

図-3 ひずみ範囲と繰返し回数の関係 ($N_{toe}+P(\text{preloading})$)

導入されていることがわかる。試験体 AW+P では、オートポンチによりひずみゲージ A に -800μ 程度の圧縮ひずみが導入され、試験体 $N_{toe}+P$ でも、 -500μ 程度の圧縮ひずみが導入されているのでき裂が閉口していると考えられる。

4. 疲労試験結果

一例として、試験体 $N_{toe}+P(\text{preloading})$ のひずみゲージ A のひずみ範囲と繰返し回数の関係を図-3 に示す。 N_{toe} の疲労き裂の導入によって、ひずみ範囲が低下していることがわかる。 N_{toe} の疲労き裂をオートポンチで閉口することにより、ひずみ範囲が再びき裂発生前と同程度に回復している。図-3 に示すように、試験体 $N_{toe}+P(\text{preloading})$ では、き裂閉口後、 $\Delta\sigma=60\text{MPa}$ を 1,000 万回繰返し载荷してもひずみ範囲に変動が見られなかったため run-out とした。

図-4 に、疲労強度 N_{10} に対する、各疲労試験の結果の S-N 関係を示す。繰返し回数は、オートポンチを施工してからの繰返し回数を示している。図では、本研究の試験体と同寸法疲労試験結果²⁾もプロットしている。試験体 AW の結果は、文献 2) の結果と同程度の疲労強度であった。

試験体 $N_{toe}+P(\text{preloading})$ では、 $\Delta\sigma=60\text{MPa}$ で run-out した後、応力範囲を $\Delta\sigma=80\text{MPa}$ として疲労試験を行った結果、約 670 万回の繰返し回数で溶接ルート部から疲労き裂が発生した。ルート部から発生した疲労き裂に対して、平均応力の状態で、き裂の両側面と直上をそれぞれ 2, 3 往復オートポンチで打撃して疲労き裂を閉口し、再び疲労試験を実施したところ、き裂閉口後 1,000 万回繰返し载荷しても溶接止端およびルート部のき裂に進展が見られなかった。このように、平均応力で疲労き裂をオートポンチによって閉口することにより疲労寿命を大幅に遅延できた。

試験体 AW+P も同様に、 $\Delta\sigma=60\text{MPa}$ で 1,000 万回繰返してもき裂が発生しなかったため、run-out として、応力範囲

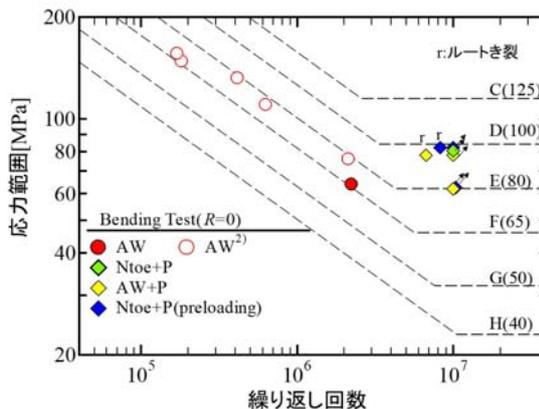


図-4 疲労試験結果

を $\Delta\sigma=80\text{MPa}$ として疲労試験を行った結果、約 610 万回でルート部からき裂が発生した。バネを解放して無応力状態でルートき裂を閉口し疲労試験を再開したところ、1,000 万回繰返し载荷してもルート部のき裂に進展が見られなかった。したがって、 $\Delta\sigma=80\text{MPa}$ では、無応力状態で疲労き裂を閉口した場合でも、疲労寿命の延命効果が高かった。

試験体 $N_{toe}+P$ でも、 $\Delta\sigma=80\text{MPa}$ で 1,000 万回繰返し载荷してもひずみ範囲に変動が見られなかったため run-out とした。溶接止端に発生した N_{toe} 程度の疲労き裂に対しては、無応力状態でき裂を閉口しても、疲労寿命が延命化できた。

5. まとめ

本研究では、オートポンチを用いた簡易ツールによる疲労き裂の進展抑制工法を提案し、その効果を板曲げ疲労試験により明らかにした。本研究の条件の範囲内に対する主な結論を以下に示す。

- 1) オートポンチによる打撃によって比較的小さなき裂は閉口できることを示した。
- 2) 溶接止端から発生した疲労き裂、ルート部から発生した疲労き裂を、オートポンチによる打撃によって閉口することで、疲労寿命を大幅に延命することができた。
- 3) 溶接ままの状態でもオートポンチによる打撃を行うことで、疲労強度が大幅に向上した。

参考文献

- 1) 石川敏之, 山田健太郎, 柿市拓巳, 李蓄: 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, pp.264-272, 2010.
- 2) 判治 剛, 穴見健吾: 止端処理による溶接継手の疲労強度改善効果とその鋼材強度依存性, 構造工学論文集, Vol.63A, pp.646-658, 2017.