

鋼床版バルブリブ構造の縦リブ-横リブ交差部の疲労強度改善

構造研究室：有馬安倫

1. はじめに

鋼床版とは、縦リブと横リブでデッキプレート
を補剛したもので、軽量で一括架設が可能なので、
現場での施工期間を短縮する事ができる利点から、
鋼橋でよく用いられている。縦リブ形式がバルブ
リブ構造の場合、写真-1 に示すように縦リブと横
リブ交差部のスリット上端において、溶接止端部
からの疲労き裂の発生が報告されている。このき
裂が進展によりデッキプレートまで進展した場合、
車両の走行性に危険を及ぼす恐れがあるため、亀
裂の発生を抑制する必要がある。

そこで、本研究では、疲労き裂の原因を追究し、
縦リブ交差部のスリット上端の疲労耐久性の向上
を目的として、鋼床版バルブリブ構造の縦リブ-横
リブ交差部の構造ディテールの改良を行い、有限
要素解析により検討を行った。

2. 解析手法

溶接止端部の疲労強度を評価するために、
Effective Notch (以下、EN) 応力による評価を行っ
た。EN 応力を評価するためには、溶接部を再現し
た詳細な解析と効率性が求められる。そこで本研
究では、解析手法としてサブモデル解析を行った。

(1) 解析モデル

本研究で用いた解析モデルを図-1 に示す。4 節
点 shell 要素を用いて作成した全橋モデルと、着
目縦リブ-横リブの交差部近傍を solid 要素で作成
した Solid モデル及び疲労き裂がスリット上端の溶
接止端部のデッキ側と横リブ側をモデル化した 2
つの EN モデルの 1 ケースあたり 4 つのモデルを
作成した。

図-1 の鋼橋の上部構造は、デッキプレートの板
厚を 12mm とし、横リブスパンは 2500mm とした。
横桁・横リブに設けたスリット下部のスカラップ
半径は 48mm である。また、デッキプレートの上
面に、舗装厚 80mm を設けている。ヤング率は鋼
材を 200GPa、舗装を 0.5GPa とし、ポアソン比は
0.3 とした。なお、境界条件は、単純支持とした。

着目リブ位置は事前に予備解析を行い、図 1 に
示す活荷重により溶接止端部の発生応力が最も大
きくなると考えられる主桁近傍の縦リブ-横リブ
とした。

(2) 荷重荷重方法

着目位置において、最も厳しい荷重条件により評
価を行うために、トラック後輪片側のダブルタイ
ヤを模擬した輪荷重を、着目位置近傍において
100mm ピッチで移動荷重を行った。1 モデル当
たりの荷重ケースは 182 回である。なお、衝撃係
数を考慮し、荷重荷重は 100kN を 1.4 倍した 140kN
とした。

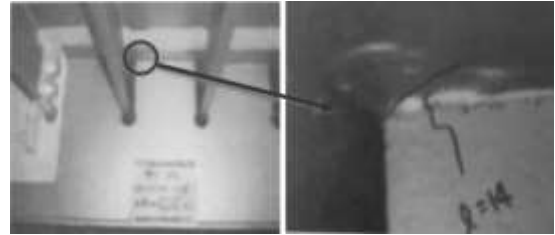
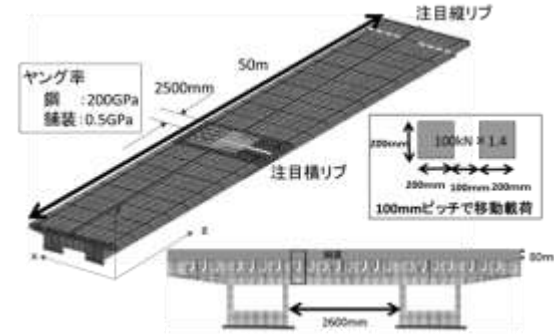
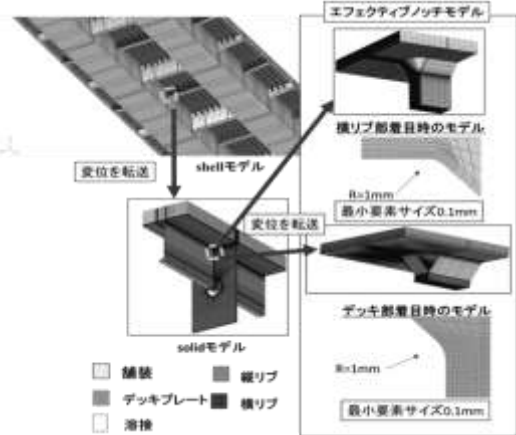


写真-1 疲労亀裂¹⁾



(a) 全橋モデル



(b) サブモデルと EN モデル

図-1 解析モデル

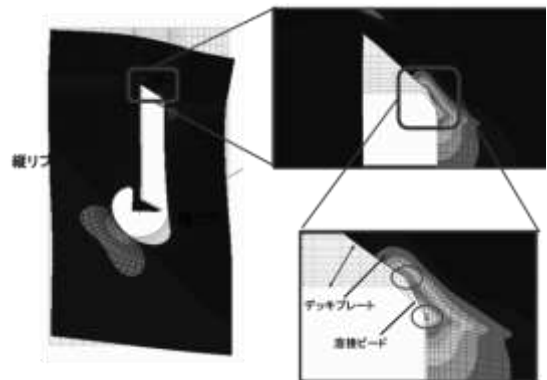


図-2 現状モデルの変形図

3. 解析結果

図2に現状モデルの変形図を示す。変形挙動を強調するために500倍で表示している。この結果より、デッキプレートが大きく変形し、溶接止端部においても局所変形していることがわかった。そのため、引張応力が集中し疲労き裂が起こる原因だと考えられる。

そこで、溶接止端部での局所変形を抑制するために縦リブ-横リブ交差部の構造ディテールの改良案を図-3に示す。溶接止端部より15mmの位置から半径40mmの円弧を設けたR40モデル、止端部15mmの位置から直線区間15mmを設け、半径40mmの円弧を設けた直線区間15mmR40モデルの2種類を提案する

図-4に横リブ溶接止端部の最大主応力のコンター、図-5に溶接止端部の結果を示す。横リブ側の溶接止端部では、現状モデルでは最大主応力440MPa、R40モデルでは304MPa、直線区間15mmR40モデルでは202MPaとなり、現状モデルより応力値が58%低減する結果となった。また、デッキ側の溶接止端部においても応力値の大幅な低下が見られ、直線区間15mmR40モデルでは現状モデルと比較して38%の低減効果が得られた。

この結果より、横リブスリット部に円弧を設けることによって、応力値を低減することができるといえる。また、直線区間を追加することによってさらなる応力値の低減効果が期待できることがわかった。

溶接止端部の応力値が低減した要因を検討するために、溶接止端部近傍の変形挙動の比較を行った。図-6に溶接止端部近傍の変形図を示す。現状モデルに比べ、円弧を設けることによってデッキプレートの変形が抑制されることがわかった。さらに直線区間を設けることによってさらに改善効果があることがわかった。そのため、溶接止端部の局所変形が軽減されたため、応力集中も緩和されたと考えられる

4. まとめ

本解析的研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) 横リブのスリット部に円弧を設けることで、溶接止端部での応力集中が改善されることがわかった。さらに、直線区間を設けることによって、応力集中の改善効果が高まる傾向が得られた。
- (2) 現状モデルでは、溶接止端部で局所変形が起こっていたが、横リブのスリット部に円弧を設けることで、新たに設けた円弧部で変形が起きるようになり、溶接止端部の局所変形が抑制され、応力値低減することがわかった。

参考文献1) 土木学会：鋼床版の疲労，2010

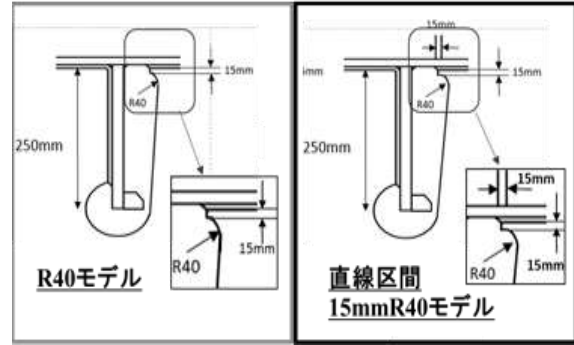


図-3 改善ディテール案と寸法

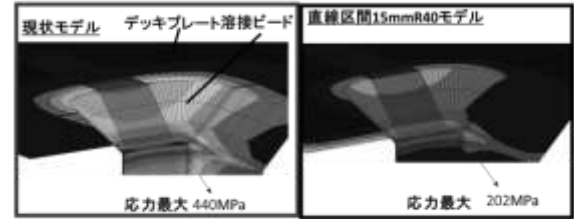


図-4 横リブ側溶接止端部の最大主応力のコンター

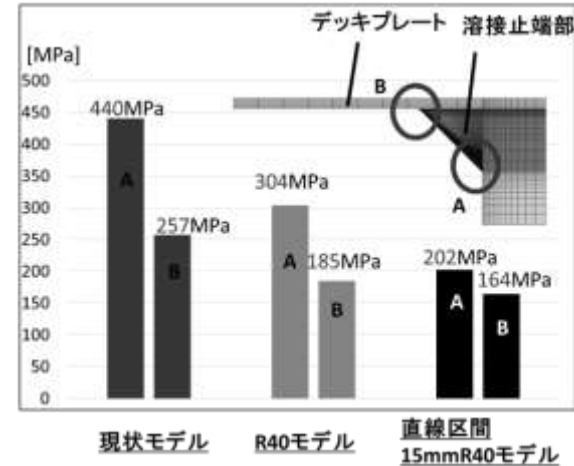


図-5 溶接止端部の解析結果

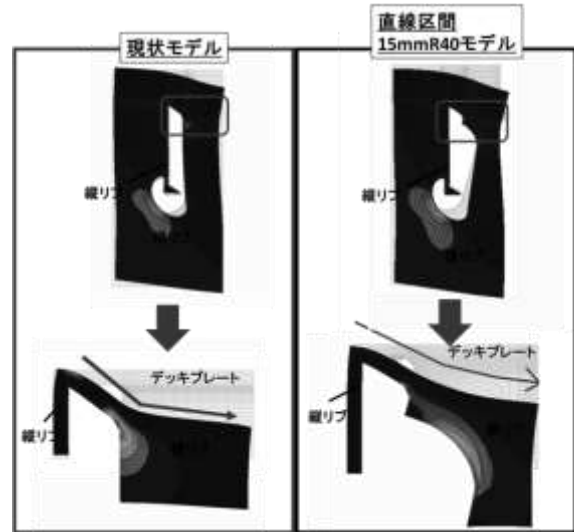


図-6 改善ディテール案の変形図

