

## II. 2丁目護岸 200m 区間の護岸改修における順応的管理の検証基準とモニタリング計画

### 1. 事業計画

千葉県三番瀬再生計画(第3次事業計画, H26年3月)<sup>※1</sup>基本計画に対する目標

＜“海と陸との連続性・護岸”に関する目標＞

「塩浜2丁目残り200m区間については、市川市が検討を進めているまちづくりや市民が海と親しめる場の計画等、護岸背後地における関連事業と調整を図るとともに、自然再生(湿地再生)の実現に資する護岸改修の早期完成を目指します。」

＜“三番瀬を活かしたまちづくり”に関する目標＞

「塩浜2丁目護岸については、安全かつ生態系に配慮した改修を進めるとともに、生物等のモニタリングを実施し、改修に伴う自然環境への影響を評価していきます。」

※1: 三番瀬の自然環境を再生・保全し、地域住民が親しめる海を再生するため、H18年12月に「三番瀬再生計画(基本計画)」が策定され、「海と陸との連続性の回復」、「三番瀬を活かしたまちづくり」など5つの目標が掲げられた。これらの目標の実現に向け、これまで「三番瀬再生計画(事業計画)」(H18～H22年度)及び「三番瀬再生計画(新事業計画)」(H23～H25年度)を策定し、具体的な事業を実施してきた。第3次事業計画は、これまでの事業の実績等を検証・評価したうえで、H26～H28年度の3年間で引き続き取り組んでいく事業を取りまとめたものである。

### 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

3か年(H26～28年度)の目標: 市川市塩浜護岸について、安全かつ生態系に配慮した護岸改修の推進。

事業の実施方針は、以下の通りである。

##### 事業実施方針

###### ＜護岸の整備方針＞

塩浜2丁目護岸は、これまでに、老朽化の著しい900m区間の護岸改修を先行して整備を進め、平成25年度に完了しました。引き続き、残りの200m区間について、背後地のまちづくり計画、海と陸との自然な連続性に配慮しつつ、地域住民の利用や生態系に配慮した高潮防護の護岸改修を行います。

なお、塩浜3丁目護岸については、2丁目護岸改修後、改修を行う予定です。

### 2.2 個別目標

事業実施方針より、“安全かつ生態系に配慮した護岸改修”を図るため、包括的目標を「防護」(安全)、「環境」(生態系)、「利用」(連続性、地域住民の利用)に細分化し、それぞれの個別目標を掲げた。

「順応的管理」とは、自然の不確実性を踏まえて事業着手後もモニタリングを継続し、その結果を事業に反映させることであり、一般に影響予測に関して不確実性が高い生態系などの自然環境を改変する場合を対象として、適応されるケースが多い。

しかしながら、当該海岸における護岸改修事業は、既設護岸の老朽化より防護面の緊急度が高いこと、及び地域住民の利用の確保も求められていることなどから、「環境」だけでなく、「防護」、「利用」に関する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する。

個別目標1: **防護**……背後地の安全の確保  
 個別目標2: **環境**……周辺生態系の保全  
 個別目標3: **利用**……三番瀬の海岸として好ましい景観  
 ……人々と三番瀬のふれあいの確保

### 2.3 管理手法

#### 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。

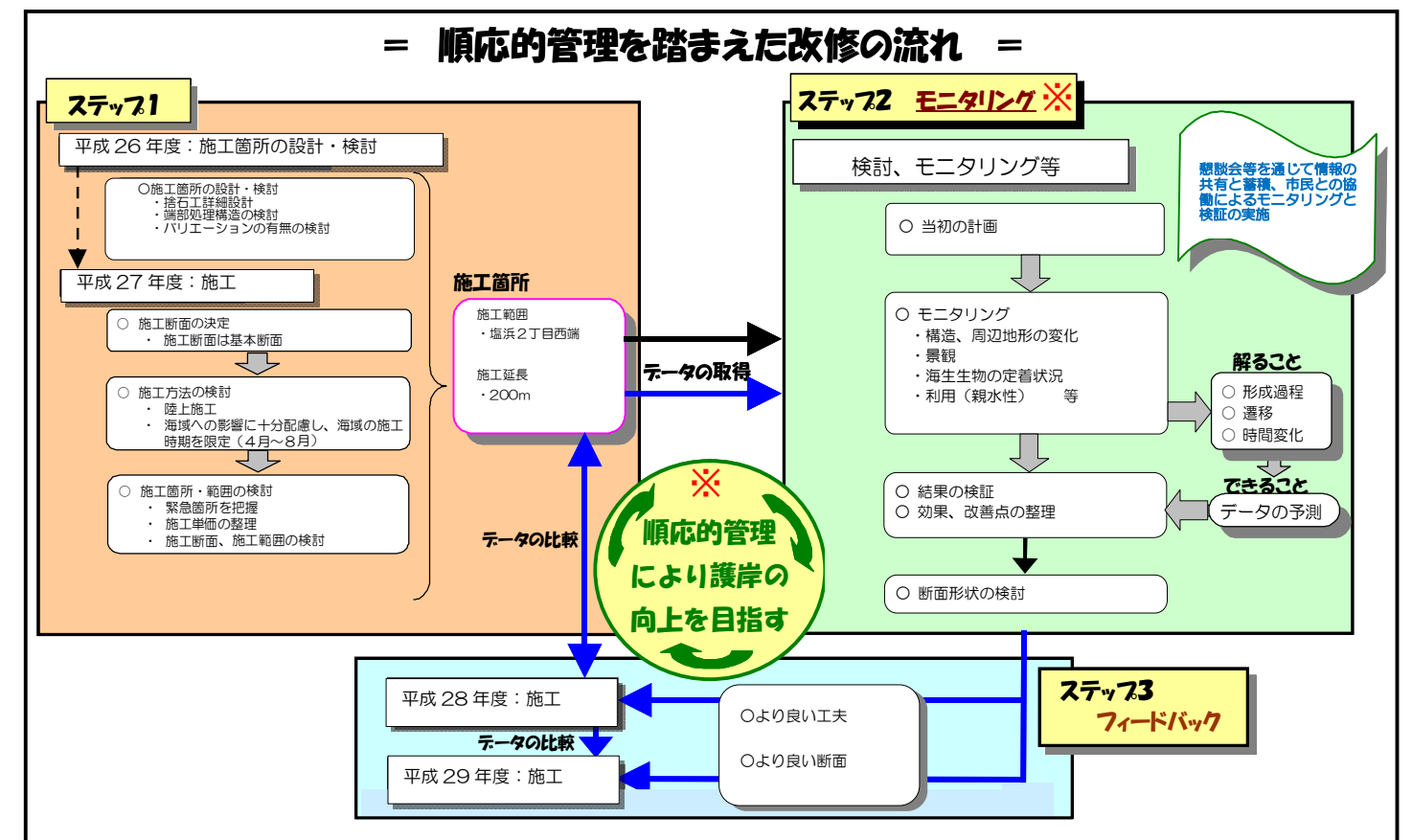


図 2-1 塩浜2丁目(200m区間)の護岸改修の流れ

2.3.2 目標達成基準及び検証基準の設定

個別目標 1：防護

目標達成基準：高潮等の災害から背後地の安全を早期に確保すること

(1) 市川塩浜護岸改修事業の内容

・事業計画：平成29年度までの整備目標 L=約200m（塩浜2丁目）

(2) 目標とする防護に対する確保状況の検討（これまでの900m区間と同じ）

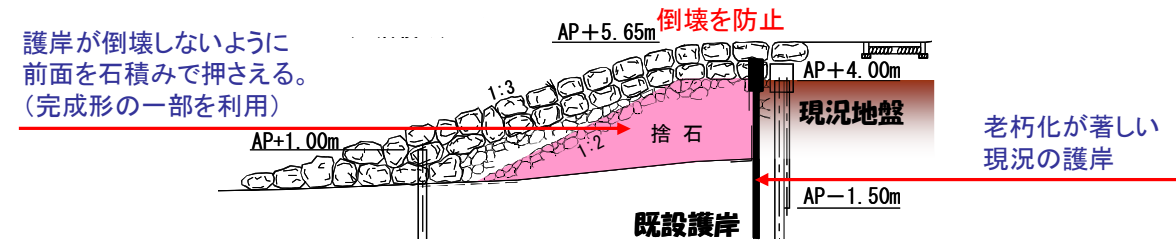
目標とする防護に対する確保状況の指標として、護岸に期待する機能を指標とするものとし、「緊急対応」、「耐震」及び「高潮」の観点から、以下の4つの項目を設定した。

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）

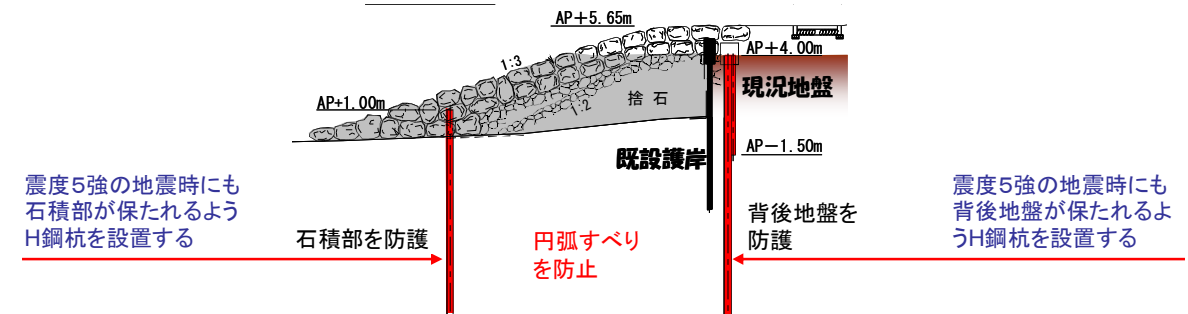
“防護”に対する4つの指標

- ① “緊急対応”への指標：既設護岸の補強に必要な石積が確保されたか。  
➤ 既設護岸の倒壊を防止
- ② “耐震”への指標：H鋼杭（陸側、海側）が打設されたか。  
➤ 海側は石積部の震度5強への防護を確保  
➤ 陸側は背後地盤の震度5強への防護を確保
- ③ 最大潮位での“越流防止”への指標：石積堤の高さがA.P.+5.4mに達しているか。  
➤ A.P.+5.4mに達する最大潮位への防護を確保
- ④ “高潮災害防止”への指標：背後地のマウンド高さがA.P.+7.18mに達しているか。  
➤ 高潮災害への防護を確保

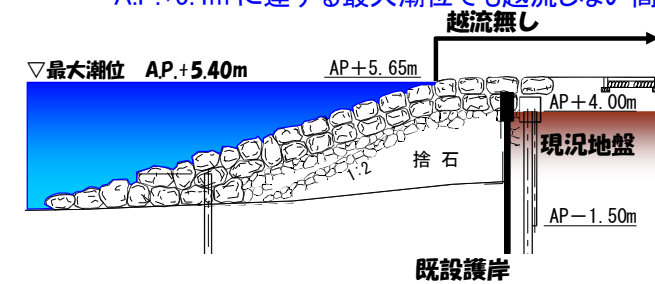
- ① “緊急対応”への指標の概要図 既設護岸の補強に必要な石積が確保されたか。  
→老朽化した現在の護岸の倒壊防止を図る。



- ② “耐震”への指標の概要図 H鋼杭（海側、陸側）が打設されたか。  
→震度5強の地震時にも石積部が保たれるようH鋼杭を設置する。  
→ “ ” 背後地盤が “ ” 。



- ③ 最大潮位での“越流防止”への指標の概要図 石積堤の高さがA.P.5.4mに達しているか。  
→A.P.+5.4mに達する最大潮位でも越流しない高さの護岸とする。



- ④ “高潮災害防止”への指標の概要図 背後地のマウンド高さがA.P.7.18mに達しているか。  
→高潮時にも波が背後地に及ばないようA.P.+7.18mの高さのマウンドを護岸背後に整備する。

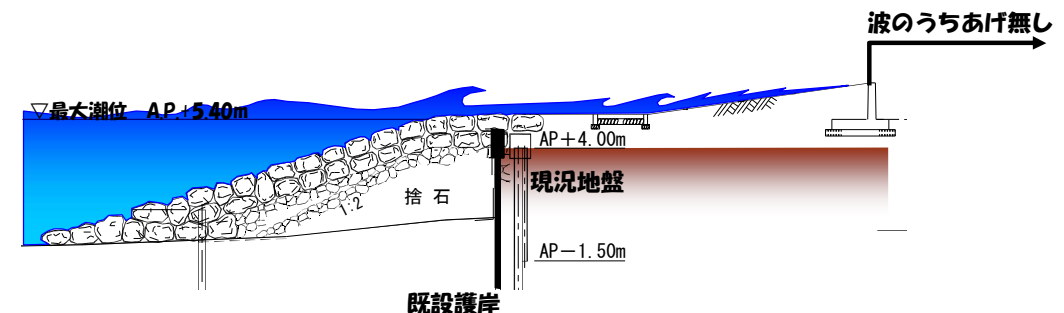


図 2-2 防護に対する4つの指標

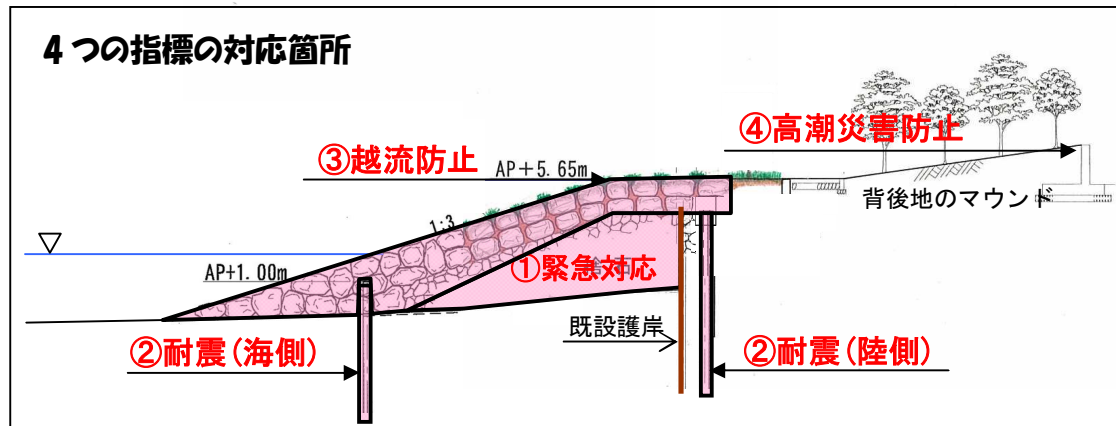


図 2-3 4つの指標の対応箇所

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、各指標ごとに状況进行评估 (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越流防止 : 評価値 = (石積堤の高さ / 計画潮位 A. P. +5.4m) × 100 (%)
- ④高潮災害防止 : -

注) ④の A.P.+7.18m までの背後地の高さの確保は、当面の事業に含まれないため、検証・評価は実施しない。

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 200m 区間全体の確保状況进行评估する。

(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。

表 2-1 地域の防護の確保に関する検証基準

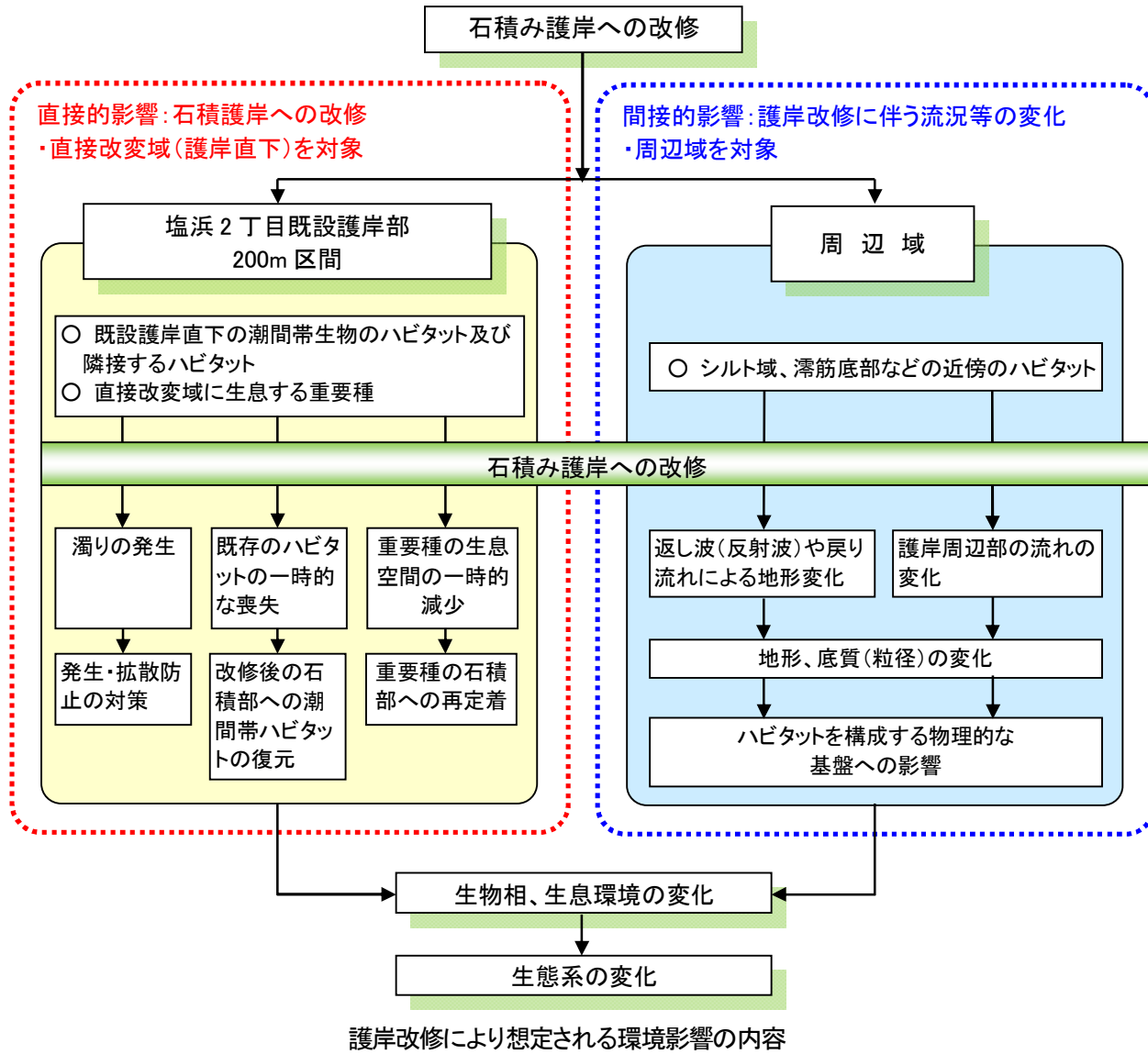
検証項目	目標達成時期	検証場所	基準とする値
防護の確保状況	平成 29 年度* ※完成目標年度	塩浜 2 丁目	地域の防護に対する 4 つ指標がそれぞれ施工延長 200m にわたって、 ①緊急対応への指標 100% ②耐震の指標 100% ③越流防止への指標 100% ④高潮災害防止への指標 -

注) ④の A. P. +7.18m までの背後地の高さの確保は、背後地の街づくりと調整中であるため、数値目標は設定しない。

個別目標 2：環境

(1) 検証手法の考え方(これまでの900m区間と同じ)

周辺生態系の保全に関する検証は、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。



(2) 直接的影響に関する目標達成基準

目標達成基準 1: 潮間帯生物群集が、改修後の石積み護岸の潮間帯に定着し、石積みの間隙が生物の隠れ場、産卵場などに利用され潮間帯のハビタットとして機能すること

1) 潮間帯生物の定着に関する検証基準の設定

改修後の石積み護岸の潮間帯における潮間帯生物群集の定着に関する検証基準を設定した。

a 改修前の直立護岸直下の潮間帯の状況(東側1工区との比較)

残された200m区間の施工前の状況として、これまで護岸未改修範囲の対照測線L-3(No.34)の調査を実施している。

対照測線L-3の潮間帯の状況と、同じ塩浜2丁目の先に護岸改修が行われた1工区(No.82)の直下の状況の比較を図2-4に示す。図2-5には護岸周辺の状況を示した。

中潮帯と低潮帯の写真を比べると、測線L-3の鋼矢板壁前面の捨石の高さが、1工区より低い位置にあり、前面水深が深くなっているのがわかる。高・中・低潮帯のコドラート(黄色い枠)内の潮間帯生物の付着は、高潮帯ではフジツボ類の付着が少なく、中潮帯及び低潮帯ではマガキの着生がほとんどみられない。



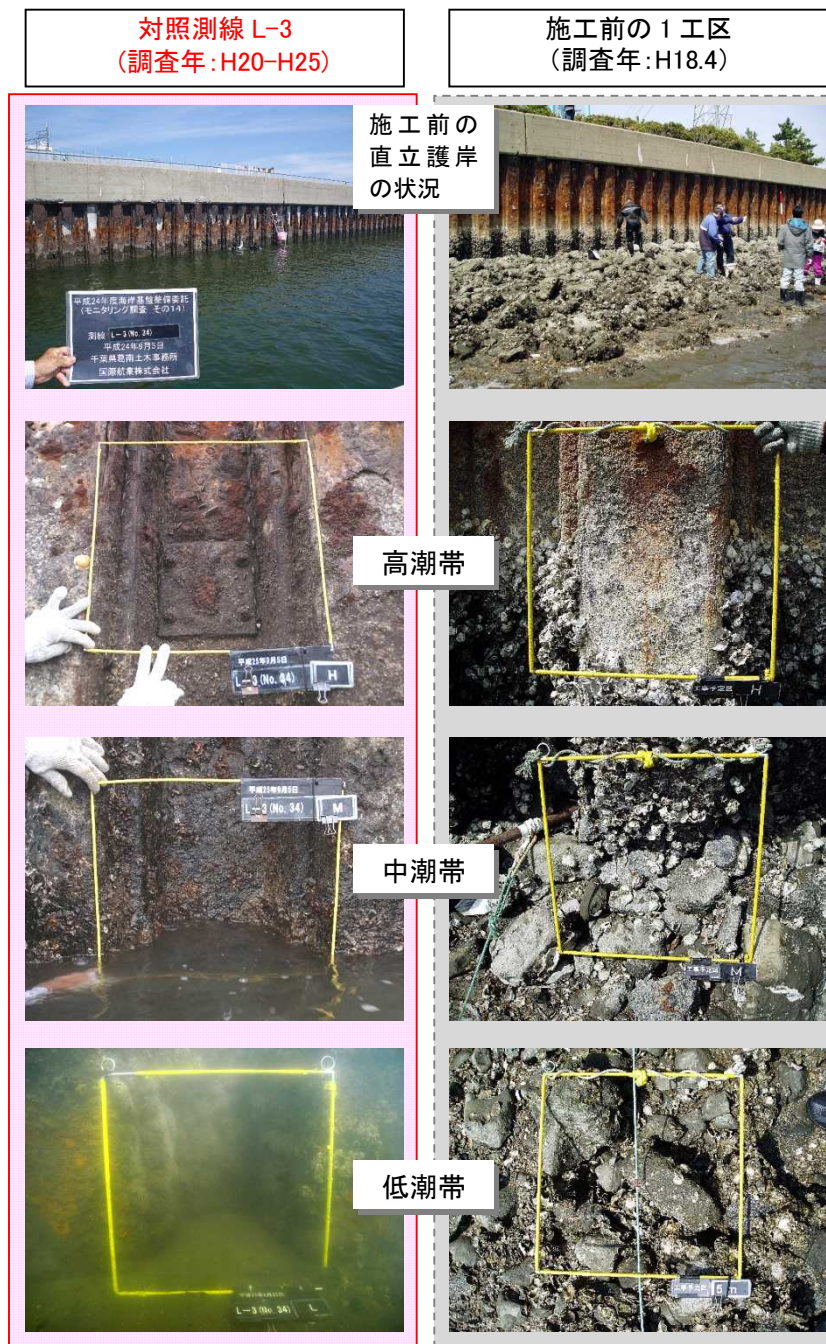


図 2-4 護岸部の状況  
(両者の写真撮影時の潮位は異なる)

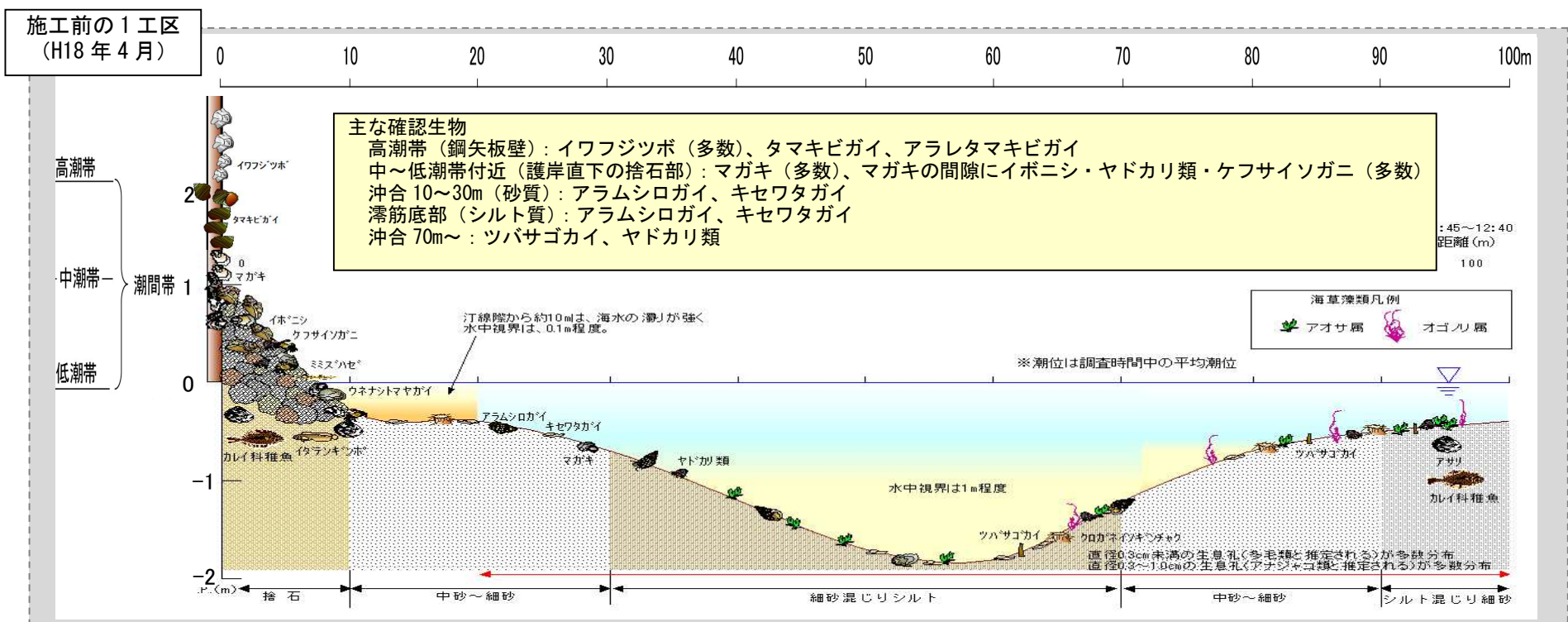
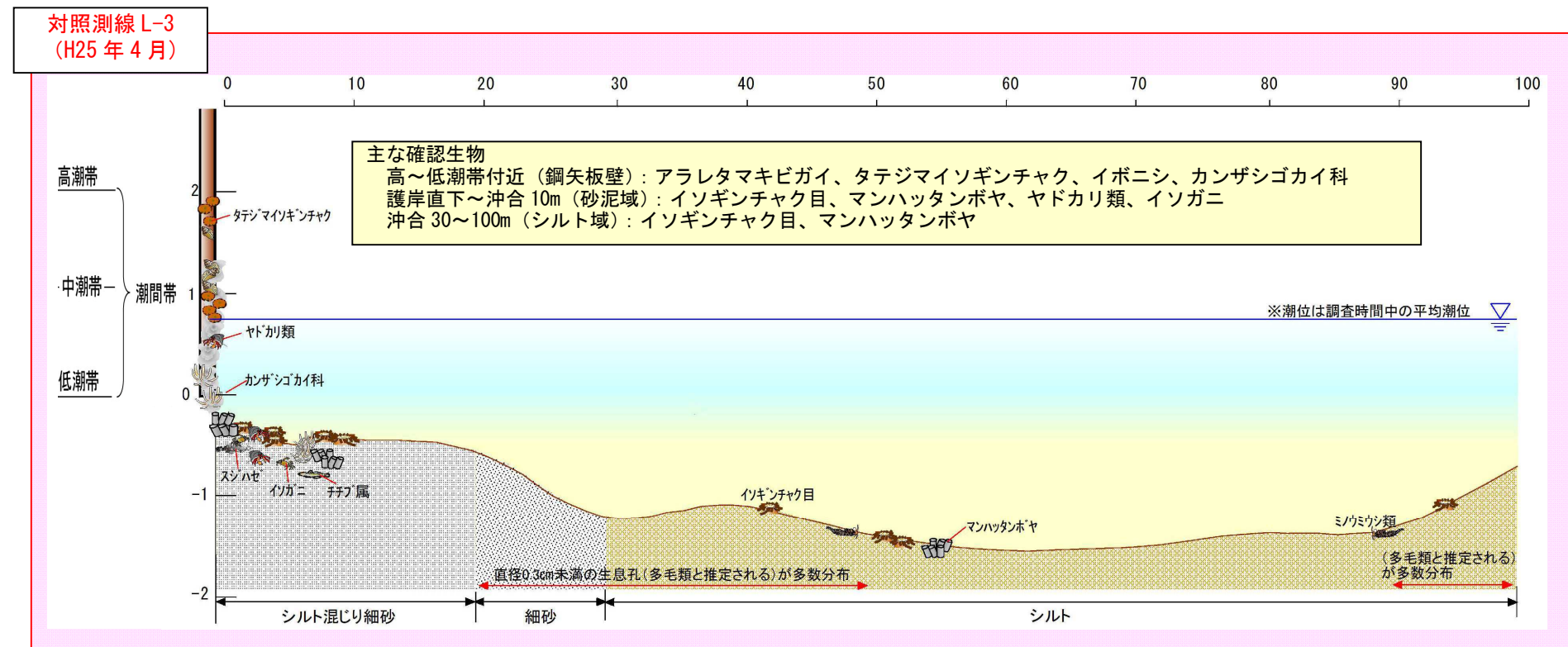
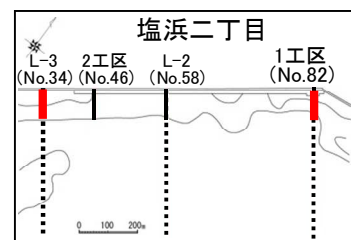


図 2-5 護岸部周辺の状況



b 改修前の直立護岸直下の潮間帯生物の出現状況

これまでに測線 L-3 において高・中・低潮帯で観察された、潮間帯生物種の一覧と、確認された生物の平均個体数または被度を下表に示す。なお、表中の生物種は、必ずしも各調査時季に毎回出現しているものではなく、1 回以上出現した種の一覧である。

これまでの観察調査では高潮帯で 12 種、中潮帯で 22 種、低潮帯で 21 種が確認されている。

各潮位帯の出現状況は、高潮帯ではタマキビガイとフジツボ類が出現していること、中潮帯ではタテジマイソギンチャクやイボニシの確認個体数が多く、マガキは平均的には 5%未満であること、低潮帯ではカンザシゴカイ科、ホウキムシ科といった付着性の動物種が優占して出現している。

1 工区では、中～低潮帯で優占種となっているマガキは、他の出現種に比べて個体が大型であり、かつ密集して着生しており、殻の間隙等は、ケフサイソガニ等の他の生物の生息場として利用されている状況がみられたが、この 200m 区間の代表測線 L-3 ではマガキの被度は 5%未満と低く、この点が 1 工区の状況と異なっている。

表 2-2 測線 L-3 の現状の直立護岸部における潮間帯生物の出現状況  
(7 年間・18 季平均, 魚類を除く)

番号	種名	高潮帯 A.P.+1.8m付近	中潮帯 A.P.+0.8m付近	低潮帯 A.P.±0m付近
1	海綿動物 * 海綿動物門		<1%	<5%
2	刺胞動物 * ヒトロ虫綱		<1%	<1%
3	タテジマイソギンチャク	13	33	<1
4	イソギンチャク目		4	1
5	環形動物 * カンザシゴカイ科		<5%	18%
6	触手動物 * 苔虫綱		<1%	<1%
7	* ホウキムシ科		<1%	5%
8	* ヒメホウキムシ科		<1%	<1%
9	軟体動物 ヒザラガイ綱		5	<1
10	アラレタマキビ	3		
11	タマキビガイ	25	4	2
12	シマメウツネガイ		1	
13	レイシガイ		3	<1
14	イボニシ	5	52	20
15	アラムシロガイ			<1
16	* ミドリガイ		<1%	<1%
17	* マガキ	<5%	<5%	<1%
18	節足動物 * イワフジツボ	<5%	<1%	
19	* シロスジフジツボ	<5%	<1%	
20	* タテジマフジツボ	<5%	<1%	
21	* ヨーロッパフジツボ		<1%	
22	フナムシ属	11	4	
23	スジエビ属	1		
24	異尾亜目(ヤドカリ類)	<1	4	3
25	イソガニ			<1
26	ケフサイソガニ	<1	1	<1
27	原索動物 カタユレイボヤ			2
28	マンハッタンボヤ			5
29	シロボヤ			<1
種類数		12	22	21

注1: \*印の付いている動物は被度(%)を示し、その他の動物は個体数を示す。  
注2: 個体数及び被度は、春季・夏季・冬季の3季の平均を示す。  
注3: 個体数の“<1”は、平均1個体未満、被度の“<5%”、“<1%”はそれぞれ平均5%未満、1%未満であることを示す。

測線 L-3 における高、中、低潮帯における出現種類数の 7 年間の推移を下図に示す。

各潮位帯とも、出現種類数は 1~9 種と、時季によって大きく変動しており、季節による種数の傾向はみられない。

平均確認種数は高潮帯では約 3 種、中潮帯で約 6 種、低潮帯で約 4 種である(図中の実線)が、数の変動が大きすぎて、“平均値”を代表的な値として把握するのは、ここでは難しいと思われるため、変動の幅を“標準偏差”として考慮すると、いずれの潮位帯でも平均値から 2 種程度の変動幅がある(図中の破線)。

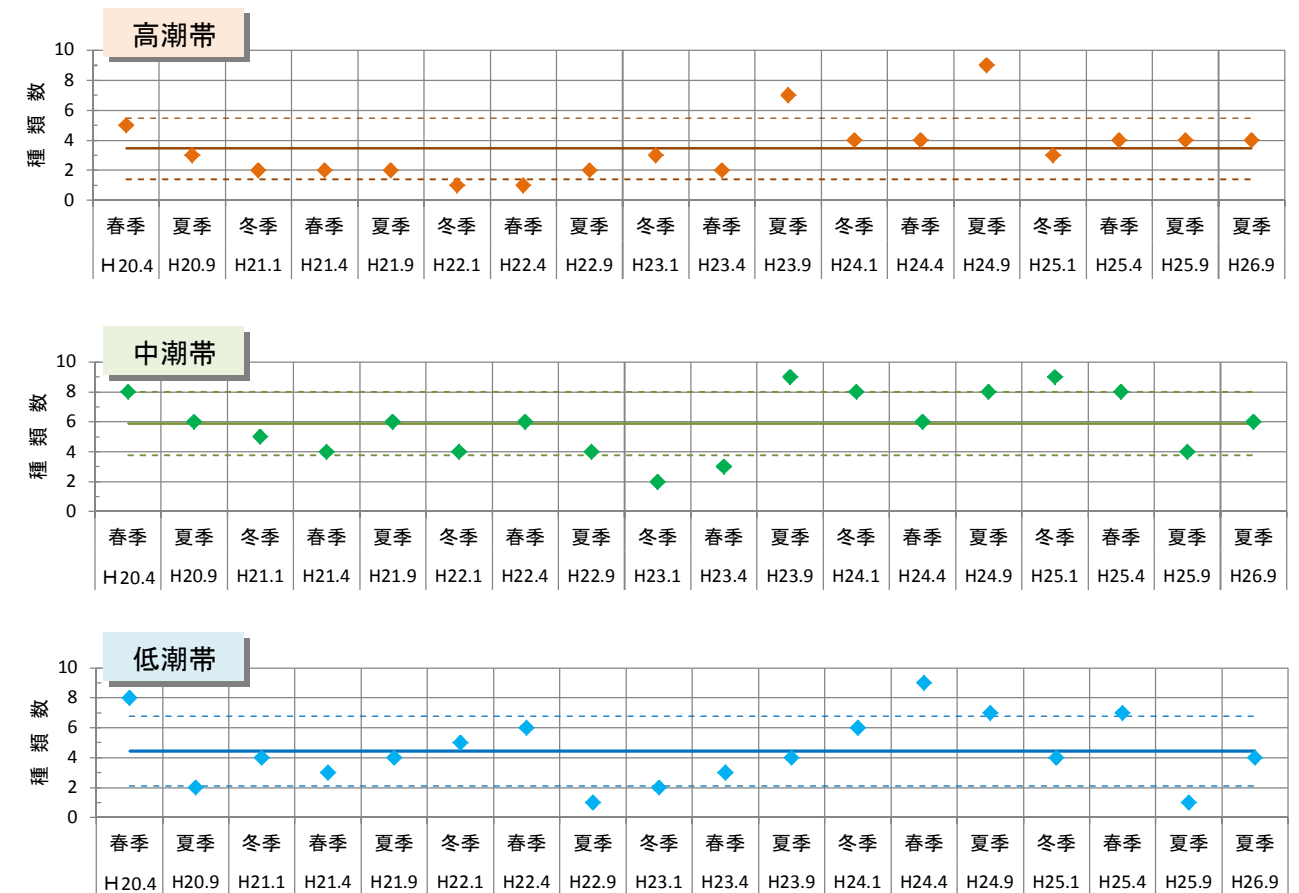


図 2-6 測線 L-3 の高、中、低潮帯における潮間帯生物の出現種類数の推移  
(H20 年 4 月～H26 年 9 月: 表中の実線は平均値、破線は標準偏差)

c 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や被度が低く、かつ、出現種の変動が大きいため、特定の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。

そこで、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、各潮位帯で標準的に確認される種数を検証基準として、これまでの出現種数の平均値に変動幅－標準偏差－を考慮した種数以上が確認されることを一つの基準とする。つまり、護岸改修後の潮間帯生物の定着に関する検証基準は、高潮帯では1種以上、中潮帯では4種以上、低潮帯は2種以上となることとする。

また、生物の種数だけでは、潮間帯生物群集の回復としての評価が困難であることから、施工前の護岸部で確認されていた潮間帯生物種（前記、表 2-2 に示す生物種）が確認されることも、もう一つの基準として設定する。

表 2-7 塩浜 2 丁目の残された 200m 区間における護岸部潮間帯の確認種数の状況

潮位帯	平均確認種類数 (計算値)	18 季の種数 標準偏差値	標準偏差を考慮し た確認種類数	標準的に最低限 確認される種類数
高潮帯 A.P.+1.8m 付近	3 種 (平均値 3.4)	±2.0	1 種～5 種	1 種以上
中潮帯 A.P.+0.8m 付近	6 種 (平均値 5.9)	±2.1	4 種～8 種	4 種以上
低潮帯 A.P.±0m 付近	4 種 (平均値 4.4)	±2.3	2 種～7 種	2 種以上

表 2-8 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	
施工前の 護岸部潮 間帯生物 の種類数	施工後 2 年以内	改修後の石積み 護岸の潮間帯 (高、中、低潮帯)	高潮帯：潮間帯生物の確認種数が 1 種以上となること	施工前の護岸 部で確認され ていた潮間帯 生物種の出現 が確認される こと。
			中潮帯：潮間帯生物の確認種数が 4 種以上となること	
			低潮帯：潮間帯生物の確認種数が 2 種以上となること	

2) 重要種の再定着に関する検証基準の設定

200m 区間の測線 L-3 では、これまでの現地調査の結果、護岸改修により直接的な改変をうける範囲に依存する重要種の定着は確認されていない<sup>※</sup>ことから、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。ただし、石積み護岸の改修後にマガキのカキ殻や石積み間隙にウネナシトマヤガイの定着の可能性があることから、モニタリングにおいて定着状況を確認することとする。

※重要種のウネナシトマヤガイは測線 L-3 の潮間帯観察では確認されなかった。定量採取・分析結果では、H21 年 1 月の中潮帯で 1 個体：0.03g（稚貝）、H22 年 9 月の低潮帯で 1 個体：0.28g（稚貝）、H23 年 9 月の中潮帯で 1 個体：0.03g（稚貝）と、何れも夏季調査で稚貝が確認された。しかし、春季調査では確認されなかった。これは、ウネナシトマヤガイの稚貝が一時的に着生するものの、カキ殻や石の間隙を生息場とする基盤がないため、目視観察で確認できるような成貝まで成長できず、定着しないものと考えられる。

(3) 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

1) 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、H20年～H26年度に実施された対照測線L-3の深浅測量の各時期の断面を重ね合わせ変動量を算出した。

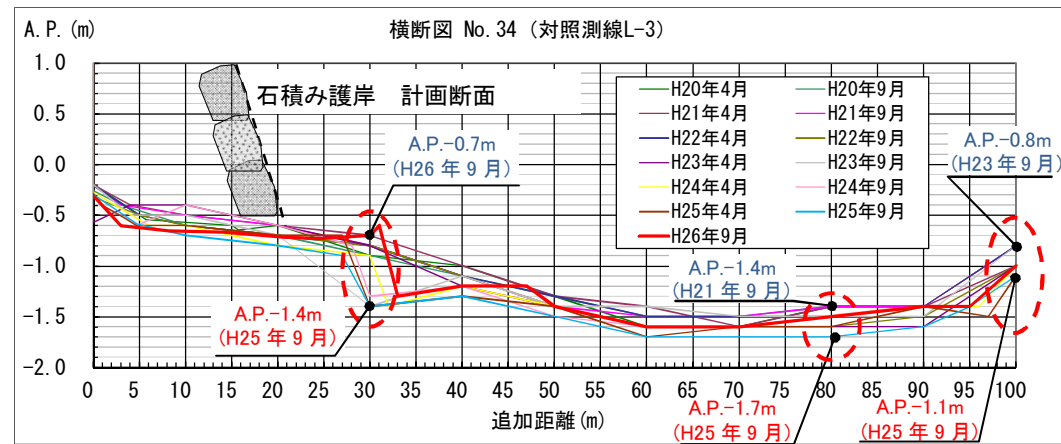


図 2-7 測線 L-3 の深浅測量結果による断面形状の変化  
(図中の高さ方向のスケールを拡大している)

表 2-9 各測線の変動量と検証基準(案)

代表点	変動量	変動幅	深浅測量の精度	検証基準(案)
30m 地点	0.7m	±0.35m	±0.2m	±0.55m
滞筋底部	0.3m	±0.15m		—
100m 地点	0.3m	±0.15m		±0.35m

3割勾配の石積み護岸に改修後ののり先は約21m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25m地点を検証点として、施工前の30m地点の地形データを基準に検証を行う。

30m地点の検証基準は、変動量の1/2の変動幅±0.35mに深浅測量の精度幅±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。**

表 2-10 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	25m地点(のり先)	施工前海底面に対して、±0.6m

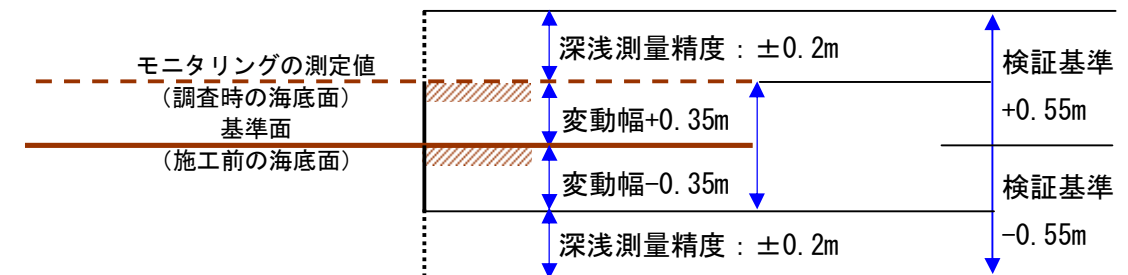


図 2-8 地形測量結果に関する検証基準(30m地点)の考え方



## 2) 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。

### a 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20～26年度に実施された粒度試験結果について整理した。

測線L-3の13季における粒度試験結果を示す。試料採取箇所は、30m地点が石積み3割勾配のり先付近、80m地点が滞筋底部、100m地点が砂底域である。

石積みのみ先付近となる離岸距離30mと、滞筋底部の離岸距離80mの底質は、泥分(シルト・粘土分)を60～90%を含み、泥質である。一方、滞筋から沖に向かって浅くなる100m地点では砂分を約70%含む砂質の底質である。

表 2-11 調査測線 L-3 の代表地点における底質粒度組成  
(30m、100m の組成は 13 季調査の平均、80m は 12 季調査の平均)

含有底質区分	30m(計画・石積のり先周辺)	80m(滞筋の底部)	100m(浅場の砂底域)
礫分	5%	0%	4%
砂分	34%	8%	66%
泥分	61%	92%	31%

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

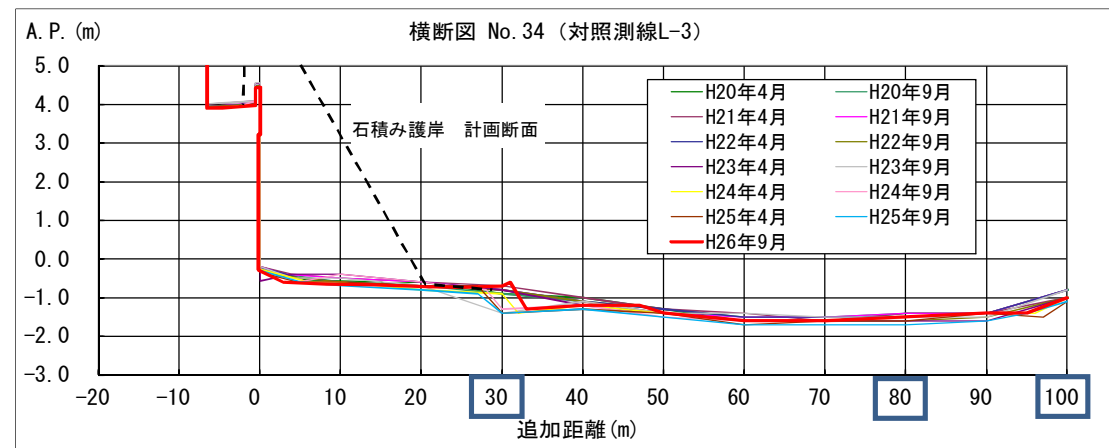


図 2-9 地形測量結果の横断面図と表 2-7 に示す底質粒度組成の地点

### a 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2丁目の西側200m区間前面海域における現地調査では、計画で石積み法先周辺にあたる離岸距離30mの泥質の底質では、カンザシゴカイ科、イソギンチャク類が確認される頻度が多く、その他の生物は、アサリやヤドカリ類、ホヤ類、ハゼ科の魚類がまれに少数確認される程度である。沖合の100mの泥混りの砂底域では、ホトトギスガイ、アサリ、ホンビノスガイなどの二枚貝が確認されている。なお、滞筋底部では底生動物はほとんど確認されていない。

表 2-12 調査測線 L-3 の代表地点・離岸距離 30m、100m 地点における底生動物の確認状況

調査年月	観察調査による底生動物の出現種 ( )内は 0.25m <sup>2</sup> 当りの個体数または被度	
	離岸距離 30m (砂分約 30%、泥分約 60%)	離岸距離 100m (砂分約 70%、泥分約 30%)
H20.4	サルホウガイ(1)、ヤドカリ類(1)	ホトキスガイ(5%未満)、ヤドカリ類(1)
H20.9	カンザシゴカイ科(5%未満)※	ヒメシラカガイ(1)
H21.4	カンザシゴカイ科(5%未満)※、ホウキムシ科(5%未満)※	確認なし
H21.9	カンザシゴカイ科(5%未満)※、マンハッタンホヤ(23)、アサリ(12)、イソギンチャク目(3)、アミ科(群れ)	ホトキスガイ(5%未満)、ホンビノスガイ(3)、アサリ(10)、アミ科(群れ)、ヤドカリ類(1)
H22.4	カンザシゴカイ科(5%未満)※、クロガネイソギンチャク(2)、イソギンチャク目(1)、ヤドカリ類(1)	クロガネイソギンチャク(2)、ヤドカリ類(6)
H22.9	カンザシゴカイ科(5%未満)※、イソギンチャク目(3)、アサリ(3)、タイワンガサミ(1)、シロホヤ(4)	ホンビノスガイ(2)、アサリ(32)、シオフキガイ(5)、イシガニ(1)、シロホヤ(1)
H23.4	イソギンチャク目(2)、多毛類卵塊、アカニシ(1)、ヤドカリ類(1)、カタユレイホヤ(1)	多毛類卵塊、アラムシロガイ(2)、アメフラシ(1)、ヤドカリ類(3)
H23.9	イソギンチャク目(8)	確認なし
H24.4	マンハッタンホヤ(5)	確認なし
H24.9	イソギンチャク目(20)、マンハッタンホヤ(4)	ツハサコガイ(1)、サルホウガイ(2)、ホンビノスガイ(85)、アサリ(1)、ヤドカリ類(1)
H25.4	カンザシゴカイ科(5%未満)※	イソギンチャク目(1)、ミノムシ類(1)
H25.9	カンザシゴカイ科(5%未満)※	イソギンチャク目(1)、サルホウガイ(1)、ホンビノスガイ(18)、アサリ(170)
H26.9	イソギンチャク目(1)、ホウキムシ科(5%未満)※	サルホウガイ(1)、ホンビノスガイ(7)

※カンザシゴカイ科、ホウキムシ科は、護岸直下から30m付近にわたって存在する沈船の残骸に付着していた。

上記、目視観察結果では30m地点で出現した底生動物は、沈船の残骸に着生する動物種や、出現個体数が少なく、定着している種の特徴がみられない。そこで、これまで護岸モニタリング調査で実施した、目視観察では確認できない底生動物の出現状況を把握するために実施した、定量採取・分析の結果から、護岸前面の底生動物種の出現状況を把握する。

表2-13は、その採取分析結果のうち、出現種類数、個体数と湿重量の上位3種及び、同時期に採取した近傍の底質を含む砂分と泥分の割合を示す。

表2-13 測線L-3の離岸距離約20m地点における底生動物の定量採取分析結果と底質状況 (H20～H26年度の7年間)

調査年月	H20年4月		H20年9月		H21年4月		H21年9月	
種類数	23		8		20		29	
個体数 上位3種	種名	個体数(割合)	種名	個体数(割合)	種名	個体数(割合)	種名	個体数(割合)
	<i>Pseudopolydora</i> 属	132 (28.1%)	ウミゴマツボ	48 (82.8%)	ウミゴマツボ	21 (23.1%)	ウミゴマツボ	130 (24.2%)
	<i>Polydora</i> 属	104 (22.1%)	アシナガゴカイ	3 (5.2%)	アシナガゴカイ	17 (18.7%)	マンハツタホヤ	81 (15.1%)
	アシナガゴカイ	43 (9.1%)	イトリスビオ	2 (3.4%)	ヨツハネヒオA型	12 (13.2%)	ホトギスガイ	61 (11.4%)
	全個体数	470	全個体数	58	全個体数	91	全個体数	537
湿重量 上位3種	種名	湿重量(割合)	種名	湿重量(割合)	種名	湿重量(割合)	種名	湿重量(割合)
	ヒシラトリ	3.12 (32.1%)	ウスカラシオウガイ	0.17 (68.0%)	オオノガイ	6.44 (44.5%)	マンハツタホヤ	56.46 (54.9%)
	アシナガゴカイ	2.97 (30.5%)	ウミゴマツボ	0.06 (24.0%)	ヒシラトリ	2.30 (15.9%)	ホトギスガイ	11.93 (11.6%)
	<i>Pseudopolydora</i> 属	0.84 (8.6%)	カマガリキホシイソメ	0.01 (4.0%)	イムシ	1.78 (12.3%)	アサリ	10.50 (10.2%)
	全湿重量	9.73	全湿重量	0.25	全湿重量	14.46	全湿重量	102.91
底質 組成	砂分(%)	82	泥分(%)	26	砂分(%)	38	泥分(%)	52
	砂分(%)	34	泥分(%)	69	砂分(%)	61	泥分(%)	43

調査年月	H22年4月		H22年9月		H23年4月		H23年9月	
種類数	24		21		31		18	
個体数 上位3種	種名	個体数(割合)	種名	個体数(割合)	種名	個体数(割合)	種名	個体数(割合)
	ウミゴマツボ	129 (45.6%)	アサリ	674 (63.2%)	アリアゲドクダムシ	1,011 (61.6%)	ウスカラシオウガイ	157 (48.2%)
	ミスヒキコカイ	31 (11.0%)	カゴカイ	157 (14.7%)	ニホト'ロソビ	170 (10.4%)	ヒメシラトリガイ	64 (19.6%)
	カゴカイ	26 (9.2%)	ミスヒキコカイ	75 (7.0%)	ミスヒキコカイ	146 (8.9%)	ウミゴマツボ	64 (19.6%)
	全個体数	283	全個体数	1,066	全個体数	1,641	全個体数	326
湿重量 上位3種	種名	湿重量(割合)	種名	湿重量(割合)	種名	湿重量(割合)	種名	湿重量(割合)
	シロホヤ	7.09 (39.4%)	シロホヤ	23.21 (42.8%)	ミスヒキコカイ	3.53 (20.2%)	ウスカラシオウガイ	12.65 (70.6%)
	イガニ	2.21 (12.3%)	アサリ	17.89 (33.0%)	アサリ	2.24 (12.8%)	ホトギスガイ	2.33 (13.0%)
	アサリ	2.03 (11.3%)	マガキ	5.69 (10.5%)	ホトギスガイ	2.11 (12.1%)	ヒシラトリガイ	0.89 (5.0%)
	全湿重量	17.98	全湿重量	54.28	全湿重量	17.49	全湿重量	17.91
底質 組成	砂分(%)	53	泥分(%)	60	砂分(%)	63	泥分(%)	18
	砂分(%)	43	泥分(%)	39	砂分(%)	33	泥分(%)	78

調査年月	H24年4月		H24年9月		H25年4月		H25年9月		H26年9月	
種類数	24		23		18		19		12	
個体数 上位3種	種名	個体数(割合)	種名	個体数(割合)	種名	個体数(割合)	種名	個体数(割合)	種名	個体数(割合)
	ウミゴマツボ	13 (12.9%)	ウミゴマツボ	144 (32.2%)	アサリ	242 (27.1%)	アサリ	388 (58.5%)	アリアゲドクダムシ	1,149 (53.2%)
	アシナガゴカイ	13 (12.9%)	アサリ	112 (25.1%)	<i>Phoronis</i> 属	226 (25.3%)	アシナガゴカイ	115 (17.3%)	ルマンナイス	709 (32.8%)
	ミナシロホヤ	11 (10.9%)	ホトギスガイ	70 (15.7%)	ミスヒキコカイ	168 (18.8%)	ホトギスガイ	73 (11.0%)	<i>Phoronis</i> 属	135 (6.3%)
	全個体数	101	全個体数	447	全個体数	892	全個体数	663	全個体数	2,159
湿重量 上位3種	種名	湿重量(割合)	種名	湿重量(割合)	種名	湿重量(割合)	種名	湿重量(割合)	種名	湿重量(割合)
	ケアサリ	1.76 (28.6%)	アサリ	31.39 (61.8%)	アサリ	35.06 (42.3%)	アサリ	132.61 (48.3%)	アサリ	17.76 (65.4%)
	アサリ	1.18 (19.2%)	ヒシラトリ	6.17 (12.1%)	アシナガゴカイ	17.46 (21.1%)	サルホ'ウガイ	51.33 (18.7%)	ヒシラトリ	5.23 (19.3%)
	ヒシラトリ	0.76 (12.3%)	マンハツタホヤ	5.10 (10.0%)	イボ'ニ	14.96 (18.0%)	マガキ	32.97 (12.0%)	ホトギスガイ	3.07 (11.3%)
	全湿重量	6.16	全湿重量	50.81	全湿重量	82.89	全湿重量	274.44	全湿重量	27.16
底質 組成	砂分(%)	43	泥分(%)	82	砂分(%)	73	泥分(%)	57	砂分(%)	53
	砂分(%)	48	泥分(%)	17	砂分(%)	26	泥分(%)	29	砂分(%)	46

※1) 単位は、個体数は(個体/0.25m<sup>2</sup>)、湿重量は(g/0.25m<sup>2</sup>)で示す。 ※2) 着色の凡例  
 ※3) 赤字の動物種は重要種を示す。  
 ※4) H26年9月の底質は離岸距離26m地点、その他は20m地点の底質

環形動物門(ゴカイ類)  
 軟体動物門(貝類)  
 節足動物門(エビ・カニ類)  
 その他

表2-13をみると、個体数については、ウミゴマツボ、アシナガゴカイなどのゴカイ類、アサリが優占する頻度が多く、湿重量ではホヤ類、ヒメシラトリガイ、アサリなどが優占する頻度が多い。なお、重要種のウミゴマツボやオオノガイが上位に出現することがある。

一方、離岸距離20mの底質について、砂分の含有率は26%~82%で変動し、泥分は17%~78%で変動しており、変動幅が著しく大きい。

上記の離岸距離30mと100mにおける目視観察及び離岸距離20mにおける定量採取分析結果で主に出現した底生動物と、それらの動物種の嗜好や、主な分布域の底質の特徴に関する調査・研究の知見を以下に整理する。

表2-14 底質に対する嗜好または分布域の底質の特徴

生物名	場所	底質の状態
アシナガゴカイ	護岸前面の砂泥 (離岸距離20~30m)	海域のヘドロの中にも多数の個体がみられる※1 シルト・粘土分がおおよそ5%~80%の底質で出現している※2
ウミゴマツボ	護岸前面の砂泥 (離岸距離20~30m)	確認された場所とシルト・粘土分の多い場所とが分布図上に重なる／内湾奥部の潮間帯 下部~上部浅海帯の泥底に生息する ／シルト・粘土分がおおよそ5%~90%の底質で出現している※3
ヒメシラトリガイ	護岸前面の砂泥 (離岸距離20~30m)	潮間帯から水深50mの泥底※4
オオノガイ	護岸前面の砂泥 (離岸距離20~30m)	潮間帯の砂泥底に深く潜っている※4 シルト・粘土分がおおよそ5%~50%の底質で出現している※2
アサリ	護岸前面の砂泥 (離岸距離20~30m) 沖合100m砂底 (離岸距離100m)	稚貝: 泥率8%以上、30%以下(泥分少ない方が良い)※5 成貝: 砂泥、泥率20~30%※5 泥分含有率が30%を越えるとアサリ稚貝の定着が激減※6
ホトギスガイ	護岸前面の砂泥 (離岸距離20~30m) 沖合100m砂底 (離岸距離100m)	潮間帯から水深10mまでの泥底※4 シルト・粘土分がおおよそ10%~70%の底質で出現している※2
ホンビノスガイ	沖合100m砂底 (離岸距離100m)	生息水深は潮間帯から15m程度で、砂泥質の底質を好み、海草ベッド内にも出現する※3 シルト・粘土分がおおよそ10%~70%の底質で出現している※3

※1): 今島実: 環形動物 多毛類(株)生物研究社,1996  
 ※2): 千葉県: 平成18年度三番瀬海生生物現況調査(底生生物及び海域環境)報告書,2007年3月  
 ※3): 千葉県: 平成22年度三番瀬自然環境総合解析報告書,2011年3月  
 ※4): 奥谷喬司: 日本近海産貝類図鑑,東海大学出版会,2000  
 ※5): 水産資源保護協会(1981): 水生生物生態資料  
 ※6): 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

表 2-14 のアサリの嗜好については、稚貝でも「泥分が少ないほうがよい」とされているが、表 2-13 で示した分析結果では、泥分が多いにも関わらず、アサリが個体数と湿重量の優占種として出現している。

分析結果のアサリの湿重量と個体数の比から 1 個体当たりの重量を計算すると、1 個体当たり平均 0.02~0.3g であり、ほとんどが 1cm 以下の稚貝~幼貝である。このことは、アサリの産卵期に三番瀬内を浮遊する幼生が、当該 200m 区間前面のシルト・粘土分が多い海底面に着底し、稚貝~幼貝まで成長するが、成貝まで成長できず、周年では定着できないことを示している。

従って、当該 200m 区間前面 (20m~30m 周辺の海底) で出現しているアサリは、護岸前面の砂泥域の底質 (ハビタット) に依存して生息している種には該当しない、といえる。

一方で、離岸距離 100m 沖合の泥混り砂底域では、泥分が平均して 30%程度で、アサリの生息場としての条件をある程度満たしており、かつ目視観察で確認できる程度のアサリが確認されていることから、100m 沖合の底質 (ハビタット) に依存して生息している種として選定する。

### c 検証基準

上記より、護岸前面 20~30m 周辺では優占種としてアサリが出現しているものの、その底質に依存していないことや、アサリ以外の主な出現種の分布域の底質には、シルト・粘土分 (泥分) の含有率に幅があること、滞筋を越えた沖合 100m 周辺は、アサリやホンビノスガイなどの二枚貝が主に生息しており、その底質は既往資料からアサリの生息条件に近い底質であることが確認された。

従って、底質に係る検証基準を以下のように設定する。

#### ①施工後の石積み法先~離岸距離 30m : 砂泥域

⇒確認された生物が底質に依存している状況は見られないため検証場所としないが、底生生物の生息は確認されているため、底質の変化状況の推移を把握する。

#### ②離岸距離 40m~90m : 滞筋底部

⇒生物がほとんど生息していないため検証場所としない。

#### ③離岸距離 100m 周辺 : 砂底域

⇒これまでの底質の変動及びアサリの底質に対する嗜好を踏まえた底質であること。

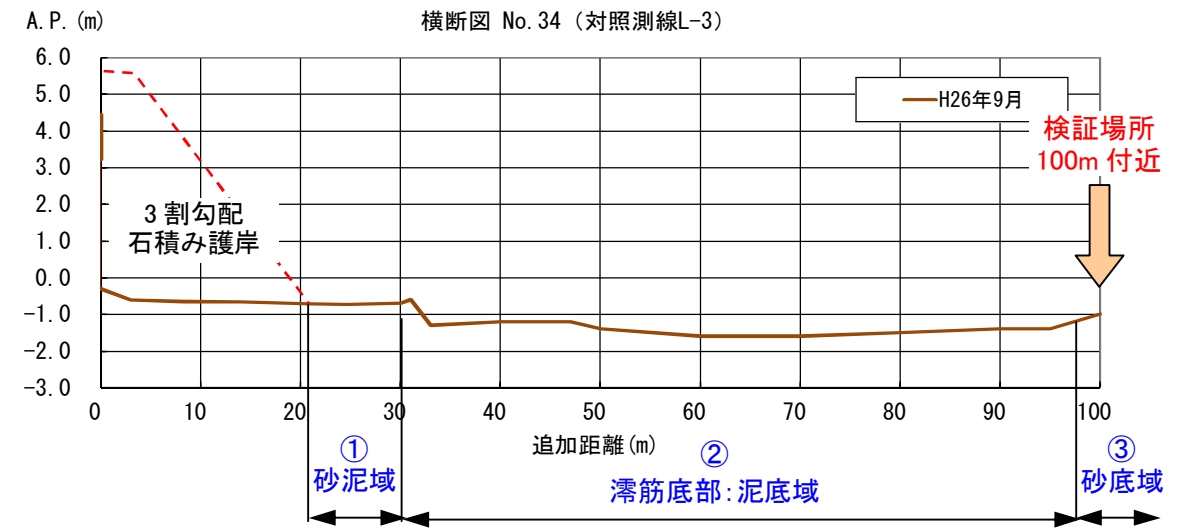


図 2-10 底質(粒度)に関する検証場所

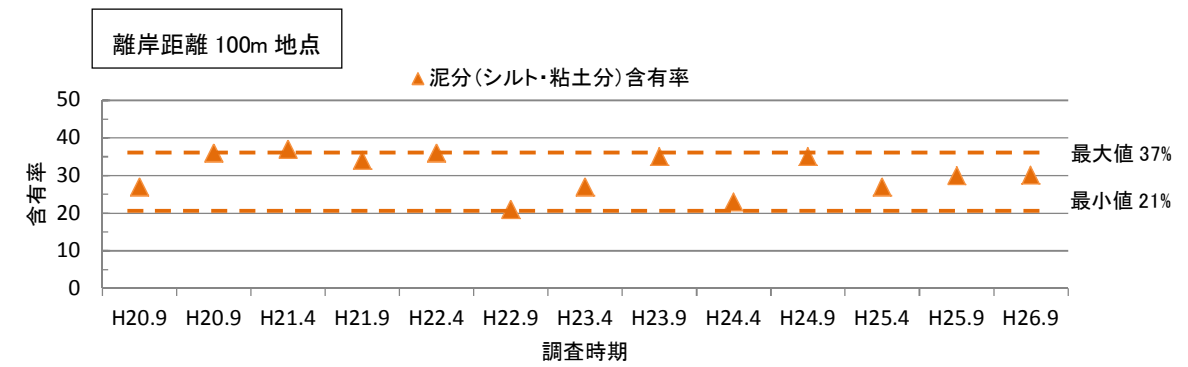


図 2-11 検証場所における底質のシルト・粘土分、砂分含有率の経年変化



図 2-11 の検証場所における底質のシルト・粘土分、砂分含有率の経年変化をみると、離岸距離 100m 地点では、泥分が 21~37%で変動している。

従って、底質に関する検証基準を以下のように設定する。

表 2-15 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※または砂分の割合	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 1 年間経過後に行う。	距離 30m 付近 ハビタット「砂泥域」	確認された生物が底質に依存している状況はみられないため <b>検証箇所としないが、底質の変化状況の推移を把握する</b>
		距離 40~90m 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 <b>検証箇所としない</b>
		距離 100m ハビタット「砂底域」	底質粒度組成の変動、アサリの底質に対する嗜好を踏まえて、泥分の割合が40%を超えないこととする

※)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。

### 個別目標 3：景観・利用

- (1) 景観に関する目標達成基準 (これまでの 900m 区間と同じ)

目標達成基準 1：三番瀬の海岸として好ましい景観が形成されること。

景観に関する検証は、事業実施中のモニタリングとして、実際の利用者又は見学会等によるアンケート方式により、一定の距離が完成した時点で行うこととする。

表 2-16 景観に関する検証基準

検証項目	目標達成時期	検証場所	基準とする値
護岸の景観に対する評価	事業完了時	塩浜 2 丁目	多くの方が護岸の景観に対し、肯定的な評価をすること

- (2) 人々と三番瀬の触れ合いに関する目標達成基準 (これまでの 900m 区間と同じ)

目標達成基準 2：人々と三番瀬の触れ合いが確保されていること。

人々と三番瀬の触れ合いの確保に関する検証は、施工後、供用されないと本来の評価が出来ない。そこで、事業実施中のモニタリングとして、見学会や試験的な供用等によるアンケート方式により、一定の距離が完成した時点で行うこととする。

表 2-17 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 2 丁目	三番瀬との触れ合いが確保されていること

## 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。

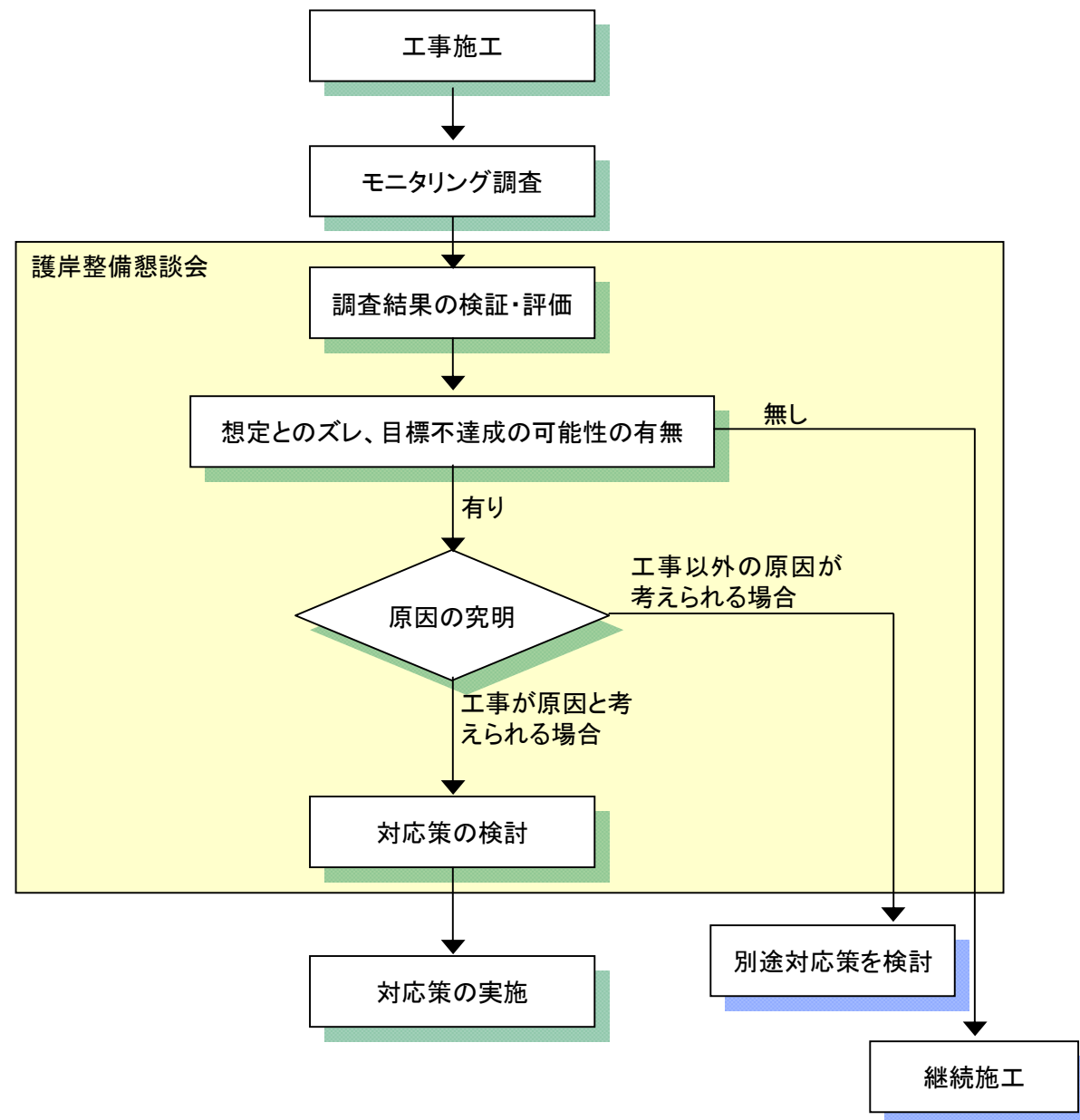


図 2-12 想定とのズレ、目標不達成の可能性が生じた場合の方策

## 2.5 モニタリング調査計画

護岸改修の環境への影響予測の検証を目的とし、順応的管理における検証基準に基づき、地形、底質、生物及び水鳥の検証項目を設定してモニタリング調査を計画する。

施工中、施工後のモニタリング調査計画について表 2-18、図 2-13 に示す。

### 2.5.1 モニタリング調査項目の考え方

順応的管理における検証基準の達成状況を検証・評価できるように「地形」、「底質」、「生物」の項目を設定する。

水鳥に関しては、同じ塩浜 2 丁目の 900m 区間と同様、もともと人出入りが多く、水鳥の利用が少ないことが把握されている。また、工事や護岸の存在が、休息場や採餌場としての利用に支障をきたすことはないと予測されるため、定期的なモニタリング調査は実施しない。しかし、飛来状況の変化や周辺海域への影響を考慮し、必要に応じて専門家等からの状況提供を得ることとする。

捨石の投入等による濁りの影響については、これまで 900m 区間の施工において、汚濁防止膜の設置等による防止対策によって、濁りの拡散と海生生物や漁業等への影響は確認されていないことから、施工時の調査は実施しない。なお、汚濁防止膜の内側の濁りの影響は、毎年の施工直後の底質、生物の調査結果によって確認可能である。

検証材料として、検証基準を超える海底地形や底質に大きな変化が見られた場合は、波浪・流況の外力を把握する。また、検証場所の潮間帯生物の生息状況に大きな影響を与えるような青潮が発生した場合は、漁業者へのヒアリングによる発生と分布状況の把握と沖合の水質状況の把握を行う。

### 2.5.2 モニタリング調査測線と対照測線

護岸改修対象範囲の 200m 区間内に、これまで 900m 区間の対照測線として設定されていた測線 L-3 において、これまでの 900m 区間と同様に地形（沖合い 500m まで測量）、底質（粒度組成）、生物（観察及び定量採取・分析）のモニタリング調査を実施する。

また、モニタリング調査結果の妥当性をはかるための対照測線は、塩浜 3 丁目側の海岸は地形が浅く、波浪が静穏で底質がより泥質となるため施工前の環境が類似していないため設定できない。また 1 丁目側にも漁港や新たに改修した護岸があり測線が設定できない。従って、施工着手から経過年数が 8 年以上経過しており、地形、底質が類似している塩浜 2 丁目の護岸改修範囲で設定することとする。

対照測線は、塩浜 2 丁目でも地形、底質がより類似している測線 L-2 とする。しかし L-2 の測線上では H25 年度に被覆石が施工され、工事が完了して 2 年経過した状況で比較的新しく、潮間帯生物の再定着が進みつつある状況である。従って、施工後 8 年以上経過した 1 工区の測線においても対照測線を設定する。

### 2.5.3 モニタリング調査時期

モニタリング調査の実施時期は、4 月～8 月は海域工事期間中であるため実施できない。また、10 月から翌 3 月では、青潮の影響が懸念されることや、冬季は既往の 900m 区間の冬季モニタリング調査結果から、生物の確認種数が少なくなる。これまで検証評価を行ってきた調査時期を考慮し、9 月（夏季）の 1 時期に実施する。

表 2-18 塩浜 2 丁目 モニタリング調査計画の内容

区分	項目	目的	方法	調査時期	場所・数量等
検証項目	地形	・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	地形測量	9月	・測線No. 34 (L-3)、No. 58 (L-2)、No. 82 (1工区) の岸沖方向500m×3測線＝測線延長1,500m
	底質	・粒径の変化の把握	採泥・粒度試験	9月	・測線No. 34 (L-3)、No. 58 (L-2)、No. 82 (1工区) の岸沖方向22～30m付近、100m付近の2地点で採泥：合計6検体 ※ただし、底質がパッチ状に変化する場合には、1箇所当たり2地点採取する。
	生物	・潮間帯生物の定着状況 ・護岸のり先から沖合の底生生物の状況把握	ベルトトランセクト法による観察	9月	・測線No. 34 (L-3)、No. 58 (L-2)、No. 82 (1工区) の3測線 ・石積護岸(斜面上)から沖100mまで：方形枠(50cm四方)による連続目視観察 ・高潮帯から護岸のり先まで1m間隔 (L-3の潮間帯は、被覆石施工後に観察を行う。) ・旧護岸法線より30～100mは10m間隔
			採取分析		・測線No. 34 (L-3)、No. 58 (L-2) の2測線 ・L-3は中潮帯、低潮帯、のり先の3地点・検体 (中、低潮帯は、被覆石施工後に行う。) ・L-2は中潮帯、低潮帯の2地点・検体 ・分析項目は動物種のみ
	水鳥	水鳥の場の利用への影響について、必要に応じて専門家等からの情報提供を得る。			
検証材料	波浪・流況	2丁目護岸周辺の海底地形、底質に大きな変化が見られた場合は、東京湾内にある波浪観測点から外力を推定する。			
	青潮発生状況	青潮発生後に塩浜2丁目前面海域における青潮の広がり方などの状況について漁業者にヒアリングを行い把握する。また参考情報として近傍の水質連続観測地点のリアルタイム観測値を入手して沖合の水質状況を把握する。			

