

バルブリブ鋼床版縦リブ・横リブ交差部の疲労強度改善

琉球大学 ○有馬安倫, 田井政行, 下里哲弘
日本橋梁建設協会 片野俊一

1. はじめに

縦リブにバルブリブを用いた鋼床版では、デッキプレートと横リブの溶接部から発生するが多い。横リブ側から発生した疲労き裂は、き裂長が増加するに従い、デッキプレートに進展し、交通規制を伴う補修が必要になる場合があるため、縦リブ・横リブ交差部(以下、交差部)の溶接部の疲労強度を改善し、き裂の発生を抑制する必要がある。

交差部の疲労強度改善として、既往研究において交差部の構造ディテールを改良することが検討されてきた。本研究ではさらなる疲労強度改善を目的に、交差部の構造ディテールについて、解析的に検討を行った。

2. 構造ディテール案と解析手法

2. 1 交差部の構造ディテール改良案

既往研究¹⁾を参考にデッキプレートの変形を拘束している横リブの溶接止端部近傍に半径 40mm の円孔を設けることで局所変形を緩和させることを構造ディテール改善の基本とし、図 1 及び以下に示す 4 つのモデルで検討を行った。

- ・従来モデル:一般的なスリット形状
- ・円孔モデル:溶接止端より 15mm の位置に円孔を設置した構造ディテール。(既往研究¹⁾のモデル)
- ・円孔+直線 25mm モデル:円孔モデルに対して横リブ軸方向に 25mm の直線区間を設けた構造ディテール。
- ・円孔+直線 35mm モデル:円孔モデルに対して横リブ軸方向に 35mm の直線区間を設けた構造ディテール。

2. 2 解析モデル及び载荷条件

(1) 解析モデル

本研究ではサブモデル解析を行った。解析対象及び解析モデルを図-2(b)に示す。着目位置は、パネル中央部の縦リブ・横リブ交差部のスリット上端部とし、グローバルモデルは全てシェル要素により、サブモデル①及びサブモデル②では、全てソリッド要素によりモデル化した。サブモデル①では、スリット上端部及びスカラップの溶接止端部では最小要素サイズ 1mm、サブモデル②では溶接止端部の最小要素サイズは 0.1mm とした。なお、前述の 4 つの構造ディテールについて、それぞれモデルを作成し、解析を行った。なお、デッキプレート板厚は 12mm、横リブ板厚は 9mm、溶接脚長は 6mm としている。

サブモデルは着目リブ近傍サブモデル(サブモデル①)と、デッキ側及び横リブ側の溶接止端部の Effective Notch 応力範囲を評価するための、デッキ側評価用サブモデルと横リブ側評価用サブモデル(サブモデル②)の 3 種類のモデルを作成した。なお、全てのモデルにおいて、材料定数は鋼材のヤング率 200GPa ポアソン比を 0.3 として、汎用有限要素解析用有限要素解析ソフトウェア ABAQUS6. 14 を用いて線形弾性解析を行った。

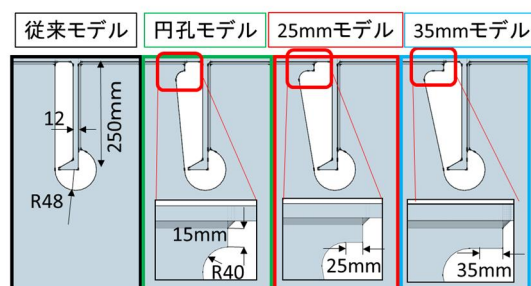
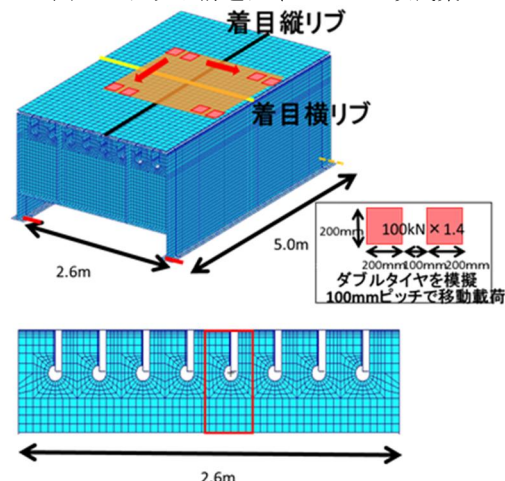
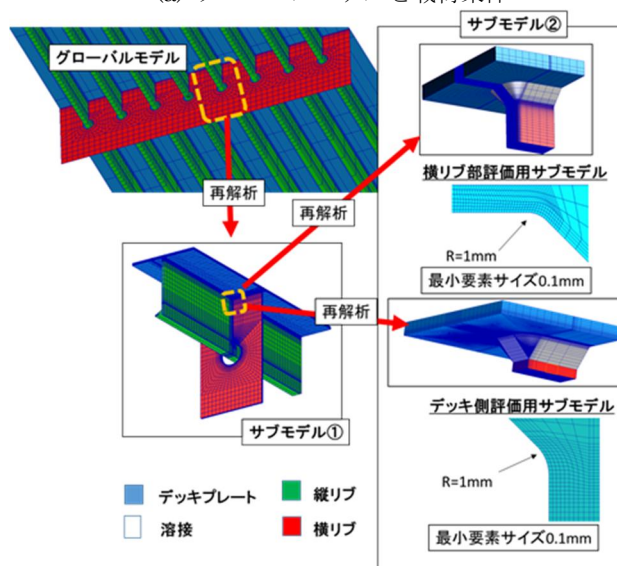


図-1 スリット構造ディテールの改良案



(a) グローバルモデルと载荷条件



(b) サブモデル

図-2 解析モデルと载荷条件

(2) 载荷条件

バルブリブ鋼床版において、縦リブ・横リブ交差部のスリット上端の溶接継手部では交差部近傍での载荷条件が最も厳しい条件となることから、図 2(a)に示すように着目交差部近傍(橋軸方向:着目横リブから±600mm, 橋軸直角方向:着目縦リブから-400~600mm)領域に、ダブルタイヤ 1 輪を模擬した 200mm×500mm の载荷面積に 140kN を 100mm 間隔で移動载荷を行った。

キーワード 疲労強度改善, バルブリブ, 鋼床版, スリット形状

連絡先 琉球大学大学院理工学研究科環境建設工学専攻 (〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町千原1番地)

3. 構造ディテール改良による疲労強度改善効果

解析より得られた Effective Notch 応力の影響面を図-3に示す。橋軸方向及び橋軸直角方向の値は载荷位置を示し、等高線により応力の大きさを示している。なお、Effective Notch 応力は溶接止端部近傍の要素において主応力の最大値とした。

図-3の結果からわかるように、円孔と直線区間を設けた円孔+25mmモデルでは、従来モデルより横リブ側の溶接止端部の Effective Notch 応力が大きく低減することがわかる。図-4の圧縮応力が最大値となった载荷条件時の変形形状と主応力のコンター図より、その要因を検討すると、図-4(a)より、既往研究で報告されているように、従来モデルでは横リブによりデッキプレートの変形が拘束されるため、スリット部で局所的なせん断変形が生じる結果となった。一方、スリット形状を円孔や直線区間を大きくすることで、横リブの円孔部で変形が生じ、スリット部のデッキプレートのせん断変形が緩和されているといえる。このスリット部の局所せん断変形が抑制されたことで、図-4(b)に示すように溶接止端部の応力集中が緩和されたと考えられる。

次にそれぞれのモデルにおけるデッキプレート側と横リブ側の溶接止端部の Effective Notch 応力の最小値・最大値を図-5に示す。直線区間を 25mm, 35mm と増加させることで、デッキ側及び横リブ側の応力値低減することがわかった。また、常に横リブ側の溶接止端部の応力が大きい結果となったが、従来モデル、円孔モデル、円孔+直線 25mm モデルとスリットが大きくなるに従い、両者の差異は小さくなる傾向が得られた。また、円孔+直線 35mm モデルでは、デッキプレート側と横リブ側の Effective Notch 応力が同程度となっており、疲労寿命は増加すると考えられるが、デッキ側の溶接止端部からの疲労き裂発生の可能性が高まるといえる。デッキプレート側よりき裂が発生した場合、交通規制を伴う補修が必要となるため、維持管理の観点より好ましくない。それゆえ本研究での検討案においては、円孔+直線 25mm モデルが交差部の疲労耐久性に優れ、き裂がデッキプレートに進展する可能性が低いと考えられるため適当であると考えられる。

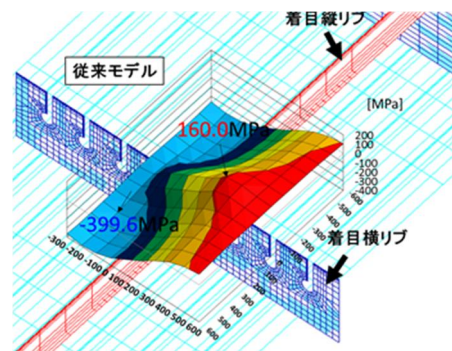
4. まとめ

本研究で提案した構造ディテールにより更なるバルブリブ鋼床版の交差部の疲労強度改善効果が期待できる。今後は提案した構造ディテールの疲労耐久性試験を実施すると共に、改善効果に及ぼす横リブ板厚の影響等についても検証する予定である。

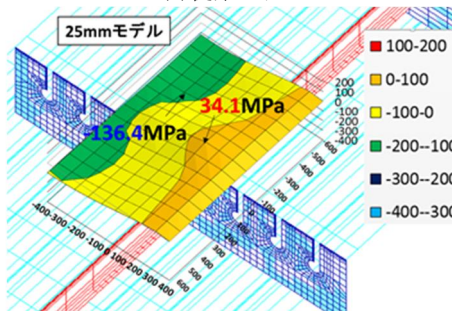
謝辞：本研究を進めるにあたり、(一社)日本橋梁建設協会鋼床版部会(部会長：井口進氏)の各委員の方々に数多くのご助言を頂いた。ここに記して深謝いたします。

参考文献

1)田畑晶子, 杉山裕樹, 金治英貞, 石井博典, 山本幸司, 坂野昌弘: バルブリブ鋼床版の横リブ交差部の構造改良, 土木学会第 67 回年次学術講演会, I-290, 2012

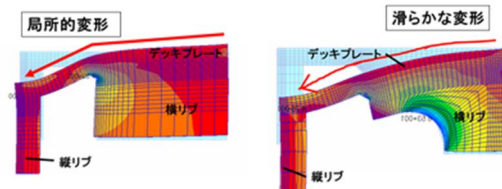


(a)従来モデル

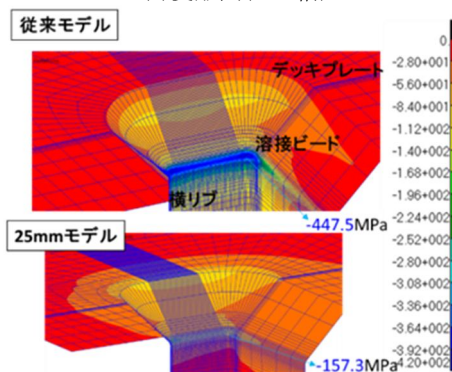


(b)円孔+25mm モデル

図-3 横リブ側溶接止端部垂直応力の影響面



(a)変形図(500倍)



(b)横リブ側溶接止端部の最小主応力のコンターと応力値

図-4 構造ディテール改良案の応力値低減効果

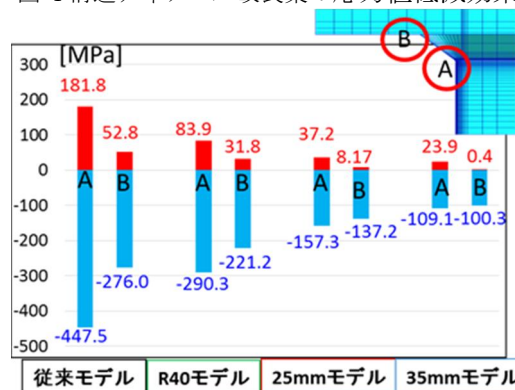


図-5 止端部の最大最小主応力