

海上埋立を支える要素技術と環境保全技術 —構造物周辺における藻場形成について— A SUMMARY OF THE SPECIAL SESSION “LAND RECLAMATION AT SEAS”

木村克俊¹・伊藤一教²・小島治幸³
Katsutoshi KIMURA, Kazunori ITOH and Haruyuki KOJIMA

- ¹正会員 工博 室蘭工業大学建設システム工学科 (〒050-8585 室蘭市水元町27-1)
²正会員 工修 大成建設(株)技術研究所 (〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町344-1)
³正会員 工博 九州共立大学工学部 (〒807-8585 北九州市八幡西区自由が丘1-8)

This paper presents a summary of the special session “Land Reclamation at Seas.” The target of the session is to identify technologies which are necessary to construct man-made land environmental-friendly and economically. The session consists of two parts: one part is presentation of the papers regarding with environmental topics on land reclamation at seas and the other part is a panel discussion among panelists presenting the papers. Presented are four papers concerning field observation on algae growth around coastal structures and one paper concerning the general topics on land reclamation projects in Japan. The evaluating methods of algae growth on artificial structures are introduced and its applicability to seawalls of man-made land is confirmed by the result of monitoring surveys.

Key Words : reclamation works, man-made island, algae growth, environmental preservation

1. はじめに

国土が狭隘な我が国においては、海上埋立による用地造成が重要な役割を担ってきた。前回の本セッションにおける安井ら¹⁾の報告によると、我が国では、12世紀末から現在までに、可住地面積の1.5%に相当する約1,900km²の土地が海上埋立によって生み出された。その利用目的は、中世では農地、明治、大正以降は工業用地が主体であった。昭和30年代には大規模港湾とセットになった工業用地造成が求められた。その後昭和50年代には、空港・埠頭用地などの人流・物流用地、下水処理・廃棄物処理などの都市機能用地、さらに発電所等エネルギー関連施設の割合が増加し、現在もこうした利用目的の多様化傾向が継続している。

水深の浅い沿岸域が海上埋立に利用し易いけれども、近年はこうした適地は少なく、条件の厳しい沖合での事業展開が求められている。また環境意識の高まりを受けて、海域環境の保全がますます重要となっている。さらに厳しい財政事情のなかで、埋立事業に対する一層の効率

化が求められている。このような要請に応えるために、必要な技術開発の方向性を示すことが本セッションの中心テーマである。

海上埋立の技術に関して、図-1に示すように、4つの側面が考えられる。第1は、埋立事業に対する合意形成であり、事業の必要性や妥当性を客観的に評価する手法とそれらを多様な

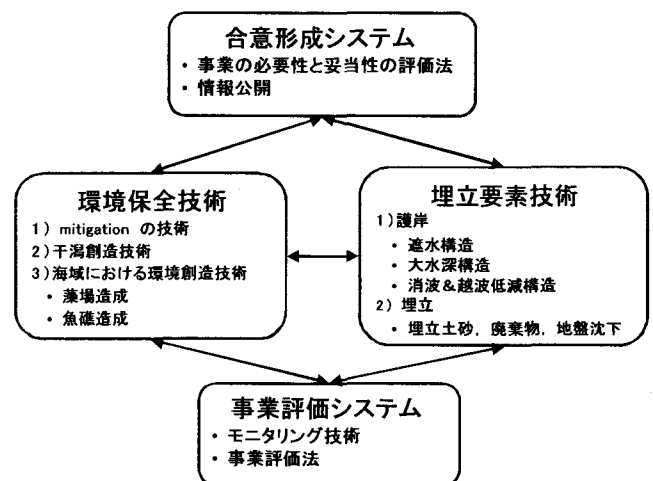


図-1 海上埋立に関する技術とシステム

関係者に周知するシステムである。第2は、埋立を行う上での個々の要素技術である。これには、埋立地造成と護岸建設に関するものに大別される。第3は、埋立により失う自然環境を補償したり、創造したりする環境保全技術である。これには、狭い意味でのミディゲーション技術や干潟造成、藻場造成の技術が含まれる。第4は、モニタリング技術や事業の評価手法を含めた事業評価システムである。

昨年度本セッションにおいては、我が国で進行中の代表的なプロジェクトとして「海上空港」、「廃棄物埋立」および「沖合人工島」を取り上げ、その現状と課題を明らかにした。埋立の要素技術に関しては遮水技術と浚渫土砂の有効利用について、技術課題を整理した。合意形成に関しては、具体的な事例に対して住民参加の課題や問題点等を浮き彫りにした。

これを受けて今年度は、要素技術のうち環境にテーマを絞り議論を行った。まず最新のデータに基づいて現地で形成された藻場の状況を報告いただくとともに、流れ、水深、表面基質の諸条件をパラメーターにした藻場の評価や予測手法の確立に向けての課題を整理した。さらに、こうした環境創造技術を今後の海面埋立事業に活用していく上での留意点について議論することを目的とした。

以下においては、発表論文の内容をまとめるとともに、会場との討論で出された意見等を報告するものである。

2. 発表論文の概要

このセッションで発表された5編の論文タイトル、発表者および概要を以下に示す。なお、前半の3編が一般投稿論文、後半の2編が依頼論文である。

① 藻場造成型防波堤の藻場形成の特性

安藤亘氏（社団法人水産土木建設技術センター）が、石川県能登半島外浦沿岸の富来漁港における藻場造成型防波堤を事例として、今後の設計・施工に係わる問題点を指摘した。

② 大規模潜堤における海藻群落の遷移過程と評価

吉村直孝氏（財団法人漁港漁村技術研究所）が、島根県浜田漁港において建設された大規模潜堤を対象として、7年間にわたって取得された現地データに基づいて藻場機能の評価について報告した。

③ 関西空港2期空港島における藻場造成につい

て

阪上雄康氏（関西空港株式会社）が、関西空港2期工事によって概成した空港島護岸に関して、1年経過後の藻場の状況を報告するとともに、1期工事で建設された人工島と比較した。

④ 海域構造物に付加された人工藻場の評価と予測

谷野賢二氏（北海道東海大学）が、藻場の生成や維持に関するこれまでの研究成果をとりまとめるとともに、その評価法の現状と課題について報告した。

⑤ 臨海部の活性化

中川研造氏（国土交通省港湾局）が、埋立地を含む臨海部の利用転換・活性化に向けた取り組みについて報告した。

3. 人工藻場の評価について

初めに富来漁港、浜田漁港および関西空港2期人工島における藻場の調査結果について補足説明が行われた。いずれにおいても良好な藻場が形成されており、付近の海域を利用する漁業者の評判も良好であることが報告された。

会場からの質問にパネラーが回答する形で以下のような事項が指摘された。

- ・ 人工藻場を造成するならば、まず、近くの自然の藻場に着目することが重要である。失敗事例の多くは、こうした事前の検討不足が原因と考えられる。
- ・ 周辺の地形条件、波や流れなどの海象条件を分析し、藻場成立のための必要要件を満たしているかを評価する必要がある。今セッションの発表を通じて、流速場と成育種には密接な関係があることが示された。したがって、構造物によってコントロールできる流速と生物の関係について、データの蓄積が設計的観点から重要である。
- ・ 場所による違いが大きいので、一般的な評価基準の確立は難しいが、こうした知見の蓄積は重要である。
- ・ 人工藻場の造成において、浮泥の発生が悪影響をもたらした事例が少なくない。十分な対策が必要である。
- ・ 藻場の基質としては自然石が有効という印象があるが、自然石の代替材料としてコンクリートガラ等のリサイクル材料の適用性も検討すべきである。
- ・ 海藻の固着に際し基質の剥離さえ生じなければ、人工の素材でも問題ない。とくに自然石に

こだわる必要はない。

- ・捨石構造物は、礫間接触による浄化機能も期待できる。浅場の創造だけでなく、周辺の水質改善にも寄与するのではないか。
- ・藻場の評価は、構造物の完成後3～5年を要して表面化する場合がある。ゆえに、事後評価にはある期間を設定する必要がある。
- ・藻を発生させない技術も必要な場合がある。その場合、食害による藻場の消失は、藻場を避けたい場所への対策ともなり得る。

4. 藻場形成の予測技術

藻場形成を予測するためには、光合成による植物総生産力、環境変化による先枯量、他の生物による摂餌量、波や流れによる流出量を評価する必要がある。パネラーの谷野氏から、ホソメコンブを藻場の構成種とし、エゾムラサキウニを食害対象生物としたモデルの現地への適用事例が紹介された。この事例では、ウニの活動を抑制する要因として波浪による水粒子運動が支配的であり、波当たりの比較的強い場所では藻場への食害が小さいことが示された。

会場とパネラーの間で、予測技術の現状と課題について以下のような議論が交わされた。

- ・藻場には、①産卵場、②稚魚育成、③餌供給、の3つの機能がある。検討対象とする藻場に対して、どの機能を期待するかによって対応が異なることに留意する必要がある。
- ・藻場の設計においては、①断面形状、②基質材料の選定、③食害対策、④浮泥対策、などの項目について検討する必要がある。外力条件のうち、波浪については、常時波浪と異常時波浪の2種類について検討する必要がある。
- ・海藻等の付着が障害をもたらす場合もある。こうしたケースに対しても提案した予測技術を活用できるのではないか。

5. 構造的な工夫とその費用対効果

護岸等に藻場機能を付加するためには、必要な光量を確保できるよう周辺に水平面あるいは緩斜面を設けることが必要である。昨年のセッションでも、下関沖合人工島における幅広マウンドを有するスリット式護岸（江頭ら²⁾）および中部新空港における前面マウンド付き消波護岸（上用ら³⁾）が報告されている。ここではこうした構造上の工夫に関して、設計の考え方を明らかにする観点から、パネラーと会場の間で以下のような議論が交わされた。

- ・傾斜堤では、港外あるいは港内側のマウンド部に小段を設ける工法については多くの事例があり、その効果も確認されている。マウンド部の伝達波への影響、被覆材の安定性については検討方法が提案されている。
- ・消波ブロック被覆堤では、消波ブロックの法面勾配を緩くしたり、前出の傾斜堤と同様に前面にマウンド小段部を設ける工法も実績がある。
- ・消波ブロック被覆堤の直立部と消波工を分離した二重堤も施工されている。両者の中間部に浅場を設けた事例もあり、基本的な設計法もまとめられている。
- ・混成堤の場合には、消波型直立部と組合せることにより、藻場造成を狙った構造も実用化し現在施工中である。隣接する従来型の構造と藻場機能を比較する予定である。

次にこうした構造上の工夫を実現する上で検討すべき費用対効果について、以下のような意見が交わされた。

- ・関西空港のような大規模構造物の魚礁としての効果を、大阪湾全体に対するプラスの効果として定量的に評価できないか。
- ・消波ブロックや被覆ブロックに溝をつけるといった工夫は、それほどコストがかからない。実際に効果もあるようなので、もっと積極的に普及させて良いのではないか。
- ・小段のような付加部分を設置するためには、水理機能上の効果も合わせて評価する必要がある。たとえば、護岸の反射率や越波流量の低減といった防波性能への寄与を定量的に把握する方法の確立が望まれる。
- ・浅場を形成するための材料について、もっと工夫する必要がある。浚渫土砂や陸上での発生土を積極的に活用するために、設計法や施工法を確立する必要がある。
- ・かつて運輸省（現国土交通省）港湾局では、親水性防波堤に対して、一般的な防波堤の20%増のコストを目安としたことがある。埋立護岸に藻場機能を付加する場合にも、その効果を定量的に評価した上で、こうしたコスト増を認めるべきではないか。

6. 今後の埋立事業の展望について

埋立地を含む臨海部の利用形態は変化しており、これに対応した事業が求められている。今後の具体的な対応について以下のような意見が出された。

- ・ 魅力あるウォーターフロントを創出するための自然再生や、産業競争力の強化を目指した臨海部の再開発が進められている。既に完成した埋立地についても、こうした新たなニーズに応えるためのリニューアルが求められている。
- ・ 水辺のオープンスペースとしての活用できるよう親水性施設の整備が重要である。
- ・ 大規模災害時の防災拠点としての役割が求められている。阪神淡路大震災の経験を踏まえて、必要なハード施設の整備や、これを活用するためのソフト的なノウハウの蓄積が望まれる。
- ・ 海上は風力発電に適した条件を満たしていることから、埋立地が有する特性を活かして、クリーンエネルギー基地として再構築することが期待される。
- ・ 既存の埋立地のうち、現在利用されていない用地が少なくない。再利用の方法を検討するとともに、そのための要素技術の開発が求められる。
- ・ 埋立地の護岸に対しては、周辺環境を自然海浜の状態に近づけるような工夫が欲しい。それを実現するための要素技術の開発が望まれる。

7. まとめ

今回の特別セッション「海上埋立」では、環境創造を目的として、埋立地の海側の境界である護岸とその周辺に藻場を形成するための技術の現状と課題を総括した。今後もこうした技術についての経験を公開し、得られた知見を蓄積

し一般化していくことが重要である。環境創造の立場からは、流速場と生物の関係など、力学面と生物面の融合が必要であることがわかった。生物の情報と力学的情報の結合が環境創造を合理的・効率的にさせると考えられる。

今回議論できなかった海上埋立に関わる要素技術として、以下のような課題が残されている。

(1) 地盤に関連する課題

- ・ 外海に面した人工島における吸出防止技術
- ・ 埋立土砂による地盤の沈下特性の予測技術
- ・ 遮水構造のモニタリング技術の向上

(2) 護岸の耐波および防波性能に関する課題

- ・ 低天端を実現する護岸構造の開発
- ・ 環境共生技術の定量的評価法の確立
- ・ 防波性能の評価技術の確立

(3) 事業システムに関する課題

- ・ モニタリング技術や事業評価システムの開発
- ・ 埋立地の延命化を図るための技術
- ・ 背後圏を対象とした土砂管理システムの構築

参考文献

- 1) 安井誠人・藪中克一：日本における海上埋立の変遷，海洋開発論文集，Vol. 18，pp. 119－124，2002.
- 2) 江頭和男・諫山貞雄・福田恭三・山縣延文・吉村文雄：下関沖合人工島（ひびっくらんど）の建設，Vol. 18，pp. 113－117，2002.
- 3) 上用敏弘・広浜全洋・山脇司：中部国際空港セントレアの建設工事，海洋開発論文集，Vol. 18，pp. 95－100，2002.