

高靱性セメント複合材料で上面増厚した鋼床版箱桁橋の実橋載荷試験

北海道開発土木研究所 正会員 ○國松 博一 正会員 三田村 浩

大阪大学大学院 フェロー 松井 繁之

鹿島建設 フェロー 須田久美子 フェロー 坂田 昇 正会員 福田一郎

1. はじめに

近年における鋼床版の疲労損傷対策として、FRP製のプレート型ジベル（以下、PLジベル）をずれ止めとして、高靱性セメント複合材料¹⁾（以下、ECC）を上面増厚してECC合成鋼床版とする工法（以下、本工法）を考案した。図-1および図-2にPLジベルの形状・寸法および本工法の概要図を示す。ECCは、鋼材の降伏ひずみの10倍程度の引張りひずみが作用しても引張力を保持できる材料であり、輪荷重により発生する局所的な引張力や、ECC自体の乾燥収縮および鋼床版とECCとの温度差により発生する温度応力に対しても、ひび割れ幅抑制効果と合成鋼床版としての補強効果が期待できるため、鋼床版のひずみを低減し、疲労耐久性の向上が期待できる。

ここでは、実橋梁における本工法による補強効果の確認を目的に、本工法を適用した鋼床版箱桁橋において、総重量 25 トンのダンプトラックを用いた静的載荷による応力（ひずみ）測定を実施した。

2. 実験概要

本工法の補強効果を確認するため、本工法の施工前後において、総重量 25 トンのダンプトラックにより鋼床版下面に発生するひずみを計測した。図-3に、載荷要領を示す。図-3には試験に用いた総重量 25 トンのダンプトラックの仕様を併記した。表-1に橋軸直角方向の載荷位置を示す。鋼床版に発生する局所ひずみは、ダブルタイヤの載荷位置の影響が大きいため、Uリブ近傍に3本の走行ラインを設定した。また、ダンプトラックの後タンデム軸の前輪の位置に着目し、ダンプトラックの位置を静的に適宜移動

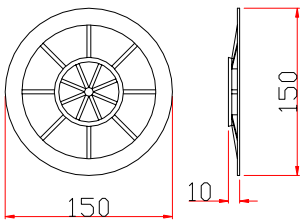


図-1 PL ジベルの形状・寸法

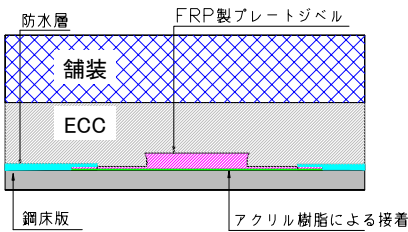


図-2 補強工法の概要図

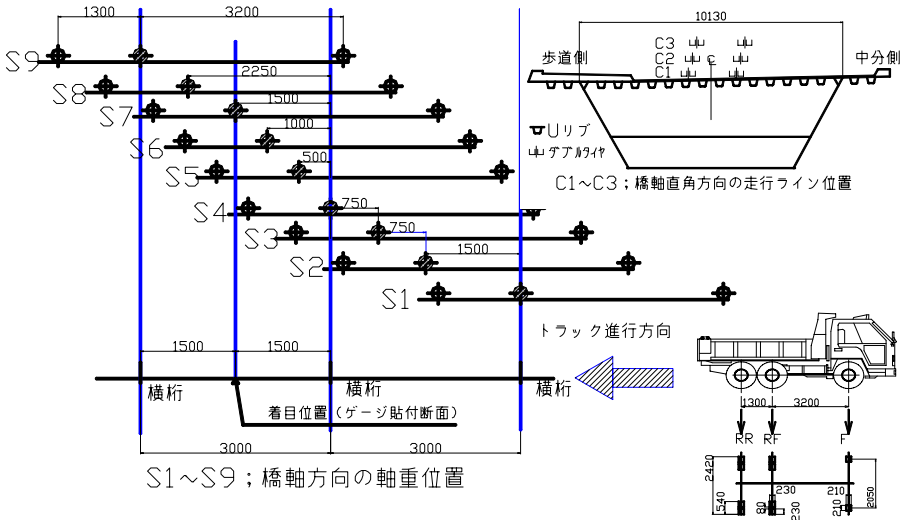


図-3 載荷要領およびダンプトラックの仕様

表-1 載荷位置（橋軸直角方向）

記号	載荷位置（軸重中心）	
	中央分離帯分側	歩道側
C1	Uリブ中心	Uリブ腹板中心近傍
C2	Uリブ腹板中心	Uリブ間
C3	Uリブ間中心	Uリブ間中心近傍

キーワード 合成構造、高靱性セメント材料、鋼床版、上面増厚、実橋載荷試験

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34 （独）北海道開発土木研究所 TEL011-841-1698

しながら橋軸方向の影響線を取得した。

ECC 打設後の試験では載荷前後で ECC 上面のひび割れ観察を実施した。

3. 実験結果

表-2 および表-3 に軸重の測定結果および載荷試験時における ECC の強度試験結果を示す。載荷試験は ECC の材齢 21 日で実施した。

図-4 および図-5 に試験結果の例として、横桁支間中央の橋軸直角方向のひずみ分布および同位置での影響線を示す。これらの結果より、ECC 打設前に鋼床版に生じている比較的高い局所的なひずみが、ECC の打設後は全体的に低減され、床版全体の剛性が向上していることが確認できた。また、試験前後のひび割れ観察においては、ひび割れの発生は認められなかった。以上より、実橋での載荷試験においても、本工法の補強効果が確認できた。

図-6 に ECC 打設後における実橋載荷試験の結果と 3 次元非線形 FEM 解析の結果を対比して示す。解析のモデル化にあたり、ECC の引張側の応力-ひずみ曲線に引張降伏強度を頂点とした完全弾塑性モデルを適用し、鋼床版と ECC は一体化していると仮定した。

図-6 から、解析値と実験値のひずみが概ね整合していると考えられる。これより、ECC の引張力の負担を考慮し、鋼床版と ECC が一体化した 3 次元非線形 FEM 解析モデルにより、本工法により補強した鋼床版の応力照査が行えると考えられる。

4. まとめ

PL ジベルをずれ止めとして ECC を上面増厚した鋼床版箱桁橋での載荷試験結果から、局所的なひずみが抑制され、鋼床版全体の剛性が大きく向上することを確認できた。また、鋼床版と ECC を一体化し、ECC の引張力を考慮した弾塑性解析モデルを適用することにより、解析値と実橋梁での計測値とがよく整合し、解析モデルの妥当性が確認された。これらのことから、本工法は、鋼床版の疲労耐久性向上に寄与するものと考えられる。

参考文献

1) 坂田昇, 須田久美子, 閑田徹志, 福田一郎, 平石剛紀, 巴史郎; 高靱性繊維補強セメント複合材料の利用拡大, 鹿島技術研究所年報, Vol. 52, 2004. 9, pp. 233-238

表-2 軸重測定結果

載荷時の 実橋の状態	輪重 (t)			総重量
	前輪 F	後前輪 RF	後後輪 RR	
鋼床版のみ	6.1	10.4	10.1	26.6
ECC打設後	5.8	10.6	10.3	26.7

表-3 ECC 強度試験結果（実橋載荷試験）

項目	試験値*)
圧縮強度(N/mm ²)	25.4
ヤング係数(kN/mm ²)	14.6
引張降伏強度(N/mm ²)	2.8
引張終局ひずみ (%)	5.6

*; 材齢 21 日で実施

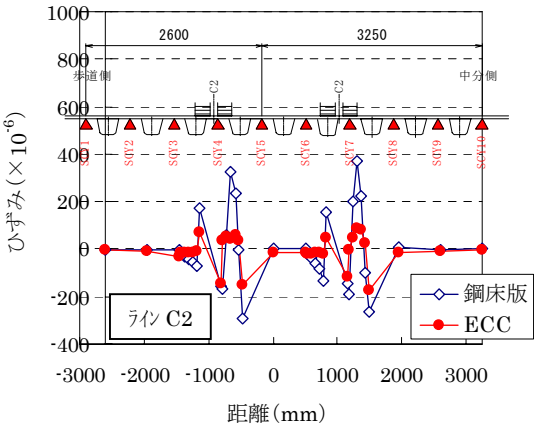


図-4 橋軸直角方向のひずみ分布（ライン C2）

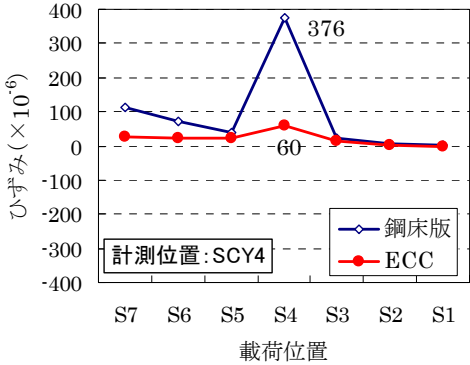


図-5 橋軸方向の影響線（ライン C3）

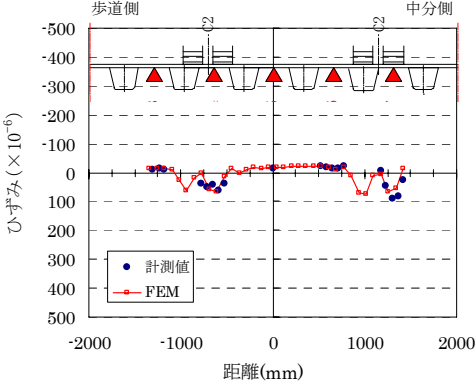


図-6 実橋載荷試験と FEM 解析の比較