

ポーラスコンクリートの物性ならびに植物生育能力に関する研究

香川大学 学生会員 ○山谷 健介  
フェロー会員 吉田 秀典  
正会員 松本 直通, 末永 慶寛  
非会員 小宅 由似, 久保 祐輔

1. はじめに

日本では、河川護岸の計画において、河川に棲息、繁茂する動植物からなる自然の生態系や河川の景観等に十分な配慮が求められている。1997年には新河川法が施行され、河川管理の目的として従来の治水・利水に、新たに環境が加えられた。さらに、2006年には多自然川づくり基本指針が示され、自然などに配慮した川づくりを行うことによって良好な川の環境を取り戻し、人と川との関係を再構築していくこととなった。こうした背景を受け、材料自体に植物の生育が可能なポーラスコンクリートという新素材を用いた河川護岸が注目されるようになった。ポーラスコンクリートは内部に空隙を持たせることで植物の根や水、空気を通すことができ、生物の生育が可能な環境に優しいコンクリートである。しかしながら、空隙があることはコンクリート自体の強度低下につながることから、河川護岸としての安全上必要な強度を有し、かつ多くの空隙を持つという条件を満たすことは困難とされており、その達成には多大なコストを要することが課題である。本研究では、コスト削減を目途とした安価な混和材として、廃棄魚骨を焼成することで作製されるヒドロキシアパタイト（Fishbone Powder、以降 FbP）に着目した。FbPの主成分はリン酸カルシウムであることから、カルシウム供給によるコンクリートの強度増加や、リン供給による植物生育能力向上が期待される<sup>1)</sup>。FbPを混和したポーラスコンクリートに対して、物性試験と西洋芝の生育試験を実施することで、護岸施設等への適用の可否について検証した。

2. 試験方法

ポーラスコンクリートが河川護岸として必要な物性を有するか否かを検証するために、空隙率試験、透水試験、一軸圧縮試験を実施した。また、植物の生育に及ぼす影響を検証するために、屋外にて西洋芝の生育試験を実施した。それぞれの試験条件や手法について以下に示す。

表 1 ポーラスコンクリートの配合

|       | W/C (%) | Unit weight (kg/m <sup>3</sup> ) |     |      | AE (C×%) | FbP (C×%) |
|-------|---------|----------------------------------|-----|------|----------|-----------|
|       |         | W                                | C   | G    |          |           |
| Blank | 25      | 84                               | 337 | 1547 | 1        | 0         |
| FbP   |         |                                  |     |      |          | 1         |

AE=AE 減水材

2-1. 各種物性試験

本研究で作製したポーラスコンクリートの配合を表 1 に示す。なお、設計時の空隙は 26%、W/C は 25%とした。FbP の混和量はセメント質量に対して 1%置換とした。供試体はφ10×20 の円柱で、1 ケースにつき材齢 7 日および 28 日でそれぞれ 5 本ずつ作製し、養生方法は水中養生とした。空隙率試験では質量法、透水試験では定水位透水試験法を参考に実施し、これらの試験を実施した供試体に対して一軸圧縮試験を行った。なお、本研究における物性試験の各目標値は、空隙率 21%以上、透水係数 2.5～5.0cm/s、圧縮強度 10N/mm<sup>2</sup>以上である。

2-2. 西洋芝生育試験

縦 10cm、横 10cm、厚さ 6cm の角柱状に作製したポーラスコンクリートに、スラリー状（水粉体比=1:1）にしたピートモスを充填したものを供試体とした。播種は、供試体上にピートモスにて 2cm 覆土し、その上に均一になるよう西洋芝の種子をまいた。なお、生育試験用ポーラスコンクリートの材齢は 7 日とし、1 ケース

キーワード ポーラスコンクリート、緑化コンクリート、植物生育能力、西洋芝、河川護岸

連絡先 〒761-0396 香川県高松市林町 2217-20 香川大学創造工学部 TEL 087-864-2157

につき 4 体ずつ作製した。試験期間は 2020 年 12 月 1 日から 2021 年 2 月 1 日であり、屋外に設置したビニールハウスにて試験を行った。給水は、発芽前は 1 日に 1 回、発芽後は 2 日に 1 回行った。播種後 14 日目から、1 週間に 1 度葉長の測定を実施した。1 つの供試体に対して 5 カ所で葉長を測定し、その平均値を葉長とした。なお、枯れた葉は測定対象から除外した。

### 3. 各種物性試験結果

図 1 に空隙率試験結果を示す。28 日養生時点での空隙率は設計値を多少上回るものの、標準供試体(以降 Blank)、FbP 混和供試体ともに本研究の目標値を満たした。設計時に比べて空隙率が大きい理由として、供試体成形時に型枠に接する箇所の充填性が阻害される型枠のせき板効果の影響が考えられる。

図 2 に透水試験結果を示す。空隙率と同様にいずれの供試体も本研究の目標値を満たした。透水係数は一般的に養生日数の経過にともない小さくなる傾向にあるが、本研究ではそのような傾向は確認できなかった。供試体内部の空隙分布が透水係数に影響を与えている可能性があるため、X 線撮影で空隙の状態を詳しく調査する必要がある。

図 3 に一軸圧縮試験結果を示す。いずれの供試体も 28 日養生後の圧縮強度はおよそ  $12\text{N/mm}^2$  であり、目標値を上回った。FbP 混和供試体はセメント量を減じているにもかかわらず、Blank と同等の強度となった。これは、FbP の混和によってカルシウムが供給されたためと考えられる。

### 4. 西洋芝生育試験結果

図 4 に西洋芝生育試験結果を示す。測定開始から終了まで FbP 混和供試体が Blank に比べて葉長が長い。また、FbP は 42 日目以降も葉長の成長低下がみられないことから、Blank と比べて僅かだが植物の発育期間が長いことが確認された。FbP の混和によって肥料の三要素の 1 つであるリンを供給し、植物の成長を補助した可能性がある。

### 5. まとめ

以上より、植生用ポーラスコンクリートの混和材として、FbP が有用であることが示唆された。今後は、FbP の混和量を変化させた場合の物性ならびに植物生育能力や、測定期間を年単位に延長して、強度と植物生育能力に及ぼす長期的な影響を調査する必要がある。

### 参考文献

- 1) 阿部公平, 兵頭正浩, 佐藤利夫, 中野資博: リン吸着コンクリートの循環利用方法に関する研究, 農業土木学会論文集 (2007), No.2007, Vol.249, pp.269-275

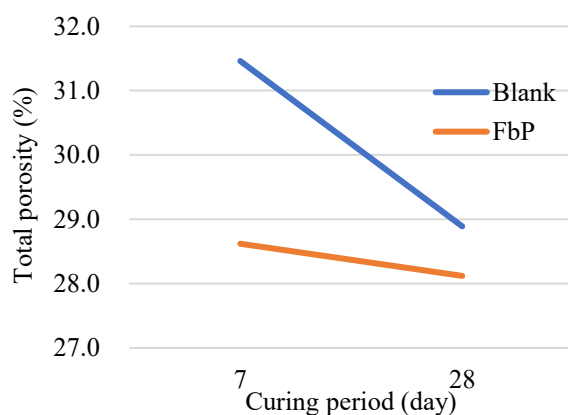


図 1 空隙率試験結果

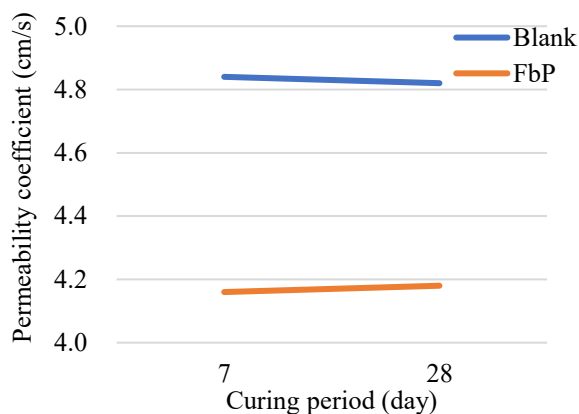


図 2 透水試験結果

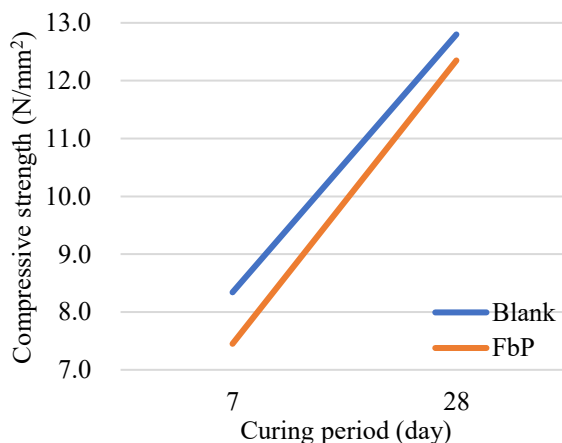


図 3 一軸圧縮試験結果

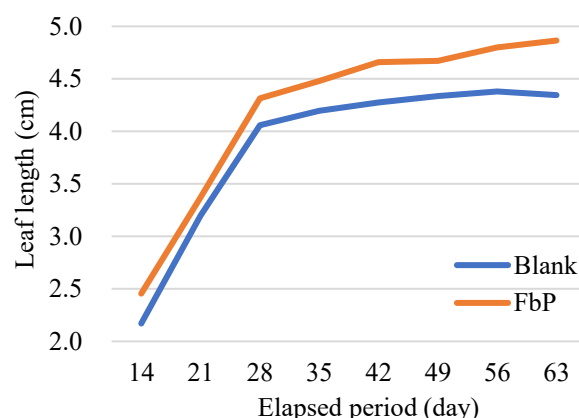


図 4 西洋芝生育試験結果