

小型供試体を用いた鋼床版 U リブ溶接部の疲労強度評価

(株) I H I 正会員 ○齊藤史朗 猪瀬幸太郎
(株) I H I 神林順子 正会員 倉田幸宏 中西保正

1. はじめに

近年、鋼床版橋梁での疲労損傷が報告されている。このうちデッキ貫通型き裂は、U リブの外側から発見することができず、また仮にデッキプレートを貫通した場合には交通への影響が大きいことから、早急に対応すべき課題となっている。しかし、実橋のデッキ貫通型き裂の疲労寿命を予測する手法は確立されておらず、新たな疲労強度評価方法が必要である。そこで本研究では、小型供試体を用いてデッキ貫通型き裂の疲労強度を評価し、実橋の疲労寿命との整合性確認を試みた。

2. 小型供試体の溶接条件

国内の鋼床版橋梁では、「鋼道路橋の疲労設計指針」(日本道路協会)により U リブの 75%溶け込み確保が規定されているが、海外橋梁では“80%溶け込み+裏抜けなし”が要求されている。本研究では、板篤 6mm と 8mm の U リブとデッキプレートとの溶接で“80%溶け込み+裏抜けなし”が得られる溶接条件にて、疲労試験に使用する小型供試体を製作した。表 1 に溶接条件、図 1 に断面マクロ写真を示す。

3. 疲労強度の評価

鋼床版のデッキ貫通型き裂はデッキプレートの局所的な曲げ変形に起因すると考え、図 2 に示すように溶接ルート部に引張応力が作用する荷重条件で疲労試験を実施した。その結果、実橋と同様のデッキ貫通型き裂を再現することができた(図 3)。

小型供試体は、U リブ内面から 5mm 離れた位置にひずみゲージを貼り付け、その位置のひずみ範囲 $\Delta \epsilon$ が 5% ダウンした回数を“き裂発生”と定義した。疲労試験は、ひずみ範囲 $\Delta \epsilon$ が 15% ダウンした回数以上まで載荷を行い、15% ダウンの回数を“見かけの破断”とした¹⁾。試験終了後の断面マクロから、15% ダウン時にはデッキプレート厚のおよそ 1/2 程度までき裂が進展していることを確認した。疲労試験結果を SN 曲線上にプロットした結果を図 4 に示す。ただし、応力範囲 $\Delta \sigma$ は公称応力ではなく、ひずみゲージ位置の計測値を用いて整理した。疲労設計曲線の傾き 3 を利用すると、今回の U リブ 6mm, 8mm の小型供試体の疲労強度は、式 $(\Delta \sigma)^3 \cdot N = 2 \times 10^6 \cdot 100^3$ で表されることがわかった。この式は、JSSC 疲労設計曲線 D 等級と同等であった。

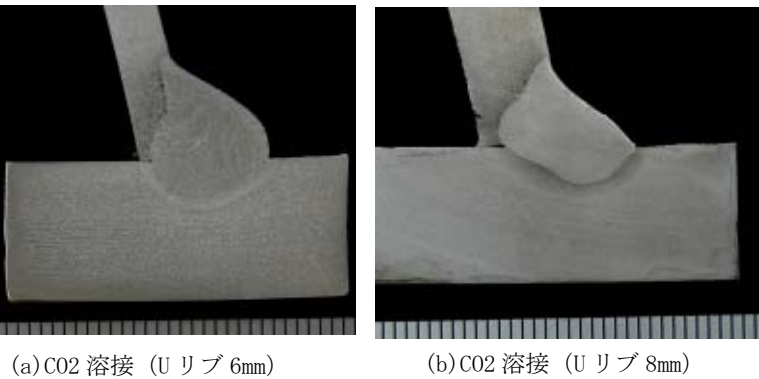


図 1 断面マクロ写真

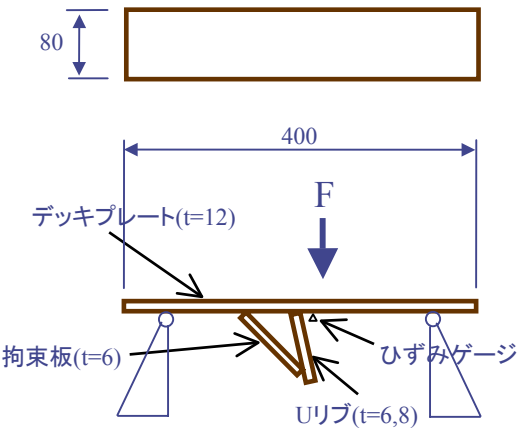


図 2 小型供試体の形状と荷重位置

表 1 溶接条件

	電流	電圧	溶接速度
(a)CO2 溶接 (U リブ 6mm)	370A	35V	45cm/min
(b)CO2 溶接 (U リブ 8mm)	300A	34V	40cm/min

キーワード 鋼床版、き裂、疲労、溶接

連絡先 〒235-8501 横浜市磯子区新中原町 1 番地 (株) I H I T E L 045-759-2812

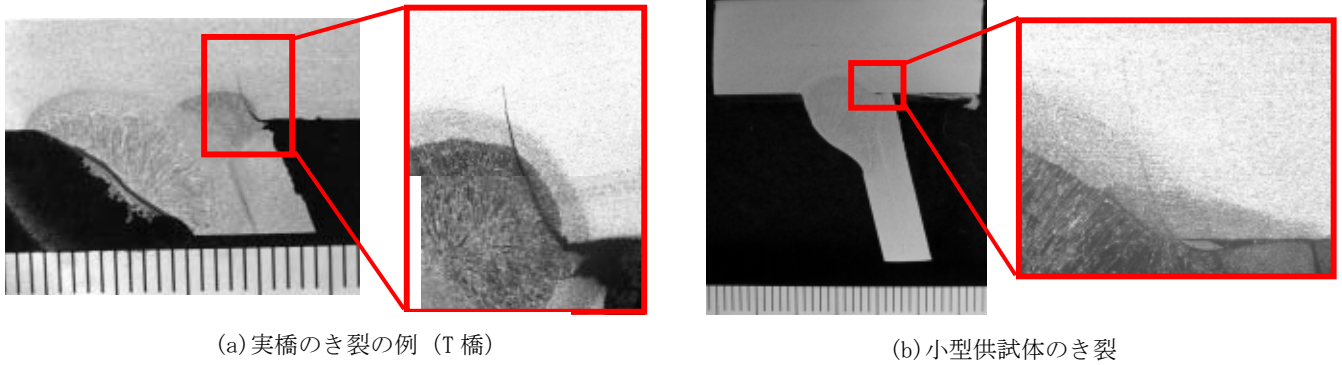


図3 き裂性状

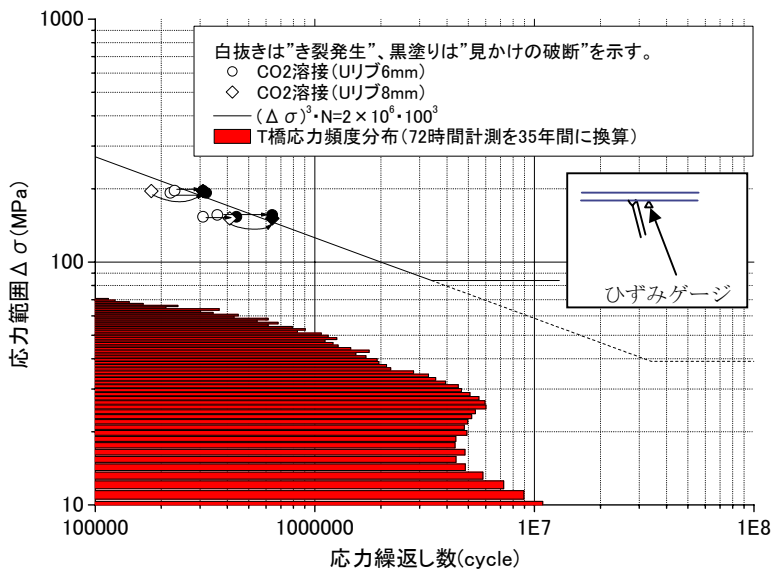


図4 疲労試験結果と応力頻度計測結果

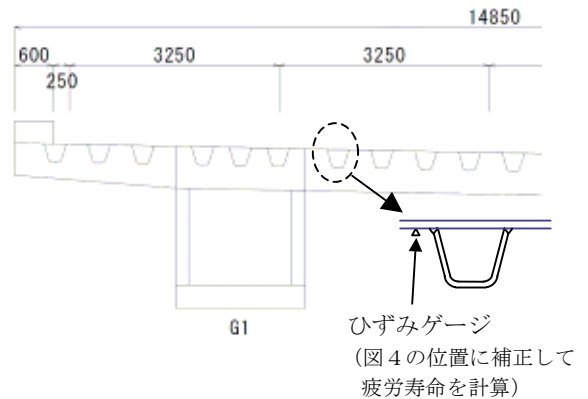


図5 T橋におけるひずみゲージ位置

4. 小型供試体と実橋の疲労強度の比較

小型供試体で得られた式 $(\Delta \sigma)^3 \cdot N = 2 \times 10^6 \cdot 100^3$ を用いて、デッキ貫通型き裂の発見されているT橋の疲労寿命の予測を試みた。T橋の72時間応力頻度計測結果から、線形被害則により疲労寿命を計算すると35年となった。ただし、図5に示すようにT橋応力頻度計測のひずみゲージはUリブ溶接止端部から5mm離れた位置であったため、計測結果を補正して小型供試体と同じ位置 (Uリブ内面から5mm離れた位置) における応力範囲として計算した。T橋では、供用開始から約20年後の調査でデッキ貫通型き裂が発見されており、小型供試体で得られた式による疲労寿命予測より早く疲労損傷が出ている。実橋では疲労き裂進展を促進する因子があることを考慮すれば、小型供試体と実橋の疲労寿命は概ね整合したと考えられる。

5. おわりに

Uリブ6mm, 8mmの小型供試体による疲労試験を実施し、デッキ貫通型き裂の疲労強度をUリブ内面から5mm離れた位置の応力範囲 $\Delta \sigma$ を用いて整理した。また、実橋において疲労き裂進展を促進する因子があることを考慮すれば、小型供試体と実橋の疲労寿命は概ね整合することを確認した。

謝辞 本研究に貴重な助言と指導をいただいた名古屋大学大学院山田教授に謝意を表します。

参考文献

- 1) 猪瀬幸太郎、齊藤史朗、倉田幸宏、中西保正：鋼床版Uリブ接合部ルート疲労き裂を模擬する小型供試体の検討、土木学会第61回年次学術講演会、1-595、平成18年9月