

防潮堤の粘り強い構造に係る 検討

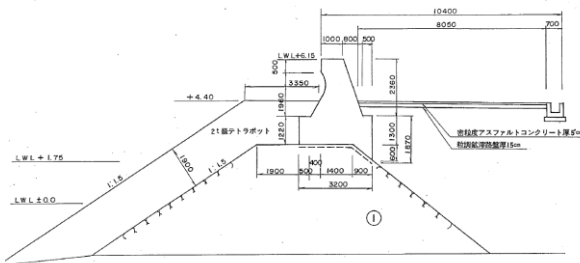
平成26年2月5日

<海岸防潮堤>

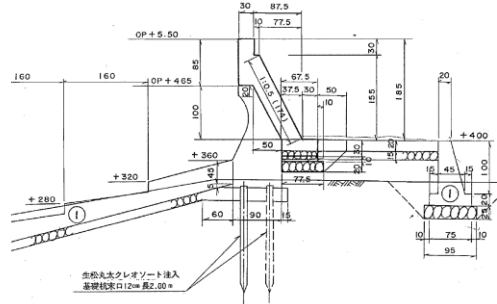
■構造タイプの分類

大阪府が管理する海岸防潮堤(泉州海岸)に対して、構造タイプを**5タイプ**に分類。

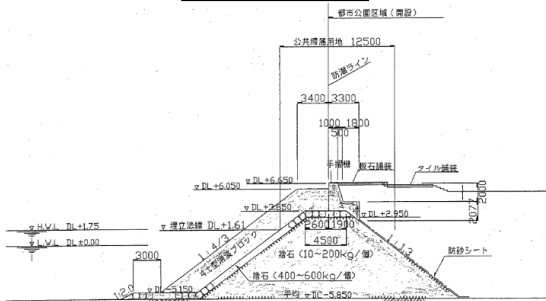
A. 波返し(背後フラットタイプ)



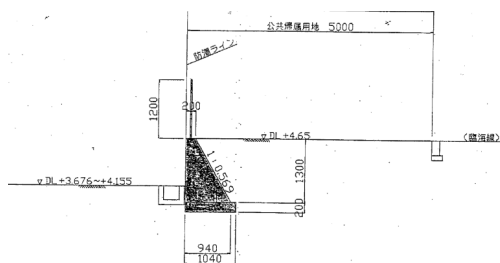
B. 波返し(背後裏法タイプ)



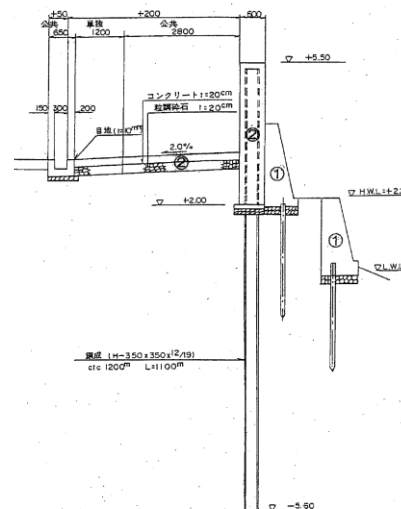
C. 護岸タイプ



D. 胸壁タイプ



E. 矢板式タイプ



タイプ	対象延長
A	25.9 km
B	8.7 km
C	25.3 km
D	11.4 km
E	1.7 km
合計	73.0 km

<海岸防潮堤>

■基本的な考え方

設計対象の津波高を超え、海岸防潮堤の天端を越流した場合であっても、

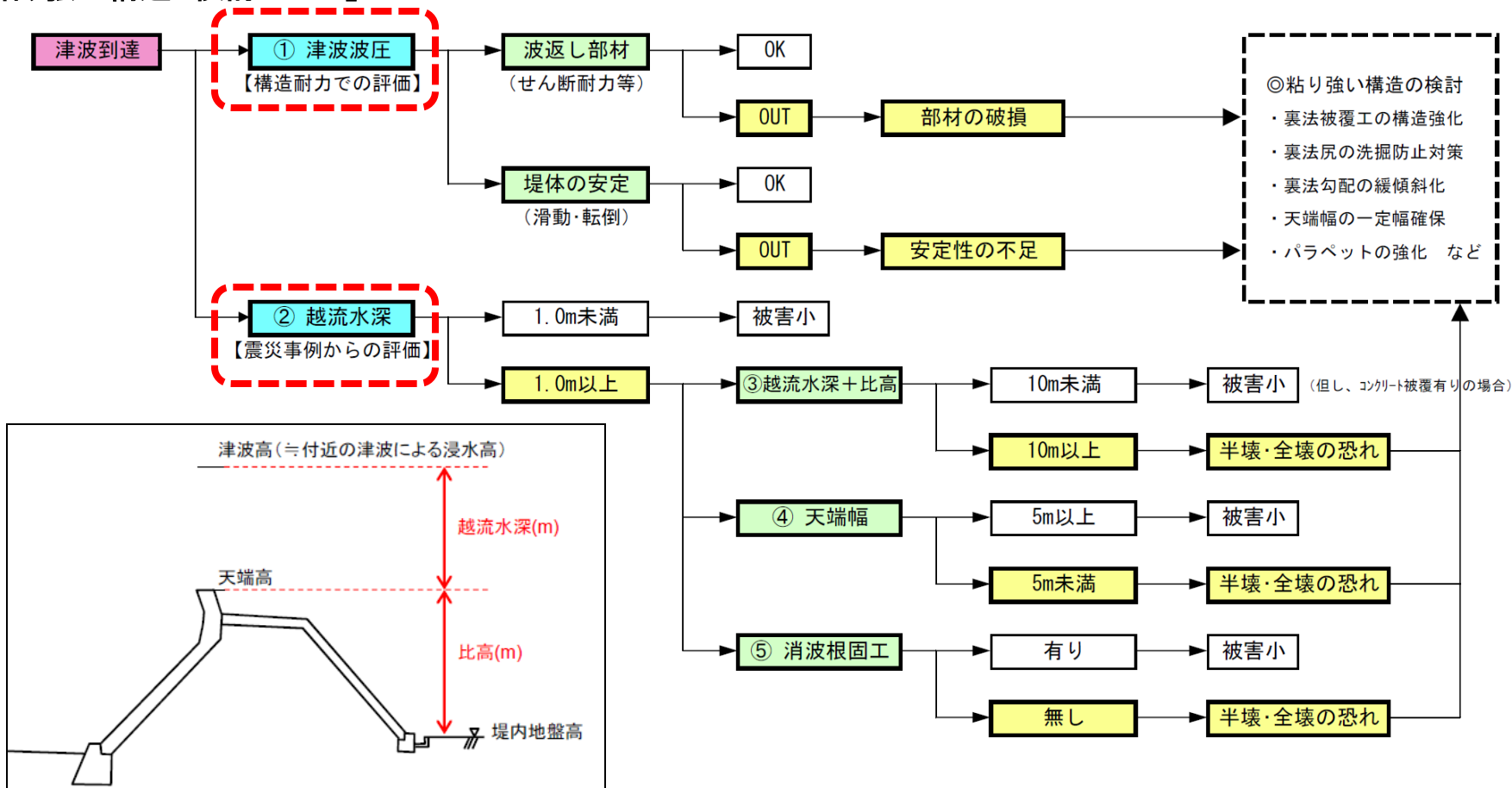
- ・破壊、倒壊するまでの時間を少しでも長くする。
- ・全壊に至る可能性を少しでも減らす。

減災効果を目指した構造上の工夫を施す

【対策箇所仕分けの着目点】

- ①津波波圧に対する観点
- ②越流水深に対する観点

【粘り強い構造 検討フロー】



防潮堤の粘り強い構造に係る検討

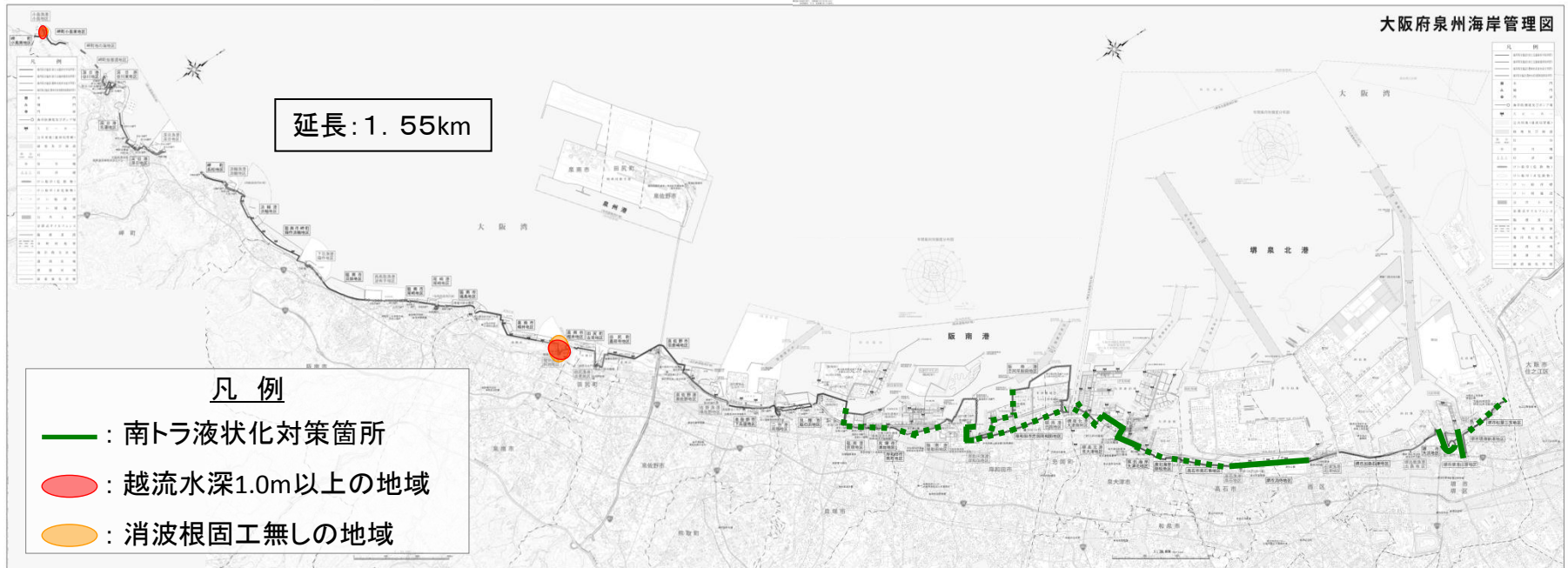
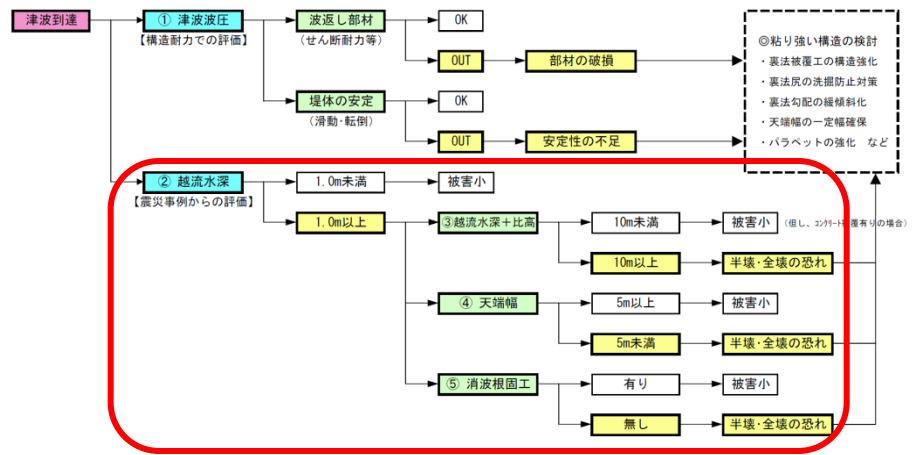
<海岸防潮堤>

■粘り強い構造 検討フローに基づく分類

【越流に対して粘り強い対策の必要箇所】

- ②越流水深1.0m以上 + ③越流水深+比高 ⇒ 0 km
 - ②越流水深1.0m以上 + ④天端幅5m未満 ⇒ 0 km
 - ②越流水深1.0m以上 + ⑤消波根固工無し ⇒ 1.55 km
- ※河川防潮堤で越流水深1.0m以上 ⇒ 0 km

【結果】上記条件でOUTとなる延長は1.55km
⇒粘り強い構造化の検討対象とする



防潮堤の粘り強い構造に係る検討

<海岸防潮堤>

■粘り強い構造 検討フローに基づく分類

【津波波圧に対して粘り強い対策の必要箇所】

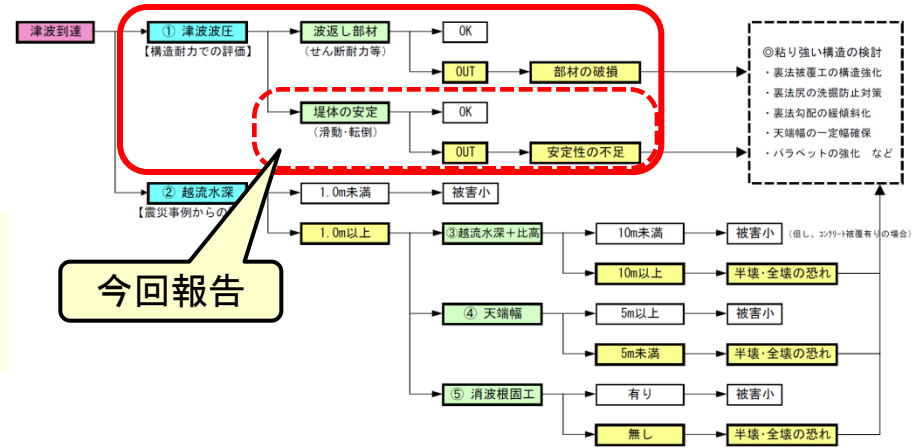
①津波波圧

- ・波返し部材のせん断耐力
- ・堤体の滑動・転倒

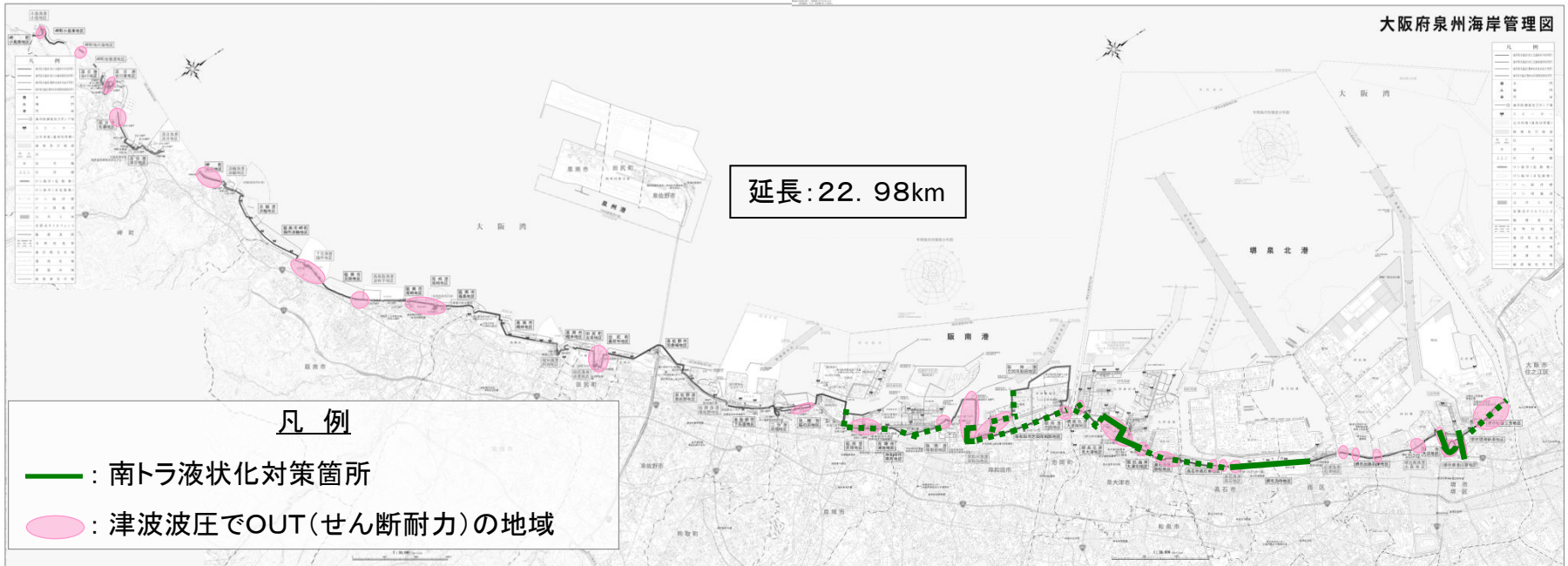
※河川では津波遡上方向に対し垂直方向でかつ面的に力を受ける
 防潮堤は水門上流側にしか存在しない
 ⇒水門閉鎖により直接波力を受ける可能性が低い
 ⇒優先順位は低い(耐震補強時にチェックを実施)

【結果】上記条件の内、「せん断耐力」でOUTとなる延長は22.98km

⇒粘り強い構造化の検討対象とする



今回報告



防潮堤の粘り強い構造に係る検討

<海岸防潮堤>

■堤体の安定性照査(滑動・転倒)

(1) 評価指標

「港湾における防潮堤(胸壁)の耐津波設計ガイドライン(H.25.11)」より

胸壁の「粘り強い構造」の効果については、変形モードを適切に評価した上で、胸壁の変形に対する安定性について確認する必要がある。しかし、現時点では、胸壁の変形モードに対する安定性を適切かつ定量的に評価することは困難であることから、簡便的・間接的な手法として、堤体の滑動・転倒や基礎の支持力の照査において、「粘り強い構造」が受け持つ抵抗力を加味した状態における**安全率が1.0を上回るレベルが「粘り強さ」の一つの目安となる**と考えられる。

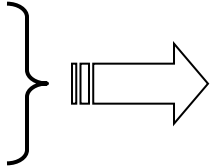
⇒「安全率1.0」を安定性照査の評価指標とする。

(2) 評価方法

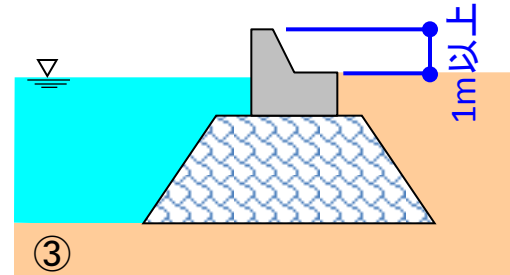
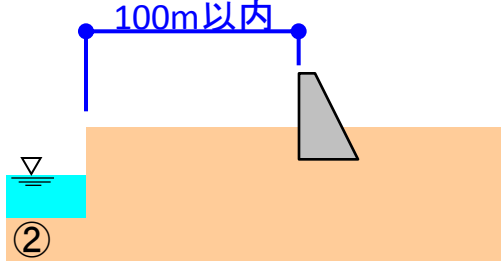
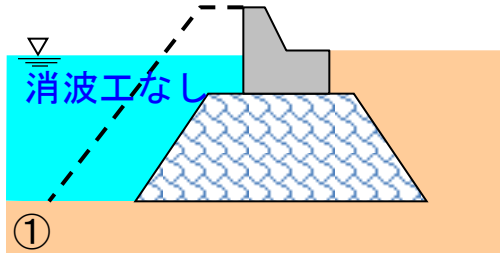
津波の直接的な影響や被災事例等を考慮し、影響が大きくなる施設を抽出して安定性照査を実施する。

(3) 検討施設の抽出と検討結果

- ① 消波工なし(波力が直接作用する)
- ② 海岸線から100m以内に位置する施設
- ③ 波返し高が1m以上の施設



該当11施設の内
7施設で安定性OUT



防潮堤の粘り強い構造に係る検討

<海岸防潮堤>

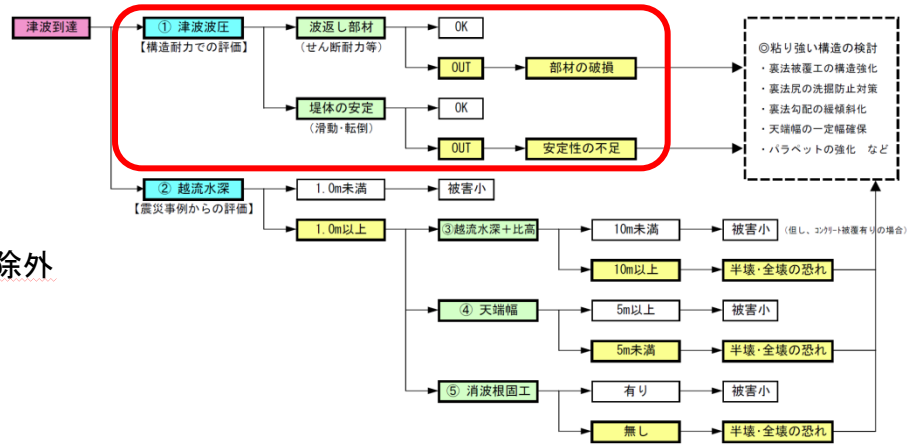
【津波波圧に対して粘り強い対策の必要箇所】

①津波波圧

- ・波返し部材のせん断耐力【一部更新】
- ・堤体の滑動・転倒【今回更新】

【結果】 ・「せん断耐力OUT」= 22.98km ⇒ **16.04km**
 (見直し)波力が直接作用しない箇所(消波ブロック有)を除外
 ・「滑動・転倒OUT」 = 5.74km
 重複箇所を除いた合計延長: 17.26km

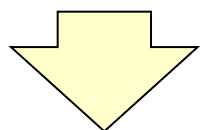
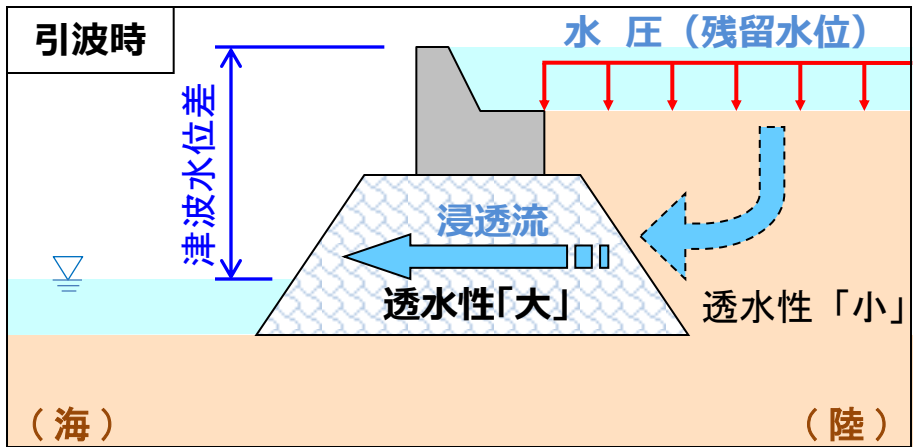
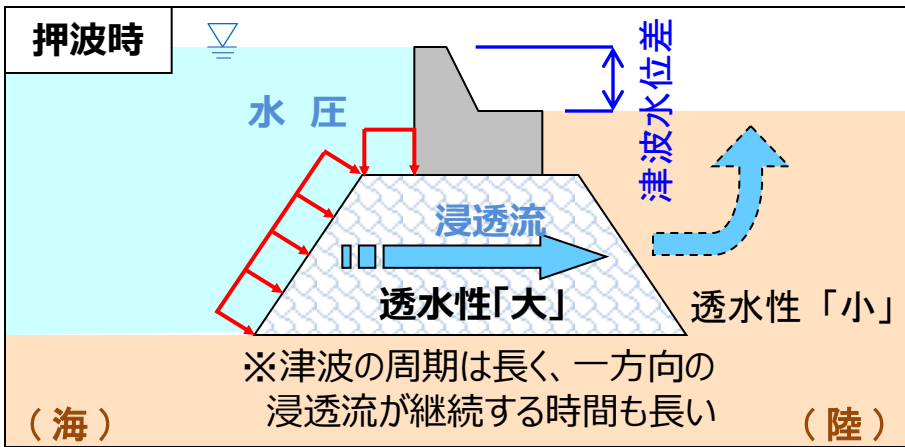
⇒粘り強い構造化の検討対象とする



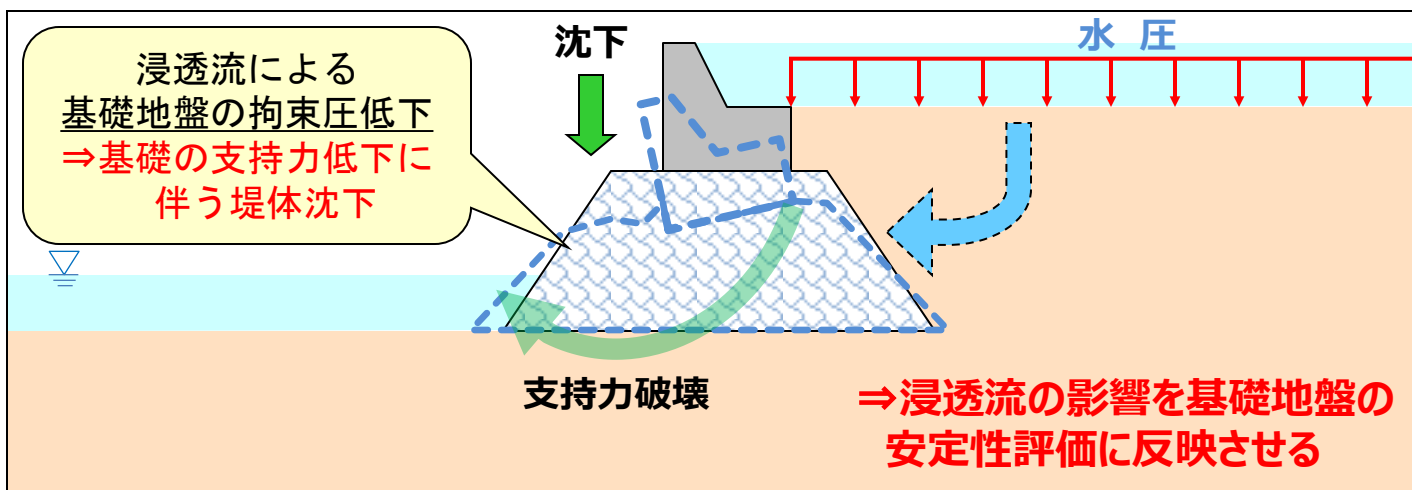
防潮堤の粘り強い構造に係る検討

<海岸防潮堤>

■浸透流に対する研究事例による支持力低下(概念図)



押波時より**引波時**が津波水位差が大きく、**浸透流の影響「大」**



防潮堤の粘り強い構造に係る検討

<海岸防潮堤>

■浸透流に対する研究事例（出典：「防波堤の耐津波設計ガイドラインH25.9（参考資料Ⅲ）」）

●浸透流による支持力低下について

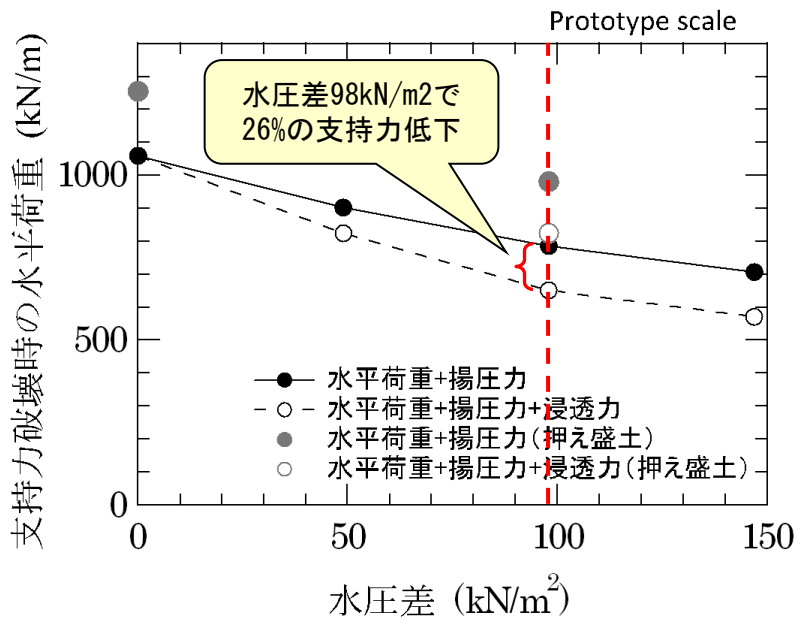
“防波堤の基礎マウンドに浸透力が作用した場合、**基礎マウンドの支持力**は低下し、防波堤前後の**水位差が10m程度**であると**その低下は2割**となる。この影響は、設計において**浸透力を考慮する必要がある**と考えられる”

基礎部がマウンド形式に限定されるが、津波により発生する水位差に伴う**浸透力の影響がある**ため、**検討において考慮**する。

●浸透流を考慮した支持力の安定性照査について

“基礎マウンド内の**浸透流による支持力低下を評価する方法**は、現時点では**確立されておらず**、この影響を考慮した**支持力照査**を行う場合は、当面の間、**浸透流と弾塑性変形を考慮したFEM解析**により対応することになる”

“**円弧すべり計算**において**有効単位体積重量 γ'** を低減し、**浸透力によるマウンド内の拘束圧低下**を仮想的に見積もる**計算方法による照査**が可能になることが期待される”



防波堤前後の水圧差と支持力の関係

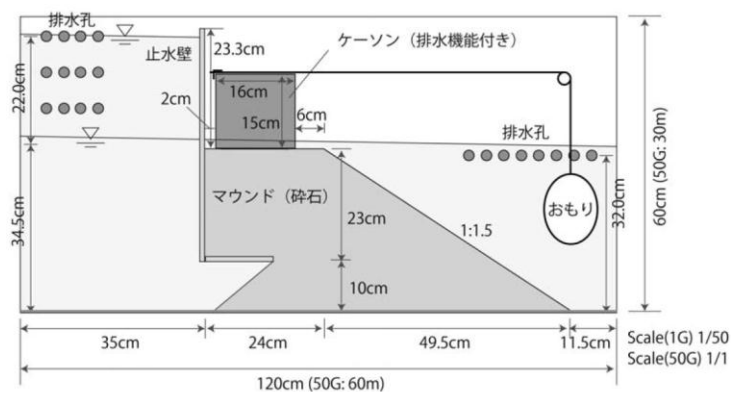
『**浸透流と弾塑性変形を考慮したFEM解析**』と『**拘束圧低下を仮想的に見込んだ円弧すべり計算**』により、照査を実施。

防潮堤の粘り強い構造に係る検討

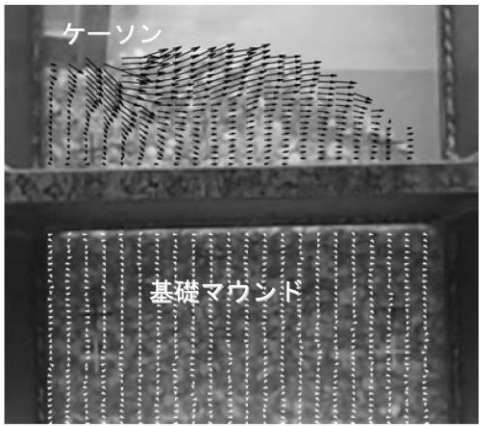
<海岸防潮堤>

■ 研究事例 ((独法) 港湾空港技術研究所)

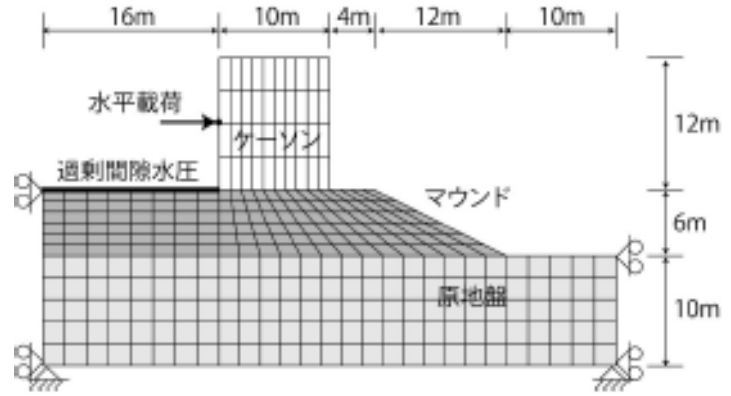
仮想の防波堤を対象とし、遠心模型実験と実験結果に基づいた数値解析による再現性を評価し、浸透流がもたらす基礎マウンド支持力の低下の数値解析による評価手法について検討しており、浸透流による支持力低下が示されている。



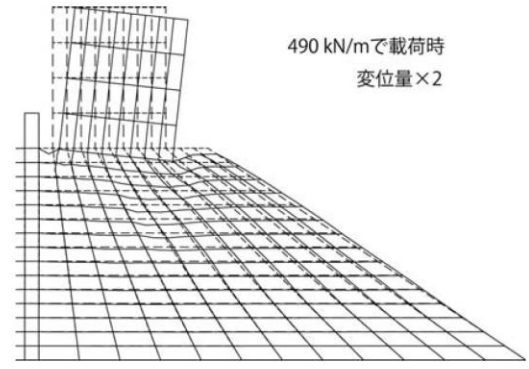
実験モデル



実験結果



解析モデル

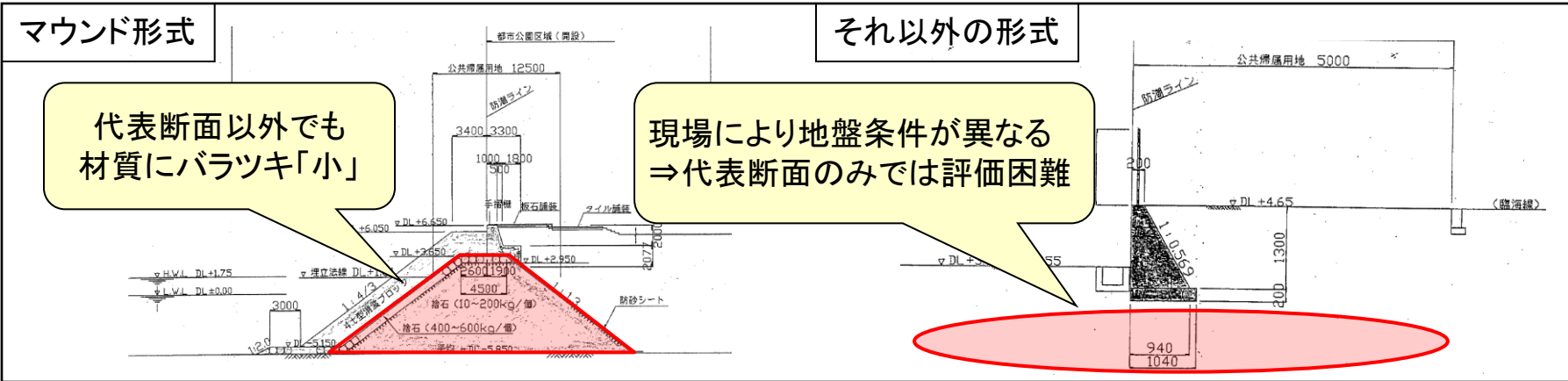


解析結果

防潮堤の粘り強い構造に係る検討

<海岸防潮堤>

■浸透流に対する検討方法



(1) マウンド形式

- ・基礎地盤は捨石などの材質であり、代表断面以外でも材質はほぼ均一。
- ・防波堤における実験や論文などで浸透流に伴う支持力低下に関する事例がある。

検討方法 ⇒ 代表断面を選定し、静的・動的解析により安定性を照査する

- ・静的解析：基礎地盤の単位体積重量を2割低減させ、円弧すべり解析にて安定性を照査する。
- ・動的解析：浸透流による支持力低下を考慮した解析を実施し、安定性を照査する。

(2) それ以外の形式

- ・実験や論文などで浸透流に伴う支持力低下に関する事例がない。
- ・基礎地盤(土質条件)が設置位置により異なるため、代表断面での結果をその他断面へ適用は困難。

検討方法 ⇒ 各個別断面において、浸透流の影響度に応じて動的解析により安定性を照査する

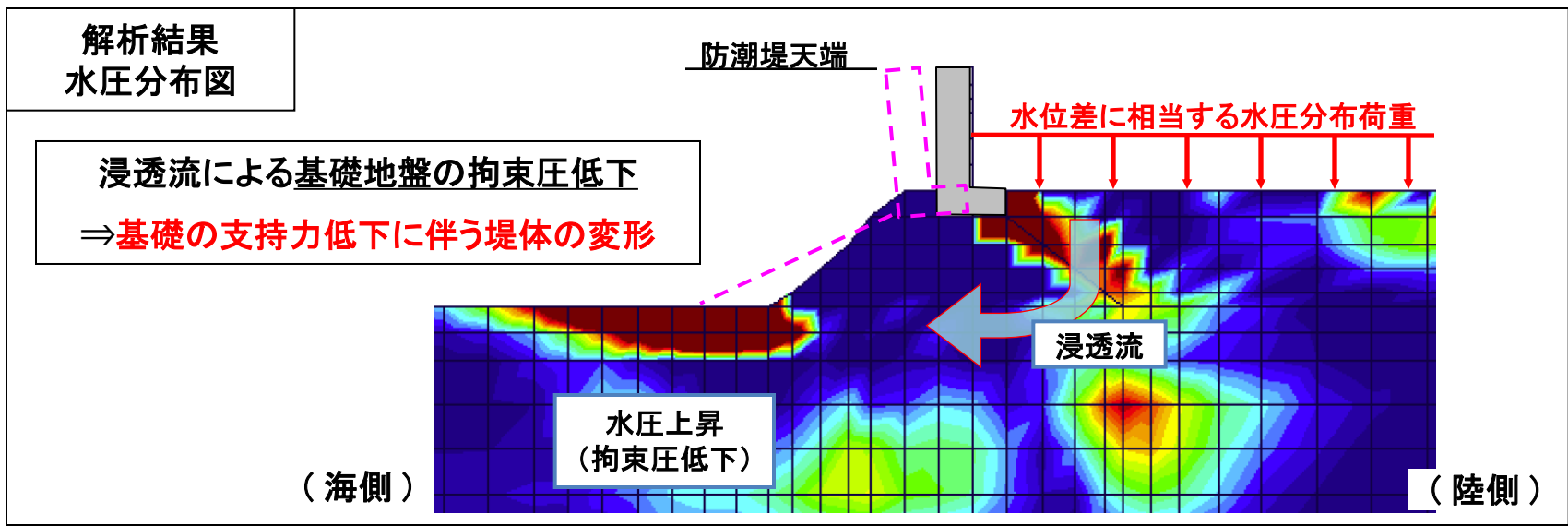
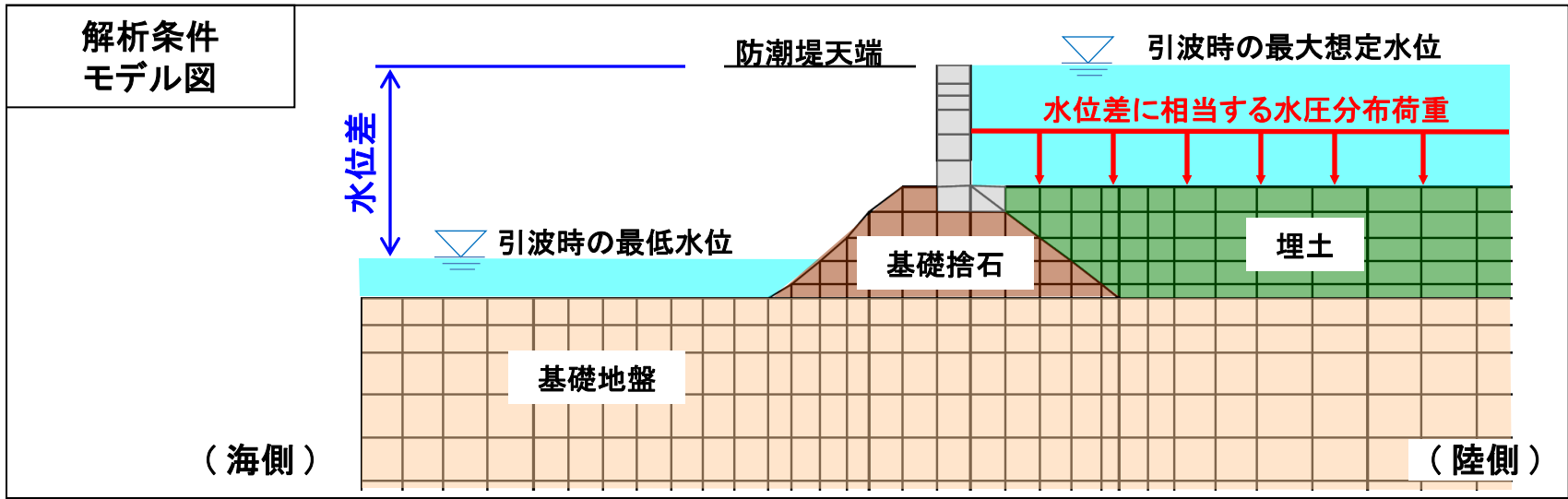
・実施設計段階で、浸透流解析等により影響を把握。

※河川防潮堤も同様に対策実施の際に浸透流の影響を検討

防潮堤の粘り強い構造に係る検討

<海岸防潮堤>

■検討結果(動的解析・FLIPカクテルグラスモデル)

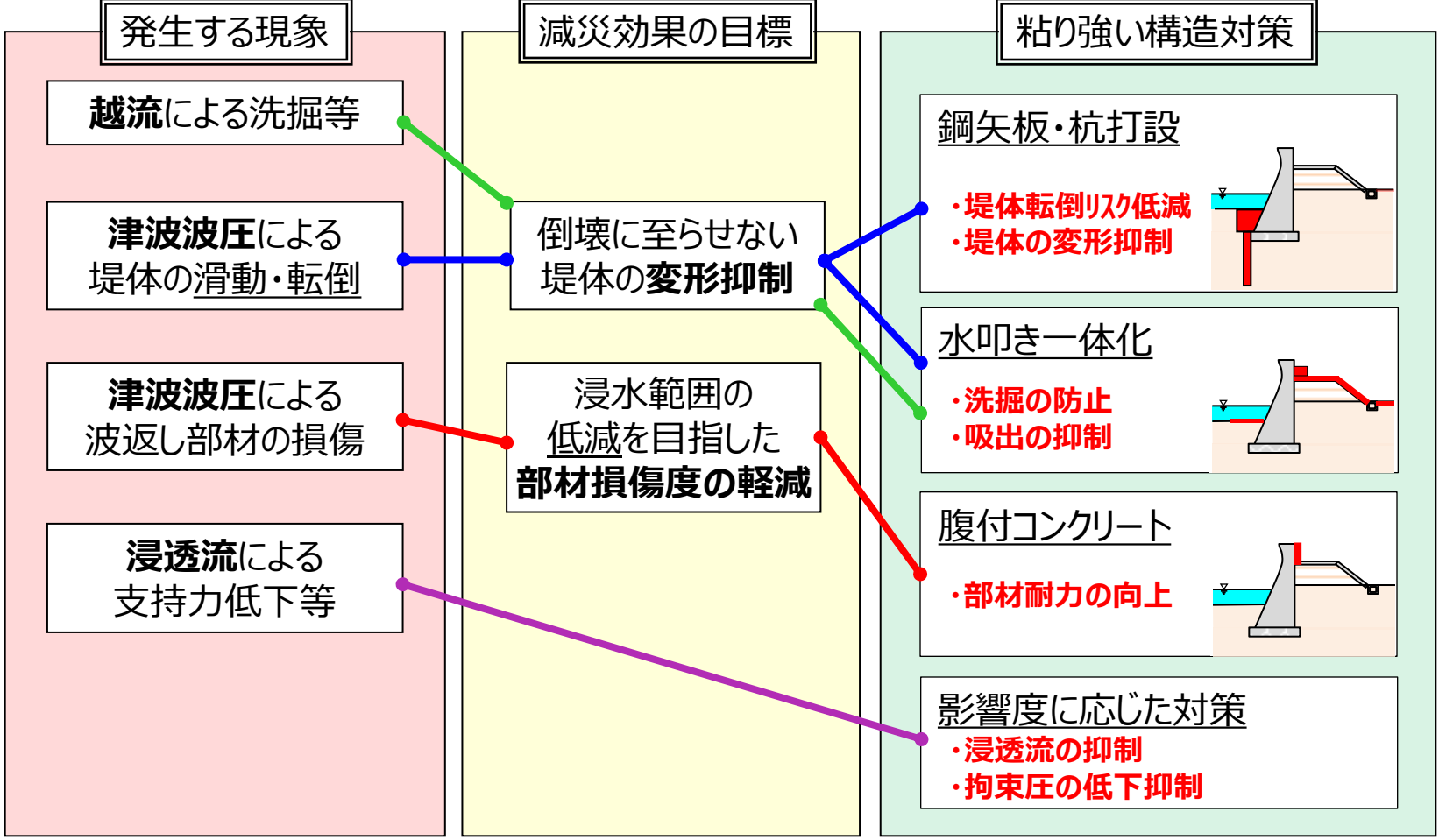


防潮堤の粘り強い構造に係る検討

< 海岸防潮堤 >

■ 粘り強い構造対策

下図に地震・津波に伴う「発生する現象」「減災目標」「粘り強い構造対策」の関係を示す。
浸透流に対する粘り強い構造については、動的解析等で浸透流の影響を把握した上で、
影響度に応じた対策を実施する。



防潮堤の粘り強い構造に係る検討

< 海岸防潮堤 >

■ 対策箇所と優先順位(総括)

要対策となった箇所の合計延長は17.26km。

- ・防潮堤の液状化対策は、浸透流に対しても有効な対策工となる。
- ・防潮堤の液状化対策と併せて対策を実施する事で、工期・工費等を縮減できる。

⇒ 以下の優先順位で対策を実施する。

- | | | | |
|-----------------------------|-----------------------|---|--------------------|
| (高)
↑
優先度
↓
(低) | ① 液状化対策重点箇所(緑実線・緑点線) | } | ⇒ 液状化対策と併せて実施(最優先) |
| | ② 浸水深1.0m以上の箇所(2箇所) | | |
| | ③ 波返し部材がせん断耐力不足の箇所 | } | ⇒ 対策不要(1.21km) |
| | ④ 背後地盤が高く、浸水の影響が少ない箇所 | | |

