

CFRP ロッドを用いたプレテンション梁の曲げ耐荷挙動

三井住友建設（株）技術開発本部 R&D センター 正会員 ○篠崎裕生

西日本高速道路（株）構造技術課 福田泰樹

三井住友建設（株）土木本部構造開発技術室 正会員 永元直樹

1. はじめに

橋梁の維持管理時の負担低減や第三者被害の抑制などを目的として、超高耐久橋梁（Dura シリーズ）が実用化されている^{1),2)}。Dura シリーズは、鉄筋やPC 鋼材を使用せず、繊維補強コンクリートとアラミド繊維ロッド（以下、AFRP）緊張材を組み合わせることで、鋼材腐食の問題を解消している。今後、同様な高耐久橋梁構造が普及していくと考えられるが、その場合は AFRP だけではなく、同様に腐食の心配がない炭素繊維ロッド（以下、CFRP）の使用も考えられる。一方、CFRP は AFRP と比較して引張強度は同程度であるが静弾性係数が約 3 倍大きく、破断伸び（CFRP：1.6%、AFRP：3.6%）が小さいため、それぞれを用いた部材の終局時の変形性能に差異が生じることが考えられる。

そこで、Dura シリーズで用いる設計基準強度 80MPa の繊維補強コンクリートを用いて、まず AFRP と CFRP をプレテンション緊張材として用いた場合の付着伝達長を比較検討した。次に、終局時の変形性能を比較検討するため、AFRP と CFRP を用いたプレテンション梁を製作し、その曲げ載荷試験を実施した。

検討対象として、CFRP は $\phi 15.2\text{mm}$ のより線タイプ（素線は 7 本）を用いた。また、比較する AFRP は、破断強度がほぼ同じとなる $\phi 7.4\text{mm}$ ロッド×4 本束ねを使用した。図-1 に各ロッドの外形を示す。

2. 付着伝達長確認試験

(1) 試験概要

断面中央に、緊張材を 1 本（AFRP は 4 本束ね）配置した図-2 の試験体をプレテンション方式で製作した。そして、緊張材に平行に配置した鉄筋に貼り付けたひずみゲージの緊張力導入前後の値の変化から付着伝達長を推定した。緊張力は $0.7f_{pu}$ （ f_{pu} は破断強度）とした。

CFRP 試験体のみ、ポストテンション方式で無収縮モルタルを充填して定着したものを追加した。モルタル強度は導入時に圧縮強度 58.8MPa(-Low)と 100MPa(-High)の 2 種とした。コンクリートは、60MPa の圧縮強度の発現を確



図-1 各ロッドの外形

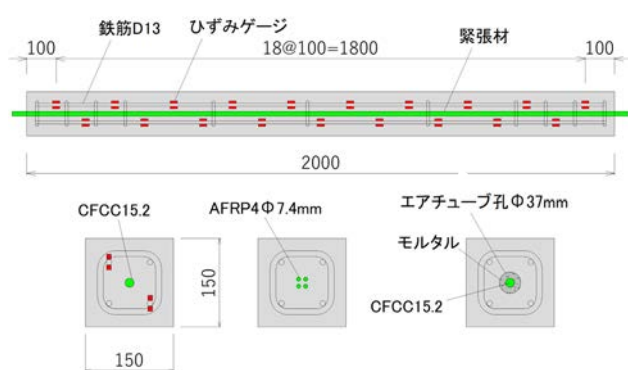


図-2 付着伝達長確認試験体形状寸法とひずみ計測位置

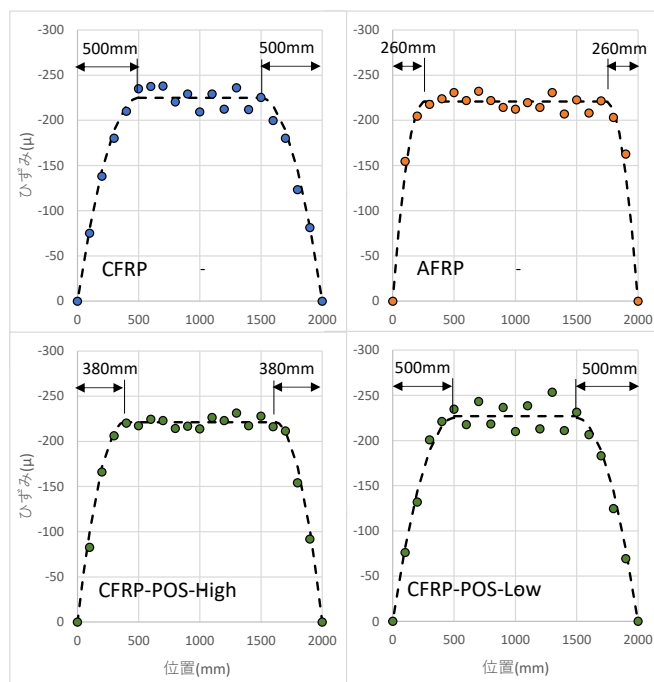


図-3 付着伝達長試験ひずみ分布

キーワード：CFRP ロッド、AFRP ロッド、付着伝達長、プレテンション梁
連絡先：〒270-0132 千葉県流山市駒木 518-1 TEL04-7140-5200, FAX04-7140-5020

認した後プレストレスを導入した。

(2)試験結果

図-3 に、緊張力導入直後のひずみ分布と、両端部を2次放物線で近似して求めた付着伝達長を示す。図より、CFRPの付着伝達長は約500mm、AFRPは250～260mmであった。AFRPの方が短い理由は、外径が小さいロッドを隙間を空けて4本束ねているため、今回の試験結果を公称直径(CFRP:13.6mm, AFRP(1本):7.88mm)で除して付着伝達長の外径比を計算すると、CFRPは36.8倍、AFRPが32.4倍とほぼ同等になる。

付着伝達長は、いずれも普通コンクリート強度での規格値(CFRP:580mm, AFRP:300mm)よりも小さくなった。これは、コンクリート強度の影響と考えられる。一方、ポストテンション試験体は、モルタル強度が大きい場合380mm、小さい場合500mmとなり、付着伝達長に影響することが分かったが、いずれも規格値は満足していた。

3. プレテンション梁の曲げ試験

(1)試験概要

図-4 に示すように、緊張材を上下2本配置したプレテンション梁試験体を製作して曲げ載荷試験を実施した。緊張力は、実構造物における導入圧縮応力度を参考に、上側が0.3fpu、下側は0.5fpuとした。試験時のコンクリート圧縮強度は、約100MPaであった。

(2)試験結果

図-5 に試験体の梁中央変位と荷重の関係を、図-6 にひび割れ状況を示す。両者とも載荷荷重100kNを超えたところで桁下縁に曲げひび割れが発生し、CFRPは218kN(変位41mm)で素線の1本が破断、AFRPは217kN(変位52mm)において4本すべて破断した。最大荷重は、コンクリートの引張抵抗を無視した計算値(CFRP:154kN, AFRP:156kN)をいずれも上回っていた。

材料破断時の変位は、CFRP試験体がAFRP試験体の8割弱となり、両者の伸び性能の規格値(CFRP:1.6%, AFRP:3.6%)程の差異は生じなかった。これは、CFRPの方が付着特性が小さく、終局時に破壊面近傍の付着切れの範囲が広がったためと考えられる。

図-7 は、ひび割れ発生前の断面のひずみ分布である。両試験体ともひずみの平面保持が成り立っていた。

4. まとめ

CFRPの付着伝達長はAFRPの2倍程度であることが分かった。CFRPを用いたプレテンション梁の終局時変形性能は、AFRPよりも2割程度小さくなったが、素線が段階

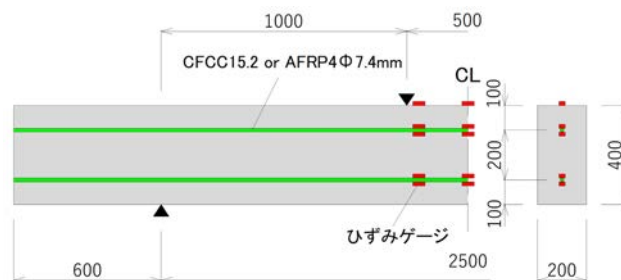


図-4 プレテンション梁形状寸法とひずみ計測位置

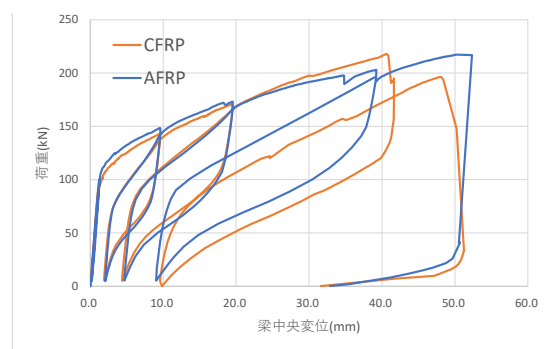


図-5 梁中央変位と荷重の関係

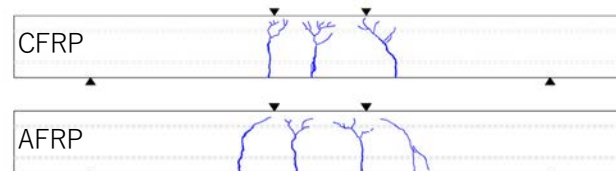


図-6 ひび割れ

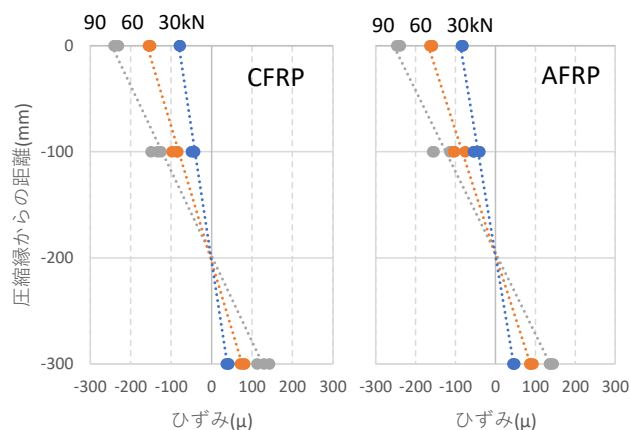


図-7 断面ひずみ分布

的に破断するため脆性的な破壊を示すことはなかった。

参考文献

- Y. Matsuo, Y. Wada, T. Fujioka, N. Nagamoto : Construction of Non-Metal Bridge, Proceedings of the fib Symposium 2021, pp163-172, 2021.6
- H. Uchibori, Chamila K. Rankoth, Y. Matsuo, Y. Kido : Development and Application of Ultra-High Durable Slab for Deck Slab Renewal, Proceedings of the fib Symposium 2022, 2022.6