

[98] 小粒径ポーラスコンクリートの空隙率測定方法に関する研究

三重県科学技術振興センター工業研究部
株式会社 三和工務店
三重大学工学部

○前川明弘
山本 晃
三島直生 畑中重光

1. まえがき

本研究では、ポーラスコンクリート（以下、POC とする）に新たな機能を付与す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 POC に関する検討を行っている。小粒径 POC の各種特性を把握するためには、まず空隙率を正確に測定する必要がある。しかしながら、著者らが予備実験として実施した空隙率の測定結果によれば、一般的に行われている手法¹⁾では正確な数値が得られない可能性が高いことを確認した²⁾。

そこで、本報では新たに質量法による測定を実施し、従来の手法と比較することでその妥当性を検証した。

2. 実験の概要

2. 1 小粒径ポーラスコンクリート供試体の作製

(1) 使用材料

本実験の使用材料を表 1 に示す。本報では、一般的な POC との性能を比較するために 6 号砕石も使用した。

(2) 製造方法

実験の要因と水準を表 2 に示す。

POC の結合材ペーストのフロー値（以下、FL とする）は、供試体底部に垂れが生じない条件とした。

練混ぜは、水およびセメントをミキサに投入し 100rpm で 30 秒間混合した後、200rpm で 270 秒間練り混ぜた。練混ぜが終了した結合材ペーストに骨材を投入し、200rpm で 135 秒間練り混ぜることで POC を得た。

供試体はテーブルバイブレータを用いて締固め、 $\Phi 10 \times 20\text{cm}$ の円柱供試体と $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ の角柱供試体をそれぞれ 3 本ずつ作製した。円柱供試体は、上部 10cm を塩ビ管で延長した型枠 4 本をテーブルバイブレータに固定し、設計空隙率質量分の POC を投入した。締固めは、4kg の円柱形の錘を試料上部に静置して行った³⁾ [図 1(a)]。また、角柱供試体の締固め方法は、20kg の角柱形の錘を使用し、型枠を 1 本ずつ固定する条件以外はすべて円柱供試体と同一にした [図 1(b)]。テーブルバイブレータの振動条件は、本体および試料の総重量約 350kg に対し、加振力 17.4kN・10s とした。

2. 2 空隙率試験

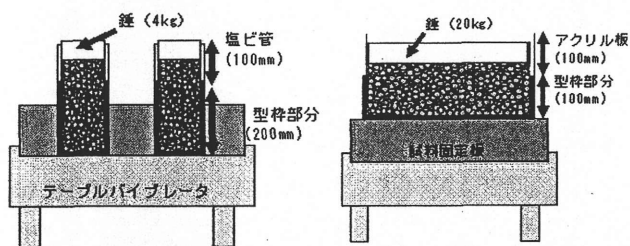
本報では、小径 POC の空隙率測定方法として、供試

表 1 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 ³ 、比表面積：3350cm ² /g
骨材	産地：三重県佐奈山産 (6号砕石：骨材粒径5~13mm) 表乾密度：2.70g/cm ³ 、吸水率：1.09% (8号砕石：骨材粒径1.2~2.5mm) 表乾密度：2.70g/cm ³ 、吸水率：1.35% (9号砕石：骨材粒径0.6~1.2mm) 表乾密度：2.71g/cm ³ 、吸水率：1.04%
水	水道水
混和材	ポリカルボン酸系高性能AE減水剤

表 2 実験の要因と水準

要因	水準
W/C(%)	25
使用骨材	6号、8号、9号砕石
設計空隙率(%)	10、20、30
使用ミキサ	オムニミキサ
結合材混合条件	ペースト先練り
フロー値 (FL)	150 (6号砕石・設計空隙率10%) 190 (6号砕石・設計空隙率20%・30%) 230 (8号砕石) 267* (9号砕石) * : 0打フロー値
締固め条件	テーブルバイブレータ
加振時間	10 s



(a) 円柱供試体 (b) 角柱供試体

図 1 振動締固めによる供試体作製方法

体型枠に投入した POC 質量を練混ぜ直後の状態で計測し、その質量および調合上の硬化体密度から空隙率を算出する質量法を採用した。質量法の妥当性を検証するために、作製した供試体の空隙率を質量法および一般的な手法である容積法¹⁾で測定し、その結果を比較した。

3. 実験結果および考察

円柱供試体の空隙率を、質量法と容積法で測定した比較結果を図 2 に示す。図 2(a) より、6 号砕石を用いた POC の空隙率の測定値はほぼ一致した。これにより、質量法の測定結果は妥当であると考えられる。

また、8号及び9号碎石を使用した小粒径 POC の場合には測定値に差が生じることが確認できた。これらの差が生じた要因としては、供試体内部の含水状態による影響が考えられる。すなわち、小粒径 POC 供試体を水中に投入すると空隙径が小さいために内部に多くの空気が封入され、水中重量測定時に空気を十分に取り除くことができない(水中重量が小さく測定される)ことや、写真1に示すように24時間気中放置後の供試体内部に多くの水分が残留する(気中重量が大きく測定される)ことにより硬化体の容積が大きく見積られることで空隙率が小さく算定されることである。図2(b)では、質量法の POC 投入質量を表乾質量とみなし、容積法の水中重量と24時間乾燥重量から空気または水による誤差を算出した。その結果、9号碎石では設計空隙率が小さいと水中重量測定時の誤差が大きく、設計空隙率が大きいと気中重量測定時の誤差が大きくなることが確認できた。

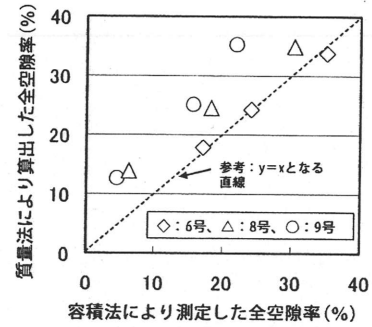
角柱供試体における空隙率測定比較結果を図3に示す。図3(a)より、6号及び8号碎石では円柱供試体と同様の結果となったが、8号碎石の設計空隙率30%と9号碎石の設計空隙率20及び30%の条件においてその差が拡大した。この差を図3(b)の要因で確認すると、設計空隙率が高くなれば気中重量の測定誤差が大幅に増加する、すなわち、角柱供試体の方が乾燥しにくいという結果が得られた。この理由としては、供試体の保水能力は毛管現象の影響が大きく、この場合、保水量は供試体底面からある一定の高さ以下に集中する(写真1参照)ため、気中乾燥時の供試体高さが20cmとなる円柱供試体に対して、高さが10cmとなる角柱供試体の誤差が大きくなったのではないかと推察できる。

4. まとめ

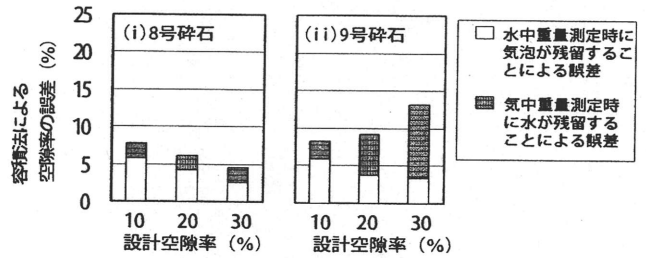
本研究の結果、小粒径ポーラスコンクリートの容積法による空隙率の測定では、空気及び含水による誤差が生じる可能性が高く、本報で実施した質量法による測定が妥当であることが明らかとなった。

【参考文献】

- 1) 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、pp. 179-181 (2003)
- 2) 前川明弘ほか：小粒径ポーラスコンクリートの製造方法に関する基礎的研究、日本建築学会東海支部研究報告集、第44号、pp.45-48 (2006)
- 3) 梶尾聡、鶴沢正美、森下重和：ポーラスモルタルの配合と特性に関する研究、第59回セメント技術大会講演要旨、pp.220-221 (2005)

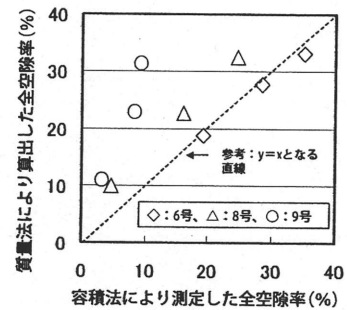


(a)空隙率測定比較結果

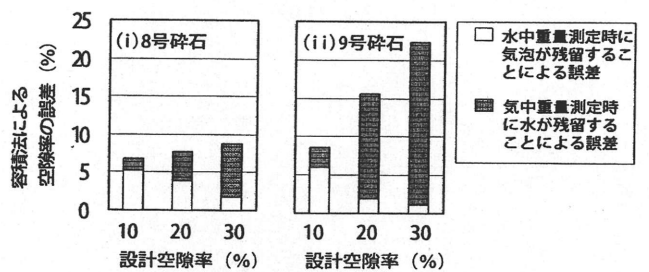


(b)測定値に誤差が生じた要因

図2 円柱供試体の空隙率測定比較結果

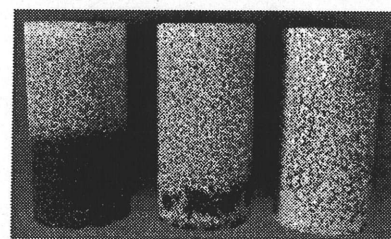


(a)空隙率測定比較結果



(b)測定値に誤差が生じた要因

図3 角供試体の空隙率測定比較結果



設計空隙率 30% 20% 10%
写真1 24時間乾燥後の供試体の一例(8号碎石)