



2013年3月19日
東日本大震災報告会
～震災から2年を経て～

津波に対して粘り強く効果を発揮 する海岸堤防の研究状況

国土技術政策総合研究所
河川研究部海岸研究室長
諏訪 義雄



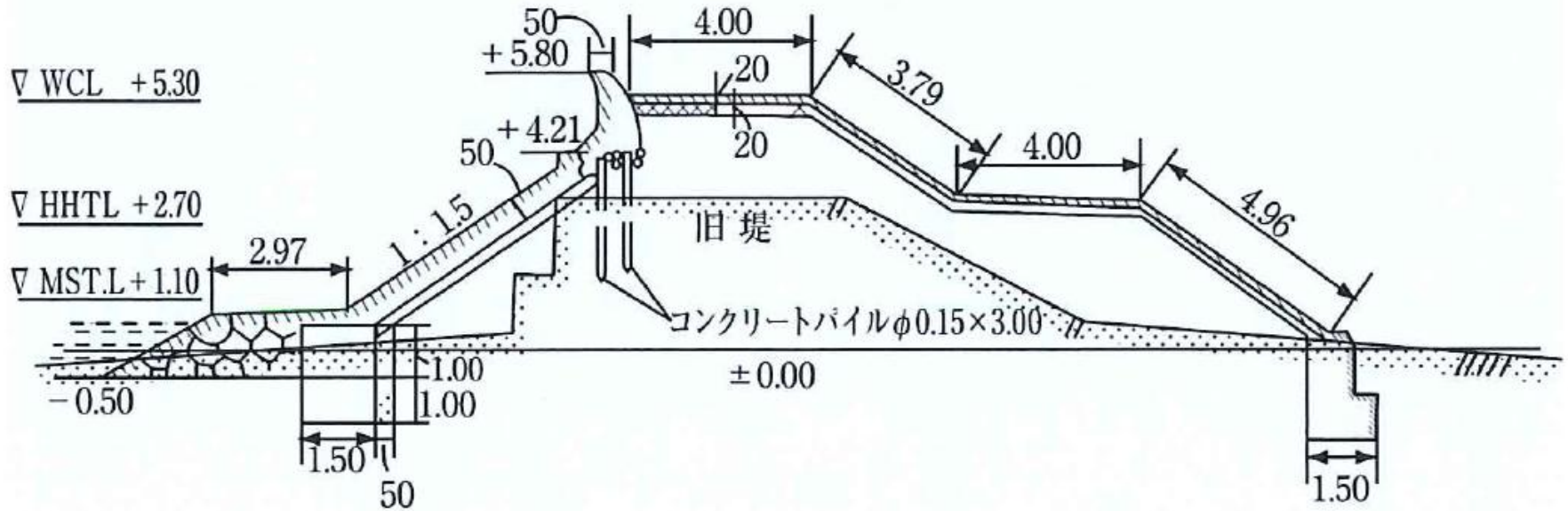
本日の報告内容

- 粘り強い海岸堤防に関する研究状況
 - 海岸堤防設計の基本(三面張堤防導入の経緯)
 - 水理実験で確認された津波越流破壊の事例
 - 津波越流により海岸堤防に作用する外力
 - 三面張堤防の被災実態分析
 - 「粘り強い構造」とは
 - 粘り強い構造の検討における留意事項
- 津波防災地域づくり法への対応

三面張構造の導入

(昭和28年伊勢湾高潮災害復旧工事)

幡豆海岸正面堤断面図

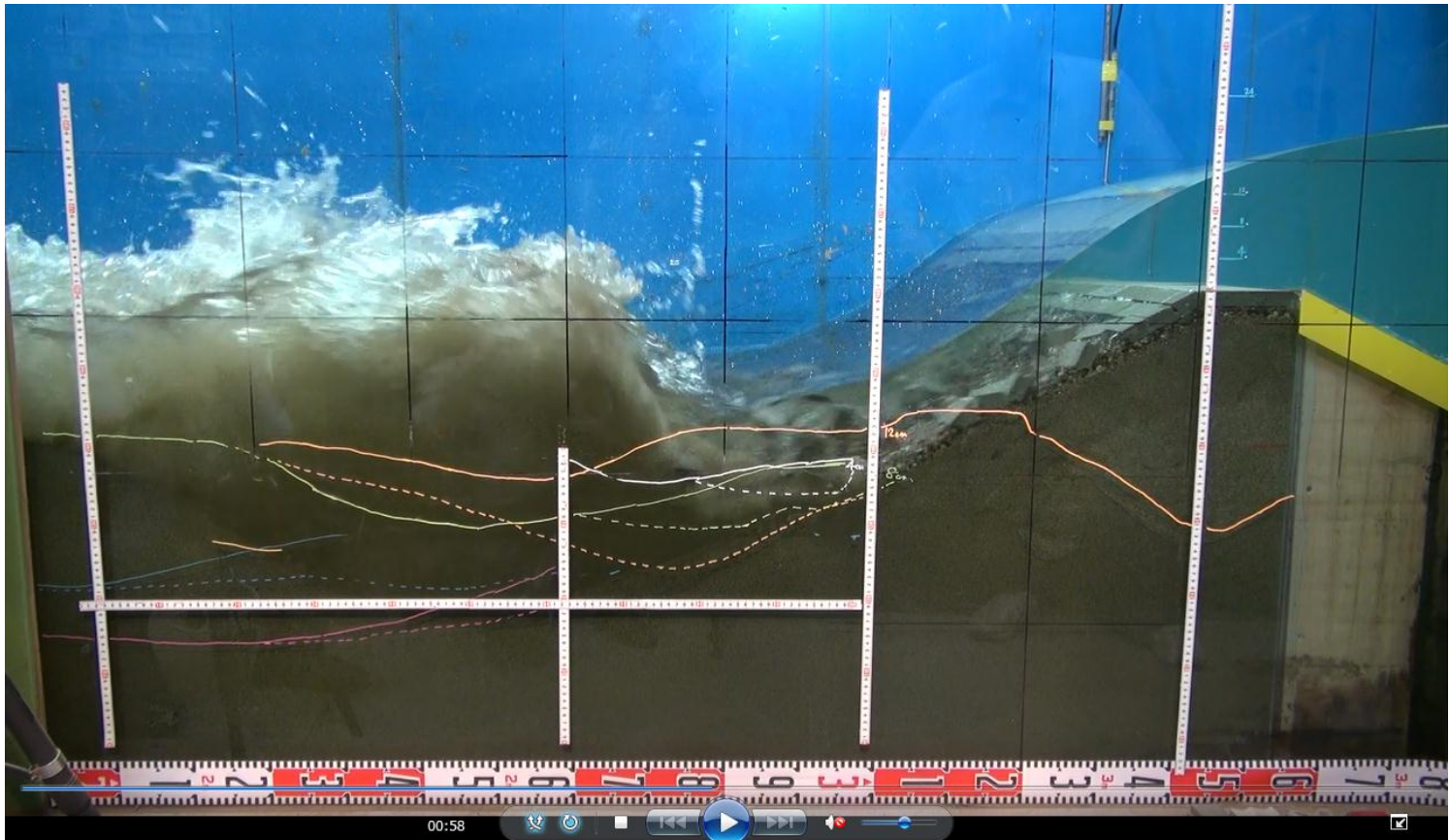


昭和28年高潮災害前後の海岸堤防断面

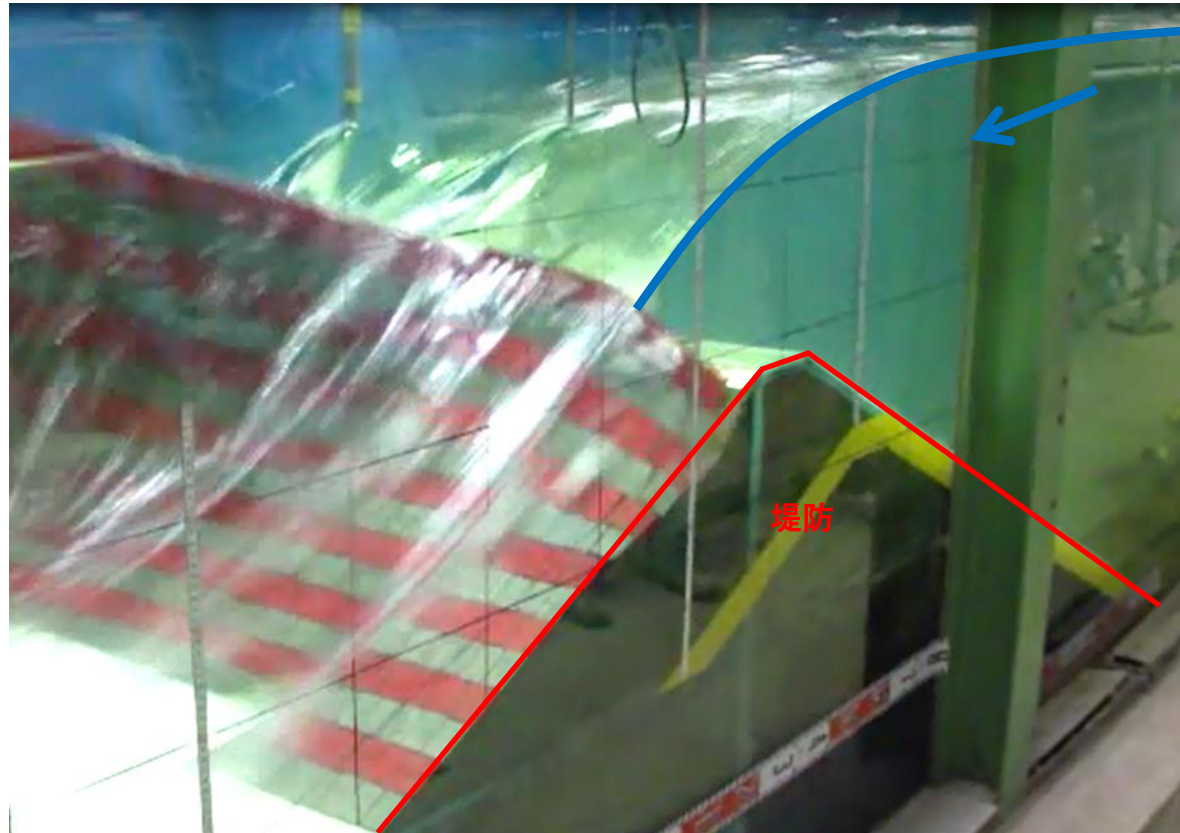
出典: 昭和二十八年十三号台風 海岸復興誌 愛知県

- 海岸堤防高さ: ①越流や有害な越波をしない高さを確保
- 三面張り構造: ②多少の越波・しぶきに対応

津波越流による海岸堤防破壊事例(1)

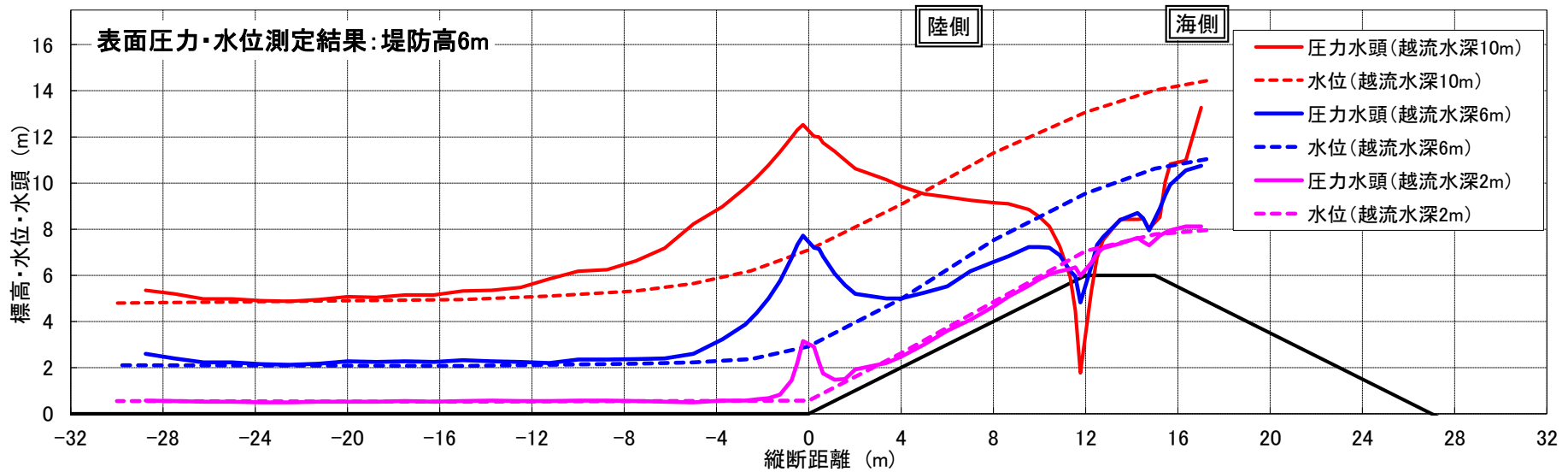


津波越流による海岸堤防破壊事例(2)



越流により海岸堤防に作用する外力(1)

堤体表面の圧力分布

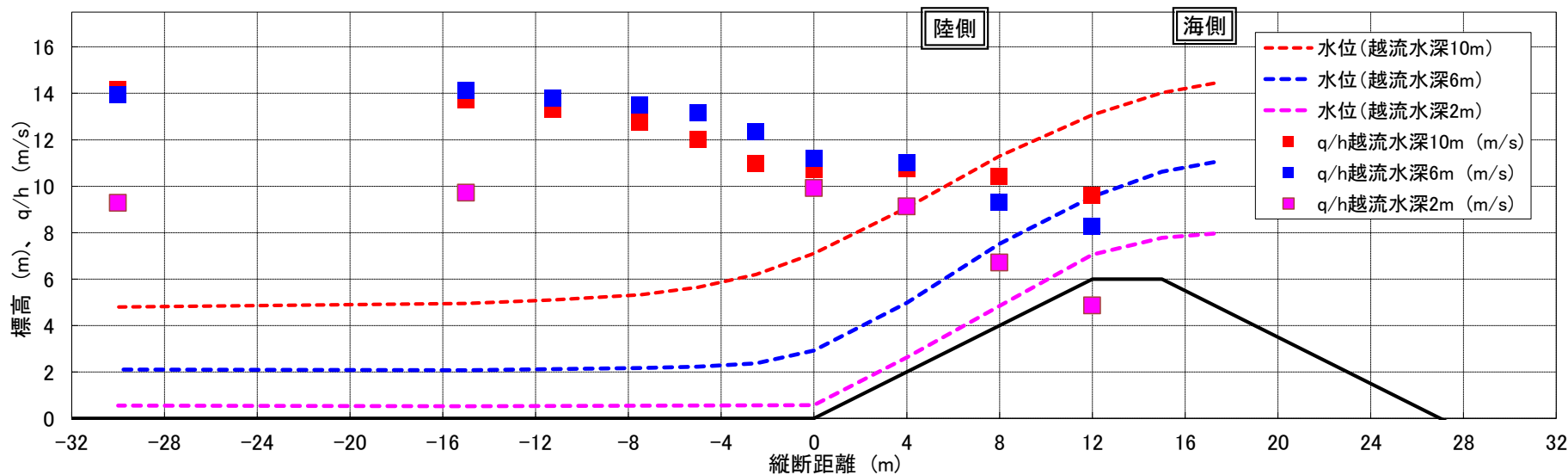
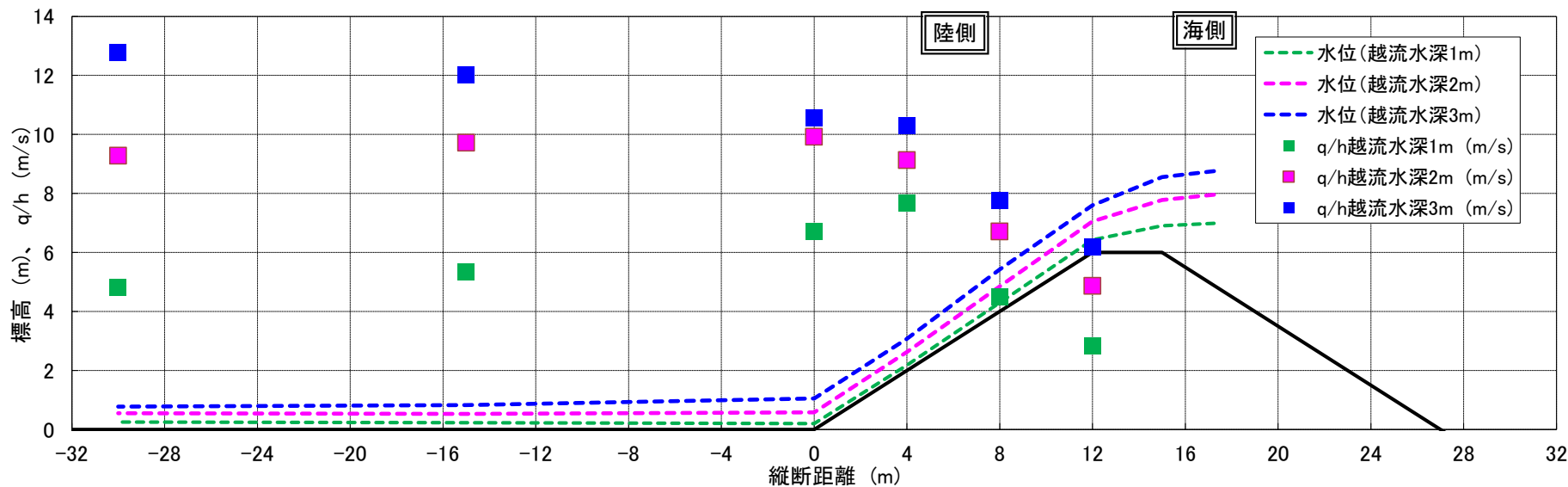


裏のり尻の圧力上昇
裏のり肩の負圧

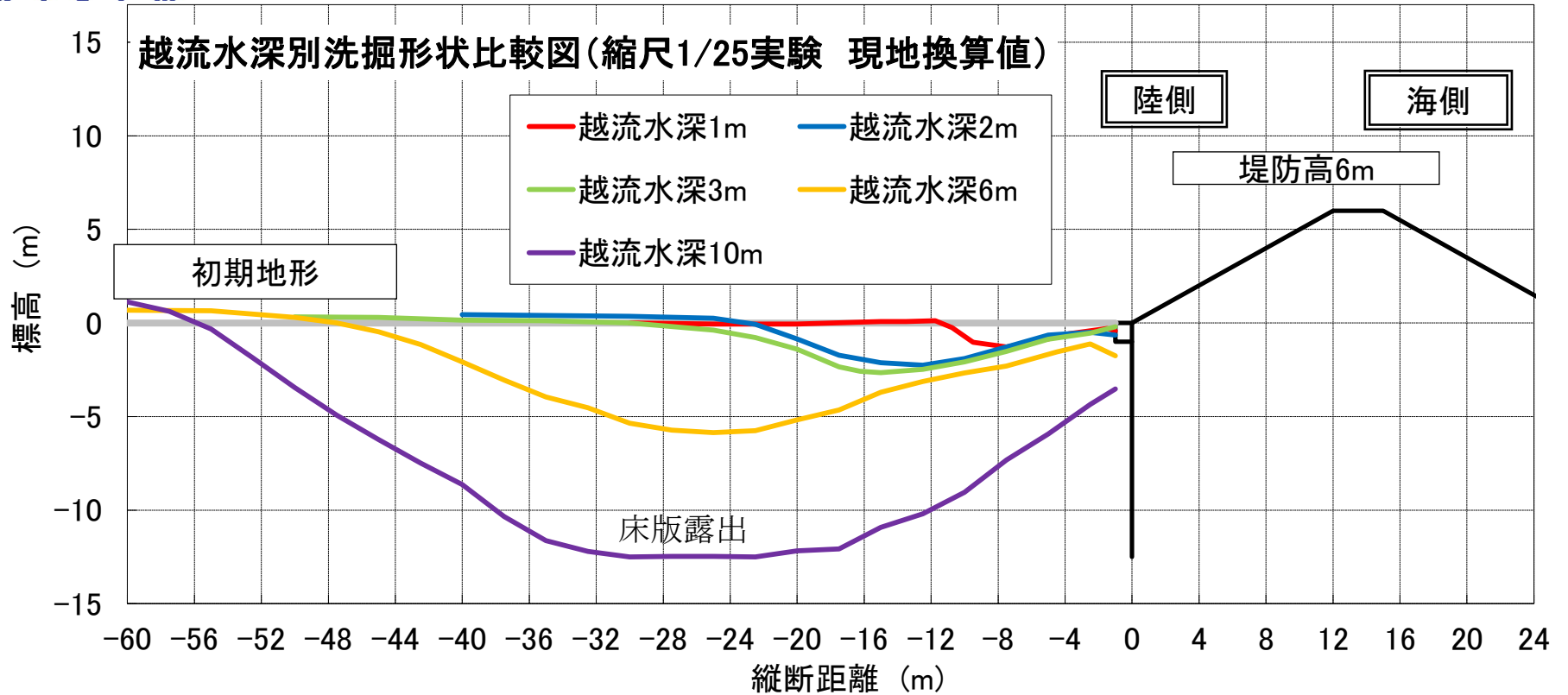


越流により海岸堤防に作用する外力(2)

高流速の発生



越流により海岸堤防に作用する外力(3) 裏法尻洗掘

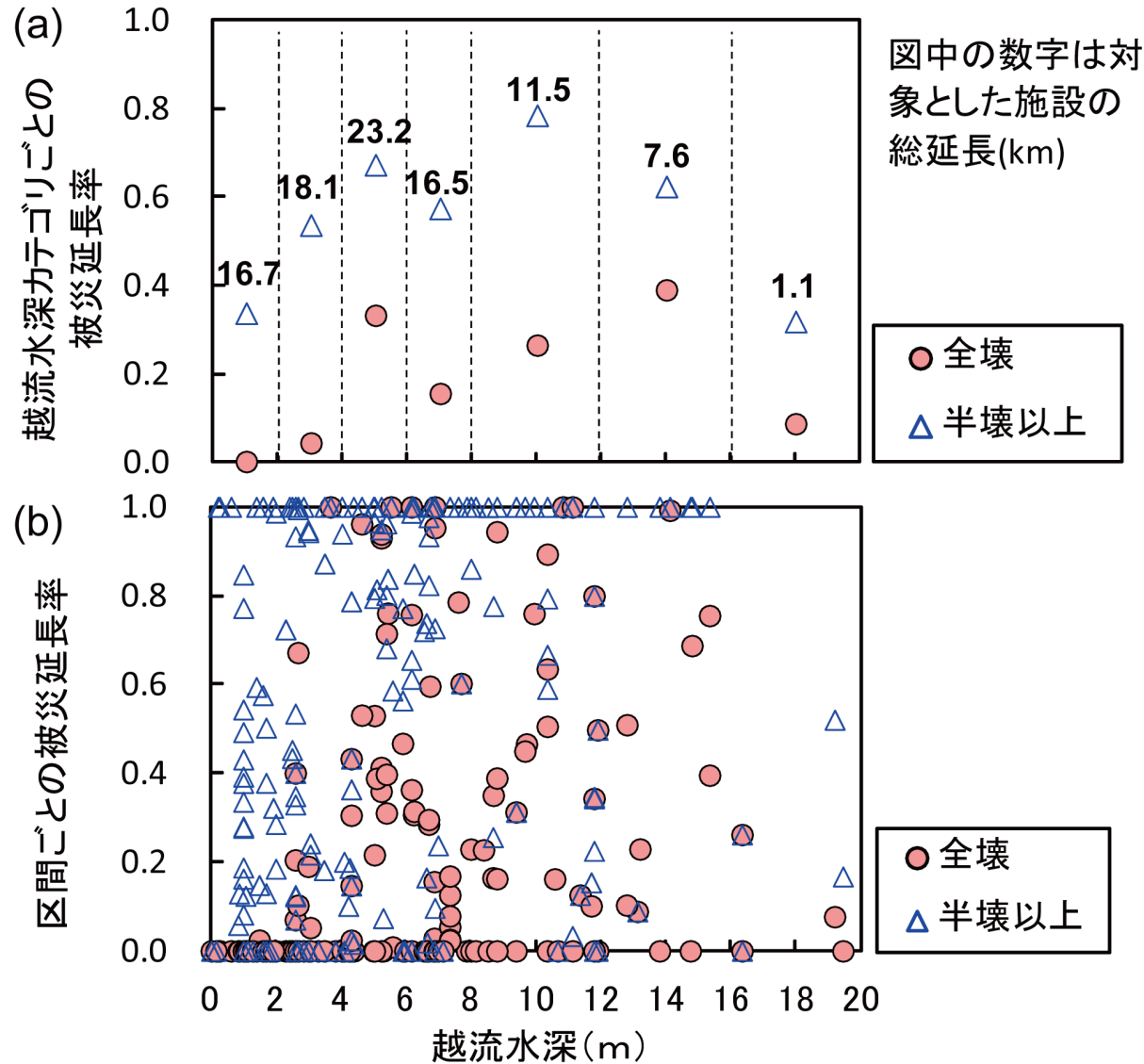


裏のり尻の洗掘

-
- ・裏法の崩壊
 - ・被覆工・堤体土の流失
 - ・吸い出し



三面張海岸堤防の被災実態





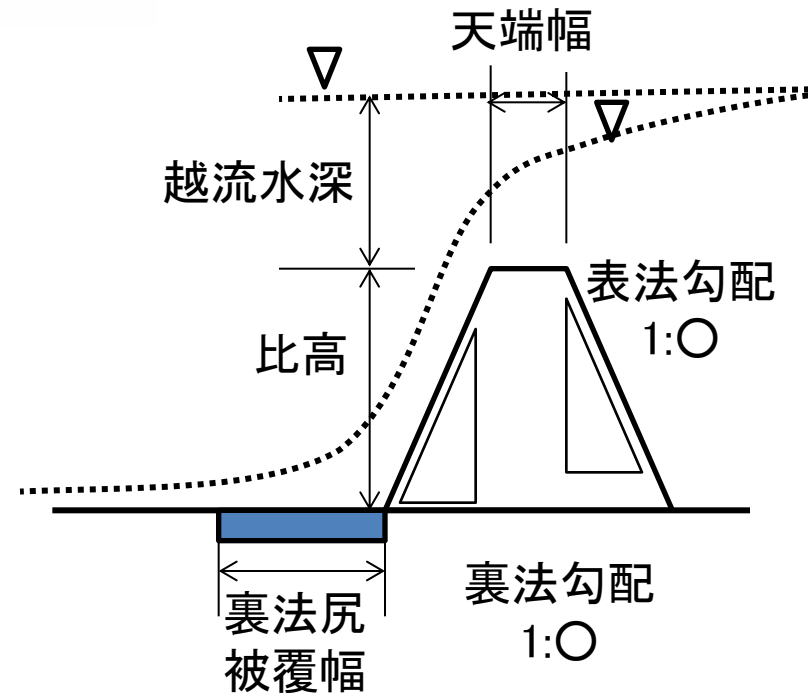
海岸堤防の被災分析結果

- 海岸堤防の全壊・破堤に関連する要因は影響が大きい順に
- 越流水深 > 裏法尻被覆幅 > 表法勾配・裏法勾配 > 比高

$$P_B = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n)}} \quad (1)$$

表-2 多重ロジスティック回帰分析の結果

説明変数 (平均 ± s. d.)	係数 β	p 値	標準化 回帰係数	オッズ比 (95% CI)
越流水深 (m) (5.8 ± 3.9)	0.261	<0.001	1.013	1.30 (1.23-1.37)
裏法尻被覆幅 (m) (1.6 ± 3.1)	-0.264	<0.001	-0.810	0.77 (0.68-0.85)
表法勾配 (1: n) (1.7 ± 1.3)	-0.328	0.004	-0.436	0.72 (0.57-0.90)
裏法勾配 (1: n) (1.5 ± 0.4)	-0.982	<0.001	-0.403	0.37 (0.23-0.61)
比高 (m) (3.5 ± 1.9)	0.096	0.075	0.183	1.10 (0.99-1.22)
天端幅 (m) (3.6 ± 2.3)	0.019	0.830	0.044	1.02 (0.84-1.18)

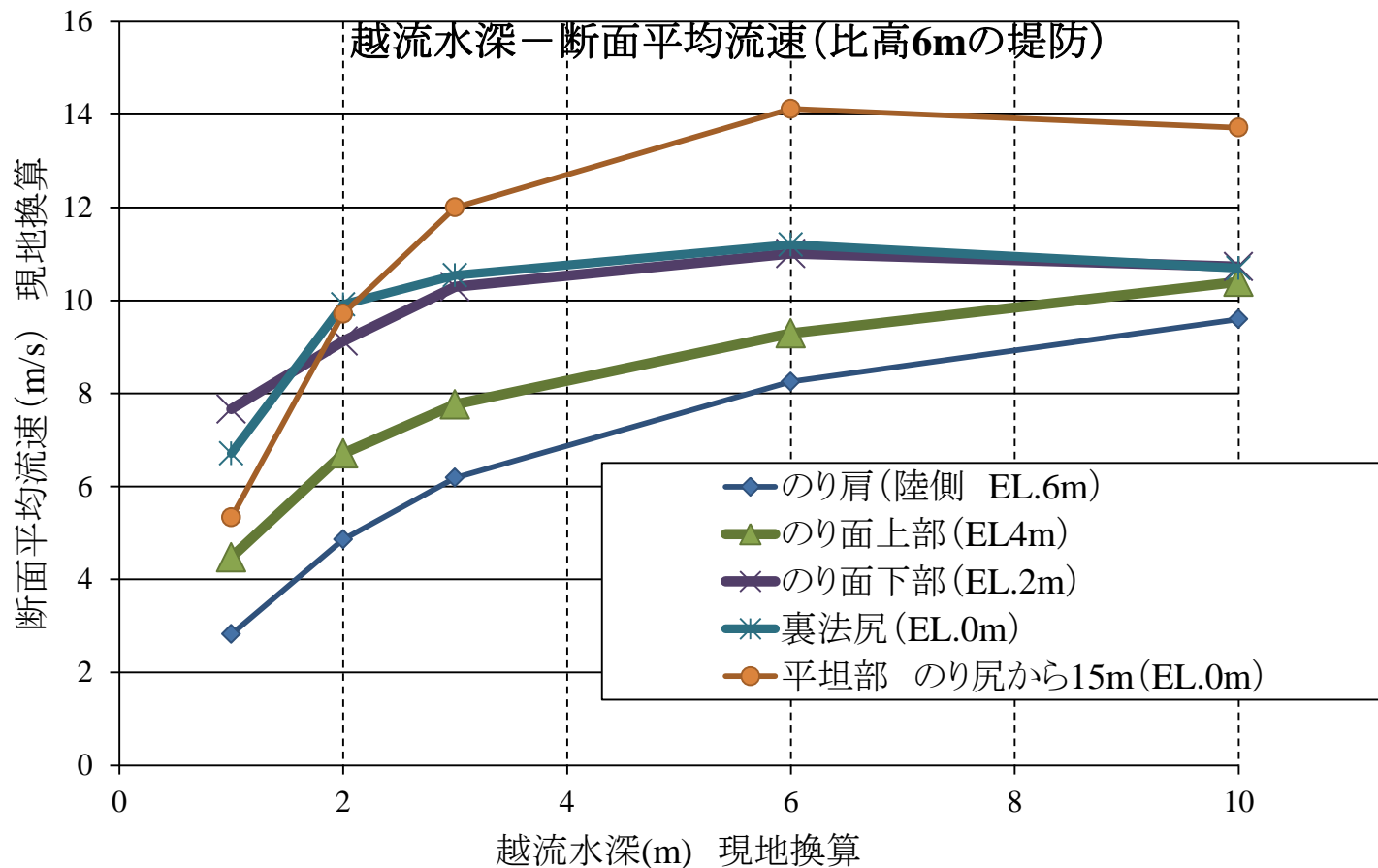




粘り強い構造の考え方

- 全壊までの時間を少しでも長くする
 - 全壊に至る可能性を少しでも小さくする
- そのために「構造上の工夫」を施すこと

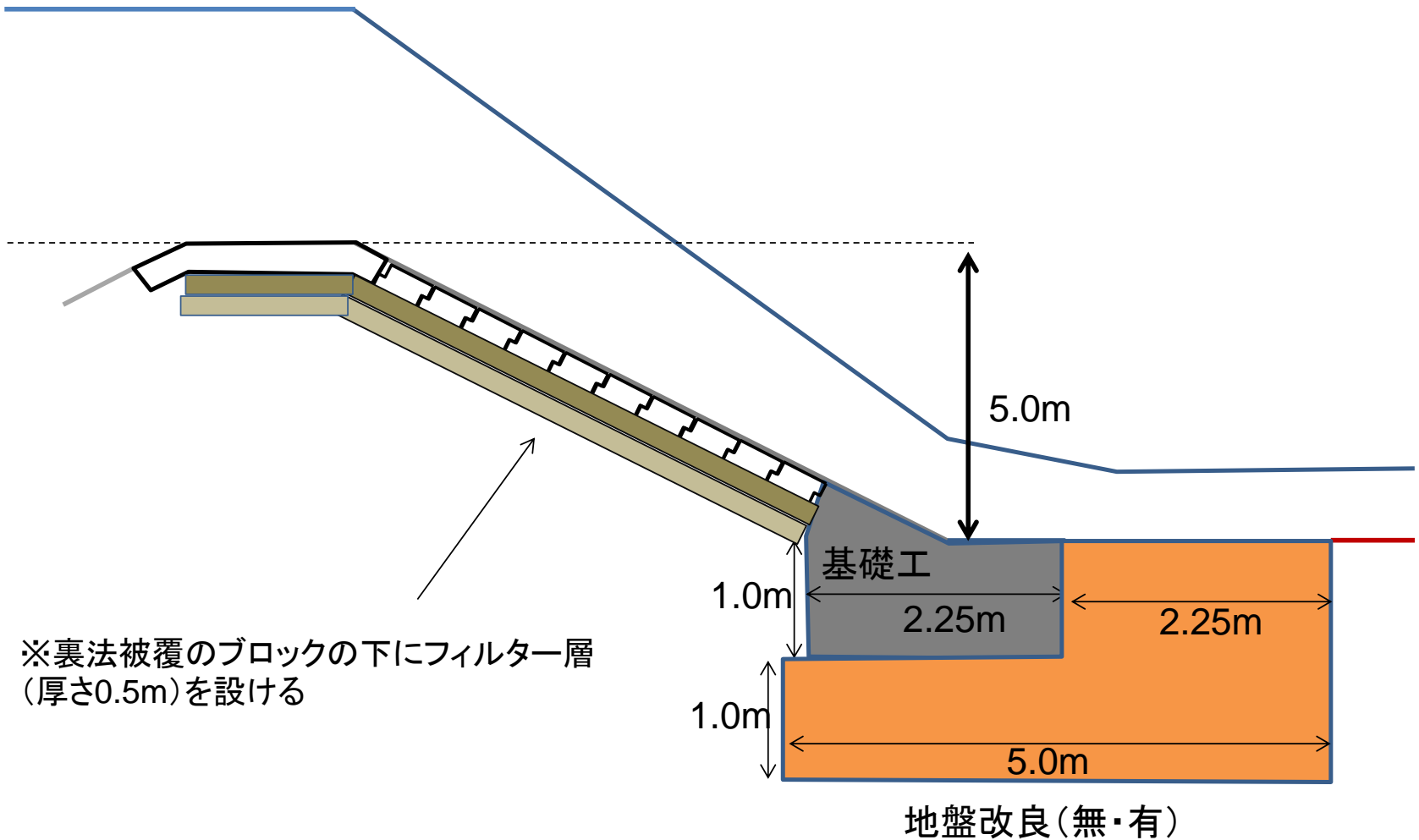
留意事項1：高流速の発生



高流速 → ・被覆工及び堤体土の流失
 ・吸い出し

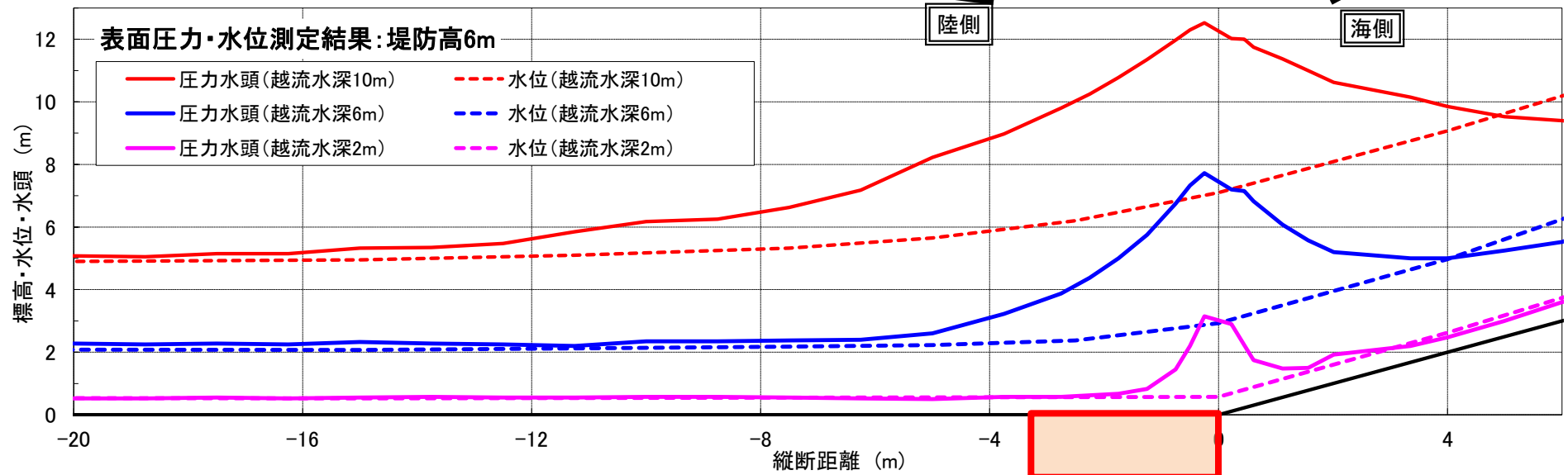
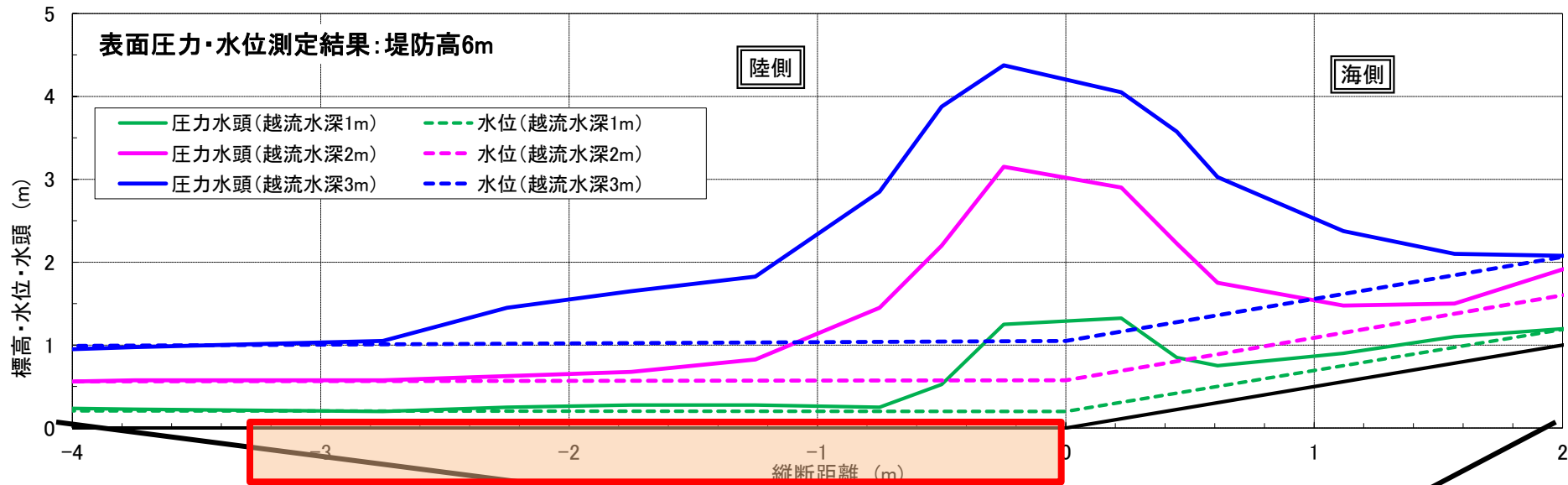


留意事項2: 裏法尻の洗掘対策



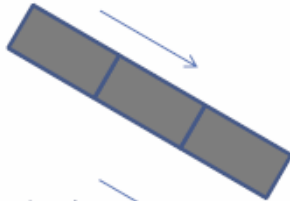
留意事項2: 裏法尻での洗掘と対策

構造上の工夫(1) 法尻の圧力上昇範囲



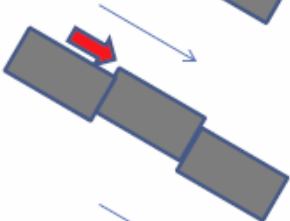
留意事項3: 不陸による不安定化

凹凸がない場合



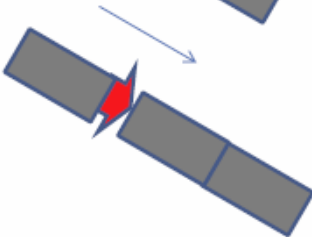
流下方向の抗力は発生しない

凹凸がある場合



流下方向の抗力が発生する

隙間がある場合



流下方向の抗力が発生する

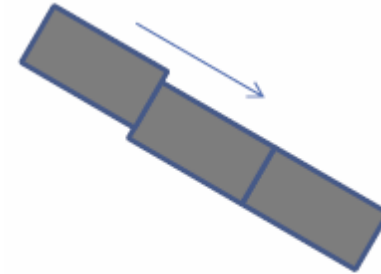


図-7 逆段差の例

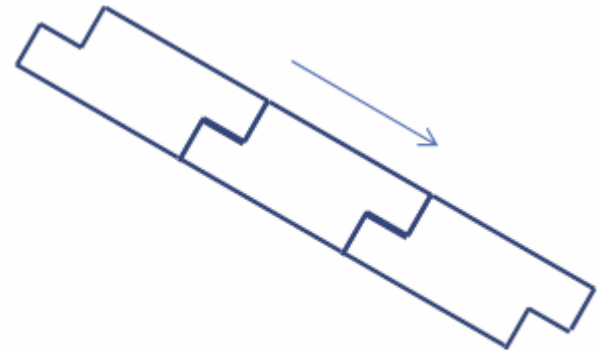


図-8 ブロック形状の工夫の一例案

留意事項4: 揚圧力への対応の必要性

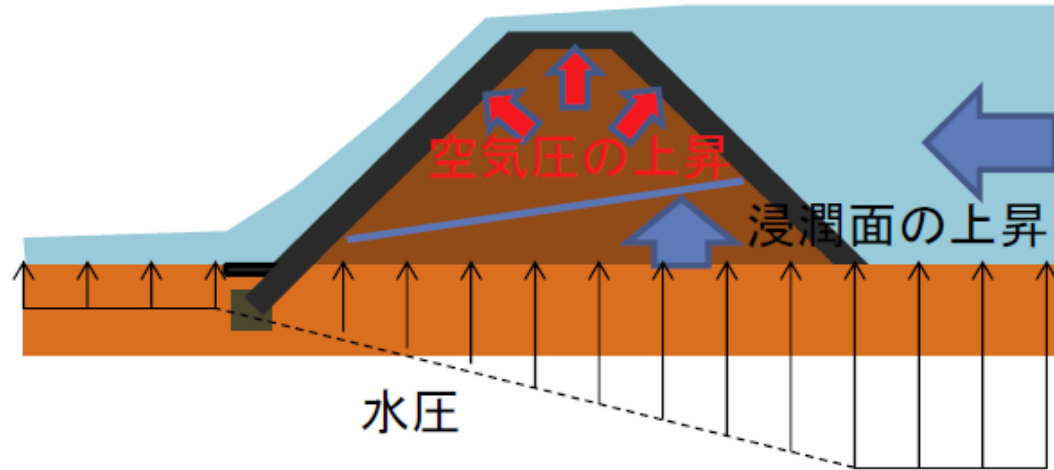


図-9 空気による揚圧力

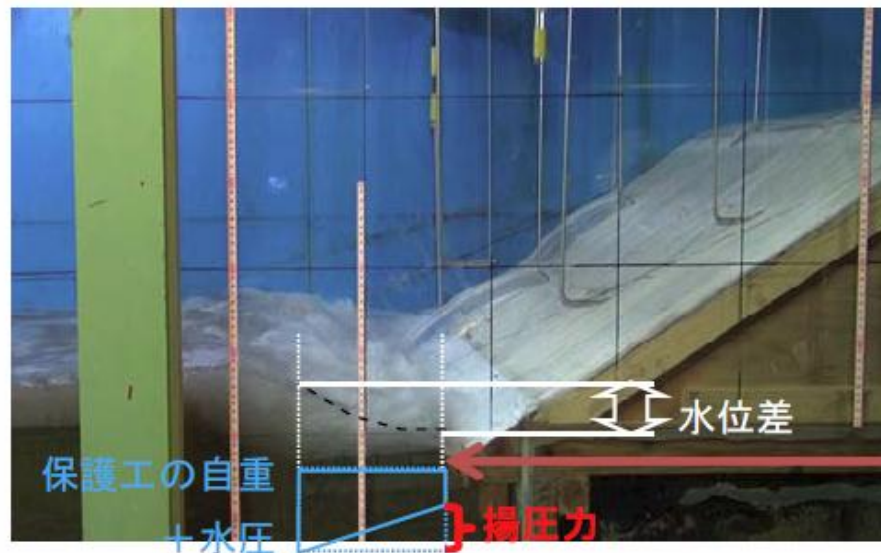


写真-6 跳水に伴う水位差による揚圧力

留意事項5: 浸透水に対する堤防裏法尻での対応

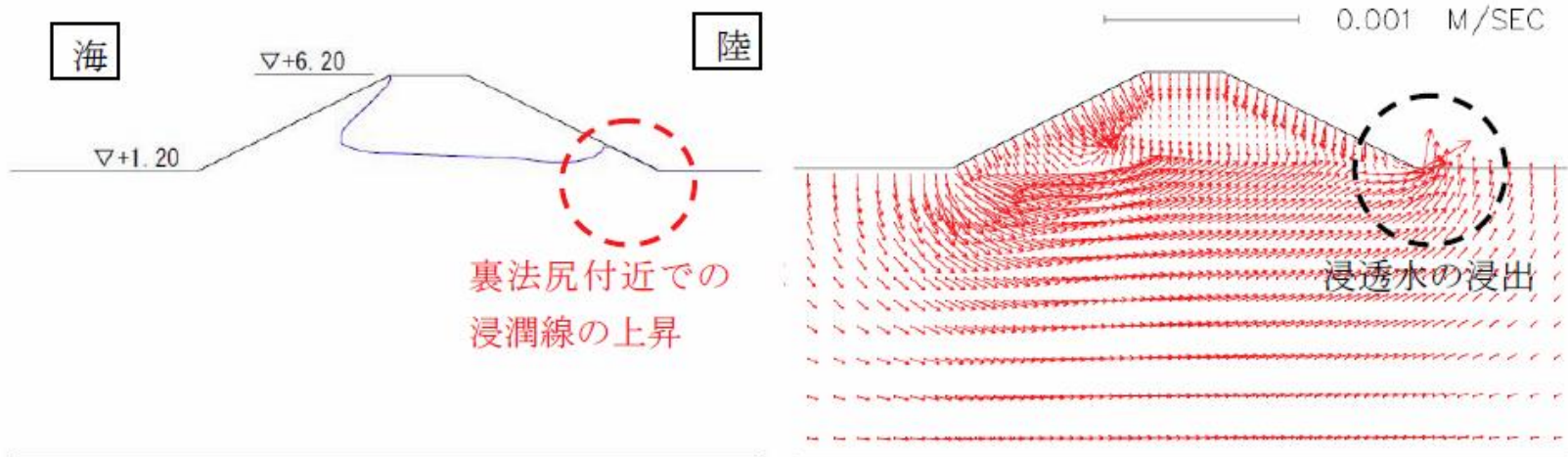


図-10 浸透流計算で得られた越流終了直後の浸潤線および浸透流ベクトル
 (堤体高 5m, 越流水深 8m, 越流継続時間 7分, 透水係数: 堤体土 0.01cm/s, 基礎地盤 0.1cm/s)

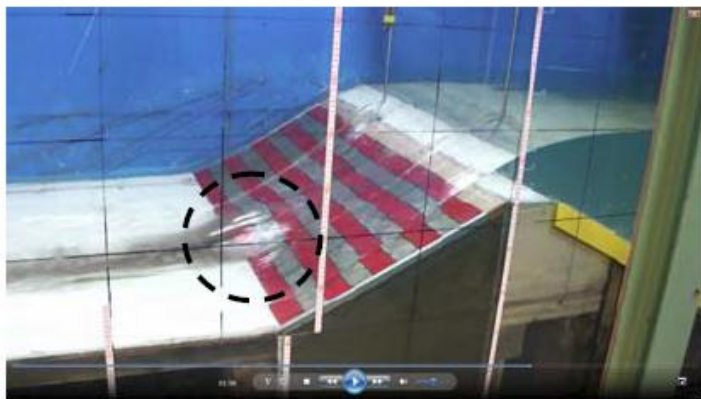


写真-7 残留水位による裏法尻からの吸い出し

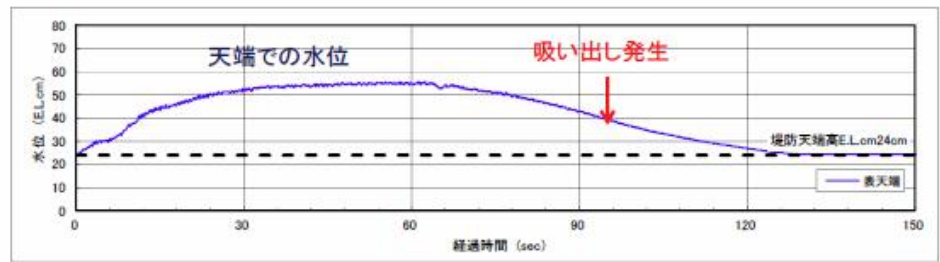


図-11 吸い出しが発生した際の天端での水位

留意事項6: 負圧への対応

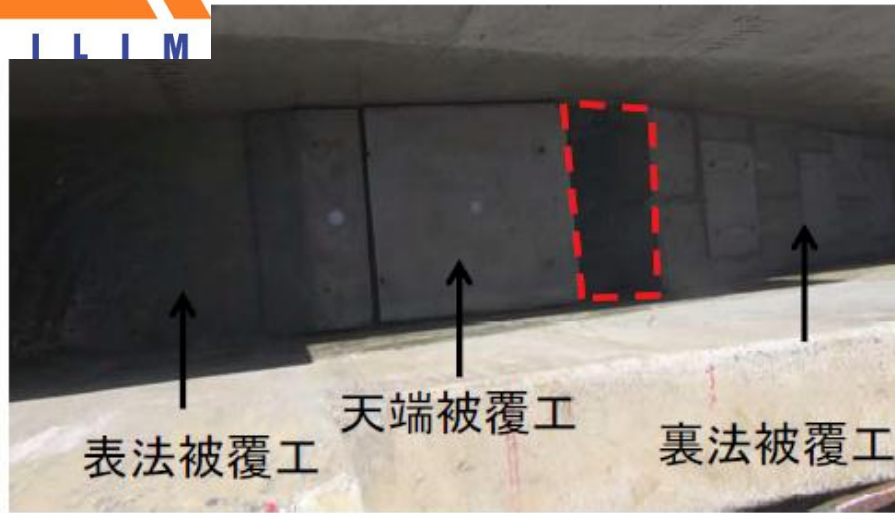


写真-8 法肩のブロックを天端被覆工と連結しないケース (高落差実験水路)



写真-9 法肩ブロックを天端被覆工と一体化したケース (高落差実験水路)

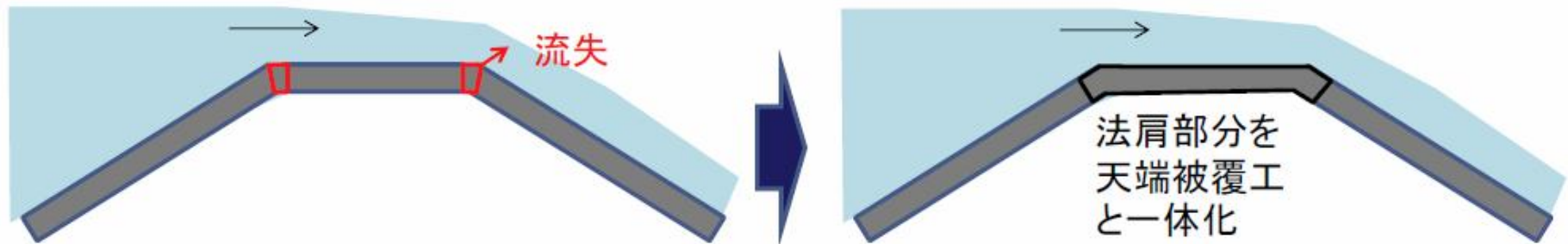


図-13 負圧に対する法肩部分の工夫案



技術速報による成果発信

粘り強い構造に関する検討成果は、仙台湾南部海岸での災害復旧に迅速に反映するため、国総研技術速報No.1（平成24年5月14日）、No.3（平成24年8月10日）として、国総研ホームページにて発表した。

標準化・施策化・技術開発等の方向性について
最新の動向をお知らせ
国総研 **技術速報**

<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/sokuhou/index.html>

今後の課題

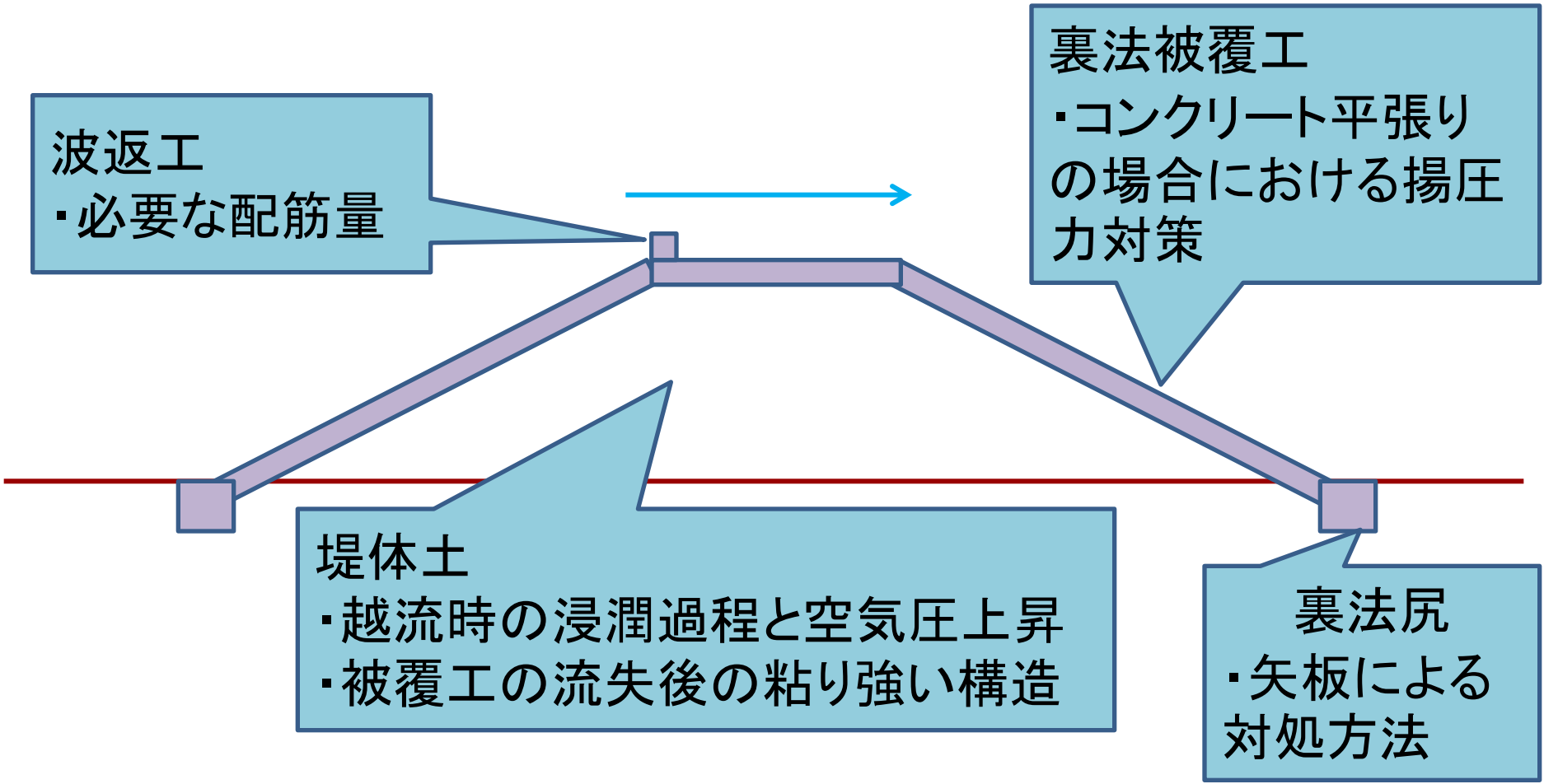
以下のような課題について、引き続き検討中。

波返工
・必要な配筋量

裏法被覆工
・コンクリート平張りの場合における揚圧力対策

堤体土
・越流時の浸潤過程と空気圧上昇
・被覆工の流失後の粘り強い構造

裏法尻
・矢板による対処方法





津波防災地域づくり法への対応

○津波浸水想定の設定の手引き

津波浸水シミュレーションやその活用方法を中心にとりまとめ。相談窓口も設置。

○基準水位の設定法

津波災害警戒区域の指定の際に公示する基準水位(建築物等への衝突による津波の水位上昇を考慮した水位)を、津波浸水シミュレーションから求める方法を提案。

○津波防護施設の技術上の基準

最大クラスの津波による浸水の拡大を防止するため内陸部に設ける津波防護施設の要求性能やその照査方法を提案。

○特定開発行為の技術的基準

津波災害特別警戒区域内の社会福祉施設等に係る開発行為を津波に対して安全な構造とするための基準を提案。