

高じん性セメント複合材料の製造手法とポリプロピレン短繊維の分散性に関する検討

萩原工業（株） 正会員 ○大島 章弘
 萩原工業（株） 非会員 森宗 義和
 （株）大林組 正会員 平田 隆祥
 （株）大林組 正会員 川西 貴士

1. はじめに

セメント系材料と補強用の有機短繊維を組み合わせ、引張応力下で擬似ひずみ硬化特性を発揮する複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料（以下、HPFRCC と呼称）の設計・施工指針（案）¹⁾ が平成19年3月に土木学会から発刊された。このHPFRCCの製造では、細径の有機短繊維を多量にモルタル中へ添加することが求められるため、その添加手法について検討する必要がある。

そこで本検討では、HPFRCC の実施工を想定し、既設の生コンプラントにおいて HPFRCC を製造する手法について検討するとともに、添加した有機短繊維の分散性について検討した。

2. 実験概要

HPFRCC の製造における有機短繊維の添加手法として、①生コンバッチャープラントのミキサへの直接投入による手法と、②生コンバッチャープラントでベースモルタルを製造した後、モルタルをアジテーターカーに移し、繊維投入機を用いて有機短繊維をアジテーターカーに後添加する手法の2種類について検討した。また、後者の添加手法は、アジテーターカーに搭載したモルタルの容量が異なる場合の影響についても検討した。繊維投入機を用いてアジテーターカーへ有機短繊維を投入している状況を写真-1に示す。

3. 実験方法

HPFRCC に使用した繊維の物性を表-1に、配合を表-2に示す。

HPFRCC は、公称容量 2.5m^3 の強制練り2軸ミキサを用い、モルタルを120秒間練混ぜた後、繊維を一括投入し、更に180秒間練り混ぜて製造した。

HPFRCC の製造量は、プラントミキサを 1.0m^3 とし、アジテーターカーを 0.5 , 1.0 , 3.5m^3 の3水準と



写真-1 繊維投入機によるアジテーターカーへのポリプロピレン短繊維の添加状況

表-1 繊維の物性

密度 (g/cm^3)	繊維度 (dtex)	長さ (mm)	引張強度 (N/mm^2)	ヤング係数 (N/mm^2)
0.91	13	12	482	5000

表-2 HPFRCC の配合

W/B (%)	S/B	W (kg/m^3)	PP繊維 (vol%)
47.0	0.83	385	3.0

した。アジテーターカーへの有機短繊維投入は180秒間とし、投入完了後180秒間高速撹拌した。

フレッシュ試験として、スランプフロー、空気量を測定した。また、ポリプロピレン短繊維の分散性を確認するために、写真-2に示すようにJSCE-F 554に準拠して洗い試験を行った。試料は、プラントミキサ内の左側、中央および右側から、アジテーターカーは最初、中間および最後からそれぞれ3.14ℓづつ2回採取した。また、硬化試験として、寸法 $\phi 100 \times 200\text{mm}$ の圧縮強度試験を行った。

キーワード ポリプロピレン短繊維, HPFRCC, 製造, 生コンプラント, 洗い試験, 繊維分散性

連絡先 〒712-8502 倉敷市水島中通一丁目4番地 萩原工業（株）合成樹脂事業部 TEL 086-440-0836

表-3 フレッシュおよび硬化後の特性

種類	練混ぜ量 (m ³)	フレッシュモルタルの性状		硬化後の特性
		スランブフロー (cm)	空気量 (%)	圧縮強度 (N/mm ²)
バッチャー プラント	1.0	42.0×51.5 (47.0)	1.2	34.5
アジテ ーターカー	0.5	43.5×43.0 (43.5)	1.0	43.0
	1.0	53.5×51.5 (52.5)	1.2	45.0
	3.5	42.5×42.0 (42.5)	1.3	44.1

表-4 繊維混入率およびロス率の測定結果

種類	繊維混入率試験結果						ロス率測定結果		
	繊維混入率 (vol%)				判定※1		ロス量 (kg)	添加量 (kg)	ロス率 (%)
	1	2	3	平均	各測定値	平均値			
バッチャー プラント	3.22	3.16	3.19	3.19	OK	OK	1.0	27.3	3.7
	3.35	3.08	3.21	3.21	OK	OK	0.6	13.7	4.1
アジテ ーターカー	3.17	3.05	3.07	3.10	OK	OK	0.7	27.3	2.5
	3.19	3.15	3.08	3.14	OK	OK	1.0	95.6	1.0

※1【判定基準】

NEXCO「トンネル施工管理要領(繊維補強コンクリート編)」
の品質管理基準に準拠
(各測定値) 設計混入率の100±20%以内
(平均値) 設計混入率の95%以上

3. 実験結果および考察

HPFRCC のフレッシュおよび硬化後の特性を表-3 に示す。スランブフローは 42.0～52.5cm の範囲となった。アジテーターカーで 1.0m³ を製造した場合の流動性が最も良好であった。HPFRCC の空気量は、3.0vol.%と多量のポリプロピレン短繊維を添加しても、ほとんど増加しなかった。これは、消泡タイプの空気量調整剤を使用した影響と考えられる。圧縮強度は、有機短繊維を添加することで、約 25%増加した。このことは、ポリプロピレン短繊維の添加により拘束度が大きくなったことによるものと考えられる。

次に、洗い試験による繊維混入率およびロス率の測定結果を表-4 に示す。繊維の混入率は、いずれも NEXCO の品質管理基準を満足しており、良好な分散性が確認された。

各製造手法のロス率の比較を図-1 に、練混ぜ量とロス量の関係を図-2 に示す。アジテーターカーに繊維を添加した配合は、練混ぜ量の増加に伴い、ロス率が低減された。練混ぜ量 1.0m³ で比較すると、アジテーターカーで練混ぜを行った方が、プラントミキサよりロス率が少ないことが確認された。繊維量のロスは、アジテーターカーのドラム内やコンクリート投入ホッパー付近に、有機短繊維が付着することで発生する。アジテーターカー製造では、図-2 に示すように、練混ぜ量の増加に伴いロス量が増加し、最低のロス量 0.5kg が発生することが確認された。

4. まとめ

既存の生コンバッチャープラントおよびアジテーターカーを用いて、ポリプロピレン短繊維を多量に添加した HPFRCC を製造した結果、以下の知見が得られた。



写真-2 洗い試験状況



写真-3 排出状況

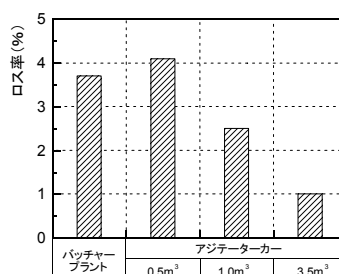


図-1 ロス率の比較

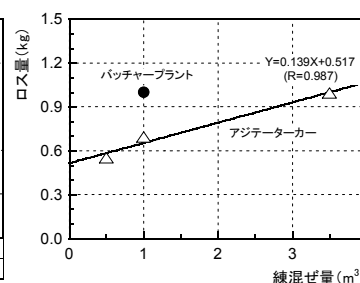


図-2 練混ぜ量とロス量の関係

- (1) 何れの製造手法でもスランブフローで 40～50cm 程度の HPFRCC が製造でき、繊維の分散性に関する NEXCO の品質管理基準を満足した。
- (2) HPFRCC の練混ぜ量とロス量は比例関係にありバッチャープラントよりアジテーターカーによる製造手法の方が、ロス率が少ないことが確認された。

参考文献

- 1) 土木学会：複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料設計・施工指針(案)，コンクリートライブラリー，No.127，2007.3