

繊維配向性を考慮した打込み方法がDFRCC部材の曲げ性状に与える影響

筑波大学大学院 学生会員○渡邊 啓介  
 筑波大学大学院 学生会員 大圖 友梨子  
 筑波大学システム情報系 正会員 金久保 利之

1 はじめに

高靱性セメント複合材料 (DFRCC) はモルタルに PVA 繊維などの高性能短繊維を混入した複合材料であり, 圧縮や曲げ応力下で高い靱性を示す. 一方で, DFRCC が実用された例は少ない. その一因として, DFRCC 中の繊維の配向性により材料特性にばらつきが生じることが挙げられる.

本研究では, 著者らが提案する繊維配向性を考慮した打込み方法<sup>1)</sup>を, 主鉄筋を有する梁試験体に適用し 4 点曲げ載荷試験を行って, 繊維配向性が DFRCC 部材の曲げ性状に与える影響を検討する.

2 繊維配向性を考慮した打込み方法

打込み方法の模式図を図-1に示す. 基準となる「流込み (N)」, 流込み後に髪をとかすくしを模した器具を挿入し試験体軸方向に移動させる「くし (C)」, 流込み後に棒状バイブレータを挿入し試験体中央部で 1.5 往復させる「バイブレータ (V)」の 3 法とし, 1 体ずつ試験体を作製した.

3 実験概要

DFRCC の配合計画を表-1に, フレッシュ性状およびφ100-200mm シリンダーによる圧縮性状を表-2に, 鉄筋の引張試験結果を表-3に示す. PVA 繊維 (繊維長 12mm, 繊維径 0.01mm) を体積混入率 2.0% で用い, 主鉄筋および横補強鉄筋にはそれぞれ D13 (SD345) および D6 (SD295) を使用した.

試験体寸法および変位計設置位置を図-2に示す. 加力には 2MN ユニバーサル試験機を用い, 純曲げスパン 280mm の 4 点曲げ単調載荷を行った. 計測項目は, 荷重値, 荷重点たわみ (2 箇所), 局部変形 (ひび割れ幅および曲率計測用, 圧縮引張各 6 箇所), 主筋歪である. 加力中は, 試験体の純曲げ区間をデジタルカメラにより 10 秒間隔で撮影し, ひび割れの進展を観察した.

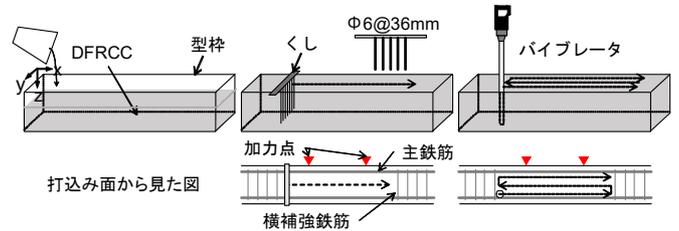


図-1 打込み方法の模式図

表-1 DFRCC の配合計画

W	C	S	FA	Fiber	Ad
380	678	484	291	26	6

C : 普通ポルトランドセメント, S : 7号硅砂

FA : フライアッシュ JIS II 種

Fiber : PVA 繊維  $V_f=2.0\%$ , Ad : 高性能減水剤

表-2 フレッシュおよび圧縮性状

JP 漏斗流下時間 (s)	空気量 (%)	圧縮強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)
39.3*	2.8	41.5	16.8

\*繊維混入前

表-3 鉄筋の引張試験結果

鉄筋	降伏強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)	引張強度 (MPa)	備考
D13	391	186	570	主鉄筋
D6	395*	187	542	横補強鉄筋

\*0.2%オフセット耐力

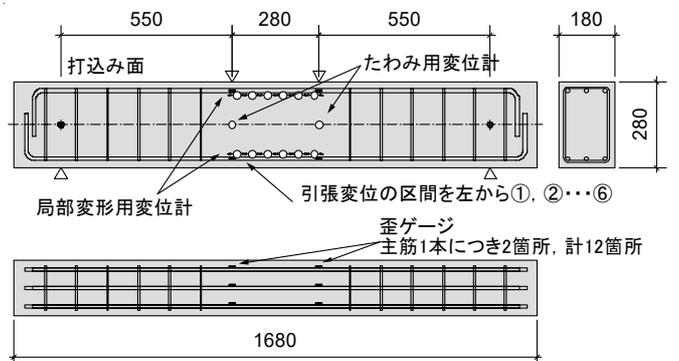


図-2 試験体寸法および変位計設置位置

キーワード 曲げ性状, 繊維配向性, 打込み方法, ひび割れ局所化, 歪硬化

連絡先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学 TEL029-853-5462

4 実験結果

曲げモーメントー曲率関係を図- 3に示す。曲率は局部変形用変位計で計測した各区間の曲率の平均である。各試験体とも主鉄筋降伏時耐力および最大耐力に大きな差はなかった。主鉄筋の歪硬化によるものと考えられる曲げモーメントの上昇がみられた。流込み (N) 試験体では、曲率 0.05 (1/m) 以降、曲げモーメントが急激に増加している。くし (C) 試験体およびバイブレータ (V) 試験体では流込み (N) 試験体と比べてゆるやかに曲げモーメントが上昇している。

引張側の各区間の局部変形の推移と曲率  $\phi=0.10$  (1/m) 時のひび割れ状況を図- 4に示す。各区間の番号は、ひび割れ状況に示す番号の各区間と対応している。流込み (N) 試験体では、くし試験体 (C) およびバイブレータ (V) 試験体と比較して、引張側変形の増加が区間③および⑤に集中しており、ひび割れ状況でも同位置におけるひび割れの開口が確認できる。一方、くし (C) 試験体およびバイブレータ (V) 試験体では、ひび割れが均等に生じている。

ひび割れ開口の局所化は打込み方法によって内部の繊維配向に差異が生じたためと考えられる。ひび割れ箇所の模式図を図- 5に示す。くし (C) およびバイブレータ (V) を施工することによって繊維が試験体軸方向に配向し、繊維の架橋性能が向上してひび割れ開口が分散したためであると考えられる。流込み (N) 試験体では、試験体内部の繊維はランダムに配向したと考えられ、他の試験体と比較して早期にひび割れ開口の局所化が生じ、その箇所において鉄筋の歪が局所的に増大して歪硬化したため、曲げモーメントー曲率関係において曲率 0.05 (1/m) 以降に曲げモーメントが増加したと考えられる。

5 まとめ

- (1) 打込み方法により繊維配向に差異が生じ、バイブレータおよびくしを適用した試験体においてひび割れ開口が分散した。
- (2) 流込み試験体では、ひび割れ開口が早期に局所化し、その箇所でも主鉄筋が歪硬化するため、曲げモーメントが増大した。

謝辞

本研究は、科学研究助成基金基盤研究 (B) 課題番号 26289188 によっている。

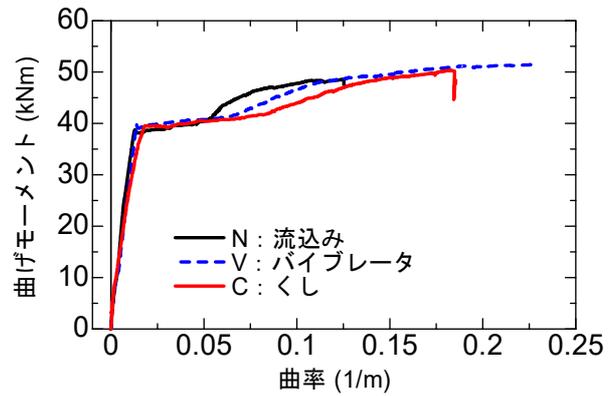


図- 3 曲げモーメントー曲率関係

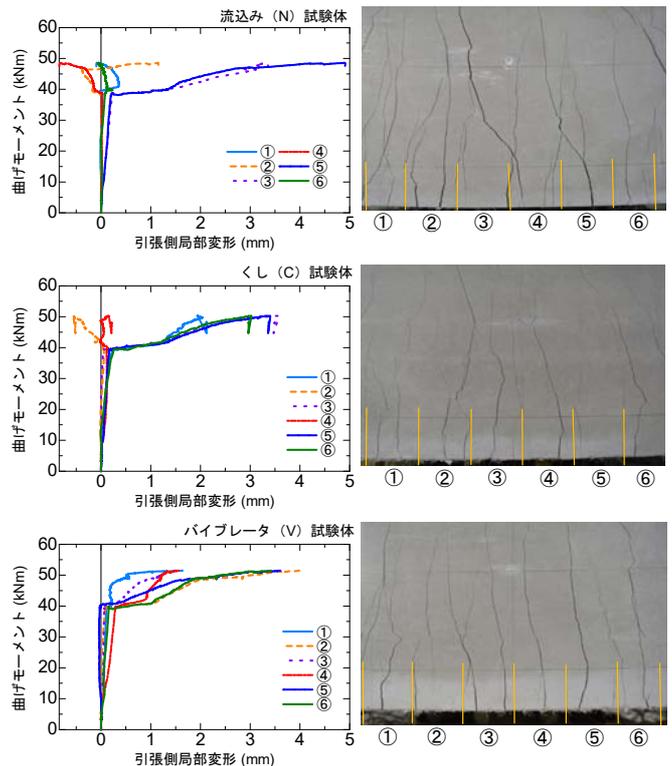


図- 4 引張変位分布および曲率  $\phi=0.10(1/m)$  時のひび割れ状況

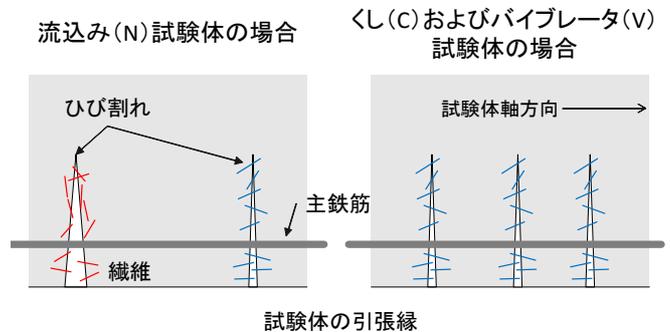


図- 5 ひび割れ箇所の模式図

文献：1) 渡邊啓介ほか：繊維配向性を考慮した打込み方法が DFRCC の曲げ性状に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.38，2016.7