

1.はじめに

岩手県釜石市に位置する片岸海岸において、津波シミュレーションを行った。本地区の特徴を以下に示す。

(1) 片岸海岸の特徴

- ・ 片岸海岸は、大槌湾の湾奥、二級河川鵜住居川の河口に位置している。前浜は砂浜で、背後は農地や民家があり、市街地は、国道 45 号沿線及び JR 山田線鵜住居駅周辺に集中している。
- ・ 防潮施設高は計画施設高 T.P.+6.4m で整備済み
- ・ 河口部から約 0.8km 上流に JR 山田線橋梁
- ・ 河口部から約 1.2km 上流に国道 45 号



図 1.1 検討対象位置図

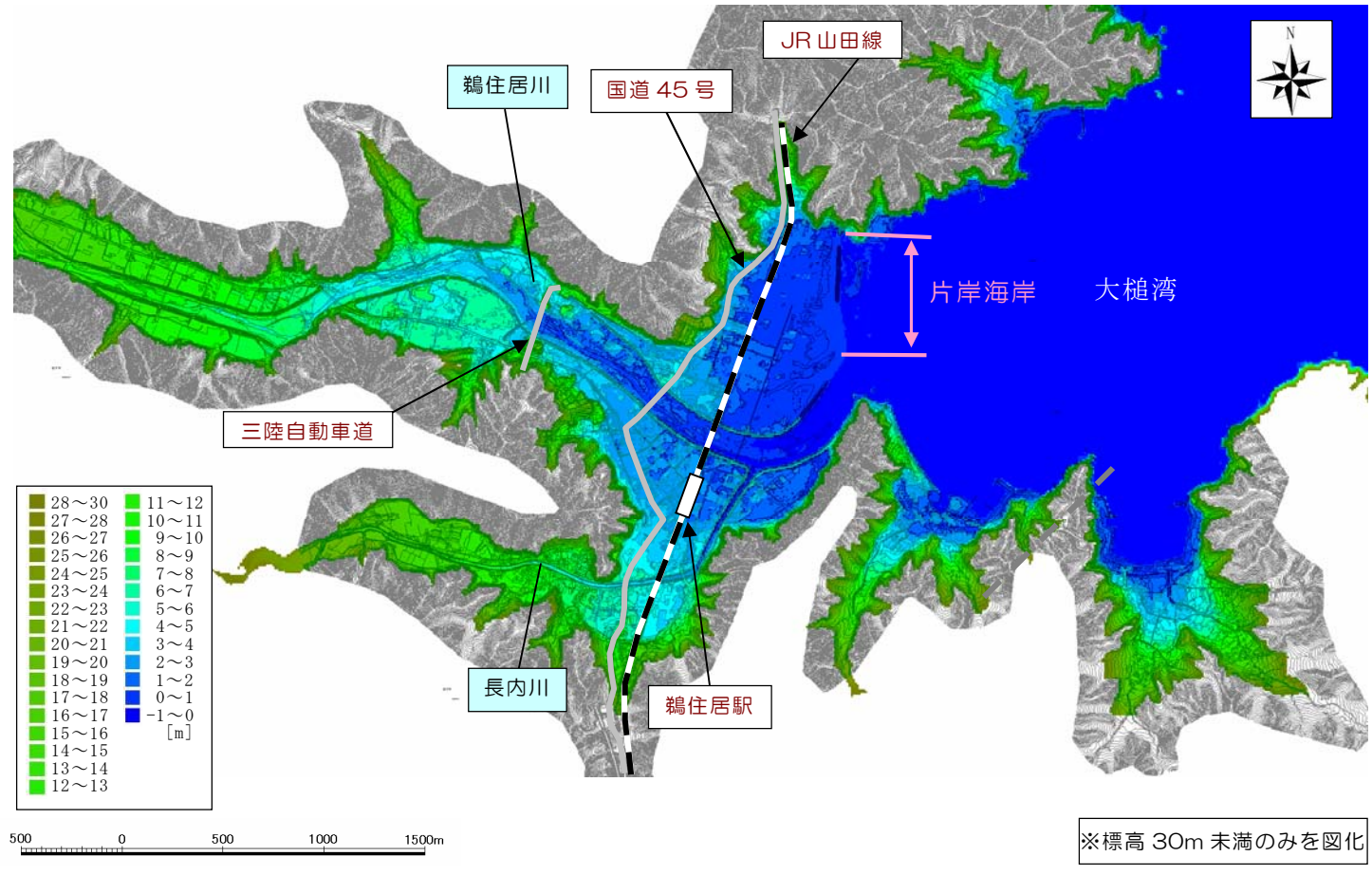


図 1.2 主な施設位置と地盤高（震災後）

(2) 被害状況

- ・ 津波及び地盤沈下により片岸海岸の砂浜が消滅した。
- ・ 片岸海岸の防潮堤の半分以上(約 500m)が決壊した。また、JR 山田線の鉄道盛土が流失した。
- ・ 鵜住居川左岸の国道 45 号沿いの木造家屋、鵜住居川右岸の市街地の建物の大半が流出し壊滅的な被害を受けた。



震災前空中写真 (H16 計測)



震災後空中写真 (H23 計測)

2.再現計算条件の設定

計算条件を表 2.1 に示すとおり設定した。

表 2.1 計算条件一覧

No.	項目	内容
1	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差分法により計算 ・津波防災施設での越流計算 ：本間公式による
2	計算格子間隔	波源から沿岸：3, 240m、1080m、360m、120m、40m 遡上域：40m、20m、10m
3	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 時間：計算時間間隔は全ての計算領域で一定
4	Manningの粗度係数n	小谷ほか(1998)を参考にして土地利用により設定 海域・河川域：0.025 田畑域(荒地含む)：0.020 森林域(果樹園・防潮林を含む)：0.030 低密度居住区(建物密度20%未満の人工地)：0.040 中密度居住区(建物密度20~50%)：0.060 高密度居住区(建物密度50%以上)：0.080
5	波源モデル	藤井・佐竹モデル(Ver. 4.0)
6	地盤変位量計算	Mansinha and Smylie (1971)の方法による
7	計算時間	地震発生から3hr
8	計算時間間隔	0.25s
9	潮位条件	H23. 3. 11 15:00の推定高T.P. -0.40m
10	対象地形	震災後計測LPデータによる地盤変動を考慮した地形

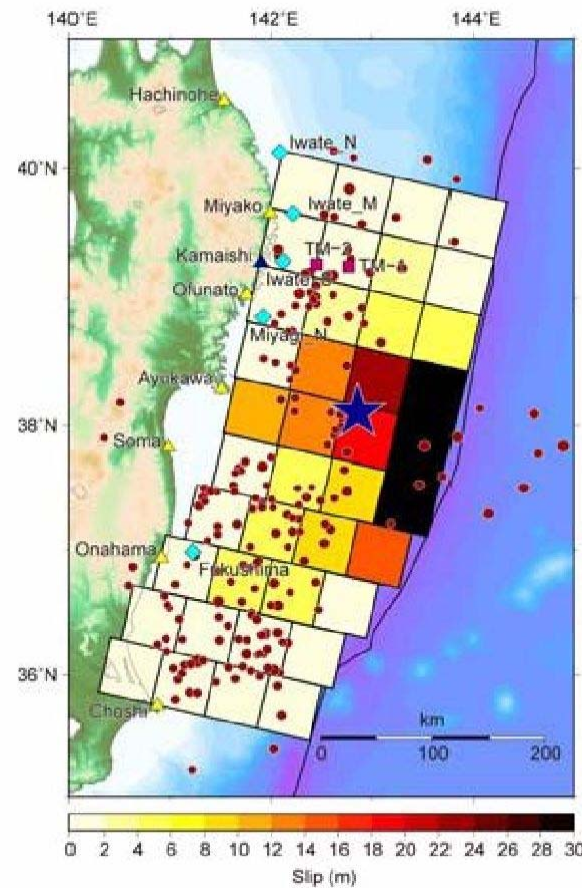


図2.1 波源モデル

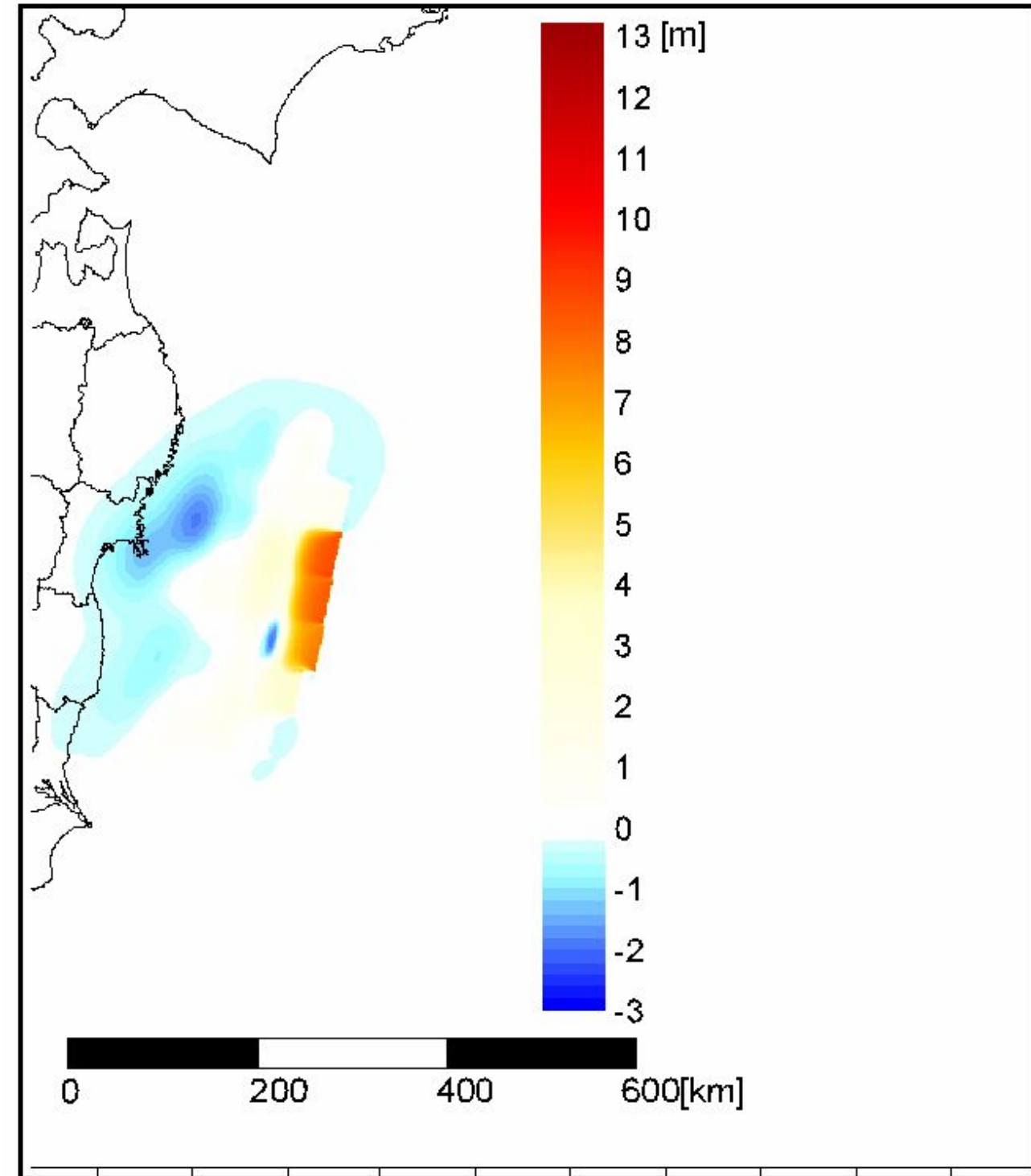
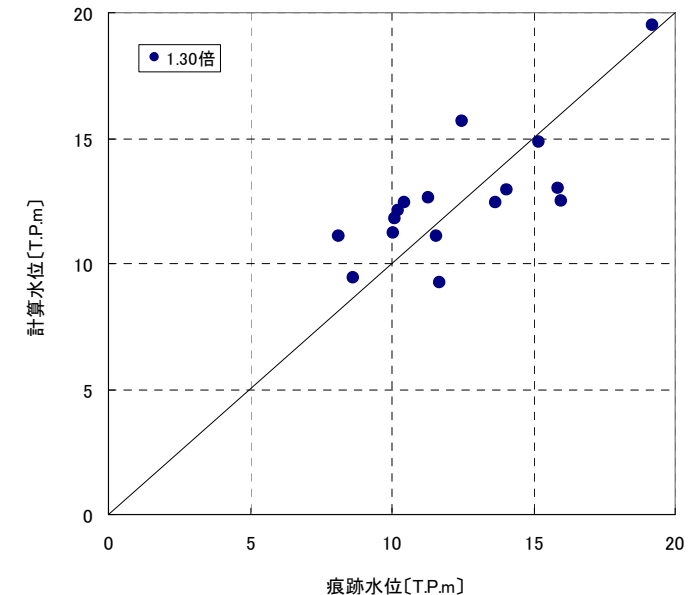
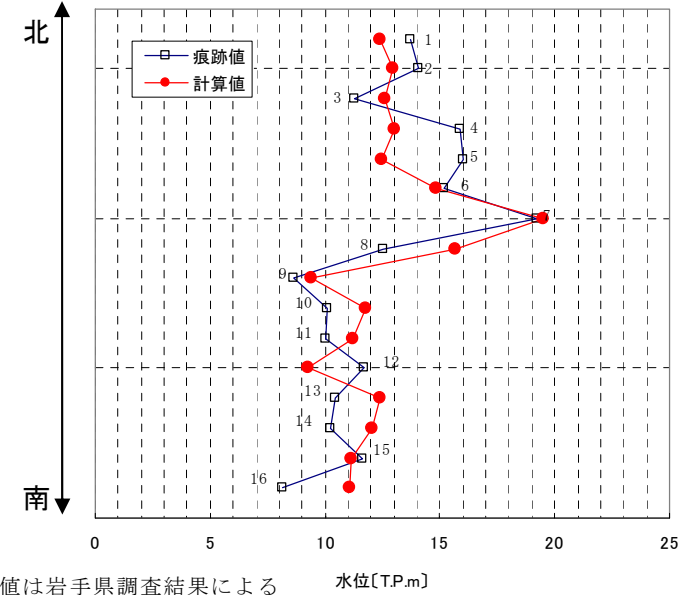
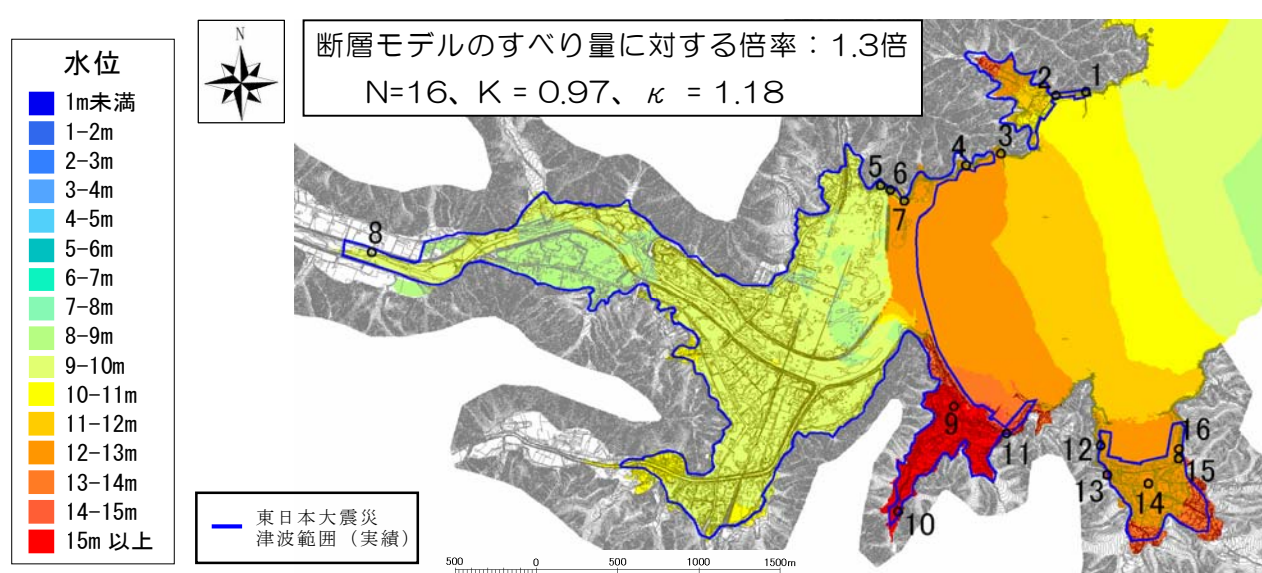
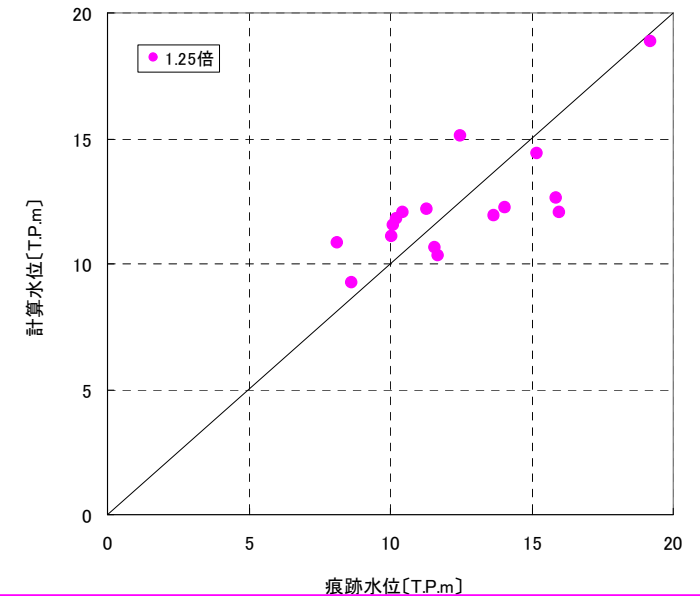
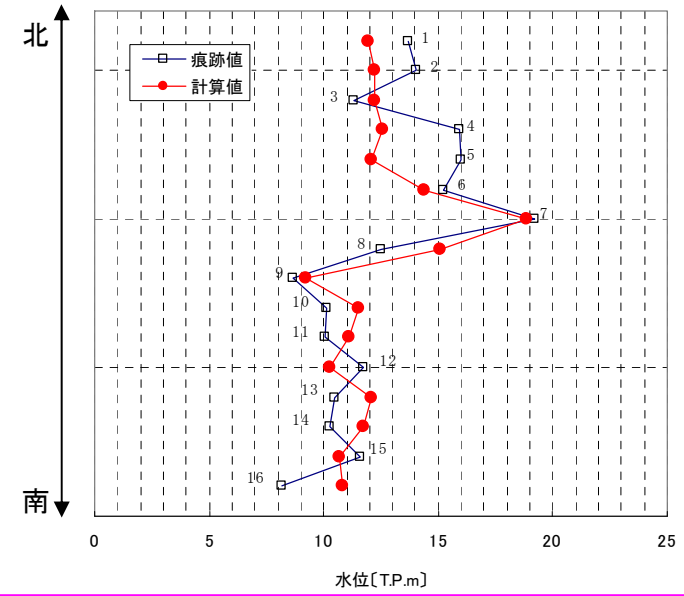
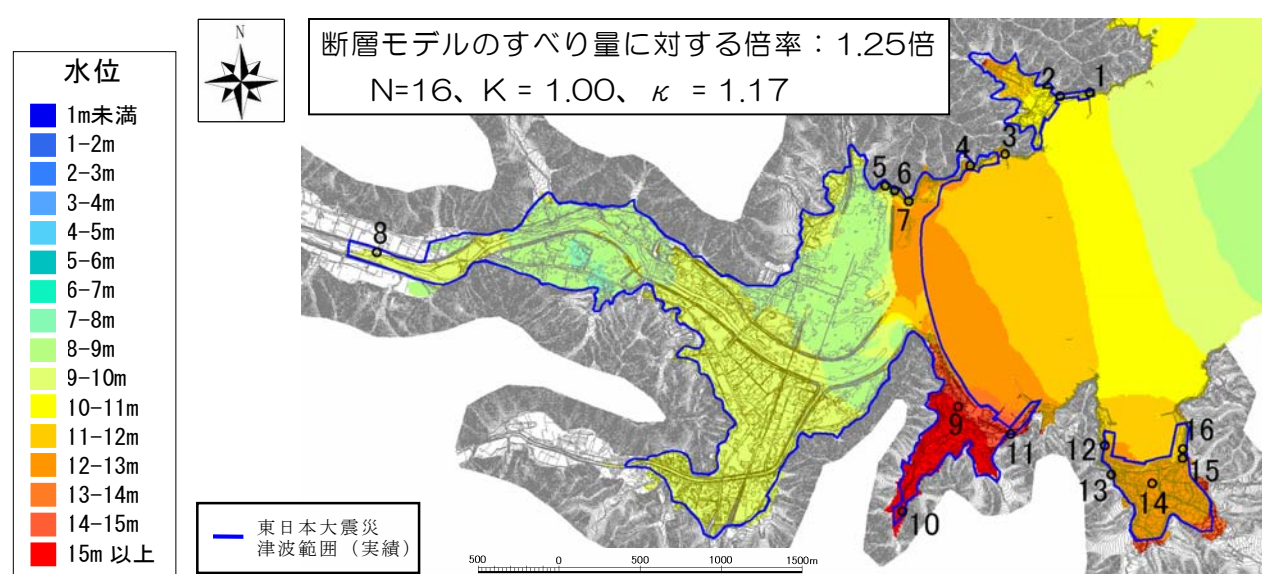
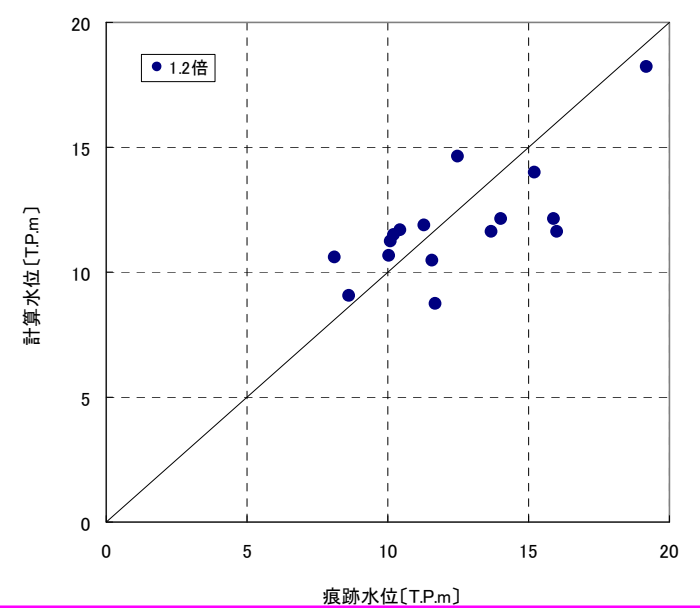
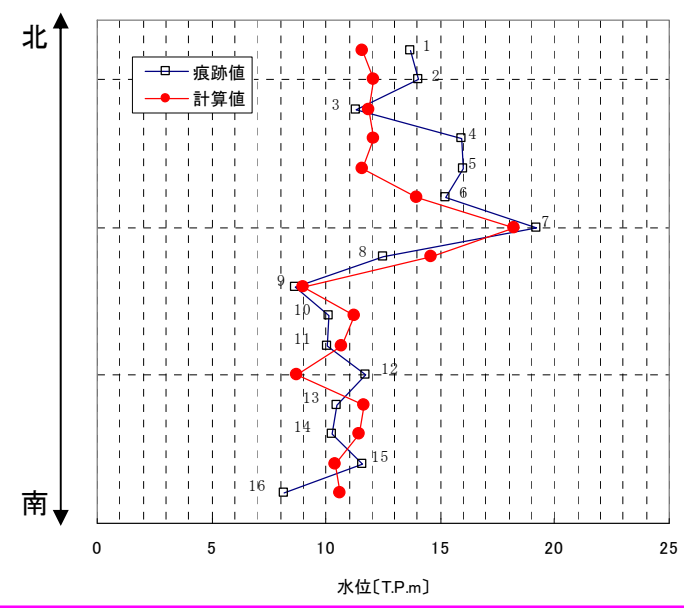
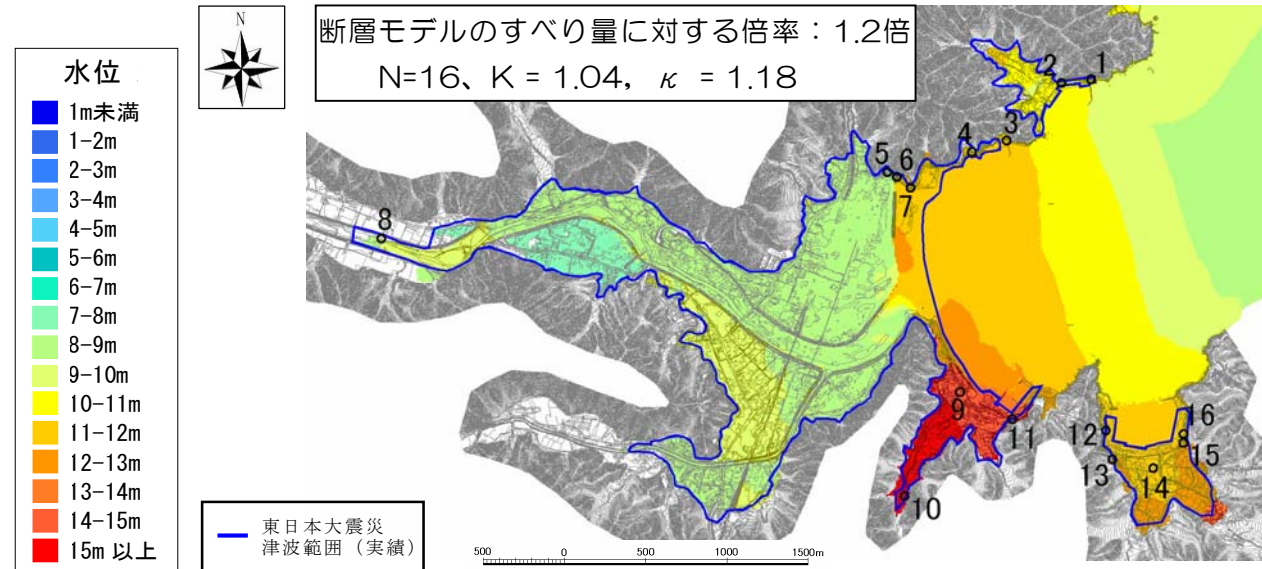


図2.2 地盤変位量分布(初期水位分布)

3.現況再現計算結果

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 、 κ 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1.25倍を採用した。

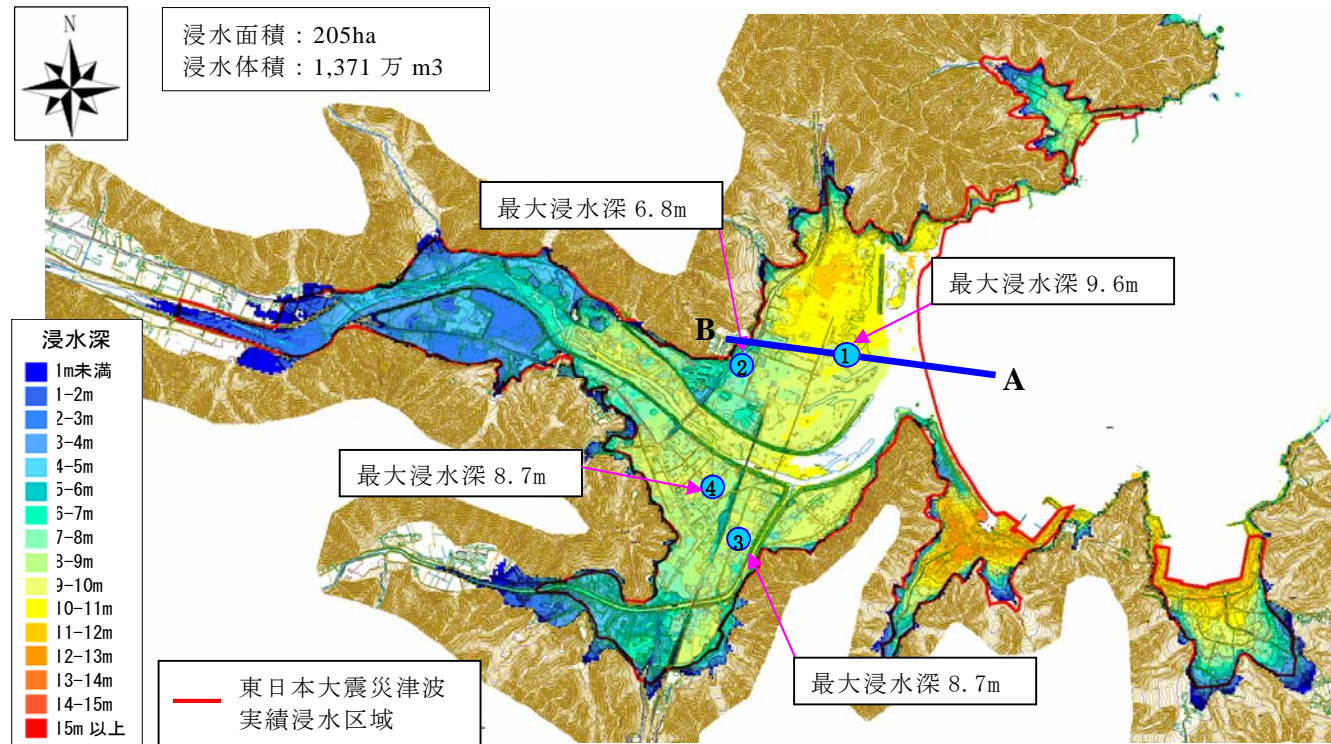
再現性の目安
 平均 : K 0.95 < K < 1.05
 標準偏差 : κ < 1.45



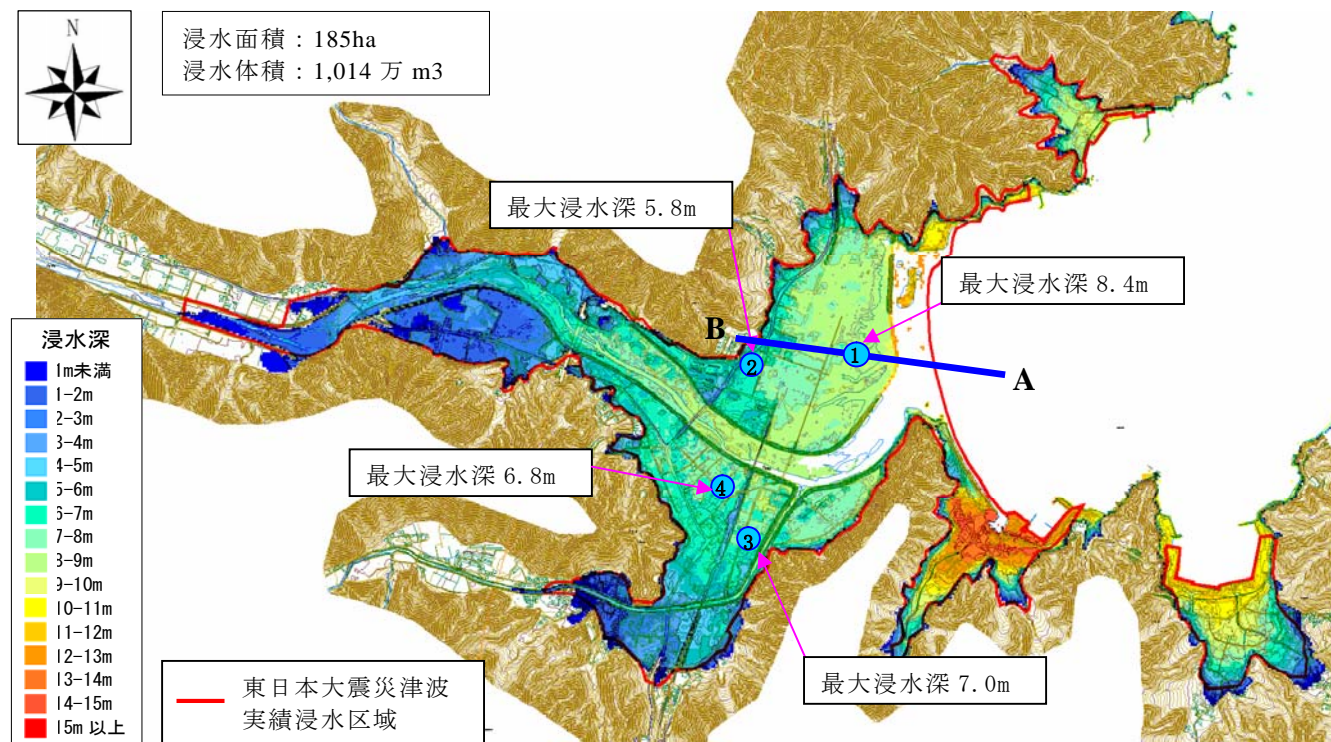
※痕跡値は岩手県調査結果による

4.施設の効果検討結果

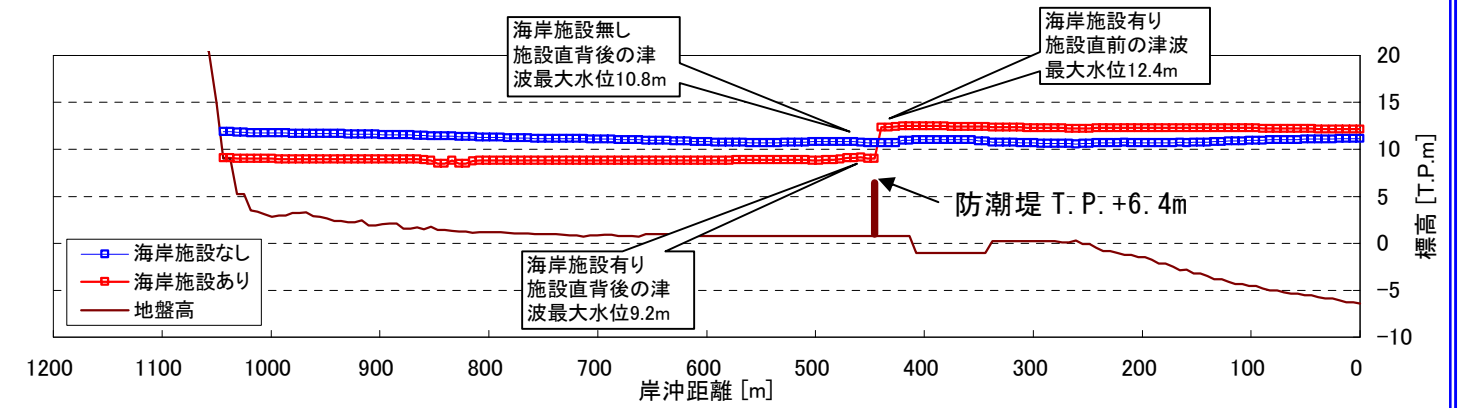
防潮堤により、浸水面積及び浸水ボリューム、陸地の浸水深が抑えられていたことが確認できた。また、防潮堤により津波の到達時間が5min遅れていたことが確認できた。



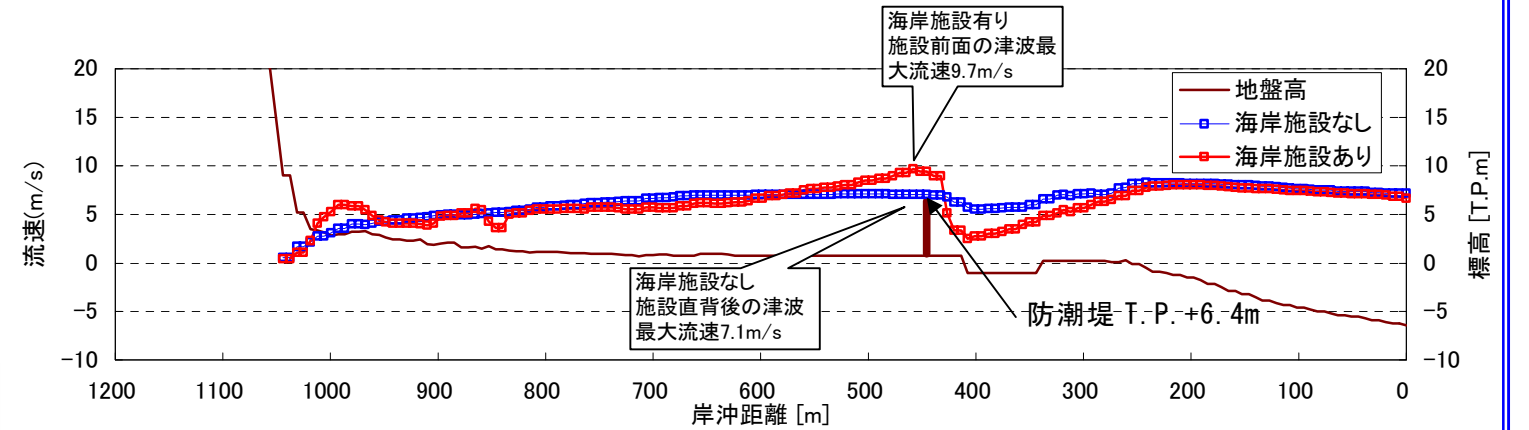
浸水深平面分布図（施設なし）



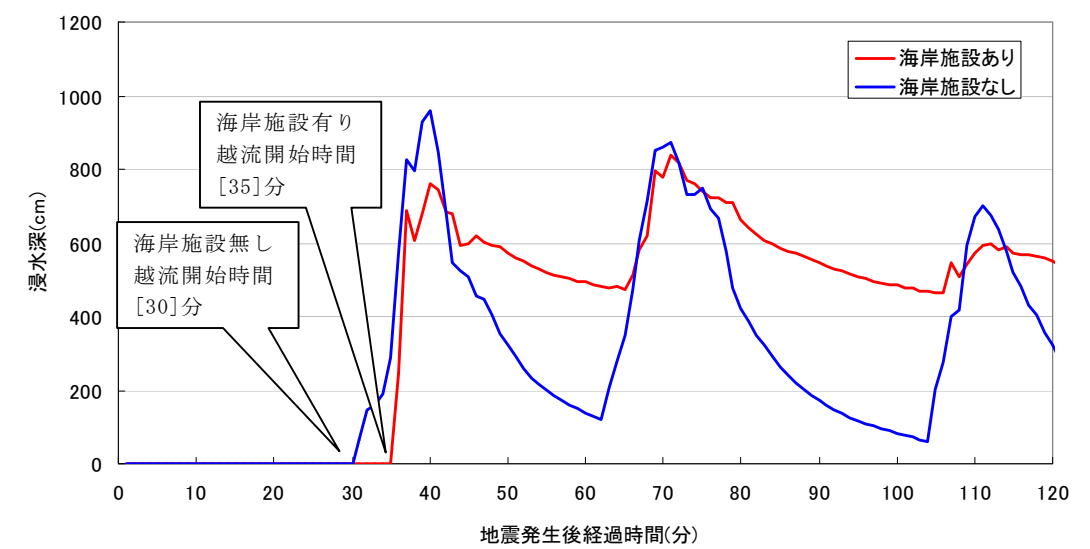
浸水深平面分布図（施設あり）



代表横断における津波最大水位



代表横断における津波最大流速分布



施設背後陸側における浸水深時系列分布（①地点）

5.対象津波の選定

図 5.1 に既往津波の痕跡高及び海岸線による津波再現予測計算による最大津波水位を整理した。

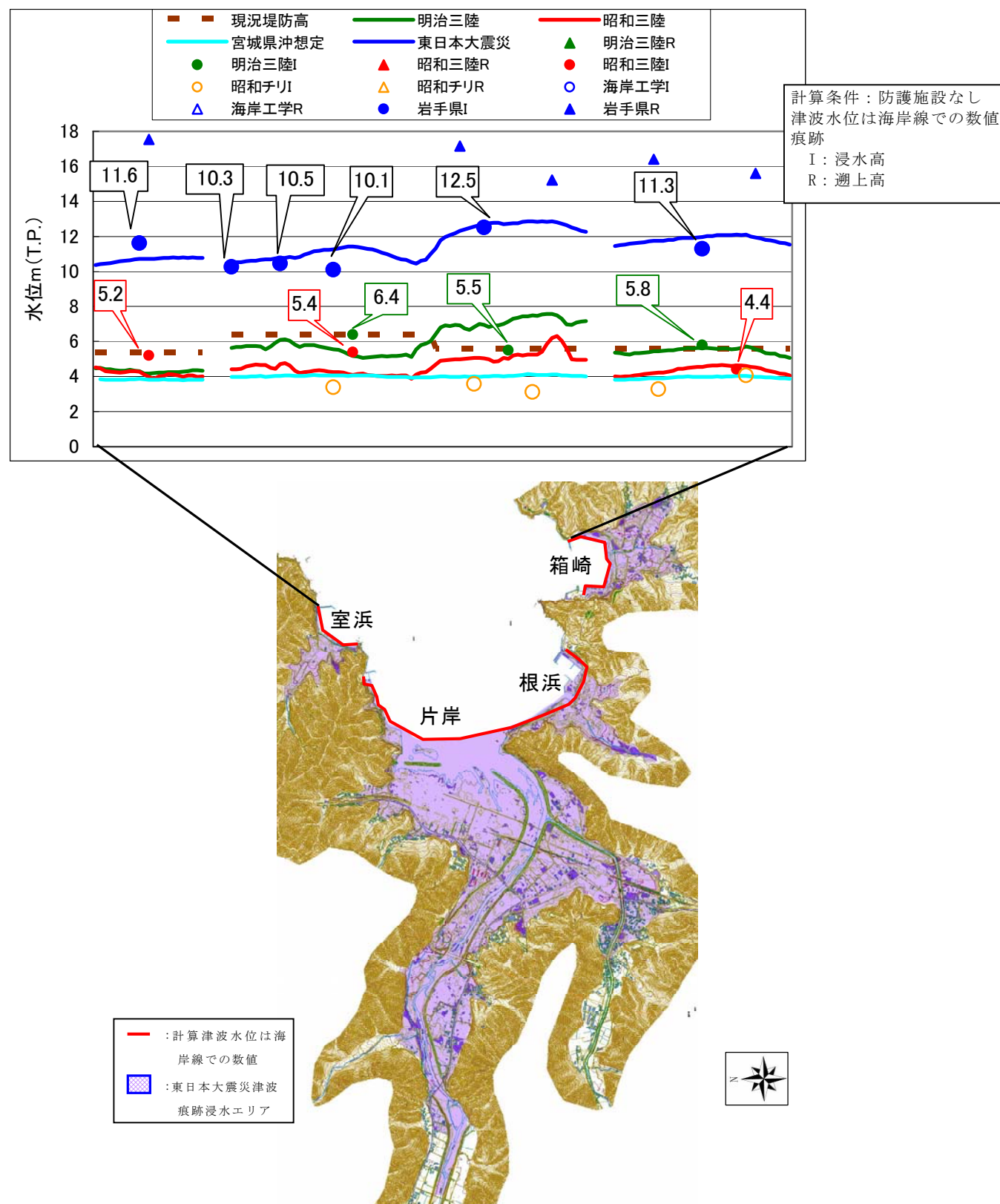


図 5.1 既往津波の痕跡水位及び再現計算による最大津波水位

既往津波の痕跡高及び再現予測計算による最大津波水位を地区毎に整理し、最大値を評価値とした。その結果、既往最大津波は東日本大震災津波、既往第二位津波は明治三陸沖地震津波を選定した。

表 5.1 既往津波別、地区別の最大津波水位

	痕跡高					計算値					
	1611	1896	1933	1960	2011	1611	1896	1933	1960	-	2011
	慶長三陸	明治三陸	昭和三陸	昭和チリ	3.11津波	慶長三陸	明治三陸	昭和三陸	昭和チリ	想定宮城	3.11津波
室浜	-	-	5.2	-	11.6	-	5.6	4.0	-	3.8	10.7
片岸海岸	-	6.4	5.4	3.4	10.3	-	5.2	4.1	-	4.1	10.5
根浜	-	-	-	-	10.1	-	-	-	-	-	11.3
箱崎	-	5.5	-	3.1	12.5	-	7.2	-	-	4.1	12.7
箱崎	-	5.8	4.4	3.3	11.3	-	5.6	4.6	-	4.0	12.0
箱崎	-	-	-	4.1	-	-	-	-	-	-	-
平均値	-	5.9	5.0	3.5	11.0	-	5.9	4.2	-	4.0	11.3
最大値	-	6.4	5.4	4.1	12.5	-	7.2	4.6	-	4.1	12.7
最小値	-	5.5	4.4	3.1	10.1	-	5.2	4.0	-	3.8	10.5
評価値	-	6.4	5.4	4.1	12.5	-	7.2	4.6	-	4.1	12.7

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)に補足。
平成 3.11 津波は、岩手県調査結果
※評価値は浸水高の最高値を採用

計算条件：防護施設なし
津波水位は海岸線での数値

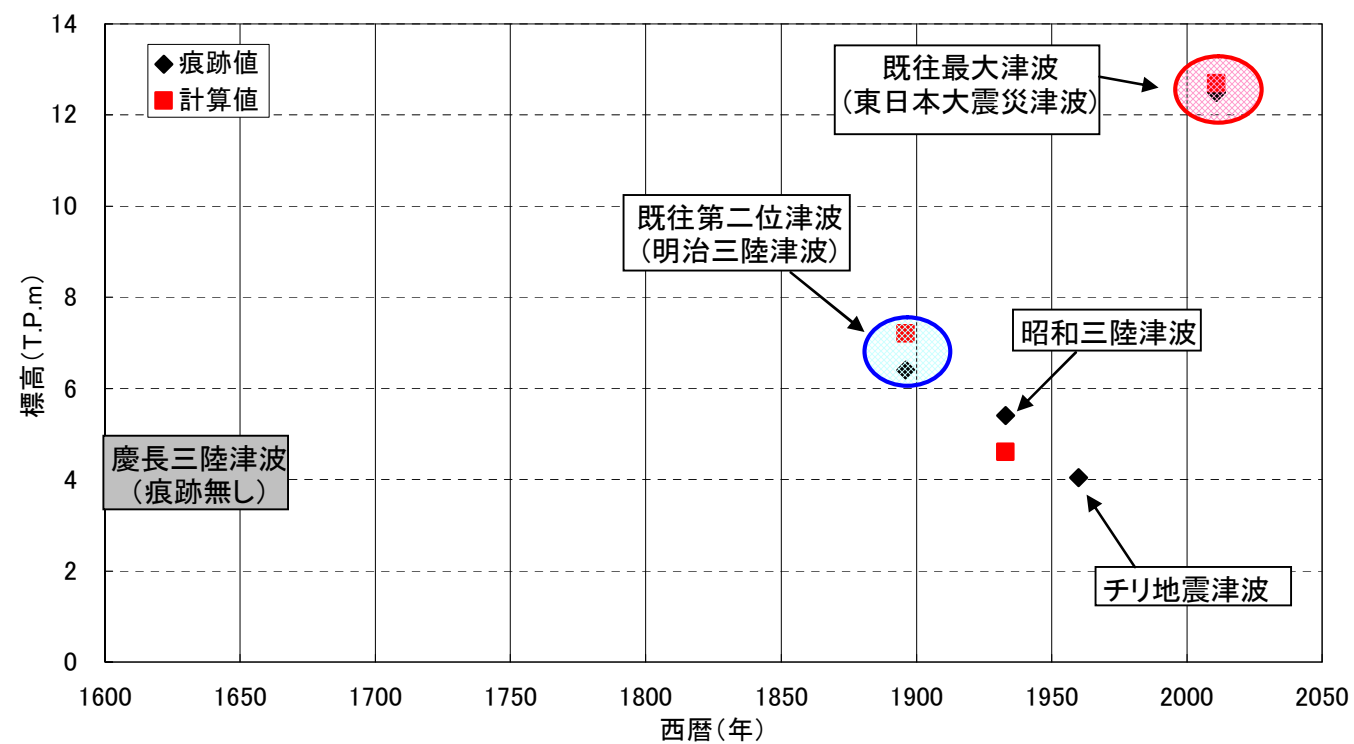


図 5.2 対象津波の判定

- 既往最大津波：東日本大震災津波
- 既往第二位津波：明治三陸沖地震津波

※) 東日本大震災津波における計算値は防護施設無しの結果

6.施設高(防潮堤高)の検討

①既往最大津波(東日本大震災津波)、②既往第二位津波(明治三陸津波)に対して溢れない高さの防潮堤高の検討を行った。必要施設高を表 6.1 に示す。

表 6.1 必要施設高

対象津波	既往最大津波 (東日本大震災津波)	既往第二位津波 (明治三陸津波)	現計画津波高
最大値(T.P.m)	18.6	13.3	6.4
余裕高(m)	1.0	1.0	
必要施設高(T.P.m)	20.0	14.5	

- 計算条件
 対象津波：①東日本大震災津波、②明治三陸津波
 施設高：T.P.50.0m(壁立て計算用に設定)
 地盤高：地震後地盤高(H23.5 測量のLP 地盤高)に地形変位量を与えた地盤高
 潮位：朔望平均満潮位 T.P.+0.70m

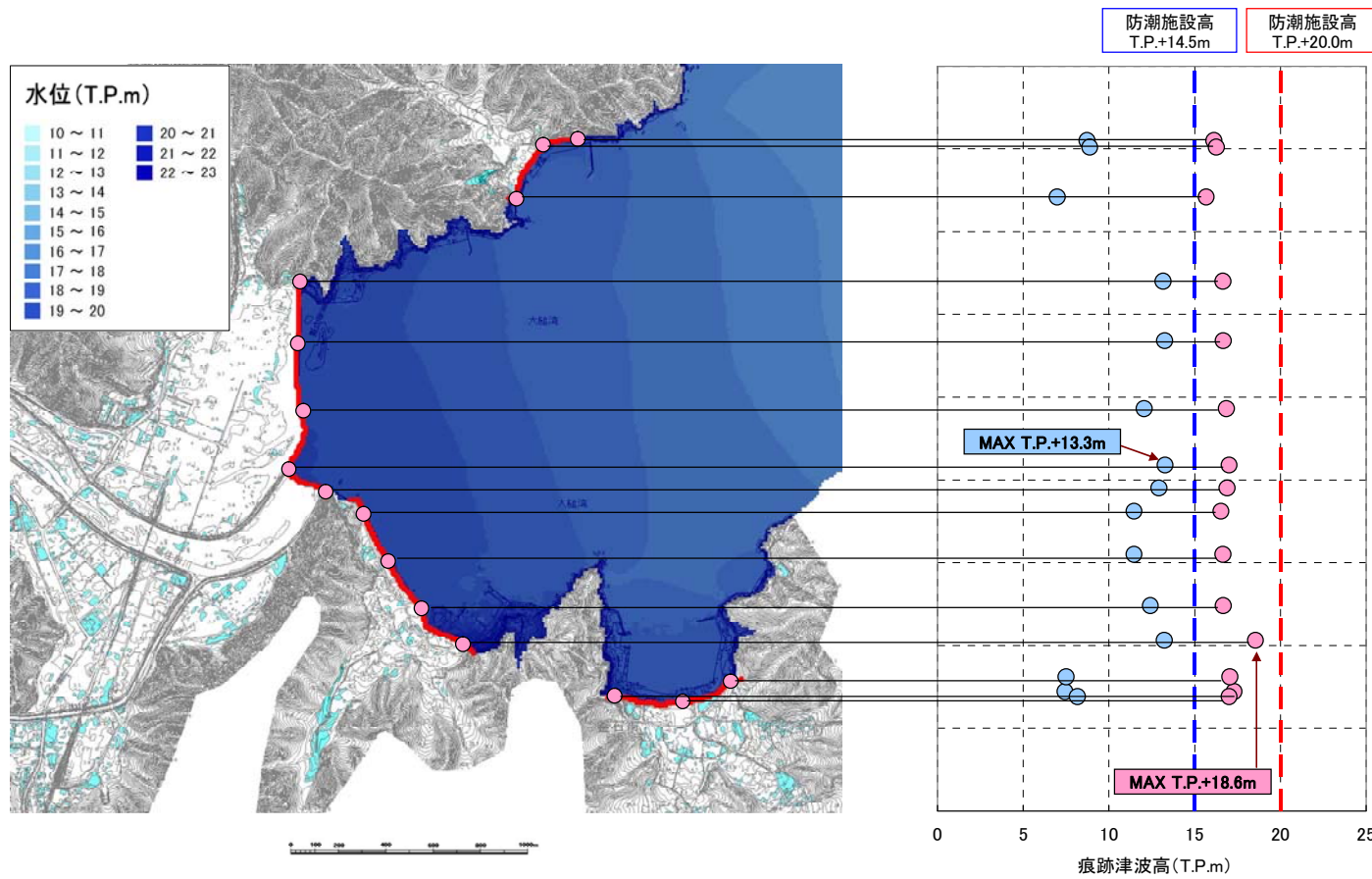


図 6.1 防潮ラインでの最大津波水位

7.浸水範囲の比較(1)

表 7.1 検討ケース

検討ケース	CASE1	CASE2	CASE3	
概要	計画防潮堤高 T.P.+6.4mにおける東日本大震災津波の浸水予測	施設高T.P.+10.5mにおける東日本大震災津波の浸水予測	明治三陸地震津波を溢れさせない施設高 T.P.+14.5mにおける東日本大震災津波の浸水予測	
対象津波	東日本大震災津波	東日本大震災津波	東日本大震災津波	
防潮堤高 (T.P.m)	6.4	10.5	14.5	
地盤嵩上げ	なし	なし	なし	
水門	なし	あり	あり	
浸水面積 (ha)	206	95	43	
浸水体積 (万m ³)	1378	396	67	
浸水深 (m)	①釜石自動車学校付近	10.0	5.3	1.3
	②国道45号付近	7.4	3.1	浸水無し
	③鵜住居駅付近	8.7	3.1	浸水無し
	④釜石市役所 鵜住居出張所付近	8.7	浸水無し	浸水無し

※バック堤整備案は JR、国道等の橋梁の付け替えによる影響が大きいことが考えられるため、水門設置案を基本に検討を行った。なお、バック堤整備案、水門設置案の安全性、経済性等の比較は今後行っていく。なお、CASE 1 は現況施設計画防潮堤高で完成しているため、鵜住居川への水門設置は行わないものとした。

7.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：①計画防潮堤高 T.P.+6.4m ②施設高 T.P.+10.5m
 ③明治三陸地震津波を溢れさせない施設高 T.P.+14.5m
 地盤高：地震後測量(H23.5)のLP地盤高より作成した地形を基に地形変位量を与えた地盤高
 潮位：朔望平均満潮位 T.P.+0.70m
 水門：①なし ②あり ③あり
 鉄道盛土：LP地盤高データより設定(流出している箇所は前後の高さより線形内挿)

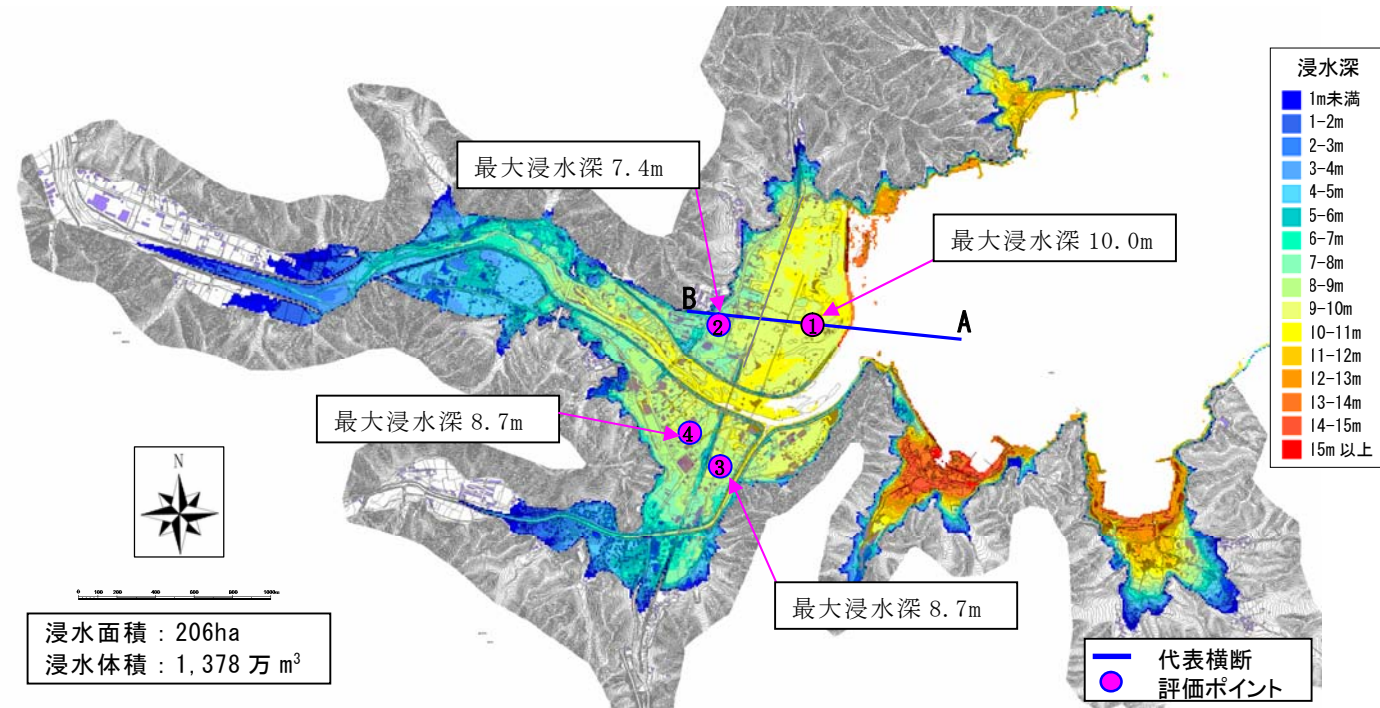


図 7.1 計画防潮堤高(現計画津波高 T.P.+6.4m)におけるシミュレーション結果(CASE1)

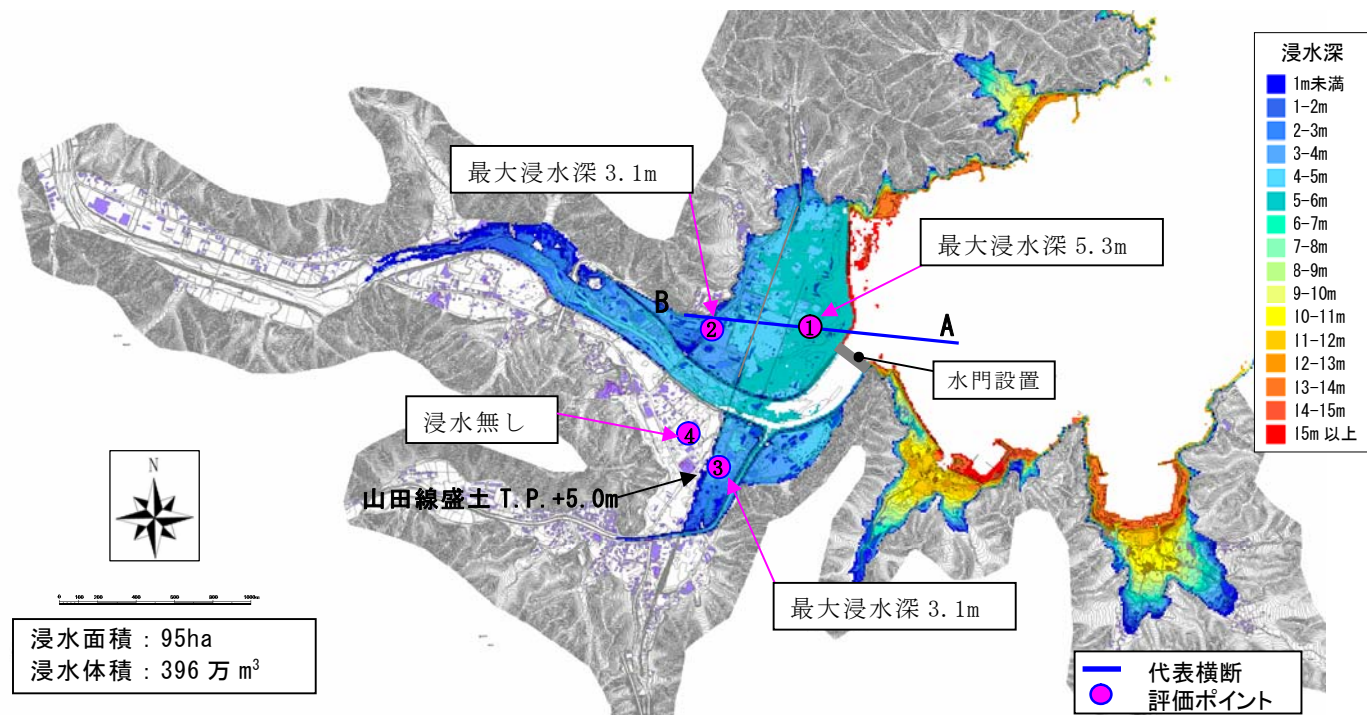


図 7.2 施設高(T.P.+10.5m)におけるシミュレーション結果(CASE2)

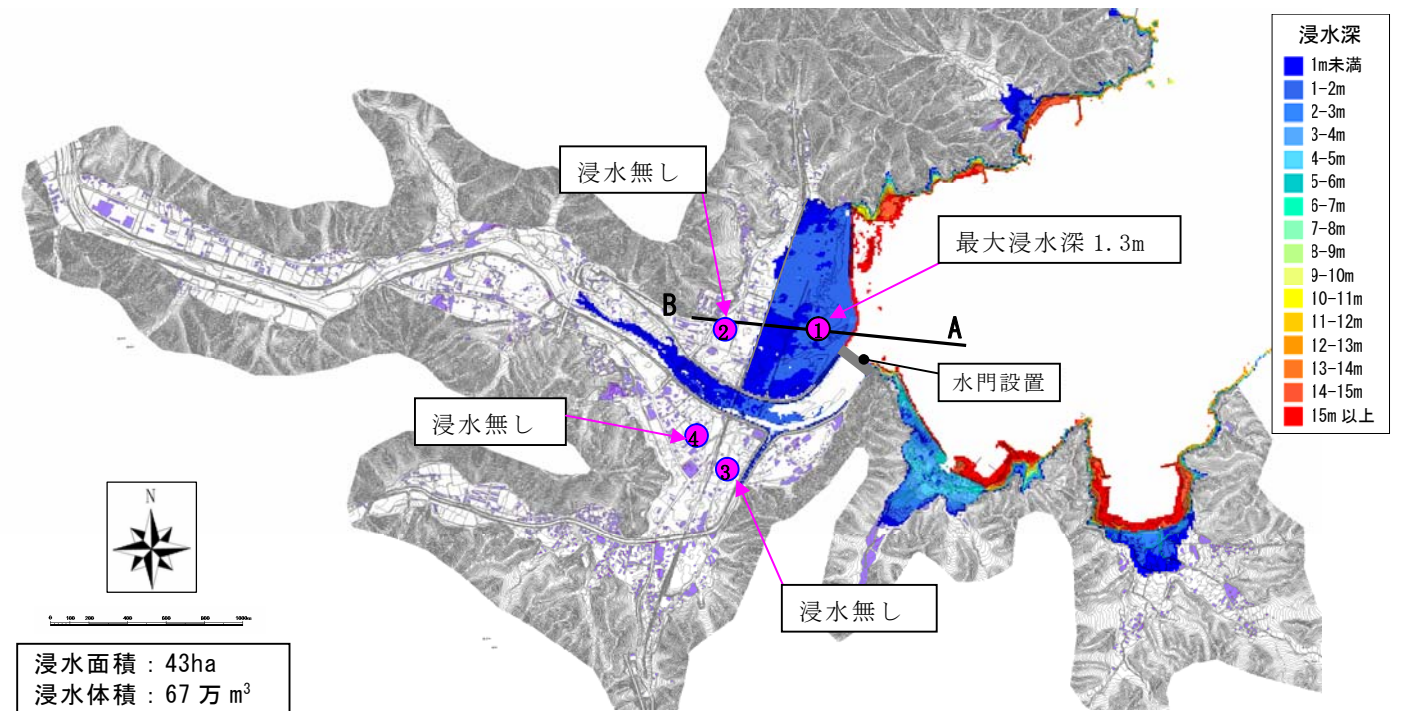


図 7.3 明治三陸地震津波を溢れさせない施設高(T.P.+14.5m)におけるシミュレーション結果(CASE3)

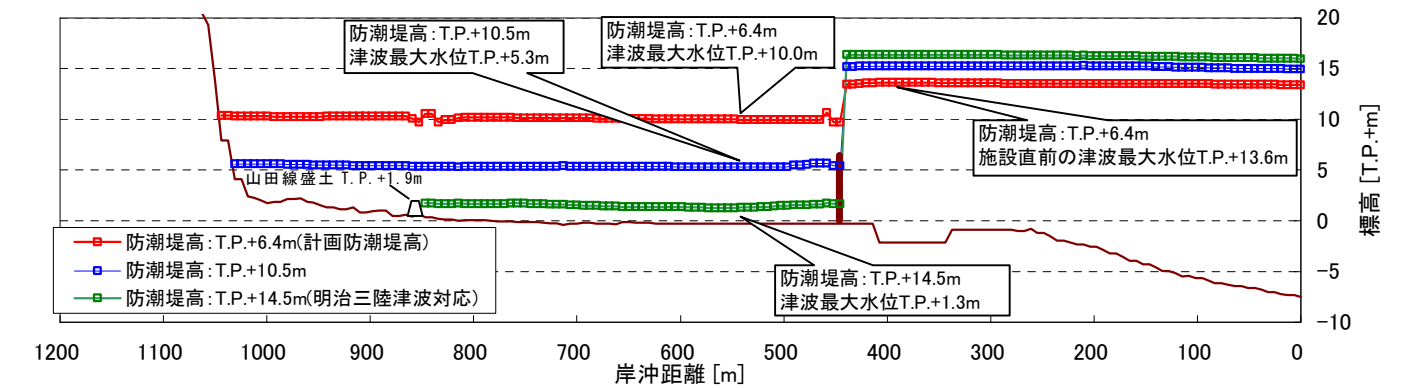


図 7.4 最高水位縦断面図

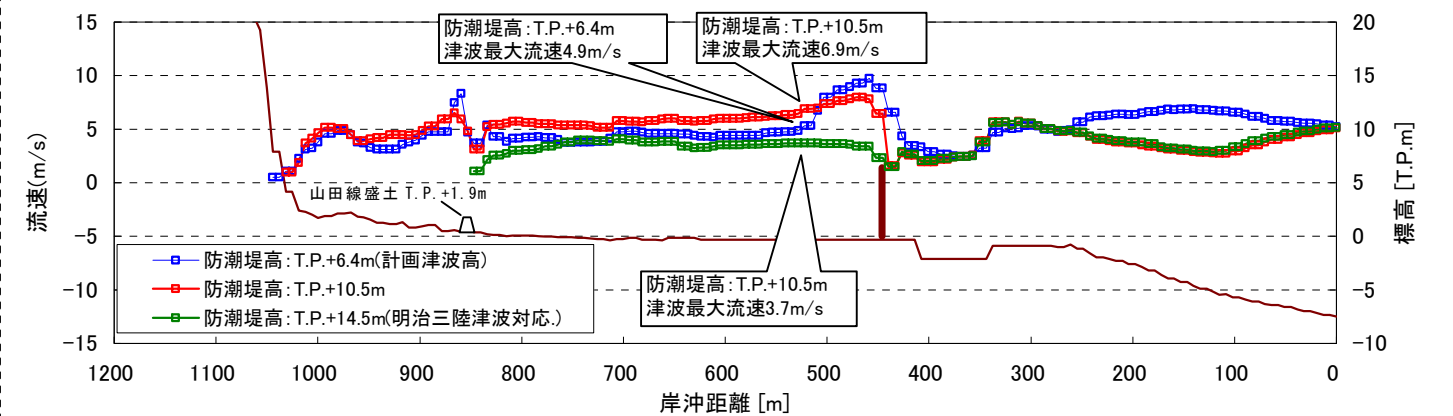


図 7.5 津波最大流速

8.避難に関する検討

施設高 T.P.+10.5m と明治三陸地震津波を溢れさせない施設高 T.P.+14.5m に東日本大震災津波が来襲した場合のシミュレーションの結果を基に、避難が可能なエリアと避難が困難なエリアの境界を、浸水エリアの境界より 300m 内側のラインを目安に整理した。(図-1 津波時に避難が可能なエリアの模式図参照)

なお、避難が困難なエリアは、避難ビル等の設置により、避難が可能な施設の設置が必要なエリアとなる。

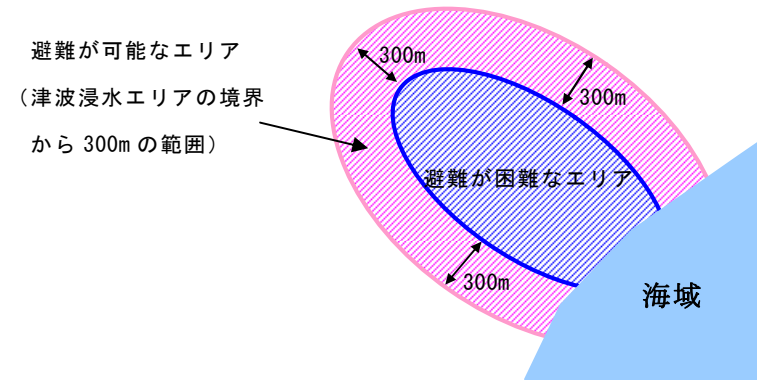


図 8.1 津波時に避難が可能なエリアの模式図

○計算条件
 対象津波：東日本大震災津波
 施設高：施設高 T.P.+10.5m
 地盤高：地震後測量(H23.5)のLP地盤高より作成した地形を基に地形変位量を与えた地盤高
 潮位：朔望平均満潮位 T.P.+0.70m
 水門：あり
 鉄道盛土：LP地盤高データより設定(流出している箇所は前後の高さより線形内挿)

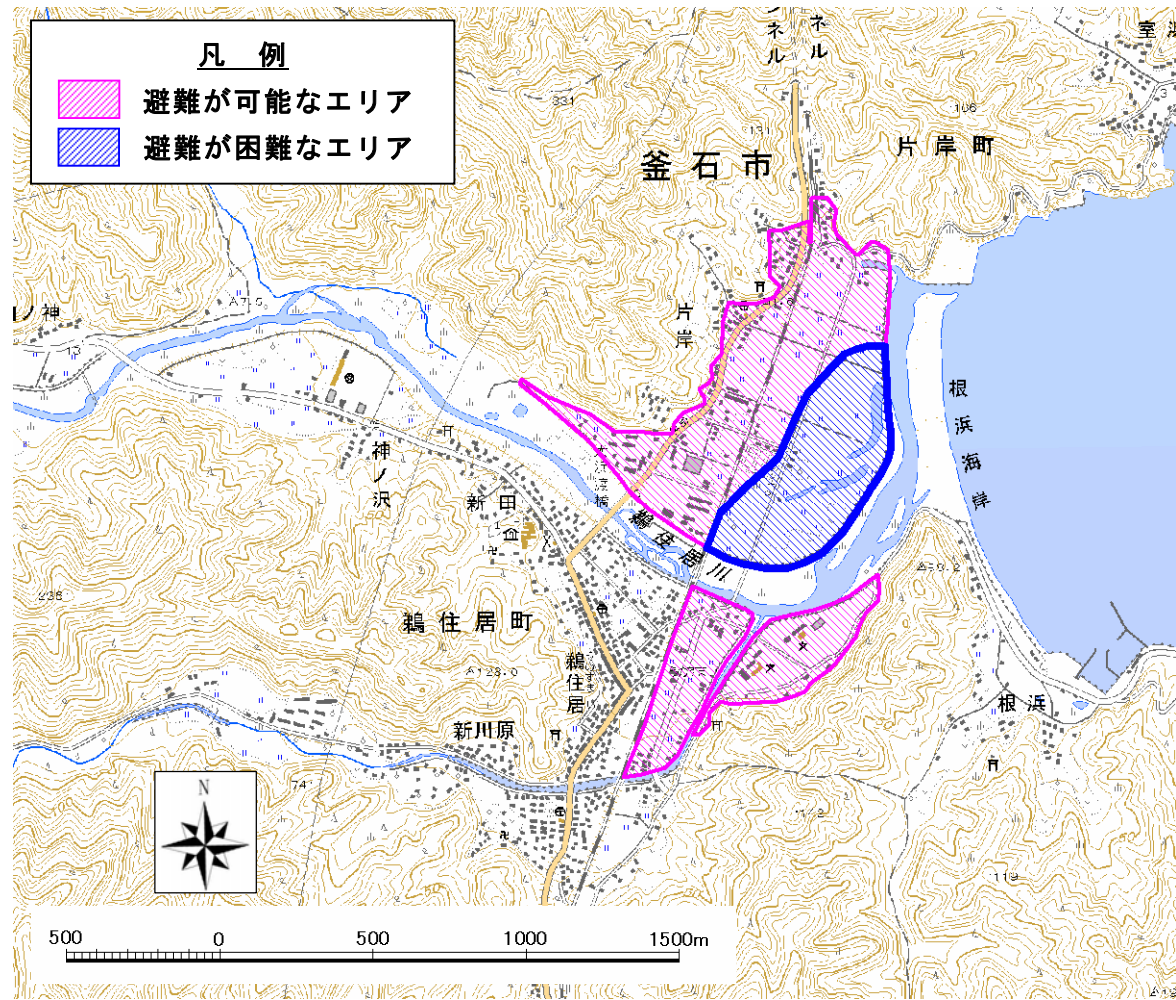


図 8.2 避難に関する目安

〔施設高 T.P.+10.5m におけるシミュレーション結果 (CASE2) より〕

○計算条件
 対象津波：東日本大震災津波
 施設高：明治三陸地震津波を溢れさせない施設高 T.P.+14.5m
 地盤高：地震後測量(H23.5)のLP地盤高より作成した地形を基に地形変位量を与えた地盤高
 潮位：朔望平均満潮位 T.P.+0.70m
 水門：あり
 鉄道盛土：LP地盤高データより設定(流出している箇所は前後の高さより線形内挿)

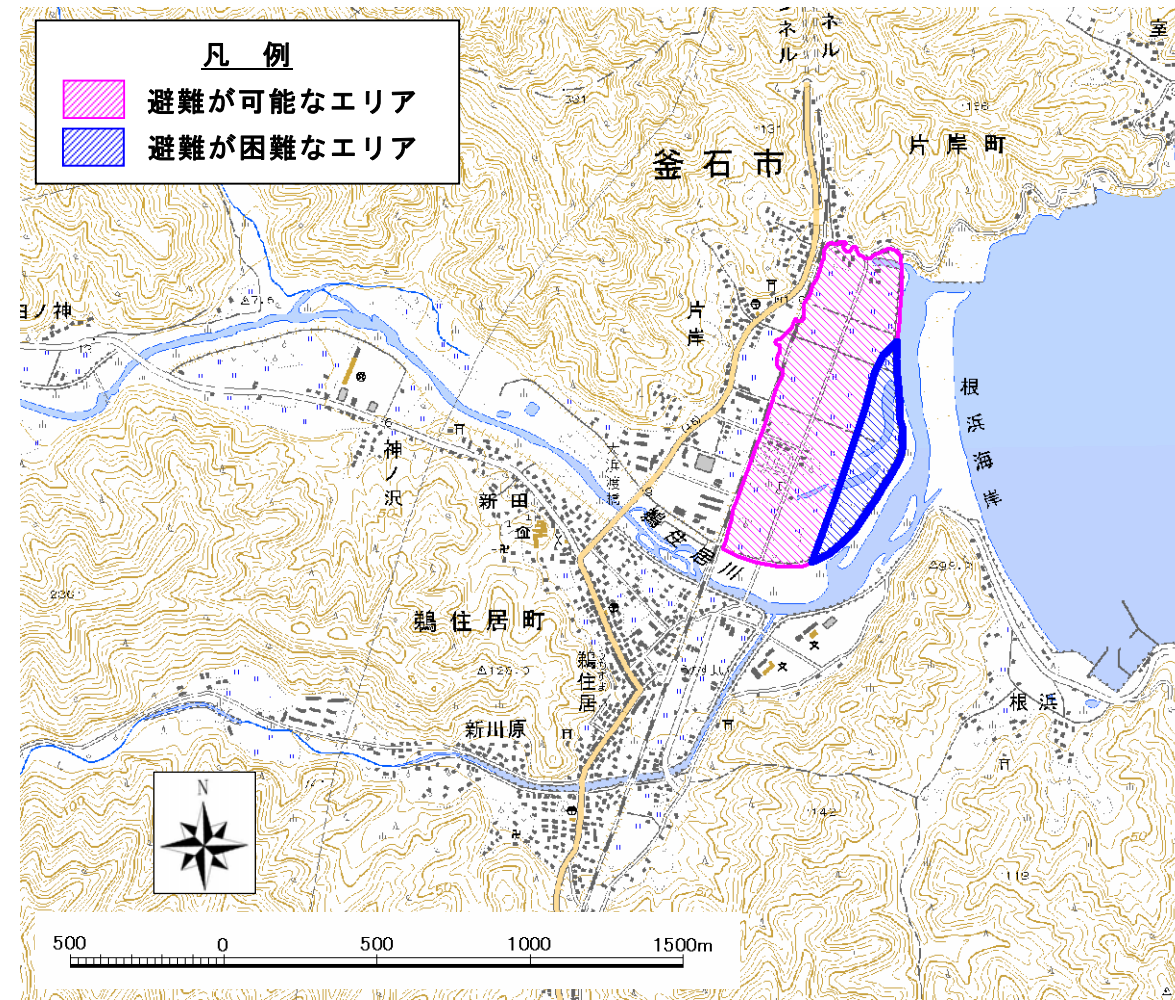


図 8.3 避難に関する目安

〔明治三陸地震津波を溢れさせない施設高 T.P.+14.5m におけるシミュレーション結果 (CASE3) より〕