

## 橋梁用高降伏点鋼板 (SBHS) 溶接継手の疲労強度と ICR 補修

施工技術総合研究所 正会員 ○小野秀一, 巽 吉生  
名古屋大学 正会員 舘石和雄, 判治 剛

**1. 本研究の背景および目的** 橋梁用高降伏点鋼板(Steels for Bridge High Performance Structure, 以下 SBHS と呼ぶ) を用いた溶接継手の疲労特性は十分に解明されているとは言い難く, 特に SBHS700 に関してはデータの蓄積がほとんどない. さらに高強度鋼の場合には, 桁のような大型溶接構造物では, いわゆる寸法効果によって疲労強度が低下する懸念がある.

そこで本研究では, SBHS700 を用いた大型桁試験によって, 面外ガセット溶接継手の疲労強度特性について基礎的な検討を行ったので, その結果を報告する.

また本研究では, 疲労き裂が発生した溶接部には, 疲労試験継続のため, 参考文献 1) に示す衝撃き裂閉口処理 (Impact Crack Closure Retrofit Treatment, 以下 ICR と呼ぶ) を行ったので, この結果についても併せて紹介する.

**2. 試験概要** 本研究では, SBHS700 を用いて, I 桁のウェブに複数の面外ガセットを取り付け, 2点支持2点载荷とする4点

曲げの疲労試験を行った. 試験状況を写真-1 に示す. 等曲げ区間を 3m とし, 荷重は下限荷重 17kN, 上限荷重 630kN, 荷重範囲 613kN とした. 試験体は図-1 に示すように, フランジ幅 300mm, 桁高 624mm, 支間長 6,000mm の I 形断面の桁として, ウェブの両面に面外ガセット溶接継手を取り付けたものである. 面外ガセット部の公称応力範囲は, 図-1 に記載しているように, 73MPa~109MPa の 4 レベルである. 溶接は, CO<sub>2</sub> アーク溶接で, 溶接材料には YM-80C を用いた. また, 一部の面外ガセット溶接継手に対してはグラインダにより止端を仕上げた. 板厚はすべて 12mm である. 使用した鋼材の機械的性質は表-1 に示すとおりである.



写真-1 溶接継手桁疲労試験

表-1 鋼材の機械的性質 (ミルシート値)

鋼種	降伏強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)
SBHS700	836	841	23

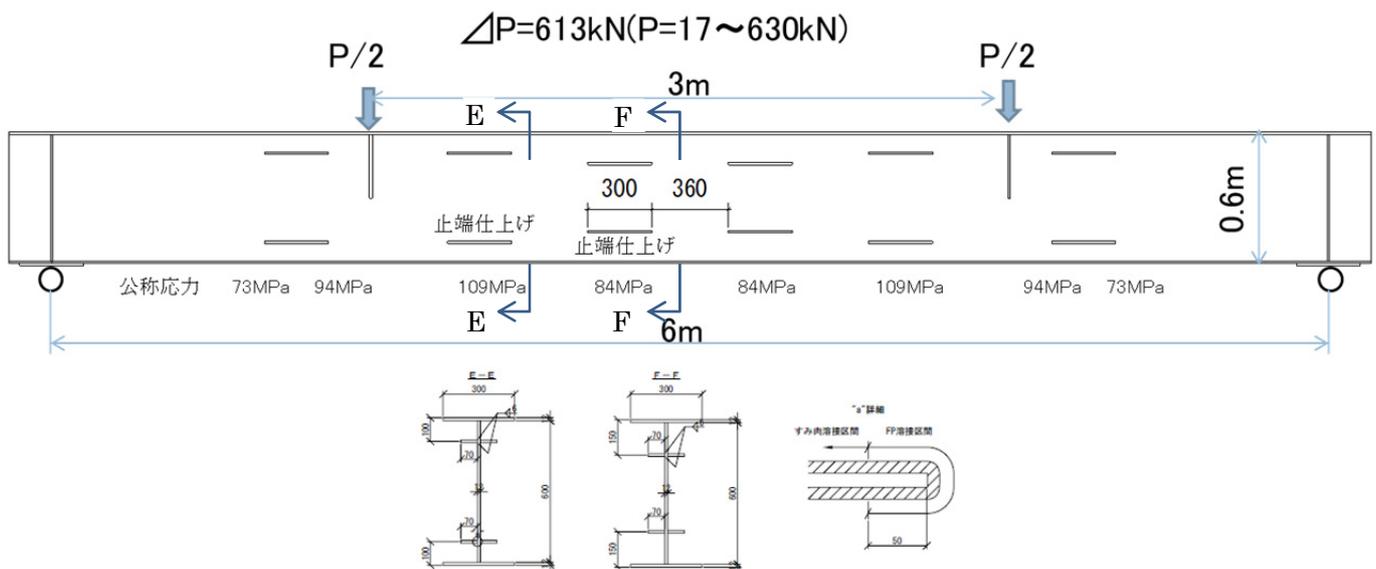


図-2 SBHS700 桁疲労試験体の形状寸法

キーワード SBHS, 疲労強度, 面外ガセット, ICR

連絡先 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154 一般社団法人日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 TEL: 0545-35-0212

**3. 疲労試験結果と疲労強度**

疲労試験は 158.5 万回まで実施した。疲労強度は、き裂長さが溶接ビード止端から 10mm 進展した時点での繰り返し回数と当該部位における公称応力範囲で評価することとした。図-2 に SN 線を示す。図に示すように、JSSC の疲労強度曲線 G 等級を満足する結果となっている。また、溶接部の仕上げを行ったガセット溶接部については、およそ 2 ランクアップとなっている。

**4. き裂補修効果**

ICR は疲労き裂が溶接ビード止端から 10mm 進展した時点で行った。疲労き裂がさらに進展したことが確認された段階で状況に応じて再 ICR あるいはストップホール補修を行った。

桁の引張側に位置するガセット溶接部に行った ICR の補修効果は、ICR についてはき裂の進展が認められるまでの繰り返し回数で評価した。図-3 には ICR の補修効果を示す。公称応力の高い箇所では、ICR 後、約 6 万回の繰り返し繰り返し載荷でき裂の進展が確認された。そこで、桁試験体に荷重を負荷させた状態で ICR を行ったところ、き裂の進展までの繰り返し回数は 40 万回以上と大きくなった。

図-4 には、ICR 部のひずみ測定結果を示す。無負荷で ICR を行った箇所は、回し溶接先端位置では荷重が大きくなってもひずみが増加しない現象が生じており、荷重負荷によってき裂が開口していたと推定される。一方、最大荷重負荷時に ICR を行った箇所は、最大荷重となるまで、ひずみはほぼ直線的に増加しており、き裂は開口していないと考えられる。

**5. まとめ**

本研究では SBHS を用いた溶接継手の疲労特性を明らかにする目的で、SBHS700 材を用いた桁試験体による疲労試験を実施した結果、面外ガセット溶接継手の疲労強度は、従来鋼と比較しても差は無く、これまでの疲労強度等級を適用できることが確認された。

試行した ICR は、応力が高い箇所においては、予荷重を負荷した状態（荷重でき裂を閉口させた状態）で ICR を行うことがより効果的であり、また比較的応力が低いガセット溶接部については補修効果が確認された。

**謝辞**

本研究は日本鋼構造協会「疲労強度向上部会（部長：館石和雄）」の研究の一部として行ったものであり、委員各位をはじめ、日本鉄鋼連盟より多大なるご支援をいただきました。ここに記して深謝いたします。

ICR 施工にあたっては、山田健太郎名古屋大学名誉教授および石川敏之京都大学助教のご指導を賜った。ここに感謝の意を表します。

**参考文献**

1) 山田ら：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, 961-965, 2009.11.

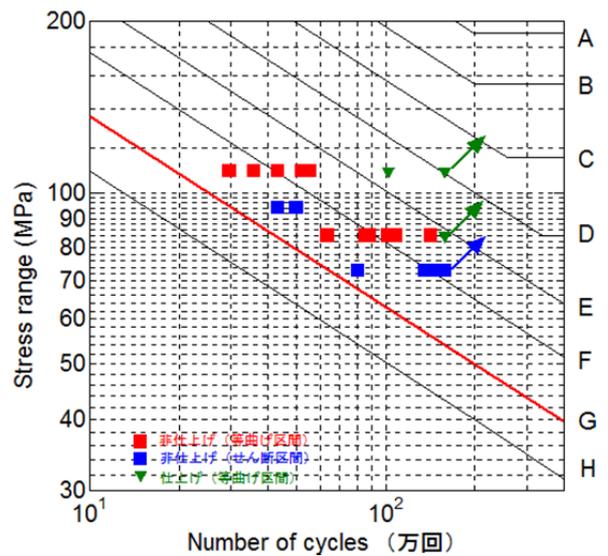


図-2 疲労試験結果

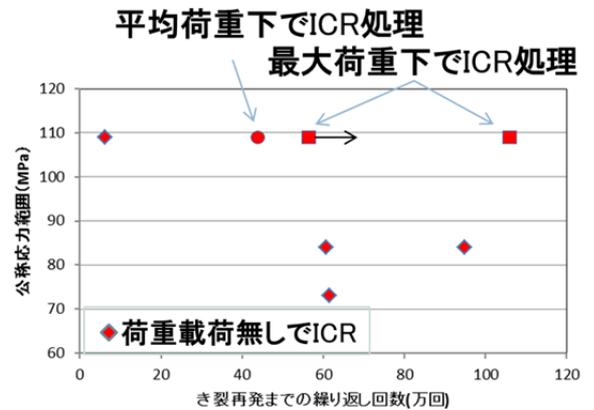
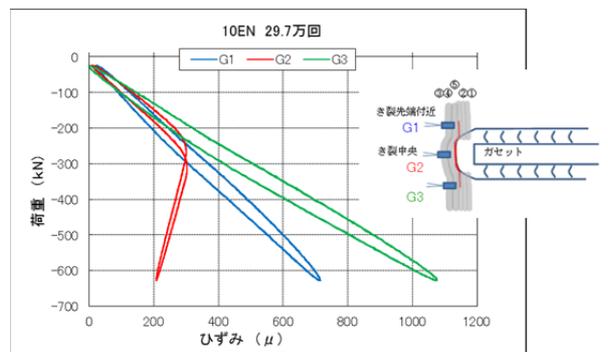
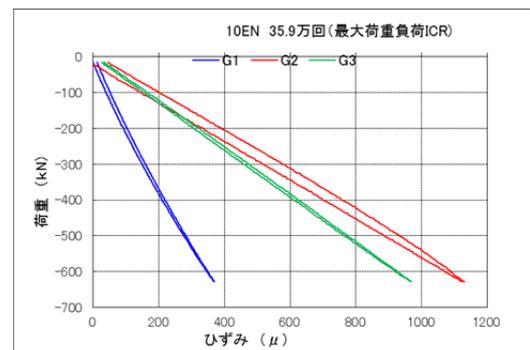


図-3 ICR の補修効果



(1) 荷重無負荷で ICR 実施



(2) 最大荷重負荷で ICR 実施

図-4 ICR 部のひずみ測定結果