

鋼床版デッキプレートにある架設用吊金具残し部の疲労試験

日本橋梁建設協会 正会員 ○山内誉史 井口進 川畑篤敬

九州大学大学院 フェロー会員 貝沼重信

1. はじめに 鋼床版橋梁の架設用吊金具は、鋼床版デッキプレート（以下、デッキ）上に溶接され、横リブおよび断面縦リブ（以下、Uリブ）が交差する直上近傍に設置されることが多い。このデッキ上に設置された吊金具は疲労き裂の発生を懸念し、架設完了後に切断除去しグラインダで平滑に仕上げする事例もあるが、これまでにデッキと吊金具残し部を一体に捉えて疲労強度評価を行った事例はない。そこで著者らは、実橋を模した解析モデルを用いて吊金具の残し部の高さやデッキ厚をパラメータとした FEM 解析を実施し、吊金具残し部の存在によりデッキと Uリブ溶接ルート部の応力が低減すること、吊金具残し部のデッキ側まわし溶接止端部には比較的高い応力が発生することを確認した。また、吊金具残し部に対してホットスポット応力による疲労強度評価を試みている¹⁾。ここでは、その疲労強度評価の妥当性確認の一環として、実橋の応力性状を模擬できる定点载荷試験体にて実施した疲労試験結果について報告する。

2. 試験体および疲労試験諸元 試験体は、3本のUリブと試験体中央断面に横リブを有し、主桁と形状保持用の横リブで四方を囲んだパネル構造となっており、Uリブと横リブ交差部直上2箇所吊金具残し部を配置した（図-1）。横リブ間隔は750mmに短縮し、Uリブは320mm×240mm×6mmのものを640mm間隔で配置した。吊金具とUリブの橋直方向位置は、Uリブの板厚中心と残し部の中心で鉛直方向に一致させた。吊金具は長さ240mm、板厚22mmのものを脚長6mmでデッキと完全溶け込み溶接で接合している。デッキとUリブ溶接部は、デッキ貫通き裂の発生を抑えるため、溶け込み深さを抑え、脚長6mmを確保した。これまでの解析結果より、吊金具まわし溶接部の応力が最も厳しくなる条件は、デッキ厚12mmで残し部高さが10mm、夏季の舗装剛性、ダブルタイヤが残し部を挟み込むケースで、タイヤ中心が横リブから橋軸方向に125mm移動した位置であったため、試験体もその条件を再現した。なお、挟み込み载荷は载荷梁を介した载荷板にて行い、接地圧の偏りを防ぐため、载荷板とデッキとの間に20mmのゴム板(G12相当)を設けた（図-2）。なお、本諸元にて実橋に近いと考えられる応力状態が再現できることをFEM解析および別途実施した静的载荷試験にて確認済みであり、実橋のダブルタイヤ100kNでの応力状態が再現できる試験荷重は54.5kNであった。吊金具残し部のまわし溶接部は、止端仕上げの効果を確認するため、止端仕上げなしのものと、図-3の条件にて止端仕上げを行ったものを用意した。疲労試験はデッキ応力が降伏点を超えない範囲で荷重を増加させることとし、止端仕上げなしの場合、80kN：300万回+120kN：100万回の繰り返し载荷を行った。止端仕上げの場合は、120kN：200万回の繰り返し载荷を行った。ひずみ測定位置は図-4に示す吊金具まわし溶接止端5mm位置、Uリブと横リブ交差部位置のUリブ溶接ルート部およびUリブ内のデッキ下面中央とし、橋直方向ひずみを計測した。

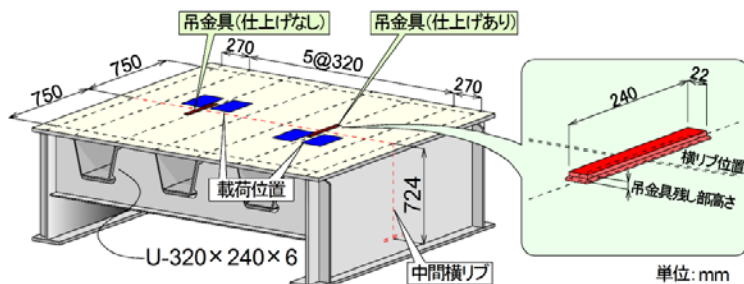


図-1 疲労試験体

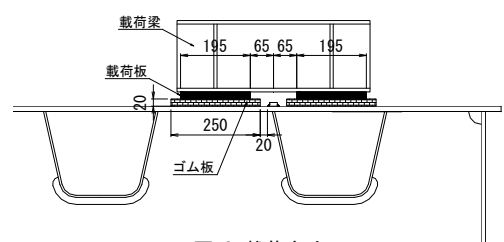


図-2 载荷方法

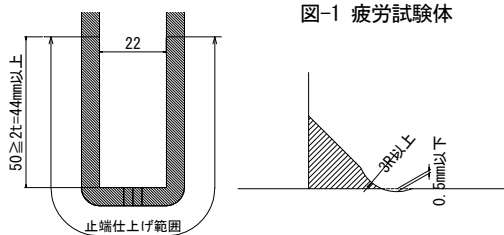
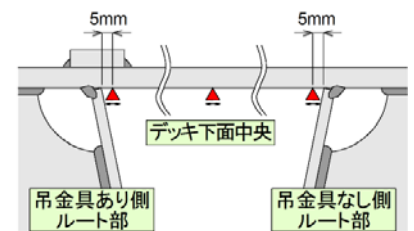


図-3 吊金具止端仕上げ要領



(a) デッキ上面



(b) Uリブ内部

図-4 ひずみゲージ位置

キーワード：鋼床版橋梁、架設用吊金具、吊金具残し部、まわし溶接部、溶接ルート部

連絡先：日本橋梁建設協会 〒105-0003 東京都港区西新橋 1-6-11 TEL：03-3507-5225

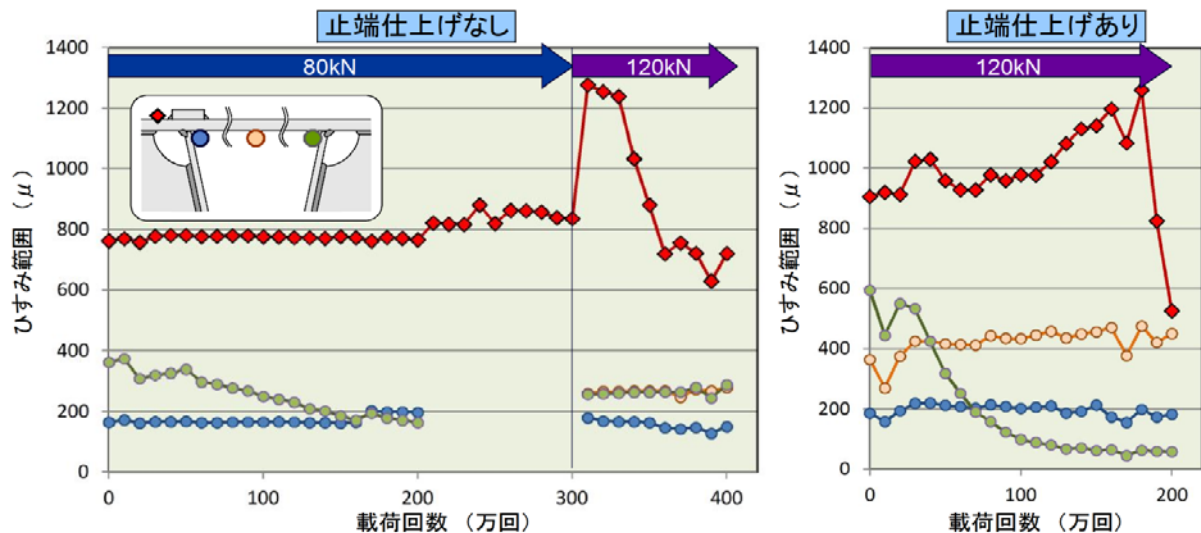


図-5 荷回数毎の各測定位置におけるひずみ範囲

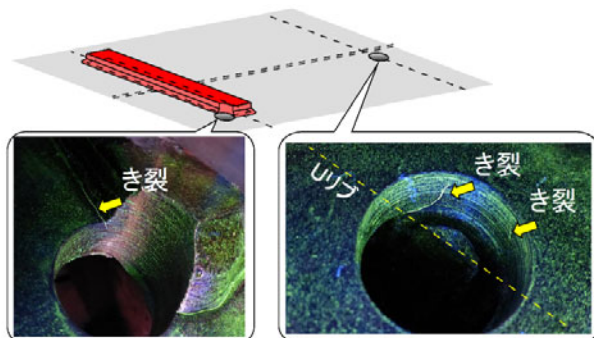


図-6 MT観察結果(止端仕上げなし)

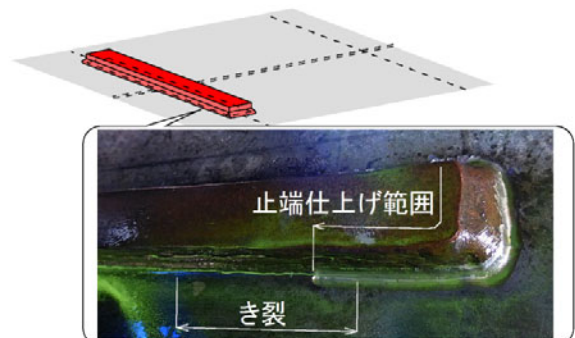


図-7 MT観察結果(止端仕上げあり)

3. 疲労試験結果 図-5に止端仕上げなしと止端仕上げありのケースでの各測定位置における荷回数とひずみ範囲の関係を示す。なお、ひずみ範囲は荷重10万回毎に10秒間の最大ひずみと最小ひずみの平均値から算出している。

止端仕上げなしのケースでは、当初30万回程度で吊金具まわし溶接部に疲労き裂が発生するものと予想していたが、300万回終了した段階でもひずみ低下が見られず、MT試験でも指示模様が確認できなかった。そこで、荷重を120kNに増加させて試験を継続したところ、累計340万回程度でひずみ低下が見られ、360万回でひずみ範囲が一定となった。この時点で疲労き裂の発生が疑われたため、疲労試験後にコア抜きを実施し、マクロ観察を実施したところ、図-6に示すとおり疲労き裂を確認した。一方、ルート部近傍のひずみに着目した場合、30万回程度から吊金具なし側のデッキとUリブ溶接ルート部のひずみが徐々に減少していることから、同様にコア抜きを実施したところ、図-6に示すとおりデッキ貫通き裂が確認できた。なお、吊金具あり側のルート部は荷重を120kNに増加させても大きなひずみ変化が見られなかったことから、き裂の発生可能性は低いといえる。なおこの傾向は、止端仕上げありのケースでも同様であった。この結果より、吊金具残し部により、直下のデッキとUリブ溶接部の疲労強度が改善すること、および吊金具まわし溶接部はデッキとUリブ溶接ルート部よりも疲労強度が高いことがいえる。

止端仕上げありのケースでは、まず120kNで120万回荷重を行ったが、まわし溶接部のひずみ範囲変化は確認できなかった。しかしながら、図-7に示すようにMT試験により、止端仕上げ始末端部に指示模様を確認した。この時点で疲労き裂の発生が疑われたが、さらに80万回の荷重を実施したところ、累計180万回時点からまわし溶接部のひずみ範囲が減少した。そのため、MT試験を実施したところ、指示模様が止端仕上げ範囲に向かって進展していることを確認した。このことから、デッキ12mm、残し部高さ10mmの条件において、疲労き裂対策が求められる場合には、まわし溶接部のみでなく、全周にわたって止端仕上げを行う必要があることがわかった。

4. まとめ 実橋を模擬した疲労試験体により疲労試験を実施し、吊金具残し部により、直下のデッキとUリブ溶接ルート部の疲労強度が改善すること、吊金具まわし溶接部のほうがデッキとUリブ溶接ルート部よりも疲労強度が高いことがわかった。また、デッキ12mm、残し部高さ10mmのケースにおいて、疲労強度を改善させる場合は、吊金具残し部全周にわたって止端仕上げが必要であることがわかった。今後は、デッキ厚16mmでの疲労試験を実施し、デッキ増厚による効果を確認する予定である。

参考文献 1) 藤井基史, 山内誉史, 内田大介, 平井大雅, 貝沼重信: 鋼版デッキプレート上の吊り金具残し部が疲労損傷に及ぼす影響の解析的検討, 鋼構造年次論文報告集, 第20巻, pp.557-564, 2012.11.