

混入繊維の分散性がモルタル強度に及ぼす影響

愛知工業大学工学部 学生員 野崎 貴弘

愛知工業大学工学部 学生員 明渡 俊和

愛知工業大学工学部 正会員 不破 昭

愛知工業大学工学部 正会員 森野 奎二

1. まえがき

短繊維補強モルタルは、マトリックスであるモルタルに繊維を混入した複合材料であり、マトリックスの短所を補った材料である。しかし、繊維の分散が悪いと繊維の効果が十分に発揮されない。繊維の分散性にはマトリックスの流動性や粘性が大きく関与しており、このことに配慮してモルタルを作製することが重要である。そこで、本研究では、練混ぜ時に減水剤や増粘剤の量を調整し繊維の分散を試み、その分散の良否がモルタル強度にどのような影響を及ぼすかを調べた。

2. 実験概要

セメントは普通ポルトランドセメントを、繊維は表1に示す5種類を使用した。モルタルの配合表を表2に示す。水結合材比(W/C+SF)を2.5%とし、SF添加率(SF/C)をセメントに対し0%、1.0%(内割り)とし、細骨材は砕砂5号(0.6mm~1.2mmが65%、0.3mm~0.6mmが35%)を使用した。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(主成分：ポリカルボン酸系グラフトコポリマー)は最適の粘性と流動性が出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(主成分：特殊水溶性高分子化合物)を用いた。練混ぜにはオムニミキサーを使用した。供試体は24時間後に脱型し、所定材齢(7、28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。曲げ試験は、JIS R 5201に従った。そして、引張試験は図1に示すような純引張試験機を用いて行った。

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

繊維混入率、SF添加率、砂結合材混合比別の引張強度試験結果(炭素A、材齢28日)を図2に、繊維混入率、SF添加率、砂結合材混合比(以下S/C+SFと記す)の曲げ強度試験結果(炭素A、材齢28日)を図3に示す。図2のペーストに関しては、混入繊維量が増加するほど強度が高くなっており繊維の影響が明瞭に現れている。モルタルにおいては、S/C+SFが1.0では繊維がよく分散し混入の効果が明瞭(写真1参照)であるが、同比2.0では繊維の分散が悪く混入の効果が認められない。次に図3の曲げ強度試験結果では、S/C+SFが0と1.0においては上記と同様に繊維混入の効果が認められる。しかしS/C+SFが2.0では繊維混入の効果がなく、

表1 使用繊維

繊維	比重	寸法 (mm)	ヤング係数 (kgf/mm ²)
炭素A	1.81	0.001φ×6	1.48×10 ⁴
炭素B	2.09	0.001φ×6	5.31×10 ⁴
銅	7.85	0.3φ×15	2.1×10 ⁴
ガラス	2.65	0.001φ×25	7×10 ³
ポリプロピレン	0.95	0.6×1×12	1×10 ³

表2 モルタル配合表

S/C+SF (SF/C)	C (kg)	SF (kg)	W (kg)	S (kg)	Fib rat (%)
0.0 (0%)	1765	0	441	0	0.0
	1757	0	439	0	0.5
	1748	0	437	0	1.0
0.0 (10%)	1571	157	432	0	0.0
	1563	156	430	0	0.5
	1555	155	428	0	1.0
1.0 (0%)	1058	0	264	1058	0.0
	1053	0	263	1053	0.5
	1047	0	262	1047	1.0
1.0 (10%)	949	95	261	1044	0.0
	945	94	260	1039	0.5
	940	94	258	1034	1.0
2.0 (0%)	755	0	189	1511	0.0
	751	0	188	1503	0.5
	748	0	187	1495	1.0
2.0 (10%)	680	68	187	1497	0.0
	677	68	186	1489	0.5
	673	67	185	1482	1.0

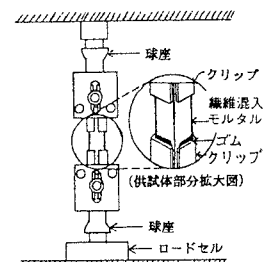


図1 純引張試験装置

むしろ繊維混入とともに強度が低下している。図2、図3ともに強度が低下した理由としては、砂量が多いとモルタルの流動性や粘性がなくなりファイバーボールができ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の付着が低下し繊維の効果がなくなりむしろ弱点として作用したものと思われる(写真2、写真3参照)。セメントペーストとそれに砂を加えて $S/C+SF$ を1.0にしたモルタルの引張強度、曲げ強度はほとんど変わらない。わずかに $S/C+SF$ が1.0での繊維混入率1.0%の曲げ強度にやや低い強度が認められるだけである。従ってペーストよりも $S/C+SF$ が1.0のモルタルの方が物理的性質や耐久性などの良好な繊維混入硬化体ができるといえる。

3-2. ヤング係数の異なる炭素繊維混入モルタルの強度比較

炭素A、炭素Bについて繊維混入率、SF添加率、 $S/C+SF$ 別の引張試験結果(材齢7日)を図4、図5に示す。炭素A(ヤング係数 $1.48 \times 10^4 \text{ kg f / mm}^2$)、炭素B(ヤング係数 $5.31 \times 10^4 \text{ kg f / mm}^2$)の両繊維の相違による強度差がペーストには明瞭に現れているがモルタルにおいては炭素繊維のヤング係数の相違がモルタルの強度には認められない。

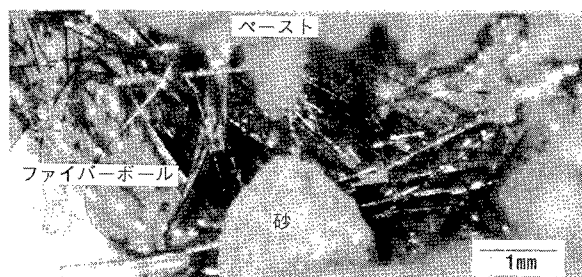


写真2 ファイバーボール

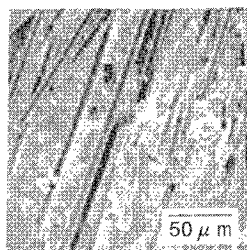


写真1 繊維の良好な分散状態

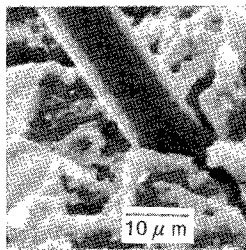


写真3 繊維-マトリックス界面

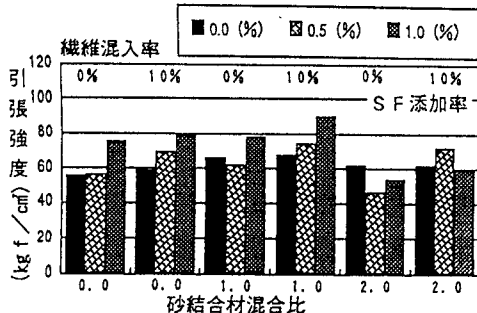


図2 引張強度試験結果
(炭素A, 材齢28日)

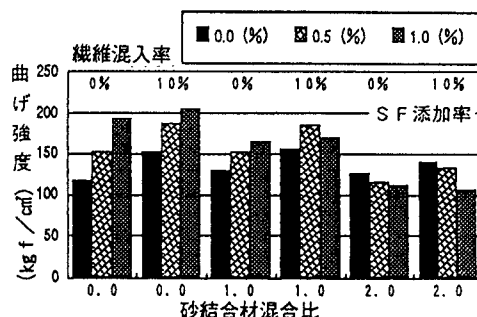


図3 曲げ強度試験結果
(炭素A, 材齢28日)

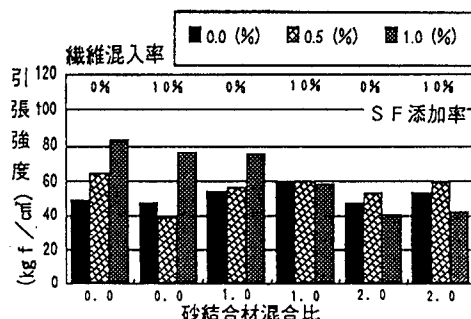


図4 引張強度試験結果
(炭素A, 材齢7日)

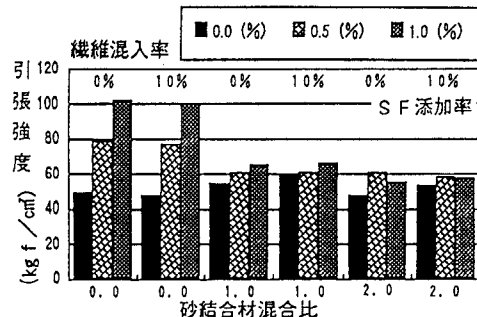


図5 引張強度試験結果
(炭素B, 材齢7日)

4. まとめ

- (1) 繊維混入の効果は、高い粘性の得られやすいセメントペーストと砂結合材混合比が1.0のモルタルにおいて有効であった。
- (2) 強度の高い硬化体では繊維の良好な分散状態が実体顕微鏡及び走査電子顕微鏡で観察できるが、低い場合は少ない。