

マイクロ摩擦圧接における摩擦過程の速度が継手の組織と機械的性質に及ぼす影響

日大生産工（院） ○浅野 裕紀 日大生産工 野本 光輝
日大生産工 加藤 数良

1. 緒 言

自動車産業，電気機器産業など各方面で実用されている摩擦圧接は，接合界面での摩擦発熱を利用した接合法であり，熱効率が良く，環境問題や省エネルギーにおいて他の接合技術に比較し優位である．このため古くより多岐に渡る報告がある¹⁾．しかしながら，これらの多くは摩擦過程およびアプセット過程の圧力と時間の関係を検討したものである．小径丸棒の摩擦圧接では摩擦過程の押込速度も重要な因子となることが予想されるが，押込速度について検討した報告はほとんどない．

本研究では軽量で高強度材料である2024アルミニウム合金小径丸棒を用いて摩擦圧接を行い，摩擦過程の押込速度の違いが継手の組織および機械的性質に及ぼす影響について検討した．

2. 供試材および実験方法

供試材は，直径5mmの2024-T4アルミニウム合金丸棒を全長40mmに機械加工し，接合面を脱脂洗浄後実験に供した．供試材の機械的性質をTable1に示す．実験は全自動摩擦圧接機を

Table 1 Mechanical properties of base metal.

Tensile strength (MPa)	Elongation (%)	Hardness (HV0.3)
498	10.0	124

Table 2 Friction welding conditions.

Peripheral velocity	U (m/min)	90, 130, 170
Friction pressure	P ₁ (MPa)	40
Friction time	t ₁ (s)	3, 5, 7
Pressure speed	V ₁ (mm/s)	1, 3, 5
Upset pressure	P ₂ (MPa)	80
Upset time	t ₂ (s)	5

使用し，過去の実験結果^{2), 3)}と予備実験より選定したTable2に示す条件を組合せて摩擦圧接を行った．得られた継手は圧接後4日間室温で自然時効を行った後に，外観観察，組織観察，硬さ試験および引張試験を室温で行った．引張試験は試験片平行部中央と接合部を一致させたJIS2号試験片に準じた形状とした．

3. 実験結果および考察

全寄り代の測定結果をFig.1に示す．全寄り代は摩擦時間の増加，回転速度の減少に伴い増加する傾向を示した．回転速度の低い条件では押込速度による差はわずかであったが，回転速度の増加に伴いその影響は大きくなった．また，回転速度の影響は摩擦時間の影響に比較して小さかった．また，図は示さないが外観は押込速度の増加に伴いばりは増大する傾向にあった．摩擦時間および回転速度の増加に伴いばり表面に割れが発生したが，飛散することはなかった．

継手の巨視的組織をFig.2に示す．押込速度の違いに関わらず接合界面

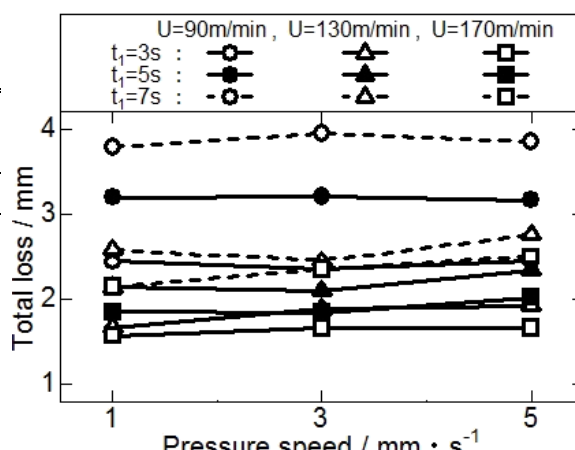


Fig.1 Relation between friction time and total loss.

Effect of Pressure Speed of Friction Process in Micro Friction Welding on
Microstructures and Mechanical Properties of Joint
Yuki ASANO, Mitsuteru NOMOTO and Kazuyoshi KATOH

近傍には接合面と平行に微細な組織が観察され、その外側には凹レンズ状の熱影響部が観察された。摩擦時間および接合速度の増加に伴いその範囲は拡大した。

接合中心部の微視的組織を Fig.3 に示す。接合界面は繊維状組織が消滅した微細な組織を示し、その外側にはばりの排出方向に流動した組織が観察された。これらの組織は回転速度および押込速度の増加に伴いその範囲が拡大する傾向にあった。

継手軸心上の軸方向の硬さ分布を Fig.4 に示す。押込速度の大小に関わらず接合界面は母材に比較してわずかな硬化した。また、摩擦時間および回転速度の増加に伴い軟化域は拡大し、最軟化部は接合界面より 5~10mm 離れた位置に観察された。圧接後 4 日間経過後の硬さは自然時効により高い値となったが、軟化域は完全には回復しなかった。硬さの回復割合は入熱量の大きい条件で大きくなった。また、圧接後 4 日間以上室温で放置しても硬さの変化は認められなかった。

圧接後 4 日間経過後の引張試験結果を Fig.5 に示す。継手の引張強さは押込速度 $V_1=3\text{mm/s}$ 、回転速度 $U=130\text{m/min}$ 、摩擦時間 $t_1=7\text{s}$ で最大値 393MPa を示したが、母材の約 80% であった。また、押込速度 $V_1=5\text{mm/s}$ に比較して他の押込速度の条件では摩擦時間および回転速度の違いによる引張強さおよび伸びの差は大きくなった。伸びは押込速度および摩擦時間の大小によらず、全ての条件で母材に比較して著しく低下した。また、試験片の破断はすべて接合界面の近傍であった。

参考文献

- 1) 例えば、加藤数良，時末 光：軽金属溶接，28，(1990)，16。
- 2) 野本光輝，加藤数良：第 116 回軽金属学会春期大会講演概要，(2009)，227。
- 3) 野本光輝，仲間 大，加藤数良：

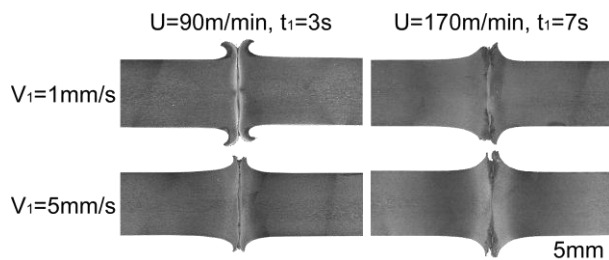


Fig.2 Macrostructures of friction welded joint.

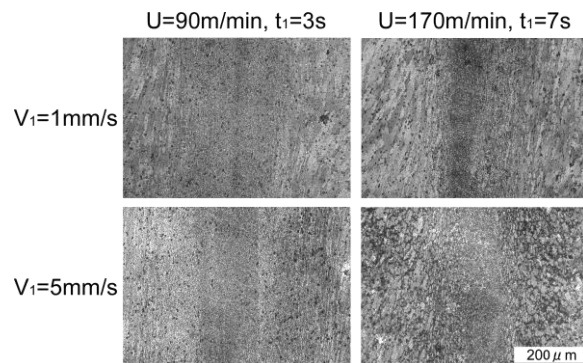


Fig.3 Microstructures of friction welded joint.

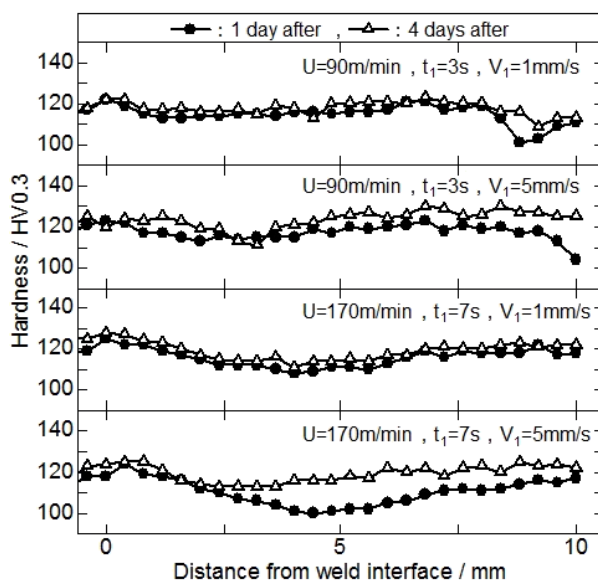


Fig.4 Hardness distributions of welded joint.

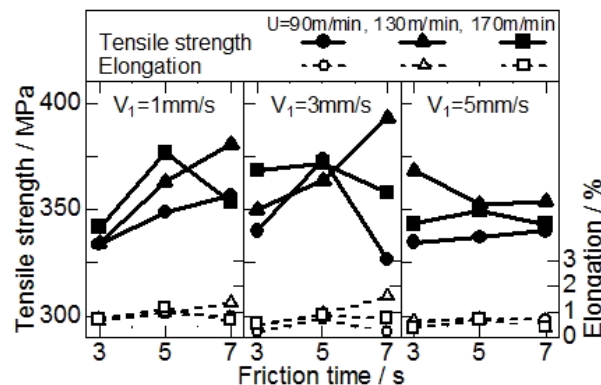


Fig.5 Results of tensile test.

日本機械学会第 17 回機械材料・材料加工技術講演会，(2009)，143。