

# Uリブ鋼床版縦横リブ交差部に発生する疲労き裂のFEMおよび疲労試験による評価

新日鐵住金(株) 正会員 ○横関 耕一 富永 知徳  
 東京都市大学 フェロー 三木 千壽

## 1. はじめに

多くの橋梁でRC床版の経年劣化が顕在化し、取替え補修が必要となっている。これを急速施工可能で軽量のパネル式鋼床版により取替えることを検討している。しかし現在の鋼床版構造は疲労損傷が多いため、これを解決する必要がある。まず現在の構造の疲労性能の正確な把握を目的として一般的なUリブ鋼床版を対象にFEMと疲労試験を行った。本報では縦横リブ交差部についての検討結果を報告する。

## 2. 試験体・着目箇所

図1に試験体を示す。縦リブ・横リブを各3本含む試験体とし、橋軸方向の構造の広がりの影響も考慮できるようにした。縦リブにはUリブ(320x240x6)を、デッキプレートは道路橋示方書規定の最低板厚である16mmを用いた。支持条件は主桁の両端下面に取り付けたソールプレートを支持する4点支持状態とした。着目箇所は図2に示すUR1およびUR2とTR2の交差部のまわし溶接部とした。さらに中間横リブから400mmの位置に密閉ダイアフラムを取

付けた。これは密閉ダイアフラムがある時に縦横リブ交差部がより厳しい応力状態になるためである。

## 3. FEMによる荷重位置の決定

シェル要素を用いて試験体のFEモデルを作成し、IIW指針<sup>1)</sup>に則って構造ホットスポットストレス(SHSS)によって溶接止端の応力を評価した。ただし曲げ応力下ではメンブレン応力下に比べ疲労強度が50%増加することから<sup>2)</sup>、応力の曲げ成分( $\sigma_b$ )と面内成分( $\sigma_m$ )を分離し、 $\sigma = \sigma_m + (2/3)\sigma_b$ として換算した応力によって評価を行った。解析コードはABAQUS6.13を用い、着目部近傍でのメッシュサイズは板厚の0.1倍となるように制御した。荷重はダブルタイヤ、合計

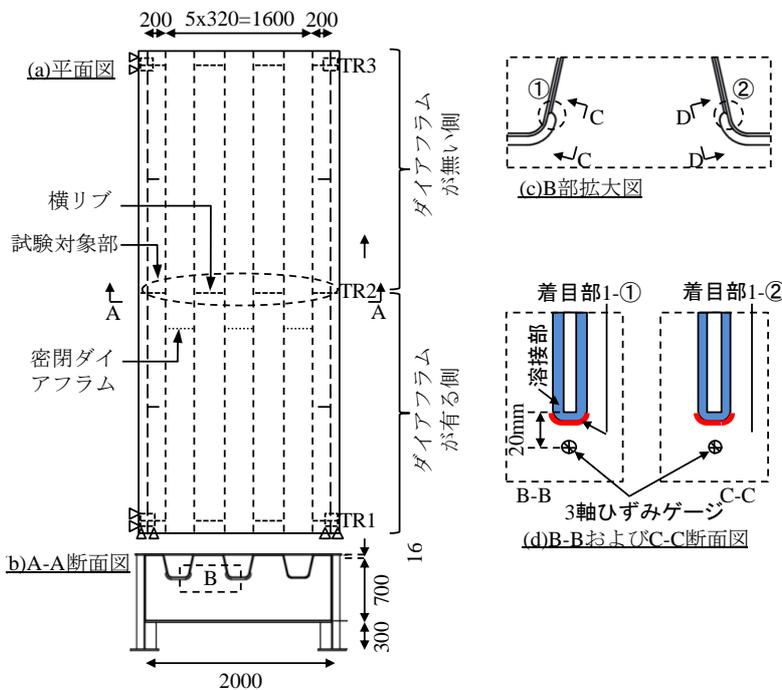


図1 試験体概要と着目部および着目部近傍のひずみゲージ

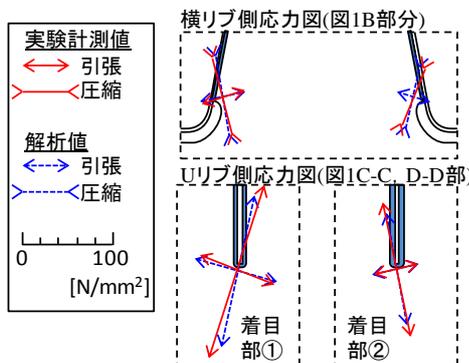


図2 解析と実験による着目部応力状態

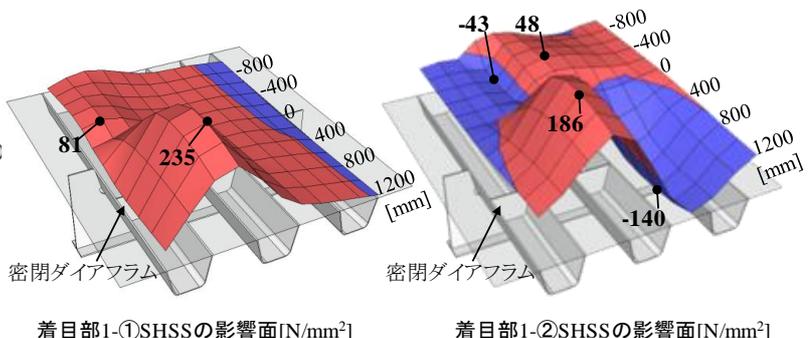


図3 着目部SHSS[N/mm<sup>2</sup>]の影響面(解析値)

キーワード 鋼床版, Uリブ, 溶接, 疲労, FEM, 構造ホットスポットストレス  
 連絡先 〒293-8511 千葉県富津市新富 20-1, Tell:0439-80-3088

100kN とし、橋軸方向、橋軸直角方向にそれぞれ 200mm, 160mm ピッチでタイヤを移動させて、着目点 SHSS の影響面を算出した。図 3 に示した影響面からダイアフラムがある側に载荷した場合に着目点での SHSS が大きくなるのがわかる。これはダイアフラムによって断面が保持されたまま U リブ断面が回転するようにねじられたときに、着目部に大きな面外変形が生じるためである。影響面をもとに、疲労試験での载荷位置は橋軸方向には 800mm 位置、橋軸直角方向には UR1 と UR2 の中間位置とした。

4. 疲労試験

疲労試験では、FEM によって決定した载荷位置に定点繰り返し载荷を行った。载荷荷重は 10-110kN とし、試験体床版上にダブルタイヤ接地面サイズの硬質ゴムを置いた上から载荷した。载荷中は着目部近傍に設置したひずみゲージ (図 1) によって 5 万回ごとにひずみを計測した結果を図 6 に示す。早期にき裂が発生しており、約 16 万回载荷時点でひずみ変化が 15%に達している。また 70.4 万回時点で図の様なき裂が観測された。その後 300 万回繰り返し時点で母材面に伸びたき裂長さが 20mm となり、载荷を終了した。図 7 は縦軸を SHSS (解析値)、横軸を疲労寿命 (実験値) として整理した図であり、既往の試験結果<sup>3)</sup>と今回の結果を重ねて表示している。ここではき裂発見時の载荷回数である 70.4 万回を横軸にとっている。図から今回の評価結果は既往継手試験結果と同様の傾向を示している。

5. まとめ

U リブ鋼床版縦横リブ交差部を対象とし、実構造に近い境界条件となるような試験体を用い、FEM によって求めた最も厳しい载荷位置によって疲労試験を行った。その結果現行 U リブ構造の縦横リブ交差部でのき裂発生回数は 16 万回程度と、疲労強度が不足していることを確認した。また本試験体の様な鋼床版パネル試験体でも溶接止端の疲労寿命は SHSS によって整理できることを確認した。

参考文献

- 1)Hobbacher; Recommendations for fatigue design of welded joints and components, IIW-doc XII-2151r4-07, 2008
- 2)JSSC; 鋼構造物の疲労設計指針・同解説, 1993
- 3)Maddox; Recommended hot-spot stress design S-N curves for fatigue assessment of FPSOs, Int J of Fatigue, ISOPE-I-01-354, 2001

謝辞

本報は「取替用高性能鋼床版パネル開発研究会(参加者下記)」による検討結果である。また疲労試験は施工技術総合研究所で実施した。ここに謝意を表する。  
 東京都大学, 東京工業大学, 九州工業大学, 横浜ブリッジホールディングス, IHI インフラシステムズ, 三菱重工鉄構エンジニアリング, JFE エンジニアリング, 宮地エンジニアリング, 川田工業, 駒井ハルテック, 三井造船鉄構エンジニアリング, JFE スチール, 神戸製鋼, 新日鐵住金 (以上敬称略)

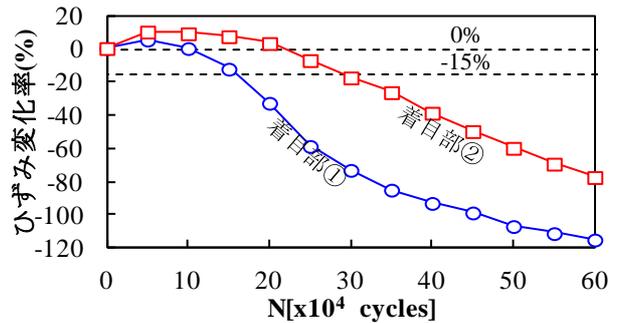


図 4 疲労試験中の着目部近傍ひずみの変化

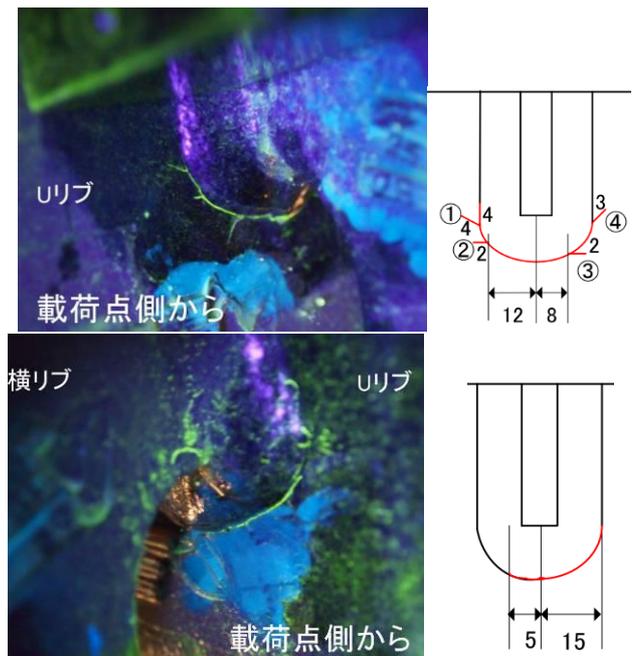


図 5 70.4 万回载荷時の着目点①(上), ②(下)のき裂

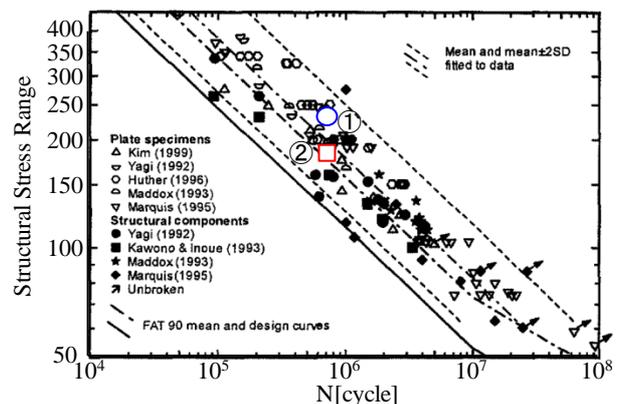


図 6 SHSS による疲労試験結果の整理