

## コンクリート床版上面の CFRP 成型板接着補強事例

株式会社 国土開発センター 正会員 ○浦 修造 , 横山 広 , 笹谷 輝彦

### 1. はじめに

床版補強は、上面増厚工法、下面増厚工法、鋼板接着工法、連続炭素繊維シート接着工法などの工法が数多く採用されてきている。いずれの工法も重量増加や維持管理性などの優劣があり、補強条件や目標性能および供用期間に応じて使い分けが行われている。

本稿では、上記の従来補強工法ではなく、炭素繊維を板状に加工した炭素繊維強化プラスチック板(Carbon Fiber Reinforced Plastics; 以下 CFRP 成型板と称す)による床版補強対策工法について報告するものである。

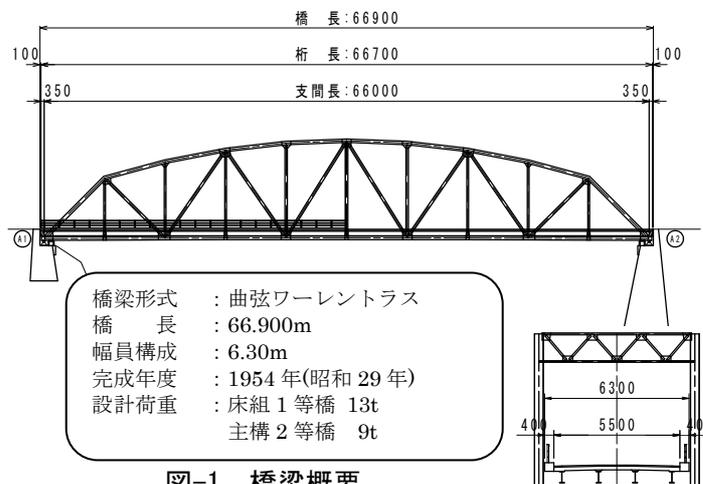


図-1 橋梁概要

### 2. 損傷概要

橋梁の概要を図-1 に示す。本橋の床版下面は、写真-1 に示すとおりひび割れや遊離石灰などがほとんどなく良好な状態であった。しかし、床版上面にはトラス橋であることから、横桁直上において橋軸直角方向のひび割れが発生していた(写真-2)。このひび割れからは錆汁などは無かったが、このまま損傷を放置することは、床版の早期劣化に至ると判断した。また、竣功図より既存床版鉄筋量が、横桁直上でφ9mm(丸鋼)が300mm 間隔であることを確認した。



写真-1 床版下面



写真-2 正面上面

これは本来、床版を1方向版構造として考えていたものを実際の構造物では、横桁上を連続化して2方向版構造としたために、想定外の応力発生箇所ができたと言える。これらの結果から本橋の床版上面ひび割れは、設計上考えた床版構造(1方向版)と実際の床版構造(2方向版)の違いによる想定外の大きな応力発生が主原因であることを確認した。

### 3. 既設床版の問題点

床版上面のひび割れについて応力度の超過程度を確認するため、断面力算出と応力度照査を行った。断面力算出は、本橋の緊急輸送道路としての性格を勘案し、緊急時に20ton 車両を1台通過させる目標性能として、輪荷重(P=78.5kN)を作用させて算出した。また、断面性能は許容応力度法により発生応力度を照査した。照査した床版応力度を表-1 に示す。応力度照査の結果、横桁上の床版で圧縮、引張応力度が許容値に対して大きく超過した。これは本来、床版を1方向版構造として考えていたものを実際の構造物では、横桁上を連続化して2方向版構造としたために、想定外の応力発生箇所ができたと言える。これらの結果から本橋の床版上面ひび割れは、設計上考えた床版構造(1方向版)と実際の床版構造(2方向版)の違いによる想定外の大きな応力発生が主原因であることを確認した。

表-1 既設床版応力度結果一覧表

種 別	発生応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	許容値 (N/mm <sup>2</sup> )
中間床版 支間部	コンクリート	4.3
	鉄筋	116.8
中間床版 支点部	コンクリート	3.4
	鉄筋	97.1
張出床版	コンクリート	4.4
	鉄筋	118.2
横桁支点上	コンクリート	9.5
	鉄筋	530.8

キーワード：コンクリート床版、ひび割れ、CFRP 成型板、床版補強

連絡先：〒924-0838 石川県白山市八束穂3丁目7番地 株式会社 国土開発センター Tel.076-274-8816

#### 4. CFRP 成型板接着工法による補強

床版上面の大きな応力超過を改善するため図-2 示すような CFRP 成型板接着工法を行った。既設舗装を撤去し、既設床版天端を 10mm 程度切削後、復旧する樹脂モルタルの中に CFRP 成型板を埋設して床版と一体化させ、床版の耐荷性を向上させるものとした。補強設計に関しては、過去の実験で鉄筋と同様の換算による計算で問題ないことが確認されている。また、床版と CFRP 成型板との定着長(L)は、式-1 より発生力( $\sigma_{cf} \times Af$ )を付着力( $\sigma_b \times b$ )にて除して求めた。

CFRP 成型板(写真-3)は炭素繊維を引抜き成形方法で板状に加工したものである。従来の炭素繊維シートに比べ、単位幅当たりの補強量が大幅に増加しているため、CFRP 成型板一枚の貼り付けで大きな補強効果を得ることができる。また、強度に優れ、鉄やアルミなどの金属に比べ、同じ強度・剛性であってもより軽量化できるという特徴を持つ。また、樹脂モルタルとの接着を考慮し、成型板表面は両面ともブラスト処理を行っている。既設床版と接着する樹脂モルタルは、湿潤面にも対応しており、硬化時間を調整することで短時間の施工が可能となる。

写真-4~5 には、CFRP 成型板設置中、CFRP 成型板設置完了を示す。また、補強後の応力度照査結果を表-2 に示す。

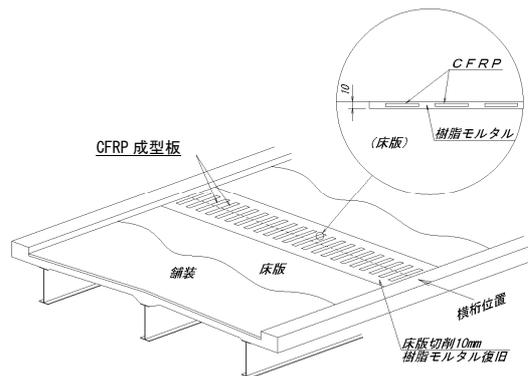


図-2 CFRP 成型板接着補強工法

$$L = (\sigma_{cf} \times Af) / (\sigma_b \times b) \dots\dots (式-1)$$

- $\sigma_b$ (N/mm<sup>2</sup>) : 許容平均付着応力度
- b (mm) : CFRP 成型板幅
- L(mm) : CFRP 成型板定着長
- $\sigma_{cf}$ (N/mm<sup>2</sup>) : CFRP 成型板の発生応力度
- Af(mm<sup>2</sup>) : CFRP 成型板の断面積

表-2 補強後床版応力度結果一覧表

種 別		発生応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	許容値 (N/mm <sup>2</sup> )
横桁支点上	コンクリート	4.4	5.0
	鉄筋	115.8	120
	CFRP	109.7	120

#### 5. 対策後の評価

本橋での補強は、2009 年 3 月に完了している。写真-6 は、施工後 1 年経過した 2010 年 3 月現在の状況である。対策前のような大きな応力発生による床版上面での橋軸直角方向ひび割れは発生していない。また、舗装の変状などもなく、比較的的良好な状態である。

しかし、補強後の経過時間が 1 年と短いことから、今後も舗装の割れなどの異常がないかを監視すると共に CFRP 成型板接着工法の長期耐久性を継続的に確認していく必要がある。



写真-3 CFRP 成型板



写真-4 CFRP 成型板設置中

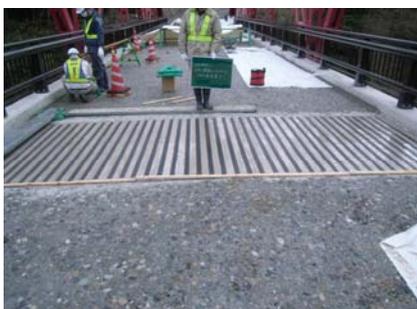


写真-5 CFRP 成型板設置完了



写真-6 床版状況 (2010年3月現在)

#### 6. まとめ

今回、既設コンクリート床版を対象とし、CFRP 成型板接着補強を行うことで大きく不足していた耐荷性能を改善することができた。しかし、CFRP 成型板接着補強は現在、実環境下での十分な実績データが少なく、長期的な性能、寿命、補強効果が不明確である。今後は、トラス橋における適応の可否と実際の補強構造物での長期耐久性や持続性能、補強効果の検証・確認が重要と考える。そして、これらの基礎データの収集がよりよい補修・補強対策につながれば幸いである。