

鋼床版の疲労損傷へのデッキプレート厚・U-Rib 厚・溶接溶込み量の影響

日本橋梁建設協会
日本橋梁建設協会
日本橋梁建設協会

正会員
〇川畑 篤敬
鈴木 大也
杉村 誠

日本橋梁建設協会
日本橋梁建設協会
日本橋梁建設協会

正会員
矢ヶ部 彰
江崎 正浩
横山 薫

1. はじめに

近年、交通量の多い橋梁を中心として鋼床版に疲労損傷が報告されており、大きな問題となりつつある。当協会では鋼床版の疲労損傷の対処方法を検討中であり、その一環としてFEM（線形弾性）解析を行い、応力性状を把握した（同セッション「輪荷重により鋼床版のデッキプレートと U-Rib との縦方向溶接部に発生する応力性状の把握」参照）。その結果、現行の鋼床版の設計では考慮されていない局部的な橋軸直角方向の板曲げ応力が、疲労損傷の原因の1つとして考えられることが判明した。本報告は、鋼床版の疲労に着目して、溶接部の橋軸直角方向の応力範囲と応力性状について結果をまとめたものである。

2. シェルモデルによるデッキと U-Rib の溶接部の橋軸直角方向応力範囲

解析は前段のシェルモデルで行った。応力範囲算出にあたっての輪荷重載荷範囲は、道路橋示方書・同解説の記述『車輪の軌跡はおよそ 500mm 幅程度の範囲に集中している』を受けて、図 1 とする。また、デッキ厚（12, 16, 19mm）と U-Rib 厚（6, 8mm）をパラメータとして溶接部の応力性状の変化を確認する。

表 1 より、①応力範囲はデッキ厚を上げるにより緩和される、②デッキの増厚が応力範囲の緩和におよぼす寄与率は部位により異なる、③ $t=6\text{mm}$ の U-Rib と $t=8\text{mm}$ ではほぼ同等な応力度が発生しているが、曲げモーメントに換算すると、 $t=6\text{mm}$ の U-Rib に対して $t=8\text{mm}$ は約 1.8 倍 $(= (8/6)^2)$ の曲げモーメントが発生している（ $t=6\text{mm}$ と $t=8\text{mm}$ が同じ溶接サイズで溶接されているとすると、U-Rib : $t=8\text{mm}$ を使用した場合の溶接部に発生する応力は約 1.8 倍となる）ことが分かる。

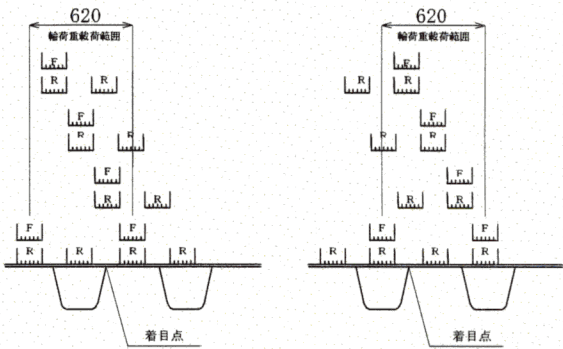
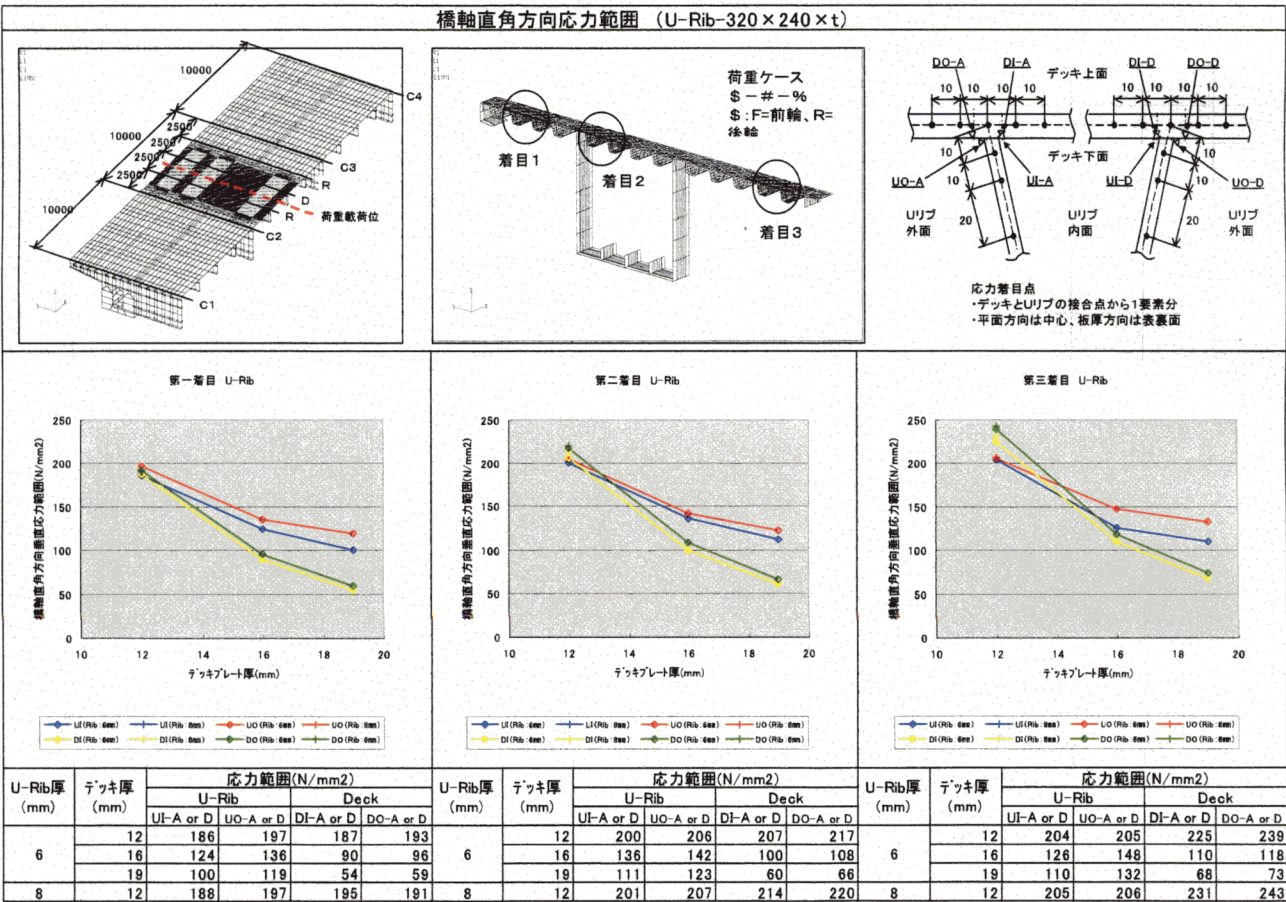


図 1 輪荷重の載荷範囲

表 1 輪荷重直下の溶接部の橋軸直角方向応力範囲



Key Words : 鋼床版, 疲労損傷, 亀裂, デッキプレート, U-Rib, 輪荷重位置, FEM 解析
連絡先 : (社)日本橋梁建設協会 〒104-0061 東京都中央区銀座 2 丁目 2 番 18 号 TEL:03-3561-5225 FAX : 03-3561-5235

3. ソリッドモデルによる FEM 解析

「2. シェルモデル」の結果を受けて、デッキ厚を 12mm, U-Rib 厚を 6, 8mm として溶接部の溶込み深さをパラメータとしたソリッドモデルによる検討を行う。荷重は後輪が U-Rib ウェブをまたぐような载荷状態とする。なお、着目 Rib は「2. シェルモデル」の解析結果において応力範囲が最も大きい第三着目 U-Rib とする。図 2 に着目点位置と座標系の定義、表 2 に解析時のパラメータを示す。

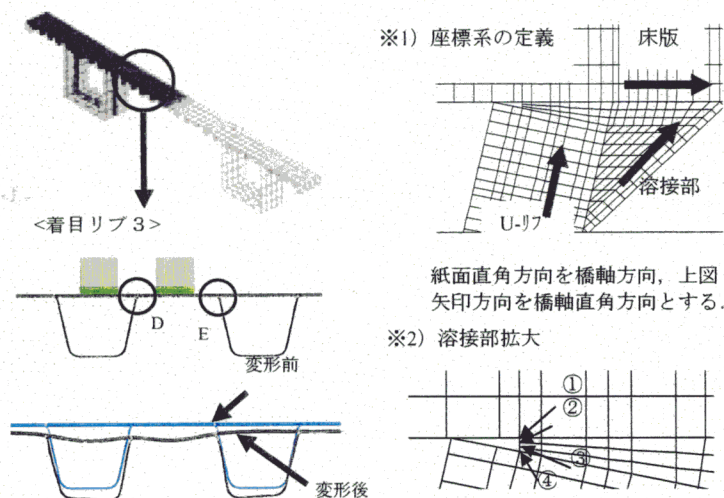


図2 着目点と座標系の定義

表2 FEM 解析(ソリッドモデル)のパラメータ

	U-Rib 厚	溶接溶込み量 U-Rib 厚に 対する比率	備考
I	6mm	4.5mm	①U-Rib 厚一定で溶込み量の違いによる比較 (I-II)
II		75%	
III	8mm	2.5mm	②溶込み比率一定で U-Rib 厚の違いによる比較 (I-III)
IV		40%	
		6.0mm	
	8mm	75%	③溶込み量一定で U-Rib 厚の違いによる比較 (I-IV)
		4.5mm	
		55%	

☆ 疲労設計指針の発刊以前に建設された鋼床版の場合、デッキと縦リブの溶接溶込み量が規定されていなかったため溶接溶込み量をパラメータとする。

4. ソリッドモデルによる橋軸直角方向応力の FEM 解析結果

図3にソリッドモデルによる解析結果を示す。

1) デッキ側のルート部の応力性状

着目位置 D のルート部において高い圧縮応力 (-389~-414N/mm²) が発生している。また、U-Rib 厚や溶込み深さに起因する応力性状の顕著な違いは無い。

2) Uリブ母材の応力性状

U-Rib 厚や溶込み深さに起因する応力性状の顕著な違いは無く、シェルモデルと同様の傾向を示している。

3) Uリブ側のルート部の応力性状

着目位置 E では、6mm に比べて 8mm の U-Rib に大きな引張応力が発生している。以下に同部の比較結果を述べる

① U-Rib 厚一定で溶込み量の違いによる比較

溶込み量が増えると、6mm・8mm 共に U-Rib 側の応力が緩和される反面、デッキ側の応力が増える傾向を示す。

② 溶込み量一定 (4.5mm) で U-Rib 厚の違いによる比較

8mm の U-Rib は 6mm に比べて約 2.4

倍 (=163.9/67.6) の応力が発生し、シェルモデルと同様 (約 1.8 倍) の傾向を示している。

③ 溶込み比率一定 (75%) で U-Rib 厚の違いによる比較

8mm の U-Rib は 6mm に比べて約 1.9 倍 (=127.6/67.6) の応力が発生し、溶込み量を 75% 確保しても発生応力は 6mm に比べて 8mm が大きい。

5. まとめ

以上の結果から考察する。

① デッキの増厚は、鋼床版の疲労強度向上に有効と考えられる。

② U-Rib 板厚を 8mm とした場合、6mm の場合と比較して溶接部に疲労亀裂が発生する可能性が大きくなる (6mm に比べてルート部に大きな引張応力が発生する)。

③ デッキ下面に大きな引張応力 (残留等) が作用する場合、デッキ下面側ルート部よりデッキ厚方向に亀裂が発生する可能性がある。

今後の課題としては、輪荷重走行実験やさらなる解析・検討を行い、最終的には『疲労耐久性に優れた鋼床版の開発』と『既設鋼床版に対する補強方法』を提案することが目標である。

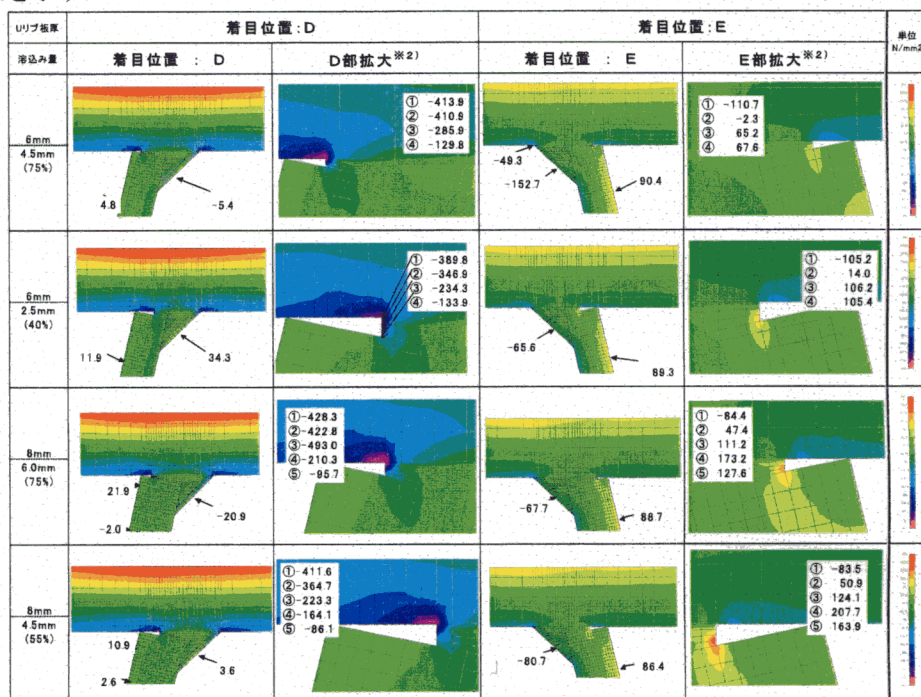


図3 ソリッドモデルによる解析結果