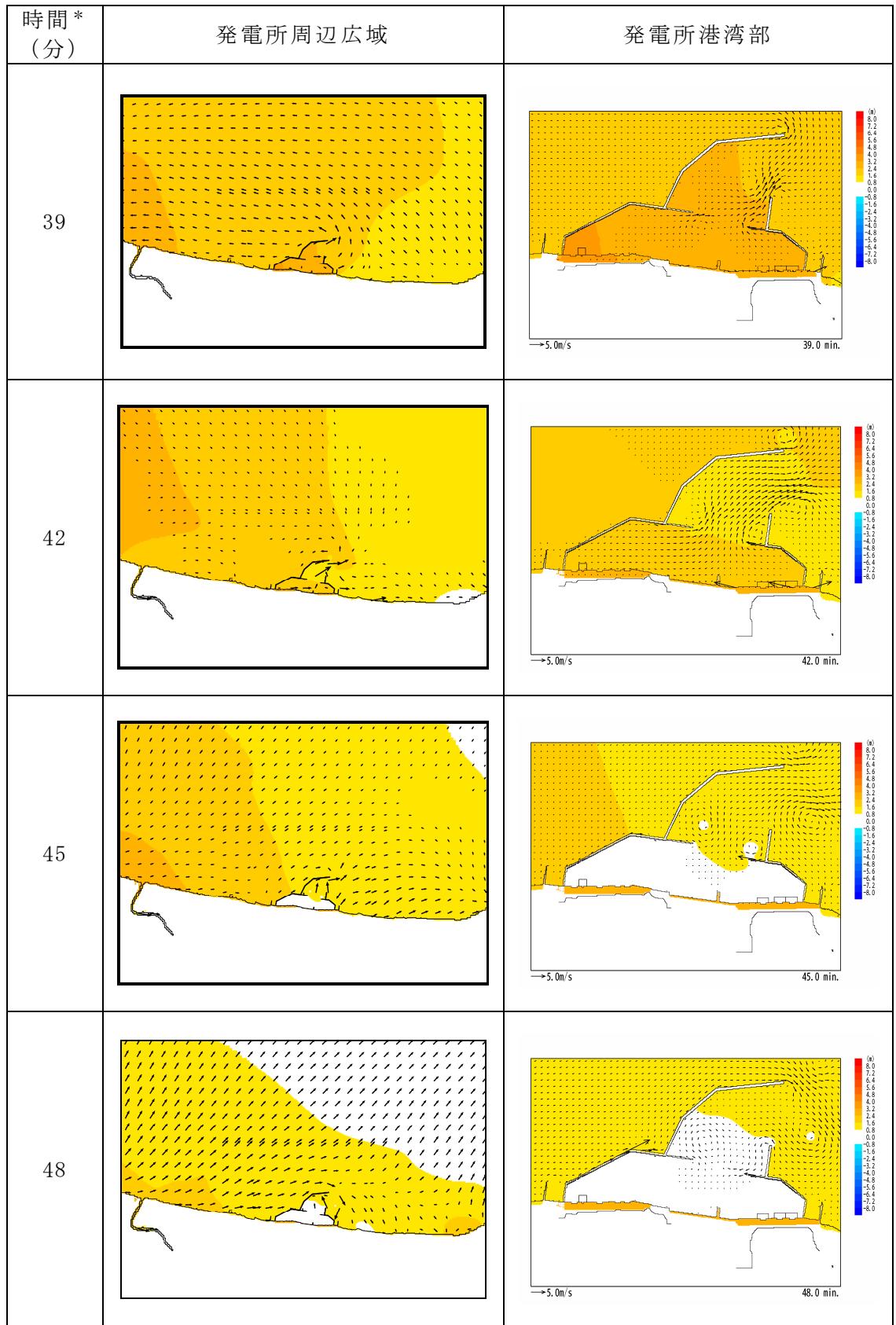
注記*：津波の原因となる地震発生後の経過時間

図 4.2-7 基準津波の流速ベクトル（基準津波 1）



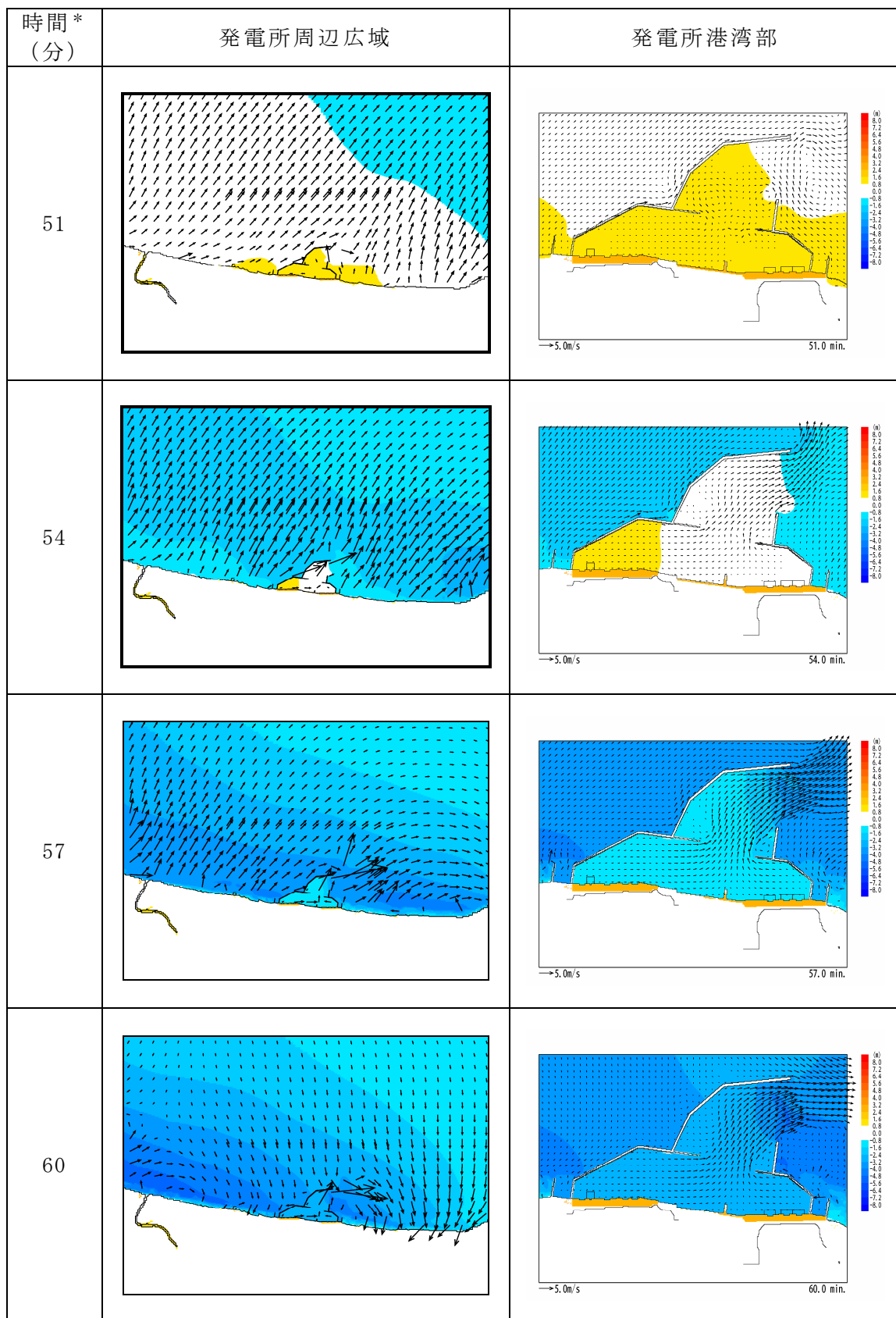
注記* : 津波の原因となる地震発生後の経過時間

図 4.2-7 基準津波の流速ベクトル (基準津波 2)



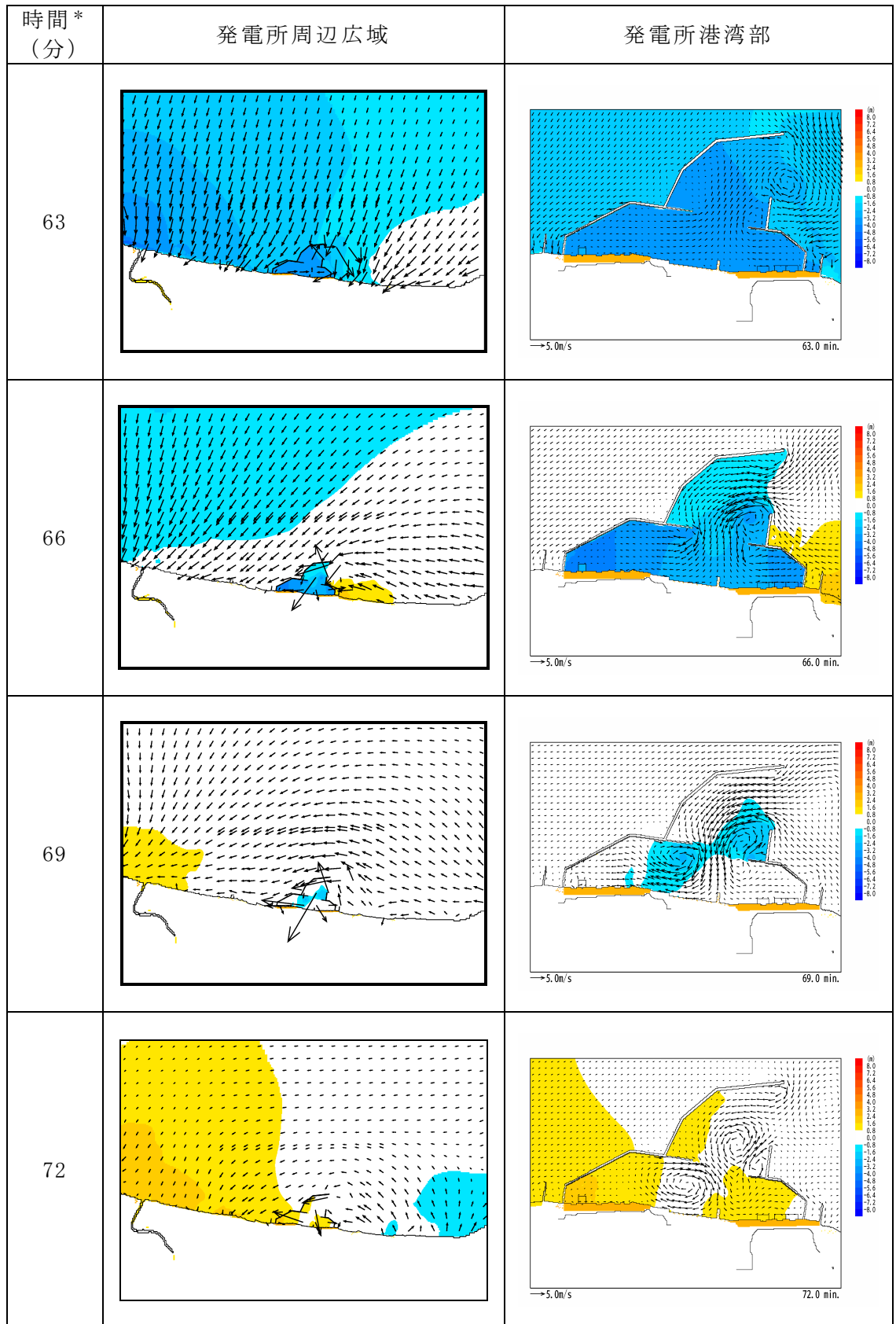
注記* : 津波の原因となる地震発生後の経過時間

図 4.2-7 基準津波の流速ベクトル (基準津波 2)



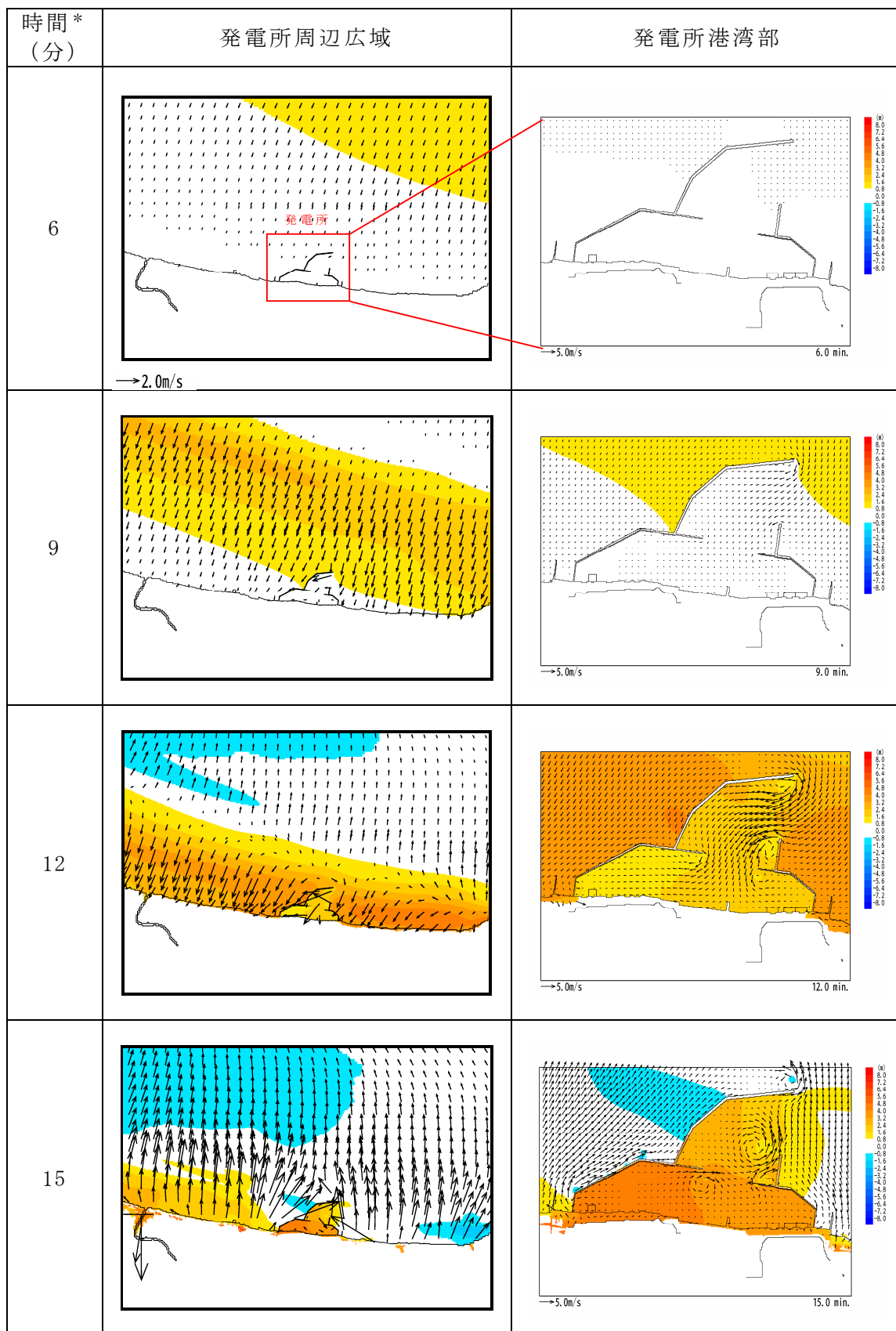
注記* : 津波の原因となる地震発生後の経過時間

図 4.2-7 基準津波の流速ベクトル (基準津波 2)



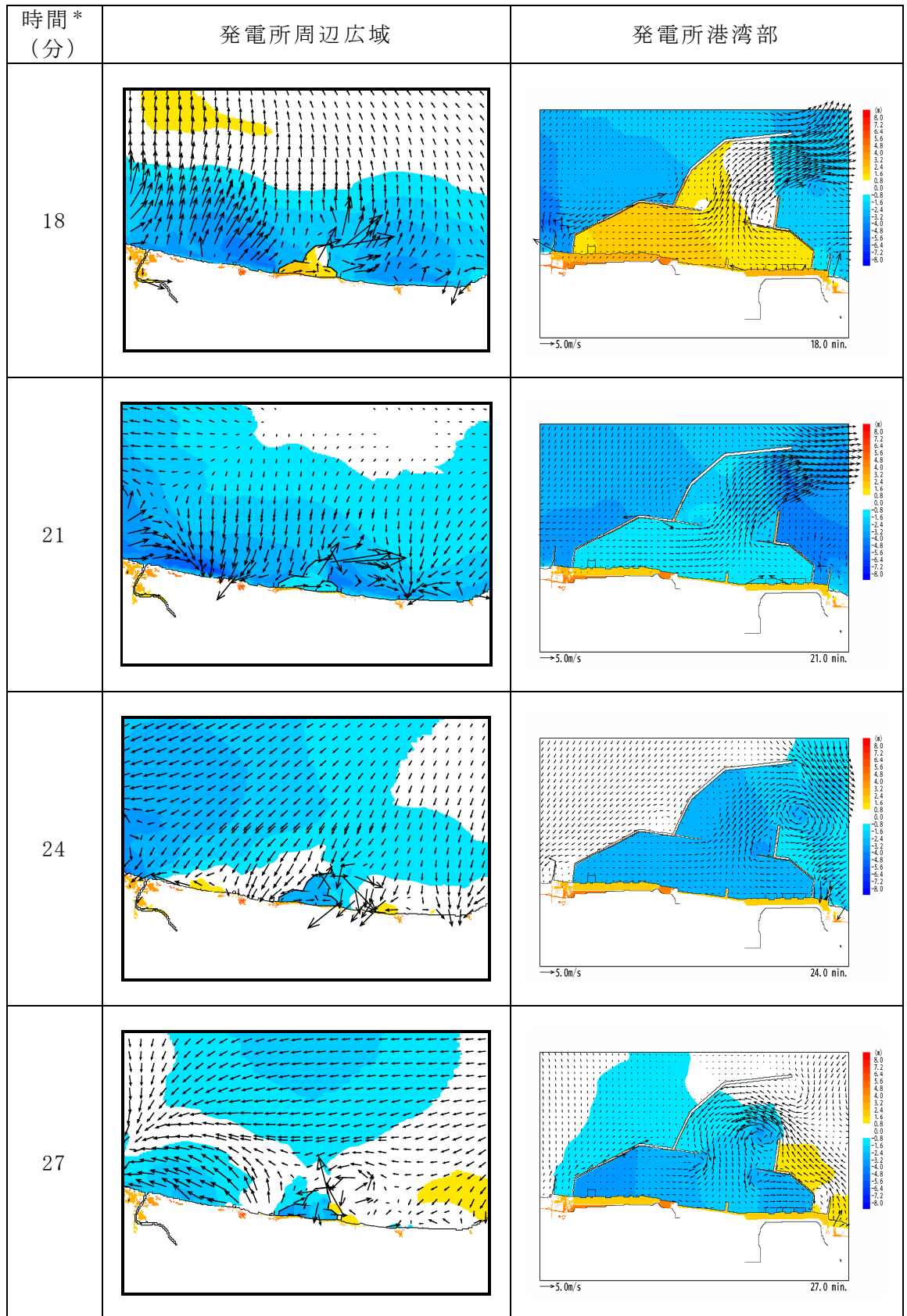
注記* : 津波の原因となる地震発生後の経過時間

図 4.2-7 基準津波の流速ベクトル (基準津波 2)



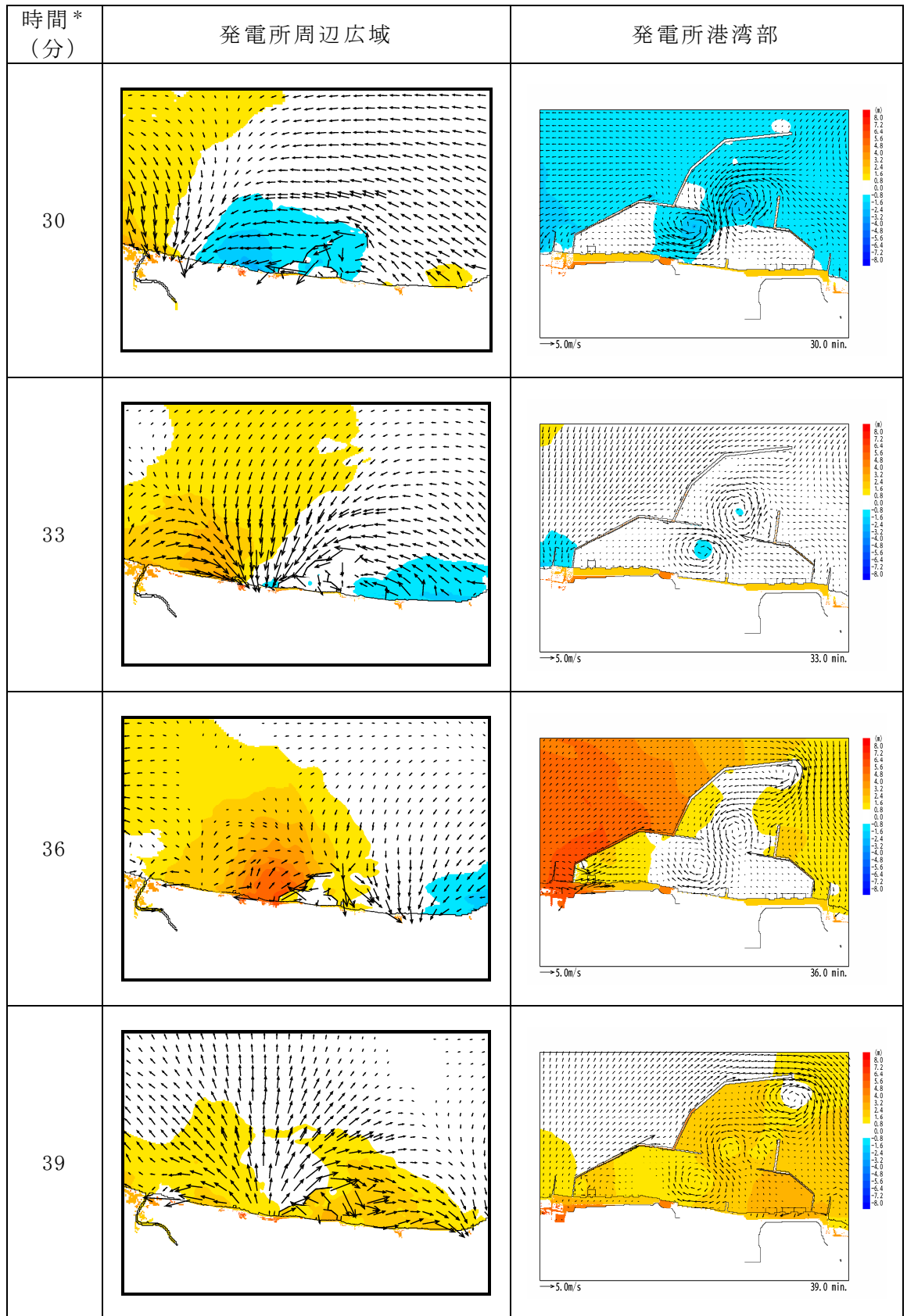
注記*：津波の原因となる地震発生後の経過時間

図 4.2-7 基準津波の流速ベクトル（基準津波 3）



注記* : 津波の原因となる地震発生後の経過時間

図 4.2-7 基準津波の流速ベクトル (基準津波 3)



注記* : 津波の原因となる地震発生後の経過時間

図 4.2-7 基準津波の流速ベクトル (基準津波 3)

4.2.2.2 検討対象漂流物の抽出

4.2.2.2.1 漂流物調査範囲の設定

基準津波 1～3 について、図 4.2-8 に示す沿岸域の 6 地点及び汀線の 4 地点において、水位、流向、流速の時系列データを抽出した。結果を図 4.2-9 に示す。

図 4.2-9 より、基準津波 3 の第二波を除き、津波流速は最大で 2.0m/s 程度、流向は寄せ波と引き波とではほぼ向きが反転し、その反転の周期は最長で 20 分程度である。一方、基準津波 3 の第二波は、最大流速は 3m/s 程度であるが、反転の周期は 8 分程度である。したがって、津波の（寄せ波）1 波による水の移動量は、基準津波 3 の第二波を除く津波の最大流速が保守的に最長となる反転の周期の間継続すると仮定することにより、最大で約 2.4km (2.0m/s×20 分) と評価できる。また、沿岸部における汀線方向の流向、流速についても確認を行っているが、結果は上記の評価に含まれている。(図 4.2-10)

海域における漂流物調査範囲は、保守的な想定として、引き波による反対方向の流れを考慮せず、寄せ波の 2 波分が最大流速で一定方向に流れるものとし、この際の移動量 4.8km を安全側に切り上げた発電所周辺 5km 圏内と設定した。また陸域については、基準津波の遡上域を考慮し、この 5km 圏内における海岸線に沿った標高 10m 以下 (図 4.2-11) の範囲と設定した (発電所構内は、荒浜側防潮堤の地震による損傷の可能性も想定し、同防潮堤の内側も含む)。

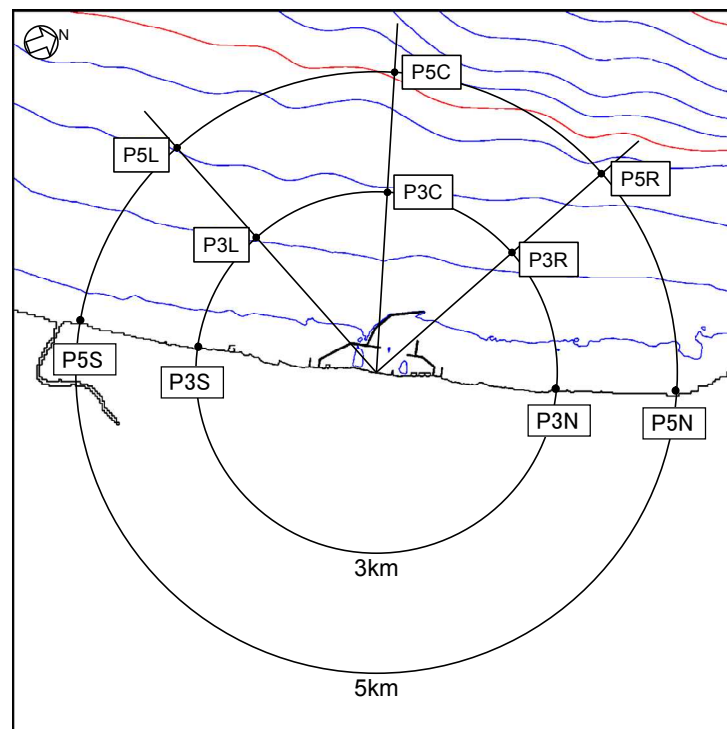


図 4.2-8 水位、流向、流速の抽出地点

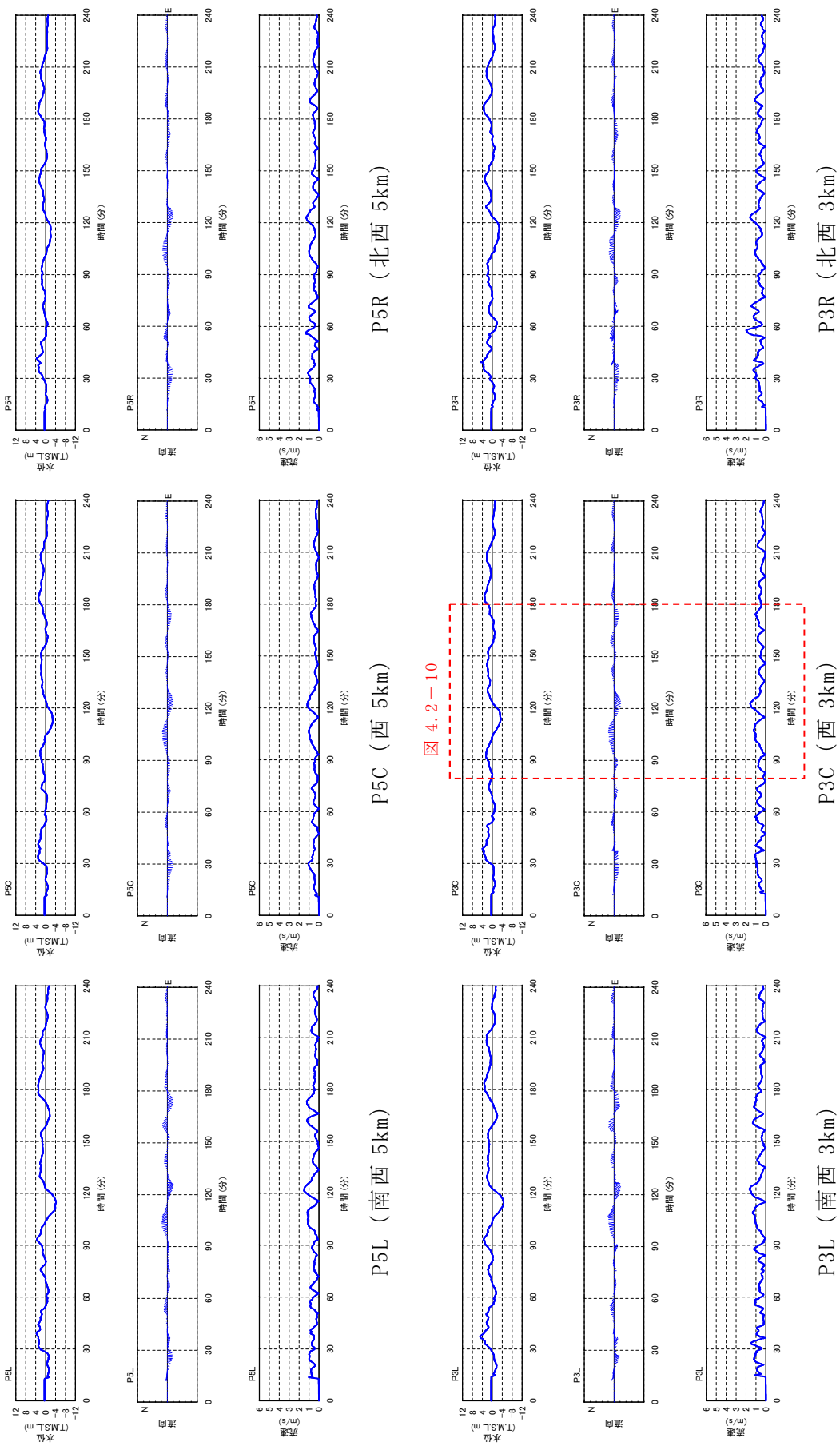


図 4.2-10

図 4.2-9 抽出地点における水位，流向，流速（基準津波 1）

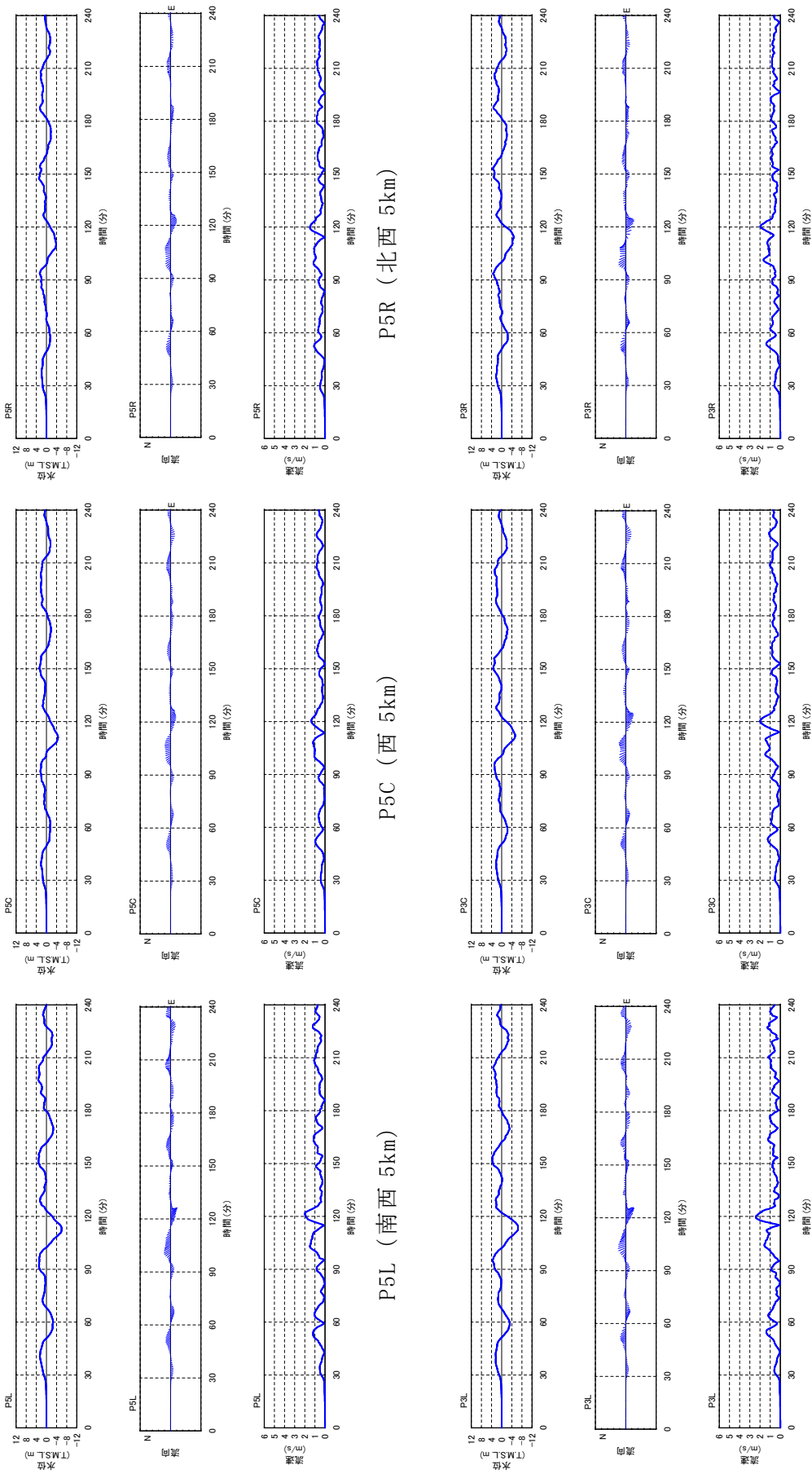


図 4.2-9 抽出地点における水位，流向，流速（基準津波 2）

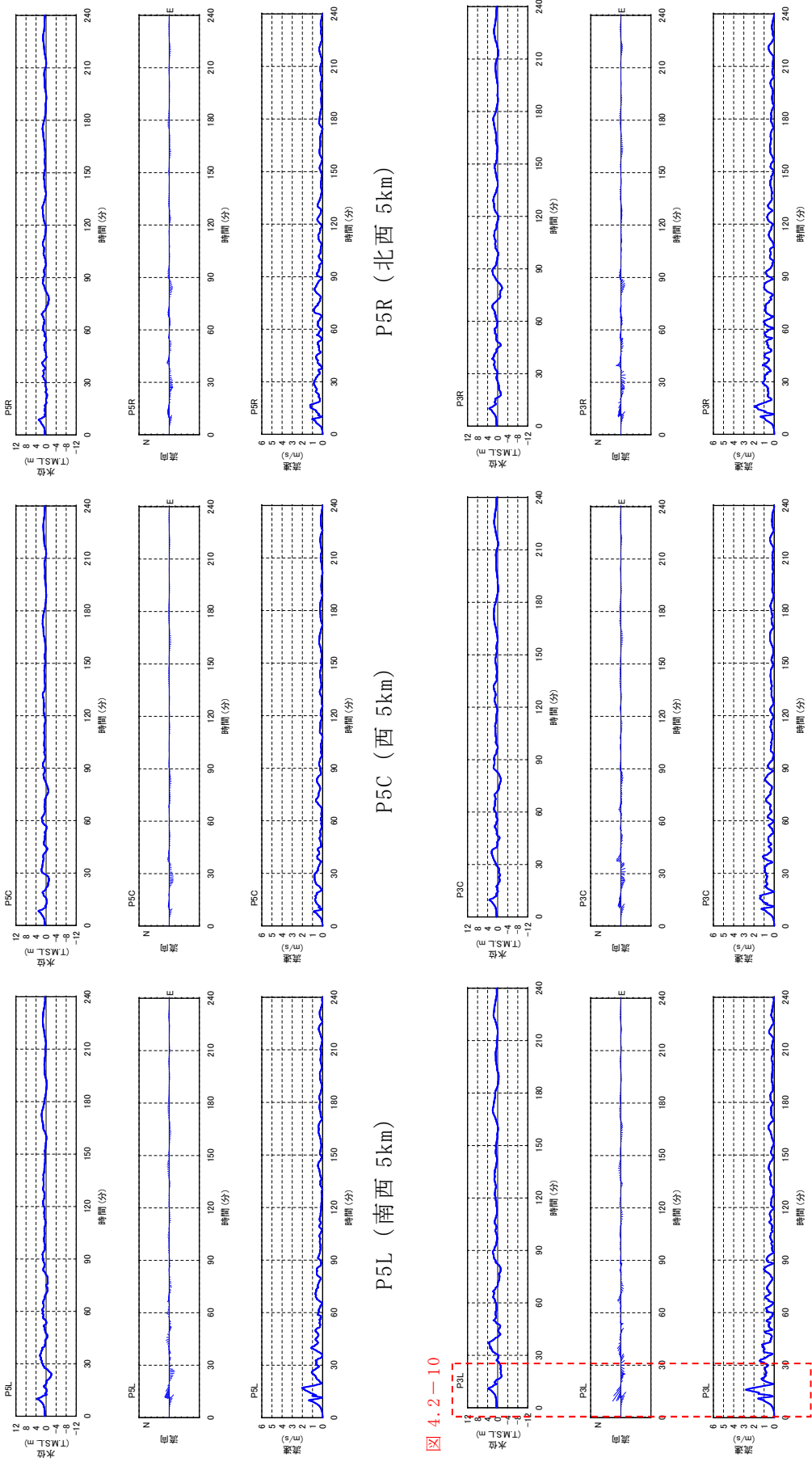
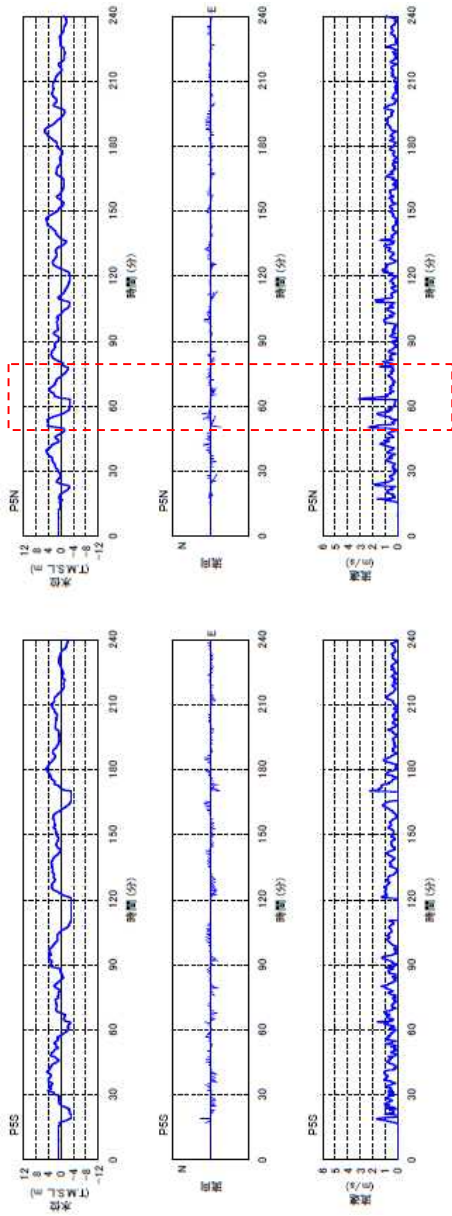


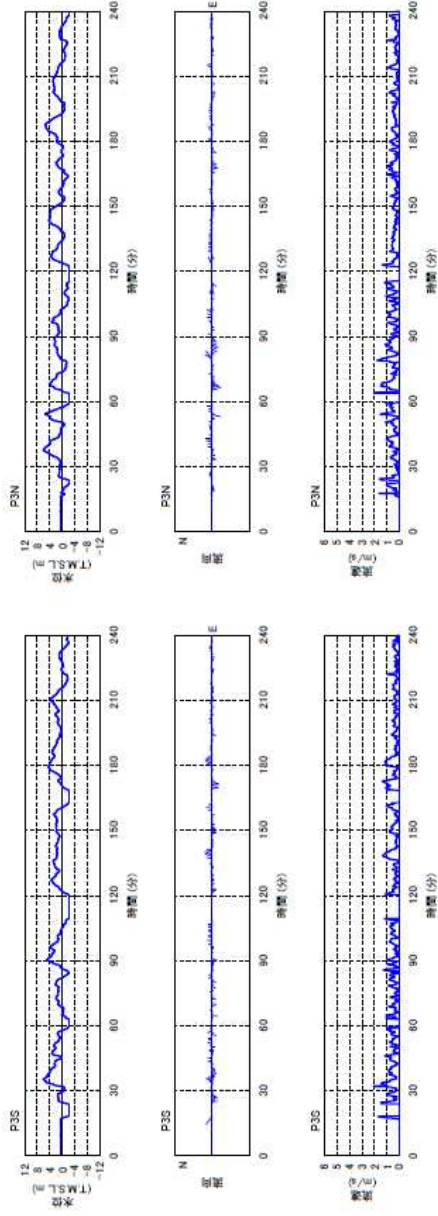
図 4.2-9 抽出地点における水位，流向，流速（基準津波 3）

図 4.2-10



P5S (南 5km)

P5N (北 5km)



P3S (南 3km)

P3N (北 3km)

図 4.2-9 抽出地点における水位、流向、流速（基準津波 1 における沿岸部汀線方向）

図 4.2-10

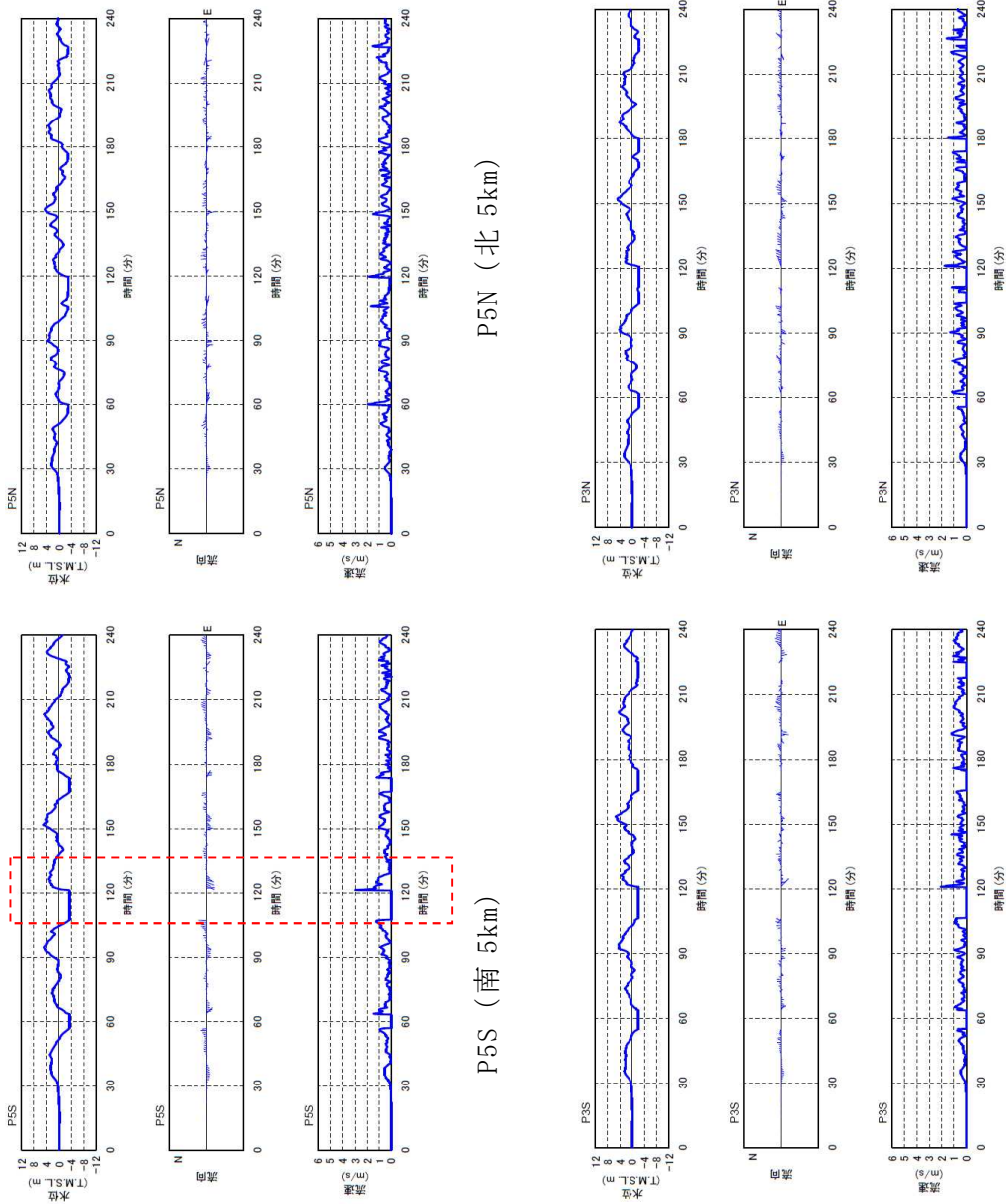
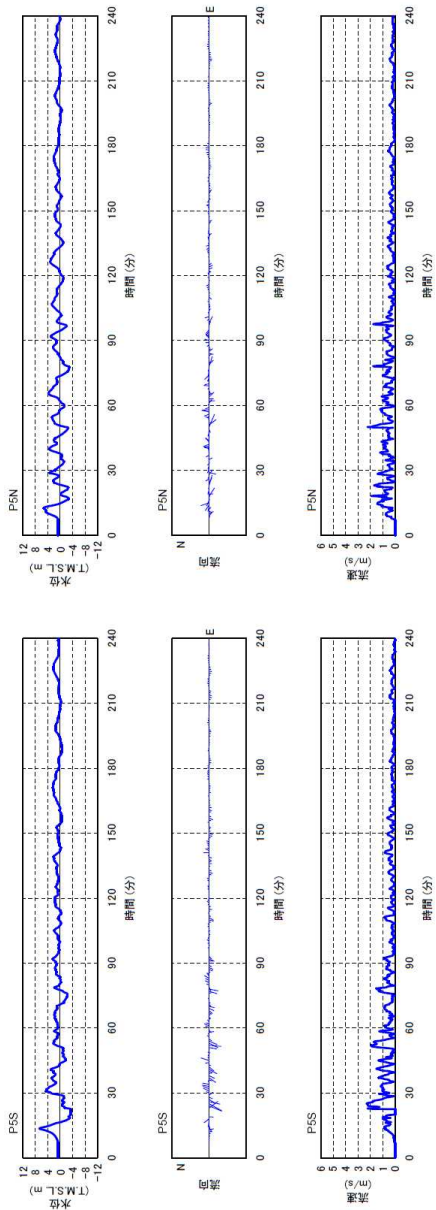
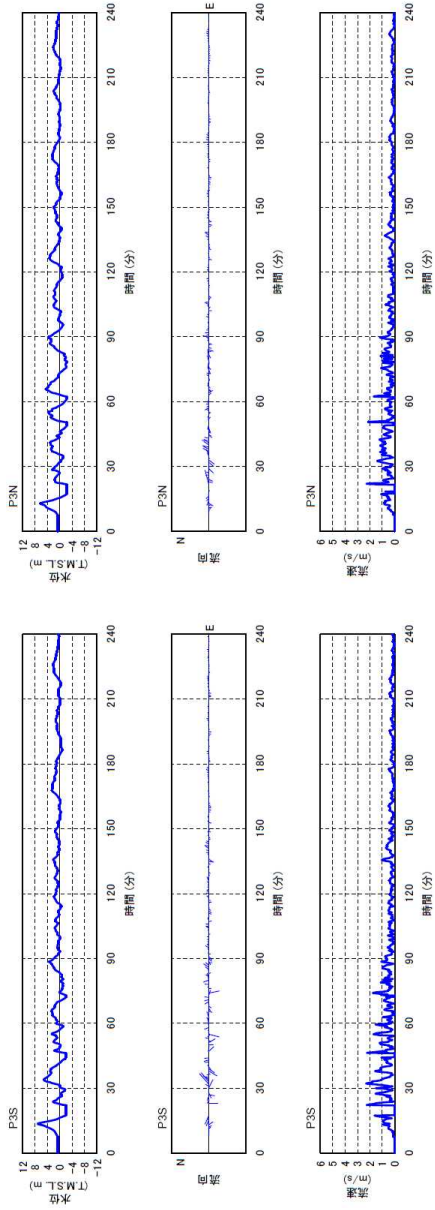


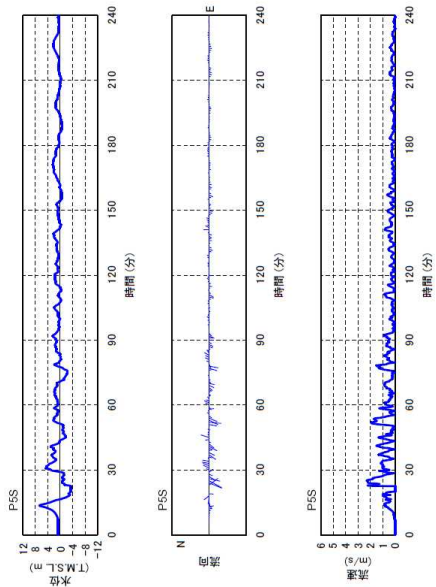
図 4.2-9 抽出地点における水位，流向，流速（基準津波 2 における沿岸部汀線方向）



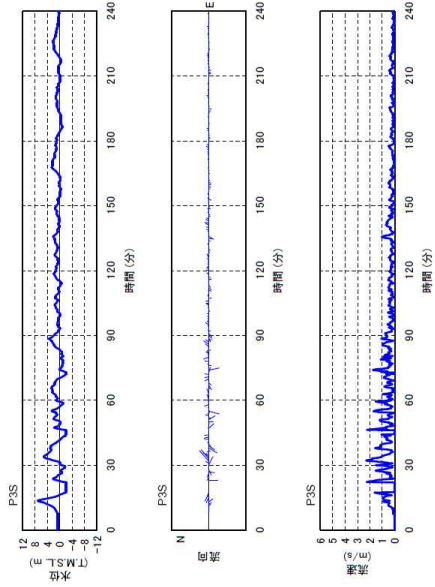
P5N (北 5km)



P5S (南 5km)

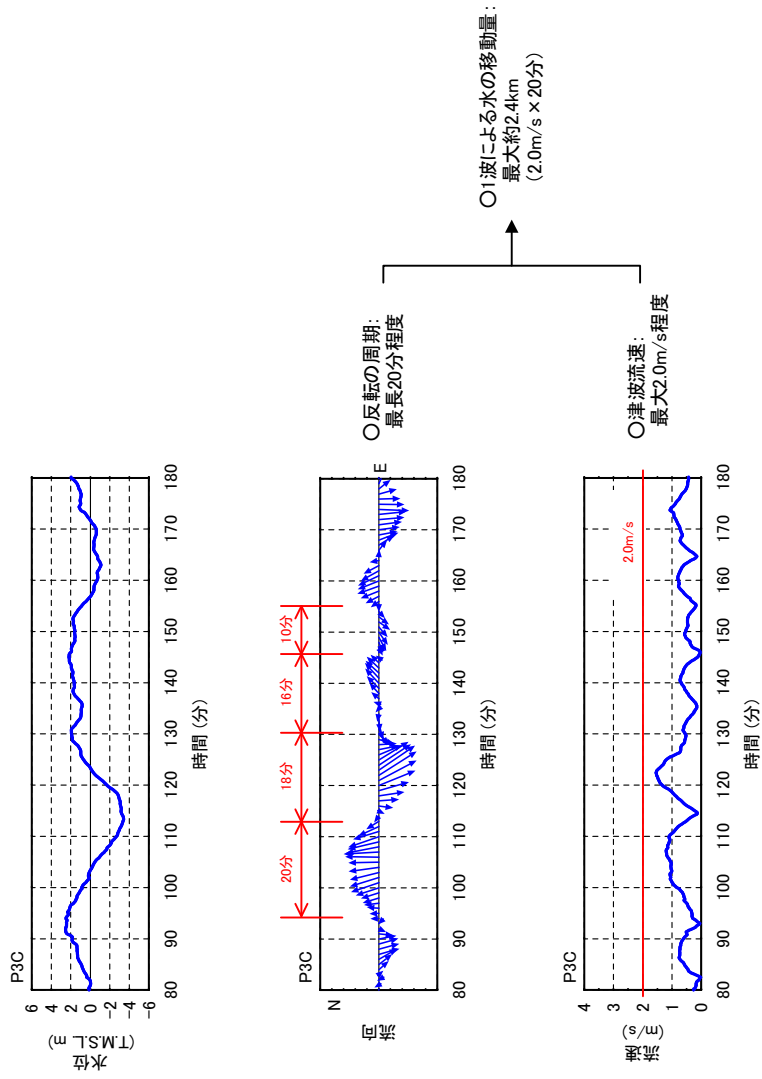


P3N (北 3km)



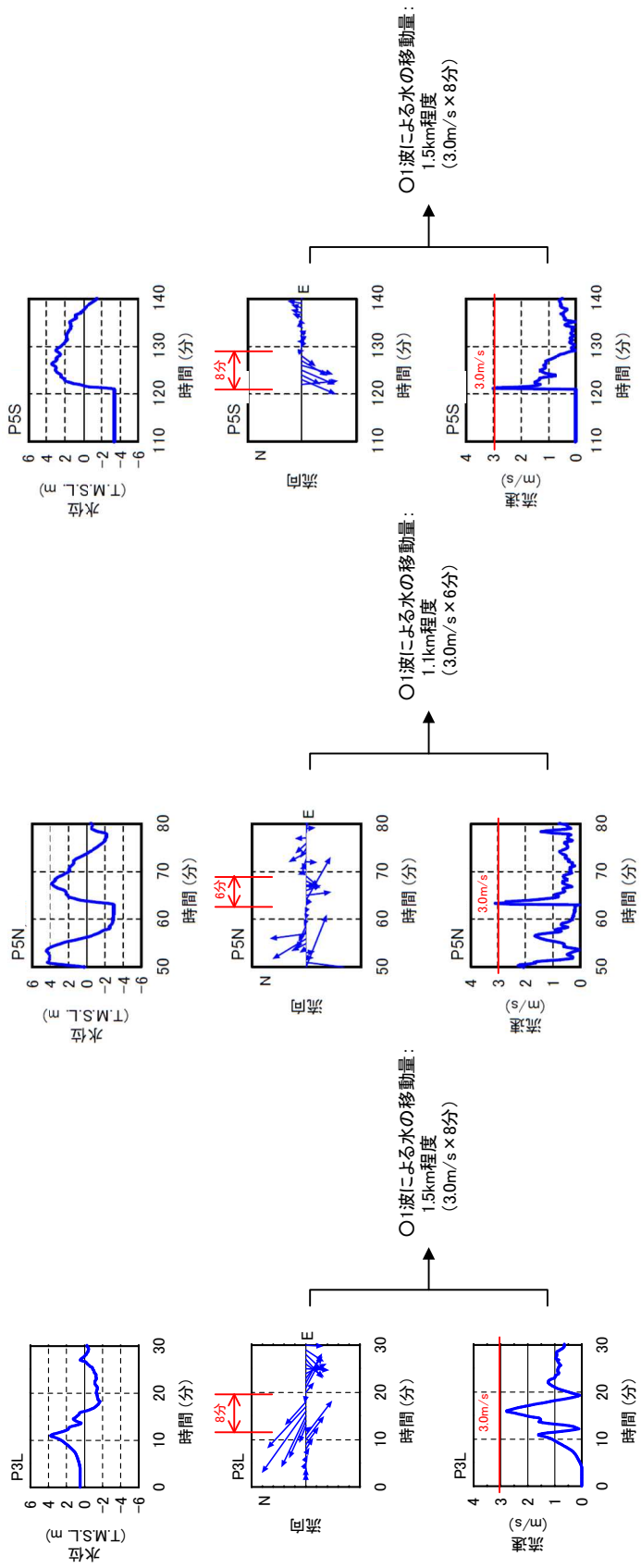
P3S (南 3km)

図 4.2-9 抽出地点における水位、流向、流速（基準津波 3 における沿岸部汀線方向）



基準津波1 地点P3C(代表例)

図 4.2-10 基準津波による水の移動量 (その 1)



基準津波3 地点P3L

基準津波1 地点P5N

基準津波2 地点P5S

図 4.2-10 基準津波による水の移動量 (その2)

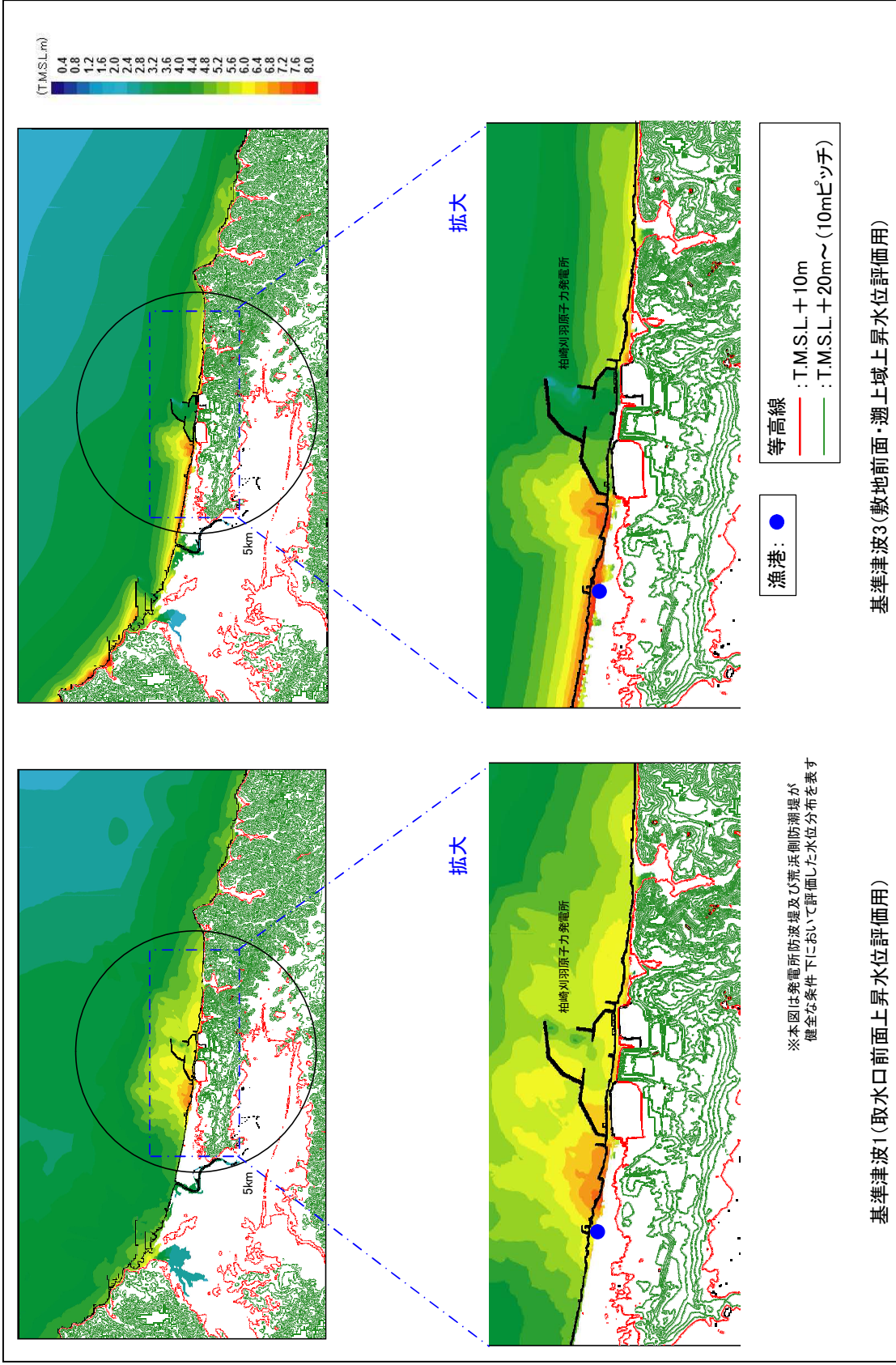


図 4.2-11 発電所周辺標高図及び最高水位分布

4.2.2.2.2 漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出

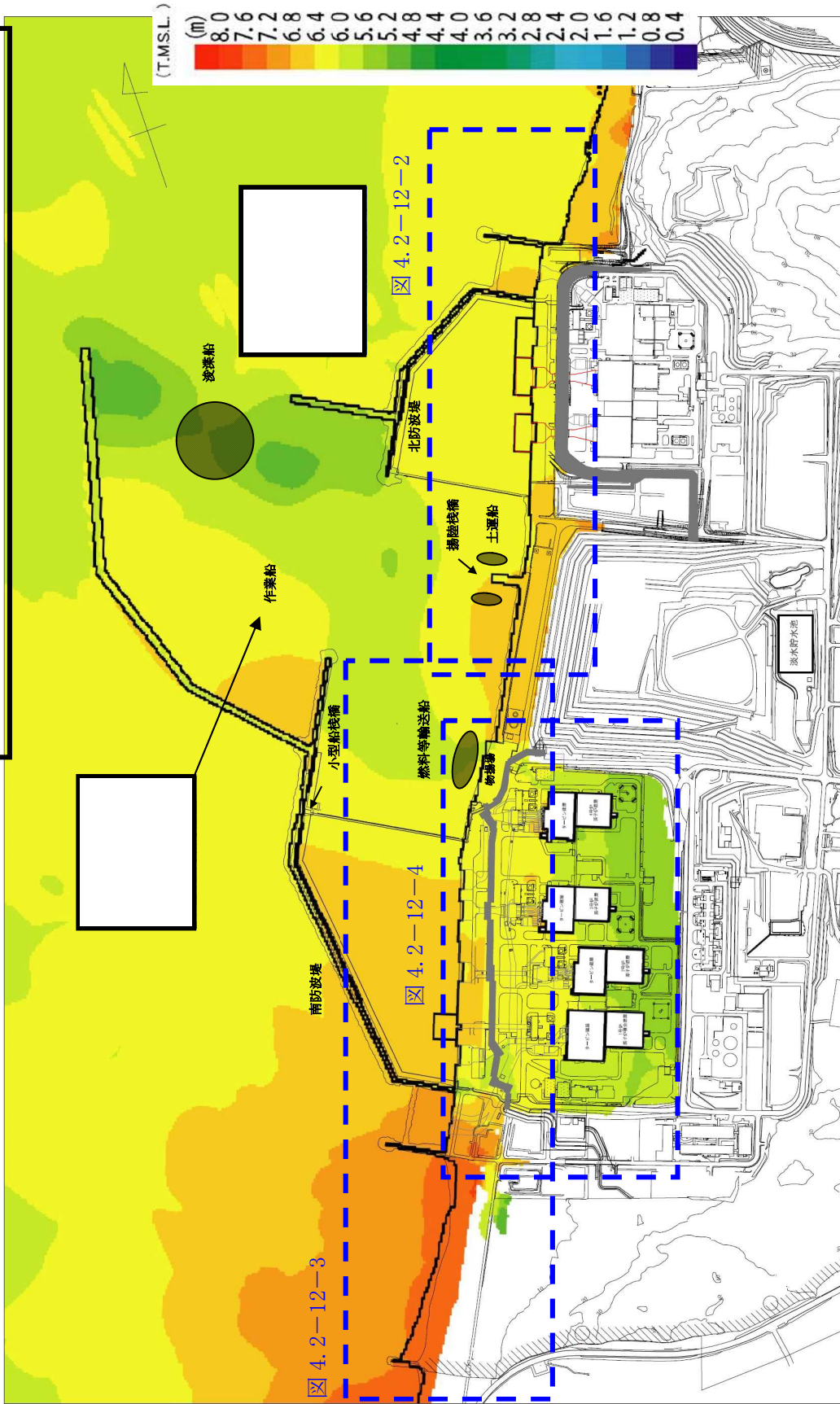
設定した漂流物調査範囲について、発電所の構内と構外、また海域と陸域とに分類して調査を実施し、漂流物となる可能性のある施設・設備等の抽出を行った。各分類における調査の対象、調査の方法及び調査の実施時期を表 4.2-1 に示す。

表 4.2-1 漂流物の調査方法

調査分類	調査範囲		調査対象	調査方法	調査実施時期
	発電所構内・構外	海域・陸域			
A		海域	<ul style="list-style-type: none"> 船舶 海上設置物 	資料調査	・H27. 12. 02～ H27. 12. 08
				聞き取り調査	・H27. 12. 02～ H28. 01. 29
				現場調査	・H27. 12. 02
B	発電所構内	陸域	<ul style="list-style-type: none"> 人工構造物 可動/可搬物品 植生等 	資料調査	・H27. 12. 01 ・H28. 11. 14～ H28. 11. 17
				現場調査	・H27. 12. 02 ・H28. 04. 27 ・H28. 04. 28 ・H28. 11. 18
				聞き取り調査	・H27. 12. 02～ H28. 01. 29 ・H28. 04. 27～ H28. 05. 13 ・H28. 12. 9～ H28. 12. 15
C	発電所構外	海域	<ul style="list-style-type: none"> 船舶 海上設置物 	<ul style="list-style-type: none"> 現場調査 聞き取り調査 	<ul style="list-style-type: none"> ・H26. 09. 09 ・H27. 12. 03 ・H27. 12. 04
D		陸域	<ul style="list-style-type: none"> 人工構造物 可動/可搬物品 植生等 	<ul style="list-style-type: none"> 図上調査 現場調査 	<ul style="list-style-type: none"> ・H27. 12. 04 ・H26. 09. 08 ・H26. 09. 09

調査結果を、発電所構内について図 4.2-12 に、発電所構外について図 4.2-13 及び表 4.2-2 にそれぞれ示す。ここで、図 4.2-12 中には、参考として基準津波 1' の遡上波による最高水位分布を併せて示している。

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



注：参考として基準津波1'の遡上波による最高水位分布を合わせて図示する

図 4.2-12-1 漂流物調査結果（発電所構内全体）

No.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
名称	607号取水電源室 アンテナハウス	617号取水電源室	5号機取水電源室	5号機放水口サンプリング建屋	本溪湖の危険物廃棄庫	避雷鉄塔	除塵装置	クワリー用車庫 凹型クレーン	クワリー用車庫 凹型クレーン
外観									
備考									
No.	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
名称	電気・制御盤	海水対策能モニタ	資機材 (常時保管)	資機材 (常時保管)	資機材 (一時貯入)	車両	その他一般建築物	その他一般建築物	その他一般建築物
外観									
備考	・代表を仰示	・代表を仰示	・代表を仰示 (細取角落とし)	・代表を仰示 (仮設ハウス)	・代表を仰示 (電源)	・代表を仰示	・代表を仰示 (グレーチング)	・代表を仰示 (外灯)	・代表を仰示 (貝汚泥集揚水槽)

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。



図 4.2-12-2 漂流物調査結果 (発電所構内大湊側護岸部詳細)

No.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
名称	水道用ポンプ室	海象観測小屋	海水放射能モニター 建屋	海水放射能モニター建屋 (屋外放射線監視CNC用シールドタワー)	緊急時少量危険物保管庫①	緊急時少量危険物保管庫②	1号機前覆水ポンプ建屋	1/2号機取水電源室	1号機前機スクリーン 電源室
外観									
備考									
No.	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
名称	処理大型機線が線用建屋	3/4号機取水電源室	物揚揚電源室	重油移送ポンプ室	避雷鉄塔	除塵装置	スクリーン取組用 門型クレーン	スクリーン取組用 門型クレーン	物揚揚 (吊壁) 150t デリッククレーン
外観									
備考									
No.	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	
名称	No.1 重油貯蔵タンク	No.2 重油貯蔵タンク	海水放射能モニター	電気・制御室	資機材 (常時保管)	代表を例示	1号及び2号機用 その他一般機用	3号及び4号機用 その他一般機用	
外観									
備考	・運用停止済み	・運用停止済み	・代表を例示	・代表を例示	・代表を例示 (角落とし、角ホルダー)	・代表を例示 (仮設ハウス)	・代表を例示 (フェンス、グレーチング)	・代表を例示 (防潮堤昇降架台)	

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

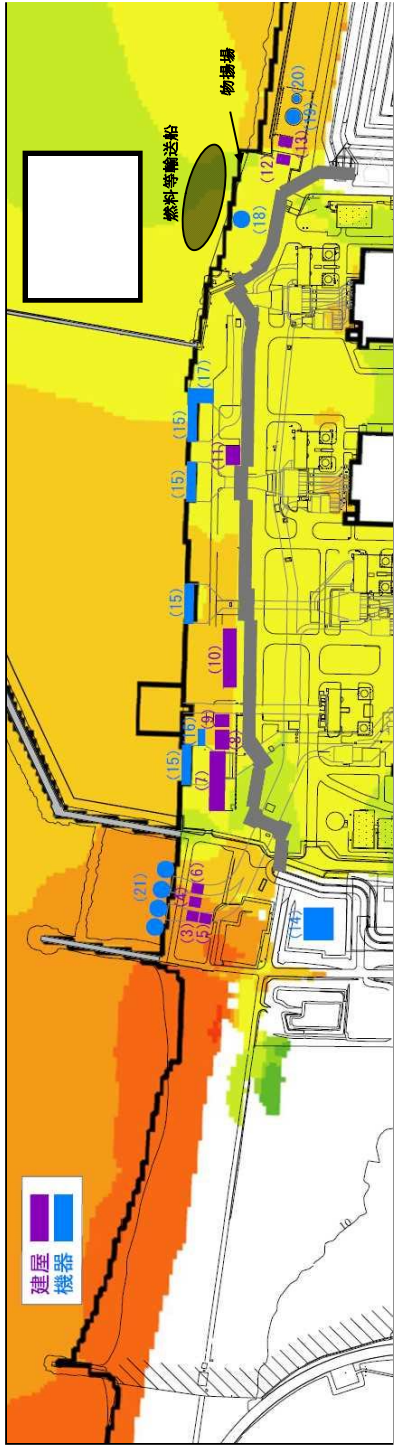


図 4.2-12-3 漂流物調査結果 (発電所構内荒浜側護岸部詳細)

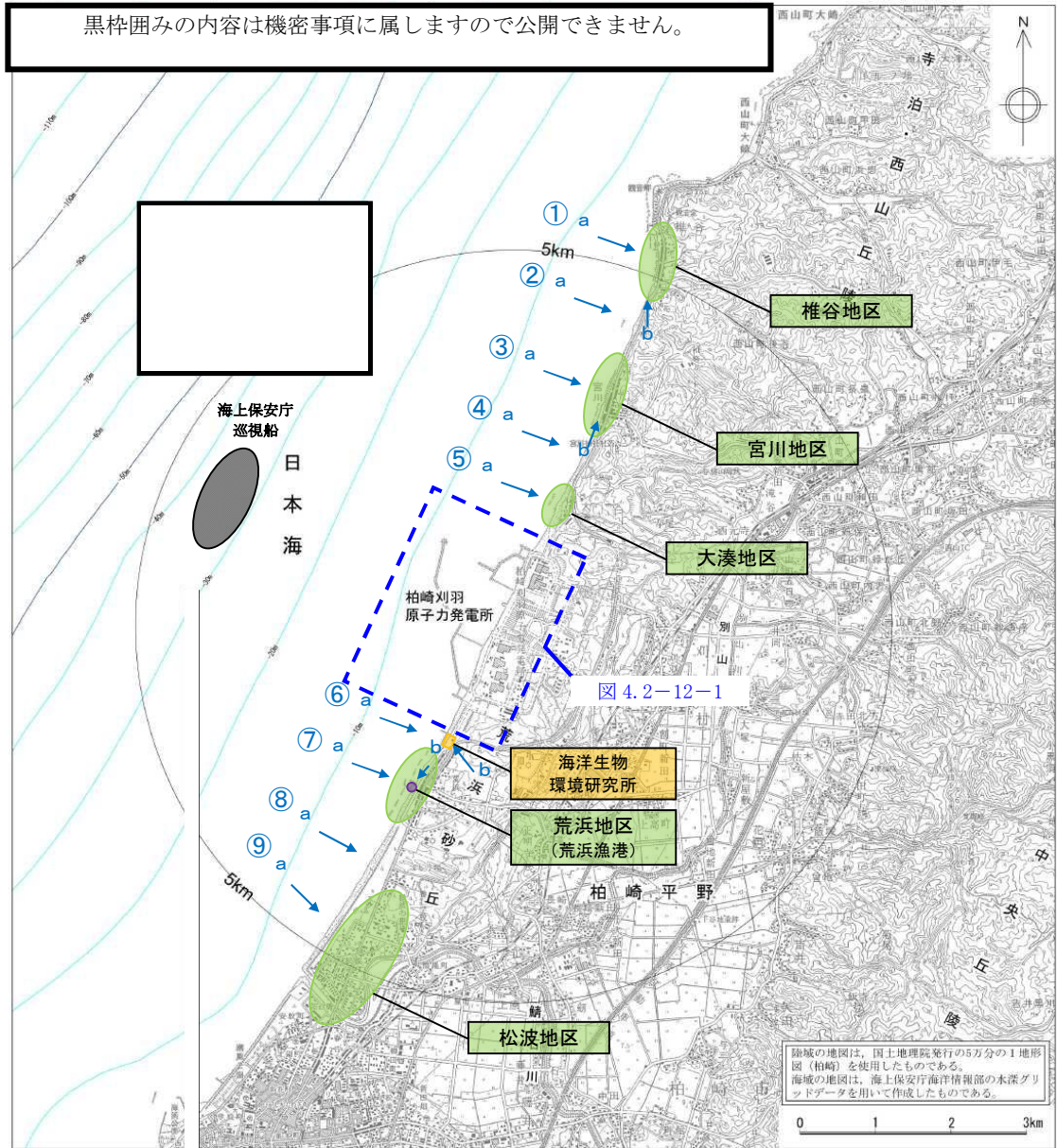
No.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
名称	海水熱交換器建屋	循環水ポンプ建屋	ボール補償器 ヒット上屋	ボンス建屋	自然海水ポンプ室	1号機温海水ポンプ室	海水淡化装置制御室	種固体廃棄物 焼却設備建屋(荒浜側)	荒浜側洗滌設備建屋
外観									
備考	・1号機海水機器建屋を含む ・代表を例示	・代表を例示	・代表を例示	・代表を例示			・1号機海水機器建屋と一体 構造		
No.	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
名称	ボイラー建屋	旧出入り管理所	主排気モニター建屋	第二無線局	連絡通路	車庫	自衛消防センター	防護本部建屋	使用済燃料容器(キャスク) 保管施設
外観									
備考	・代表を例示		・代表を例示			・代表を例示			
No.	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)
名称	水素トレーラ建屋	液酸タンク建屋、 液化酸素タンク	電気計装室 ・酸水ポンプ室	SPIサージタンク	変圧器	所内ボイラー排気筒	NSD収集処理装置	窒素ガス供給装置	チラー設備
外観									
備考			・代表を例示						・代表を例示
No.	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)			
名称	軽油タンク	泡消火設備	計測機器	資機材(常時保管)	資機材(常時保管)	資機材(常時保管)	資機材(常時保管)		
外観									
備考	・代表を例示		・代表を例示(施設 変動観測装置)	・代表を例示(仮設 ハウス、鋼材)	・代表を例示(予備品)	・代表を例示(防錆場昇降架 台)			

黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

図 4.2-12-4-1 漂流物調査結果(発電所構内荒浜側防潮堤内敷地詳細)



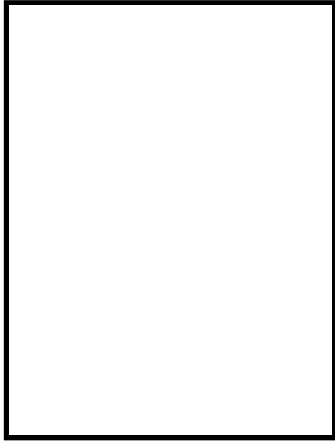

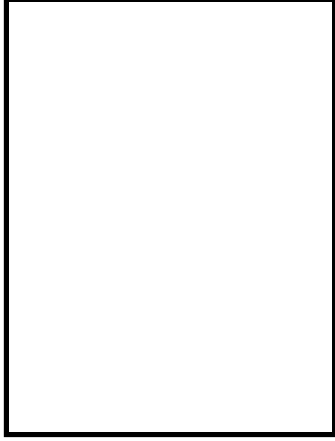
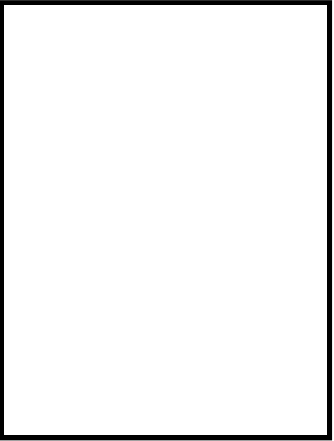
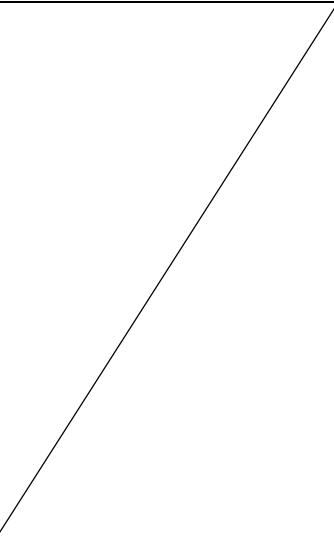
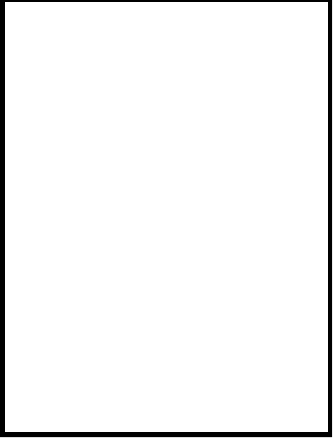
図 4.2-12-4-2 漂流物調査結果（発電所構内荒浜側防潮堤内敷地詳細）



※図中“a→”, “b→”は図4.2-2表中の写真の撮影方向(矢視)を示す


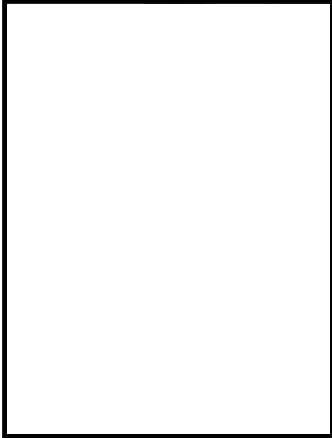
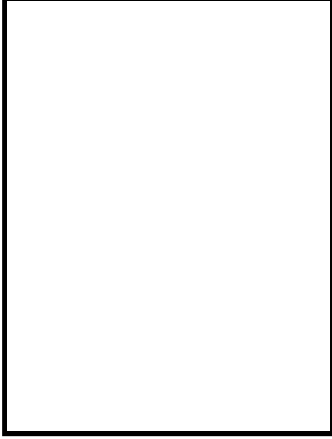
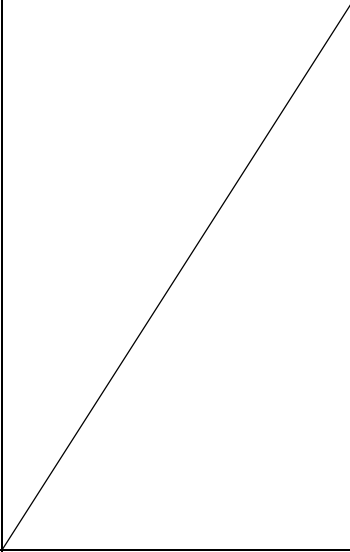
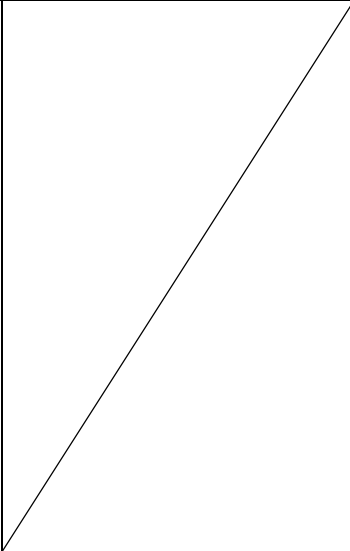
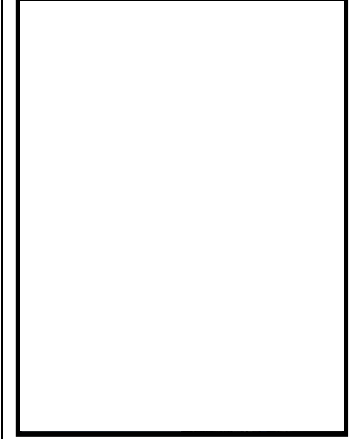
図 4.2-13 漂流物調査結果(発電所構外)

表 4.2-2 漂流物調査結果（発電所構外）（1/3）

		①【椎谷地区】	②	③【宮川地区】
調査エリア	矢視 a			
	矢視 b			
外観	海域	なし		なし
	陸域	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋等建築物 ・フェンス, 電柱等構造物 ・乗用車等車両 	なし	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋等建築物 ・フェンス, 電柱等構造物 ・乗用車等車両
調査結果		調査分類 C	調査分類 D	

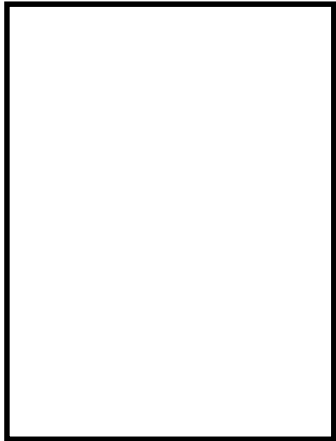

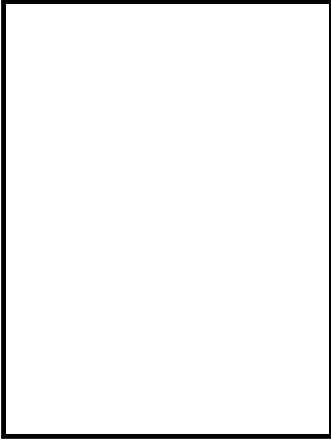
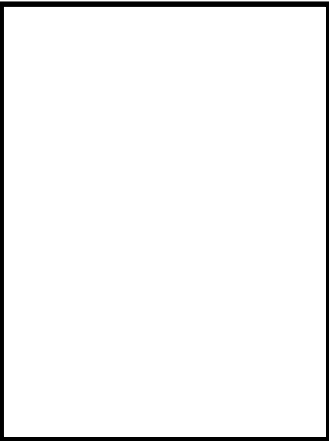
黒枠囲みの内容は個人情報に属しますので公開できません。

表 4.2-2 漂流物調査結果 (発電所構外) (2/3)

調査エリア		④	⑤【大湊地区】	⑥【海洋生物環境研究所】
外観	矢視 a			
	矢視 b			
調査結果	調査分類 C	なし	なし	なし
	調査分類 D	なし	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋等建築物 ・フェンス, 電柱等構造物 ・乗用車等車両 	<ul style="list-style-type: none"> ・事務所等建築物 ・タンク, 貯槽等構造物 ・乗用車等車両

黒枠囲みの内容は個人情報に属しますので公開できません。

表 4.2-2 漂流物調査結果 (発電所構外) (3/3)

調査エリア		⑦【荒浜地区 (荒浜漁港)】	⑧	⑨【松波地区】
外観	矢視 a			
	矢視 b			
調査結果	調査分類 C	<ul style="list-style-type: none"> ・漁船 ・プレジャーボート 	なし	なし
	調査分類 D	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋, 倉庫等建築物 ・フェンス, 電柱等構造物 ・乗用車等車両 	なし	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋等建築物 ・フェンス, 電柱等構造物 ・乗用車等車両

黒枠囲みの内容は個人情報に属しますので公開できません。

4.2.2.2.3 検討対象漂流物の整理

調査により抽出された漂流物となる可能性のある施設・設備等に対して、「浮遊状態」及び「滑動状態」の観点より、図4.2-14のフローに従い検討対象漂流物に関する整理を実施した。

ここで、図4.2-15に示す通り、大湊側港湾内の海底標高がT.M.S.L.約-5.5mであるのに対し、その南側の海底標高はT.M.S.L.約-10mであるため、仮に荒浜側海岸線又は荒浜側防潮堤内敷地等に設置される施設・設備等が滑動により海域に流出した場合でも取水口に到達することはないため、滑動による漂流物化有無を評価する対象範囲は大湊側港湾内及び大湊側海岸線とした。

図4.2-14のフローに従い行った検討対象漂流物の整理結果を調査分類ごとに以下に示す。

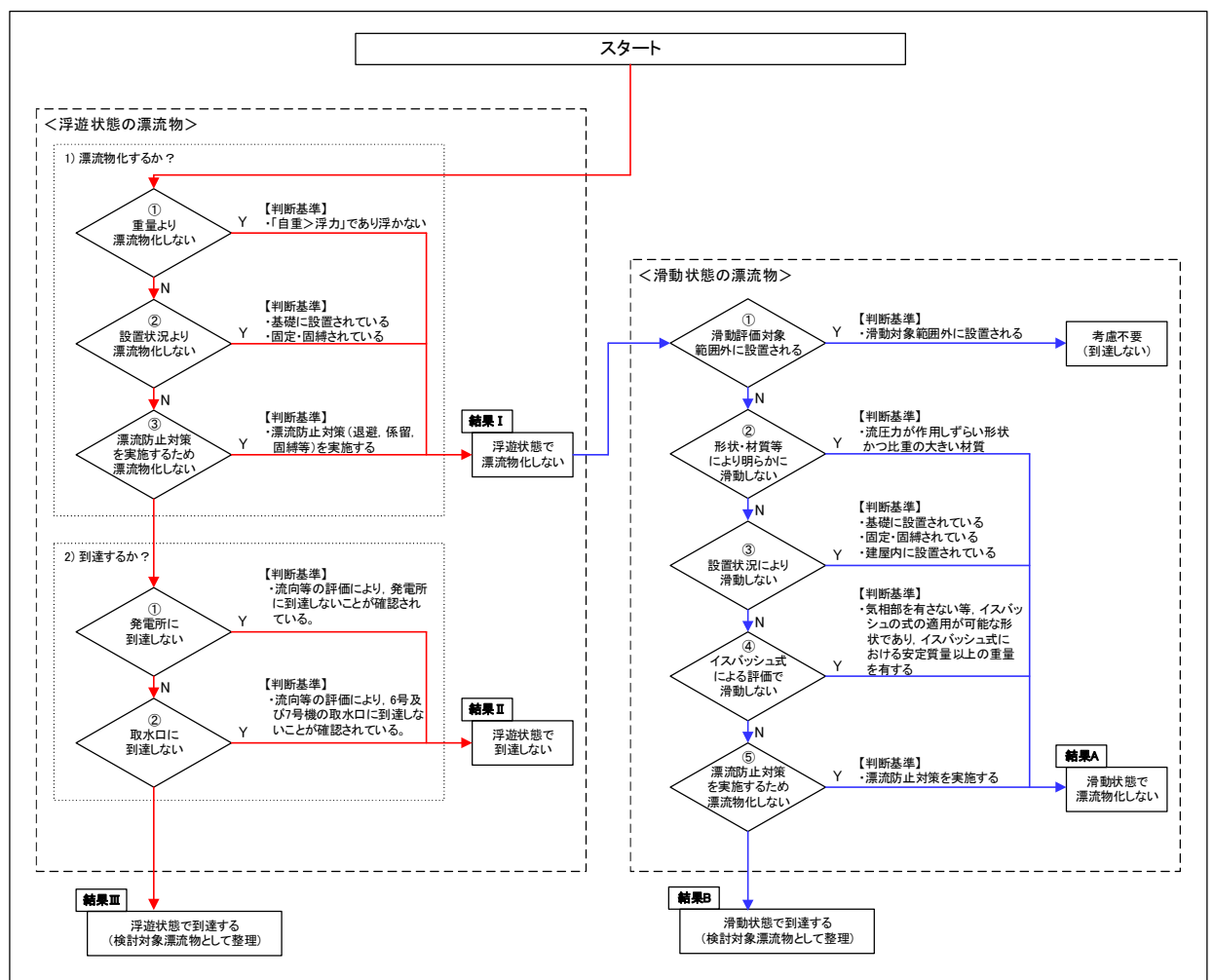


図 4.2-14 通水性に与える影響評価フロー

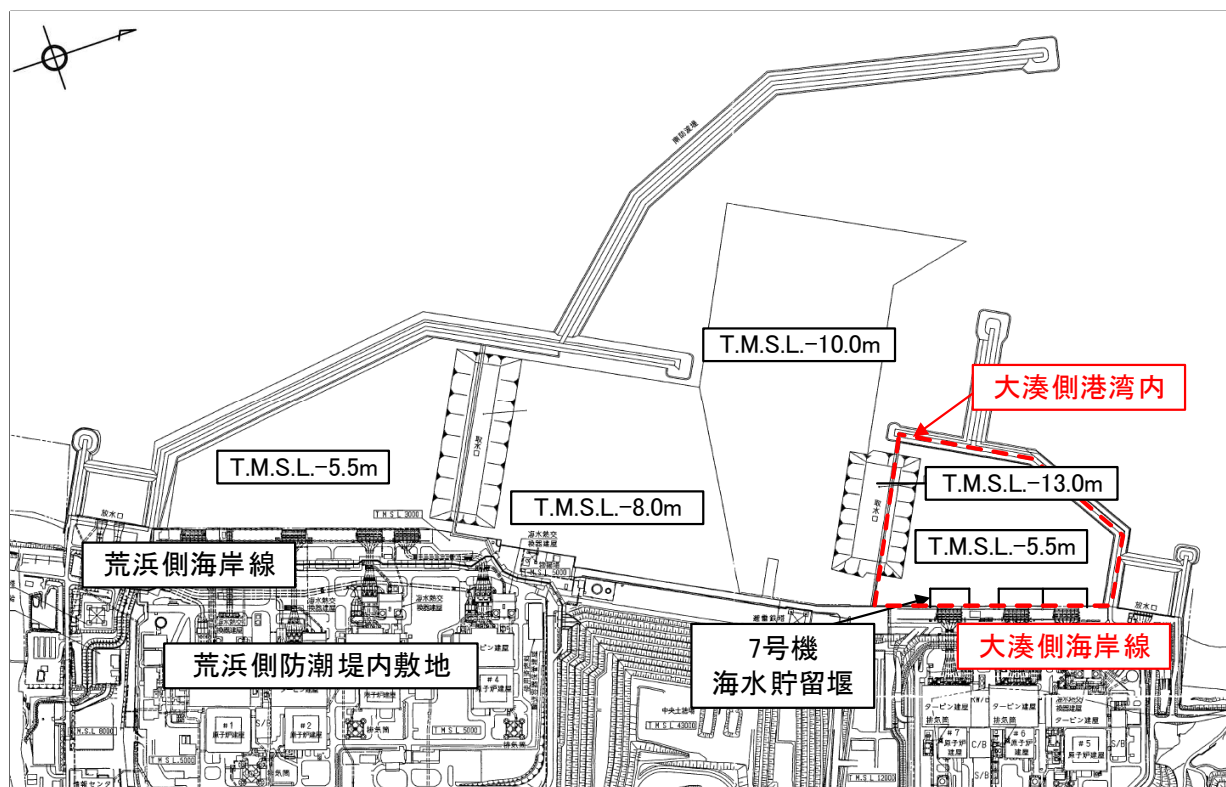


図 4.2-15 滑動評価対象範囲

(1) 分類 A (構内・海域)

(a) 浮遊状態の漂流物に関する整理

発電所の構内(港湾内)にある港湾施設としては、6号及び7号機の取水口の南方約800mの位置に物揚場が、また、南方約350mの位置に揚陸棧橋、南防波堤内側に小型船棧橋がある。港湾周辺及び港湾内に定期的に来航する船舶としては、燃料等輸送船(総トン数約5,000t)が年に数度来航し、物揚場に停泊する。また、港湾の入口に1～数年に一度、2～3ヶ月程度の期間、浚渫作業のために浚渫船(総トン数約500t)及び土運船(総トン数約500t)が来航・停泊し、土運船は海象条件が悪い場合には港湾内(揚陸棧橋付近)にも停泊する。他には、港湾設備保守点検、海洋環境監視調査等のための作業船(総トン数5t未満～約20t)が港湾の周辺及び港湾内に定期的に来航し、必要に応じ港湾施設にも停泊する。以上の他には発電所の港湾付近に定期的に来航する船舶はなく、また、発電所の港湾内には港湾口部の浮標を除き海上設置物もない。(図4.2-12)

抽出された以上の船舶に対して図4.2-14に示したフローに従い、検討対象漂流物に関する整理を実施した。

① 燃料等輸送船

燃料等輸送船の主な輸送行程を図 4.2-16 に示す。

津波警報等発令時には、燃料等輸送船は原則、緊急退避（離岸）することとしており、東日本大震災以降に、図 4.2-17 に示すフローを取り込んだマニュアルを整備している。

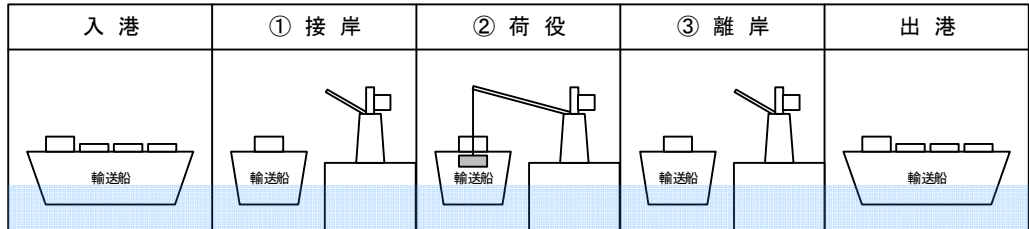


図 4.2-16 主な輸送行程

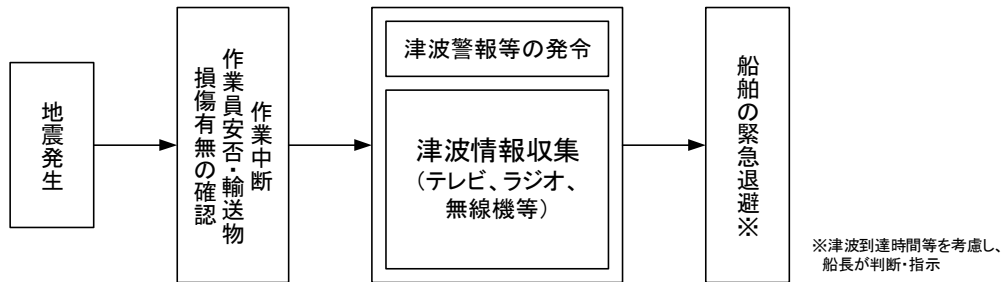
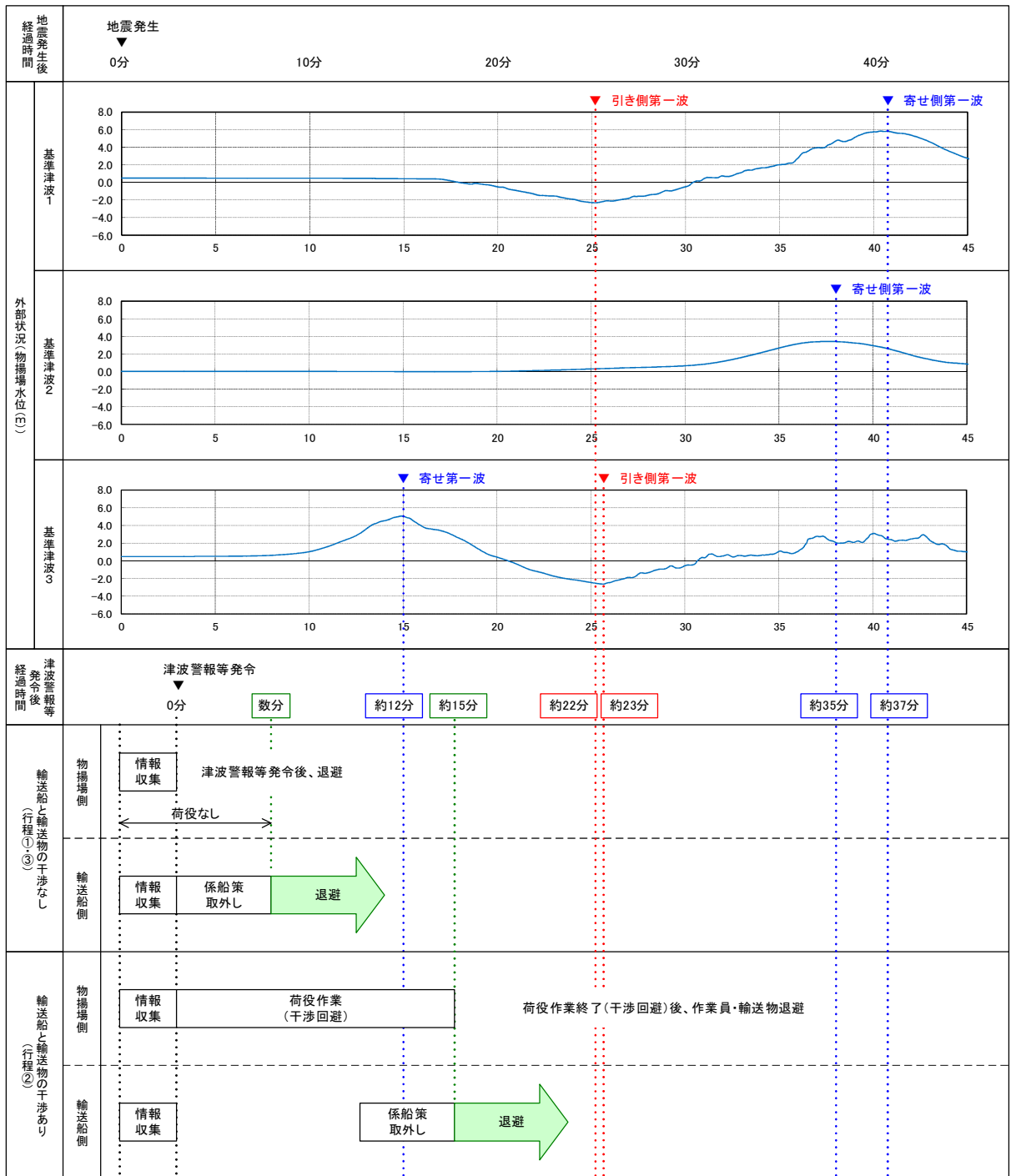


図 4.2-17 緊急退避フロー図（例）

このマニュアルに沿って実施した訓練実績では、輸送船と輸送物の干渉がある「荷役」行程において津波警報等が発令した場合でも、警報発令後の 30 分程度で退避が可能であった。また、この実績に基づき、設備保全のための作業等を省略した緊急時に必要な最小限の作業のみの積み上げを行った結果、警報発令後の 15 分程度で緊急退避が可能であることを確認した。なお、全輸送行程の大部分は輸送船と輸送物の干渉のない「荷役」以外の行程であり、実績より、この場合には津波警報等発令後の数分で緊急退避が可能であることを確認している。

以上を踏まえ、津波の到達と緊急退避に要する時間との関係を示すと図 4.2-18 のとおりとなる。



注1：津波警報等発令後経過時間は、地震発生後の3分後(気象庁HPIに記載の発表目標時間)に津波警報等が発令するものとして記載
 注2：津波の到達時間は、引き側及び寄せ側ともピークの到達時間を記載
 注3：本図の津波水位は、それぞれ以下の数値を予め含めて評価した結果を示している
 ・基準津波1：期望平均満潮位(T.M.S.L.+0.49m)、地殻変動量(0.21m)
 ・基準津波2：期望平均干潮位(T.M.S.L.+0.03m)、地殻変動量(0.20m)
 ・基準津波3：期望平均満潮位(T.M.S.L.+0.49m)、地殻変動量(0.29m)
 注4：輸送船の退避とは、物揚場から離岸することを示す

図 4.2-18 津波の到達と燃料等輸送船の緊急退避に要する時間

図 4.2-18 より、燃料等輸送船は、柏崎刈羽原子力発電所に襲来が想定される津波のうち、襲来までに時間的な余裕がある基準津波に対しては緊急退避が可能であるが、時間的な余裕がない津波（津波警報等発令から 12 分程度で到達する基準津波 3）に対しては、津波発生時に「荷役」行程中であった場合、津波襲来時には離岸のための荷役作業（干渉回避）中となり緊急退避ができない可能性がある。しかしながら、この場合も以下の理由から輸送船は航行不能とはならず、漂流物になることはない。【結果 I ; 1)③】

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

また、図 4.2-18 より、緊急退避が可能であった場合でも、退避中に港湾内で引き波による水位低下に遭う可能性のあることが考えられるが、この際に一時的に着底することがあったとしても、輸送船は二重船殻構造等十分な船体強度を有しているため、水位回復後に航行の再開が可能であり、緊急退避に支障はない。【結果 I ; 1)③】

なお、以上の評価に関わる、津波に対する係留索の耐力評価を補足説明資料 4.3 に、岸壁への乗り上げ及び着底並びに着底に伴う座礁及び転覆の可能性に関する喫水と津波高さとの関係を補足説明資料 4.4 に示す。

以上より、燃料等輸送船は非常用海水冷却系に必要な 6 号及び 7 号機の取水口及び取水路の通水性に影響を及ぼす漂流物とはならないものと評価する。

なお、燃料等輸送船の緊急退避は輸送事業者・船会社（以下、船会社）と協働で行うことになるが、その運用における当社と船会社の関係を示すと図 4.2-19 のとおりとなる。すなわち、地震・津波が発生した場合には、速やかに作業を中断するとともに、船会社からの輸送船緊急退避の決定連絡を受け、当社にて輸送船と輸送物の干渉回避や係船索取り外し等の陸側の必要な措置を実施し、また陸側作業員・輸送物の退避を決定するなど、両者で互いに連絡を取りながら協調して緊急退避を行う。ここで、電源喪失時にも物揚場のクレーンを使用して上記の対応ができるように、同クレーンには非常用電源を用意している。

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

また、上記退避の実効性を高める観点から、燃料等の輸送作業と港湾内浚渫作業は同時期に実施しない運用とする。

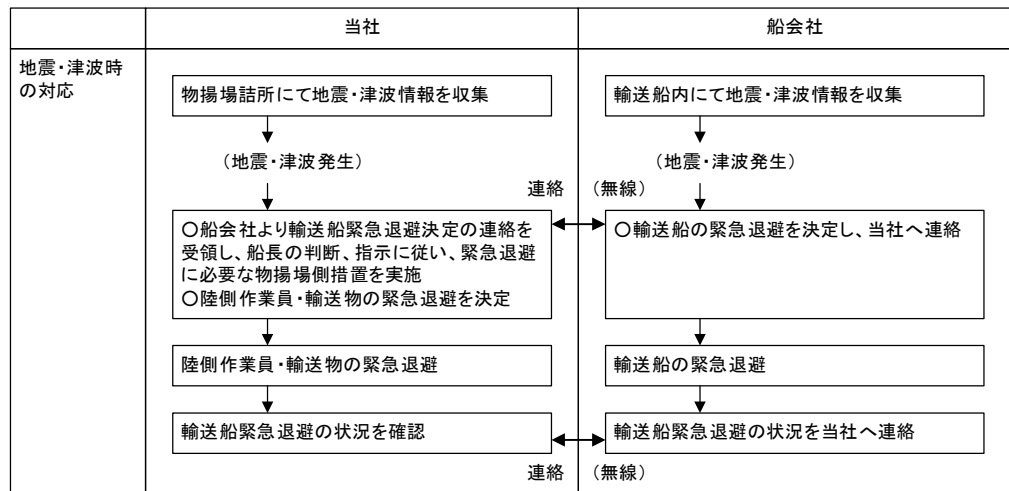


図 4.2-19 輸送船緊急退避時の当社と船会社の関係性

なお、ここでいう燃料等輸送船とは、具体的には燃料輸送船と低レベル放射性廃棄物（以下、「LLW」という）輸送船の2種類を指しているが、本項では燃料輸送船を代表として漂流有無に関する評価を示している。LLW 輸送船に関する評価は、表 4.2-3 に示すとおり、両船舶の構造の類似性及び同様の退避手順を定めている（定める）ことから燃料輸送船の評価と同様と整理できる。

表 4.2-3 燃料輸送船と LLW 輸送船との比較

項目	燃料輸送船	LLW 輸送船
船名	六栄丸	青栄丸
総トン数	4,910 トン	4,568 トン
積載荷重トン数	2,810 トン	3,018 トン
全長	100.0m	99.95m
船幅	16.5m	16.5m
深さ	9.4m	8.2m
喫水（計画満載）	5.0m	5.4m
船殻構造	二重構造	二重構造
船底形状	平底構造	平底構造
退避に係る手順	退避に係る手順を定めている	退避に係る手順を定める

② 浚渫作業関連船舶

浚渫作業の主な作業工程を図 4.2-20 に示す。

工程	作業内容
1	<u>曳船・投錨作業</u> 曳船により浚渫船（非航式）を、近隣の柏崎港から港湾内の所定の位置まで曳船し、揚錨船でアンカーを投錨し、浚渫船を固定する
2	<u>係船・浚渫作業</u> 曳船により土運船を浚渫船に横付けし、もやいロープで係船した後、浚渫作業を実施する（2 台の土運船を浚渫船の両側に係船する）
3	<u>土運船曳船～排土作業</u> 土運船に浚渫土が一定量積み込まれたら、もやいロープを外し、曳船で還元区域（港湾外）まで曳船し、排土する
4	<u>作業終了後</u> 浚渫船は浚渫位置でアンカにより係留 土運船は基本的に揚陸棧橋に設置してある重りに係留 曳船及び揚錨船は基本的に土運船に係船

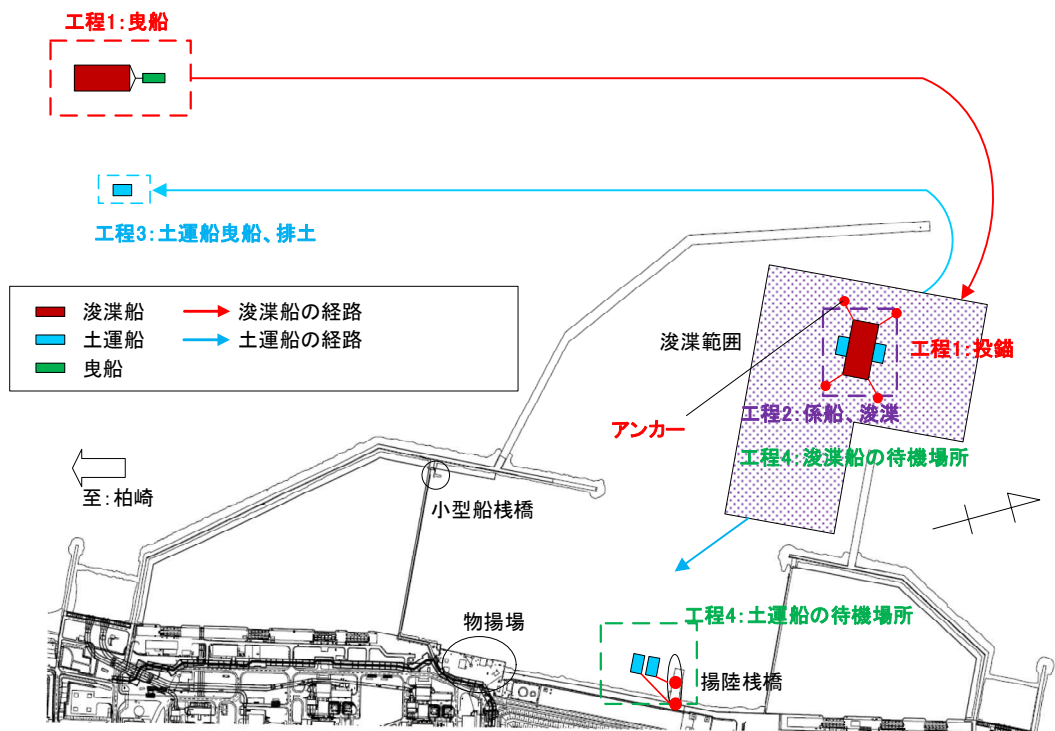
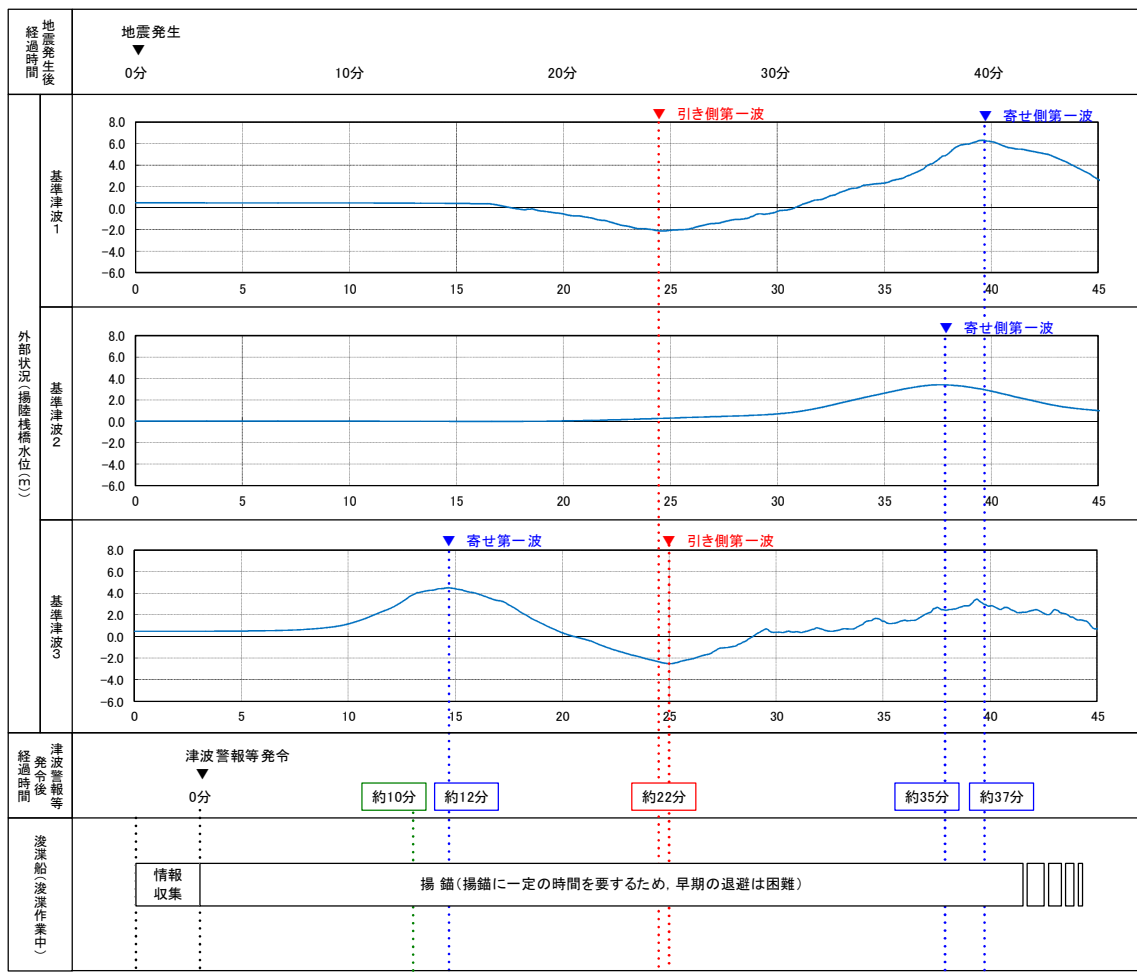


図 4.2-20 主な浚渫作業工程

津波警報等発令時には、予め施工者が定めて当社が承認した安全計画書に基づき、原則として作業を中止して即時に退避を行うが、時間的な余裕がなく緊急退避が困難な場合には、施工者の判断により係留により津波に備える。

ここで、浚渫船について、緊急退避までに最も時間を要する浚渫作業中に基準津波が発生する状況を想定し、この際の津波の到達と緊急退避に要する時間との関係を示すと図 4.2-21 のとおりとなる。



注1：津波警報等発令後経過時間は、地震発生の3分後(気象庁HPIに記載の発表目標時間)に津波警報等が発令するものとして記載
 注2：津波の到達時間は、引き側及び寄せ側ともピークの到達時間を記載
 注3：本図の津波水位は、それぞれ以下の数値を予め含めて評価した結果を示している
 ・基準津波1: 朔望平均満潮位(T.M.S.L.+0.49m)、地殻変動量(0.21m)
 ・基準津波2: 朔望平均干潮位(T.M.S.L.+0.03m)、地殻変動量(0.20m)
 ・基準津波3: 朔望平均満潮位(T.M.S.L.+0.49m)、地殻変動量(0.29m)
 注4：退避とは、揚陸機橋から離岸することを示す

図 4.2-21 津波の到達と浚渫船及び曳船の緊急退避に要する時間

これより、浚渫船については、浚渫作業中に基準津波が発生した場合には緊急退避が困難であることから、作業現場において係留で津波に備えることになる。

基準津波により生じる港湾内の津波流速の最大値を示すとそれぞれ図 4.2-22 となり、浚渫船が係留される港湾口の最大流速は 8~9m/s 程度であるが、これに対し、錨の把駐力より評価した係留可能な限界流速は 3.5m/s 程度である。このため、浚渫船は基準津波の寄せ波や引き波のピークの際には走錨する可能性がある。

しかしながら、浚渫船で使用する錨は高把駐力のストックレスアンカーであり、また港湾内の海底は砂地であり錨への泥の付着等が生じにくいことから、一度、走錨した場合でも流速が低下した後には錨の再かきこみにより把駐力が回復することにより、浚渫船はピーク外（限界流速以下程度）ではその場に留まることとなる。

上記を考慮し、走錨時の移動状況を確認することを目的として、流向・流速・軌跡シミュレーションに関する検討を実施した結果、走錨したとしても浚渫船の移動距離は限定的であり、取水口に到達しないことが確認された。

なお、浚渫船走錨時の流向・流速・軌跡シミュレーションの検討結果詳細については参考資料 1(a)に示し、ここでは軌跡シミュレーションの結果を抜粋して表 4.2-4 及び図 4.2-23 として示す。

以上より、浚渫船は津波襲来時に係留位置から一時的に流され移動する可能性は考えられるものの、初期位置から津波の押し引きに合わせ移動する可能性はあるが、港湾内を漂う漂流物になることはないものと判断する。【結果 I ; 1)③】

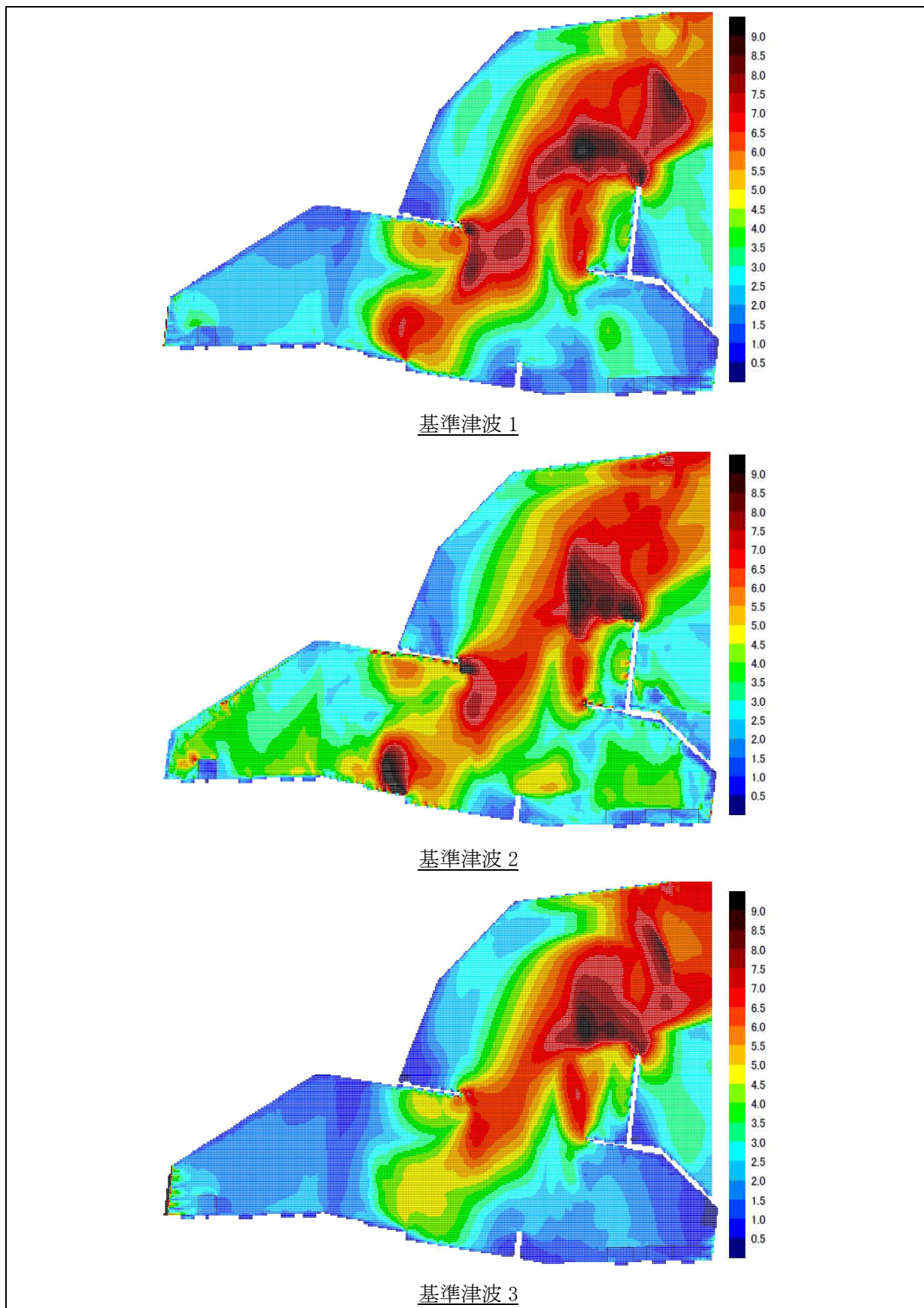


図 4.2-22(1) 基準津波により生じる最大流速分布 (防波堤ありケース)

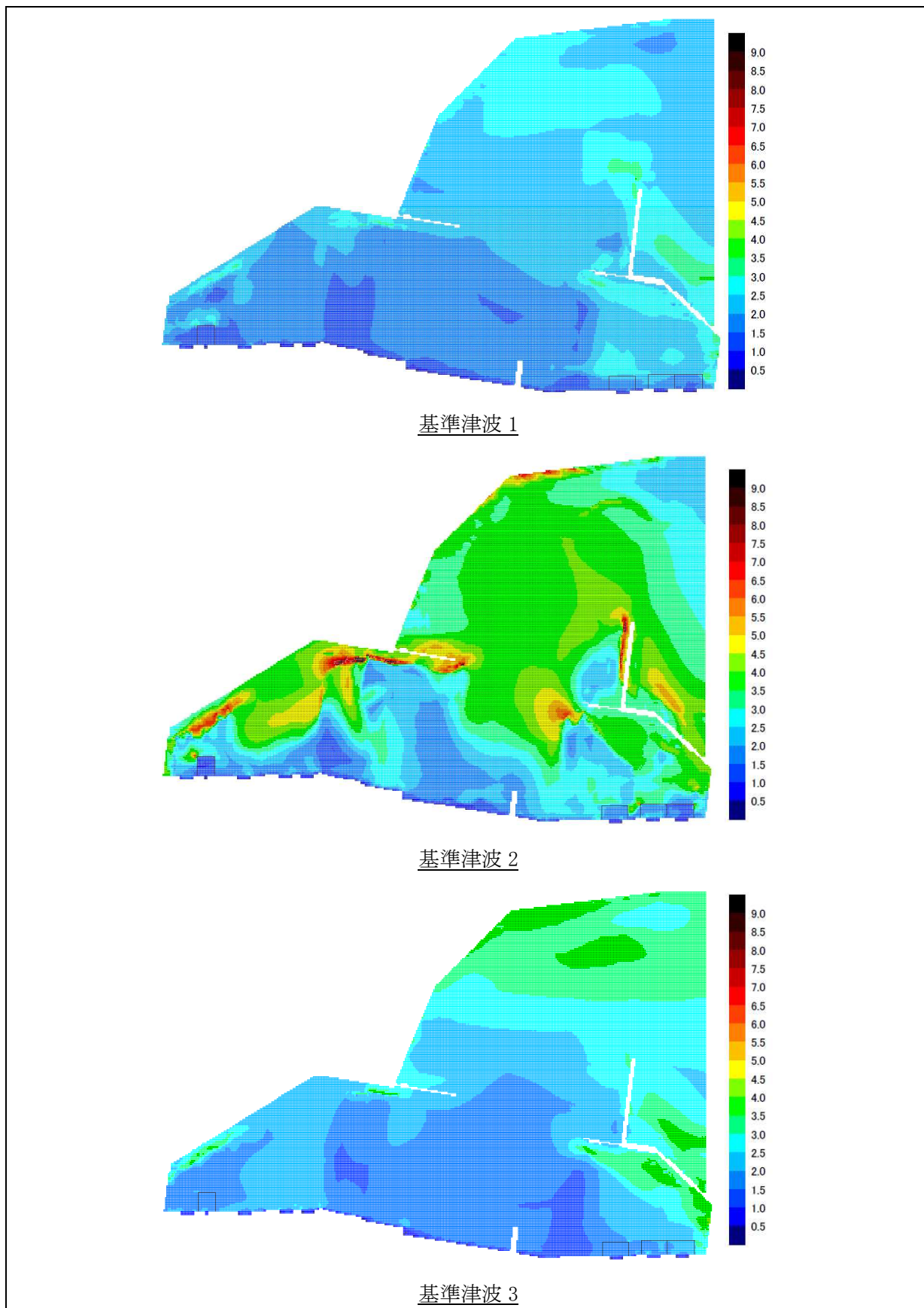
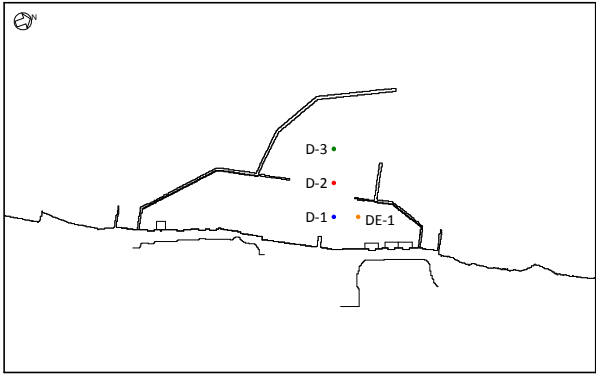


図 4.2-22(2) 基準津波により生じる最大流速分布 (防波堤なしケース)

表 4.2-4 軌跡シミュレーションの評価条件 (浚渫船)

項目		評価条件
基準津波		基準津波 1～3
地形モデル	防波堤	健全, 1m 沈下, 2m 沈下, なし
	護岸部・敷地	健全
	荒浜側防潮堤	健全
評価時間		12 時間
漂流条件		流速 : 3.5m/s 以上で移動, 3.5m/s 未満で停止 浸水深 : -
初期配置		

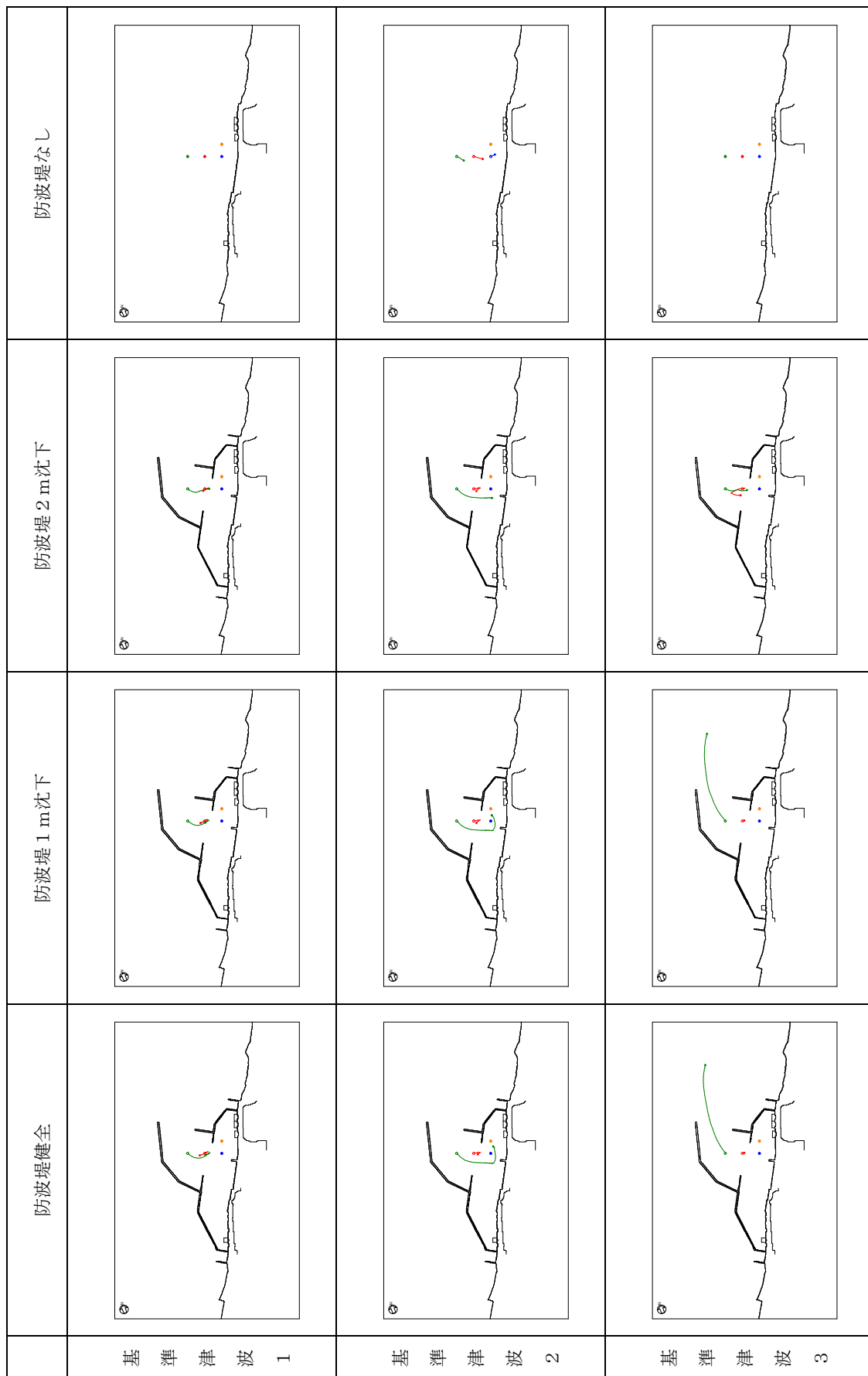


図 4.2-23 波漂船の走錨を模擬した軌跡シミュレーション結果

土運船については、図 4.2-20 に示すとおり、浚渫作業中は浚渫船に係船されており、基準津波が発生した場合は前述の浚渫船と同様の動きを示すことから港湾内を漂う漂流物になることはない。

一方で、作業終了後等の待機時は、場合によっては浚渫船とは別の場所で待機することもあるが、その際は揚陸棧橋に設置した重りに係留することになるため、この場合でも港湾内を漂う漂流物になることはない。(添付資料 1 参照)

【結果 I ; 1)③】

浚渫船及び土運船に伴う曳船及び揚錨船については、浚渫作業中は浚渫船に係船されており、基準津波が発生した場合は退避することから港湾内を漂う漂流物になることはない(曳船及び揚錨船の緊急退避に要する時間と津波の到達時間との関係を図 4.2-24 に示す)。

一方で、作業終了後等の待機時は、基準津波発生に伴い退避するか、浚渫船又は揚陸棧橋に係留した土運船に係船しておくことで漂流物化を防止する。

【結果 I ; 1)③】

以上より、浚渫作業関連船舶は港湾内を漂う漂流物とはならないものと評価する。

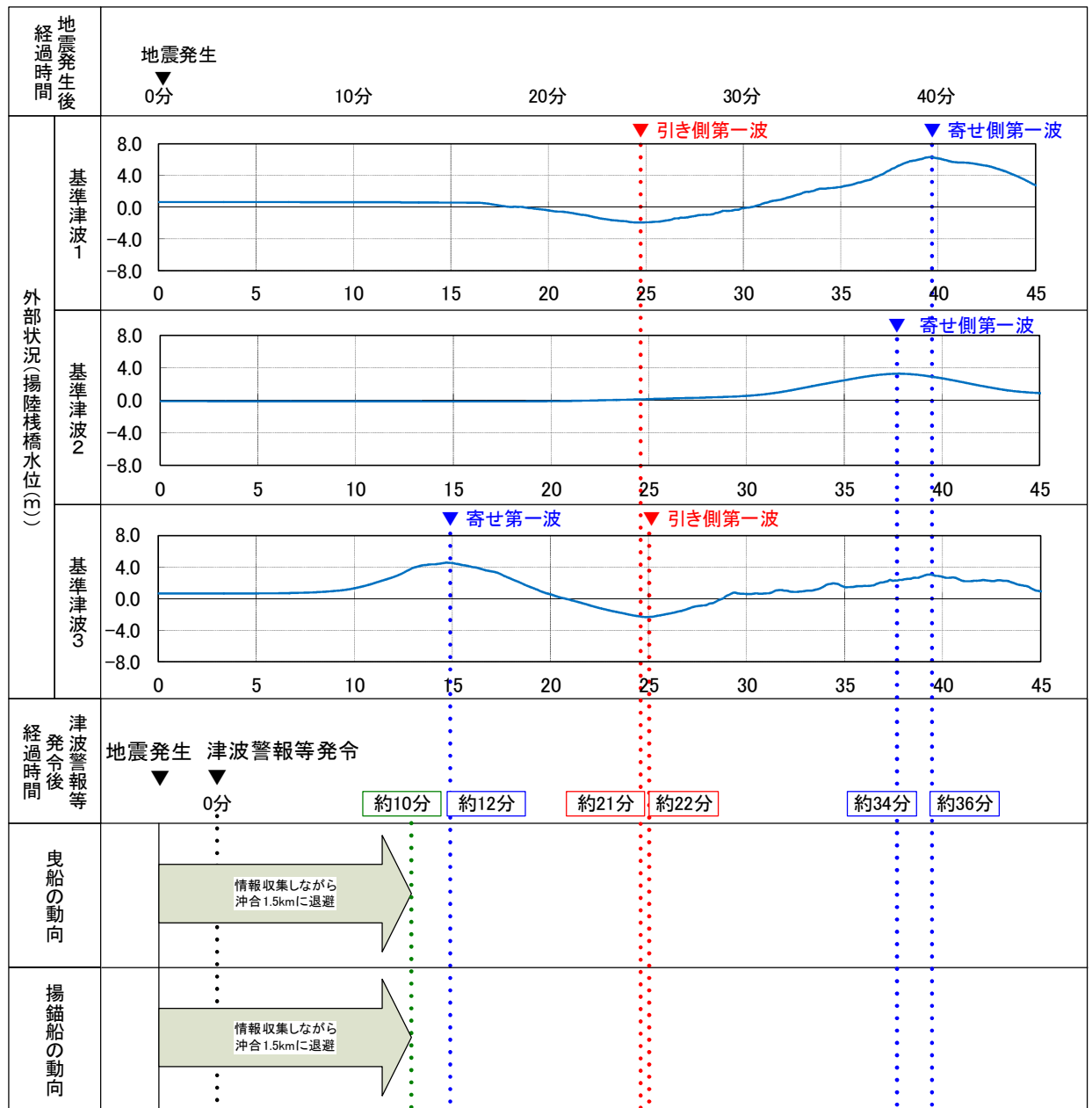


図 4.2-24 津波の到達と曳船及び揚錨船の緊急退避に要する時間

③ その他作業船

港湾の周辺及び港湾内への船舶の来航を伴う作業のうち港湾内設備保守点検では、総トン数 5t 未満～10t の作業船が、また温排水や放射線の環境への影響を確認するための海洋環境監視調査でも同様に総トン数 5t 未満～10t の作業船が港湾内外で作業を実施する。

港湾内の作業船舶に関しては、図 4.2-25 に示すとおり、大湊側港湾内、荒浜側港湾内、発電所全体港湾内又は港湾外（発電所付近）のいずれかで作業を実施する。

このうち、大湊側港湾内及び荒浜側港湾内で作業を実施する船舶については、カーテンウォール等が障害物となることで、船舶を用いての退避が困難となり、船舶を大湊側港湾内又は荒浜側港湾内に残置して人員のみ防波堤又は護岸部の陸域に避難する可能性がある。その場合、当該船舶が 6 号及び 7 号機取水口に到達する可能性があるとともに、海水貯留堰に衝突する可能性があるため、海水貯留堰への衝突影響の観点も鑑みたりスク低減として、大湊側港湾内及び荒浜側港湾内については、剛性が比較的小さく海水貯留堰に有意な影響を与える漂流物とならないゴムボート以外は入港禁止とする運用とする。

一方で、発電所全体港湾内及び港湾外（発電所付近）で作業する船舶については、図 4.2-26 に示す通り、到達が早い津波（基準津波 3 の場合であって、津波警報発令後から約 12 分後に到達）に対しても沖合 1.5km あるいは構外の海岸まで退避可能であるため、上記船舶は津波時に退避する運用とする。

ここで、発電所全体港湾内で作業する船舶の退避にあたっては、図 4.2-25 に示す通り防波堤間の離隔距離は港口で約 500m、構内でも約 400m であり、船舶の大きさ（表 4.2-5 参照）と比較すると十分に広いことから、複数船舶が同時に退避することは可能である。なお、船舶退避の実効性を高める観点から、燃料等の輸送作業と港湾内浚渫作業は同時期に実施しない運用とする。

上記を整理すると、基本的にその他作業船は津波時に退避するため、港湾内を漂う漂流物になることはない。**【結果Ⅰ；1）③】**

一方で、その他作業船のうち、大湊側港湾内及び荒浜側港湾内で作業を実施するゴムボートについては、6 号及び 7 号機取水口に到達する可能性があるため、検討対象漂流物として整理する。**【結果Ⅲ】**

なお、退避する船舶の一部は、構外の海岸線に退避することとなるが、それらについては「発電所近傍で航行不能となった船舶」として取り扱うこととし、その詳細は後述する。

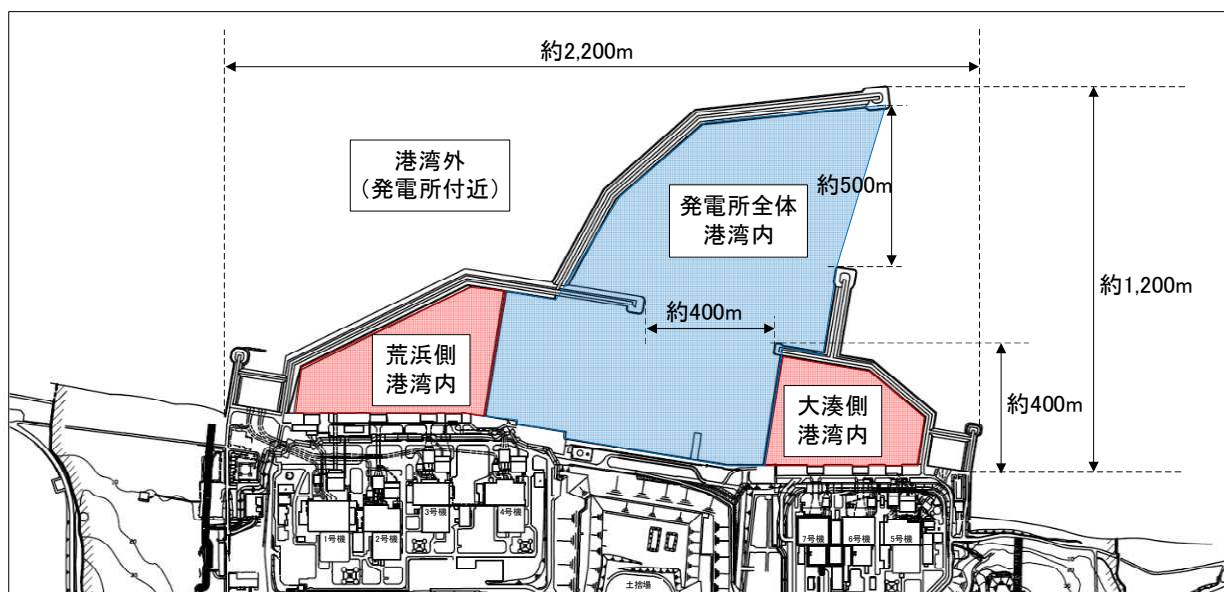


図 4.2-25 港湾内作業船舶の作業エリア分類

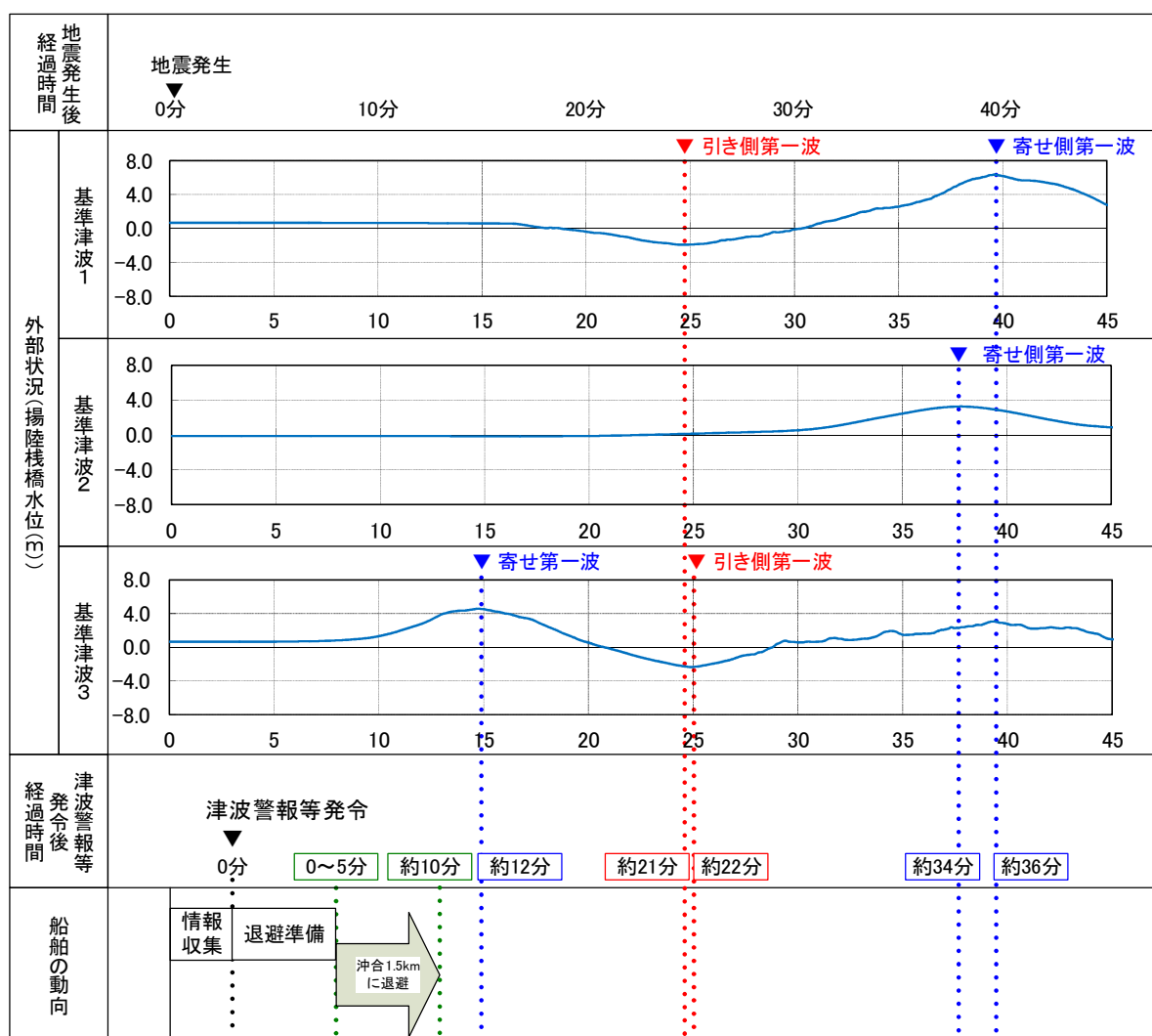


図 4.2-26 港湾内作業船舶の退避に係る時系列

表 4.2-5 各種船舶の主要寸法

船舶の種類別	主要寸法	
	幅	長さ
燃料等輸送船	約 17m	約 100m
浚渫船	約 21m	約 50m
土運船	約 11m	約 32m
曳船	約 6m~7m	約 15m~27m
作業船	約 1.5m~4m	約 5m~12m

④ 防波堤

防波堤の鋼製部材はコンクリート、捨石等であるとともに、気相部を有する構造ではないため浮遊状態の漂流物となることはない。【結果 I ; 1)①】

(b) 滑動状態の漂流物に関する整理

(a)にて【結果 I】として整理された施設・設備等について滑動有無の整理を実施する。ただし、(a)にて【結果 I】として整理された施設・設備等のうち、船舶については退避もしくは係留により漂流防止対策を実施することからここでの整理対象は防波堤とする。

発電所港湾の境界を形成する防波堤については地震、津波時の健全性が確認されたものではないため、地震、津波による損傷を想定すると、損傷した構成要素が滑動、転動により流される可能性は否定できず、北防波堤については図 4.2-15 に示す滑動評価対象範囲内に位置するため、取水性に影響を及ぼす可能性が考えられる。このため、北防波堤の各種構成要素について滑動有無を評価した。

防波堤の配置及び構造概要を図 4.2-27 に示す。

図に示されるとおり、防波堤は北防波堤と南防波堤とから成り、ともに混成傾斜堤とケーソン式混成堤により構成されている。6号及び7号機の取水口との位置関係としては、取水口前面（海水貯留堰）から最短約 200m の位置に北防波堤の混成傾斜堤が配置されている。

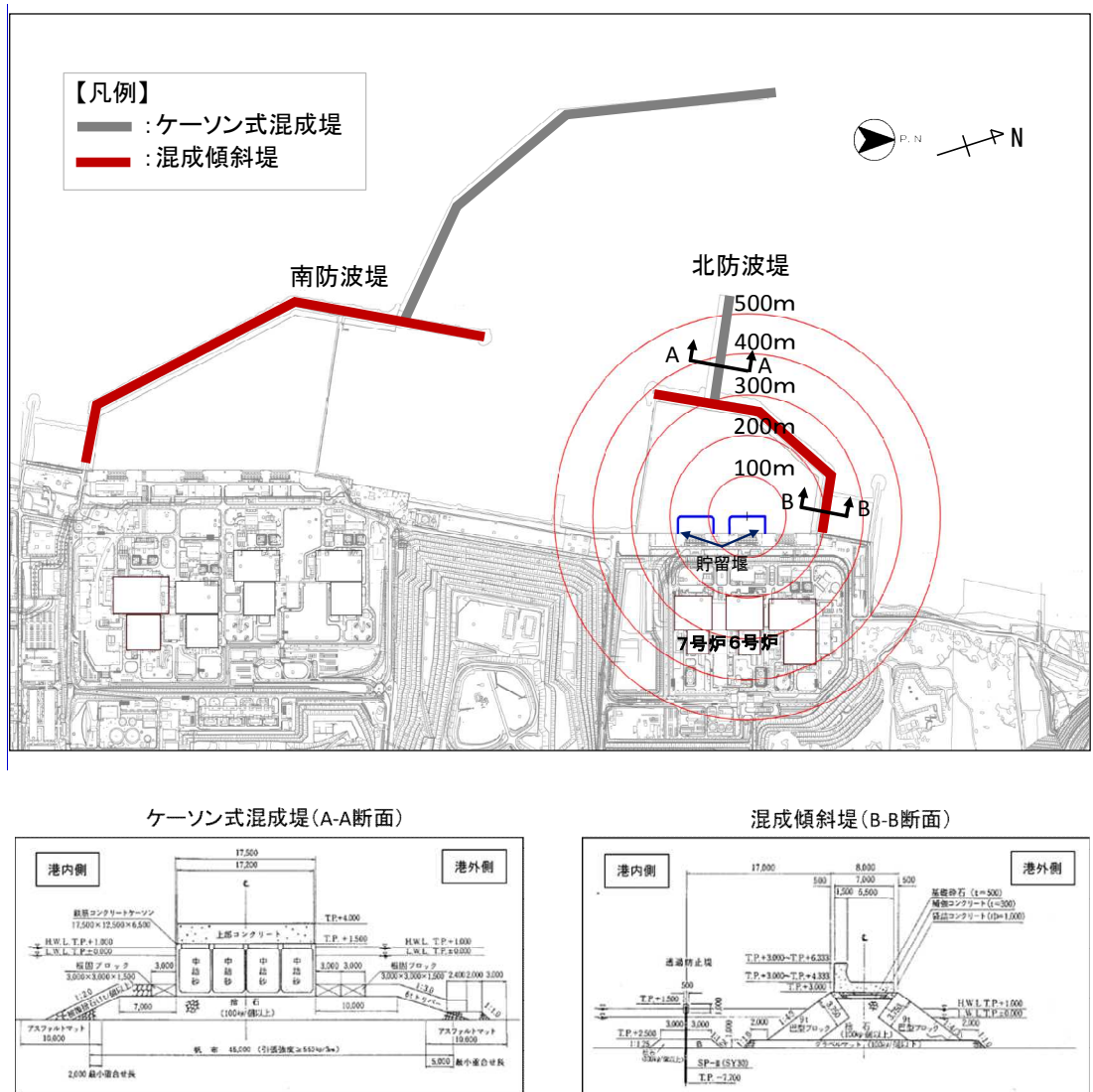


図 4.2-27 防波堤の配置及び構造概要

防波堤は津波影響軽減施設として設計しているものではないため、地震や津波波力により損傷した状態で津波による流圧力を受けることで、滑動が生じる可能性が考えられるが、北防波堤部の津波流速に対して次頁に示す安定質量の評価を行うと、コンクリートの安定質量は約900kgと算定される。これに対し、図4.2-27に示す防波堤の主たる構成要素である本体（上部コンクリート）、巴型ブロック等はいずれも1t以上の重量があることから、損傷した防波堤は、滑動することはない。【結果A ; ④】

なお、1tよりも軽量なものとしては100kg程度の捨石等があるが、これは巴型ブロック等の下層に敷かれていること、6号及び7号機の取水口との間に距離があることを考えると、津波により滑動、転動し、取水口に到達する可能性は小さいと考えられるが、保守的に滑動するものとして検討対象漂流物として整理した。【結果B】

以上の分類A（構内・海域）に係る評価結果を表4.2-6に整理して示す。

＜安定質量の試算＞

「港湾の施設の技術上の基準・同解説」¹⁾の流れに対する被覆材の所要質量の評価手法に基づき、北防波堤近傍の津波流速の条件（図 4.2-22 より最大約 4m/s）における安定質量を算定すると下表の結果となる。これより、コンクリート塊については、質量が 900kg 程度あれば安定することが分かる。

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

港湾の施設の技術上の基準・同解説（抜粋）

1. 7. 3 流れに対する被覆石及びブロックの所要質量

(1) 一般

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

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

ここに、

- M : 捨石等の安定質量 (t)
- ρ_r : 捨石等の密度 (t/m³)
- U : 捨石等の上面における水の流れの速度 (m/s)
- g : 重力加速度 (m/s²)
- γ : イスバッシュ(Isbash)の定数(埋め込まれた石にあつては 1.20,露出した石にあつては 0.86)
- S_r : 捨石等の水に対する比重
- θ : 水路床の軸方向の斜面の勾配 (°)

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

材料	ρ (t/m ³)	S_r (= $\rho / 1.03$)	M(kg)
コンクリート	2.3	2.23	871

参考文献

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

表 4.2-6 漂流物評価結果 (調査分類A：構内・海域)

状態	分類	内容	場所	重量	整理結果	検討対象漂流物	備考
浮遊	船舶	燃料等輸送船	・発電所港湾内 ・物揚場	約 5,000t (総トン数)	I	—	退避
		浚渫船	・発電所港湾内	約 500t (総トン数)	I	—	係留
		土運船	・発電所港湾内	約 500t (総トン数)	I	—	係留
		曳船	・発電所港湾内	約 100t (総トン数)	I	—	退避 or 係留
		揚錨船	・発電所港湾内	約 10t (総トン数)	I	—	退避 or 係留
		海洋環境調査作業船	・発電所全体港湾内 ・港湾外	～10t (総トン数)	I	—	退避
		温排水水温調査作業船	・大湊側港湾内 ・荒浜側港湾内	1t 未満 (総トン数)	Ⅲ	○	船種はゴムボート
			・発電所全体港湾内 ・港湾外	～90t (総トン数)	I	—	退避
		港湾設備保守作業船	・大湊側港湾内 ・荒浜側港湾内	1t 未満 (総トン数)	Ⅲ	○	船種はゴムボート
			・発電所全体港湾内 ・港湾外	～10t (総トン数)	I	—	退避
滑動	防波堤	本体 (上部コンクリート), 巴型ブロック等	・発電所港湾内	約 10t～	A	—	イスバッシュ式より滑動しない
		捨石	・発電所港湾内	約 100kg～	B	○	—

(2) 分類B（構内・陸域）

本調査範囲（構内・陸域）は大きく、「大湊側海岸線」「荒浜側海岸線（物揚場を含む。以下同じ。）」及び荒浜側防潮堤の損傷を想定した際の遡上域である「荒浜側防潮堤内敷地」とから成る。

本調査範囲については6号及び7号機の取水口との位置関係の観点から、上記の三つの範囲に区分した上で、このサブ分類ごとに取水口及び取水路の通水性に与える影響評価を実施した。なお、図4.2-12に示した本調査範囲にある漂流物となる可能性のある施設・設備等は、大別すると表4.2-7のように分類でき、評価はこの施設・設備等の分類ごとに行った。評価結果をそれぞれ以下に、また評価結果の一覧を後出の表4.2-17に示す。

表 4.2-7 漂流物となる可能性のある施設・設備等の分類

種類		備考	
①	建屋	鉄筋コンクリート建屋	—
②		鉄骨造建屋，補強コンクリートブロック造建屋	—
③	機器類	タンク	—
④		タンク以外	—
⑤	車両	—	
⑥	資機材	一時的に持ち込む可能性がある資機材を含む	
⑦	その他一般構築物，植生	マンホール，グレーチング，チェッカープレート，外灯，監視カメラ，フェンス，シルトフェンス固定治具等の金属鋼材を主な材料とする一般構築物，樹木等	

a. 分類B-1：大湊側海岸線

大湊側海岸線における評価対象（図4.2-12-2）について、表4.2-7に示した施設・設備等の分類ごとに図4.2-14に示したフローにより検討対象漂流物に関する整理を実施した。結果を以下に示す。

(a) 浮遊状態の漂流物に関する整理

① 鉄筋コンクリート建屋

鉄筋コンクリート建屋に関しては、東北地方太平洋沖地震に伴う津波の事例では、4階建ての鉄筋コンクリート造の建物が約70m移動したとの報告があるため、漂流物化有無に関する評価を行った。

評価においては、上記報告の移動距離約70mを考慮し、図4.2-28に示す通り、6号及び7号機取水口位置から100mの範囲内の鉄筋コンクリート建屋を評価対象とした。

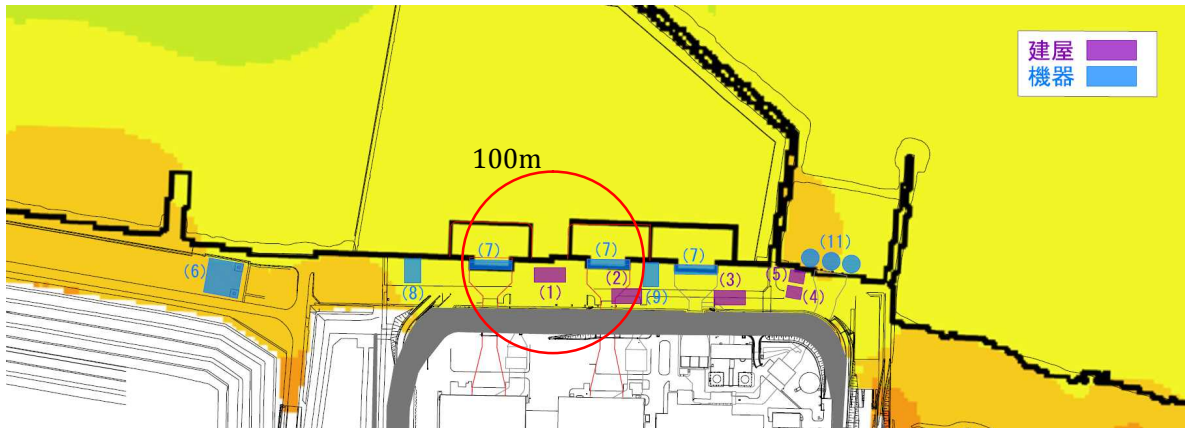


図 4.2-28 検討対象とする鉄筋コンクリート建屋の抽出範囲

抽出した鉄筋コンクリート建屋は、ドアや窓等の開口部の上端から天井までの空間に空気の層が残り、浮力として作用することを考慮する。イメージ図を図4.2-29に示す。

図4.2-29より検討対象とする鉄筋コンクリート建屋は、(2)の6/7号機取水電源室(図4.2-12-2より)が抽出された。6/7号機取水電源室は、ドアや窓等の開口部の上端から天井までの空間に空気の層が残ると想定したとしても、施設体積をもとにした密度(1.2t/m³以上)が海水の密度(1.05t/m³)を上回っていることから、浮遊状態の漂流物とはならない(評価詳細については添付資料3参照)。**【結果 I ; 1) ①】**

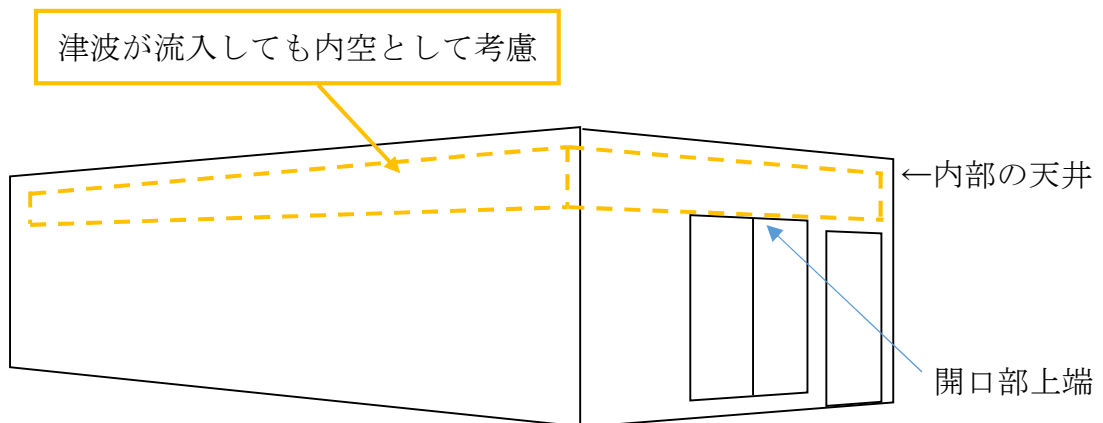


図 4.2-29 開口部から鉄筋コンクリート建屋内部に津波が流入しても内空として考慮する空間のイメージ図

② 鉄骨造建屋

鉄骨造建屋は津波の原因となる地震もしくは津波による波力で損壊する可能性が考えられるが、水密性がなく大きな浮力が発生することがないため、建屋の形で漂流物となることはない。【結果Ⅰ；1)①】

損壊により生じ得る鉄骨についても、その重量から津波に流されることはなく、その場に留まるものと考えられるが、建屋外装材については、浮力により漂流物となる可能性が考えられる。しかしながら、6号及び7号機の取水口周辺に配置されている鉄骨造建屋は図4.2-12-2に示したとおり「K6/7スクリーン点検用テントハウス」のみであり、この外装材である基布は、鉄骨に堅固に固縛されていることから、津波により鉄骨と分離することはない。【結果Ⅰ；1)②】

なお、「K6/7スクリーン点検用テントハウス」の建屋内包物に対する評価は「⑥ 資機材」に分類し説明する。

③ 機器類（タンク）

大湊側海岸線には本分類に該当する機器類は存在しない。

④ 機器類（タンク以外）

大湊側海岸線にある機器類としてはクレーン、電気・制御盤、避雷鉄塔等がある。これらについては津波の原因となる地震もしくは津波による波力による破損・変形等の可能性が考えられるが、いずれも金属製であり、水密性もなく大きな浮力が発生することもないため、漂流物となることはない。【結果Ⅰ；1)①】

なお、機器類のうち除塵装置については「補足 3.3 除塵装置の取水性への影響について」において説明する。

⑤ 車両

車両については、大津波警報発令により退避することが基本となるが、津波の起因事象の一つである地震による地面の変状により、退避ルート of 健全性を確保できない可能性がある。上記状況を考慮し、車両について全て退避不可と仮定し取水性への影響を評価する。

ここで、一部車両については、海水貯留堰への衝突影響の観点も鑑みたりスク低減として、図4.2-30に示すフローに従い表4.2-8に示す漂流防止対策を定めることとする。具体的には大湊側海岸線に駐停車する車両について、車種ごとに以下の運用を定めることとし、それらを整理し表4.2-9に示す。

以下の運用を定めることにより、軽自動車以外の車両については浮遊状態の漂流物とならないと整理される。【結果Ⅰ；1)③】

一方で、軽自動車については検討対象漂流物として整理する。【結果Ⅲ】

(ア) 小型建設用車両（スキッドローダー、高所作業車等）

小型建設用車両は、取水路及びその関連設備の保全を実施する際に必要な車両となる。

一方で、その密度は 3.26t/m^3 程度（各車種に対する密度評価の詳細は後述の燃料輸送容器の評価と併せて添付資料 3 に示す。）であり、海水密度 1.05t/m^{3*1} よりも大きいことから小型建設用車両は浮遊状態で漂流することはないと整理する。

(イ) 軽自動車

軽自動車は、取水路及びその関連設備の保全を実施する際に必要な車両となる。また、

その密度は 0.25t/m^3 程度であり漂流物化し 7 号機取水口に到達する可能性がある。

一方で、軽自動車は体積及び重量が小さいため取水性への影響及び海水貯留堰への衝突影響は比較的軽微と考えられることから、7 号機取水口に到達するものとしてその影響を評価することとする。

(ウ) 乗用車

乗用車は、取水路及びその関連設備の保全を実施する際に必要な車両となる。また、

その密度は 0.28t/m^3 程度であり漂流物化し 7 号機取水口に到達する可能性があるとともに、衝突時に海水貯留堰の機能に影響を与える可能性がある。

一方で、乗用車の利用目的は主に人員運搬であるため軽自動車での代替が可能な場合があることから、可能な場合は代替車両を利用する。なお、代替車両の利用が困難な状況が生じた場合は、停車時間を人員乗降に要する必要最低限の時間のみに制限するとともに、駐車は禁止とする運用とする。ここで、万一停車時間中に津波警報が発令された場合は、退避時気相部開放措置を実施する運用とすることで、その密度を 3.26t/m^3 程度とし漂流物化を防止する。

上記より、乗用車は浮遊状態で漂流することはないと整理する。

なお、退避時気相部開放措置の実効性について添付資料 4 に示す。

(エ) 中型トラック

中型トラックは、取水路及びその関連設備の保全を実施する際に必要な車両となる。

また、その密度は 0.80t/m^3 程度であり漂流物化し 7 号機取水口に到達する可能性があるとともに、衝突時に海水貯留堰の機能に影響を与える可能性がある。

一方で、中型トラックの利用目的は主に資機材運搬であるため、軽自動車又は後述する大型トラックでの代替が可能な場合があることから、可能な場合は代替車両を利用する。なお、代替車両の利用が困難な状況が生じた場合は、退避時気相部開放措置を実施する運用とすることで、その密度を 2.55t/m^3 程度とし漂流物化を防止する。

上記より、中型トラックは浮遊状態で漂流することはないと整理する。

注記*¹ 津波時の浮遊砂濃度を保守的に高橋他(1999)において示される浮遊砂濃度の上限値 1%と設定した場合の海水密度

(オ) ユニック

ユニックは、取水路及びその関連設備の保全を実施する際に必要な車両となる。また、その密度は $0.97\text{t}/\text{m}^3$ 程度であり漂流物化し7号機取水口に到達する可能性があるとともに、衝突時に海水貯留堰の機能に影響を与える可能性がある。

一方で、ユニックの利用目的は主に設備吊り上げであるため、後述する大型建設用車両での代替が可能な場合があることから、可能な場合は代替車両を利用する。代替車両の利用が困難な場合は、退避時気相部開放措置を実施する運用とすることで、その密度を $2.81\text{t}/\text{m}^3$ 程度とし漂流物化を防止する。

上記より、ユニックは浮遊状態で漂流することはないと整理する。

(カ) 大型トラック（トレーラ含む。）

大型トラック（トレーラを含む。）は、取水路及びその関連設備の保全を実施する際に必要な車両となる。

一方で、その密度は $1.36\text{t}/\text{m}^3$ 程度であり、海水密度 $1.05\text{t}/\text{m}^3$ よりも大きいことから大型トラックは浮遊状態で漂流することはないと整理する。

(キ) バキューム車

バキューム車は、取水路及びその関連設備の保全を実施する際に必要な車両となる。また、その密度は $0.51\text{t}/\text{m}^3$ 程度であり漂流物化し7号機取水口に到達する可能性があるとともに、衝突時に海水貯留堰の機能に影響を与える可能性がある。

一方で、バキューム車の利用目的は主に汚泥集積であるため、後述する大型建設用車両での代替が可能な場合があることから、可能な場合には代替車両を利用する。代替車両の利用が困難な場合は、退避時気相部開放措置を実施する運用とすることで、その密度を $1.37\text{t}/\text{m}^3$ 程度とし漂流物化を防止する。

上記より、バキューム車は浮遊状態で漂流することはないと整理する。

(ク) 大型建設用車両（クレーン、高所作業車等）

大型建設用車両（クレーン、高所作業車等）は、取水路及びその関連設備の保全を実施する際に必要な車両となる。

一方で、その密度は $1.18\text{t}/\text{m}^3$ 程度であり、海水密度 $1.05\text{t}/\text{m}^3$ よりも大きいことから大型建設用車両は浮遊状態で漂流することはないと整理する。

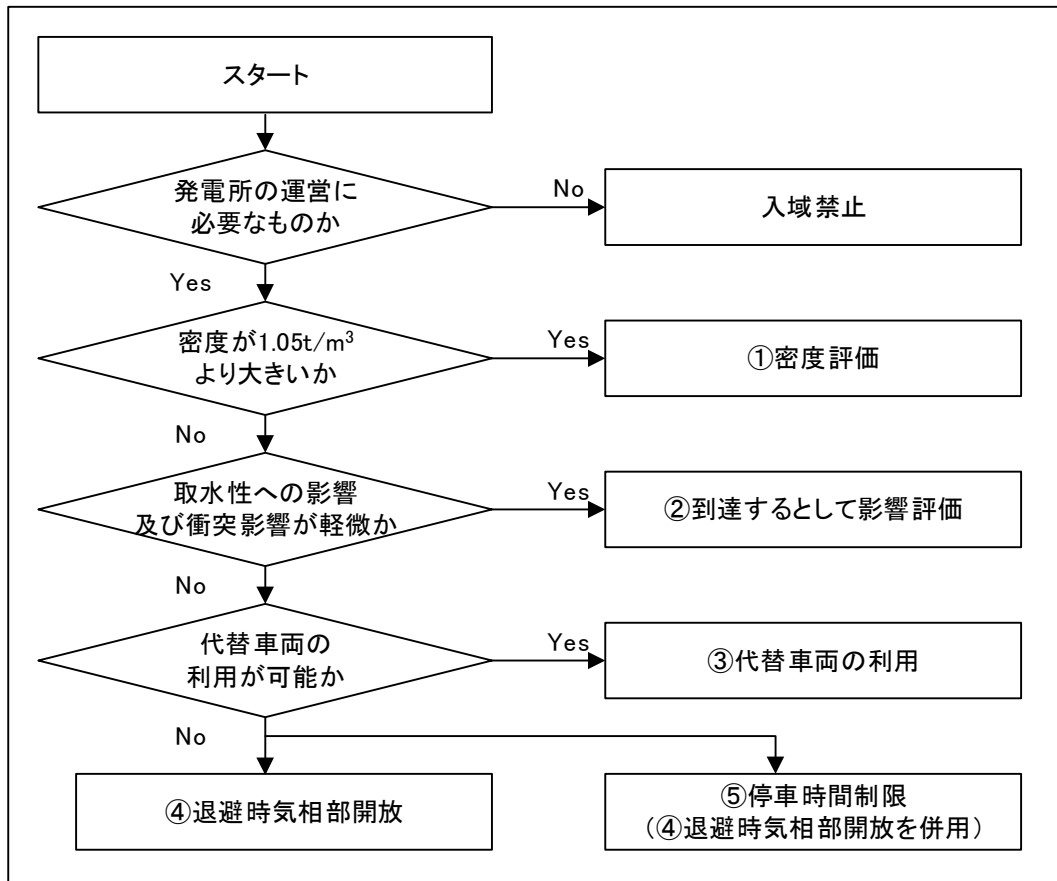


図 4.2-30 車両運用選定フロー

表 4.2-8 大湊側海岸線に駐停車する車両に対して定める運用

分類 No.	運用	運用詳細
①	密度評価	人員乗車部等が気相部となることを考慮した車両密度評価を実施し、密度が 1.05t/m ³ より大きいことを確認する。
②	到達するとして影響評価	取水口に及び海水貯留堰に到達するものとして影響評価を実施する。
③	代替車両の利用	分類 No. ①又は②で整理される車両にて代替する。
④	退避時気相部開放	津波警報発令時に当該車両を用いての退避が困難と判断した場合は、気相部を開放（窓、扉及びタンクを開放）した上で人員が退避する運用とする。 ただし、人員を常時当該車両付近に配置することを前提条件とする。（添付資料 4 参照）
⑤	停車時間制限	人員及び機材の積み下ろし等に要する時間が短い車両のみ大湊側護岸部に停車することも可とする。 （ただし、積み下ろし等が完了次第範囲外に移動する。） 万一、護岸部に停車している期間に津波警報が発令された場合は、④退避時気相部開放を適用する。

表 4.2-9 大湊側海岸線に駐停車する車両の抽出結果（車種ごとの代表例）及び適用する運用の一覧

車種	用途	適用する運用 の分類	車両重量[t]	密度[t/m ³]*1		参考密度[t/m ³]*2	
				開放無し*3	開放有り*4	開放無し*3	開放有り*4
小型建設用車両 (スキッドローダー, 高所作業車等)	汚泥集積	①密度評価	1.07	3.26	不要	2.73	不要
軽自動車	人員/資機材運搬	②到達するとして影響評価	0.83	0.25	選択しない	0.24	選択しない
乗用車	人員運搬	③代替車両（軽自動車）の利用 (困難な場合は⑤停車時間制限)	2.00	0.28	3.03	0.27	2.57
中型トラック	資機材運搬	③代替車両（軽自動車又は大型トラック）の利用 (困難な場合は④退避時気相部開放)	4.02	0.80	2.55	0.77	2.20
ユニック	設備吊り上げ	③代替車両（大型建設用車両）の利用 (困難な場合は④退避時気相部開放)	5.11	0.97	2.81	0.92	2.41
大型トラック (トレーラー含む)	資機材運搬	①密度評価	9.70	1.36	不要	1.26	不要
バキューム車	汚泥集積	③代替車両（大型建設用車両）の利用 (困難な場合は④退避時気相部開放)	6.18	0.51	1.37	0.50	1.27
大型建設用車両 (クレーン, 高所作業車等)	設備吊り上げ等	①密度評価	7.32	1.26	不要	1.18	不要

注記*1： 部材密度を 5.10t/m³（鉄の密度×0.65）とした場合の車両全体の密度（密度評価詳細については添付資料 3 参照）

*2： 部材密度を 3.92t/m³（鉄の密度×0.50）とした場合の車両全体の密度を参考密度として記載

*3： 「⑤退避時気相部開放」を適用しない場合の密度を記載

*4： 「⑤退避時気相部開放」を適用する場合の密度を記載

⑥ 資機材

資機材としては現場に常時保管されているものと一時的に持ち込む可能性があるものがあるが、前者のうちスクリーンやスクリーン点検架台・治具、角落とし、また後者のうち発電機や動力盤など、鋼製あるいはコンクリート製の物品については重量物であり、漂流物となることはない。【結果Ⅰ；1)①】

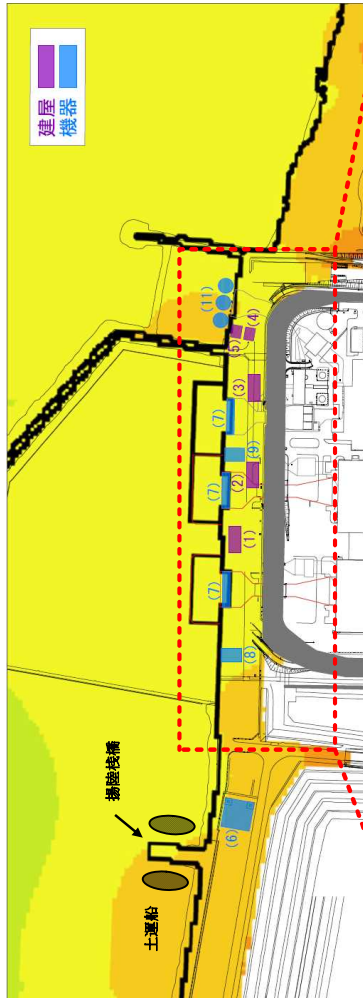
一方、軽量な（比重が小さく浮く）資機材としてはユニットハウス等があり、これらについても固縛する運用とするため漂流物となる可能性は小さいと考えられるが、番線固縛等において品質が一定でない可能性も考慮し、ここでは保守的に、津波により固縛部が損傷し、ユニットハウス等自体あるいはその内包物が浮遊状態で漂流することを想定するものとする。【結果Ⅲ】

大湊側海岸線について、常時保管されている、あるいは一時的に持ち込む可能性のある資機材（重量物を含む）の詳細を示すと図 4.2-31 及び表 4.2-10 のとおりとなる。

表 4.2-10 には、浮遊状態での漂流有無に関する評価も併せて示すが、結論としては、ユニットハウス、角材、排水用ホース、カラーコーンについては浮遊状態で漂流する可能性があるため、評価対象漂流物として整理する。【結果Ⅲ】

上記以外の資機材については、「重量より漂流物化しない」又は「設置状況より漂流物化しない」と評価されるため、浮遊状態で漂流しない。【結果Ⅰ；1)①, ②】

大湊側海岸線 (図 4.2-12-2)



重量物であり漂流物とならない
 漂流物となる可能性がある

大湊側護岸部拡大図

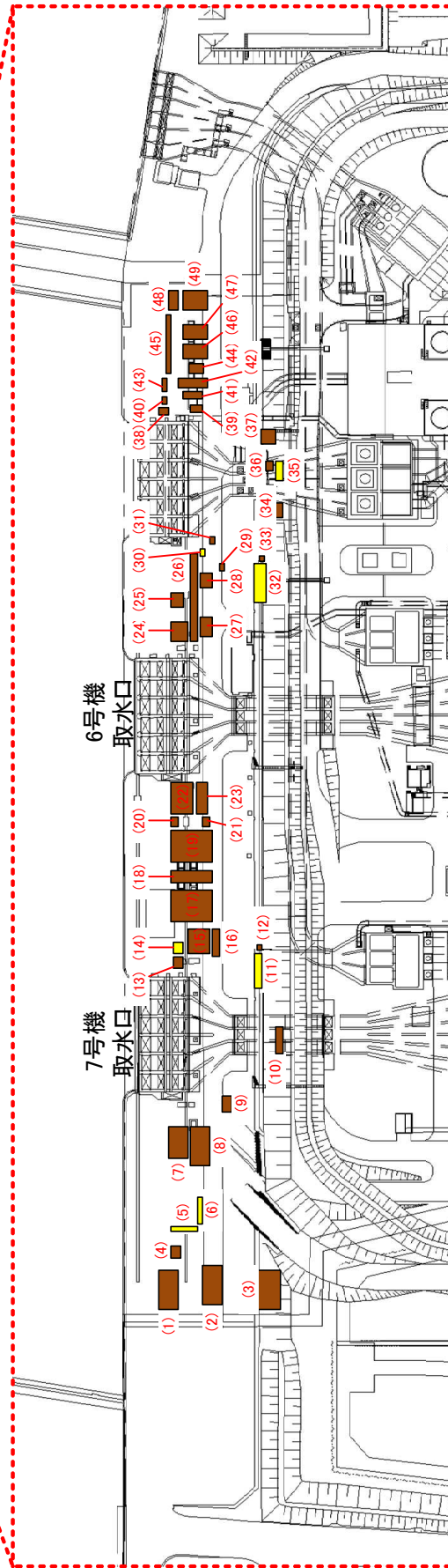


図 4.2-31 大湊側海岸線における資機材の詳細

表 4.2-10 大湊側海岸線における資機材の浮遊評価 (1/2)

配置 番号	項目	数量	材質	浮遊状態での漂流有無		
				有無	結果*	理由
1	ハウジングカバー(バー回転式スクリーン)	1	FRP	無	I 1)②	架台に固定される
	ハウジングカバー(トラベリングスクリーン)	1	FRP	無	I 1)②	架台に固定される
	ハウジングカバー用架台	3	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
2	角落とし	1式	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
3	角ホルダー	1	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
4	本体フレーム受け架台	26	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
5	角パイプ	~30	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
	角材	~30	木製	有	III	—
6	角材	16	木製	有	III	—
7	バスケット(バー回転式スクリーン)	38	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
8	バスケット(トラベリングスクリーン)	37	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
9	リフティングビーム	1	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
10	仮設電源・動力・分電盤	1	—	無	I 1)①	比重より浮遊しない
11	ユニットハウス	3	—	有	III	—
12	仮設電源・動力・分電盤	1	—	無	I 1)①	比重より浮遊しない
13	工具収納棚	1	—	無	I 1)①	比重より浮遊しない
14	ユニットハウス	1	—	有	III	—
	角材	~50	木製	有	III	—
15	ハウジング本体(バー回転式スクリーン)	1式	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
	ハウジング本体(トラベリングスクリーン)	1式	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
16	単管パイプ	~150	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
	足場板	~50	アルミ	無	I 1)①	比重より浮遊しない
	角パイプ	~50	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
	スクリーン点検用架台・治具	~20	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
	開口部養生板・治具	~30	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
	渡り歩廊	1	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
17	本体フレーム(バー回転式スクリーン)	1式	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
	本体フレーム(トラベリングスクリーン)	1式	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
18	スクリーン点検用架台	~150	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
	渡り歩廊	1	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
19	角落とし	1式	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
20	仮設作業床	2	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
21	台車乗り上げ台	3	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
22	安全スクリーン	1	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
23	リフティングビーム	1	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
24	固定バー	2	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
25	ハウジング本体(バー回転式スクリーン)	1式	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
	ハウジング本体(トラベリングスクリーン)	1式	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない

注記* 図 4.2-14 におけるいずれの結果に該当するかを表す。

表 4.2-10 大湊側海岸線における資機材の浮遊評価 (2/2)

配置 番号	項目	数量	材質	漂流物化有無		
				有無	結果*	理由
26	キャリングチェーン	1式	—	無	I 1)①	比重より浮遊しない
27	本体フレーム(バー回転式スクリーン)	1式	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
28	本体フレーム(トラベリングスクリーン)	1式	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
29	高所作業車	1	—	無	I 1)①	比重より浮遊しない
30	洗浄機	2	—	無	I 1)①	比重より浮遊しない
31	仮設電源・動力・分電盤	2	—	無	I 1)①	比重より浮遊しない
32	ユニットハウス	5	—	有	III	—
	単管パイプ	~100	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
	足場板	~50	アルミ	無	I 1)①	比重より浮遊しない
	二輪車	2	—	無	I 1)①	比重より浮遊しない
	水中ポンプ用配管	3	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
33	仮設電源・動力・分電盤	1	—	無	I 1)①	比重より浮遊しない
34	リフティングビーム	1	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
35	排水用ホース	4	—	有	III	—
36	仮設電源・動力・分電盤	2	—	無	I 1)①	比重より浮遊しない
37	ダミーフレーム	2	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
38	仮設手摺	28	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
39	仮設電源・動力・分電盤	2	—	無	I 1)①	比重より浮遊しない
	洗浄機	2	—	無	I 1)①	比重より浮遊しない
40	ハウジングカバー用架台	2	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
41	点検架台	2	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
42	バスケット予備機(バー回転式スクリーン)	38	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
	バスケット予備機(トラベリングスクリーン)	38	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
43	リフティングビーム	1	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
44	本体フレーム受け架台	18	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
	固定バー受け架台	6	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
	スクリーン点検用架台	~10	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
45	ハウジングカバー(バー回転式スクリーン)	2	FRP	無	I 1)②	架台に固定される
	ハウジングカバー(トラベリングスクリーン)	2	FRP	無	I 1)②	架台に固定される
46	本体フレーム(バー回転式スクリーン)	1式	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
47	本体フレーム(トラベリングスクリーン)	1式	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
48	工具箱(ウェイト等を内包)	2	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
49	ハウジング本体(バー回転式スクリーン)	1式	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
	ハウジング本体(トラベリングスクリーン)	1式	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
そ の 他	水中ポンプ(投げ込み)	~4	—	無	I 1)①	比重より浮遊しない
	カラーコーン	~10	—	有	III	—
	単管バリケード	~20	鋼製	無	I 1)①	比重より浮遊しない
	脚立	~10	アルミ	無	I 1)①	比重より浮遊しない

注記* 図 4.2-14 におけるいずれの結果に該当するかを表す。

⑦ その他一般構築物，植生

その他一般構築物としては，マンホール，チェッカープレート，鋼製階段，監視カメラ，拡声器，標識等が存在するが，それらはその比重より浮遊状態で漂流しない。

【結果 I ; 1)①】

なお，大湊側海岸線の津波遡上範囲には植生は存在しない。

(b) 滑動状態の漂流物に関する整理

(a)にて**【結果 I】**として整理された施設・設備等について滑動有無の整理を実施する。

① 鉄筋コンクリート建屋

鉄筋コンクリート建屋については，(a)において6/7号機取水電源室について**【結果 I】**として評価されているため，上記建屋について滑動有無を評価する。

主材料であるコンクリートの密度(2.3t/m³)を想定した場合，以下に示すとおり，滑動，転動が生じ得る限界重量は約8.2t程度であり，6/7号機取水電源室の重量が数百トンオーダーであることを考慮すると滑動しないと評価できる。**【結果 A ; ④】**

また，地震等の影響により損壊したコンクリート片や鉄筋等が滑動，転動する可能性が考えられるが，取水口に到達し得るものは上記限界重量8.2t以下のものに限られる。上記を考慮し，保守的に重量10tのコンクリート片が滑動により取水口に到達し得るとして検討対象漂流物として整理する。**【結果 B】**

＜安定質量の試算＞

「港湾の施設の技術上の基準・同解説」¹⁾の流れに対する被覆材の所要質量の評価手法に基づき、大湊側海岸線で想定される引き波時の津波流速の条件（図 4.2-24-3 より 6m/s 未満程度）における安定質量を算定すると下表の結果となる。これより、コンクリート塊であれば 900kg 程度、鋼材であれば 20kg 程度で安定することが分かる。

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

港湾の施設の技術上の基準・同解説（抜粋）

1. 7. 3 流れに対する被覆石及びブロックの所要質量

(1) 一般

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

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

ここに、

- M : 捨石等の安定質量 (t)
- ρ_r : 捨石等の密度 (t/m³)
- U : 捨石等の上面における水の流れの速度 (m/s)
- g : 重力加速度 (m/s²)
- γ : イスバッシュ(Isbash)の定数(埋め込まれた石にあつては 1.20,露出した石にあつては 0.86)
- S_r : 捨石等の水に対する比重
- θ : 水路床の軸方向の斜面の勾配 (°)

- 条件 : ①津波流速 U : 6m/s
- ②重力加速度 g : 9.8m/s²
- ③イスバッシュの定数 γ : 0.86
- ④斜面の勾配 : 0.0°

材料	ρ (t/m ³)	S_r (= $\rho/1.03$)	M(kg)
コンクリート	2.3	2.23	8,200
SS, SUS	7.9	7.67	213

参考文献

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

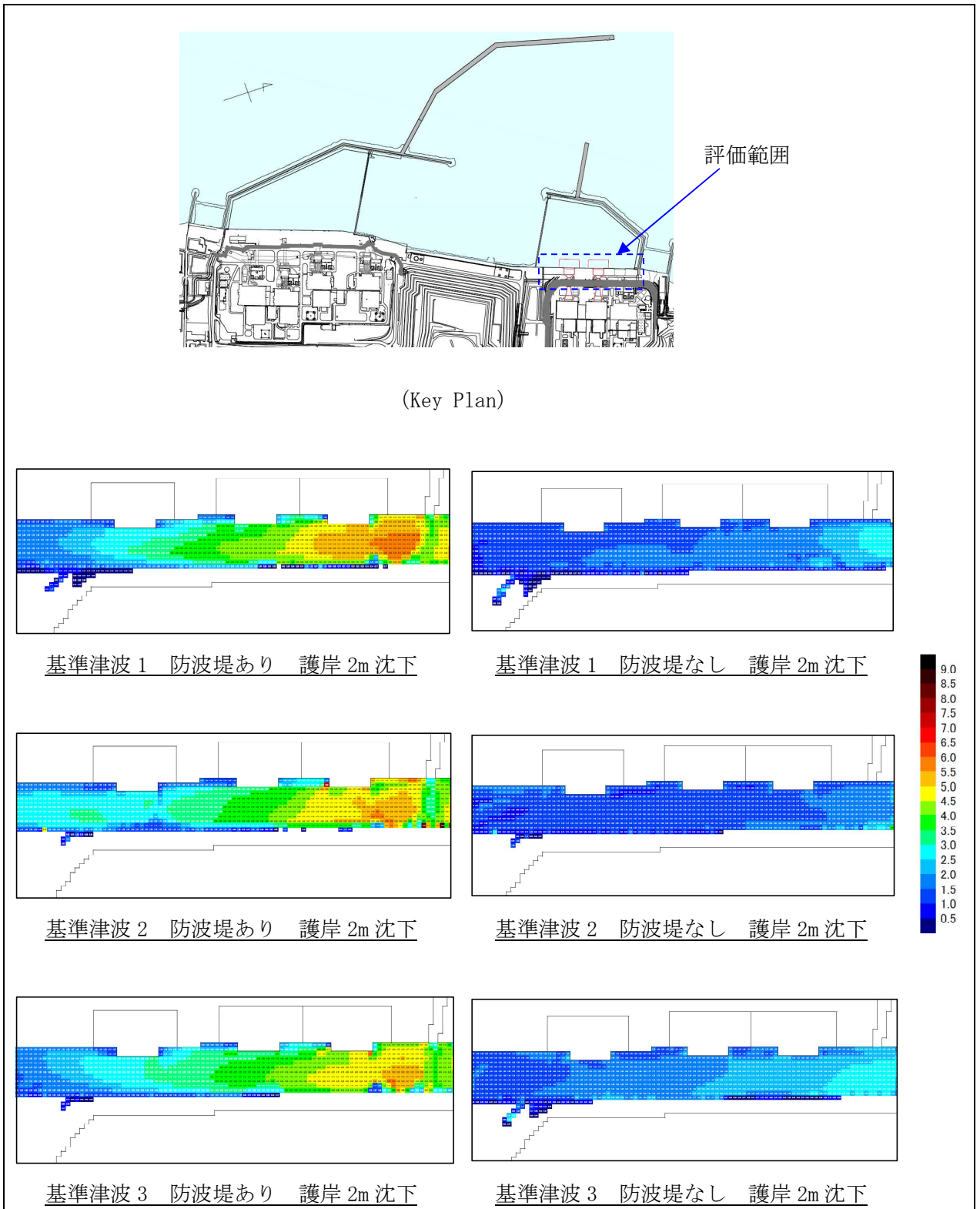


図 4.2-32 大湊側海岸線における流速分布 (引き波方向)

② 鉄骨造建屋

鉄骨造建屋については、(a)において K6/7 スクリーン点検用テントハウスについて【結果 I】として評価されているため、上記建屋について滑動有無を評価する。

K6/7 スクリーン点検用テントハウスが地震等により生じた場合に損傷した場合でも鋼製部材である鉄骨は、流圧力が作用しづらい形状であるとともに、材質が比重の大きい鉄であることから滑動することはない。【結果 A ; ②】

③ 機器類 (タンク)

大湊側海岸線には本分類に該当する機器類は存在しない。

④ 機器類 (タンク以外)

機器類 (タンク以外) については、(a)においてクレーン、電気・制御盤、避雷鉄塔について【結果 I】として評価されているため、上記機器について滑動有無を評価する。

クレーン及び避雷鉄塔については、流圧力が作用しづらい形状であるとともに、主要構成材質が比重の大きい鉄であることから滑動することはない。【結果 A ; ②】

また、電気・制御盤については建屋内に設置される機器であることから大湊側海岸線で滑動し漂流するような漂流物とはならない。【結果 A ; ③】

⑤ 車両

車両については、前述のイスバッシュの評価式を用いて滑動限界流速を算定し、車両が駐停車する大湊側護岸部の主要位置での流速 (6m/s) との比較を行い車種ごとに滑動有無を評価する。なお、滑動限界流速算定にあたっては、車両の密度としては気相部に海水が充満した際の平均的な密度を用いた。

評価結果を表 4.2-11 に示すが、大型建設用車両 (クレーン) は滑動しないことが確認された。【結果 A ; ④】

一方で、それ以外の車両については滑動の可能性が示されたため、検討対象漂流物として整理する。なお、滑動するもののうち最も重量が大きくなるのはバキューム車 (約 14t) となる。【結果 B】

表 4. 2-11 車両の滑動に係る評価結果一覧 (車種ごとの代表例)

車種	用途	車両重量[t]	イスバッシュ式による滑動限界流速 [m/s]	滑動有無
小型建設用車両 (スキッドローダー, 高所作業車等)	汚泥集積	1.07	5.1	有り
軽自動車	人員/資機材運搬	0.83	浮遊するため評価対象外	
乗用車	人員運搬	2.00	2.4	有り
中型トラック	資機材運搬	5.60	4.5	有り
トラック	設備吊り上げ	5.11	4.3	有り
大型トラック	資機材運搬	9.70	5.2	有り
バキューム車	汚泥集積	14	2.2	有り
大型建設用車両 (高所作業車等)	高所作業等	7.32	5.1	有り
大型建設用車両 (クレーン)	設備吊り上げ等	19.9	7.5	無し

⑥ 資機材

資機材については、表 4.2-10 において資機材の浮遊有無を評価しており、この中で「結果 I」に該当する設備について滑動有無の評価を行う。

評価結果の一覧を表 4.2-12 に示すが、表 4.2-12 において「結果 B」とされる設備について、検討対象漂流物として整理する。【結果 B】

なお、評価にあたっては、材質が鋼製であり、気相部を有さない設備についてはイスバッシュの評価式が適用可能と判断し、前述の鋼材の安定質量(213kg)を滑動有無の判定基準とした。

表 4.2-12 大湊側海岸線における資機材の滑動評価 (1/2)

配置番号	項目	数量	材質	滑動状態での漂流有無			
				重量[kg]	有無	結果*1	理由
1	ハウジングカバー(バー回転式スクリーン)	1	FRP	340	有	B	—
	ハウジングカバー(トラベリングスクリーン)	1	FRP	330	有	B	—
	ハウジングカバー用架台	3	鋼製	800	無	A ④	イスバッシュの評価式より
2	角落とし	1式	鋼製	2,500	無	A ④	イスバッシュの評価式より
3	角ホルダー	1	鋼製	約100	有	B	—
4	本体フレーム受け架台	26	鋼製	80	有	B	—
5	角パイプ	~30	鋼製	9.5	有	B	—
7	バスケット(バー回転式スクリーン)	38	鋼製	515	無	A ④	イスバッシュの評価式より
8	バスケット(トラベリングスクリーン)	37	鋼製	555	無	A ④	イスバッシュの評価式より
9	リフティングビーム	1	鋼製	800	無	A ④	イスバッシュの評価式より
10	仮設電源・動力・分電盤	1	—	60	有	B	—
12	仮設電源・動力・分電盤	1	—	40	有	B	—
13	工具収納棚	1	—	300	有	B	—
15	ハウジング本体(バー回転式スクリーン)	1式	鋼製	9800	無	A ④	イスバッシュの評価式より
	ハウジング本体(トラベリングスクリーン)	1式	鋼製	9100	無	A ④	イスバッシュの評価式より
16	単管パイプ	~150	鋼製	2.73	有	B	—
	足場板	~50	アルミ	2.5	有	B	—
	角パイプ	~50	鋼製	9.5	有	B	—
	スクリーン点検用架台・治具	~20	鋼製	10	有	B	—
	開口部養生板・治具	~30	鋼製	27	有	B	—
	渡り歩廊	1	鋼製	80	有	B	—
17	本体フレーム(バー回転式スクリーン)	1式	鋼製	9,140	無	A ④	イスバッシュの評価式より
	本体フレーム(トラベリングスクリーン)	1式	鋼製	8,578	無	A ④	イスバッシュの評価式より
18	スクリーン点検用架台	~150	鋼製	50	有	B	—
	渡り歩廊	1	鋼製	80	有	B	—
19	角落とし	1式	鋼製	2,500	無	A ④	イスバッシュの評価式より
20	仮設作業床	2	鋼製	500	無	A ④	イスバッシュの評価式より
21	台車乗り上げ台	3	鋼製	40	有	B	—
22	安全スクリーン	1	鋼製	5000	無	A ④	イスバッシュの評価式より
23	リフティングビーム	1	鋼製	1,000	無	A ④	イスバッシュの評価式より
24	固定バー	2	鋼製	8,200	無	A ④	イスバッシュの評価式より
25	ハウジング本体(バー回転式スクリーン)	1式	鋼製	10,400	無	A ④	イスバッシュの評価式より
	ハウジング本体(トラベリングスクリーン)	1式	鋼製	8,900	無	A ④	イスバッシュの評価式より

注記*1 図 4.2-14 におけるいずれの結果に該当するかを表す。

表 4.2-12 大湊側海岸線における資機材の滑動評価 (2/2)

配置 番号	項目	数量	材質	漂流物化有無			
				重量[kg]	有無	結果*1	理由
26	キャリングチェーン	1式	鋼製	800	無	A④	イバッシュの評価式より
27	本体フレーム(バー回転式スクリーン)	1式	鋼製	8,000	無	A④	イバッシュの評価式より
28	本体フレーム(トラベリングスクリーン)	1式	鋼製	7,800	無	A④	イバッシュの評価式より
29	高所作業車	⑤車両において評価					
30	洗浄機	2	—	150	有	B	—
31	仮設電源・動力・分電盤	2	—	25	有	B	—
32	単管パイプ	~100	鋼製	2.73	有	B	—
	足場板	~50	アルミ	2.5	有	B	—
	二輪車	2	—	7	有	B	—
	水中ポンプ用配管	3	鋼製	80	有	B	—
33	仮設電源・動力・分電盤	1	—	25	有	B	—
34	リフティングビーム	1	鋼製	1,000	無	A④	イバッシュの評価式より
36	仮設電源・動力・分電盤	2	—	60	有	B	—
37	ダミーフレーム	2	鋼製	1,000以上	無	A④	イバッシュの評価式より
38	仮設手摺	28	鋼製	35	有	B	—
39	仮設電源・動力・分電盤	2	—	60	有	B	—
	洗浄機	2	—	150	有	B	—
40	ハウジングカバー用架台	2	鋼製	350	無	A④	イバッシュの評価式より
41	点検架台	2	鋼製	600	無	A④	イバッシュの評価式より
42	バスケット予備機(バー回転式スクリーン)	38	鋼製	1,000以上	無	A④	イバッシュの評価式より
	バスケット予備機(トラベリングスクリーン)	38	鋼製	1,000以上	無	A④	イバッシュの評価式より
43	リフティングビーム	1	鋼製	800	無	A④	イバッシュの評価式より
44	本体フレーム受け架台	18	鋼製	50	有	B	—
	固定バー受け架台	6	鋼製	60	有	B	—
	スクリーン点検用架台	~10	鋼製	50	有	B	—
45	ハウジングカバー(バー回転式スクリーン)	2	FRP	374	有	B	—
	ハウジングカバー(トラベリングスクリーン)	2	FRP	346	有	B	—
46	本体フレーム(バー回転式スクリーン)	1式	鋼製	8,000	無	A④	イバッシュの評価式より
47	本体フレーム(トラベリングスクリーン)	1式	鋼製	7,800	無	A④	イバッシュの評価式より
48	工具箱(ウェイト等を内包)	2	鋼製	1000未満	有	B	—
49	ハウジング本体(バー回転式スクリーン)	1式	鋼製	10,400	無	A④	イバッシュの評価式より
	ハウジング本体(トラベリングスクリーン)	1式	鋼製	8,900	無	A④	イバッシュの評価式より
そ の 他	水中ポンプ(投げ込み)	~4	—	100未満	有	B	—
	単管バリケード	~20	鋼製	14	有	B	—
	脚立	~10	アルミ	100未満	有	B	—
	発電機	一式	—	約2,000	有	B	—

注記*1 図 4.2-14 におけるいずれの結果に該当するかを表す。

⑦ 一般構築物

資機材に含まれない一般構築物として、マンホール、チェッカープレート、鋼製階段、監視カメラ、拡声器、標識、海水放射能モニタ等が挙げられる。

これらのうち、マンホール、チェッカープレート、鋼製階段については流圧力を受けづら構造であるとともに、鋼製材料が鉄であるため滑動しないと判断した。**【結果A ; ②】**

一方で、それ以外については滑動する可能性があるため、検討対象漂流物として扱う。

【結果B】

b. 分類 B-2 : 荒浜側海岸線

荒浜側海岸線における評価対象（図 4.2-12-3）のうち、種類や設置・運用状況において、前項で示した大湊側海岸線における評価対象に含まれないものとしては次の四点が挙げられる。

なお、荒浜側海岸線については、図 4.2-15 に示す滑動評価対象範囲外となるため、浮遊状態の漂流物に関する整理を実施した。

② 鉄骨造建屋及び補強コンクリートブロック造建屋

大湊側海岸線にある鉄骨造建屋は堅固に固縛した基布を外装材としたもののみであるが、荒浜側海岸線にある鉄骨造建屋には耐酸アクリル被覆鋼板等の金属板を外装材としたものがある。

また、大湊側海岸線には補強コンクリートブロック造建屋は存在しないが、荒浜側海岸線には同構造の市水道用ポンプ室がある。

③ 機器類（タンク）

荒浜側海岸線に位置する物揚場ではタンクに類似した形状である使用済燃料輸送容器（以下「キャスク」という。）及び低レベル放射性廃棄物（以下「LLW」という。）輸送容器について、輸送船への（からの）積み下ろしが実施される。

⑤ 車両

大湊側海岸線同様に荒浜側護岸部に一定期間、駐車され得る車両が存在する。

また、荒浜側海岸線に位置する物揚場においてキャスク及び LLW 輸送容器を輸送船へ（から）積み下ろしを実施する際に、各輸送車両が物揚場に駐停車する。

⑦ 植生

大湊側海岸線では植生は存在しないが、荒浜側海岸線において植生が存在する。

このうち、鉄骨造建屋の金属製の外装材（津波の原因となる地震や津波の波力による損壊により生じ得る分離片）については、重量（比重）より沈降するため、荒浜側の護岸部から大湊側の 6 号及び 7 号機取水口に到達するような漂流物となることはない。また、補強コンクリートブロック造の建屋については、津波により損壊し、損壊により生じたコンクリート片は重量（比重）より沈降するため、荒浜側の護岸部から大湊側の 6 号及び 7 号機取水口に到達するような漂流物となることはない。【結果 I】

一方、タンク（キャスク及び LLW 輸送容器）、車両（燃料輸送車両及び LLW 輸送車両を含む。）、植生については、漂流物となる可能性が考えられる。

上記の四点以外については、表 4.2-7 に示した①～⑦のいずれの分類の施設、設備等についても、前項で示した大湊側海岸線における種類や設置・運用状況に含まれる。

これより、荒浜側護岸部において漂流物化する可能性がある施設、設備等を整理すると、

表 4.2-13 となる。

表 4.2-13 漂流物化する可能性のある施設、設備等（荒浜側海岸線）

種類			漂流物化する可能性のある施設、設備等
①	建屋	鉄筋コンクリート建屋	なし 注：地震・津波による損壊により生じ得るコンクリート片等は重量（比重）より沈降するため、荒浜側護岸部から大湊側の 6 号及び 7 号機取水口に到達するような漂流物とならない
②		鉄骨造建屋、補強コンクリートブロック造建屋	なし 注：地震・津波による損壊により生じ得るコンクリート片等は重量（比重）より沈降するため、荒浜側護岸部から大湊側の 6 号及び 7 号機取水口に到達するような漂流物とならない
③	機器類	タンク	キャスク、LLW 輸送容器
④		タンク以外	なし
⑤	車両		車両（使用済燃料輸送車両、LLW 輸送車両を含む。）
⑥	資機材		ユニットハウス類、角材、カラーコーン等 注：自重よりも浮力が大きいものに限る
⑦	その他一般構築物、植生		植生

これらの施設、設備等のうち、車両については、6号及び7号機の取水口に到達した場合には、取水口・取水路の通水性に影響を及ぼす可能性があるが、これらについてはある程度の水密性を有する車両であっても海域に流出すると 10 分程度で浸水が生じ沈降する¹⁾。このため、取水口まで 700m を超える距離があること及び図 4.2-7 に示される津波襲来下における港湾内の流向・流速（流況）において荒浜側から大湊側に向かう継続した流れが生じていないことを考慮すると、車両は取水口に到達することなく水没するものと考えられる。

これを確認するため、荒浜側海岸線における浮遊する漂流物について、保守的な想定として、これらが 60 分間水没せずに漂流し続けるとした上で、その際の流向・流速・軌跡シミュレーションに係る検討を実施した。上記検討の詳細は参考資料 1(b)に示し、ここでは軌跡シミュレーションの結果を抜粋して表 4.2-14、図 4.2-33 及び図 4.2-34 に示し、基本ケースのうち移動量が最も大きくなった基準津波の 1 に係る流向・流速・軌跡シミュレーションの例を図 4.2-35 に示す。

表 4.2-14 軌跡シミュレーションの評価条件（荒浜側護岸部）

項目	評価条件	備考	
評価時間	地震発生から 120 分間	○到達までに時間を要する基準津波 1, 2 の第一波到達時間(地震発生から約 40 分)と保守的に想定した漂流継続時間 60 分にさらに裕度を加味して設定。	
漂流開始条件	浸水深 10cm 時点	○普通乗用車の場合であれば浸水深 50cm 以上で車体が漂流する可能性があることが確認されている ²⁾ など、実際は浸水深がある程度の深さにならないと漂流は開始しないが、保守的に、わずかでも浸水が生じた時点（解析上の取り扱いとして浸水深 10cm）で漂流が開始するものとする。	
地形 モデル	斜面崩壊・ 地盤変状	健全状態	○荒浜側護岸部の沈下について、影響評価として確認する。
	荒浜側 防潮堤	健全状態	○損傷状態について、影響評価として確認する。
	防波堤	健全状態	○損傷状態について、影響評価として確認する。

参考文献

- 1) 野島和也，櫻庭雅明，小園裕司：水没を考慮した実務的な津波漂流物による被害リスク算定，土木学会論文集 B2(海岸工学)，Vol.70，No.2，pp. I-261-I_265，2014.
- 2) 戸田圭一，石垣泰輔，尾崎平，西田知洋，高垣裕彦：氾濫時の車の漂流に関する水理実験，河川技術論文集，第 18 巻，pp.499-504，2012.

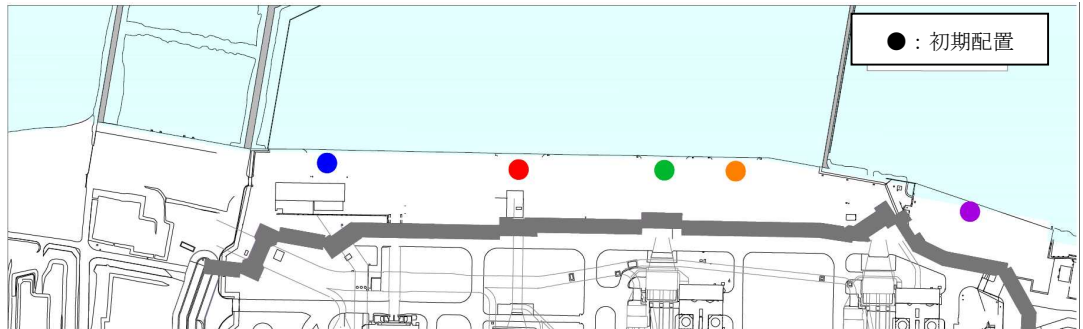


図 4.2-33 漂流物軌跡評価の初期配置（荒浜側護岸部）

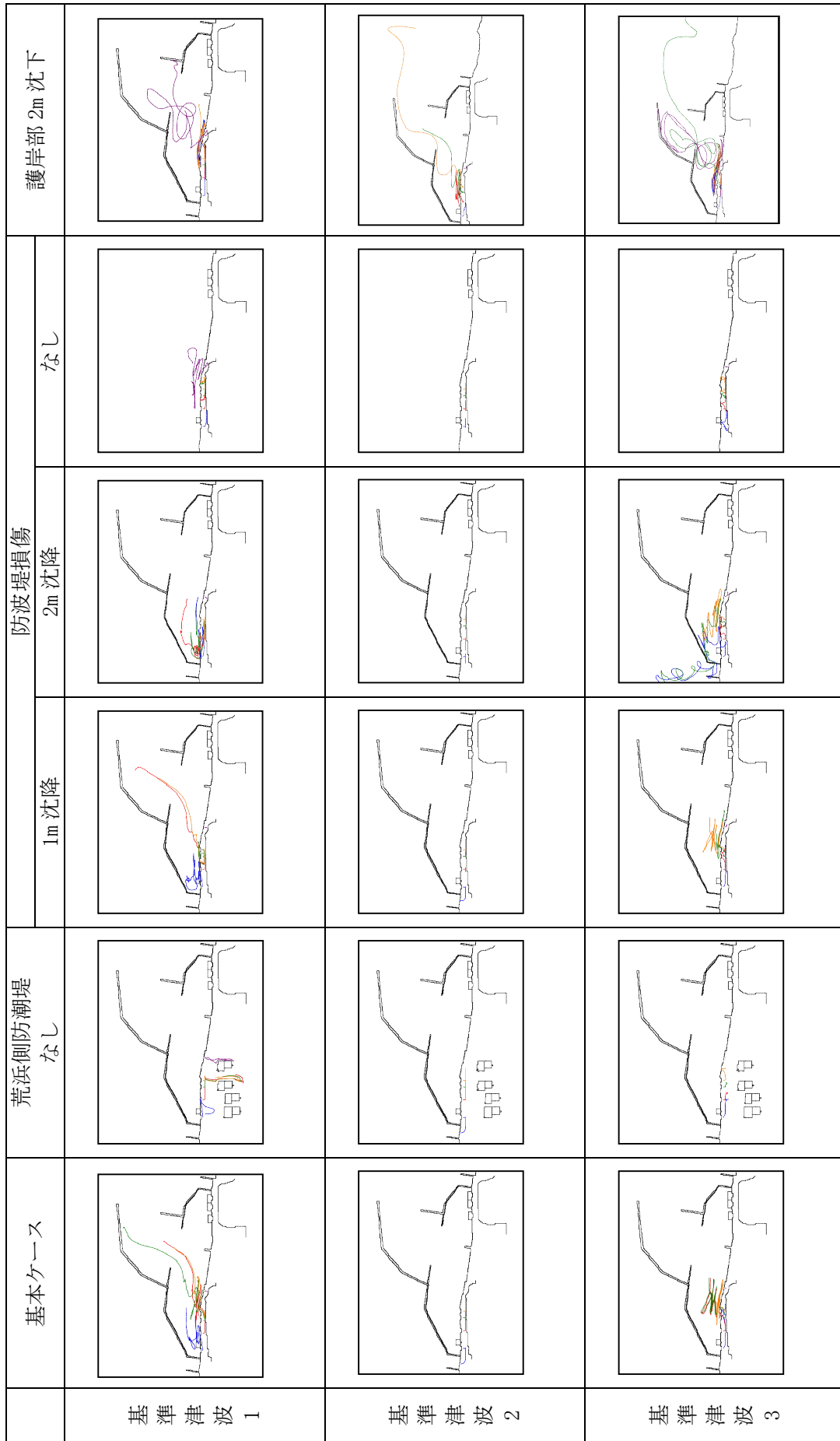


図 4.2-34 荒浜側護岸部で発生した漂流物の挙動

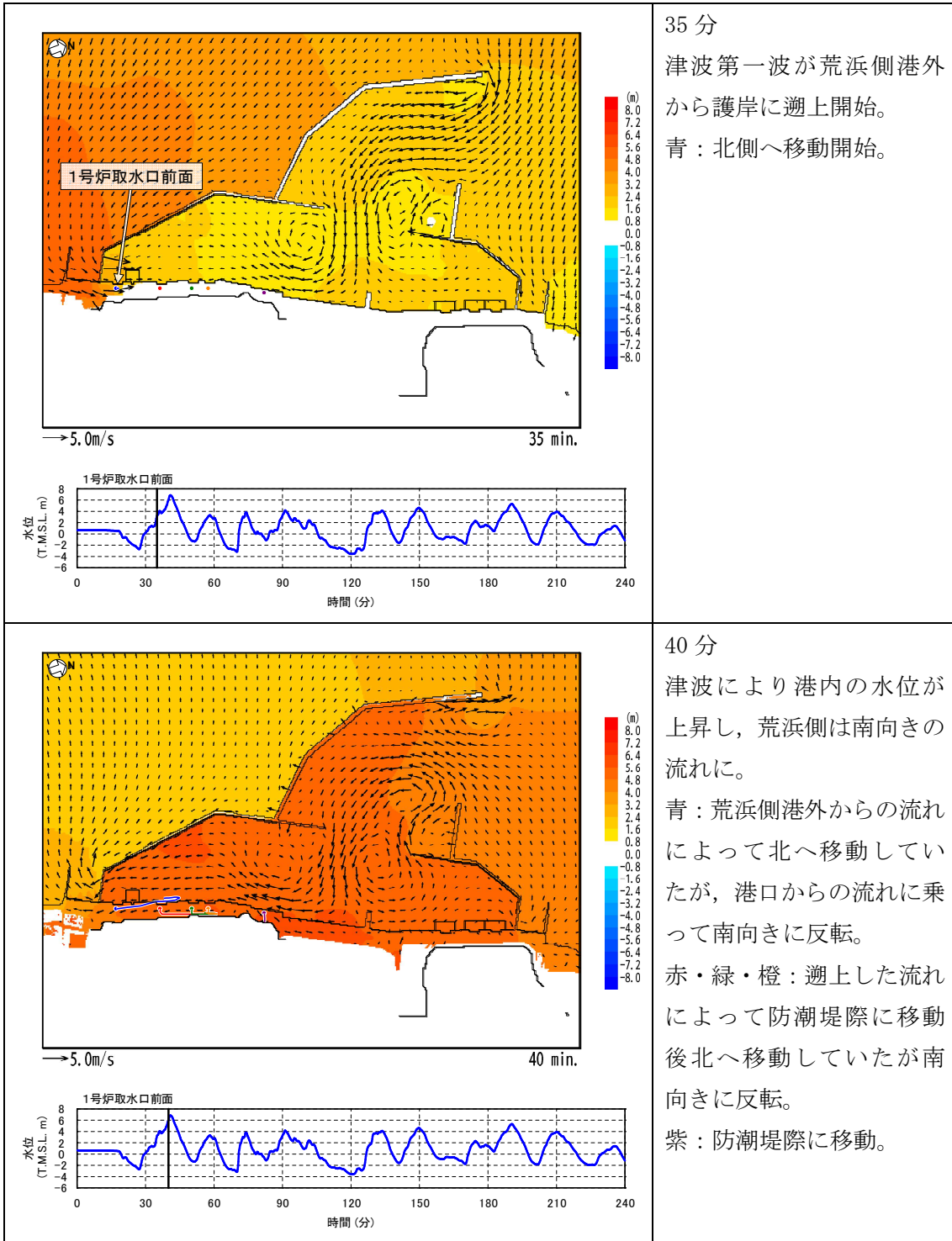


図 4.2-35(1) 流速ベクトルを用いた軌跡の考察 (基本ケース, 基準津波1)

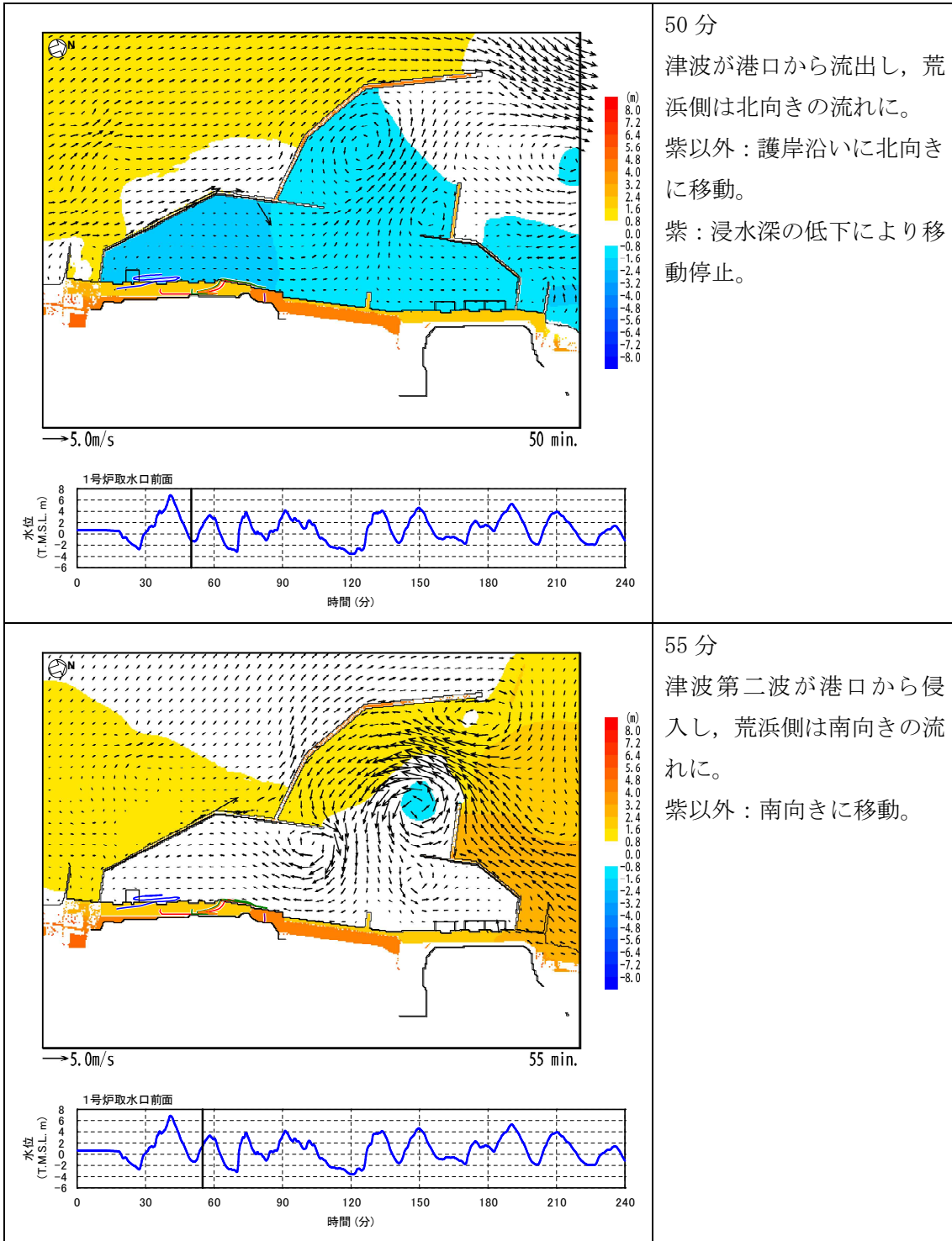


図 4.2-35(2) 流速ベクトルを用いた軌跡の考察（基本ケース，基準津波1）

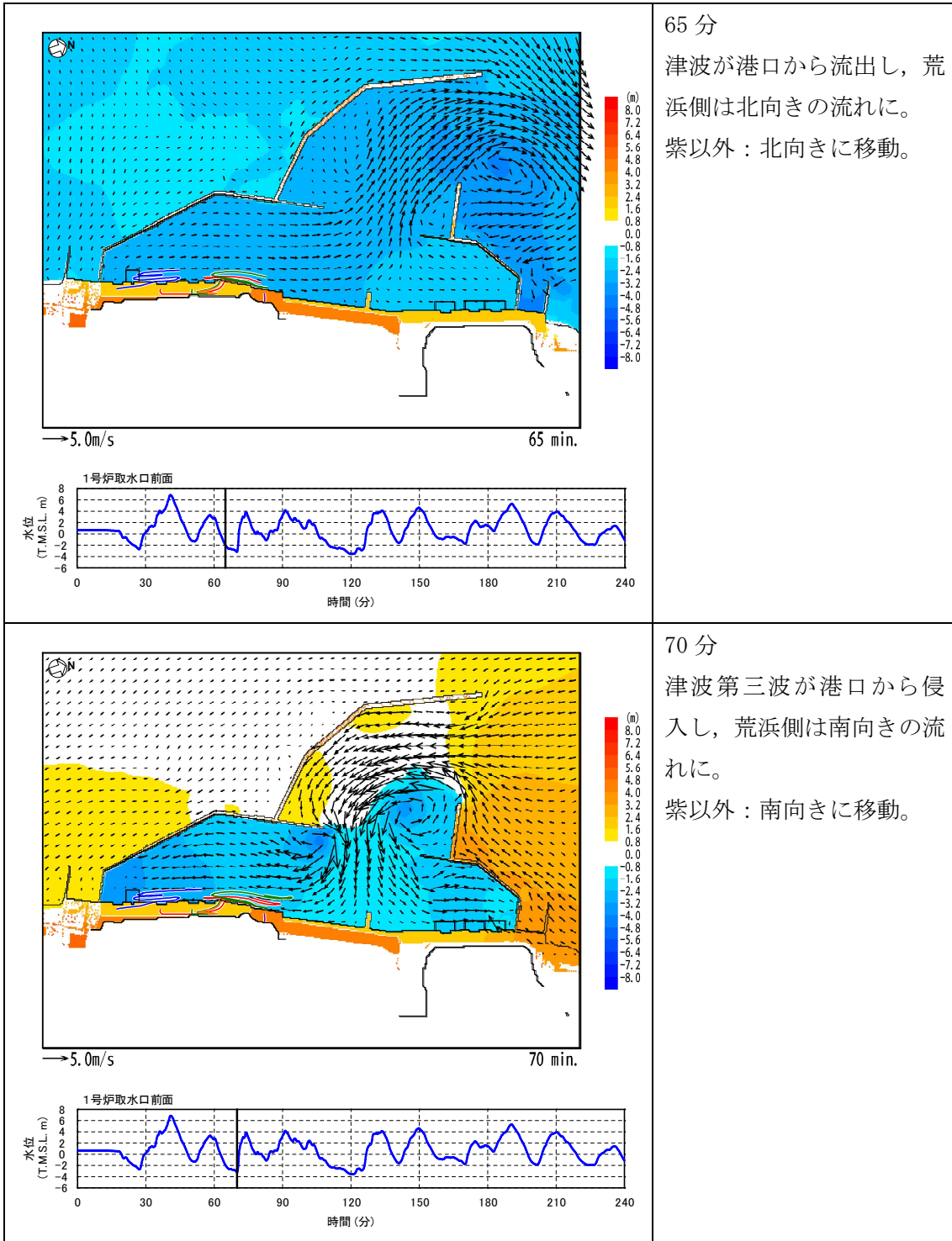


図 4.2-35(3) 流速ベクトルを用いた軌跡の考察（基本ケース，基準津波1）

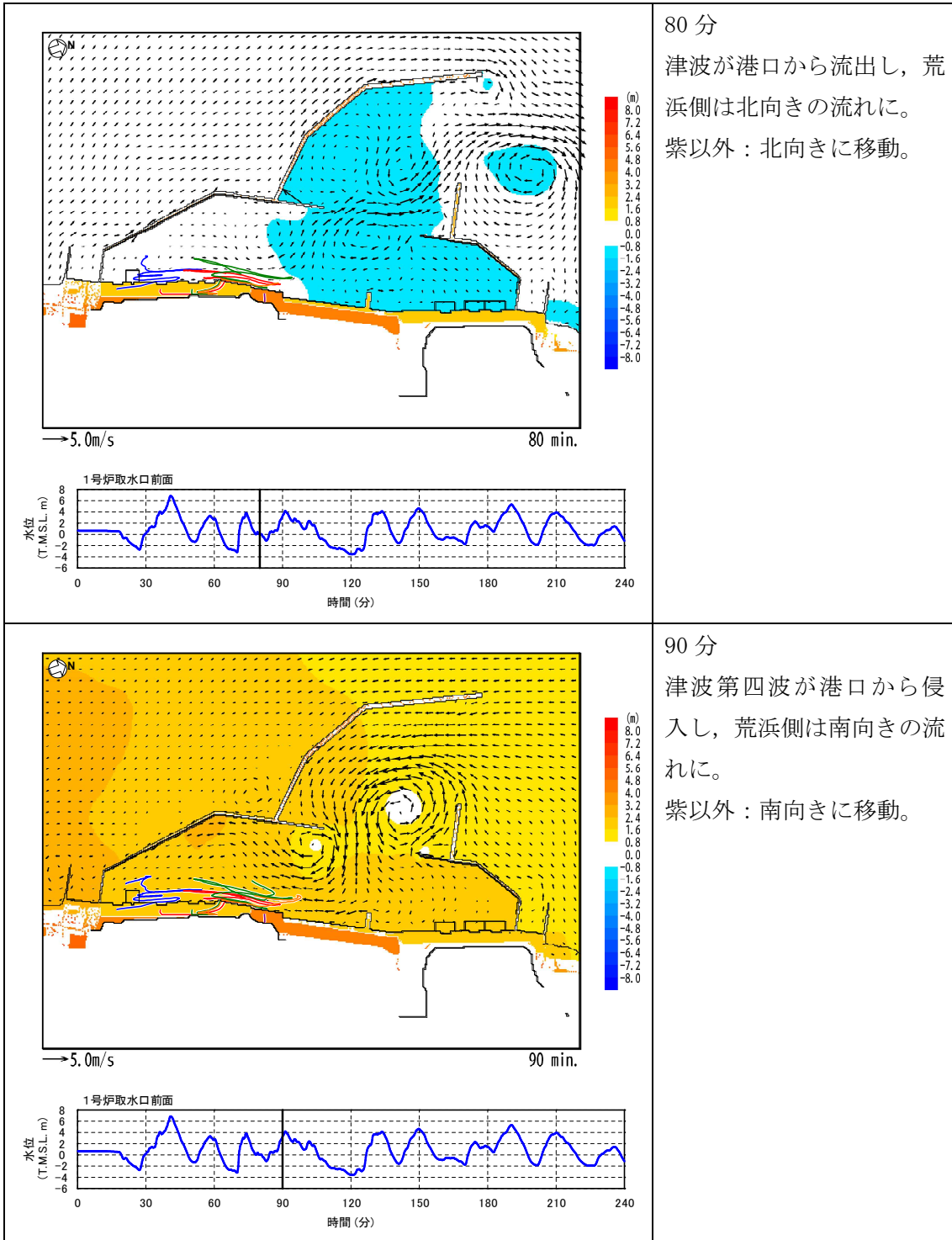


図 4.2-35(4) 流速ベクトルを用いた軌跡の考察（基本ケース，基準津波1）

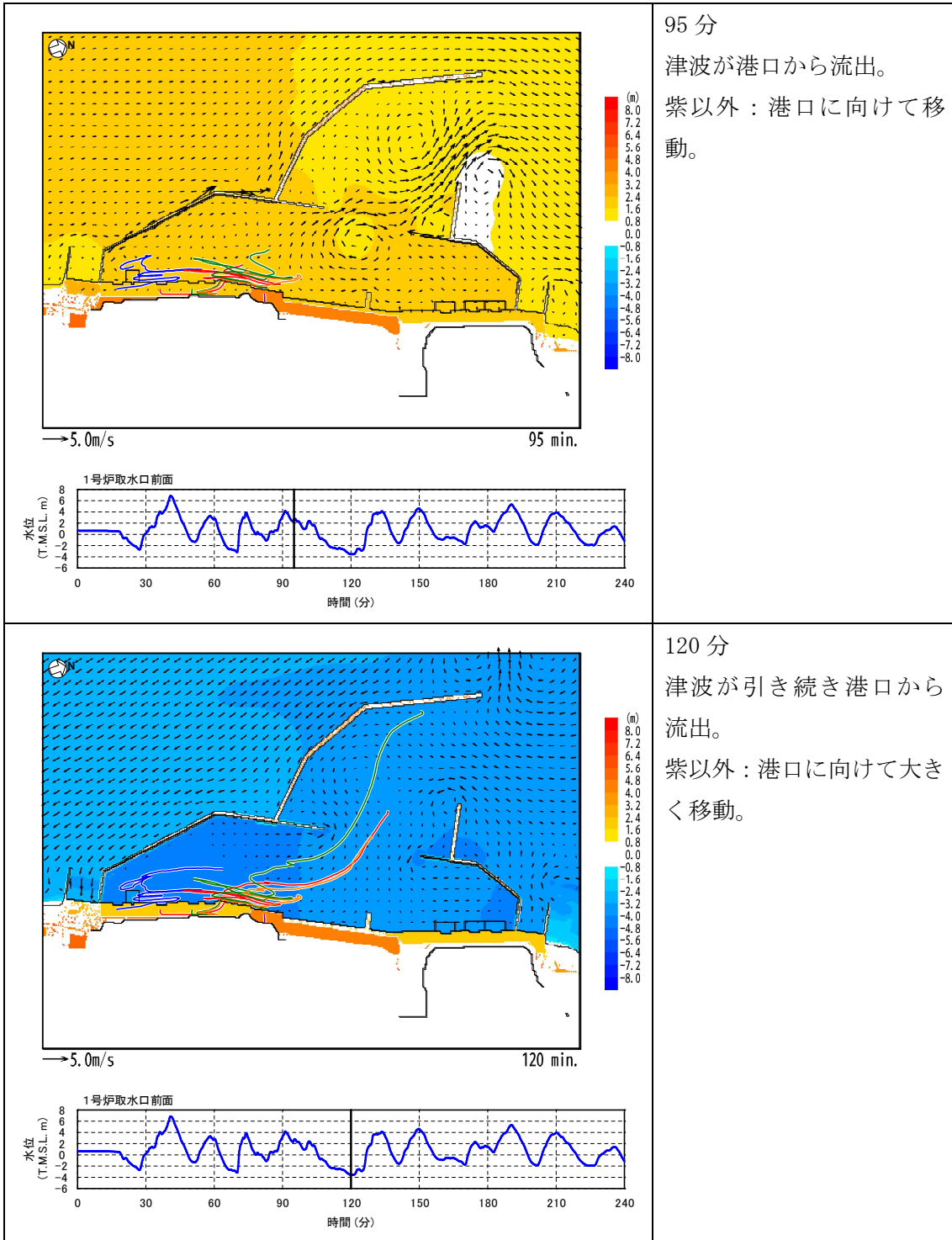


図 4.2-35(5) 流速ベクトルを用いた軌跡の考察（基本ケース，基準津波 1）

図 4.2-34 に示す軌跡シミュレーションの結果において、いずれのケースにおいても軌跡が 6 号及び 7 号機の取水口に到達する様子は見られていない。また、図 4.2-35 (1) ~ (5) に示す**流向・流速・軌跡シミュレーションの検討結果**より、荒浜側**海岸線**周辺の主たる流れは津波の流入・流出に応じて変化し、長期間一様に海水貯留堰に向かう流れではないことが確認される。以上を踏まえると、荒浜側**海岸線**で漂流物化した**車両**が大湊側の 6 号及び 7 号機の取水口に到達し、取水口前面に堆積することはない。**【結果 II】**

なお、以上の評価において、荒浜側防潮堤については護岸部に置かれた施設、設備等の海域への流出という観点で保守側の効果を持つと考えられるが、図 4.2-27 に示した防潮堤の損傷を模擬した条件（防潮堤がない条件）における評価結果より、結論が変わるものではないことを確認している。また、津波の原因となる地震により防波堤が損傷する可能性も考慮し、防波堤の損傷を模擬した条件（1m 沈降、2m 沈降及び防波堤がない条件）における影響評価及び液状化等による地盤の沈下の可能性も考慮し、これを模擬した条件（2m 沈下）における影響評価も実施しており、その結果を図 4.2-34 に示している。同図より、これらの影響を考慮しても結論が変わるものではないことを確認している。

なお、荒浜側海岸線には使用済み燃料等の搬出入を実施する物揚げ場が含まれ、当該場所において使用済み燃料輸送車両及び LLW 輸送車両が駐停車するとともに、タンクとしてキャスク及び LLW 輸送容器が搬出入の際に一時的に存在することとなる。

使用済み燃料輸送車両のうち柏崎刈羽原子力発電所において使用する輸送車両は 7 軸車と 8 軸車が存在し、それらのうち**密度が小さい** 7 軸車の**場合であっても**その密度は約 $2.37\text{t}/\text{m}^3$ （重量約 35.70t、容積約 15.04m^3 ）であり、**浮遊状態で**漂流しない。また、キャスクについては、**空の状態であっても**その密度は約 $2.6\text{t}/\text{m}^3$ （重量約 110.6t、容積約 42.6m^3 ）であり、**浮遊状態で**漂流しない。**【結果 I ; 1) ①】**

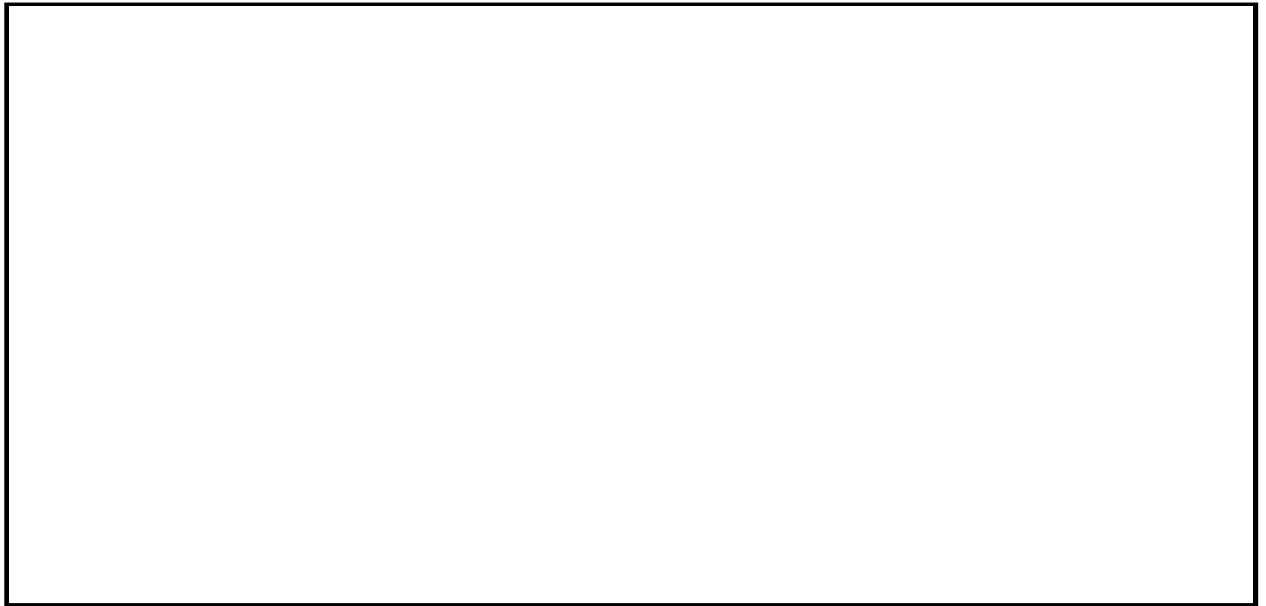
一方で、LLW 輸送車両については、**その密度が約 $2.67\text{t}/\text{m}^3$ （重量約 12.39t、容積約 4.65m^3 ）**であるため**浮遊状態で**漂流しないが、空の LLW 輸送容器 2 個を積載した場合、**浮遊状態で**漂流する可能性があるため、**退避時気相部開放運用の適用に加え、4t の重りを積載しその密度を約 $1.16\text{t}/\text{m}^3$ （総重量約 18.77t、容積約 16.12m^3 ）**とすることで**浮遊状態で**の漂流物化を防止する。また、**LLW 容器内に LLW を積載した場合総重量が上記 4t の重りを積載した場合と同様となるように、輸送容器 1 個当たり 2t 以上の LLW を積載する運用とすることで、浮遊状態で**の漂流物化を防止する。**【結果 I ; 1) ③】**

なお、LLW 輸送容器と LLW 輸送車両の固縛については、固縛装置を使用しており、これは運輸省令「核燃料物質等車両運搬規則第 4 条第 2 項」に要求のある「輸送物等は、運搬中において移動、転倒、転落等により、輸送物の安全性が損なわれないように積載しなければならない。」を満足するため上下方向 2G、前後方向 2G、左右方向 1G が同時に作用する場合にも強度上耐えられるよう設計している。LLW 輸送容器は、「危険物船舶運送及び貯蔵規則第 78 条第 2 項」に要求のある、IP-2 型輸送物として設計しており、積重ね試験や側面負荷試験等の試験条件において解析基準値を満足している。蓋の固定については規定の締め付けトルクで固定ボルトが締結されていることを確認し輸送を行っている。

LLW 輸送ルートについては、物揚場から大湊側護岸部を經由して固体廃棄物処理建屋まで

輸送するが、7号機取水口近傍の護岸部を通過するルートとはなっていない。

LLW 輸送容器のクレーンでの荷役については、クレーンは船側に設置され、船側のクレーン操作により全て遠隔で行われる。固縛装置と LLW 輸送容器の脱着については、固縛装置の「ツイストロックハンドルのカバー開けて横にスライドすること」(30 秒程度) によって脱着ができる設計となっており、緊急退避が必要となる場合についても、LLW 輸送車両に固縛を実施後退避が可能となっている。図 4.2-36 に LLW 輸送容器蓋、固縛装置の概要及び護岸部における LLW 輸送車両の運搬ルートを示す。



(1) LLW 輸送容器の蓋の締結部

(2) 固縛装置のツイストロックハンドル



(3) LLW 輸送車両の運搬ルート

図 4.2-36 LLW 輸送に関する概要説明

なお、表 4.2-13 に示した荒浜側護岸部で漂流物化する可能性のある施設、設備等のうち、資機材（ユニットハウス、角材、排水用ホース、カラーコーン）については浮遊状態で漂流する可能性があるため検討対象漂流物として整理する。**【結果Ⅲ】**

また、荒浜側護岸部には敷地南側境界において植生が存在するが、これらについても検討対象漂流物として整理する。**【結果Ⅲ】**

なお、以上の評価において、沈降しない漂流物については、基準津波の主要波が過ぎた後も港湾内で漂流を続ける可能性があるため、津波後の中長期的な対応までを考えたときは、前述の大湊側護岸部（分類B-1）、また後述の荒浜側防潮堤内敷地（分類B-3）で発生するものがあることも踏まえると、徐々に6号及び7号機の取水口前面に集積が進み、時間とともに通水性を悪化させる可能性が考えられる。この場合でも、これらの漂流物は取水口上部の海面に浮遊するため、取水口を閉塞させることはないと考えられるが、非常用海水冷却系の取水性を安定的に確保する観点から、津波が襲来した後には、補機取水槽の水位の変動傾向や現場状況に基づき、必要な場合には取水口前面の集積物の除去を行う運用を定めることとする。