

ファイバー混入率をパラメーターとした超高強度 RC 梁部材の曲げ実験

九州大学 学生会員 ○國武 怜
九州大学大学院 正会員 崔 準祐

(株) エスイー 正会員 野澤 忠明
九州大学大学院 正会員 松田 泰治

1. はじめに

近年、施工の省力化やコスト削減のため、超高強度材料を使用した部材の設計事例が増えつつある。部材の断面縮小による死荷重の低減および施工の省力化等が期待されている。しかし、現在の道路橋示方書Ⅲ編¹⁾では、設計基準強度 80MPa 程度まで基準化されているものの、100MPa 以上の超高強度材料に対しては適用範囲外である。

本研究では、超高強度合成繊維補強コンクリート (PVA-UFC) を用いた梁部材の力学的特性評価の一環として、ファイバーの混入率を変化させた曲げ载荷実験を行い、ファイバー混入率が荷重変位関係やひび割れ抑制にどのような影響を及ぼすかについて検討した。

2. 実験概要

本実験で用いた実験供試体の諸元を表-1 に示す。本実験では、補強繊維として PVA 繊維を配合した PVA-UFC と降伏応力が 690N/mm^2 程度の超高強度鉄筋 USD685 を使用した供試体を作製した。ファイバーの混入率を変化させた供試体 3 つ (B-1, B-2, B-3) と、B-3 と同じファイバー混入率で、主鉄筋に降伏応力が 638N/mm^2 程度の USD590 を使用した供試体を作製し、それを B-4 とした。供試体の寸法等は図-1 に示すとおりである。

载荷方法は、梁中央部で 2 点载荷とし、荷重制御により 10kN 刻みで载荷した。計測については、荷重は载荷ジャッキに取り付けたロードセルより、変位は梁中央部および载荷点直下に設置した変位計よりを計測した。変位計の設置位置は図-2 に、実験供試体のセットアップの状況を写真-1 に示す。

3. 実験結果

3.1 荷重-変位関係

実験で得られた荷重変位関係を図-3 に示す。B-1~B-3 の結果より、B-1 (繊維無し) と B-3 (1.7vol%) を比較すると、ひび割れ発生荷重が 1.46 倍、降伏荷重が 1.11 倍となっており、補強繊維が引張応力度の一部を負担したものと考えられる。繊維を 1.7vol% 配合した B-3、B-4 では最大荷重を迎えた後、緩やかな荷重低下が生

表-1 実験供試体の諸元

供試体名		B-1	B-2	B-3	B-4
コンクリート	種類	PVA-UFC			
	繊維混入率 (vol%)	0.0	1.0	1.7	
	圧縮強度 (N/mm^2)	203	180	164	
	ヤング係数 (N/mm^2)	4.88×10^4	4.82×10^4	4.68×10^4	
鉄筋	種類	USD685			USD590
	降伏点 (N/mm^2)	690			638
	破断強度 (N/mm^2)	899			817
	ヤング係数 (N/mm^2)	1.9×10^5			

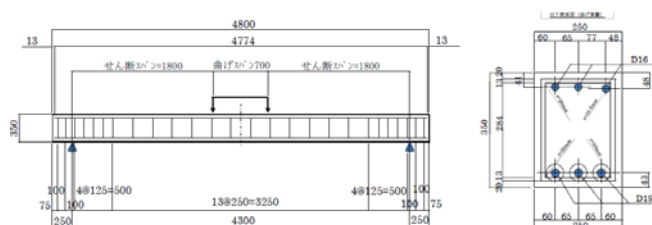


図-1 供試体の図面 (単位: mm)

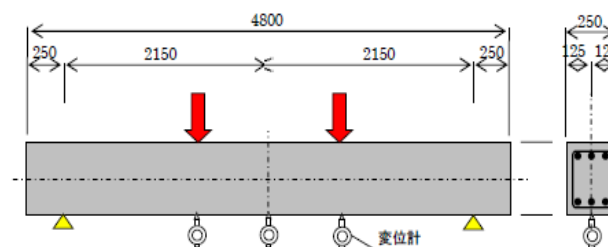


図-2 変位計の設置位置 (単位: mm)



写真-1 実験供試体のセットアップ

じ破壊に至った。このことから、補強繊維混入率が 1.7vol% の場合、一般の RC 部材と同様に最大耐力時を終局と見なした靱性設計が成り立ちそうである。

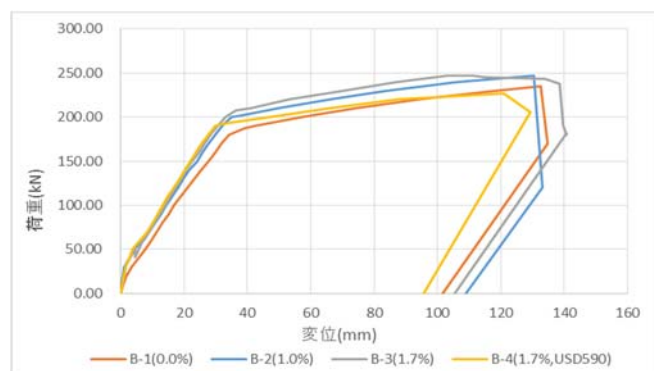


図-3 荷重-変位関係

3.2 ひび割れ形状

各供試体の終局直前のひび割れ図を図-4に示す。ひび割れの形状は、曲げスパンにおいてはファイバー混入率による大きな違いは見られないが、せん断スパンにおいてはせん断ひび割れの傾きが変化することが確認された。ファイバー混入率の変化によって応力の作用方向が変化したことによるものと考えられる。

3.3 ひび割れ本数

図-5は梁全体のひび割れ本数を実験ケースごとに整理したものである。本供試体では主鉄筋の許容引張応力度より80kN~100kNを設計荷重域として想定しているが、この領域を含む全荷重領域において繊維補強によりひび割れ本数が低減されていることがわかった。ただし、B-2とB-3において明確な差がみられず、ファイバーの混入率による明確な差は認められない。

3.4 ひび割れ幅

図-6は最大ひびわれ幅を実験ケースごとに整理したものである。設計荷重域の80kN~100kNにおけるひび割れ幅は、補強繊維がある場合一般的に耐久性上問題ないと判断されているひび割れ幅0.2mm程度であった。また、80kN~100kNにおいてB-3の最大ひび割れ幅を同図から読み取ると0.15mmであり、これは、コンクリート標準示方書²⁾に示される腐食に対するひび割れ幅の限界値($W_a=0.005C=0.165\text{mm}$)よりも小さい。

4. まとめ

本研究により得られた知見を以下にまとめる。

- (1) ファイバーの混入率を上げるほどひび割れ発生荷重および降伏耐力が上昇する。
- (2) ファイバーを混入することでひび割れ本数およびひびわれ幅を抑制することができる。
- (3) ファイバー混入した供試体の場合、設計荷重域においてひび割れ幅が0.2mm程度であり、

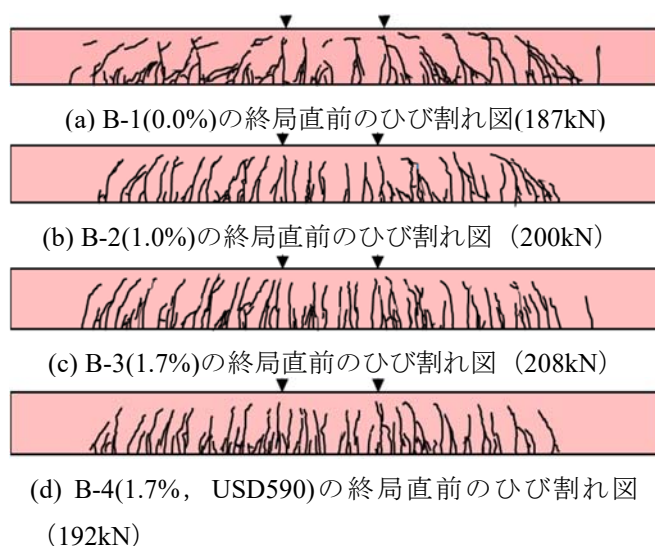


図-4 終局付近でのひび割れ図

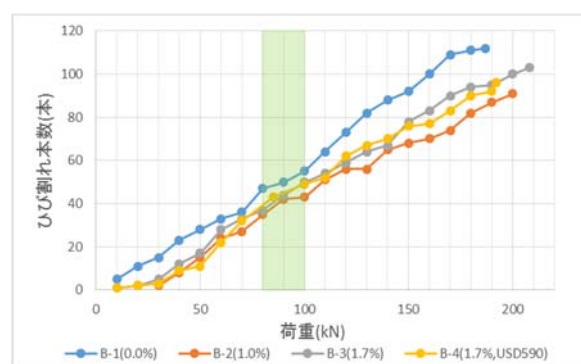


図-5 梁全体ひび割れ本数

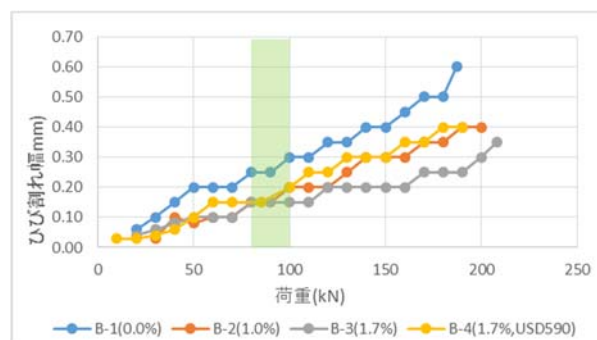


図-6 最大ひびわれ幅の推移

ファイバー混入率1.0~1.7vol%の範囲では耐久性上問題のない範囲にひび割れ幅を抑えることが可能と考えられる。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅲコンクリート橋編，2017
- 2) 土木学会：コンクリート標準示方書（設計編），土木学会，2012