

鋼床版縦リブ・横方向部材交差部スリット溶接部のスリット形状に関する検討

(独)土木研究所 CAESAR 正会員 ○原田 英明  
 (独)土木研究所 CAESAR 正会員 村越 潤  
 (独)土木研究所 CAESAR 正会員 平野 秀一

1. 背景と目的

重交通路線の鋼床版橋において、閉断面縦リブ・横方向部材交差部のスリットまわし溶接止端を起点とした疲労き裂が報告されている。鋼道路橋の疲労設計指針（日本道路協会，2002年）では、疲労を考慮した鋼床版の構造詳細の標準が示されているが、既存の損傷事例に照らして耐久性の向上の観点からスリット溶接部の疲労性状について検討する必要があると考えられる。

本検討では、スリット溶接部の疲労耐久性の向上を図ることを目的として、スリット溶接部の応力性状に対するスリット形状の影響を明らかにするための FE 解析を行った。

2. 解析方法

図1に解析に用いた橋梁全体モデルを示す。鋼床版の各種構造諸元の応力性状への影響を検討するために既設橋の全体系をモデル化している。解析モデルは3径間2箱桁鋼床版橋梁を対象とし、デッキ厚12mm、横リブ間隔2000mmとしている。また、着目応力は、支点間中央に位置する縦リブ・横方向部材交差部の溶接線方向の応力である。既往の検討より、図中の縦リブウェブ直上に輪荷重が載荷した時に、縦リブの面外曲げ変形によりスリット溶接部の応力が大きくなることから、同位置に対してシングルタイヤ（50kN）を橋軸方向に200mmピッチで移動載荷した。

スリット溶接部において、横方向部材による縦リブの面外曲げ変形の拘束を緩和し、Uリブ側と横方向部材側の両者の溶接止端の応力軽減を図るとともに、周囲に新たな疲労の弱点を生じさせないことに配慮し、図2のスリット形状を基本として、スリット諸元の応力性状への影響を分析した。具体的には、溶接長  $L$  と切上げ高さ  $X$  を変化させることとした。表1に示す計8ケースの溶接長  $L$  と切上げ高さ  $X$  の組合せに対して解析を行った。

3. 解析結果

1) 溶接長  $L$  の影響

デッキ下面と切欠き R 部中心までの距離を一定 ( $L-X$  を一定) とした上で、Uリブと横方向部材の溶接部の長さ  $L$  を 155, 170, 185, 200mm と変化させて解析を行った。図3に着目要素における溶接線方向応力の変動（以下、影響線）を示す。図中には、着目要素の外面応力と内面応力の平均を膜成分、外面応力と内面応力の差の平均を曲げ成分として算出した結果を合わせて示す。また、図4に応力最大値と溶接長  $L$  の関係を示す。なお、キーワード 鋼床版, 疲労, スリット溶接部, 局部応力

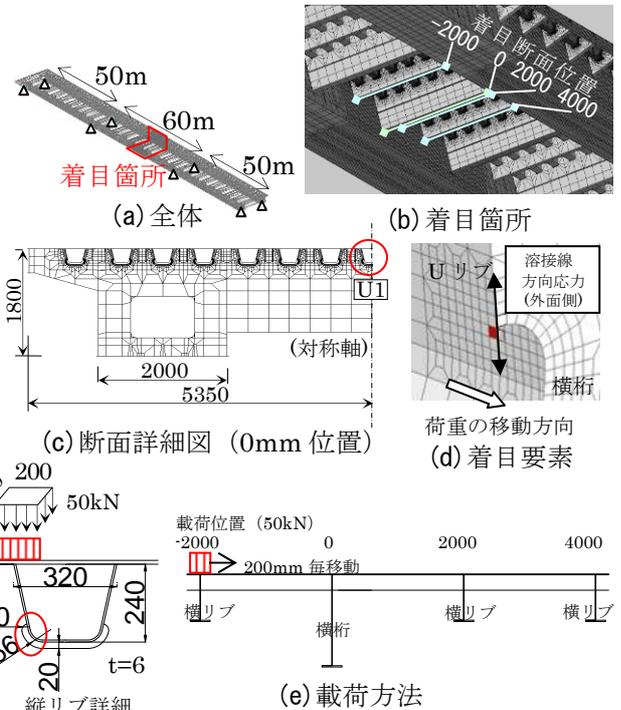


図1 解析モデルと載荷位置

表1 検討モデルケース

モデル	溶接長 $L$ (mm)	切上げ高さ $X$ (mm)
L155	155	30
L170	170	45
L185	185	60
L200	200	75
X20	200	20
X60	200	60
X75	200	75
X120	200	120

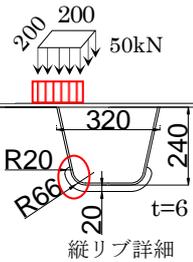


図2 検討スリット形状

図中には現行形状(図1参照)で行った解析結果も示している。着目要素の応力は、膜・曲げ成分ともほぼ溶接長  $L$  が長くなるに従い低下している。また、200mmより小さい溶接長のモデルでは、現行形状と比較して高くなっており、スリット溶接部の応力緩和を図る上で、溶接長を確保することが重要と考えられる。

2) 切上げ高さ  $X$  の影響

前述の結果を踏まえ、溶接長  $L$  を200mmとした上で、スリットの切上げの高さ  $X$  を20, 60, 75, 120mmと変化させて解析を行った。図5に着目要素における溶接線方向応力の影響線を示す。また、図6に応力最大値と切上げ  $X$  の関係を示す。切上げ高さにより最大応力の発生位置が異なる傾向が見られる。切上げ高さ  $X$  を大きくすると、横桁近傍荷時における発生応力が増加(曲げ成分の増加が影響)する。一方、縦リブ支間中央荷時における発生応力は、切上げ高さを大きくすると低下(曲げ成分の低下が影響)する。

図7に横リブ支間を2000, 2500mmと変化させた場合の、橋軸方向荷時時の応力の最大値と切上げ高さ  $X$  の関係を示す。縦軸は各モデルでの応力最大値を現行形状での応力最大値で除した値(以降、低減率と称す)としている。低減率は、切上げが高くなるに従い小さくなる傾向にあり、スリットの切上げによる応力低減効果が見られる。また、低減率は  $X=75\text{mm}, 120\text{mm}$  ではほとんど同じ値であり70mm程度の切上げ高さから変化が小さくなるものと考えられる。

図8に  $X=20\text{mm}, 120\text{mm}$  での横桁ウェブ直上荷時(Uリブ、デッキ、横リブ)の3線交差部におけるウェブ側要素の応力が最大となる荷時時のミーゼス応力のコンター図を示す。切上げを高くすることで交差部周辺の応力が増加している。このため、Uリブ、デッキ、横リブの3線交差部の応力に対する影響も考慮して、適切な切上げ高さを検討することが重要と考えられる。

今後、疲労試験によりスリット部の疲労性状の検討を行う予定である。

参考文献

1) 村越他：鋼床版の縦リブと横方向部材交差部のスリットまわし溶接部の応力性状に関する解析的検討，土木学会第68回年次学術講演会，I-574，pp.1147-1148,2013.9

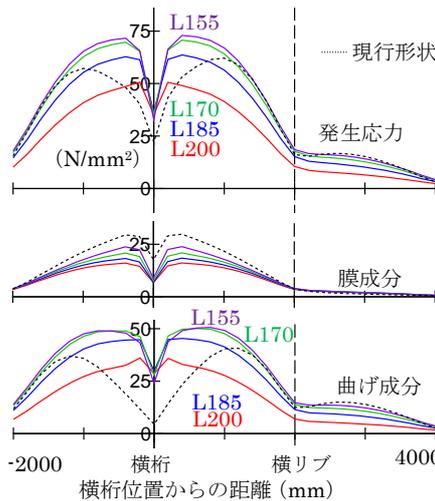


図3 橋軸方向荷時時の応力変動 (溶接長  $L$  の影響)

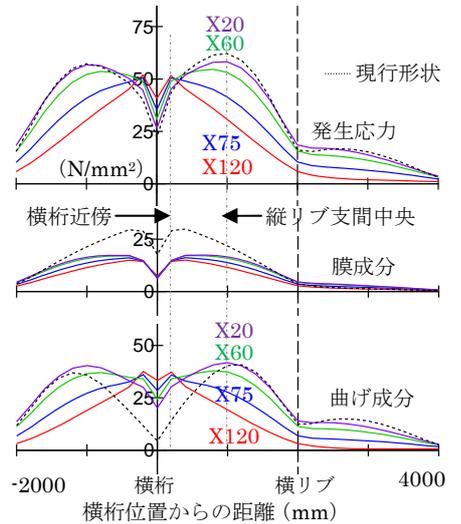


図5 橋軸方向荷時時の応力変動 (切上げ高さ  $X$  の影響線)

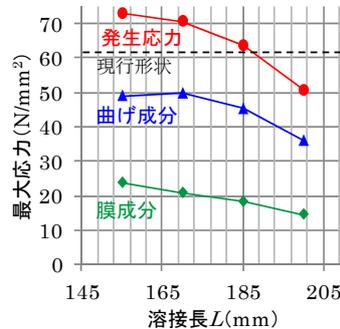


図4 発生応力と溶接長  $L$  との関係

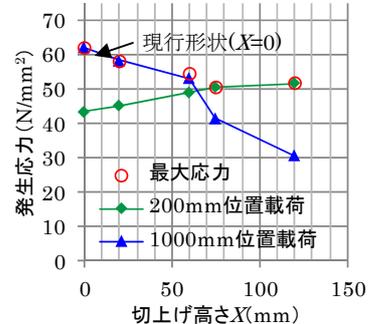


図6 発生応力と切上げ高さ  $X$  との関係

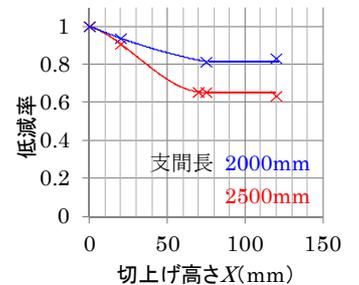


図7 低減率と切上げ高さとの関係

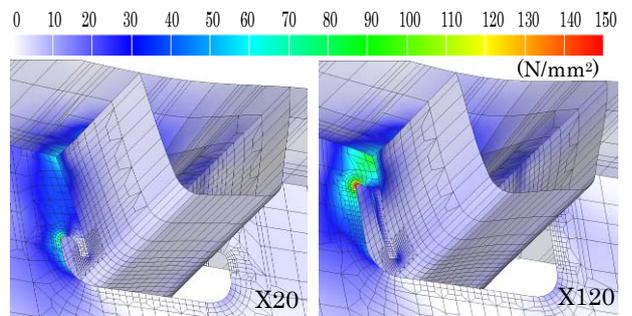


図8 ミーゼス応力の分布 (0mm位置荷時)