

鋼床版のトラフリブ横リブ交差部に発生した疲労き裂に対する補修・補強検討

川田工業 正会員 ○石川 誠
 川田工業 正会員 溝江慶久 川田工業 正会員 江崎正浩
 土木研究所 正会員 村越 潤 土木研究所 正会員 梁取直樹

1. はじめに 鋼床版箱桁橋において、トラフリブと横リブ交差部の下側スリットまわし溶接部に、疲労き裂の発生が数多く報告されている¹⁾。この疲労き裂の発生要因は、輪荷重が当該部位の直上付近を通過する際に発生する、まわし溶接部周辺の応力集中である、と推定されている²⁾。

ここでは、疲労き裂の発生要因となる応力性状について FEM 解析を用いて確認するとともに、補修・補強構造について検討したので報告する。

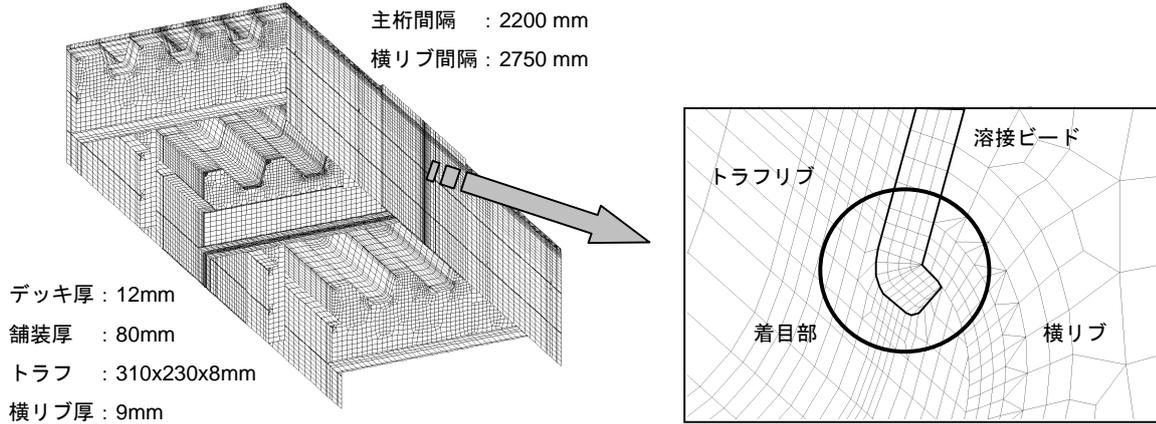


図-1 解析モデル

2. 疲労き裂の発生要因 疲労き裂の発生要因を確認するため FEM 解析を実施した。解析は、当該き裂の発生が報告されている既設鋼床版箱桁橋の箱桁部分について、トラフリブの 2 支間分を取り出したモデルを対象として行った(図-1)。解析手法はシェル要素およびソリッド要素を用いた線形弾性 FEM 解析(解析コード: NASTRAN)とした。着目部周辺のメッシュサイズは 2×2×2mm 程度とした。拘束条件としては、主桁下面の節点を完全固定とした。載荷荷重は、ダブルタイヤの接地面積(2×200×200mm)を再現し、そこに分布荷重(100kN)を与えた。

図-3 に応力影響線を示す。トラフ側止端 U4 (止端から 2mm) では、Case1 載荷時(トラフリブ間、密閉ダイヤ側偏載)、横リブ側止端 R7 (止端から 2mm) では、Case2 載荷時(トラフウェブ直上、横リブ直上付近)に最大応力が発生することが分かった。図-4 に最大応力発生時の変形および応力状態を示す。

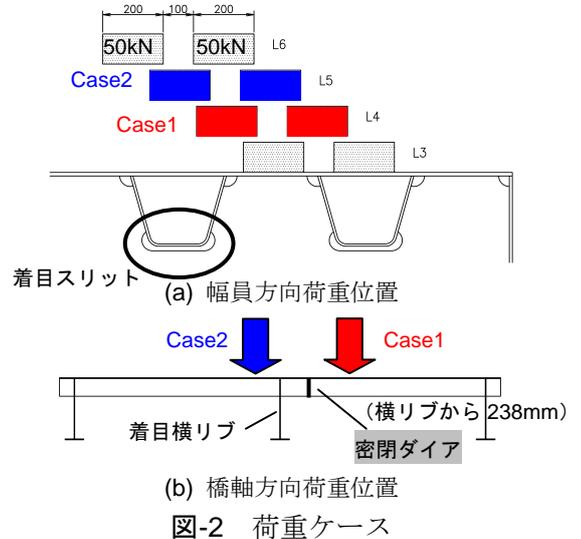


図-2 荷重ケース

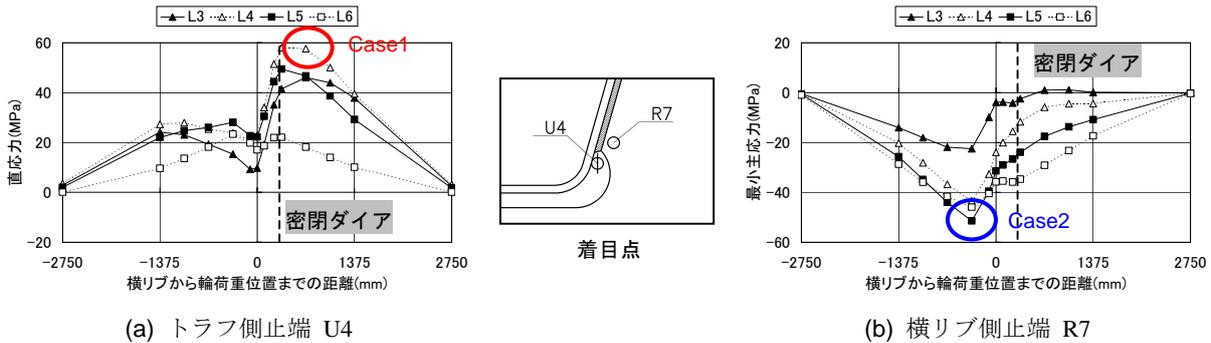


図-3 着目点の応力影響線

キーワード 鋼床版, 疲労き裂, 補修・補強, FEM 解析

連絡先 〒114-8562 東京都北区滝野川 1-3-11 TEL: 03-3915-3301 FAX: 03-3915-4327

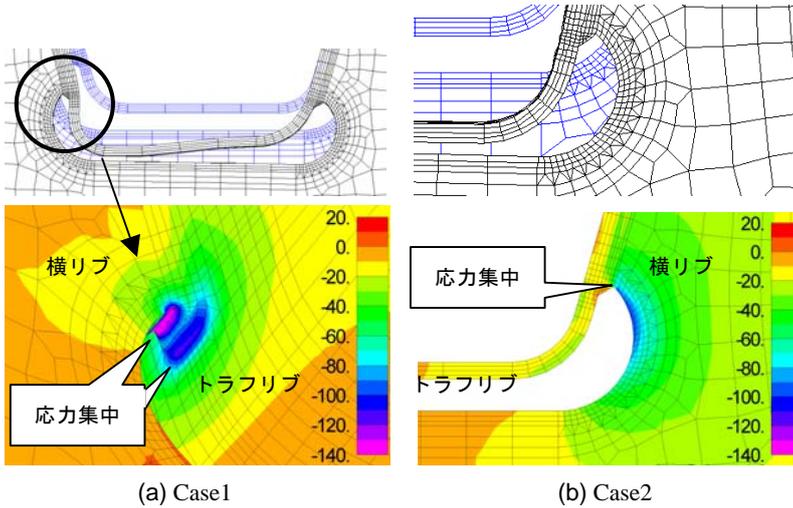


図-4 最大応力発生時の変形 (×200)・応力状態

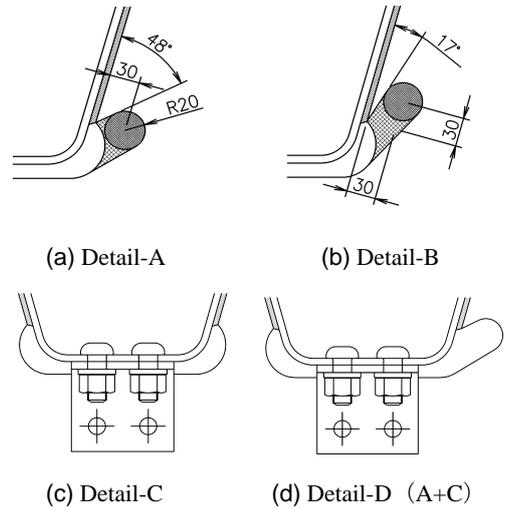


図-5 補修・補強案²⁾

以上の解析結果より、疲労き裂の発生要因は、以下に示す応力集中によるものと考えられる。

- Case1: トラフリブの回転変形を横リブが拘束することによる応力集中 (図-4(a))
- Case2: 横リブの鉛直方向の変形によるスリット R 部周辺の応力集中 (図-4(b))

3. 補修・補強案 検討対象とした補修・補強案を図-5 に示す。Detail-A,B はスリット端部を斜め上方に切り欠いた形状とし、トラフリブー横リブの拘束度を緩和させ、応力集中箇所をまわし溶接部から遠ざけることを狙った構造である (Case1,2 に対応)。Detail-C はトラフリブの回転変形を L 形鋼により拘束するものである (Case1 に対応)。Detail-D は、Detail-A と C を合わせた構造である (Case1,2 に対応)。

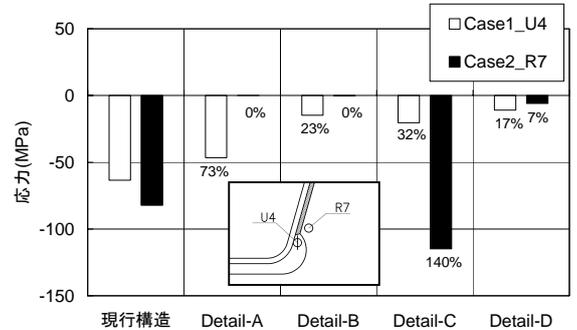


図-6 着目部の発生応力 (補修効果確認)

4. 効果の確認 図-6 に解析結果 (着目点 U4,R7 の最小主応力) を示す。グラフ内の数値は、現行構造に対する応力低減率を示している。Case1 (トラフリブの回転変形に起因する応力集中) に対しては、Detail-A の場合、スリットの擦り付け角度が大きく、トラフリブー横リブの拘束度を緩和することができないため、応力低減率は小さい。Detail-B では、擦り付け角度が小さいため、応力低減率も大きくなっている。Detail-C,D は L 形鋼によりトラフリブ底面を固定しているため、応力低減率が大きく、Detail-B と同程度である。一方、Case2 (横リブの鉛直方向の変形に起因する応力集中) に対して、Detail-A,B はスリット形状を改良することで、応力集中がスリット R 部に発生することとなり、まわし溶接部に応力はほとんど生じない。Detail-C では、L 形鋼でトラフリブ底面を固定しているため、スリットが潰される変形となり、まわし溶接部に応力集中が発生している。スリット形状改良を併用した Detail-D では、応力集中がスリット R 部に発生することとなり、まわし溶接部に作用する応力は小さくなる (図-7)。

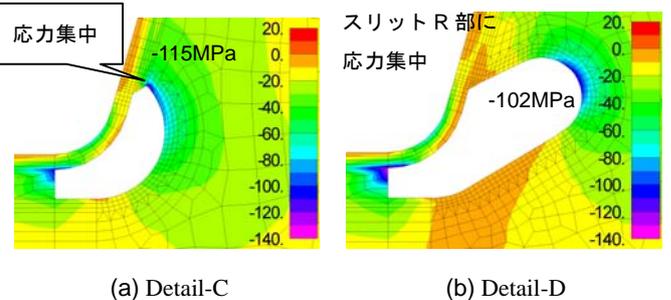


図-7 トラフリブ底面固定時の応力状態 (Case2)

5. あとがき 今後は、ここで検討した補修・補強構造について実物大の試験体を用いた疲労試験を実施し、耐久性の確認および施工性の検討、既存き裂に対する補修効果 (き裂進展抑制効果) の確認などを行う予定である。本研究は、(独)土木研究所との「鋼床版の疲労耐久性向上技術に関する共同研究 (その5)」の一環として実施したものである。

参考文献

- 1) 吉川など: Uリブを用いた鋼床版の疲労損傷事例, 土木学会第 57 回年次学術講演会, I-277, 2002.9
- 2) 勝俣など: 合理化鋼床版の Uリブ・横桁交差部の局部応力特性について, 構造工学論文集, Vol.45A, 1999.3