

繊維補強セメント系複合材料の基礎性状に関する定量評価

クラレ 正 ○掘越 哲郎 正 保城 秀樹
 鉄道総合研究所 正 関根 悦夫 正 桃谷 尚嗣
 鉄建建設 正 松尾 庄二 正 川又 篤

1. 目的

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。繊維の種類や形状、セメント系母材(マトリックス)の性質は、繊維補強セメント系複合材料のワーカビリティ及び靱性能に影響を与えるため、繊維やマトリックスの組み合わせは要求性能に適した選択することが望ましい。そこで本研究では、フレッシュ性状試験及び曲げ試験を行って、ワーカビリティ及び靱性能を共に定量化することにより、基礎性状の傾向を明確化することを目的とした。尚、本研究は鉄道総合技術研究所、クラレ及び鉄建建設の共同研究として実施したものである。

2. 実験方法

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、骨材には珪砂や人工骨材の使用を避けた。表-2にマトリックスの配合を示す。マトリックスには、コンクリート(C)と水セメント比の異なるモルタル(M1及びM2)の合計3種類を用意した。ここで、繊維混入前のスランプフローは55cmを目標とした。使用した繊維の物性を表-3に示す。繊維には、繊維補強セメント系複合材料で広く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。12mmと比較的短いPVA2繊維及びHTPE繊維はモルタルマトリックスにのみ使用した。各ケースの詳細を表-4に示す。

2. 2 試験方法

フレッシュ性状試験では、繊維混入前後のスランプフローを測定した。繊維混入後に大幅なスランプロスを示したケースについてはスランプを測定した。

3等分点曲げ試験は、JCI-SF4¹⁾に準拠して100×100×400mmの供試体によ

表-1 マトリックスにおける使用材料

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	砕石	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-4 試験ケース

略号	マトリックス種類	繊維種類	繊維混入率 (%)
C	C	-	-
C-PP		PP	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0
C-PVA1		PVA1	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0
M1	M1	-	-
M1-PP		PP	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0
M1-PVA1		PVA1	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0
M1-PVA2		PVA2	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0
M1-HTPE		HTPE	0.5, 1.0, 1.5
M2	M2	-	-
M2-PP		PP	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0
M2-PVA1		PVA1	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0
M2-PVA2		PVA2	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0
M2-HTPE		HTPE	0.5, 1.0, 1.5

表-2 マトリックスの配合

マトリックス種類	略号	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)							
			W	C	S1	S2	G	SP	AE	VA
コンクリート	C	47	180	383	452	452	750	4.98	0.0306	-
モルタル1	M1	45	360	800	399	399	-	1.20	0.6400	0.18
モルタル2	M2	32	256	800	534	534	-	11.2	0.0320	-

表-3 繊維物性

繊維種類	略号	密度 (g/cm ³)	断面 (mm)	長さ (mm)	アスペクト比	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	37.599	530	10.5
PVA	PVA1	1.30	φ0.660	30	45.5	880	29
	PVA2	1.30	φ0.100	12	120	1100	25
高強度ポリエチレン	HTPE	0.97	φ0.012	12	1000	2770	88

キーワード 短繊維, 繊維補強, 曲げ, 靱性, ワーカビリティ

連絡先 〒702-8601 岡山県岡山市海岸通1-2-1 TEL 086-262-0117 FAX 086-265-7714

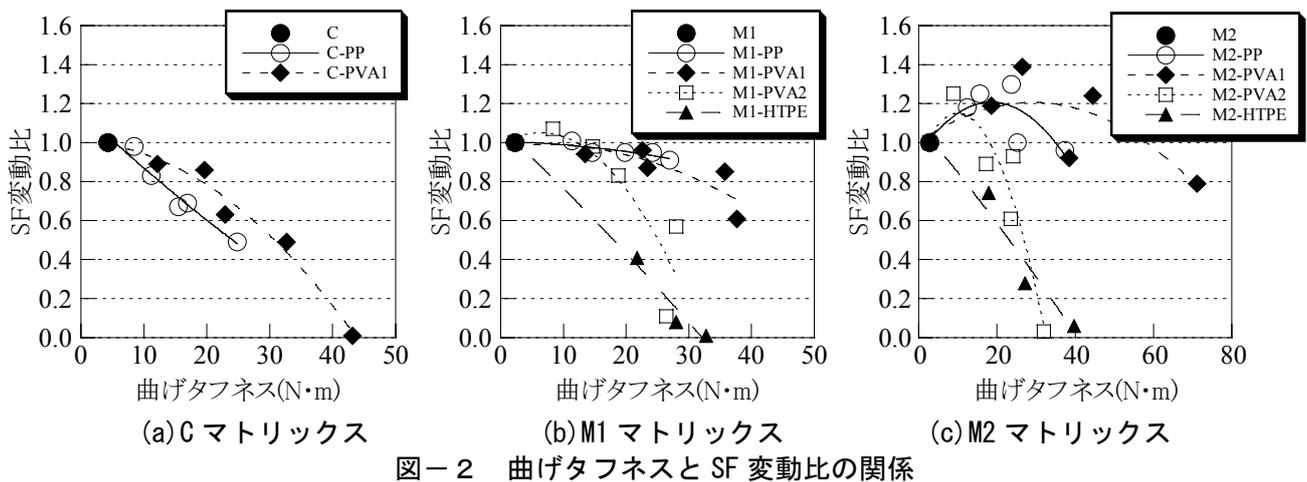


図-2 曲げタフネスと SF 変動比の関係

り実施した。各ケース 3 体ずつ試験を行った。

3. 結果及び考察

3. 1 定量評価方法

ワーカビリティの定量評価については、繊維混入後のスランプフローを繊維混入前のスランプフローで除した値をスランプフロー (SF) 変動比として定義した。

ここで、繊維混入後において大幅にスランプフロー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-1 のスランプと SF 変動比の関係により回帰的に SF 変動比を算出した。

靱性能については、曲げ試験により得られた曲げ荷重-中央変位曲線における中央変位 2mm までの曲線下の面積より曲げタフネス¹⁾を算出した。

3. 2 定量評価結果

定量評価結果を図-2 に示す。図に繊維混入率は記載していないが、いずれのケースにおいても繊維混入率が増加するに従って曲げタフネスが増加する傾向となった。

C マトリックスの場合では、PP 繊維より PVA1 繊維を使用した方がワーカビリティは若干低下するものの高い靱性が得られる傾向を示した。但し、PVA1 繊維を 3% 混入した場合は大きなスランプロスを示した。

M1 マトリックスの場合では、PP 繊維、又は PVA1 繊維を使用したときにスランプフローの低下量が小さく、更に PVA1 繊維では高い靱性能を示した。又、HTPE 繊維を使用した場合は小さい繊維混入率でも高い靱性が得られる反面、ワーカビリティは著しく低下した。PVA2 繊維を使用した場合は PVA1 繊維と HTPE 繊維の間の傾向となった。ワーカビリティに関する傾向は繊維のアスペクト比の影響が大きいと考えられる。

M2 マトリックスでは、他配合と比較して SP が多く添加されているため繊維混入による練り混ぜ時間の増加により、少量の PP、PVA 繊維を混入した場合はスランプフローが大きくなる傾向となった。又、靱性能に関しては、M2 マトリックスの方が水セメント比が小さいため M1 マトリックスと比較して高い値を示した。

4. まとめ

靱性能及びワーカビリティを定量評価して共に図示することにより、繊維補強セメント系複合材料の基礎性状の傾向を確認することができた。最後に、本研究を行うに当たりご協力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。

参考文献

- 1) (社)日本コンクリート工学協会：繊維補強コンクリートの試験方法に関する規準(JCI-SF4)繊維補強コンクリートの曲げ強度及び曲げタフネス試験方法, (社)日本コンクリート工学協会, pp.11-17, 1984

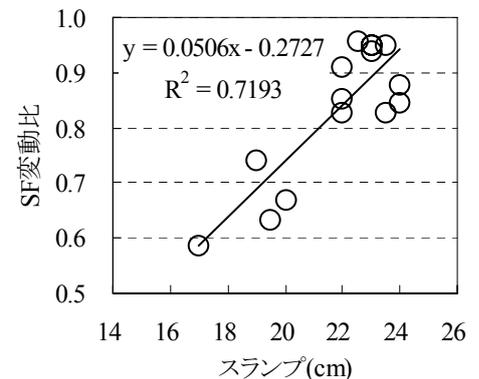


図-1 スランプと SF 変動比の関係