

溶接止端処理による縦リブ溶接継手の極低サイクル疲労強度向上効果

名古屋大学 学生会員 ○坪井 龍一
正会員 館石 和雄
東京工業大学 正会員 判治 剛

1. はじめに

溶接継手における極低サイクル疲労強度は、溶接止端形状によって大きく左右されることが明らかになっている。そこで本研究室では止端形状を滑らかにするTIG処理、グラインダー処理に着目し、極低サイクル疲労領域において、これらの止端処理方法の疲労強度向上効果を実験および解析によって明らかにしてきた。しかし試験体の形状や寸法が限られており、より多くの試験結果の蓄積が求められる。そこで、これまで行われてきたT字溶接継手とは異なる、縦リブ溶接継手において極低サイクル疲労試験を行い、TIG処理及びグラインダー処理による疲労強度向上効果を検討した。

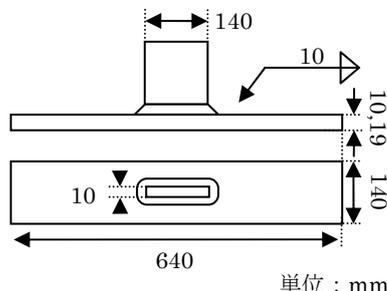


図-1 試験体の形状

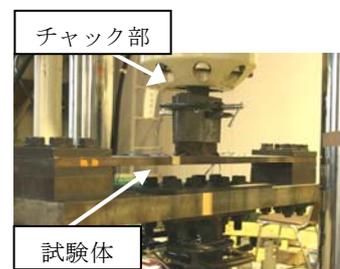
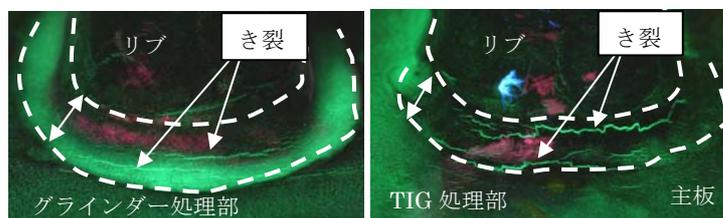


図-2 疲労試験の様子



(a) グラインダー処理 (b) TIG 処理
図-3 き裂発生状況

2. 試験体及び試験方法

試験体の継手形状と寸法を図-1に示す。主板厚が10mm、19mmの2種類の縦リブ溶接継手を用いた。また、溶接止端部にTIG処理およびグラインダー処理を施したTIG処理試験体とグラインダー処理試験体を用意した。図-2に試験の様子を示す。試験体の両端をボルトで固定し、リブを試験機のチャック部につかませ上下に一定の変位振幅を与えることによる変位制御にて試験を行った。試験中、一定サイクルごとに磁粉探傷試験を行うことによりき裂の有無を確認し、き裂が発生するまでの疲労寿命を比較した。

3. 疲労試験結果

図-3にき裂発生状況を示す。写真は試験体の溶接部を斜め上側から撮影したものである。TIG処理試験体はTIG処理部から、グラインダー処理試験体ではグラインダー処理部から数mmのき裂が生じ、それらが結合し、荷重の繰り返しの伴い板幅方向及び板厚方向に進展した。一つのTIG処理試験体においては、図-4に示すように、溶接パスの1層目と2層目の境界付近からき裂が発生し、溶接部を貫通しながら板幅方向に進展した。この理由の一つとして溶接止端部がTIG処理により滑らかに改良されたことにより止端部のひずみ集中が緩和された一方で、溶接層の境界にひずみ集中が生じたことが考えられる。今後、溶接方法や処理の仕方によりき裂発生位置が変化する可能性を、詳細に検討する必要があると考えている。



図-4 処理部以外から発生したき裂の様子

4. 異なる止端処理方法における疲労強度の比較

試験結果を整理するために有限要素解析から求められる弾性公称ひずみ振幅を用いた。弾性公称ひずみ振幅とは溶接部から十分に離れた位置のひずみ分布から溶接止端部の位置へ外挿して求めたひずみの振幅であ

キーワード 極低サイクル疲労, 縦リブ溶接継手, TIG 処理, グラインダー処理, 主板厚

連絡先 〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町 名古屋大学 TEL052-789-3741

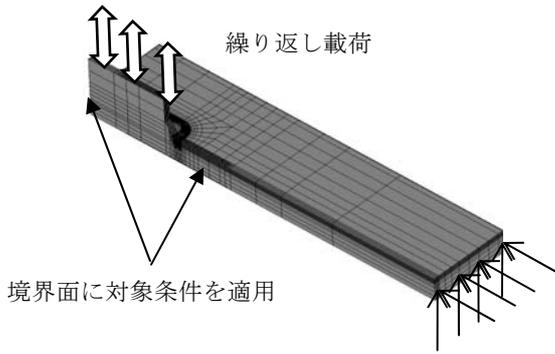


図-5 解析モデル

る。図-5 に作成した解析モデル及び境界条件を示す。対称性を考慮し 1/4 モデルとした。図-6, 7 にそれぞれ主板厚 10mm と 19mm の縦リブ試験体における弾性公称ひずみ振幅とき裂発見時の繰り返し数の関係を示す。図中には、過去に行われた溶接まま試験体の疲労試験結果(館石ら 2008)も併記した。このときのき裂長は 1~3mm であった。主板厚に関わらず、溶接まま試験体と比較して TIG 処理, グラインダー処理ともに少なくとも 4 倍程度の寿命の延びが確認できた。既往の研究より, T 字溶接継手において TIG 処理では少なくとも 4 倍程度, グラインダー処理では少なくとも 3 倍程度の疲労寿命の延びが確認されている。このことから縦リブ溶接継手においても, T 字溶接継手と同程度の疲労寿命向上効果があると考えられる。また TIG 処理とグラインダー処理の疲労寿命の改善効果に大きな差異は見られなかった。

5. 異なる板厚における疲労強度の比較

図-8, 9においてTIG処理及びグラインダー処理それぞれ, 主板厚の違いが疲労強度に与える影響を比較した。その結果, TIG処理, グラインダー処理共に, 主板厚10mmと19mmの試験体の疲労強度に差はほとんど見られなかった。

6. まとめ

縦リブ溶接継手における極低サイクル疲労試験を行い, TIG 処理及びグラインダー処理による疲労強度向上効果の有効性を明らかにした。また, 主板厚が疲労強度に与える影響はほとんど見られなかったが, 縦リブ溶接継手においては主板厚が 2 種類の試験データしかなく, 試験結果も数少ないため, 今後主板厚 19mm 以上の試験体による実験的検討とデータの蓄積を行っていく必要があると考えている。

参考文献

1) 判治ら：局所的なひずみを基準とした溶接継手の極低サイクル疲労強度評価，土木学会論文集，No. 808/I-74，pp. 137-147。
 2) Tateishi K., Hanibuchi, S. and Hanji T. (2008) : Improvement of extremely low cycle fatigue strength of welded joints by toe finishing, IIW document XIII-2232-08.

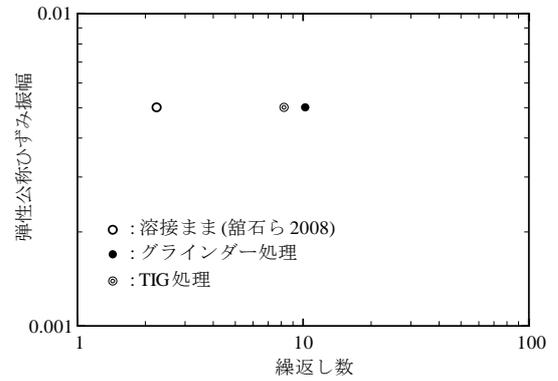


図-6 主板厚 10mm 試験体

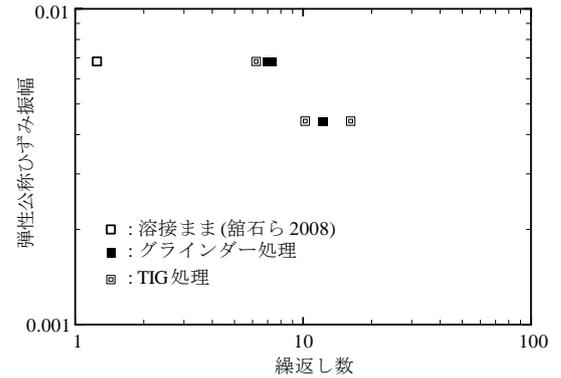


図-7 主板厚 19mm 試験体

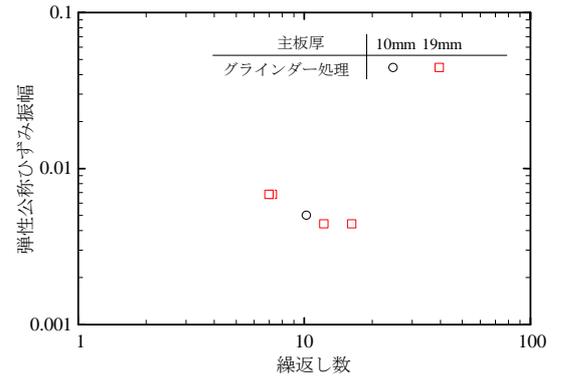


図-8 主板厚の影響(グラインダー処理)

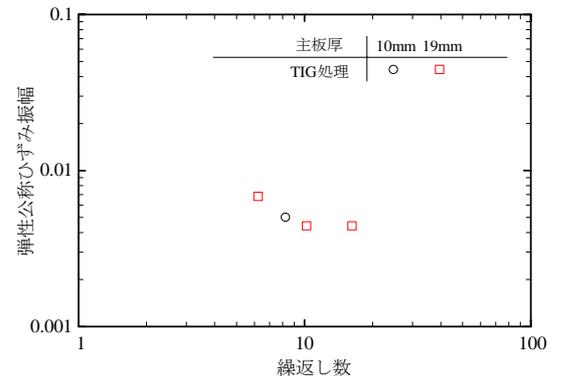


図-9 主板厚の影響(TIG 処理)