

再生骨材がコンクリートの圧縮強度と凍結融解抵抗性に与える影響

芝浦工業大学 正会員 勝木 太
 芝浦工業大学大学院 学生会員 松村 嘉之
 大成ロテック（株） 吉成 勝雄

1. はじめに

現在、コンクリートの設計体系が性能規定化されつつあることから、これまで路盤材や埋戻し材などに使用範囲を制限されていた再生骨材コンクリートは、普通骨材を使用したコンクリートと同等の性能を有していれば躯体コンクリートとして使用できる可能性が広がってきた。そこで本研究では、打設現場から戻ってくる「戻り生コンクリート（以下、戻りコンと呼ぶ）」から製造される再生骨材を用いたコンクリートの強度特性および凍結融解抵抗性について明らかにし、普通骨材を使用したコンクリートと比較検討した。

2. 実験概要

表-1 に使用した骨材の物性を示す。再生骨材には、表-2 の配合で打設し 1 日間硬化させたコンクリートを一次破砕機で粒径 40mm 以下にし、その後インパクトクラッシャーで二次破砕され粒径 20～5mm および粒径 5mm 以下に分けられた全ての骨材をそれぞれ再生粗骨材（以下、RG とする）および再生細骨材（以下、RS とする）として使用した。再生骨材の原骨材と普通骨材（NG、NS）は同じ骨材を用いている。実験では、表-3 に示す普通骨材を使用したコンクリートの配合を基本とし、各々の W/C において表-4 に示す置換率（体積置換）の再生骨材コンクリートを作成した。なお、圧縮強度試験（JIS A 1108 に準拠）は表 4 中の全ての W/C で、凍結融解抵抗試験（JIS A 1148 に準拠）は W/C = 45% のみで行い、再生骨材の置換率の違いによるそれぞれの性能を比較検討した。したがって、同一の W/C においては再生骨材コンクリートの単位水量と s/a を一定にし、空気量については 4.5% ± 1.5% におさまるよう AE 剤で調整した。ただし、スランプ値の調整は行っていない。

表 1 使用材料とその物性値

セメント	普通ポルトランドセメント	密度 (g/cm ³): 3.16 比表面積 (cm ² /g): 3270
普通細骨材	千葉県万田野産山砂	表乾密度 (g/cm ³): 2.65 吸水率 (%): 1.57 粗粒率: 2.69 実績率: 66% 微粒分量: 0.66%
再生細骨材		表乾密度 (g/cm ³): 2.38 吸水率 (%): 9.34 粗粒率: 2.39 実績率: 73% 微粒分量: 8.00%
普通粗骨材	岩手県住田産砕石	表乾密度 (g/cm ³): 2.70 吸水率 (%): 0.50 粗粒率: 6.33 実績率: 61% 微粒分量: 0.93%
再生粗骨材		表乾密度 (g/cm ³): 2.66 吸水率 (%): 1.52 粗粒率: 6.18 実績率: 61% 微粒分量: 0.02%

表 2 戻りコンの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)							
		W	C	NS	RS	NG	RG	AE 剤 (%)	AE 減水剤 (%)
56.1	48.7	179	319	852	0	934	0	Cx0.002	Cx0.25

表 3 普通骨材を使用したコンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)							
		W	C	NS	RS	NG	RG	AE 剤 (%)	AE 減水剤 (%)
40	40.1	182	455	668	0	1017	0	Cx0.0025	Cx0.25
45	42.7	176	391	755	0	1000	0	Cx0.002	Cx0.25
50	45.4	174	348	807	0	989	0	Cx0.002	Cx0.25
55	48.0	172	313	871	0	960	0	Cx0.002	Cx0.25

表 4 再生骨材置換率一覧

再生粗骨材	混合比	再生細骨材			
		0%	25%	50%	100%
	0%				
	25%	-	-	-	-
	50%				
	100%				

キーワード 戻りコンクリート, 再生骨材, 圧縮強度, 凍結融解抵抗性

連絡先 〒108-8548 東京都港区芝浦 3-9-14 芝浦工業大学工学部土木工学科コンクリート構造研究室 TEL 03-5476-3050

3. 実験結果及び考察

3.1 凍結融解試験結果

図-1 に各置換条件における再生骨材コンクリートの相対動弾性係数の変化を示す。なお凡例中の数値は再生骨材の置換率を表す。図より、普通骨材を使用したコンクリート（RS0RG0）と再生骨材コンクリートの間には、全ての置換条件において、明確な差は確認されなかった。この原因のひとつに、RG の吸水率が 1.52% と比較的 low だったことが挙げられる。なお、RS の吸水率は 9.34% と非常に高かったにもかかわらず相対動弾性係数の著しい低下が確認されなかったが、今後、W/C の影響因子等も含め再度確認する必要がある。次に、図-2 に粗骨材のみを RG で、図-3 に細骨材のみを RS で置換したコンクリート試験体の質量減少率をそれぞれ示す。両者ともサイクル数が増すごとに質量減少率は増加するものの、普通骨材を使用したコンクリート（RS0RG0）よりもその減少率が大きくなることは無かった。

3.2 再生骨材の置換率と圧縮強度の関係

図-4 に粗骨材のみを RG で、図-5 に細骨材のみを RS で置換したコンクリートの圧縮強度試験結果（28 日）強度をそれぞれ示す。図-4 より、粗骨材のみを RG で置換したコンクリートは、全ての W/C および置換率において、普通骨材を使用したコンクリート（置換率 0%）と同等以上の圧縮強度を確保できていることが分かる。一方、細骨材のみを RS で置換したコンクリートは、RG のみで置換したコンクリートと同様、普通骨材を使用したコンクリートと同等以上の圧縮強度を確保できているものの、置換率が大きくなると圧縮強度の低下が生じてしまうことが分かる。なお、全ての W/C において RS 置換率 25% の圧縮強度が最も大きくなる結果となった。これは、RS の置換率が大きくなると強度低下を起こす反面、RS には未反応のセメント粒子が含まれており、両者の要因が重なり合い、結果的に置換率 25% で最大強度を向かえたものと考えられる。

4.まとめ

本研究の範囲内において、再生骨材を使用したコンクリートの凍結融解抵抗性は、普通骨材を使用したコンクリートと同等の性能を有していることが確認された。今後、コンクリートの配合条件をさらに広げ確認する必要がある。

再生骨材を使用したコンクリートの圧縮強度は、普通骨材を使用したコンクリートと同等以上の強度を確保できるものの、特に RS を使用した場合、その置換率が大きくなるとばらつきや強度低下が生じることが分かった。したがって、コンクリートの安定した品質を確保するためには、RS の使用量にある程度の制限を設ける必要があると考えられる。

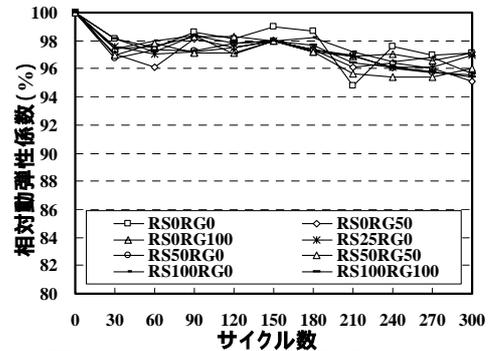


図 1 各置換率の相対動弾性係数

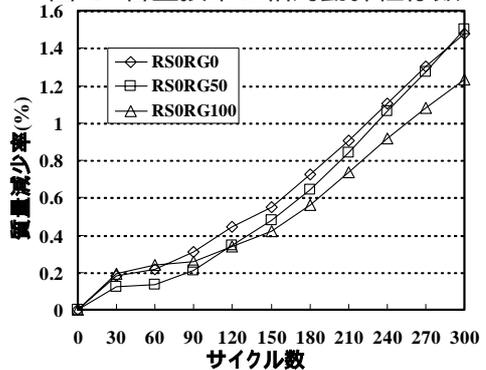


図 2 粗骨材置換による質量減少率

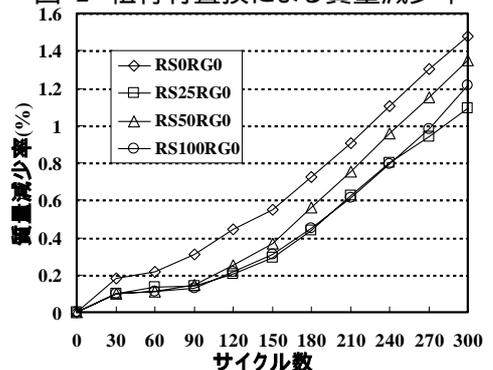
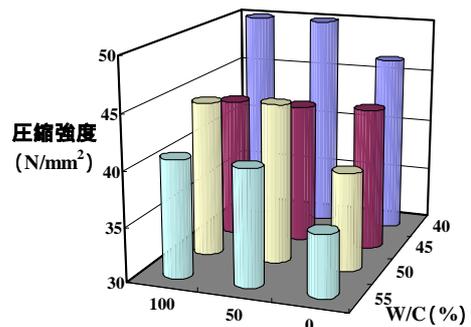
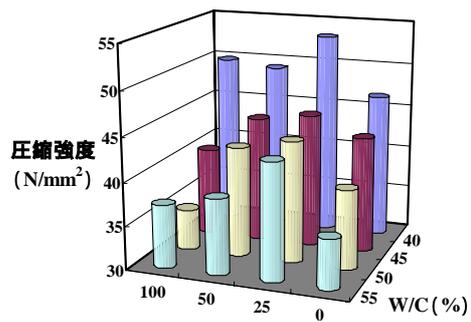


図 3 細骨材置換による質量減少率



再生粗骨材置換率 (%)
図 4 圧縮強度と粗骨材置換の関係



再生細骨材置換率 (%)
図 5 圧縮強度と細骨材置換の関係