

鋼床版縦リブと横リブスリットの溶接部の疲労強度とき裂補修法

名古屋大学 学生会員 ○伊藤 あゆみ 名古屋大学 正会員 判治 剛
名古屋大学 フェロー会員 舘石 和雄 名古屋大学 正会員 清水 優

1. はじめに

鋼床版閉断面リブ（縦リブ）と横リブスリットの溶接部から生じる疲労き裂は、鋼床版全体の約4割を占めるといわれているが、その疲労強度は十分に明らかになっていない。本研究では、そのき裂の中で縦リブウェブの面外曲げに主に起因する縦リブ側止端のき裂¹⁾に着目し、縦リブを主板、横リブを付加板とする面外ガセット溶接継手と考え、主板が繰返し面外曲げを受けたときの疲労強度を検討した。

2. 試験体および試験方法

試験体は図-1に示す面外ガセット溶接継手である。主板厚は6mmとし、付加板厚は実際の鋼床版を基に、9mm、16mm、25mmの3種類とした。供試鋼材はSM490Yである。鋼床版の製作方法を参考にし、図-2に示すように、スリット部を模擬するための邪魔板を付けた状態で主板を77.5°傾け、立向上進溶接で製作したもの（タイプIと呼ぶ）と、主板を水平に置き、水平溶接で製作したもの（タイプIIと呼ぶ）の2種類とした。タイプIとタイプIIにおける溶接部の状況を図-3に、止端形状計測結果を図-4に示す。図より、主板側の止端に着目すると、立向上進溶接では水平溶接に比べて止端角が小さく、止端半径が大きいことがわかる。これは溶接金属が硬化するまでに重力によって若干下に垂れるためである。一方、付加板側ではそれとは逆に、タイプIのほうが止端半径が小さい。载荷には板曲げ振動疲労試験機を用い、止端位置の公称応力範囲は70N/mm²、100N/mm²、120N/mm²程度の3パターンとした。応力比はR=0とした。

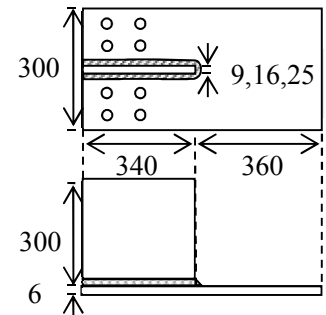


図-1 試験体 (単位: mm)

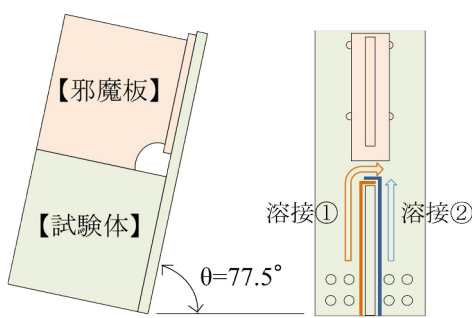


図-2 溶接方法

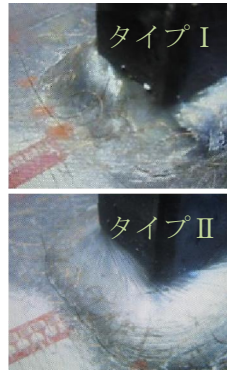
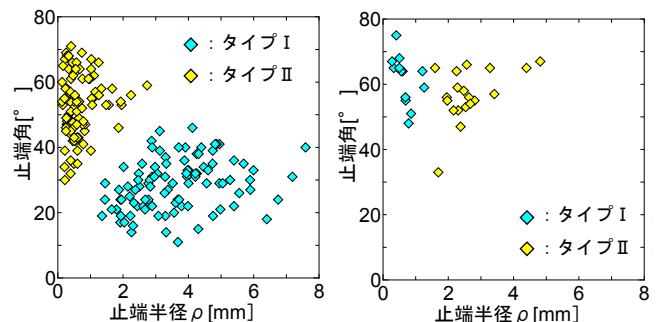


図-3 止端状況



(a) 主板側

(b) 付加板側

図-4 止端形状計測結果

3. 疲労試験結果

公称応力で整理した結果を図-5に示す。ここでは、廻し溶接止端にき裂を発見したときの繰返し数 (N_cと呼ぶ) と、き裂が止端から主板上に10mm進展したときの繰返し数 (N₁₀と呼ぶ) で整理し、後者を疲労寿命とした。曲げ応力下であるため応力範囲を4/5倍している。なおN₁₀の時点でき裂は板厚をほぼ貫通していた。図より、付加板厚の違いによる疲労強度の差はほとんどみられないことがわかる。また、タイプIIの結果はタイプIの左側に位置しており、N₁₀ではいずれもG等級は満足しているが、タイプIIはG等級付近に、タイプ

キーワード 鋼床版, 横リブスリット, 板曲げ, ICR 処理

連絡先 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院 工学研究科 社会基盤工学専攻 TEL052-789-4620

IはGからE等級の間に分布している。この差は、前述のとおり、止端形状の違いに起因するものと考えられる。また、廻し溶接近傍の応力集中ゲージの値から求めたホットスポット応力で整理した結果を図-6に示す。応力参照点には $0.5t-1.0t$ (t : 主板厚 6mm)²⁾を採用した。寿命には N_{10} をとっている。タイプIは止端形状が滑らかであったため、若干高い領域にプロットされているが、全体としてD等級を下限として分布している。よって、若干安全側ではあるが、通常の継手に対して示されている方法である、ホットスポット応力とE等級の疲労強度曲線を照らし合わせるにより評価できる可能性があるといえる。

4. き裂補修法

疲労き裂の補修法としてICR処理を考えた。 N_{10} に達した一部の試験体に対してICR処理を施し、その効果を検討した。実橋での作業を考え、図-2に示す邪魔板を取り付けた状態で、片面(付加板取付側)からのみ処理を施した。また、スリット内にある廻し溶接部を処理することは難しいため、主板に伸びたき裂部分のみを通常の手順³⁾で処理した。処理は主板を立てた状態で行った。ICR処理後、試験を再開し、き裂が止端から主板上に 30mm 進展した時点(N_{30})で試験を終了した。結果を図-7に示す。全ての結果は N_{30} で整理している。図より、ICR処理による延命効果はほとんどみられない。これは、貫通き裂に対して片面のみの処理であるため、裏面のき裂進展に伴って表面のき裂も伸びたためであると考えられる。

5. まとめ

本研究では、鋼床版縦リブと横リブスリットの縦リブ側止端の疲労き裂に着目し、その交差部を簡易に模擬した主板厚 6mm の面外ガセット溶接継手に対する板曲げ下の疲労試験を実施した。その結果、主板厚が 6mm と極端に薄い場合であっても、公称応力基準ではG等級、ホットスポット応力基準では、多少安全側ではあるがE等級を強度曲線として考えればよいこと、貫通き裂に対して片面からのみICR処理を施しても効果はほとんどないことが示された。

謝辞 本研究を進めるにあたり、日本橋梁建設協会鋼床版小委員会交差部WG委員には多大なるご助言をいただきました。ここに記して深謝申し上げます。

参考文献 1) 判治ら：構造工学論文集，Vol.59A，pp781-789，2013。 2) 判治ら：第69回土木学会年次学術講演会概要集，部門I，pp.943-944，2014。 3) 石川ら：土木学会論文集A，Vol.66，No.2，pp.264-272，2010。

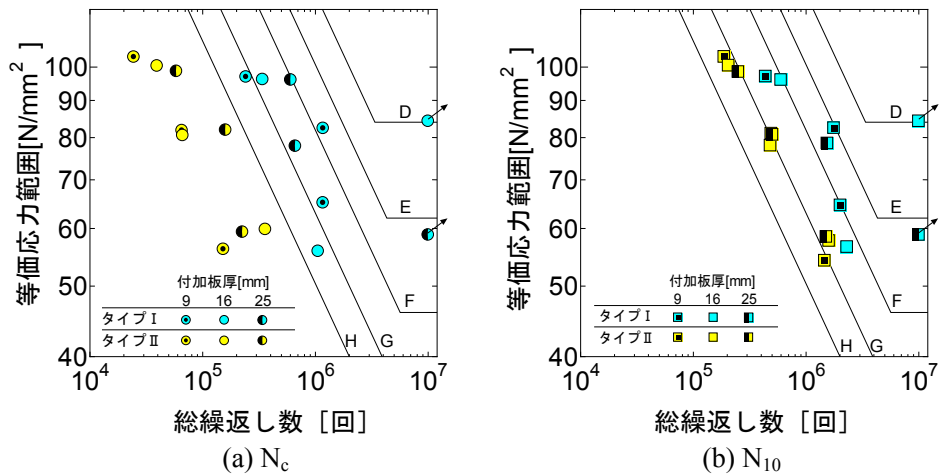


図-5 公称応力で整理した疲労試験結果

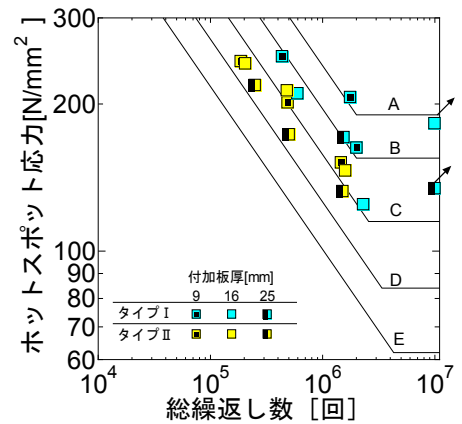


図-6 ホットスポット応力で整理した疲労試験結果

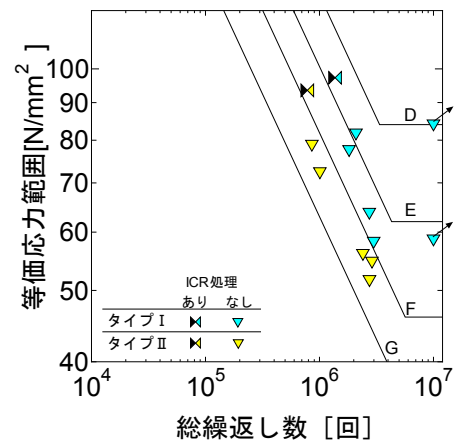


図-7 ICR処理の効果