

女川原子力発電所2号炉
耐津波設計方針について
(審査会合での指摘事項に対する回答)

平成30年12月18日
東北電力株式会社

目次

1. 審査会合での指摘事項(一覧)
2. 指摘事項に対する回答

参考文献

1. 審査会合での指摘事項(一覧)(1/3)

No.	審査会合日	指摘事項の内容	回答頁
1	H30.7.17	取放水路の管路解析において、管路区間にも開水路モデル(スロットモデル)を適用することの妥当性及び保守性を整理して提示すること。	次回以降回答予定
7	H30.7.17	1号炉放水路内に設置する流路縮小工について、流路抵抗が増大することにより、1号炉の補機冷却系運転時に放水立坑の水位が上昇し、溢水して2号炉へ影響を与えることはないか、整理して提示すること。	次回以降回答予定
9	H30.7.17	内郭防護における屋内の溢水への対策について、設計及び運用の基準地震動 S_s に対する機能要求を整理し、提示すること。	次回以降回答予定
10	H30.7.17	内郭防護における屋外の溢水への対応について、敷地に溢れ出た水の排水の考え方を整理し、提示すること。	5
18	H30.10.23	鮎川検潮所の観測基準面の見直しの経緯について、過去の経緯を調査した上で、説明の充実化を図るとともに、女川原子力発電所で基準面を見直さなかった理由を提示すること。	— (まとめ資料に反映)
19	H30.10.23	鋼製遮水壁(車両進入箇所)の鋼製扉の閉止運用について、積雪、風等の様々な環境条件下でも確実に閉止できることとするための配慮事項及び設備の保守・点検の方針を提示すること。	14

1. 審査会合での指摘事項(一覧)(2/3)

No.	審査会合日	指摘事項の内容	回答頁
20	H30.10.23	入力津波高さの設定について、様々なばらつきや不確かさの組合せの検討プロセスを整理して提示するとともに、それらの結果を提示すること。	16
21	H30.10.23	漂流物の調査範囲について、継続時間を長くとした場合の流速及び流況を考慮しても現状の調査範囲が妥当であることを説明すること。	32
22	H30.10.23	漂流物の評価フローの各項目の判断基準を明確にするとともに、南三陸町等の周辺地域における3.11の津波被害状況を踏まえて、調査対象とする漂流物の妥当性を提示すること。	
23	H30.10.23	漂流物調査対象範囲内の漁港に入港またはその周辺を航行する可能性のある大型漁船及び大型船舶の運航ルート及び緊急退避ルートと女川原子力発電所との離隔距離を調査した上で、津波の継続時間等を考慮した大型漁船等に係る漂流物の評価結果を提示すること。	
24	H30.10.23	漂流物として抽出している車両について、どのようなものを想定しているか具体的に提示すること。	
25	H30.10.23	3.11の復旧工事及び今後の改修工事による敷地周辺の地形改変等について、基本設計段階で想定する状態を明確化した上で遡上解析及び漂流物評価の結果を提示するとともに、今後の復旧・改修工事の計画に対して基本設計段階以降での対応方針を提示すること。	次回回答予定

1. 審査会合での指摘事項(一覧)(3/3)

No.	審査会合日	指摘事項の内容	回答頁
26	H30.10.23	2号炉取水口を監視するために設置するカメラについて、防護対象である非常用取水設備周辺における漂流物の状況を継続的に監視することを踏まえ、設備の位置づけを再検討し、その結果を提示すること。	次回回答予定
27	H30.10.23	基準地震動 S_s による被害を想定した輸送車両の退避ルート及び退避に係る所要時間を提示すること	79
28	H30.10.23	水理模型実験の条件設定が、女川原子力発電所のサイト特性に対して保守性を有していることを検討フロー等でわかりやすく説明すること。	85
29	H30.10.23	津波波圧評価における不確かさやばらつきを網羅的に整理した上で、既往式に対して保守性を有していることを説明すること。	

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 10)(1/9)

(1) 指摘事項

内郭防護における屋外の溢水への対応について、敷地に溢れ出た水の排水の考え方を整理し、提示すること。

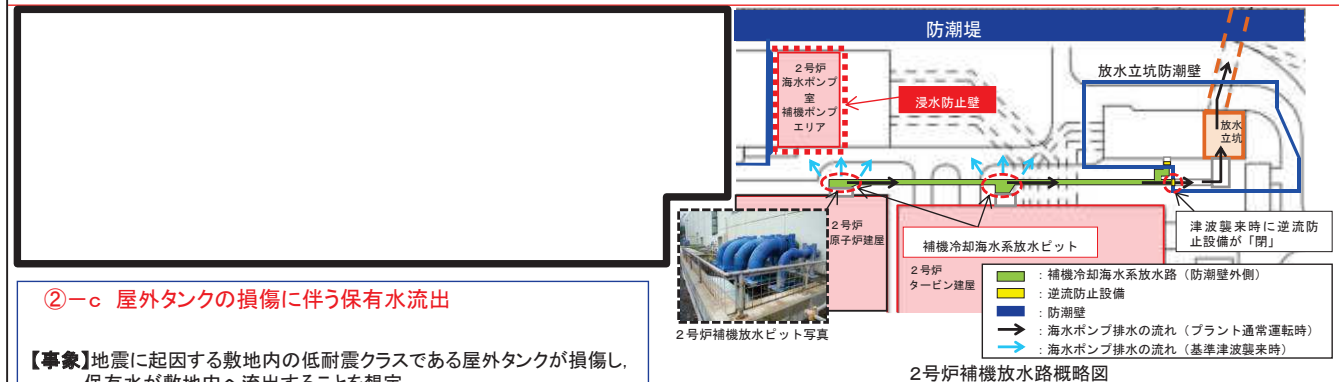
(2) 回答

- 敷地への溢水(屋外タンク損傷による溢水, 補機放水路からの溢水)は、屋外排水路を考慮しなくても、溢水による浸水深と建屋等のカーブ高さとの関係から、浸水防護重点化範囲への流入はないと評価している。
- これら条文適合上の排水の考え方を説明した上で、構内排水路の耐震性を踏まえた排水計画の考え方及び信頼性を高めるための自主的対策(配慮事項)等について説明する。

第601回審査会合
資料3-2-1 p48 再掲

2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離(内郭防護)(5/6) (2) 浸水防護重点化範囲における浸水対策(4/5)

48



②-① 屋外タンクの損傷に伴う保有水流出

【事象】地震に起因する敷地内の低耐震クラスである屋外タンクが損傷し、保有水が敷地内へ流出することを想定

また、津波襲来時に2号炉補機放水路に設置される逆流防止設備が閉動作し、補機放水路と補機放水立坑が隔離され、補機冷却系熱交換器からの排水が補機放水路から敷地に溢水することを想定

【評価】屋外タンクの破損により生じる溢水に加え、基準津波の襲来に伴う補機冷却海水系放水路からの溢水を考慮した場合において、浸水防護重点化範囲への影響を評価

【対策】海水ポンプ室のカーブ高さ0.20mに対して敷地浸水深が0.16mであるため、海水ポンプ室へ浸水することは無いが、2号炉海水ポンプ室補機ポンプエリア周りに浸水防止壁を設置する。また、軽油タンクエリアについては、軽油タンクの地下化工事に伴い、燃料移送ポンプ及び燃料移送ポンプ室排風機ダクトの貫通部の止水処置を実施

溢水は浸水防護重点化範囲に流入しない
浸水防護重点化範囲に影響なし

2号炉補機放水路概略図

2号屋外タンクの損傷に伴う溢水影響評価結果

	カーブ高さ(m)	溢水量①※4(m³)	溢水量②※5(m³)	溢水量合計①+②(m³)	敷地面積(m²)	敷地浸水深※3(m)	評価
原子炉建屋	0.33※1						
タービン建屋	0.38※1						
制御建屋	0.33※1	17,540	652	18,192	115,000	0.16	○
海水ポンプ室(補機ポンプエリア)	0.20※2						
復水貯蔵タンク	0.20※1						

※1 建屋外壁厚の下端レベルから敷地レベル0. P. +13.8mを引いた値

※2 海水ポンプ室ピット上端から敷地レベル0. P. +13.8mを引いた値

※3 敷地レベル0. P. +13.8mからの浸水深

※4 屋外タンクの破損により生じる溢水

※5 2号炉 補機冷却海水系放水路より生じる溢水

防護上の観点又は機密に係わる事項を含む為、公開できません

第5条:津波による損傷の防止
別添1 2.4 重要な安全機能を有する施設の隔離(内郭防護)

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 10)(2/9)

【敷地への溢水に対する条文適合上の考え方】

- 敷地への溢水に対する内部溢水, 耐津波設計方針(内郭防護)及びアクセスルートの観点では, 排水機能を考慮しない条件においてもそれぞれの設計が成立することを確認しており, 条文適合上, 構内排水路に対する要求性能はない。
- 一方, 敷地への溢水について, 敷地内に長期間滞水すると発電所の運用上好ましくないため, 構内排水路により排水することが望ましい。
- そのため, 自主的な設備である構内排水路について, 通常時と地震時に期待できる排水機能, 排水路の一部が機能喪失した場合の影響, 排水計画の信頼性を高めるための設計上の配慮事項等を整理する。

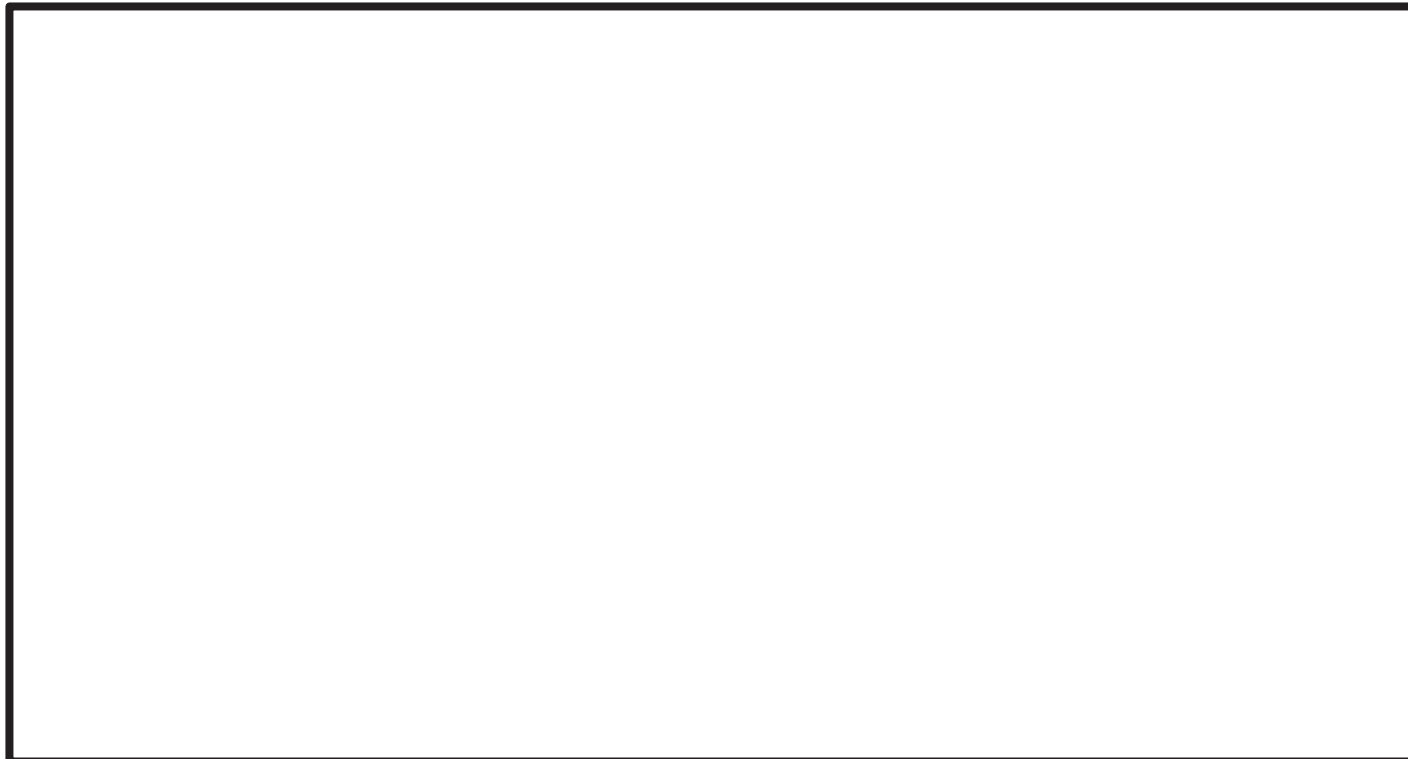
敷地への溢水に対する排水の影響

	溢水時の評価の概要	排水機能を非考慮とした場合の影響
内部溢水 (第9条)	敷地への溢水(屋外タンク損傷による溢水)は, 屋外排水路を考慮しなくても, 溢水による浸水深と建屋等のカーブ高さとの関係から, 浸水防護重点化範囲への流入はないと評価。	保守的に排水機能非考慮で評価しているため, 影響なし。
耐津波設計方針 (内郭防護) (第5条)	「内部溢水(第9条)」での評価に加え, 津波襲来時の補機冷却海水系放水路からの溢水を考慮し, 屋外排水路を考慮しなくても, 溢水による浸水深と建屋等のカーブ高さとの関係から, 浸水防護重点化範囲への流入はないと評価。	保守的に排水機能非考慮で評価しているため, 影響なし。
アクセスルート (第43条)	敷地への溢水(屋外タンク損傷による溢水)は, 南側排水路からの排水を考慮(北側排水路からの排水は非考慮)することで, アクセスルート復旧作業の開始前に排水可能であり, アクセスルート復旧作業への影響はないと評価。また, 排水を考慮しない場合でも, アクセスルート復旧作業時の敷地内の水位において, 可搬型車両の通行は可能であり, 人員への影響も小さい。また, 溢水流路上の設備等が損壊し, がれきの発生が想定されるが, 迂回又は重機にて撤去することにより, アクセスルート確保への影響はないと評価している。	保守的に排水機能を非考慮としてもアクセスルート復旧作業に影響はないと評価しているため, 影響なし。

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 10)(3/9)

【敷地内の溢水源について】

- 発電所の溢水影響評価対象となる屋外タンクは下図のように敷地全体に分散されており、1,000m³以上の大型タンクは敷地内3箇所(No.1~3エリア)に配置されている。
- 屋外タンクからの溢水量は全体17,540m³である。これに対して、No.1~No.3エリアの溢水量は全体の90%以上となっている。
- また、2号炉補機冷却海水系放水路(No.4エリア)からの津波襲来時の溢水量は652m³である。
- これらの溢水については、排水を考慮しない条件においても浸水防護重点化範囲への流入はないと評価しているが、ここでは屋外タンク等から溢水した後の排水の考え方について示す。



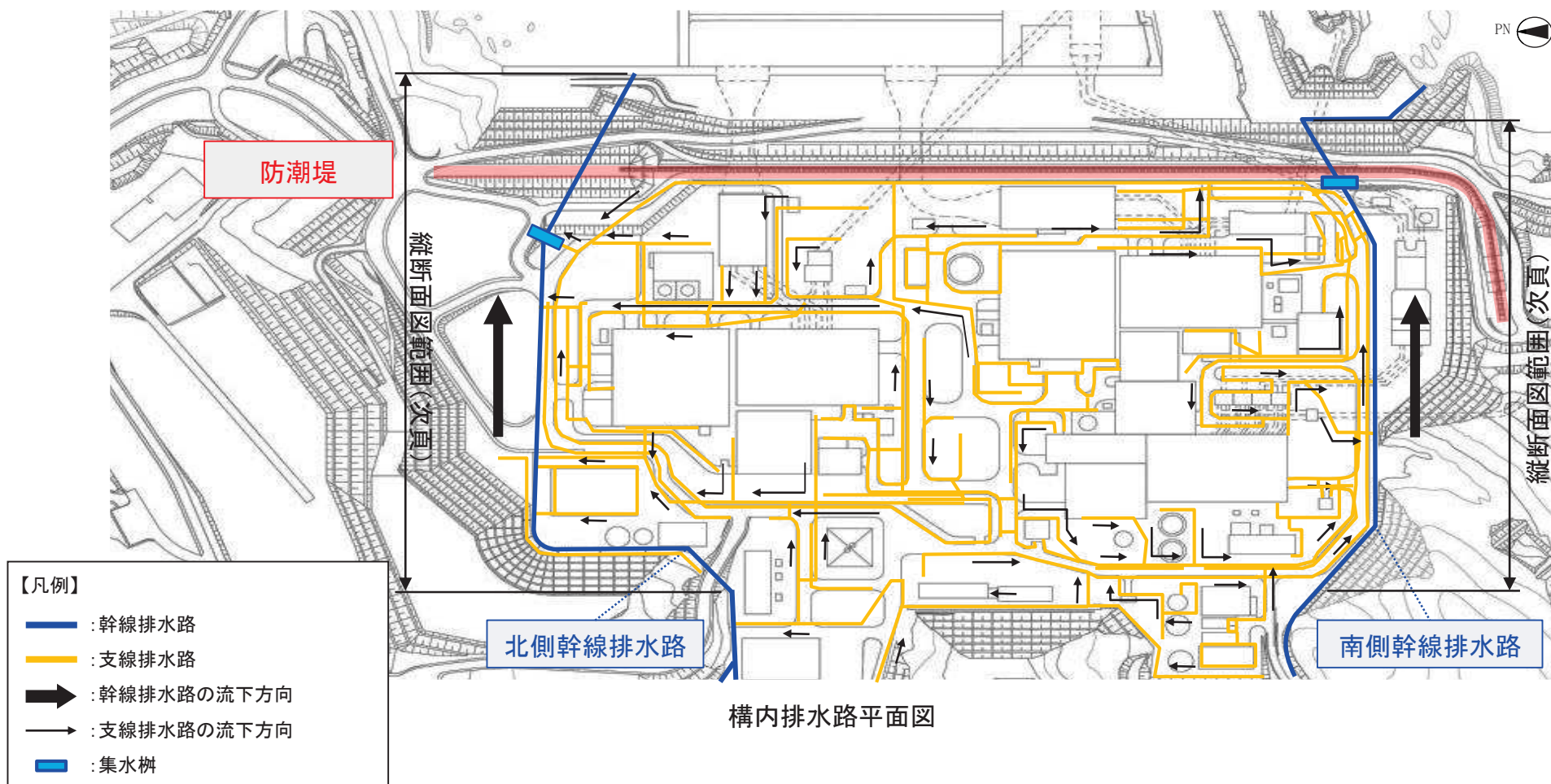
防護上の観点又は機密に係わる事項を含む為、公開できません

溢水影響評価の対象となる屋外タンク等の配置図

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 10)(4/9)

【構内排水路の平面配置】

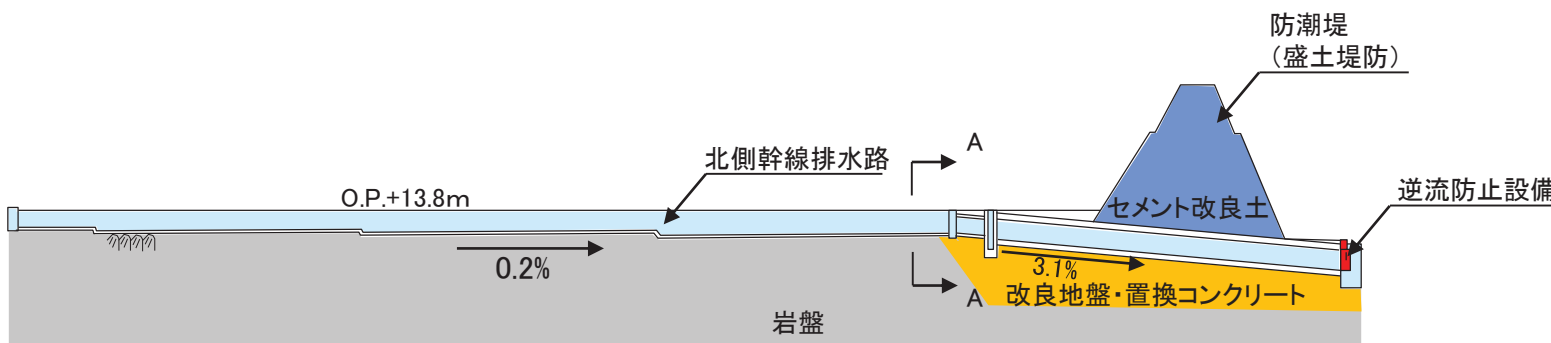
- 敷地内の雨水を海域まで自然流下させる発電所の構内排水路(幹線排水路及び支線排水路)は、原子炉建屋等の主要な施設(O.P.+13.8m盤)の周囲に網目状に配置する計画(2号炉再稼働時を想定)としていることから、通常時には、敷地のどのエリアから溢水が生じたとしても、構内の支線排水路から北側又は南側幹線排水路に流れ、確実に海域へ排水できる構造となっている。



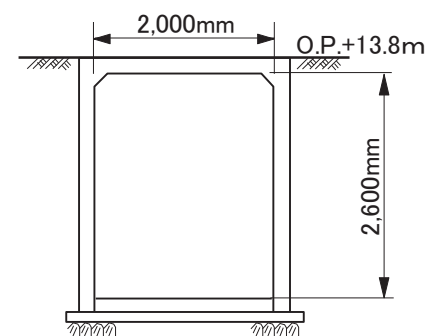
2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 10)(5/9)

【構内排水路の構造】

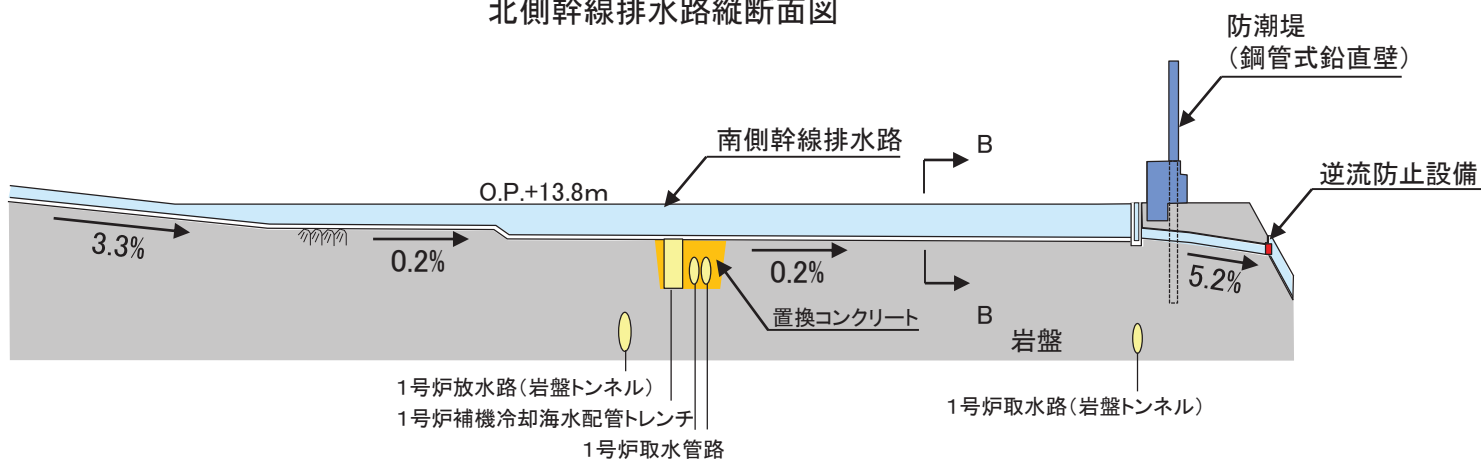
- 北側幹線排水路(O.P.+13.8m盤より下流側)については、岩盤又は改良地盤、置換コンクリート、セメント改良土に支持され、防潮堤(盛土堤防)を横断して海側へ流下する構造となっており、海側の出口には逆流防止設備を設置している。
- 南側幹線排水路(O.P.+13.8m盤より下流側)については、岩盤又は置換コンクリートに支持され、防潮堤(鋼管式鉛直壁)を横断(岩盤トンネル)して海側へ流下する構造となっており、海側の出口には逆流防止設備を設置している。



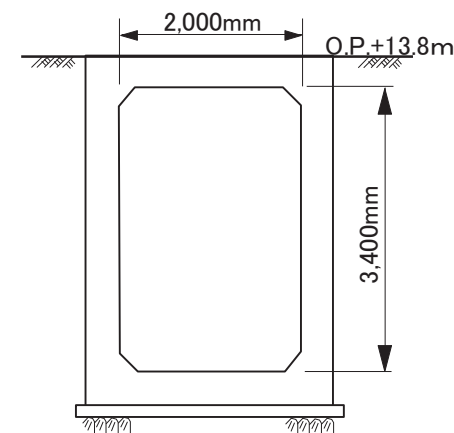
北側幹線排水路縦断面図



北側幹線排水路断面図(A-A断面)



南側幹線排水路縦断面図

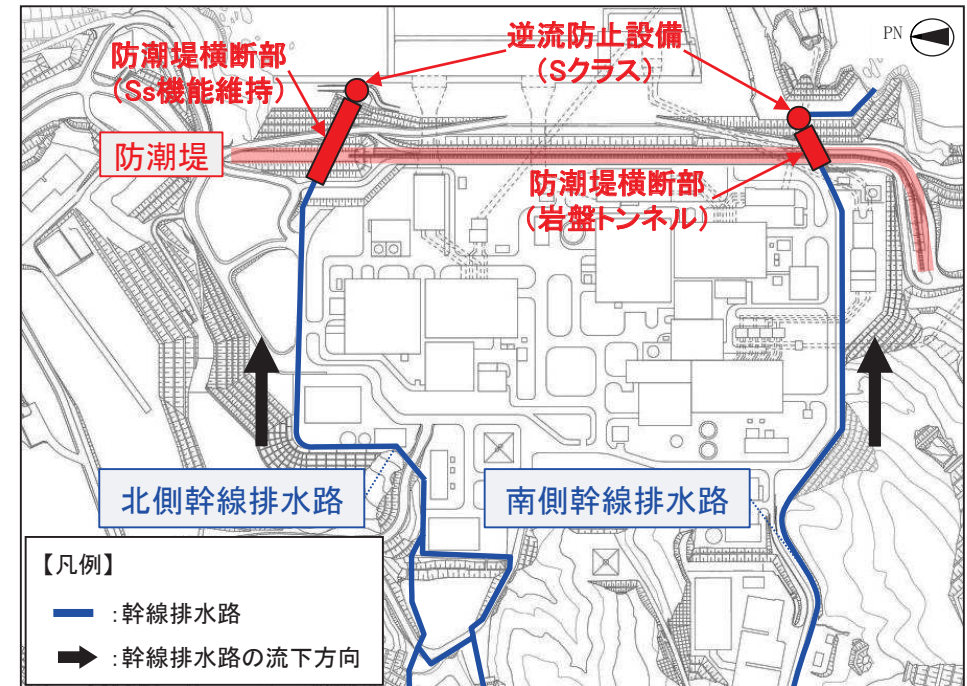


南側幹線排水路断面図(B-B断面)

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 10)(6/9)

【構内排水路の耐震性】

- 北側幹線排水路の防潮堤横断部はS_s機能維持, 南側幹線排水路の防潮堤横断部は岩盤内に構築していること, 幹線排水路の海側の出口にはそれぞれSクラスの逆流防止設備を設置することから, 地震後においても幹線排水路の下流側は健全性を保持し, 確実に海域へ排水できる。
- それより上流側のO.P.+13.8m盤の北側及び南側幹線排水路については, 内空断面が大きく, 岩盤又は改良地盤等に支持されていることから, 地震後においても内空断面が完全に閉塞されるような大規模な損壊が生じる可能性は低く, 段差や不陸等が生じにくい構造となっており, 下流側への動水勾配が確保され, 排水機能は維持されるものと考えられる。また, 地震による損壊や土砂等の流入によって, 仮に幹線排水路が部分的に閉塞したとしても, 幹線排水路周辺の道路等を伝わって下流側の防潮堤横断部まで流下することで, 海側への排水機能が喪失する状態とはならないと考えられる。
- 一方, 北側又は南側幹線排水路に繋がる構内の支線排水路は, 内空断面が小さく, 岩着していない区間も多いことから, 地震によって段差や不陸等が生じて下流側への動水勾配が確保できなくなったり, 損壊や土砂等の流入によって排水機能を維持できない区間が発生する可能性がある。



構内排水路の概要

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 10)(7/9)

【構内排水路の排水計画】

- 幹線排水路の排水能力は下表のとおりであり、構内排水路が健全な状態であれば、屋外タンクの損傷による溢水及び2号炉補機冷却海水系放水路からの津波襲来時の溢水(合計18,192m³)も十分排水可能である。
- 一方、前頁で整理したように、地震の影響によって構内排水路の一部が損傷する可能性があり、地震後の幹線排水路や支線排水路の機能が低下した状態においても、敷地内の溢水源(屋外タンク等)からの溢水を敷地内に長時間滞水させずに速やかに排水できるように、自主的対策として確実に海域へ排水できるような配慮を行うこととする。

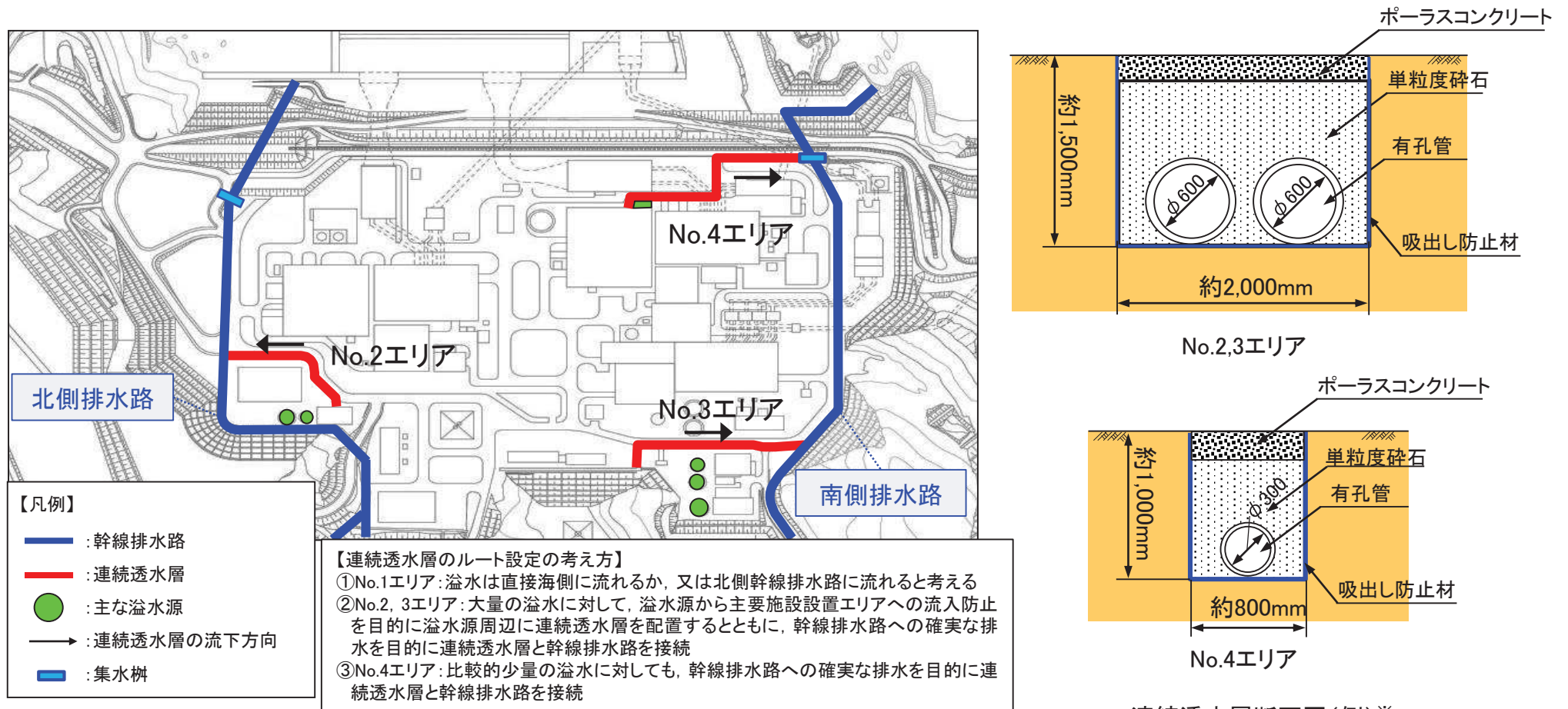
排水路名	仕様	排水可能流量 [m ³ /s]
北側幹線排水路	ボックスカルバート B3000, H2500	51.16
南側幹線排水路	ダブルプレスト管 φ1000×3	16.23

※: 林地開発許可申請書記載値(平成29年12月)

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 10)(8/9)

【排水計画における配慮事項(1)】

- No.2エリア及びNo.3エリアの屋外タンクからの溢水について、地震後においても、北側又は南側幹線排水路へ確実に流下できるように、溢水源周辺から幹線排水路までの区間に、透水性の高い層を設けるといった配慮を行うこととする。
- また、2号炉補機冷却海水系放水路(No.4エリア)からの津波襲来時の溢水についても、南側幹線排水路へ確実に流下できるように、溢水源周辺から幹線排水路までの区間に、透水性の高い層を設けるといった配慮を行うこととする。



連続透水層平面配置図(例)※

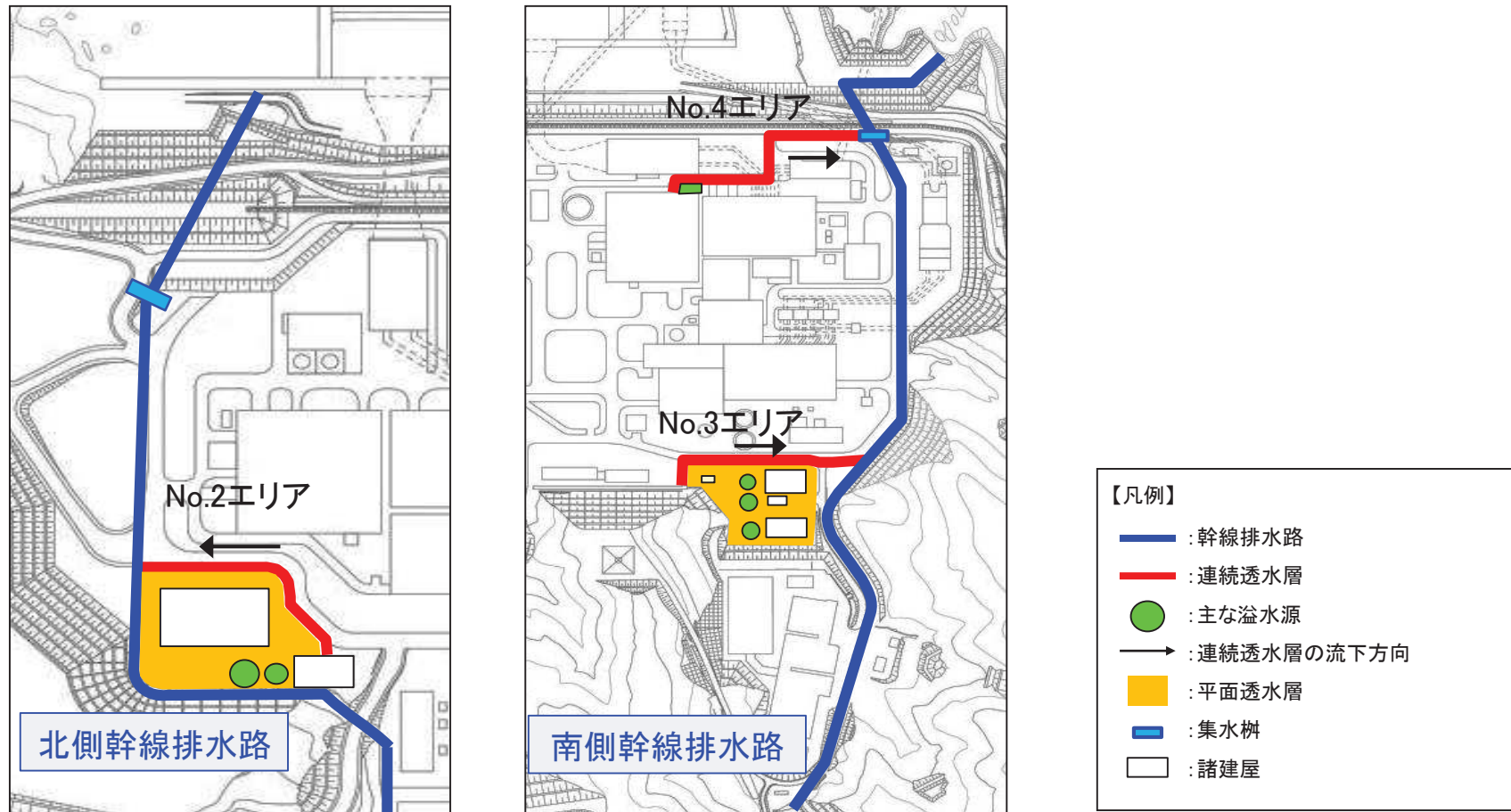
連続透水層断面図(例)※

※: 連続透水層の概略的な案を示したものであり、今後の詳細設計において具体的な構造等を決定していく。

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 10)(9/9)

【排水計画における配慮事項(2)】

- 敷地内における溢水源の大部分を占めるNo.2エリア及びNo.3エリア周辺には、溢水した水が長時間滞水しないように、平面的に水を地中部に浸透させて、北側又は南側幹線排水路に繋がる透水性の高い層へ導水するような配慮を行い、排水計画の信頼性を高めることとする。



平面透水層配置図(例)※

※: 平面透水層の概略的な案を示したものであり、今後の詳細設計において具体的な構造等を決定していく。

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 19)(1/2)

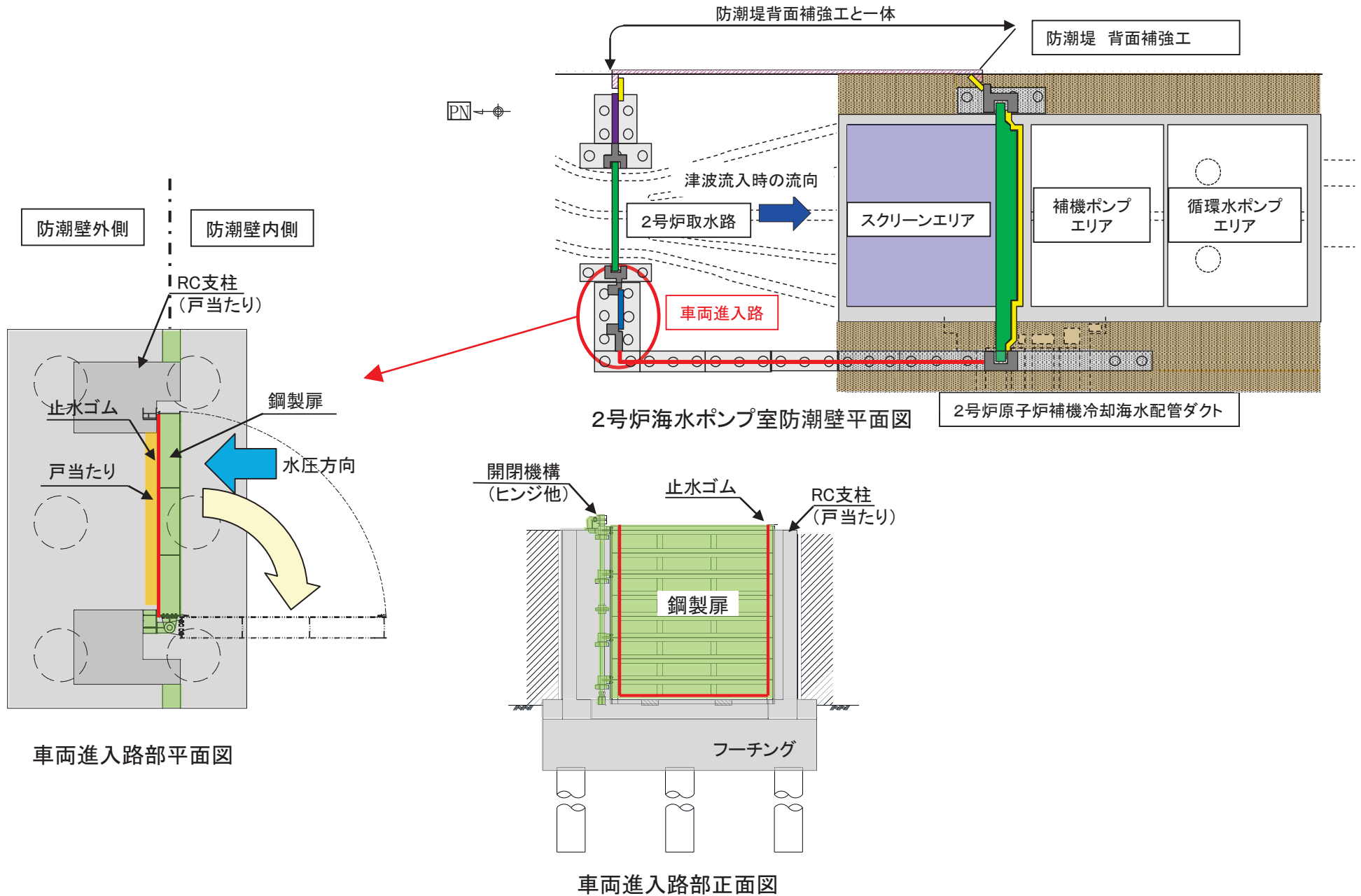
(1) 指摘事項

鋼製遮水壁(車両進入箇所)の鋼製扉の閉止運用について、積雪、風等の様々な環境条件下でも確実に閉止できることとするための配慮事項及び設備の保守・点検の方針を提示すること。

(2) 回答

- 車両進入路部は、常時閉運用としており車両の進入が作業上必要な場合のみ一時的に開閉するものである。
- 防潮壁に囲まれたスクリーンエリアに人員が出入りするため昇降設備(梯子など)を設置し、車両進入時以外は鋼製扉を開閉しない運用とする。
- 雪や風等に関する警報が発出されている場合には原則開操作を行わないこととするなど、閉止が困難となる可能性がある場合に開操作を行わない運用を定めることとする。
- 人力で確実に閉止できるようにするための配慮事項として、油圧装置を詳細設計の中で検討する。また、人員用の昇降設備を設置するため、閉止作業時に防潮壁内側から鋼製扉を押すことが可能である。
- 設備の保守点検については、各部位の要求性能等を踏まえ、点検項目や点検方法等を定めて実施するものとする。鋼製扉については、確実に開閉可能であることを維持するため、動作を確認する点検を実施する。
- また、交換が必要な部品については、作業中に鋼製扉が連続して開放状態にならないような配慮として、代替品を準備するなどの対応を行う。

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 19)(2/2)



車両進入路部平面図

車両進入路部正面図

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 20)(1 / 16)

(1) 指摘事項

入力津波高さの設定について、様々なばらつきや不確かさの組合せの検討プロセスを整理して提示するとともに、それらの結果を提示すること。

(2) 回答

- 入力津波高さの設定について、各ケースの検討において考慮した不確かさについて整理して結果とともに提示する。
- 入力津波高さの設定位置は以下のとおり。詳細については次頁以降で説明する。

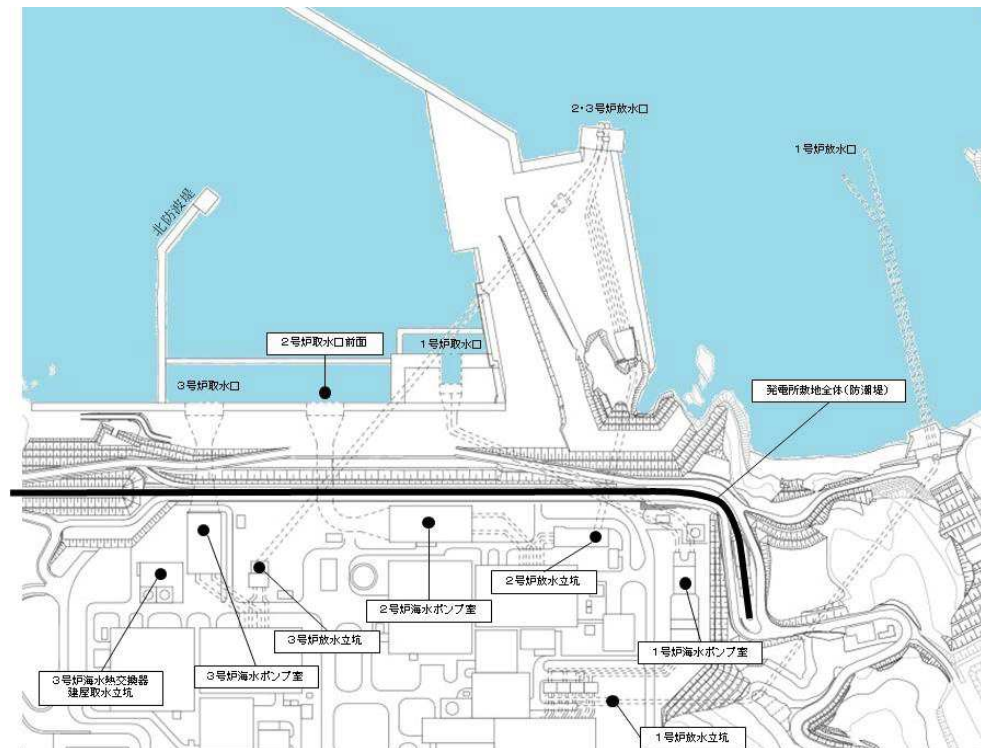


図1 入力津波の設定位置

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 20)(2/16)

【入力津波の設計因子・設定位置(1/3)】

- 基準津波の評価結果を踏まえ、津波防護施設、浸水防止設備の設計・評価に用いる入力津波については、以下の考え方に基づき設定した。
- 入力津波の設定に当たっては、津波防護の基本方針に基づき、設計・評価項目を定め、女川原子力発電所2号炉の敷地の特徴を考慮し、着目すべき因子ごとに保守的になるケースを想定する。

津波高さ

津波高さ以外

表1 入力津波の設計因子・設定位置(1)

設計・評価項目	設計・評価方針	設定すべき主たる入力津波		
		因子(評価荷重)	設定位置	
敷地への浸水防止(外郭防護1)				
遡上波の敷地への地上部からの到達・流入防止	津波防護対象設備を内包する建屋及び重要な安全機能を有する屋外設備等は、基準津波による遡上波が到達する高さにある場合には、津波防護施設、浸水防止設備の設置により遡上波が到達しないことを確認。	発電所遡上域最高水位	発電所敷地全体	
取水路・放水路等の経路からの津波の流入の防止	取水路、放水路等の経路から、津波が流入する可能性のある経路を検討した上で、流入の可能性のある経路(扉、開口部、貫通部等)を特定し、特定した経路に対して、浸水防止対策を施すことにより津波の流入を防止する。	水路内最高水位	取水路	海水ポンプ室(1~3号炉)
			放水路	海水熱交換器建屋取水立坑(3号炉)
漏水による重要な安全機能への影響防止(外郭防護2)				
安全機能への影響確認	浸水想定範囲が存在する場合、その周辺に重要な安全機能を有する施設等がある場合は防水区画化し、必要に応じて防水区画内への浸水量評価を実施し安全機能への影響がないことを確認する。	水路内最高水位	取水路	海水ポンプ室(2・3号炉)

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 20)(3/16)

【入力津波の設計因子・設定位置(2/3)】

津波高さ

津波高さ以外

表1 入力津波の設計因子・設定位置(2)

設計・評価項目	設計・評価方針	設定すべき主たる入力津波		
		因子(評価荷重)	設定位置	
水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止				
基準津波による水位の低下に対する海水ポンプの機能保持, 海水確保	基準津波による水位低下に対して, 非常用海水冷却系による冷却に必要な海水が確保できる設計であることを確認する。	取水口前面最低水位※	取水路	取水口前面(2号炉)
		水路内最低水位	取水路	海水ポンプ室(2号炉)
砂の移動・堆積に対する通水性確保	基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積に対して取水口及び取水路の通水性が確保できる設計であることを確認する。 基準津波による水位変動に伴う海底の砂移動・堆積に対して海水ポンプの取水性が確保できる設計であることを確認する。	砂堆積高さ	取水口前面(2号炉), 海水ポンプ室(2号炉)	
混入した浮遊砂に対する海水ポンプの機能保持	浮遊砂に対して海水ポンプが軸受固着, 摩擦等により機能喪失しないことを確認する。	砂濃度	海水ポンプ室(2号炉)	
漂流物に対する通水性確保	発電所に漂流する可能性がある施設・設備に対して, 2号炉取水口に到達し閉塞させないことを確認する。	流況(流向・流速)	港湾外, 港湾内	
津波監視	津波監視設備として設置する取水ピット水位計の測定範囲が基準津波の水位変動の範囲内であることを確認する。	水路内最高水位	取水路	海水ポンプ室(2号炉)

※ 取水口前面最低水位と併せて貯留堰高さ(O.P.-6.3m)を下回る時間も確認する。

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 20)(4/16)

【入力津波の設計因子・設定位置(3/3)】

津波高さ
津波高さ以外

表1 入力津波の設計因子・設定位置(3)

設計・評価項目		設計・評価方針	設定すべき主たる入力津波	
			因子(評価荷重)	設定位置
施設・設備の設計・評価の方針及び条件				
津波防護施設の設計	防潮堤	考慮すべき荷重の組合せに対して津波防護機能が維持できる設計とする。	津波荷重(最高水位)	防潮堤設置位置
			漂流物衝突力(流速)※	防潮堤設置位置
	防潮壁		津波荷重(最高水位)	防潮壁設置位置
	流路縮小工		津波荷重(最高水位)	流路縮小工設置位置
			津波荷重(最高水位)	貯留堰設置位置
	貯留堰		漂流物衝突力(流速)※	貯留堰設置位置
浸水防止設備の設計	逆流防止設備	考慮すべき荷重の組合せに対して浸水防止機能が維持できる設計とする。	津波荷重(最高水位)	逆流防止設備設置位置
			漂流物衝突力(流速)※	逆流防止設備設置位置
	水密扉		津波荷重(最高水位)	水密扉設置位置
	浸水防止蓋		津波荷重(最高水位)	浸水防止蓋設置位置
	浸水防止壁		津波荷重(最高水位)	浸水防止壁設置位置
	貫通部止水処置		津波荷重(最高水位)	貫通部止水処置設置位置
	逆止弁ファンネル		津波荷重(最高水位)	逆止弁ファンネル設置位置

※ 漂流物衝突力として考慮する流速については、工認段階で設定する。

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 20)(5/16)

【入力津波高さに対する影響要因の取り扱いについて】

- ・ 入力津波高さに対する影響要因について検討し、評価が保守的となるように入力津波を設定した。

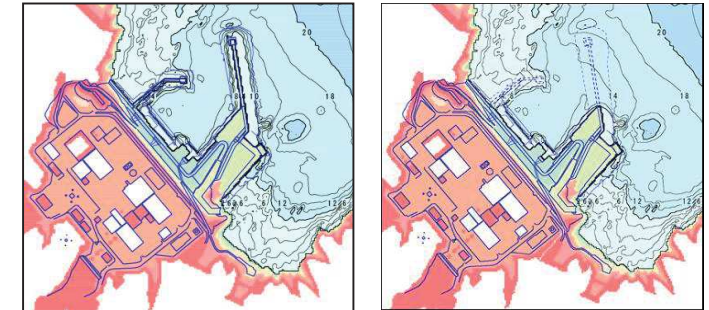
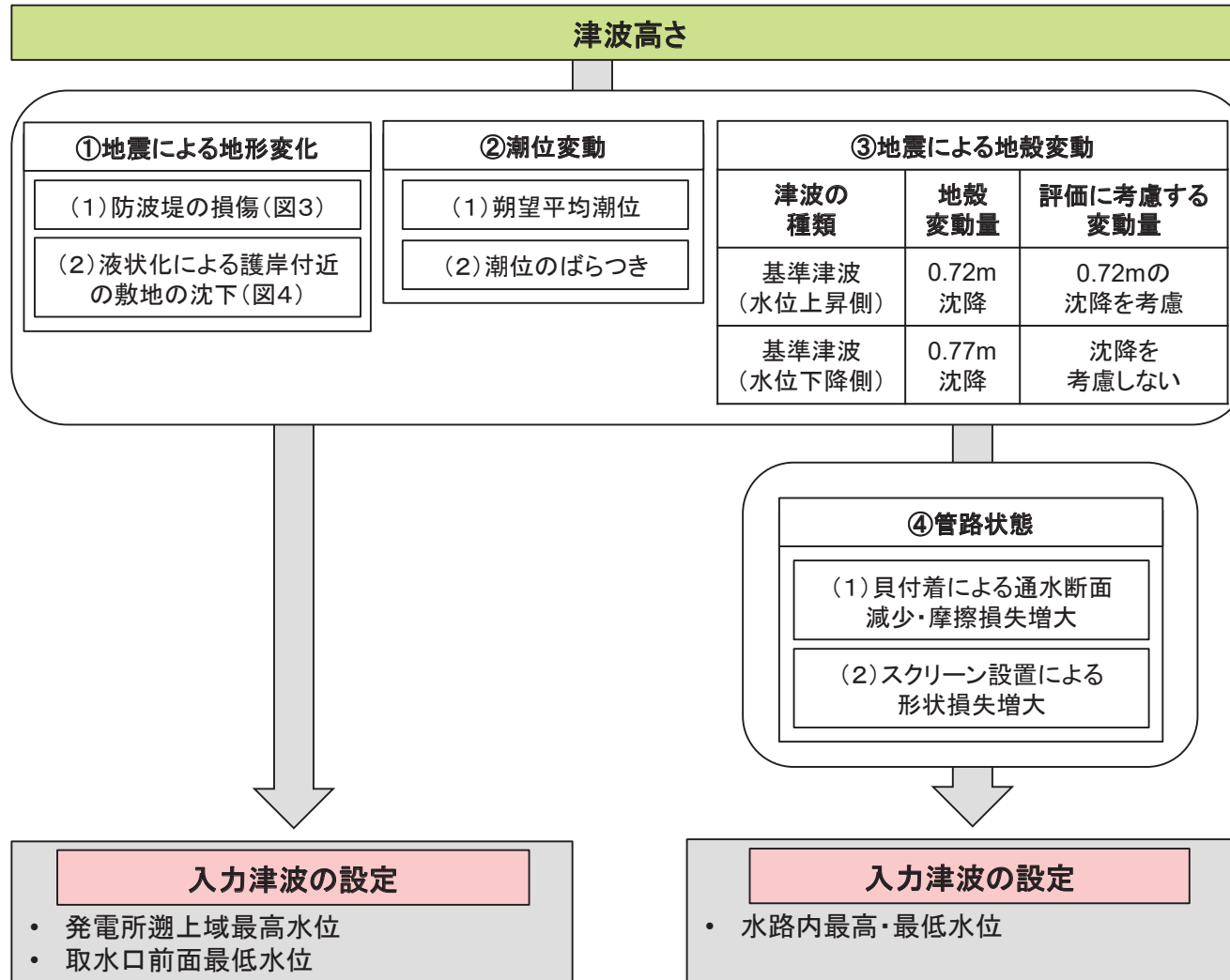


図3 防波堤の損傷を考慮した地形モデル
(左)防波堤あり, (右)防波堤なし

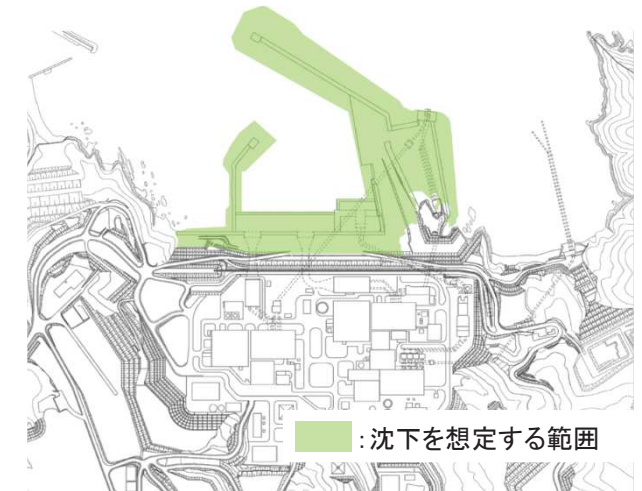


図4 液状化による護岸付近の敷地の沈下範囲

図2 入力津波の検討フロー

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 20)(6/16)

【各取水路の縦断面図と貝付着考慮範囲】



図5(1) 1号炉取水路縦断面図



図5(2) 1号炉取水路貝付着考慮範囲(標準断面)



図6(1) 2号炉取水路縦断面図



図6(2) 2号炉取水路貝付着考慮範囲(標準断面)



図7(1) 3号炉取水路縦断面図



図7(2) 3号炉取水路貝付着考慮範囲(標準断面)

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 20)(7/16)

【各放水路の縦断面図と貝付着考慮範囲】



図8(1) 1号炉放水路縦断面図



図8(2) 1号炉放水路貝付着考慮範囲(標準断面)



図9(1) 2号炉放水路縦断面図



図9(2) 2号炉放水路貝付着考慮範囲(標準断面)



図10(1) 3号炉放水路縦断面図



図10(2) 3号炉放水路貝付着考慮範囲(標準断面)

防護上の観点又は機密に係わる事項を含む為、公開できません

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 20)(8/16)

【入力津波高さに関するパラメータスタディの結果(1/8)】

- ・ 入力津波に対する影響要因について検討し、評価が保守的になるように入力津波を設定した。

表2 津波高さに関する入力津波のパラメータスタディ結果(1)

入力津波の種類	検討対象基準津波	設定位置	入力津波に対する影響要因							水位(O.P.m)	設計又は評価に用いる入力津波(O.P.m)	
			①地震による地形変化			②潮位変動		③地震による地殻変動(m)	④管路状態			
			(1)防波堤 ○:あり ×:なし	(2)護岸付近の敷地の沈下 ○:現地形 ×:1m沈下	敷地前面最大水位上昇量(m)	(1)朔望平均潮位(O.P.m)	(2)潮位のばらつき(m)		(1)貝付着 ○:あり ×:なし			(2)スクリーン損失 ○:あり ×:なし
発電所遡上域最高水位	基準津波(水位上昇側)	発電所敷地全体(防潮堤)	○	○	+21.58	朔望平均満潮位+1.43	+0.16	沈降を考慮+0.72	管路解析対象外	+23.89	+24.4	
				×	+22.03					+24.34		
			×	○	+20.64					+22.95		
				×	+21.19					+23.50		

表2 津波高さに関する入力津波のパラメータスタディ結果(2)

入力津波の種類	検討対象基準津波	設定位置	入力津波に対する影響要因							水位(O.P.m)	設計又は評価に用いる入力津波(O.P.m)	
			①地震による地形変化			②潮位変動		③地震による地殻変動(m)	④管路状態			
			(1)防波堤 ○:あり ×:なし	(2)護岸付近の敷地の沈下 ○:現地形 ×:1m沈下	敷地前面最大水位下降量(m)	(1)朔望平均潮位(O.P.m)	(2)潮位のばらつき(m)		(1)貝付着 ○:あり ×:なし			(2)スクリーン損失 ○:あり ×:なし
取水口前面最低水位	基準津波(水位下降側)	取水口前面(2号炉)	○	○	-10.38	朔望平均干潮位-0.14	-0.10	沈降を考慮しない	管路解析対象外	-10.62	-11.6*	
				×	-10.36					-10.60		
			×	○	-11.35					-11.59		
				×	-11.32					-11.56		

※ 貯留堰高さ(O.P.-6.3m)を下回る時間は約3分であり、非常用海水冷却系による冷却に必要な海水は確保できる。

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 20)(9/16)

【入力津波高さに関するパラメータスタディの結果(2/8)】

表2 津波高さに関する入力津波のパラメータスタディ結果(3)

入力津波の種類	検討対象基準津波	設定位置	入力津波に対する影響要因							水位(O.P.m)	設計又は評価に用いる入力津波(O.P.m)	
			①地震による地形変化			②潮位変動		③地震による地殻変動(m)	④管路状態			
			(1)防波堤 ○:あり ×:なし	(2)護岸付近の敷地の沈下 ○:現地形 ×:1m沈下	取水口前面最大水位上昇量(m)	(1)朔望平均潮位(O.P.m)	(2)潮位のばらつき(m)		(1)貝付着 ○:あり ×:なし			(2)スクリーン損失 ○:あり ×:なし
水路内最高水位	基準津波(水位上昇側)	海水ポンプ室(1号炉)	○	○	+18.41	朔望平均満潮位+1.43	+0.16	沈降を考慮+0.72	○	○	+10.34	+10.4
					×				×	+10.34		
					×				○	+10.38		
					×				×	+10.38		
					○				○	+10.34		
					○				×	+10.34		
			×	×	+18.35	×	○	+10.38				
					×	×	+	+10.38				
					○	○	+10.30					
					○	×	+10.30					
					×	○	+10.34					
					×	×	+10.34					
×	×	+18.39	○	○	+10.31							
		×	×	+	+10.31							
		○	○	+10.34								
		○	×	+10.34								
		×	○	+10.34								
		×	×	+10.34								
×	×	+18.47	×	○	+10.34							
		×	×	+10.34								

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 20)(10/16)

【入力津波高さに関するパラメータスタディの結果(3/8)】

表2 津波高さに関する入力津波のパラメータスタディ結果(4)

入力津波の種類	検討対象基準津波	設定位置	入力津波に対する影響要因							水位(O.P.m)	設計又は評価に用いる入力津波(O.P.m)	
			①地震による地形変化			②潮位変動		③地震による地殻変動(m)	④管路状態			
			(1)防波堤 ○:あり ×:なし	(2)護岸付近の敷地の沈下 ○:現地形 ×:1m沈下	取水口前面最大水位上昇量(m)	(1)朔望平均潮位(O.P.m)	(2)潮位のばらつき(m)		(1)貝付着 ○:あり ×:なし			(2)スクリーン損失 ○:あり ×:なし
水路内最高水位	基準津波(水位上昇側)	海水ポンプ室(2号炉)	○	○	+19.14	朔望平均満潮位+1.43	+0.16	沈降を考慮+0.72	○	○	+17.19	+18.1
					×					×	+17.24	
					×					○	+17.54	
					×					×	+17.60	
					○					○	+17.31	
					○					×	+17.35	
			×	×	+19.15	朔望平均満潮位+1.43	+0.16	沈降を考慮+0.72	○	○	+17.65	
					×					×	+17.71	
					×					○	+17.63	
					×					×	+17.68	
					×					○	+17.98	
					×					×	+18.03	
×	×	+18.91	朔望平均満潮位+1.43	+0.16	沈降を考慮+0.72	○	○	+17.67				
		×					×	+17.71				
		×					○	+18.01				
		×					×	+18.06				
		×					○	+17.81				
		×					×	+18.81				

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 20)(11/16)

【入力津波高さに関するパラメータスタディの結果(4/8)】

表2 津波高さに関する入力津波のパラメータスタディ結果(5)

入力津波の種類	検討対象基準津波	設定位置	入力津波に対する影響要因							水位(O.P.m)	設計又は評価に用いる入力津波(O.P.m)		
			①地震による地形変化			②潮位変動		③地震による地殻変動(m)	④管路状態				
			(1)防波堤 ○:あり ×:なし	(2)護岸付近の敷地の沈下 ○:現地形 ×:1m沈下	取水口前面最大水位上昇量(m)	(1)朔望平均潮位(O.P.m)	(2)潮位のばらつき(m)		(1)貝付着 ○:あり ×:なし			(2)スクリーン損失 ○:あり ×:なし	
水路内最高水位	基準津波(水位上昇側)	海水ポンプ室(3号炉)	○	○	+19.35	朔望平均満潮位+1.43	+0.16	沈降を考慮+0.72	○	○	+18.26	+19.0	
					×					×	+18.32		
					×					○	+18.48		
					×					×	+18.55		
					○					○	+18.36		
					○					×	+18.42		
			×	×	+19.36	朔望平均満潮位+1.43	+0.16	沈降を考慮+0.72	○	×	○		+18.59
					×					×	+18.66		
					×					○	+18.65		
					×					×	+18.71		
					×					○	+18.87		
					×					×	+18.93		
×	×	+19.55	朔望平均満潮位+1.43	+0.16	沈降を考慮+0.72	○	○	+18.67					
		×					×	+18.73					
		×					○	+18.89					
		×					×	+18.95					
		×					○	+18.67					
		×					×	+18.73					
×	×	+19.34	朔望平均満潮位+1.43	+0.16	沈降を考慮+0.72	○	○	+18.67					
		×					×	+18.73					
		×					○	+18.89					
		×					×	+18.95					
		×					○	+18.67					
		×					×	+18.73					

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 20)(12/16)

【入力津波高さに関するパラメータスタディの結果(5/8)】

表2 津波高さに関する入力津波のパラメータスタディ結果(6)

入力津波の種類	検討対象基準津波	設定位置	入力津波に対する影響要因							水位(O.P.m)	設計又は評価に用いる入力津波(O.P.m)		
			①地震による地形変化			②潮位変動		③地震による地殻変動(m)	④管路状態				
			(1)防波堤 ○:あり ×:なし	(2)護岸付近の敷地の沈下 ○:現地形 ×:1m沈下	取水口前面最大水位上昇量(m)	(1)朔望平均潮位(O.P.m)	(2)潮位のばらつき(m)		(1)貝付着 ○:あり ×:なし			(2)スクリーン損失 ○:あり ×:なし	
水路内最高水位	基準津波(水位上昇側)	海水熱交換器建屋取水立坑(3号炉)	○	○	+19.35	朔望平均満潮位+1.43	+0.16	沈降を考慮+0.72	○	○	○	+18.21	+19.0
					×					×	+18.27		
					×					○	+18.46		
					×					×	+18.53		
					○					○	+18.31		
					○					×	+18.37		
			×	×	+19.36	×	○	○	+18.57				
					+	×	×	×	+18.64				
					+	○	○	○	+18.60				
					+	×	×	×	+18.66				
					+	○	○	○	+18.85				
					+	×	×	×	+18.91				
×	×	+19.55	○	+	○	+	○	×	○	○	+18.62		
		+									×	+18.68	
		+									○	+18.87	
		+									×	+18.93	
		+									○	+18.87	
		+									×	+18.93	

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 20)(13/16)

【入力津波高さに関するパラメータスタディの結果(6/8)】

表2 津波高さに関する入力津波のパラメータスタディ結果(7)

入力津波の種類	検討対象基準津波	設定位置	入力津波に対する影響要因								水位(O.P.m)	設計又は評価に用いる入力津波(O.P.m)
			①地震による地形変化			②潮位変動		③地震による地殻変動(m)	④管路状態			
			(1)防波堤 ○:あり ×:なし	(2)護岸付近の敷地の沈下 ○:現地形 ×:1m沈下	放水口前面最大水位上昇量(m)	(1)朔望平均潮位(O.P.m)	(2)潮位のばらつき(m)		(1)貝付着 ○:あり ×:なし	(2)スクリーン損失 ○:あり ×:なし		
水路内最高水位	基準津波(水位上昇側)	放水立坑(1号炉)	○	○	+16.39	朔望平均満潮位+1.43	+0.16	沈降を考慮+0.72	○※1	○	+11.79	+11.8
				×	+16.70				×	+11.79		
			×	○	+17.71				○※1	○	+11.76	
				×	+17.60				×	+11.76		
			○	○	+17.07				○※1	○	+11.61	
			×	×	+17.34				×	+11.61		
水路内最高水位	基準津波(水位上昇側)	放水立坑(2号炉)	○	○	+17.07	朔望平均満潮位+1.43	+0.16	沈降を考慮+0.72	○※2	—※3	+17.09	+17.4
				×	+17.21				○※2	—※3	+17.17	
			×	○	+17.18				○※2	—※3	+17.32	
				×	+17.34				○※2	—※3	+17.35	

※1:1号炉放水路は、流路縮小工設置時、施工区間の清掃を実施することから、当該区間を「貝付着なし」とした評価結果について、「指摘事項No.7:1号炉放水路流路縮小工設置に伴う補機冷却系海水ポンプ運転時の放水立坑からの溢水の有無」に合わせて回答する。

※2:2号炉放水路は、1系統のみであるとともに水深が深いこと等から抜水点検できない構造となっており、清掃は行わない。また、清掃可能な箇所である放水立坑について「貝付着なし」とすると、津波溢水に対する容量が大きくなり、水位低減に寄与することから、「貝付着あり」を基本条件とする。

※3:2号炉補機放水路は、基準津波時に逆流防止設備により遮断されるため、補機冷却系海水ポンプ流量が水位に与える影響はない。

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 20)(14/16)

【入力津波高さに関するパラメータスタディの結果(7/8)】

表2 津波高さに関する入力津波のパラメータスタディ結果(8)

入力津波の種類	検討対象基準津波	設定位置	入力津波に対する影響要因							水位(O.P.m)	設計又は評価に用いる入力津波(O.P.m)	
			①地震による地形変化			②潮位変動		③地震による地殻変動(m)	④管路状態			
			(1)防波堤 ○:あり ×:なし	(2)護岸付近の敷地の沈下 ○:現地形 ×:1m沈下	放水口前面最大水位上昇量(m)	(1)朔望平均潮位(O.P.m)	(2)潮位のばらつき(m)		(1)貝付着 ○:あり ×:なし			(2)スクリーン損失 ○:あり ×:なし
水路内最高水位	基準津波(水位上昇側)	放水立坑(3号炉)	○	○	+17.07	朔望平均満潮位+1.43	+0.16	沈降を考慮+0.72	○*	○	+17.17	+17.5
				×	+17.21				×	+17.17		
				×	+17.18				○*	○	+17.28	
				×	+17.34				×	+17.28		
			×	○	+17.18				○*	○	+17.40	
				×	+17.34				×	+17.40		
				○*					○	+17.44		
				×					×	+17.44		

※:3号炉放水路は、1系統のみであるとともに水深が深いこと等から抜水点検できない構造となっており、清掃は行わない。また、清掃可能な箇所である放水立坑について「貝付着なし」とすると、津波溢水に対する容量が大きくなり、水位低減に寄与することから、「貝付着あり」を基本条件とする。

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 20)(15/16)

【入力津波高さに関するパラメータスタディの結果(8/8)】

表2 津波高さに関する入力津波のパラメータスタディ結果(9)

入力津波の種類	検討対象基準津波	設定位置	入力津波に対する影響要因							水位(O.P.m)	設計又は評価に用いる入力津波(O.P.m)	
			①地震による地形変化			②潮位変動		③地震による地殻変動(m)	④管路状態			
			(1)防波堤 ○:あり ×:なし	(2)護岸付近の敷地の沈下 ○:現地形 ×:1m沈下	取水口前面最大水位下降量(m)	(1)朔望平均潮位(O.P.m)	(2)潮位のばらつき(m)		(1)貝付着 ○:あり ×:なし			(2)スクリーン損失 ○:あり ×:なし
水路内最低水位	基準津波(水位下降側)	海水ポンプ室(2号炉)	○	○	-10.30	朔望平均干潮位 -0.14	-0.10	沈降を考慮しない	○	○	-6.18	-6.4
					×				×	-6.18		
					×				○	-6.33		
					×				×	-6.33		
					○				○	-6.18		
					×				×	-6.19		
			×	○	-6.33							
			×	×	-6.34							
			×	○	-11.33	朔望平均干潮位 -0.14	-0.10	沈降を考慮しない	○	○	-6.16	
					×				×	-6.15		
					×				○	-6.32		
					×				×	-6.34		
○	○	-6.16										
×	×	-6.17										
×	○	-6.32										
×	×	-6.34										

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 20)(16/16)

【設定する入力津波高さ】

- ・ 入力津波に対する影響要因について検討し、設定した入力津波高さは以下のとおりである。

表3 入力津波高さ一覧表(水位上昇側)

評価位置			①地震による地形変化		②潮位変動	③地震による地殻変動	④管路状態		設計又は評価に用いる入力津波
			防波堤	護岸付近の敷地の沈下			貝付着	スクリーン損失	
発電所遡上域(防潮堤)			あり	1m沈下	O.P.+1.59m ^{※1}	沈降を考慮 +0.72m	管路解析対象外		O.P.+24.4m
水路内 最高水位	海水ポンプ室	1号炉	あり	1m沈下	O.P.+1.59m ^{※1}	沈降を考慮 +0.72m	なし	なし	O.P.+10.4m
		2号炉	なし	1m沈下	O.P.+1.59m ^{※1}	沈降を考慮 +0.72m	なし	なし	O.P.+18.1m
		3号炉	なし	1m沈下	O.P.+1.59m ^{※1}	沈降を考慮 +0.72m	なし	なし	O.P.+19.0m
	海水熱交換器建屋取水立坑	3号炉	なし	1m沈下	O.P.+1.59m ^{※1}	沈降を考慮 +0.72m	なし	なし	O.P.+19.0m
		放水立坑	1号炉	あり	現地形	O.P.+1.59m ^{※1}	沈降を考慮 +0.72m	あり	なし
	2号炉		なし	1m沈下	O.P.+1.59m ^{※1}	沈降を考慮 +0.72m	あり	— ^{※2}	O.P.+17.4m
	3号炉		なし	1m沈下	O.P.+1.59m ^{※1}	沈降を考慮 +0.72m	あり	なし	O.P.+17.5m

※1: 朔望平均満潮位O.P.+1.43mと潮位のばらつき+0.16mを考慮。

※2: 2号炉補機放水路は基準津波時に逆流防止設備により遮断されるため、補機冷却系海水ポンプ流量が水位に与える影響はない。

表4 入力津波高さ一覧表(水位下降側)

評価位置			①地震による地形変化		②潮位変動	③地震による地殻変動	④管路状態		設計又は評価に用いる入力津波
			防波堤	護岸付近の敷地の沈下			貝付着	スクリーン損失	
取水口前面最低水位			なし	現地形	O.P.-0.24m ^{※3}	沈降を考慮しない	管路解析対象外		O.P.-11.6m
水路内 最低水位	海水ポンプ室	2号炉	あり	1m沈下	O.P.-0.24m ^{※3}	沈降を考慮しない	なし	なし	O.P.-6.4m

※3: 朔望平均干潮位O.P.-0.14mと潮位のばらつき-0.10mを考慮。

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21～24)(1/47)

(1) 指摘事項

- 【No.21】漂流物の調査範囲について、継続時間を長くとした場合の流速及び流況を考慮しても現状の調査範囲が妥当であることを説明すること。
- 【No.22】漂流物の評価フローの各項目の判断基準を明確にするとともに、南三陸町等の周辺地域における3.11の津波被害状況を踏まえて、調査対象とする漂流物の妥当性を提示すること。
- 【No.23】漂流物調査対象範囲内の漁港に入港またはその周辺を航行する可能性のある大型漁船及び大型船舶の運航ルート及び緊急退避ルートと女川原子力発電所との離隔距離を調査した上で、津波の継続時間等を考慮した大型漁船等に係る漂流物の評価結果を提示すること。
- 【No.24】漂流物として抽出している車両について、どのようなものを想定しているか具体的に提示すること。

(2) 回答方針

- 【No.21,22】漂流物の調査範囲について、流向を重視し、流速にはよらず広範囲に設定していること、継続時間を長くとした場合の影響として、3.11地震に伴う津波の実績から調査範囲外からの漂流物の可能性があることも踏まえて調査範囲の妥当性を説明する。
- 【No.22】漂流物の評価フローの各項目の判断根拠について説明する。
- 【No.23】津波警報後は女川原子力発電所の沖合に退避船舶が一時的に密集することを想定し、漁船を含めた大型船舶の運航ルート及び緊急退避ルートと女川原子力発電所の離隔距離や津波の継続時間を考慮した軌跡解析等を実施し、大型船舶を漂流物として考慮しないことについて説明する。
- 【No.24】水に浮くかどうかの評価を含め、取水性を評価する上で漂流物として想定している車両の考え方を説明する。

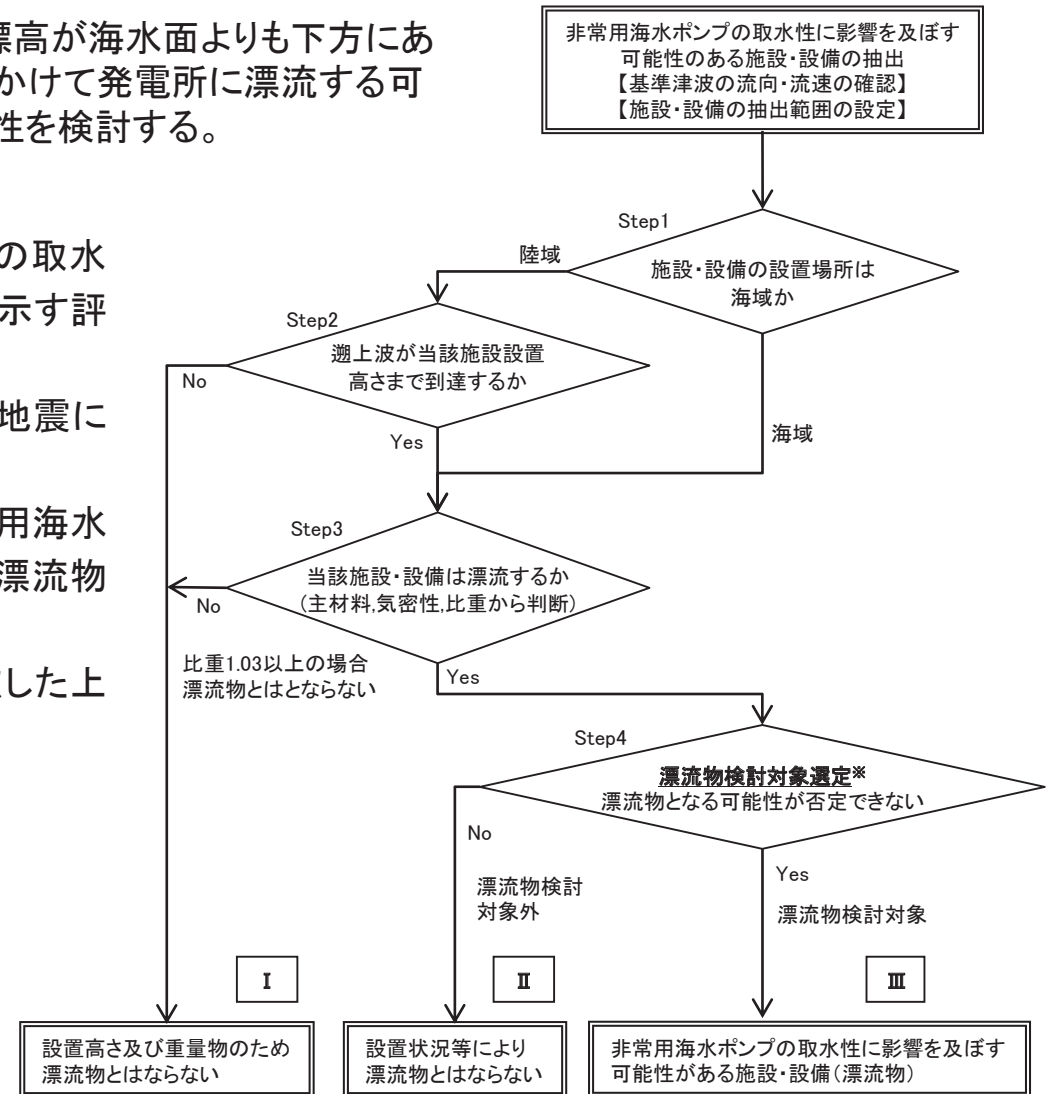
2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(2/47)

非常用海水ポンプの取水性に影響を及ぼす可能性のある漂流物の検討方針

- 非常用海水ポンプの取水性では、取水口の開口部の標高が海水面よりも下方にあることを踏まえ、津波の水位によらず、遠方から時間をかけて発電所に漂流する可能性のある施設・設備を抽出し、取水口の閉塞の可能性を検討する。
- 具体的には以下の方針で検討を行う。
 - ✓ 基準津波により漂流物となり、非常用海水ポンプの取水性に影響を及ぼす可能性がある施設・設備を右に示す評価フローにより抽出する。
 - ✓ 漂流物の抽出に当たっては、東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物の実績も参照する。
 - ✓ 抽出結果Ⅲに該当する施設・設備について、非常用海水ポンプの取水性への影響を検討し、必要に応じて漂流物対策を実施する。
 - ✓ 2号炉再稼働時の状況(仮設備の撤去等)も考慮した上で漂流物の選定を行うこととする。

※ 漂流物となる可能性がないとする判定基準

津波の流向及び地形	発電所へ漂流しない流向・地形である
設置状況	仮設備など運転再開までの撤去が予定されている
緊急退避の実効性	緊急退避の実効性が確認されている

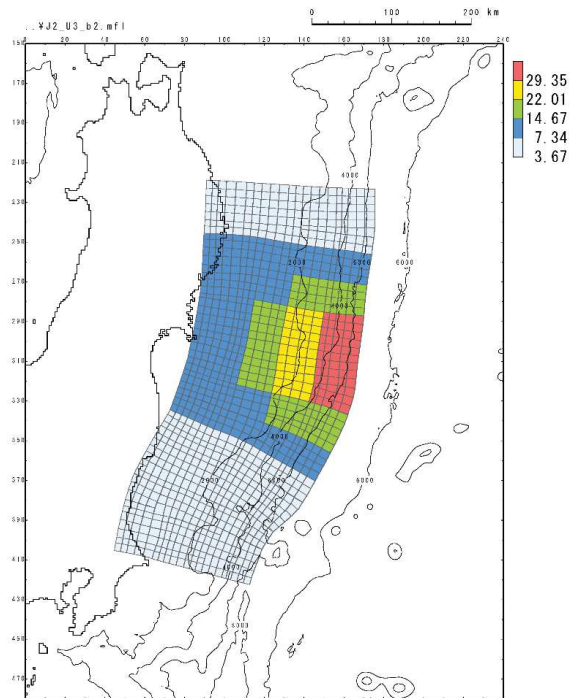


【非常用海水ポンプの取水性に影響を及ぼす可能性のある漂流物の評価フロー】

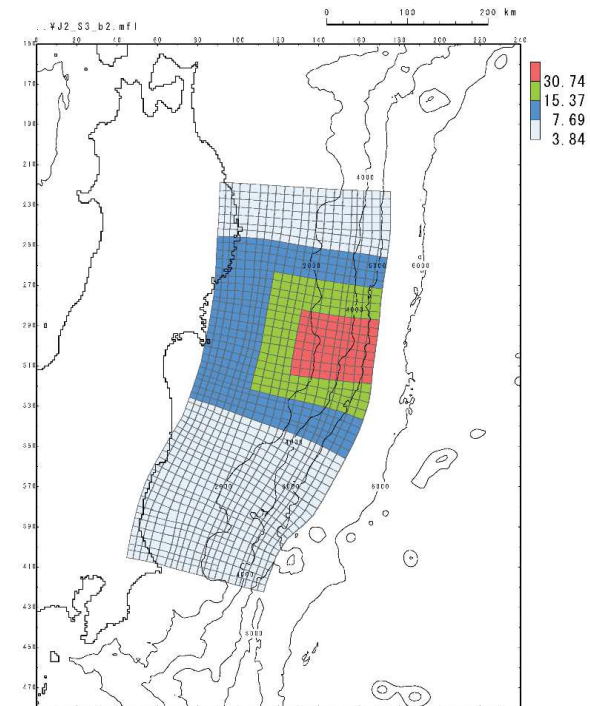
2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(3/47)

【基準津波の流向及び流速の確認】

- 女川原子力発電所の基準津波は下図のとおり上昇側と下降側の2つモデルがある。
- 上昇側と下降側, どちらも宮城県沖の大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデルであるが, 上昇側は海溝側強調モデルであり, 下降側はすべり量割り増しモデルとなっている。
- このことから, モデルが異なる2つの基準津波(上昇側と下降側)について, 女川原子力発電所とその周辺における流向及び流速を確認した(次頁以降に, 津波第一波が到達して水位最大となり, 引き波に転じるまでの代表的な流向及び流速の図を示す)。



女川原子力発電所の基準津波(水位上昇側)
(東北地方太平洋沖型の地震,
宮城県沖の大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデル)
(海溝側強調モデル)



女川原子力発電所の基準津波(水位下降側)
(東北地方太平洋沖型の地震,
宮城県沖の大すべり域の破壊特性を考慮した特性化モデル)
(すべり量割増モデル)

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(4/47)

【基準津波(上昇側)の流向及び流速の確認(1/2)】

- 上昇側の基準津波は、真東から襲来して女川湾へと伝播する。女川原子力発電所では地震発生約36分後に敷地前面に津波が到達する。
- 港湾内へは港湾口より進入し、約6分後(地震発生約42分後)に水位がおおむね最大となり、5m/s以上の流速が確認される。さらに、その約3分後(地震発生約45分後)に引き波に転ずる。

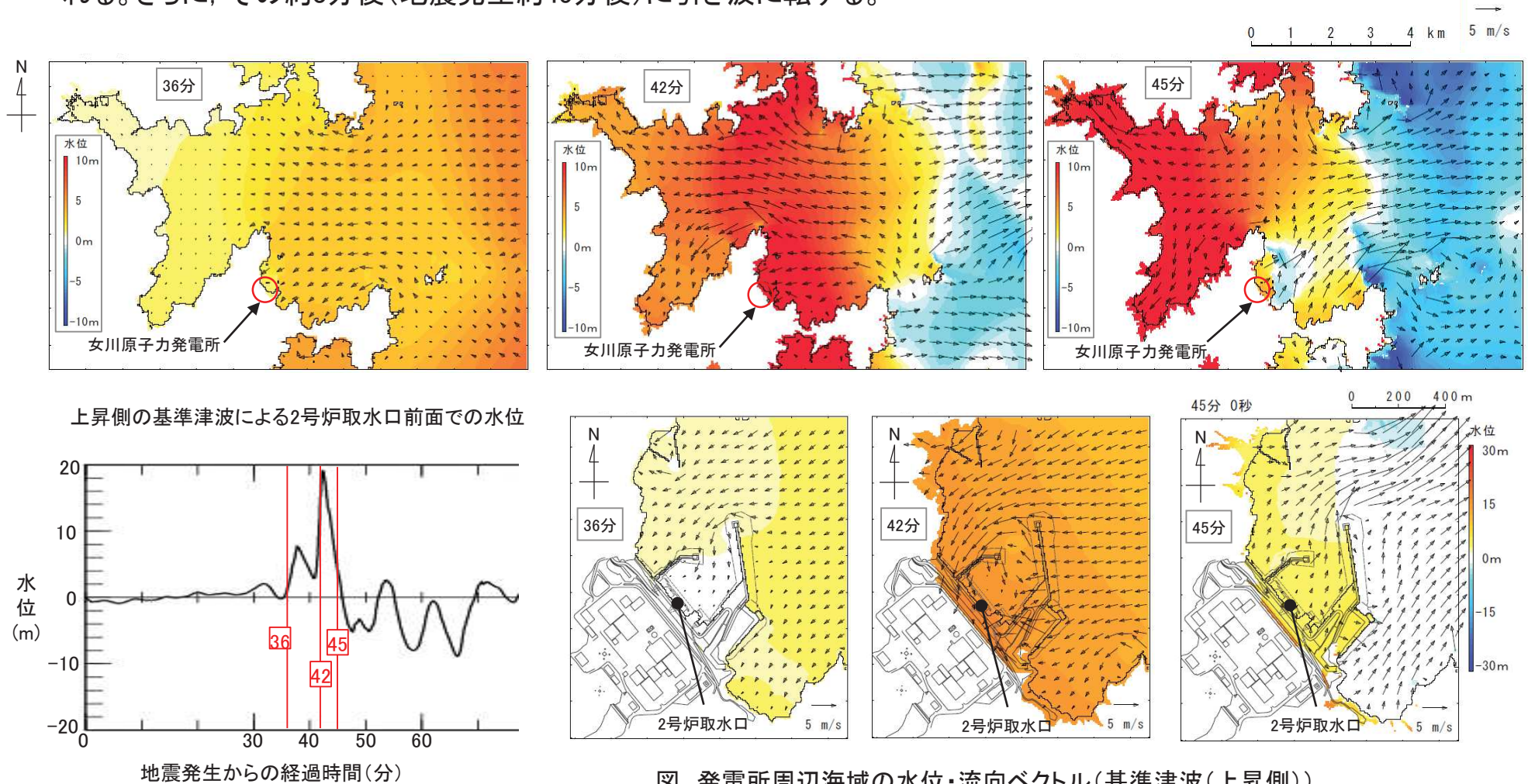


図 発電所周辺海域の水位・流向ベクトル(基準津波(上昇側))

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(5/47)

【基準津波(上昇側)の流向及び流速の確認(2/2)】

- 地震発生約50分後には、女川湾全体で引き波に転じ、それ以降は津波襲来時と逆方向の沖合へ向かう流向が卓越している。その一部では女川原子力発電所に向かう流れも確認されるが、沖合へ向かう流速に比べて小さい。

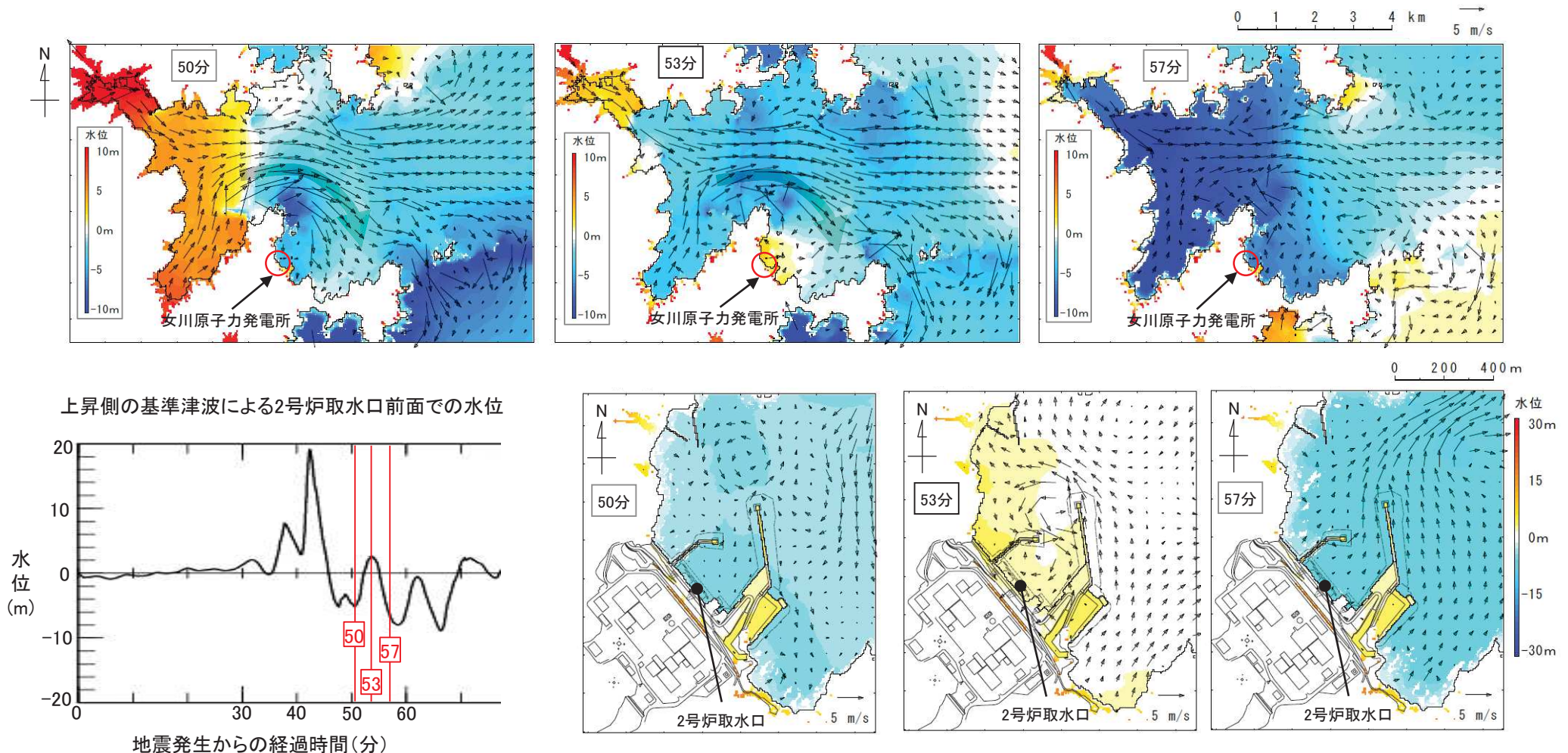


図 発電所周辺海域の水位・流向ベクトル(基準津波(上昇側))

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(6/47)

【基準津波(下降側)の流向及び流速の確認(1/2)】

- 下降側の基準津波は、真東から襲来して女川湾へと伝播する。女川原子力発電所では地震発生約36分後に敷地前面に津波が到達し、5m/s以上の流速が確認される。
- 港湾内へは港湾口より進入し、約2分後(地震発生約38分後)に水位がおおむね最大となり、その約10分後(地震発生約48分後)には引き波に転ずる。また、女川湾全体でも引き波に転ずる。

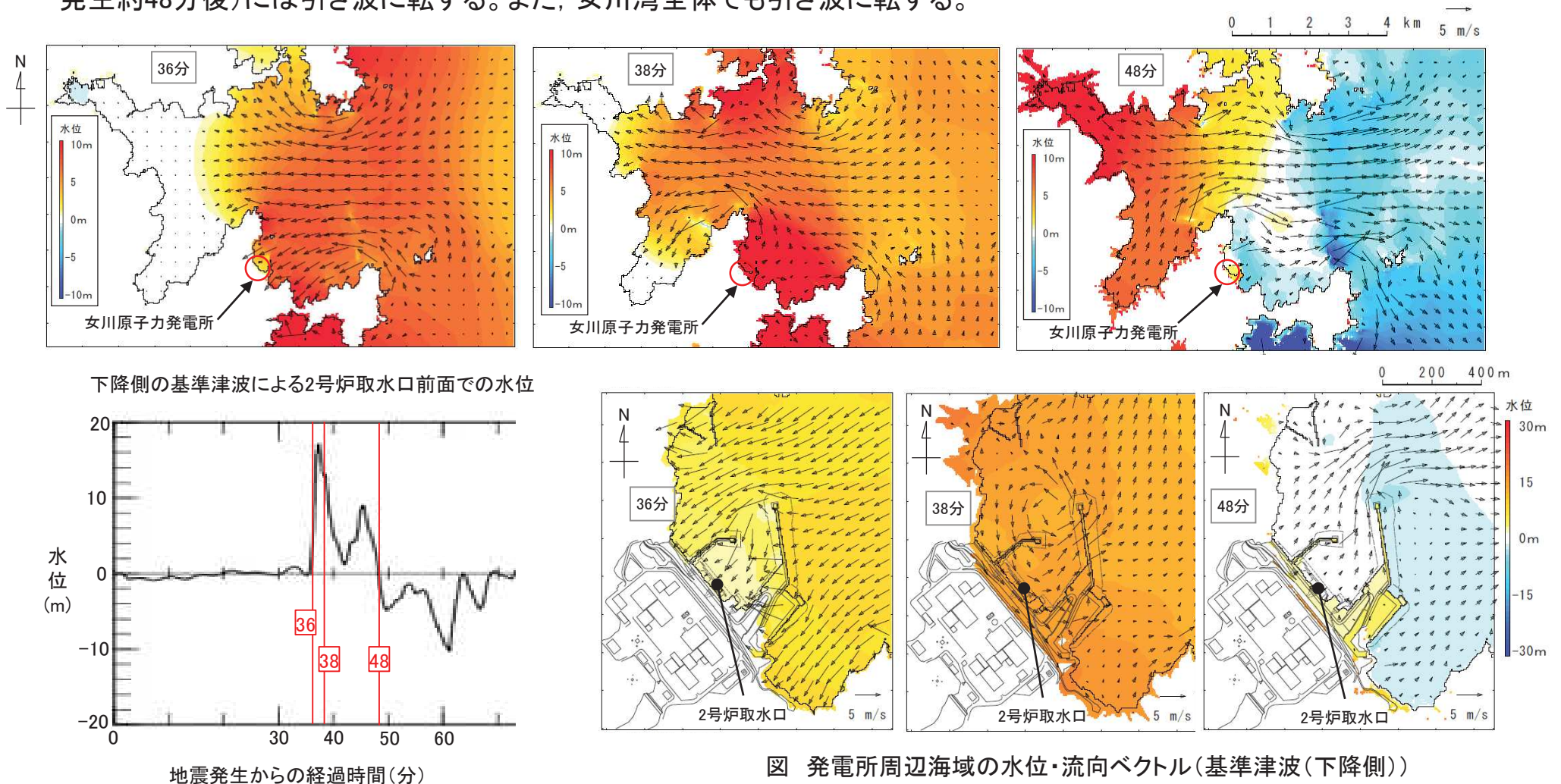


図 発電所周辺海域の水位・流向ベクトル(基準津波(下降側))

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(7/47)

【基準津波(下降側)の流向及び流速の確認(2/2)】

- 地震発生約51分以降は津波襲来時と逆方向の沖合へ向かう流向が卓越している。その一部では女川原子力発電所に向かう流れも確認されるが、沖合へ向かう流速に比べて小さい。

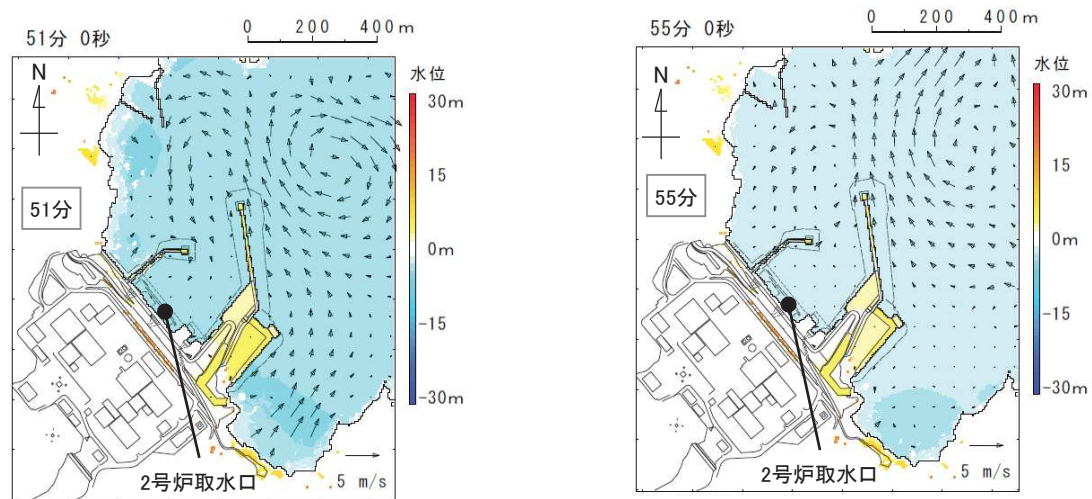
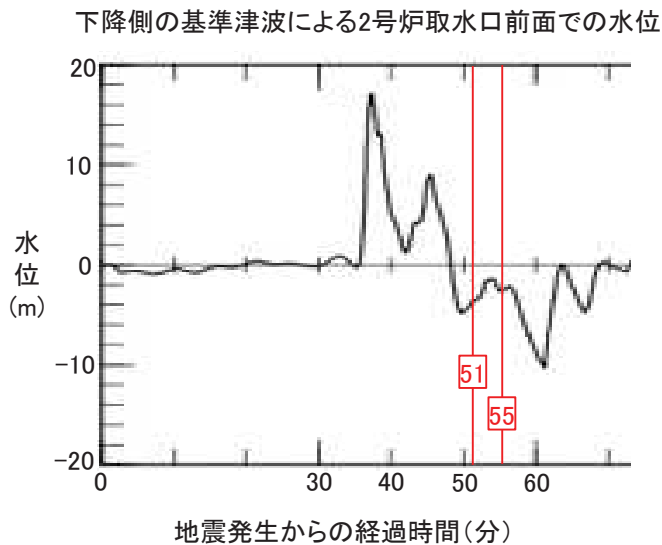
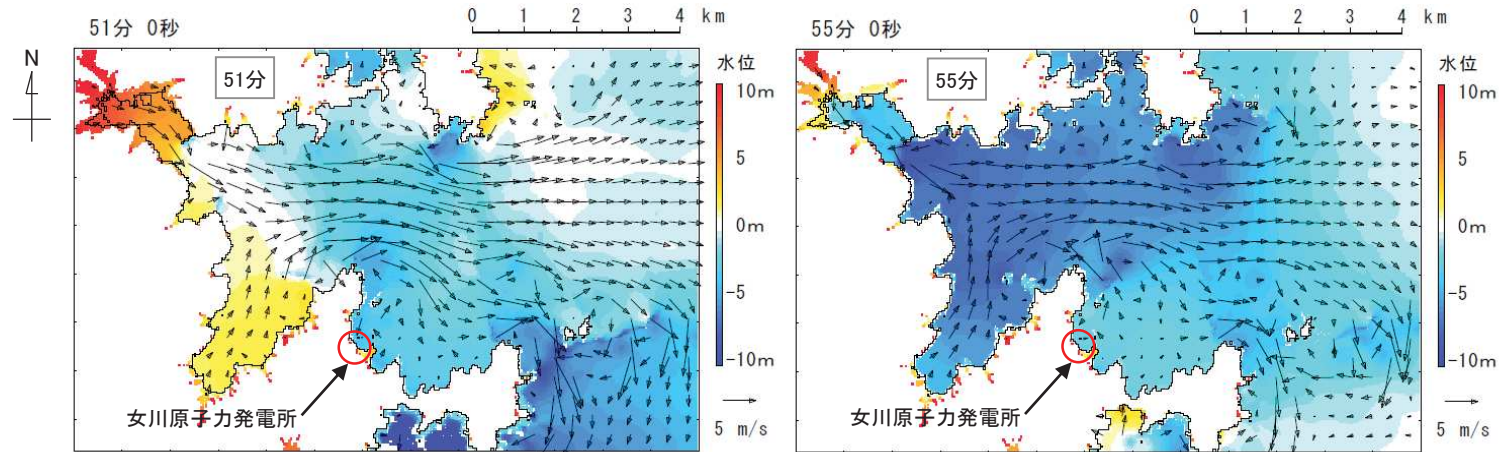


図 発電所周辺海域の水位・流向ベクトル(基準津波(下降側))

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(8/47)

【防波堤の有無による水位・流速・流向の比較(基準津波(上昇側))】

- 防波堤ありでは寄せ波時に防波堤をまわり込んで津波が襲来し、引き波では港口を通過して港外へ流れている。一方、防波堤なしでは寄せ波が直接発電所敷地に押し寄せ、引き波では防波堤がないことから、沖へ一様に流れていることを確認した。
- 寄せ波時における防潮堤前面での流速は、防波堤ありの結果よりも防波堤なしの方が大きくなっていることを確認した(36分の赤枠)。

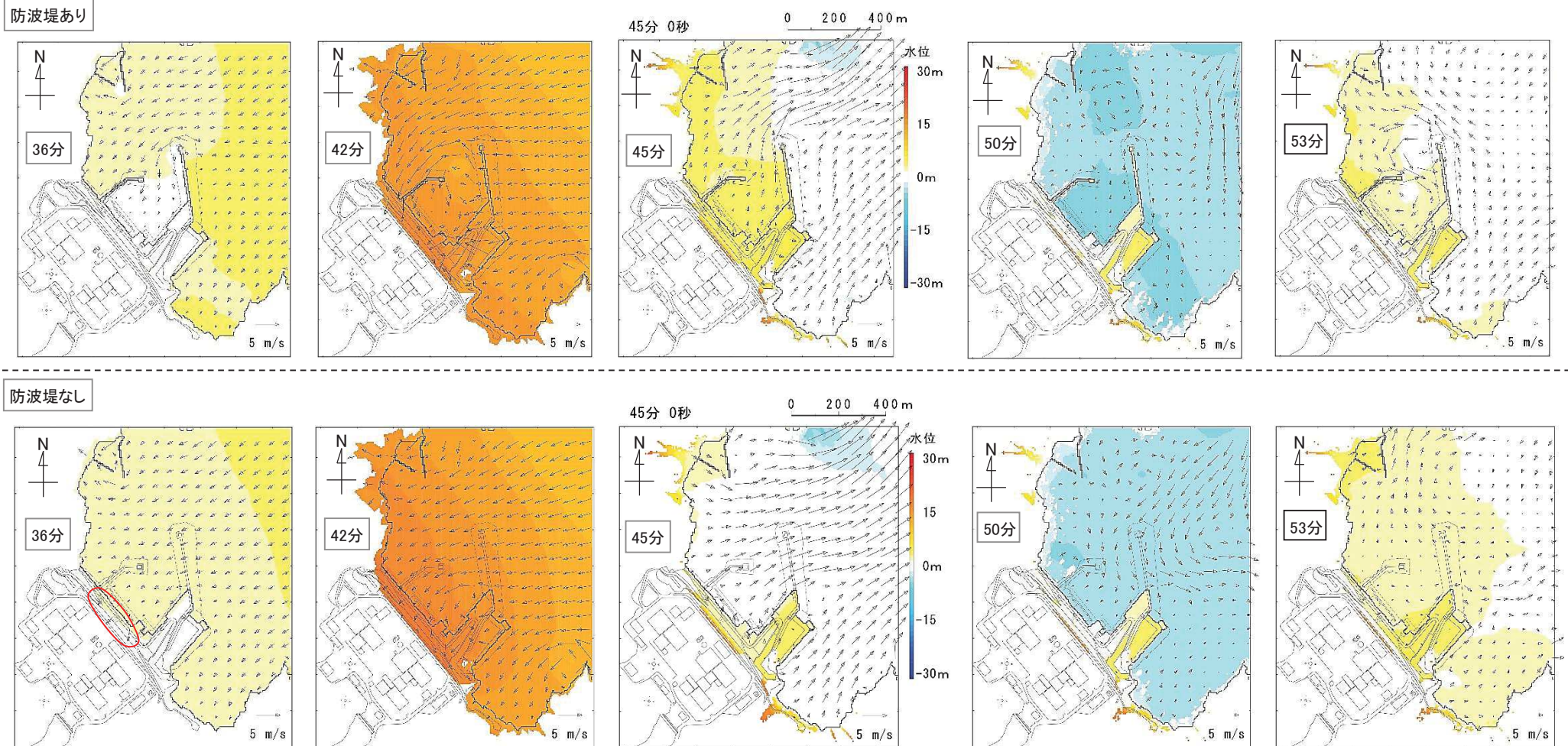


図 防波堤の有無による水位・流速・流向の比較(基準津波(上昇側))

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(9/47)

【防波堤の有無による水位・流速・流向の比較(基準津波(下降側))】

- 防波堤ありでは寄せ波時に防波堤をまわり込んで津波が襲来し、引き波では港口を通過して港外へ流れている。一方、防波堤なしでは寄せ波が直接発電所敷地に押し寄せ、引き波では防波堤がないことから、沖へ一様に流れていることを確認した。
- 寄せ波時における防潮堤前面での流速は、防波堤ありの結果よりも防波堤なしの方が大きくなっており、5m/s以上となっていることを確認した(36分の赤枠)。

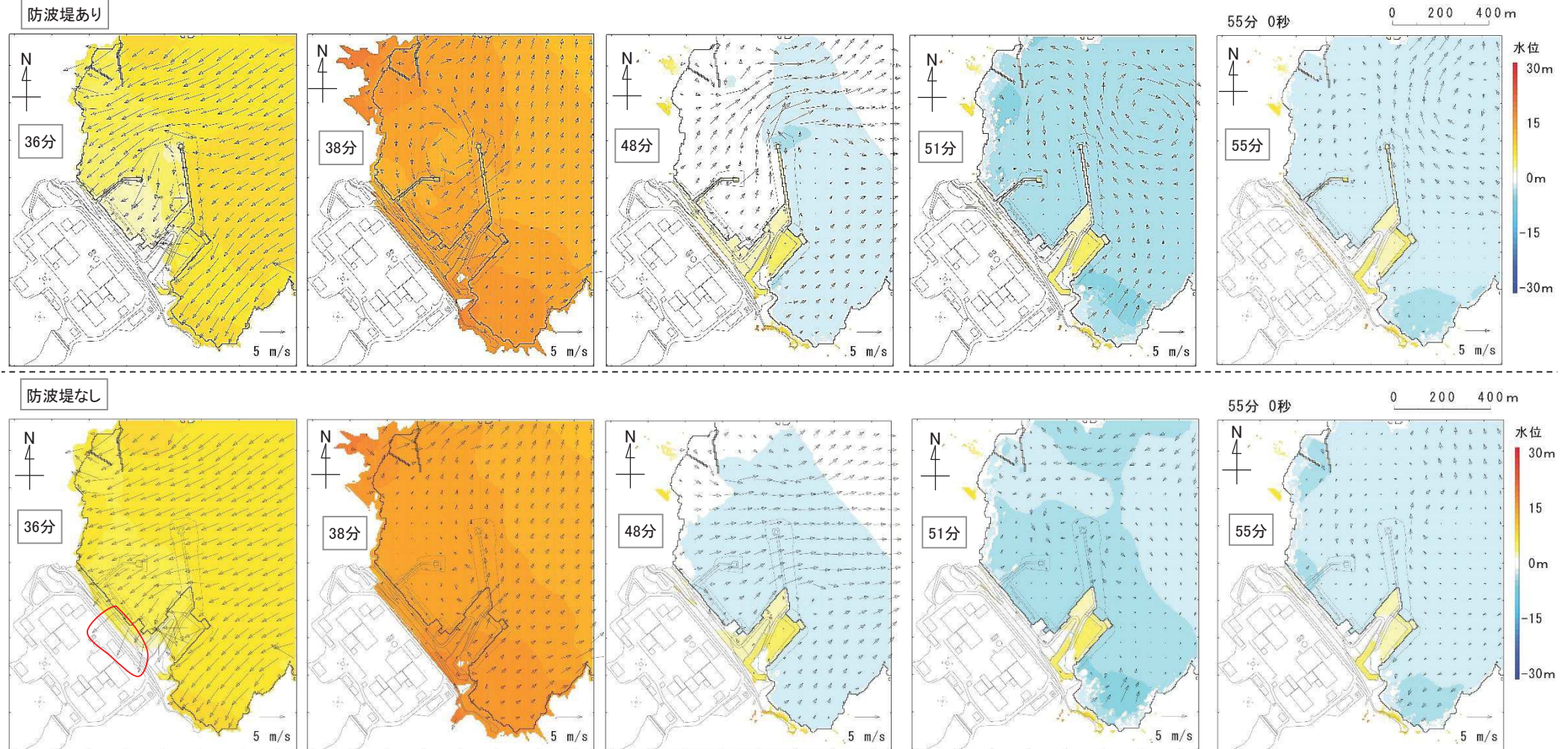


図 防波堤の有無による水位・流速・流向の比較(基準津波(下降側))

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(10/47)

【施設・設備の抽出範囲の設定】

- 「基準津波の流向及び流速の確認」から、以下の特徴を確認した。
 - ✓ 女川港湾に襲来した津波は、引き波に転じた後、津波襲来方向と逆方向の流れが卓越している。
 - ✓ また、その逆方向の流れの一部は、周辺地形の影響を受けて女川原子力発電所へ向かう流れもある。
- 上記の特徴を踏まえ、基準津波の流速にはよらず流向を重視して、広範囲になるよう施設・設備の抽出範囲を左下の図のとおり設定した。
- また、敷地内と敷地外に分類した上で、敷地外については、漁港・集落・海岸線の人工構造物、海上設置物、船舶に分類した(右下の表のとおり)。さらに、東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物実績も調査対象とし、漂流物として流れつくものの性状や津波の継続時間よりも長い時間の影響を検討した。
- なお、発電所よりも西側の漁港からの漂流物を想定し、地震発生から24時間後までの軌跡解析を実施した結果、漂流物は抽出範囲内に留まっており、時間の経過とともに流速は小さく、漂流物もほとんど移動しないことを確認した(次頁参照)。



【調査分類表】

調査分類		調査方法	対象例
敷地内 (陸域)	発電所敷地内における人工構造物	A 机上調査 現地調査	発電所港湾施設 港湾施設, 建屋
	漁港・集落・海岸線の人工構造物	B 机上調査 現地調査	港湾施設, 家屋
敷地外 (陸・海)	海上設置物	C 机上調査 聞き取り調査	係留漁船, 養殖漁業施設
	船舶	D 机上調査 聞き取り調査	燃料等輸送船 定期航路船舶
東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物			机上調査, 現地調査

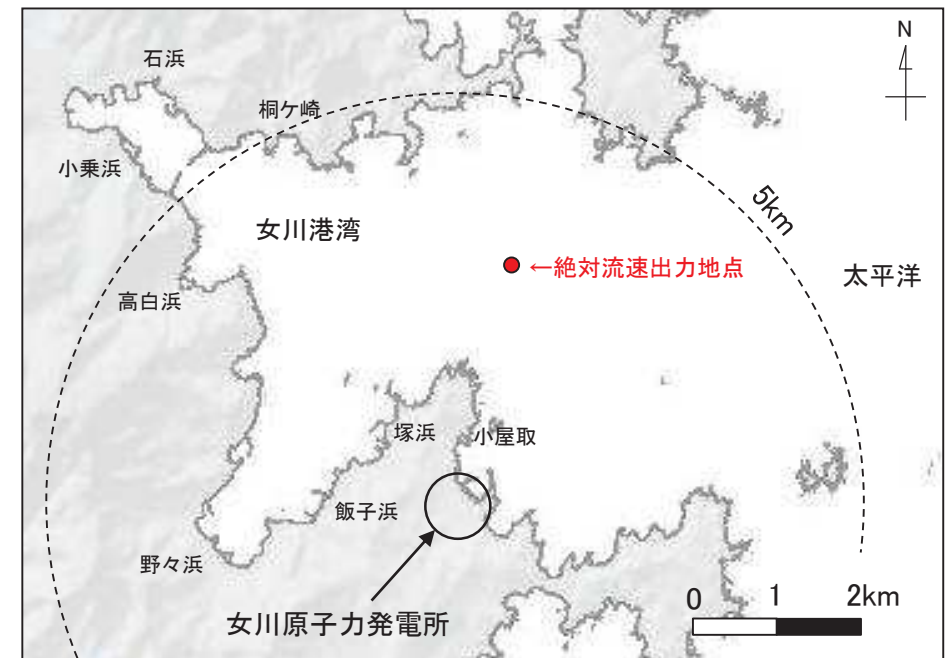
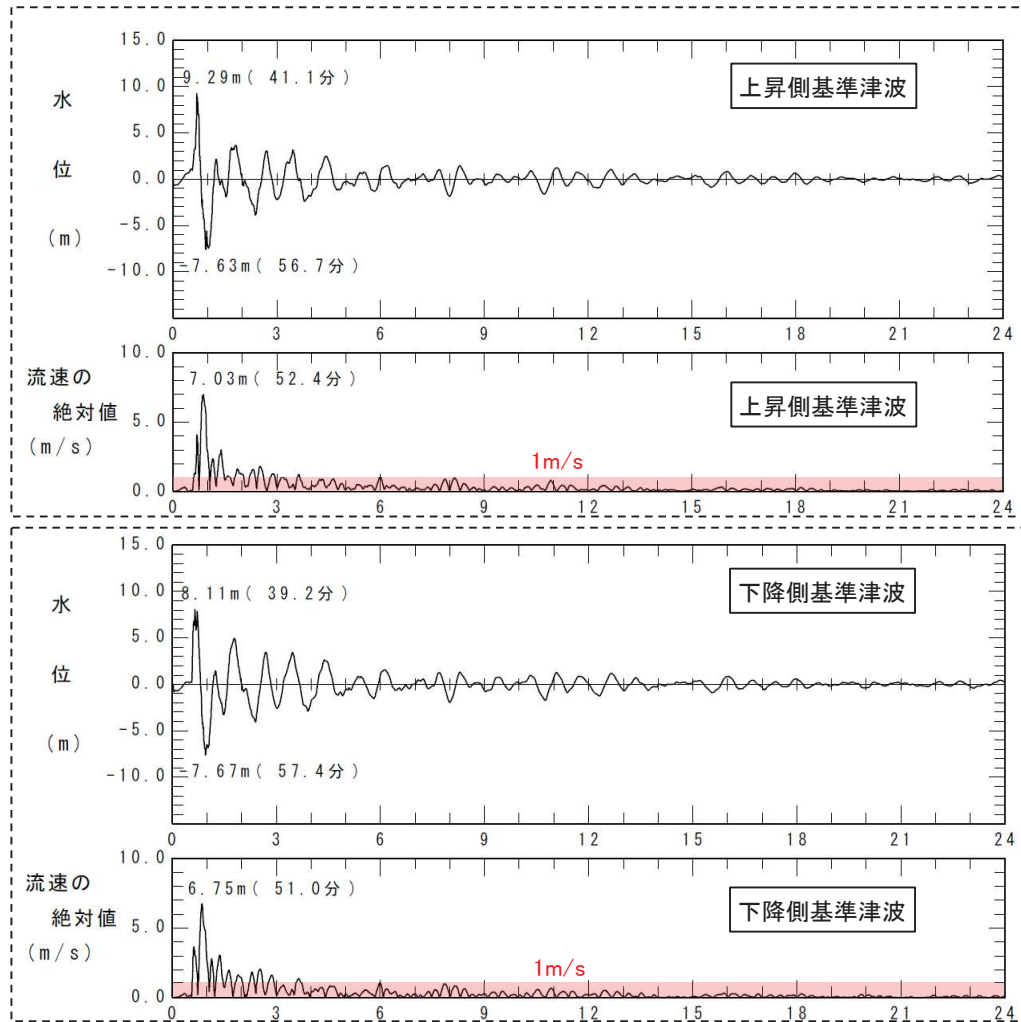
【漂流物調査範囲】

※1: 沖合側(東側)の範囲については海上設置物の設置状況を考慮して設定
 ※2: 沖合側(東側)の範囲については定期航路船舶の航路を考慮して設定

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(11/47)

【津波の流速を考慮せずに漂流物の抽出範囲を設定していることの妥当性について】

- 津波の流速を考慮せず漂流物の抽出範囲を設定していることの妥当性を確認するため、抽出範囲内にある8つの漁港からの漂流物を想定して軌跡解析を行った。
- 女川湾の中央付近の絶対流速から、地震発生から12時間後では流速が小さくなっており、さらに12時間後(地震発生から24時間後)では流速がほとんどない状況であることを確認した。そのため、軌跡解析の計算時間は地震発生後24時間とした。

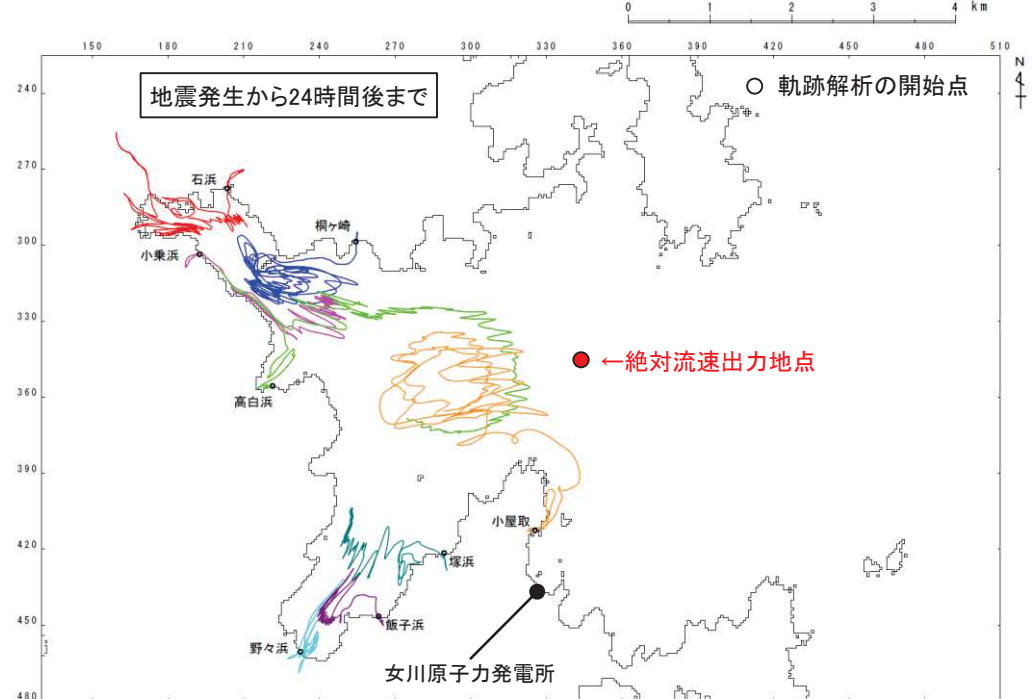
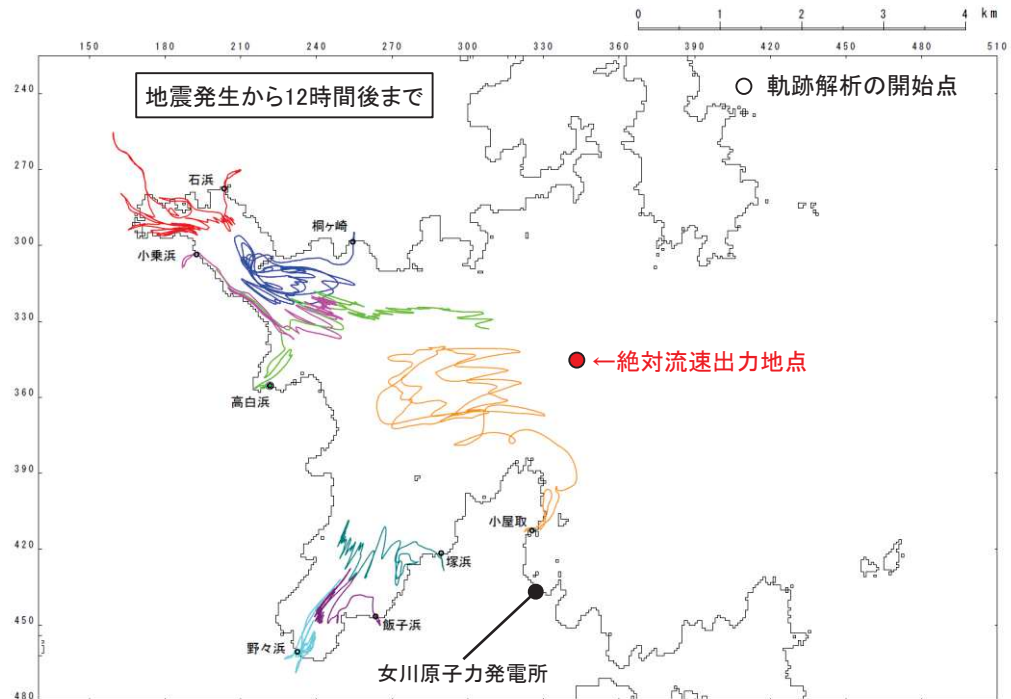
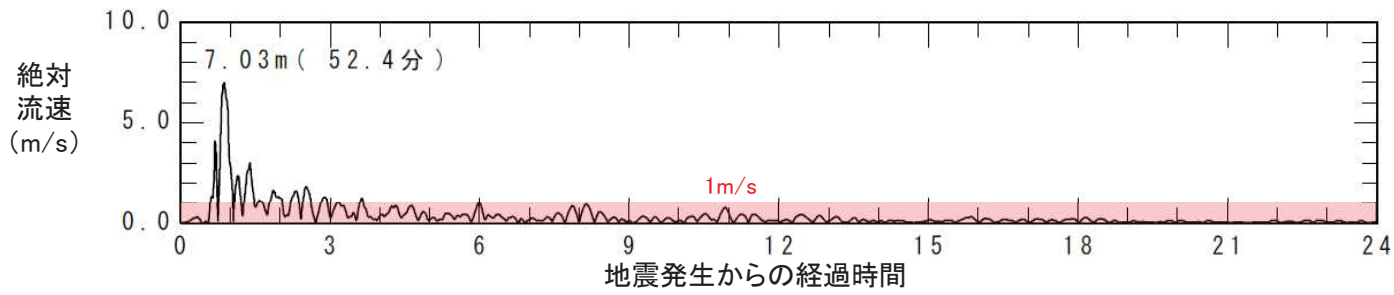


【絶対流速出力点の位置】

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(12/47)

【津波の流速を考慮せずに漂流物の抽出範囲を設定していることの妥当性について】

- 上昇側基準津波による軌跡解析の結果, いずれの漁港からの漂流物も抽出範囲内に留まっており, 時間の経過とともに津波の流速は小さくなるため, 漂流物もほとんど移動しないことを確認した。
- なお, いずれの漁港からの漂流物も発電所には漂流しない結果となった。

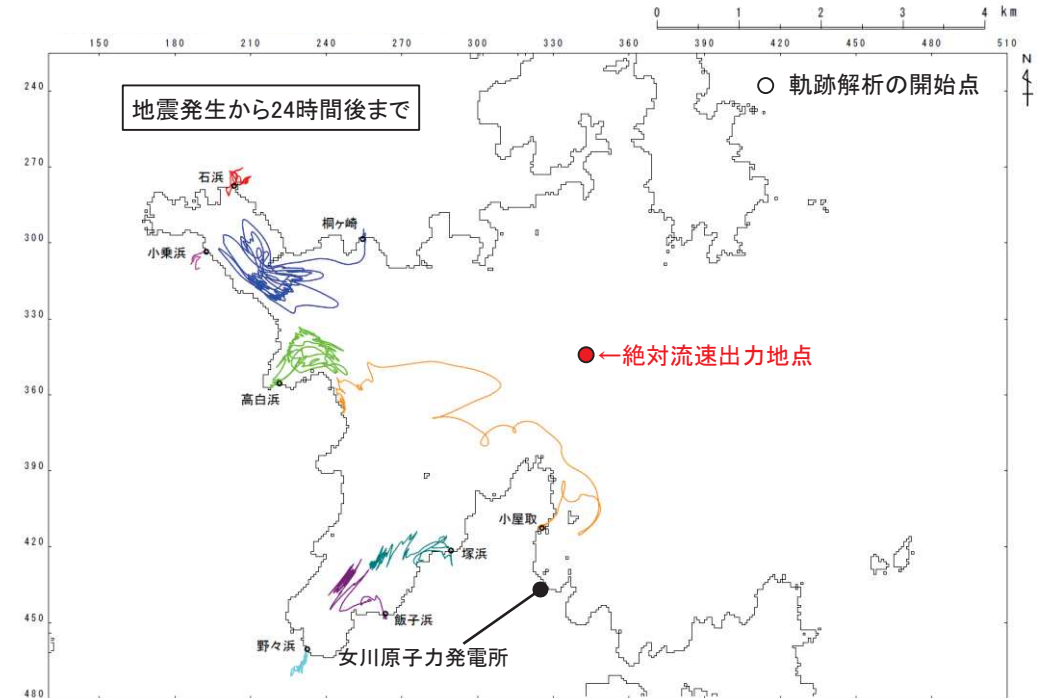
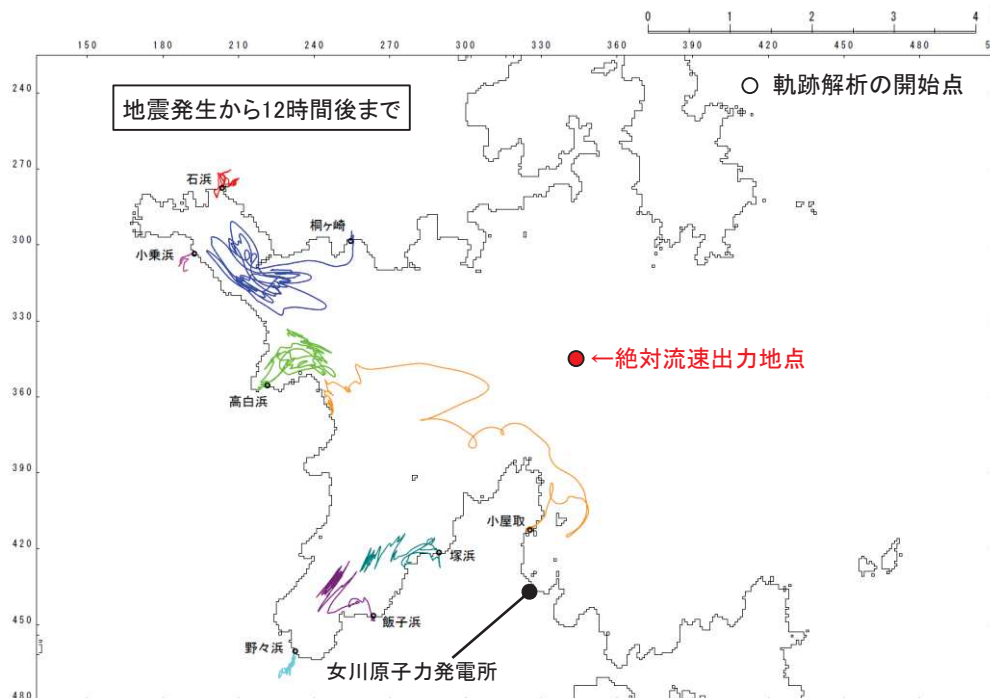
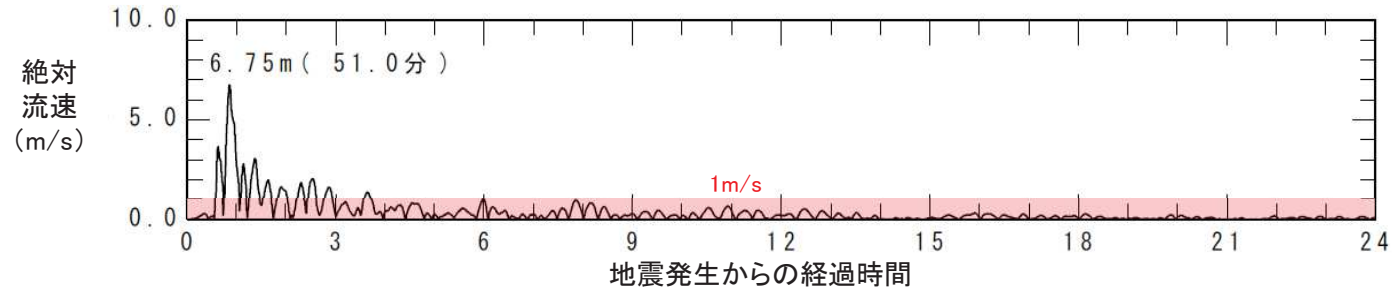


軌跡解析結果(上昇側基準津波)

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(13/47)

【津波の流速を考慮せずに漂流物の抽出範囲を設定していることの妥当性について】

- 下降側基準津波による軌跡解析の結果, いずれの漁港からの漂流物も抽出範囲内に留まっており, 時間の経過とともに津波の流速は小さくなるため, 漂流物もほとんど移動しないことを確認した。
- なお, いずれの漁港からの漂流物も発電所には漂流しない結果となった。



軌跡解析結果(下降側基準津波)

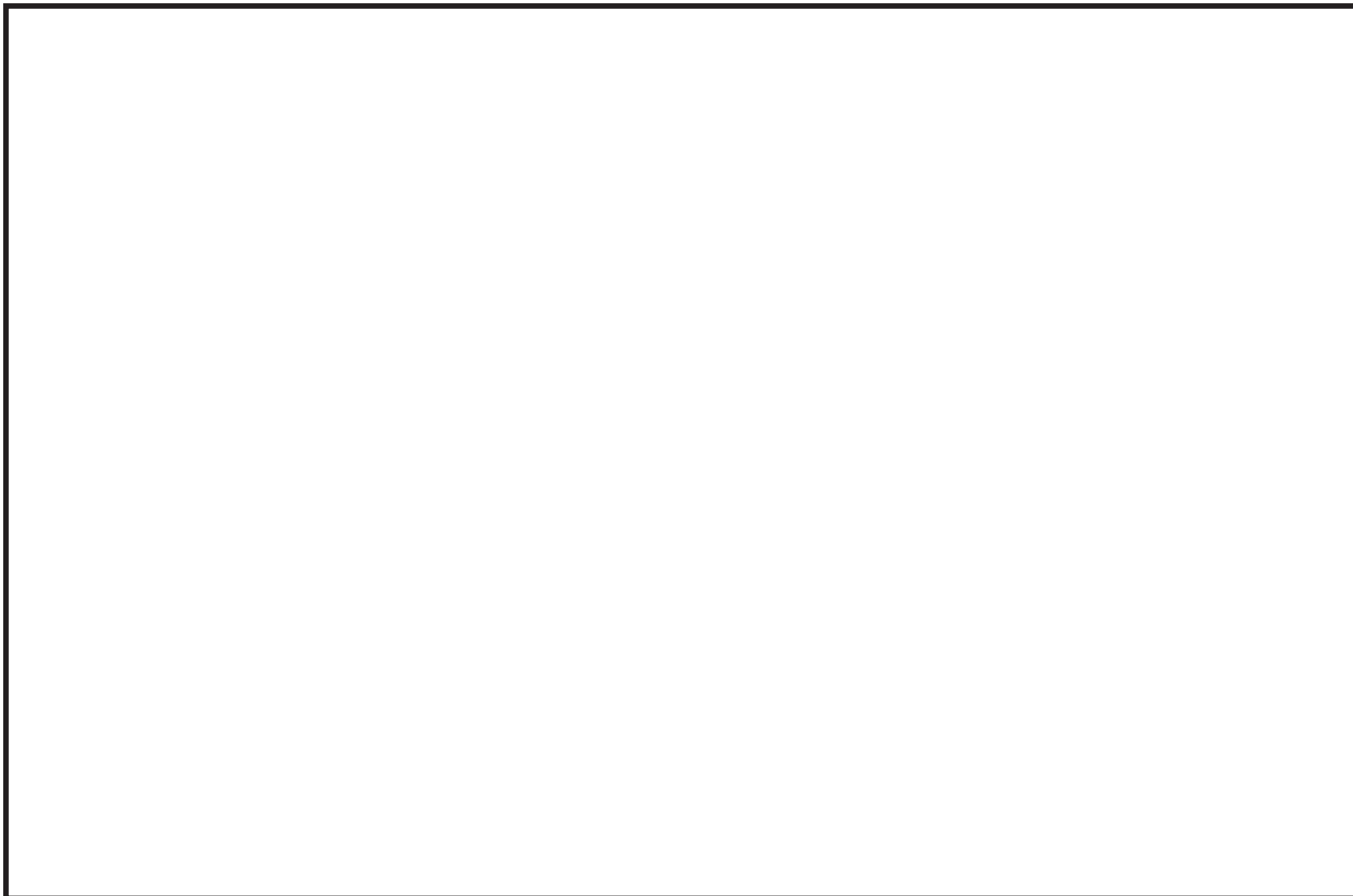
2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21～24)(14/47)

第644回審査会合(H30.10.23)
資料1-1-2 p37 修正

45

【調査分類A (発電所敷地内における人工構造物)】

防護上の観点又は機密に係わる事項を含む為、公開できません



【調査分類Aにおける人工構造物の配置概要】


2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(15/47)

【調査分類A (発電所敷地内における人工構造物)】

No.	名称
1	東防波堤灯台
2	北防波堤導標・敷地側導標
3	3号炉放水路サンプリング建屋
4	2号炉放水口モニター建屋
5	2号炉放流管真空ポンプ室
6	港湾作業管理詰所
7	オイルフェンス格納倉庫
8	屋外電動機等点検建屋
9	1号炉放水路サンプリング室(排水路試料採取室)
10	1号炉放水口モニター建屋
11	配電柱
12	車両
13	2号炉カーテンウォール(PC板)
14	2号炉カーテンウォール(H型钢)
15	2号炉カーテンウォール(上部コンクリート)
16	1号炉及び2・3号炉カーテンウォール(PC板)
17	1号炉及び2・3号炉カーテンウォール(鋼製トラス)
18	1号炉及び2・3号炉カーテンウォール(上部コンクリート)

No.	名称
19	屋外キュービクル
20	屋外中継盤
21	海上レーダー中継盤
22	海側設備分電盤
23	電気中継盤
24	角落し
25	3号炉放水口モニタリング架台
26	海上レーダー支柱
27	鋼製ゲート
28	警備用カメラ支柱
29	排水路フラップゲート巡視路
30	ページング支柱
31	照明支柱
32	立入制限区域柵
33	マンホール
34	グレーチング
35	バッチャープラント(コンクリート製造設備)
36	工事用仮設物及び建物

No.	名称
37	防波堤(ケーソン)
38	防波堤(上部コンクリート)
39	防波堤(消波ブロック)
40	防波堤(被覆石)
41	防波堤(捨石)

 2号炉再稼働時までに撤去予定の人工構造物

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(16/47)

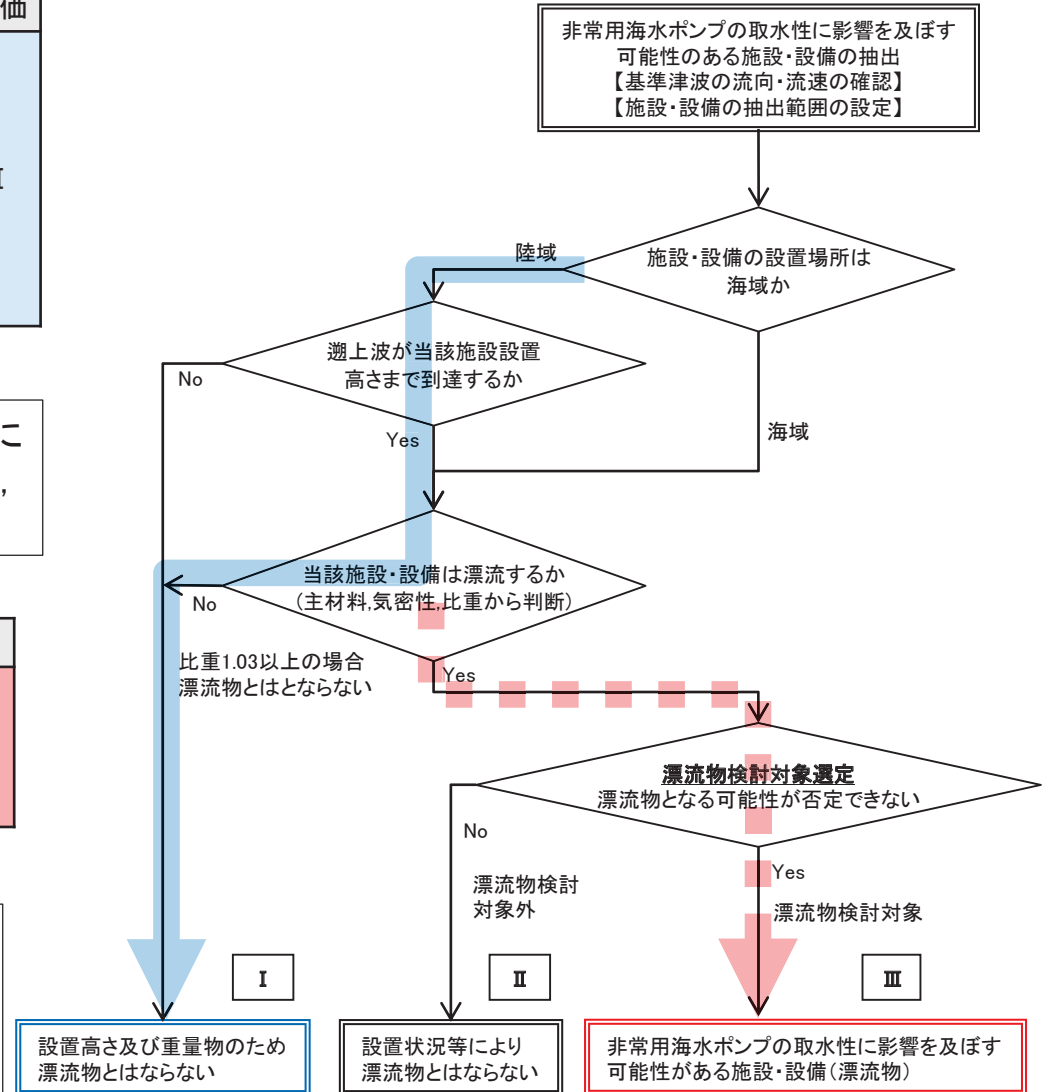
【調査分類A (発電所敷地内における人工構造物)】

No.	名称	設置レベル	主材料	重量	評価
1	東防波堤灯台	O.P.+4.0m	RC	約30t	I
2	北防波堤導標 敷地側導標	O.P.+4.5m O.P.+2.5m	鋼材	約0.5t 約0.2t	
3	3号炉放水路サンプリング建屋	O.P.+4.0m	RC(RC造)	—	
4	2号炉放水口モニター建屋	O.P.+4.0m	RC(RC造)	—	
5	2号炉放流管真空ポンプ室	O.P.+4.0m	RC(RC造)	—	

No.1~5の施設・設備は、いずれも遡上波が到達する高さに設置しているが、地震又は津波波力により気密性が喪失し、主材料が重量物であるため、漂流物とならない。

No.	名称	設置レベル	主材料	重量	評価
6	港湾作業管理詰所	O.P.+2.5m	鋼材(鉄骨造)	—	I(全体) III(一部)
7	オイルフェンス格納倉庫	O.P.+2.5m	鋼材(鉄骨造)	—	
8	屋外電動機等点検建屋	O.P.+2.5m	鋼材(鉄骨造)	—	

No.6~8の施設・設備は、いずれも遡上波が到達する高さに設置しているが、施設本体は地震又は津波波力により気密性が喪失し、主材料が重量物であるため、漂流物とならない。一方、壁材等は地震又は津波波力により施設本体から分離して漂流物となる可能性がある。



2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(17/47)

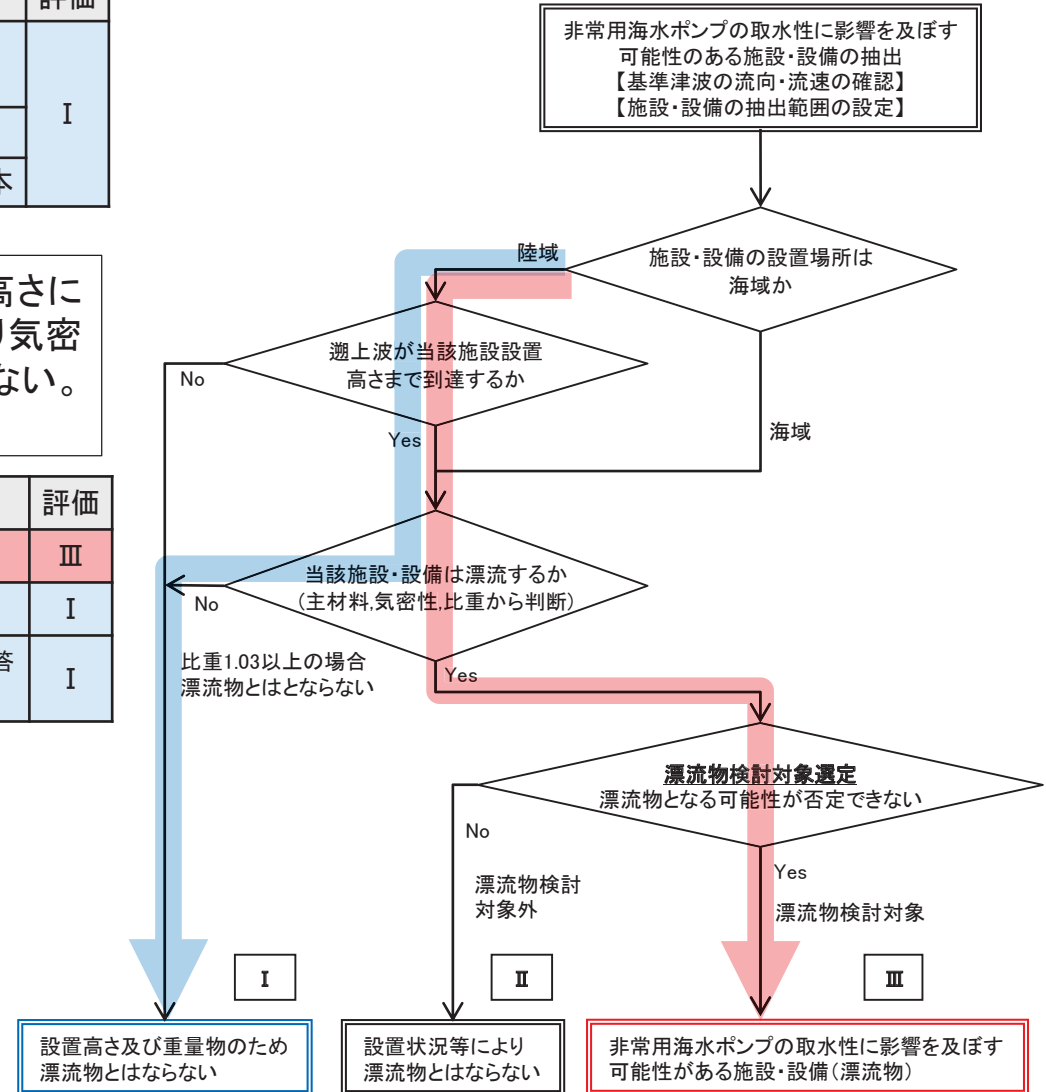
【調査分類A (発電所敷地内における人工構造物)】

No.	名称	設置レベル	主材料	重量	評価
9	1号炉放水路サンプリング室 (排水路試料採取室)	O.P.+7.0m	RC(RC造)	—	I
10	1号炉放水口モニター建屋	O.P.+7.0m	RC(RC造)	—	
11	配電柱	O.P.+2.5m以上	コンクリート	390kg/本	

No.9~11の施設・設備は、いずれも遡上波が到達する高さに設置しているが、No.9及び10は地震又は津波波力により気密性が喪失し、主材料が重量物であるため、漂流物とならない。また、No.11は重量物であるため、漂流物とならない。

No.	名称	設置レベル	主材料	重量	評価
12	巡視点検用車両等	O.P.+2.5m以上	鋼材	約0.7~15.3t	Ⅲ
	車両系重機等	O.P.+2.5m以上	鋼材	約2.7~41.2t	I
	燃料等輸送車両	O.P.+2.5m以上	別途評価(指摘事項No.27への回答:別添1-添付資料31)		I

- 車両については、遡上波が到達する高さに駐車場を設置しないため漂流物となる可能性は考えにくいですが、巡視点検用車両は運用や地震後における遡上域から防潮堤区画内への退避ルートが未確定であることから、取水性の評価においては漂流物となる可能性があることとして整理する。
- 一方、車両系重機等及び燃料等輸送車両については重量物であるため、漂流物とはならない。

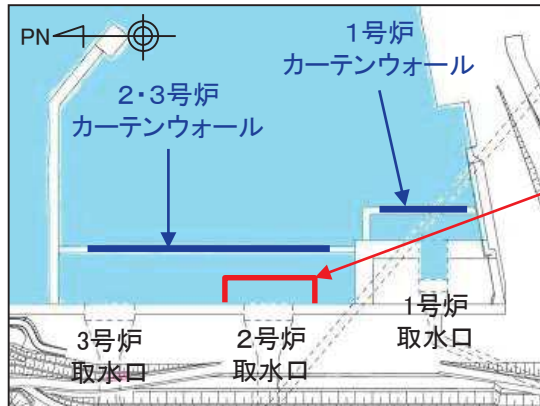


2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(18/47)

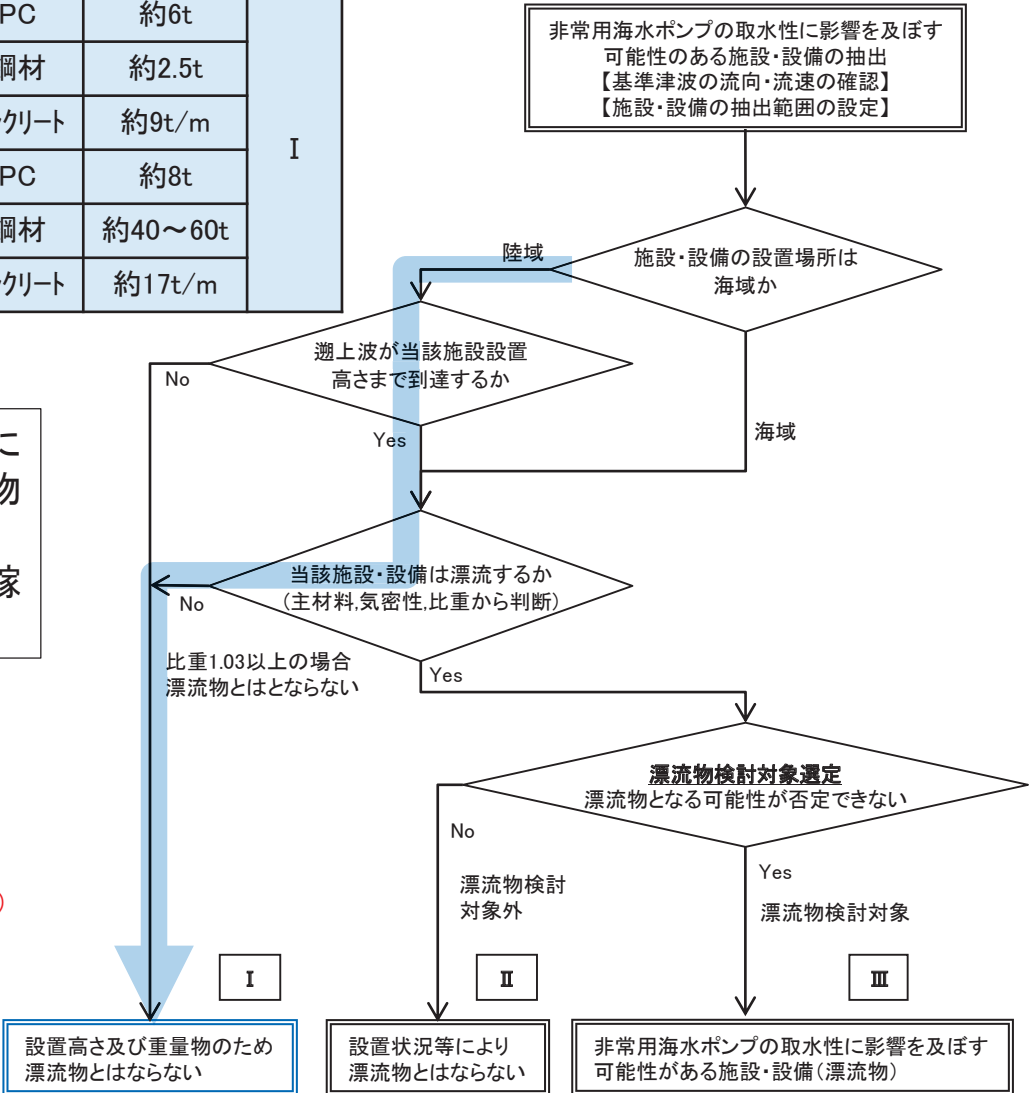
【調査分類A (発電所敷地内における人工構造物)】

No.	名称	設置レベル	主材料	重量	評価
13	2号炉カーテンウォール(PC板)	O.P.-11.5m ~O.P.+3.5m	PC	約6t	I
14	2号炉カーテンウォール(H型钢)		鋼材	約2.5t	
15	2号炉カーテンウォール(上部コンクリート)		コンクリート	約9t/m	
16	1号炉及び2・3号炉カーテンウォール(PC板)		PC	約8t	
17	1号炉及び2・3号炉カーテンウォール(鋼製トラス)		鋼材	約40~60t	
18	1号炉及び2・3号炉カーテンウォール(上部コンクリート)		コンクリート	約17t/m	

- No.13~18の設備は、いずれも遡上波が到達する高さに設置しているが、コンクリート、鋼材を主材料とした重量物であるため、漂流物とならない。
- なお、No.13~15の2号炉カーテンウォールは2号炉再稼働時まで撤去することとしている。



2号炉カーテンウォール
(2号炉再稼働時まで撤去予定)

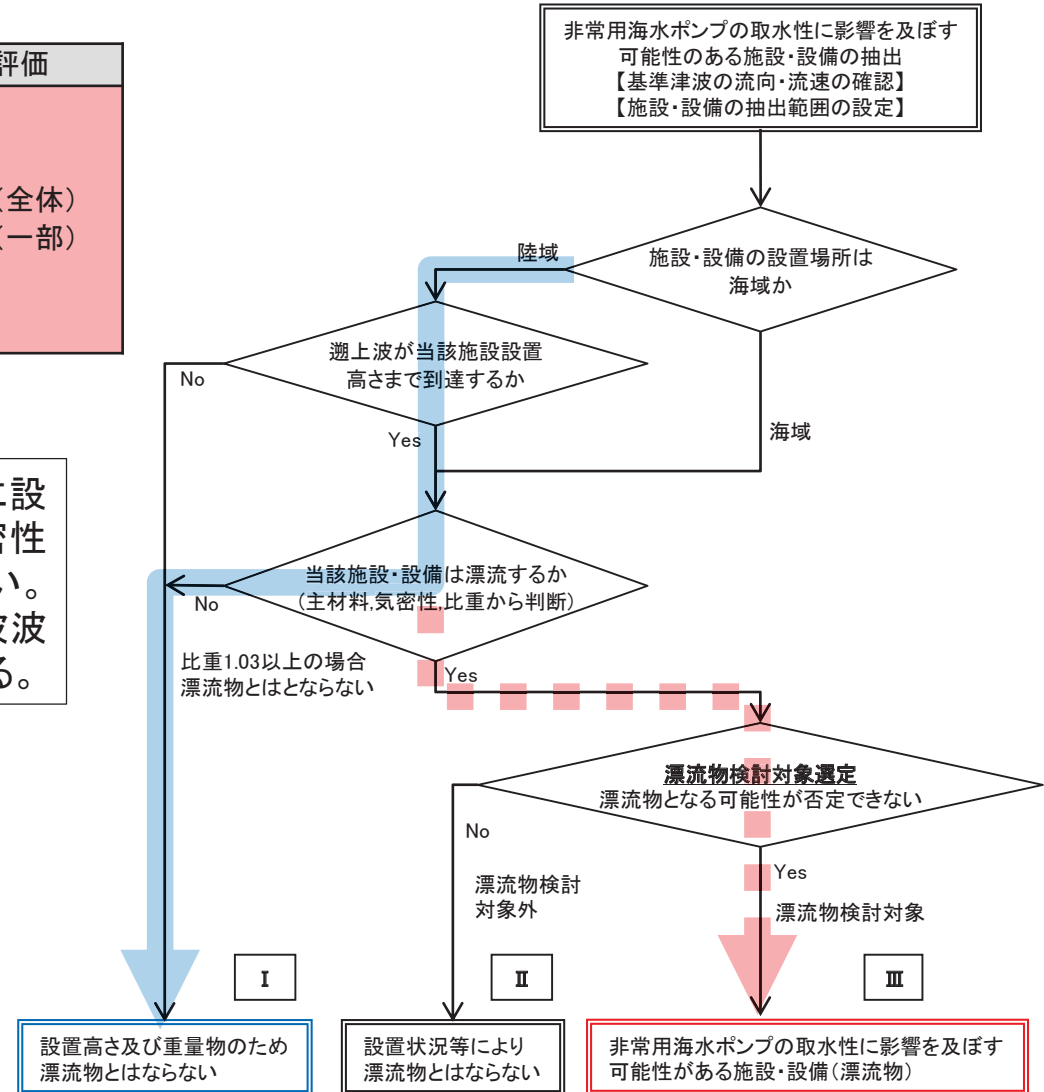


2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(19/47)

【調査分類A (発電所敷地内における人工構造物)】

No.	名称	設置レベル	主材料	重量	評価
19	屋外キュービクル	O.P.+2.5m以上	鋼材	—	I (全体) III (一部)
20	屋外中継盤	O.P.+2.5m以上	鋼材	—	
21	海上レーダー中継盤	O.P.+2.5m	鋼材	—	
22	海側設備分電盤	O.P.+2.5m	鋼材	—	
23	電気中継盤	O.P.+2.5m	鋼材	—	

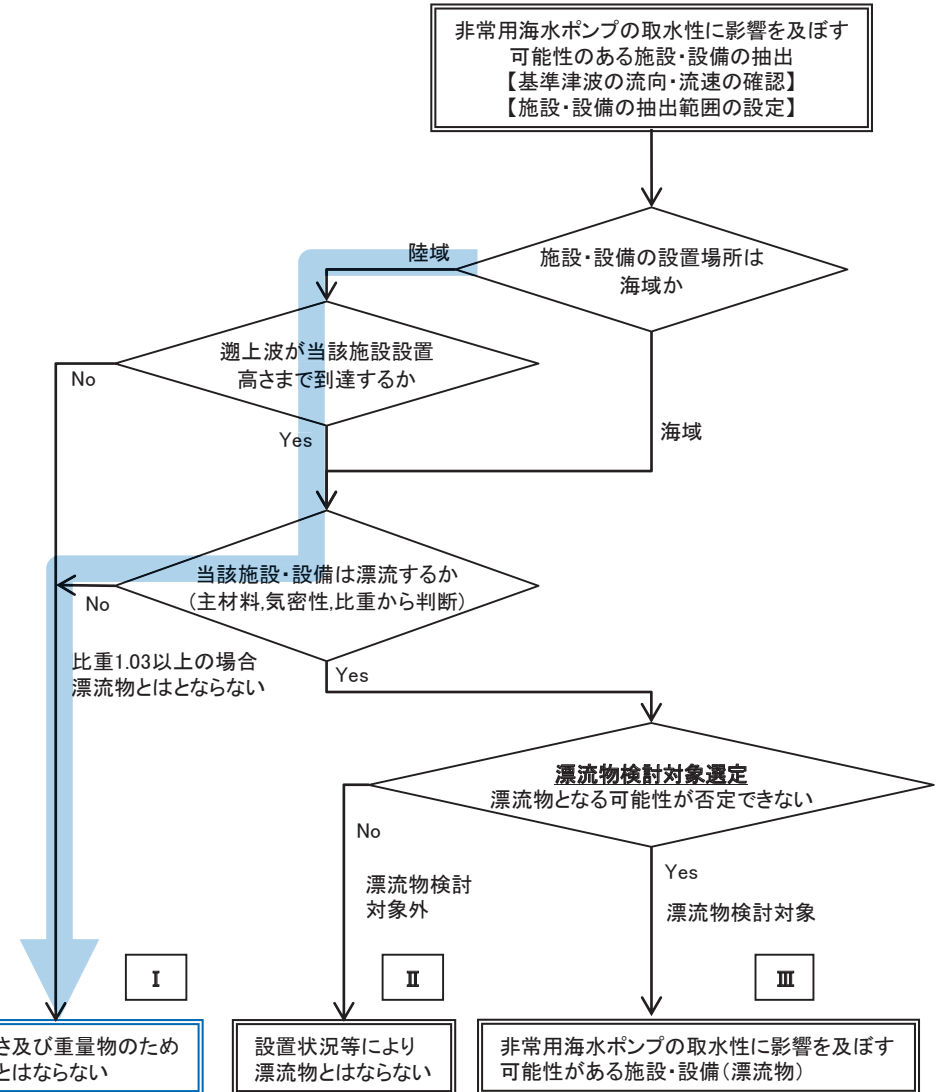
No.19~23の設備は、いずれも遡上波が到達する高さに設置しているが、設備本体は地震又は津波波力により気密性が喪失し、主材料が重量物であるため、漂流物とされない。一方、これら設備の内部を構成する部材は地震又は津波波力により設備本体から分離して漂流物となる可能性がある。



2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(20/47)

【調査分類A (発電所敷地内における人工構造物)】

No.	名称	設置レベル	主材料	重量	評価
24	角落し	O.P.+2.5m以上	PC	—	I
25	3号炉放水口モニタリング架台	O.P.+4.0m	鋼材	—	
26	海上レーダー支柱	O.P.+2.5m	コンクリート	—	
27	鋼製ゲート	O.P.+2.5m以上	鋼材	—	
28	警備用カメラ支柱	O.P.+2.5m	鋼材	—	
29	排水路フラップゲート巡視路	O.P.+2.5m以上	鋼材	—	
30	ページング支柱	O.P.+2.5m以上	鋼材	—	
31	照明支柱	O.P.+2.5m以上	鋼材	—	
32	立入制限区域柵	O.P.+2.5m以上	鋼材	—	
33	マンホール	O.P.+2.5m以上	鋼材	—	
34	グレーチング	O.P.+2.5m以上	鋼材	—	



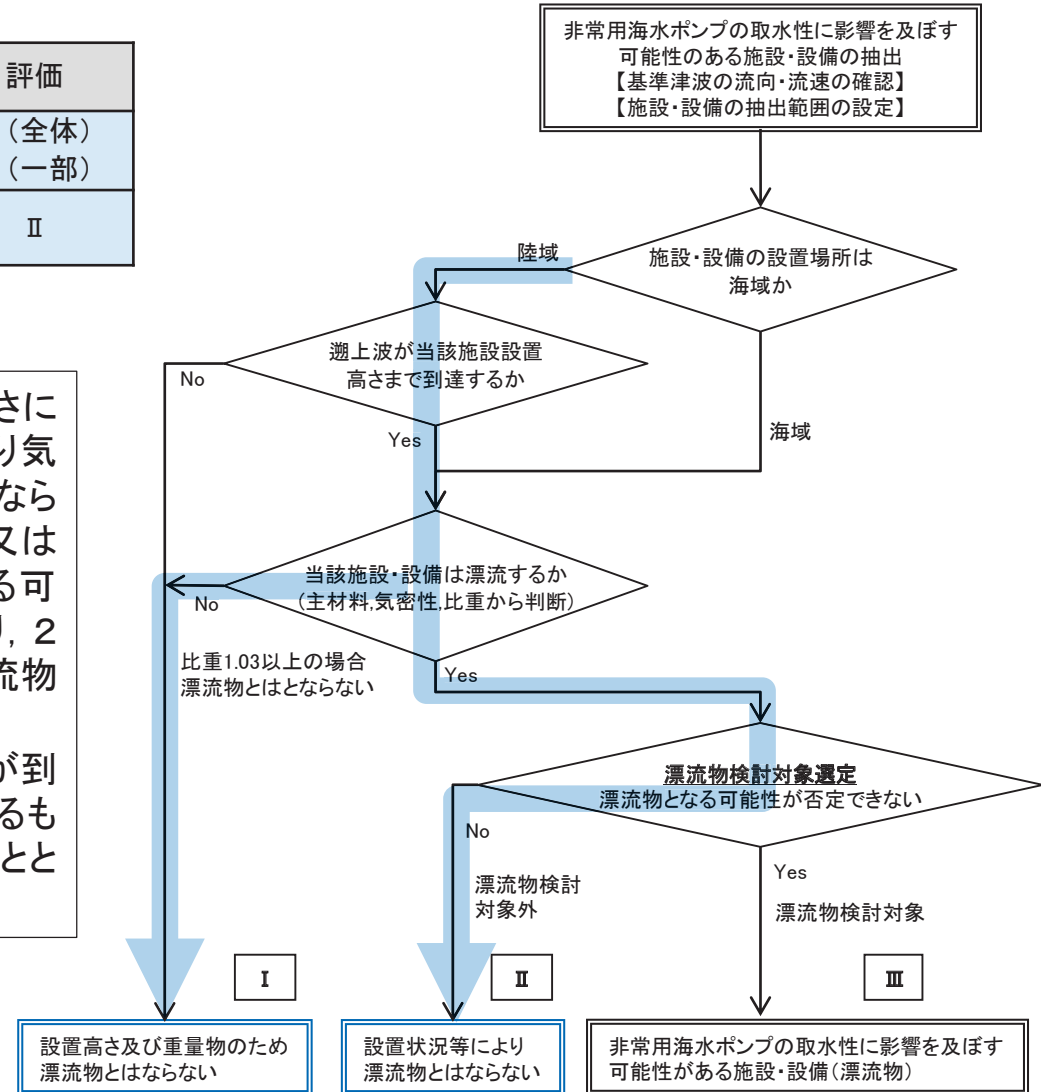
No.24~34の施設・設備は、いずれも遡上波が到達する高さに設置しているが、鋼材、コンクリート及びRCを主材料とした重量物であるため漂流物とならない。

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(21/47)

【調査分類A (発電所敷地内における人工構造物)】

No.	名称	設置レベル	主材料	重量	評価
35	バッチャープラント (コンクリート製造設備)	O.P.+4.0m	鋼材	—	I (全体) II (一部)
36	工事中仮設物及び建物	O.P.+2.5m以上	—	—	II

- バッチャープラントについては、遡上波が到達する高さに設置しているが、施設本体は地震又は津波波力により気密性が喪失し、主材料が重量物であるため、漂流物とならない。一方、施設本体以外の部材については、地震又は津波波力によって施設本体から分離して漂流物となる可能性があるものの、バッチャープラントは仮設備であり、2号炉再稼働時まで撤去することとしているため、漂流物とならない。
- 工事中仮設物及び建物については、いずれも遡上波が到達する高さに設置しており、漂流物となる可能性があるものの、仮設備であり2号炉再稼働時まで撤去することとしているため、漂流物とならない。

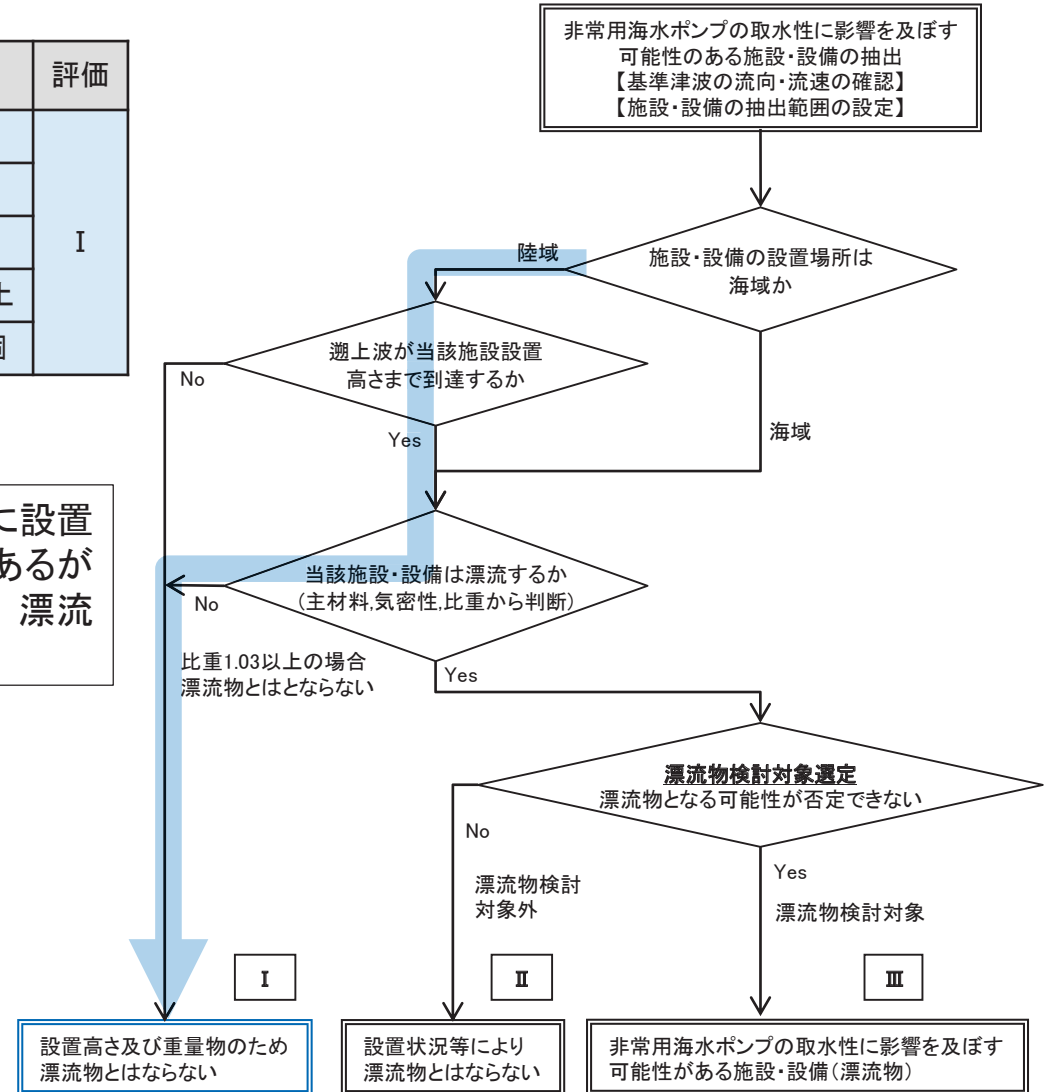


2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(22/47)

【調査分類A (発電所敷地内における人工構造物)】

No.	名称	設置レベル	主材料	重量	評価
37	防波堤(ケーソン)	O.P.-12.5m ~O.P.+5.5m	コンクリート	約3,000t	I
38	防波堤(上部コンクリート)		コンクリート	約100t/m	
39	防波堤(消波ブロック)		コンクリート	30t	
40	防波堤(被覆石)		石	500kg/個以上	
41	防波堤(捨石)		石	5~100kg/個	

No.37~41の防波堤は、女川原子力発電所の前面海域に設置しており、地震又は津波により滑動や損傷するおそれがあるが取水口及び津波防護施設との距離、重量、形状等から、漂流物とならない。



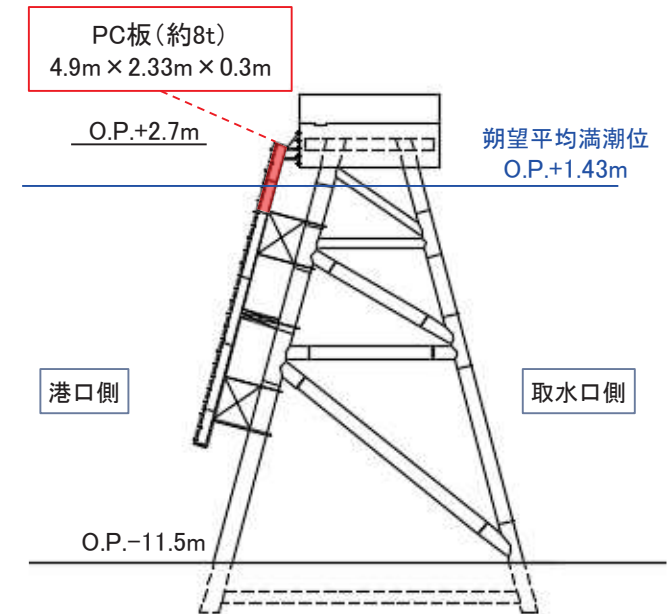
2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(23/47)

【調査分類A（発電所敷地内における人工構造物）】

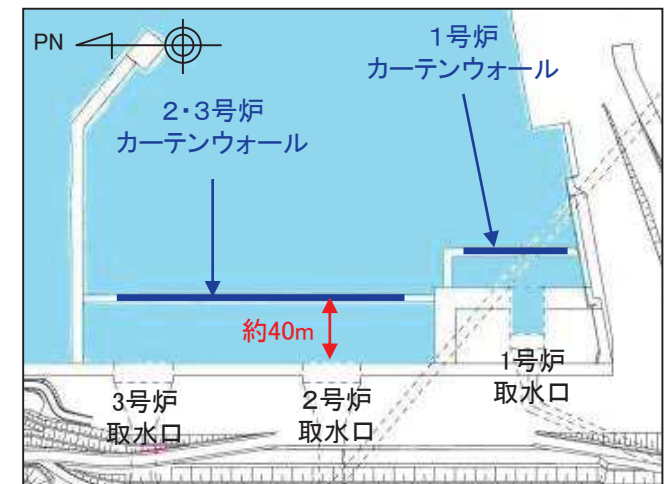
調査分類A(発電所敷地内における人工構造物)のうち、「重量物のため漂流物とはならない」と評価したものについて、津波の流体力によって滑動して、取水口を閉塞する可能性について検討した。なお、検討に当たっては、取水口の閉塞の観点から平面的な広がりを持つカーテンウォール(2・3号炉)のPC板及び地盤等に固定されておらず滑動しやすい車両の2種類を対象とした。

PC板(カーテンウォール)

- PC板は、地震又は津波波力により鋼製トラスから脱落することが考えられるが、比重が1.03以上であるため、漂流物とはならず、海底に沈むと評価している。
- ただし、PC板が海底に沈む過程で、津波の流体力を受けて、取水口の前面に到達する可能性や沈んだ後に海底面を滑動する可能性があるため、この2点について検討を行った。
- PC板設置位置での水深(海底面から朔望平均満潮位)は約13mであり、カーテンウォール前面での津波の流速は3m/s以下であることから、PC板が鋼製トラスから脱落して海底に落下するまでの間に取水口側へ数m程度流される可能性がある。ただし、カーテンウォールから取水口までは約40mの離隔があることから、PC板が取水口に到達することはない。
- また、PC板が海底に沈んだ後に津波の流体力によって滑動する可能性については、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」の流れに対するブロックの所要質量の評価手法に基づき安定質量を算定すると、0.11t以上で安定することを確認したことから、PC板は滑動しない評価となる。
- 以上のことから、PC板は津波の流体力により数m程度流される可能性があるが、取水口までは到達せず、取水口を閉塞する可能性はない。
- なお、PC板が滑動して取水口前面に到達したとしても、PC板の平面形状(4.9m×2.33m)に比べて、取水口における取水面積は十分に大きいことから、取水口を閉塞する可能性はない。



2・3号炉カーテンウォール断面図



2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(24/47)

【調査分類A (発電所敷地内における人工構造物)】

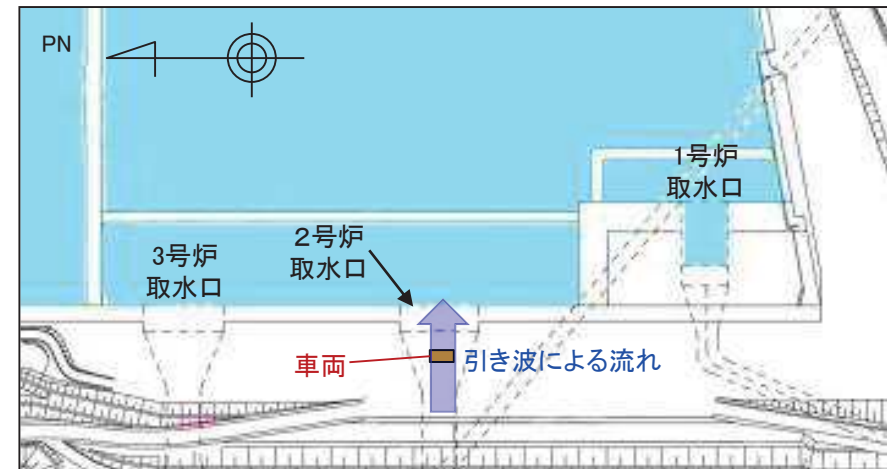
車両(車両系重機及び燃料等輸送車両)

- 車両系重機及び燃料等輸送車両については、比重が1.03以上であるため、漂流物とはならないと評価している。
- 上記車両が津波襲来時に2号炉取水口付近で停車又は移動している場合、引き波によって、陸側から港湾側(取水口側)へ滑動し、取水口前面に沈むことで取水口を閉塞する可能性がある。
- 車両が津波の流体力によって滑動する可能性について、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」の流れに対するブロックの所要質量の評価手法に基づき、安定質量を算定した。車両については、地盤等に固定されておらず、防波堤の海側エリア全域で停車又は移動する可能性があるため、用いる流速を特定することは困難であることから、流速を段階的に大きくして、滑動し始める流速を確認した結果、流速2m/s以上で滑動する結果となった。
- そのため、検討対象としている車両のうち、最も大きいものとして、使用済燃料輸送車両(全長:約15.2m, 全幅:約3m)を考慮するが、これに対して、取水口における取水面積は十分に大きいことから、取水口を閉塞する可能性はない。



【取水口前面に車両が沈んだ場合の概念図】

防護上の観点又は機密に係わる事項を含む為、公開できません



2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(25/47)

【調査分類B (漁港・集落・海岸線の人工構造物)】

- ・ 津波の流況を踏まえ、下図に示す範囲で漁港・集落・海岸線の人工構造物を調査した。
- ・ 調査した結果、抽出された構造物は右表のとおりであり、これらについて、漂流物の可能性を検討した。



【調査分類Bにおける調査範囲】

No.	名称	No.	名称
1	車両	12	砕石プラント
2	コンテナ・ユニットハウス	13	病院
3	油槽所(軽油・重油タンク)	14	学校
4	漁具	15	駅舎
5	工事用資機材	16	その他公共施設
6	排水処理施設	17	けい留施設・防波堤・護岸
7	家屋	18	物揚クレーン
8	ガソリンスタンド	19	配電柱・街灯・信号機
9	商業施設	20	通信用鉄塔
10	工業施設 (魚市場・水産加工施設等)	21	灯台・航路標識
11	宿泊施設		

机上調査の対象とした資料等は以下のとおり。

- ✓ 女川町HP 東日本大震災記録誌 <http://www.town.onagawa.miyagi.jp/kirokushi.html>
- ✓ 女川町HP 各種統計(平成30年度) http://www.town.onagawa.miyagi.jp/02_03.html
- ✓ 女川町 女川町復興まちづくり説明会資料 http://www.town.onagawa.miyagi.jp/hukkou/pdf/h26_11_setumeikai12_slide.pdf
- ✓ 港湾の施設の技術上の基準・同解説(2007年版)
- ✓ 国土地理院 地理院地図(電子国土Web) <https://maps.gsi.go.jp/>
- ✓ 海上保安庁海洋情報部 沿岸海域環境保全情報(Ceis Net) <http://www1.kaiho.mlit.go.jp/>

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(26/47)

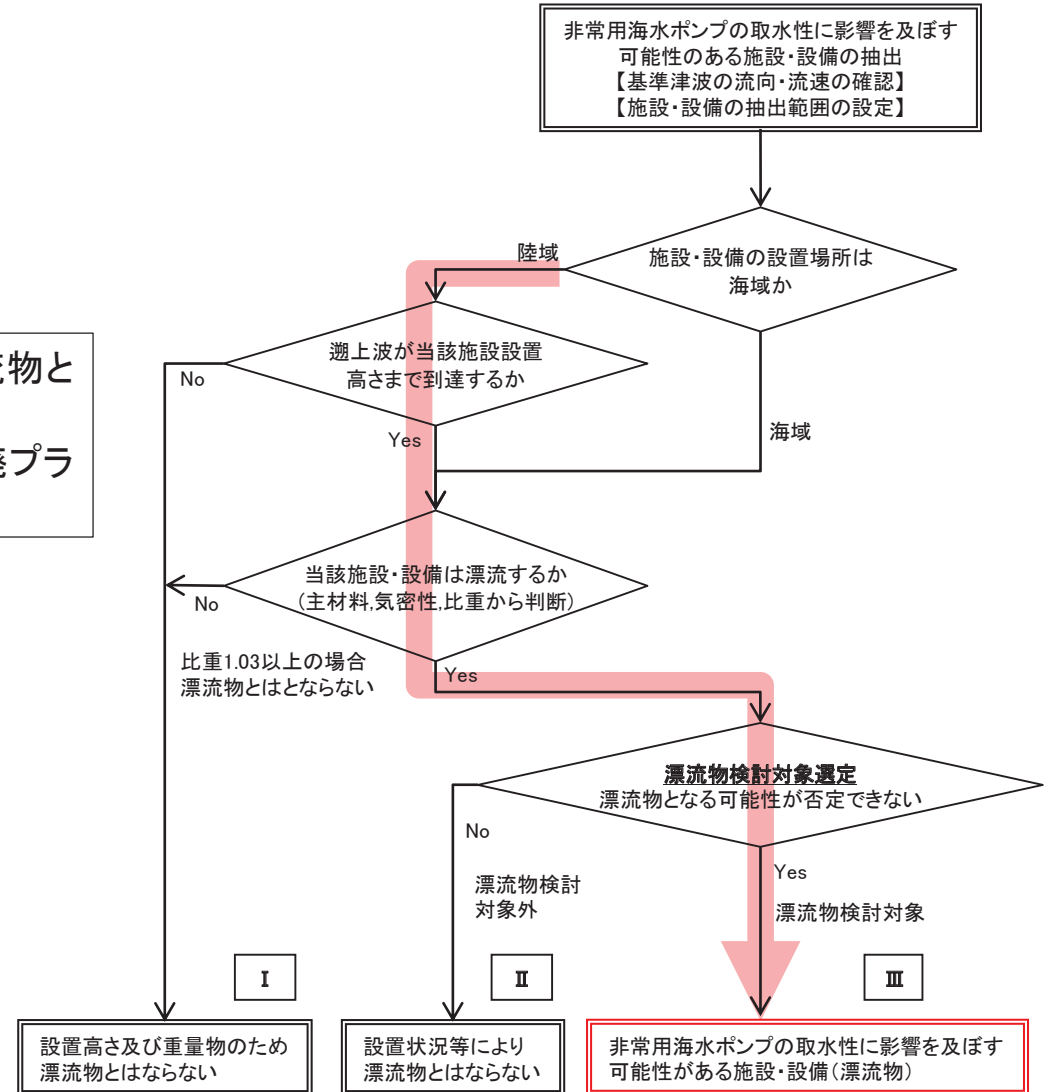
【調査分類B (漁港・集落・海岸線の人工構造物)】

No.	名称	主材料	重量等	評価
1	車両	鋼材	—	Ⅲ
2	コンテナ・ユニットハウス	鋼材等	約30t	
4	漁具	—	—	
5	工事用資機材	—	—	

- No.1,2の設備は、いずれも内空を有しているため、漂流物となる可能性がある。
- No.4,5の設備は、津波波力による損傷で生じた木片、廃プラスチック類等のがれきが漂流物となる可能性がある。

No.	名称	主材料	重量等	評価
3	油槽所(軽油・重油タンク)	鋼材	容量:約200kl	Ⅲ

- No.3の設備は、地震又は津波波力により損傷するおそれや地震により滑動するおそれがあり、漂流物となる可能性がある。

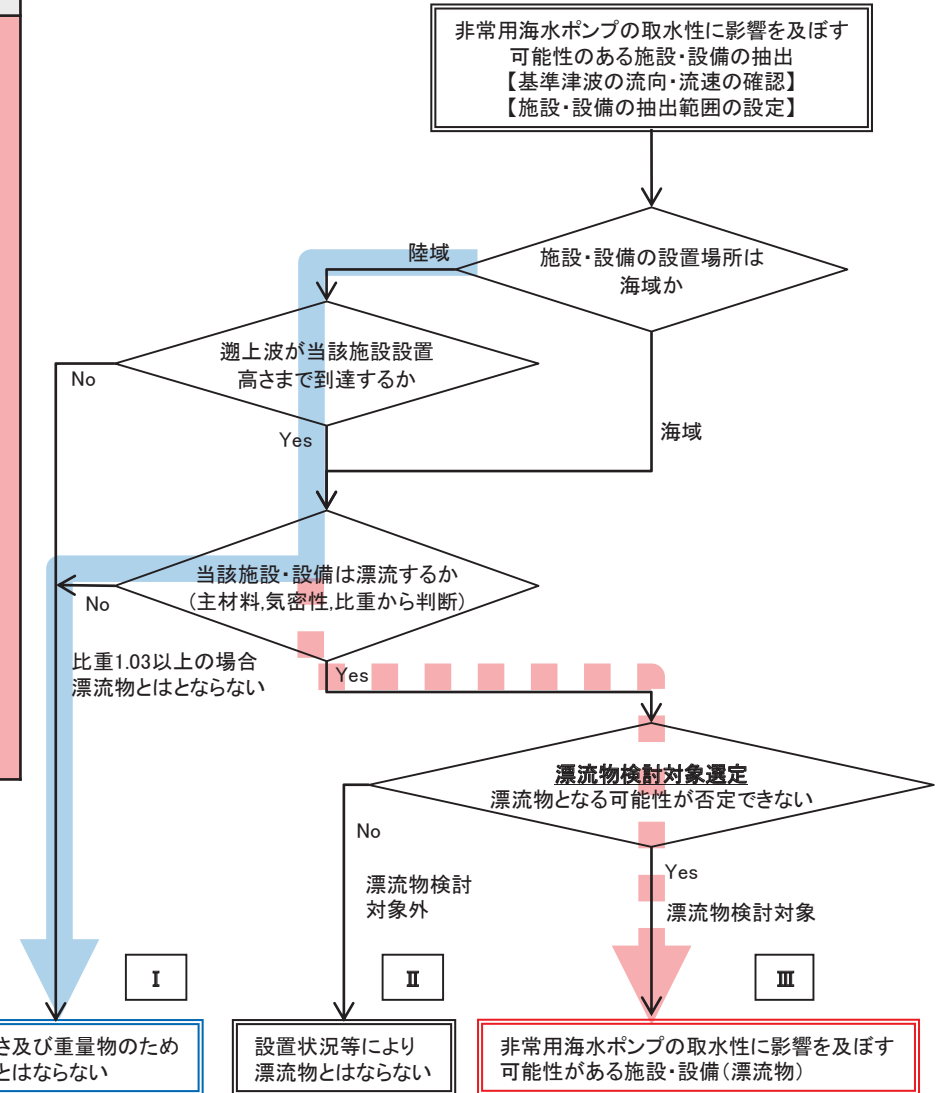


2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(27/47)

【調査分類B (漁港・集落・海岸線の人工構造物)】

No.	名称	主材料	重量等	評価
6	排水処理施設	RC	延床面積:約550m ²	I (全体) III (一部)
7	家屋	—	—	
8	ガソリンスタンド	RC	敷地面積:約500m ²	
9	商業施設	RC, 鋼材を想定 (RC造, 鉄骨造)	—	
10	工業施設 (魚市場・水産加工施設等)	RC, 鋼材を想定 (RC造, 鉄骨造)	—	
11	宿泊施設	RC, 鋼材を想定 (RC造, 鉄骨造)	約7t/棟	
12	砕石プラント	鋼材	—	
13	病院	RC, 鋼材 (RC造, 一部鉄骨造)	—	
14	学校	RC(RC造)	敷地面積:約5,500m ²	
15	駅舎	鋼材(鉄骨造)	—	
16	その他公共施設 (町役場を想定)	鋼材, RC (鉄骨造, 一部RC造)	—	

- 地震又は津波波力により部分的に損傷するおそれがあるが、建物の形状を維持したまま漂流物となることはない。
- 一方、部分的に損傷した木片、壁材等のがれきが漂流物となる可能性がある。



I
設置高さ及び重量物のため
漂流物とはならない

II
設置状況等により
漂流物とはならない

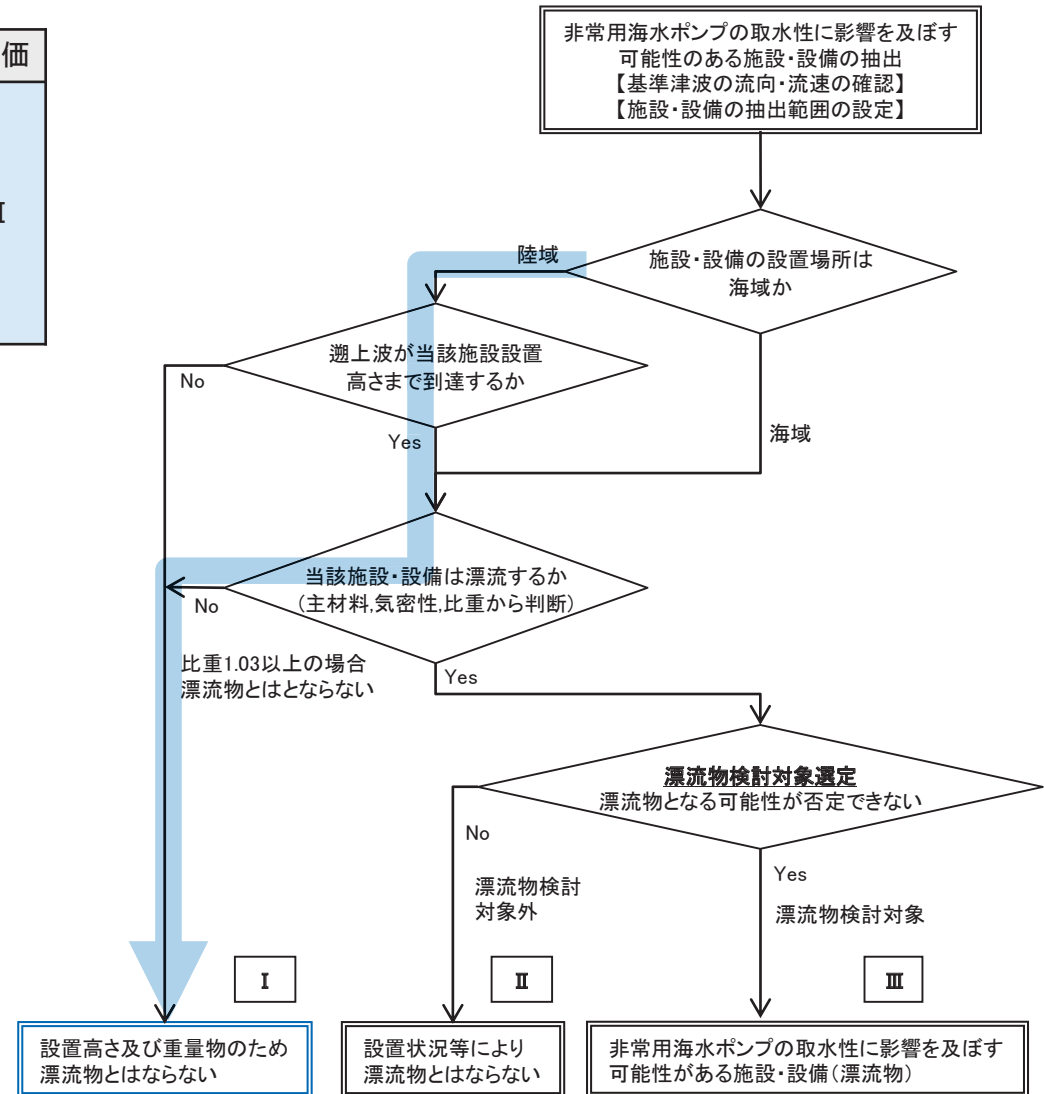
III
非常用海水ポンプの取水性に影響を及ぼす
可能性のある施設・設備(漂流物)

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(28/47)

【調査分類B (漁港・集落・海岸線の人工構造物)】

No.	名称	主材料	重量等	評価
17	けい留施設・防波堤・護岸	コンクリート, 鋼材	—	I
18	物揚クレーン	鋼材	—	
19	配電柱・街灯・信号機	コンクリート, 鋼材	約1.6t/基	
20	通信用鉄塔	鋼材	—	
21	灯台・航路標識	RC, 鋼材	約60t/基	

No.17~21の設備は、地震又は津波波力により損傷するおそれや地震により滑動するおそれがあるが、いずれも重量物であるため漂流物とならない。



2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(29/47)

【調査分類C(海上設置物)】

- ・ 津波の流況を踏まえ、下図に示す範囲で海上設置物を調査した。
- ・ 調査した結果、抽出された構造物は右表のとおりであり、これらについて、漂流物の可能性を検討した。

調査分類C(沖合側(東側)の範囲については海上設置物の設置状況を考慮して設定)



【調査分類Cにおける調査範囲】

No.	名称
1	漁業権消滅範囲標識ブイ
2	航路標識ブイ
3	海水温度観測用浮標
4	海水温度観測鉄塔
5	係留小型漁船
6	係留大型漁船(女川港のみ)
7	養殖筏
8	標識ブイ

机上調査の対象とした資料等は以下のとおり。

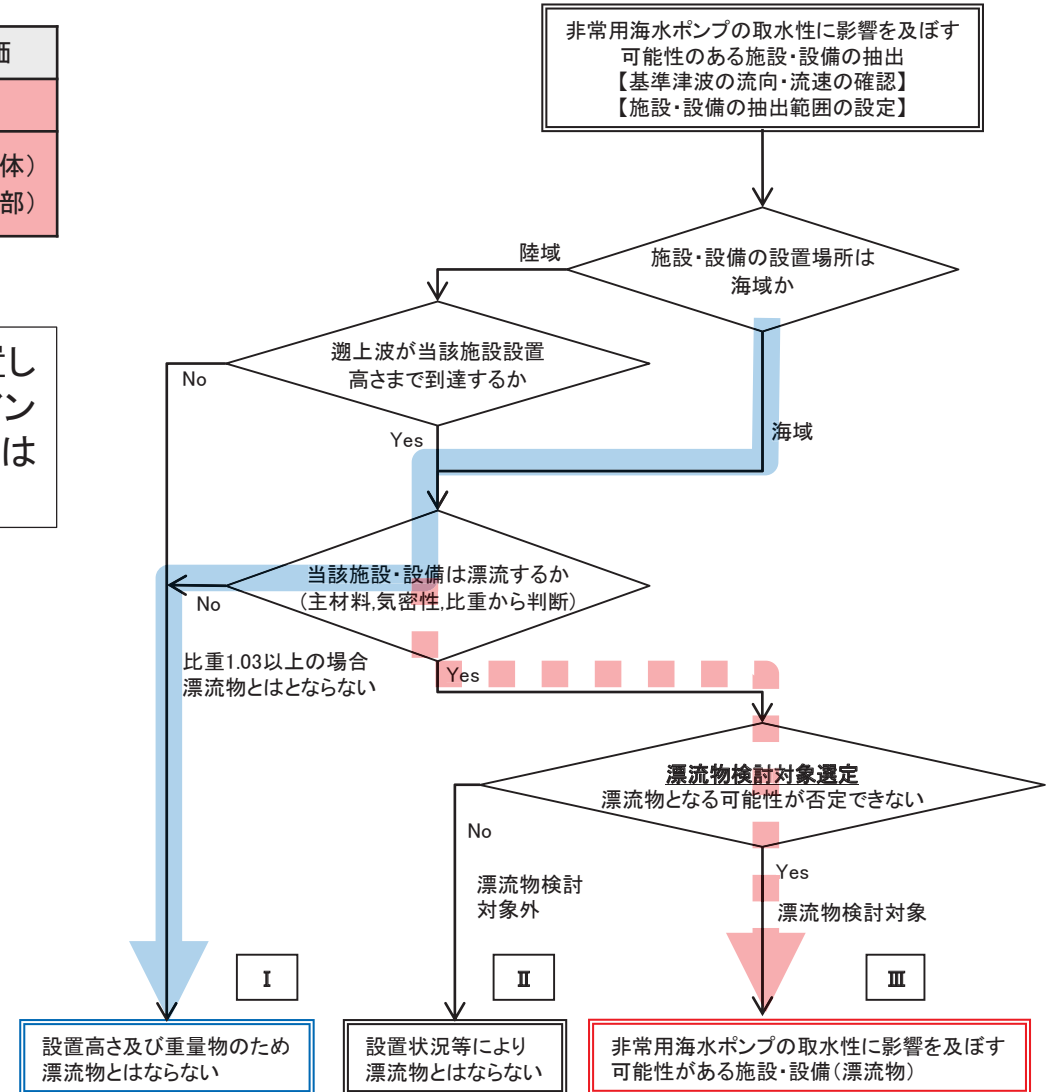
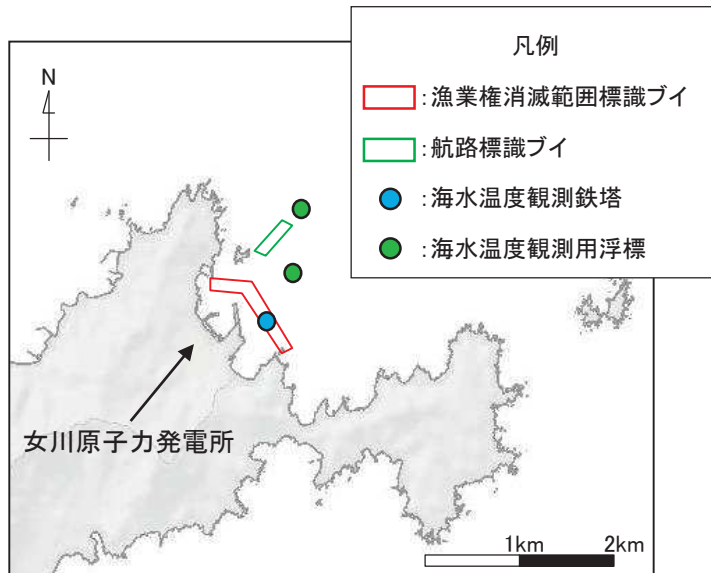
- ✓ 女川町HP 各種統計(平成30年度) http://www.town.onagawa.miyagi.jp/02_03.html
- ✓ 女川町HP 東日本大震災記録誌 <http://www.town.onagawa.miyagi.jp/kirokushi.html>
- ✓ 女川町HP 各種統計(平成30年度) http://www.town.onagawa.miyagi.jp/02_03.html
- ✓ 農林水産省HP 2013年度漁業センサ <http://www.maff.go.jp/j/tokei/census/fc/2013/report/index.html>
- ✓ 農林水産省HP 2008年度漁業センサ <http://www.maff.go.jp/j/tokei/census/fc/2008/report/index.html>
- ✓ 国土交通省HP 港湾調査(年報)平成28年度 <http://www.mlit.go.jp/k-toukei/search/pdfhtml/01/01201600a00000.html>
- ✓ 海上保安庁海洋情報部 沿岸海域環境保全情報(Ceis Net) <http://www1.kaiho.mlit.go.jp/>

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(30/47)

【調査分類C (海上設置物:発電所関係)】

No.	名称	主材料	重量	評価
1	漁業権消滅範囲標識ブイ	FRP	1t未満	Ⅲ
2	航路標識ブイ	鋼材	5t未満	I(全体)
3	海水温度観測用浮標	鋼材	5t未満	Ⅲ(一部)

No.1~3の設備は、女川原子力発電所の前面海域に設置しており、アンカー等で係留されているが、津波波力によりアンカー等が破断・破損するおそれがあることから、上部材又は浮標部が漂流物となる可能性がある。

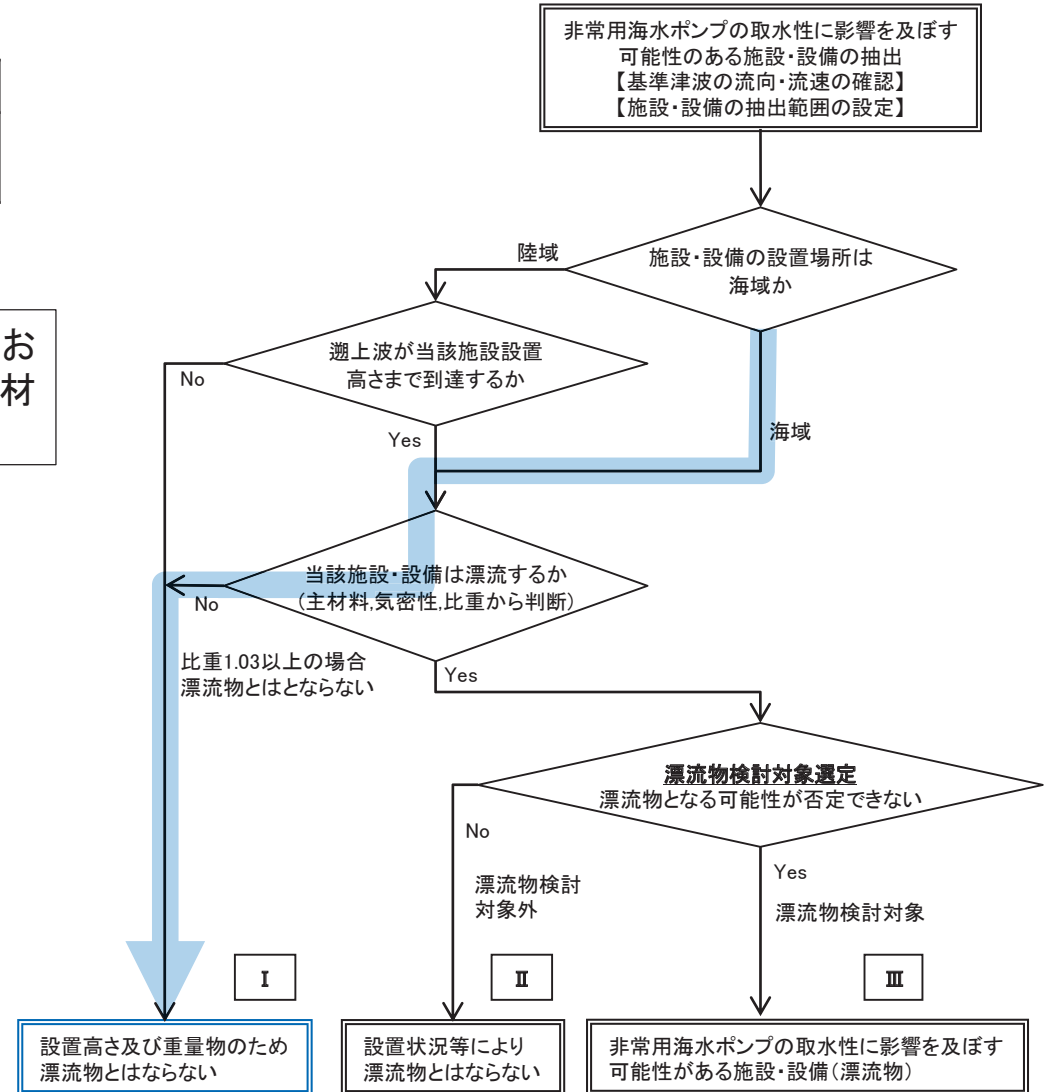
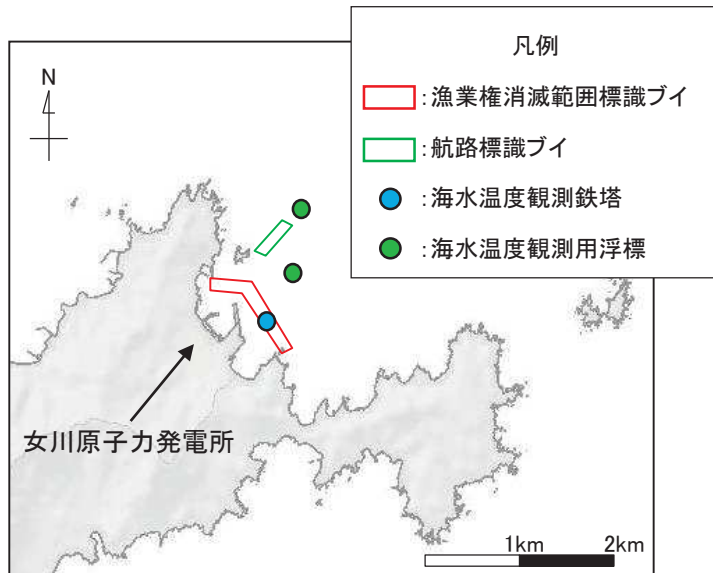


2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(31/47)

【調査分類C (海上設置物:発電所関係)】

No.	名称	主材料	重量	評価
4	海水温度観測鉄塔	鋼材	—	I

No.4の設備は、女川原子力発電所の前面海域に設置しており、津波波力により部分的に損傷するおそれがあるが、鋼材を主材料とした重量物であるため、漂流物とならない。

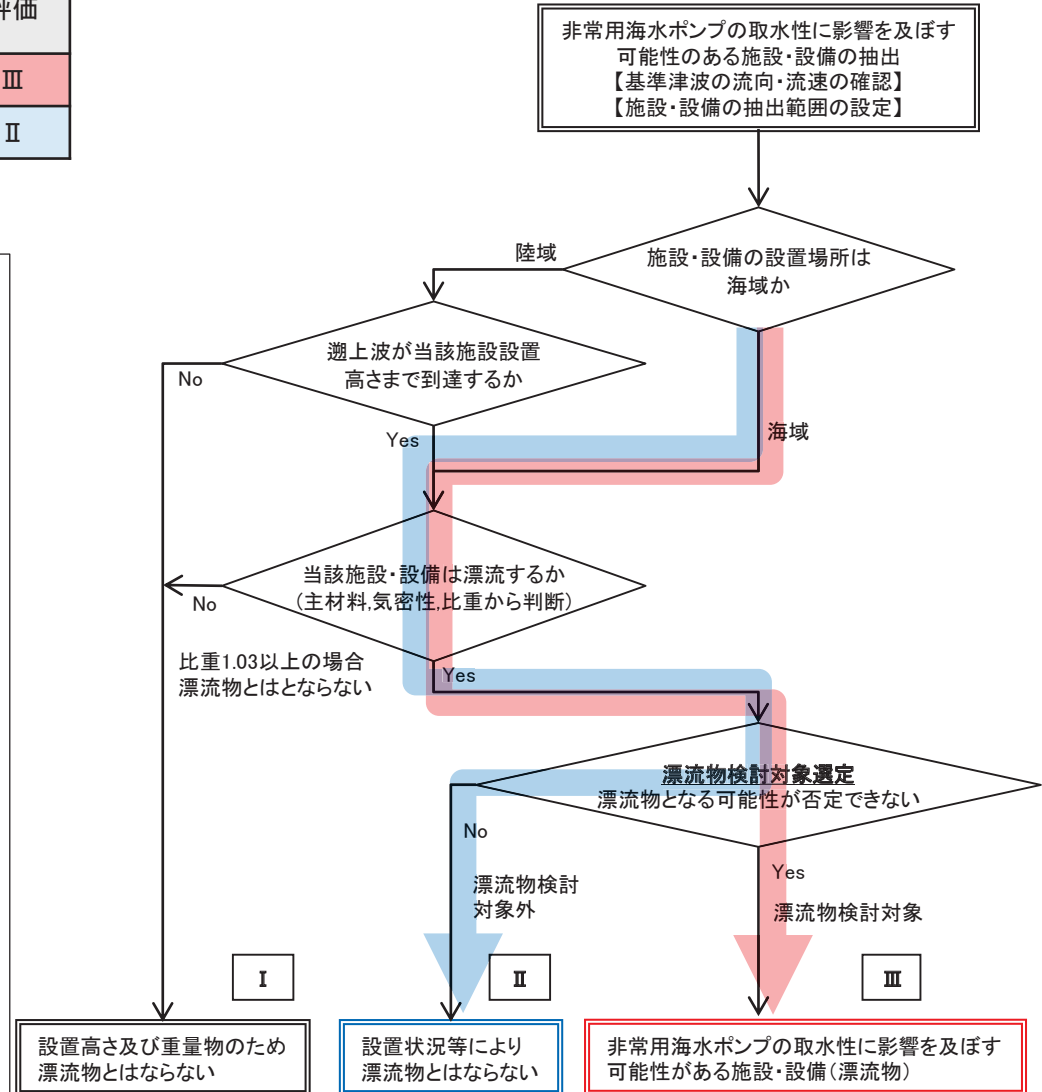


2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(32/47)

【調査分類C (発電所以外の海上設置物)】

No.	名称	主材料	重量 (最も大きなものを記載)	評価
5	係留小型漁船	FRP	約19t(総トン数)	Ⅲ
6	係留大型漁船(女川港のみ)	鋼材	約499t(総トン数)	Ⅱ

- 係留小型漁船については、係留索により係留されているが、津波波力により係留索が破損することで、漂流物となる可能性がある。
- 係留大型漁船(女川港のみ)については、以下の理由から発電所に対する漂流物とならない。
 - 大型船舶が津波の襲来により被災するパターンとしては、①押し波による陸上への乗り上げ、②引き波による水位低下に伴う転覆・座礁・沈没することが考えられる。そのため、津波の第一波の寄せ波による陸上へ乗り上げるおそれがある。仮に、陸上へ乗り上げなかった場合については、引き波による水位低下に伴い転覆・座礁・沈没するおそれがある。このことから、係留大型漁船については、発電所に対する漂流物とはならない。
 - 上記の被災パターン以外の被災として、漂流することを想定したとしても、女川港には湾口防波堤があり、港外へ漂流しにくい構造となっている。万が一、港外へ漂流したとしても、津波の流向の特徴から、女川港から沖側への流れは西から東に向かう流れが卓越しており、発電所へ漂流することはない。
- なお、確認している大型漁船の約499tよりも大きな船舶が寄港していることも考えられるが、津波の襲来により被災するパターンは上記と同様であることから、発電所に対する漂流物とはならない(詳細は次頁)。



2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21～24)(33/47)

【調査分類C (発電所以外の海上設置物)】

- ・ 調査分類Cでは係留されている状態の船舶を想定しており、女川港を船籍港としている最大の船舶として約499t(総トン数)の大型漁船が抽出された。
- ・ 一方、女川港を船籍港としていないが、一時的に女川港に寄港する可能性のある船舶として、貨物船や復興工事関係の船舶が挙げられる。このことから、貨物船及び復興工事関連の船舶について、女川港の入港実績を聞き取り調査によって確認した。
- ・ その結果、最大750t(総トン数)の貨物船が2018年7月に入港した実績(東北地方太平洋沖地震後)を確認した。
- ・ ただし、女川港の岸壁は約3,000重量トン級であることから、今後寄港する可能性のある最大の船舶は、約3,000重量トンの大型船舶であることが想定される。



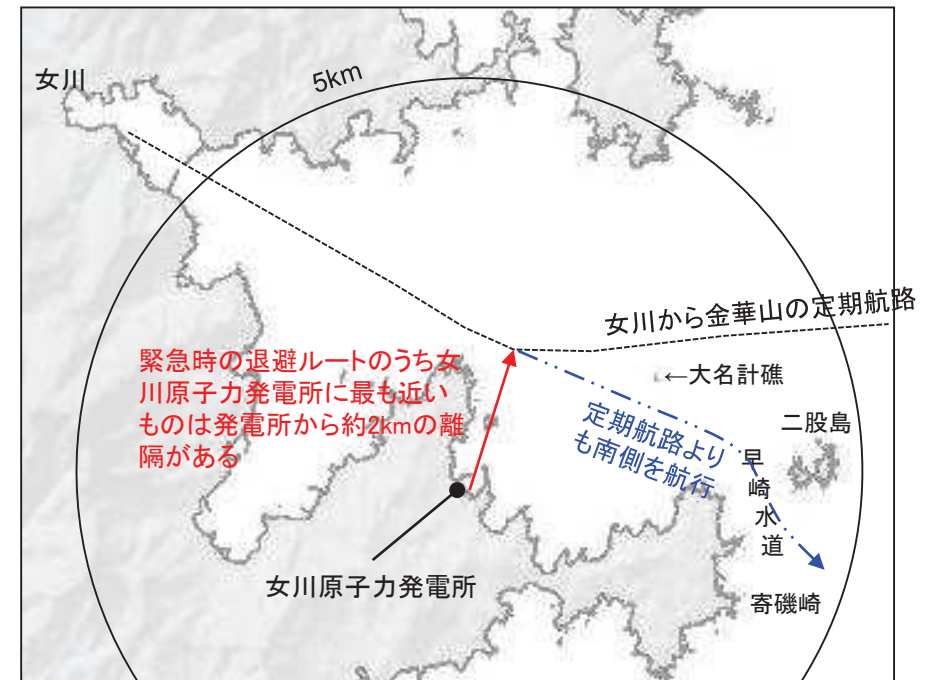
- ・ 以上を踏まえ、念のため、この約3,000重量トンの大型船舶が一時的に女川港に入港している際の影響について検討を行うこととする。
- ・ ただし、係留されている状態であれば、先の説明のとおり、大型船舶の津波襲来時の被災パターン(押し波による陸上への乗り上げ等)、女川港の湾口防波堤、女川港からの流向等から発電所に漂流することはないと判断される。
- ・ そのため、係留されている状態以外として、航行中を想定した影響検討を行った。

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(34/47)

【調査分類C (船舶:大型船舶)】

- 通常時, 発電所よりも西側の港から出港した船舶(大型船舶を含む)は, 海上衝突予防法により船舶は右側通行が義務付けられていることを踏まえると, 多くの船舶が発電所に近い南側(発電所からの離隔は約2km)を通して太平洋側へ航行することが想定され, 女川から金華山の定期航路船舶の航路と同様のルートで航行※すると考えられる。
- また, 津波警報時においては, 津波による被害を避けるために沖合へ退避する船舶が極めて多くなると考えられ, 発電所前面海域では一時的に大型船舶を含めた船舶が密集することが懸念される。その際, 発電所に最も近いルートは通常時のルートと同様(発電所からの離隔は約2km)であると考えられる。
- ただし, 発電所に近いルートを通っていたとしても, 航行中であれば, 津波襲来前に沖合への退避が十分可能であることから, 航行中においても漂流物とはならない。
- さらに, 航行中に故障により操船ができなくなる可能性もあるが, 総トン数20トン以上の大型船舶については, 国土交通省による検査(定期検査, 中間検査, 臨時検査及び臨時航行検査)が義務付けられていることから, 航行中に故障等により操船できなくなることは考えにくい。

※このルートよりも更に南側では, 大名計礁付近で水深が浅くなっていることや, 早崎水道では流れが速くなっていることから, 大型船舶の航行には適していない。



以上のことから, 約3,000重量トンの大型船舶が発電所の前面を航行中であつたとしても, 漂流物とはならない。

なお, 念のため, 津波警報時に上記の退避ルート(右図の黒破線)又はその南側のルート(右図の青二点破線)を航行中, 故障により操船できなくなることを保守的に想定して, 軌跡解析を実施し, 発電所に漂流しないことを確認している(次頁参照)。

通常時及び津波警報時に想定される運航ルートのうち発電所に近いルート

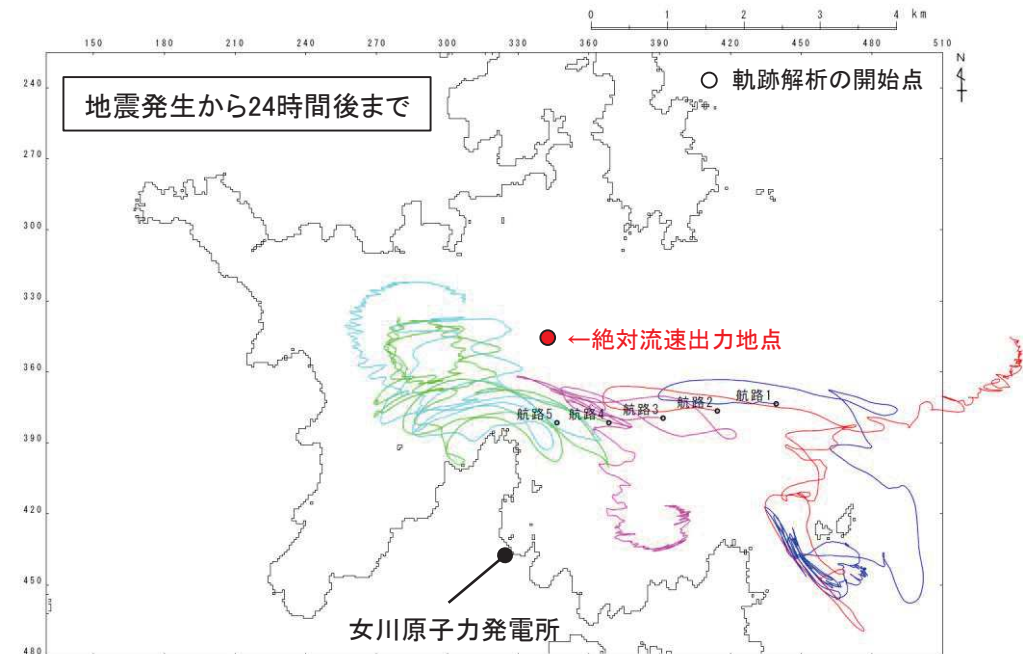
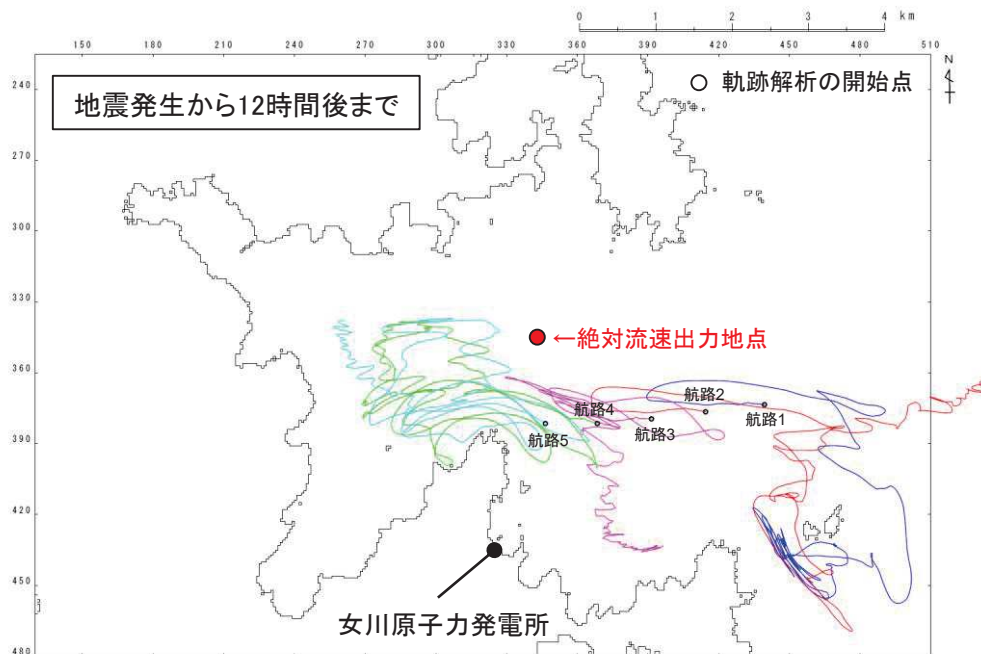
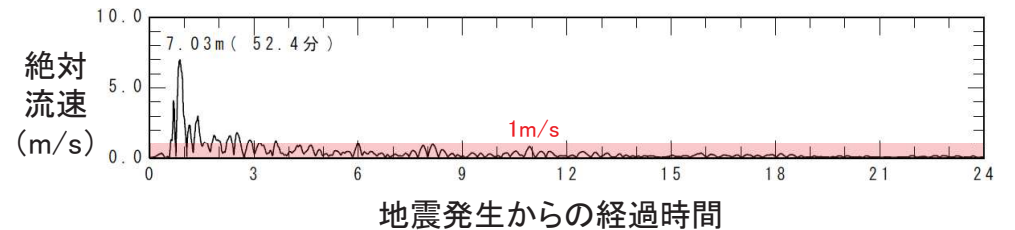
2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(35/47)

【調査分類C (船舶:大型船舶)】

(上昇側基準津波)

- 軌跡解析の条件(操船不可となった地点)として、発電所に最も近づいている状態(図の航路5)を基本に、更に沖側での4つの位置(想定した退避ルート上)を設定した。また、解析時間は流速の影響がほとんどなくなる24時間とした。
- 軌跡解析の結果、いずれの位置から漂流したとしても発電所には漂流しない結果となった。なお、地震発生から12時間以降については、流速が小さいことから、ほとんど漂流していない。

このことから、大型船舶が発電所前面海域において漂流したとしても発電所に対する漂流物とはならないことを確認した。



軌跡解析結果(上昇側基準津波)

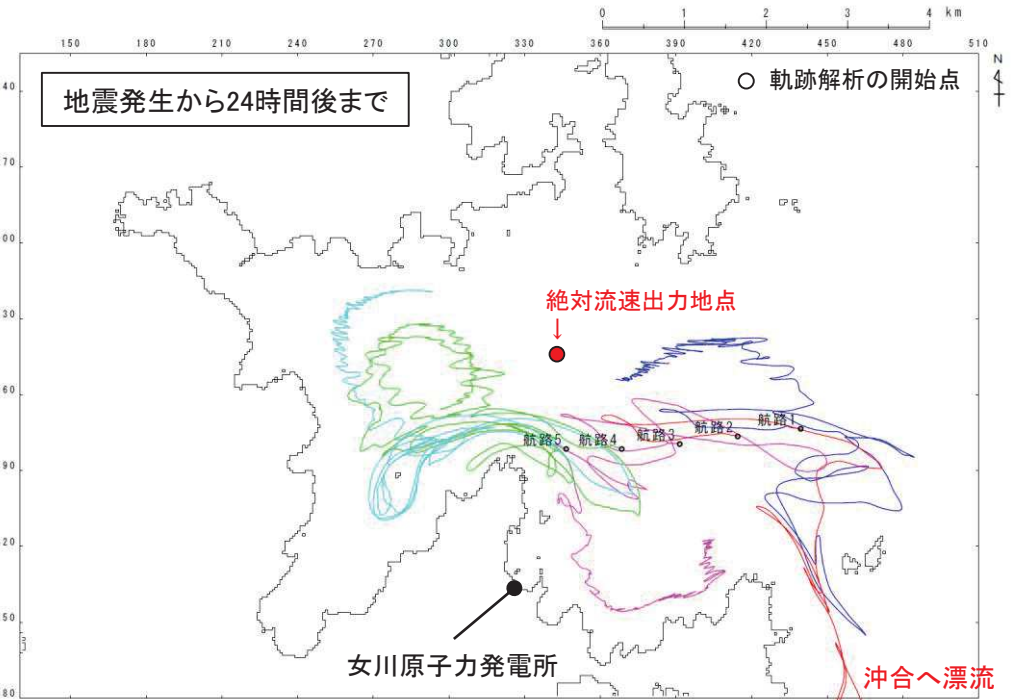
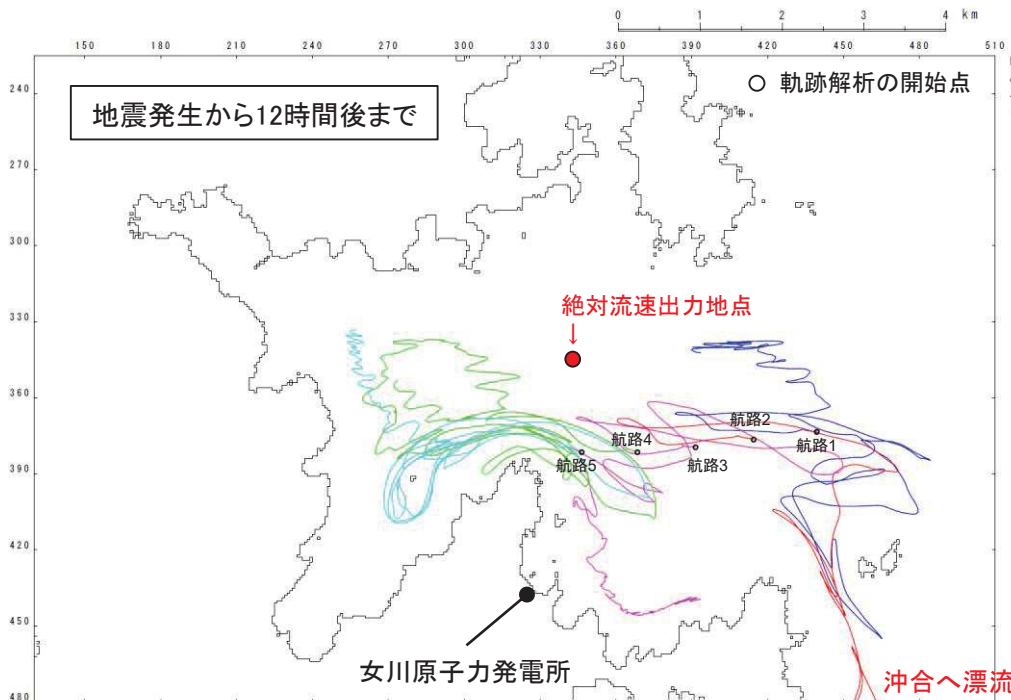
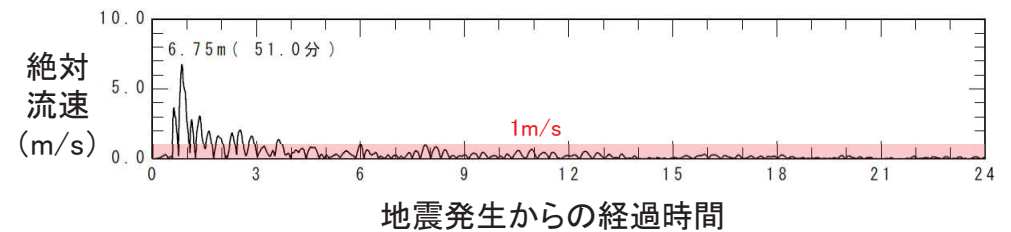
2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(36/47)

【調査分類C (船舶:大型船舶)】

(下降側基準津波)

- 軌跡解析の条件(操船不可となった地点)として, 発電所に最も近づいている状態(図の航路5)を基本に, 更に沖側での4つの位置(想定した退避ルート上)を設定した。また, 解析時間は流速の影響がほとんどなくなる24時間とした。
- 軌跡解析の結果, いずれの位置から漂流したとしても発電所には漂流しない結果となった。なお, 地震発生から12時間以降については, 流速が小さいことから, ほとんど漂流していない。

このことから, 大型船舶が発電所前面海域において漂流したとしても発電所に対する漂流物とはならないことを確認した。



軌跡解析結果(下降側基準津波)

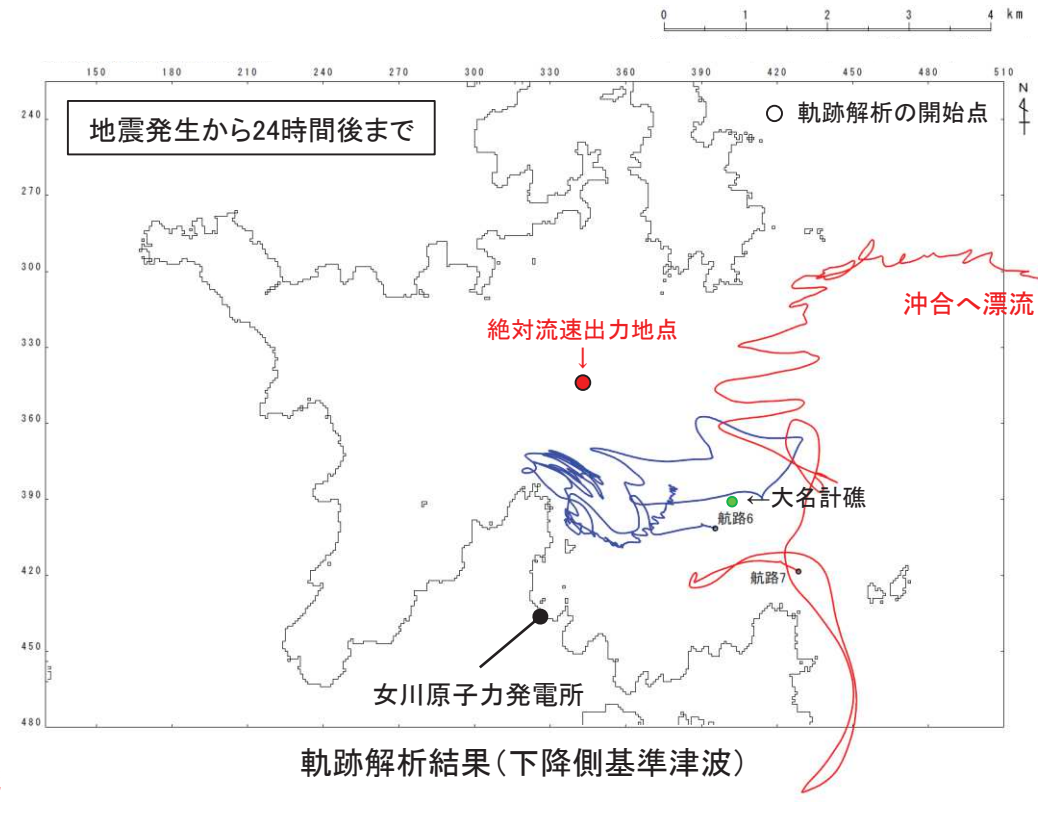
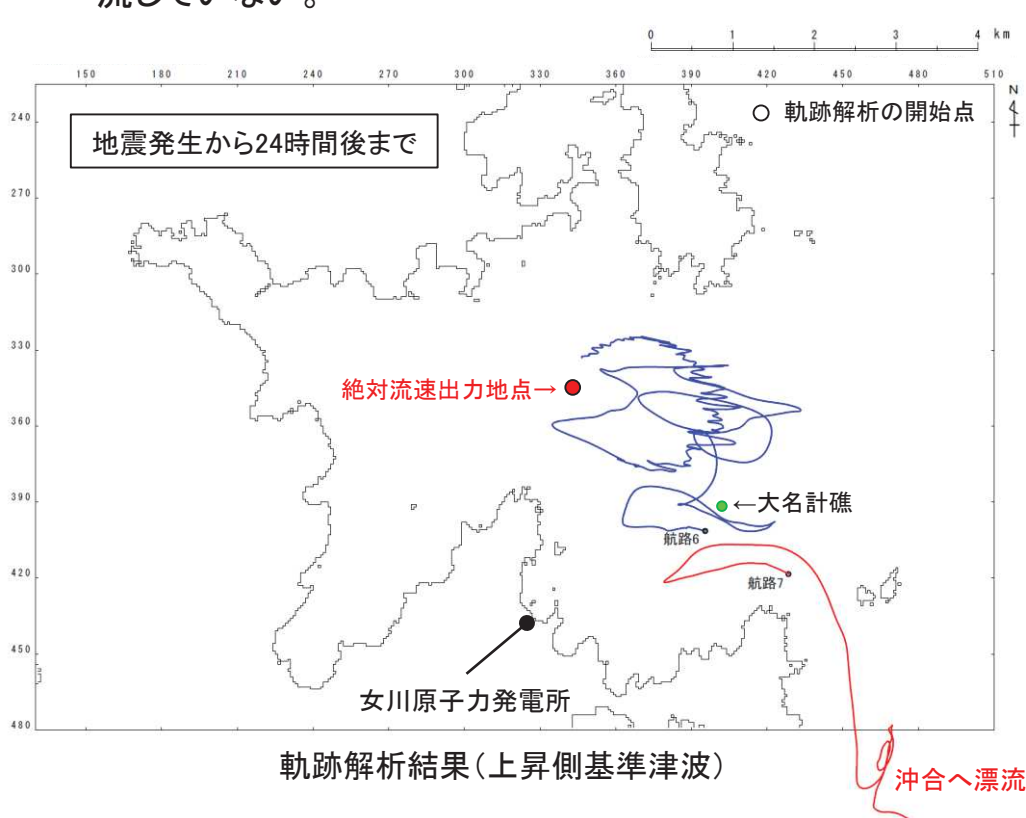
2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(37/47)

【調査分類C (船舶:大型船舶)】

(退避ルートよりも南側のルートの場合)

- 想定される退避ルートよりも南側を航行中に操船不可となることを仮定し、下図に示す2地点からの軌跡解析を行った。また、解析時間は流速の影響がほとんどなくなる24時間とした。
- 軌跡解析の結果、いずれの位置から漂流したとしても発電所には漂流しない結果となった。なお、地震発生から12時間以降については、流速が小さいことから、ほとんど漂流していない。

このことから、大型船舶が発電所前面海域において漂流したとしても発電所に対する漂流物とはならないことを確認した。

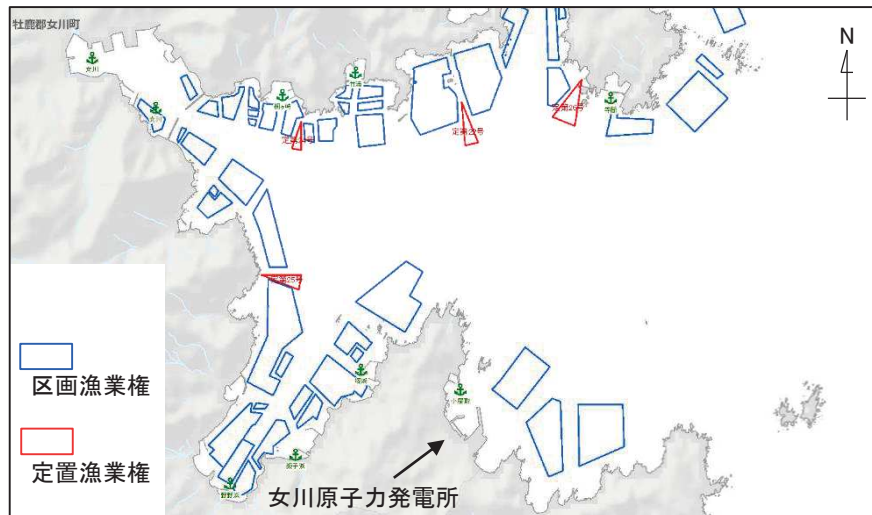


2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(38/47)

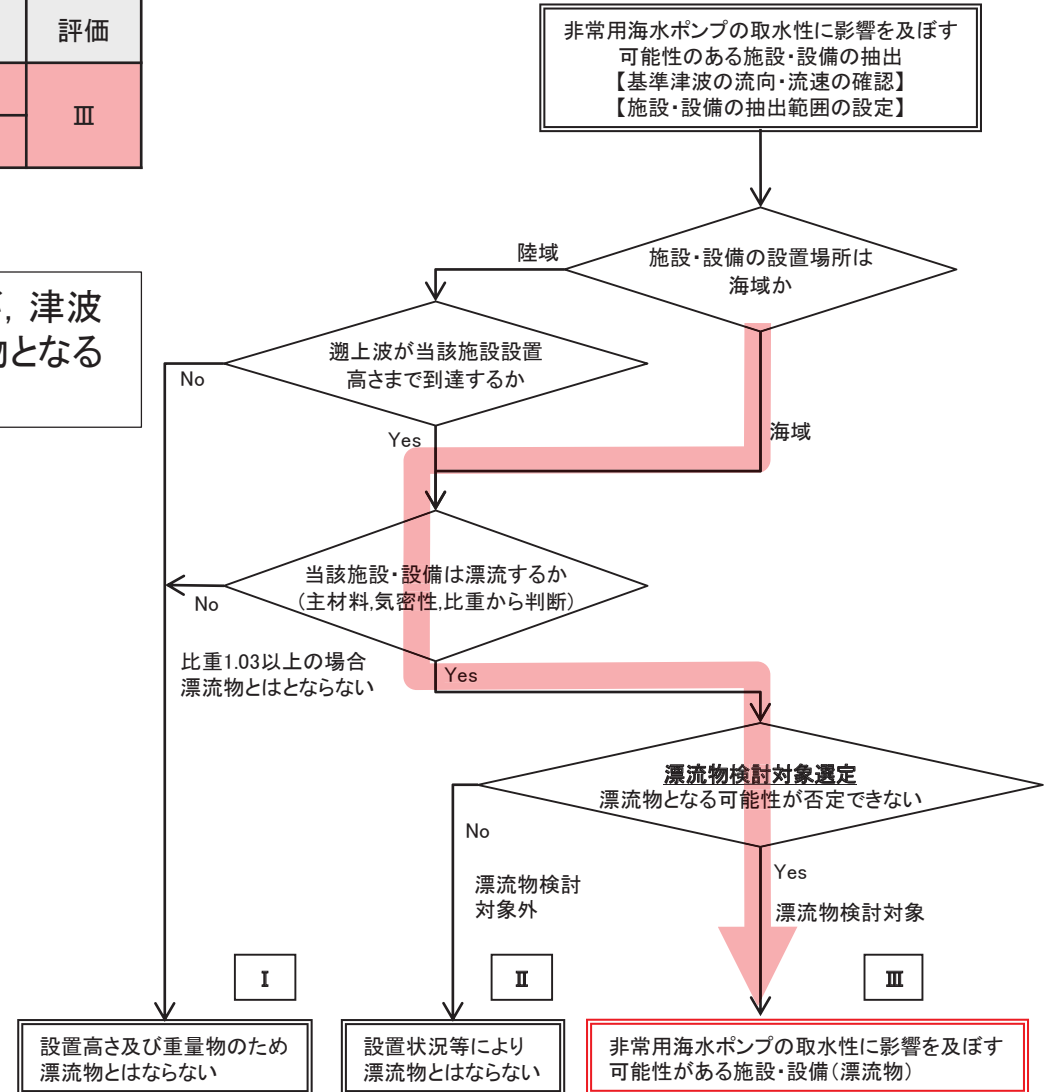
【調査分類C (発電所以外の海上設置物)】

No.	名称	主材料	重量	評価
7	養殖筏	フロートロープ・木材	1t未満	Ⅲ
8	標識ブイ	FRP(想定)	—	

No.7,8の設備については、アンカーで係留されているが、津波波力によりアンカーが破損することで、上部材が漂流物となる可能性がある。



【調査分類Cにおける漁業権範囲の概要】



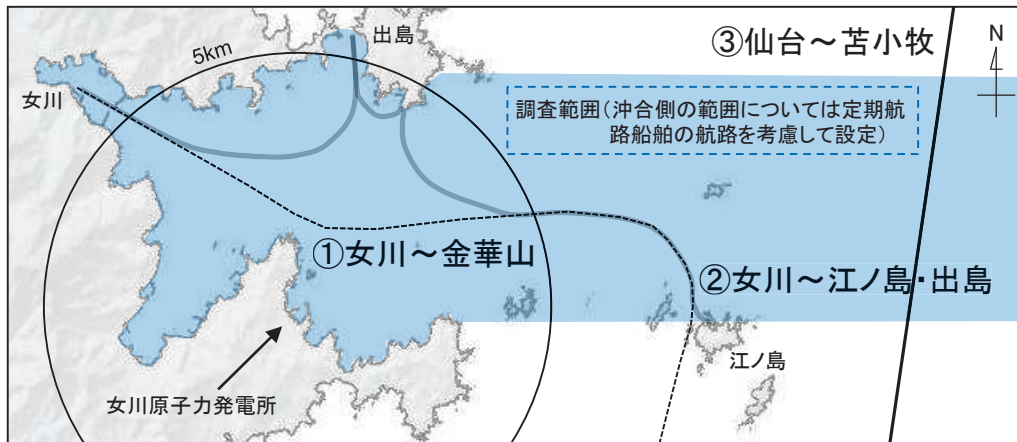
2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(39/47)

【調査分類D (船舶:定期航路船舶)】

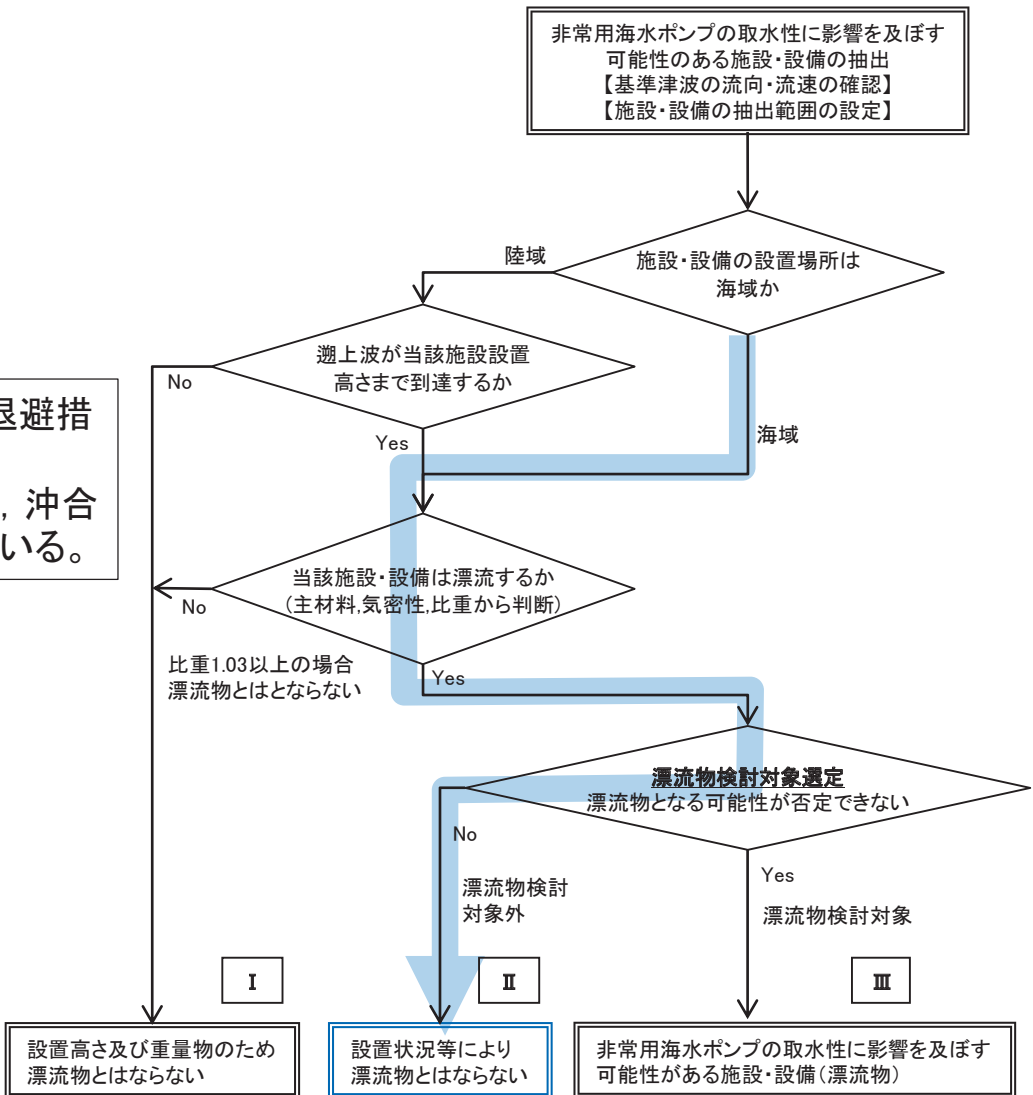
【定期航路船舶一覧】

航路	所属船名	総トン数	運航会社	評価
① 女川～金華山	ベガ	19	潮プランニング	II
	アルティア	19		
② 女川～江ノ島・出島	しまなぎ	62	シーパル女川汽船	
③ 仙台～苫小牧	いしかり	16,000	太平洋フェリー	
	きそ	16,000		
	きたかみ	13,973		

各運行会社への聞き取り調査等の結果, 津波警報等発令時の退避措置が明確となっていることから, 漂流物とはならない。
 なお, 定期航路船舶は, 東北地方太平洋沖地震に伴う津波時に, 沖合いへの退避を行い, 津波による被災を免れていることを確認している。



【運航航路】



2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(40/47)

【東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物(敷地内)】

【東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物】

漂流物	記事	漂流元【移動距離】	備考
小型船舶	船外機	不明	津波の数日後に漂着
車両	約1~2t	敷地内(O.P.+6mの駐車場)	遡上域から駐車場を撤去
水槽	約0.3t	敷地内(O.P.+10m)【約20m】	工事用の仮設備
タンク	重油タンク 重油残量約600kl	敷地内(O.P.+2.5m)【約20m】	重油タンクは撤去済み
木片・混合ごみ・流木	約370m ³	一部敷地内(O.P.+2.5m)	建屋壁材, 屋根材等
漁具	プラスチック等	不明	大型土嚢120袋分



岸壁の漂流物状況(平成23年3月22日撮影)

- 車両は、遡上域に駐車場を設置していないため、駐車場の車両は漂流物とならない。
- タンクは、撤去済みであることから、漂流物とはならない。
- 鉄骨造の建物自体は漂流物とはならないが、壁材等が漂流物となる可能性がある。
- これら以外については、漂流物となる可能性がある。
- なお、これらの漂流物による取水性への影響はなかったが、作業船等により撤去している。



建屋壁材の剥がれ状況



廃プラ・漁具類(大型土嚢)



混合ゴミ

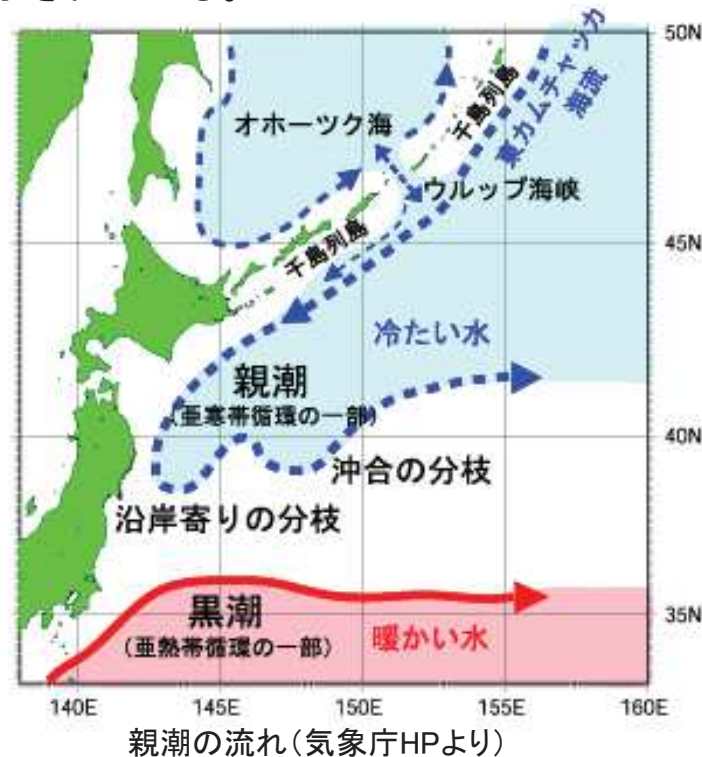


木片・流木

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(41/47)

【東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物(抽出範囲外)1/3】

- 東北地方太平洋沖地震に伴う津波によって、家屋やコンテナ等が陸上から海へ流出し、海上にあった漁船や漁具等も沖合へ流された。これらは津波による影響がほとんどなくなった後、更に海流と風の影響を受けて流れるものと考えられる。
- このことから、津波襲来後に数日程度かけて女川原子力発電所へ漂流物が到達する可能性のある漂流元としては、東北地方太平洋側の海流(親潮, 黒潮)を確認する必要がある。
- 気象庁によれば、東北地方太平洋側は、北東からの親潮の影響が大きい(下図参照)ことが示されている。
- 以上のことから、漂流物抽出範囲外からの影響検討として、女川原子力発電所より北側に位置する気仙沼市と南三陸町の漂流物の実績を考慮する。



2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(42/47)

【東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物(抽出範囲外)2/3】

気仙沼市の特徴

- 100kl以上の屋外タンク22基(最大容量約3,000kl)が押し波により湾奥へ漂流して陸上へ乗り上げられた。
- 東北地方太平洋沖地震に伴う津波が襲来した際には、多くの漁船等が係留・停泊しており、被災している。特に、大型船舶は、押し波によって陸上へ乗り上げられた(最大で379t(総トン数)の大型漁船)。一方、小型船舶については、沖合へ漂流した。
- また、多くの家屋が津波によって、がれき化して漂流物となった。

南三陸町の特徴

- 係留又は停泊している多くの小型漁船が流失し、乗用車の多くが漂流した。
- 低地の家屋はほぼ流失(全壊3,142棟, 半壊169棟)し、津波に流されて、大量のがれきが漂流した。
- RCや鉄骨造の建物に関しては、建物自体は漂流していないが、壁材等が剥がれてがれきとなり漂流した。

机上調査の対象とした資料等は以下のとおり。

- ✓ 気仙沼・本吉地域広域行政事務組合消防本部 『東日本大震災 消防活動の記録』
- ✓ 気仙沼市 気仙沼市震災復興計画(H23.10.7策定, H28.9.14更新)
- ✓ 南三陸町 南三陸町震災復興計画(H23.12.26策定, H24.3.26改訂)

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(43/47)

【東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物(抽出範囲外)3/3】

- 東北地方太平洋沖地震に伴う津波では、地震発生から数時間～数日かけて漂流物が発電所に到達した実績を踏まえ、抽出範囲の外側からの漂流物も検討した。
- 津波襲来後、長時間経過した状態では海流による流れが支配的であると考え、抽出範囲外の検討対象としては、発電所よりも北に位置する気仙沼市と南三陸町を選定した。

【気仙沼市の漂流物の特徴】

- 燃料用タンク(最大容量約3,000kl)及び大型船舶(最大で379t(総トン数)の大型漁船)の押し波による陸上への乗り揚げが挙げられる。

【気仙沼市の漂流物の特徴に対する発電所評価】

- タンク類は小乗浜地区で確認(最大容量約200kl)・抽出しており、保守的に漂流物化することを考慮している。
- 大型船舶は女川港の係留船舶として最大で499t(総トン数)の大型漁船を確認しており、津波時の被災パターン(押し波による陸上への乗り揚げ)等から漂流物とはならないとしている。
- これらは、気仙沼市の漂流物の特徴と整合的である。

【南三陸町の漂流物の特徴】

- 家屋の大部分が流され、大量のがれきとして漂流したこと、小型漁船や乗用車が流されて漂流したこと、RCや鉄骨造の建物自体は残ったが、壁材等が剥がれていたことが挙げられる。

【南三陸町の漂流物の特徴に対する発電所評価】

- 周辺地区から家屋を抽出しており、がれきとして漂流物化することを考慮している。
- 小型漁船と車両についても、周辺地区等から抽出しており、漂流物化することを考慮している。
- RCや鉄骨造の建物はそれ自体は漂流せず、壁材等が剥がれ、がれきとして漂流物化することを考慮している。
- これらは、南三陸町の漂流物の特徴と整合的である。

- 抽出範囲の外側からの漂流物として、気仙沼市及び南三陸町の漂流物実績を考慮したが、これらは女川地域を含めた抽出範囲内から選定されるものと同種であり、新たに評価すべき漂流物がないことを確認した。
- このことから、設定した抽出範囲は妥当であり、その範囲内から適切に漂流物の選定が行われていると判断される。

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(44/47)

【海水ポンプの取水性に影響を及ぼす可能性のある漂流物の抽出結果:まとめ(1/2)】

- 調査分類A及びBについて、漂流物評価フローに基づいて検討を行った結果、評価結果Ⅲ(漂流物化の可能性有)として整理されたものを下表に示す。

調査分類		名称	主材料	重量	検討結果	漂流物となる可能性が 否定できない施設・設備	
敷地内 (陸域)	発電所敷地 内における 人工構造物	A	港湾作業管理詰所, オイルフェンス 格納倉庫, 屋外電動機等点検建屋	鋼材(鉄骨造)	—	地震又は津波波力により施設本体から分離して壁材等が漂流物となる可能性がある。	①がれき類
			屋外キュービクル, 屋外中継盤, 海上レーダー中継盤, 海側設備分電盤, 電気中継盤	鋼材	—	地震又は津波波力により設備本体から分離して内部を構成する部材が漂流物となる可能性がある。	①がれき類
			車両	鋼材	約0.7 ~15.3t	遡上波が到達する高さに駐車場が整備されていないため、漂流物となる可能性は考えにくいですが、地震後における遡上域から防潮堤区画内に退避するための運用やルートが未確定であることから、漂流物となる可能性がある。	②車両
敷地外 (陸・海)	漁港・集落・ 海岸線の 人工構造物	B	車両	鋼材	—	内空を有しているため、漂流物となる可能性がある。	②車両
			コンテナ・ユニットハウス	鋼材等	約30t		③コンテナ・ユニットハウス
			軽油・重油タンク	鋼材	容量 約200kl	地震又は津波波力により損傷するおそれや地震により滑動するおそれがあり、漂流物となる可能性がある。	④タンク類
			漁具, 工事中資機材	—	—	津波波力による損傷で生じた木片, 廃プラスチック類等のがれきが漂流物となる可能性がある	①がれき類
			家屋, ガソリンスタンド, 商業施設, 工業施設(魚市場・水産加工施設等), 宿泊施設, 砕石プラント, 病院, 学校, 駅舎, その他公共施設	—	—	地震又は津波波力により部分的に損傷した木片, 壁材等のがれきが漂流物となる可能性がある。	①がれき類

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(45/47)

【海水ポンプの取水性に影響を及ぼす可能性のある漂流物の抽出結果:まとめ(2/2)】

- 調査分類C及びDについて、漂流物評価フローに基づいて検討を行った結果、評価結果Ⅲ(漂流物化の可能性有)として整理されたもの、東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物(実績から漂流物化の可能性有)を下表に示す。
- なお、調査分類Dについては、検討の結果、漂流物となる可能性のあるものは抽出されなかった。

調査分類		名称	主材料	重量	検討結果	漂流物となる可能性が否定できない施設・設備		
敷地外 (陸・海)	海上設置物	C	漁業権消滅範囲標識ブイ	FRP	1t未満	津波波力によりアンカーが破断することで、上部材又は浮標部が漂流物となる可能性がある。 津波波力により係留索が破損することで、漂流物となる可能性がある。 津波波力によりアンカーが破損することで、上部材が漂流物となる可能性がある。	①がれき類	
			航路標識ブイ, 海水温度観測用浮標	鋼材	5t未満			
			係留小型漁船	FRP	約19t (総トン数)			⑤小型船舶
			養殖筏	フロートロープ 木材	1t未満			①がれき類
			標識ブイ	—	—			
東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物(実績)	敷地内 (女川)	小型船舶	船外機	東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物実績から、漂流物となる可能性がある。	⑤小型船舶			
		水槽	約0.3t		③コンテナ・ユニットハウス			
		木片・混合ごみ・流木	約370m ³		①がれき類			
		漁具	プラスチック等					
	抽出 範囲外	家屋, RC・鉄骨造の建物	木材, 壁材等		①がれき類			
		小型漁船	FRP		⑤小型船舶			
		タンク類	鋼材		④タンク類			

以上の結果から、海水ポンプの取水性に影響を及ぼす可能性のある漂流物は、①がれき類、②車両、③コンテナ・ユニットハウス、④タンク類及び⑤小型船舶である。

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(46/47)

【海水ポンプの取水性の評価】

- 漂流物が取水口に到達した場合に取水口を閉塞させ、取水性に影響を及ぼすおそれがあることから、漂流物による取水口の閉塞を想定した取水性評価を実施した。

【評価結果】

- 津波は流向を有していることから、漂流物がすべて取水口前面に到達する可能性は低いと考える。万が一、漂流物のすべてが取水口前面に集約された場合を想定しても、漂流物が隙間なく整列することは考えにくい。また、漂流物の形状から取水口に密着することは考えにくく、取水口を完全に閉塞させることはないと考えられるため、非常用海水ポンプの取水は可能である。
- 抽出した漂流物は、女川地区をはじめとする広範囲にわたることから、漂流物が同時に取水口前面に到達することはないと判断し、東北地方太平洋沖地震に伴う津波の実績を踏まえ、津波襲来後には必要に応じて漂流物を撤去する方針であることから、非常用海水ポンプの取水は可能である。
- 取水性に関する評価結果は上記のとおりであるが、保守的に、漂流物となる可能性のあるものに対して、右表のとおりそれぞれ評価を行い、いずれの漂流物についても、取水性に影響はないものと判断した。

海水ポンプの取水性に影響を及ぼす可能性のある漂流物		影響評価
①	がれき類	港湾部分の建屋外壁や内装材、養殖施設の構成材などの軽量物については、水面に浮遊することから取水口を閉塞することはない。 なお、保守的に建屋外壁又は内装材一面分の面積を有したまま取水口へ到達した場合を想定しても、取水口における取水面積は十分に大きいことから、取水性に影響はない。
②	車両	小型船舶よりも小さいため、船舶で代表させる。
③	コンテナ・ユニットハウス	小型船舶よりも小さいため、船舶で代表させる。
④	タンク類	タンクの形状は円形であるのに対して、取水口は平面上となっていることから、タンクが取水口を完全に閉塞することはない。
⑤	小型船舶	対象とする船舶のうち最大のものは総トン数で約19tの漁船であり、喫水深約2m、船体長さ約20m、幅約5mであるのに対し、取水口における取水面積は十分に大きいことから、取水性に影響はない(左下図参照)。



【取水口前面の漂流物 概念図】

防護上の観点又は機密に係わる事項を含む為、公開できません

いずれの漂流物も取水性に影響はない

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 21~24)(47/47)

【漂流物の評価フローの各項目の判断根拠】

- 調査分類A(発電所敷地内における人工構造物)を例に、以下に示す。
- なお、その他の施設・設備については、別添1「2.5 水位変動に伴う取水性低下による重要な安全機能への影響防止」に記載している。

No.	名称	Step1 (設置場所)	Step2 (遡上波到達)	Step3(漂流可能性)			Step4(漂流物選定) ①津波の流向及び地形 ②設置状況 ③緊急退避の実効性	評価結果
				主材料	気密性	比重1.03 以下		
1	東防波堤灯台	陸域	Yes (O.P.+4.0m)	RC	地震又は 津波波力 により喪失	No【2.34】 (コンクリート※比重)	—	重量物のため漂流物とはならない
2	北防波堤導標 敷地側導標	陸域	Yes (O.P.+4.5m) (O.P.+2.5m)	鋼材	—	No【7.85】 (鋼材※比重) (鋼材※比重)	—	重量物のため漂流物とはならない
3	3号炉放水路サンプリング建屋	陸域	Yes (O.P.+4.0m)	RC (RC造)	地震又は 津波波力 により喪失	No【2.34】 (コンクリート※比重)	—	重量物のため漂流物とはならない
4	2号炉放水口モニター建屋	陸域	Yes (O.P.+4.0m)	RC (RC造)		No【2.34】 (コンクリート※比重)	—	重量物のため漂流物とはならない
5	2号炉放流管真空ポンプ室	陸域	Yes (O.P.+4.0m)	RC (RC造)		No【2.34】 (コンクリート※比重)	—	重量物のため漂流物とはならない

※ 鋼材及びコンクリートの比重は道路橋示方書・同解説より設定。

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 27)(1/6)

(1) 指摘事項

基準地震動 S_s による被害を想定した輸送車両の退避ルート及び退避に係る所要時間を提示すること

(2) 回答

- 輸送車両の退避ルートが使用できない場合を想定し、使用済燃料(燃料)輸送と低レベル放射性廃棄物(LLW)輸送の輸送車両の退避に係る所要時間を整理した上で、輸送車両の退避の考え方を示す。

<退避ルートの健全性確認方法>

- ① 津波警報等が発令された場合の、輸送車両の退避ルートについて図1に示す。退避ルートについては、基準地震動 S_s に対する耐震性が確保されていないことを踏まえ、発電所震度5弱以上※の地震時においては、退避ルートが健全でないと判断し、輸送車両の退避は行わない。

※ 発電所の震度情報については、原子力発電所に保安確認用の地震計を設置していることから、速やかに情報を入手することができる。
女川原子力発電所では、震度5弱以上の地震で地震後のパトロールを実施しており、過去最大規模の東北地方太平洋沖地震(震度6弱)でも、車両の通行に支障をきたすような道路の段差は発生していないことを確認しているが、保守的に震度5弱を判断基準とした。

- ② 発電所震度5弱未満の地震時においては、退避ルート上に配置される誘導員が、地震発生後速やかに、車両の通行の支障となり得る10cmを超える段差等が発生していないことを確認し、車両の通行可否について判断する。誘導員は車両の通行可否を、岸壁の作業責任者へ携帯する通信連絡設備により報告する。



図1 輸送車両の退避ルート

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 27)(2/6)

＜燃料輸送車両の退避に係る所要時間＞

燃料輸送車両の退避時間及び津波の襲来時間の関係を図2に示す。

○ 基準津波に対する退避性

- 輸送物を吊り上げていない場合、津波警報等が発令後、直ちに輸送車両発進が可能であり、地震発生後約15分で輸送車両の退避が完了する。
- 輸送物を吊り上げている場合、輸送物の積付・固縛後(地震発生約21分後)に輸送車両が発進し、地震発生後約33分で輸送車両の退避が完了する。

○ 基準津波より到達が早い津波に対する退避性

- 輸送物を吊り上げている場合は、基準津波より早い津波が輸送車両発進とほぼ同時刻に到達する可能性がある。地震発生後約21分で到達するF-2断層・F-4断層による津波(寄せ波高さO.P+3.05m)は、岸壁高さ(O.P+3.5m)を超えることはないが、退避ルートの一部(O.P+2.5m)は浸水する可能性があるため、このケースでは輸送車両の退避は行わない(考え方を82頁に示す)。

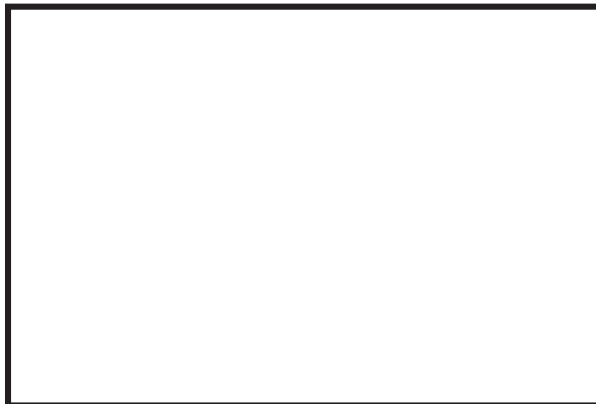
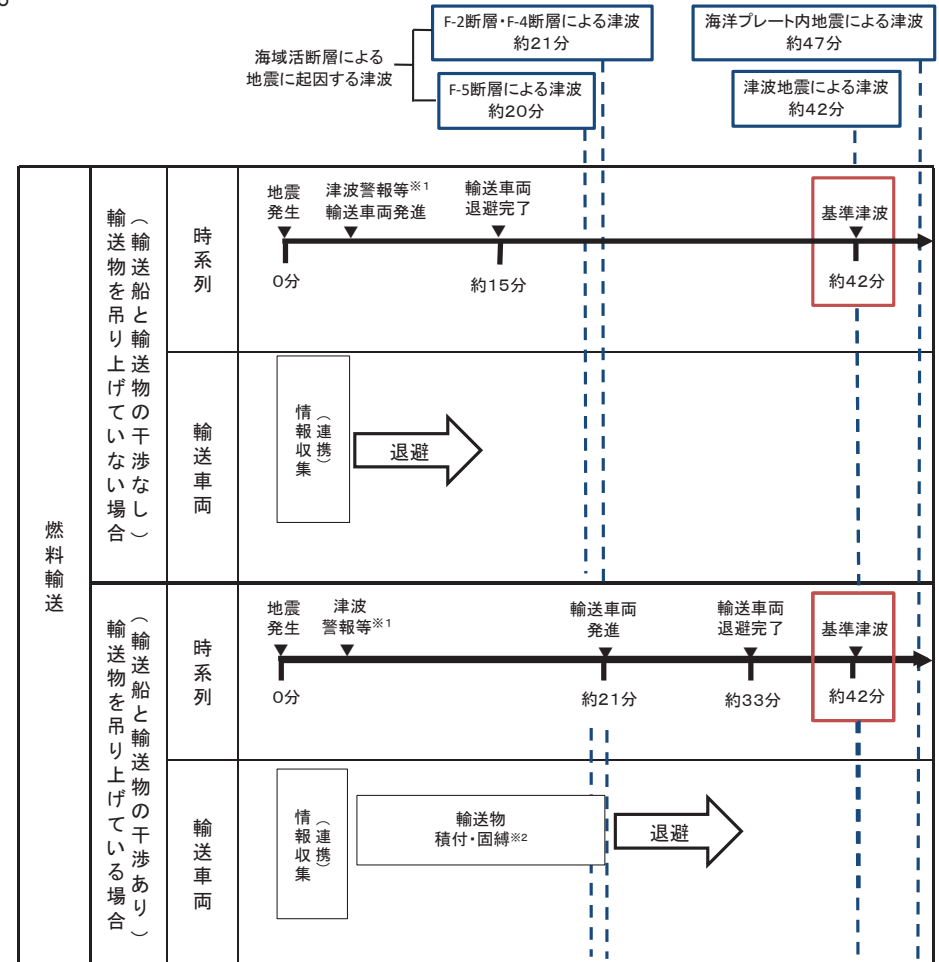


図3 退避ルートにおけるO.P.+2.5mの箇所



※1:地震発生後3分後(気象庁HPに記載の発表目標時間)に津波警報が発令する
 ※2:吊り上げ作業実施中は、原則として、輸送物を巻上げて陸側に移動する

図2 燃料輸送車両の退避時間及び津波の襲来時間の関係

防護上の観点又は機密に係わる事項を含む為、公開できません

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 27)(3/6)

<LLW輸送車両の退避に係る所要時間>

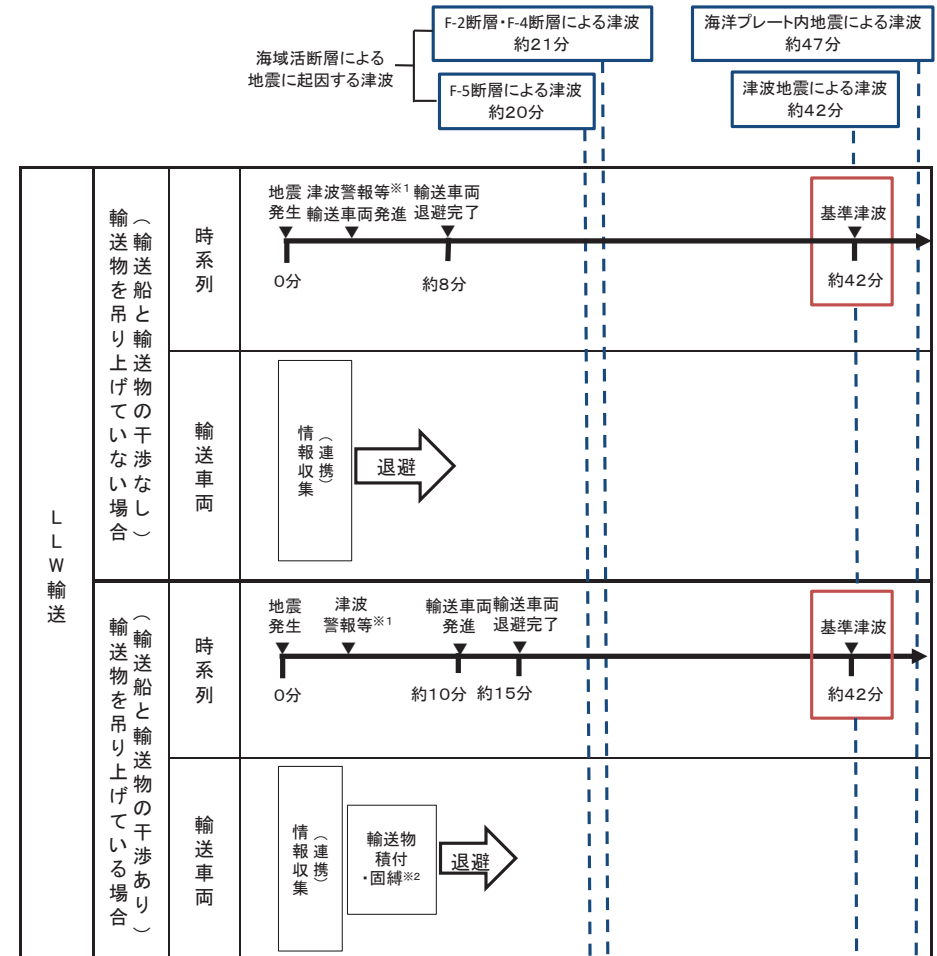
LLW輸送車両の退避時間及び津波の襲来時間の関係を図4に示す。

○ 基準津波に対する退避性

- 輸送物を吊り上げていない場合、津波警報等が発令後、直ちに輸送車両発進が可能であり、地震発生後約8分で輸送車両の退避が完了する。
- 輸送物を吊り上げている場合、輸送物の積付・固縛後(地震発生約10分後)に輸送車両が発進し、約15分で輸送車両の退避が完了する。

○ 基準津波より到達が早い津波に対する退避性

- 輸送物の作業状況に関わらず、基準津波より早い津波が到達するまでに退避時間に余裕があるため、輸送車両の退避が可能である。



※1: 地震発生後3分後(気象庁HPに記載の発表目標時間)に津波警報が発令する
 ※2: 吊り上げ作業実施中は、原則として、輸送物を巻上げて船側に移動する

図4 LLW輸送車両の退避時間及び津波の襲来時間の関係

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 27)(4/6)

＜燃料輸送車両の退避の考え方＞

地震発生後、津波警報等が発令された場合の退避の考え方を図5に示す。具体的には、退避ルート及び作業の状況により以下の対応をとる。

- ① 退避ルートが健全でない場合、輸送物及び輸送車両は退避せず、作業員は退避ルートを通り防潮堤内側に退避する。
- ② 退避ルートが健全であり、輸送物の吊り上げ作業中でない場合は、輸送物及び輸送車両は退避ルートを通り防潮堤内側に退避する。
- ③ 退避ルートが健全であり、輸送物の吊り上げ作業中の場合は、基準津波より早い津波が輸送車両発進とほぼ同時刻に到達すること及び退避ルートの途中に津波防護施設が隣接していることを踏まえ、退避ルートが浸水する可能性がある津波レベルの警報(大津波警報又は津波警報)が発令されている場合は、輸送物及び輸送車両は退避せず、作業員は退避ルートを通り防潮堤内側に退避する。
- ④ 退避ルートが健全かつ輸送物の吊り上げ作業中で、津波注意報が発令されている場合は、津波の高さ予想は1m以下であり、退避ルートを浸水することはないことから、輸送物及び輸送車両は退避ルートを通り防潮堤内側に退避する。

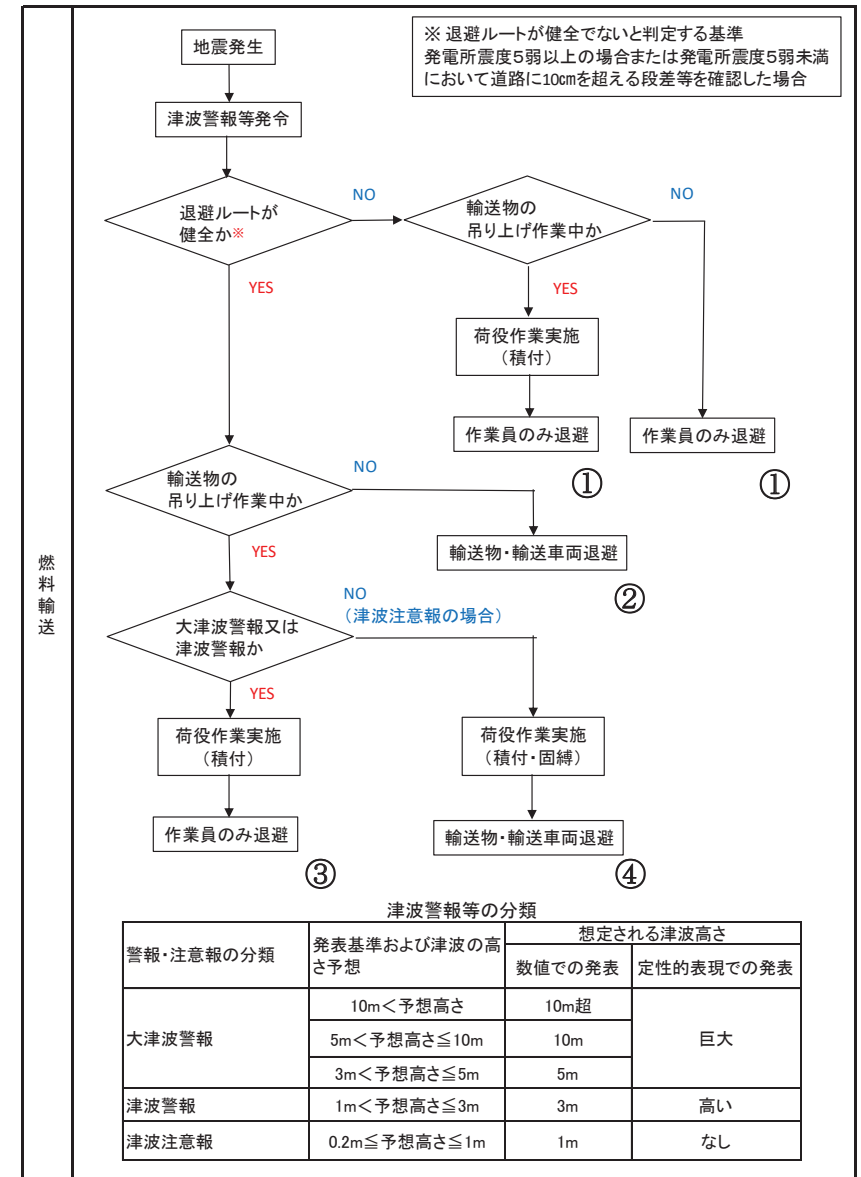


図5 陸側にある輸送物と輸送車両の退避の考え方(燃料)

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 27)(5/6)

<LLW輸送車両の退避の考え方>

地震発生後、津波警報等が発令された場合の退避の考え方を図6に示す。具体的には、退避ルート及び作業の状況により以下の対応をとる。

- ① 退避ルートが健全でない場合、輸送物及び輸送車両は退避せず、作業員は退避ルートを通り防潮堤内側に退避する。
- ② 退避ルートが健全である場合は、輸送物の吊り上げ作業中でも基準津波より早い津波が到達するまでに輸送車両の退避が完了することから、輸送物及び輸送車両は退避ルートを通り防潮堤内側に退避する。

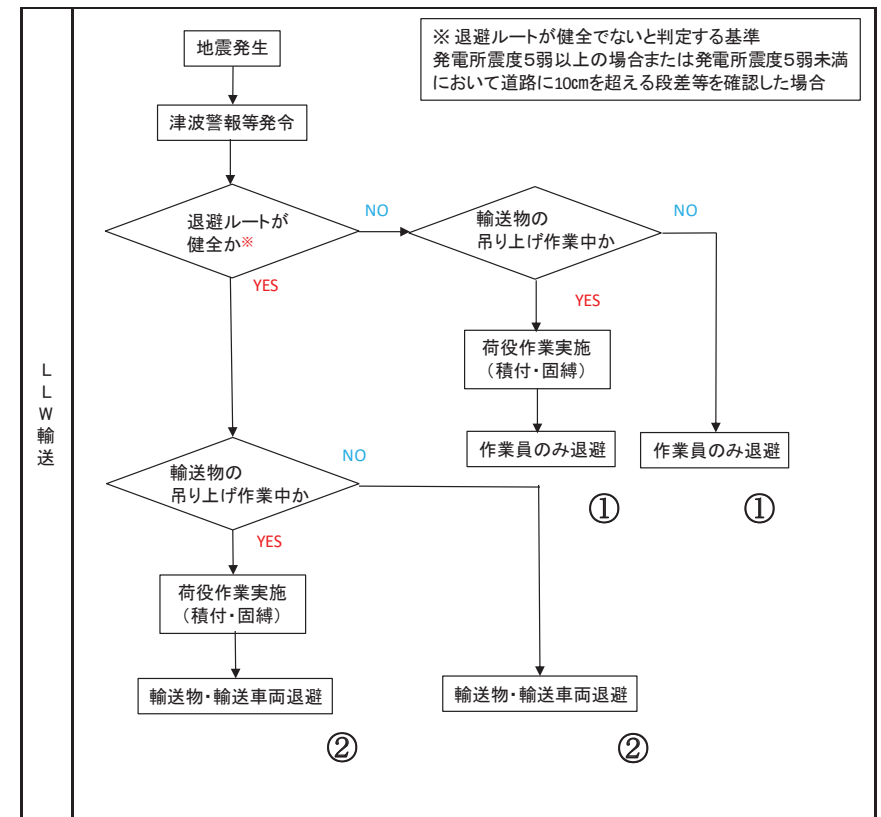


図6 陸側にある輸送物と輸送車両の退避の考え方(LLW)

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 27)(6/6)

- 燃料輸送車両及びLLW輸送車両の退避の考え方について以下にまとめる

◎: 輸送物及び輸送車両退避, ○: 作業員のみ退避

燃料				
退避ルート	健全		健全でない	
輸送物の作業状況	吊り上げている場合	吊り上げていない場合	吊り上げている場合	吊り上げていない場合
津波警報の種類	大津波警報又は 津波警報	津波注意報	津波注意報以上	津波注意報以上
退避の方針	○	◎	◎	○

LLW				
退避ルート	健全		健全でない	
輸送物の作業状況	吊り上げている場合	吊り上げていない場合	吊り上げている場合	吊り上げていない場合
津波警報の種類	大津波警報又は 津波警報	津波注意報	津波注意報以上	津波注意報以上
退避の方針	◎	◎	◎	○

<輸送物及び輸送車両の漂流物評価>

- 作業員のみが退避する場合の、輸送物及び輸送車両については、以下のとおり漂流物評価及び対策について検討しており、漂流物とはしない方針とする。
- 燃料の輸送容器(約 t: 空状態)および輸送車両(約 t)は、重量物であり、津波を受けても、漂流物とはならない(輸送容器の浮力は t, 輸送車両の浮力は t)。
 - LLWの輸送車両は漂流物とはならないが、最も浮力が大きくなるLLW輸送容器の空容器を2個積載した場合、輸送車両総重量(約 t)に対し、浮力(約 t)の方が大きい。また、廃棄体を収納したLLW輸送容器を輸送車両へ積載した場合においても、輸送車両総重量に対し浮力の方が大きくなることもある*1。このため、LLW輸送容器をLLW輸送車両に固縛し、浮力を上回るようウェイトを積載する対策*2を実施することで、漂流物とはしない方針とする。
 - *1: LLW輸送容器へ収納する廃棄体の重量を、過去に搬出した廃棄体重量(最小)より約 tとした場合、輸送車両総重量(約 t)に対し、浮力(約 t)の方が大きい。
 - *2: あらかじめ浮力を上回るようウェイトを積載した輸送車両を使用する。

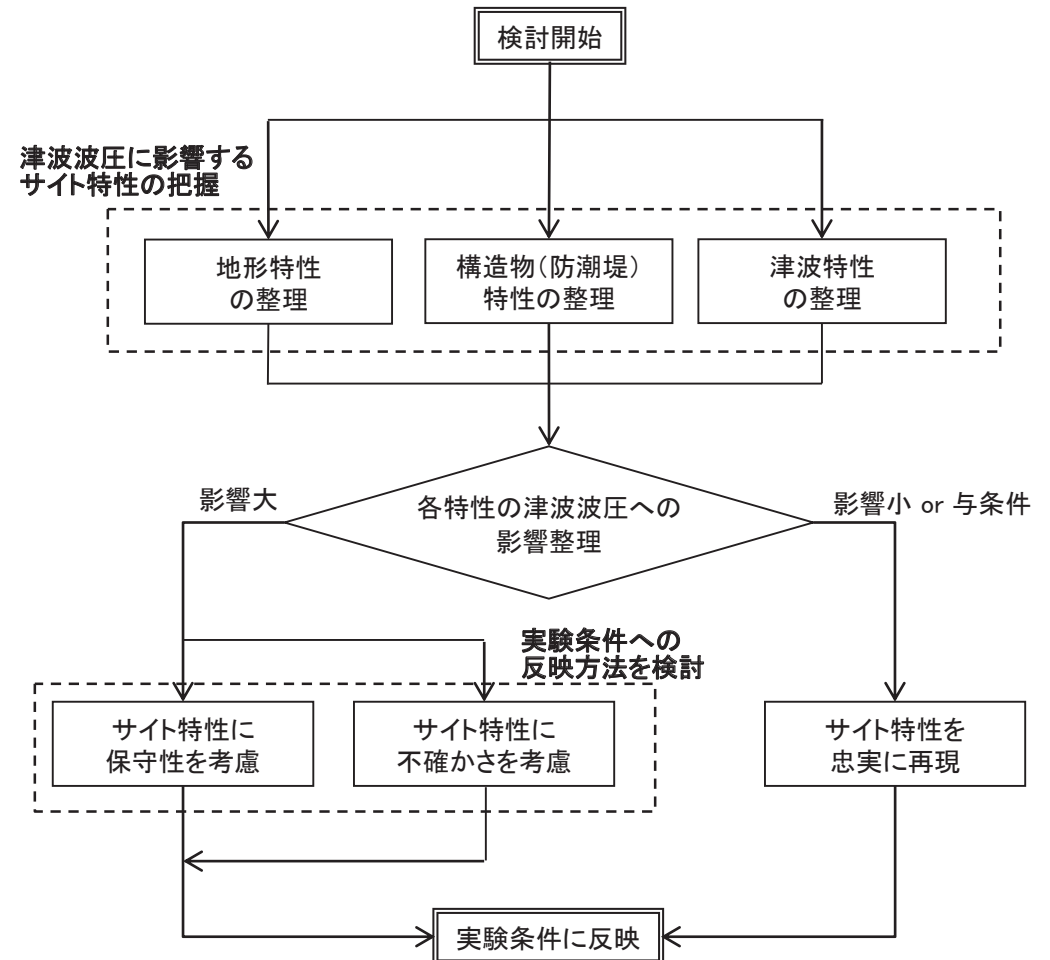
2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 28, 29)(1/9)

(1) 指摘事項

- 水理模型実験の条件設定が、女川原子力発電所のサイト特性に対して保守性を有していることを検討フロー等でわかりやすく説明すること。
- 津波波圧評価における不確かさやばらつきを網羅的に整理した上で、既往式に対して保守性を有していることを説明すること。

(2) 回答

- 発電所の地形特性, 構造物(防潮堤)特性, 津波特性(基準津波, 東北地方太平洋沖地震による津波)の観点から津波波圧に影響するサイト特性を整理し, 実験結果が保守的となるよう条件を設定している。水理模型実験の条件設定フロー, 津波波圧に影響するサイト特性の整理結果及び実験条件への反映結果について説明する。
- 津波波圧評価に影響を与える項目を網羅的に抽出・整理し, 影響の大きい項目に対して不確かさ(ばらつき)を考慮した検討を行っている。また, 数値流体解析及び水理模型実験から得られた津波波圧を既往の津波波圧算定式と比較した上で, 保守的に評価結果を包含するような設計用津波波圧を設定していることを説明する。



水理模型実験の条件設定フロー

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 28, 29)(2/9)

【津波波圧に影響するサイト特性の整理と水理模型実験条件への反映結果】

- 地形特性, 構造物特性及び津波特性の観点から津波波圧に影響するサイト特性を整理し, 実験条件の保守性を確保するとともに, 不確かさ(ばらつき)を考慮した。

分類	項目	サイト特性	津波波圧への影響	実験条件への反映結果
地形	海底勾配	1/100 (平均勾配)	<ul style="list-style-type: none"> 海底勾配が1/100以下程度の遠浅で, かつ津波高さが水深の30%以上であると, ソリトン分裂波が発生する可能性がある 	<u>サイト特性を再現(与条件)※</u> ※:津波高さの違いがソリトン分裂波の有無に影響するため, 津波高さの項目で反映
	防波堤	防波堤あり	<ul style="list-style-type: none"> 防波堤の有無は防潮堤に対する津波の流向に影響する(防潮堤に対して沿波になるか否か) 	<u>保守性を考慮(防波堤なしでモデル化)</u> <ul style="list-style-type: none"> 防波堤なしの場合に津波は直接防潮堤に作用すること, 基準津波の最高水位が防波堤よりも十分高く波長も長いことから, 津波波圧への影響検討として防波堤なしが保守的と考えられる※ ※:防潮堤前面の水位評価としては防波堤ありの方が保守的となるが, 実験では水位条件ごとの波圧計測を目的とするので防波堤なしでの条件設定は妥当
	前面地形 (防潮堤海側)	2段敷地	<ul style="list-style-type: none"> 防潮堤海側の敷地法面は, 防潮堤に作用する津波波圧を減勢する効果をきたす可能性がある 	<u>サイト特性を再現(与条件)</u>
構造物 (防潮堤)	設置位置	法面上部 (法肩)	<ul style="list-style-type: none"> 汀線から離れるほど津波が減勢し, 津波波圧は小さくなる 	<u>サイト特性を再現(与条件)</u>
	防潮堤高さ	O.P.+29m	<ul style="list-style-type: none"> 影響なし 	<u>サイト特性を再現(与条件)</u>
	形状	鋼管式鉛直壁 (一般部, 岩盤部) と盛土堤防の併用	<ul style="list-style-type: none"> 鋼管式鉛直壁(直立構造)と比較して, 盛土堤防は津波遡上に伴う減勢効果があり, 津波波圧が小さくなる可能性がある 構造物設置高さ(海側地形の標高)が高い方が構造物に作用する津波の水深が小さくなる(津波波圧は小さくなる) 	<u>保守性を考慮(鋼管式鉛直壁(一般部)でモデル化)</u> <ul style="list-style-type: none"> 鋼管式鉛直壁は盛土堤防よりも津波遡上に伴う減勢効果は小さいと考えられる 鋼管式鉛直壁の岩盤部は一般部よりも海側地形の標高が高く, 津波波圧は小さい
津波 (基準津波, 東北地方太平洋沖地震 による津波)	波形	二段型波形	<ul style="list-style-type: none"> 津波の周期は, 防潮堤に作用する津波の波長, 流速の大小に影響する 	<u>不確かさを考慮(半周期5分, 20分の2ケース)</u>
	津波高さ	O.P.+24.4m (入力津波高さ)	<ul style="list-style-type: none"> 津波高さが高い方が, 流速も含めた津波のエネルギーが大きく, 津波波圧は大きくなる 	<u>不確かさを考慮(O.P.+17.0m~O.P.+37.0mの6ケース)</u>

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 28, 29)(3/9)

【津波波圧に影響する不確かさの考慮方法】

- 前頁で整理した津波波圧に影響する項目について、水理模型実験で考慮する不確かさ(ばらつき)に加えて、数値流体解析で考慮する不確かさ(ばらつき)についても整理した。

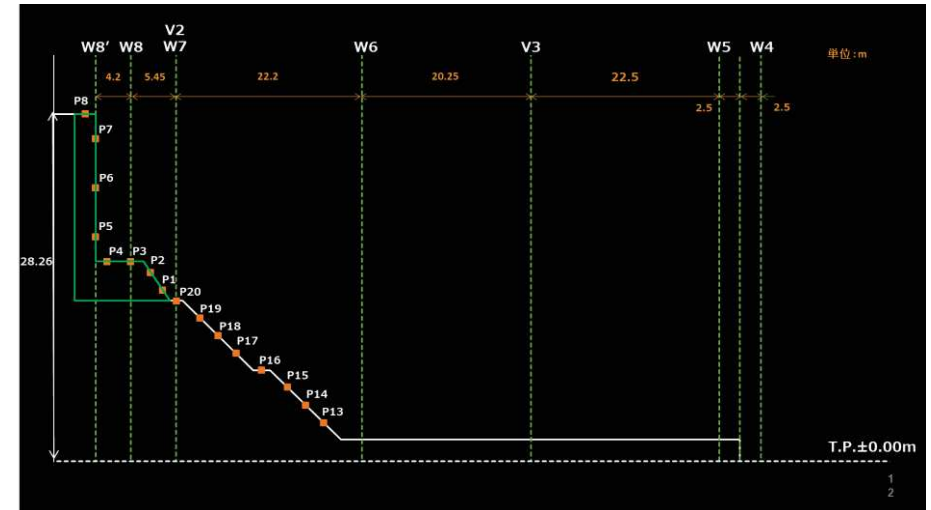
分類	項目	サイト特性	不確かさの考慮方法	
			水理模型実験(前頁の要約)	数値流体解析
地形	海底勾配	1/100 (平均勾配)	— (与条件)	— (与条件)
	防波堤	防波堤あり	— 【保守的に防波堤なしで代表】	— 【保守的に防波堤なしで代表】
	前面地形 (防潮堤海側)	2段敷地	— (与条件)	敷地法面が津波波圧の減勢効果を有するかを確認するため、 法面の形状変化を仮定した感度解析を実施(詳細は検討①参照)
構造物 (防潮堤)	設置位置	法面上部 (法肩)	— (与条件)	— (与条件)
	高さ	O.P.+29m	— (与条件)	— (与条件)
	形状	鋼管式鉛直壁 (一般部, 岩盤部)と盛土堤防 の併用	— 【保守的に鋼管式鉛直壁(一般部)で代表】	— 【保守的に鋼管式鉛直壁(一般部)で代表】
津波 (基準津波, 東北地方太平洋沖地震 による津波)	波形	二段型波形	<u>周期の不確かさを考慮(模擬津波)</u> (半周期約20分と約5分の2ケース)	<u>基準津波(水位上昇側)と波形特性の異なる津波として、 基準津波(水位下降側)の補足検討を実施</u> (詳細は検討②参照)
	津波高さ	O.P.+24.4m (入力津波高さ)	<u>津波高さの不確かさを考慮(模擬津波)</u> (O.P.+17.0m~O.P.+37.0mまでの6ケース)	

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 28, 29)(4/9)

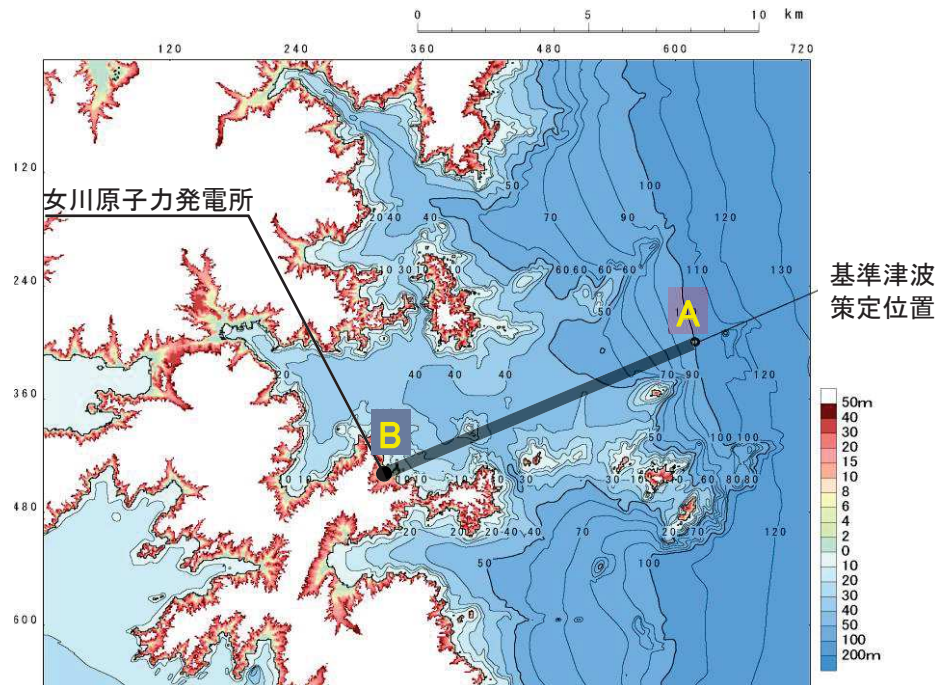
【津波波圧に影響する不確かさの影響検討】

- 前頁で整理した津波波圧に影響する不確かさの考慮について、非線形分散波理論に基づいた数値流体解析(断面二次元津波シミュレーション解析)により以下の検討を行った。

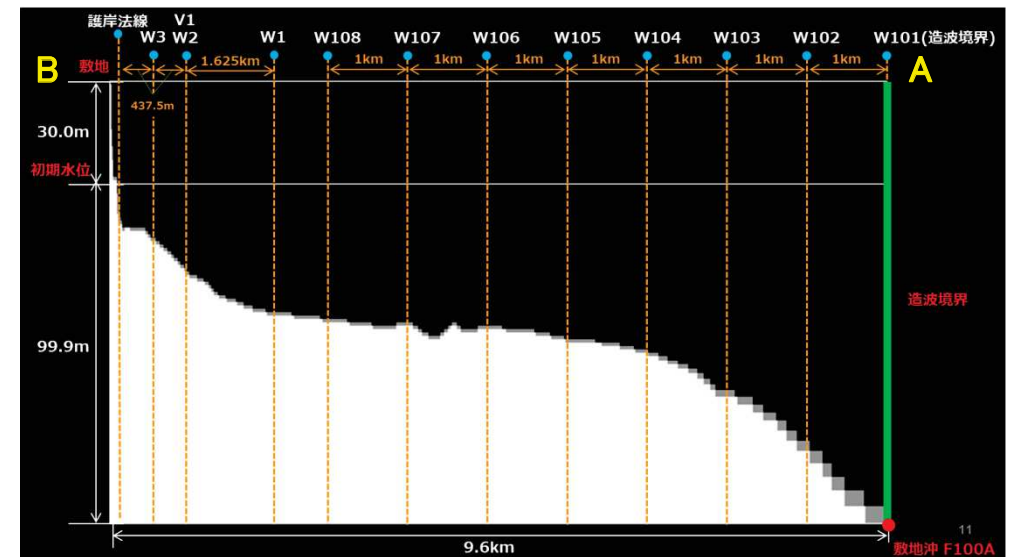
- 検討①: 敷地法面の形状を変化させた検討
- 検討②: 基準津波(水位下降側)の検討



O.P.+2.5m～防潮堤



解析断面位置



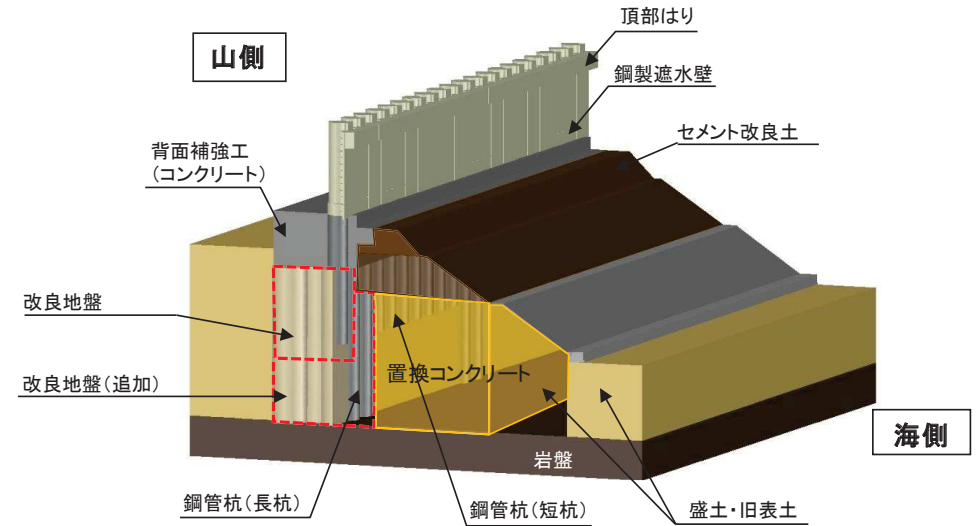
基準津波策定位置～敷地

解析モデル(基本ケース)

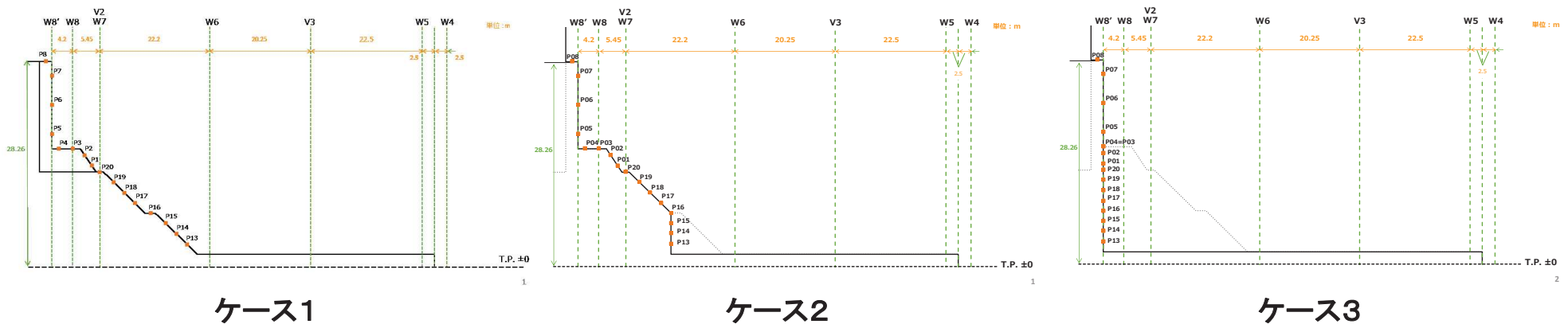
2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 28, 29)(5/9)

【検討①:敷地法面の形状を変化させた検討(1)】

- 防潮堤海側の盛土法面が津波波圧の減勢効果を有するかを確認するため、基準津波(水位上昇側)を対象に、法面形状を変化させた数値流体解析(断面二次元津波シミュレーション解析)を実施した。
- 検討は以下の3ケースで実施した。
 - ケース1:海側法面の形状変更なし(基本ケース)
 - ケース2:海側法面の盛土・旧表土部分なし
 - ケース3:海側法面の盛土・旧表土, 置換コンクリート, セメント改良土部分なし



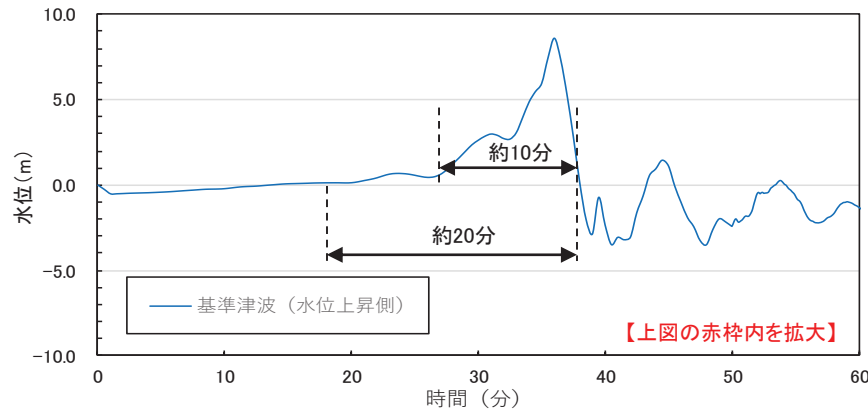
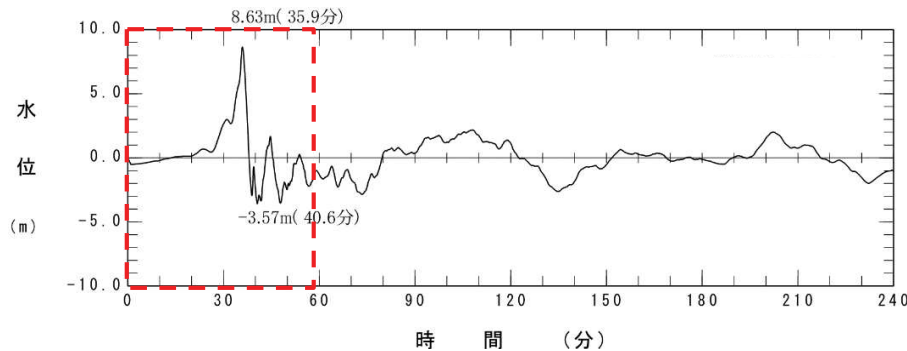
防潮堤構造概要:鋼管式鉛直壁(一般部)



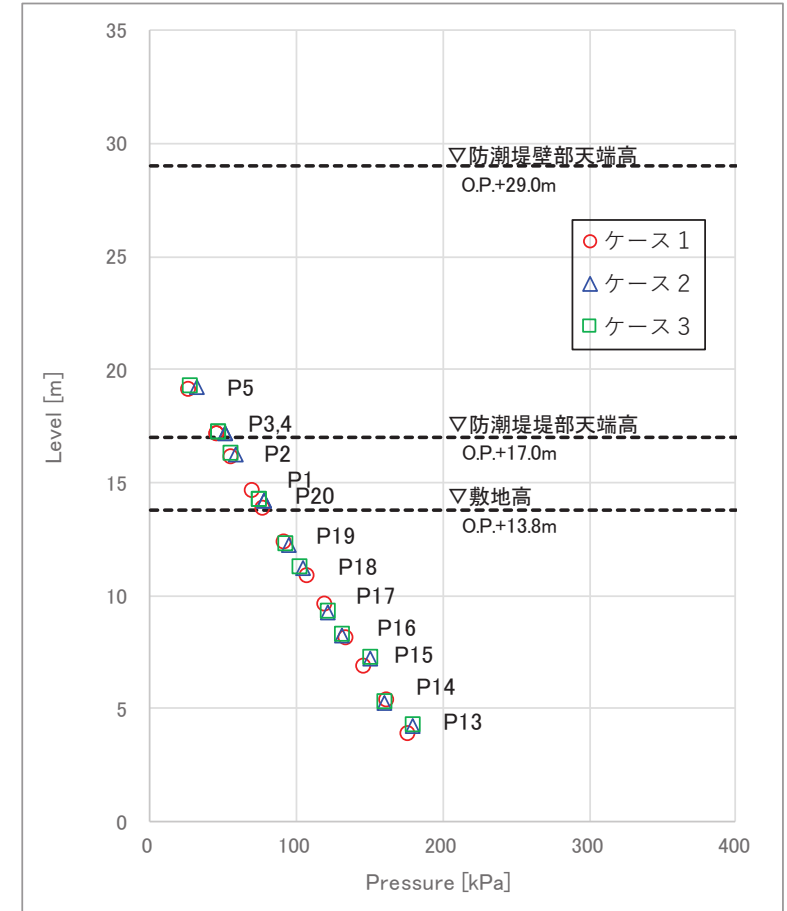
2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 28, 29)(6/9)

【検討①:敷地法面の形状を変化させた検討(2)】

- 敷地法面の形状を変化させた場合の最大波圧分布を右図に示す。これから、法面形状の違いによる最大波圧分布への影響はほとんどなく、盛土法面による津波の減勢効果は小さいことを確認した。
- 上記要因について、基準津波(水位上昇側)の第1波は波の重なり合いによる二段型波形が特徴であり、半周期が約10~20分と長いため、法面形状に関係なく、防潮堤(敷地法面)に作用する津波波圧がおおむね静水圧程度と小さくなったものと考えられる。



基準津波(水位上昇側)の時刻歴波形

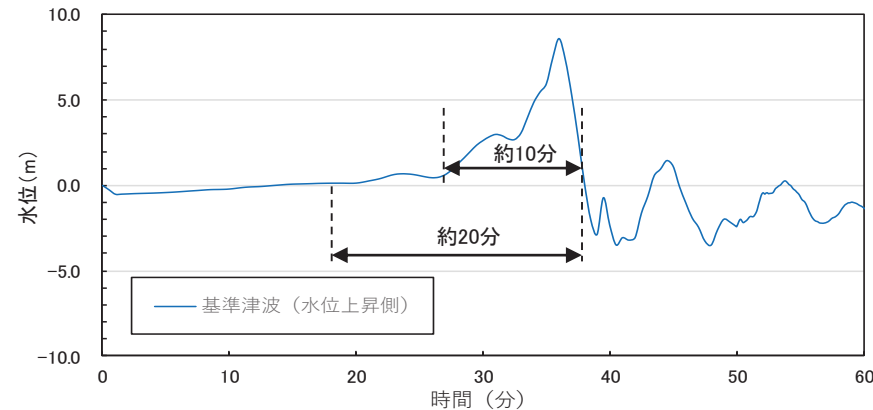


最大波圧分布(海側盛土の影響)

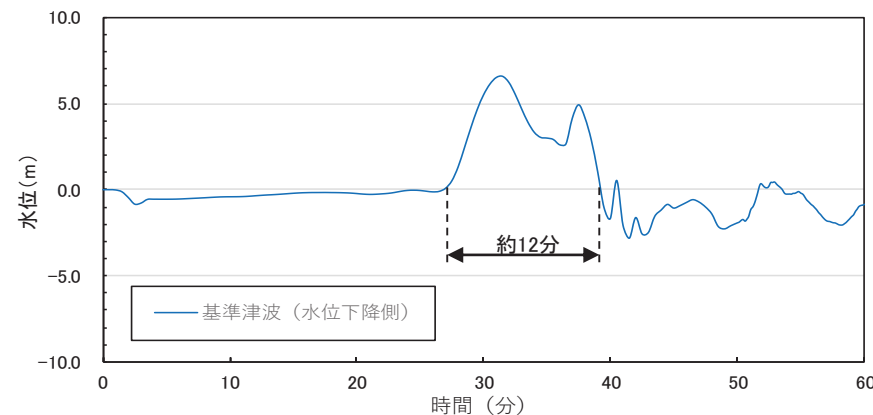
2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 28, 29)(7/9)

【検討②: 基準津波(水位下降側)の検討(1)】

- 基準津波(水位上昇側)と波形特性が異なる津波の影響を確認するため、基準津波(水位下降側)を対象に数値流体解析(断面二次元津波シミュレーション解析)を実施した。
- 基準津波(水位下降側)の波形は、基準津波(上昇側)と同様に第1波が二段型波形となっているが、基準津波(水位上昇側)とは異なり一段目の波形が二段目の波形よりも高くなる特徴がある。



基準津波の時刻歴波形(水位上昇側)



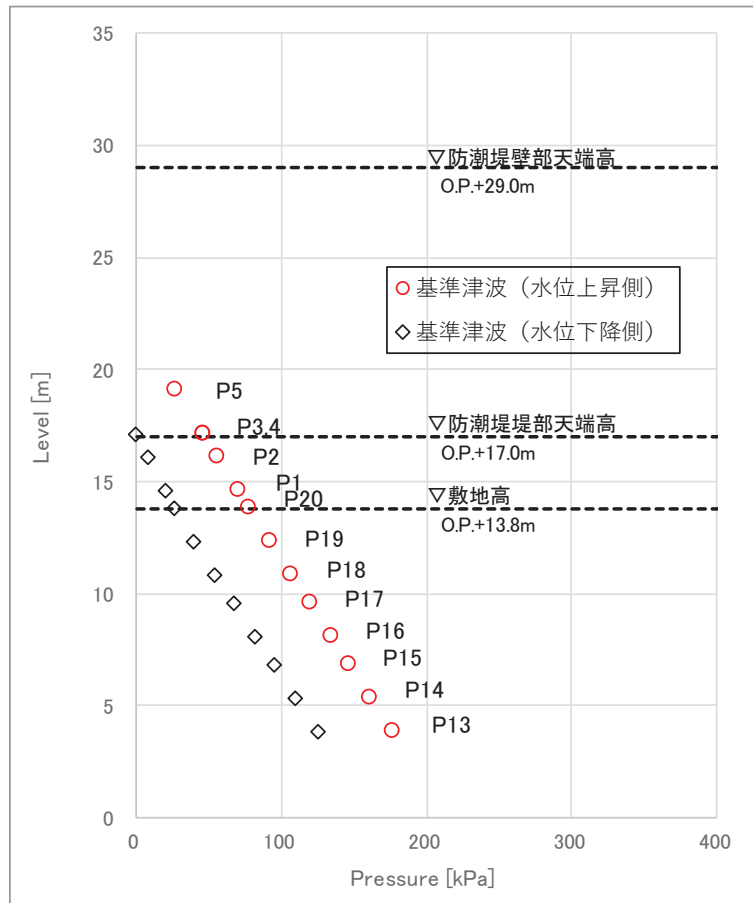
基準津波の時刻歴波形(水位下降側)

水位時刻歴波形の比較

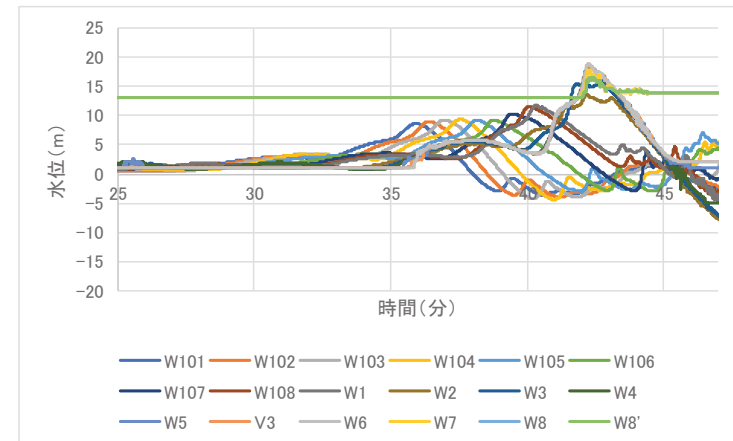
2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 28, 29)(8/9)

【検討②: 基準津波(水位下降側)の検討(2)】

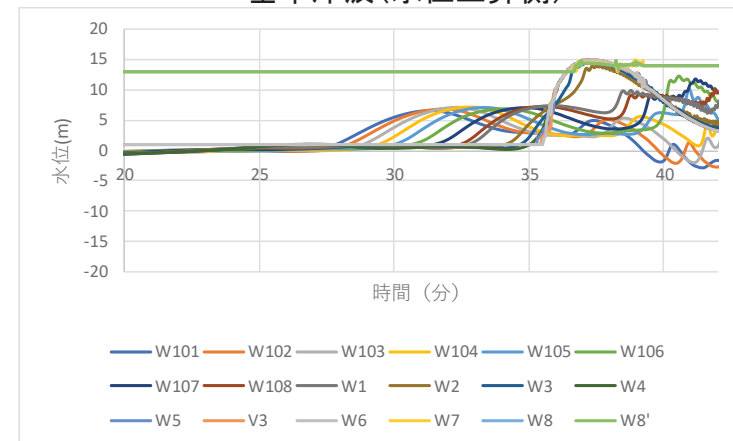
- 基準津波(水位下降側)は、基準津波(水位上昇側)と比較して津波高さが低いため、津波波圧は小さくなることを確認した。また、基準津波(水位上昇側)と同様に、津波波圧は静水圧型の分布形状となることを確認した。
- さらに、基準津波(水位上昇側)と同様に、基準津波(水位下降側)もソリトン分裂は発生しないことを確認した。



最大波圧分布



基準津波(水位上昇側)



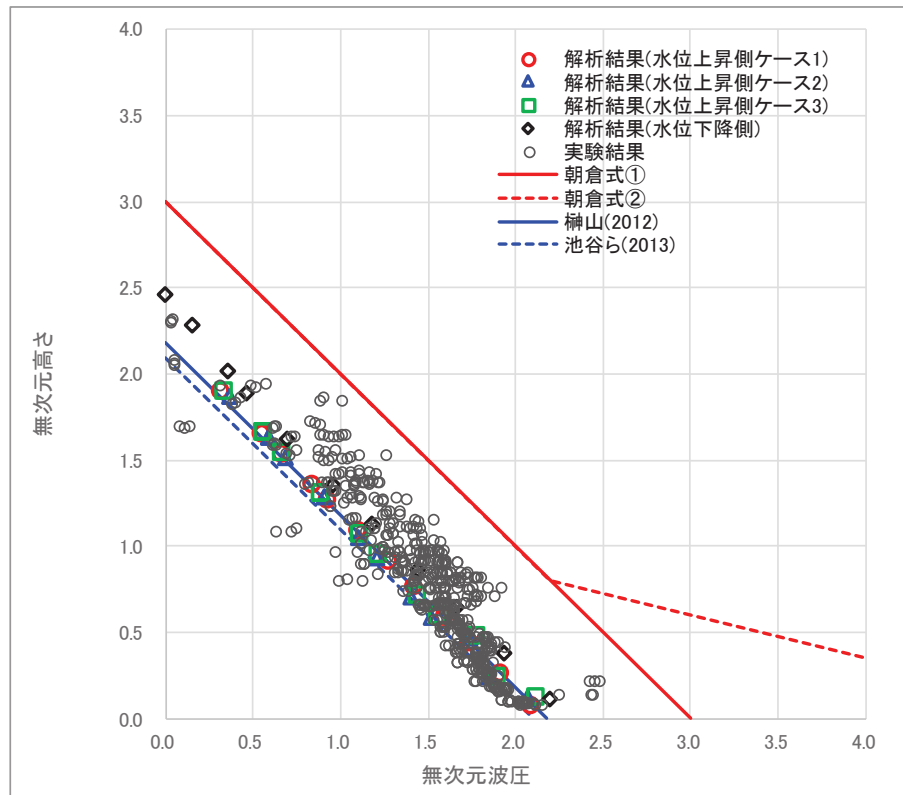
基準津波(水位下降側)

水位時刻歴波形

2. 指摘事項に対する回答(指摘事項No. 28, 29)(9/9)

【まとめ:既往式に対する津波波圧の保守性】

- 「検討①:敷地法面の形状を変化させた検討」及び「検討②:基準津波(水位下降側)の検討」の数値流体解析の結果も含め、無次元最大津波波圧分布を整理し、既往の津波波圧算定式と比較した結果を以下に示す。
- 「検討①:敷地法面の形状を変化させた検討」及び「検討②:基準津波(水位下降側)の検討」による水深係数は同程度であり、いずれも朝倉式①よりも小さい値となった。
- 女川防潮堤に作用する津波波圧の不確かさとしては、周期と津波高さの不確かさ(ばらつき)を考慮した水理模型実験の結果が十分な保守性を有しており、これらの結果を包含する朝倉式①を設計用津波波圧として考慮することは保守的であることを確認した。



既往の津波波圧算定式との比較(無次元最大津波波圧分布)

- 朝倉式①:水理模型実験に基づく実験式。
- 朝倉式②:水理模型実験に基づく実験式。
- 榊山(2012):陸上構造物に作用する津波持続波圧の算定式。
水深係数 α が $\alpha=1+1.4Fr$ で評価できるとした式*。
- 池谷ら(2013):榊山(2012)と同様な津波持続波圧の算定式。
水深係数 α が $\alpha=1+1.3Fr$ で評価できるとした式*。

※ 左図は $Fr=0.843$ (実験の最大値)で記載