

資料2 総合的な津波対策の考え方

- 2-1 2段階(防災・減災)の総合的津波対策
- 2-2 復興まちづくり計画と港湾の復旧・復興計画の調整手順
- 2-3 津波氾濫シミュレーション

2-1 2段階(防災・減災)の総合的津波対策

津波レベルの定義	津波の発生頻度	達成すべき防護目標	総合的津波対策	
			防災施設、土地利用	避難対策
<p>レベル1 (防災レベル)</p> <p>施設の供用期間に発生する可能性が高い津波</p>	<p>数十年～百数十年に1回</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・人命を守る ・財産(堤内地)を守る ・経済活動(堤内地)の継続 ・発災直後に必要な港湾機能の継続 	<ul style="list-style-type: none"> ・堤内地の浸水を防止するよう計画・設計 ・堤外地の重要な港湾施設が被災しないよう計画・設計 	<ul style="list-style-type: none"> ・最悪のシナリオを想定して計画
<p>レベル2 (減災レベル)</p> <p>その地点で想定される最大規模の津波</p>	<p>数百年～千年に1回</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・人命を守る ・経済的損失の軽減 ・大きな二次災害の防止 ・早期復旧 	<ul style="list-style-type: none"> ・堤内地の浸水を許すが、破堤等により被害が拡大しないよう計画・設計 ・浸水区域、浸水深さに応じた土地利用計画 ・必要に応じ多重防御を検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・最悪のシナリオを想定して計画

港湾構造物の設計の目標

外力	津波	
	L1津波	L2津波
小 損傷はほとんど発生しない 構造物設計要求性能	津波防波堤 防波堤(津波対応) ¹⁾ 岸壁(一般)	避難所 GPS波浪計
迅速な復旧が可能な程度の損傷	荷役機械	耐震強化岸壁 ²⁾ 津波防波堤
減災効果を保持できる程度の損傷	防波堤(一般)	防波堤(津波対応) ¹⁾
破壊を許容 大		荷役機械 ³⁾ 岸壁(一般) ³⁾ 防波堤(一般) ³⁾

【参考】地震動	
L1地震動	L2地震動
防波堤(一般) 岸壁(一般) 荷役機械	避難所 GPS波浪計 耐震強化岸壁 ²⁾ (緊急物資輸送対応)
—	防波堤(津波対応) ¹⁾ 津波防波堤 耐震コンテナバース ・耐震強化岸壁 +免震・制震荷役機械
—	—
—	防波堤(一般) ³⁾ 荷役機械 ³⁾ 岸壁(一般) ³⁾

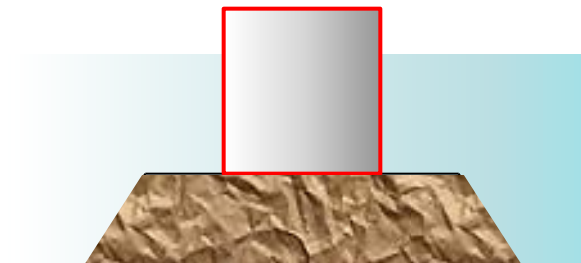
1) 防波堤(津波対応): 通常の防波堤であっても、背後地域の津波減災効果が大きい施設
 2) 地震後に必要とされる最低限の機能(自衛隊等による緊急物資輸送船舶への対応)
 3) 性能照査を実施していない施設

津波の外力設定と構造物設計に関する論点

論点	対応の方向性
<p>1. 地震動のレベル2と同様に、今回導入するレベル2津波を設計外力として明示すべきかどうか。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・レベル1の津波外力を超えても粘り強く、被災後の復旧が迅速に行えるような構造物をつくることが重要であるとの意見が多いが、例えば、堤防天端高から1m程度の越流ならともかく、10mもの越流があるような場合でも倒壊しないような設計をするのは技術的に困難。 ・レベル2を設計外力として一定の考慮をしたにもかかわらず背後地が被災した場合には、設計者の瑕疵責任が問われる可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ○レベル1を超える津波に対しては、構造物のみで防護することができず背後地が浸水する恐れあることを地域防災計画へ明記するなど、構造物の機能限界を明らかにしつつ、防災教育(被災を念頭においた自助→共助→公助の意識啓発)に取り組む。 ○レベル2の津波外力に対しても崩壊しない、粘り強い構造となるような設計を目指すこととし、そのための技術開発を進める。 ○特に、崩壊した場合に早期復旧が困難な防波堤については、レベル2にも粘り強い構造となるような設計・施工上の検討を行う。
<p>2. レベル2の津波外力を「その地点で想定される最大規模の津波」と定義したが、実際の設定に当たっては、既往の最大ではなく、不確実性を考慮した設定をすべきではないか。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○被災地におけるレベル2の津波外力については、当面、今回の津波をレベル2と設定して設計上の対応を進める。 ○レベル2についてはソフト面も含めた対応となるので、今後、中央防災会議専門調査会等の議論を踏まえて必要に応じ見直しを進める。

防波堤の要求性能のイメージ

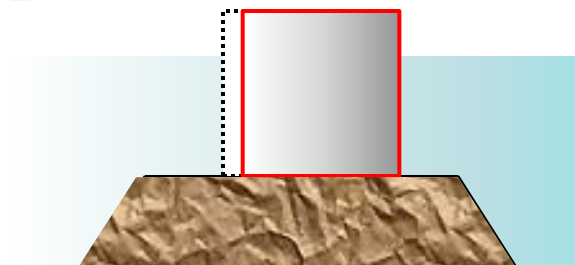
【損傷はほとんど発生しない】



想定される外力に対して、損傷が生じないか、又は僅かな修復により速やかに所用の機能が発揮できる損傷程度に留まり、そのまま継続的に使用できる。

⇒防波堤はほとんど動かない。

【迅速な復旧が可能な程度の損傷】

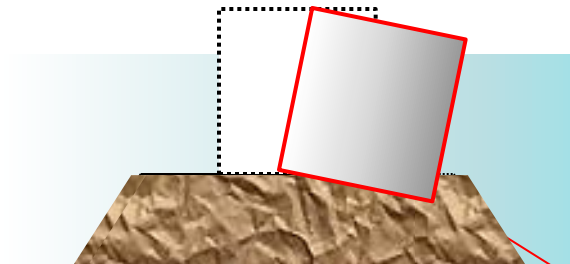


想定される外力に対して、軽微な修復により短期間のうちに復旧が可能な損傷程度に留まる。

⇒防波堤は若干動く。

⇒津波減災効果は保持できる。

【減災効果を保持できる程度の損傷】



想定される外力に対して、ある程度の損傷が発生するものの、損傷の程度が施設として致命的とまらない範囲に留まる。

⇒防波堤は大きく動くが、崩壊はしない。

⇒ある程度の津波減災効果は保持できる。

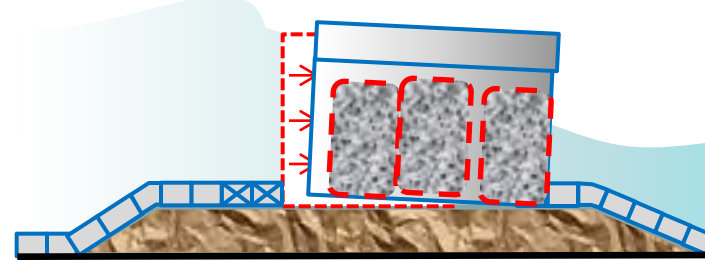
粘り強い構造

粘り強い防波堤構造のイメージ

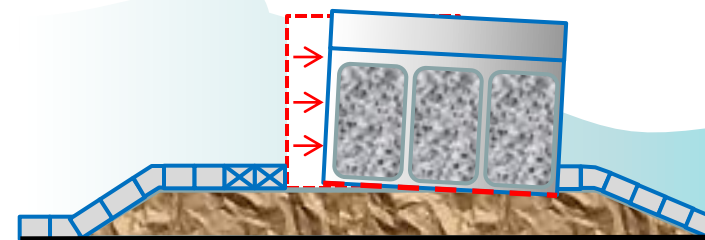
○堤体の滑動に対する対策

- ① ケーソンの中詰材に重量骨材(フェロニッケルスラグ、亜鉛鉱さい等)を使用し、堤体重量を増加させる。
- ② ケーソン底面に摩擦増大マットを設置し、堤体の滑動抵抗を増強する。
- ③ 港内側に腹付捨石による補強体を築造し、滑動抵抗を増強する。

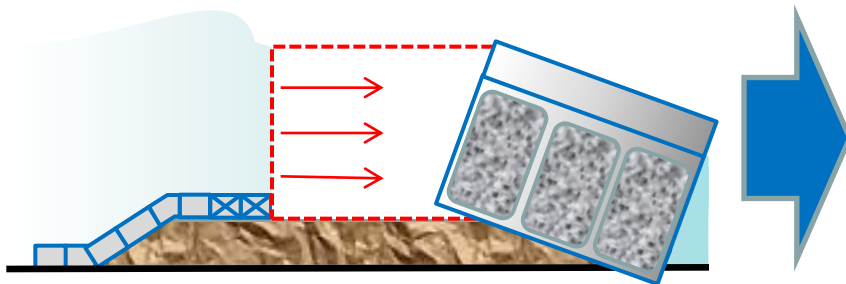
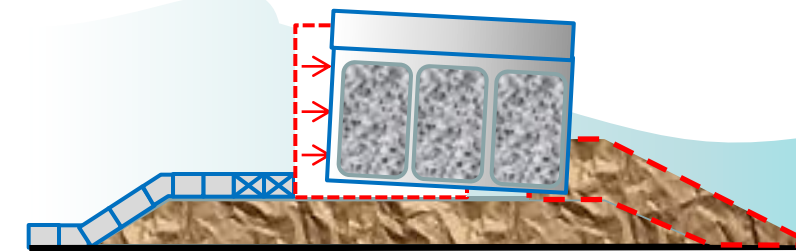
【中詰材に重量骨材を使用】



【摩擦増大マットの設置】



【腹付捨石の築造】



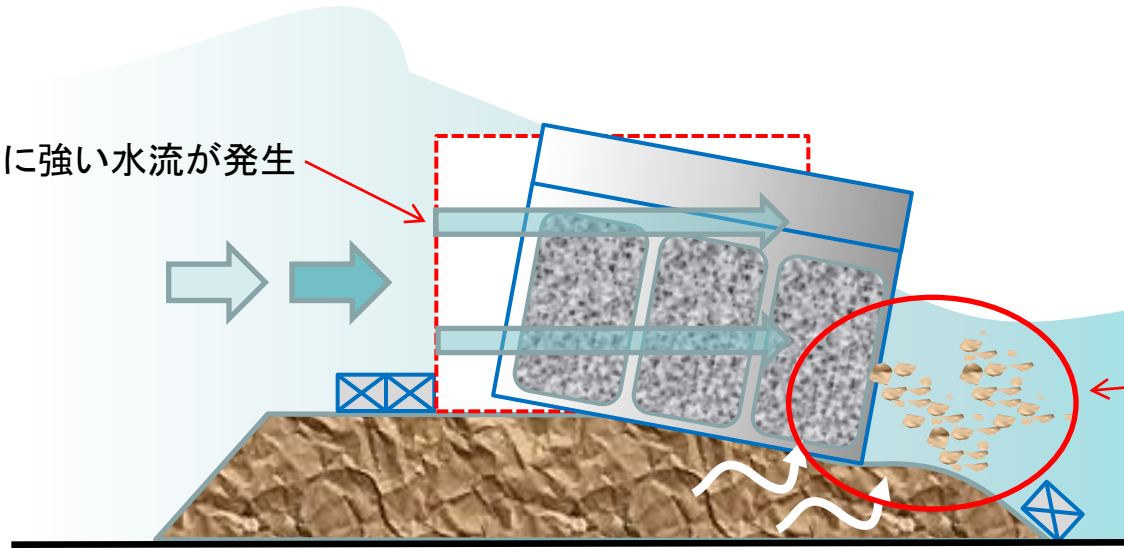
津波波力によるケーソンの滑動

各対策を組み合わせる
ことにより、
滑動抵抗を
増強すること
も可能。

粘り強い防波堤構造のイメージ

○基礎の洗掘に対する対策

ケーソン目地間に強い水流が発生

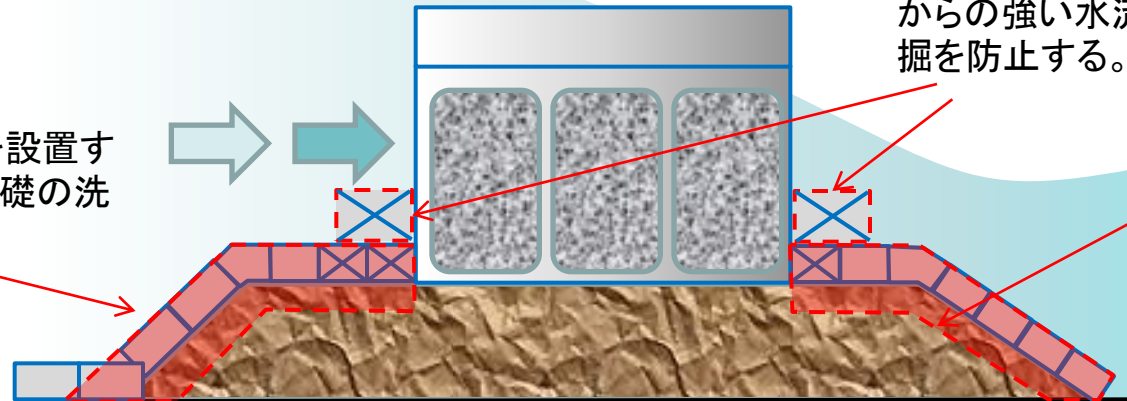


津波時の流れにより基礎の洗掘が発生



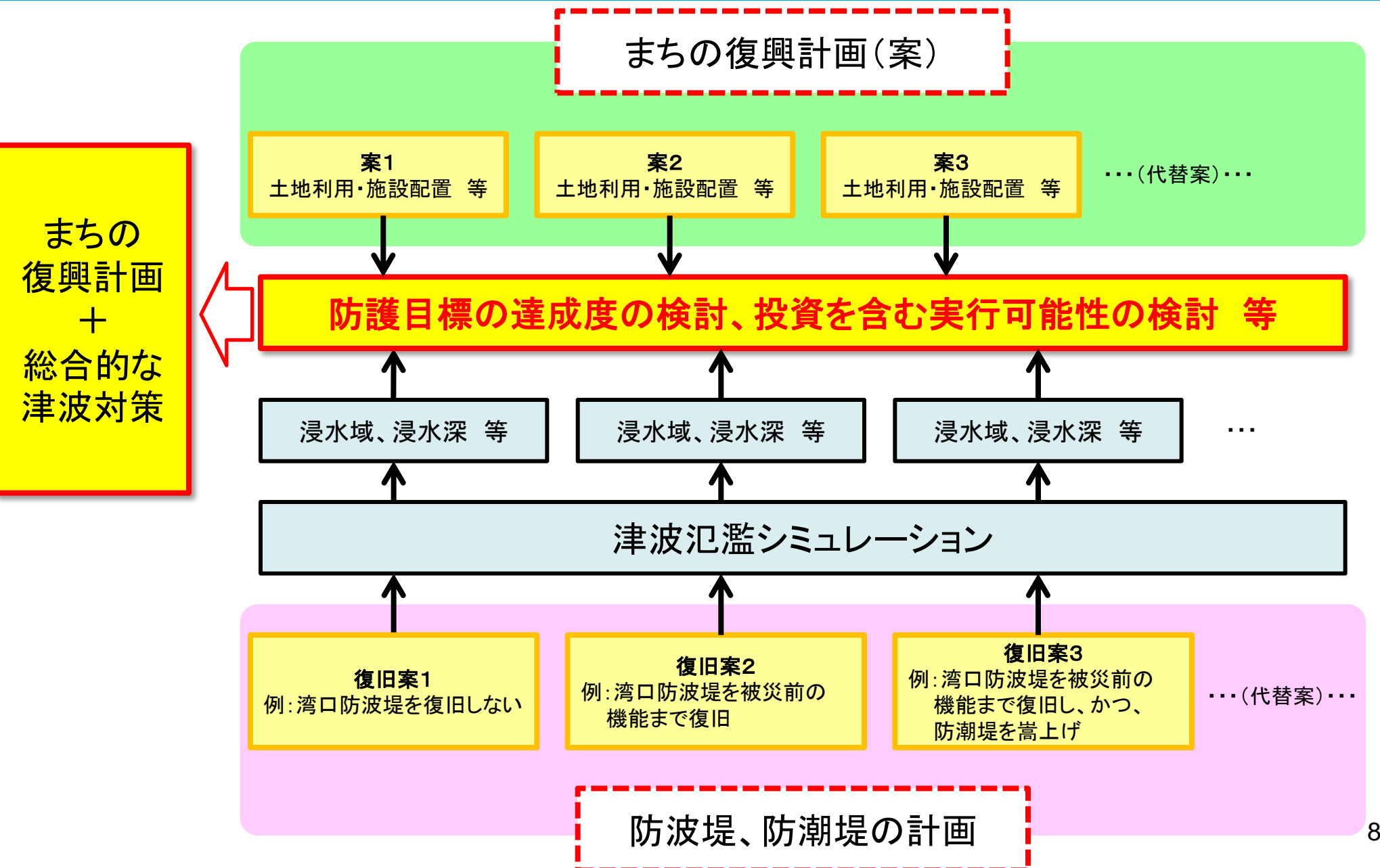
目地部前後面に方塊や蛇籠を設置することにより、ケーソン目地間からの強い水流による基礎の洗掘を防止する。

重量のある被覆ブロックを設置することにより水流からの基礎の洗掘を防止する。



アスファルトマスティックの充填により基礎を固結し、基礎の洗掘を防止する。

2-2 復興まちづくり計画と港湾の復旧・復興計画の調整手順



2-3 津波氾濫シミュレーション(釜石港の例)

・防波堤、防潮堤等の津波防災施設の復旧計画は、津波氾濫シミュレーションをもとに、背後地の地形条件、人口・産業の将来動向等を踏まえた地域の復興計画や港湾機能の適切な発揮の観点を考慮して検討する必要がある。

湾口防波堤及び防潮堤の復旧計画(シミュレーションのパターン)

	パターン1 湾口防波堤を 復旧しない (防潮堤のみ復旧)	パターン2 湾口防波堤を被災前の 機能まで復旧 (原形復旧)	パターン3 湾口防波堤を被災前の 機能まで復旧、 かつ、防潮堤を9mに嵩上げ
【レベル1】明治三陸地震 による津波	パターン1-1	パターン2-1	—
【レベル2】東北地方太平洋沖地震 による津波	パターン1-2	パターン2-2	パターン3-2

釜石港湾口防波堤等に係る地元の要望

- 岩手県災害対策本部 本部長 岩手県知事(平成23年4月16日)「平成23年 東北地方太平洋沖地震及び津波災害に関する緊急要望」より抜粋
 - 5 復興事業としての社会資本整備等の促進
(略)また、新たなまちづくりの基礎となる湾口防波堤や防潮堤等の防災施設について、早期に整備すること。(略)
- 岩手県沿岸市町村復興期成同盟会(平成23年4月22日)「要望書」より抜粋
 - 7 公共施設・基盤施設の早期完成・再建
各種公共施設・基盤施設に甚大な被害があり、社会生活に支障をきたしていることから、早期の完成又は再建を図ること。
(略)
 - (3) 湾口防波堤、津波・高潮対策施設(防潮堤)、GPS波浪計
(略)
- 釜石市議会議長(平成23年4月25日)「東日本大震災に係る要望書」より抜粋
(略) 釜石市民の新たなまちづくりのため、また、地域産業の復興のため、以下のとおり切望いたしますので、特別のご高配を賜りますようお願いいたします。
 - 1 釜石港湾口防波堤の復旧・機能向上
(略)

津波氾濫シミュレーションの手法

○東北地方太平洋沖地震によって生じた津波に対する釜石港の湾口防波堤等の津波低減効果を検討するため、(独)港湾空港技術研究所が以下の手法で津波シミュレーション(数値計算)を実施した。

<計算手法及び計算条件(概要)>

- ・ シミュレーションには、高潮津波シミュレーター「STOC」を使用。
- ・ 表-1と図-1とおり、8種類の格子サイズを用いた計算を行った。
- ・ 数値計算では、陸域の土地利用に応じて粗度係数を設定しているが、実際の建築物による影響は詳細に反映していない。
- ・ 格子サイズ 12.5m の最内側の計算領域のみ、防波堤・防潮堤を考慮し、遡上計算を行った。
- ・ 湾口防波堤以外の防波堤・防潮堤に関しては、全てのケースにおいて、損傷を受けず機能するものとして取り扱った。
- ・ 建築研究所の解析結果を基に、GPS波浪計が観測した津波高を再現できるよう、滑り量を補正した断層パラメータから初期水位分布を計算(図-2)
- ・ 第1波による浸水状況に着目するため、地震発生から180分間を再現対象とした。

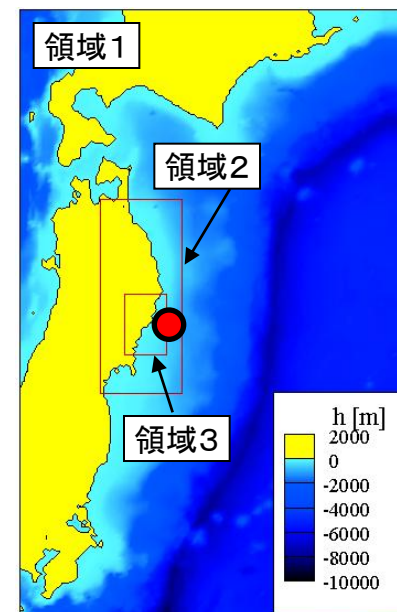


図-1. 計算領域(釜石港の場合)
※赤丸印は岩手南部沖GPS 波浪計の位置

表-1. 各計算領域における計算手法の詳細

領域番号	1	2	3	4	5	6	7	8	
格子サイズ	5400m	1800m	600m	200m	100m	50m	25m	12.5m	
時間ステップ	0.2 秒								
再現対象時間	地震発生から3時間								
遡上計算	なし							あり	
底面摩擦項	海域に一樣な粗度係数							土地利用に応じ粗度	
防波堤・防潮壁	なし							あり	

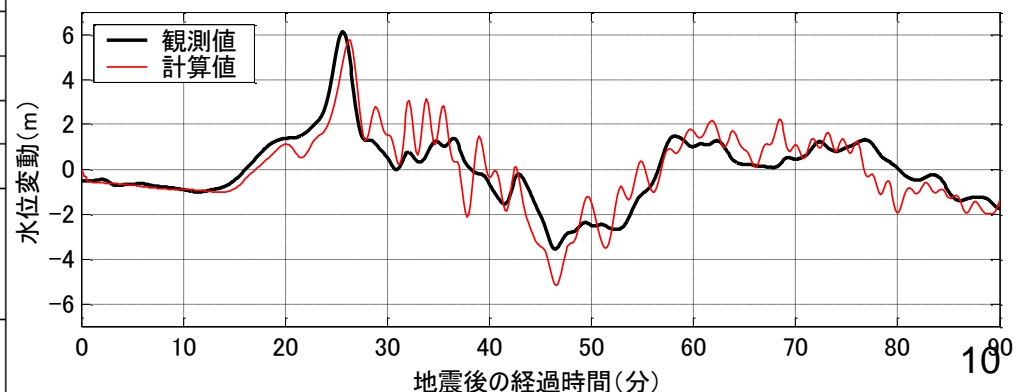
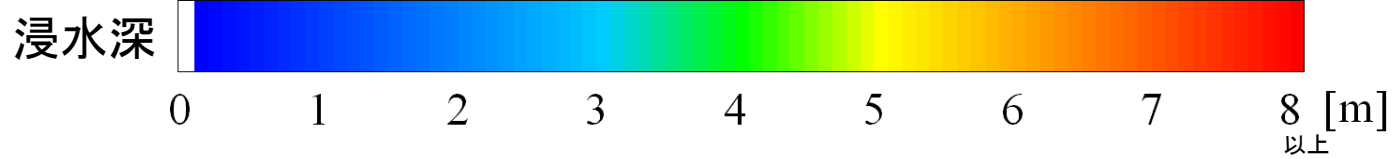
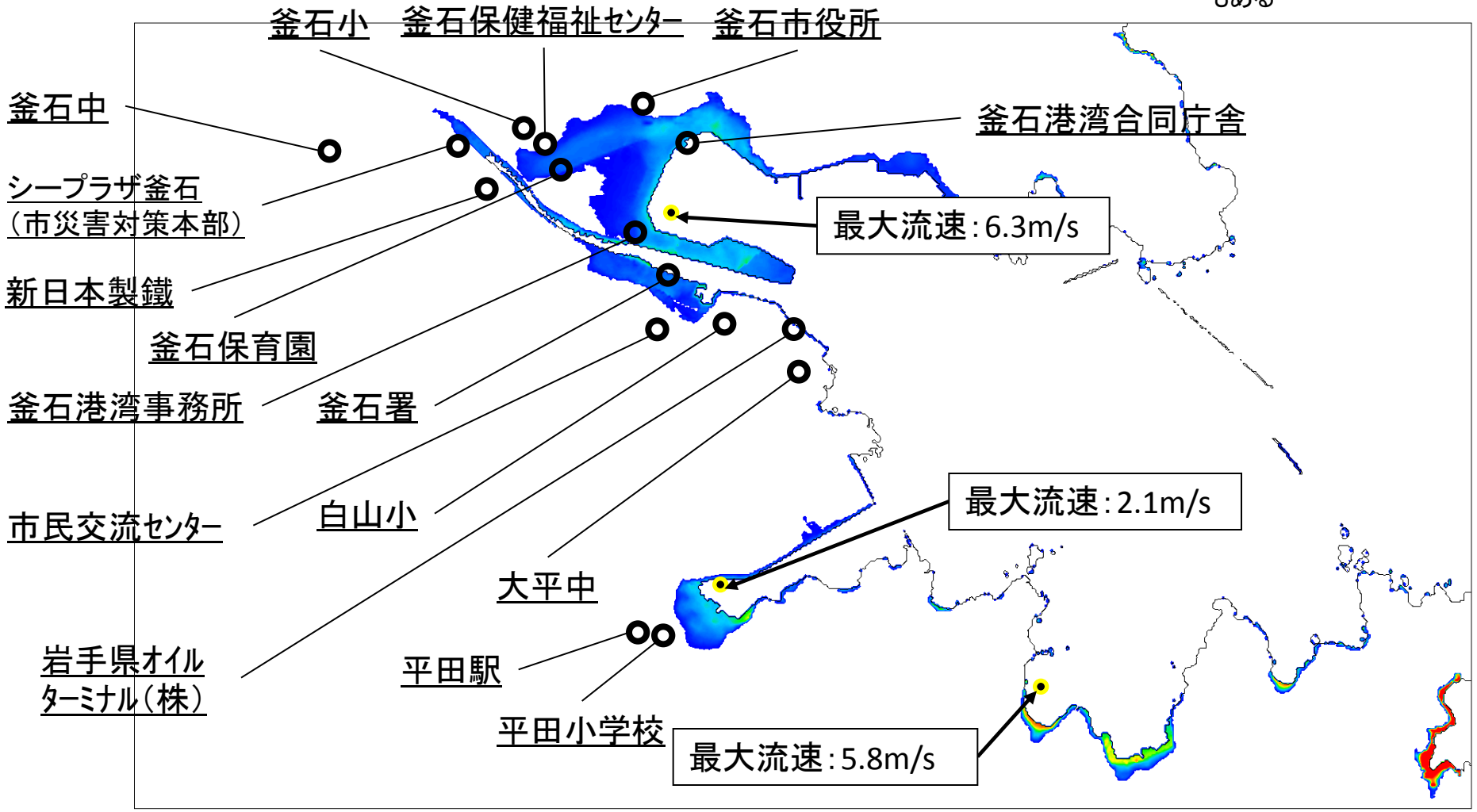


図-2. 岩手南部沖GPS 波浪計が観測した津波波形と計算値の比較

釜石港におけるシミュレーション結果(パターン1-1)

湾口防波堤を復旧しない場合+明治三陸地震による津波

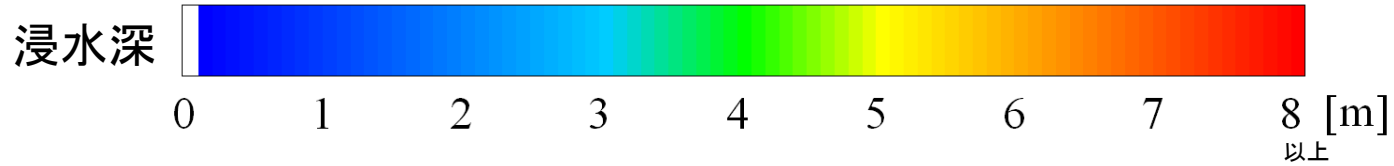
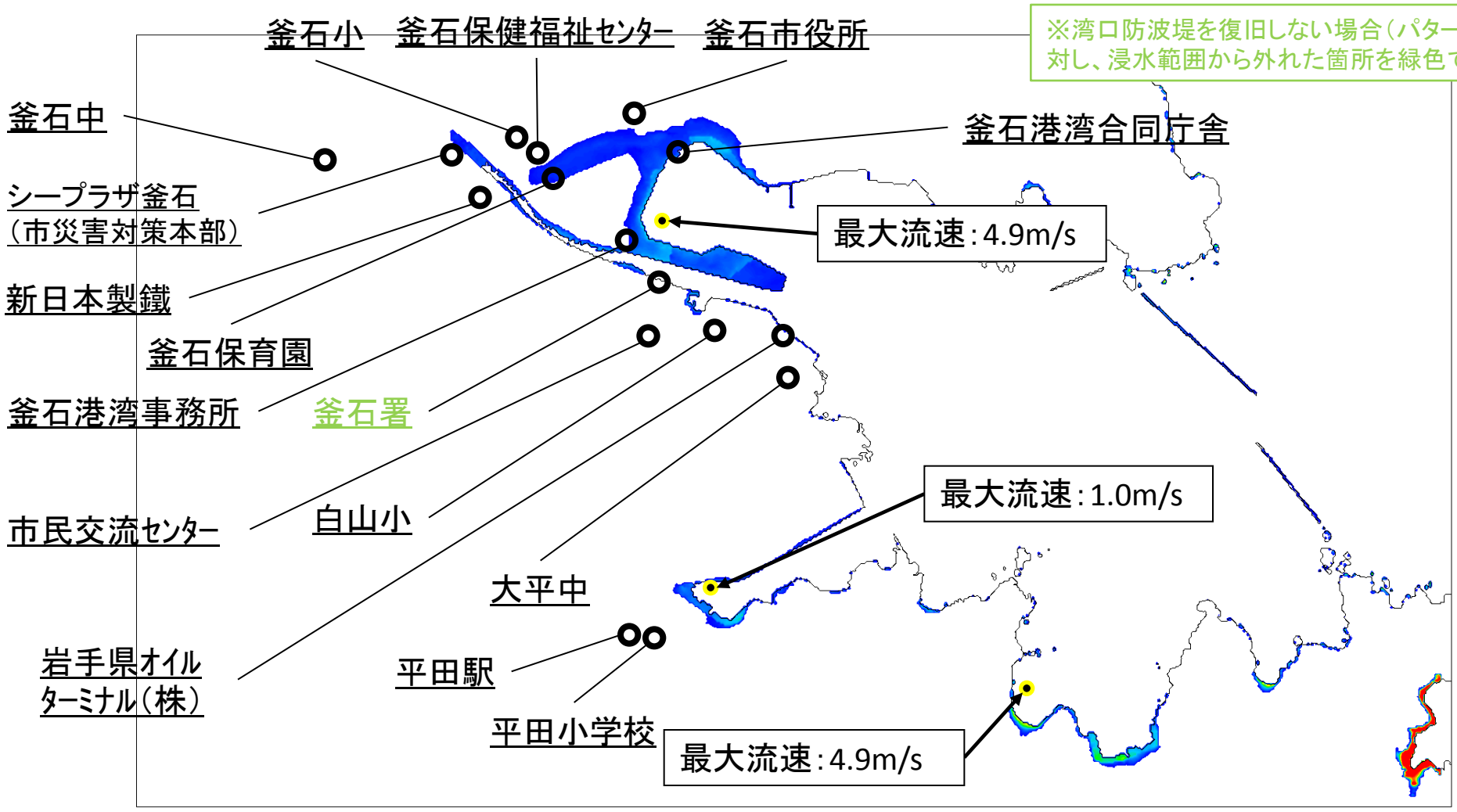
※湾口防波堤の効果には、津波の防護の他に、通常時の水域施設の静穏度確保もある



釜石港におけるシミュレーション結果(パターン2-1)

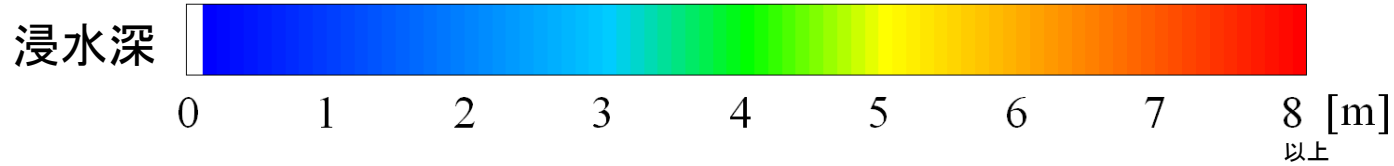
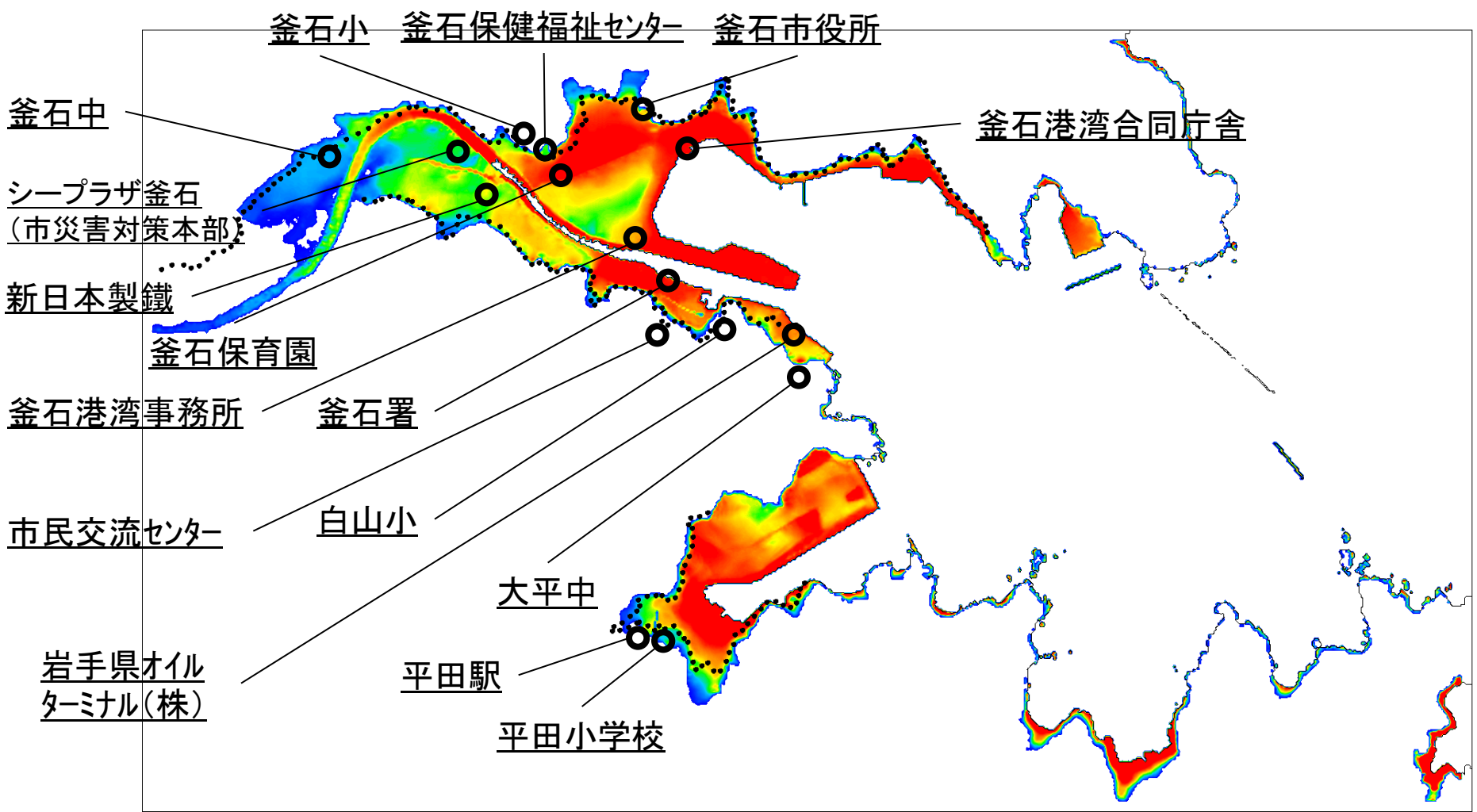
湾口防波堤を被災前の機能まで復旧した場合+明治三陸地震による津波

※湾口防波堤を復旧しない場合(パターン1-1)に対し、浸水範囲から外れた箇所を緑色で着色



釜石港におけるシミュレーション結果(パターン1-2)

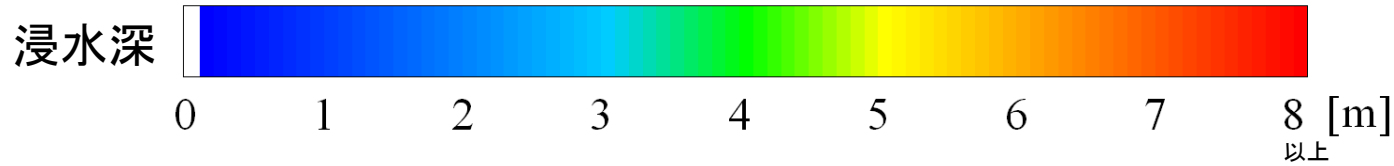
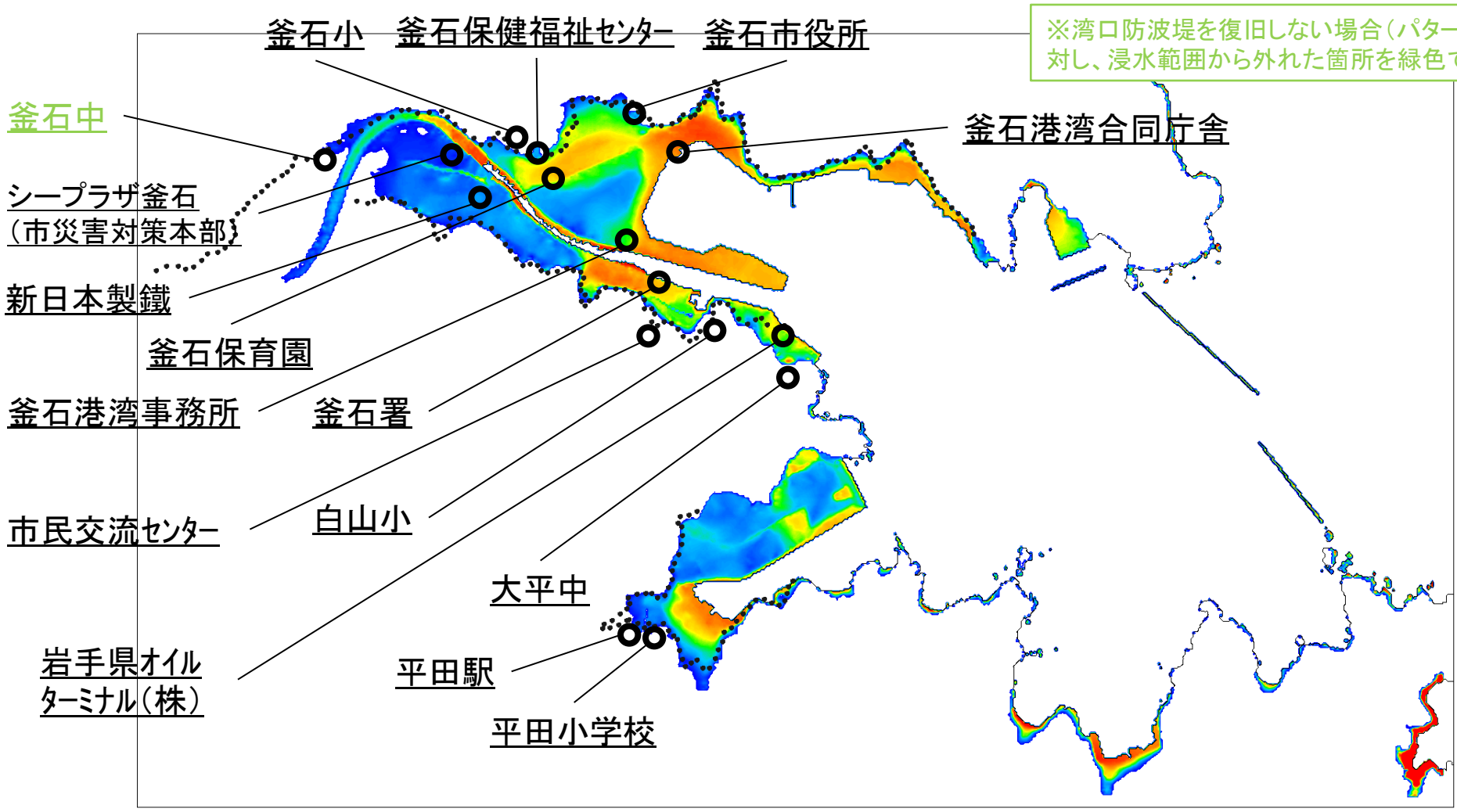
湾口防波堤を復旧しない場合 + 東北地方太平洋沖地震による津波



釜石港におけるシミュレーション結果(パターン2-2)

湾口防波堤を被災前の機能まで復旧した場合+東北地方太平洋沖地震による津波

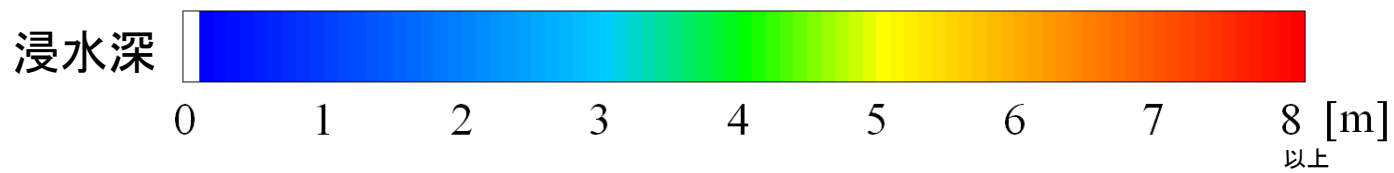
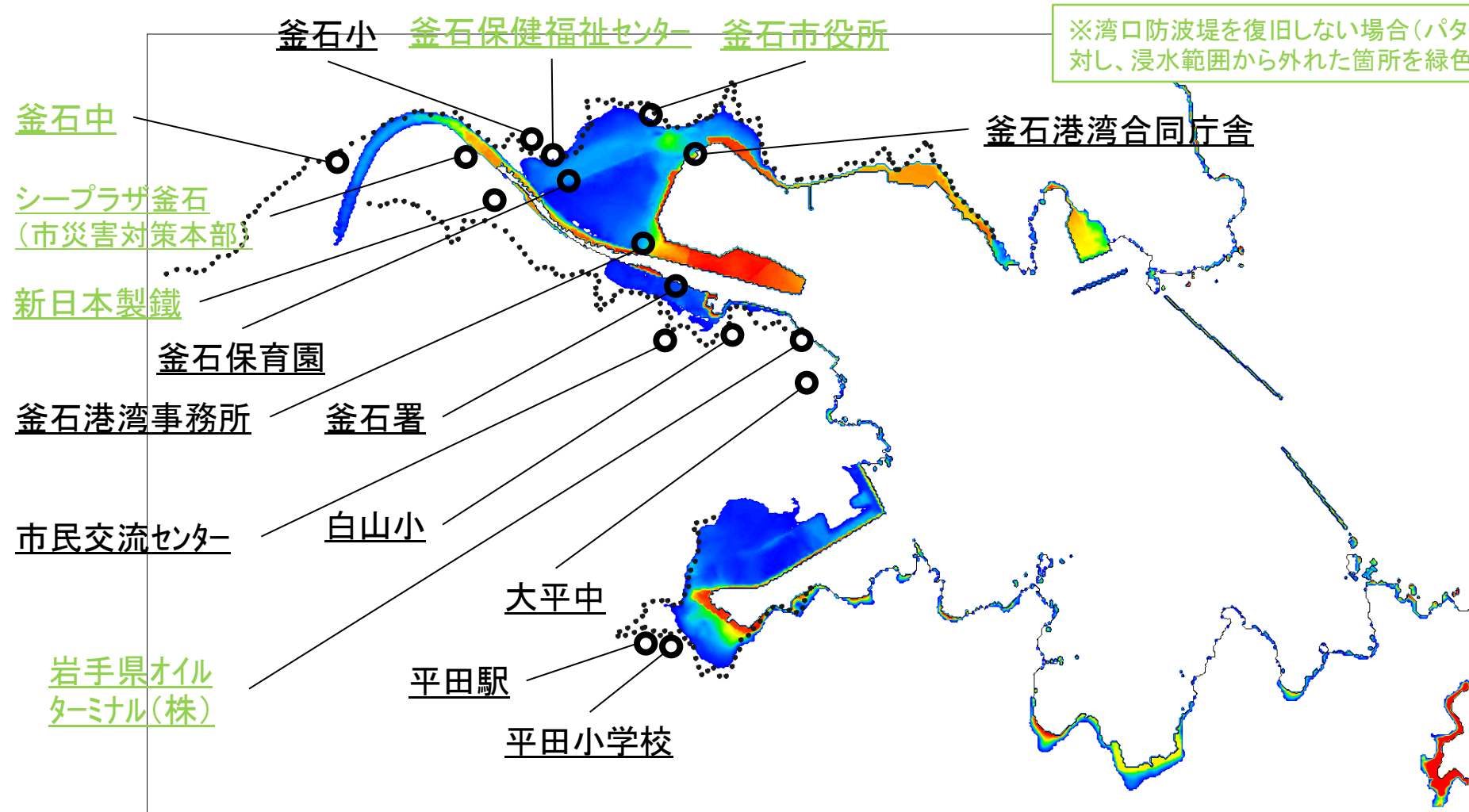
※湾口防波堤を復旧しない場合(パターン1-2)に対し、浸水範囲から外れた箇所を緑色で着色



釜石港におけるシミュレーション結果(パターン3-2)

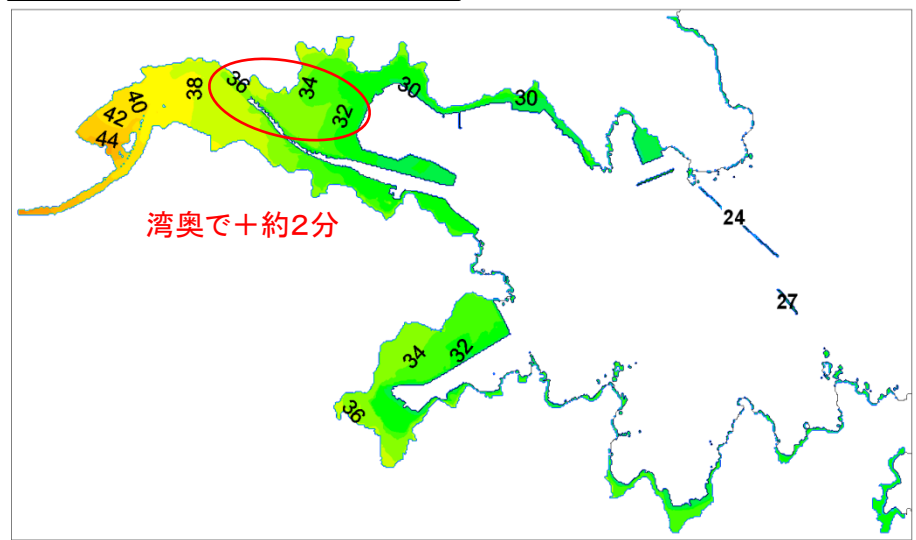
湾口防波堤を被災前の機能まで復旧し、かつ、防潮堤を9mに嵩上げした場合+東北地方太平洋沖地震による津波

※湾口防波堤を復旧しない場合(パターン1-2)に対し、浸水範囲から外れた箇所を緑色で着色

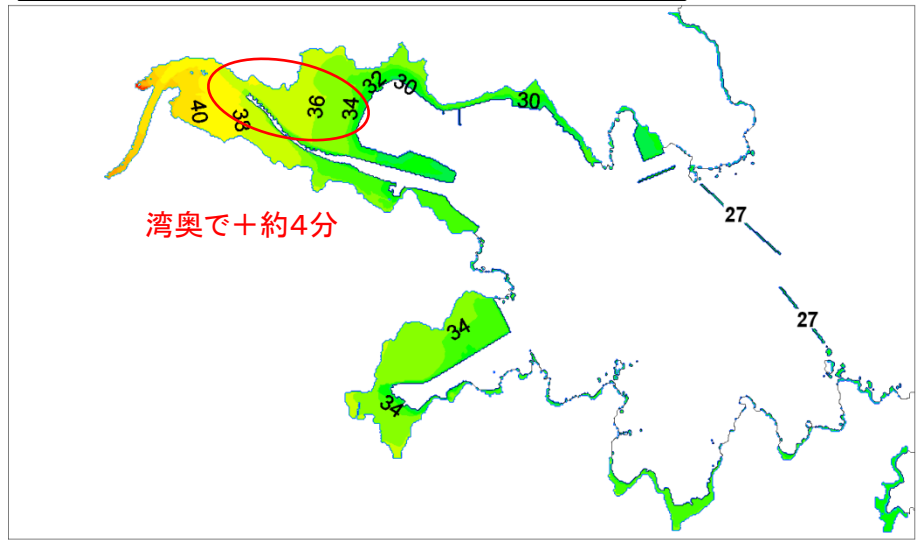


東北地方太平洋沖地震による津波

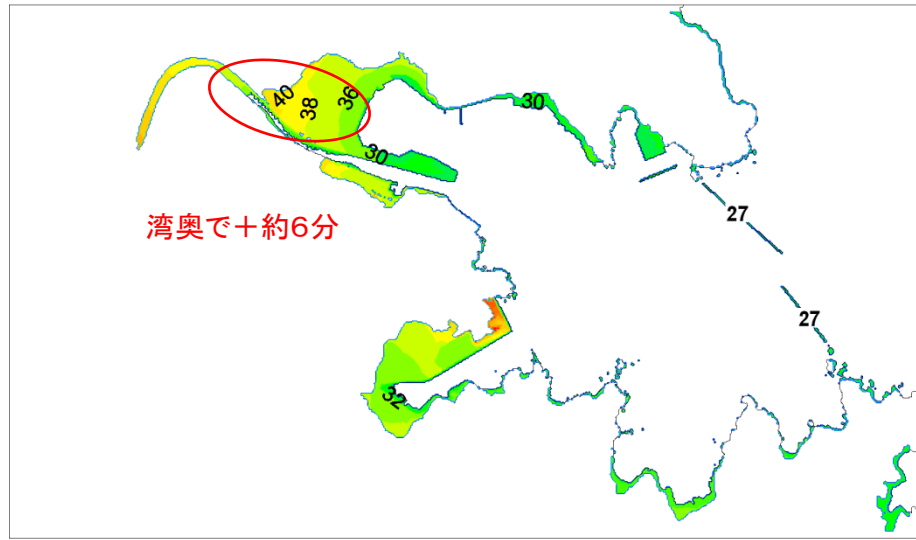
湾口防波堤を復旧しない場合



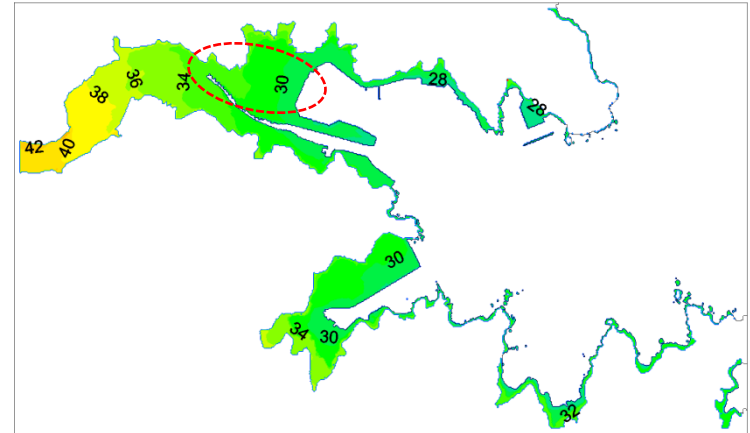
湾口防波堤を被災前の機能まで復旧した場合



湾口防波堤を被災前の機能まで復旧し、かつ、防潮堤を9mに嵩上げた場合



【参考】湾口防波堤がない場合



※地震発生後からの到達時間(分)

