

ポーラスコンクリートの圧縮強度に及ぼす供試体の高さ／直径比の影響

			正会員	○中川武志 *1
			同	森鼻泰大 *2
ポーラスコンクリート	圧縮強度	供試体	同	三島直生 *3
強度補正係数	高さ／直径比		同	畑中重光 *4

1. はじめに

ポーラスコンクリートは、各種の機能性に対する期待が高く、建築外構や駐車場等への適用が拡大しつつある。しかし、新しい技術であり、実施工時の品質管理のための評価法が不十分な点もある。中でも、最も基本的な品質指標となる圧縮強度について、打設された箇所からのコアなどにおいて圧縮強度に及ぼす供試体の高さ／直径の比が 2.0 を下回る場合¹⁾の評価方法が確立されていない。普通コンクリートにおいては、供試体の高さ／直径の比の影響に関する既往の研究²⁾とともに、JIS A 1107 に圧縮強度の補正係数が示されている。しかし、ポーラスコンクリートにおいては、適用すべき補正係数がないため、現状では、普通コンクリートの補正係数を使わざるを得ないが、その妥当性については不明であった。

そこで、このような状況を解消するため、本研究では、ポーラスコンクリートの圧縮強度に及ぼす供試体の高さ／直径の比の影響に関する実験を行い、圧縮強度の補正係数を検討した。

2. 実験の概要

実験は、型枠を使用して円柱供試体を作成し、硬化後、空隙率試験および圧縮強度試験を行った。

表-1 に要因と水準を示す。空隙率および高さ／直径比 (h/d) をそれぞれ 3 水準、6 水準に変化させた。

実験に用いた調査表を表-2 に示す。

ポーラスコンクリートの練混ぜは、一軸パン型ミキサーを使用して、ペースト先練り方式とした。型枠はφ100×200mm の円柱型枠を用い、打設は、所定の空隙率が得られるように、調査表から計算した質量を投入した後、表面振動機(φ95mm, 150W, 60Hz)を使用して、10 秒間締固めた。脱型後は、材齢 28 日まで水中養生を行った。

空隙率の測定は、質量法 (JCI の基準案³⁾) に従った。圧縮強度試験 (材齢 28 日) に際しては、供試体の端面に硫黄キャッピングを行った。

表-1 実験の要因と水準

要 因	水 準
空隙率 (%)	15, 20, 30 (3水準)
高さ/直径比 h/d	0.5, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0 (6水準)

3. 実験結果

図-1 に、水セメント比 30%における全空隙率の実測値と高さ／直径比の関係を示す。図によれば、供試体の高さ／直径比が高くなるほど、全空隙率が大きくなる傾向が見られる。これは、供試体の高さ／直径比が高くなるほど、表面振動機による締固めの効果が下層に及びにくいためであると考えられる。

図-2 に、水セメント比 30%における圧縮強度と全空隙率実測値の関係を示す。図中の近似曲線は、h/d を考慮した結合材強度の値を Y 軸切片とした指数関数⁴⁾による。同図によれば、各高さ／直径比ごとの近似曲線の形状はほぼ同一とみることができる。また高さ／直径比が小さくなるほど、近似曲線が上方へシフトしていることがわかる。

図-3 に、圧縮強度と高さ／直径比の関係を示す。各空隙率における圧縮強度の値は、図-2 の近似式を用いて算出した。さらに、図-3 のデータを基にして求めた、高さ／直径比=2.0 の圧縮強度に対する強度比と高さ／直径比の関係を図-4 に示す。なお、同図には、JIS A 1107 の普通コンクリートの強度補正係数のデータも併せて示している。

図-3 を見ると、圧縮強度と高さ／直径比の関係は、普通コンクリートの傾向に類似している。すなわち、高さ／直径比が小さくなるにつれて、圧縮強度の増加量が急激に大きくなり、特に、高さ／直径比が 1.0 以下になると圧縮強度の増加量が大きくなるのがわかる。これは、普通コンクリートと同じように、載荷時の端面摩擦による拘束が供試体内部の応力分布に影響することによって考えられる。また同図からは、空隙率が大きいほど、高さ／直径比による圧縮強度の差が大きくなっており、ポーラスコンクリートは普通コンクリートに比べると、高さ／直径比の影響を大きく受けるといえる。

表-2 ポーラスコンクリートの調査表

設計空隙率 (%)	質 量 (1m ³ あたり)			
	セメント (kg/m ³)	水 (kg/m ³)	混和剤 (kg/m ³)	砕石 (kg/m ³)
15	449	134	0.39	1558
20	368	110	0.32	1558
30	206	61.5	0.18	1558

注) 砕石は、6号(粒径5~13mm)を使用

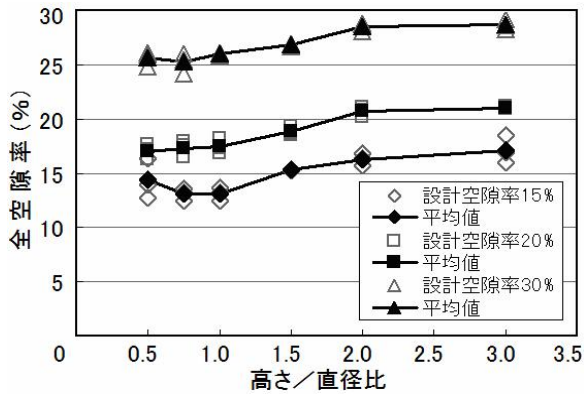


図-1 高さ／直径比と全空隙率の関係

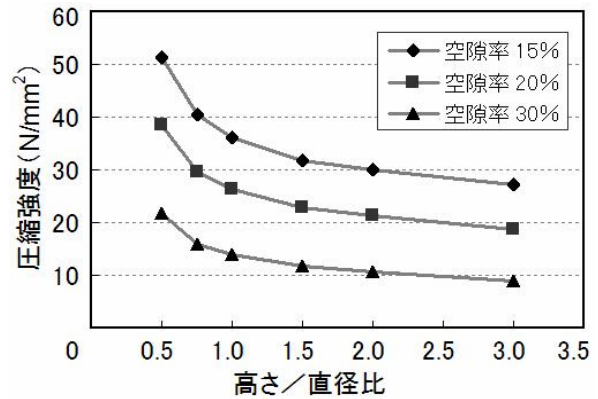


図-3 高さ／直径比と圧縮強度の関係

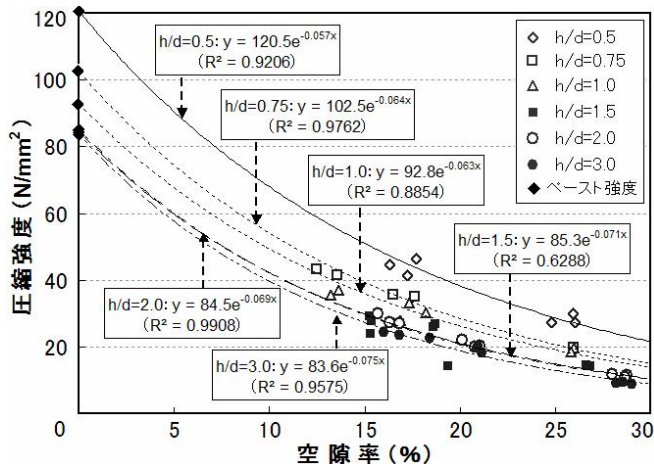


図-2 全空隙率と圧縮強度の関係

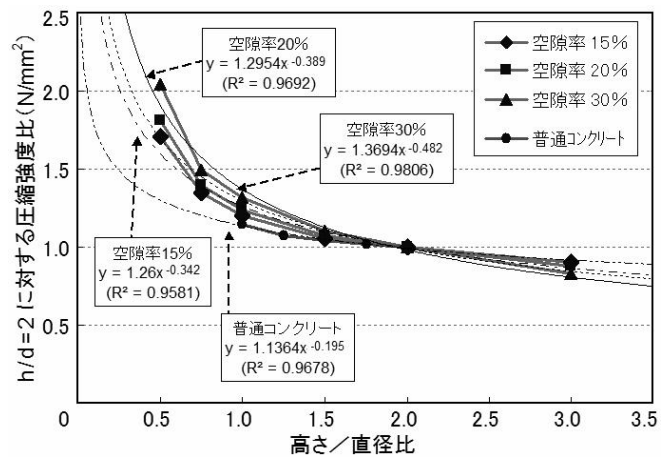


図-4 高さ／直径比と h/d=2.0 に対する圧縮強度比

4. 圧縮強度の補正係数の推定式の提案

図-4 中に示した各空隙率における近似式の係数について、空隙率を横軸としてプロットする。空隙率 0%の値には普通コンクリートの近似式の係数を用いると、係数と空隙率の関係は、ほぼ線形関係となり、近似式で示すことができる。以上より、(今回の実験範囲において) h/d=2 に対する強度補正係数 n を、空隙率と h/d をパラメータとして、式(1)~(3)のように表すことができる可能性がある。

$$n = A x^B \quad (1)$$

$$A = 0.0078V + 1.14 \quad (2)$$

$$B = -0.0096V - 0.196 \quad (3)$$

ここに、n:強度補正係数、V:空隙率(%), x:高さ／直径比 h/d である。

5. まとめ

本実験により得られた知見を以下に示す。

- 1) ポーラスコンクリートの圧縮強度は、普通コンクリートと同じように、供試体の h/d が小さくなるほど大きくなる。これは、載荷時に生じる供試体端面の拘束が影響していると考えられる。
- 2) h/d=2 に対する圧縮強度の補正係数は、h/d および空隙率をパラメータとした関数で表すことができる。

【謝辞】

本研究の一部は、平成 20 年度日本学術振興会科学研究補助金・基盤研究(B)(研究代表者:畑中重光)によった。また、実験に際して、三重大学工学部建築学科福田一真君にご協力いただいた。記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 中川武志, 畑中重光, 三島直生, 松村豪:住空間における意匠性に配慮した複層ポーラスコンクリート歩道の施工実験, コンクリート工学, Vol.46, No.12, pp.20-27, 2008
- 2) 谷川恭雄他:改訂版建築材料, 理工図書, pp.72, 1989
- 3) ポーラスコンクリートの設計・施工に関する研究委員会:同報告書, 日本コンクリート工学協会, pp.179-180, 2003
- 4) 野口貴文, 友澤史紀:高強度コンクリートの圧縮力学特性に及ぼす供試体寸法・形状の影響, 日本建築学会構造系論文集, 第 473 号, pp.19-28, 1995

*1 三重大学大学院工学研究科建築学専攻・大学院生・修士(工学)
 *2 三重大学工学研究科建築学専攻
 *3 三重大学大学院工学研究科建築学専攻・助教・博士(工学)
 *4 三重大学大学院工学研究科建築学専攻・教授・工博

*1 Graduate Student, Div. of Arch. Graduate School of Eng. Mie Univ., M. Eng.
 *2 Graduate Student, Div. of Arch. Graduate School of Eng. Mie Univ.
 *3 Assist. Prof., Div. of Arch., Graduate School of Eng. Mie Univ., Dr. Eng
 *4 Prof., Div. of Arch., Graduate School of Eng. Mie Univ., Dr. Eng.