

第 I 部門 アスファルト舗装を有する鋼床版の補修・補強法に関する一検討

京都大学工学部 学生員 ○ 張 曉曼
 京都大学大学院 正会員 鈴木 康夫
 京都大学大学院 正会員 杉浦 邦征
 京都大学大学院 正会員 松村 政秀

1. はじめに

交通量の増大に伴う橋梁の疲労問題，とりわけ自動車輪荷重が直接載荷される鋼床版の疲労損傷が報告されている¹⁾．これらの損傷防止には，鋼床版の局所の応力分布を把握した上で，効率よく応力の低減が図れる補修・補強法の採用が必要である．このとき断面欠損や入熱を伴わない接着接合により補強部材が追加・設置できると，き裂損傷を有する鋼床版への事後対応だけでなく予防保全的な対策としても期待できる．そこで，本研究では，アスファルト舗装を有する鋼床版の下面から接着接合により FRP パネルあるいは FRP 当て板を追加する方法に着目して補強効果を弾性解析により検討する．

2. 解析モデルおよび荷重の載荷方法

解析対象は，アスファルト舗装を有する鋼床版であり，図 1，図 2 に示すように，標準的な形状の 4 本の U リブ (320×240×6 mm) により補剛された鋼床版に厚さ 80 mm のアスファルトが舗装されている．デッキプレートの寸法は長さ 4,300 mm，幅が 2,600 mm，板厚が 12 mm で，横リブ間隔は 2,000 mm である．アスファルト舗装と鋼床版は層厚 2 mm の接合乳剤材料で接着されている．また，疲労き裂を模擬する場合 (損傷モデル) には，U リブ U2 とデッキプレートが長さ 500 mm にわたって接合されていない状態を想定する．

補強モデルには，U リブ内に FRP パネルを挿入する方法 (図 3)，鋼床版下面に FRP 当て板を接着する方法 (図 4) により補強する場合を想定する．

FRP の当て板はソリッド要素でモデル化し，その他の部材は全てシェル要素でモデル化した．支持条件は橋軸直角方向端部の下フランジラインは完全に

固定している．材料特性を表 2.1 に示す．ここで，アスファルトの弾性係数は舗装設計便覧²⁾と井口ら³⁾の結果を参考し 600 MPa，FRP の弾性係数は GFRP を想定し 3.3×10^4 MPa とした．

着目断面は図 1 の S2 ラインとし，荷重は図 5 に示すように軸重 100 kN のダブルタイヤを想定し，

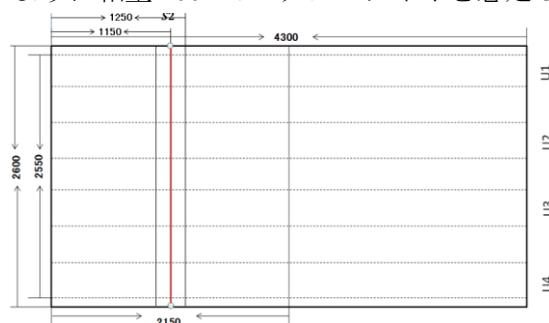


図 1 平面図(単位 : mm)

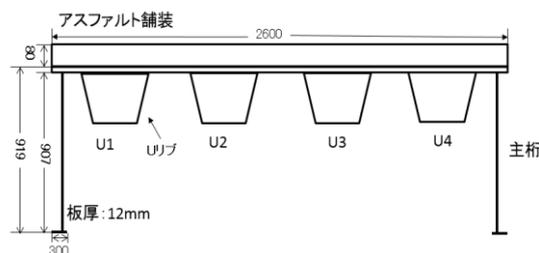


図 2 断面図(単位 : mm)

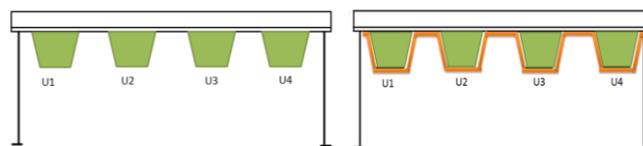


図 3 FRP パネル

図 4 FRP 当て板

表 1 材料特性

	鋼材	アスファルト	FRP材料	接合乳剤材料
弾性係数 [MPa]	2.0×10^5	600	3.3×10^4	1.0×10^{-5}
ポアソン比	0.3	0.35	0.246	0.35

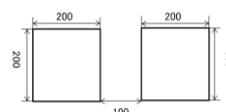


図 5 荷重の載荷

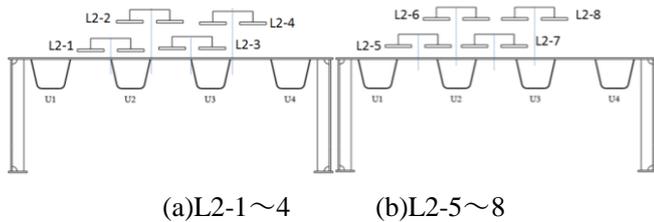


図6 荷重パターン (荷重の荷重位置)

200×200 mm の 2 箇所に鉛直方向下向きに等分布荷重を載荷する。荷重の荷重位置は図 6(a)に示すように U リブ溶接線を跨いで軸重が載荷される場合 (L2-1~4), 図 6(b)に示すように U リブ溶接線上に軸重が載荷される場合 (L2-5~8) の 2 通りで計 8 パターンを設定し、橋軸方向および橋軸直角方向の発生応力に着目する。

3. 解析結果

解析結果を図 7~図 10 に示す。図 7, 図 8 より、損傷箇所の U リブを跨いで輪荷重が載荷される L2-1 を例に S2 ラインの作用応力分布に着目すると、橋軸方向よりも橋軸直角方向の応力が大きく U リブ溶接線を境にデッキプレートに大きな板曲げが生じていることが確認できる。また、デッキプレートと U リブの溶接部における作用応力の最大値は FRP パネルで補修する場合、FRP 当て板で補強する場合とも低減できている。一方、図 9, 図 10 より輪荷重が損傷箇所を含む U ブリ溶接線上に載荷される L2-5 の場合には鋼床版の損傷の有無、補修・補強の有無が作用応力分布へ与える影響が小さい。

以上から、U リブ溶接線にき裂損傷が生じた場合であっても、溶接線を跨いで輪荷重が作用する場合には、FRP パネルおよび FRP 当て板により疲労耐久性に対する改善効果が期待できる。

4. 結論

本研究ではアスファルト舗装を有する鋼床版に下面から補修・補強することを想定して、FRP 製のパネルおよび当て板を接着接合する補強効果を FEM 解析により検討した。

その結果、溶接線を跨いで輪荷重が作用する場合には、FRP パネルおよび FRP 当て板により疲労耐久性に対する改善効果が期待できることがわかった。今後、施工性を考慮した補修・補強方法の提案に向け、荷重実験および FEM 解析を継続して進め

る予定である。

参考文献

- 1)技術委員会 鋼床版小委員会：鋼床版の維持管理における調査方法
- 2)日本道路協会：舗装設計便覧，2006. 2
- 3)井口進，石井博典，前田裕文，山田健太郎：舗装性状を考慮した鋼床版デッキプレートと溶接部の疲労耐久性の評価

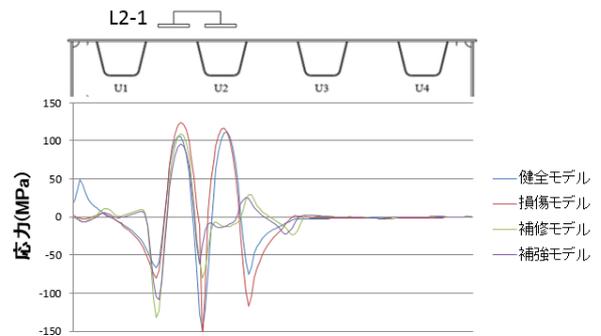


図7 橋軸直角方向の応力分布 (L2-1)

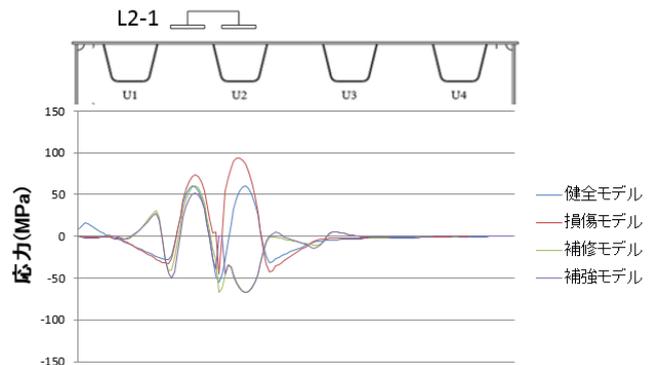


図8 橋軸方向の応力分布 (L2-1)

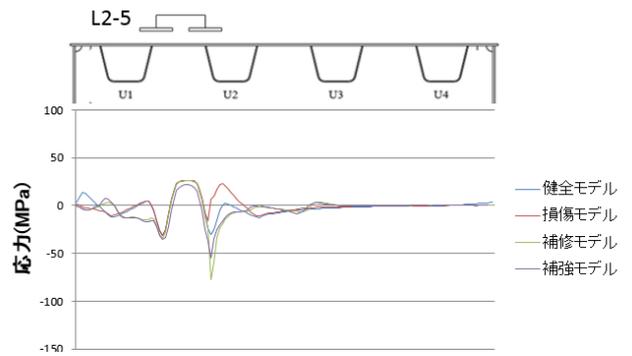


図9 橋軸方向の応力分布 (L2-5)

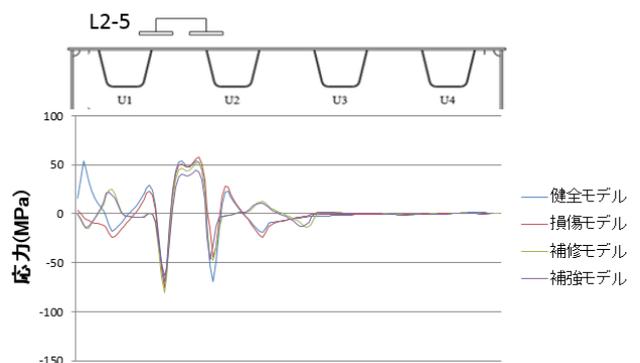


図10 橋軸直角方向の応力分布 (L2-5)