

面外ガセット溶接継手の疲労強度に対する止端仕上げ部粗さの影響

法政大学大学院 学生会員 ○廣戸 一也

法政大学 正会員 森 猛, 盧 相坤

日本橋梁建設協会 正会員 射越 潤一, 山田 浩二

1. はじめに

鋼橋には様々な溶接継手が用いられているが、その中でも横桁フランジや主桁ウェブ交差部に用いられる面外ガセット溶接継手の疲労強度は低く、その改善が求められている。疲労強度の改善方法としては、溶接止端形状をグラインダー処理により改善し、応力集中を軽減することが一般に行われている。その際に多く用いられるのが、つくし形や球形の超硬バーである。しかし、超硬バーで仕上げた面は比較的粗いとされている。疲労き裂を補修するためのストップホールの壁面は、#36～#220 程度の砥石付バーを用いて仕上げられることが多い。ストップホール法の円孔壁面の粗さを小さくすることにより、疲労強度が向上することを著者らは既に確かめている。したがって、仕上げ部の粗さを小さくすることができれば、止端仕上げによる疲労強度改善効果も高くなるものと予想される。しかし、面外ガセット溶接継手の仕上げ部の粗さが疲労強度に及ぼす影響については明らかにされていない。

本研究では、面外ガセット溶接継手の溶接止端仕上げ部の粗さが疲労強度に及ぼす影響を明らかにする目的で面外ガセット溶接継手を模擬した小型試験体の疲労試験を行う。

2. 試験体

供試鋼材は板厚 12mm の溶接構造用鋼材 SM490YB (降伏応力: 428N/mm^2 , 引張強度: 556N/mm^2 , 伸び: 24%) である。この鋼材を用いて図-1 に示す面外ガセット溶接継手試験体を製作した。試験体は、溶接のままの AW 試験体、溶接止端部の曲率半径が 3mm となるように球形の超硬バーで仕上げを行った 3R 試験体、3R 試験体の仕上げた溶接止端部をさらに#80 の砥石で仕上げた 3RF 試験体、そして、3R 試験体にブラスト処理を施した 3RB 試験体の計 4 種類である。これらの試験体の溶接止端部を写真-1 に示す。なお、実際の鋼橋の施工では、塗装の下地処理の関係で、仕上げた面にブラストを施すのが通常である。

3R, 3RF と 3RB 試験体の仕上げ部をレーザー変位計 (3 次元形状測定システム: EMS98AD-3D, レーザー: KEYENCE/LK-080) で測定した。測定数は、それぞれ 40 である。粗

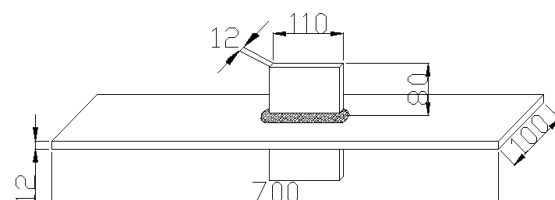


図-1 試験体形状・寸法

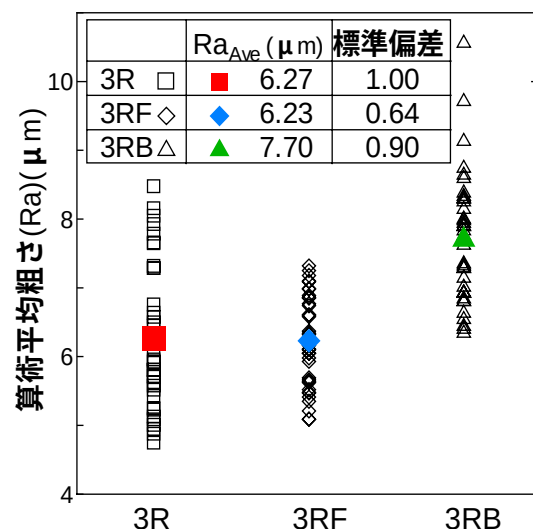


図-2 粗さ測定試験結果

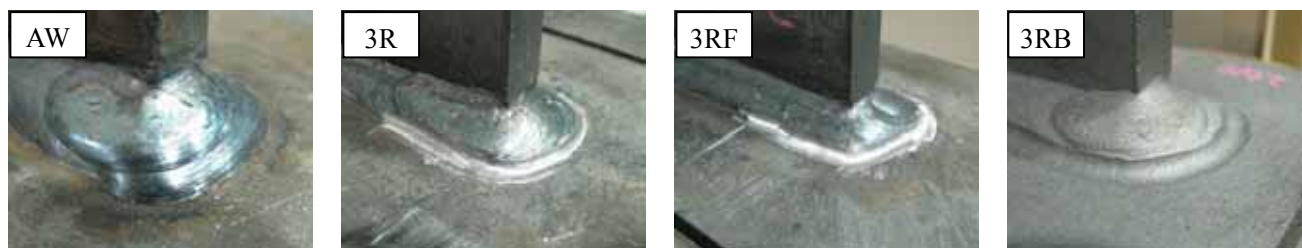


写真-1 各試験体溶接止端部

キーワード：面外ガセット溶接継手, 仕上げ, 粗さ, 疲労強度

連絡先：〒162-0843 東京都新宿区市ヶ谷田町 2-33 法政大学デザイン工学部 TEL 03-5228-1453

さの評価には、算術平均粗さ(R_a)を用いた。測定結果を図-2に示す。いずれの試験体においても測定値のばらつきが大きいものの、3Rと3RF試験体の仕上げ部の粗さの平均値はほぼ同じであり、3RB試験体はそれよりも大きい。

仕上げ、ブラスト処理により溶接止端近傍の溶接残留応力が変化すると考えられるため、溶接止端から5mm離れた位置、試験体幅方向に10mm間隔でひずみゲージを長手方向に貼付し、切断法により残留応力を測定した。その結果を図-3に示す。AW試験体に比べて、仕上げを行った各試験体の残留応力は若干ではあるが低下している。ブラスト処理を施すと残留応力が低下する、場合によっては圧縮の残留応力が誘起されるとも言われているが、ここでの結果は異なった。ただし、残留応力を測定した位置は止端から5mm離れた位置であり、溶接止端での残留応力は不明である。

3. 疲労試験

疲労試験には、動的能力500kNの電気油圧サーボ式材料試験機を用いた。荷重波形は正弦波、繰返し速度は5~14Hzとした。繰返し荷重は下限荷重を10kN(下限応力:8.3N/mm²)で一定とした一定振幅荷重である。ただし、3RB試験体については、先の条件に加えて、上限荷重を420kN(上限応力:350N/mm²)とした条件でも疲労試験を行った。これは、ブラスト処理により疲労破壊起点となる溶接止端近傍に圧縮残留応力が生じた場合に、それが疲労強度に影響を及ぼすことをできるだけ回避するためである。なお、応力範囲は、80~220N/mm²としている。荷重繰返し数が1000万回に達した時点で疲労破壊しなかった場合には、そこで疲労試験を中止した。

3RB試験体の下限荷重一定と上限荷重一定の疲労試験結果を図-4(a)に示す。図中の直線群は、各試験条件で得られた疲労寿命 N に対する応力範囲 $\Delta\sigma$ の回帰直線である。上限荷重を一定として疲労試験を行った場合、下限荷重を一定とした場合と比べて、疲労強度は低くなっている。また、両者の差は応力範囲が小さい場合に顕著となっている。これは、残留応力測定結果からは明らかとはならなかったものの、ブラスト処理によって溶接止端近傍に圧縮残留応力が形成されたためと考えられる。

3RB試験体の下限荷重一定としたものを除いた疲労試験結果を図-4(b)に示す。仕上げを行った3R、3RF、3RB試験体のいずれも疲労強度は、AW試験体に比べて40%程度高くなっている。

これは、JSSC疲労設計指針で規定されている強度等級2ランク上昇に対応する。仕上げ部の粗さが異なる3R、3RF、3RB(上限荷重一定)試験体の疲労強度は、ほぼ同じとなっている。

4. まとめ

溶接止端を超硬バーと砥石で仕上げた場合の仕上げ部の粗さはほぼ同じである。また、それらとブラスト処理をした場合の仕上げ部の粗さは異なるものの、疲労強度はほぼ同じである。

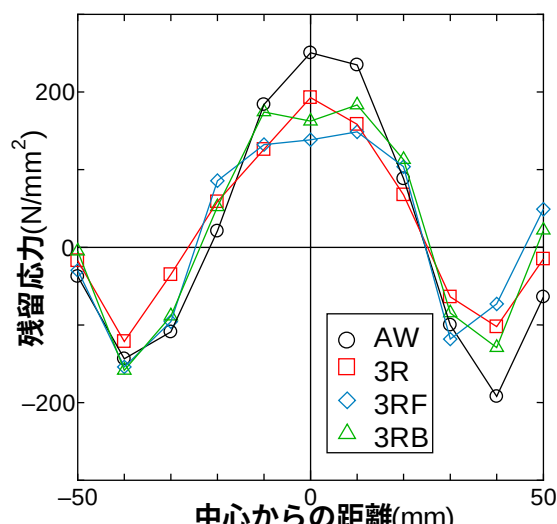


図-3 残留応力試験結果

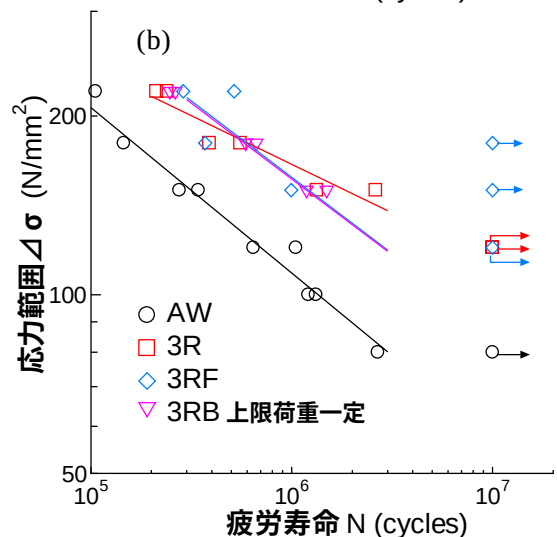
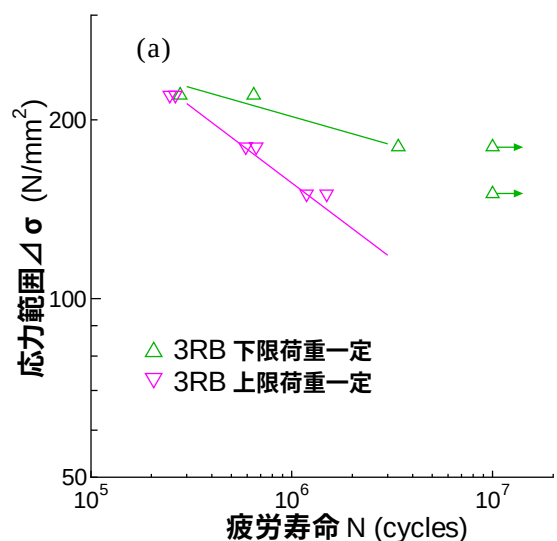


図-4 疲労試験結果