

鋼床版縦リブ・横リブ交差部の局部応力挙動に関する検討

名古屋大学 学生会員 ○加藤 啓都 正会員 判治 剛, 館石 和雄, 崔 誠珉
正会員 平山 繁幸

1. はじめに

鋼床版の縦リブと横リブの交差部に生じる疲労損傷に着目し、実際に損傷が報告されている橋梁を対象に有限要素解析を行い、疲労損傷の発生原因となる局部応力挙動を明らかにした。さらに、交差部のスリット形状や密閉ダイヤフラムが局部応力に与える影響について検討した。

2. 解析方法

対象橋梁は支間長 77m, 横リブ間隔 2750mm, デッキ厚 12mm の鋼床版箱桁橋である。解析は、橋梁全体をモデル化した全体モデル (図-1) と、着目交差部周辺のみを取り出した詳細モデル (図-2) によるズームング手法によって行った。本橋梁にて横リブ側にき裂が確認された交差部 (図中の赤丸部) を対象とした。横リブ側および縦リブ側溶接止端部周辺は溶接ビードも含めて詳細にモデル化し、止端部周辺は約 1×1mm なるよう分割した。荷重は 100kN とし、図-3

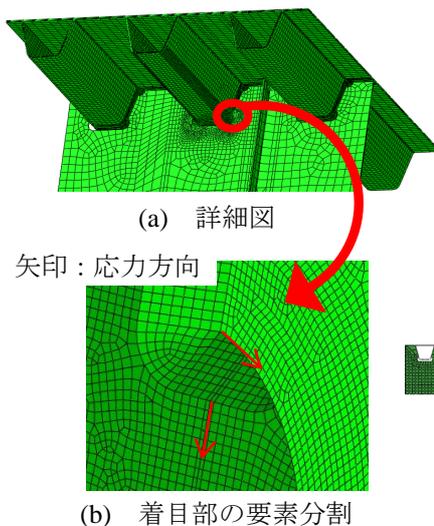


図-2 詳細モデル

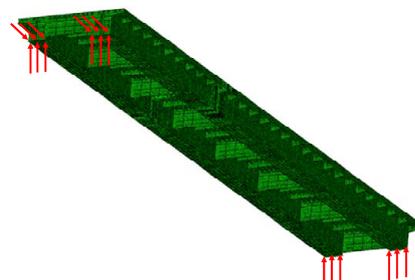


図-1 全体モデル

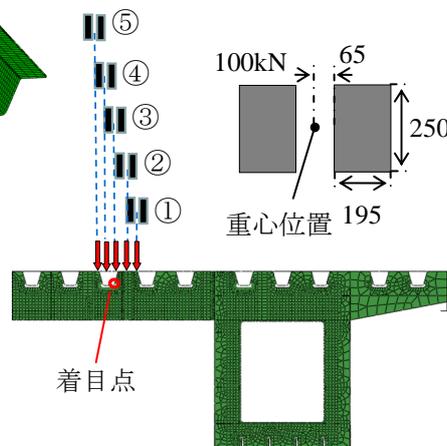


図-3 荷重詳細 (単位: mm)

に示すように橋軸直角方向に 5 ケース (155mm 間隔), また橋軸方向には隣接する横リブ間に 41 ケースとした。なお荷重③は車線中央を大型車が走行した際に車輪が乗る位置にほぼ一致する。

今回はスリット形状および密閉ダイヤフラムが交差部の局部応力に与える影響を検討した。スリット形状は図-4 に示す 5 種類とし、それぞれに対して密閉ダイヤフラムの影響を検討した。なおタイプ A が本橋梁で用いられている形状である。密閉ダイヤフラムは着目横リブから約 650mm 位置に挿入した。全てのスリットで U リブ形状 (310×230×8mm) および交差部の溶接脚長 (6mm) は同一とした。なおタイプ D に関しては縦リブ下面溶接部にも着目した。

3. 解析結果

スリットタイプ A の交差部における、縦リブ側局部応力の鉛直方向成分, 横リブ側局部応力のスリット接線方向成分 (図-2 参照) の影響線をそれぞれ図-5, 図-6 に示す。なお、膜応力成分と面外曲げ応力成分にわけて整理している。

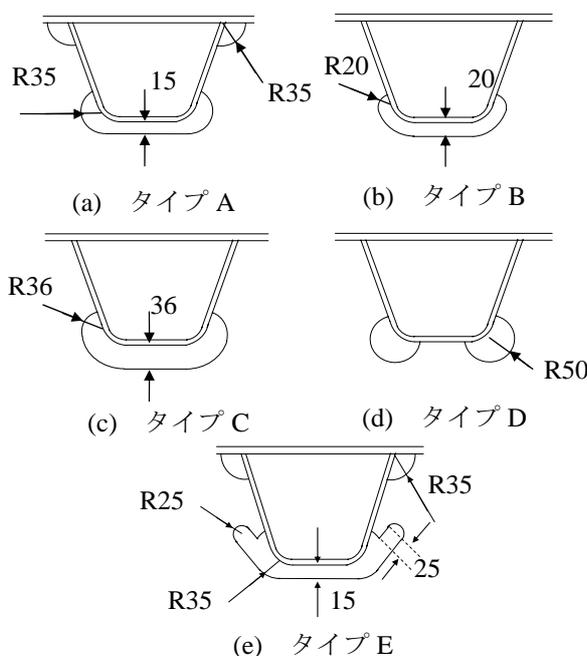


図-4 縦リブ横リブ交差部の詳細 (単位: mm)

キーワード 鋼床版, 縦リブ横リブ交差部, 局部応力, 密閉ダイヤフラム, スリット形状, 疲労

連絡先 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院工学研究科 TEL: 052-789-4620

応力範囲でみると、横リブ側止端部では膜応力と同程度の曲げ応力も生じている。膜応力と同程度の曲げ応力が生じることは、横リブスパン 2m の鋼床版供試体¹⁾においても計測されており、実橋モデルでも同様の傾向であることを確認できた。その一方で、縦リブ側止端部では曲げ応力が支配的であることがわかる。横リブ側と縦リブ側ともに大きな局部応力が生じているときの変形図(図-7)から、横リブの膜応力は、縦リブの橋軸直角方向の変形で横リブが面内方向に引っ張られることで生じ、縦リブの曲げ応力は、縦リブの面外変形を横リブが拘束するために生じることがわかる。

横リブ側と縦リブ側止端部に生じる最大の局部応力範囲をスリット形状と密閉ダイヤフラムに着目して整理した結果を図-8に示す。タイプAでは横リブ側のほうが大きくなっており、実際のき裂発生位置と対応している。次に密閉ダイヤフラムがない場合について考える。スリット形状が似たタイプA, B, Cの応力範囲はおおむね同じ値となった。一方、縦リブ下面を固定したタイプDの縦リブ側面の応力範囲は減少したが、縦リブ下面溶接部の応力範囲が他のタイプよりも増大した。タイプEでは、縦リブの応力範囲はタイプDの下面と変わらないが、横リブの値は他に比べて小さい。密閉ダイヤフラムがある場合には横リブ側および縦リブ側で局部応力は増加しているが、その程度は縦リブ側の方が大きいことがわかる。ただしタイプDでは、横リブ、縦リブともに応力範囲があまり変化していない。これは縦リブの回転変形が拘束されたためであると考えられる。今回求めた局部応力範囲で横リブ側と縦リブ側の疲労強度を継手形状によらず統一的に相対評価できると仮定すると、本橋ではタイプDもしくはタイプEが元の構造に比べて耐疲労性の高い構造であると考えられる。

4. まとめ

実際に疲労損傷が報告されている鋼床版箱桁橋を対象に有限要素解析を実施して、き裂発生原因となる局部応力挙動を明らかにし、交差部のスリット形状や密閉ダイヤフラムの影響について検討した。密閉ダイヤフラムの影響は横リブ側より縦リブ側で大きいこと、また縦リブ下面を固定したモデルやスリットを上方に切り欠いたモデルでは、現状の構造より局部応力範囲が小さくなることを明らかにした。

謝辞

本研究を進めるにあたり日本橋梁建設協会より多大なるご支援をいただきました。また同協会鋼床版小委員会の川畑篤敬委員長をはじめ、交差部WGメンバーにはご指導ご鞭撻をいただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献 1) 三木ら：鋼床版縦リブ・横リブ交差部の局部応力と疲労強度，土木学会論文集，No.519/I-32，pp.127-137，1995.

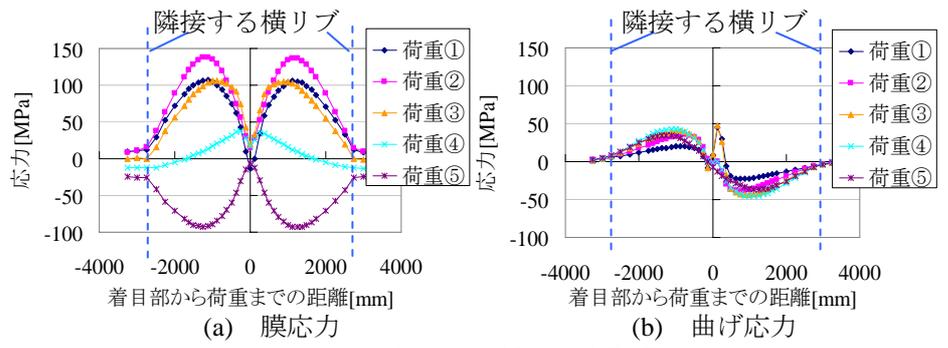


図-5 横リブ側要素の橋軸方向影響線

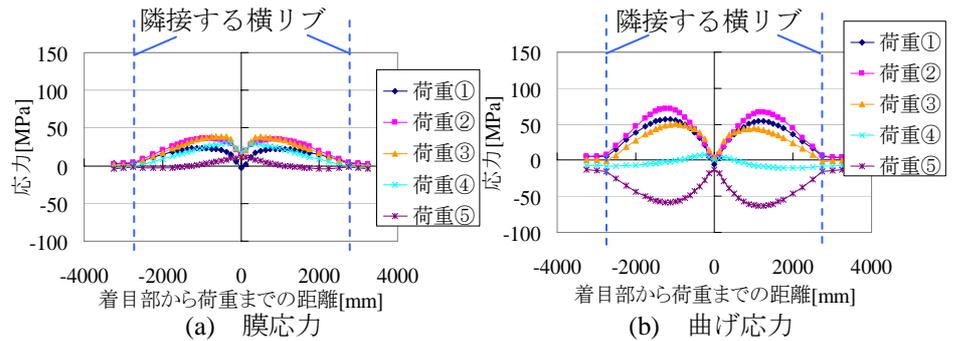


図-6 縦リブ側要素の橋軸方向影響線

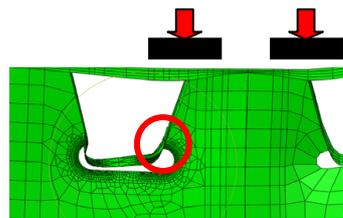


図-7 荷重②载荷時の変形図

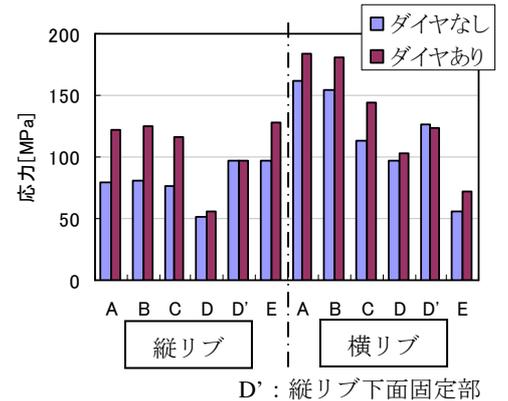


図-8 局部応力範囲の比較