

面外ガセット継手の板曲げ疲労強度向上法の検討

名古屋大学 学生会員 李 蒼 柿市 拓巳 正会員 山田 健太郎 石川 敏之

1. はじめに

供用中の鋼橋で部材の曲げ変形の繰り返しによって生じる疲労き裂が多数報告されている。特に、図-1 に示すような鋼床版デッキプレートと垂直補剛材上端部のまわし溶接部に数多くのき裂が発生している。これらの疲労き裂に対して様々な補修・補強方法が検討されているが、確立されたものには至っていない。今までの補修・補強方法としては、構造的な応力集中を低減するための半円切欠工法や、圧縮残留応力を導入するためのショットピーニングと UIT¹⁾、鋼床版に対する反力を導入するリフトアップ工法²⁾などがある。しかし、これらの方法は作業面やコスト面、交通ネットワークの確保の面で問題があり、補修・補強効果が検討されている段階である。そのため、低コストで簡易な補修・補強方法が望まれている。

著者らは、疲労き裂の近傍の母材を叩いてき裂を閉口させることによりき裂の進展を遅延させる工法を開発した³⁾。本研究では、この工法をき裂が発生した場合に加え、き裂が発生する前にも適用し、疲労強度向上効果を板曲げ疲労試験により明らかにする。

2. 試験方法

本試験では図-2 に示すような鋼床版のデッキプレートと垂直補鋼材のまわし溶接部をモデル化した面外ガセット試験体(SM490)を用いた。試験には、山田ら⁴⁾により開発された板曲げ振動疲労試験機を用いて行なった。この疲労試験機は、載荷フレームに試験体を片持ち梁的に固定し、試験体の自由端側に加振機を取り付け、強制的に振動させることにより板曲げ応力を発生させるタイプのものである。試験状況を図-3 に示す。

試験体には、構造形状の変化などによる応力集中を避け、公称応力範囲を得るために溶接止端から板幅方向に 75mm の位置にひずみゲージを貼り付けた。さらに、疲労き裂を検出するために、被覆銅線(φ0.04mm)を貼り付けた(図-2)。各被覆銅線が断線したときの繰り返し回数を以下のように定義した。溶接止端よりき裂が発生した段階、まわし溶接止端からき裂が離れる段階、き裂が溶接止端から板幅方向に 10mm 進展した段階の繰り返し回数をそれぞれ N_{toe} 、 N_b 、 N_{10} とした(図-4)。



図-1 垂直補剛材上端部に発生する疲労き裂

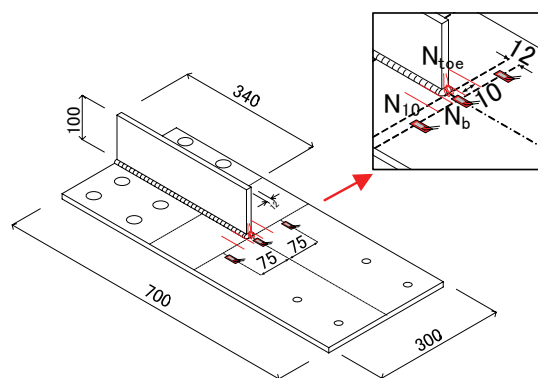


図-2 面外ガセット試験体(mm)



図-3 試験状況

表-1 試験体の種類

シリーズ	試験体
as-welded	GP4, GP8
as-welded+叩き処理	GP5, GP7
Nb+叩き処理	GP1, GP2
N10+叩き処理	GP3, GP6

試験体の種類を表-1 に示す．溶接したままの状態(以下, as-welded), き裂が Nb まで進展した段階, き裂が N10 まで進展した段階で溶接止端近傍の母材を叩いた．母材を叩く手順を図-5 に示す．as-welded と Nb の段階では, 図-5(a)に示すようにまわし溶接部に沿って母材を 1~2 往復叩いた．N10 の段階では, 初めに図-5(b)に示すように母材に進展したき裂を閉口するように叩き, その後まわし溶接部を叩いてき裂を閉口させた．き裂閉口を行なった状態を図-6 に示す．

3. 実験結果

疲労試験の結果を図-7 に示す．図の横軸は, 疲労き裂を閉口してからの繰り返し回数であり, 試験体に疲労き裂を発生させた際の結果も示されている．図からわかるように疲労き裂(Nb, N10)を発生させた段階では, 100 万回以下の繰り返し回数であるが, そのき裂を閉口した後では, 1000 万回以上の繰り返し回数でもき裂が再発生せず, 疲労強度の大幅な向上がみられる．また, as-welded に対して, 溶接止端近傍の母材を叩くことによって, 1000 万回以上の繰り返し回数でもき裂が発生していないことがわかる．GP3 と GP5 では, 1000 万回以上で疲労き裂が再発生しなかったので応力範囲を上げて疲労試験を行った．その結果, き裂が再発生し, N10 に達した値が図-7 に示されている．疲労き裂を発生させた際の N10 と比べて 3 等級以上疲労強度が向上しているが, 試験数が少ないため, 今後さらに疲労試験を進めていく．詳しい考察を行なった結果は, 発表当日に報告する．

【参考文献】

- 1) 野瀬哲郎, 島貫広志: 重ね継手の疲労寿命に及ぼす超音波ピーニングの影響に関する実験および解析, 日本機械学会論文集(A 編) 74 巻 737 号, pp. 166-168, 2008.
- 2) 小芝明弘, 公門和樹, 森猛, 田中雅人, 宮原幸春: 鋼床版垂直スティフナーすみ肉溶接部の疲労を考慮した方法, 土木学会第 61 回年次学術講演会概要集 I-540, pp. 1077-1078, 2006.
- 3) 山田健太郎, 石川敏之: 鋼構造物の疲労き裂補修方法, 特願 2008-299880, 特許出願人 名古屋大学, 2008
- 4) 山田聡, 渡辺直起, 山田健太郎, 小塩達也: 簡易型振動疲労試験機の開発と適用試験, トピー鉄構技報, No. 24, pp. 15-22, 2008.

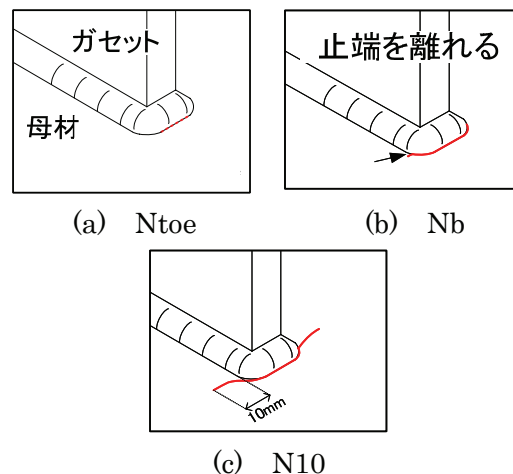


図-4 疲労き裂の定義

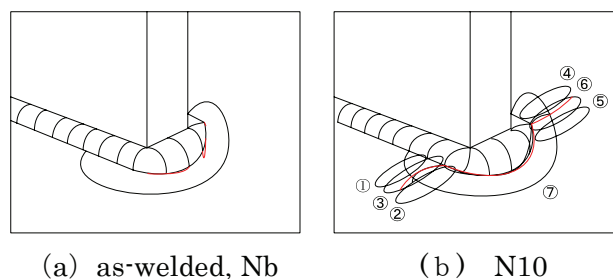


図-5 母材を叩く手順

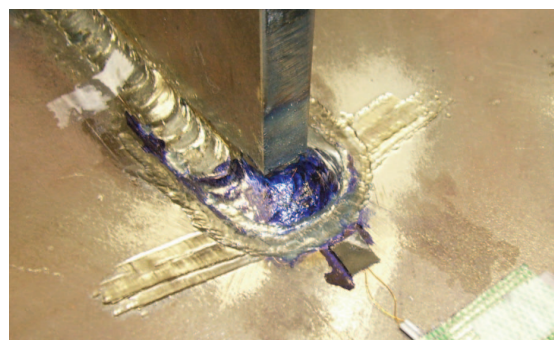


図-6 き裂閉口後の試験体

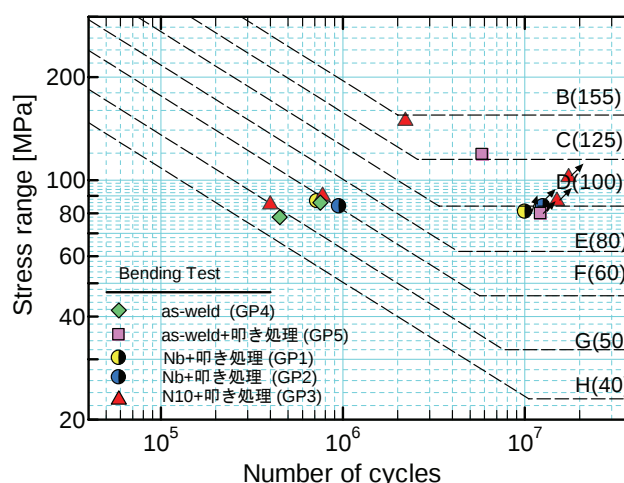


図-7 S-N 線図