

超高強度繊維補強コンクリートとコンクリートの合成構造部材の曲げ挙動に関する研究

鹿島建設(株)

正会員 ○一宮利通 平 陽兵 河野哲也

1. はじめに

超高強度繊維補強コンクリート（UFC）¹⁾の高い圧縮強度と引張強度を活用することにより、構造物の軽量化や長スパン化などが可能となる。しかし、UFCの材料コストは通常のコンクリートと比較して高いため、従来構造では実現が困難な場合や軽量化によってトータルコストを低減できる場合など、UFCを適用するメリットが得られる条件が限られているのが現状である。UFCを有効に利用する方法として、UFCの高い引張強度を活かしてUFC製プレキャスト版（UFC版）を埋設型枠としてコンクリートを施工し、UFCを引張抵抗材とする構造が考えられる²⁾。さらに、UFC版にプレストレスを導入して、その引張抵抗性を高めることで、効果的にUFCを活用した合成構造となることが考えられる。本研究では、UFC版とコンクリートの合成構造の曲げ挙動をはり部材に対する曲げ実験により確認し、耐力評価手法について検討した。

2. 実験概要

試験体の概要を図-1に、試験体を構成する材料の諸元を表-1に示す。試験体はUFC版のプレストレスの有無をパラメータとした2体とした。コンクリートと接するUFC版の面には、M-1では深さ9mmのせん断キー、M-2では深さ4mmのエアキャップでくぼみを設けた。プレテンション方式でプレストレスを導入した試験体M-2は曲げ耐力が大きくなるため、せん断破壊が先行しないようにUFC版にリブを設けてせん断耐力を高めた。両試験体のUFC版は、UFCの打込み後に1日封緘養生した後、85°Cで24時間、二次養生を行った。試験体M-2では、二次養生の直前にプレストレスを導入した。荷重は、試験体M-1、M-2とも単純支持した試験体に対する2点荷重とし、単調に荷重を増加させた。荷重開始から終了まで、荷重荷重をロードセルにより、試験体中央のたわみを変位計により、試験体中央におけるPC鋼材のひずみをひずみゲージにより計測した。

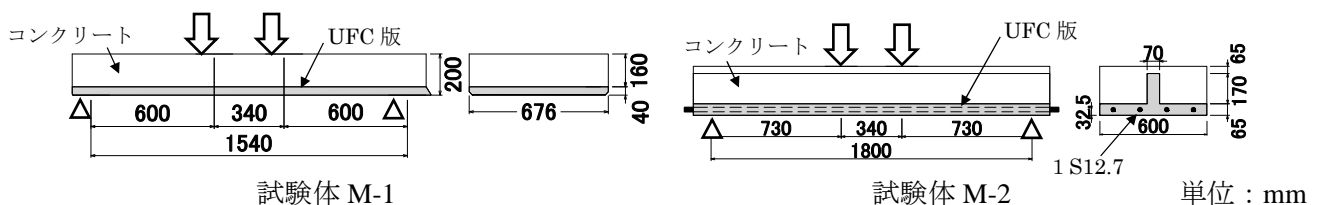


図-1 試験体の概要

表-1 試験体を構成する材料の諸元（材料試験結果一覧）

試験体		補強鋼材(SWPR7BL)		UFC		コンクリート		
No.	構造	配置	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)
M-1	RC	-	-	-	231	11.1	21.0	2.4
M-2	PC	1S12.7×4本	1783	1955	201	12.1	31.6	3.0

3. 実験結果

試験体M-1の実験結果を図-2に示す。荷重78kNでコンクリートにひび割れが、85kNでUFCにひび割れが発生した。その後、UFCに無数の微細なひび割れが生じながら変形が進行した。最大荷重148kNに達した後、1本のひび割れの幅が増加して徐々に荷重が低下した。破壊モードは、UFC版の引張破壊による曲げ破壊と考えられる。写真-1に示すようにコンクリートには約100mmピッチでひび割れが生じており、UFC版とコンクリートの一体性は良好であったと考えられる。

図-2には、平面保持を仮定したファイバーモデルによる解析結果も併せて示す。コンクリートの応力ひず

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート、プレキャスト版、合成構造、曲げ

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL042-485-1111

み曲線は、土木学会コンクリート標準示方書³⁾に準拠して圧縮側は二次曲線と直線で、引張側は引張強度に達すると応力伝達が0となる直線でモデル化した。UFCの応力ひずみ曲線は、土木学会の指針¹⁾に準拠して圧縮側はバイリニアで、引張側はトリリニアでモデル化した。各モデルには、表-1に示す材料強度試験結果を適用し、安全係数は1.0とした。実験と解析を比較すると、実験の方が変形性能は大きいものの、たわみが4mmまでは挙動を再現できており、最大曲げ耐力も評価できていることがわかる。

試験体 M-2 の実験結果を図-3に示す。荷重 188kN でコンクリートにひび割れが、285kN で UFC にひび割れが発生した。その後、試験体 M-1 と同様に UFC に無数の微細なひび割れが生じながら変形が進行し、荷重 582kN において剛性が若干低下する傾向が確認された。図-4に示すように荷重 582kN 付近における PC 鋼材の引張ひずみの増分は 3700μ に達しており、載荷前のひずみが 5500μ 程度であったことを考慮すると、同時点で PC 鋼材が降伏したと推定される。その後も荷重は漸増し、最大荷重 639kN に達した後、写真-2に示すようにコンクリート部の斜めひび割れを起点として、UFC とのずれが大きくなり、徐々に荷重が低下した。破壊モードは曲げ降伏後のせん断破壊と考えられる。

図-3には、試験体 M-1 と同様にファイバーモデルによる解析結果も併せて示す。PC 鋼材はコンクリート標準示方書に準拠してトリリニアでモデル化した。実験と解析を比較すると、試験体 M-1 と同様、実験の方が変形性能は大きいものの最大曲げ耐力については評価できているといえる。ただし、荷重 400kN 以降の剛性については、実験との乖離が生じている。これは、UFC 版とコンクリートの界面におけるずれの影響が、400kN 以降で大きくなったためであると考えられる。

4. おわりに

今後、剛性や変形性能に影響する UFC とコンクリートとの一体性や、せん断特性に関する検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)，2004.9
- 2) 川口哲生，森香奈子，河野克哉，田中敏嗣：収縮低減剤を添加した UFC と普通コンクリートの複合 RC はりに関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.33 No.2，pp1273-1278，2011
- 3) 土木学会：コンクリート標準示方書【設計編】，2017.12

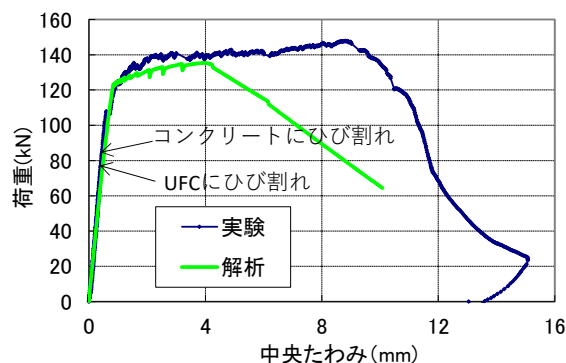


図-2 試験体 M-1 の荷重-中央たわみ関係

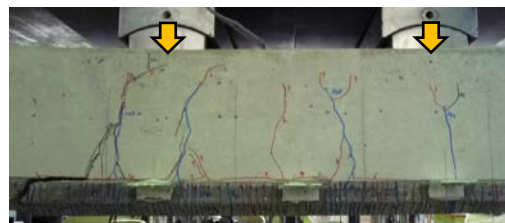


写真-1 実験終了後の試験体 M-1

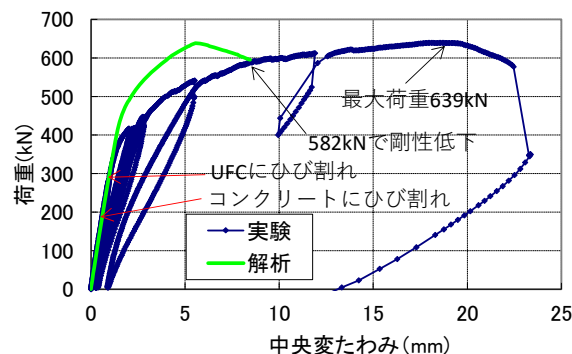


図-3 試験体 M-2 の荷重-中央たわみ関係

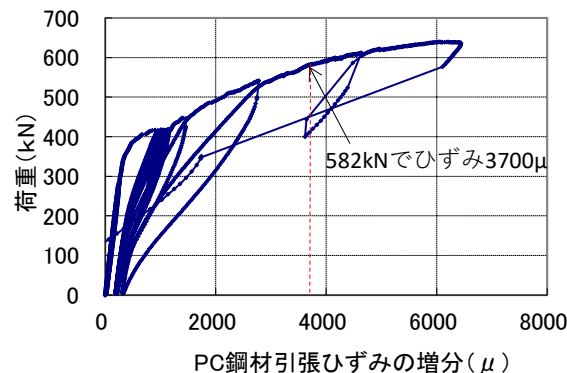


図-4 試験体 M-2 の荷重-PC 鋼材ひずみ関係

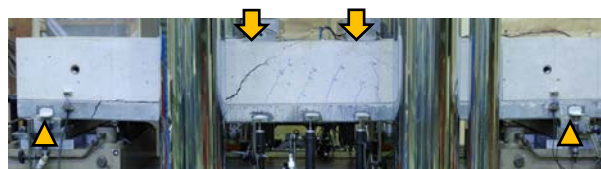


写真-2 実験終了後の試験体 M-2