

技術短信

鋼床版の耐久性向上への取り組み — デッキプレート上の吊金具残し部の疲労対策 —

鋼床版橋梁の架設時に用いられる吊金具は、主桁ウェブあるいはUリブ溶接線直上のデッキプレート(以下、デッキ)上面に溶接で取り付けられます。この架設用吊金具は、架設完了後、一部分を残してガスや専用の機械で切断・撤去されますが、近年、吊金具残し部に疲労損傷が発生した事例が報告されました。その対策として、吊金具残し部を完全に撤去し、デッキ上面をグラインダで平滑に仕上げる場合があり、現場で多大な労力を費やしています。当協会では、鋼床版上の吊金具残し部を対象とした各種検討を行い、輪荷重走行範囲を含めた疲労対策を提案しています。

吊金具残し部の疲労損傷

吊金具残し部の疲労損傷は、主にまわし溶接部の溶接止端に発生することが懸念されています(図-1)。疲労損傷の発生原因として、吊金具残し部の直上に載荷される輪荷重によってデッキが局部的に面外方向に変形することが考えられています。しかし、吊金具残し部における疲労損傷は、鋼床版に発生している他の疲労損傷と比べて極めて少ないのが現状で、これまでに鋼床版と吊金具残し部を一体に捉えた疲労検討がなされた事例がありませんでした。

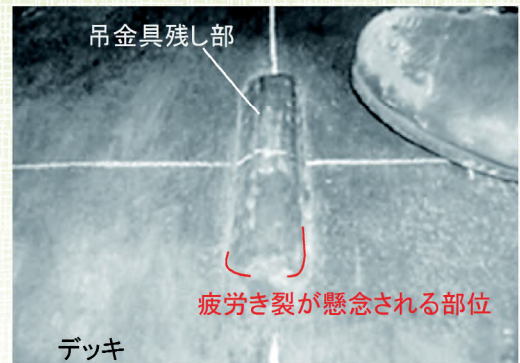


図-1 吊金具残し部と疲労損傷が懸念される位置

解析的検討による局部応力の把握

吊金具残し部の周辺に作用する複雑な応力状態を把握することを目的にFEM解析を実施し、輪荷重の移動による応力状態と応力集中箇所を明らかにしました。図-2は、吊金具残し部の高さを10mmとした場合で、輪荷重を直上に載荷した時の解析結果です。吊金具残し部の先端のまわし溶接部に応力が集中することが分かります。

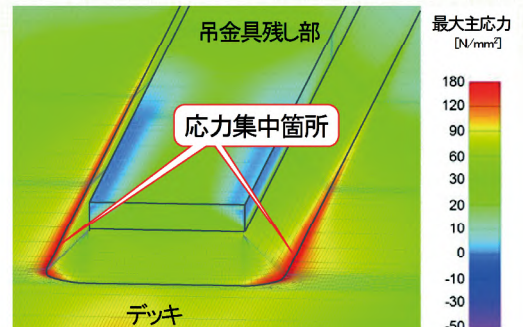


図-2 吊金具残し部における応力分布の例

詳細な疲労照査

デッキ厚と吊金具残し部の高さをパラメータとして、等価応力範囲を用いた詳細な疲労照査を行いました¹⁾。疲労照査に用いた輪重は、国内で最も厳しい重交通の一つである湾岸道路(有明)における車両重量の調査結果(大型車台数5,255台/車線・日)を用いました。表-1が疲労照査結果であり、大型車許容台数は、対象とした湾岸道路の交通実態において疲労寿命100年を満足する大型車交通量を示しています。この結果から、デッキ厚16mmの新設の鋼床版では、大型車交通量が6,734台未満であれば、吊金具残し部の高さを2mmで止端仕上げなし、6,734台を超える場合は、止端仕上げをすることで疲労寿命100年を確保できることが分かります。

【表-1】 等価応力範囲を用いた疲労照査結果1

(a) E等級(止端仕上げなし)			
デッキ厚 (mm)	吊金具 残し部の高さ (mm)	有明荷重による 疲労寿命 (年)	大型車許容台数 (台/車線・日)
12	2	22	1,157
	10	14	737
16	2	100以上	6,734
	10	95	4,998
(b) D等級(止端仕上げあり)			
デッキ厚 (mm)	吊金具 残し部の高さ (mm)	有明荷重による 疲労寿命 (年)	大型車許容台数 (台/車線・日)
12	2	57	2,999
	10	38	1,999
16	2	100以上	29,514
	10	100以上	17,940

疲労対策の提案

疲労照査結果に基づいて、輪荷重が通過する範囲に応じた疲労対策を提案しています。吊金具残し部に疲労上問題となるような応力集中が発生するのは、吊金具残し部の位置と輪荷重位置が一致するような場合であり、横断方向に160mm程度ずれば、疲労上問題となるような応力集中は発生しないことから、図-3に示すB4の位置に吊金具を設置する場合にのみ、表-2に示す大型車交通量に応じた疲労対策を行うことを提案しています。なお、吊金具残し部の高さ2mmは、一般に用いられる吊金具切断機を使用することで切断可能です(図-4)。



図-4 吊金具残し部の高さ2mm程度の事例

疲労試験による耐久性の評価

鋼床版供試体を用いた定点疲労試験²⁾を実施し、提案する疲労対策の検証を行いました(図-5)。鋼床版供試体は、デッキ厚が12mm(D12供試体)と16mm(D16供試体)の2種類とし、吊金具残し部の高さは10mmとしています。

疲労試験の結果を、溶接止端部におけるホットスポット応力(HSS)範囲で整理したものが図-6です。この図より、吊金具残し部の疲労耐久性はHSS範囲で安全側に整理でき、JSSC-E等級の疲労強度があることが示されています。この結果をもとに、疲労寿命を計算すると、デッキ厚を従来の12mmから16mmとすることでHSS範囲が低減し、6倍以上の疲労寿命の延伸効果が期待できることになります。

まとめ、今後の取組み

鋼床版上面に設置される架設用吊金具の残し部の処理について、解析のおよび実験的検討を行い、輪荷重走行位置と大型車交通量に応じた疲労対策の提案を行いました。

日本橋梁建設協会では、今後も鋼床版のさらなる耐久性の向上を目指し、継続的な研究に取り組んで参ります。

【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：鋼床版上面の架設用吊金具残し部の疲労強度に関する解析的研究、鋼構造年次論文報告集 第20巻、pp.557-564、2012年11月
- 2) 井口進、内田大介、鄭 暎樹、貝沼重信：鋼床版上面の架設用吊金具残し部の疲労耐久性に関する実験的検討、鋼構造論文集 第24巻 第39号、pp.73-81、2017年3月

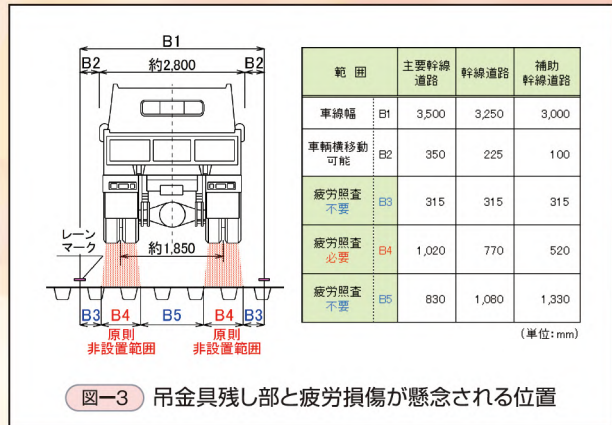


図-3 吊金具残し部と疲労損傷が懸念される位置

【表-2】 大型車交通量に応じた疲労対策

a) デッキ厚12mmの場合	
大型車交通量(台/日/車線)	吊金具の処置
1,150台未満	2mm程度残し、止端仕上げなし
1,150台以上、3,000台未満	2mm程度残し、デッキ側止端仕上げあり
3,000台以上	完全撤去
b) デッキ厚16mm以上の場合	
大型車交通量(台/日/車線)	吊金具の処置
6,700台未満	2mm程度残し、止端仕上げなし
6,700台以上、29,500台未満	2mm程度残し、デッキ側止端仕上げあり
29,500台以上	完全撤去



図-5 鋼床版供試体を用いた疲労試験状況

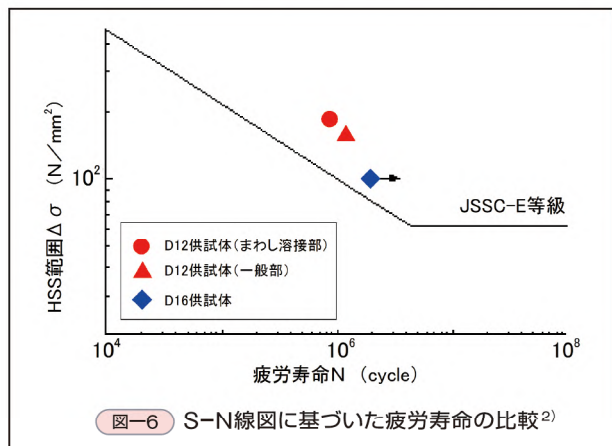


図-6 S-N線図に基づいた疲労寿命の比較²⁾