

K-2

A5052 アルミニウム合金とアクリル樹脂の摩擦攪拌スポット接合と その表面研磨処理の効果

Friction stir spot welding of A5052 aluminum alloy and acryl resin and its surface polishing effect

○加藤昌也¹, 渡邊満洋², 野口祐³, 鈴木利一³, 槻館悦浩³, 吉田和範³○Masaya Kato¹, Mitsuhiro Watanabe², Yu Noguchi³, Toshikazu Suzuki³Etsuhiro Tsukidate³, Kazunori Yoshida³

Abstract: Lap joint of A5052 aluminum alloy and acryl resin was fabricated by using friction stir spot welding, and the microstructure and strength was investigated. Rotation speed of the welding tool and the plunge depth to the aluminum alloy were fixed, the dwell time of the welding tool was changed. The microstructure was observed using optical microscope. The strength was evaluated by using tensile-shear test. When the dwell time was longer, voids were formed at the welding interface, and its joint strength was lower. The void formation was suppressed by polishing the aluminum surface before welding and its joint strength was improved.

1. 緒言

自動車や航空機等の輸送機器は、車体の軽量化による燃費向上などを目的とし、マルチマテリアル化が進められている。代表的な軽量化目的のマルチマテリアル構造にアルミニウム合金と鋼の組み合わせがあり、それらの接合は各方面で研究がなされている[1]。さらなる軽量化構造には、軽金属と非金属材料である樹脂の異種材料接合が注目されている。一部実用化されている異種材料接合法には機械的締結、接着、熔融溶接法がある。しかし機械的締結では、ボルトやナット、リベットなどの副資材を必要とするため、部品点数の増加や下穴の作製によって重量や工程の増加につながる。接着では、接着剤硬化過程で所定の接合強度を得るためには長時間を要する。溶接では、接合による母材の変形が大きいなどの設計自由度が制限される。そこで、高形状精度で短時間に直接接合できる手法が望まれている。

摩擦攪拌スポット接合(FSSW)は、円柱状接合ツールを使用し、重ね合わせた被接合材に対して高速回転した接合ツールを所定の深さに挿入し、所定の時間保持し、その後引き抜くことで、接合を行う手法である(Fig.1)。本手法は主にアルミニウムの接合に適用例が多く、接合温度はアルミニウムの融点よりも低い(465°C程度[2])ため固相接合法の一種とされている。

本研究では、アルミニウム合金とアクリル樹脂のFSSWを行い、得られた接合材の接合界面及び接合強度を調べた。

2. 実験方法

供試材には、A5052 アルミニウム合金板(以降 Al と記述)と PMMA アクリル樹脂(以降アクリル樹脂と記述)を用いた。供試材の寸法はそれぞれ 100 mm × 30 mm × 2 mm, 100 mm × 30 mm × 3 mm であり、Al の表面は接合前に #1000 の耐水研磨紙で研磨し、アセトンで脱脂した。

接合で使用したツールは SKH51 高速度工具鋼製であり、ショルダー径が 8 mm, プロブ径が 3 mm, プロブ長さが 1.0 mm のものである。

接合には、汎用縦型フライス盤を用いた。上板に Al, 下板にアクリル樹脂を用い、Al 側から高速回転ツールを挿入し、接合を行った。ツール回転速度は 1375 rpm, ツール押し込み深さは 1.1 mm に固定し、ツール保持時間を 0 s と 3 s に変化させた。

得られた接合材の強度は引張剪断試験を用いて評価し、接合材の組織は実体顕微鏡及び光学顕微鏡を用いて観察した。

3. 結果及び考察

Fig.2 にアクリル樹脂側から撮影した、保持時間 0 s と 3 s で得られた接合材の実体顕微鏡像を示す。ツールが挿入された領域では、Al が樹脂側に押し出されるように変形し、その変形は樹脂に転写されていた。また接合界面近傍の樹脂側には、保持時間が 3 s の接合ではボイドの形成が観察された。これは、Al へのツール挿入時に発生した摩擦熱の伝熱によってアクリル樹脂が沸点に達したためと考えられる。

1: 日大理工・院(前)・精機 2: 日大理工・教員・精機 3: 日大理工・教員・工作技術センター

引張剪断試験を行い、得られた最大剪断荷重と接合部の面積により応力を求め、強度を比較した。Fig.3に接合時間と剪断応力の関係を示す。保持時間0sと保持時間3sでは保持時間0sで得られた接合材の方が高い剪断強度を示した。これは接合界面のアクリル樹脂側に形成されたボイドの影響によるものと考えられる。

接合界面におけるボイド形成の抑制を目的とし、接合前にアルミニウム合金表面に#120の耐水研磨紙で研磨処理を施して接合を行った。Fig.4に接合時間と応力、Fig.5に接合時間とボイド面積の関係を示す。アルミニウム合金表面を研磨処理した接合材では、ボイドの形成が抑制され、剪断応力の向上が認められた。

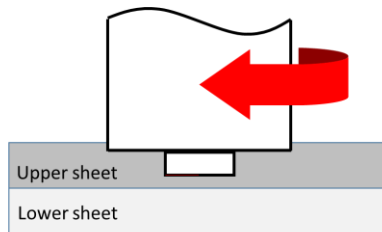


Fig.1 Schematic diagram of FSSW.

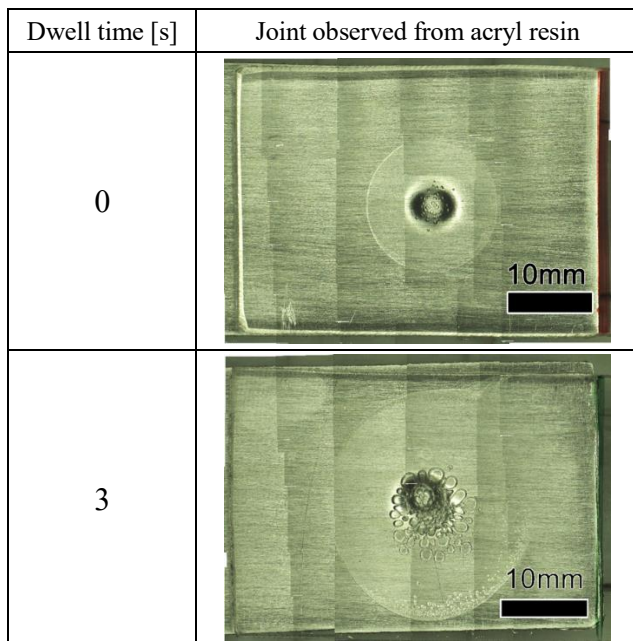


Fig.2 Macroscopic appearances of joints welded at 0 s and 3 s.

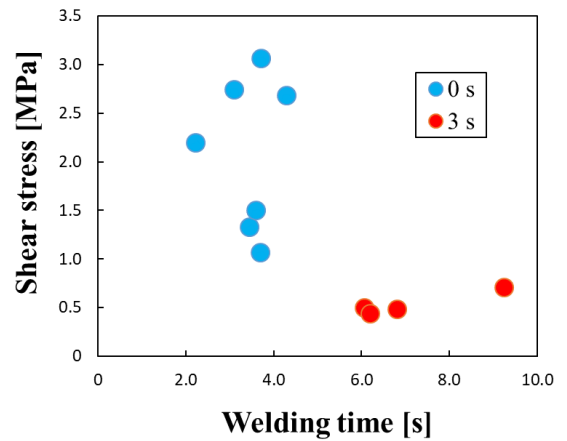


Fig.3 Relationship between shear stress and welding time.

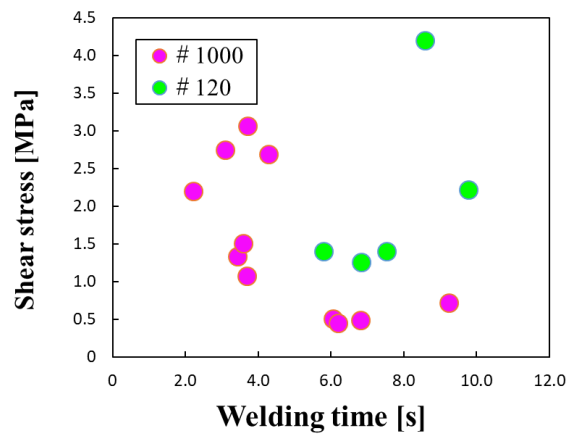


Fig.4 Effect of polishing on shear stress of joints.

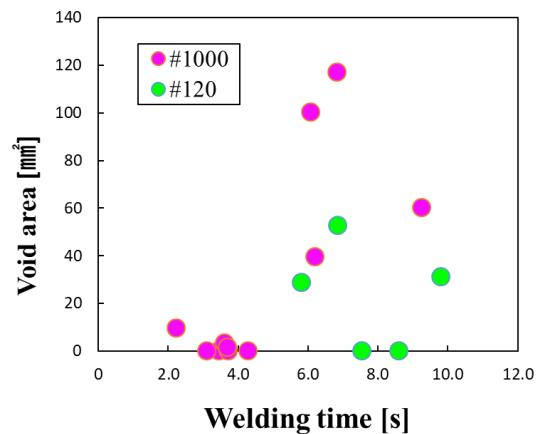


Fig.5 Effect of polishing on void area formed at welding interface.

4. 参考文献

- [1] 杉本ら, 軽金属, 69 (2019), 74-80.
- [2] 谷ら, 溶接学会平成22年度秋季全国大会講演概要, 126-126, 2010.