

プロジェクト・研究成果の概要(1/2)

プロジェクト:「鋼床版の疲労耐久性向上に関する研究」	
プロジェクトリーダー ・氏名(ふりがな):坂野 昌弘(さかの まさひろ) ・所属・役職:関西大学、教授	
研究期間:平成29年6月～平成32年3月	
プロジェクト参加メンバー(所属団体名のみ) 【産】日本橋梁建設協会、建設コンサルタンツ協会近畿支部、日本非破壊検査工業会、本四高速道路、西日本高速道路、阪神高速道路 【官】国土交通省近畿地方整備局 道路部、和歌山河川国道事務所、近畿技術事務所 【学】関西大学、京都大学	
プロジェクトの背景・目的(研究開始当初の背景、目標等) 長大橋梁や軟弱地盤上に架設される橋梁はもちろん、地震の多いわが国では死荷重の低減が極めて有利であること、またプレファブ化が容易なために工期短縮が可能なこと等から、鋼床版に対するニーズは高い。また、経年劣化したコンクリート床版を更新する際に、軽量化による下部工への負担軽減と、交通規制を要する工期短縮の面から、鋼床版構造は効果的であるとされている。しかしながら、近畿管内の橋梁点検においても、横桁と鋼床版縦リブとの溶接部等に疲労亀裂を多く確認していることから、鋼床版の疲労耐久性の向上が焦眉の課題となっている。 本研究では、鋼床版の縦リブと横桁・横リブの交差部等を対象として、既設鋼床版に対しては現在の補強工法よりもさらに合理的な工法を、また新設あるいは更新用の鋼床版については現在の疲労問題を根本的に解決できるような新しい構造をそれぞれ提案し、解析や疲労実験によってそれらの耐久性を検証、最終的にはそれらの工法や構造を実橋に適用して疲労耐久性の向上効果を検証することを目的とする。	
プロジェクトの研究内容(研究の方法・項目等) 鋼床版のメリットを活かしつつ、縦リブと横桁・横リブの交差部等を対象として疲労に対する耐久性が高い構造を提案する。さらに、その疲労耐久性の検証方法についても提案し、信頼性の向上を図る。具体的な研究内容は以下のとおりである。 ① 既設橋に対しては、従来 U リブ側に用いられてきた摩擦接合型のワンサイドボルトの問題点である U リブ内面の摩擦面の品質管理が不要で、密閉性も確保できる支圧接合型の新型ワンサイドボルトを用いた補強工法を提案し、解析や疲労実験によりその疲労耐久性を検証する。 ② 新設および RC 床版等の更新用鋼床版に対しては、リベット継手と同様な支圧接合型の新型ワンサイドボルトを用いて疲労上の弱点となる溶接接手を使用しない構造を提案することにより、従来の鋼床版の疲労問題を根本的に解決する。これらの構造に対しても解析や疲労実験を行い、疲労耐久性を検証する。 ③ ①および②で疲労耐久性を検証した補強工法と新しい構造を実際の橋梁で適用し、既設橋に対しては補強前後の実働応力計測により、新設橋や更新用の鋼床版に対しては設置後の実働応力計測により、それらの有効性を検証する。	
年度ごとの研究内容	
平成29年度	① 実橋での応力計測による疲労損傷状況の把握 ② FEM 解析による実橋の応力状態の再現 ③ 疲労実験による横リブと縦リブの交差部に生じる疲労亀裂の再現
平成30年度	① FEM 解析による既設橋に対する補強工法の検討 ② 疲労実験による補強工法の疲労耐久性の検証 ③ 実橋での補強工法の適用と応力計測による補強効果の検証 ④ 垂直補剛材上端部の疲労対策に関する実験的検討(追加項目)
平成31年度	① FEM 解析による新設および更新用鋼床版構造の検討 ② 疲労実験による新設および更新用鋼床版構造の疲労耐久性の検証 ③ 実橋での新設あるいは更新用鋼床版構造の適用と応力計測による疲労耐久性の検証

プロジェクト・研究成果の概要(2/2)

プロジェクトの研究成果の概要

本年度の主な成果の概要は以下のとおりである。

(1) FEM 解析による既設橋に対する補強工法の検討¹⁾

紀の国大橋の実橋モデルを用い、Uリブ下面と横リブウェブをアングル材で接合する補強工法による効果についてFEMによる応力解析を行い評価した。

その結果、アングル補強を施すことにより、横リブスリット部の U リブ下面の橋軸方向と橋軸直角方向の水平方向の動きを抑えることができるため、疲労亀裂の原因となる横リブ側および U リブ側の溶接止端部の溶接線直角方向の応力を大幅に低減できることが示された。

(2) 疲労実験による補強工法の疲労耐久性の検証

・従来構造に当て板補強を施すことにより、横リブ交差部で最も大きな引張応力が生じる U リブ側の溶接止端部付近の応力を 30%程度低減できることが確認された。

・補強状態では、横リブ側、U リブ側ともに 200 万回の繰返し載荷をしても、疲労き裂の発生は認められなかった。一方、補強を取り外すと、30 万回の繰返し載荷で U リブ側の止端部に指示模様が確認され、補強効果があることが確認された。なお、それらの指示模様は、その後母材への進展は認められなかった。

(3) 実橋での応力計測による補強効果の検証²⁾

・補強前・補強後に行った試験車走行試験により、最も大きな引張応力が生じていた U リブ止端部の応力は補強前の 21MPa から補強後の 10MPa へと 1/2 に減少しており、補強効果が確認された。

・応力頻度測定により、最も大きな引張応力が生じていた U リブについては、補強前の 46MPa から補強後の 22MPa とやはり 1/2 に減少しており、補強効果が確認された。

・横リブ下フランジでは、補強前後で発生応力の最大値(16MPa)はほとんど変わらなかった。これを試験車走行時に発生した応力(6MPa)と比較することにより、試験車両(後軸 8.5t)の 2.7 倍(23t)の軸重の車両が常時通過しているものと推定される。

・Uリブについては、応力範囲の最大値は補強前の 54MPa から補強後の 38MPa に 30%程度減少した。

・横リブ下フランジの補強後の最大応力範囲は補強前の応力範囲よりも 1 割程度大きくなっており、交通荷重が厳しくなっていることが推定される。

・発生している応力範囲が小さく、特に横リブ下フランジの寿命が ∞ となってしまうため比較できないため最低等級の H' 等級の設計曲線を用い、さらに横リブ下フランジの疲労寿命の違いを補正して比較した結果、U リブの補強後の推定寿命は補強前の 1.4 倍となり、補強効果が確認された。

(4) 垂直補剛材上端部の疲労対策に関する実験的検討³⁾

・垂直補剛材上端部については、TRS を用いてアングル材を取り付ける工法を適用することにより、溶接止端部の応力を 1/3 に低減することができた。疲労試験については、平成 31 年度に実施の予定である。

参考文献

1) 田辺篤史, 松本理佐, 國年滋行, 坂野昌弘: 鋼床版 U リブ横リブ交差部に対する補強工法の解析的検討, 土木学会第 74 回年次学術講演会, CS, 2019. 9. (発表予定)

2) Ichinose, H. Luiza, 國年滋行, 坂野昌弘: 実橋における鋼床版 U リブ・横リブ交差部の補強効果の検証, 土木学会第 74 回年次学術講演会, CS, 2019. 9. (発表予定)

3) 坂本千洋, 小西日出幸, 奥村信太郎, 坂野昌弘: U リブ鋼床版垂直補剛材上端部の疲労損傷に対する対策効果の実験的検討, 土木学会第 74 回年次学術講演会, CS, 2019. 9. (発表予定)