

PVA 繊維を用いた積層型機能性繊維補強セメント複合材料の曲げ断面解析

筑波大学大学院 学生会員 ○山田 恒平

筑波大学 学生会員 古場 匠
筑波大学 正会員 金久保 利之

1. はじめに

本研究では、引張応力の大きい下縁側により多くの繊維を混入させた積層型機能性繊維補強セメント複合材料 (FGRC) の4点曲げ試験を対象として、ファイバーモデルによる断面解析を行い、曲げモーメント-曲率関係 (以降 $M-\phi$ 関係) 及び断面内の応力分布を得、実験結果と比較、考察した。

断面解析の対象とした曲げ供試体の断面は 100mm×100mm 断面で、図1に示すように引張側にはPVA 繊維の架橋則トリリニアモデル¹⁾、圧縮側にはコンクリートの放物線モデルを用いた。架橋則におけるひび割れ幅は、曲げ試験における標点間距離の100mmで除して歪とした。文献1)のトリリニアモデルは繊維混入率2%を対象としているため、繊維混入率1%では引張応力を1/2とした。FGRC 供試体では、図2に示すように層ごとに引張側のモデルを変え、供試体高さ方向の繊維混入率

の違いを表現する。なお、モルタルは引張強度を 4MPa とした軟化モデルとした。文献 1)のモデルパラメータである繊維の配向強さを示す「配向強度 k 」の値を 1~10 まで変化させて解析を行った。

2. 解析結果及び実験結果との比較

2.1 解析結果

繊維混入率 1%, 2%, FGRC 供試体の $M-\phi$ 関係の断面解析結果を、実験結果とともに図3に示す。左のグラ

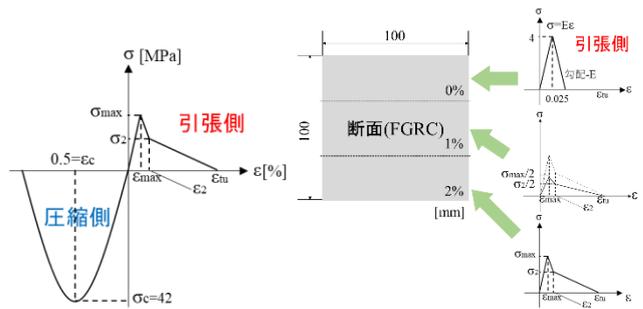


図1 トリリニア-放物線モデル¹⁾ 図2 FGRC のモデル

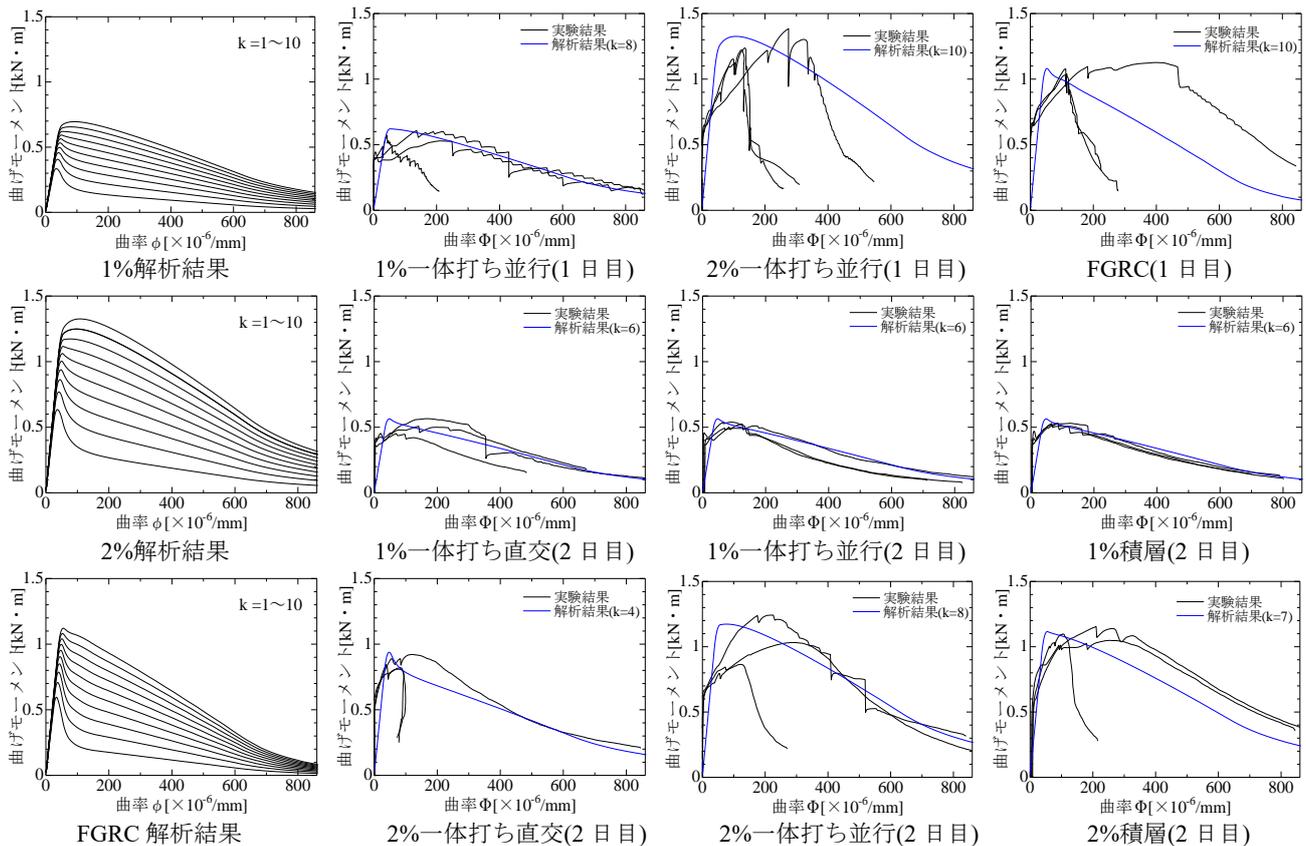


図3 曲げモーメント-曲率関係

キーワード FRCC, 機能性材料, 積層型機能性コンクリート, PVA 繊維, 断面解析, 架橋則

連絡先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学 TEL 029-853-5045

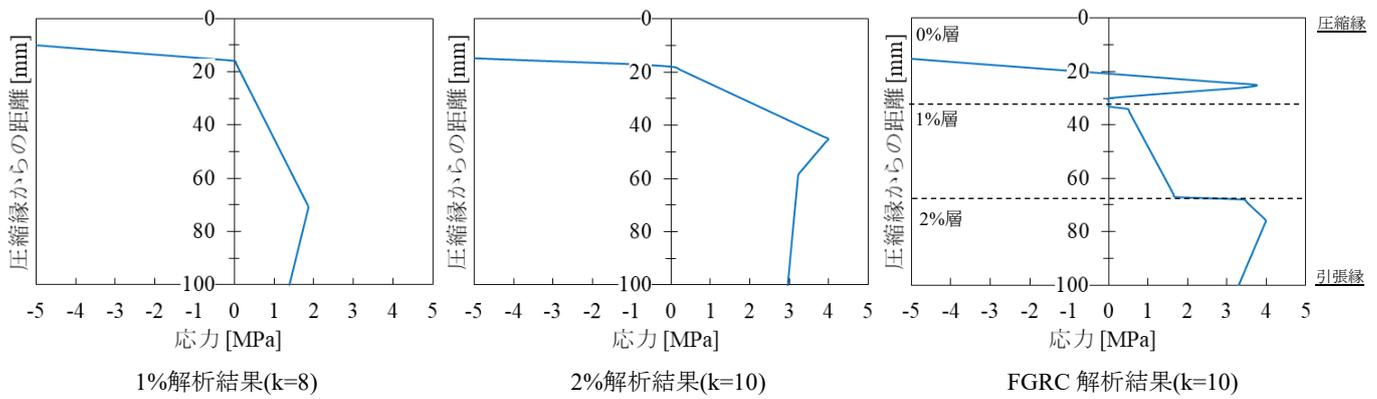


図4 最大曲げモーメント時の応力分布

フは配向強度を変化させた解析結果のみを示している。いずれの解析結果においても最大曲げモーメントまでの勾配にほとんど差はみられない。1%供試体の解析結果は最大値以降緩やかな軟化挙動を示すのに対し、2%供試体では最大値は2倍程度となり、1%供試体よりも軟化勾配が大きいことがわかる。これは1%、2%ともに、架橋則モデルにおける引張応力が0となるひび割れ幅が同じため（繊維長が同じため）と考えられる。FGRC供試体では2%供試体に近い最大値を示し、1%供試体と比べて顕著に最大値が増大したが、軟化域へ移行する曲率が小さいことがわかる。

2.2 実験結果との比較

実験結果と解析結果の比較を図3右側に、最大曲げモーメントの一覧を表1に示す。実験結果と近い挙動を示した配向強度の解析結果を青線で示している。

打設1日目の供試体の実験結果は、繊維混入率の違いによらず $k=8\sim 10$ の解析結果と最大値がおおむね一致している。打設2日目の供試体の実験結果は、繊維混入率の違いによらず並行加力供試体において $k=6\sim 8$ の解析結果とおおむね一致している。一方、直交加力供試体では $k=4$ の解析結果とおおむね一致している。このことから、打設時に型枠底部が繊維配向に与える影響が大きいことがわかる。

2.3 断面内応力分布

図3に示した打設1日目の供試体の解析結果における、最大曲げモーメント時の応力分布を図4に示す。1%供試体では、最大曲げモーメント時に引張縁の応力がトリリニアモデルの第2直線、2%供試体では第3直線に至っている。FGRC供試体ではモデルの第2直線までの範囲であるが、繊維混入率1%層においてモデルのピークに達しておらず、2%層の応力負担が大きいこと

表1 最大曲げモーメント一覧 [kN・m]

(日目)	1%一体打ち並行	2%一体打ち並行	FGRC
実験結果	0.57	1.23	1.08
解析結果	0.62	1.33	1.12
(2日目)	1%一体打ち直交	1%一体打ち並行	1%積層
実験結果	0.51	0.52	0.53
解析結果	0.56	0.56	0.56
(2日目)	2%一体打ち直交	2%一体打ち並行	2%積層
実験結果	0.86	1.04	1.10
解析結果	0.94	1.17	1.12

がわかる。2%層においてモデルが応力軟化域に達すると曲げモーメントも低下するため、 $M-\phi$ 関係の軟化域へ移行する曲率が小さくなると考えられる。

3. まとめ

- (1) 断面解析の結果においても、FGRC供試体の最大曲げモーメントは同繊維混入率の1%供試体と比較して顕著に最大値が増大し、2%供試体と近い最大値を示した。
- (2) 配向強度を変化させた解析結果より、並行加力供試体では $k=6\sim 10$ 、直交加力供試体では $k=4$ の解析結果とおおむね一致し、型枠底部が繊維配向に与える影響が大きいと考えられる。
- (3) FGRC供試体では、繊維混入率1%層において引張応力がピークに達しておらず、2%層の応力負担が大きい。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費基盤研究(A)18H03802による。

参考文献

- 1) Ozu, Y., Miyaguchi, M., Kanakubo, T., Modeling of Bridging Law for PVA Fiber-Reinforced Cementitious Composite Considering Fiber Orientation, Journal of Civil Engineering and Architecture, Vol.12, No.9, pp.651-661, 2018.