

V-129

ポーラスコンクリートの空隙率および圧縮強度に関する研究

宮崎大学大学院工学研究科 学生会員 張 日紅
 宮崎大学工学部 正会員 中澤 隆雄
 宮崎大学工学部 正会員 新西 成男
 宮崎大学工学部 正会員 今井 富士夫

1. まえがき

本研究は、生態系と調和あるいは共存しうる材料、すなわちエコマテリアルとして注目されつつあるポーラスコンクリートの粗骨材粒径範囲およびペースト量が、コンクリートの空隙率および圧縮強度に及ぼす影響について検討を行ったものである。

2. 実験概要

(1) 使用材料

使用材料は、セメント（C：普通ポルトランドセメント、比重：3.16）、シリカフューム（SF：マイクロシリカ、比重：2.2、SiO₂含量：90%以上）、高性能減水剤（SP：ポリカルボン酸系、固体成分：30%）および表1に示す性質を有する4種類の粒径範囲の粗骨材（A、石灰石）である。

表 1: 粗骨材の物理的性質

粒径 mm	比重	吸水率 %	単位容積質量 kg/m ³	空隙率 %
5-20	2.68	0.49	1690	36.9
5-10	2.69	0.41	1643	38.7
10-15	2.68	0.45	1559	41.8
15-20	2.69	0.42	1531	42.9

(2) 配合および供試体

配合を決定するにあたり、水結合材比（W/B）は22%、シリカフューム置換率は15%、高性能減水剤は結合材量の1%で一定とし、空隙量は粗骨材粒径範囲及びペースト粗骨材容積比（ V_p/V_A ）によって変化させた。また、単位粗骨材量は表1に示した単位容積質量を一定としてそのまま用いている。配合の一覧と配合から計算したコンクリートの理論空隙率を、粗骨材の粒径範囲別に表2に示す。コンクリートの練混ぜは、強制式ミキサを使用し、水と高性能減水剤以外の

表 2: ポーラスコンクリートの配合 (kg/m³)

粒径 (mm)	V_p/V_A	A	C	SF	W	SP	空隙率 (%)
5-20	21%	1690	206	30.9	50.4	2.37	24.7
	25%	1690	246	36.9	60.3	2.83	22.1
	28%	1690	276	41.4	67.6	3.17	20.3
	35%	1690	345	51.7	84.5	3.97	15.9
5-10	21%	1643	202	30.3	49.5	2.32	27.1
	25%	1643	228	34.2	63.7	2.62	24.5
	28%	1643	246	38.3	71.3	2.93	22.8
	35%	1643	319	47.9	89.2	3.67	18.5
10-15	21%	1559	190	28.5	47.4	2.19	30.6
	25%	1559	217	32.6	60.7	2.50	28.3
	28%	1559	243	36.5	67.9	2.79	26.5
	35%	1559	304	45.6	85.0	3.50	21.5
15-20	21%	1531	186	27.9	46.4	2.14	32.1
	25%	1531	212	31.8	59.6	2.43	29.8
	28%	1531	238	35.7	66.5	2.74	27.9
	35%	1531	297	44.6	83.0	3.42	23.9

材料をミキサ内に順次投入し2分間空練りを行い、その後水と高性能減水剤を投入し1分間練混ぜを行った。試験供試体としてφ10×20cmの円柱供試体を作製した。

(3) 空隙率の試験方法

空隙率の試験はJCIエココンクリート研究委員会「ポーラスコンクリートの物性試験方法（案）」¹⁾の重量法に従い、コンクリートの全空隙率の測定を行った。

3. 試験結果および考察

(1) 空隙率

表2に示す各配合のポーラスコンクリートで作製した円柱供試体の空隙率を、各配合について10～34

キーワード：ポーラスコンクリート、ペースト粗骨材容積比、空隙率、骨材の細長率、圧縮強度
 〒889-21 宮崎市学園木花台西1-1 TEL 0985-58-2811 FAX 0985-58-1673

本測定したところ、その変動係数は3.8～7.1%の範囲であった。図1に各配合の円柱供試体の平均空隙率とペースト粗骨材容積比との関係を示す。この図から、ペースト粗骨材容積比の増加に伴って、空隙率が減少していくことがわかる。図2には、粗骨材粒径範囲5～10、10～15、15～20mmのコンクリートの空隙率の測定値と理論計算値との比較を示す。この図から、いずれの配合においてもペースト粗骨材容積比の増加に伴って、空隙率の測定値と計算値の比は減少していくが、10～15、15～20mmを用いた場合には、測定値と計算値との差はそれほど大きくはないことがわかる。しかし、粒径範囲5～10mmの粗骨材を用いた場合、空隙率の測定値は計算値より下回り、ペースト粗骨材容積比が大きいくほど下回る割合も他の粒径範囲の骨材の場合より大きくなっている。表3には、コンクリートカッターで円柱供試体を軸方向に切断し、切断面での粒径範囲5～10、10～15および15～20mmの各粗骨材のペーストが付着する前の細長率（粗骨材を扁平な楕円としたときの長径と短径の比、図3のCD/AB）およびペーストが付着した後の細長率（C'D'/A'B'）を測定した結果を示す。これらの結果から、粗骨材粒径範囲が5～10mmの場合、他の粒径範囲と比較して、ペースト粗骨材容積比が25%から35%に増加したときのペースト付着前から付着後にかけての細長率の増大割合が大きくなっていることがわかる。このことが、粗骨材粒径範囲5～10mmを用いた場合、ペースト粗骨材容積比が25%から35%へ増加したときの空隙率の減少割合が他の粒径範囲のコンクリートのそれよりも大きくなっている理由の1つと考えられる。

（2）圧縮強度

コンクリートの強度 F_c は水結合材比 W/B および空気量 V_a によって次式のように表わされるといわれている²⁾。

$$F_c = A_1 / B_1^{(W/B + kV_a)} \quad (1)$$

ここに、 A_1 、 B_1 および k は係数である。水結合材比が一定の場合、強度と空隙率との関係式は式（1）から次のようになる。

$$F_c = F_0 / k^{V_a} \quad (2)$$

この式中の F_0 は空気量が0のときのコンクリートの強度で、 k は骨材の種類、ペーストの特性による係数である。得られたポーラスコンクリートの圧縮強度と空隙率との関係を、粗骨材粒径範囲5～10mmの場合について図4に示す。得られた結果の回帰式は図中に示しているが、式（2）の形で極めて良く表現できていることがわかる。

4. まとめ

（1）ペースト粗骨材容積比が増大するにつれて空隙率の測定値と計算値の比は低下する。粗骨材粒径範囲が5～10mmの場合に、空隙率の減少割合が最大となった。

（2）ポーラスコンクリートの圧縮強度と空隙率の関係は、普通コンクリートの場合と同様な関係式で表現できる。

【参考文献】

- 1)エココンクリート研究委員会報告書、(社)日本コンクリート工学協会(1995)
- 2)S. Popovics, New Formulas for the Prediction of the Effect of Porosity on Concrete Strength, ACI Journal, Vol.82, pp.136-146(1985)

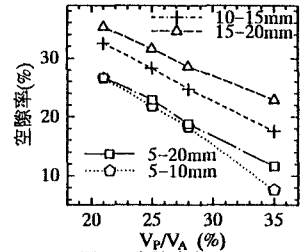


図1: 空隙率と V_p/V_a

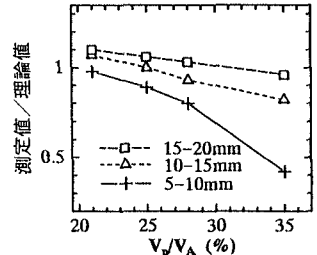


図2: 空隙率の測定値と理論値の比較

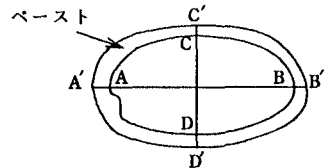


図3: 骨材の長径と短径

表3: ペースト付着前後の粗骨材の細長率

粗骨材 粒径 (mm)	ペースト粗骨材容積比 (%)			
	25		35	
	前	後	前	後
5-10	0.60	0.63	0.57	0.70
10-15	0.57	0.63	0.56	0.62
15-20	0.55	0.56	0.54	0.59

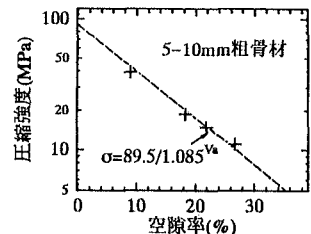


図4: 圧縮強度と空隙率