

バルブリブ鋼床版の横リブ交差部の構造改良

阪神高速道路株式会社 正会員 ○田畑 晶子, 正会員 杉山 裕樹, 正会員 金治 英貞
株式会社横河ブリッジ 正会員 石井 博典, 正会員 山本 幸司
関西大学 正会員 坂野 昌弘

1. はじめに

バルブリブ鋼床版の疲労損傷は、縦リブ横リブ交差部の溶接止端部を起点に発生している(図-1)¹⁾。疲労設計指針²⁾では、損傷事例を踏まえ、スリット上側スカラップはコーナーカット埋戻し構造に、またスリット下側は溶接作業性に配慮して拡大している。これより溶接部近傍の応力集中がR部の母材へ移行すること、また $R \geq 40$ で損傷事例が現時点で報告されていない¹⁾ことから、疲労き裂の発生リスクは低いと考えられる。しかし、スリット上部のデッキプレートと横リブとの回し溶接部には輪荷重の直上載荷による応力集中が懸念される。そこで、新設の鋼床版構造の疲労耐久性の向上を目的に横リブ交差部の構造改良を提案しFEM解析により検討した。

2. 解析対象および解析方法

事前にシェル要素による概略検討を行い、スリット形状Rをパラメータ(図-2)として検討し抽出した最適モデル(改良構造, R20)、および標準構造²⁾を対象にソリッド要素によるFEMにより応力低減効果の評価を行った。

解析モデルは、図-3に示すとおり、箱桁内一般部を対象とし、横リブ間隔を2.2mとした2パネルに対して、バルブリブ(230mm×11mm)を6本配置した部分モデルとした。境界条件は完全拘束とした。デッキの板厚は12mmである。着目する溶接止端部付近のメッシュサイズは1mm×1mm程度である。

なお、載荷荷重はダブルタイヤ1輪を模擬し、200mm×200mmの載荷面積に100kNとし、載荷位置は、横リブ直上の橋軸直角方向に対する影響線載荷より、対象溶接部の圧縮応力卓越(LC1)、および引張応力卓越(LC2)とした。図-4に載荷ケースを示す。

3. 解析結果

(1) 変形及びVon-mises 応力

図-5にLC1(圧縮卓越)載荷時の横リブウェブの変形及びVon-mises 応力を示す。標準構造は横リブウェブとデッキプレートとの回し溶接部近傍に最大 421N/mm^2 の応力が発生した。一方、改良構造はR部を含む同部位の応力値が最大 203N/mm^2 と小さくなったうえ、応力集中位置が溶接部から母材へ移行した。変形図からスリット上部Rによりデッキプレートの横リブによる拘束が緩和され、着目部の応力低減に寄与しているものと考えられる。

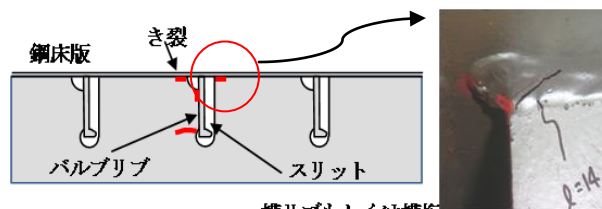


図-1 横リブ交差部き裂例

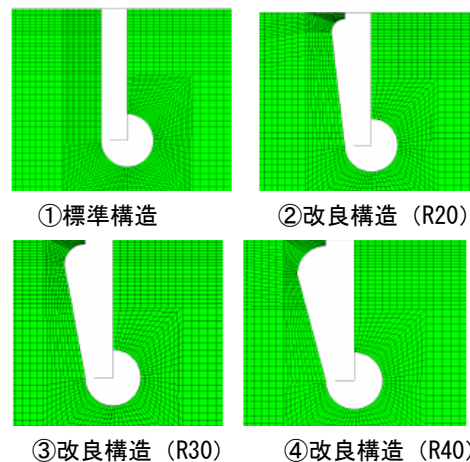


図-2 事前解析でのスリット形状

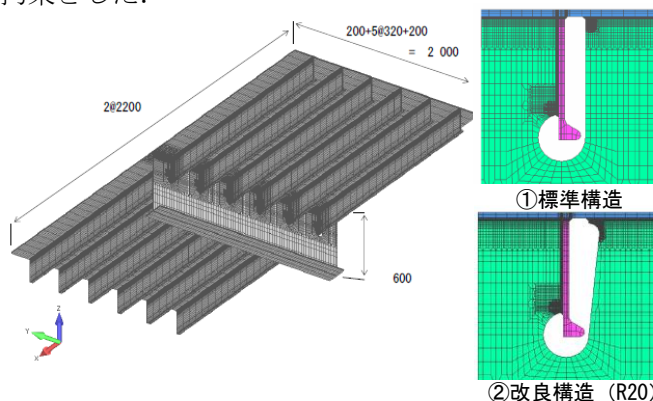


図-3 FEM解析モデル

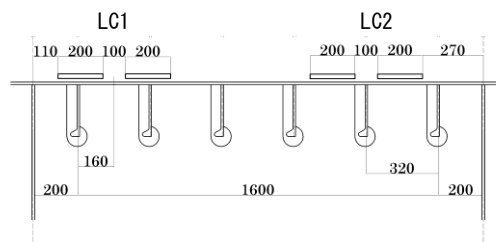


図-4 載荷ケース

キーワード バルブリブ鋼床版, 疲労き裂, 横リブ交差部, 半円, 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 06-4963-5606

スリット下側 R 部は双方とも差がなく、標準構造と比較して改良構造の応力が 1 割弱若干増加したが、上側に比べ応力レベルは 1/2~1/4 程度と小さい。なお、LC2 (引張卓越) 載荷時の第六リブの横リブウェブも LC1 と同様の傾向を示した。

(2) 局部の主応力分布

図-6 にデッキプレートと横リブウェブの回し溶接部の横リブウェブ側止端部の主応力分布を示す。標準構造では回し溶接部に圧縮側で -539 N/mm^2 (LC1), 引張側で 426 N/mm^2 (LC2) の応力が発生したが、改良構造ではそれぞれ 140 N/mm^2 程度となり改良前の 1/3 以下に低減し疲労耐久性の向上が期待できる。一方、改良構造では上端 R 部の母材に比較的大きな応力が発生し、その値は圧縮側で -197 N/mm^2 (LC1), 引張側で 146 N/mm^2 (LC2) であった。この値は、標準構造のスリット下部 R 部母材で発生する最大応力 (圧縮最大 -104 N/mm^2 , 引張最大 80 N/mm^2) のそれぞれ 2 倍近いが、標準構造の溶接部に発生する応力の半分以下であり、全体として疲労耐久性は向上しているものと考えられる。

図-7 にデッキプレートと横リブウェブ回し溶接部のデッキプレート側の材縁からの主応力分布を示す。標準構造と比較して、改良構造は溶接止端部の応力が 6 割程度に低減している。なお、ここで示す部位以外の応力は、標準構造と改良構造とで差はなかった。

なお、バルブリブのサイズ ($200 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ と $230 \text{ mm} \times 11 \text{ mm}$) をパラメータにしたシェル要素解析を実施し、着目部位の発生応力に差はなかったことから、リブサイズによらず上部 R 半径は 20 mm とする。

4. まとめ

バルブリブ鋼床版における横リブ交差部構造について、横リブスリット形状を検討した結果、従来構造と比較して、デッキプレート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提案した。今後、疲労試験によって、改良構造の疲労耐久性向上効果を検証する予定である。

参考文献

- 1) 阪神高速道路株式会社, 阪神高速道路における鋼橋の疲労対策【三訂版】, 平成 24 年 3 月
- 2) (社) 日本道路協会, 鋼道路橋の疲労設計指針, 平成 14 年 3 月

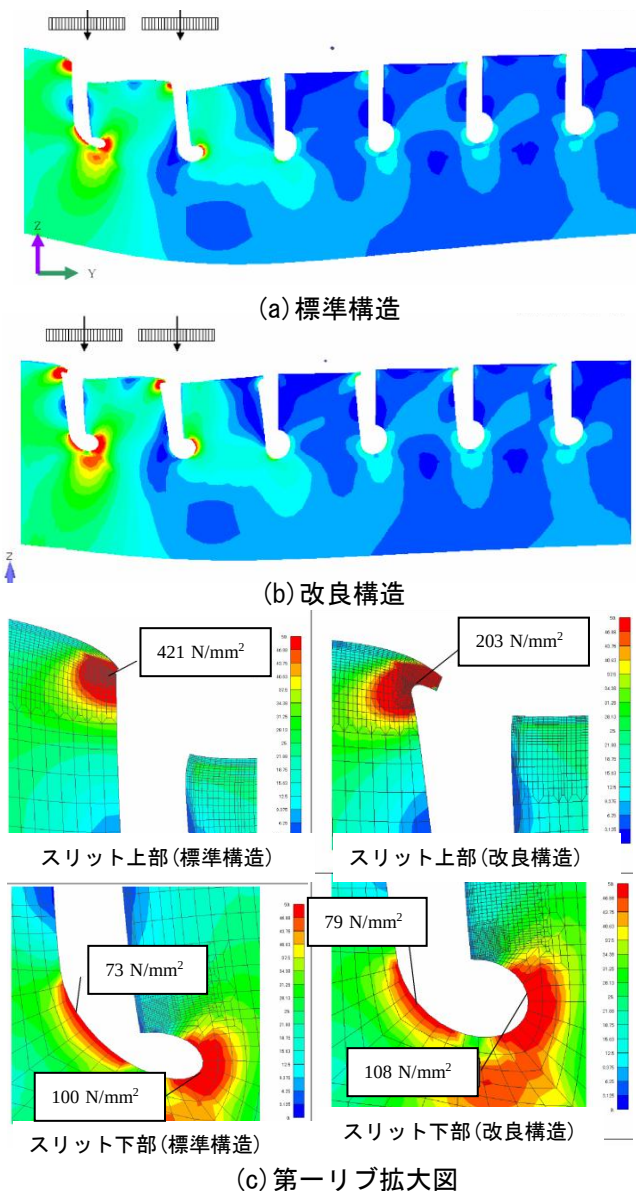


図-5 横リブの変形及びVon-mises応力 (LC1)

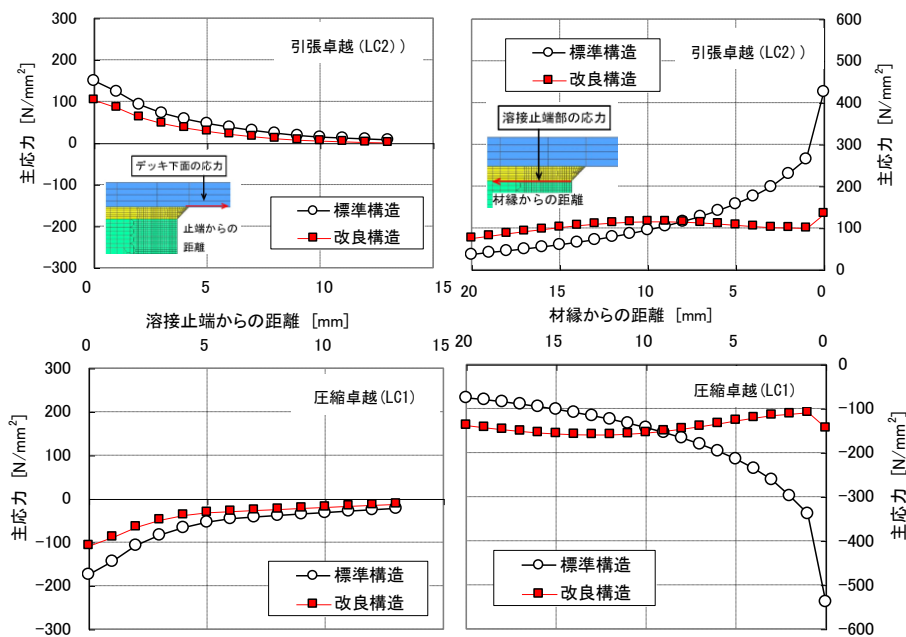


図-7 デッキプレートと横リブウェブの回し溶接部 (デッキ側)

図-6 デッキプレートと横リブウェブの回し溶接部 (横リブウェブ側)