

超高強度繊維補強 RC 梁部材内の繊維の配向と曲げ破壊挙動

岐阜大学大学院 学生会員 ○横井 晶有
 岐阜大学大学院 学生会員 吉見 拳人
 ジェイアール東海コンサルタンツ(株) 正会員 奥西 淳一
 ジェイアール東海コンサルタンツ(株) 正会員 田中 章
 岐阜大学 正会員 内田 裕市

1 はじめに

繊維補強コンクリートにおいては繊維の分散、配向が硬化後の力学特性に大きな影響を及ぼすため、コンクリート中の繊維の配向に関する研究が行われるようになってきた。しかしながら、繊維の配向を定性的に評価した研究はあるものの、定量的な評価を行ったものは少ない。本研究では、超高強度繊維補強コンクリート（以下 UFC と略記）を用いた RC 梁部材について、打込み方法をパラメータとし、繊維の配向を定量的に評価することとした。

2 UFC 梁部材の曲げ試験

2.1 試験体の概要

試験体の寸法を図-1 に示す。試験体は長さ 1900 mm、幅 200 mm、高さ 200 mm とし、引張鉄筋として D13 鉄筋を 4 本、圧縮鉄筋を 2 本配置した。また、打込み時に打込み位置を固定する固定打込みと、梁軸方向に連続的に移動させる移動打込みとで試験体を作製した。図-2 に打込み方法を示す。



図-1 試験体寸法

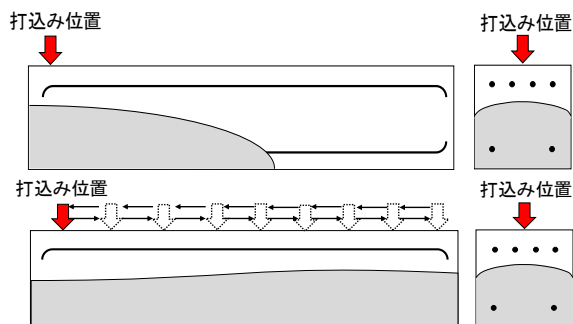


図-2 打込み方法

(上段：固定打込み，下段：移動打込み)

2.2 試験概要

梁試験体の曲げ試験方法を図-3 に示す。モーメントスパンを 250mm、荷重スパンを 1600mm とし、曲げ試験を行った。荷重試験では試験体中央のたわみと荷重を測定した。ただし、打込み時の型枠底面が圧縮縁となる方向に荷重を行った。

2.3 試験結果

両試験体の荷重-たわみ曲線を図-4、ひび割れ荷重、降伏荷重および最大荷重を表-1 に示す。ひび割れ荷重と降伏荷重は、固定打込みが 25%程度高くなった。つまり、コンクリートの打込み方法が曲げ特性に影響することを示している。最大荷重は打込み方法による差は小さく、その差は 8%程度であった。一般的に、梁の終局耐力は鉄筋の降伏強度と鉄筋量に依存しているためと考えられる。なお、終局変位は移動打込みの方が約 2 倍となっており、大きな差が生じた。

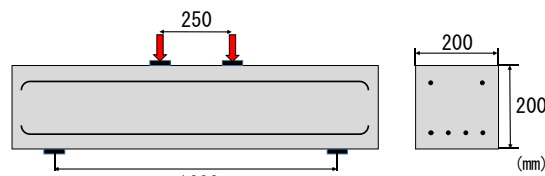


図-3 曲げ試験方法

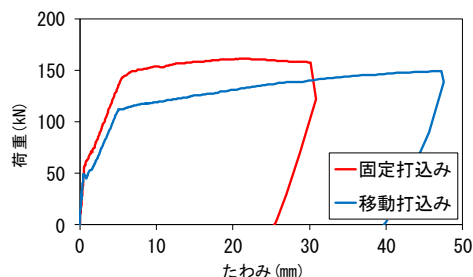


図-4 荷重-たわみ曲線

表-1 曲げ試験結果

荷重(kN)	固定打込み(F)	移動打込み(M)	F/M
ひび割れ	60	48	1.25
降伏	142	113	1.26
最大	161	149	1.08

キーワード：超高強度繊維補強コンクリート，繊維の配向，曲げ破壊

連絡先：〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学大学院自然科学技術研究科 Tel：058-293-2424

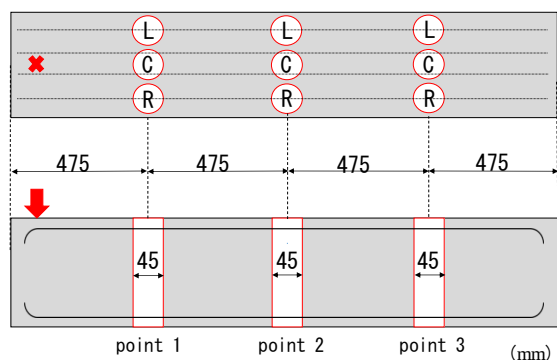


図-5 コア採取位置(上段：平面図，下段：側面図)

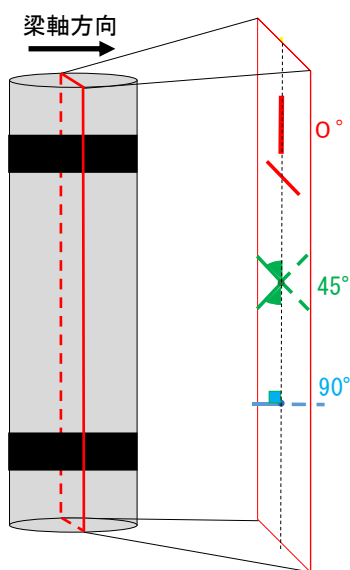


図-6 コアの断面と繊維の配向角度

3 繊維の配向解析

3.1 解析概要

打込み方法による繊維の配向の違いを確認するために、各試験体からコア供試体（φ45mm、長さ 200mm）を採取し、X線CTにより内部の繊維を撮影し、画像解析ソフトを用いて、繊維の本数と配向を定量的に評価した。

3.2 コアの採取位置

コア供試体の採取位置を図-5に示す。梁軸方向の4等分点（point 1～3）において、それぞれ3体のコアを採取し、中央のコアをC、左右のコアをそれぞれL、Rとした。打込み位置を赤矢印と×印で示す。

3.3 解析範囲

図-6にコアの側面図を示す。繊維の配向角度は赤枠で示す梁軸に対して垂直な断面に対し、平行に配向している赤色の繊維を0°、緑色の繊維を45°、青色の繊維を90°とした。また、繊維本数は解析断面を貫通する繊維の本数を数えた。

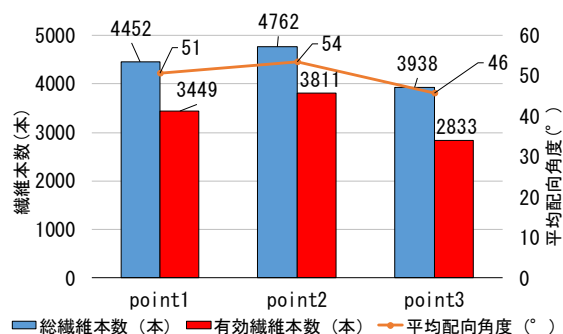


図-7 解析結果(固定打込み)

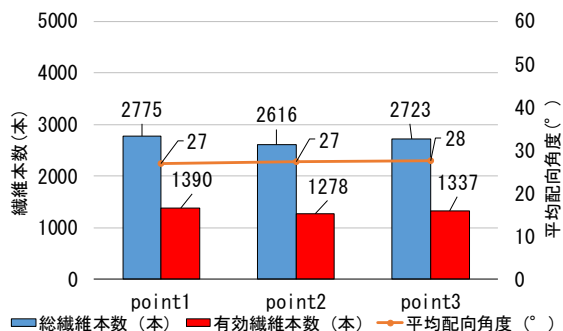


図-8 解析結果(移動打込み)

3.4 解析結果

繊維本数と配向角度に加え、有効繊維本数を求めた。有効繊維本数は、式(1)によって表される。

$$\text{有効繊維本数} = \text{繊維本数} \times \sin(\text{配向角度}) \cdots (1)$$

繊維本数は各 point の3本のコアの合計を、配向角度は3本のコアの平均値とした。図-7に固定打込み、図-8に移動打込みの結果を示す。

梁部材の中央断面(point2)に着目すると、固定打込みでは繊維の本数、梁軸方向に配向する繊維が多いが、移動打込みでは繊維の本数、梁軸方向に配向する繊維が少ない。そのため、有効繊維本数に3倍程度の差が生じた。有効繊維本数が多い場合、鋼繊維による架橋効果の増加が見込まれ、梁試験体の耐力も増加すると考えられる。

固定と移動打込みで各 point における繊維本数と配向角度を比較すると、移動打込みは各 point による差異が小さく、梁部材全体に繊維が様に配向していることが確認されたが、固定打込みでは point1 に繊維が多く、point3 に繊維が少ない。つまり、型枠の他端まで繊維が均一には流動していないことがわかった。

4 まとめ

UFCの打込み方法によりRC梁部材の降伏耐力に25%程度の差が生じ、その原因は部材内の繊維配向と考えられ、本実験では打込み方法により有効繊維本数が3倍程度異なっていた。