

ポーラスコンクリートの内部構造および物性に対する骨材の影響

(株)住友建設 正会員 ○村上雄二
徳島大学工学部 正会員 小川洋二
徳島大学工学部 正会員 河野 清

1. はじめに

連続空隙を有したポーラスコンクリートは、従来のコンクリートに比べ、飛躍的に透水性、透気性が向上する。¹⁾そのため、道路舗装材などに利用することにより、雨水などの浸透・吸水が可能となってくる。また、外気と接触する表面積も非常に大きくなるため、二酸化炭素を効率よく多量に吸収することも可能となる。ポーラスコンクリートにおいて、これらの機能に与える要因は、骨材のキャラクターによる影響が大きいと考えられる。そこで本研究は、使用粗骨材の粒度、粒径の違いがポーラスコンクリートの機能すなわち内部構造および物性に与える影響について明らかにすることを目的とした。

2. 実験概要

(1) 使用材料および配合

本実験において、ポーラスコンクリートの配合は、水セメント比を35%，空隙率を20%の一定とした。セメントには、早強ポルトランドセメントを使用し、混和材料は使用しなかった。骨材は硬質砂岩砕石を使用した。その配合を表-1に示す。

配合の 種類	骨材の配合比			W/C (%)	単位量(kg/m ³)		
	2.5~5mm	5~10mm	10~20mm		W	C	G
CR-2505	1	0	0	35	138	395	1340
CR-2510	1	1	0		123	350	1415
CR-0510	0	1	0		127	364	1393
CR-0520	0	1	1		122	349	1429
CR-1020	0	0	1		126	359	1422

(2) 供試体の作成と養生

所要の空隙率を得るため、あらかじめ示方配合から供試体容積あたりの理論的な重量を求め、CO₂吸収試験および圧縮試験用供試体は、φ10×20cmの円柱形型わくに、透気試験用および断面解析用供試体は、φ10×38cmのプラスチック製円柱形型枠に打ち込んだ。また、前養生として水中養生を一週間おこなった。

(3) 試験方法

各供試体の内部構造を調べるため、各供試体を水平に切断し、その上断面について画像処理により空隙構造、分布について調査をおこなった。二酸化炭素吸収量の測定は、CO₂流量計によりCO₂インキュベーター内に送られるCO₂流入量を測定しておこなった。透気試験は、気体の圧力を1.2kgf/cm²に調節して供試体を透過させ、透気量を水で置換する方法で求めた。

3. 実験結果と考察

a) 内部構造に及ぼす骨材の影響

図-1は、画像解析により得た各供試体の空隙分布（正規分布化）を示したものである。この図より、骨材の粒径が大きいものを含んでいる配合ほど空隙径分布はばらつき、粒径が小さくなるほどシャープな分布になる傾向があることが分かる。また、骨材の粒径が小さいものを含んでいるものほど空隙径が小さいものを多く含む傾向がある。このことより、空隙の大きさとその分布への影響は、骨材粒径の最大径および最小径に負うところが大きいと考えられる。

画像解析から得た供試体断面の面積率は、約23%である。これとほぼ等しくなるような供試体断面の充填モデルは図-2のようになり、面積率は約21%になる。このとき供試体は、等大の球が接点数6の立方格子で充填していると考えることができる。このときの連続空隙状態から独立空隙状態に移行する最大空隙率は、20%程度¹⁾である。今

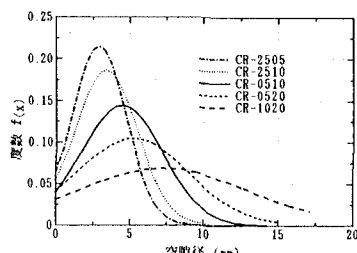


図-1 空隙分布（正規分布化）

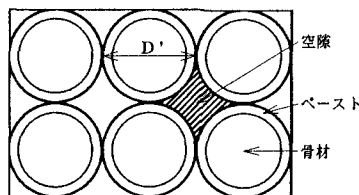


図-2 断面の充填モデル

回の実験は、理論空隙率を20%で一定としていることより、どのタイプの供試体も理論的には連続空隙から独立空隙に移行する手前にあるものと考えられる。画像解析により得た空隙の平均面積を図-2の斜線部分の面積と考えると、計算により D' を求めることができる。この平均粒径 D' と示方配合 1 m^3 中に含まれる骨材の総数より、 1 m^3 あたりの供試体の表面積を求めることができる。その供試体の表面積と骨材粒径の関係を図-3に示す。骨材粒径が小さくなるほど供試体の単位表面積は、二次曲線的に大きくなっていることがいえる。

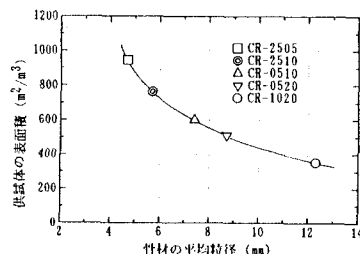


図-3 骨材粒径と供試体の表面積との関係

b) 物性に与える骨材の影響

水中養生後の材齢と圧縮強度との関係を図-4に示す。骨材の最小粒径が2.5mmと小さいものは、最小粒径が5mm以上の骨材を使用したものに比べ、圧縮強度は高くなる傾向があることがわかる。図-1の空隙径の解析結果を見ると、最小粒径が2.5mmのものは、空隙径はほぼ5mm内におさまるが、最小粒径が5mm以上のものは、5mm以上の大きい空隙を多く含むようである。このことより、ポーラスコンクリートの圧縮強度は空隙径の大きさに大きく影響を受け、空隙径が5mm程度までならば比較的高い圧縮強度を得られることがいえる。

表-2 透気試験結果

配合の種類	CR 2505	CR 2510	CR 0510	CR 0520	CR 1020
透気係数 ($\times 10^{-4}$)	6.33	5.36	7.30	7.00	7.31

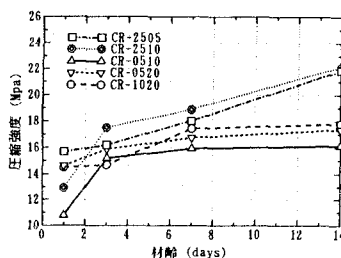


図-4 材齢と圧縮強度との関係

各供試体の透気試験結果を表-2に示す。骨材の最小粒径が小さいものの方が透気性は低い傾向がある。この原因としては、使用骨材の粒径の小さい方が空隙径が小さくなるため、セメントペーストが空隙を閉そくしやすくなり、空隙の連続性が低下することが原因と考えられる。また、連続粒径であるCR-2510、CR-0520は、単一粒径であるCR-2505、CR-1020に比べ透気性は低くなる。このことより、最小粒径が同じでも、単一粒径よりは連続粒径のものを使用した供試体の方が、透気性は低くなることがわかる。これは、連続粒径を使用したものの方が骨材の実積率が高くなり、連続空隙率の占める割合が低くなるためと考えられる。

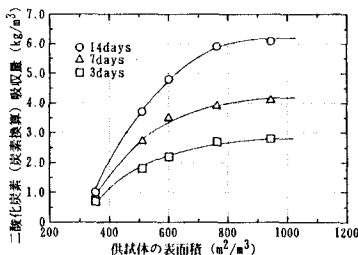


図-5 供試体の表面積と二酸化炭素吸収量との関係

計算により求めた供試体の表面積と二酸化炭素吸収量との関係を図-5に示す。どの材齢においても、表面積が大きくなるほど二酸化炭素吸収量も多くなることがわかる。ここで、表面積と二酸化炭素吸収量との関係は、直線関係が妥当と考えられるが、図のように曲線になったのは、透気の項で述べたように、使用骨材粒径が小さくなると空隙の連続性が低下し、実際に外気と接する面積はCR-2510、CR-2505ではほとんど同等に近くなっているためと推察される。このことより、ポーラスコンクリートの二酸化炭素吸収量は、骨材の粒径変化による供試体の表面積に大きく影響されると考えられる。

4. まとめ

- ポーラスコンクリートの空隙径分布は、使用骨材粒径が小さくなれば、空隙径の小さい方へ移行した。
- ポーラスコンクリートは、使用骨材粒径が小さくなるほど、表面積が大きくなると推察できた。
- ポーラスコンクリートの透気性は、骨材の最小粒径が小さく、かつ連続性の高いものほど低くなった。
- ポーラスコンクリートの圧縮強度は、使用骨材の最小寸法に影響を受けやすく、5mm以下の骨材を使用することにより、大幅に強度増進があった。
- ポーラスコンクリートの二酸化炭素吸収量は、コンクリートの表面積による影響が大きく、使用骨材の粒径が小さいものほど、吸収量は多くなった。

【参考文献】 1) 玉井元治: 連続空隙を有する固化体の透水性, セメント技術年報 42, pp. 591~594, 1993