

整備計画案の検討について

平成26年11月17日

高知県

国土交通省 四国地方整備局

目 次

これまでの検討経緯	1
検討にあたっての前提条件	6
洪水・高潮シミュレーションの検討について	7
潮流・水質シミュレーションの検討について	13
航行船舶への影響の検討について	14
対策断面の検討について	15
整備手順の検討について	16

これまでの検討経緯

◆高知港における地震津波防護の対策検討会議

目的：高知港において、「多重防護」の考え方の下、「最大クラスの津波」の襲来も想定しつつ、「発生頻度の高い津波」に対して、港湾及び背後地を効率的・効果的に防護するための対策のあり方について検討する。

設置日：平成25年11月8日

委員：高知工科大学 磯部副学長(座長)、高知大学 大年教授(故人)、高知大学 原教授、
独立行政法人港湾空港技術研究所 海洋情報・津波研究領域 富田領域長

関係者：高知県(危機管理部部長、土木部副部長)、高知市(防災対策部副部長、都市建設部副部長)、
四国地方整備局(港湾空港部、高松港湾空港技術調査事務所)

事務局：高知県土木部港湾・海岸課、四国地方整備局高知港湾・空港整備事務所

高知港における地震津波防護の対策方針案(三重防護)を公表(平成25年6月13日)

第1回高知港における地震津波防護の対策検討会議(平成25年11月8日)

◆設置要綱の承認 ◆設計津波と防護目標の設定

発生頻度の高い津波(L1津波)、最大クラスの津波(L2津波)に対して、防災・減災の効果を津波シミュレーションにより確認

第2回高知港における地震津波防護の対策検討会議(平成26年5月20日)

◆高知港における地震・津波対策の「計画方針」のとりまとめ

(参考1) 高知港における地震津波防護の対策方針案 (H25年6月13日)

津波防護には3ラインでの対策による「三重防護」が有効。

③ 浦戸湾内部護岸等のライン

● 地盤沈降等に対応した嵩上げや液状化対策を実施

② 浦戸湾外縁部・湾口部のライン

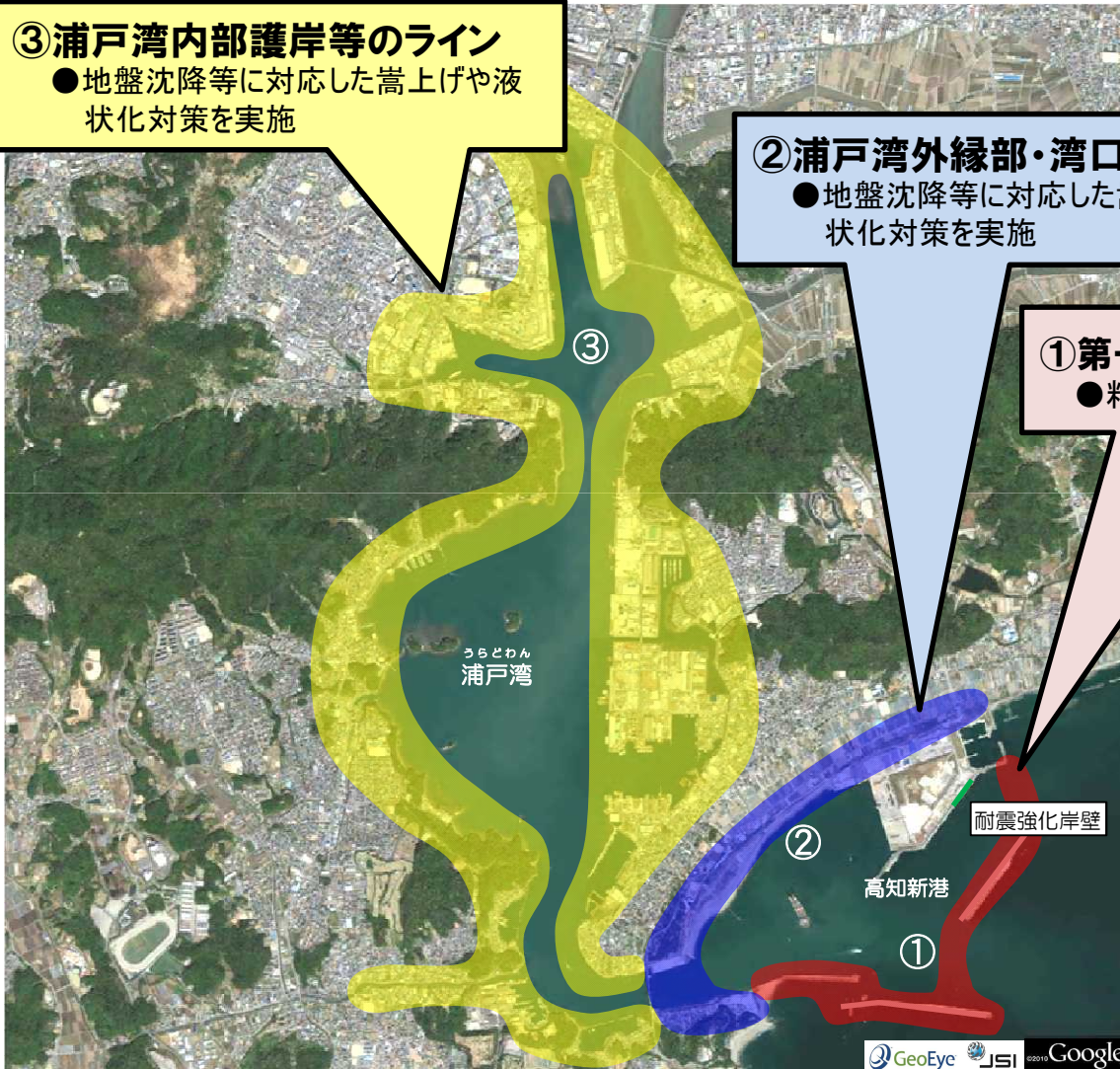
● 地盤沈降等に対応した嵩上げや液状化対策を実施

① 第一線防波堤のライン

● 粘り強い構造への補強等を実施

凡例

- ① 第一線防波堤のライン
- ② 浦戸湾外縁部・湾口部のライン
- ③ 浦戸湾内部護岸等のライン



期待できる効果

第①ライン

- ・ 津波エネルギーの減衰
- ・ 高知新港の港湾機能の保全

第②ライン

- ・ 津波の浸入や北上の防止・低減

第③ライン

- ・ 護岸の倒壊や背後地浸水の防止等

出典：高知港における地震津波防護の対策方針案
高知県・四国地方整備局(2013年6月13日発表)

(参考2) 地震・津波防護対策 計画方針 (H26年5月20日)

○平成25年6月に公表した「三重防護^{※1}」の考え方にに基づき、防災^{※2}・減災^{※3}対策を行う。

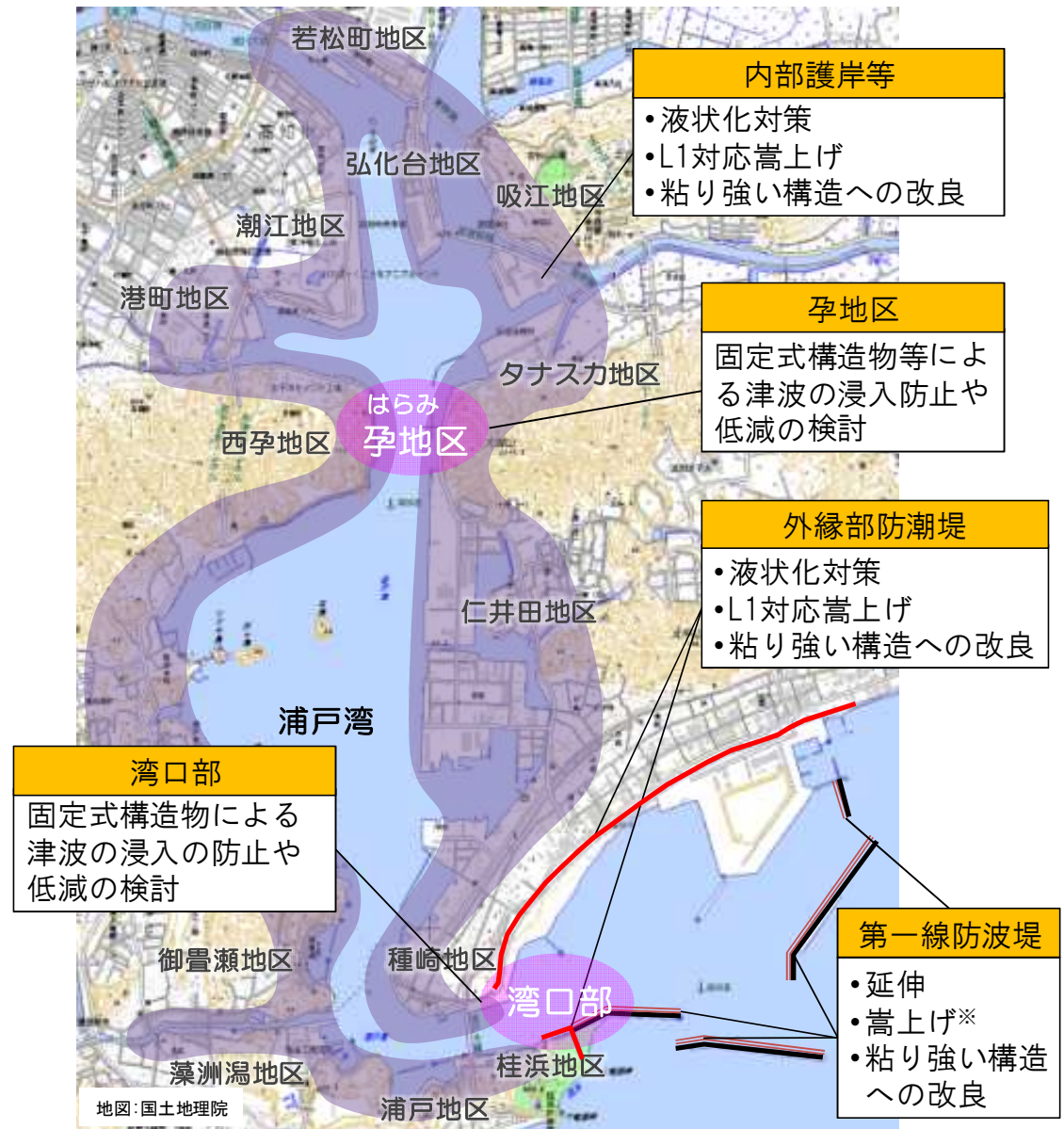
※1三重防護：①高知新港の防波堤、②浦戸湾外縁部・湾口部の防波堤や防潮堤、③浦戸湾内部護岸等の改良、補強等を行うことにより、津波からの防護を重層的に行うもの

※2防災：堤内地（津波防護ラインより陸側）への津波の浸入を防ぐ

※3減災：できる限り浸水深や浸水面積を低減するとともに、津波到達時刻の遅延を図る

○海岸保全施設の整備にあたっては、これまでの中央防災会議等での議論を踏まえ、発生頻度の高い津波（L1）に対しては、津波防護ラインより陸側への津波の浸入を防ぐとともに、最大クラスの津波（L2）に対しては、浸水面積や浸水深の低減、津波到達時刻の遅延等の減災対策を図る。

○湾口部への可動式防波堤設置案については、湾口部や孕地区への固定式防波堤の設置案と比較して、とりわけL2津波に対する防護効果が劣ることから、今回は採用を見送る。なお、固定式防波堤の設置箇所や構造等については、今後、費用対効果、船舶の航行や河川・湾内環境への影響等を総合的に勘案して決定する。



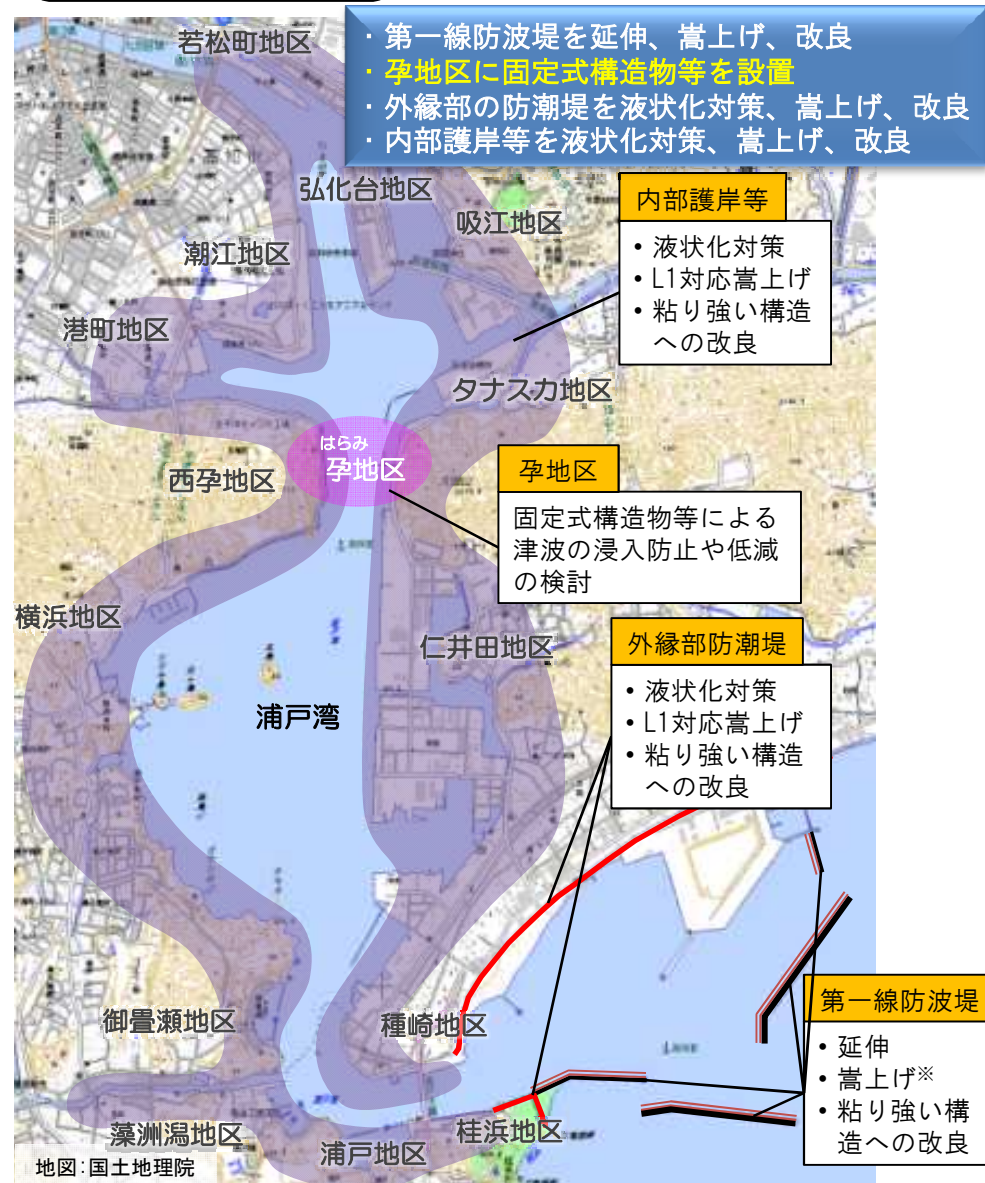
※ 第一線防波堤の嵩上げについては、別途地震時の地盤沈下量を求め、地震後においても港内の静穏度を確保するのに必要な高さに事前対策する。

(参考3) 対策案の検討ケース

① 湾口部固定式案



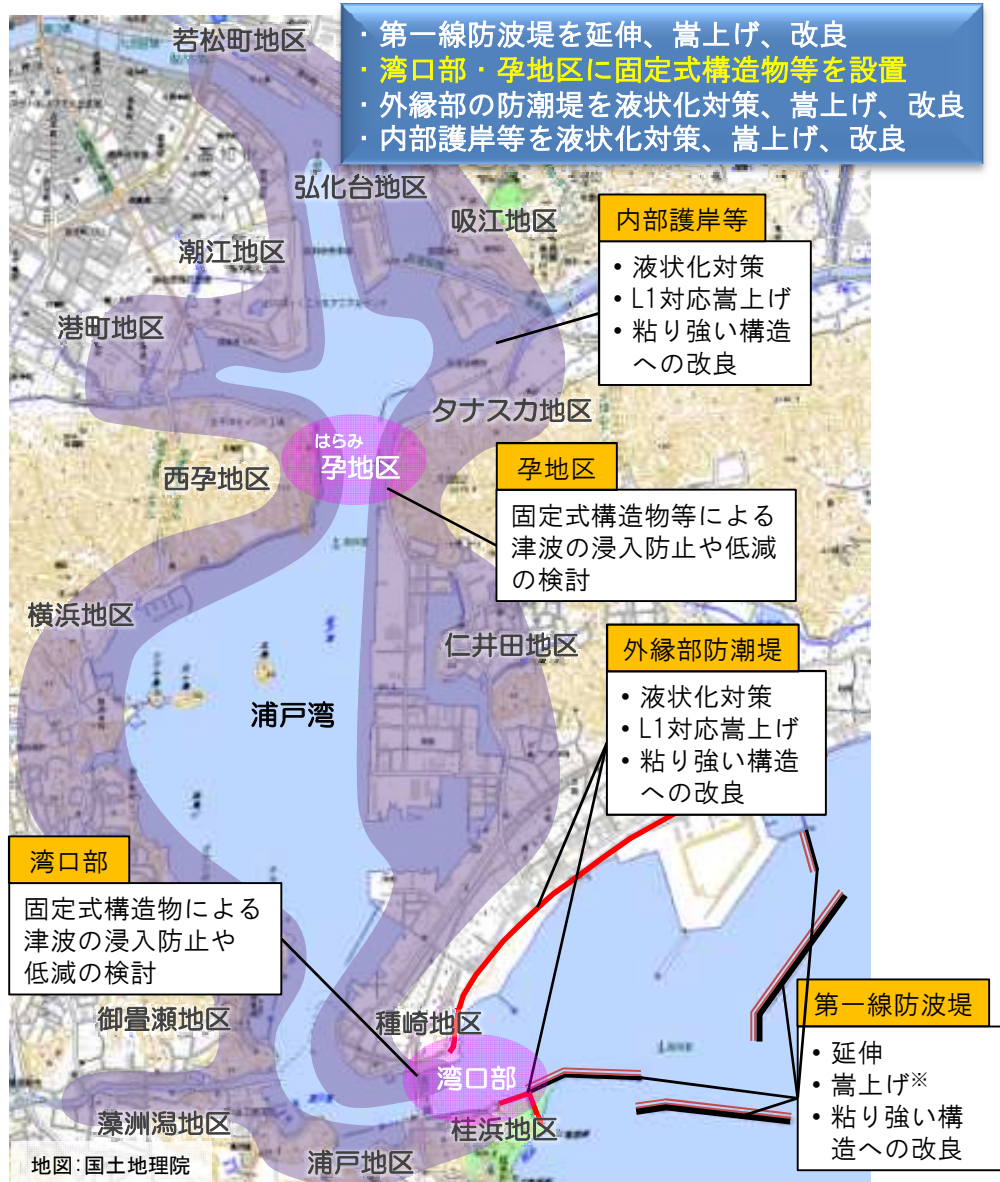
② 孕地区固定式案



※ 第一線防波堤の嵩上げについては、別途地震時の地盤沈下量を求め、地震後においても港内の静穏度を確保するのに必要な高さに事前対策する。

(参考4) 対策案の検討ケース

③ 湾口部・孕地区固定式案



※ 第一線防波堤の嵩上げについては、別途地震時の地盤沈下量を求め、地震後においても港内の静穏度を確保するのに必要な高さに事前対策する。

検討にあたっての前提条件

- 第2回検討会議で絞り込まれた各対策案に対して、以下の検討を行い、河川や湾内環境などへの影響を及ぼさない、経済的な対策案を絞り込み、効果・効率性を踏まえた整備計画案のとりまとめを行う。

- ◆河川環境：河川流況に影響を及ぼさない固定式構造物の設置。
（洪水、高潮シミュレーションによる影響の確認・検証）
- ◆湾内環境：潮流、水質の影響、変化が軽微となる固定式構造物の設置。
（潮流・水質シミュレーションによる影響の確認・検証）
- ◆航行船舶：航路幅を確保し、船舶の安全な航行を確保出来る固定式構造物の設置。
（航行船舶関係者へのヒアリング、シミュレーションによる影響の確認・検証）
- ◆コスト面：施設箇所に応じた対策断面、施工方法、コスト縮減方策。

周辺環境へ影響を及ぼさない、経済的な対策案を絞り込み

- ◆効果・効率性：インフラ等の集積、防災拠点・機能など地域の重要度を考慮した、効果的、効率的な整備手順。

整備計画案のとりまとめ

洪水・高潮シミュレーションの検討について

【検討方針】

- 固定式構造物の設置により、浦戸湾に流入する各河川への影響が懸念される。このため、洪水・高潮シミュレーションにより、各対策案が河川環境に与える影響を評価する。
- シミュレーションにおいては、以下の初期水位、各河川の高水流量にて検討を行う。
- なお、西日本各地で大規模な災害が出た「H26年8月豪雨」については、台風12号時に10年確率流量を超えたものの、50年確率流量の7割弱であり、潮位はT.P.+1.0mに到達していないため、以下の洪水シミュレーション①の方が、より厳しいものである。また、台風11号時に潮位がT.P.+2.0mを若干超えたものの、10年確率流量に到達していないため、以下の洪水シミュレーション②の方が、より厳しいものである。

◆洪水・高潮シミュレーションの前提条件

洪水シミュレーション、高潮シミュレーションで与える初期水位、対象雨量の考え方は、以下のとおりとする。

▶洪水シミュレーション

- ① 朔望平均満潮位 (T.P.+1.0m※) を出発水位とし、1/50年確率降雨 (鏡川は、1/70年確率降雨) による高水流量を与えて、不等流計算を行う。
- ② 計画高潮位 (T.P.+3.5m) を出発水位とし、1/10年確率降雨による高水流量を与えて、不等流計算を行う。

▶高潮シミュレーション

- ・ 朔望平均満潮位 (T.P.+1.0m (気象庁2013年度成果)) を出発水位とし、1/10年確率降雨による高水流量を与えて、既往最大潮位となった台風7010号の高潮推算を行う。

※河川計画上の朔望平均満潮位 (H.W.L) =T.P.+0.846mをシミュレーション上は、T.P.+1.0mとして扱う。

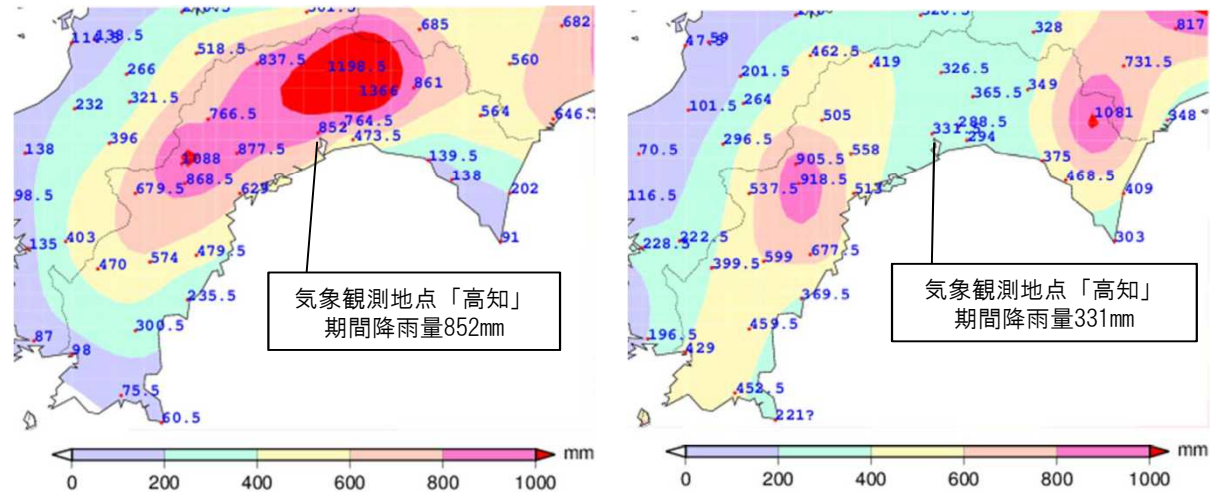
(参考1) 台風1411号と台風1412号の概要(降水量)

- 台風1411号、台風1412号による気象観測地点「高知」での降水量は以下のとおりである。
- 期間降水量は、台風1411号で331mm、台風1412号で852mmを観測。
- 8月3日に観測(台風1412号)された月最大24時間降水量422mmは歴代3位。
- 同日に観測された日最大1時間降水量74mmは、歴代10位以下。

気象(降水量)の概要

- 8月1日～5日までの降水量(台風12号)は、気象観測地点「高知」で852mmを観測。
(県内の観測地点中、6番目に多い降水量を観測)
- 8月7日～10日までの降水量(台風11号)は、気象観測地点「高知」では331mmを観測。
(県東部及び西部で1000mm超え)
- 気象観測地点「高知」で8月3日に観測した月最大24時間降水量422mmは、歴代3位を記録。
- 同地点で8/3の日最大1時間降水量74.0mmは歴代10位以下
(県内の観測地点中、3番目に多い降水量を観測)
- 同地点でのH26年8月の月降水量1,561mmは過去最高を記録。

高知県内のアメダス期間降水量の記録



8日1日03時～5日24時までの
アメダス期間降水量

8日7日12時～10日24時までの
アメダス期間降水量

出典：高知地方気象台発表資料「高知県の気象速報」

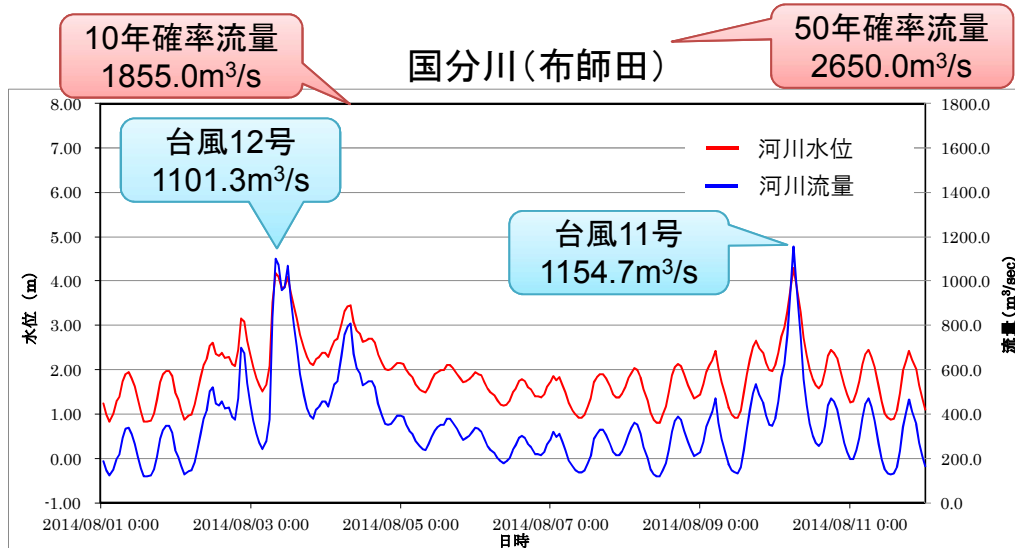
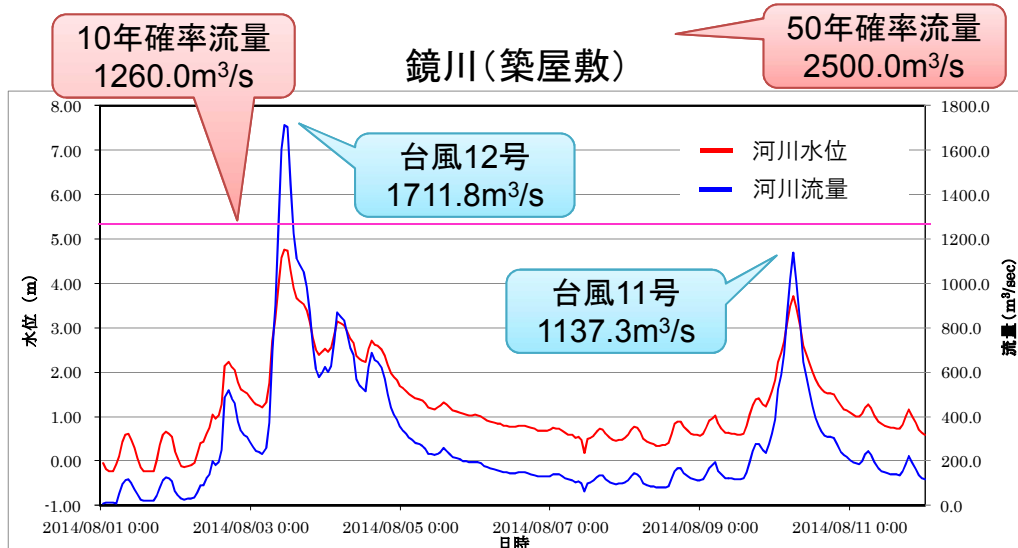
気象観測地点「高知」における観測雨量の記録

	雨量(mm)	備考
日最大 1時間降水量	74.0	2014/8/3観測 歴代10位以下
月最大24時間降水量	422.0	2014/8/3観測 歴代3位

出典：気象庁「気象観測データ」

(参考2) 台風1411号と台風1412号の概要 (河川水位と河川流量)

●H-Q式を用いて河川水位より河川流量を推計したところ、台風1411号と台風1412号の流量は、国分川では10年確率未満であった。鏡川では、台風1411号は10年確率流量未満であったが、台風1412号では10年確率流量と50年確率流量の間であった。

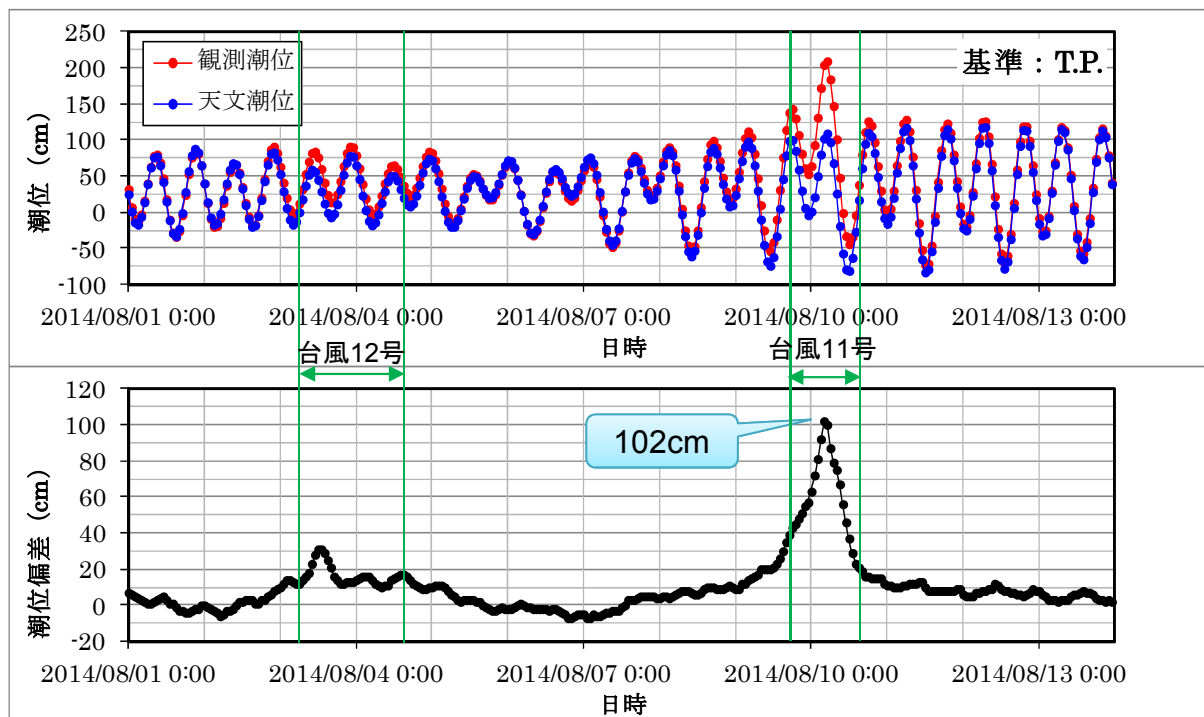


※「平成21年度 鏡川浸水想定区域図作成委託業務 高知県」、「平成21年度 国分川浸水想定区域図作成委託業務 高知県」のH-Q式を採用
 ・築屋敷(鏡川) : 河口から3.4km地点を採用 ・布師田(国分川) : 河口から5.175km地点を採用

(参考3) 台風1411号と台風1412号の概要 (潮位、潮位偏差)

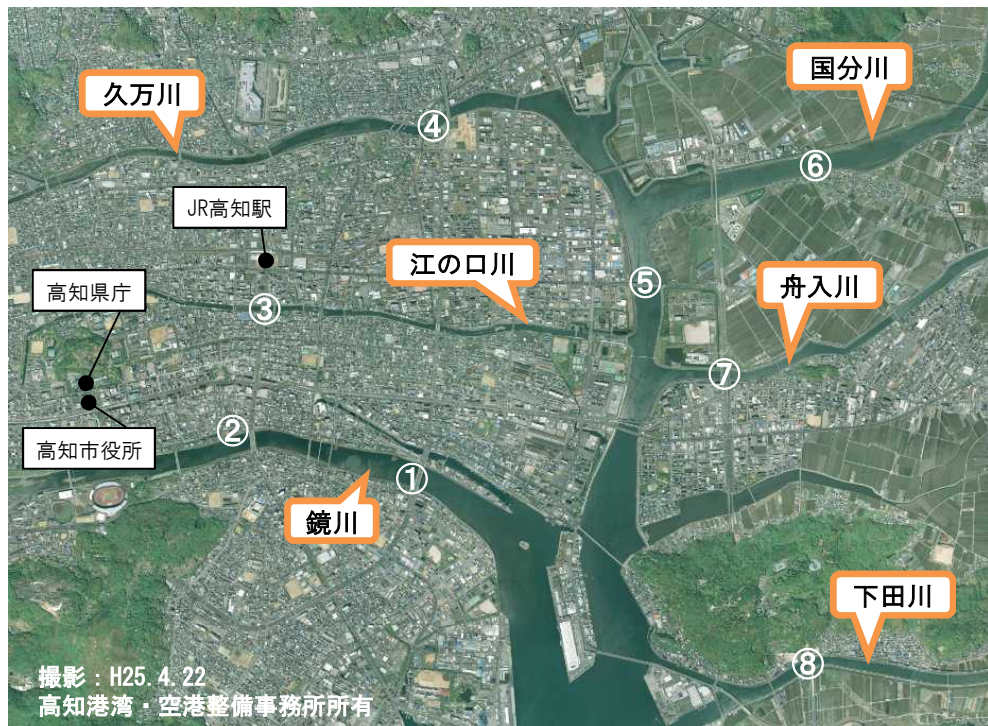
- 気象庁の高知における潮位、潮位偏差の時系列である。
- 朔望平均満潮位時に高潮が来襲している。最大潮位偏差は102cmである。

高知 (台風11号・12号)



出典: 気象庁HP

(参考4) 台風1412号における各河川の状況



③江の口川 高知橋(国道32号)付近
撮影：H26. 8. 3 15:36



⑥国分川 錦功橋上流側付近
撮影：H26. 8. 3 17:44



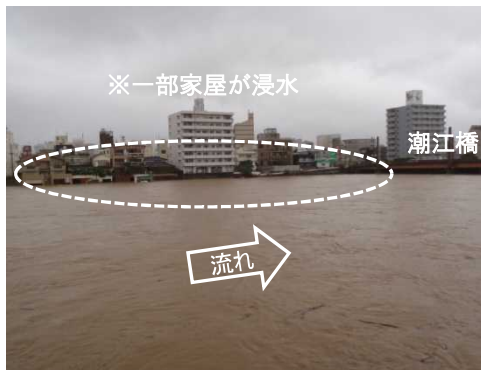
④久万川 JR土讃線付近
撮影：H26. 8. 3 15:22



⑦舟入川 県道44号橋梁付近
撮影：H26. 8. 3 15:42



①鏡川 鏡川大橋上流付近
撮影：H26. 8. 3 15:31



②鏡川左岸 潮江橋上流付近
撮影：H26. 8. 3 15:31



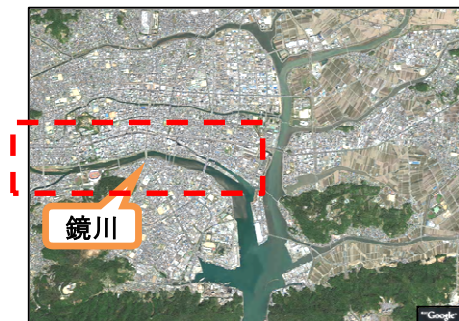
⑤国分川 新国分川橋付近
撮影：H26. 8. 3 17:59



⑧下田川 雄幸(おさじ)橋上流側付近
撮影：H26. 8. 3 16:35

(参考5) 台風1412号における各河川の状況

- 高知市中心部を流れる「鏡川」では、一時、氾濫危険水位^{つきやしき}4.6m（築屋敷水位観測局）を超える水位に達した。



潮流・水質シミュレーションの検討について

【検討方針】

- 浦戸湾は半閉鎖的な水域のため、湾口部及び孕地区の固定式構造物設置により、湾内環境が変化し、影響を及ぼす可能性がある。このため、潮流・水質シミュレーションにより、各対策案が水域環境に与える影響を予測する。
- 既往調査および今年度実施する水質、流況調査等をもとに、潮汐流と河川の流入に伴う密度を考慮した潮流シミュレーションにより潮流、平均流（密度流）、水温、塩分の予測計算を行い、流況に及ぼす影響を確認・検討する。
- 水質シミュレーションは、化学的酸素要求量（COD）、溶存酸素量（DO）の評価項目について、将来濃度を予測し、水域環境に及ぼす影響を確認・検討する。

【評価項目と指標】

● 潮流シミュレーション

評価項目	指標
上げ・下げ潮時の流況	流速等が大きく変化していないか
15昼夜期間平均流	物質循環に影響しないか
水温・塩分	大きく変化していないか

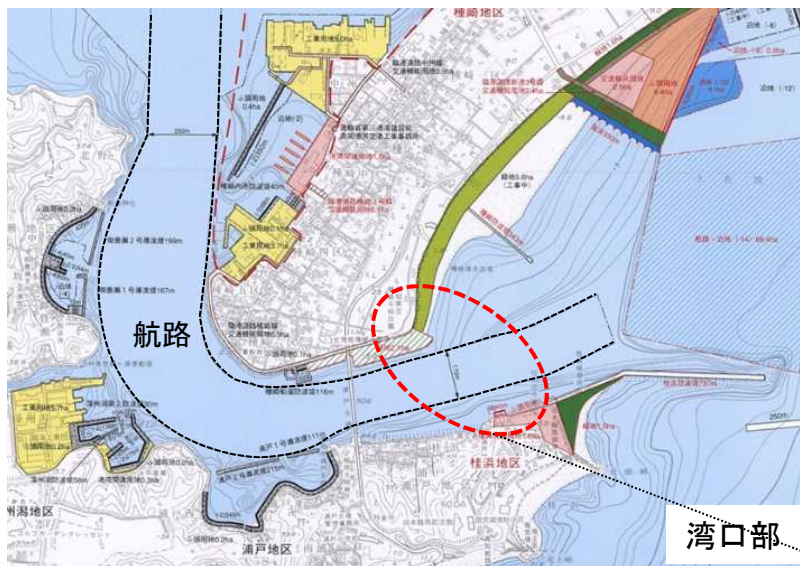
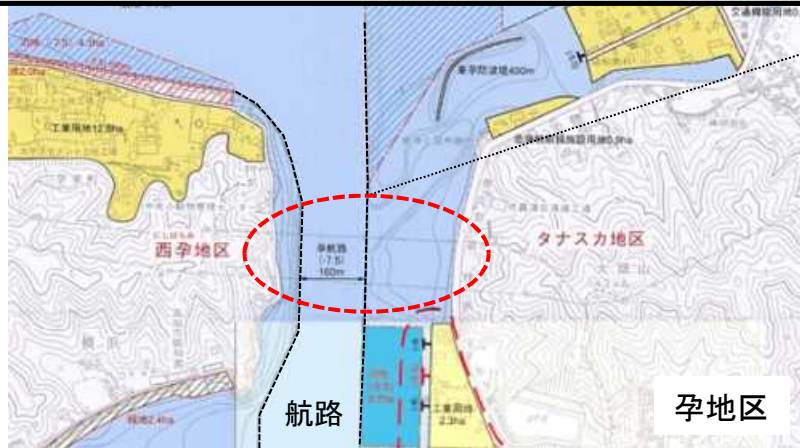
● 水質シミュレーション

評価項目	指標
化学的酸素要求量（COD）	大きく変化していないか （富栄養化の進行：赤潮、青潮の発生）
溶存酸素濃度（DO）	大きく変化していないか （貧酸素の進行：底生生物、魚介類に影響）

航行船舶への影響の検討について

【検討方針】

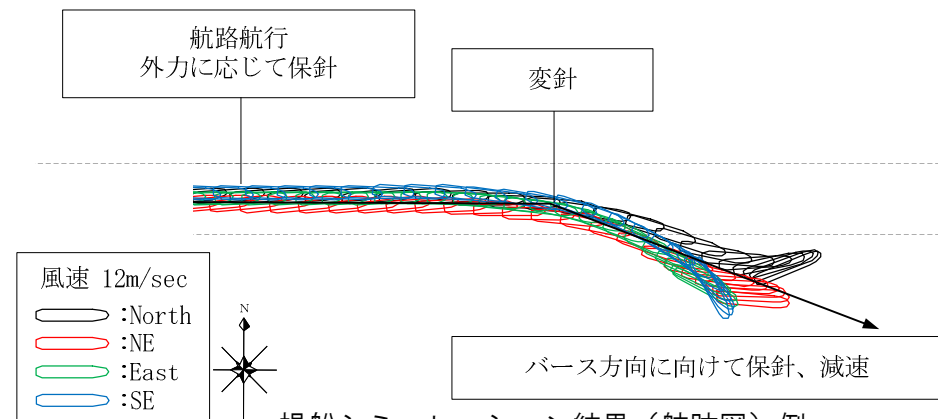
- 船舶の安全な航行のため、湾口部及び孕地区の航路幅を確保した固定式構造物の配置、断面とする。
- 航路幅の確保により、船舶の通航に支障はないが、開口幅が狭まることで、船舶からの視認性等について、影響を及ぼす可能性がある。
- このため、航行船舶関係者へのヒアリングを行うとともに、必要に応じ操船シミュレーションを実施し、操船への影響を確認する。



- 船舶関係者へのヒアリングにより、視認性等の問題の有無を確認。
- 必要に応じて、風や潮流等の外力によって受ける操船への影響を定量的に評価するためのシミュレーションを実施。

数値プログラミングによる操船シミュレーションの例

- ・ 1隻の船舶に主眼をおき、舵や機関の使用方法を予め設定し、一定の制御則のもと計算を実施する事で、船舶の操縦性能を鑑みた、安全性の検討が可能
- ・ 外力(風や潮流)が及ぼす影響の検討が可能
- ・ 舵使用量、横偏位置、速力より航跡等の操船状況による比較評価が可能



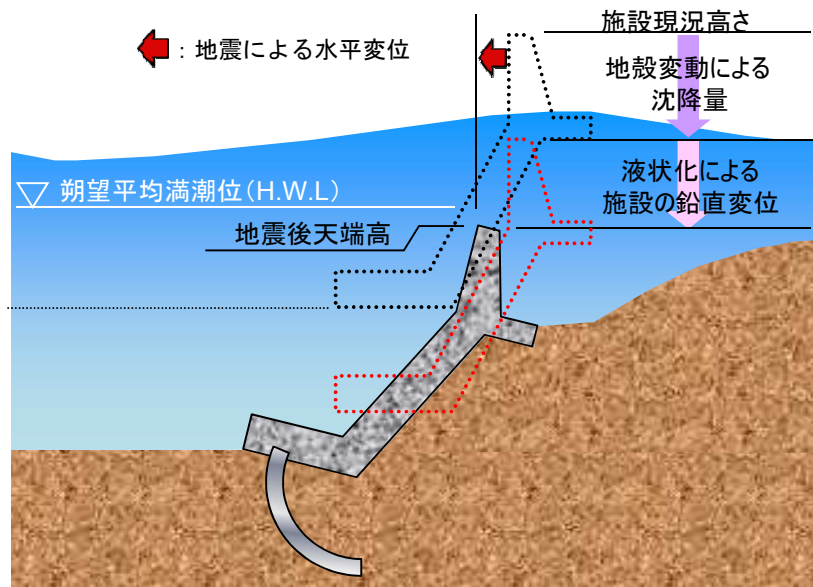
操船シミュレーション結果（航跡図）例

対策断面の検討について

【検討方針】

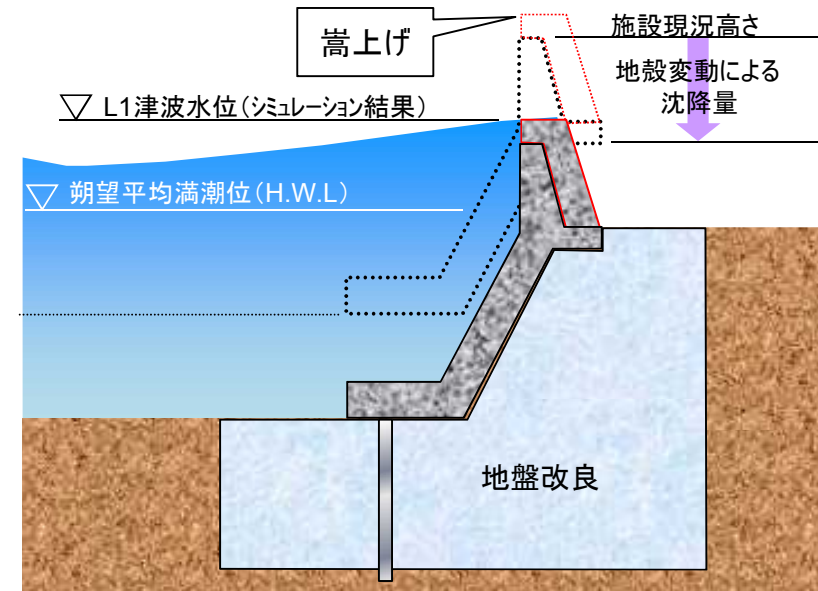
- 護岸等の整備高さは、発生頻度の高い津波（L1津波）として設定した、「東南海・南海地震（2連動、M8.6）津波断層モデルを対象とした津波シミュレーションによる津波水位に対して浸水を許容しないものとする。
- 津波に先行する地震に伴う、既存施設の水平・鉛直変位の状況に応じ、壁厚の増大、鋼管杭等による堤体補強、液状化対策等の地盤改良を検討する。
- 水門を設置した場合に、水門内側の河川や水路等の護岸における整備水準や整備延長を大幅に減らすことができる区域においては、コスト縮減方策として、水門の設置を検討する。
- L1津波を越える津波に対して、津波が施設を乗り越えた場合にも、粘り強く減災効果を発揮する構造上の工夫（粘り強い構造）についても検討する。

現 況



- 地震後の防潮堤の高さが、L1津波水位を下回り、背後地に津波が浸入。
- 津波に先行する地震による水平変位が大きく、防潮堤の目地が開き、背後地に津波が浸入。
- さらに、液状化による施設の鉛直変位により満潮位を下回ること、長期浸水が発生。

対策断面(例)



- L1津波に対して、背後地に浸入を許さない高さにて整備。
- 津波に先行する地震に伴う施設の水平・鉛直変位量に応じ、対策断面を検討。

整備手順の検討について

【検討方針】

- 第2、3ラインにおける既存の海岸保全施設は約35kmと長い整備延長を有する。
- 効率的・効果的な整備のため、インフラ等の集積や防災拠点・機能としての重要度など、以下の観点を検討した施設の整備手順を検討する。

発生頻度の高い津波による浸水予測図



※河川堤防は液状化対策済みとして設定
 ※東南海・南海地震(2003年中央防災会議想定、M8.6)を対象とした四国地方整備局による浸水予測図(2011年想定)

施設整備手順の検討に当たっての観点

- 広域にわたる津波の浸入や遡上の防止・低減効果が高い施設であるか。
 (但し、津波の反射による隣接地域への影響も考慮する)
- 浸水区域内における人口、都市・産業機能の集積が高い地域を守る施設であるか。
- 行政・防災機関や医療拠点(支援・救護病院)、緊急輸送道路などの防災拠点・機能としての重要度が高い地域を守る施設であるか。
- 県民生活や早期の復旧・復興に必要な燃料備蓄施設を守る施設であるか。
- 航路に近接し、地震・津波による損壊が起きた場合、航路機能に影響を及ぼす施設であるか。

- 凡 例
- ⊕ : 広域災害支援病院
 - ⊕ : 災害支援病院
 - ⊕ : 救護病院
 - : 災害対策用ヘリポート
 - ⚙ : 工場
 - ⚡ : 発電所
 - ✖ : 小・中学校
 - ⊗ : 高等学校
 - ⊗ : 大学
 - : 第1次緊急輸送道路
 - : 津波・長期浸水予測区域