

短繊維混入モルタルの粘性、分散性及び強度

愛知工業大学 正会員 岩月 栄治

愛知工業大学 正会員 不破 昭

愛知工業大学 正会員 森野 奎二

1. はじめに

短繊維混入モルタルは、繊維の分散が悪いと繊維の効果が十分に発揮されない。繊維の分散には短繊維混入モルタルの粘性や流動性が大きく関与しており、繊維の分散のよくなる粘性や流動性を見つけることが重要である。本研究は、練混ぜ時に減水剤や増粘剤の量を調整して繊維の分散がよくなる条件をみつけることを目的とした。実験では、繊維混入率、水結合材比、砂結合材比、シリカフューム添加率を変化させたときの粘性・流動性、分散性及び強度を調べた。

2. 実験方法

繊維は表1に示す2種類を使用した。モルタルの作製に使用した材料を表2に示す。配合は水結合材比(W/C+SF)を0.25, 0.30%とし、シリカフューム添加率(SF/C)をセメントに対して0, 10% (内割り)とした。砂結合材混合比(S/C+SF)を0, 0.5, 1.0とした。繊維の混入率はモルタルの体積比で0, 0.5, 1.0%とした。減水剤は最適の粘性と流動性になるように調整して使用した。なお、モルタルの一部の配合には粘性が得られるように増粘剤を用いた。練混ぜにはオムニミキサーを使用した。練混ぜ終了後にフロー値と粘度(ビスコメーターを使用)を測定した。表3に練混ぜ時間を、表4に減水剤、増粘剤の使用量とフロー値、粘度の測定結果を示す。供試体は24時間後に脱型し、所定材齢(28, 91日)まで20℃水中養生した。供試体寸法は、曲げ、圧縮試験用に40×40×160mmを、引張、せん断試験用に28×28×140mmを使用した。曲げ試験方法は

JIS R 5201に従った。

3. 結果と考察

3-1. 繊維混入モルタルの砂結合材混合比別の強度発現の相違

図1にガラス繊維混入率、SF添加率、砂結合材混合比別(以下S/C+SFと記す)の曲げ強度試験結果を、同様の炭素繊維を混入した結果を図2に示

表1 使用繊維

繊維	比重	寸法 (mm)	引張強度 (MPa)	ヤング係数 (MPa)
炭素繊維	1.81	φ0.009×6	2140	14.5×10 ⁴
ガラス繊維	2.65	φ0.02×19	1470	7.4×10 ⁴

表2 使用材料

材料	種類	備考
セメント	普通ポルトランドセメント	比重3.16
水和材	粉末シリカフューム	比重2.10
減水剤	高性能AE減水剤	ポリカルボン酸系クラフトポリマー
増粘剤	特殊水中コンクリート用増粘剤	特殊水溶性高分子化合物
細骨材	愛知県瀬戸産 産砂5号	0.6~1.2mm:65%, 0.3~0.6mm:35%

表3 練り混ぜ時間

繊維の種類	繊維混入率 (%)	ベースト 及び モルタル	SF 添加率 (%)	練混ぜ時間 (分)					
				空練り	水・減水剤・ 増粘剤混入後	細骨材 混合後	繊維混合 後	全繊維 混合後	合計
ガラス	0	ベースト	0	0	2	0	0	2	4
		モルタル	10	1	2	0	0	2	5
		モルタル	0	0	2	1+	0	2	6
		モルタル	10	1	2	1+	0	2	7
	0.5	ベースト	0	0	2	0	1+	2	6
		モルタル	10	1	2	0	1+	2	7
		モルタル	0	0	2	1+	1+	2	8
		モルタル	10	1	2	1+	1+	2	9
	1.0	ベースト	0	0	2	0	1+	2	6
		モルタル	10	1	2	0	1+	2	7
		モルタル	0	0	2	1+	1+	2	8
		モルタル	10	1	2	1+	1+	2	9
炭素	0	ベースト	0	0	2	0	0	2	4
		モルタル	10	1	2	0	0	2	5
		モルタル	0	0	2	1+	0	2	6
		モルタル	10	1	2	1+	0	2	7
	0.5	ベースト	0	0	2	0	1+	2	6
		モルタル	10	1	2	0	1+	2	7
		モルタル	0	0	2	1+	1+	2	8
		モルタル	10	1	2	1+	1+	2	9
	1.0	ベースト	0	0	2	0	1+	2	6
		モルタル	10	1	2	0	1+	2	7
		モルタル	0	0	2	1+	1+	2	8
		モルタル	10	1	2	1+	1+	2	9

表4 減水剤、増粘剤の使用量とフロー値、粘度の測定結果

W/ C+SF	S/ C+SF (SF/C)	ガラス繊維				W/ C+SF	S/ C+SF (SF/C)	炭素繊維			
		減水剤 増粘剤 (%) (kg)	フロー 値 (mm)	粘度 Pa・s	粘度 Pa・s			減水剤 増粘剤 (%) (kg)	フロー 値 (mm)	粘度 Pa・s	粘度 Pa・s
0.25	0 (0)	0.10	132	110	0.10	0.30	0 (0)	0	157	50	0
		0.15	125	300	0.15			0	154	90	0
		0.23	120	300	0.23			0	149	130	0
	0 (10)	0.14	123	300	0.14		0 (10)	0	127	210	0
		0.25	149	170	0.25			0.05	138	160	0.05
		0.32	147	120	0.36			0.11	141	150	0.10
	0.5 (0)	0.20	129	150	0.20		0.5 (0)	0	164	40	0
		0.35	131	240	0.37			0	143	110	0
		0.52	147	150	0.54			0.05	133	220	0.01
	0.5 (10)	0.20	126	250	0.20		0.5 (10)	0.02	129	150	0.02
		0.27	134	300	0.30			0.03	131	280	0.02
		0.36	125	350	0.40			0.18	130	250	0.04
1.0	0 (0)	0.40	120	150	0.40	1.0	0 (0)	0.13	136	90	0.13
		0.70	149	90	0.75			0.30	140	130	0.19
		1.04	120	200	1.10			0.40	130	160	0.25
	0.5 (10)	0.30	127	230	0.30		0.5 (10)	0.10	134	130	0.10
		0.50	134	250	0.60			0.20	126	250	0.18
		0.80	142	140	0.80			0.30	125	200	0.27

す。ガラス繊維、炭素繊維ともペーストとS/C+SFが0.5では繊維混入量が増加するほど強度が高く繊維混入の効果が現れている。しかしS/C+SFが1.0ではSF混入率10%において繊維混入によって強度が低くなり繊維の効果は認められない。この理由としては、S/C+SFが1.0は砂の混入量が多いことから粘性が低下して繊維の分散が悪くなったことと、繊維を取り巻くペーストが減り繊維とペーストとの付着が低下して繊維の効果がなくなったからであると思われる。

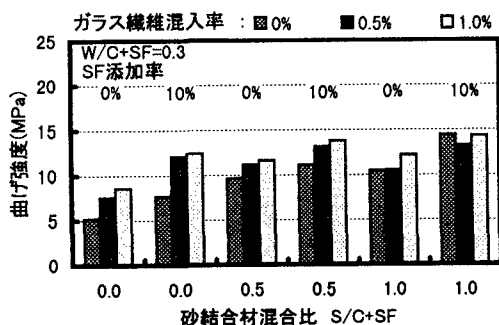


図1 曲げ強度試験結果(ガラス繊維混入, 材齢28日)

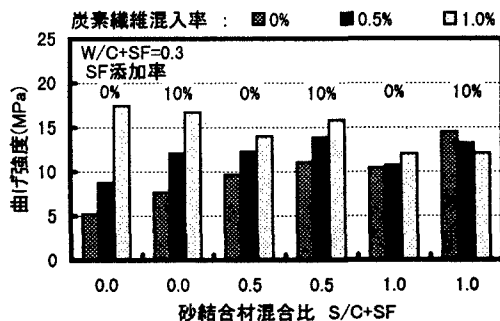


図2 曲げ強度試験結果(炭素繊維混入, 材齢28日)

3-2. 繊維混入モルタルの砂結合材混合比別の粘度及びフロー値と強度増加の関係

図3に砂結合材混合比別の粘度とフロー値の関係を示す。練混ぜ時に最適な粘性、流動性としたペースト及びモルタルの粘度とフロー値は、ペーストでは粘度300~60Pa・s, フロー値120~163mmである。モルタルではS/C+SF=0.5では粘度350~110Pa・s, フロー値125~151、S/C+SF=1.0では粘度270~50Pa・s, フロー値120~164であった。全体では粘度350~60Pa・s, フロー値120~164の範囲であり、粘度とフロー値は負の相関関係を示している。図中の横縞の範囲は、繊維混入によって曲げ強度が0~15%増加した範囲を示し、縦縞は15%以上増加した範囲を示している。両範囲の外側は曲げ強度が低下しているところである。ペーストとS/C+SFが0.5では、ほとんどの場合に曲げ強度が増加しているが、S/C+SFが1.0では曲げ強度の増加した範囲が狭くなっており、強度低下したものもみられる。曲げ強度が15%以上増加した範囲は、ペーストでは粘度200~60Pa・s, フロー値133~163である。モルタルでは、S/C+SFが0.5で粘度350~110Pa・s, フロー値125~151、S/C+SFが1.0で粘度が160Pa・s, フロー値130であり、範囲の大きい順は、S/C+SF=0.5, ペースト, S/C+SF=1.0である。これらのことから、S/C+SFが0.5程度のモルタルが繊維混入の効果が最も認められるようである。

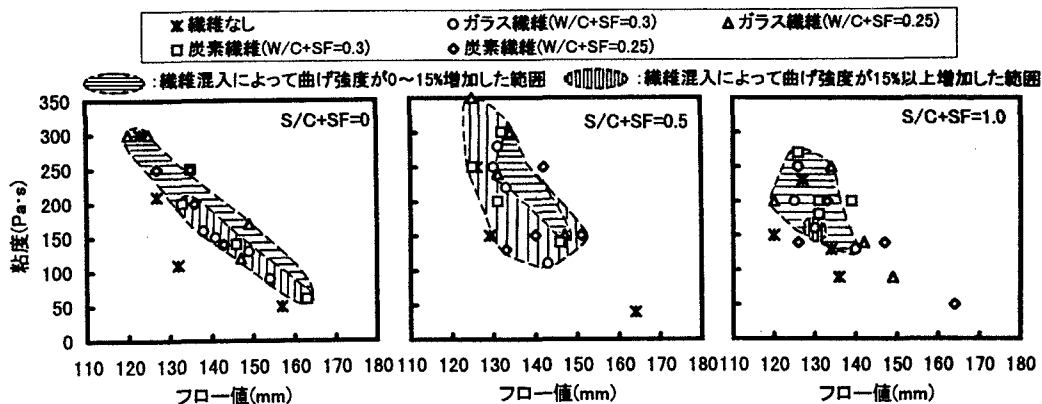


図3 繊維混入モルタルの砂結合材混合比別の粘度とフロー値の関係

4. まとめ

今回の実験範囲では繊維の分散に適した粘性を示す配合は、セメントペーストよりも砂結合材混合比が0.5のモルタルであり、その粘度350~110Pa・s, フロー値125~151の範囲であった。