

各種鋼繊維を混入した鋼繊維補強コンクリートの曲げ破壊性状

岐阜大学 学生員 ○尾崎公則 荒川 健

岐阜大学 正会員 栗原哲彦 六郷恵哲

1. はじめに

鋼繊維補強コンクリート (SFRC) は、プレーンコンクリートに比べ、圧縮強度、引張強度、曲げ強度などの各強度特性を始め、タフネス、耐衝撃性、耐熱性、耐久性、耐候性等に優れた複合材料である。SFRCの性能は、コンクリートマトリックス自身の性能はもちろん、混入される鋼繊維 (SF) の形状、混入率、長さやアスペクト比などによって左右される。そこで、本研究では、SFの形状に着目して、形状の異なる市販の各種SFを用いたSFRCを作製し、曲げ破壊性状について検討した。

2. 実験概要および解析概要

形状や製造方法の異なる6種類のSF (長さは30mm一定) を容積比で1%および2%混入したSFRCによりはり供試体 (幅10×高さ20×長さ70、スパン60cm) を作製した。SFRCの示方配合を表-1に示す。載荷方法は、3等分点曲げ載荷とし、荷重および載荷点変位を計測した。

実験で得られた荷重-載荷点変位曲線の平均曲線をもとに、多曲線近似法[1]を介して引張軟化曲線を推定した。なお、使用したSFの形状および寸法を図-1および表-2に示す。

3. 実験結果および解析結果

SFRCのフレッシュ時における空気量

試験結果およびスランプ試験結果を図-2、3に示す。強度試験結果を図-4～7に示す。スランプについては、シリーズD、E、Fにおいて他のシリーズA、B、Cよりも大きくなった。各種強度については、圧縮強度においては混入率および繊維種類の影響はほとんどなく、およそ500 kgf/cm²程度となった。引張強度、曲げ強度については、混入率の増加にともない共に増加した。しかし、混入率1%においては、引張強度および曲げ強度に繊維種類の影響は認められず、それぞれ40 kgf/cm²、60 kgf/cm²程度で一定となった。

実験により得られた荷重-変位曲線の平均曲線を図-8、9に、実験結果を表-3に示す。その平均曲線から多曲線近似法により推定された引張軟化曲線を図-10、11に示す。

混入率1%では、最大荷重に大きな差は認められないが、荷重-変位曲線の最大荷重点以降の挙動に差が見られた。混入率2%では、最大荷重にも混入率1%の場合以上の差が見られた。

推定された引張軟化曲線については、

混入率1%では、ひび割れ幅が小さい領域では、あまり大きな差は認められないが、ひび割れ幅が増大すると引張応力の低下の度合いに差が見られた。この場合、シリーズA、B、Cの方が他の3シリーズより引張応力の低下の度合いが小さかった。混入率2%においても、引張軟化曲線の形状に明確な差が認められた。また、混入率1%において、ひび割れ幅0.2mmまでの引張軟化曲線の曲線下面積 (破壊エネルギー) を算出した。その結果、破壊エネルギーの大小関係は、A 1 (3.18 kgf/cm) > B 1 (2.91) > C 1 (2.66) > D 1 (1.81)

表-1 鋼繊維補強コンクリートの示方配合

混入率 (%)	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)					
		W	C	S	G	F	Ad.
1.0	48.7	180	378	931	755	78.5(77)	4.2
2.0	49.3	180	378	915	749	157(154)	6.3

Ad.: 高性能AE減水剤

(): Stain-less Fiberの単位量

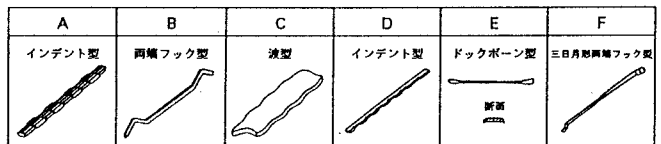


図-1 鋼繊維 (SF) の形状

表-2 鋼繊維の製造方法および寸法

製造 方法	形 状	寸法(mm)			アスペ クト比	比 重
		厚さ	幅	長さ		
鋼線切断法	A	Φ 0.6		30	50	7.85
	B	Φ 0.6		30	50	7.85
薄板切断法	C	0.2	0.2	30	52	7.85
	D	0.5	0.5	30	53	7.85
溶解抽出法	E	Φ 0.5		30	60	7.70
厚板切削法	F	Φ 0.6		30	50	7.85

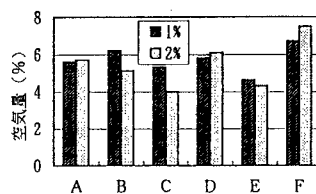


図-2 空気量試験結果

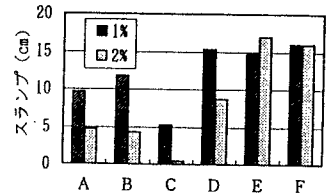


図-3 スランプ試験結果

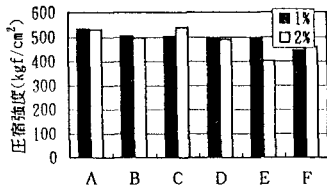


図-4 圧縮強度

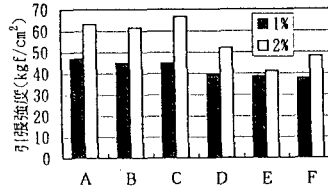


図-5 引張強度

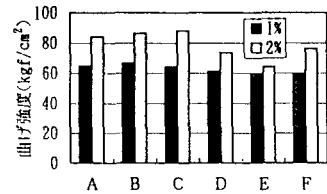


図-6 曲げ強度

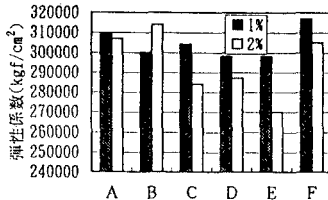


図-7 弾性係数

シリーズ	曲げ強度*1 (kgf/cm²)	
	1%	2%
A	58.2	72.4
B	53.7	80.1
C	57.9	85.8
D	53.1	58.7
E	50.7	62.3
F	49.1	69.8

* 1 : はり高さ 20cm の
供試体から算出

> E 1 (1.75) > F 1
(1.55) となり、引張強度や曲げ強度では明確に現れなかった差が現れた。

4. まとめ

今回の SFRC の配合においては、強度特性および破壊特性が比較的良好なのはシリーズ A、B、C となり、スランプ、空気量からワーカビリティが大きいのはシリーズ D、E、F であった。各種繊維の影響については、引張軟化曲線を推定し破壊エネルギーを求めることにより、特に混入率 1% において引張強度や曲げ強度に現れなかった差が引張軟化曲線や破壊エネルギーに現れ、材料の性能評価に引張軟化曲線や破壊エネルギーを求めることの有効性が確認された。

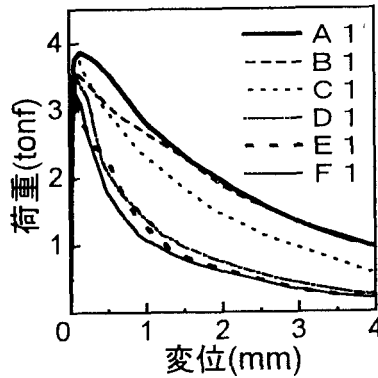


図-8 荷重-変位曲線 (1%)

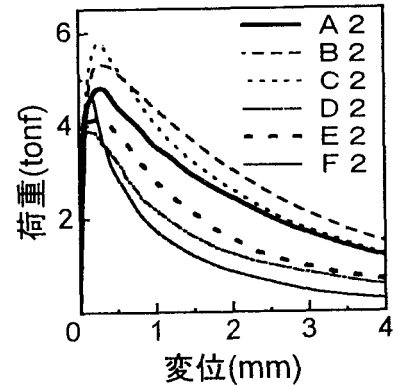


図-9 荷重-変位曲線 (2%)

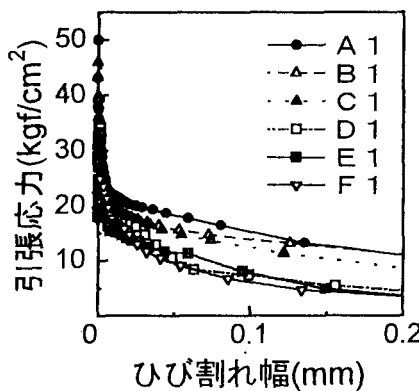


図-10 引張軟化曲線 (1%)

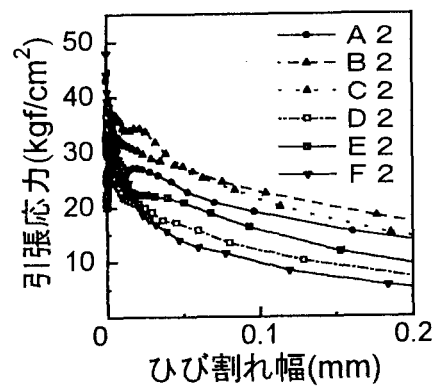


図-11 引張軟化曲線 (2%)

参考文献

- [1] 栗原哲彦、安藤貴宏、国枝 稔、内田裕市、六郷恵哲：多直線近似法による引張軟化曲線の推定と短繊維補強コンクリートの曲げ破壊性状、土木学会論文集、No. 532/V-30、pp. 119-129、1996. 2.