

Uリブ鋼床版の横リブ交差部構造の解析的検討

阪神高速道路(株) 正会員 ○杉山 裕樹 田畑 晶子

(株)横河ブリッジ 正会員 春日井 俊博 石井 博典 井口 進
清川 昇悟 池末 和隆

1. はじめに

近年、重交通路線を中心に数多くの鋼床版で疲労損傷が報告されており、横リブ交差部については標準構造で図-1に示すような疲労き裂が報告されている¹⁾。これらのき裂については従来から様々な検討が行なわれてきた²⁾が、一般的なUリブ鋼床版を対象とした疲労耐久性の高い横リブ交差部構造の確立には至っていない。そこで著者らは、新設の鋼床版構造を対象として、疲労耐久性を向上させた横リブ交差部構造についてFEM解析による検討を行なった。

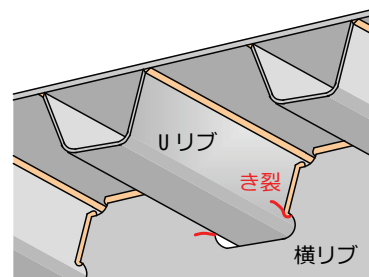


図-1 横リブ交差部のき裂例

2. 解析対象および解析方法

解析対象は、図-2に示すような横リブ間隔を2.5mとした2パネルにUリブ(320mm×240mm×6mm)を4本配置した部分モデルとした。支間中央に配置した横リブスリット部のUリブと横リブとの回し溶接止端部(A点:Uリブ側およびB点:横リブ側)を主な着目点とし、当該箇所に生じる疲労き裂への影響が大きい密閉ダイヤフラム(以下、密閉ダイヤという)を横リブから460mmの位置に設けた。デッキプレートの板厚は16mmとした。横リブの構造は図-2中に示すスリット形状を標準とし、改良構造の検討を行った。載荷荷重はダブルタイヤ1輪を模擬し、2-200mm×200mmの載荷面積に100kNとした。載荷位置は橋軸直角方向7ケース、橋軸方向6ケースとした。検討の手順として、まずシェル要素解析を用いた概略検討により改良構造を決定し、その後、決定された改良構造および標準構造を対象とした詳細なソリッド要素解析を行い、応力低減効果を評価した。

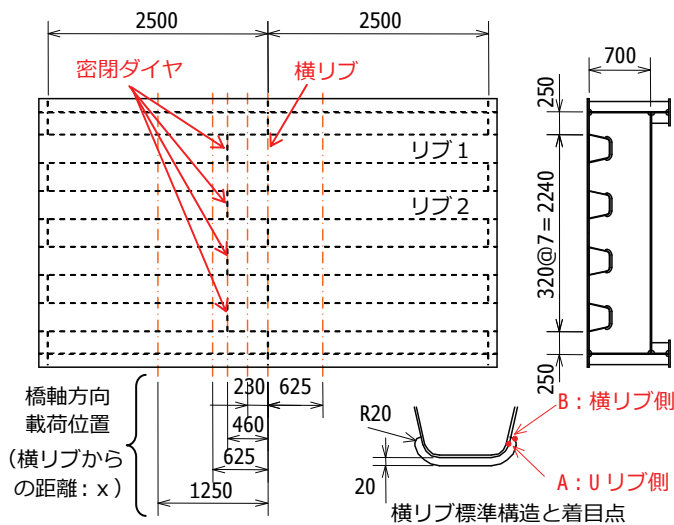


図-2 解析対象と橋軸方向載荷位置

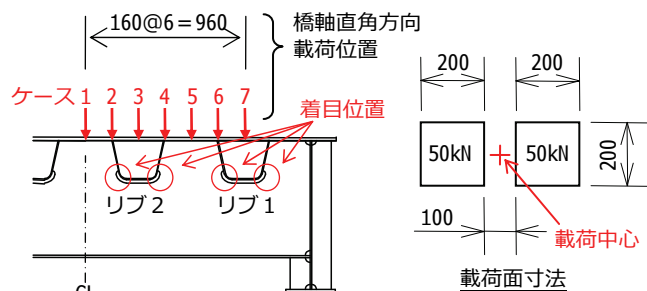


図-3 橋軸直角方向載荷位置と載荷面寸法

3. シェル要素による概略解析

標準構造において最も絶対値の大きな主応力が発生した載荷位置(横リブ支間1/4: $x=625\text{mm}$)でのリブ1左側の回し溶接部における橋軸直角方向影響線を図-4に示す。着目点A点およびB点ともにケース5載荷において最大値が発生している。その値はA点で 457N/mm^2 、B点で 213N/mm^2 であり、A点の方が大きい結果となった。図-5には標準構造の変形図を示す。密閉ダイヤ近傍のUリブ間に荷重が載荷されること

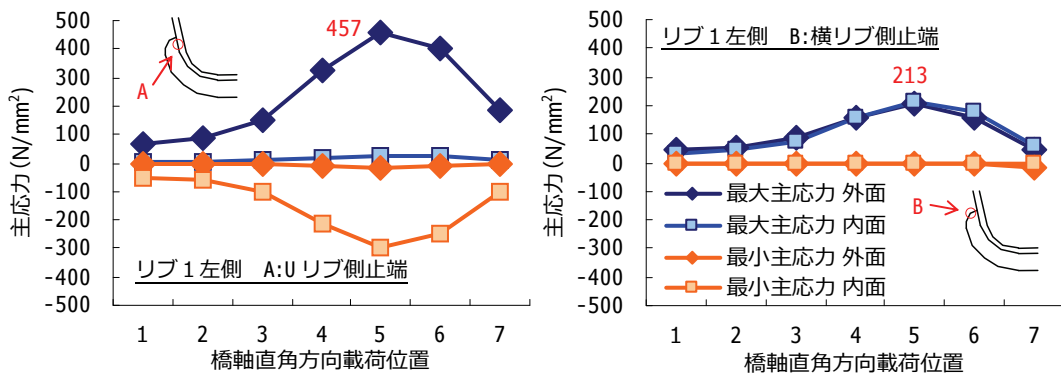


図-4 下側スリット回し溶接部の主応力発生状況

キーワード Uリブ鋼床版、横リブ交差部、疲労き裂、FEM解析

連絡先 〒541-0056 大阪市中央区久太郎町4-1-3 阪神高速道路(株) 技術部 TEL 06-4963-5790

で生じるねじり力によりUリブにオイルキャニング変形が生じ、この変形が横リブにより拘束されることで着目部に大きな応力集中が生じている。

改良構造は、回し溶接部付近の応力集中を緩和するとともにせん断力の伝達を期待する平行部を設けることで溶接部の発生応力を低減させる構造とした。検討パラメータは、図-6に示すように平行部の長さ (Y1)、平行部の幅 (Y2)、半円切欠き径 (Y3) とした。Y1=52mm、Y2=10mm、Y3=R30mm を基準として、Uリブ回し溶接部の発生応力を各パラメータ間で比較した結果を図-7に示す。Y1は最も大きいものが最大の応力低減効果があり、Y2は小さいほど応力低減効果がある。また、Y3の影響は小さいことがわかった。

これらの結果を踏まえ、Uリブと横リブ溶接部のせん断耐力の照査結果から許容される最大値としてY1=65mm、製作上の問題からY2=15mm、断面欠損を最小にするためY3=R20mmを決定し、これらの形状パラメータをもって改良構造とした。改良構造のシェルモデル解析における変形図および応力コンター図を図-8に示す。Uリブ回し溶接部の応力は約50%低減され、疲労耐久性の向上が期待できる。変形図からは、Uリブのオイルキャニング変形に対する横リブによる拘束が緩和され、これが着目部の応力低減に寄与していると考えられる。一方で、半円部には新たな応力集中が発生しているが、その値は標準構造の溶接部に発生した最大値の半程度である。

4. ソリッド要素による詳細解析

3. の検討で決定した改良構造と標準構造との比較を目的として、溶接部まで詳細にモデル化したソリッド要素での解析を行なった。結果を図-9に示す。載荷位置は前章と同じである。着目点の最大主応力は標準構造で392N/mm²であるのに対し、改良構造では99N/mm²となり約75%低減した。一方で、改良構造では半円部に168N/mm²と比較的大きな応力が発生しているが、溶接部に比べて疲労強度の高い母材部であるため、全体として疲労耐久性は大きく向上していると考えられる。

5. まとめ

Uリブ鋼床版における横リブ交差部構造について、標準構造と比較してUリブと横リブとの回し溶接部に発生する応力を大幅に低減可能な改良構造を示した。今後、疲労試験により改良構造の疲労耐久性向上効果について検証する予定である。

参考文献

- 1) 土木学会：鋼床版の疲労[2010年改訂版]、2010年12月
- 2) 例えば、森永、磯上、千葉、三木：東京港臨海大橋（仮称）における技術開発とコスト削減 第3回 上部工の構造検討(2)、橋梁と基礎、Vol. 42 No. 10、2008年10月



図-5 標準構造の変形図

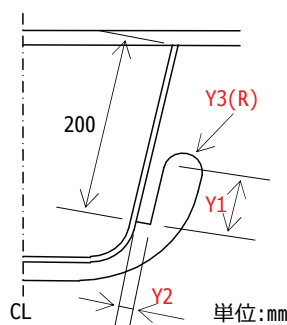


図-6 改良構造と形状パラメータ

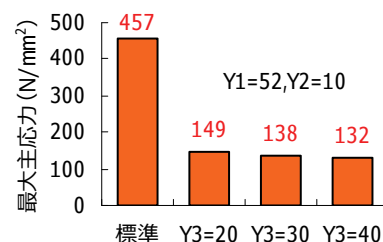
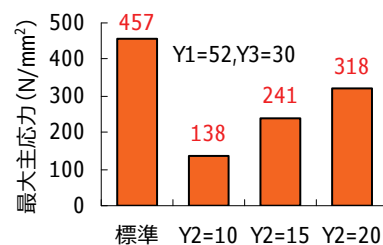
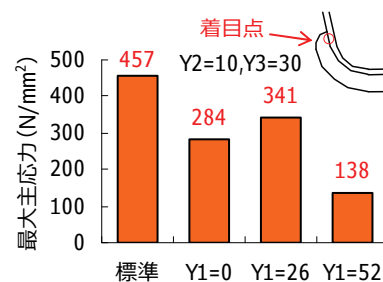


図-7 Uリブ回し溶接部応力の比較

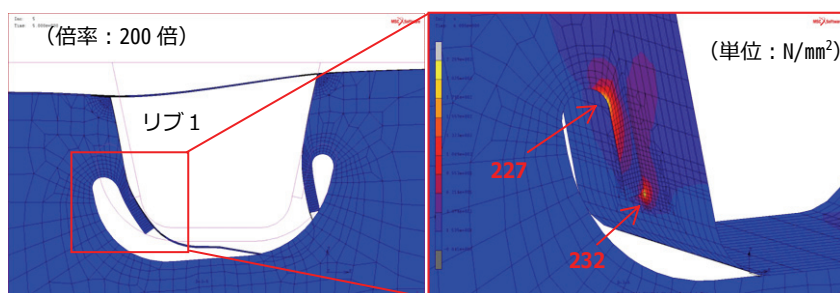
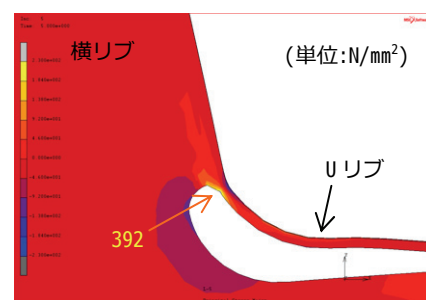
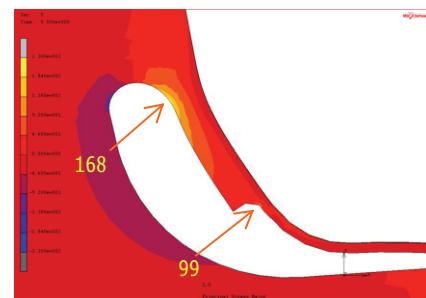


図-8 改良構造の変形図および主応力コンター図



(標準構造)



(改良構造)

図-9 ソリッド要素での詳細解析結果