

使用骨材の粒度分布がポーラスコンクリートの性質に及ぼす影響

佐賀大学大学院 学生会員 ○ 波田 敏也

佐賀大学 杉本 太陽

佐賀大学 正会員 石橋 孝治

1. はじめに

産業廃棄物である生コンスラッジと碎石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を検討してきている。一般のコンクリートでは、ワーカビリティ、単位水量等との関係から骨材の粒度分布の調整が行われ、2.5～5 mm の粒分が極めて少ない連続粒度分布となっているが、ポーラスコンクリートでは要求性能がこれとは異なる。本年度は空隙率制御の観点から、使用骨材の粒度分布がポーラスコンクリートの性質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 3.16g/cm^3 ）を、粗骨材はコンクリート用碎石 2005（密度 2.70g/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 2.70g/cm^3 ）を使用した。また、細骨材の代わりとして道路用碎石 7 号（密度 2.75g/cm^3 ）も一部の配合で使用した。生コンスラッジ(CSL)と碎石スラッジ(SSL)は脱水ケーキを絶乾にして微粉碎し粉末として使用した。その密度はそれぞれ 2.26g/cm^3 と 2.77g/cm^3 である。混和剤(CA)は高性能 AE 減水剤を使用した。

バインダー機能を持つセメントペーストの配合については、昨年度までの検討結果に基づき、両スラッジの混合率を CSL:SSL=5:4 とした。

表-1 にセメントペーストの配合を示す。

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	1.3	22.8

使用する粗骨材の粒度は JIS A 5005 が示す粒度区分 1505 の標準粒度範囲の中点をとる粒度となるように調整したもの (1505M と記す) と、1505 碎石の粒度曲線を下に凸のバナナ状の曲線となるように粒度調整したもの (1505B と記す) に、1505M については内割質量比 0, 15, 25, 35, 45% の 5 水準で細骨材を、5, 15% の 2 水準で 7 号碎石を加え、1505B については内割質量比 0, 25% の 2 水準で細骨材を加えた、合計 9 ケース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め固めを行って作製した。材齢 28 日における透水係数 (定水位試験を実施)、空隙率、圧縮強度を調べた。

表-2 にポーラスコンクリートの配合を示す。なお、配合記号中の S と 7 の記号はそれぞれ細骨材混入、7 号碎石混入であることを表している。本研究では粗骨材と細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ト骨材容積比 (p/g) を記載した。なお、この配合表は空隙率の実測値に基づいてペースト投入時の実配合から示方配合を再計算したものである。

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 (kg/m^3)						
			C	W	SL		G	S	CA
					CSL	SSL			
1505M+S-0	22	32.4	312	69	8.7	6.9	1498	0	4.06
1505M+S-15		34.7	321	71	8.9	7.1	1323	234	4.17
1505M+S-25		31.2	307	68	8.5	6.8	1245	415	3.99
1505M+S-35		31.3	335	74	9.3	7.4	1081	582	4.35
1505M+S-45		29.8	351	77	9.8	7.8	1007	824	4.57
1505M+7-5		34.3	322	71	8.9	7.1	1406	74	4.18
1505M+7-15		31.0	312	69	8.7	6.9	1331	235	4.05
1505B+S-0		32.6	320	70	8.9	7.1	1524	0	4.16
1505B+S-25		32.8	350	77	9.7	7.8	1241	414	4.55

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は、フロー値が 172~214mm (平均 197mm) の範囲で、圧縮強度が 83~111N/mm² (平均 99N/mm²) の範囲で変動した。

3.2 骨材の粒度分布

バナナ状の粒度曲線は、充填が最大密度となる粒度分布である。図-1 は 1505M に細骨材を混入した場合の連続粒度曲線の変化の様子を示したものである。細骨材の置換率が大きくなるに伴い 2.5~5mm の粒分が増加し、滑らかなバナナ状の粒度曲線を形成していくのが見てとれる。

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。細骨材を加えた場合、当然のことながら置換率が大きくなるに伴い骨材の充填性が向上し、空隙率、透水係数ともに低下しているが、置換率が 25% を越えると、その低下割合が小さくなる傾向を読み取ることができる。

1505M と 1505B の+S-0 を比較すると、空隙率には大差が見られないが透水係数については 1505M の値が大きくなっている。これは、1505B に比べ骨材の充填性が低く、ポーラスコンクリート内の全空隙中における連続空隙の占める割合が大きいことによるものと考えられる。一方、両者の+S-25 を比較すると透水係数に差が見られなくなっている。これは、細骨材使用により連続空隙が減少するためと考えられる。

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。細骨材置換率の増加に伴い空隙率が低下し圧縮強度が増加するという自明な傾向を与えているが、ここでも置換率 25% を越えると強度の増加割合が小さくなる傾向が見てとれる。

7号碎石の利用は、その粒径の大きさから、混入による空隙率と圧縮強度に与えるインパクトが細骨材に比べ小さい。

4. まとめ

空隙率制御を目的として、使用骨材の粒度分布に注目しポーラスコンクリートの製造を試みた。細骨材混入による空隙率制御に関して有効な知見を得た。引き続き、実際の要求性能を考慮して空隙率を 15~20% の範囲に絞り、検討を行っていく予定である。

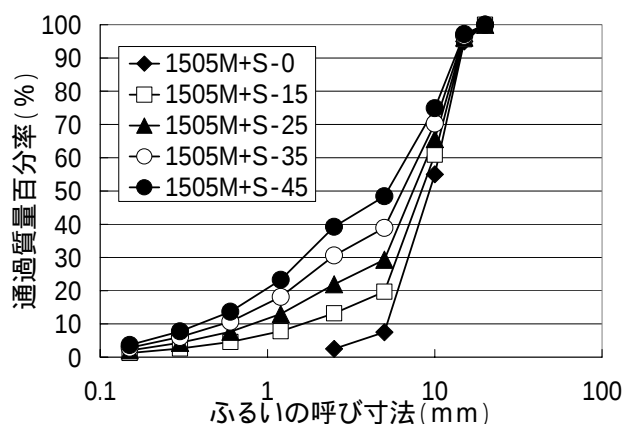


図-1 骨材の連続粒度曲線 (1505M+S の例)

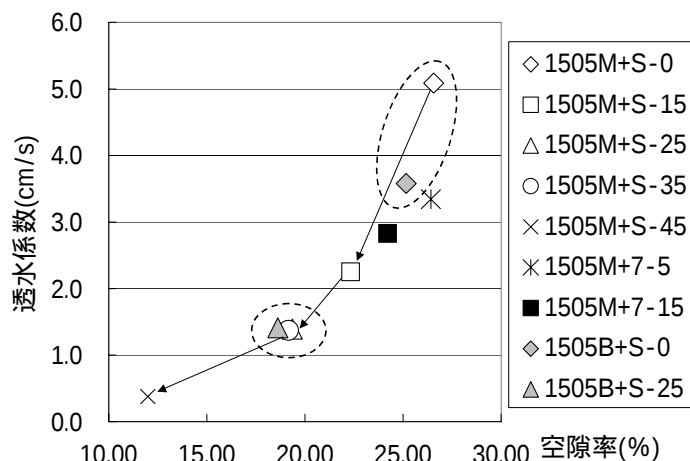


図-2 空隙率と透水係数の関係

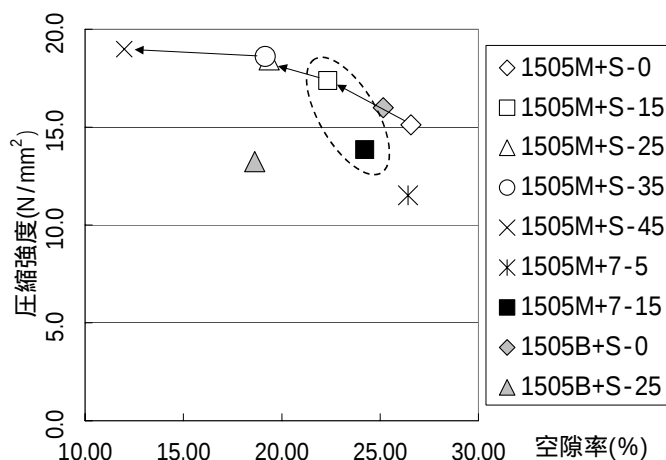


図-3 空隙率と圧縮強度の関係