

大船渡市(三陸海岸越喜来地区)の津波シミュレーション結果

1. 対象津波の選定

三陸海岸越喜来地区【越喜来漁港海岸、越喜来海岸、泊漁港海岸】における既往津波の痕跡高及び海岸線における津波再現予測計算による最大津波水位をグラフに整理した。(図1.1参照)

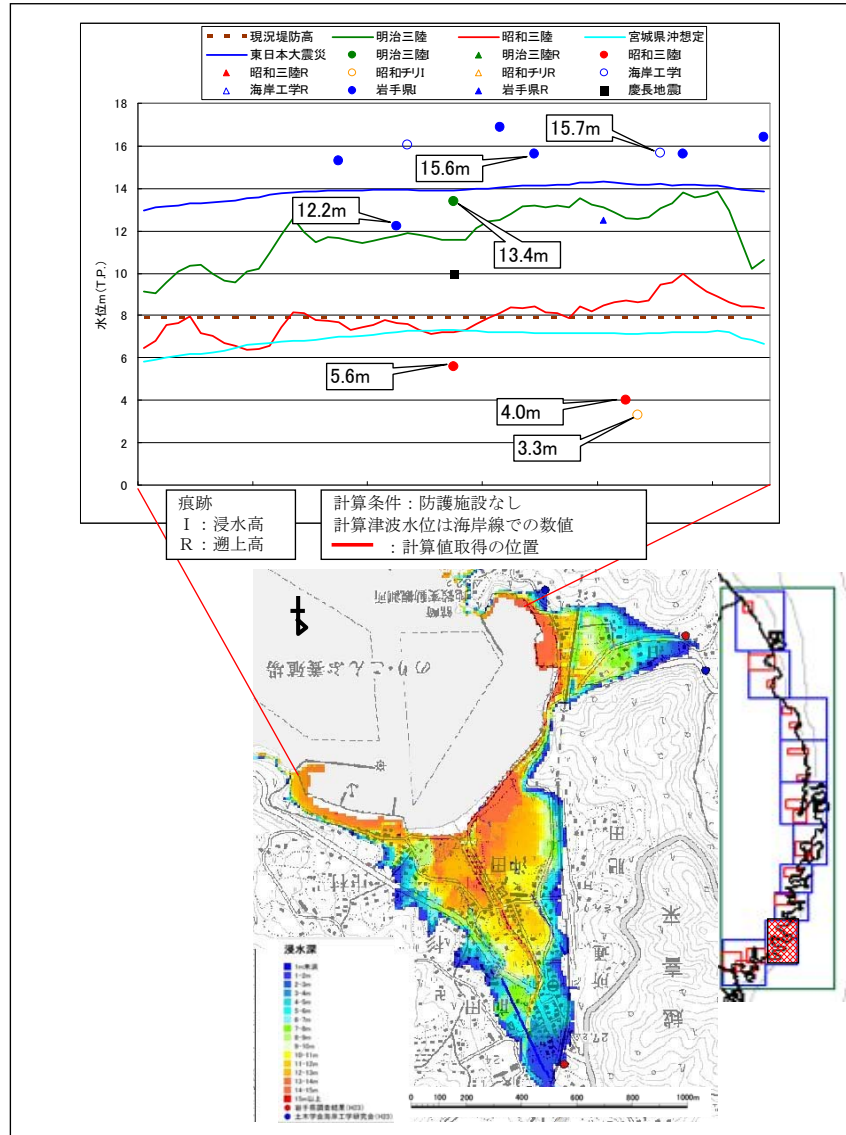


図1.1 既往津波の痕跡水位及び再現計算による最大津波水位

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、三陸海岸越喜来地区では、既往最大津波は東日本大震災津波と明治三陸沖地震津波が近似しているため同列評価として選定し、既往第二位津波は昭和三陸沖地震津波を選定した。(表1.1、図1.2参照)

表1.1 既往津波別、地区毎の最大津波水位

	痕跡高				計算値				
	1896	1933	1960	2011	1896	1933	1960	想定宮城	2011
越喜来漁港海岸	測定値なし	測定値なし	測定値なし	12.2	12.6	8.2	-	7.2	14.0
越喜来海岸	13.4	5.6	測定値なし	15.6	13.5	8.5	-	7.3	14.3
泊漁港海岸	測定値なし	4.0	3.3	15.7	13.9	10.0	-	7.3	14.3
平均値	13.4	4.8	3.3	14.5	13.3	8.9	-	7.3	14.2
最大値	13.4	5.6	3.3	15.7	13.9	10.0	-	7.3	14.3
最小値	13.4	4.0	3.3	12.2	12.6	8.2	-	7.2	14.0
評価値	13.4	5.6	3.3	15.7	13.9	10.0	-	7.3	14.3

出典: 痕跡高は東北大災害制御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。

計算条件: 防護施設なし
 計算津波水位は海岸線での数値

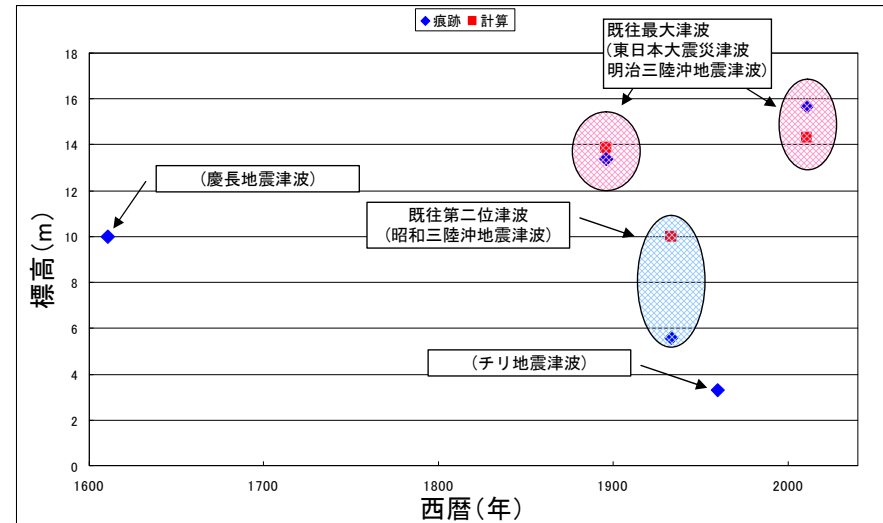


図1.2 対象津波の判定

- 既往最大津波: 東日本大震災津波と明治三陸沖地震津波
- 既往第二位津波: 昭和三陸沖地震津波

2. 施設高の検討

2.1 既往最大津波に対して「越流させない」海岸保全施設の検討

対象津波の選定にて、既往最大津波は東日本大震災津波及び明治三陸地震津波が並列選定された。双方の津波での壁立て計算(海岸保全施設の高さを無限大)により「越流させない」海岸保全施設の高さを検討した。(図2.1参照)

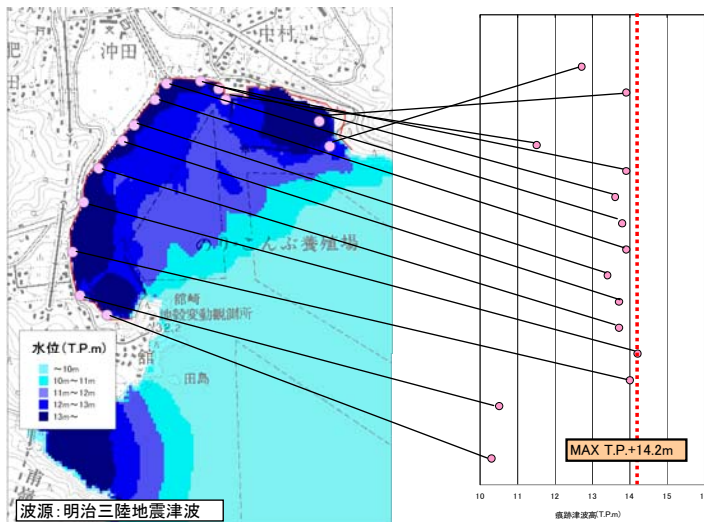
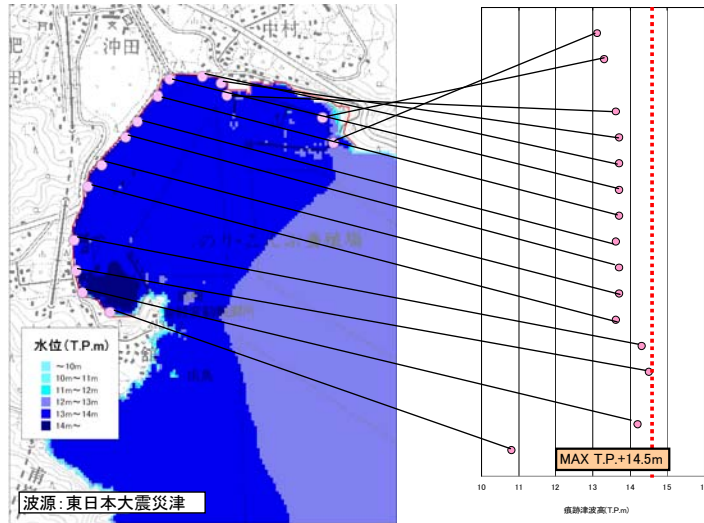


図2.1 既往最大津波に対して「越流させない」海岸保全施設の高さ検討

2.2 既往第二位津波に対して「越流させない」海岸保全施設の検討

対象津波の選定にて、既往第二位津波は昭和三陸地震津波が選定された。該当津波での壁立て計算(海岸保全施設の高さを無限大)により「越流させない」海岸保全施設の高さを検討した。(図2.1参照)

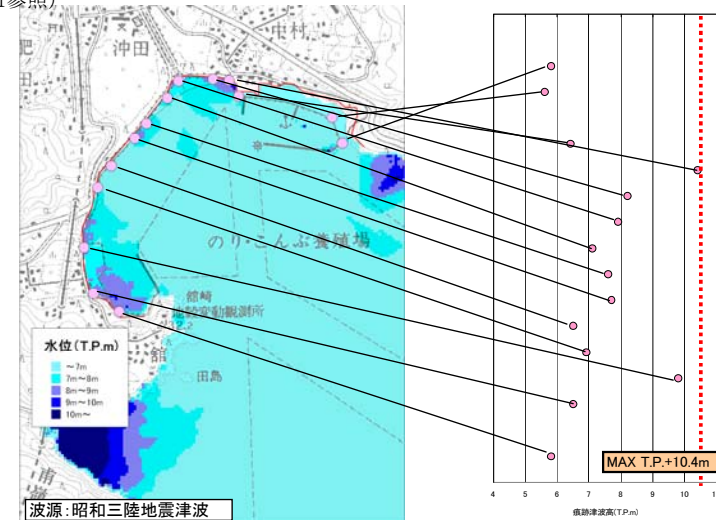


図2.2 既往第二位津波に対して「越流させない」海岸保全施設の高さ検討

2.2 施設高の検討結果

検討結果は表2.1のとおりである。

表2.1 検討結果

区分	対象津波	最大値 (T.P.+)	余裕高 (m)	必要施設高 ^{※1} (T.P.+)
既往最大津波	東日本大震災津波	14.5	1.0	15.5
	明治三陸地震津波	14.2		
既往第二位津波	昭和三陸地震津波	10.4	1.0	11.5
現計画津波高				7.9

※1 最大値に地震時における地盤沈下分の余裕高を考慮し、さらに0.5m単位で切り上げた。

3. 浸水範囲の比較

施設高の検討で求めた以下の高さの防潮堤において既往最大津波が来襲した場合のシミュレーション結果(浸水範囲、浸水深、津波到達時間)を整理した。(図3.1～図3.3参照)
 [既往最大津波対応:T.P.+15.5m、既往第二位津波対応:T.P.+11.5m、現計画堤防高:T.P.+7.9m]

予測結果より、防潮堤を既往第二位津波対応のT.P.+11.5mまで整備した場合、現計画堤防高のT.P.+7.9mに比べ、浸水範囲も減少し、最大浸水深は浅く、津波到達時間も遅くなり、被害レベルはかなり低減される。

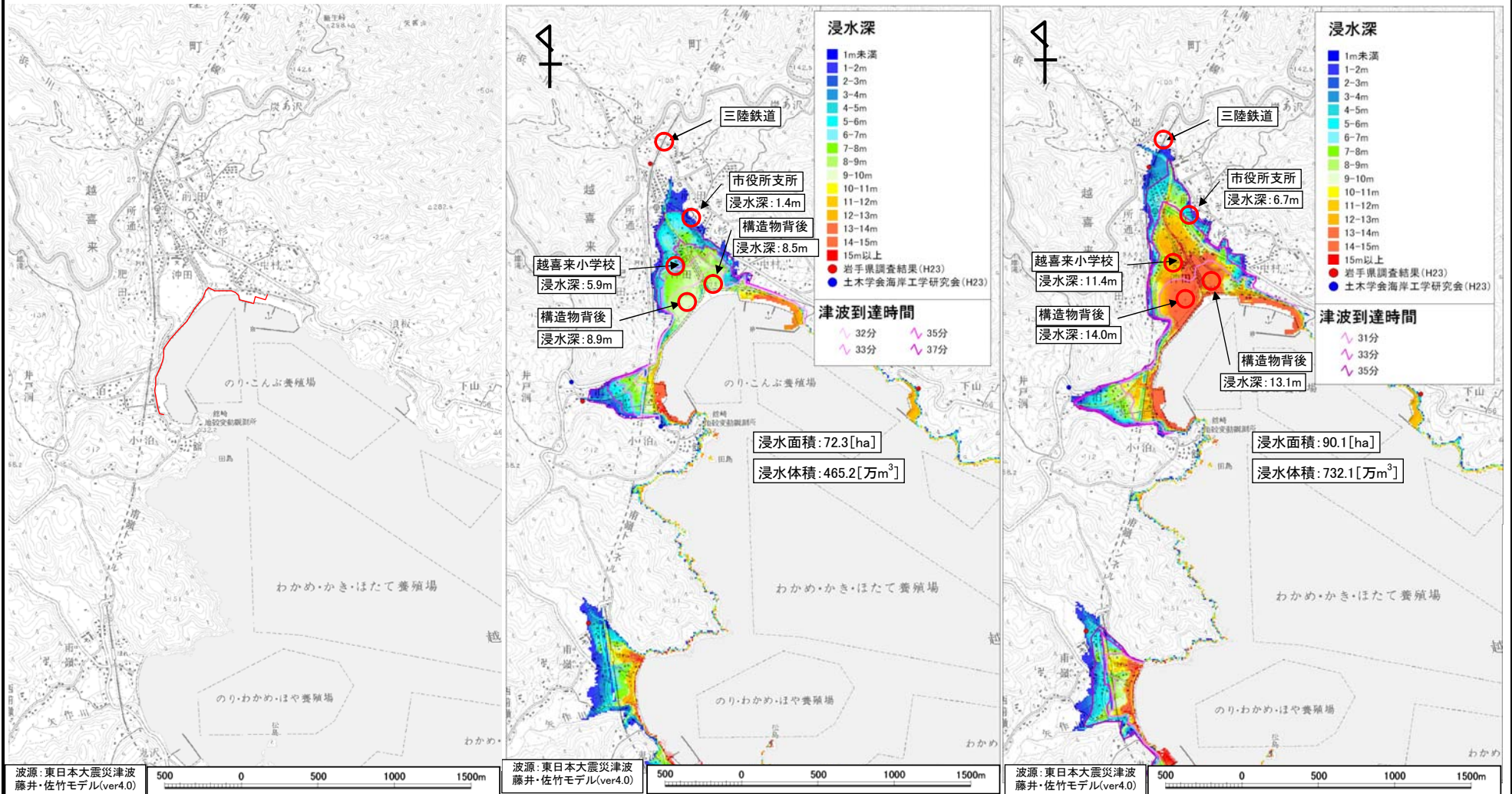


図3.1 浸水深平面分布図

(既往最大津波に対して防潮堤高[T.P.+15.5m【既往最大津波対応】])

図3.2 浸水深平面分布図

(既往最大津波に対して防潮堤高[T.P.+11.5m【既往第二位津波対応】])

図3.3 浸水深平面分布図

(既往最大津波に対して防潮堤高[T.P.+7.9m【現計画堤防高】])

※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。

4. 施設配置計画

防護ラインについて、海岸線付近の地形条件、背後地の土地利用、今回の被災状況等を考慮した結果、特に防護ラインの変更が必要な理由はなく、現防護ラインは妥当と判断される。

越喜来地区における津波防護のための防護施設の配置は以下の通りである。防潮堤を既往第二位津波対応のT.P.+11.5mまで整備した場合での既往最大津波来襲時の被害レベル(浸水範囲)は、現計画堤防高T.P.+7.9mの防潮堤に比べてかなり低減されるものの、依然として浸水被害が見込まれる。

したがって、防潮堤を既往第二位津波対応のT.P.+11.5mまで整備した場合での既往最大津波来襲時の被害レベル(浸水範囲)の低減を目的として、①地域内道路(北側)の嵩上げ、②地域内道路(南側)の嵩上げ、③泊漁港の北側に防波堤の配置、の3案による浸水範囲の低減の検討を行った。

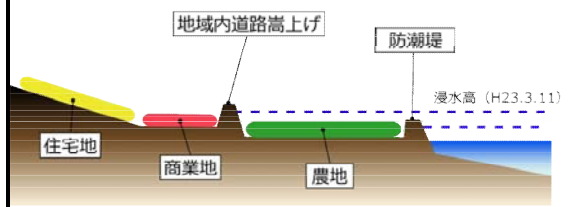
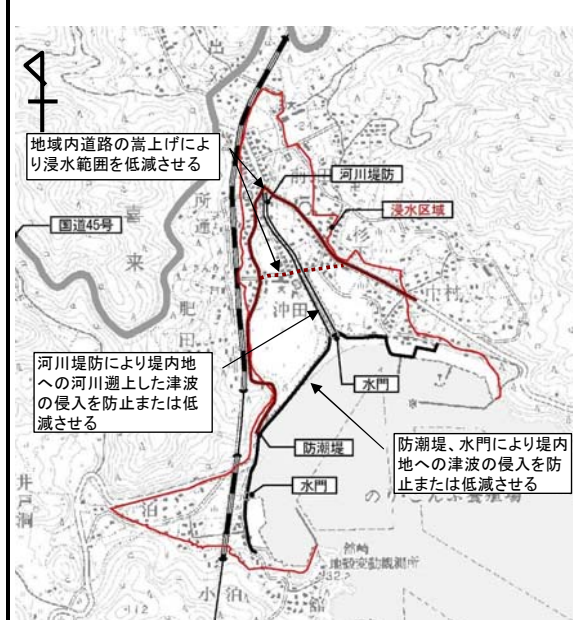


図4.1 施設配置と防護の方針

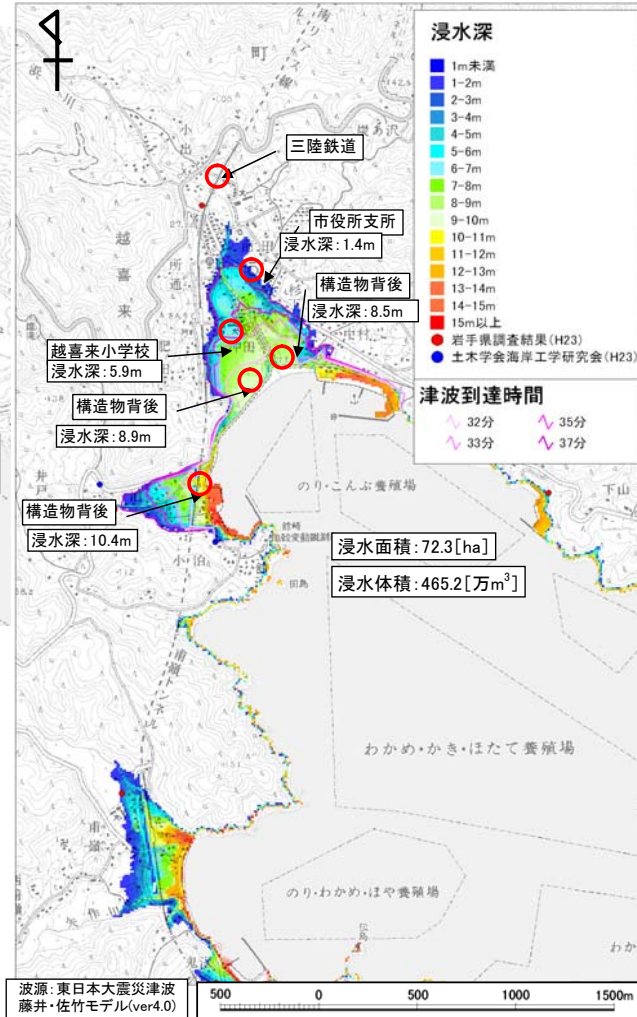


図4.2 防潮ラインだけの効果
(既往最大津波での防潮堤高[T.P.+11.5m【既往第二位津波対応】])

内容	防潮堤を既往第二位津波対応のT.P.+11.5mまで整備した場合	配置計画案①	配置計画案②	配置計画案③
		地域内道路(北側)の嵩上げ	地域内道路(南側)の嵩上げ	泊漁港の北側に防波堤配置
浸水面積[ha]	72.3	67.1	60.4	72.4
浸水体積[万m ³]	465.2	461.0	434.8	470.2
市役所支所の浸水深	1.4	0.0	0.0	1.5
越喜来小学校の浸水深[m]	5.9	6.2	6.5	5.9
構造物背後(西)の浸水深[m]	8.9	9.2	9.7	8.9
構造物背後(東)の浸水深[m]	8.5	8.7	9.4	8.5
泊集落構造物背後(北側)の浸水深[m]	10.4	—	—	10.7

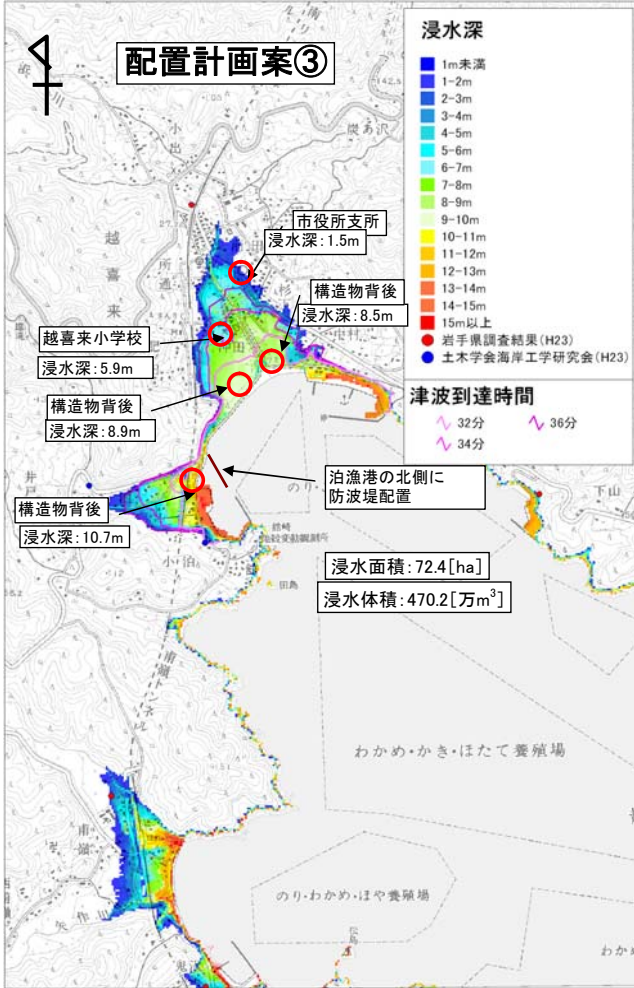
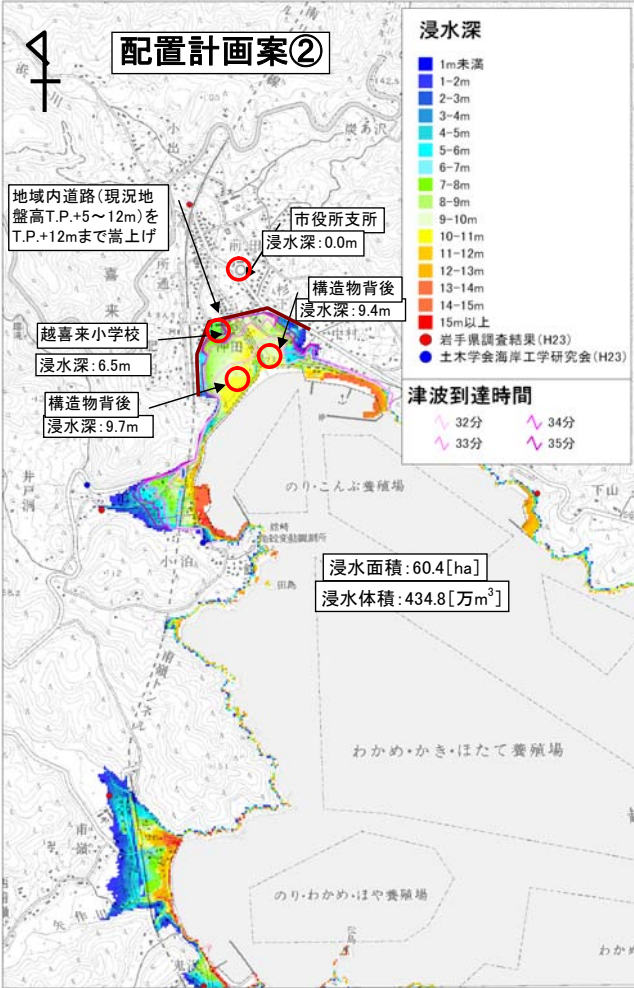
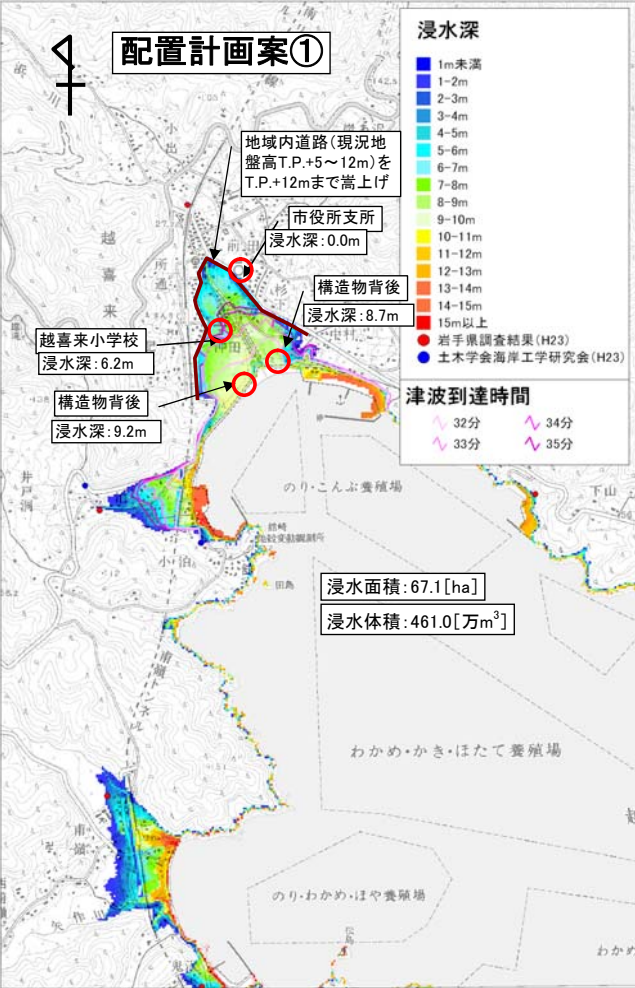


図4.3 地域内道路の嵩上げ(T.P.+12m)を合わせた効果
(既往最大津波での防潮堤高[T.P.+11.5m【既往第二位津波対応】])

市役所支所南側の地域内道路(現況地盤高T.P.+5~12m)をT.P.+12mまで嵩上げすることにより、図4.3に示すように市役所支所などが立地する地域内道路背後地での浸水範囲が減少するため、浸水被害の低減が期待できる。

図4.4 地域内道路の嵩上げ(T.P.+12m)を合わせた効果
(既往最大津波での防潮堤高[T.P.+11.5m【既往第二位津波対応】])

越喜来小学校北側の地域内道路(現況地盤高T.P.+5~12m)をT.P.+12mまで嵩上げすることにより、市役所支所は浸水なくなる。更に地域内道路背後地での浸水範囲が図4.3と比較して大幅に減少するため、浸水被害の低減が期待できる。

図4.5 泊漁港に防波堤を配置した効果
(既往最大津波での防潮堤高[T.P.+11.5m【既往第二位津波対応】])

泊漁港の北側に防波堤を設置することによる効果は、防潮堤を既往最大津波対応のT.P.+11.5mまで整備した場合とほとんど変わらない。

1.1 計算条件

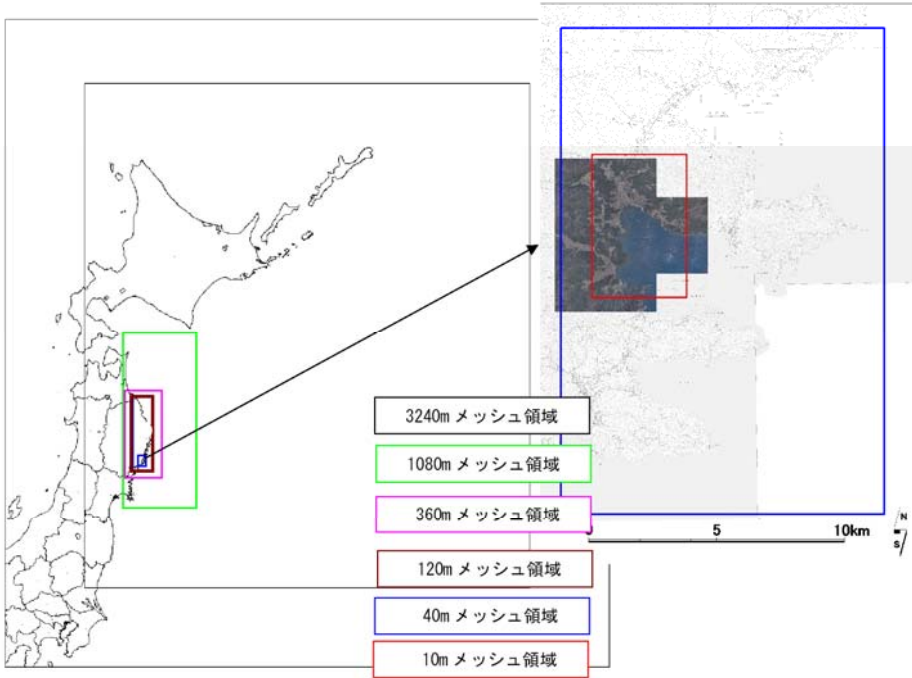
津波シミュレーションの計算条件を以下に示す。

表 1 計算条件

項目	内容
基礎式と解法	<ul style="list-style-type: none"> ◆ (波源～沿岸の伝播計算、堤内地の氾濫計算) 沖合は線形長波、その他は非線形長波方程式を基礎式とし、Leap-Frog 差分法による解法 ◆ (越流境界 (防潮堤や河川堤防) の津波の越流計算) 本間公式による越流計算
計算格子間隔	◆ (波源～沿岸) 3240m,1080m,360m,120m,40m、詳細領域：10m 格子
計算時間	◆ 3 時間
計算時間間隔	◆ 0.2 秒 (安定条件を満たすように設定)
地盤変位量	◆ マンシンハ・スマイリーの方法により算出
潮位条件	◆ 朔望平均満潮位：大船渡港(T.P.+0.65m)
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」より設定。
アウトプット	◆ 最大浸水深、浸水範囲の比較図、水位変動
対象地形	◆ 東日本大震災後の地形
地形データ	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 陸域：東日本大震災被災後に国土地理院が取得した 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 (0.76m) 分下げて使用。
粗度係数	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 海域・河川：0.025、田畑：0.020、森林：0.030 ◆ 宅地：0.040(建物密度 20%未満)、0.060(同 20～50%)、0.080(同 50%以上) ※ 岩手県(2004)の粗度係数データを使用。
施設データ	◆ 対象施設 ・海岸保全施設 ・河川堤防
計算ケース	<ul style="list-style-type: none"> ① 施設なしケース (海岸保全施設なし、河川堤防はあり) ② 施設ありケース (海岸保全施設・河川堤防共にあり)

1.2.2 計算メッシュ配置

津波シミュレーションに用いた計算メッシュ配置を示す。
波源域を含む沖合いから 3240m,1080m,360,120m,40m,10m と対象沿岸域に近づくにつれて、順次メッシュサイズを小さくするようにネスティングした。



1.2 波源モデル

1.2.1 波源モデルパラメータ

津波シミュレーションには、再現計算により藤井・佐竹モデル ver4.0 のすべり量をチューニングしたパラメータを用いることとし、すべり量を 1.3 倍とした。

表 2 波源モデル

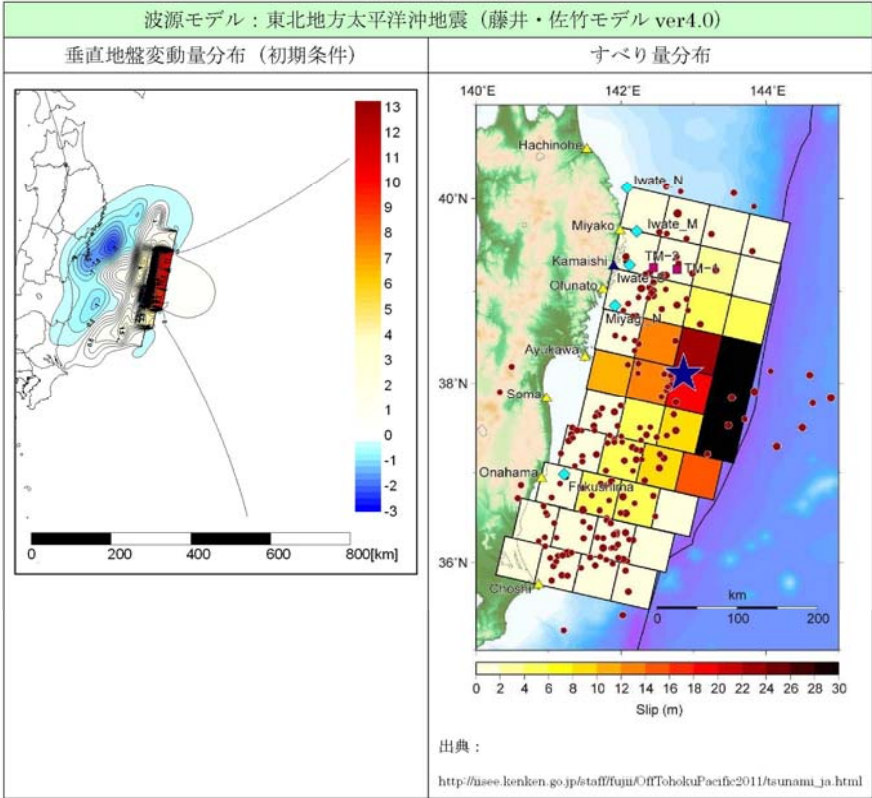


表 3 藤井・佐竹 ver4.0 モデルのすべり量を 1.3 倍したモデルの断層パラメータ

lat	lon	ID	深さ (m)	strike (°)	dip (°)	rake (°)	断層長さ (km)	断層幅 (km)	変位量 (m)
39.738	144.331	1	0	193	14	81	50	50	0
39.3	144.2	2	0	193	14	81	50	50	0
38.862	144.069	3	0	193	14	81	50	50	7.46
38.424	143.939	4	0	193	14	81	50	50	44.79
37.986	143.81	5	0	193	14	81	50	50	43.71
37.547	143.682	6	0	193	14	81	50	50	40.08
37.135	143.4	7	0	193	14	81	50	50	18.32
36.73	143.07	8	0	193	14	81	50	50	2.54
36.325	142.74	9	0	193	14	81	50	50	0
35.905	142.504	10	0	193	14	81	50	50	0.01
39.836	143.778	11	12100	193	14	81	50	50	0
39.398	143.651	12	12100	193	14	81	50	50	4.58
38.96	143.523	13	12100	193	14	81	50	50	7.23
38.522	143.397	14	12100	193	14	81	50	50	30.36
38.084	143.271	15	12100	193	14	81	50	50	25.83
37.646	143.146	16	12100	193	14	81	50	50	11.08
37.233	142.867	17	12100	193	14	81	50	50	11.47
36.828	142.54	18	12100	193	14	81	50	50	5.55
36.423	142.213	19	12100	193	14	81	50	50	0
36.003	141.979	20	12100	193	14	81	50	50	0.26
39.934	143.224	21	24200	193	14	81	50	50	0
39.496	143.1	22	24200	193	14	81	50	50	0.07
39.058	142.977	23	24200	193	14	81	50	50	4.93
38.62	142.853	24	24200	193	14	81	50	50	16.17
38.182	142.731	25	24200	193	14	81	50	50	16.45
37.744	142.609	26	24200	193	14	81	50	50	5.47
37.331	142.333	27	24200	193	14	81	50	50	5.64
36.926	142.009	28	24200	193	14	81	50	50	6.47
36.521	141.684	29	24200	193	14	81	50	50	2.52
36.101	141.454	30	24200	193	14	81	50	50	0.18
40.032	142.67	31	36300	193	14	81	50	50	0
39.594	142.549	32	36300	193	14	81	50	50	0
39.156	142.43	33	36300	193	14	81	50	50	0
38.718	142.309	34	36300	193	14	81	50	50	0
38.28	142.19	35	36300	193	14	81	50	50	15.04
37.842	142.071	36	36300	193	14	81	50	50	0
37.429	141.798	37	36300	193	14	81	50	50	0
37.024	141.477	38	36300	193	14	81	50	50	1.66
36.619	141.155	39	36300	193	14	81	50	50	0.77
36.199	140.928	40	36300	193	14	81	50	50	0.81