

鋼床版橋梁の架設用吊金具の残し部が疲労損傷に及ぼす影響に関する解析的検討

○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 井口進 平山繁幸 川畑篤敬

1. はじめに 鋼床版橋梁架設時にデッキプレート（以下、デッキ）上面へ溶接された架設用吊金具は、架設完了後、舗装への影響がない程度に切除される。最近では、吊金具の残置部分から疲労き裂発生の報告もあり、吊金具をデッキから完全に除去する施工も行われている。しかし、吊金具の残し部の程度が疲労き裂を誘発する可能性について検討された事例はない。また、吊金具の残し部は昨今問題となっているデッキと U リブ溶接線の疲労き裂を誘発する可能性も考えられる。本研究では鋼床版の有限要素応力解析を行うことで、デッキ上の吊金具の残し部が輪荷重の作用下でデッキと吊金具の溶接部、およびデッキと U リブの溶接部近傍、の応力性状に及ぼす影響を明らかにした。

2. 解析方法 解析対象は図-1 に示すような、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。FEM 応力解析には NX NASTRAN Ver.7.1 を用いた。デッキの板厚は 12mm、横リブ間隔は 2500mm とした。また、320mm×240mm×6mm の U リブを 640mm 間隔で 4 本配置した。吊金具（長さ 240mm、板厚 22mm）はデッキに完全溶け込み溶接で接合されていることを想定し、その溶接サイズは 6mm とした。吊金具の残し量（デッキ上面からの高さ）は、10mm あるいは 0mm とした。なお、荷重条件により 5mm と 2mm のケースも解析を行った。アスファルト舗装厚は 80mm とし、夏季の剛性（ $E=500\text{MPa}$, $\nu=0.35$ ）とした。なお、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、U リブとデッキの間には、溶接後の縮みを考慮して 0.1mm のルートギャップを設けているが、載荷によるルートギャップの閉口変位は、最大 0.005mm であることを別途確認している。着目する吊金具残し部近傍の溶接部や鋼部材についてはソリッド要素を用いた。これ以外の部位については、シェル要素を用いた。なお、着目部近傍の最小要素寸法は、0.5mm×0.5mm×0.5mm とした。境界条件については、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。また、舗装の下面とデッキ表面では節点を共有させている。荷重ケースは図-3 に示す 3 ケースで、100kN のダブルタイヤに相当する荷重を舗装上面に圧力荷重で作用させた。なお、車輪が着目位置を通過する際の応力振幅を評価するため、荷重を図-4 に示すように橋軸方向に 28 ケース（最小間隔 62.5mm）移動させた。

3. 解析結果 最大主応力の最大値とその主応力方向の応力振幅値、最小主応力の最小値とその主応力方向の応力振幅値を荷重ケースおよび残し部毎に整理したものを表-1 に示す。挟み込み載荷の場合、その最大主応力と最小主応力の絶対値は、他の載荷位置の場合に比して大きい。また、いずれの荷重ケースでも最大の最大主応力は吊金具溶接部のデッキ側溶接止端部、最小の最小主応力はデッキと U リブの溶接線の溶接ルート部に生じていた。なお、これらの主応力の方向はいずれも橋軸直角方向が卓越しており、デッキの局所的な面外曲げの影響が顕著になっている。

挟み込み載荷時に着目部近傍で最大主応力が最大となる箇所を図-5 に示す。最大主応力はまわし溶接の終始点近傍で最大となった。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。これは、近傍にある横リブの拘束効果によるものと考えられる。

最大応力点の影響線を図-6 に示し、図-7 に残し部の高さ 10mm の場合の最大主応力の分布図を示す。横軸は橋軸方向である。0 は横リブ位置、および残し部の橋軸方向中心である。中心から 125mm の位置に輪荷重が載荷された場合に応力が最も高くなっており、その値は残し部の高さに比例している。

一方、デッキと U リブの溶接線の溶接ルート部では、横リブ位置でデッキ側要素の最小主応力が最小となることを確認している。図-8 に当該要素の影響線を示す。最小の最小主応力は、輪荷重が横リブ位置に位置するときに生じている。また、載荷位置に係わらず、応力が交番することがなく全圧縮状態となっている。吊金具の残し量が多いと、局所的ではあるがデッキ増厚しているためか、応力が低減されている。

4. まとめ 1) 吊金具を残すことにより、デッキ上面のデッキ側溶接止端部近傍では橋軸直角方向の高い引張応力が発生する。2) デッキ上面の引張応力と応力振幅は吊金具の残し部の高さに比例して高くなる。3) 吊金具溶接時や架設時の吊り上げによる残留応力の検討は実施していないが、今回の検討からは吊金具の残置がデッキと U リブ溶接線の疲労強度に悪影響を与えない。

謝辞：本研究を進めるにあたり、解析の一部で(株)村造船所の藤井基史氏のご協力を得た。ここに記して深謝します。
参考文献 1) (社) 日本鋼構造協会；鋼橋付属物の疲労[平成 20 年 7 月]

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

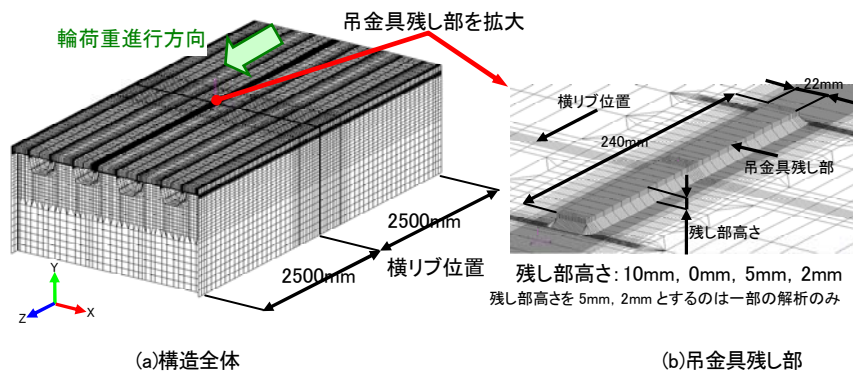


図-1 解析対象

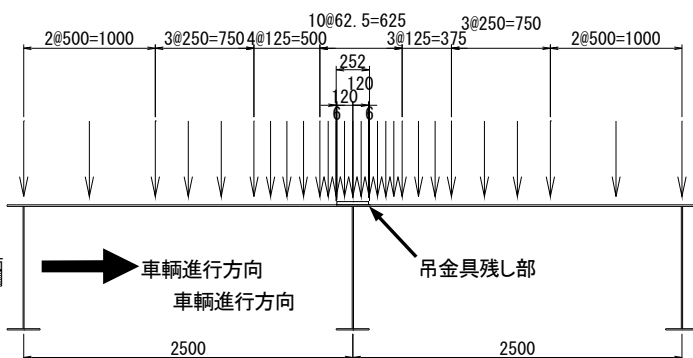
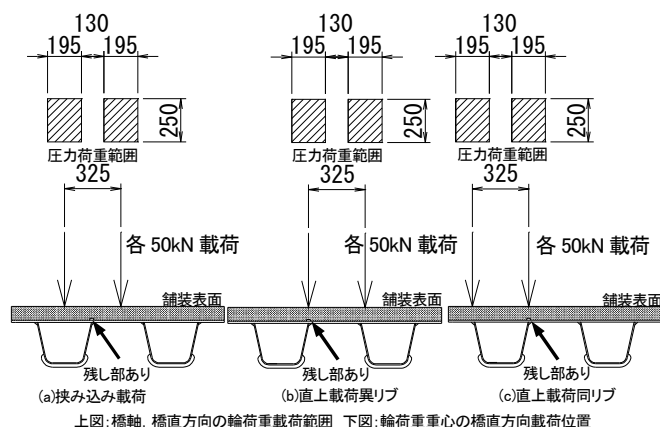
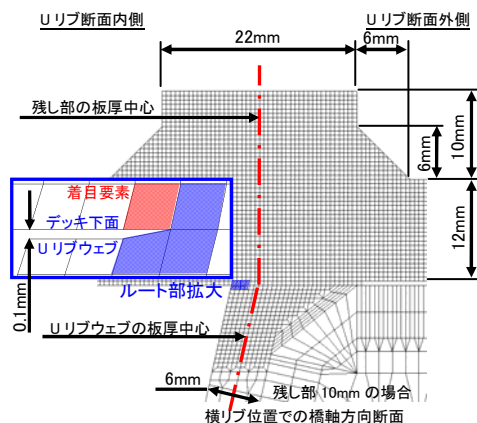


表-1 最大主応力の最大値, 最小主応力の最小値, 及び

応力振幅		単位:MPa	
解析ケース	主応力	値	応力振幅
1 挟み込み載荷 残し部高さ0mm	最大	88.77	99.36
	最小	-373.43	373.04
2 挟み込み載荷 残し部高さ10mm	最大	180.29	199.80
	最小	-312.89	312.50
3 挟み込み載荷 残し部高さ5mm	最大	169.89	191.48
	最小	-349.74	349.34
4 挟み込み載荷 残し部高さ2mm	最大	138.16	158.20
	最小	-356.63	356.24
5 直上載荷異リブ 残し部高さ0mm	最大	56.22	65.89
	最小	-228.86	228.34
6 直上載荷同リブ 残し部高さ0mm	最大	60.30	69.42
	最小	-318.70	318.53
7 直上載荷異リブ 残し部高さ10mm	最大	100.07	114.84
	最小	-187.09	186.57
8 直上載荷同リブ 残し部高さ10mm	最大	95.86	117.21
	最小	-268.26	268.10

