

微小鋼繊維を混入したハイブリッド繊維補強コンクリートのコンシステンシー

呉工業高等専門学校 正会員 ○堀口 至
 呉工業高等専門学校 正会員 市坪 誠
 呉工業高等専門学校 正会員 竹村和夫

1. はじめに

鋼繊維補強コンクリートは、コンクリート中に混入された長さ 30mm 程度の鋼繊維がひび割れ間に架橋することで、ひび割れの拡大、伝播を防ぐ。鋼繊維補強効果は繊維混入率の増加に伴い高くなるが、同時に施工性は著しく低下する傾向を示す。本研究では、長さ 30mm の鋼繊維の一部を長さが 6 および 13mm の微小鋼繊維で置換したハイブリッド繊維補強コンクリートのコンシステンシーについて検討を行った。すなわち繊維長さの長い鋼繊維の一部を、繊維長さの短い微小鋼繊維で置換することで、ひび割れ抵抗性を保ちつつ、繊維混入によるコンシステンシー増加の抑制を狙っている。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

試験にはセメントに普通ポルトランドセメント、粗骨材には最大骨材寸法 20mm の碎石、細骨材には川砂を用いた。混和剤には AE 剤(AE)を用いた。繊維混入率が高い一部の配合においては、流動性が低くなりコンシステンシー試験が困難になるため、ポリカルボン酸系の高性能減水剤(SP)を用いた。鋼繊維には長さ 6 および 13mm の微小鋼繊維(SF6 および SF13)と、土木分野で一般的に用いられている繊維端部にフック加工が施された長さ 30mm の鋼繊維(SF30)の 2 種類を用いた。表-1 に鋼繊維の特性を示し、図-1 に試験に使用した鋼繊維を示す。

コンクリートの練混ぜには容量 10ℓ のオムニミキサを使用した。まずマトリクスとなるコンクリートを練り混ぜ(練混ぜ時間 2 分)、その後ミキサを動かしながら鋼繊維を投入して、繊維が均一に分散するよう更に 1 分間練り混ぜた。

2.2 試験方法

本研究では鋼繊維補強コンクリートのコンシステンシーを検討するため、表-2 の配合表に示すように細骨材率を変化させた試料について VB 試験を行い、コンシステンシーが最小となる最適細骨材率を求めた。ただし表中の記号は、SC30 が SF30 を、SC13 が SF13 を混入した単一繊維補強コンクリートを示し、HC30/6、HC30/13 が SF30 の一部をそれぞれ SF6 と SF13 で置換して混入したハイブリッド繊維補強コンクリートを示す。また本研究ではハイブリッド繊維補強のひび割れ抵抗性の評価に、100×100×400mm の角柱供試体を用いた曲げ試験を行った。供試体中央の変位を変位計により計測し、荷重—変位曲線を求めた。供試体の試験材齢は 28 日(20℃水中養生)である。

表-1 使用鋼繊維の特性

記号	形状寸法 (mm)	アスペクト比	引張強度 (N/mm ²)	形状
SF30	φ 0.62×30	48	1100	両端フック
SF13	φ 0.16×13	81	2000	ストレート
SF6	φ 0.16×6	38		



図-1 使用鋼繊維

表-2 配合表

記号	Vf(%)			W/C (%)	s/a (%)	W (kg/m ³)	AE (C×%)	SP
	SF30	SF13	SF6					
SC30	1.0	—	—	50	39~51	186	0.01	—
SC13	—	1.0	—		50~62			0.6
HC30/13	0.5	0.5	—		46~54			0.1
HC30/6	0.5	—	0.5		39~51			—

キーワード：繊維補強コンクリート、ハイブリッド繊維補強、微小鋼繊維、コンシステンシー

連絡先：〒737-8506 広島県呉市阿賀南 2 丁目 2-11 Tel & Fax 0823-73-8483

3. 実験結果および考察

図-2 にコンシステンシー試験結果の一例として、HC30/13 および HC30/6 についての細骨材率と VB 値の関係を示す。図より、HC30/6 については細骨材率と VB 値の関係が下に凸の曲線を示すことが分かり、最小の VB 値を示した細骨材率 43% を最適細骨材率とした。一方、HC30/13 について 46% より細骨材率が低い配合で練混ぜを行ったところ、SF13 が絡まりあってファイバーボールが形成されたため、VB 試験を行わなかった。また、細骨材率 46% と 50% では VB 値には大きな差が見られないため、VB 試験の過程で得られるスランプ値を評価に用いた結果、細骨材率 46% が HC30/6 の最適細骨材率となった。

上記と同様の方法により SC30、SC13 の最適細骨材率を求め、結果をまとめたものが図-3 である。ただし、SC6 については既往の研究データ¹⁾を用いている。図より、微小鋼繊維補強コンクリートでは SC6 の最適細骨材率が SC30 よりも小さい値を示しているのに対して、逆に SC13 は大きくなっていることが分かる。すなわち、同一細骨材率のコンクリートに SF6 を混入すると従来の SF30 を混入したコンクリートよりもコンシステンシーは小さくなるが、SF13 を混入した場合は逆に大きくなる。そのためハイブリッド繊維補強コンクリートにおいても、SF30 の一部を SF6 で置換した HC30/6 のコンシステンシーは SC30 よりも低下するが、SF13 で置換した HC30/13 では SC30 とほぼ同程度のコンシステンシーを示すことが分かる。以上のことより、鋼繊維補強コンクリートのコンシステンシー改善策としてハイブリッド繊維補強は効果的であるが、SF13 よりも SF6 の利用が望ましいと言える。

コンシステンシー試験結果を踏まえて、曲げ試験は SF6 を用いた鋼繊維補強コンクリートについてのみ行った。図-4 に SF6 を混入した SC6、HC30/6 および比較のために SC30 の典型的な荷重—変位曲線を示す。図より、曲げ強度では 3 種類とも大きな差は見られないが、曲げタフネスでは最も優れているのが SC30 であり、繊維長さの短い SF6 の混入割合が大きくなるにつれて曲げタフネスが小さくなること分かる。

4. まとめ

- (1) 鋼繊維補強コンクリートのコンシステンシー改善策として、微小鋼繊維 SF6 を用いたハイブリッド繊維補強は効果的である。
- (2) ハイブリッド繊維補強コンクリート HC30/6 の曲げ強度は SC30 と同等であるが、曲げタフネスにおいて低くなる傾向を示した。

参考文献

- 1) 堀口至, 佐伯昇, 市坪誠, 竹村和夫: コンクリートのコンシステンシーに対する微小鋼繊維の影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.27, No.1, pp.265-270, 2005

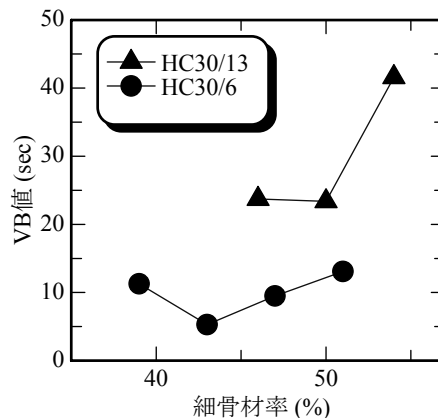


図-2 コンシステンシー試験結果

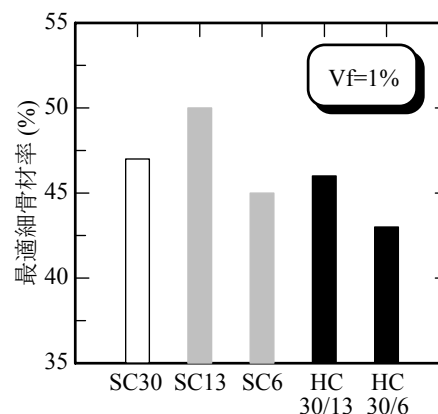


図-3 最適細骨材率

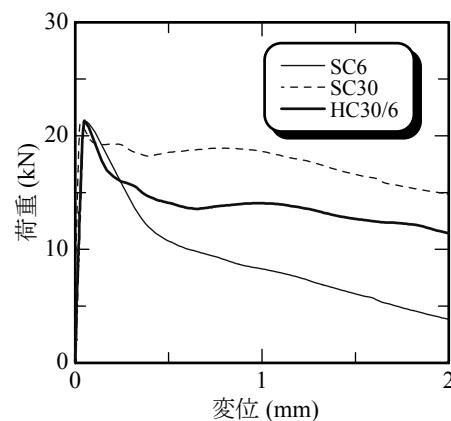


図-4 荷重—変位曲線