

## 鋼床版デッキプレートとUリブの溶接ルート部近傍の応力性状に対する 架設用吊り金具残し部の影響

九州大学大学院 ○学生会員 平井大雅 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 井口進 平山繁幸 川畑篤敬 藤井基史

**1. はじめに** 近年、鋼床版橋梁のデッキプレート（以下デッキ）に溶接された架設用吊金具の残し部近傍から疲労き裂発生が報告されており、吊り金具の残し部の応力性状の解明が必要となっている。昨年、著者らは実橋調査により鋼床版橋梁の架設用吊金具は横リブとUリブが交差部する箇所直上に、Uリブのウェブを控え材とする形で取り付けられるケースが多いことを明らかにした。さらに、解析的に架設時に発生する応力を検証し、デッキ-Uリブの溶接線に発生する応力は、吊り金具の取付け精度次第ではその程度は高くなるが、供用下の疲労き裂発生へ与える影響は小さいと考えられることを報告している。本研究では、交差部に取り付けられた架設用吊金具が、架設完了後、舗装に影響がない程度に切削され場合を想定し、供用下で当該箇所に発生する応力を検討することを目的としている。検討対象はデッキ-吊金具溶接線から発生するき裂、あるいは吊り金具の残置が昨今問題となっているデッキ-Uリブ溶接線から発生するき裂へ与える影響の2つであるが、ここでは後者について報告する。

**2. 解析方法** 解析対象を図-1に示す。解析対象は0~10mmの吊金具残し部が存在する鋼床版2パネルを想定した。FEM応力解析にはNX NASTRAN Ver. 7.1を用いた。デッキ厚は12mmまたは16mmとし、横リブ間隔は2500mmとした。また、Uリブは320mm×240mm×6mmのものを640mm間隔で4本配置した。アスファルト舗装は厚さ80mmとし、剛性は夏季(E=500MPa,  $\nu=0.35$ )を考慮した。吊金具の残し部は幅240mm、板厚22mmとしてデッキ上面に完全溶け込み溶接で溶接されたものとした。残し部の寸法は図-1(b)に示す通りとした。デッキとUリブの溶接は75%溶け込みを想定した。また、デッキとUリブとの溶接部には、溶接時にギャップが開くことを考慮し、0.1mmのルートギャップを設けている。なお、舗装の下面とデッキ表面では節点を共有させている。境界条件については着目応力が局所応力であるため鋼床版の周囲に位置する主桁と横桁の下端を固定とした。輪荷重の載荷ケースを図-2に示す通り直上載荷では2種類とした。これらのうち、挟み込み載荷はデッキへ進展するき裂、直上載荷は溶接ビードへ進展するき裂に対して厳しくなる荷重を想定している。着目部の輪荷重による応力振幅の評価のため、図-3に示すように(最小間隔62.5mm)で移動させた。着目する吊金具残し部近傍にはソリッド要素を用い、これ以外の部位には、シェル要素を用いた。着目したのは図-4の赤で示した要素であり、着目部近傍の最小要素寸法は、0.5mm×0.5mm×0.5mmとした。

**3. 解析結果** 図-5にルート部のギャップの変位を示す。横軸は橋軸方向であり、0は横リブ位置、および残し部の橋軸方向中心である。縦軸の下限値0mmはギャップが完全に閉口し、デッキ面とUリブが接触することを意味し、上限値0.1mmはギャップが変化しないことを意味する。いずれの解析ケースにおいても荷重載荷によってデッキ下面とUリブの先端は接触しないことが確認できる。従って、これ以降に述べる解析結果は輪荷重の載荷のみによる応答値と考えられる。

着目要素の最小主応力影響線図を図-5に、最小主応力の最小値と応力振幅を表-1に示す。最小主応力の波形を見ると、着目要素は全圧縮状態であることがわかる。また、全ての解析ケースで最小主応力の最小は横リブ位置の図-4で赤く示した要素で発生した。最小主応力は残し部の程度が高い方ほど低く、残し部の分だけ局部的に剛性が高くなったためと考えられる。デッキ厚で比較するとデッキ厚16mmで残し部高さ10mmの最小値はデッキ厚12mmの場合に比して30%程度低くなっておりデッキの増厚効果が表れている。しかし、デッキ厚16mmの場合の残し部高さの程度の違いによる応力差はデッキ厚12mmの場合よりも小さいことがわかり、デッキ16mmでは残し部の影響は小さくなる。

図-7に解析ケース1, 4, 7および9のコンター図を示す。橋軸方向の載荷位置はいずれのケースも図-6に示す位置である。全解析ケースの中で最小主応力が最小となる解析ケース1では応力集中の範囲が最も広い。中立軸の位置がルート部付近でデッキ表面側に移っていることと相対的に面外剛性が低いことにより、応力集中の程度も高く、範囲も広いことが顕著に表れていると考えられる。ケース4と7ではデッキ厚16mmのケース7の方が応力集中の範囲が狭く、デッキ厚が応力集中の緩和に影響している。ケース9は今回の解析ケースのなかで最小主応力の最小値が最大となるが、応力集中の範囲はルート部の極狭い範囲に限られており、直上載荷の荷重ケースはルート部に与える影響が比較的小さいことがわかる。

**4. まとめ** 1) 吊金具残し部の有無にかかわらずデッキとUリブのルート部に発生する応力は全圧縮状態であった。2) 残留応力による影響は考慮されていないが、デッキ-Uリブ溶接線の疲労損傷に与える吊金具残し部の影響は認められなかった。

参考文献 1) (社)日本鋼構造協会; 鋼橋付属物の疲労, 2008. 7. 2) 藤井ら: 吊金具取付け精度が鋼床版Uリブ溶接部に及ぼす影響の解析的検討, 鋼構造年次論文報告集, 第19巻, pp. 69-76, 2011.

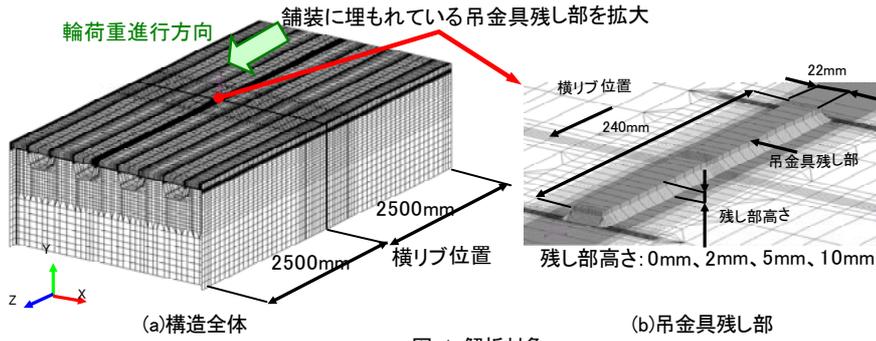


図-1 解析対象

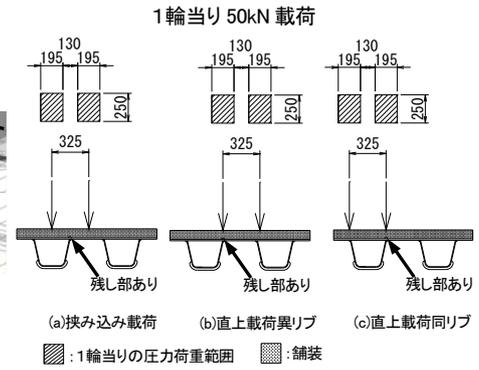


図-2 橋直方向の輪荷重載荷位置とその大きさ

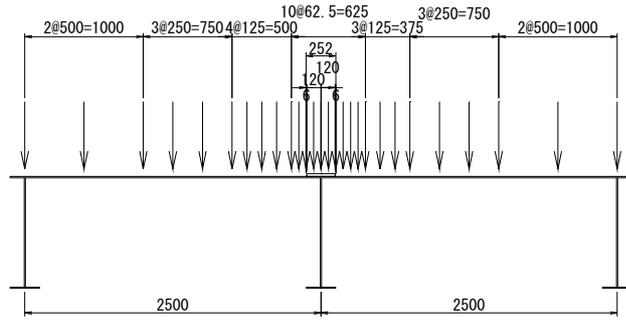
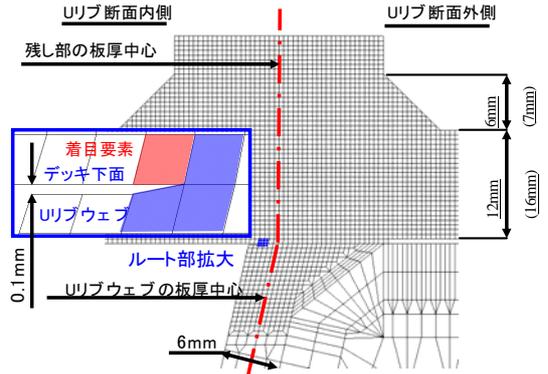


図-3 橋軸方向の輪荷重載荷位置(全 28 箇所)



着目要素はデッキプレートとリブのすみ肉溶接のルート部近傍  
図-4 着目要素

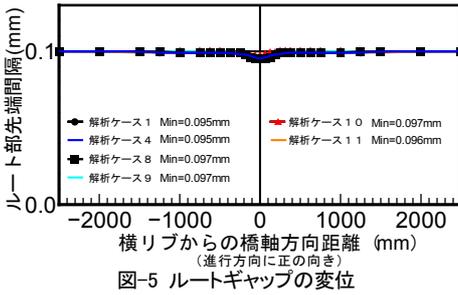


図-5 ルートギャップの変位

表-1 最小主応力の最小値と応力振幅

解析ケース	最小主応力	応力振幅
1 挟み込み載荷 デッキ12mm 残し部0mm	-373.43	373.04
2 挟み込み載荷 デッキ12mm 残し部2mm	-356.63	356.24
3 挟み込み載荷 デッキ12mm 残し部5mm	-349.74	349.34
4 挟み込み載荷 デッキ12mm 残し部10mm	-312.89	312.50
5 挟み込み載荷 デッキ16mm 残し部0mm	-299.12	298.98
6 挟み込み載荷 デッキ16mm 残し部5mm	-276.64	276.51
7 挟み込み載荷 デッキ16mm 残し部10mm	-267.18	267.05
8 直上載荷異リブ デッキ12mm 残し部0mm	-228.86	228.21
9 直上載荷異リブ デッキ12mm 残し部10mm	-187.09	186.57
10 直上載荷同リブ デッキ12mm 残し部0mm	-318.70	318.50
11 直上載荷同リブ デッキ12mm 残し部10mm	-268.30	268.10

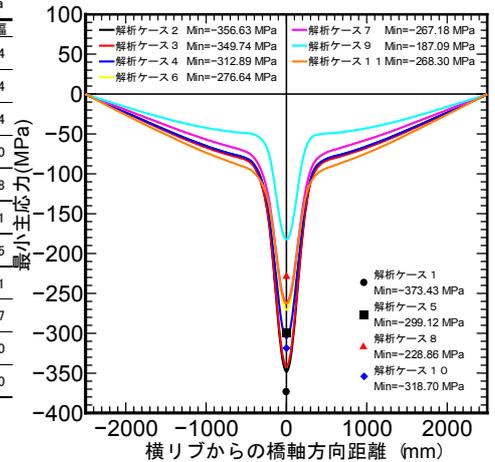
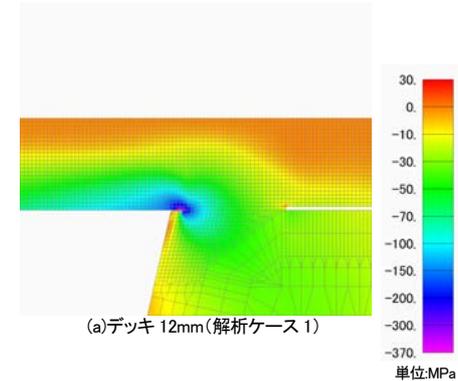


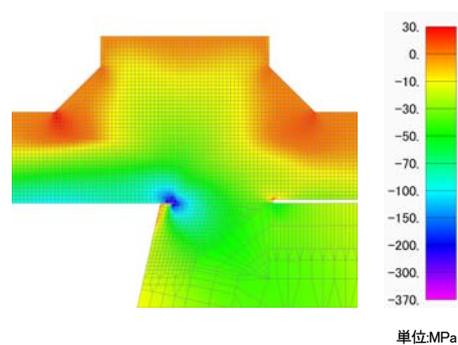
図-5 最小主応力最小となる要素の最小主応力影響線図



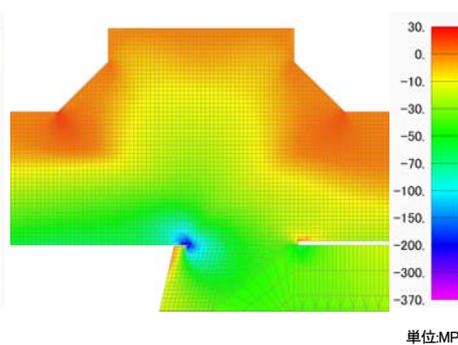
(a)デッキ 12mm(解析ケース 1)



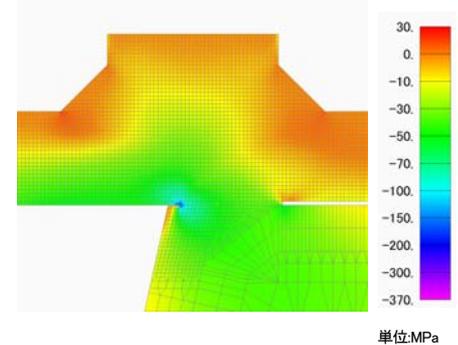
図-6 図-7(a)~(d)の橋軸方向載荷位置



(b)デッキ 12mm(解析ケース 4)



(c)デッキ 16mm(解析ケース 7)



(d)デッキ 12mm(解析ケース 9)

図-7 最小主応力最小の要素を含む橋軸方向断面の最小主応力コンター図