

ポリプロピレン短繊維を使用した高じん性セメント系複合材料の基本特性

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

1. はじめに

近年、じん性や疲労耐久性が求められる部材の補強や、中性化や塩分浸透に対する耐久性が求められる構造物の表面補修などに、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）の適用が期待されている。この材料は、引張力を負担でき、ひび割れ幅を微細に抑制することができる。

HPFRCC については、平成 19 年 3 月に土木学会から設計・施工指針（案）¹⁾（以下、指針と呼称）が発表されている。本指針では、主にビニロン繊維を使用した場合の説明がされているが、その他の有機短繊維については記述が少ない。

一方、ポリプロピレン短繊維（以下、PP 繊維と呼称）は、素材が柔らかいため、繊維の分散性や作業性が良い。また、伸び能力が高く、アルカリ環境下での耐久性に優れるなどの特徴を有しており、トンネル内でひび割れ抑制や剥落防止の目的で使用実績が多い。

そこで、PP 繊維を多量に添加したモルタルについて試験練りを行い、フレッシュ性状を確認した。また、指針に規定されている一軸直接引張試験を行い、その引張特性について検討を行った。

2. 実験概要

実験に使用したモルタルの配合を表-1に示す。PP-47 を基本に、付着力の向上を目的として、水結合材比を低減し、増粘剤を添加した PP-42 の 2 配合について検討を行った。

実験に使用した PP 繊維の物性を表-2に示す。この PP 繊維は、写真-1に示すように、練混ぜ時の分散性を向上させることを目的として、連糸形状に工夫したものである。

練混ぜは、強制練り 2 軸ミキサを使用し、モルタルを 180 秒間練混ぜた後、繊維を一括投入し、更に 120 秒間練混ぜを行った。

試験では、フレッシュの特性としてモルタルのスランプフロー、JIS フローおよび空気量を測定し、硬化後の特性として圧縮強度試験と一軸直接引張試験を実施した。一軸直接引張試験は、指針に準拠して行い、規定の幅 30mm×厚さ 13mm のダンベル型の試験体を使用して、0.5mm/分の変位制御で载荷を行った。各強度試験は、材齢 28 日で行った。一軸直接引張試験体の形状と試験状況を図-1に示す。

表-1 モルタル配合

試験体種類	W/B (%)	S/B	W (kg/m ³)	分離低減剤 (kg/m ³)	PP繊維 (vol%)
PP-47	47.0	0.83	385	—	3.0
PP-42	42.0	0.69	350	0.4	3.0

表-2 PP 繊維の物性

使用繊維	繊維度 (dtex)	長さ (mm)	引張強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (N/mm ²)
ポリプロピレン短繊維 (PP繊維)	13	12	482	5000

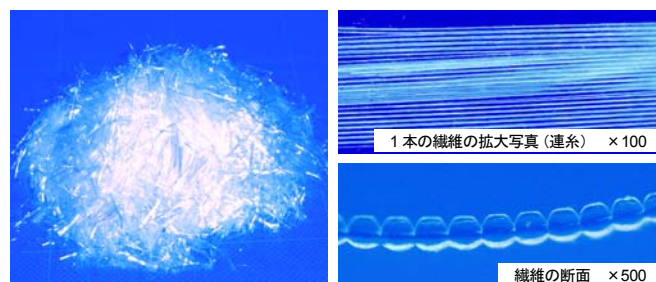


写真-1 実験に使用した PP 繊維

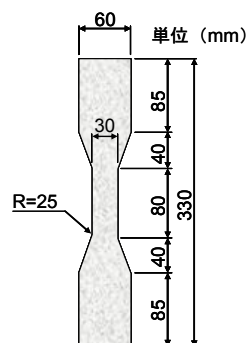


図-1 一軸直接引張試験体の形状と試験状況

キーワード ポリプロピレン短繊維、一軸直接引張試験、高じん性、擬似ひずみ硬化特性、微細ひび割れ

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株) 大林組 技術研究所 生産技術研究部 TEL 042-495-0930

表-3 フレッシュおよび硬化後の特性

試験体種類	フレッシュモルタルの性状					硬化後の特性			
	試験時期	スランプフロー (cm)	JISフロー (mm)		空気量 (%)	圧縮強度 (N/mm ²)	引張降伏 強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	引張終局 ひずみ (%)
			0打	15打					
PP-47	直後	59.0×58.0 (58.5)	173×158 (166)	238×230 (234)	8.0	21.5	2.2	4.5	3.2
PP-42	直後	59.0×57.0 (58.0)	170×162 (166)	235×229 (232)	9.2	24.1	2.5	4.4	3.6

※硬化後の特性の各試験結果は、いずれも3本の平均を示す。

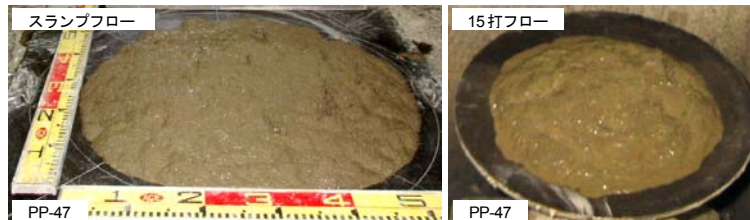


写真-2 モルタルのスランプフローおよび JIS フローの試験状況

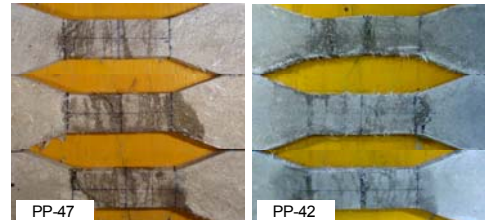


写真-3 ひび割れの状況

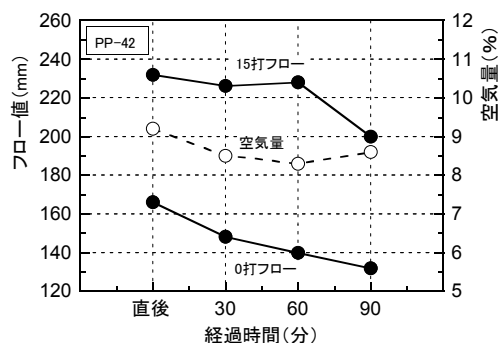


図-2 フレッシュの経時変化

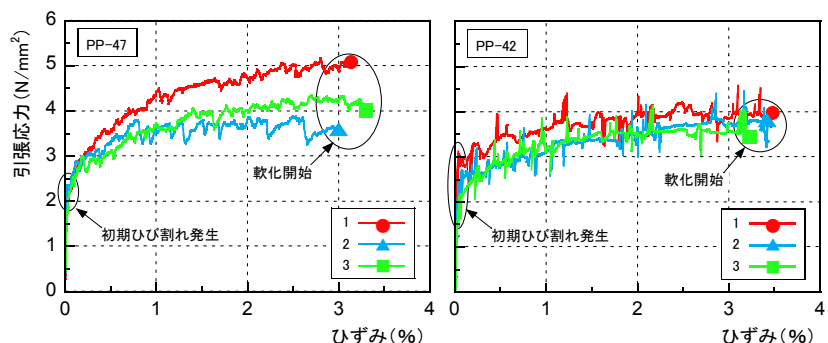


図-3 引張応力-ひずみ曲線

3. 実験結果および考察

フレッシュおよび硬化後の特性を表-3 に示す。また、PP-47 のモルタルのスランプフローおよび JIS フローの試験状況を写真-2 に示す。両配合ともに、スランプフローは 58cm 程度、15 打フローは 230mm 程度となり、十分な自己充てん性を確保できることが確認された。また、フレッシュの状態は良好であり、材料分離や繊維ダマは発生しなかった。

PP-42 のフレッシュ性状の経時変化を図-2 に示す。練混ぜ後 90 分の段階でも、15 打フローは、200mm 以上確保された。空気量は、ほとんど変化が認められず、8~9%の間で推移した。

一軸直接引張試験から得られた引張応力-ひずみ曲線を図-3 に示す。いずれの試験体も引張強度は 4~5N/mm² 程度であり、圧縮強度との比率は 1/5~1/6 と比較的大きな値を示した。

両配合ともに、初期ひび割れ発生後から軟化開始点まで、引張応力は常に初期ひび割れ強度を上回り、擬似ひずみ硬化特性が確認された。従って、引張降伏強度と初期ひび割れ強度は同じ値となった。

初期ひび割れ強度は、PP-42 の方が PP-47 に比べて若干高い値を示した。これは、PP-47 に比べて PP-42

の方が、圧縮強度が高く、分離低減剤の添加により、繊維の付着力が高まったことが原因として考えられる。引張終局ひずみはいずれも 3%程度となり、強度の違いで顕著な差は認められなかった。

ひび割れの状況は、写真-3 に示すように、一箇所には偏ることなく試験区間内に微細で複数のひび割れが発生しており、良好なひび割れ分散性を示した。

4. まとめ

ポリプロピレン短繊維を 3.0vol%添加した、セメント系複合材料について、フレッシュおよび硬化後の特性を確認した結果、以下の知見が得られた。

- (1) スランプフローで 58cm 程度、15 打フローで 230mm 程度の流動性を確保でき、自己充てん性を有する。
- (2) 初期ひび割れ発生後も引張応力が増加し、擬似ひずみ硬化特性を有する。
- (3) 複数で微細なひび割れを形成することで、引張終局ひずみで 3%程度の変形性能を有する。

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