

鋼床版下面からの樹脂モルタルと CFRP 成形材による補強効果確認実験

ものづくり大学
ものづくり大学 正会員 大垣 賀津雄, PHAM NGOC VINH
太平洋マテリアル
日鉄ケミカル&マテリアル
東日本高速道路

学生会員 ○藤本 陸, 渡邊 健也
正会員 石田 学
正会員 秀熊 佑哉
正会員 紫桃 孝一郎

1. はじめに

現在、都市内高速道路の鋼床版橋梁において、デッキプレート等に疲労き裂が多数発生している¹⁾。対策として SFRC 舗装の施工が標準的な工法として行われているが、これらの工法は車線規制が必要となり渋滞発生の原因となる。そこで、疲労き裂抑制対策として、U リブ内への軽量樹脂モルタルの充填および U リブ間への CFRP 成形材貼付けによる鋼床版下面からの U リブ溶接部の局部応力低減工法を提案している²⁾。本研究では、上記工法による補強効果、グースアスファルト舗装舗設時と同等の熱を受けた際の影響について、载荷実験による確認を行った。

2. 実験概要

本研究に使用した供試体を図-1、表-1 に使用した材料諸元を示す。供試体は U リブ 3 本、横リブ 2 枚を有している。実橋と同様にデッキ厚は 12mm, U リブのサイズは 320mm×240mm×6mm である。また、供試体の材質は SM400 である。本実験において、無補強、軽量樹脂モルタル 1 次充填、樹脂の 2 次注入、CFRP 成形材貼

表-1 材料諸元

使用材料	圧縮強度	硬化体密度	割裂引張強度	弾性係数
軽量樹脂モルタル	28.5 MPa	1.1kg/L	4.7 MPa	2000 MPa
使用材料	弾性係数	降伏点	引張強度	ポアソン比
鋼材(SM400)	2.0×10^5 MPa	266MPa	427MPa	0.3
使用材料	弾性係数	引張強度	設計厚さ	
CFRP 成形材	1.67×10^5 MPa	2400MPa	9mm※	
エポキシ樹脂	2646MPa	59MPa	0.5mm	
ポリウレアパテ	67MPa	10MPa	1.0mm	

※板厚 9 mm の鋼板と同程度の補強効果になるように積層³⁾

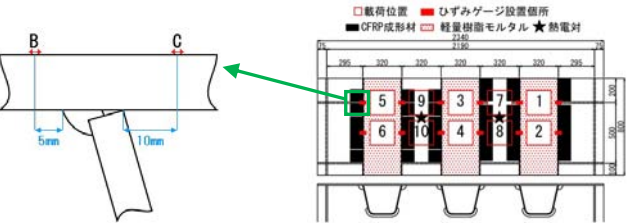


図-1 実験供試体载荷位置およびゲージ位置

付け、加熱後および加熱 2 ヶ月後にそれぞれ载荷位置 1 ～10 (200mm×200mm) に 50kN の静的载荷³⁾を行った。ひずみゲージは载荷点両横の同図に示す位置に設置した。本実験の加熱はシリコンラバーヒーターを各载荷点に敷き、デッキ下面温度 120℃に程度にした。図-2 は供試体下面の加熱の温度変化の様子であり、図-3 は実際の加熱状況ある。

3. FEM 解析

本補強対策による発生応力の低減を評価する目的で FEM 解析を実施した。解析モデルは図-4 と表-2 に示す通りである。U リブ、デッキプレート、溶接部、および CFRP 成形材等は 20 節点ソリット要素でモデル化している。

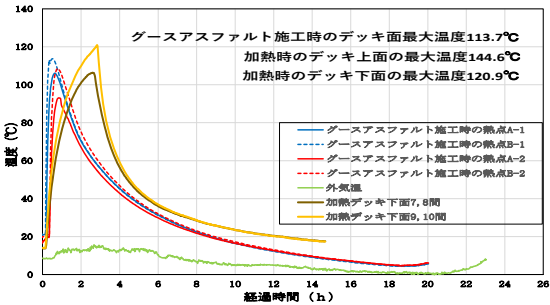


図-2 加熱の温度変化



図-3 加熱状況

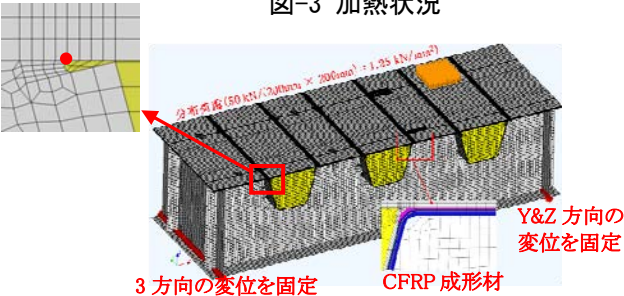


図-4 解析モデル

キーワード 鋼床版, U リブ, 軽量樹脂モルタル, CFRP 成形材, 熱影響
連絡先 〒361-0038 埼玉県行田市市前谷 333 ものづくり大学 建設学科 TEL048-564-3907

表-2 解析モデル概要

部材	板厚 (mm)	要素	ヤング係数 (MPa)	メッシュ サイズ
補剛材	12	8 節点曲 げシェ ル要素 (CQ40S)	$E_s=2 \times 10^5$	一般的な 部材 (15mm)
下フランジ	12			
CFRP 成形材を接 着する範囲以外の 横リブ	12			
U リブ	6	20 節点ソ リッド要素 (CHX60)	異方特性	溶接部(最 小メッシ ュサイズ を 0.25 と した)
デッキプレート	12			
U リブ溶接部	2.4※			
CFRP 成形材			2500	
エポキシ樹脂層	0.5		80	
高伸度弾性パテ層	1		1000	
軽量樹脂モルタル	-			

注) ※は U リブ板厚 6 mm の 40% 溶け込みとした。

4. 実験結果および解析結果の比較

U リブ直上载荷の実験と解析結果を図-5 に示す。同図から無補強時の実験値は無補強の解析値と近く、500 ～800μ 程度のひずみが生じている。一方、軽量樹脂モルタルを充填+CFRP 成形材貼付け後、および加熱後の実験値は補強後の解析値と同程度の 100μ 以下のひずみに低減している。

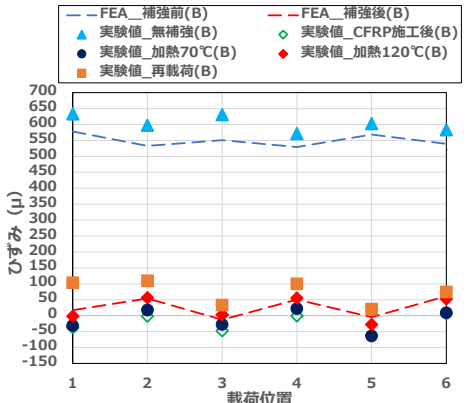
一方、U リブ間载荷の結果を図-6 に示す。横リブ交差部の測点 7,9 は元々小さな値である。測点 8,10 の無補強時の実験値は無補強の解析値に近く、軽量樹脂モルタル充填+CFRP 成形材貼付け後と加熱後の値は補強後の解析値に近くなるのがわかる。また、加熱後の C 点でひずみが若干増加傾向にあったが、2 か月後に実施した結果は、補強直後とほとんど同じであり、熱影響は見られないといえる。

5. まとめ

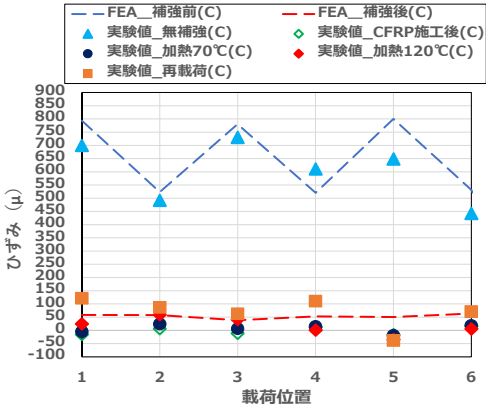
本研究により軽量樹脂モルタルおよび CFRP 成形材による鋼床版下面からの補強効果を確認できた。また、加熱後に若干ひずみが増加する傾向が見られたが、時間経過とともに元のひずみの値に戻っており、変形性能に熱影響はないことがわかった。

参考文献

1)土木学会：鋼床版の疲労〔2010 年改訂版〕，鋼構造シリーズ 19
2)渡邊健也，大垣賀津雄，PHAM NGOC VINH，秀熊佑哉，石田学，紫桃孝一郎：鋼床版橋下面からの CFRP 成形材および軽量樹脂モルタルによる補強効果に関する研究，道路橋床版シンポジウム，第 12 回，2022.10
3)櫻井俊太，大垣賀津雄，PHAM NGOC VINH，秀熊佑哉，紫桃孝一郎：鋼床版橋下面からの CFRP 成形材による補強に関する施工試験と解析の比較，道路橋床版シンポジウム，第 12 回，2022.10

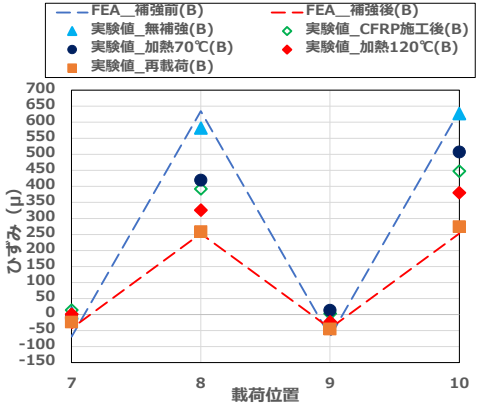


a)ゲージ位置 B

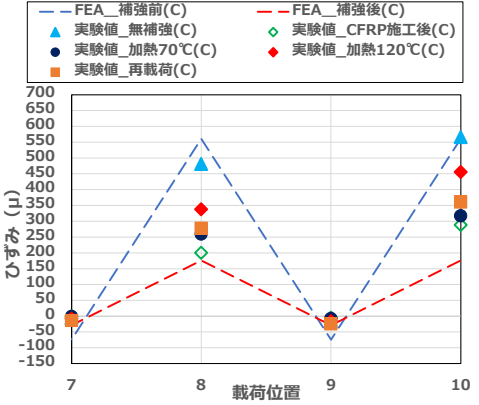


b)ゲージ位置 C

図-5 U リブ直上载荷の50kN载荷時のひずみ



a)ゲージ位置 B



b)ゲージ位置 C

図-6 U リブ間载荷の 50kN 载荷時のひずみ