

粉体系高流動モルタルフロー一定条件下での塑性粘度と単位 SP 剤使用量の関係について

○徳島大学大学院 学生会員 山中啓資 学生会員 横山卓哉  
徳島大学大学院 フェロー 橋本親典 正会員 渡邊 健

1. はじめに

高流動コンクリートの普及には多くの障害がある。その1つに、混和材の種類によってフレッシュ性状が大きく異なり多くの試し練りを必要とする点がある<sup>1)</sup>。スランプフローは降伏値に依存するため、高性能減水剤の使用量（以後、単位 SP 剤使用量と称す）によって、降伏値はある範囲内で制御可能であるが、塑性粘度の制御が難しい。本研究では、比表面積が大きく異なる4種類の混和材を用いて、高性能減水剤の使用量により高流動モルタルのゼロ打フローを一定にし、混和材の種類や単位量が塑性粘度に与える影響を、B型回転粘度計を用いて評価した。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

表-1に、本実験に供した使用材料を示す。混和材は、FAII種、FAIV種、CfFA、LSPの4種類を用いた。表-2に、本実験に供した高流動モルタルの配合を示す。各混和材に対して1シリーズ9配合とし、4シリーズで合計36配合の高流動モルタルを実験の対象とした。

2.2 試験方法

B型回転粘度計を用いて、各せん断速度（ロータの回転数）n (rpm)における絶対粘度 μ(mPa・s)を測定した。さらに、せん断応力 τ(N/m<sup>2</sup>)を式(1)によって算出した。ここで、絶対粘度は、動粘度と区別され、物質の一般的な粘りの度合を示すものである。

$$\tau = \frac{1}{60000} \cdot \mu \cdot n \quad (1)$$

粘度試験結果から、せん断ひずみ速度(1/s = 60rpm)とせん断応力 τ(N/m<sup>2</sup>)の関係を示した直線の傾きを求めることにより、塑性粘度(Pa・s)を決定した。

3. 実験結果および考察

3.1 SP 剤使用量について

図-1に、単位混和材容積と単位 SP 剤使用量の関係を示す。混和材の種類に関係なく、単位混和材量が

表-1 使用材料の物性値一覧

材料名	記号	種類および物性値
セメント	C	普通ポルトランドセメント 密度 3.16g/cm <sup>3</sup> , 比表面積 3,470cm <sup>2</sup> /g
混和材	FAII	フライアッシュII種, 強熱減量 2.1%, 密度2.30g/cm <sup>3</sup> , 比表面積 3,860cm <sup>2</sup> /g
	FAIV	フライアッシュIV種, 強熱減量 1.7%, 密度2.20g/cm <sup>3</sup> , 比表面積 1,980cm <sup>2</sup> /g
	CfFA	フライアッシュII種, 強熱減量 0.5%, 密度2.29g/cm <sup>3</sup> , 比表面積4,100cm <sup>2</sup> /g
	LSP	石灰石微粉末, 産地: 秩父 密度2.72g/cm <sup>3</sup> , 比表面積4,960cm <sup>2</sup> /g
細骨材	S	砂岩系砕砂, 産地: 徳島県, 吸水率1.77% 表乾密度2.57g/cm <sup>3</sup> , 粗粒率2.20
混和剤	SP	高性能減水剤, ポリカルボン酸エーテル系化合物, 密度1.08±0.05g/cm <sup>3</sup> (20°C)

表-2 高流動モルタルの配合一覧

シリーズ名	配合名	W/C (%)	s/m (%)	W/P (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )							
					W	C	FAII	FAIV	CfFA	LSP	S	SP
FAII種シリーズ	II-1	50	42	30	268	536	352				1060	11.1
	II-2		42	32	276	552	299				1079	10.2
	II-3		42	34	282	564	273				1083	10.0
	II-4		45	34	268	536	250				1155	9.8
	II-5		45	35	276	552	234				1195	9.4
	II-6		45	37	282	564	202				1152	9.2
	II-7		48	37	268	536	182				1234	9.2
	II-8		48	39	276	552	160				1233	8.7
	II-9		48	40	282	564	135				1231	8.6
FAIV種シリーズ	IV-1	50	42	32	285	570		324			1140	10.7
	IV-2		42	33	285	570		292			1117	9.9
	IV-3		42	34	283	565		260			1080	9.3
	IV-4		45	35	285	570		256			1220	10.1
	IV-5		45	36	285	570		226			1192	9.4
	IV-6		45	37	283	565		196			1154	8.8
	IV-7		48	38	285	570		184			1303	9.8
	IV-8		48	39	285	570		158			1271	9.1
	IV-9		48	41	285	570		130			1243	8.6
CfFAシリーズ	Cf-1	50	42	31	270	540			318		1080	10.7
	Cf-2		42	33	276	552			297		1078	9.8
	Cf-3		42	34	283	566			270		1080	9.2
	Cf-4		45	34	270	540			250		1160	9.9
	Cf-5		45	35	276	552			229		1155	9.0
	Cf-6		45	37	283	566			203		1155	9.0
	Cf-7		48	38	270	540			180		1235	9.7
	Cf-8		48	39	276	553			159		1232	8.9
	Cf-9		48	40	283	565			135		1233	8.6
LSPシリーズ	LP-1	50	42	29	270	540				398	1080	11.3
	LP-2		42	31	276	552				350	1081	10.4
	LP-3		42	32	283	566				320	1081	10.0
	LP-4		45	32	270	540				297	1156	9.8
	LP-5		45	34	276	552				269	1157	9.4
	LP-6		45	35	283	565				242	1155	9.1
	LP-7		48	36	270	540				216	1234	9.3
	LP-8		48	37	276	552				188	1234	9.1
	LP-9		48	39	259	518				144	1347	8.3

キーワード：高流動モルタル, 高性能減水剤, 混和材, フロー, 塑性粘度

連絡先（住所：徳島県徳島市南常三島町2丁目1番地, Tel：088-656-7304）

増加するに従い、単位 SP 剤使用量が増加した。混和材容積量で 4 種類の混和剤の SP 剤使用量を比較すると、ほぼ同一直線状に分布している。

3.2 ゼロ打モルタルフローと塑性粘度の結果

図-2 に、ゼロ打モルタルフローと塑性粘度の関係を示す。注目すべきことは、同一降伏値に対して、塑性粘度が 1.0~4.0Pa・s まで大きく変化することが明らかになった。普通コンクリートでは、降伏値と塑性粘度には相関性があるが、高流動コンクリートでは、同一降伏値であっても塑性粘度が大きく異なり、この傾向が、配合選定が難しい原因の 1 つであると考えられる。シリーズ別に、最小の塑性粘度を基準として各配合の塑性粘度の比率を塑性粘度比として、図-3 に、ゼロ打モルタルフローと塑性粘度比の関係を示す。なお、本実験の範囲では、塑性粘度比の平均は、1.4 前後であると言える。

3.3 ゼロ打モルタルフローと SP 剤使用量の関係

図-4 に、ゼロ打モルタルフロー平均値と SP 剤使用量比率の関係を示す。シリーズ別では、FA II 種の SP 剤使用量比率は 1.25% 前後でほぼ一定である。他の 3 種の混和材の SP 剤使用量比率は、1.10~1.30% の範囲でばらつきが大きかった。

3.4 塑性粘度と SP 剤使用量の関係

図-5 に、SP 剤使用量比と塑性粘度比の関係を示す。塑性粘度とは異なり、塑性粘度比では、LSP が小さくなり、FAIV 種や CfFA が大きくなった。また、LSP は、単位 SP 剤使用量比が大きくなるに従って、塑性粘度比が大きくなった。他の FA 系 3 種類の混和材とは逆の傾向が認められた。

4. まとめ

降伏値を SP 剤使用量によってほぼ一定として、単位混和材量を 9 水準に変化させた計 36 配合の高流動モルタルの実験の結果、本研究の範囲内で明らかになったことを以下に記す。

- 1) 塑性粘度は、1.0~4.0Pa・s の範囲で変化する。
- 2) 単位混和材容積と SP 剤使用量は比例するが、混和材の種類に関係なく 1 つの回帰直線が存在する。
- 3) 最小塑性粘度に対する塑性粘度比は、混和材の種類に依存し、大きく変化する。

参考文献

- 1) 国土交通省：流動性を高めた現場打ちコンクリートの活用に関するガイドライン，2017.3

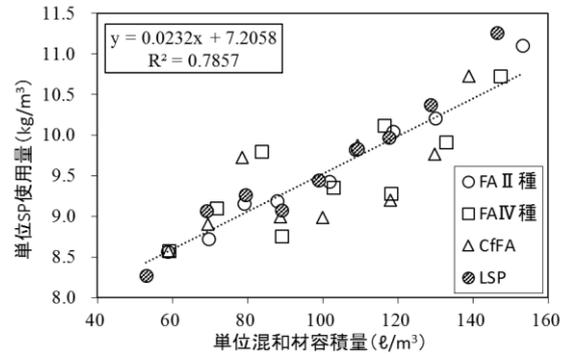


図-1 単位混和材容積と単位 SP 剤使用量の関係

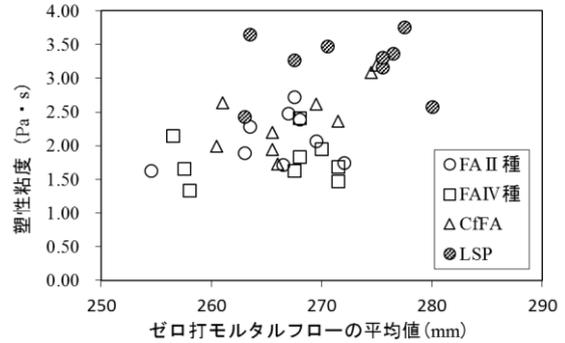


図-2 ゼロ打モルタルフローと塑性粘度の関係

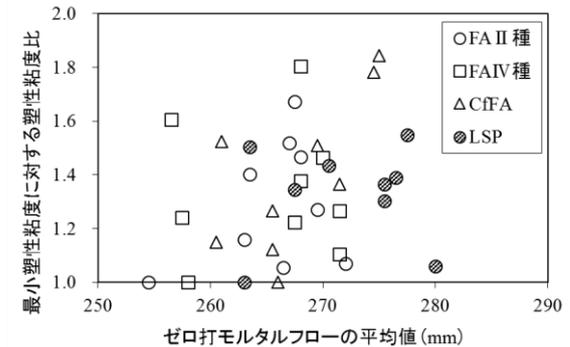


図-3 ゼロ打モルタルフローと塑性粘度比の関係

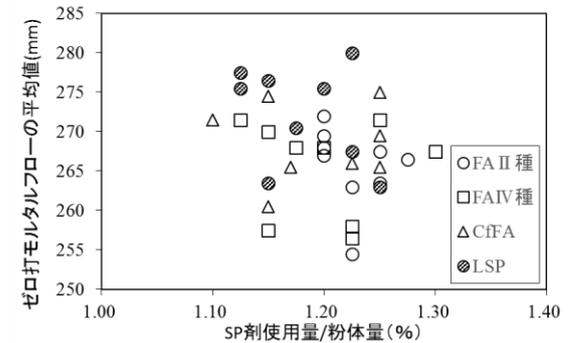


図-4 ゼロ打モルタルフローと単位 SP 剤使用量の関係

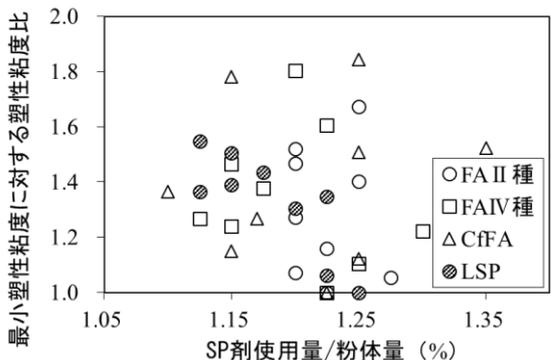


図-5 単位 SP 剤使用量比と塑性粘度比の関係