

## ■ 塩浜1丁目護岸構造について

### 1. これまでの経緯

#### ● 基本断面の決定

第30回委員会（H22.5.28）で、護岸の基本断面は図1に示す第2案（一丁目2割被覆ブロック案）を採用することとなった。

#### ○基本断面に関する委員のご意見

・遠藤委員長（第3案の改良案（トライアン+床堀+置換）について）

前面の航路を航行する船舶への影響、越波を抑制する機能などの観点から、第2案を基本としつつも第3案を検討対象に残してきた。しかしその後の検討の結果、第3案改良案は概算工事費が高価であること、床堀で発生する土砂の処分が困難であることなどから、総合的に勘案して**第2案を採用**することとなった。

#### ○第2案（一丁目2割被覆ブロック案）

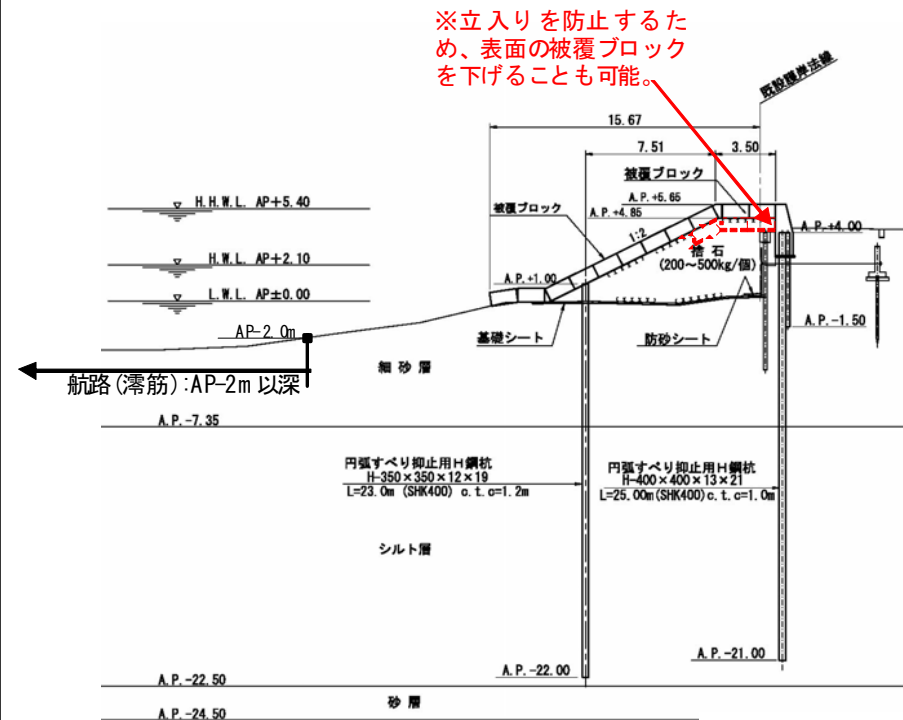


図1 護岸基本断面

#### ● 管理面からの課題

安全性の確保という観点から、侵入を抑止する必要性が事務局内部で議論され、立ち入りを防止するため表面の被覆ブロックを下げることも可能であることを報告した。

具体的な方策として、「パラペット前面被覆ブロック天端切り下げ」を提案する。

## ● 第30回委員会(10/05/28)の主なご意見と検討方針

第30回委員会の主なご意見	会議における事務局等の回答	委員会での対応
<b>①護岸の基本断面について</b> ・検討の結果、総合的に勘案して第2案を採用することとなった。 ・護岸構造の検討のほか、波返しの形状に関する検討も必要だ。	今回は基本断面の検討結果を報告した。越水対策の一環として天端構造の検討は今後進めていく。	・越波検証を踏まえて、基本断面の修正結果を報告。 ・パラペットの波返し効果も検証。
<b>②護岸ブロック形状について</b> ・ブロックの種類によって反射率が大きく異なるのであれば、どのブロックが適しているのかも検討してほしい。	—	（今後、安全性、施工性、経済性等の観点から比較選定していくものとする。）
<b>③護岸バリエーションについて</b> ・消波機能が優れている構造があるのであれば漁港付近の区域に設置してほしい。 ・漁港近くの部分だけでも第3案改良案を採用できないか。漁船の入出港が多いので反射波を抑制することが望ましい。 ・現行の直立護岸に比較すれば2案でも十分に反射波が抑制されるので、無理に第3案改良案を採用する必要はないのではないか。 ・1丁目区域の利用促進のためバリエーションの要素として、先端での展望などアトラクティブなポイントをご検討いただきたい。 ・航路側の角をどのように処理するのか、話し合っておいたほうがいい。	バリエーションの協議の中で検討していきたい。	（今後、親水面での要請等に対応した検討を行っていくものとする。）
<b>④越波の再現検討について</b> ・越波について検討を行う際には、10年ほど前に浸水したときの状況を再現して検討してほしい。 ・その場合、近年海底地形が浅くなってきているような印象を持っているので、10年前の（浅くなる前の）海底地形を用いて波浪を再現して検討してほしい。	基本的な断面の検討を踏まえ、今後、越波について現況との比較等の検討を進めていきたい。	・浸水被害をもたらした台風を想定外力にして、護岸性能比較検証を実施。 ・浸水被害以前からの地形変化状況を調査。
<b>⑤親水性機能について</b> ・2割勾配の構造にどのように親水性を持たせるのか検討願いたい。	今後の検討対象としたい。	（今後、バリエーションの検討と併せて実施するものとする。）

### 【ご意見を踏まえた検討方針】

#### ① 越波検証について

- ・浸水被害をもたらした既往台風を特定し、被災時の波浪・潮位の実測データを収集するものとする。
- ・行徳漁協への被害実態に関するヒアリングを行うものとする。
- ・既往台風時の海象条件を与条件に、基本断面の修正方針断面で検証し、現況堤防に比べ越波の抑制効果がどの程度見込めるのか検討するものとする。

#### ② 護岸の基本断面の修正について

- ・越波抑制で最大の効果があるケースを修正断面とするものとする。

2. 護岸基本断面の修正方針

標準断面図 S=1:100, u:m  
 ② 一丁目2割被覆ブロック案 (パラペット前面被覆ブロック天端切り下げ)  
 (嵩上げ後)

パラペット前面の被覆ブロック天端高<sup>1</sup>を切り下げることによって、想定外力による越波量を抑制する。切り下げ高は下記の観点から1.1mとした。

\*1 前面被覆ブロック天端高について

① 構造上の観点

背後地盤高と同レベルとすることで既設護岸を抑える効果が見込め、護岸の安定性を確保できる。

② 越波量の低減効果の確実性の観点

潮位変動や波浪には不確実性があり、越波量低減効果を確実に発現する高さとする。

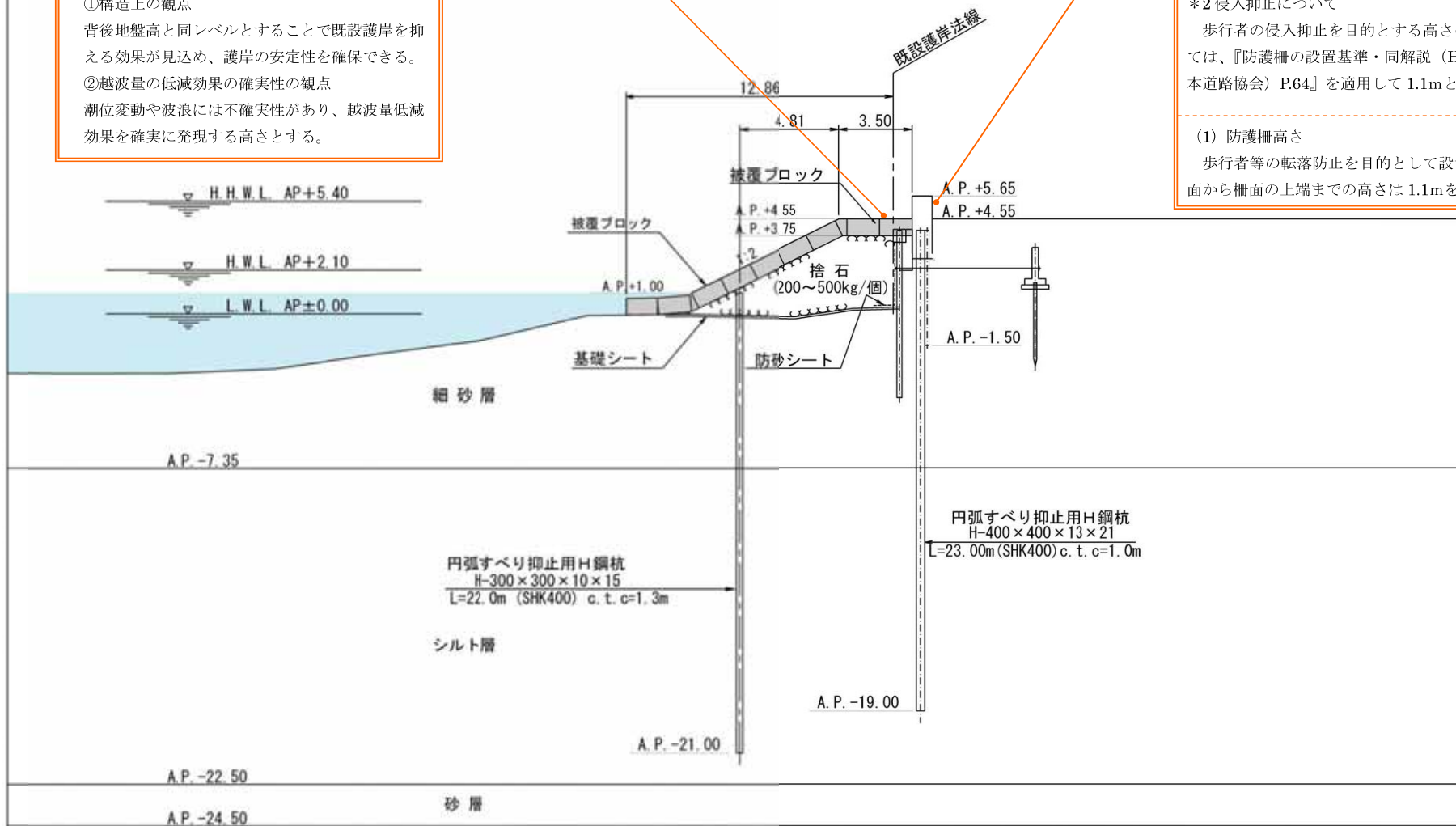
陸側からの比高差を1.1mとすることで、侵入抑止<sup>2</sup>機能を持たせた。

\*2 侵入抑止について

歩行者の侵入抑止を目的とする高さの設定については、『防護柵の設置基準・同解説 (H16.3, (社)日本道路協会) P.64』を適用して1.1mとした。

(1) 防護柵高さ

歩行者等の転落防止を目的として設置する柵の路面から柵面上端までの高さは1.1mを基準とする。



「※縮尺表示は、A1版のものとなっている。」

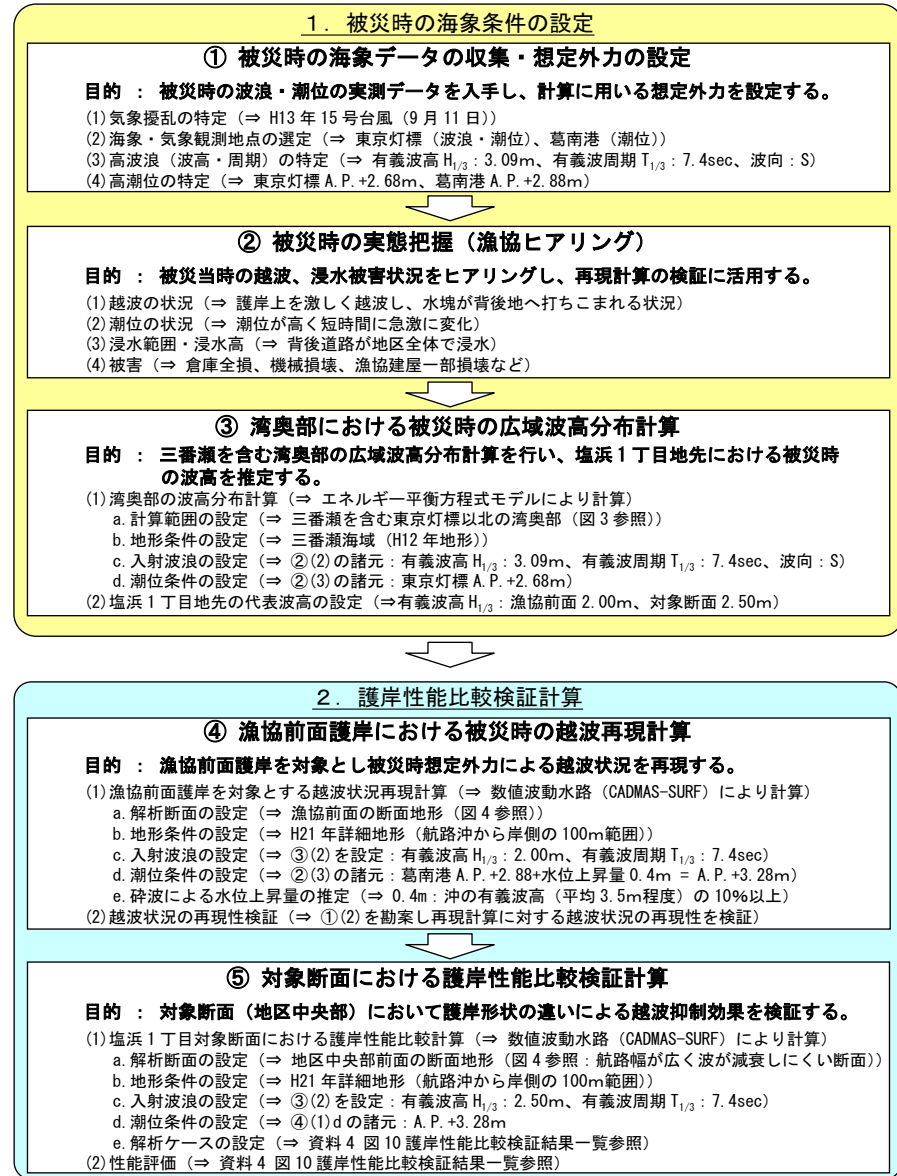
平成21年度	海岸再生委託(護岸予備設計)
事業名	市川市塩浜1丁目海岸再生事業
路線河海名	市川市塩浜1丁目地区
施工箇所	市川市塩浜1丁目
図面種別	標準断面図
図面番号	全 業の内第 号
縮尺	表示 内容表示
課長	千葉県葛南地域整備センター 設計者氏名

図2 基本断面 (修正方針)

塩浜1丁目 護岸性能比較検証フロー

<検証の目的>

これまで検討を行ってきた護岸改良案(2割勾配の被覆BLを現況護岸前面に設置)を含む複数の護岸形状に対する越波低減効果を検証するために、当地区に浸水被害をもたらしたH13年15号台風時の海象条件を想定外力とし、数値シミュレーションによる護岸性能比較検証を行うことを目的とする。



※広域波高分布計算の範囲

被災時における塩浜1丁目前面での波高を推定するため、当時の波高データが観測されている東京灯標を含む図3の計算範囲を設定し、S方向(南)から波を入射させて波高分布計算を行った。

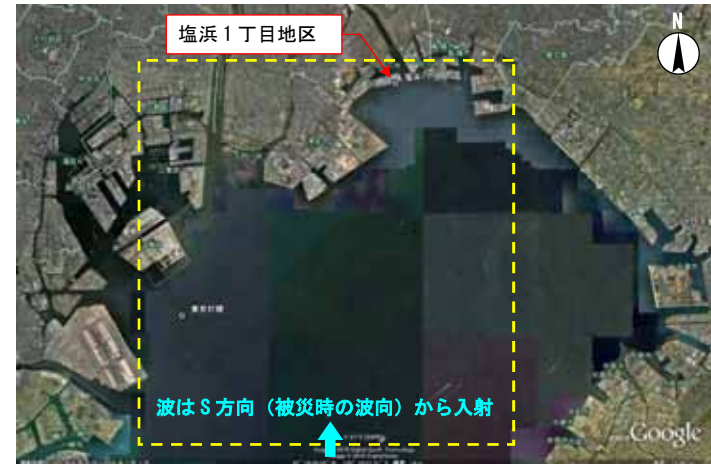


図3 広域波高分布計算(数値シミュレーション)の範囲(黄枠内)

※護岸性能比較検証計算に用いる断面地形

被災時の再現計算に用いる断面地形は、当時の越波状況がヒアリングにより確認できる漁協前面を対象とする。また、護岸性能比較検証計算に用いる断面地形は、地形的に波が減衰しにくく比較的越波しやすいと考えられる断面(水深が比較的大きい航路の幅が広い断面)を対象断面とする。



※広域計算で得られた塩浜地区前面での波の向き

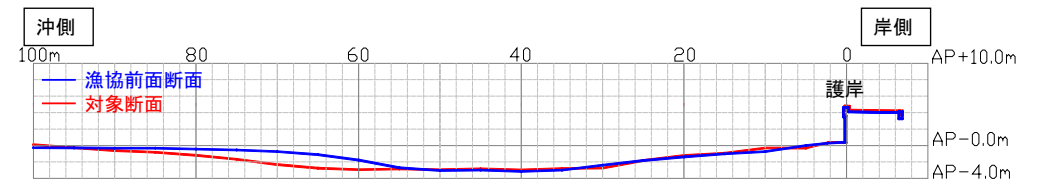


図4 護岸性能比較検証計算の対象断面位置

○漁協前面海域の地形変化について

<H12年（浸水被害以前）、H20年における地形変化状況>

① 航路沖の浅場（地盤高 A.P.+0.0m 以上）の範囲の変化状況（図5参照）

- ・ H12年当時（青線）：浅場は市川航路脇～漁協前面と塩浜1丁目地区中央部前面に見られる。
- ・ H20年当時（赤線）：浅場の位置はH12年とほぼ同様であるが、やや広がっているように見える。

② 航路沖の浅場（地盤高 A.P.+0.0m 以上）の地盤高の変化状況（図6参照）

- ・ H12年当時に A.P.+0.0m 以上であった漁協前面（測線①）、H12年当時は A.P.+0.0m 以下であった漁協西側（測線②）のいずれの測線においても、浅場となっている航路沖の地盤の変化は小さく著しい変化はみられない。

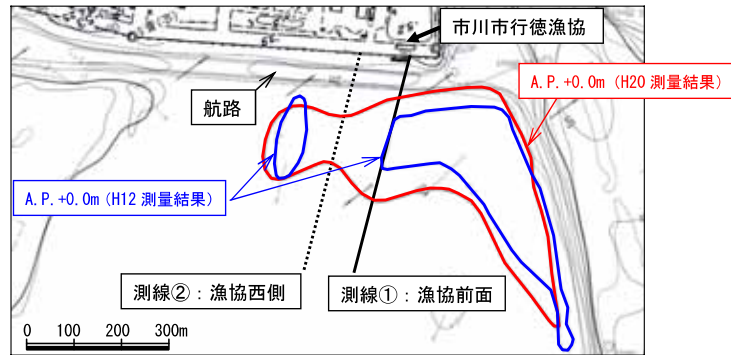


図5 浅場（地盤高 A.P.+0.0m 以上）の変化状況\*

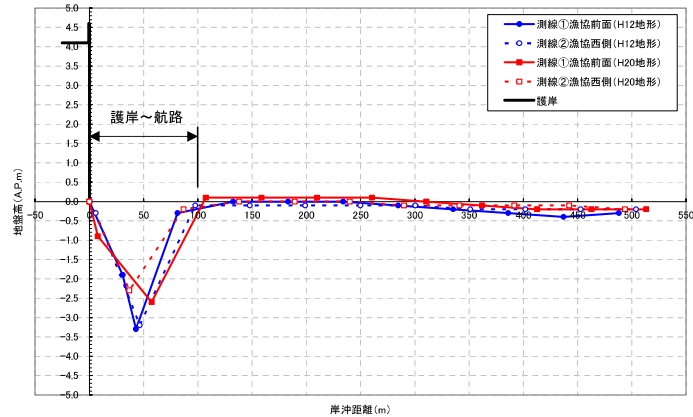


図6 浅場を縦断する断面地形の変化状況\*

※出典：H12、H20年深浅測量結果（引用・編集）

※護岸性能比較検証で用いる地形条件について

- ・ 図7（下図）にH12年とH20年の地形に基づく波高分布計算結果（H13年15号台風時の想定外力による波高分布）より得られた波高差分図を示す。
- ・ 干潮時に露出する浅場（地盤高 A.P.+0.0m 以上）を含む範囲において波高差分図（H20年波高からH12年波高を引いた値の分布）がマイナス値を示しており、H12年と比較して、H20年の地形に基づく波高分布は全体的に低くなる傾向がみられる。

護岸性能比較検証では護岸形状の違いによる越波低減効果の相対比較が目的であるが、想定外力としてはより危険側（波高大）で護岸性能を判断することが望ましいと考える。ゆえに、本検証ではH20年の地形よりも全体的に高い波高分布を示すH12年の地形条件に基づく波高分布を用いることとする。

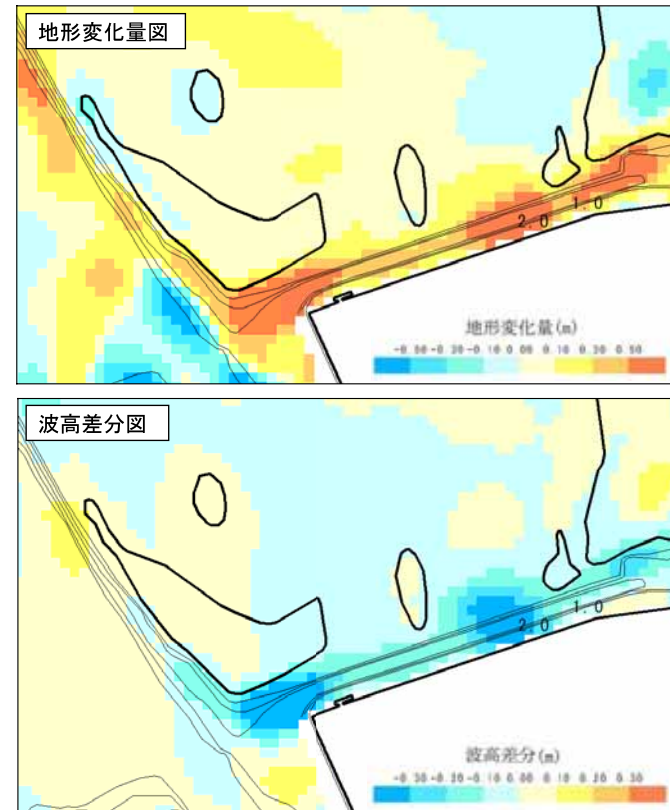


図7 H12年とH20年の地形と波高分布の変化（上：地形変化量（H20-H12）、下：波高差分（H20-H12））

## ○越波状況の再現性について

## &lt;被災当時の越波状況について&gt;

高波が直立護岸にあたって激しく打ちあがり、しぶきではなく水塊が護岸を越えて大量に打ち込まれる状況であった。

## &lt;現象再現の考え方&gt;

- ① 一般に、越波のタイプは (a) 潮位が低い (堤脚水深が浅い) 条件では、波が上方に跳ね上がり堤内地への越波が少ない (主にしぶきが飛散)、(b) 潮位が高い (堤脚水深が深い) 条件では、波が上方に跳ね上がり堤内地へ多量の越波を伴うものに大別される。被災当時の状況は (b) に近い。
- ② 当時の護岸前面の潮位は、天文潮位+台風の影響 (気圧低下による海面の吸上げ+風による吹き寄せ) の他、水深が浅い地形上 (リーフや干潟等) で碎波が継続することに起因する水位上昇 (ウェーブセットアップ) が含まれていたと推察される。ゆえに、上記の水位上昇量を既往の知見に基づき推定する。
- ③ 水位上昇量は、沖の有義波高の 10% 以上に達すると言われている<sup>※1</sup>。三番瀬沖 (水深 10m 付近) の有義波高は平均 3.5m 程度であり、少なくとも 0.4m 程度の水位上昇が生じていた可能性がある。ゆえに、護岸前面の潮位は A.P.+3.28m 程度 (=葛南港潮位 A.P.+2.88m<sup>※2</sup>+水位上昇量 0.4m) に達したと推定される。
- ④ 上記潮位条件 (A.P.+3.28m) に基づき再現計算を行った結果、被災当時の越波状況に近い現象を再現することができた。

※1 出典：海岸保全施設の技術上の基準・同解説、pp.2-9~2-10

※2 葛南港の潮位は水深が 10~12m 程度の船舶航路内で観測されており、かつ防波堤による波の遮蔽も受けていることから、観測値 A.P.+2.88m には碎波による水位上昇分が含まれていないと推定した。



図8 数値シミュレーションによる越波再現状況

## &lt;参考：当時の被災状況&gt;

気象擾乱：台風 15 号

起 時：平成 13 年 9 月 11 日

主な被害：直立護岸の陥没 (塩浜 1 丁目)、プレジャーボート、筏の背後地へのうちあがり



図9 2001年(平成13年9月)台風15号による被害状況<sup>※3</sup>

※3 出典：市川市 HP ([http://www.city.ichikawa.chiba.jp/net/tosiseisa/ichikawa2/topics/0109gogan\\_higai.htm](http://www.city.ichikawa.chiba.jp/net/tosiseisa/ichikawa2/topics/0109gogan_higai.htm))

図10 塩浜1丁目 護岸性能比較検証結果一覧

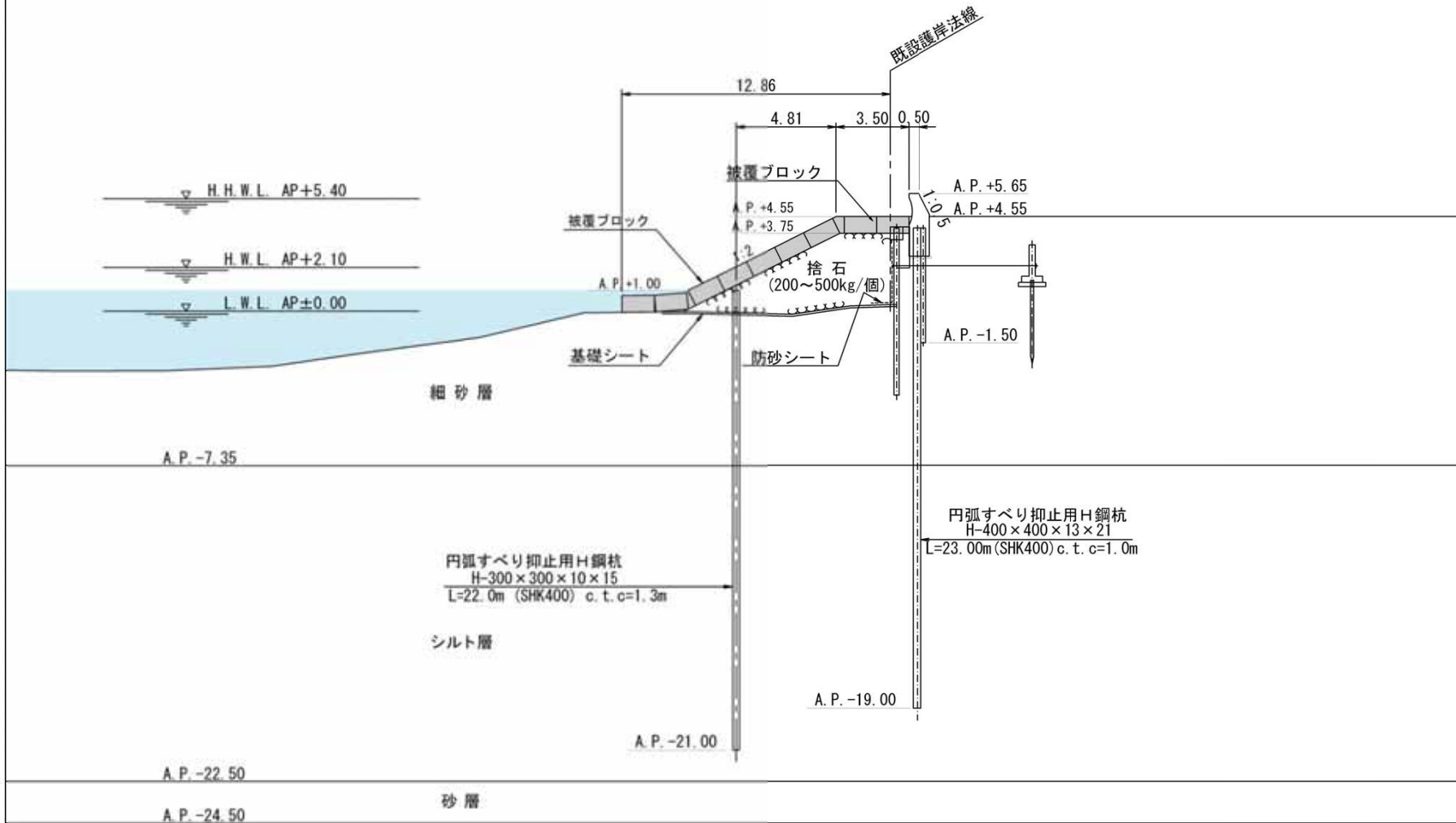
護岸形状	ケース1 被災時再現	ケース2 基本断面	ケース3 基本断面+被覆BL天端切下げ	ケース4 基本断面+被覆BL天端切下げ+波返工
ケース概要	現況護岸の想定外力（H13年被災時外力）による越波状況再現計算	ケース1に対し、現況護岸の前面に2割勾配の被覆BL傾斜堤を設置した護岸形状についての性能検証	ケース2を基本とし、侵入抑止措置として被覆BL天端を1.1m切下げた護岸形状についての性能検証	ケース3を基本とし、パラペットに波返工を施した護岸形状についての性能検証
護岸形状概略図				
護岸天端高	A. P. +4.8m	A. P. +5.4m	A. P. +5.4m	A. P. +5.4m
被覆BL天端高	—	A. P. +5.4m	A. P. +4.3m	A. P. +4.3m
パラペット形状	—	—	直立型	波返型
ケース1を基準とする越波低減効果※	1.0	0.50 ⇒ <b>50%低減</b> (0.74 ⇒ 26%低減)	0.29 ⇒ <b>71%低減</b> (0.53 ⇒ 47%低減)	0.11 ⇒ <b>89%低減</b> (0.37 ⇒ 63%低減)
ケース2を基準とする越波低減効果※	—	1.0	0.46 ⇒ <b>54%低減</b> (0.68 ⇒ 32%低減)	0.22 ⇒ <b>78%低減</b> (0.50 ⇒ 50%低減)
概算工事費 (千円/m当たり)	—	1,470	1,360	1,360
越波状況	<p>初期状態</p> <p>21秒後</p> <p>28秒後</p> <p>波が護岸上方に打ちあがる様子 高さ3m程度</p> <p>36秒後</p> <p>50秒後</p> <p>波が護岸を越えて打ち込む様子 高さ3m程度</p>	<p>21秒後</p> <p>28秒後</p> <p>波が法面を遡上して越流する様子 (被覆BL天端上越流高0.2~0.3m程度)</p> <p>36秒後</p> <p>50秒後</p> <p>波が法面を遡上して越流する様子 (被覆BL天端上越流高0.5~0.6m程度)</p>	<p>21秒後</p> <p>28秒後</p> <p>波がパラペット上方に打ちあがる様子</p> <p>36秒後</p> <p>50秒後</p> <p>波がパラペットを越えて打ち込む場合もある</p>	<p>21秒後</p> <p>28秒後</p> <p>波が波返型のパラペットにより海側へ戻される様子</p> <p>36秒後</p> <p>50秒後</p> <p>波がパラペットを越えて打ち込む場合もある</p>

※越波低減効果は、基準とするケース（ケース1 or ケース2）と比較するケースの越波流量（別途算出）の比率による相対評価とした。なお、各ケースの2段目（）内の数値は、越波量のピーク値（50秒後付近の越波）を含む場合の平均越波流量を示す。

4. 護岸基本断面 (修正)

標準断面図 S=1:100, u:m

護岸性能比較検証ケース4 (基本断面+被覆ブロック天端切下げ+波返し工)



「※縮尺表示は、A1版のものとなっている。」

平成21年度	海岸再生委託(護岸予備設計)
事業名	市川市塩浜1丁目海岸再生事業
路線河湾名	市川市塩浜1丁目地区
施工箇所	市川市塩浜1丁目
図面種別	標準断面図
図面番号	全 業の内第 号
縮尺	表示 内容表示
千葉県葛南地域整備センター	
課長	設計者氏名

図11 護岸基本断面 (修正断面)