

鋼床版 U リブ横リブ交差部の応力解析

京都大学 正会員 松本 理佐, 建設コンサルタンツ協会 正会員 ○田辺 篤史
和歌山河川国道事務所 國年 滋行, 関西大学 正会員 坂野 昌弘

1. はじめに

鋼床版は、死荷重の低減と工期短縮が可能なことから、長大橋梁や軟弱地盤上に架設される橋梁、RC 床版の取替等に用いられる。しかし、鋼床版の溶接部では多数の疲労き裂が報告されており、その疲労耐久性の向上が急務の課題である¹⁾。「鋼床版の疲労耐久性向上に関するPJ」では、鋼床版 U リブ横リブ交差部を対象に、疲労耐久性向上工法を提案し、その耐久性向上効果を明らかにすることを目的に3ヶ年計画で研究が行われている。

本研究は上記PJの一環として、紀の国大橋で散水車走行試験を行った際の計測値²⁾と比較することにより、鋼床版 U リブ横リブ交差部に発生する応力を有限要素解析で再現することを目的とする。

2. 解析モデル

主桁間鋼床版を対象に、影響線長を考慮して横リブ3本分の範囲をモデル化した(図1)。解析モデルを図2に示す。全てシェル要素によってモデル化しており、溶接止端近傍では、一辺1mmとなる様にメッシュを分割した。着目箇所は散水車の右側車輪直下であり、実橋計測を実施したG1主桁から2本目のUリブ²⁾とした(図2の拡大図参照)。境界条件は、図2の赤線位置で全方向の変位を固定した³⁾。

荷重は、散水車走行試験の結果²⁾を基に、前輪の軸重4.2t、後輪の軸重8.5tとし、前輪と後輪の軸間距離は4.23mとした。橋軸直角方向の載荷位置は、G1主桁から2番目にあるUリブを踏む箇所とし(図3参照)、橋軸方向には0.1m間隔で影響線載荷を行った。図3には、文献2)でひずみを計測した際のひずみゲージの位置も記載している。

3. 解析結果

図4に解析結果と実橋計測結果の比較を示す。実線が計測値で、破線が解析値である。

まず、横リブの公称応力(Ch7)について見ると、解析値 4 N/mm^2 は計測値 6 N/mm^2 の6割程度とやや小さいものの、応答形状と位置は一致しており、解析の輪荷重の橋軸方向の作用位置は再現できていると考え

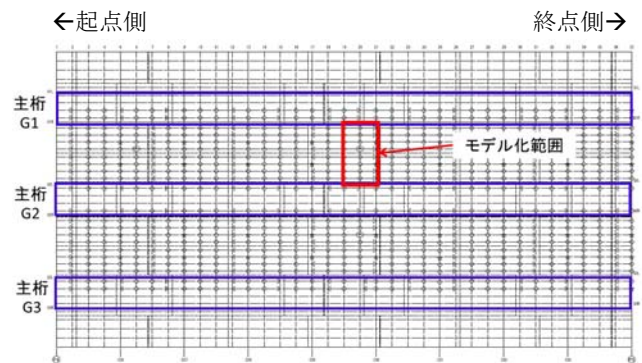


図1 モデル化の範囲(紀の国大橋 下り線)

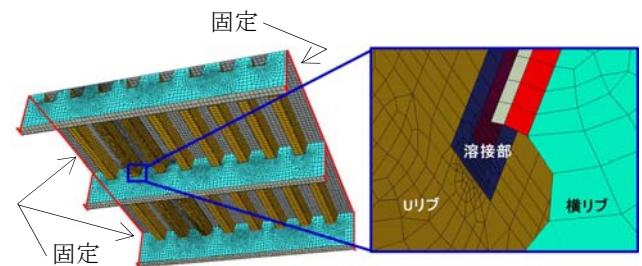
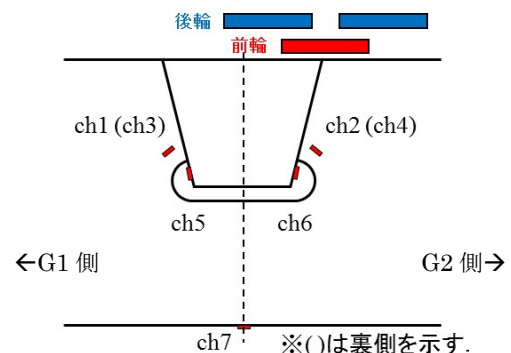


図2 解析モデル



(a) 縦断面図(起点方から見る)

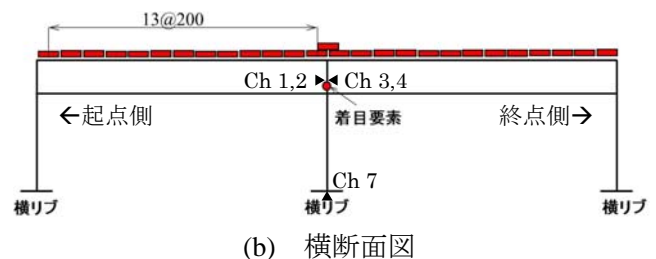


図3 載荷位置および実橋計測位置

キーワード 鋼床版, U リブ横リブ交差部, 疲労, 有限要素解析

連絡先 〒615-8161 京都府京都市西京区京都大学桂 京都大学桂キャンパス TEL 075-383-3321

られる。なお、解析の応答が小さいのは、横リブの影響線が長く、モデル外の左車輪の影響と想定される。

つぎに局部応力についてみると、横リブ止端部は起点側に貼付した Ch1, 3 では、解析値のピーク値は計測値ピーク値の 0.83, 1.05 倍と比較的良く一致した。その一方、終点側の Ch2, 4 は計測値の 1.7, 2.5 倍、U リブ止端に貼付した Ch5, 6 では 3.1 倍, 1.5 倍と解析の結果が大きくなった。局部応力は橋軸直角方向の荷重載荷位置に敏感に反応すると考えられ、解析の想定と実際の実走行位置のずれ（おそらく数 cm 程度）がこれらの差異の発生要因と想定される。橋軸直角方向の載荷位置をパラメータとした解析によりズレ量が推定可能と考えられる。

図 4(a), (c)より、前輪が着目位置を有する横リブを通過する前（経過時間 0~0.3 秒）は、Ch1, 2 で圧縮応力が生じ、前輪が着目位置を有する横リブを通過した後（経過時間 0.3~0.4 秒）は、Ch3, 4 で圧縮応力が生じている。これは、図 5(a)に示すように、前輪が横リブを通過する前は、載荷位置と同じ面に貼付しているゲージ(Ch1, 2)が圧縮となるように、横リブが変形するからであり、既往の報告結果と一致する。前輪が横リブを通過した後も、同様の理由で Ch3, 4 が圧縮となり、既往の報告⁴⁾と一致した結果となっている。

図 4(c)より、載荷位置直下の U リブ止端 (Ch6) では引張応力が、逆側の U リブ止端 (Ch5) では圧縮応力が生じた。これは、U リブの端に荷重が載荷した場合、図 5(b)に示すように、載荷直下で U リブ下端部が橋軸直角方向 (G1 側) にはらみだす変形をするからであることが原因で生じており、これも既往の報告内容に一致する⁴⁾。

4. まとめ

本研究では、紀の国大橋の鋼床版 U リブと横リブの交差部に発生する応力を有限要素解析で再現した。横リブ止端に発生する応力は、載荷によって横リブに生じる面外変形に起因すること、U リブ側の止端に発生する応力は、載荷によって U リブ下部がはらみだすように変形することに起因することが確認でき、鋼床版特有の変形状態を再現できるモデルであると確認された。今後は本モデルを用いて、載荷位置の影響の検討や補強効果の効果推定などを進めていく予定である。

参考文献

- 1) 坂野:鋼床版の疲労耐久性向上に関する研究プロジェクト, 土木学会第 73 回年次学術講演回講演概要集, CS3, 2018. (発表予定)
- 2) 一ノ瀬他:実橋における鋼床 U リブ・横リブ交差部の応力測定, 土木学会第 73 回年次学術講演回講演概要集, CS3, 2018. (発表予定)
- 3) 菅沼他:鋼床版デッキプレートとトラフリブ間の縦方向溶接部の疲労に対する EFFECTIVE NOTCH STRESS による評価, 土木学会論文集 A, Vol.63, No.1, pp.35-42, 2007.
- 4) たとえば, 横関他:鋼床版縦横リブ交差部構造の高疲労強度化, 土木学会論文集 A1, Vol.73, No.1, 206-217, 2017.

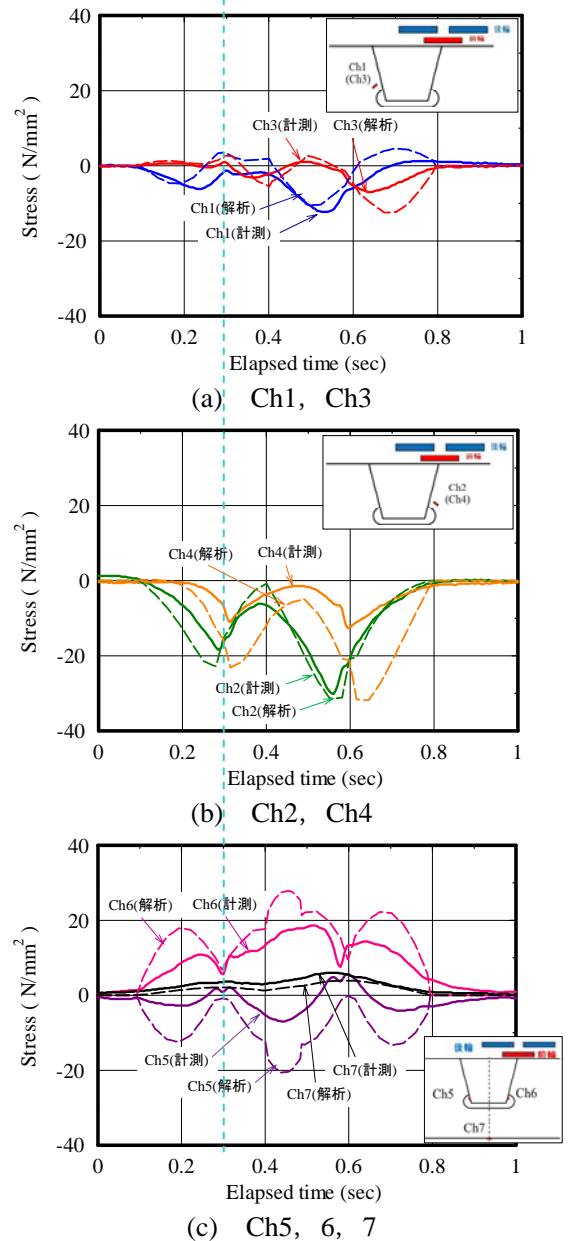
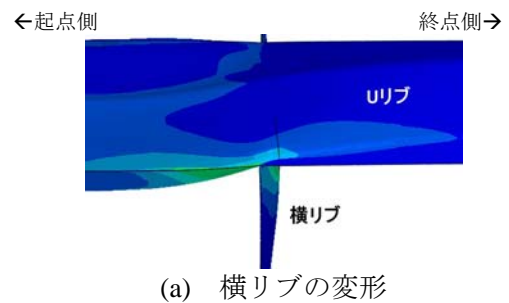
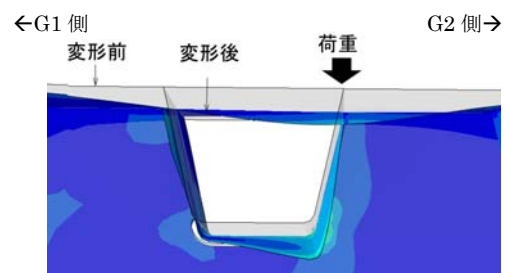


図 4 垂直補剛材上端の解析結果



(a) 横リブの変形



(b) U リブの変形

図 5 変形図