

## 鋼床版桁の載荷位置と U リブ溶接部近傍の発生応力に関する研究

ものづくり大学

学生会員 ○渡邊健也

ものづくり大学

正会員 大垣賀津雄, PHAM NGOC VINH

東日本高速道路

正会員 江口利幸

## 1. はじめに

近年、都市内高速道路の鋼床版橋梁において、U リブ溶接部から疲労き裂が多数発生している<sup>1)</sup>。鋼床版の疲労損傷の中で、U リブ溶接部に発生するき裂を放置すると、進展して道路としての機能の低下につながる<sup>2)</sup>。このような疲労損傷の対策は SFRC 舗装工法など種々講じられているが、重交通区間も多く課題も山積しており、合理的な補修・補強工法の検討が求められている。

このような補修工法の検討に際して、その局所応力度を評価するにあたり、FE 解析モデルの構築が必要となる。そこで本研究では、鋼床版桁の各種載荷位置と U リブ溶接部近傍の発生応力の関係について、FE 解析と静的載荷実験による照合を行い、解析モデルの妥当性を明らかにすることとした。さらに、FE 解析による溶接ルート部の発生応力や応力分布を調査して、溶接部の形状などによる差異の分析を行った。以下にその結果を報告する。

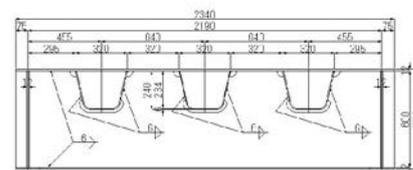


図-1 供試体概略図

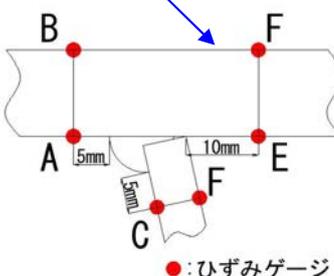
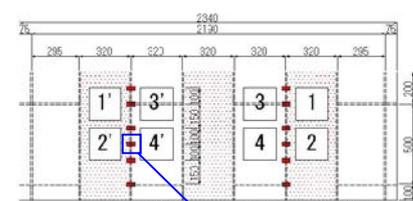


図-2 載荷位置とゲージ位置

## 2. 実験概要

製作した鋼床版実験供試体の概略図を図-1 に示す。本研究では、U リブ 3 本、横リブ 2 枚を有し、実橋と同様にデッキ厚は 12 mm、U リブのサイズは 320×240×6 mm、溶接溶け込み量 40% 目標とし、供試体の材質は SM400 を用いた。この供試体で静的載荷実験を行った。載荷荷重は、道路橋示方書<sup>3)</sup>の T 荷重を参考に、250kN を想定した大型車の後輪輪重 50kN とし、5kN 毎にひずみを計測した。載荷位置およびゲージ位置は図-2 に示す。

## 3. 解析概要

発生応力の挙動を評価することを目的として FE 解析を実施するにあたり、デッキ貫通やビード貫通の起点と推定されるルート部に着目した。本解析では、U リブ溶接部の形状による発生応力を検証するため、U リブ溶接溶け込み深さを、20%、40%、75% で解析を行った(図-3 参照)。また横リブスカーラップの有無における発生応力に関して検証した。

解析対象は、図-1 に示した鋼床版実験供試体である。解析モデルを、図-3 に示す。補剛材、下フランジは 8 節点シェル要素で、その他の横リブ、デッキプレート、U リブ、およびその溶接部は 20 節点ソリッド要素で構成した。材料は弾性体( $E_s = 2 \times 10^5$  MPa)とし、メッシュサイズは一般的な部材を約 15 mm、溶接ルート部の最小メッシュサイズを 0.25 mm とした。また、ポアソン比は( $\nu=0.3$ ) とし、分布荷重 ( $50 \text{ kN}/(200 \times 200) = 1.25 \text{ N}/\text{mm}^2$ ) で解析を実施した。

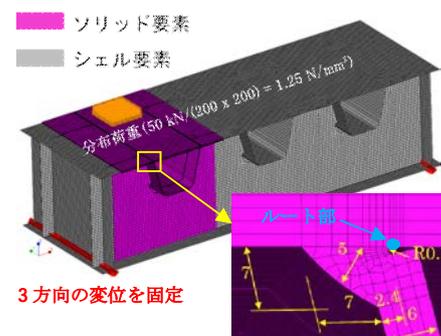


図-3 解析モデル

キーワード 鋼床版, U リブ, 溶接, 疲労, き裂, FE 解析

連絡先 〒361-0038 埼玉県行田市前谷 333 ものづくり大学 建設学科 TEL048-564-3907

## 4. 結果と考察

### a) ひずみの比較

実験供試体の図-2A,B 位置における橋軸直角方向のひずみについて、FE 解析値と実測値を図-4 に比較した。それぞれの荷重位置のひずみは、横リブ交差部 Uリブ直上（荷重位置 1）が最も大きく、横リブ直上 Uリブ間（荷重位置 3）のひずみは小さい。一般部荷重（荷重位置 2,4）のひずみも比較的大きくなることがわかる。また、荷重位置 1~3 に関して実測値と解析値はよく一致している。荷重位置 4 については、20%近い差異が生じており、実験値にやや非線形性が見られた。

### b) Uリブ溶接部の形状

荷重位置 2 における溶接ルート部デッキ側のミーゼス応力を図-5 に示す。同図よりデッキ側ルート部応力は、溶接部の溶け込み量による差がほとんどないことがわかる。また、断面 B-B における応力分布を図-6 に示す。溶接部溶け込み量が少ない 20% では溶接ビード表面部の応力が他より少し大きくなることが確認できる。

### c) 横リブスカーラップの有無

荷重位置 1 における横リブスカーラップの有無をパラメータとした場合について、図-7 に Uリブ溶接ルート部におけるミーゼス応力分布を示す。横リブ交差部のスカーラップが無い場合は、有る場合よりも約 70% ( $466\text{MPa}/269\text{MPa} = 1.7$ ) 応力が大きくなることがわかる。

## 5. まとめ

本研究では、鋼床版桁の Uリブ溶接部近傍の発生応力と荷重位置の関係について調査した。その結果は以下の通りである。

- ① Uリブ溶接部近傍応力の実測値と FE 解析がほぼ一致することを確認した。
- ② Uリブ溶接ルート部の応力は溶け込み量による差が少ない。一方、溶接ビード表面部の応力は溶け込み量が少ない 20% の場合が最も大きくなる。
- ③ 横リブ交差部のスカーラップを無くした場合は、スカーラップが有る場合と比べて 1.7 倍応力が大きくなる。

## 参考文献

- 1) 土木学会：鋼床版の疲労〔2010年改訂版〕，鋼構造シリーズ 19，2010.12
- 2) 日名誠太，平野秀一，：首都高速道路における鋼床版の疲労損傷と対策，橋梁と基礎，2020.8
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，2017.11

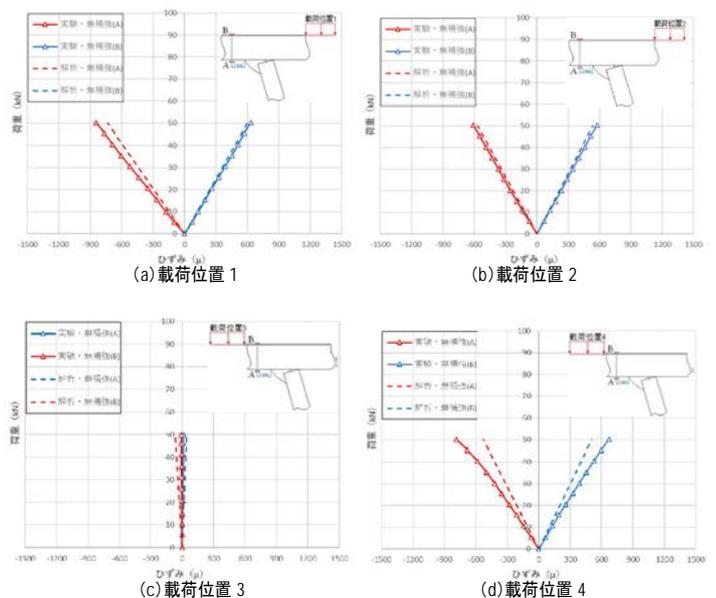


図-4 Uリブ溶接部近傍のひずみ比較

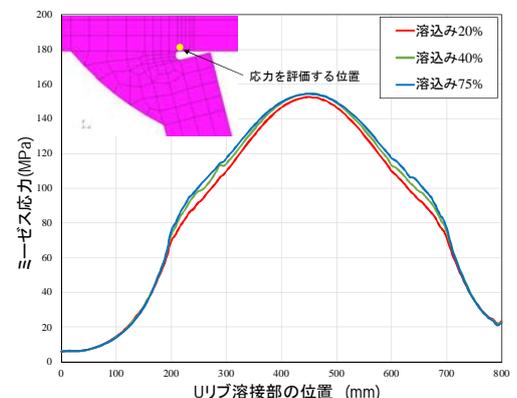


図-5 溶接ルート部デッキ側の応力 (荷重位置 2)

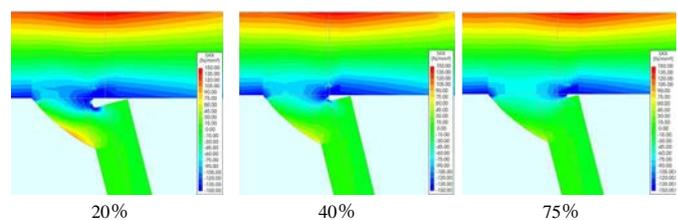


図-6 Uリブ溶接部の形状による応力比較(荷重位置 2)

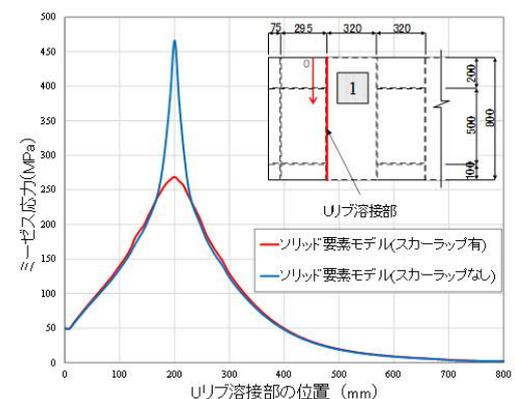


図-7 横リブスカーラップ有無による応力比較