

UFC 梁の繊維分布と曲げ強度

岐阜大学大学院 学生会員 ○大久保 仁人 正会員 国枝 稔
(株)大林組 正会員 佐々木 一成 フェロー 野村 敏雄

1. はじめに

近年、高強度特性と耐久性を有した超高強度繊維補強コンクリート (Ultra high strength Fiber reinforced Concrete : 以下, UFC と略す) が開発, 実用化されている. また, この UFC の力学性能は, 混入された短繊維の分散性, 配向性に大きく影響を受けることが知られている. しかしながら, マトリクス中の繊維の分散, 配向の評価とそれが力学性能に与える影響に関しては, 未だに解決されていない. 最近では, コンクリート中の繊維の配向状態を観察する方法として, 供試体の切断断面の画像解析を行うことで配向状態の数値化が検討されている^{1),2)}.

そこで本研究では, UFC 製の梁部材を層状に分割した供試体について, それぞれ上面または下面から曲げ载荷を行った後, 断面の画像解析を行い, 曲げ強度と繊維本数の関係について検討した.

2. 実験概要

2.1 使用材料

使用した UFC は標準養生により材齢 28 日で特性値として圧縮強度 180N/mm^2 , 引張強度 8.8N/mm^2 を満足する材料であり, $\phi 0.16\text{mm}$, 長さ 13mm の鋼繊維を $2.0\text{Vol.}\%$ 混入している³⁾. 载荷実験時におけるテストピースの圧縮強度は 202N/mm^2 であった.

2.2 供試体作製方法

幅 $100\times$ 高さ $200\times$ 長さ 1200mm の型枠に対して, 図-1 に示す位置より出口が $\phi 100$ の漏斗を用いて UFC を連続して流し込むことにより作製した. 流量は毎分 16 リットル程度であった. 24 時間気中養生し, 脱型後 20°C の水中で養生した. 硬化後は図-1 に示すように中央部を取り出し, さらに図の位置で切断し, 長さ約 400mm , 厚さ約 50mm とした.

2.3 载荷方法

载荷条件を図-2 に示す. 供試体製作時の上面側から载荷する場合を A 方向载荷, 下面側から载荷する場合を B 方向载荷とした.

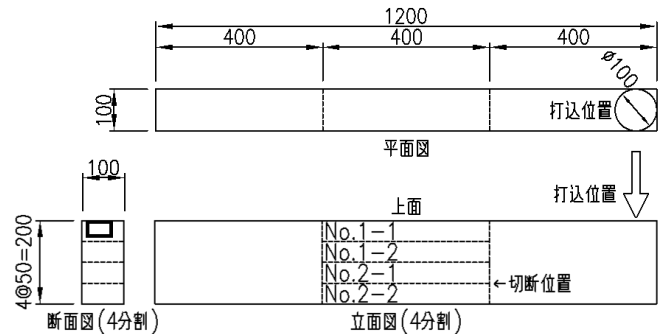


図-1 供試体概要

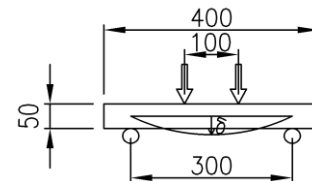


図-2 载荷条件

2.4 画像処理方法

曲げ試験後の供試体を打ち込み側支点部で切断・表面処理後, 切断面を垂直方向からデジタルマイクロスコープで複数枚 (約 $5\text{mm}\times$ 約 7mm /枚) に分けて撮影した. 次に, 撮影した画像を画像合成ソフトで 1 枚に合成した. その後, 図-3 に示すように画像処理を行い, 画像解析によって切断面の鋼繊維の本数を調べた. 画像解析には, ImageJ を使用した.

3. 実験結果

3.1 繊維本数

画像解析により求めた繊維本数と混入率を表-1 に示す. ここで繊維混入率は, 繊維径を 0.16mm で一様であると仮定し求めた繊維総断面積を供試体断面積で除したものである. 繊維本数は下面で多く, 下面から離れるにつれて減少する傾向が見られた.

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート, UFC, 繊維の分散

連絡先 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学大学院 工学研究科 社会基盤工学専攻 先端材料・構造研究室 TEL 058-293-2472

3.2 曲げ強度

曲げ試験結果を表-2 に示す。曲げ強度は下面で高く、下面から離れるにつれて低下する傾向が見られたが、B 方向載荷では上面で強度が若干高くなった。

3.3 曲げ強度と繊維本数の関係

曲げ強度と繊維本数の関係を図-4 に示す。繊維本数が多くなるにつれて曲げ強度も線形的に高くなることが確認できた。この要因として、下面では繊維本数が多いことに加えて、繊維が部材軸方向を向いており、下面から離れるにつれて部材軸方向に対して角度がつく結果となったことが考えられる。また、上面(打設面)では繊維が上面に突き出すことがないため、下面と同じように型枠面に接しているような状態であったことから、B 方向載荷では上面で強度が高くなったと考えられる。

4. まとめ

UFC 製の梁部材を層状に分割した供試体について、画像解析により繊維本数を確認した結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 断面内において繊維本数にばらつきがあり、型枠面や打設面に近いほど繊維本数は多くなる傾向にある。
- (2) 繊維本数と曲げ強度は線形関係にあった。

謝辞

画像処理方法について、岐阜大学複合構造研究室 周波博士に指導いただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 周波, Ha Duy Nhi, 内田裕市: 超高強度繊維補強コンクリート曲げ供試体中の繊維の配向, コンクリート工学年次論文集, Vol.34, No.1, pp. 268-273, 2012
- 2) 横尾彰彦, 奥山厚志, 松尾久幸, 原田益宏: 超高強度繊維補強コンクリートの打設方法が薄肉部材の曲げ性能に影響する因子について, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.2, pp. 1285-1290, 2009
- 3) 土木学会: 超高強度繊維補強コンクリート「スリムクリート」に関する技術評価報告書, 技術推進ライブラリー, No.10, 2012

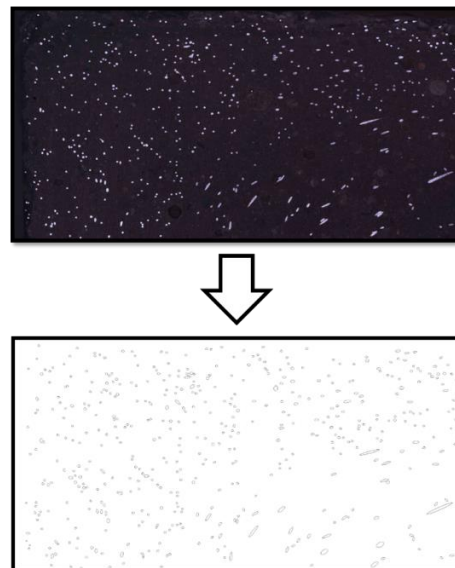


図-3 画像処理 (図-1 断面図の太枠部分)

表-1 画像解析結果

	断面寸法		繊維本数 (本)	混入率 (%)
	h(mm)	b(mm)		
A1-1	50	102	2930	1.80
A1-2	44	102	2840	1.99
A2-1	46	102	3279	2.20
A2-2	47	102	4051	2.65
B1-1	50	100	3273	2.06
B1-2	44	100	3061	2.19
B2-1	46	100	3219	2.20
B2-2	48	100	3905	2.56

表-2 曲げ試験結果 (N/mm²)

	A方向	B方向
No.1-1	22.7	28.2
No.1-2	29.5	24.7
No.2-1	37.6	29.2
No.2-2	47.4	41.4

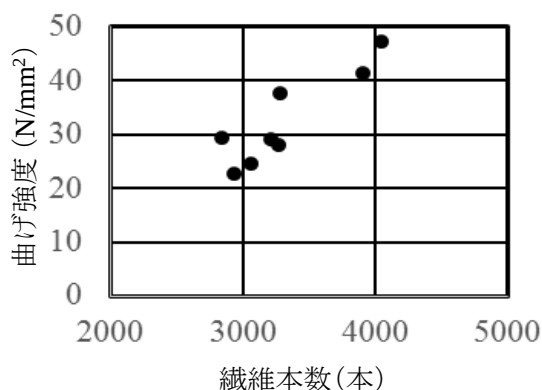


図-4 曲げ強度-繊維本数関係