

塩浜 1 丁目海岸再生事業におけるモニタリング計画について

1. 事業計画

老朽化が著しい塩浜 1 丁目地先の護岸について、安全性の確保の観点から早急な改修整備を図るとともに、周辺生態系及び親水性に配慮し、市川市の協力を得ながら恒久的な改修整備を行う。

- ・全体事業量：L=約 600m（塩浜 1 丁目地先）
- ・護岸の整備、モニタリング調査、順応的管理

2. 順応的管理による護岸改修計画

2.1 包括的目標（＝事業の目標）、及び事業実施方針

包括的目標

塩浜 1 丁目護岸については、既設鋼矢板の腐食・老朽化が進んでおり、早急に安全性を確保することが必要である。このため、市川市を含めた漁協等地元関係者と協議・調整を行いながら、安全かつ生態系に配慮した海岸再生事業に着手し、計画期間内に整備区間（約 600m）の安全確保を目指す。

事業の実施方針は、以下の通りである。

事業実施方針

<護岸の整備>

平成 25 年度までの安全確保を目指して傾斜堤による改修工事を実施すること。

<モニタリング調査>

護岸改修と並行して生物等のモニタリング調査を実施し、改修に伴う自然環境への影響を評価する。

<順応的管理>

モニタリング結果等を基に「護岸構造」を評価・検討し、より良い工夫を施していく。

2.2 個別目標の策定

事業実施方針より、包括的目標を「防護」（安全）、「環境」（生態系）、「利用」（親水性）に細分化し、それぞれの個別目標を策定した。

当該海岸における護岸改修事業は、既設護岸の老朽化に伴い防護面の緊急度が高いこと、及び周辺住民から海岸利用に関する要望が高いことなどから、「環境」だけでなく、「防護」、「利用」に関しても同等の個別目標を設定し、3つの目標を満たすことを目的に順応的管理を実施することとした。

2.2.1 個別目標 1:防護

塩浜 1 丁目の海岸特性を踏まえて個別目標 1：防護は以下の通りとした。

個別目標 1：防護……………早急な安全性の確保

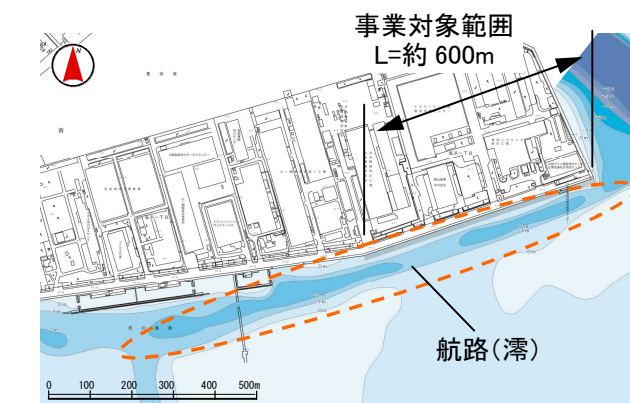
塩浜 1 丁目護岸は鋼矢板の腐食など老朽化が著しいことから、「安全性の確保を最優先」として、護岸改修を進めることとした。護岸の機能については、当該海岸は海岸保全区域外であり法的な制約がないことから、安全性の確保に必要な防護機能とした。

護岸構造の検討にあたっては、「周辺生態系」及び市川市要望である「親水性」に配慮する。また、護岸前面海域は航路（滞筋）として漁業者等に利用されていることから、航路に極力影響を及ぼさないよう配慮する。

なお、県・市の厳しい財政状況を勘案し、「経済性」を考慮に入れた護岸改修を進めることとした。



鋼矢板の腐食等により老朽化が著しい塩浜 1 丁目護岸



塩浜 1 丁目護岸前面に位置する航路（滞筋）

2.2.2 個別目標 2:環境

塩浜 1 丁目の海岸環境に関する特性を踏まえて個別目標 2：環境は以下の通りとした。

個別目標 2：環境……改修により一時的に消滅する護岸部潮間帯の生物群集が再定着すること、及び改修工事が周辺生態系の基盤を構成する地形や底質に極力影響を及ぼさないこと

塩浜 1 丁目護岸はコンクリートブロック被覆の 2 割勾配傾斜堤への改修が計画されている。

傾斜堤への改修により現状の直立護岸における潮間帯に比べて潮間帯の面積が増大することが考えられる。また、表面に孔を有するコンクリート被覆ブロックを用いることで、護岸の透水性が高まり、護岸周囲での溶存酸素量の増加に寄与するものと考えられる。

しかし、前述したように周辺海域全体が頻繁に青潮の影響を受けるため、改修後の護岸が潮間帯生物の多様性の向上に大きく寄与することは困難であると考えられる。

また、前面水深が深いこと、船の出入りが多いこと等から水鳥の利用も少ないため、傾斜堤への改修が水鳥の利用に関して寄与できる部分も少ないと考えられる。

そこで、環境に関する個別目標は、「改修により一時的に消滅する護岸部潮間帯の生物群集が再定着すること、及び改修工事が周辺生態系の基盤を構成する地形や底質に極力影響を及ぼさないこと」を目標として設定した。

2.2.3 個別目標 3:利用(親水性)

塩浜 1 丁目の海岸の親水性に関する特性を踏まえて個別目標 3：利用は以下の通りとした。

個別目標 3：利用……護岸から三番瀬を眺望する親水性の確保

親水性への配慮については、塩浜 2 丁目に比較して前面水深が深いことから、供用時の利用形態は主に散策などが想定される。よって、直接「海と触れ合う」親水性ではなく、護岸から「海を眺望する」親水性を確保することを目標とした。



塩浜 1 丁目からの眺望
写真左：ふなばし三番瀬海浜公園方向



写真右：浦安方向

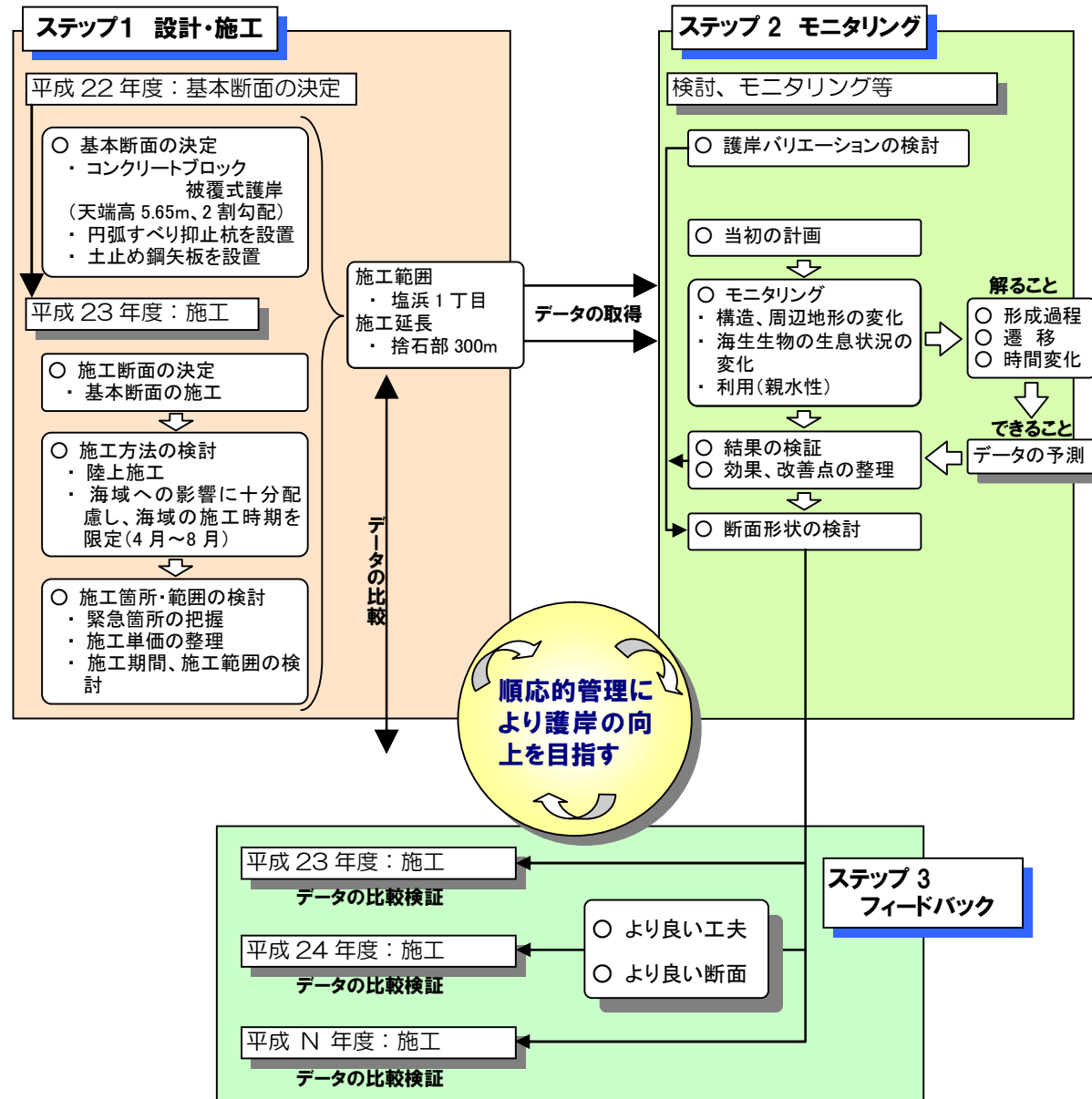


塩浜 1 丁目護岸部の現況
現在は倒壊の恐れがあるため護岸部は柵が設置され立ち入り禁止となっている。

2.3 管理手法(目標達成基準による管理)

2.3.1 管理の手法

事業実施方針に基づく成果が目標に向かって達成されているかについて、具体的な目標達成基準を検討・設定した。目標達成基準の設定にあたっては、達成が望まれる「指標項目」、「目標レベル」、「目標達成年次」についてできる限り定量的に設定した。



2.3.2 目標達成基準、及び検証基準の設定

護岸の改修により、目標とする防護がどれだけ確保されたのかについての検証基準を設定した。

個別目標 1: 防護

目標達成基準：早急な安全性の確保

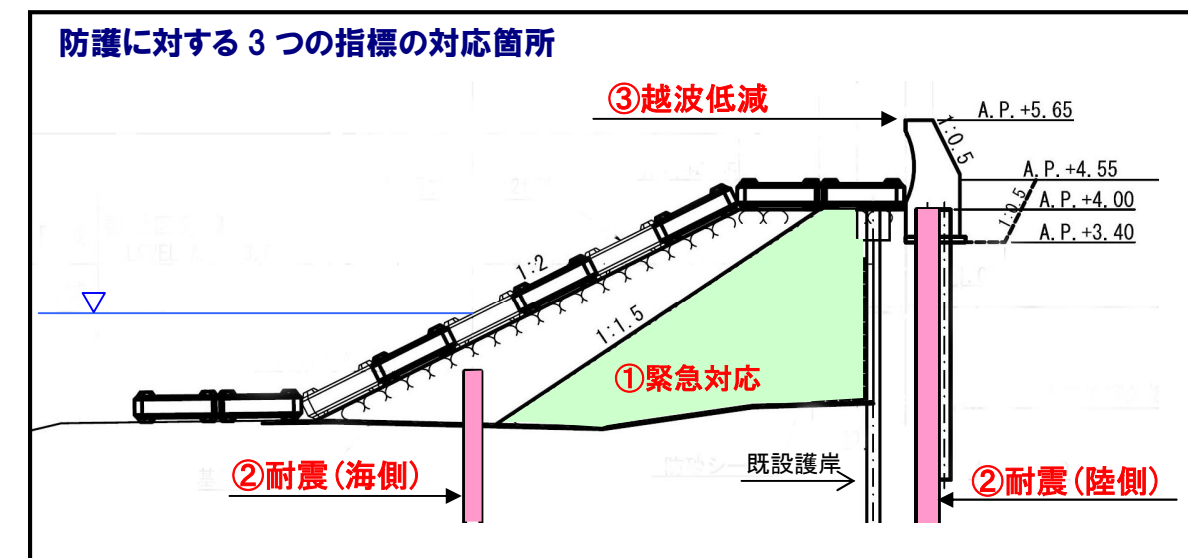
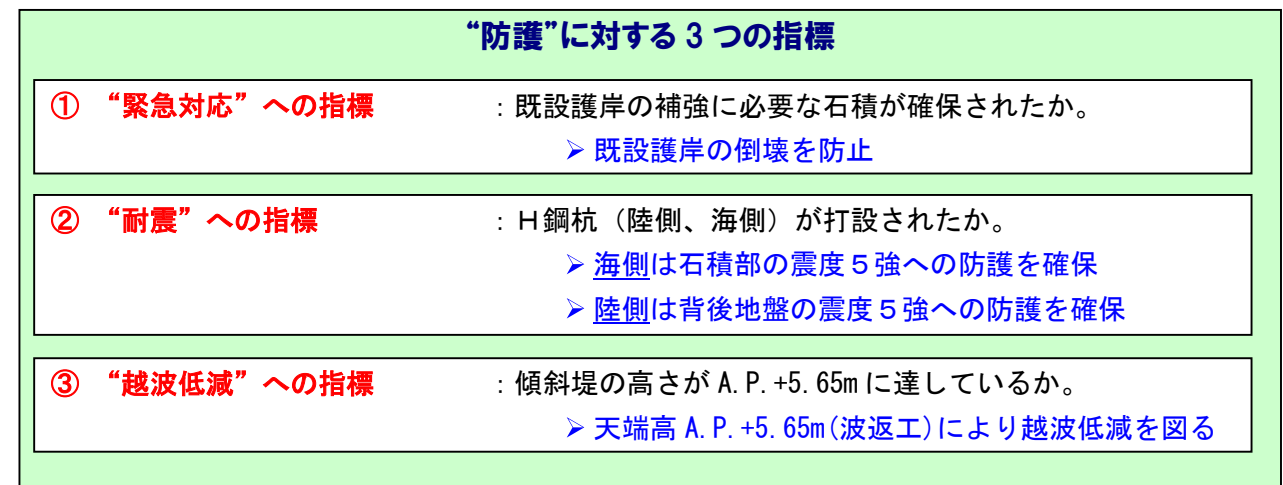
(1) 塩浜 1 丁目護岸改修事業の内容

・事業計画：3 年整備計画目標 L=約 600m

(2) 目標とする防護に対する確保状況の検討

目標とする防護に対する確保状況として、護岸に期待する機能を指標とするものとし、「緊急対応」、「耐震」及び「越波低減」の観点から、以下の 3 つの項目を設定した。

なお、以下の項目は、それぞれに期待する機能であることから指標ごとの検討でとどめ、全体総括は行わないものとする（機能ごとの確保状況を明確にしておくため）。



地域の防護の確保状況の評価は以下の方法を設定した。

イ) 各工区ごと、各指標ごとに状況を評価 (目標数値に対する評価)

【評価値の計算方法】

- ①緊急対応 : 捨石有りは 100%、無しは 0%
- ②耐震 : 陸側・海側のH鋼杭が打設されれば 100%
どちらか片方の打設は 50%、無しは 0%
- ③越波低減 : コンクリート被覆ブロック 2 割勾配傾斜堤 (A. P. +4. 55m) の完成 50%
波返し工 (A. P. +5. 65m) 完成 100%

ロ) 各工区延長によって重み付けを行う。

ハ) “ロ)” の合計で、各指標の 600m 区間全体の確保状況を評価する。

(3) 検証基準

地域の防護の確保に関する検証基準は、事業計画を踏まえて以下の通りとした。

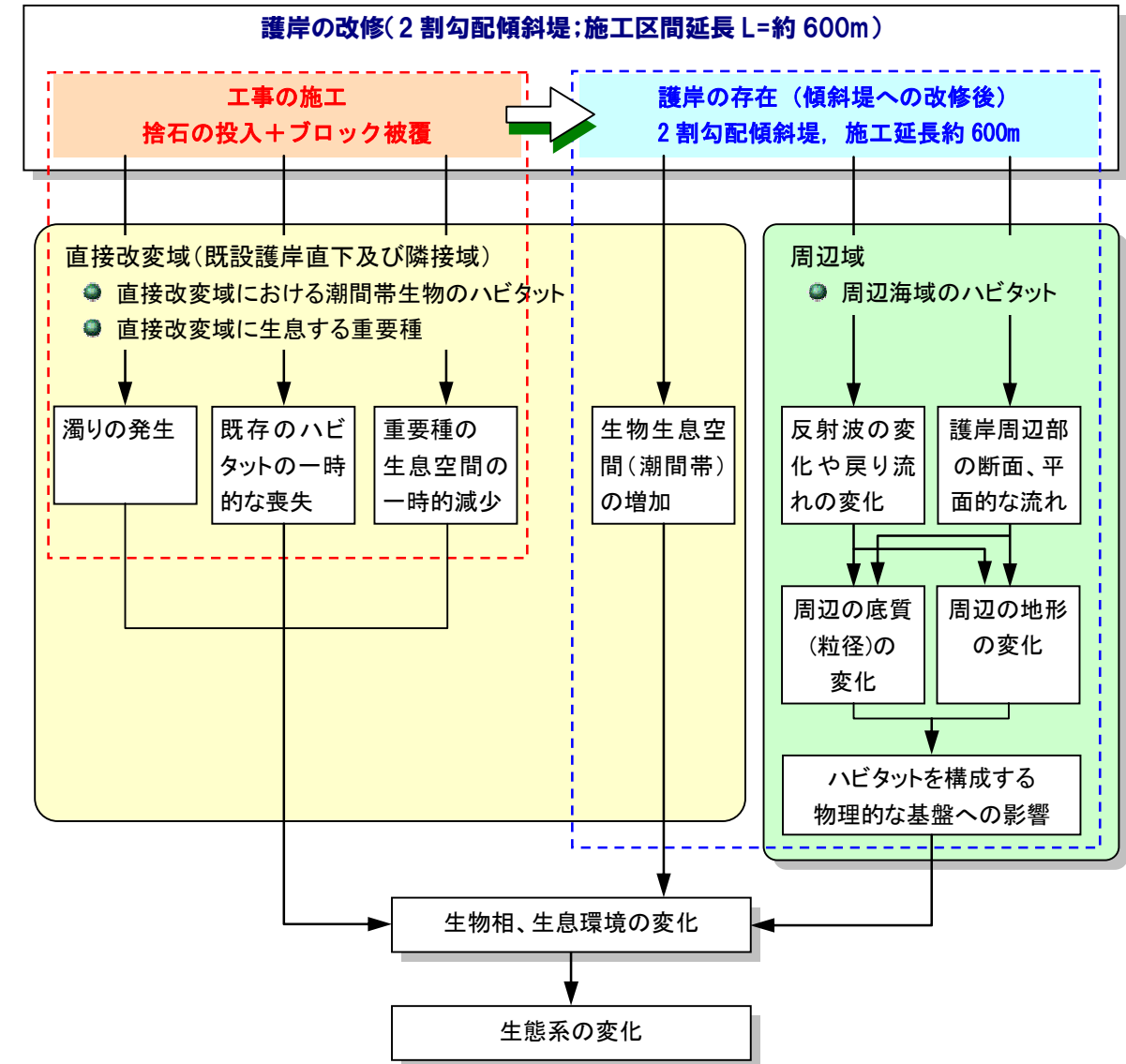
地域の防護の確保に関する検証基準

検証項目	目標達成時期	検証場所	基準とする値
防護の確保状況	平成 25 年度頃	塩浜 1 丁目	地域の防護に対する 3 つの指標がそれぞれ施工延長約 600m にわたって、 ①緊急対応への指標 100% ②耐震の指標 100% ③越波低減への指標 100% を確保すること

個別目標 2: 環境

(1) 検証手法の考え方

周辺生態系の保全に関する検証は、別途業務で検討した環境影響に対する予測結果を検証することを目的に、項目毎に目標達成基準を設定し検証を行うものとした。



護岸改修により想定される環境影響の内容

(2) 直接的影響に関する目標達成基準

目標達成基準 1：改修により一時的に消滅する現状の護岸部潮間帯の生物群集が再定着すること

a) 潮間帯生物の再定着に関する検証基準の設定

改修後の護岸部潮間帯における潮間帯生物の再定着に関する検証基準を設定した。

イ) 現状(改修前)の潮間帯生物群集について

現状(改修前)の塩浜1丁目護岸部における潮間帯生物の観察結果を示す。

高潮帯、中潮帯は直立護岸の鋼矢板、低潮帯は直立護岸基部の捨石である。

高潮帯では、タマキビガイ、イワフジツボ、中潮帯では測線 SL-1 がタテジマイソギンチャク、イボニシ、測線 SL-2 でイボニシ、マガキ等がみられる。低潮帯では測線 SL-2 でイボニシのほか、被度 23%のマガキがみられる以外、観察レベルで確認できる潮間帯生物はほとんどみられず、頻繁に繰り返される青潮の影響により限られた潮間帯生物のみが生息している状況にある。

測線 SL-1 現状の護岸部の潮間帯生物(4季平均)

番号	種名	高潮帯	中潮帯	低潮帯
		A.P.2.0m付近	A.P.1.5m付近	A.P.1.0m付近
1	刺胞動物			
2	ヒドロ虫綱		+	
3	タテジマイソギンチャク		59	11
3	イソギンチャク目			2
4	環形動物		+	+
4	カンザシゴカイ科			
5	軟体動物	511		
6	タマキビガイ			
6	アラレタマキビ	71	1	
7	イボニシ	3	16	4
8	ムラサキガイ			8%
9	節足動物	18%	8%	
9	イワフジツボ			
10	タテジマフジツボ		+	
11	異尾下目(ヤドカリ類)		3	
種類数		4	8	5
総個体数(個体数/m ²)		585	79	17

測線 SL-2

番号	種名	高潮帯	中潮帯	低潮帯
		A.P.2.0m付近	A.P.1.5m付近	A.P.1.0m付近
1	刺胞動物			
1	タテジマイソギンチャク	1		4
2	イソギンチャク目			2
3	環形動物			+
3	カンザシゴカイ科			
4	軟体動物	132	1	
4	タマキビガイ			
5	アラレタマキビ	16		
6	イボニシ	3	17	24
7	カラマツガイ	1		
8	マガキ	+	20%	23%
9	節足動物	65%	+	+
9	イワフジツボ			
10	タテジマフジツボ	+		+
11	異尾下目(ヤドカリ類)		4	1
12	ケフサイソガニ		1	2
種類数		8	6	9
総個体数(個体数/m ²)		153	23	33

注 1: 個体数は夏季・秋季・冬季・春季の4季の平均個体数
 注 2: 夏季:平成22年7月、秋季:平成22年10月、冬季:平成22年1月、春季:平成23年5月
 注 3:%表示は被度を示す。
 注 4:+は被度5%未満を示す。

ロ) 検証基準

個別目標 2:環境の直接的影響における目標達成基準「改修により一時的に消滅する現状の護岸部潮間帯の生物群集が再定着すること」に対する具体的な検証基準は、現状の護岸部に成立している潮間帯生物群集の個体数が非常に少なく、かつ青潮の影響によりその生息条件が不安定であることを考慮すると、潮間帯生物の現存量(個体数や被度)を基準にすることは困難であると考えられる。

よって、改修後の傾斜堤護岸への潮間帯生物の再定着に関する検証基準は、現在、生息が確認されている潮間帯生物の種数を基に、モニタリング調査における年間の平均確認種数とする。

塩浜1丁目における護岸部潮間帯の確認種数の状況

	夏季		秋季		冬季		春季		平均
	測線SL-1	測線SL-2	測線SL-1	測線SL-2	測線SL-1	測線SL-2	測線SL-1	測線SL-2	
高潮帯	3	3	4	4	2	1	3	6	3
中潮帯	5	3	5	4	2	2	3	3	3
低潮帯	1	4	0	5	2	4	3	5	3

潮間帯生物の定着に関する検証基準

検証項目	目標達成時期	検証場所	基準とする値
施行前の護岸部潮間帯生物の種類数	施工後5年以内	改修後の傾斜堤護岸の潮間帯(高潮帯～低潮帯)	高潮帯：潮間帯生物の年間の平均確認種数が3種以上となること
			中潮帯：潮間帯生物の年間の平均確認種数が3種以上となること
			低潮帯：潮間帯生物の年間の平均確認種数が3種以上となること

b) 重要種の再定着に関する検証基準の設定

塩浜1丁目の護岸部では現地調査の結果、護岸改修により直接的な改変をうける範囲において、潮間帯に生息する重要種であるウネナシトマヤガイが確認されたが、確認された個体は稚貝であり、青潮の影響を繰り返し受ける塩浜1丁目の護岸部では定着して生息してはいないと考えられる。

このため、重要種の再定着に関する検証基準の設定は行わないこととするが、モニタリングにおいて、重要種の確認状況については留意していくものとする。

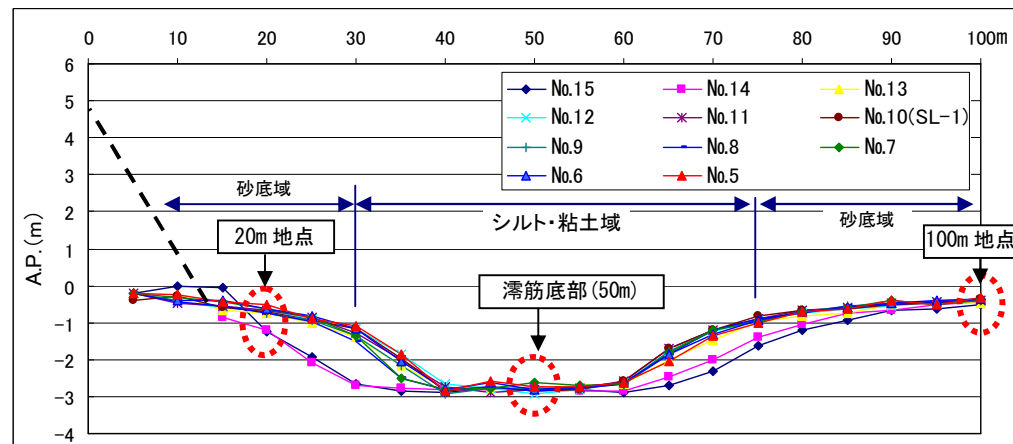
(2) 間接的影響に関する目標達成基準

目標達成基準 2：周辺海底地形に洗掘等の著しい変化が生じないこと

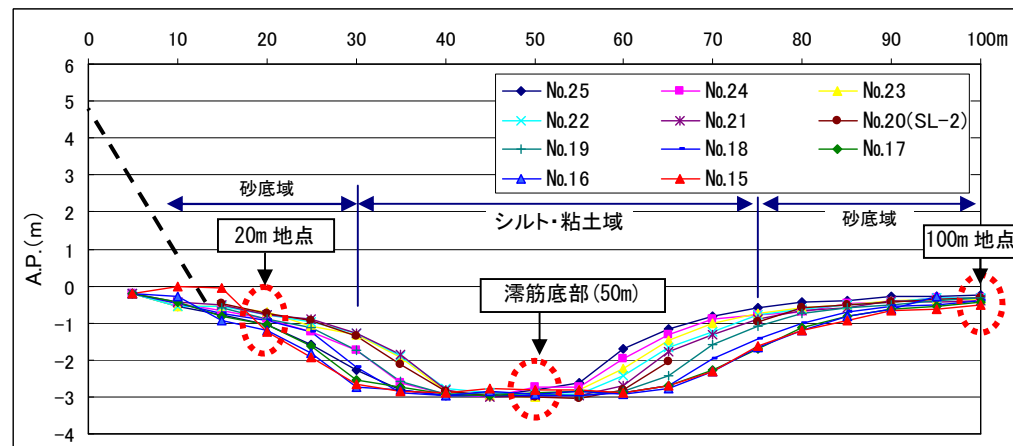
a) 地形測量結果に関する検証基準

地形測量結果に関する検証基準を検討するため、平成 21 年度に実施された塩浜 1 丁目地先の深淺測量の各断面を重ね合わせ変動量を算出した。

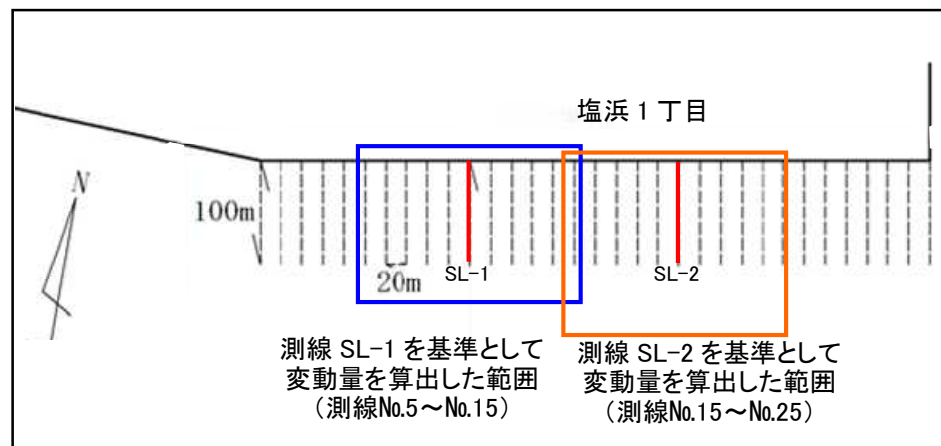
変動量の算出にあたっては、測線による地形の変化が大きいため、測線 SL-1 及び測線 SL-2 を基準として、それぞれ 100m ずつに範囲を分けて変動量を算出した。



測線 SL-1 を基準とした断面の重ね合わせ



測線 SL-2 を基準とした断面の重ね合わせ



測線 SL-1 を基準として
変動量を算出した範囲
(測線 No.5~No.15)

測線 SL-2 を基準として
変動量を算出した範囲
(測線 No.15~No.25)

各測線の変動量と検証基準 (案)

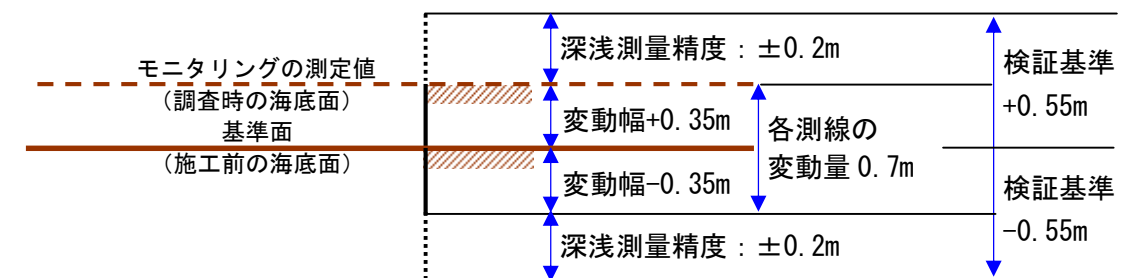
代表点		各測線の変動量	各測線の変動幅	深淺測量の精度	検証基準(案)
20m 地点	測線 SL-1 を基準とした範囲	0.7m	±0.35m	±0.2m	±0.55m
	測線 SL-2 を基準とした範囲	0.5m	±0.25m		
滞筋底部	測線 SL-1 を基準とした範囲	0.3m	±0.15m		-
	測線 SL-2 を基準とした範囲	0.3m	±0.15m		
100m 地点	測線 SL-1 を基準とした範囲	0.2m	±0.10m		±0.35m
	測線 SL-2 を基準とした範囲	0.3m	±0.15m		

2 割勾配傾斜堤に改修後ののり先は約 13m となる。そこで地形変化に関する検証は、改修後ののり先における洗掘の検証を主目的とするため、当面は 20m 地点を検証点として、施工前の 20m 地点の地形データを基準に検証を行う。

20m 地点の検証基準は、変動幅の大きい測線 SL-1 を基準とした各測線の変動幅±0.35m に深淺測量の精度幅±0.2m を加えた±0.55m となるが、**精度管理上、±0.6m を検証基準とする。**

地形測量結果に関する検証基準

検証項目	目標達成時期	検証場所	基準とする値
地形変化	施工後 1 年後	20m 地点 (のり先)	施工前海底面に対して、±0.6m



検証基準 (20m 地点)

※深淺測量の精度管理について

深淺測量における精度管理については、国土交通省河川砂防技術基準(案)・同解説(調査編)、河川定期横断測量業務実施要領・同解説および千葉県公共測量作業一般仕様書に準じた。

深淺測量の精度管理(河川砂防技術基準(案)等による)

種別	精度	摘要
海岸	±(20 + h/100)cm	深さ h:cm 単位

b) 底質(粒度)に関する検証基準

生物の生息場(ハビタット)の物理的基盤である海底面の底質(粒度)の変化を把握することで、工事区域周辺域の生物生息場(ハビタット)への間接的な影響に関する検証基準を設定した。

イ) 工事区域の底質(粒度)

対象とする底質は海底表層であるため、風浪等の外力により季節的に変動していることが考えられる。そこで、平成22年度及び23年度に実施された夏季、秋季、冬季、春季の4季における測線SL-1、及び測線SL-2の粒度試験結果について整理した。

測線SL-1及び測線SL-2の4季における粒度試験結果を示す。試料採取箇所は、17m地点がハビタット「砂底域」、50m地点がハビタット「滞筋底部」、100m及び600m地点がハビタット「砂底域」に対応している。

調査測線SL-1およびSL-2における底質の変化

距離(m)	砂底域 17m					滞筋底部 50m					砂底域 100m					砂底域 600m				
	夏季	秋季	冬季	春季	平均	夏季	秋季	冬季	春季	平均	夏季	秋季	冬季	春季	平均	夏季	秋季	冬季	春季	平均
礫分	43	30	12	4	22	1	1	6	0	2	16	11	5	0	8	4	6	2	0	3
砂分	55	66	82	87	73	26	32	30	35	31	80	84	87	93	86	93	90	91	96	93
泥分	2	4	6	9	5	73	67	64	65	67	4	5	8	7	6	3	4	7	4	5

距離(m)	砂底域 17m					滞筋底部 50m					砂底域 100m					砂底域 600m				
	夏季	秋季	冬季	春季	平均	夏季	秋季	冬季	春季	平均	夏季	秋季	冬季	春季	平均	夏季	秋季	冬季	春季	平均
礫分	17	8	14	1	10	2	4	6	0	3	12	12	5	0	7	4	2	0	0	2
砂分	80	89	80	95	86	39	41	60	33	43	85	82	88	95	88	91	90	88	92	90
泥分	3	3	6	4	4	59	55	34	67	54	3	6	7	5	5	5	8	12	8	8

礫分: 2~75mm, 砂分: 0.075~2mm, 泥分: <0.005~0.075mm

滞筋底部50m地点を除き、測線SL-1、測線SL-2ともに季節による粒度組成の変化は少なく安定している様子がみられる。

滞筋底部50m地点は測線SL-1では大きな変動はみられない。また、市川航路寄りの測線SL-2では、冬季に泥分が一時的に少なくなるが、春季には、夏季、秋季と同じような組成を示した。

ロ) 底質(粒度)と生物の関係

底生生物は種類毎に最も多く出現する底質の範囲があることが知られている。

塩浜1丁目前面海域における夏季~春季の4季の現地調査ではアサリ、シオフキ、バカガイ、ホンビノスガイが多く確認された。

このうち、アサリは夏季調査時に最も多く確認され、杵取りによる底生生物採取では最大で9,496個体/m²が確認されている。

その後、9月に発生した青潮によってアサリを含む二枚貝の大部分が死滅したものの、冬季調査時には、新たに着底したと考えられるアサリ、バカガイ、シオフキガイの稚貝を多数確認している。さらに、春季には成長したアサリが確認されている。

そこで、塩浜1丁目前面海域において、滞筋底部を除くハビタットを代表する生物であるアサリ、バカガイについて、既往資料より底質(粒度)に関する嗜好を整理し以下に示す。

底質に対する嗜好

生物名	ステージ	底質の状態
アサリ	稚貝	泥率8%以上、30%以下(泥分少ない方が良い)注1
	成貝	砂泥、泥率20~30%注1 泥分含有率が30%を越えるとアサリ稚貝の定着が激減注2
バカガイ	稚貝	砂の粒径0.16~2mm、軟らかく、泥率10%以下注3を好む

注1: 水産資源保護協会(1981): 水生生物生態資料

注2: 阿久津・他. アサリの生息と底質の硬度、粒度との関係について. 開発土木研究所月報. No.503 1995; 23-30

注3: 伊藤・他. 豊前海重要貝類漁場開発調査(7)バカガイ稚貝調査. 大分県水試事業報告. P216-217

上記資料では、アサリでは泥率が30%以下の比較的砂分の多い海底を嗜好し、バカガイは泥分率10%以下の砂底域を好むことがわかる。

ハ) 検証基準

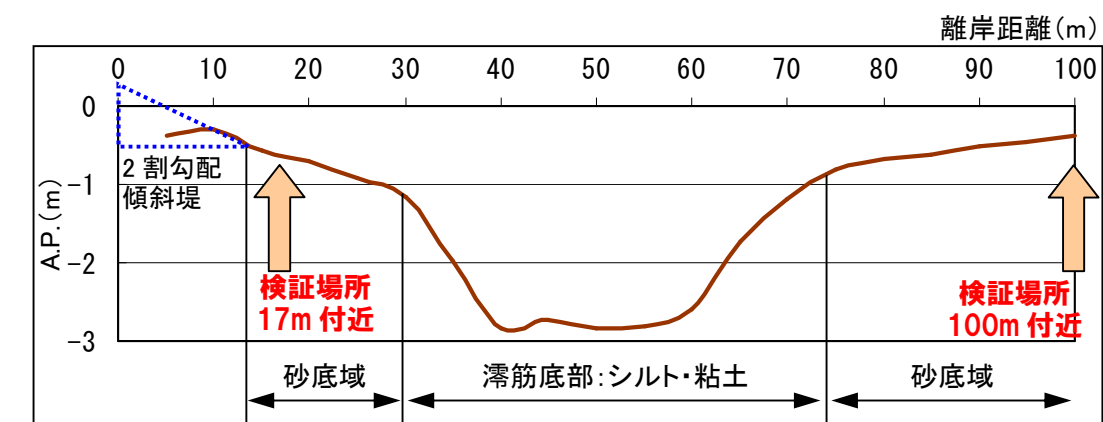
工事区域周辺のハビタットを構成する代表的な生物としては、アサリ、シオフキガイ、バカガイが挙げられるが、このうち、生息個体数でみればアサリが最も多い。

よって、底質の季節変動、および滞筋底部を除く工事区域周辺のハビタットを構成する生物のうち最も生息数が多いアサリの底質に対する嗜好性を踏まえて、底質の検証基準は、ハビタット毎に以下のとおり設定する。

底質(粒度)に関する検証基準

検証項目	目標達成時期	検証場所	基準とする値
泥分注1の割合	検証はモニタリング調査の実施毎に行うが、評価は、季節変動を考慮して、施工完了後一年間経過後に行う。	距離17m付近 ハビタット「砂底域」	底質の季節変動、アサリの底質に対する嗜好を踏まえて、泥分の割合が30%を超えないこととする
		距離50m ハビタット「滞筋底部」	生物の生息がほとんどみられないため 検証箇所としない
		距離100m付近 ハビタット「砂底域」	底質の季節変動、アサリの底質に対する嗜好を踏まえて、泥分の割合が30%を超えないこととする

注1: 泥分は、粒度試験結果におけるシルトと粘土の割合の合計とする。



底質(粒度)に関する検証箇所

個別目標 3:利用

(1) 利用(親水性)に関する目標達成基準

目標達成基準：護岸から三番瀬を眺望する親水性の確保

親水性に関する検証は、「護岸から三番瀬を眺望する親水性が確保されること」を基準とする。

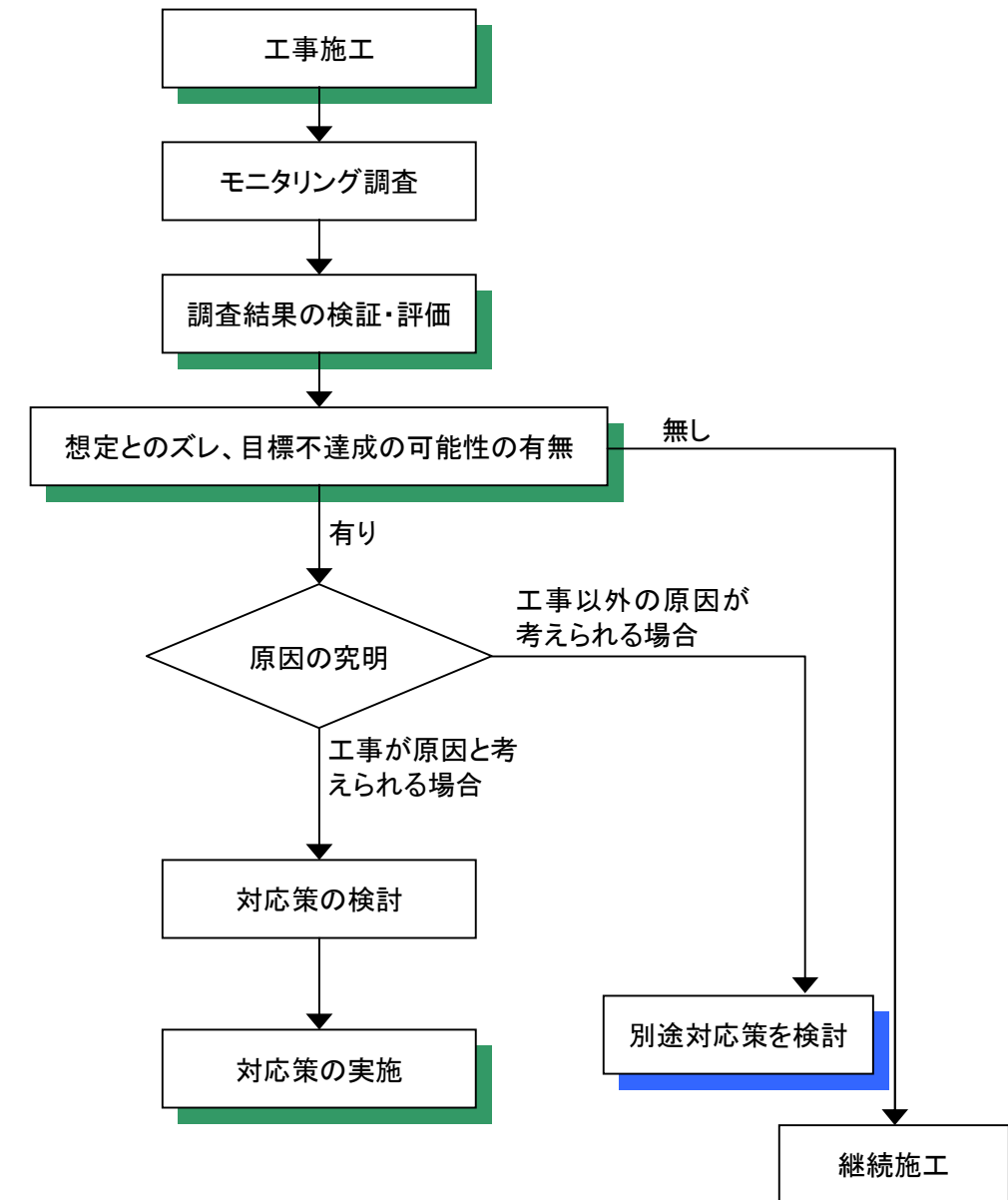
塩浜 1 丁目護岸では、塩浜 2 丁目に比較して前面水深が深いことから、供用時の利用形態は主に散策などが想定される。また、現在の護岸は倒壊の恐れがあるために立入禁止となっている。これらのことから、本事業では、直接「海と触れ合う」親水性ではなく、護岸から「海を眺望する」親水性を確保することを目標とする。

人々と三番瀬の触れ合いに関する検証基準

検証項目	目標達成時期	検証場所	基準とする値
親水性への配慮	供用時	塩浜 1 丁目	護岸から「三番瀬」を眺望する親水性が確保されること

2.4 想定とのズレ、目標不達成の可能性が生じた場合の方策

想定とのズレ、目標不達成の可能性が生じた場合の方策について、あらかじめ以下のフローにより対処の流れを検討した。



想定とのズレ、目標不達成の可能性が生じた場合の方策

2.5 モニタリング計画

施工中及び施工後のモニタリング調査計画について以下に示す。

モニタリング調査の実施時期については、海生生物の生息状況を中心に設定した。対象海域は青潮の影響を受けやすく、青潮による海生生物の斃死が繰り返されている。青潮は例年8月後半から9月にかけての発生が多いことから、青潮の影響を受けない春季5月頃と、青潮が発生した場合、その影響を把握できる調査時期として、秋季10月頃を設定した。

塩浜1丁目モニタリング調査計画

項目	目的	方法	時期（間隔）	数量等
地形	<ul style="list-style-type: none"> ● 護岸部の張り出しによる周辺への物理的影響の把握 ● 洗掘等による周辺地形の変化の把握等 	深浅測量 ※水深の浅い水際は汀線測量	春季：5月頃 秋季：10月頃の年2回	<ul style="list-style-type: none"> ● 護岸改修範囲の岸沖方向100m × (31測線) = 測線延長3,100m ● 測線No.10、測線No.20の岸沖方向500m × (2測線) = 測線延長1,000m 合計4,100m
底質	<ul style="list-style-type: none"> ● 護岸部の張り出しによる周辺への物理的影響の把握 ● 底質（粒度組成）の変化の把握 	採泥・粒度試験	春季：5月頃 秋季：10月頃の年2回	<ul style="list-style-type: none"> ● 測線No.10、測線No.20において、各測線4箇所（17m、50m、100m、500m地点）で採泥 : 合計8検体
海生生物	<ul style="list-style-type: none"> ● 護岸部への潮間帯生物の再定着状況の把握 ● 護岸前面海域の底生生物の生息状況の把握 	ベルトトランセクト法による観察	春季：5月頃 秋季：10月頃	<ul style="list-style-type: none"> ● 測線SL-1 (No.10)、測線SL-2 (No.20)の2測線のうち、基点から100mの範囲 ● 護岸（斜面上）：方形枠(50cm × 50cm)による連続目視観察 ● 高潮帯から護岸のり先まで1m間隔 ● 旧護岸法線より20~100mは10m間隔
		採取分析		<ul style="list-style-type: none"> ● 測線SL-1、測線SL-2の2測線における採取分析 ● 1測線当り高、中、低潮帯、のり先の4検体：合計8検体



モニタリング調査位置図