

大阪大学溶接工学研究所
北見工業大学
トロント大学

○金 裕哲
富士明良
Tom H. North

Characterisations of Residual Stress and Strain in Titanium/AISI304L Stainless Steel Friction Welds

by You Chul Kim, Akiyoshi Fuji and Tom H. North

1. 緒言

本研究では、TiとAISI304L鋼との摩擦圧接接合をモデル化し、有限要素法による熱弾塑性解析を行なう。そして、異材の摩擦圧接で生じる残留応力・ひずみ分布を示し、それらの特徴と生成機構を明らかにする。

2. 解析モデル

通常、摩擦圧接すると、接合体には多量のバリが形成されるが、バリそのものは力学的にさほど意味がなく、これを無視する。一方、Ti母材の降伏応力は 800℃以上で絶対値が小さく、この温度域では、圧接力に対し、Ti母材は塑性変形するのみで応力は生じない。このため、800℃から室温に冷却する過程のみ解析対象とする。解析モデルおよび座標系をFig.1 に示す。解析は、軸対称熱弾塑性問題として行なう。

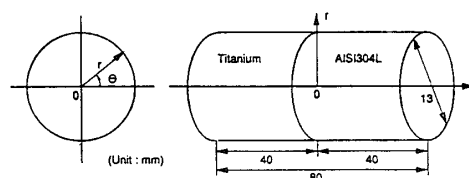


Fig.1 Component geometry

3. 温度分布

有限要素法による軸対称非定常熱伝導解析により、温度履歴を求めた。軸中心 ($r=0$ (mm)) における温度履歴および軸上の代表点として、 $z=\pm 3$ (mm) における温度履歴をFig.2 に示す。

4. 残留応力・ひずみ分布の特徴とそれらの生成機構

Ti母材およびAISI304L鋼の界面に隣接した位置 ($z=\pm 0.005$ (mm)) に生じた残留応力成分： σ_r (半径方向)、 σ_θ (周方向)、 σ_z (界面に直角方向) の r 軸に沿う分布をFig.3 に示す。

σ_r 、 σ_θ は、界面に沿ってAISI304L鋼は引張り、Ti母材は圧縮となっている。 σ_r であるが、線膨張係数 α の大きなAISI304L鋼の収縮がTi母材に比べ大きいため、Ti母材がAISI304L鋼の収縮を拘束することになり、このような分布となった。このように、異材の摩擦圧接継手の界面近傍では、 α の大きい母材の σ_r が引張りになり、小さい母材が圧縮になる。一方、 σ_z は、剛性の大きな中心部で引張、端部で圧縮となる。

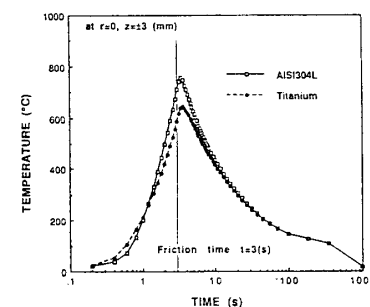
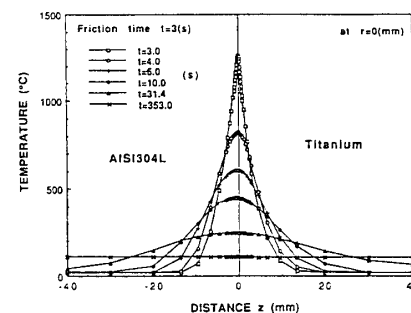


Fig.2 Temp. distributions

界面に隣接した位置 ($z = \pm 0.005 \text{ (mm)}$) における各塑性ひずみ成分：半径方向 ε^p_r 、周方向 ε^p_θ および界面直角方向 ε^p_z の r 軸に沿う分布を Fig.3 に示す。

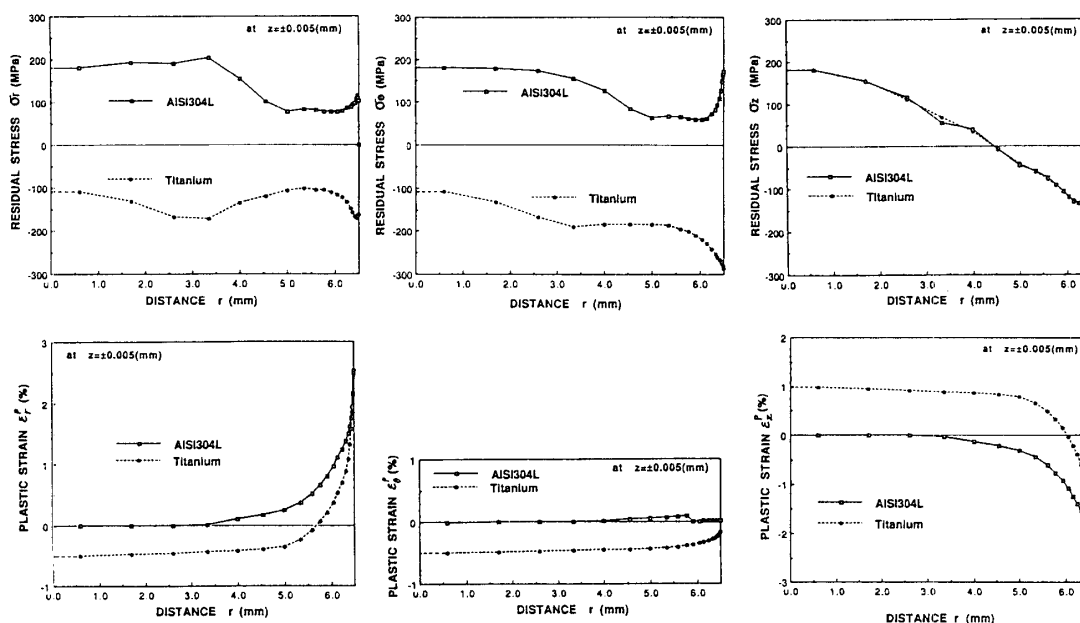


Fig.3 Residual stress and plastic strain in the radial direction

塑性ひずみを基本として力学的拘束条件の厳しさを評価すると、界面直角および半径方向が厳しく、周方向はさほどでない。

接合体の端部に生じる z 軸に沿う σ_z および ε^p_z の分布を Fig.4 に示す。

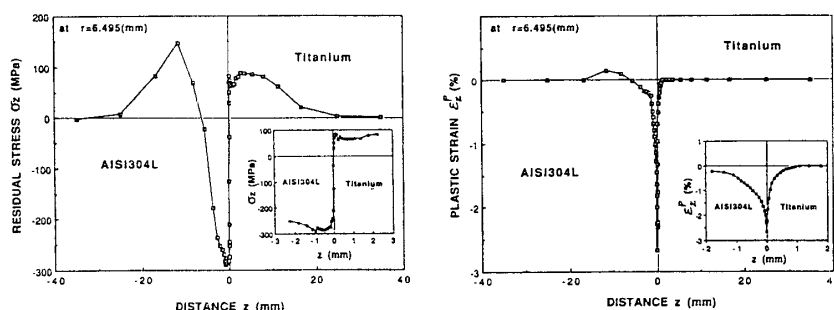


Fig.4 Axial component of residual stress and plastic strain in the axial direction

5. 結言

- (1) Ti/AISI304L 鋼の摩擦圧接接合における熱拡散は、主に接合界面から 20mm 程度の狭い領域で生じる。また、異材接合界面を挟んだ対称位置で最高温度が異なる。
- (2) 異材接合において、界面近傍に生じる半径方向に沿う σ_r は、線膨張係数 α の大きい母材が引張、小さい母材が圧縮になる。また、界面近傍における σ_z は、剛性の大きな中央部で引張、端部で圧縮となる。
- (3) z 軸に沿う σ_z は、中心部では界面から内部で圧縮、端部では内部で引張となる。
- (4) 塑性ひずみを基本として摩擦圧接の力学的拘束条件の厳しさを評価すると、界面に直角方向および半径方向が厳しく、周方向はさほどでない。

参考文献

- 1) A. Fuji et al.: Materials Science and Technology, 3-8(1992), 219
- 2) 沖田ら：溶接学会誌, 51-3(1982), 314