

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

筑波大学 学生会員 ○大圖 友梨子

東海旅客鉄道株式会社 渡邊 啓介

筑波大学 正会員 金久保 利之

1. はじめに

セメント系材料に短繊維を体積混入率で数%混入させた高靱性繊維補強セメント複合材料 (DFRCC) では、繊維の配向性が力学性状に大きな影響を及ぼす。DFRCC を打込む段階でひび割れを架橋する方向に繊維の配向を制御することができれば、DFRCC に期待される性能を最大限引き出すことが可能となる。

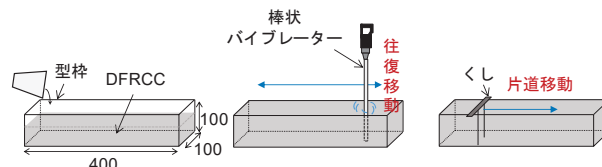
本研究では、径 0.1mm の PVA 繊維を用いた DFRCC を対象として、既往の研究^{1),2)}において提案された繊維配向を制御する打込み方法を適用した試験体を作製して 4 点曲げ試験を行い、打込み方法の違いが曲げ性状に与える影響を検討する。

2. 繊維配向を制御する打込み方法^{1),2)}

繊維配向を強制的に変化させるために提案された打込み方法を図-1 に示す。基準となる打込み方法である「流込み：N」は、型枠に 1/33 の傾斜をつけ、DFRCC を型枠の端から連続的に流し込む方法である。「バイブレーター：V」では、DFRCC 充填後、コンクリートの締固めに使用する棒状バイブレーターを試験体軸方向に移動させ往復させる。「くし：C」では、DFRCC 充填後、髪をとかすくしを模した器具を試験体軸方向に移動させる。既往の研究^{1),2)}では、提案された打込み方法を検証するため、切欠き梁の 3 点曲げ試験を行っている。荷重-ひび割れ肩口開口変位関係の実験結果を図-2 に示す。バイブレーターおよびくしを用いた打込み方法を適用することにより、最大荷重が 2 倍程度上昇している。提案された打込み方法により繊維の配向性が試験体軸方向に強まることで、繊維の架橋性能が向上したと考えられる。本研究では、同一の打込み方法で作製した試験体の 4 点曲げ試験を行う。

3. 4 点曲げ試験概要

使用した PVA 繊維の形状および力学性能を表-1 に、DFRCC の配合を表-2 に示す。0.1mm 径の PVA 繊維を使用し、体積混入率は 2.0% とした。DFRCC の配合は既



流込み：N バイブレーター：V くし：C
図-1 繊維配向を制御する打込み方法^{1),2)}

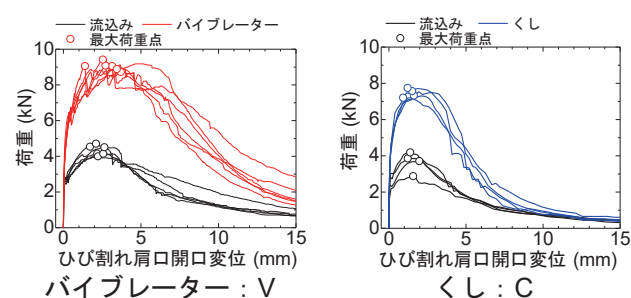


図-2 切欠き梁の 3 点曲げ試験結果^{1),2)}

表-1 繊維の形状および力学性能

繊維の種類	繊維長 (mm)	繊維径 (mm)	引張強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)
PVA	12	0.10	1200	28

表-2 DFRCC の配合 (kg/m³)

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

表-3 フレッシュ性状および圧縮特性

温度 (°C)	空気量 (%)	圧縮強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)
24.3	2.2	52.3	18.0

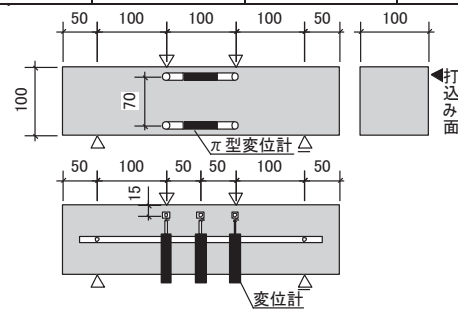


図-3 試験体形状

往の研究^{1),2)}と同一である。フレッシュ性状および曲げ試験実施時の圧縮試験結果を表-3 に示す。なお、本研究で用いた DFRCC は、自己充填性を有する。

試験体の形状を図-3 に示す。断面が 100mm x 100mm、

キーワード DFRCC, 繊維配向性, 4 点曲げ試験, 打込み方法, 曲げ性状

連絡先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学 TEL 029-853-5462

長さ 400mm の角柱試験体で、前章で示した繊維配向を制御する打込み方法をパラメータとして各 6 体ずつ、計 18 体作製した。加力には、2MN ユニバーサル試験機を使用し、変位制御により 4 点曲げ载荷を行った。計測項目は、荷重値、純曲げ区間の軸方向変形、並びに加力点および試験体中央部のたわみである。軸方向変形は、圧縮側および引張側にそれぞれ設置した π 型変位計により計測した。

4. 曲げ試験結果

加力後の試験体の例を図-4 に示す。図中の矢印は加力点を示す。「流込み」では純曲げ区間に 1 本のひび割れが発生し、「バイブレーター」および「くし」では 1 本または 2 本のひび割れが発生して、最大荷重後に 1 本のひび割れに開口が局所化することにより破壊した。「流込み」に比べて「バイブレーター」および「くし」ではひび割れが多く発生していることから、繊維配向を制御する打込み方法により配向性が試験体軸方向に強まり、ひび割れが分散したと考えられる。

実験結果の曲げモーメント-曲率関係を図-5 に示す。曲率は、JCI-S-003-2007「繊維補強セメント複合材料の曲げモーメント-曲率曲線試験方法」にしたがって求めた。図中の $M_{max,ave}$ は、最大曲げモーメントの平均値を示す。なお、純曲げ区間外のひび割れが開口して破壊に至った試験体は省いた。すべての試験体において、初期ひび割れ発生後、細かな荷重の増減を繰り返しながら最大荷重を迎え、最大荷重後は徐々に荷重が低下し、試験体によっては軟化勾配においても細か

な荷重の増減が確認された。最大荷重を比較すると、「流込み」よりも「バイブレーター」の方が大きく、「バイブレーター」よりも「くし」の方が大きくなった。バイブレーターおよびくしを用いた繊維配向を制御する打込み方法を適用することにより、配向性が試験体軸方向に強まることで架橋性能が高まり、最大荷重が増加したと考えられる。

図-2 と図-5 を比べると、4 点曲げ試験では、「流込み」と「バイブレーター」および「くし」の最大荷重の差が、切欠き梁の 3 点曲げ試験結果に比べて小さい。切欠き梁の 3 点曲げ試験ではひび割れ発生箇所が限定されるが、4 点曲げ試験では試験体中の弱部、すなわち、繊維の試験体軸方向への配向性が弱い部分においてひび割れが進展すると推測されるため、打込み方法による差異が小さくなったと考えられる。

5. まとめ

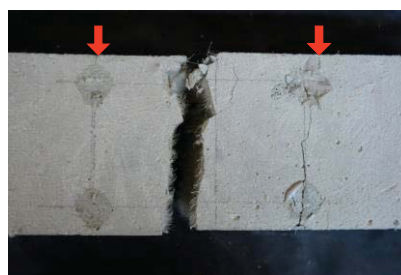
繊維配向を制御する打込み方法を適用した試験体に対して 4 点曲げ試験を行ったところ、繊維配向が試験体軸方向に変化し、最大荷重の向上が確認された。一方、3 点曲げ試験結果に比べ、打込み方法による差異は小さくなった。

参考文献

- 1) 宮口大ほか：繊維配向性を考慮した棒状バイブレーターによる HPFRCC の打込み方法, JCI 年次論文集, Vol.37, No.1, pp.265-270, 2015.7
- 2) 渡邊啓介ほか：繊維配向性を考慮した HPFRCC の新しい打設方法, AIJ 梗概集 (東海), 材料施工, pp.507-508, 2015.9



流込み : N



バイブレーター : V



くし : C

図-4 加力後の試験体

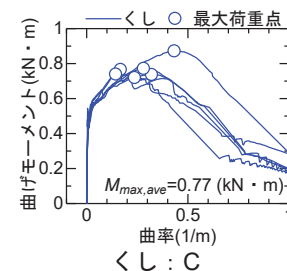
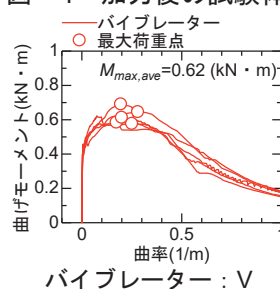
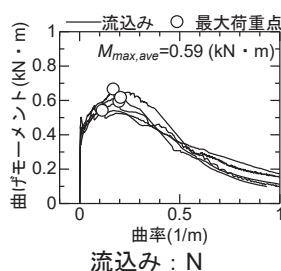


図-5 曲げモーメント-曲率関係