

グラインダー処理による溶接残留応力の再分配挙動に関する研究

名古屋大学 学生会員 ○前田 諭志
 名古屋大学 フェロー 館石 和雄
 名古屋大学 正会員 判治 剛

1. はじめに

溶接止端は応力集中や引張残留応力の存在により疲労き裂の起点となりやすい。そこで、応力集中の緩和を主目的としてグラインダー処理が行われることがあるが、それにより溶接止端付近の残留応力が変化し、グラインダー処理による疲労強度向上効果に影響を与える可能性がある。そこで、グラインダー処理による残留応力の再分配挙動を明らかにするために、X線応力測定法を用いてグラインダー処理部表面の残留応力を計測した。また、熱弾塑性有限要素解析によりグラインダー処理を再現し、残留応力分布の変化を調べた。

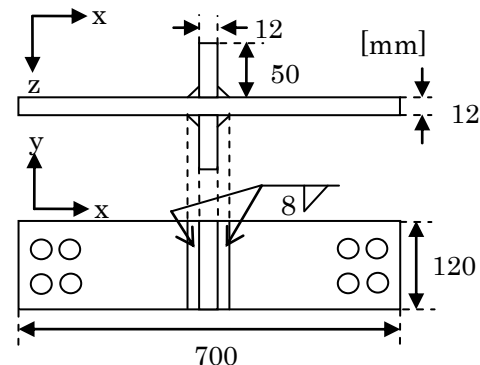


図-1 試験体形状

2. X線応力測定

荷重非伝達型十字溶接継手の試験体(図-1)に対して残留応力の計測を行った。供試鋼材はSBHS500であり、材料特性を表-1に示す。グラインダー処理はバークグラインダーを用い、step1~3の3段階に分けて行った。表-2にそれぞれの処理段階における止端処理形状を示す。切削深さは約0.2mmの電解研磨処理を含めた値である。X線応力測定は、X線スリットの径を1mmとし、並傾法を用いて長手方向の残留応力を計測した。計測結果の一例を図-2に示す。step0はグラインダー処理前の止端から2mm離れた位置での値を示している。また、グラインダー処理後は処理部の最深部での値を示している。試験体の幅方向中央付近で引張残留応力が、両端付近で圧縮残留応力が確認できる。また、グラインダー処理部には比較的大きな引張残留応力が生じており、最大で降伏点の8割程度の大きさとなっている。他の計測結果でも同様の傾向が得られたが、切削深さと残留応力の関係は明確ではない。

表-1 SBHS500 の材料特性

降伏強度 [MPa]	引張強度 [MPa]	伸び [%]
570	633	30

表-2 止端処理形状

step	切削深さ [mm]	止端半径 [mm]
1	1.04	2.57
2	1.55	3.49
3	2.11	4.16

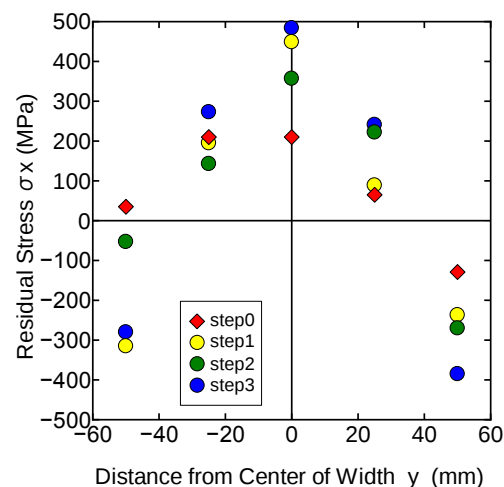


図-2 計測結果

3. FEM 解析

解析モデルおよび境界条件を図-3に示す。降伏強度などの材料特性には文献¹⁾を参考に温度依存性を設定し、その他温度に依存しない材料特性として、単位重量を7.86g/mm³、ポアソン比を0.3、鋼材と空気の熱伝達係数を0.021mW/mm²°Cとした。解析では熱源の移動を再現した。溶接ビード部に沿って熱源を移動させ、熱源に触れたビード部の要素の温度を1500°Cまで上昇させた後、全体の温度が約20°Cになるまで放熱させた。その過程で発生した応力を初期の溶接残留応力とした。

キーワード グラインダー処理, 残留応力, X線応力測定, 熱弾塑性解析

連絡先 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 TEL: 052-789-4620

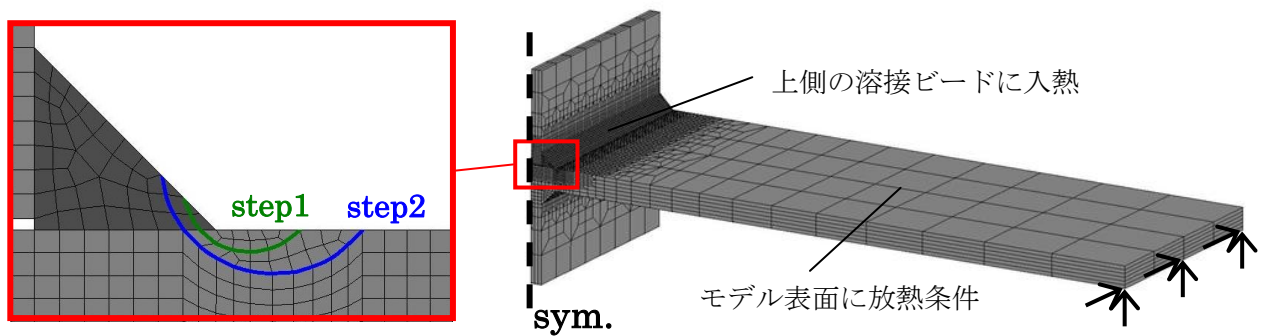


図-3 解析モデルと境界条件

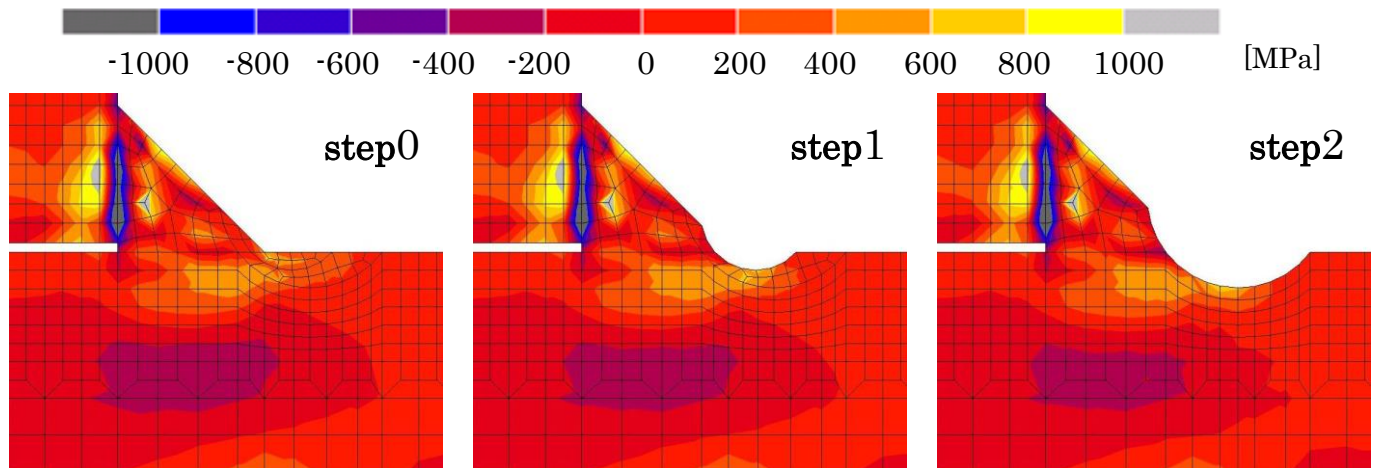


図-4 応力コンター図

その後、止端部の要素を段階的に無応力・無ひずみ化することでグラインダー処理を再現した。表-3にそれぞれの処理段階における処理部形状を示す。図-4に幅方向中央断面の応力コンター図を示す。引張残留応力が最大となる位置は、処理部の最深部かややビードよりとなっている。内部の残留応力はほとんど変化していないが、グラインダー処理部付近では引張残留応力の再分配が確認できる。また、図-5に試験体幅方向の応力分布を示す。step0はグラインダー処理前の止端部の残留応力を示している。処理前の止端部と比較して、処理部の最深部には高い引張残留応力が生じていることがわかる。

表-3 処理部形状

step	切削深さ [mm]	止端半径 [mm]
1	1.0	3.0
2	2.0	5.0

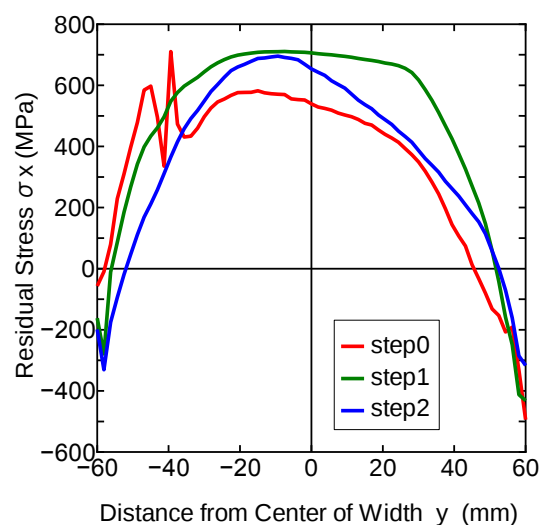


図-5 応力分布

4. まとめ

グラインダー処理部表面には比較的高いレベルの引張残留応力が生じている場合があることを明らかにした。さらに、グラインダー処理により、削除された部分に存在していた残留応力が処理後の表面付近に分配され、その際、表面の引張残留応力が増加する可能性があることを示した。

参考文献

・ 1)上田ら：有限要素法による熱弾塑性挙動の解析，溶接学会誌，第42巻，第6号，pp.61-71，1973 2)日本鋼構造協会：溶接継手の新たな疲労強度等級分類のための技術資料，第I編，pp.33-40，2013.