

吊金具の取付け精度が鋼床版のデッキプレートとUリブの溶接部の応力性状に及ぼす影響に関する解析的検討

日本橋梁建設協会 正会員 ○藤井基史, 内田大介, 井口進, 山内誉史, 川畑篤敬
九州大学大学院 正会員 貝沼重信

1. はじめに 鋼構造架設設計指針(以下, 指針)等では吊金具の取付け位置に関する明確な基準は示されていない。鋼床版橋ではブロック架設用の吊金具が縦リブと横リブの交差部直上のデッキプレートに取付けられることが多いが, ブロック長のバランスから U リブの直上(以下, 一般部と呼ぶ。)に取付けられる場合もある。一般部に吊金具が取り付けられる場合, 架設時に吊金具の取付け位置近傍のデッキプレートに設計では想定しない局部応力が発生することが懸念される。また, この応力がデッキプレートと U リブの溶接ルート部における疲労損傷に対しても影響を及ぼすことが考えられる。そこで, 本研究では交差部あるいは一般部における吊金具の取付け精度をパラメトリックに変化させた鋼床版モデルの FEM 応力解析を行うことで, 架設時における吊金具および鋼床版の応力性状を明らかにした。

2. 解析方法 解析対象は図-1 に示すように, デッキプレート上面の吊金具で吊り上げられた鋼床版桁ブロックである。FEM 応力解析には MSC NASTRAN 2008 を用いた。解析対象は吊金具の取付け位置等により橋軸方向に対称性を有していない。しかし, 予備解析の結果から, 橋軸方向に 1/2 とした鋼床版モデルを用いても, 着目する吊金具近傍の鋼床版の応力性状は, 全体モデルとほとんど差異がないことを確認している。この検討結果から, 本研究では 1/2 モデルを用いて, FEM 応力解析を行うこととした。解析モデルの要素には, 着目する吊金具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。また, 玉掛けワイヤーおよびこれ以外の着目部外の部位については, それぞれトラス要素およびシェル要素を用いた。なお, 着目部近傍の最小要素寸法は, $0.1 \times 0.1 \times 2.5 \text{ mm}$ とした。境界条件については, 解析モデルに橋軸方向の対称条件を与え, 吊点部については 3 方向の変位のみを拘束, 回転を自由とした。荷重条件としては, トラス要素を除く全要素に自重を作用させた。

吊金具の寸法は, 調査結果に基づき決定した。吊金具の取り付けは, 吊方向に傾けて取付ける場合とデッキプレート面に対して直角に取付ける場合があるが, 本解析では後者を採用した。また, 吊金具とデッキプレートの溶接は, 完全溶込み溶接とした。吊金具の取付け誤差のパラメータについては, 吊金具と U リブウェブの板厚中心, および橋直方向の偏心量 δ_1 とした。偏心量 δ_1 は U リブ断面内の方向を正として, 0 mm , $\pm 10 \text{ mm}$ の計 3 種類とした。吊金具の寸法, および偏心量の定義を図-2 に示す。

3. 解析結果 吊金具の取付け誤差が無い場合の解析結果を図-3 に示す。ここでは, 吊金具側の溶接止端位置で断面に発生している鉛直方向の応力分布を示している。なお, この応力分布には溶接止端による応力集中は含まれていない。吊金具の橋軸直角方向の応力分布は一樣ではなく, 鋼床版の端部側は引張, 中央部側は圧縮の応力状態となる面外曲げが生じている。また, 吊金具の吊点外側と中心側にも曲げ応力が生じていることから, 吊金具には 3 次元的な曲げが生じていると言える。この応力は一般部および交差部でともに発生しており, 特に, 一般部は交差部に比して顕著になっている。また, 交差部では横リブ付近においても高い応力が発生している。図-3 中には吊金具の外側の引張応力の断面に沿う平均値と指針の設計値 σ_t を示している。一般部および交差部のいずれの発生応力も設計値に比して, 小さくなっている。

取付け誤差を変化させた場合の一般部および交差部における吊金具の鉛直方向応力を表-1 に示す。一般部および交差部によらず, 取付け誤差が吊金具の鉛直方向応力に及ぼす影響は小さい。一般部の場合については, 交差部に比して引張応力の最大値が大きく, 設計値を大幅に上回っている。これは, 吊金具材から鋼床版に荷重がスムーズに伝達されていないためと考えられる。

U リブのすみ肉溶接ののど断面(図-4)に対して直角方向の応力分布を図-5 に示す。のど断面の直角方向応力の最大応力は, 一般部については吊金具の橋軸方向端部で, 交差部については吊金具の中央で生じている。また, 吊金具の取付け位置によらず, 吊金具の取付け誤差が+側になるほど, のど断面の直角方向応力が増加している。

図-5 で示した応力ののど断面方向の平均値を橋軸方向の各断面で整理した結果を図-6 に示す。平均値についても, 図-5 と同様に, 一般部については吊金具の両端部, 交差部については吊金具の中央で高い応力が生じている。取付け誤差によらず, 平均応力はデッキプレート, U リブの材質(SM490Y)に該当する許容応力度(120 N/mm^2)を下回っている。なお, 設計値は吊金具の作用力が吊金具の直下にあるデッキプレートと U リブのすみ肉溶接部のみに伝達されると仮定して求めた。吊金具を一般部に $+10 \text{ mm}$ の位置に取付けた場合発生応力は設計値よりも若干大きくなっている。

キーワード: 鋼床版, 吊金具, U リブ溶接部, 取付け精度

連絡先: (社) 日本橋梁建設協会 鋼床版小委員会 〒105-0003 港区西新橋 1-6-11 TEL: 03-3507-5225 FAX: 03-3507-5235

4. まとめ 1) 鋼床版の主桁ブロックのUリブの直上に吊金具を取付ける場合には、吊金具の端部側に設計では考慮されない高い鉛直方向応力が生じるため、その発生応力を低減できるような強度的に余裕のある構造が必要と考えられる。2) 吊金具が製作誤差によりUリブの断面外に取付けられる場合、デッキプレートとUリブの溶接部におけるのど断面の直角方向応力が著しく増加するため、留意する必要がある。

参考文献

1) (社)土木学会；鋼構造架設設計施工指針[2001 年版]

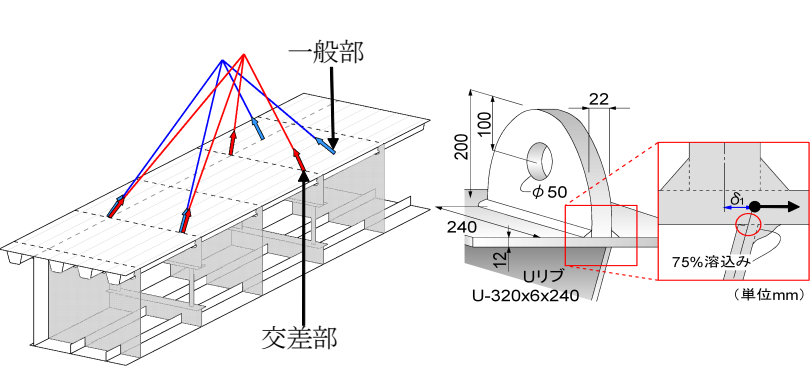


図-1 解析対象鋼床版箱桁ブロック

図-2 吊金具の寸法および偏心

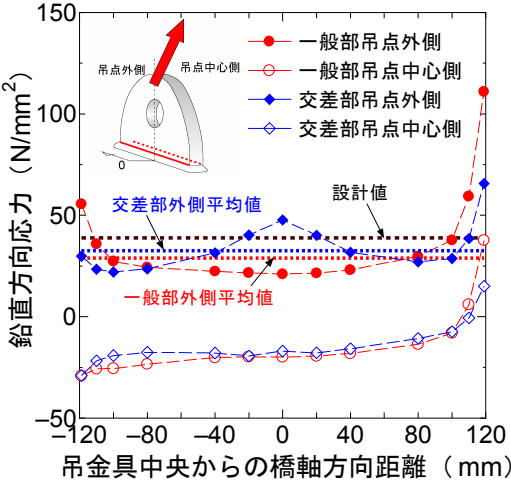


図-3 取付け誤差がない場合の解析結果

表-1 一般部および交差部の吊金具の鉛直方向応力

単位 ;N/mm²

モデル	取付誤差	外側平均値	外側max	中心側min	設計
一般部	-10mm	26.9	96.5	-30.1	38.8
	0mm	29.0	111.0	-29.2	38.8
	+10mm	30.2	118.7	-29.0	38.8
交差部	-10mm	29.6	65.7	-33.2	38.8
	0mm	32.6	65.7	-29.0	38.8
	+10mm	31.8	67.8	-25.1	38.8

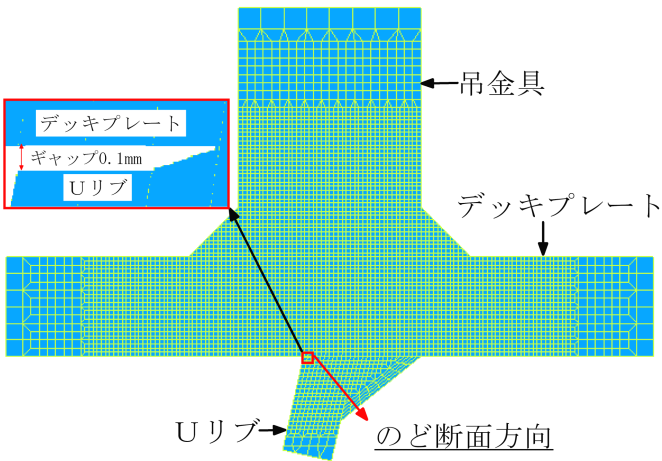


図-4 Uリブのすみ肉溶接部のど断面方向の定義

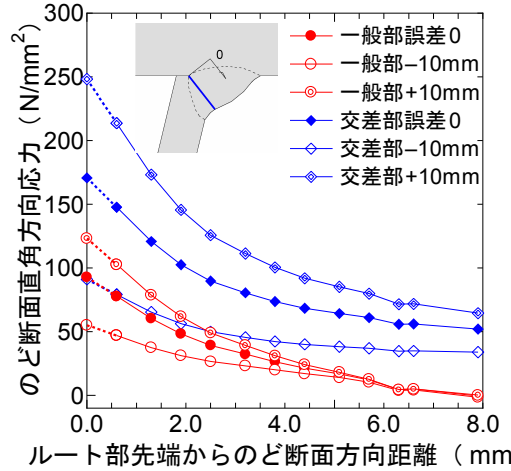


図-5 Uリブすみ肉溶接ののど断面に直交方向の応力分布

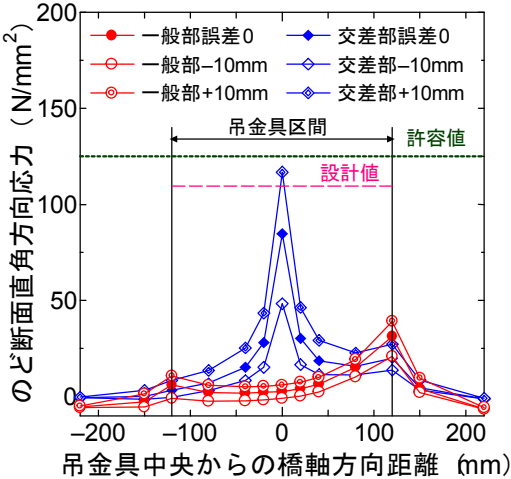


図-6 のど断面方向の応力の平均値に関する橋軸方向分布