

PVA-UFC 製埋設型枠を用いた RC 梁の曲げ耐荷性能に関する実験的検討

(株) エスイー 正会員 ○小林 裕貴 (株) エスイー 中村 慶一
飛島建設 (株) 正会員 石塚 健一 千葉窯業 (株) 湯浅 憲人

1. はじめに

埋設型枠工法は、型枠脱型の必要がなく、廃材を出さないことから、現場で生産性向上の意識が高まる近年において有用な工法である。そこで著者らは補強繊維として腐食の恐れがない PVA 繊維を使用し、高強度・高耐久という特長を持つ超高強度繊維補強コンクリート（以下、PVA - UFC）を用いて、薄肉・軽量で作業性が良く、かつ、構造物の耐久性向上が見込める埋設型枠の開発を進めている。本研究では、PVA-UFC 製埋設型枠を用いた RC 梁の曲げ載荷試験により、曲げ耐荷性能の基礎的な評価を行った。

2. 試験概要

埋設型枠に用いた PVA-UFC の特性値を表-1¹⁾に示す。本材料は PVA 繊維を 1.7vol% 配合し、水結合材比は 15%、圧縮強度の特性値は 150N/mm² である。埋設型枠の形状は図-1 に示すように有効厚さ 23mm の無筋の版とし、コンクリートとの付着性能を高めるため、表面に高さ 5mm の多数の凸形状を設けた。

本研究では埋設型枠を用いない RC 梁（以下、供試体 A）、および、PVA - UFC 製埋設型枠を圧縮側・引張側の全面に配置した RC 梁（以下、供試体 B）の 2 ケースについて比較検討した。供試体 B の埋設型枠の目地部は、純曲げスパンより外側となる様、中央から 900mm の位置に設け、突合せとした。供試体の諸元、および、構造を表-2、図-2 に示す。

載荷方法は図-2 に示す 4 点曲げ載荷とし、10kN ずつ荷重を増加させる階段載荷とした。各段階において、変位量、鉄筋・コンクリートひずみ、ひび割れ状況を計測し、終局まで載荷を行った。写真 1 に供試体 B の載荷試験状況を示す。

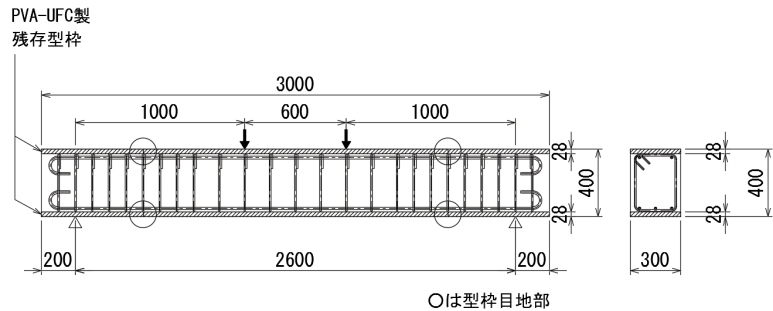


図-2 供試体構造

表-1 PVA-UFC の材料特性値

項目	単位	特性値
単位体積重量	kN/m ³	24.0
圧縮強度	N/mm ²	150
ひび割れ発生強度	N/mm ²	6.8
引張強度	N/mm ²	7.0
弾性係数	N/mm ²	4.6×10 ⁴

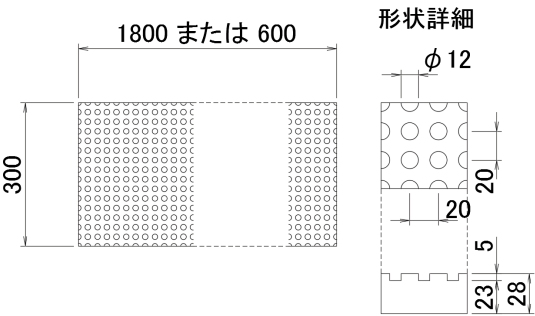


図-1 PVA-UFC 製埋設型枠の形状

表－2 供試体の諸元

形状	長さ 3000mm, 幅 300mm, 高さ 400mm 有効高さ 350mm	
引張側主鉄筋	D16(SD345):3 本 降伏強度 385N/mm ²	
コンクリート 諸元	圧縮強度	38.5N/mm ²
	スランブ	8cm
	骨材最大寸法	20mm
PVA-UFC 諸元	圧縮強度	167N/mm ²
	弾性係数	4.8 × 10 ⁴ N/mm ²



写真 1 供試体載荷試験状況

キーワード：埋設型枠，超高強度繊維補強コンクリート，PVA 繊維，曲げ載荷，耐久性
連絡先：*1 東京都新宿区西新宿 6-5-1 新宿アイランドタワー43 階 TEL (03)3340-5564 FAX (03)3340-5345

3. 試験結果と考察

3.1 試験結果

供試体 A, B ともに, 荷重増加に伴い曲げひび割れが進展し, 引張側主鉄筋の降伏後, 終局に至る曲げ破壊の性状を示した. 終局時においても型枠とコンクリートの界面での剥離やずれは確認されず, 一体性が保たれていた. 写真 2 に破壊時の状況を示す.

図-3 に各供試体の荷重—変位曲線, 表-3 にひび割れ耐力, 鉄筋降伏耐力, および, 最大耐力と, 各段階の曲げモーメントを示す. 供試体 A と比較し, 型枠を設けた供試体 B は, ひび割れ耐力が約 2.5 倍, 最大耐力が約 1.1 倍に向上した. 界面の一体性が保たれていることや, 強度低下がないことから, 少なくとも圧縮側の埋設型枠は構造部材の一部として考慮できると考えられる.

3.2 ひび割れ耐力について

型枠の配置によりひび割れ耐力が向上した理由として, 一般的なコンクリートに比べ, PVA-UFC のひび割れ発生強度が大きいことが挙げられる. 本件で使用したコンクリートの引張強度をコンクリート標準示方書の算定式より推定すると, 約 2.6N/mm^2 である. 一方, PVA-UFC のひび割れ発生強度の特性値は 6.8N/mm^2 であり, 約 2.6 倍大きな値である.

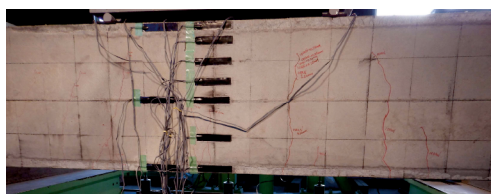


写真 2 破壊時の状況 (供試体 B)

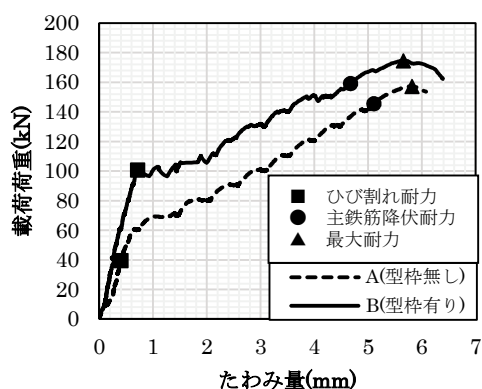


図-3 載荷荷重—変位関係

表-3 曲げ載荷試験結果
(載荷荷重 P(kN), 曲げモーメント M(kN・m))

		A (型枠無し)	B (型枠有り)	B/A
ひび割れ耐力	P(kN)	39.7	101	2.54
	M(kN・m)	19.9	50.5	
主鉄筋降伏耐力	P(kN)	146	159	1.09
	M(kN・m)	73.0	79.5	
最大耐力	P(kN)	157	175	1.11
	M(kN・m)	78.5	87.5	

また, 計算上, 引張側主鉄筋に作用する引張応力度が 180N/mm^2 (160N/mm^2) (道路橋示方書に示される疲労耐久性照査に用いる引張応力度の制限値, 以下括弧内: 水中または地下水位以下での制限値) となる荷重は 66.8kN (59.4kN) であるが, 供試体 B のひび割れ耐力は 101kN であり, 計算値の約 1.5 (1.7) 倍と十分大きな値である. したがって, 型枠の目地位置を考慮する事でひび割れを抑制でき, RC 部材の耐久性を大幅に向上できるものと考えられる.

3.3 最大耐力について

ひび割れ発生後における中立軸位置をスパン中央における圧縮縁のコンクリートひずみと引張側の主鉄筋ひずみを直線で結び推定したところ, 型枠を設けた供試体 B の方が圧縮・引張ともにひずみが小さく, また, 中立軸が圧縮端に近い位置にあることが分かった. 例として図-4 に 140kN 載荷時における各供試体の中立軸の推定位置を示す. 一般的なコンクリートと比較し, PVA-UFC のヤング係数は 2 倍程度大きいことから, 圧縮側の PVA-UFC が抵抗することで, 変形が抑えられ, 最大耐力が向上したものと推察される.

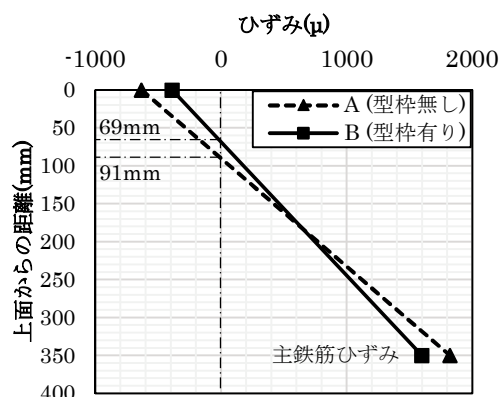


図-4 中立軸位置

4. まとめ

本試験の範囲内で得られた知見を以下にまとめる.

- 1) PVA-UFC を埋設型枠に用いる場合, 表面に凸形状を設けることで終局時までコンクリートとの一体性が保たれるため, 耐久性の高い PVA-UFC が表面に配されることにより, 部材の長寿命化が期待できる. また, 圧縮側の型枠は構造部材として見込むことができる.
- 2) PVA-UFC 製埋設型枠を用いることでひび割れ耐力が向上し, 耐久性の向上が期待できる.
- 3) 最大耐力の向上にも繋がる可能性があり, 今後検討を進める.

参考文献

- 1) 濱口, 前田, 東山, 松井: PVA 繊維を用いた超高強度繊維補強コンクリートの材料特性, コンクリート工学年次論文集, Vol37, No1, pp295-300, 2015