

割れないコンクリートの高性能化 ～FRCCの繊維配向制御～

SATテクノロジー・ショーケース2017

■ はじめに

コンクリートは、圧縮強度に比べて引張強度が非常に小さく、ひび割れの発生にともなって脆性的に破壊する。コンクリートの引張性状を改善させることを目的として、セメント系材料(マトリックス)に長さ10mm程度の短繊維を混入させた、繊維補強セメント複合材料(FRCC: Fiber-Reinforced Cementitious Composites)が注目されている。FRCCは初期ひび割れ発生後、繊維がひび割れを架橋し引張力を負担することによって高い変形能力を示す、高靱性なセメント系材料である。マトリックスと使用する繊維の種類、アスペクト比、および繊維混入率を最適化することによって、**図1**に示すように、従来のセメント系材料では実現不可能な高い変形能力を期待することができる。

FRCCの高靱性を生かし、高層建築物の耐震要素や海洋構造物の高耐久部材に適用することが期待されるが、実施工例は極めて少ない。FRCCでは繊維がひび割れを跨ぐことで性能を発揮するため、マトリックス中の繊維の配向性がFRCCの力学性状に大きな影響を及ぼす。そのため材料性能の評価が難しく、さらに、FRCCの高い引張性能を最大限引き出すには、繊維がひび割れを跨ぐように配向させる制御技術が必要となる。



図1 FRCCの高い変形能力

■ 活動内容¹⁾

1. 繊維配向を制御する打設方法

繊維がひび割れを跨ぐ方向、すなわち試験体軸方向への配向性を強めるために提案している打設方法を**図2**に示す。コンクリートの締固めに利用される棒状バイブレーターを用いることで、繊維配向の制御を試みている。

2. 打設方法を変動因子とした試験体の曲げ試験

これらの打設方法により試験体(100mm角断面)を作製し、曲げ荷重を行った時の荷重-変形関係を**図3**に示す。バイブレーターを試験体軸方向に移動させた試験体では、通常の打設方法による試験体と比べて最大荷重が2倍ほどに増大している。

3. 配向強度を用いた引張性状の評価

FRCCの特長である引張性状は、架橋則と呼ばれる、引張応力-ひび割れ幅関係により表現される。架橋則は、単繊維がマトリックスから引抜かれるときの挙動の足し合わせにより構築される。さらに、架橋則に繊維の配向性を定量的に加味するため、繊維の配向角分布を表現する確率密度関数(PDF)を与えて数値計算により求める(**図4**)。 k はPDFにおけるパラメーターで配向強度と名付けており、繊維の配向性の指標となる値である。 k の値が大きくなるほど、試験体軸方向への配向性が強まることを示す。

図3に示した試験体に対して、ファイバーモデルによる断面解析を行い、最大曲げモーメントの実験値と解析値を比較した(**図5**)。打設方法の違いによる差異が、配向強度 k の値の大小、すなわち繊維の配向性の違いにより表現され、精確なFRCCの力学性状の評価が可能となる。

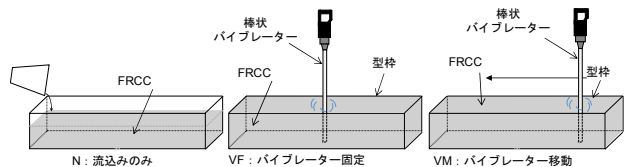


図2 繊維配向を制御する打設方法

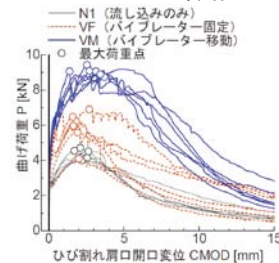


図3 荷重-変形関係

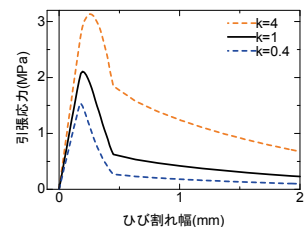


図4 架橋則の一例

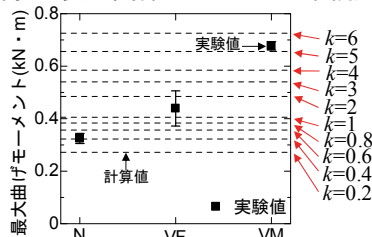


図5 最大曲げモーメントの比較

■ 関連情報等

1)大圖他:繊維配向性を考慮した架橋則モデルに基づくDFRCCの曲げ性状の評価, JSCCE講演概要集, 2016.9

代表発表者 **大圖 友梨子 (おおず ゆりこ)**
 所属 **筑波大学大学院システム情報工学研究科
 構造エネルギー工学専攻
 高性能建築構造研究室**
 問合せ先 〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1
 TEL: 029-853-5462
 E-MAIL: s1620871@u.tsukuba.ac.jp

■キーワード: (1)FRCC
 (2)繊維配向性
 (3)配向強度
 ■共同研究者: 金久保 利之(かねくぼ としゆき)