

## 木質灰を混和した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 ○佐武大 香川大学大学院 学生会員 谷中彩寧  
香川大学 フェロー会員 吉田秀典 香川大学 正会員 岡崎慎一郎 香川大学 小宅由似

## 1. はじめに

地球温暖化対策として、再生可能エネルギーの普及を目的とした固定価格買取制度 (FIT 制度) の施行により国内のバイオマス発電所が増加しているが、バイオマス発電は発電の過程で発生する燃焼灰 (木質灰) がただでさえ残余年数の少ない最終処分場をさらに逼迫するという問題がある。このような背景から、木質灰の再資源化を目的とした肥料としての利用<sup>1)</sup>やコンクリートの混和材としての利用<sup>2)</sup>が検討されてきた。本研究では、木質灰がカリウムを含有すること、かつ、ポーラスコンクリートが内部に連続空隙を有し、透水性機能が高く、植生に適することから、木質灰をセメント代替としてポーラスコンクリートに用いることとした。木質灰混和ポーラスコンクリートが植生ならび使用性と言った各種物性に適するか否かを検討するため、その圧縮強度と植物生育能力について調査した。

## 2. 実験概要

## 2.1 ポーラスコンクリートの配合

本研究では、木質灰ポーラスコンクリートの植栽基盤ポーラスコンクリートとしての利用を検討しているため、「植生重視タイプ」(表 1) を目標として採用し、配合設計を実施した。表 2 に配合設計を示す。

配合設計は、中村らの「ため池護岸へのポーラスコンクリートに関する研究<sup>4)</sup>」を参考とし、W/C を 25%、目標空隙率を 26% に設定した。表中の、WFA は木質灰をセメント質量に対して 3% セメントと置換させた配合を、また、Blank は木質灰を加えていない配合を表す。木質灰の置換率は、試し練りにより決定した。試し練りでは、木質灰の質量置換率を 3、5、10% の 3 パターンの配合で実施した。その結果、圧縮強度の目標値である 10N/mm<sup>2</sup> を超えた値を示した配合は 3% の配合のみであったことから、本試験では木質灰の質量置換率を 3% に決定した。

## 2.2 評価項目

物性試験では、空隙率試験、透水試験ならびに圧縮強度試験を実施した。それぞれの物性は、植生重視タイプのポーラスコンクリートを参考とし、空隙率は 21~30%、圧縮強度 10N/mm<sup>2</sup> 以上を目標とした。また、透水係数はポーラスコンクリートの物性間の相関関係<sup>5)</sup>より、目標空隙率と対応する値となる 2.5~5.0 cm/s を目標範囲とした。植生試験では、土壌 pH 測定ならびに葉長測定を実施した。

## 3. 実験結果

## 3.1 物性試験

## 3.1.1 空隙率試験結果

空隙率試験結果を図 1、図 2 に示す。Blank は 0.76%、WFA は 1.26% 目標空隙率を超越したが、概ね目標空

表 1 ポーラスコンクリート河川護岸の構造仕様<sup>3)</sup>

護岸タイプ	適用範囲	
	強度	空隙率
植生重視 護岸タイプ	10N/mm <sup>2</sup> 以上 空隙率によっては、18N/mm <sup>2</sup> までは可能	20~30% 特に植生を重視する箇所や植生に対する気象条件等が厳しい箇所は、25%以上とする
強度重視 護岸タイプ	18N/mm <sup>2</sup> 以上	18~21%

表 2 配合設計

	C(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	G(kg/m <sup>3</sup> )	AE(kg/m <sup>3</sup> )	WA(kg/m <sup>3</sup> )
Blank	337	84	1547	3.37	
WFA	326.89	84	1547	3.37	10.11

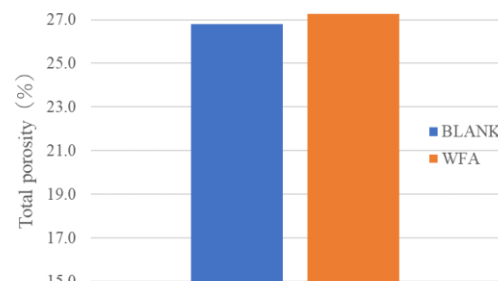


図 1 全空隙率結果

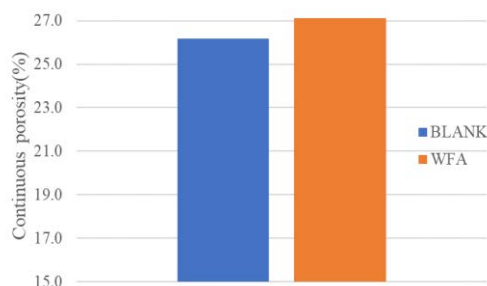


図 2 連続空隙率結果

隙率に近い値となった。また、全空隙に対して連続空隙の占める割合は Blank で 97.7%, WFA で 99.5%と、Blank, WFA とともに 90%を大きく上回る値を示したことから、植生基盤ポーラスコンクリートに適した結果が得られた。

3.1.2 透水試験結果

透水試験の試験結果を図 3 に示す。目標範囲は 2.5~5.0 cm/s であり、WFA は目標範囲内に収まった。

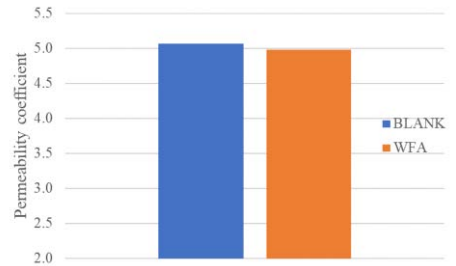


図 3 透水試験結果

3.1.3 圧縮強度試験結果

圧縮強度試験の試験結果を図 4 に示す。圧縮強度試験では、Blank, WFA とともに目標値である 10 N/mm<sup>2</sup> を上回る値となった。しかしながら、配合設計用に作製した WFA を 5%置換させた供試体においては、強度発現が不十分であった (図 5)。WFA を 3%置換した供試体は、Blank と同程度の圧縮強度が発現したことから、おおよそ 3%がポーラスコンクリートの強度低下が生じない最大の置換率であると考えられる。

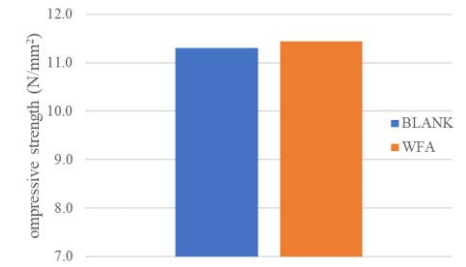


図 4 圧縮強度試験結果

3.2 植生試験

3.2.1 土壌 pH 測定結果

表 3 に土壌 pH の測定結果を示す。Blank, WFA とともに覆土部分とポーラスコンクリート内部では pH に大きな差が生じたが、Blank と WFA の土壌 pH に有意な差異は見られなかった。木質灰の pH はセメントよりも高いものの (表 4)、セメントに対して 3%の置換では、土壌 pH に与える影響は小さいという結果が得られた。

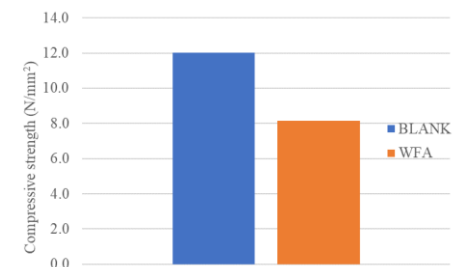


図 5 置換率 5%の圧縮強度試験結果

3.2.2 葉長測定結果

図 6 に葉長測定結果を示す。播種から 14 日後の時点では、Blank と WFA の葉長に差がないものの、21 日後、28 日後の時点では、約 10%の差が生じている。土壌 pH 測定の結果や、その他の条件が同じであることから、木質灰中のカリウムが芝の成長に寄与した可能性が考えられる。

表 3 土壌 pH 測定結果

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

	pH		pH
Blank 覆土	5.16	WFA 覆土	5.34
Blank 内部	10.25	WFA 内部	9.76

表 4 セメントと木質灰の pH 測定結果

	セメント	木質灰
pH	12.5	13.43

- (1) 木質灰のセメントに対する質量置換率が 3%の場合は、物性にほとんど変化が見られないが、質量置換率が 5%の場合は圧縮強度が Blank と比べ約 33%低い。
- (2) WFA は Blank に比べ 21 日後、28 日後の時点では約 10%芝の成長が進んでいることから、木質灰中のカリウムが芝の成長に寄与した可能性が考えられる。
- (3) 木質灰を 3%置換した場合は、圧縮強度を含めた物性がほとんど変化しないことから、実際の護岸等に適応可能であると考えられる。実際の護岸工事 (山形県相沢川堤防補修工事: ポーラスコンクリート 900m<sup>3</sup>) に当てはめると 7005kg の二酸化炭素を削減することができる。

参考文献

- 1) 長倉淳子, 小笠原真由美, 山田毅, 平井敬三: スギ, ヒノキコンテナ育苗培地への木質バイオマス燃焼灰混合が苗木の成長と養分状態におよぼす影響, 森林総合研究所研究報告, pp75-84, 2018 年
- 2) 前川明弘, 市川幸治, 渡邊卓弥, 近藤笑加: 木質バイオマス燃焼灰を用いたポーラスコンクリートの各種特性に関する基礎的研究, 第 32 回廃棄物資源循環学会研究発表会 講演原稿 2021, pp185-186
- 3) 財団法人先端建築技術センター: ポーラスコンクリート河川護岸工法の手引き, p.18, 21, 山海堂, 2001
- 4) 中村勝衛, 石川嘉崇, 柳橋邦生, 安藤慎一郎: ため池護岸へのポーコンクリートの適用, コンクリート工学, 43 巻, 4 号, pp.44-45,2005

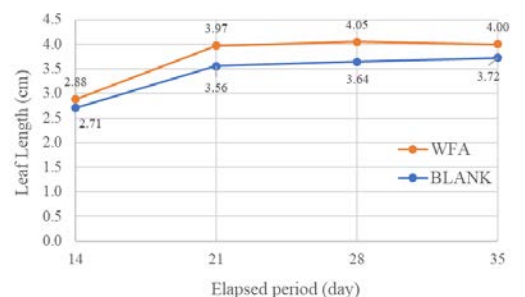


図 6 葉長測定結果