

ポリプロピレン繊維を用いた HPFRCC 部材の基本性能

大林組技術研究所 フェロー会員 ○岡野 素之
 大林組技術研究所 正会員 渡辺 哲
 大林組技術研究所 正会員 平田 隆祥
 大林組技術研究所 正会員 川西 貴士

1. まえがき

セメント系材料に補強用の短繊維を混合した複合材料として HPFRCC があるが、これは一軸引張応力下において微細なひび割れが複数発生し、擬似的なひずみ硬化特性を持っている高靱性材料である。この材料は今後発展が期待でき、これまでの研究成果をもとに土木学会より設計施工指針(案)が発行された¹⁾。しかし、基礎的性状やこれを用いた構造性能など未だ未解明な部分が多く研究を続けていく必要がある。

本報告では、一般に用いられるビニロン系の PVA 繊維に比較してコストの低い、ポリプロピレン繊維を用いた HPFRCC はりの静的実験における曲げとせん断性能について述べる。

2. HPFRCC

使用した繊維は写真-1に示すように繊維が連なった断面形状(約500倍に拡大)であり、練混ぜ中に分かれて分散することにより繊維混入量を3.0vol%まで増大させることができる。実験で用いた本材料の圧縮・引張試験結果を図-1, 2に示す。圧縮試験では1%を超えるひずみ領域で強度の5割以上を発揮した。引張試験(ダンベル型試験片)では、最大荷重時のひずみが0.5%以上で強度は4N/mm²以上を確保し、前述した学会指針のレベルに合格している。

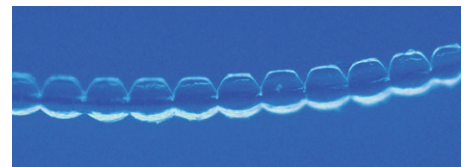


写真-1 繊維の断面(約500倍)

3. 試験体

試験体の一覧と使用材料の性質を表-1, 表-2に、寸法を図-3に示す。

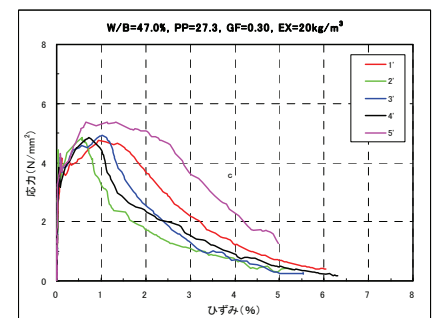
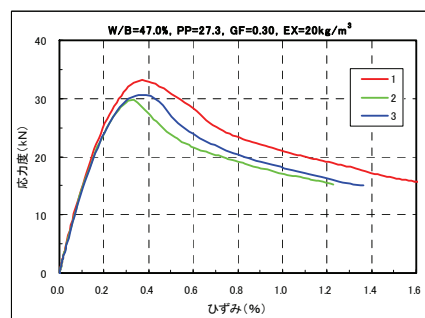


表-1 試験体の一覧

形式	曲げ破壊型		せん断破壊型		
試験体	B-FCS	B-FS	S-C	S-F	S-FS
断面着色がHPF					
	1/3HPF	全てHPF	HPFなし	全てHPF	全てHPF
主鉄筋	D19-SD345		D23-ゲビデスタブ		
帯鉄筋	D6@75-SD345		なし		
			D6@150		

表-2 使用材料の性質

	圧縮強度 N/mm ²		割裂強度 N/mm ²	ヤング係数 ×10 ⁴ N/mm ²
コンクリート	31.1		2.55	2.53
HPFRCC	39.1		3.16	1.54
鋼材の 使用部位	サイズ	材質	降伏点 N/mm ²	ヤング係数 ×10 ⁴ N/mm ²
梁主鉄筋	D19	SD295	327	1.93
梁帯筋	D6	SD345	371	1.95
梁軸方向	φ 23	ゲビンデ	1138	2.02

図-1 圧縮試験結果

図-2 引張試験結果

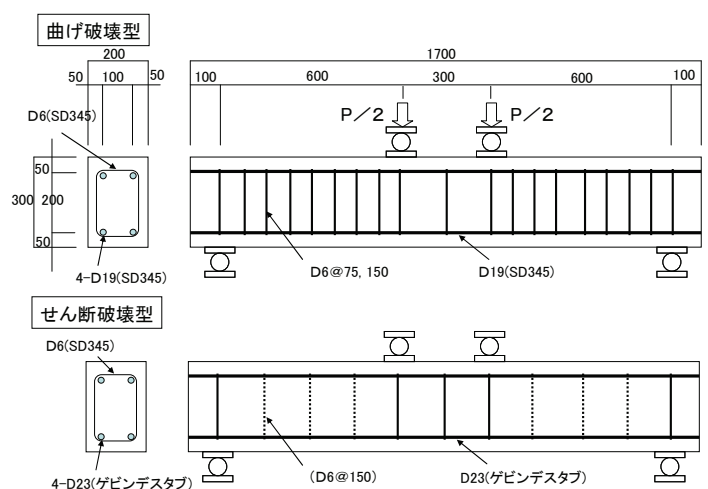


図-3 試験体の寸法

キーワード HPFRCC, 曲げ, せん断, ポリプロピレン

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株) 大林組技術研究所構造技術研究部 TEL 042-495-0996.

試験体は断面 200 (B)*300 (H), 2 点载荷の曲げ型のはり形式で, セン断スパン比は 2.4 とした. パラメータは, コンクリートとの比較および補強筋の有無である.

4. 実験結果

せん断破壊型における破壊状況の比較を写真-2に示す. コンクリートのはり (1) に比較して, HPFRCCを用いたはり (2) の方が, 明らかにひび割れ分散性が高いことがわかる.

曲げ破壊型の荷重と変位の関係を図-4に示す. 曲げ降伏荷重は, コンクリートのみの場合 (計算値 154kN) に比較し, 本材料を断面の下 1/3 を適用したもの (B-FCS), 全断面適用したもの (B-FS) 双方とも 175kN で共に 13% 向上した. 荷重の増加分はあまり大きくないが, 降伏後も荷重は低下せず繊維は引張材として機能していると考えられる. また曲げ耐力は指針案¹⁾ (B-FCS:226kN, B-FS:228kN) に近似している. 両者の強度の差が少ない理由としては, 繊維がひび割れ後の引張強度として寄与しているため, 曲げに関しては圧縮側から遠い部分が支配的となることが考えられる.

せん断破壊型の荷重と変位の関係を図-5に示す. セン断耐力は, コンクリートのみの場合の実験値に比較して, 本材料を全断面適用したもの (S-F:400kN) は135% 向上し, 圧縮強度の増分を考慮しても大幅な耐力上昇が認められる. 鉄筋が追加された場合 (S-FS:482kN) も, 無い場合に比較して耐力の増分が 82kN であり, 計算値 (V_{sd} :68kN) 以上であった. また, 各試験体とも指針案によるせん断耐力以上を発揮した.

5. まとめ

ポリプロピレン繊維を用いたセメント系複合材料によるはりを作成し, 曲げとせん断実験を実施し以下の知見を得た.

- (1) ポリプロピレン繊維を用いて, 引張高靱性を有する HPFRCC の製造は可能である.
- (2) 曲げ降伏荷重は一般の RC 部材に比較して増加するが, その増分は実験では 1 割強である. また, 断面の引張側 1/3 程度の適用で耐力は上昇する.
- (3) セン断耐力は, 一般の RC 部材に比較して大幅に向上し, 指針式で安全側に算出できた.
- (4) 一般の RC 部材に比較し, ひび割れは分散する.

参考文献

1) 土木学会: 複数ひび割れ型繊維補強セメント複合材料 設計・施工指針 (案) 平成 19 年 3 月



写真-2(1)破壊状況(試験体 S-C)

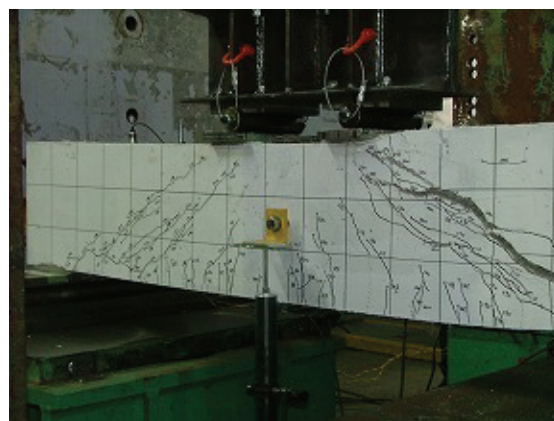


写真-2(2)破壊状況(試験体 S-F)

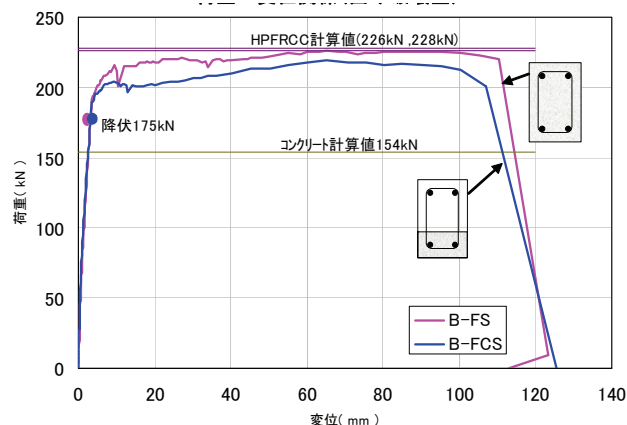


図-4 曲げ破壊型の荷重と変位の関係

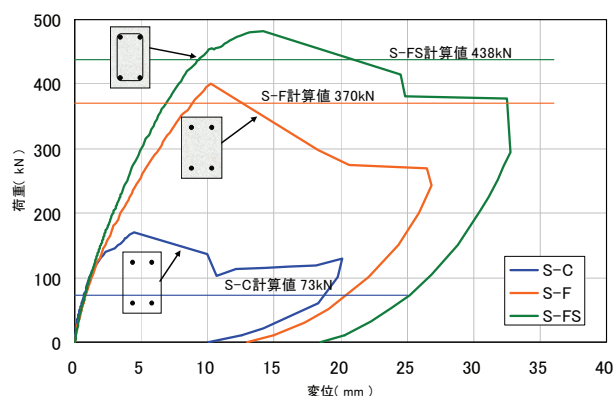


図-5 セン断破壊型の荷重と変位の関係