

I-397 ウェブガセット溶接継手部に生じた疲労亀裂のストップホールによる補修

法政大学工学部 正会員 森 猛

1. はじめに

溶接部に生じた疲労亀裂を補修する方法の一つにストップホールを用いる方法がある。これは、鋭い疲労亀裂の先端に円孔を明け、応力集中を軽減することにより疲労強度の向上を計る方法である。また、円孔をボルト締めすることにより応力集中はさらに軽減される。本研究では、以上の2つの補修方法をウェブガセット溶接継手部に生じた疲労亀裂に適用し、その効果について実験的に検討する。

2. 試験方法

供試鋼材は板厚 12mm の SM50 である。その降伏点は 370MPa、引張り強さは 570MPa である。溶接は JIS D5016 相当の溶接棒 ($\phi 4$) を用い、電流 140A でサイズが 6mm となるように行なった。試験体は、図 1 に示すように3種類のもの(① as-weld 試験体、②ストップホール試験体、③ボルト締め試験体)を用いている。②、③試験体については、ガセットの片側の端部に $\phi 18$ の円孔を2つ明け、その間は疲労亀裂を模擬するために糸ノコで切断している。また、もう一方のガセット端部は一部の試験体を除き、ペンシル型のグラインダーで仕上げている。ボルト締め試験体では、F10T、 $\phi 16$ の高力ボルトを所定のトルク (3000kg-cm) で締め付けた。②、③試験体の残存断面は①試験体の半分である。

疲労試験は動的能力 500kN の電気油圧サーボ式疲労試験機を用い、下限荷重 20kN とした片振り引張り繰返し荷重下で行なった。繰返し速度は 5~10Hz である。

3. 試験結果

図2に疲労試験により得られた総断面での公称応力範囲と疲労寿命の関係を示す。図中の実線は最小2乗法により求めた疲労寿命に対する応力範囲の回帰直線である。ストップホール試験体の疲労強度は、疲労寿命が 10^6 以下の領域で、as-weld 試験体よりもかなり低くなっている。しかし、長寿命域では、残存断面が半

分になっているにもかかわらず、ストップホール試験体の方が疲労強度が高くなっている。このことは、ストップホールを明けても、円孔の大きさおよび疲労亀裂の長さが本試験で用いた程度であれば、その疲労限度が未使用の as-weld 試験体よりも高くなることを示している。図中の * を付したマークは疲労破壊がストップホールからではなく、非仕上げの溶接止端から生じたことを示しており、このことから低応力範囲レベルではストップホールを明けても、その疲労寿命は as-weld 試験体よりも長くなることがわかる。

ボルト締め試験体での疲労破壊の起点はストップホールではなく、すべて仕上げた溶接止端部であった。したがって、ストップホールを明けボルト締める補修方法を用いれば、その疲労強度は未使用の as-weld の継手のみならず溶接部を仕上げた継手よりも高くなると言える。

ストップホール壁でのひずみ測定結果を図3に示す。図の横軸は総断面での公称応力範囲であり、縦軸はそれに対応するひずみ範囲の測定値である。ここでのひずみ範囲の測定値は所定

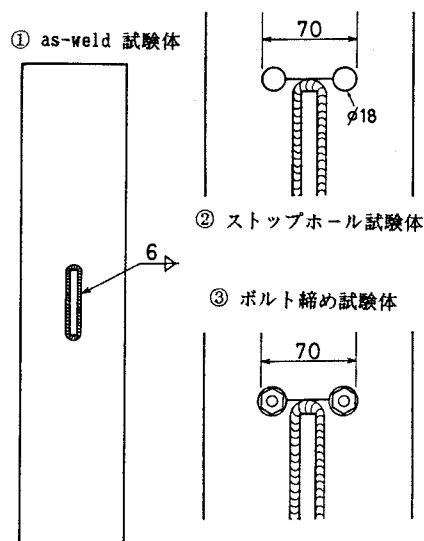


図1 試験体

の大きさで数回繰返し载荷を行なった後の結果である。図中には、厚さ12mm、幅120mmの板の中央に直径23mmの円孔あけた場合のひずみ測定結果も示している。いずれの場合もボルト締めによる応力集中の軽減は明らかである。

図4にストップホール壁でのひずみ範囲の測定値にヤング率 ($2.05 \times 10^5 \text{MPa}$) を乗じるにより求めた応力範囲と疲労寿命の関係を示す。図中には、図3に示した円孔を明けたおよび円孔をボルト締めした試験体の結果も含めている。このような整理をすることにより、試験体の種類、ボルト締め付けの有無による疲労強度の差はなく、したがってストップホール壁での応力集中率を求めることにより、余寿命を精度よく予測できると考えられる。

4. おわりに

ウェブガセット溶接継手部に生じた疲労亀裂に対してストップホールで補修する方法は有効であり、その効果は特に長寿命域において顕著である。ストップホールをボルト締めすると、さらに補修効果は向上し、その疲労強度は未使用の溶接止端部を仕上げた継手よりも高くなる。ただし、ここでの結果は、限られた条件の試験から得られたものであり、汎用性をもたせるためにはさらに検討が必要である。その際、鍵となるのはストップホール壁での応力集中である。

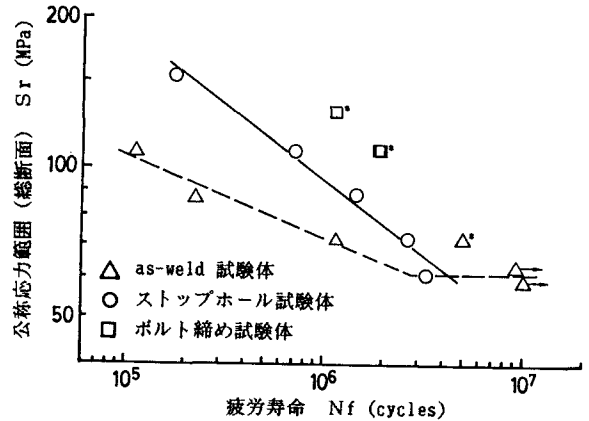


図2 疲労試験結果

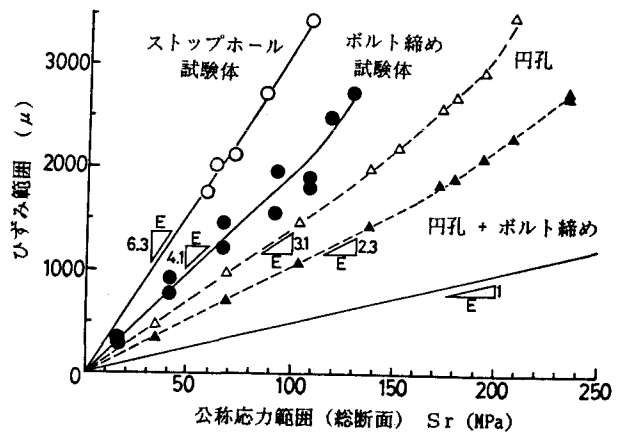


図3 ストップホール壁でのひずみ範囲測定結果

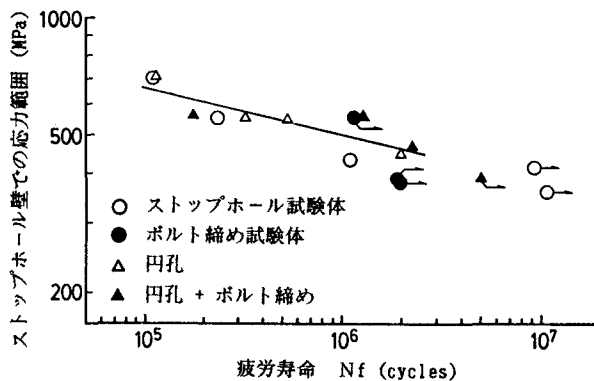


図4 ストップホール壁での応力範囲と疲労寿命の関係