
高知海岸の新たな保全施設構造の決定

参 考 資 料

平成 30 年 2 月 9 日

国土交通省 四国地方整備局 高知河川国道事務所

目 次

高知海岸の新たな保全施設構造の決定について

1. これまでの検討内容	参考資料 2- 1
1.1 長浜～新居工区	参考資料 2- 1
1.2 南国工区	参考資料 2- 6
2. 施設諸元・構造等の検討	参考資料 2- 10
2.1 150m ヘッドランド【戸原・長浜工区】	参考資料 2- 10
2.2 中突堤（突堤長：100m）の構造検討【戸原工区】	参考資料 2- 12
2.3 人工リーフ改良（離岸堤化）【南国工区】	参考資料 2- 13
2.4 52号離岸堤改良（突堤化）【南国工区】	参考資料 2- 16

1. これまでの検討内容【長浜～新居工区(平成 27 年度検討内容)】

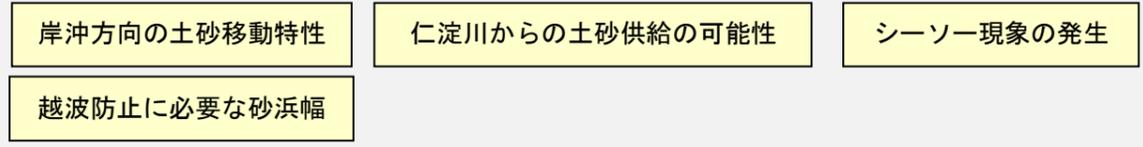
1. これまでの検討内容

1.1 長浜～新居工区(平成 27 年度検討内容)

1.1.1 地域特性、海浜変形特性

<p>【検討目的】</p> <ul style="list-style-type: none"> 工区別の地域特性・海浜変形特性を整理して、工区毎の施設整備方針を設定し後述の横突堤形式の選定の基礎資料とする。 <p>【評価方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> 被災履歴、汀線の経年変化、沿岸域の土砂変動量、局所的な地形変化、海浜変形による 30 年後の海浜状況を工区別に整理して、海浜変形特性を評価 <p>【整理結果】</p> <ul style="list-style-type: none"> 戸原工区：現行事業計画中でも突堤基部が侵食されており施設被災が発生している。局所的な深掘れ水域の背後では、堤防への入射波浪が大きくなり、越波の危険性が增大する。 →突堤側への土砂を集める効果がより大きく、沖合への土砂流出を極力軽減させ、より効率的に土砂を沿岸部に留める施設形状が必要。 長浜工区：越波を防止するための必要砂浜幅が確保できれば、現状において突堤等施設被災が発生していないことより問題ない。沿岸部は比較的均等に土砂が堆積している。 →現状に対して、土砂が施設周辺から流出しない現状の堆積土砂を維持できる施設形状が必要

<p>高知海岸 4 工区の特徴を踏まえた今後の対応方針(平成 25 年度検討)</p> <ul style="list-style-type: none"> 工区別に以下の特性を整理し、各工区の対応方針を設定した。
--



結論

- 新居・仁ノ工区：モニタリング+必要に応じて養浜を実施
- 戸原・長浜工区：砂浜安定性確保のための施設整備及び養浜を実施

<p>戸原工区・長浜工区の特徴・海浜変形特性の把握</p> <ul style="list-style-type: none"> 施設整備を実施する方針とした戸原工区・長浜工区について、工区毎の以下の特性を整理する。



<p>戸原工区・長浜工区における海岸保全上の課題・留意点及び施設整備方針の設定</p> <ul style="list-style-type: none"> 海岸保全上の工区別の課題、対応事項と施設整備（配置）に関する整備方針を検討する。
--

戸原工区・長浜工区の施設整備案の設定

■戸原工区・長浜工区の特徴・海浜変形特性

項目	戸原工区	長浜工区
被災履歴	近年(H18～H27年、現行事業計画施設の整備期間中)において 施設被災が3回発生している 。	近年(H20年以降、現行事業計画施設の整備期間中から整備後)において 施設被災なし 。
汀線の経年変化	昭和30年代後半以降、 長期的に汀線は後退傾向 となっている。 ※現行事業計画施設の整備に伴い、平成17年以降の汀線後退は緩和。	平成元年頃より汀線後退が進行したが、現行事業計画施設の整備に伴い、平成17年頃からは 汀線は安定・前進傾向 となっている。
沿岸域の土砂変動量	平成18年以降において 沿岸部(水深17mまでの領域)土砂量は減少傾向 となっている。	平成18年から平成22年頃までの沿岸部土砂量は若干の減少傾向であるが、 平成23年以降、増加傾向 となっている。
海浜地形状況	上手側に文庫鼻、春野漁港があり、 複雑な海浜地形(波状地形) となっている。5号・6号突堤沖に水深9mの 深掘れ箇所が恒常的に存在 している。	平行等深線(沿岸方向に一様な地形) が保たれており、 局所的な深掘れ箇所はない 。
海浜変形予測による30年後の海浜状況	現行事業計画の施設配置で30ヶ年経過後には、工区平均で 約3.5mの汀線後退 が生じる。また、沿岸部(沖側150mまでの領域)の 土砂量は1年あたり3.7万m³減少 する。	現行事業計画の施設配置で30ヶ年経過後には、工区平均で 約1.0mの汀線後退 が生じる。また、沿岸部(沖側150mまでの領域)の 土砂量は1年あたり2.5万m³減少 する。

■海岸保全上の課題・留意点と施設整備の方針

海岸保全上の課題に関する分類	海岸保全上の課題・留意点と施設整備方針	
	戸原工区	長浜工区
施設被害の防止	現行事業計画中でも 突堤基部が侵食 されており、施設被災が発生している。越波を防止するための必要砂浜幅の確保も合わせ、突堤施設周辺に早期に砂浜を再生する必要がある。	越波を防止するための必要砂浜幅が確保できれば、現状において突堤等施設被災が発生していないことより問題ない。
施設整備の方針	→ 突堤側への土砂を集める効果がより大きく、突堤周辺により広範な砂浜を再生することができる施設形状が必要。	→ 現状に対して、土砂が施設周辺から流出しない施設形状が必要。
安定的な海浜の維持	局所的な深掘れ水域の背後では、堤防への入射波浪が大きくなり、越波の危険性が增大する。	沿岸部は比較的均等に土砂が堆積しており、施設整備と養浜により、沖合への土砂流出を軽減することができれば、安定的な海浜を維持することができる。
施設整備の方針	→ 沖合への土砂流出を極力軽減させ、より効率的に土砂を沿岸部に留める施設形状が必要。	→ 沖合への土砂流出を極力軽減させる必要があり、現状の堆積土砂を維持できる施設形状が必要。

1. これまでの検討内容【長浜～新居工区(平成27年度検討内容)】

1.1.2 検討手順と結果概要

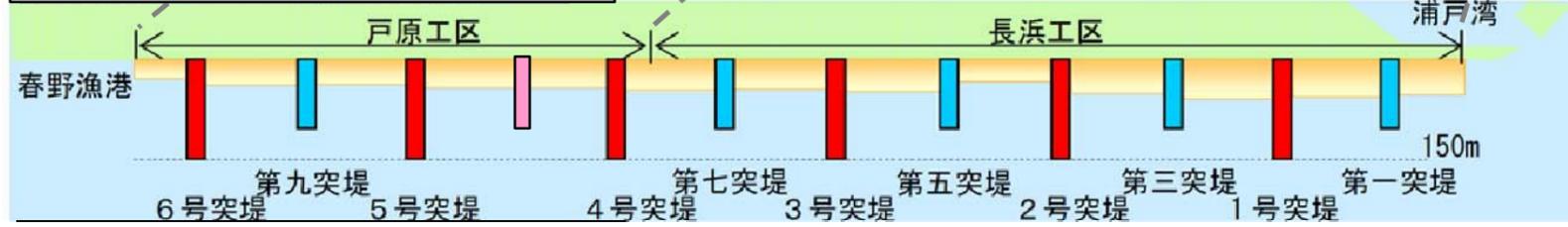
(1) 対策案検討ケース(平成26年度検討内容)



ケース1 現行事業計画(暫定計画)

現行事業計画(暫定計画)の施設形状とする。

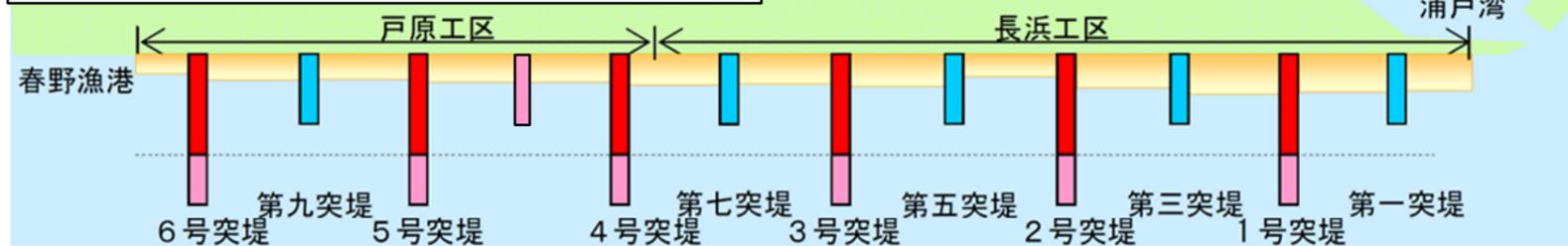
対策案ケース1 現行事業計画(暫定計画)



ケース2 突堤延伸(300m)

現行事業計画の施設形状に、国突堤を300mまで延伸する。

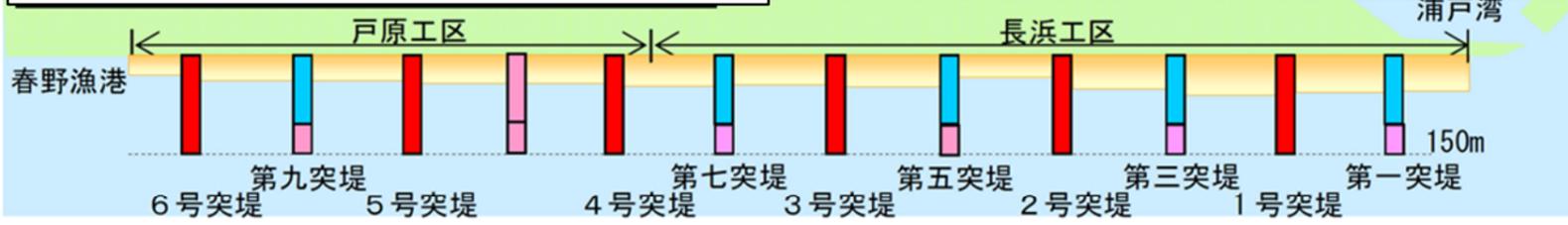
対策案ケース2 突堤延伸(300m)



ケース3 中突堤追加・延伸(150m)

現行事業計画の施設形状に、4号突堤と5号突堤の間に中突堤を追加し、県突堤(第一突堤、第三突堤、第五突堤、第七突堤、第九突堤)を150mまで延伸する。

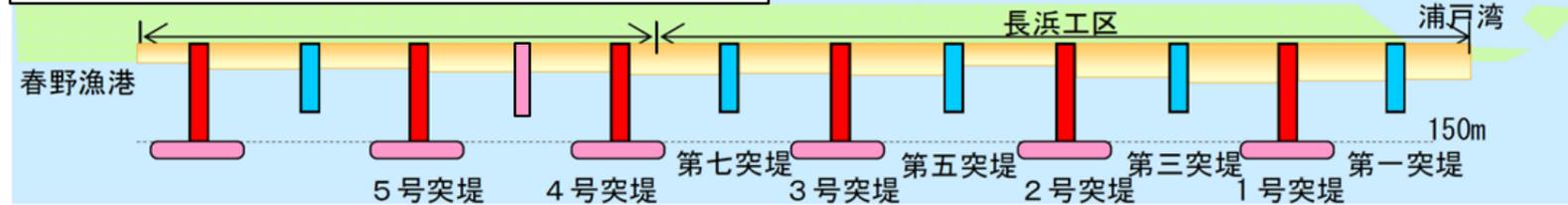
対策案ケース3 中突堤追加・延伸(150m)



ケース4 横突堤追加

現行事業計画の施設形状に、国突堤の先端に横突堤を追加する。本検討では横堤長は200m(東西100mずつ)とする。

対策案ケース4 横突堤追加



■ 海岸保全施設に求められる機能

- ・平常時および高波浪時の波浪外力に対し、海浜を構成する土砂を汀線付近に留まらせ、海岸線の土砂を安定させる機能。
- ・シーソー現象による局所的な侵食被害を軽減するための機能。

各ケースを比較する機能

■ 各対策を比較検討する効果

- (1) 高波浪2年間で施設の沖側へ土砂を流出させない効果
- (2) 30年後に土砂を施設の岸側にとどめる効果
- (3) シーソー現象による堤防倒壊リスクを軽減する効果
- (4) 30年後の汀線変化によるうちあげ高を現況堤防高以下に収める効果

1. これまでの検討内容【長浜～新居工区(平成27年度検討内容)】

(2) 効果的な対策(案)の選定結果(平成26年度検討内容)

ケース	海岸保全効果			30年後の汀線変化によるうちあげ高を現況堤防高以下に抑える効果	施工性	経済性	総合比較	
検討方法	高波浪時(平成16年～平成17年の実績波浪)が作用した場合の汀線付近(沖合150m)の損失土砂量を比較。	2万m ³ /年の養浜を30年継続した場合の沿岸部(沖合150mまで)の土砂流出量を推定し、養浜を含む海岸構成土砂の安定性を比較。 ※仁淀川の河道掘削土量より設定。	台風期の波向きの変化によって生じるシーソー現象による汀線変動幅を推定し、護岸根入部の侵食の有無を比較。	30年後の海浜地形をもとに、越波の有無を比較。 ※現況(H25.1) 戸原7断面 長浜12断面	既設施設の実績等から、施工難易度を比較。	概算施設総事業費を算定。	海岸保全効果、社会的問題点の有無、施工性、経済性の評価項目を総合的に比較。	
比較指標	高波浪2年間で施設の沖側へ土砂を流出させない効果	30年後に土砂を施設の岸側にとどめる効果	シーソー現象による堤防倒壊リスクを軽減する効果	越波の危険性のある断面数	施工実績	総事業費	総合比較	
ケース1 現行事業計画 +中突堤1基	高波浪時には、汀線付近から96.1万m ³ /年の土砂が流出する。	2万m ³ /年の養浜をした場合、沖合150mまでの領域で土砂捕捉量は12.0万m ³ /30年となる。	台風期の極端な波向の波浪が入射した場合には、4号及び5号突堤付近で護岸付近まで局所的に汀線が後退する。シーソー現象による汀線変動幅は、30m程度となる。	戸原工区:2断面 長浜工区:2断面	-	-	-	
新たな施設案	ケース2 突堤延伸 (300m) +中突堤1基	高波浪時には、汀線付近から95.1万m ³ /年の土砂が流出する。現行事業計画案の土砂量との差が軽微であることから、 流出抑制効果は期待できない。	2万m ³ /年の養浜をした場合、沖合150mまでの領域で土砂捕捉量は12.3万m ³ /30年となる。現行計画案の土砂捕捉量の差が小さく、海浜安定効果は期待できない。	現行事業計画(ケース1)と同様の結果であり、 施設整備効果は期待できない。	戸原工区:2断面 長浜工区:2断面	なし 沖合300m位置の水深は10m程度であり、施工が困難	施設整備費:599億円 維持養浜費:14億円 合計:613億円	・台風期におけるシーソー現象によって、護岸付近まで汀線が後退する。 また、突堤周辺における越波が軽減する箇所はない。 ・長期海浜安定効果は、他ケースに比べ最も小さい。 ・越波の危険性のある断面は15断面減少。 ・総事業費が高価である。 ・施工難易度が高い。
	ケース3 中突堤 追加・延伸 (150m)	高波浪時には、汀線付近から95.5万m ³ /年の土砂が流出する。現行事業計画案の土砂量との差が軽微であることから、 流出抑制効果は期待できない。	2万m ³ /年の養浜をした場合、沖合150mまでの領域で土砂捕捉量は9.5万m ³ /30年となる。現行計画案の土砂捕捉量より小さく、海浜安定効果は期待できない。	現行事業計画(ケース1)と同様の結果であり、 施設整備効果は期待できない。	戸原工区:2断面 長浜工区:2断面	あり	施設整備費:126億円 維持養浜費:14億円 合計:140億円	・台風期におけるシーソー現象によって、護岸付近まで汀線が後退する。 また、突堤周辺における越波が軽減する箇所はない。 ・越波の危険性のある断面は15断面減少。
	ケース4 横突堤 +中突堤1基	高波浪時には、汀線付近から92.4万m ³ /年の土砂が流出する。現行事業計画案の土砂量との差が軽微であることから、 流出抑制効果は期待できない。	2万m ³ /年の養浜をした場合、沖合150mまでの領域で土砂捕捉量は39.8万m ³ /30年となる。現行計画案に対して27.8万m ³ /30年の海浜安定効果が期待できる。	局所的な侵食は発生せず、突堤間中央でも 10m程度の汀線後退に抑えられる。 シーソー現象による汀線変動幅は、10m程度となり、 護岸値入部の局所的な侵食被害は軽減される。	戸原工区:0断面 長浜工区:0断面	あり	施設整備費:410億円 維持養浜費:14億円 合計:424億円	・台風期におけるシーソー現象による局所的な侵食は発生せず、突堤周辺において越波被害の生じる区間が減少する。 ・長期海浜安定効果は、他ケースに比べて最も大きい。(土砂捕捉量が他のケースに比べ27～30万m ³ /30年多い。) ・越波の危険性のある断面はすべて解消される。
結果・考察	各ケース(新たな施設形状)で大きな差はない。	横突堤追加(ケース4)が最も効果大きい。	横突堤追加(ケース4)のみ局所的な侵食被害が軽減される。	横突堤追加(ケース4)のみ越波が解消される。	ケース3、ケース4の設置水深帯(水深9m程度)での施工は、現行事業計画における突堤事業、離岸堤事業において実績がある。	ケース3が最も総事業費が小さくなる。		

※1:各ケースの中で、最も優位な数値等を赤字で示し、最も劣位な数値等を青字で示す。

1. これまでの検討内容【長浜～新居工区(平成 27 年度検討内容)】

(3) 検討手順と結果概要 (平成 27 年度検討内容)

【検討目的】

・複数の横突堤形状案に対して、安定汀線の検討及び実スケールの波浪・海浜流解析（**ブシネスクモデル**）を実施し、**海岸保全に効果のある横突堤形状案を選定**する。

【評価方法】

- ・ **安定汀線** ⇒安定汀線の護岸からの距離の比較により各形式の優劣を設定
- ・ **施設周辺の流況** ⇒現地における横突堤周辺の流況を適切に表現するため、現地スケールでのモデルを構築し、横突堤先端に生じる渦や岸沖方向流速の大きさ・土砂輸送量の比較により各形式の優劣を設定

【Step1】横突堤の長さによる流況・安定汀線の感度分析

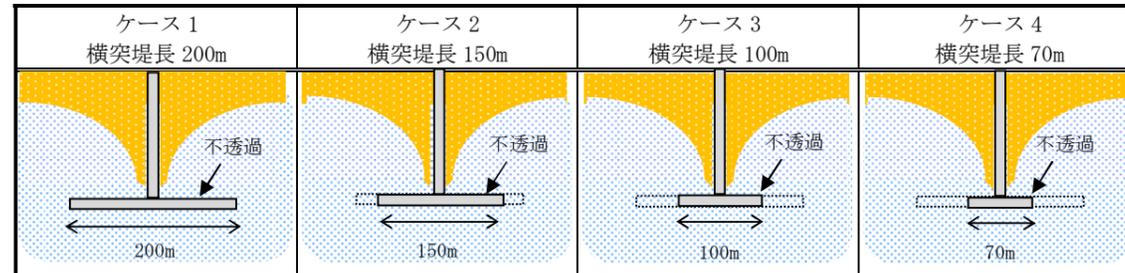
- ・横突堤長さ：4 ケース設定（200m、150m、100m、70m^{*}）
- ・横突堤形状：直線形状

※平成 26 年度に実施した実験結果から、縦突堤の沖向き沿い流れを低減させるために最小限必要な横突堤長さは 60～70m 程度であった。この結果を踏まえて最小ケースを 70m とした

【Step1-1】安定汀線の感度分析

【Step1-2】流況の感度分析

- ・入射波：計画波浪（ $H=11.8m$ 、 $T=15.5s$ ）、 $\theta=16^\circ$



- ・下記 5ヶ所 (①～⑤) の流速分布を比較
 - ①横突堤先端部背後の汀線付近の流速
 - ②縦突堤近傍の沖向き流速
 - ③横突堤背後の流速
 - ④横突堤先端から沖向きへ流出する流れの速さ
 - ⑤砕波水深付近の流れの速さ
- ・安定汀線の砂浜幅を比較

【Step1】の結果

- ・下記の 2 ケースを選定
 - ・横突堤 100m
 - ・横突堤 70m
- ※70m は現状汀線の維持、100m は汀線の前進が期待できる。

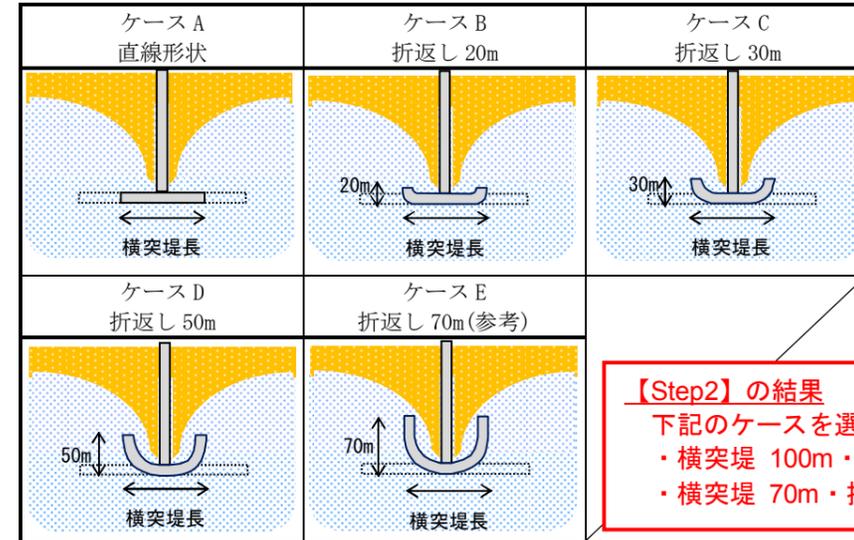
【Step2】横突堤の長さ・形状に関する感度分析

【Step2-1】横突堤の長さ・形状に関する流況の感度分析

- ・横突堤長さ：Step1 で選定した 2 ケース（100m、70m）
- ・横突堤形状：直線形状に加え、折返し形状を設定
- ・折返し長さ：5 ケース設定（0m（直線）、20m、30m、50m、70m）
- ・「横突堤長さ×折返し長さ」の複数の組合せケースを設定
- ・入射波：計画波浪（ $H=11.8m$ 、 $T=15.5s$ ）、 $\theta=16^\circ$

【Step2-2】横突堤の長さ・形状に関する土砂輸送量の感度分析

- ・横突堤長さ、横突堤形状、折返し長さ：Step2-1 と同じ
- ・地形条件：横突堤によって形成される安定汀線地形（Step1-1 で得られた海岸線形状）
- ・入射波：計画波浪（ $H=11.8m$ 、 $T=15.5s$ ）、岸沖漂砂移動が卓越する正面入射波 $\theta=0^\circ$



【Step2】の結果

- ・下記のケースを選定
 - ・横突堤 100m・折返し 20m
 - ・横突堤 70m・折返し 20m

【Step3】波浪の入射角度、入射波高、突堤の越水に関する感度分析

【Step3-1】入射角度による影響確認

- ・横突堤形状：Step2 選定 2 ケース
- ・入射波：計画波浪（ $H=11.8m$ 、 $T=15.5s$ ）、 $\theta=0^\circ$

【Step3-2】波高規模による影響確認

- ・横突堤形状：Step2 選定 2 ケース
- ・入射波：年数回波浪⁽¹⁾（ $H=6.2m$ 、 $T=12.4s$ ）、 $\theta=16^\circ$
- ・入射波：波形勾配が大きい波浪（ $H=10.0m$ 、 $T=10.0s$ ）、 $\theta=16^\circ$

【Step3-3】突堤越流時の影響確認

- ・横突堤形状：Step2 選定 2 ケース
- ・突堤上の越流を想定した計算を実施

*1) 年数回波浪：1 年に 1 回は発生する波浪

- ・入射角度、波高を変えても悪影響がないか
- ・越流時の突堤周辺の流速分布を確認（被災につながるような極端に大きな流速が発生しないか）
- ・横突堤形状の候補案の選定

【Step3】の結果

- ・横突堤形状の候補案
 - ・横突堤 100m・折返し 20m
 - ・横突堤 70m・折返し 20m

高知海岸の地域特性・海浜変形特性を踏まえた整備方針

- 戸原工区：沖合への土砂流出を極力軽減させ、より効率的に土砂を突堤周辺及び沿岸部に留める施設形状
- 長浜工区：現状に対して、土砂が施設周辺から流出しない現状の堆積土砂を維持できる施設形状

沿岸・岸沖統合漂砂モデルによる海浜変形予測

検討方針

- ・戸原工区：横突堤 100m・折返し 20m
- ・長浜工区：横突堤 70m・折返し 20m

横突堤施設形状の決定

【選定結果】

- ・工区別の地域特性や横突堤形状に関する感度分析結果、及び入射角度、入射波高、突堤の越流等に応じた影響確認結果を踏まえ、戸原工区は「横突堤 100m・折返し 20m」、長浜工区は「横突堤 70m・折返し 20m」を候補案に選定した。
- ・上記検討結果に加え、沿岸・岸沖統合漂砂モデルによる海浜変形予測を実施し、海岸保全効果及び周辺海域への影響等を把握して、効果的な横突堤形状を決定する方針とした。

1. これまでの検討内容【長浜～新居工区(平成27年度検討内容)】

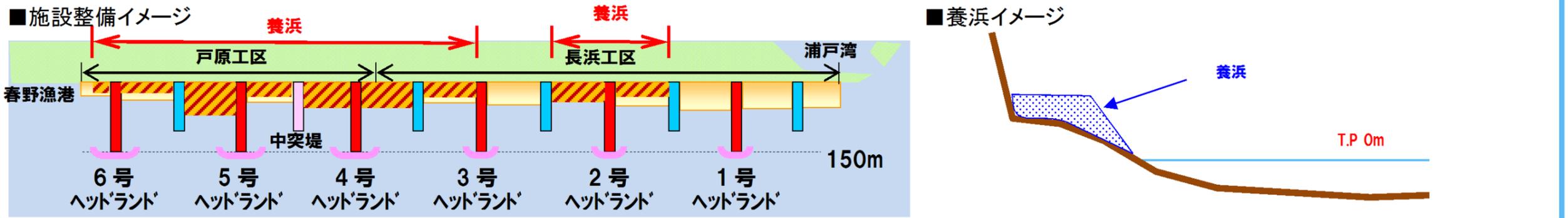
1.1.3 事業計画方針

■高知海岸(長浜～新居工区)における整備方針(案)

新居工区	仁ノ工区	戸原工区	長浜工区
今後、土砂量・砂浜幅をモニタリングし、必要に応じて養浜等を実施する。 ※新たな施設整備は不要	今後、土砂量・砂浜幅をモニタリングし、必要に応じて養浜等を実施する。 ※新たな施設整備は不要	沿岸漂砂を捕捉する施設および、沖側への漂砂移動を抑制する施設を配置。また、養浜等を実施する。	沖側への漂砂移動を抑制する施設を配置。また、養浜等を実施する。

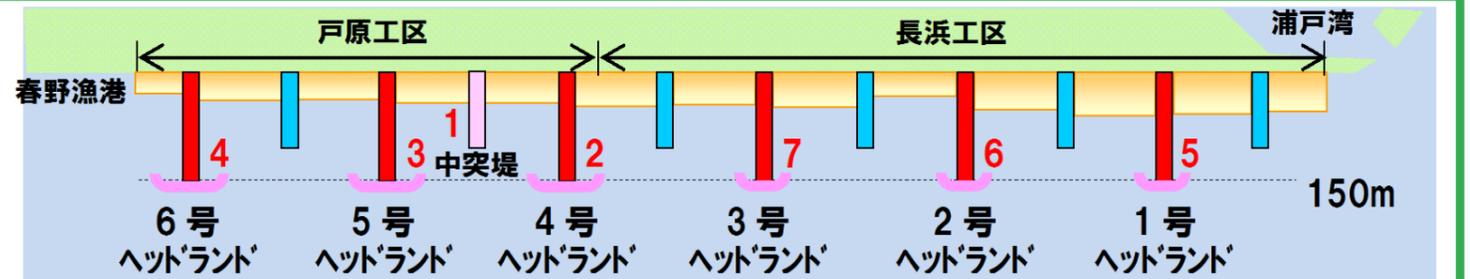
■整備概要

内容	戸原工区	長浜工区
施設整備	◆150mヘッドランド(ヘッド長:100m、折返し:20m):4号,5号,6号 3基 ◆中突堤(突堤長:100m):1基	◆150mヘッドランド(ヘッド長:70m、折返し:20m):1号,2号,3号 3基
養浜	◆長浜3号突堤～戸原6号突堤付近に投入	◆長浜2号突堤の上下手側に投入



■施設整備順序

施設整備は、中突堤→4号→5号→6号→1号→2号→3号の順に実施する。ただし、施設被害、越波防止の観点より戸原工区を優先して整備するが、今後の海浜状況、越波状況等により整備順序を判断していく。

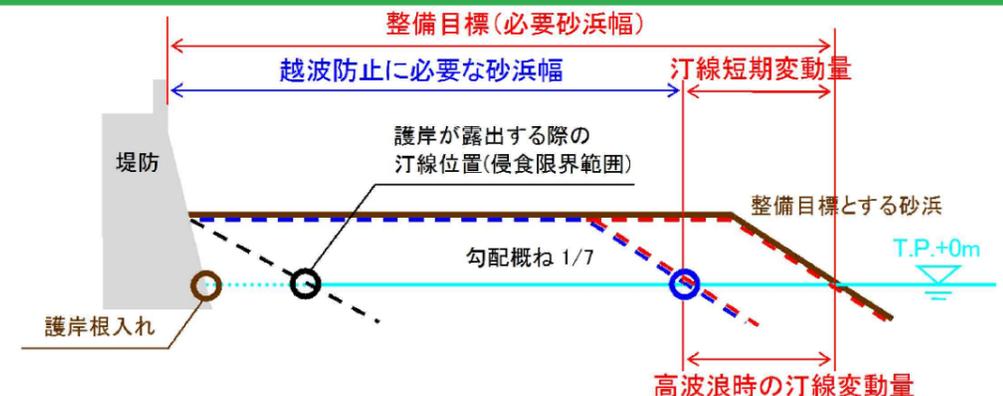


■必要砂浜幅

台風等の高波浪によって汀線が後退した場合でも、越波防止機能を確保するため、「越波防止に必要な砂浜幅」+「汀線短期変動量」を設定する。

新居工区	仁ノ工区	戸原工区	長浜工区
60m	70m	②※ 60m	①※ 80m
		60m	60m

※①: 測線29-19～測線29-25、②: 測線29-26～測線29-32



1. これまでの検討内容【南国工区(平成 28 年度検討内容)】

1.2 南国工区 (平成 28 年度検討内容)

1.2.1 地域特性、海浜変形特性

【検討目的】
 ・南国工区の地域特性・海浜変形特性を整理して、南国工区における海岸保全上の課題と施設整備の方針をとりまとめ、必要な海岸保全施設の選定の基礎資料とする。

【評価方法】
 ・被災履歴、汀線・土砂量の変化、沿岸方向の土砂動態、周辺の関連事業などを整理して、南国工区全体および人工リーフ周辺における特性を評価

【整理結果】
 ・南国工区全体では近年の汀線は安定傾向にあるが、南国工区西端では砂浜を構成する土砂はほとんど到達しておらず、高波浪による越波被害や堤防等の施設被災が近年でも発生している。
 →南国工区西端では、**越波被害の解消、堤防倒壊の防止**を目的とした施設整備が必要。
 ・離岸堤区間（49, 50 号）では砂浜を構成する土砂はほとんど到達していない。
 ・人工リーフ背後では高波浪時の水位上昇・局所流によって土砂が沖合へ流出している。
 →離岸堤区間（離岸堤 52 号付近～離岸堤 49 号付近）と人工リーフ区間（高知新港～離岸堤 52 号付近）に対策区間を分け、それぞれ確保すべき機能を踏まえた施設整備が必要。

南国工区の実態整理
 ・南国工区を対象に、被災履歴、汀線・土砂量の変化、沿岸方向の土砂動態、周辺の関連事業などを整理。

南国工区の地域特性・海浜変形特性の把握
 ・実態整理をもとに、南国工区全体および人工リーフ周辺における地域特性・海浜変形特性を把握。

南国工区における海岸保全上の課題・留意点と施設整備の方針の設定
 ・南国工区西端では、**越波被害の解消、堤防倒壊の防止**を目的とした施設を整備する。
 ・離岸堤区間、人工リーフ区間それぞれの特性に対応した施設整備を実施する。
 ・今後の事業スケジュールを踏まえ、高知新港航路付替後を対象とする。

■南国工区の地域特性・海浜変形特性

項目	地域特性・海浜変形特性
被災履歴	<ul style="list-style-type: none"> 台風襲来に伴う高波浪によって、南国工区西端では越波被害や背後地堤防の被災が近年でも発生している。 人工リーフの標識灯は高波浪時に被災し、継続的に補修が実施されている。
汀線・土砂量の変化	<ul style="list-style-type: none"> 昭和 30 年代以降汀線は後退傾向にあったが、海岸保全施設（離岸堤、人工リーフ）の整備によって、工区全体では近年概ね安定している。 漂砂系最下手の仁井田地区（南国工区西端）では砂浜が減少している。
沿岸方向の土砂動態	<ul style="list-style-type: none"> 砂浜を構成する土砂（礫分、中砂・粗砂分）は、物部川から供給されて、西側（高知新港側）に流下するにつれ徐々に減少し、南国工区西端へはほとんど到達しない（沿岸漂砂量は 0.7 万 m³/年程度、最上手では 2 万 m³/年程度）。
周辺の関連事業	<ul style="list-style-type: none"> 高知新港沖合防波堤（東第一、南）が現在も整備中である。 高知新港では、航路付替等の事業が今後予定されている。
人工リーフ周辺の特性	<p>【離岸堤区間（離岸堤 52 号付近～離岸堤 49 号付近）】</p> <ul style="list-style-type: none"> 高波浪時等の局所的な侵食により砂浜が形成されず、堤防倒壊被害が発生している。 平成 26 年台風 11 号時の堤防被災では、被災前に侵食が進行（汀線が後退し前面が沈下）していたため、吸出しが発生し、被害が発生したと想定される。 <p>【人工リーフ区間（高知新港～離岸堤 52 号付近）】</p> <ul style="list-style-type: none"> 高波浪時にはリーフ背後で Wave Setup（水位上昇）が発生し、開口部で沖向きの局所的な流れが生じ、沖合へ土砂が流出（侵食）している。 高波浪時の侵食とその後の再堆積のサイクルを繰り返しており、極端な侵食や堆積は生じていないが、必要砂浜幅を満たしていない。

■海岸保全上の課題・留意点と施設整備の方針

海岸保全上の課題に関する分類	海岸保全上の課題・留意点と施設整備方針	
	離岸堤区間	人工リーフ区間
越波被害の解消	<ul style="list-style-type: none"> 近年でも越波被害が発生している。越波を防止するための砂浜幅の確保とともに、入射波浪の抑制や消波機能の向上を行う必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 近年でも越波被害が発生している。越波を防止するための砂浜幅の確保とともに、入射波浪の抑制や消波機能の向上を行う必要がある。
施設被害の防止（堤防倒壊の防止）	<ul style="list-style-type: none"> 近年でも堤防前面が侵食され、堤防被災が発生している。越波を防止するための砂浜幅の確保とともに、対策区間周辺に早期に砂浜を再生する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 高波浪時の沖向き流れにより沖合へ土砂が流出している。越波を防止するための砂浜幅の確保とともに、沖合への土砂流出を抑制する必要がある。
その他	<ul style="list-style-type: none"> 高知新港航路付替後の船舶航行などの周辺環境への影響に留意する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 高知新港航路付替後の船舶航行などの周辺環境への影響に留意する必要がある。 人工リーフ標識灯の被災状況にも配慮する必要がある。
施設整備の方針	<ul style="list-style-type: none"> →土砂を対策区間に留まらせる効果がより大きく、広範な砂浜を再生することができる対策形式が必要。 →高知新港航路付替事業を念頭においた対策が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> →高波浪時の局所的な流況を制御し、沖合への土砂流出を軽減させ、土砂を沿岸部に留める対策形式が必要。 →高知新港航路付替事業や標識灯の維持管理を念頭においた対策が必要。

1. これまでの検討内容【南国工区(平成 28 年度検討内容)】

1.2.2 検討手順と結果概要

【検討目的】

・離岸堤区間、人工リーフ区間それぞれに対して、実態分析を踏まえた対策案を抽出し、波浪・海浜流・地形変化解析を行い、**海岸保全に効果のある施設整備また必要に応じた養浜による効果的な海岸保全計画案を立案する。**

【評価方法】

- ・**対策候補案の抽出【Step1】** ⇒実態分析、高知海岸への適用性などから抽出
- ・**対策形式および施設諸元の検討【Step2】** ⇒等深線変化モデル、三次元水深変化モデルを用いて、海岸保全効果・影響、必要な養浜、経済性等を比較し、効果的な対策案を立案
- ・**施設形状の決定【Step3】**

【Step1】対策候補案の抽出

■実態分析

・地域特性、海浜変形特性の把握

■施設機能・南国工区への適用性等の評価

・実態分析に基づく評価を行い、対策候補案を抽出

■実態分析（地域特性）

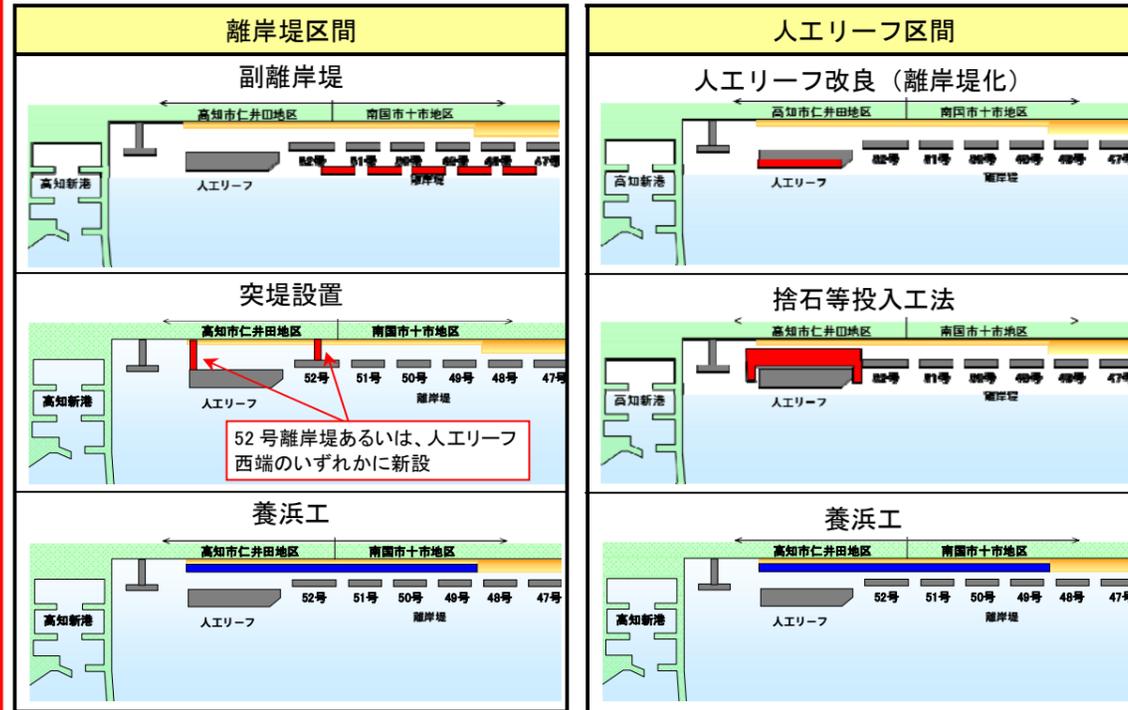
・離岸堤区間と人工リーフ区間では、海浜変形特性が異なる ⇒それぞれの対策が必要
 ・高知新港の航路付替事業に応じて、今後周辺環境が変化 ⇒新港の航路付替状況への配慮が必要

■施設機能・南国工区への適用性等の評価

・地域特性や海浜変形特性、課題、対策状況等に基づき、施設機能や高知海岸への適用性等を検討
 ⇒有効な対策候補案を抽出

【Step1】の結果

- ・離岸堤区間と人工リーフ区間それぞれで、対策候補案を選定
- ・土砂流出による航路への影響、船舶航行への影響など、周辺環境への留意事項を踏まえ、実施可能な対策候補案を選定



※いずれの対策候補案も高知新港航路付替後の地形をもとにした対策

【Step2】対策形式および施設諸元の検討

Step1 で抽出した、離岸堤区間と人工リーフ区間それぞれの対策候補案について、等深線変化モデルや三次元水深変化モデルを用いて、海岸保全効果や影響を比較評価し、それぞれの有効な対策形式を選定

【Step2-1】対策形式の選定

離岸堤区間と人工リーフ区間それぞれで、有効な対策形式を選定

①高波浪時の沖合への土砂流出を抑制する効果の確認

- ・解析手法：三次元水深変化モデル
- ・対象施設：Step1 で選定したケース
- ・地形条件：高知新港航路付替事業後を設定
- ・入射波浪：計画波浪、入射角度：3 ケース（台風期の平均波向、最も東寄り、最も西寄り）

- 評価の着目点
- ・高波浪時の沿岸・岸沖流れ
- ・人工リーフ背後の Wave Setup（高波浪時）
- ・離岸堤及び人工リーフ背後の流況（沿岸方向の流れ）
- ・人工リーフ周辺の地形変化（沖側への土砂流出量）

②海浜の安定性（1年間の侵食～堆積サイクル）の確認

- ・解析手法：三次元水深変化モデル
- ・対象施設：Step1 で選定したケース
- ・地形条件：高知新港航路付替事業後を設定
- ・入射波浪：1年間の波浪を低波浪と高波浪にパターン化
低波浪→高波浪→低波浪の順で作用

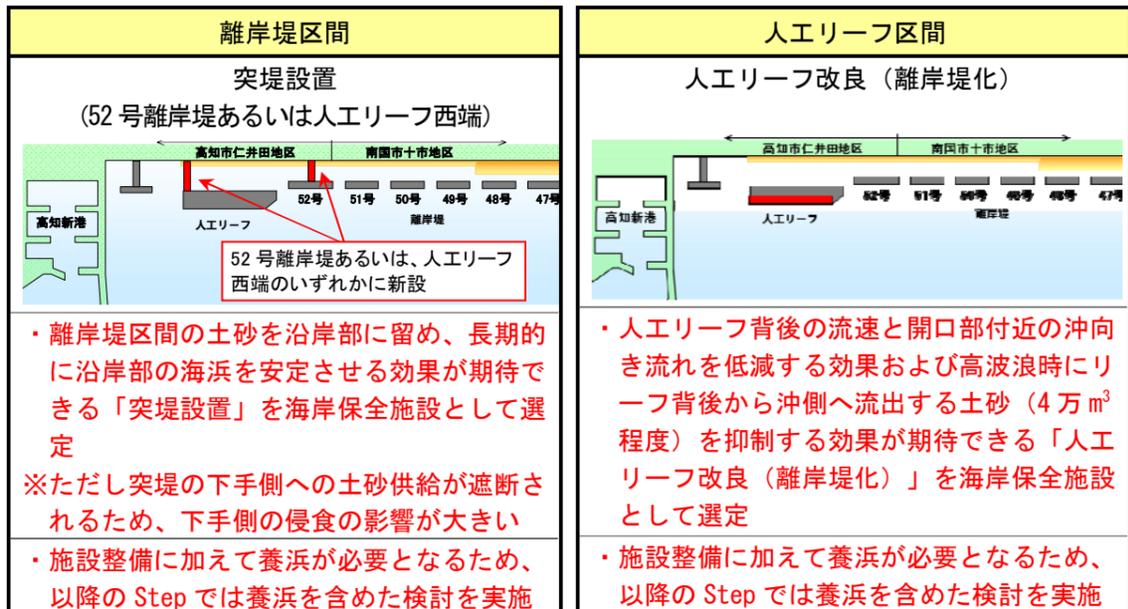
- 評価の着目点
- ・平常時における沿岸・岸沖流れ
- ・人工リーフ背後の Wave Setup（平常時）
- ・人工リーフ開口部周辺の地形変化（土砂変動、侵食～堆積サイクル）
- ・離岸堤及び人工リーフ背後の地形安定性

③海浜の安定性（長期：30年間）の確認

- ・解析手法：等深線変化モデル
- ・対象施設：Step1 で選定したケース
- ・入射波浪：平成9年～平成27年の19年間分の実績波浪（戸原観測所）より、各年、各月のエネルギー平均波を繰返し作用

- 評価の着目点
- ・30年後の汀線変化
- ・30年後の汀線変化によるうちあげ高を現況堤防高以下に収める効果（必要砂浜幅の確保状況）

【Step2-1】の結果



- ・離岸堤区間の土砂を沿岸部に留め、長期的に沿岸部の海浜を安定させる効果が期待できる「突堤設置」を海岸保全施設として選定
 ※ただし突堤の下手側への土砂供給が遮断されるため、下手側の侵食の影響が大きい
- ・施設整備に加えて養浜が必要となるため、以降の Step では養浜を含めた検討を実施

- ・人工リーフ背後の流速と開口部付近の沖向き流れを低減する効果および高波浪時にリーフ背後から沖側へ流出する土砂（4万m³程度）を抑制する効果が期待できる「人工リーフ改良（離岸堤化）」を海岸保全施設として選定
- ・施設整備に加えて養浜が必要となるため、以降の Step では養浜を含めた検討を実施

1. これまでの検討内容【南国工区(平成 28 年度検討内容)】

【Step2-2】施設諸元と必要な養浜の検討

Step2-1 で選定した、離岸堤区間と人工リーフ区間それぞれの対策形式について、以下の検討を実施

- ・離岸堤区間：突堤設置の効果的な設置位置を決定するため、以下のケースを検討
 - 52号離岸堤背後に突堤を設置：現状の砂浜幅が必要砂浜幅に対して最も不足している52号離岸堤付近の区間に対し、土砂を沿岸部に留める効果が最も期待できる施設位置
 - 人工リーフ西端に突堤を設置：突堤の下手側に既設突堤等が存在するため、突堤の設置による下手側への土砂供給の遮断による影響が小さい施設位置
- ・人工リーフ区間：人工リーフを離岸堤化した場合に必要な養浜を検討

①高波浪時の沖合への土砂流出を抑制する効果の確認

- ・解析手法：三次元水深変化モデル
- ・対象施設：Step2-1で選定したケース
- ・地形条件：高知新港航路付替事業後を設定
- ・入射波浪：計画波浪、入射角度：3ケース（台風期の平均波向、最も東寄り、最も西寄り）

- 評価の着目点
 - ・高波浪時の沿岸・岸沖流れ
 - ・人工リーフ背後のWave Setup（高波浪時）
 - ・離岸堤及び人工リーフ背後の流況（沿岸方向の流れ）
 - ・人工リーフ周辺の地形変化（沖側への土砂流出量）

②海浜の安定性（1年間の侵食～堆積サイクル）の確認

- ・解析手法：三次元水深変化モデル
- ・対象施設：Step2-1で選定したケース
- ・地形条件：高知新港航路付替事業後を設定
- ・入射波浪：1年間の波浪を低波浪と高波浪にパターン化
低波浪→高波浪→低波浪の順で作用

- 評価の着目点
 - ・平常時における沿岸・岸沖流れ
 - ・人工リーフ背後のWave Setup（平常時）
 - ・人工リーフ開口部周辺の地形変化（土砂変動、侵食～堆積サイクル）
 - ・離岸堤及び人工リーフ背後の地形安定性

③海浜の安定性（長期：30年間）の確認

- ・解析手法：等深線変化モデル
- ・対象施設：Step2-1で選定したケース
- ・入射波浪：平成9年～平成27年の19年間分の実績波浪（戸原観測所）より、各年、各月のエネルギー平均波を繰返し作用

- 評価の着目点
 - ・30年後の汀線変化
 - ・30年後の汀線変化によるうちあげ高を現況堤防高以下に収める効果（必要砂浜幅の確保状況）
 - ・必要砂浜幅を確保するための養浜量および事業完了後に必要砂浜幅を維持するための維持養浜量

【Step2-2】の結果

離岸堤区間

52号離岸堤改良（突堤化）＋養浜

・現状で最も対策が必要な箇所（52号離岸堤付近）に対して、養浜を実施しない場合においても越波防止に必要な砂浜幅が確保できる「52号離岸堤改良（突堤化）」を選定（必要な養浜量※リーフ及び離岸堤背後の区間）

- ◆52号離岸堤：3,000m³/年
- ◆人工リーフ西端：2,500m³/年

人工リーフ区間

人工リーフ改良（離岸堤化）＋養浜

・高波浪時に岸側から沖側へ流出する土砂（4万m³程度）を抑制し海浜を安定させる効果が高い

・施設整備だけでは汀線が不足する部分や局所的な侵食に対し必要最小限の養浜（維持養浜含む）を実施（必要な養浜量※リーフ及び離岸堤背後の区間）

- ◆5,000m³/年

【Step3】施設形状の決定

Step2-2で選定した、離岸堤区間：「52号離岸堤改良（突堤化）＋養浜」、人工リーフ区間：「人工リーフ改良（離岸堤化）＋養浜」の両方を実施した場合の海岸保全効果や影響を確認

①高波浪時の沖合への土砂流出を抑制する効果の確認

- ・解析手法：三次元水深変化モデル
- ・対象施設：Step2-2で選定したケース
- ・地形条件：高知新港航路付替事業後を設定
- ・入射波浪：計画波浪、入射角度：3ケース（台風期の平均波向、最も東寄り、最も西寄り）

- 評価の着目点
 - ・高波浪時の沿岸・岸沖流れ
 - ・人工リーフ背後のWave Setup（高波浪時）
 - ・離岸堤及び人工リーフ背後の流況（沿岸方向の流れ）
 - ・人工リーフ周辺の地形変化（沖側への土砂流出量）

②海浜の安定性（1年間の侵食～堆積サイクル）の確認

- ・解析手法：三次元水深変化モデル
- ・対象施設：Step2-2で選定したケース
- ・地形条件：高知新港航路付替事業後を設定
- ・入射波浪：1年間の波浪を低波浪と高波浪にパターン化
低波浪→高波浪→低波浪の順で作用

- 評価の着目点
 - ・平常時における沿岸・岸沖流れ
 - ・人工リーフ背後のWave Setup（平常時）
 - ・人工リーフ開口部周辺の地形変化（土砂変動、侵食～堆積サイクル）
 - ・離岸堤及び人工リーフ背後の地形安定性

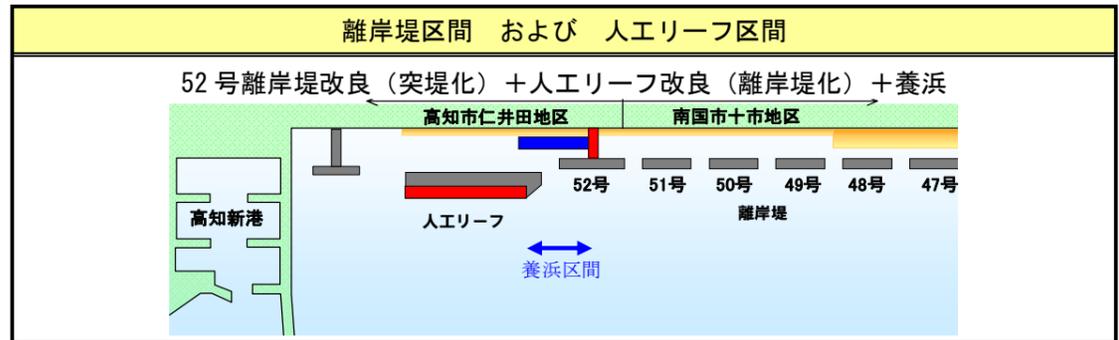
③海浜の安定性（長期：30年間）の確認

- ・解析手法：等深線変化モデル
- ・対象施設：Step2-2で選定したケース
- ・入射波浪：平成9年～平成27年の19年間分の実績波浪（戸原観測所）より、各年、各月のエネルギー平均波を繰返し作用

- 評価の着目点
 - ・30年後の汀線変化
 - ・30年後の汀線変化によるうちあげ高を現況堤防高以下に収める効果（必要砂浜幅の確保状況）
 - ・必要砂浜幅を確保するための養浜量および事業完了後に必要砂浜幅を維持するための維持養浜量

【Step3】の結果（海岸保全計画案の方針）

- 52号離岸堤改良（突堤化）
 - ・突堤上手側で沿岸漂砂を留め海浜を安定させる効果が高い。
 - ・施設整備によって、西向き流れによる土砂の移動を防ぎ、現状で最も対策が必要な箇所（52号離岸堤付近の侵食域）の海浜が養浜を実施しない場合においても安定し、堤防倒壊や越波を防止できる。
- 人工リーフ改良（離岸堤化）
 - ・高波浪時に岸側から沖側へ流出する土砂（4万m³程度）を抑制し海浜を安定させる効果が高い。
 - ・施設整備によって、人工リーフが現在有する機能（流況制御、漂砂制御）をさらに向上させ、高波浪等の被災で定期的に維持管理が必要な標識灯が不要となる。（コスト削減）
- 養浜
 - ・新たな施設整備と合わせて実施し、施設整備だけでは汀線が不足する部分や局所的な侵食に対し必要最小限の養浜（維持養浜含む）を実施する。



海岸保全計画案の立案

1. これまでの検討内容【南国工区(平成28年度検討内容)】

1.2.3 事業計画方針

■高知海岸(南国工区)における整備方針(案)

【基本的考え方】

- ◆越波被害の防止
- ◆堤防倒壊の防止
- ◆長期的に安定した面的防護機能確保

流況制御機能

高波浪時に想定される局所的な冲向き流れや、沿岸部における沿岸方向の流れを可能な限り抑制し、沿岸部からの土砂流出を低減させる。

漂砂制御機能

砂浜を構成する土砂(養浜砂を含む)を長期間沿岸部に留まらせ、海浜を安定させることで、面的防護機能を発揮させ、越波被害の解消、堤防倒壊の防止を図る。

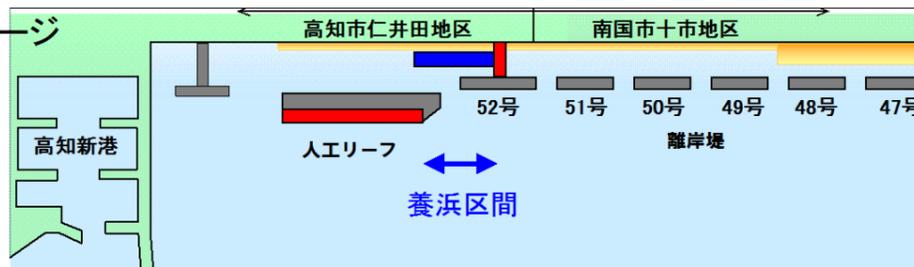
消波機能

砂浜への入射波浪を可能な限り抑制し、越波被害を軽減する。

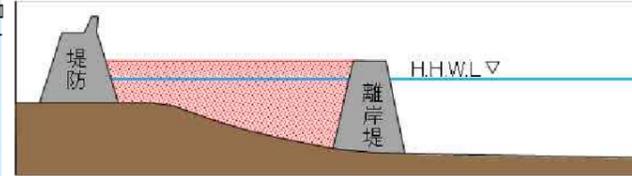
■整備概要

内容	南国工区	海岸保全の考え方
施設整備	<ul style="list-style-type: none"> ◆52号離岸堤改良(突堤化) ◆人工リーフ改良(離岸堤化) 	<ul style="list-style-type: none"> ・西向き流れによる土砂の移動を防ぎ、現状で最も対策が必要な箇所(52号離岸堤付近の侵食域)の海浜を安定させる。 ・人工リーフが現在有する機能(流況制御、漂砂制御)がさらに向上するとともに、高波浪等の被災で定期的に維持管理が必要な標識灯が不要となる。
養浜	◆測線24~26, 32, 39付近に投入	<ul style="list-style-type: none"> ・新たな施設整備と合わせて実施し、施設整備だけでは汀線が不足する部分や局所的な侵食に対し必要最小限の養浜(維持養浜含む)を実施する。

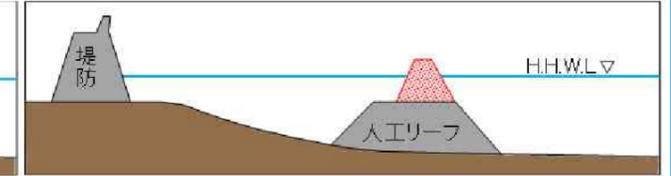
■施設整備イメージ



【52号離岸堤改良(突堤化)イメージ】

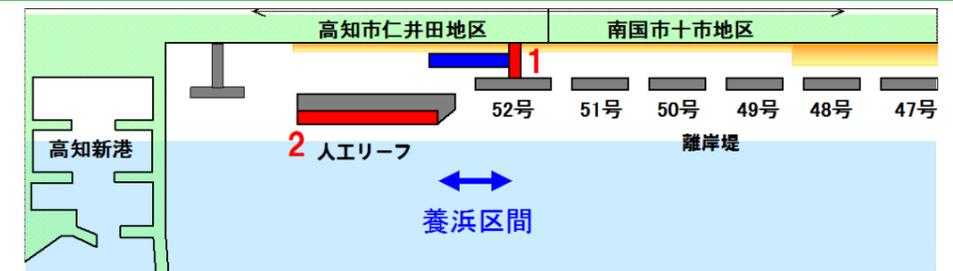


【人工リーフ改良(離岸堤化)イメージ】



■施設整備順序

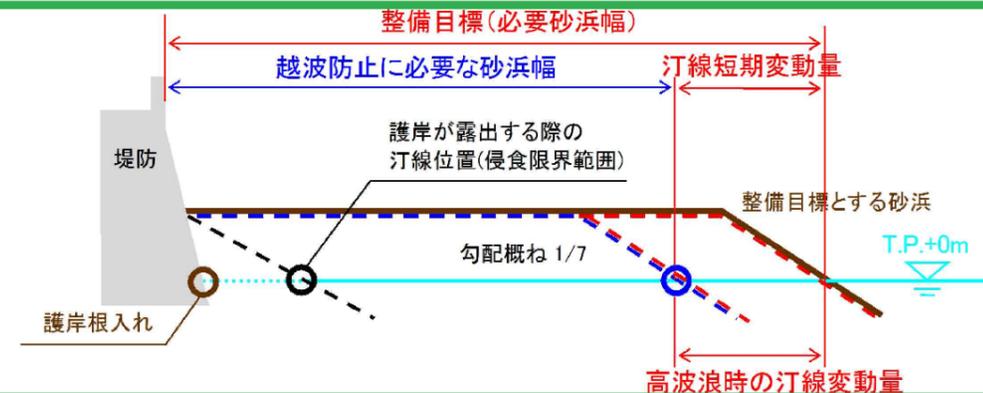
まずは、現状で最も対策が必要な箇所(52号離岸堤付近)に対して、施設整備による汀線維持を優先するため、52号離岸堤改良(突堤化)を実施する。次に、人工リーフ改良(離岸堤化)を実施し、人工リーフ背後の高波浪時の土砂流出を軽減させる。また、施設整備だけでは汀線が不足する部分や局所的な侵食に対し必要な養浜を実施する。ただし、施設完成後の維持管理が最小限の維持養浜となるよう計画する。



■必要砂浜幅

台風等の高波浪によって汀線が後退した場合でも、越波防止機能を確保するため、「越波防止に必要な砂浜幅」+「汀線短期変動量」を設定。

■南国工区 : 60m



2. 施設諸元・構造等の検討 150m ヘッドランド【戸原・長浜工区】

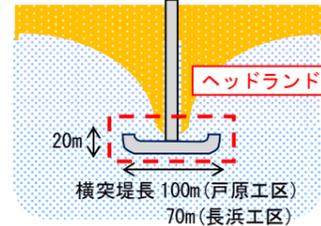
2. 施設諸元・構造等の検討

2.1 150m ヘッドランド【戸原・長浜工区】

2.1.1 構造形式の選定

【構造形式の選定方針】

- ① 一般的な突堤構造形式の中から、横断構造ごとに不透過構造として代表的な形式を抽出する。
- ② 抽出した代表形式から、当該地への適用性、施工性、経済性等を比較検討し、ヘッドランドに適した構造形式を選定する。



①代表構造形式の抽出

表- 一般的な突堤構造形式(※)

横断構造	型式名
傾斜堤	捨石式, 捨ブロック式
直立堤	ケーソン式, コンクリートブロック(or単塊)式, セルラーブロック式
混成堤	ケーソン式, コンクリートブロック(or単塊)式, セルラーブロック式
特殊形式	鋼管式, 二重矢板式, カーテン式, 直立消波式, スリットケーソン式, 多孔ケーソン式, バットレス付きケーソン式, 透過壁ブロック式, 石張り式, 浮き式

※防波堤集覧(港湾技研資料, No.556)より引用

■抽出した構造形式

- 【傾斜堤】捨石+被覆ブロック
 - ・・・捨石の表面をブロックにより被覆することで不透過構造を形成できる
- 【直立堤】コンクリートブロック式
 - ・・・直立堤は水深0~5mが多く、その中でコンクリートブロック(or単塊)式が最も施工実績が多い。
- 【混成堤】ケーソン式
 - ・・・混成堤は水深5~10mが多く、その中で最もケーソン式の施工実績が多い
- 【特殊形式】二重矢板式
 - ・・・不透過構造を形成でき、施工実績も豊富

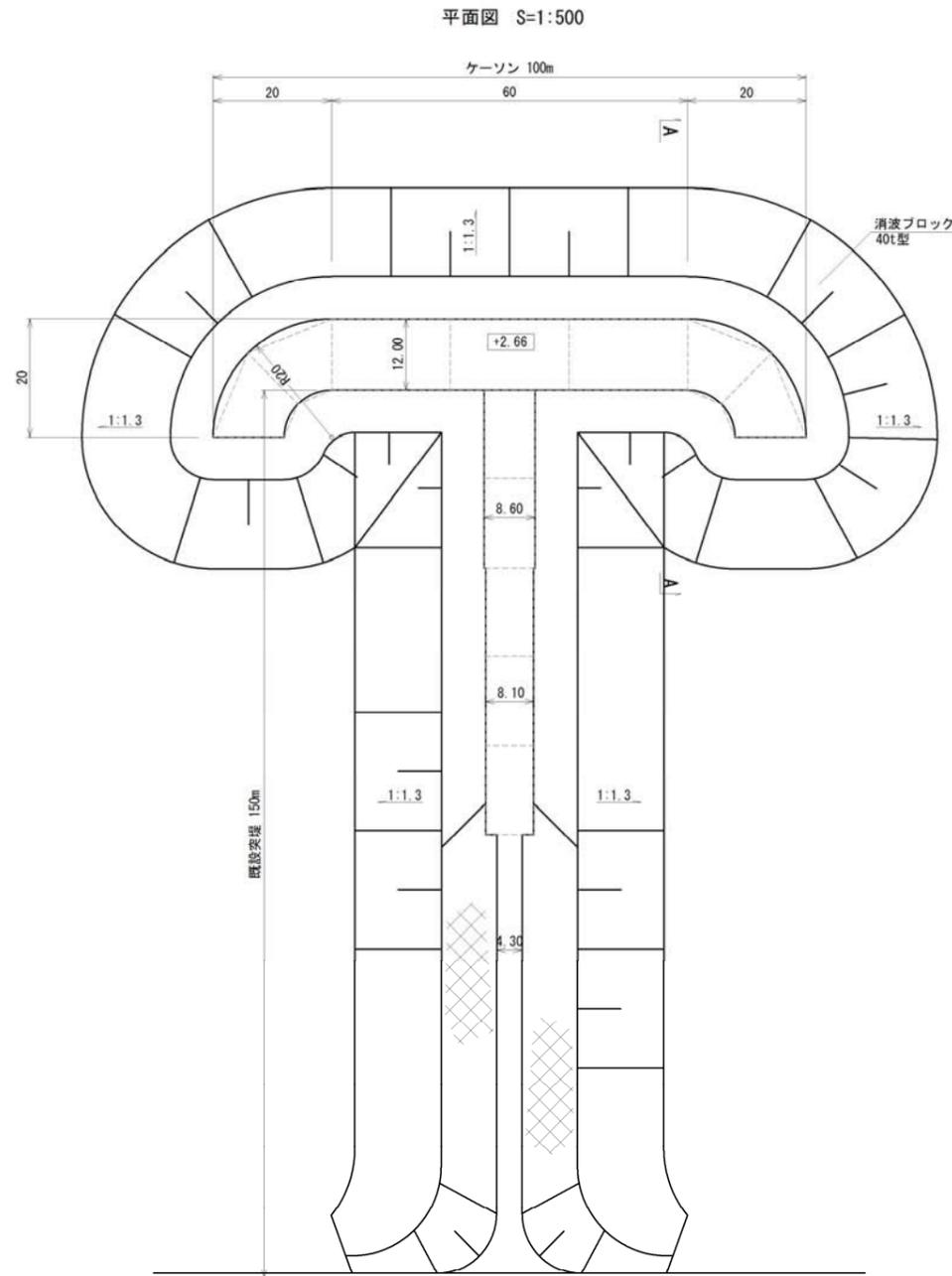
②構造形式の選定

	第1案【傾斜堤】捨石+被覆ブロック	第2案【直立堤】コンクリートブロック式	第3案【混成堤】ケーソン式	第4案【特殊形式】二重矢板式
イメージ図				
概要	構造・特徴 捨石により基礎マウンドを造成し、表面を異形コンクリートブロックにより被覆した構造。軟弱地盤に適しているが、堤体規模が大きくなる。また高波浪時の越波や越流による堤体崩壊が発生しやすい。	構造・特徴 捨石により基礎を造成し、その上にコンクリート方塊ブロックによる直立壁を設けた構造。良質地盤に適しているが、安定性確保のために十分な重量が必要となる。断面が小さいため港口等に適している。	構造・特徴 捨石により基礎マウンドを造成し、その上にケーソンによる直立壁を設けた混成堤構造。水深の大きい箇所、基礎地盤の不陸に対応しやすく、様々な条件に適用できる。	構造・特徴 基礎工は設けず、直接地盤に鋼管矢板を二列に打設し、タイロッドおよび上部コンクリートで接続した構造。不良地盤に適しているが、側面の洗掘に注意が必要。
	施工方法 海上からグラブ浚渫船により基礎部を修正し、起重機船により捨石、ブロックを据え付ける。上部コンクリートは陸上からコンクリートポンプ車により打設する。段階施工での堤頭部は捨石全体を保護する。	施工方法 海上からグラブ浚渫船により基礎部の床掘を実施し、起重機船により、捨石、本体ブロック、根固工、被覆工、消波工を設置する。上部コンクリートは陸上からコンクリートポンプ車により打設する。段階施工での堤頭部は方塊ブロック全体を保護する。	施工方法 海上からグラブ浚渫船により基礎部を修正し、起重機船により捨石、ケーソン、根固工、被覆工、消波工を設置する。上部コンクリートは陸上からコンクリートポンプ車により打設する。段階施工での堤頭部は基礎部を保護する。	施工方法 水深が大きく波浪の影響によりパイロハンマによる打設精度に課題があるため、陸上から圧入により鋼管矢板を設置する。段階施工での堤頭部は断面全体を保護する。
当該地への適用性	高知海岸のような外力の大きい箇所での適用事例がない。また、静穏期間が短い高知海岸では、施工中の高波浪による手戻りが発生する。	高知海岸で水深の浅い箇所での実績はあるが、水深が9mと大きく、静穏期間が短い高知海岸では、施工中の高波浪による手戻りが発生する。	高知海岸での実績があり、波浪に影響する各工種の1工程が短く、静穏期間の短い高知海岸でも耐えうる構造であり、適用性が高い。	水深が9mと大きく、波浪に対し安定性、耐久性、施工性に問題がある。また静穏期間が短い高知海岸では施工中の高波浪による手戻りが発生する。
	○	×	○	×
施工性	工法の評価 施工時において、捨石施工及びブロック据付に時間を要し、安定形状になるまでの施工途中の高波浪による捨石流出等の手戻りがあり高知海岸には不向きである。	工法の評価 施工時において、床掘、捨石施工及び、方塊ブロック据付に時間を要し、安定形状になるまでの施工途中の高波浪によるブロックの滑動などの手戻りがあり、高知海岸には不向きである。	工法の評価 外洋での高波浪の影響を受けることから、ケーソン設置後、速やかに消波ブロックを設置する必要があるが、各工種毎での1工程が短く、工種毎に終わりがついため、手戻りが少なく、高知海岸に適している。	工法の評価 波浪に影響されやすく、施工性、作業性が悪く、確実な施工が困難である。海底には既存ブロック等の流出があり、鋼管矢板が打込み不可である。また打込不能となった場合の対策、他工法への変更ができない。
	×	×	○	×
既設との取付	構造がシンプルであり、現地に合わせた形状に施工しやすい。	既設突堤部と構造が異なるため、取付構造に工夫が必要となる。	既設突堤部と同構造のため、取付しやすい。	既設突堤部と構造が異なるため、取付構造に工夫が必要となる。
	○	△	○	△
経済性	18.0億円/1基(100m)	23.2億円/1基(100m)	21.0億円/1基(100m)	22.6億円/1基(100m)
総合評価	完成断面での安定性、施工性は良いが、安定構造までの工程の期間が数十日と長いため、静穏期間が10日前後の高知海岸では高波浪による捨石の流出等手戻りが大きいことより、高知海岸では不向きである。	完成断面での安定性、施工性は良いが、安定構造までの1工程の期間が数十日と長いため、静穏期間が10日前後の高知海岸では高波浪による方塊ブロックの流出、床掘等、手戻りが大きいことより、高知海岸では不向きである。	高知海岸での施工実績も十分であり、構造の安定性、適用性、施工性ともどの工法より優位であり、環境への影響も小さい。	施工時における鋼管矢板の変形等、構造の安定性、施工の確実性、施工性、作業性、経済性に劣り、高知海岸のように外洋で外力が大きく水深が深い海岸では適用できない。
	×	×	○	×

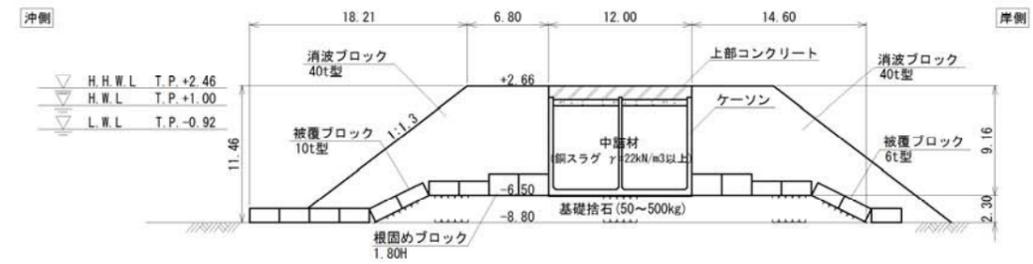
2. 施設諸元・構造等の検討 150m ヘッドランド【戸原・長浜工区】

2.1.2 構造諸元のイメージ

突堤工 概略一般図 (戸原工区)



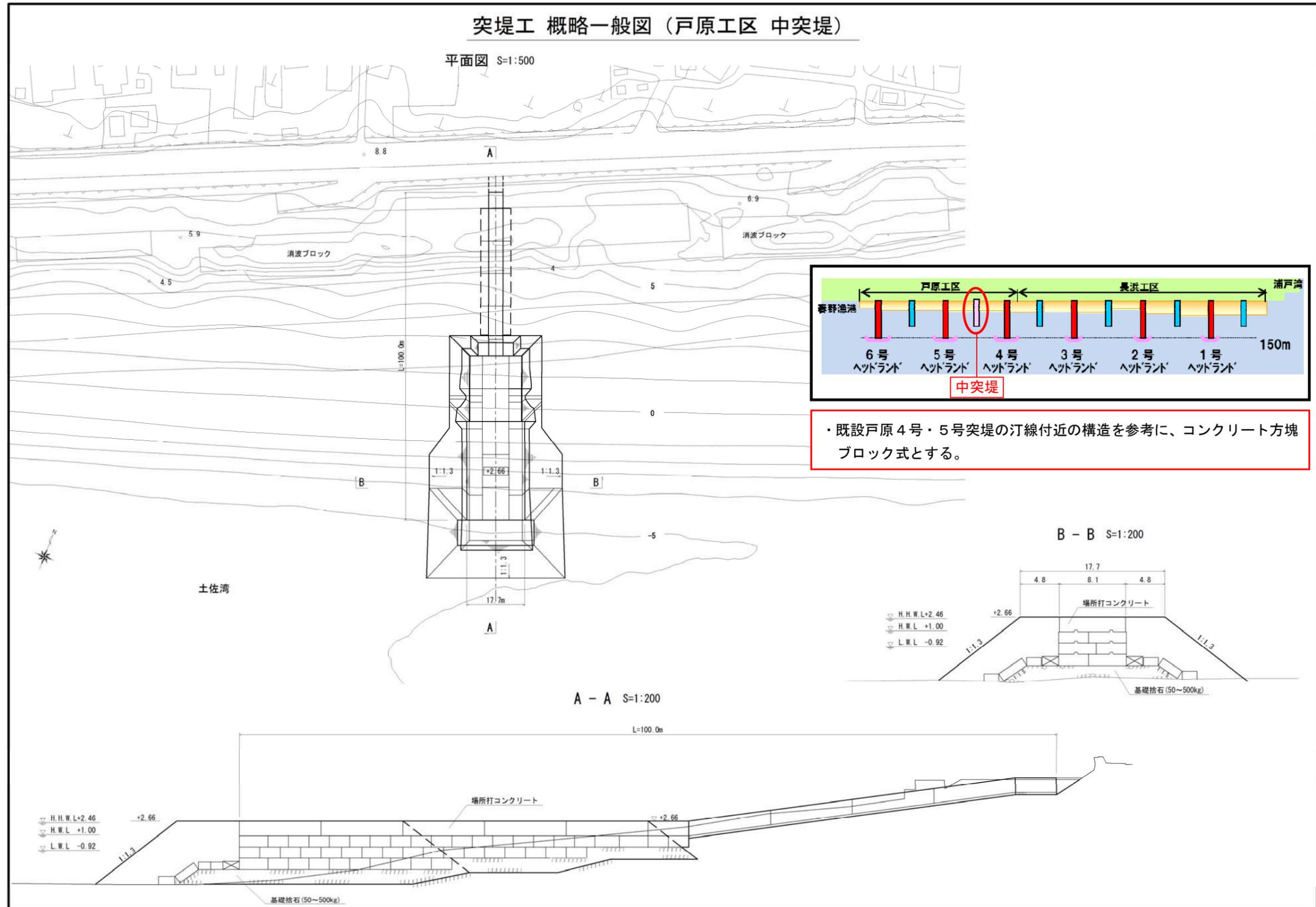
【ヘッドランド部 断面図】
A-A S=1:250



2. 施設諸元・構造等の検討 中突堤(突堤長:100m)【戸原工区】

2.2 中突堤 (突堤長: 100m) の構造検討【戸原工区】

2.2.1 構造諸元のイメージ



2. 施設諸元・構造等の検討 人工リーフ改良(離岸堤化)【南国工区】

2.3 人工リーフ改良(離岸堤化)【南国工区】

2.3.1 構造形式の選定

人工リーフ改良(離岸堤化)の構造形式を選定する。

■構造形式案の抽出

① 既設嵩上げ

② 鋼管矢板による直立壁構造の構築

嵩上げの形状

- ・ 前面嵩上げ
 - ・ 上面嵩上げ
- 安定性等から形状を決定する

嵩上げ部の構造

- ・ 捨石+被覆ブロック → 第1案: 捨石+被覆ブロック
- ・ 消波ブロック → 第2案: 消波ブロック
- 第3案: 鋼管矢板設置

当該地への適用性、施工性・経済性等から構造形式を決定する

嵩上げの形状

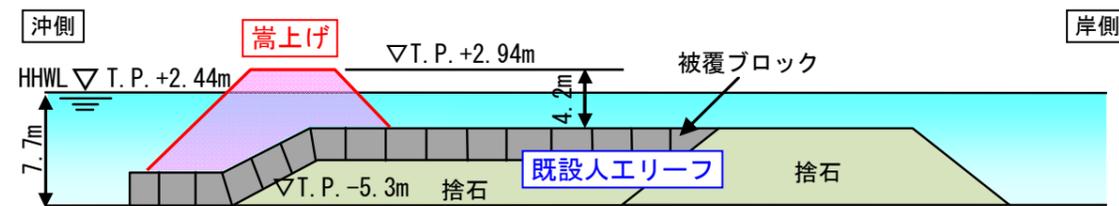
既設人工リーフを捨石や消波ブロック等で嵩上げする場合、嵩上げ部は離岸堤としての高さを確保するため、沖側からの波を直接受けることとなる。ここで、嵩上げ部の形状は、

【A】 前面嵩上げ: 波を受ける部分を設ける部分を既設人工リーフの前面に設ける形状

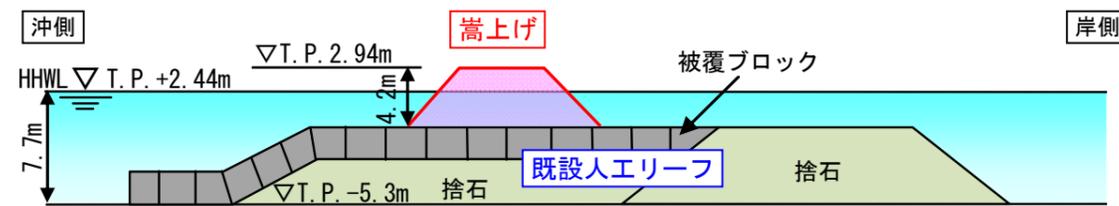
【B】 上面嵩上げ: 既設人工リーフの被覆ブロックを活用し、上面に捨石等のマウンドを設けて高さを確保する形状

とすることが考えられる。

【A】 前面嵩上げ



【B】 上面嵩上げ

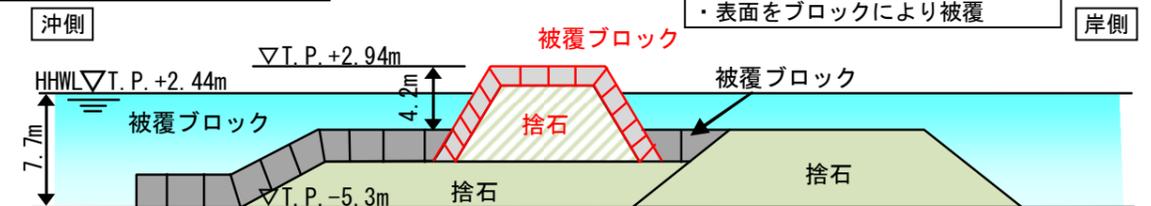


以下の理由より、【B】 上面嵩上げ を嵩上げ形状として採用する。

- ・ 既設被覆ブロックの波力に対する安定性について問題ない。
- ・ 反射波が発生しにくいことから、施設沖側の地形変化が少なく、かつ三角波が発生しにくい。
- ・ 既設人工リーフの捨石天端に作用する荷重に対して、捨石自体の強度により、支持力に対しては問題ない。
- ・ 嵩上げボリュームが最小限であり、施工性・コスト面で優位となる。
- ・ 沖側からの船舶からも、目視しやすく船舶の安全確保ができる。

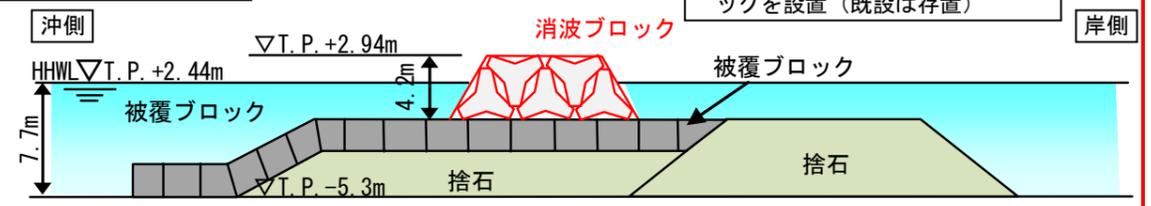
既設嵩上げ

第1案: 捨石+被覆ブロック



- ・ 既設被覆ブロックを撤去して捨石マウンドを造成
- ・ 表面をブロックにより被覆

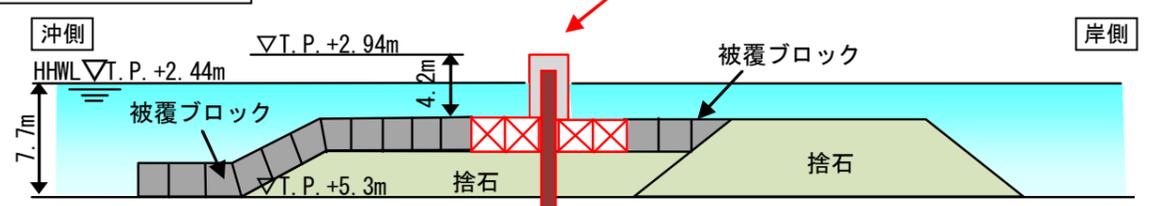
第2案: 消波ブロック



- ・ 既設被覆ブロックの上に消波ブロックを設置(既設は存置)

鋼管矢板による直立壁構造の構築

第3案: 鋼管矢板設置



- ・ 既設被覆ブロックおよび捨石を一部撤去し、鋼管矢板を設置
- ・ その後、捨石・被覆ブロックを復旧

2. 施設諸元・構造等の検討 人工リーフ改良(離岸堤化)【南国工区】

【構造形式の選定方針】

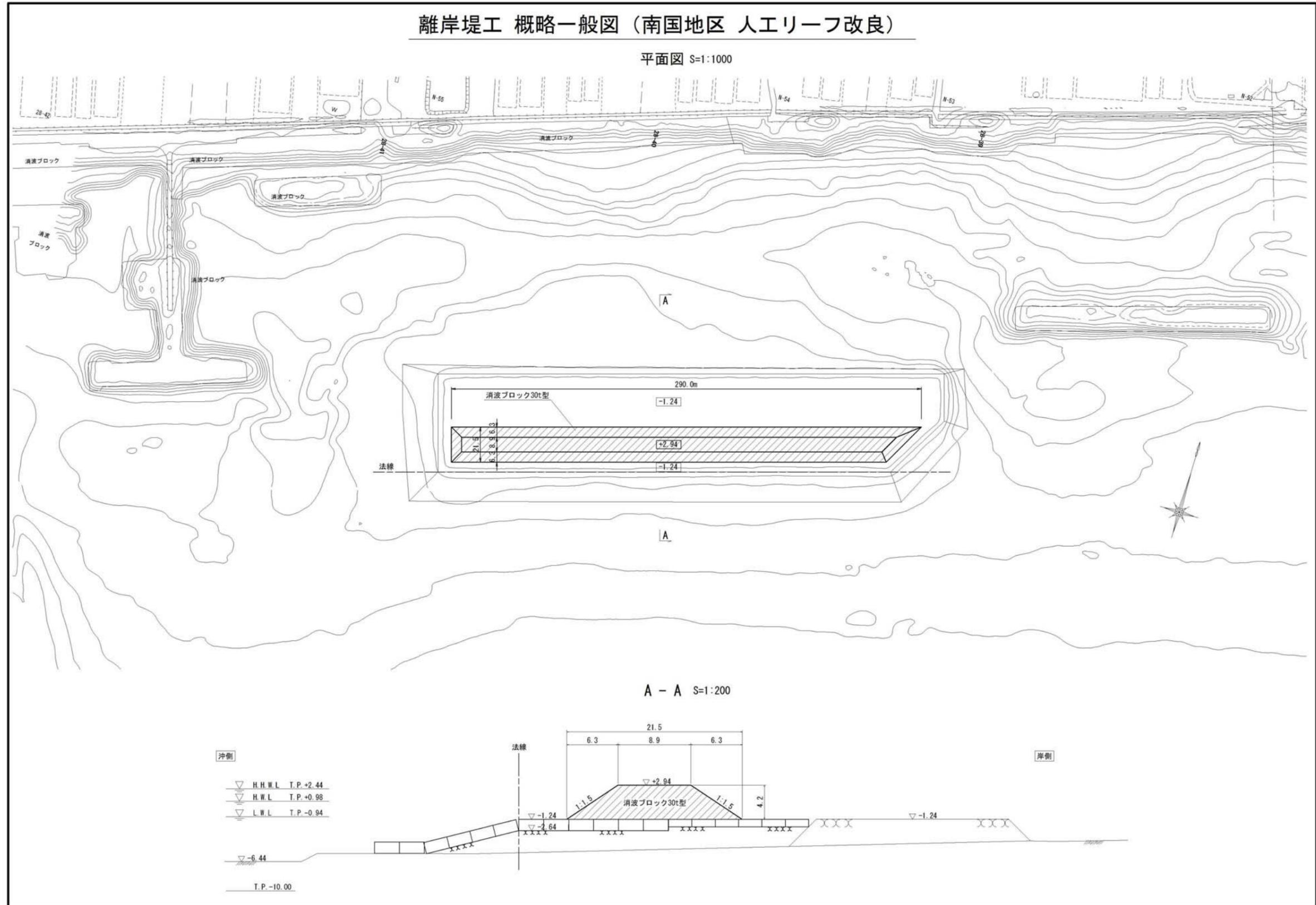
既設嵩上げの方法として、捨石+被覆ブロックを用いる方法、消波ブロックを用いる方法の2案と、鋼管矢板による直立壁構造の構築を加えた3案について、当該地への適用性、施工性、経済性等を比較検討し、人工リーフ改良(離岸堤化)に適した構造形式を選定する。

表 2.1 離岸堤構造形式選定表

		第1案：既設嵩上げ(捨石+被覆ブロック)	第2案：既設嵩上げ(消波ブロック)	第3案：鋼管矢板設置
イメージ図				
概要	構造・特徴	既設人工リーフの上面に捨石マウンドを造成し、表面をブロックにより被覆することで、離岸堤としての機能を確保する。	既設人工リーフの上面に消波ブロックを積み上げることで、離岸堤としての機能を確保する。	既設人工リーフの上面に鋼管矢板を設置することで、離岸堤としての機能を確保する。
	施工方法	海上から起重機船により既設被覆ブロックを撤去し、捨石を設置し、その上に被覆ブロックを設置する。	海上から起重機船により、既設被覆ブロックの上に消波ブロックを設置する。	海上から起重機船により、既設被覆ブロックおよび捨石を一旦撤去し、台船から圧入機により鋼管矢板を打設し、COを打設する。
当該地への適用性		越波や越水による捨石の流出、被覆ブロックの反射波等の周辺海域への影響が懸念される。また、高知海岸のような外力の大きい海岸での適用事例がない。	周辺の離岸堤と同構造であり、波力に対して十分な強度を有しており、適用性については問題ない。また、被災した場合の復旧も容易にできる。ただし、波浪によるブロックの散乱等の検討が必要である。	外力の大きい海岸での事例がなく波力に対し、大規模な構造となる。また、施工中に高波浪による鋼管矢板の変形等の発生が懸念され、変形した場合の対応が困難である。
施工性	工法の評価	施工性は良いが、捨石施工、被覆ブロック施工時の高波浪による流出等、手戻りが発生する。	嵩上げ部の消波ブロックを設置するものであり、施工性は良い。	鋼管矢板打設時には被覆ブロックと捨石を一度撤去する必要がある、施工中の高波浪による手戻りが発生する。
	段階施工	施工途中での端部保護が必要となり、複数年施工によるコストが大きくなる。	段階施工の場合においても消波ブロック単体で外力に対して安定性を確保するため、端部保護は不要。	鋼管矢板施工時において、被覆ブロックおよび捨石の撤去が生じるため、高波浪時の既設人工リーフの安定性低下とコストが大きくなる。
	既設との取付	既設と同構造のため、取付しやすいが、嵩上げ部の被覆ブロックの撤去および処分が発生する。	既設ブロックの上面に異なるブロックを載せることになるため、取付は問題ないが、消波ブロックの滑動等の検討が必要。	また、既設と異なる構造のため、取付部が弱部になるおそれがある。
経済性		6.7億円/1基(290m)	5.5億円/1基(290m)	13.9億円/1基(290m)
総合評価		外洋での対策として、高波浪時の構造の安定性、既存人工リーフへの影響などに課題がある。また、段階施工時のコスト増大となるため高知海岸には不向きである。	構造の安定性、施工性、経済性とも、優れている。	施工時における鋼管矢板の変形等、構造の安定性、施工の確実性、施工性、作業性、経済性が劣り、高知海岸のように外洋で外力が大きい海岸には適用できない。
		×	○	×

2. 施設諸元・構造等の検討 人工リーフ改良(離岸堤化)【南国工区】

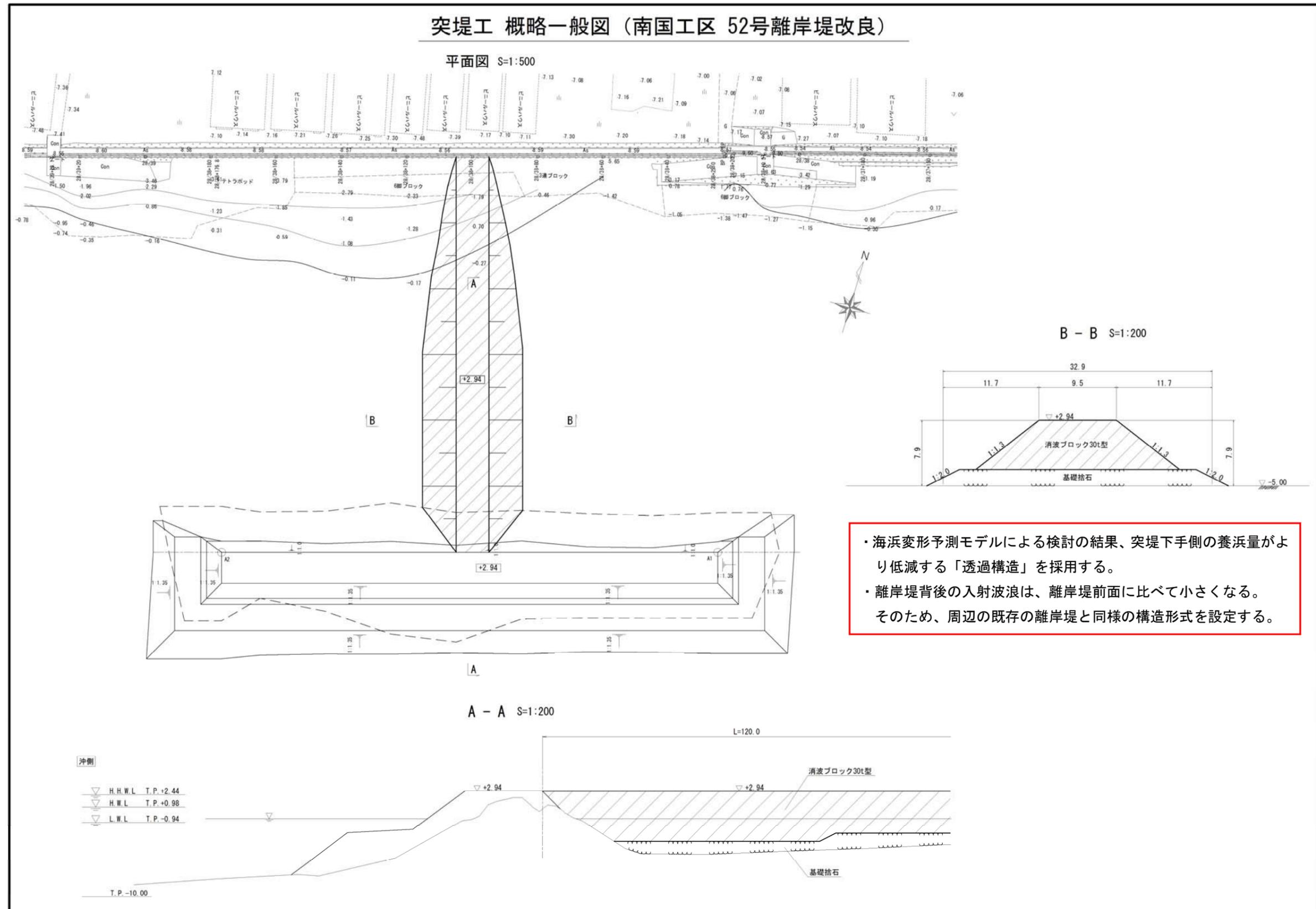
2.3.2 構造諸元のイメージ



2. 施設諸元・構造等の検討 52号離岸堤改良(突堤化)【南国工区】

2.4 52号離岸堤改良(突堤化)【南国工区】

2.4.1 構造諸元(透過構造)のイメージ



2. 施設諸元・構造等の検討 52号離岸堤改良(突堤化)【南国工区】

(参考) 透過・不透過構造の検討

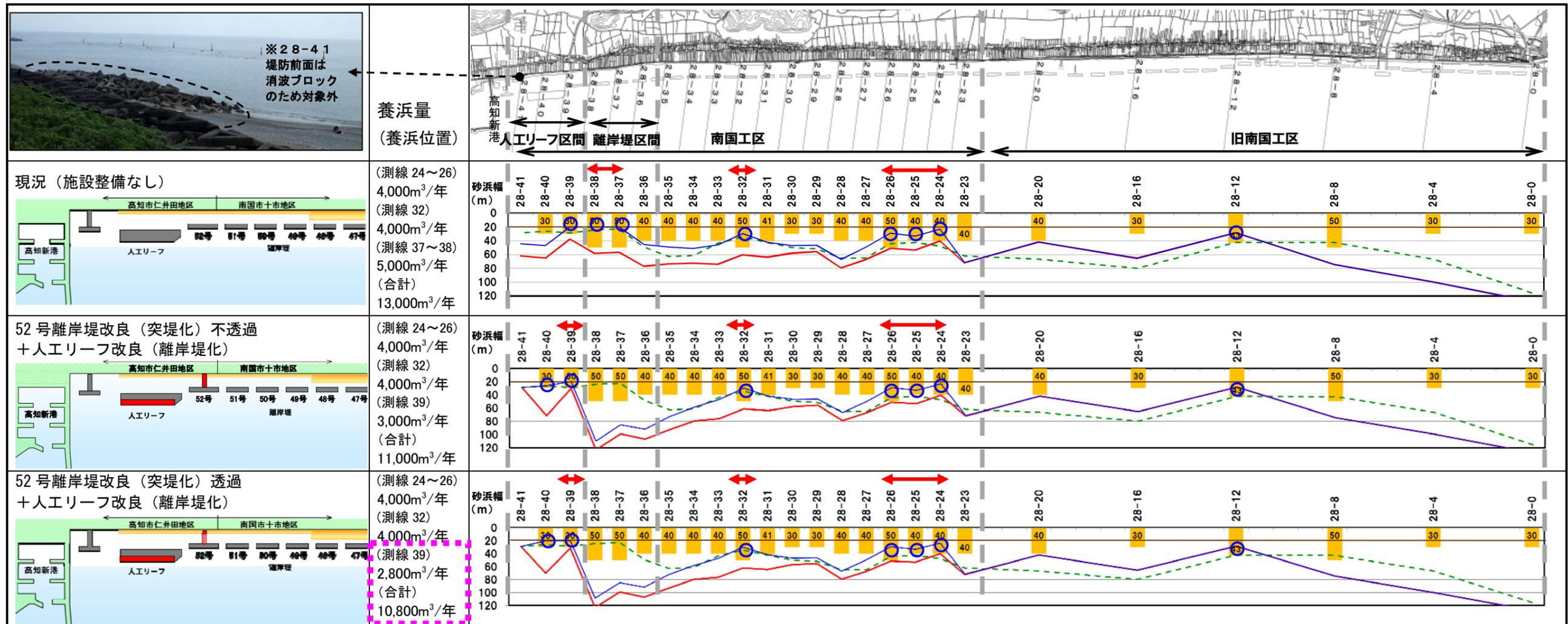
長期的な海浜の安定性(30年後の汀線変化)に関する予測計算結果

【検討目的】
 ・「52号離岸堤改良(突堤化)＋人工リーフ改良(離岸堤化)＋養浜」において、「52号離岸堤改良(突堤化)不透過」と「52号離岸堤改良(突堤化)透過」が周辺海域に影響がないか(局所的な地形変化が生じないか)を確認するとともに、必要砂浜幅を確保するための養浜量を算定する。

【漂砂制御機能】
 ・両案とも、養浜を実施しない場合においても、52号離岸堤背後の必要砂浜幅を確保し、養浜によって南国工区全体の必要砂浜幅を確保することができる。養浜量は「52号離岸堤改良(突堤化)透過」のほうが少なくなる。

【消波機能】
 ・両案とも、高波浪時の人工リーフ背後の侵食を防止し、かつ必要砂浜幅を確保できることから、堤防倒壊や越波発生を解消する効果がある。

項目	設定
計算期間	施設整備が完了した状態から30年間
初期地形	平成27年12月測量地形
底質粒径	平成26年底質調査結果を基に粒径分布を設定
波浪条件	平成9年(1997年)～平成27年(2015年)の19年間分の実績波浪(戸原観測所)による波浪解析を1年毎に繰返し実施し、得られた波高・波向の平面分布を与える。30年間の波浪エネルギーが最大となるように平成26年波浪を計算開始年として設定
養浜	測線28-24～26, 32, 37～39ごとに最適土量を投入
越波防止に必要な砂浜幅	H17～H27測量から各年、各測線でうちあげ高く堤防高となる砂浜幅を算定。海岸全体の必要幅が最大となる年(H23.11測量)を基準年として設定。
評価方法	30年後の砂浜幅を越波防止に必要な砂浜幅と比較して評価。



: 越波防止に必要な砂浜幅
 : 初期地形(H27.12)の砂浜幅
 : 各対策案で養浜なしの場合の30年後の砂浜幅
 : 各対策案で必要砂浜幅を確保するための養浜を行った場合の30年後の砂浜幅
 : 必要砂浜幅を確保するための養浜箇所※
 : 侵食限界範囲
○ : 30年後の砂浜幅が必要砂浜幅に対して不足する断面(養浜なしの場合)
 ※必要砂浜幅を確保するための養浜箇所は、概ね砂浜幅が不足する測線付近となるが対策案のケースによって異なる
 ※測線24～26および測線32の養浜量・養浜位置は全ての対策案で同じ