

鋼床版デッキプレートと垂直補剛材溶接部の応力低減構造に関する疲労試験

株式会社 I H I インフラ建設 正会員 ○岩崎 初美, 株式会社 I H I 正会員 西土 隆幸

1. はじめに

鋼床版デッキプレートと垂直補剛材の溶接部から疲労き裂が発生し、デッキプレートを貫通する疲労損傷が報告されている。デッキプレートを貫通するき裂が進行すると、路面を陥没させ車両の走行性に支障を与える恐れがある。垂直補剛材溶接部に発生する疲労き裂の原因として、垂直補剛材溶接止端部に発生する局所的な圧縮応力による応力集中と、活荷重によるデッキプレートの板曲げ挙動が考えられる。そこで、本研究では、鋼床版と垂直補剛材の溶接部に疲労き裂を発生させた状態で応力低減対策をおこない疲労試験を実施し、その補強効果を検討した。

2. 応力低減構造

本検討では、図 1 に示す主桁・Uリブ・垂直補剛材からなる部位を対象として、垂直補剛材溶接部の応力低減対策の効果を確認した。鋼床版のデッキプレートの板厚は 12mm とし垂直補剛材は 120mm 幅×10mm 厚と仮定した。Uリブはこれまで使用実績の多い 320mm 幅×240mm 高×6mm 厚とした。図 2 は応力低減対策後の構造で、垂直補剛材と Uリブをつなぎデッキプレートのほぼ全面を支える応力低減構造とした。

3. 実験概要

図 3 に供試体図を示す。供試体はデッキプレートに Uリブ 2 本、主桁 2 本、横リブ 2 本を設けた。垂直補剛材は主桁の中央部に設け、Uリブに向かう側に配置した。デッキプレートと垂直補剛材の溶接は水平下向きで半自動 CO₂ 溶接で行い、サイズは 6mm の隅肉溶接を行った。

疲労試験は油圧サーボ式試験機を使用し载荷した。载荷面は B 活荷重のダブルタイヤの設置面を再現し、図 3 に示す幅 200mm×長さ 200mm の範囲に载荷した。垂直補剛材の溶接止端部付近に発生する応力（これまでの研究¹⁾における FEM 解析の応力値）を目標に荷重を载荷した。その後、疲労試験は片振り载荷を行った。図 4 にひずみを計測するゲージ位置を示す。垂直補剛材の溶接止端部から $0.4 \times t$ 、 $1.0 \times t$ (t :

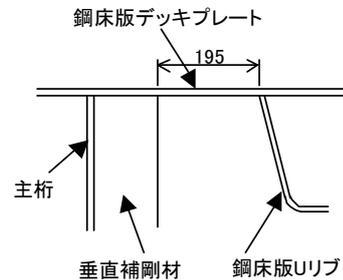


図 1 応力低減対策前

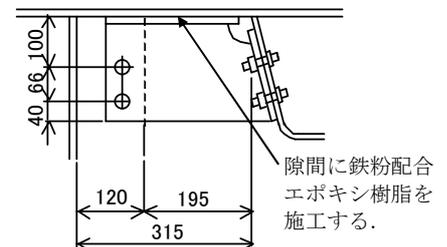


図 2 応力低減対策後

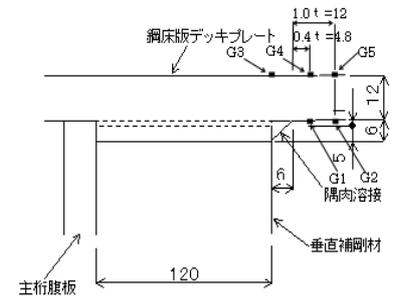


図 4 ひずみゲージ位置

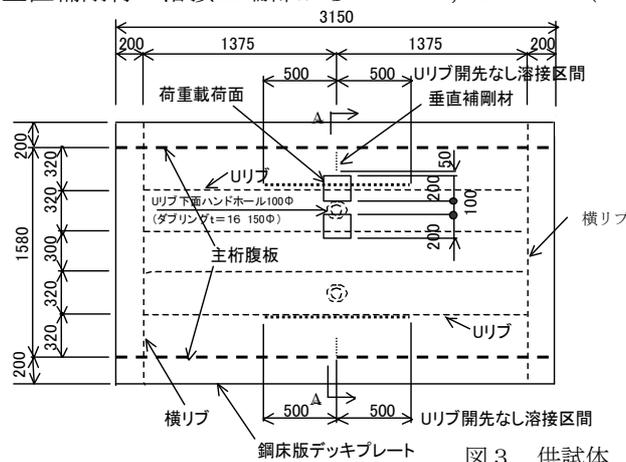
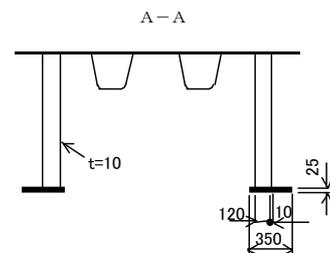


図 3 供試体



キーワード 鋼床版, 垂直補剛材, 疲労試験

連絡先 〒135-0016 東京都江東区東陽 7-1-1 (株)IHI インフラ建設 TEL03-3699-2748 E-mail: hatsumi_iwasaki@iik.ihl.co.jp

デッキプレート厚) 離れた位置にゲージを貼り計測を行った。

4. 実験結果

疲労試験は2種類の荷重方法で実施した。CASE1は、応力低減構造を取り付けずに疲労試験を行い、6万回時に初期き裂(表面き裂)が発生した。その後、応力低減構造を取り付け、200万回の荷重を行った。CASE2は、応力低減構造を取り付けずに疲労試験を行い、4,088,047回時に貫通き裂が発生した。その後、応力低減構造を取り付け、200万回の荷重を行った。写真1, 写真2に、CASE1の初期き裂発生時及び補強後200万回荷重時の垂直補剛材溶接部の写真を示す。き裂長さはどちらも22mmであり進展はなく、応力低減構造による補強効果が確認できた。同様に、写真3, 写真4に、CASE2の貫通き裂発生時及び補強後200万回荷重時の垂直補剛材溶接部の写真を示す。き裂長さはどちらも125mmであり進展はなく、応力低減構造による補強効果が確認できた。CASE1について、鋼構造物の疲労設計指針同解説4.2.2(5)③の前面隅肉溶接継手の溶接止端破壊疲労寿命計算例²⁾より応力拡大係数範囲及び疲労き裂進展速度の算出を試みた。その際、き裂深さはき裂長さ22mm程度の実橋の計測結果より6mmと仮定した。また、継手の応力集中に対する補正係数は疲労設計指針表4.2.3③より $F_g=0.281$ と仮定した。応力拡大係数範囲 ΔK は補強前・補強後で $8.1\text{N}/\text{mm}^2\sqrt{\text{m}}$, $0.2\text{N}/\text{mm}^2\sqrt{\text{m}}$ と算出できる。疲労設計指針図4.2.1疲労き裂伝播設計線(平均設計線)より疲労き裂進展速度は補強前・補強後で $4.5\times 10^{-9}\text{m}/\text{cycle}$, $1\times 10^{-11}\text{m}/\text{cycle}$ と推測される(図5参照)。この速度から疲労き裂の進展長さ(片側)は補強前・補強後で9.0mm, 0.0mmと算出でき、応力低減構造によりき裂進展長さが減少することが推測できる。

5. まとめ

鋼床版と垂直補剛材の溶接部の止端部にき裂を発生させた後、提案した応力低減構造を施工し疲労試験を行った結果、新たなき裂の進展はなく、疲労寿命を改善できることがわかった。

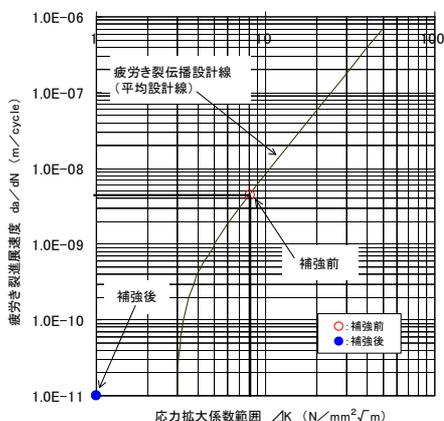


図5 応力拡大係数範囲-き裂進展速度

参考文献

- 1) 岩崎初美, 西土隆幸: 鋼床版デッキプレートと垂直補剛材溶接部の応力低減対策, 土木学会第67回年次学術講演会, 2012.
- 2) 日本鋼構造協会: 鋼構造物の疲労設計指針・同解説, 技報堂出版, 1993. 4

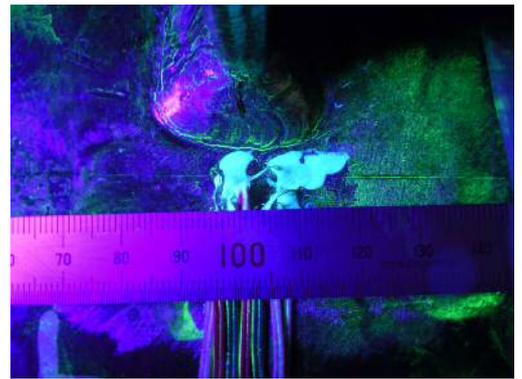


写真1 CASE1 補強前 初期き裂発生時

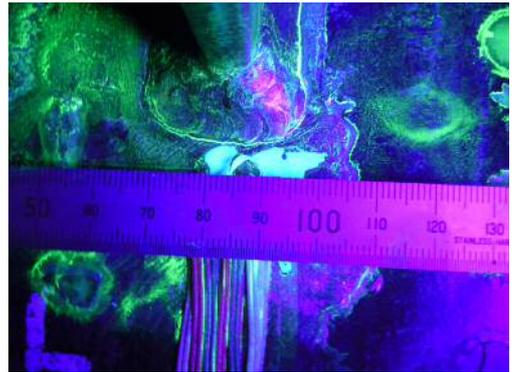


写真2 CASE1 補強後 200万回荷重時

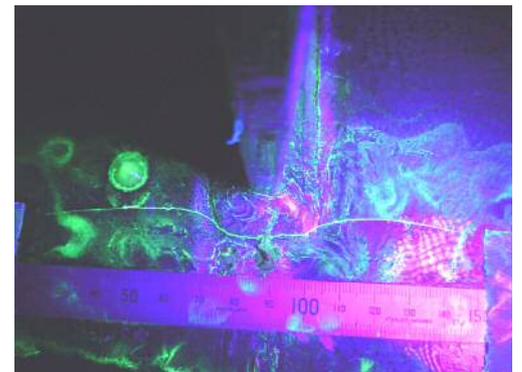


写真3 CASE2 補強前 貫通き裂発生時

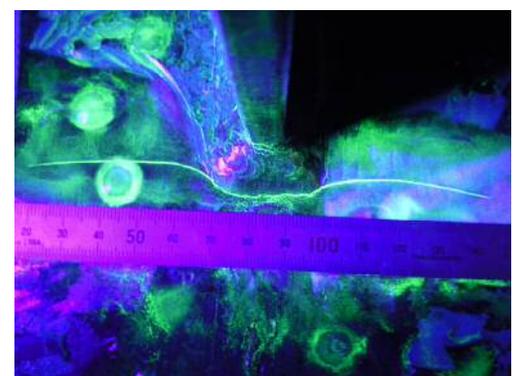


写真4 CASE2 補強後 200万回荷重時