

軽量樹脂モルタルを充填した鋼床版 U リブ部の定点疲労載荷実験

ものづくり大学

学生会員 ○山口 光太郎

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

正会員 赤江 信哉, 石田 学

ADEKA

藤田 直博, 石川 佳寛

東日本高速道路

正会員 紫桃 孝一郎

1. はじめに

現在, 都市内高速道路の橋梁において, 鋼床版デッキプレートに疲労き裂が多数発生している. 疲労き裂の対策として標準的にとられているSFRC舗装などの工法では車線規制が必要となり, 渋滞発生の原因となる. そこで車線規制を伴わない疲労き裂抑制・予防保全対策として, 鋼床版下面からの軽量樹脂モルタル充填とCFRP成形材接着による補強工法を開発している¹⁾.

本研究では, Uリブに充填された樹脂モルタルの長期劣化の影響に関して, 鋼床版デッキ下面の樹脂モルタル接触部において, 繰返し載荷における粉砕化等による補強効果への影響を調査するため, 小型供試体による定点疲労載荷試験を実施した.

2. 実験内容

本研究に使用した供試体を図1に示す. 供試体の材質はSM400であり, Uリブ1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320×240×6mmである. また, 図1の通りUリブ上の中心に載荷位置を設定し, その左右のUリブ溶接部に図2のようにひずみゲージを配置した.

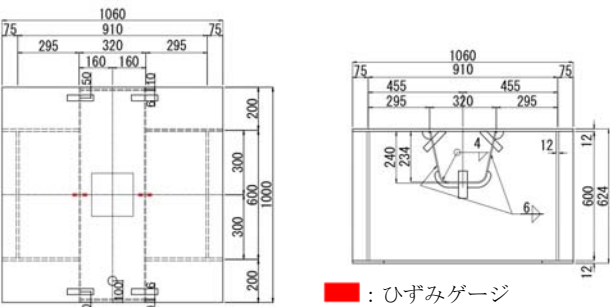


図 1 実験供試体

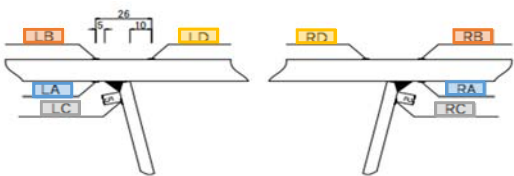


図 2 ひずみ計測位置

表1にUリブ内に充填した軽量樹脂モルタルの材料諸元を示す. 密度が1.1程度と小さく, 圧縮強度が30N/mm²以上あってヤング係数がセメント系モルタルの1/10程度と低いのが特徴である.

図3に静的載荷状況を, 図4に定点疲労載荷実験状況を示す. 本実験では, 補強前後に静的載荷を行い, 従来通りの補強効果が得られていることを確認した後, 定点疲労載荷を実施している.

静的載荷における載荷荷重は, 道路橋示方書の T 荷重を参考に, 250kNを想定した大型車の後輪輪重50kNをシングルタイヤ200×200mmの接地面で載荷した. また, 定点疲労載荷では200×200mmの接地面で50kN載荷を200万回, および衝撃係数を考慮した70kN載荷を50万回行った. 定点疲労載荷は供試体の安定を保つため, 完全に荷重を除荷せず5kNと50kNの間を繰返し載荷することとし, ひずみ計測は表2に示す静的載荷のタイミングで実施した.

表 1 樹脂モルタル材料諸元

項目	養生期間	値
引き抜きフロー(mm)	-	185
圧縮強度(N/mm ²)	(28 日)	31.5
硬化体密度(kg/L)	(28 日)	1.12
割裂引張強度(N/mm ²)	(28 日)	4.7
ヤング係数(N/mm ²)	(28 日)	2,000

表 2 静的載荷のタイミング

載荷荷重(kN)	ひずみ計測載荷回数(回)		
50	100	1,000	10,000
	100,000	1,000,000	2,000,000
70	100	1,000	10,000
	100,000	500,000	—



図 3 静的載荷状況



図 4 定点疲労載荷状況

キーワード 鋼床版, 樹脂モルタル, U リブ, 補強, 定点疲労
連絡先 〒361-0038 埼玉県行田市前谷 333 番地 ものづくり大学 建設学科 TEL048-564-3907

3. FEM 解析

表 3 に FEM 解析モデル概要を、図 5 に解析モデルを示す。今回の解析検討では、鋼床版定点疲労載荷実験供試体と同じ寸法で U リブ溶接部もソリッド要素でモデル化して FEM 解析を実施することにより、得られた載荷実験のゲージ位置のひずみについて、応力低減効果の比較を行った。

4. 実験結果と解析値の比較

図 6 に計測点 LA の静的載荷実験と解析の比較を示す。樹脂モルタル充填後、デッキ下面と充填モルタルの間に僅かな隙間が生じるので、樹脂の 2 次注入を行っている。2 次注入後のひずみは補強後の解析結果と同様に小さいひずみになることがわかる。

図 7, 8 に各載荷回数ごとのひずみの推移を示す。実験の結果、50kN での繰返し載荷では各計測位置でのひずみ変化は小さく、補強効果にほとんど変化はないと考えられる。また、70kN での載荷結果においても、50kN に比べると全体的にひずみが少し増加しているものの、50μ以下で変化も少なく、補強効果に変化はないと考えられる。

図 9 に無補強時の静的載荷(50kN)を 100%として、定点疲労載荷によるひずみ(50kN, 70kN)の比較を示す。同図から、無補強時より補強後に減少したひずみが、50kN の 200 万回および 70kN の 50 万回の定点疲労載荷終了時点まで、ほとんど変化していないことがわかる。

表 3 FEM 解析モデル概要

部材	板厚 mm	要素	材料	メッシュサイズ
補剛材	12	8 節点曲げ シュル要素 (CQ40S)	弾性体 ($E_s = 2 \times 10^5$ MPa)	一般部分 (20mm)
下フランジ	12			
横リブ	12			
U リブ	6			
デッキプレート	12	20 節点 ソリッド要素 (CHX60)	弾性体 ($E = 1000$ MPa)	溶接部 (最小 メッシュサイ ズ 0.25mm)
U リブ溶接部	2.4※			
樹脂モルタル	—			

注) ※は U リブ板厚 6 mm の 40% 溶け込みとした。

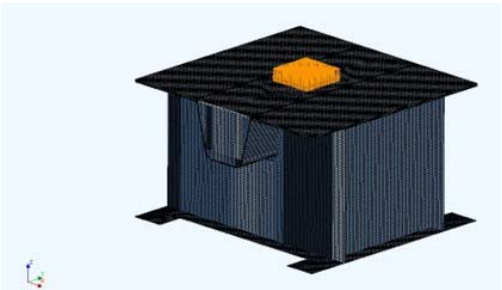


図 5 解析モデルのメッシュ形状

5. まとめ

鋼床版下面からの軽量樹脂モルタル充填工法は、定点繰返し載荷によるひずみ増加が少ないため、長期劣化による影響は少ないといえる。

参考文献

1) 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, 土木学会第 12 回道路橋床版シンポジウム論文集, 2022.9

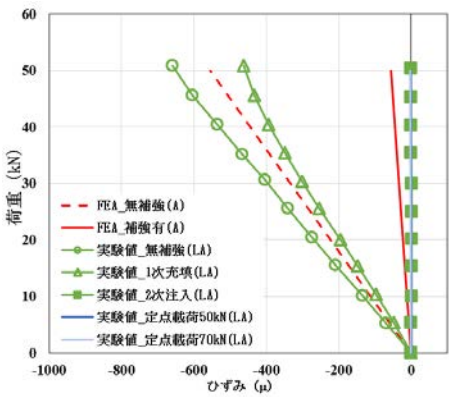


図 6 静的載荷実験と解析の比較(計測点 LA)

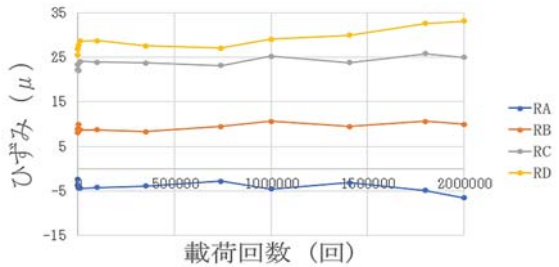


図 7 定点疲労載荷 (50kN U リブ右側)

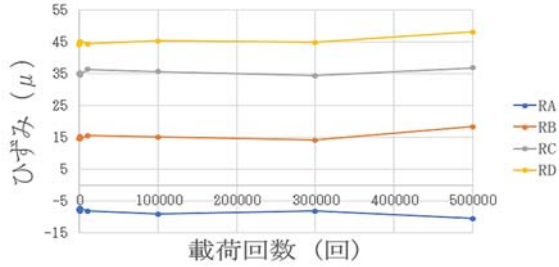


図 8 定点疲労載荷 (70kN U リブ右側)

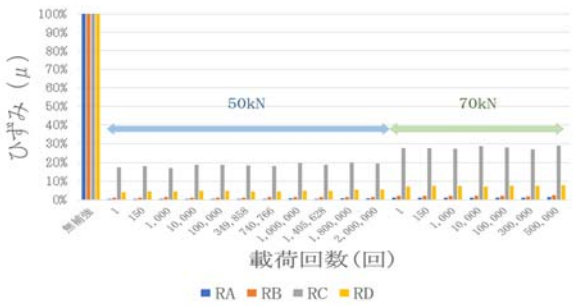


図 9 無補強と定点疲労載荷時のひずみ