

資料7 東日本大震災を踏まえた津波外力の見直し(案)

- 7-1 現行技術基準における外力の考え方
- 7-2 東日本大震災を踏まえた津波外力の見直し(案)
- 7-3 津波防災施設の復旧設計の考え方(案)
- 7-4 湾口防波堤の復旧設計の考え方(案)
- 7-5 釜石港湾口防波堤の減災効果
- 7-6 湾口防波堤に係る要望
- 7-7 津波シミュレーションについて
- 7-8 港湾及び港湾背後都市における総合的な津波対策に係る課題

7-1 現行技術基準における外力の考え方

■H7年阪神大震災を受けてレベル2地震動を導入

- H11年 港湾基準の改正：地震動をレベル1、レベル2に区分。耐震強化岸壁については、レベル2地震動に対する耐震性能照査を導入。
- H16年 海岸保全施設基準の改正：地震動をレベル1、レベル2に区分。高い耐震性能が必要とされる施設については、レベル2地震動に対する耐震性能照査を導入。

■H19年 港湾技術基準の改正

- 技術基準を性能規定化し、永続作用、変動作用、**偶発作用**を定義。
 - ・永続作用：自重、土圧等、設計供用期間中に常に生じる作用
 - ・変動作用：風、波浪、レベル1地震動等、設計供用期間中に生じる可能性の高い作用
 - ・**偶発作用**：**津波、レベル2地震動、偶発波浪**、火災等、設計供用期間中に生じる可能性は低い、当該施設に大きな影響を及ぼすと想定される作用。

	地震	津波	波浪(高潮)
レベル1 (変動作用)	■レベル1地震動 供用期間中に発生する可能性の高い地震動 ⇒ 再現期間75年の地震動	■津波(偶発作用) 供用期間中に発生する可能性は低いが施設に大きな影響を及ぼす作用 ⇒ 既往最大津波、防災上適切と考えられる規模の津波等を踏まえ設定 ※最大規模の想定津波の設定レベルの考え方や方法が曖昧	■波浪(変動作用) 供用期間中に発生する可能性の高い波浪 ⇒ 再現期間50年の波浪
レベル2 (偶発作用)	■レベル2地震動 その地点で想定される最大規模の地震動 ⇒ 中央防災会議等の調査結果等を踏まえて設定	(同上)	■偶発波浪 左記と同じ ⇒ 施設に最も厳しい波浪、又は再現期間100年以上の波浪 ※偶発波浪の設定レベルの考え方や方法が曖昧

7-2 東日本大震災を踏まえた津波外力の見直し(案) 国土交通省

1. 従来の設計の考え方

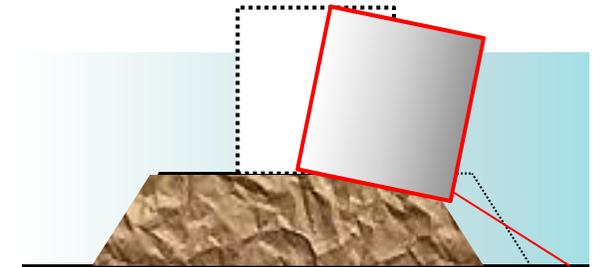
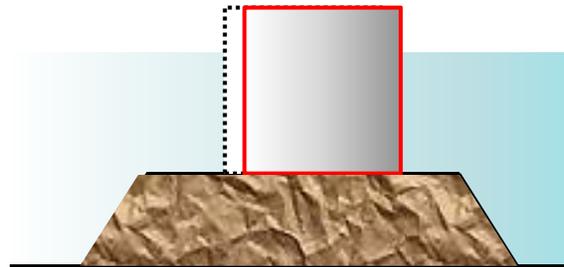
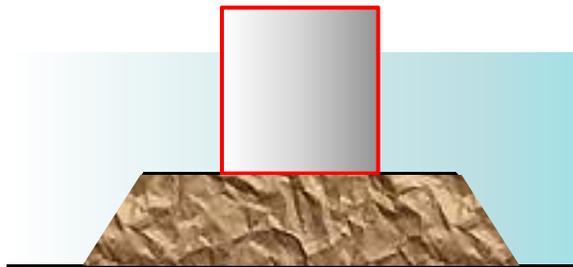
津波防波堤等の設計に際しては、「比較的多くのデータがそろっている近年の津波で、防災上適切と考えられる規模の津波」を対象に、数値計算等に基づき設計。

→結果的に、観測データが残っている過去100年程度の期間に起こった津波を対象とした設計となっていた。

2. 巨大災害を考慮した設計の考え方

最大級の津波等の巨大災害も考慮した防災施設の性能設計のイメージは以下の通り。

	対象津波	施設に求められる機能	施設の要求性能
レベル1	●近代で最大 (100年に一回程度)	●人命を守る ●財産を守る ●経済活動を守る	①使用性 ※損傷しないか、損傷わずか
レベル2	●最大級 (1000年に一回程度)	●人命を守る(ソフトとの連携) ●経済的損失を軽減する ●特に大きな二次災害をひきおこさない ●早期復旧を可能とする	②修復性 ※軽微な修復で、機能回復 または③安全性 致命的な損傷を受けない



【使用性】



【修復性】



【安全性】

使用上の不都合を生じずに使用できる性能のことであり、想定される作用に対して損傷が生じないか、又は損傷の程度が僅かな修復により速やかに所用の機能が発揮できる範囲に留まること。

技術的に可能で経済的に妥当な範囲の修繕で継続的に使用できる性能のことであり、想定される作用に対して損傷の程度が、軽微な修復により短期間のうちに所用の機能が発揮できる範囲に留まること。

人命の安全等を確保できる性能のことであり、想定される作用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ならず、人命の安全確保に重大な影響が生じない範囲に留まること。

<基本的考え方(案)>

- ① 復旧設計は、港湾分科会防災部会の審議結果を踏まえ、各港の「復旧・復興計画」と連携して実施。
- ② 津波は、レベル1津波とレベル2津波とを考慮する。
レベル1津波： 従来の地域防災計画で定められていた津波
レベル2津波： その地点で想定される最大規模の津波
(今回の津波も含む)
- ③ レベル2地震動の設定については、東北地方太平洋地震も考慮するが、中央防災会議および地震調査研究推進本部の結論を受けて、必要な場合には再設定する。
- ④ 従って、復旧事業の施行に当たっては、必要な機能や要求性能が追加された場合にも施工が可能な二段階施工を検討し、手戻りを防止する。

7-4 湾口防波堤の復旧設計の考え方(案)

- ① 大船渡港及び釜石港については湾口防波堤と防潮堤が連携して津波防災施設としての機能を発揮する。要求性能と設計目標は、以下のとおり。
- ② レベル2津波に対して何らかの損傷(修復性又は安全性)を許容しているが、損傷程度の予測には不確実性がともなうと考えられるため、施設の重要性を配慮し、可能な限り、「ねばり強い構造」となるような設計・施工上の工夫を行う。

対象津波	施設の目的	要求性能	設計目標	
			背後防潮堤	津波防波堤※
レベル1	<ul style="list-style-type: none"> ●人命を守る ●財産を守る ●経済活動を守る 	①使用性 損傷しないか、 損傷わずか	<ul style="list-style-type: none"> ・本体の損傷なし ・越流させない 	<ul style="list-style-type: none"> ・本体の損傷なし ・越流させない
レベル2	<ul style="list-style-type: none"> ●人命を守る (ソフトとの連携) ●経済的損失を軽減する ●特に大きな二次災害をひきおこさない 	②修復性※ 軽微な修復で、 機能回復	<ul style="list-style-type: none"> ・越流は許容するが、 本体は軽微な変形・ 変位にとどめる 	<ul style="list-style-type: none"> ・越流は許容するが、 本体は軽微な変形・ 変位にとどめる※

※ 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については、要求性能として、安全性(致命的な損傷を受けない)を設定する。

この場合の設計目標は、「越流は許容するが、本体が崩壊に至らない範囲での変形・変位にとどめる」とする。

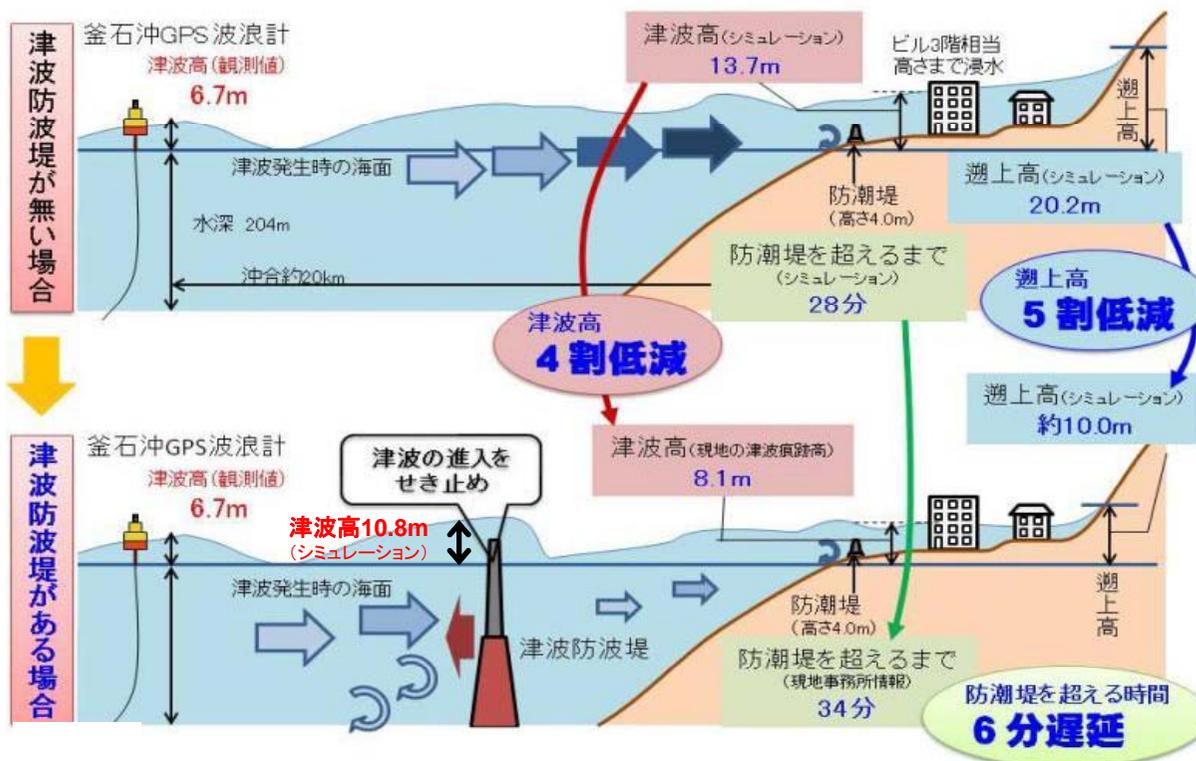
7-5 釜石港湾口防波堤の減災効果

＜津波防波堤の効果＞

防波堤で湾の入口を絞り、湾内への海水の流入を絞る

- ①津波高を低減
- ②港内の水位上昇を遅延（避難時間確保）
- ③流速を弱め破壊力を低減

＜防波堤有／無を計算で比較＞



＜津波の襲来状況＞国交省釜石港湾事務所撮影



地震発生26分後：津波第1波がケーソン目地から流入



地震発生31分後：津波第1波が北堤を越流（斜下図）



地震発生34分後：津波第1波が防潮堤を越流



地震発生46分後：津波第1波が引き一部欠けた北堤

7-6 湾口防波堤に係る要望

○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)

7-7 津波シミュレーションについて

○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及び大船渡港の湾口防波堤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・防潮壁を考慮し、遡上計算を行った。
- ・ 湾口防波堤以外の防波堤・防潮壁に関しては、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。

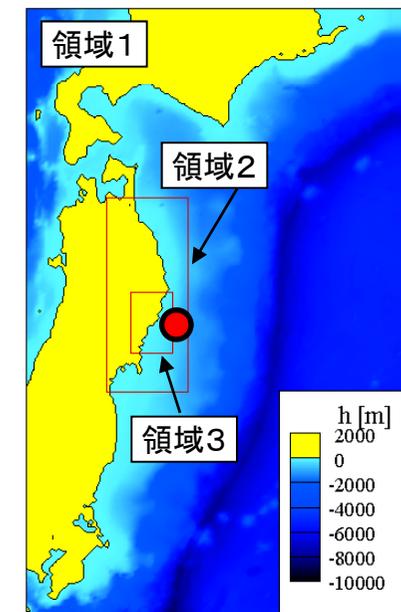


図-1. 計算領域(釜石港の場合)
※赤丸印は岩手南部沖GPS 波浪計の位置

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

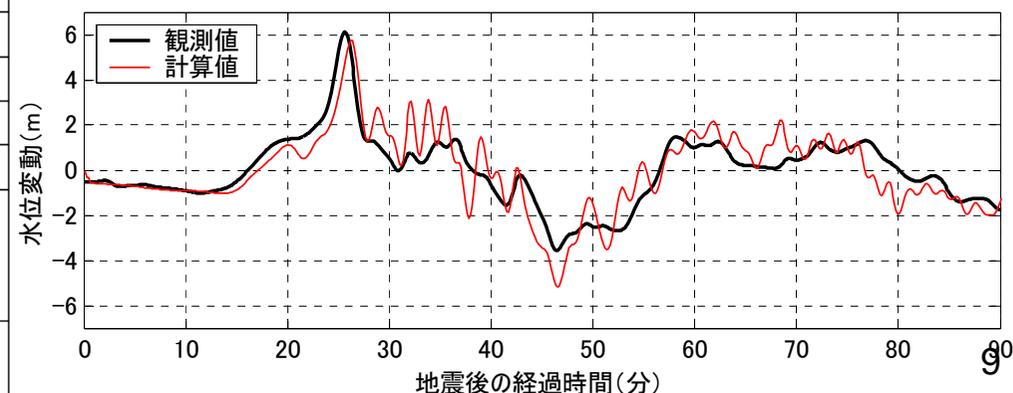
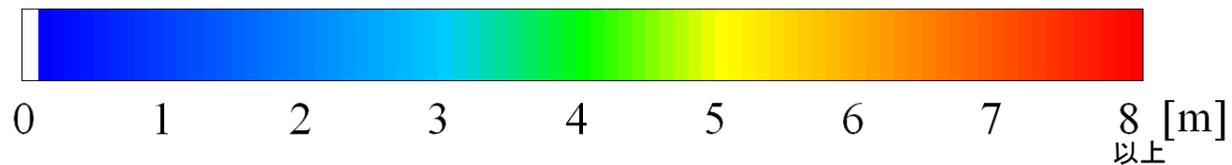
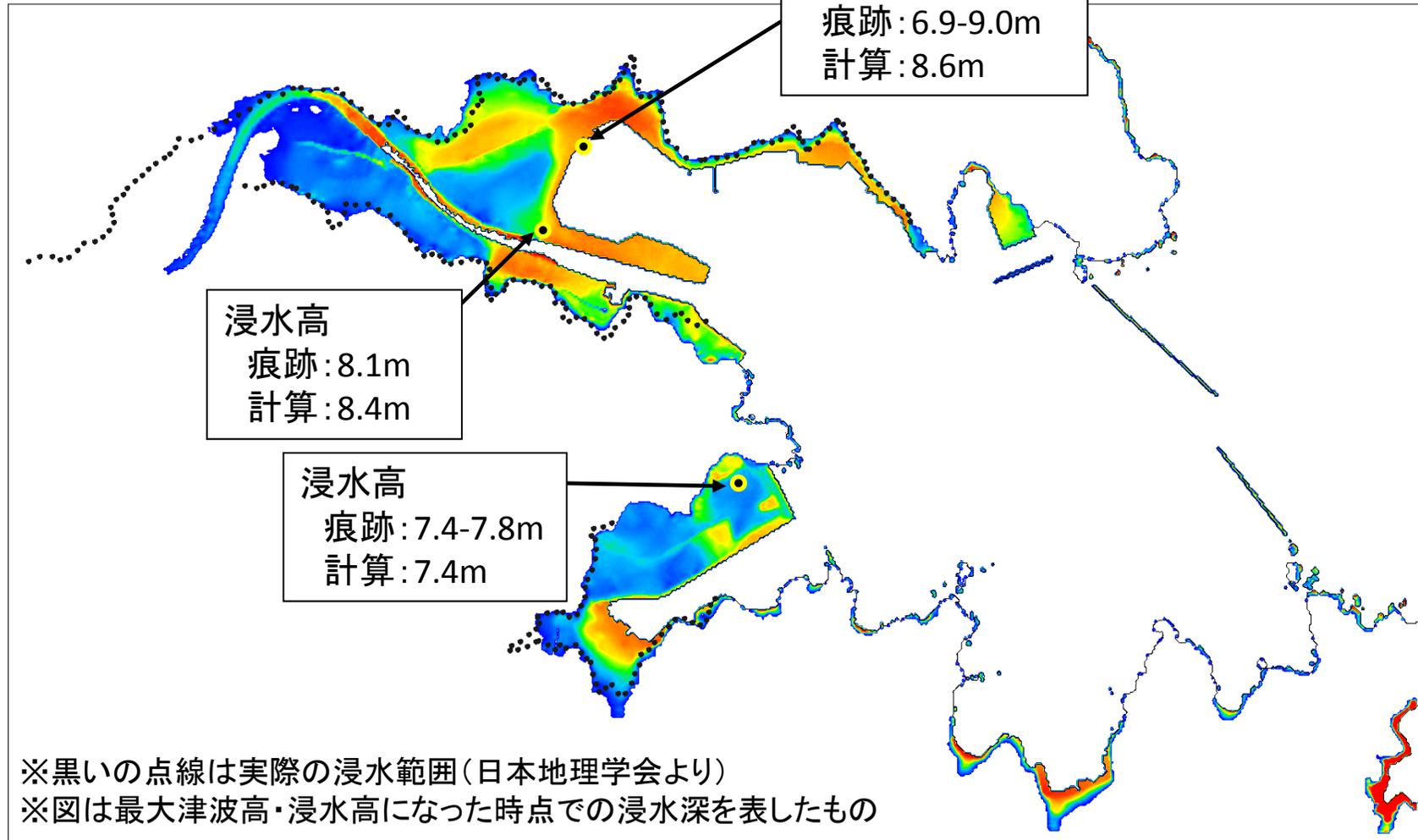


図-2. 岩手南部沖GPS 波浪計が観測した津波波形と計算値の比較

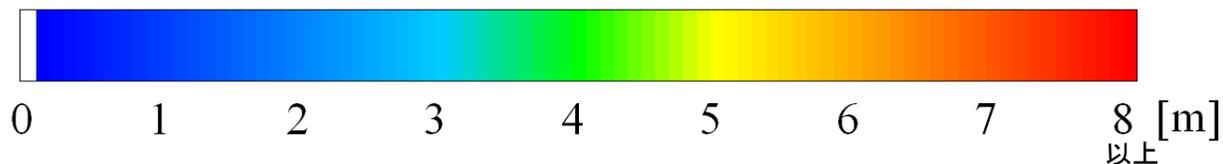
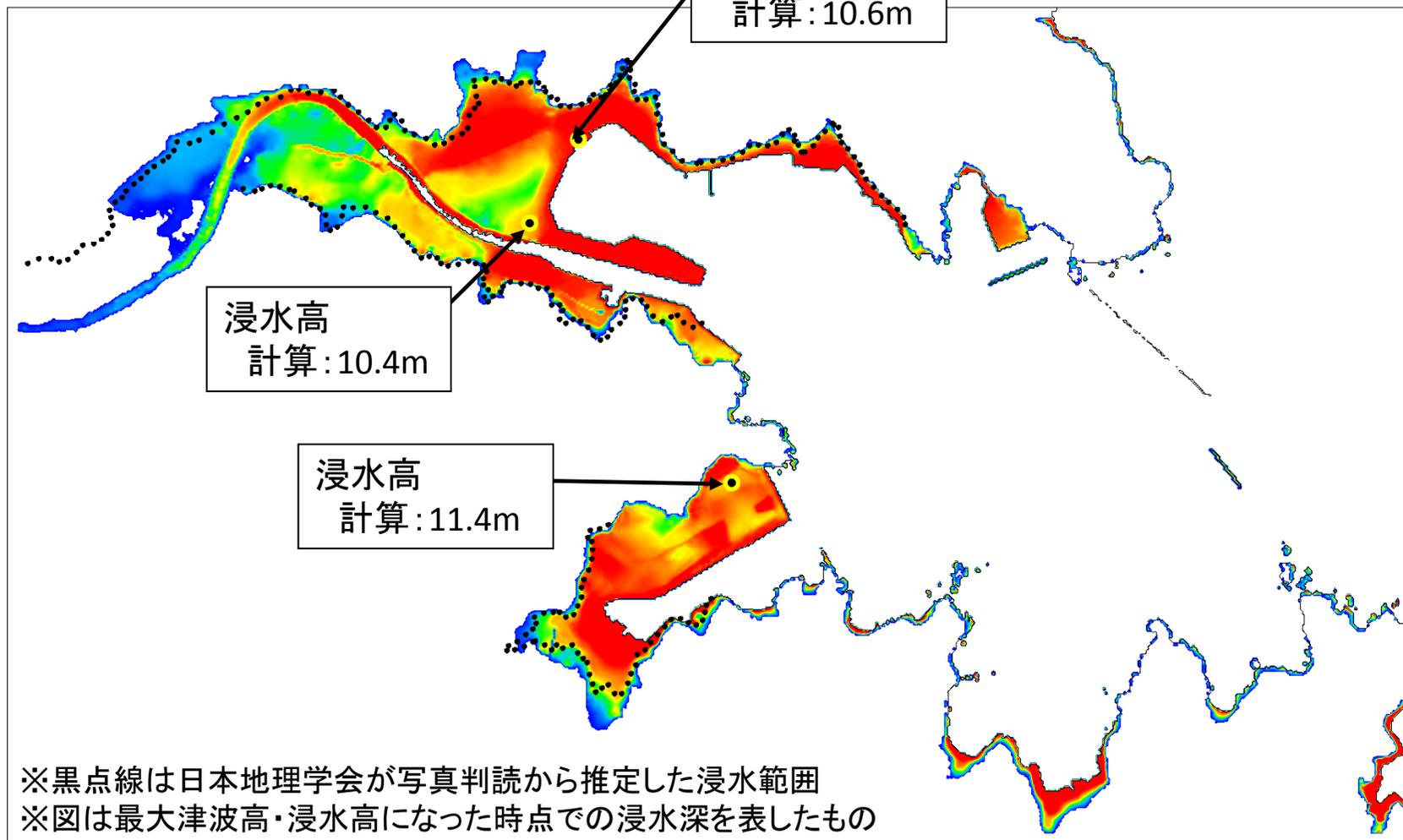
釜石港におけるシミュレーション結果(1)

湾口防波堤を被災前の機能まで復旧した場合

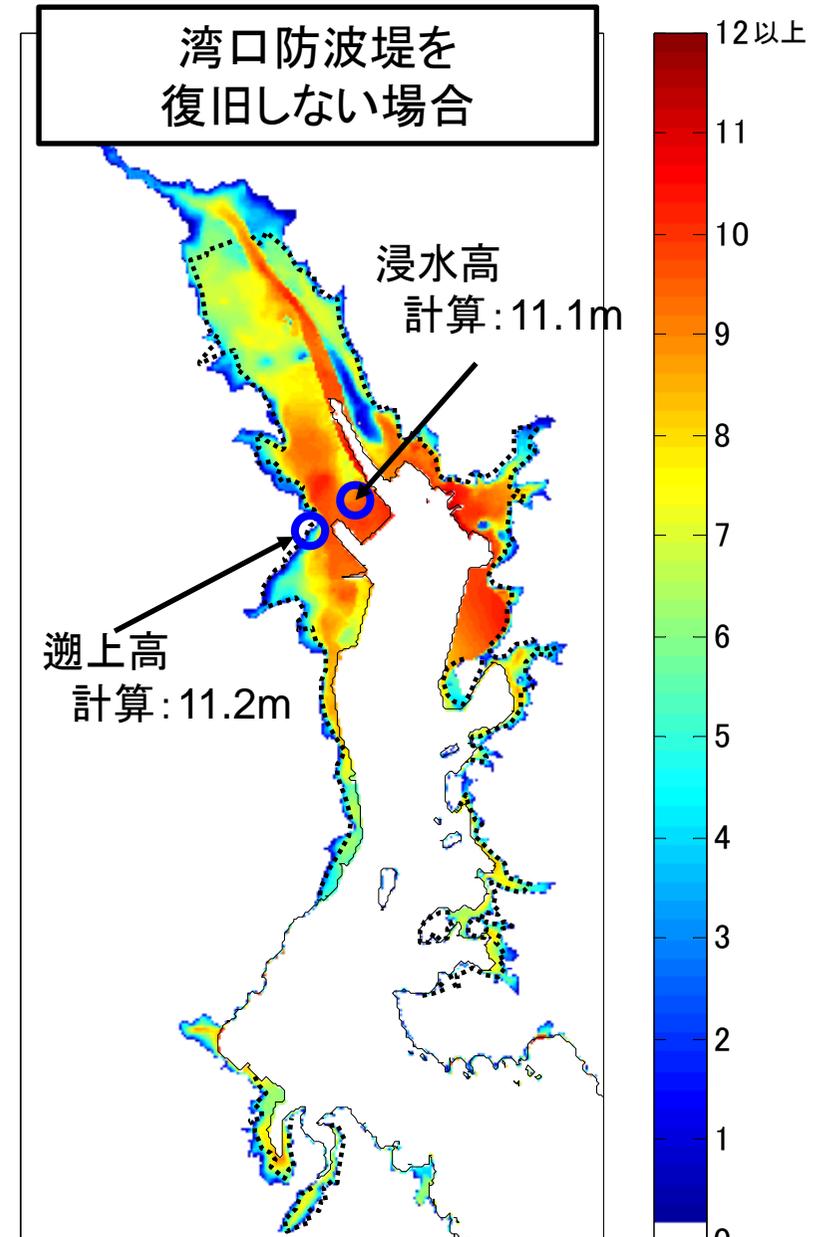
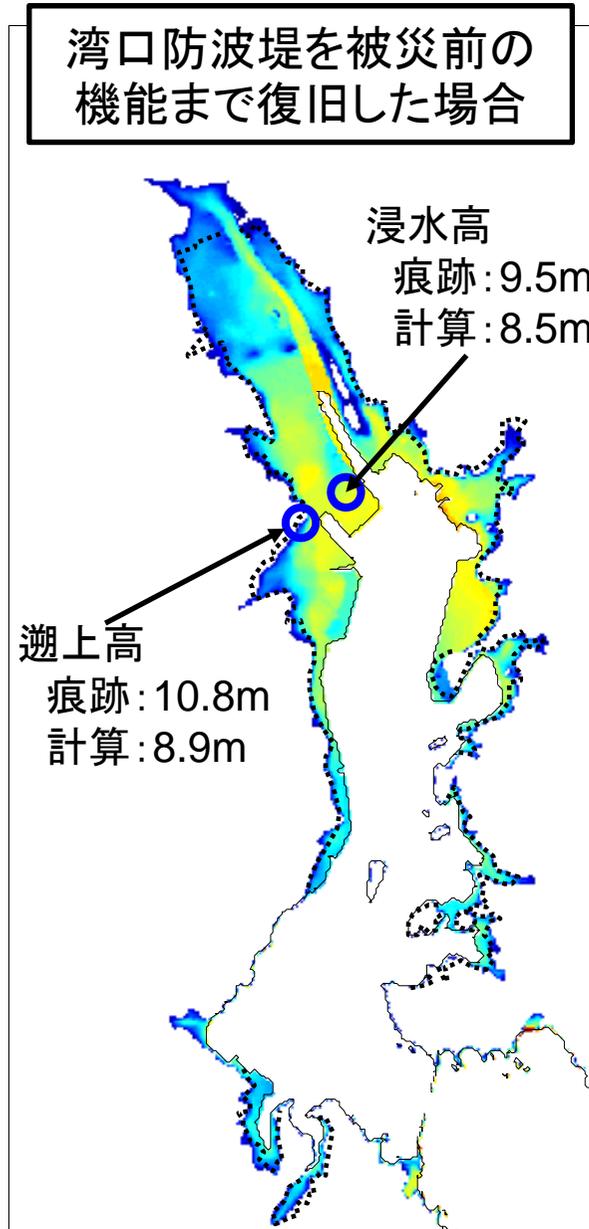


釜石港におけるシミュレーション結果(2)

湾口防波堤を復旧しない場合



大船渡港におけるシミュレーション結果



※図は最大津波高・浸水高になった時点での浸水深を表したもの。黒点線は日本地理学会が写真判読から推定した浸水範囲。

1. 対象津波の選定

- ・防護対象の重要度を考慮した津波外力の再現期間(レベル1, レベル2)の設定手法
- ・対象津波の高さ、流速・波力、到達時間の設定
- ・まちづくりの前提となる防護水準の標準案(または代替案)、浸水区域・浸水深の提示

2. 津波防災施設の設計等

- ・レベル2津波でも大きく被災せず、一定の減災効果を保持する「粘り強い構造物」の設計手法、改良工法
- ・復旧期間短縮等のための施工技術の開発
- ・水門、陸閘等の自動化・遠隔操作化

3. 避難対策

- ・量的津波予報に対応した津波ハザードマップの作成
- ・停電時の情報伝達
- ・GPS波浪計の更なる高度化、機能強化(通信システムの多重化、情報提供ルートが多様化、リアルタイム沿岸津波予測機能の付加など)
- ・想定震源に近接する港湾のふ頭内における避難施設の確保
- ・防災施設や想定を過信しない防災教育の継続

4. その他港湾特有の対策

- ・臨港地区等における防護ラインの見直し(防潮堤が切れているところがある)
- ・堤外地に立地する物流・産業施設の防護方策(埋立地の嵩上げ、護岸嵩上げ、防波堤嵩上げ等)
- ・船舶、コンテナ等の漂流防止(防浪フェンス、防浪ビル群等による陸側への漂流防止)