

炭素繊維プレート緊張工法による調布高架橋（都計213橋）の補強

ドーピー建設工業（株）東京支店 正会員○坂本 弘視
 日本道路公団 東京管理局 藤田 真実
 鉄建建設（株）東京支店 高橋 秀樹
 鉄建建設（株）東京支店 鹿田 泰史

1. はじめに

中央自動車道の調布IC付近に位置する調布高架橋（都計213橋）は、供用後28年間が経過した3径間連続2室RC箱桁橋である。本橋では、近年の車両大型化に対応するため、B活荷重補強の実施を計画しているが、事前の調査により、下床版に橋軸直角方向のひび割れや漏水が、多数発生していた（写真-1）。

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、桁下の交差道路の建築限界や交通に与える影響が小さく、しかも、緊張材の定着部に補強が不要な方法が望まれた。

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、アウトプレート工法と称す）をRC橋で初めて採用した。本工事では、図-1に示すように、アウトプレートを各径間の主桁下面に6本配置した。

本稿では、アウトプレート工法の概要と施工について報告する。

2. 橋梁概要

工事名：中央自動車道 国立橋床版補強工事

発注者：日本道路公団 東京管理局

八王子管理事務所

構造形式：3径間連続RC箱桁橋（上り線，下り線）

橋長：63.586m（上り線），64.027m（下り線）

支間：19.465+23.829+19.492m（上り線）

19.609+24.010+19.608m（下り線）

有効幅員：12.459～10.830m（上り線）

10.450m（下り線）

活荷重：TL-20（補強前）

B活荷重（補強後）

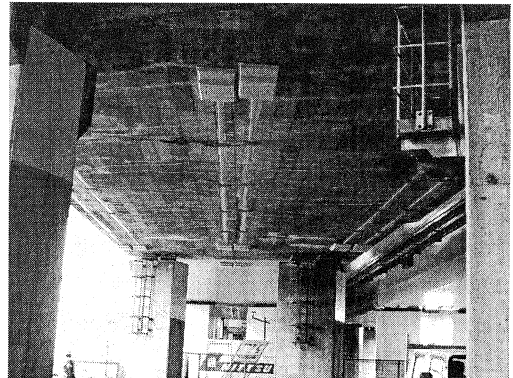
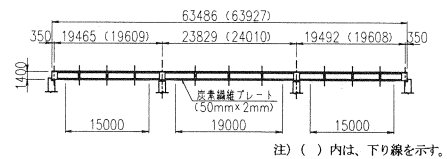
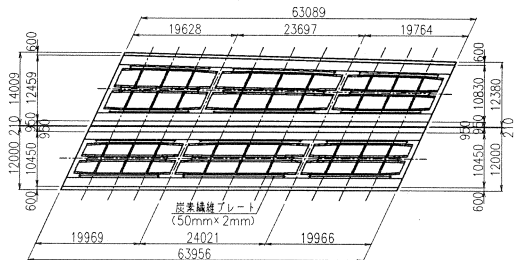


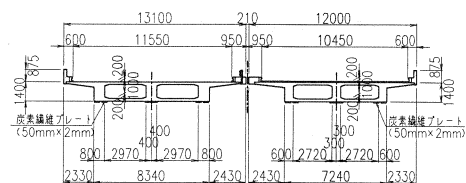
写真-1 完成



側面図



平面図



断面図

図-1 構造一般図

3. アウトプレート工法の概要

1) 概要

アウトプレート工法による補強概念を 図-2 に示す。本工法は、炭素繊維プレート（炭素繊維強化ポリマー製、断面 50mm×2mm）に約 140kN/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、定着部に対する荷荷が小さいため、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。

また、連続桁構造の中間支点では、プレストレスの不静定力を利用することにより、上面からの補強に依存することなく、下面からの補強で補強効果を得ることができる。

2) 炭素繊維プレートの材料特性

表-1 に、炭素繊維プレートの材料特性を示す。

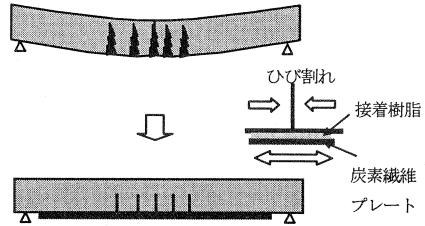


図-2 補強作用のメカニズム

表-1 炭素繊維プレートの材料特性

幅	(mm)	50.0
厚み	(mm)	2.0
弾性係数	(N/mm ²)	1.65×10 ⁵
引張強度	(N/mm ²)	2300
純リラクセーション (%)		6.0

3) 装置の概要

本工法のシステム概要を 図-3 に示す。アウトプレートは、炭素繊維プレートの両端に工場で作成した緊張材である。定着装置は、アウトプレートの定着体、固定プレート、固定アンカーならびに定着ボルトで構成される。定着装置は、炭素繊維プレート部の接着樹脂による接着力を定着力として評価せず、全プレストレス力を負担できるように設計している。

また、炭素繊維プレートの中には、中間定着体を約 3.0m の間隔で設け、終局荷重時におけるコンクリートとの剥離耐力を向上させている。

4. 設計概要

プレストレスの補強量は、既往の死荷重と B 活荷重に、プレストレスによる軸力、偏心モーメント、ならびに不静定力を加算した断面力に対して、通常の RC 部材と同様な設計手法で算出した。ただし、中央径間では、他径間と同本数のアウトプレートでは、曲げ耐力が不足し、道路上に対するコンクリートの剥落対策も講じる必要があることから、炭素繊維シート接着工法を併用した。

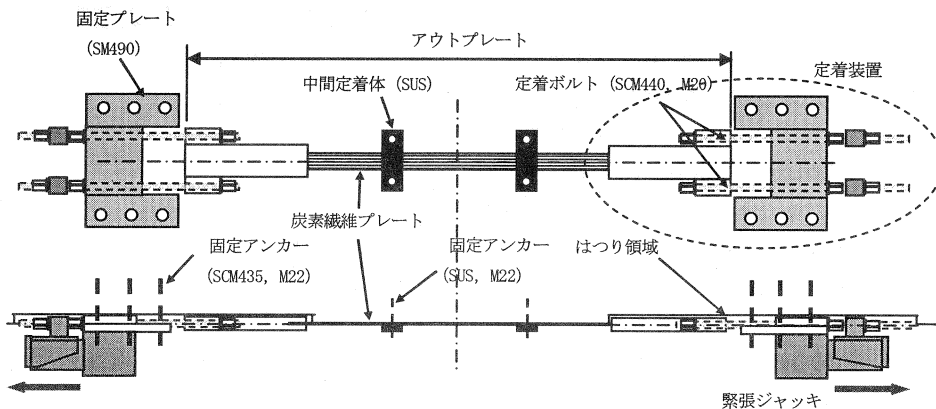


図-3 緊張システムの概要 (両引き緊張の場合)

5. 施工

1) 施工フロー

本工法の標準的な施工手順を図-4に示す。

2) 定着部の削孔とはつり

写真-2に示す固定プレートは、一箇所あたり6本の樹脂アンカー(削孔： $\phi 28\text{mm} \times 180\text{mm}$)により、コンクリートに固定する。削孔位置は、コンクリート内の鉄筋位置を鉄筋探査機で探査を行い、決定した。削孔は、鉄筋と干渉しない位置において実施するため、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。さらに、定着部で、所要のはつり量が確保できない場合、既往の試験で安全性を確認した写真-3に示す偏向構造を適用した。

3) 固定プレートの設置

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、引き抜き試験を実施して、基準耐力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、ナットで十分に締め付けた。

4) コンクリートの表面処理

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ト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) アウトプレートの設置

アウトプレートは、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：30kg 程度)で搬入した。設置方法は、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、アウト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。

6) アウトプレートの緊張

アウトプレートは、油圧式電動ポンプと 25t 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、両引き緊張した。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：

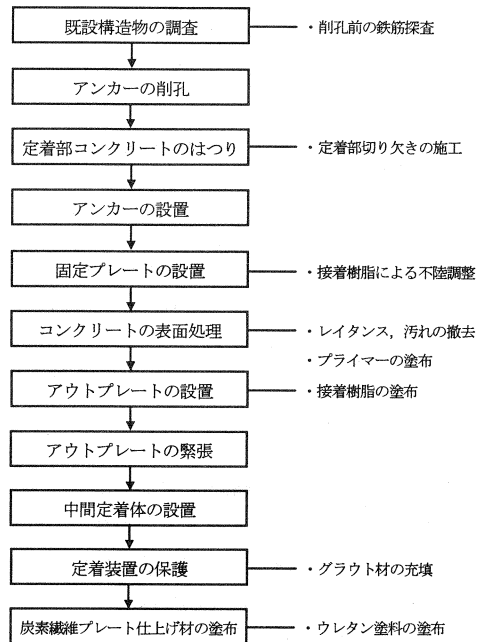


図-4 施工手順

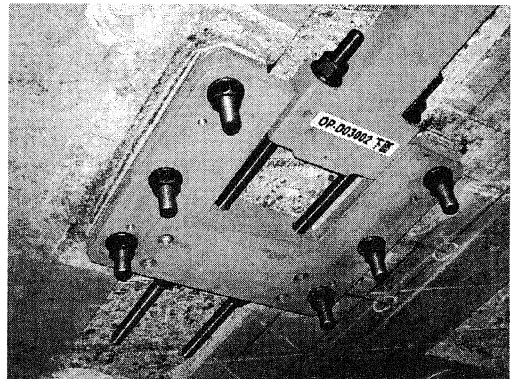


写真-2 定着装置(緊張前)



写真-3 偏向構造

アルミ合金、重量：6.1kg）とシリンダー部（材質：チタン、重量：20.0kg）で構成され、分割できる。そのため、軽量で使用性が良好である。しかしながら、アウトプレートにプレストレスを伝達する爪部とシリンダー中心が偏心した特殊な構造のため、ジャッキの機械的損失は比較的大きい。

緊張は、電動ポンプのマノメーター示度とアウトプレートの伸び量により管理し、限界値を±10%とした。側径間の場合、約160kN/本の初期緊張力で、伸び量の合計は、126.0mmであった。

一方、中間定着体は、アウトプレートの緊張後に固定した。

7) 定着装置の保護

定着装置の保護は、鋼製部分に防錆塗料を塗布後、FRP製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。

一方、炭素繊維プレートの部分には、ウレタン系の耐候性塗装を塗布した。この仕上げ材により、長期的な紫外線による変色を予防し、景観性を向上している。

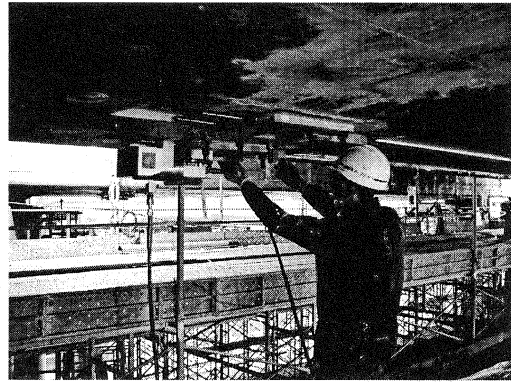


写真-4 緊張作業

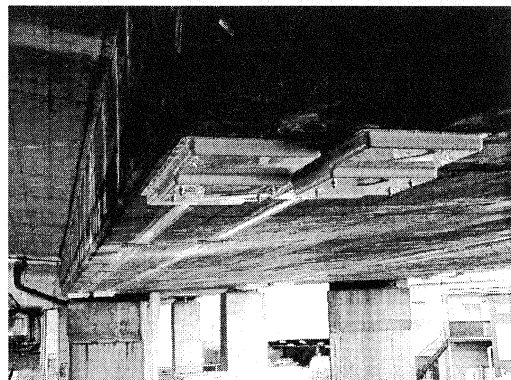


写真-5 補強完了

6. おわりに

本工事において、RC橋の補強に対して、初めてアウトプレート工法を採用した。従来、場所打ち施工の中空床版橋や箱桁橋に対して、プレストレス導入工法による補強が望まれていても、主桁の構造や施工条件が厳しく、外ケーブルを設けるのが困難な場合があった。しかしながら、そのような場合においても、緊張材に高強度で厚さの薄い炭素繊維プレートを用いることで、コンクリートにプレストレスを導入して補強することが可能となった。

一方、本工法の補強効果は、補強の前後に既知荷重車（45t ラフタークレーン）による載荷試験を実施しており、主桁の耐荷性や主桁剛性の向上に対して、良好な結果を確認している。

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

- 1) 濱田譲, 井上真澄, 小林朗, 高木宣章, 児島孝之: 緊張した炭素繊維プレートによる既設コンクリート部材の補強に関する研究, 土木学会論文集, NO. 711/V-56, pp. 27-44, 2002. 8
- 2) 安森浩, 高橋輝光, 濱田譲, 小林朗: 炭素繊維プレート緊張システムの開発, 第12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, pp. 609-612, 2003. 10