

I-A 382 ハンマーピーニング処理による疲労強度の改善効果

東京工業大学 正会員 穴見健吾 東京工業大学 正会員 三木千寿
横河ブリッジ 正会員 名取 暢 J R 東海 正会員 鍛冶秀樹

1. はじめに

溶接継手部の疲労強度を改善する手法の一つにハンマーピーニング処理がある。しかし、この手法には現在明確な処理条件が確立していないこと、また TIG 処理と比較して疲労強度改善効果が小さく、応力比が大きくなると溶接まま試験体の疲労強度より低くなるという報告^[1]があること、更に施工性の問題などの理由により、現在実用化はされているものの、TIG 処理が主に疲労強度改善手法として用いられている。本研究では、ハンマーピーニングの明確な処理手法を検討することを目的として、母板のへこみ量に注目して、ハンマーピーニング処理の疲労強度改善効果を検討した。

2. 試験体および疲労試験結果

疲労試験体を図1に示す。供試材は SM570 である。本研究ではハンマーピーニング処理による疲労強度の改善効果を検討するために溶接まま試験体、TIG 処理試験体の疲労試験も併せて行った。IIW^[2]、JSSC^[1]で示されているハンマーピーニングの処理条件、及び本研究で施したハンマーピーニング、TIG 処理の条件を表1に示す。IIW、JSSC の規定の大きな差異は、母板のへこみ量、および処理パス数の規定である。本研究では、ピーニング処理による母板のへこみ量を 0.2 [mm]、パス数を 1 パスとした。また図2に製作したピーニング処理試験体の止端部近傍を示す。疲労試験は一軸引張载荷、応力比を約 0 で行った。

疲労試験結果を図3に示す。溶接まま試験体と比較して、ピーニング処理および TIG 処理試験体の疲労強度が大きく改善されており、またピーニング処理試験体の疲労強度が TIG 処理試験体とほぼ同程度の疲労強度改善効果が得られたことが分かる。図4にはピーニング処理試験体に発生した疲労き裂の破面観察結果を示す。ピーニング処理試験体では多数の点から疲労き裂が発生しており、またその発生点がピーニング処理面に残る凹凸の鋭い凸部に一致していることが分かる。

IIW	JSSC レポート	本研究のピーニング	本研究の TIG 処理
- 適用-板厚 10~50 mm - 先端半径-6~18 mm - 圧縮空気-5~7 気圧 - 打撃数-30~50 打/sec - 移動速度-15~20 mm/sec - パス数-4 パス ・ 打撃角度-45 度 - へこみ量-軟鋼 0.5 中間 0.2 - 高強度鋼 0.1mm 但し 1mm 未満	- 先端半径-3 mm - 圧縮空気-4 kgf/cm² - 移動速度-40 cm/min - 打撃角度-40 度 - パス数-1 パス - へこみ量に関する規定はない	- 先端半径-12 mm - 圧縮空気-6 kgf/cm² - 打撃回数-43 打/sec - 移動速度-6 mm/sec - 打撃角度-45 度 - パス数-1 パス - へこみ量-0.2	- 使用した TIG 590~790N/mm² 級 - 高張力鋼用ティグ TGS-62 - TIG 処理条件 - 電流 150 A - 電圧 14 V - 速度 7.9 cm/min

表1. IIW、JSSC の規定および本研究における各処理条件

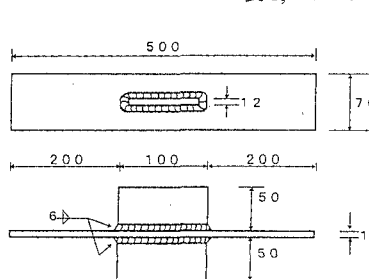


図1. 試験体形状

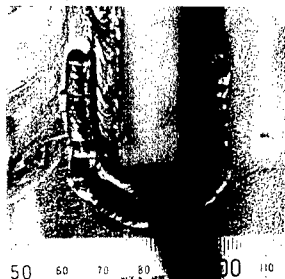


図2. ピーニング処理試験体の止端形状

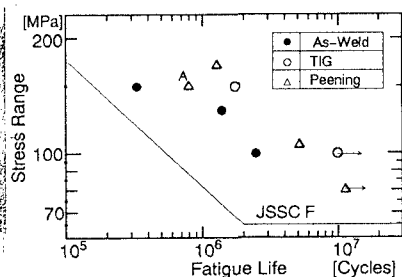


図3. 疲労試験結果

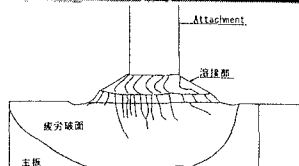
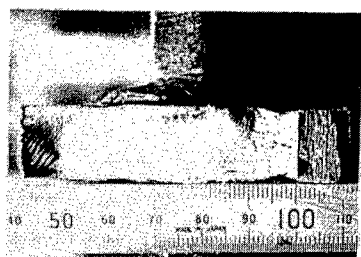


図4. 破面観察結果

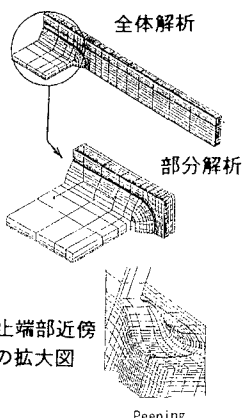


図5. 要素分割の一例

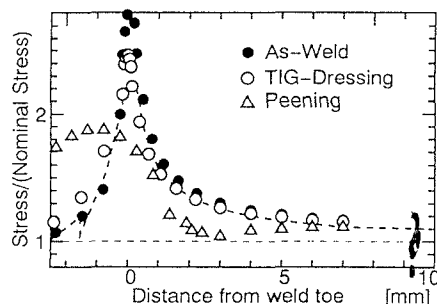
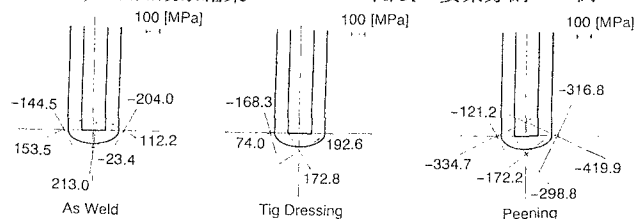


図6. FEM 解析結果



測定点は母板のへこみの終点
より3mm位置

図7. 残留応力測定結果

3. 溶接止端部における応力集中および溶接残留応力の低減

本研究で製作した溶接まま試験体、TIG 処理試験体、ピーニング処理試験体について、印象材を用いて溶接止端部の形状を測定し、FEM 解析によりどの程度溶接止端部における応力集中が低減されているを検討した。図5に要素分割図の一例を、図6に解析結果を示す。この図より TIG 処理と比較して、ピーニング処理を施すことにより大きな応力集中低減効果があることが分かる。また、溶接止端部近傍の溶接残留応力を切断法により測定した結果を図7に示す。溶接まま試験体、TIG 処理試験体と比較して、ピーニング処理試験体では溶接残留応力が圧縮側に变化しており、大きな溶接残留応力の低減効果があることが分かる。

4. 考察、まとめ

本研究で示した処理条件でピーニングを施した試験体は、TIG 処理とほぼ同等の疲労強度の改善効果があることが確認された。これはピーニング処理により溶接残留応力が圧縮側に变化すること、およびピーニング処理による母板のへこみにより応力集中が低減するためであると考えられる。一方、溶接止端部での応力集中、溶接残留応力が TIG 処理試験体と比較して低減されているにもかかわらず、同程度の疲労強度改善効果しか得られないのは、ピーニングを1パスで行っているため、ピーニング処理面で多くの凹凸が生じ、この鋭い凸部で大きな応力集中が生じ、疲労き裂が多点から発生したためと考えられる。この凹凸が鋭い図3の点Aでは、疲労強度改善効果が殆ど現れなかった。このき裂発生点となり得る凹凸を少なく、また鈍くするために、IIW の標準示方書のようにピーニングのパス数を増やすこと、またピーニング処理後にグラインダー処理を行うことなどが有効であると考えられるが、今後施工性の問題と併せて研究する必要があると考えられる。

参考文献

- [1]日本鋼構造協会：止端加工による疲労強度向上法：JSSC レポート No.6,1987
- [2]P.J.Haagensen and S.J.Maddox: Specifications for Weld Toe Improvement by Burr Grinding, TIG Dressing and Hammer Peening for Transverse Welds: IIW Commission 13 DRAFT, October, 1995