

鋼床版 U リブ溶接線近傍の板曲げ応力の片面からの計測精度の検証

(一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 正会員 ○田中 俊介
 (株) 高速道路総合技術研究所 正会員 服部 雅史
 中日本高速道路 (株) 正会員 後藤 俊吾
 中日本高速技術マーケティング (株) 正会員 立松 秀之

1. はじめに

近年、重交通路線で供用されている鋼床版の疲労損傷が報告されている。なかでも、鋼床版のデッキプレート-U リブ溶接部の疲労耐久性が問題視されており、輪荷重載荷に伴う当該部位の局所的な板曲げ変形の繰り返しが疲労損傷の一要因であることが報告されている。当該部位の U リブの板曲げ応力を把握するには、U リブ側溶接止端近傍の表裏両面にひずみゲージを設置することとなり、U リブの内側へひずみゲージを設置するためには、U リブ底部に上向きでの孔開け加工 (ハンドホール施工) が必要であり、作業性および部材の耐久性低下等が懸念される。そこで、一般的に薄板部材の曲げひずみを測定するために用いられ、片面からの計測が可能な曲げひずみゲージを既設鋼床版のデッキプレート-U リブ溶接部近傍に設置し、応力測定に適用した際の計測精度を検証した。

2. 試験方法

本検証で使用した曲げひずみゲージ(株式会社東京測器研究所製: DD-1-15)とは、正確に厚みを管理した樹脂板(ベース)の上下両面に泊ゲージを配置した二層構造のゲージであり、測定対象の板厚がわかっているならば片面(表面)のみへの設置で、測定結果から膜応力と板曲げ応力を分離して算出することが可能なひずみゲージである。主に、橋梁のボックス構造物の応力測定や圧力容器の内側側のひずみ測定において試験体の裏面や内面に直接ゲージを設置できない場合に用いられている。図 1,2 に本検討で使用したひずみゲージを示す。本検討では、実物大の鋼床版を模擬した試験体に対し、10 kN のウェイトを用いて載荷試験を行った(図 3)。実物大試験体は文献 2)と同様サイズとし、デッキプレートの平面寸法 1800mm×1600mm、板厚 12mm、鋼種は SM490Y であり、U リブは JSS 規格の 320mm×240mm×6mm を 2 本設置している。また、デッキプレートと U リブの溶接線については、溶接溶込み量が U リブ板厚の 75%以上となるように管理し製作している。載荷試験を実施するにあたり、事前に作成した解析モデル(図 4)にて一般部(U リブスパン断面)と横リブ断面を対象とし、曲げ

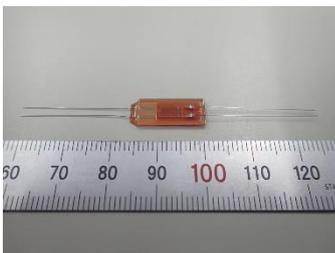


図 1 曲げひずみゲージ(DD-1-15)

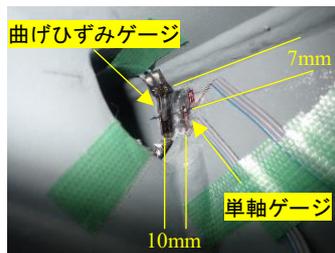


図 2 曲げひずみゲージ, 単軸ゲージ



図 3 載荷試験状況(ウェイト荷重: 10kN)

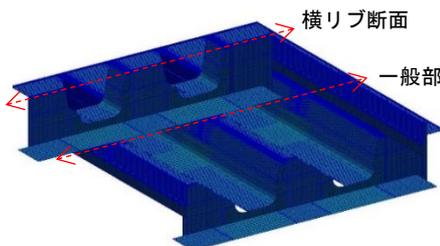


図 4 鋼床版解析モデル

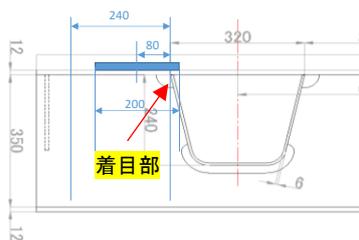


図 5 一般部載荷位置

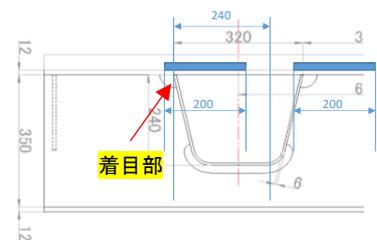


図 6 横リブ断面載荷位置

キーワード: 鋼床版, U リブ, 板曲げ応力, 曲げひずみゲージ

連絡先: 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154 (一社) 施工技術総合研究所 TEL0545-35-0212

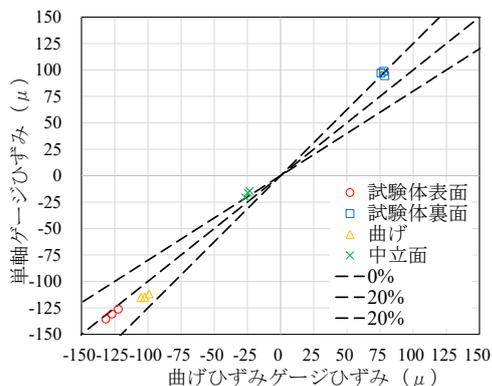


図7 曲げひずみゲージと単軸ゲージの関係（一般部）

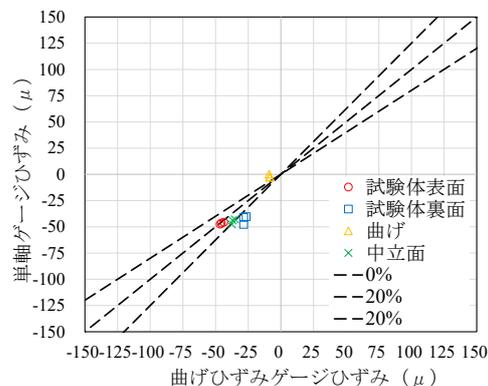


図8 曲げひずみゲージと単軸ゲージの関係（横リブ断面）

成分が最も大きくなる荷重位置を求め、荷重面積として一般部は $200 \times 200 \text{mm}$ の荷重板を 1 箇所(単位面積当たり: 0.25N/mm^2)、横リブ断面は $200 \times 200 \text{mm}$ の荷重板を 100mm 離れて 2 箇所(単位面積当たり: 0.125N/mm^2) 設置し、その上に所定の荷重を荷重した(図 5,6)。荷重試験は、一般部と横リブ断面に対しそれぞれ 3 回ずつ行った。曲げひずみゲージは、横リブ断面と一般部の 2 箇所に溶接ビード止端から 7mm の位置に設置した。また、精度確認用として橋軸方向に 10mm 離れた位置の U リブ表裏両面に単軸ゲージを設置した(図 2)。設置したひずみゲージは静ひずみ測定器に接続し、荷重試験中のひずみ値を計測した。

3. 試験結果

荷重試験を実施し、U リブ表面に設置した曲げひずみゲージから得られた測定値と U リブの表裏にそれぞれ設置した単軸ゲージから得られた測定値を比較した。その結果、一般部の裏面について、単軸ゲージの測定値と曲げひずみゲージの推定値に 25% 程度の差が生じた。また、双方のゲージ計測値から算出した曲げひずみは、10% 程度の差であった。傾向を把握するための一定の効果は確認されたが、実橋の溶接構造の応力値を知る上で、この誤差は許容できるものではないため、今後データを蓄積し検証を進める。実施した 3 回の荷重試験のひずみ値はバラツキがなく、計測の再現性を確認した(図 7,8)。一方で、横リブ断面の裏面は、単軸ゲージの測定値と曲げひずみゲージの推定値に約 55% の差が生じたこともあり、算出した横リブ断面の曲げひずみは、双方のゲージで 80% もの差が生じた。この理由としては、横リブ断面は剛性が高いスカラップ内にひずみゲージを設置し計測したこともあり、発生ひずみが小さく、評価には適していないと考える。また、スカラップ内の U リブの応力分布の勾配はかなり大きく(解析上)、参照位置が mm 単位の位置のズレでもひずみ値が変わってくることから、横リブ断面は一般部より、計測結果がバラツキやすいことも考えられる。

4. まとめ

試験結果より、鋼床版のデッキプレート-U リブ溶接部の一般部の計測に曲げひずみゲージを適用できる可能性を示すことができた。実供用下においての U リブ下面の孔開け加工や視認性の低い状況での U リブ内部へのひずみゲージ設置等の作業を簡略化できるため非常に有用であると考え。一方で、横リブ断面の検証結果には課題が残った。今後は、曲げひずみゲージの適用性を実交通荷重レベルで検証するために試験機を用いた荷重試験や実橋での走行車両の位置を想定し、荷重位置を追加しての影響線荷重など、引き続きの荷重試験を予定している。

参考文献

- 1)川上順子, 伊藤進一郎, 川畑篤敬, 松下裕明: 鋼床版デッキプレートと U リブ溶接部の疲労試験, 土木学会第 60 回年次学術講演会, 1-397, p792~793, 2005.9. 2)鋼床版の U リブ溶接部からデッキプレートに進展した疲労き裂に対する UHPFRC 敷設による対策効果, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol, 76, No.3, 542-559, 2020.