

鋼床版 U リブ切断工法における交差部構造に関する解析的検討

大阪市立大学大学院 学生会員 ○申 啓航
阪神高速道路（株） 正会員 八重垣 諒太
日本ファブテック（株） 正会員 奥村 学

大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司
日立造船（株） 非会員 谷尾 大地
日本橋梁（株） 正会員 竹内 正一

1. 研究背景及び目的

U リブ鋼床版の下面からの補強工法として、図-1 に示す U リブ切断工法が提案されており、実橋への適用に向けた検討が行われている。本工法における横リブ交差部構造についても検討が進められており、実大載荷実験およびFE 解析により、U リブ切断によってデッキ・U リブ溶接部の応力が低減され、横リブに設置した当て板はスカラップ部下側及びスリット部に生じるき裂に対して有効であることが確認されている²⁾。しかしながら、U リブの切断によるスカラップ部上側のデッキ・横リブ溶接部の応力集中が懸念されている。

本研究では、より優れた交差部構造を検討するため、U リブ切断工法における交差部構造についてFE 解析により検討した。

2. 解析モデル

汎用有限要素解析ソフト Abaqus を用いて、3 次元弾性解析を行った。解析モデルは、文献 2) を参考に、図-2 に示す U リブを有し、支間中央に横リブがある鋼床版モデルとした。モデル構築にあたり、横リブ交差部周辺を 8 節点ソリッド要素、それ以外の部材を 4 節点シェル要素とした。デッキプレート厚は 12mm、U リブ厚は 6mm、当て板厚は 9mm である。ボルトのモデル化は、接触圧が作用する範囲内で接触面を節点結合し、剛結とした。また、当て板とデッキの間には接触条件を与え、静止摩擦係数を 0.4 とした。シェル要素部は、着目箇所から離れていることから当て板の設置は省略した。材料特性は、当て板に用いた鋳鉄の弾性係数を $1.7 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ 、鋼床版を構成する鋼材を $2.0 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ とし、ポアソン比はともに 0.3 とした。要素は、最小要素サイズを 1mm となるように分割した。

本解析ではデッキ・横リブ溶接部に着目するため、当て板とデッキの接触面積、当て板設置の有無、ストップホルルの孔径と形状をパラメータとした。解析ケースを表 1、図-3 に示す。Case-1 を基本となる当て板のケ

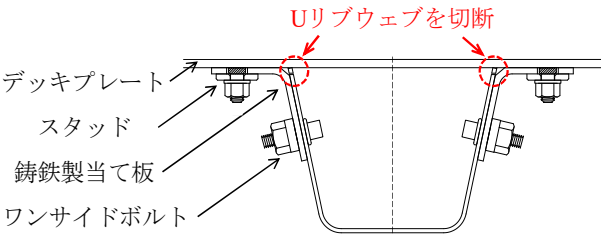


図-1 U リブ切断工法

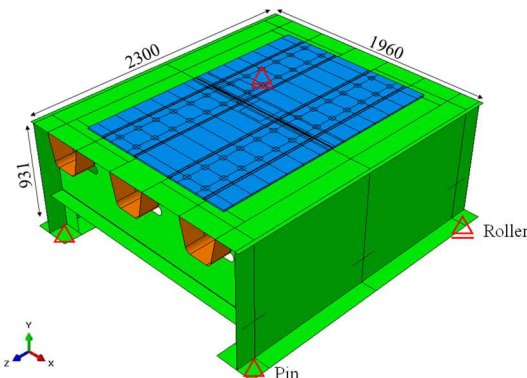


図-2 解析モデル

表-1 解析ケース

解析ケース	横リブの当て板の有無	ストップホルル	
		止端部からの位置	孔径
Case-1	あり	50mm	25mm
Case-2	あり (接触面積を増やす)	50mm	25mm
Case-3	なし	50mm	25mm
Case-4	なし	40mm	15mm
Case-5	なし	50mm	50mm

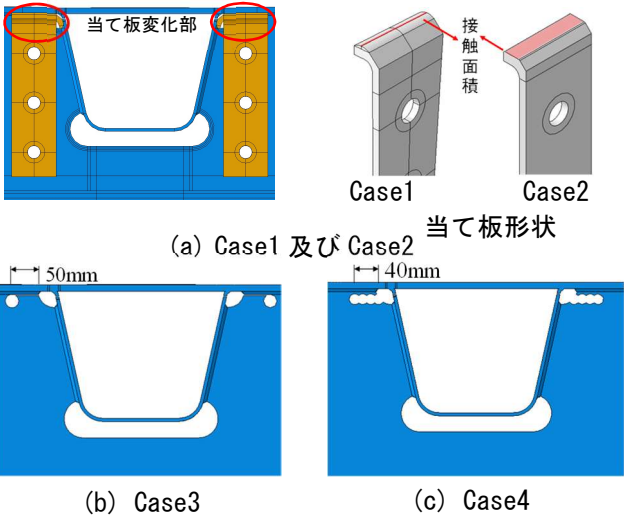


図-3 解析ケース

キーワード 鋼床版、横リブ交差部、当て板補強、疲労き裂
連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院 工学研究科 都市系専攻 橋梁工学分野
TEL&FAX 06-6605-2765

ースとして、Case-2 は当て板の上面デッキとの接触面積を増大させたケース、Case-3 は横リブに当て板を設置しないケース、Case-4、5 はストップホールを形状を変化させたケースである。荷重は図-4 に示すように、シングルタイヤを想定し、曲げ作用が最大となる U リブ中央直上に、等分布荷重で 50kN 与えた。

3. 解析結果と考察

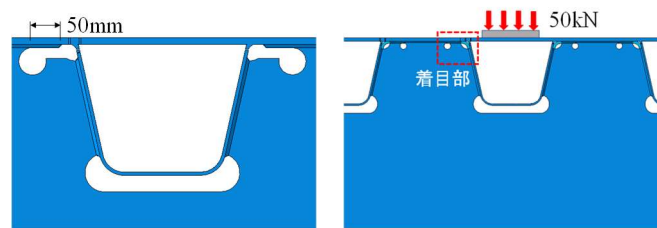
図-5 に示すデッキ・横リブ溶接部のデッキ側止端部に着目し、デッキ上面と下面の着目要素の主応力で評価する。また、ストップホールの局部応力も周辺要素の主応力で評価する。

デッキ・横リブ溶接部のコンター図を図-6(a)～(e)、デッキ下面の主応力およびストップホール近傍の最大主応力と最小主応力を図-6(f)に示す。図-6(a)、(b)により、当て板の接触面積を大きくすることでデッキ支持範囲が広くなり、ストップホール近傍の主応力が低減されている。しかしながら、スカラップ上側のデッキ・横リブ溶接部でデッキ下面の応力が -184N/mm^2 から -193N/mm^2 となった。図-6(a)と図-6(c)を比較すると、当て板がない場合、ストップホール近傍の主応力は -124N/mm^2 から -137N/mm^2 となり、デッキ・横リブ溶接部のデッキ下面主応力は -184N/mm^2 から -181N/mm^2 とほとんど変化しなかった。図-6(c)と(d)の比較から、ストップホールの直径を小さくし、横リブを連続削孔する場合、ストップホールの局所応力およびデッキ・横リブ溶接部のデッキ下面の主応力は増加した。これは連続削孔による形状変化によって生じた応力集中によると考えられる。また、図-6(c)と(e)の比較から、ストップホールの孔径を大きくすると、ストップホール近傍とデッキ・横リブ溶接部でデッキ下面の応力値が低下しており、応力集中が緩和された。

4. まとめ

ここでは、FE 解析により、U リブ切断工法におけるより優れた交差部構造について検討した。得られた結果を以下に示す。

1. U リブ切断工法におけるデッキ・横リブ交差部では、当て板接触面積の増加によりストップホール近傍の応力は低減されるが、デッキ・横リブ溶接部のデッキ下面の応力は増加する。
2. デッキ・横リブ溶接部のデッキ下面の応力はストップホールの形状に影響され、本解析の検討範囲では



(d) Case5

図-3 解析ケース（続き）

図-4 荷重ケース

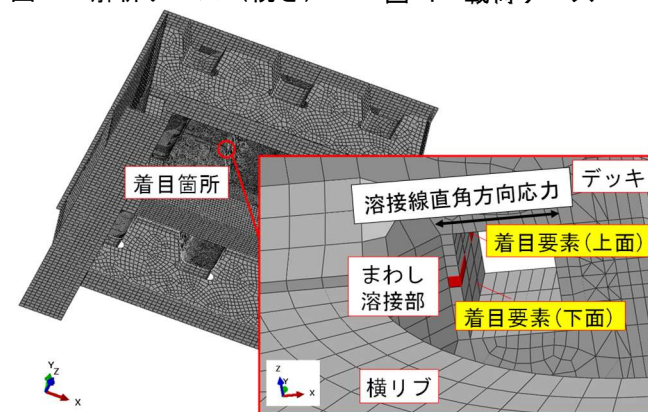
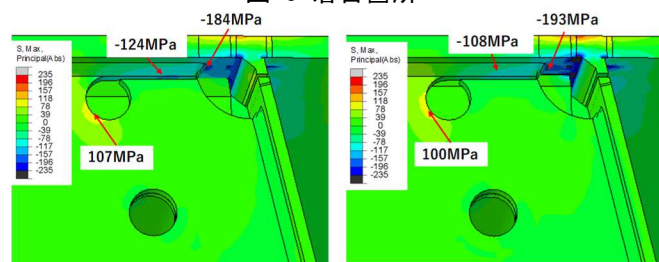
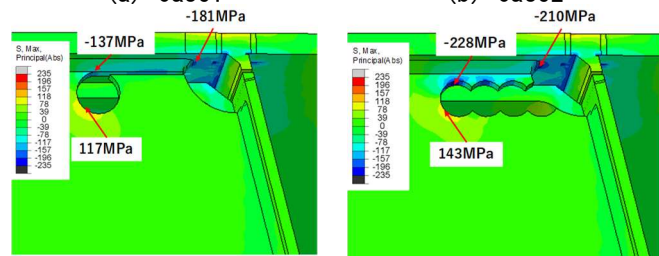


図-5 着目箇所



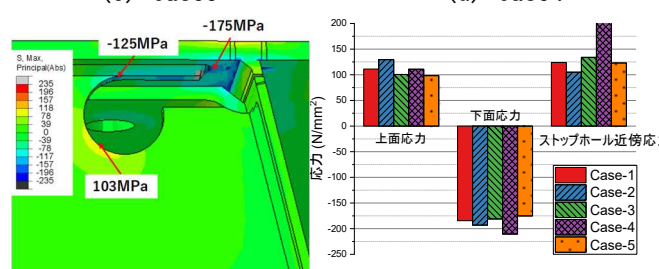
(a) Case1

(b) Case2



(c) Case3

(d) Case4



(e) Case5

(f) 応力値の比較

図-6 コンター図及び応力値

孔径は 50mm とすることで改善が見られた。

参考文献：

- 1) 森下弘大, 山口隆司, 田畑晶子, 奥村学, 日高哲郎: 球状黒鉛鋳鉄製当て板を用いた U リブ鋼床版の下面補強工法に関する研究, 構造工学論文集, Vol.63A, pp.1331-1342, 2017
- 2) 森下弘大, 山口隆司, 田畑晶子, ハツ元 仁, 松下裕明, 奥村学: U リブ鋼床版横リブ交差部における下面補修補強工法に関する実験的研究, 土木学会第 73 回年次学術講演会講演概要集, I-370, pp.739-740, 2018