

3.3 除じん装置の取水性への影響

3.3 除じん機の取水性への影響

取水槽には、海水中の塵芥を除去するために除じん機が設置されている。この除じん機が基準津波による水位差により破損してそれ自体が漂流物となる可能性があるため、取水性へ影響を及ぼすことがないことを確認する。

(1) 確認方法

除じん機の概要は図3.3-1に示すとおりであり、多数のバケットがキャリングチェーンにより接合される構造となっている。このため、入力津波の流速により生じるスクリーン部の水位差（損失水頭）により、キャリングチェーン及びバケットが破損し、バケットが分離して漂流物となる可能性について確認する。ここで、キャリングチェーンは頭軸及び尾軸に端部が固定されており、その長さは約15mである。キャリングチェーンは2枚のプレートで固定しており自由に回転可能な構造である。津波荷重の作用する方向の固有周期は5秒以上であり地震応答加速度が十分に小さいことから、キャリングチェーン及びバケットに対して有意な余震荷重は作用しない。キャリングチェーンの構造を図3.3-2に示す。

基準津波の管路解析による取水槽内の流速評価位置と流速評価結果を図3.3-3に示す。流速評価結果を踏まえ、評価に用いる流速は、取水槽除じん機エリアにおける最大流速1.06m/sを上回る2.0m/sとし、この時の発生水位差を3.7mとする。

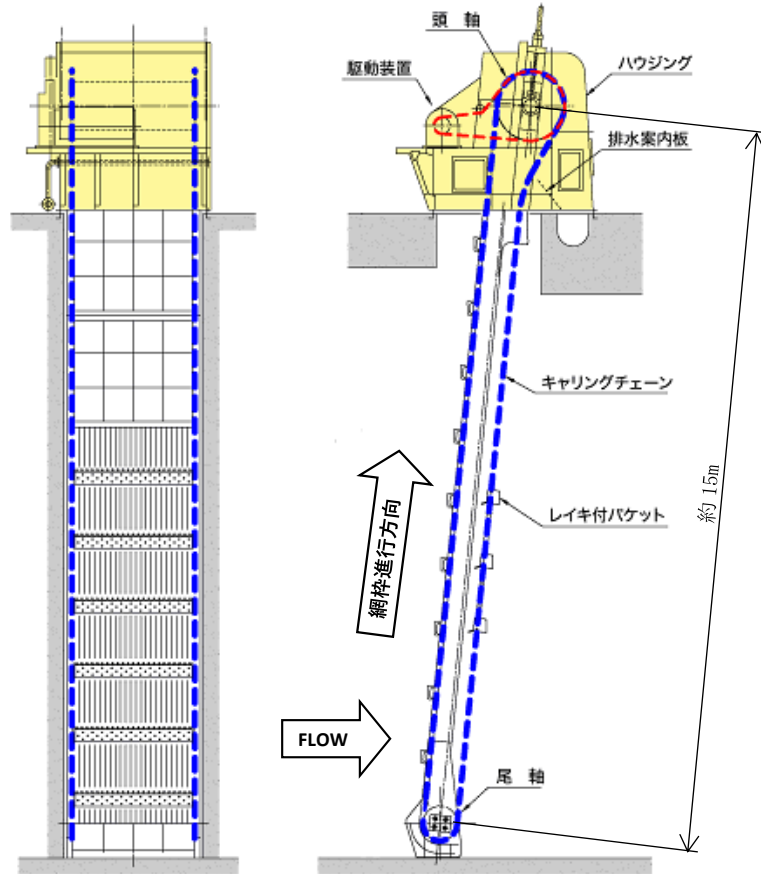


図 3.3-1 除じん機の概要

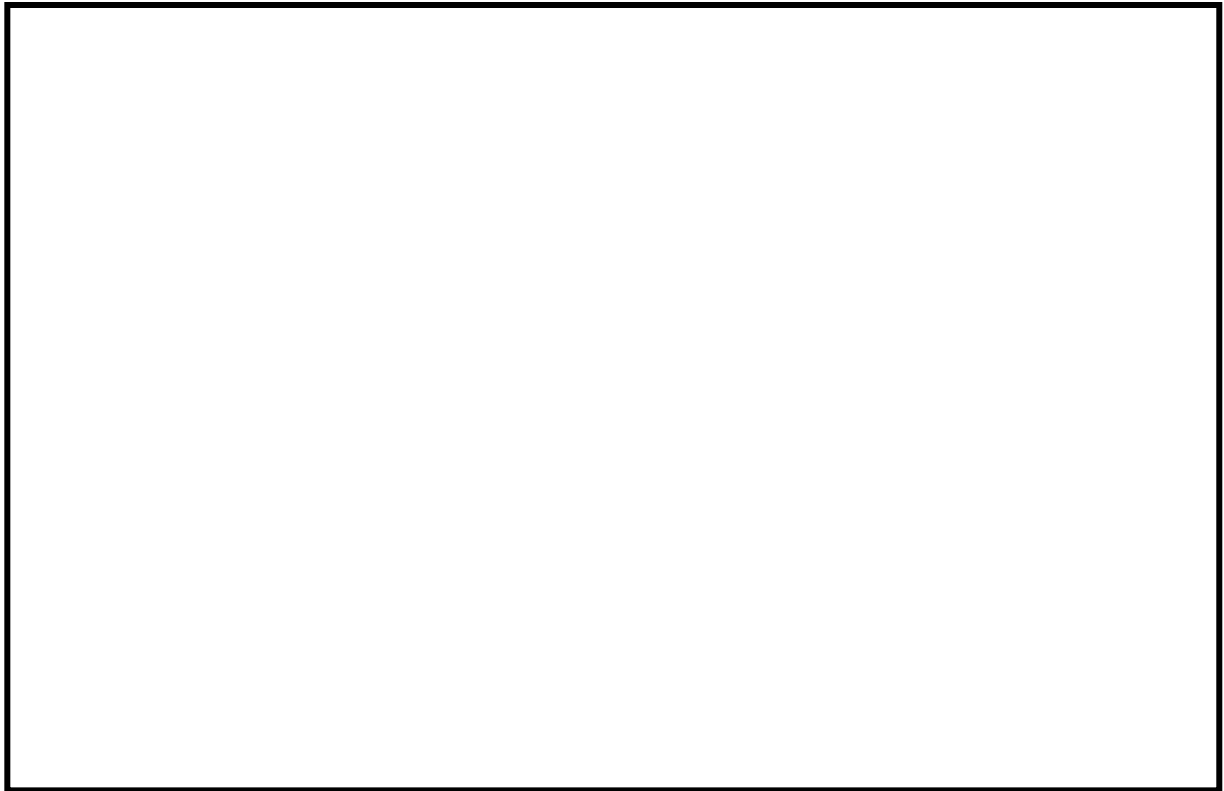


図 3.3-2 キャリングチェーンの構造

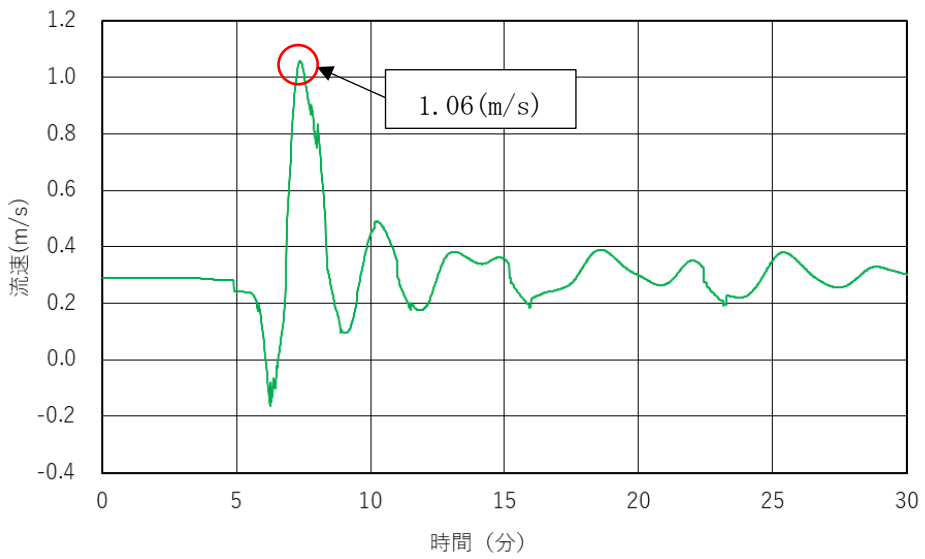
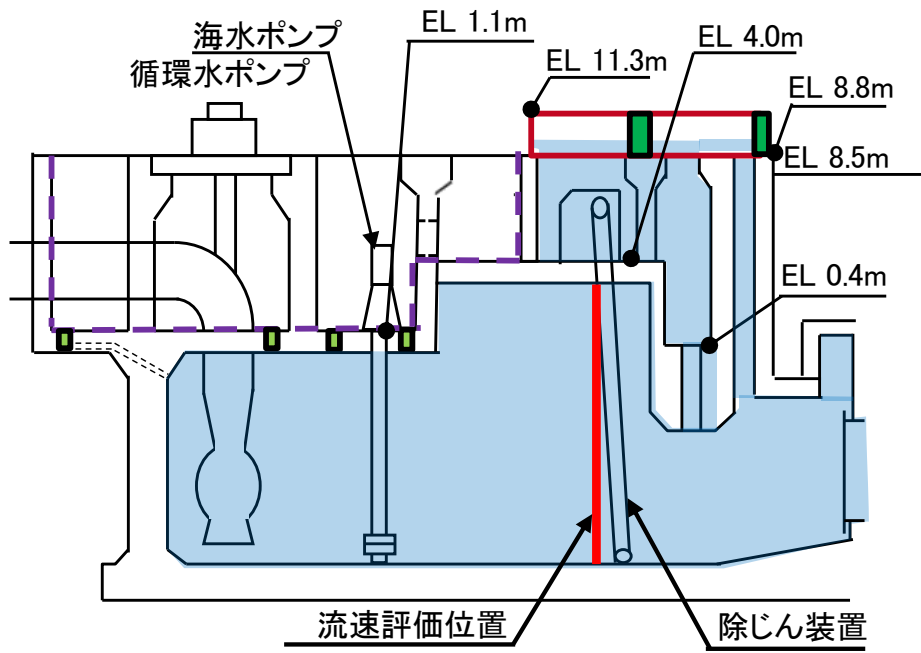


図3.3-3 取水槽除じん機エリアの流速評価位置と評価結果

(2) 評価部位

キャリングチェーン及びバケットが破損し、バケットが分離して漂流物とならないよう、キャリングチェーン及びバケット枠取付ピンを評価部位とする。

(3) 荷重の組合せ及び許容応力評価条件

バケット枠取付ピンの荷重の組合せ及び許容応力を表3.3-1に示す。なお、キャリングチェーンについては破断強度との比較を行う。

表3.3-1 荷重の組合せ及び許容応力

荷重の組合せ* ¹	許容応力状態	許容限界* ²		
		引張	せん断	曲げ
D+P _D +M _D	IV _A S	1.5・f _t * ³	1.5・f _s * ⁴	1.5・f _b * ⁵

注記*1：D：死荷重，P_D：水圧荷重，M_D：設計機械荷重

*2：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*3：設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値

*4：設計・建設規格 SSB-3121.1(2)に定める値

*5：設計・建設規格 SSB-3121.1(4)e.に定める値

(4) バケット枠取付ピン及びキャリングチェーンの評価

a. バケット枠取付ピンの応力評価

バケット枠取付ピンの構造を図3.3-4に示す。

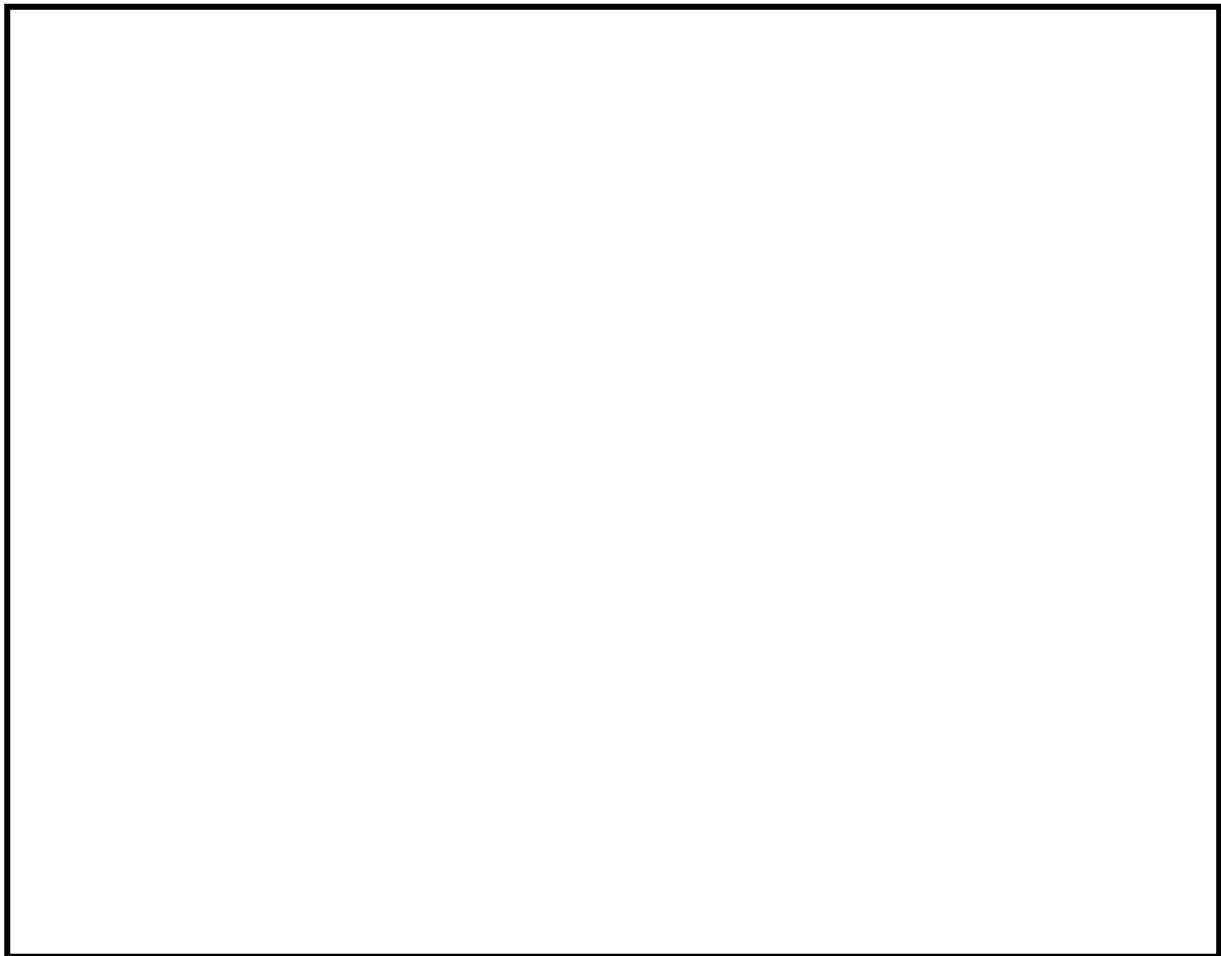


図 3.3-4 バケット枠取付ピンの構造

バケット枠取付ピンのせん断応力は次式で求める。

$$\tau = \frac{Fat}{A \times n}$$

τ	: せん断応力	:	71 MPa
Fat	: 津波時における全荷重 (1 枠)	:	70963 N
A	: 取付ピン有効せん断断面積	:	253 mm ²
n	: 取付ピン本数	:	4 本

バケット枠取付ピンの曲げ応力は次式で求める。

$$Ma = \frac{Fat}{n} \times L$$

Ma	: 曲げモーメント	:	150797 N・mm
Fat	: 津波時における全荷重 (1 枠)	:	70963 N
L	: 長さ	:	8.5 mm
n	: 取付ピン本数	:	4 本

$$\sigma_{ab} = \frac{Ma}{Z}$$

σ_{ab}	: 曲げ応力	:	172 MPa
Ma	: 曲げモーメント	:	150797 N・mm
Z	: 断面係数	:	877 mm ³

バケット枠取付ピンの組合せ応力は次式で求める。

$$\sigma_s = \sqrt{\sigma_{ab}^2 + 3 \times \tau^2}$$

σ_s	: 組合せ応力	:	212 MPa
σ_{ab}	: 曲げ応力	:	172 MPa
τ	: せん断応力	:	71 MPa

b. キャリングチェーンの張力評価

キャリングチェーンには、除去した塵芥による塵芥掻揚荷重、バケット枠の自重による運行部荷重及び水位差によるローラとレールとの間の摩擦力による張力が作用する。キャリングチェーンに作用する力を表3.3-2に示す。

表3.3-2 キャリングチェーンに作用する荷重 (単位: N)

塵芥掻揚荷重	179 × 10 ²
運行部荷重	934 × 10 ²
水位差によるローラとレールとの間の摩擦力	1098 × 10 ²
合計	2429 × 10 ² *

注記*: 荷重の合計値に余裕を考慮した値

(5) 確認結果

取水槽内の最大流速2.0m/sが作用した際の各部材における発生値と許容値の比較結果を表3.3-3に示す。各部位に発生する最大荷重及び最大応力が許容値を下回っていることから、除じん機が漂流物となることはない。

表3.3-3 除じん機の強度確認結果

設備	評価部位	材料	項目	発生値	許容値
除じん機	キャリングチェーン		引張	1215×10 ² * (N)	6170×10 ² (N)
	バケット枠 取付ピン		せん断	71 (MPa)	142 (MPa)
			曲げ	172 (MPa)	335 (MPa)
			組合せ	212 (MPa)	246 (MPa)

注記*：キャリングチェーン1本当たりの発生値

3.4 循環水ポンプ停止手順

3.4 循環水ポンプ停止手順

(1) 概要

本資料は、津波による水位低下時の循環水ポンプの停止手順について説明するものである。

(2) 津波による水位低下時の循環水ポンプの停止に係る運用

2号機では、大津波警報が発令された場合は、原子炉手動スクラムする運用としている。また、2号機の取水路は、常用系（循環水系、タービン補機海水系）と非常用系（原子炉補機海水系、高圧炉心スプレイ補機海水系）が併用されている。

取水槽内の水位下降側の入力津波高さは、循環水ポンプ運転時においてEL-8.31mとなる。これに対して、長尺化を実施した原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプの取水可能水位は各々EL-8.32m、EL-8.85mであり、水位低下に対して裕度がない。

このため、大津波警報が発令された際には、非常用系の原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプの取水可能水位を下回ることを防止し、機能を確保するため、大津波警報が発令された場合は、原則として、気象庁より発表される第一波の到達予想時刻の5分前までに循環水ポンプを手動停止することとしている。また、大津波警報が発令されていなくても取水槽水位低低警報「取水槽水位 EL-3.0m」まで低下した場合は、循環水ポンプを手動停止することとしている。

なお、停止する手順については、保安規定に定めて管理する。

津波時の対応フローを図3.4-1に示す。

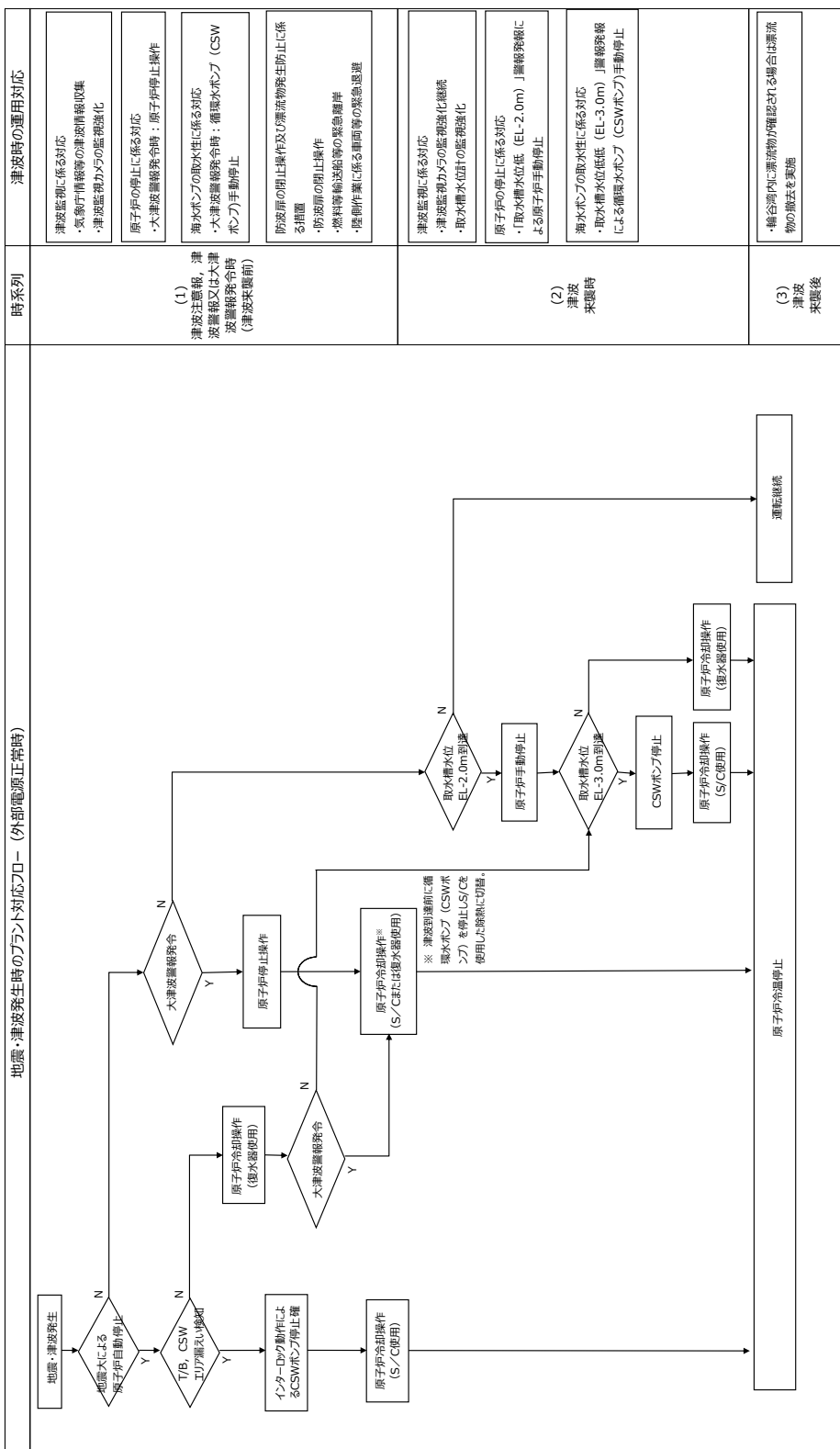


図 3.4-1 津波時の対応フロー（外部電源正常時）

時系列	津波時の運用対応
(1) 津波注意報、津波警報又は大津波警報発生時（津波来襲前）	<ul style="list-style-type: none"> 津波監視に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・気象庁情報等の津波情報収集 ・津波監視カメラの監視強化 原子炉の停止に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・大津波警報発生時：原子炉停止操作 海水ポンプの取水性に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・大津波警報発生時：備蓄海水ポンプ（CSWBポンプ）自動停止 防波扉の閉止操作及び漂流物発生防止に係る措置 <ul style="list-style-type: none"> ・防波扉の閉止操作 ・燃料筒輸送船等の緊急離岸 ・陸側作業に係る車両等の緊急退避
(2) 津波来襲時	<ul style="list-style-type: none"> 津波監視に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・津波監視カメラの監視強化継続 ・取水槽水位計の監視強化 原子炉の停止に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・「取水槽水位低（EL-2.0m）」警報発生による原子炉自動停止 海水ポンプの取水性に係る対応 <ul style="list-style-type: none"> ・取水槽水位低（EL-3.0m）」警報発生による備蓄海水ポンプ（CSWBポンプ）自動停止
(3) 津波来襲後	<ul style="list-style-type: none"> ・輸送管内に漂流物が確認される場合は漂流物の除去を要す

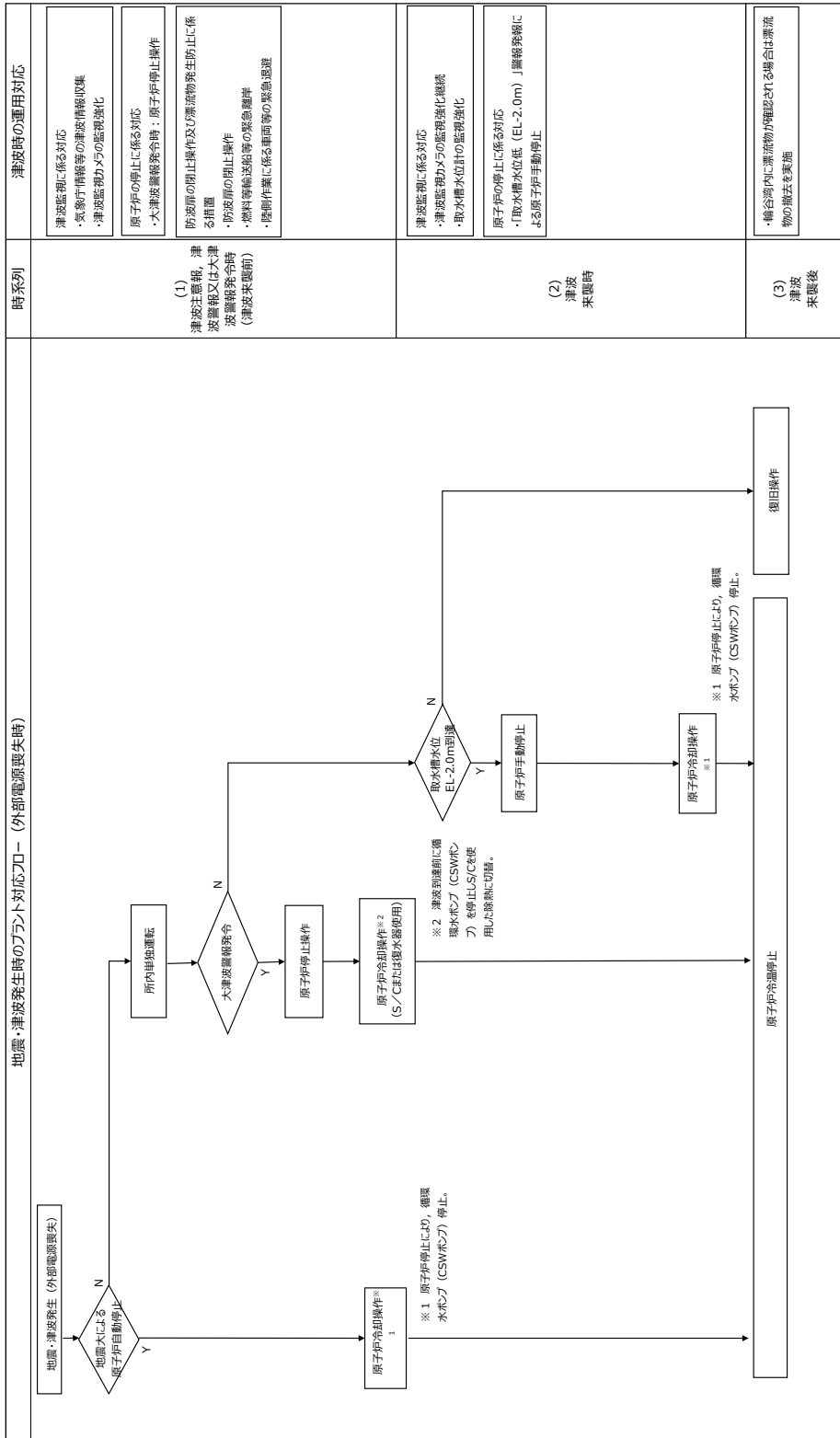


図 3.4-1 津波時の対応フロー（外部電源喪失時）

時系列	津波時の運用対応
(1) 津波注意報、津波警報又は大津波警報発令時 (津波来襲前)	<p>津波監視に係る対応</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気象庁情報等の津波情報収集 ・津波監視カメラの監視強化 <p>原子炉の停止に係る対応</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大津波警報発令時、原子炉停止操作 <p>防波障の閉止操作及び漂流物発生防止に係る措置</p> <ul style="list-style-type: none"> ・防波障の閉止操作 ・燃料等輸送送給等の緊急避難 ・陸側作業に係る車両等の緊急退避
(2) 津波来襲時	<p>津波監視に係る対応</p> <ul style="list-style-type: none"> ・津波監視カメラの監視強化継続 ・取水槽水位計の監視強化 <p>原子炉の停止に係る対応</p> <ul style="list-style-type: none"> ・取水槽水位低 (EL-2.0m) 警報発報による原子炉手動停止
(3) 津波来襲後	<ul style="list-style-type: none"> ・構台湾内に漂流物が確認される場合は漂流物の除去も実施

(参考資料)

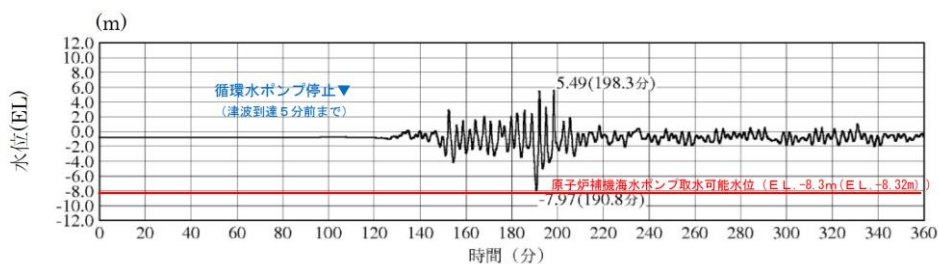
海水ポンプの取水性に係る循環水ポンプの停止運用の妥当性

大津波警報発令に伴う循環水ポンプの停止は、図1に示すとおり、日本海東縁部に想定される地震による津波の取水槽最低水位が海水ポンプの取水可能水位に対して余裕がないことから設計に係る運用事項として位置付けたものである。

大津波警報が発令された場合、以下を踏まえ、気象庁より発表される第一波の到達予想時刻の5分前までに循環水ポンプを停止する。原子炉の冷却方法の切替及び循環水ポンプの停止操作は表1に示すとおりであり、循環水ポンプ停止を判断した時点から数分あれば循環水ポンプによる海水取水を停止することができる。

・原子炉の冷却方法としては、常用系である循環水系を用いた復水器による冷却と非常用系である残留熱除去系による冷却があるが、復水器による冷却が可能な場合、復水器による原子炉冷却を用いた方が、冷却方法の多様性が確保され、より原子炉冷却機能の信頼性が高い状態である。

・日本海東縁部に想定される地震による津波では、2号機取水槽における水位変動は地震発生後約120分以降から始まるが、水位変動が大きくなる(4mを超える)時間はその約30分以降であり、非常用海水冷却系の海水ポンプの取水可能水位(EL-8.32m)付近まで水位が低下する時間はその約60分以降である(図1)。

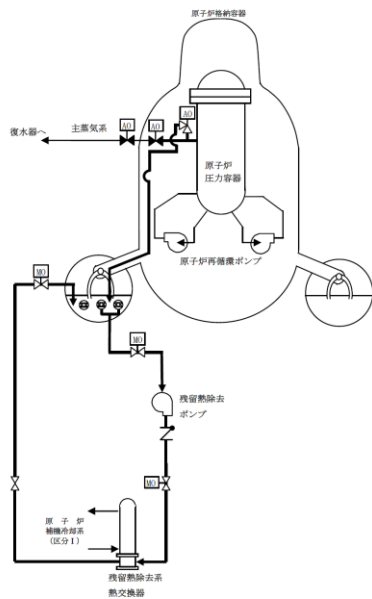


※最大水位下降量-7.97m-地殻変動量 0.34m⇔EL. -8.4m(EL. -8.31m)
(入力津波6, 防波堤無し)

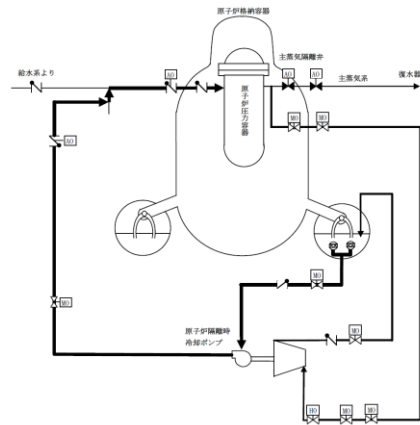
図1 日本海東縁部に想定される地震による津波の取水槽水位

表 1 原子炉冷却方法の切替及び循環水ポンプの停止操作

操 作	内 容
復水器冷却停止	<p>循環水ポンプ停止に係る準備作業として、復水器への蒸気流入を止めるために主蒸気隔離弁（8弁）の閉止操作を行うが、主蒸気隔離弁は1弁あたり3～5秒で閉止可能であり、1分程度で全弁の閉止操作ができる。</p> <p>なお、主蒸気隔離弁の閉止は、循環水ポンプ停止後とすることも可能である。</p>
残留熱除去系による冷却	<p>逃し安全弁等が動作し流入した蒸気により、サブプレッション・プール水温度が上昇するため、残留熱除去系による冷却を行う。また、原子炉への注水については、原子炉隔離時冷却系により注水する（図2参照）。</p> <p>なお、残留熱除去系による冷却は、循環水ポンプ停止後とすることも可能である。</p>
循環水ポンプ停止	<p>循環水ポンプ停止操作後、約1分でポンプ出口弁が全閉し、海水取水が停止する。</p>



(サブプレッション・プール冷却)



(原子炉注水)

図2 プラント停止後のサブプレッション・プール冷却と原子炉注水の概要

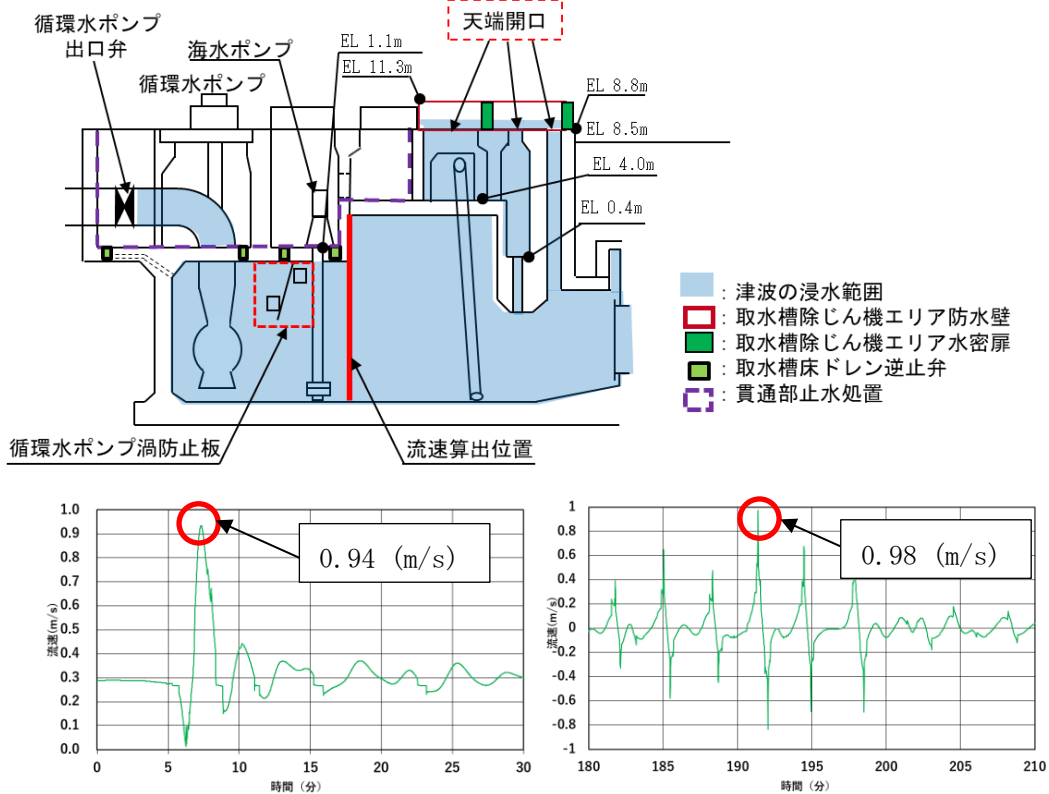
3.5 循環水ポンプ渦防止板の取水性への影響

3.5 循環水ポンプ渦防止板の取水性への影響

津波発生時の荷重及び余震荷重を受けた場合の循環水ポンプ渦防止板の健全性を評価する。

(1) 評価条件

- a. 取水路の管路解析により算出された基準津波による循環水ポンプ渦防止板設置箇所の最大流速は図3.5-1に示すとおり水平方向が0.94m/s、鉛直方向が0.98m/sであるが、波力に対する強度評価では、保守的に水平方向・鉛直方向ともに1.0m/sを設定し、循環水ポンプ渦防止板に作用する流体力（抗力）を算出する。
- b. 循環水ポンプ渦防止板は、漂流物の影響を受けない取水槽に設置されていることから、流木、がれき等の影響は想定しない。
- c. 通常時水位において、図3.5-2に示すとおり循環水ポンプ渦防止板は一部が気中に位置するが、評価においては全て水中にあると仮定する。
- d. 余震荷重として弾性設計用地震動S_dによる地震力を適用する。
- e. 余震荷重により発生する応力の計算方法は、添付書類「VI-2-11-2-7-18 循環水ポンプ渦防止板の耐震性についての計算書」に示す計算式と同様とする。



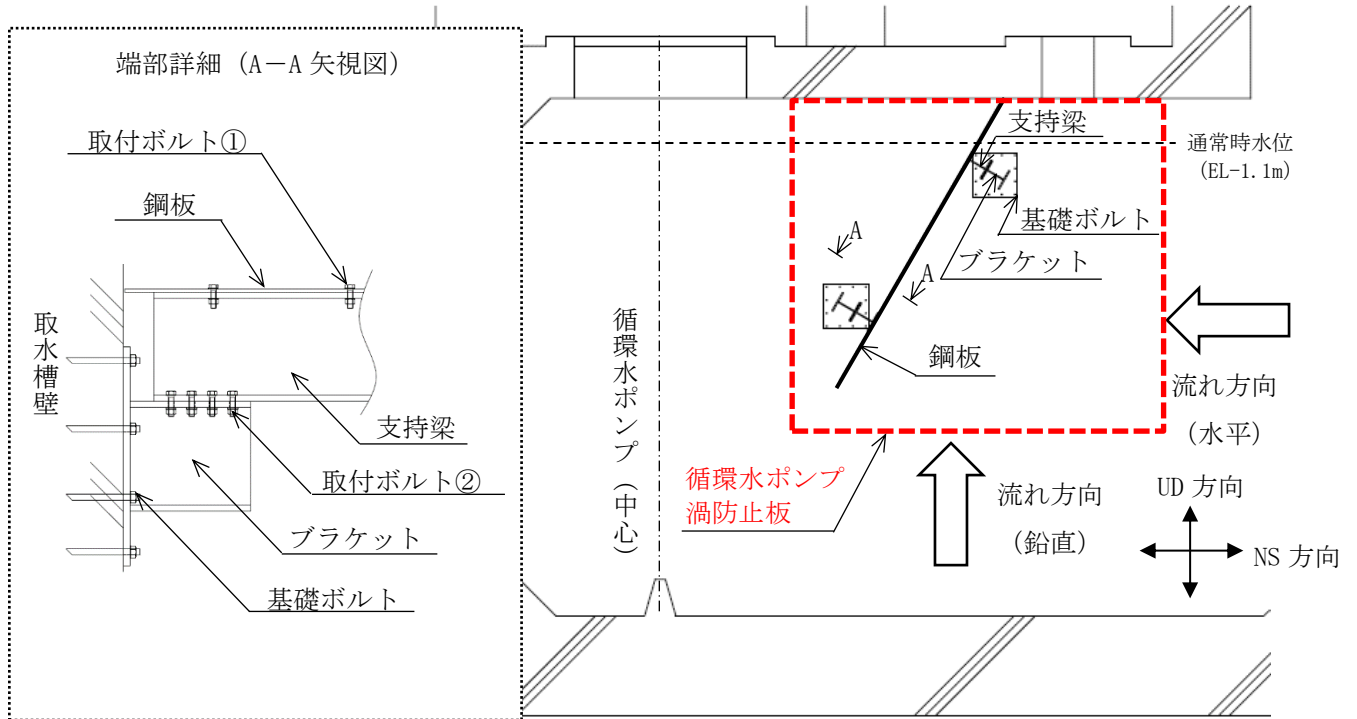
水平方向最大津波流速（基準津波 4）

鉛直方向最大津波流速（基準津波 6）

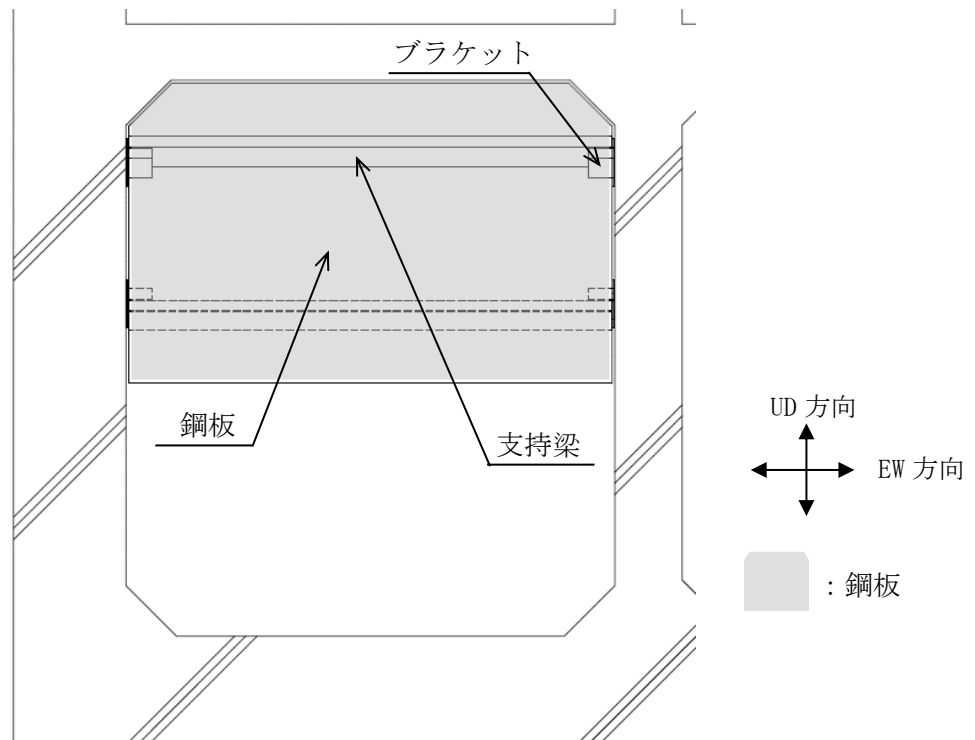
図 3.5-1 循環水ポンプ渦防止板設置箇所における津波最大流速

(2) 評価部位

循環水ポンプ渦防止板は、鋼板、支持梁、ブラケット、取付ボルト（①及び②）及び基礎ボルトから構成され、各部位に発生する荷重及び応力を評価する。各評価部位を図3.5-2に示す。



(取水槽断面図)



(取水槽正面図)

図3.5-2 評価部位

(3) 記号の説明

循環水ポンプ渦防止板の評価に使用する記号を表3.5-1に示す。

表3.5-1 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_{ab}	基礎ボルトの呼び径断面積	mm^2
A_B	支持梁の断面積	mm^2
A_{BR}	ブラケットの断面積	mm^2
A_{b1}	取付ボルト①の呼び径断面積	mm^2
A_{b2}	取付ボルト②の呼び径断面積	mm^2
A_H	抗力が作用する投影面積（水平方向）	m^2
A_V	抗力が作用する投影面積（鉛直方向）	m^2
A_{WBj}	支持梁のせん断断面積* ²	mm^2
A_{WBRj}	ブラケットのせん断断面積* ²	mm^2
A_{WP}	鋼板のせん断断面積	mm^2
B_B	支持梁の幅	mm
B_{BR}	ブラケットの幅	mm
C_D	抗力係数	—
C_{Hi}	水平方向設計震度* ¹	—
C_V	鉛直方向設計震度	—
F^*	設計・建設規格 SSB-3121.3又はSSB-3133に定める値	MPa
F_{DH}	津波により鋼板に生じる流体力（水平方向）	N
F_{DV}	津波により鋼板に生じる流体力（鉛直方向）	N
F_H	循環水ポンプ渦防止板に作用する単位面積当たりの水平地震荷重	N/mm^2
F_V	循環水ポンプ渦防止板に作用する単位面積当たりの鉛直地震荷重	N/mm^2
g	重力加速度（=9.80665）	m/s^2
H_B	支持梁の高さ	mm
H_{BR}	ブラケットの高さ	mm
L_B	支持梁の支持点間長さ	mm
L_{BR}	ブラケットの長さ	mm
L_C	鋼板の支持点間長さ	mm
L_L	鋼板の下側はね出し長さ	mm
L_U	鋼板の上側はね出し長さ	mm
L_{gh}	評価上水平方向引張力を受けるとして期待する基礎ボルト間距離	mm
L_{gv}	評価上鉛直方向引張力を受けるとして期待する基礎ボルト間距離	mm
L_P	鋼板の幅	mm
m_B	支持梁の単位長さ当たりの質量（ブラケット質量含む）	kg/mm

記号	記号の説明	単位
M_{Bj}	支持梁に生じる曲げモーメント* ²	N・mm
M_{BRj}	ブラケットに生じる曲げモーメント* ²	N・mm
M_P	鋼板に生じる曲げモーメント	N・mm
N_{ab}	基礎ボルトに生じる引張力	N
N_{b1}	取付ボルト①に生じる引張力	N
N_{b2}	取付ボルト②に生じる引張力	N
n_{ab}	基礎ボルトの本数	本
n_{ah}	評価上水平方向引張力を受けるとして期待する基礎ボルトの本数	本
n_{av}	評価上鉛直方向引張力を受けるとして期待する基礎ボルトの本数	本
n_{b1}	支持梁1本当たりの取付ボルト①の本数	本
n_{b2}	ブラケット1体当たりの取付ボルト②の本数	本
Q_{ab}	基礎ボルトに生じるせん断力	N
Q_{Bj}	支持梁に生じるせん断力* ²	N
Q_{BRj}	ブラケットのウェブに生じるせん断力* ²	N
Q_{b1}	取付ボルト①に生じるせん断力	N
Q_{b2}	取付ボルト②に生じるせん断力	N
Q_P	鋼板に生じるせん断力	N
S_u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
S_y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
t_{BRflg}	ブラケットのフランジの厚み	mm
t_{BRweb}	ブラケットのウェブの厚み	mm
t_{flg}	支持梁のフランジの厚み	mm
t_P	鋼板の厚み	mm
t_{web}	支持梁のウェブの厚み	mm
U	鉛直方向津波流速	m/s
V	水平方向津波流速	m/s
w_{Pk}	鋼板に作用する単位長さ当たりの荷重* ³	N/mm
w_{Bj}	支持梁に作用する単位長さ当たりの荷重* ²	N/mm
Z_{Bj}	支持梁の断面係数* ²	mm ³
Z_{BRj}	ブラケットの断面係数* ²	mm ³
Z_P	鋼板の断面係数	mm ³
γ	鋼材の密度	kg/mm ³
θ	鋼板の取付角度	°
θ_1	支持梁の取付角度	°
ρ	海水密度	kg/m ³

記号	記号の説明	単位
σ_{ab}	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
σ_{B12}	支持梁に生じる組合せ曲げ応力	MPa
σ_{BC}	支持梁に生じる組合せ応力	MPa
σ_{Bj}	支持梁に生じる曲げ応力*2	MPa
σ_{BR12}	ブラケットに生じる組合せ曲げ応力	MPa
σ_{BRC}	ブラケットに生じる組合せ応力	MPa
σ_{BRj}	ブラケットに生じる曲げ応力*2	MPa
σ_{b1}	取付ボルト①に生じる引張応力	MPa
σ_{b2}	取付ボルト②に生じる引張応力	MPa
σ_{PC}	鋼板に生じる組合せ応力	MPa
σ_P	鋼板に生じる曲げ応力	MPa
τ_{ab}	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
τ_{B12}	支持梁に生じる組合せせん断応力	MPa
τ_{Bj}	支持梁に生じるせん断応力*2	MPa
τ_{BR12}	ブラケットに生じる組合せせん断応力	MPa
τ_{BRj}	ブラケットに生じるせん断応力*2	MPa
τ_{b1}	取付ボルト①に生じるせん断応力	MPa
τ_{b2}	取付ボルト②に生じるせん断応力	MPa
τ_P	鋼板に生じるせん断応力	MPa

注記*1：添字 i の意味は、以下のとおりとする。

i=1：NS 方向

i=2：EW 方向

i=3：UD 方向

*2：添字 j の意味は、以下のとおりとする。

j=1：支持梁又はブラケットの強軸方向

j=2：支持梁又はブラケットの弱軸方向

*3：添字 k の意味は、以下のとおりとする。

k=1：鋼板の面外方向

k=2：鋼板の面内高さ方向

(4) 荷重の組合せ及び許容応力

循環水ポンプ渦防止板の荷重の組合せ及び許容応力状態を表3.5-2に示す。許容応力状態は津波の繰り返しの来襲を想定し、許容応力状態Ⅲ_ASとする。また、循環水ポンプ渦防止板の評価部位に対する許容応力及び使用材料の許容応力評価条件を各々表3.5-3及び表3.5-4に示す。

また、算出した各応力に基づき、以下に示す組合せ応力を評価する。

a. 鋼板、支持梁及びブラケット

各応力が下表で定めた許容応力以下であること。ただし、組合せ応力が許容曲げ応力 f_{bm} 以下であること。

	津波及び弾性設計用地震動 S_d による荷重との組合せの場合
許容せん断応力 f_{sm}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$
許容曲げ応力 f_{bm}	$\frac{F}{1.5} \cdot 1.5$

b. 取付ボルト及び基礎ボルト

ボルトの引張応力は次式より求めた許容組合せ応力 f_{ts} 以下であること。ただし、 f_{to} は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$$

せん断応力はせん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。ただし、 f_{sb} は下表による。

	津波及び弾性設計用地震動 S_d による荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{to}	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sb}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

表 3.5-2 荷重の組合せ及び許容応力状態

機器名称	耐震重要度分類	荷重の組合せ*1,*2	許容応力状態
循環水ポンプ渦防止板	C	D + 津波荷重 + S d	Ⅲ _A S

注記*1：Dは固定荷重を示す。また，S dは余震荷重を示す。

*2：固定荷重が津波荷重を緩和する方向に作用する場合，保守的に組み合わせない。

表 3.5-3 許容応力

許容応力状態	許容限界 (ボルト以外)		許容限界 (ボルト)	
	一次応力		一次応力	
	曲げ	せん断	引張	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_{t1}$	$1.5 \cdot f_{s1}$

f_s ：設計・建設規格 SSB-3121.1(2)に定める値

f_b ：設計・建設規格 SSB-3121.1(4)に定める値

f_{t1} ：設計・建設規格 SSB-3131.1(1)に定める値

f_{s1} ：設計・建設規格 SSB-3131.1(2)に定める値

表 3.5-4 許容応力評価条件

機器名称	評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)
			周囲 環境 温度	40		
循環水 ポンプ 渦防止板	鋼板		周囲 環境 温度	40	175	480
	支持梁		周囲 環境 温度	40	175	480
	ブラケット		周囲 環境 温度	40	175	480
	取付ボルト①		周囲 環境 温度	40	175	480
	取付ボルト②		周囲 環境 温度	40	175	480
	基礎ボルト		周囲 環境 温度	40	175	480

S_y : 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値

S_u : 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値

S_y (R T) : 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の40°Cにおける値

(5) 固有周期の算出及び設計用地震力の設定

a. 固有周期の算出

循環水ポンプ渦防止板の固有周期の算出は、添付書類「VI-2-11-2-7-18 循環水ポンプ渦防止板の耐震性についての計算書」の「4. 固有周期」に示す方法で実施する。計算の結果、表3.5-5に示すとおり、水平方向（NS方向）及び鉛直方向の固有周期は0.05秒を超えており、柔構造であることを確認した。また、水平方向（EW方向）の固有周期は0.05秒以下であり剛構造であることを確認した。

表 3.5-5 固有周期 (単位：s)

水平方向 (NS 方向)	
水平方向 (EW 方向)	
鉛直方向	

b. 設計用地震力の設定

評価に用いる設計用地震力を表3.5-6に示す。弾性設計用地震力 S_d は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。また、減衰定数はVI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

表3.5-6 循環水ポンプ渦防止板 設計用地震力

据付場所及び床面高さ(m)	取水槽 EL 1.1*1		
固有周期(s)	水平 (NS) :		*2
	水平 (EW) :		*2
	鉛直 :		*2
減衰定数(%)	水平 : 2.0 鉛直 : 2.0		
設計用地震力	弾性設計用地震動 S_d		
	水平方向設計震度		鉛直方向設計震度
	NS 方向	EW 方向	
	1.83*3	0.92*4, *5	1.58*3

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：1次固有周期について記載

*3：設計用床応答スペクトル I（基準地震動 S_d ）を上回る設計用床応答スペクトルにより得られる震度

*4：設計用震度 II（基準地震動 S_d ）により得られる設計震度

*5：最大応答加速度を1.2倍した震度

(6) 循環水ポンプ渦防止板に作用する流体力と評価部位に発生する荷重の計算

循環水ポンプ渦防止板のうち鋼板に津波が作用することを想定し流体力を算出した。流体力の算出にあたり、保守的に水平方向津波による最大流体力と鉛直方向津波による最大流体力を同時に受けるとして計算する。

- a. 鋼板に作用する流体力（以下「抗力」という。）は次式より求める。評価結果を表3.5-7に示す。

$$F_{DH} = \frac{1}{2} C_D \cdot \rho \cdot V^2 \cdot A_H$$

$$F_{DV} = \frac{1}{2} C_D \cdot \rho \cdot U^2 \cdot A_V$$

表3.5-7 津波により作用する抗力

項目	循環水ポンプ 渦防止板
抗力係数（平板） C_D	2.01*
海水密度 ρ (kg/m ³)	1030
水平方向津波流速 V (m/s)	1.0
鉛直方向津波流速 U (m/s)	1.0
抗力が作用する投影面積（水平方向） A_H (m ²)	46.6
抗力が作用する投影面積（鉛直方向） A_V (m ²)	27.0
抗力（水平方向） F_{DH} (N)	48238
抗力（鉛直方向） F_{DV} (N)	27950

注記*：「港湾の施設の技術上の基準・同解説（国土交通省港湾局，2007年）」より保守的に最大となる値を設定

(7) 鋼板の評価

a. 鋼板に発生するせん断応力

鋼板の面外方向に作用する荷重に対してはね出し単純梁として抵抗するため、発生するせん断力 Q_P 及びせん断応力 τ_P は次式より求める。図3.5-3に鋼板の計算モデル図を示す。ただし、 $L_U < L_L$ である。また、算定条件を表3.5-8に示す。

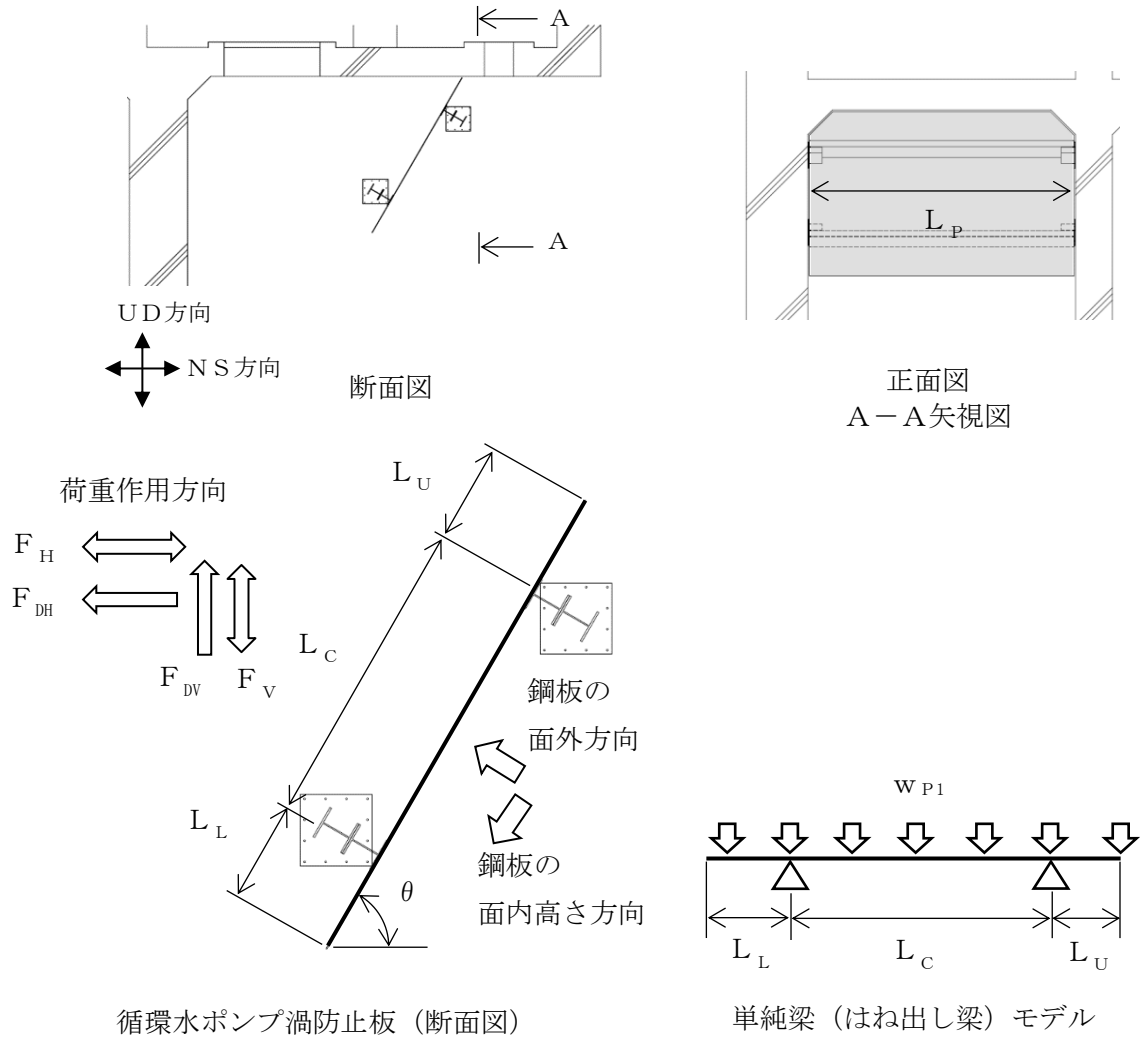


図3.5-3 鋼板の計算モデル図

$$Q_P = \frac{w_{P1} \cdot (L_L + L_C)^2 - w_{P1} \cdot L_U^2}{2 \cdot L_C} - w_{P1} \cdot L_L$$

ここで、 w_{P1} は鋼板に作用する単位長さ当たりの面外方向荷重であり、流体力、余震荷重及び自重を組み合わせて算出を行う。また、流体力の項では鋼板の実面積ではなく投影面積を除することにより、保守的に鋼板が垂直であると仮定して算出を行う。

$$w_{P1} = \left\{ (F_{DH} \cdot \sin \theta / A_H + F_{DV} \cdot \cos \theta / A_V) + \sqrt{(F_H \cdot \sin \theta)^2 + (F_V \cdot \cos \theta)^2 - g \cdot \gamma \cdot t_p \cdot \cos \theta} \right\} \cdot L_P$$

$$F_H = C_{H1} \cdot g \cdot \gamma \cdot t_P$$

$$F_V = C_V \cdot g \cdot \gamma \cdot t_P$$

$$\tau_P = \frac{Q_P}{A_{WP}}$$

表3.5-8 鋼板に発生するせん断力及びせん断応力の算定条件

項目	循環水ポンプ 渦防止板
鋼板の上側はね出し長さ L_U (mm)	
鋼板の支持点間長さ L_C (mm)	
鋼板の下側はね出し長さ L_L (mm)	
鋼板の取付角度 θ (°)	
鋼板の密度 γ (kg/mm ³)	7.98×10^{-6}
鋼板の厚み t_P (mm)	12
鋼板のせん断断面積 A_{WP} (mm ²)	103800
鋼板の幅 L_P (mm)	

b. 鋼板に発生する曲げ応力

鋼板に発生する曲げモーメント M_P 及び曲げ応力 σ_P は次式より求める。ただし、 $L_U < L_L$ である。また、算定条件を表 3.5-9 に示す。

$$M_P = \text{Max} \left(\frac{w_{P1} \cdot L_L^2}{2}, \frac{w_{P1} \cdot (L_L + L_C)^2 - w_{P1} \cdot L_U^2}{2 \cdot L_C} \cdot \frac{L_C}{2} - \frac{w_{P1}}{2} \cdot \left(L_L + \frac{L_C}{2} \right)^2 \right)$$

$$\sigma_P = \frac{M_P}{Z_P}$$

$$Z_P = \frac{L_P \cdot t_p^2}{6}$$

表3.5-9 鋼板に発生する曲げモーメント及び曲げ応力の算定条件

項目	循環水ポンプ 渦防止板
鋼板の断面係数 Z_P (mm ³)	207600

c. 組合せ応力

鋼板に作用する組合せ応力 σ_{PC} を次式より求める。

$$\sigma_{PC} = \sqrt{\sigma_P^2 + 3 \cdot \tau_P^2}$$

(8) 支持梁の評価

a. 支持梁に発生するせん断応力

支持梁は、ブラケットにより支持される単純梁として抵抗する。支持梁1本当たりが負担する鋼板に作用する板面外力により発生するせん断力 Q_{B1} 、 Q_{B2} 及びせん断応力 τ_{Bj} は次式より求める。ただし、 $L_U < L_L$ である。図3.5-4に支持梁の計算モデル図を示す。また、算定条件を表3.5-10に示す。

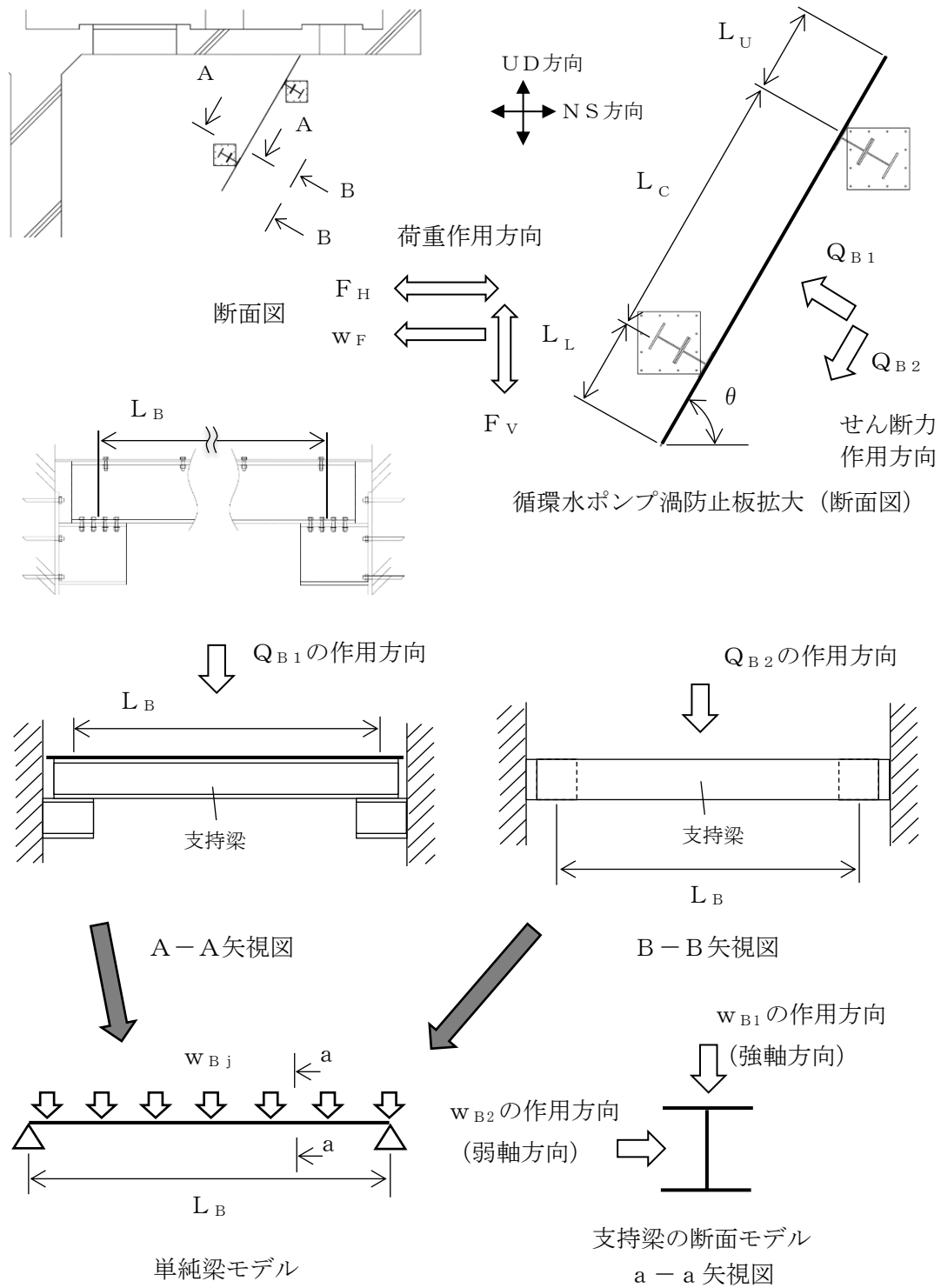


図3.5-4 支持梁の計算モデル図

$$Q_{B1} = \frac{w_{B1}}{2} \cdot \left(L_L + \frac{L_C}{2} \right) + g \cdot m_B \cdot \left(\sqrt{(C_{H1} \cdot \sin \theta)^2 + (C_V \cdot \cos \theta)^2} + \cos \theta \right) \times \frac{L_B}{2}$$

$$Q_{B2} = \frac{w_{B2}}{2} \cdot \left(L_L + \frac{L_C}{2} \right) + g \cdot m_B \cdot \left(\sqrt{(C_{H1} \cdot \cos \theta)^2 + (C_V \cdot \sin \theta)^2} + \sin \theta \right) \times \frac{L_B}{2}$$

ここで、 w_{B1} 及び w_{B2} は支持梁に作用する単位長さ当たりの強軸方向及び弱軸方向の荷重であり、流体力、余震荷重及び自重を組み合わせる算出を行う。また、鉛直方向の流体力の作用する方向と自重の作用する方向は逆向きであることから、自重を負で表記する。

$$w_{B1} = \left\{ (F_{DH} \cdot \sin \theta / A_H + F_{DV} \cdot \cos \theta / A_V) + \sqrt{(F_H \cdot \sin \theta)^2 + (F_V \cdot \cos \theta)^2} - g \cdot \gamma \cdot t_p \cdot \cos \theta \right\} \cdot L_B$$

$$w_{B2} = \left\{ (F_{DH} \cdot \cos \theta / A_H + F_{DV} \cdot \sin \theta / A_V) + \sqrt{(F_H \cdot \cos \theta)^2 + (F_V \cdot \sin \theta)^2} - g \cdot \gamma \cdot t_p \cdot \sin \theta \right\} \cdot L_B$$

$$\tau_{Bj} = \frac{Q_{Bj}}{A_{WBj}}$$

$$\tau_{B12} = \sqrt{\tau_{B1}^2 + \tau_{B2}^2}$$

表 3.5-10 支持梁に発生するせん断力及びせん断応力の算定条件

項目	循環水ポンプ 渦防止板
支持梁の支持点間長さ L_B (mm)	8185
支持梁の単位長さ当たりの質量 m_B (kg/mm)	0.187
支持梁のせん断断面積 A_{WB1} (mm ²)	4344
支持梁のせん断断面積 A_{WB2} (mm ²)	15200

b. 支持梁に発生する曲げ応力

支持梁に生じる曲げモーメント M_{Bj} 及び曲げ応力 σ_B は次式より求める。また、算定条件を表 3.5-11 に示す。

$$M_{Bj} = \frac{Q_{Bj} \cdot L_B}{4}$$

$$\sigma_{Bj} = \frac{M_{Bj}}{Z_{Bj}}$$

$$\sigma_{B12} = \sigma_{B1} + \sigma_{B2}$$

$$Z_{B1} = \frac{\left\{ H_B^3 \cdot B_B - (H_B - 2 \cdot t_{flg})^3 \cdot (B_B - t_{web}) \right\} / 12}{H_B / 2}$$

$$Z_{B2} = \frac{\left\{ 2 \cdot B_B^3 \cdot t_{flg} + t_{web}^3 \cdot (H_B - 2 \cdot t_{flg}) \right\} / 12}{B_B / 2}$$

表 3.5-11 支持梁に発生する曲げモーメント及び曲げ応力の算定条件

項目	循環水ポンプ 渦防止板
支持梁の高さ H_B (mm)	400
支持梁の幅 B_B (mm)	400
支持梁のフランジの厚み t_{flg} (mm)	19
支持梁のウェブの厚み t_{web} (mm)	12
支持梁の断面係数 Z_{B1} (mm ³)	2997500
支持梁の断面係数 Z_{B2} (mm ³)	1013600

c. 組合せ応力

支持梁に作用する組合せ応力 σ_{BC} を次式より求める。

$$\sigma_{BC} = \sqrt{\sigma_{B12}^2 + 3 \cdot \tau_{B12}^2}$$

(9) ブラケットの評価

a. ブラケットに発生するせん断応力

ブラケットに発生するせん断力 Q_{BRj} 及びせん断応力 τ_{BRj} は次式より求める。図 3.5-5 にブラケットの計算モデル図を示す。また、算定条件を表 3.5-12 に示す。

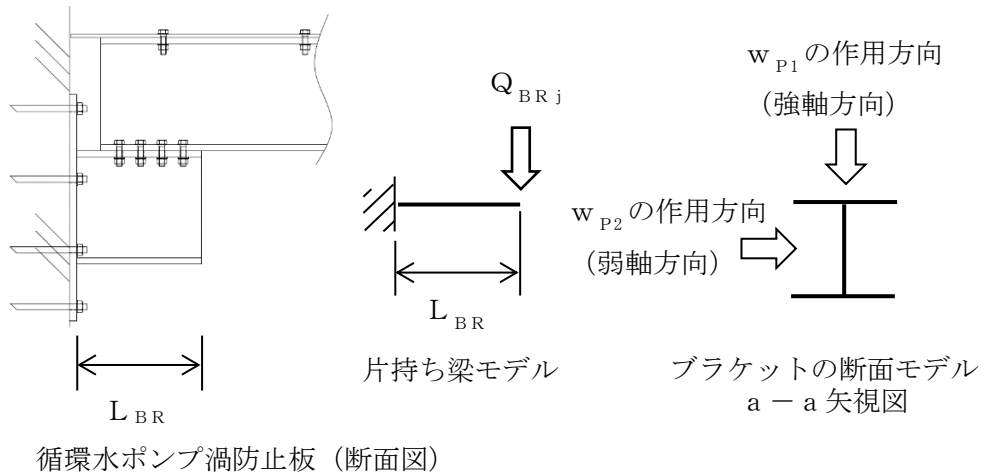


図3.5-5 ブラケットの計算モデル図

$$Q_{BR1} = \frac{w_{P1}}{2} \cdot \left(L_L + \frac{L_C}{2} \right) + g \cdot m_B \cdot \left(\sqrt{(C_{H1} \cdot \sin \theta)^2 + (C_V \cdot \cos \theta)^2} + \cos \theta \right) \times \frac{L_P}{2}$$

$$Q_{BR2} = \frac{w_{P2}}{2} \cdot \left(L_L + \frac{L_C}{2} \right) + g \cdot m_B \cdot \left(\sqrt{(C_{H1} \cdot \cos \theta)^2 + (C_V \cdot \sin \theta)^2} + \sin \theta \right) \times \frac{L_P}{2}$$

$$W_{P1} = \left\{ (F_{DH} \cdot \sin \theta / A_H + F_{DV} \cdot \cos \theta / A_V) + \sqrt{(F_H \cdot \sin \theta)^2 + (F_V \cdot \cos \theta)^2} - g \cdot \gamma \cdot t_p \cdot \cos \theta \right\} \cdot L_P$$

$$W_{P2} = \left\{ (F_{DH} \cdot \cos \theta / A_H + F_{DV} \cdot \sin \theta / A_V) + \sqrt{(F_H \cdot \cos \theta)^2 + (F_V \cdot \sin \theta)^2} - g \cdot \gamma \cdot t_p \cdot \sin \theta \right\} \cdot L_P$$

$$\tau_{BRj} = \frac{Q_{BRj}}{A_{WBRj}}$$

$$\tau_{BR12} = \sqrt{\tau_{BR1}^2 + \tau_{BR2}^2}$$

表3.5-12 支持梁に作用するせん断力及びせん断応力の算定条件

項目	循環水ポンプ 渦防止板
ブラケットのせん断断面積 A_{WBR1} (mm ²)	4344
ブラケットのせん断断面積 A_{WBR2} (mm ²)	15200

b. ブラケットに発生する曲げ応力

ブラケットに発生する曲げモーメント M_{BRj} 及び曲げ応力 σ_{BRj} は次式より求める。また、算定条件を表3.5-13に示す。

$$M_{BRj} = Q_{BRj} \cdot L_{BR}$$

$$\sigma_{BRj} = \frac{M_{BRj}}{Z_{BRj}}$$

$$\sigma_{BR12} = \sigma_{BR1} + \sigma_{BR2}$$

$$Z_{BR1} = \frac{\left\{ H_{BR}^3 \cdot B_{BR} - (H_{BR} - 2 \cdot t_{BRflg})^3 \cdot (B_{BR} - t_{BRweb}) \right\} / 12}{H_{BR} / 2}$$

$$Z_{BR2} = \frac{\left\{ 2 \cdot B_{BR}^3 \cdot t_{BRflg} + t_{BRweb}^3 \cdot (H_{BR} - 2 \cdot t_{BRflg}) \right\} / 12}{B_{BR} / 2}$$

表 3.5-13 ブラケットに作用する曲げモーメント及び曲げ応力の算定条件

項目	循環水ポンプ 渦防止板
ブラケットの長さ L_{BR} (mm)	440
ブラケットの高さ H_{BR} (mm)	400
ブラケットの幅 B_{BR} (mm)	400
ブラケットのフランジの厚み t_{BRflg} (mm)	19
ブラケットのウェブの厚み t_{BRweb} (mm)	12
ブラケットの断面係数 Z_{BR1} (mm ³)	2997500
ブラケットの断面係数 Z_{BR2} (mm ³)	1013600

c. 組合せ応力

ブラケットに作用する組合せ応力 σ_{BRC} を次式より求める。

$$\sigma_{BRC} = \sqrt{\sigma_{BR12}^2 + 3 \cdot \tau_{BR12}^2}$$

(10) 取付ボルト①の評価

a. 取付ボルト①に発生する引張応力

はね出し梁である鋼板の支持点荷重が取付ボルト①に作用する引張力となるため、取付ボルト①の引張力 N_{b1} 及び引張応力 σ_{b1} は次式より求める。ただし、 $L_U < L_L$ である。また、算定条件を表 3.5-14 に示す。

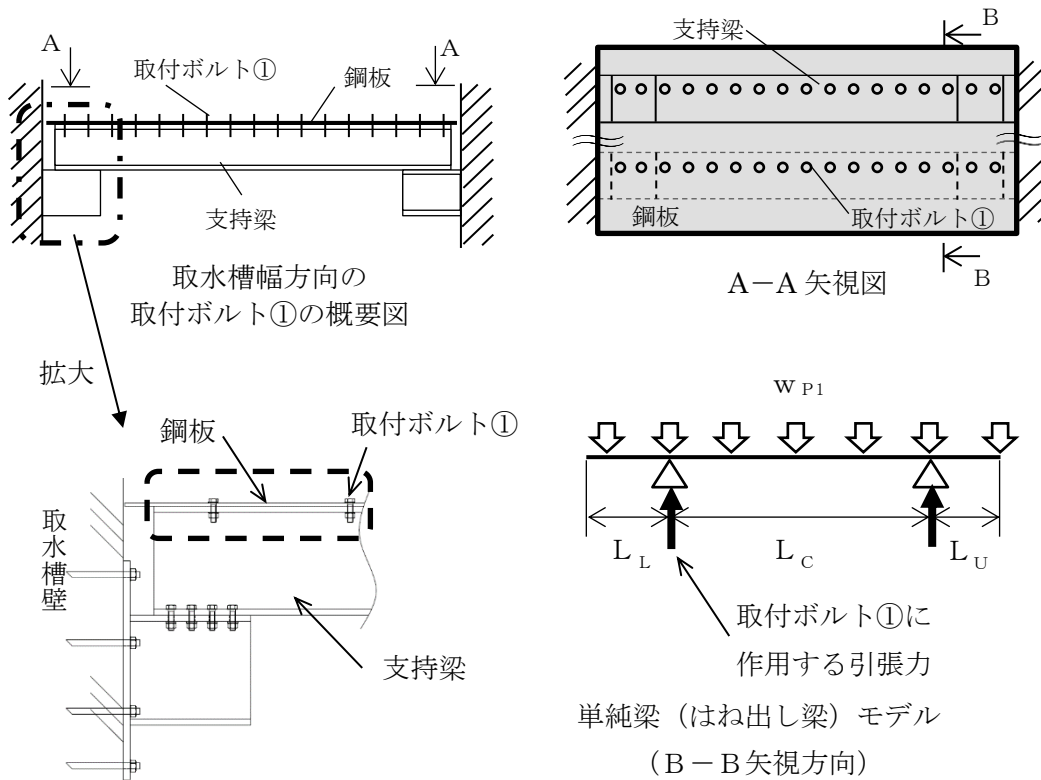


図 3.5-6 支持梁端部詳細図①

$$N_{b1} = \frac{w_{P1} \cdot (L_L + L_C)^2 - w_{P1} \cdot L_U^2}{2 \cdot L_C \cdot n_{b1}}$$

$$\sigma_{b1} = \frac{N_{b1}}{A_{b1}}$$

表3.5-14 取付ボルト①に発生する引張力及び引張応力の算定条件

項目	循環水ポンプ 渦防止板
取付ボルト①の呼び径	M20
支持梁 1 本当たりの取付ボルト①の本数 n_{b1} (本)	17
取付ボルト①の断面積 A_{b1} (mm ²)	314

b. 取付ボルト①に発生するせん断応力

取付ボルト①に発生するせん断力 Q_{b1} 及びせん断応力 τ_{b1} は、次式より求める。

$$Q_{b1} = w_{P2} \cdot \left(L_L + \frac{L_C}{2} \right) / n_{b1}$$

$$\tau_{b1} = \frac{Q_{b1}}{A_{b1}}$$

(11) 取付ボルト②の評価

a. 取付ボルト②に発生する引張応力

単純梁である支持梁の支持点荷重が取付ボルト②に作用する引張力となるため、取付ボルト②の引張力 N_{b2} 及び引張応力 σ_{b2} は次式より求める。また、算定条件を表 3.5-15 に示す。

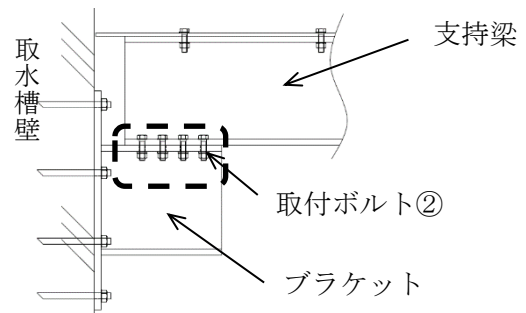
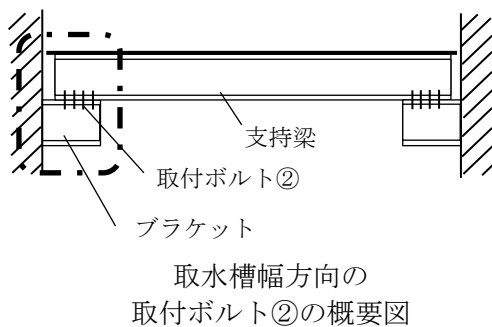


図 3.5-7 支持梁端部詳細図②

$$N_{b2} = \frac{Q_{BR1}}{n_{b2}}$$

$$\sigma_{b2} = \frac{N_{b2}}{A_{b2}}$$

表3.5-15 取付ボルト②に発生する引張力及び引張応力の算定条件

項目	循環水ポンプ 渦防止板
取付ボルト②の呼び径	M20
ブラケット1体当たりの取付ボルト②の本数 n_{b2} (本)	16
取付ボルト②の断面積 A_{b2} (mm^2)	314

b. 取付ボルト②に発生するせん断応力

取付ボルト②に発生するせん断力 Q_{b2} 及びせん断応力 τ_{b2} は、次式より求める。

$$Q_{b2} = \frac{Q_{BR2}}{n_{b2}}$$

$$\tau_{b2} = \frac{Q_{b2}}{A_{b2}}$$

(12) 基礎ボルトの評価

a. 基礎ボルトに発生する引張応力

基礎ボルトに発生する引張力 N_{ab} 及び引張応力 σ_{ab} は次式より求める。図3.5-8に基礎ボルトの計算モデル図を示す。また、算定条件を表3.5-16に示す。

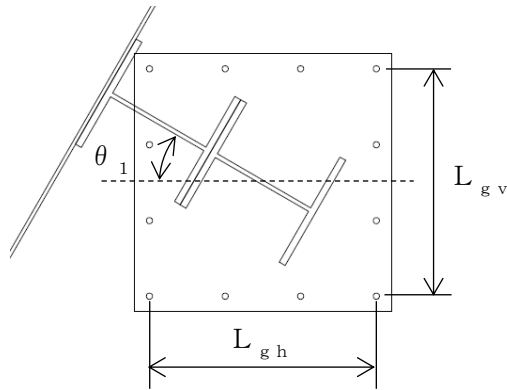


図3.5-8 基礎ボルトの計算モデル図

$$N_{ab} = \frac{M_{BR1} \cdot \cos \theta_1 + M_{BR2} \cdot \sin \theta_1}{n_{ah} \cdot L_{gh}} + \frac{M_{BR1} \cdot \sin \theta_1 + M_{BR2} \cdot \cos \theta_1}{n_{av} \cdot L_{gv}}$$

$$\sigma_{ab} = \frac{N_{ab}}{A_{ab}}$$

表3.5-16 基礎ボルトに発生する引張力及び引張応力の算定条件

項目	循環水ポンプ 渦防止板
評価上水平方向引張力を受けるとして期待する基礎ボルト 間距離 L_{gh} (mm)	700
評価上鉛直方向引張力を受けるとして期待する基礎ボルト 間距離 L_{gv} (mm)	600
評価上水平方向引張力を受けるとして期待する基礎ボルト の本数 n_{ah} (本)	4
評価上鉛直方向引張力を受けるとして期待する基礎ボルト の本数 n_{av} (本)	4
支持梁の取付角度 θ_1 (°)	
基礎ボルトの呼び径	M20
基礎ボルトの呼び径断面積 A_{ab} (mm ²)	314

b. 基礎ボルトに発生するせん断応力

基礎ボルトに発生するせん断力 Q_{ab} 及びせん断応力 τ_{ab} は次式より求める。また、算定条件を表 3.5-17 に示す。

$$Q_{ab} = \frac{\sqrt{Q_{BR1}^2 + Q_{BR2}^2}}{n_{ab}}$$

$$\tau_{ab} = \frac{Q_{ab}}{A_{ab}}$$

表3.5-17 基礎ボルトに発生するせん断力及びせん断応力の算定条件

項目	循環水ポンプ 渦防止板
ブラケット 1 体当たりの基礎ボルト本数 n_{ab} (本)	12

(13) 評価結果

循環水ポンプ渦防止板に発生する応力を表 3.5-18 に示す。発生応力は、許容応力以下であることから、津波発生時の荷重及び余震荷重に対して循環水ポンプ渦防止板の健全性は確保されることを確認した。

表 3.5-18 評価結果一覧

	評価部位	材料	項目	発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
	循環水ポンプ 渦防止板	鋼板		せん断	1
曲げ				120	201
組合せ				120	201
支持梁		せん断		14	101
		曲げ		157	175
		組合せ		159	175
ブラケット		せん断		15	101
		曲げ		36	175
		組合せ		44	175
取付ボルト①		引張		17	131
		せん断		16	101
取付ボルト②		引張		13	131
		せん断		13	101
基礎ボルト		引張		91	104
		せん断		23	80

4. 漂流物に関する考慮事項

4.1 設計に用いる遡上波の流速

4.1 設計に用いる遡上波の流速

(1) はじめに

津波による漂流物の漂流速度は、津波の流速に支配される。文献*によると漂流物の最大漂流速度は津波の浸水流速より小さくなっているが、安全側に漂流速度として津波の流速を用いる。

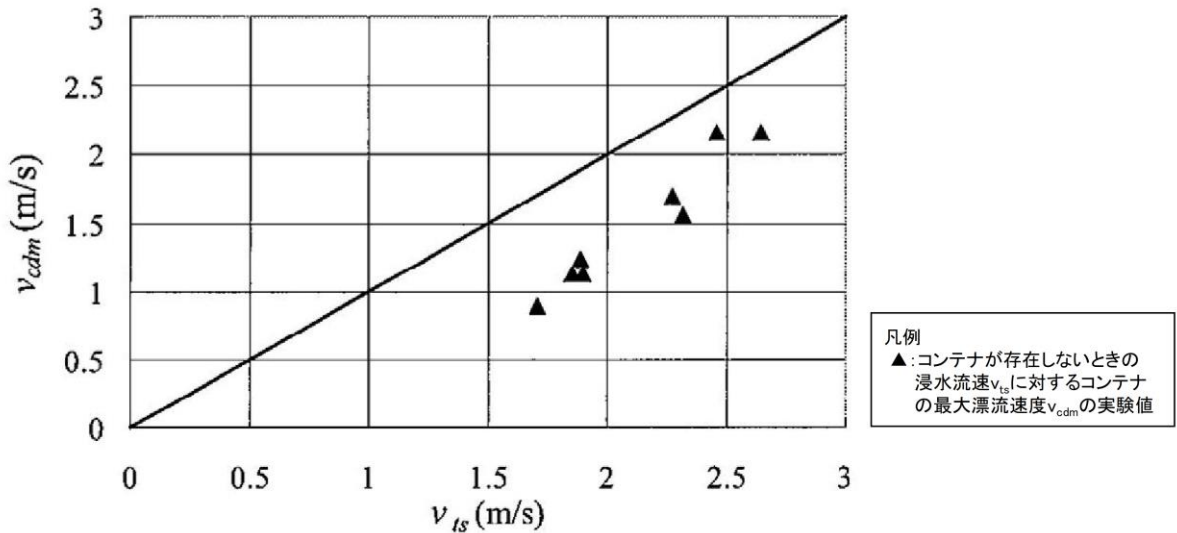


図 4.1-1 浸水流速 v_{ts} と最大漂流速度 v_{cdm} の関係

注記*：有川太郎，大坪大輔，中野史丈，下迫健一郎，石川信隆（2007）：遡上津波によるコンテナ漂流力に関する大規模実験，海岸工学論文集，第 54 巻，P846-850（凡例は追記）

漂流物の衝突速度は、防波壁付近の流速に依存すると考えられるため、発電所近傍の海域における流速により、漂流物の衝突速度を設定する。漂流物が各施設に衝突する際の荷重の大きさは、基準津波来襲時の発電所近傍の海域における全方向最大流速を抽出し、これに不確かさを考慮して、安全側の評価を実施する。全方向最大流速は、各地点において V_x 及び V_y の流速時刻歴から全方向での流速が最大となる時刻のものを抽出して求めた。また、防波壁は広範囲にわたるため、地点により流速が異なるが、設計に用いる漂流物の衝突荷重として、安全側に発電所近傍の海域における最大流速を用いる。

なお、設計に用いる遡上波の流速は、漂流物荷重の大きさは構造物に対して法線方向の流速による影響が大きいため、本来は法線方向の速度値に着目するが、安全側の評価を実施するため、ここでは全ての方向の流速ベクトルを含めた中での最大流速の数値を切り上げた値を設定する。

(2) 日本海東縁部に想定される地震による津波における漂流速度

基準津波 1~6 のうち、日本海東縁部に想定される地震による津波である基準津波 1, 2, 3, 5 及び 6 について、全方向最大流速分布を図 4.1-2 に示す。また、全方向最大流速分布において、全方向最大流速地点及び全方向流速が 8.0m/s 以上のコンターの高まりから評価地点を選定し、それぞれの最大流速を表 4.1-1 に整理した。

結果としては、日本海東縁部に想定される地震による津波における最大流速は 9.3m/s が抽出されたことから、安全側に 10.0m/s を日本海東縁部に想定される地震に伴う津波による防波壁付近における衝突荷重評価に用いる漂流速度として設定する。

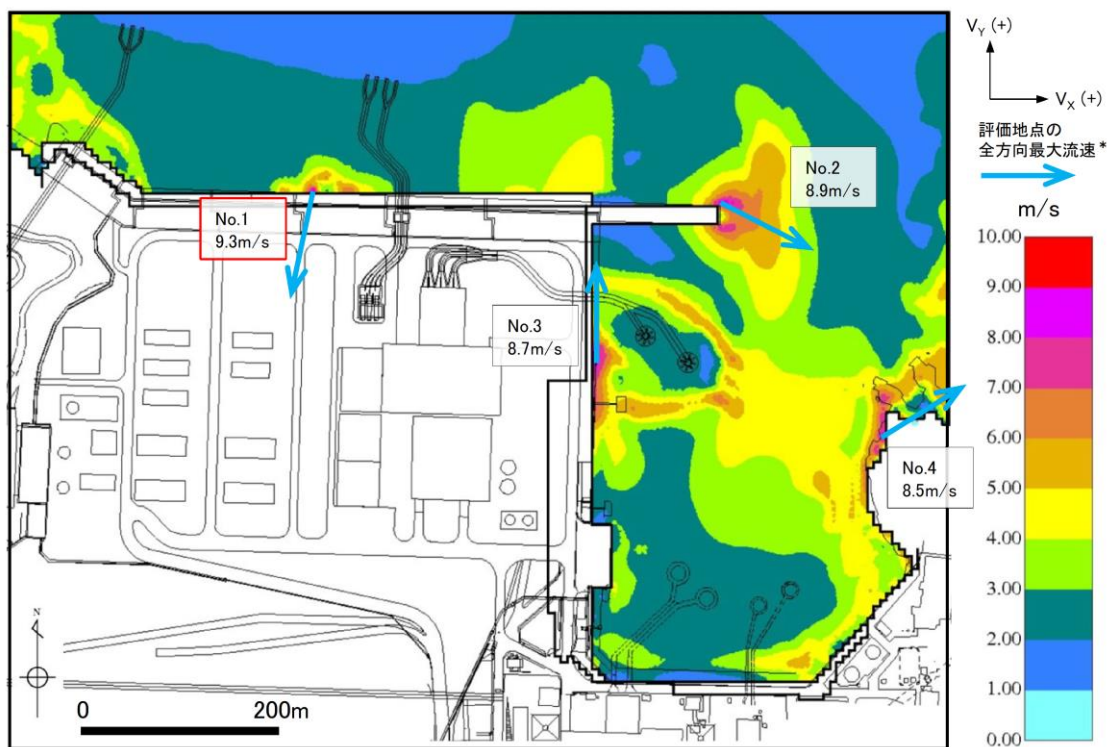
表 4.1-1 基準津波来襲時（日本海東縁部）における全方向最大流速

No.	波源	防波堤 有無	全方向最大流速(m/s)			
			V _x	V _y	全方向流速 ($\sqrt{V_x^2 + V_y^2}$)	
1	日本海 東縁部	有り	-1.9	-9.0	9.3	
2			7.9	-4.0	8.9	
3			0.0	8.7	8.7	
4			7.1	4.5	8.5	
5			無し	0.0	-8.8	8.8
6				6.8	6.1	9.2
7				-1.7	-8.4	8.7
8				8.7	-2.4	9.1
9		有り		0.0	8.2	8.2
10				8.1	3.8	8.9
11		有り		6.3	2.0	6.7
12		無し		0.1	8.3	8.4
13			7.1	4.5	8.5	
14			-2.5	-8.2	8.6	
15		無し	-1.2	-8.2	8.3	
16			5.6	5.9	8.2	

注1: 各ケースの全方向最大流速地点及び全方向流速が8.0m/s以上のコンターの高まりから評価地点を選定している。

2: 切上げの関係で値が合わない場合がある。

3: 日本海東縁部に想定される地震による津波における最大値を赤枠で示す。



注記* : 日本海東縁部に想定される地震による津波における最大値を赤枠で示す。

図 4.1-2(1) 基準津波 1 (防波堤有り, 沈下無し) 全方向最大流速分布 (全時刻)

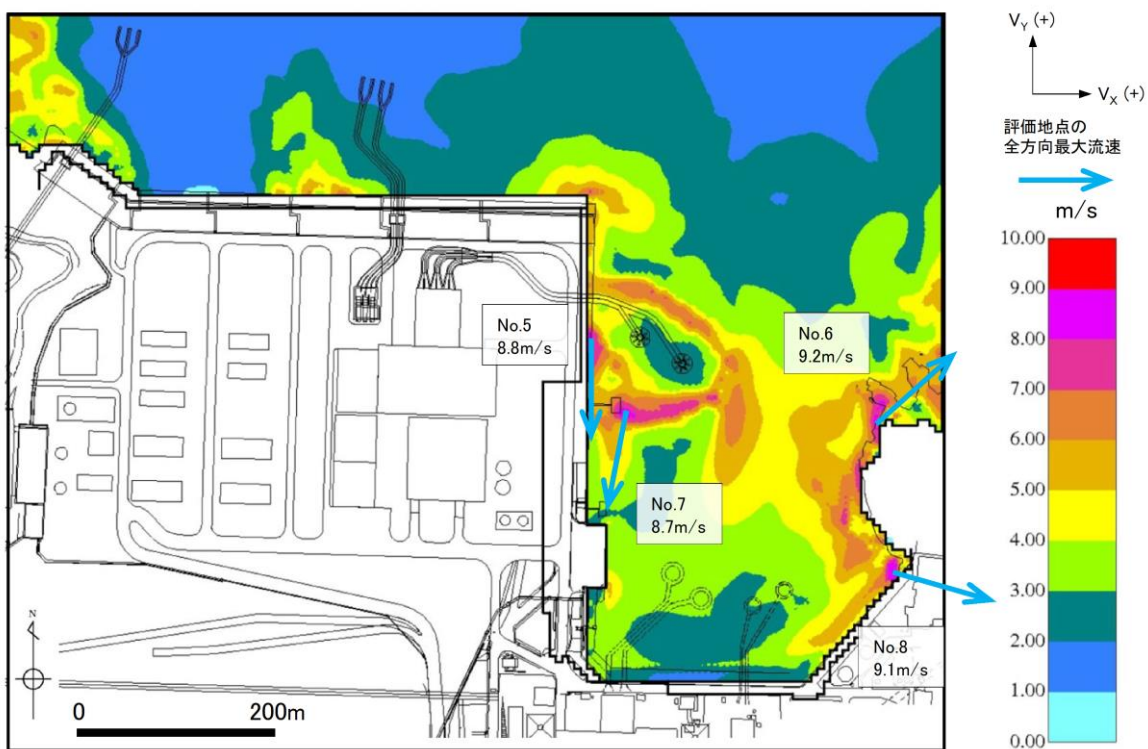


図 4.1-2(2) 基準津波 1 (防波堤無し, 沈下無し) 全方向最大流速分布 (全時刻)

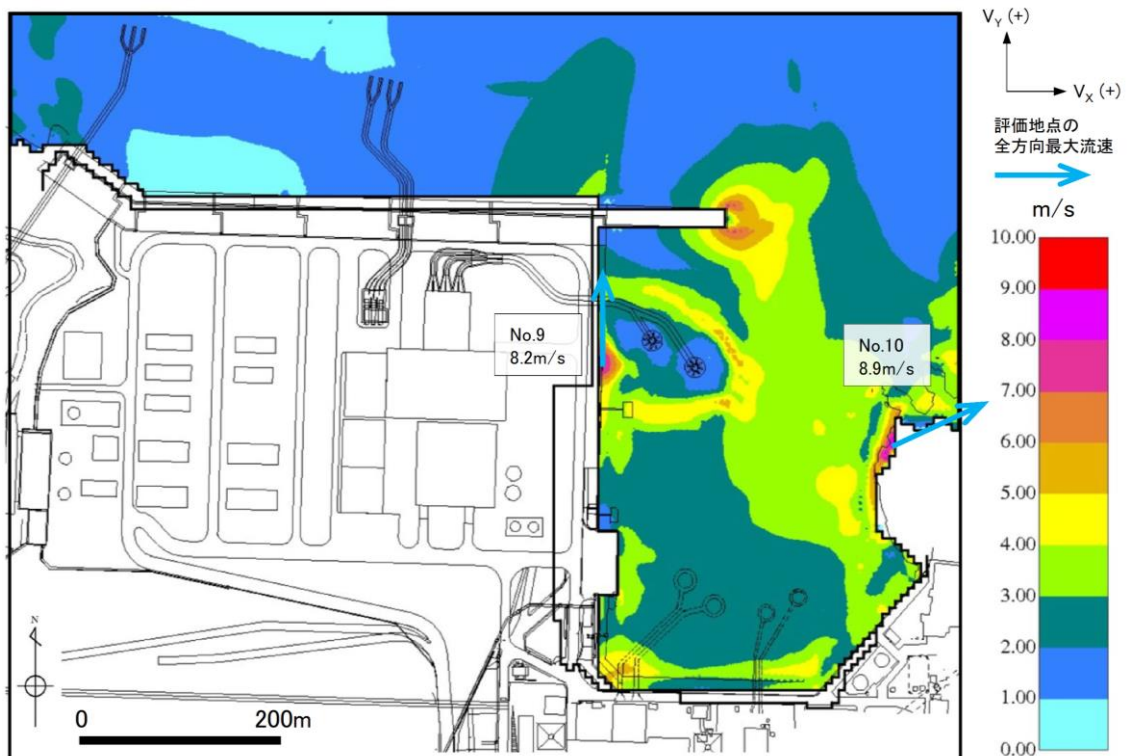


図 4.1-2(3) 基準津波 2 (沈下無し) 全方向最大流速分布 (全時刻)

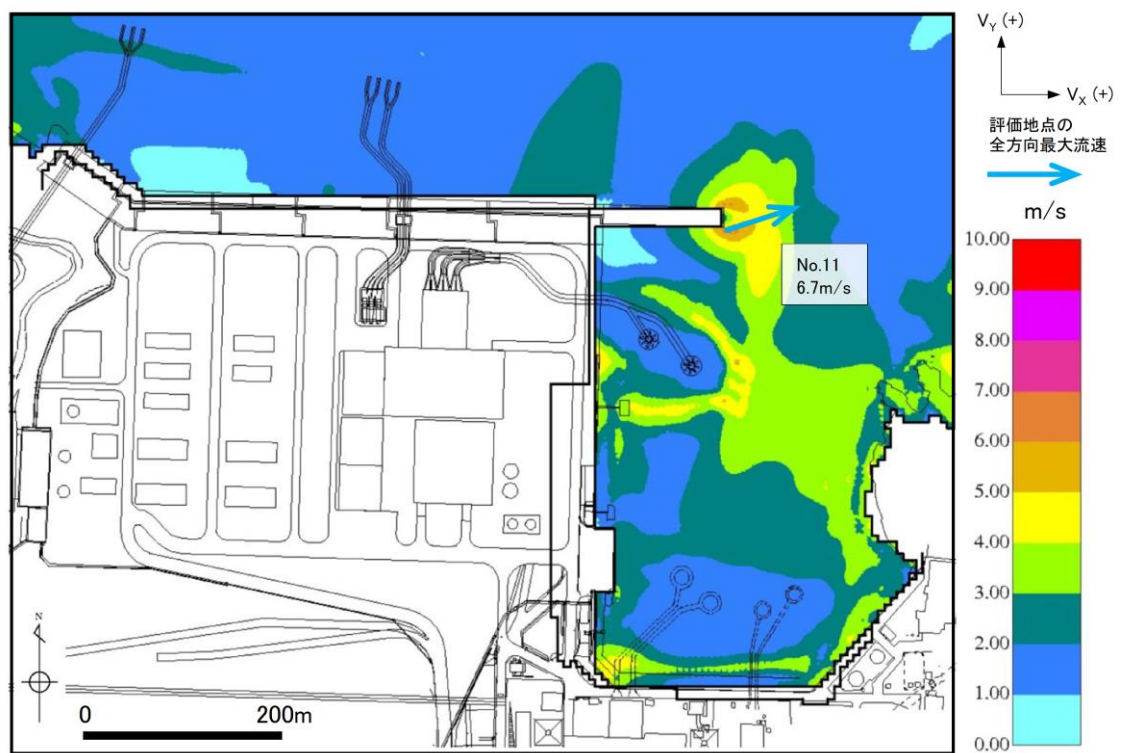


図 4.1-2(4) 基準津波 3 (沈下無し) 全方向最大流速分布 (全時刻)

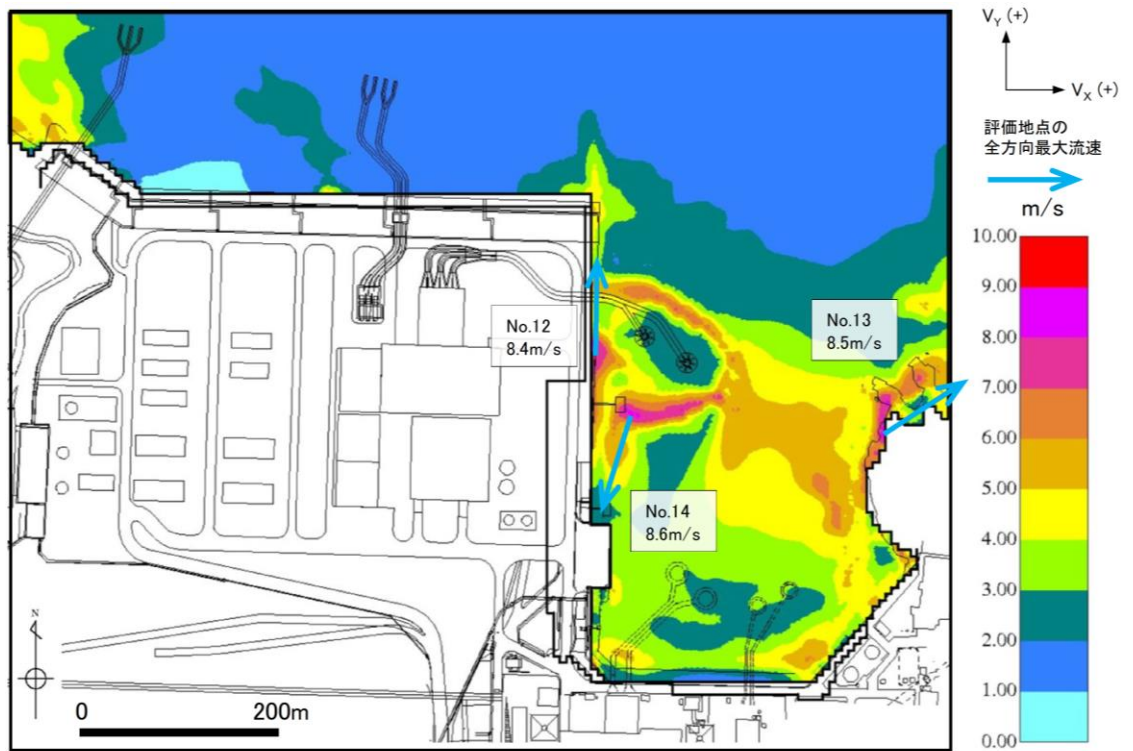


図 4.1-2(5) 基準津波 5 (沈下無し) 全方向最大流速分布 (全時刻)

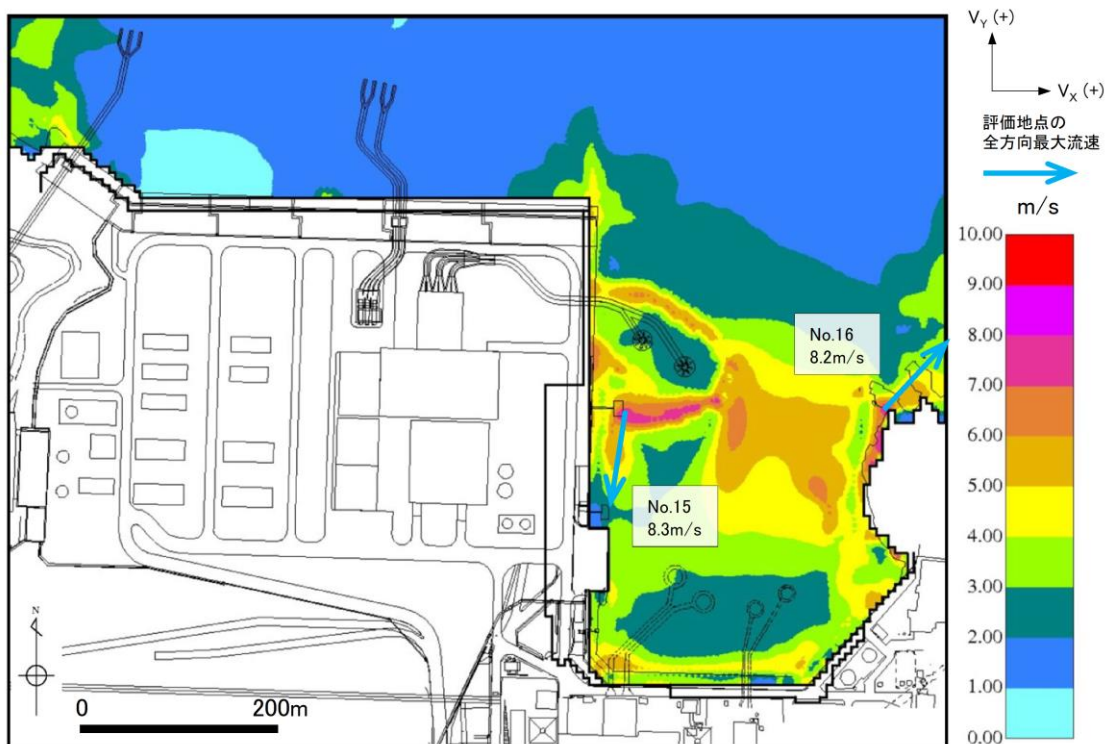


図 4.1-2(6) 基準津波 6 (沈下無し) 全方向最大流速分布 (全時刻)

(3) 海域活断層から想定される地震による津波における漂流速度

基準津波 1～6 のうち、海域活断層から想定される地震による津波である基準津波 4 及び海域活断層上昇側最大ケースについて、全方向最大流速分布を図 4.1-3 に示す。また、全方向最大流速分布において、全方向最大流速地点及び全方向流速が 5.0m/s 以上のコンターの高まりから評価地点を選定し、それぞれの最大流速を表 4.1-2 に整理した。

海域活断層から想定される地震による津波における最大流速は 5.8m/s が抽出されたことから、安全側に 6.0m/s を海域活断層から想定される地震に伴う津波による防波壁付近における衝突荷重評価に用いる漂流速度として設定する。

表 4.1-2 基準津波来襲時（海域活断層）における全方向最大流速

No.	波源		防波堤 有無	全方向最大流速 (m/s)		
				V _x	V _y	全方向流速 ($\sqrt{V_x^2 + V_y^2}$)
17	海域 活断層	基準津波4	有り	4.7	3.2	5.7
18			無し	1.4	5.6	5.8
19				-0.8	-5.2	5.3
20		海域活断層上昇側 最大ケース	有り	3.9	2.7	4.8
21			無し	1.0	4.5	4.6

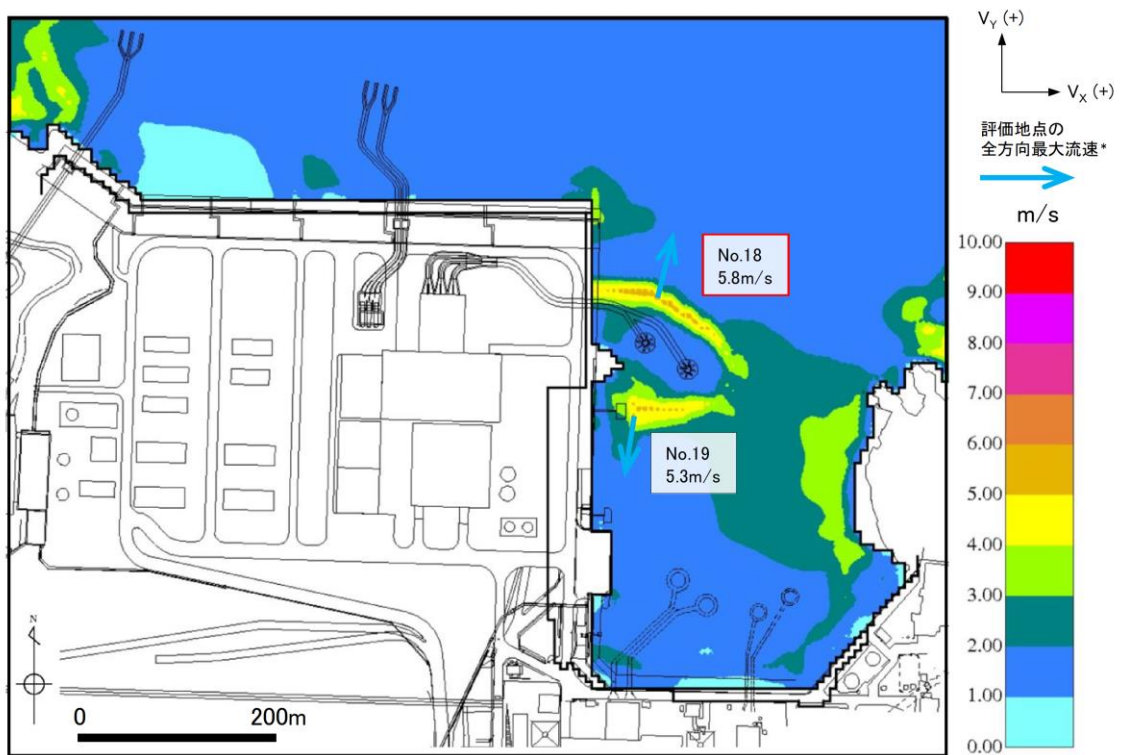
注1:各ケースの全方向最大流速地点及び全方向流速が5.0m/s以上のコンターの高まりから評価地点を選定している。

2:切上げの関係で値が合わない場合がある。

3:海域活断層から想定される地震による津波における最大値を赤枠で示す。



図 4.1-3(1) 基準津波 4 (防波堤有り, 沈下無し) 全方向最大流速分布 (全時刻)



注記* : 海域活断層から想定される地震による津波における最大値を赤枠で示す。

図 4.1-3(2) 基準津波 4 (防波堤無し, 沈下無し) 全方向最大流速分布 (全時刻)

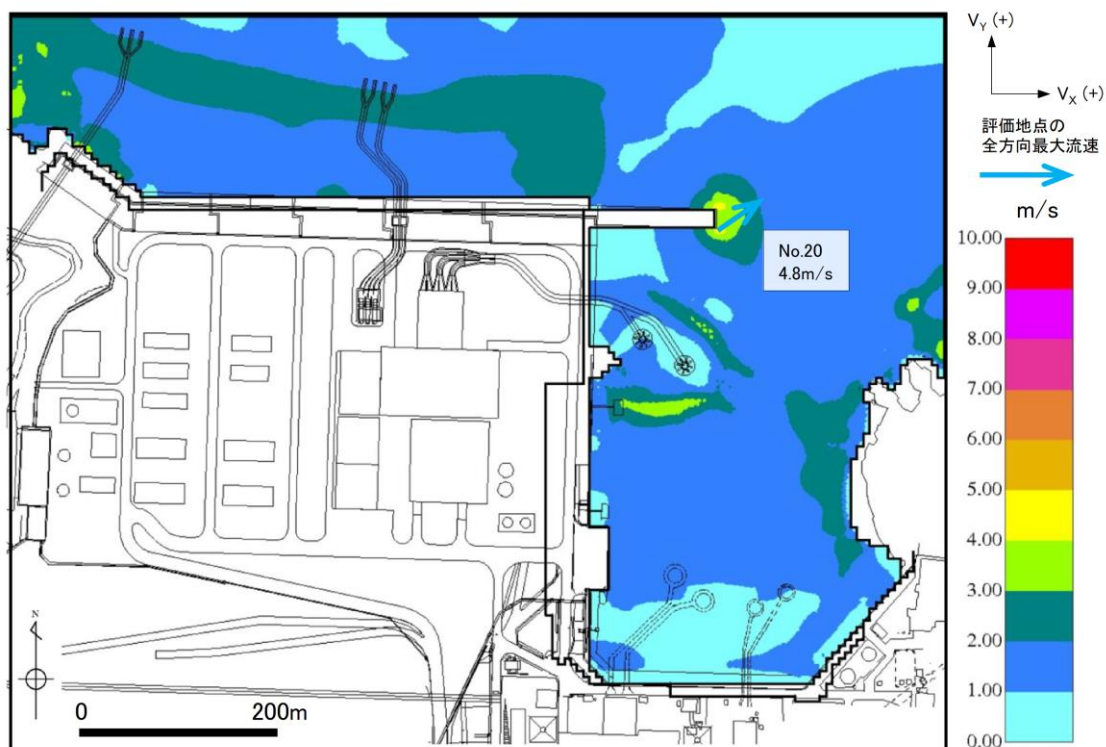


図 4.1-3(3) 海域活断層上昇側最大ケース（防波堤有り，沈下無し）
全方向最大流速分布（全時刻）

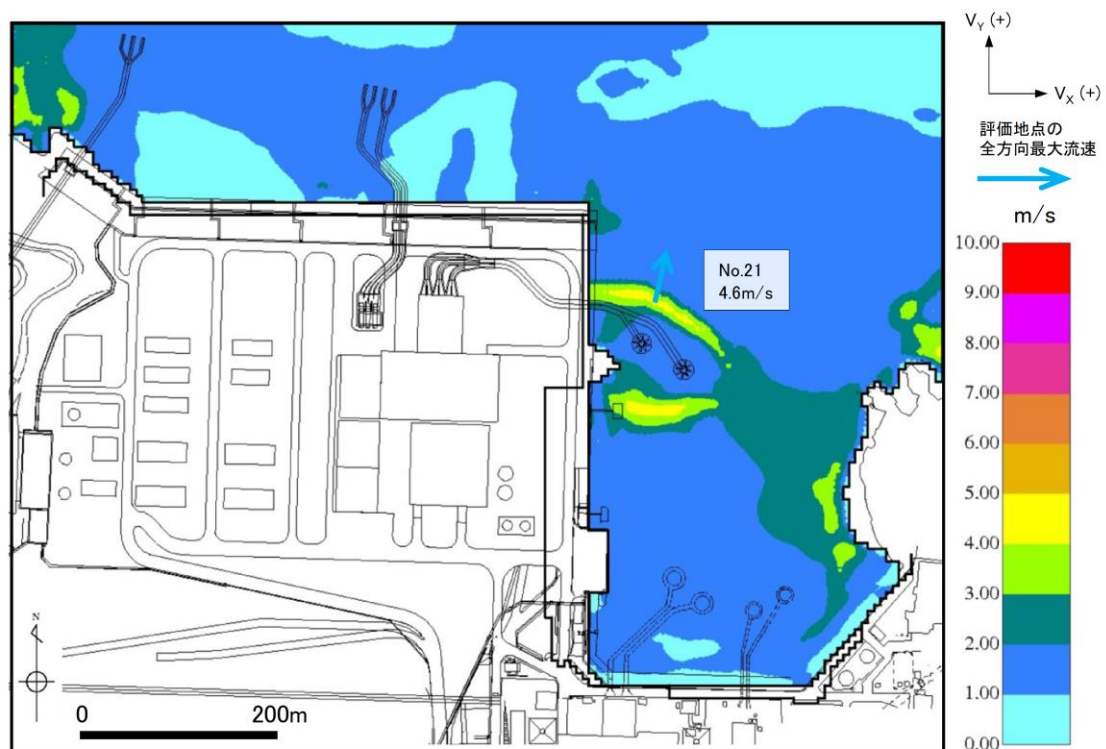
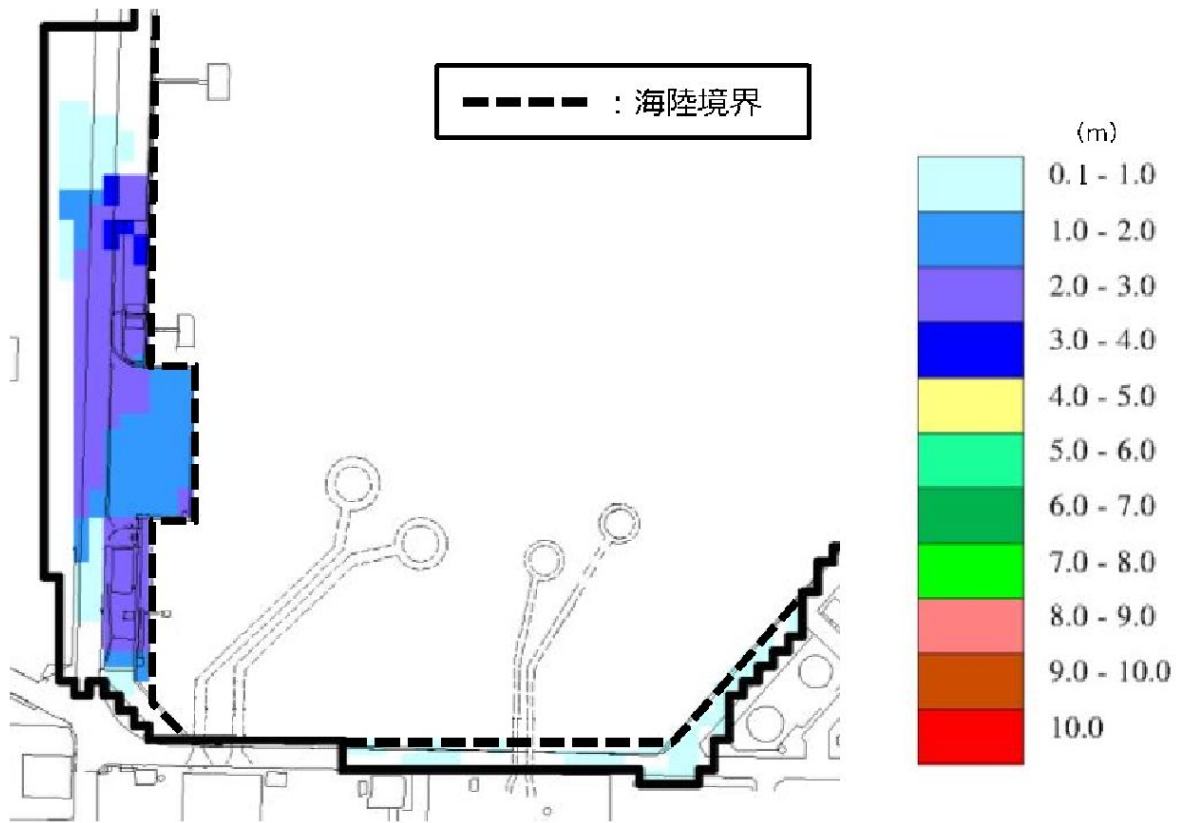


図 4.1-3(4) 海域活断層上昇側最大ケース（防波堤無し，沈下無し）
全方向最大流速分布（全時刻）

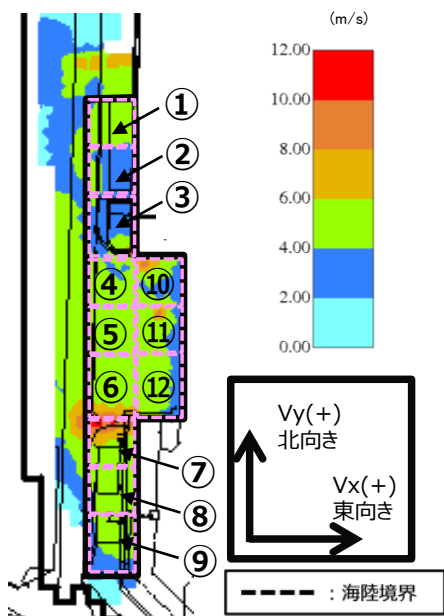
(4) 荷揚場周辺における漂流速度

荷揚場周辺における浸水範囲が広い基準津波 1（防波堤無し）について、浸水範囲を安全側に設定するため、地震による荷揚場周辺の沈下（液状化及び揺すり込みに伴う沈下量 0.65m に側方流動による沈下量 0.35m を加えた 1m を一律に設定）及び初期潮位（朔望平均満潮位 EL 0.58m と潮位のばらつき EL 0.14m）を考慮した場合の荷揚場周辺における最大浸水深分布及び流速を図 4.1-4 に示す。

結果として、荷揚場周辺に遡上した津波により最大流速 11.9m/s が確認されたことから、「4.5.2 津波に関するサイト特性」において発生要因について分析し、その結果を踏まえ、荷揚場周辺における漂流速度を設定する。



基準津波 1（防波堤無し，1m 沈下）



各地点の流速評価結果

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

(切上げの関係で値があわない場合がある)

図 4.1-4 基準津波 1（防波堤無し，1m 沈下）における荷揚場周辺の最大浸水深分布及び流速（全時刻）

(5) 狭隘な場所における漂流速度

狭隘な場所における漂流速度については、その設置状況に応じた漂流物、流向を踏まえ、「4.5 漂流物による衝突荷重」において漂流速度を設定する。

4.2 漂流物による影響確認

4.2 漂流物による影響確認

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津波防護施設の健全性又は取水機能を有する安全設備の取水性への影響を確認した。

4.2.1 漂流物による影響確認

2号機の取水口は深層取水方式を採用しており、取水口呑口上端がEL-9.5mと低い位置（図4.2.1-1）であることから、漂流物が取水口及び取水管の通水性に影響を与える可能性は小さいが、基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備等が、取水口あるいは取水管を閉塞させ、非常用海水冷却系（原子炉補機海水系及び高圧炉心スプレイ補機海水系）の取水性に影響を及ぼさないことを確認した。漂流物に対する取水性確保の影響評価については、発電所周辺地形並びに敷地及び敷地周辺に來襲する津波の特性を把握した上で、検討対象施設・設備の抽出範囲を設定し、漂流物の検討フローを策定し、抽出した施設・設備について、漂流（滑動を含む）する可能性、2号機取水口に到達する可能性及び2号機取水口が閉塞する可能性についてそれぞれ検討を行い、非常用海水冷却系の海水ポンプの取水性への影響を評価した。

なお、漂流物調査範囲内の人工構造物（漁船を含む）の位置、形状等に変更が生じた場合は、津波防護施設の健全性又は取水機能を有する安全設備の取水性に影響を及ぼす可能性がある。このため、漂流物調査範囲内の人工構造物（漁船を含む）については、基準適合状態維持の観点から、設置状況を定期的（1回/定期事業者検査）に確認するとともに、図4.2.1.3-2に示す漂流物の選定・影響確認フローに基づき評価を実施し、津波防護施設の健全性又は取水機能を有する安全設備の取水性を確認し、必要に応じて、対策を実施する。

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

これらの調査・評価方針については、QMS文書に定め管理する。

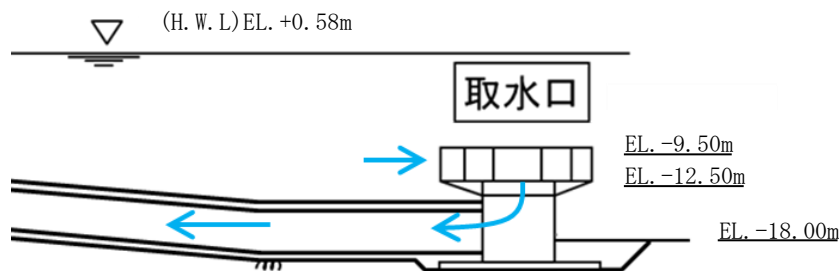


図4.2.1-1 取水口呑口概要図

4.2.1.1 検討対象施設・設備の抽出範囲の設定

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

a. 発電所周辺地形の把握

島根原子力発電所は、島根半島の中央部で日本海に面した位置に立地している。島根原子力発電所の周辺は、東西及び南側を標高 150m 程度の高さの山に囲まれており、発電所東西の海沿いには漁港がある。島根原子力発電所の周辺地形について、図 4.2.1.1-1 に示す。



図 4.2.1.1-1 発電所周辺の地形

b. 敷地及び敷地周辺に來襲する津波の特性の把握

基準津波の波源、断層幅と周期の関係、海底地形、最大水位上昇量分布及び最大流速分布をそれぞれ図 4.2.1.1-2～図 4.2.1.1-6 に示す。また、水位変動・流向ベクトルを添付資料 1 に示す。

上記から得られる情報を基に、敷地及び敷地周辺に來襲する津波の特性を考察した。

【断層幅と周期の関係（図 4.2.1.1-3）から得られる情報】

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

【海底地形（図 4.2.1.1-4）及び最大水位上昇量分布（図 4.2.1.1-5）から得られる情報】

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

【最大流速分布（図 4.2.1.1-6）から得られる情報】

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

【水位変動・流向ベクトル（添付資料1）から得られる情報】

基準津波1～6の水位変動・流向ベクトルから得られる情報をそれぞれ表4.2.1.1-1(1)～表4.2.1.1-1(6)に示す。また、得られた情報をまとめると以下のとおりとなる。

[日本海東縁部に想定される地震による津波]

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

【水位上昇側】（潮位0.58m, 潮位のばらつき+0.14mを考慮）

- 基準津波1（防波堤有り）：EL 10.7m（約192分）
- 基準津波1（防波堤無し）：EL 11.9m（約193分）
- 基準津波2（防波堤有り）：EL 9.0m（約198分）
- 基準津波5（防波堤無し）：EL 11.5m（約193分）

【水位下降側】（潮位-0.02m, 潮位のばらつき-0.17m, 隆起0.34mを考慮）

- 基準津波1（防波堤有り）：EL-5.5m（約189分30秒）
- 基準津波1（防波堤無し）：EL-6.4m（約189分）
- 基準津波3（防波堤有り）：EL-5.0m（約190分30秒）
- 基準津波6（防波堤無し）：EL-6.5m（約190分30秒）

- ・輪谷湾内の流向は最大でも4分程度で反転している。
- ・発電所沖合において、1m/sを超える流速は確認されない。
- ・発電所港湾部の最大流速は、基準津波1（防波堤有り）のケースであり、港湾外及び港湾内ともに防波壁前面付近で9.0m/s（約193分）である。

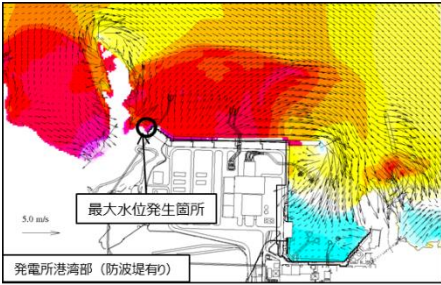
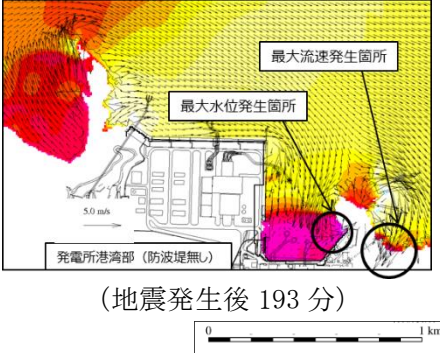
[海域活断層から想定される地震による津波]

- ・海域活断層から想定される地震による津波の第1波は地震発生後約3分程度で押し波として来襲し2分間水位上昇(1m程度)する。その後、引き波傾向となり、地震発生後、6分30秒において基準津波4の最低水位（2号機取水口：EL-4.3m）となる。以降は、水位変動1m程度で上昇下降を繰り返す。

表 4.2.1.1-1(1)-1 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

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

表 4.2.1.1-1(1)-2 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

時刻	水位変動・流向ベクトルの考察	
	発電所 周辺海域	発電所港湾部（輪谷湾）
		防波堤有り
192 分 30 秒 ～ 193 分 30 秒	—	<p>西側方向から（沖合において）水位変動が 3m を超える津波が来襲する。 基準津波 1 における最高水位 EL 10.7m が 3 号機北側の防波壁の西端付近で確認される（192 分 30 秒）。押し波時間は 1 分間程度継続し、その後引き波に転じる。</p>  <p>（地震発生後 192 分 30 秒）</p>
194 分 以降	<p>発電所沖合において、1m/s 以上の流速は発生していない。</p>	<p>防波堤有りと同様の傾向を示す。</p>  <p>（地震発生後 193 分）</p>

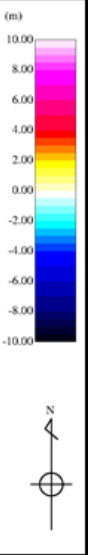


表 4.2.1.1-1(2) 基準津波 2 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

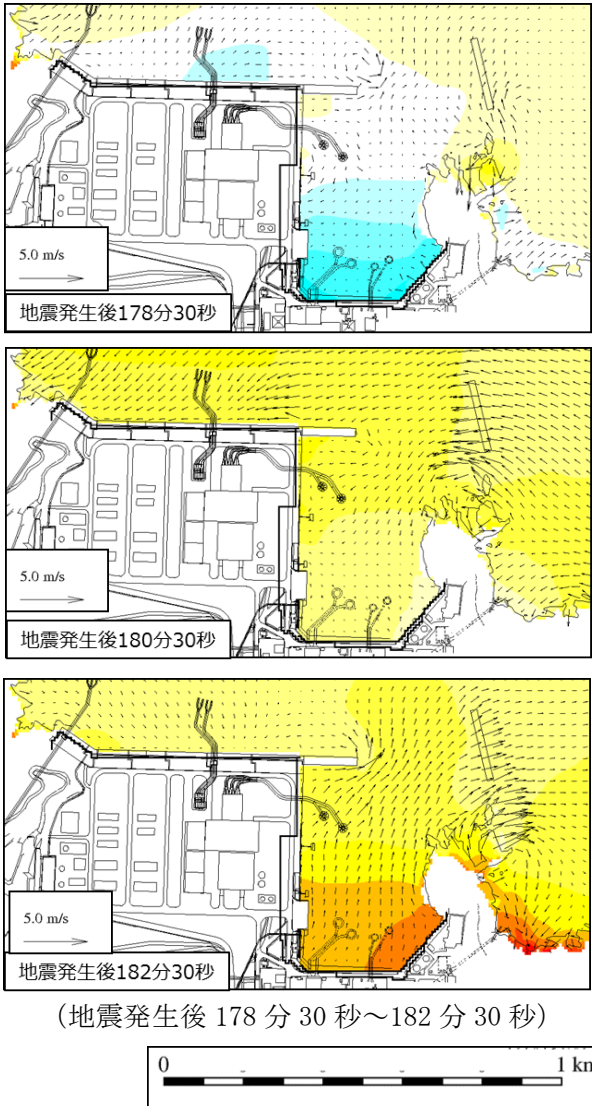
時刻	水位変動・流向ベクトルの考察	
	発電所周辺海域	発電所港湾部（輪谷湾） 防波堤有り
170分～ 195分	発電所沖合において、 1m/s以上の流速は発生していない。	<p>最大でも 3m 程度（182 分，190 分）の水位変動を繰り返す。また，水位変動の周期は最大でも 4 分（178 分 30 秒～182 分 30 秒）程度である。</p>  <p>（地震発生後 178 分 30 秒～182 分 30 秒）</p>
195分～ 196分30秒	—	強い引き波により水位が 5m 程度下降する。引き波継続時間は 1 分 30 秒程度で，その後，すぐに押し波となる。
197分～ 198分	—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

表 4.2.1.1-1(3) 基準津波 3 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

時刻	水位変動・流向ベクトルの考察	
	発電所周辺海域	発電所港湾部
		防波堤有り
170分～ 189分	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	最大でも3m程度（178分30秒、181分30秒、182分）の水位変動を繰り返す。また、水位変動の周期は最大でも4分程度（173分～177分）である。
189分～ 190分 30秒	—	強い引き波により2号機取水口で最低水位EL-5.0mが確認される。引き波時間は1分30秒程度継続し、その後押し波に転じる。
191分以降	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	水位変動は最大でも3m程度（192分、194分、196分30秒、198分）で、押し波、引き波を繰り返す。

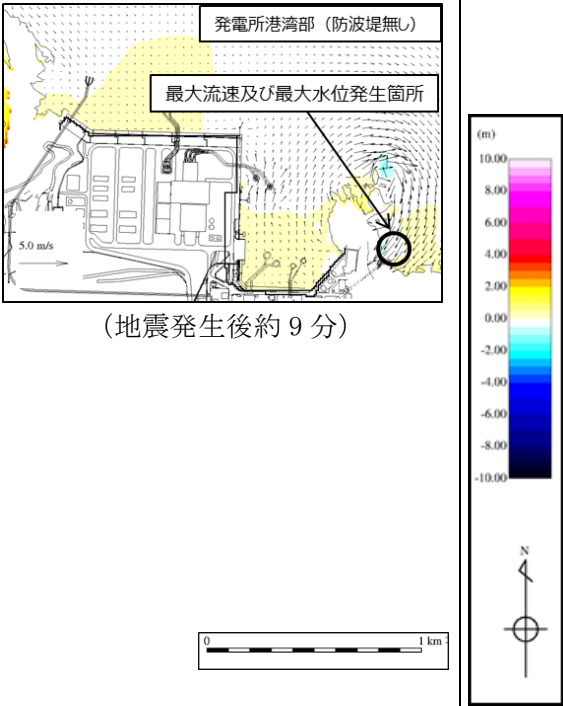
表 4.2.1.1-1(4) 基準津波 5 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

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

表 4.2.1.1-1(5) 基準津波 6 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

時刻	水位変動・流向ベクトルの考察	
	発電所周辺海域	発電所港湾部
		防波堤無し
170分～ 188分 30秒	発電所沖合において、1m/s以上の流速は発生していない。	水位変動は最大でも3m程度（182分、185分、188分30秒）
189分～ 190分 30秒	—	強い引き波により2号機取水口で最低水位EL-6.5mが確認される。（190分30秒）。 引き波時間は1分30秒程度であり、その後押し波に転じる。
190分 30秒 ～ 191分 30秒	—	強い押し波により水位が6m程度上昇する。
197分 ～ 198分	—	強い押し波により水位が6m程度上昇する。

表 4.2.1.1-1(6) 基準津波 4 の水位変動・流向ベクトルから得られる情報

時刻	水位変動・流向ベクトルの考察		
	発電所周辺 海域	発電所港湾部	
		防波堤有り	防波堤無し
0分 ～2 分	水位変動 1m 程度の津波 が確認でき る。また、 その後水位-	防波堤有り — (津波が到達していない。)	防波堤無し — (津波が到達していない。)
3分	2m程度の津 波が確認で きる。 1m/s以上の 流速は発生 していな い。	港湾内に押し波が来襲。 水位が 1m 程度上昇する。	防波堤有りと同様の傾向。
6分 以降	—	引き波により最低水位 EL-4.0 m が 確認される (約 6 分 30 秒)。 最大流速 3.3m/s が 3 号機北側の防 波壁の西端付近で確認される。(約 6 分) 最高水位 EL 3.0m が 3 号機北側の防 波壁の西端付近で確認される。(約 6 分 30 秒)	防波堤有りと同様の傾向。 防波堤無しにおいて、最低水位 EL- 4.3m が確認される (約 6 分 30 秒)。  (地震発生後約 9 分)

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

- ・日本海東縁部に想定される地震による津波の周期はプレート間地震による津波に比べ短い傾向にあり，流向は最大でも4分程度で反転している。
- ・日本海東縁部に想定される地震による津波は，大和堆，隠岐諸島の海底地形の影響を受け島根原子力発電所に到達する。
- ・海域活断層から想定される地震による津波に対して，日本海東縁部に想定される地震による津波の方が流速が速い。
- ・日本海東縁部に想定される地震による津波の中でも基準津波1の流速が比較的速い。
- ・基準津波1は，基準津波の策定において考慮した津波の中で，施設護岸又は防波壁における水位上昇量が最大となることから，エネルギー保存則を踏まえると流速も最も大きくなる。
- ・基準津波の流速は発電所沖合よりも沿岸付近の方が速くなる傾向がある。
- ・発電所沖合において，防波堤の有無による基準津波の流速への有意な影響はない。

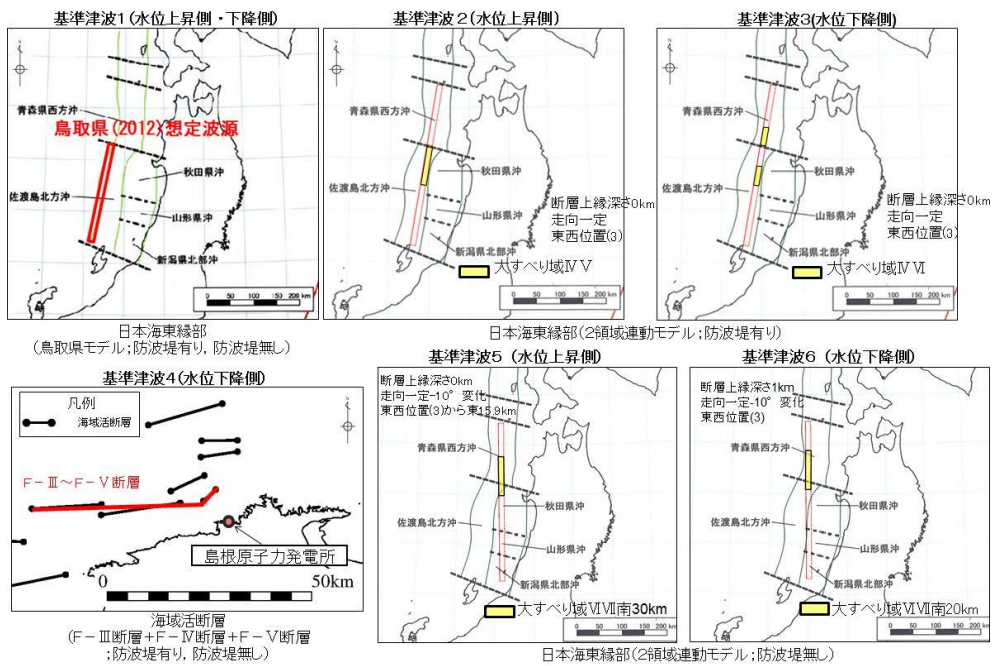
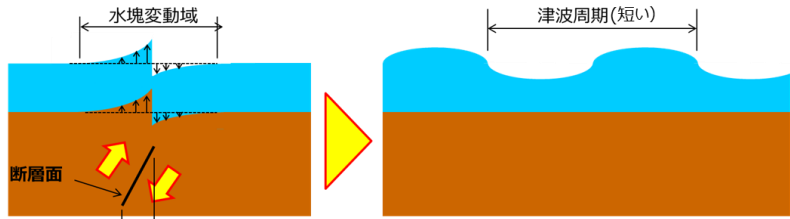


図 4. 2. 1. 1-2 基準津波の波源

●日本海側（活断層）

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



●太平洋側（プレート間地震）

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

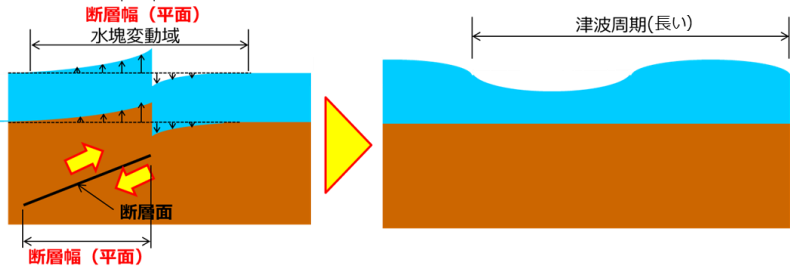


図 4.2.1.1-3 断層幅と周期の関係

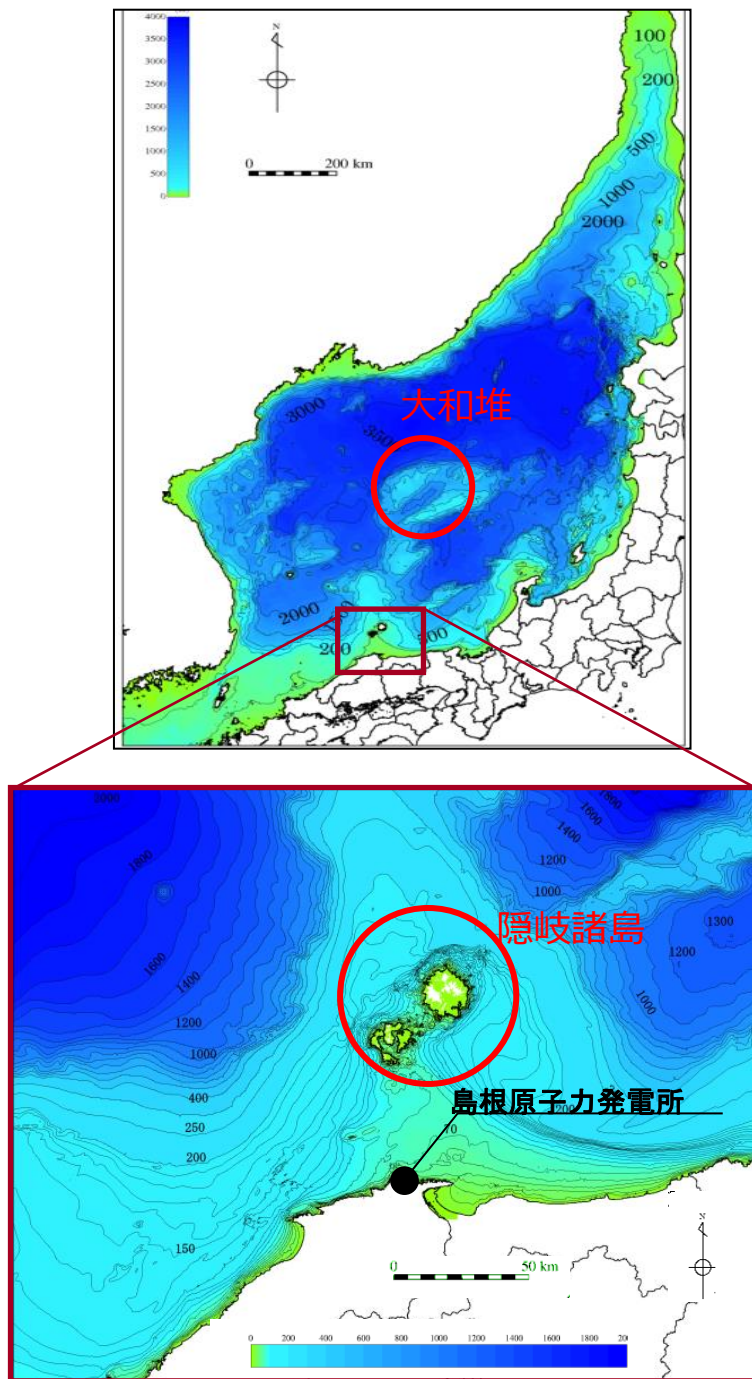
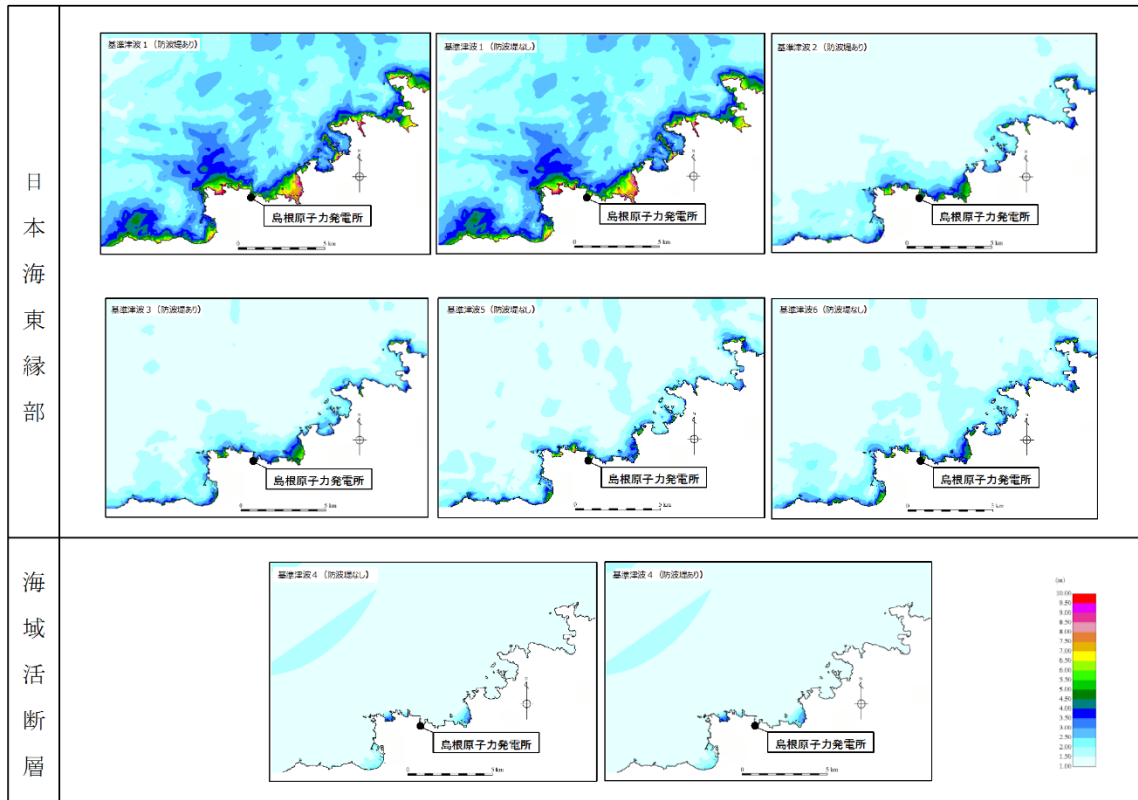
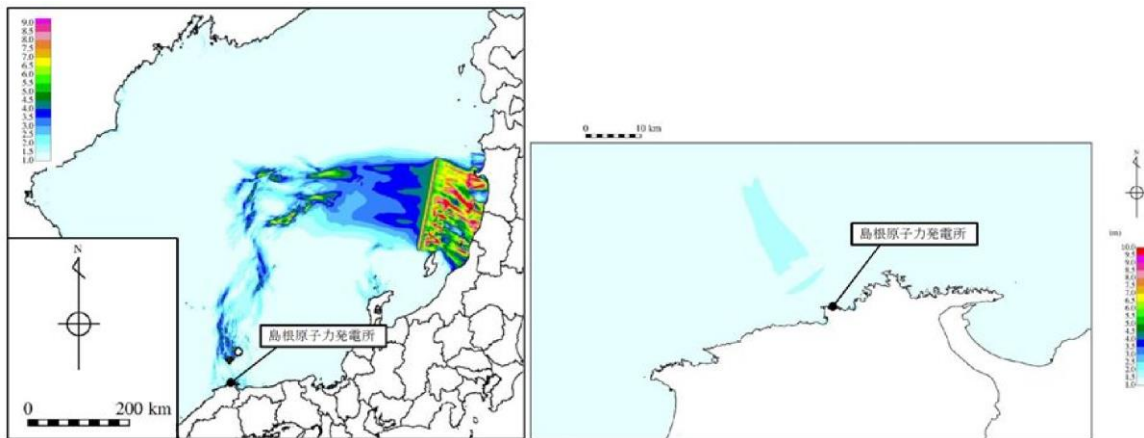


图 4.2.1.1-4 海底地形



(参考) 波源位置から島根原子力発電所までの最大水位上昇量分布



(日本海東縁部に想定される地震による津波)

(海域活断層から想定される地震による津波)

図 4.2.1.1-5 最大水位上昇量分布

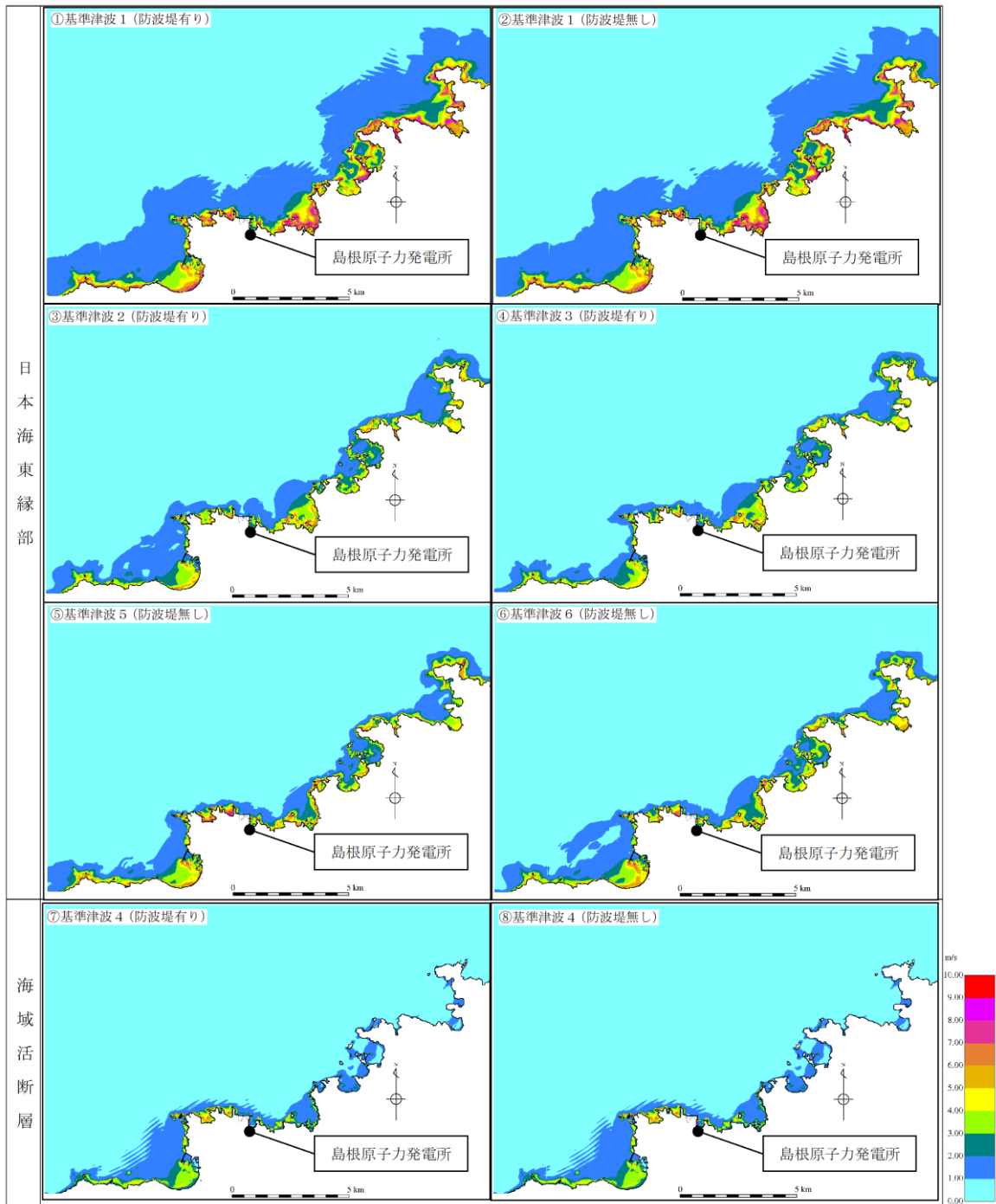


図 4.2.1.1-6 最大流速分布

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

仮想的な浮遊物の移動開始位置については、日本海側に面している島根原子力発電所の敷地形状を踏まえ、敷地前面の 9 箇所（地点 1～9）に加え、周辺漁港の位置や漁船の航行等を考慮し、4 箇所（地点 10～13）を設定した。計 13 箇所の仮想的な浮遊物の移動開始位置を図 4.2.1.1-7 に示す。

解析時間については、基準津波の解析時間と同様、日本海東縁部に想定される地震による津波は6時間、海域活断層から想定される地震による津波は、3時間とした。基準津波による軌跡解析結果を図4.2.1.1-8に示す。

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

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

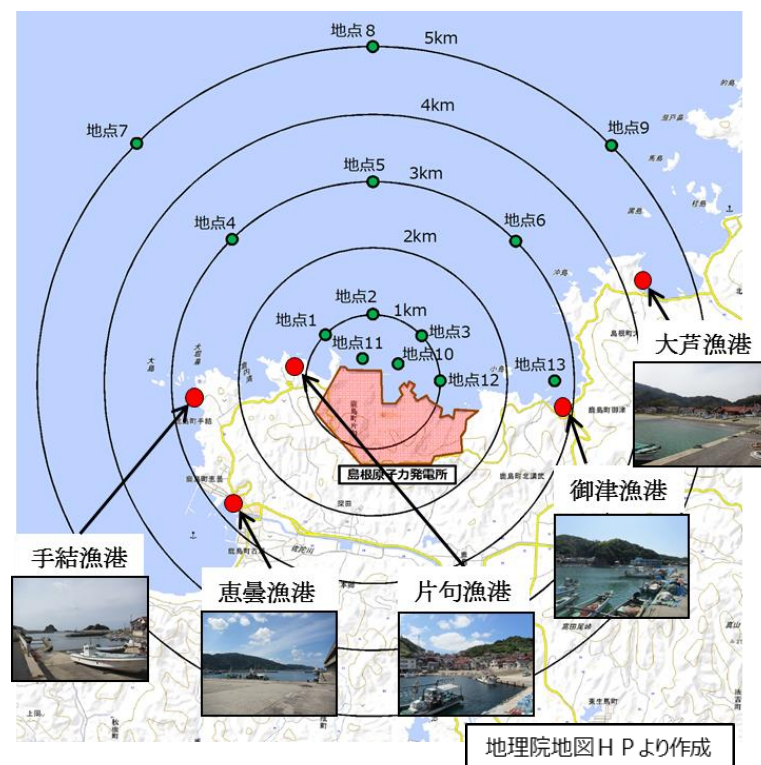


図4.2.1.1-7 仮想的な浮遊物の移動開始位置

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

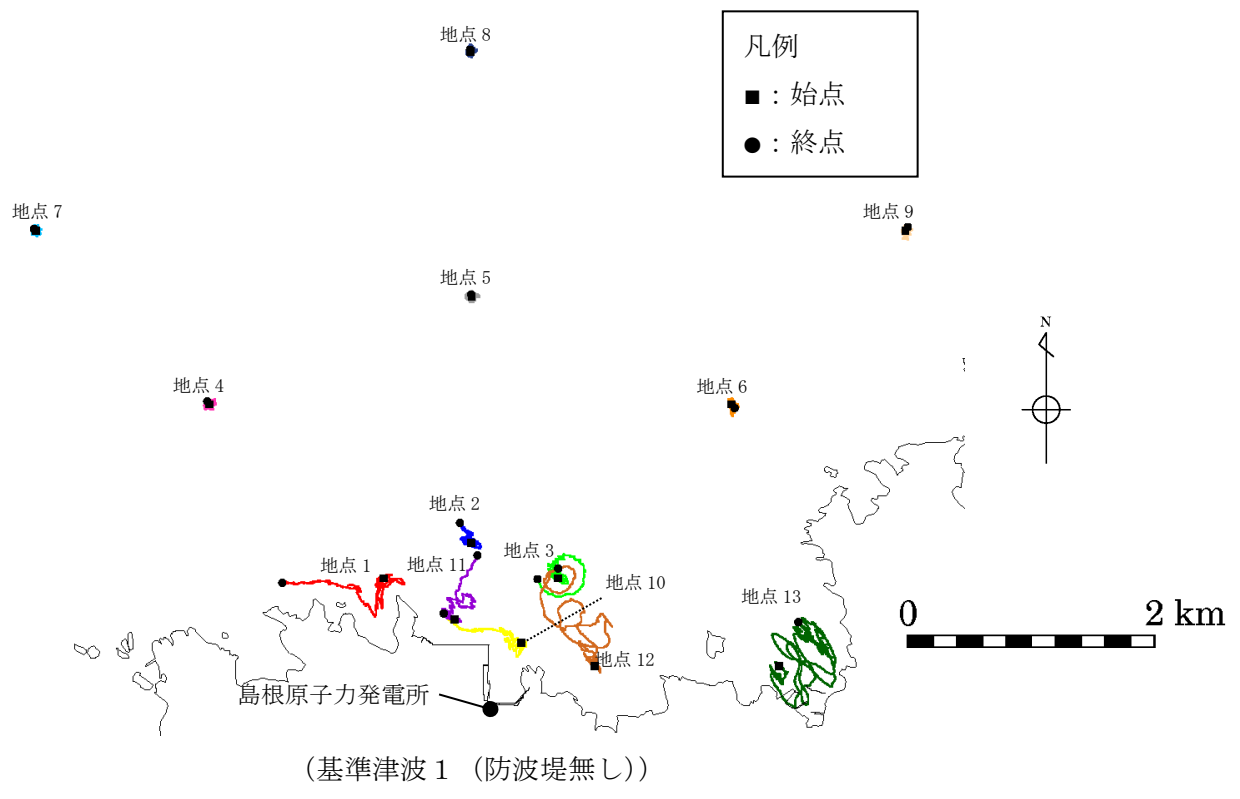
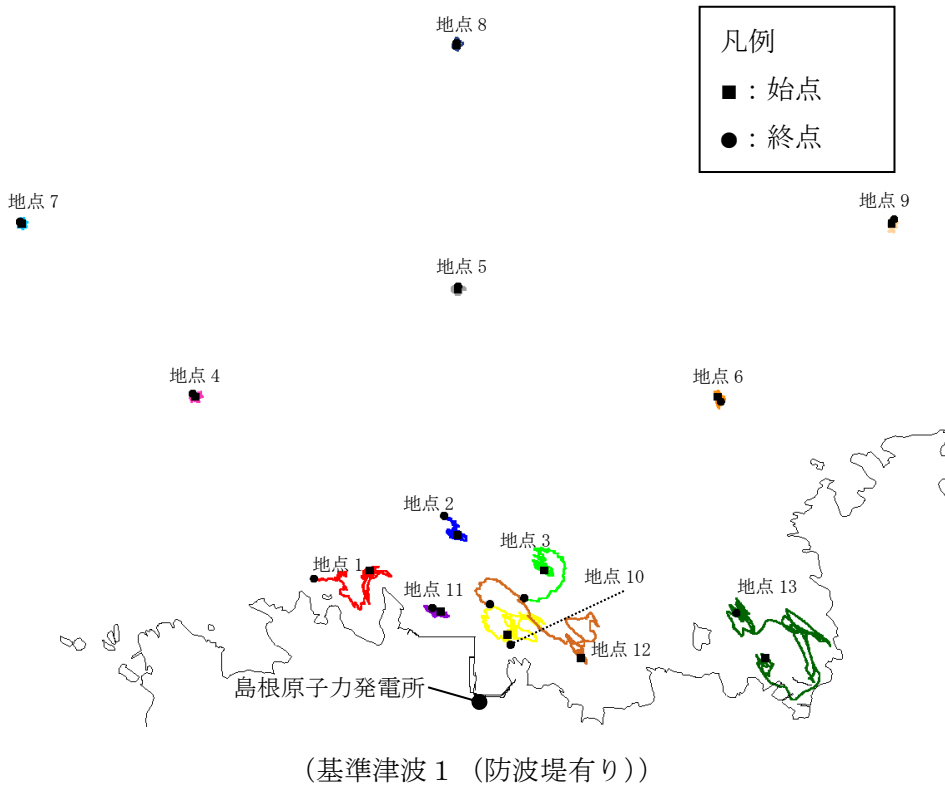


図 4.2.1.1-8(1) 軌跡解析結果

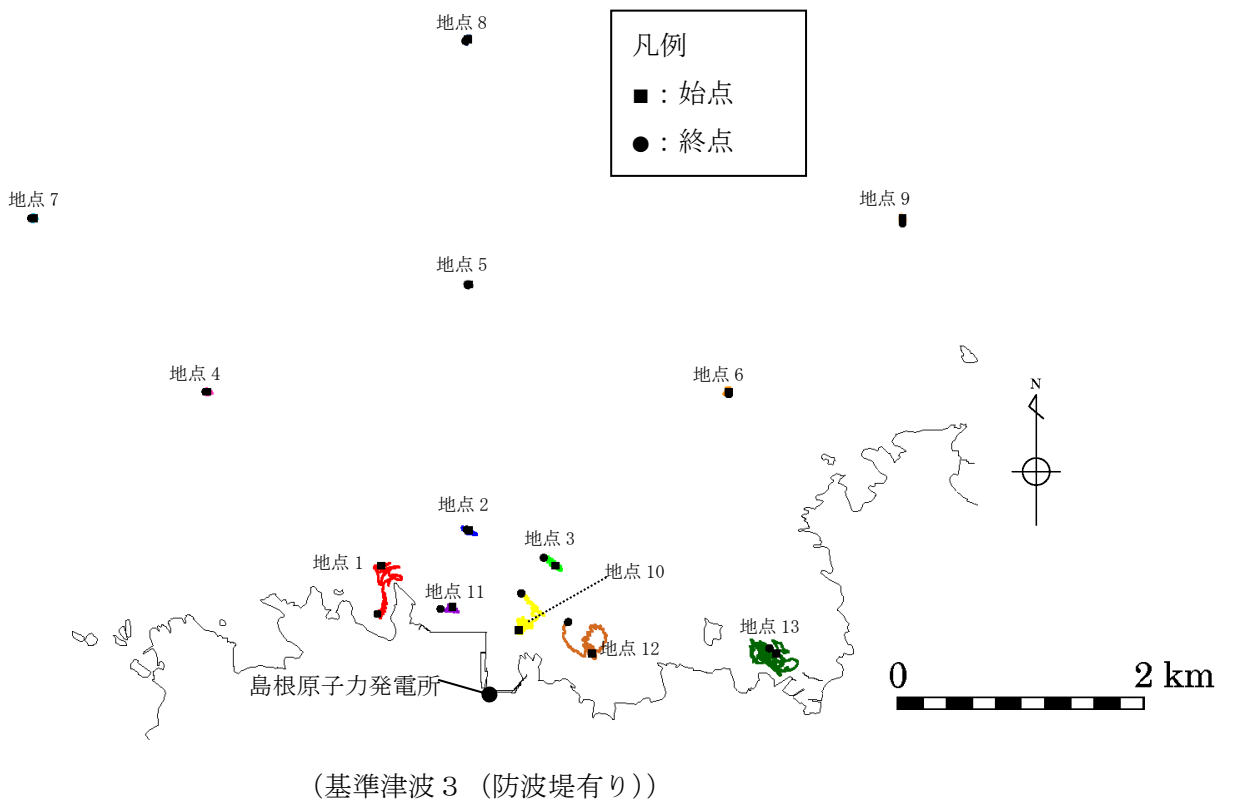
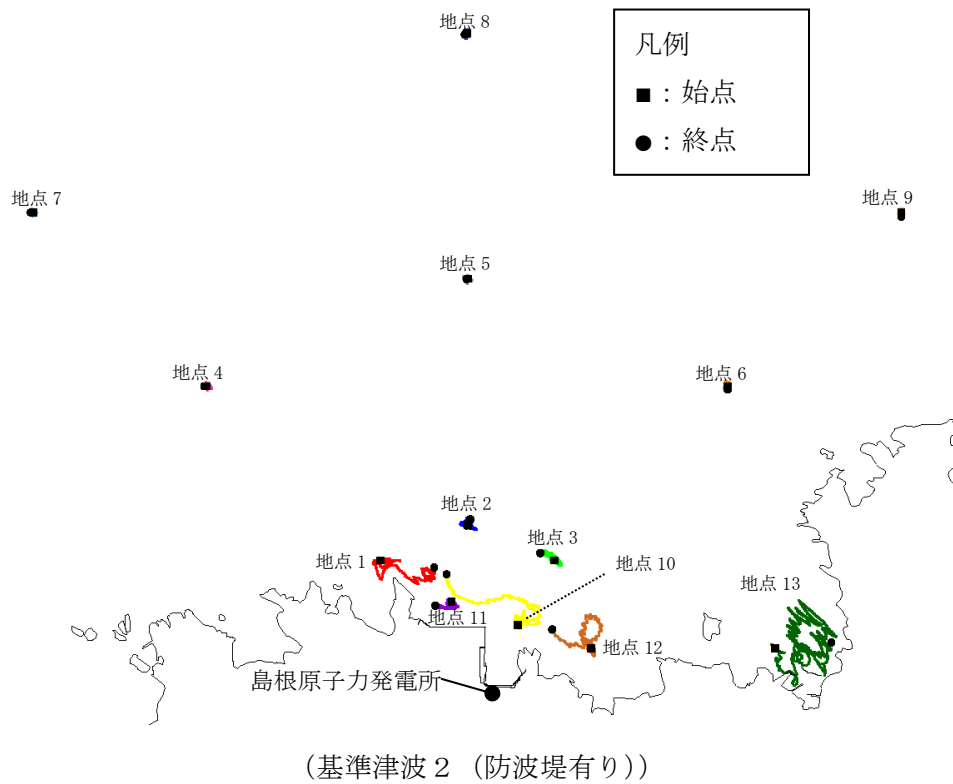


図 4.2.1.1-8(2) 軌跡解析結果

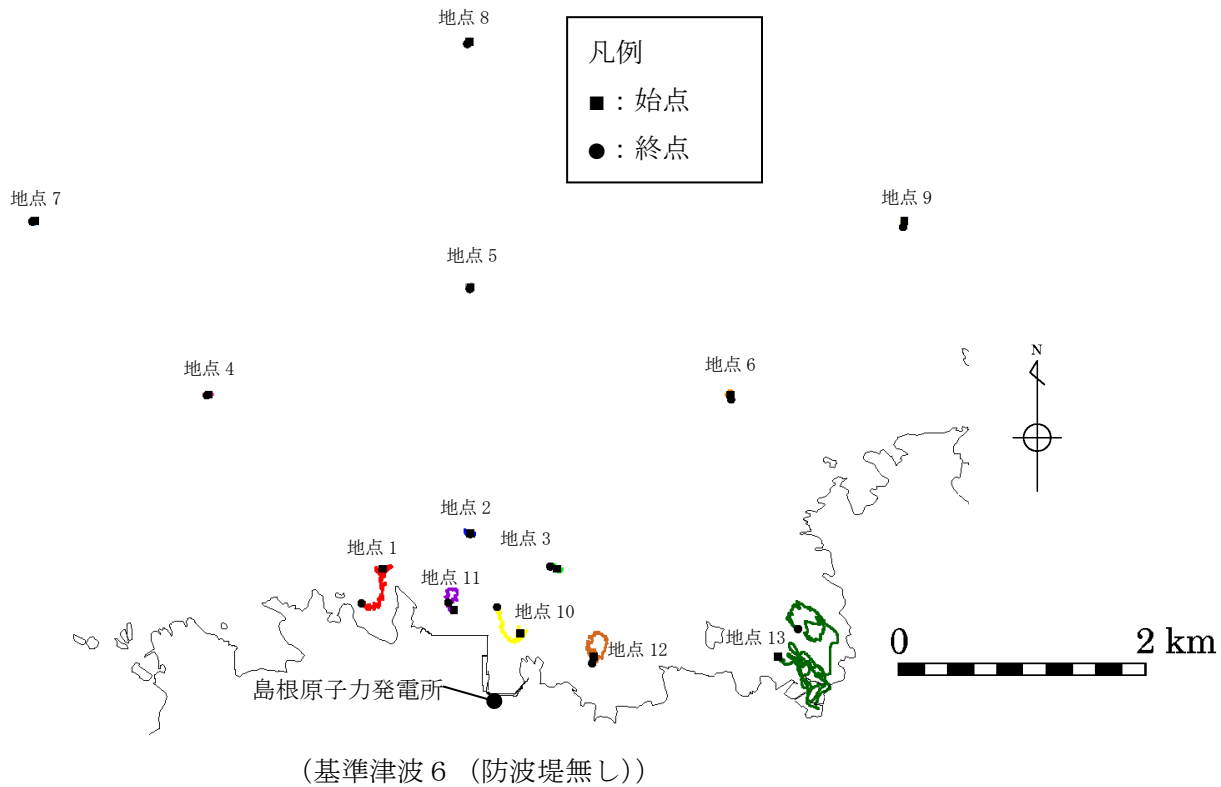
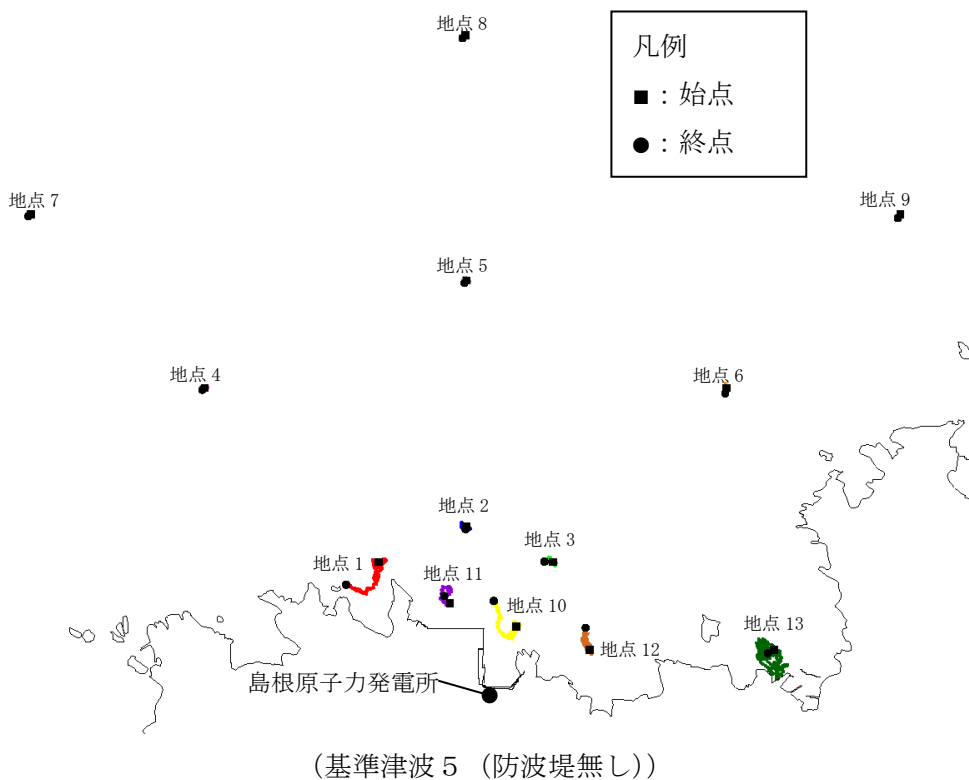


図 4.2.1.1-8(3) 軌跡解析結果

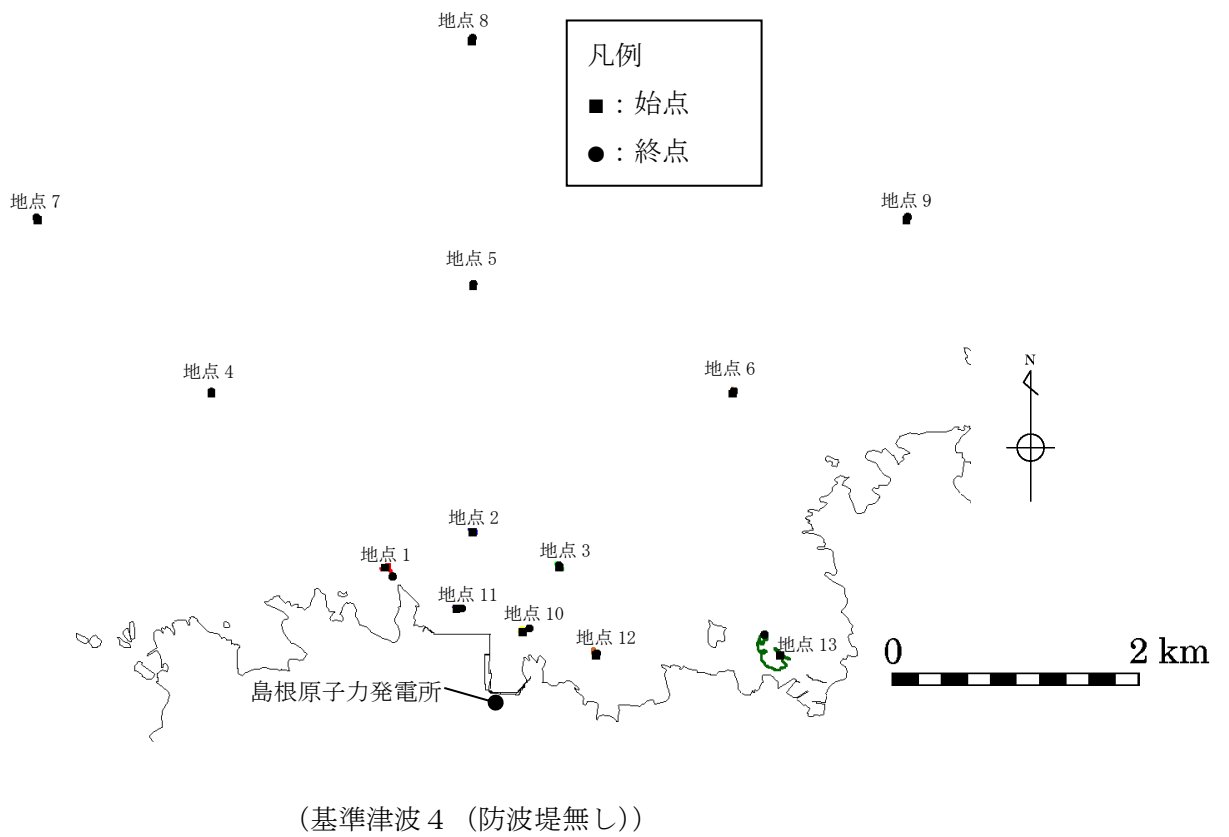
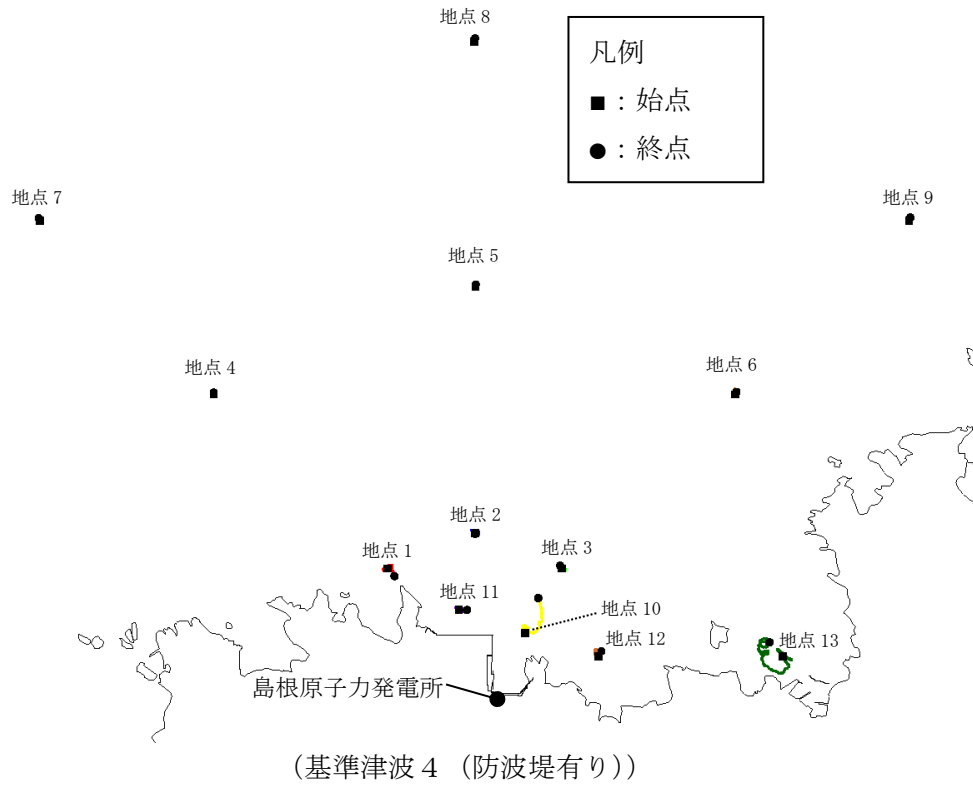


図 4.2.1.1-8(4) 軌跡解析結果

4.2.1.2 漂流物調査範囲の設定

漂流物調査の範囲については、前項に示した発電所周辺地形並びに敷地及び敷地周辺に來襲する津波の特性を考慮し、基準津波による漂流物の移動量を算出し、調査範囲を設定する。

前項「b. 敷地及び敷地周辺に來襲する津波の特性の把握」における基準津波の特徴を踏まえ、漂流物の抽出における津波としては、基準津波の策定で考慮した津波のうち、発電所へ向かう流速が最も大きい基準津波1で代表させる。日本海東縁部に想定される地震による津波である基準津波1について、図4.2.1.1-7に示す計13の地点において、水位、流向、流速の時系列データを抽出した。なお、日本海東縁部に想定される地震による津波は、添付資料1図1に示すとおり、地震発生後、約110分程度から水位が上昇し始め、190分程度で最大水位を示し、230分以降は収束傾向（水位1m以下）となることから、100分から260分の範囲を検討対象とした。

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

漂流物の移動量の算出にあたっては、発電所へ向かう流向が継続している間にも流速は刻々と変化しているが、保守的に最大流速が継続しているものとして、最大流速と継続時間の積によって移動量を算出する。

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

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

基準津波1における水位、流向、流速を図4.2.1.2-1に示す。

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

以上の条件において、各抽出地点の漂流物の移動量を評価した。評価の結果、抽出地点（地点1）における移動量900mが最大となった（図4.2.1.2-2）。以上により漂流物の移動量が900mとなるが、安全側に半径5kmの範囲を漂流物調査の範囲として設定する。

図 4.2.1.2-2(1)

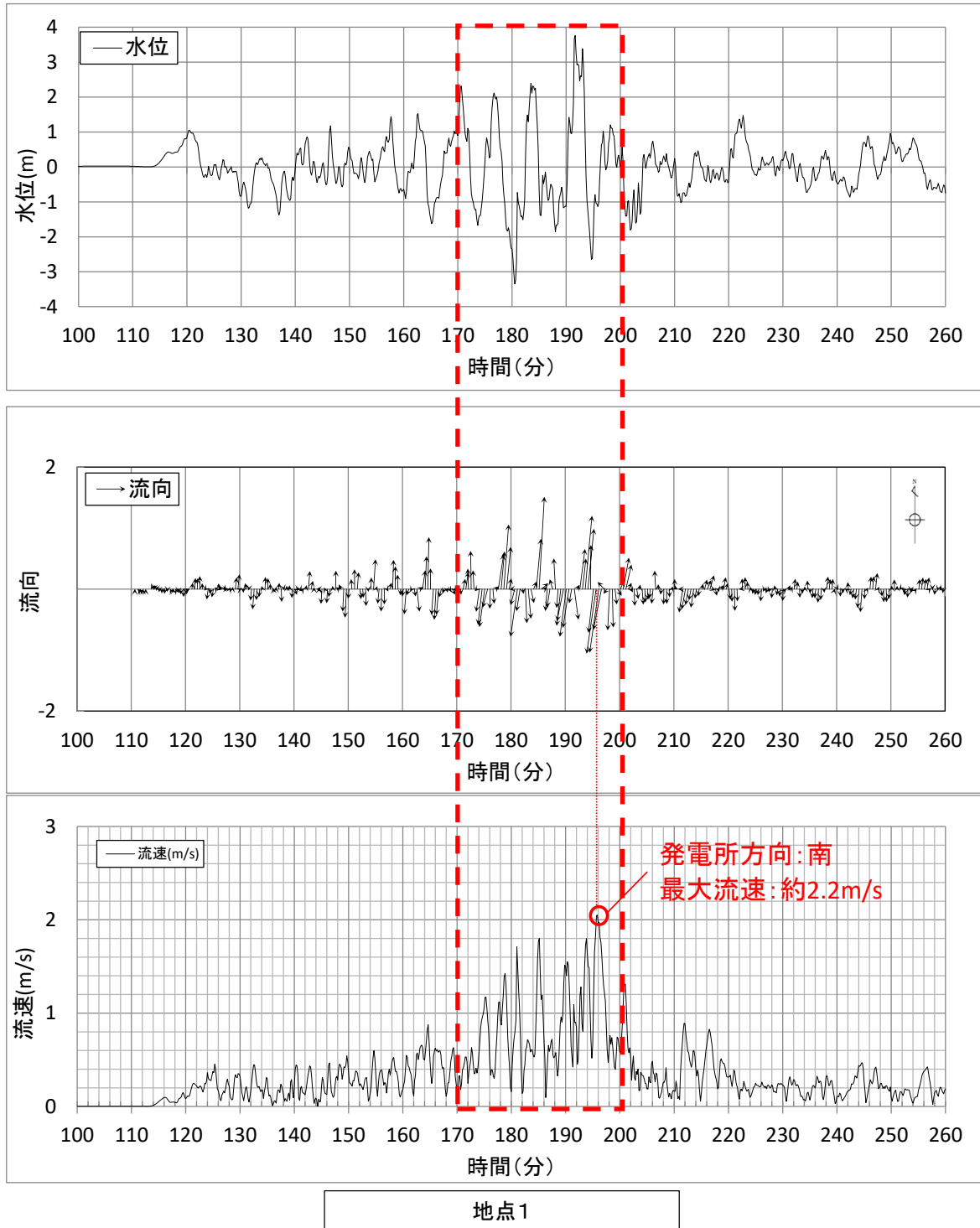
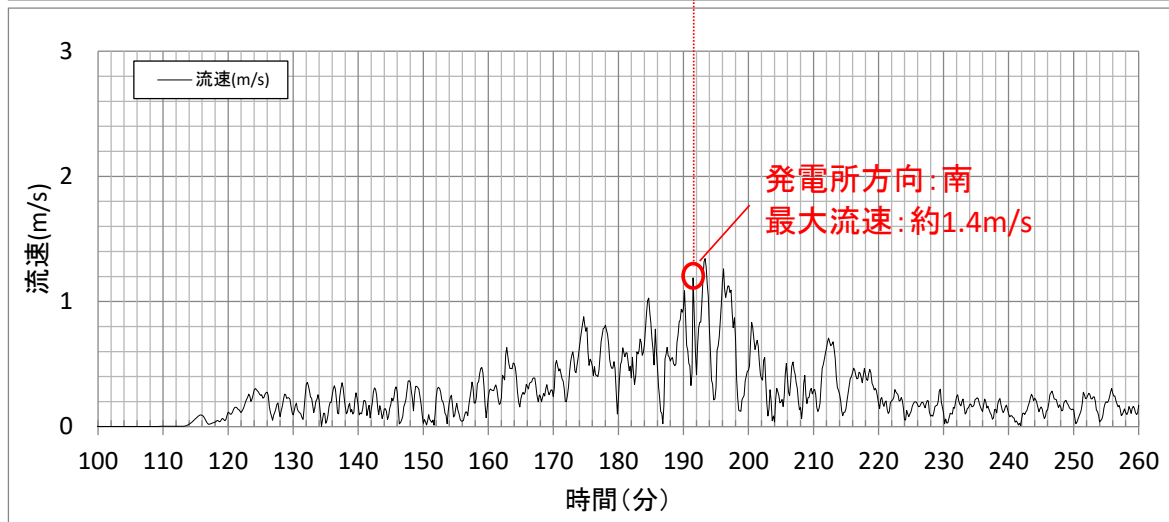
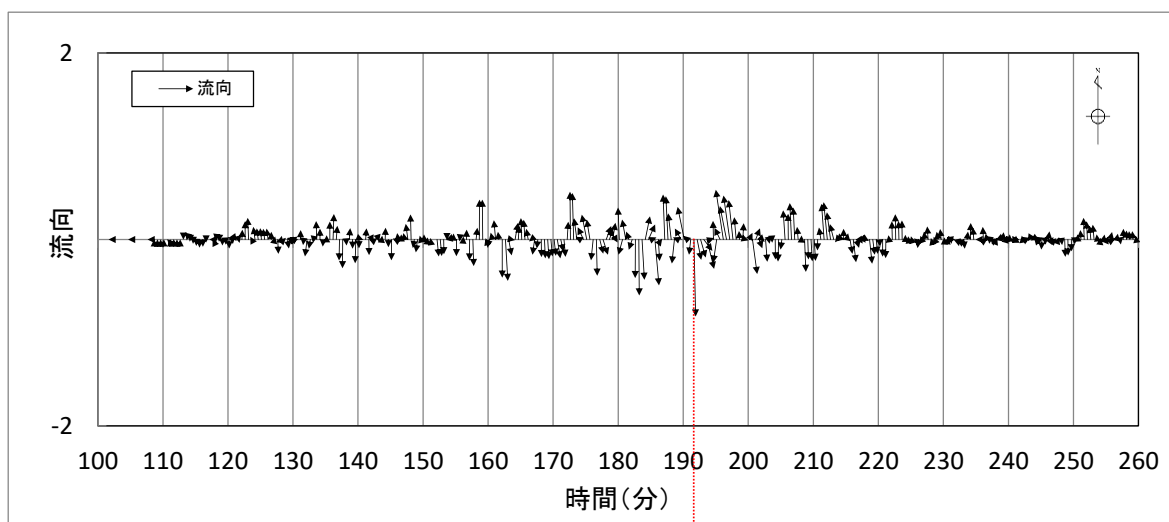
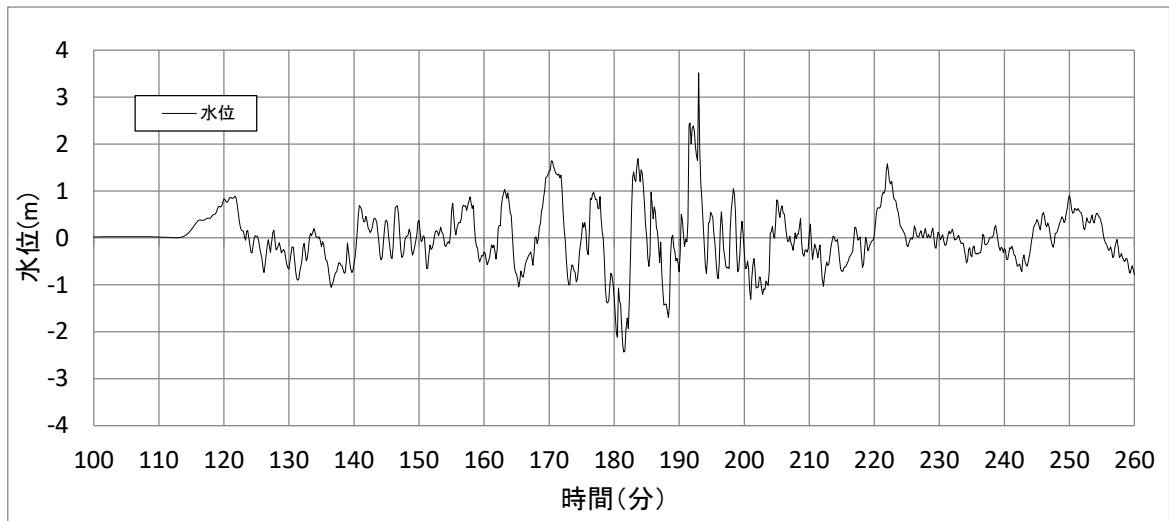
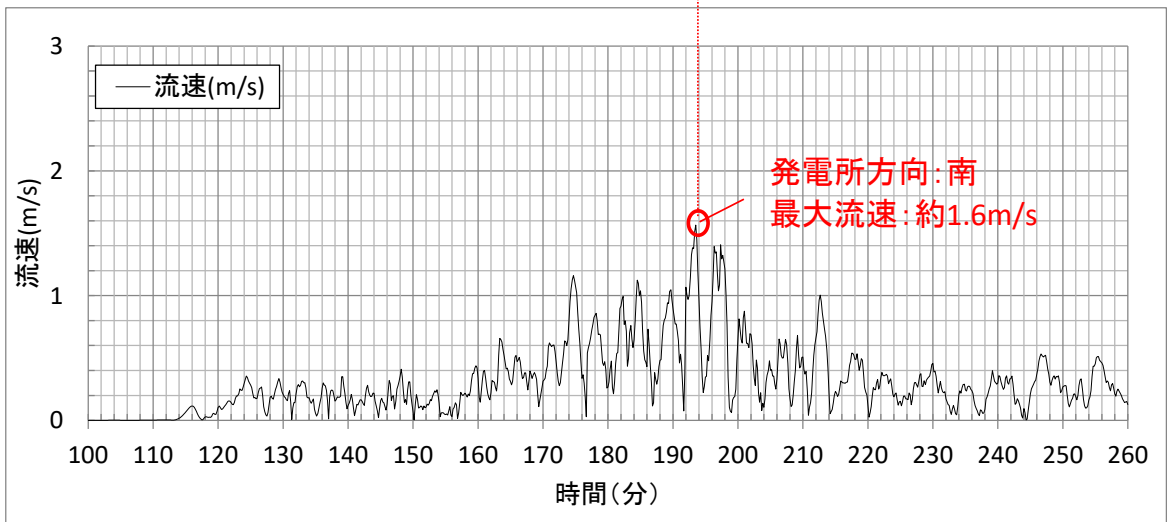
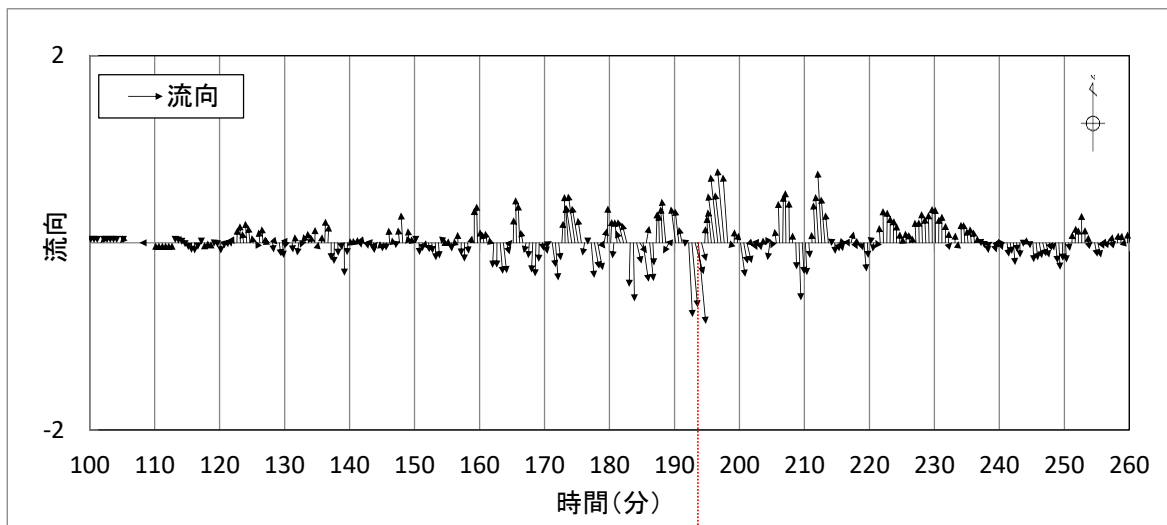
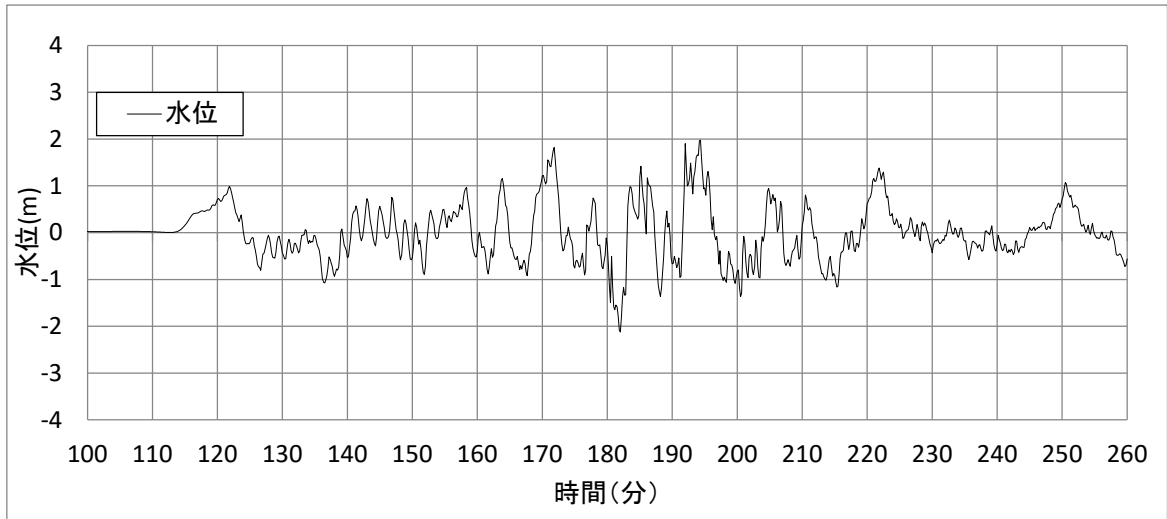


図 4.2.1.2-1(1) 抽出地点 1 における水位，流向及び流速（基準津波 1）



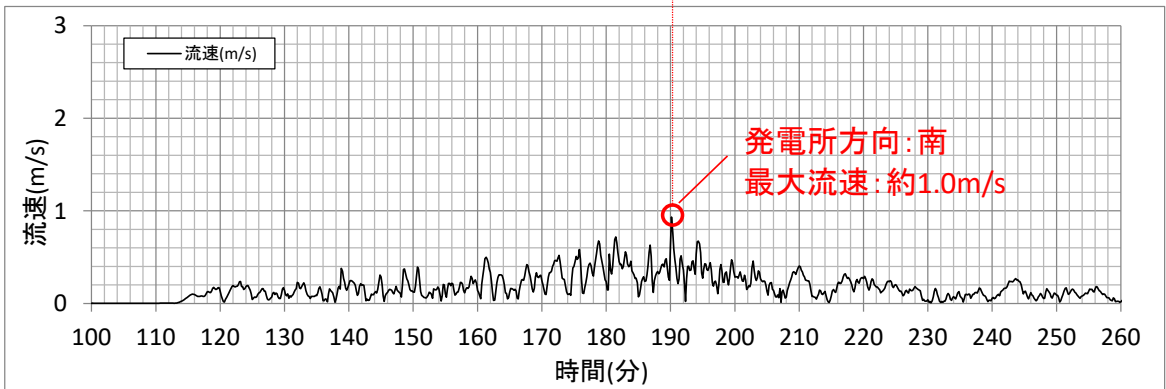
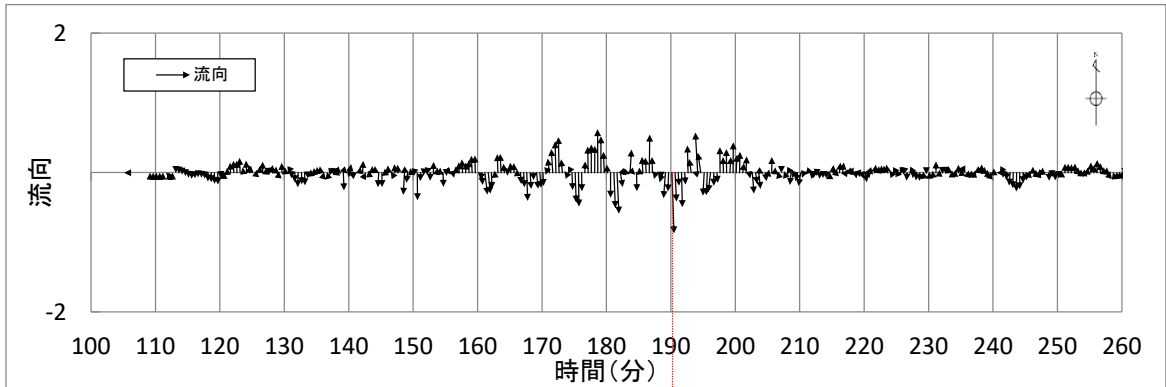
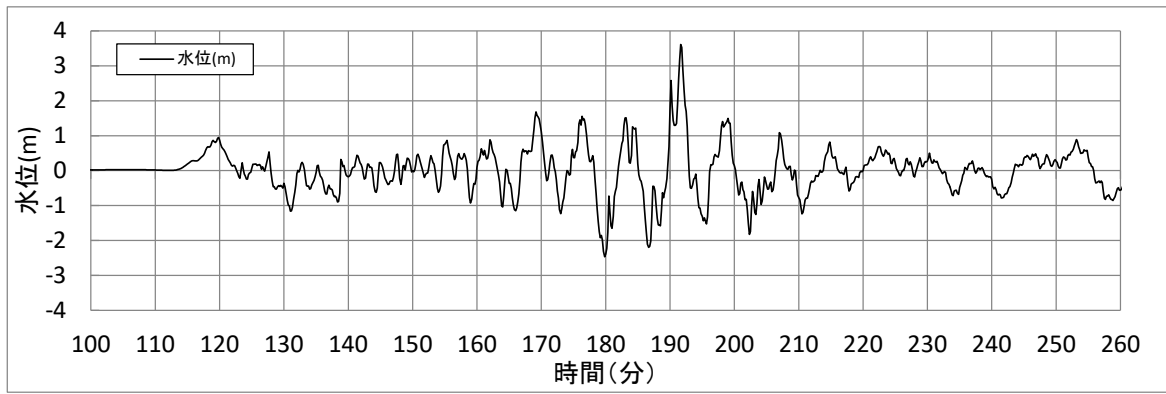
地点2

図 4.2.1.2-1(2) 抽出地点 2 における水位，流向及び流速（基準津波 1）



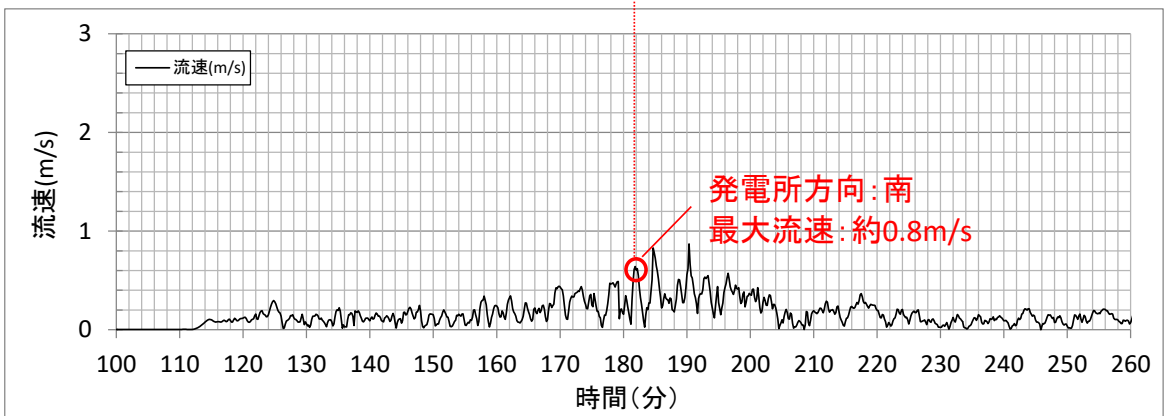
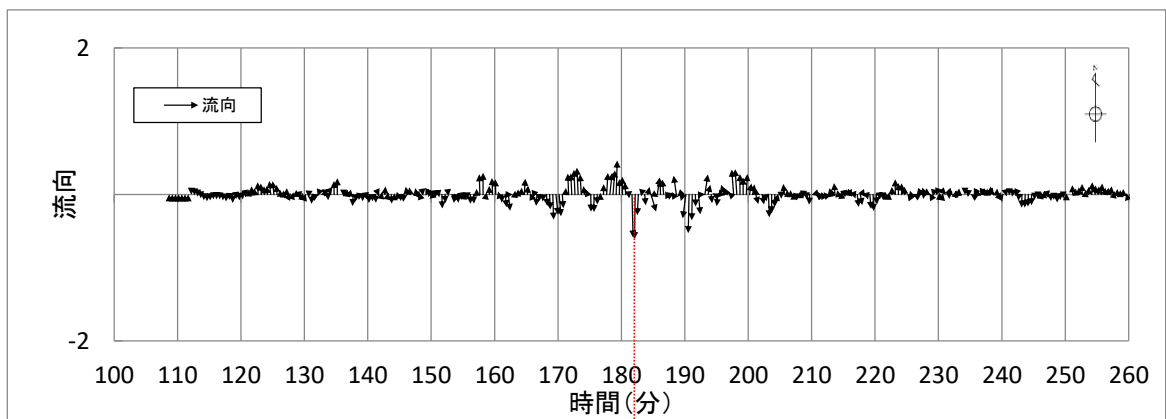
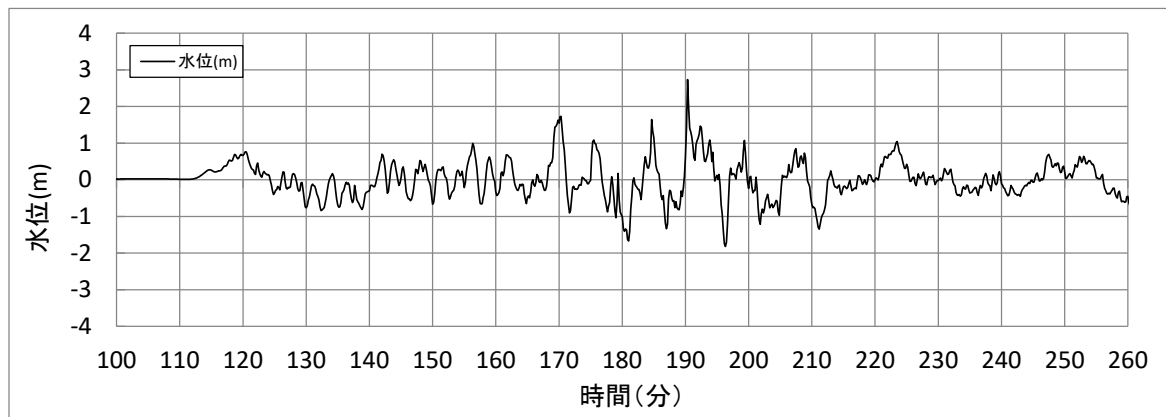
地点3

図 4.2.1.2-1(3) 抽出地点3における水位，流向及び流速（基準津波1）



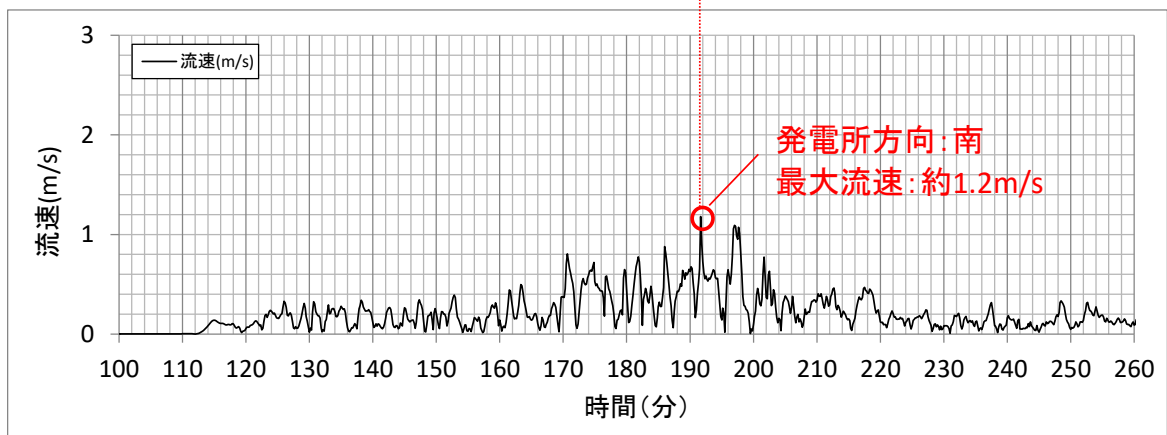
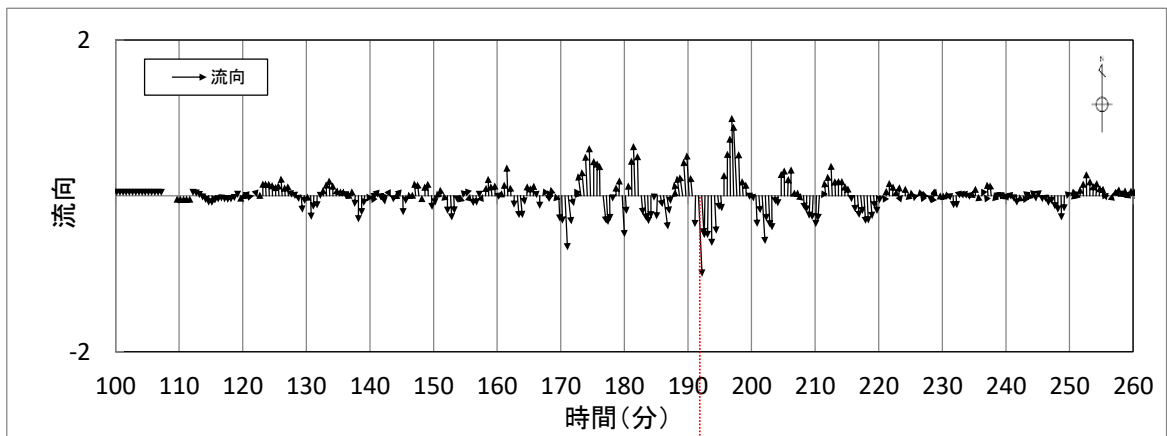
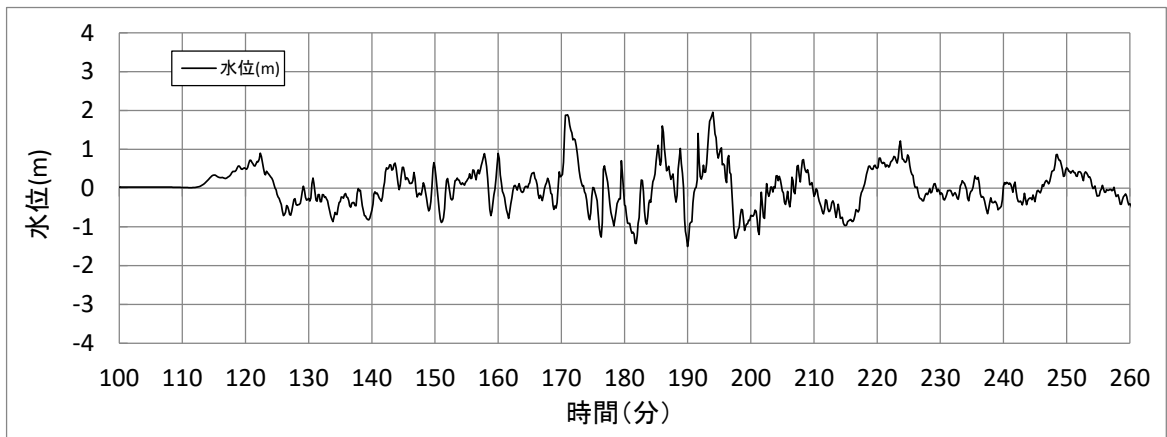
地点4

図 4.2.1.2-1(4) 抽出地点4における水位，流向及び流速（基準津波1）



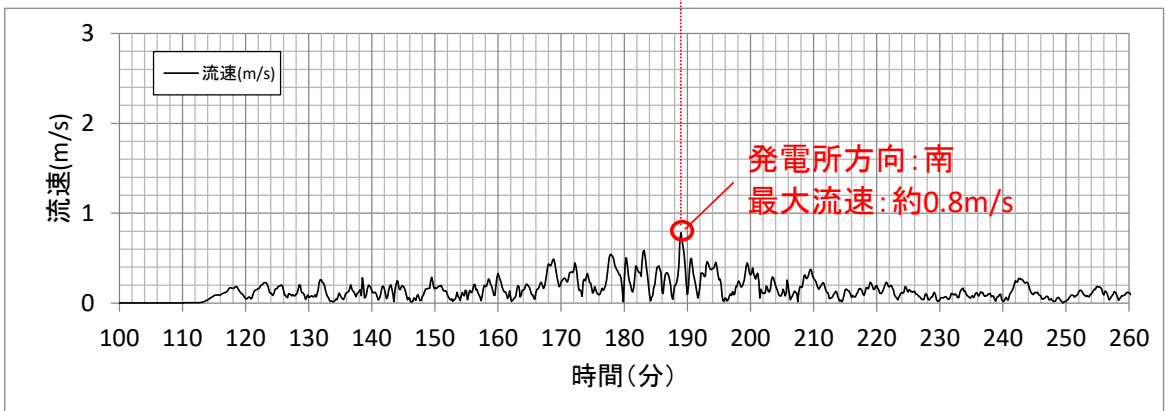
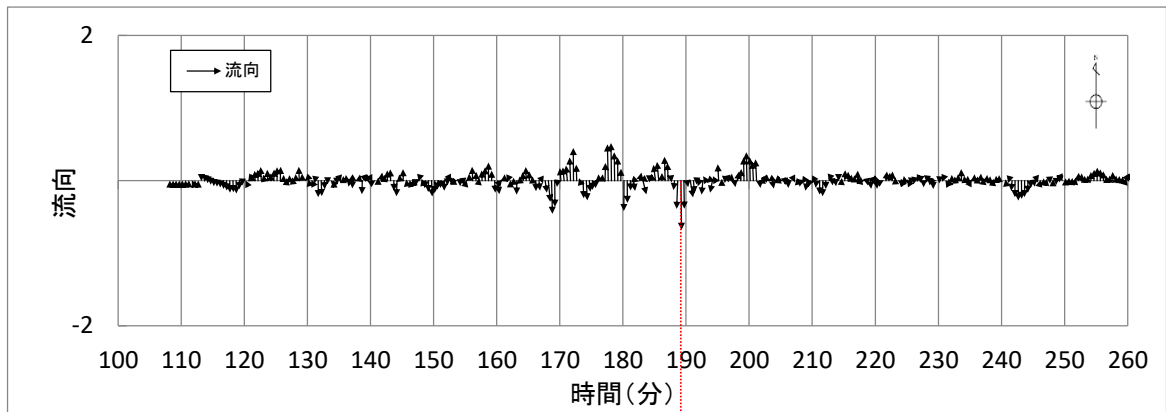
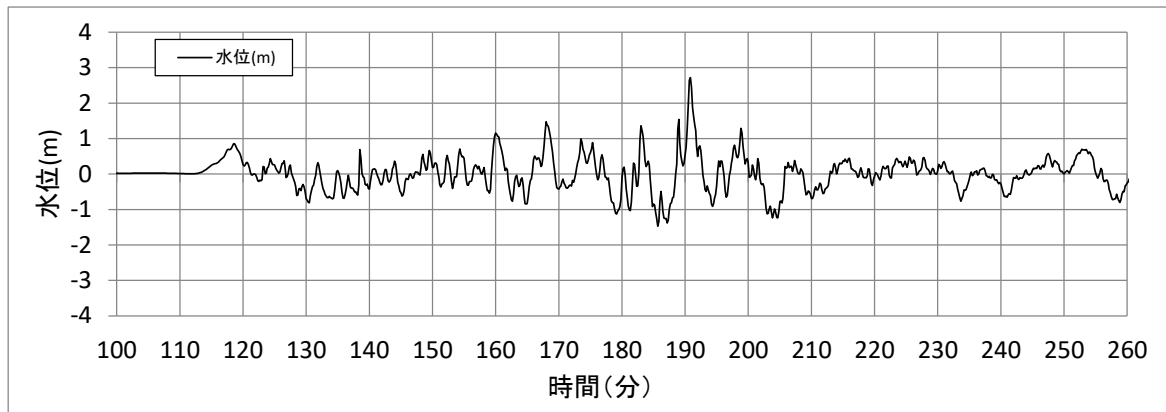
地点5

図 4.2.1.2-1(5) 抽出地点5における水位，流向及び流速（基準津波1）



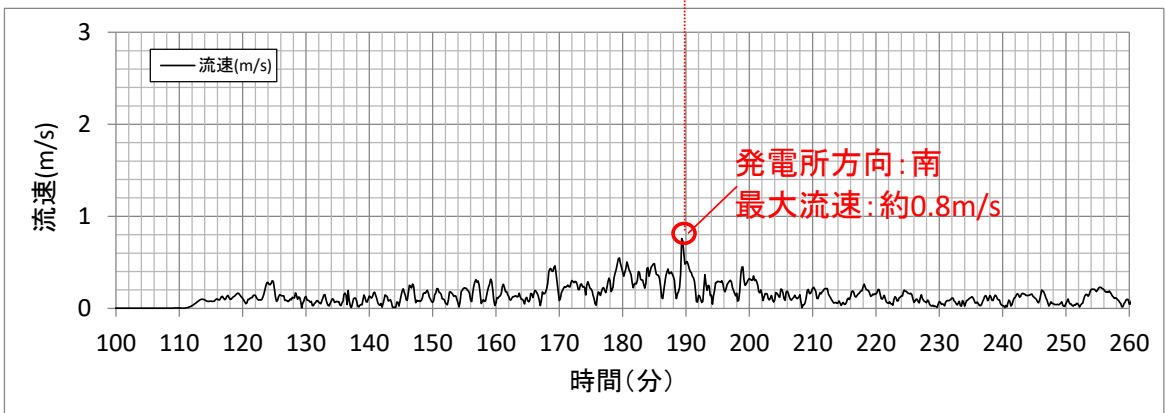
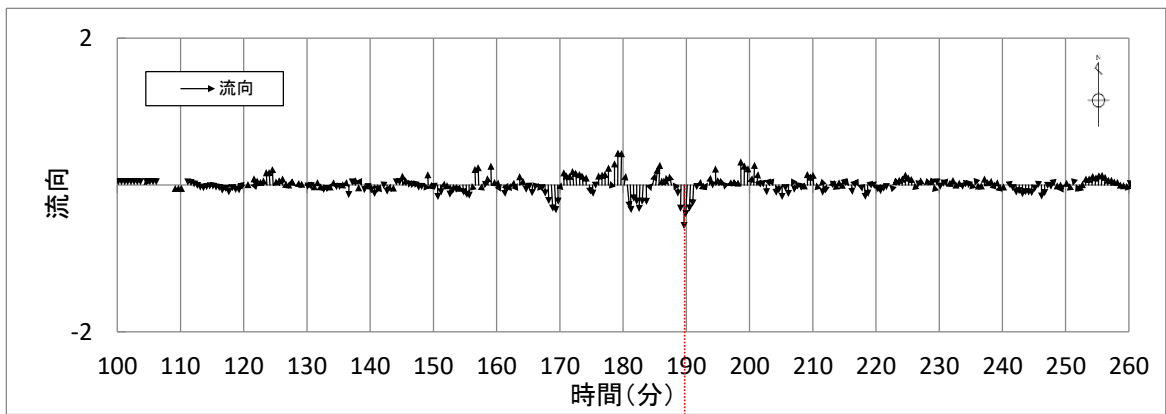
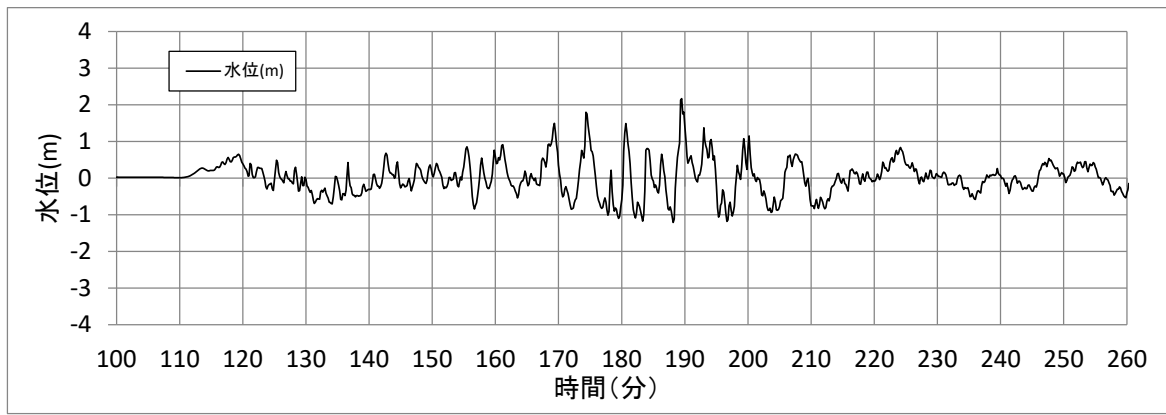
地点6

図 4.2.1.2-1(6) 抽出地点6における水位，流向及び流速（基準津波1）



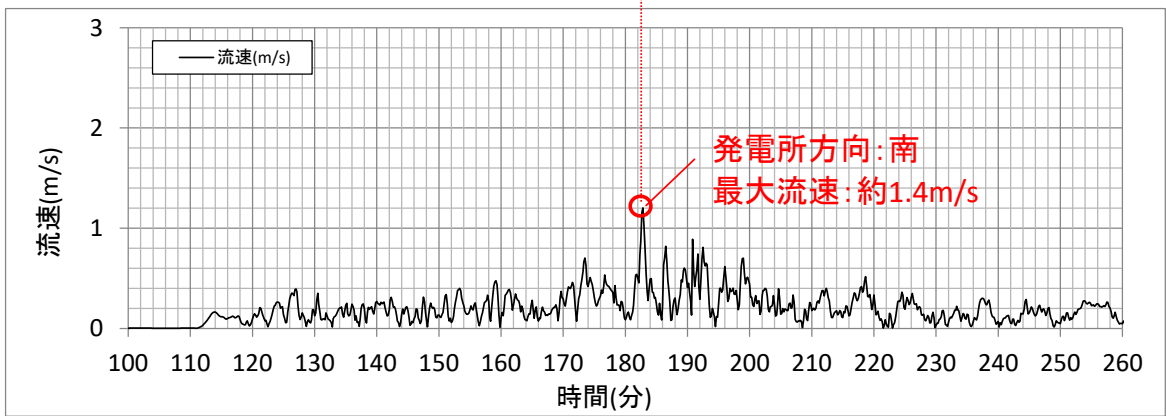
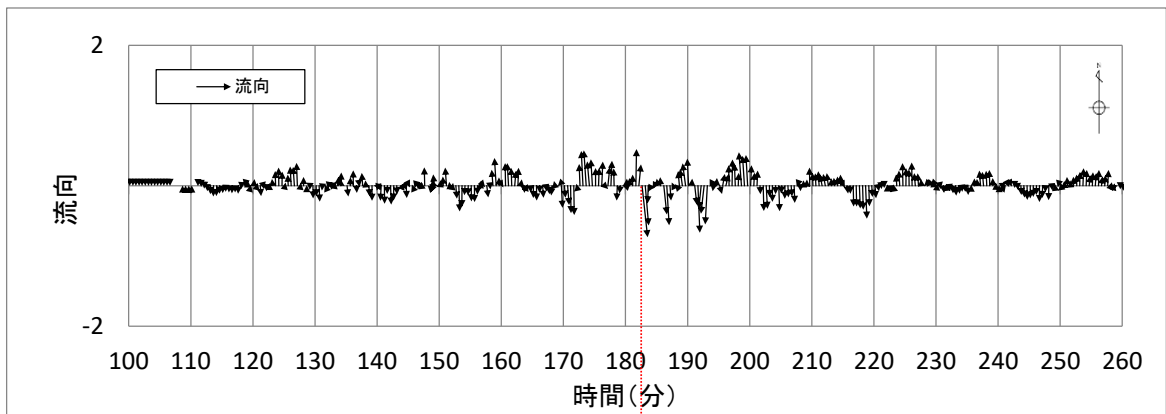
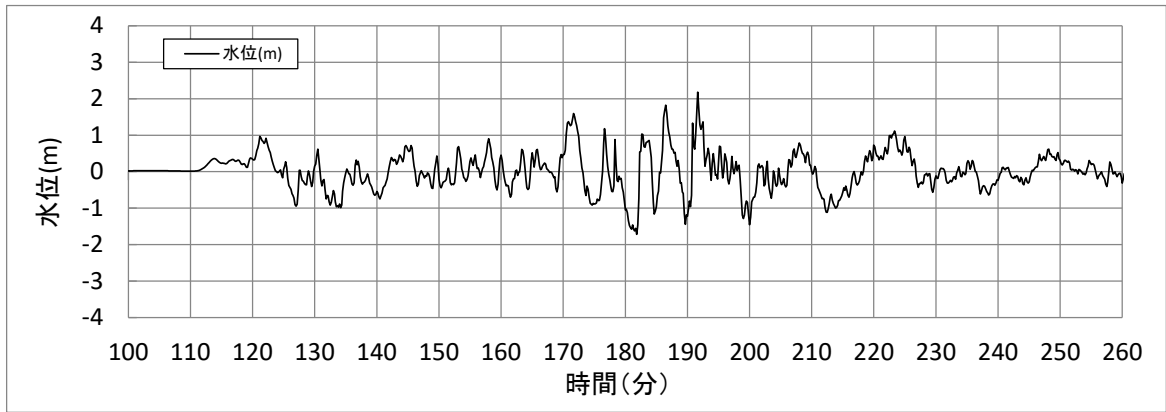
地点7

図 4.2.1.2-1(7) 抽出地点7における水位，流向及び流速（基準津波1）



地点8

図 4.2.1.2-1(8) 抽出地点8における水位, 流向及び流速 (基準津波1)



地点9

図 4.2.1.2-1(9) 抽出地点9における水位，流向及び流速（基準津波1）

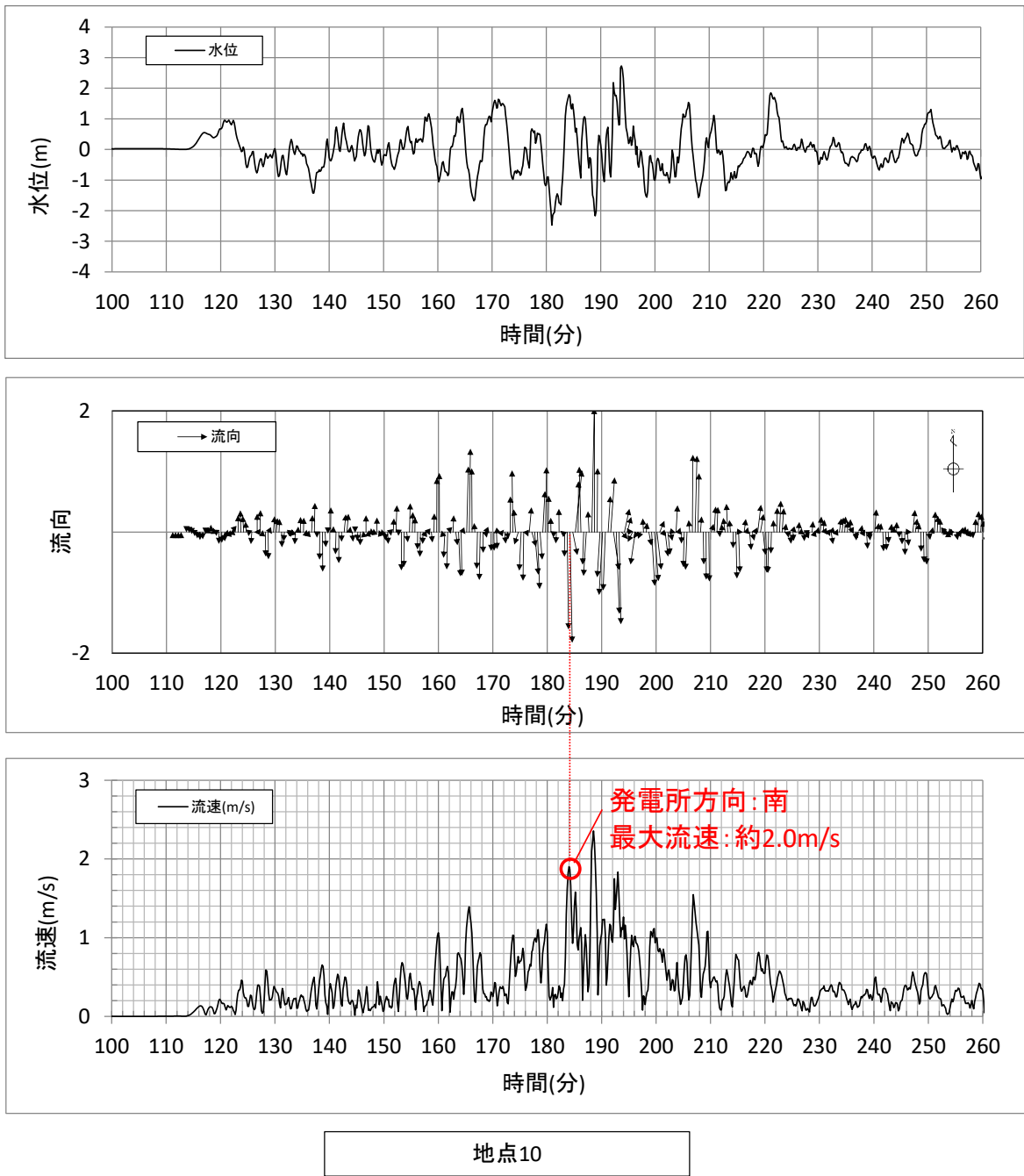


図 4.2.1.2-1(10) 抽出地点 10 における水位，流向及び流速（基準津波 1）

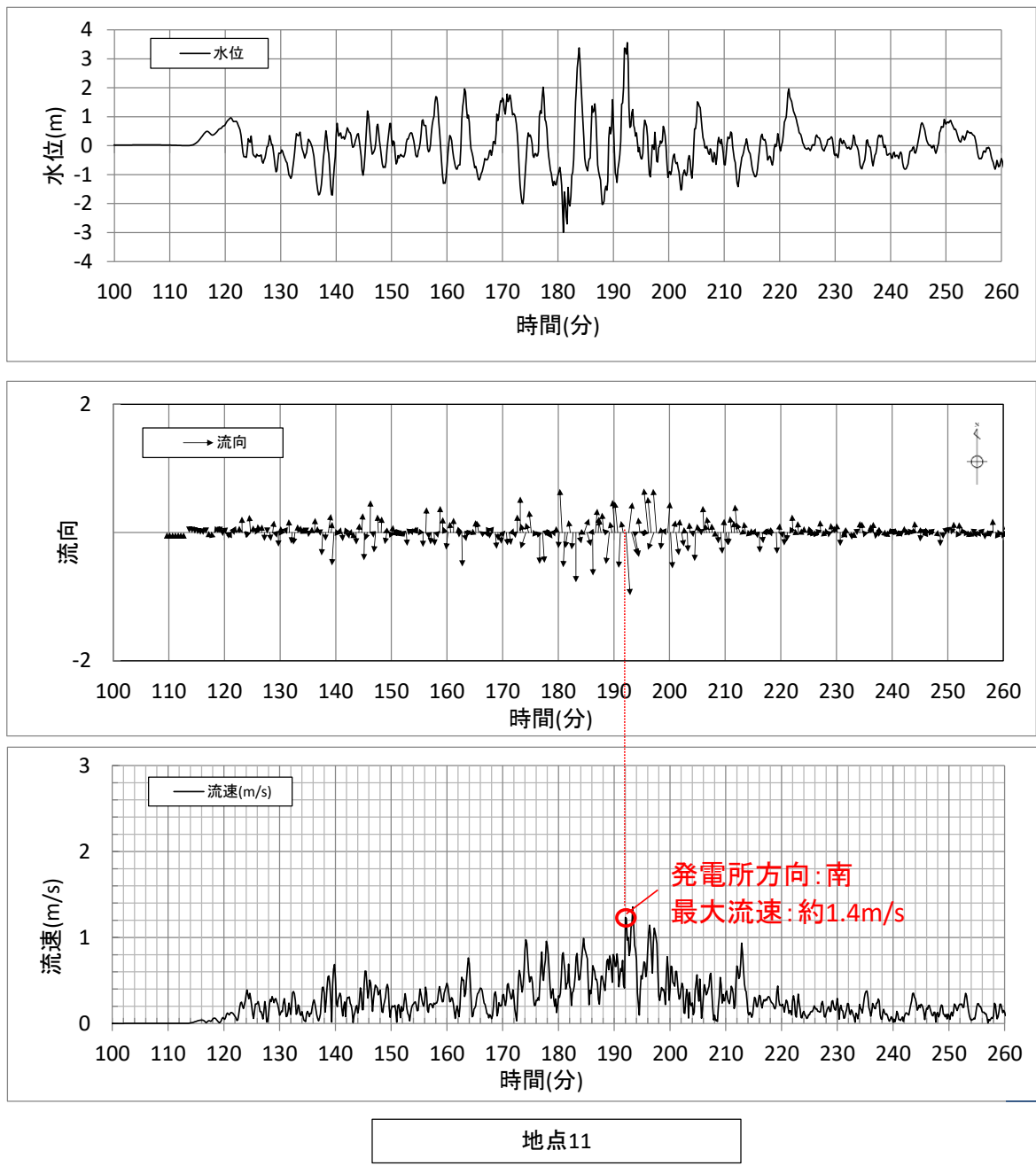
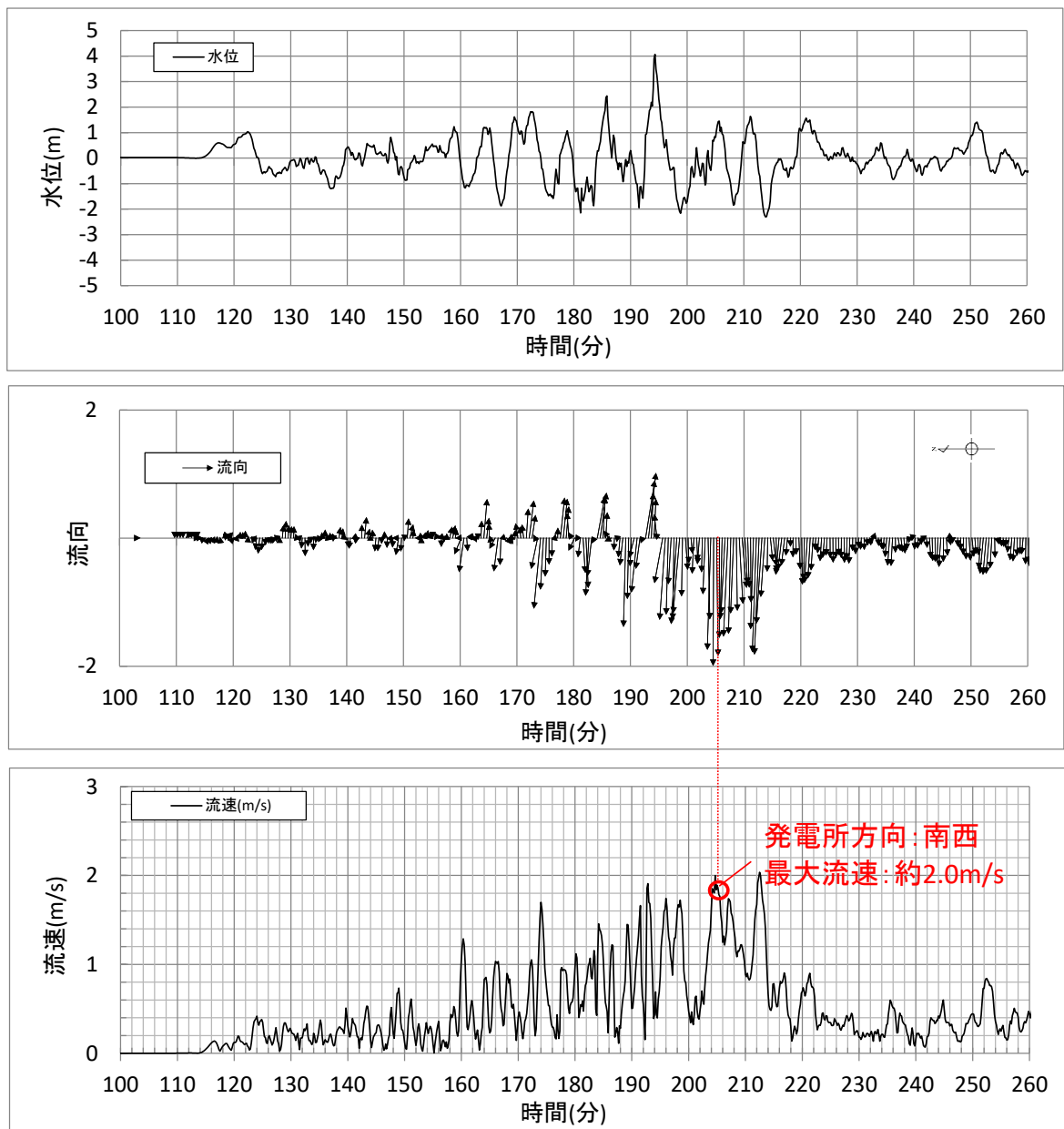


図 4.2.1.2-1(11) 抽出地点 11 における水位，流向及び流速（基準津波 1）



地点12

図 4.2.1.2-1(12) 抽出地点 12 における水位，流向及び流速（基準津波 1）

図 4.2.1.2-2(2)

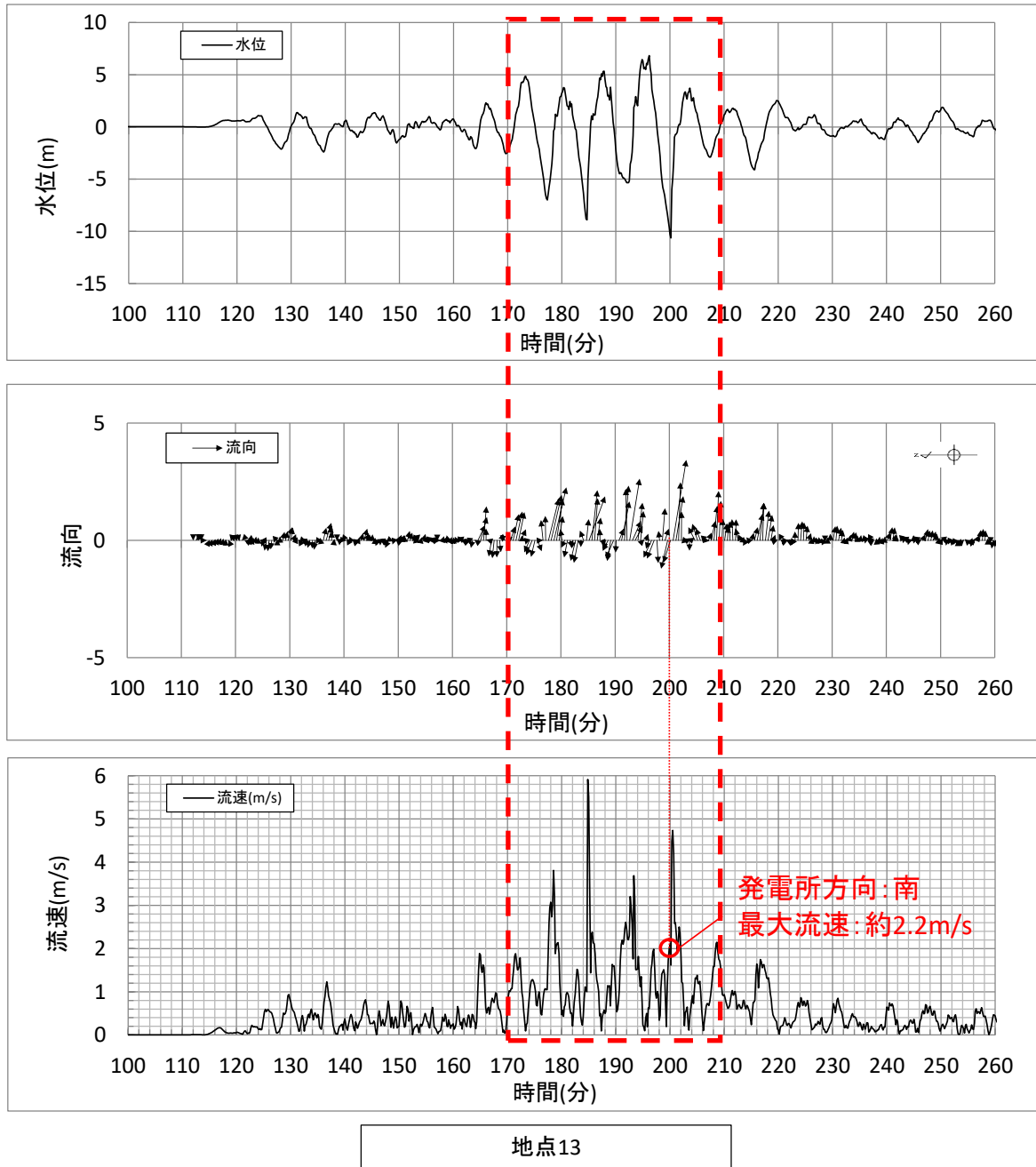
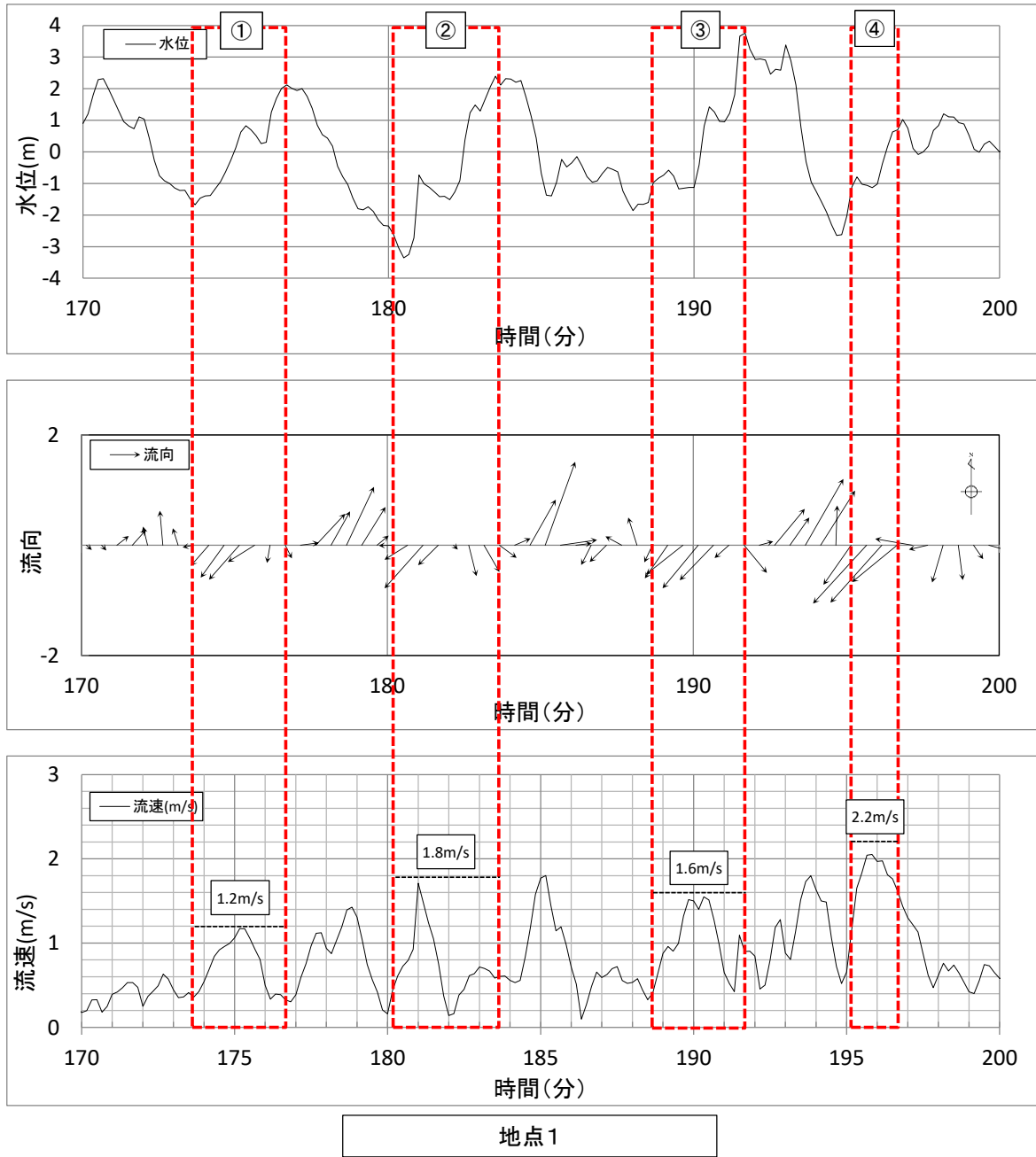


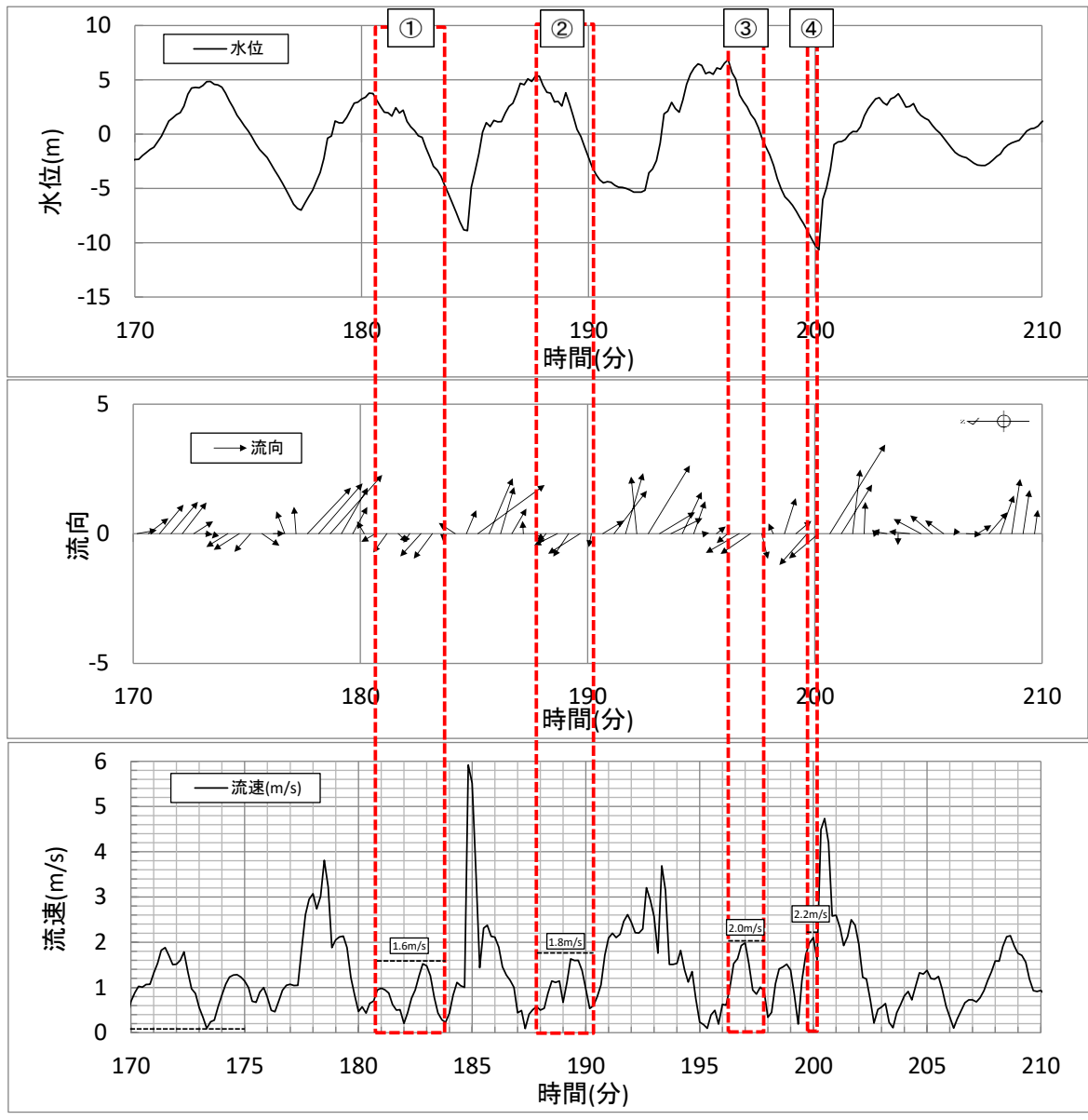
図 4.2.1.2-1(13) 抽出地点 13 における水位，流向及び流速（基準津波 1）



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

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

図 4.2.1.2-2(1) 基準津波による水の移動量(地点1)



地点13

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

注：①における継続時間を保守的に 200 秒とし、移動量を約 320m と算定

図 4.2.1.2-2(2) 基準津波による水の移動量(地点 13)

4.2.1.3 漂流物となる可能性のある施設・設備の抽出

設定した漂流物調査範囲を、発電所構内と構外、また海域と陸域に分類し、漂流物となる可能性のある施設・設備を抽出した。各分類における調査対象、調査方法及び調査実施期間を表 4.2.1.3-1 に、調査範囲を図 4.2.1.3-1(1)及び図 4.2.1.3-1(2)に示す。

調査結果を踏まえ、図 4.2.1.3-2 に示す漂流物の選定・影響確認フローに基づき、取水性への影響を評価した。

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

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

表 4.2.1.3-1 漂流物の調査方法

調査範囲		調査対象	調査方法	調査実施期間①	調査実施期間②
発電所構内・構外	海域・陸域				
発電所構内	海域	船舶等	資料調査	H25.1.25～H25.2.28 H28.4.20～H28.5.13	H31.3.27～ H31.4.12
			聞き取り調査	H25.1.25～H25.2.28 H28.4.20～H28.5.13	
	陸域	人工構造物 車両等	聞き取り調査	H24.8.3～H24.8.24	H31.3.8
			現場調査	H24.8.3～H24.8.24 H26.9.8～H26.10.16	
発電所構外*	海域	船舶等	資料調査	H24.8.3～H24.8.24 H26.9.8～H26.10.16	H31.3.28
			聞き取り調査	H24.8.3～H24.8.24 H26.9.8～H26.10.16	H31.3.22～ H31.3.28, R2.8.6～ R2.8.11 R2.9.8～ R2.9.10 R3.1.7
			現場調査	H24.8.3～H24.8.24 H26.9.8～H26.10.16	R 元.5.10
	陸域	人工構造物 車両等	聞き取り調査	—	H31.3.22, ～H31.3.27
			現場調査	H24.8.3～H24.8.24 H26.9.8～H26.10.16	H31.3.22～ H31.3.27, R 元.5.10

注記*：発電所構外については、半径 5km までの調査を実施

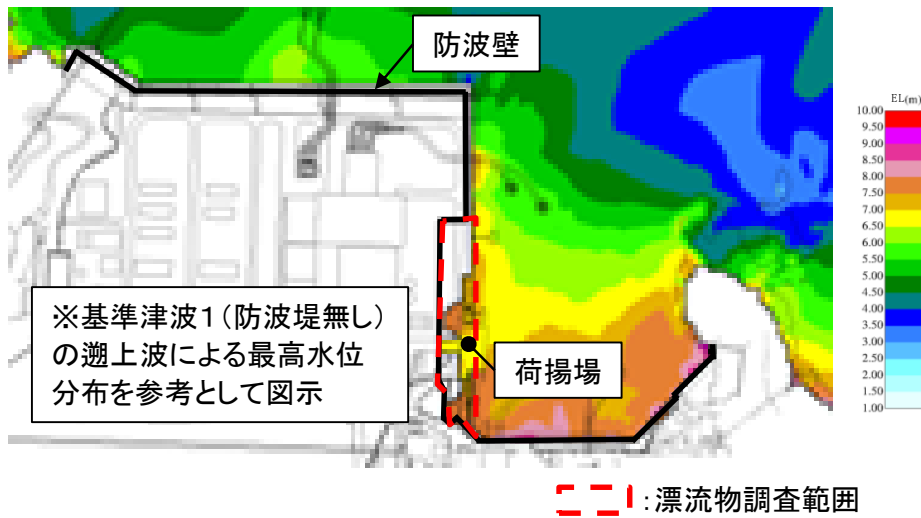
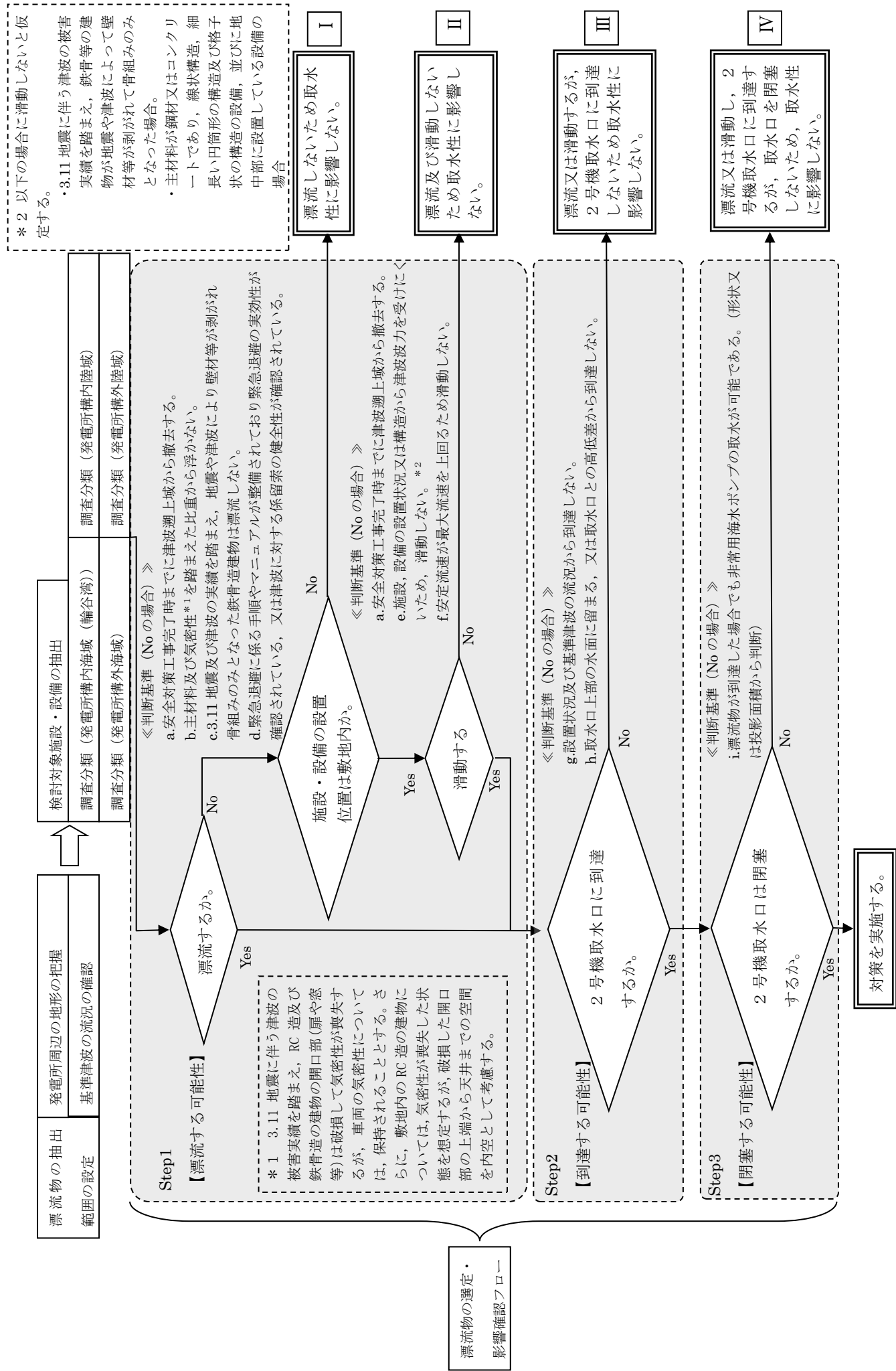


図 4. 2. 1. 3-1(1) 漂流物調査範囲 (発電所構内陸域)



図 4. 2. 1. 3-1(2) 漂流物調査範囲 (発電所構外)



漂流物の選定・影響確認フロー

図 4.2.1.3-2 漂流物の選定・影響確認フロー

4.2.1.4 取水性に与える影響の評価

(1) 発電所構内における評価

a. 発電所構内海域（輪谷湾）における評価

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

これらの他に、設備、資機材等の搬出入のための貨物船等が不定期に停泊し、また、発電所港湾の境界を形成する防波堤、護岸がある。なお、発電所の港湾内には海上設置物はない。

抽出された以上の船舶等に対して図4.2.1.3-2に示す漂流物の選定・影響フローに従って、漂流する可能性(Step1)、到達する可能性(Step2)及び閉塞する可能性(Step3)の検討を行い、取水性への影響を評価した。

なお、発電所港湾の境界を形成する防波堤、護岸については津波影響軽減施設として設計しているものではないため、地震や津波波力による損傷を想定すると、損傷した構成要素が滑動、転動により流される可能性は否定できず、2号機の取水口の通水性に影響を及ぼす可能性がある。滑動する可能性を検討する上で用いる流速は、2号機取水口が港湾内に位置することを踏まえ、発電所近傍の最大流速とする（4.1参照）。また、評価にあたっては、「港湾の施設の技術上の基準・同解説（国土交通省港湾局，2007）」（以下「港湾の施設の技術上の基準・同解説」という。）に準じて、イスバッシュ式を用いた。この式は米国の海岸工学研究センターが潮流による洗掘を防止するための捨石質量として示したものであり、水の流れに対するマウンド被覆材の安定質量を求めるものであることから、津波来襲時における対象物の滑動可能性評価に適用可能である。イスバッシュ式の定数はマウンド被覆材が露出した状態に相当する0.86とする。イスバッシュ式をもとに、対象物が水の流れによって動かない最大流速（以下「安定流速」という。）を算出し、解析による流速が安定流速以下であることを確認する。

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

- ①燃料等輸送船
- ②作業船
- ③貨物船等
- ④漁船
- ⑤防波堤
- ⑥護岸

①燃料等輸送船

発電所敷地内の港湾施設として荷揚場があり，燃料等輸送船が停泊する。燃料等輸送船の主な輸送工程を図 4.2.1.4-1 に示す。

津波注意報，津波警報及び大津波警報（以下「津波警報等」という。）発令時には，原則，緊急退避（離岸）することとしており，東日本大震災以降に，図 4.2.1.4-2 に示すフローを取り込んだ緊急時対応マニュアルを整備している。

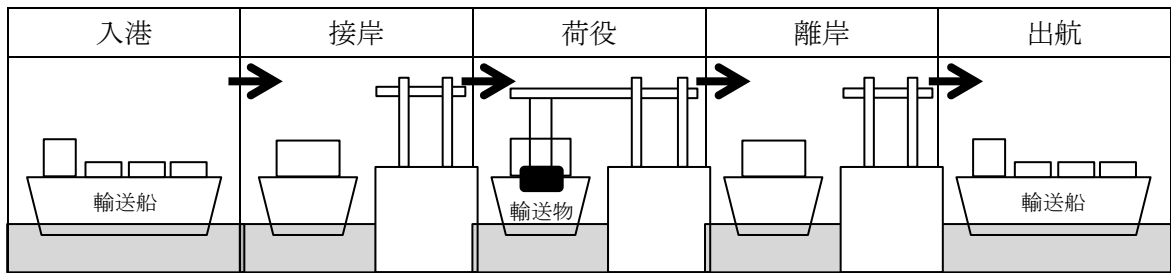


図 4.2.1.4-1 主な輸送工程

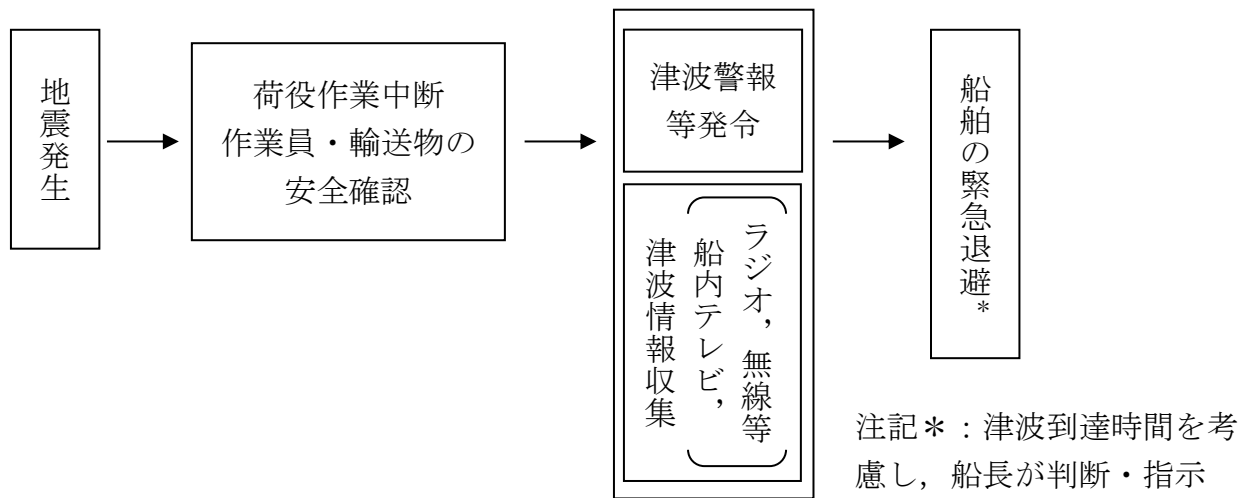
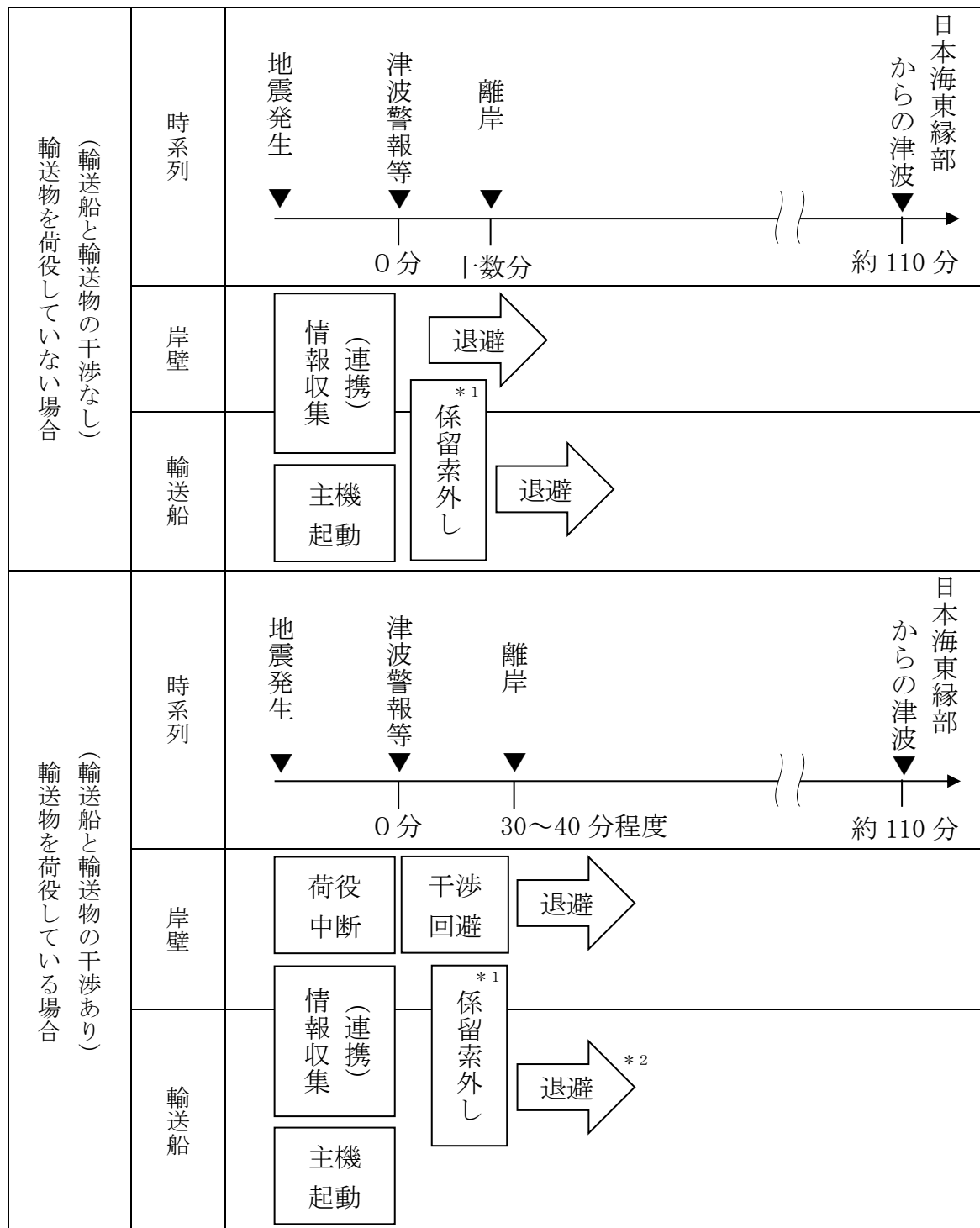


図 4.2.1.4-2 緊急退避フロー図（例）

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

以上を踏まえ，津波の到達と緊急退避に要する時間との関係を示すと図 4.2.1.4-3 のとおりとなる。



注記* 1 : 平成 24 年の訓練実績では 10 分程度

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

図 4.2.1.4-3 津波の到達と燃料等輸送船の緊急退避に要する時間との関係

図 4.2.1.4-3 より、燃料等輸送船は、島根原子力発電所に来襲が想定される津波のうち、時間的な余裕がない海域活断層から想定される地震による津波に対して、緊急退避ができない可能性がある。しかしながら、この場合も以下の理由から輸送船は航行不能となることはなく、漂流物になることはない。

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

以上の評価に関わる津波に対する係留索の耐力評価を 4.3 に、荷揚場への乗り上げ及び着底に伴う座礁及び転覆の可能性に関わる喫水と津波高さとの関係を 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 2 号機の取水口及び取水管の通水性及び津波防護施設に影響を及ぼさないと評価した。

なお、燃料等輸送船の緊急退避は輸送事業者・船会社（以下「船会社」という。）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 4.2.1.4-4 のとおりとなる。すなわち、地震・津波が発生した場合には、速やかに作業を中断するとともに、船会社及び当社は地震・津波の情報を収集し、船会社が津波来襲までに時間的余裕があると判断した際には船会社からの輸送船緊急退避の決定連絡を受け、当社にて輸送船と輸送物の干渉回避や係留索取り外し等の陸側の必要な措置を実施し、また陸側作業員・輸送物の退避を決定するなど、両者で互いに連絡を取りながら協調して緊急退避を行う。ここで、電源喪失時にも荷揚場のクレーンを使用して上記の対応ができるように、同クレーンには非常用電源を用意している。

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

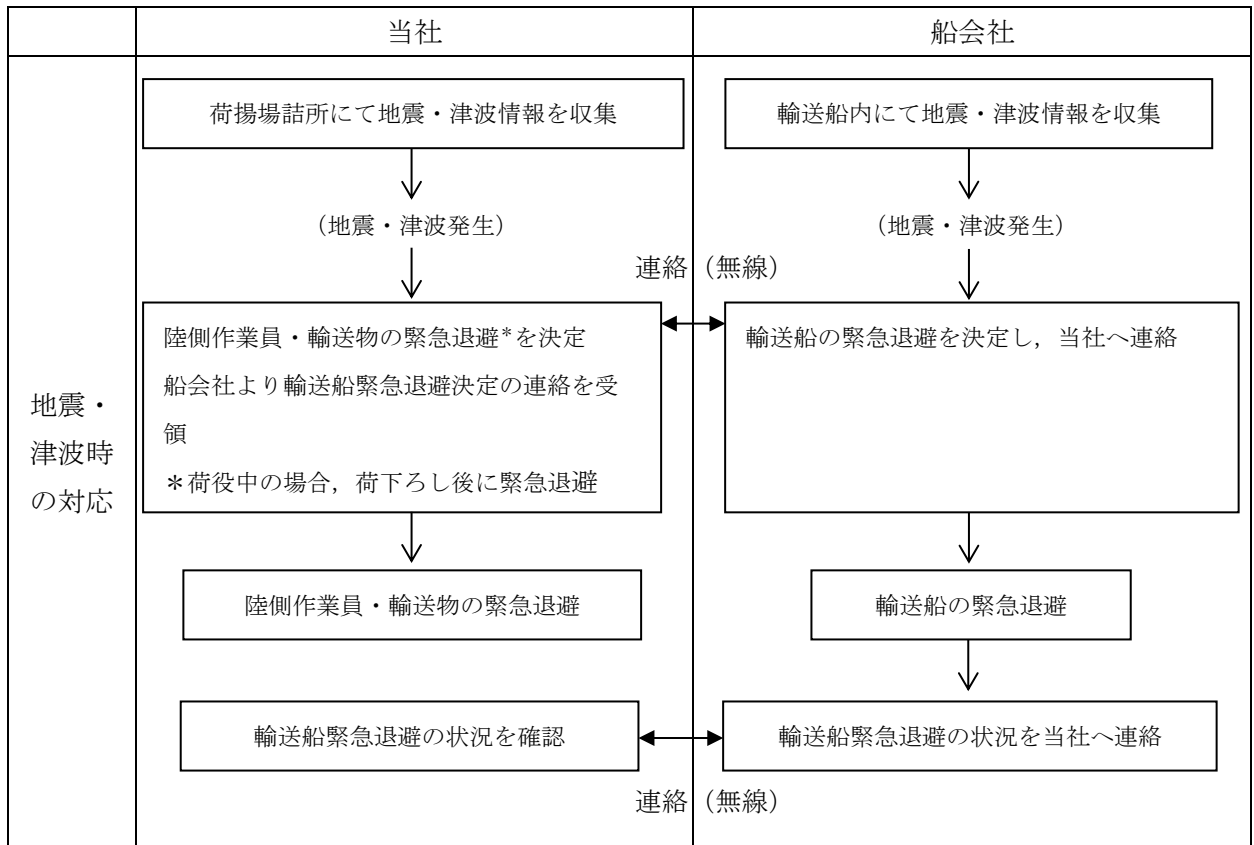


図 4.2.1.4-4 輸送船緊急退避時の当社と船会社の関係性

②作業船

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

これらの作業船については、津波警報等発令時には、原則、緊急退避するとともに、これを定めた緊急時対応マニュアルを整備し、緊急退避に係る対応を行うため、当社一協力会社及び関係機関との間で連絡体制を整備する。また、協力会社及び関係機関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する。

これにより、日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急退避が可能である。一方、時間的な余裕がない海域活断層から想定される地震による津波に対しては、緊急退避ができない可能性があるため、その影響を評価する。

海域活断層から想定される地震による津波の取水口位置における入力津波高さ(引き波)はEL-4.3mである。取水口呑口の高さはEL-9.5mであり、十分に低く、作業船は取水口上部の水面に留まることから、取水口に到達せず、海水ポンプに必要な通水性が損なわれることはない。さらに、万一、防波堤に衝突する等により沈降した場合においても、以下に示す取水口呑口の断面寸法並びに非常用海水冷却系に必要な通水量及び作業船の寸法から、その接近により取水口が閉塞し、非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水管の通水性に影響を及ぼさないと評価した。

一方、海域活断層から想定される地震による津波の施設護岸又は防波壁位置における入力津波高さはEL 4.2mであり、輪谷湾内の津波防護施設のEL 4.2m以下の部位に到達する可能性がある。

〈作業船の取水路通水性に与える影響に関わる諸元〉

○取水口呑口断面寸法(図 4.2.1.4-5)

- ・高さ：3.0m
- ・幅：17m

○非常用海水冷却系必要通水量

- ・通常時（循環水系）の5%未満

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

○作業船寸法(総トン数約 10 トンの作業船代表例)

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

以上より、作業船は非常用海水冷却系に必要な2号機の取水口及び取水管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。

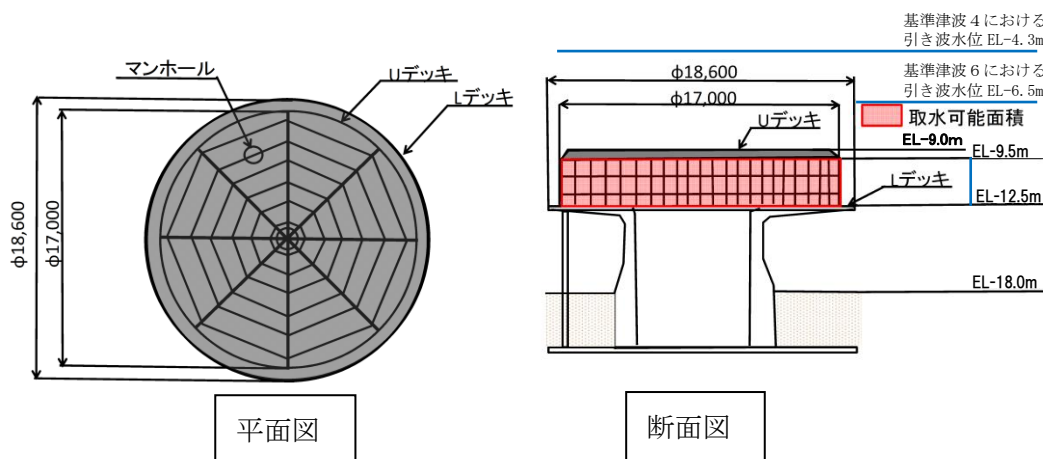


図 4.2.1.4-5 取水口呑口概要図

③貨物船等

定期的に来航する作業船のほか、設備、資機材等の搬出入のための貨物船等が不定期に停泊する。これらの貨物船等については、入港する前までに、津波警報等発令時には、原則、緊急退避する緊急時対応マニュアルを整備し、緊急退避の実効性を確認することにより、日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急退避が可能である。時間的な余裕がない海域活断層から想定される地震による津波に対しては、入港する前

までに、津波時には漂流物とならない係留方法を策定し、係留することから、取水口及び取水管の通水性に影響を及ぼすことはない(津波時に漂流物とならない係留ができない貨物船等は用いないこととする)。

④漁船

輪谷湾内では、図 4.2.1.4-9 に示す通り、年に 5 回程度、漁船 (4 隻、総トン数 0.4 ~0.7 トン) が操業する。大津波警報発令時には、「災害に強い漁業地域づくりガイドライン (水産庁 (平成 24 年 3 月))」において、沖合に退避すると記載されており、津波来襲まで時間的に余裕のある日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、沖合に退避すると考えられるが、漁船が航行不能となった場合には漂流物となり、輪谷湾に面する津波防護施設に到達する可能性がある。ただし、その場合においても、図 4.2.1.4-5 に示すとおり、日本海東縁部に想定される地震による津波の取水口位置における入力津波高さ (引き波) は EL-6.5m であり、取水口呑口の高さは EL-9.5m と十分に低く、漁船は取水口上部の水面に留まることから、取水口に到達せず、海水ポンプに必要な通水性が損なわれることはない。

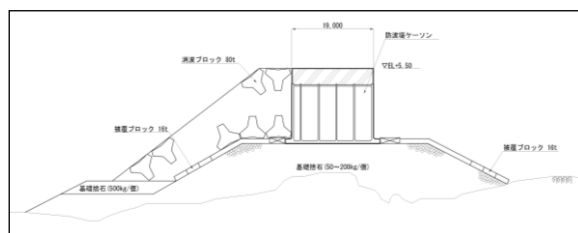
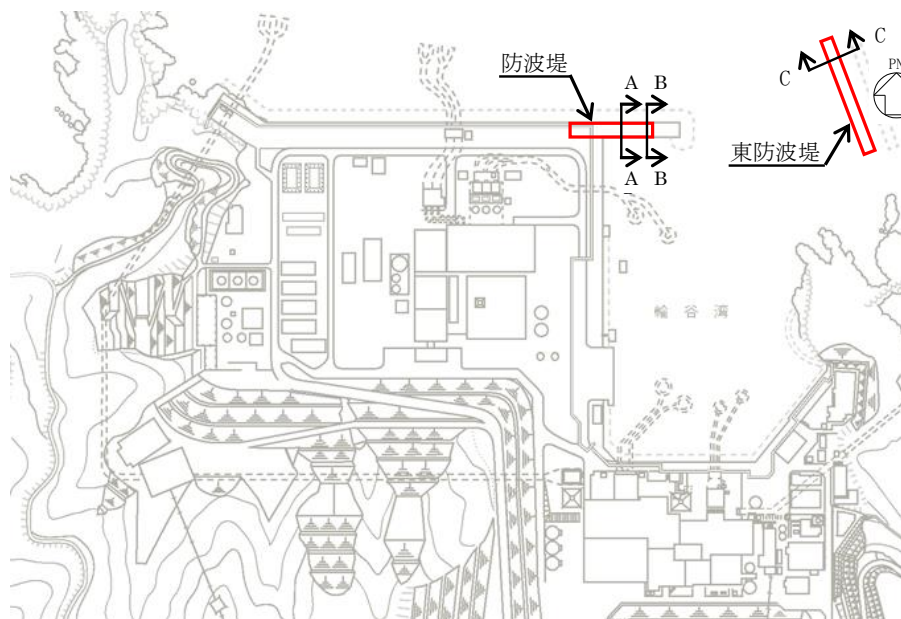
海域活断層から想定される地震による津波に対しては輪谷湾内で漂流物となり、輪谷湾に面する津波防護施設の EL 4.2m 以下の部分に到達する可能性がある。ただし、漂流した場合においても、図 4.2.1.4-5 に示すとおり、海域活断層から想定される地震による津波の取水口位置における入力津波高さ (引き波) は EL-4.3m であり、取水口呑口の高さは EL-9.5m と十分に低く、漁船は取水口上部の水面に留まることから、取水口に到達せず、海水ポンプに必要な通水性が損なわれることはない。

さらに、万一、防波堤に衝突する等により沈降した場合においても、図 4.2.1.4-5 に示す取水口呑口の断面寸法及び非常用海水冷却系に必要な通水量及び漁船の寸法から、その接近により取水口が閉塞し、非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水管の通水性に影響を及ぼさないと評価した。

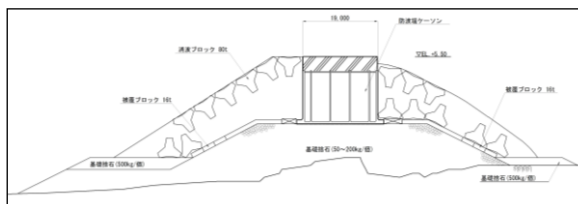
⑤防波堤

防波堤の配置及び構造概要を図 4.2.1.4-6 に示す。

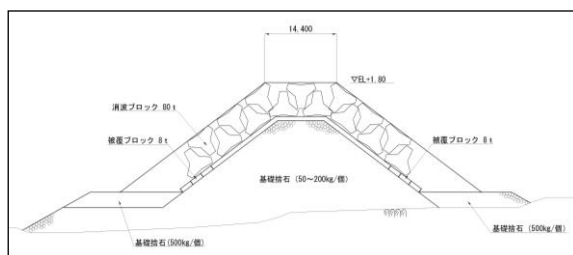
図に示されるとおり、防波堤と東防波堤から成り、ケーソン式混成堤と混成傾斜堤により構成されている。2号機の取水口との位置関係としては、取水口から最短約 340m の位置に防波堤 (ケーソン式混成堤) が配置されている。



防波堤 標準部 (A-A 断面)



防波堤 堤頭部 (B-B 断面)



東防波堤 標準部 (C-C 断面)

図 4.2.1.4-6 防波堤の配置及び構造概要

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

漂流に対する評価として、図4.2.1.4-6に示す防波堤の主たる構成要素である防波堤ケーソン、消波ブロック、被覆ブロック及び基礎捨石は海水の比重より大きいことから、漂流して取水口に到達することはない。

また、損傷した状態で津波による流圧力を受けることにより、滑動する可能性があるが、防波堤近傍の津波流速(3m/s)に対して安全側に発電所近傍の最大流速(10m/s)を用いて安定質量の評価を行うと、コンクリートの安定質量は約195t、石材の安定質量は188tと算定される。これに対し、防波堤ケーソンを除く消波ブロック、被覆ブロック及び基礎捨石は、安定質量を有しないことから、滑動すると評価する。

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

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

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

⑥護岸

護岸の配置及び構造概要を図4.2.1.4-7に示す。

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

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

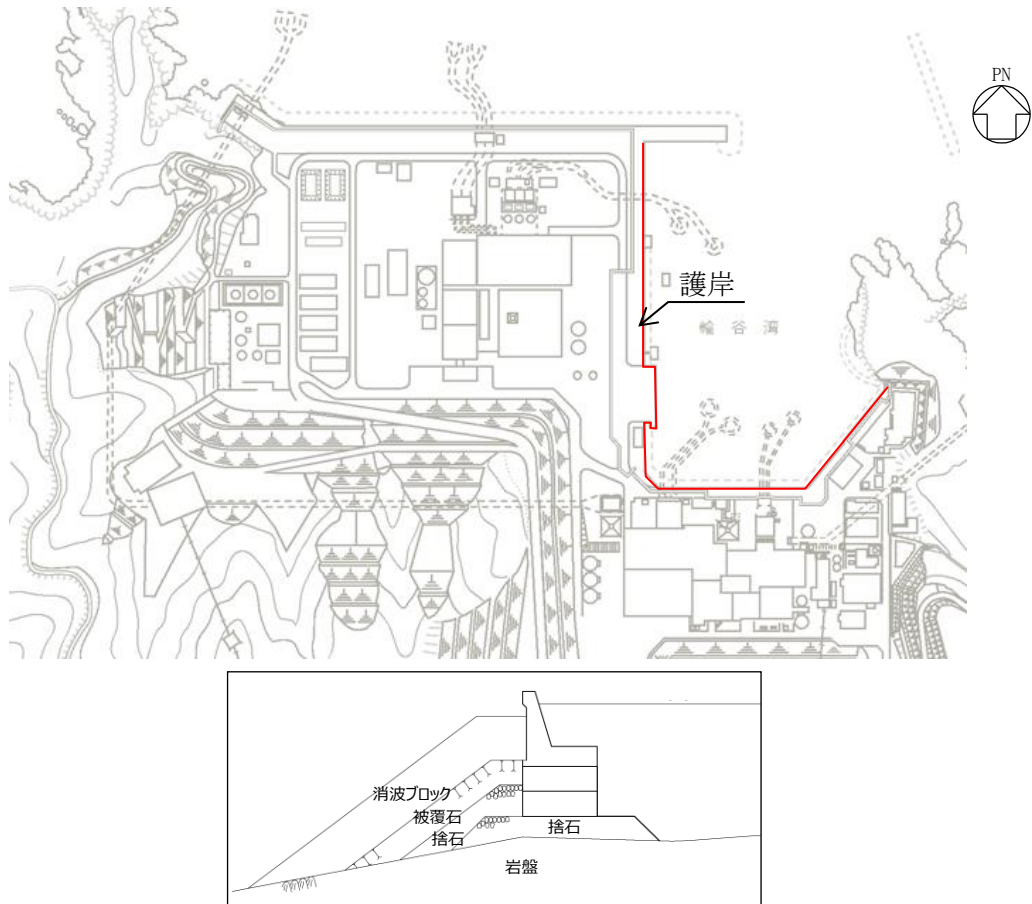


図 4.2.1.4-7 護岸の配置及び構造概要

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

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

また、護岸近傍の津波流速(7m/s)に対して安全側に発電所近傍の最大流速(10m/s)を用いて安定質量の評価を行うと、コンクリートの安定質量は約195t、石材の安定質量は188tと算定される。護岸の主たる構成要素である消波ブロック、被覆石及び捨石はいずれも安定質量を有しないことから、滑動すると評価する。

港湾内に沈んだ場合においても、海底面から取水口呑口下端まで5.5mの高さがあることから、消波ブロック、被覆石及び捨石が取水口に到達することはないと評価した。また、防波壁東端部付近に落石を確認しているが、落石は消波ブロック(12.5t)より小さく、上記と同様な評価となる。

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

これらの評価結果について、表4.2.1.4-1にまとめて示す。

＜安定質量の試算＞

「港湾の施設の技術上の基準・同解説」¹⁾の流れに対する被覆材の所要質量の評価手法に基づき、発電所近傍の最大流速の条件（4.1より最大約10m/s）における安定質量を算定すると下表の結果となる。

これより、コンクリート塊については質量が195t程度、石材については質量が188t程度あれば安定することが分かる。

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

港湾の施設の技術上の基準・同解説（抜粋）

1. 7. 3 流れに対する被覆石及びブロックの所要質量

(1) 一般

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

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

ここに、

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

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

材料	ρ (t/m^3)	S_r	M (t)
コンクリート	2.34* ¹	2.27	195
石材	2.36	2.29* ²	188

注記*1：コンクリートの密度は「道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成14年3月）」（以下「道路橋示方書・同解説」という。）より設定

*2：石材の比重は「港湾の施設の技術上の基準・同解説」より設定

参考文献

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

表 4.2.1.4-1 漂流物評価結果（発電所構内海域（輪谷湾））

No.	分類	名称	総トン数	Step1（漂流する可能性） 検討結果		Step2 （到達する可能性）	Step3 （閉塞する可能性）	評価		
				比重						
①		燃料等輸送船	約 5,000 トン	【判断基準:d】 日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急退避に係る手順が整備されており緊急退避の実効性を確認した。 また、海域活断層に想定される地震による津波に対しては、荷揚場に係留することから漂流物とならない。	-	-	-	I		
									温排水影響調査作業船	約 10 トン
									人工リーフ海藻草調査作業船	約 3～6 トン
②	船舶	格子状定緑水温測定作業船	約 3 トン	日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急退避に係る手順を整備し、緊急退避の実効性を確認する。 一方、海域活断層に想定される地震による津波に対しては、緊急退避できず、輪谷湾内で漂流する可能性がある。	-	【判断基準:h】 漂流した場合においても、取水口上部の水面に留まることから、取水口に到達しない。	-	III (IV)		
		港漏油拡散防止業務作業船	1 トン未満～ 約 10 トン							
		環境試料採取作業船	1 トン未満～ 約 3 トン							
		海象計点検作業船	約 2～10 トン							
		使用済燃料の輸送に伴う作業船	約 2～10 トン							
		フラップゲート点検作業船	約 7 トン							
		貨物船等 （不定期に來航する船舶）	-							
③				【判断基準:d】 日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急退避に係る手順を整備し、緊急退避の実効性を確認する。 海域活断層から想定される地震による津波に対しては、入港する前までに、津波時に漂流物とならない係留方法を策定し、係留することから漂流物とならない（津波時に漂流物とならない係留ができない貨物船等は用いないこととする）。	-	-	-	I		

表 4.2.1.4-1 漂流物評価結果（発電所構内海域（輪谷湾））

No.	分類	名称	質量	Step1(漂流する可能性)			Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
				漂流		滑動			
				検討結果	比重*				
④	船舶	漁船	約0.4~0.7トン	大津波警報発令時には、「災害に強い漁業地域づくりガイドライン（水産庁（平成24年3月））」において、沖合に退避すると記載されており、津波来襲まで時間的に余裕のある日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、沖合に退避すると考えられるが、漁船が航行不能となった場合を想定し、漂流物となるものとして評価。 海域活断層から想定される地震による津波に対しては、漂流する可能性があるものとして評価。	—	—	【判断基準:h】 漂流した場合においても、取水口上部の水面に留まることから、取水口に到達しない。	— 【判断基準:i】 万一、防波堤に衝突する等により沈降した場合においても、漁船の最大規模は約0.7トン（総トン数は約10トンの作業船より小さく、取水口の取水面積は十分に大きいことから、取水口を閉塞する可能性はない。）	III (IV)
⑤	防波堤	防波堤 ケーソン	10,000t 以上	【判断基準:b】 当該設備と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート比重 【2.27】	【判断基準:f】 発電所近傍の最大流速10.0m/sに対して、当該設備の安定流速は19.2m/s以上であることから、滑動しない。	—	—	II

注記*：コンクリートの比重は「道路橋示方書・同解説」より設定、石材の比重は「港湾の施設の技術上の基準・同解説」より設定

表 4.2.1.4-1 漂流物評価結果（発電所構内海域（輪谷湾））

No.	分類	名称	質量	Step1 (漂流する可能性)			Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
				漂流		滑動			
				検討結果	比重*				
⑤	防波堤	消波ブロック	80t	【判断基準・b】 当該設備と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート比重 【2.27】	発電所近傍の最大流速 10.0m/s に対して、当該設備の安定流速はそれぞれ、8.6m/s, 5.8~6.5m/s, 2.5~3.7m/s であることから、滑動する。	【判断基準・g】 安定流速を上回る取水口への連続的な流れは確認されないことから取水口へ到達しない。	-	III
		被覆ブロック	8~16t		石材比重 【2.29】				
		基礎捨石	50~500kg						
⑥	護岸	消波ブロック	12.5t	【判断基準・b】 当該設備と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート比重 【2.27】	発電所近傍の最大流速 10.0m/s に対して、当該設備の安定流速はそれぞれ、6.3m/s, 4.4m/s, 2.3m/s 以上であることから、滑動する。	【判断基準・h】 港湾内に沈んだ場合においても、海底面から 5.5m の高さがある取水口に到達することはない。	-	III
		被覆石	1.5t		石材比重 【2.29】				
		捨石	30kg 以上						

注記*：コンクリートの比重は「道路橋示方書・同解説」より設定、石材の比重は「港湾の施設の技術上の基準・同解説」より設定

b. 発電所構内陸域における評価

本調査範囲（構内・陸域）は防波壁外側の津波遡上域である荷揚場周辺である。図4.2.1.3-1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4.2.1.4-2のように分類でき、評価はこの施設・設備等の分類ごとに行った。抽出した設備を図4.2.1.4-8に示す。なお、荷揚場作業に係る車両・資機材については、「4.6 荷揚場作業に係る車両・資機材の漂流物評価」に示すとおり漂流物になることはない。

表 4.2.1.4-2 荷揚場にある漂流物となる可能性のある施設・設備等の分類

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

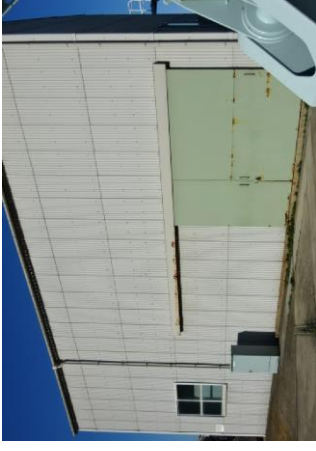
	<p>荷揚場詰所</p>		<p>デリッククレーン巻上装置建物</p>		<p>キャスク取扱収納庫</p>		<p>デリッククレーン</p>
				<p>デリッククレーン荷重試験用品①</p>	<p>デリッククレーン荷重試験用品②</p>	<p>デリッククレーン荷重試験用品③</p>	<p>デリッククレーン荷重試験用ウエイト</p>

図 4.2.1.4-8(1) 荷揚場周辺にある漂流物となる可能性のある施設・設備

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

図 4.2.1.4-8 (2) 荷揚場周辺にある漂流物となる可能性のある施設・設備



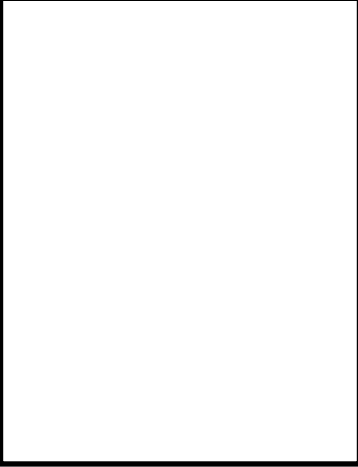


 <p>枕木</p>	 <p>H型鋼</p>	 <p>廢材箱</p>	 <p>フェンス</p>
 <p>案内板</p>			

図 4.2.1.4-8(3) 荷揚場周辺にある漂流物となる可能性のある施設・設備

漂流物となる可能性のある施設・設備等として抽出されたもののうち、図 4.2.1.3-2 に示す漂流物の選定・影響確認フローに従って、漂流する可能性(Step1)、到達する可能性(Step2)及び閉塞する可能性 (Step3) の検討を行い、取水性への影響を評価した。

なお、調査範囲（発電所構内陸域）については、漂流する可能性 (Step1) において、滑動する可能性の検討を実施する。滑動する可能性を検討する上で用いる流速は、荷揚場における最大流速 11.9m/s とする（4.1 参照）。また、評価にあたっては、発電所構内（海域）における評価において示したイスバッシュ式を用いた。

①鉄骨造建物

荷揚場詰所及びデリッククレーン巻上装置建物は、鉄骨造の建物で、扉や窓等の開口部及び壁材は地震又は津波波力により破損して気密性が喪失し、施設内部に津波が流入すると考えられる。また、東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物の実績から、鉄骨造の建物は津波波力により壁材等が施設本体から分離して漂流物となったが建物自体は漂流していないこと、主材料である鋼材の比重（7.85）が海水の比重

（1.03）を上回っていることから、施設本体は漂流物とはならないと評価した。また、施設本体の滑動についても、施設本体が鉄骨であり、津波の波力を受けにくい構造であること、東北地方太平洋沖地震に伴う津波の漂流物の実績でも鉄骨造の建物本体が漂流していないことから、滑動しないと評価した。一方、施設本体から分離した壁材等については、がれき化して漂流物となる可能性があるが、比重が海水比重を下回る物は、取水口上部の水面に留まることから、水中にある取水口に到達することはないと評価した。また、比重が海水比重を上回る物は、津波波力を受けにくい構造であることから、滑動しないと評価した。

②機器類

キャスク取扱収納庫については安全対策工事完了時までに津波遡上域から撤去するため、取水性に影響しない。

デリッククレーン及びデリッククレーン荷重試験用品①～③については、主材料である鋼材の比重（7.85）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから漂流物とならないと評価した。また、滑動については、当該設備は線状構造であり、津波波力を受けにくい構造であることから、滑動しないと評価した。

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

オイルフェンスドラム・オイルフェンスについては、主材料である鋼材の比重（7.85）と海水比重（1.03）を比較した結果、当該設備の比重の方が大きいことから

漂流物とならないと評価した。また、滑動については、当該設備は格子状の構造であり、津波波力を受けにくい構造であることから、滑動しないと評価した。

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

③その他漂流物になり得る物品

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

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

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

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

H型鋼、廃材箱及び案内板については、安全対策工事完了時まで津波遡上域から撤去するため、取水性に影響しない。

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

以上の評価を表4.2.1.4-3にまとめて示す。

表 4.2.1.4-3(1) 漂流物評価結果 (発電所構内陸域) (Step1)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	質量	Step1			評価	
						漂流		滑動		
						検討結果	比重	設置場所		検討結果
1	①	鉄骨造 建物	荷揚場 詰所	施設本体 (鋼材) 壁材 (ALC版)	-	【判断基準:b, c】 扉や窓等の開口部及び壁材等が地震又は津波波力により破損して気密性が喪失し, 施設内部に津波が流入する。施設本体については, 主材料である鋼材の比重から漂流物とはならない。また, 壁材 (スレート) は海水の比重と比較した結果, 漂流物とはならない。	《施設本体》 鋼材比重 【7.85】	【判断基準:e】 施設本体 (鉄骨の み) は, 津波波力を受けにくい構造であるとともに, 3.11 地震に伴う津波の実績から滑動しない。	II	
						一方, 海水比重を下回る壁材 (ALC版) については漂流する可能性がある。	《施設本体以外》 ALC 版比重 【0.65】			発電所敷地内
2			デリッククレーン巻上装置建物	施設本体 (鋼材) 壁材 (スレート)	-		《施設本体以外》 スレート比重 【1.5】	【判断基準:e】 津波波力を受けにくい構造であることから, 滑動しない。	II	

表 4.2.1.4-3(2) 漂流物評価結果（発電所構内陸域）(Step1)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	質量	Step1			評価	
						漂流		滑動		
3			キャスク 取扱収納庫	鋼材	カバー部： 約 4.3t 定盤部： 約 7.9t	安全対策工事完了時までに津波遡上 域から撤去することから、取水性に影 響しない。	—	—	I	
4			デリック クレーン	鋼材	約 144 t	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較 した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重 【7.85】	発電所 敷地内	【判断基準:e】 線状構造であり、津波波 力を受けにくいため、滑 動しない。	II
5	②	機器類	試験用品①	鋼材	約 6.2t	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較 した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重 【7.85】	発電所 敷地内	【判断基準:e】 線状構造であり、津波波 力を受けにくいため、滑 動しない。	II
6			試験用品②		約 11t					
7			試験用品③		—					
8			試験用 ウエイト	コンク リート	約 22t	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較 した結果、漂流物とはならない。	コンクリ ート比重 【2.34】	発電所 敷地内	荷揚場における最大流速 11.9m/s に対して、当該設 備の安定流速は 6.95m/s であることから、滑動す る。	Step2 (滑動)

表 4.2.1.4-3(3) 漂流物評価結果 (発電所構内陸域) (Step1)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	質量	Step1				評価
						漂流		滑動		
9			オイルフェン スドラム・オ イルフェンス	鋼材	約 3.8t	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較 した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重 【7.85】	発電所 敷地内	【判断基準:e】 格子状の構造であり、 津波波力を受けにくい ため、滑動しない。	II
10		機器類	変圧器・ポン プ制御盤①	鋼材	約 0.1t	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較 した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重 【7.85】	発電所 敷地内		Step2 (滑動)
11	変圧器・ポン プ制御盤②		—							
12	変圧器・ポン プ制御盤③		約 0.04t							
13	その他 漂流物 となり 得る物		防舷材 (フォーム 式)	ゴム	約 1t	重量が比較的軽く、気密性があるた め、漂流する可能性があるとして評 価。	—	発電所 敷地内	—	Step2 (漂流)
14			防舷材 (空気式)	ゴム	約 0.5t					

表 4.2.1.4-3(4) 漂流物評価結果（発電所構内陸域）(Step1)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	質量	Step1				評価
						漂流		滑動		
15	③	その他漂流物となり得る物	エアコン 室外機	鋼製	約 0.2t	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重 【7.85】	発電所敷地内	軽量であり、滑動するものとして評価した。	Step2 (滑動)
16			電柱・電灯	コンクリート	約 0.1t	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	コンクリート比重 【2.34】	発電所敷地内	【判断基準:e】 細長い円筒形の構造であり、津波波力を受けにくいいため、滑動しない。	II
17			枕木	木	約 12kg	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流する可能性がある。	木材比重 【1以下】	発電所敷地内	—	Step2 (漂流)
18			H型鋼	鋼製	約 0.4t	安全対策工事完了時まで津波遡上域から撤去することから、取水性に影響しない。	—	—	—	I
19			廃材箱	鋼製	約 0.9t	安全対策工事完了時まで津波遡上域から撤去することから、取水性に影響しない。	—	—	—	I

表 4.2.1.4-3(5) 漂流物評価結果（発電所構内陸域）(Step1)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	質量	Step1			評価	
						漂流		滑動		
20	③	その他漂流物となり得る物	フェンス	鋼製	約 10kg	【判断基準:b】 当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流物とはならない。	鋼材比重 【7.85】	発電所敷地内	【判断基準:e】 格子状の構造であり、津波波力を受けにくいため、滑動しない。	II
						安全対策工事完了時までに津波遡上域から撤去することから、取水性に影響しない。	—	—	I	
21			案内板	コルク リート	約 60 kg					

表 4.2.1.4-3(6) 漂流物評価結果（発電所構内陸域）(Step2～3)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	Step1の結果	Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
1	①	鉄骨造 建物	荷揚場 語所	施設本体 (鋼材) 壁材 (ALC版)	地震又は津波波力により施設 本体から分離した海水比重を 下回る壁材については、がれき 化して漂流物となる。	【判断基準 h】 想定する壁材については、がれき化 して漂流物となる可能性があるが、 取水口上部の水面に留まることか ら、水中にある取水口に到達しな い。	—	III
8			デリックク レーン試験用 ウエイト	コンクリート	荷揚場における最大流速 11.9m/s に対して、当該設備の 安定流速は 6.9m/s であること から、滑動する。	【判断基準 h】 滑動し港湾内に沈んだ場合におい ても、海底面から 5.5m の高さがあ る取水口に到達することはない。	—	III
10	②	機器類	変圧器・ポンプ 制御盤①	鋼材	軽量であり、滑動するとして評 価。	【判断基準:i】 滑動し港湾内に沈んだ場合におい ても、海底面から 5.5m の高さを有 する取水口に到達することはない。 い。	—	III
11		変圧器・ポンプ 制御盤②						
12		変圧器・ポンプ 制御盤③						

表 4.2.1.4-3(7) 漂流物評価結果 (発電所構内陸域) (Step2~3)

No.	評価分類	種類	名称	主材料	Step1の結果	Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
13	③	その他 漂流物 となり 得る物	防舷材 (フォーム 式)	ゴム	重量が比較的軽く、気密性があるため、漂流する可能性があるものとして評価。	【判断基準 i】 気密性があり漂流物となる設備は、取水口上部の水面に留まるため、取水口に到達しない。	-	III
14			防舷材 (空気式)	ゴム				
15			エアコン 室外機	鋼製	軽量であり、滑動するとして評価。	【判断基準:i】 滑動し港湾内に沈んだ場合においても、海底面から5.5mの高さを有する取水口に到達することはない。	-	III
17		枕木	木	当該設備の比重と海水の比重を比較した結果、漂流する可能性があるものとして評価。	【判断基準 i】 取水口上部の水面に留まるため、取水口に到達しない。	-	III	

(2) 発電所構外における評価

a. 発電所構外海域における評価

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

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

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

さらに、(1) a. 発電所構内海域（輪谷湾）における評価で抽出した作業船についても、輪谷湾外でも作業を実施することから、ここでも抽出した。

抽出された発電所構外海域の船舶等を表4.2.1.4-4に、周辺漁港への聞き取り調査により確認した発電所沿岸で操業する漁船とその操業区域を表4.2.1.4-5及び図4.2.1.4-9に、発電所沖合で操業する漁船（総トン数10 トン以上）とその位置を表4.2.1.4-6及び図4.2.1.4-10に示す。発電所沿岸で操業する漁船は、以下の理由から施設護岸から約500 m 以内と以遠の2つに区分した。

- ・水深が深くなるにつれ、流速が小さくなる傾向があり、施設護岸から50 m 以内（水深20 m 程度）で比較的速い5 m/s 程度の流速が確認され [図4.2.1.4-11(1)(2)]、施設護岸から500 m 程度（水深40 m 程度）の位置では流速が1 m/s 程度 [図4.2.1.4-11(3)] となっている（添付資料1）。

2号機の取水口及び取水管の通水性に与える影響を、図4.2.1.3-2に示すフローにより評価した。また、発電所周辺の漁港の漁船については、漁港に停泊する場合、発電所沿岸及び沖合で操業する場合、各々について津波が発生した場合の影響を評価した。

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

表 4.2.1.4-4 発電所構外海域における漂流物調査結果

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

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

*2：船種・船体長から「漁港，漁場の施設の設計参考図書」に基づき算定する。

*3：プレジャーボートは船体長が不明であることから、「漁港，漁場の施設の設計参考図書」に示される最大排水トン数とした。

*4：船種・船体長から「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に基づき算定する。

*5：発電所構内海域（輪谷湾）における評価で抽出した作業船と同じである。

表 4.2.1.4-5 発電所沿岸で操業する漁船

名称	施設 護岸 から の距 離	目的	漁港	総トン数 (質量)	数量 (隻)	備考	
漁船	約 500m 以内	サザエ網・ カナギ漁	片句漁港	1 トン未満 (3t 未満)	13	輪谷湾内で 4 隻 (0.4~0.7 トン (5 回/年)) が操業	
		サザエ網・ 採貝藻漁	御津漁港	1 トン未満 (3t 未満)	18		
				2 トン未満 (6t 未満)	6		
				1 トン未満 (3t 未満)	13		
	かご漁		3 トン未満 (9t 未満)	1			
	約 500m 以遠	わかめ養殖	片句漁港	1 トン未満 (3t 未満)	7		
		イカ釣り漁		5 トン未満 (15t 未満)	7		
				8 トン未満 (24t 未満)	3		
				10 トン未満 (30t 未満)	3		

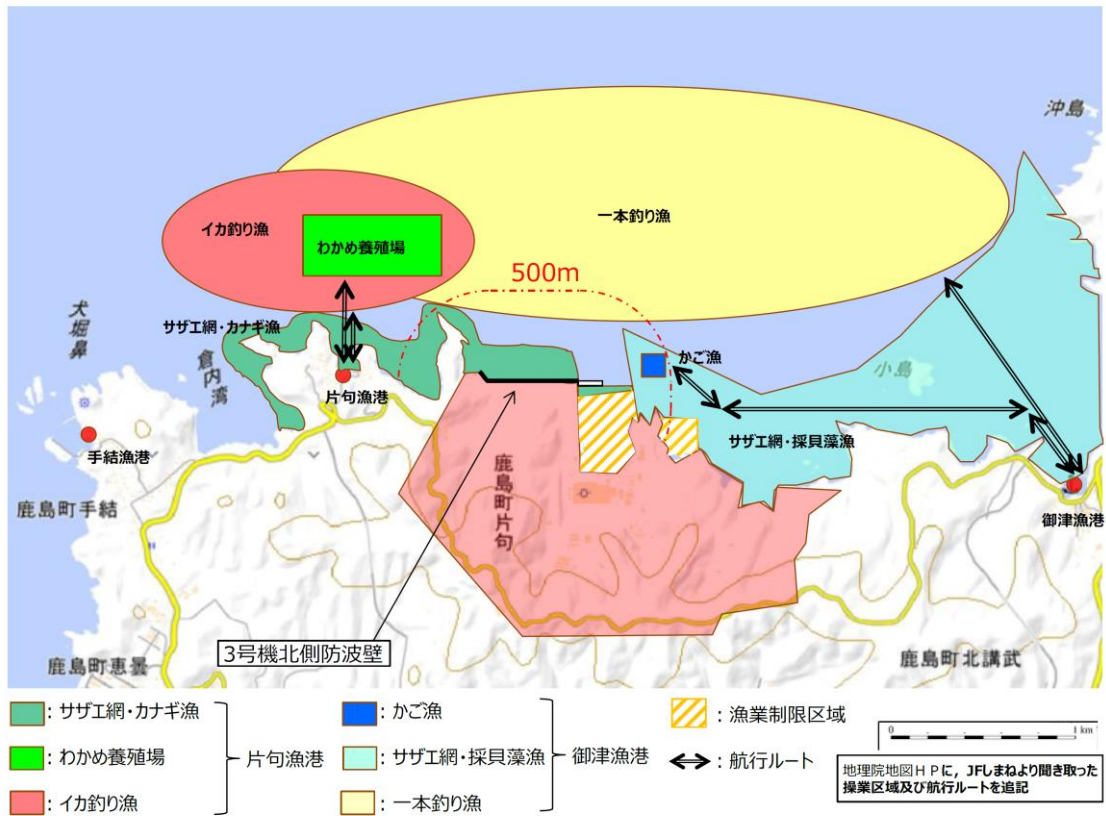


表 4.2.1.4-6 発電所沖合で操業する漁船（総トン数 10 トン以上）

名称	目的	漁港	総トン数(質量)	数量(隻)
漁船	イカ釣り漁*	恵曇漁港	約 19 トン (約 57t)	2
	底引き網漁	恵曇漁港	約 15 トン (約 45t)	2
	1 本釣り漁	片句漁港	約 10 トン (約 30t)	3
	定置網漁①	恵曇漁港	約 10 トン (約 30t)	1
			約 19 トン (約 57t)	1
定置網漁②	御津漁港	約 12 トン (約 36t)	1	

注記*：島根県漁業調整規則に基づき、島根県知事が総トン数 10 トン以上の漁船によるイカ釣り漁業の操業禁止区域（最大高潮時海岸線から 10 海里(約 18km) 内における操業を禁止）を定めている。（漁業調整規則：漁業法等に基づき、各都道府県知事が定める規則）

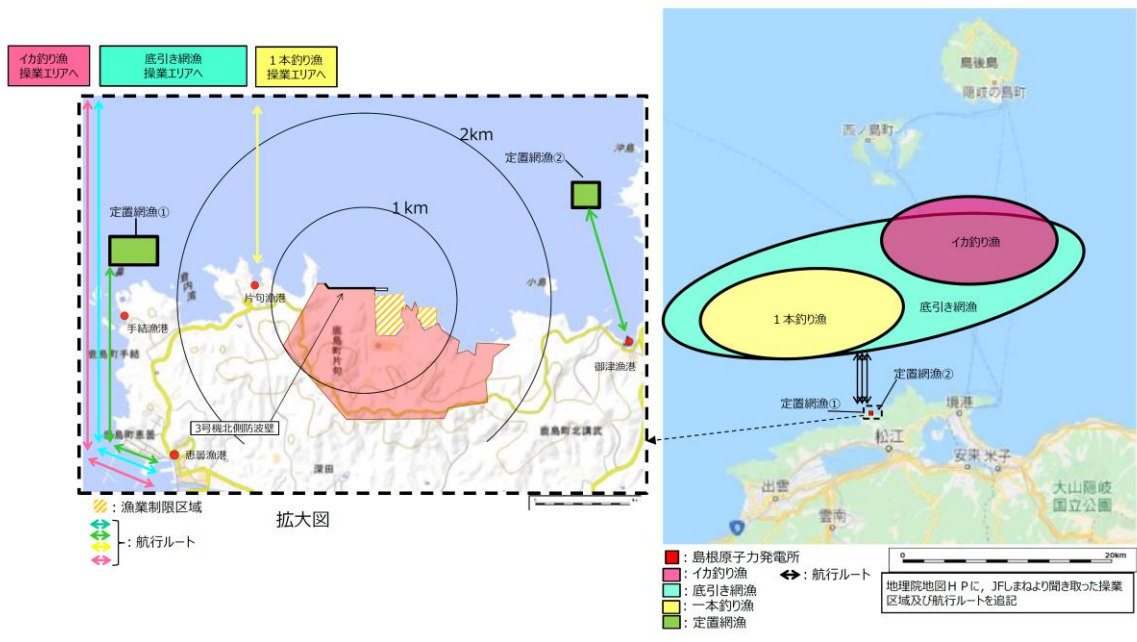


図 4.2.1.4-10 発電所沖合で操業する漁船（総トン数 10 トン以上）の操業区域

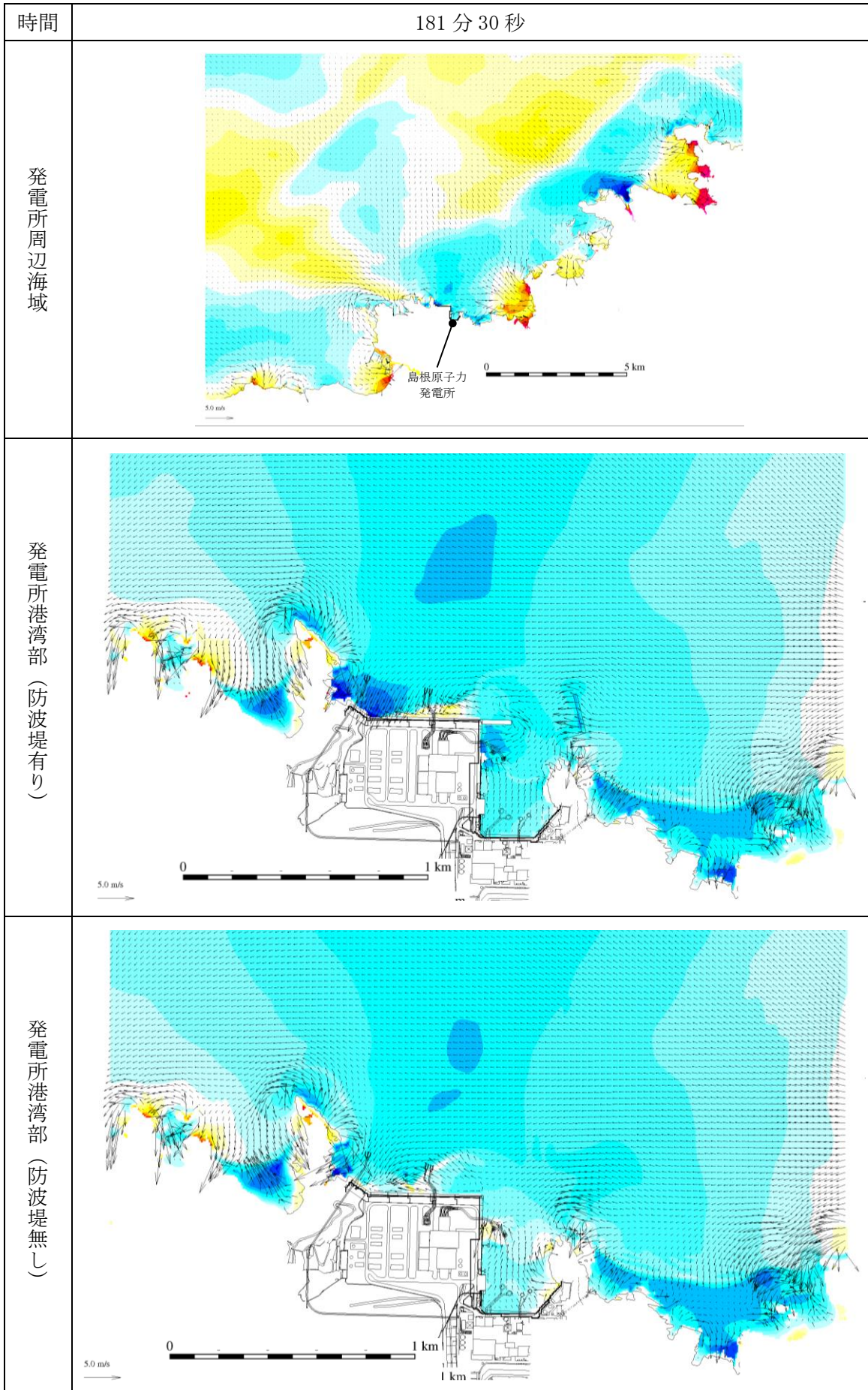


図 4. 2. 1. 4-11(1) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル

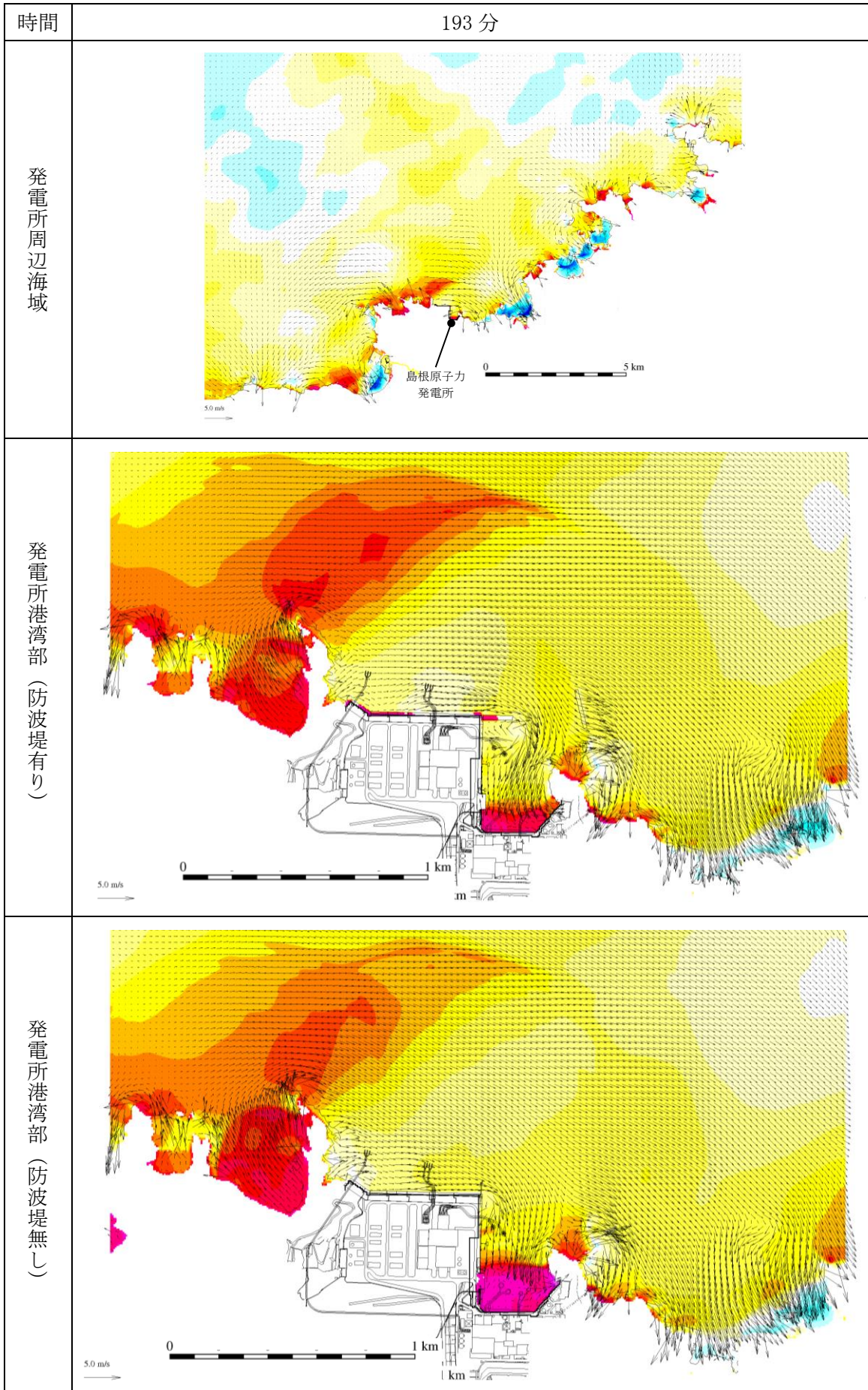


図 4. 2. 1. 4-11(2) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル

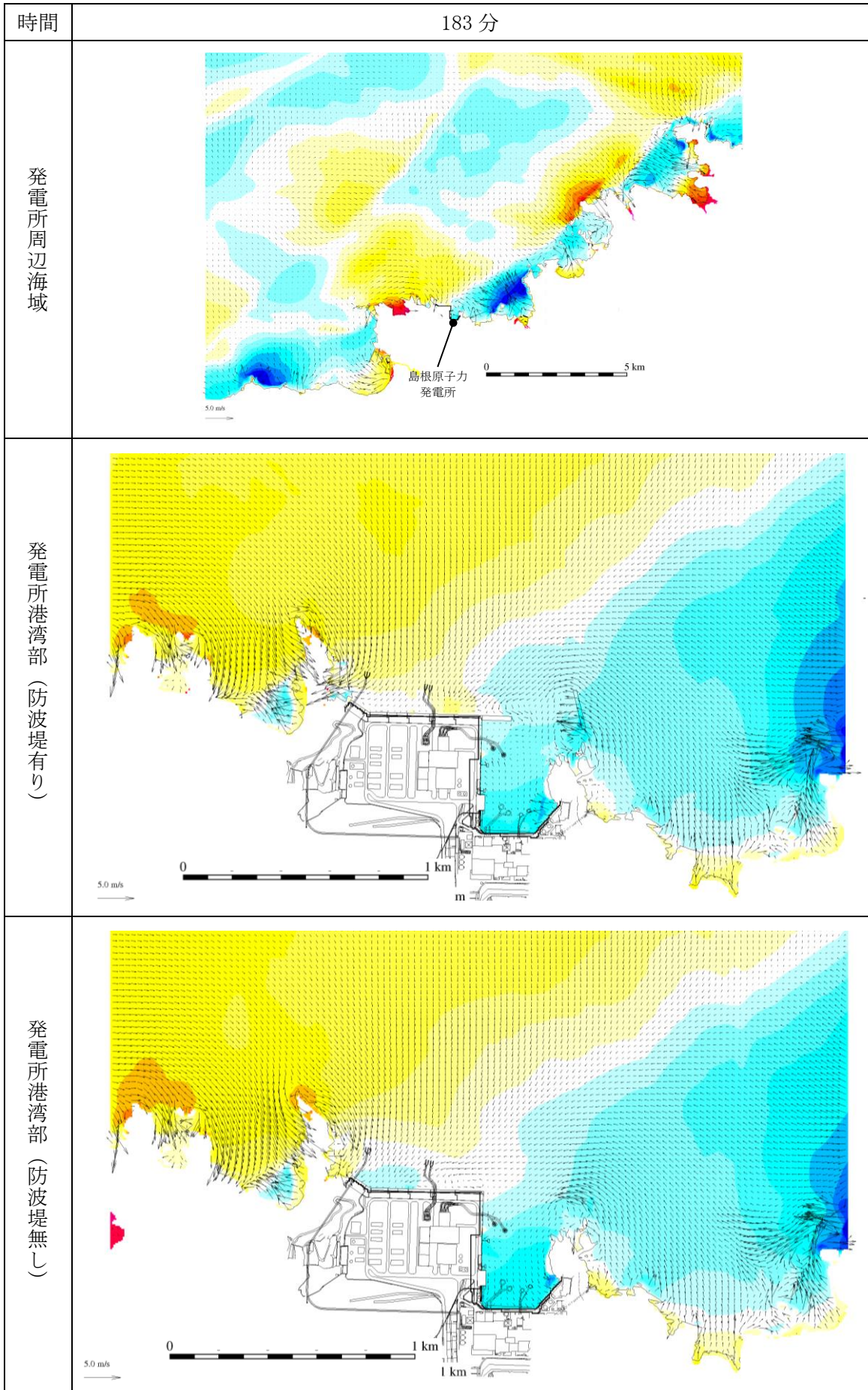


図 4. 2. 1. 4-11(3) 基準津波 1 の水位変動・流向ベクトル

①漁船

発電所周辺の漁港の漁船は、発電所沿岸及び沖合で操業する場合と漁港に停泊する場合、各々について評価した。

大津波警報発令時には、「災害に強い漁業地域づくりガイドライン（水産庁（平成24年3月））」において、沖合に退避すると記載されており、発電所沿岸及び沖合で操業する漁船は、津波来襲まで時間的に余裕のある日本海東縁部に想定される地震による津波に対して、沖合に退避すると考えられるが、航行不能となり漂流する可能性を考慮し、日本海東縁部に想定される地震による津波及び海域活断層から想定される地震による津波の各々に対して、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性を評価した。その結果を、表 4.2.1.4-7 に示す。

施設護岸から 500m 以内で操業する漁船は、添付資料 2 に示すとおり、施設護岸及び輪谷湾に到達すると評価した。ただし、その場合においても、図 4.2.1.4-5 に示すとおり、日本海東縁部に想定される地震による津波の取水口位置における入力津波高さ（引き波）は EL-6.5m であり、取水口呑口の高さは EL-9.5m と十分に低く、漁船は取水口上部の水面に留まることから、取水口に到達せず、海水ポンプに必要な通水性が損なわれることはない。さらに、万一、防波堤に衝突する等により沈降した場合においても、図 4.2.1.4-5 に示す取水口呑口の断面寸法並びに非常用海水冷却系に必要な通水量及び漁船の寸法から、その接近により取水口が閉塞し、非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水管の通水性に影響を及ぼさないと評価した。

海域活断層から想定される地震による津波に対しては漂流物となり、輪谷湾に面する津波防護施設の EL 4.2m 以下の部分に到達する可能性がある。ただし、漂流した場合においても、日本海東縁部に想定される地震による津波と同様に取水口が閉塞し、非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水管の通水性に影響を及ぼさないと評価した。

一方、施設護岸から 500m 以遠で操業する漁船は、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性は十分に小さいと評価した。

周辺漁港に停泊する漁船については、発電所から最も近くても 1km 離れており、上述したとおり施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性はないと評価した。

表 4.2.1.4-7 発電所沿岸及び沖合で操業する漁船の施設護岸及び輪谷湾への到達可能性

漁船の種類	施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性	
	日本海東縁部に想定される地震による津波	海域活断層から想定される地震による津波
周辺漁港で停泊している漁船	基準津波の流向・流速ベクトルの評価の結果、施設護岸及び輪谷湾に到達しない（添付資料 2 参照）。	基準津波の流向・流速ベクトルの評価の結果、施設護岸及び輪谷湾に到達しない（添付資料 2 参照）。
500m 以遠で操業する漁船	基準津波の流向・流速ベクトルの評価の結果、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性は十分に小さい（添付資料 2 参照）。	基準津波の流向・流速ベクトルの評価の結果、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性は十分に小さい（添付資料 2 参照）。
500m 以内で操業する漁船	施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性がある。	入力津波高さは EL 4.2m であり、津波防護施設の EL 4.2m 以下の部位及び輪谷湾に到達する可能性がある。

②船舶（発電所前面海域を航行する船舶）

発電所前面海域を航行する船舶としては、発電所から 3.5km 以内において漁船、プレジャーボート（総トン数 30 トン程度の比較的小型の船舶）が、発電所から 3.5km 以遠において巡視船、引き船、タンカー、貨物船、帆船（総トン数 100 トン以上の比較的大型の船舶）が確認された。海上保安庁への聞取調査結果より、発電所から 3.5km 以内を航行する漁船、プレジャーボートについても、発電所から約 2km 離れた沖合を航行していることを確認した。

基準津波による水位変動は、基準津波の策定位置（発電所沖合 2.5km 程度）において、2m 程度であり、図 4.2.1.1-8 に示す 3km, 5km の地点 4~9 の軌跡解析の結果からも、3 km 以遠を航行する船舶は、津波によりほぼ移動しないことが確認される。これら航行中の船舶は、津波来襲への対応が可能であり、漂流物にならないと考えられるが、施設護岸及び輪谷湾へ到達する可能性について評価した。基準津波の流向・流速等の分析を踏まえ評価した結果を、添付資料 2 に示す。発電所沖合から発電所方向への連続的な流れはなく、発電所前面海域を航行中の船舶が、施設護岸及び輪谷湾に到達することはない。

③定置網

基準津波の流向・流速等の分析を踏まえ評価した上述の結果から、定置網を設置した海域から発電所方向への連続的な流れはなく、定置網が施設護岸及び輪谷湾へ到達することはない。

④作業船

(1) a. ②作業船における評価に示したとおり、日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急退避に係る手順を整備し、緊急退避の実効性を確認することから漂流物とならない。一方、海域活断層に想定される地震による津波に対しては、緊急退避できず漂流する可能性があるため、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性を評価した。①漁船に示したとおり、作業船は港湾外周辺で作業することから、施設護岸に到達すると評価した。また、輪谷湾に設置する取水口に対する到達可能性については、輪谷湾はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、取水口に到達せず、海水ポンプに必要な通水性が損なわれることはないと評価した。

図 4.2.1.3-2 に示す漂流物の選定・影響確認フローに基づき、取水性への影響を評価した結果を表 4.2.1.4-8 に示す。

表 4.2.1.4-8(1) 漂流物評価結果（発電所構外海域）

No.	分類	名称	設置箇所	Step1 (漂流する可能性)	Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
①	船舶	漁船	片向漁港（停泊）	<p>漂流する可能性があるものとして、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。</p> <p>大津波警報発令時には、「災害に強い漁業地域づくりガイドライン（水産庁（平成24年3月））」において、沖合に退避すると記載されており、津波来襲まで時間的に余裕のある日本海東縁部に想定される地震による津波に対して、沖合に退避すると考えるが、航行不能になることを想定し、漂流する可能性があるものとして、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。</p> <p>海域活断層から想定される地震による津波に対しては、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。</p>	<p>【判断基準:g】 流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはなく、施設護岸及び輪谷湾に到達しない。なお、港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所の港湾内に設置する取水口に到達しないと評価。</p>	-	III
			手結漁港（停泊）				
			恵曇漁港（停泊）				
			御津漁港（停泊）				
			大芦漁港（停泊）				
			施設護岸から500m以内（操業）	<p>大津波警報発令時には、「災害に強い漁業地域づくりガイドライン（水産庁（平成24年3月））」において、沖合に退避すると記載されており、津波来襲まで時間的に余裕のある日本海東縁部に想定される地震による津波に対して、沖合に退避すると考えるが、航行不能になることを想定し、漂流する可能性があるものとして、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。</p> <p>海域活断層から想定される地震による津波に対しては、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。</p>	<p>【判断基準:h】 漂流した場合においても、取水口上部の水面に留まることから、取水口に到達しない。</p>	<p>【判断基準:i】 万一、防波堤に衝突する等により沈降した場合においても、漁船の最大規模は約3トン（総トン数）であり、大きさは約10トンの作業船より小さく、取水口の取水面積は十分に大きいことから、取水口を閉塞する可能性はない。</p>	III
			施設護岸から500m以遠（操業）	<p>大津波警報発令時には、「災害に強い漁業地域づくりガイドライン（水産庁（平成24年3月））」において、沖合に退避すると記載されており、津波来襲まで時間的に余裕のある日本海東縁部に想定される地震による津波に対して、沖合に退避すると考えるが、航行不能になることを想定し、漂流する可能性があるものとして、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。</p> <p>海域活断層から想定される地震による津波に対しては、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。</p>	<p>【判断基準:g】 流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはなく、輪谷湾に到達する可能性は十分小さい。なお、港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所の港湾内に設置する取水口に到達しないと評価。</p>	<p>【判断基準:g】 流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはなく、輪谷湾に到達する可能性は十分小さい。なお、港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所の港湾内に設置する取水口に到達しないと評価。</p>	III

表 4.2.1.4-8(2) 漂流物評価結果（発電所構外海域）

No.	分類	名称	設置箇所	Step1 (漂流する可能性)	Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
②	船舶	漁船	前面海域（航行）	海上保安庁への聞取調査結果より発電所から約2km以上離れた沖合を航行しており、基準津波の策定位置（発電所沖合2.5km程度）において、2m程度の水位変動である。津波来襲への対応が可能であり、漂流物とならないと考えられるが、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。	【判断基準:g】 流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはなく、施設護岸及び輪谷湾に到達しない。なお、港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所の港湾内に設置する取水口に到達しないと評価。	-	III
		プレジャーボート					
		巡視船					
		引き船					
		タンカー					
		貨物船					
帆船							
③	漁具	定置網	前面海域	漂流する可能性があるものとして、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。	【判断基準:g】 流向・流速ベクトルから発電所方向への連続的な流れはなく、施設護岸及び輪谷湾に到達しない。なお、港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所の港湾内に設置する取水口に到達しないと評価。	-	III
		作業船	港湾外周辺	日本海東縁部に想定される地震による津波に対しては、緊急退避に係る手順を整備し、緊急退避の実効性を確認する。 一方、海域活断層に想定される地震による津波に対しては、緊急退避できず、漂流する可能性があることから、施設護岸及び輪谷湾に到達する可能性について評価する。	【判断基準:g】 港湾部はその形状から、押し波後はすぐに引き波に転じることから、発電所の港湾内に設置する取水口に到達しないと評価。	-	III

b. 発電所構外陸域における評価

調査範囲内にある港湾施設として挙げられた片句（かたく）漁港，手結（たゆ）漁港，恵曇（えとも）漁港，御津（みつ）漁港周辺及び大芦（おわし）漁港に家屋，車両等が確認された。

発電所構外陸域における漂流物調査結果を表 4.2.1.4-9，図 4.2.1.4-12 に示す。

表 4.2.1.4-9 漂流物調査結果

漁港周辺	漂流物調査結果*
片句（かたく） 漁港周辺	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋：94 戸 ・車両：約 17 台 ・灯台：3 基 ・タンク：1 基
手結（たゆ） 漁港周辺	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋：174 戸 ・車両：約 40 台 ・灯台：1 基
恵曇（えとも） 漁港周辺	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋：525 戸 ・車両：約 241 台 ・灯台：4 基 ・工場：9 棟 ・タンク：3 基
御津（みつ） 漁港周辺	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋：152 戸 ・車両：約 133 台 ・工場：4 棟 ・灯台：4 基 ・タンク：1 基
大芦（おわし） 漁港周辺	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋：271 戸 ・車両：約 215 台 ・工場：4 棟 ・灯台：1 基 ・タンク：1 基

注記*：現地調査及び聞き取り調査により漂流物を抽出。
家屋の数量については，現地調査及び自治体関係者への聞き取り調査で確認した世帯数を記載。車両の数量については，現地における目視調査により確認した漁港周辺への駐車可能台数（駐車可能面積と一般的な車両の大きさから推定）を記載（発電所構外陸域の漂流物調査は漁港周辺の漂流物の種類を明確にすることを目的としており，家屋や車両の数量については，規模感を示すため，世帯数及び駐車可能台数を記載）。



図 4.2.1.4-12 発電所構外陸域における漂流物調査結果

① 家屋・車両等

家屋・車両等は漁港周辺に存在しており、津波が遡上して仮に漂流物となった場合においても、a. 発電所構外海域における評価の①漁船に示したとおり、基準津波の流向・流速を踏まえると、施設護岸及び輪谷湾に到達する漂流物とはならないと評価する（添付資料 2 参照）。

これより、基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備等について、非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水管の通水性に影響を与えることがないことを確認した。表 4.2.1.4-10 に評価結果を示す。

表 4.2.1.4-10 漂流物評価結果（発電所構外陸域）

No.	分類	名称	設置箇所	Step1 (漂流する可能性)	Step2 (到達する可能性)	Step3 (閉塞する可能性)	評価
①	家屋・ 車両等	<ul style="list-style-type: none"> ・家屋 ・車両 ・灯台 ・タンク 	片句漁港 周辺	<p>津波が遡上することを仮 定し、漂流する可能性が あるものとして、施設護 岸及び輪谷湾に到達する 可能性について評価す る。</p>	<p>【判断基準:g】 流向・流速ベクトルから発電所方向 への連続的な流れはなく、施設護岸 及び輪谷湾に到達しない。なお、港 湾部はその形状から、押し波後はす ぐに引き波に転じることから、発電 所の港湾内に設置する取水口に到達 しないと評価。</p>	-	III
			手結漁港 周辺				
		<ul style="list-style-type: none"> ・家屋 ・車両 ・灯台 ・工場 ・タンク 	恵曇漁港 周辺				
			御津漁港 周辺				
		<ul style="list-style-type: none"> ・家屋 ・車両 ・灯台 ・工場 ・タンク 	大芦漁港 周辺				

(3) 漂流物に対する取水性への影響評価

発電所周辺を含め、基準津波により漂流物となる可能性がある施設・設備について、漂流（滑動を含む）する可能性、2号機取水口に到達する可能性及び2号機取水口が閉塞する可能性についてそれぞれ検討を行い、原子炉補機冷却海水系及び高压炉心スプレイ補機冷却海水系の取水性に影響を及ぼさないことを確認した。輪谷湾に到達すると評価した漂流物のうち漁船については、操業区域及び航行の不確かさがあり、取水性への影響について不確かさを考慮した評価を行う。不確かさを考慮した漂流物として総トン数19トンの漁船（船の長さ17.0m、船の幅4.3m、喫水2.2m*）を設定した場合においても、漁船は取水口上部の水面に留まることから、深層取水方式である取水口に到達せず、万一、防波堤に衝突する等により沈降した場合においても、図4.2.1.4-5に示す取水口呑口の断面寸法並びに非常用海水冷却系に必要な通水量及び漁船の寸法から、その接近により取水口が閉塞し、非常用海水冷却系に必要な取水口及び取水管の通水性に影響を及ぼさないことを確認した。

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

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

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

注記*：津波漂流物対策施設設計ガイドライン（平成26年3月）より船型20トンの漁船の諸元から設定

(4) 津波防護施設等に対する漂流物の選定

漂流物による影響としては、取水性への影響の他に「津波防護施設、浸水防止設備に衝突することによる影響（波及的影響）」があり、2号機における同影響を考慮すべき津波防護施設としては、基準津波が到達する範囲内に設置される防波壁、防波壁通路防波扉が挙げられる。

本設備に対して衝突による影響評価を行う対象漂流物及びその衝突速度は、「4.2.1.4 取水性に与える影響の評価」の評価プロセス、津波の特性、施設・設備の設置位置を踏まえ、設定する。