

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

太平洋セメント株式会社 正会員 ○ 中 新弥
太平洋セメント株式会社 正会員 扇 嘉史
太平洋セメント株式会社 正会員 早川 隆之

1. はじめに

近年、環境負荷低減・循環型社会構築の観点等からフライアッシュの利用拡大が望まれており、フライアッシュをコンクリートに用いた場合について各種性能が研究されている。この内、充填性に関しては、例えば、水セメント比(W/C)が比較的高く、降伏値が小さい配合において、フライアッシュを細骨材の一部に利用する等で充填性が向上することが報告されている¹⁾。一方で、W/Cが低く、かつ降伏値が小さい領域において、フライアッシュの添加による充填性の変化についての報告は少ない。

そこで、本研究では、W/C=30%、スランプフロー65cm程度のコンクリートを対象として、フライアッシュをセメントの内割り、もしくは外割り(細骨材置換)した場合の充填性を評価した。この際、単位粗骨材かさ容積を増加させた配合についても、フライアッシュの添加による充填性の変化を検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

使用材料を表1に、コンクリートの配合条件を表2に示す。フライアッシュはⅡ種に相当するものを使用し、セメントの外割として細骨材の一部に20%置換した場合、内割として20%置換した場合および普通ポルトランドセメントを用いた場合の3水準とした。また、単位粗骨材かさ容積として3水準(0.54, 0.60, 0.64m³/m³)を設け、DFおよびSPの添加

率を調整して、空気量を2.0%以下、スランプフローを65±2.5cmとなるようにした。

2.2 実験方法

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、粗骨材を投入後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。1バッチの練混ぜ量は30Lとして、スランプフロ

表1 使用材料

使用材料	記号	密度(g/cm ³)	備考
水	W	1.00	上水道水
セメント	N	3.16	普通ポルトランドセメント
混和材	FA2	2.27	フライアッシュⅡ種
細骨材	S	2.58	山砂(粗粒率2.52 実積率64.7%)
粗骨材	G	2.65	砂岩碎石 2005(実積率60.1%)
混和剤	SP	—	高性能 AE 減水剤
	DF	—	消泡剤

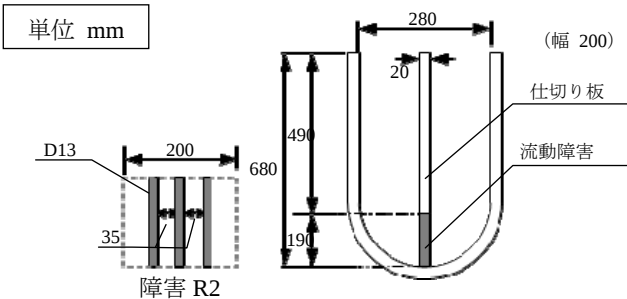


図1 充填装置および流動障害の概要

表2 コンクリート配合条件

配合記号	W/C (%)	単位粗骨材かさ容積 (m ³ /m ³)	単位量(kg/m ³)					スランプフロー (cm)
			W	N	FA2	S	G	
N-0.54	30	0.54	170	567	-	790	860	64.0
N-FA2-外-0.54	30		170	567	113	674	860	65.5
N-FA2-内-0.54	30*		170	453	113	754	860	66.5
N-0.60	30	0.60	170	567	-	697	956	64.5
N-FA2-外-0.60	30		170	567	113	568	956	64.0
N-FA2-内-0.60	30*		170	453	113	660	956	64.0
N-0.64	30	0.64	170	567	-	635	1019	64.5
N-FA2-外 0.64	30		170	567	113	508	1019	64.0
N-FA2-内-0.64	30*		170	453	113	599	1019	65.0

* フライアッシュ内割り配合のみ C=N+FA2 とする。

キーワード 高流動コンクリート, 自己充填性, 間隙通過性, U形, フライアッシュ, 単位粗骨材かさ容積

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

一、空気量の測定後に次に説明する充填性評価試験および篩い試験を実施した。また、一部配合では、ウェットスクリーニングしたモルタルのフロー(WS モルタルフロー)を測定した。コンクリートの充填性評価試験²⁾には、図1で示すU 形容器および障害部を使用した。本試験では、流動障害として R2 を使用し、充填高さに加えて、充填高さが 300mm に到達する時間を測定した。篩い試験については、コンクリートを 1.5L 採取して、5mm 篩いの上に静かに置き、3 分間経過後に篩いを通過したモルタルの重量を測定した。この値を、コンクリート中のモルタルの重量で除して、篩い通過モルタル率を算出した。

3. 実験結果および考察

自己充填高さと 300mm 到達時間を表3に示す。また、自己充填高さと単位粗骨材かさ容積の関係を図2に示す。同図より、フライアッシュ添加の有無によらず、単位粗骨材かさ容積の増加に伴って自己充填高さが低下したことが確認できる。

フライアッシュを外割りで添加した N-FA2-外については、いずれの単位粗骨材かさ容積においても、自己充填高さが N よりも増加した。この N-FA2-外では、N と比較してスランプフローの 50cm 到達時間が長く、粘性の増加が認められた。これは、細骨材をフライアッシュで置換したことにより、結果的に微粒子が多くなり、モルタル部分の粘性が増加したことに起因すると考えられる。フライアッシュの外割り添加による自己充填高さの増加は、モルタルの粘性が増加することにより、モルタルと粗骨材との分離抵抗性が向上し、粗骨材連行性が良好になった³⁾ためと推察される。

フライアッシュを内割り置換した N-FA2-内については、単位粗骨材かさ容積が 0.54 および 0.60 m³/m³ の時には、自己充填高さは N と同等であったが、0.64 m³/m³ では N よりも自己充填高さが増加した。本試験においては、WS モルタルフローの 200mm 到達時間は、いずれの単位粗骨材かさ容積においても N と N-FA2-内で同等であり、粘性は同等だったと考えられる。一方で、図3で示すように、篩い通過モルタル率に関し、単位粗骨材かさ容積が 0.64 m³/m³ の時には、N と比較して N-FA2-内の方が極めて高い傾向であった。既往の知見⁴⁾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、本結果から、粗骨材に付着するモルタルの厚みに差異が生じた可能性が示唆される。こうしたモルタル部分の性状の差が、自己充填高さに影響を与えた可能性が考えられる。

充填高さが 300mm に到達する時間に関しては、N と比

較して N-FA2-外では長かったが、N-FA2-内では短かった。N-FA2-外については、モルタル部分の粘性の増加が、その一因であると考えられる。一方で、N-FA2-内は前述したように、WS モルタルフローの 200mm 到達時間や篩い通過モルタル率が N と同等であったが、充填高さが 300mm に到達する時間には差が生じた。この原因を明らかにするために、今後さらなる研究が必要と考える。

表3 充填高さと 300mm 到達時間

配合記号	単位粗骨材 かさ容積 (m ³ /m ³)	充填高さ (mm)	300mm 到達時間 (s)
N-0.54	0.54	324	24.26
N-FA2-外-0.54		342	35.90
N-FA2-内-0.54		339	18.57
N-0.60	0.60	204	-
N-FA2-外-0.60		239	-
N-FA2-内-0.60		205	-
N-0.64	0.64	110	-
N-FA2-外-0.64		184	-
N-FA2-内-0.64		160	-

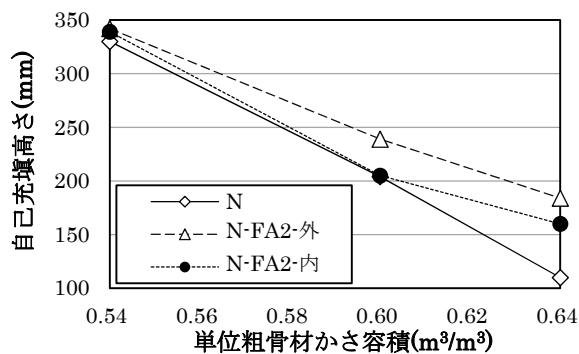


図2 自己充填高さの関係

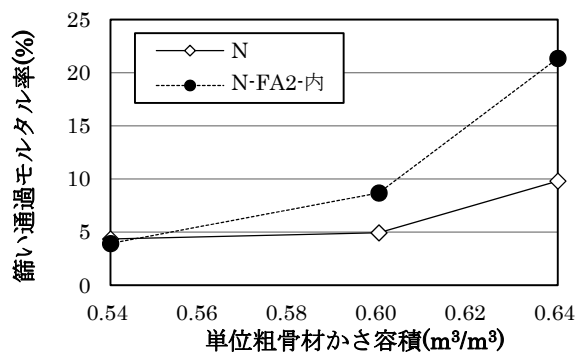


図3 篩い通過モルタル率の関係

【参考文献】

- 1) 橋本紳一郎ほか: 各種配合条件におけるフレッシュコンクリートの定量的な振動性状評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.33, No.1, pp.1229-1234, 2011
- 2) 土木学会: 2012 年制定コンクリート標準示方書[規準編], 高流動コンクリートの充填試験方法(案), JSCE-F 511 2012, pp.267-269, 2013
- 3) 谷川恭雄: フレッシュコンクリートの流動特性とその予測, セメントジャーナル社, pp.51-52
- 4) 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