

フライアッシュを混入した高流動コンクリートの間隙通過性に関する実験的評価

太平洋セメント（株） 正会員 ○中 新弥 太平洋セメント（株） 正会員 石井 祐輔
岐阜工業高等専門学校 上原 義己 太平洋セメント（株） 正会員 小川 洋二
琉球大学 工学部 正会員 山田 義智

1. はじめに

フライアッシュは総排出量の 7 割がセメント原料へと活用されている。今後、さらなる活用量増加のためにコンクリート混和材など他用途への利用を拡大することが必要である。著者らは、フライアッシュを高流動コンクリートに用いた場合の充填性について、同一スランプフローでも使用材料や配合条件によってその性状が異なることを示してきた¹⁾。しかしながら、フライアッシュの効用を定量的に評価できていない課題があった。

そこで本研究では、高流動コンクリートの間隙通過性を評価する手法として、比較的容易に実施可能な J リングフロー試験に着目し、フライアッシュを混入したコンクリートを対象に間隙通過性に関する実験的検討を行い、効用の定量的評価を試みた。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

基材となるセメントは普通ポルトランドセメント (NC)，フライアッシュは比表面積の異なる 2 種類 (Ⅰ種：8500cm²/g 級，Ⅱ種：3450cm²/g 級) を用いた。コンクリートの配合および試験により得られたフレッシュ性状を表-1 に示す。フライアッシュの混入割合は、Ⅰ種、Ⅱ種ともにセメントに対して内割 20%とし (NF1, NF2)，比較用にフライアッシュを混入しない場合 (N) の 3 水準とした。水結合材比 (W/B)

は 30%，単位粗骨材かさ容積は 0.60m³/m³ で一定とし、高性能 AE 減水剤 (SP) の添加率を調整して目標 SLF を 65±5.0cm となるようにし、目標空気量は 2.0% 以下とした。コンクリートの練混ぜは、容量 60L の強制二軸ミキサを用いてモルタルを 120 秒間練混ぜ、粗骨材を投入してさらに 90 秒間練混ぜた後、300 秒間静置し、その後 20 秒間練混ぜて排出した。

2.2 試験項目および試験方法

コンクリートの間隙通過性評価は、基本的には J リングフロー試験方法 (JIS A 1159) に準拠し、J リングフロー値、J リングフローの流動時間 (50cm 到達時間) および PJ 値を測定した。ただし、J リング装置は、JIS 規格とは異なる 2 種類の鉄筋障害を用いて実施した (図-1 参照)。また、スランプフローと J

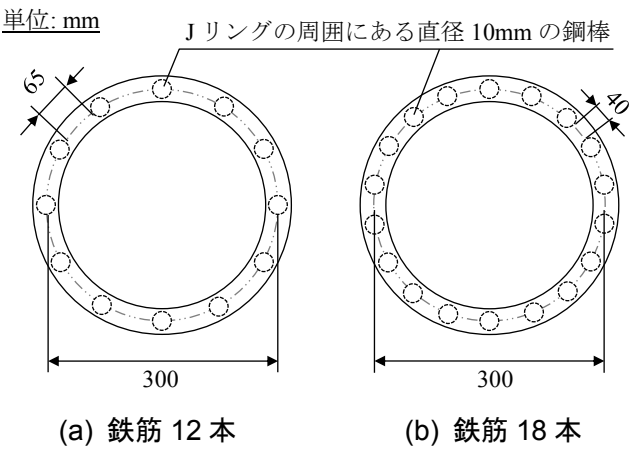


図-1 使用した J リング装置 (JIS 規格外)

表-1 コンクリート配合およびフレッシュコンクリート性状

配合名	単位粗骨材 かさ容積 (m³/m³)	W/B (%)	単位量(kg/m³)						SP (B×%)	フレッシュコンクリート性状			
			W	B			S	G		SLF (cm)	50cm 到達(s)	空気量 (%)	C.T (℃)
				NC	FA1	FA2							
N	0.60	30	165	550	—	—	684	927	1.15	65.5	9.4	0.8	22.9
NF1			165	440	110	—	684	927	0.98	68.0	8.3	0.9	23.2
NF2			165	440	—	110	684	927	1.15	63.5	9.0	0.8	23.4

キーワード J リングフロー，間隙通過性，高流動コンクリート，フライアッシュ，PJ 値，B 値
連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント(株) 中央研究所 TEL:043-498-3836

リングフローとの差からブロッキング値（以下、B 値）（フレッシュコンクリートの通過能力）の算出も行った。試験手順は、各水準においてスランプフロー試験および J リングフロー試験を同一バッチ・同時刻にて実施した。さらに J リングフロー試験後、リング内外それぞれの領域中における粗骨材重量比（粗骨材重量／コンクリート重量）を算出することで、粗骨材とモルタルの分離傾向についても評価した。

3. 実験結果および考察

3.1 フレッシュコンクリート試験の結果

表－1 に併記したコンクリートのフレッシュ試験結果より、フライアッシュ混入の有無によらず、スランプフローの 50cm 到達時間は同程度であり、目視により材料分離を生じていないことを確認した。

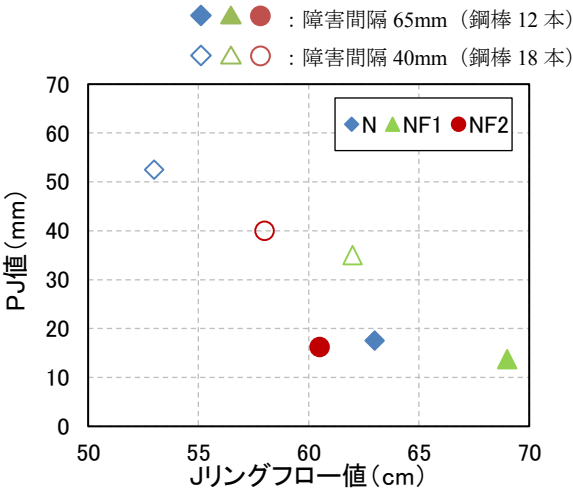
3.2 間隙通過性評価の結果

各水準における PJ 値および B 値と J リングフロー値の関係を図－2、図－3 に示す。障害間隔 65mm（鋼棒 12 本）では、フライアッシュ混入による PJ 値および B 値の差は見られなかった。しかしながら、流動条件の厳しい障害間隔 40mm（鋼棒 18 本）では、N と NF 系における PJ 値の差は 13mm から 18mm であり、B 値の差は 60mm 以上でかつ、N の B 値は 125mm 程度と極端に大きかった。これらのことから、フライアッシュ混入により間隙通過性が向上しているものと考えられた。

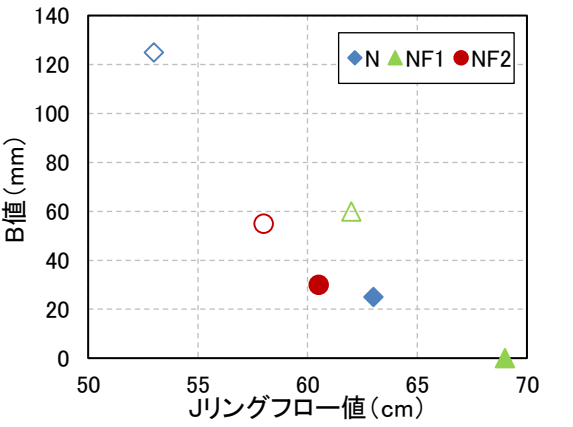
ここで、表－2 に示すリング内外における粗骨材重量比の結果を見ると、全ての配合条件において粗骨材分布の傾向は同程度であることが確認できる。一方で、障害間隔 40mm（鋼棒 18 本）における J リングフローの 50cm 到達時間は、N と比較して NF 系の方が極めて速い結果となっていた。既往の知見²⁾では、粗骨材に付着するモルタルの厚みも間隙通過性に寄与するとされ、著者らの過去の充填性に関する検討においても、同様の見解から考察してきた¹⁾。本試験で得られた結果も同様に、粗骨材に付着するモルタルの厚みの差が、J リングフロー試験の間隙通過性に影響を与えている可能性があるかと推察する。

4. まとめ

本検討では、高流動コンクリートへのフライアッシュ混入による間隙通過性への影響を障害間隔の異なる J リング装置を用いて評価した。その結果、障害間隔が狭く、流動条件が厳しい場合にはフライア



図－2 PJ 値と J リングフロー値の関係



図－3 B 値と J リングフロー値の関係

表－2 粗骨材重量比および 50cm 到達時間の結果

配合名	障害間隔 65mm(12 本)			障害間隔 40mm(18 本)		
	粗骨材重量比		50cm 到達(s)	粗骨材重量比		50cm 到達(s)
	内側	外側		内側	外側	
N	0.40	0.38	7.65	0.42	0.38	22.48
NF1	0.42	0.38	5.21	0.44	0.38	10.67
NF2	0.41	0.38	9.45	0.42	0.38	14.09

ッシュ混入による間隙通過性の向上が顕著に認められた。今後、モルタル部分の性状の差が本結果に関連しているかについて、実験的および解析的なアプローチから検討を重ねる必要があると考える。

【参考文献】

1) 中新弥ほか：フライアッシュを混入した高流動コンクリートの充填性に関する検討，V-610，pp.1219-1220，2017
2) 荻原淳平ほか：モンテカルロ法を用いた高流動コンクリートの限界粗骨材量推定方法，土木学会論文集，No.690/V-53，pp.65-82，2001