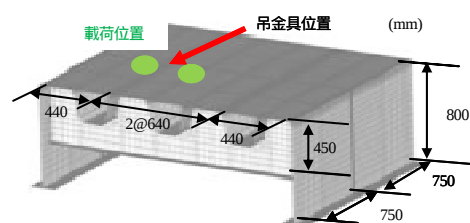


鋼床版橋梁の架設用吊金具残し部における疲労き裂再現試験体の検討

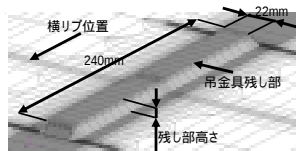
○九州大学 学生会員 平井大雅 九州大学大学院 正会員 貝沼重信
日本橋梁建設協会 正会員 山内誉史 内田大介 藤井基史 井口進 平山繁幸 川畑篤敬

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、閉断面縦リブ（以下、Uリブと呼ぶ。）と横リブが交差する箇所の直上に設置されることが多い。架設完了後、この吊金具は舗装に影響をおよぼさない程度の高さにまで切削処置されることが一般的であったが、近年では吊金具の存置部分（以下、残し部）が、デッキ上面から完全に除去されることもある。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（12mm, 16mm）をパラメータとした検討を行っている。そして、吊金具残し部とデッキ溶接部のまわし溶接止端部に比較的高い応力集中が生じ、ホットスポット応力を用いた疲労強度評価を行うと、デッキ 12mm の場合に疲労き裂発生の可能性を確認している¹⁾。しかし、舗装のみを介して輪荷重を受けるデッキ部の応力性状は複雑であり、ホットスポット応力による疲労強度評価の妥当性を検証するためには疲労試験が必要である。疲労試験としては輪荷重走行疲労試験も考えられるが、幾つかのパラメータを振ることと試験期間や費用を考慮すると定荷重疲労試験が望ましい。ここでは、定荷重試験を模擬した試験体モデルと、実橋解析モデルの FEM 解析結果の比較について報告する。

2. 解析方法 FEM 応力解析は NX NASTRAN Ver.7.1 を用いた弾性応力解析である。試験体モデルを図-1 に示す。橋軸方向の中央で横リブと U リブが交差する箇所のデッキ上面に吊金具の残し部がある鋼床版 2 パネルのモデルである。デッキの板厚は後述の実橋モデルと同様、既設の鋼床版橋梁を想定し 12mm と、今後、建設予定の 16mm とした。吊金具の残し量（デッキ上面からの高さ）はデッキ 12mm の場合は 2mm と 10mm、デッキ 16mm の場合は 10mm である。U リブは 320mm×240mm×6mm のものを 640mm 間隔で 3 本配置した。横リブ間隔は 750mm とし、中央の横リブ高さ方向 700mm とした。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、このことが着目部の応力性状に与える影響が小さいことは別途確認している。吊金具はデッキと完全溶け込み溶接での接合を想定し、長さを 240mm、板厚 22mm をとし、溶接サイズは 6mm とした。残し部と 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ている。また、着目する吊金具残し部近傍の溶接部や鋼部材には実橋解析同様、ソリッド要素を用い、着目部近傍の最小要素寸法は、0.5mm×0.5mm×0.5mm とした。荷重条件は実橋解析で最大主応力の最大値が最大となった、ダブルタイヤが吊金具を挟み込むような荷重(図-3)が、横リブウェブ中心（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載荷した。荷重の大きさは、輪荷重をデッキ上面に直接載荷することとし、片輪の荷重は 25.6kN とし、舗装を施したモデルと発生応力が同等となるように調整した 52.0kN である。図-4 に実橋を想定した解析モデル¹⁾を示す。橋軸方向の中央で横リブと U リブが交差する箇所のデッキ上面に吊金具の残し部がある鋼床版 2 パネルのモデルである。U リブは 640mm 間隔で 4 本配置し、横リブ間隔は 2500mm とした。ダブルタイヤがアスファルト舗装厚は 80mm である。荷重の横断方向位置や舗装剛性については種々の条件の解析を実施しているが、今回の比較対象は発生応力が最も大きくなるダブルタイヤが吊金具を挟み込むような載荷で、舗装剛性は夏場を対象（ $E=500\text{MPa}$ および $\nu=0.35$ ）のものとした。



(a)構造全体



(b)吊金具残し部

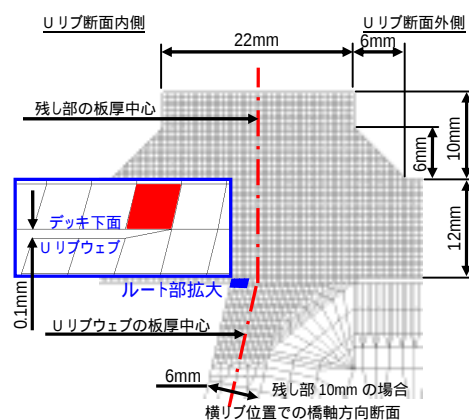


図-2 残し部の取付け位置とルート部の詳細

キーワード：鋼床版，架設用吊金具，吊金具残し部，まわし溶接部

連絡先：九州大学大学院 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 TEL：092-802-3392

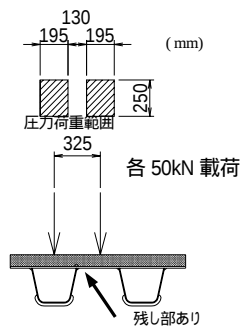


図-3 挟み込み載荷

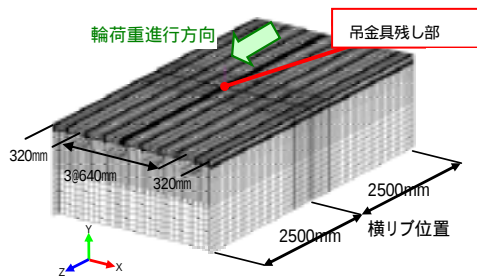
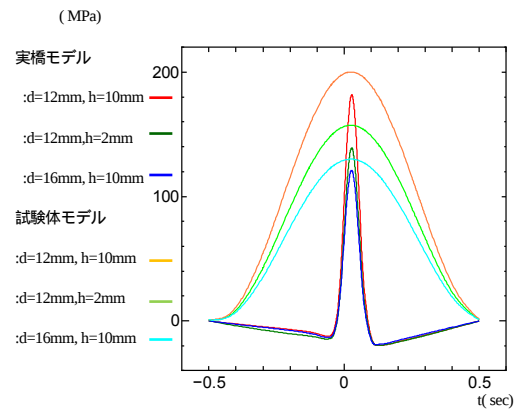
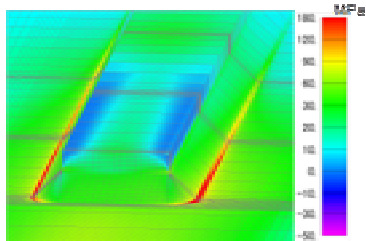


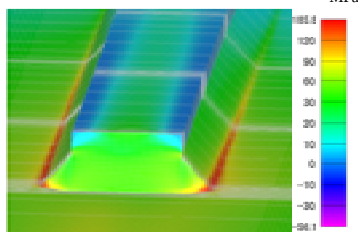
図-4 実橋モデル



(a) 着目部応力波形



(a) 実橋モデル



(a) 実験モデル

図-5 最大主応力コンター図

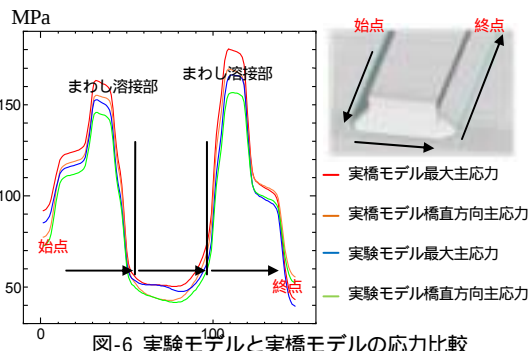


図-6 実験モデルと実橋モデルの応力比較

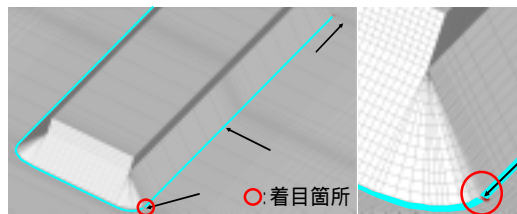


図-7 最大主応力最大値発生位置

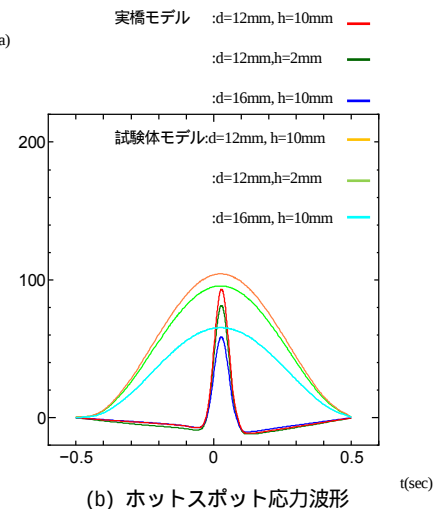


図-8 最大主応力最大値発生位置における実橋モデルと実験モデルの応力分布図

表-1 各解析ケースの着目部の応力範囲

吊金具 高さ	デッキ厚	最大主応力範囲				HSS応力範囲			
		実験 モデル	比率	実橋 モデル	比率	実験 モデル	比率	実橋 モデル	比率
10mm	12mm	200.1	1.00	199.7	1.00	104.4	1.00	100.6	1.00
	16mm	139.0	0.69	139.5	0.70	65.4	0.63	63.8	0.63
2mm	12mm	157.3	0.79	157.5	0.79	95.6	0.92	90.9	0.90

(MPa)

3. 解析結果 デッキ 12mm, 吊金具の残し量 10mm の場合の試験体モデルと実橋モデルの着目部近傍における最大主応力コンター図を図-5 に, 最大主応力および橋直方向主応力分布の比較図を図-6 示す. 両者とも最大主応力はまわし溶接の終始点近傍で最大となる(図-7). 橋軸直角方向の左右の止端のうち, 最大応力は U リブ断面外側に位置する止端部側で発生していることがわかる. また, 主応力の方向は橋直方向が支配的となっている.

図-8 は構造パラメータ毎で, 実橋モデルで車両が通過した場合と試験体モデルに正弦波による定点載荷を行った場合に生じる溶接止端部要素の最大の最大主応力方向の応力とホットスポット応力の波形の比較である. 試験体モデルでは圧縮を生じさせることが出来ず, 実橋モデルの応力の交番を模擬出来ていないが, 実橋モデルでも引張が支配的であり, 溶接残留応力を有する箇所の評価であることを考えれば平均応力の影響は無視できると判断できる²⁾. 表-1 はこれらの応力範囲の一覧である. 両者の吊金具残し量を小さくした場合やデッキ増厚による応力低減効果はほぼ同じである.

4. まとめ 以上のように, 今回提案した試験体モデルの定点載荷疲労試験により, 吊金具残し部の疲労強度検討が出来る可能性が高いことが分かった. 今後は解析で仮定した等分布荷重を模擬出来る載荷ゴム厚等の検討を行い, 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) 鋼構造物の疲労設計指針・同解説, 平成 5 年

キーワード: 鋼床版, 架設用吊金具, 吊金具残し部, まわし溶接部

連絡先: 九州大学大学院 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 TEL: 092-802-3392