

V-134 炭素繊維FRP材料を使用したノンメタルPC人道橋

（その1） 人道橋の製造と施工

船橋市役所

半沢 茂

小林 一彦

日本コンクリート工業 正会員

丸山 武彦

小林 英博

日本コンクリート工業 正会員

関口 晃吉

1. はじめに

軽くて強く錆びないという大きな特長を有する新素材繊維を一方向に並べ、樹脂をバインダーとして収束したFRP材料をコンクリート補強材として利用することに対する関心は非常に大きなものがある。現在、建設分野で利用できる新素材として研究が進んでいるものは、炭素繊維、アラミド繊維、ガラス繊維などであり、いずれも高い引張強度を有し、降伏点のない完全弾性体と考えることができる。

本報告は、これらの繊維のうち、耐久性に関しての不安が少なく、強度特性のデータが比較的多く、また設計において素材の弱点に対する対応がしやすいと考えられる炭素繊維を用いたFRP（以下CFRPとよぶ）材料を、プレテンション・プレストレストコンクリート構造の緊張材、配力筋、スターラップとして全面的に使用した、ノンメタル材料補強によるPC人道橋の製造と施工について紹介する。

2. PC人道橋の概要

プレストレスト構造の人道橋は図-1に示すように、全幅員2.5m、有効幅員2.0m、全長8.0mの一体構造のプレキャスト工場製品であり、原設計はPC鋼材を使用するポストテンション方式床版橋であった。本橋は海岸線からの距離がある都市河川に架設するものであるから、塩害対策橋として建設された新宮橋¹⁾のように、FRPロッドを使用する特定目的を必ずしも必要とするものではないが、コンクリート補強用新素材の実用化実績を積み上からも敢えて採用に踏み切ったものである。この人道橋の特徴は、CFRP材料を緊張材、配力筋、スターラップとして全面的に使用したノンメタルの補強方法であること、一体構造のプレキャスト・プレストレスト構造の工場製品であること、周辺住宅地の都市空間との美観的調和を考慮して地覆・歩道面に擬木化粧仕上げを施している点などである。

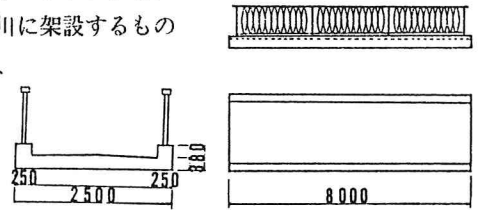


図-1 PC人道橋一般図

3. 使用材料

1) 緊張材 緊張材として使用したCFRP材料は、呼び径12.5mmの7本よりのストランドタイプ（写真-1）である。ストランド両端の定着部は、鋼管中空部にストランドを挿入しエポキシ樹脂を注入硬化させたもので、鋼管表面にネジ加工を行っている。このネジ式定着方法の定着効率率はほぼ100%である。

2) 配力筋・スターラップ 呼び径6mmのCFRPロッドを配力筋として使用した。スターラップは、このロッドをプリブレッグ状態で曲げ加工を行い、熱硬化させたものである。

3) コンクリート コンクリートのスランプは 8 ± 2 cm、設計基準強度は 500 kgf/cm^2 とし、製品と同一養生を行った供試体のプレストレス導入時の圧縮強度は 512 kgf/cm^2 、材令28日では 613 kgf/cm^2 であった。

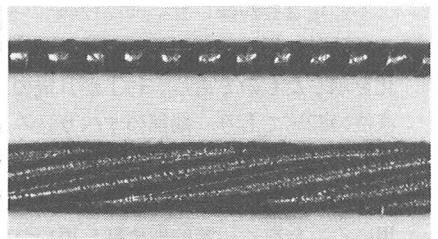


写真-1 CFRP材料

4. 施工方法

CFRP~PC人道橋の製造と施工について、写真を用いて以下に説明する。

①CFRP補強材の組み立て：（写真-2、3） 配力筋用の直径6mmCFRPロッドはドラム巻き荷姿で納入されたものをグラインダーで所定の寸法に切断し、FRP工場で曲げ加工されたスターラップと共に垂

鉛メッキ結束線を用いて組み立てた。また、同じくドラム巻きで入荷した緊張用の12.5mmCFRPストランドは、ストランド両端に取り付けたネジ式定着部を用いて緊張架台の反力板に仮止めした。なお、焼き杉の擬木模様は、ゴム製のマットを型枠に張り付ける事によって製作した。

②CFRPストランドの緊張：（写真4） センターホールジャッキを用いる緊張作業は、ストランド端部のネジ部にカップラーを装着して1本毎に緊張する片引きとし、荷重管理にはロードセルを使用した。CFRPストランドの定着には定着用台座とナットを併用するネジ式とした。

③コンクリートの打設および養生： コンクリートのスランプは8cmとし、棒型バイブレーターで締固め、定着部を除いて約40℃2日間の蒸気養生を行った。定着部の加温を避け、養生温度の上限を設けた理由は、ストランド定着部およびFRPマトリクスに使用されている樹脂の熱的影響を最小限に抑えるためである。

④プレストレスの導入： コンクリートが所定の強度に達したことを確認した後、緊張架台の反力装置に2台の油圧ジャッキをセットし、CFRPストランドを約1mm引張り、反力台の荷重保持ストッパーを取り外してから、ジャッキを徐々に緩めて36本の緊張材のプレストレスが同時に導入される方法を用いた。コンクリート表面の化粧仕上げは、着色材を用いて最終色合わせを行った後表面保護シーラーを塗布した。

⑤載荷試験： 材令14日において、設計曲げモーメントまでの載荷試験を行った結果、本報告（その2）に示すように計算値と実験値はよく一致していることが確認された。

⑥架設：（写真-5、6） 工場において一体構造で製作されたPC人道橋は、クレーン車を用いて所定のアバットに設置された後、高欄を取り付けて完成した。

6. おわりに

コンクリート構造物の補強材料として鉄系材料を一切使用せず、CFRP材料のみを用いた例は初めてである。本橋の実施例が、建設分野におけるFRP材料の利用の参考になれば幸いである。設計および施工に当たってはFRP緊張材研究会の多大な協力を得た。ここに厚くお礼を申し上げる。

<参考文献>

- 1) 葛葉、山下： 国内初の炭素繊維PC橋—新宮橋—、橋梁、1988.10

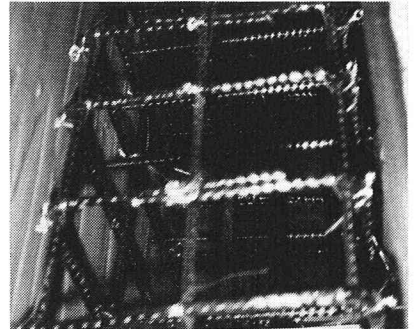


写真-2 CFRPの組み立て

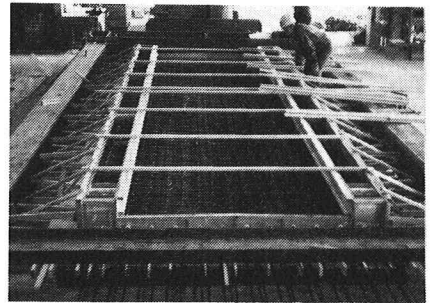


写真-3 配筋状況

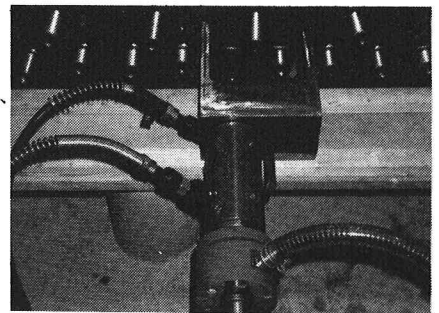


写真-4 緊張作業

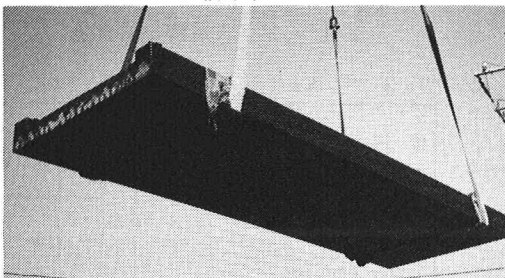


写真-5 架設状況



写真-6 完成