

開断面縦リブ鋼床版の縦リブ - 横リブ交差部の応力性状分析

首都高速道路技術センター 正会員 ○葉山 瑞樹
 首都高速道路 正会員 木ノ本 剛
 首都高速道路技術センター 正会員 平山 繁幸

1. はじめに

開断面縦リブ鋼床版の疲労損傷は、主として縦リブ-横リブ交差部（以下、交差部という）のスリット上縁溶接部から発生するき裂（以下、FD1き裂という）とスリット下端溶接部から発生するき裂（以下、DR2き裂という）に大別される¹⁾（図-1）。首都高速道路では当該き裂に対し、き裂先端へのストップホール施工、き裂の切削除去等の応急対策を実施しているが、今後、恒久的な対策の検討を行う必要がある。

恒久対策の検討では、当該箇所の応力性状を把握する必要がある。載荷位置が橋軸、または橋軸直角方向に移動した際の影響は、三木ら²⁾、石井ら³⁾によって検討されている程度であり、どのような変形挙動によって当該箇所に応力集中が生じているか、不明な点が多い。

本検討では開断面縦リブ鋼床版の FEM 解析を実施し、応力集中の要因となる変形挙動を確認した。

2. 解析概要

標準的な交差部ディテールを有した橋梁の箱桁部分を対象にシェル要素を用いてモデル化を行った（図-2）。

主要部材の板厚はデッキプレート：12mm、横リブ：9mm、縦リブ：9mmである。なお、溶接部、舗装等は考慮していない。載荷位置と変形挙動の関係を明確にするために、荷重はシングルタイヤとし、接地面積200×200mm、50kNを等分布で載荷した。載荷位置は、橋軸直角方向にCase1～7の7ケース（図-2）、橋軸方向は着目する交差部を中心に±1235mm（横リブ支間）で載荷した。着目要素はFD1、DR2き裂発生位置近傍の測点1、2とし、測点1では鉛直方向、測点2では水平方向の要素応力で評価した。なお、主応力方向は全ての解析ケースで評価方向と概ね一致していることを確認している。

対象橋梁の疲労損傷は全体損傷数：162箇所に対して、FD1き裂：132箇所、DR2き裂：3箇所（H13～25年度調査）となっており、FD1き裂が全体損傷数の約81%を占めている。

3. 解析結果

図-3 (a) より、測点1では影響範囲が広く、引張で最大74MPa (Case6_0mm)、圧縮で最大-111MPa (Case4_300mm) となり、最大で185MPa ($| -111 | + | 74 | = 185$) の応力範囲が生じる。引張最大応力が生じるのは、スリット側の交差部直上載荷 (Case6_0mm) であり、スリット開口部にせん断変形（図-4）が生じることによる。また、圧縮最大応力が生じるのは縦リブ直上載荷 Case4の交差部から橋軸方向に300mm離れた載荷位置 (Case4_300mm) であり、縦リブの撓み変形（図-5）によ

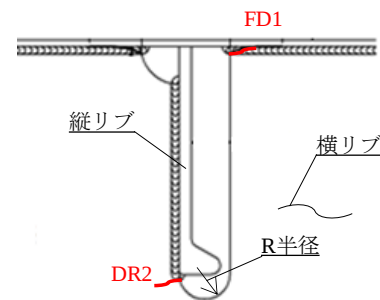


図-1 き裂発生位置

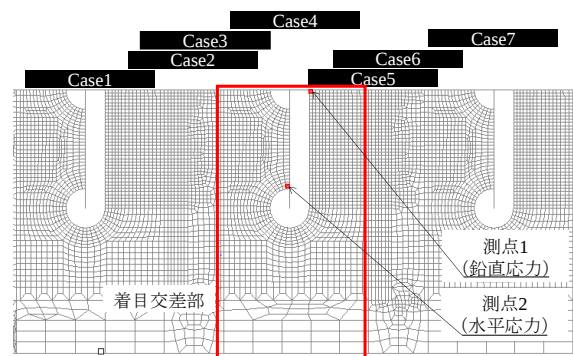
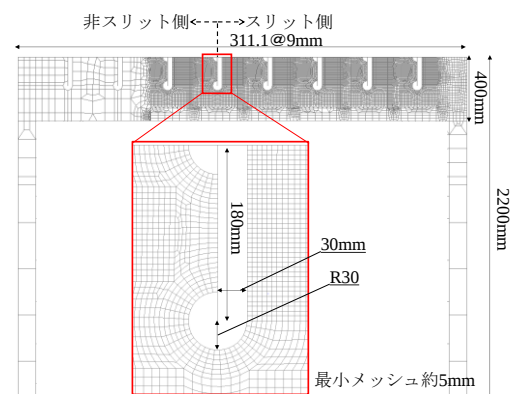


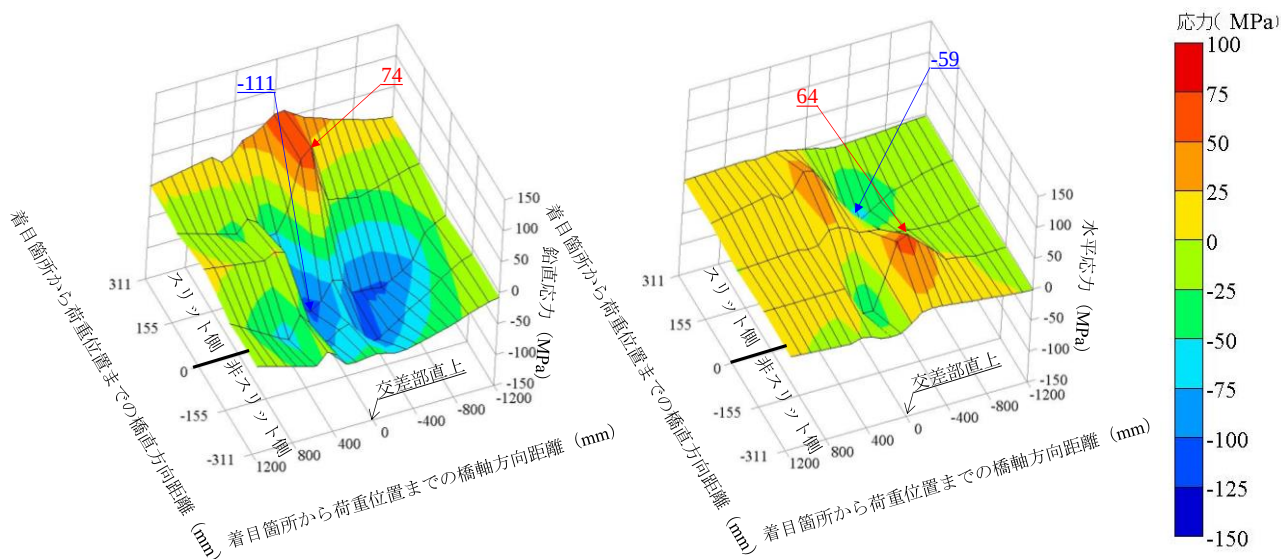
図-2 解析モデルと解析ケース

てスリット部にせん断変形が生じることによる。なお、交差部直上載荷時 (Case4_0mm) は横リブウェブに直接荷重が伝達されるため、圧縮応力は最大とならない。

図-3 (b) より、測点2は引張で最大64MPa (Case2_-200mm) 圧縮で最大59MPa (Case7_-300mm) となり、最大123MPa ($| -59 | + | 64 | = 123$) の応力範囲が生じる。また、測点2は測点1と比較して、影響範囲が小さく、縦リブ支間 (Case2,3,6,7) で橋軸方向に±100～300mm離れた載荷位置で卓越する。これは、縦リブの面外変形に伴い、横リブウェブに鉛直軸周りの回転変形が生じ（図-6）、測点2周辺に曲げ応力が発生するためと考えられ

キーワード 開断面縦リブ鋼床版、疲労損傷、応力性状

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-10-11 (一財)首都高速道路技術センター TEL 03-3578-5765



(a) 測点1に関する影響面 (スリット上縁部)

(b) 測点2に関する影響面 (スリット下端部)

図-3 各測点における応力影響面

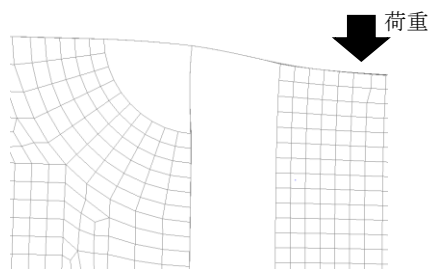


図-4 スリット開口部のせん断変形 (Case6_0mm)

る。このため、交差部から橋軸方向に横リブ支間の半分程度(約600mm)離れると、縦リブの面外変形の影響が小さくなり、発生応力は減少する。

以上より、スリット上縁部の応力集中は、主にせん断変形によって、スリット下端部の応力集中は縦リブの面外変形に伴う、横リブウェブの面外変形によって生じ、スリット上縁、下端はともに交差部直上から橋軸方向に離れた載荷位置においても高い応力が発生することが分かった。また、応力影響面からスリット上縁部(測点1)は、発生応力も大きく、影響範囲も広いことから、損傷が発生しやすい部位と考えられる。なお、対象橋梁での損傷発生数の傾向は解析結果と一致しており、今回の解析で対象部位の応力性状を概略評価できたと考えられる。

4. まとめ

開断面縦リブ鋼床版においても閉断面縦リブ鋼床版と同様に、横リブ・縦リブの面外変形によって高い応力が発生することを確認した。

参考文献

- 1) 益子ら, 開断面縦リブプレートに有する鋼床版の疲労き裂の傾向分析, 土木学会第68回年次学術講演会概要集, 2013.9
- 2) 三木ら, 鋼床版縦リブ・横リブ交差部の応力実測とその分析, 構造工学論文集, vol.37A, pp1163-1168, 1991.3

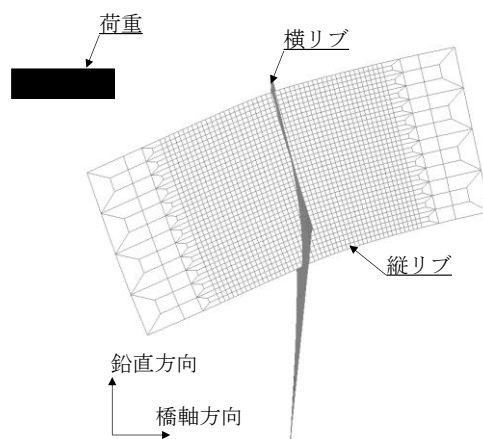


図-5 縦リブの撓み変形 (Case4_300mm)

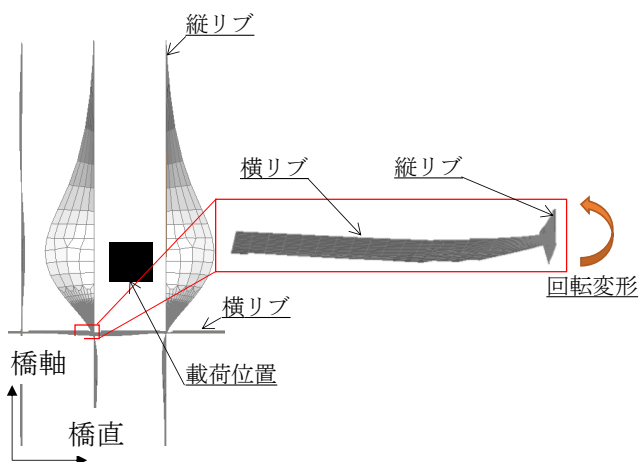


図-6 横リブウェブの面外変形 (Case6_300mm)

- 3) 石井ら, 平リブを有する取替用鋼床版の疲労試験, 土木学会第70回年次学術講演会概要集, 2015.9