

超高強度繊維補強コンクリート梁部材の曲げ引張強度分布

(株)大林組
岐阜大学

正会員 ○佐々木 一成
学生会員 大久保 仁人

フェロー 野村 敏雄
正会員 国枝 稔

1. はじめに

超高強度繊維補強コンクリート(Ultra high strength fiber reinforced concrete : 以下, UFC と表記)は混入されている短繊維により高い引張性能を発揮する。その引張特性は力が作用する方向に対する短繊維の方向により異なる。UFC は流動性が高く、自己充填が特長である一方、打込み時の流動が繊維配向に影響し、引張強度も部位によって異なる。

そこで、UFC 製梁部材を高さ方向に層状に分割した試験体について、それぞれ上または下の面から曲げ载荷を行い、梁部材の高さ方向における曲げ強度の分布を確認した。

2. 試験方法

(1) 概要

図 1, 3 に示すように幅×高さ×長さ=100×100×400 および 100×200×1200 の梁部材を製作したうえで、高さ方向に 2 分割および 4 分割した。そして、分割していない試験体および切断した試験体を図 2, 4 に示す方法により上または下の面から曲げ载荷試験を実施した。

(2) 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/mm², 引張強度 8.8N/mm² を満足する材料であり、φ0.16mm, 長さ 13mm の鋼繊維を 2.0vol.% 混入している¹⁾。载荷実験時におけるテストピースの圧縮強度は 202N/mm² であった。

(3) 試験体作製方法

試験体は図 1, 3 に示す位置より出口がφ100 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℃ の水中で養生した。硬化後、は図 1, 3 に示す位置で切断し、厚さ 50mm および 100mm とした。

(4) 载荷方法

载荷条件を図 2, 4 に示す。変位は支点およびスパン中央で計測した。図 1, 3 に示すように試験体製作時の上面側からの载荷を A 方向载荷、下面側からの载荷を B 方向载荷、側面からの载荷を C 方向载荷とした。同じ方向に载荷した分割試験体は同じ梁から切り出している。なお、曲げ応力は、弾性体と仮定した場合の最外縁の引張応力であり、ひび割れの有無にかかわらず、载荷荷重から計算される発生曲げモーメント M を断面係数 Z で除した値である。

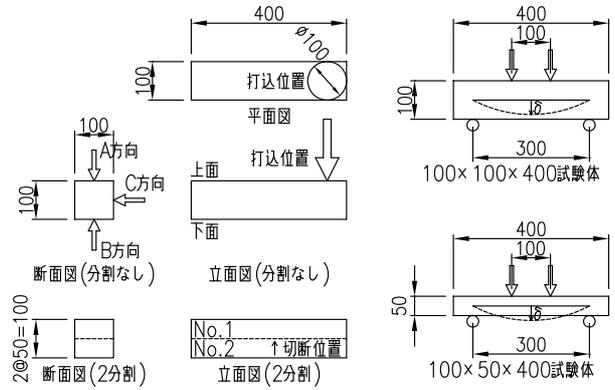


図 1 100×100×400 試験体および切断位置

図 2 载荷位置

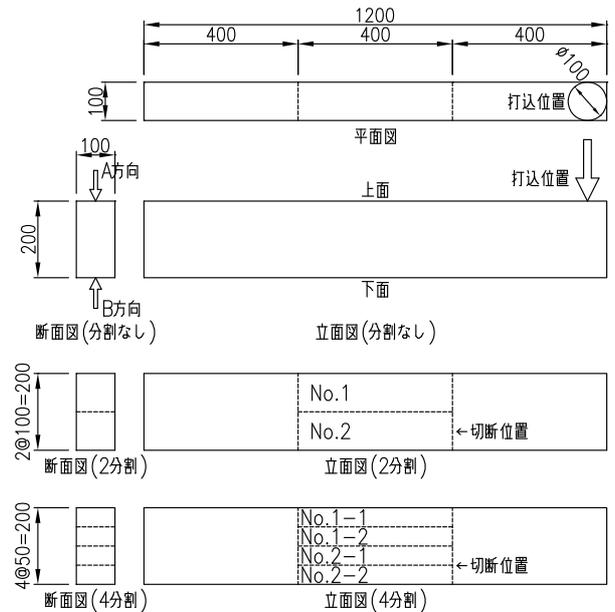


図 3 100×200×1200 試験体および切断位置

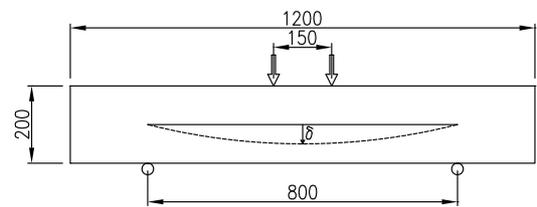


図 4 100×200×1200 試験体载荷位置

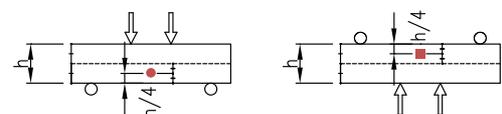


図 5 試験で得られた曲げ強度を示す位置

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート, UFC, 繊維配向, 曲げ強度, 引張強度
連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組 技術研究所 構造技術研究部

3. 実験結果

(1) 100×100×400 の曲げ強度

曲げ強度の一覧を表 1 に示す。一般的に規定された曲げ強度試験方法は C 方向から載荷する方法であり、強度は 39.6N/mm²であった。

曲げ強度は試験体の引張側半分の引張強度が影響していると仮定し、図 5 のように引張側半分の中央(最外縁から試験体の高さの 1/4 の位置)における強度として整理した結果を図 6 に示す。なお、C 方向から載荷した結果は梁の中央(高さ 50mm)における結果として整理した。下面で曲げ強度が高く、下面から離れるにつれて曲げ強度が低下するが、上面近傍では強度が若干高くなった。

(2) 100×200×1200 の曲げ強度

分割していない梁の曲げ応力-中央変位関係を図 7 に示す。A 方向載荷では曲げひび割れ発生後も荷重が増加し、ピーク後にひび割れが上に進展するにつれて急激に低下した。一方、B 方向載荷では曲げひび割れ発生後、荷重の増分は緩やかとなり、ピーク後の荷重低下も緩やかとなった。

曲げ強度の一覧を表 2 に、(1)に示した方法と同様に整理した結果を図 8 に示す。下面で曲げ強度が高く、下面から離れるにつれて曲げ強度が低下する傾向は 100×100×400 と同様であった。また、分割数に関係なく同様の傾向がみられ、高さ方向に対しておおむね比例して曲げ強度が低下している。上面近傍では強度が若干高くなる傾向も 100×100×400 と同様であった。

(3) 100×100×400 と 100×200×1200 の比較

下面近傍における曲げ強度は 100×200×1200 が 10N/mm²程度大きい結果となった(たとえば厚さ 50mm の分割試験体の A 方向載荷で 37.2N/mm²に対し 47.4N/mm²)。一方、上面近傍における強度はほぼ同等であった。

以上の結果から、繊維が下面近傍では部材軸方向に多く向いており、下面から離れるにつれて部材軸方向に対して角度がついて、曲げ強度に差があらわれたものと考えられる。上面近傍について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効果が得られていると考えられる。

4. まとめ

部材軸方向に流動させて作製した UFC 製梁の曲げ載荷実験により、以下の特性が確認された。ただし、寸法の影響があるため、異なる部材高さで比較することや、高さ方向の整理方法についてはさらなる検討が必要である。

- ・下面に近いほど部材軸方向の引張強度が高い。
- ・部材の高さ方向にほぼ比例して部材軸方向の引張強度は低くなる。
- ・上面は、上面直下よりも引張強度が高い。

表 1 100×100×400 の曲げ強度(N/mm²)

分割なし			2分割	
A方向	B方向	C方向	A方向	B方向
42.8	35.1	39.6	No.1	21.7
			No.2	37.2

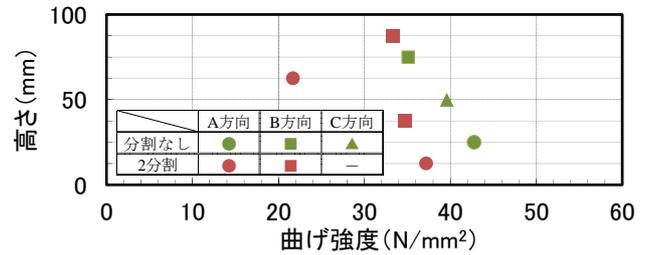


図 6 曲げ強度分布(100×100×400)

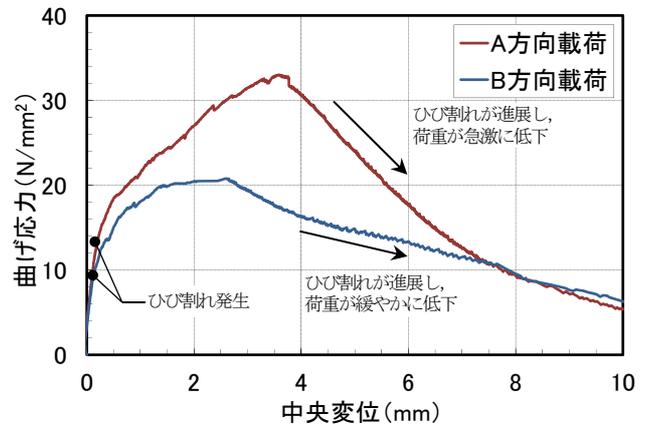


図 7 曲げ応力-中央変位関係(100×200×1200)

表 2 100×200×1200 の曲げ強度(N/mm²)

分割なし		2分割		4分割	
A方向	B方向	A方向	B方向	A方向	B方向
33.0	20.8	No.1	26.4	No.1-1	22.7
		No.2	50.6	No.1-2	29.5
				No.2-1	37.6
				No.2-2	47.4

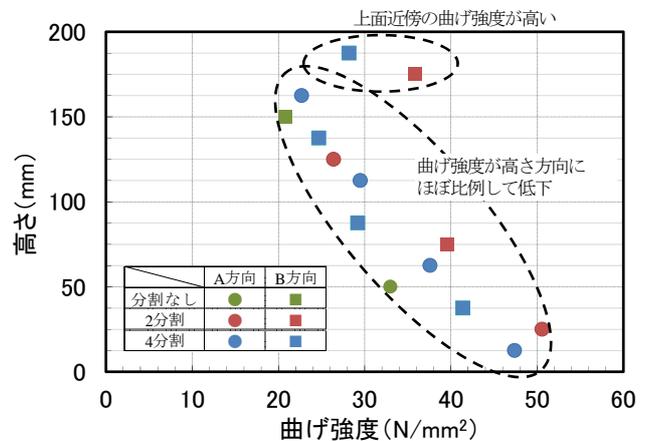


図 8 曲げ強度分布(100×200×1200)

参考文献 1) 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