

鋼床版デッキプレートと U リブ溶接部の疲労試験

○阪神高速道路公団 正会員 川上 順子 正会員 伊藤進一郎
 （社）日本橋梁建設協会 正会員 川畑 篤敬 正会員 松下 裕明

1. はじめに

近年、重交通路線を中心に鋼床版の疲労損傷が報告されており、その要因を明確にするとともに疲労耐久性に優れた補修補強方法の確立が求められている。図1に示すデッキプレートと U リブの溶接部に着目した場合、輪荷重に伴う部材の局所的な板曲げ変形が溶接部に繰り返し大きな曲げ応力を与えることが報告されている^{1) 2)}。この様な中、文献1では着目部周辺の応力状態を部分試験片（図2）で再現し、疲労試験結果からのど厚部外縁応力（ σ_e ）を用いた S-N 曲線を提案している。しかし、その部分試験片は U リブ厚 8mm が中心で、のど厚も一般橋梁に比べて大きい（6～9mm 程度）。そこで本研究では、U リブ厚 6mm を有する既設橋の溶接サイズやのど厚の調査結果を参考に、最小レベルののど厚（4mm 程度）および標準的なのど厚（6mm 程度）に対し同様の方法での疲労試験を行い、文献1の S-N 曲線の適用性を検討した。さらに、既設橋においてのど厚が小さく高い応力が生じている溶接部に対し、予防保全を目的に実施する増し盛り溶接補強を再現した試験片を作成し、その補強効果について確認した。

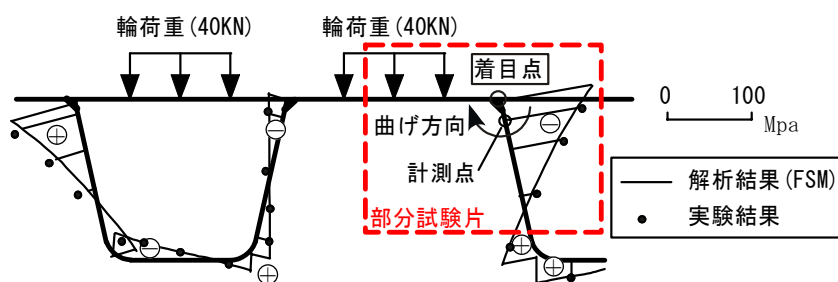
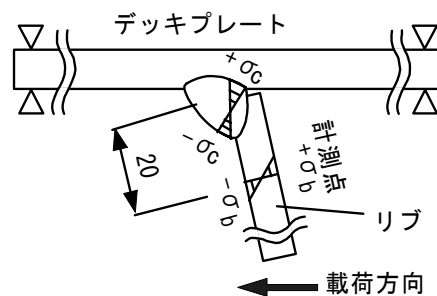
図1 デッキプレートと U リブ溶接部周辺の応力状態¹⁾

図2 部分試験片

2. 部分試験片の種類および荷重方法

部分試験片は図3に示す様に、幅および長さが 300mm の鋼板（SM400）2枚を溶接接合して作成した。試験片の種類は表1に示すように溶接部ののど厚をパラメータとした3種類（全9体）である。デッキプレートおよびリブの板厚はそれぞれ 12mm および 6mm、リブの取り付け角度は 12.5 度、ルートギャップは無しとした。荷重方法は変位制御の片振り繰り返し荷重とし、図3に示す全8測点のひずみ範囲を動ひずみ計を用いて 1000 回ごとに計測した。なお、各試験片ののど厚部の外縁応力 σ_e は、文献1と同様、溶接部から 20mm 離れた測点 4a、4b の応力（ σ_b ）から求めた。写真1に試験片荷重状況を示す。

表1 供試体の種類

種類	試験片数	のど厚目標（溶接条件）
TYPE-A	3	4mm（被覆アーク溶接）
TYPE-B	3	6mm（CO2半自動溶接）
TYPE-C	3	TYPE-Aに2mm増盛り（増盛りはCO2半自動溶接）

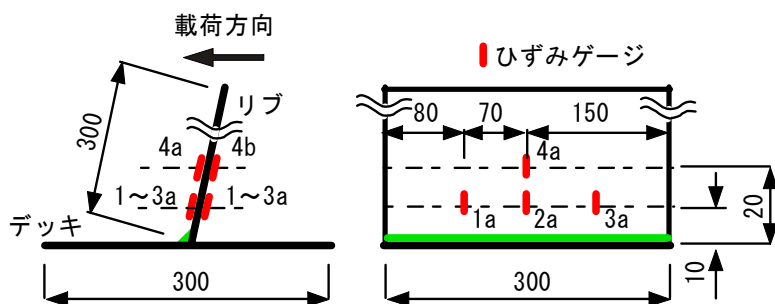


図3 部分試験片の寸法と計測位置

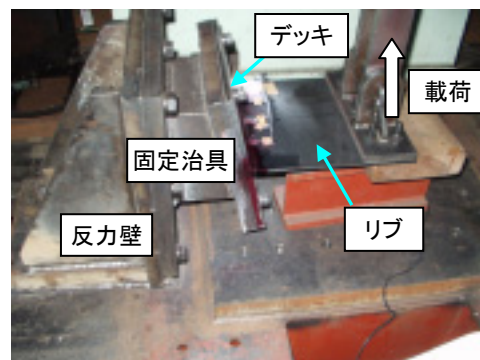


写真1 試験片荷重状況

キーワード：鋼床版、疲労、疲労試験、S-N 曲線

連絡先：〒650-0041 神戸市中央区新港町16-1 TEL 078-331-9801 FAX 078-334-1827

3. 試験結果と考察

図4に TYPE-A 試験片2体の疲労試験におけるひずみ範囲の履歴を示す。なお、図はそれぞれの試験片に対し、ひずみ範囲の低下が最も早かった測点のみを示している。図中横軸は繰返し回数、縦軸は各々の載荷回数でのひずみ範囲 (ε_n) を初期のひずみ範囲 (ε_0) で除した変化率である。図に示す様

にいずれの試験片においても、初め、ひずみ範囲の変化は少なく、ある回数に達すると急激に低下したことが分かる。これは、定変位での繰返し載荷のため、亀裂発生に伴う溶接部の剛度低下がひずみ範囲の低下として計測されたことによると考えられる。また、TYPEA-2はTYPEA-3に比べひずみ範囲の低下が急であった。TYPEA-2では他の測点もほぼ同じ繰返し回数でひずみ範囲が低下を始めており、広い範囲で同時期に亀裂が発生し、剛度が急低下したためと考えられる。なおTYPEA-3では、他の測点のひずみ範囲の低下は遅れていた。また、TYPEC-3試験体など複数の試験体で、写真2に示すように破面の段差（合体線）が目視確認されており、亀裂の起点が多数あったことが分かる。

図5は試験片ごとに、ひずみ範囲が5%低下した時の各測点での繰返し回数の内、その最小値を亀裂発生回数として文献1のS-N曲線の提案式と比較したものである。図中横軸は亀裂発生回数、縦軸は測点4の初期ひずみ範囲から算出したのど厚部外縁応力 (σ_c) である。なお図中には、文献1の試験結果、および文献1と同様に測点4のひずみ範囲が10%低下した回数を亀裂発生回数として整理した本試験結果についても併記している。図に示すように試験片のタイプに関わらず、10%低下時および5%低下時ともに亀裂発生回数は提案式の $\pm 2S$ (S : 標準偏差) の範囲内となった。このことから今回用いた試験片諸元に対し、文献1の提案式が適用可能であると考えられる。またTYPE-C試験片の試験結果が提案式の $\pm 2S$ の範囲内であったことから、増し盛り溶接によるのど厚の増加は、疲労耐久性向上に効果があることが分かった。なお、提案式の非超過確率が97.7%となる $-2S$ のS-N曲線は、 2×10^6 回基本応力範囲で約85Mpaとなる。疲労設計指針³⁾では板曲げ応力成分は4/5倍で扱うこととされているため、85Mpa $\times 4/5 = 68$ Mpa となり、本溶接部についてのど厚断面の応力で整理する場合は、JSSCのF等級（基本応力範囲65Mpa）程度の疲労強度と考えられる。

4. おわりに

部分試験片を用いた疲労試験結果から、Uリブ厚6mmで、のど厚が4mm程度の比較的小さい場合に対しても、また、増し盛り溶接した場合についても、のど厚断面の応力で整理した文献1の提案式が適用可能であると判断できる。加えて、増し盛り溶接によるのど厚増加が疲労耐久性向上に有効であることが分かった。

参考文献 1) 篠原編、鋼床版の疲労、土木学会、p. 32~37、1990. 8、 2) 川畑ら、デッキプレート厚・Uリブ厚・溶接溶け込み量が鋼床版の応力性状に与える影響、第四回道路橋床版シンポジウム講演論文集、p. 17~22、2004. 11 3) 日本鋼構造協会編、鋼構造物の疲労設計指針・同解説、技報堂出版、p13、1993. 4

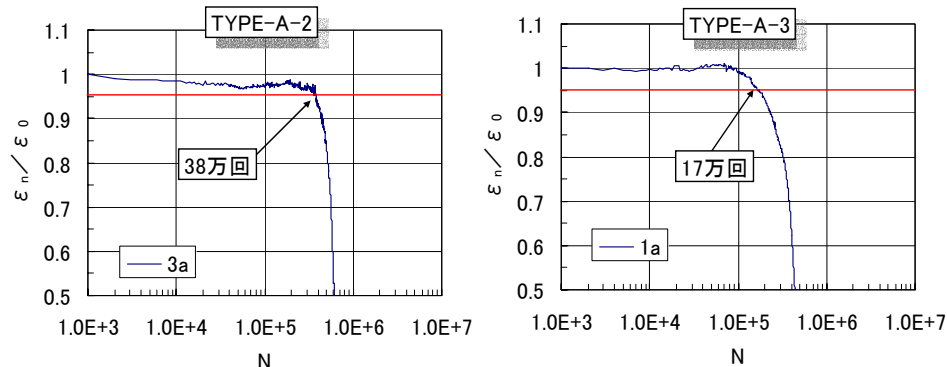


図4 繰返し回数－ひずみ範囲変化率

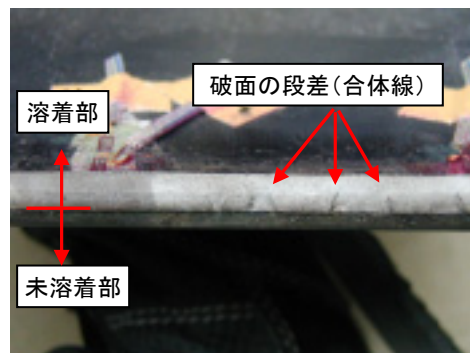


写真2 TYPEC-3 リブ側破面

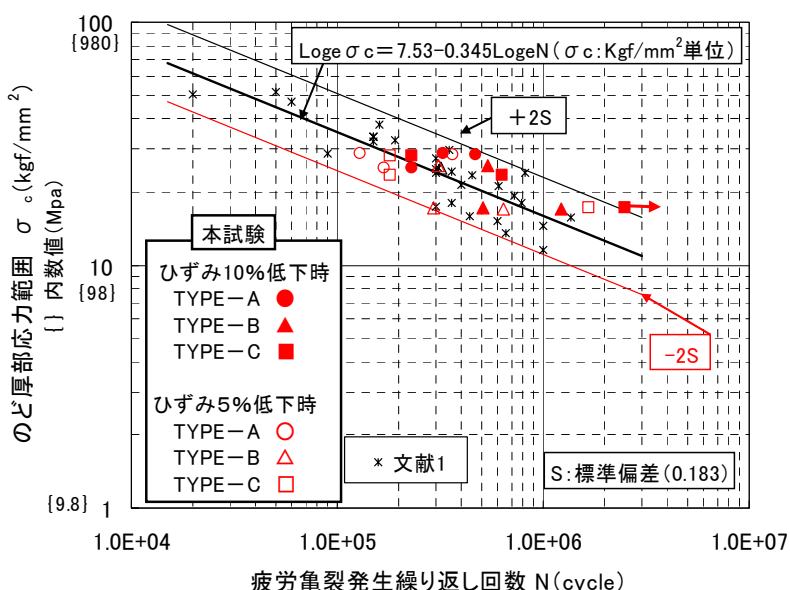


図5 のど厚応力と亀裂発生回数の関係