

## 使用骨材の粒度分布がポーラスコンクリートの特性に及ぼす影響

佐賀大学 理工学部 正会員 ○ 山内 直利  
 // // 波田 敏也  
 // // 正会員 石橋 孝治

### 1. はじめに

産業廃棄物である生コンと砕石の両スラッジの有効利用先として、セメントペーストをバインダーとするポーラスコンクリートの微粒混和材としての利用に着目し、その検討を行って来ている。ポーラスコンクリートの要求性能は流動性が求められる一般のコンクリートと異なる。ポーラスコンクリートの空隙率制御の観点から、主たる支配要因である使用骨材の粒度分布に注目し、ポーラスコンクリートの諸特性に及ぼす影響について検討した。

### 2. 実験概要

セメントは普通ポルトランドセメント（密度  $3.16\text{g/cm}^3$ ）を、粗骨材はコンクリート用砕石 **2005**（密度  $2.70\text{g/cm}^3$ ）から人工的に粒度調整したものを、細骨材は砕砂（密度  $2.70\text{g/cm}^3$ ）を使用した。生コンスラッジ(CSL)と砕石スラッジ(SSL)は脱水ケーキを絶乾にして微粉碎した粉末として使用した。その密度はそれぞれ  $2.26\text{g/cm}^3$  と  $2.77\text{g/cm}^3$  である。

昨年度までの検討結果に基づき、バインダー機能を持つセメントペーストの配合を1水準に絞ると共に、両スラッジの混合率を **CSL:SSL=5:4** と固定した。表-1 にセメントペーストの配合を示す。

使用する骨材の粒度は土木学会コンクリート標準示方書が示す粒度区分 **2005, 1505, 1005** と **JIS A5001**（道路用砕石）**S-13(6)**号の標準粒度範囲の midpoint を通る粒度となるよう人工的に調整し、これに内割質量比 **0, 5, 10%** の3水準で細骨材を加えた合計 **12** の粒度分布を設定した。

一定量の骨材量（粗骨材+細骨材）に対し、ペースト量が過剰にならないように投入するセメントペースト量を調整してポーラスコンクリートを製造した。供試体は2層に分けて打設し、各層を電動ランマーによる締固めを行って所要の供試体を作製した。材齢 **28** 日における透水係数(定水位試験を実施)、空隙率（見掛け）、圧縮強度、曲げ強度を調べた。

表-1 セメントペーストの配合（10当り）

W/C (%)	C (g)	W (g)	SL/C (%)	SL(g)		CA/C (%)	CA (g)
				CSL	SSL		
22	1747	384	5	48.5	38.8	1.4	23.6

表-2 にポーラスコンクリートの配合を示す。本研究では細骨材と粗骨材を合わせたものを骨材として捉えているので、ペースト基準でペース骨材容積比(**p/g**)を記載した。なお、この配合表は空隙率を **25%** と仮定してペースト投入時の実配合から示方配合に算出したものであり、空隙率の実測値には基づいて算出したものではない。

表-2 ポーラスコンクリートの配合

配合記号	W/C (%)	p/g (%)	単位量 ( $\text{kg/m}^3$ )					
			C	W	S	G	SL	CA
2005+0	22	28.0	287	63	0	1582	14.3	3.87
2005+5		26.4	274	60	82	1520	13.7	3.70
2005+10		26.7	276	61	164	1435	13.8	3.73
1505+0		26.0	270	59	0	1607	13.5	3.65
1505+5		25.6	267	59	83	1530	13.3	3.61
1505+10		26.6	275	60	164	1436	13.7	3.71
1005+0		26.5	274	60	0	1601	13.7	3.70
1005+5		27.2	280	62	84	1505	14.0	3.78
1005+10		27.2	281	62	167	1425	14.0	3.79
S13+0		26.0	270	59	0	1607	13.5	3.65
S13+5		26.5	275	60	86	1514	13.7	3.71
S13+10		26.0	271	59	172	1434	13.5	3.66

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 セメントペースト

各配合毎のセメントペーストにおけるフロー値は **186~217** の範囲で、圧縮強度は **81~115N/mm<sup>2</sup>**（平均 **99 N/mm<sup>2</sup>**）の範囲で変動した。

3.2 骨材の粒度分布

天然あるいは粒度未調整の人工破碎骨材の粒度曲線は下に凸のバナナ状の曲線を呈し、最大密度となる粒度分布特性を有している。一般のコンクリートに使用される骨材の連続粒度は、ワーカビリティ、単位水量等との関係から粒度調整が行われ **2.5~5 mm** の粒分が極めて少ない踊り場のある粒度分布特性を有している。ポーラスコンクリートに適した粒度分布を模索する意味で粒度調整した骨材を使用した。一例として図-1に **1505 s** の粒度分布曲線を示す。細骨材混入で **2.5~5 mm** の粒分が増加するが、5 mm以上の粒度分布の傾きに及ぼす影響は僅かである。

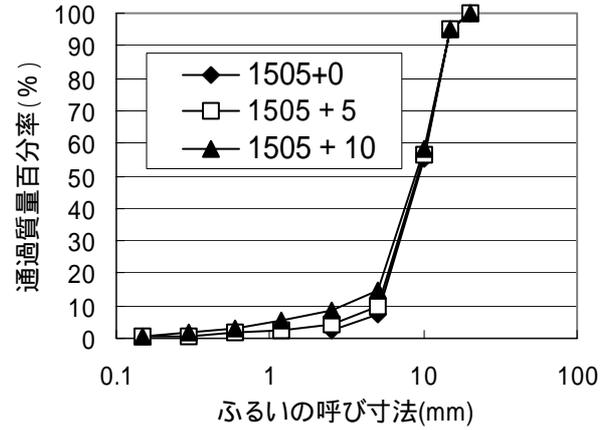


図-1 骨材の連続粒度曲線 (1505 s の例)

3.3 空隙率と透水係数

図-2に空隙率と透水係数の関係を示す。粗骨材のみを骨材として使用した場合、最大粒径が小さくなるに伴い空隙率、透水係数は大きくなる傾向を呈している。骨材の最大粒径が小さくなるにつれて、ある粒径分へ粒度が集中する、すなわち単一粒径化が顕著になるため充填性が低下し空隙率が大きくなったと言える。空隙率と透水係数の連動は自明な関係である。細骨材の混入により当然のことながら空隙率と透水係数は低下しているが、混入率 **10%** の場合には **2005 s** と **1505 s** の関係が逆転している。ポーラスコンクリートに適切な空隙率を与えるには使用骨材の粒度分布の配慮が重要であることを示している。

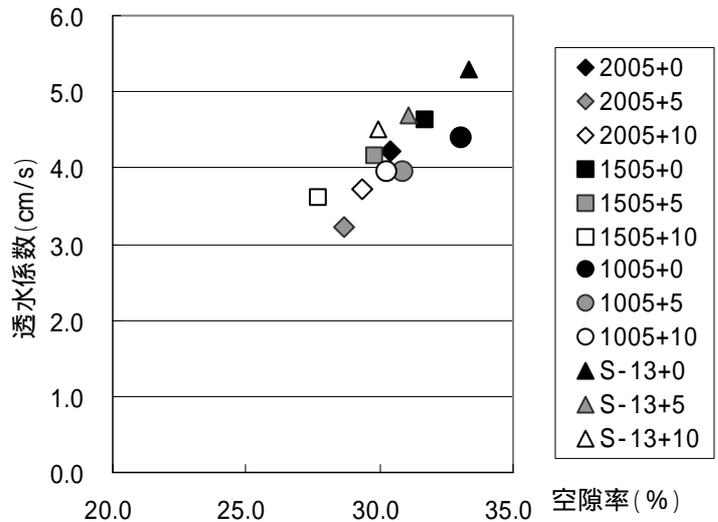


図-2 空隙率と透水係数の関係

3.4 空隙率と圧縮強度

図-3に空隙率と圧縮強度の関係を示す。使用骨材の最大粒径が小さくなるに伴い空隙率が大きくなり圧縮強度が低下する自明な傾向を与えている。 **2005s** を除き、細骨材の混入による空隙率低下により圧縮強度の増加が確認される。 **2005s** については透水係数との関係も不明瞭であり、再検討が必要である。 **1005s** と **S-13s** については、細骨材の混入により空隙率と圧縮強度が共に差が縮小する傾向が認められる。

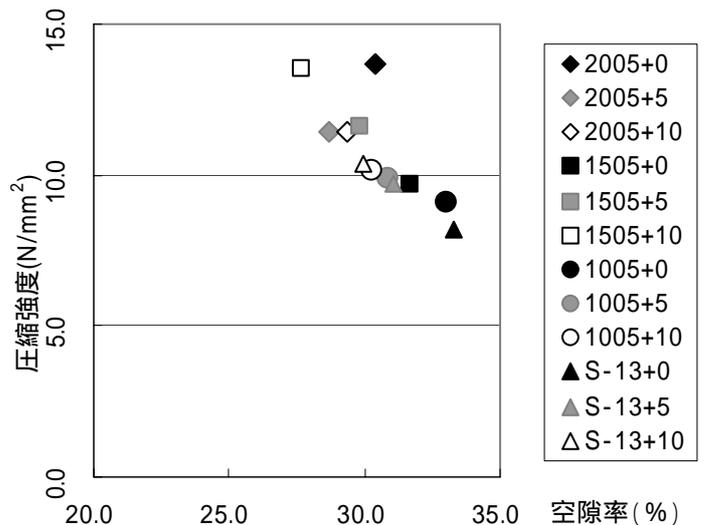


図-3 空隙率と圧縮強度の関係

3.5 曲げ強度

空隙率の大きさから、曲げ強度は一部の配合が **2.5N/mm²** を越える値を与えただけである。粒度調整による空隙率の制御が行えれば曲げ強度も改善できる。曲げ強度は重要な要求性能の一つである。

3. まとめ

曲げ強度との関係を含め、空隙率制御が可能となる粒度分布の調整について検討を続ける予定である。