鋼床版の疲労耐久性向上に関する研究プロジェクト（その3）

関西大学 正会員 坂野昌弘

1. はじめに

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などから、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、鋼床版構造は極めて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、一昨年度¹⁾と昨年度²⁾に引き続いて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。

2. 研究計画

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（TRS）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、リベット接手と同様な支圧接合型の新型ワンサイドボルトTRS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。

3. 令和元年度の成果

本年度の主な成果は以下のとおりである。

(1) FEM解析による新設および更新用鋼床版構造の検討³⁾

- ・新設および更新用の鋼床版構造に関して、Uリブとデッキの接合部、およびUリブと横リブの交差部については、提案する構造⁴⁾が適切であり、垂直補剛材上端部については、R=30mmのフィレット構造を用いるのが良いと考えられる。なお、それぞれの接合構造で生じる応力集中および疲労寿命については、実物大の試験体を用いた静的載荷試験および疲労試験で検証する必要がある。

キーワード 鋼床版, 疲労耐久性, 実橋計測, FEM解析, 疲労実験

連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町3-3-35 関西大学 環境都市工学部 TEL06-6368-0850

(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⁴⁾

- ・静的載荷試験結果より、フィレット構造、半円切り欠き構造ともに、デッキ側の溶接止端部の局部応力は従来構造の半分以下に減少し、補剛材の切り欠き部に生じる局部応力も補剛材溶接止端部の半分程度に抑えることができた。
- ・疲労試験結果より、Uリブと横リブの交差部、垂直補剛材上端部ともに、TRSを用いたアングル材補強部、および改良構造ともに300万回以上の繰り返し載荷を受けても疲労亀裂は発生しないことが明らかとなった。さらに、Uリブと横リブの交差部で、補強を外したところ、30~40万回程度でUリブ側の溶接止端部から疲労亀裂が発生し、Uリブ母材部に進展した。その後、再び補強を施したところ、亀裂の進展は停止し、予防保全効果とともに、事後保全効果を検証できた。

以上より、新設および更新用鋼床版構造の応力低減効果と疲労耐久性向上効果を検証できた。

(3) 実橋での鋼床版補強構造の適用と応力計測による疲労耐久性の検証⁵⁾

- ・ピーク応力で見ると、補強前は、スロットの左側と表側が引張り、右側と裏側が圧縮となっていたが、補強後は左右、表裏でそれぞれ同符号となっており、補強によってUリブの橋軸および直角方向の水平の動きが抑えられたことが分かる。
- ・補強前の発生応力の最大値は、Uリブ左側の58MPaであったが、補強後は28MPaに半減した。
- ・横リブ下フランジでの発生応力の最大値（補強前14MPa、補強後16MPa）は動的載荷試験の最大値（補強前4.7MPa、補強後4.6MPa）の3.0倍（補強前）と3.5倍（補強後）であった。試験車の後軸重が補強前は9.5t、補強後は9.3tであったので、補強前に29t、補強後に33t程度の軸重が橋梁を通過したと推定される。
- ・応力範囲の最大値で見ると、Uリブの左側が補強前で60MPaを超えていたが、補強後は40MPa以下となり、約40%減少した。
- ・補強前で疲労寿命の最も短いものはUリブ左側の55年（G等級）であったが、補強後は3年以上と大幅に改善され、疲労耐久性が大幅に向上したことが検証された。

4. 研究体制

本プロジェクトは近畿地方整備局新都市社会技術融合創造研究会のプロジェクトの一つであり、以下のメンバーで研究が遂行されている。

[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、兵庫国道事務所、近畿技術事務所

[学] 関西大学、京都大学

参考文献

- 1) 坂野：鋼床版の疲労耐久性向上に関する研究プロジェクト，土木学会第73回年次学術講演会，CS3-001，2018.8.
- 2) 坂野：鋼床版の疲労耐久性向上に関する研究プロジェクト(その2)，土木学会第74回年次学術講演会，CS3-001，2019.9.
- 3) 田辺，沼，坂野：FEM解析による新設および更新用鋼床版構造の検討，土木学会第75回年次学術講演会，CS3，2020.9.（発表予定）
- 4) 白石，坂野，小西，狩野，沼：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討，土木学会第75回年次学術講演会，CS3，2020.9.（発表予定）
- 5) Ichinose，寺西，坂野：実橋における鋼床版補強構造の適用と応力計測による疲労耐久性の検証，土木学会第75回年次学術講演会，CS3，2020.9.（発表予定）