

繊維補強セメント系複合材料に関する基礎的研究（その1）

- 繊維種及び混入率がフレッシュ性状に及ぼす影響

鉄道総合研究所 正 ○高橋 貴蔵 正 関根 悦夫
鉄建建設 川又 篤 正 松岡 茂
クラレ 正 保城 秀樹 堀越 哲郎

1. はじめに

近年、高靱性を有する繊維補強セメント系複合材料が注目されており、土木構造物を中心に適用が広がりつつある。しかし、高靱性を得るには、繊維のみならず混和剤や細骨材等に特殊な材料を使用することが多く、更に、プラントからの供給が困難であるため、コストが高くなる等の問題点がある。そこで、繊維補強セメント系複合材料の経済化を図るための一環として、骨材に一般的な材料を用いることを念頭に置いた基礎的研究を行った。本報告は、このうち、繊維の種類及び混入率がフレッシュ性状に及ぼす影響について検討した結果である。尚、本研究は鉄道総合技術研究所、鉄建建設及びクラレの共同研究として実施したものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料及び配合

マトリックスにおける使用材料を表-1に示す。プラントでの供給及びコストダウンを念頭に置いているため、骨材には珪砂や人工骨材の使用を避けた。使用した繊維の物性を表-2に示す。繊維には、繊維補強セメント系複合材料の分野で使用されているポリプロピレン(Polypropylene)繊維、PVA(Polyvinyl Alcohol)繊維2種類、高強度ポリエチレン(High Tenacity Polyethylene)繊維の合計4種類を選択した。表-3にマトリックスの配合を示す。目標圧縮強度30MPaのコンクリートと目標圧縮強度30MPa及び60MPaのモルタルの合計3種類を用意した。又、繊維混入前のスランプフローは50～60cm程度、空気量は7～8%程度を目標とした。ここで、コンクリートの場合ではPP繊維及びPVA1繊維を主に使用して、モルタルの場合ではPVA2繊維及びHTPE

繊維を主に使用した。試験ケースを表-4に示す。

表-1 使用材料

材料	略号	種類	物性
セメント	C	普通ポルトランド	密度 3.16g/cm^3
細骨材	S1	陸砂	表乾密度 2.60g/cm^3 ，粗粒率2.47
	S2	砕砂	表乾密度 2.60g/cm^3 ，粗粒率3.23
粗骨材	G	碎石	表乾密度 2.67g/cm^3 ，粗粒率6.48
混和剤	SP	高性能AE減水剤	主成分：ポリカルボン酸エーテル系
	AE	AE剤	主成分：変性アルキルカルボン酸化合物系 陰イオン界面活性剤
	VA	増粘剤	主成分：水溶性セルロースエーテル

表-2 繊維物性

繊維種類	略号	密度 (g/cm^3)	断面 (mm)	長さ (mm)	引張強度 (MPa)	引張弾性 率(GPa)
ポリプロピレン	PP	0.91	0.5×1.0	30	530	10.5
PVA	PVA1	1.30	$\phi 0.660$	30	880	29
	PVA2	1.30	$\phi 0.100$	12	1100	25
高強度ポリエチレン	HTPE	0.97	$\phi 0.012$	12	2770	88

表-3 配合

略号	W/C (%)	単位量 (kg/m^3)							
		W	C	S1	S2	G	SP	AE	VA
C30	47	180	383	452	452	750	4.98	0.0306	-
M30	45	360	800	399	399	-	1.2	0.64	0.18
M60	32	256	800	534	534	-	11.2	0.032	-

表-4 試験ケース

略号	マトリックス (目標強度)	繊維 種類	混入率(%)
C30	コンクリート (30MPa)	-	-
C30-PP-1.0		PP	1.0
C30-PP-1.5			1.5
C30-PP-2.0			2.0
C30-PVA1-1.0		PVA1	1.0
C30-PVA1-1.5			1.5
C30-PVA1-2.0			2.0
C30-PVA2-0.5	モルタル (30MPa)	PVA2	0.5
M30		-	-
M30-PVA2-1.0		PVA2	1.0
M30-PVA2-1.5			1.5
M30-PVA2-2.0			2.0
M30-HTPE-1.0		HTPE	1.0
M60	モルタル (60MPa)	-	-
M60-PVA1-1.0		PVA1	1.0
M60-PVA1-2.0			2.0
M60-PVA2-1.0		PVA2	1.0
M60-PVA2-1.5			1.5
M60-PVA2-2.0			2.0
M60-HTPE-1.0		HTPE	1.0

キーワード 短繊維，フレッシュ性状，空気量，スランプフロー

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL042-573-7276 FAX042-573-7413

2.2 試験方法

繊維混入前後において，JIS A 1128 に準拠して空気量を，JIS A 1150 に準拠してスランプフローを測定した．繊維混入後に著しくワーカビリティが低下したものは JIS A 1101 に準拠してスランプを測定した．

3. 結果及び考察

3.1 空気量

図 - 1 に空気量の変動比（＝繊維混入後／繊維混入前）と繊維混入率の関係を示す．繊維を混入すると空気が巻き込まれるため，繊維混入率の増加に伴い空気量も増加する傾向が得られた．又，その傾向は，コンクリートの場合と比較してモルタルの場合の方が顕著である．ここで 60MPa のモルタルでは，PVA2 繊維の混入率を 1.5%以上にする と空気量が低減傾向に変わった．原因として，繊維混入率の増加に伴うスランプの低下により，練り上がり後の状態がばさついた状態となったため空気が連行されにくくなったと考えられる．

3.2 スランプフロー及びスランプ

図 - 2 にスランプフローの変動比（＝繊維混入後／繊維混入前）と繊維混入率の関係を示す．ここで，繊維混入後において大幅にスランプが低下してスランプのみを測定したケースについては，本実験で得られた図 - 3 のスランプフロー変動比とスランプの関係により回帰的にスランプフロー変動比を算出した．図 - 2 において回帰的に求めたスランプフローを○印で示す．図 - 2 より，概して繊維混入率が増加するに従ってスランプフローは低下する傾向が得られ，本研究では，HTPE 繊維を使用した場合に最もスランプロスが大きくなった．スランプロスの程度は繊維の断面形状が大きな要因として考えられ，断面形状が小さいほどスランプロスは大きくなる傾向があった．ここで，60MPa のモルタルでは，PVA1 繊維において繊維混入後スランプフローが増大する結果となった．これは，繊維形状に対して最大骨材寸法が十分に小さいために繊維と骨材の噛み合いによるスランプロスがなかったためと推察される．逆に，PVA2 繊維を混入したコンクリートでは混入率が 0.5%にも関わらず大幅なスランプロスを示した．

4. まとめ

繊維混入後の空気量はおおよそ増加傾向にあった．その傾向は，マトリックスがコンクリートの場合よりもモルタルの場合の方が顕著であった．繊維混入後のスランプフローは，概して低下傾向にあった．その傾向は繊維の断面形状が小さいほど顕著になることが確認できた．又，スランプロスの程度は，繊維形状と最大骨材寸法の影響されることが確認できた．最後に，本研究を行うに当たりアドバイスを頂いた北武コンサルタント(株)の渡邊忠朋氏に深謝する次第である．

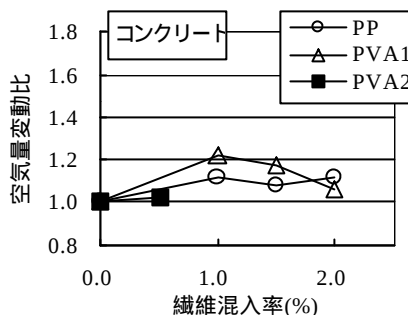


図 - 1 空気量変動比

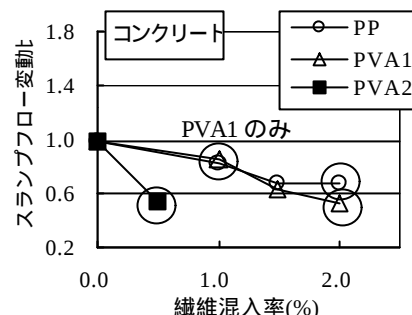


図 - 2 スランプフロー変動比

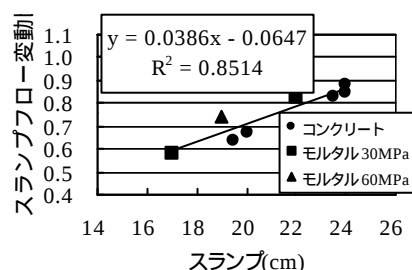
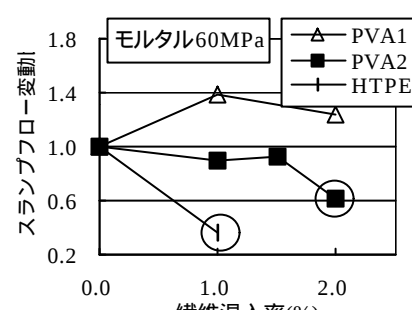
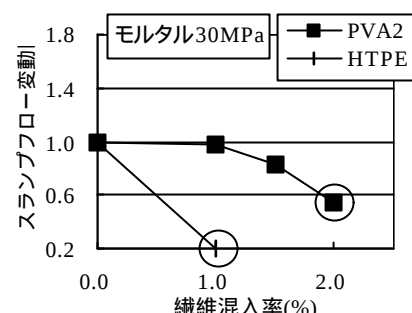
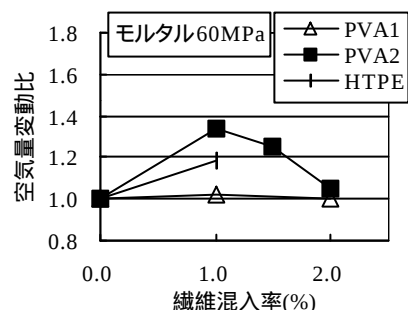
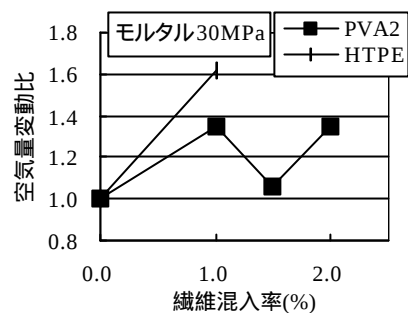


図 - 3 スランプフロー変動比とスランプの関係