

中央自動車道 藤川橋における炭素繊維プレート補強工法採用の妥当性についての検証

日本高圧コンクリート株式会社 PC事業部札幌支社 正会員 ○渡部 雄仁
 中日本高速道路株式会社 中部地区 多治見管理事務所 富藪 光文
 日本高圧コンクリート株式会社 PC事業部札幌支社 正会員 吉岡 憲一
 日本高圧コンクリート株式会社 PC事業部札幌支社 金丸 辰也

1. はじめに

中央自動車道藤川橋は、岐阜県恵那市に位置する5径間PC合成桁(側径間部が単純合成桁, 中央径間部が3径間連続PC合成桁)である(写真-1)。

本工事は、建設されてから約30年が経過している当該橋梁の耐震性能の向上と大型自動車の交通状況に応じたB活荷重への対応を主な目的とし実施されたものである。

目的に応じた補修・補強概要を以下に示す。

- 1, 耐震性の向上
 - ・鋼製支承からゴム支承への交換
 - ・変位制限装置, 落橋防止装置の設置
- 2, B活荷重への対応
 - ・外ケーブル工法による補強(側径間部)
 - ・炭素繊維プレート緊張材による補強(中央3径間部)

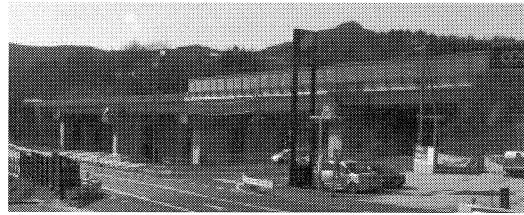


写真-1 藤川橋全景

本報告書は、外ケーブルと炭素繊維プレート緊張材による補強を同一橋梁で実施したことから、それぞれの工法の特徴や得失を取りまとめ、また炭素繊維プレート補強工法を採用した妥当性について検証したものである。

2. 橋梁諸元

藤川橋の橋梁諸元を表-1に、構造一般図を図-1, 2に示す。

表-1 橋梁諸元

構造形式	5径間PC合成桁橋(上下線)
橋長	134.000m
支間	18.200+31.600+32.000+31.600+18.200m
有効幅員	9.000~9.025m
荷重	TL-20 → 補強後 B活荷重

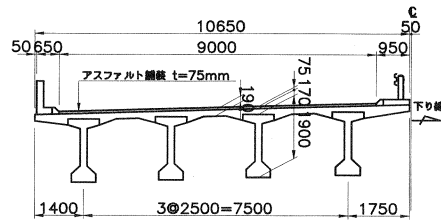


図-1 断面図

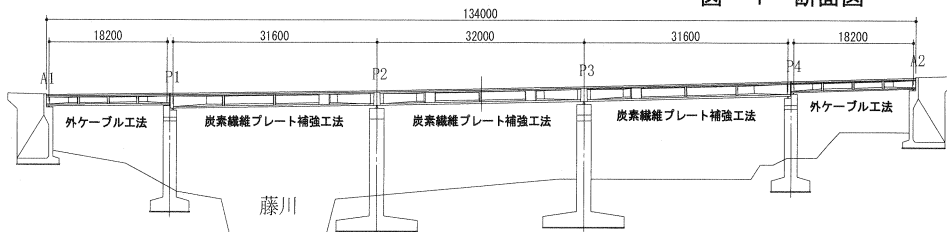


図-2 側面図

3. 施工方法と特色

3.1 炭素繊維プレート補強工法の概要

(1) 概要

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方法である(写真-2)。また、定着部に対する負荷が小さいため、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。炭素繊維プレート補強工法の概念を図-3、炭素繊維プレートの材料特性を表-2に示す。

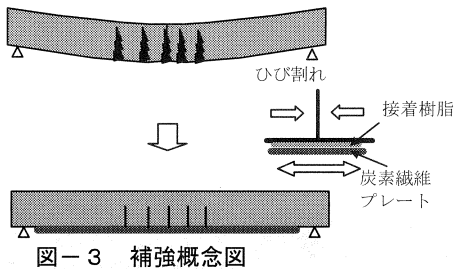


図-3 補強概念図

表-2 炭素繊維プレートの材料特性

幅	(mm)	50
厚み	(mm)	2
弾性係数	(N/mm ²)	1.65×10 ⁵
引張強度	(N/mm ²)	2400
純リラクセーション	(%)	6.0

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) 装置の概要

本工法のシステム概要を図-4に示す。炭素繊維プレート補強工法は炭素繊維プレートの両端に工場で定着体を一体化した緊張材である。定着装置は炭素繊維プレートの定着体、固定プレート、固定アンカーならびに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されている。

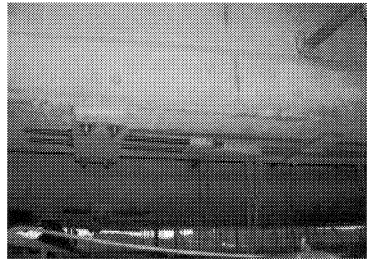
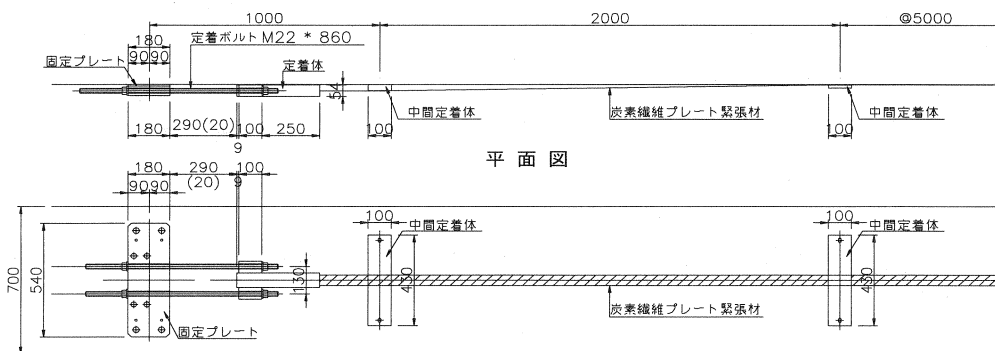


写真-2 炭素繊維プレート定着部

(以上、工法の概要は参考文献 1)より抜粋)

側面図



平面図

図-4 システムの概要

3.2 施工方法

外ケーブル工法, 炭素繊維プレート補強工法それぞれの施工フローを図-5に示す。

(1) 炭素繊維プレート補強工法

炭素繊維プレートを定着する(固定)プレートは, 4本のボルト(SCM440)で既設桁の下面に樹脂定着される。設計上, ボルトにはせん断力のみが伝達されることを基本としている。

そこで, 過大な応力の発生を防ぐためにボルト孔位置を削孔後に透明フィルムにトレースし, 個別に製作している。

また, 取付ける際にも緊張力による万一の偏心を防止するために, 固定プレートと既設桁との接する面, さらにはボルト孔とボルトの間にも樹脂を充填した(写真-3)。

(2) 外ケーブル工法

外ケーブルを定着するブラケットはコンクリート製とし既設桁にPC鋼棒(PC中空鋼棒)で固定する方法とした。

PC鋼棒配置用の既設桁の削孔に先立ち, X線撮影を行い既設鋼材(PC鋼材, 鉄筋)の位置を確認し, また, 削孔時もメタルセンサー付ドラムを使用し, 既設鋼材の損傷防止を図った。既設桁への偏心力の発生を防止するために, プレストレスの導入は1主桁の両側に配置されているケーブルを2台のジャッキで同時に行った(写真-4)。



図-5 施工フロー

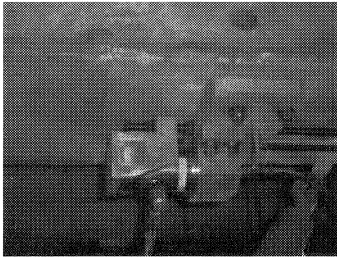


写真-3 炭素繊維プレート緊張状況

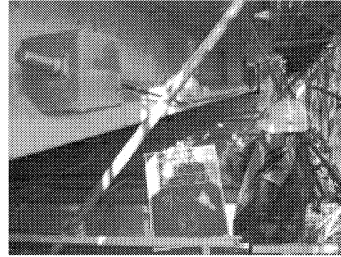


写真-4 外ケーブル

4. 計画時点での工法比較

表-3 計画時点での工法比較

	外ケーブル連続配置案	外ケーブル径間毎配置案	炭素繊維プレート補強案
主要数量	8本	48本	24組
工事費	1.22	1.34	1.00
	△	×	◎
工事期間	2.00ヶ月	1.73ヶ月	1.77ヶ月
	△	○	○
施工性	ケーブル長が長く扱いづらい。また1本の重量も125kgと重く、桁下の搬入、配置は容易ではない	定着部のコンクリート打設箇所が多く、1ヶ所が少量な為施工は容易ではない	削孔数が多く、上向き削孔のため作業効率が落ちるものの、それ以外は比較的軽微な作業が多く、施工性は良好である。
	×	△	◎
景観	補強の痕跡が終生残る	補強の痕跡が終生残る	補強痕が残るが目立たない
	△	△	○
評価	×	△	◎
コメント	本橋梁の立地条件のように、地上からの資材搬入が困難であり橋梁上部からの資材搬入に限定される場合、①吊足場の荷重強度を考慮し重量物の使用、搬入を避ける。②通行止め等の交通障害が発生しうる等を念頭において計画すべきである。よって、軽量であり、コンクリート打設の必要ない炭素繊維プレート補強工法は①②をともにクリアする唯一の工法であり、その適用性は高い。		

作成条件: 1. 中央径間(3径間)での各工法を比較
 2. 炭素繊維プレート補強案の工事費を1.00として多工事を算出

5. 施工終了後の評価

ここでは、側径間部における外ケーブル工法の実績をもとに、中央径間を同工法で実施した場合の工期・工費を算出し炭素繊維プレート補強工法採用の妥当性について評価する。

表-4に工法比較表を示す。

表-4 施工終了後の工法比較

工法	外ケーブル径間毎配置	炭素繊維プレート補強工法
主要数量	48本	24組
工事費	1.13	1.00
工事期間	2.3ヶ月	1.3ヶ月(資材製作期間を除く)
施工性	<p>長所</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ケーブルの取り扱いが比較的容易である。 ・緊張作業が早い。 <p>短所</p> <ul style="list-style-type: none"> ・狭い場所での小構造物(定着・横桁ブラケット)の製作は作業効率が悪い。 ・X線撮影中は他の作業が制約される。 	<p>長所</p> <ul style="list-style-type: none"> ・鉄筋・型枠等の作業が省略できる。 ・施工スピードが速い。 ・単純作業が多い。 <p>短所</p> <ul style="list-style-type: none"> ・上向き作業が多い。 ・炭素繊維プレートの取扱いに慎重を要する。 ・資材製作期間に待ちが生じる。 ・固定プレートを個別に製作しなくてはならない
	景観	△
評価	△	◎

作成条件 1. 中央径間(3径間)で両工法を比較
2. 外ケーブル工法の工費、工期は側径間の実績を元に算出

側径間については、所要の耐力を満足せず外ケーブル工法としたが、中央径間については施工終了後の検証結果も計画時と同様に炭素繊維プレート補強工法の採用が妥当であったと判断できる。

6. おわりに

これまで、標準(240kN)型のみであった炭素繊維プレートも高耐力(360kN)型の炭素繊維プレートが開発・実用化されており、その適用範囲は拡大しつつあると言える。また、この報告書が補強工法を選定する上での参考になれば幸いです。最後になりましたが、報告にあたり多大なるご指導と、ご協力頂きました関係各位に深く感謝の意を表します。

参考文献

1)坂本 弘視, 藤田 真実, 高橋 秀樹, 鹿田 泰史: 炭素繊維プレート緊張工法による調布高架橋(都計213橋)の設計, 第13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. 477~480, 2004, 10月