

異材アルミニウム合金丸棒の高速回転摩擦圧接過程における温度分布と寄り挙動の計測

日大生産工(学部) ○小貫 史訓

日大生産工 前田 将克, 岡本 孝明

元日大生産工 加藤 数良

1. 緒言

摩擦圧接は金属材料や樹脂などの接合する二つの素材を接触させて相対運動(主に回転運動)を与えることで接合界面に生じる摩擦熱を利用した固相接合法の一種である。従来の溶接接合とは異なり回転と圧力が加わることで、熱により軟化した接合面を覆っている酸化膜をばりとして排出させ、最適な継手を得ることが可能となる。

しかし、これまでの研究では接合条件を経験的にあるいは固定側(Fixed side:FS)のみの温度測定から導いており、回転側(Rotated side:RS)の温度測定は報告例が少ない。今回、我々はRSの温度分布の測定に成功した。FSとRSの温度分布をみることで、材質や形状が変化した場合の接合でも接合時の温度から最適な接合条件を導くことができると考えられる。

本研究では直径10mmの2種類のアルミニウム合金(1050-H24と2024-T3)丸棒を6000rpm以上の高速回転で異材摩擦圧接を行い、接合時の回転数がもたらすFS部材とRS部材の温度分布および寄り挙動に生じる差異について検討した。

2. 供試材および実験方法

供試材には直径10mmの1050-H24アルミニウム合金(以降A1050)丸棒と2024-T3アルミニウム合金(以降A2024)丸棒をそれぞれ全長20mm, 35mmに機械加工したものを用いた。A2024をRS, A1050をFSにセットし、丸棒の各点に熱電対を埋め込み、接合面をメチルアルコールで脱脂洗浄後、接合に供した。突出量は座屈を考慮した結果、A1050を7mm, A2024を23mmと決定した。

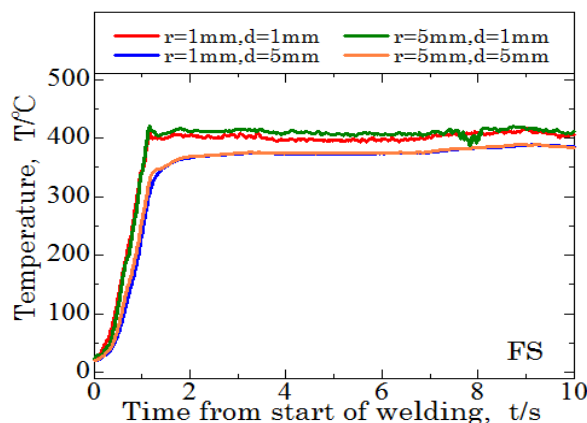
また、実験には全自動摩擦圧接機を使用し、温度測定はK種熱電対(素線径:0.1mm)を使用した。温度履歴を見るためにヒーティング時間(t_1)を30sとし、他の条件は過去の予備実験より選定したTable1に示す圧接条件を組み合わせで行った。

3. 結果と考察

$N=6000\text{rpm}$ で接合した際のFS, RSの温度履歴をFig. 1, Fig. 2に示す。FS, RS共に接合時の温度は接合面から1mm位置の軸中心部が一番高く、1s付近まで昇温速度が一定となっている。その

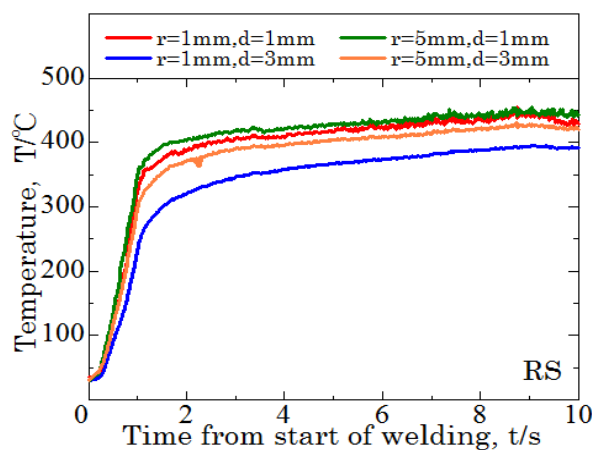
Table1 Friction welding condition range.

Rotational speed	N [rpm]	6000~10000
Friction pressure	P_1 [MPa]	10
Friction time	t_1 [s]	30
Upset pressure	P_2 [MPa]	20
Upset time	t_2 [s]	5



r =radial position, d =distance from the interface

Fig.1 Temperature history at each measuring point during friction welding(fixed side).



r =radial position, d =distance from the interface

Fig.2 Temperature history at each measuring point during friction welding(rotated side).

Temperature distribution and shortening behavior during high-speed rotational friction welding of dissimilar aluminum alloy bars

Fuminori ONUKI, Masakatsu MAEDA, Takaaki OKAMOTO, Kazuyoshi KATOH

後温度が飽和し始め、飽和が開始してからは回転停止するまで一定の温度を維持し続けた。飽和する温度は摩擦面からの距離に応じて低くなっている。このときFS, RSで飽和するまでの温度勾配に違いが生じた。この様子は回転数が増加しても同様に計測された。また回転数が8000rpm, 10000rpmと増加するにつれて、昇温速度の増加や飽和温度の上昇が確認できた。

接合時の摩擦過程におけるFS, RSの全寄り代の計測結果をFig. 3に示す。アプセット過程までの範囲は接合時の温度が回転終了時まで飽和したままであることから、寄り代が比例的に増加することがわかる。しかし、高速回転になるにつれて全体の寄り代が減少し、接合してから20sを超えたあたりで寄り代の割合が低下したことがわかる。ここで得られた継手の外観をFig. 4に示す。これは回転数が高速回転になるにつれて接合部付近からばりが発生し、RSが放熱板の様な形状となり雰囲気への放熱を行ったため、全寄り代が減少したと考えられる。

測定した温度とA2024の0.2%耐力²⁾による寄り挙動の相関性をFig. 5に示す。温度が上昇し、0.2%耐力が200MPa以下になる時点で寄りが発生した。その後は全体の温度が上昇するにつれて寄り代も加速し、温度が飽和すると寄り代もP1に比例することが読み取れる。

4. 結言

以上の結果から高速回転での異材摩擦圧接を行い、接合時のFS部材とRS部材の温度分布お

よび寄り挙動に生じる差異を材料の特性とFS, RSの温度分布から接合時の寄りが始まる経緯（挙動）を明らかにした。

参考文献

- 1) 浅野裕紀ら: 軽金属, 65 (2014), 485-491

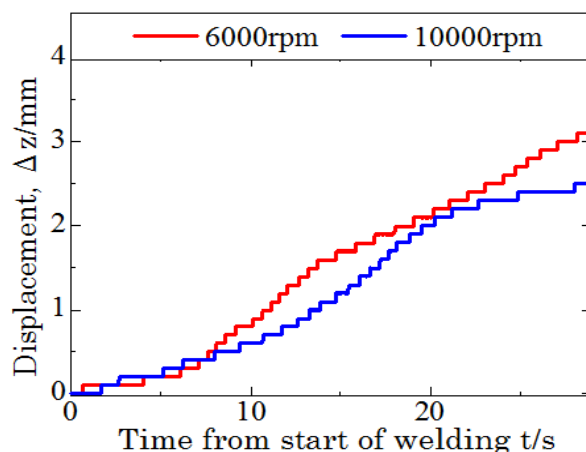


Fig.3 Shortening behavior during friction welding.

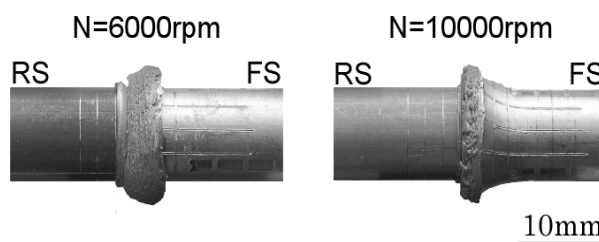


Fig.4 Appearance of welded joints.

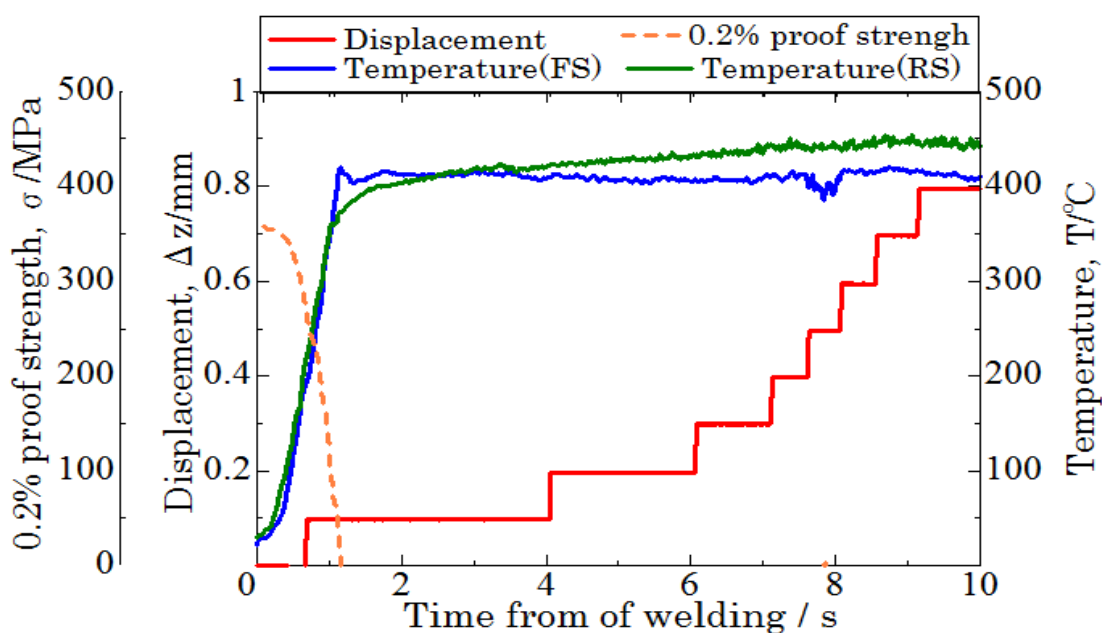


Fig.5 Temperature histories, displacement behavior, and 0.2% proof strength during welding with N=6000rpm.