

宮崎海岸侵食対策委員会 第7回技術分科会 参考資料

目 次

○台風後の地形変化と応急対策に関する参考資料	
宮崎港防波堤沖の波高計の埋没状況	2
近年および平成23年の主な浜崖後退の発生状況	3
浜崖の最大後退量と波高の関係	4
（参考）浜崖の長期的な後退状況と平均的な後退速度	5
平成23年度台風6号関連被災箇所状況	6
○突堤の規模、構造、施工順序の検討に関する参考資料	
堤長の検討（基準）（シミュレーション）（検討結果）	9
天端の高さの検討（基準）（検討結果）	15
天端の幅の検討（基準）	22
構造（透過性、型式）の検討（基準）	23
法面勾配の検討（基準）（検討結果）	24
被覆材の検討（基準）（検討結果）	29
突堤の規模、構造の検討結果まとめ	34
○隠し護岸の具体的な構造、安全性等の検討に関する参考資料	
天端の高さの検討（基準）（検討結果）	36
設置位置の検討（基準）	42
構造型式の検討（基準）	43
サンドパックの事例	44
○侵食対策全体の施工順序の検討に関する参考資料	
突堤の施工順序の検討（検討条件）（検討結果）	47

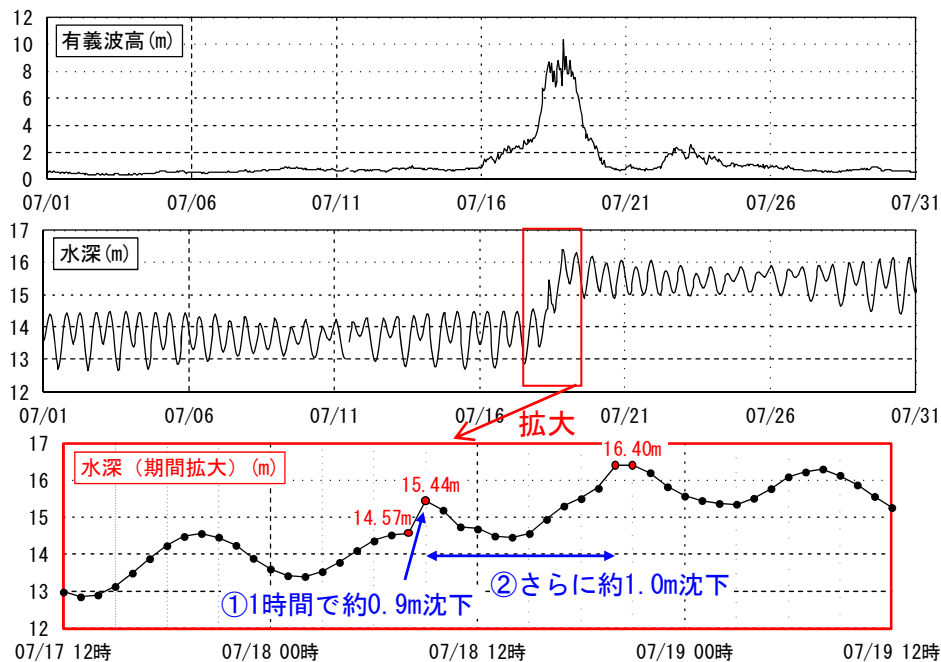
台風後の地形変化と応急対策に関する参考資料



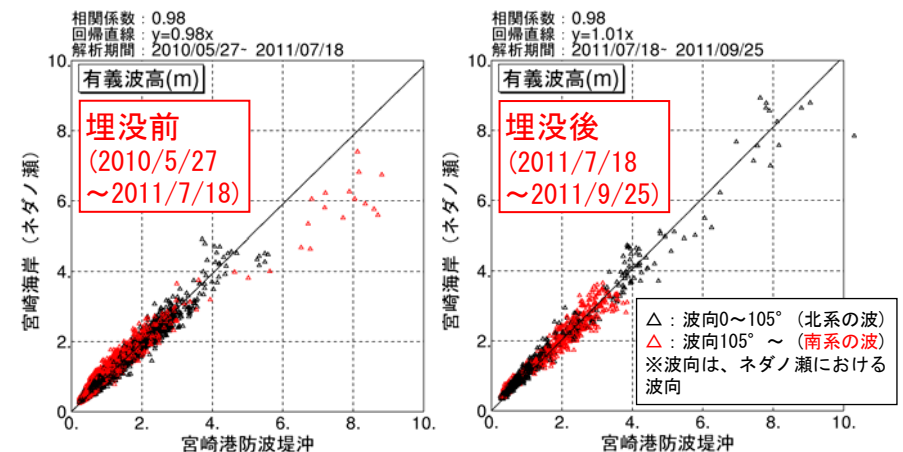
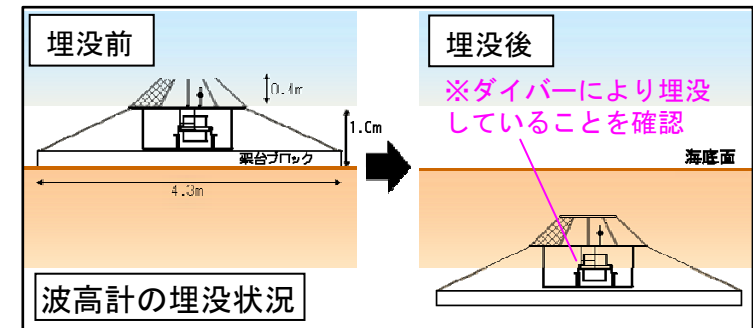
2-(1) 平成23年の主な台風通過時の波と潮位 宮崎港防波堤沖の波高計の埋没状況

- 2 -

- 内容 ・台風6号通過時に宮崎港防波堤沖の波高計が埋没。
 - ・搜索後、10/6に波高計を引き上げ。
 - ・取得データから埋没時の状況を推定。
- 結果 ・取得データから、波高ピーク時に1時間に約0.9m沈下、その後12時間でさらに約1.0m沈下と推定。
 - ・埋没後も水圧センサーは稼働。波高、周期は取得。
 - ・ネダノ瀬との相関は埋没前後で変化なく、埋没後のデータも正常と判断。



宮崎港防波堤沖の時系列



宮崎海岸（ネダノ瀬）と宮崎港防波堤沖の散布図

2-(2) 浜崖後退の状況

- 3 -

近年および平成23年の主な浜崖後退の発生状況

【近年および平成23年の主な浜崖後退の発生位置】



2-(2) 浜崖後退の状況

- 4 -

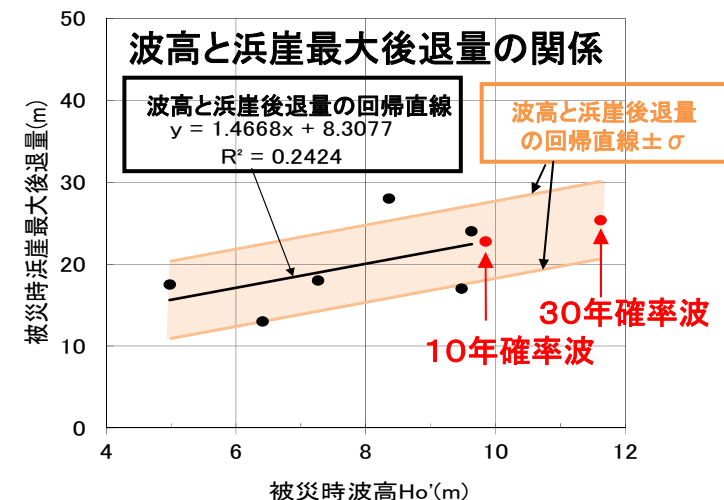
浜崖の最大後退量と波高の関係

- 近年および平成23年の浜崖の最大後退量と、浜崖後退が生じた波高(最大有義波高: 波浪観測値から換算沖波波高を推算)を整理した。

災害発生年	発生要因	高波 来襲 期間	自然海岸における 主な災害 (浜崖後退) 箇所	最大浜崖後退量 (m)	災害復旧 工法	災害発生時の外力								
						波 浪						潮 位		
						発生起時	最大有義波高 H1/3(m)	有義波周期 T1/3(s)	平均波向 (°)	観測地点	宮崎海岸沖の換算沖波 波高Ho'(m)	発生起時	最高潮位 (T.P.m)	観測地点
平成23年(2011年)	台風6号	7月17～19日	①大炊田 ②動物園裏	①5m ②5m	①養浜+根固工 ②養浜 (応急対策)	7/19_3	8.93	12.2	92	ネダノ瀬	9.48	7/18_20	1.77	宮崎港
	台風12号	8月31日 ～9月3日	①大炊田 ②動物園裏	①12m ②5m		9/2_4	5.49	12.1	95	ネダノ瀬	5.84	9/2_20	1.46	宮崎港
	台風15号	9月15～20日	①大炊田 ②動物園裏	①0m ②5m		9/19_20	3.65	9.3	129	ネダノ瀬	4.00	9/16_19	1.16	宮崎港
平成21年(2009年)	台風0914号	9月17～20日	①グリーンパーク ②動物園北(住吉IC)	①18m ②8m	①傾斜護岸 ②養浜	9/20_24	4.51	12.9	90	宮崎港防波堤沖	4.49	9/19_06 9/19_18	1.30	油津
	台風0918号	10月5～8日				10/7_17	7.76	13.6	109	宮崎港防波堤沖	7.27	10/7_19	1.47	油津
平成17年(2005年)	台風0514号	9月3～7日	③動物園裏	28m	③傾斜護岸	9/6_12	9.58	12.6	－	細島 (宮崎港に換算)	8.36	9/6_7	1.73	油津
平成16年(2004年)	台風0406号	6月18～22日	④石崎浜南	24m	④傾斜護岸	6/21_04	7.31	12.0	－	細島 (宮崎港に換算)	6.41	6/21_07	1.18	油津
	台風0416号	8月25～31日				8/30_12	11.05	12.3	164	細島 (宮崎港に換算)	9.63	8/30_06	1.82	油津
平成15年(2003年)	台風0310号	8月7～8日	⑤石崎浜杜裏	13m	⑤緩傾斜護岸	8/8_12	7.40	9.7	－	細島 (宮崎港に換算)	6.41	8/8_16	1.04	油津
平成10年(1998年)	低気圧	2月23～26日	⑥住吉海岸南端	17.5m	⑥緩傾斜護岸	2/26_06	4.55	12.0	91	宮崎港(Nowphas)	4.98	2/26_18	1.04	油津

- 浜崖の最大後退量と、浜崖後退が生じた波高の関係について検討した結果、浜崖の最大後退量と波高には一定の関係があると推定された。

※波高5mの波が来襲すると浜崖が10~20m程度後退、30年確率波高の波が来襲すると浜崖が20~30m程度後退する可能性がある」と推定された。

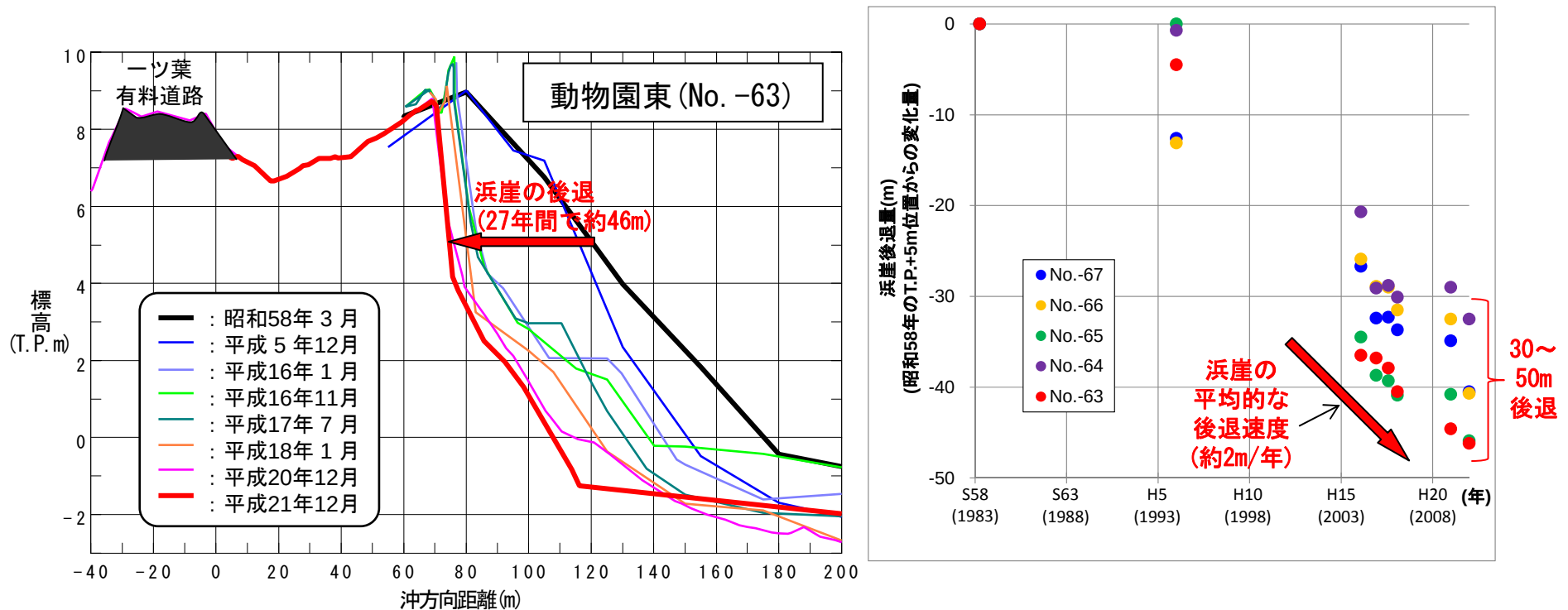


2-(2) 浜崖後退の状況

- 5 -

(参考) 浜崖の長期的な後退状況と平均的な後退速度

- 浜崖の長期的な後退状況および平均的な後退速度について、昭和58年より実施されている動物園東(自然浜区間)の既往の測量成果を用いて検討した。



- 浜崖は、場所や、その年に来襲する波の大きさなどによって違うが、自然浜区間全域で後退している。

※昭和58年に比べて、30～50mの浜崖の後退が見られる。

※浜崖は、平均的には1年間に約2mの速度で後退している。

2-(3) 応急対策（県災害復旧） 平成23年度台風6号関連被災箇所状況

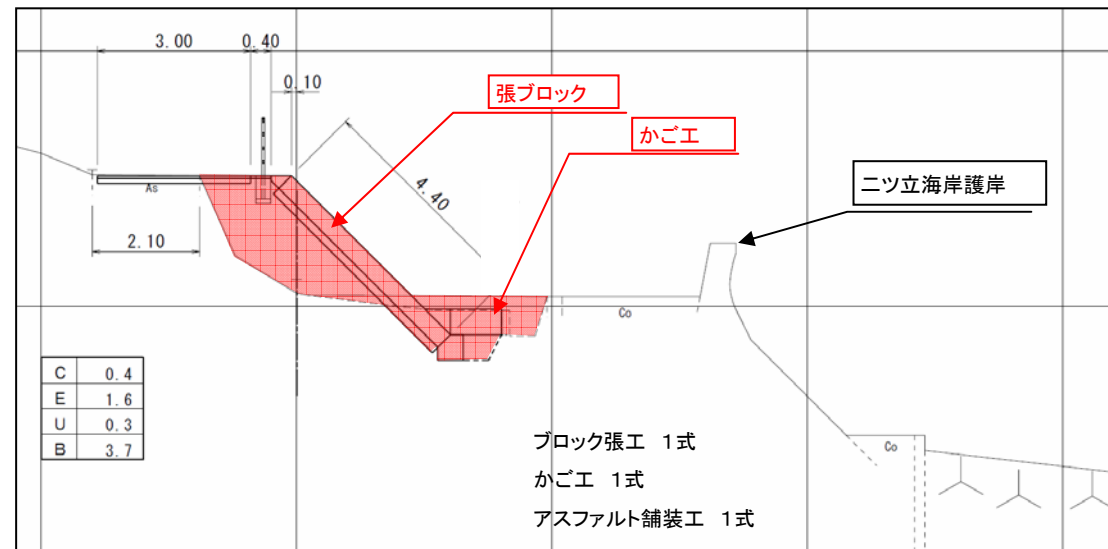
- 6 -



1工区 被災状況

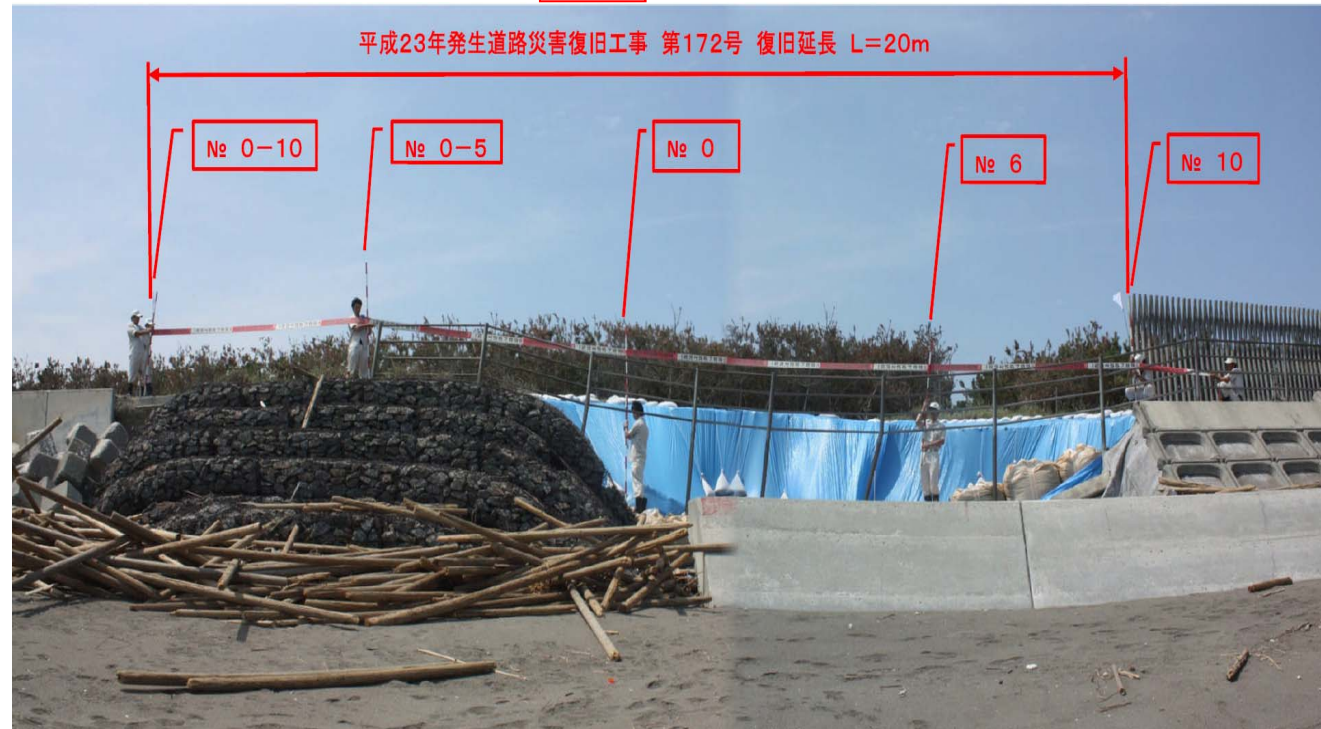
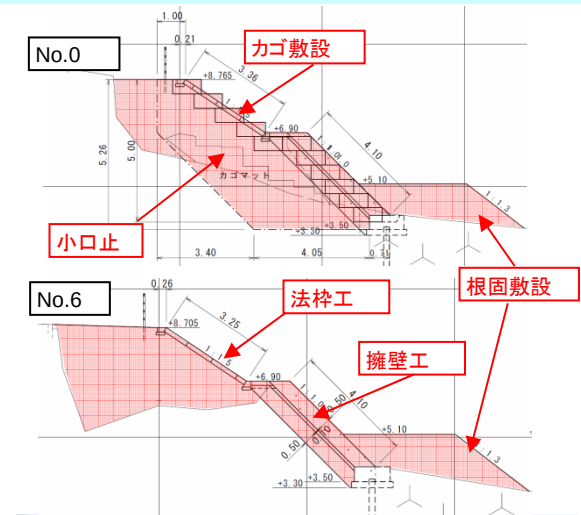
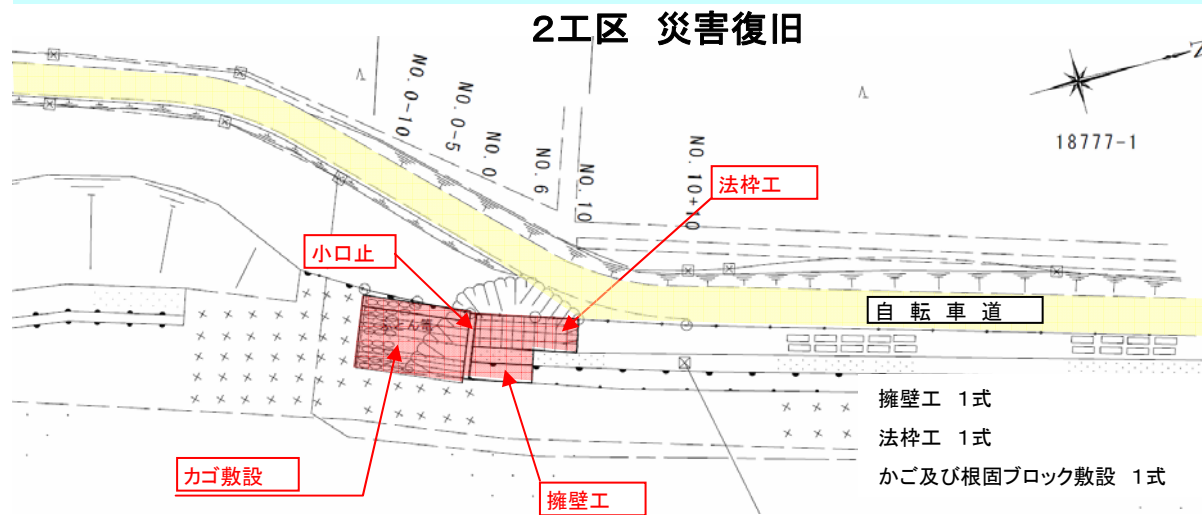


1工区 災害復旧



2-(3) 応急対策（県災害復旧） 平成23年度台風6号関連被災箇所状況

- 7 -



突堤の規模、構造、施工順序の検討に関する参考資料



4-(2) 突堤の規模の検討

堤長の検討 検討方法(基準)

- 9 -

- 突堤の堤長決定方法は、「新版改訂 建設省河川砂防技術基準(案)同解説設計編Ⅱ」において以下のように示されている。

基準

4.4.1 長さ

長さは、保全すべき海浜地形および漂砂をしゃ断しようとする範囲を考慮して次により決定するものとする。

1. 突堤の基部は、原則として荒天時に波が基部の背後に回り込まない位置まで設けるものとする。
2. 突堤の先端は、沿岸漂砂を捕捉して海浜に必要な堆積を生じる位置まで設けるものとする。
ただし、突堤群を設置する場合には、突堤間の堆砂状況および隣接海浜に及ぼす影響を考慮して決定しなければならない。

4-(2) 突堤の規模の検討 堤長の検討 検討方法(基準)

- 10 -

- 具体的な検討方法は以下のように示されている。

基準

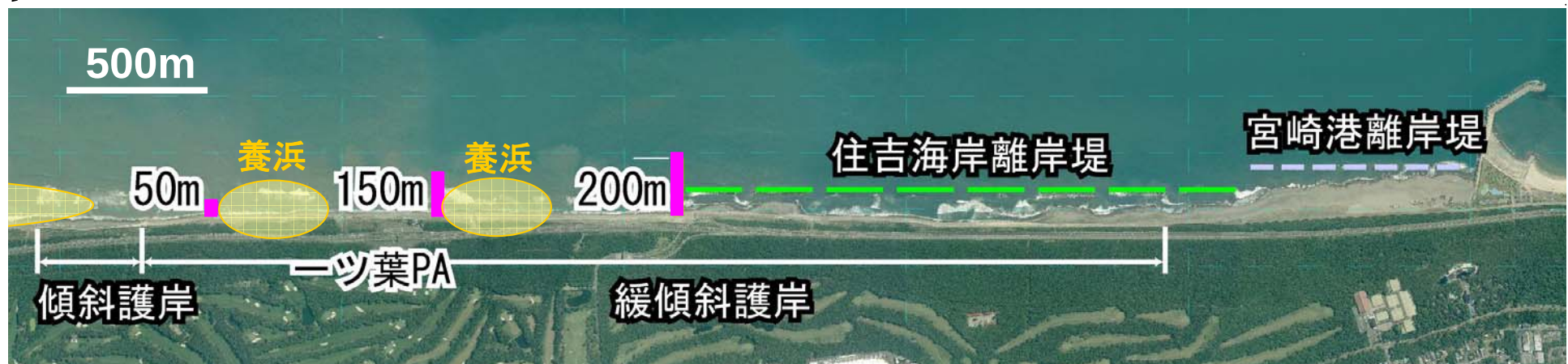
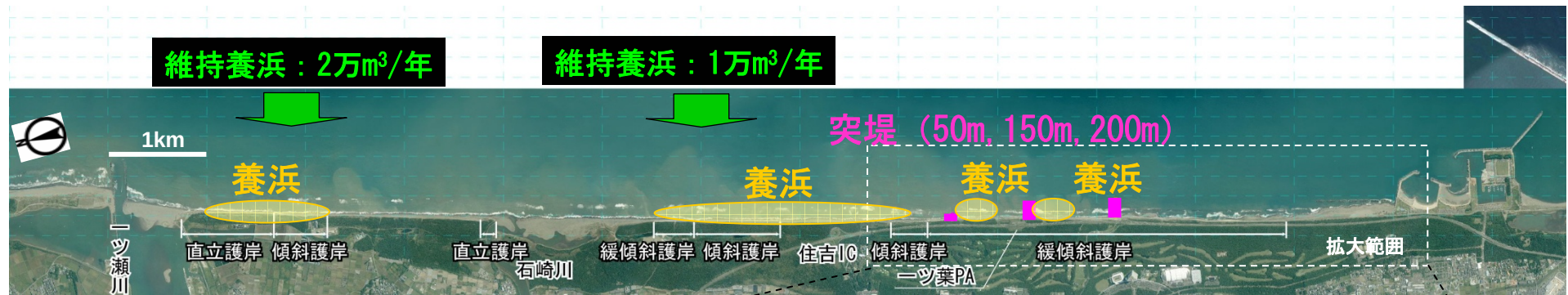
1. 岸側；突堤基部の破壊は、おもにその背後に回り込む波が、側面下手側を洗掘することによって引き起こされる。したがって、突堤は朔望平均満潮位上に荒天時の波の遡上高を加えた高さを有する位置まで基部を伸ばして、背後に回り込む波を防がなければならない。
2. 沖側；海底勾配が急な場合には波打帯での漂砂量が大きく、緩い場合には砕波帯付近で漂砂量が大きい。例えば急勾配の海浜では短い突堤でも効果的であるが、 $1/50 \sim 1/100$ の緩勾配の海岸では汀線から 100 m より沖に砕波点が存在するため短い突堤では効果が期待できない。沿岸漂砂量の岸沖分布は、波形勾配の小さい時は汀線付近で最大となり、波形勾配の大きい時は、砕波帯付近で最大となるといわれている。よって突堤の長さは、沿岸流速や漂砂量の分布を把握し、防護すべき海浜の範囲や、必要とする汀線の位置に基づいて決定しなければならない。さらに、隣接海浜に引き起こされる海岸変形についても十分考慮する必要がある。例えば、長い突堤により、沿岸漂砂の通過を全く阻止してしまうと、その上手側における海岸防護の目的は達せられたとしても、下手側で欠壊を招く可能性が大きく、欠壊が生じた場合には、侵食対策として好ましいとはいえない。突堤の長さを適切に決めることは難しいが、妥当な方法としては次のようなものが考えられる。
 - (1) 年間の波高、周期および波向の分布の観測資料より、適当な算定式を用いて沿岸漂砂量を計算する。
 - (2) 沿岸漂砂量の大部分は、砕波帯内を移動することとし、突堤の長さとしや断される漂砂量との関係を推算する。

このようにして暫定的に決定した突堤の配置計画により、陸上部より海側へ順次突堤を施工し、海象と海浜の変化状況の対応を確認しつつ、試行的に施工を進めていくことが望ましい。また突堤工の施工順序は、沿岸漂砂の下手側から順次上手側に設置していくべきである。防護しようとする区域の上手側から着手すれば、防護区域の侵食を助長することもありえるので、防護区域の最も下手端から着手すべきである。突堤の設計上最も重要なことは、漂砂の連続性を断つことなく海浜を安定化させることであり、この場合一連の海浜での土砂の供給、損失を把握することが重要である。汀線付近の海底勾配が急で、突堤先端の維持が困難な場合には、先端を汀線よりわずかに出しておいて、現汀線の維持を図るとともに、多少汀線が前進した場合には、それに応じて少しずつ前にのばしていく方法が望ましい。

4-(2) 突堤の規模の検討 堤長の検討（シミュレーション条件）

- 11 -

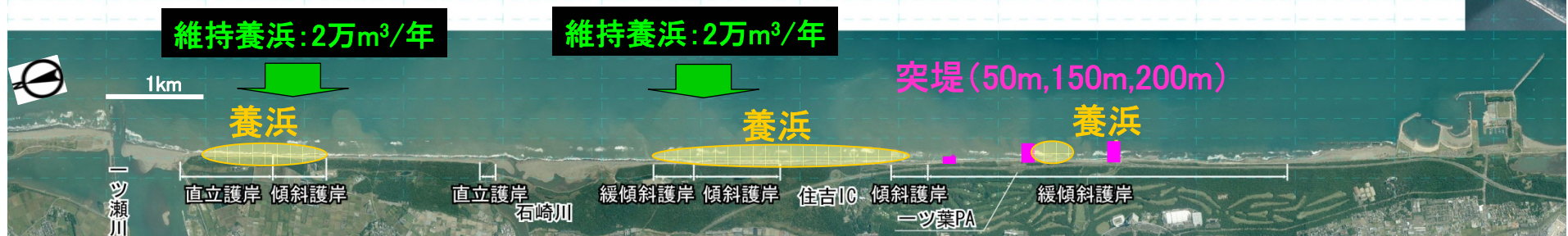
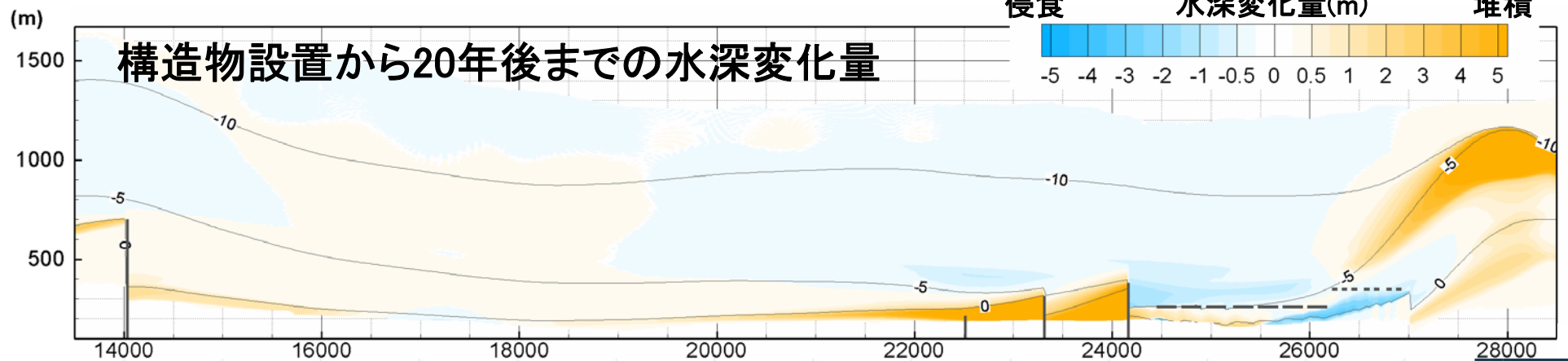
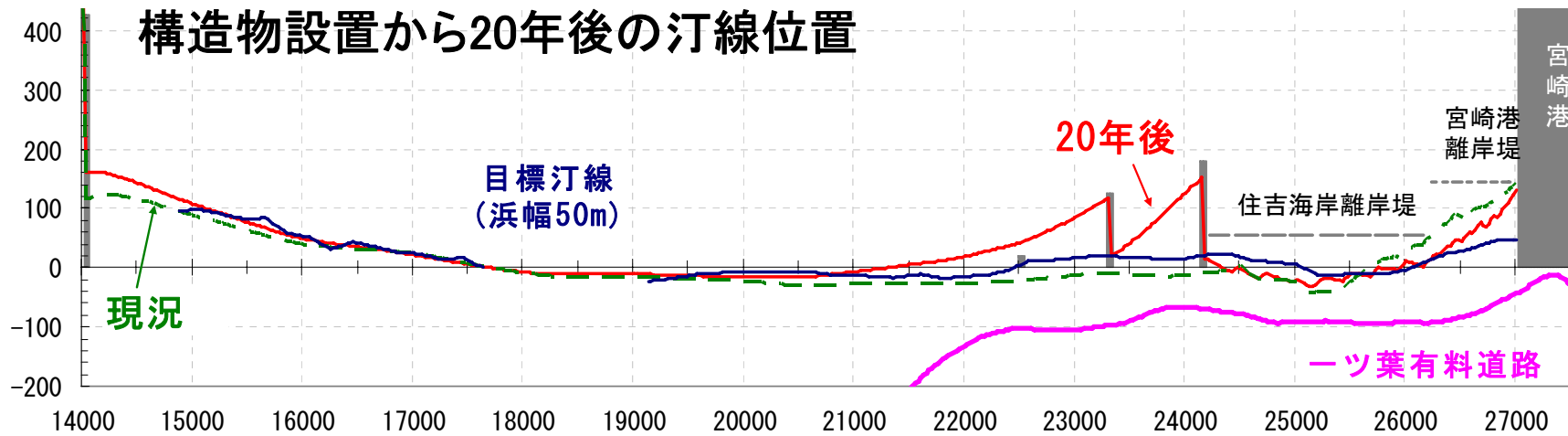
□ 検討結果（突堤の長さを100m短くした場合）（シミュレーション条件）



4-(2) 突堤の規模の検討

- 12 -

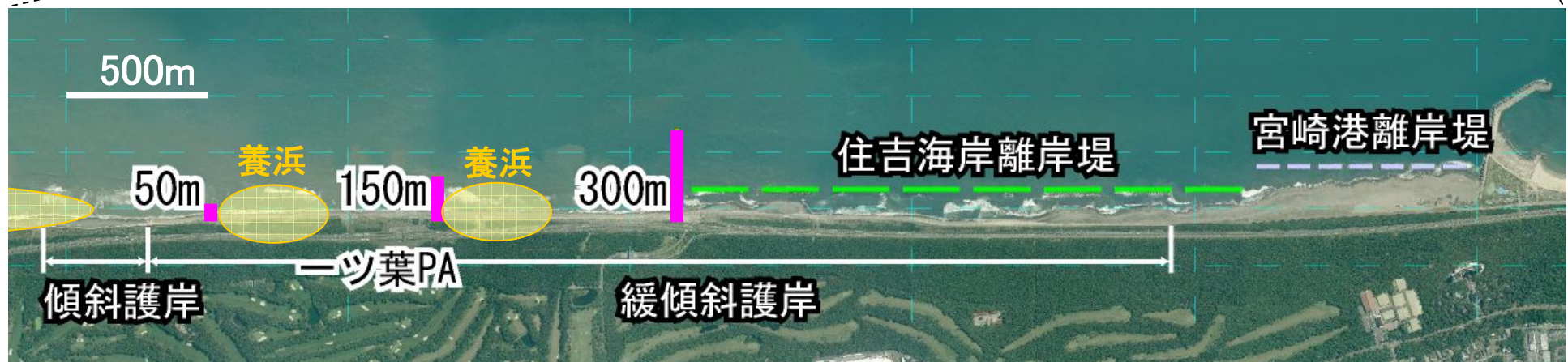
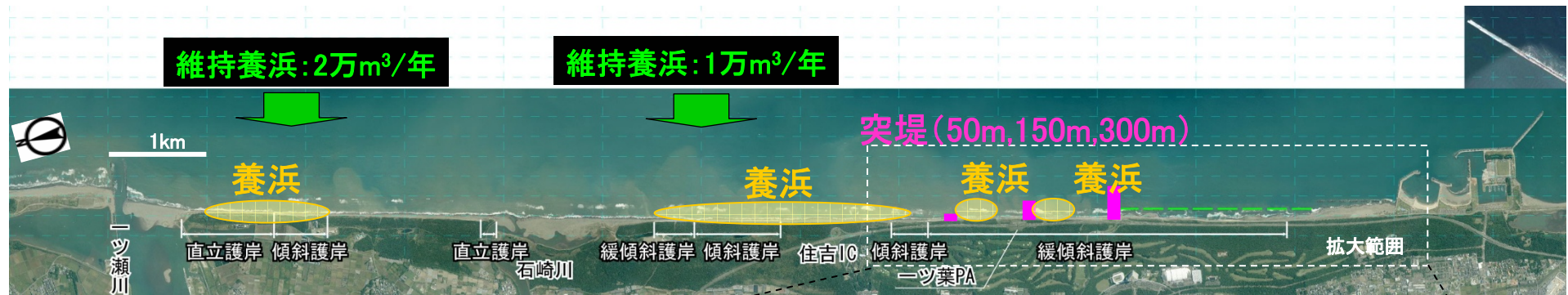
堤長の検討 (シミュレーション結果 突堤200m 汀線変化・水深変化)



4-(2) 突堤の規模の検討 堤長の検討（シミュレーション条件）

- 13 -

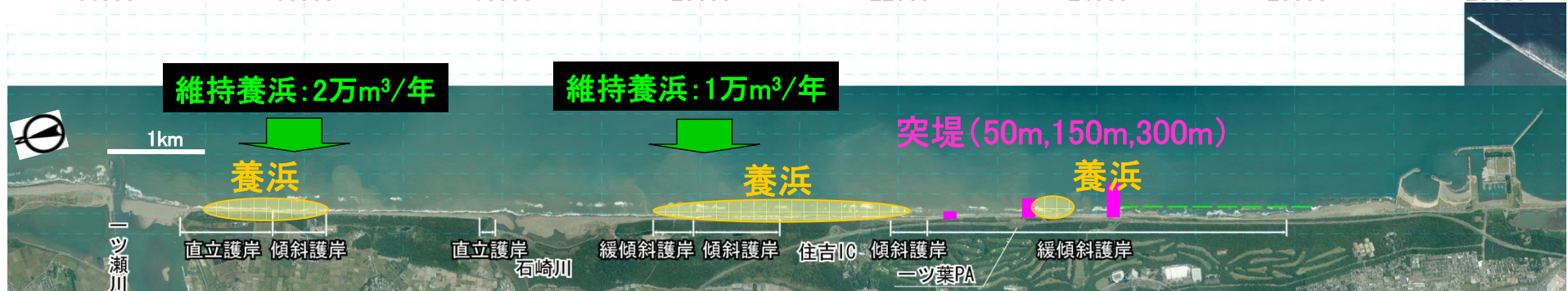
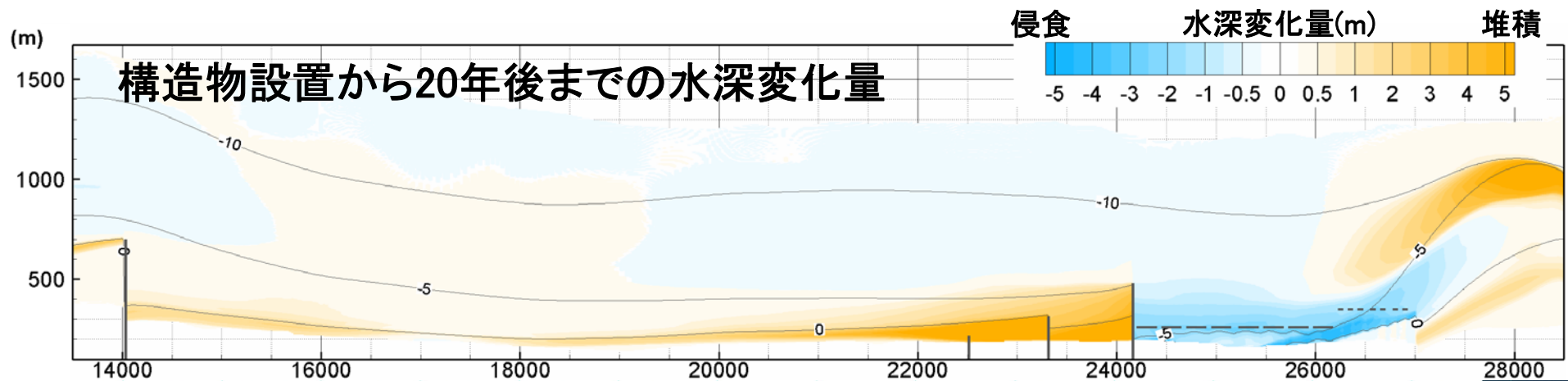
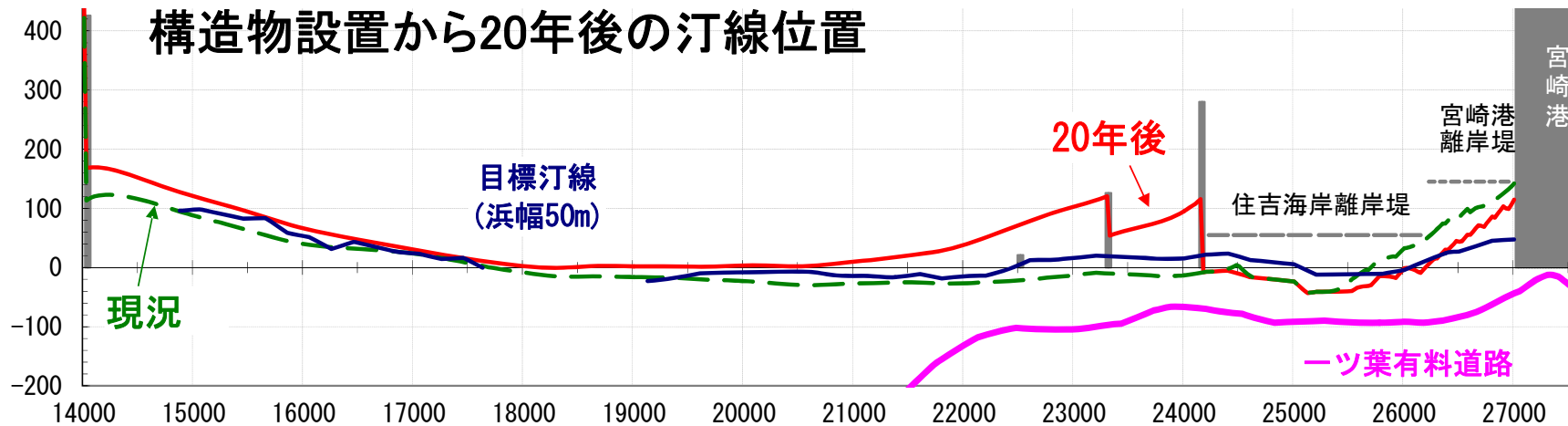
□ 突堤300m（シミュレーション条件）



4-(2) 突堤の規模の検討

- 14 -

堤長の検討 (シミュレーション結果 突堤300m 汀線変化・水深変化)



4-(2) 突堤の規模の検討

- 15 -

天端の高さの検討 検討方法(基準)

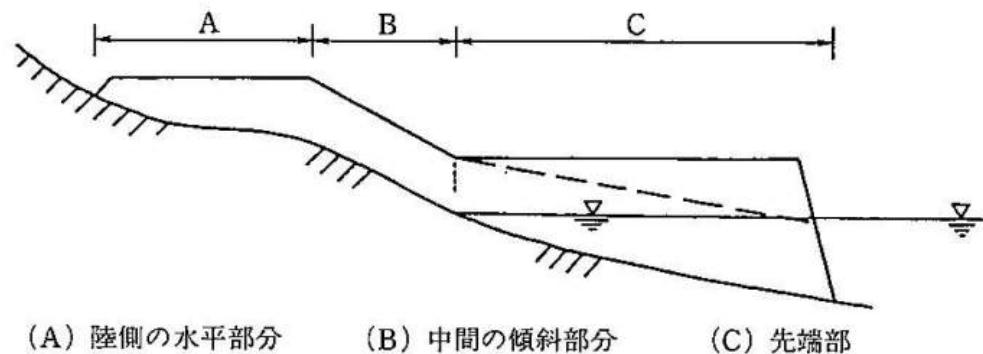
- 突堤の天端高決定方法は、「新版改訂 建設省河川砂防技術基準(案)同解説設計編Ⅱ」において以下のように示されている。

基準

4.4.4 天 端 高

天端高は、原則として次により決定するものとする。

1. 陸側の水平部分は原則として設計に使用する波が越えない程度の高さとする。
2. 中間の傾斜部分は前浜勾配にほぼ平行にする。
3. 先端部は水平、または海底勾配に平行とし、天端高は、突堤の構造、下手側に補給される漂砂量等により決定する。



4-(3) 突堤の規模の検討 天端の高さの検討 検討方法(基準)

- 16 -

- 具体的な検討方法は以下のように示されている。

基準

2. 陸側水平部分の天端高

陸側水平部分の天端高は、遡上波が突堤の末端を越えて下手側に砂を移動させないようにするとともに、施工性やブロックの大きさなどを考慮して決定するものとする。波の遡上限界は朔望平均満潮位時の高波浪を用いて決定するとよい。

3. 中間傾斜部分の天端高

中間の傾斜部分は、朔望平均干潮位での汀線上の先端部天端高の位置から、前浜勾配とほぼ平行に天端高を決定する。

4. 先端部の天端高

先端部の天端高は、捕捉すべき漂砂の量、突堤の透過性、ならびに受ける波力とこれに対応する工法などを検討して決定する。十分な漂砂の捕捉効果を期待するためには、天端上を波が越えないことが望ましく、朔望平均満潮位程度以上の値を天端高とするとよい。下手へ漂砂をかなり通過させるような場合には、天端を海底勾配と平行にしてもよい。

- 先端部については明確に示されていないことから、十分な漂砂制御効果を期待するため、以下に示す漂砂制御を目的とした離岸堤の天端高設定方法に準じた。

基準

堆砂効果を目的とした場合には、年数回程度来襲する波浪が越波しない程度の天端高があれば、十分な効果を期待できる。したがって、一般には、

朔望平均満潮位 + $1/2 \times (\text{設置水深における進行波の有義波高}) + \text{沈下量}$

または、

朔望平均満潮位 + 1.0～1.5 m + 沈下量

のうちいずれかを設置水深、潮差、使用材料、工法などの条件を勘案して決めるものとする。

沈下量は設置地点の既往の最低地盤高と施工時の地盤高との範囲内で考慮するが、沈下に至る経過時間も考慮するものとする。既往の最低地盤高に関する資料がない場合は、1 m の範囲内で重要度に応じて決めるものとする。

- 17 -

計算に用いた海底地形

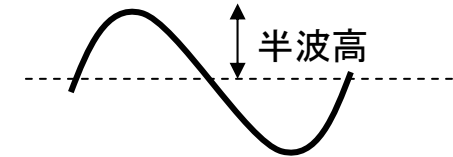
4-(3) 突堤の規模の検討

- 18 -

天端の高さの検討（検討結果）

- これより天端高を算定すると、**T.P.+4.2m～4.5m**となる。

$$\begin{aligned}\text{先端部天端高} &= \text{H.W.L.} + 1/2 \times \text{年数回波進行波} + \text{沈下量} \\ &= \text{T.P.} + 1.09\text{m} + 1/2 \times (4.23\text{m} \sim 4.88\text{m}) + \text{沈下量} \\ &= \text{T.P.} + (3.2\text{m} \sim +3.5\text{m}) + 1.0\text{m} \\ &= \text{T.P.} + 4.2 \sim 4.5\text{m}\end{aligned}$$



- もうひとつの算定式より天端高を算出算定すると、**T.P.+3.1～3.6m**となる。

$$\begin{aligned}\text{先端部天端高} &= \text{H.W.L.} + 1.0 \sim 1.5\text{m} + \text{沈下量} \\ &= \text{T.P.} + 1.09\text{m} + (1.0\text{m} \sim 1.5\text{m}) + \text{沈下量} \\ &= \text{T.P.} + (2.09\text{m} \sim +2.59\text{m}) + 1.0\text{m} \\ &= \text{T.P.} + 3.1 \sim 3.6\text{m}\end{aligned}$$

- これらの平均値を取ると、**T.P.+3.65m～T.P.+4.05m**となる。

$$\begin{aligned}\text{先端天端高平均値} &= 1/2 \times (\text{T.P.} + 4.2\text{m} \sim 4.5\text{m} + \text{T.P.} + 3.1 \sim 3.6\text{m}) \\ &= \text{T.P.} + 3.65\text{m} \sim +4.05\text{m}\end{aligned}$$

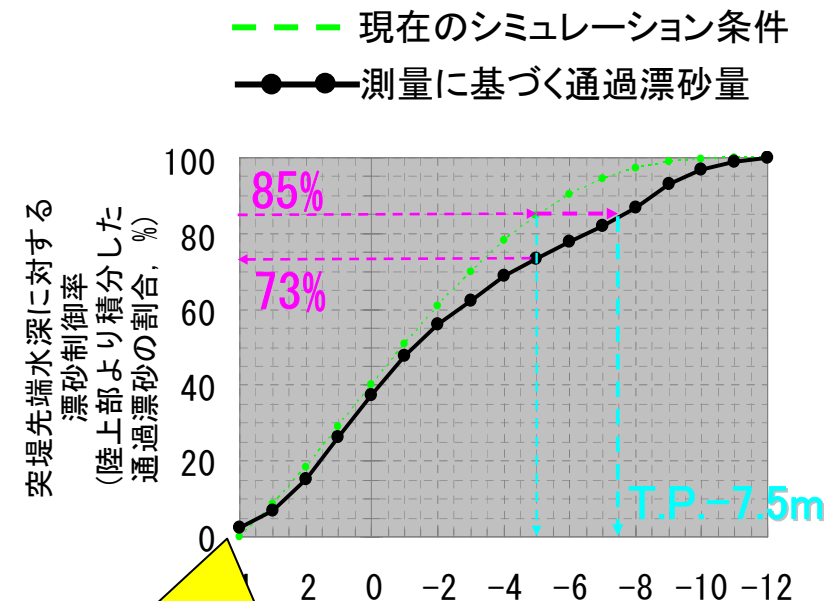
- 安全側を考慮するとT.P.+4.05mとなるが、これは陸側の水平部分T.P.+4.0mとほぼ同等の高さになることから、施工性を考慮し先端部もT.P.+4.0mとする。
- 以上から、先端部天端高はT.P.+4.0mとする。
- 先端部：年数回波進行波高が天端を超えない高さからT.P.+4.0mとする。

4-(2) 突堤の規模の検討 天端の高さの検討

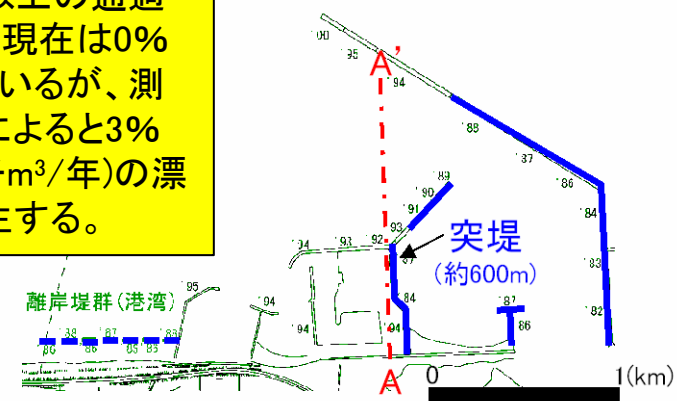
- 19 -

□ 参考(H22検討結果より抜粋し作成)

- 現地では、シミュレーションや模型実験等では想定していない地形変化が生じる可能性は否定できない。現在、シミュレーションではT.P.+4.0m以上の通過漂砂量はゼロとしているが、仮に宮崎港内の突堤建設時の測量データから沿岸漂砂量の水深方向分布を推定した場合、全漂砂量の3%程度の通過漂砂量が発生することになるが、これは誤差の範囲であると考えられる。
- なお、多少離岸堤方向に土砂が通過することは漂砂下手側(離岸堤側)にとっては影響を軽減する方向になる。
- また、天端高を最初からT.P.+4.8mとすることも考えられるが、あとから下げるよりは上げるほうが工事は容易であり、ステップアップの考え方にも沿うものと考えられる。



T.P.+4.0m以上の通過漂砂量は、現在は0%で設定しているが、測量の実績によると3%程度(約6千m³/年)の漂砂量が発生する。



宮崎港北防波堤(突堤形状部分600m)建設時のA-A'断面測量データから水深別の地形変化の偏差をプロットした。

4-(2) 突堤の規模の検討 天端の高さの検討

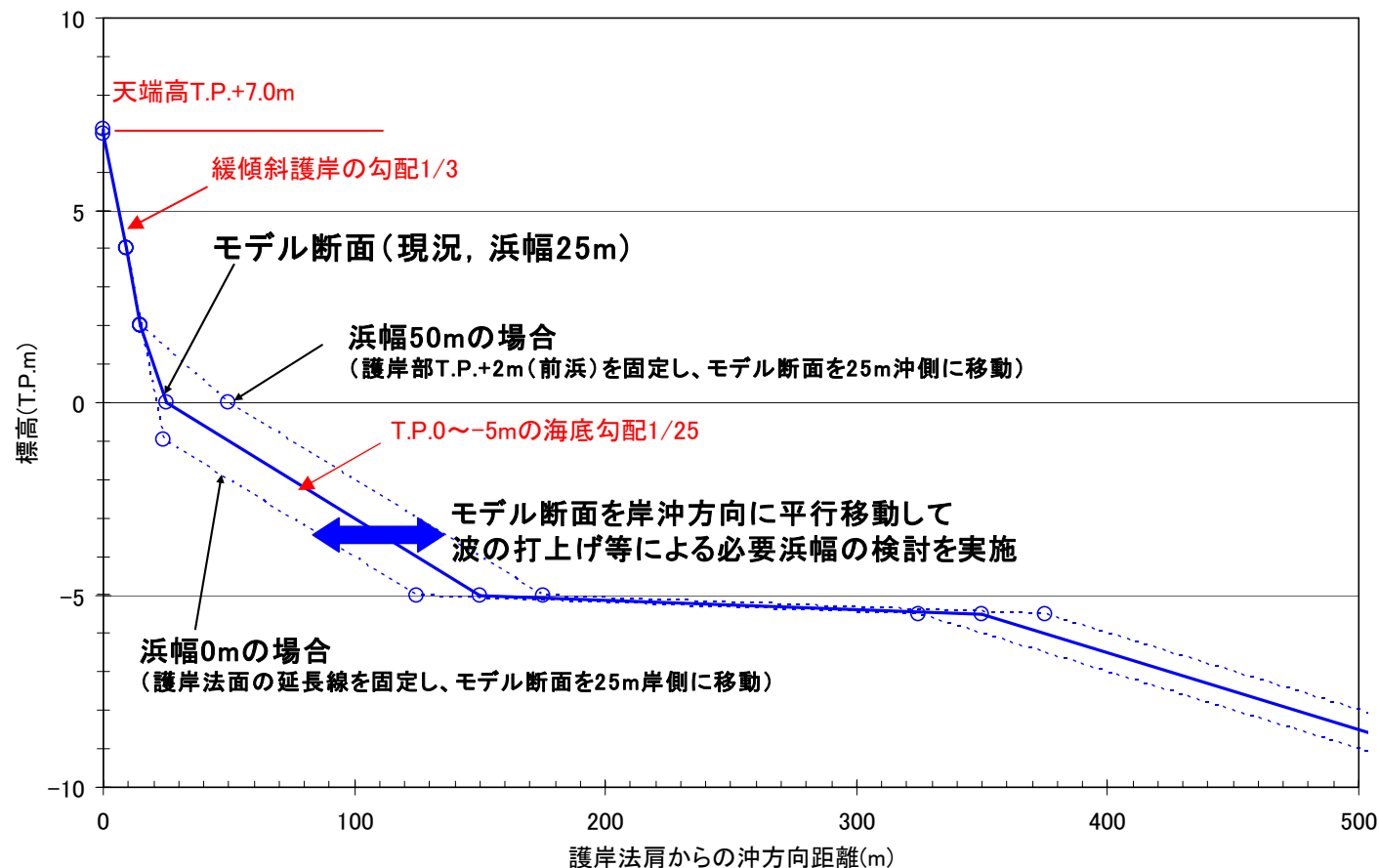
- 20 -

□ 参考(H22検討結果より抜粋し作成)

- 具体的な計算例

波の打上げ高に対する必要な浜幅計算例(区間④)

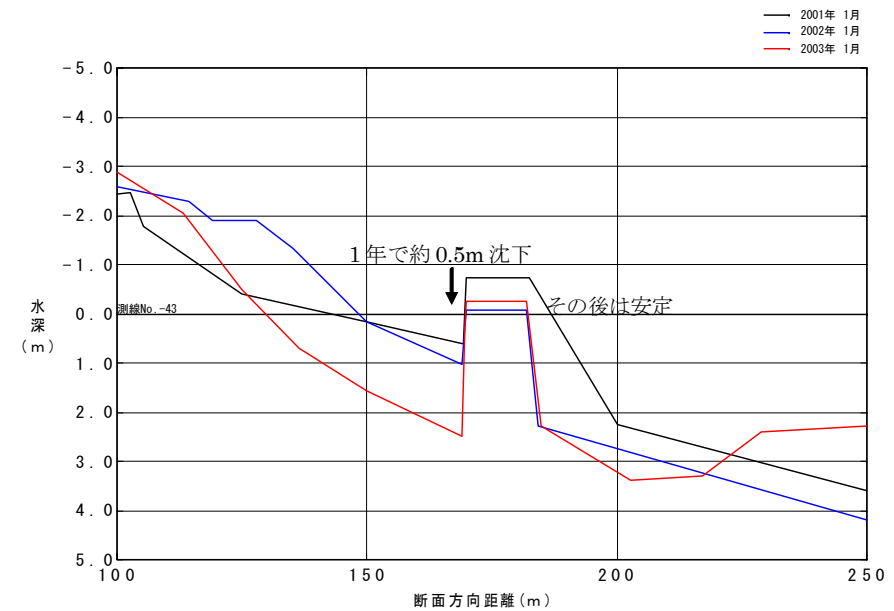
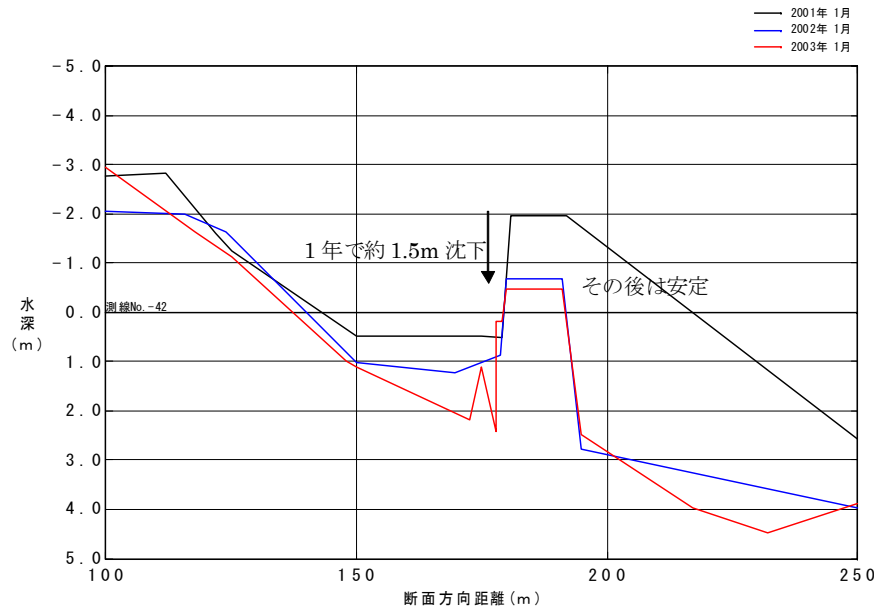
改良仮想勾配法による波の打上げ高は、区間毎に設定したモデル断面を岸沖方向に平行移動して計算した。



4-(2) 突堤の規模の検討 天端の高さの検討

- 21 -

- ・ 近隣の住吉離岸堤では、設置直後に0.5～1.5m程度沈下し、その後は安定している。
- ・ ⇒設置後の初期沈下量としては0.5～1.5m程度と考えられる。



※ 2001年より前の測量データには離岸堤が入っていない

4-(2) 突堤の規模の検討

- 22 -

天端の幅の検討 検討方法(基準)

- 突堤の天端幅決定方法は、「新版改訂 建設省河川砂防技術基準(案)同解説設計編Ⅱ」において以下のように示されている。

基準

4.4.5 天 端 幅

天端幅は、堤体の安定を考慮して決定するものとする。

解 説

異形ブロックの場合は、通常2列～3列並びにすれば堤体の安定性は得られるが必要に応じた幅とする。

- 一方、「海岸施設設計便覧2000年版」では、施工にも留意して決定することとされている。これによれば陸上施工が一般的であるが、海上施工の可能性も踏まえて決定する。

基準

また、突堤では、陸上施工が一般的であることから、クレーン車等の工事用車両・機械を使用する際の作業可能な天端幅を満足することも必要となる。

4-(3) 突堤の構造の検討

- 23 -

構造(透過性、型式)の検討 検討方法(基準)

- 突堤の透過・不透過の選定は、「新版改訂 建設省河川砂防技術基準(案)同解説設計編Ⅱ」において以下のように示されている。

基準

(1) 透過性による選定

突堤の透過性は沿岸漂砂の制御効果に強く影響するため、不透過堤、透過堤の特徴をふまえたうえで透過性による型式の選定を行う必要がある。

- 突堤の型式の選定は、「新版改訂 建設省河川砂防技術基準(案)同解説設計編Ⅱ」において以下のように示されている。

基準

2. 横断面形状の選定にあたっては、設置水深、潮差、波力、必要とする透過性、材料の入手の難易等を考慮するものとする。

4-(3) 突堤の構造の検討 法面勾配の検討 検討方法(基準)

- 24 -

- 傾斜堤式の法面勾配は、「新版改訂 建設省河川砂防技術基準(案)同解説設計編Ⅱ」において以下のように示されている。

基準

また、捨石や捨石ブロックの勾配もなるべく緩やかなものを使用することが望ましいが、今までの施工例によれば、勾配が1:1~1:1.5程度の突堤の施工で好結果を得ているので、工費節約の面から側面勾配は1:1~1:1.5とする。

- 「港湾の施設の技術上の基準・同解説(下)」においては以下のように示されている

基準

(9) のり勾配は、捨石堤の実例では港外側 1:2 前後、港内側 1:1.5 前後、異形コンクリートブロックで被覆する場合は、1:1.3~1:1.5 前後が多い。

- 「海岸施設設計便覧2000年度版」においては以下のように示されている。

基準

なお、反射波や堤体前面の洗掘を軽減するために、傾斜型の法面勾配はできる限り緩傾斜とすることが望ましい。

4-(3) 突堤の構造の検討 法面勾配の検討（検討結果）

- 25 -

□ 検討結果（自然石採用の可能性）

- ・ 自然石および自然石連結ブロックについて、法面勾配毎に突堤延長方向に何mまで利用できるかを算定した。また、参考としてコンクリートブロックについても示す。
- ・ その結果、自然石および自然石連結ブロックは、表法勾配を5割まで緩くしても最大75m程度となった。また、3割勾配から自然石連結ブロックを採用できる。

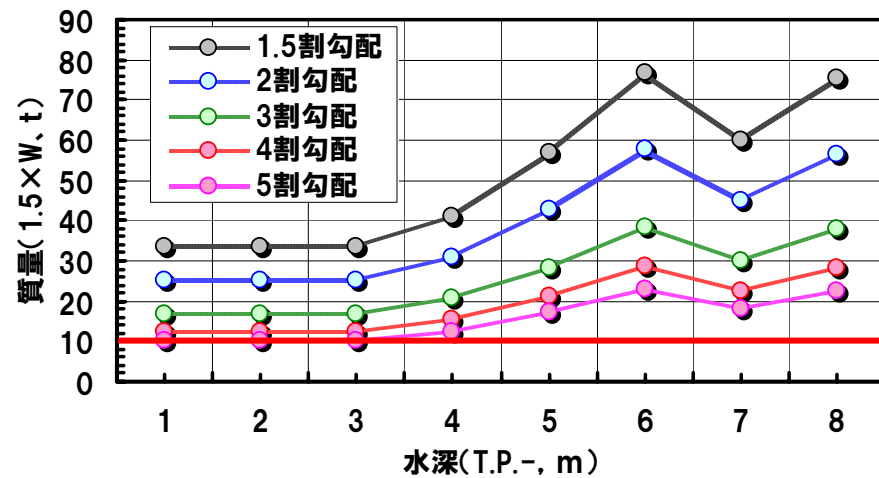
法勾配	1.5割	2割	3割	4割	5割
自然石 （割増無し）	不可	不可	不可	70m	75m
自然石 （割増有り）	不可	不可	不可	不可	70m
自然石連結ブロック （割増無し）	不可	不可	70m	75m	75m
自然石連結ブロック （割増有り）	不可	不可	不可	不可	70m
<参考>					
コンクリートブロック （自然石張り付け、割増無し）	300m	300m	300m	300m	300m
コンクリートブロック （自然石張り付け、割増有り）	300m	300m	300m	300m	300m

4-(3) 突堤の構造の検討 法面勾配の検討（検討結果）

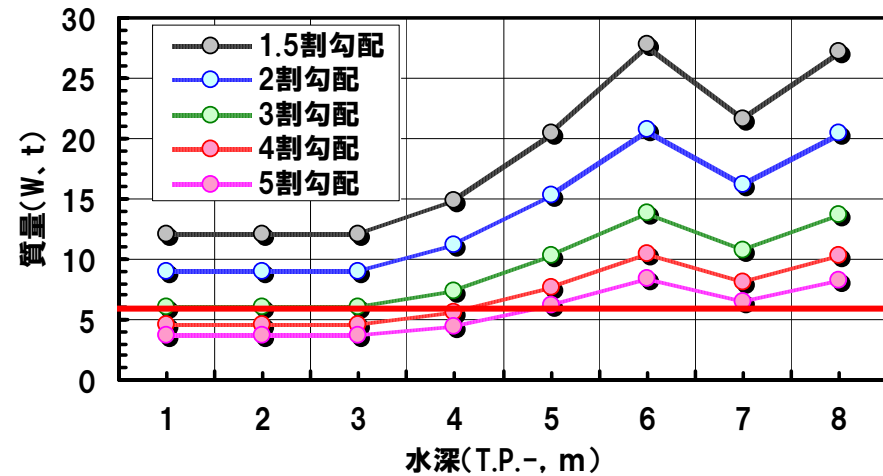
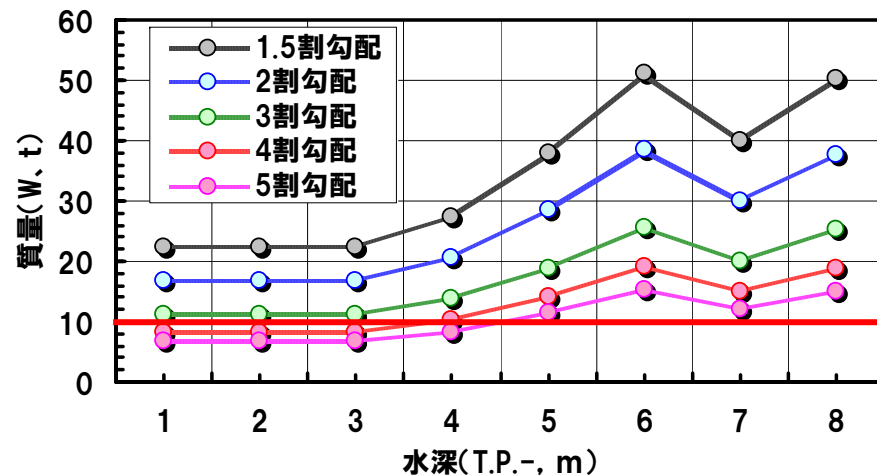
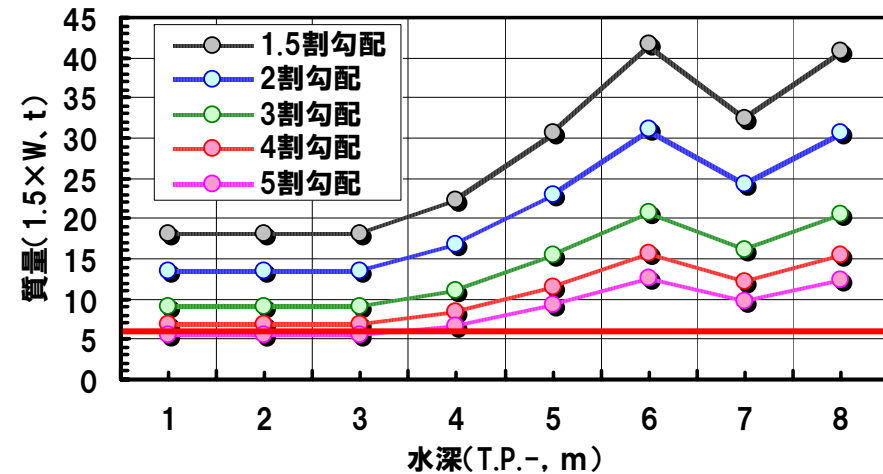
- 26 -

□ 所要質量算定結果

自然石（上段は5割増質量）



自然石連結ブロック（上段は5割増質量）



4-(3) 突堤の構造の検討 法面勾配の検討（検討結果）

- 27 -

□ 洗掘や漁業等の利用への影響

- 「海岸施設設計便覧2000年度版」では、ヘッドランドの項において以下のように示されている。
- 3割勾配にすることで約半減、4割勾配では1/4まで低減するとされている。
- また、経済性を考慮すると3割勾配が基本との記載がある。

島堤とヘッド部の海側および突堤部ののり面勾配については、反射波による前面洗掘を防止するために、堤体の反射率の低減を考慮することが望ましい。図 5.4.75 によると、波形勾配が $H_0/L_0=0.02$ ($H_0=3\text{ m}$, $T=10\text{ s}$) の場合には、反射率は、のり面勾配が 1:2 では 80%, 1:3 では 50%, 1:4 では 25%程度となる。一方、のり面を緩勾配にすると、断面が大きくなり工事費が増大することになる。したがって、のり面勾配の反射率に対する効果と経済性の関係を考慮して、島堤とヘッド部の海側および突堤ののり面勾配は、1:3 を基本とする。

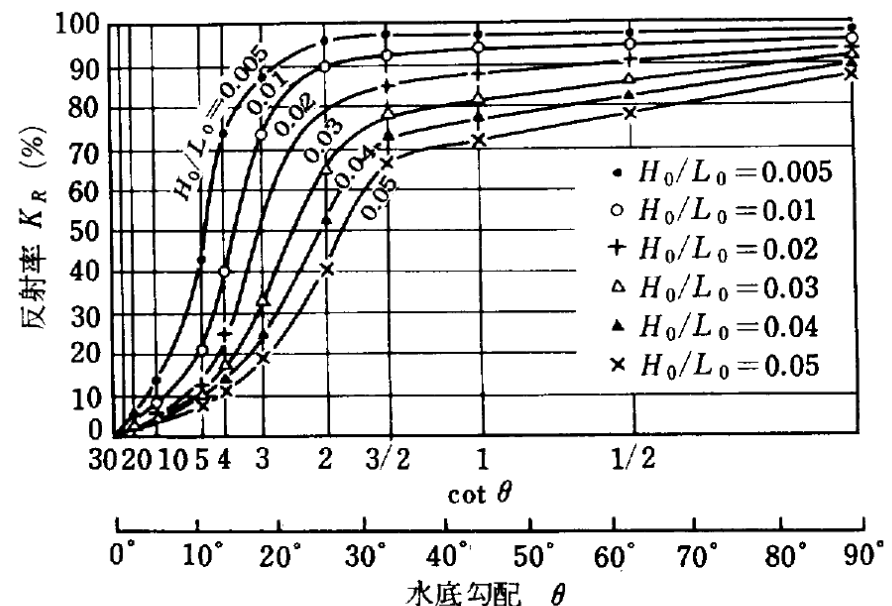


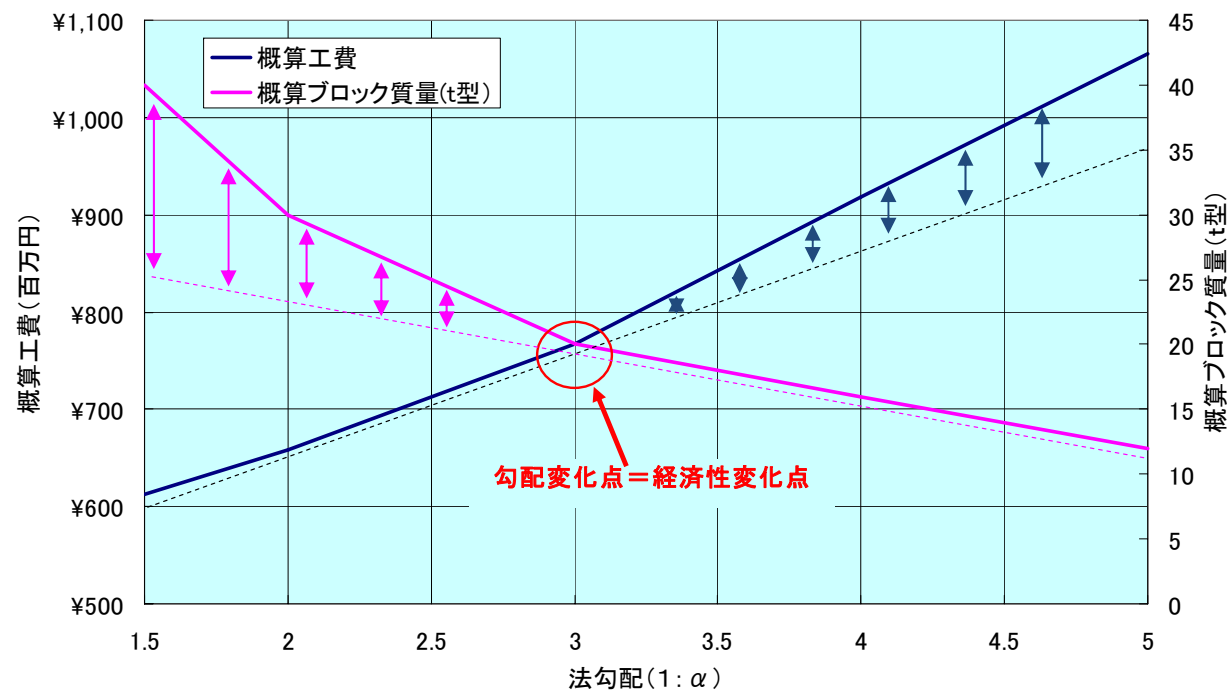
図 3.24 水底勾配、沖波波形勾配と反射率の関係^{16) b}

4-(3) 突堤の構造の検討 法面勾配の検討（検討結果）

- 28 -

□ 経済性

- 宮崎海岸の突堤(300m)について概算の経済性比較を行った。
- 法面勾配が緩くなるにつれ、所要ブロック質量は小さくなるものの、断面積の増加により工費が増加する。
- 法面勾配3割で概算工費および概算ブロック質量の勾配が変化する。
- 3割より緩いと経済性が悪くなり、また3割より急になると被覆材の質量(コンクリート量)が増える割合が大きくなる。



4-(3) 突堤の構造の検討 被覆材の検討 検討方法(基準)

- 29 -

- 傾斜堤式の被覆材は、「新版改訂 建設省河川砂防技術基準(案)同解説設計編Ⅱ」において以下のように示されている。

基準

捨石、または捨ブロックの大きさは、本章2.4.5に示す式によって算定する。中詰に小さな石を用いる場合の中詰石の重量は、表面被覆材の重量の1/10～1/20程度のものを用いるものとする。

1. ハドソン式について

この算定式はハドソン (Hudson) がイリバレンーハドソン (Iribarren-Hudson) 式に代わるものとして発表したものであり、次式によって表される。

$$W = \frac{\gamma_r H_D^3}{k_D \left(\frac{\gamma_r}{w_0} - 1 \right)^3 \cot \alpha}$$

ここに、 W ：のり面における表面捨石等の所要重量 (tf {kN})

γ_r ：捨石等の空中単位体積重量 (tf/m³ {kN/m³})

w_0 ：海水の単位体積重量 (tf/m³ {kN/m³})

α ：のり面が水平面となす角

k_D ：捨石等の種類によって決まる常数

H_D ：のり面の前面における進行波の波高 (m)

4-(3) 突堤の構造の検討 被覆材の検討（検討結果）

- 30 -

- 被覆材は、基本方針に従いできるだけコンクリートブロックを用いないこととするが、表面を加工したタイプのブロックについては比較対象とする。

種類	概観事例	生物環境 (生物付着等)	KD値	調達可能質量範囲 (t)	単位体積質量 t/m ³	主材料
自然石単体		石材間の空間や、表面の凹凸が、良好な生物環境の創生に寄与する	3	~10	2.65	自然石
自然石連結		石材間の空間や、表面の凹凸が、良好な生物環境の創生に寄与する	7	2~6	2.4~2.5	自然石
		石材間の空間や、表面の凹凸が、良好な生物環境の創生に寄与する	8	2~4	2.6	自然石

4-(3) 突堤の構造の検討 被覆材の検討（検討結果）

- 31 -

- 被覆材は、基本方針に従いできるだけコンクリートブロックを用いないこととするが、表面を加工したタイプのブロックについては比較対象とする。

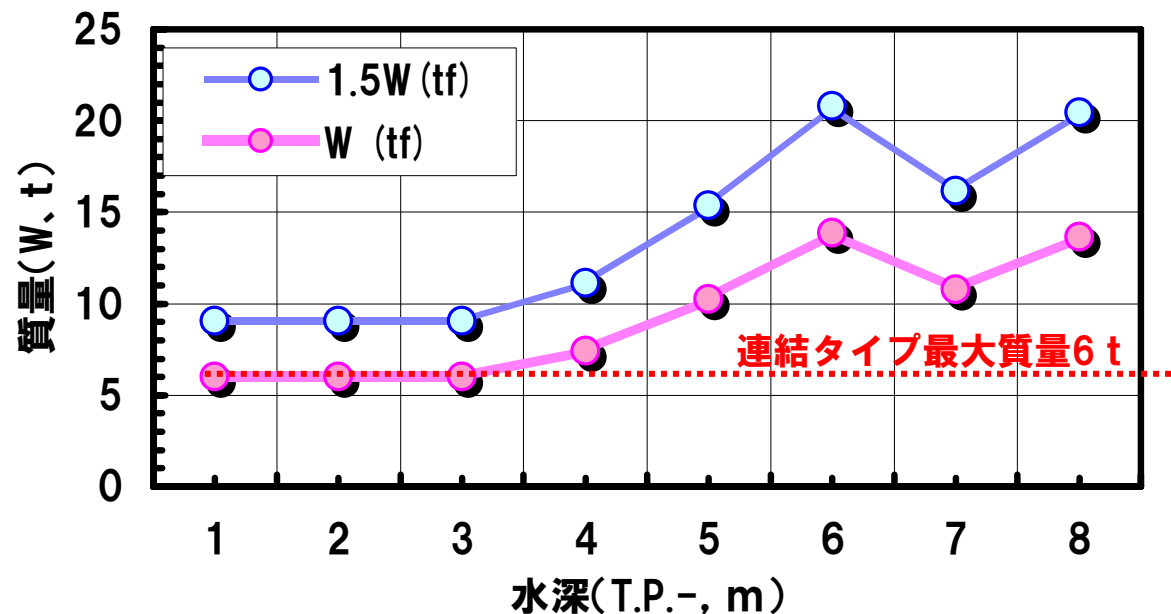
種類	概観事例	生物環境 (生物付着等)	KD値	調達可能質量範囲 (t)	単位体積質量 t / m ³	主材料
自然石張り付け		ブロック間の空間や、表面の凹凸が、良好な生物環境の創生に寄与する	12程度	0.5～40	2.3	コンクリート 表面は自然石
擬岩張り付け		表面の凹凸は、自然石（あるいは自然石張り付け型）に比べるとやや少ない	10程度	6～30	2.3	コンクリート
擬岩タイプ		表面の凹凸は、自然石（あるいは自然石張り付け型）に比べるとやや少ない	12	2～6	2.3	コンクリート

4-(3) 突堤の構造の検討 被覆材の検討

- 32 -

計算条件										計算結果	
波高 (m)	周期 (m)	潮位 (m)	水深 (m)	設計 水深	ρ_Y (tf)	H (m)	K_D	ρ_O (tf)	α	W (tf)	1.5W (tf)
11.61	15.00	2.42	1.00	5.81	2.50	5.28	7.00	1.03	3.00	6.03	9.04
11.61	15.00	2.42	2.00	5.81	2.50	5.28	7.00	1.03	3.00	6.03	9.04
11.61	15.00	2.42	3.00	5.81	2.50	5.28	7.00	1.03	3.00	6.03	9.04
11.61	15.00	2.42	4.00	6.42	2.50	5.66	7.00	1.03	3.00	7.43	11.14
11.61	15.00	2.42	5.00	7.42	2.50	6.30	7.00	1.03	3.00	10.24	15.36
11.61	15.00	2.42	6.00	8.42	2.50	6.97	7.00	1.03	3.00	13.87	20.80
11.61	15.00	2.42	7.00	9.42	2.50	6.41	7.00	1.03	3.00	10.79	16.18
11.61	15.00	2.42	8.00	10.42	2.50	6.93	7.00	1.03	3.00	13.63	20.44

※水深T.P.-7.0m以浅1/20勾配、T.P.-7.0m以深1/100勾配



- 左は自然石連結タイプの計算例である。
- 各水深毎に進行波高Hを算出した。また、自然石連結タイプの K_D 値は7とした（カタログ値）。
- 結果を下図に示す。水深が深くなるにつれ所要質量が増加する。
- 自然石連結タイプは最大質量が6 t のため、水深4 mでは質量が不足する。また、堤頭部の所要質量は1.5Wになるが、水深1 mでも9 t 程度が必要になるため使用できない。

4-(3) 突堤の構造の検討 被覆材の検討

- 33 -

※突堤先端部の処理方法について

- 突堤(あるいはヘッドランド)の先端部は波が収れんすることから、消波ブロック等を巻立てて保護している事例が見られる(右写真)。
- 先の安定性検討より、所要の質量を有する被覆材を設置すれば計算上は安定することになるが、実際には先端部が被災している事例は多い。
- そのため、ブロックを設置することで突堤の安定性は向上すると考えられるが、一方で宮崎海岸のコンクリートを使わないという基本方針に反することになる。
- なお、設置する場合の設計方法は右図のとおりである。

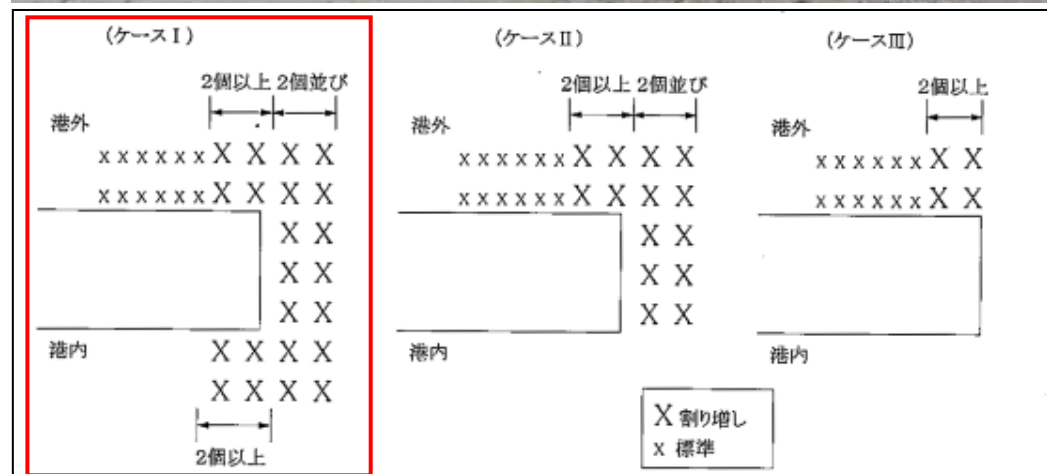


図5-2-3 防波堤堤頭部における消波ブロックの巻立て方法(ブロック2個分割り増す場合)

4-(2), (3) 突堤の規模、構造の検討結果まとめ

- 34 -

□ 宮崎海岸周辺の海岸施設の規模、構造を整理した。

場所	海岸施設	基数、延長等	天端高 (T.P.m)	構造物 高さ(m)	天端幅 (m)	法面 勾配	使用ブロック		洗掘 対策 方法	沈下 対策 方法
							規格	重量		
宮崎海岸	突堤	3基 (L=300,150,50m/基)	4.0	約4～9	9～10	1:3	今後検討を実施			
住吉	緩傾斜堤	L=2,450m	6.9	—	3.0	1:3	平型 ブロック	2t、3t	—	—
	離岸堤	8基 (L=200m／基)	2.5	4.46	9.0	1:0.7	異形 ブロック	16t	Asマット	Asマット
赤江浜	突堤	10基 (L=100m／基)	基部 5.78 先端部 3.28	—	4.9	1:1.3	異形 ブロック	5t	—	—
	人工リーフ	メインリーフ 4基 (L=100m/基) 副リーフ 9基 (L= 50m/基)	3.28	—	メインリーフ 21.2 副リーフ 13.5	1:2	平型 ブロック	2t	Asマット	Asマット
一ツ瀬川	導流堤(北)	L=793.7m	2.86～3.66	4.0～6.0	4.2～8.1	1:1.3～ 1:4/3	異形 ブロック	3～16t	Asマット、石 籠	Asマット、 石籠
	導流堤(南)	L=587.4m	2.06～3.36	4.0～6.0	5.1～9.4	1:1.0～ 1:4/3	異形 ブロック	5～25t	Asマット、石 籠	Asマット、 石籠
宮崎港	離岸堤	7基 (L=70～80m)	4.02	6.5	7.5	1:4/3	異形 ブロック	2～12.5t	サンドマット	フロン籠
	人工ビーチ 北側突堤	L=405m	5.02	10.0	11.3	1:4/3	異形 ブロック	20t	石籠	石籠
	南防波堤	L=2130m	5.92	19.0	23.4	1:4/3	異形 ブロック	64t	Asマット	帆布

宮崎海岸で計画した規模、構造に近いもの

隠し護岸の具体的な構造、安全性等の検討に関する参考資料



5-(3) 隠し護岸の具体的な構造、安全性等の検討 天端の高さの検討 検討方法(基準)

- 36 -

- 護岸の天端高決定方法は、「新版改訂 建設省河川砂防技術基準(案)同解説設計編Ⅱ」において以下のように示されている。

基準

3.4.3 天 端 高

堤防および護岸の天端高（波返工のある場合はその頂高）は、計画高潮位に計画波浪に対して必要な高さおよび余裕高を加えたものとし、自然条件、堤防の形状、消波施設の効果、越波の許容の程度等を考慮して決定するものとする。

計画波浪に対して必要な高さは、計画高潮位、計画波浪、海浜断面、堤防の形状等の条件のもとで、適切な算定手法、または水理模型実験により求めるものとする。

必要がある場合には越波の状況を考慮し、適切な許容越波量を設定し、天端高を設定するものとする。許容越波量は、越波が海岸保全施設、背後の資産や利用に与える影響を考慮して設定するものとする。

津波を対象とする堤防の天端高は、計画津波、堤防の設置位置および構造、海浜および背後地の状況等を考慮して決定するものとする。

5-(3) 隠し護岸の具体的な構造、安全性等の検討 天端の高さの検討 検討方法(基準)

- 37 -

- 具体的な検討方法は以下のように示されている。

基準

1. 一般

堤防および護岸の天端高の決定は設計上最も重要であり、機能を十分満足するように慎重に行わなければならない。また、気象、海象、地形、水理条件などが同一の区間においては天端高は原則として同一とし、沿岸方向に天端高をあまり変えることは施工後の管理のしやすさを考えると好ましくない。

計画波浪に対する必要高は、原則としてうちあげ高から定めるが、この必要高は波の実質部分の侵入を阻止する高さであるため、実際の波に対しては越波を生じることがある。したがって、背後地の重要度によっては許容しうる越波量を設定して、越波量をそれ以下に抑えるための高さを計画波浪に対する必要高として決定する。

波のうちあげ高は計画潮位、計画波浪が同じであっても対象とする海浜断面により異なる。よって、うちあげ高は深淺測量等の結果に基づき、構造物が設置された場合も含め想定される海浜断面を対象として算定するものとする。また、高潮現象の不確実性を考慮して余裕高を設定する。余裕高はいたずらに大きくとれば工費の増大を招き不経済的となるので、背後地の社会的・経済的重要度等を考慮して決定する。

2. 計画波浪に対する必要高の決定手順

計画波浪に対する必要高の決定手順は次のようである。

- (1) 潮位として計画高潮位を用いる。
- (2) 換算沖波波高は本章 2.2.1 波浪、一般事項によって求める。
- (3) (2)で求められた波高に対して、うちあげ高、または越波量を求め、構造物位置における必要天端高を決める。求められた必要天端高が海岸利用および構造上等で著しく高いと思われる場合、堤防等の設置位置や構造の変更、消波工の併用などにより天端高の再検討を行うものとする。

5-(3) 隠し護岸の具体的な構造、安全性等の検討 天端の高さ検討 対象外力

- 38 -

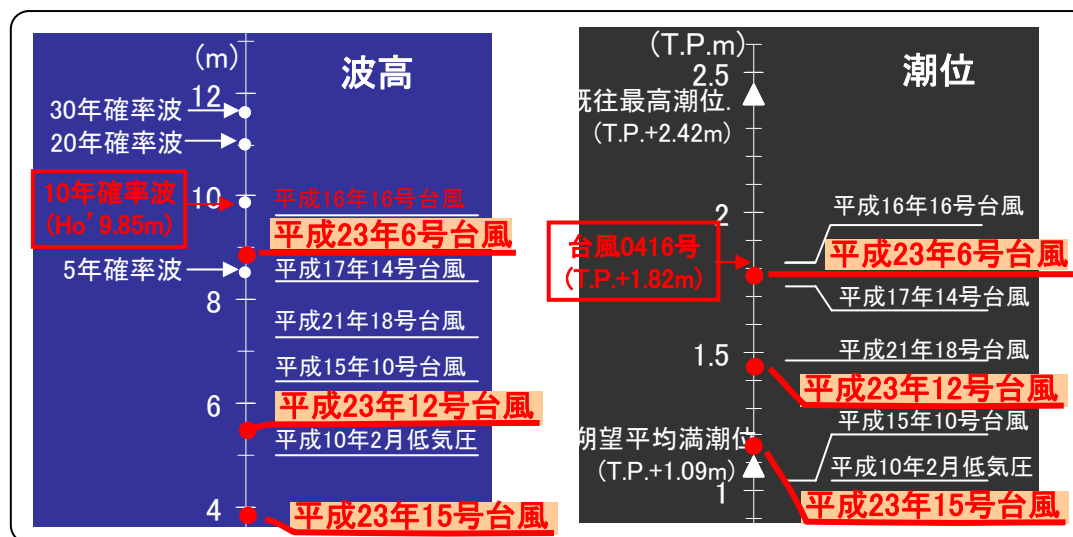
完成形は、隠し護岸の設置により、既往最高潮位および30年確率波浪に対して、波が浜崖に当たらないようにする。

暫定形は、平成16年台風16号と同程度の潮位および高波(10年確率波相当)に対して、波が浜崖に当たらないようにする。

(暫定形の対象外力の選定理由)

- ・近年の自然浜(浜崖)における主な被災時の外力で、最も大きな外力であった平成16年台風16号と同程度の高波(10年確率波相当)・潮位を採用。

※平成23年の台風時の波および潮位は、上記設定値よりも小さい



【近年の被災時および平成23年台風時の波高と潮位】

5-(3) 隠し護岸の具体的な構造、安全性等の検討 天端の高さの検討（検討結果）

- 39 -

□ 護岸の天端高（完成形）

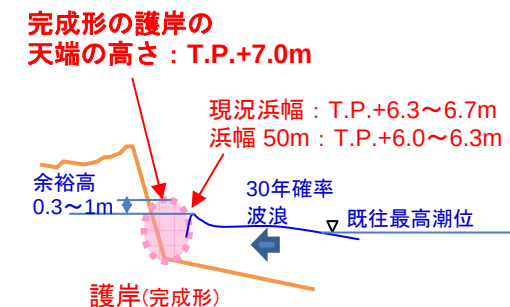
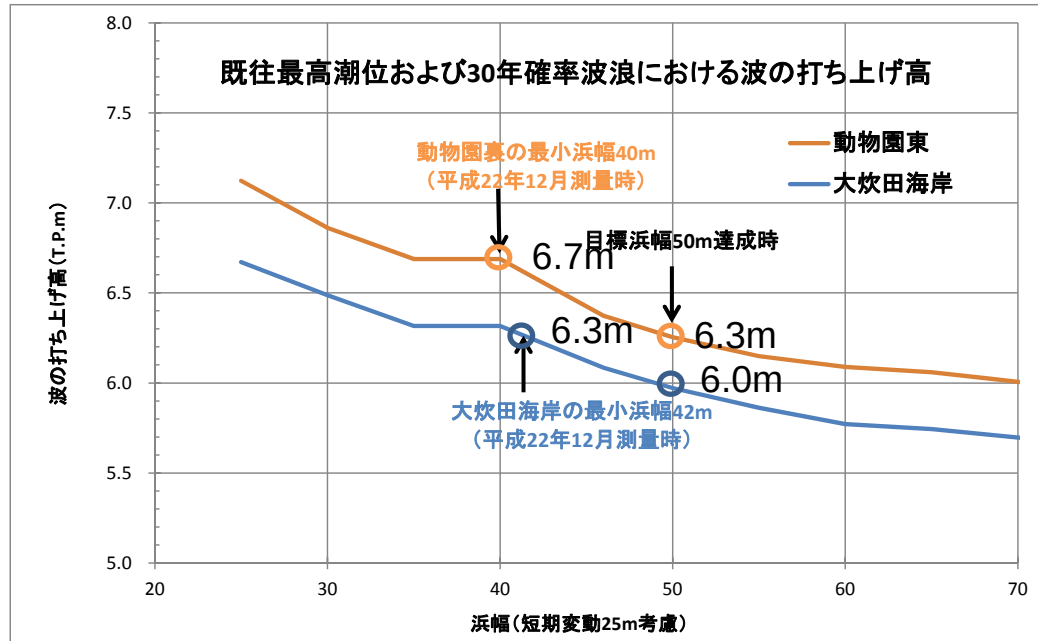
天端高＝計画高潮位(既往最高潮位)＋計画波浪(30年確率波)に対する必要高＋余裕高

動物園東および大炊田海岸の自然浜における既往最高潮位および30年確率波浪における波の打ち上げ高は以下の通り算定された。

- ・ 現況の最小浜幅(平成22年12月時点)：動物園東でT. P. +6. 7m, 大炊田海岸でT. P. +6. 3m
- ・ 目標浜幅50m：動物園東でT. P. +6. 3m, 大炊田海岸でT. P. +6. 0m

この結果より、事業中および事業完了時（目標達成時）の自然浜区間における既往最高潮位および30年確率波浪による波の打ち上げ高は、T. P. +6. 0～6. 7mと推定される。

以上より、計画外力における波の打ち上げ高と余裕高および隣接の既設護岸の高さ（T. P. +7m程度）を考慮して、完成形の隠し護岸の天端の高さはT. P. +7. 0mとする。



- ・ 完成形：既往最高潮位および30年確率波浪の外力における打ち上げ高からT.P.+7.0mを基本とする。

5-(3) 隠し護岸の具体的な構造、安全性等の検討 天端の高さの検討（検討結果）

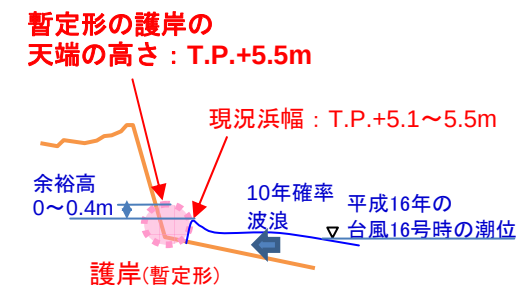
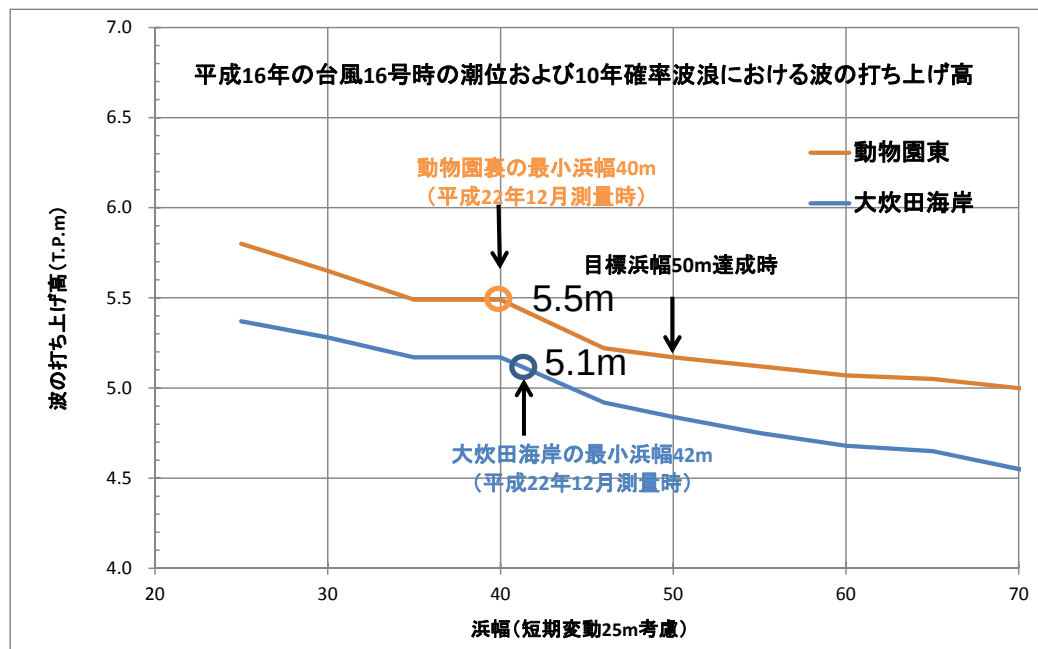
- 40 -

□ 護岸の天端高（暫定形）

天端高＝平成16年台風16号時の潮位＋10年確率波浪に対する必要高＋余裕高

自然浜区間の現況（平成22年12月時点）の最小浜幅における波の打ち上げ高は、動物園東でT. P. +5. 5m、大炊田海岸でT. P. +5. 1mと算定された。

以上より、平成16年台風16号時の潮位および10年確率波浪における波の打ち上げ高と余裕高から、暫定形の隠し護岸の天端の高さは、T. P. +5. 5mを基本とする。

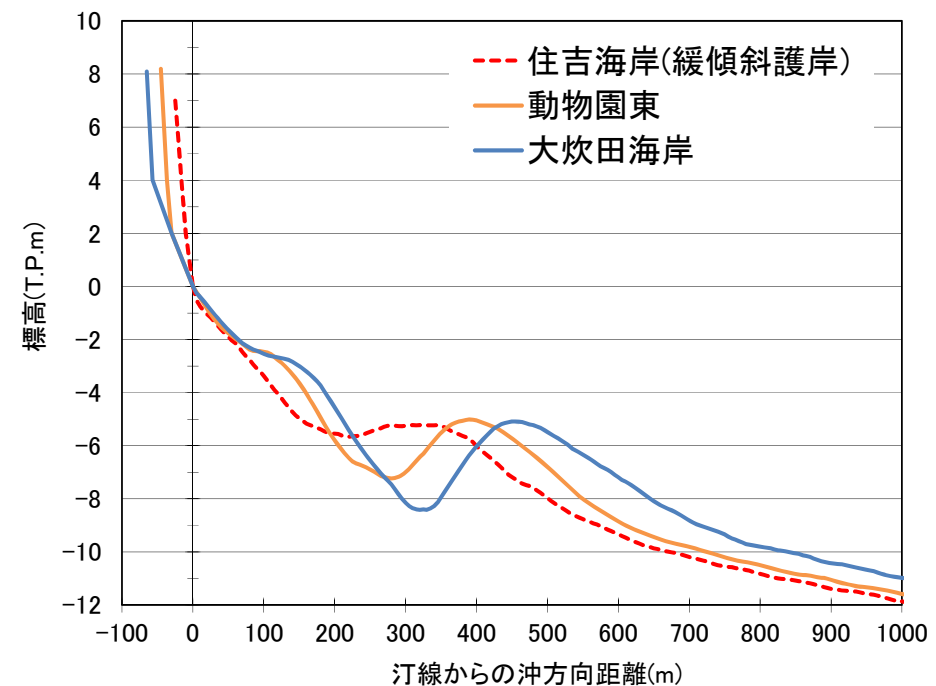
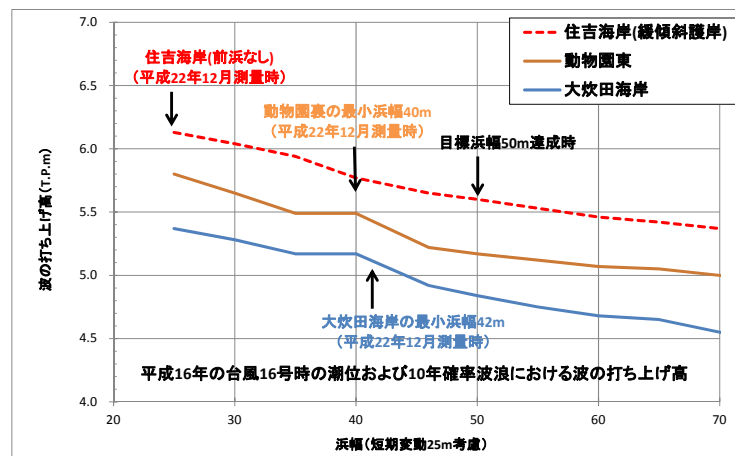
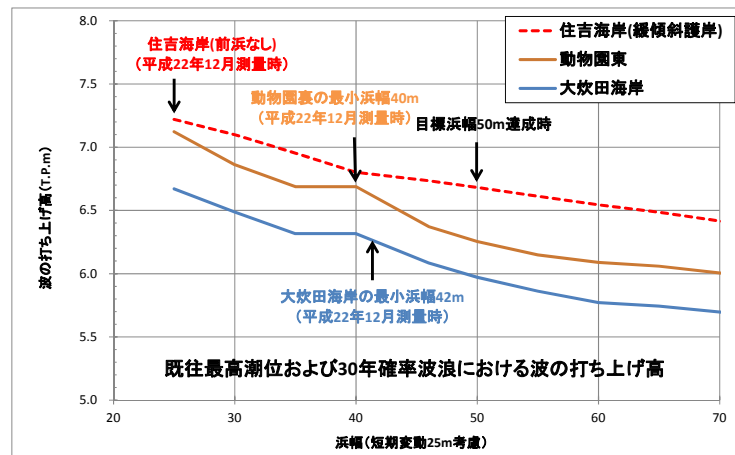


・暫定形：平成16年台風16号時の潮位および10年確率波浪における波の打ち上げ高からT.P.+5.5mを基本とする。

5-(3) 隠し護岸の具体的な構造、安全性等の検討 天端の高さの検討（検討結果）

- 41 -

- 隠し護岸を設置する予定の動物園東、大炊田海岸の自然浜での波の打上げ高は、同じ条件下での住吉海岸の緩傾斜護岸の波の打上げ高に比べて低い結果となる。
- これは、現況では住吉海岸の緩傾斜護岸区間は砂浜が消失してしまっていること、さらに、住吉海岸は海中部の海浜断面地形が小さく消波能力が低いためである。



住吉海岸(緩傾斜護岸)、動物園東、大炊田海岸の海浜断面地形の比較

5-(3) 隠し護岸の具体的な構造、安全性等の検討 設置位置の検討 検討方法(基準)

- 42 -

- 護岸の法線は、「新版改訂 建設省河川砂防技術基準(案)同解説設計編Ⅱ」において以下のように示されている。

基準

護岸の法線は、海浜および背後地の状況を考慮し、波浪等による陸岸の侵食を防止できるように決定するものとする。

法線の決定にあたっては、背後地の土地利用状況と海岸利用、隣接構造物との関係、波の収れん、海浜地形への影響、施工性および維持管理などを考慮するものとする。

5-(3) 隠し護岸の具体的な構造、安全性等の検討 構造型式の検討 検討方法(基準)

- 43 -

- 護岸の構造の選定は、「新版改訂 建設省河川砂防技術基準(案)同解説設計編Ⅱ」において以下のように示されている。

基準

堤防および護岸の設計に際しては、まず型式を選定しなければならない。この型式の選定にあたっては水理的条件、基礎地盤の土質、築堤材料、用地条件、利用状況、施工期間などを総合的に検討し、安全かつ機能的な型式を選定しなければならない。

い ら ぶ
伊良部（沖縄県宮古島市）

サンドバック（高さ1m、幅1.2m、長さ3m） 4体
（設置期間）2011年3月～ 現在設置中



5-(3) 隠し護岸の具体的な構造、安全性等の検討 サンドバックの事例

- 45 -

はま じゅう

浜住海岸（福井県福井市）

- ・ サンドバック1体（高さ1m、幅2m、長さ3m）
⇒施工後撤去



侵食対策全体の施工順序の検討に関する参考資料



6-(4) 突堤の施工順序の検討（検討条件）

- 47 -

□ 検討条件

- ・突堤総延長200m(突堤と補助突堤の延長を足したもの)までの施工順序について、複数パターン設定し、地形変化予測シミュレーションを行い、突堤を設置することによる効果・影響を評価する。

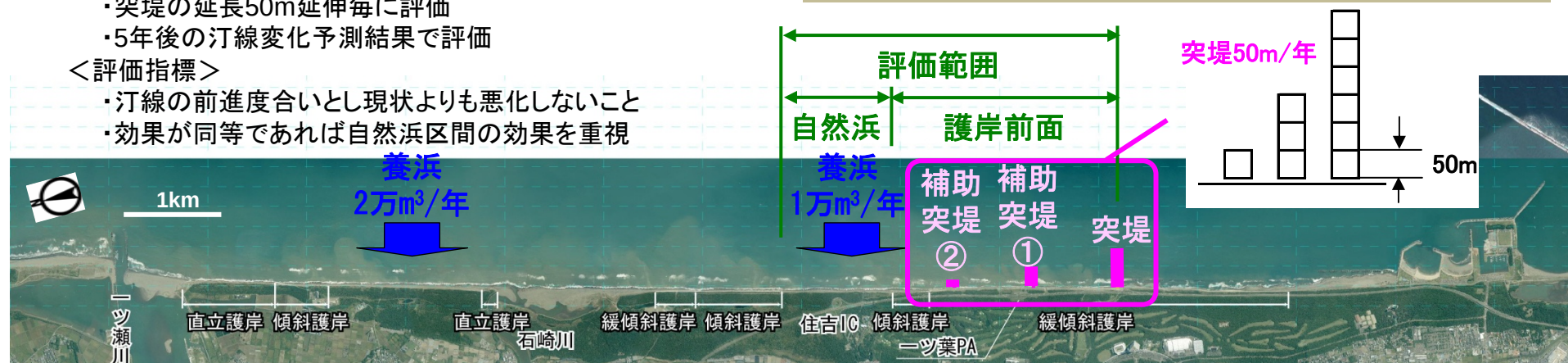
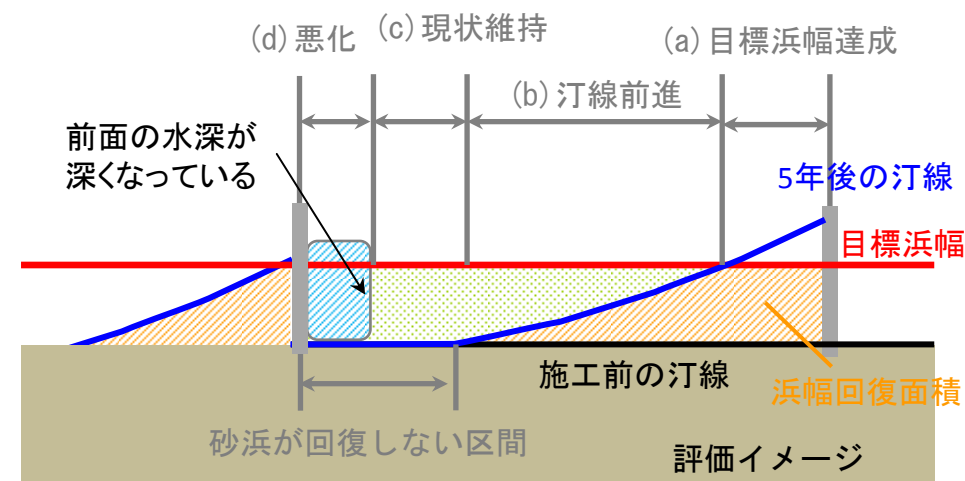
項目		条件	備考
養浜	大炊田海岸	2万m ³ /年	H23年度の応急対策で実施する量相当
	動物園東	1万m ³ /年	
突堤	施工量	50m/年	H23年度予算レベルで養浜3万m ³ と併せて実施できる延長
	1基当りの最大延長	100mまで	モニタリングによる効果・影響の確認のため
	初年度の着手	突堤	補助突堤①または②から工事に着手すると下手側への影響(洗掘等)が大きいため

<評価方法>

- ・突堤の延長50m延伸毎に評価
- ・5年後の汀線変化予測結果で評価

<評価指標>

- ・汀線の前進具合とし現状よりも悪化しないこと
- ・効果が同等であれば自然浜区間の効果を重視



6-(4) 突堤の施工順序の検討（検討結果）

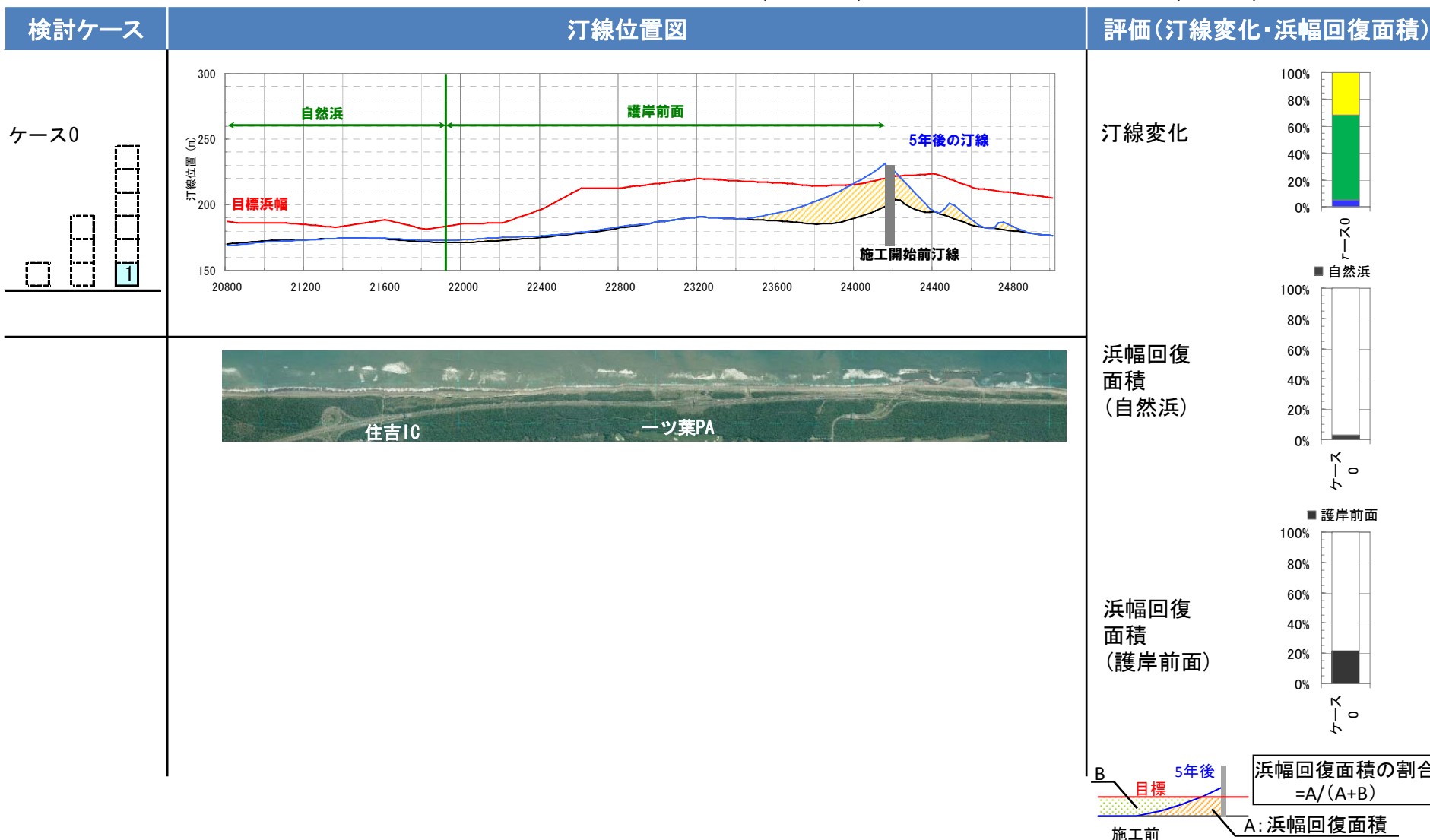
- 48 -

□ 検討結果(突堤総延長50mまで)

評価（汀線
変化）の凡例

- 目標浜幅達成※1
- 汀線前進※2
- 現状維持※3
- 悪化※4

※1：目標浜幅（50m以上）を達成する区間
 ※2：目標浜幅は達成しないが汀線が前進する区間
 ※3：汀線がほぼ変わらない区間(自然浜区間)または前面水深が浅くなっている区間(護岸区間)
 ※4：汀線が後退している区間(自然浜区間)または前面水深が深くなっている区間(護岸区間)



6-(4) 突堤の施工順序の検討（検討結果）

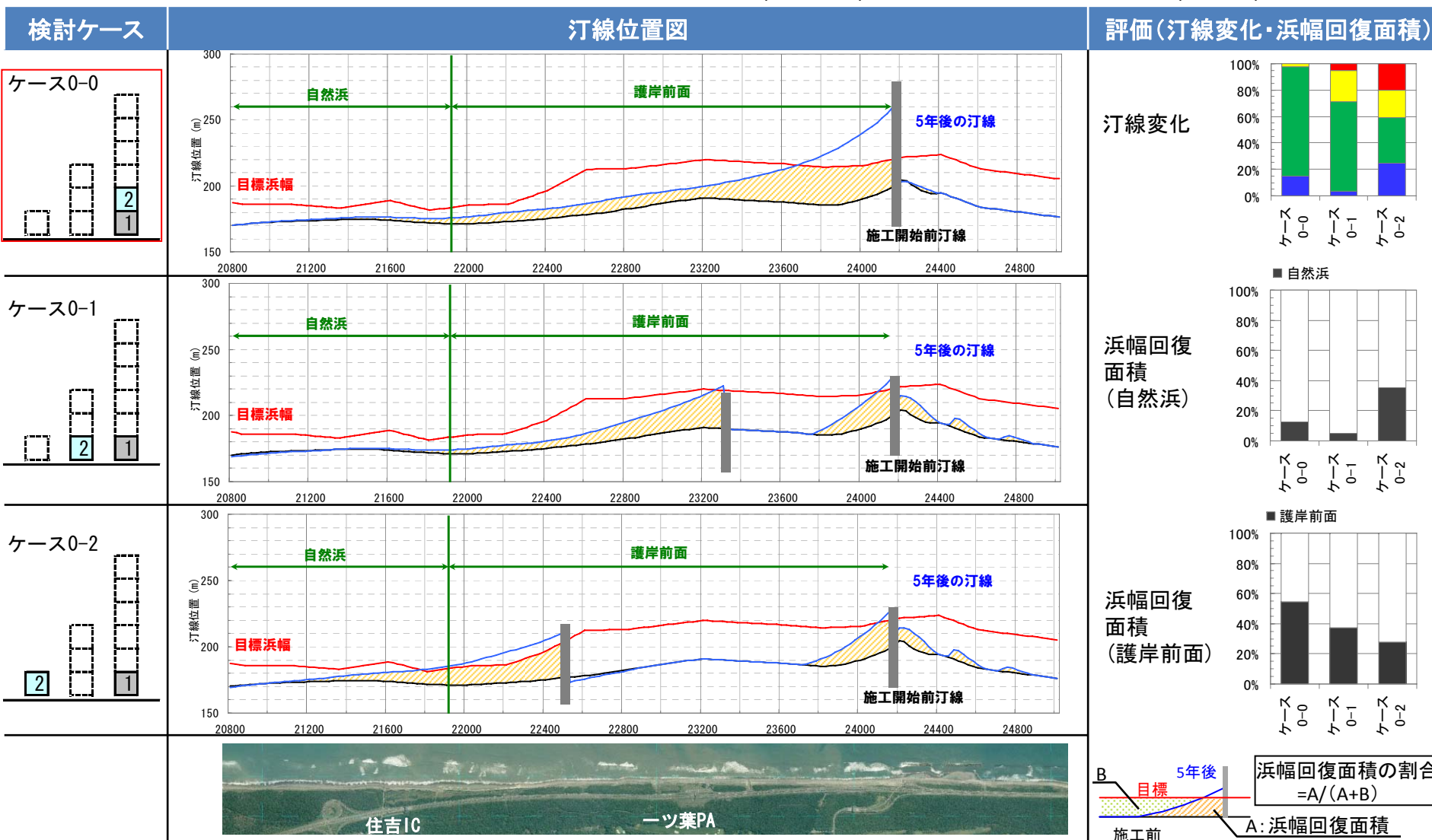
- 49 -

□ 検討結果（突堤総延長100mまで、ケース0の次のステップ）

評価（汀線
変化）の凡例

- 目標浜幅達成※1
- 汀線前進※2
- 現状維持※3
- 悪化※4

※1：目標浜幅（50m以上）を達成する区間
※2：目標浜幅は達成しないが汀線が前進する区間
※3：汀線がほぼ変わらない区間(自然浜区間)または前面水深が浅くなっている区間(護岸区間)
※4：汀線が後退している区間(自然浜区間)または前面水深が深くなっている区間(護岸区間)



6-(4) 突堤の施工順序の検討（検討結果）

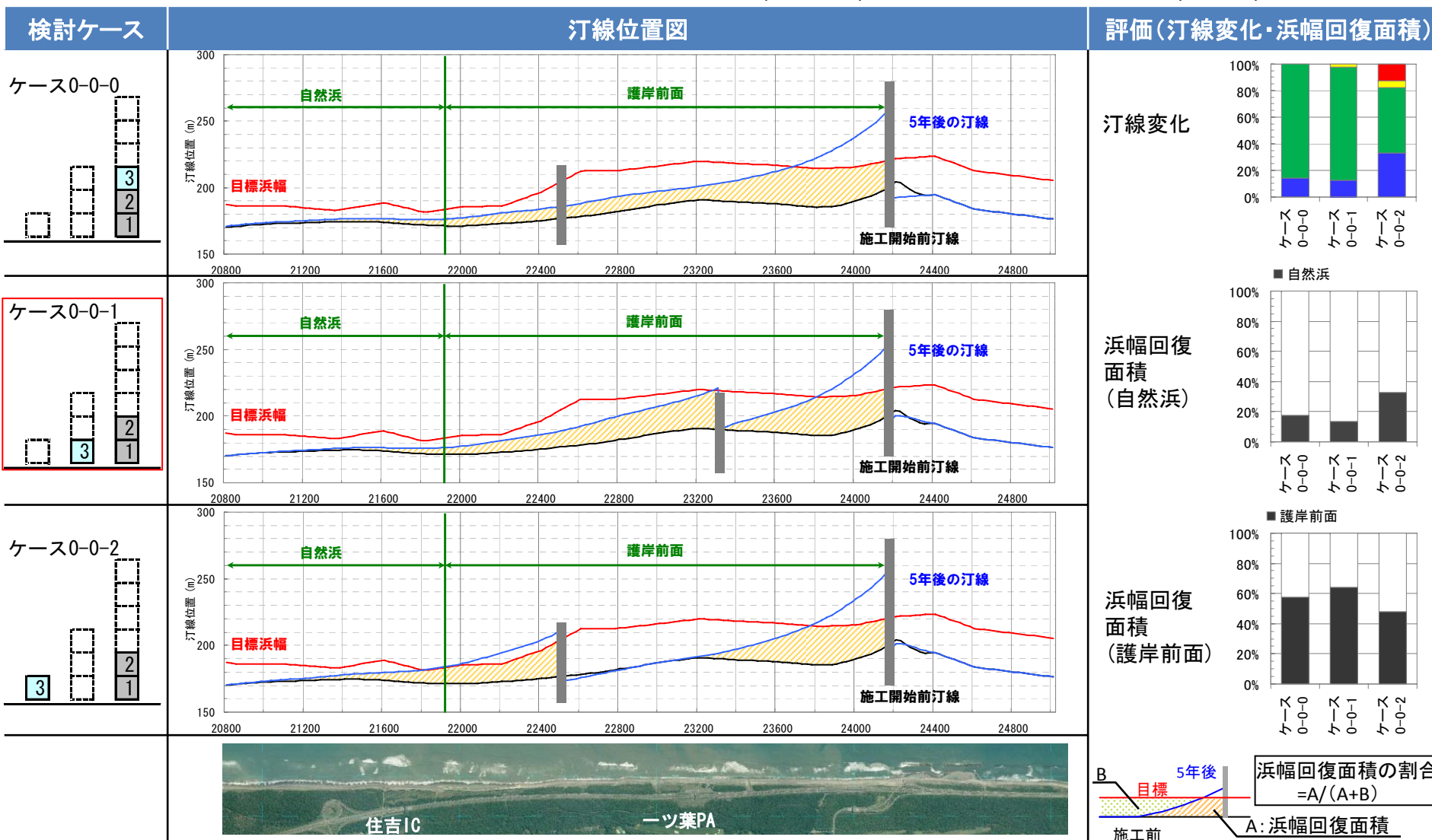
- 50 -

□ 検討結果（突堤総延長150mまで、ケース0-0の次のステップ°）

評価（汀線 変化）の凡例

- 目標浜幅達成※1
- 汀線前進※2
- 現状維持※3
- 悪化※4

※1：目標浜幅（50m以上）を達成する区間
 ※2：目標浜幅は達成しないが汀線が前進する区間
 ※3：汀線がほぼ変わらない区間(自然浜区間)または前面水深が浅くなっている区間(護岸区間)
 ※4：汀線が後退している区間(自然浜区間)または前面水深が深くなっている区間(護岸区間)



6-(4) 突堤の施工順序の検討（検討結果）

- 51 -

□ 検討結果（突堤総延長200mまで、ケース0-0-1の次のステップ°）

評価（汀線
変化）の凡例

- 目標浜幅達成※1
- 汀線前進※2
- 現状維持※3
- 悪化※4

※1：目標浜幅（50m以上）を達成する区間
※2：目標浜幅は達成しないが汀線が前進する区間
※3：汀線がほぼ変わらない区間(自然浜区間)または前面水深が浅くなっている区間(護岸区間)
※4：汀線が後退している区間(自然浜区間)または前面水深が深くなっている区間(護岸区間)

