

1. はじめに

岩手県沿岸南部に位置する【綾里漁港海岸】において、津波シミュレーションを行った。本地区の特徴を以下にとりまとめる。

1.1 海岸特性

- ・典型的なリアス式海岸であり、漁港の背後に市街地が形成されており、海から1km程度の山沿いを三陸鉄道が走っている。
- ・防潮堤は計画堤防高 T.P.+7.9mで整備済み。

■ 計画津波高	T.P.+7.9m
■ 既存施設高	T.P.+7.9m
・ 防潮堤	0.6km
・ 水門	3基
・ 陸閘	6基



図1-1 検討対象位置

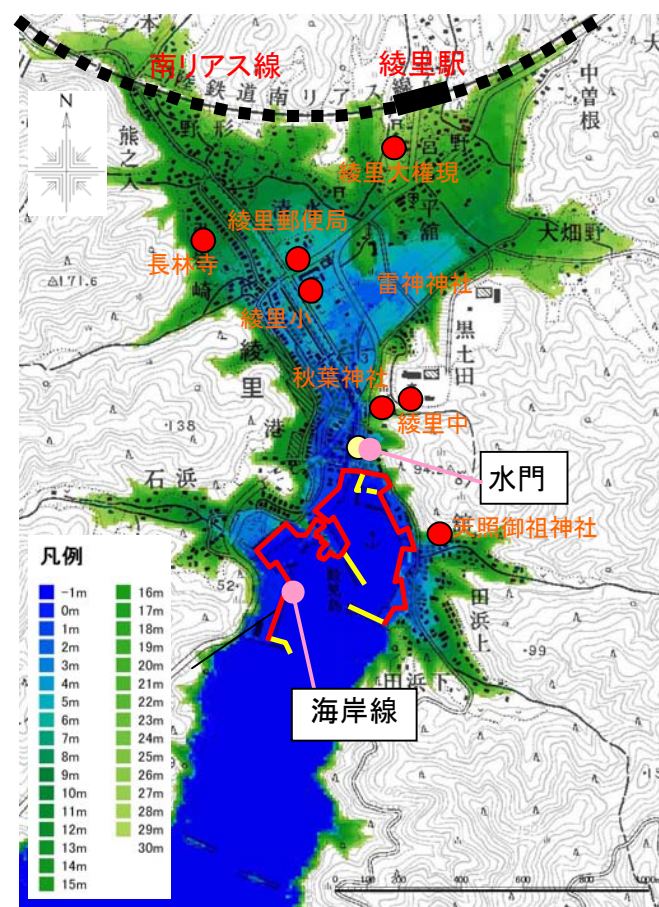


図1-2 主な施設位置と地盤高(標高T.P.30m以下を図化:震災後データ)

1.2 津波概況

- 主な津波防災施設
  - ・ 水門 2基上屋流失
  - ・ 陸閘 2基扉体流失 (陸閘 1基扉体変形)
  - ・ 防潮堤の堤体には目立った被害が見られない。
- 市街地、住宅地等
  - ・ 綾里漁港海岸は県道9号を越え、三陸鉄道の手前まで津波が遡上(約0.8km)。
  - ・ 市街地の大半が浸水し、木造家屋の多くが全壊。
  - ・ 鉄筋コンクリート構造物の多くは残存。(陸閘、水門、ビル等)
  - ・ 綾里小学校は被災した。
  - ・ 三陸鉄道は高台に位置していたため被災を免れた。
  - ・ 漁港施設は、湾口部の防波堤の一部が倒壊するとともに、港内の防波堤上部工の損傷、物揚場や道路の舗装に損傷等が見られた。

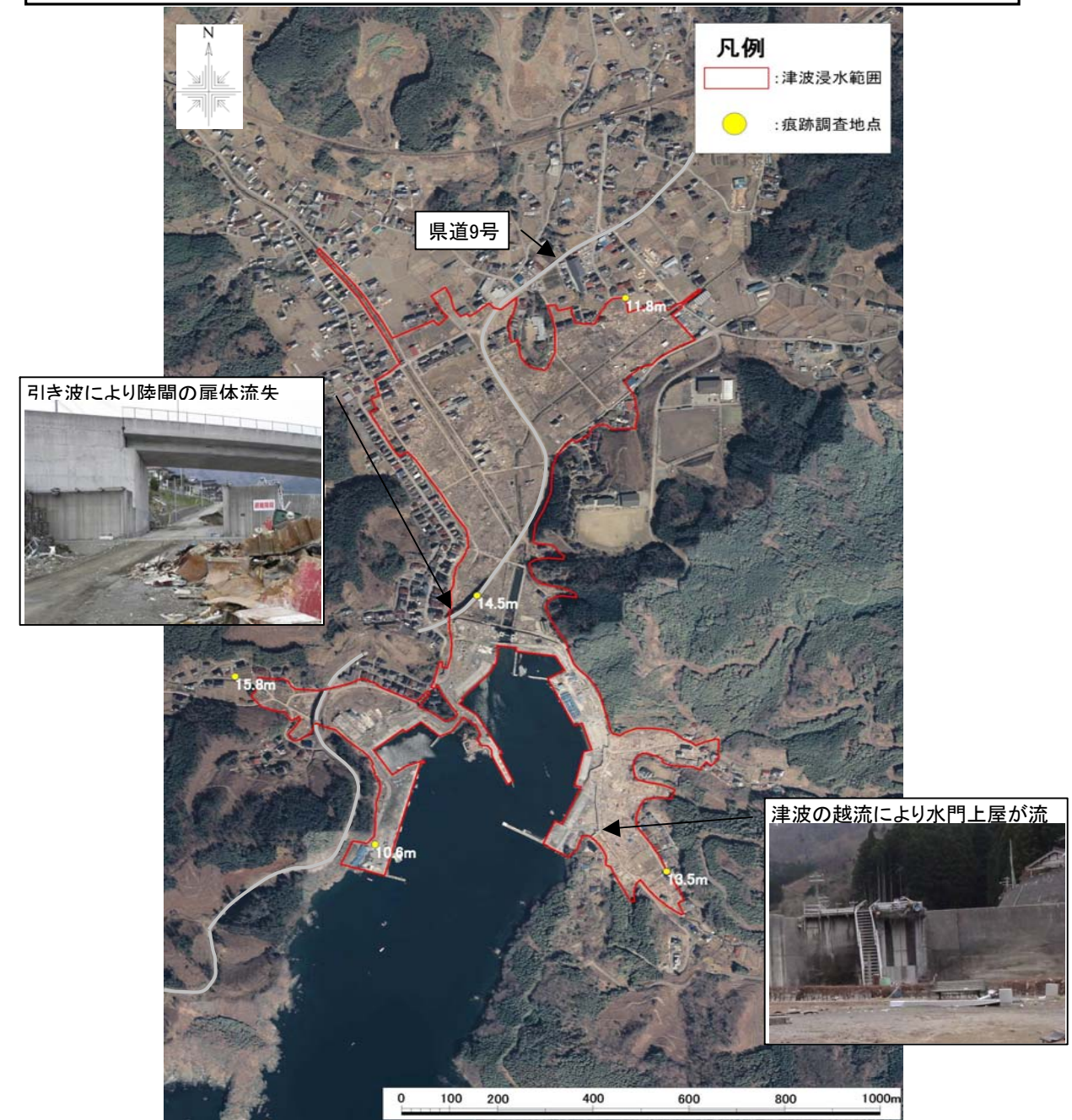


図1-3 震災後の航空写真と被害状況

## 2. 再現シミュレーション

### 2.1 計算条件

項目	内容
基礎式と解法	波源から沿岸の伝播計算、陸上への遡上計算： 非線形長波方程式を基礎式とし、Leap-Flog差分法により津波防災施設での越流計算： 本間公式による
計算格子間隔	8領域のネスティング 波源から沿岸：3,240m, 1,080m, 360m, 120m, 40m, 遡上域：10m
大格子と小格子の接続方法	空間：波源から遡上域までの計算領域を接続し、同時に津波遡上シミュレーションを実施した 時間：計算時間間隔はすべての計算領域で一定とした
計算時間	地震発生から3時間
計算時間間隔	差分スキームの安定条件を満足するよう0.2秒で設定
地盤変位計算	Mansinha and Smylie (1971) の方法による
潮位条件	現況再現：TP-0.47m H23.3.11 15時潮位 その他：TP+0.65m 朔望平均満潮位とした
陸上遡上（氾濫）計算における波先端条件	$10^{-5}m$ ※「三陸沿岸を対象とした津波数値計算システムの開発、後藤智明・佐藤一央、港湾技術研究所報告 第32巻 第2号 小谷ほか(1998)を参考に土地利用により設定した
Manningの粗度係数 $n$	海域・河川域：0.025 ( $s/m^{1/3}$ ) 田畑域（荒地含む）：0.020 ( $s/m^{1/3}$ ) 森林域（果樹園・防潮林を含む）：0.030 ( $s/m^{1/3}$ ) 低密度居住区（建物密度20%未満の人工地）：0.040 ( $s/m^{1/3}$ ) 中密度居住区（建物密度20~50%）：0.060 ( $s/m^{1/3}$ ) 高密度居住区（建物密度50%以上）：0.080 ( $s/m^{1/3}$ )
対象地形	東日本大震災後の地形
地形データ	陸域：東日本大震災被災後に岩手県が取得したLPデータから作成 海域：岩手県(2004)の地形データを震災後の沈下量(0.70m)分下げて使用
断層パラメータ	修正藤井・佐竹モデル (ver4.0)
調整すべり量	1.3倍

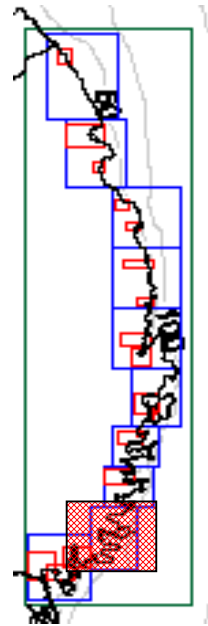


図2.4 計算位置

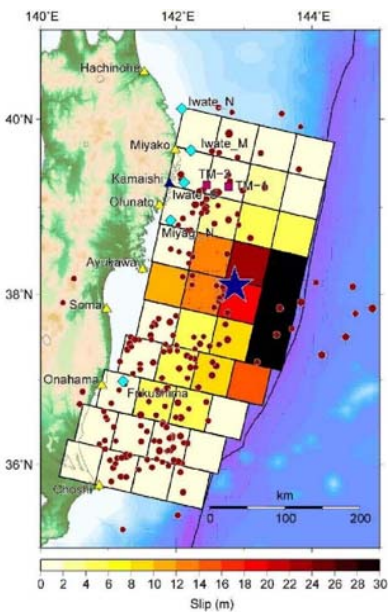


図2.1 波源モデル

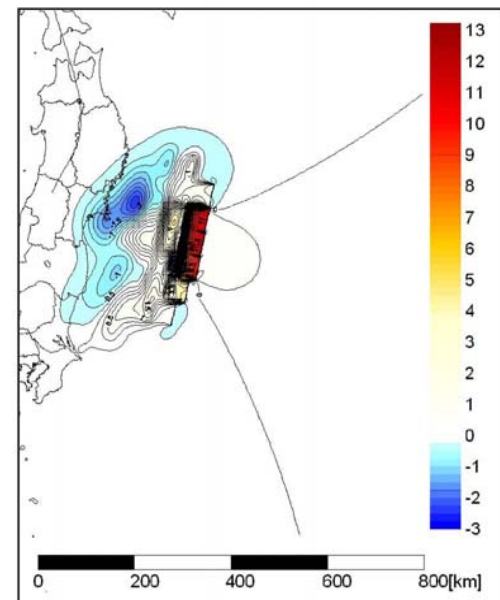


図2.2 初期地盤変動量

### 2.2 現況再現計算結果 検証結果(計算結果の痕跡値による検証)

断層モデルのすべり量に対する倍率を複数設定し、浸水区域、痕跡値、K、 $\kappa$ 等を総合的に勘案して、最も妥当と考えられる倍率として1.3倍を採用した。

断層モデルのすべり量に対する倍率 1.3倍

K	1.03
$\kappa$	1.38

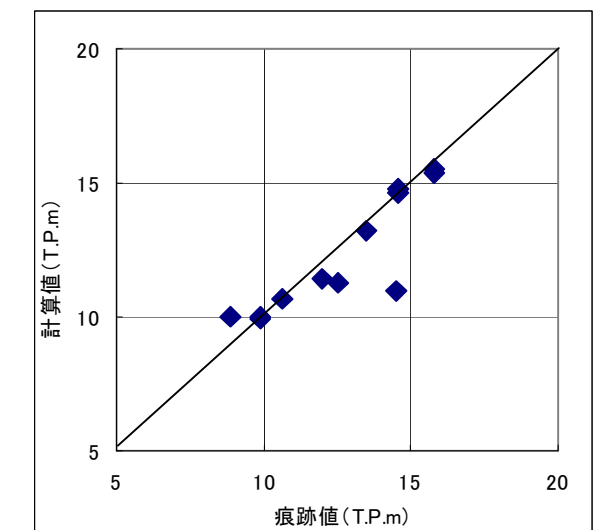
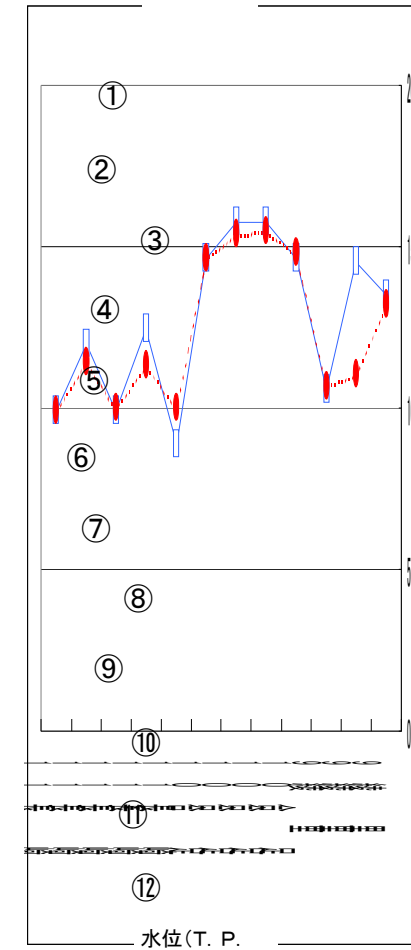
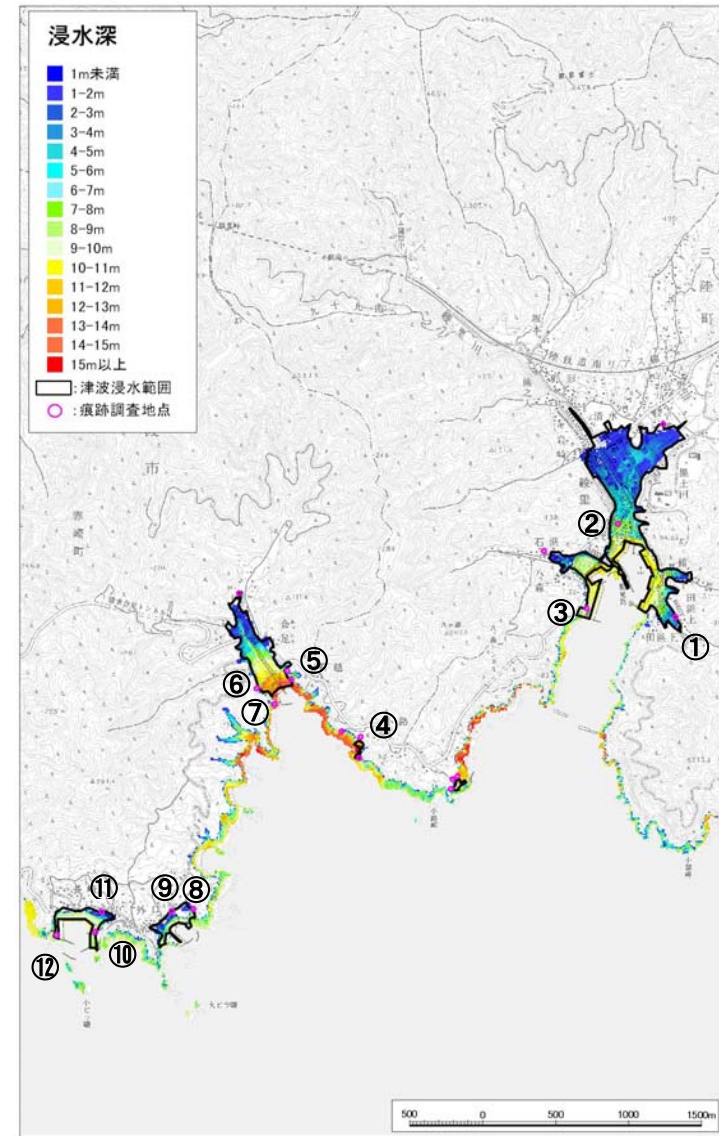


図2.5 再現結果(施設あり)

### 3. 施設効果の解析

○計算条件

対象津波：東日本大震災津波

施設高：Case1：施設なし

：Case2：施設あり（現況、防潮堤高T.P.+7.9m）

地盤高：H23LPデータを基に地盤変位量を与えた地盤高

潮位：H23.3.11 15:00の推定高T.P.-0.47m

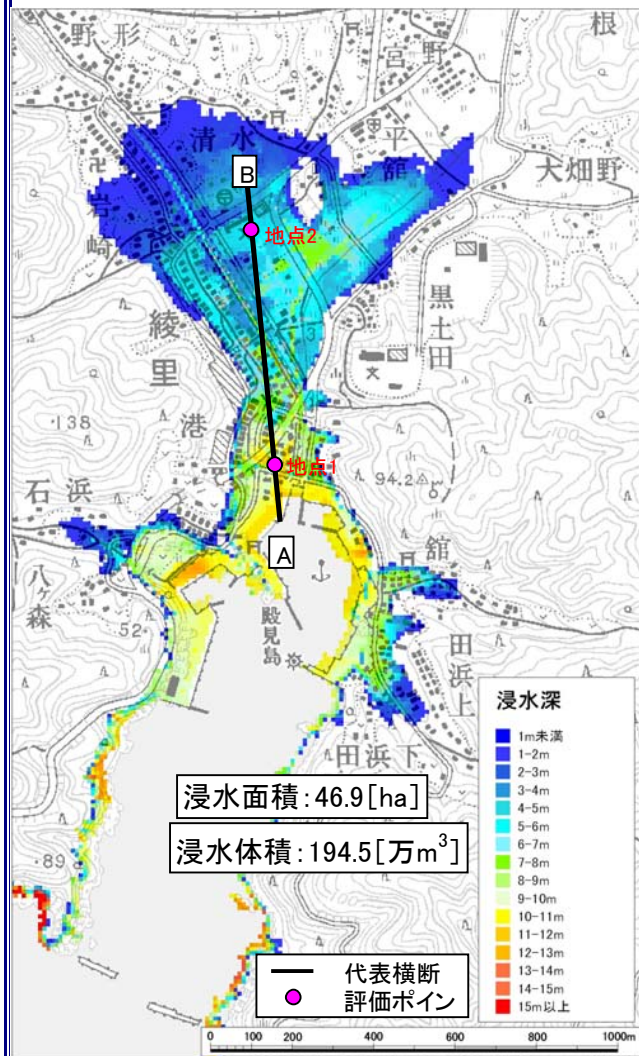


図3.1 浸水深平面分布図(施設なし)

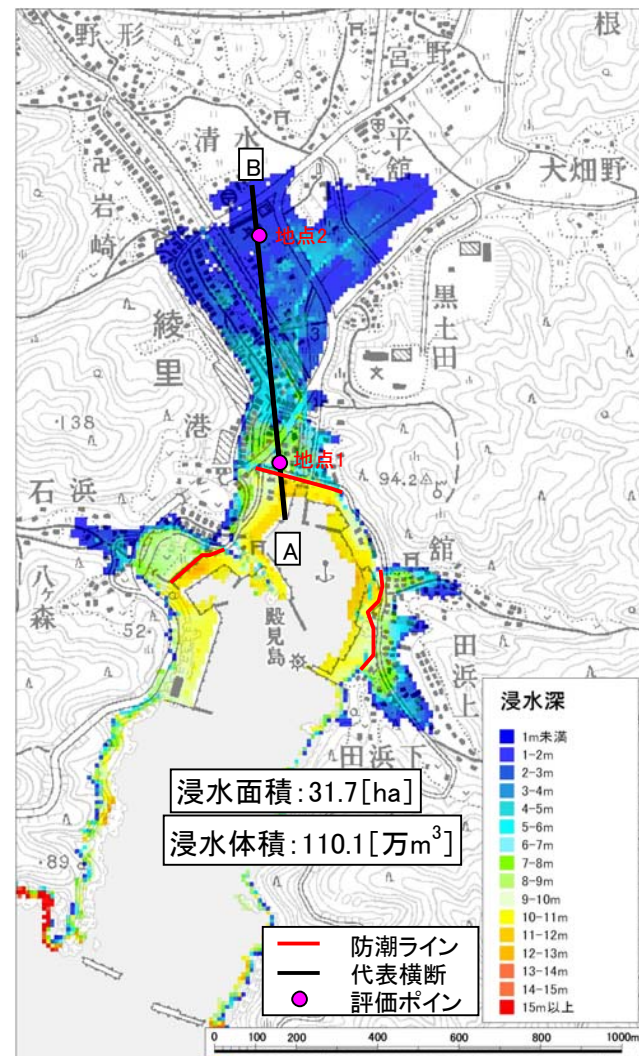


図3.2 浸水深平面分布図(施設あり)

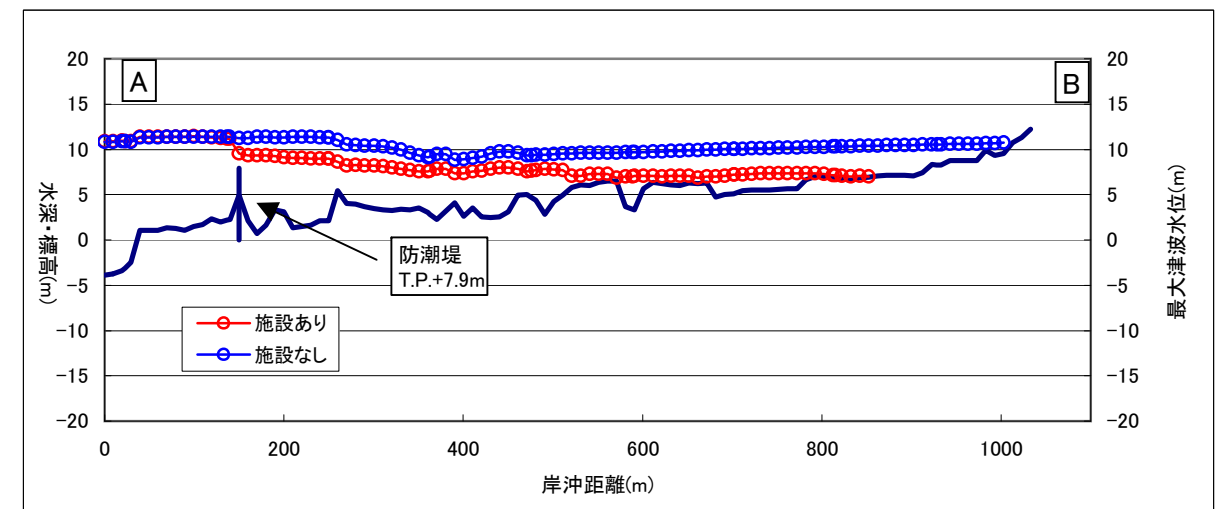


図3.3 津波最大水位

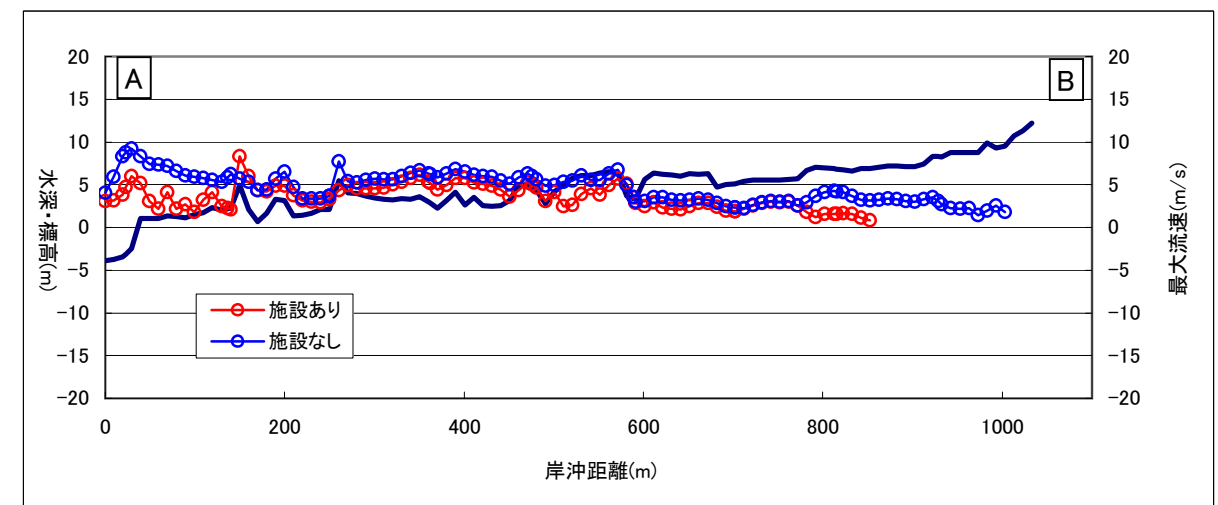


図3.4 津波最大流速

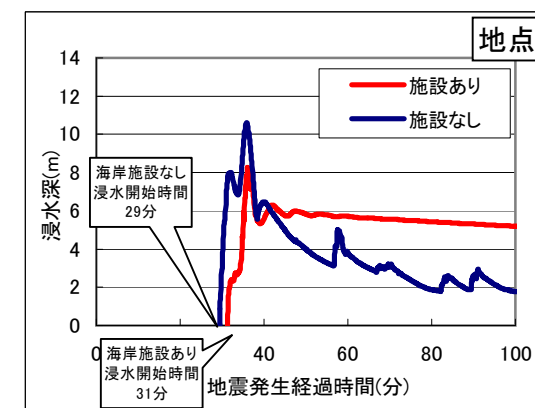


図3.5(1) 評価ポイント(防潮堤背後)における浸水深時系列分布図

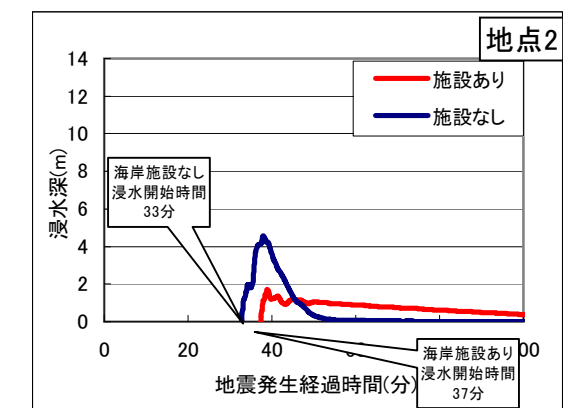


図3.5(2) 評価ポイント(堤内地)における浸水深時系列分布図

○まとめ

- ・津波最大水位は、施設なしの方が堤内地で大きい。（図3.3参照）
- ・津波最大流速は、施設なしの方が堤内地で大きい傾向がある。（図3.4参照）
- ・防潮堤背後における津波の到達時間は、施設なしに比べ防潮堤背後で2分遅らせることができる。（図3.5参照）
- ・施設ありの場合、防潮堤により引き波時の戻り流れが妨げられるが、水位が低くなるため施設なしと比べて浸水面積及び浸水体積が小さい。（図3.3、図3.4、図3.5参照）

#### 4. 対象津波の選定

下図に大船渡湾外洋における既往津波の痕跡高による最大津波水位を整理した。

表4.1 既往津波別、地区毎の最大津波水位

地区海岸名	痕跡高					計算値				
	1611 慶長三陸	1896 明治三陸	1933 昭和三陸	1960 昭和チリ	平成(3.11)	1896 明治三陸	1933 昭和三陸	1960 昭和チリ	想定宮城	平成(3.11)
綾里漁港海岸	痕跡なし	21.3	10.3	痕跡なし	14.5	11.1	7.6	-	4.3	12.9
合足漁港海岸・ 合足農地海岸	痕跡なし	18.0	10.7	3.8	17.4	15.0	10.3	-	4.8	15.0
長崎漁港海岸	痕跡なし	痕跡なし	4.3	1.7	12.0	6.9	5.6	-	3.1	11.1
平均値		19.6	8.4	2.7	14.6	11.0	7.8		4.1	13.0
最大値		21.3	10.7	3.8	17.4	15.0	10.3		4.8	15.0
最小値		18.0	4.3	1.7	12.0	6.9	5.6		3.1	11.1

出典：痕跡高は東北大災害制御研究センター津波工学研究室「津波痕跡データベース」を引用  
ただし、チリ地震津波の痕跡は、日本被害津波総覧(第2版)にて補足。  
平成(3.11)津波は、岩手県調査及び東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ調査結果。

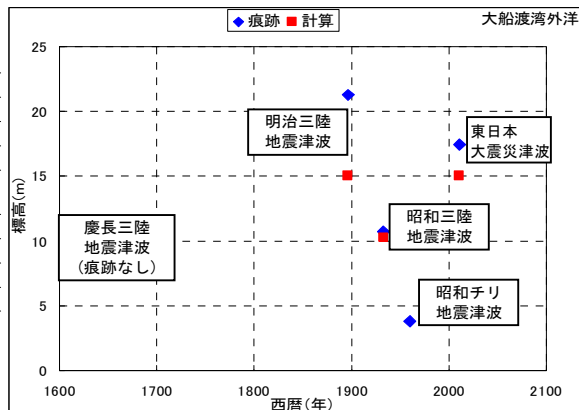
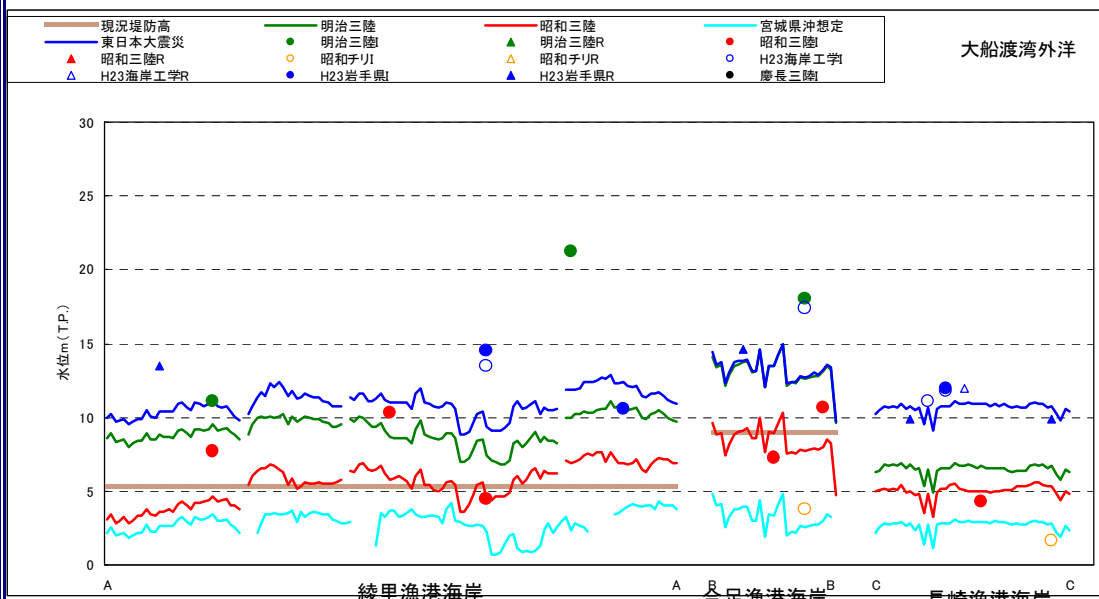
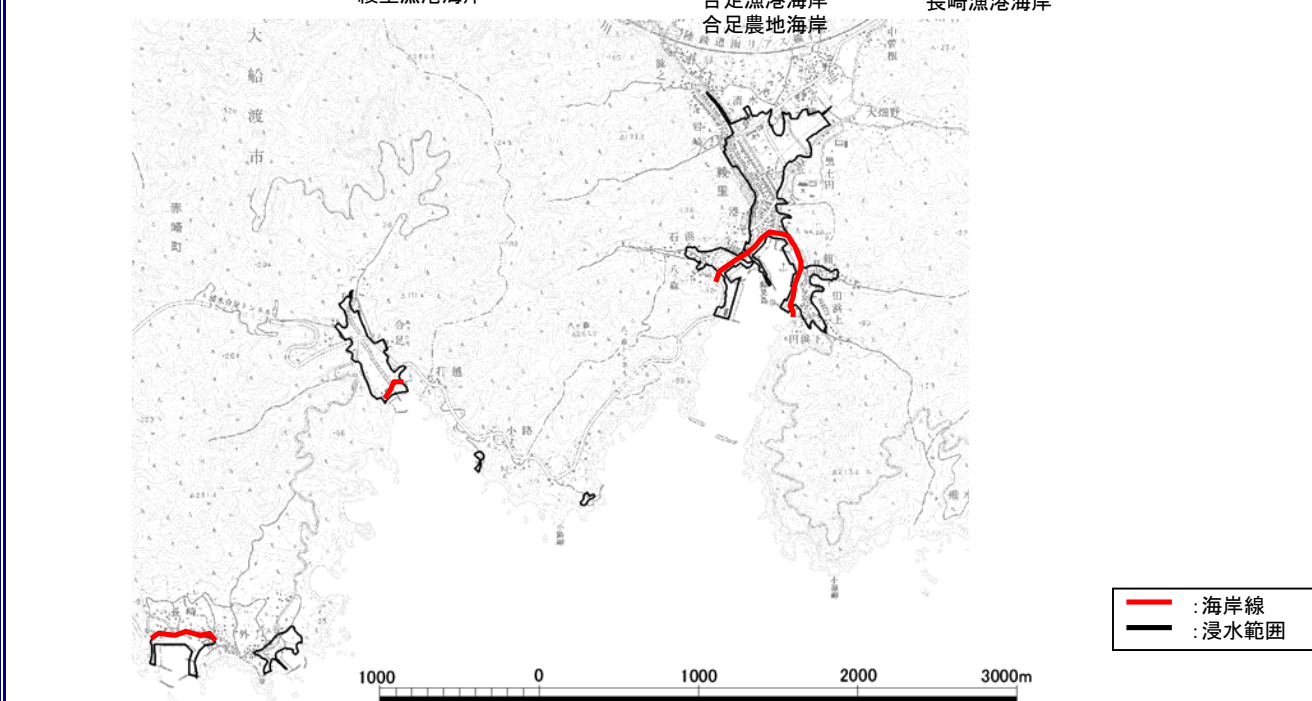


図4.2 既往津波別、地区毎の最大津波水位



計算条件：  
防護施設なし  
津波水位：  
海岸線での水位  
I: 浸水高  
R: 遡上高



#### 5. 施設高(防潮堤高)の検討

明治三陸地震津波、昭和三陸津波、東日本大震災津波に対して溢れない高さの防潮堤高の検討を行った。必要施設高は表4.2に示す。

表4.2 必要施設高

地域海岸代表値	東日本大震災津波	明治三陸地震津波	昭和三陸地震津波	現計画津波高
最大値(T.P. m)	19.3	18.6	13.1	7.9~9
余裕高(m)	1.0	1.0	1.0	
必要施設高(T.P. m)	20.3	19.6	14.1	

#### 綾里漁港海岸

	東日本大震災津波	明治三陸地震津波	昭和三陸地震津波	現計画津波高
最大値(T.P. m)	14.2	9.6	7.7	7.9
余裕高(m)	1.0	1.0	1.0	
必要施設高(T.P. m)	15.2	10.6	8.7	

#### ○計算条件

対象津波：①東日本大震災津波、明治三陸津波、②昭和三陸津波  
施設高：T.P.+99.9m(壁立て計算用に設定)  
地盤高：地震後地盤高に地盤変位量を与えた地盤高  
潮位：朔望平均満潮位 T.P.+0.65m

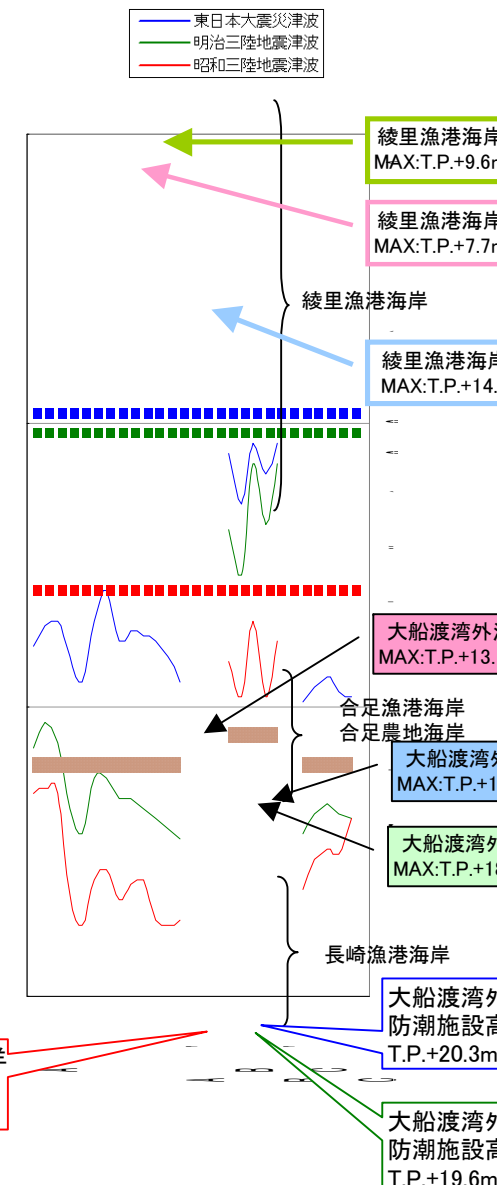
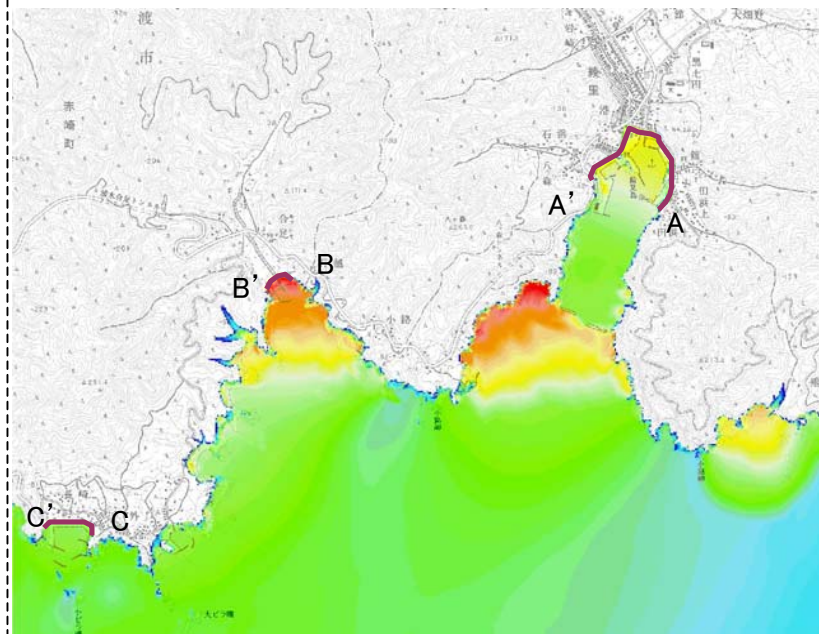


図4.2 防潮ラインでの最大津波水位

6. 浸水範囲の比較(1)

【綾里漁港海岸】を対象に津波シミュレーション全2ケースについて実施した。  
以下に浸水面積等の試算結果を示す。

表5.1 試算における共通条件

対象津波	東日本大地震津波(既往最大津波)
潮位条件	朔望平均満潮位 H.W.L. T.P.+0.65m
地盤高	被災後LPデータ
計算時間	3時間

表5.2 比較ケースの検討条件と計算結果

ケース	施設高設定条件	比較検討施設高※	浸水範囲試算結果			浸水深①(m)	浸水深②(m)	浸水深③(m)	備 考
			浸水面積(ha)	浸水体積(万m <sup>3</sup> )	平均浸水深(m)	防潮堤背後	綾里小学校	-	
CASE 1	大船渡湾外洋での堤防高代表値	T.P. +14.1m	0.5	0.4	0.8	1.0	0.0		大船渡湾外洋を対象とした昭和三陸津波対応
CASE 2	綾里漁港海岸での堤防高	T.P. +8.7m	40.8	161.8	4.0	8.1	3.3		綾里漁港海岸を対象とした昭和三陸津波対応

## 6. 浸水範囲の比較(2)

○計算条件  
 対象津波：東日本大震災津波  
 施設高：Case1：大船渡湾外洋での堤防高代表値（T.P.+14.1m [昭和三陸地震津波対応]）  
 ：Case2：綾里漁港海岸での堤防高（T.P.+8.7m [昭和三陸地震津波対応]）  
 地盤高：H23LPデータを基に地盤変位量を与えた地盤高

潮位：朔望平均満潮位T.P.+0.65m  
 水門：Case1：既設あり Case2：既設あり  
 海岸堤防：海岸堤防は、最大クラス等の津波による越流に対して決して壊れない構造ではないが、ここでは、越流した場合でも壊れないという条件で計算を行っている。

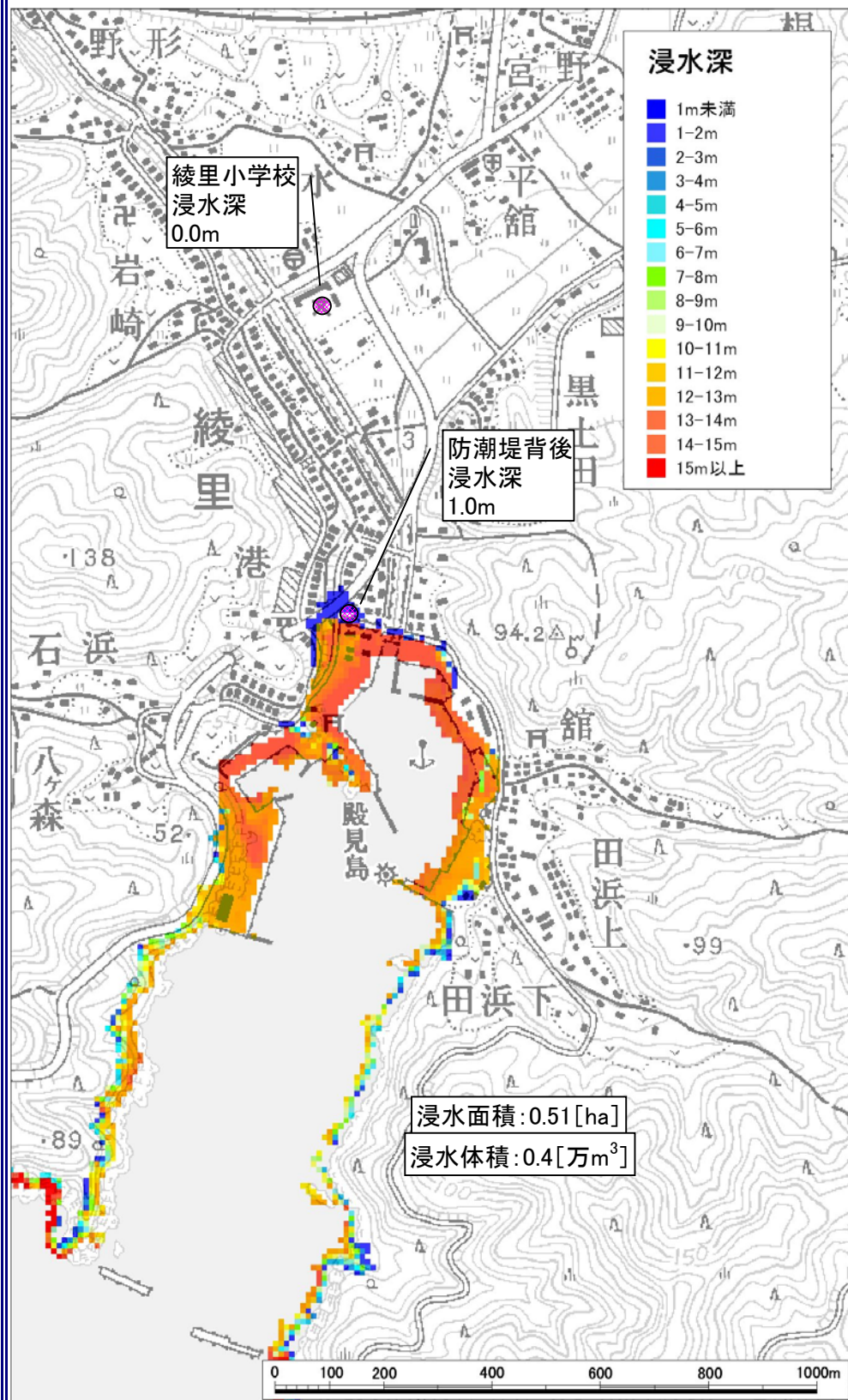


図6.1 浸水深平面分布図

Case1: 地域海岸新計画堤防高 (T.P.+14.1m [昭和三陸地震津波対応])

※浸水体積: 浸水区域内の各メッシュの最大浸水深×面積の合計とした。

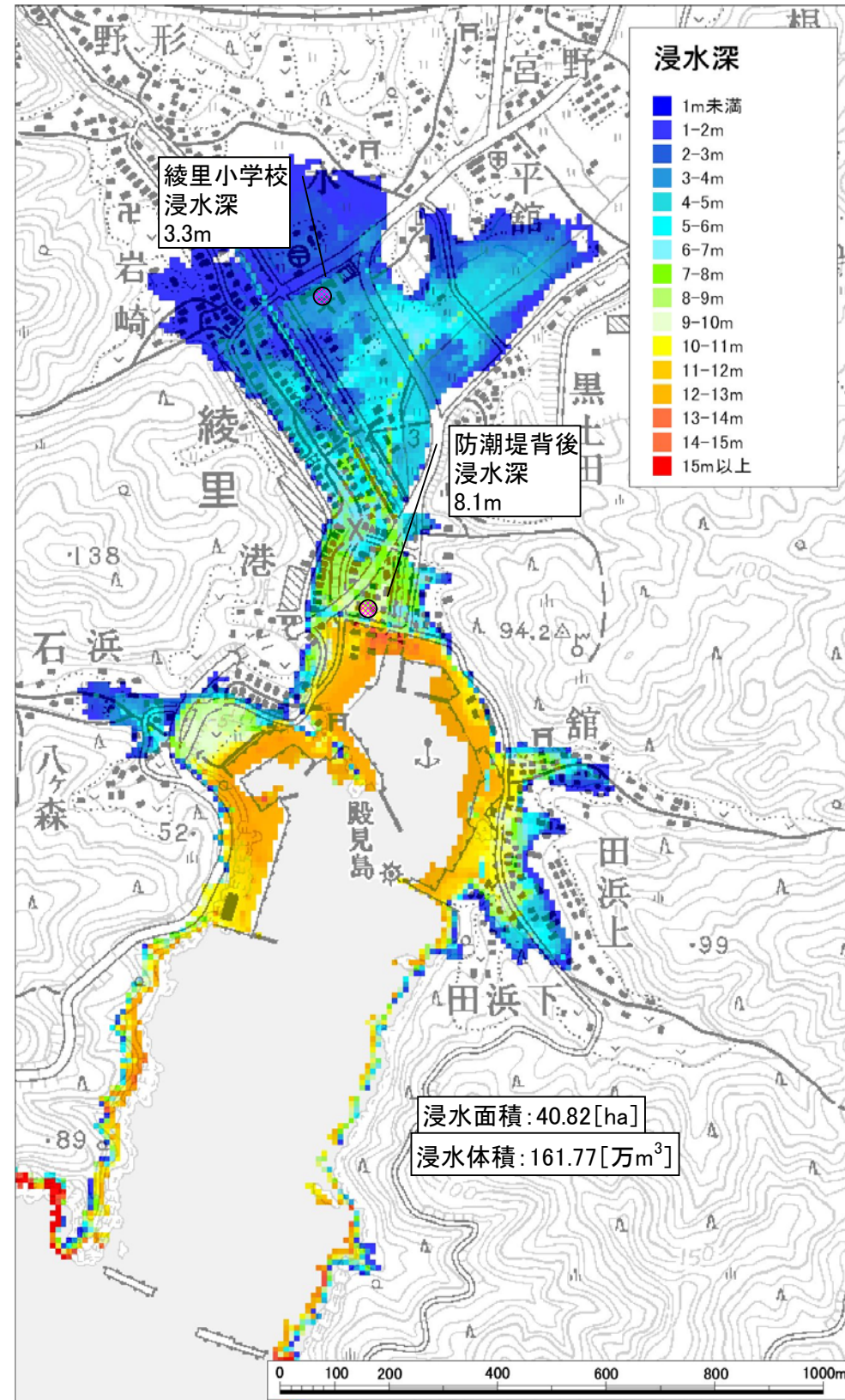


図6.2 浸水深平面分布図

Case2: 対象海岸新計画堤防高(案) (T.P.+8.7m [昭和三陸地震津波対応])