

アジテータに鋼繊維を投入し製造したSFRCの性質

徳島県生コンクリート工業組合	正会員	川田	修
徳島県生コンクリート工業組合	正会員	一宮	桂一郎
徳島宇部生コンクリート株式会社	正会員	加藤	誠三
株式会社 多田組松茂生コン	正会員	○阿望	伸次
徳島大学工学部	正会員	河野	清

1. はじめに

従来鋼繊維補強コンクリート（以下SFRC）は、生コンプラントでファイバー分散機を用いて製造していたが、ある種の鋼繊維を用いると、現場でトラックアジテータに投入することによってSFRCを容易に製造することが可能になった。そこで、その実施例の概要と分散性・補強効果等について報告し、今後の施工の参考に供しようとするものである。

2. 工事及び鋼繊維の概要

SFRCを用いた本工事は、S電機工場土間床約4600m²（厚さ12cm）に施工されたものであり、指定スランプは12～15cmであった。本施工に用いた鋼繊維は長さ60mm、直径0.8mm（アスペクト比 75）のもので30kg/m³の使用量とした。この鋼繊維は、通常水溶性接着剤によりホッチキス状に貼り合わせた状態にある。コンクリート中で練り混ぜると一本づつに分離し均一に分散するもので、ファイバーボール等の発生がなく分散機が不要である。また、両端にフックを付けているため引き抜け抵抗力が強く、在来型より少ない混入率で高い補強効果が得られる等の特長を持つ。

3. コンクリートの配合及び試験概要

セメントは普通ポルトランドセメントを用いた。細骨材は、海砂（丸亀市沖産）と砕砂（徳島県一市場町産）を40:60の混合割合で、粗骨材は最大寸法20mmの碎石（市場町産）を用いた。混和剤は高性能AE減水剤（M-10）を用いた。ベースコンクリートの配合を表-1に示す。配合設計で鋼繊維を投入する場合、細骨材率を高くすることが提唱されている¹⁾が、混入率が低いことから補正は行わなかった。コンクリートは生コンプラントで練り混ぜ、現場まで運搬し、ベースコンクリートとして試料採取した。SFRCは現場で鋼繊維投入後約1分半高速回転し、荷卸しの中頃の試料を採取した。フレッシュコンクリートについては、ワーカビリティ、ポンプ圧送性等について調査した。洗い分析は、土木学会「鋼繊維補強コンクリート設計施工指針（案）」の鋼繊維混入率試験方法に準じて実施した。硬化コンクリートは、曲げ強度及び曲げタフネス試験について同指針（案）に準拠して行い、せん断強度試験は一面せん断で実施した。乾燥収縮試験は、JIS A 1129（コンパレータ方法）によって行い、室温20±1℃、湿度60±5%の恒温室内で材齢91日まで測定した。

表-1 ベースコンクリートの配合

配 合	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				
			W	C	S	G	Ad
210-18-20	58.6	48.8	182	311	850	898	4.04

4. 試験結果と考察

(1) ポンプ圧送性

ポンプの機種は、スクイズ式とピストン式とを比較して検討した。スクイズ式だとSFRCは閉塞を生じたが、ピストン式では閉塞が起こらず本施工ではピストン式を用いた。その結果、ポンプ圧送性については普通コンクリートと同様の状態で実施できた。

(2) フレッシュコンクリート

表-2 フレッシュコンクリートの試験結果

試 験 項 目	ベースコンクリート	SFRC
スランプ (cm)	19.2	12.0
フ ロー (cm)	31.8×31.0	21.6×21.6
F/S比	1.64	1.84
空 気 量 (%)	4.0	3.6
コンクリート温 (°C)	30.5	30.5
経過時間 (min)	16	49

フレッシュコンクリートの試験結果を表-2に示す。スランブ値は、鋼繊維混入による低下を考慮してベースコンクリートを約19cmとしたが、鋼繊維混入後は約7cmと大幅な低下を示した。これは、夏期の高湿環境下の影響及び砕砂の影響があったと思われる。空気量は0.4%の低下を示しているが、これは経時変化によるものと考えられ、特に鋼繊維混入による空気量への影響は見られなかった。フロー値とスランブ値との比（F/S）は、ベースコンクリート、SFR Cともほぼ1.6～1.8の間にあり、いずれもワーカビリティの良好なことがうかがえる²⁾。洗い分析の結果を表-3に示したが、鋼繊維はコンクリート全体にほぼ均一に分散していることを確認した。

表-3 フレッシュコンクリートの洗い分析結果

試験項目	排出始	排出中	排出終
S F 混入率 (%)	0.40	0.43	0.40

(3) 硬化コンクリート

硬化コンクリートの試験結果を表-4に示す。圧縮強度は、ベースコンクリート、SFR Cとも大きな差はなく³⁾、鋼繊維混入による効果は少なくなっている。一方、曲げ強度は、ベースコンクリートに比較して1.11倍高くなっている。鋼繊維混入の効果が高いのは、混入量が30kg/m³と少なかったためと思われる。また、曲げタフネスの測定によって求めた曲げ靱性係数は32.8kgf/cm²である。さらに、せん断強度は1.32倍となっており、混入による改善効果が認められる。図-1に示すように収縮変化率は、今回の試験結果からは、ベースコンクリートとSFR Cとの間に鋼繊維混入による効果に明確な差異は見られなかった。土木学会では、鋼繊維を混入したコンクリートの乾燥収縮は低減すると報告されている⁴⁾が、これは本施工において鋼繊維の混入率が低かったことによるものと思われる。

表-4 硬化コンクリートの試験結果

種別	ベースコンクリート	SFR C
圧縮強度 (kgf/cm ²)	317	304
曲げ強度 (kgf/cm ²)	38.7	42.8
曲げ靱性係数 (kgf/cm ²)	-	32.8
せん断強度 (kgf/cm ²)	37.1	49.1

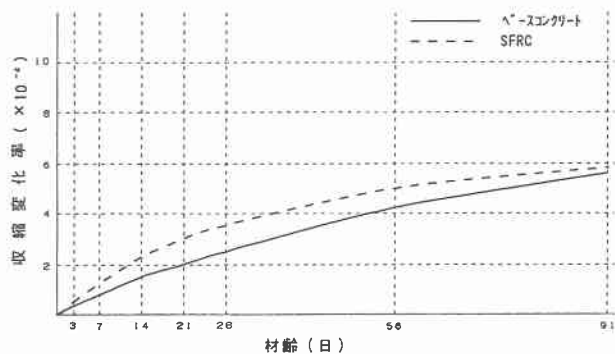


図-1 収縮変化率と材齢の関係

5. まとめ

今回の現場試験の結果から、現場投入によって容易にSFR Cを製造することができ、かつ、鋼繊維の分散性についても問題のないことが確認できた。また、従来のコンクリートの欠点を補う品質の改善も認められたが、曲げ強度を大幅に向上させるためには混入量を増加させる必要がある。

最後に、今回の現場試験の実施に当たり、ご理解とご支援を頂いた現場関係者の方々に深く感謝申し上げます。

【参考文献】

- 1) 小林一輔, 岡村雄樹「所要のコンシステンシーを得るための鋼繊維補強コンクリートの配合設計方法」土木学会論文報告集No. 293, 1980
- 2) 建設大臣官房庁営繕部監修「建設工事共通仕様書」60年版
- 3) 河野 清「鋼繊維補強コンクリートについて」材料 Vol. 26 No. 290 pp. 1061~1071. 1977
- 4) 土木学会「鋼繊維補強コンクリート設計施工指針(案)」コンクリートライブラリー 第50号