

FA 混入による低度処理再生骨材コンクリートの施工性能の改善に関する 実験的検討

徳島大学大学院 正会員 ○石丸啓輔 大東建託 非会員 須貝成喜
徳島大学大学院 フェロー 橋本親典 徳島大学大学院 正会員 渡邊 健

1. はじめに

再生骨材 H、M、L の JIS 規格制定以降、再生骨材コンクリートに関して様々な研究がなされてきた。しかしながら再生骨材 L を用いた施工性能に関する研究報告はほとんどない。本研究では、低度処理再生粗骨材コンクリートを対象として、フライアッシュ（以降、FA と称す）を混入することによる施工性能の改善効果について実験的に検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

本研究で使用した材料の物理的性質を表-1 に、コンクリートの配合を表-2 に、フレッシュ性状を表-3 に示す。再生骨材はコンクリートポールを破碎・分級したのみの低度処理であり、品質としては L 級に区分される。普通粗骨材は、粒径が 5mm~10mm の骨材（G1）と粒径が 10mm~20mm の骨材（G2）を標準粒度の範囲に収まるように 6 : 4 の割合で用いた。コンクリートの配合は、W/C を一定とし、単位水量を 165kg/m³、単位セメント量を 350kg/m³、目標スランプを 10±1.0cm、目標空気量を 5.0±1.0%とした。普通骨材を用いた配合 N を基準とし、再生粗骨材は 50%（RG50）、100%（RG100）の 2 水準で置換した。再生細・粗骨材を全量置換した配合を R とした。この 4 配合それぞれに FA を外割で 15%容積置換した配合を NF、RG50F、RG100F、RF とした。しかしながら、R と RF は高性能 AE 減水剤（SP）でのスランプの調整が困難であったため、単位水量を 150kg/m³まで減らした。すべての配合で単位粗骨材量を一定とし、FA コンクリートには FA 用 AE 剤を使用した。

2.2 試験方法

フレッシュ性状試験として、スランプ試験および空気量試験をそれぞれ JIS A 1011、JIS A 1128 に従って行った。また、施工性能の評価試験として、タンピング試験、加振ボックス充填試験を既往の試験方法¹⁾に従って行った。硬化性状試験として、圧縮強度試験を JIS A 1108 に従って行った。タンピング試験は、タンピング 1 回当たりのスランプフロー変形量をスランプフロー変形係数として評価した。加振ボックス充填試験は、B 室下部から充填高さ 190mm から 300mm までの試料の充填速度を間隙通過速度（以降、V_{pass} と称す）として、以下の式（1）を用いて算出し評価した。

$$\text{間隙通過速度 } V_{\text{pass}}[\text{mm/s}] = (300\text{mm}-190\text{mm}) / (\text{充填高さ } 190\text{mm} \text{ から } 300\text{mm} \text{ までの到達時間 } [\text{s}]) \quad (1)$$

表-1 使用材料の物理的性質

材料名	記号	物性値	
セメント	普通ポルトランドセメント C	密度3.15g/cm ³	比表面積3340cm ² /g
フライアッシュ	フライアッシュⅡ種 FA	密度2.25g/cm ³	比表面積4080cm ² /g
細骨材	普通砕砂 NS	密度2.57g/cm ³ 粗粒率2.63	吸水率1.77% 実積率66.6%
	再生細骨材 RS	密度2.32g/cm ³ 粗粒率3.50	吸水率9.59% 実積率56.54%
粗骨材	普通砕石(5-10mm) G1	密度2.57g/cm ³ 粗粒率6.37	吸水率1.60% 実積率55.40%
	普通砕石(10-20mm) G2	密度2.57g/cm ³ 粗粒率7.08	吸水率1.62% 実積率57.60%
	再生粗骨材 RG	密度2.52g/cm ³ 粗粒率6.66	吸水率4.66% 実積率57.82%

表-2 コンクリートの配合

配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/ m ³)								混和剤 (P × %)			
			W	C	F	S		G			SP	AEA	AEA (FA)	
						NS	RS	G1	G2	RG				
N	47	45.5	165	350	-	788	-	567	378	-	0.8	0.005	-	
RG50								283	189	463	0.8	0.005		
RG100								-	-	926	0.7	0.005		
R		47.5	150	318	-	770	-	-	-	0.5	0.005	0.008		
NF		41.5	165	350	104	670	-	567	378	-	1.1		-	
RG50F								283	189	463	0.9			0.9
RG100F								-	-	926	0.9			
RF		43.4	150	318	112	-	654	-	-	926	0.7	0.05		

表-3 フレッシュ性状

配合名	N	RG50	RG100	R	NF	RG50F	RG100F	RF
Slump (cm)	9.0	11	11	9.5	9.0	9.5	10.5	9.0
Air (%)	5.3	5.0	5.8	4.4	4.4	4.4	5.0	6.0

3. 実験結果および考察

3.1 施工性能

各配合のスランプ変形係数（以降、 K_{sl} と称す）とスランプフロー変形係数（以降、 K_{sf} と称す）の散布図を図-1に示す。FA 無混和の配合に関しては、全量再生骨材コンクリートの R 以外の K_{sl} 、 K_{sf} は再生粗骨材の置換率に関係なく、ほぼ同じ値（ K_{sl} 2mm/回、 K_{sf} 3mm/回）近辺に集中しており、スランプ 10cm でほぼ同一のため変形係数がほぼ同じであった。これに対して FA 混和の配合は、スランプ 10cm にも関わらず変形係数が大きく変化した。FA を外割置換し、単位粉体量が増加しモルタルの粘性の増大が影響したと思われる。なお、RF の変形係数が最も小さくなったのは、再生骨材の微粉末と単位水量の減少（ 15kg/m^3 ）による影響と思われる。配合別に 190mm と 300mm 充填高さ到達時間と V_{pass} を図-2 に示す。FA 混和の配合は無混和の配合と比較して到達時間が短い。FA 混和により充填性が向上し、鉄筋間の間隙通過が円滑に行われたためと考えられる。図-1 と図-2 の結果から、コンクリートの種類に関係なく、変形性が良好な配合ほど V_{pass} が速くなった。粗骨材について、その一部あるいは全量を再生粗骨材に置換した場合は、FA の有無に関係なく到達時間が短くなり、 V_{pass} が速くなった。本実験で用いた再生粗骨材が普通粗骨材に比べて実積率が大きく、再生粗骨材を用いた方が流動性に良い影響を与えたためと考えられる。 V_{pass} および K_{sf} の関係を図-3 に示す。再生骨材を置換した場合でも、ある程度の直線性を確認できた。図-1 とは異なり、その相関性は FA 混和と無混和で異なった。

3.2 強度特性

各配合の圧縮強度性状を図-4 に示す。FA を混和すると、圧縮強度が増加する傾向にあった。材齢 7、28 日の強度増進は、外割置換した FA のフィラー効果によると思われる。一般に W/C が同一の再生骨材コンクリートの強度は普通骨材コンクリートより低下する。しかしながら、再生骨材コンクリート（R、RF）は、普通骨材コンクリート（N、NF）の強度とほぼ同程度であった。再生粗骨材の品質が M 級に近かったためと思われる。

4. まとめ

本実験の範囲内において、普通粗骨材に再生粗骨材を置換することで間隙通過速度 V_{pass} は速くなった。さらに、再生骨材コンクリートに FA を外割混合することで V_{pass} が速くなり、施工性能の改善が図れることが明らかになった。

参考文献 1) 土木学会：コンクリート技術シリーズ 102，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)第 2 期委員会報告書，2013.11.

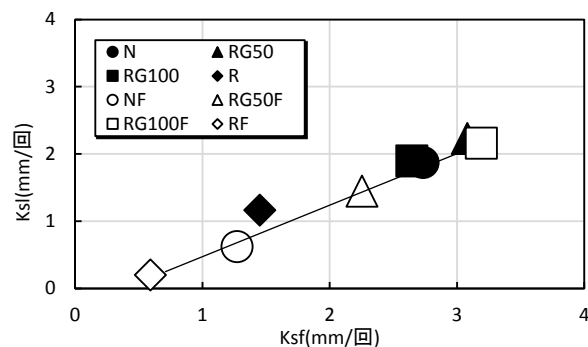


図-1 K_{sf} と K_{sl} の相関

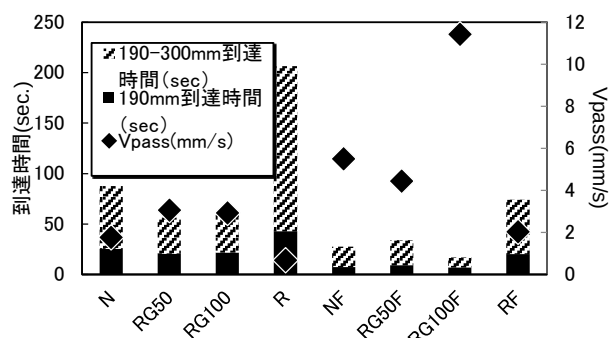


図-2 各配合の 190・300mm 到達時間

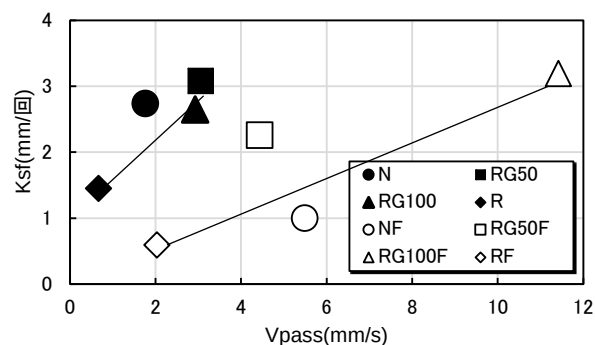


図-3 V_{pass} と K_{sf} の相関

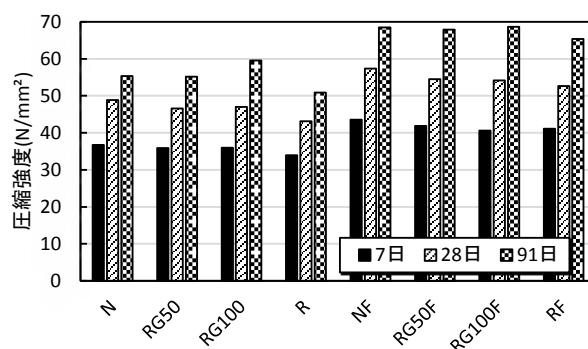


図-4 各配合の材齢に伴う圧縮強度発現性状