

超高強度繊維補強コンクリート中の繊維の配向に関する研究

岐阜大学大学院 学生会員 ○ 平岩修人
 岐阜大学大学院 学生会員 周波
 東洋建設 Ha Duy Nhi
 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の力学特性においてコンクリート中の繊維の配向が強く影響することが知られている。また、繊維の配向は打ち込み方法、型枠寸法に影響されることも知られている。

本研究では、超高強度繊維補強コンクリートを対象として試験体の形状と繊維の分散・配向の関係を明らかにすることを目的として、試験体の切断面の画像解析により繊維の分散・配向を予測することとした。

2. 実験概要

2.1 使用材料

本研究で用いた超高強度繊維補強コンクリートは、市販のプレミックスタイプのものであり、主に結合材から成るプレミックス材、細骨材、鋼繊維および専用減水剤で構成されている。繊維の寸法は $\phi 0.2 \times 15\text{mm}$ 、混入量は2vol%とした。

2.2 試験体の切断方法

本研究で用いた試験体の種類を図1に示す。試験体の長さはいずれも1000mmで、高さを変化させた。A,Bは、高さを100mmとし、幅をそれぞれ100mm,200mmとした。C,D,Eは高さをそれぞれ50,100,150mmとし、幅を400mmとした。また、全ての試験体は型枠の片端の中央からコンクリートを打ち込んだ。

切断は、図1に示すように試験体を型枠軸方向に対して垂直に切出し、切出した試験体を図2に示すように側面から中央に向かって7,50,100,150,200mmの間隔で切断した。Eについては底面と平行方向にも切断した。

2.3 画像解析

切断面をマイクロスコープにより倍率20倍、視野範囲 $15 \times 11\text{mm}$ で撮影した。撮影した画像を画像解析ソフトを用いて解析した。繊維の断面は、繊維が切断面に対して垂直に配向している場合は真円となり、斜めに配向すると楕円となる。繊維の配向角度は、楕円の短辺 L_b を長辺 L_a で除した値から求めることができる。また断面における繊維本数 N と楕円の短辺 L_b を長辺 L_a で除した値の平均値 $\overline{L_b/L_a}$ の積を有効繊維本数 N_e とした。なお、有効繊維本数は単位面積(1cm^2)当たりの本数とした。

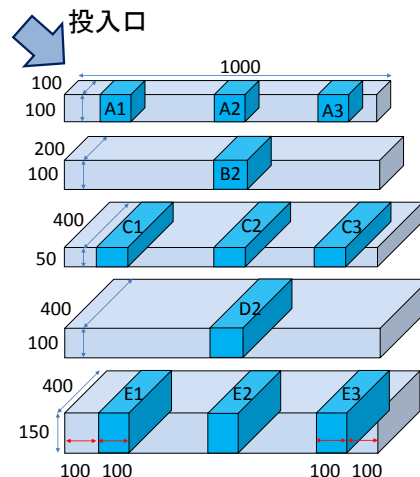


図1 試験体の寸法と切断位置

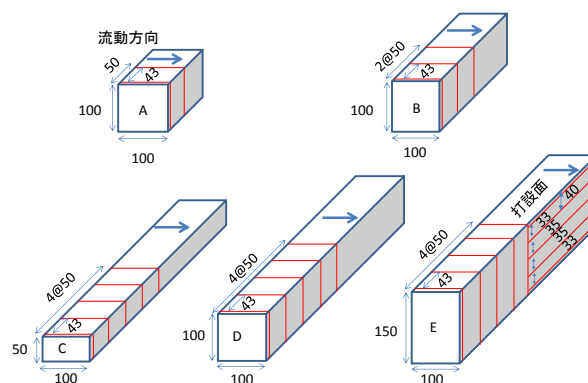


図2 切断面図

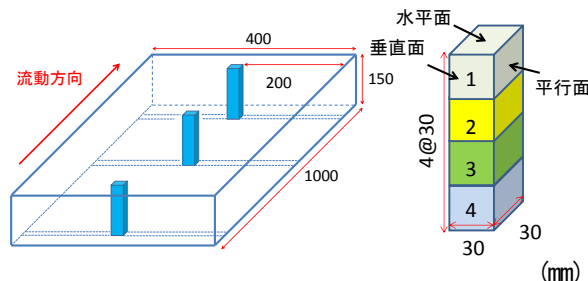


図3 解析範囲

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート 繊維の配向

連絡先 〒501-1193 岐阜市柳戸1番1 岐阜大学大学院工学研究科 社会基盤工学専攻 TEL 058-293-2424

2.4 繊維方向の予測

解析結果から、繊維の分散・配向を予測した。特に試験体 E については、図 3 に示すように試験体中央部の 30×30×120mm の柱状の区画をさらに 4 段に切断して、全方向面の繊維の状況を検討した。

3. 実験結果

3.1 流動方向平行面の結果

幅の異なる A と D の結果を図 4 に示す。側面に近い切断面 A2-1, D2-1 では繊維本数は少なく、繊維の切断面は大きかった。側面から 50mm 離れた A2-2 と D2-2 を比較すると、D2-2 の方が有効繊維本数が明らかに大きくなった。幅が広がると、繊維が流動方向に配向する傾向が減少すると考えられる。他の切断面 D2-3, 4, 5 も D2-2 とほぼ同様の結果となった。試験体 C も試験体 D と同じ傾向を示し、また位置（投入側、中央、到達側）によらず、同じ傾向となった。

さらに繊維の切断面（楕円）の長径方向を解析した結果、底面に近い部分では水平に配向し、中央から上面の繊維は水平面に対して斜め上方に配向する傾向が示された。

3.2 流動方向垂直面の結果

幅の広い試験体 E の中央部垂直面の結果を図 5 に示す。底面に近い部分で有効繊維本数が多く、底面から離れるほど有効繊維本数は減少していた。同様に、側面に近い部分で有効繊維本数は多く、側面から離れるほど有効繊維本数は減少する傾向となった。特に中央部分の上面に近い位置では有効繊維本数は非常に少なくなった。これらの傾向は全ての試験体で見られ、位置（投入側、中央、到達側）によらず、型枠の幅が広いほどその傾向が明確に示された。

3.3 水平面の結果

幅の広い試験体 E の中央部水平面の結果を図 6 に示す。上面、底面に近い位置の切断面では、有効繊維本数は少なかった。一方、中央の断面 E2-3 では、有効繊維本数は明らかに多くなっており、繊維は水平面に対して斜めに配向する傾向が示された。また、側面から中央に近づくほど、有効繊維本数は大きくなった。

3.4 繊維方向の予測結果

流動方向垂直面（図 5）と水平面（図 6）の結果から、繊維は型枠面に近い部分では流動方向に対して平行に配向し、中央部分では斜めに立っていることが推測される。

また、試験体 E の柱状部の中段(2)における切断面の状況を図 7 に示す。水平面では繊維本数が多く、一方流動方向に対して平行面および垂直面では繊維本数は少なかった。これにより繊維は水平面から斜めあるいは垂直に配向する傾向が示された。

4. まとめ

幅の小さな試験体では、繊維は側面に対して平行に、水平面に対して斜め上方に配向することが予測された。幅の大きな試験体では、繊維は水平面に対して斜め上方に配向することが示された。

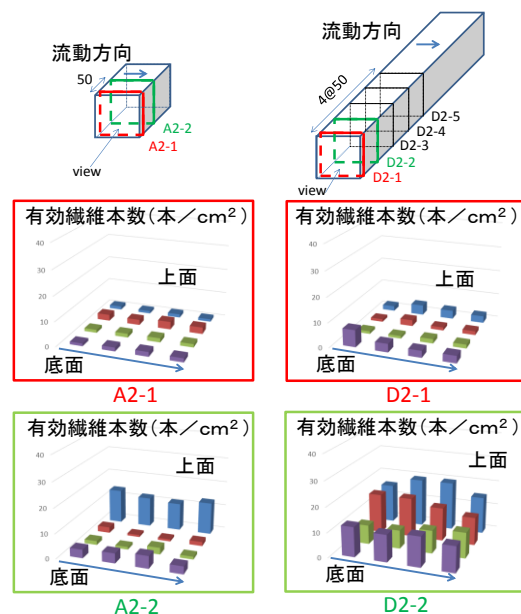


図 4 流動方向平行面の結果

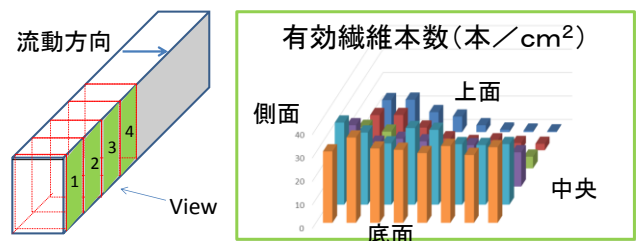


図 5 流動方向垂直面の結果

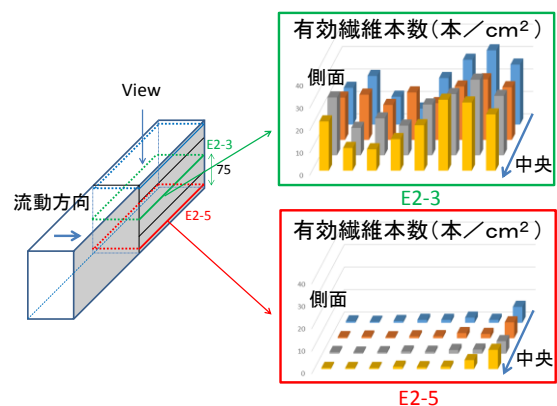


図 6 水平面の結果

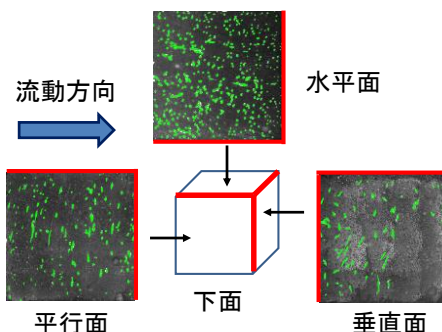


図 7 断面 2 の繊維状況