

合理化鋼床版の U リブ溶接部の局所応力に関する解析的検討

川崎重工業 正会員 ○大垣賀津雄 小出 宜央
伊藤忠テクノソリューションズ 正会員 和内 博樹

1. はじめに

近年、Uリブを有する既設の鋼床版において、デッキプレート（以下、デッキ）とUリブの溶接ルート部を起点とした疲労き裂が発生する事例が報告されている。このタイプのき裂は点検による早期検出が困難であり、デッキを貫通するまで進展する可能性がある。このような損傷事例は、Uリブ幅が320mm程度の従来型の鋼床版で発見される。一方、2000年頃以降、デッキを増厚しUリブを大型化（幅450mm）して横リブ間隔も伸ばした合理化鋼床版が開発され採用されてきている。この合理化鋼床版についても、デッキとUリブの溶接ルート部は残存しており、輪荷重の載荷状態によっては疲労き裂の発生が懸念される。合理化鋼床版は従来型鋼床版に比較してデッキ厚のアップにより応力は低減される方向にあるが、一方、Uリブ幅が大きくなることから、この点については応力は増加される方向にある。

本検討では、デッキ貫通き裂の起点となるデッキとUリブの溶接ルート部に着目して、従来型鋼床版と合理化鋼床版それぞれについて輪荷重により発生する局部応力をFEM解析により算出し、その結果を比較することにより、合理化鋼床版のデッキ貫通き裂に対する疲労耐久性について考察した。

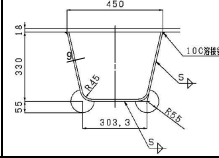
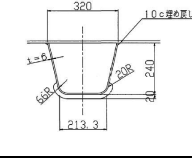
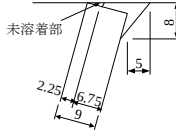
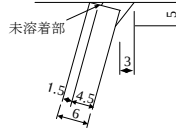
2. 解析対象および解析方法

解析対象とした合理化鋼床版と従来型鋼床版の構造諸元を表 2.1 に示す。合理化鋼床版はデッキ厚 18mm、Uリブ断面 450×330×9mm、横リブ間隔 5m とした。従来型鋼床版はデッキ厚 12mm、Uリブ断面 320×240×6mm、横リブ間隔 2m とした。いずれも、デッキとUリブの溶接は 75%溶け込みとした。既往の研究¹⁾によると、デッキとUリブの溶接部に生じる応力の影響線長は、橋軸直角方向にはUリブ 1 つ分、橋軸方向には横リブ間隔より十分に短いことが確認されている。このことから、解析モデルは、橋軸方向については横リブ間 2 パネルを、橋軸直角方向については、従来型鋼床版については主桁ウェブ間隔 2.6m を、合理化鋼床版については従来型モデルと同程度の 2.47m（Uリブ 3 本）をモデル化の対象とし、支持条件については、横リブ端部での 6 点支持とした。本検討では、横リブ交差部と横リブ間中央の一般部における Uリブとデッキの溶接部近傍における応力に着目する。このことから、解析モデルの要素は、着目部近傍についてはソリッド要素を用いて要素分割を密にし、その他の部分についてはシェル要素とした。

図 2.2 に合理化鋼床版の解析モデルを示す。

載荷する輪荷重はタイヤサイズ 205×200mm に対して総計 50 kN の等分布荷重とし、ダブルタイヤの間隔を 325mm とした²⁾。本検討では、Uリブの内側に載荷する場合に着目し、図 2.1 に示す

表 2.1 構造諸元

	合理化鋼床版	従来型鋼床版
デッキ厚	18mm	12mm
Uリブ断面	450 × 330 × 9mm 	320 × 240 × 6mm 
Uリブ溶接	75%溶込み 	75%溶込み 
横リブ間隔	5m	2m

合理化鋼床版 従来型鋼床版

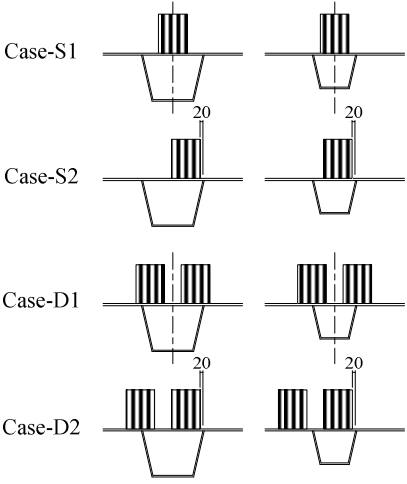


図 2.1 載荷ケース

キーワード 合理化鋼床版, Uリブ溶接部, デッキ貫通き裂, 溶接ルート部, Uリブ支間中央
連絡先 〒105-6116 東京都港区浜松町 2 丁目 4 番 1 号 川崎重工業株式会社 TEL03-3435-2409

4つの荷重ケースを解析することとした．なお，荷重は，一般部と横リブ交差部に着目して载荷している．

3. 解析結果および考察

解析結果として，溶接ルート部の発生応力の一例を表 3.1 に示す．応力値は Von Mises の相当応力を示している．

格点 X の値は，周辺要素から推定計算された参考値である．そのため，ここでは要素 B の応力値で比較，考察を行うこととする．

横リブ交差部の発生応力の最大値について合理化鋼床版と従来型鋼床版を比較すると，合理化鋼床版の最大応力 509.7MPa は従来型鋼床版の最大応力 699.7MPa の 73%となっている．ただし，その値は降伏応力を超える大きな局部応力である．

一方，一般部の合理化鋼床版の最大応力 161.5MPa は従来型鋼床版の最大応力 147.3MPa の 110%となっている．一般部の応力は横リブ交差部の応力に比べるとかなり小さな値ではあるが，従来型鋼床版では一般部においても横リブ交差部と同等程度にデッキ貫通き裂の発生事例があることから，合理化鋼床版では従来型鋼床版と同等あるいはそれ以上にデッキ貫通き裂につながる恐れのあるき裂の発生の可能性があるといえる．

既往の研究²⁾によると，U リブ幅 310mm の鋼床版の場合，デッキの厚さを 12mm から 16mm にアップすることにより，横リブ交差部におけるルート部の発生応力は約 64%になるとの結果が示されている．そのため，現在，国土交通省通達で，疲労を考慮したデッキの厚さは，従来型 U リブ（幅 320mm）を使用する場合にも 16mm 以上とするよう規定されている．合理化鋼床版の U リブ（幅 450mm）を使用する場合に，同程度の応力に押えたとしたら，既往の検討結果等から類推すると 22.5mm 必要になると考えられるが，現在は 18mm のデッキが適用されている場合が多い．

以上のことから，発生応力レベルでは，解析対象とした合理化鋼床版ではデッキ貫通方向のき裂の発生の可能性が従来型鋼床版と同様にあるといえる．なお，合理化鋼床版のデッキ貫通き裂に対する疲労耐久性を定量的に評価するためには，き裂の進展速度などの要因についても実験，解析等により検討することが考えられる．

謝辞

本検討に際しては，(株)TTES 菅沼久忠氏にご助言をいただきました．記して謝意を表します．

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-70，2005．
2) 菅沼，三木：鋼床版のデッキプレートとトラフリブ間の縦方向溶接部の疲労に対する EFFECTIVE NOTCH STRESS による評価，土木学会論文集 A，Vol.63No.1，2007．

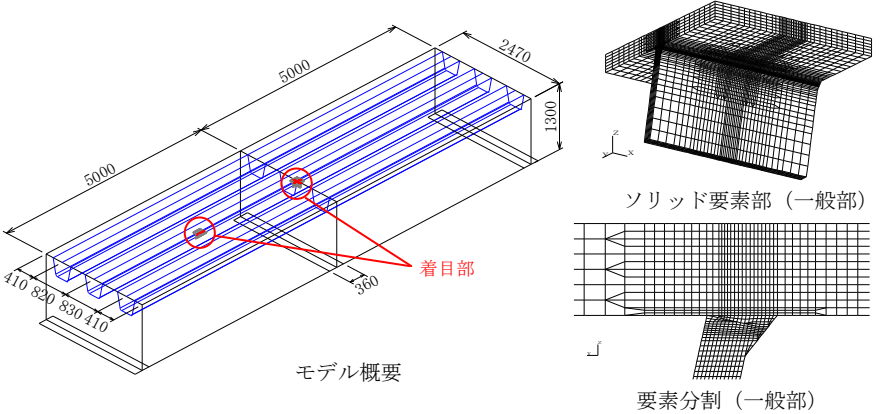


図 2.2 合理化鋼床版解析モデル

表 3.1 溶接ルート部の発生応力

着目 载荷位置	荷重 Case	従来型鋼床版			合理化鋼床版		
		要素 A	要素 B	格点 X	要素 A	要素 B	格点 X
横リブ 交差部	Case-S1	550.4	631.6	561.0	282.0	387.2	323.0
	Case-S2	594.8	686.0	608.6	325.3	456.7	377.5
	Case-D1	367.5	430.0	380.9	329.1	466.4	385.1
	Case-D2	606.6	699.7	620.9	364.7	509.7	422.8
	最大値	606.6	699.7	620.9	364.7	509.7	422.8
一般部	Case-S1	152.1	139.0	143.1	74.2	108.5	89.1
	Case-S2	153.8	145.1	147.9	76.7	125.3	100.2
	Case-D1	125.4	123.2	115.8	77.2	157.7	123.9
	Case-D2	151.5	147.3	152.3	88.9	161.5	128.2
	最大値	153.8	147.3	152.3	88.9	161.5	128.2

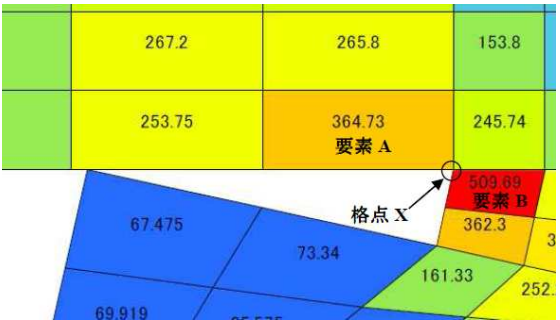


図 3.1 解析結果出力例（合理化，Case-D2）