

シリカフュームプレミックスセメントを用いて製造した超高強度コンクリートのフレッシュ性状

太平洋セメント株式会社 正会員 ○藤田 仁
 同 上 正会員 兵頭 彦次
 同 上 正会員 谷村 充
 同 上 石田 聡

1. はじめに

構造物の高層化や長スパン化等の要求に伴い、設計基準強度 100N/mm² 超級の超高強度コンクリートの実用化が進められている。超高強度コンクリート用のセメントに要求される性能は、長期にわたる強度発現性はもちろんのこと、低水セメント比の条件下での良好な流動性を有することなど、より高度化してきている。本報では、比表面積の小さいシリカフュームと低発熱系のセメントを組み合わせる新たに開発されたシリカフュームプレミックスセメント(以下、SFPC)^{1), 2)}を用い、生コン工場において W/C=13~27%の(超) 高強度コンクリート配合による実機試験を行い、そのフレッシュ性状について検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料, コンクリートの配合および練混ぜ

表-1 に使用材料 表-2 にコンクリートの配合を示す。実機試験は 3 工場(A, B, C 社), 3 シーズン(標準期, 夏期, 冬期) で実施した。また, コンクリートの練混ぜはモルタルを先行して練り混ぜる方法とした。表-3 に工場ごとの練混ぜ時間を示す。W/C=13%の配合については, 工場ごとに練混ぜ時間の設定が異なっていたが, 最長でも 300 秒間練り混ぜることにより, 十分に一体化したコンクリートが得られている。

2.2 試験項目および試験方法

表-4 に試験項目および試験方法を示す。W/C=20%の配合については 120 分まで経時変化を測定した。

3. 試験結果および考察

表-5 にフレッシュコンクリートの試験結果をまとめて示す。スランプフロー, 空気量はいずれも目標値を満足する結果が得られた。3 種類の高性能(AE)減水剤を W/C ごとに使い分けている A 工場および B 工場の結果より, SFPC は汎用的な高性能(AE)減水剤(SP1, SP2)によって, 従来よりも W/C の低い領域まで製造できる傾向にある。また 超高強度用の高性能減水剤を用いている配合を含め, 全般的に大幅な混和剤使用量の増加を伴うことなく良好なスランプフローを得ることができた。50cm フロー到達時間およびローート流下時間については, W/C が低くなるほど長くなる傾向が認められるものの, 粘性の増大による閉塞などの不具合は生じておらず, 実用上問題のない範囲に収まっていると考えられる。

*) C工場: 空練り(C+S):10秒

表-1 使用材料

工場		記号	生産者, 産地, 物理的特性等
共通	セメント	C	シリカフュームプレミックスセメント, 密度: 3.07g/cm ³ , 比表面積: 6190cm ² /g
A	細骨材	S1	市原産山砂 (密度: 2.58g/cm ³)
		S2	鳥形産石灰砕砂 (密度: 2.62g/cm ³)
	粗骨材	G	大月市産安山岩砕石 (密度: 2.64g/cm ³)
	高性能AE減水剤	SP1	ポリカルボン酸系
	高性能AE減水剤	SP2	ポリカルボン酸系
B	高性能減水剤	SP3	ポリカルボン酸系, 超高強度コンクリート用
	細骨材	S	市原万田野産山砂 (密度: 2.59g/cm ³)
	粗骨材	G	両神産硬質砂岩 (密度: 2.70g/cm ³)
	高性能AE減水剤	SP1	ポリカルボン酸系
	高性能減水剤	SP2	ポリカルボン酸系, 超高強度コンクリート用
C	高性能減水剤	SP3	ポリカルボン酸系, 超高強度コンクリート用
	細骨材	S1	千葉県富津市産山砂 (密度: 2.59g/cm ³)
		S2	西多摩郡産石灰砕砂 (密度: 2.62g/cm ³)
	粗骨材	G	青梅市産砕石 (2.66g/cm ³)
	高性能減水剤	SP3	ポリカルボン酸系, 超高強度コンクリート用

表-2 コンクリートの配合

工場	W/C (%)	s/a (%)	単位粗骨材かさ容積 (m ³ /m ³)	単位量 (kg/m ³)				目標スランプフロー (cm)	目標空気量 (%)
				W	C	S	G		
A	13.0	28.8	0.52	155	1193	328	824	70 ± 7.5	2.0 ± 1.5
	16.5	37.7	0.54		940	510	856	70 ± 7.5	
	20.0	43.5	0.54		775	650	856	65 ± 7.5	
	23.5	47.0	0.54		660	746	856	65 ± 7.5	
	27.0	48.3	0.55		574	804	872	60 ± 7.5	
B	13.0	27.4	0.53	155	1192	311		70 ± 7.5	2.0 ± 1.5
	16.5	38.8			939	523		70 ± 7.5	
	20.0	44.5			775	660	859	65 ± 7.5	
	23.5	48.0			660	759		60 ± 7.5	
	27.0	50.2			574	831		60 ± 7.5	
C	13.0	26.7	0.535	155	1192	304		70 ± 10	2.0 ± 1.5
	17.0	39.2			912	540		70 ± 10	
	20.0	43.9			775	655		65 ± 10	
	25.0	48.5			620	786		60 ± 10	

表-3 練混ぜ時間

工場	A					B					C			
W/C	13.0	16.5	20.0	23.5	27.0	13.0	16.5	20.0	23.5	27.0	13.0	17.0	20.0	25.0
練混ぜ時間 (秒)	180	90	60	60	60	300	150	120	90	60	150	90	60	60
モルタル	90	90	60	60	60	180	150	120	120	90	180	120	120	60

キーワード: シリカフュームプレミックスセメント, 生コン工場, 超高強度コンクリート, フレッシュ性状

連絡先: 千葉県佐倉市大作 2-4-2, TEL: 043-498-3804, Fax: 043-498-3809

表-4 試験項目および試験方法

試験項目	試験方法
スランブフロー (50cm到達時間)	JIS A 1150
Oポート流下速度	JSCE-F-512-1999
空気量	JIS A 1128
コンクリート温度	JIS A 1156

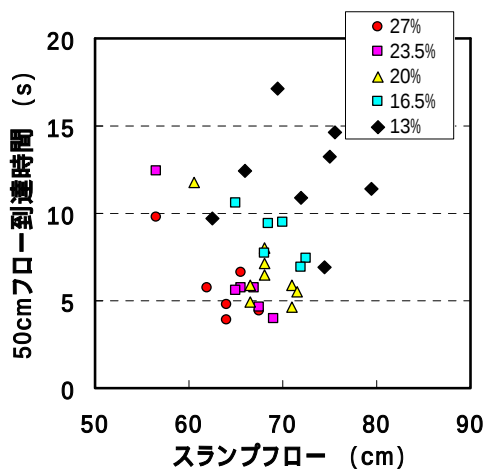


図-1 スランブフローと50cmフロー到達時間の関係

図-1 に各種供試体を作製した時点におけるスランブフローと50cmフロー到達時間の関係を示す。同一スランブフローにおける50cmフロー到達時間はW/Cが低くなるほどより長くなる傾向にあり、粘性を一定のレベルに保つ上において、W/Cが低いほどスランブフローを大きく設定することの妥当性が確認できる。

図-2 にW/C=20%におけるスランブフローおよび50cmフロー到達時間の経時変化特性を示す。いずれの工場も経過時間120分までほぼ一定値で推移しており、良好な経時保持性を有している。

4.まとめ

SFPCを用いた超高強度コンクリートの実機試験より、フレッシュ性状について以下の知見が得られた。

(1) W/C=27~13%の範囲において、いずれも良好な流動性および経時保持性を有するコンクリートの製造が可能であった。

(2) W/Cによっては汎用的な高性能(AE)減水剤でも製造が可能であり、また、添加量を低減できる傾向が認められた。

【参考文献】

1) 太平洋セメント株式会社：シリカフュームプレミックスセメント「SFPC®」技術資料，2007

2) 橋本ほか：シリカフュームプレミックスセメントを

用いた超高強度コンクリートの基本特性，日本建築学会大会学術講演梗概集 pp49-50, 2006

表-5 フレッシュコンクリートの試験結果

工場	試験 時期	W/C (%)	SP		経過時 間(分)	スラング フォー (c m)	50cm 到達 (s)	00-ト流下 時間 (s)	空 気 量 (%)	コンクリート 温度 ()	
			種類	(C × %)							
A	標準期	13.0	SP3	1.625	5	73.5	10.1	53.4	1.4	26.0	
					45	74.5	9.0	33.5	1.3	26.0	
		16.5	SP2	1.70	5	64.0	7.2	23.6	1.2	24.0	
					45	72.5	7.4	11.8	1.2	24.0	
		20.0	SP2	1.40	5	63.5	5.8	18.8	1.0	23.0	
					45	66.5	5.9	13.3	1.1	22.5	
		23.5	SP1	1.45	5	63.5	6.1	19.1	0.9	21.0	
					45	65.5	5.7	15.1	1.3	21.5	
		27.0	SP1	1.45	5	65.0	3.2	12.4	1.2	20.5	
					45	62.0	5.7	25.5	1.0	21.0	
		夏期	13.0	SP3	2.15	5	77.0	7.4	31.2	1.6	30.0
						45	75.5	6.9	35.6	1.2	32.0
	16.5		SP2	1.65	5	66.5	6.2	25.8	1.4	28.5	
					45	68.0	7.7	24.6	1.1	29.5	
	20.0		SP2	1.30	5	66.0	4.6	15.6	1.2	27.5	
					60	66.5	4.9	12.0	1.2	29.0	
	23.5		SP1	1.50	5	71.5	4.1	13.3	0.9	27.0	
					45	69.0	4.0	10.1	1.1	27.5	
	27.0		SP1	1.45	5	67.5	2.4	6.1	1.2	27.0	
					45	64.0	3.9	7.3	0.8	27.0	
	冬期		13.0	SP3	1.50	5	77.5	12.2	61.6	1.8	15.5
						45	75.0	14.6	58.1	1.0	15.5
		16.5	SP2	1.45	5	61.5	7.9	26.3	1.9	14.0	
					45	72.0	6.9	19.0	0.5	14.0	
20.0		SP2	1.25	5	60.5	5.7	17.4	1.4	12.0		
				45	68.0	6.5	15.3	0.7	11.5		
B	標準期	13.0	SP3	1.65	5	71.5	12.4	76.3	1.3	27.5	
					30	69.5	13.2	59.0	1.3	27.5	
		16.5	SP2	1.80	5	69.5	10.2	32.9	1.9	25.0	
					30	70.0	9.5	50.9	1.7	25.5	
		20.0	SP2	1.75	5	70.5	5.8	18.8	1.7	24.0	
					30	71.0	5.9	19.6	1.5	24.5	
		23.5	SP2	1.50	5	67.5	4.3	11.2	2.3	23.0	
					30	67.5	4.6	12.3	2.2	23.0	
		27.0	SP1	1.50	5	62.5	7.0	13.3	2.2	20.5	
					30	67.5	4.4	9.2	2.2	21.0	
	夏期	13.0	SP3	2.35	5	65.5	18.8	158.4	1.7	32.0	
					30	62.5	17.1	62.4	1.6	32.0	
		16.5	SP2	1.90	5	67.5	8.9	37.1	1.8	32.0	
					30	65.0	10.6	43.2	1.2	32.0	
		20.0	SP2	1.75	5	68.0	7.1	26.1	1.8	30.0	
					30	60.5	11.8	32.3	1.4	31.0	
		23.5	SP2	1.45	5	60.0	8.5	16.2	1.6	29.0	
					30	56.5	12.4	23.0	1.7	30.0	
		27.0	SP1	1.50	5	64.5	5.6	12.7	1.7	29.0	
					30	65.5	6.6	37.8	1.8	29.0	
	冬期	13.0	SP3	1.55	5	77.0	12.1	42.4	1.1	18.0	
					30	79.5	9.7	36.6	1.5	18.0	
		16.5	SP2	1.70	5	69.0	9.6	29.4	1.1	16.0	
					30	68.5	9.4	26.0	1.3	16.0	
		20.0	SP2	1.60	5	67.5	7.4	20.4	1.1	14.5	
					30	68.0	8.0	16.5	1.2	15.0	
C	標準期	13.0	SP3	1.20	5	72.0	11.4	42.7	1.5	29.0	
					17.0	1.00	5	68.0	8.1	23.1	1.5
		20.0	SP3	1.05	5	68.0	7.1	15.9	1.4	27.0	
					30	70.0	6.8	16.7	1.4	29.0	
	25.0	SP3	0.90	5	59.0	5.8	11.3	1.6	26.5		
				13.0	1.10	5	66.0	10.9	38.6	1.3	32.0
	夏期	13.0	SP3	0.95	5	67.0	5.5	15.5	1.1	30.0	
					5	71.0	4.6	11.5	1.2	29.5	
		17.0	SP3	1.00	30	66.5	5.1	14.8	1.0	29.5	
					0.95	5	68.0	3.1	6.0	1.0	28.0
	冬期	13.0	SP3	0.95	5	65.5	12.4	42.2	1.9	17.0	
					0.85	5	72.5	6.7	17.7	1.8	15.0
		17.0	SP3	0.90	5	71.5	5.5	12.6	1.8	15.0	
					30	71.0	6.4	12.8	1.5	15.5	
20.0		SP3	0.70	5	55.0	5.0	8.9	1.7	13.5		
				5	55.0	5.0	8.9	1.7	13.5		

：各種供試体を作製した時点 A工場：45分，B工場：30分，C工場：5分

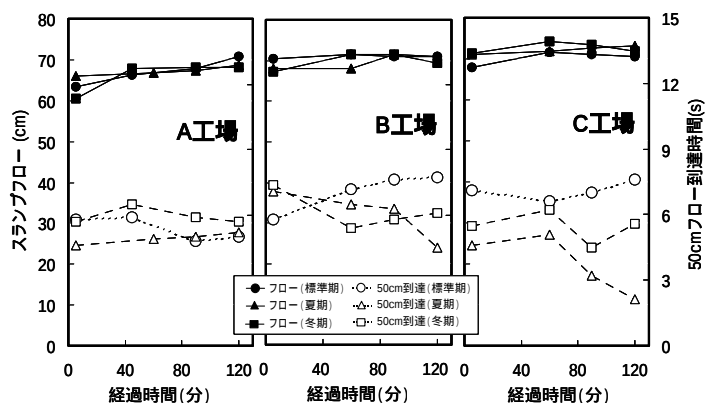


図-2 スランブフローと50cmフロー到達時間の経時変化(W/C=20%)