

鉄筋定着部補強を考慮した UFC パネル接着によるせん断補強効果の検討

神戸大学大学院 学生員 ○河野 史弥 神戸大学大学院 正会員 森川 英典
 神戸大学大学院 学生員 王 健 神戸大学大学院 正会員 中西 智美
 太平洋セメント(株) 正会員 川口 哲生

1. はじめに

既設 RCT 桁橋においては、当時の設計荷重が低いことに加えて、車両の大型化、交通量増大により、特に桁端部でせん断ひび割れが生じる損傷事例がある。また、施工時の初期欠陥や供用期間中の著しい劣化を有する構造物も存在し、せん断破壊の先行が懸念されている。それらの構造物に対するせん断補強工法として、高強度、高靱性、高耐久性といった特徴を有した超高強度繊維補強コンクリート(以下、UFC)パネル接着によるせん断補強工法の研究が進められている。過去の研究¹⁾においては、実験レベルの小型供試体を用いて補強効果の検討が行われてきたが、本研究では、より実橋梁に近い条件でせん断補強効果の検討を行うために、大型の供試体を作製した。

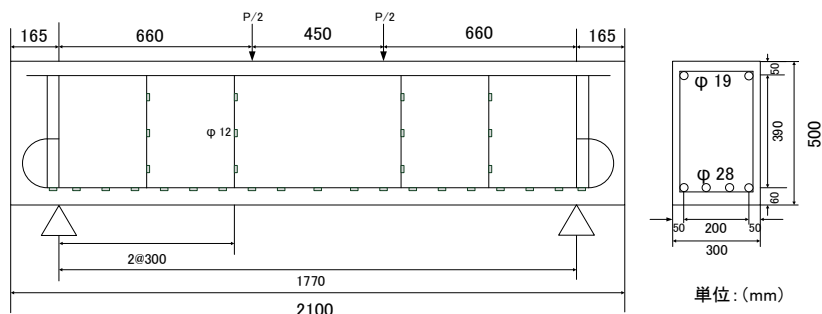


図-1 供試体形状図およびひずみゲージ貼付け位置

表-1 供試体一覧

供試体名	コンクリート強度 (N/mm ²)	UFC接着	UFCパネル厚 (mm)
N	24	×	—
U14		○	14
U28		○	28

供試体形状図およびひずみゲージ貼付け位置を図-1 に、供試体一覧を表-1 に示す。供試体は幅 300mm、高さ 500mm、有効高さ 440mm の矩形断面を持つ全長 2100mm、載荷スパン 1770mm の RC 部材とした。配筋は圧縮鉄筋に $\phi 19$ を 2 本、引張鉄筋に $\phi 28$ を 4 本、スターラップには $\phi 12$ を用い 300mm 間隔で配置した。UFC パネル貼付け位置は図-2 に示す通りであり、供試体 1 体あたり 4 枚で、せん断スパンと定着部全体を補強する形となる。せん断スパン比は 1.5 とし、UFC パネルの厚さは 14mm と 28mm の 2 種類を用意した。

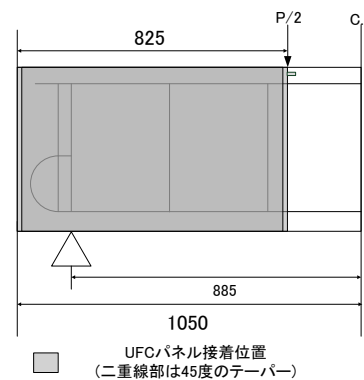


図-2 パネル貼付け位置

3. 実験結果および考察

載荷試験結果を表-2 に示す。基準供試体 N に比べ、パネルを接着することにより、供試体 U14 では最大荷重に 1.45 倍の補強効果、初期剛性に 1.23 倍の補強効果を得られ、破壊形式は斜め引張破壊からせん断圧縮破壊に変化した。供試体 U28 では、最大荷重に 1.52 倍の補強効果、初期剛性に 1.66 倍の補強効果と、U14 よりも大きな補強効果を得られ、破壊形式は曲げ破壊に変化し、せん断破壊を抑制することができた。

表-2 載荷試験結果

供試体名	コンクリート 強度 (N/mm ²)	実験値 (kN)		計算値 (kN)			100kN初期剛性			破壊形式
		最大荷重 P_{max}	基準供試体 に対する補強効果	曲げ耐力	母材 せん断耐力	UFC耐力	耐力力合計 P_{cal}	(kN/mm)	基準供試体 に対する補強効果	
N	24	763.1	—	966.5	747.6	—	747.6	524.8	—	斜め引張破壊
U14		1109.2	1.45			369.7	1117.3	643.1	1.23	せん断圧縮破壊
U28		1161.4	1.52			739.4	1487.0	869.6	1.66	曲げ破壊

キーワード せん断補強, 超高強度繊維補強コンクリート (UFC), RC はり部材, 鉄筋定着部補強

連絡先 〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学大学院工学研究科 TEL 078-803-6027

補強供試体のせん断耐荷力を母材せん断耐荷力と UFC パネルのせん断耐荷力の合計と仮定し、耐荷力計算を行った。母材耐荷力には示方書ディープビーム式を、UFC パネル耐荷力には土木学会指針式²⁾を用いた。基準供試体 N と供試体 U14 の計算値は、実験値にかなり近い値を示しているの、計算は妥当であると考えられる。供試体 U28 に関しては、曲げ破壊であるため、せん断耐荷力計算値との比較評価はできない。

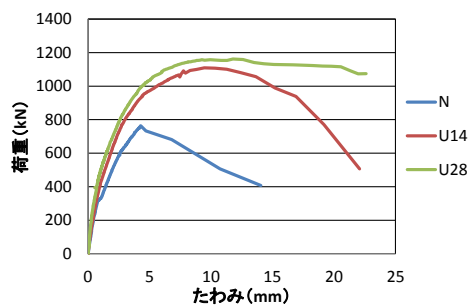


図-3 荷重-たわみ関係

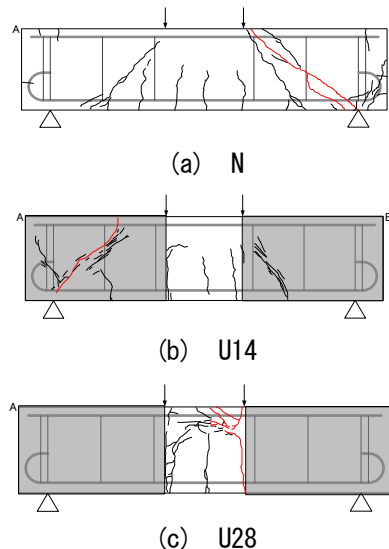
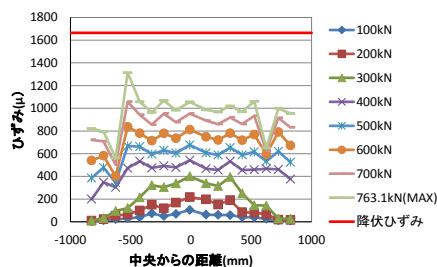
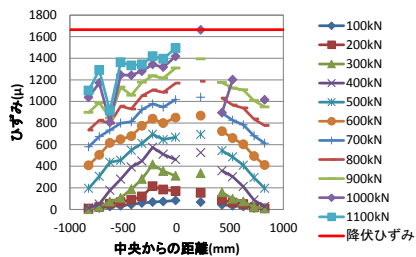


図-4 ひび割れ性状

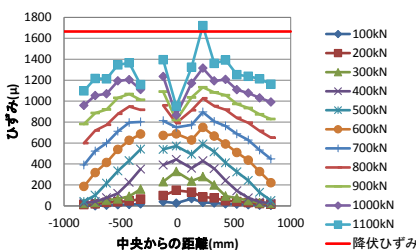
図-3 に荷重-たわみ関係を示す。基準供試体 N は、最大荷重到達後、急激に荷重が低下する非常に脆性的な挙動となっている。補強供試体は両者ともに基準供試体 N の脆性的な挙動を改善し、最大荷重到達後にゆっくり荷重が低下する延性的な挙動となっており、供試体 U28 の方がその傾向が強い。図-4 にひび割れ性状を示す。赤線は支配的なせん断ひび割れを示している。基準供試体 N では、曲げせん断ひび割れから伸びる付着ひび割れや、定着部ひび割れが見られるが、最終的には最大荷重到達後、急激に斜めひび割れが発生したと同時に終局に至った。補強供試体である U14 では、パネル上にせん断ひび割れが発生し、最大荷重到達後は、赤線で示すせん断ひび割れがパネル上部から発生し終局に至った。ここで、UFC パネルの鋼繊維が架橋することにより、ひび割れの開口に抵抗したことが、せん断破壊にも関わらず脆性的な挙動を改善した要因であると考えられる。供試体 U28 では、パネル上にひび割れが入らず、曲げ破壊で終局に至った。パネル除去後の母材にもせん断ひび割れは見られなかったことから、供試体 U28 はせん断ひび割れを完全に抑制していることが考えられる。図-5 に引張鉄筋ひずみ分布を示す。基準供試体 N は、300kN～400kN で端部のすべりが発生している。それに対して、補強供試体は両者ともその端部のすべりを抑えることができていた。また供試体 U28 は、全体的にひずみが基準供試体 N と供試体 U14 よりも抑えられており、端部のすべりも U14 よりも発生荷重段階が遅くなっている。このことから、UFC パネル接着によって定着部が補強されていることがうかがえ、パネル厚が大きいと補強効果が高くなると考えられる。



(a) N



(b) U14



(c) U28

図-5 引張鉄筋ひずみ分布

4. まとめ

せん断破壊先行型の大型供試体に対して UFC パネル補強を行うことにより、最大荷重、初期剛性に補強効果が得られ、パネル厚が大きい方が、補強効果が高いことが分かった。また、せん断耐荷力は、土木学会示方書式と指針式を組み合わせ、算定することができることを確認した。

【参考文献】

- 1) 王, 河野, 森川, 川口: 低せん断スパン比を有する RC はりに対する UFC パネル接着補強に関する研究, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, Vol.13, pp.389-396, 2013.11.
- 2) 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.