

第 I 部門

S 橋バルブリップ鋼床版試験体の疲労挙動と補強効果

関西大学大学院 学生員 ○山岡 大輔, 関西大学 正会員 坂野 昌弘
 日本橋梁建設協会 正会員 夏秋 義広
 国土交通省近畿地方整備局 非会員 中村 香澄, 非会員 水野 洋幸

1. はじめに

鋼床版のバルブリップと横リップの交差部を対象として、実物大試験体を用いた疲労実験が行われている^{1), 2)}。しかし、最も損傷の多い横リップスリット下部に生じる疲労き裂の発生進展挙動は再現・解明されていない。また、片側アングル補強のそのき裂に対する発生防止効果、およびストップホールを併用しない場合の進展防止効果については確認されていない。本研究では、S 橋を模したバルブリップ鋼床版の疲労試験を実施し、バルブリップと横リップの交差部のスリット下部に生じるき裂の発生進展挙動と、片側アングル補強の予防保全および事後保全効果について検討した。

2. 実験方法

図-1 に試験体の形状と寸法を示す。S 橋のバルブリップと横リップの交差部と同じ構造の実物大試験体を製作した。試験体には横リップを中央に 1 本と、バルブリップを 8 本設けており、横リップスリット下部のスカールアップ半径は 25mm である。文献 3) より、疲労試験の载荷位置は、横リップスリット下部の応力の大きさの順番と実橋の疲労き裂発生箇所数の多い順番がよく一致している D-6 (図-1 に示すリップ③と④の直上) とした。疲労試験前に応力の絶対値が最も大きいリップ③に予防保全として片側アングル補強を施した (図-1 参照)。荷重範囲は、ダブルタイヤ 1 組 (1 輪) で $\Delta P=140\text{kN}$ (20~160kN) とした。また、

無補強で発生した疲労き裂がある程度進展する度に、事後保全として片側アングル補強を施した。なお、1820 万回の繰返し载荷後、リップ②のスリット部の疲労き裂を再現するために、载荷位置を D-6 から D-4 (図-1 に示すリップ②と③の直上) に変更し、疲労試験を続行した。

3. 実験結果

3.1 疲労き裂の発生進展挙動

载荷位置 D-6 で繰返し载荷では、荷重直下のリップ③と④の横リップスリット上下部にのみ疲労き裂が発生した。

写真-1 (1), (2) にリップ④と③のスリット下部に生じた疲労き裂を、図-2 に疲労き裂の表面長ささと载荷回数との関係を示す。リップ④のスリット上下部では、両方とも横リップコバ面側溶接止端から疲労き裂が発生した。スリット下部のき裂は、斜め上方 (約 25 度) に進展した後、デッキプレートの方へ上に向きを変えながら進展した。き裂は表面長さが 120mm 程度まで進展した後、停留した。リップ③のスリット下部では、横リップコバ面側溶接止端と、溶接止端から 3mm 離れた横リップコバ面母材部の 2 箇所から疲労き裂が発生した。溶接止端から発生したき裂は斜め上方 (約 30 度) に 3mm 程度まで進展したが停留し、横リップウェブ板厚は貫通していない。母材部から発生したき裂は横リップウェブ板厚を貫通し、水平方向に進展した後、斜め下方 (約 10 度) に向きを変えて進展した。き裂は表面長さが 73mm 程度まで進展した後、停留した。

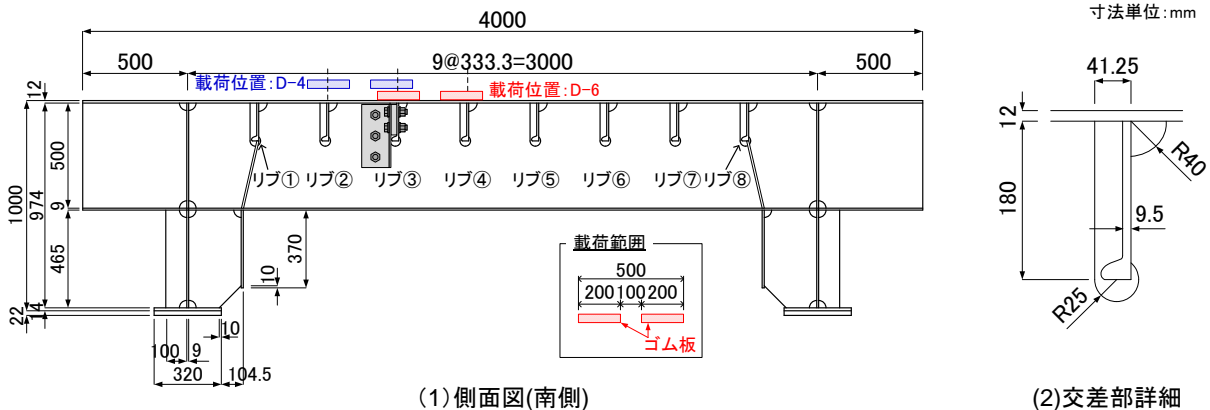


図-1 試験体の形状と寸法および疲労試験载荷位置

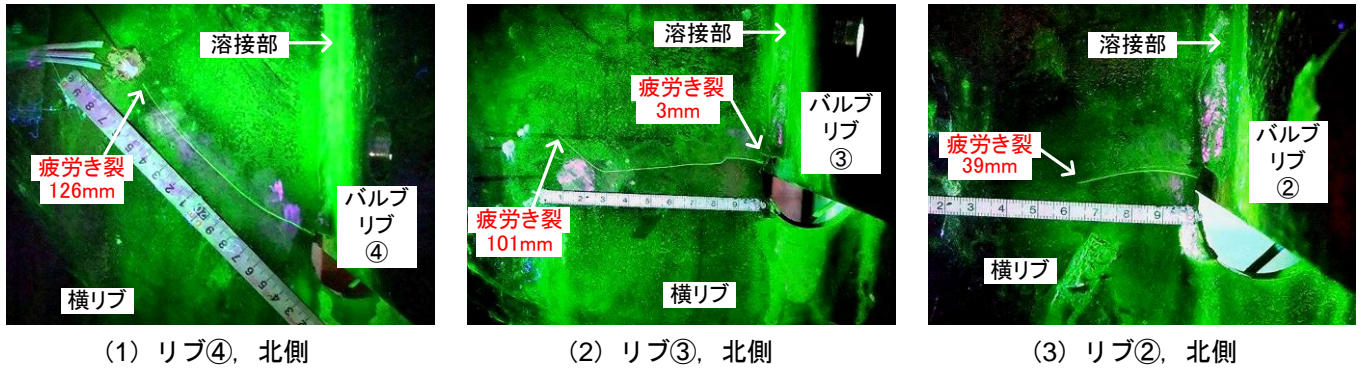


写真-1 スリット下部に生じた疲労き裂 (N=1990万回)

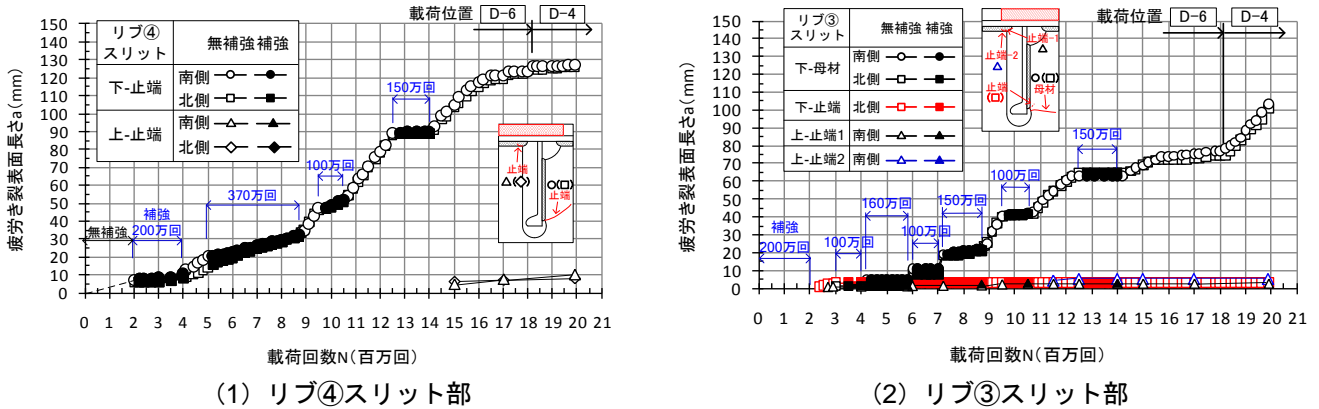


図-2 疲労き裂の表面長ささと载荷回数との関係

载荷位置 D-4 に変更後、荷重直下のリブ②の横リブスリット上下部で疲労き裂が発生した。リブ②では、荷重が直上でない (D-6) 载荷でき裂は発生せず、荷重を直上に変更後発生したことから、き裂の発生に対して、バルブリブ直上载荷の影響が大きいと考えられる。写真-1 (3) にリブ②のスリット下部に生じた疲労き裂を示す。スリット下部のき裂は、横リブコバ面側溶接止端から 4mm 程度離れた母材部から発生した。き裂は横リブウェブ板厚を貫通し、水平方向に進展した後、徐々に斜め下方 (約 10 度) に向きを変えながら進展した。リブ③のスリット下部の母材部から発生し、停留していたき裂は、载荷位置を D-4 に変更後、斜め上方 (約 40 度) に向きを変えて再び進展し始めた。なお、リブ①、⑤～⑧のスリット部では疲労き裂は発生せず、リブ③のスリット上部の疲労き裂、リブ④のスリット上下部の疲労き裂は停留したままであった。

3.2 片側アングル補強効果

図-2 (2) より、予防保全として片側アングル補強を施していたリブ③のスリット部では、200万回繰返し载荷したが疲労き裂は発生せず、片側アングル除去後40万回の繰返し载荷でスリット下部に疲労き裂が発生した。したがって、疲労き裂発生寿命が約5倍以上延長され、十分な疲労き裂発生防止効果が確認された。また、図-2 (1), (2) よ

り、横リブのスリット下部から発生し、横リブウェブに進展した疲労き裂に対して、片側アングル補強により、き裂表面長さが5mm程度以下であれば進展が停止し、5~10mm程度で停止または進展速度が約1/2に低下、20mm程度で進展速度が約1/2~1/12に低下、40~50mm程度で進展速度が約1/3~1/12に低下し、60mm以上では進展がほぼ停止した。したがって、片側アングル補強のみでも十分な疲労き裂進展抑制 (事後保全) 効果が確認された。

4. おわりに

本研究により、バルブリブと横リブの交差部の横リブスリット下部に生じる疲労き裂の内、斜め上方と水平方向に進展するき裂を再現し、それらの発生進展挙動を明らかにすることができた。また、スリット下部のき裂に対して、片側アングル補強によって十分な予防および事後保全効果があることが確認された。今後、引き続き疲労試験を実施し、スリット下部に生じ、斜め下方へと進展するき裂の再現を試みる予定である。

【参考文献】1) 崎谷ら：バルブリブ鋼床版の疲労損傷対策に関する実橋応力計測と疲労試験，鋼構造年次論文報告集，第17巻，pp.337-344，2009。2) 山岡ら：A橋タイプの鋼床版バルブリブと横リブ交差部の疲労挙動と損傷対策，構造工学論文集Vol.56A，2010(掲載予定)。3) 山岡ら：S橋バルブリブ鋼床版試験体の疲労挙動，土木学会第64回年次学術講演会講演概要集，I-134，2009。