

FEM 解析による床板上面に開口部を有する U リブ鋼床版の当て板補強効果に関する一考察

大阪市立大学大学院 学生員 ○高井 俊和
 大阪市立大学大学院 学生員 儀賀 大己

大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司
 大阪市建設局橋梁課 大野 良昭

1. 検討の目的

U リブ鋼床版の溶接ビード部に発生した疲労き裂の対策について、図 1 に示す床板上面に開口部（作業穴）を有する鋼床版の下面から補強板を当てる工法が検討されている。本研究では、予防保全対策の視点から溶接ビード部にき裂のない場合を対象に弾性 FEM 解析を行い、その補強効果について概略検討を行った。

2. 対象鋼床版の概要および解析方法

検討対象の鋼床版は、図 1 に示す板厚 12 mm の床板と板厚 6 mm の U リブからなり、着目する溶接ビードを覆うように板厚 6 mm の L 字プレートと当て板を高力ボルトで取り付ける。U リブ側面と L 字プレートを確実に接合するために床板に開口部（作業穴）（図 2）を設け、それをふさぐように上面から当て板（図 1）を取り付ける。

FEM 解析には Abaqus/Standard v6.13 を用い、モデル化は既往の研究¹⁾を参考にした。着目する溶接ビード近傍のみソリッド要素を用いている。溶接ビード部は 1 mm 程度、その近傍は 3 mm 程度で要素分割し、弾性解析を実施した。なお、溶接ビードの溶け込みは考慮していない。

解析対象範囲は、橋軸方向に横リブ間隔の 1,940 mm、橋軸直角方向に U リブ 4 本分の 1,500 mm の鋼床版部分で、対称性を考慮して橋軸方向に半分をモデル化している。拘束条件は、対称面を除き鋼床版の全周を単純支持としている。ボルトはモデル化せず、75 mm ピッチで配置される位置の接合面を座金位置で節点結合により簡易的に結合している。

荷重はトラックのタイヤを想定し、図 3 のように橋軸方向中央で溶接ビード部近傍に作用させた。

3. 解析ケース

解析ケースを表 1 に示す。タイヤ荷重と、当て板、L 字プレート、床板の作業穴の有無との組合せで設定している。S-none, D-none が補強前、S-Cov-Lpl-Hol, キーワード U リブ鋼床版, 当て板補強, 疲労き裂

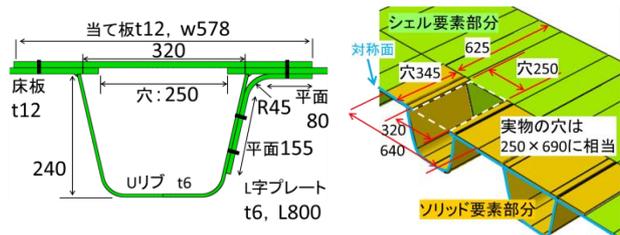
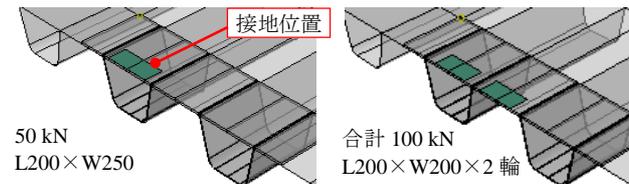


図 1 鋼床版 U リブの形状 図 2 モデル化の概要

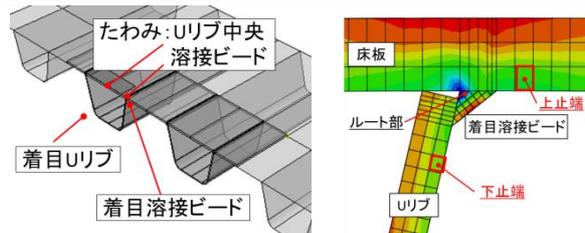


(a) シングルタイヤ (b) ダブルタイヤ

図 3 タイヤの荷重条件

表 1 解析ケース

モデル名	タイヤ	当て板		L 字プレート	床板作業穴
		板厚	板幅	板厚	寸法
S-none	シングル	なし	なし	なし	なし
S-Lpl	タイヤ	なし	なし	t9	なし
S-Cov	50kN	t12	w578	なし	なし
S-Cov-Lpl	Uリブ直上	t12	w578	t9	なし
S-Cov-Lpl-Hol	荷重	t12	w578	t9	L690 w250
S-Cov-Lpl-Hol9		t9	w578	t9	L690 w250
D-none	ダブル	なし	なし	なし	なし
D-Lpl	タイヤ	なし	なし	t9	なし
D-Cov	100kN	t12	w578	なし	なし
D-Cov-Lpl	溶接ビード	t12	w578	t9	なし
D-Cov-Lpl-Hol	直上荷重	t12	w578	t9	L690 w250
D-Cov-Lpl-Hol9		t9	w578	t9	L690 w250



(a) 着目部位 (b) 着目要素

図 4 評価項目

D-Cov-Lpl-Hol が補強後に相当する。その他の解析ケースは、当て板などの個別の効果を評価するための比較対象として設定している。

4. 評価項目

評価する項目を図 4 に示す。床板の鉛直たわみ量と溶接ビード部の発生応力に着目する。補強前に対する増減により、相対的に補強効果を評価する。

5. 床板のたわみ量

床板のたわみ量の比較を図5に示す。

溶接ビード部はUリブと床板の結合部で剛性が高いため、Uリブ中央の方が、たわみ量が大きく補強によるたわみ量の減少も大きい。

L字プレートだけでは、たわみ量の減少効果は少ないが、当て板とL字プレートを組み合わせると減少効果が最大0.8mm程度と大きくなり、当て板だけでもその効果は大きい。ただし、作業穴がある場合は、穴がない場合よりも効果が減少する。また、当て板を板厚12mmから9mmと薄くすると、溶接ビード部の減少効果がなくなり、Uリブ中央は補強前よりも増加する。

6. 溶接ビード部近傍の発生応力

溶接ビード部近傍の弾性解析における発生応力の比較を図6に、発生応力の分布を図7に示す。

図6より、ルート部の発生応力が特に高い結果となった。なお、弾性解析のため300MPa以上と大きな応力値となっている。

ルート部の発生応力は、床板のたわみ量と同様に、当て板とL字プレートを組み合わせることで、補強効果が見られ、当て板だけでもほぼ同等の効果が確認できる。また、床板に作業穴を空けることで、発生応力の低減効果は減少するが補強前に比べ20%程度の低減効果が見られる(シングルタイヤ)。

図7より、いずれの荷重条件とも補強前と比べて補強後は高い応力の分布範囲が減少し、発生応力も低下している。

7. L字プレートの発生応力

L字プレートの曲げ加工部の発生応力を図8に示す。いずれのケースとも最大でも30MPa程度と、L字プレートに降伏に対して大きな応力が発生しないことを確認した。

8. まとめ

床板上面に開口部(作業穴)を有する鋼床版で、溶接ビード部にき裂がない場合を対象に弾性FEM解析を実施し、溶接ビード部の補強効果について概略検討を行った。

- (1) 当て板だけでも床板たわみ量と、溶接ビード部近傍の発生応力に対し低減効果がある。ただし、疲労き裂のある部分は閉じあわせの必要から、L字プレートと当て板の併用が望ましいと考えられる。
- (2) 床板の作業穴をふさぐ当て板は、元の床板と同等以上の板厚とすることで補強効果が確認できる。
- (3) L字プレートの曲げ加工部には、降伏に対して大きな応力は発生しない。

参考文献

1) 儀賀 大己, 田畑 晶子, 青木 康素, 小野 秀一, 山口 隆司: スタッドボルトを用いてあて板したUリブ鋼床版の応力性状, 第8回道路橋床版シンポジウム論文報告集, pp.201-204, 土木学会, 2014.10

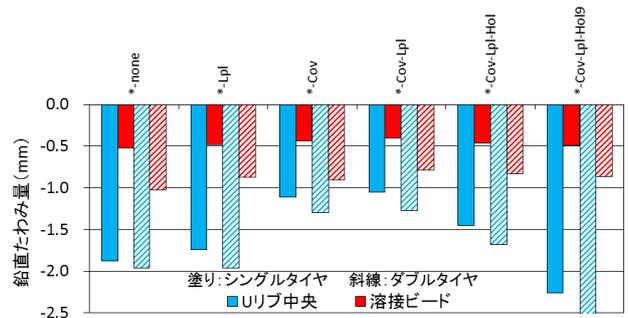


図5 床板の鉛直たわみ量

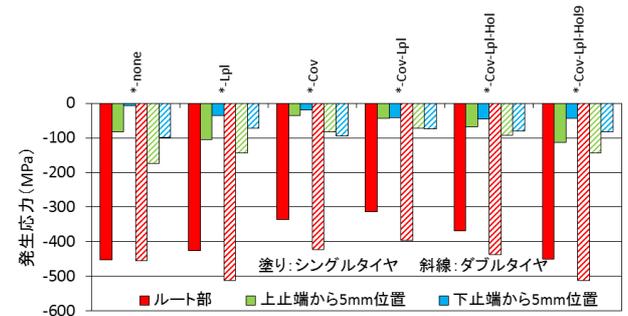


図6 ビード部発生応力

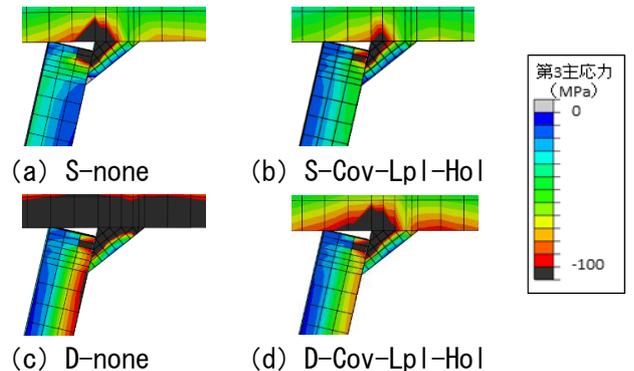


図7 溶接ビード部近傍の発生応力

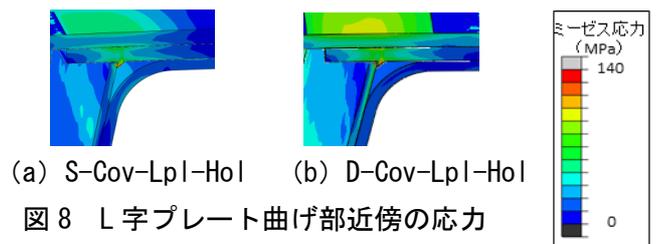


図8 L字プレート曲げ部近傍の応力