

# 環境負荷を軽減する機能性コンクリート製品の開発

## (その 1 : 製造方法及び圧縮強度特性)

前川明弘\*, 村上和美\*

### Product Development of Functional Concrete Designed to Reduce the Environmental Burdens (Part 1 : Manufacturing Method and Compressive Strength Properties)

Akihiro MAEGAWA and Kazumi MURAKAMI

#### 1. はじめに

近年、建設業界では、利便性、快適性などを考慮しつつも経済効率を優先した構造物の製造・施工方法を見直し、資源循環、環境負荷低減といった「地球環境」を意識した取り組みが強く求められるようになった。

このような背景の中、著者らは、これまでに内部に多くの連続した空隙を持ち、植生ブロックや魚礁ブロックなど様々な機能を有するポーラスコンクリートに関する研究を進めてきた。

本研究では、ポーラスコンクリートの適用範囲をさらに拡大させることを目的として、小粒径骨材を用いて空隙径を小径化したポーラスコンクリート（以下、小粒径ポーラスコンクリートとする）の各種特性に関する検討を行った。小粒径ポーラスコンクリートは、使用する骨材径の範囲を 0.6~2.5mm とし、従来のポーラスコンクリート（骨材径:2.5~20mm）では得られない小さな空隙を有することを特徴とする。空隙径を小径化させることで、従来品の保水性能や揚水性能などが格段に向上するものと思われ、新たな用途開発も期待できる。また、本研究が対象とする骨材径は、熔融スラグなど通常では利用されない粒度の産業廃棄物や副産物を有効利用できる可能性が高く、より環境に配慮した製品となりうる。

本報では、小粒径ポーラスコンクリートの基礎的

\* 材料技術研究課

表 1 実験の要因水準

要因	水準
W/C (%)	25 (普通ポルトランドセメント使用) 21 (シリカフェュームセメント使用)
骨材 (号)	6, 8, 9
目標空隙率 (%)	10, 20, 30
FL	150 (6号砕石・目標空隙率10%) 190 (6号砕石・目標空隙率20%, 30%) 230 (8号砕石) 270* (9号砕石) *0打フロー値

表 2 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント 密度: 3.16g/cm <sup>3</sup> , 比表面積3290cm <sup>2</sup> /g シリカフェュームセメント 密度: 3.08g/cm <sup>3</sup> , 比表面積6440cm <sup>2</sup> /g
骨材	産地: 三重県松阪市産 6号砕石 (骨材粒径5~13mm): 表乾密度2.71g/cm <sup>3</sup> , 吸水率1.00% 8号砕石 (骨材粒径1.2~2.5mm): 表乾密度2.67g/cm <sup>3</sup> , 吸水率1.42% 9号砕石 (骨材粒径0.6~1.2mm): 表乾密度2.69g/cm <sup>3</sup> , 吸水率1.39%
水	水道水
混和剤	ポリカルボン酸系高性能AE減水剤

な検討として実施した製造方法及び圧縮強度特性の実験結果について報告する。

#### 2. 実験方法

本実験の要因水準を表 1 に示す。

##### 2. 1 使用材料

本実験の使用材料を表 2 に示す。本報では、一般

的なポーラスコンクリートとの圧縮強度を比較するために 6 号砕石も使用した。

## 2. 2 小粒径ポーラスコンクリート供試体の製造方法

結合材ペーストは、水およびセメントをパン型ミキサ（回転数：73rpm）に投入した後、270 秒間練り混ぜることにより得た。小粒径ポーラスコンクリートは、結合材ペーストに骨材を投入し、さらに 90 秒間練り混ぜることにより製造した。

圧縮強度試験用供試体は  $\phi 10 \times 20\text{cm}$  の円柱供試体とし、打設はすべて 1 層打ちとした。締固めは、ポーラスコンクリートを打ち込んだ型枠上部に 4kg の角柱形の錘を静置し、テーブルバイブレータを用いて行った。振動条件は、テーブルバイブレータ、型枠および試料の総質量約 350kg に対し、加振力  $17.4\text{kN} \cdot 10\text{s}$  とした。

## 2. 3 小粒径ポーラスコンクリート供試体の全空隙率測定方法

小粒径ポーラスコンクリートの全空隙率の測定を一般的な空隙率の試験方法<sup>2)</sup>で行った場合には、正確な測定が困難であった。これは、供試体を  $20^\circ\text{C} \cdot \text{RH}60\%$  の環境下に 24 時間静置した後においても、その内部に大量の水を含んでいたためである。

そこで本報では、小粒径ポーラスコンクリートの空隙率測定方法として、供試体型枠に投入したポーラスコンクリート質量を練混ぜ直後の状態で計測し、その質量および割合から全空隙率を算出する質量法を採用した。

## 2. 4 小粒径ポーラスコンクリート供試体の圧縮強度試験

供試体端部をセメントペーストでキャッピングした後に、JIS A1108 に準拠し、材齢 28 日で実施した。

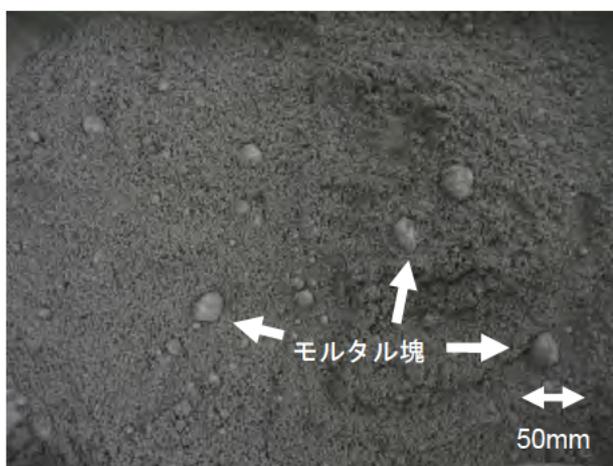
## 3. 結果と考察

### 3. 1 小粒径ポーラスコンクリートの練混ぜ性状

図 1(a)に示すとおり、小粒径ポーラスコンクリートの練混ぜ性状は、普通ポルトランドセメントと 9 号砕石を使用した設計空隙率 30%の調合条件を除けば全て均一に練り混ぜられており、特に問題が生じないことが確認できた。問題が生じた条件については、練混ぜ終了後、図 1(b)に示すモルタル塊が発生することが確認できた。上記のモルタル塊の発生



(a) 8 号砕石・設計空隙率 10%



(b) 9 号砕石・設計空隙率 30%

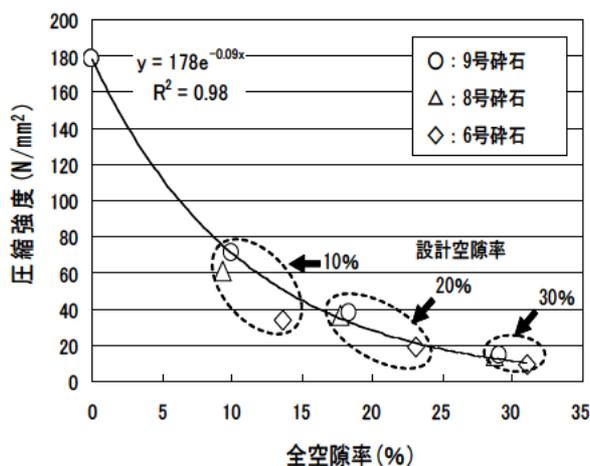
図 1 普通ポルトランドセメントを使用した小粒径ポーラスコンクリートの練混ぜ後の様子（一例）

量は、結合材 FL をさらに大きくすることで低減できる可能性はあるが、本実験では 2.5mm のフルイ上で塊をほぐしたものをを用いて供試体を作製した。

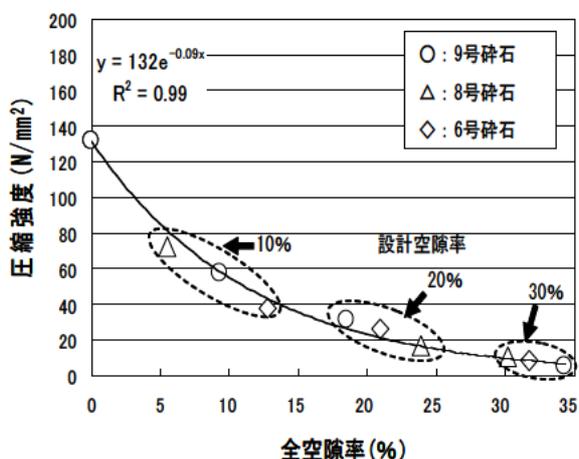
### 3. 2 小粒径ポーラスコンクリートの圧縮強度特性

圧縮強度と全空隙率との関係を図 2 に示す。同図には、結合材ペースト強度を全空隙率 0%の強度として示した。また、設計空隙率(全空隙率)は実測空隙率(全空隙率)と異なるため破線で示した。図 2 より、小粒径ポーラスコンクリートの圧縮強度と全空隙率には、普通粒径のポーラスコンクリート（6 号砕石使用）と同様に高い相関関係があり、それらは指数関数式で近似できることが確認できた。

また、既往の研究によれば、骨材粒径がポーラスコンクリートの圧縮強度に及ぼす影響は小さいとす



(a) W/C=0.21 (シリカフュームセメント使用)



(b) W/C=0.25 (普通ポルトランドセメント使用)

図 2 小粒径ポーラスコンクリートの圧縮強度と全空隙率との関係

る報告<sup>3)</sup>、骨材粒径が小さいほど骨材の接点数が増え圧縮強度が大きくなるとする報告<sup>4)</sup>、逆に、骨材粒径が大きいほど結合材の垂れにより骨材接点部分が補強され圧縮強度が大きくなるとする報告<sup>5)</sup>があり、統一した結論は得られていない。本実験の範囲では、骨材粒径の小径化がポーラスコンクリートの圧縮強度に及ぼす影響は小さく、河川護岸ブロック(植生重視タイプ)で要求される圧縮強度 10N/mm<sup>2</sup>(空隙率 21~30%)といった規格値などはクリアしており、実用上問題のないことが確認できた。これらの理由としては、骨材が小径化されることで均質性は高くなるが、結合材厚さは薄くなるという正負の要因が混在することが考えられる。

図 2(a), (b)を比較した結果、小粒径ポーラスコンクリートの圧縮強度-全空隙率関係に及ぼす結合

材強度の影響は小さいことが確認できた。結合材強度がポーラスコンクリートの各種物性に及ぼす影響については、今後、同条件で作製したポーラスコンクリートの凍結融解試験などを実施することで、さらに詳細に検討する予定である。

#### 4. まとめ

本研究では、小粒径ポーラスコンクリートの製造方法及び強度特性に関する基礎的な実験を行った。得られた知見を下記に示す。

- (1) パン型ミキサを用いて、小粒径ポーラスコンクリートを製造することは可能である。ただし、一部の調査条件については、練混ぜ過程でモルタル塊が生成するため、FLの修正など改善の余地がある。
- (2) 骨材粒径の小径化がポーラスコンクリートの圧縮強度に及ぼす影響は小さく、強度面においては実用上問題のないことが確認できた。

#### 謝辞

本研究を行うにあたり、宇部三菱セメント株式会社 名古屋支店からシリカフュームセメントに関するご支援を頂いた。関係者の方々に、付記して深謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 前川明弘ほか：“大粒径ポーラスコンクリートの製造および魚礁ブロックとしての応用”.コンクリート工学, 46, No.2, p24-32 (2008)
- 2) 日本コンクリート工学協会編：“ポーラスコンクリートの設計・施工法の確立に関する研究委員会報告書”.日本コンクリート工学協会, p179-181 (2003)
- 3) 大谷俊浩ほか：“ポーラスコンクリートの圧縮強度特性に及ぼす影響因子に関する研究”.日本建築学会構造系論文集, 585, p31-37 (2004)
- 4) 中澤隆雄ほか：“ポーラスコンクリートの配合が透水性および強度に及ぼす影響”.セメントコンクリート論文集, 50, p382-387 (1996)
- 5) 畑中重光ほか：“ポーラスコンクリートの圧縮強度-空隙率関係に及ぼす結合材強度および粗骨材粒径の影響に関する実験的研究”.日本建築学会構造系論文集, 594, p17-23 (2005)

(本研究は法人県民税の超過課税を財源としています)