

海岸堤防の設計と津波防災まちづくりを 支える技術の開発と現場への反映

国土技術政策総合研究所
海岸研究室長 諏訪義雄

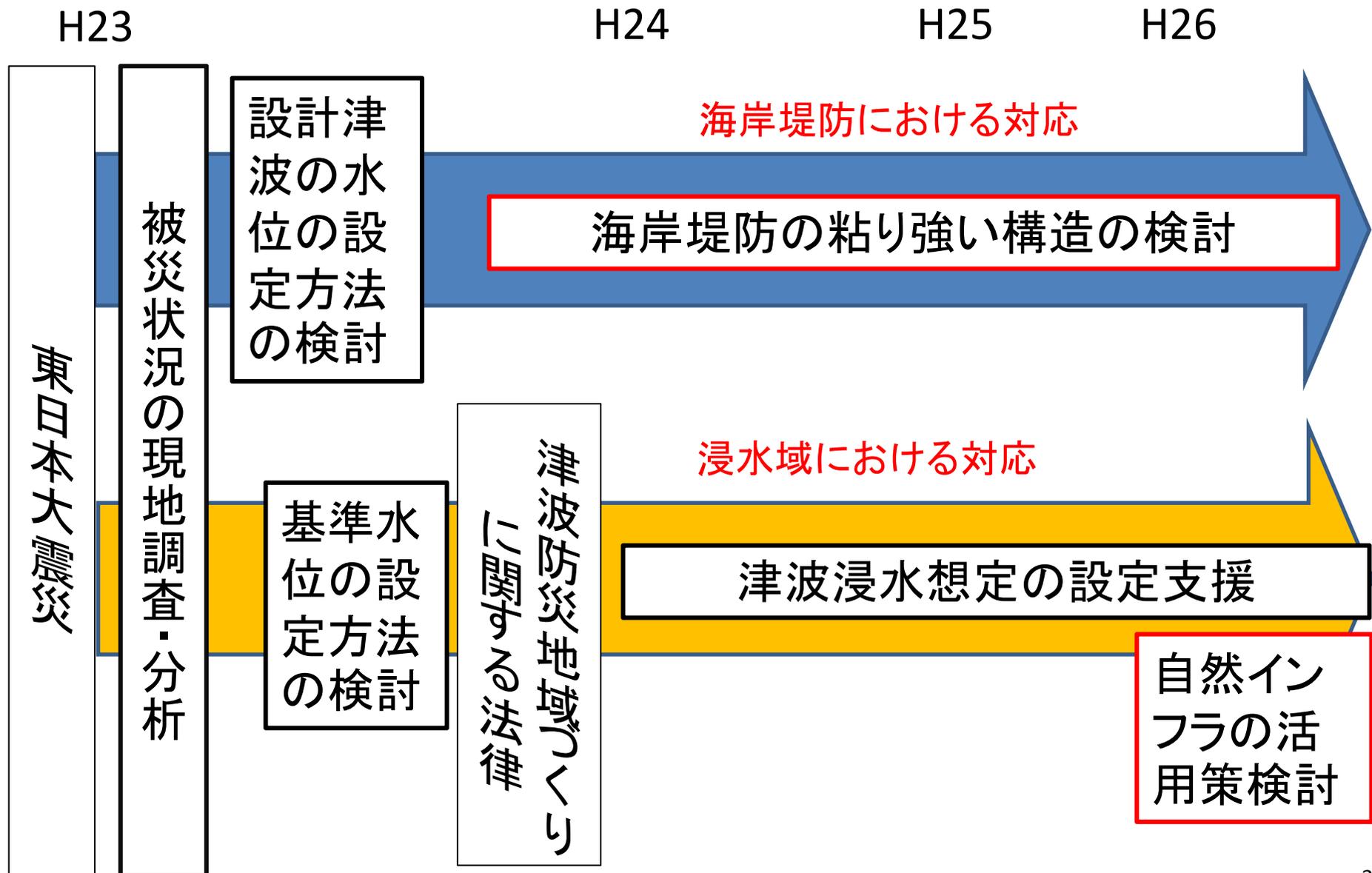
報告の骨格

1. 海岸分野での取り組み一覧
2. これまでの主な取り組み
～海岸堤防の粘り強い構造の照査～
3. 今後の取り組み
～津波防災地域づくりにおける自然・地域
インフラの活用に関する研究～

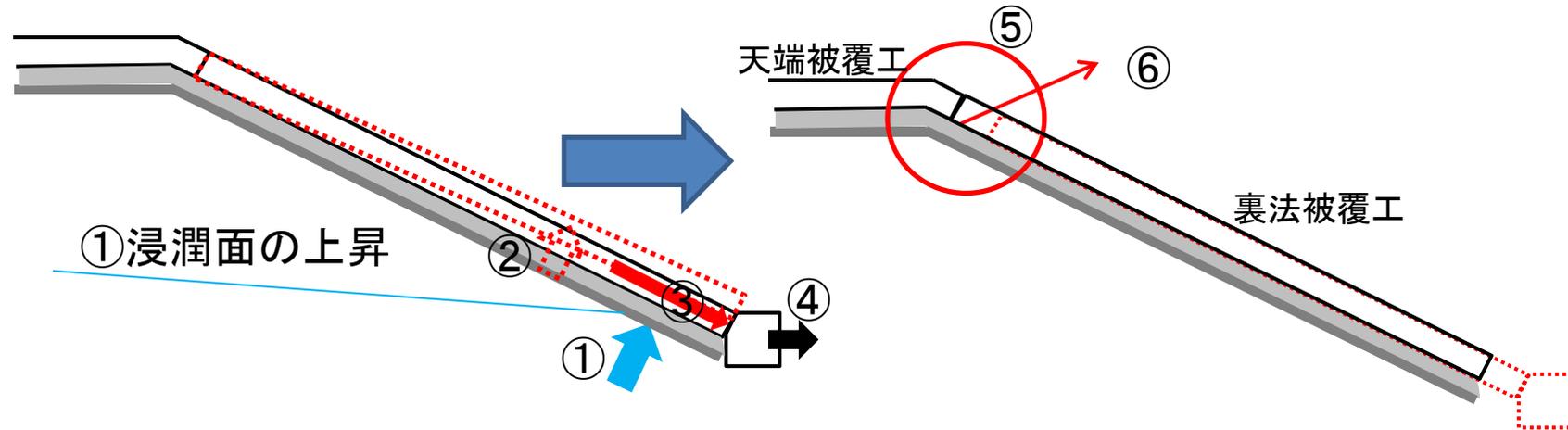
参考

- (1)海岸堤防の高さの決め方
- (2)津波浸水想定の設定の支援

1. 海岸分野での取り組み一覧



コンクリート平張りの海岸堤防の被災メカニズム



- ①堤体内の浸潤面の上昇により裏法被覆工に作用する揚圧力が上昇
- ②裏法被覆工と裏法面との摩擦力が低下
- ③裏法被覆工の自重が基礎工に作用
- ④基礎工が滑動若しくは転倒

- ⑤裏法被覆工が移動し、天端被覆工との間に隙間
- ⑥フィルター層及び堤体土の流出

粘り強さの照査のたたき台

照査に用いる津波波形の設定

対象海岸で生じる津波の高さと越流時間を設定

現地の制約から考えられる構造案の設定

照査外力・条件の設定

被覆工上の流速・圧力分布

被覆工・根留工上のせん断力

裏法尻の洗掘量

被覆工下面の圧力分布

波返工等に作用する津波波力

考慮が難しい、未知の外力・条件

被覆工等に生じる不陸

...
...
...

根留工の安定性照査

被覆工の安定性照査

パイピングの照査

波返工の安定性照査

重力式構造の照査

吸い出しの照査

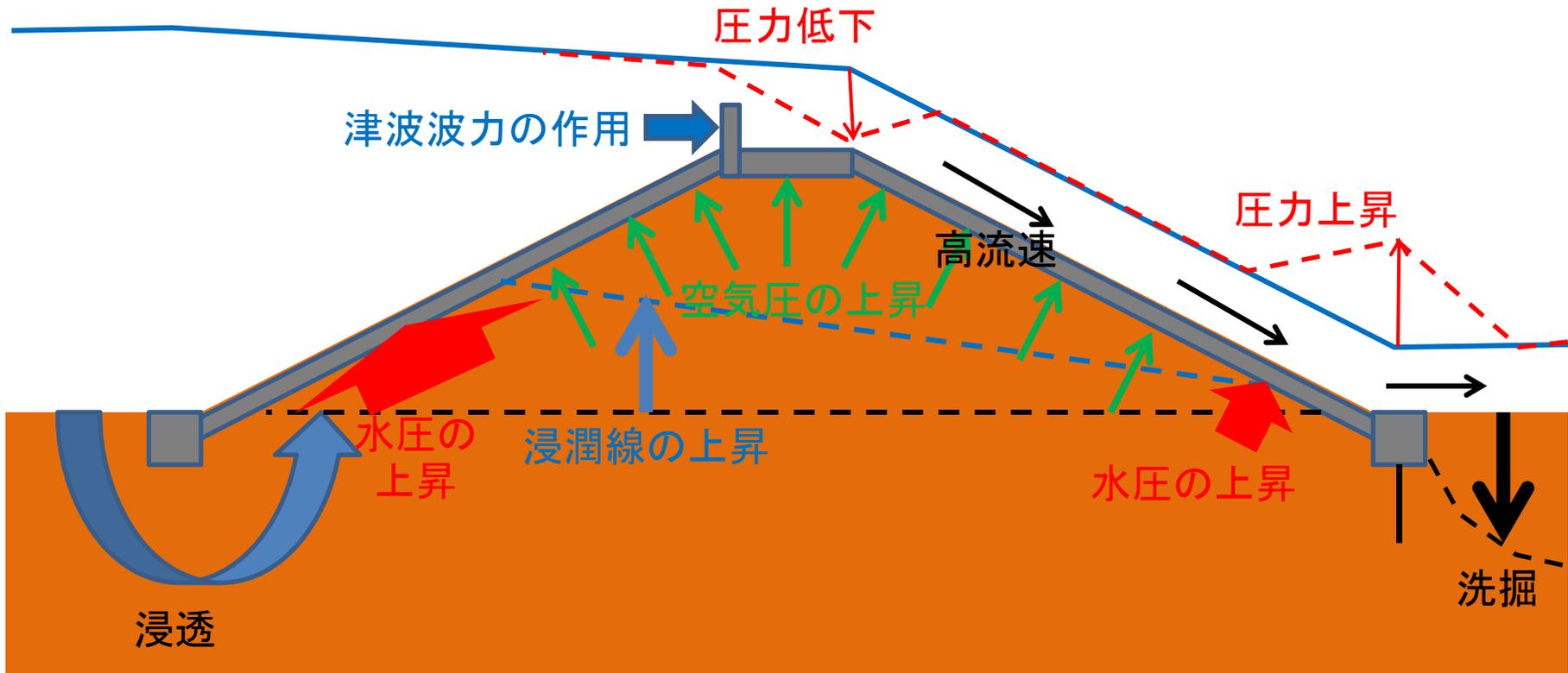
...
...
...

破壊メカニズム別に照査

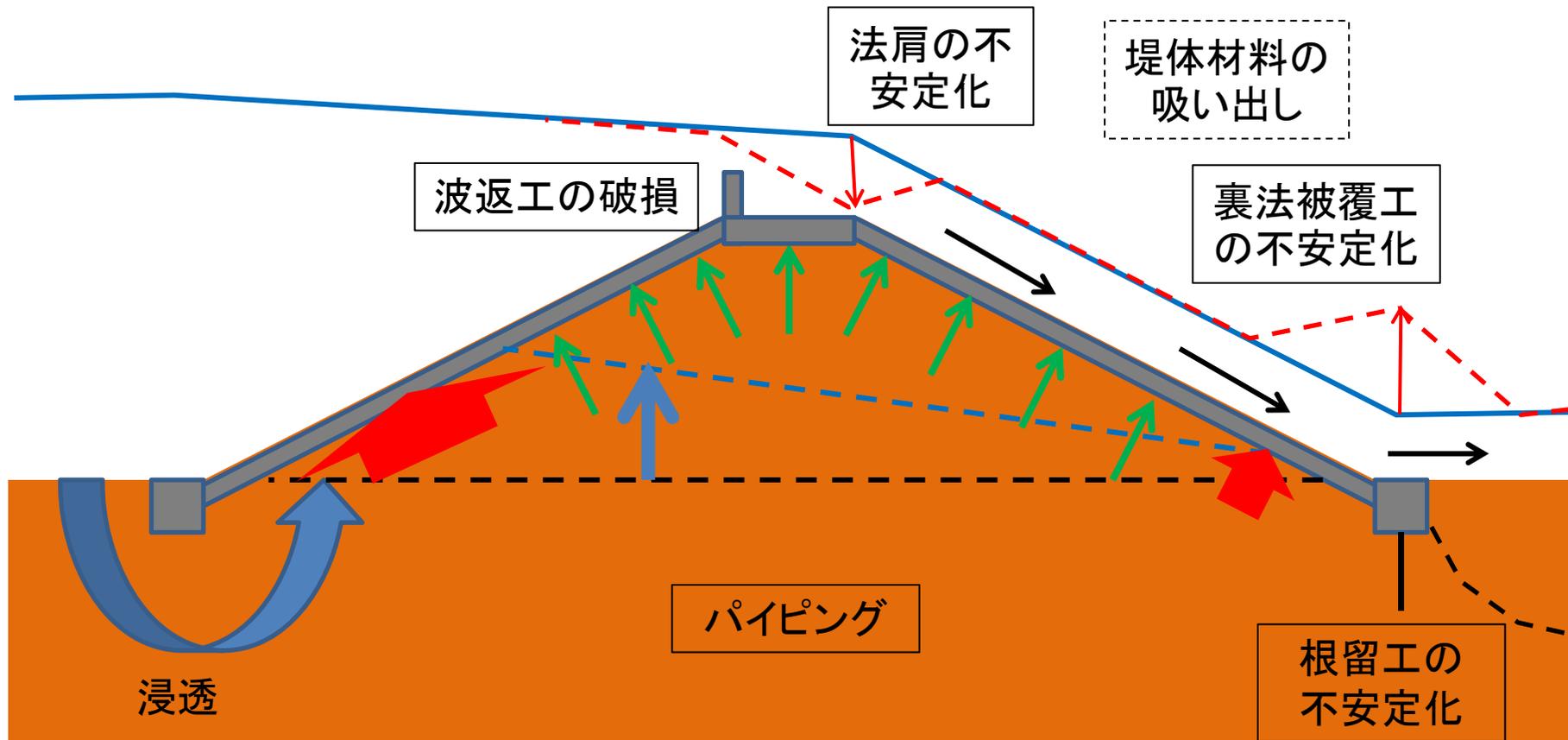
照査が難しい、未知の破壊メカニズム

照査終了

津波越流時の水理現象

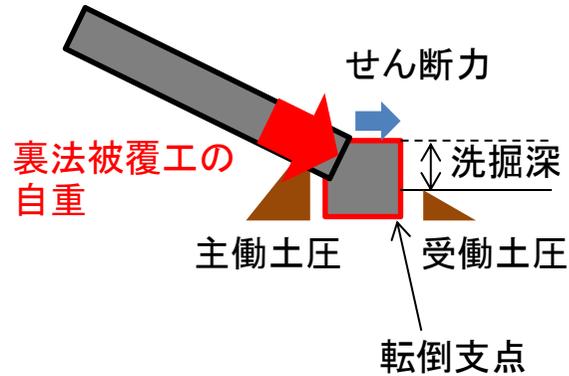


傾斜堤の破壊メカニズム



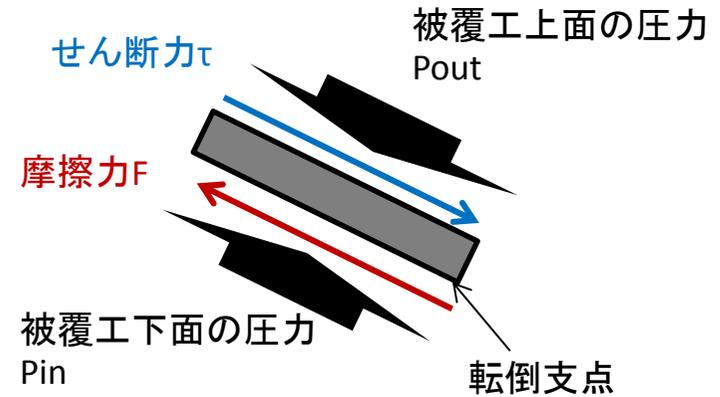
照査の項目と方法(たたき台)

(1) 根留工(裏法基礎工)の安定性



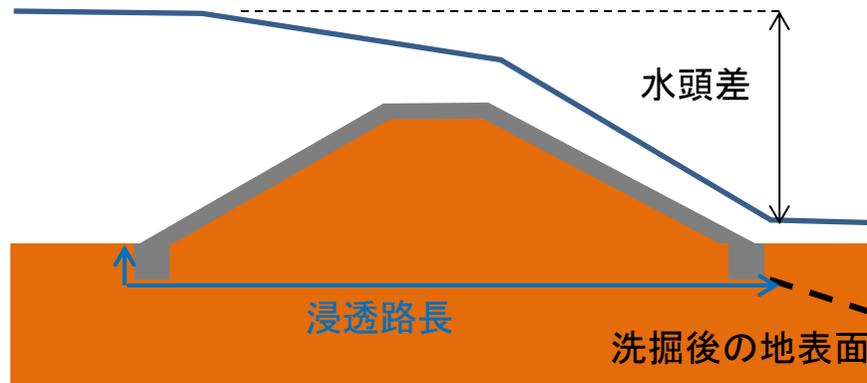
滑動、転倒に対する安全率？

(2) 被覆工の安定性



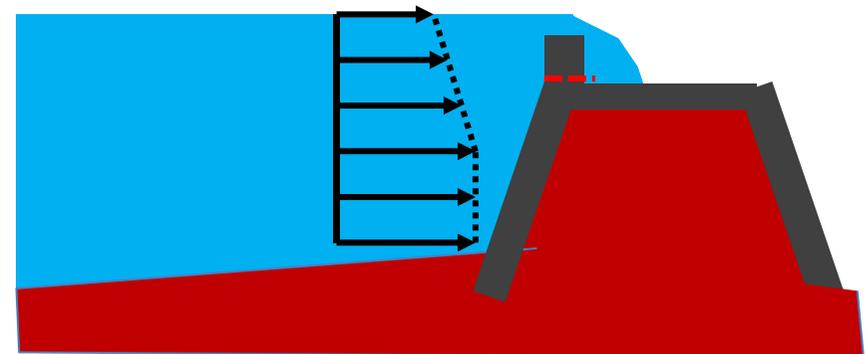
滑動、転倒に対する安全率？

(3) パイピング



クリープ比(浸透路長/水頭差)？

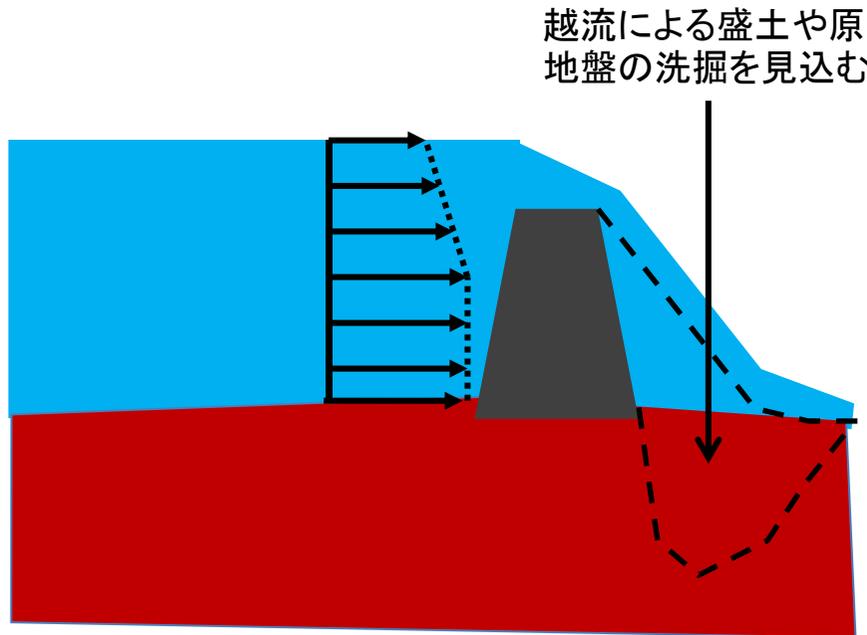
(4) 波返工の安定性



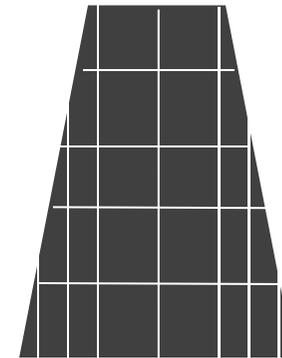
鉄筋の引き抜き、せん断破壊、引張降伏に対する安全率？

照査の項目と方法(たたき台)

(5) 重力式構造の安定性



滑動、転倒に対する安全率？



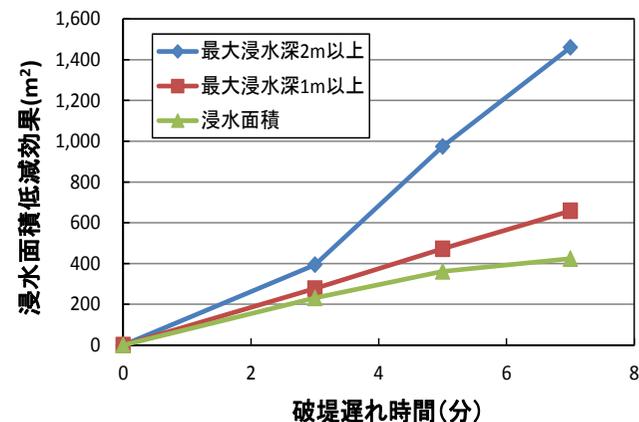
FEM解析

内部応力に対して必要な強度があるか(CSGの場合)？

粘り強い構造の被害軽減効果の表現方法(案)

まずはシナリオベースで、試算可能な項目(例えば破堤までの時間稼ぎ)で津波シミュレーションにより被害軽減効果を整理。将来的には津波外力の生起確率、破堤確率の減も含めた総合的評価が必要。

浸水深区分	越流直後破堤	越流3分後破堤	越流5分後破堤	破堤を免れた場合
最大浸水深 2m以上	0ha減少	394ha減少 (9%減少)	974ha減少 (22%減少)	1,460ha減少 (33%減少)
最大浸水深 1m以上	0ha減少	277ha減少 (6%減少)	472ha減少 (10%減少)	658ha減少 (13%減少)
浸水面積	0ha減少	231ha減少 (4%減少)	361ha減少 (7%減少)	424ha減少 (8%減少)

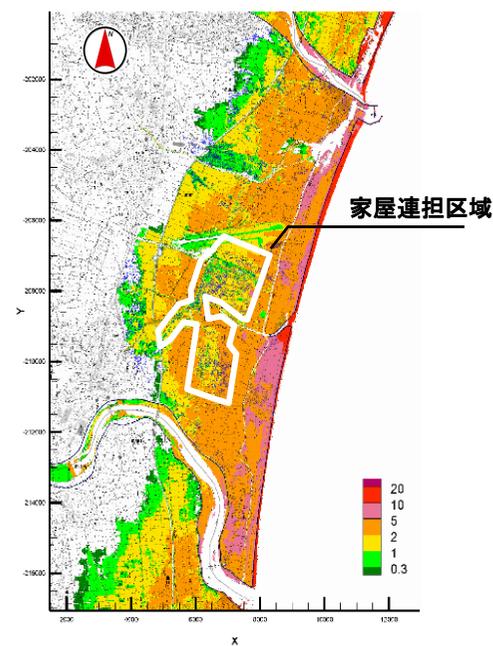
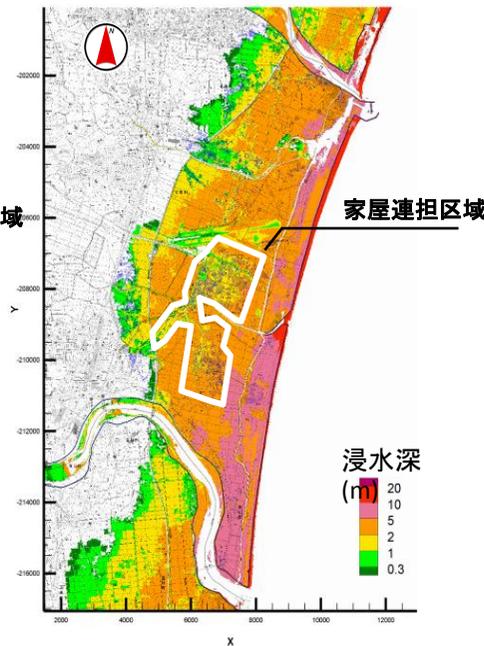
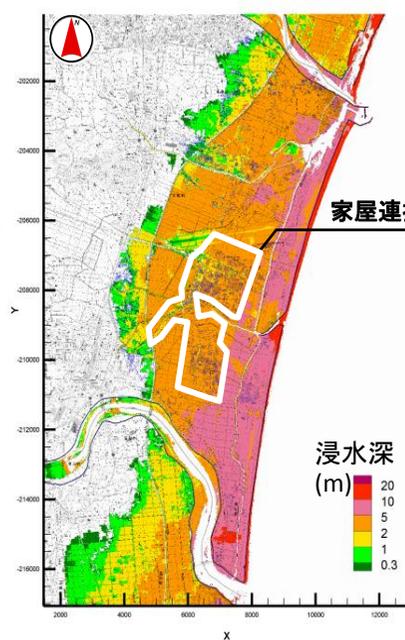
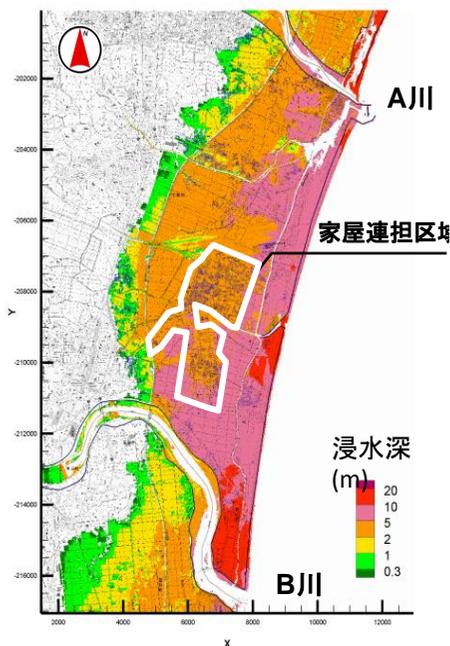


越流直後破堤

越流3分後破堤

越流5分後破堤

破堤を免れた場合



※現地の地形条件の元、東日本大震災クラスの津波再現シミュレーションを実施。

3. 今後の取り組み（背景）

津波防災地域づくりにおける自然・地域インフラの活用に関する研究 (H26-28)

海岸背後に存在する自然地形や歴史的地物も、津波に対する減災効果を有するので、堤防を越える津波（L1超過津波）に対しては、これらも適切に活用して地域全体で減災をはかることが必要

津波減災効果を有する自然地形や歴史的地物の例

堤防背後の砂丘
(青森県三沢海岸)



宝永地震後構築の堤防
(大分県佐伯市)



枕詞で語り継がれる
「末の松山」
(宮城県多賀城市)



今後の開発や維持管理不良による消失が懸念

➡ “自然・地域インフラ”として位置づけて、積極的に保全する

3. 今後の取り組み（研究内容）

現地試験、模型実験、数値計算等により、以下の課題に取り組む

- 津波減災効果を有する自然・地域インフラのレビュー
- 自然・地域インフラによる津波減災効果の評価方法の確立
- 砂丘・盛土・樹林の破壊限界および悪条件化の条件の検討
- モデル地域における津波防災地域づくりの試行

津波に耐えた盛土（宮城県岩沼市）

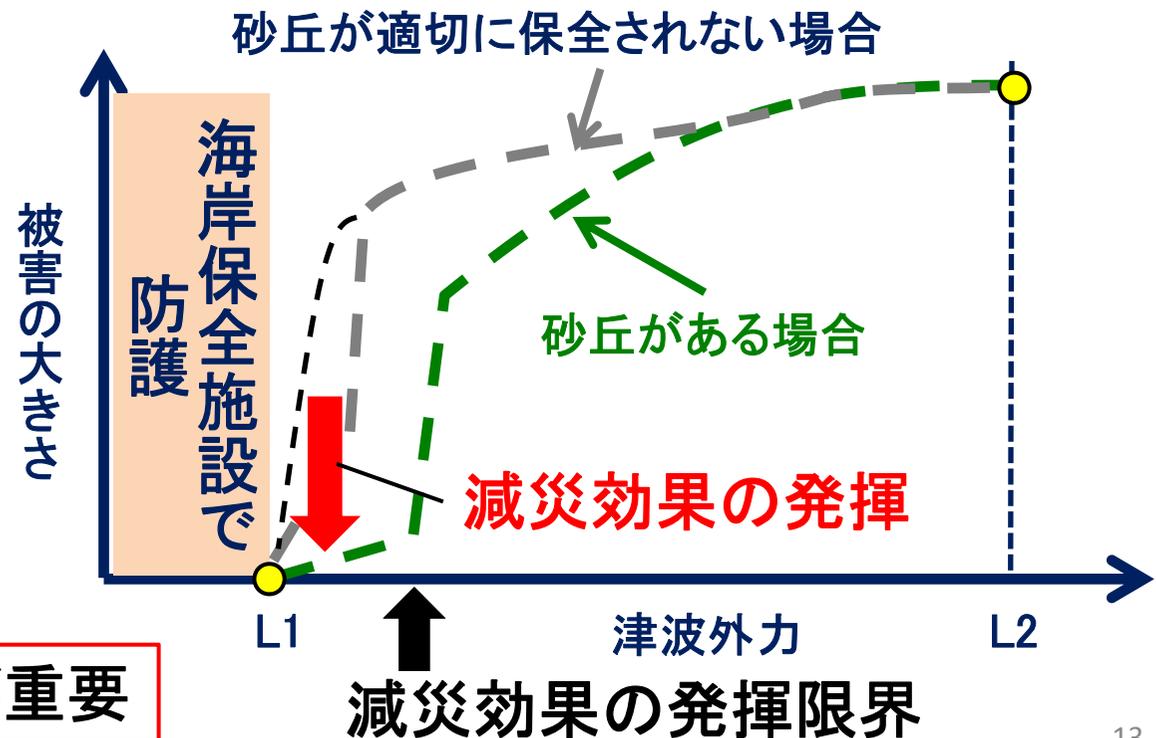


津波により破壊された海岸林（岩手県陸前高田市）



効果発揮の条件の明示が重要

減災効果とその発揮限界のイメージ（砂丘の場合）



3. 今後の取り組み（成果目標）

ハザード評価方法の提示

津波浸水想定の設定の手引き

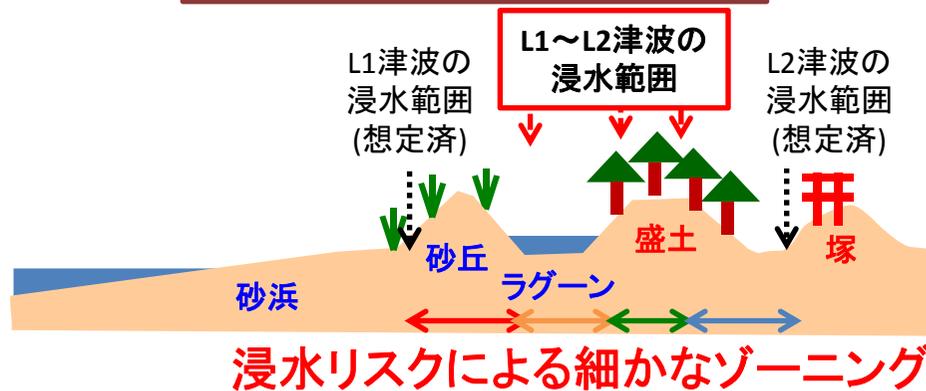
(Ver.2 平成24年10月 発出)

ハザード	浸水想定における評価	自然・地域インフラが消失した場合
浸水	済	増加もしくは変わらず
流れ (流速)	未	増加もしくは変わらず
土砂堆積	未	減少(砂丘、盛土の場合) もしくは変わらず
漂流物	未	【場所による】 樹木漂流の減少(樹林) 漂流物衝突の増加(樹林 による捕捉が期待できない)

計算技術向上によって評価を可能に

津波浸水想定の設定の手引き(拡充)

具体的な地域づくりの支援



自然・地域インフラを活用した津波防災対策のガイドライン(新規作成)

- ✓ 減災効果を損なう開発を規制
- ✓ 避難施設等の整備の優先順位づけ
- ✓ “事前復興”の検討
- これらの判断材料を提供
- ✓ 自然・地域インフラの耐力向上
- 砂丘の補強、樹林帯の造成法等の具体的な対策を示す

(参考) 海岸堤防の高さの決め方

(海岸省庁課長通知H23. 7. 8)

過去に発生した津波の
実績津波高さの整理

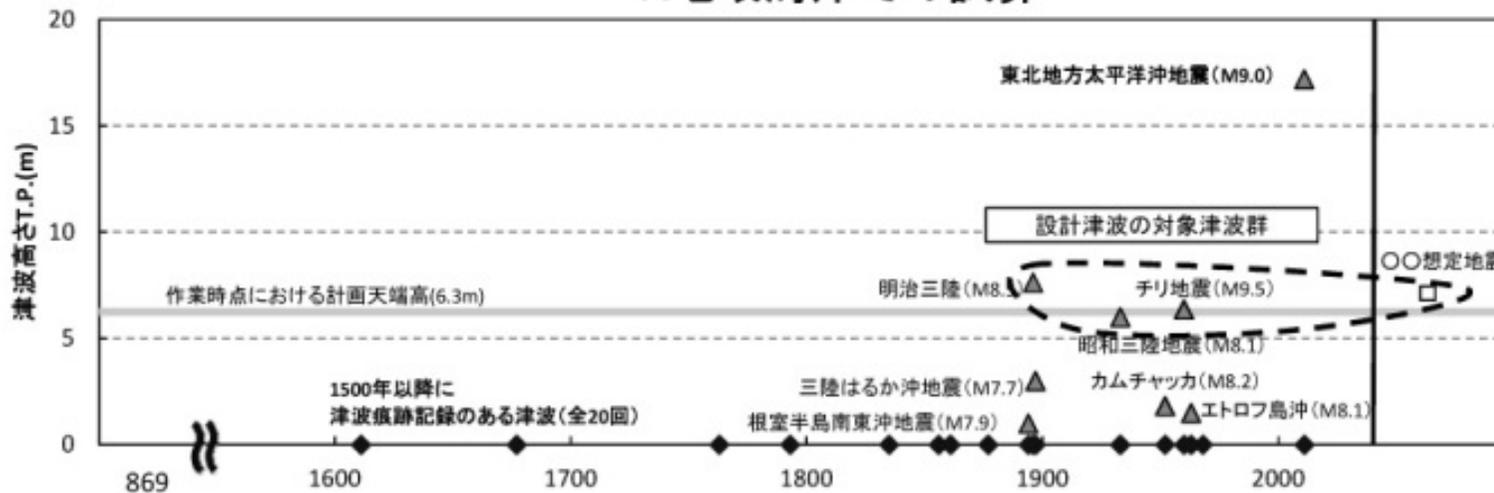
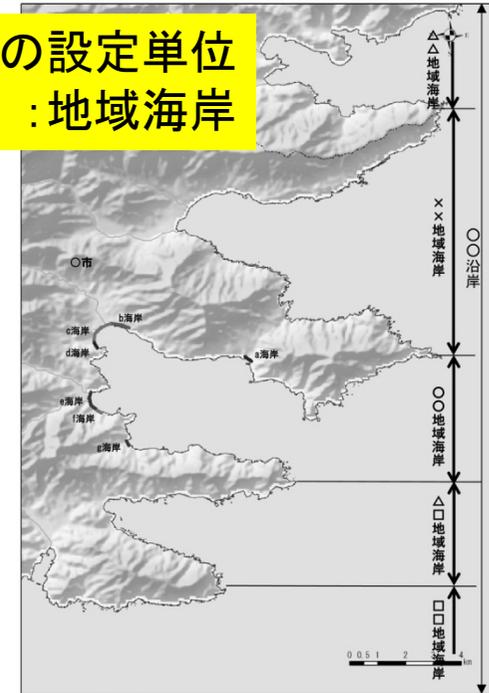
シミュレーションによる津波高さの補完

設計津波の対象津波群(数十年~百数十年に一度程度到達すると想定される津波の集合)の設定

設計津波の水位の設定(壁立て計算)

A地域海岸での試算

設計津波の設定単位
: 地域海岸



(参考) 海岸堤防の粘り強い構造

模型実験等で得られた研究成果を国総研技術速報として発信

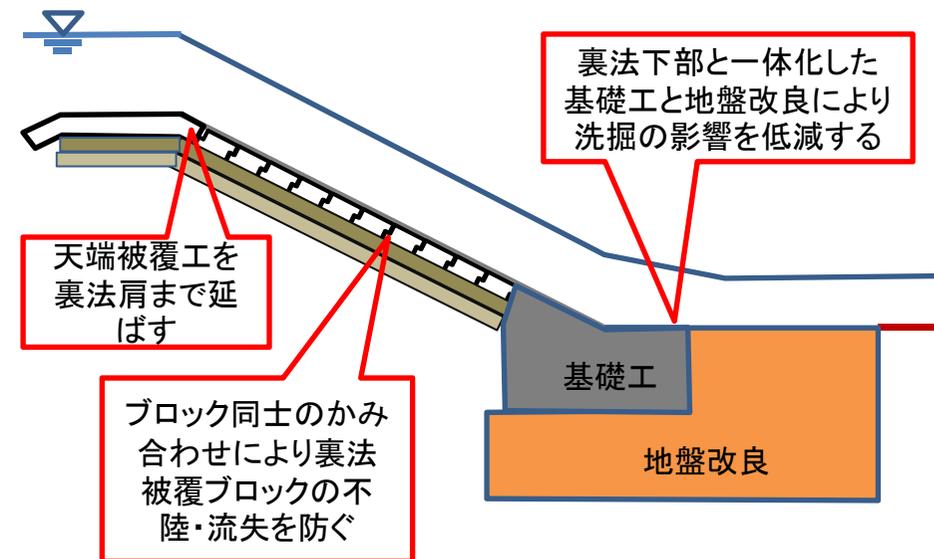
第1報(H24.5)

構造上の工夫の留意点として以下の6点を提示

- (1) 裏法および裏法尻での高流速
- (2) 裏法尻での洗掘と対策
- (3) 流れの中に置かれた構造物の不陸による構造物の不安定化とその対策
- (4) 揚圧力への対応の必要性
- (5) 浸透水に対する堤防裏法尻での対応
- (6) 負圧への対応

第2報(H24.8)

第1報の(1)、(2)、(6)について定量的データを示すとともに、具体的な構造を提案・検証



(参考)仙台湾南部海岸の堤防復旧への反映

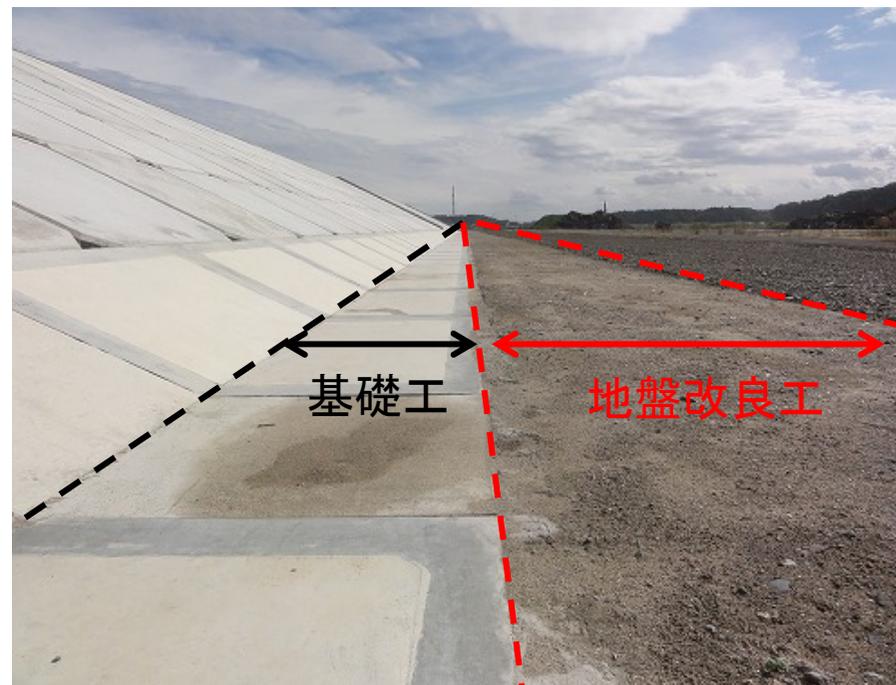
国総研での検討成果が仙台湾南部海岸での堤防復旧に反映された

ブロック同士のかみ合わせ



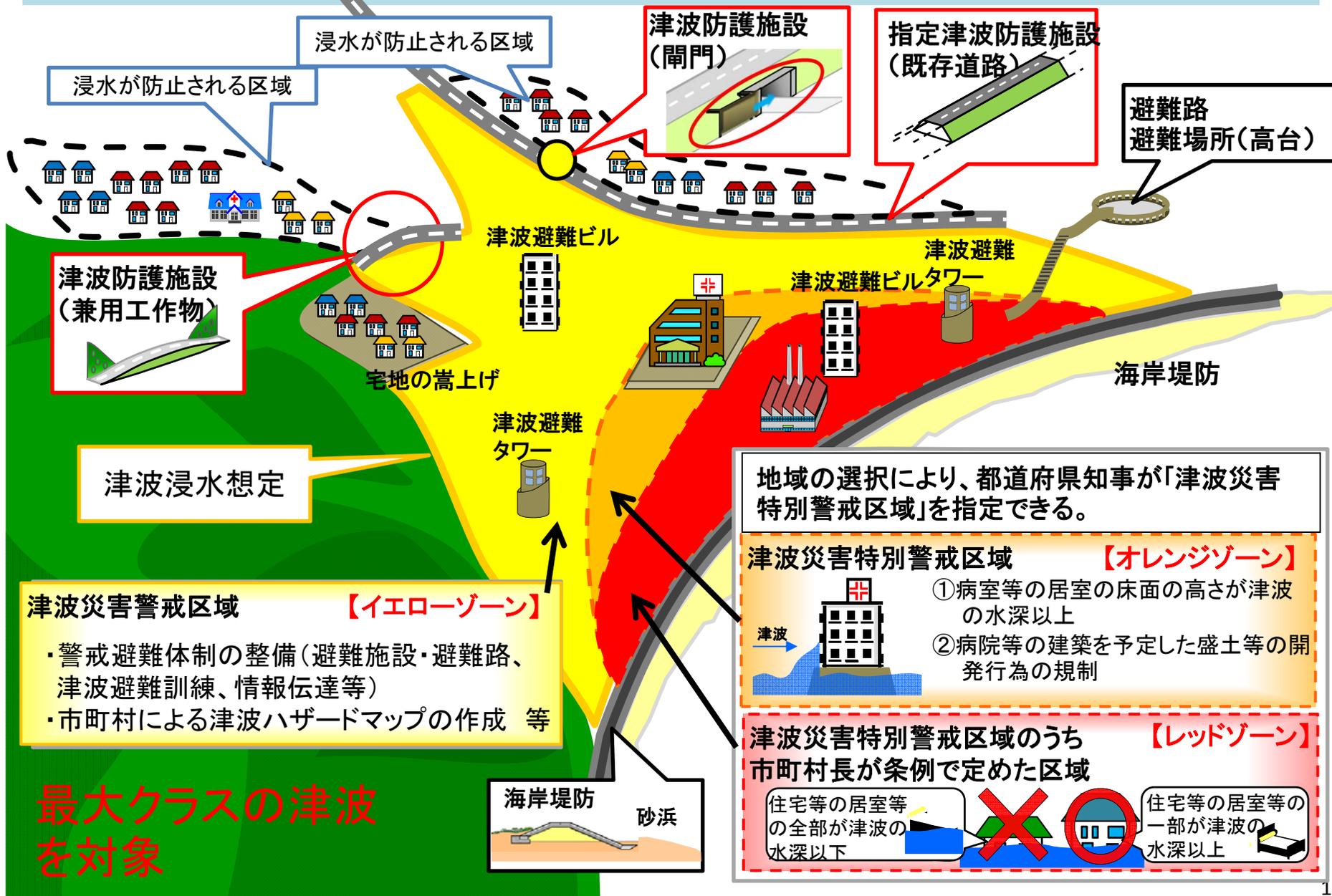
下のブロックが上のブロックより飛び出ないように、かみ合わせ構造とした

裏法尻の強化



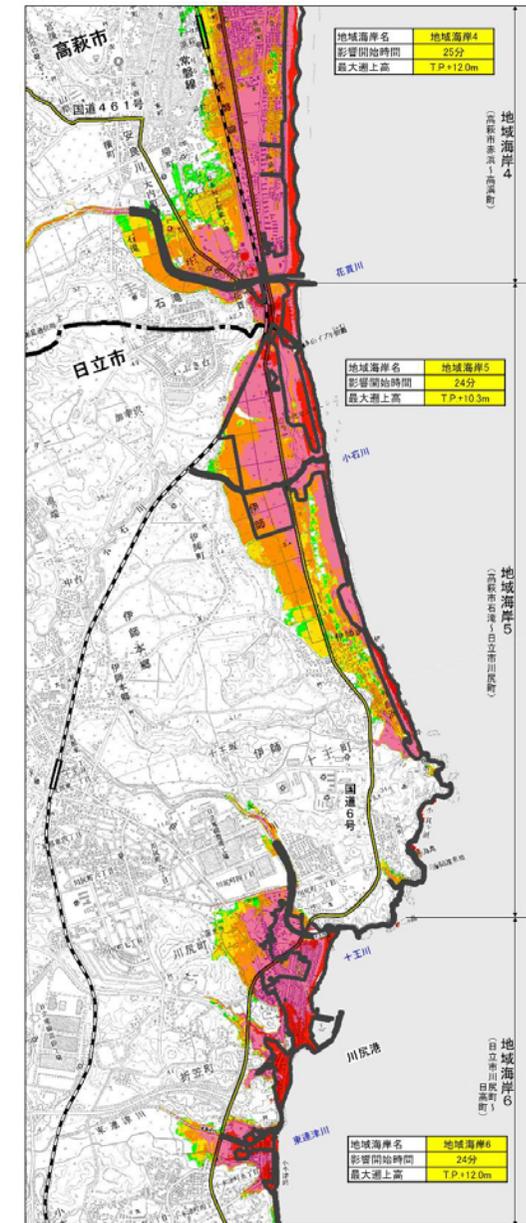
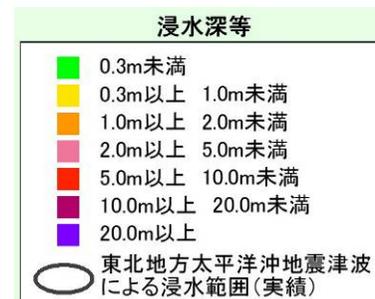
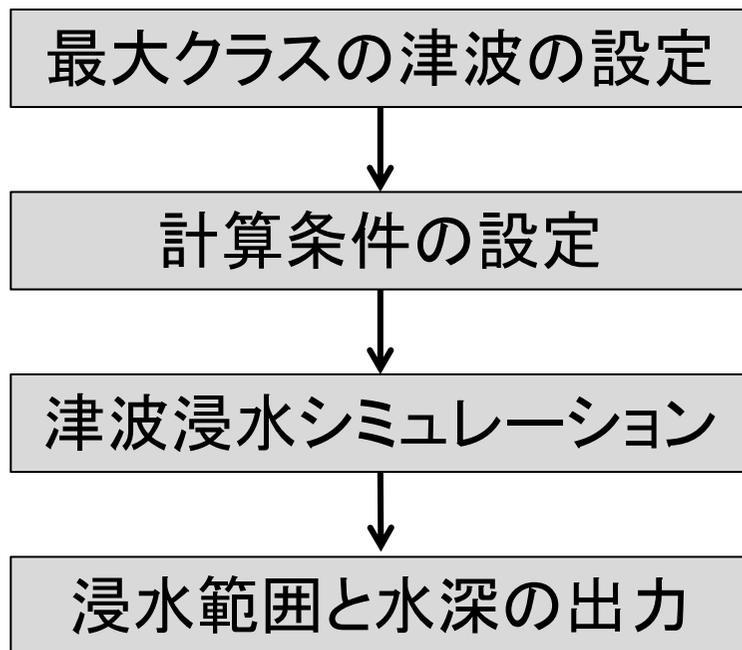
裏法尻での洗掘に対して、基礎工と地盤改良工を施した

(参考) 津波浸水想定の設定支援



(参考) 津波浸水想定の設定の手引き(H24.2)

津波防災地域づくりにおいて、具体施策推進の基礎となる津波浸水想定を設定するための津波浸水シミュレーションやその活用の方法を提示



(参考)津波浸水想定の設定状況

全国14府県にて設定済み
(H26.3.11時点)

国総研の役割:

津波浸水シミュレーションの相談窓口を設置し、
各府県に対して技術的助言を行った

