

第 部門 縦トラスを有する鋼床版桁橋のガセット継手部の疲労き裂発生メカニズムに関する2,3の考察

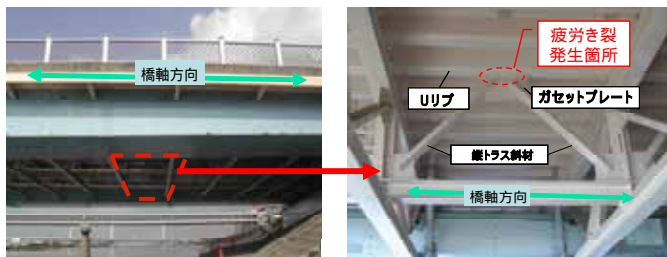
大阪市立大学工学部 学生員 ○上田 裕紀
 大阪市立大学大学院 正会員 松村 政秀

大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司

1. 研究背景および目的

近年、急激な重交通化に伴い、鋼橋で疲労き裂が発生している。これまでの研究により、一般的な構造形式の継手や部材の疲労要因は明らかにされ、損傷部の補強方法が検討されている。一方、特殊な構造部における疲労損傷については、発生要因の解明から補強方法の検討まで個別に対応する必要がある。

本研究で対象とする3径間連続鋼床版2箱桁橋(A橋)は主桁間隔が広く、図-1(b)に示すように、鋼床版の一部を上弦材と兼ねたトラス構造の縦桁(以下、縦トラス)を有している。この縦トラスのUリブとガセットプレートの溶接部(以下、ガセット溶接継手部)で疲労き裂が確認された。このような特殊な構造部の疲労損傷に関する検討事例はないため、本研究ではA橋ガセット溶接継手部での疲労き裂の発生要因の解明を目的として、その近傍の応力集中要因の特定、ならびに発生応力度の評価を行っている。



(a) 橋梁下面図 (b) 縦トラス近傍

図-1 対象橋梁下面

2. 数値解析による検討

(1) 解析モデル

ガセット溶接継手部の応力性状や変形挙動を把握することを目的として、静的弾性解析を行った。解析には、図-2および図-3に示すように、縦トラスを含む鋼床版の一部をモデル化し、境界条件は横リブおよび横桁端部を完全固定としている。荷重は、図-4に示すように、大型車のダブルタイヤ後輪(100kN)とし、縦トラス直上を橋軸方向に移動させた。表-1に示すように、アスファルト舗装の弾性係数は夏季を想定した値(500N/mm²)とした¹⁾。各部材の板

厚を表-2に示す。

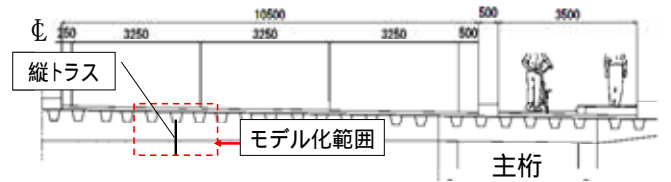


図-2 片側車線断面図

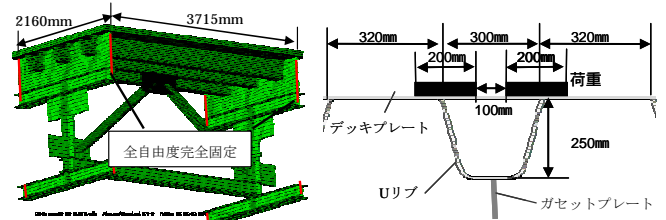


図-3 解析モデル

図-4 荷重位置

表-1 材料係数

	ヤング率 (N/mm ²)	ポアソン比
鋼材	200,000	0.3
アスファルト	500	0.35

表-2 構造諸元

	板厚(mm)
Uリブ	8
デッキプレート	12
ガセットプレート	9
アスファルト舗装	80

(2) 応力集中要因

輪荷重をガセット溶接継手部直上に荷重した場合、図-5および図-6に示すように、実際のき裂発生箇所と同じ、ガセットプレート中央部で応力集中が確認された。これは図-7に示すように、Uリブ内に設置されたダイアフラムにより、Uリブ下面の鉛直方向変位が拘束されているためであり、この応力集中が疲労き裂の発生要因と考えられる。



図-5 ガセット側面



図-6 損傷部写真

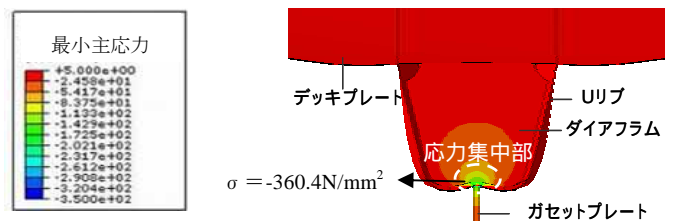


図-7 ガセット中央部断面(30倍)

(3) 発生応力度の評価

輪荷重作用位置によるガセット溶接継手部の発生応力度を、図-8に示すき裂の発生起点と考えられる溶接止端Uリブ側(要素1)とガセット側(要素2)、溶接ルート部(要素3)に着目して評価した。応力の参照方法はき裂の進展方向と直角方向の応力、すなわち要素1の水平方向、要素2,3の鉛直方向の直応力とした。

図-9に各要素の直応力の橋軸方向影響線を示す。同図に示すように、全ての着目要素でUリブ支間中央載荷時に大きな応力が発生している。また影響線長が短いことから、輪荷重による鋼床版の局部変形が着目部の挙動と関連していると示唆される。また要素3(ルート部)は要素1(Uリブ側)に比べて3.6倍の応力が発生しており、き裂の起点である可能性が高い。ただし、今回はルート間隔を設けず、Uリブとガセットプレートの接合部は2重節点で共有し、接触を考慮していないため、ルート部の適切なモデル化については検討する余地がある。

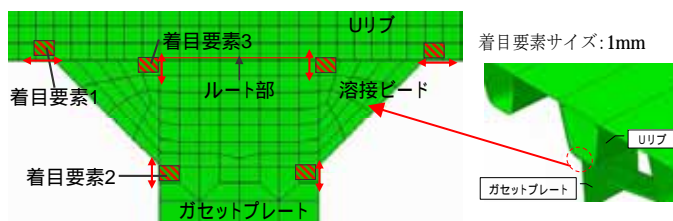


図-8 着目要素(Uリブ・ガセット断面図)の位置

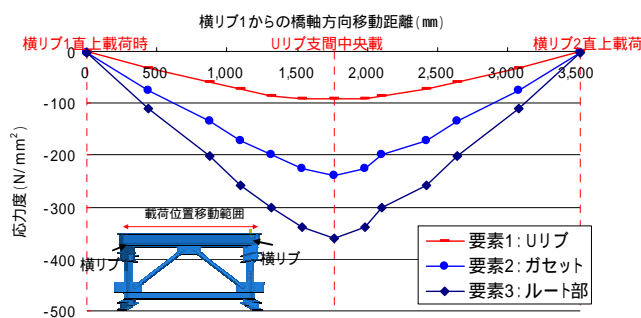


図-9 直応力の橋軸方向影響線

4. 実橋の走行試験

実橋の応力性状を把握するとともに、解析モデルによる再現性を検証することを目的として、輪荷重の判明している試験車を低速(時速25km)で走行させる走行試験を実施した。ひずみの測定箇所は図-10に示す、Uリブ支間中央断面の①ガセット溶接継手部Uリブ側止端、および②ガセットプレートに接続するトラス斜材とした。

Uリブ支間中央を各車軸が通過したときの解析と

実測の結果を比較して表-3に示す。解析時の舗装剛性は走行試験を実施した冬季の弾性係数として、 $5,000\text{N/mm}^2$ を用いた¹⁾。

ガセット近傍の発生応力度は解析と実測の傾向は一致している。誤差が生じている要因は、計測位置の他、車両の載荷位置や舗装剛性が異なっているためと考えられる。

トラス斜材の作用軸力は、実測では載荷位置によって符号が変動するが、解析では作用方向の正負交番は見られなかったことから、解析ではトラスの主桁作用を必ずしも再現できていない。

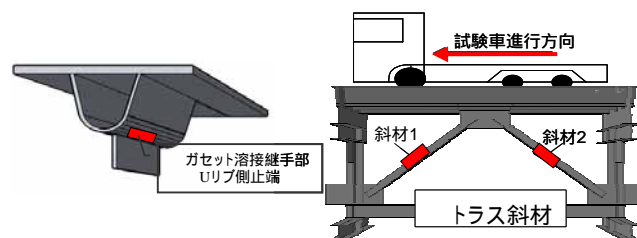


図-10 ひずみゲージ設置箇所(走行試験)

表-3 実測結果と解析の比較

着目断面直上 載荷車軸	ガセット近傍(N/mm^2) 橋軸方向	トラス斜材軸力(kN)			
		橋直方向	斜材1	斜材2	
前輪	実測値	11.3	-4.2	-33.0	8.3
	解析値	18.1	-5.2	-11.9	-11.9
前後輪	実測値	23.6	-12.5	-16.5	-18.3
	解析値	30.3	-10.2	-22.1	-20.7
後後輪	実測値	20.8	-11.6	-33.0	8.3
	解析値	27.2	-9.5	-18.7	-20.4

5. 結果と課題

本研究では、数値解析と実橋での走行試験により、A橋ガセット溶接継手部の疲労き裂発生要因について検討し、得られた結果を以下に示す。

- 1) 数値解析により実際の損傷箇所と同様に、ガセットプレート中央部での応力集中を確認し、Uリブ内のダイアフラムによる変形の拘束が疲労き裂の発生要因と考えられる。
- 2) 溶接ルート部の発生応力が大きく、この箇所を起点にき裂が発生した可能性が高い。

今後、縦トラスの変形挙動の再現性や応力集中部のモデル化、評価方法について再検討した上で、効果的な補強方法を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 井口 進, 内田 大介, 平山 繁幸, 川畑 篤敬; 鋼床版のデッキとUリブ溶接部の疲労寿命評価法に関する検討, 土木学会論文集 A1, Vol.67, No.3, pp.464-476, 2011