

架設用吊金具残し部の疲労試験体のFEM解析と静的載荷試験

○九州大学 学生会員 平井大雅 九州大学大学院 正会員 貝沼重信
日本橋梁建設協会 正会員 山内誉史 内田大介 藤井基史 井口進 平山繁幸 川畑篤敬

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、デッキと呼ぶ。）上に溶接され、横リブおよび閉断面縦リブ（以下、Uリブと呼ぶ。）が交差する直上箇所に設置されることが多い。架設完了後、吊金具は舗装に影響を及ぼさない程度に切断処置される。しかし、近年では吊金具の存置部分（以下、残し部）近傍から疲労き裂発生 の報告もあり、デッキ上面より完全切断除去される事例もある。著者らはこれまでに、実橋を想定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、吊金具残し部近傍の応力状態を確認している。そして、吊金具残し部があるとデッキ-Uリブ溶接ルート部の応力が低減すること、吊金具残し部とデッキ溶接部のまわし溶接止端部には比較的高い応力が発生し、デッキ厚の増加、残し部の高さの減少で低減されることを確認している¹⁾。さらに、この検討ではホットスポット応力による疲労強度評価も実施したが、この妥当性を検証するためには疲労試験が必要である。ここでは、疲労試験用に作成した試験体を用いた静的載荷試験およびFEM解析の結果について報告する。

2. 試験体およびFEM解析 試験体は図-2に示すように、Uリブと横リブ交差部に着目したもので、3本のUリブと1本の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いる。鋼床版のデッキ厚は12mmとし、Uリブ-横リブ交差部直上デッキ上面に高さ10mmの吊金具残し部を設けた。吊金具は長さ240mm、板厚22mmのものをデッキと完全溶け込み溶接で接合した。デッキ側の溶接脚長は6mmであり、吊金具側では溶接先端部を削除した形状となった。吊金具とUリブとの橋直方向の位置は、図-2に示すように、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。Uリブは320mm×240mm×6mmのものを640mm間隔で配置し、横リブ間隔は750mmとした。着目する中央の横リブのウェブ高さは700mmである。試験体のハンドリングを考慮し、通常の鋼床版パネルからの小型化を図ったが、この試験体を用いて実橋を想定した解析モデルとほぼ同等の応力性状を再現できることは別途、解析的に確認している²⁾。

FEM応力解析はNX NASTRAN Ver.7.1を用いた線形弾性応力解析であり、着目する吊金具残し部近傍の溶接部や鋼部材にはソリッド要素を適用し、着目部近傍の最小要素寸法は、0.5mm×0.5mm×0.5mmとした。解析では、載荷鋼板もモデル化し、エッジの片あたりを防止する目的でデッキと載荷鋼板の間に挿入した厚さ20mmの載荷ゴム（G20）も線形弾性体としてモデル化した。なお、ゴムの剛性は低いので、鋼部材との接触条件は無視し剛結としている。

3. デッキ-Uリブ溶接線近傍の応力性状 横リブウェブ中心断面において、ダブルタイヤが吊金具を挟み込むような荷重(図-3(a))、あるいはUリブ中心位置にシングルタイヤ荷重(図-3(b))を載荷し、吊金具残し部の有無がデッキ-Uリブ溶接線の応力性状に与える影響を確認した。図-4に横リブ交差部断面のデッキ下面における橋軸直角方向ひずみについてUリブ内側の中心位置、Uリブコバ面から5mm位置の計測結果と解析より得られたひずみ分布図を示す。実験結果と解析結果は比較的良好に一致している。また、吊金具残し部を有することにより、デッキ-Uリブ溶接ルート部の応力が低減していると推察することができ、実橋モデルで行った解析結果の特徴と一致する。

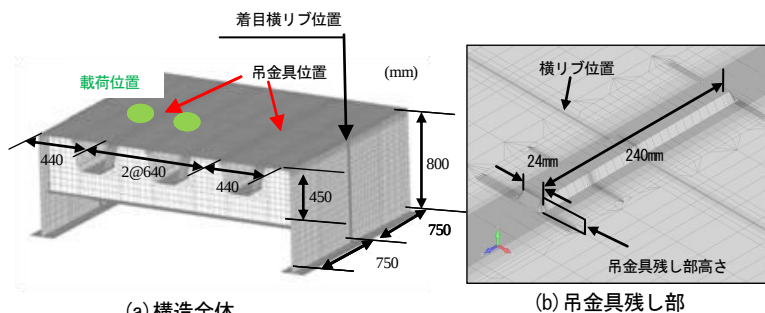


図-1 疲労試験体モデル

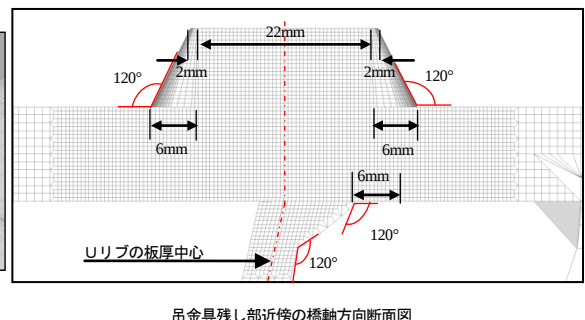
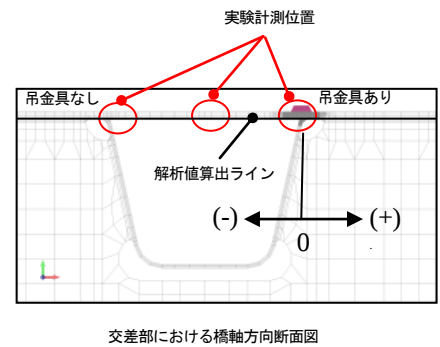
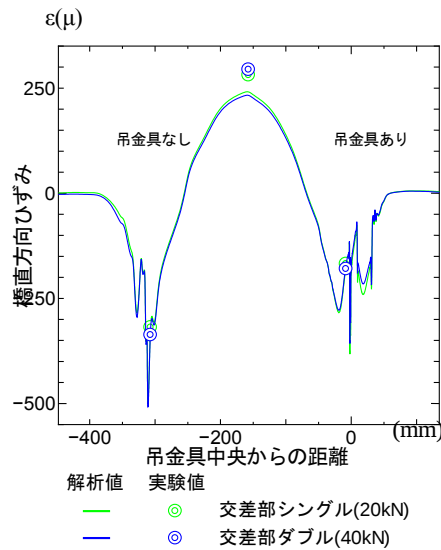
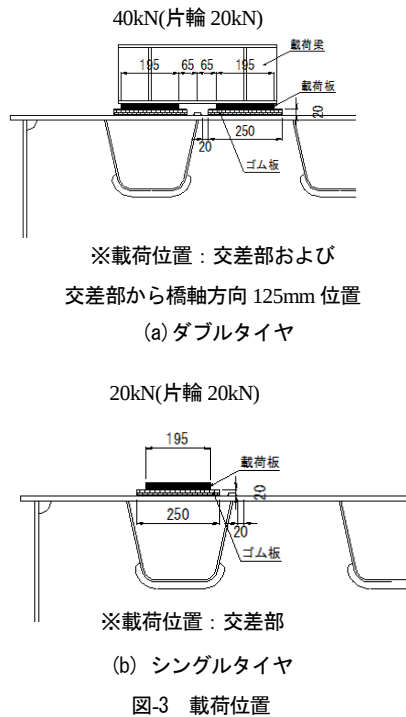


図-2 残し部の取付け位置とルート部の詳細

キーワード：鋼床版橋梁、架設用吊金具、吊金具残し部、溶接ルート部

連絡先：九州大学 建設設計工学研究室 〒819-0395 福岡市西区元岡 744



実験値：吊金具残し部側と残し部がない側の
Uリブデッキ溶接接線 5mm 位置およびその
中央において計測

図-4 デッキ下面ひずみ

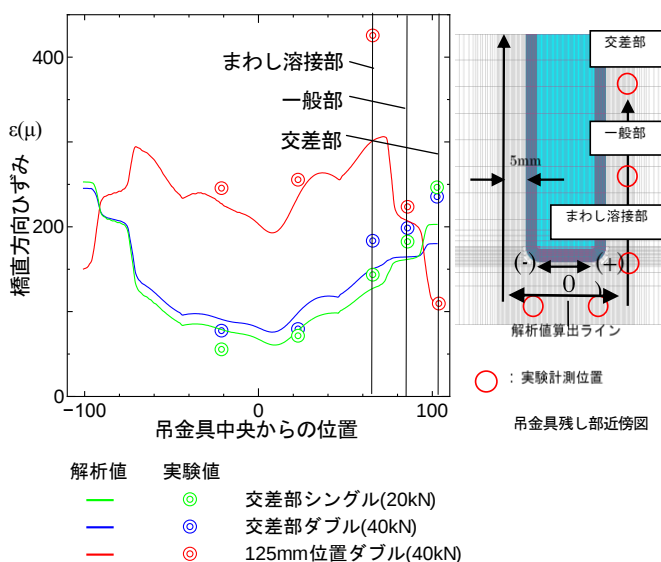


図-5 デッキ上面側溶接止端ひずみ

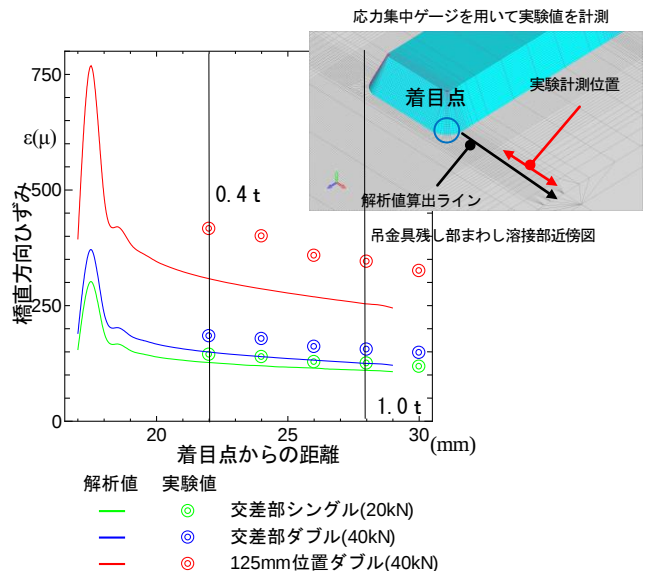


図-6 デッキ上面着目部ひずみ(t:デッキ厚)

4. デッキ吊金具溶接止端部の応力性状 実橋を対象とした解析で、デッキ吊金具溶接部に厳しい条件となったダブルタイヤが吊金具を挟み込む荷重条件を横リブ交差部（吊金具長手方向中央）から橋軸方向へ 125mm 位置に離れた位置に载荷し、まわし溶接部近傍の応力性状を確認した。図-5 および図-6 に溶接線に沿って止端部から 5mm 離れた位置のひずみ分布とまわし溶接部近傍の橋軸直角方向ひずみ分布の計測結果と解析結果を示す。図中には前章に示した 2 つの荷重ケースの結果も示している。詳細な溶接形状をモデル化できていないこともあり、実測値と解析値には若干の差があるが、まわし溶接止端部近傍では比較的高い応力が発生していることが確認できる。

5. まとめ ひずみ測定試験体においても吊金具の残置により、デッキプレートと Uリブ溶接ルート部の応力は低減されることを確認した。また、吊金具残し部のまわし溶接部近傍には比較的高い引張応力が発生しており、疲労き裂が発生する可能性がある。今後はこの試験体を用い、疲労試験を実施する予定である。

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: 鋼床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. 2) 平井大雅, 貝沼重信, 山内誉史, 内田大介, 藤井基史, 井口進, 平山繁幸, 川畑篤敬: 鋼床版橋梁の架設用吊金具残し部における疲労き裂再現試験体の検討, 土木学会 西部支部研究発表講演概要集 2013.3.