

鋼床版のデッキとUリブ溶接部の局部応力の評価位置に関する解析的検討

(社) 日本橋梁建設協会 正会員 ○井口 進
(社) 日本橋梁建設協会 正会員 内田大介 正会員 川畑篤敬

1. はじめに

鋼床版のデッキプレート(以下、デッキ)とUリブ溶接部のルート部からデッキ方向に進展する疲労き裂(以下、デッキ進展き裂)の発生メカニズムに関する検討は、様々な機関において実施されている。しかし、き裂の起点となる溶接ルート部の応力は、ひずみゲージ等によって直接得ることはできない。そこで、筆者らが実施してきた実験的検討¹⁾においては、Uリブ溶接止端部から5mm位置のデッキ下面における橋軸直角(以下、橋直)方向のひずみをルート部応力に対する参照ひずみとして位置づけ、Uリブ溶接部における疲労耐久性の検討を行っている。しかし、アスファルト舗装の影響や、Uリブの溶接条件が参照ひずみに与える影響については明確ではなかった。

本研究では、一般部(Uリブ支間部)におけるデッキ進展き裂に着目し、このき裂の起点となる溶接ルート部における応力性状を示す参照ひずみの位置について解析的に検討した。なお、本研究では参照ひずみ(ϵ)に対するルート部応力(σ_x)の比率を α (以下、参照比率)と定義した。

2. 解析的検討

(1)参照ひずみ位置の検討対象

Uリブ溶接部を中心に、図-1に示す7箇所を参照ひずみ位置の検討対象とした。具体的には、溶接止端部から5mmおよび10mmのデッキ側の橋軸直角方向のひずみ(図中①、②)とUリブ側の横断方向ひずみ(図中③、④)、Uリブ内面のデッキ側5mmでの橋直方向ひずみ(図中⑤)、デッキ上面の橋直方向ひずみ(図中⑥)、Uリブ下面の橋直方向ひずみ(図中⑦)である。このうち、参照ひずみ位置⑤は、Uリブと横リブ交差部を対象とした検討²⁾において参照ひずみとして用いた位置である。また、参照ひずみ位置⑥は、着目するルート部に近いことからルート部応力との相関性も高いと推定される。実際、デッキ進展き裂の検討を行った国外の事例³⁾で参照ひずみとして用いられている。

(2)FEM解析

参照ひずみとルート部応力との相関性を調べるために、パラメトリックなFEM解析を実施した。解析モデルを図-2に、着目ルート部近傍の要素分割を図-3に示す。本研究では、図-3に示す着目要素の橋直方向応力をルート部応力とした。解析モデルは、文献1)で用いたもの同一のモデルであり、デッキ厚12mm、Uリブ厚6mm、Uリブ支間2,500mm、床版支間3,500mmの一般的な構造諸元を有する鋼床版2パネル分をモデル

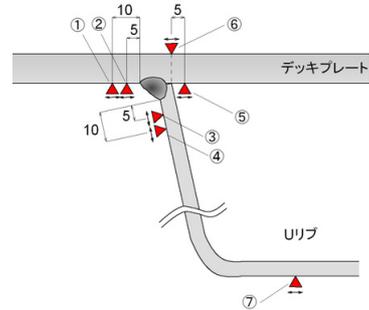


図-1 参照ひずみ位置の検討対象

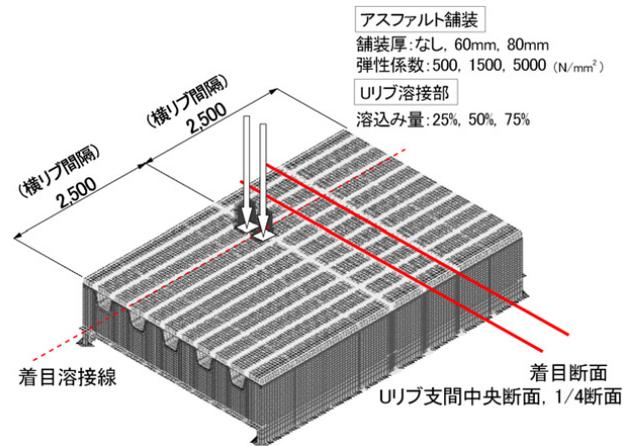


図-2 解析モデル

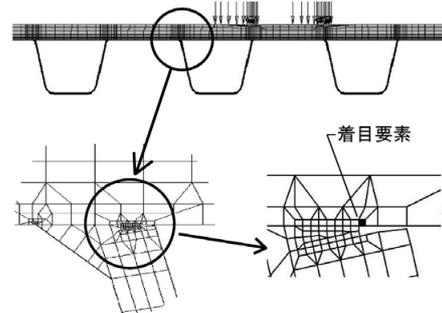


図-3 Uリブ溶接部近傍の要素分割

化している。着目するUリブ溶接線の溶接脚長は6mmとした。解析パラメータは、Uリブ溶接部の溶込み量のほか、舗装厚と舗装のヤング率とした。Uリブ溶接部の溶込み量は75%を基本として25%と50%を設定した。舗装厚は80mmを基本として60mmと舗装なしを設定した。舗装のヤング率 E_a は春秋を想定した1,500N/mm²を基本として夏季を想定した500N/mm²と冬季を想定した5,000N/mm²を設定した。着目断面は、Uリブ支間中央断面と1/4断面とした。荷重は、大型

Keywords: 鋼床版 Uリブ溶接部 参照ひずみ 参照比率

連絡先:(社)日本橋梁建設協会 鋼床版小委員会 〒105-0003 東京都港区西新橋1丁目6-11 TEL:03-3507-5225 FAX:03-3507-5235

車のシングルタイヤ (25kN) およびダブルタイヤ (100kN) を橋軸方向に 125~250mm ピッチで、横断方向に 160mm ピッチで5 ケース移動させ、応力範囲の横断方向影響線が得られるよう载荷した。

基本ケースの FEM 解析結果から得られた着目溶接線のルート部の応力範囲の横断方向影響線を図-4 に示す。ルート部応力は、シングルタイヤ载荷およびダブルタイヤ载荷とも、着目溶接線近傍に载荷された場合に最大応力範囲となる事が分かる。

(3)参照ひずみ位置の選定

基本ケースの FEM 解析結果から得られた参照ひずみ位置①~⑦における参照ひずみとルート部応力との関係を図-5 に示す。図より、位置によって参照ひずみとルート部応力との関係にばらつきがある事が分かる。そこで、それぞれの参照ひずみ位置に対して最小二乗法により近似式 $\sigma_x = \alpha \times \epsilon$ を求め、その相関係数を算出した。算出結果を表-1 に示す。Uリブ側の参照ひずみ位置③と④は、相関係数が小さい。これは、この位置では U リブの局所的な曲げ変形が支配的となるためであると考えられる。U リブ下面の参照ひずみ位置⑦は、ルート部からの距離が遠いため、ルート部応力との相関性が低い。一方、参照ひずみ位置⑤や⑥はルート部応力との相関性も高い。しかし、いずれも U リブ内部や路上であるため、直接的にひずみを得ることが困難である。これに対して、参照ひずみ位置①や②は、実験的にひずみデータを得ることが可能であり、ルート部応力との相関性も十分にあると考えられる。そこで本研究では、参照ひずみ位置②、すなわち溶接ビードの止端から 5mm 位置のデッキ側の橋直方向ひずみをルート部応力に対する参照ひずみ位置とすることとした。

解析パラメータと参照比率 α (平均値) との関係を図-6 に示す。これより、参照比率は、Uリブの溶接溶込み量による影響は少なく、舗装厚と舗装のヤング率の影響を受ける事が分かる。

3. まとめ

本文では、ルート部応力を精度良く推定する参照ひずみ位置とその近似式を示した。ただし、参照比率 α は舗装厚とそのヤング率の影響を受けるため、舗装厚やヤング率によって α を定める必要がある。

(参考文献)

- 1) 例えば、井口進, 内田大介, 川畑篤敬, 玉越隆史: アスファルト舗装の損傷が鋼床版の局部応力性状に与える影響, 鋼構造論文集, Vol.15 No.59, pp.75-86, 2008.9
- 2) M.Ishio, T.Tamakoshi, J.Murakoshi, A. Kawabata, and S.Inokuchi : Experimental Study on Durability of Orthotropic Steel Decks and Deckplate Thickness, 2nd International Orthotropic Bridge Conference, Sacramento, U.S.A. 2008.8
- 3) Henk Kolstein : The Role of Site Measurements to Improve the Knowledge about the Fatigue Behavior of Steel Orthotropic Bridges, 1st Orthotropic Bridge Conference, Sacramento CA. U.S.A., pp.626-646, 2004.8

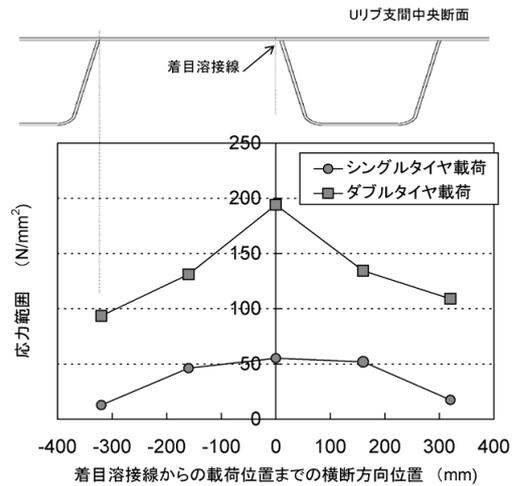


図-4 ルート部応力範囲の横断方向影響線 (基本ケース)

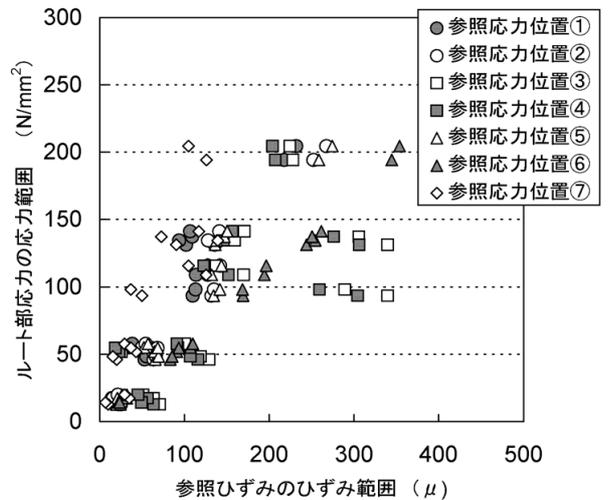


図-5 参照ひずみとルート部応力との関係 (基本ケース)

表-1 各参照ひずみ位置の相関係数 (基本ケース)

参照ひずみ位置	近似式	相関係数
① ビードから10mm位置のデッキ側	$\sigma_x = 0.9823 \epsilon$	0.883
② ビードから5mm位置のデッキ側	$\sigma_x = 0.8292 \epsilon$	0.943
③ ビードから5mm位置のUリブ側	$\sigma_x = 0.5093 \epsilon$	0.396
④ ビードから10mm位置のUリブ側	$\sigma_x = 0.5660 \epsilon$	0.409
⑤ Uリブ内面の5mm位置のデッキ側	$\sigma_x = 0.8053 \epsilon$	0.951
⑥ ルート部直上のデッキ面	$\sigma_x = 0.5573 \epsilon$	0.996
⑦ Uリブ下面	$\sigma_x = 1.3191 \epsilon$	0.695

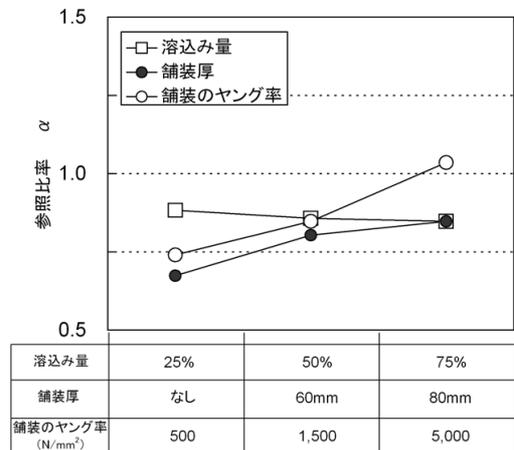


図-6 各パラメータと参照比率との関係