

## モニタリング調査結果の検証手法 ～ 目標達成基準の検討 ～

### 個別目標 1: 防護 背後地の安全の確保

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. 背後地の安全の確保に関する検証基準の設定

護岸改修の進捗により、背後地の安全度がどれだけ高まったのかについての検証基準を設定する。

##### (1) 市川塩浜護岸改修事業の内容

- ・事業計画：5ヶ年整備計画目標 L=約 900m
- ・実施計画：平成 17・18 年度施工分 工事延長 L=100m (完成形 20m)

##### (2) 防護に対する達成の検討

背後地の安全確保に関する基準として、以下に示す防護に関する達成度を設定した。

$$A\% = (\text{当該年度の完成延長 m} / \text{計画延長 m}) \times 100$$

$$B\% = (\text{改修後の石積の天端高 m} / \text{計画天端高 m}) \times 100$$

$$\text{防護に関する達成度} = A \times B (\%)$$

既設護岸天端高：A.P.=5.1m  
計画天端高：A.P.=5.65m

#### 【平成 17・18 年度施工分に関する検証例】

- 完成断面 20m (改修後天端高 A.P.=5.65m)
  - ・計画 900m のうち 20m 完成 :  $(20/900) \times 100 = 2\%$  達成
  - ・既設天端高 A.P.=5.1m から、A.P.=5.65m へ改修 :  $(5.65/5.65) \times 100 = 100\%$  達成
  - **完成断面 20m の防護達成度：2% × 100% = 2% 達成**
- 暫定断面 80m (暫定天端高 A.P.=3.0m)
  - ・計画 900m のうち 80m 完成 :  $(80/900) \times 100 = 8.9\%$  達成
  - ・暫定天端高 A.P.=3.0m :  $(3.0/5.65) =$  計画天端高 A.P.=5.65m に対して 53.1% 達成
  - **暫定断面 80m の防護達成度：8.9% × 53.1% = 4.7% 達成**

平成 17・18 年度施工分の防護に関する達成度は、完成断面 20m と暫定断面 80m を合わせて **6.7%** が達成されたことになる。

##### (3) 検証基準

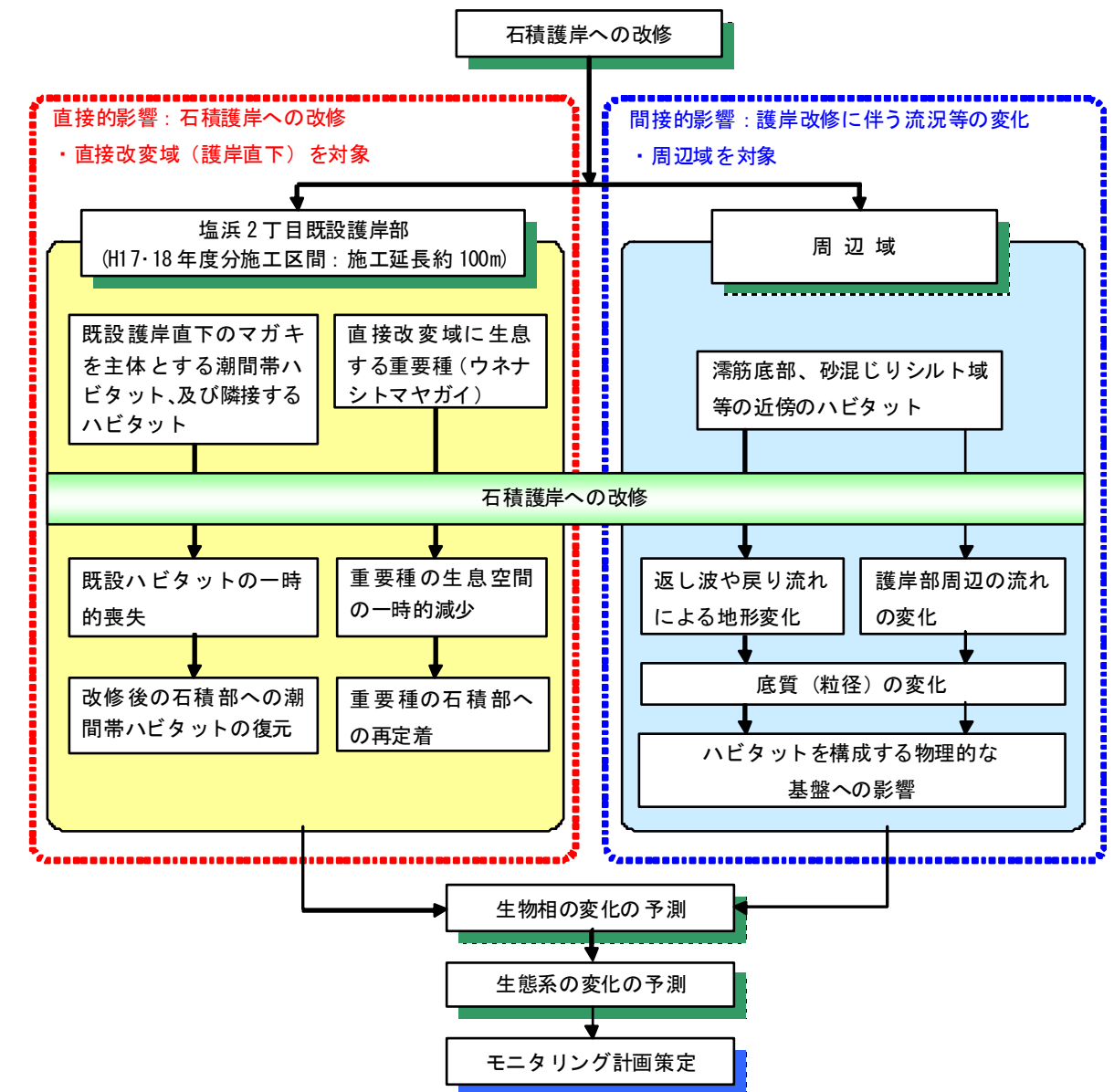
背後地の安全確保に関する検証基準は、事業計画を踏まえて以下の通りとする。

背後地の安全の確保に関する検証基準

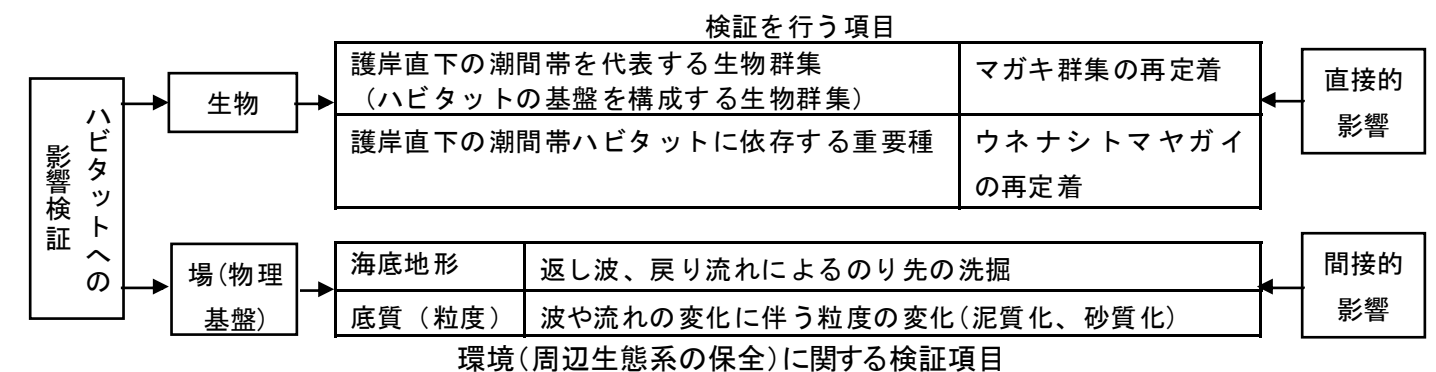
検証項目	目標達成時期	検証場所	基準とする値
防護に関する達成度	平成 22 年度頃	塩浜 2 丁目	防護に関する達成度 100% を達成すること

## 個別目標 2: 環境 周辺生態系の保全

周辺生態系の保全に関する検証は、昨年度の護岸検討委員会で行っ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する。



平成 17 年度護岸検討委員会で行った護岸改修事業の生物への影響予測のフロー



目標達成基準1：マガキを主体とした潮間帯生物群集が、改修後の石積護岸の潮間帯に定着し、カキ殻の間隙が他の生物の隠れ場、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

改修後の石積護岸の潮間帯におけるマガキを主体とした潮間帯生物群集の定着に関する検証基準を設定する。

(1) 改修前の直立護岸直下の潮間帯生物群集について

施工前調査（平成18年4月）における潮間帯生物の調査結果を示す。

高潮帯では、イワフジツボ、シロスジフジツボ、中潮帯ではタマキビガイ、マガキ、低潮帯ではマガキがそれぞれ優占している。

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、かつ密集して着生する。また、殻の間隙等は、タマキビガイ等の他の生物の生息場として利用されている。

施工前調査における工事区域の潮間帯生物

調査年月日：平成18年4月1日  
単位：個体数/㎡

綱名	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
多毛綱	カンザシゴカイ科		+	
腹足綱	タマキビガイ	64	2560	4
	アラレタマキビ	12		
	イボニシ		8	12
二枚貝綱	マガキ	+	40%	40%
甲殻綱	イワフジツボ	50%	+	
	シロスジフジツボ		10%	

注1：%表示の種は㎡当たりの被度を示す。

注2：マガキについては、殻と殻の間隙が他の生物の生息空間として利用されているため、ハビタットの構成要素として、死貝の殻も被度に含めている。

注3：+は被度5%未満を示す。

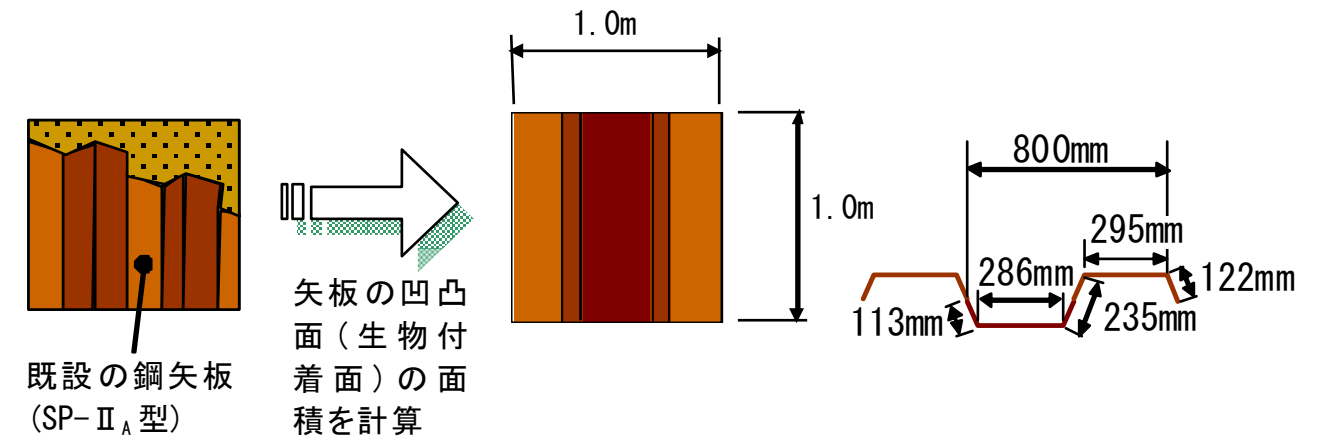
(2) 検証基準

前述したように、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、かつ密集して着生する。また殻の間隙等は、タマキビガイやカニ類等の他の生物の生息場としても利用されており、護岸直下の潮間帯ハビタットを構成する最も重要な生物種と考えられる。従って、改修後の石積部が潮間帯のハビタットとして機能するためには、施工前と同程度の被度でマガキが着生する必要があるものと考えられる。

ここで、検証の基準に使用するマガキについては、直立護岸から間隙を有する石積護岸に改修されることで、着生面積が増加したことが考えられる。

石積の間隙による着生面積の増加を評価するため、マガキの被度を㎡当たりの石積部への投影面積に換算して評価を行うこととする。

そこで、施工前の直立護岸部での調査結果について、マガキの着生面積を鋼矢板の凹凸の部分を加味した表面積当りに換算し検証基準値とする。



【施工前（鋼矢板）におけるマガキ被度40%の場合の着生面積】

平面の場合、被度40%は0.4㎡/㎡となる。ここで鋼矢板の凹凸を展開した面積1.314㎡※当たりの着生面積は、0.53㎡となる。

※ 鋼矢板の凹凸を含めた平面1㎡当たり面積

$$=(1.0 \div 0.8) \times (0.113 + 0.286 + 0.235 + 0.295 + 0.122) \times 1.0 = 1.314 \text{ ㎡}$$

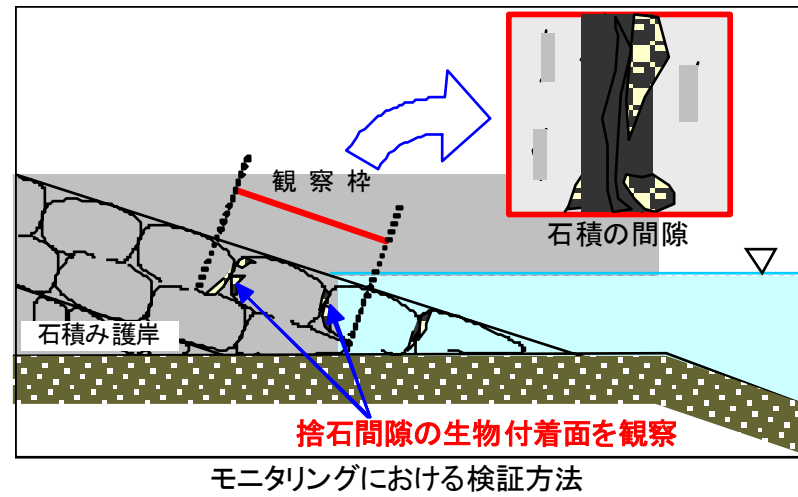
これらを踏まえて、施工後の石積護岸への潮間帯生物の定着に関する検証基準は、以下の通りとする。

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
マガキの着生面積	施工後5年以内	平成18年度施工の石積護岸の潮間帯（中潮帯～低潮帯）	石積部において、1m×1mの中にマガキの着生面積が0.53㎡※程度になること。 ※施工前の鋼矢板部におけるマガキの平面1㎡当たりの被度40%に相当。

※ モニタリングにおける検証法について

モニタリング結果の検証に当たっては、石積上に設定した観察枠内の捨石間隙のマガキの被度を観察し、着生被度を着生面積に換算し検証を行うこととする。



2. 重要種の定着に関する検証基準の設定

護岸直下のマガキに代表されるハビタットに依存する重要種としては、二枚貝類のウネナシトマヤガイ（千葉県レッドデータブック カテゴリーA）が挙げられる。

ここでは、改修後の石積護岸の潮間帯に、ウネナシトマヤガイの定着に関する検証基準を設定する。

(1) 改修前の護岸直下における生息状況

改修前の護岸直下におけるウネナシトマヤガイの生息状況について以下に示す。

平成 16～17 年度に実施された環境基礎調査における、工事区域に最も近い調査測線 L-1 の確認状況を示す。また、平成 18 年 4 月に実施された工事区域における施工前調査の確認状況を併せて示す。

護岸直下のウネナシトマヤガイの確認状況

単位：個体数/m<sup>2</sup>

調査時期	環境基礎調査(平成16年～平成17年)				施工前調査 平成18年 4月
	秋季	冬季	春季	夏季	
調査方法					
枠取分析	16	0	4	4	0
目視観察	0	0	0	4	4

注 1: 枠取分析は、方形枠内の潮間帯生物を採取し室内分析を行った。

注 2: 目視観察は、ライトランセクト法により方形枠内の潮間帯生物の個体数の計数を行った。

これまでの確認状況から、本種は大部分がカキ殻の間隙に入り込む状況で確認されており、本種の定着の前提条件として、マガキによる潮間帯のハビタットが構成されている必要があると考えられる。



ウネナシトマヤガイの生息空間であるマガキ群集



カキ殻の間隙に生息するウネナシトマヤガイ(円内)

(2) 検証基準

工事区域周辺におけるウネナシトマヤガイの確認状況を踏まえて、施工後の石積護岸への本種の定着に関する検証基準は、以下の通りとする。

潮間帯生物の定着に関する検証基準

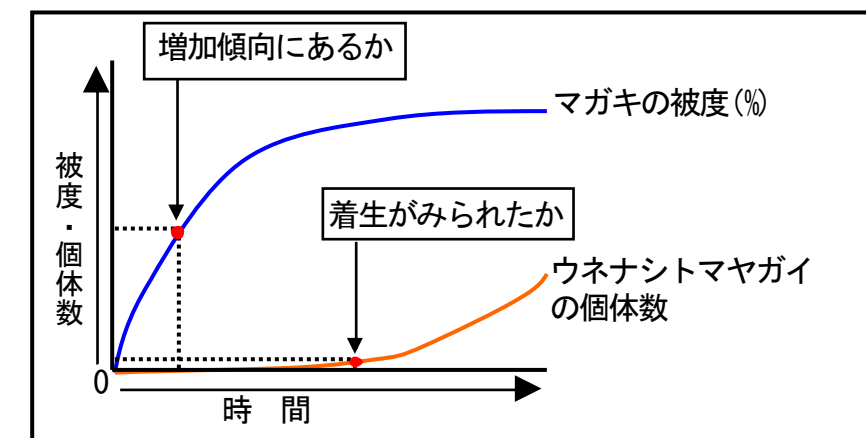
検証項目	目標達成時期	検証場所	基準とする値
ウネナシトマヤガイの個体数	施工後5～10年	平成18年度施工の石積護岸の潮間帯～潮下帯	確認されること(1個体/m <sup>2</sup> 以上) ※但し、確認箇所は複数箇所とする。

※ 途中段階の年次における検証基準について

一般的に生物が新たな生息空間（この場合は付着基盤）に進出する場合、マガキのように個体数が多く優勢な種は、下図に示すように対数関数的な増加傾向を示す。

これに対して、ウネナシトマヤガイのように個体数が少なく、マガキ群集が成立後、そこを棲み場として利用するような種の場合は、その個体数増加は、指数関数的な曲線を描くものと考えられる。

生物の生息個体数を一年ごとに数値的に予測することは困難であるため、以下の想定される個体数の増加曲線を踏まえて、目標達成時期までの途中段階の年次においては、マガキについては、その被度が増加傾向にあること、ウネナシトマヤガイについては、着生の有無によって検証を行っていくものとする。



生物の再定着のイメージ

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

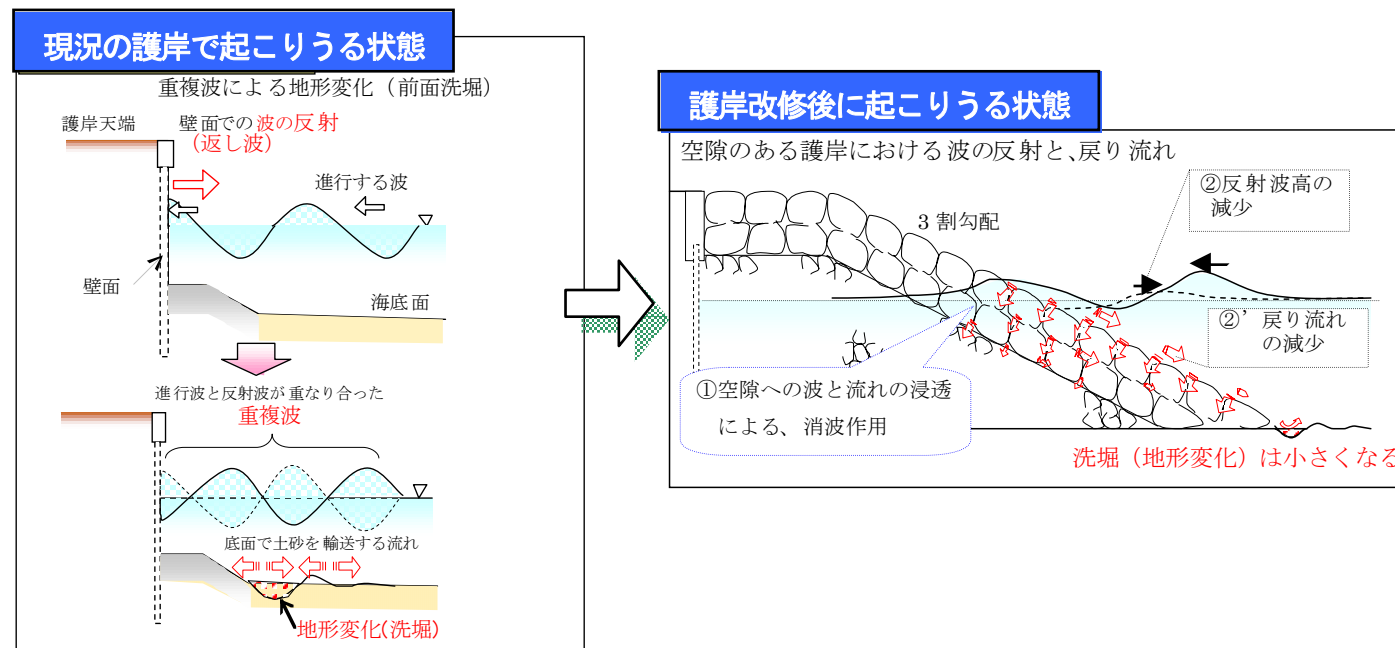
1. 地形測量結果に関する検証基準の設定

護岸改修が対象海岸域に与える環境影響は、護岸改修に伴う生物の生育・生息地の消滅・縮小といった直接的な影響の他に、改修後に周辺域の地形や流況等に変化が起これば結果として生物の生育・生息状況に影響を与える間接的な影響が想定された。

生物の生育・生息は海底地形や流況といった物理的基盤に依存する部分が大きいため、昨年度は、護岸改修が対象海岸域の地形や流況に与える影響について、既往文献や既往事例により予測を行っている。

(1) 反射波による護岸前面の洗掘の予測結果

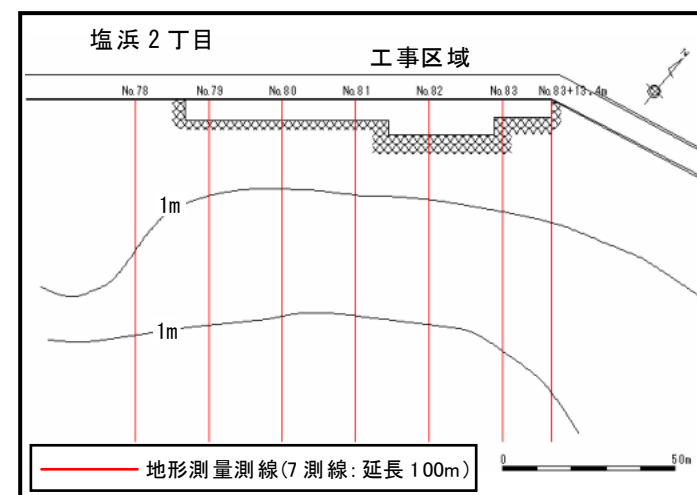
直立護岸から、緩い傾斜で、かつ空隙を持った石積構造に改修されるため、返し波（反射波）と戻り流れは、直立護岸よりも小さくなるため、地形変化（洗掘）を引き起こす力は、小さくなるものと予測された。



護岸前面の洗掘の予測結果

(2) 検証基準の検討

護岸改修による地形への影響を把握するためには、工事区域周辺における海底地形の季節変化を把握する必要がある。しかしながら、工事区域周辺における既往の季節別の地形測量結果は存在しない。そこで、工事区域周辺の生物の生息場（ハビタット）分布に着目すると、測線に沿って沖側へ「シルト混じり砂」、「滞筋底部」、「シルト混じり砂」の順でハビタットが分布する。このハビタット配置は工事区域周辺では、汀線方向では平行に分布するため、それぞれのハビタットの代表地点である 20m

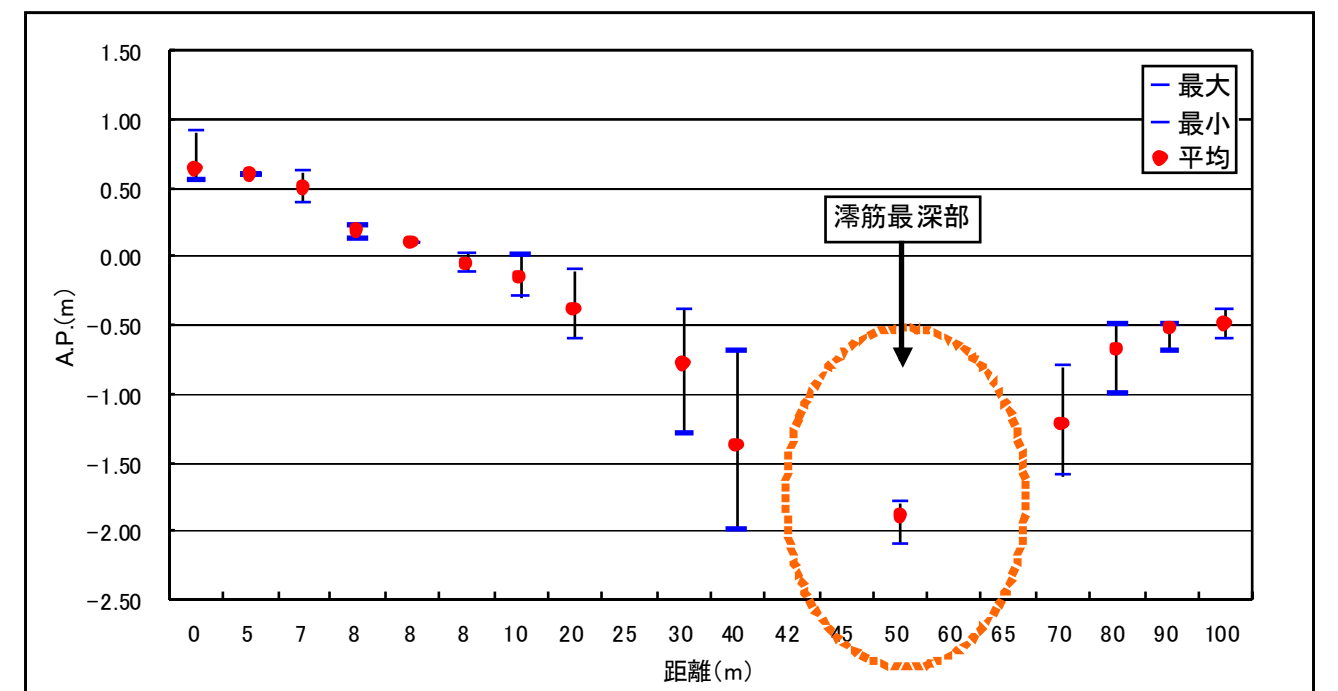
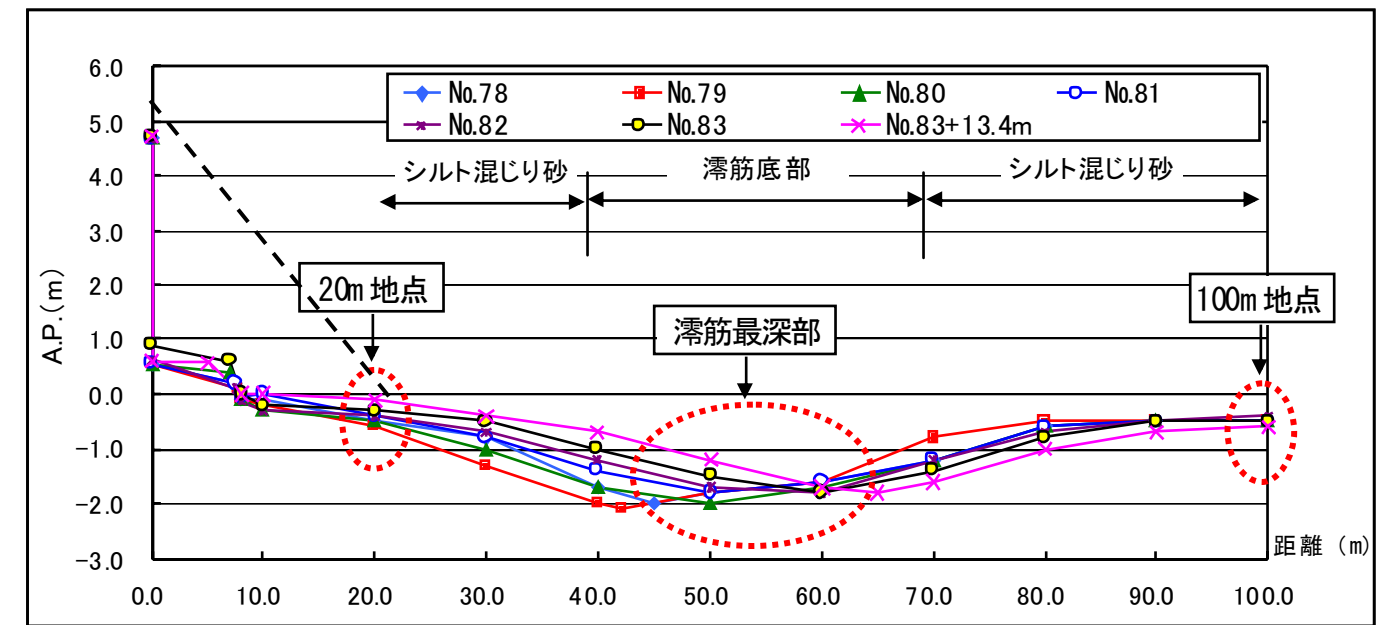


地点、滞筋最深部、100m 地点に着目し、工事区域における施工前深浅測量結果（平成 18 年 3 月）の全測線の断面を重ね合わせ、それぞれの地点の高さの幅を整理した。

1) 代表点の設定

工事区域における施工前深浅測量結果（平成 18 年 3 月）の全測線の断面を重ね合わせ、以下に示す。但し、滞筋最深部については、測線毎に距離が異なる。そこで各測線の最深部の高さを重ね合わせることにした。

また、各側線で高さの違いにどの程度の幅があるかを示すために下段の図に、距離毎に最大・最小の幅と平均値を示した。



各測線における濡筋最深部と高さ

測線名	No.78	No.79	No.80	No.81	No.82	No.83	No.83+13.4m
距離	45m	42m	50m	50m	60m	60m	65m
A.P.(m)	-2.00	-2.10	-2.00	-1.80	-1.80	-1.80	-1.80

各代表点における高さの変動幅

地点名	A. P. (m)		
	最小	～	最大
20m地点	-0.6m	～	-0.1m
濡筋最深部	-2.1m	～	-1.8m
100m地点	-0.6m	～	-0.4m

2) 深浅測量の精度

公共測量作業規定による海岸域の深浅測量の精度は以下の通りである。

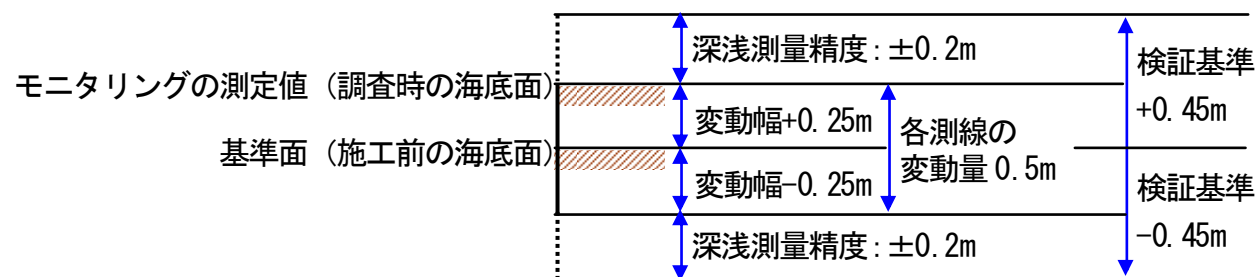
種別	精度	摘要
定期横断、流量観測用横断	±15 cm	距離精度 1/300
その他の横断	急流	±30 cm
	緩流	±20 cm
湖・ダム	± (10+h/100) cm	h : cm単位 (深さ)
海岸	± (20+h/100) cm	h : cm単位 (深さ)

※ 調査対象区域の水深は浅いため、測定精度は±20 cmとみなす。

(3) 検証基準

工事区域の各断面の変動幅と深浅測量精度を合わせ、各代表点における検証基準は以下の通りとする。

代表点	各測線の変動量	各測線の変動幅	深浅測量の精度	検証基準 (案)
20m 地点	0.5m	±0.25m	±0.2m	±0.45m
濡筋最深部	0.3m	±0.15m	±0.2m	±0.35m
100m 地点	0.2m	±0.10m	±0.2m	±0.30m



検証基準の例(20m 地点の例)

地形変化に関する予測評価は、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 25 地点を検証点とする。

そこで、20m 地点は改修後石積部となるため、検証は施工前 20m 地点のデータを基に、改修後ののり先となる 25m 地点のデータについて行う。

ここで、25m 地点の検証基準は、上記によれば±0.45m となるが、精度管理上、±0.5m を検証基準とする。

他の地点については、工事区域における地形の季節変動について把握後に評価を行うものとする。

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、±0.5m

## 2. 底質(粒度)に関する検証基準の設定

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する。

### (1) 検証方法の検討

#### 1) 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16～17年度に実施された環境基礎調査における工事区域に直近の調査測線L-1の粒度試験結果について整理した。

L-1の4季における粒度試験結果を示す。

試料採取箇所は、20m地点がハビタット「シルト混じり砂」、45m地点がハビタット「滞筋底部」、90m地点がハビタット「シルト混じり砂」に対応している。

調査測線L-1における底質の変化

単位: %

ハビタット名	シルト混じり砂					滞筋底部					シルト混じり砂				
	20m					45m					90m				
距離(m)	秋季	冬季	春季	夏季	平均	秋季	冬季	春季	夏季	平均	秋季	冬季	春季	夏季	平均
季節															
礫分	1	3	0	0	1	1	1	2	1	1	16	5	7	27	14
砂分	91	86	89	95	90	13	11	29	20	18	66	76	74	53	67
泥分	8	11	11	5	9	86	88	69	79	81	18	19	19	20	19

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

20m地点は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が、沖側の90m地点は季節による変動が大きく、最大で約20%程度の変動がみられる。

また、平成14年度に実施された底質調査結果によれば、工事区域を含む海域区分【1】の7測点のうち、塩浜2丁目前面の2測点における3季のシルト・粘土分の変動幅を以下に示す。

海域区分【1】におけるシルト・粘土分の割合(%) 2002年度三季分

海域区分	測点名	最小	最大	平均	標準偏差
【1】	3(b-2)	31	～ 82	61.7	27.0
	305	23	～ 93	63.3	36.2

出典: 平成15年度三番瀬自然環境総合解析「三番瀬の現状」報告書(平成16年千葉県)

シルト・粘土分の割合は、3季の間に、50～70%程度の変動がみられる。

## 2) 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。

工事区域周辺において、滞筋部を除くハビタットを代表する生物であるアサリ、サルボウガイ、アカガイについて、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(泥分少ない方がよい)
	成貝	砂泥、泥率20～30%
サルボウガイ	成貝	砂～砂泥、泥率83～84%
アカガイ	成貝	シルト域、φ0.061mm以下92%
	産卵期	軟泥、泥率95～98%

※水産資源保護協会(1981): 水生生物生態資料、P.360  
水産資源保護協会(1981): 水生生物生態資料(続)、P.172

上記より、アサリでは泥率が30%以下の比較的砂分の多い海底を好んでいる。これに対してサルボウガイ、アカガイは泥分が8～9割の泥底を好んでいることがわかる。

### (2) 検証基準

前述した通り、工事区域周辺域の沖側では底質に大きな季節変動がみられる。

また、滞筋部を除き、塩浜3丁目と比較して砂質の割合が高いものとなっている。

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、サルボウガイ、アカガイが挙げられるが、このうち、生息個体数で見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、各ハビタット毎に以下の通り設定した。

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※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22～40m ハビタット「シルト混じり砂」	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40%を超えないこととする
		距離40～70m ハビタット「滞筋底部」	アサリ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70～100m ハビタット「シルト混じり砂」	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: 利用 人々と三番瀬の触れ合いの確保

目標達成基準 1: 周辺域と調和の取れた景観であること。

景観に関する検証は、護岸全体の平面配置図（案）、設計上の配慮事項等を作成後、地元自治体を中心に一定の母数を持った無作為の住民アンケートにより、概ねの傾向をつかみ検証を行うとともに、アンケート結果のフィードバックを行うものとする。

（例：人間の目線で海側及び陸側からのいくつかのパターンのモニタージュやパースを用意し、具体的な質問を行う。）

この他に、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。

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
周辺景観との調和	事業完了時	塩浜 2 丁目	多くの人が違和感を感じないこと

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、景観と同様、護岸全体の平面配置図（案）、設計上の配慮事項等を作成後、地元自治体を中心に一定の母数を持った無作為の住民アンケートにより、概ねの傾向をつかみ検証を行うとともに、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。

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