

面外ガセット継手のルート部・ガセット止端部から発生した疲労き裂への ICR 処理

JFE エンジニアリング 正会員 ○柿市 拓巳
 名古屋大学名誉教授 正会員 山田健太郎
 京都大学 正会員 石川 敏之

1. はじめに

著者らは、板曲げを受ける溶接継手に発生する疲労き裂のうち、溶接止端から発生するき裂への簡易な補修方法として、衝撃き裂閉口処理(以下、ICR 処理)を開発した¹⁾。ICR 処理は、市販のエアツールによりき裂近傍の母材を叩くことでき裂表面を閉口させ、疲労寿命を向上させる工法である。これまでに、板曲げを受ける面外ガセット溶接継手、T 字すみ肉溶接継手、側面ガセット継手の溶接止端から発生する疲労き裂に ICR 処理を行い、大幅な疲労寿命の向上効果を確認している^{2)~4)}。しかし、溶接ルート部やガセット側の溶接止端から発生する疲労き裂は、ICR 処理により溶接部のき裂を閉口できない場合があり、それらのき裂への ICR 処理の効果が確認されていない。そこで、本研究では面外ガセット溶接継手を対象として、溶接ルート部またはガセット側の溶接止端から発生した疲労き裂に ICR 処理を行い、その疲労寿命向上効果を板曲げ振動疲労試験により確認する。

2. 疲労試験

本研究で用いた試験体は、面外ガセット溶接継手試験体である。試験体は、図-1 に示すように板厚 12mm、幅 300mm、長さ 700mm の鋼板に、板厚 12mm、長さ 340mm、高さ 300mm の鋼板をすみ肉溶接したものである。溶接は、ルート部またはガセット側の止端からき裂を発生させるために、ガセット側を 3.5mm、母材側を 6mm とした不等脚すみ肉溶接とした。疲労試験は、板曲げ振動疲労試験機⁵⁾ を用いて応力比 $R=-1$ で行った。ICR 処理は、以下に示す状態に対して行った。

a) as-welded 試験体

溶接したままの状態、すなわち ICR 処理を行っていない基準の試験体。過去の面外ガセット試験体の結果と比較する。

b) $N_{R10}(N_{R20})+ICR$ 試験体

溶接ルート部またはガセット側の止端から発生した疲労き裂が N_{10} または N_{20} まで進展した段階で ICR 処理を行った試験体。ICR 処理は、図-2 に示すように母材に進展したガセット両側のき裂を I~III の順序で処理を行い、き裂表面を閉口させた。

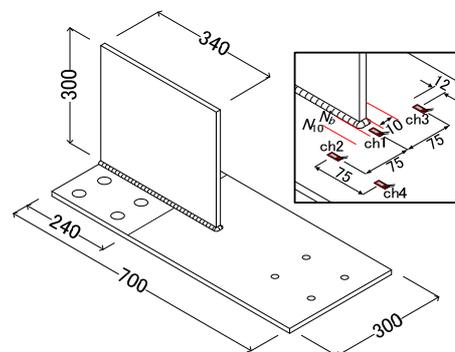


図-1 疲労試験体

3. 疲労試験の結果

疲労試験の結果をS-N線図として図-3に示す。図の横軸は疲労き裂が溶接止端から30mm進展した段階あるいは、試験体の裏側からき裂が発生した段階の繰返し回数であり、ICR処理した試験体はICR処理後の繰返し回数を示している。また、図にはJSSCの疲労強度等級に加え、面外ガセット継手試験体のas-weldedのmean±2s、母材側の溶接止端から発生したき裂に N_{10} の段階でICR処理した結果²⁾も示されている。まず、 N_{10} に進展した段階でICR処理した試験体2体の内、1つの試験体では、1000万回の繰返し载荷を行っても、き裂の進展が見られなかったため、応力範囲を $\Delta\sigma=180\text{MPa}$ に上げて、再度試験を行った結果、試験体の裏側からき裂が発生し、破断に至った。も

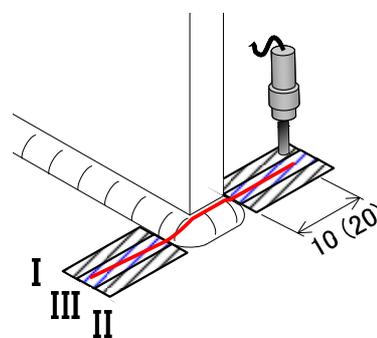


図-2 ICR 処理順序

キーワード：ICR 処理、面外ガセット、板曲げ、疲労寿命改善、ルートき裂

連絡先：〒230-8611 神奈川県横浜市鶴見区末広町 2-1 TEL：045-505-7435

う一方の試験体では、ICR処理直前と同じ応力範囲で
 載荷した結果、90万回で試験体の裏側からき裂が発生
 し、破断に至った。したがって、疲労試験の結果から
 その疲労強度は、as-weldedの上限値程度であり、載荷
 する応力範囲によってはき裂の進展が停留し、それ以
 上の疲労強度の向上効果を確認することができた。また、
 既往の研究で行われた母材側の溶接止端から発生
 した疲労き裂にICR処理した N_{10} +ICR試験体と比較す
 ると、本試験では載荷荷重が大きいため疲労寿命の向
 上効果が小さいと考えられるが、ICR処理による疲労
 寿命向上効果を確認することができた。

N_{20} の段階でICR処理した試験体では、ICR処理直
 前と同じ応力範囲で行ったところ、82万回載荷した
 ところで、試験体の裏側からき裂が発生し、破断に至
 った。その疲労強度は、 N_{R10} +ICR試験体と同程度であ
 り、as-weldedの上限値程度の疲労強度であることを確
 認できた。

疲労き裂が N_{10} に達した段階でICR処理を行った
 N_{R10} +ICR試験体の疲労破面を図-4に示す。この試験体
 では、ICR処理後、 $\Delta\sigma=140\text{MPa}$ で1000万回載荷した
 が、き裂の進展が見られなかった。その後、応力範
 囲を $\Delta\sigma=180\text{MPa}$ に上げたところ、き裂が進展し、破
 断に至った。ICR処理前のき裂進展は、as-welded試験
 体と同様にガセット側の溶接止端から発生した疲労き裂が溶接ビードを貫通するように進展した後、母材に進展し、
 半だ円形状にき裂が進展している。ICR処理後のき裂進展は、母材部のき裂表面が閉口しているため、内部でのき裂
 進展が大幅に遅延され、試験体裏側から発生したき裂が進展し、表側に貫通し、破断に至ったことがわかる。

ICR処理後のき裂進展は、母材部のき裂表面が閉口しているため、内部でのき裂
 進展が大幅に遅延され、試験体裏側から発生したき裂が進展し、表側に貫通し、破断に至ったことがわかる。

4. まとめ

板曲げを受ける面外ガセット溶接継手に対して、溶接ルート部またはガセット側の溶接止端から発生した疲労き
 裂にICR処理を行い、その疲労寿命の向上効果の検討を行った。疲労試験の結果から、ICR処理により母材部に進
 展したき裂を閉口させた場合、as-weldedの上限値以上の疲労寿命を示しており、低い応力範囲ではより高い疲労寿
 命の向上効果があると考えられる。

参考文献

- 1)山田健太郎, 石川敏之, 柿市拓巳: 疲労き裂を閉口させて寿命を向上させる試み, 土木学会論文集 A, vol.65, No.4, pp961-965, 2009.
- 2) 石川敏之, 山田健太郎, 柿市拓巳, 李蒼: ICR 処理による面外ガセット溶接継手に発生した疲労き裂の寿命向上効果, 土木学会論文集 A, Vol.66, No.2, pp264-272, 2010.
- 3)柿市拓巳, 山田健太郎, 石川敏之, 小山翔生: 板曲げを受けるすみ肉溶接継手へのICR処理, 土木学会第65回年次学術講演会, I-105, pp.209-210, 2010.
- 4)山田健太郎, 柿市拓巳, 石川敏之, 近藤明雅, 野々目泰介: 鋼板の側面に平板が直角に溶接された継手へのICR処理の適用, 土木学会第65回年次学術講演会, I-133, pp.265-266, 2010.
- 5)山田健太郎, 小藺江朋堯, 小塩達也: 垂直補剛材と鋼床版デッキプレートのすみ肉溶接の曲げ疲労試験, 鋼構造論文集, 第14巻第55号, pp.1-8, 2007.

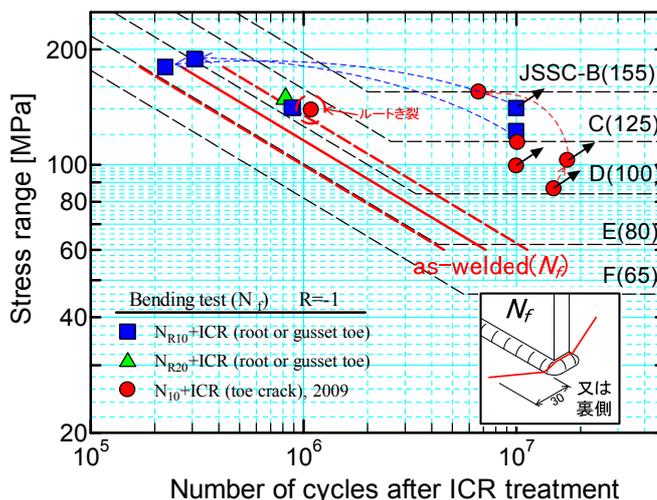


図-3 $N_{R10}(N_{R20})$ +ICR 試験体の疲労試験結果

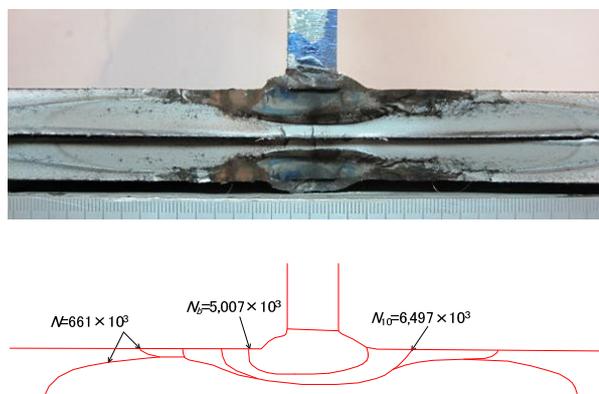


図-4 N_{R10} +ICR 試験体の疲労破面