

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

(独)土木研究所 CAESAR 正会員 村越 潤

(独)土木研究所 CAESAR 正会員 木ノ本 剛

(独)土木研究所 CAESAR 正会員 ○原田 英明

1. 背景と目的

鋼床版橋梁の閉断面縦リブと交差する横リブなどの横方向部材に設けられたスリット下端のまわし溶接部を起点とする疲労き裂は報告事例の多い損傷の一つである。これまでに国内外の機関で実験や解析による検討が実施されており、損傷原因の解明と疲労耐久性の向上を図るための構造詳細に関して幾つかの提案がなされている。これら検討の多くは、特定の橋梁を対象とするなど、縦リブ支間や横方向部材断面等の鋼床版諸元が異なる場合のまわし溶接部の応力性状の変化を必ずしも明らかにしているわけではない。本検討では、様々な構造諸元を有する鋼床版のスリットまわし溶接部の応力性状の把握を目的として解析による検討を行う。

2. 解析モデル

解析モデルは、図1に示すように3径間の箱桁鋼床版橋梁(2車線)であり、試設計により構造諸元を決定している。縦リブの総数は15本、デッキプレート(板厚)は12mm、横リブ間隔は2000mmで

あり、スリットは「鋼道路橋の疲労設計指針」(以下、「疲労設計指針」と称す)に基づいた形状としている。このモデルを基準モデルとし、橋軸直角方向の縦リブ位置、板厚、縦リブ支間、横リブウェブ高さを表1に示すように種々変化させたモデルを作成し解析を行った。着目箇所は図1に示すとおり、中央径間の支間中央に位置する横桁と横リブ位置とし、隣接する横リブ間に縦リブ支間の1/10間隔で荷重位置を移動させて、図2に示した着目要素の影響線を算出した。なお、荷重はシングルタイヤ荷重を模擬した、これは、シングルタイヤ荷重の結果の重ね合わせによりダブルタイヤ荷重の結果を概ね把握できるためである。着目する縦リブに対する橋軸直角方向の荷重位置は、図1(c)に示したようにリブ中心(S1)、リブウェブ直上(S2、S4)、リブ間中央(S3)である。

3. 解析結果

1) 基準モデル

横桁断面位置での橋軸直角方向の縦リブ位置と影響線(図3)の関係を図3に示す。なお、S2、S4荷重の結果は荷重側のスリット部の結果を示している。リブ中心荷重(S1)では横桁断面近傍(400mm位置)で最大応力を示し、偏心荷重(S2、S3、S4)では縦リブ支間中央近傍(1000mm位置)で最大応力を示している。最大応力発生位置に荷重した際の、横桁断面位置の縦リブの変形図の例を図4に示す。リブ中心荷重では縦リブの鉛直方向のたわみを横桁ウェブが拘束している様子が伺え、一方偏心荷重では縦リブ下部の水平方向への変位を横桁ウェブが拘束していることがわかる。着目箇所に発生する応力集中はこのような縦リブの変形を横方向部材が拘束することによる影響が大きいことが考えられる。なお、縦リブ位置による影響線の違いは、主桁ウェブに隣接する縦リブの曲げ成分にみられる。これは、主桁ウェブが橋軸直角方向の鋼床版のたわみを拘束する影響と推察される。

キーワード 鋼床版、スリットまわし溶接部、増厚、縦リブ支間長、横リブウェブ高

連絡先

〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 TEL: 029-879-6773

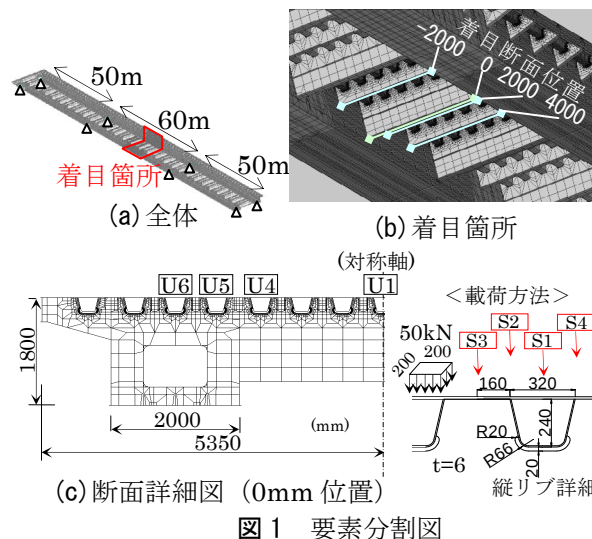


図1 要素分割図

表1 解析モデル

シリーズ No.	デッキプレート厚 (mm)	Uリブ厚 (mm)	ウェブ高さ (mm)	縦リブ支間長 (mm)	着目リブ	橋軸直角荷重位置
1 標準モデル	12	6	横リブ:700 横桁:1400	2000	U1 U4 U5 U6	S1 S2 S3 S4
2	12 16	6 8	横リブ:700 横桁:1400	2000	U4のS1 U6のS2	
3	12	6	横リブ:700 横桁:1400	2000 2500 3000	U6	S2
4	12	6	横リブ:360 横桁:1400	2000	U1	S2

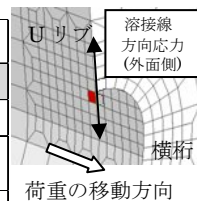


図2 着目要素

2) 板厚の影響

平成 24 年の道路橋示方書で大型車が通過する直下のデッキプレートの最小板厚が 12mm から 16mm へと変更された影響を、標準的な縦リブ厚 (6, 8mm) の影響と

併せて検討した。結果の一例として、基準モデルで応力範囲が大きかった U4 リブ S1 载荷, U6 リブ S2 载荷の結果を図 5 に示す。なお、影響線形状の変化はなく応力範囲による比較とした。同一の縦リブに対してデッキプレート厚を 12mm から 16mm に増厚することで、応力範囲は増厚前に対し 0.88~1.04 倍となる。同様に、同一のデッキプレート厚に対して縦リブ厚を増厚した場合は、0.67~0.83 倍となり、板厚の増加により概ね応力範囲は低減されることがわかる。スリット溶接部の応力に対しては、縦リブの増厚の方がデッキプレートの増厚よりも有効と考えられる。

3) 縦リブ支間長の影響

縦リブ支間長の影響を調べる目的で横リブ間隔を 2500mm と 3000mm とした場合の結果を図 6 に示す。着目した縦リブは U6 リブであり、S1, S2 载荷とも同一のまわし溶接部の結果を示している。S1 载荷では、横リブ間隔は影響線及び発生応力にほぼ影響を与えてない、一方、S2 载荷では縦リブ支間長が長くなることにより影響線形状に変化はないものの発生応力が大きくなる。応力の上昇は、ほぼ曲げ成分によるものであり、载荷側では引張、非载荷側では圧縮が大きくなることから、縦リブ支間長の増加により図 4 に示した縦リブの水平方向の変位が増加したことによる影響と考えられる。

4) 横リブウェブ高さの影響

疲労設計指針では横リブスリット部の疲労強度の向上には、横リブ面内および面外剛性を高めることが有効であり、横リブウェブ高さ 600~700mm 程度以上で必要な面内剛性が確保されるとしている。ここでは、面内剛性の影響を把握するために、面内剛性の異なる横桁位置と横リブ位置、及び横リブ高さを 500mm, 360mm とした場合についての比較を行った(図 7)。ウェブ高さ 500mm, 700mm のケースでは、横桁位置で発生応力が若干高くなる傾向にあるが、横桁位置と横リブ位置での違いは顕著ではない。一方、ウェブ高さ 360mm とした場合、横桁位置と横リブ位置で発生応力が上昇する傾向にあり、横リブ面内剛性の低下に伴う変形の増大が寄与していると推察される。疲労設計指針に示されたように、極端な横リブ面内剛性の低下は、横リブおよび横桁のスリットまわし部の発生応力を高め、疲労強度を低下させるおそれがある。

4. まとめ

ここでは、様々な構造諸元によりスリットまわし溶接部の応力性状が変化することを明らかとした。今後、このような構造諸元による応力性状の変化を踏まえつつ、スリットまわし溶接部の疲労耐久性の向上を図る構造詳細について検討を行う予定である。

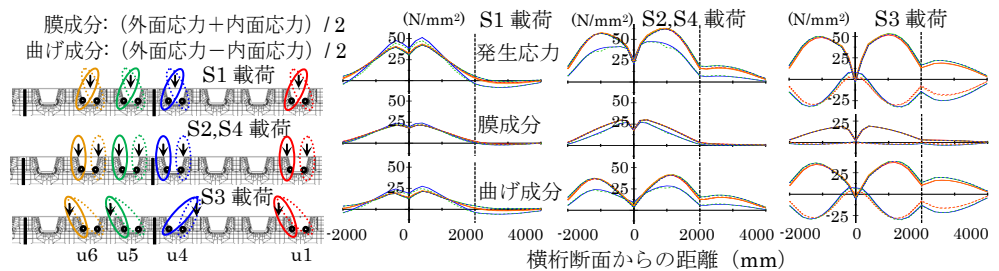


図 3 着目縦リブと载荷位置の影響

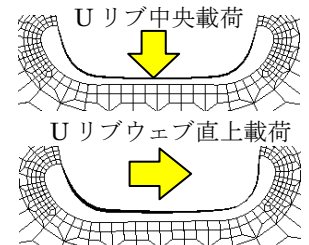


図 4 U リブ断面変形

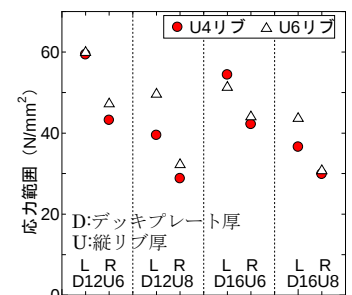


図 5 板厚の影響

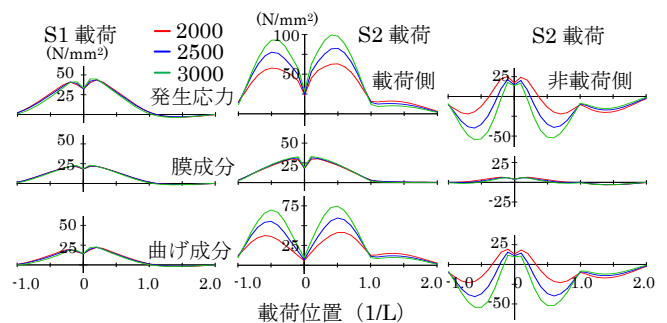


図 6 縦リブ支間長の影響

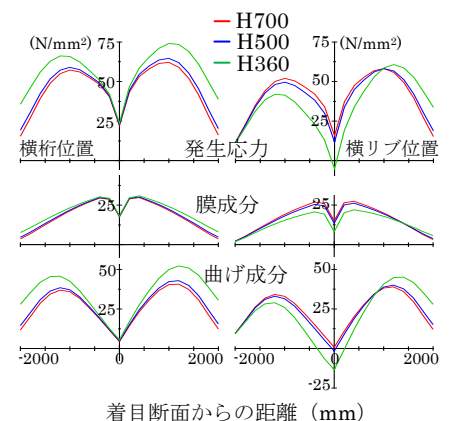


図 7 横リブウェブ高の影響