

ポーラスコンクリートの生物共生機能と適用事例 05 ポーラスコンクリートによる藻場造成技術

吉田宗久(奥村組土木興業)

1. はじめに

わが国の沿岸海域では埋立てや浚渫などの開発事業により広大な藻場が失われてきた。また、藻場が消失する磯焼け現象が全国各地で報告されており、水産資源が減少する原因となっている。

藻場は海藻・海草を中心に多種多様な生物種により構成された生態系であり、魚介類を含む動物種の産卵場・生育場・隠れ場として機能している。また、海藻・海草の光合成による二酸化炭素の固定や微生物群による水質浄化など、藻場は海域環境を維持する機能を有している^{1) 2)}。周囲を海に囲まれた我が国において、沿岸域の藻場保全は重要な課題である。

ポーラスコンクリートは多数の連続空隙を有しているのが特徴であり、生物と共生するコンクリートである³⁾。近年、藻場修復・創造のための基質材料としても実用化されている。以下、ポーラスコンクリートを用いた藻場造成の方法について述べる。

2. ポーラスコンクリートによる

藻場が造成される仕組み

(1) 海藻について

海藻はその色により緑藻類・紅藻類、褐藻類に分類できる。それぞれの種類の海藻は特定波長の光を利用して光合成を行うことから、海藻の種類により潮間帯の上部、中間、下部、漸深帯などの生息場所が決まっている⁴⁾。

海藻の生活様式は1年生と多年生に大別できる。1年生海藻は、生活史が1年周期であり巨視的に現存する季節に限られている。ホンダワラなどのように、水温が上昇する初夏に流れ藻として流出するものもある。カジメ・アラメのような多年生の海藻は寿命が複数年で年間を通じて現存する。また、アマモに代表される海草は砂泥底の海域に生息する単子葉植物であ

り、海藻と異なり根から土中の栄養分を吸収する。

ポーラスコンクリートを用いた藻場修復・創造では、ホンダワラやカジメ・アラメなどの岩礁性の大型海藻が対象となる。

(2) 基質条件

既往の研究によると、ポーラスコンクリートは普通コンクリートより、初期に藻類が着生し易いようである^{5) 7)}。これは、ポーラスコンクリートが複雑な基質形状を有しており、孢子・遊走子の着生確率が高まることや、基質表面に砂や浮泥などが堆積しにくい部分が確保できるためと考えられる。また、ポーラスコンクリートの凹凸な表面形状に沿って仮根が複雑に分岐することで海藻固着がしやすいようである。

また、海藻の基質条件とは異なるが、ポーラスコンクリートは内部に多数の連続空隙を有しており、コンクリート内部に生物の生息場が確保できる。内部の連続空隙は微生物・原生動物・多毛類や甲殻類の幼生等の生息空間となる。

(3) 栄養塩の溶出

栄養塩濃度が低い海域で海藻を育てるため、施肥と呼ばれる人為的な栄養塩の供給を行う。海藻の着生基質となるブロックから継続的に栄養塩を溶出させる方法や基質表面に塗布する方法がある。また、窒素やリンなどの無機栄養塩を溶出するタイプ、微量栄養塩として重要な鉄を溶出するタイプがある。基質からの栄養塩溶出は海藻の発芽時に効果があると推測される⁶⁾。

図1は、栄養塩を溶出するポーラスコンクリートの構造である。ポーラスコンクリートの連続空隙内に遅効性の粒状肥料を配合したものである⁷⁾。遅効性の粒状肥料は、窒素系とリン系の無機肥料が主成分である。粒状物の表面を特殊ポリマーでシール処理することで、肥料成分が長期に渡って持続的に溶出する。そして、ポーラスコンクリートの連続空隙内に入り込むように粒状肥料の平均的粒子径は3~4mmとしており、

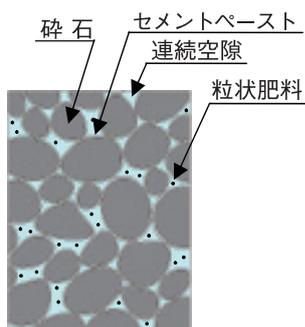


図1 ポーラスコンクリートの構造

粒状肥料の配合量を変えることで、肥料成分の溶出量を調整できる。また、粗骨材の一部や混和材として、鉄元素等を多く含む材料を使用することで、海藻の生育に必要なミ

ネラルの供給材料としても機能する。ポーラスコンクリートは内部に連続空隙を有していることから、栄養成分はコンクリート内部から溶出させることができる。

3. 藻礁ブロックの製造方法と施工方法

(1) 使用材料と配合

ポーラスコンクリートの構成材料は次の通りである。粗骨材はコンクリート用砕石の粒度区分2005（ふり径20～5mm）、または、道路用砕石の呼び名5号を用いる。セメントは高炉セメントB種とし、混和剤として高性能減水剤を使用する。混和材は鉄元素の溶出効果が期待できる転炉スラグ（粒鉄）を使用する。栄養塩を溶出するポーラスコンクリートの標準的な配合を表1に示した。骨材の産地や製造時期により骨材の形状にばらつきがあるため、配合設計を行う場合は事前に実積率を測定する必要がある。目標とする空隙率は20%前後（F-1領域）とし、骨材実積率に対するセメントペーストの充填率（B/V）を設定する⁸⁾。兵庫県家島産の砕石を用いた場合では、セメントペーストの充填率（B/V）を54%としている。粒状肥料はセメントに対して質量比で10%としているが、海域の栄養塩濃度や使用目的を考慮して、粒状肥料の配合量

を調整する。

コンクリート製造プラントでポーラスコンクリートを製造した場合、単位水量が過剰となる場合がある。これは、ミキサ内壁の付着水の影響である。筆者が使用した容量2m³の2軸強制練型ミキサの場合、配合設計水量の約10%が余剰水であった。ポーラスコンクリートは水量に敏感である。わずかな余剰水量で、セメントペーストの垂れが硬化体の底部に発生する。従って、試験バッチでは設計配合より10～15%程度少ない水量で練り始め、練り具合を目視で確認しながら徐々に水を追加する方法で適正水量を探る必要がある。

(2) 藻礁ブロック

ポーラスコンクリートを用いたブロックについては、各社から用途に応じたものが製品化されている。表面にポーラスコンクリートを打設したものや、通常の被覆ブロック等にポーラスコンクリート部材を固定するものなどがある。写真1は、外殻をポーラスコンクリート、内部を普通コンクリートとして一体的に形成した複合構造の藻礁ブロックの例である。潮流に対して安定した形状であり、浮泥の堆積を抑制する点からも有効である。また、藻礁ブロックの表面に溝や突起を付けることで、海藻や有用動物が付着しやすいように加工を施している。

(3) 設置方法

海域での藻礁ブロックの設置には、従来からある消波ブロック等の設置方法が適用できる。陸域で製造した藻礁ブロックは十分な養生を経た後に、写真2のようにクレーン付台船を用いて所定の海域まで運搬し設置する。築いそや潜堤などの浅場マウンドに設置する場合は波による滑動・転倒に対する抵抗性について検討が必要である。

表1 ポーラスコンクリートの配合

B/V (%)	W/C (%)	単位容積質量 (kg/m ³)					
		W	C	G	PM	Sp	F
54	25	94	391	1489	39	3.9	39

W:水、C:セメント、G:粗骨材、PM:混和材(粒鉄)、Sp:混和剤、F:粒状肥料