

本資料は1月16日の委員からの意見を踏まえ、一部修正しています。

直轄高知海岸 地震対策検討委員会

(地震・津波対策工法について)

令和8年1月16日

四国地方整備局 高知河川国道事務所

審議項目

本委員会の中で主に以下に関する項目について、審議を行う。

1. 地震・津波対策工法について

目次

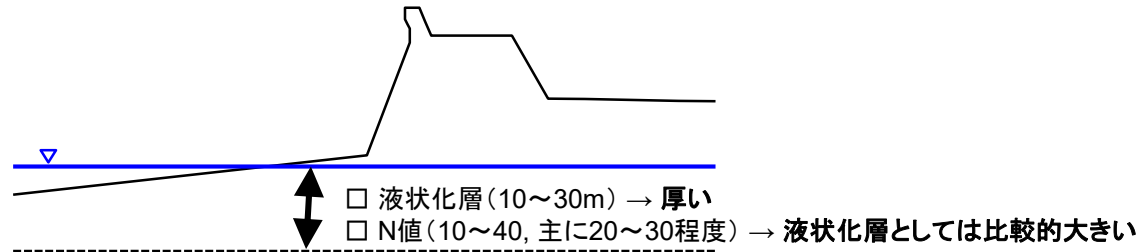
1. 対策工法の選定方針(案)	3
2. 対策工法の候補	5
3. 対策工法の候補の検証	19
4. 気候変動を踏まえた高潮・高波対策への対応	22
5. 景観配慮	24

① 既設海岸堤防を生かした対策工法の洗い出し

津波防災まちづくりとの連携、海岸の利用形態を考慮

② 一次選定【香南工区への適用性を検討】

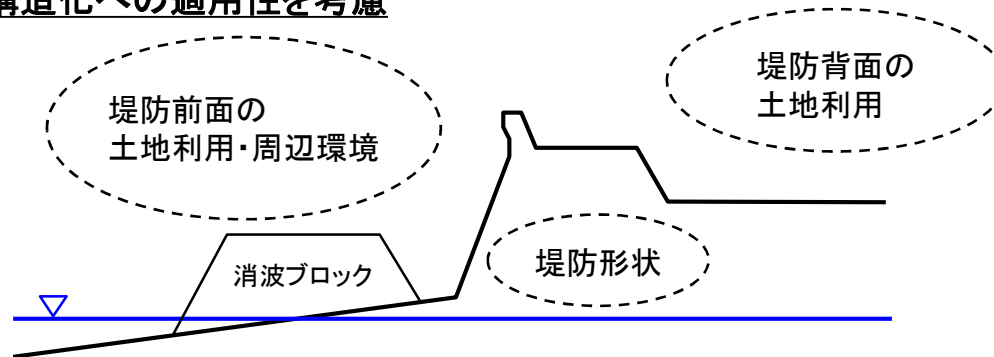
液状化層に対する対策効果の期待度により選定



③ 二次選定【香南工区への適用性検討】

周辺状況・堤防形状の状況における対策工法の施工性・機能保持・環境より選定

粘り強い構造化への適用性を考慮



④ FLIPによる対策効果の検証・総合評価

対策効果と、施工性・機能保持・環境・対策コストを含めた総合評価により対策工法を決定

1. 対策工法の選定方針(案) (粘り強い構造化への対応)

- 設計津波の水位を超える津波が越流しても堤防等が粘り強く効果を発揮することが「海岸堤防等の粘り強い構造及び耐震対策」(平成23年12月15日海岸省庁課長通知)により求められている。
- 香南工区における地震津波対策においても既往工区と同様に対策を図る。

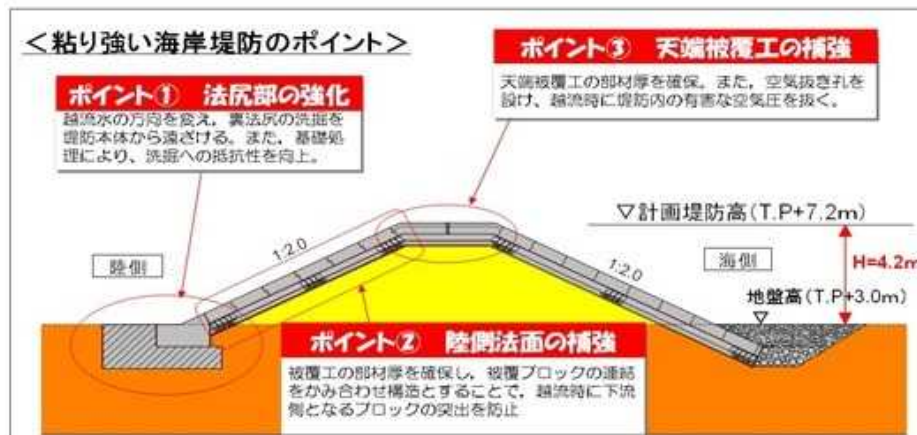
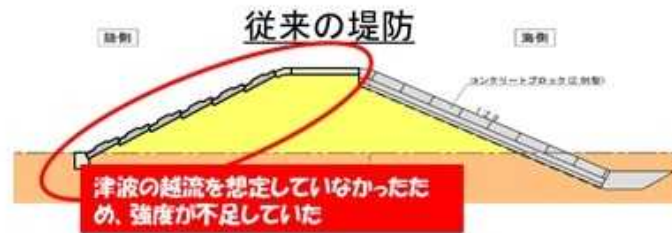
粘り強い構造の定義とその効果

海岸堤防の粘り強い構造の基本的な考え方は、津波が越流した場合であっても、以下のいずれかもしくは両方の効果を発揮するよう構造上の工夫を施すものである。

- 1) 施設が破壊、倒壊するまでの時間を少しでも長くする
- 2) 施設が完全に流失した状態である全壊に至る可能性を少しでも減らす

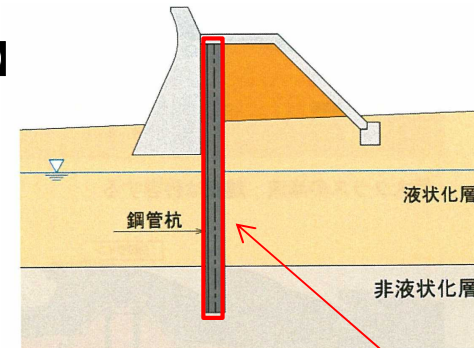
出典: 国土技術政策総合研究所資料 No1035
「津波越流に対する海岸堤防の粘り強い構造の要点」p2抜粋
国土交通省 国土技術政策総合研究所

【土堤式-三面被覆張構造】



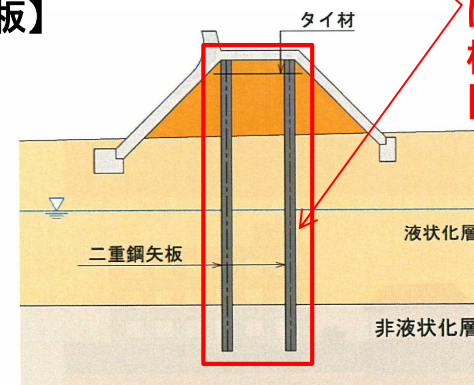
出典: 国土交通省HP
「第1回 海岸事業の評価手法に関する研究会 配付資料」より抜粋

【鋼管杭】



(2) 鋼管杭を用いた補強構造

【二重矢板】



(1) 二重鋼矢板を用いた補強構造

鋼管杭・二重鋼矢板にて自立する堤体を構築する。
【既往工区で適用】

出典: 「二重鋼矢板・鋼管杭堤防補強工法の耐震・耐津波設計の手引き(初版)平成28年6月」抜粋・加筆

2. 対策工法の候補（選定フロー① 対策工法の洗い出し）

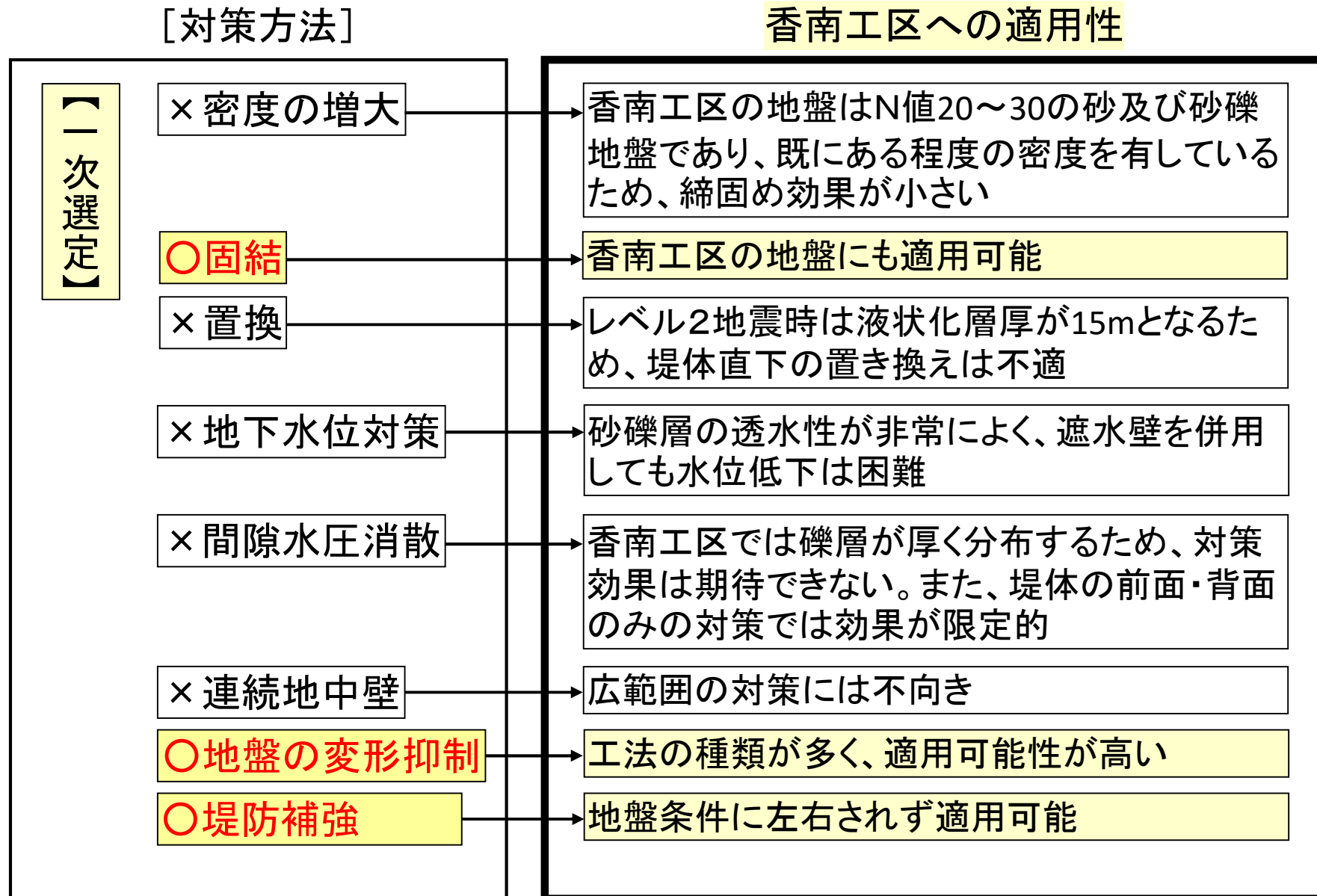
○ 既設海岸堤防を生かした液状化対策として、以下の対策方法を抽出した。

施工方法	液状化発生抑止対策					
	土の性質改良				間隙水圧消散・遮断	せん断変形の抑制
	密度増大工法	固結	置換工法	地下水位対策	間隙水圧消散	連続地中壁
主な工法の概念図	<p>【サンドコンパクションパイル工法】</p>	<p>【深層混合処理工法】</p>	<p>【置換工法】</p>	<p>【ディープウェル工法】</p>	<p>【グラベルドレーン工法】</p>	<p>【連続地中壁】</p>
コメント	N値が20程度以下の地盤については効果が期待できる。(N値の大きな地盤に対して、効果は限定的)	硬質地盤に対応した工法を選択することにより、N値の大きい地盤にも適用可能と判断する。	高知海岸は全体的に液状化対象厚が厚く、適用深度が最大5m程度であることを踏まえ、適用困難と判断する。	当該地のように対象範囲が広域かつ海岸沿いで地下水の供給量が多い箇所では、適用が困難と判断する。	検討対象区間は礫主体の地層が多く分布し、ドレーン設置においても効果が期待できない。	建物基礎間など狭い範囲には有効であるが、高知海岸堤防の大規模な堤防幅に対する効果は不明である。
高知海岸（直轄）における採用実績	実績なし	実績なし	実績なし	実績なし	実績なし	実績なし

施工方法	地盤の液状化による変形抑制対策			堤防補強対策	
	地盤の変形抑制（鋼管杭）	地盤の変形抑制（二重矢板）	地盤の変形抑制（消波ブロック）	既設補強	盛土
主な工法の概念図	<p>【鋼管杭工法】 天端打設 のり尻打設</p>	<p>【二重矢板工法】</p>	<p>【消波ブロックによる抑え盛土】</p>	<p>バラベツト・擁壁嵩上げ 護岸増厚</p>	<p>盛土による嵩上げ 新規築堤</p>
コメント	本対策は既存の構造物の上から打設することも可能な工法であるため、当該区においても適用可能である。	堤防天端に二重矢板をタイロッドでつないで打設することで堤体の変形が抑制可能となる。	本対策は対象地において既に用いられており、変位抑制の対策工として適切である。	本対策は既設護岸等の嵩上げもしくは既設護岸壁厚の増厚により対応するもので、当該地の適用に問題はない。	本対策は盛土による嵩上げもしくは新規に土堤を構築して対応するもので、背後地に余裕のある工区において適用可能である。
高知海岸（直轄）における採用実績	新居、戸原、長浜、南国工区	新居、戸原、長浜工区	仁ノ工区	戸原・南国工区	実績なし

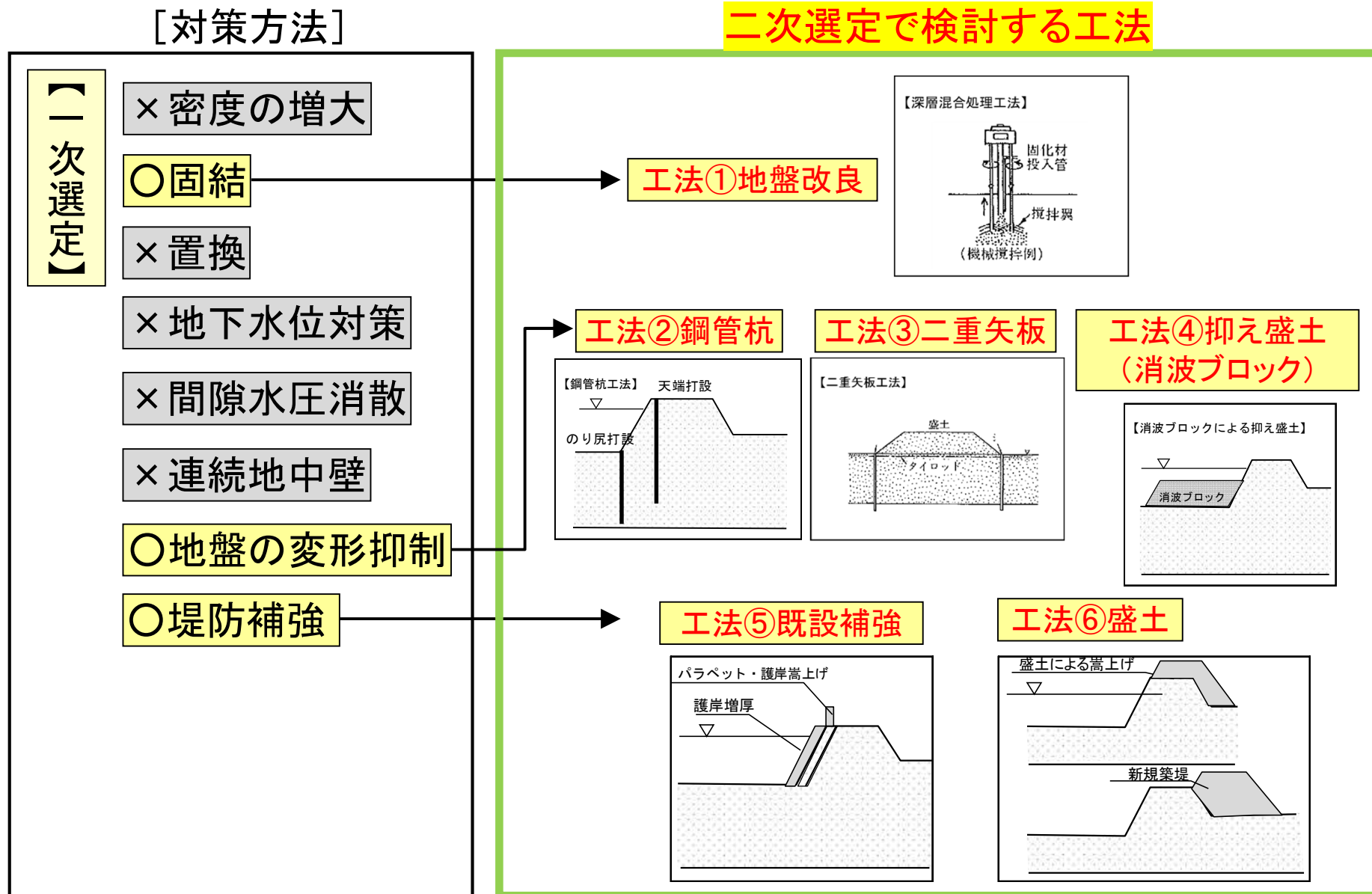
2. 対策工法の候補（選定フロー② 一次選定）

○ 香南工区の液状化層に対する対策効果の期待度（適用性）より対策方法を抽出した。



2. 対策工法の候補（選定フロー② 一次選定結果）

○ 抽出した対策方法から、二次選定で検討する対策工法を選定した。



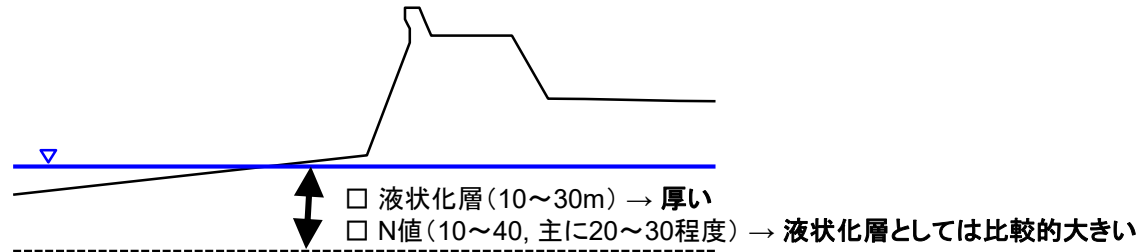
2. 対策工法の候補（選定フロー③ 二次選定）

① 既設海岸堤防を生かした対策工法の洗い出し

津波防災まちづくりとの連携、海岸の利用形態を考慮

② 一次選定【香南工区への適用性を検討】

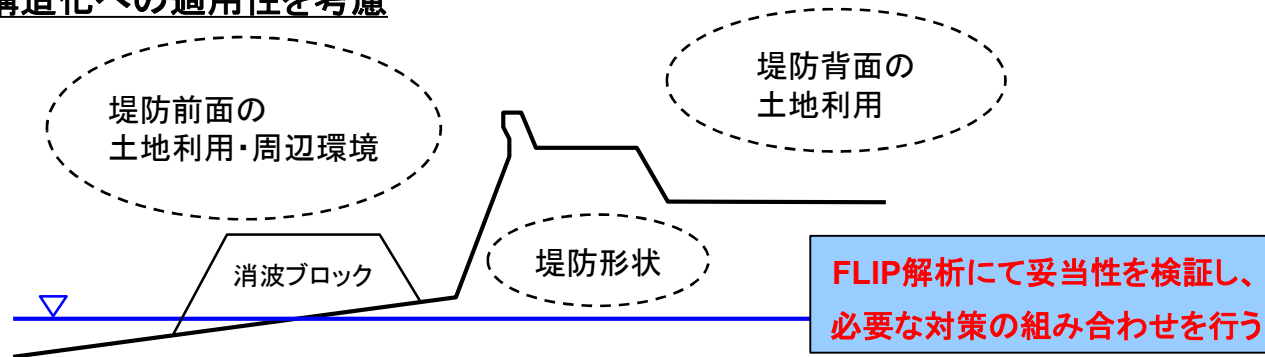
液状化層に対する対策効果の期待度により選定



③ 二次選定【香南工区への適用性検討】

周辺状況・堤防形状の状況における対策工法の施工性・機能保持・環境より選定

粘り強い構造化への適用性を考慮

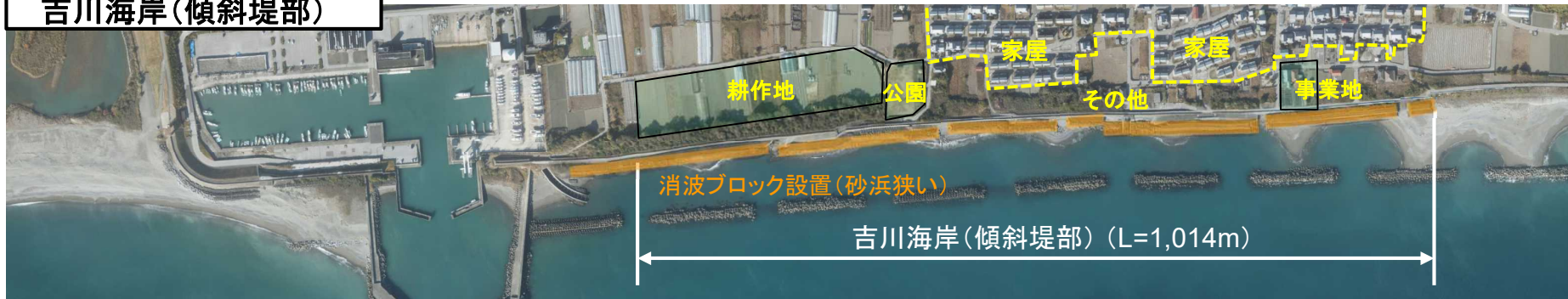


④ FLIPによる対策効果の検証・総合評価

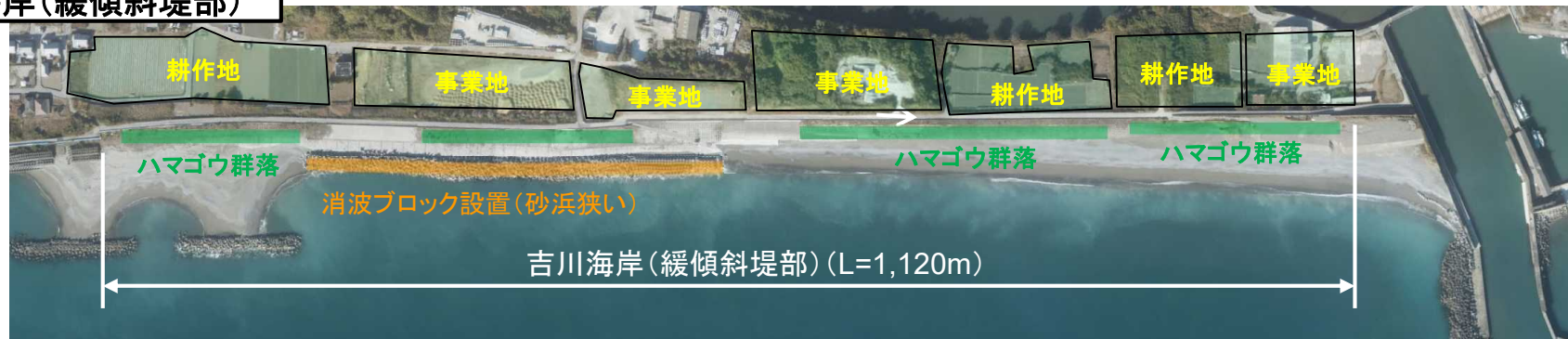
対策効果と、施工性・機能保持・環境・対策コストを含めた総合評価により対策工法を決定

2. 対策工法の候補（選定フロー③ 二次選定：制約条件の整理）

吉川海岸(傾斜堤部)



吉川海岸(緩傾斜堤部)



＜吉川海岸(傾斜堤部)の状況＞

- ・堤防前面は、砂浜が狭く、消波ブロックが設置されている。
- ・堤防背面の土地利用は、西側では耕作地、東側では家屋が大半を占める。ただし家屋は海岸堤防から離れている。

＜制約条件を踏まえた考察＞

- ・堤防前面は、作業ヤードのスペースがなく、施工上の制約が伴う。
- ・堤防背面は、耕作地や事業用地として利用されているものの、宅地からは離れている。用地協力が得られれば、背後地を活用した工法選定が可能。

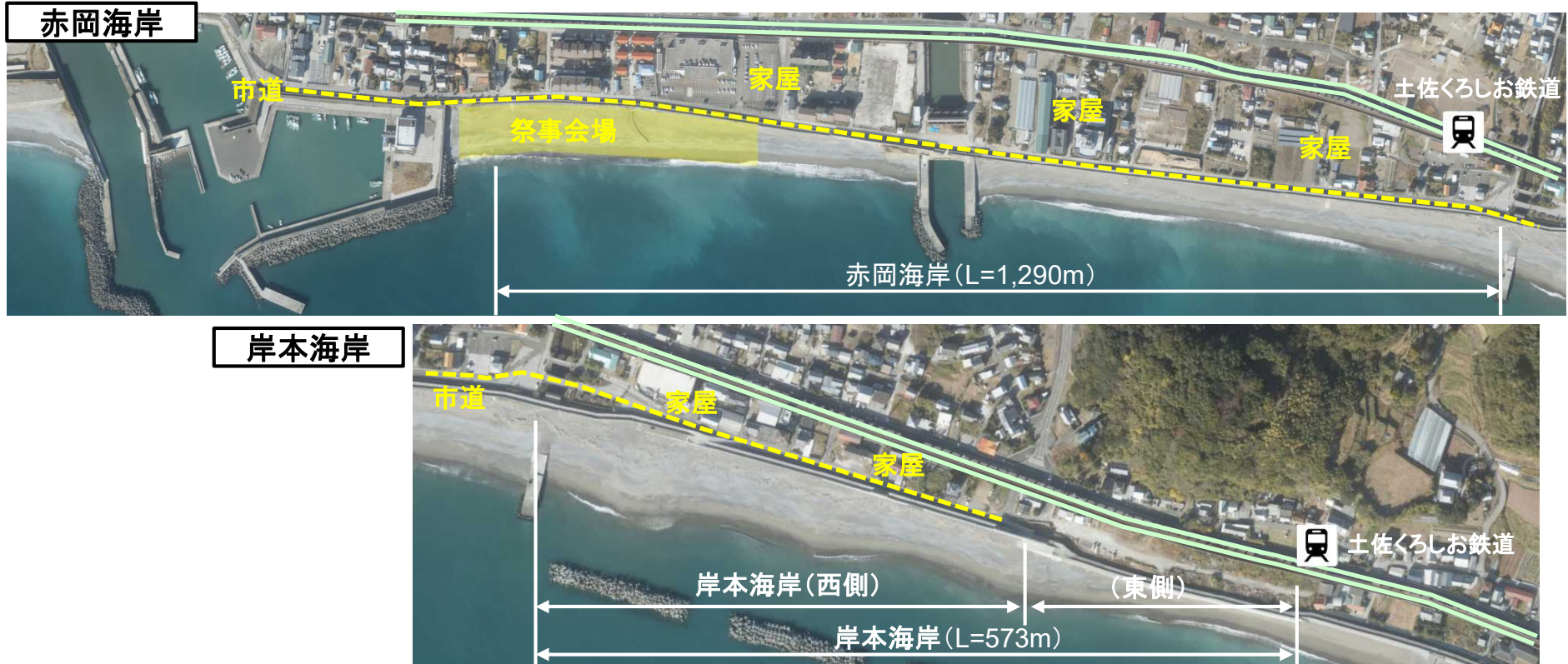
＜吉川海岸(緩傾斜堤部)の状況＞

- ・中央付近の堤防前面は、砂浜が狭く、消波ブロックが設置されている。
- ・西側・東側の堤防前面は、砂浜が広く、消波ブロックが設置されていない。
- ・海浜性の指標種であるハマゴウ群落の生育が確認される。
- ・堤防背面の土地利用は、耕作地、事業用地であり家屋はない。

＜制約条件を踏まえた考察＞

- ・堤防前面は、一部作業ヤードのスペースがなく、施工上の制約が伴う。
- ・堤防背面は、耕作地や事業用地として利用されているものの、用地協力が得られれば、背後地を活用した工法選定が可能。

2. 対策工法の候補（選定フロー③ 二次選定：制約条件の整理）



<赤岡海岸の状況>

- ・堤防前面は砂浜が広く、消波ブロックは設置されていない。
- ・ウミガメの上陸が確認される。
- ・砂浜を利用した祭事等の催しが開催される。
- ・堤防背面の土地利用は、家屋が連坦し、市道が近接している。

<制約条件を踏まえた考察>

- ・堤防前面は、環境面と砂浜利用の観点から対策工法の前出しは不可。
- ・堤防背面は、家屋や市道が近接しており制約が厳しい。
- ・周辺影響を考慮し、既設堤防敷内に収まる工法選定が必要。

<岸本海岸の状況>

- ・堤防前面は砂浜が広く、消波ブロックは設置されていない。
- ・砂浜を利用した地域行事、観光者向けの行事が開催される。
- ・ウミガメの上陸が確認される。
- ・堤防背面の土地利用は家屋が連坦し、市道が近接している。

<制約条件を踏まえた考察>

- ・堤防前面は砂浜利用・背後地は家屋が近接しており、制約が厳しい。
- ・周辺影響を考慮し、既設堤防敷内に収まる工法選定が必要。

2. 対策工法の候補（選定フロー③ 二次選定：制約条件の整理）

○ 制約条件となる各海岸の周辺状況・堤防形状について整理し、対策工の二次選定の方針を決定した。

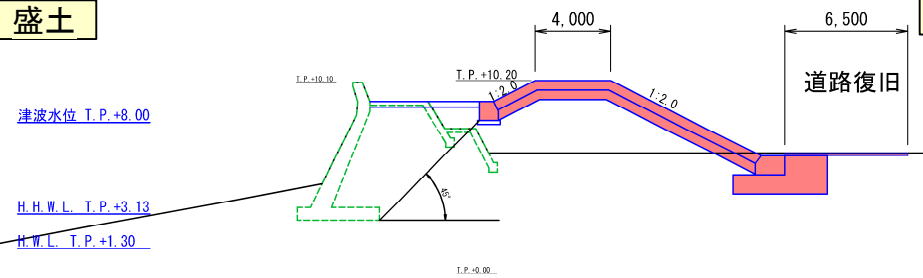
項目		吉川海岸	赤岡海岸	岸本海岸
①堤防形状・消波ブロック		西側： <u>傾斜堤 消波ブロック有</u> 東側： <u>緩傾斜堤 消波ブロック有</u>	傾斜堤 消波ブロック無	傾斜堤 消波ブロック無
② 堤防前面 の土地利 用・周辺環 境	砂浜	西側： <u>狭い</u> 東側： <u>部分的に狭い</u>	広い	西側： <u>広い</u> 東側： <u>狭い</u>
	砂浜の利用	—	<u>どろめ祭り</u> <u>観光地曳網</u>	<u>観光地曳網</u> <u>環境保全活動</u>
	生態系	<u>ハマゴウ群落が生育</u>	<u>ウミガメ上陸</u>	<u>ウミガメ上陸</u>
③ 堤防背面 の土地利 用	道路	天端： <u>サイクリングロード</u>	天端： <u>サイクリングロード</u> 側道： <u>市道</u>	天端： <u>サイクリングロード</u> 側道： <u>市道</u>
	耕作地 事業用地	有	有	有
	家屋	近接家屋の立地無	側道を挟み家屋が近接	側道を挟み家屋が近接
制約条件を踏まえた 二次選定方針		堤防前面は施工上の制約が厳しく、既設補強や地盤改良のように大規模な開削や消波ブロックの撤去を伴う工法は避ける。堤防背面の用地の活用も考慮し、施工性および経済性の観点から対策工法を選定する。	堤防前面は利用・環境・景観を考慮し、消波ブロックを使用した対策及び堤防の前出しは行わない。また、堤防背面は制約が厳しいため、整備範囲が既設堤防敷に収まる対策を選定するとともに、施工時に周辺影響（道路通行止めや区域利用制限）の少ない工法を選定する。	

2. 対策工法の候補（選定フロー③ 二次選定：赤岡海岸）

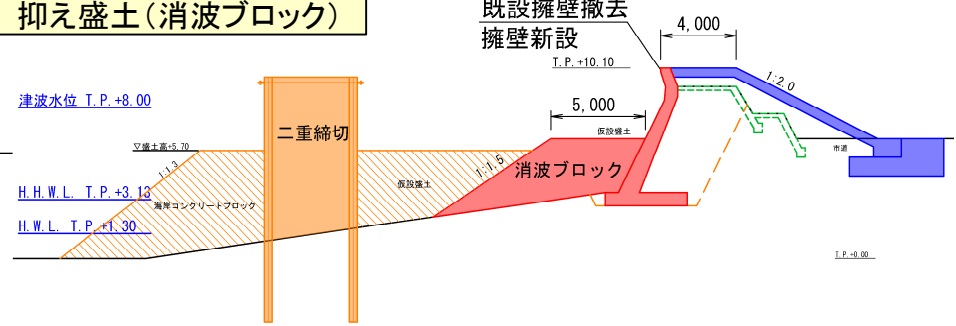
各工法の標準断面図 赤岡海岸

赤岡海岸 対策 断面図

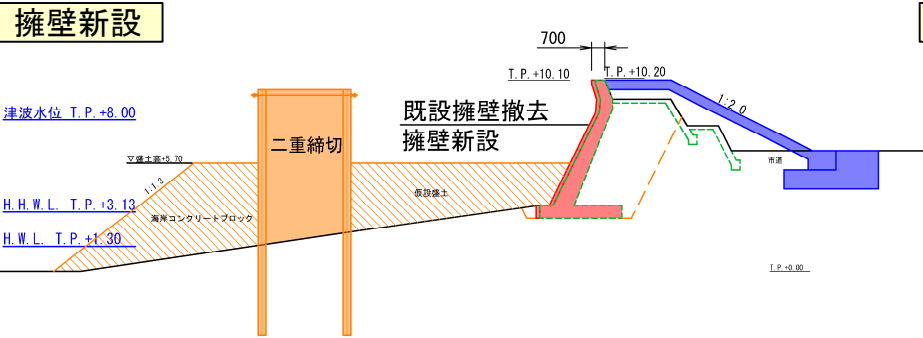
盛土



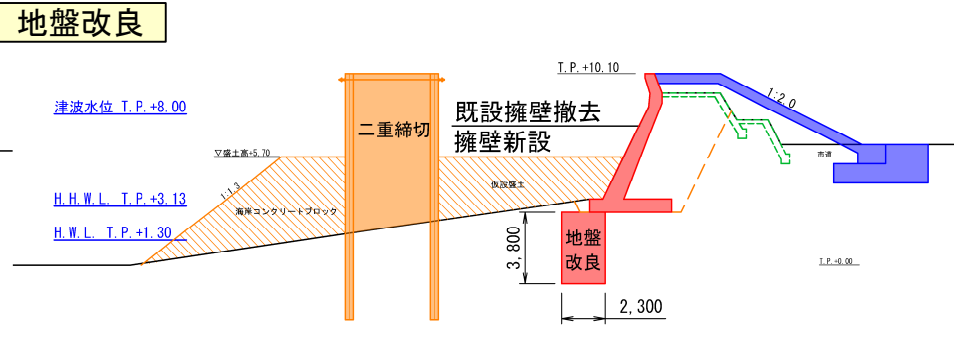
抑え盛土(消波ブロック)



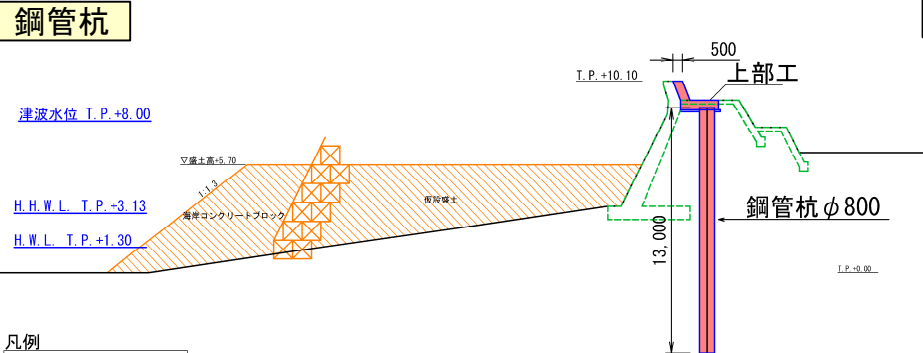
擁壁新設



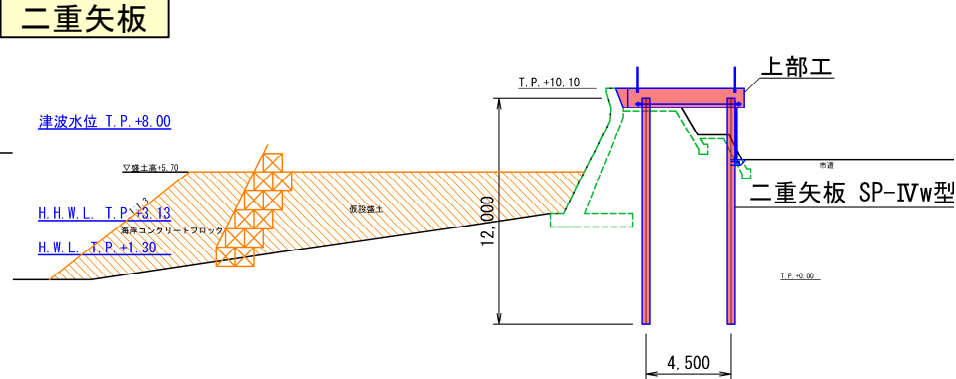
地盤改良



鋼管杭



二重矢板



凡例

- 地震・津波対策
 - 粘り強い構造
- ※兼用する場合はハッチングを赤、枠線を青としている。

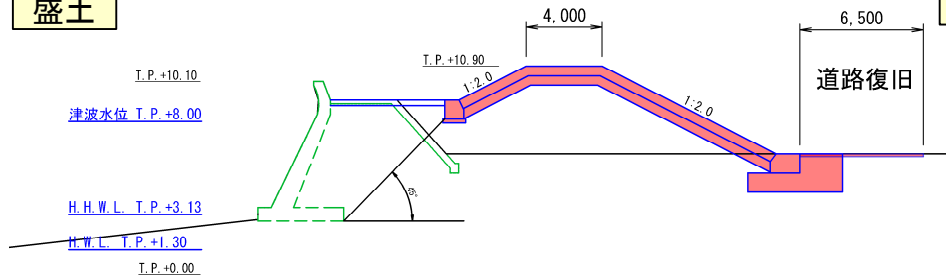
2. 対策工法の候補（選定フロー③ 二次選定：赤岡海岸）

		赤岡海岸（設計延長L=1,290m） 対策工法比較表																						
対策工		①盛土工法			②抑え盛土			③擁壁新設			④地盤改良			⑤鋼管杭			⑥二重矢板							
当該地に適用可能な施工工法		—			消波ブロック			—			高圧噴射攪拌工（三重管）			ジャイロプレス工法（先端特殊ビット）			硬質塩クリア工法（フライホイール式パイルオーガ）							
対策諸元	天端幅 法勾配	4.0 (1:N)	2.0	m 割	消波ブロック： 敷設幅	8 5	t m	差上げ高 部材厚	0.0 0.7	m m	改良高/高 改良面積	1.8/3.8 6.8	m m ³ /m	杭径φ 杭長L	800 13.0	mm m	締切幅 矢板規格 矢板長	4.5 U型-IVw 12.0	m m m					
概略図																								
凡例	<p>■ 地震・津波対策 ■ 粘り強い対策 ※兼用する対策工の場合はハッチングを赤、枠線を青としている。</p>																							
施工性	<p>・既設堤防背面に津波水位を下回らない高さの盛土を新規に構築する。 ・既設擁壁構造が不明なため、擁壁形状を想定して検討している ・擁壁前面に抑え盛土（消波ブロック）を構築し、側方流動による鉛直変位・水平変位を緩和する。 ・鉛直・水平変位が許容値を満足する擁壁形状と、擁壁単独で耐震性能を満足させる。 ・既設擁壁構造が不明なため、擁壁形状を想定して検討している ・擁壁の法戻（海側）を地盤改良することで、水平変位を緩和する。 ・鋼管杭を天端中央部に打設し、杭単独で堤防機能を有する構造。 ・鋼管杭を天端および堤脚部に打設し、二重矢板構造で堤防機能を有する構造。</p>																							
周辺影響	道路への影響 (付け替えの有無等)	△			○			○			○			○			○							
周辺影響	民地への影響	△			○			○			○			○			○							
周辺影響	前浜への影響 (利活用・生態系への影響等)	○			△			○			○			○			○							
周辺影響	景観への影響	△			△			○			○			○			△							
経済性	堤防盛土・護岸 道路付け替え 用地補償費 住家補償費 合計	30.7 0.4 1.2 49.7 61.0	億円 億円 億円 億円 億円	△	消波ブロック 擁壁新設 仮設（二重締切） 合計	9.5 17.6 33.2 52.1	億円 億円 億円 億円	△	擁壁新設 仮設（二重締切） 合計	18.9 33.2 52.1	億円 億円 億円	○	地盤改良 擁壁新設 仮設（二重締切） 合計	17.9 17.6 33.2 68.7	億円 億円 億円 億円	△	鋼管杭（上部工含） 仮設（工事用道路） 合計	47.4 3.9 51.3	億円 億円 億円	○	二重矢板（上部工含） 仮設（工事用道路） 合計	50.8 3.9 54.7	億円 億円 億円	○
粘り強い構造化の適用 (適用構造および課題等)	<p>・三面構化により性能を発揮するため、既設堤防法面の緩傾斜化および法洗塩対策が必要となる。 ・市道付け替え、多数の住家移転に伴う。 ・補償用地面積 補償住家・施設 0 棟 粘り強い構造化 0 億円 用地補償費 0 億円 住家・施設補償費 0 億円 合計 0 億円</p>																							
粘り強い構造化に伴う費用※合計には本体工事費を含める	<p>・補償用地面積 補償住家・施設 6,833 棟 粘り強い構造化 17.5 億円 用地補償費 0.5 億円 住家・施設補償費 40 億円 合計 118.3 億円</p>																							
維持管理性	<p>・消波ブロックの恒久的な維持管理が必要となる。 ・堤防機能を維持するための定期的な維持管理は必要であるが、他家と比較して維持管理面で優位となる。 ・地盤改良範囲が前浜に張り出すため、波浪等による侵食が懸念される。地震時の機能維持の観点から、恒久的な養浜管理が必要となる。 ・堤防機能を維持するための定期的な維持管理は必要であるが、他家と比較して維持管理面で優位となる。</p>																							
総合評価	<p>堤防背面に盛土を行う構造のため、背後地への影響が大きくコスト面で不利である。 海岸利用の多い砂浜にブロックを設置する構造となり、前浜利用や景観への影響が大きい。また、新たな堤防を設置する際、既設堤防の代わりの仮締切が必要となりコスト面で不利である。 既設堤防の補強は、既設擁壁形状が不明確で構造安定性を評価できないことから不採用。また、新たな堤防を設置する際、既設堤防の代わりの仮締切が必要となりコスト面で不利である。 地盤改良は、維持管理の面（波浪時の侵食）と懸念がある。また、施工時には仮締切が必要となるためコスト面で不利である。 前浜、背後地どちらへの影響も少なく、コストでも最も安価な工法であり有力な案である。 鋼管杭と同様に有力な案であるが、背後が直壁となるため圧迫感が増す恐れがある。</p>																							

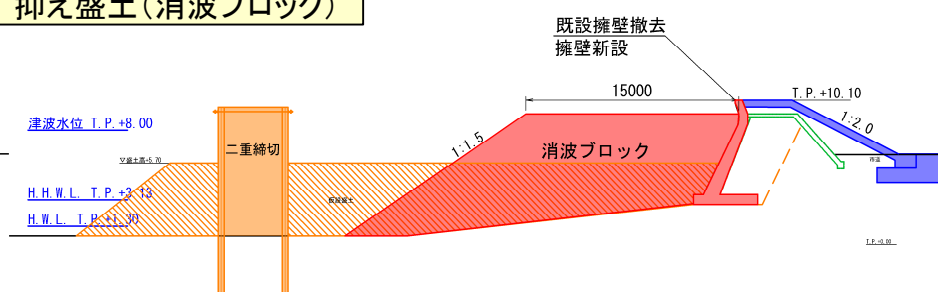
各工法の標準断面図 岸本海岸

岸本海岸(西側) 対策断面図

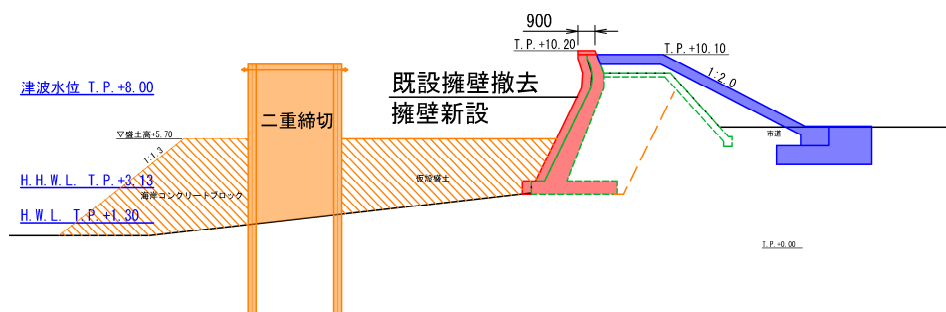
盛土



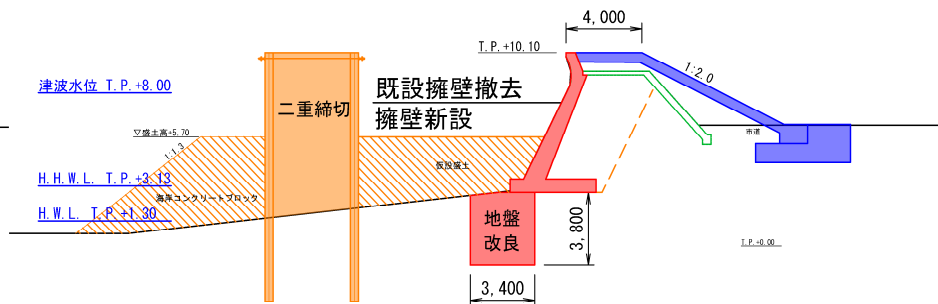
抑え盛土(消波ブロック)



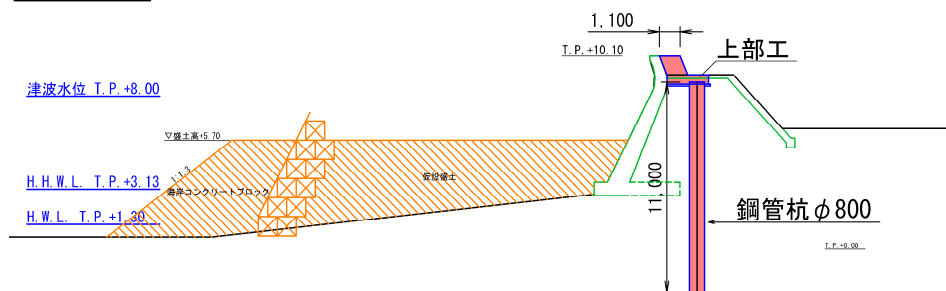
擁壁新設



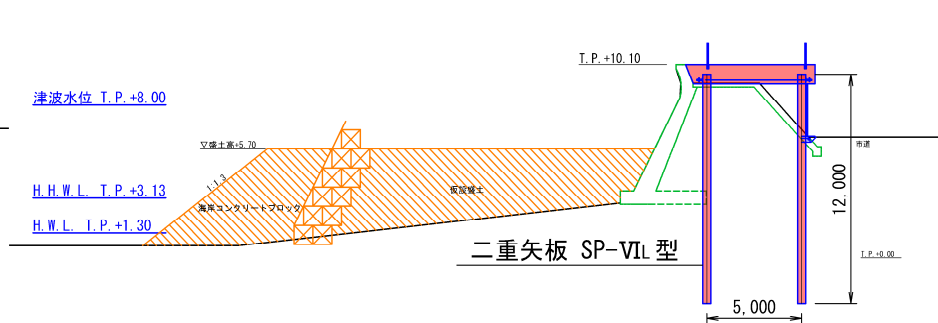
地盤改良



鋼管杭



二重矢板



凡例

- 地震・津波対策
- 粘り強い構造

※兼用する場合はハッチングを赤、枠線を青としている。

2. 対策工法の候補 (選定フロー③ 二次選定:岸本海岸(西側・東側))

岸本海岸 (設計延長L=573m) 対策工法比較表

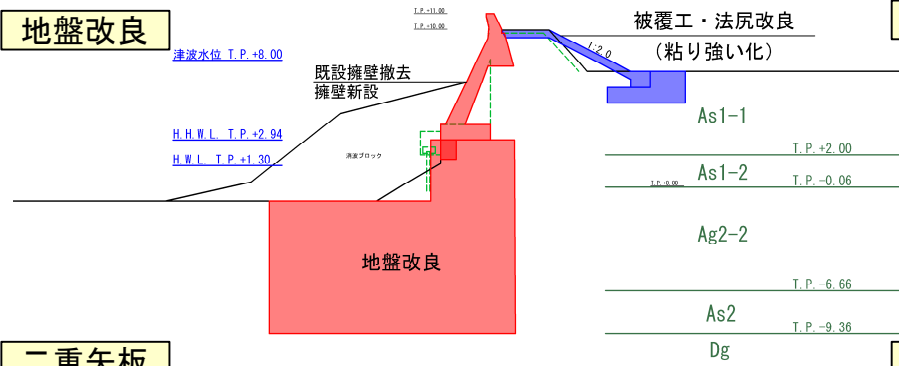
対策工	①盛土	②抑え盛土	③擁壁新設	④地盤改良	⑤鋼管杭	⑥二重矢板	
当該地に適用可能な施工工法	—	消波ブロック	—	高圧噴射攪拌工 (三重管)	ジャイロプレス工法 (先端特殊ビット)	硬質地盤クリア工法 (フライホイール式バイルオーガ)	
対策諸元	西側	天端幅 4.0 m 法勾配 (1:N) 2.0 割	消波ブロック: 8 t 敷設幅: 15 m	岸上げ高 0.1 m 部材厚 0.9 m 岸上げ幅 1.0 m	改良幅/高 3.4/3.8 m 改良面積 12.9 m ² /m 改良幅/高 4.3/9.8 m 改良面積 42.1 m ² /m	杭径φ 800 mm 杭長 11.0 m 杭径φ 1000 mm 杭長 14.0 m	締切幅 5.0 m 矢板規格 U型-U形型 矢板長 12.0 m
	東側	※西側・東側共通	消波ブロック: 8 t 敷設幅: 25 m	部材厚 1.2 m	改良面積 42.1 m ² /m	杭径φ 14.0 m	※西側・東側共通
概略図 ※西側の対策断面							
凡例	<ul style="list-style-type: none"> ■ 地震・津波対策 ■ 粘り強い化対策 ※兼用する対策工の場合はハッチングを赤・緑線を用いている。 						
施工性	・既設堤防背面に津波水位を下回らない高さの盛土を新規に構築する。 △	※既設擁壁構造が不明なため、擁壁形状を想定して検討している ・擁壁前面に抑え盛土 (消波ブロック) を構築し、側方流動による鉛直変位・水平変位を緩和する。 △	※既設擁壁構造が不明なため、擁壁形状を想定して検討している ・鉛直・水平変位が許容値を満足する擁壁形状とし、擁壁単独で耐震性能を満足させる。 △	※既設擁壁構造が不明なため、擁壁形状を想定して検討している ・擁壁の法尻 (海側) を地盤改良することで、水平変位を緩和する。 △	・鋼管杭を天端中央部に打設し、杭単独で堤防機能を有する構造。 ○	・鋼矢板を天端および堤脚部に打設し、二重矢板構造で堤防機能を有する構造。 -	
周辺影響	・陸側に大きく張り出す対策となるため、市道への影響が生じる。 ×	・海側の対策となるため、市道への影響は無い。 ○	・同左 ○	・同左 ○	・海中部の改良となるため、市道への影響は無い。 ○	・同左 -	
道路への影響 (付け替えの有無等)	・陸側に大きく張り出す対策となるため、民地への干渉および住家の移転を伴う。 ×	・海側の対策となるため、民地への影響は無い。 ○	・同左 ○	・同左 ○	・既設堤防敷内に収まる対策となるため、民地への影響は無い。 ○	・同左 -	
民地への影響	・陸側の対策となるため、前浜利用やウミガメ等の生態系への影響は無い。 ○	・海側に大きく張り出す対策となるため、前浜利用やウミガメ等の生態系への影響は大きい。 ×	・海側に張り出す対策となるため、前浜を大きく侵す規模の対策とならないため、ウミガメ等の生態系への影響は小さい。 ○	・海中部の改良となるため、前浜利用やウミガメ等の生態系への影響は無い。 ○	・既設堤防敷内に収まる対策となるため、前浜利用やウミガメ等の生態系への影響は無い。 ○	・同左 -	
前浜への影響 (利活用・生態系への影響等)	・陸側に盛土を行うため、背後地の地形および土地利用が大きく変化し、圧迫感が増大する恐れがある。 △	・海側に大きく張り出す構造となるため、前浜・水際景観が大きく変化する。消波ブロック・捨石等により、人工的景観が顕著となり、眺望が悪化する。 ×	・同左 ○	・海中部の改良となることにより完成後の外観変化がほぼ生じないため、現状景観を維持可能となる。 ○	・完成後の外観変化がほぼ生じないため、現状景観を維持可能となる。 ○	・矢板頭部処理 (天端・被覆コンクリート) により、人工的印象が強まる。また、陸側の法面が直立壁となるため、圧迫感・閉塞感が増す恐れがある。 -	
景観への影響	経済性	堤防盛土・擁岸 15.4 億円 道路付け替え 0.2 億円 用地補償費 0.8 億円 住家補償費 9 億円 合計 25.4 億円 2位 (1.29) ○	消波ブロック 26.5 億円 擁壁新設 8.2 億円 仮設 (二重締切) 17.7 億円 合計 52.4 億円 5位 (2.66) △	擁壁新設 10.2 億円 仮設 (二重締切) 17.7 億円 合計 27.9 億円 3位 (1.42) ○	地盤改良 21.6 億円 擁壁新設 8.2 億円 仮設 (二重締切) 17.7 億円 合計 47.5 億円 4位 (2.41) △	鋼管杭 (上部工) 18.0 億円 仮設 (工事用道路) 1.7 億円 合計 19.7 億円 1位 (1.00) ○	
粘り強い構造化の適用 (適用構造および課題等)	・三面強化により性能を発揮するため、既設堤防法面の緩峻斜化および法尻洗掘対策が必要となる。 △	・同左 △	・同左 △	・同左 △	・自立する杭のみで性能を発揮するため、追加対策は不要となる。 ○	・自立する二重矢板のみで性能を発揮するため、追加対策は不要となる。 -	
粘り強い構造化に伴う費用※合計には本体工事費を含める	補償用地面積 0 m ² 補償住家・施設 0 棟 粘り強い構造化 - 億円 用地補償費 - 億円 住家・施設補償費 - 億円 合計 25.4 億円 2位 (1.29) ○	補償用地面積 2,927 m ² 補償住家・施設 8 棟 粘り強い構造化 8 億円 用地補償費 0.3 億円 住家・施設補償費 - 億円 合計 80.7 億円 5位 (3.08) △	補償用地面積 2,927 m ² 補償住家・施設 8 棟 粘り強い構造化 8 億円 用地補償費 0.3 億円 住家・施設補償費 - 億円 合計 38.2 億円 3位 (1.84) ○	補償用地面積 2,927 m ² 補償住家・施設 8 棟 粘り強い構造化 8 億円 用地補償費 0.3 億円 住家・施設補償費 - 億円 合計 55.9 億円 4位 (2.83) △	補償用地面積 0 m ² 補償住家・施設 0 棟 粘り強い構造化 - 億円 用地補償費 - 億円 住家・施設補償費 - 億円 合計 19.7 億円 1位 (1.00) ○	補償用地面積 0 m ² 補償住家・施設 0 棟 粘り強い構造化 - 億円 用地補償費 - 億円 住家・施設補償費 - 億円 合計 19.7 億円 1位 (1.00) ○	
維持管理性	・堤防機能を維持するための定期的な維持管理が必要であるが、他家と比較して維持管理面で優位となる。 ○	・消波ブロックの恒久的な維持管理が必要となる。 △	・堤防機能を維持するための定期的な維持管理が必要であるが、他家と比較して維持管理面で優位となる。 ○	・地盤改良範囲が前浜に張り出すため、波浪等による侵食が懸念される。地震時の機能保持の観点から、恒久的な養浜管理が必要となる。 △	・堤防機能を維持するための定期的な維持管理が必要であるが、他家と比較して維持管理面で優位となる。 ○	・同左 -	
総合評価	堤防背後に盛土を行う構造のため、背後地への影響が大きくコスト面で不利である。	海岸利用の多い砂浜に幅15~25mのブロックを設置する構造となり、前浜利用や景観への影響が大きいため不利である。	既設堤防の補強は、既設擁壁形状が不明確で構造安定性を評価できないことから不採用。また、新たに堤防を設置する際、既設堤防の代わりの仮締切が必要となりコスト面で不利である。	地盤改良は、維持管理の面 (波浪時の侵食) で懸念がある。また、施工時には仮締切が必要となるためコスト面で不利である。	他家と比較して、総合的に優位な案となることから、有力案とする。	FLIP解析結果より、発生断面力 (曲げモーメント) に対して、鋼矢板の断面性能では満足しないことから、採用できない。	

2. 対策工法の候補（二次選定：吉川海岸 傾斜堤部 イメージ）

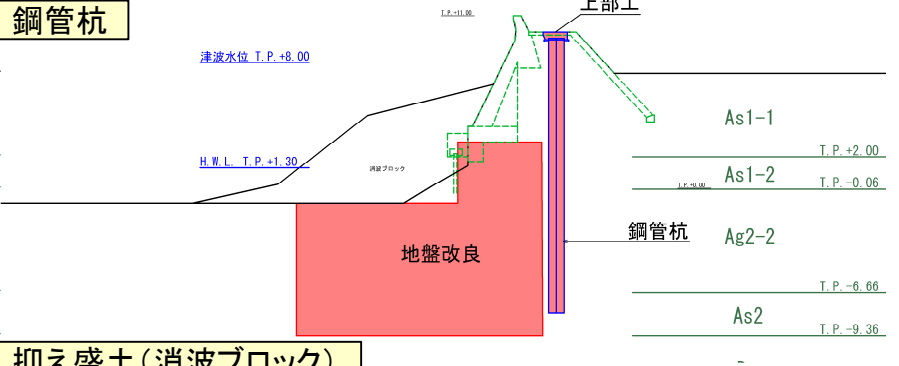
○ 吉川海岸（傾斜堤部）における対策工法の検討状況を以下に示す。吉川海岸は第3回委員会で審議予定である。

各工法の標準断面図 吉川海岸（傾斜堤部）

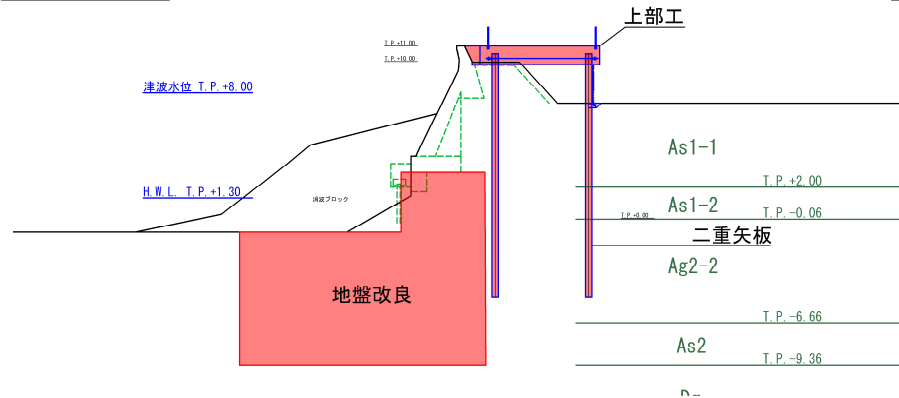
地盤改良



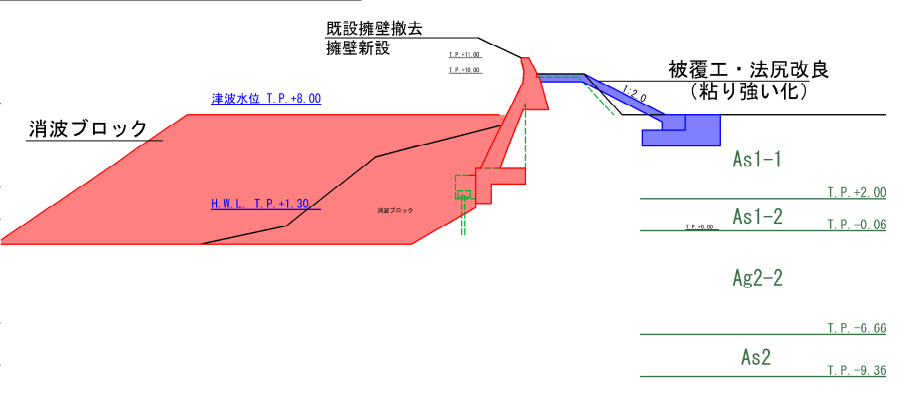
鋼管杭



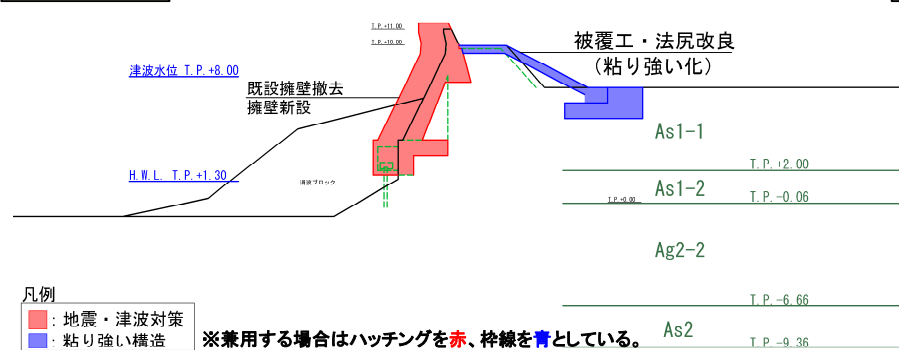
二重矢板



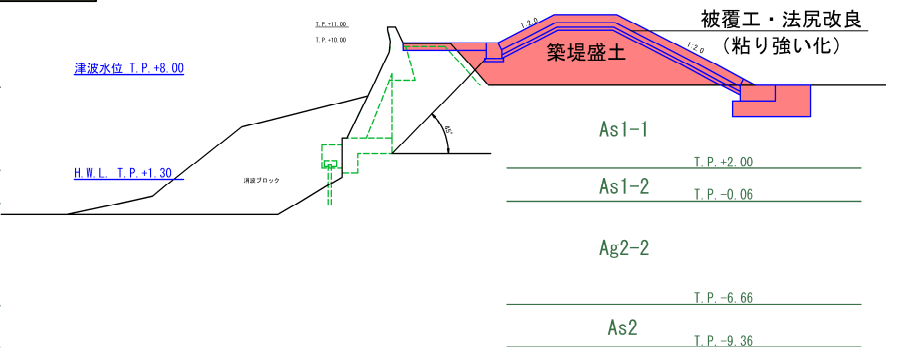
抑え盛土(消波ブロック)



擁壁新設



盛土



凡例
■ : 地震・津波対策
■ : 粘り強い構造

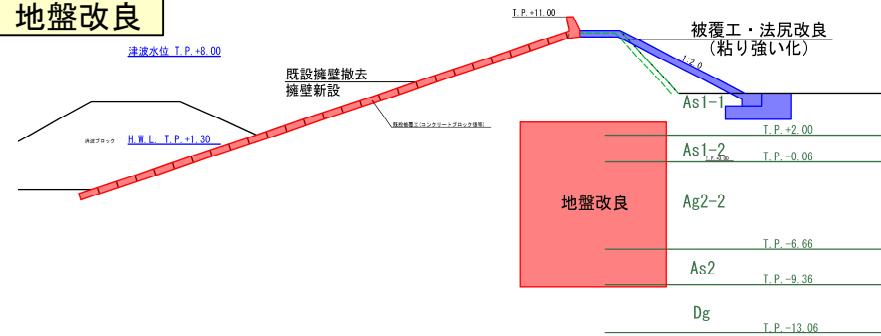
※兼用する場合はハッチングを赤、枠線を青としている。

2. 対策工法の候補（二次選定：吉川海岸 緩傾斜堤部 イメージ）

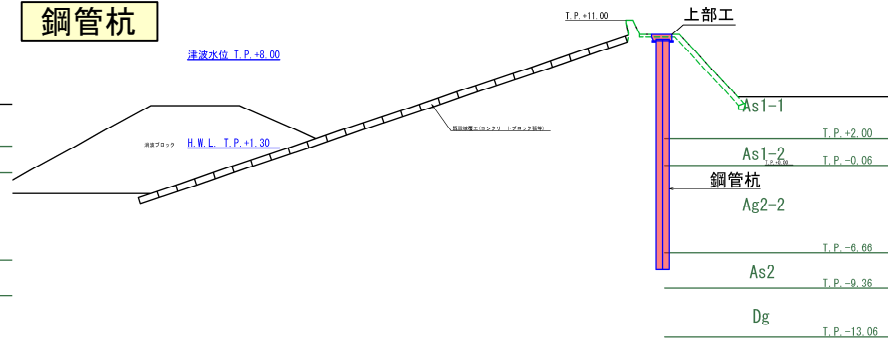
○ 吉川海岸(緩傾斜堤部)における対策工法の検討状況を以下に示す。吉川海岸は第3回委員会で審議予定である。

各工法の標準断面図 吉川海岸(緩傾斜堤部)

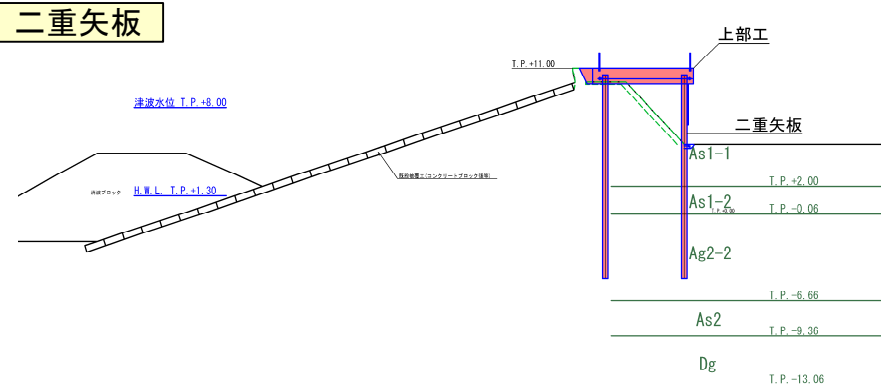
地盤改良



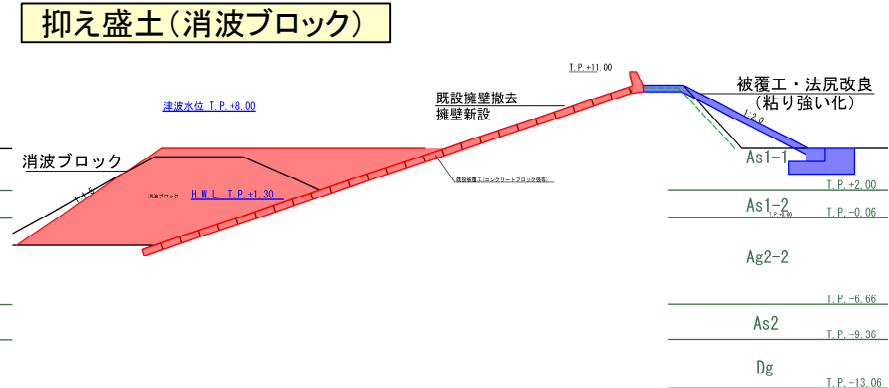
鋼管杭



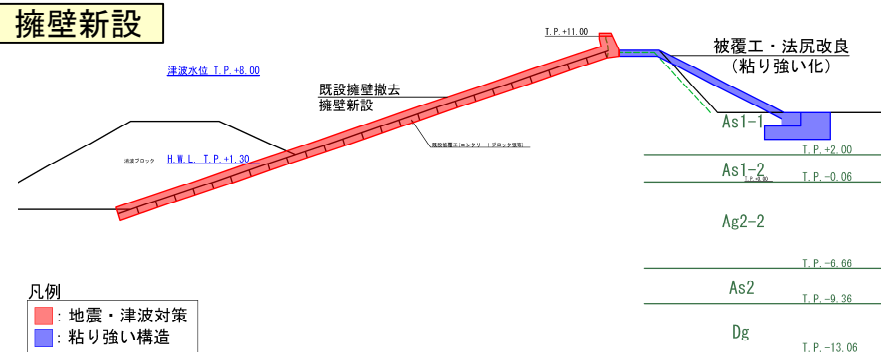
二重矢板



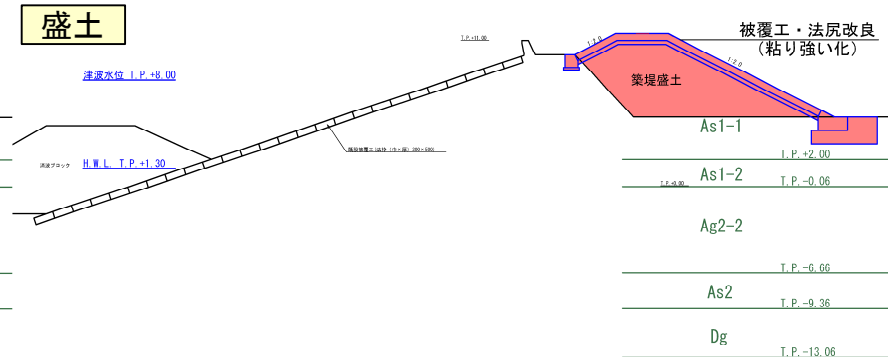
抑え盛土(消波ブロック)



擁壁新設



盛土



凡例
■ : 地震・津波対策
■ : 粘り強い構造

※兼用する場合はハッチングを赤、枠線を青としている。

2. 対策工法の候補 盛土(築堤)案

- 堤防背面の用地が活用できる場合、他海岸でも採用されている「盛土」を工法案として追加。
- 盛土案については、盛土位置、構造、断面形状、耐震照査方法、既設堤防の扱い等について検討が必要。
- 堤防背面の土地利用が大きく変わることから津波防災まちづくりと連携して検討が必要。



堤防背後地に新規堤防(土堤+コンクリート被覆)を構築
照査位置: 沈下後の新規堤防天端

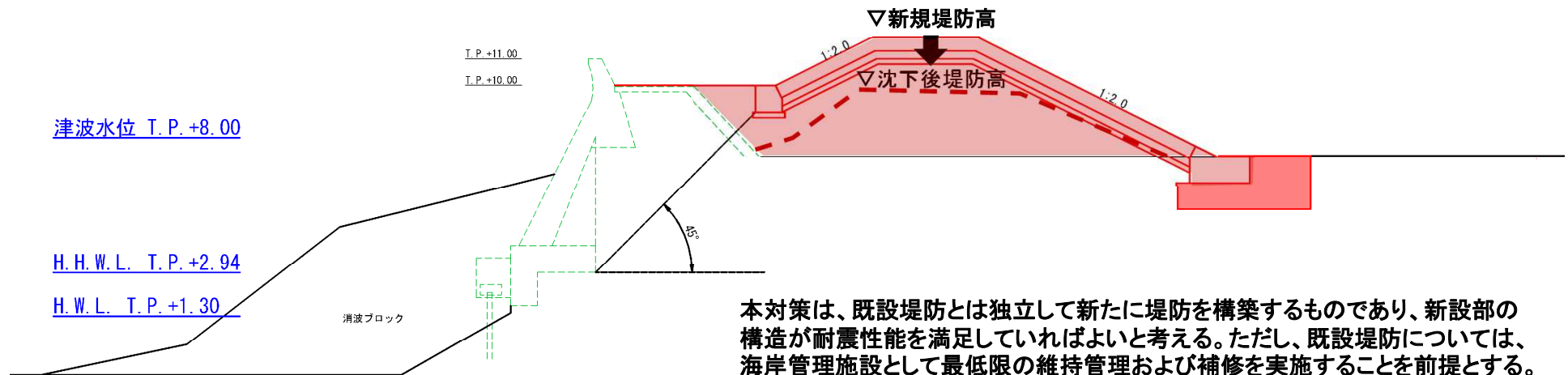


図 盛土(築堤)案のイメージ(吉川海岸(傾斜堤部))

3. 対策工法の候補の検証(赤岡海岸)

○ FLIPを用いて対策工法の候補の妥当性を検証した。

許容変位量

護岸の水平変位(護岸における最大値) ≤ 新設部材厚の2倍
 護岸の相対変位(堤防天端と法尻の変位差) ≤ 0.50m(既設護岸厚)

表 対策工法の候補の検証結果(赤岡海岸)

対策工	①盛土工法	②抑え盛土	③擁壁新設	
対策諸元	盛土天端高 10.2m	消波ブロック(敷設幅5m)	嵩上げ高 0.0m 部材厚 0.7m	
対策後天端高	T.P.+10.2m	T.P.+10.1m	T.P.+10.1m	
概略図				
対策効果	鉛直変位量	2.15m	1.86m	2.02m
	沈下後天端高	8.05m > 8.00m OK	8.24m > 8.00m OK	8.08m > 8.00m OK
	水平変位量	-	0.81m ≦ 1.00m OK	1.31m ≦ 1.40m OK
	相対変位量	-	水平: 0.38m ≦ 0.50m OK 鉛直: 0.13m ≦ 0.50m OK	水平: 0.37m ≦ 0.50m OK 鉛直: 0.12m ≦ 0.50m OK
	曲げモーメント照査	-	-	-
対策工	④地盤改良	⑤鋼管杭	⑥二重矢板	
対策諸元	改良幅/高 1.8/3.8m	杭長 13.0m Φ800t9 新設部材厚0.50m	締切幅 4.5m 矢板長 12.0m IVw型	
対策後天端高	T.P.+10.1m	T.P.+10.1m	T.P.+10.1m	
概略図				
対策効果	鉛直変位量	1.79m	1.75m	1.79m
	沈下後天端高	8.31m > 8.00m OK	8.35m > 8.00m OK	8.31m > 8.00m OK
	水平変位量	0.56m ≦ 1.00m OK	0.88m ≦ 1.00m OK	0.59m ≦ 9.00m OK
	相対変位量	水平: 0.45m ≦ 0.50m OK 鉛直: 0.14m ≦ 0.50m OK	パラベット分離することで自立壁として連続性を確保できる構造	二重矢板をタイロッドで連結することで一体として連続性を確保できる構造
	曲げモーメント照査	-	発生曲げモーメント 764kN・m < 1222kN・m OK	発生曲げモーメント 812kN・m < 814kN・m OK

3. 対策工法の候補の検証(岸本海岸 西側)

○ FLIPを用いて対策工法の候補の妥当性を検証した。

許容変位量

護岸の水平変位(護岸における最大値) ≤ 新設部材厚の2倍
 護岸の相対変位(堤防天端と法尻の変位差) ≤ 0.50m(既設護岸厚)

表 対策工法の候補の検証結果(岸本海岸 西側)

対策工	①盛土工法	②抑え盛土	③既設補強(擁壁新設)	
対策諸元	盛土天端高 10.7m	消波ブロック(敷設幅15m)	高上げ高 0.1m 部材厚 0.9m	
対策後天端高	T.P.+10.7m	T.P.+10.1m	T.P.+10.2m	
概略図				
対策効果	鉛直変位量	2.67m	1.84m	2.14m
	沈下後天端高	8.03m > 8.00m OK	8.26m > 8.00m OK	8.06m > 8.00m OK
	水平変位	-	0.92m ≤ 1.00m OK	1.59m ≤ 1.80m OK
	相対変位	-	水平: 0.05m ≤ 0.50m OK 鉛直: 0.02m ≤ 0.50m OK	水平: 0.22m ≤ 0.50m OK 鉛直: 0.08m ≤ 0.50m OK
	曲げモーメント照査	-	-	-
対策工	④地盤改良	⑤鋼管杭	⑥二重矢板	
対策諸元	改良幅/高 3.4/3.8m	杭長 11.0m、Φ800t9、新設部材厚1.10m	締切幅 5.0m 矢板長 12.0m VII型	
対策後天端高	T.P.+10.1m	T.P.+10.1m	T.P.+10.1m	
概略図				
対策効果	鉛直変位量	1.70m	1.98m	-
	沈下後天端高	8.40m > 8.00m OK	8.12m > 8.00m OK	-
	水平変位	0.73m ≤ 1.00m OK	2.03m ≤ 2.20m OK	-
	相対変位	水平: 0.50m ≤ 0.50m OK 鉛直: 0.18m ≤ 0.50m OK	パラベット分離することで自立壁として連続性を確保できる構造	-
	曲げモーメント照査	-	発生曲げモーメント 551kN・m < 1222kN・m OK	発生曲げモーメント 1494kN・m > 1223kN・m NG

3. 対策工法の候補の検証(岸本海岸 東側)

○ FLIPを用いて対策工法の候補の妥当性を検証した。

許容変位量

護岸の水平変位(護岸における最大値) ≤ 新設部材厚の2倍
 護岸の相対変位(堤防天端と法尻の変位差) ≤ 0.50m(既設護岸厚)

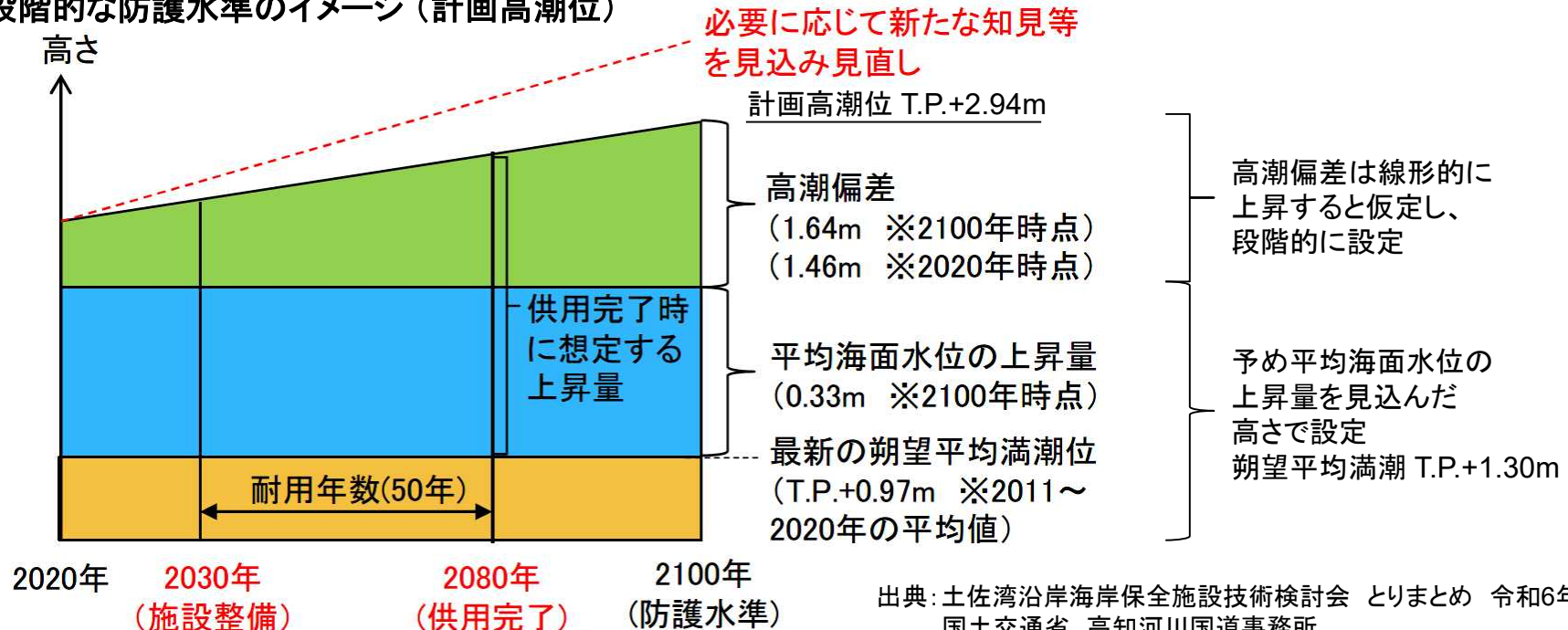
表 対策工法の候補の検証結果(岸本海岸 東側)

対策工	①盛土工法	②抑え盛土	③既設補強(擁壁新設)	
対策諸元	盛土天端高 10.9m	消波ブロック(敷設幅25m)	嵩上げ高 1.0m 部材厚 1.2m	
対策後天端高	T.P.+10.2m	T.P.+10.1m	T.P.+11.1m	
概略図				
対策効果	鉛直変位量	2.74m	1.87m	3.00m
	沈下後天端高	8.16m > 8.00m OK	8.23m < 8.00m OK	8.10m > 8.00m OK
	水平変位	-	0.89m ≦ 1.00m OK	2.35m ≦ 2.40m OK
	相対変位	-	水平: 0.30m ≦ 0.50m OK 鉛直: 0.10m ≦ 0.50m OK	水平: 0.50m ≦ 0.50m OK 鉛直: 0.12m ≦ 0.50m OK
	曲げモーメント照査	-	-	-
対策工	④地盤改良	⑤鋼管杭	⑥二重矢板	
対策諸元	改良幅/高 4.3/9.8m	杭長 14.0m、Φ1000 t10、新設部材厚1.40m	締切幅 5.0m 矢板長 12.0m VII型	
対策後天端高	T.P.+10.1m	T.P.+10.1m	T.P.+10.1m	
概略図				
対策効果	鉛直変位量	1.59m	2.02m	-
	沈下後天端高	8.51m > 8.00m OK	8.08m > 8.00m OK	-
	水平変位	0.69m ≦ 1.00m OK	2.62m ≦ 2.80m OK	-
	相対変位	水平: 0.17m ≦ 0.50m OK 鉛直: 0.05m ≦ 0.50m OK	パラペット分離することで自立壁として連続性を確保できる構造	-
	曲げモーメント照査	-	発生曲げモーメント 1970kN・m < 2158kN・m OK	発生曲げモーメント 1805kN・m > 1223kN・m NG

4. 気候変動を踏まえた高潮・高波対策への対応

- 土佐湾沿岸中央部の気候変動を踏まえた対策では、段階的な防護水準のイメージを以下としている。
- 2100年(2°C上昇)の防護水準を見据えて、手戻りのない対策を今回の整備で実施する必要がある。

■ 段階的な防護水準のイメージ (計画高潮位)



■ 2100年時点の津波高と波のうちあげ高

(T.P.m)	既設堤防高	設計津波の水位	津波高		波のうちあげ高	
			現状	2°C上昇	現状	2°C上昇
吉川海岸	11.0	8.00	7.69	7.96	10.7	12.2 (1.2m不足)
赤岡海岸	10.1	8.00	7.34	7.48	9.0	10.5 (0.4m不足)
岸本海岸	10.1	8.00	6.77	7.19	9.2	10.5 (0.4m不足)

4. 気候変動を踏まえた高潮・高波対策への対応

○「鋼管杭工法」「二重矢板工法」の高潮・高波対策のイメージを以下に示す。

鋼管杭工法
例：赤岡海岸

【対応案】
地震・津波対策で施工した上部工を嵩上げする

二重矢板工法
例：赤岡海岸

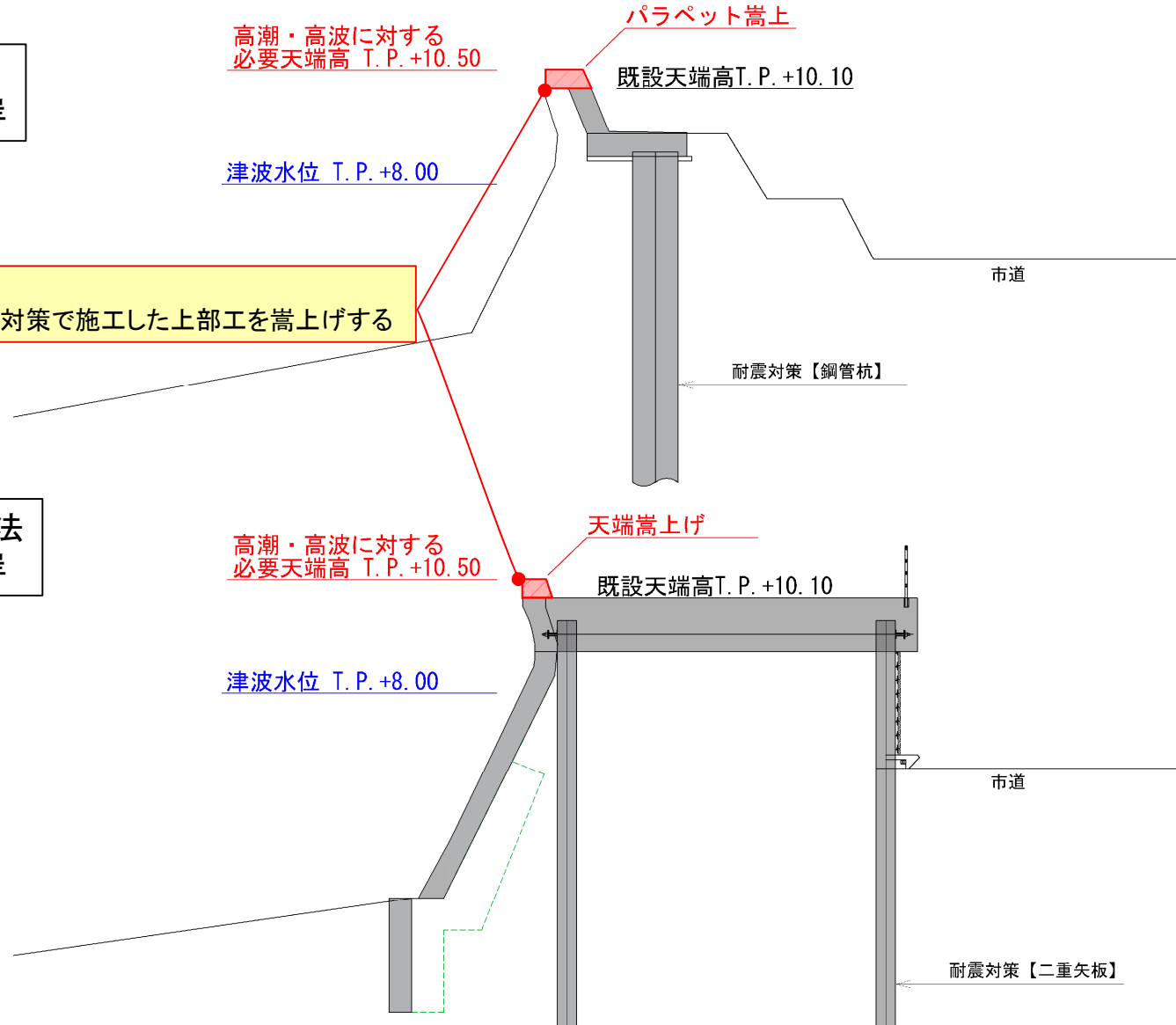


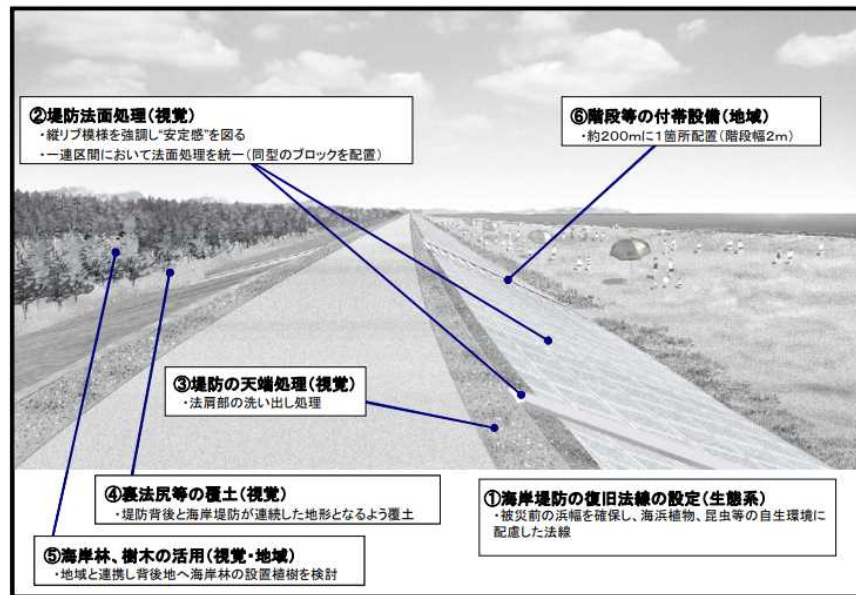
図 気候変動を踏まえた高潮・高波対策の対応イメージ

5. 景観配慮(盛土工法)

- 盛土工法は、連続したコンクリート護岸となることから、視覚的なインパクトが大きい。東日本大震災の災害復旧で実施された視覚的景観の配慮事例を参考とする。
- 堤防背面の土地を利用した新規築堤では、東北地方や静岡県 of 海岸堤防において実績のある「緑の防潮堤」が適用できる。海岸堤防の損傷を軽減するとともに、背後地と一体となった景観の形成、海岸環境の保全、海岸利用に資する効果が期待できる。

『仙台湾南部海岸の景観配慮方針』～概要版～

- 海岸堤防の復旧にあたっては、極めて緊急性が高い事業となり、早急かつ着実に進めていく必要がある。
- 一方で復旧堤防は今後長期に亘って供用され地域に密接な施設となり、視覚的な景観のみならず、地域と海岸の関係や生態系などに十分配慮した復旧が必要となり、「河川・海岸構造物の復旧における景観配慮の手引き」(水管理・国土保全局)が策定された。
- 『仙台湾南部海岸の景観配慮方針』は、上記の手引きを受け“生態系”、“視覚的な景観”、“地域とのかかわり”に配慮し、以下の6項目の配慮事項を設定した。



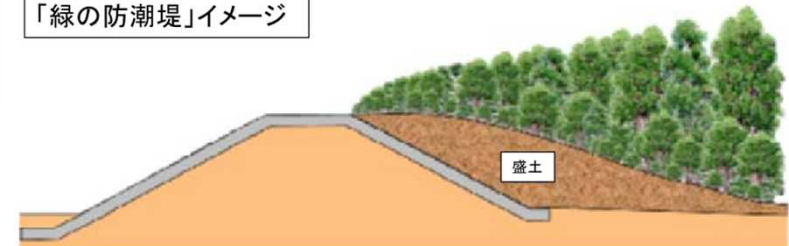
○景観配慮にあたっての視点

- ・視覚的景観
- ・地域性
- ・生態系
- ・持続可能性
- ・コスト

○景観配慮事項

- ①堤防の位置・線形
- ②堤防の法面処理
- ③天端処理
- ④裏法尻等の覆土
- ⑤海岸林・樹木等の活用
- ⑥階段等の付帯施設

「緑の防潮堤」イメージ



仙台湾南部海岸 海岸堤防



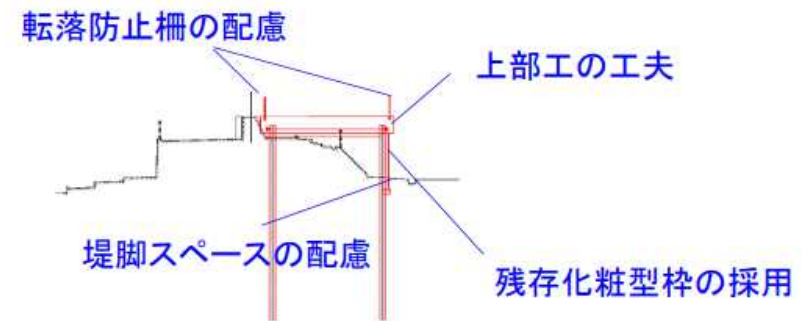
出典: 仙台湾河川国道事務所HP
仙台湾南部海岸の景観配慮方針 ～概要版～

5. 景観配慮(鋼管杭工法及び二重矢板工法)

- 鋼管杭工法及び二重矢板工法は、既設堤防内部に貫入することで、現在の景観を維持できる。
- 二重矢板工法では、海岸保全施設景観検討委員会の配慮事項を参考に景観と利用に配慮する。



景観・利用への配慮事項



出典: 高知県沿岸海岸保全施設景観検討委員会 (新居工区)