

内面すみ肉溶接による高耐久Uリブ鋼床版の解析的検討

阪神高速道路(株) 正会員 ○杉山 裕樹 関上 直浩
 片山ストラテック(株) 正会員 奥村 学 大久保 宣人 夏秋 義広
 上野 康雄 藤平 正一郎

1. はじめに

近年、重交通路線を中心に数多くの鋼床版で疲労損傷が報告されている¹⁾。国土交通省は、Uリブ鋼床版のデッキプレート（以下、デッキ）を貫通する疲労き裂に対して、デッキの最小厚を12mmから16mmに増厚することで、疲労耐久性の向上を図るよう通知している。

著者らは、輪荷重によるデッキの板曲げ変形等に起因するデッキとUリブの溶接ルート部の応力集中によって発生する疲労き裂を抑制するため、図-1に示すような溶接ルート部をUリブ内面からすみ肉溶接することで、その応力集中を低減させる高耐久Uリブ鋼床版構造を提案する。

本稿では、Uリブ内面溶接によるデッキとUリブの縦溶接部の応力性状を把握するために、2径間連続鋼床版箱桁橋を対象として、溶接方法、デッキ厚および大型車の載荷位置をパラメーターとしたFEM解析を実施し、従来の鋼床版構造と提案構造の応力性状の比較を行った結果を報告する。

2. 解析方法

FEM解析は、2径間連続鋼床版箱桁橋の全体挙動の影響を考慮するため橋梁全体をモデル化して、汎用有限要素解析コードNASTRANで実施した。解析モデルは、図-2に示すように着目区間であるC3-C4間をシェル要素、それ以外を梁要素でモデル化した。さらに、C3-C4間の鋼床版においては、G1桁内のデッキ、Uリブおよび横リブを溶接ビード形状も含めて、ソリッド要素で詳細にモデル化した。アスファルト舗装は、着目区間のみソリッド要素でモデル化した。解析に用いる材料定数は、鋼材の弾性係数を200GPa、ポアソン比を0.3、アスファルト舗装の弾性係数を3,500MPa、ポアソン比を0.35とした。車両モデルは、図-3に示す車両総重量241.7kNの3軸貨物トラックを想定して輪荷重を分布荷重とした。載荷条件はダブルタイヤ95.9kNとし、載荷位置を図-4に示す4ケースとした。

また、Uリブ鋼床版構造として、外面75%溶込み溶接した従来のUリブ鋼床版構造でデッキ厚 $t=12$ (D1:t12s), 16 (D2:t16s) mmと、Uリブ内面をサイズ4mmですみ肉溶接したデッキ厚 $t=12$ mmの高耐久Uリブ鋼床版構造(D3:t12w)の3タイプを設定した。なお、Uリブの断面寸法は $320 \times 240 \times 6$ mm、横リブ間隔は2400mmである。

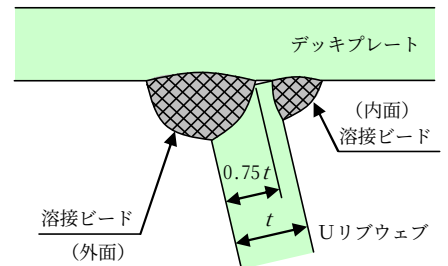


図-1 高耐久Uリブ鋼床版構造

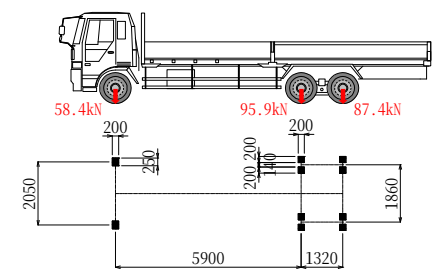


図-3 車両モデル

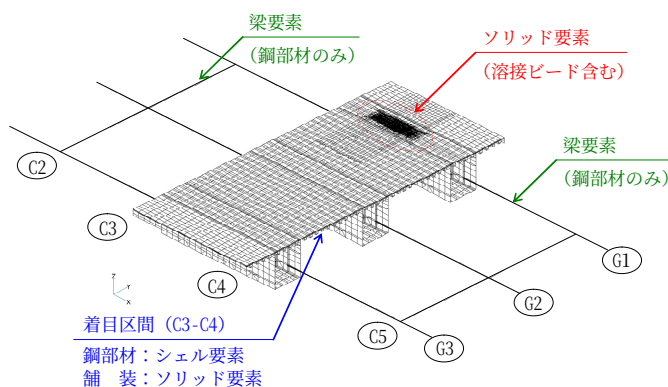


図-2 解析モデル

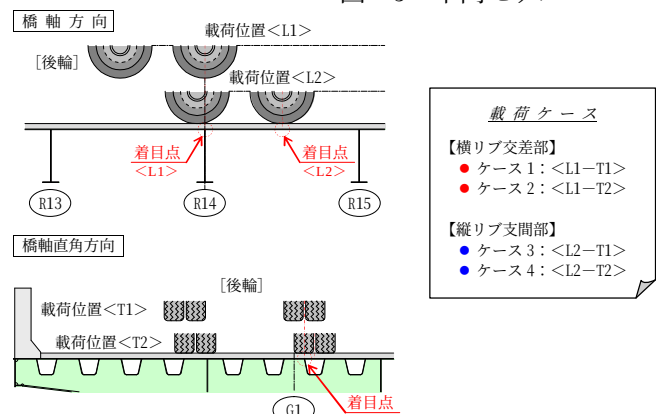
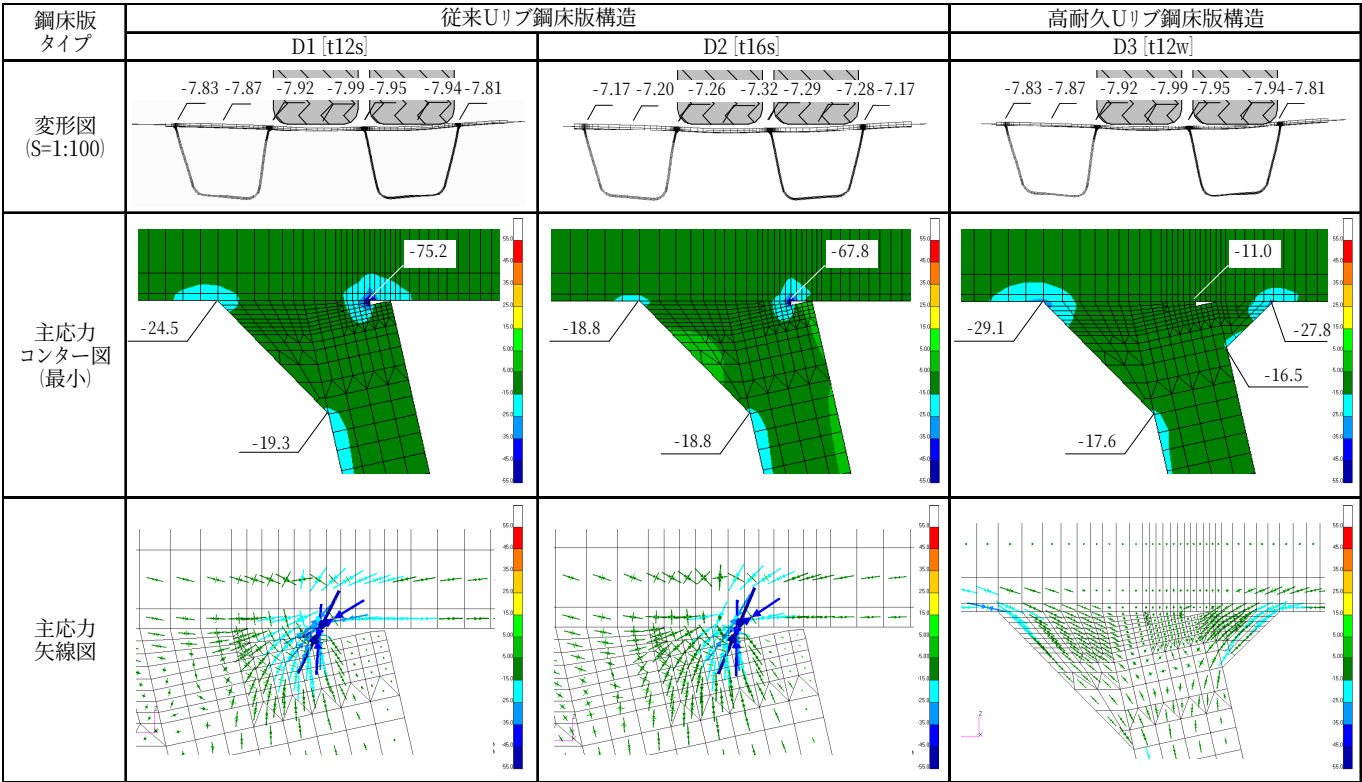


図-4 輪荷重載荷ケース

キーワード 高耐久Uリブ鋼床版、疲労き裂、Uリブ内面溶接、溶接ルート部、FEM解析

連絡先 〒541-0056 大阪市中央区久太郎町4-1-3 阪神高速道路(株) 技術部 TEL 06-4963-5790



図ー5 縦リブ支間部の応力性状の一例 [载荷ケース3: <L2-T1>]

3. 解析結果

応力性状の一例として、縦リブ支間部に着目した载荷ケース3の解析結果を図ー5に示す。従来の鋼床版構造では、デッキ厚 $t=12, 16\text{mm}$ とともに溶接ルート部で高い応力集中が発生している。ただし、デッキ厚 $t=16\text{mm}$ では、剛性増加によって最小主応力の絶対値が、 $t=12\text{mm}$ のものに比べて1割程度低減している。高耐久Uリブ鋼床版構造では、溶接ルート部に集中する応力が従来構造に比べ、2割以下に大幅に低減され、デッキからUリブウェブへの応力伝達がスムーズになっている状況が確認できる。一方、デッキ側の溶接止端部の最小主応力の絶対値は、従来構造(D1)の同箇所と比べて2割程度増加しているものの、溶接ルート部に生じていた応力と比べると6割程度低減している。

各载荷ケースの主応力度一覧を表ー1に示す。主応力度の低減効果は、载荷位置によって多少のばらつきが見られるが、縦リブ支間部および横リブ交差部とも上述と同様、従来のUリブ鋼床版構造の溶接ルート部に集中していた応力は大幅に低減され、デッキ側の溶接止端部の最小主応力の絶対値は、従来構造(D1)の溶接ルート部と比べて、縦リブ支間部で6~8割程度、横リブ交差部で4~5割程度低減している。

上記の結果から、従来構造の溶接ルート部から生じる疲労き裂に対して、提案構造は大幅に疲労耐久性を向上させることが期待される。

4. おわりに

鋼床版箱桁橋のFEM解析を実施して、Uリブ内面溶接した高耐久Uリブ鋼床版構造の疲労耐久性の向上効果を検証した結果、縦リブ支間部および横リブ交差部において、溶接ルート部に集中する応力が大幅に低減し、当該箇所から生じる疲労き裂に対して、疲労耐久性の向上が期待されることが確認できた。今後、疲労試験によって、高耐久Uリブ鋼床版構造の疲労耐久性の向上効果を検証する予定である。

参考文献

1) 三木, 菅沼, 富澤, 町田: 鋼床版箱桁橋のデッキプレート近傍に発生した疲労損傷の原因, 土木学会論文集 No.780/I-70, pp.57-69, 2005.1.

表ー1 主応力度一覧

载荷条件	鋼床版タイプ	最小主応力度の絶対値 (N/mm ²)			最小主応力度の比率		
		外面溶接止端部	溶接ルート部	内面溶接止端部	外面溶接止端部	溶接ルート部	内面溶接止端部
ケース1 <L1-T1>	D1 [t12s]	11.8	135.3	-	0.09	1.00	-
	D2 [t16s]	12.3	137.6	-	0.09	1.02	-
	D3 [t12w]	9.2	34.4	70.7	0.07	0.25	0.52
ケース2 <L1-T2>	D1 [t12s]	11.8	142.8	-	0.08	1.00	-
	D2 [t16s]	12.1	137.5	-	0.08	0.96	-
	D3 [t12w]	9.1	33.9	63.3	0.06	0.24	0.44
ケース3 <L2-T1>	D1 [t12s]	24.5	75.2	-	0.33	1.00	-
	D2 [t16s]	18.8	67.8	-	0.25	0.90	-
	D3 [t12w]	29.1	11.0	27.8	0.39	0.15	0.37
ケース4 <L2-T2>	D1 [t12s]	14.1	87.8	-	0.16	1.00	-
	D2 [t16s]	8.3	78.5	-	0.09	0.89	-
	D3 [t12w]	18.5	17.7	18.2	0.21	0.20	0.21