

環境保全措置に向けた多様な生物の生息・ 生息環境のための検討と取組

石井 龍利

関東地方整備局 京浜港湾事務所 第一建設管理官室

(〒220-0012 神奈川県横浜市西区みなとみらい6-3-7)

横浜港では、国際コンテナ戦略港湾政策として、コンテナ船の大型化や貨物量の増加に対応するため、大水深・高規格コンテナターミナルと高度な流通加工機能を有するロジスティクス施設を一体的に配置した新たな臨海部物流拠点を形成すべく、横浜港新本牧地区に新たに海面を埋立てコンテナターミナルの整備を実施している。

本論では、横浜港新本牧地区の埋立事業（以下、本事業）の環境保全措置として、新たに築造する護岸を構成するケーソン本堤や基礎マウンドを活用した生物共生型護岸の設計段階における調査・検討結果及び対策（案）や今後の課題について報告する。

キーワード 港湾，生物共生型構造，環境保全措置，環境調査

1. はじめに

本事業は、公有水面を 140ha 埋立てることから環境影響法第 2 条第 4 項に基づく環境影響評価の対象事業に該当する。本事業の実施による環境への影響を調査・予測及び評価を行い、事後調査の実施について検討を行った結果、環境影響の程度が著しいものとなるおそれはないこと、予測の不確実性の程度が大きい項目はない等の理由から事後調査は実施しない計画とした。しかしながら、環境の状況の把握と環境の保全に努めるため、環境監視調査を実施することとした。

本事業による生態系への影響の低減を図るための環境保全措置として、埋立地の外周護岸の一部を生物共生型構造として整備することとなった(図-1, 2)。



図-1 新本牧地区完成予想図

2. 実施上の課題

横浜港新本牧地区に築造する護岸は、水深 15m～25m 程度の泥質又は砂泥質の海底に石材を用いた基礎マウンドを構築し、消波機能を有したスリットケーソンを設置する構造である(図-2)。保全環境措置の取組として、ケーソン細部形状の工夫や環境に配慮したブロックを設置し、生物生息場に配慮した構造とすることで、基礎マウンド部も含め、水深に応じた多様な生物が生息・生育環境が形成されると考えられる。

生物共生型護岸の細部形状は、事業実施区域周辺の環境特性等を考慮することが重要であるため、環境保全措置としての目標(目指す環境)設定と生物共生に必要な付加機能をどのように選定するかが問題であった。

そこで、事業実施箇所から近く同様の護岸構造がある南本牧ふ頭地区において調査を行い、その結果を新本牧地区に反映することとした。

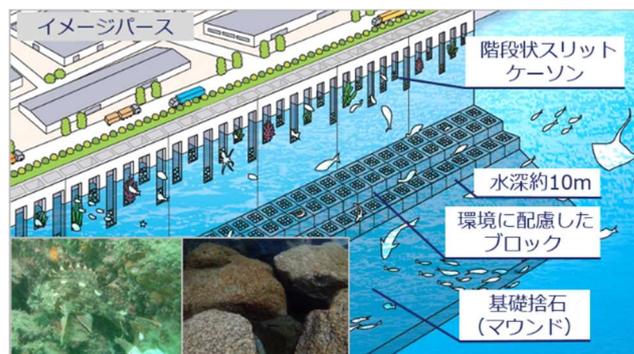


図-2 生物共生型護岸イメージ図

3. 課題解決のための取組

事業実施区域周辺の環境特性等を把握するため、2020年度以降南本牧ふ頭地区を対象に以下の調査・検討を行い、新本牧地区における生物共生型構造の効果の予測と目標設定の参考とした。

- ・水質・底質等の環境調査(図-4, 5)
- ・付着生物・海藻類・魚介類等の環境生物調査
- ・流動シミュレーションを用いた流速条件の確認

南本牧ふ頭地区における環境調査および環境生物調査の位置を図-3に示す。調査地点は新本牧地区で採用する護岸構造であるスリットケーソンが配置されている箇所を抽出し、施設の配置方向が異なる調査地点A, Bを選定した。また環境特性の参考として流れが穏やかな調査地点Cを目視観測地点として調査を実施した。



図-3 調査位置図 (南本牧ふ頭地先)

4. 調査, 検討結果について

(1) 水質・底質等の環境調査

水質調査の結果を図-4に示す。調査地点A, Bの水質、塩分、DO(海中に溶けている酸素の量)の値に明確な差はなかったが、光量子量(海底に届く光の量)については、年間を通して調査地点Aでは水深5mで100 μ mol/(m²/s)に対し、調査地点Bでは水深5mでは10 μ mol/(m²/s)と低く、施設の配置方向が日照時間に影響を与えることが示唆された。

底質調査結果を図-5に示す。調査地点A, BのCOD(化学的酸素要求量)、硫化物、強熱減量の値はすべての項目において調査地点Aよりも調査地点Bの方が高く生物生息の環境条件としては厳しい状況であった。

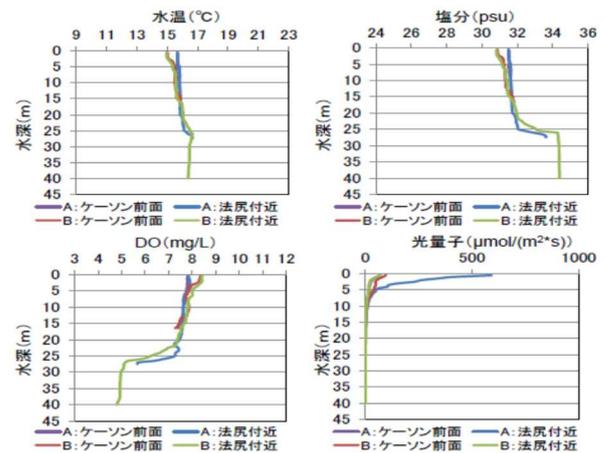


図-4 水質 (鉛直観測) 調査結果(夏季)

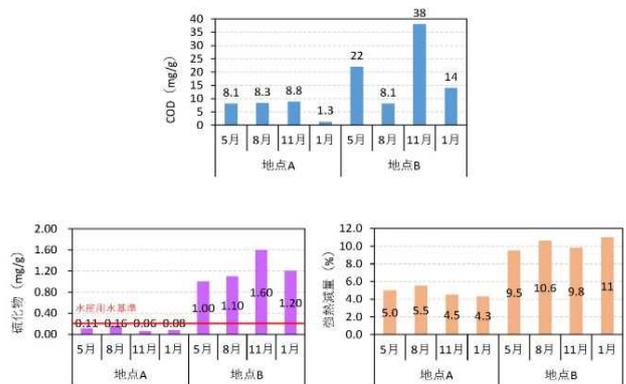


図-5 底質調査結果

(2) 付着生物・海藻類・魚介類等の環境生物調査

環境生物調査として、ケーソン壁面における動物・植物プランクトン調査、付着生物、海藻類、魚介類等調査を実施しており、各調査地点、季節毎に出現種の比較を行った結果を表-1に示す。

調査地点A, Bを比較した結果、調査地点Bは調査地点Aより流速が大きいため、磯に多いフジツボ類、イソギンチャク等の懸濁物食者等が優先する。一方で調査地点Aに見られるウミウシ類等は調査地点Bでは出現していない状況であり、流況が種構成に影響している可能性が示唆された。

表-1 調査地点A, Bにおける出現生物種の違い

調査月	場所	BにいてAにいない種	AにいてBにいない種
5月	マウンド天端	海綿動物 ヒドロ虫 サンカクフジツボ カタユウレイボヤ	チゴケムシ、 ダイダイウミウシ ケヤリムシ、ウミシダ ヌノメイトマキヒトデ メバル、アイナメ
8月	ケーソン上・中部	イソギンチャク レイシガイ サンカクフジツボ カサゴ イギス	ツノマタコケムシ クロシタナシウミウシ ウミシダ、ウスボヤ クロダイ、シマイサキ キュウセン、カヤモノリ
11月	マウンド天端	ヒドロ虫、ウミトサカ ヤギ、レイシガイ ツバサゴカイ カンザシゴカイ ナベカ	ツノマタコケムシ ヌノメイトマキヒトデ サンショウウニ シロボヤ、エボヤ オニオコゼ、キュウセン

(3) 流動シミュレーションを用いた流速条件の確認

南本牧ふ頭地区を対象とした流動シミュレーション結果を図-6に示す。

南本牧ふ頭地区周辺の流れは、調査地点A,Cでは護岸に対し直角方向の流れがあり、流速は穏やかであった。

調査地点Bでは護岸に対し平行方向の流れがあり、流速は調査地点A,Cと比較して速く、前述した環境生物調査結果において確認されたケーソン壁面への付着生物等の構成種の結果から、当該施設には流れに起因する餌生物の供給と付着生物による濾過摂食が活発であり、高い水質浄化作用が発現していることが示唆された。

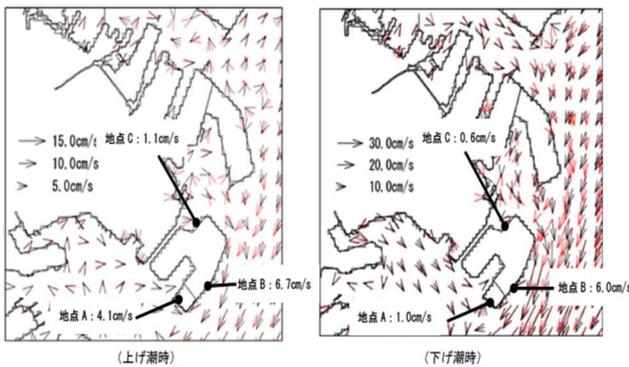


図-6 流速シミュレーション結果

5. 生物生息・生育状況を踏まえた対策案について

南本牧ふ頭地区の護岸における調査結果を踏まえ、対策(案)検討を行った。対策(案)検討の実施手順を図-7に示す。

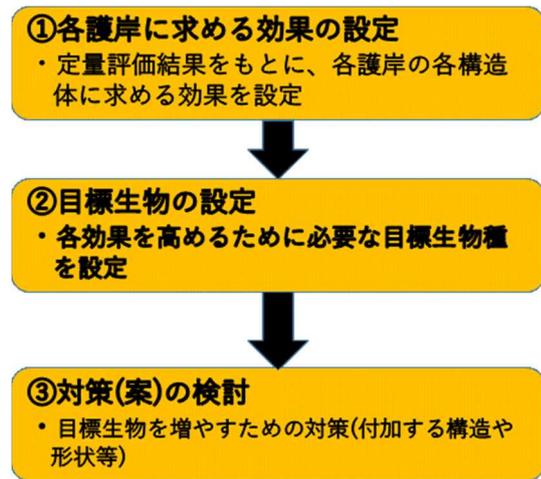


図-7 対策(案)検討の実施手順

(1) 各護岸に求める効果の設定について

求める機能は、南本牧ふ頭地区における調査結果をもとに、護岸の構造体毎に、①強い効果をより強くする、②弱い効果を高める、の2つの視点から検討した。

南本牧ふ頭地区と新本牧地区における流速と日射の対応条件は図-8のとおりであり、南本牧ふ頭地区の調査結果をもとに新本牧地区において期待できる効果を推定した。

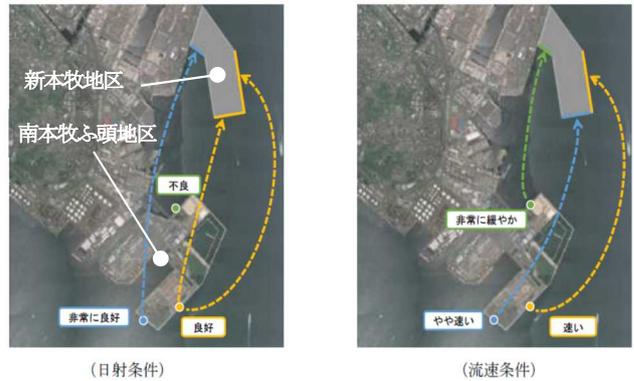


図-8 新本牧地区と南本牧ふ頭地区の護岸における類似した環境条件の整理

(2) 目標生物の設定について

新本牧地区の護岸において求める効果を高めるために、保全すべき生物グループについて整理を行い各構造体の検討で目標とする生物種を表-2のように設定した。

表-2 新本牧地区護岸における効果を高める生物グループの整理

効果	効果の高める生物グループ	効果と生物グループの関係
生物多様性	・小型魚類I ・付着生物 ・底生動物	・低次消費者が多様となることで、生態系の多様性が増加すると考えられる。 ・対策箇所により目標生物は異なる。
水質浄化	・付着生物 ・底生動物	・ろ過性生物が増えることで水質浄化能力が向上する。
産卵・保育場の提供	・小型魚類I ・底生動物(ナマコ)	・定住性の小型魚類が生息可能な環境は、他の魚介類の産卵・保育場としても効果しやすい。 ・種ナマコについては南本牧で特徴的に多くみられたことから種単位で対象とする。
高次捕食者による利用	・中型魚類 ・底生動物(ナマコ)	・定住性の強い中型魚類が増えることで、高次捕食者による利用は向上する。 ・ナマコもみられることから対象とする。
CO ₂ の削減	・海藻類 (コンブ類、モク類)	・海藻類が増えることで、CO ₂ の削減量が増加する。 ・コンブ類とモク類で対策は異なる。

(3) 対策（案）の設定について

新本牧地区における対策（案）は、各構造体に求める機能に対応した生物グループを図-9のように整理し、保全・増加させるための対策の方向性を検討した。その後、各構造体で適用が考えられる対策（案）の検討を行った。

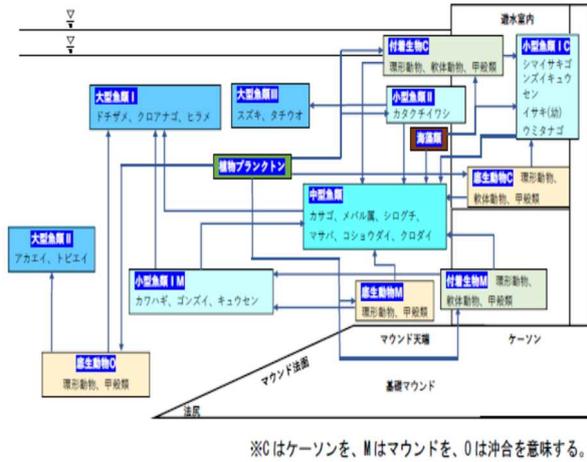


図-9 護岸における生態系構造のモデル化

例えば、付着生物の生息を促進させる対策としては、直立壁表面の材料や微細な構造を変更する対策が考えられる。具体的には、ポーラスコンクリート板¹⁾や、凹凸構造を持つ壁面²⁾を設置することで付着生物量が増加した事例等がある。付着生物については、目地構造をパネルによる対策が提案されている³⁾。また、海藻藻類が付着する範囲は、多くの付着生物も着生し複雑な構造となることが報告されており⁴⁾、日射条件が良いケーソン上・中部では、海藻類に対する対策も付着生物に効果があることが期待される。

また、南本牧ふ頭地区の調査においてフジツボの殻にイソギンポの幼魚や卵が付着しているのが確認されていることから、小規模な空隙構造を設けることで小型魚類の産卵・育成の場として機能する可能性がある。

表-3にケーソン上・中部における対策（案）の例を示す。

表-3 ケーソン上・中部における対策（案）

強める効果	目標生物	対策（案）	対策イメージ
生物多様性	付着生物 小型魚類 I	■生物共生パネルの設置 ・碎石や溝等の構造を持つパネルを対策箇所に張り付けることで、付着生物の着生や、ギンポの幼魚の生息場を創出する。	
産卵・保育の場	小型魚類 I (ギンポ等)	・以下のようなバリエーションが考えられる。 ①碎石板 ②ポーラスコンクリート板 ③多孔板	
CO2 削減	海藻類 (ワカメ)	■海藻パネルの設置 ・ケルプノブなどの海藻類が着生しやすい構造を持つパネルを付けることで、海藻類の着生を促す。 ・以下のようなバリエーションが考えられる。 ①ケルプノブ板 ②碎石板 ③溝付板	

6. 今後の課題

筆者は本件の構造検討、モニタリングを担当する立場として日々調査・設計会社の担当の方々と議論を交わしながら業務に取り組んでいるが、環境保全措置に対する取組は、気象・海象条件も含めた対象地域に係る事項を総合的な視点で検討することが求められることから、以下の点に留意する必要があると考える。

- ・検討により提案された対策（案）はアイデアレベルの案も多く含まれていることから、実構造物に設置した場合の安定性の照査などをふまえ、部材の確定、設置方法を検討する必要がある。
- ・効果検証のためのモニタリング計画を検討するにあたり、効果を確保するための目標については、改善目的、効果指標を明確にする必要がある。
- ・仮に想定していた効果と異なる結果となった場合に考察が可能となるよう、モニタリング方法と評価方法について、どのような手順で検証するのかあらかじめ定めフローなどを作成する必要がある。

参考文献

- 1) 六車晋助：自律的な環境保全・修復を促す直立型港湾構造物の開発。
- 2) 田中ら：護岸の生物生息場としての評価の試み，海岸工学論文集，1121-
- 3) 柵瀬ら：環境保全・修復材—コンクリート護岸パネルの試み—，海洋開発論文集，17，153-158.
- 4) 小笹ら，多様性指数を用いた波高・港湾構造形式別の付着生物群集の評価，海岸工学論文集，42，1216-1220，1995.