

再生細・粗骨材Lを全量骨材に用いたコンクリートの耐久性に関する研究

徳島大学大学院 学生員 ○江口 正晃
清水建設(株)シンガポール支店 NHAR HENG
徳島大学大学院 正会員 橋本 親典
徳島大学大学院 正会員 渡辺 健

1. はじめに

産業廃棄物のうち 40%以上の廃棄物であるコンクリート塊のリサイクル技術として、再生骨材コンクリートの普及は社会的急務である。

本研究では、再生細・粗骨材ともに再生骨材L（以降、低度処理再生骨材と称す）を全量使用したコンクリートの強度ならびに耐久性の向上を図ることを目的とし、練混ぜ途中に微振動を付加させることによって再生骨材表面に付着する原コンクリートの粉砕ガラを物理的に実現させた振動付与2軸ミキサを新たに開発し、構造体コンクリートとして再生骨材コンクリートの配合条件に関して実験的に検討した。

2. 実験概要

実験は2シリーズから構成され、練混ぜ容量 55ℓ の試験室用振動付与2軸ミキサを用いた再生骨材コンクリートのAシリーズと、実際の生コンプラントの製造を想定した図-1に示す練混ぜ容量 1000ℓ の振動付与2軸ミキサを用いたBシリーズを実施した。

2.1 骨材

本研究で使用した再生骨材の物理特性を表-1に示す。普通骨材と比較して、低度処理再生骨材のほうが密度は小さく、吸水率は大きい。低度処理再生細骨材の吸水率は 10%以上であり低品質な骨材である。コンクリート塊を粉砕・洗浄・乾燥・分級工程のみで製造しているため、骨材表面に原コンクリートの微粉末やセメント硬化体等の付着物が完全に除去されていないこと、セメント硬化体自体が骨材になっているためである。

2.2 配合

本実験に用いたコンクリートの示方配合を表-2に示す。配合条件は、単位水量が 155kg/m³ に対して、水セメント比を 30%, 50%の2種類とした。目標スランプは 18.0±2.5cm, 目標空気量は 4.5±1.5%とした。スランプは高性能減水剤の添加量によって調整した。シリーズBは、吸水率の管理の関係から、示方配合表を修正した。既往の実験では、再生骨材コンクリートの空気量が相当に大きいため消泡剤を使用した。本実験では強度低下を防ぐために消泡剤を使用しなかった。その結果、空気量は、Bシリーズは、最大で 3.0%, 平均 2.0%と目標空気量より相当に小さくなった。

3. 実験結果と考察

3.1 圧縮強度

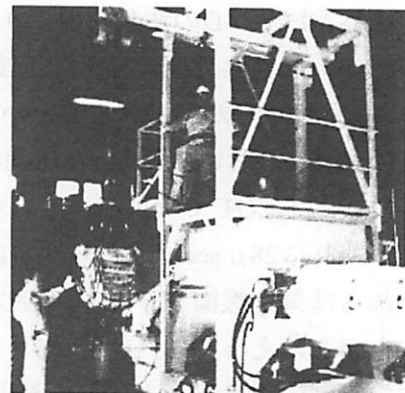


写真-1 練混ぜ容量 1000ℓ
振動付与2軸強制練リミキサ

表-1 低度処理再生骨材の物理的性質

シリーズ	Aシリーズ			Bシリーズ		
粒径(mm)	0~5	5~10	10~20	0~5	5~10	10~20
粗粒率	3.14	5.86	6.75	3.28	5.86	6.89
表乾密度(g/cm ³)	2.23	2.48	2.43	2.24	2.33	2.46
絶乾密度(g/cm ³)	2.00	2.34	2.30	2.00	2.12	2.33
吸水率(%)	11.64	5.76	5.44	11.91	9.71	5.41

表-2 再生骨材コンクリートの示方配合表

配合名	振動有無	M.S.	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					添加量(×C%)	
					W	C	S	G小	G大	SP剤	AE剤
AR30-1.1	なし	20 mm	30	45	155	517	633	253	590	1.1	0.005
ARV30-1.1	あり									1.1	
ARV30-0.9	あり									0.9	
AR30-1.3	なし									1.3	
ARV30-1.3	あり									1.3	
AR50-1.2	なし	20 mm	50	48	155	310	746	264	616	1.2	0.0058
ARV50-1.0	あり									1	
BR30-1.4	なし		28	45	149	530	629	253	591	1.56	
BRV30-1.4	あり									1.36	0.0078
BR30-1.6	なし									1.36	
BRV30-1.6	あり	20 mm	46	48	147	318	743	265	619	1.17	0.0039
BR50-1.2	なし										
BRV50-1.2	あり										

図-1に、圧縮強度の実験結果の一例を示す。一般に、再生骨材コンクリートは再生骨材周辺の微粉末や骨材表面の空隙等の影響でセメントペーストとの付着強度が小さく、水セメント比に対する圧縮強度の発現には限界があり、あまり期待できない。しかしながら、本研究では、W/Cを30%配合した再生骨材コンクリートの圧縮強度が材齢91日で50N/mm²程度まで発現しており、W/C50%のコンクリートと比較して、約2倍の圧縮強度になっている。従って、W/Cを小さくすることによって、高強度再生骨材コンクリートを製造する可能性が明らかになった。材齢7日から28日までの強度発現が普通コンクリートでは40%程度の伸びがあるが、再生骨材コンクリートにおいては、15%以下の増進しかない。再生骨材の表面に付着した旧モルタルや骨材微粉がセメントの水和反応を阻害すると考えられる。

3.2 長さ変化率

図-2に、長さ変化率の結果の一例を示す。W/C50%の再生骨材コンクリートの乾燥収縮量は、乾燥材齢91日で、約1100 μ となり、同条件の普通コンクリートより大きい値を示した。一方、W/C30%の再生骨材コンクリートは、乾燥材齢91日で、乾燥収縮量が800 μ 以下であり、鉄筋コンクリート構造物設計の上限値¹⁾以下に抑制できる結果となった。普通コンクリートの乾燥収縮量は単位水量に依存するが、本研究結果では、再生骨材コンクリートの乾燥収縮は水セメント比に大きく依存する。

3.3 凍結融解試験結果

図-3に、凍結融解試験結果を示す。W/C50%は、2シリーズとも凍結融解抵抗性の目安とされる300サイクルで相対動弾性係数60%以上を満足しなかった。一方、AシリーズのW/C30%では、相対動弾性係数60%以上を満足したが、Bシリーズでは、W/C28%でも満足しなかった。空気量が十分に確保されていなかったためと考えられる。

4. まとめ

通常のコンクリートと同等な空気量 $4.5 \pm 1.5\%$ を確保したうえで、水セメント比を30%以下、単位水量を155kg/m³以下することによって、構造体コンクリートと同等な強度および耐久性を有する再生細・粗骨材Lを全量用いたコンクリートができる可能性がある。

参考文献

1) 日本建築学会編：鉄筋コンクリート造建築物の収縮ひび割れ抑制設計・施工指針（案）・同解説，2006
謝辞 本研究は、経済産業省の平成18・19年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「高性能再生骨材コンクリート製造用振動付与2軸強制ミキサの開発」に基づき実施したものであることを付記し、感謝の意を表します。

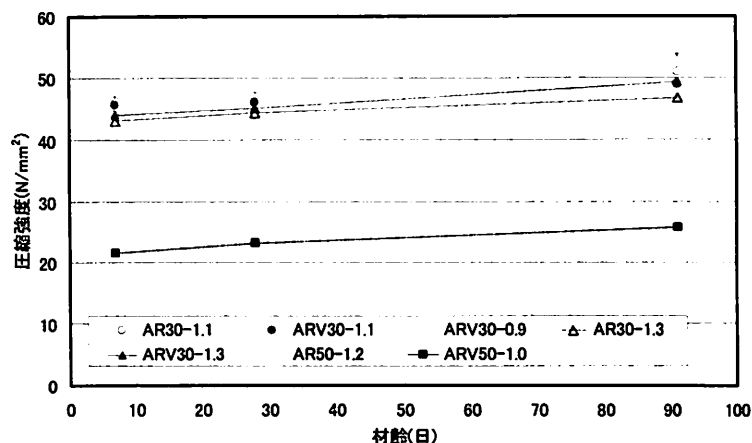


図-1 材齢と圧縮強度の関係 (Aシリーズ)

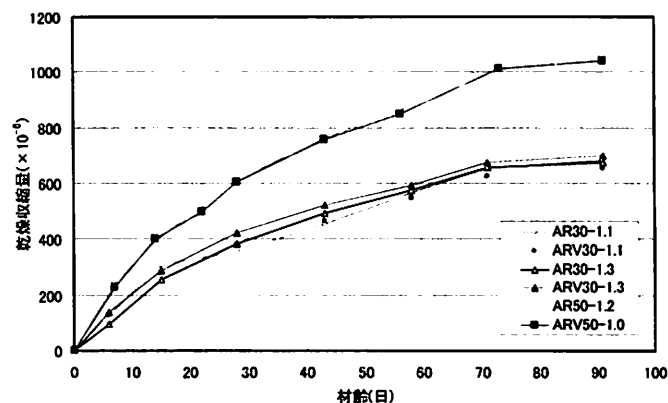


図-2 材齢と長さ変化率の関係 (Aシリーズ)

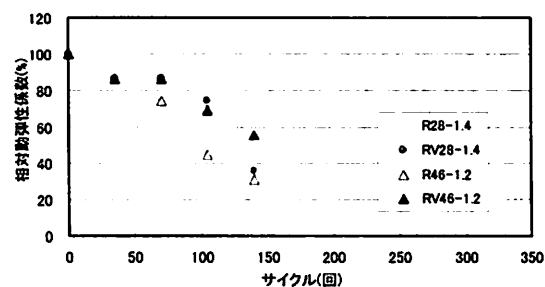
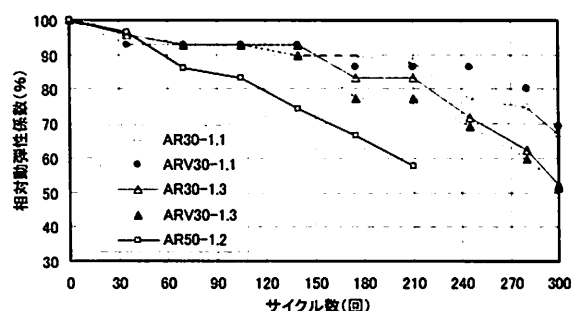


図-3 サイクル数に伴う相対動弾性係数の変化(上段Aシリーズ, 下段Bシリーズ)