

骨材の粒度分布がコンクリートの充填性に及ぼす影響

太平洋セメント(株) 中央研究所 正会員 ○石井 祐輔 兵頭 彦次 三谷 裕二 谷村 充

1. はじめに

構造物の品質を確保するために、コンクリートの充填性を適切に評価することが求められている。コンクリート標準示方書では、充填性を流動性と材料分離抵抗性の相互バランスで得られる性能と定義し、それぞれスランプと単位粉体量を照査のための指標としている¹⁾。一方、スランプや単位粉体量が同一でも、骨材等の使用材料によってコンクリートの充填性が異なることが知られている²⁾。

本研究では、粒度分布が異なる粗骨材および細骨材を組合せたコンクリートについて、土木学会 341 委員会が提案する加振ボックス充てん試験およびタンピング試験³⁾を行い、骨材の粒度分布がコンクリートの充填性に与える影響を検討した。

2. 実験概要

使用材料を表-1 に示す。使用した骨材の粒度分布を図-1 に示す。細骨材には、山砂(S1)、砕砂(S3)を用いた。それぞれ単独あるいは混合(容積比率 50 : 50)し、粒度分布が JIS A 5308 の細骨材の規格値のほぼ上下限および中央値(S2)になるように調整した。粗骨材には、同一産地の碎石 2013 と 1305 を用い、細骨材と同様に、粒度分布が規格値のほぼ上限(G1)下限(G3)および中央値(G2)となるよう混合した。表-2 に、コンクリートの配合および細・粗骨材の組合せを示す。

加振ボックス充てん試験およびタンピング試験³⁾をコンクリートの練混ぜ直後に実施した。タンピング試験については、タンピング 8 回毎にスランプフロー変化量を測定し、32 回までの結果を最小二乗回帰したときの傾きをスランプフロー変形速度(mm/回)とした。

3. 実験結果

3. 1 加振ボックス充てん試験結果

図-2 に、加振ボックス充てん試験結果を示す。粒度の異なる細骨材で比較すると(8cm:No.2~4, 15cm:No.8~10)、細粒分が多い(粗粒率が小さい)細骨材ほど間げき通過速度が速くなった。スランプ別にみると、8cm が 2.0~8.5 mm/s, 15cm が 4.5~17.2mm/s となり、スランプが大きい方が細骨材の粒度の影響が大きい傾向であった。粗骨材量変化率に

表-1 コンクリートの使用材料

材料	物理的特性など
セメント	普通ポルトランドセメント/密度:3.16g/cm ³ , 比表面積:3170cm ² /g
細骨材	山砂/表乾密度:2.60 g/cm ³ , 吸水率:2.75%, 粗粒率:2.18
	砕砂/表乾密度:2.62 g/cm ³ , 吸水率:1.14%, 粗粒率:3.01
	碎石 2013/表乾密度:2.65 g/cm ³ , 吸水率:0.50%, 粗粒率:7.01
粗骨材	碎石 1305/表乾密度:2.64 g/cm ³ , 吸水率:0.74%, 粗粒率:6.22
	AE 減水剤/リグニンスルホン酸系
混和剤	AE 剤/アルキルエーテル系

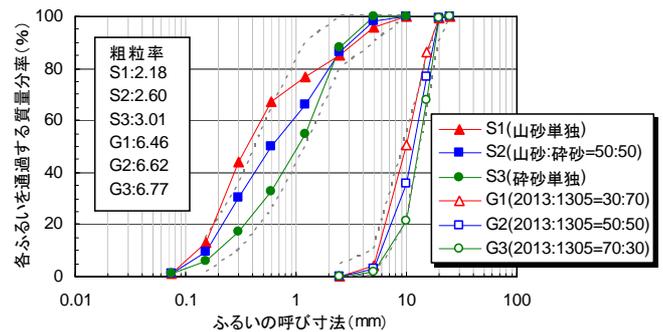


図-1 細骨材・粗骨材の粒度分布

表-2 コンクリートの配合と骨材の組合せ

No.	スランプ	細骨材種類	粗骨材種類	単位粗骨材かさ容積	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)	
						W	C
1	8cm	S2	G1	0.62	55	157	285
2		S1	G2			157	285
3		S2				157	285
4		S3	160			291	
5		S1	G3			157	285
6		S2				157	285
7	15cm	S2	G1	0.60	55	170	309
8		S1	G2			170	309
9		S2				170	309
10		S3				170	309
11		S1	G3			170	309
12		S2				170	309

ついては、間げき通過速度が速い細粒分の多いものほど、A 室と B 室の差が小さくなっており、これは筆者らが過去に行った実験結果⁴⁾と同様の傾向であった。

粒度の異なる粗骨材で比較すると(8cm : No.1, 3, 5, 15cm : 7, 9, 11), 間げき通過速度は 8cm が 3.9~4.2mm/s, 15cm が 6.8~10.0mm/s であり、粒度分布の違いによる明確な傾向は認められなかった。一方、A 室と B 室の粗骨材変化率の差は、8cm の場合が 31~53%, 15cm の場合が 37~53% となり、粗粒分が多い(粗粒率が大きい)ほどやや大きくなる傾向が認められた。これは、粗骨材の平均的な粒径が影響したのではないかと思われる。すなわち、粒径の大きいものが多くなるほど、鉄筋障害を通過する際の粒子同

キーワード コンクリートの充填性, 加振ボックス充てん試験, タンピング試験, 骨材の粒度分布, スランプ

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント(株) 中央研究所 TEL : 043-498-3804

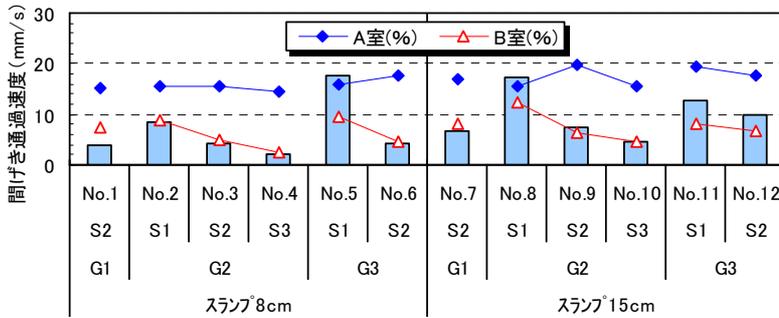


図-2 加振ボックス充てん試験結果

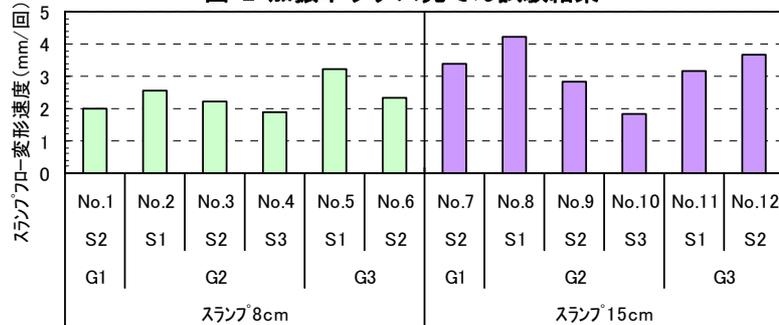


図-4 タンピング試験結果

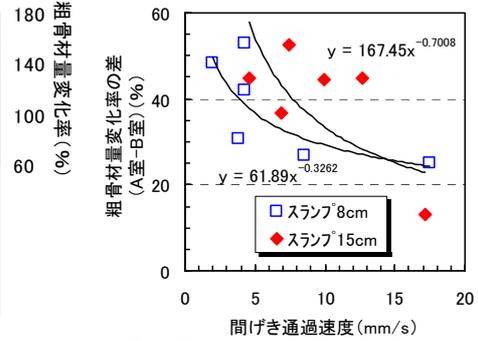


図-3 粗骨材量変化率と間げき通過速度の関係

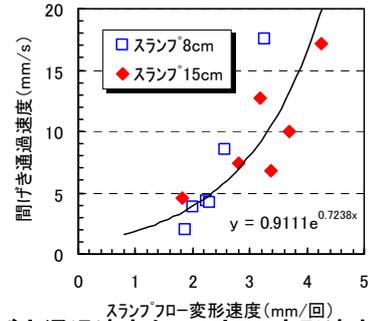


図-5 間げき通過速度とスランプフロー変形速度の関係

士の接触確率が高くなり、結果的に粗骨材変化率の差が大きくなったことが考えられる。ただし、これは細骨材と粗骨材の組合せにも影響を受ける。粗粒分が多い粗骨材(G3)であっても、細粒分が多い細骨材(S1)を組み合わせた No.5 では、粗骨材変化率の差が非常に小さい。細・粗骨材両者の効果の兼ね合いによるものと考えられ、これについてはさらに検討が必要である。

図-3 は、間げき通過速度と A 室と B 室の粗骨材量変化率の差の関係を示したものである。ばらつきは大きいものの、全体の傾向としては間げき通過速度が大きいほど粗骨材量変化率の差は小さくなった。またスランプで比較すると、スランプ 15cm の方が 8cm よりも間げき通過速度が粗骨材の分離性状に及ぼす影響が大きくなる傾向が認められる。

3. 2 タンピング試験結果

図-4 に、タンピング試験で得られたスランプフロー変形速度(mm/回)を示す。スランプフロー変形速度は、スランプ 8cm の場合 1.9~3.3mm/回(平均 2.4mm/回)、15cm の場合 1.8~4.3mm/回(平均 3.2mm/回)であり、平均的にはスランプが大きい方が速くなる結果であった。骨材の組合せで比較すると、スランプフロー変形速度は細粒分の多い細骨材ほど大きくなり、また粗骨材粒度による明確な差が認められなかった。これは前述の間げき通過速度と同様の傾向を示す結果であった。

図-5 に、スランプフロー変形速度と間げき通過速度の関係を示す。図中の回帰曲線は、スランプ 8、15cm の両デ

ータを用いたものである。両者は、スランプによらず単一の指数関数で概ね整理可能であり、タンピング試験のスランプフロー速度は、加振ボックス試験の間げき通過速度の代替指標として活用できる可能性があると考えられる。

4. まとめ

本試験では、加振ボックス充てん試験およびタンピング試験を用いて、細・粗骨材の粒度がコンクリートの充填性に及ぼす影響を検討し、以下の知見を得た。

- (1) コンクリートの充填性への影響は、粗骨材の粒度分布よりも細骨材の粒度分布の方が卓越していた。
- (2) 間げき通過速度と粗骨材の分離性状には相関があり、間げき通過速度が大きいほど分離しにくい傾向であった。
- (3) 加振ボックス充てん試験とタンピング試験の結果にはスランプによらず一定の相関が認められた。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書 [施工編], 2012.3
- 2) 吉兼亨ほか: 骨材の粒度分離がコンクリートの配合に及ぼす影響と分離防止について, 骨材の品質と有効利用に関するシンポジウム論文集, pp.63-72, 2005
- 3) 土木学会：コンクリートの施工性能の照査・検査システム研究小委員会 (341 委員会) 委員会報告書, 2011.5, pp. I -143- I -146
- 4) 石井祐輔ほか, 細骨材の粒度分布が異なるコンクリートのボックス形装置を用いた加振充てん性評価, 第 66 回年次学術講演会講演概要集 V-571, pp.1141-1142, 2011.9