

新形状鋼繊維を用いたSFRCの基礎的性質

徳島大学工学部 正会員 河野 清
徳島県庁 正会員○宮崎幸一郎
イゲタ鋼板（株） 垣見 昇

1. まえがき

鋼繊維補強コンクリート（SFRC）は、コンクリートの曲げ強度、引張強度、せん断強度、靱性、耐衝撃性、ひびわれ抵抗性、耐凍害性などを改善するので、このような利点を利用して、トンネルライニング、道路や空港の舗装などに実用されている。しかし、従来の形状のファイバーでは、繊維混入率を多くしたり、分散機を使用しないでSFRCを製造する場合、ファイバーボールが生じSFRCの効果が十分に発揮されなくなる。そこで、本研究では、最近開発された断面が扁平で凸型の新形状の鋼繊維（新ファイバー）を用いたSFRCの基礎的性質について、従来の鋼繊維（旧ファイバー）と比較して調査を行った。

2. 実験概要

(1)使用材料とコンクリートの配合

実験に使用した材料を表-1に、コンクリートの配合を表-2に示す。配合は旧ファイバーの目標スランプを12cmとし、新ファイバーも同一配合としてスランプへの影響を調査するものと、新ファイバーでは単位水量を増加して同一スランプとしたものとの2種類とした。

(2)コンクリートの練り混ぜと供試体の作製

コンクリートの練り混ぜには強制練りミキサーを用い、鋼繊維の投入にはファイバー分散機を使用し、3分間練り混ぜた後、スランプ試験を行った。その後、所定の型枠に詰め、20℃水中養生を行い、材令28日で各種の試験を行った。型枠は、曲げ強度・耐衝撃性・耐海水性には、□10×10×40cmはりを用い、圧縮強度・引張強度には、φ10×20cm円柱を使用した。

(3)コンクリートの試験方法

曲げ強度試験は、三等分点載荷法によって行い、耐海水性試験は、pH7.8の人工海水浸漬と40℃の乾燥養生を1日おきに繰返し、動弾性係数を測定した。耐衝撃性試験は、供試体中央に11.4kgの重錘を高さ5cmから落下し、ひびわれが上面に達し破断するまでの回数を測定した。

3. 実験結果と考察

(1)スランプに及ぼす影響

同一配合におけるスランプでは、図-1にみられるように各繊維混入率において新ファイバーは、旧ファイバーに比べて2～3cm低下している。これは、新ファイバーの表面積が旧ファイバーに比べて増加することと形状によるものと考えられる。したがって、同一のスランプを得るためには、新ファイバーは、旧ファイバーに比べて単位水量を5～8kg/m³多くしなければならない。

(2)曲げ強度、引張強度、および圧縮強度に及ぼす影響

曲げ強度については、図-2にみられるように繊維混入率に比例して増加し、いずれの繊維混入率においても新ファイバーを用いたSFRCが、約5～10%ほど大きな値を示している。これは新ファイバーの表面積効

表-1 使用材料

使用材料	性質
セメント	普通ポルトランドセメント：比量=1.15、比表面積=3110cm ² /g、σ _{ss} =42.2N/mm ²
細骨材	徳島県吉野川川砂：比量=2.50、吸水率=1.58%、f _h =2.81
粗骨材	徳島県市川川砂：比量=2.58、吸水率=2.28%、f _h =4.54
旧鋼繊維	形状  、寸法：5×0.5×30(mm)、f _t =1190N/mm ²
新鋼繊維	形状  、寸法：2×1.25×30(mm)、f _t =828N/mm ²
A/E減水剤	比量=1.20、リグコンスルホン樹脂

表-2 コンクリートの配合

配合要因	繊維混入率 V _f 容積%	最大骨材寸法 G _{max} mm	水セメント比 W/C %	細骨材率 s/a %	単位水量 W kg/m ³	単位セメント量 C kg/m ³
新旧ファイバー同一配合	0.0	15	51	50	180	350
	1.0	15	60	60	210	350
	1.5	15	62	63	217	350
	2.0	15	65	66	228	350
スランプ一定配合	1.0	15	62	60	215	350
	1.5	15	64	63	224	350
	2.0	15	67	66	236	350

注）A/E減水剤量セメント1kg当り50cc

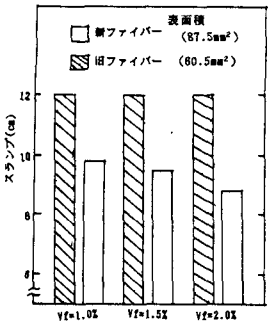


図-1 スランプに及ぼす影響

果と形状による付着強度の増大および分散性の向上によるものと考えられる。また、引張強度についても、図-3にみられるように繊維混入率の増加にともない明らかに大となり、同じ繊維混入率では新ファイバーのほうが旧ファイバーより大きくなる。これも、曲げ強度と同様の理由が考えられる。なお、圧縮強度については、図-4のように、繊維混入率の増加とともに、あるいは同じ繊維混入率では新ファイバーのほうが低くなる傾向があり、これは水セメント比の影響と思われる。

(3) 付着強度に及ぼす影響

付着強度試験は、水セメント比50%の1:2モルタルを使用した。図-4 圧縮強度に及ぼす影響
図-5をみると、新ファイバーの付着強度は、旧ファイバーより約2倍大きな値を示している。これは、新ファイバーの表面積が、旧ファイバーの約1.5倍であり、また繊維の形状が波型であるため、繊維の引き抜けに対するマトリックスの抵抗力が増したものと思われる。

(4) 耐衝撃性に及ぼす影響

図-6より重錘落下法による耐衝撃性を、ブレンコンクリートの破断回数を1としSFR Cとの比を表すと明らかに大となり、旧ファイバーで4~5倍、新ファイバーで8~10倍の値となっている。SFR Cでは、各鋼繊維混入率において新ファイバーが、旧ファイバーの1.5から2倍となっており、耐衝撃性も大幅に改善される。

(5) 耐海水性に及ぼす影響

動弾性係数の変化を示した図-7より明かなようにSFR Cは、低下傾向を示すブレンコンクリートに比べて、ほぼ同じか増加傾向を示しており耐海水性に優れている。また、新・旧ファイバーで比較した場合、新ファイバーを用いたSFR Cのほうが、全体に動弾性係数が高く品質がよいことを示している。

4. まとめ

新ファイバーを用いると、旧ファイバーに比べて同一配合の場合、スランブが2~3cm低くなるが、コンクリート中での分散性が良く、付着強度にも優れているため、新ファイバーを用いた鋼繊維補強コンクリートの曲げ強度、引張強度、耐衝撃性などは、旧ファイバーを用いたものよりも優れた性能が得られた。

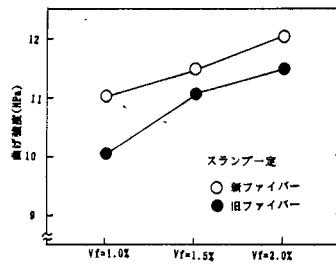


図-2 曲げ強度に及ぼす影響

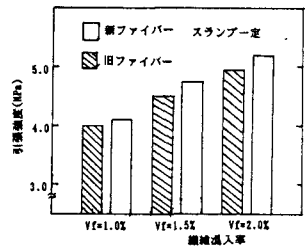


図-3 引張強度に及ぼす影響

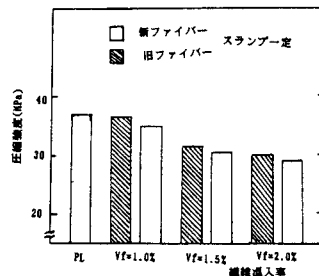


図-4 圧縮強度に及ぼす影響

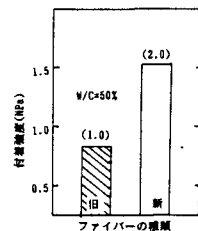


図-5 付着強度に及ぼす影響

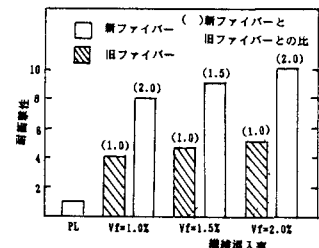


図-6 耐衝撃性に及ぼす影響

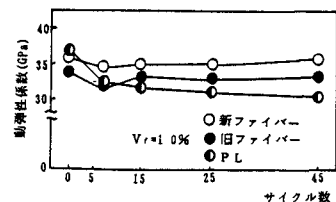


図-7 耐海水性に及ぼす影響