

100%リサイクルコンクリートのコンクリートプラントにおける実機製造実験

鹿島道路（株） 正会員 ○ダオティフオン，田口 翔大，好見 一馬，横田 慎也
名城大学理工学部環境創造工学科 正会員 道正 泰弘

1. はじめに

近年，環境に対する社会的関心は高まっており，産業廃棄物の排出量を削減するとともに，建設廃棄物として処理されていたコンクリート塊を再資源化し，再び路盤材，コンクリート用再生骨材などの建設資材としての有効利用が促進されている¹⁾。しかしながら，コンクリート塊の需要と供給のバランスから，新たな活用方法の検討が必要と考えられる²⁾。そこで筆者らは，環境負荷低減を目的とした，すべての材料を建設副産物としたコンクリート（以下，100%リサイクルコンクリート）を開発してきた³⁾。本研究は，舗装材料として 100%リサイクルコンクリートの実用化を目的に，レディーミクストコンクリート工場内のプラント（実機プラント）において実機製造実験を行った。

2. 使用材料およびコンクリート配合

本検討で使用した材料を表-1 に示す。建設副産物であるコンクリート用再生骨材（以下，RC）は粒径 40~5mm の粗骨材（以下，RCG）と粒径 5mm 以下の細骨材（以下，RCS）を使用した。固化材には，セメントの代替材料として，セメント製造工程における石灰石の焼成時に発生する材料で，CO₂ 排出量を大幅に削減できる高炉スラグ微粉末（以下，GGBFS）を用いた。さらに，GGBFS の潜在水硬性を促進することを目的としたアルカリ性の刺激材として，主成分が水酸化カルシウムで構成される副産物（以下，CH'）を使用した。

コンクリートの配合を表-2 に，コンクリートの目標性状を表-3 に示す。目標とする配合強度は，室内配合試験で各配合パラメータを検討した際に確認できた圧縮強度が 21N/mm² 程度であったことから 21N/mm² を配合強度とした。表-2 に示すコンクリートの配合は事前に実施した室内検討により，目標性能を満足することを確認している³⁾。

3. 実機製造実験

3-1. 実験フロー

実験フローを図-1 に示す。実験は JIS 認証取得のコンクリートプラントにて実施した。まず，再生骨材として使用する RC は吸水率が高いため，プレウェッティングおよび水分管理が非常に重要となる。そこで，実験当日までに骨材表面水率の調整を行い，実験当日はホイールロードで掻きほぐし再生骨材の水分量を均一とした上で，貯蔵タンクに投入した。また，練混ぜ時間，混和剤量等を適宜調整し，目標とするフレッシュ性状を有するコンクリートが製造可能な条件や設定値を検討した。

表-1 使用材料

分類	材料名	略称	備考
骨材	粒径 40~5mm	RCG	吸水率 7.5%
	粒径 5mm 未満	RCS	吸水率 11.7%
固化材	高炉スラグ微粉末	GGBFS	石膏(副産物)入り
刺激材	水酸化カルシウム	CH'	含水比 27.3%
混和剤	高性能 AE 減水剤標準形	Ad	-
	AE 剤(I種)	AE	-

表-2 コンクリートの配合

W/B (%)	s/a (%)	P/B* (%)	単位量 (kg/m³)					Ad (B×%)
			W	B		RCG	RCS	
				GGBFS	CH'			
40.0	42.4	13.9	150	323	52	914	700	2.0

*粉体量(B)に対する刺激剤量(CH')の質量比を示す

表-3 コンクリートの目標性状

項目		目標値	
		出荷時	荷卸し時
フレッシュ性状	スランプ(cm)	10.0~12.0	8±2.5
	空気量(%)	5.0~6.0	4.5±1.5
硬化性状	配合強度 (材齢 28 日)	圧縮強度 21N/mm ²	

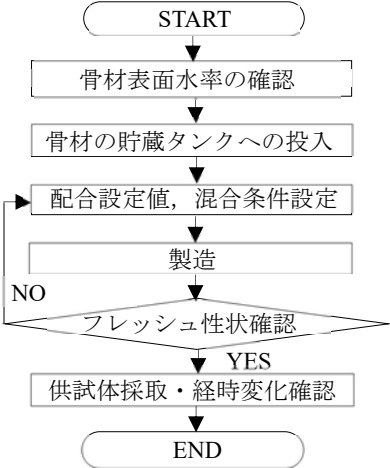


図-1 実験フロー

キーワード：100%リサイクルコンクリート，建設副産物，コンクリート再生骨材，生コン工場，実機製造実験
連絡先：〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島道路（株）技術研究所 TEL.042-483-0541

3-2. 試験項目

試験項目を表-4 に示す。フレッシュ性状は練上り直後、材料を容器に静置した状態で経時 30 分後、60 分後においても確認した。硬化性状は圧縮強度および静弾性係数を測定した。

3-3. 実験結果

実機製造実験におけるフレッシュ性状試験結果を表-5 に、圧縮強度試験結果を図-2 に示す。RC のプレウェッティング、練混ぜ時間や混和剤量を調整することで目標性能よりは若干軟らかくなったものの、材料分離などもなく良好なフレッシュ性状を確保しつつ、硬化性状においても材齢 28 日の圧縮強度は目標値である 21N/mm² を満足する結果が得られた。当日の平均外気温は 9℃であり、時間の経過とともにスランプは練上り後 60 分において 14.0cm となり、大きく低下する傾向であったが、空気量はわずかに低下した程度であった。実際に 100%リサイクルコンクリートの施工を行う場合は、荷卸し時に所定のフレッシュ性状が確保できるよう出荷時の性状を適切に調整する必要がある。

4. 模擬運搬実験結果

実機製造実験結果を踏まえ、練り落としたコンクリートをアジテータ車に積載し 60 分の模擬運搬を実施し、出荷時および運搬後のフレッシュ性状を確認した。運搬後のコンクリートのスランプ試験状況を写真-1 に、フレッシュ性状結果を表-6 に示す。製造実験と同様の管理を行い、出荷時の目標値を適切に設定することで、運搬後においても、所定の目標値を満足するフレッシュ性状を確保することができた。また、運搬後のコンクリートの圧縮強度および静弾性係数試験結果を図-3 に示す。いずれも目標値を満足する結果となった。

5. まとめ

本研究にて実機製造実験を行った結果、RC のプレウェッティングを確実にし、練混ぜ時間および混和剤量を適切に設定することで、100%リサイクルコンクリートは、実機プラントにおいても目標とするフレッシュ性状と硬化性状を有するコンクリートを出荷・製造できることが分かった。

【謝辞】

本研究の実施に際し、東和アークス(株)、ゴトウコンクリート(株)に多大なご協力を頂いた。ここに厚く謝意を示す。

【参考文献】

1) 国土交通省：平成 30 年度建設副産物実態調査結果，2020.1
2) 日本アスファルト合材協会：アスファルト合材 No.144，p.56，2022.10
3) 神下竜三ほか：環境負荷低減を考慮した 100%リサイクルコンクリートの舗装材料への適用に向けた研究，土木学会全国大会第 77 回年次学術講演会，V-31，2022.9

表-4 試験項目

項目		試験方法	頻度
フレッシュ 性状	スランプ(cm)	JIS A 1101	1 回/バッチ
	空気量(%)	JIS A 1128	
硬化性状	圧縮強度	JIS A 1108	材齢 7,28,91 日
	静弾性係数	JIS A 1149	材齢 28,91 日

表-5 フレッシュ性状試験結果

項目	結果	試験結果			目標値	
		練上り直後	30 分後	60 分後	出荷時	荷卸し時
スランプ(cm)		19.5	14.5	14.0	10.0~12.0	8±2.5
空気量(%)		7.0	6.6	6.4	5.0~6.0	4.5±1.5

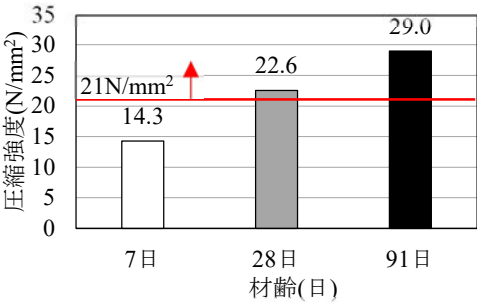


図-2 圧縮強度試験結果



写真-1 スランプ試験状況(運搬後)

表-6 フレッシュ性状試験結果

項目	結果	試験結果		目標値	
		出荷時	運搬後	出荷時	荷卸し時
スランプ(cm)		12.5	8.0	12.0~14.0	8±2.5
空気量(%)		-	6.0	5.0~6.0	4.5±1.5

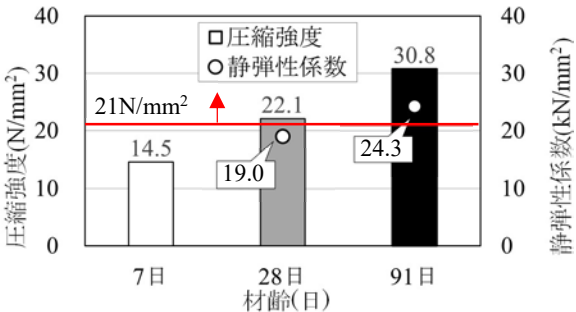


図-3 圧縮強度および静弾性係数試験結果