

炭素繊維プレート緊張材を用いた「町浦橋」の補強

ドーピー建設工業 (株) 東京支店 技術部 正会員 ○ 佐藤 信也
 長野県佐久建設事務所 維持管理チーム 維持ユニット 小橋 茂和
 木下建工 (株) 本社 営業部 小金澤豊秋
 ドーピー建設工業 (株) 東京本社 技術部 正会員 高橋 輝光

1. はじめに

本工事は長野県佐久市内の浅科村付近 (御牧原蓬田線) に位置する町浦橋の橋梁修繕工事である。

町浦橋は浅科村付近の布施川に架橋されており、供用後 30 年が経過した RC 単純中空床版橋である。

本橋は、市道 44 号線にアクセスするのに使用する橋梁で、近年の交通量の増加に対応し、幅員の拡幅が必要となり、舗装および橋面荷重の増加に伴う死荷重補強の実施が計画された。事前調査を行った結果、下床版に橋軸直角方向のひび割れや漏水が、多数発生していることがわかった。

さらに、交通車両による主桁のたわみも大きく、剛性低下が明らかであったため、耐荷力を向上するとともに、ひび割れを抑制して主桁剛性を改善する必要があった。

その場合、プレストレス導入工法の適用が妥当であると考えられるが、工法の選定に当たり①桁下の河川条件に与える影響が小さい②緊張材の定着部に補強が不要である③施工時の車線規制を伴わない④下面からのみで補強可能な方法である⑤新設より費用対効果が高い補強工法であるという条件が望まれた。

そこで、炭素繊維プレートを緊張して、部材コンクリートに定着し、プレストレスを導入する補強工法 (以下、炭素繊維プレート緊張工法と称す) を採用した。本工事では、図-1 の上部工補強一般図に示すように、新しく開発した高耐力 (360kN) 型の炭素繊維プレートを偏向定着システムにより RC 構造では初の 2 層配置として主桁下面に 6+6=12 本配置した。

なお本工事では予算の関係から 1 層目補強工事 (1 期施工)、と 2 層目補強工事 (2 期施工) に分けて施工を行った。

本稿では、新しく開発した高耐力 (360kN) 型炭素繊維プレート緊張工法の概要と施工について報告する。



写真-1 炭素繊維プレートの設置状況

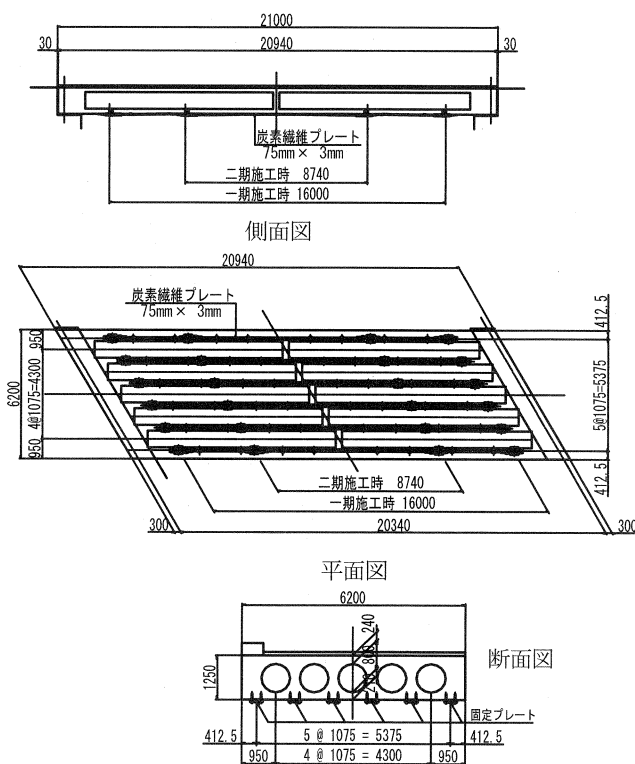
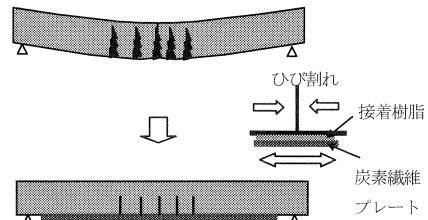


図-1 上部工補強一般図

2. 橋梁概要

工事名 : 県単道路橋梁維持(橋梁修繕)工事
 発注者 : 長野県 佐久建設事務所
 構造形式: RC 単純中空床版橋
 橋 長 : 21.000m
 支 間 : 20.340m
 有効幅員: 5.000m
 活荷重 : TL-14



3. 高耐力 (360kN) 型炭素繊維プレート緊張工法の概要

1) 概 要

炭素繊維プレート緊張工法による補強概念を 図-2 に示す。

図-2 補強作用のメカニズム

本工法には、標準 (240kN) 型 [断面 50mm×2mm] と高耐力 (360kN) 型 [断面 75mm×3mm] の2種類ある。本橋に採用したのは高耐力 (360kN) 型の炭素繊維プレート (炭素繊維強化ポリマー製、断面 75mm×3mm) である。本工法は、この炭素繊維プレートに約 216kN/本のプレストレスを導入して部材コンクリートに定着し、接着樹脂で接着することで、主に曲げ耐力の向上を図る補強工法である。また、定着部に対する荷重が小さいため、定着に伴う支圧、割裂、背面引張応力に対する補強が定着部に不要である。

本工法では、既往のプレストレス導入工法と同様に、プレストレス力により死荷重時による応力や変形を改善することができ、ひび割れを積極的に制御することが可能である。

2) 炭素繊維プレートの材料特性

表-1 に、高耐力 (360kN) 型炭素繊維プレートの材料特性を示す。

表-1 炭素繊維プレートの材料特性

幅	(mm)	75.0
厚み	(mm)	2.0+1.0(ガラス繊維)
弾性係数	(N/mm ²)	1.20×10 ⁵
引張強度	(N/mm ²)	3600
純リラクセーション (%)		6.0

4. 偏向定着2層配置構造の安全性

偏向定着構造については、炭素繊維プレートを中間定着体により偏向させたうえで、プレートが破断するまでプレストレスを導入し、終局挙動および偏向に対する安全性を基礎実験¹⁾により確認している。

また、別の基礎実験において、RC梁の偏向1層配置試験体と偏向2層配置試験体で静的曲げ載荷試験を実施し、終局限界状態の破壊挙動を確認している。その結果、偏向2層配置でも終局耐力に対して悪影響はなく、破壊形態はいずれも鉄筋降伏後の接着樹脂の剥離、または炭素繊維プレートの破断であった。また、炭素繊維プレートの終局ひずみ(載荷によるひずみ増加分)は5000 μ ~6000 μ と想定された量であり、荷重と変位の関係も事前解析とほぼ一致した挙動を示した。以上の結果により、中空床版橋のように、緊張材を配置可能な箇所がウェブだけでも複数本配置が可能で、定着部の荷重が小さい構造が可能となった。図-3 に偏向定着曲げ載荷破壊実験の変位図を示す。

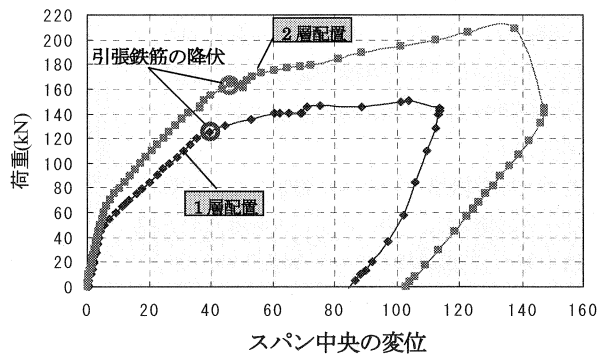


図-3 偏向定着曲げ載荷破壊実験の変位図

5. 施工

1) 施工フロー

本橋の施工は予算の関係から1段目補強工事（1期施工）と2段目補強工事（2期施工）に分けて施工を行った。施工手順を図-4、図-5に示す。また、主要な施工工程を以下に説明する。

2) 鉄筋探査および定着部の削孔（1期施工）

定着体固定プレート用のアンカーボルト（M22）を6本設置（削孔： $\phi 28\text{mm} \times 180\text{mm}$ ）するため、RCレーダーにより鉄筋探査を行い、削孔位置を決定した。削孔時に鉄筋と干渉した場合は、再削孔を行い、定着部ごとに固定プレートのアンカー孔の位置を変更して対処した。

また、定着部の背面には、引張応力が発生するため、その周辺にひび割れがある場合、ひび割れ注入工法で補修した。

3) アンカーボルト設置工

アンカーボルトは、樹脂アンカーを用いた。定着体固定プレートのアンカーボルト用孔とアンカーボルトの配置と鉛直度に注意を払って設置した。

4) コンクリート表面処理工（1期施工）

炭素繊維プレートが接触するコンクリート面は、ディスクサンダーにより、コンクリート表面のレイタンスや汚れなどを研磨ならびに削除した。その後、コンクリート表面と接着樹脂の接着性を向上させるため、プライマーを塗布した。

5) 定着体固定プレート設置工

樹脂アンカーは、メーカーの規格に準拠して埋め込み、養生した。品質は写真-2に示すように、引き抜き試験を実施して、樹脂アンカーの許容引張強度が十分確保されていることを確認した。

固定プレートは、コンクリート表面の不陸を調整するため、エポキシ系の接着樹脂を盛り上げた状態で仮固定し、トルクレンチ（ $282\text{N}\cdot\text{m}$ 以上）でナットを締め付けた。

6) 炭素繊維プレート設置工

炭素繊維プレートは、直径1.0mほどに巻かれ、パレットに梱包された状態（全重量：55kg程度）で搬入した。設置状況を写真-3に示すが、梱包した状態で足場上の木製ターンテーブルにセットし、パレットを回転させながら引き出し、炭素繊維プレートに折れやねじれが生じないように注意を払い固定プレートに取り付けた。

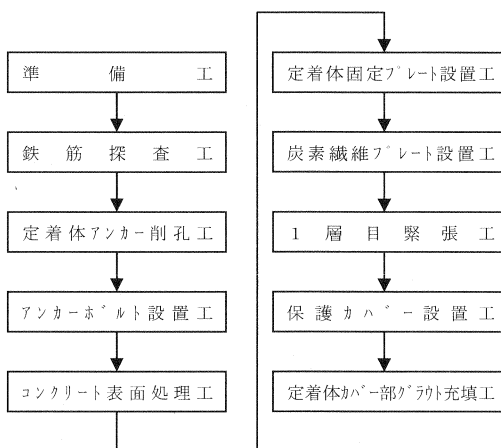


図-4 1期施工手順図

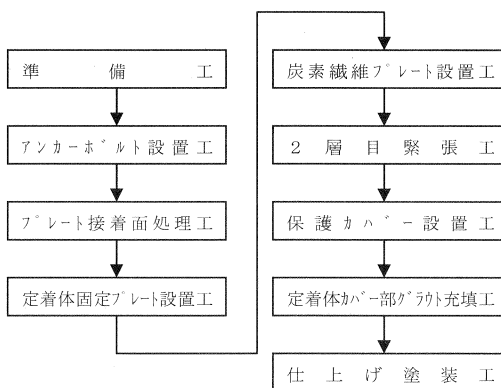


図-5 2期施工手順図

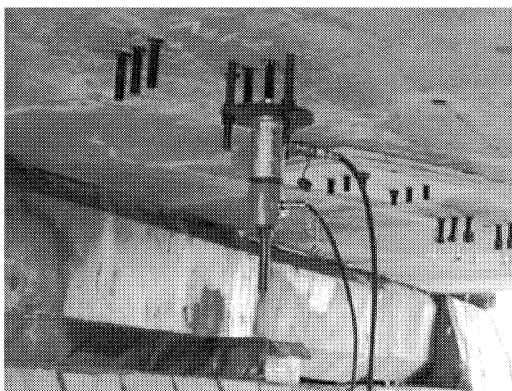


写真-2 引き抜き試験状況

7) 炭素繊維プレートの緊張工

炭素繊維プレートは、100V 対応油圧式電動ポンプと新規に開発した 40t 型の緊張ジャッキを使用して、炭素繊維プレート上に接着樹脂を塗布した後、片引き緊張した。緊張作業の状況を写真-4 に示す。

緊張ジャッキは、反力台となるブロック部（材質：アルミ合金、重量：11kg）とシリンダー部（材質：チタン、重量：45kg）で構成され、分割できる。そのため、取り付け作業時の使用性は良好であった。

緊張は、電動ポンプのマノメーター示度と炭素繊維プレートの伸び量により管理し、限界値を±10%とした。1期施工径間の場合、炭素繊維プレート1本につき約 280kN/本の初期緊張力で、伸び量の合計は、124.0mm であった。

8) プレート接着面処理工（2期施工）

2層目の炭素繊維プレートが接触する1層目の炭素繊維プレート面は、炭素繊維を傷つけないように#120番のサンドペーパーにより、炭素繊維プレート表面の汚れや接着樹脂の表層を取り、接着性を向上させた。

9) 定着体保護カバー設置工

定着装置の保護は、鋼製部分に防錆塗料を塗布後、鋼製亜鉛メッキ仕様の保護カバーをコンクリート用ネジでコンクリート面に定着し、保護カバー内に低粘性のグラウトを充填した。なお、写真-5 に示す保護カバーは、固定プレートにボルトで連結した。

10) 仕上げ塗装工（2期施工）

炭素繊維プレートの部分には、長期的な紫外線による変色の予防とコンクリートと同色な色調を用いて、景観性の向上を図るため、ウレタン系の耐候性塗装を塗布した。

6. おわりに

本工事において、RC橋の補強に対して、新しく開発した高耐力（360kN）型の炭素繊維プレート緊張工法を初めて採用し、また、既往の基礎実験で安全性を確認した偏向定着2層配置構造を採用できた。

高耐力（360kN）型、偏向定着2層配置構造の実施工により、既設構造物に対する炭素繊維プレート緊張工法の適用性が一段と向上したと考えられる。最後に、本工事の関係各位に心からお礼を申し上げます。

参考文献

- 佐藤信也，安森浩，小林朗，立石晶洋：偏向部を有する炭素繊維プレート緊張材に関する実験的研究，第14回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集，pp155-158，2005.11

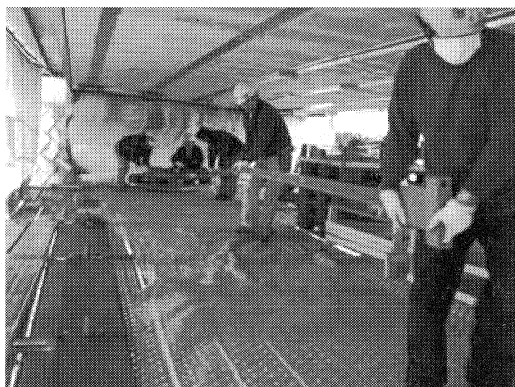


写真-3 炭素繊維プレート設置状況



写真-4 緊張作業



写真-5 保護カバー設置完了