

## エコロクリート ～透水性に優れ、植生できるコンクリート～



所属：清水建設株式会社 技術研究所

発表者：田中 博一

### 1. はじめに

近年、環境に対する社会的な意識が向上するに伴い、あらゆる分野において自然との調和あるいは共生を目指して様々な試みがなされている。こうした流れの中で、河川法が改正され、河川護岸においても、治水の確保のみならず河川環境の整備とその保全が目的に加えられた。その結果、設計流速が大きい場合、上流から流木や大きな石が流れてくる可能性がある場合など、コンクリートを使う必要がある箇所においても、コンクリートが見えないように緑化することが望まれている。

コンクリート構造物の緑化方法には、例えば、のり面に配置した各々のコンクリートブロックの隙間に土をいれて植栽するなどの方法がある。しかし、この方法では、部分的にしか緑化できない、雨などによる浸食により流出してしまい植生を長期的に維持することが困難であるといった問題点がある。これらの問題点を改善する方法として、最近、コンクリート内部に連続した空隙を確保することで植生基盤材として機能できるポーラスコンクリートが注目を浴びている。河川護岸においても、ポーラスコンクリートの適用事例が増加しており、すでに全国で40箇所以上の試験施工が実施されている。

このような背景から、多自然型工法、都市緑化等の社会的ニーズに応える「自然と共生を目指す技術」の一つとして開発したエコロクリートについて紹介する。

### 2. エコロクリートの概要

エコロクリートは、ポーラスコンクリートの連続空隙を活かし、コンクリート内部に植物を直接生育させることを目的とした植生基盤である。主な用途としては、河川護岸、水路、ダム湖岸、道路のり面などが挙げられる。

エコロクリートの主な特長を以下に示す。

#### 連続した内部空隙

連続した内部空隙を全体積に対し20～25%程度とすることにより、透水性に優れ、植物の根茎が生育することが可能である。

#### 必要十分な強度

圧縮強度は10N/mm<sup>2</sup>以上を確保できる。

#### 現場打ち施工が可能

使用する材料は、一般的なコンクリートと同様であるため、市中のレディミクストコンクリート工場で製造し現場打ちで施工できる。現場打ち施工は、プレキャストブロックを用いる方法と比較して、一体性が強く安定性が高いこと、施工速度が速いこと、経済的であるなどの利点がある。

### 植生および土壌流出の抑制

植物の根茎が連続した内部空隙内に生育して一体化するので、雨水、洪水などによる植生および土壌の流出を抑制することができる。

### 早期緑化も可能

肥料、保水材、種子などを混合した充てん材を連続空隙内に充填することにより、早期に緑化をすることもできる。

## 3. 開発内容

主な開発内容は、強度特性の把握、施工方法の確立および製造時の品質管理方法の確立などである。

### 3.1. 強度特性の把握

エコロクリートの基礎物性である圧縮強度特性を検討した結果、水セメント比(図-1)、粗骨材粒径(図-2)の影響は小さく、空隙率(図-3)が圧縮強度特性の支配的な要因であることが明らかになった。したがって、空隙率と圧縮強度の関係から、要求性能に応じた配合設計を行うことができる。なお、河川護岸として必要な強度である  $10\text{N/mm}^2$  以上を確保し、かつ良好な植生を確保するためには、空隙率を  $20\% \sim 25\%$  程度にするのが望ましい。また、図-4 に示すように締固め時に振動を与えない場合、圧縮強度が低下するので、振動を与えることが重要であることが明らかになった。

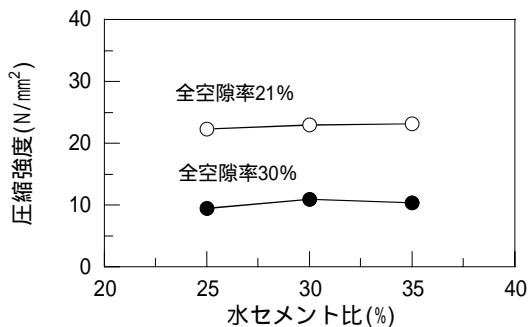


図-1 水セメント比と圧縮強度の関係

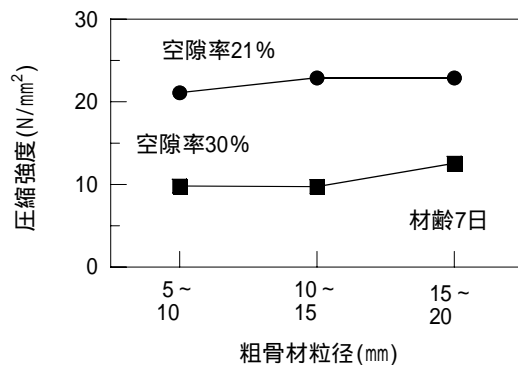


図-2 粗骨材粒径と圧縮強度の関係

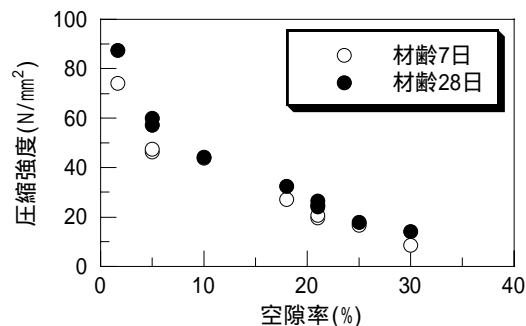


図-3 空隙率と圧縮強度の関係

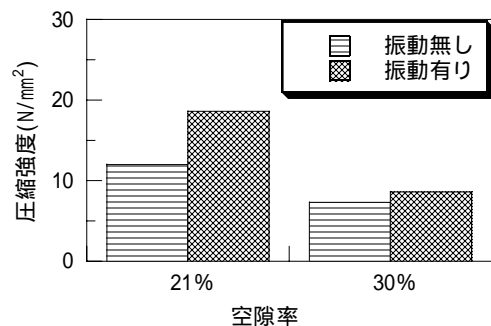


図-4 振動の有無と圧縮強度の関係

### 3.2. 施工方法の確立

エコロクリートの施工方法を確立するため、実施工モデル試験体を用いて、締固め方法等を要因として検討した。表面の空隙の目詰まりを抑制するためには、合板を敷いた上から振動コンパクタで締め固める方法が効果的であることが明らかになった。また、打込み基盤が空隙率および圧縮強度に及ぼす影響が大きいので、打込み基盤を適度な硬さに仕上げることが重要であることが明らかになった。なお、施工方法の詳細については後で述べる。

### 3.3. 製造時の品質管理方法の確立

エコロクリートはスランプしないので、通常、コンクリートのフレッシュ時の品質管理方法として行われているスランプ試験は適用できない。そこで、現場の施工管理への適応性を考慮し、定量的に評価でき、かつ原理が比較的単純で迅速に測定できることを目標とし、モルタル付着試験（エコロクリートに紙タオルをあて、振動を加えてモルタルを付着させ、付着前後の紙タオルの質量差を測定する方法）を新たに考案し、その試験方法の詳細および管理方法などを確立した。

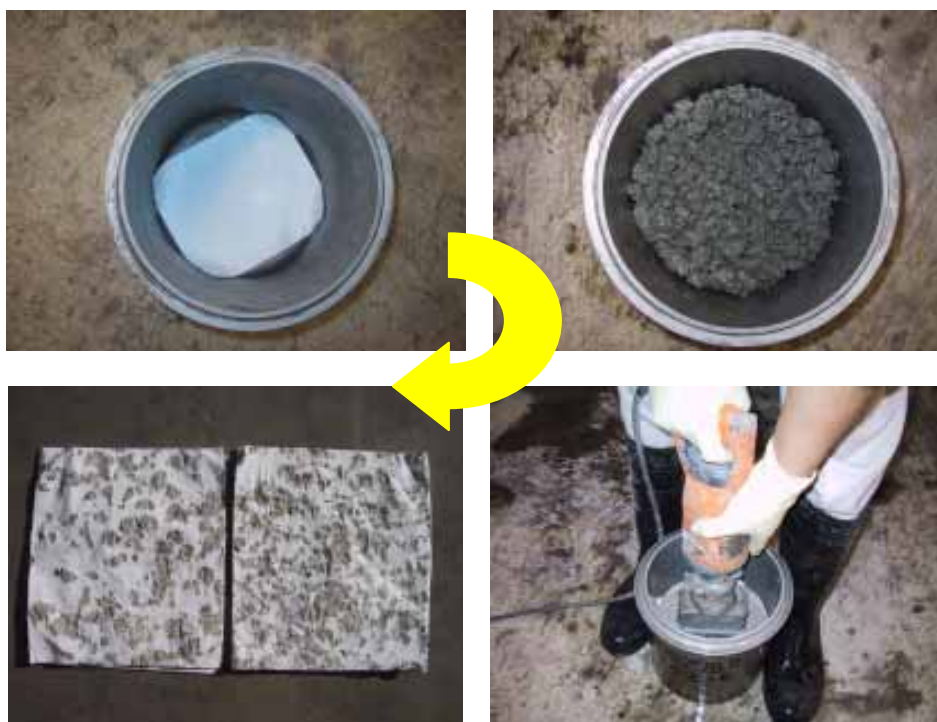


写真-1 モルタル付着試験の概要

## 4. 施工方法

### 4.1. コンクリート工

エコロクリートの施工には、汎用性の高い材料や施工機械を用いる。コンクリート工の施工手順として、勾配 1 : 1.8 の河川護岸での例を以下に示す。

製造・運搬

製造はレディーミクストコンクリート工場で行う。現場までの運搬は、アジテータトラックでも可能であるが、運搬中の攪拌によりモルタルがアジテータ内部に付着してエコクリートの性状に悪影響を及ぼすこともあるため、ダンプトラックを使用することを推奨している。

#### 打込み・敷均し

現場での打込みはバックホウあるいはバケットなどにより行い、所定のまき出し高さになるように均等に敷き均す。硬練りコンクリートであるため、ポンプによる圧送はできない。

#### 締固め

打込み・敷均し終了後、エコクリート表面の空隙の目詰まりを抑制するため、合板を敷いた上から小型のプレート型振動コンパクタを用いて、所定の仕上り高さになるまで締め固める。



写真-2 打込み状況



写真-3 敷均し状況



写真-4 締固め状況

## 4.2. 植生工

植生工は、要求に応じていくつかの方法があるが、一例として早期緑化を目的とした充てん工法の手順を以下に示す。

#### 充てん材の注入

肥料、保水材、土などを混合した充てん材を内部空隙内に注入する。

#### 種子の充てん

種子および土を混合したものを表面から 2~3cm 程度まですりつけるようにして充てんする。

#### 保護ネットの設置

植物が生育するまでの期間に土壌が流出するのを抑制するために麻





製の保護ネットを設置する。

## 5. 施工例

エコロクリートの施工例として、河川護岸に適用した事例を示す。空隙率は21%とした。また、施工時の品質管理試験での圧縮強度の平均値は材齢28日で17N/mm<sup>2</sup>程度であった。さらに、本工事ではいわゆる緑化に関する工事は一切実施しなかった。これは、洪水時に上流から流れてくる土砂がエコロクリートの内部空隙中に堆積し、自然にその立地にふさわしい在来植物が繁茂することを期待したものである。施工後の植生状況を写真-7および写真-8に示す。

本工事のように上流からの流出土砂が堆積するような環境下では、保水材、肥料等の充てんを行わなくても、植物が生育し、かつ洪水時に増水した後も植物が流出しないことが確認された。



写真-6 保護ネット設置状況



写真-7 施工後1年の状況



写真-8 施工後4年の状況

## 6. おわりに

本工法は、平成11年度の土木学会環境賞を受賞した工法である。今後、エコロクリートが自然と共生するための一手法として河川護岸などに適用されていくことを期待している。