

取替え鋼床版横リブウェブ切欠き部近傍の局部応力の検討

法政大学大学院 学生会員 ○有賀 美波, 法政大学 正会員 内田 大介
(一社) 日本橋梁建設協会 正会員 林 暢彦, 石川 誠, 前田 諭志

1. はじめに

道路橋は高度経済成長期に建設されたものが多く、経年劣化や交通荷重の増大による鉄筋コンクリート床版（以下 RC 床版）の損傷が顕著となっている。旧基準で設計された RC 床版を現行基準のコンクリート系床版への取替えが一般化しつつあるが、床版厚の増加に伴う死荷重の増加、上部・下部構造の補強、施工時の長期の交通規制などが課題となる。コンクリート系床版より軽量かつ急速施工が可能である鋼床版が有用と考え、実橋梁への適用性に配慮した取替え鋼床版構造を採用する事例が増えてきている。

著者らは図-1 に示す単純合成桁橋（RC 床版）に適用する取替え鋼床版について、路面高さ調整のために必要となる横リブウェブの切欠き構造が、輪荷重通過時の鋼床版横リブ縦リブ交差部の局部応力性状に及ぼす影響を解析的に確認した。具体には図-2 に示すように実橋をシェル要素でモデル化し、横リブウェブの切欠きが無い構造、切欠きを有しその近傍の構造詳細を変えた 3 種類、合計 4 種類の構造を対象とした解析結果から、最大・最小主応力の発生しやすい輪荷重位置が着目横リブ直上から±150～400mm 程度離れていることや主応力の発生傾向を確認した[※]。

本稿では、横リブ切欠き構造に着目し、より精緻な局部応力性状を把握することを目的に、横リブの一部の着目部や溶接ビードなどをソリッド要素でモデル化し、解析した結果を報告する。

2. 解析条件・解析方法

解析は MSC Nastran2014.1 を用いた線形弾性解析とし、鋼材のヤング率は $200,000\text{N/mm}^2$ 、ポアソン比 0.3 とした。横リブモデルを図-3 に示す。横リブの左端部から第 2 縦リブ（r2）までを着目部とし、6 節点・8 節点のソリッド要素でデッキプレート、縦リブ、横リブ、溶接ビードをモデル化した。なお、第 1 縦リブ（r1）スリット部の切欠き部ウェブを増厚している。着目部以外は 3 節点または 4 節点のシェル要素で構成した。図-3 に示す実橋モデルの支間中央近傍の着目横リブに対してのみソリッド要素でモデル化した横リブ構造を組込み、実橋モデルとした。横リブ下フランジを主桁上フランジに接合する際のボルト本数は 1 接合部を 4 本とし、節点を剛体要素で結合している。活荷重は、実橋モデル(シェル)の解析結果において、着目部で最大・最小主応力が発生した位置に輪荷重として載荷した。輪荷重はシングルタイヤを模擬し、 $200\times 200\text{mm}$ の載荷面積に等分布荷重 2.5N/mm^2 （計 100kN ）を載荷した。

キーワード 取替え鋼床版、局部応力、スリット、球平形鋼、主応力、ソリッド要素

連絡先 〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3 丁目 7 番地 2 号 法政大学鋼構造研究室 TEL042-387-6279

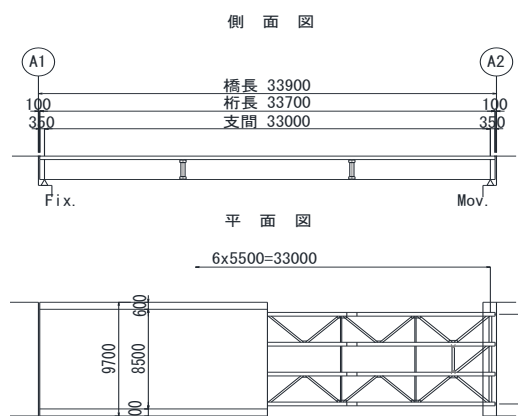


図-1 単純合成桁橋

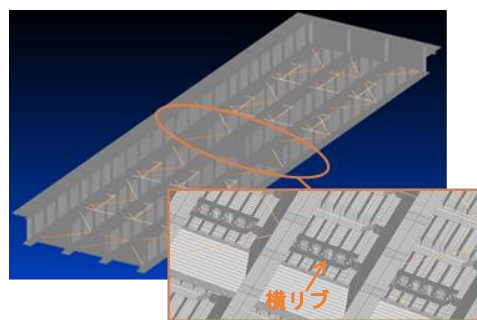


図-2 実橋モデル

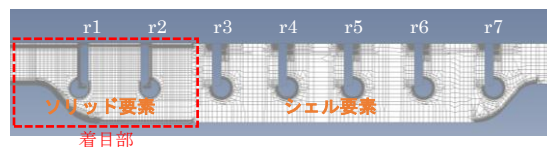


図-3 横リブの詳細

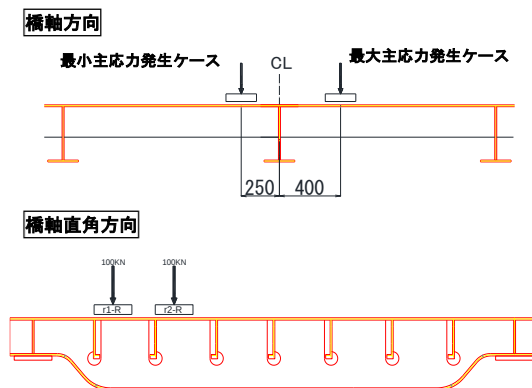


図-4 荷重位置

3. 解析結果

シェル要素モデルの最小主応力発生箇所(着目部)はデッキプレートと横リブウェブの溶接部で第2縦リブ直上から-250mm離れた位置に载荷したケース、最大主応力の発生箇所(着目部)は縦リブと横リブウェブの溶接部で第1縦リブ直上から400mm離れた位置に载荷したケースであったため、ソリッド要素モデルに対しても同様な条件で解析し確認した。解析結果を図-5に示す。図-5に示すコンター図からは最大・最小主応力の発生箇所はシェル要素モデルとソリッド要素モデルが概ね一致しているように見える。最小主応力値はシェル要素モデルで-484 N/mm²に対し、ソリッド要素モデルではデッキプレート側溶接止端部-210N/mm²、ウェブ側溶接止端部-760N/mm²となっており、ソリッド要素モデルの方が小さい値(絶対値では大きい値)となる。最大主応力値はシェル要素モデルでは338N/mm²に対し、ソリッド要素モデルではウェブ側溶接止端部309N/mm²、縦リブ側溶接止端部89N/mm²となっており、ソリッド要素モデルの方が小さい値(絶対値では小さい値)となる。ソリッド要素モデルは、溶接ビードなど詳細にモデル化したため溶接ビード部付近の詳細な応力性状がよく観察できる。溶接ビード近傍の発生応力コンターを図-6に示す。最小主応力はデッキプレートと横リブの溶接部で横リブウェブ側の溶接止端部、最大主応力は縦リブと横リブの溶接部で横リブウェブ側の溶接止端部に発生している。図-7にシェル要素モデルとは異なる応力性状を示したソリッド要素モデルの横リブ下フランジ切欠き溶接部やデッキプレートと縦リブの溶接部のコンター図を示す。ソリッド要素モデルでは、溶接ビード部をモデル化したことで溶接部応力性状が確認できた。

4. まとめ

取替え鋼床版における横リブ切欠き構造に着目し、より精緻な局部応力性状を把握することを目的に、着目部の溶接ビードなどをソリッド要素でモデル化して解析した。得られた結果は次のとおりである。

- ・ シェル要素モデルとソリッド要素モデルの最大主応力・最小主応力の結果(コンター図)を比較すると、最大主応力・最小主応力とも発生箇所は概ね一致している。
- ・ 最小主応力の値はソリッド要素モデルの方が小さい値(絶対値では大きい値)となる。最大主応力の値はソリッド要素モデルの方が小さい値(絶対値では小さい値)となる。

引き続き、横リブ切欠き部の補剛材の有無、当て板補強部近傍(溶接ビード)などもモデル化し、それらの影響についても検討していく。そして疲労試験を計画し実施する予定としている。

参考文献

※ 有賀, 内田, 林, 石川, 前田: 取替え鋼床版横リブと既設桁接合部近傍の局部応力性状に関する検討, 土木学会第77回年次学術講演会概要集, I-245, 2022.9.

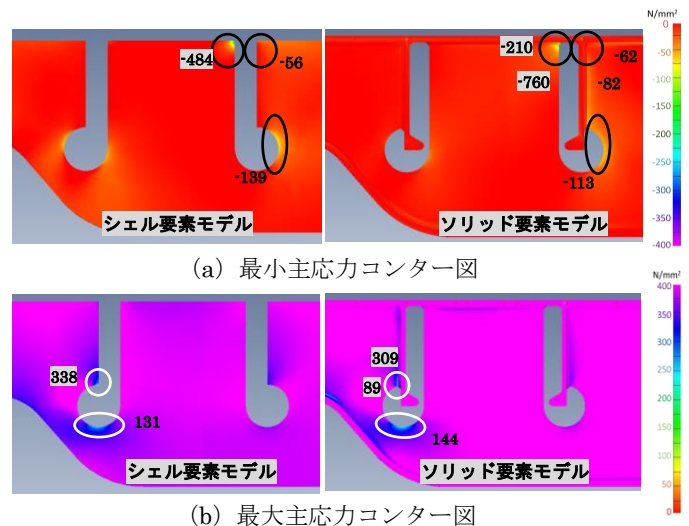


図-5 最大・最小主応力発生位置

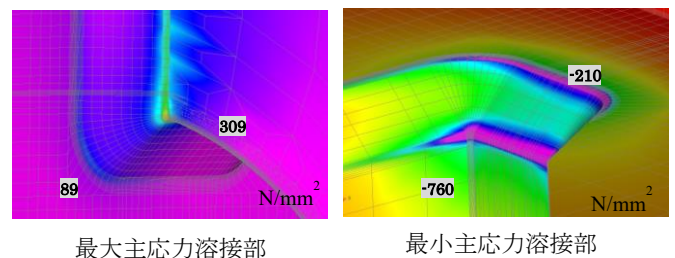


図-6 溶接ビード

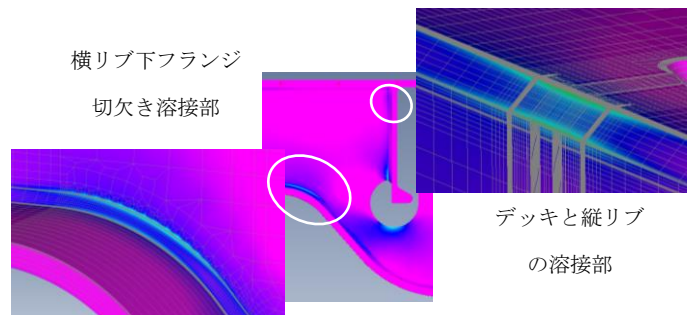


図-7 他の着目部の主応力コンター図