

F Aによる全量L級再生骨材コンクリートの強度および耐久性の改善効果

徳島大学大学院 正 会 員○橋本 親典
(株)北川鉄工所 山本 恭平
徳島大学大学院 学生会員 江口 正晃
徳島大学大学院 正 会 員 牛尾 仁

1. はじめに

近年、コンクリート塊を再生する JIS としてコンクリート用再生骨材H，再生コンクリートM・Lが制定された．再生骨材Hは JISA5308 付属書 1 相当とされているが，再生に多大のエネルギーが必要となり，歩留りは 50%程度であり，副産される微粉の処理が問題として残る．再生骨材M・Lは低コストで製造できるが，低品質で用途に制限があり普及には至っていない．一方，フライアッシュ（以後，FA）は JIS A 6201:1999 で I 種～IV種の品質が規定されてきたが，セメント原料（代替粘土）以外の用途へ利用が急務である．FA はアルカリ骨材反応の抑制効果があるため，反応性の有無の確認が難しい再生骨材を用いるコンクリートに FA を混入することはアルカリ骨材対策として有効な方策の 1 つである．

これらの現状を踏まえ，本研究では，60 リットルの振動付与 2 軸強制練混ぜミキサ¹⁾を用いて，再生細・粗骨材ともにL級再生骨材を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，FA を細骨材代替として用いたコンクリートの強度および凍結融解抵抗性について実験的検討を行った．

2. 実験概要

2.1 使用材料

(1) セメントおよびフライアッシュ

セメントは，普通ポルトランドセメント（密度 3.15g/cm³，比表面積 3430cm²/g）を，FA は，II 種相当（密度 2.23g/cm³，比表面積 3840cm²/g，強熱減量 1.9%）を使用した．

(2) 骨材

再生骨材は，廃品コンクリートポールを破碎・洗浄したもの(以降，低度処理再生骨材と称す)を使用した．表－1 に，使用した骨材の物

表－1 低度処理再生骨材の物理特性

	低度処理再生骨材		再生骨材LのJIS規格	
粒径(mm)	0～5	5～20	0～5	5～20
表乾密度 (g/cm ³)	2.23	2.43	---	---
絶乾密度 (g/cm ³)	2.00	2.23	---	---
微粒分量(%)	8.83	2.46	10以下	2以下
吸水率(%)	11.64	5.15	13以下	7以下
実積率(%)	66.18	63.10	---	---
粗粒率	3.14	6.82	---	---
単位容積質量 (kg/L)	1.34	1.41	---	---

表－2 実験に供した示方配合

配合名	目標スランブ (cm)	目標空気 量(%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					SP剤 (C×%)	振動有無・ 加振時間	練混ぜ 時間
					W	C	FA	S	G			
R30	18±2.5	5±1.5	30	45	155	517	—	638	850	1.1	なし	150秒
RF30	— — —						128	511		1.4	なし	300秒
RFV30	— — —						—	751		1.4	あり・270秒	
R50	18±2.5		50	48		310	—	751	887	1.0	なし	150秒
RF50	— — —						150	601		1.2	なし	
RFV50	— — —									1.2	あり・120秒	

理特性と再生骨材 L 級を用いたコンクリート（JIS A 5023-2006）の L 級再生骨材の品質規格を比較して示す．粗骨材の微粒分量以外は L 級の品質を満足する．

(3) 配合条件

低度処理再生骨材を全量用いるコンクリートを構造体コンクリートに用いることを最終目的として，所要の強度と耐久性を確保できる配合条件を設定した．著者ら²⁾は，これまでに，再生細・粗骨材 L を全量骨材に用いた再生骨材コンクリートの単位水量（以下 W）を 155kg/m³かつ水セメント比（以下 W/C）を 30%にすることで，強度および耐久性が通常の構造体コンクリートとほぼ同じになることを見出した．本研究ではこれらの成果に基づき，W を 155kg/m³で一定とし，W/C を 30%，50%の 2 種類とした．

キーワード 再生骨材，低度処理，フライアッシュ，強度特性，凍結融解抵抗性
連絡先 〒770-8506 徳島市南常三島町 2-1 徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部 T E L 088-656-7321

3. 実験結果

再生骨材コンクリートのフレッシュ性状を表-3に示す。W/Cが30%の配合は、目標空気量以下である。FAが細骨材置換で混入するため、総粉体量が増大し、SP剤添加量の調整が難しい。

図-1は、FA無混入の材齢7日強度を基準として、その後の材齢に伴う圧縮強度の増加割合（以下、強度増進率と称す）を示す。W/C30%の配合（R30）は、材齢7日から91日で強度増進率が29%であった。W/C50%の配合（R50）は、15%程度であった。一方、FAを添加した配合は、W/Cや振動の有無に関係なく、材齢91日で40%以上の強度増進率が得られた。低度処理再生骨材であっても、ポズラン反応は十分に発現することが明らかになった。振動の影響に関しては、W/Cに関係なく振動付与の配合が、強度増進率が大きい。以上の結果から、再生骨材L級の低度処理再生骨材コンクリートであっても、FAを混入することで長期強度を増進させることができるということが明らかになった。

再生骨材コンクリートのJIS法凍結融解試験によって得られたサイクル数に伴う相対動弾性係数の関係を図-2に示す。質量減少率と相対動弾性係数の関係を図-3に示す。

W/C30%の3配合（R30, RF30, RFV30）は、150サイクル終了時点で相対動弾性係数が60%以下になった。W/C50%の3配合（R50, RF50, RFV50）は、200サイクル終了時点で相対動弾性係数は60%を下回る結果となった。振動付与の影響に関しては、振動付与の方が付与しないものよりも凍結融解抵抗性が高い。配合RF30とRFV30は、空気量が目標空気量の下限値以下であり、W/C30%の3配合はすべて連行空気が混入せず、供試体内に大規模なクラックが発生し早期に相対動弾性係数が低下したものと考えられる。概観では全くスケーリング等は観察されなかった。これに対して、配合R50は、空気量が8.2%で連行空気が多く、大規模なクラックが生じることなく、凍結融解抵抗性を維持したものと考えられる。低度処理再生骨材コンクリートの凍結融解抵抗性をJIS法（A法）で満足させるためには、十分な連行空気を確保することが重要である。

4. まとめ

全量L級再生骨材を用いたFAコンクリートの圧縮強度は、水セメント比に関係なくポズラン反応による長期強度の増進を期待でき、材齢91日圧縮強度が80N/mm²近くまで増進する。耐久性に関しては、JIS法（A法）の凍結融解試験で300サイクル相対動弾性係数60%以上を満足する配合を見出すまでには至らなかった。

参考文献 1) 小野寺誠司ほか：振動付与2軸強制練混ぜミキサを用いた低度処理再生骨材コンクリートに関する基礎的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.28，No.1，pp.1481-1486，2006 2) 江口正晃ほか：骨材全量を再生細・粗骨材Lを用いたコンクリートの硬化性状に関する基礎的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.30，No.2，pp.385-390，2008

謝辞：本研究の一部は、四国電力および四国総研の委託研究において実施したものである。ここに深く感謝の意を表します。

表-3 フレッシュ性状

配合名	R30	RF30	RFV30	R50	RF50	RFV50
スランプ(cm)	22.0	4.5	7.5	15.5	6.0	10.5
空気量(%)	4.1	2.0	1.8	8.2	4.5	4.1

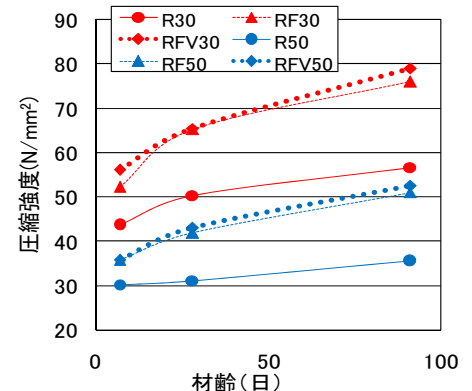


図-1 材齢と強度増進の関係

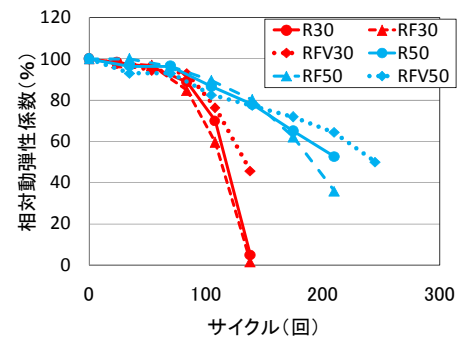


図-2 JIS法凍結融解試験によって得られたサイクル数に伴う相対動弾性係数

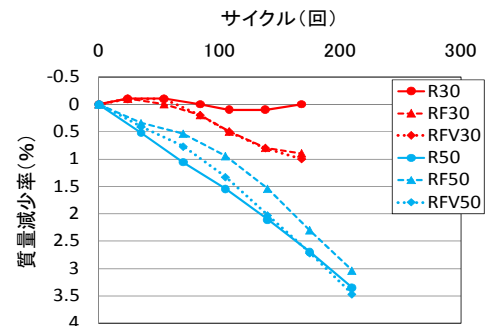


図-3 JIS法凍結融解試験によって得られたサイクル数に伴う質量減少率