

## 土運船等の港湾内での錨泊について

## 1. 概要

土運船は、浚渫作業中は浚渫船に係留されており、作業中に基準津波が発生した場合は浚渫船同様に緊急退避が困難であることから、作業現場において錨泊することになる。また、海況が荒れている場合や夜間・休日等の作業を実施しない間は、土運船を港湾内の流況が穏やかな場所に錨泊させることを基本としており、そのときに基準津波が発生した場合は、当該場所において錨泊することになる。作業現場及び港湾内での錨泊については、各船舶が互いに係船した状態となる。

本資料では、海況が荒れている場合等の港湾内での土運船錨泊時における係留機能を基準津波に対して維持するのに必要な、常設型のコンクリート製アンカブロックについて検討する。この際、運用上考えられる土運船と他の船舶との係船状態を考慮し、津波の影響を最も受けると考えられる係船組合せを代表として評価する。

なお、錨泊時の係船状態やアンカーの組合せについては、現場での安全性や作業性を考慮し変更する可能性があるが、その際は漂流物化させないために必要な仕様のアンカーを再選定することとする。

## 2. 評価

## (1) 土運船、係船する船舶及び係船設備の仕様と錨泊状態

土運船、土運船に係船する船舶として曳船と揚錨船の外形図をそれぞれ図 4.2-添 1-1・図 4.2-添 1-2・図 4.2-添 1-3 に、錨泊状態を図 4.2-添 1-4 に、土運船と、曳船、揚錨船、及び係船設備の仕様の概要等を表 4.2-添 1-1 に示す。また、揚陸栈橋周辺海域の基準津波最大流速を確認するため、図 4.2-添 1-5 以降に基準津波 1～3 の防波堤あり・なしについて、それぞれ最大流速コンター図を示す。なお、土運船は浚渫作業中 2 隻が運用され、曳船・揚錨船はそれぞれ 1 隻である。

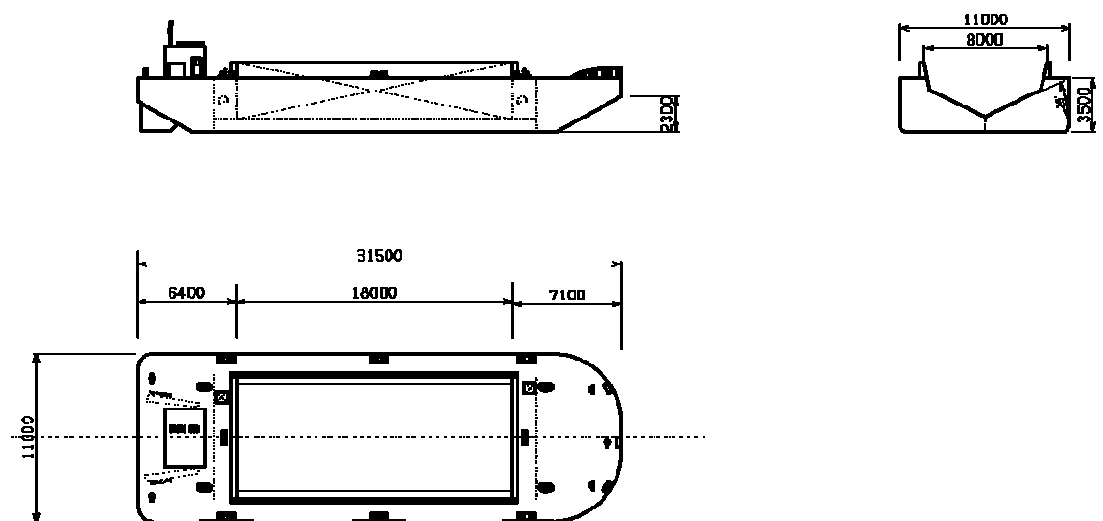


図 4.2-添 1-1 土運船の外形図

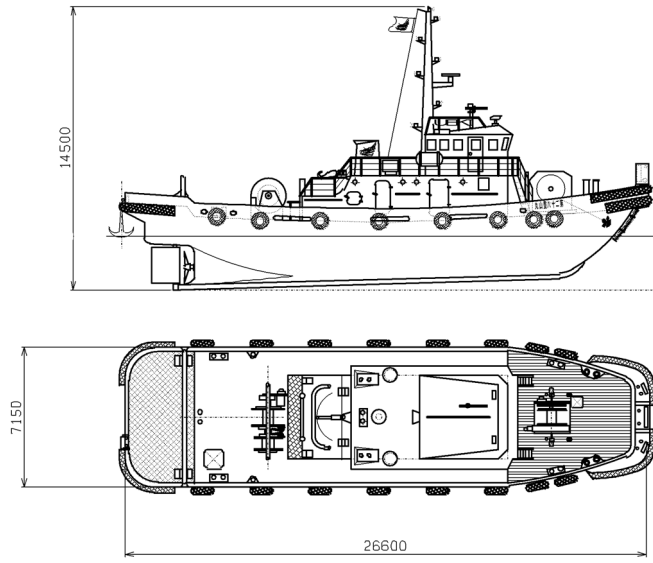


図 4.2-添 1-2 曳船の外形図

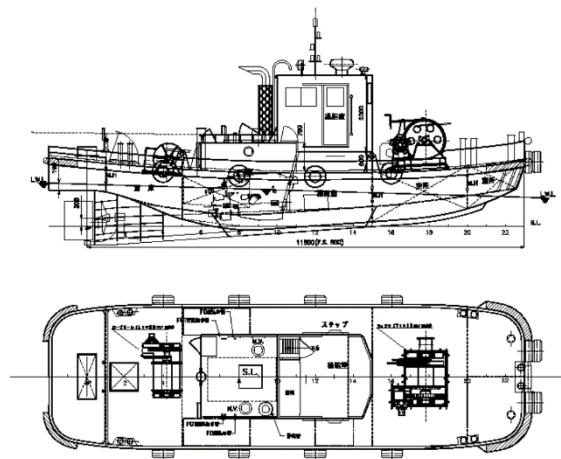


図 4.2-添 1-3 揚錨船の外形図

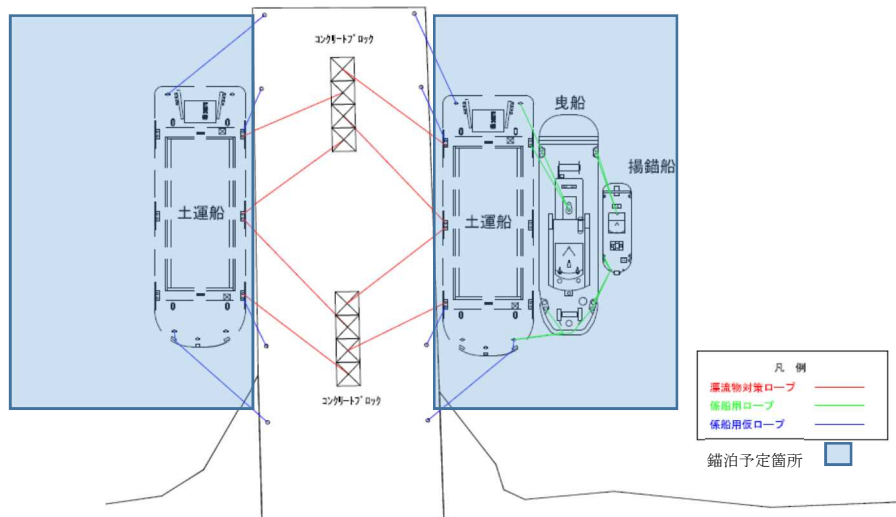


図 4.2-添 1-4 土運船 揚陸棧橋への錨泊状態 (例)

表 4.2-添 1-1 土運船, 曳船及び係船設備の仕様表

項目		仕様
土運船	全長	31.50m
	幅	11.00m
	喫水(計画)	2.66m
曳船	全長	26.60m
	幅	7.15m
	喫水	3.00m
揚錨船	全長	11.50m
	幅	3.80m
	喫水	1.70m
アンカー	型式	コンクリート製ブロック重り
	寸法	LWH=3.0m×3.0m×1.5m (分割式)
	重さ	約 32.4t/個 (全約 259t)
	数量	8 個
	設置位置	揚陸栈橋上
係船ロープ	種類	樹脂製ロープ
錨泊概要	錨泊予定位置	揚陸栈橋南側及び北側
	評価流速	2.5m/s (基準津波 1～3 の最大流速コンター図より)

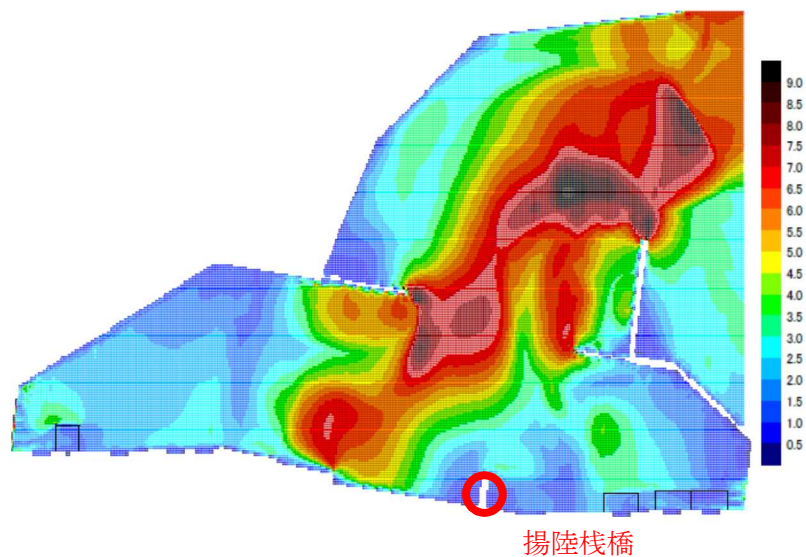


図 4.2-添 1-5 基準津波 1 防波堤あり 12hrs 最大流速コンター図

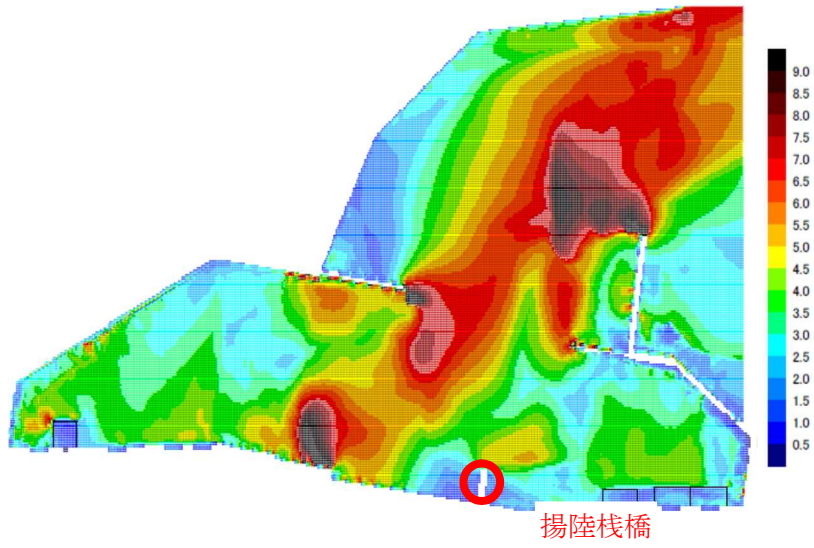


図 4.2-添 1-6 基準津波 2 防波堤あり 12hrs 最大流速コンター図

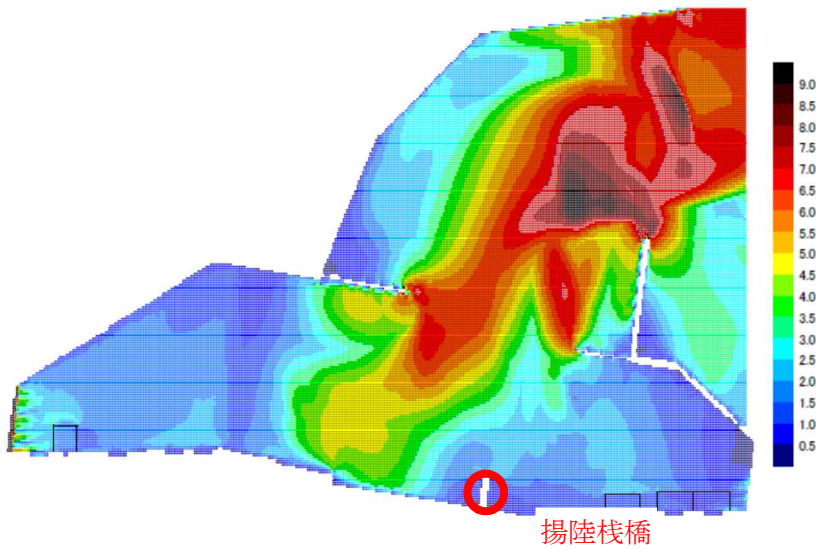


図 4.2-添 1-7 基準津波 3 防波堤あり 12hrs 最大流速コンター図

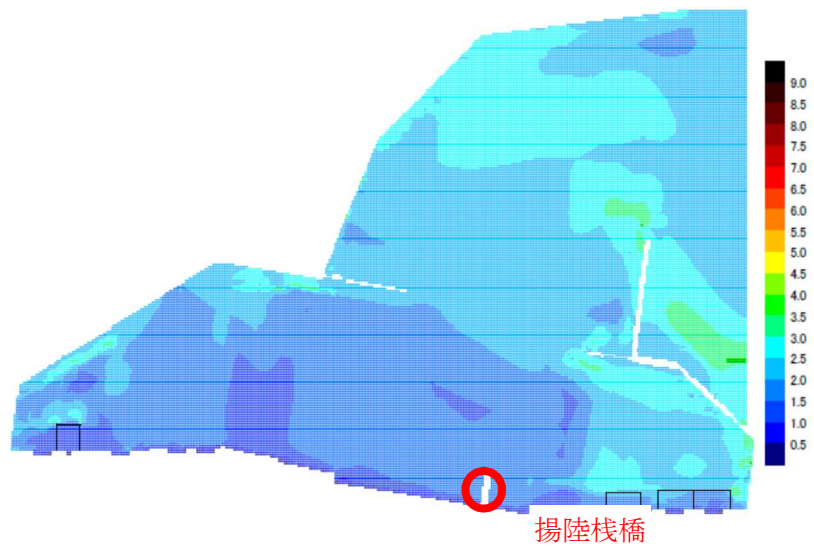


図 4.2-添 1-8 基準津内 1 防波堤なし 12hrs 最大流速コンター図

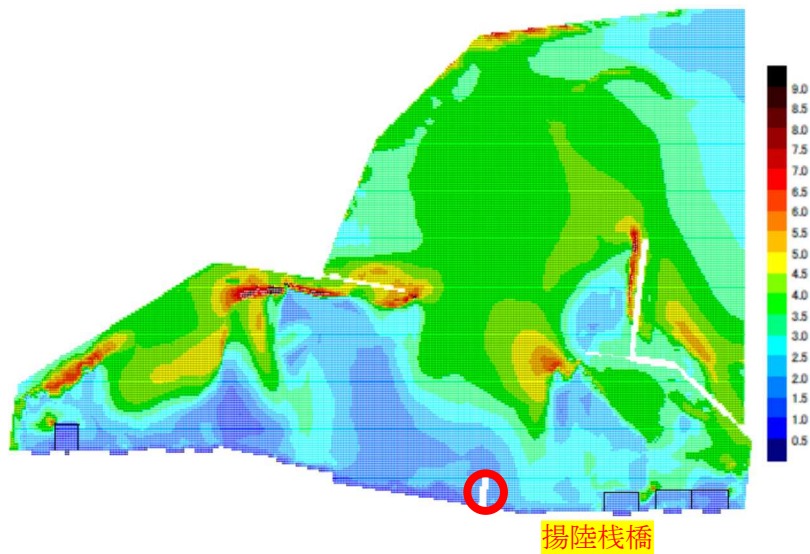


図 4.2-添 1-9 基準津波 2 防波堤なし 12hrs 最大流速コンター図

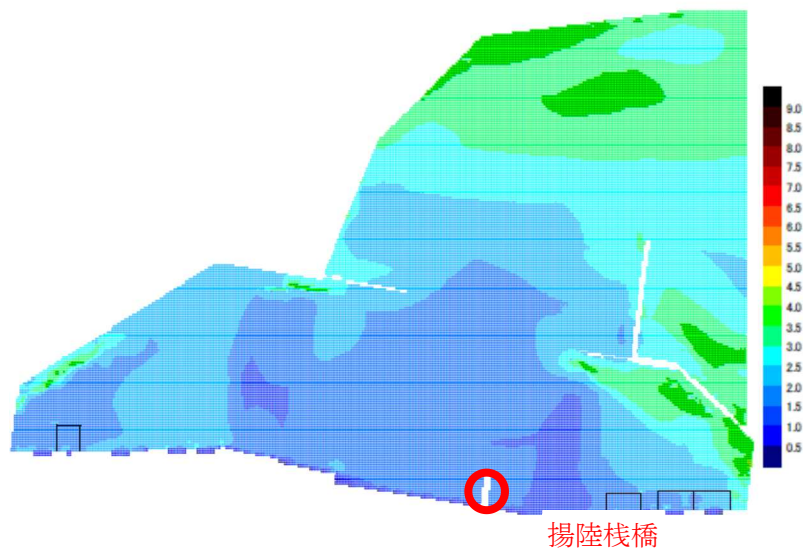


図 4.2-添 1-10 基準津波 3 防波堤なし 12hrs 最大流速コンター図

## (2) アンカーブロックの評価

船舶群に係る基準津波による流体力に対抗するアンカーブロックの耐力について、以降に評価する。

なお、アンカーブロックは揚陸栈橋上に設定するため、評価は地震により揚陸栈橋が崩落した場合の、アンカーブロックが海中に沈んだ状態以降について実施することとする。また、地震によって揚陸栈橋が崩落せず、アンカーブロックが地上に残った場合については、アンカーブロック自体に働く流体力、また浮力について考慮不要となることから、保守的に海中でのアンカーブロックの滑動有無の評価を持って地上での滑動評価に代えることとする。

●流れによる設計流速

海底から高さ 1m の設計流速  $U_c(z)$  は、海表面流速よりは遅いと考えるが、本評価においては保守的に錨泊位置海表面の流速と同等とする。

$$U_R = 2.5 \text{ [m/s]}$$

$$U_c(z) = 2.5 \text{ [m/s]}$$

$U_R$  : 海表面の流速 (基準津波を参照した評価位置最大流速)[m/s]

$U_c(z)$  : 海底からの高さ 1[m]における設計流速[m/s]

●アンカーブロックに働く流体力の算定<sup>1)</sup>

基準津波による流体力については、アンカーブロック設置状況から流れのみを考慮する場合を想定して算定する。

$$F_W = (1/2) \rho_0 C_D A U^2$$

$F_W$  : 抗力[kN]

$\rho_0$  : 海水の密度[t/m<sup>3</sup>]

$C_D$  : 抗力係数[1.08]

$U$  : 水平流速[m/s]

$A$  : 流れ方向の射影面積[m<sup>2</sup>]

$$\begin{aligned} F_W &= (1/2) \times 1.03 \times 1.08 \times 4.50 \times 2.5^2 \\ &\doteq 15.64 \text{ [kN]} \end{aligned}$$

以上より、海底に設置したコンクリート製のアンカーブロックに働く流体力  $F_W$  は 15.64kN となる。

●土運船、曳船及び揚錨船に働く流圧力<sup>2)</sup>

土運船及び曳船に働く流圧力は、次の式により求めることが出来る。ここでは流圧力の受圧面積が最も大きくなる船の横軸方向の流れについて示す。なお、土運船、曳船及び揚錨船はそれぞれ、流圧力を受ける投影面積部分について考慮し、それぞれ算定した結果を合算する。

$$F_{Yc} = (1/2) \cdot C_{Yc} \cdot \rho_0 \cdot V_c^2 \cdot L_{BP} \cdot T$$

$C_{Yc}$  : 船体横軸方向流れ抗力係数 (横方向流圧力係数)

$\rho_0$  : 海水の密度[t/m<sup>3</sup>]

$V_c$  : 流速 (平均) [m/s]

$L_{BP}$  : 垂線間長[m]

- T : 喫水 (平均) [m]  
 F<sub>Yc</sub> : 船体横軸方向流圧力[kN]  
 F<sub>YcM</sub> : 土運船 船体横軸方向流圧力[kN]  
 F<sub>YcT</sub> : 曳船 船体横軸方向流圧力[kN]  
 F<sub>YcA</sub> : 揚錨船 船体横軸方向流圧力[kN]

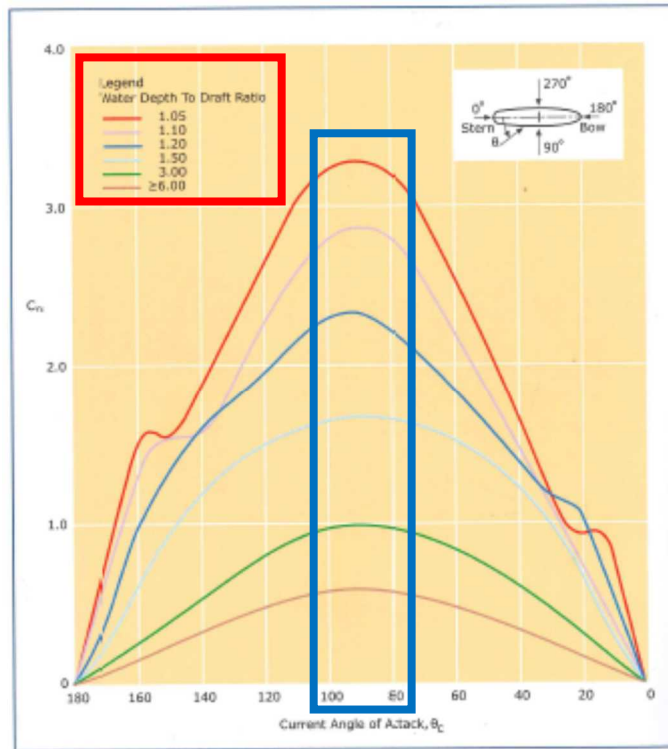


Figure A10: Lateral Current Drag Force Coefficient (C<sub>n</sub>) - Loaded Tanker

図 4.2-添 1-11 横方向流圧力係数[C<sub>Yc</sub>]

WD/T<sub>M</sub>=3.06 : 土運船, WD/T<sub>T</sub>=2.71 : 曳船, WD/T<sub>A</sub>=4.78 : 揚錨船

WD : Water Depth (水深)

T : Draft (喫水)

※WD/T の値によって赤枠内凡例の各グラフ上の青枠内の範囲 (船に対する流れの角度) から線形補間によって流向圧力係数を算定する

$$F_{YcM} = 1/2 \times 0.975 \times 1.03 \times 2.5^2 \times 31.5 \times 2.66$$

$$\approx 262.9 \text{ [kN]}$$

$$F_{YcT} = 1/2 \times 1.13 \times 1.03 \times 2.5^2 \times 26.6 \times (3.00 - 2.66)$$

$$\approx 32.9 \text{ [kN]}$$

$$F_{YcA} = 1/2 \times 0.20 \times 1.03 \times 2.5^2 \times 0.0 \times 0.0$$

$$= 0.0 \text{ [kN]}$$

以上より、土運船に働く基準津波による流れの流圧力  $F_{YcM}$  は 262.9kN、曳船の土運船喫水以深部分に働く基準津波による流れの流圧力  $F_{YcT}$  は 32.9kN となり、揚錨船に働く基準津波による流圧力  $F_{YcA}$  は 0.0[kN]のため、船舶に掛かる全流圧力  $F_{Yc}$  は、次の通り。

$$F_{Yc} = F_{YcM} + F_{YcT} + F_{YcA} = 262.9 + 32.9 + 0.0 = 295.8 \text{ [kN]}$$

#### ●浮力

アンカーブロックに係る浮力を考慮する。

$$F_L = \rho_0 \cdot g \cdot V_W$$

$F_L$  : 浮力[kN]

$\rho_0$  : 海水の密度[t/m<sup>3</sup>]

$g$  : 重力加速度[=9.80665m/s<sup>2</sup>]

$V_W$  : 対象の海水排除容積[m<sup>3</sup>]

$$\begin{aligned} F_L &= 1.03 \times 9.80665 \times 13.5 \\ &\approx 136.4 \text{ [kN]} \end{aligned}$$

以上より、海底に設置したコンクリート製のアンカーブロック一つに働く浮力  $F_L$  は 136.4kN となる。

#### ●海底に沈んだコンクリート製のアンカーブロックに作用する力

考慮する力は、土運船及び土運船に係船する船舶に作用する基準津波による流圧力  $F_{Yc}$ 、アンカーブロックに作用する流圧力  $F_W$ 、アンカーブロックに作用する浮力  $F_L$ 、アンカーブロックに作用する重力  $Mg$ 、以上の力が作用することにより、アンカーブロックと海底面の間に生じる摩擦力  $F_N$  がある。

以下にアンカーブロック等に作用する力の関係を図 4.2-添 1-12 及び図 4.2-添 1-13 に概略図として示す。



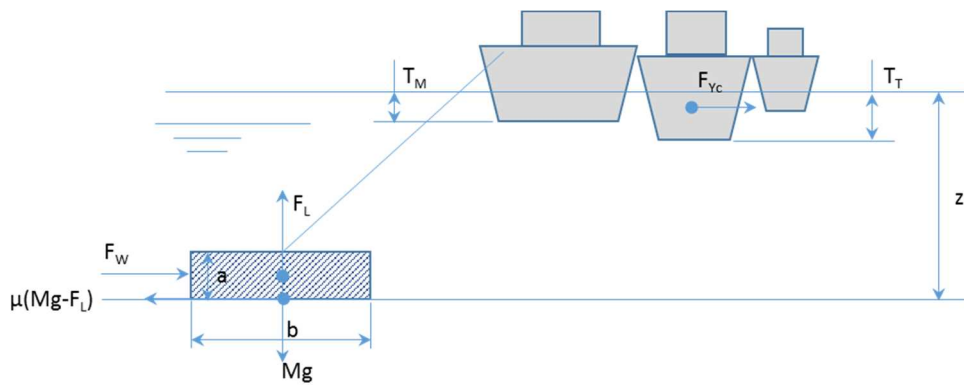


図 4.2-添 1-12 作用する力の関係イメージ（縦断面）

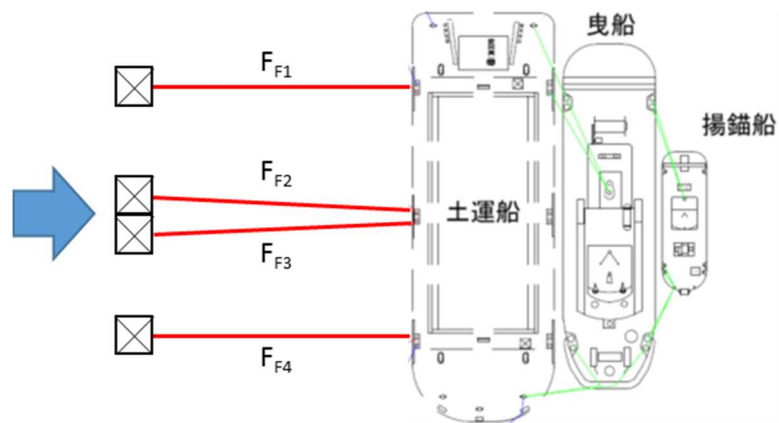


図 4.2-添 1-13 作用する力の関係イメージ（平面）

係船ロープに掛かる力と土運船に掛かる流圧力の関係は次の通り。

$$F_{Yc} = F_{F1} + F_{F2} + F_{F3} + F_{F4}$$

$F_F$  : 係船ロープに掛かる引張力[kN]

評価を簡易にするために、

$$F_F = F_{F1} = F_{F2} = F_{F3} = F_{F4}$$

と仮定すると、

$$F_{Yc} = 4F_F$$

$$F_F = 1/4 \times 295.8$$

$$\approx 74.0 \text{ [kN]}$$

以上より、係船ロープ 1 本に掛かる引張力  $F_F$  は 74.0kN になる。

コンクリート製のアンカーブロックに掛かる荷重の合計が静止摩擦力よりも大きくなるとアンカーブロックは滑動することから、土運船等が流されないようにするためには次式が成立する必要がある。

$$F_N / (F_F + F_W) > 1.2^{1)}$$

$$\begin{aligned} F_N &= \mu (Mg - F_L) \\ &= 0.6 \times (32.4 \times 9.80665 - 136.4) \\ &\doteq 108.8 [\text{kN}] \end{aligned}$$

$F_N$  : コンクリートブロックアンカーに作用する摩擦力[kN]  
 $\mu$  : 海底の砂礫とコンクリートブロック間の静止摩擦係数[0.6]<sup>1)3)</sup>  
 $M$  : コンクリートブロックアンカーの質量[kg]  
 $g$  : 重力加速度[m/s<sup>2</sup>]

$$108.8 \div (74.0 + 15.64) \doteq 1.21 > 1.2$$

以上より、コンクリート製ブロックアンカーのサイズを LWH=3.0 m×3.0 m×1.5 m として 4 つ設定することで基準津波による船体横軸方向の流れ 2.5m/s に対して漂流物化しない。

### 3. 結論

土運船等が揚陸棧橋で全 129.6t のアンカーブロックに係船している時、評価流速が 2.5m/s の津波が襲来しても、漂流物化することはない。

#### 【参考文献】

- 1) 水産庁 漁港・漁場の施設の設計参考図書 第三部 漁場 第15編 魚礁
- 2) OCIMF Mooring Equipment Guidelines 3<sup>rd</sup> Edition
- 3) 関田・西村・鳥井 多点係留ブイバースの設計 新日鉄技法第350号(1993)

### 鉄筋コンクリート建屋漂流有無に係る評価

#### (1) 概要

評価対象として抽出した建屋の密度評価は、基本的に気相部と固相部についての体積を求めて重量を除することで、密度を計算している。計算においては、ドアや窓等の開口部の上端から天井までの空間に空気の層が残り、浮力として作用することも考慮している。

#### (2) 計算の概要

竣工図等の図面を参考に、建屋の壁、床、天井について、体積及び重量を計算し、それらを合計することで全体積、建屋重量を算出している。(1)に記載しているように、体積については、図 4.2-添 2-1 に示すイメージ図のように空気の層が残ると仮定し、空気の層の体積を加算している。また、建屋重量を保守的に設定するため以下【建屋重量の保守的な設定について】に基づき算出を行っている。評価結果を図 4.2-添 2-2, 3 に示す。

##### 【建屋重量の保守的な設定について】

- ・ 建屋内部の設置物については、重量として考慮しない
- ・ ドア等の開口部については、その開口部長さ分の壁がないものとして重量を計算
- ・ 天井部の梁等についても、重量として考慮しない

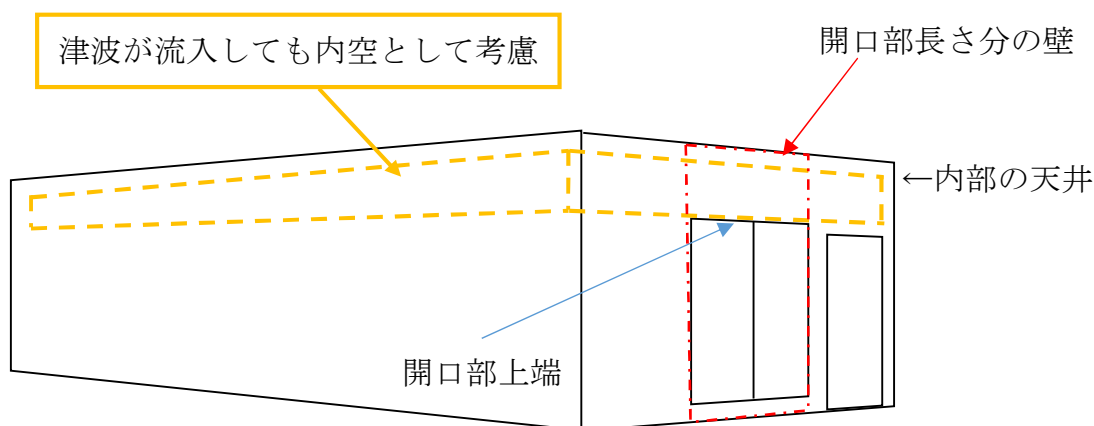


図 4.2-添 2-1 開口部から鉄筋コンクリート建屋内部に津波が流入しても内空として考慮する空間のイメージ図

・ 6/7 号機取水電源室

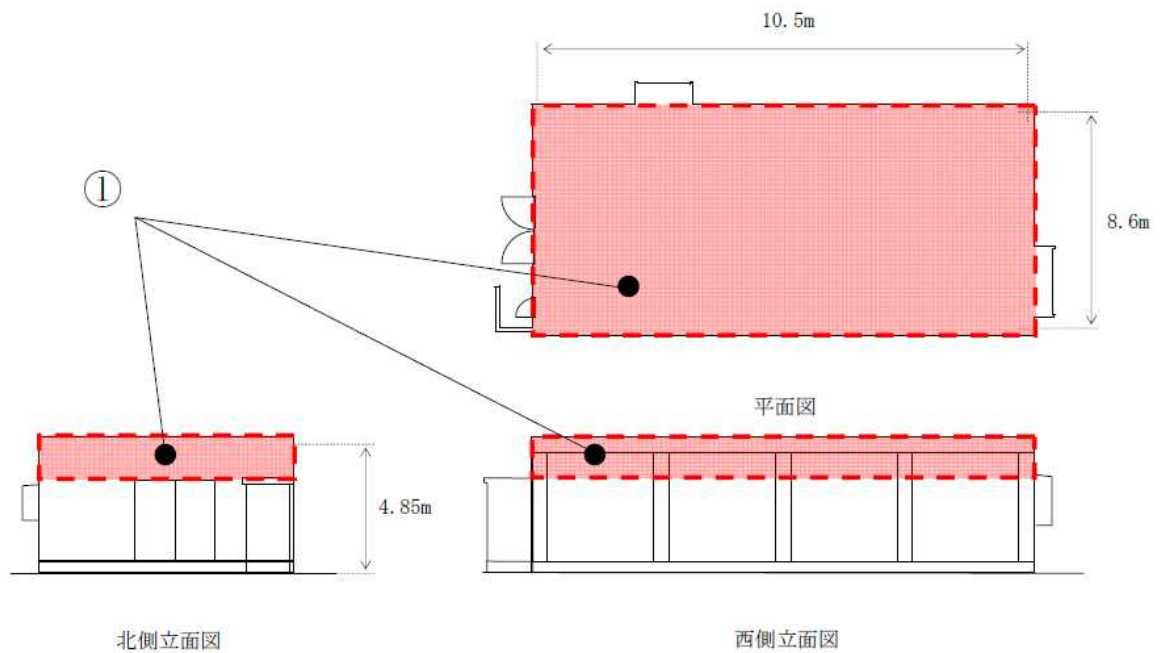


図 4.2-添 2-2 6/7 号機取水電源室

密度算定方法	②重量[t]	③体積[m <sup>3</sup> ]	④除外体積[m <sup>3</sup> ]	容器密度[t/m <sup>3</sup> ]
積荷なし	図面等	①+固相部体積	なし	②÷③

分類	図中番号	部位	体積算定方法
気相部	①	6/7 号機取水電源室 (天井部空間)	図面等より
固相部	—	建屋の壁, 床, 天井	

< 密度算定 (6/7 号機取水電源室) >

密度算定方法	体積[m <sup>3</sup> ]	重量[t]	容器密度[t/m <sup>3</sup> ]
	①	②	
積荷なし	163.55	484.79	1.29

図 4.2-添 2-3 6/7 号機取水電源室の密度算定方法, 体積算定方法, 及び算定結果について

## 車両密度評価の詳細について

### 1.1 概要

評価対象として抽出した車両の密度評価は、基本的に気相部と固相部についての体積を求めて車両重量を除することで、保守性を確保できる密度となるようにした。また、一部の車種については、退避時気相部開放運用を実施しない場合と実施した場合とについて密度を算定することで、退避時気相部開放運用の有効性を確認している。

評価の流れは以下に示すとおりであり、「2. 個別詳細評価」に車種ごとの密度評価詳細について、車両の例を用いて示す。

#### (1) 気相部体積の算出

運転席、荷室、タイヤ、燃料タンク、エアタンク及びその他タンクについては、ある程度の密閉性があり、車両が水没した状態であってもしばらくの間気相部を維持すると考えられることから、気相部としてその体積を考慮する。

体積の算定方法としては、仕様書（カタログデータ）等に容量の記載があるものについては当該容量を体積として設定する。上記データがないものについては、図面測定を実施し、体積を算出する。

#### (2) 固相部体積の算出

車両重量が既知であるため、部材の密度が算出できれば部材の体積が算出できる。ここで、部材の密度については、鉄以外の構成要素が比較的多いアルミウイング付トラックの場合でも鉄の重量構成が約 68%であること<sup>1)</sup>を踏まえ、鉄の密度の 65% ( $7.85 \times 65\% = 5.10$  [t/m<sup>3</sup>]) として設定した。

なお、「2. 個別詳細評価」においては、より保守的な評価として、部材密度を鉄の 50%の密度として算出した結果も参考評価として併せて示す。

#### (3) 車両密度の算出

退避時気相部開放運用を実施しない場合は、車両重量を上記(1)と(2)を合計した体積で除することで車両密度を算出する。

退避時気相部開放運用を実施する場合は、車両重量を上記(1)の気相部体積のうち運転席及び荷室の体積を除いた体積と(2)の体積とを合計した体積で除することで車両密度を算出する。

<sup>1)</sup> 山本ほか(2010);トラックの軽量化と材料技術の動向,軽金属論文集 第60巻 第11号,P.578-584

2. 個別詳細評価

2.1 小型建設用車両

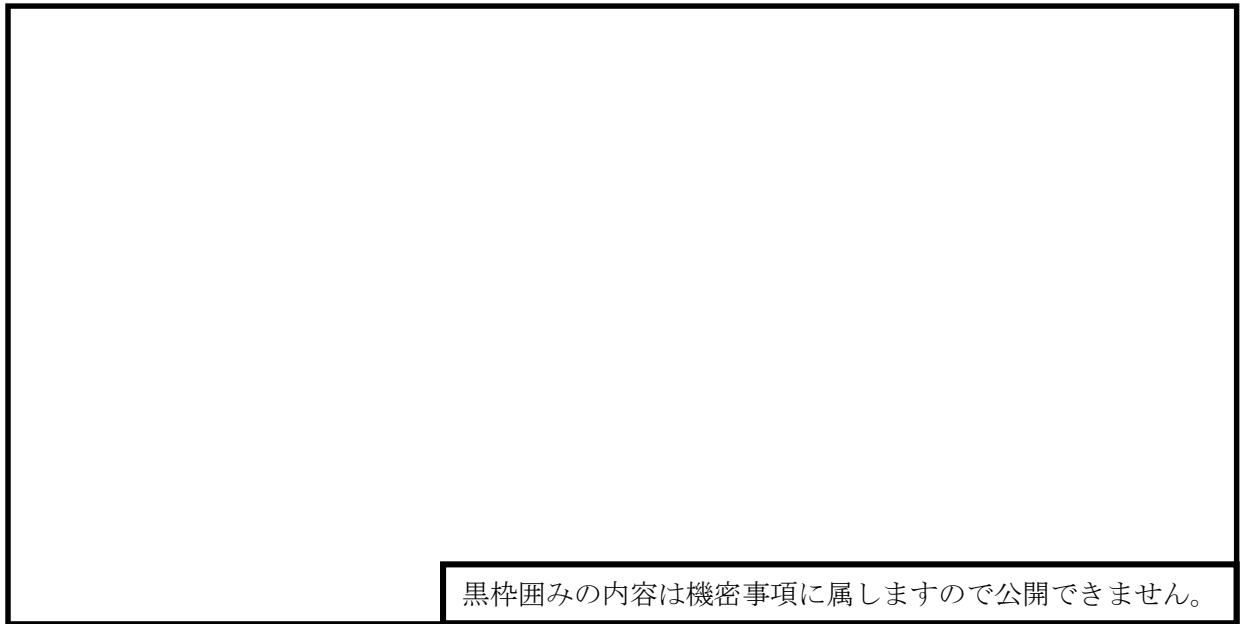


図 4.2-添 3-1 スキッドローダーの構造例

図 4.2-添 3-2 高所作業車の構造例

密度算定方法	③車両重量[t]	④部材密度[t/m <sup>3</sup> ]	⑤体積[m <sup>3</sup> ]	⑥除外体積[m <sup>3</sup> ]	車両密度[t/m <sup>3</sup> ]
気相部開放無	車検証等	7.85×0.65	①+②+③÷④	なし	③÷⑤

分類	図中番号	部位	体積算定方法
気相部	①	タイヤ	仕様書等より
	②	燃料タンク	仕様書等より
固相部	—	ボディ, キャビン, パワートレイン, 架装等	(車両重量) ÷ (鉄の密度×0.65)

<密度算定の例 (スキッドローダー) >

密度算定方法	体積[m <sup>3</sup> ]					車両密度 [t/m <sup>3</sup> ]
	①	②	③÷④	⑤	⑥	
気相部開放無	0.098	0.020	1.07 ÷ (7.85 × 0.65)	0.33	—	3.26
【参考評価】 気相部開放無	0.098	0.020	1.07 ÷ (7.85 ÷ 2)	0.39	—	2.73

図 4.2-添 3-3 小型建設用車両 (スキッドローダー) の密度算定例

## 2.2 軽自動車



図 4.2-添 3-4 軽自動車の構造例

密度算定方法	④車両重量[t]	⑤部材密度[t/m <sup>3</sup> ]	⑥体積[m <sup>3</sup> ]	⑦除外体積[m <sup>3</sup> ]	車両密度[t/m <sup>3</sup> ]
気相部開放無	車検証等	7.85×0.65	①+②+③+④÷⑤	なし	④÷⑥
気相部開放有	車検証等	7.85×0.65	①+②+③+④÷⑤	①	④÷(⑥-⑦)

分類	図中番号	部位	体積算定方法
気相部	①	運転席+荷室（室内空間：ハッチング範囲）	図面測定値から計算
	②	タイヤ	仕様書等より
	③	燃料タンク	仕様書等より
固相部	—	ボディ、パワートレイン等	(車両重量) ÷ (鉄の密度×0.65)

### <密度算定の例（軽自動車）>

密度算定方法	体積[m <sup>3</sup> ]						車両密度 [t/m <sup>3</sup> ]
	①	②	③	④÷⑤	⑥	⑦	
気相部開放無	3.07	0.09	0.027	0.83 ÷ (7.85 × 0.65)	3.35	—	0.25
【参考評価】 気相部開放無	3.07	0.09	0.027	0.83 ÷ (7.85 ÷ 2)	3.40	—	0.24

図 4.2-添 3-5 軽自動車の密度算定例

## 2.3 乗用車



図 4.2-添 3-6 乗用車の構造例

密度算定方法	④車両重量[t]	⑤部材密度[t/m <sup>3</sup> ]	⑥体積[m <sup>3</sup> ]	⑦除外体積[m <sup>3</sup> ]	車両密度[t/m <sup>3</sup> ]
気相部開放無	車検証等	7.85×0.65	①+②+③+④÷⑤	なし	④÷⑥
気相部開放有	車検証等	7.85×0.65	①+②+③+④÷⑤	①	④÷(⑥-⑦)

分類	図中番号	部位	体積算定方法
気相部	①	運転席+荷室（室内空間：ハッチング範囲）	図面測定値から計算
	②	タイヤ	仕様書等より
	③	燃料タンク	仕様書等より
固相部	—	ボディ、パワートレイン等	(車両重量) ÷ (鉄の密度×0.65)

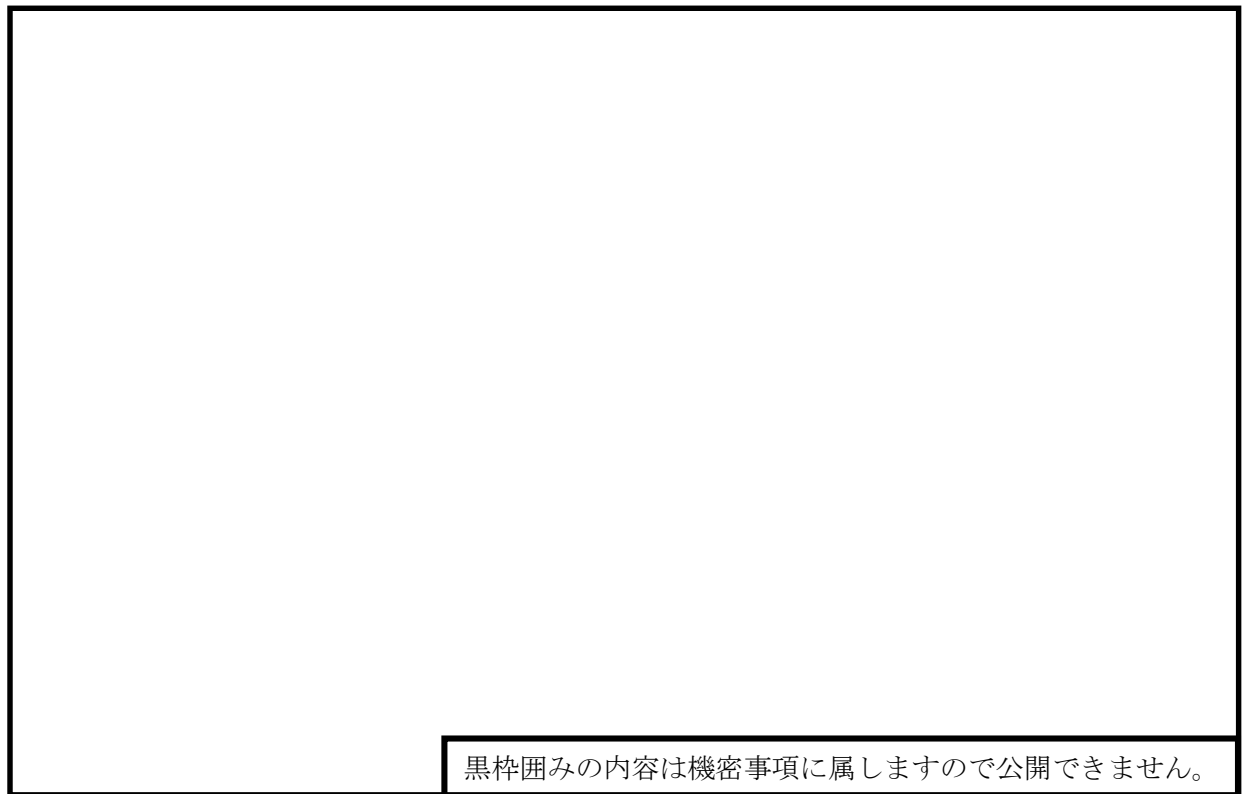
### <密度算定の例（乗用車）>

密度算定方法	体積[m <sup>3</sup> ]						車両密度 [t/m <sup>3</sup> ]
	①	②	③	④÷⑤	⑥	⑦	
気相部開放無	6.58	0.20	0.07	2.00 ÷ (7.85 × 0.65)	7.24	—	0.27
【参考評価】 気相部開放無	6.58	0.20	0.07	2.00 ÷ (7.85 ÷ 2)	7.36	—	0.27

図 4.2-添 3-7 乗用車の密度算定例



## 2.4 中型トラック



黒枠囲みの内容は機密事項に属しますので公開できません。

図 4.2-添 3-8 4t トラックの構造例

密度算定方法	⑤車両重量[t]	⑥部材密度[t/m <sup>3</sup> ]	⑦体積[m <sup>3</sup> ]	⑧除外体積[m <sup>3</sup> ]	車両密度[t/m <sup>3</sup> ]
気相部開放無	車検証等	7.85×0.65	①+②+③+④+⑤÷⑥	なし	⑤÷⑦
気相部開放有	車検証等	7.85×0.65	①+②+③+④+⑤÷⑥	①	⑤÷(⑦-⑧)

分類	図中番号	部位	体積算定方法
気相部	①	キャビン (室内空間：ハッチング範囲)	図面測定値から計算
	②	タイヤ	仕様書等より
	③	燃料タンク	仕様書等より
	④	エアタンク	仕様書等より
固相部	—	シャシ, パワートレイン, キャビン, 架装等	(車両重量) ÷ (鉄の密度×0.65)

<密度算定の例 (4t トラックの例) >

密度算定方法	体積[m <sup>3</sup> ]							車両密度 [t/m <sup>3</sup> ]
	①	②	③	④	⑤÷⑥	⑦	⑧	
気相部開放無	3.43	0.55	0.20	0.04	4.02÷(7.85×0.65)	5.01	—	0.80
気相部開放有	3.43	0.55	0.20	0.04	4.02÷(7.85×0.65)	5.01	3.43	2.55
【参考評価】 気相部開放有	3.43	0.55	0.20	0.04	4.02÷(7.85÷2)	5.25	3.43	2.21

図 4.2-添 3-9 中型トラック (4t トラック) の密度算定例

2.5 ユニック

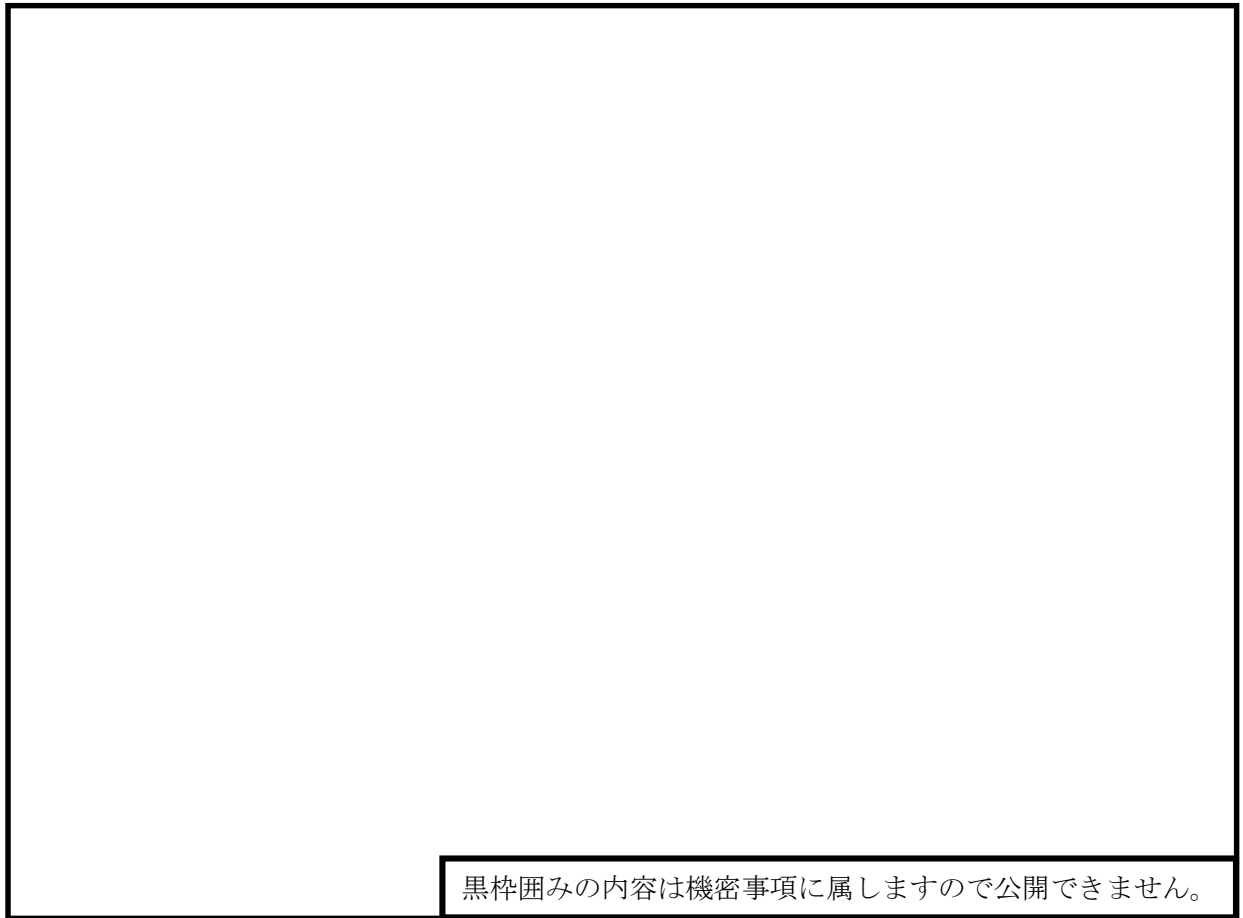


図 4.2-添 3-10 4t ユニックの構造例

密度算定方法	⑤車両重量[t]	⑥部材密度[t/m <sup>3</sup> ]	⑦体積[m <sup>3</sup> ]	⑧除外体積[m <sup>3</sup> ]	車両密度[t/m <sup>3</sup> ]
気相部開放無	車検証等	7.85×0.65	①+②+③+④+⑤÷⑥	なし	⑤÷⑦
気相部開放有	車検証等	7.85×0.65	①+②+③+④+⑤÷⑥	①	⑤÷(⑦-⑧)

分類	図中番号	部位	体積算定方法
気相部	①	キャビン (室内空間：ハッチング範囲)	図面測定値から計算
	②	タイヤ	仕様書等より
	③	燃料タンク	仕様書等より
	④	エアタンク	仕様書等より
固相部	—	シャシ, パワートレイン, キャビン, 架装等	(車両重量) ÷ (鉄の密度×0.65)

<密度算定の例 (4t ユニック) >

密度算定方法	体積[m <sup>3</sup> ]							車両密度 [t/m <sup>3</sup> ]
	①	②	③	④	⑤÷⑥	⑦	⑧	
気相部開放無	3.43	0.67	0.10	0.04	5.11 ÷ (7.85×0.65)	5.25	—	0.97
気相部開放有	3.43	0.67	0.10	0.04	5.11 ÷ (7.85×0.65)	5.25	3.43	2.81
【参考評価】 気相部開放有	3.43	0.67	0.10	0.04	5.11 ÷ (7.85÷2)	5.55	3.43	2.41

図 4.2-添 3-11 ユニック (4t ユニック) の密度算定例

## 2.6 大型トラック



図 4.2-添 3-12 15t トラックの構造例

密度算定方法	⑤車両重量[t]	⑥部材密度[t/m <sup>3</sup> ]	⑦体積[m <sup>3</sup> ]	⑧除外体積[m <sup>3</sup> ]	車両密度[t/m <sup>3</sup> ]
気相部開放無	車検証等	7.85×0.65	①+②+③+④+⑤÷⑥	なし	⑤÷⑦
気相部開放有	車検証等	7.85×0.65	①+②+③+④+⑤÷⑥	①	⑤÷(⑦-⑧)

分類	図中番号	部位	体積算定方法
気相部	①	キャビン (室内空間：ハッチング範囲)	図面測定値から計算
	②	タイヤ	仕様書等より
	③	燃料タンク	仕様書等より
	④	エアタンク	仕様書等より
固相部	—	シャシ, パワートレイン, キャビン, 架装等	(車両重量) ÷ (鉄の密度×0.65)

<密度算定の例 (15t トラックの例) >

密度算定方法	体積[m <sup>3</sup> ]							車両密度 [t/m <sup>3</sup> ]
	①	②	③	④	⑤÷⑥	⑦	⑧	
気相部開放無	3.42	1.18	0.40	0.20	9.70÷(7.85×0.65)	7.11	—	1.36
【参考評価】 気相部開放無	3.42	1.18	0.40	0.20	9.70÷(7.85÷2)	7.68	—	1.26

図 4.2-添 3-13 大型トラック (15t トラック) の密度算定例

## 2.7 バキューム車



図 4.2-添 3-14 バキューム車の構造例

密度算定方法	⑦車両重量[t]	⑧部材密度[t/m <sup>3</sup> ]	⑨体積[m <sup>3</sup> ]	⑩除外体積[m <sup>3</sup> ]	車両密度[t/m <sup>3</sup> ]
気相部開放無	車検証等	7.85×0.65	①+②+③+④+⑤+⑥+⑦÷⑧	なし	⑦÷⑨
気相部開放有	車検証等	7.85×0.65	①+②+③+④+⑤+⑥+⑦÷⑧	①+⑤	⑦÷(⑨-⑩)

分類	図中番号	部位	体積算定方法
気相部	①	キャビン (室内空間：ハッチング範囲)	図面測定値から計算
	②	タイヤ	仕様書等より
	③	燃料タンク	仕様書等より
	④	エアタンク	仕様書等より
	⑤	バキュームタンク (メインタンク)	仕様書等より
	⑥	バキュームタンク (補助タンク)	図面測定値から計算
固相部	—	シャシ, パワートレイン, キャビン, 架装等	(車両重量) ÷ (鉄の密度×0.65)

<密度算定の例 (6t バキューム車の例) >

密度算定方法	体積[m <sup>3</sup> ]									車両密度 [t/m <sup>3</sup> ]
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦÷⑧	⑨	⑩	
気相部開放無	3.43	0.64	0.10	0.04	4.00	2.50	6.18÷(7.85×0.65)	11.92	—	0.51
気相部開放有	3.43	0.64	0.10	0.04	4.00	2.50	6.18÷(7.85×0.65)	11.92	7.43	1.37
【参考評価】 気相部開放有	3.43	0.64	0.10	0.04	4.00	2.50	6.18÷(7.85÷2)	12.29	7.43	1.27

図 4.2-添 3-15 バキューム車の密度算定例

## 2.8 大型建設用車両



図 4.2-添 3-16 4tトラック式高所作業車の構造例

密度算定方法	⑥車両重量[t]	⑦部材密度[t/m <sup>3</sup> ]	⑧体積[m <sup>3</sup> ]	⑨除外体積[m <sup>3</sup> ]	車両密度[t/m <sup>3</sup> ]
気相部開放無	車検証等	7.85×0.65	①+②+③+④+⑤+⑥÷⑦	なし	⑥÷⑧
気相部開放有	車検証等	7.85×0.65	①+②+③+④+⑤+⑥÷⑦	①	⑥÷(⑧-⑨)

分類	図中番号	部位	体積算定方法
気相部	①	キャビン（室内空間：ハッチング範囲）	図面測定値から計算
	②	タイヤ	仕様書等より
	③	燃料タンク	仕様書等より
	④	エアタンク	仕様書等より
	⑤	作動油タンク	仕様書等より
固相部	—	シャシ、パワートレイン、キャビン、架装等	(車両重量) ÷ (鉄の密度×0.65)

### <密度算定の例（4tトラック式高所作業車の例）>

密度算定方法	体積[m <sup>3</sup> ]								車両密度 [t/m <sup>3</sup> ]
	①	②	③	④	⑤	⑥÷⑦	⑧	⑨	
気相部開放無	3.43	0.55	0.20	0.04	0.11	7.32 ÷ (7.85 × 0.65)	5.77	—	1.26
【参考評価】 気相部開放無	3.43	0.55	0.20	0.04	0.11	7.32 ÷ (7.85 ÷ 2)	6.20	—	1.18

図 4.2-添 3-17 大型建設用車両（4tトラック式高所作業車）の密度算定例 2 個別詳細評価

2.9 燃料等輸送容器（空）



図 4.2-添 3-18 燃料等輸送容器（空）

密度算定方法	②重量[t]	③体積[m <sup>3</sup> ]	④除外体積[m <sup>3</sup> ]	容器密度[t/m <sup>3</sup> ]
積荷なし	仕様書等	①	なし	②÷③

分類	図中番号	部位	体積算定方法
気相部	①	燃料等輸送容器（内部空間）	仕様書等より
固相部	—	燃料等輸送容器	

<密度算定の例（燃料等輸送容器（空）の例）>

密度算定方法	体積[m <sup>3</sup> ]	重量[t]	容器密度[t/m <sup>3</sup> ]
	①	②	
積荷なし	42.6	110.6	2.6

図 4.2-添 3-19 燃料等輸送容器（空）の密度算定方法，体積算定方法，及び算定結果の例について

2.10 LLW 輸送容器



図 4.2-添 3-20 LLW 輸送容器

密度算定方法	②重量[t]	③体積[m <sup>3</sup> ]	④除外体積[m <sup>3</sup> ]	容器密度[t/m <sup>3</sup> ]
積荷なし	仕様書等	①	なし	②÷③

分類	図中番号	部位	体積算定方法
気相部	①	LLW 輸送容器 (内部空間)	仕様書等より
固相部	—	LLW 輸送容器, 隅金具等	

<密度算定の例 (LLW 輸送容器の例) >

密度算定方法	体積[m <sup>3</sup> ]	重量[t]	容器密度[t/m <sup>3</sup> ]
	①	②	
積荷なし	5.48	1.19	0.22

図 4.2-添 3-21 LLW 輸送容器の密度算定方法, 体積算定方法, 及び算定結果の例について

2.11 使用済燃料輸送車両（未積載）

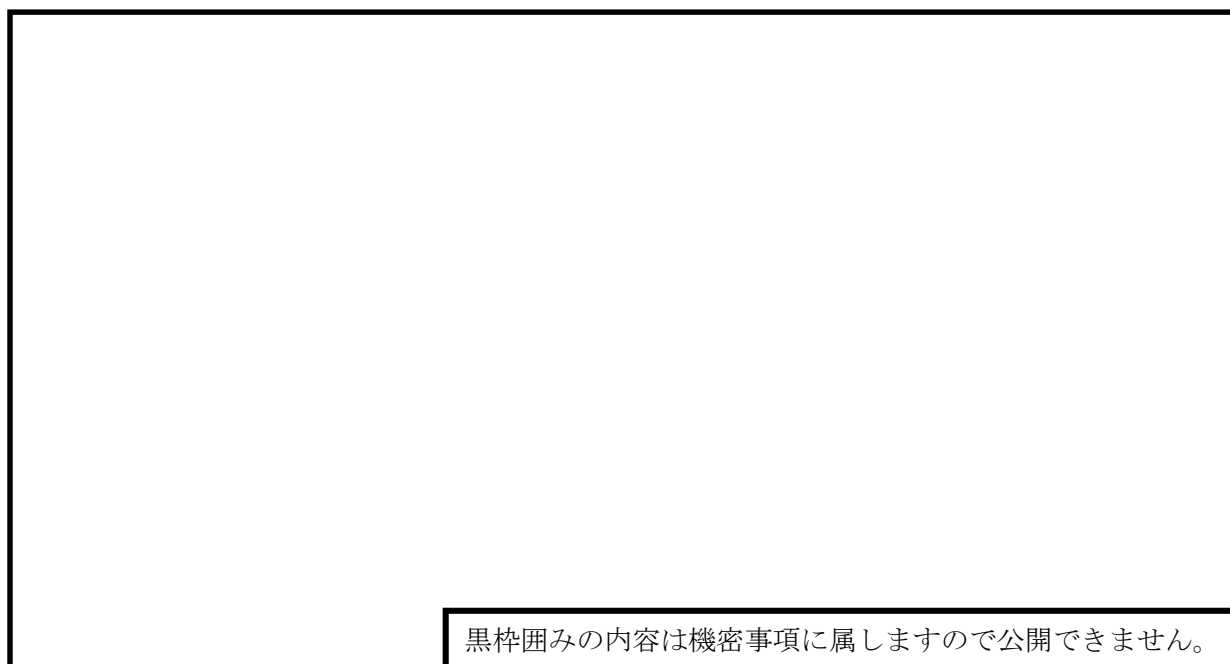


図 4.2-添 3-22 使用済燃料輸送車両(未積載)

密度算定方法	⑤車両重量 [t]	⑥部材密度 [t/m <sup>3</sup> ]	⑦体積 [m <sup>3</sup> ]	⑧除外体積 [m <sup>3</sup> ]	車両密度 [t/m <sup>3</sup> ]
気相部開放無	車検証等	7.85×0.65	①+②+③+④+(⑤÷⑥)	なし	⑤÷⑦

分類	図中番号	部位	体積算定方法
気相部	①	キャビン（室内空間：ハッチング範囲）	図面測定値から計算
	②	タイヤ	仕様書等より
	③	燃料タンク	仕様書等より
	④	エアタンク	仕様書等より
固相部	—	シャン、パワートレイン、キャビン、架装等	(車両重量) ÷ (鉄の65%の密度)

<密度算定の例（使用済燃料輸送車両(未積載)の例)>

密度算定方法	体積[m <sup>3</sup> ]							重量[t]	車両密度 [t/m <sup>3</sup> ]
	①	②	③	④	⑤÷⑥	⑦	⑧	⑤	
気相部開放無	3.36	3.84	0.60	0.24	7.00	15.04	—	35.70	2.37
【参考評価】 気相部開放無	3.36	3.84	0.60	0.24	9.10	17.15	—	35.70	2.08

図 4.2-添 3-23 使用済燃料輸送車両(未積載)の密度算定方法、体積算定方法、及び算定結果の例について



2.12 LLW 輸送車両（積載：空）

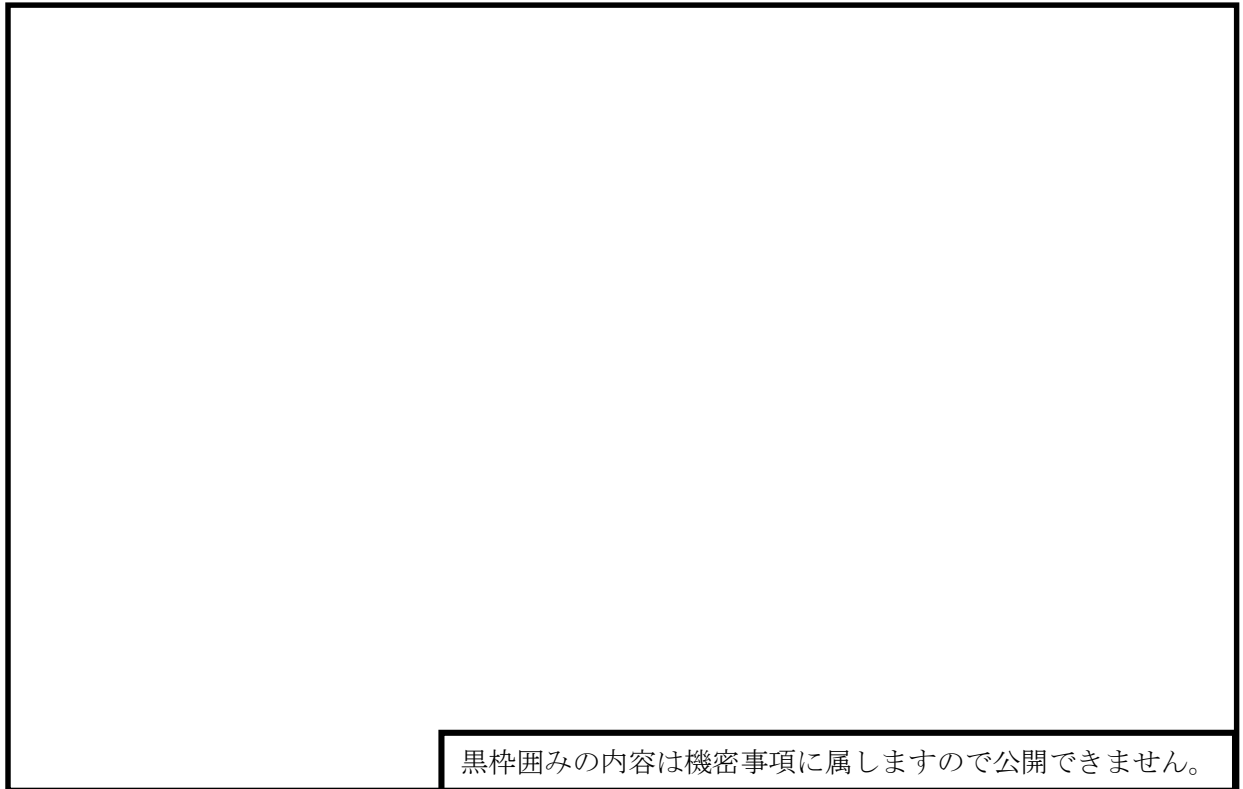


図 4.2-添 3-24 LLW 輸送車両（積載：空）

密度算定方法	⑥車両重量 [t]	⑦部材密度 [t/m <sup>3</sup> ]	⑧積荷重量 [t]	⑨積荷密度 [t/m <sup>3</sup> ]	⑩LLW 容器重量 [t]	⑪体積 [m <sup>3</sup> ]	⑫除外体積 [m <sup>3</sup> ]	車両密度 [t/m <sup>3</sup> ]
気相部開放無	車検証等	7.85×0.65	図面等	7.85	図面等	①+②+③+④+⑤+ (⑥÷⑦)+(⑧÷⑨)	なし	(⑥+⑧+⑩) ÷⑪
気相部開放有	車検証等	7.85×0.65	図面等	7.85	図面等	①+②+③+④+⑤+ (⑥÷⑦)+(⑧÷⑨)	①	(⑥+⑧+⑩) ÷(⑪-⑫)

分類	図中番号	部位	体積算定方法
気相部	①	キャビン（室内空間：ハッチング範囲）	図面測定値から計算
	②	タイヤ	仕様書等より
	③	燃料タンク	仕様書等より
	④	エアタンク	仕様書等より
	⑤	LLW 輸送容器（空）	仕様書等より
固相部	-	シャシ、パワートレイン、キャビン、架装等	(車両重量) ÷ (鉄の 6.5% の密度)
		LLW 輸送容器固縛装置、重り	(積荷重量) ÷ (鉄の密度)

<密度算定の例（15tトラック3軸車の例）>

密度算定方法	体積 [m <sup>3</sup> ]									重量 [t]	車両密度 [t/m <sup>3</sup> ]
	①	②	③	④	⑤	⑥÷⑦	⑧÷⑨	⑩	⑫		
気相部開放無	3.42	1.70	0.50	0.08	10.96	2.23	0.64	19.54	-	18.77	0.96
気相部開放有	3.42	1.70	0.50	0.08	10.96	2.23	0.64	19.54	3.42	18.77	1.16
【参考評価】 気相部開放有	3.42	1.70	0.50	0.08	10.96	2.90	0.64	20.22	3.42	18.77	1.12

図 4.2-添 3-25 LLW 輸送車両（積載：空）の密度算定方法、体積算定方法、及び算定結果の例につ

いて

2.13 LLW 輸送車両（未積載）

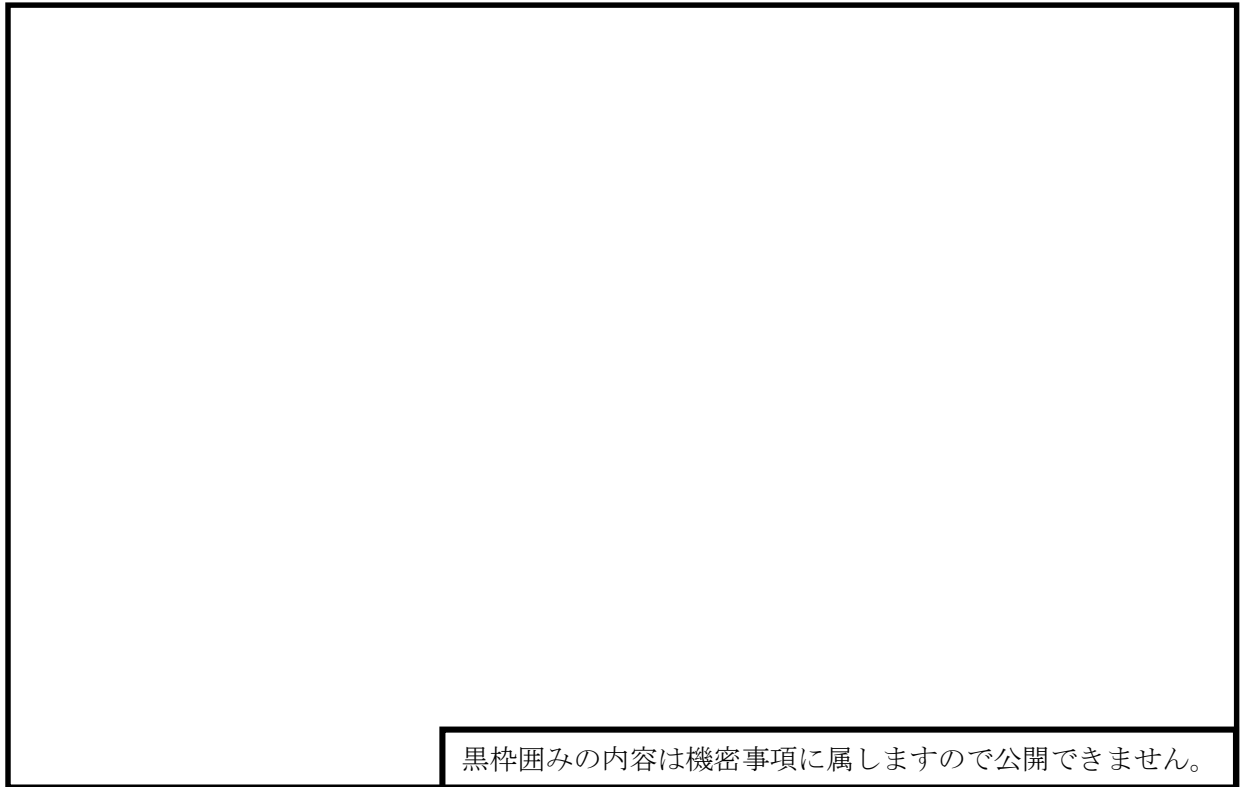


図 4.2-添 3-26 LLW 輸送車両(未積載)

密度算定方法	⑤車両重量 [t]	⑥部材密度 [t/m <sup>3</sup> ]	⑦積荷重量 [t]	⑧積荷体積 [t]	⑨LLW 容器重量[t]	⑩体積 [m <sup>3</sup> ]	⑪除外体積 [m <sup>3</sup> ]	車両密度 [t/m <sup>3</sup> ]
気相部開放無	車検証等	7.85×0.65	図面等	7.85	図面等	①+②+③+④+ (⑤÷⑥)+(⑦÷⑧)	なし	(⑤+⑦+⑨) ÷⑩
気相部開放有	車検証等	7.85×0.65	図面等	7.85	図面等	①+②+③+④+ (⑤÷⑥)+(⑦÷⑧)	①	(⑤+⑦+⑨) ÷(⑩-⑪)

分類	図中番号	部位	体積算定方法
気相部	①	キャビン（室内空間：ハッチング範囲）	図面測定値から計算
	②	タイヤ	仕様書等より
	③	燃料タンク	仕様書等より
	④	エアタンク	仕様書等より
固相部	-	シャシ、パワートレイン、キャビン、架装等	(車両重量) ÷ (鉄の65%の密度)
		LLW 輸送容器固縛装置	(積荷重量) ÷ (鉄の密度)

<密度算定の例（LLW 輸送車両（未積載）の例）>

密度算定方法	体積[m <sup>3</sup> ]								重量[t]	車両密度 [t/m <sup>3</sup> ]
	①	②	③	④	⑤÷⑥	⑦÷⑧	⑩	⑪		
気相部開放無	3.42	1.70	0.50	0.08	2.23	0.13	8.07	-	12.39	1.54
気相部開放有	3.42	1.70	0.50	0.08	2.23	0.13	8.07	3.42	12.39	2.67
【参考評価】 気相部開放無	3.42	1.70	0.50	0.08	2.90	0.13	8.75	-	12.39	1.42

図 4.2-添 3-27 LLW 輸送車両（未積載）の密度算定方法，体積算定方法，及び算定結果の例につ

いて

## 退避時気相部開放運用の実効性について

一部の車両に対して適用する退避時気相部開放運用について、「運用の前提条件」、「車両の水没に要する時間」及び「基準津波の特性」を整理することで運用の実効性を示す。

### 1. 運用の内容

#### 1.1 運用の概要

大湊側護岸部に駐停車する車両については、津波警報発令時は車両による退避を基本とするが、地震の影響等により退避が困難と判断した場合は、気相部開放措置（窓を全開にする。扉を開放する。タンク蓋を開放する。）を施すならば車両を残置しての退避も可とする。

#### 1.2 適用可能な対象車両と実施内容

- ・ 中型トラック；窓を全開にする，扉を開放する。
- ・ ユニック；窓を全開にする，扉を開放する。
- ・ バキューム車；窓を全開にする，扉を開放する，タンク蓋を開放する（図 4.7-添 2-1 参照）

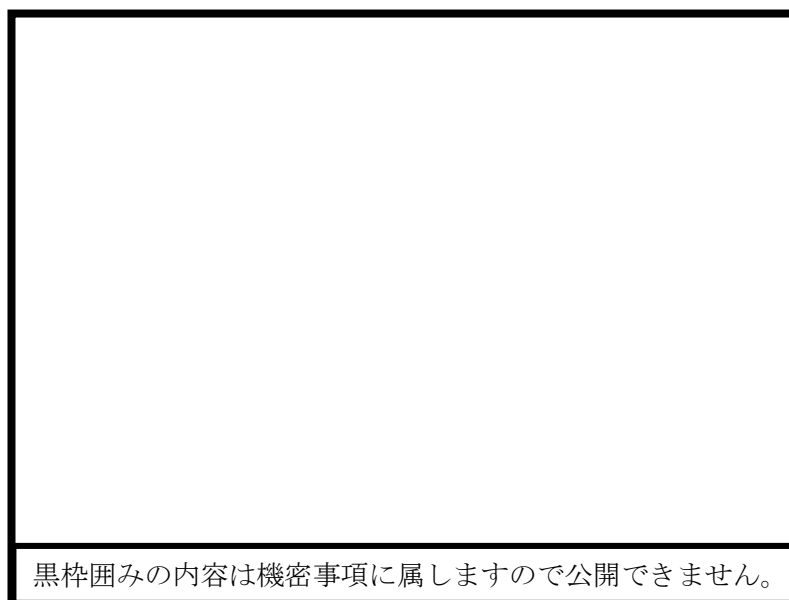
### 2. 運用の前提条件

車両の漂流物化防止の手段として本運用を適用する場合は、気相部開放措置を実行可能な作業者を常に車両の付近に配置する体制とする（ただし、車両操作等との兼務は可とする。）ことを前提とする。

### 3. 車両の水没に要する時間

車両の水没時間については、日本自動車連盟（JAF）が実施している水没車からの脱出に関する試験映像から推定できる。当該試験は、乗用車の窓を閉め切った状態で入水させ、ある程度の時間が経過した後に窓を割り脱出を試みるという試験であるが、試験映像から窓を閉め切った状態でも概ね 6 分程度経過した時点で車内に大量の水が流れ込んでおり、窓を割った瞬間にさらに大量の水が車内に流入し、7 分程度経過後には水没することが見て取れる。

柏崎刈羽原子力発電所において、気相部開放運用による漂流物化防止を適用する車両は、基本的に工事用車両であり乗用車より水没しやすい形状であること、気相部開放運用により浸水初期から窓等が開放されている状況であることを考慮すると、さらに水没に要する時間は短いものとなる。



- タンクカバー開放手順
- ① (C)カバー手動ロックを解除
  - ②運転席にてパワーテイクオフスイッチオン
  - ③(D)カバー開放レバー操作
- ※開放完了まで約5分

図 4.2-添 4-1 バキューム車退避時タンク蓋開放イメージ

#### 4. 基準津波の特性

大湊側護岸部に駐停車する車両が津波時に海水貯留堰に衝突するためには、押波で車両が漂流を開始し、その後の引き波で海洋に流出し、その後の押波で衝突するというプロセスを踏む必要がある。基準津波の各波形を確認すると、大湊側護岸部の浸水深さが 50cm 以上（津波高さが T.M.S.L. +3.5m 以上）となつてから、T.M.S.L. -2.0m\*以下まで水位が下がった後に押波に切り替わるまでの周期は最短でも 12 分程度要する。（図 4.2-添 4-2 参照）

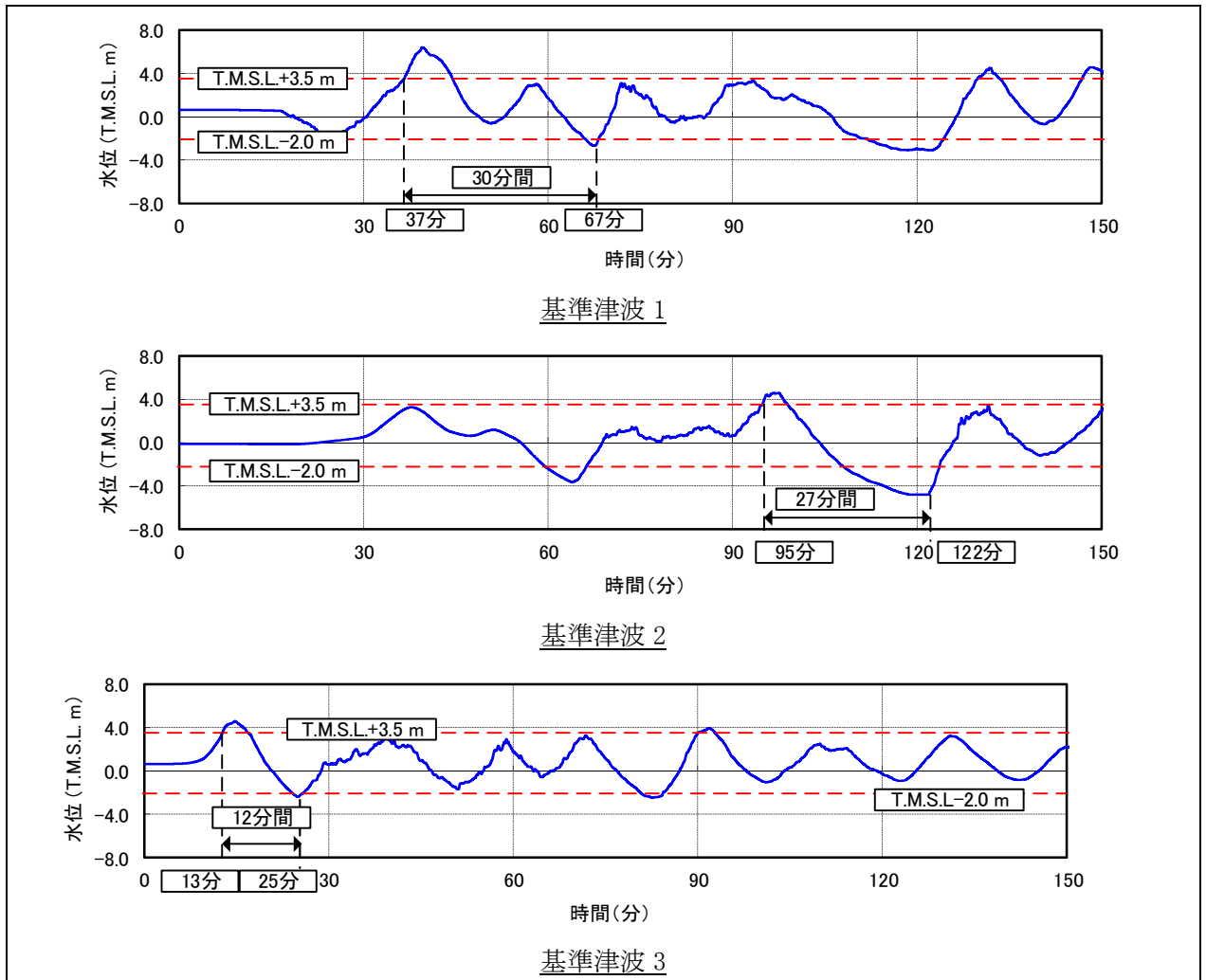


図 4.2-添 4-2 基準津波の周期（揚陸栈橋における時刻歴波形）

#### 5. 退避時気相部開放措置の有効性について

以上を考慮すると、車両の水没に要する時間と基準津波の特性から、退避時気相部開放措置を施すことにより、車両は衝突までの間に沈降することとなり、漂流物化の防止を図ることが可能である。

注記\*： 車両の喫水を 1.5m とした場合に貯留堰に衝突する可能性がある水位

## 荒浜側防潮堤内敷地におけるタンクの浮遊評価について

荒浜側防潮堤内敷地に設置されるタンクについては、漂流開始条件を水深 50cm とした上で流向・流速・軌跡シミュレーションを実施し、6号及び7号機取水口に到達しないと整理している。

ここでは、荒浜側防潮堤内敷地内に設置されるタンクについて、敷地浸水深が 0.5m の状況におけるタンク浮遊有無について評価を行った。

各タンクに関して、敷地浸水深 0.5m の状況でタンクに作用する浮力と重量の関係を表 4.2-添 5-1 及び表 4.2-添 5-2 に示すが、荒浜側防潮堤内敷地に設置されるいずれのタンクも敷地浸水深 0.5m では浮遊しない結果となった。

なお、縦置きタンクについては地震等により転倒する可能性があるが、縦置き状態と転倒状態を比較した結果、縦置き状態の方がより厳しい評価となったことから、ここでは縦置き状態での算定結果を示す。

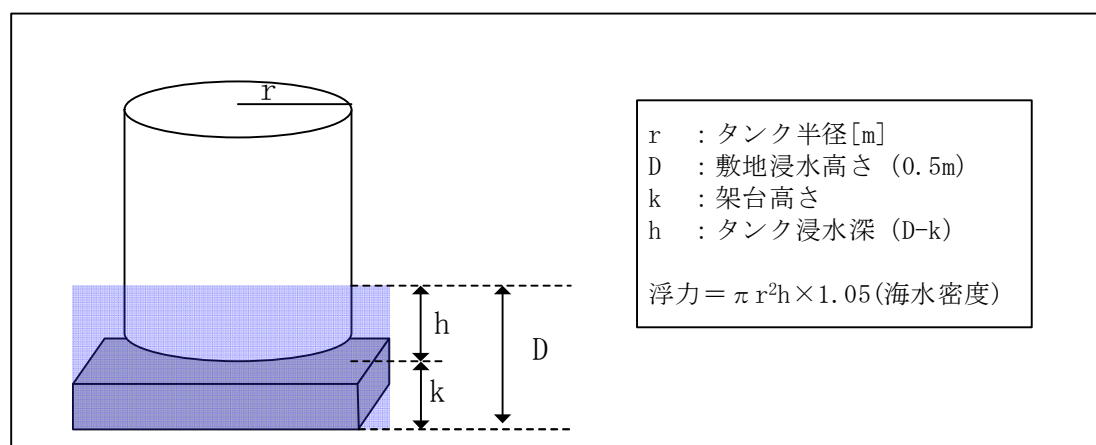


図 4.2-添 5-1 タンク浮遊評価におけるパラメータ (縦置きタンク)

表 4.2-添 5-1 タンクの浮遊評価結果 (縦置きタンク)

No.	タンク名称	半径 $r$ [m]	浸水深 $h$ [m]	重量 [t]	浮力 [t]	判定*	備考
1	軽油タンク	4.36	0.5	33.2	31.4	○	・ 架台無しで算定 ・ 空荷で算定
2	SPH サージタンク	9.80	0.5	175	159	○	・ 架台無しで算定 ・ 空荷で算定
3	NSD 収取タンク	7.6×7.6	0	10	0	○	・ 架台高さ 0.5m

注記\* 浮遊状態での漂流有無について以下のとおり表記

○ : 「重量 > 浮力」であり浮遊しない

× : 「重量 < 浮力」であり浮遊する

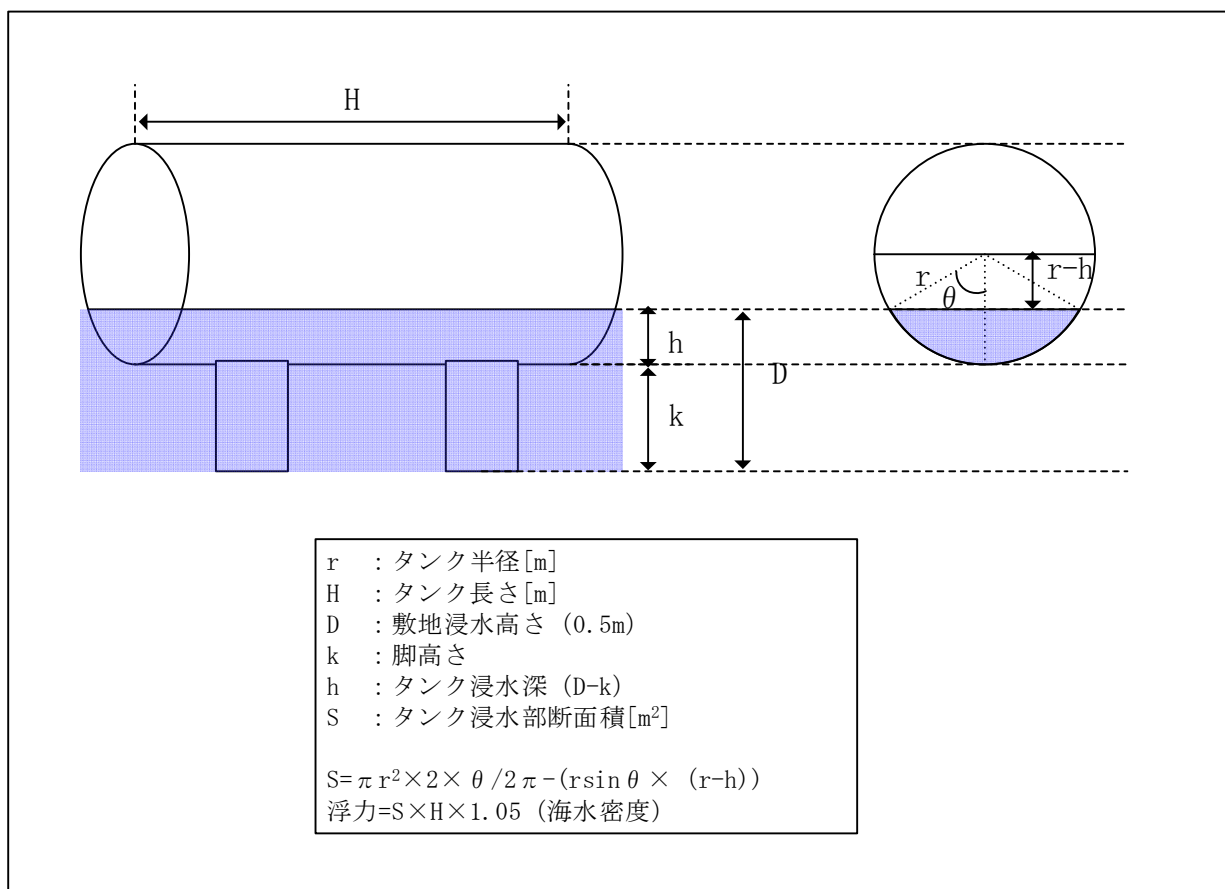


図 4.2-添 5-2 タンク浮遊評価におけるパラメータ (横置きタンク)

表 4.2-添 5-2 タンクの浮遊評価結果 (横置きタンク)

No.	タンク名称	半径 $r$ [m]	タンク長さ $H$ [m]	浸水深 $h$ [m]	重量 [t]	浮力 [t]	判定*	備考
1	液化酸素タンク	1.51	7.37	0.5	16.0	6.1	○	・脚無しで算定 ・空荷で算定
2	液化窒素貯槽	2.1	16	0.5	93.6	15.7	○	・脚無しで算定 ・空荷で算定
3	泡消火設備 (泡原液タンク)	0.52	1.77	0.5	2.5	0.8	○	・脚無しで算定 ・内容物を含む

注記\* 浮遊状態での漂流有無について以下のとおり表記

- : 「重量 > 浮力」であり浮遊しない
- × : 「重量 < 浮力」であり浮遊する

漂流物挙動の検討について  
(取水口への漂流物到達の可能性)

## (1) 検討概要

取水口への漂流物到達の可能性を評価するため、水位・流向・流速・軌跡シミュレーションを用いて漂流物挙動の検討を実施した。

## (2) 検討対象・検討結果

検討対象・検討結果を表 4.2-参 1-1 に示す。以降、それぞれの検討内容の詳細を示す。

表 4.2-参 1-1 検討対象・検討結果一覧

検討項目・No.	検討対象	検討結果
取水口への漂流物到達の可能性		
参考資料 1(a)	浚渫船	取水口に到達しない
参考資料 1(b)	荒浜側護岸部漂流物	取水口に到達しない
参考資料 1(c)	荒浜側防潮堤内敷地漂流物	取水口に到達しない
参考資料 1(d)	航行不能船舶	取水口に到達する可能性がある
参考資料 1(e)	燃料等輸送船	取水口に到達しない

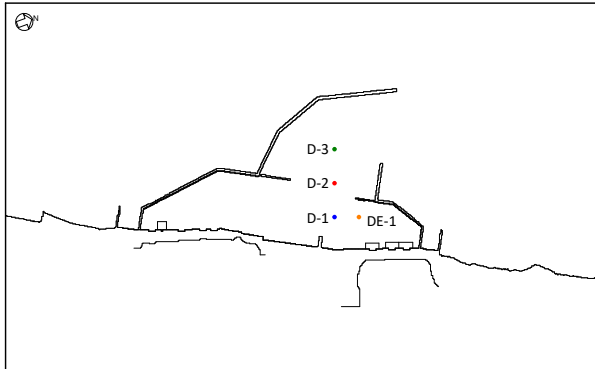


取水口への漂流物到達の可能性 -浚渫船-

(1) 軌跡シミュレーション

軌跡シミュレーションの評価条件を表 4.2-参 1(a)-1, 評価結果を図 4.2-参 1(a)-1 に示す。

表 4.2-参 1(a)-1 軌跡シミュレーション評価条件

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

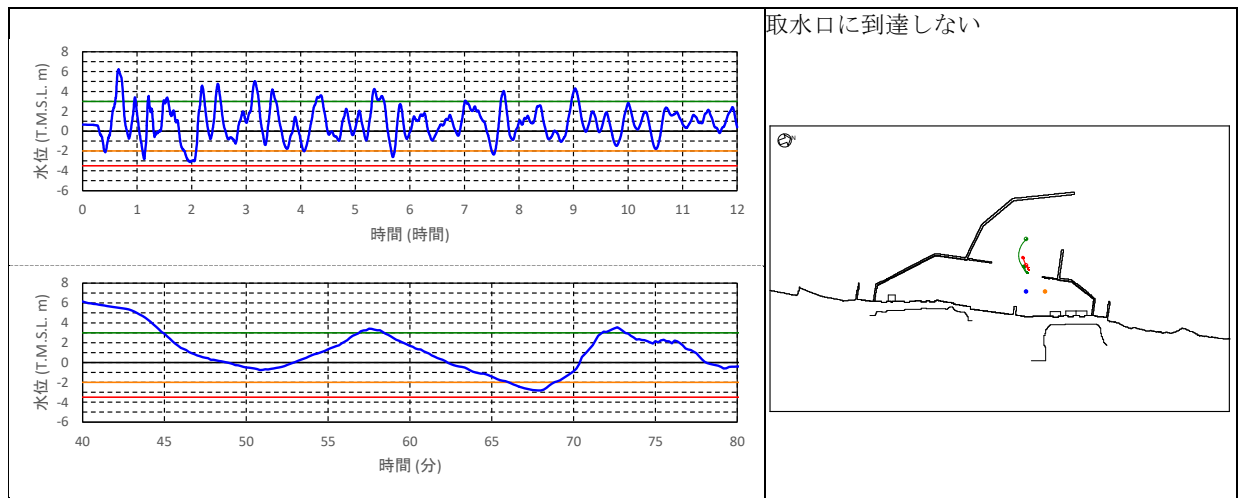
(2) 水位・流向・流速を用いた傾向分析

水位・流向・流速を用いた傾向分析結果を図 4.2-参 1(a)-2～図 4.2-参 1(a)-11 に示す。なお, 詳細分析は, 各検討ケースにおいて移動量が最も大きい期間に着目して実施した。また, 移動しない検討ケースは対象外とした。

	防波堤健全	防波堤1 m沈下	防波堤2 m沈下	防波堤なし
基準津波 1				
基準津波 2				
基準津波 3				

図 4.2-参 1(a)-1 軌跡シミュレーション評価結果

- 津波第二波の押し波により港口から津波が流入し港内に向かう流れが発生（55 分頃）、港口付近から移動（緑）。
- 津波第二波の引き波により港内から津波が流出し港口に向かう流れが発生（60~65 分頃）、津波第三波の押し波により港口から津波が流入し港内に向かう流れが発生（70 分頃）。港湾中央付近からはほとんど移動しない。
- 港口から港内の主たる流れは津波の押し波・引き波に応じて変化し、長期間一様な流れとはならない。また、港湾中央付近から取水口方向に向けて比較的速い流速は生じないことから、漂流物は取水口に到達しない。



7号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

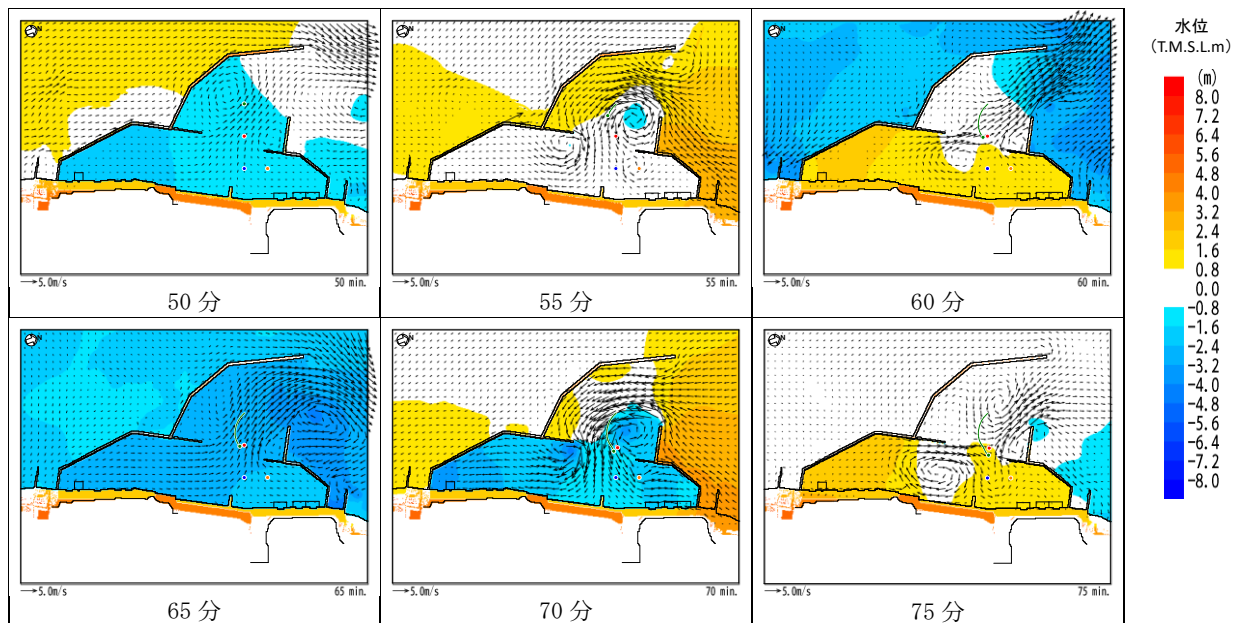
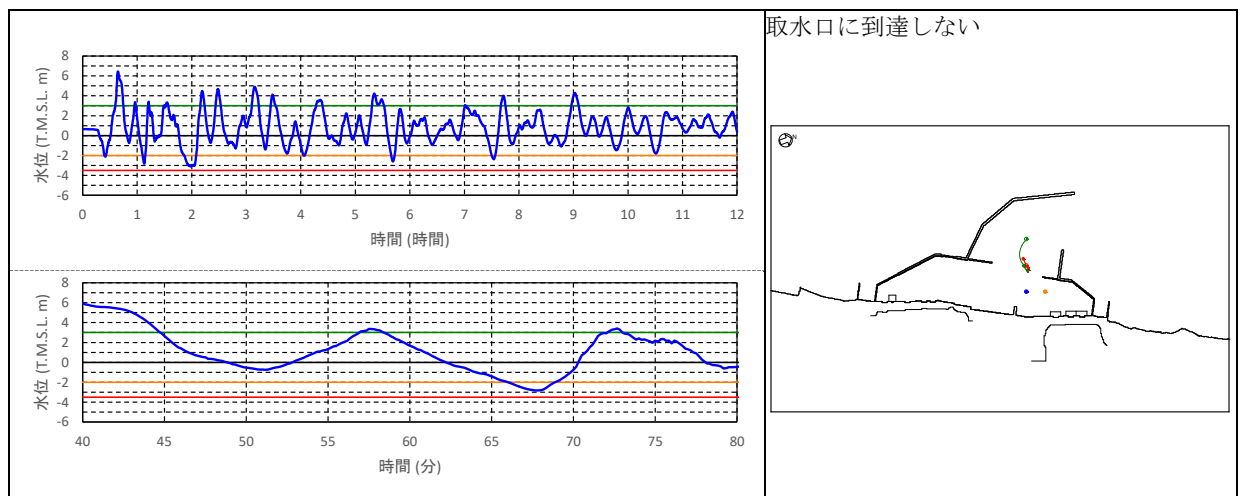


図 4.2-参 1(a)-2 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 1 防波堤健全)

- 津波第二波の押し波により港口から津波が流入し港内に向かう流れが発生（55分頃）、港口付近から移動（緑）。
- 津波第二波の引き波により港内から津波が流出し港口に向かう流れが発生（60~65分頃）、津波第三波の押し波により港口から津波が流入し港内に向かう流れが発生（70分頃）。港湾中央付近からはほとんど移動しない。
- 港口から港内の主たる流れは津波の押し波・引き波に応じて変化し、長期間一樣な流れとはならない。また、港湾中央付近から取水口方向に向けて比較的速い流速は生じないことから、漂流物は取水口に到達しない。



7号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

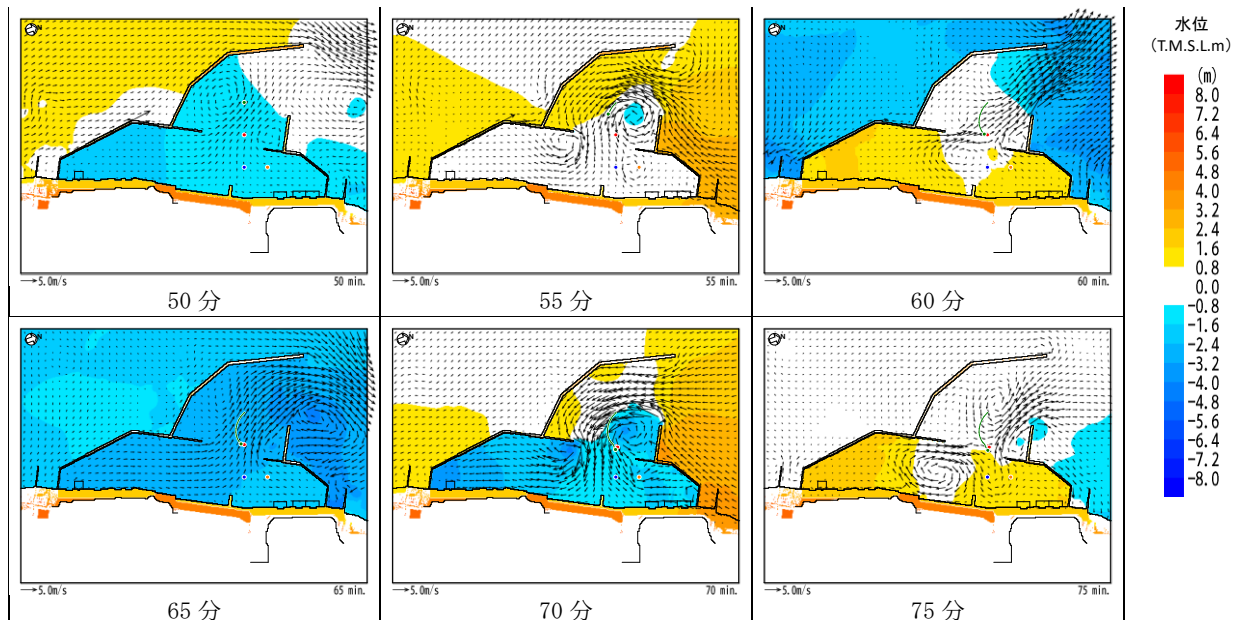
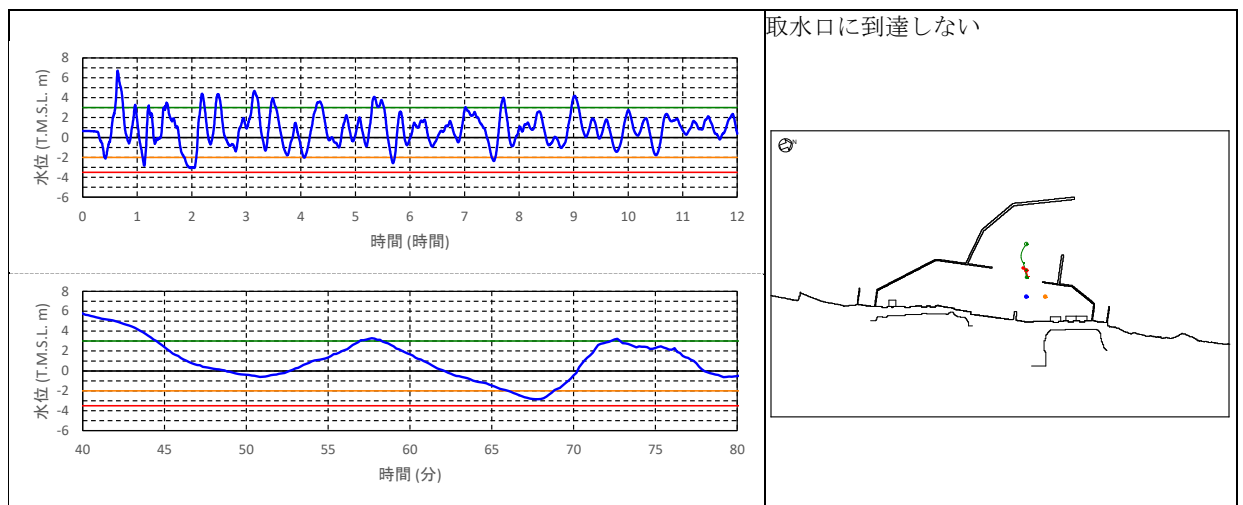


図 4.2-参 1(a)-3 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波1 防波堤 1m 沈下)

- 津波第二波の押し波により港口から津波が流入し港内に向かう流れが発生（55分頃）、港口付近から移動（緑）。
- 津波第二波の引き波により港内から津波が流出し港口に向かう流れが発生（60~65分頃）、津波第三波の押し波により港口から津波が流入し港内に向かう流れが発生（70分頃）。港湾中央付近からはほとんど移動しない。
- 港口から港内の主たる流れは津波の押し波・引き波に応じて変化し、長期間一様な流れとはならない。また、港湾中央付近から取水口方向に向けて比較的速い流速は生じないことから、漂流物は取水口に到達しない。



7号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

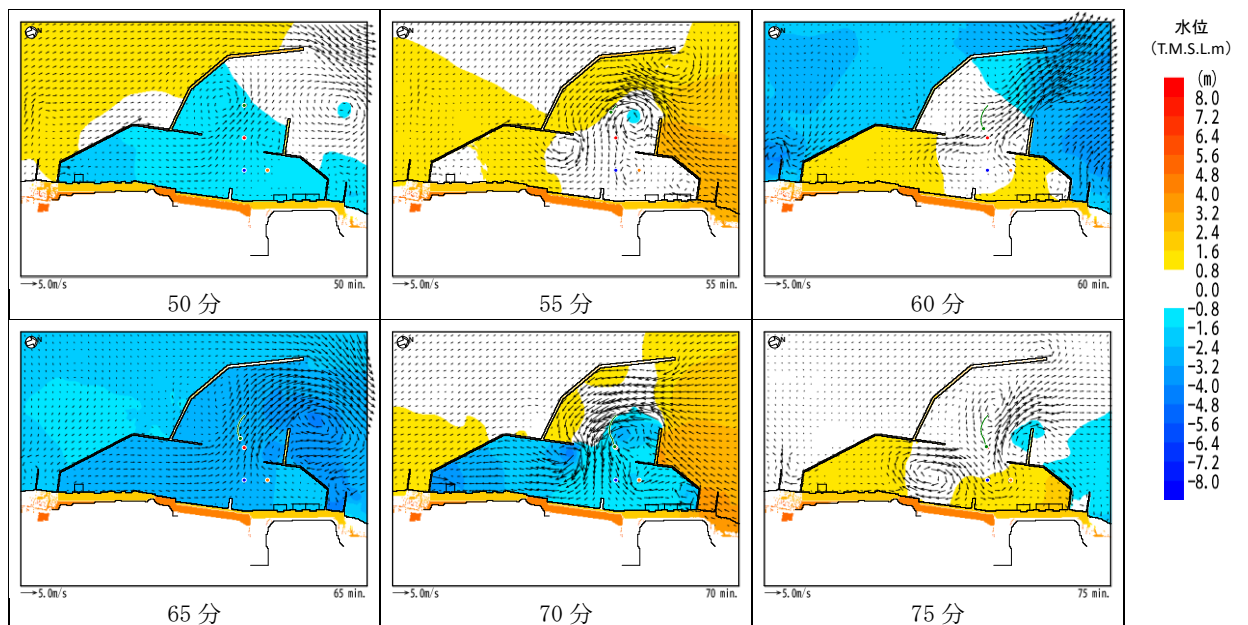
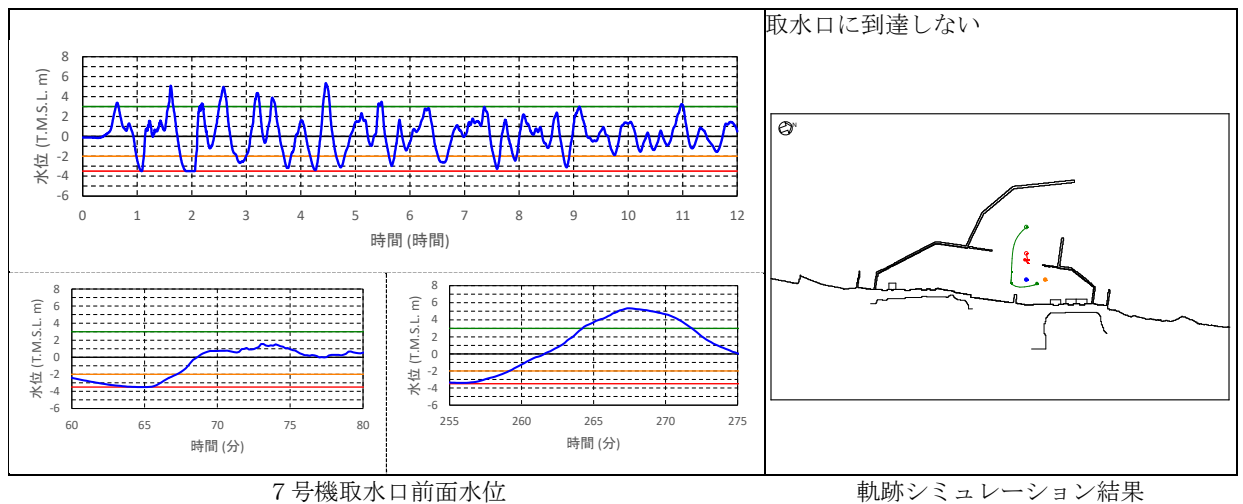


図 4.2-参 1(a)-4 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波1 防波堤 2m 沈下)

- 津波第一波の引き波後の水位回復により港口から津波が流入し港内に向かう流れが発生 (70 分頃), 港口付近から移動 (緑)。
- 津波第八波の押し波により港口から津波が流入し港内に向かう流れが発生 (260~265 分頃)。渦状の流れに応じて移動 (緑)。
- 港口から港湾内の主たる流れは津波の押し波・引き波に応じて変化し、長期間一様な流れとならない。また、港湾中央付近に局所的な流れが発生するが、取水口に向かうものではなく、取水口方向に向けて比較的速い流速は生じないことから、漂流物は取水口に到達しない。



7号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

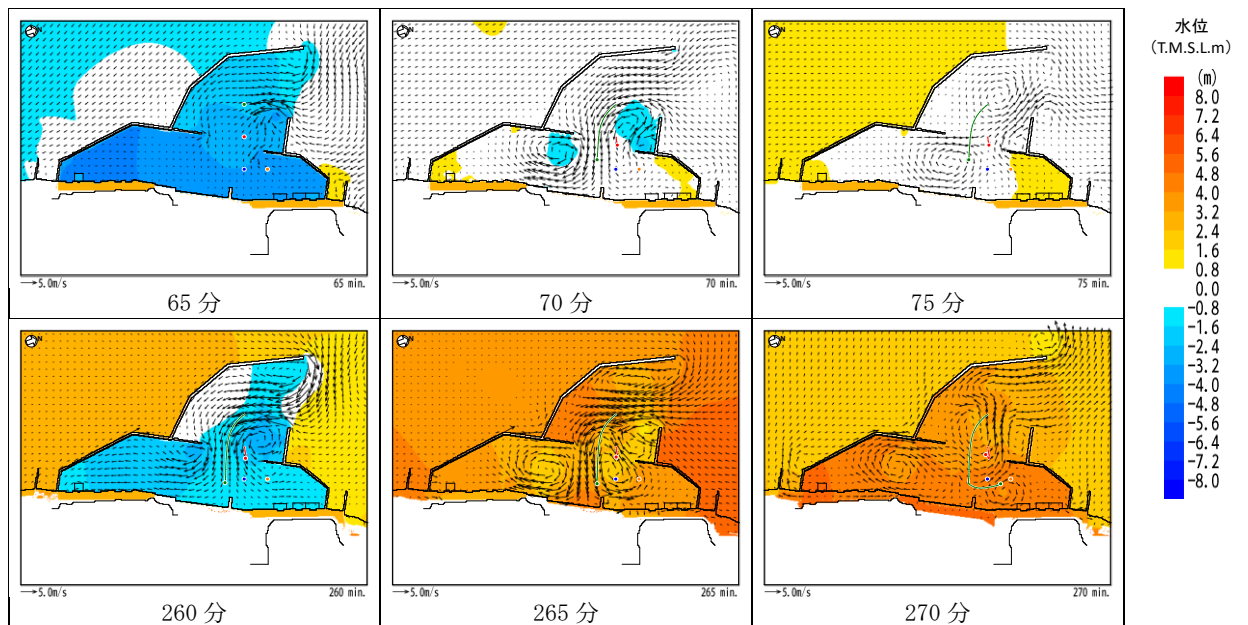
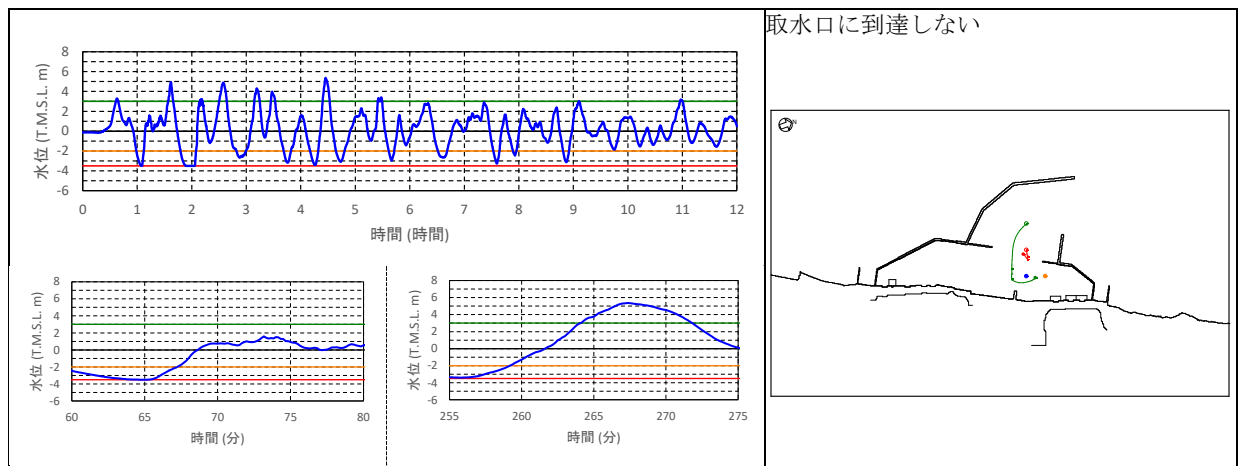


図 4.2-参 1(a)-5 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 2 防波堤健全)

- 津波第一波の引き波後の水位回復により港口から津波が流入し港内に向かう流れが発生 (70 分頃)、港口付近から移動 (緑)。
- 津波第八波の押し波により港口から津波が流入し港内に向かう流れが発生 (260~265 分頃)。渦状の流れに応じて移動 (緑)。
- 港口から港湾内の主たる流れは津波の押し波・引き波に応じて変化するが、長期間一様な流れとならない。また、港湾中央付近に局所的な流れが発生するが、取水口に向かうものではなく、取水口方向に向けて比較的速い流速は生じないことから、漂流物は取水口に到達しない。



7号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

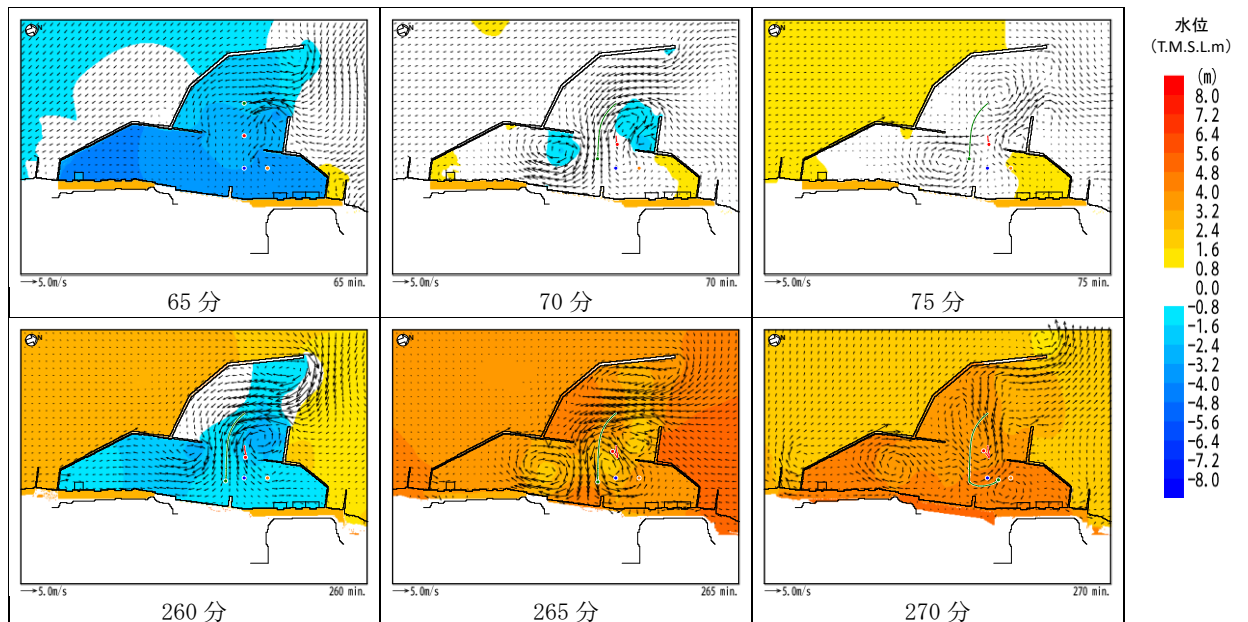


図 4.2-参 1(a)-6 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 2 防波堤 1m 沈下)

- 津波第一波の引き波後の水位回復により港口から津波が流入し港内に向かう流れが発生 (70 分頃), 港口付近から移動 (緑)。
- 津波第八波の押し波により港口から津波が流入し港内に向かう流れが発生 (260~265 分頃)。港湾中央付近からはほとんど移動しない。
- 港口から港湾内の主たる流れは津波の押し波・引き波に応じて変化するが、長期間一様な流れとならない。また、港湾中央付近に局所的な流れが発生するが、取水口に向かうものではなく、取水口方向に向けて比較的速い流速は生じないことから、漂流物は取水口に到達しない。

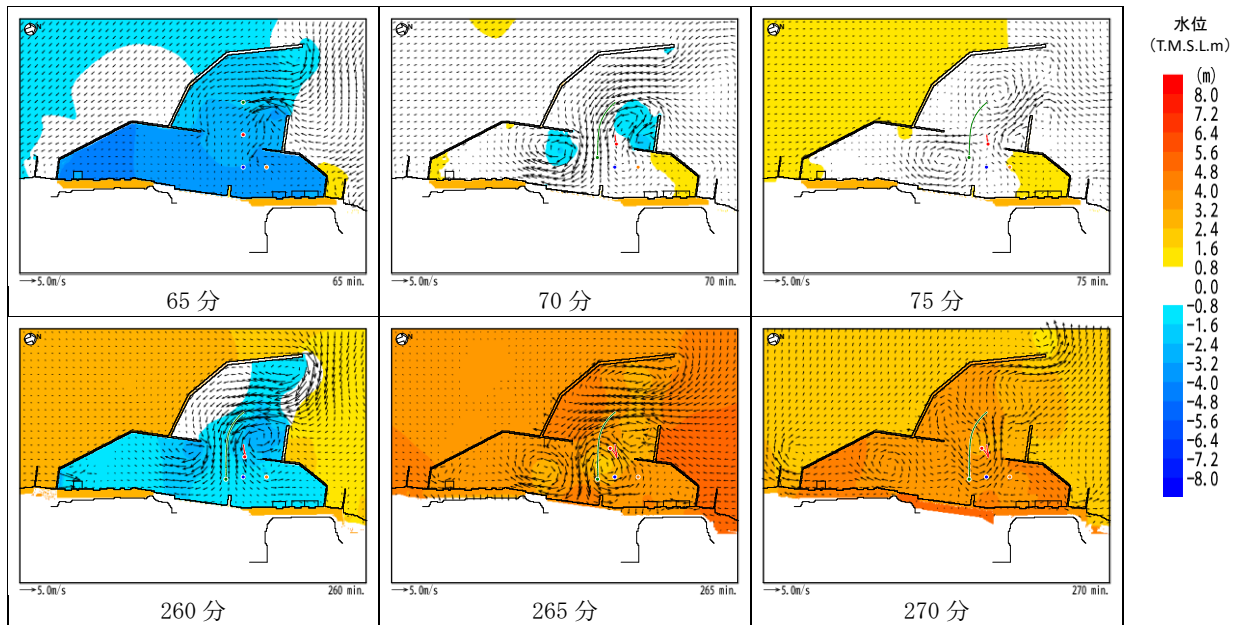
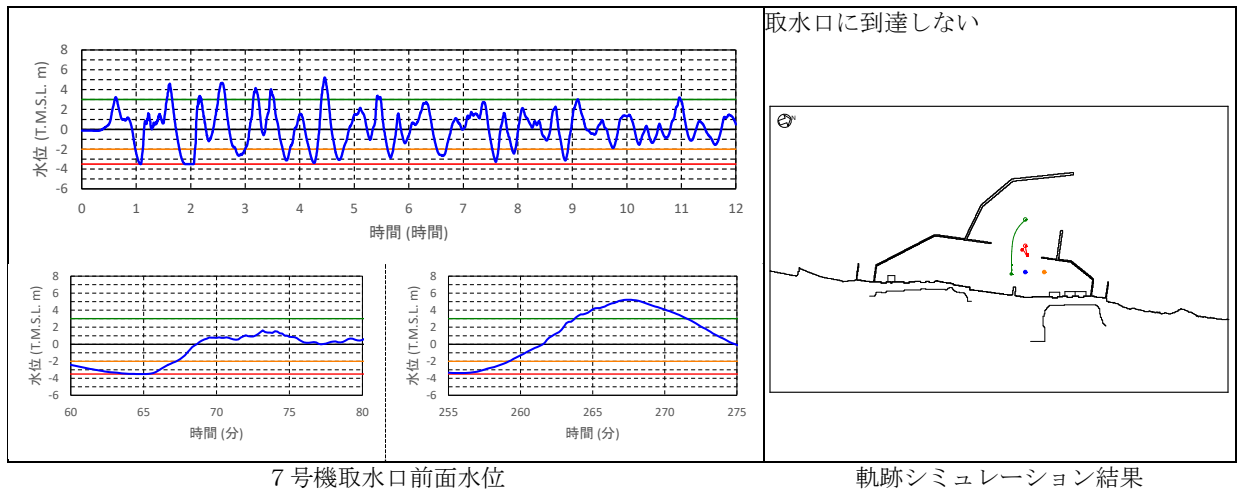
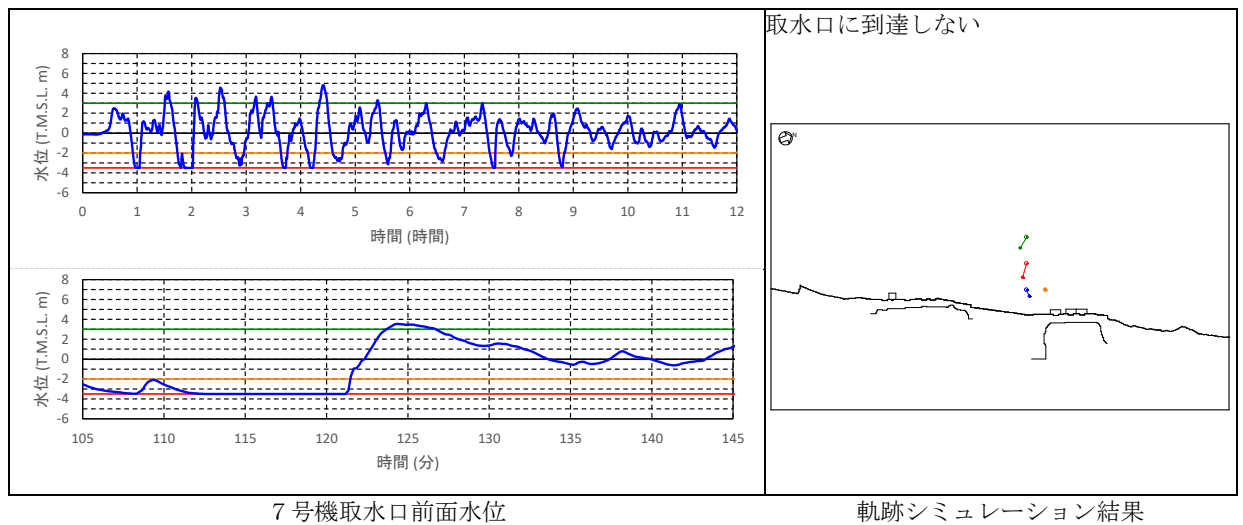


図 4.2-参 1(a)-7 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 2 防波堤 2m 沈下)



- 津波第二波の引き波後の水位回復により岸側に向かう流れが発生（120分頃）、津波第三波の押し波により発電所前面で渦状の流れが発生（125分頃）。この流れに応じて移動（緑、赤、青）。
- 防波堤がない場合には、防波堤がある場合に確認される港口から港湾内に発生する比較的速い流速は発生しにくい。
- 発電所前面の主たる流れは津波の押し波・引き波に応じて変化し、長期間一様な流れとならない。また、発電所前面に局所的な流れが発生するが、取水口に向かうものではなく、取水口方向に向けて比較的速い流速は生じないことから、漂流物は取水口に到達しない。



7号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

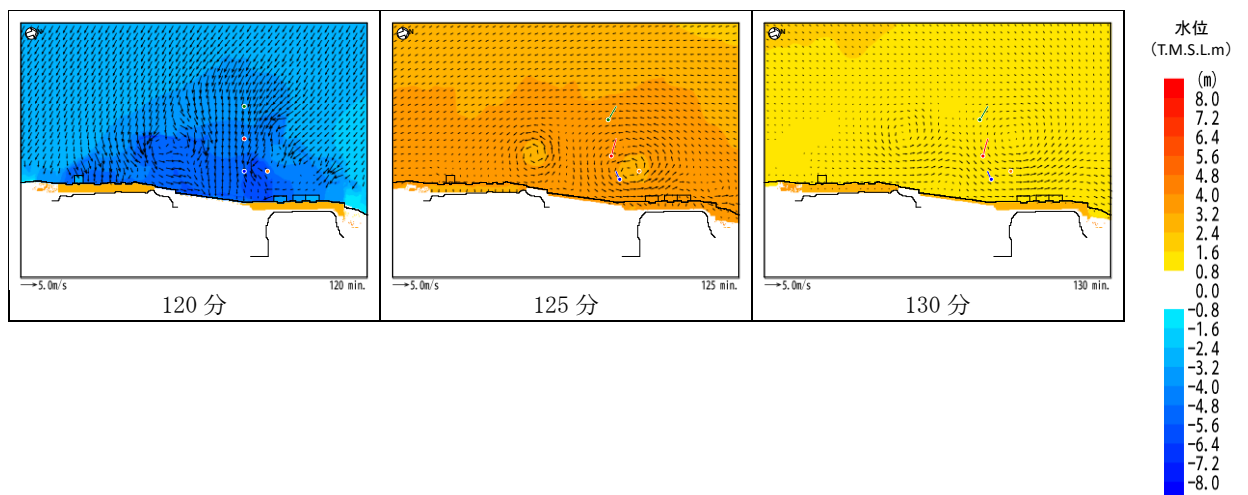


図 4.2-参 1(a)-8 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 2 防波堤なし)

- 津波第一波の引き波により港内から津波が流出し港口に向かう流れが発生（20分頃）、港口付近から移動（緑）。
- 港口から港内の主たる流れは津波の押し波・引き波に応じて変化し、長期間一様な流れとはならない。また、港湾中央付近から取水口方向に向けて比較的速い流速は生じないことから、漂流物は取水口に到達しない。

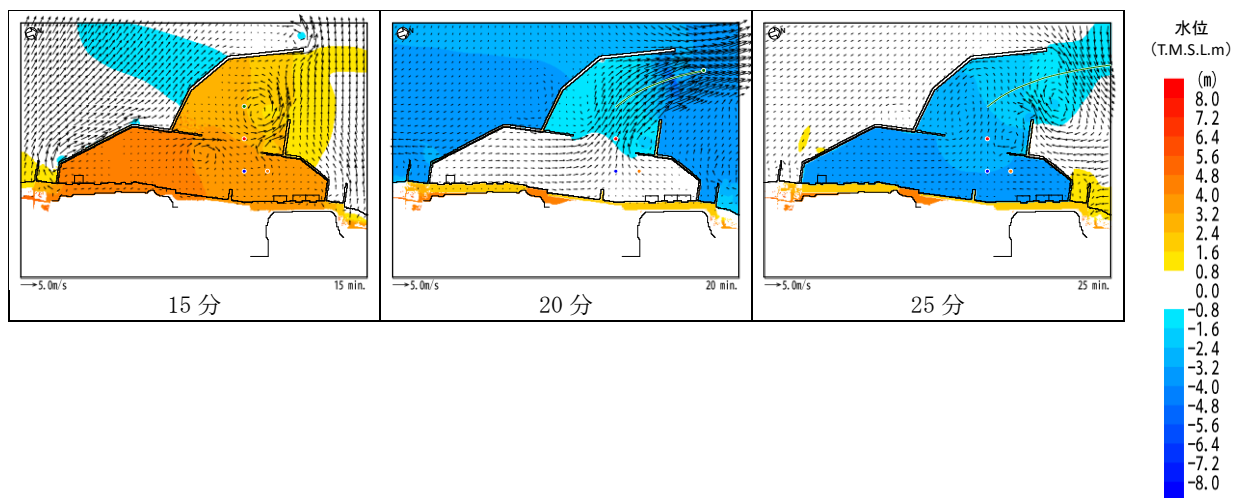
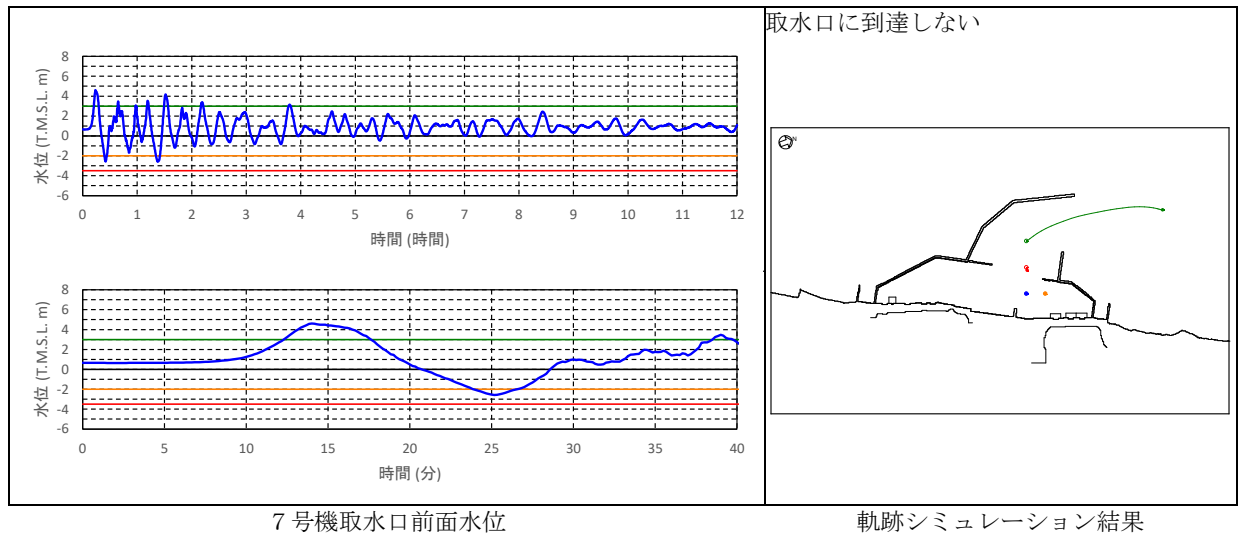


図 4.2-参 1(a)-9 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 3 防波堤健全)

- 津波第一波の引き波により港内から津波が流出し港口に向かう流れが発生（20分頃）、港口付近から移動（緑）。
- 港口から港内の主たる流れは津波の押し波・引き波に応じて変化し、長期間一様な流れとはならない。また、港湾中央付近から取水口方向に向けて比較的速い流速は生じないことから、漂流物は取水口に到達しない。

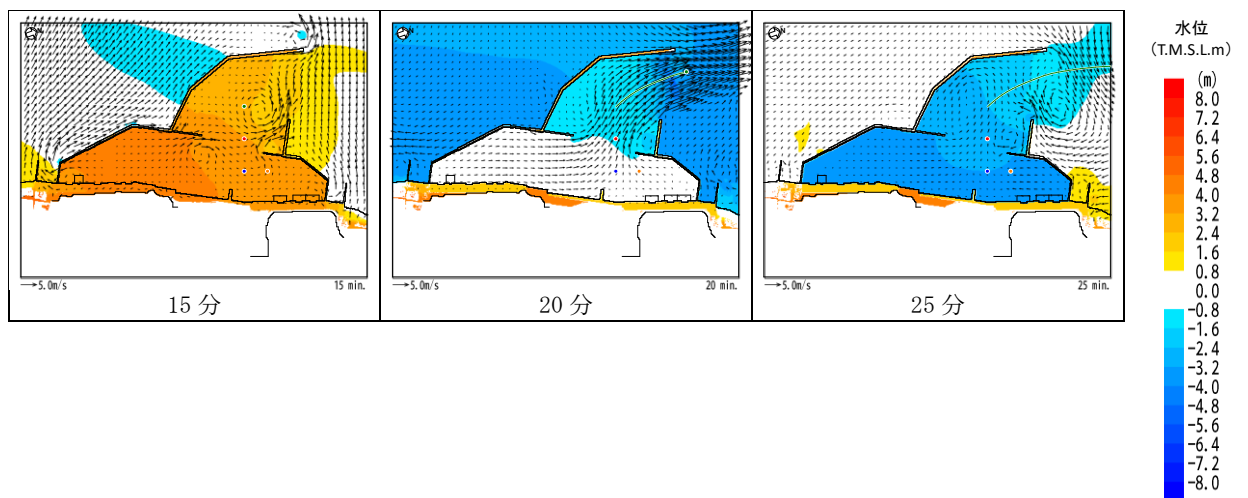
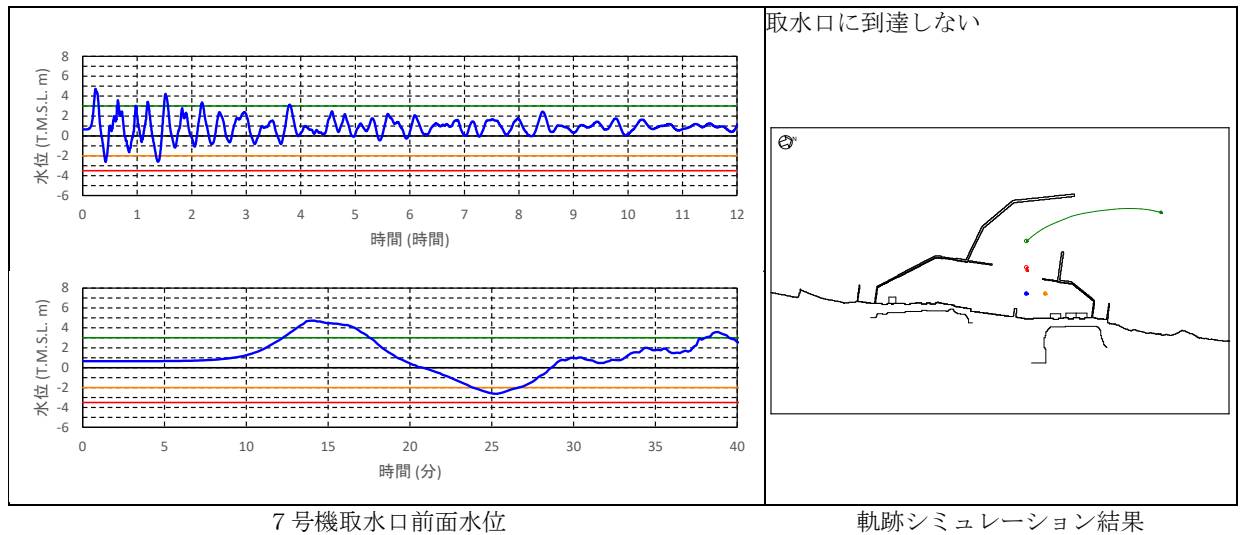


図 4.2-参 1(a)-10 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 3 防波堤 1m 沈下)

- 津波第五波の押し波により港口から津波が流入し港内に向かう流れが発生（85~90分頃）、港口付近から移動（緑、赤）。
- 津波第五波の引き波により港内から津波が流出し港口に向かう流れが発生（95分頃）、港湾中央付近から移動（赤）。
- 港口から港内の主たる流れは津波の押し波・引き波に応じて変化し、長期間一様な流れとはならない。また、港湾中央付近から取水口方向に向けて比較的速い流速は生じないことから、漂流物は取水口に到達しない。

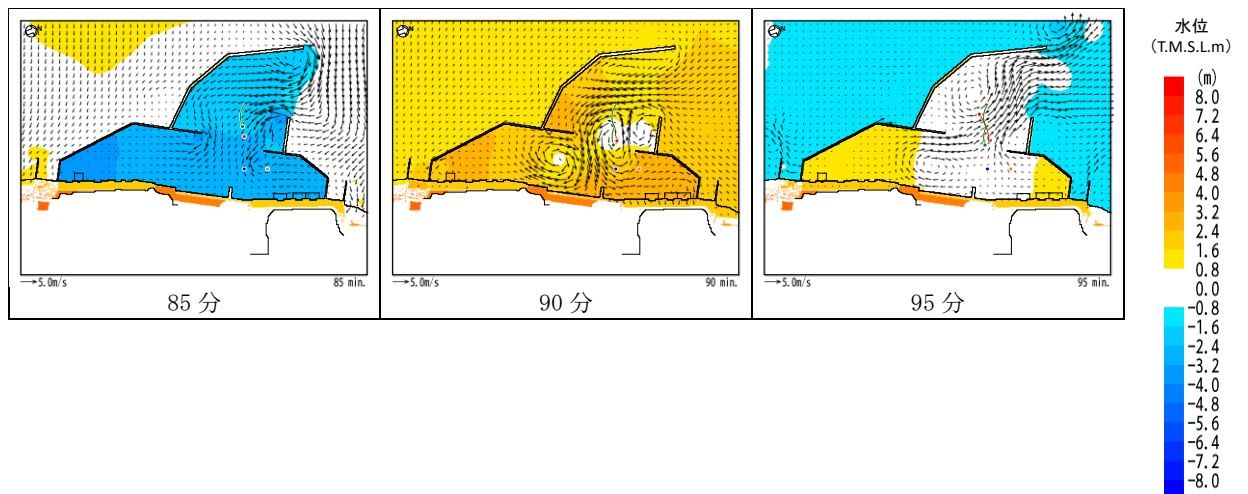
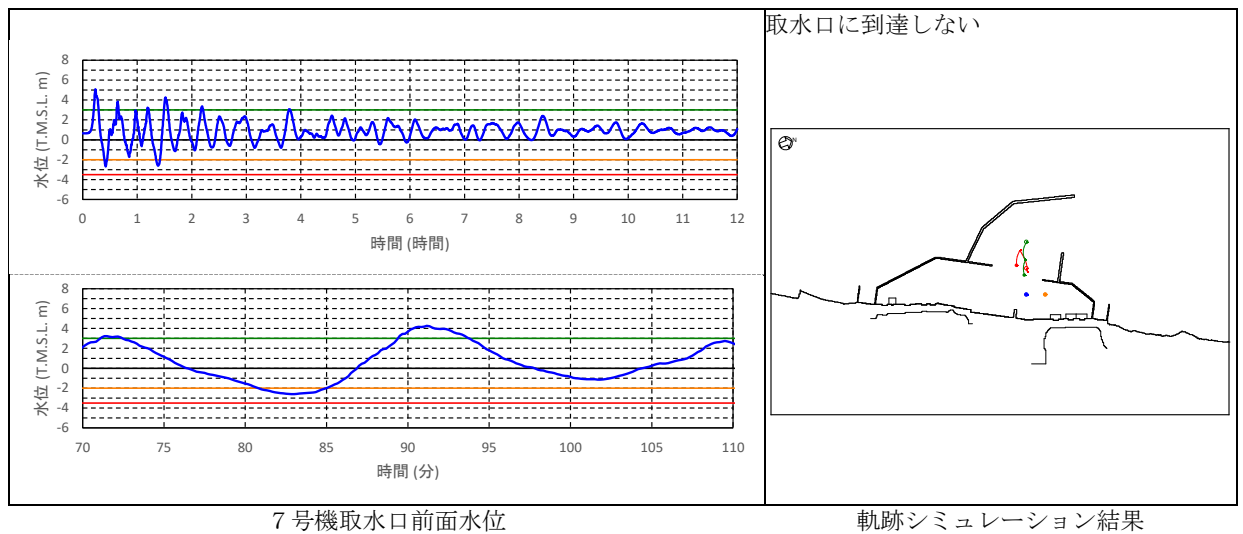


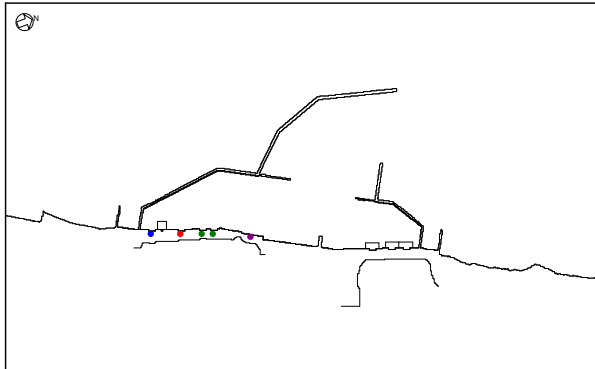
図 4.2-参 1(a)-11 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 3 防波堤 2m 沈下)

取水口への漂流物到達の可能性 - 荒浜側護岸部漂流物-

(1) 軌跡シミュレーション

軌跡シミュレーションの評価条件を表 4.2-参 1(b)-1, 評価結果を図 4.2-参 1(b)-1 に示す。

表 4.2-参 1(b)-1 軌跡シミュレーション評価条件

項目		評価条件
基準津波		基準津波 1～3
地形モデル	防波堤	健全, 1m 沈下, 2m 沈下, なし
	護岸部・敷地	健全, 護岸部 2m 沈下
	荒浜側防潮堤	健全, なし
評価時間		2 時間
漂流条件		流速：－ 浸水深：10cm 以上で移動, 10cm 未満で停止
初期配置		

(2) 水位・流向・流速を用いた傾向分析

水位・流向・流速を用いた傾向分析結果を図 4.2-参 1(b)-2～図 4.2-参 1(b)-19 に示す。

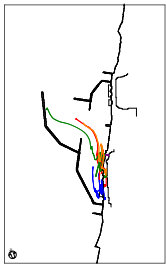
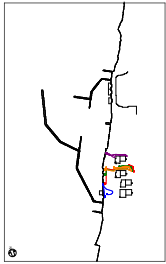
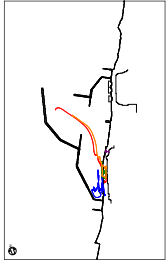
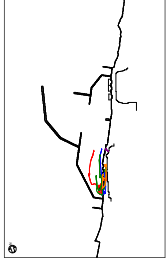
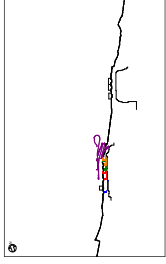
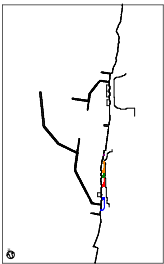
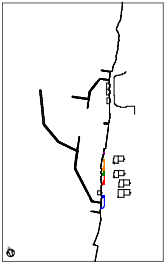
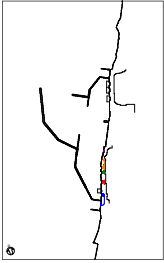
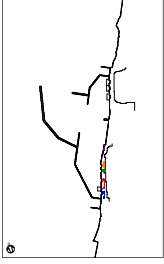
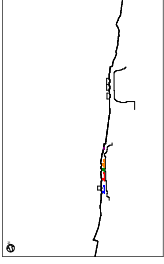





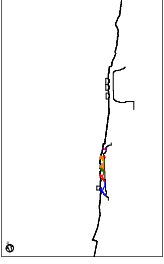

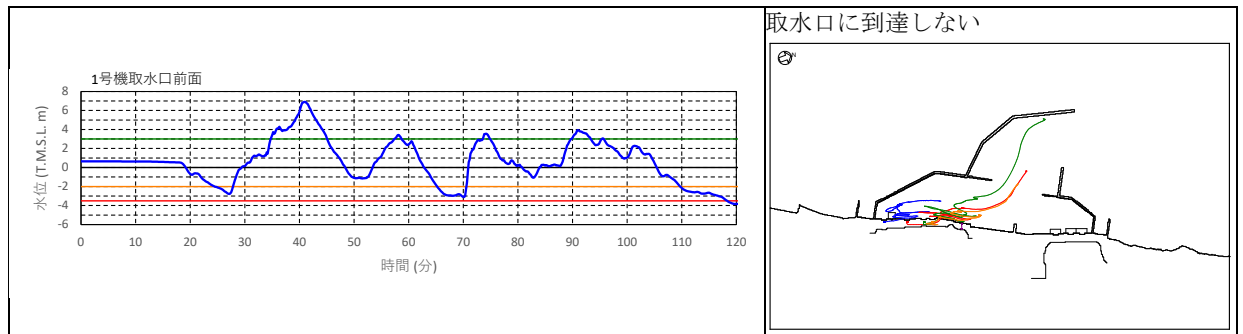
	防波堤健全 護岸部健全 荒浜側防潮堤健全	防波堤健全 護岸部健全 荒浜側防潮堤なし	防波堤 1 m 沈下	防波堤 2 m 沈下	防波堤なし	防波堤健全 護岸部健全 荒浜側防潮堤健全
	基準津波 1					
基準津波 2						
基準津波 3						

図 4.2-参 1 (b) -1 軌跡シミュレーション評価結果

- 遡上した津波第一波により、漂流物は一部海域に流出する（50分頃）。その後、津波第二波以降の押し波・引き波により、荒浜側護岸付近を移動する（90分頃まで）。
- 津波第四波の引き波により港口に向かう流れが継続、漂流物は港口に向けて移動する（90分過ぎ）。
- 津波の押し波・引き波に応じて港内を移動するが、取水口に到達しない。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

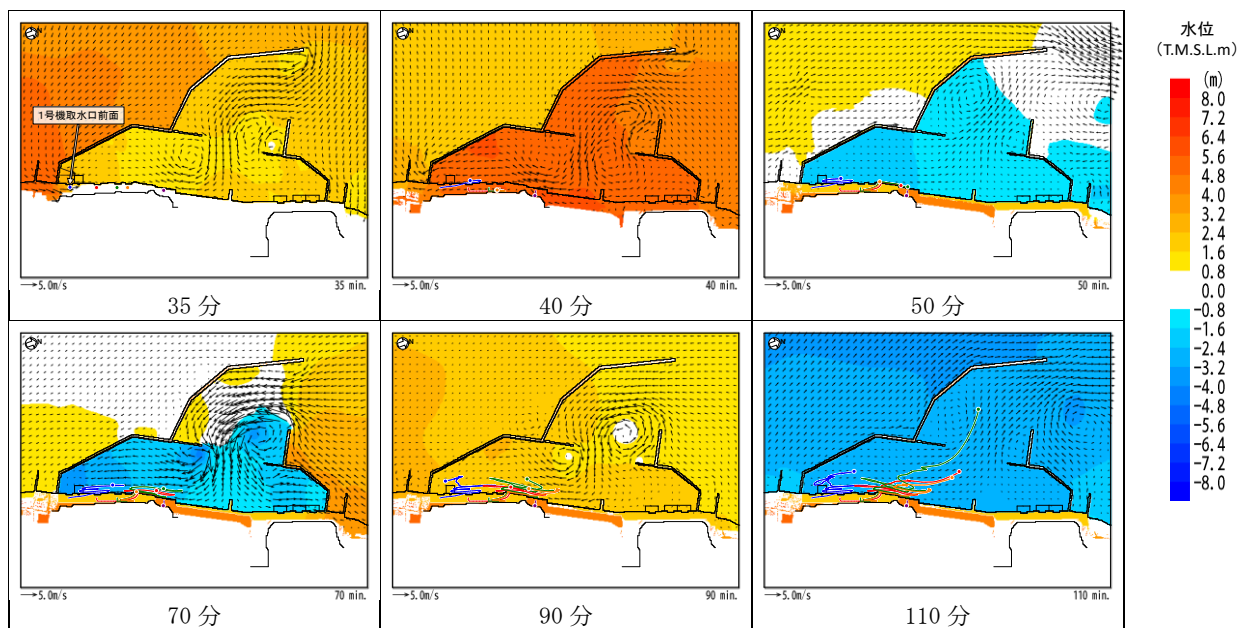
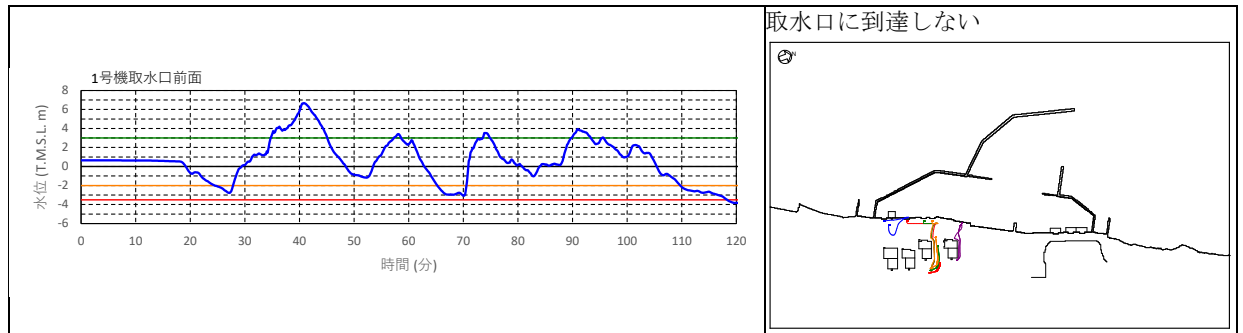


図 4.2-参 1(b)-2 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 1 防波堤健全・護岸部健全・荒浜側防潮堤健全)

- 津波第一波により、漂流物は山側へ移動する（45分頃まで）。その後、津波第一波の引き波により、漂流物は海側へ移動する（45分頃以降）。
- 遡上した津波の押し波・引き波に応じて山側・海側へ移動するが、海域には流出せず取水口に到達しない。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

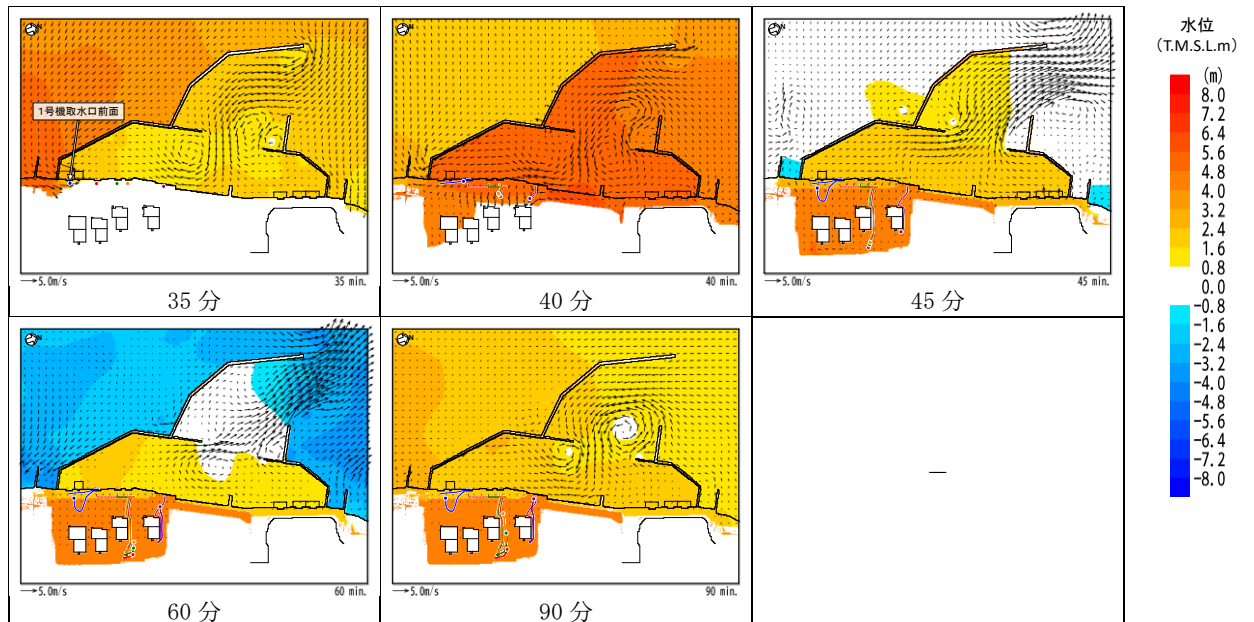
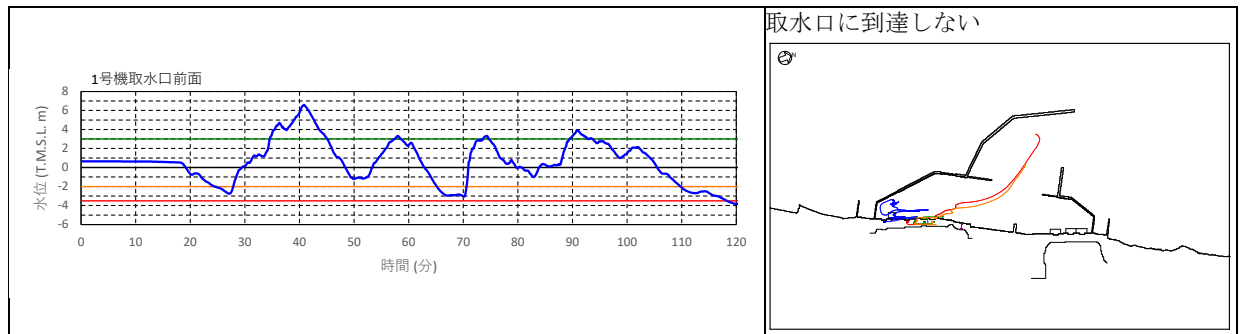


図 4.2-参 1(b)-3 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
 (基準津波 1 防波堤健全・護岸部健全・荒浜側防潮堤なし)



- 津波第一波により、漂流物は一部海域に流出する（50分頃）。その後、津波第二波以降の押し波・引き波により荒浜側護岸付近を移動する（90分頃まで）。
- 津波第四波の引き波により港口に向かう流れが継続、漂流物は港口に向けて移動する（90分過ぎ）。
- 津波の押し波・引き波に応じて港内を移動するが、取水口に到達しない。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

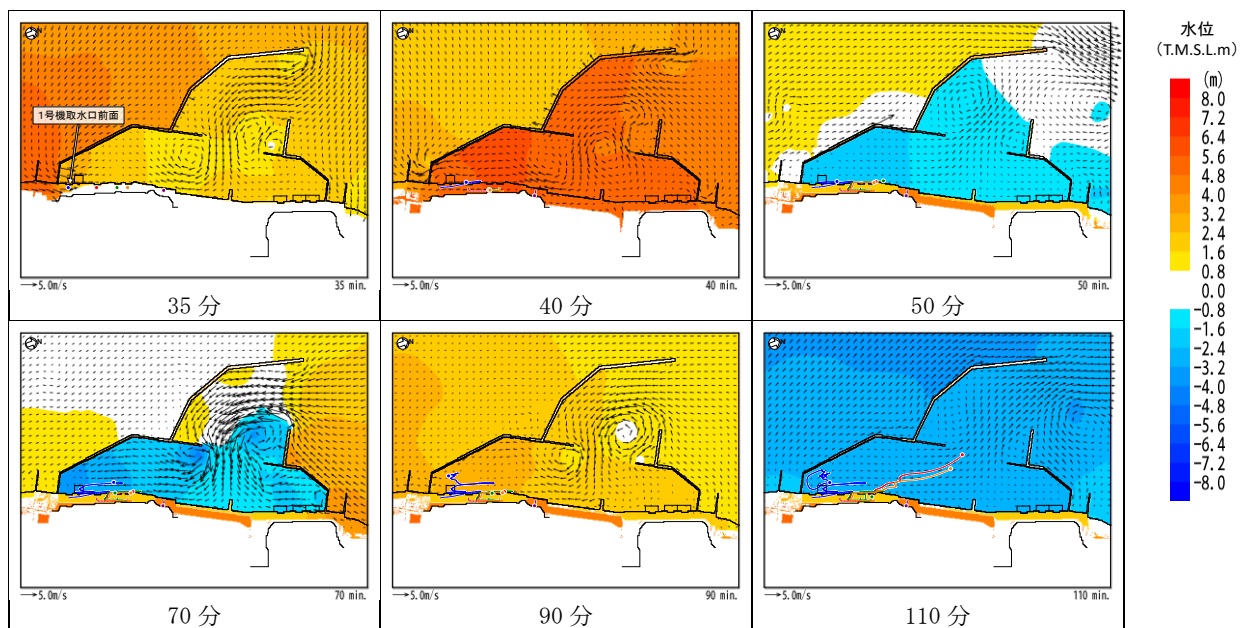
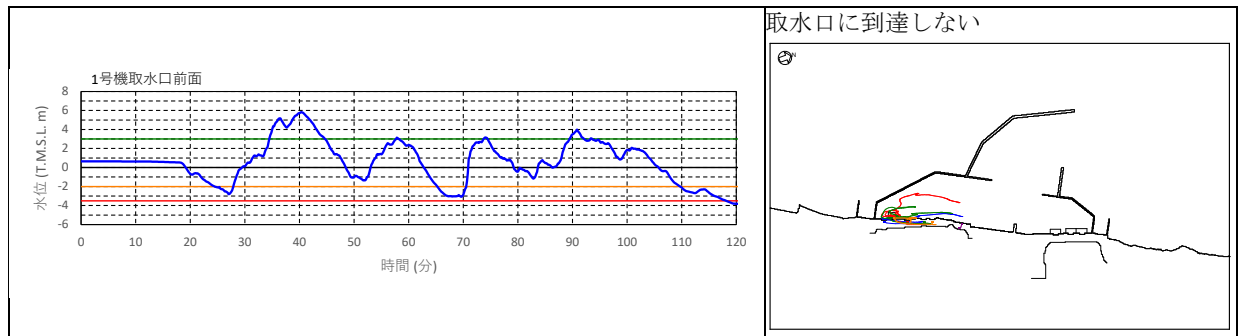


図 4.2-参 1(b)-4 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 1 防波堤 1 m 沈下・護岸部健全・荒浜側防潮堤健全)

- 遡上した津波第一波により、漂流物は一部海域に流出する（50分頃）。その後、津波第二波以降の押し波・引き波により荒浜側護岸付近を移動する（90分頃まで）。
- 津波第四波の引き波により港口に向かう流れが継続、漂流物は港口に向けて移動する（90分過ぎ）。
- 津波の押し波・引き波に応じて港内を移動するが、取水口に到達しない。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

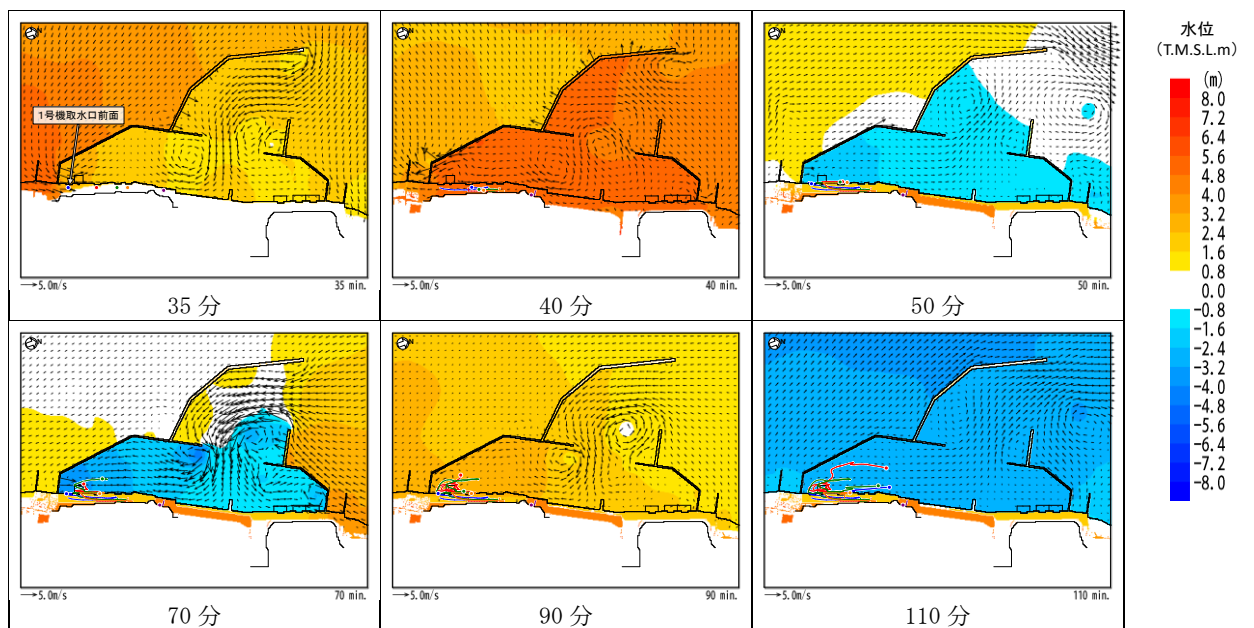
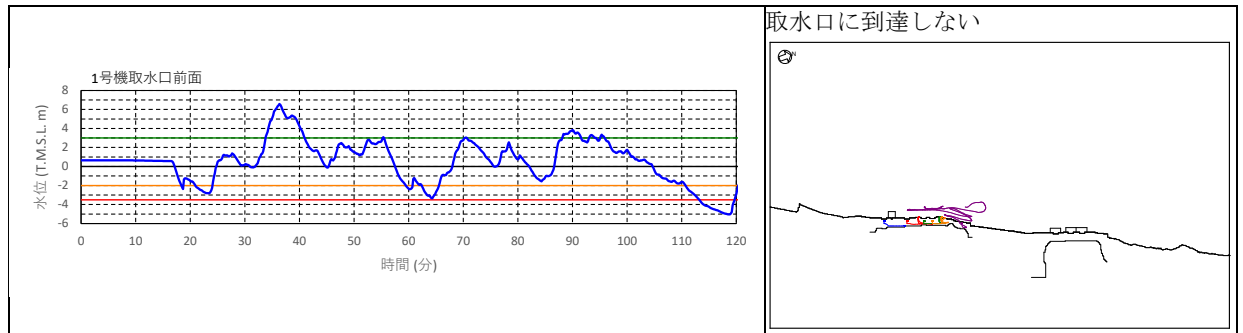


図 4.2-参 1(b)-5 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 1 防波堤 2 m 沈下・護岸部健全・荒浜側防潮堤健全)

- 遡上した津波第一波により、漂流物は一部海域に流出する（40分頃）。その後、津波第二波以降の押し波・引き波により荒浜側護岸付近を移動する。
- 津波の押し波・引き波に応じて荒浜側護岸付近を移動するが、取水口に到達しない。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

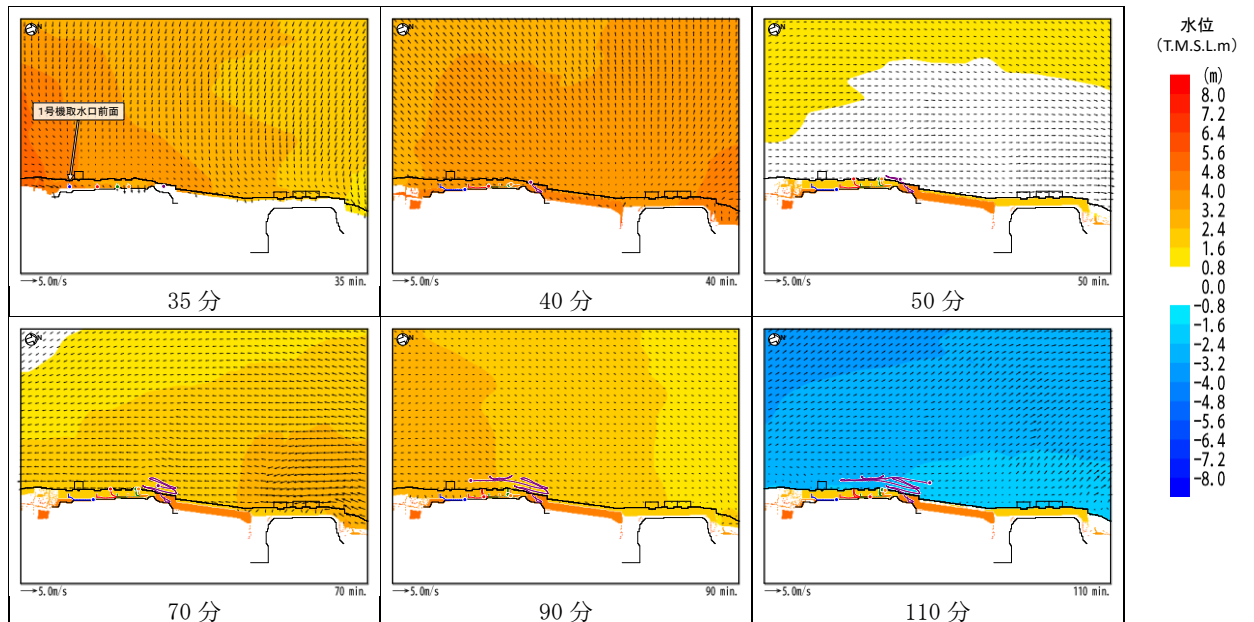
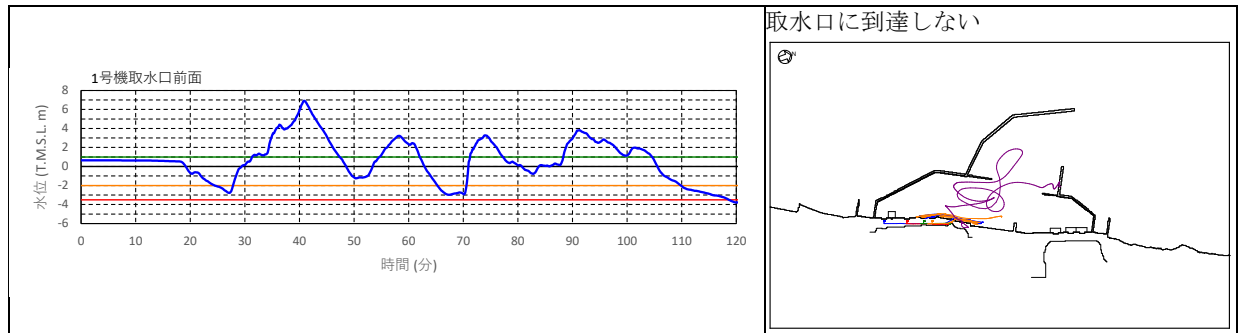


図 4.2-参 1(b)-6 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 1 防波堤なし・護岸部健全・荒浜側防潮堤健全)

- 遡上した津波第一波により、漂流物は一部海域に流出する（40分頃）。その後、津波第二波以降の押し波・引き波により港内を荒浜側護岸付近から港口付近にかけて移動する。
- 津波の押し波・引き波に応じて港内を移動するが、取水口に到達しない。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

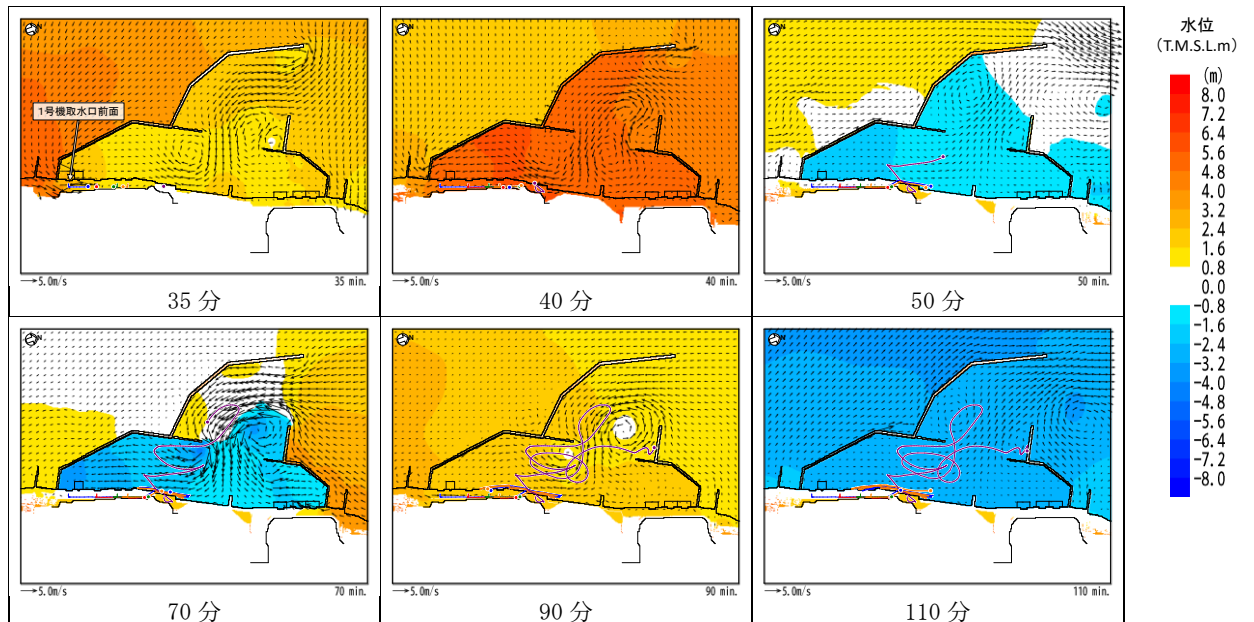
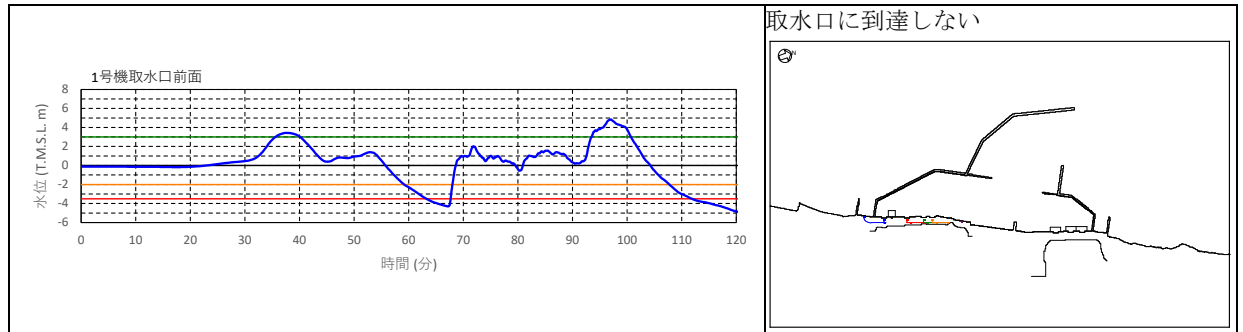


図 4.2-参 1(b)-7 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 1 防波堤健全・護岸部 2 m 沈下・荒浜側防潮堤健全)

- 遡上した津波第一波（40分頃）、第二波（100分頃）により漂流物は護岸上を移動する。
- 津波の遡上により護岸上を移動するが、海域には流出せず取水口に到達しない。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

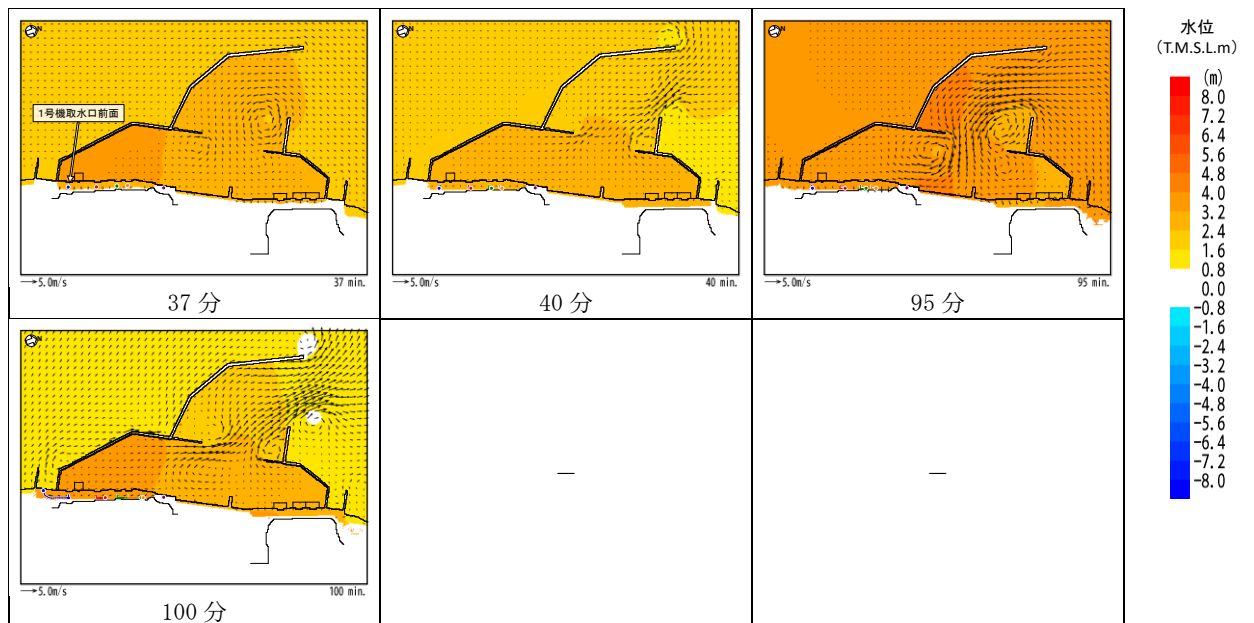
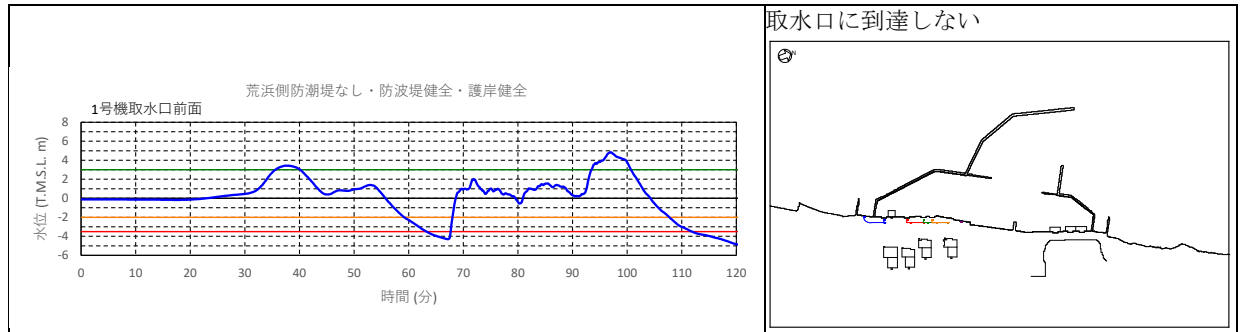


図 4.2-参 1(b)-8 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 2 防波堤健全・護岸部健全・荒浜側防潮堤健全)

- 遡上した津波第一波（40分頃）、第二波（100分頃）により漂流物は護岸上を移動する。
- 津波の遡上により護岸上を移動するが、海域には流出せず取水口に到達しない。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

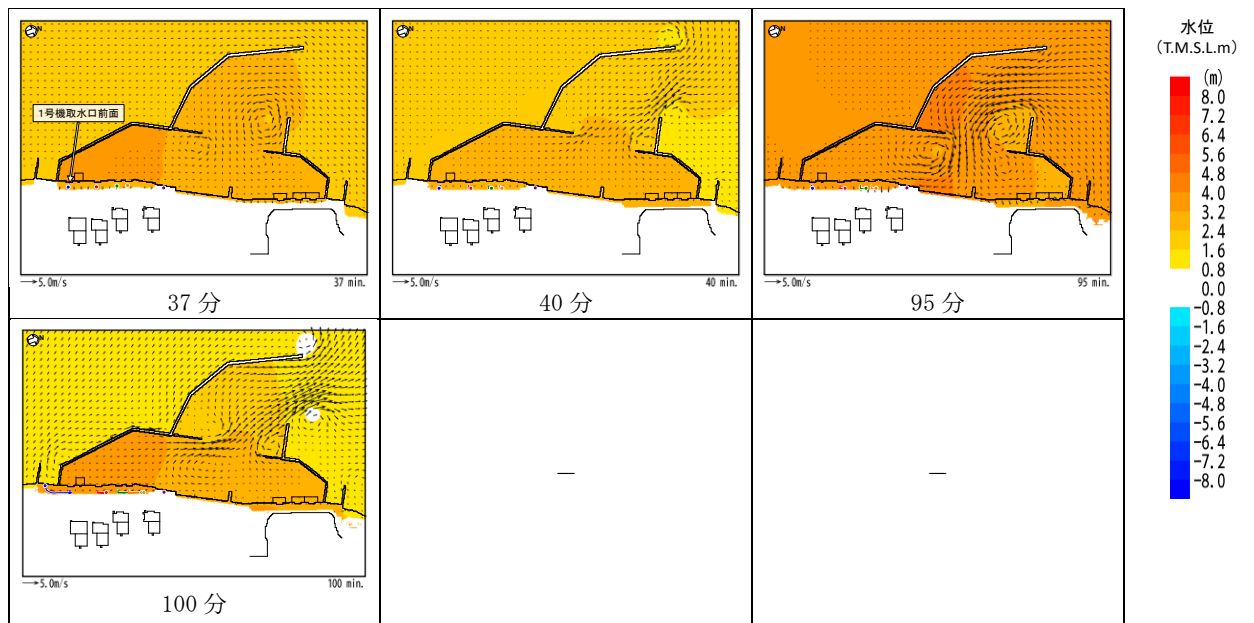
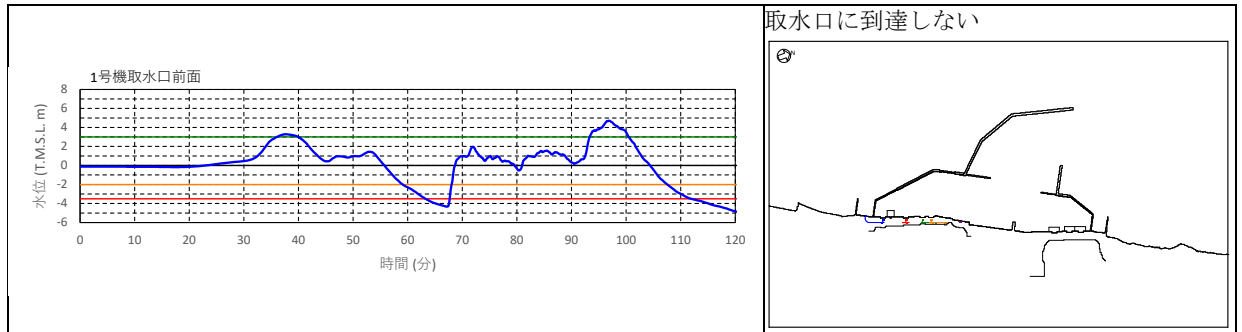


図 4.2-参 1(b)-9 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 2 防波堤健全・護岸部健全・荒浜側防潮堤なし)

- 遡上した津波第一波（40分頃）、第二波（100分頃）により漂流物は護岸上を移動する。
- 津波の遡上により護岸上を移動するが、海域には流出せず取水口に到達しない。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

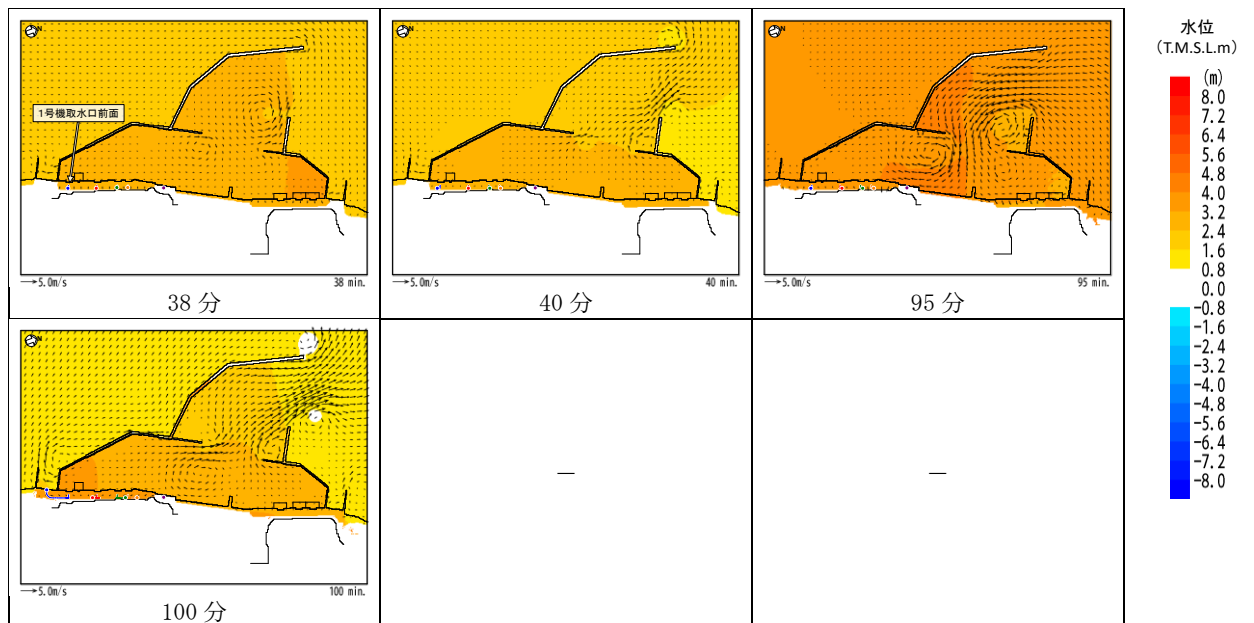
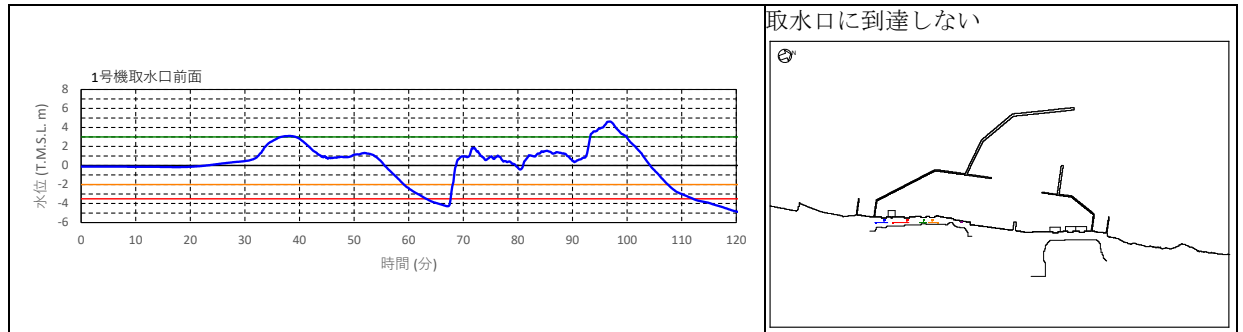


図 4.2-参 1(b)-10 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 2 防波堤 1 m沈下・護岸部健全・荒浜側防潮堤健全)

- 遡上した津波第一波（40分頃）、第二波（100分頃）により漂流物は護岸上を移動する。
- 津波の遡上により護岸上を移動するが、海域には流出せず取水口に到達しない。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

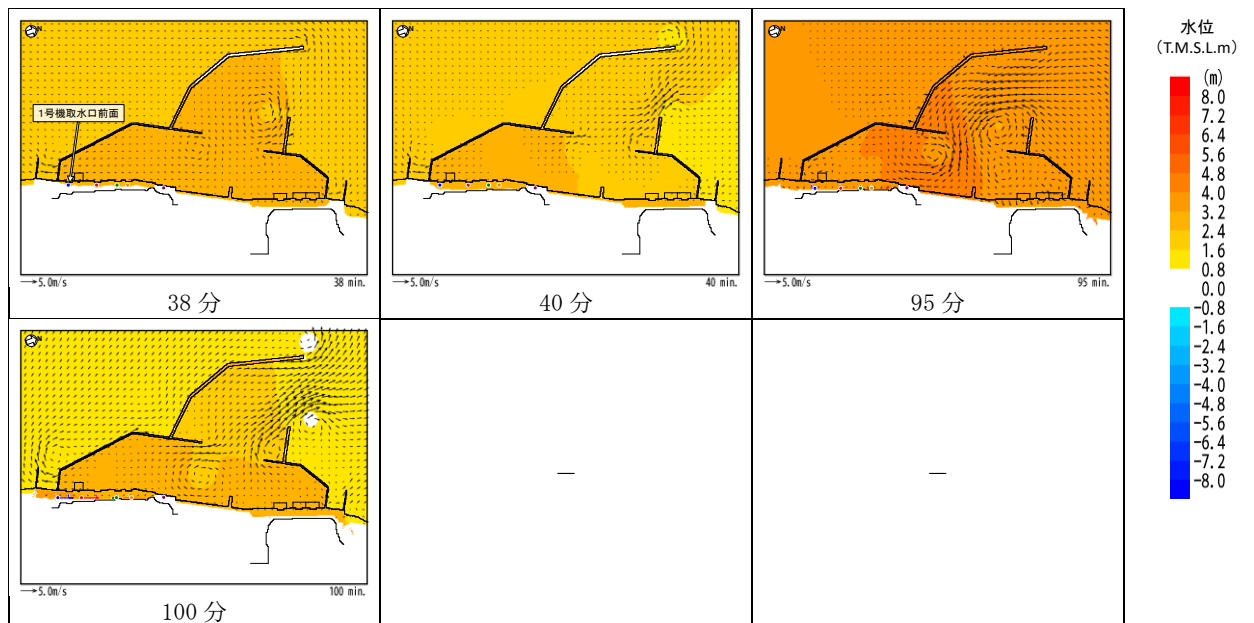
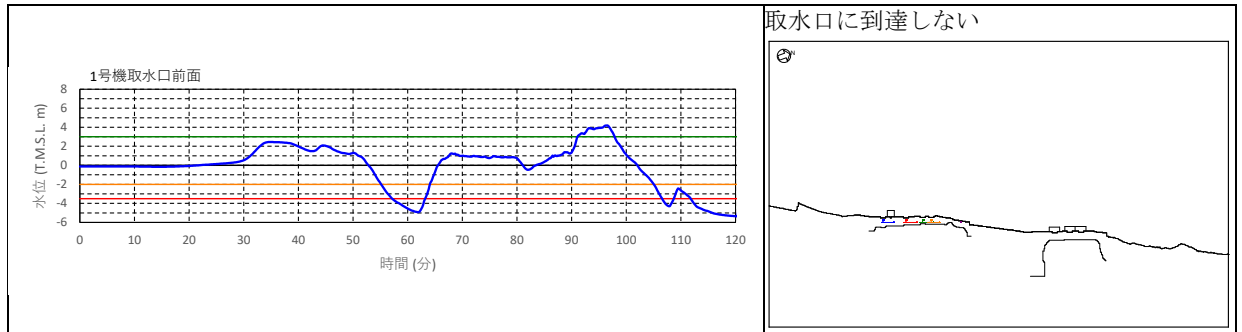


図 4.2-参 1(b)-11 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 2 防波堤 2 m 沈下・護岸部健全・荒浜側防潮堤健全)



- 津波第一波（40分頃）は護岸に遡上しない。第二波（100分頃）により漂流物は護岸上を移動する。
- 津波の遡上により護岸上を移動するが、海域には流出せず取水口に到達しない。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

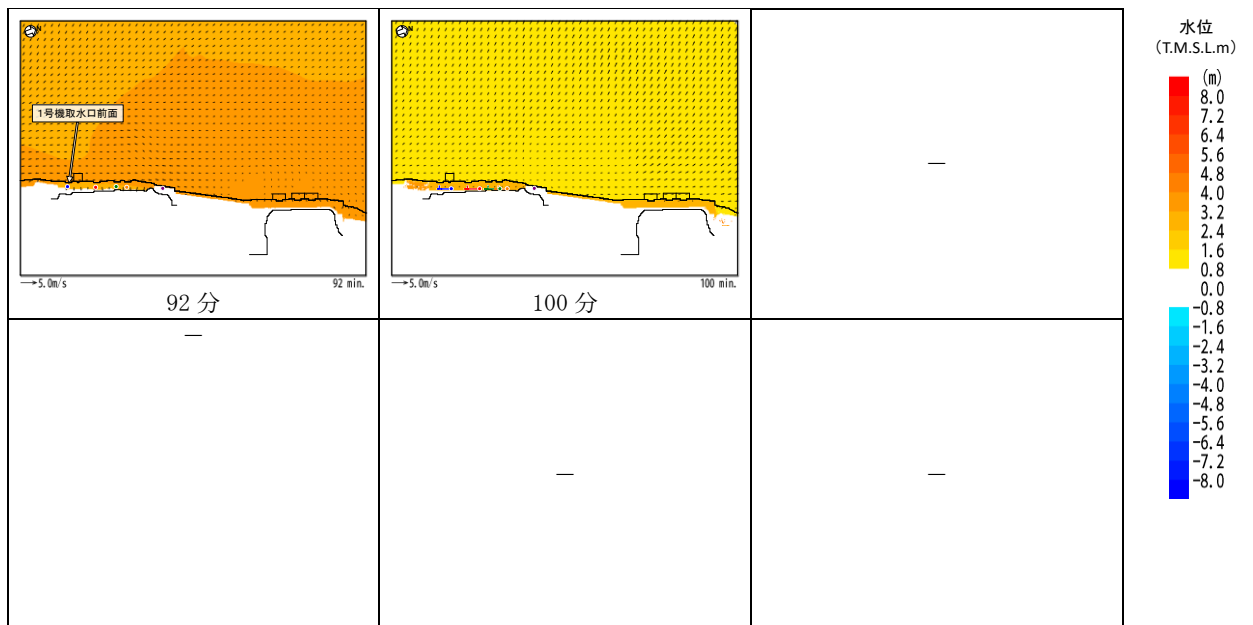
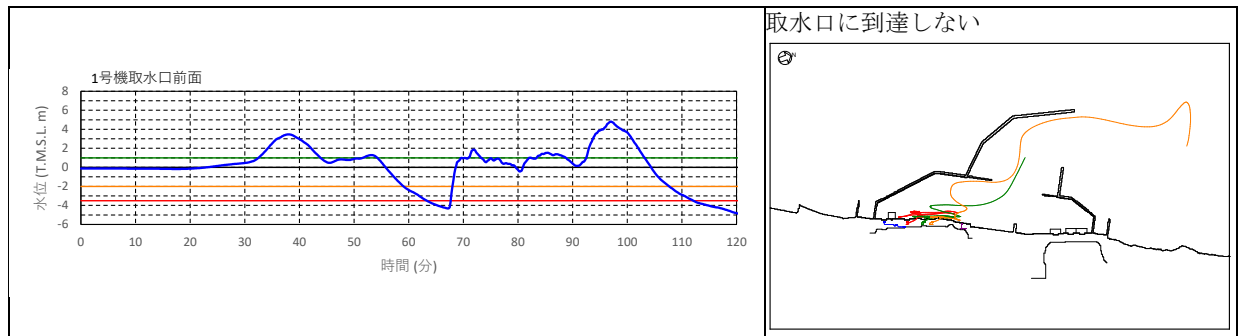


図 4.2-参 1(b)-12 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 2 防波堤なし・護岸部健全・荒浜側防潮堤健全)

- 遡上した津波第一波により、漂流物は一部海域に流出する（50分頃）。その後、押し波・引き波により、荒浜側護岸付近を移動する（90分頃まで）。
- 津波第二波の引き波により港口に向かう流れが継続、漂流物は港口に向けて移動する（100分頃以降）。
- 津波の押し波・引き波に応じて港内を移動するが、取水口に到達しない。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

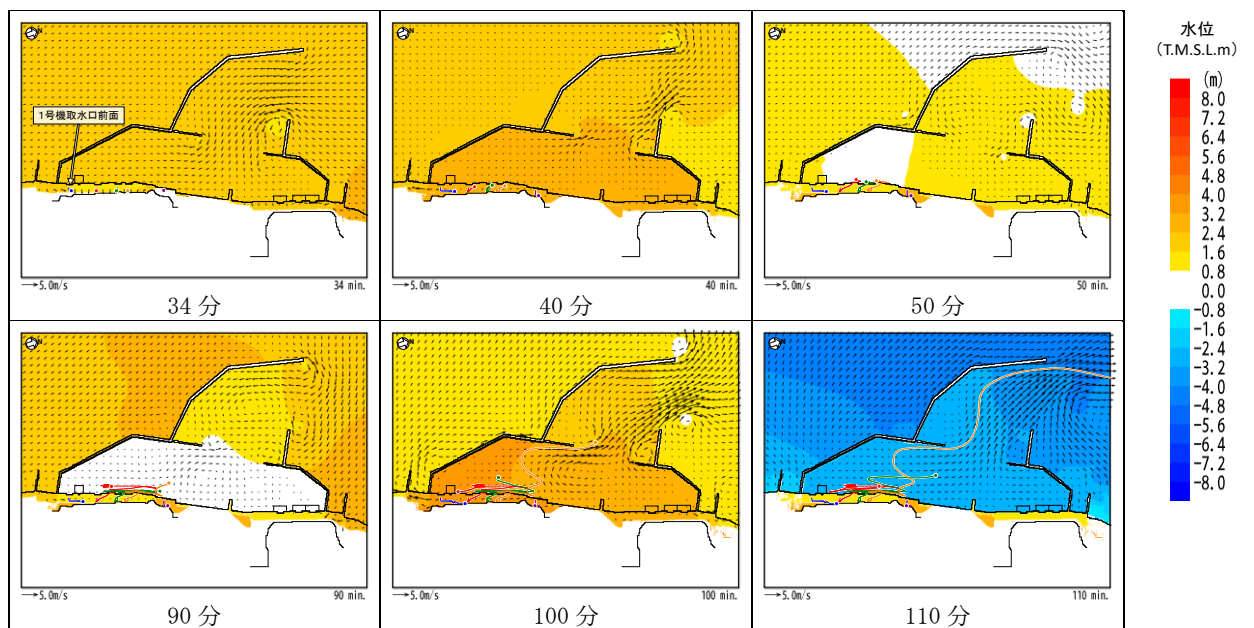
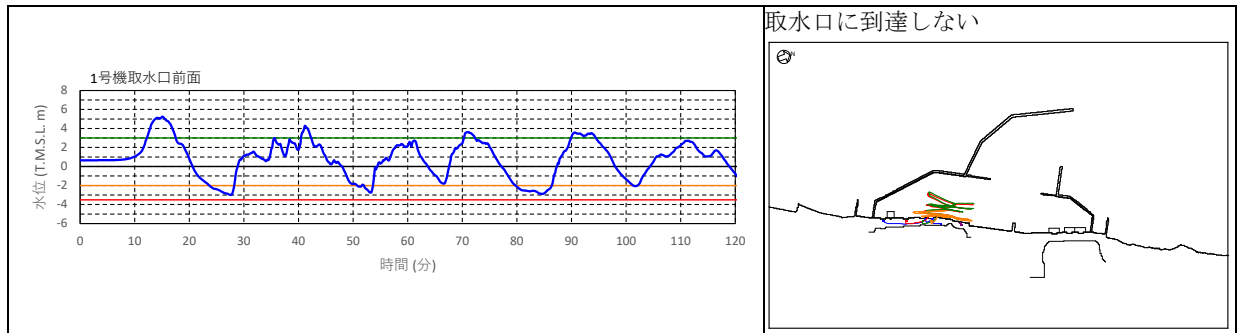


図 4.2-参 1(b)-13 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 2 防波堤健全・護岸部 2 m 沈下・荒浜側防潮堤健全)

- 遡上した津波第一波により、漂流物は一部海域に流出する（20分頃）。その後、津波第二波以降の押し波・引き波により、荒浜側護岸付近を移動する。
- 津波の押し波・引き波に応じて港内を移動するが、取水口に到達しない。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

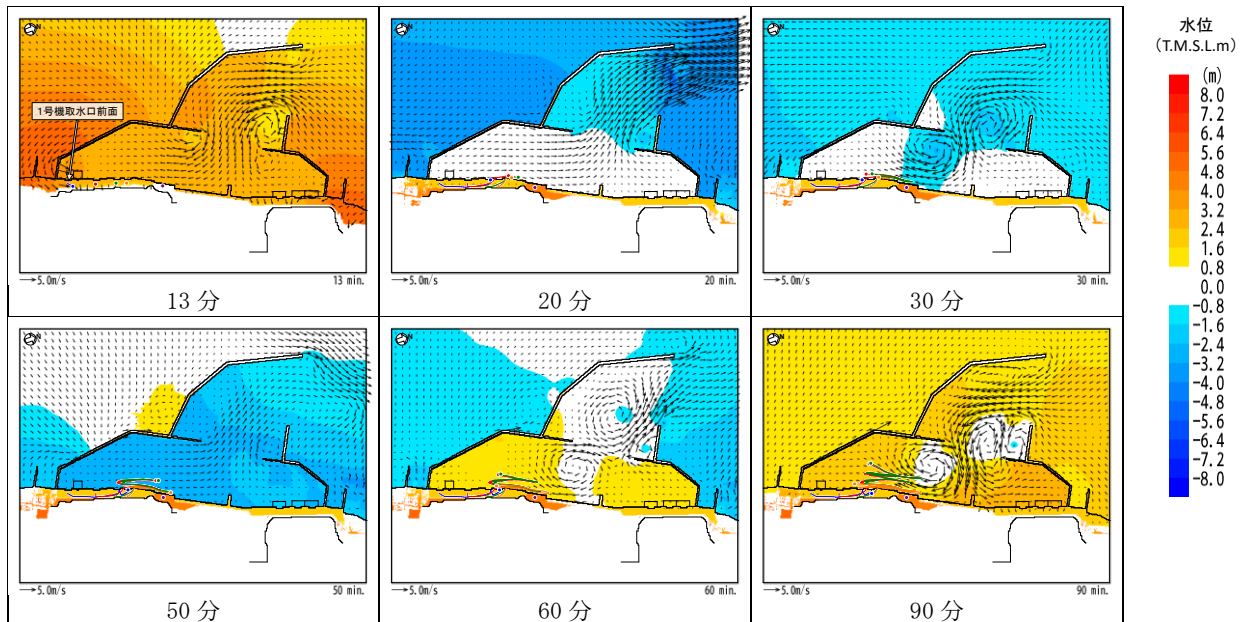
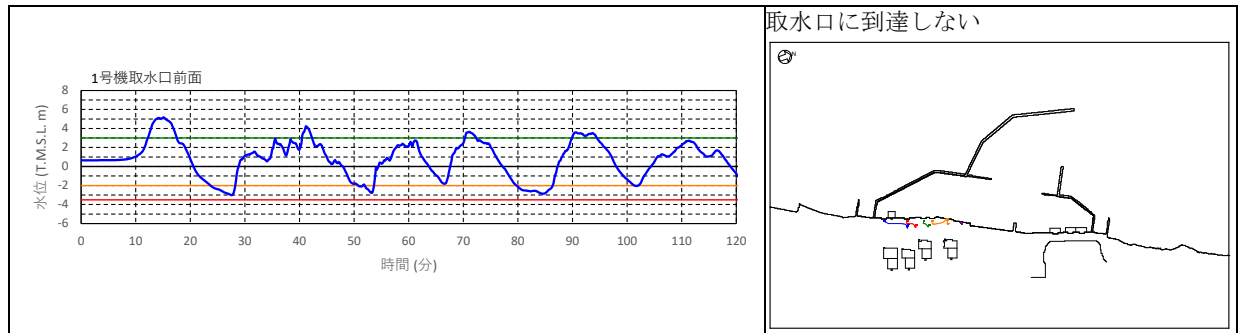


図 4.2-参 1(b)-14 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 3 防波堤健全・護岸部健全・荒浜側防潮堤健全)

- 遡上した津波第一波により、漂流物は護岸上を移動する（20分頃）。その後の津波遡上はわずかであり、漂流物はほとんど移動しない。
- 津波の遡上により護岸上を移動するが、海域には流出せず取水口に到達しない。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

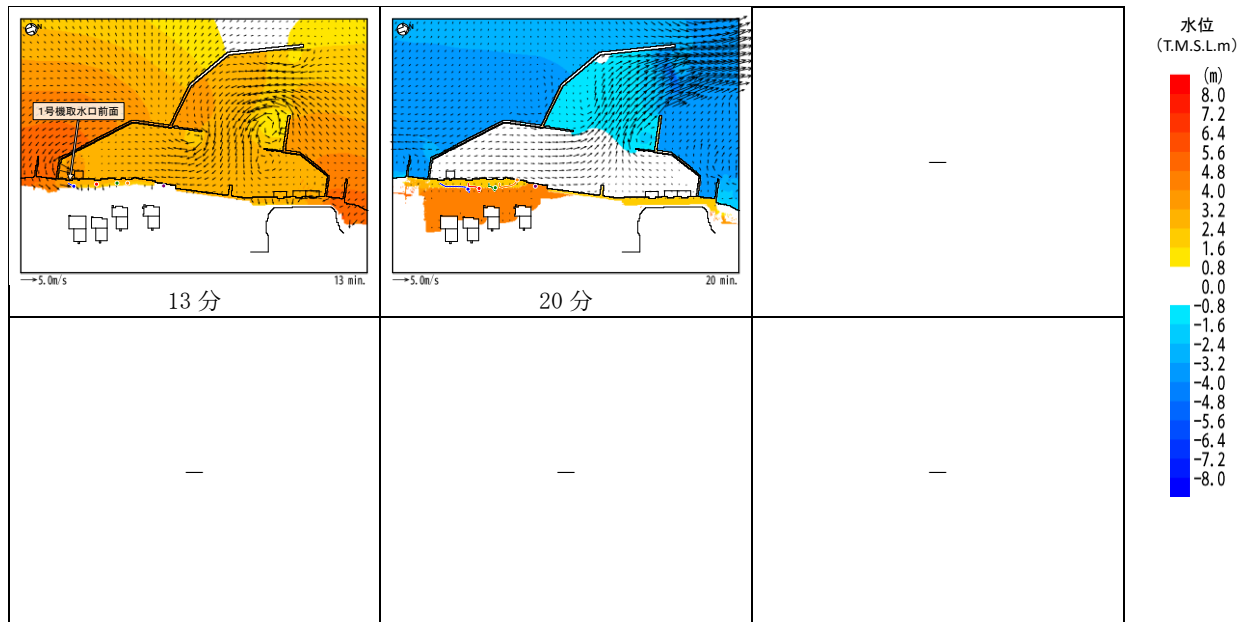
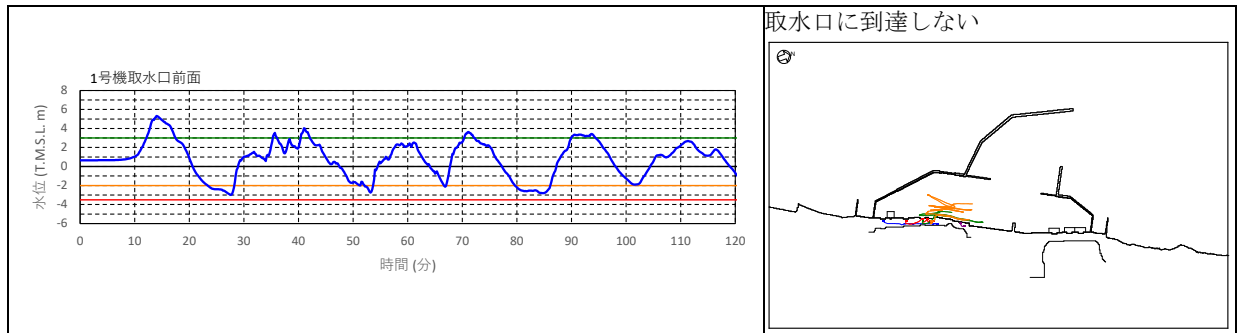


図 4.2-参 1(b)-15 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 3 防波堤健全・護岸部健全・荒浜側防潮堤なし)

- 遡上した津波第一波により、漂流物は一部海域に流出する（20分頃）。その後、津波第二波以降の押し波・引き波により、荒浜側護岸付近を移動する。
- 津波の押し波・引き波に応じて港内を移動するが、取水口に到達しない。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

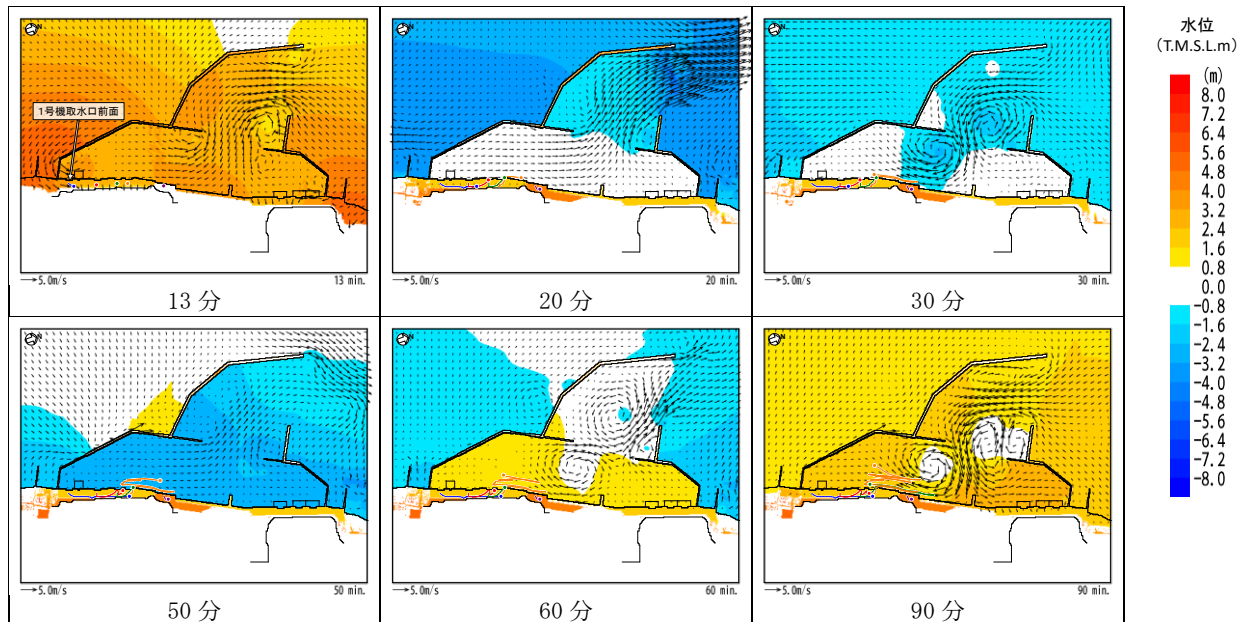
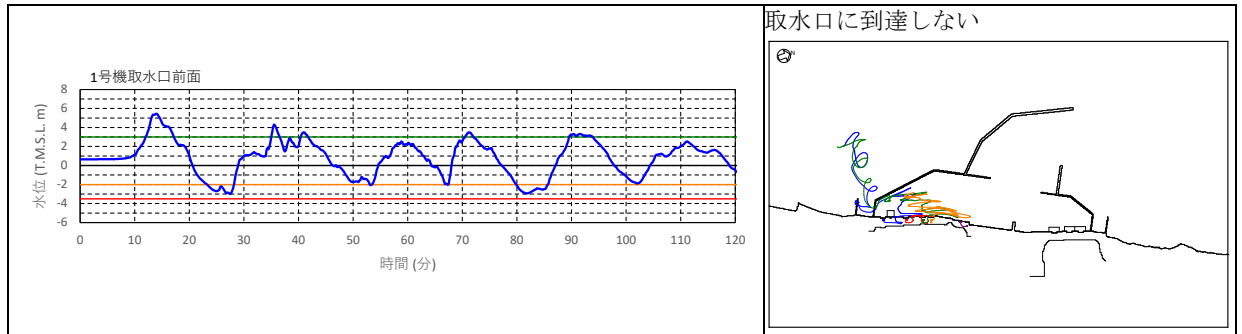


図 4.2-参 1(b)-16 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 3 防波堤 1m沈下・護岸部健全・荒浜側防潮堤健全)

- 遡上した津波第一波により、漂流物は一部海域に流出する（20分頃）。その後、津波第二波以降の押し波・引き波により、荒浜側護岸付近を移動する。
- 津波第五波により、漂流物は一部南防波堤を乗り越えて港外へ出る（90分頃）。
- 津波の押し波・引き波に応じて港内を移動するが、取水口に到達しない。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

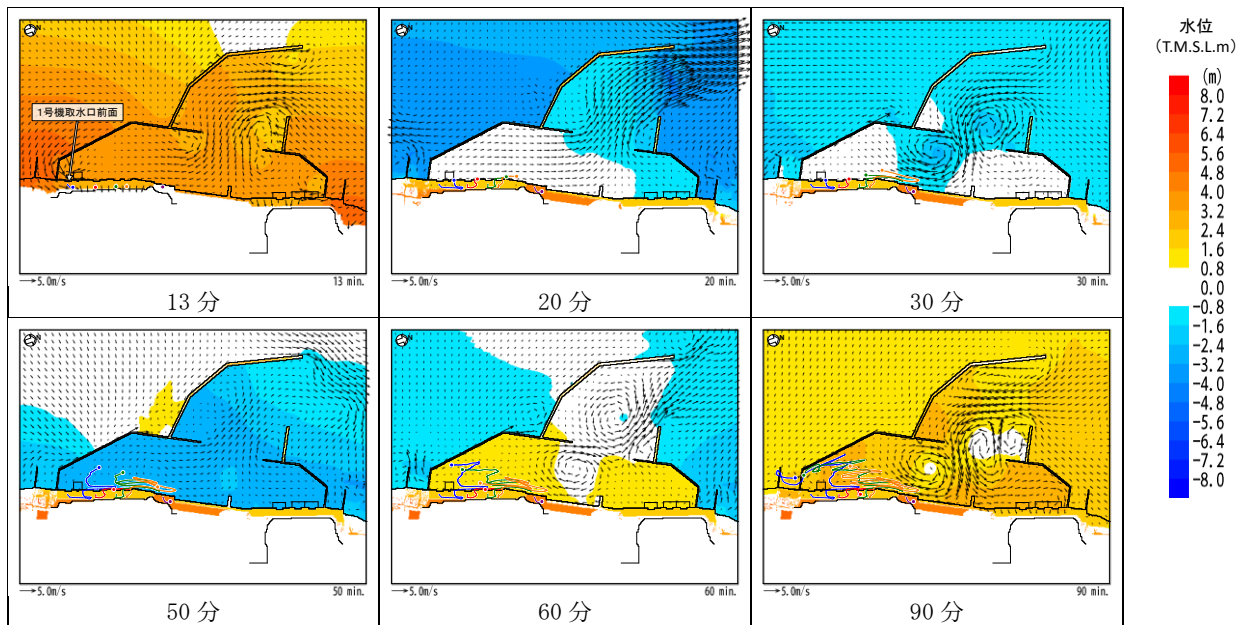
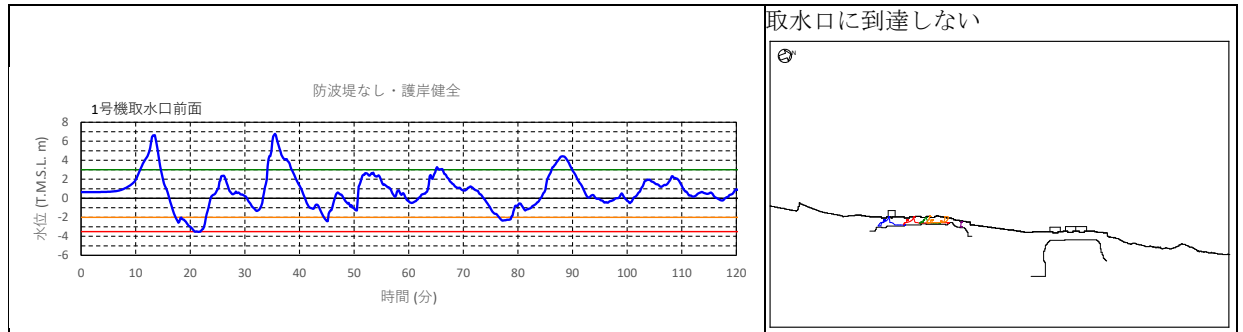


図 4.2-参 1(b)-17 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 3 防波堤 2 m 沈下・護岸部健全・荒浜側防潮堤健全)

- 遡上した津波第一波 (20 分頃), 第二波 (35 分頃), 第五波 (90 分頃) により, 漂流物は護岸上を移動する。
- 津波の遡上により護岸上を移動するが, 海域には流出せず取水口に到達しない。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

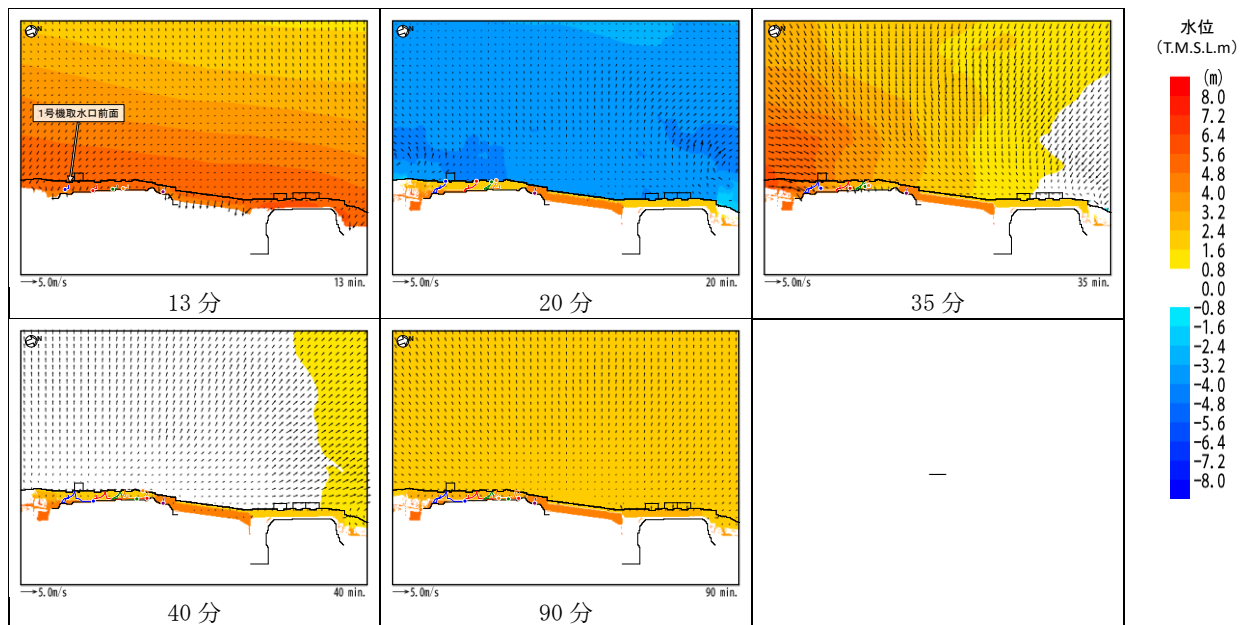
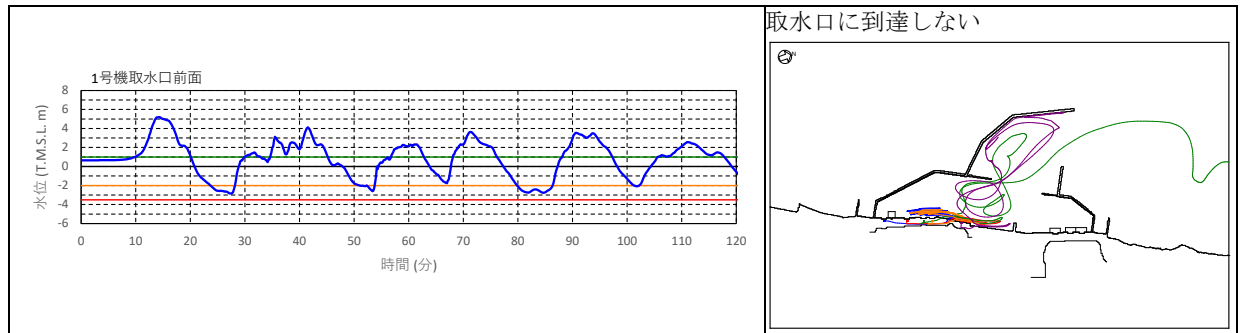


図 4.2-参 1(b)-18 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 3 防波堤なし・護岸部健全・荒浜側防潮堤健全)

- 遡上した津波第一波により、漂流物は海域に流出する（20分頃）。その後、津波第二波以降の押し波・引き波により、港内を荒浜側護岸付近から港口付近にかけて移動する。
- 津波の押し波・引き波に応じて港内を移動するが、取水口に到達しない。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

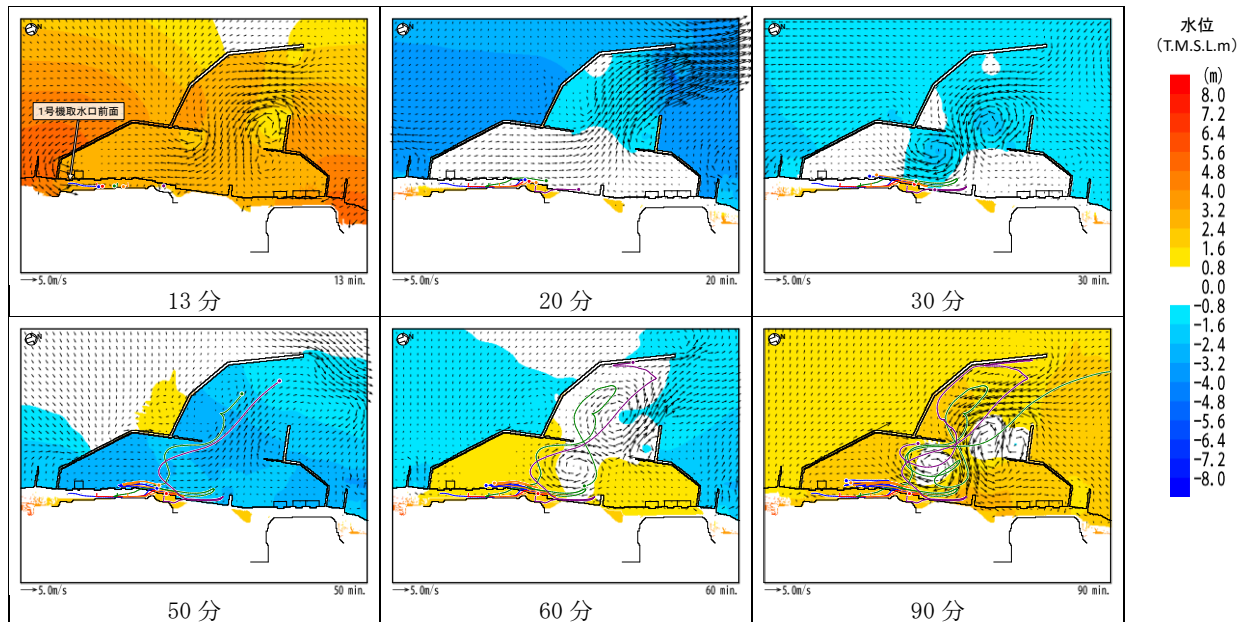


図 4.2-参 1(b)-19 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 3 防波堤健全・護岸部 2 m 沈下・荒浜側防潮堤健全)

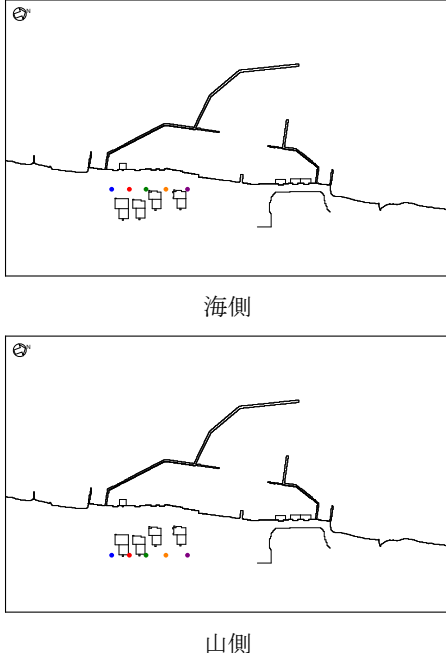


取水口への漂流物到達の可能性 - 荒浜側防潮堤内敷地漂流物-

(1) 軌跡シミュレーション

軌跡シミュレーションの評価条件を表 4.2-参 1(c)-1, 評価結果を図 4.2-参 1(c)-1 に示す。

表 4.2-参 1(c)-1 軌跡シミュレーション評価条件

項目		評価条件
基準津波		基準津波 1～3
地形モデル	防波堤	健全, なし
	護岸部・敷地	敷地 2m 沈下
	荒浜側防潮堤	なし
評価時間		12 時間
漂流条件		流速：－ 浸水深：50cm 以上で移動, 50cm 未満で停止
初期配置		

(2) 水位・流向・流速を用いた傾向分析

水位・流向・流速を用いた傾向分析結果を図 4.2-参 1(c)-2～図 4.2-参 1(c)-7 に示す。なお, 詳細分析は, 各検討ケースにおいて移動量が最も大きい期間に着目して実施した。

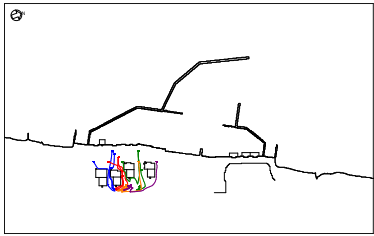
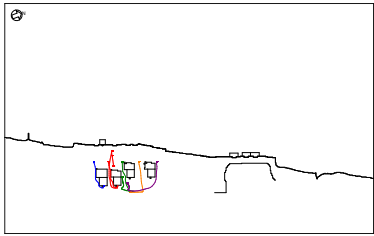
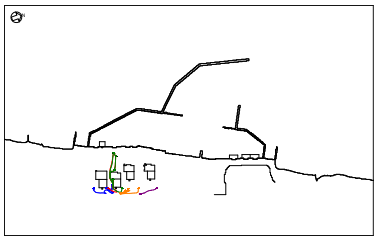
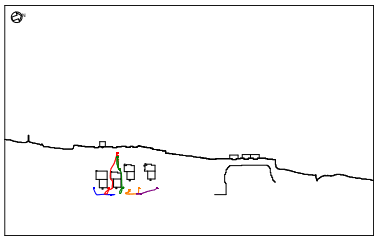
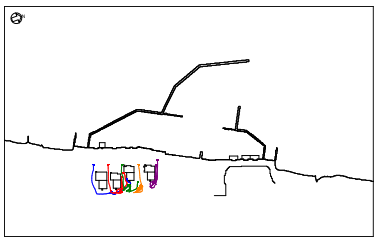

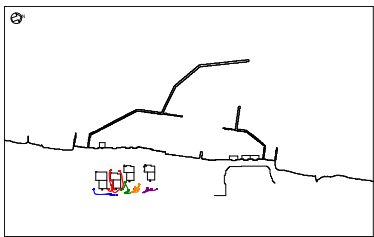
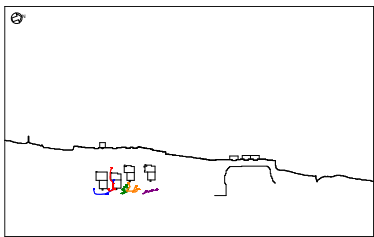
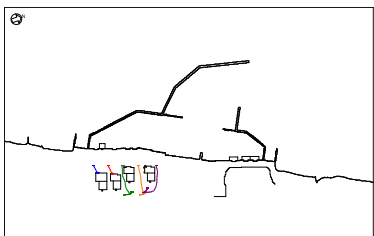
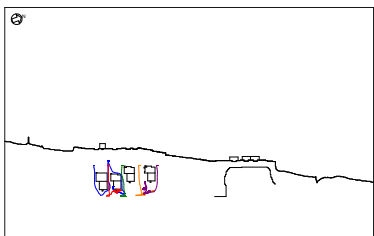
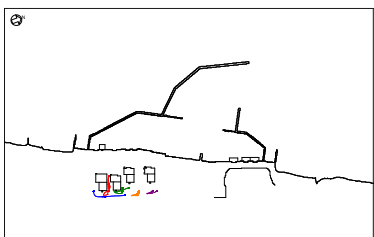
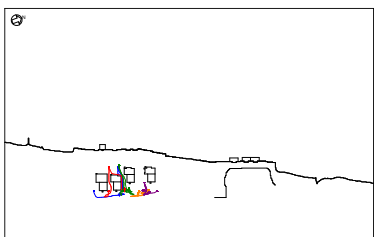
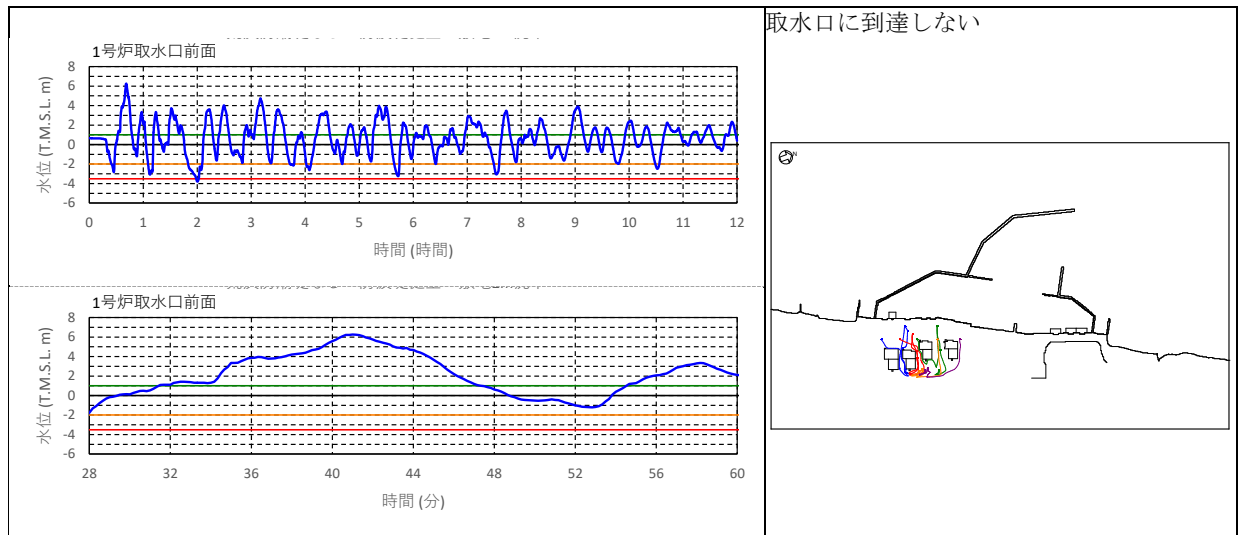
		防波堤健全	防波堤なし
基準 津波 1	海側		
	山側		
基準 津波 2	海側		
	山側		
基準 津波 3	海側		
	山側		

図 4.2-参 1(c)-1 軌跡シミュレーション評価結果

- 津波第一波が南西方向より遡上。建屋海側では遡上した津波により南側より順次、建屋南側・建屋間・建屋北側を通り建屋山側に向かう流れにより、漂流物が移動（40分頃まで）。
- その後、津波第一波の引き波により建屋間から海側へ向かう流れが生じ、引き波発生時の位置・浸水深・流速に応じ、建屋間を通り漂流物が海側へ移動（40分頃以降）。
- 津波の押し波・引き波に応じて山側・海側へ移動する流れが生じるが海域には流出しないことを確認した。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

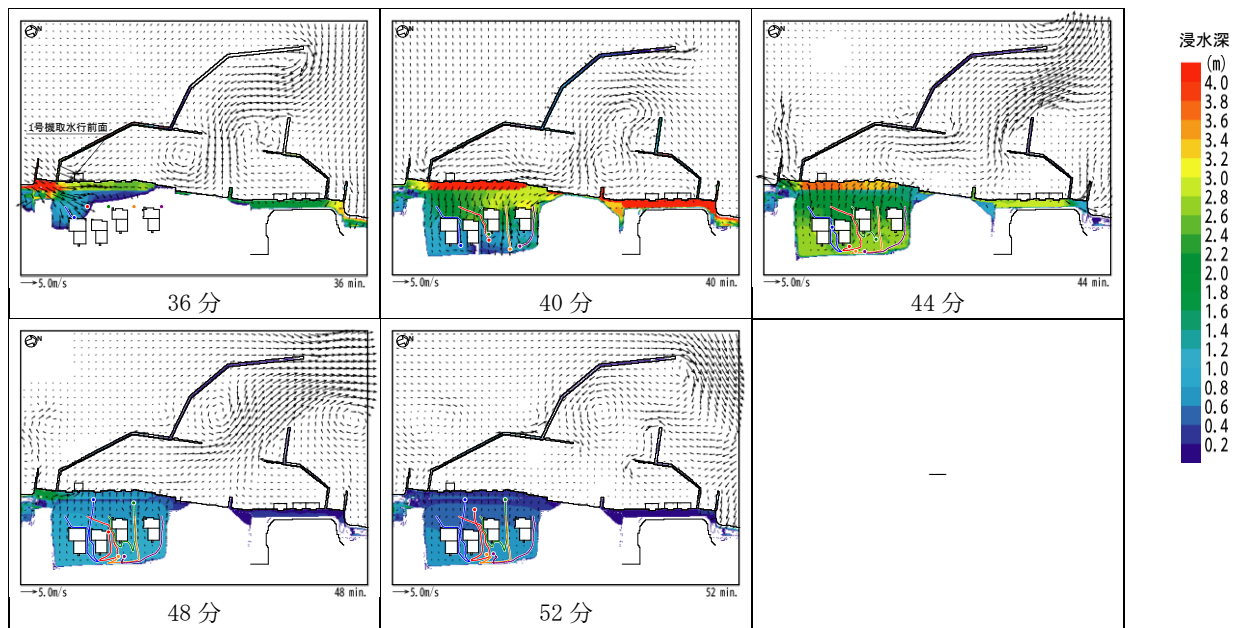
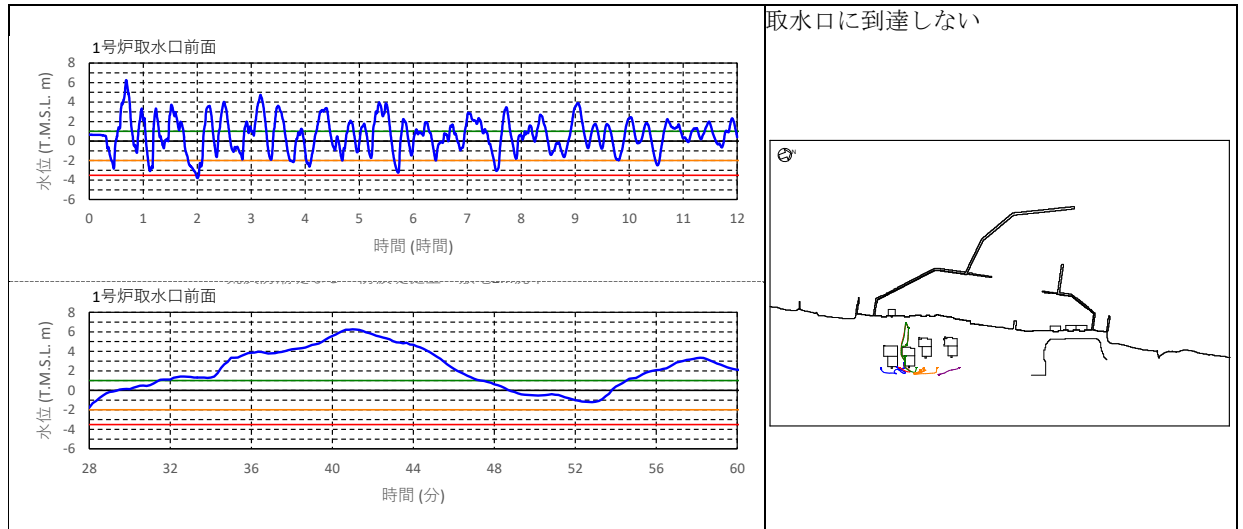


図 4.2-参 1(d)-2(1) 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 1・海側 防波堤健全)

- 津波第一波が南西方向より遡上。建屋南側・建屋間・北側より津波が遡上し、建屋山側では、北側・南側それぞれから中央付近に向かう流れにより、漂流物が移動（40分頃まで）。
- その後、津波第一波の引き波により建屋間から海側へ向かう流れが生じ、引き波発生時の位置・浸水深・流速に応じ、建屋間を通り漂流物が海側へ移動（40分頃以降）。
- 津波の押し波・引き波に応じて山側・海側へ移動する流れが生じるが海域には流出しないことを確認した。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

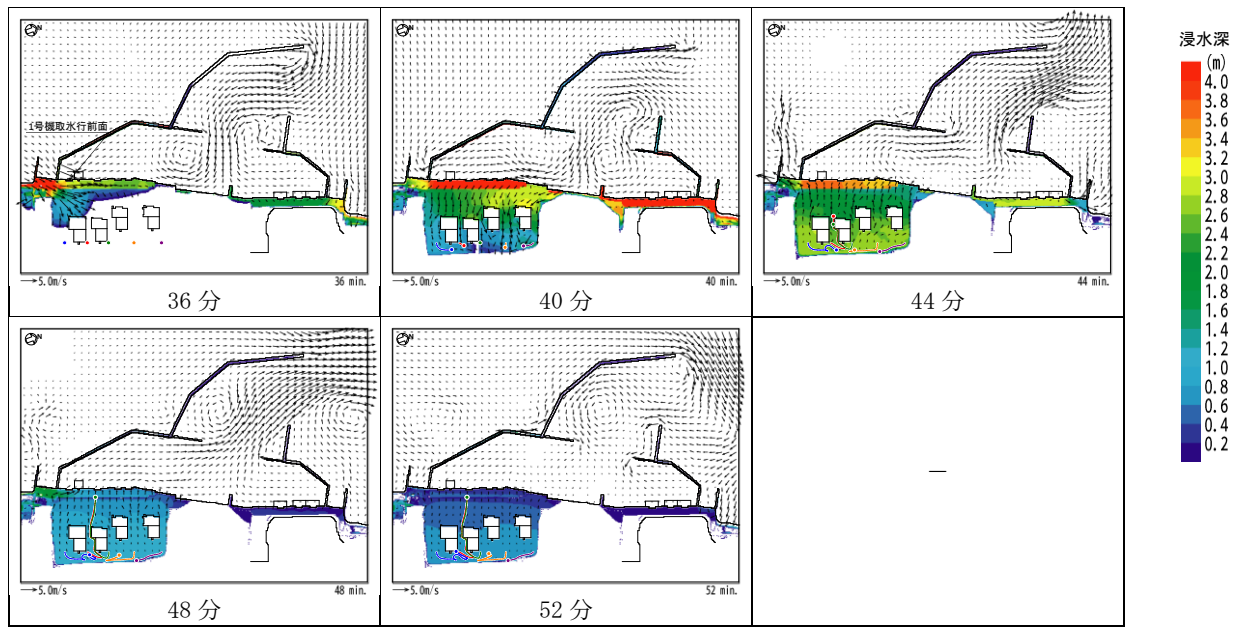


図 4.2-参 1(d)-2(2) 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 1・山側 防波堤健全)

- 津波第一波が敷地前面より遡上。建屋海側では遡上した津波により、建屋南側・建屋間・建屋北側を通り建屋山側に向かう流れにより、漂流物が移動（40分頃まで）。
- その後、津波第一波の引き波により建屋間から海側へ向かう流れが生じ、引き波発生時の位置・浸水深・流速に応じ、建屋間を通り漂流物が海側へ移動（40分頃以降）。
- 津波の押し波・引き波に応じて山側・海側へ移動する流れが生じるが海域には流出しないことを確認した。

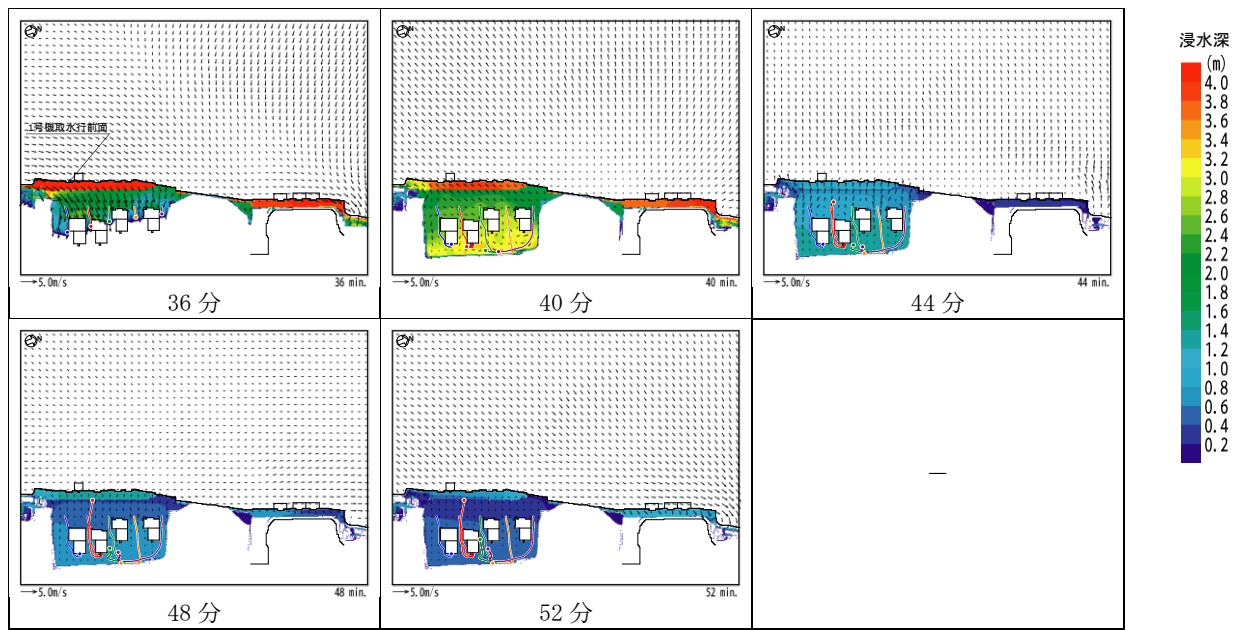
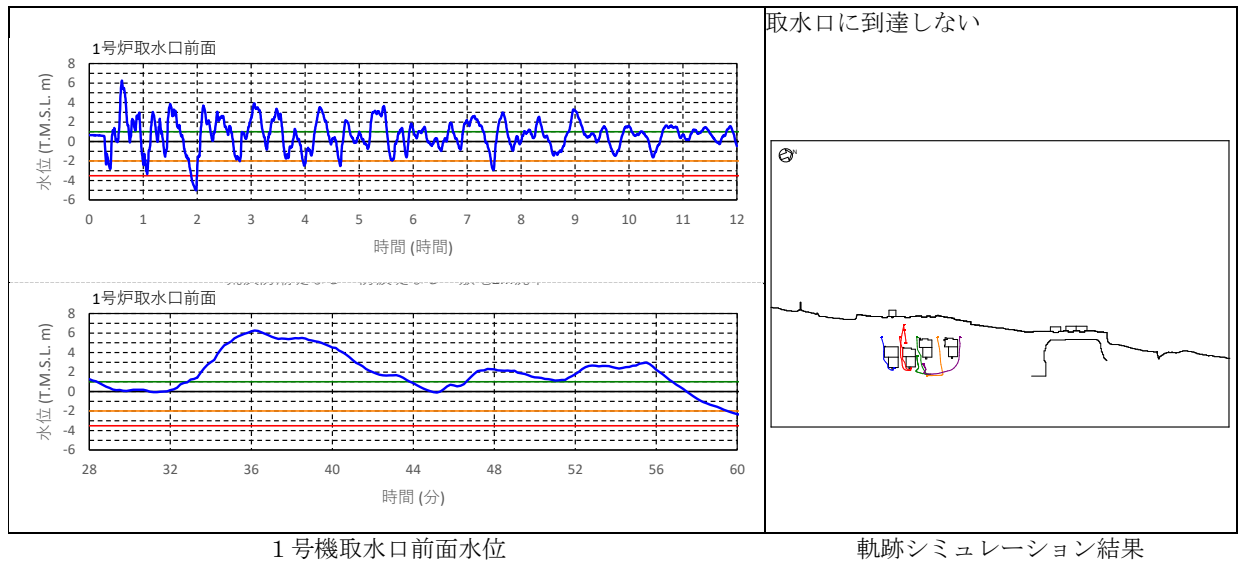
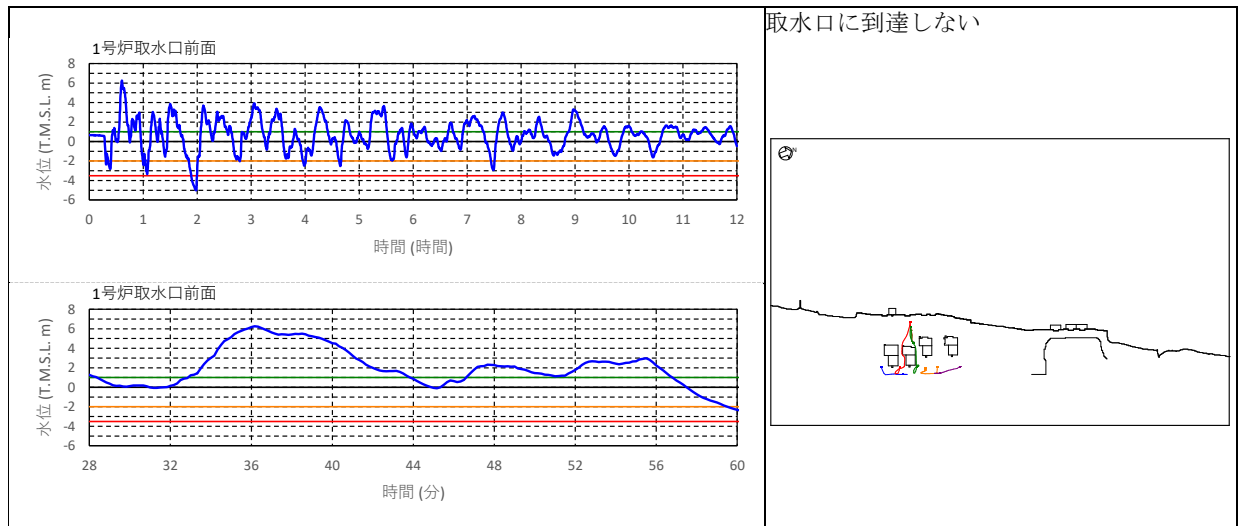


図 4.2-参 1(d)-3(1) 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 1・海側 防波堤なし)

- 津波第一波が敷地前面より遡上。建屋南側・建屋間・北側より津波が遡上し、建屋山側では、北側・南側それぞれから中央付近に向かう流れにより、漂流物が移動（40分頃まで）。
- その後、津波第一波の引き波により建屋間から海側へ向かう流れが生じ、引き波発生時の位置・浸水深・流速に応じ、建屋間を通り漂流物が海側へ移動（40分頃以降）。
- 津波の押し波・引き波に応じて山側・海側へ移動する流れが生じるが海域には流出しないことを確認した。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

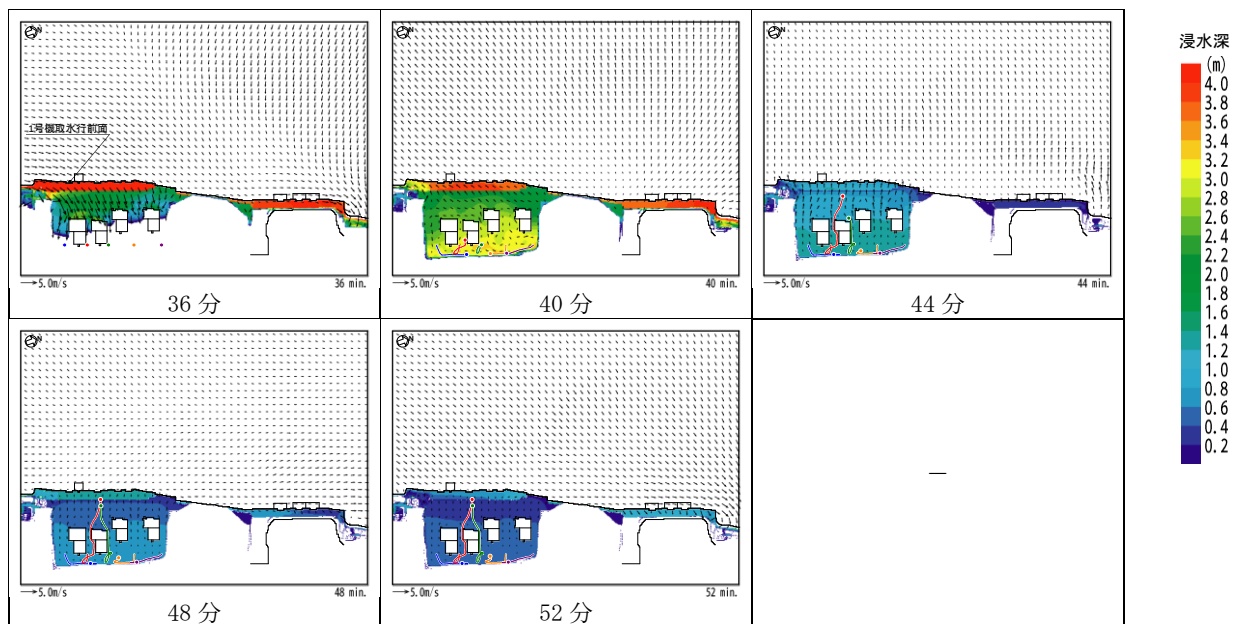
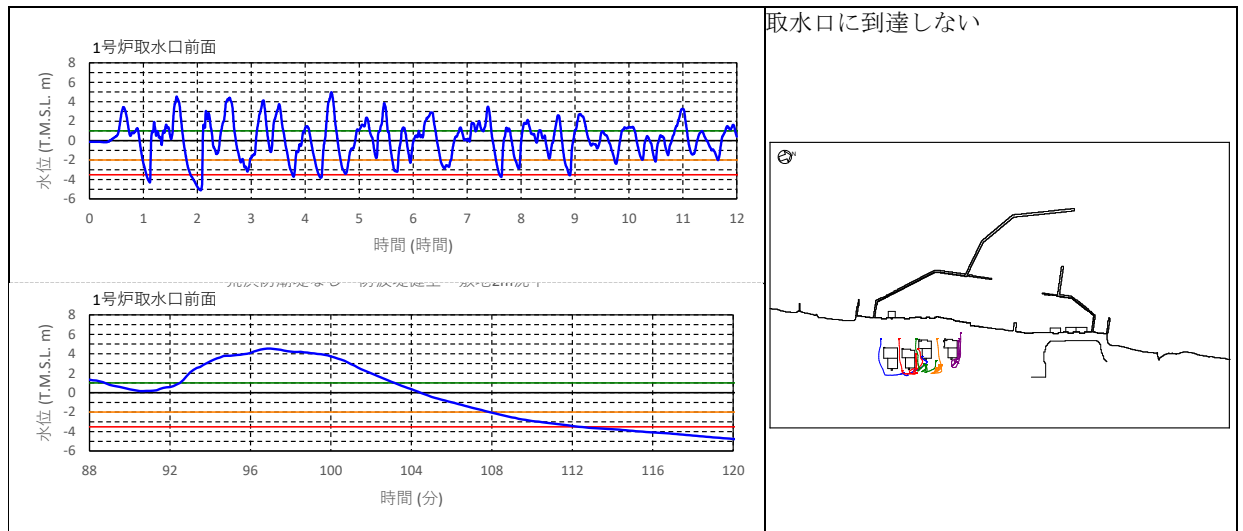


図 4.2-参 1(d)-3(2) 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 1・山側 防波堤なし)

- 津波第二波が敷地前面より遡上。建屋海側では遡上した津波により、建屋南側・建屋間・建屋北側を通り建屋山側に向かう流れにより、漂流物が移動（100分頃まで）。
- その後、津波第二波の引き波により北側・海側へ向かう流れが生じ、引き波発生時の位置・浸水深・流速に応じ、移動（100分頃以降）。
- 津波の押し波・引き波に応じて山側・海側へ移動する流れが生じるが海域には流出しないことを確認した。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

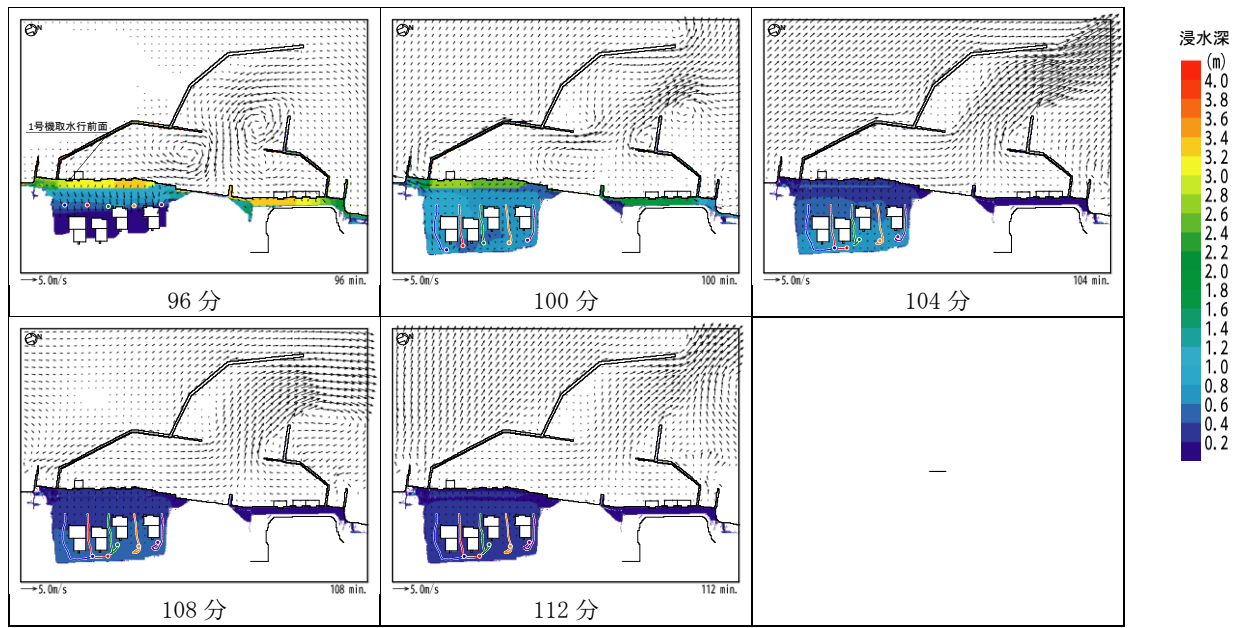
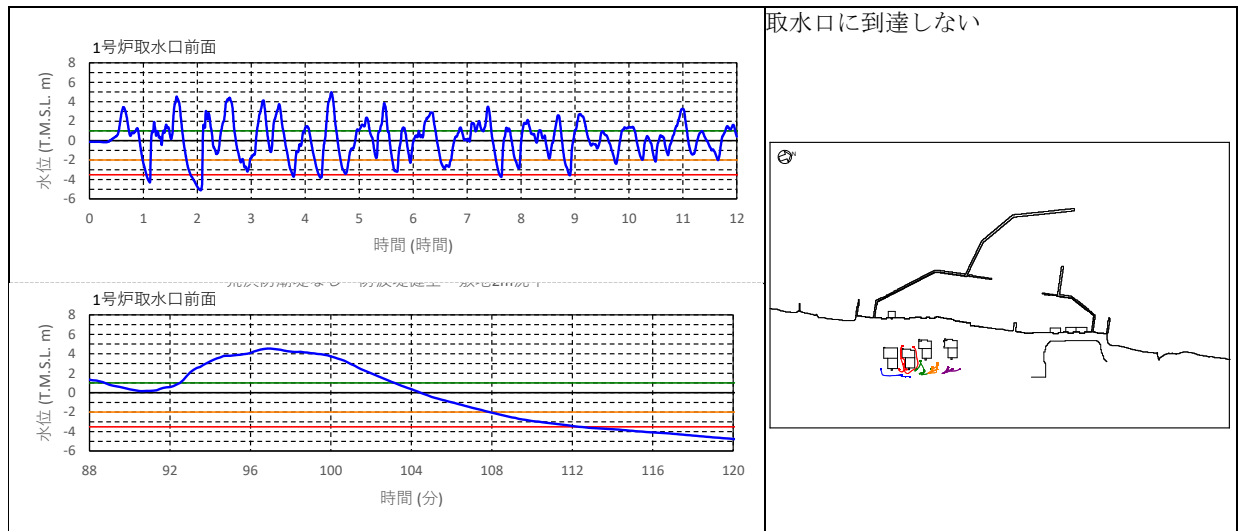


図 4.2-参 1(d)-4(1) 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 2・海側 防波堤健全)

- 津波第二波が敷地前面より遡上。建屋山側では遡上した津波により、北側・南側に向かう流れにより、漂流物が移動（100分頃まで）。
- その後、津波第二波の引き波により北側・海側へ向かう流れが生じ、引き波発生時の位置・浸水深・流速に応じ、移動（100分頃以降）。
- 津波の押し波・引き波に応じて山側・海側へ移動する流れが生じるが海域には流出しないことを確認した。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

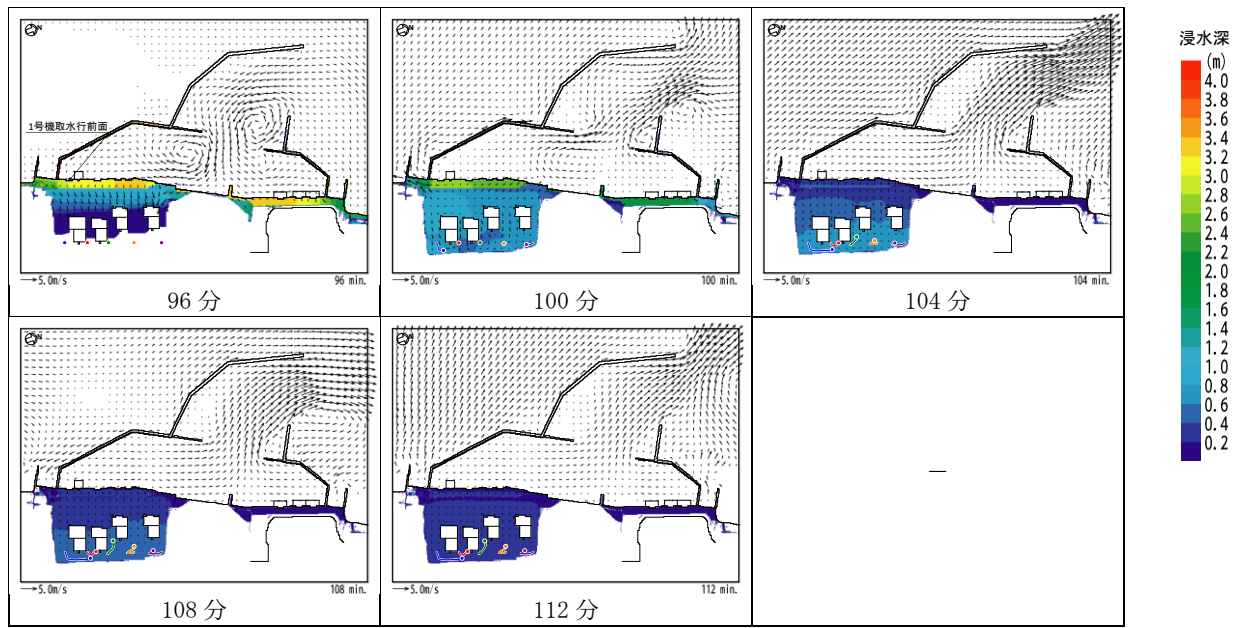
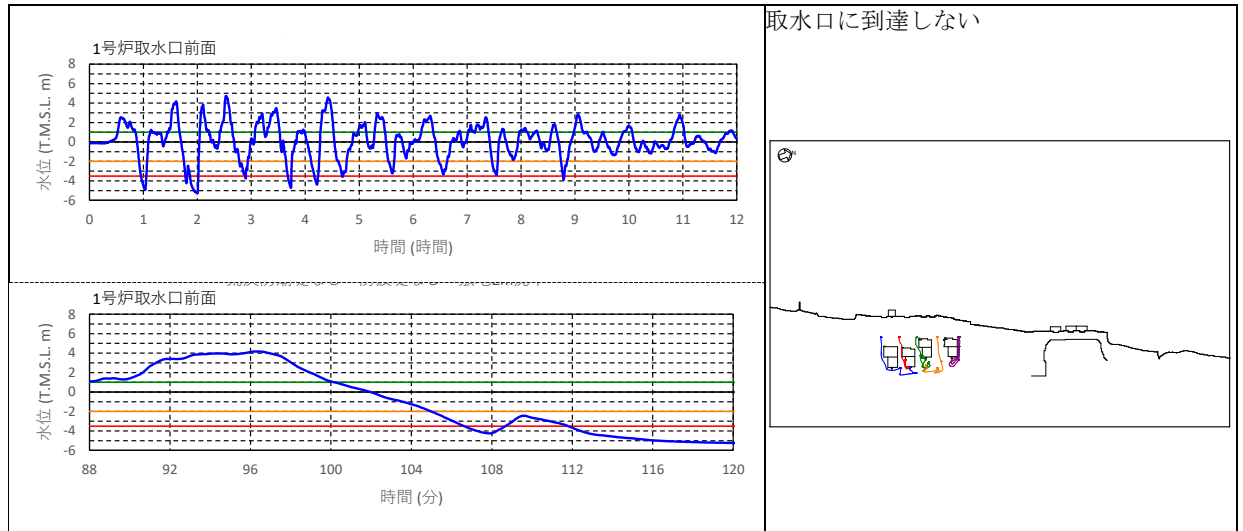


図 4.2-参 1(d)-4(2) 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 2・山側 防波堤健全)



- 津波第二波が敷地前面より遡上。建屋海側では遡上した津波により、建屋南側・建屋間・建屋北側を通り建屋山側に向かう流れにより、漂流物が移動（100分頃まで）。
- その後、津波第二波の引き波により海側へ向かう流れが生じ、引き波発生時の位置・浸水深・流速に応じ、移動（100分頃以降）。
- 津波の押し波・引き波に応じて山側・海側へ移動する流れが生じるが海域には流出しないことを確認した。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

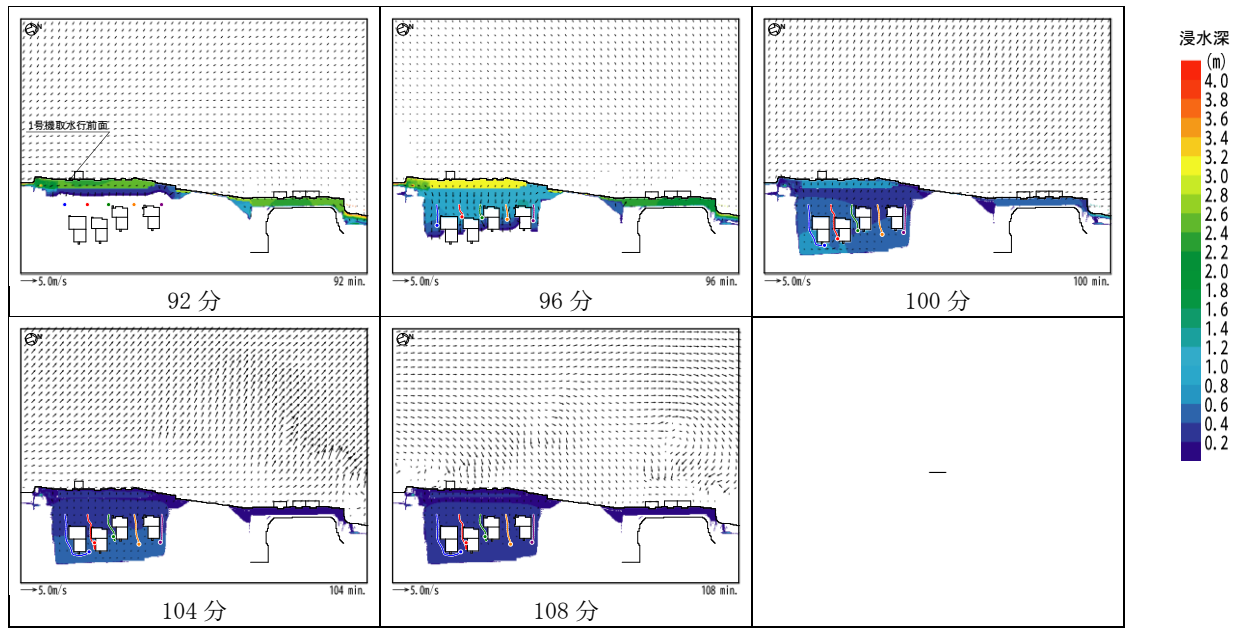
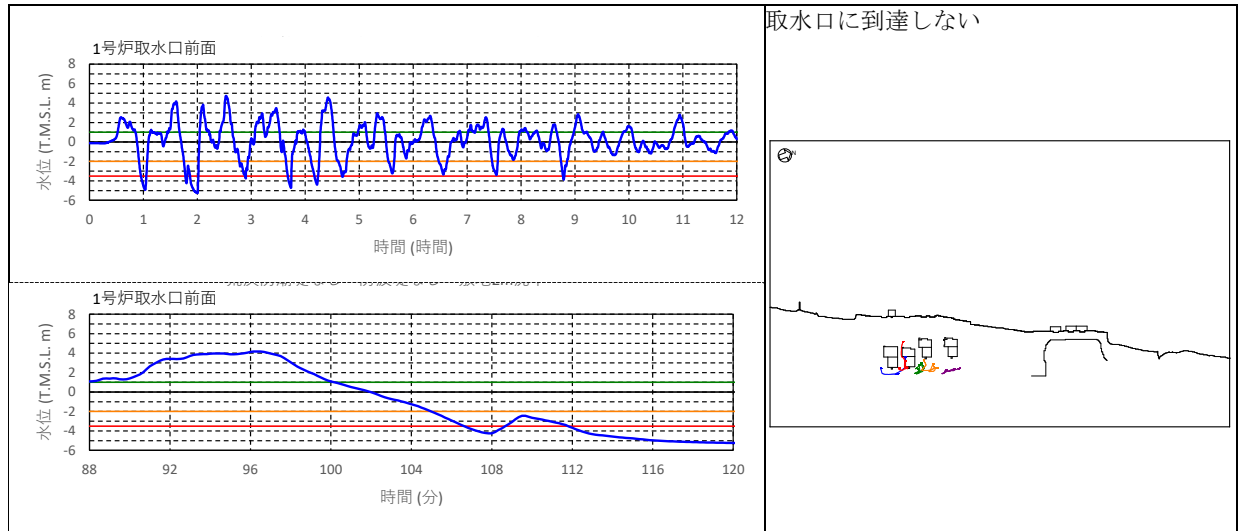


図 4.2-参 1(d)-5(1) 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 2・海側 防波堤なし)

- 津波第二波が敷地前面より遡上。建屋山側では遡上した津波により、北側に向かう流れにより、漂流物が移動（100分頃まで）。
- その後、津波第二波の引き波により北側・海側へ向かう流れが生じ、引き波発生時の位置・浸水深・流速に応じ、移動（100分頃以降）。
- 津波の押し波・引き波に応じて山側・海側へ移動する流れが生じるが海域には流出しないことを確認した。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

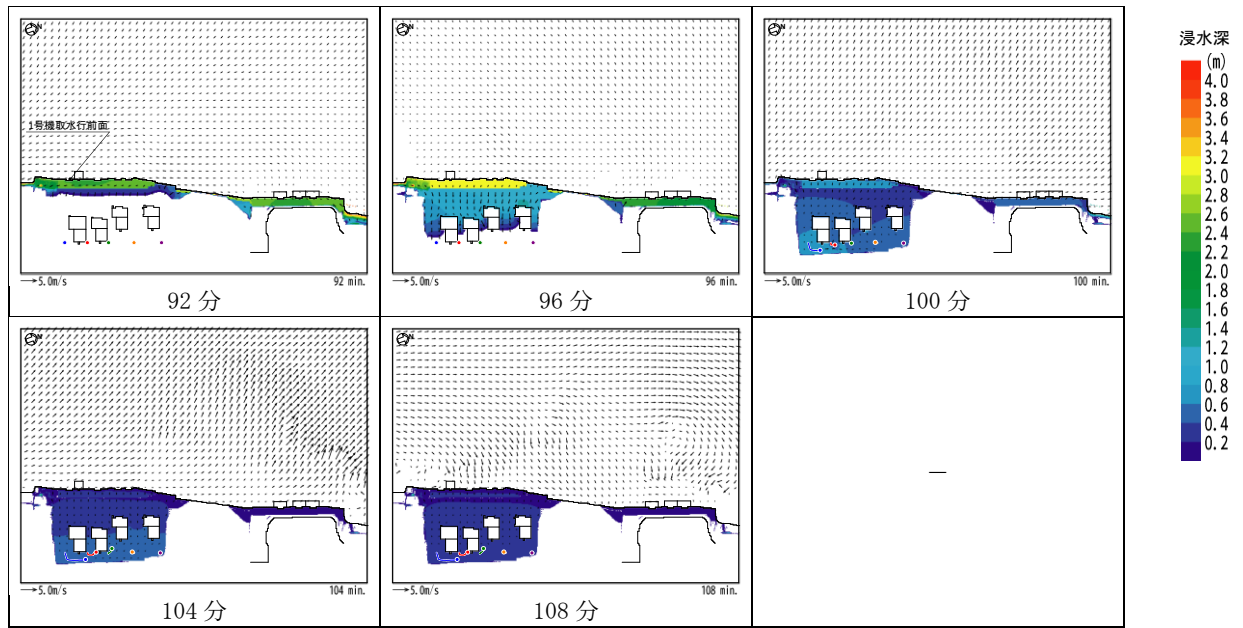
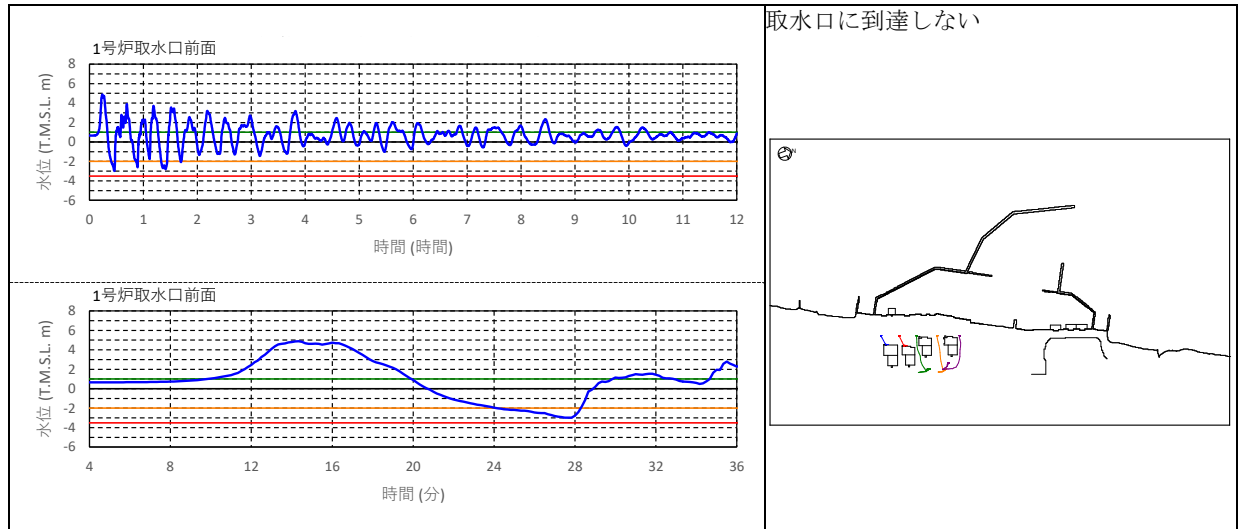


図 4.2-参 1(d)-5(2) 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 2・山側 防波堤なし)

- 津波第一波が敷地前面より遡上。建屋海側では遡上した津波により、建屋間・建屋北側を通り建屋山側に向かう流れにより、漂流物が移動（16分頃まで）。
- その後、津波第一波の引き波により海側へ向かう流れが生じ、引き波発生時の位置・浸水深・流速に応じ、移動（16分頃以降）。
- 津波の押し波・引き波に応じて山側・海側へ移動する流れが生じるが海域には流出しないことを確認した。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

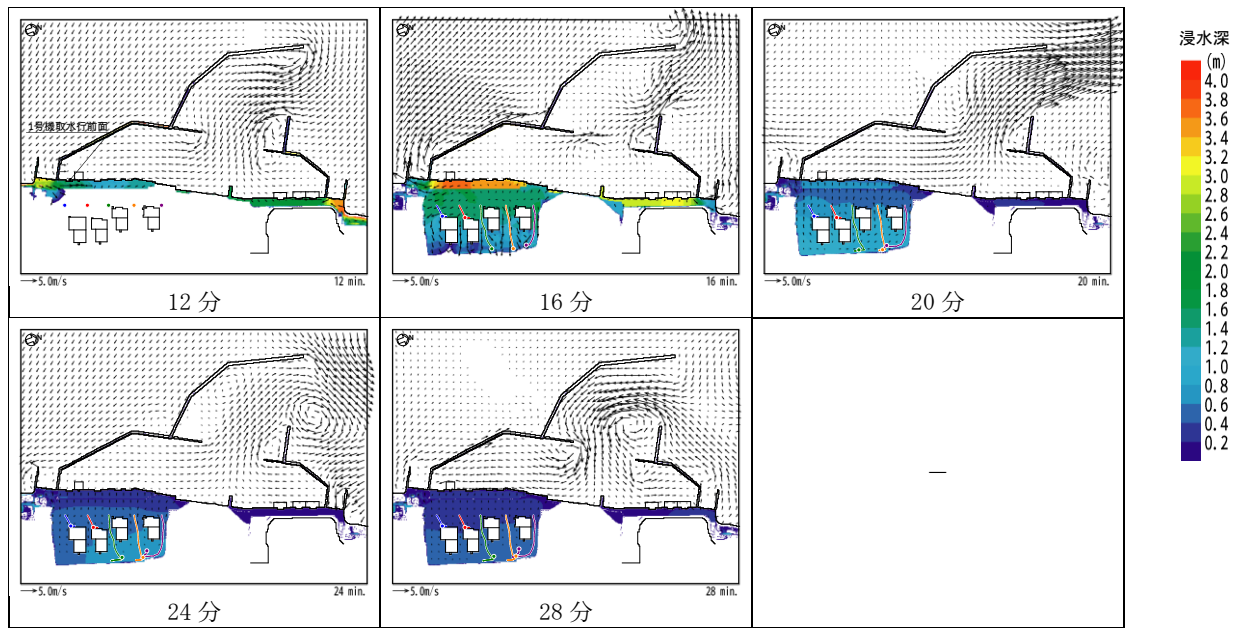
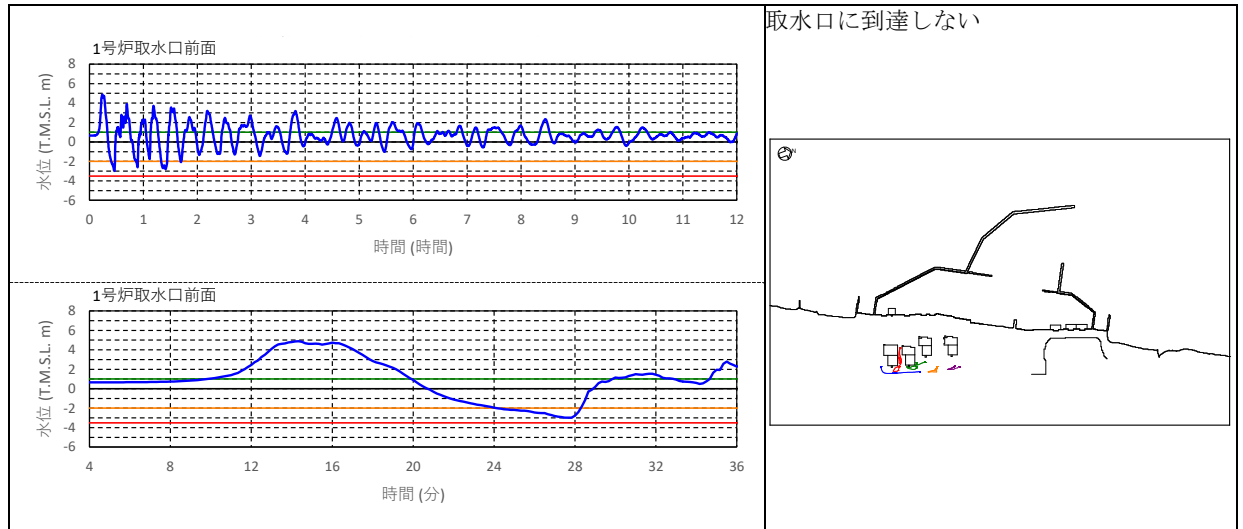


図 4.2-参 1(d)-6(1) 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 3・海側 防波堤健全)

- 津波第一波が敷地前面より遡上。建屋山側では遡上した津波により、山側に向かう流れにより、漂流物が移動（16分頃まで）。
- その後、津波第一波の引き波により北側・南側・海側へ向かう流れが生じ、引き波発生時の位置・浸水深・流速に応じ、移動（16分頃以降）。
- 津波の押し波・引き波に応じて山側・海側へ移動する流れが生じるが海域には流出しないことを確認した。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

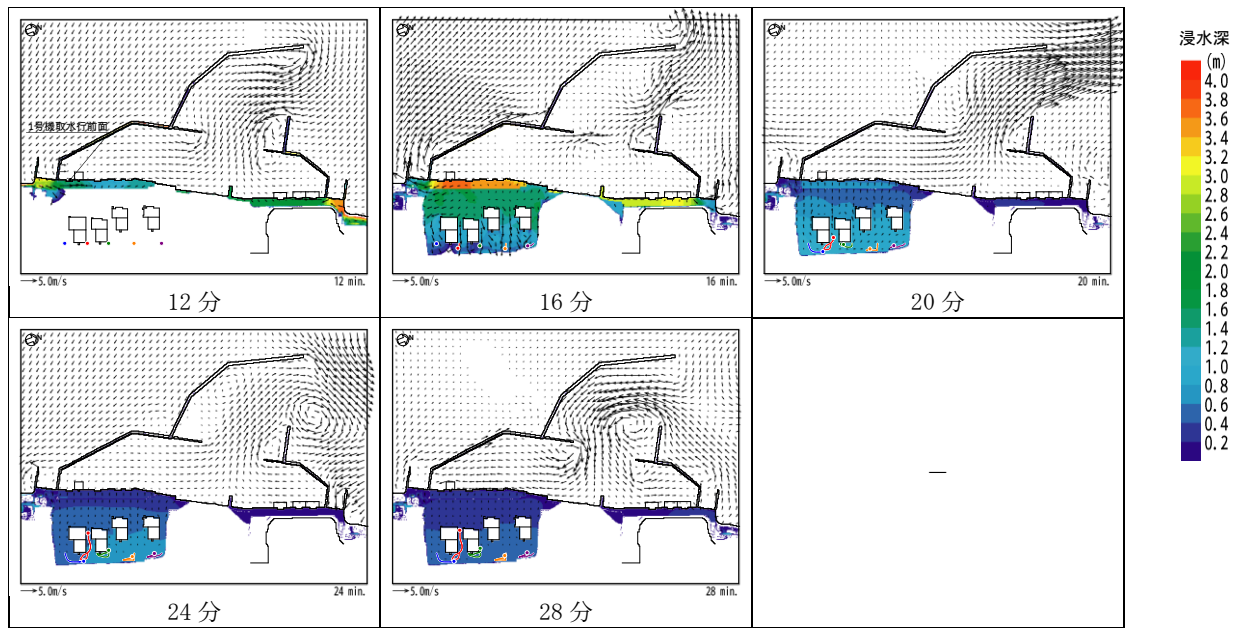
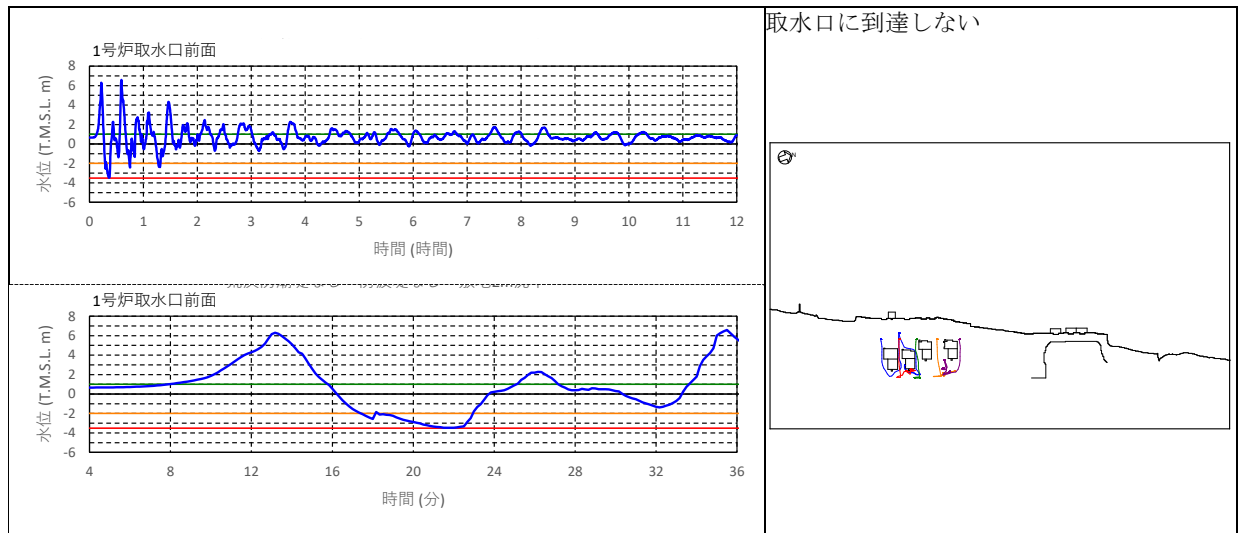


図 4.2-参 1(d)-6(2) 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 3・山側 防波堤健全)

- 津波第一波が敷地前面より遡上。建屋海側では遡上した津波により、建屋南側・建屋間・建屋北側を通り建屋山側に向かう流れにより、漂流物が移動（16分頃まで）。
- その後、津波第一波の引き波により海側へ向かう流れが生じ、引き波発生時の位置・浸水深・流速に応じ、移動（16分頃以降）。
- 津波の押し波・引き波に応じて山側・海側へ移動する流れが生じるが海域には流出しないことを確認した。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

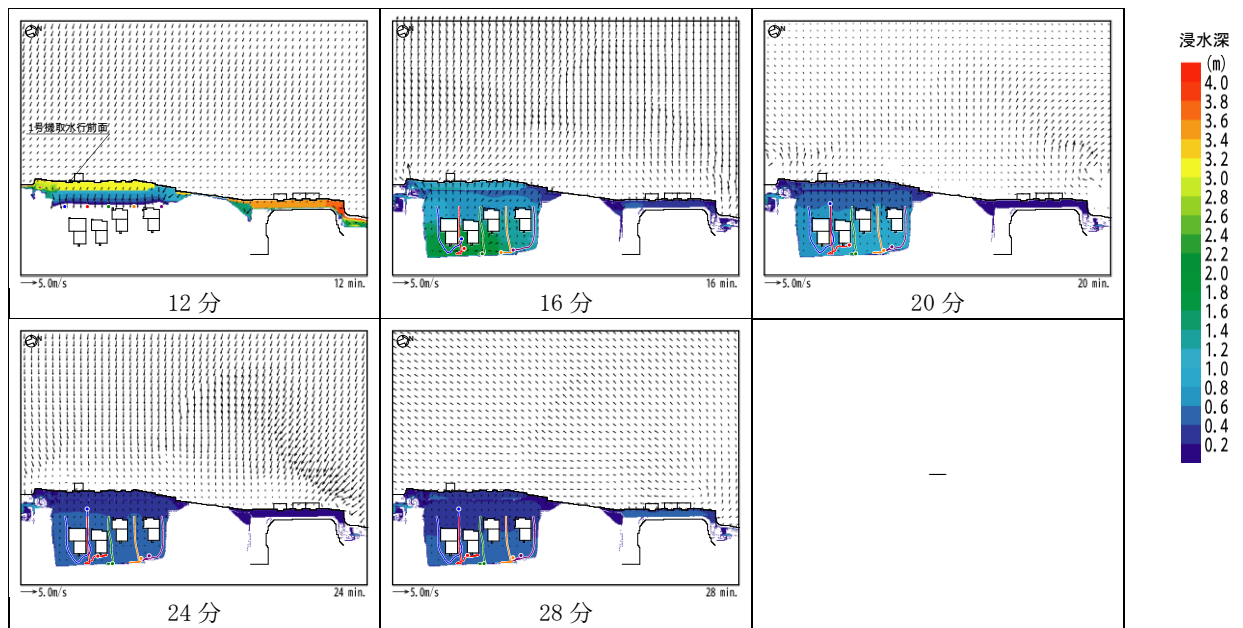
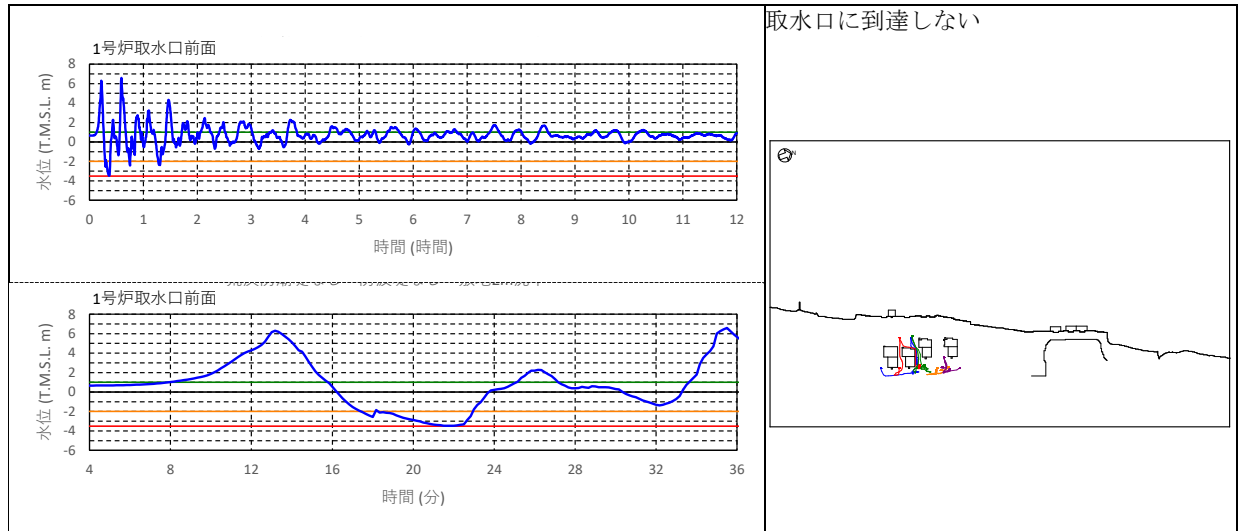


図 4.2-参 1(d)-7(1) 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 3・海側 防波堤なし)

- 津波第一波が敷地前面より遡上。建屋山側では遡上した津波により北側・南側に向かう流れにより、漂流物が移動（16分頃まで）。
- その後、津波第一波の引き波により北側・南側・海側へ向かう流れが生じ、引き波発生時の位置・浸水深・流速に応じ、移動（16分頃以降）。
- 津波の押し波・引き波に応じて山側・海側へ移動する流れが生じるが海域には流出しないことを確認した。



1号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

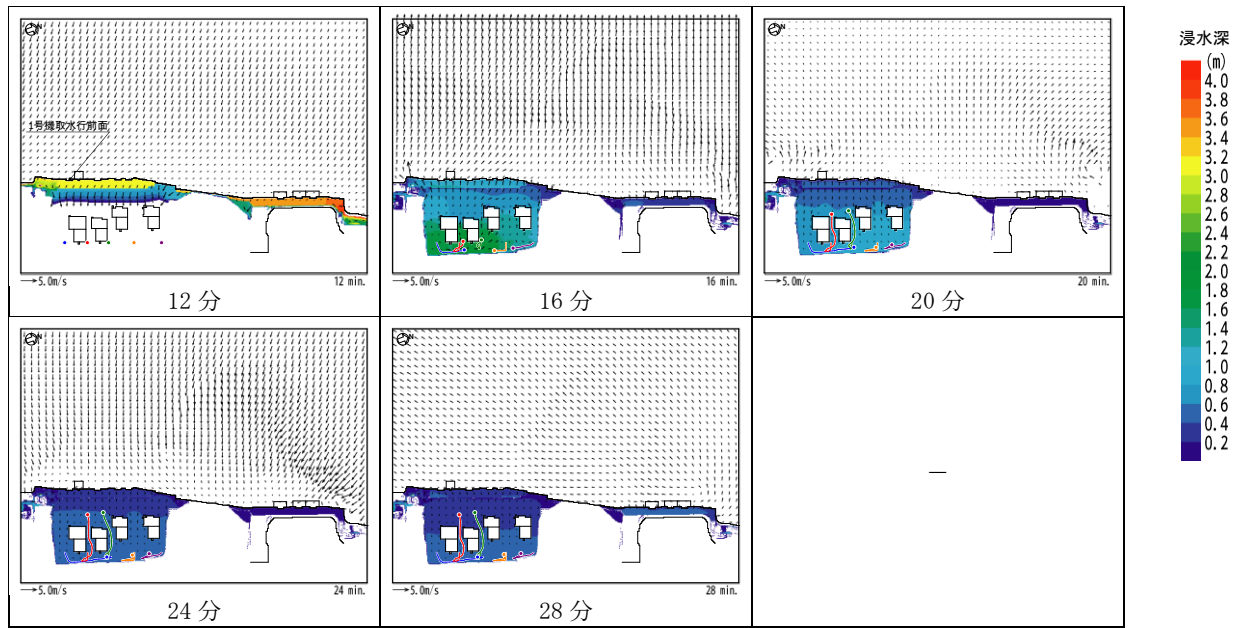


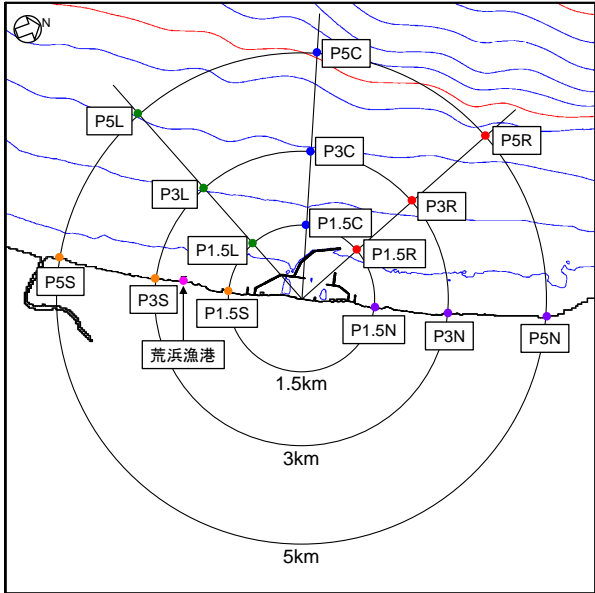
図 4.2-参 1(d)-7(2) 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 3・山側 防波堤なし)

取水口への漂流物到達の可能性 -航行不能船舶-

(1) 軌跡シミュレーション

軌跡シミュレーションの評価条件を表 4.2-参 1(d)-1, 評価結果を図 4.2-参 1(d)-1 に示す。

表 4.2-参 1(d)-1 軌跡シミュレーション評価条件

項目		評価条件
基準津波		基準津波 1～3
地形モデル	防波堤	健全, 1m 沈下, 2m 沈下, なし
	護岸部・敷地	健全
	荒浜側防潮堤	健全
評価時間		12 時間
漂流条件		流速：－ 浸水深：50cm 以上で移動, 50cm 未満で停止
初期配置		

(2) 水位・流向・流速を用いた傾向分析

水位・流向・流速を用いた傾向分析結果を図 4.2-参 1(d)-2 に示す。なお, 詳細分析は, 基準津波 2 (防波堤健全) の検討ケースにおいて, 港口近傍の漂流物 (P1.5C) が港湾内に侵入する期間に着目して実施した。

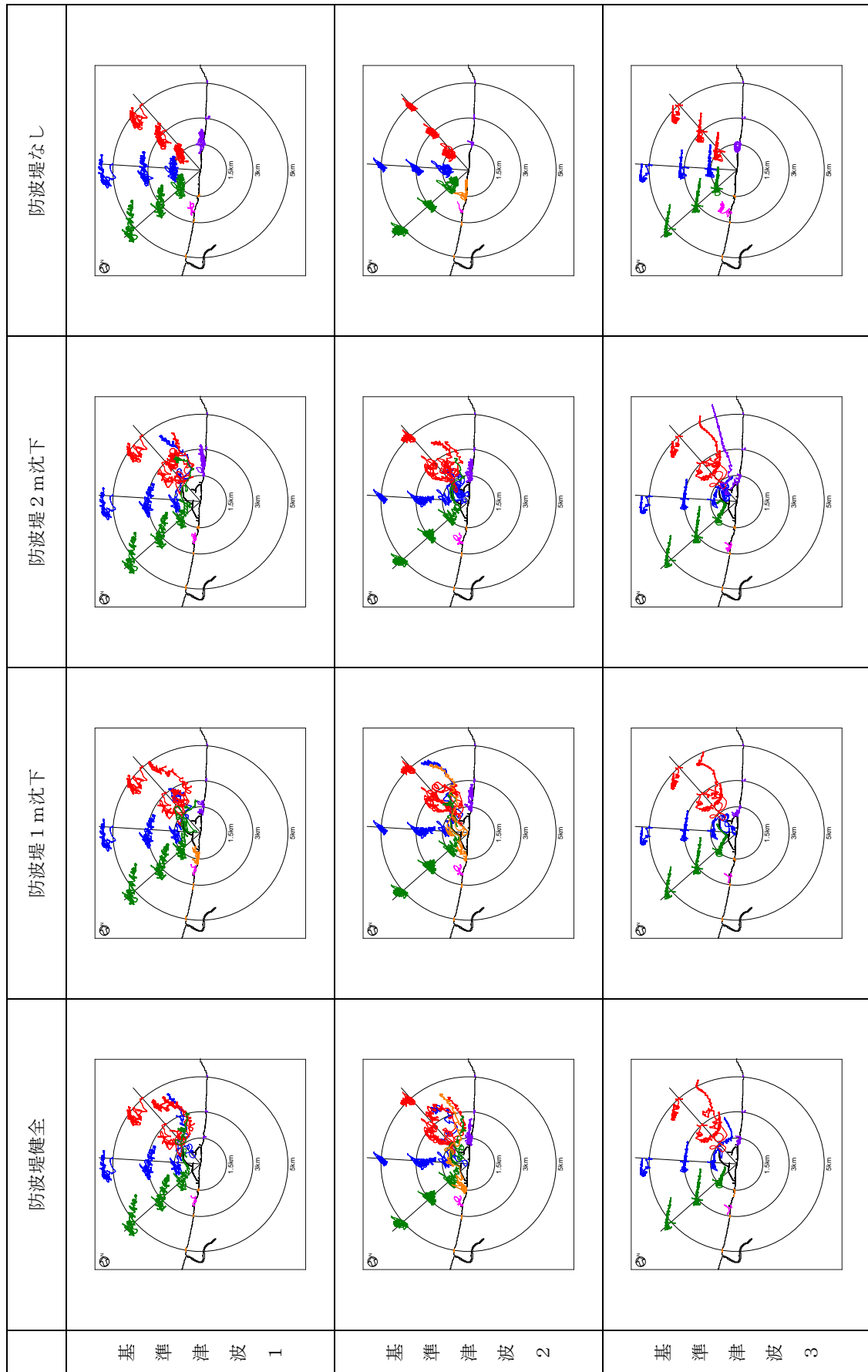


図 4.2-参 1 (d) -1 軌跡シミュレーション評価結果



- 津波第六波引き波の後（225分頃）から津波第七波の押し波（240分頃）にかけて、港口から津波が流入し港湾中央付近に向かう流れが発生する。
- 津波第七波の引き波（245分頃）からその引き波の後（255分頃）にかけて、港内から津波が流出し港口に向かう流れが発生する。
- 津波第七波引き波の後（255分頃）から津波第八波の押し波（265分頃）にかけて、港口から再び津波が流入し港湾中央付近に向かう流れが発生する。また、港口付近では局所的に渦状の流れが発生する。
- 津波第八波の引き波（270~275分頃）により、港内から津波が流出し港口に向かう流れが発生する。
- このように港口から港湾内への流れは主に押し波によって発生し、これにより漂流物が取水口に到達する可能性がある。

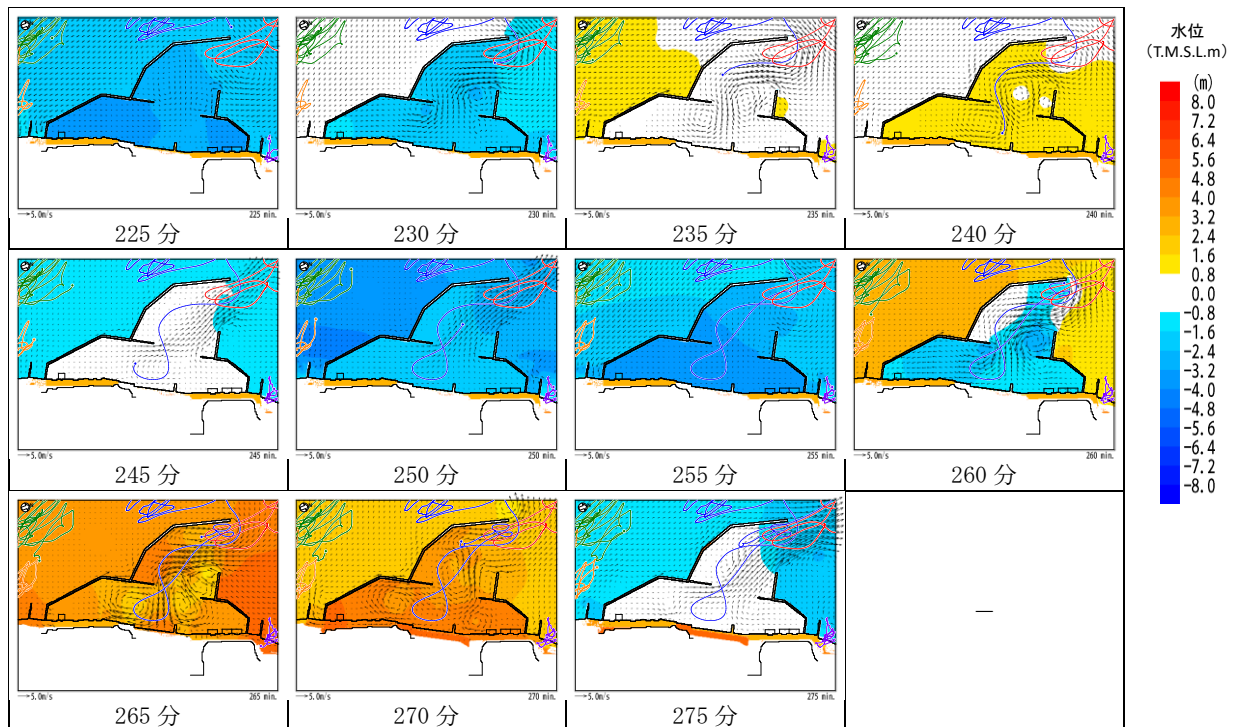
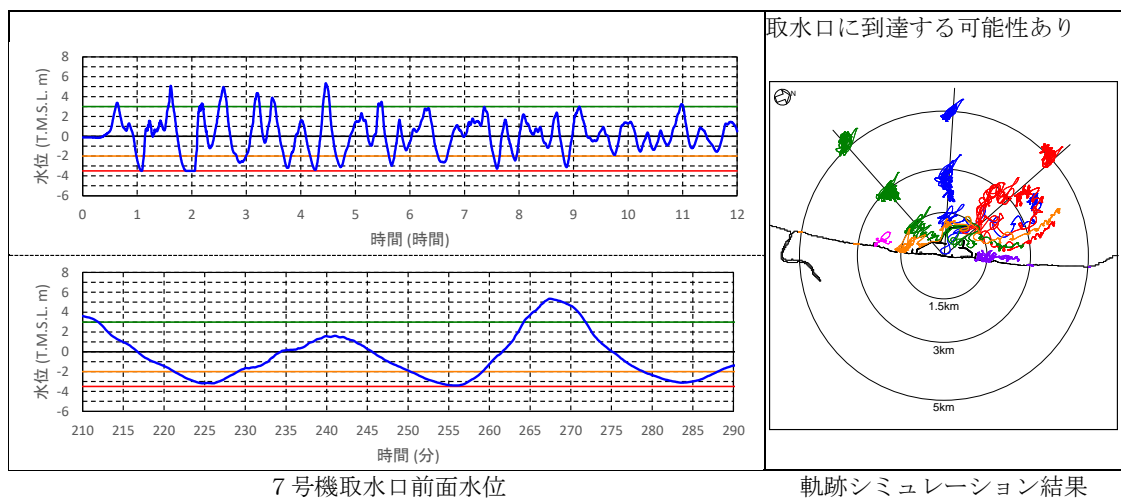


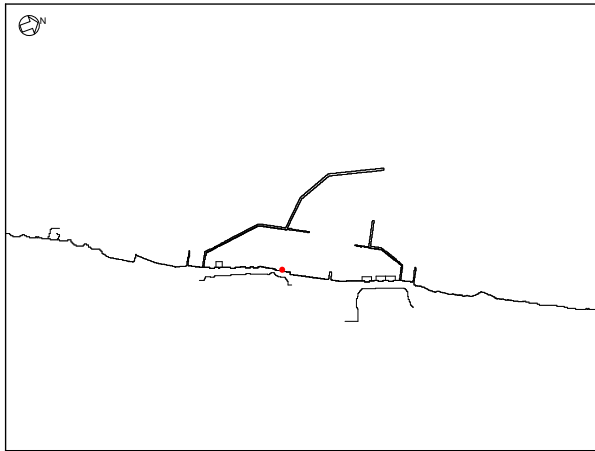
図 4.2-参 1(d)-2 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果（基準津波 2 防波堤健全）

取水口への漂流物到達の可能性 -燃料等輸送船-

(1) 軌跡シミュレーション

軌跡シミュレーションの評価条件を表 4.2-参 1(e)-1, 評価結果を図 4.2-参 1(e)-1 に示す。

表 4.2-参 1(e)-1 軌跡シミュレーション評価条件

項目		評価条件
基準津波		基準津波 3
地形モデル	防波堤	健全, 1m 沈下, 2m 沈下, なし
	護岸部・敷地	健全, 護岸部 2m 沈下
	荒浜側防潮堤	健全, なし
評価時間		4 時間
漂流条件		流速: - 浸水深: 10cm 以上で移動, 10cm 未満で停止
初期配置		

(2) 水位・流向・流速を用いた傾向分析

水位・流向・流速を用いた傾向分析結果を図 4.2-参 1(e)-2~図 4.2-参 1(e)-7 に示す。なお, 詳細分析は, 各検討ケースにおいて津波襲来直後の期間(第一波の押し波・引き波まで)に着目して実施した。


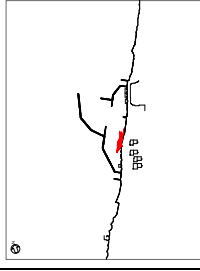
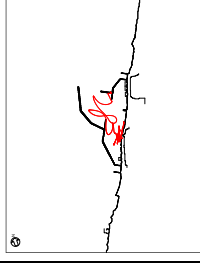
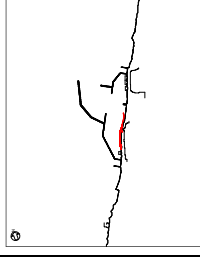
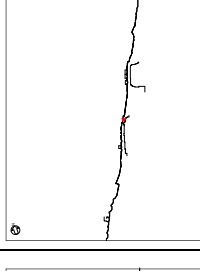


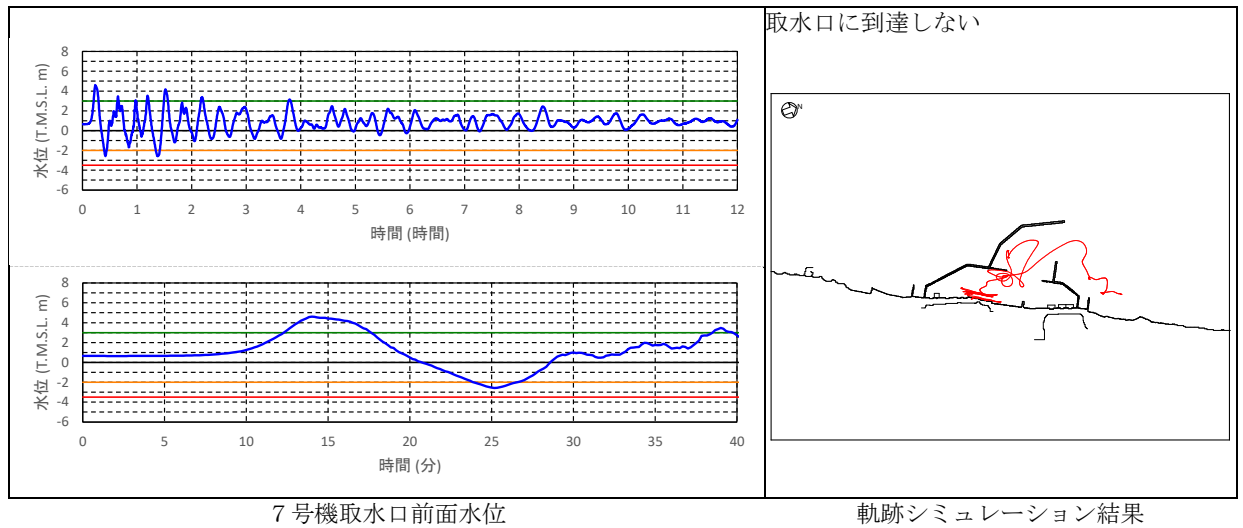
	防波堤健全 護岸部健全 荒浜側防潮堤健全	防波堤健全 護岸部健全 荒浜側防潮堤なし	防波堤 1 m 沈下	防波堤 2 m 沈下	防波堤なし	防波堤健全 護岸部健全, 荒浜側防潮堤健全	防波堤健全 護岸部 2m 沈下 荒浜側防潮堤健全
基準 津波 3							

図 4.2-参 1(e)-1 軌跡シミュレーション評価結果

- 津波第一波の押し波により港口から津波が流入。護岸に沿う南向きの流れが発生、南へ移動（10～15分頃）。
- 津波第一波の引き波により港口から津波が流出。護岸に沿う北向きの流れが発生、北へ移動（20～25分頃）。
- 津波第二波の押し波により港口から津波が流入。護岸に沿う南向きの流れが発生、南へ移動（30～35分頃）。
- 物揚場付近の主たる流れは津波の押し波・引き波に応じて変化し、長期間一様な流れとはならない。また、漂流物は取水口に到達しない。



7号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

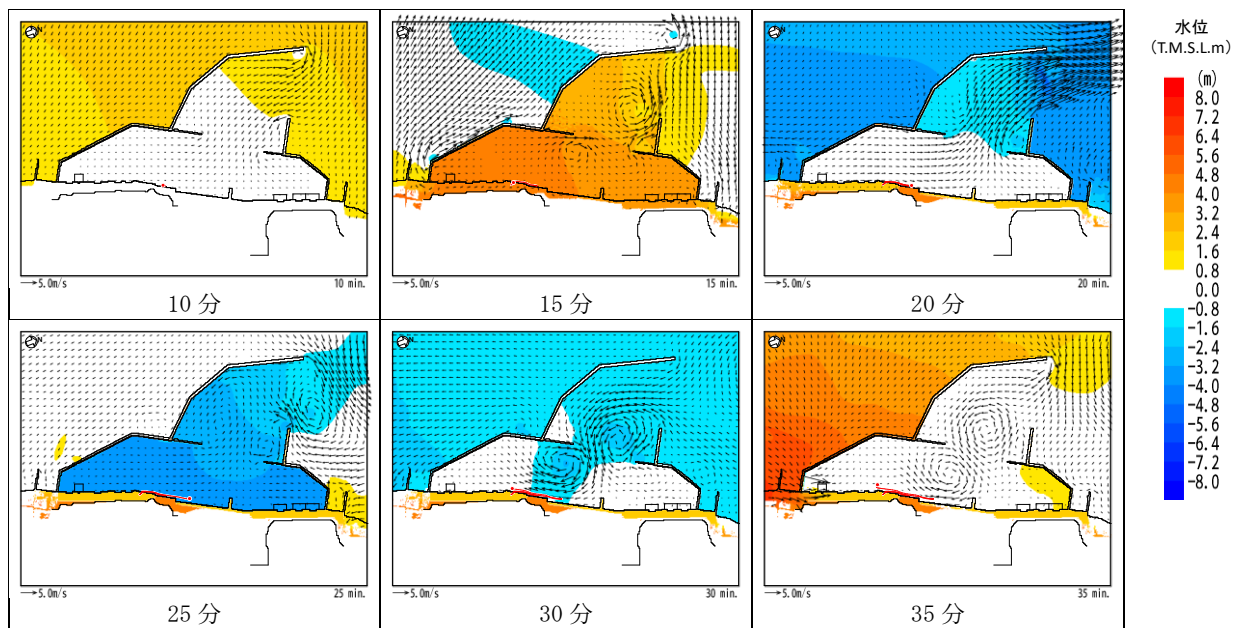


図 4.2-参 1(e)-2 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
 (基準津波 3 防波堤健全・護岸部健全・荒浜側防潮堤健全)

- 津波第一波の押し波により港口から津波が流入。護岸に沿う南向きの流れが発生、南へ移動（10～15分頃）。
- 津波第一波の引き波により港口から津波が流出。護岸に沿う北向きの流れが発生、北へ移動（20～25分頃）。
- 津波第二波の押し波により港口から津波が流入。護岸に沿う南向きの流れが発生、南へ移動（30～35分頃）。
- 物揚場付近の主たる流れは津波の押し波・引き波に応じて変化し、長期間一様な流れとはならない。また、漂流物は取水口に到達しない。

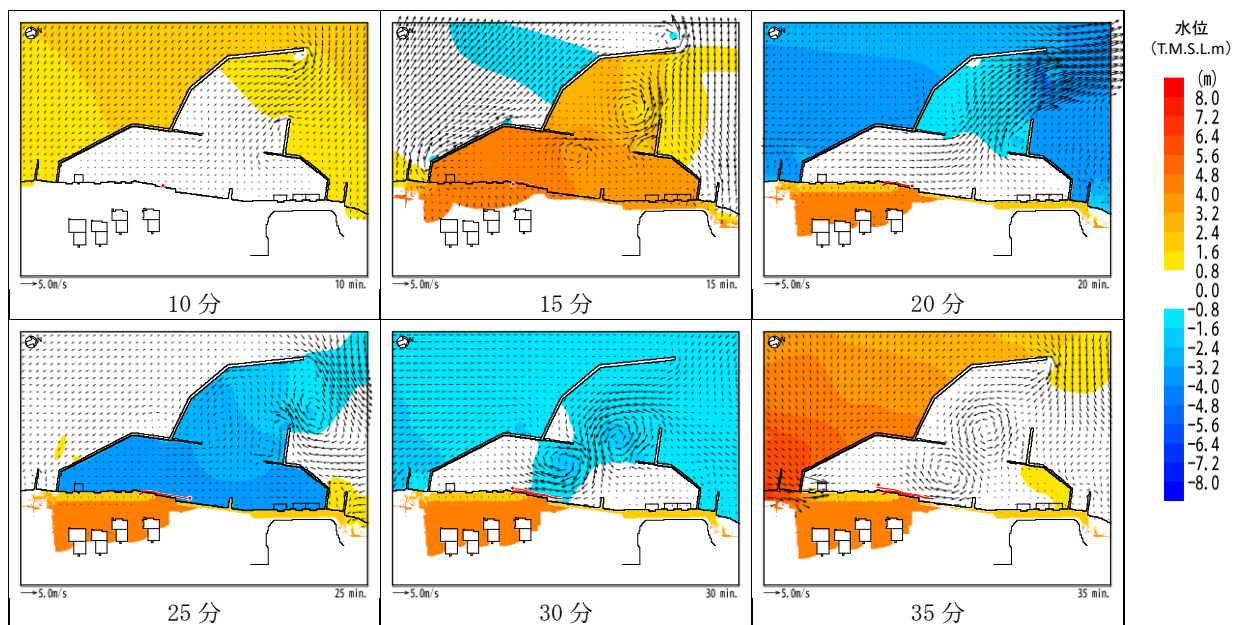
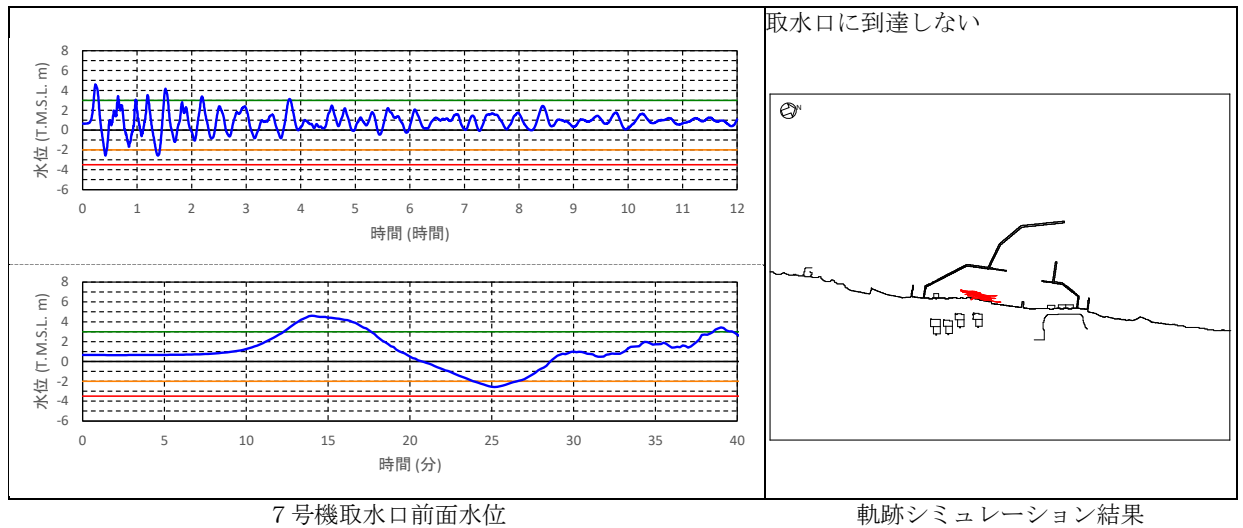


図 4.2-参 1(e)-3 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 3 防波堤健全・護岸部健全・荒浜側防潮堤なし)

- 津波第一波の押し波により港口から津波が流入。護岸に沿う南向きの流れが発生、南へ移動（10~15分頃）。
- 津波第一波の引き波により港口から津波が流出。護岸に沿う北向きの流れが発生、北へ移動（20~25分頃）。
- 津波第二波の押し波により港口から津波が流入。護岸に沿う南向きの流れが発生、南へ移動（30~35分頃）。
- 物揚場付近の主たる流れは津波の押し波・引き波に応じて変化し、長期間一様な流れとはならない。また、漂流物は取水口に到達しない。

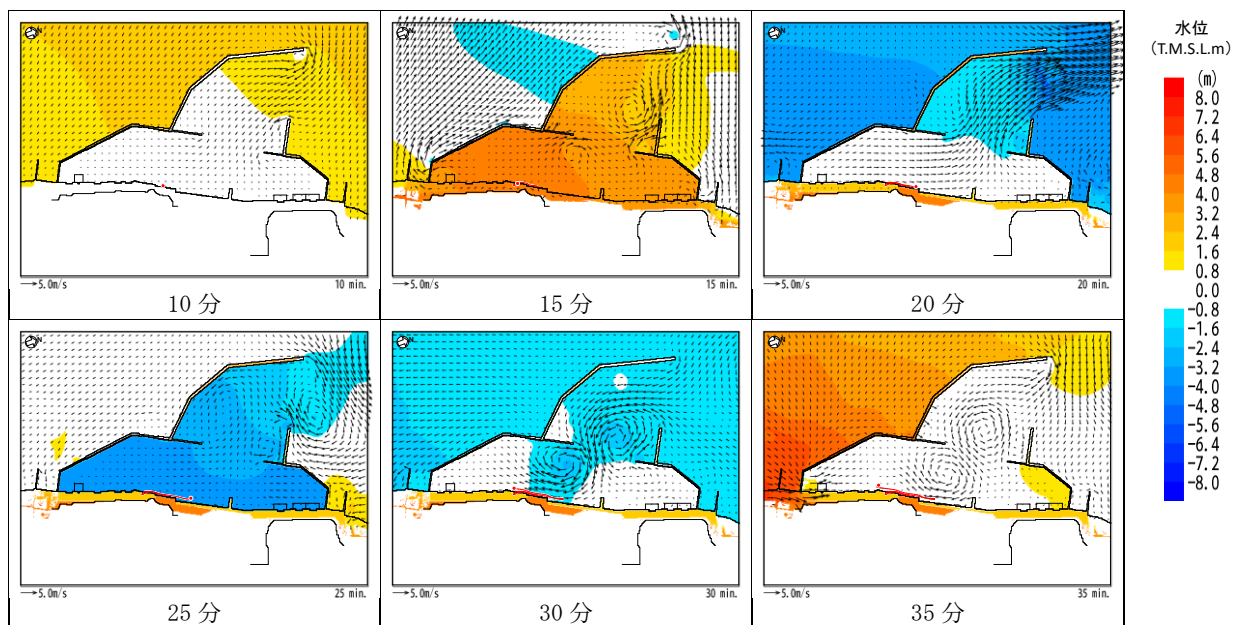
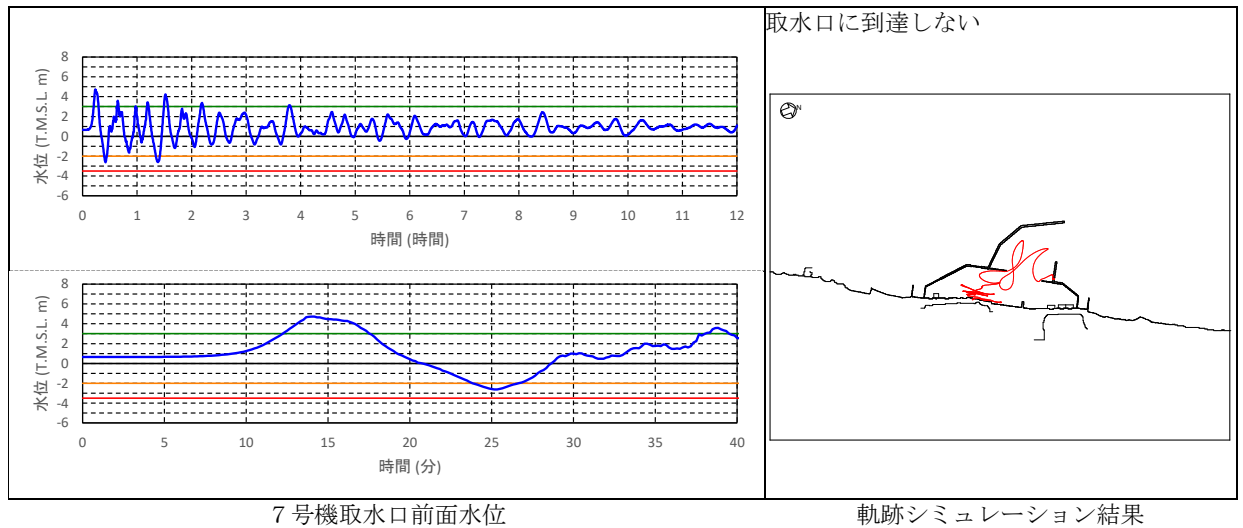


図 4.2-参 1(e)-4 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
 (基準津波 3 防波堤 1m 沈下・護岸部健全・荒浜側防潮堤健全)

- 津波第一波の押し波により港口から津波が流入。護岸に沿う南向きの流れが発生、南へ移動（10～15分頃）。
- 津波第一波の引き波により港口から津波が流出。護岸に沿う北向きの流れが発生、北へ移動（20～25分頃）。
- 津波第二波の押し波により港口から津波が流入。護岸に沿う南向きの流れが発生、南へ移動（30～35分頃）。
- 物揚場付近の主たる流れは津波の押し波・引き波に応じて変化し、長期間一様な流れとはならない。また、漂流物は取水口に到達しない。

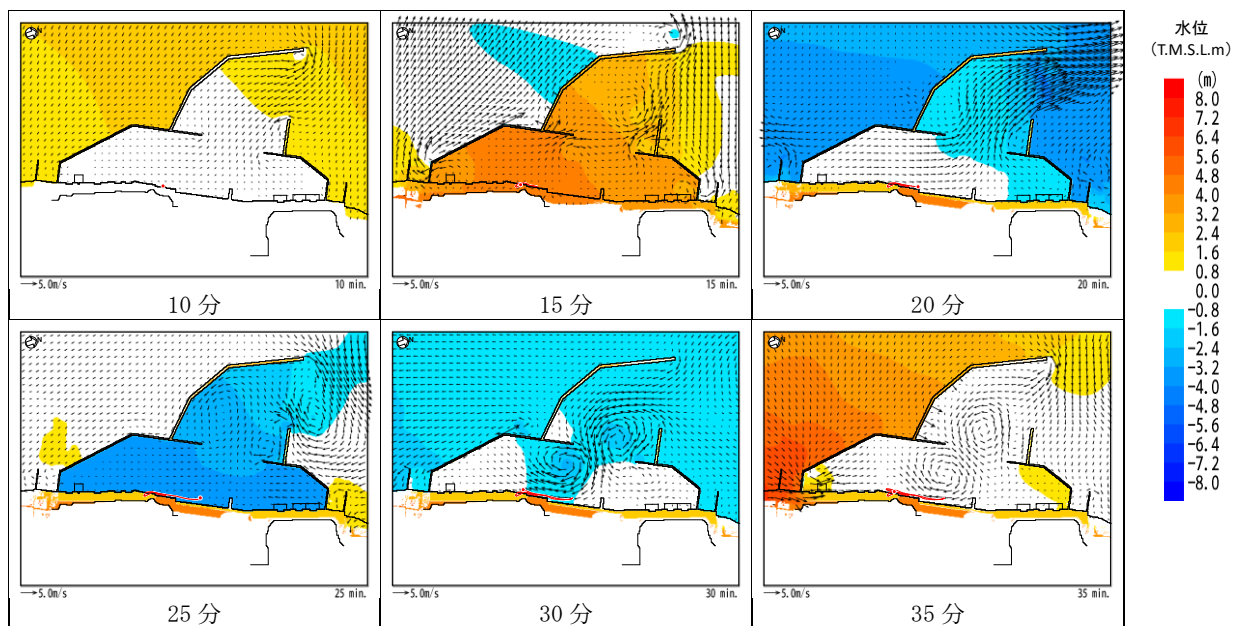
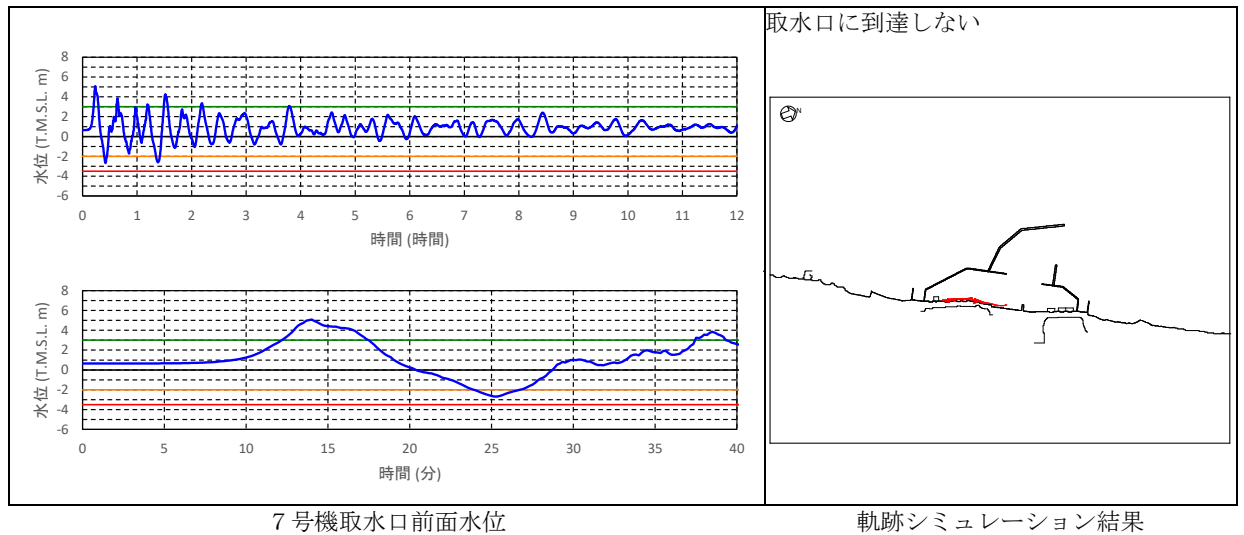
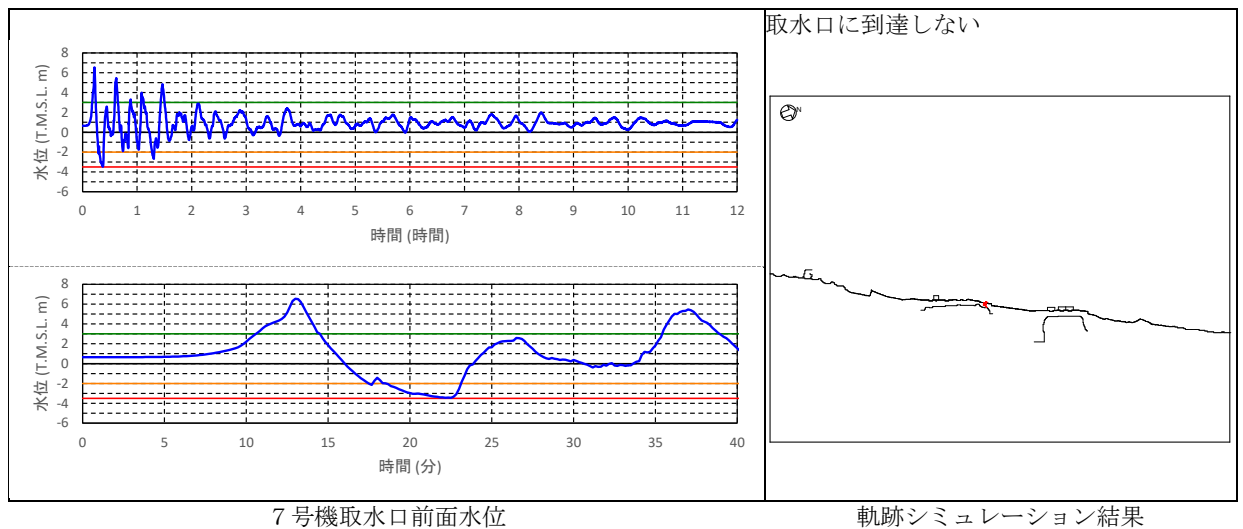


図 4.2-参 1(e)-5 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 3 防波堤 2m 沈下・護岸部健全・荒浜側防潮堤健全)

- 津波第一波の押し波により敷地前面から津波が流入，護岸に向かう流れが発生・護岸に遡上。また，津波第一波の引き波により敷地前面から津波が流出，護岸から離れる流れが発生。  
この流れに応じて評価点は護岸に遡上し，その後，反転して移動，護岸上で停止（10～15分頃）。
- 津波第二波の押し波により敷地前面から津波が流入（25分頃），津波第二波の押し波により敷地前面から津波が流出（30分頃）するが，護岸への遡上はなく，評価点は移動しない（20～35分頃）。
- 物揚場付近の主たる流れは津波の押し波・引き波に応じて変化し，長期間一様な流れとはならない。また，漂流物は取水口に到達しない。



7号機取水口前面水位

軌跡シミュレーション結果

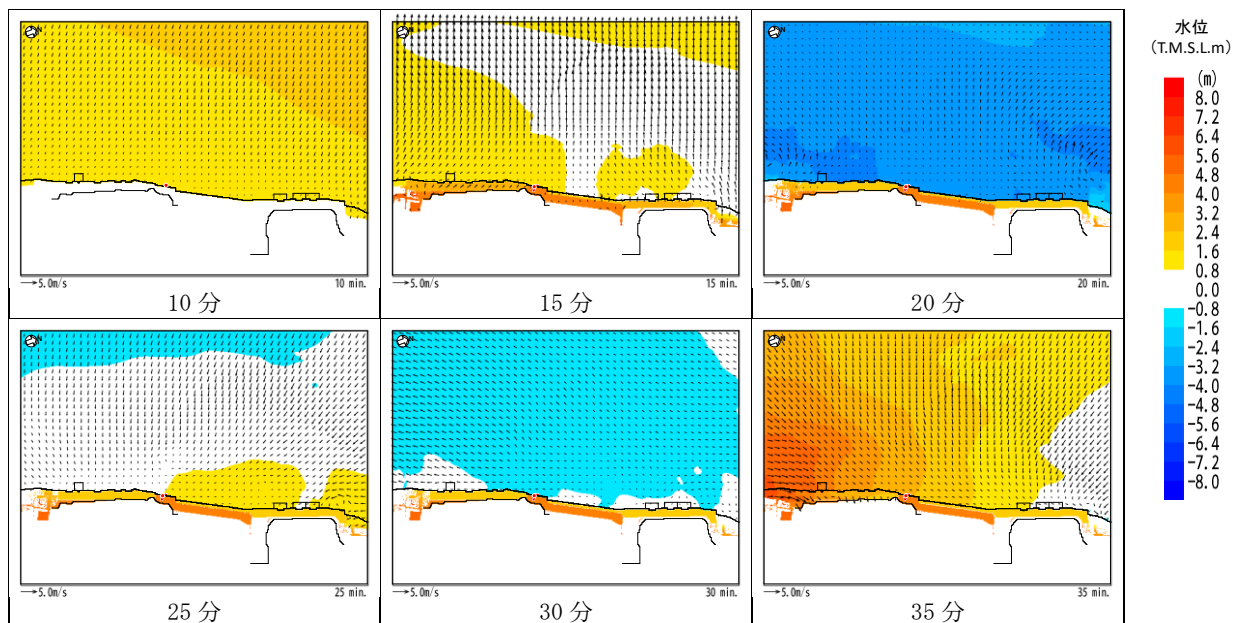


図 4.2-参 1(e)-6 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 3 防波堤なし・護岸部健全・荒浜側防潮堤健全)



- 津波第一波の押し波により港口から津波が流入。護岸に沿う南向きの流れが発生、南へ移動（10~15分頃）。
- 津波第一波の引き波により港口から津波が流出。護岸に沿う北向きの流れが発生、北へ移動（20~25分頃）。
- 津波第二波の押し波により港口から津波が流入。護岸に沿う南向きの流れが発生、南へ移動（30~35分頃）。
- 物揚場付近の主たる流れは津波の押し波・引き波に応じて変化し、長期間一様な流れとはならない。また、漂流物は取水口に到達しない。

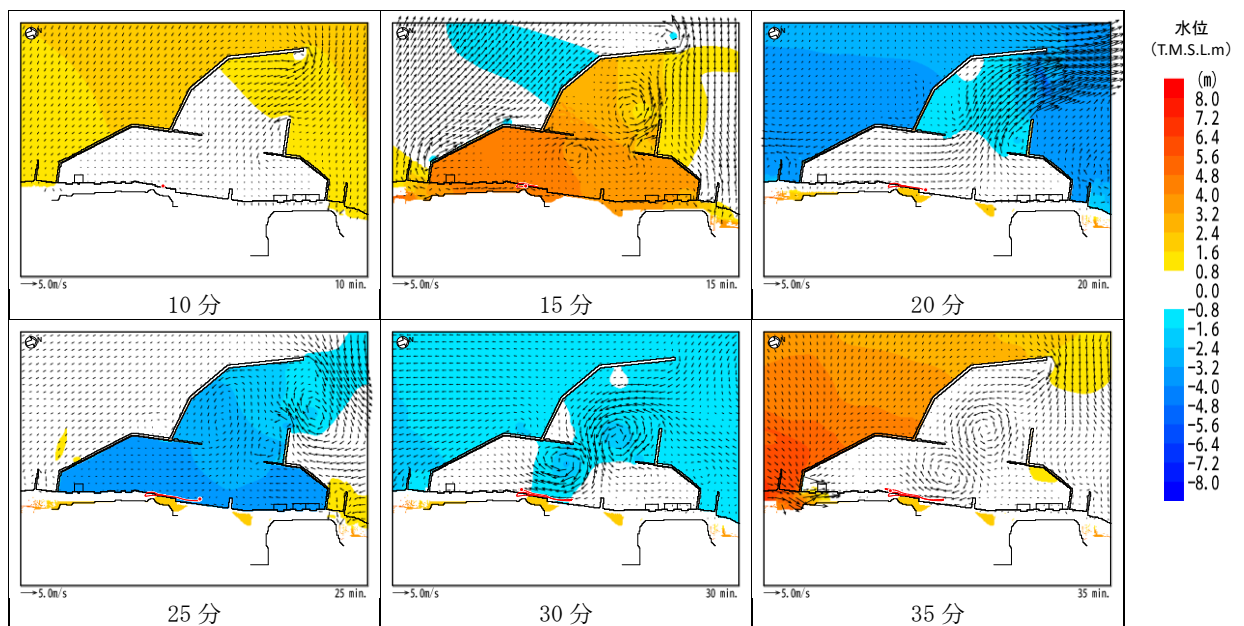
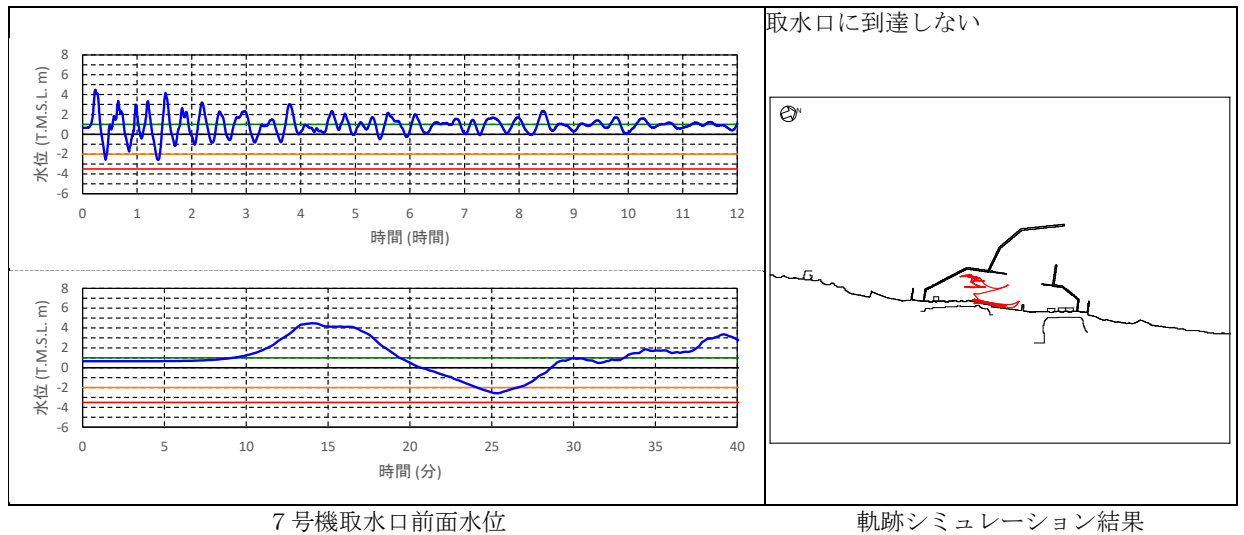


図 4.2-参 1(e)-7 水位・流向・流速を用いた傾向分析結果  
(基準津波 3 防波堤健全・護岸部 2m 沈下・荒浜側防潮堤健全)