

K-9

## 摩擦攪拌スポット接合したアルミニウム合金/アクリル樹脂接合材の 接合強度に及ぼす表面研磨方向の影響

Effect of surface polishing direction on joint strength of friction stir spot welded aluminum/acrylic resin joint

○加藤昌也<sup>1</sup>, 渡邊満洋<sup>2</sup>, 野口祐<sup>3</sup>, 槻館悦浩<sup>3</sup>, 吉田和範<sup>3</sup>

○Masaya Kato<sup>1</sup>, Mitsuhiro Watanabe<sup>2</sup>, Yu Noguchi<sup>3</sup>,

Etsuhiro Tsukidate<sup>3</sup>, Kazunori Yoshida<sup>3</sup>

Abstract: Joining of A5052 aluminum alloy and acrylic resin was performed using friction stir spot welding, and effect of surface roughness of aluminum on joint strength was investigated by using aluminum polished at different direction. Microstructure was examined by using stereo microscope and optical microscope. Joint strength was evaluated by tensile-shear test. When the non-polish aluminum plate was used, the welding was not achieved. On the other hand, when the aluminum plate was polished by #120 water-proof abrasive paper, the welding was achieved. The joint strength was higher when the polishing was performed in the direction of 90 degrees with respect to the tensile direction.

### 1. 緒言

これまでの異材接合に関する報告における材料の組み合わせは、金属材料における異材接合が多い。車体構成のために用いられる材料は、金属材料の他にセラミックスや樹脂などもある。したがって金属材料と非金属材料の異材接合も検討されている[1]。従来の異材接合には、機械的締結や接着が用いられているが、機械的締結では、リベットやボルトなどの副資材が必要であり、重量の増加を招くと共に、気密性や水密性に劣るためにその対策が要求されること、接着では所定の強度が得られるまでに長時間を要することが課題として挙げられるため、直接接合が望まれている。

摩擦攪拌スポット接合は、円柱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)。本手法は金属材料同士の接合では、接合プロセスによって生じる温度が融点よりも低いため、固相状態の接合が成される。しかし金属材料と樹脂の接合では、樹脂は金属材料よりも熔融温度が低いため、固相状態の接合が成されるとは限らず、接合メカニズムが異なると考えられる。岡田ら[2]による報告では、アンカー効果によって接合強度が向上するとされている。本研究では、金属材料の表面粗さが及ぼす接合強度への影響を調査した。

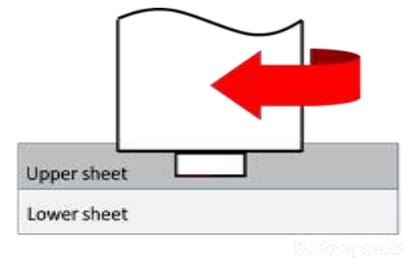


Fig.1 Schematic diagram of friction stir spot welding.

### 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 である。接合前に、Al の表面に #1000 の耐水研磨紙で表面調整することを基本とし、更に #120 の耐水研磨紙で研磨を施すことによって表面粗さを調整した。また、研磨方向が及ぼす影響を検討するため、供試材長手方向に対して 0° 方向, 約 90° 方向, 約 45° 方向, 約 135° 方向, ランダム方向に研磨を施した (Fig.2)。

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, プローブ径が 3 mm, プローブ長さが 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、ツール保持時間は 0 s に固定した。

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.3 に接合材の亚克力樹脂側から撮影した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、その変形は亚克力樹脂に転写されていた。これは Al へのツール挿入時に発生した摩擦熱の伝達により、亚克力樹脂が軟化したためと考えられる。

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より破壊応力を求め、強度を比較した。Table 1 に接合時間と破壊応力の関係を示す。各研磨方向における平均破壊応力を比較すると、0° 方向と 45° 方向、135° 方向に差は認められないが、90° 方向は 0° 方向、45° 方向、135° 方向に比べて高い値であった。Fig.4 に亚克力樹脂における接合部の引張剪断試験後を示す。表面研磨を施した試料には、Al 表面に施した研磨痕が亚克力樹脂に転写されていた。これらの結果は、強度の向上はアンカー効果によるものであることを示めしていると考えられる。

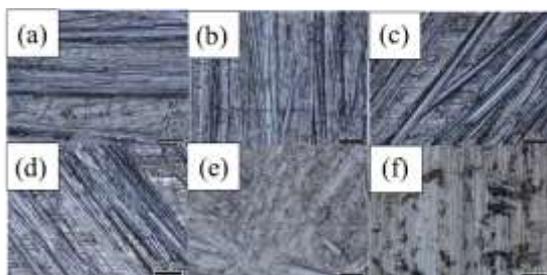


Fig.2 Al surfaces before welding.

- (a) 0 degree direction polish.
- (b) 90 degree direction polish.
- (c) 45 degree direction polish.
- (d) 135 degree direction polish.
- (e) Random direction polish.
- (f) Non-polish.

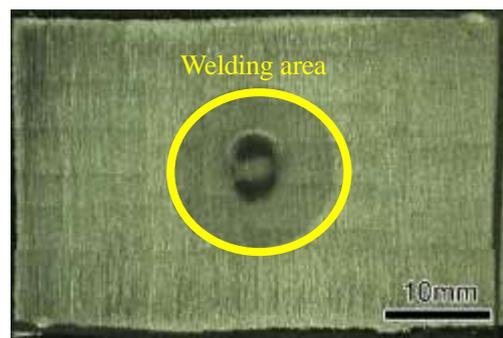


Fig.3 Welding interface observed from acrylic resin.

Table 1 Relationship between welding time and fracture stress.

Polish direction [degree]	Average fracture stress [MPa]
0	2.68
90	2.93
45	2.66
135	2.62
Random	2.32

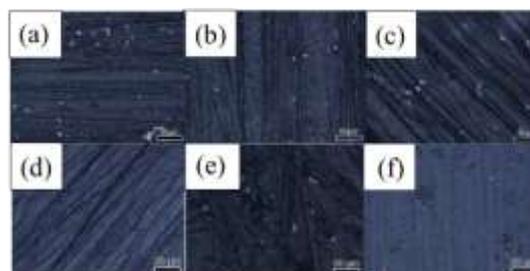


Fig.4 Acrylic resin surfaces after tensile-shear test.

- (a) 0 degree direction polish.
- (b) 90 degree direction polish.
- (c) 45 degree direction polish.
- (d) 135 degree direction polish.
- (e) Random direction polish.
- (f) Non-polish.

### 参考文献

- [1] 杉本ら, 軽金属, 69(2019), 74-80.
- [2] 岡田ら, 軽金属溶接, 53(2015), 298-305.