

A1050 と ABS 樹脂の摩擦攪拌接合

日大生産工(院) ○勅使河原 圭介

日大生産工

前田 将克, 加藤 数良

1. 緒言

近年, 各種産業において製品の軽量化に対する需要が高まっており, 鉄鋼材料の高強度化に立脚した薄肉化や, 軽金属材料および樹脂材料への転換が進められている. それに伴い, 軽金属と樹脂を組合せたハイブリッド構造についての研究も活発化している. 従来, 軽金属と樹脂の接合には機械的締結や有機接着剤が用いられているが, 本研究では摩擦攪拌接合 (Friction stir welding: FSW) による軽金属と樹脂の接合を検討する.

FSWは回転工具と素材の塑性流動と摩擦熱を利用した固相接合法であり, 異種材料の接合実績が多いことが特徴のひとつである. 軽金属と樹脂のFSWについては, 小澤らがFSWツール形状の工夫により重ね継手で有機接着剤の4倍の強度が得られたと報告したが*1, 突合せ継手では十分な強度が得られていない.

本研究では, 1050アルミニウムとABS樹脂のFSWを行い, 得られた継手の組織および機械的性質に対する接合条件と開先形状および供試材配置の影響を調べた.

2. 供試材および実験方法

供試材には板厚5mmの1050-H24アルミニウム(以後, A1050)およびABS樹脂をFig.1に示す開先形状となるよう機械加工したスカーフ継手を実験に用い, 通常の突合せ接合と比較検討を行った. 供試材の機械的性質をTable 1に示す. 接合には全自動摩擦攪拌接合機を使用し, 予備実験により選定したTable 2に示す条件を組合せた. 継手は開先形状によりFig.1に示した呼称を使用し, 前進側(AS)にはそれぞれI-typeとScarf-ASではA1050を, Scarf-RSではABS樹脂を配置した. また, 接合はFig.1に示すプローブ位置とした.

ツールは合金工具鋼SKD61製とし, ショルダー径20mm, ショルダー角4°, プローブはM6右ねじとし, プローブ長さを4.7mmに機械加工したものをを用いた. 得られた継手は室温での外観および断面組織観察, 引張試験により評価した.

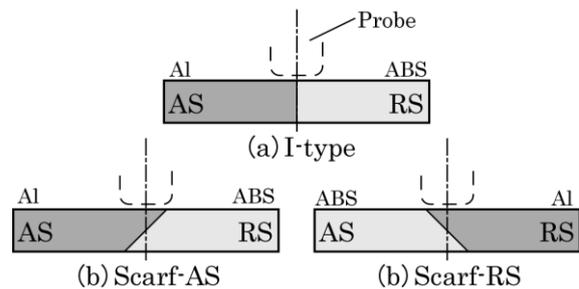


Fig.1 Schematic illustrations of three types of grooves and each probe positions.

Table 1 Mechanical properties of base materials.

Materials	Tensile strength (MPa)	Elongation (%)	Vickers hardness (HV0.05)
A1050	121	20	43
ABS	45	2.3	10

Table 2 Friction stir welding conditions.

Rotational speed	N (rpm)	600~1500
Welding speed	V (mm/s)	1~5
Tilt angle	θ (deg.)	3
Preheating time	t (s)	10

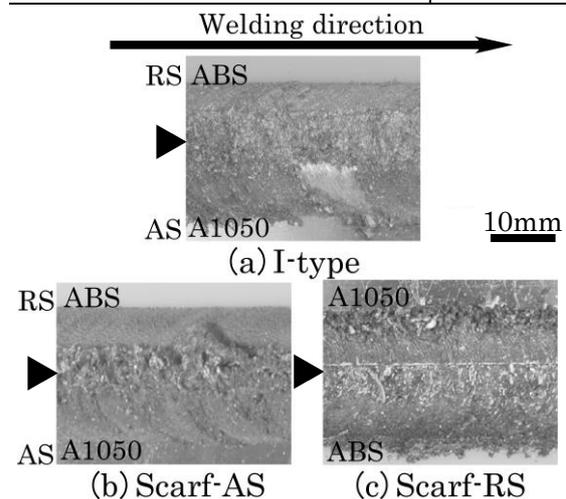


Fig.2 Bead appearance of the joints.

Welded at $N=1500\text{rpm}$, $V=1\text{mm/s}$

Friction stir welding of 1050 aluminum and ABS resin plates

Keisuke TESHIGAWARA, Masakatsu MAEDA and Kazuyoshi KATOH

3. 実験結果および考察

Fig.2にN=1500rpm,V=1mm/sの継手外観を示す。Scarf-RSでは接合中心からややRS寄りに接合線と平行に一本の連続した開口き裂が観察された。

Fig.3にN=1500rpm,V=1mm/sの継手横断面の巨視的組織観察を示す。Scarf-ASではツールによる入熱でA1050が軟化したため、I-typeと比較すると攪拌範囲が拡大した。また、Scarf-RSには外観で示したき裂がA1050と攪拌部の境界で認められた。Scarf-RSではRSに置かれたABSが流動過多となり、材料が不足したためこのき裂は生じたと考える。

Fig.4にN=1500rpm,V=1mm/sの継手横断面微視的組織観察を示す。白の部分がA1050、黒の部分がABSである。攪拌部では溶けたABSの中に糸状となったA1050が流れ込んだ攪拌部組織となった。攪拌部と母材の境界付近を見ると、A1050と攪拌部の境界には薄い樹脂の膜が存在し、糸状のA1050が断絶している。それに対し、ABSとの境界では攪拌部のABSが母材と連続的な組織になっている。また、開先形状によって攪拌部中に存在するA1050の形状や量が異なっている。

I-typeではA1050が大きくなり、Scarf-ASでは小さくなっている。このことは、巨視的組織観察でも述べたように、Scarf-ASではI-typeと比較して入熱が大きく、A1050が攪拌によって細かくなったと考える。一方、Scarf-RSでは、攪拌部にA1050が少なくなっている。このことは、FSWにおいてRSはASと比較して攪拌が不十分となる。そのため、A1050が十分に攪拌されず、攪拌部中に少なくなったと考える。

Fig.4に引張試験結果を示す。Scarf-RSは接合不良により試験片の作製が不可能であった。最大の引張強さはI-typeのN=1200rpm,V=5mm/sの条件で5.8MPaとなった。また、複数の条件で接着後48時間の経過した有機接着剤継手の強度である5MPaを上回る結果が得られた。破断はいずれの条件においても攪拌部とA1050の境界で発生した。このことは、微視的組織観察で述べたように、A1050と攪拌部の境界で組織が不連続となっていたためであると考えられる。

参考文献

- 1) 小澤崇将, 加藤数良, 前田将克, 軽金属, 第65巻, 第9号, (2015), 403-410

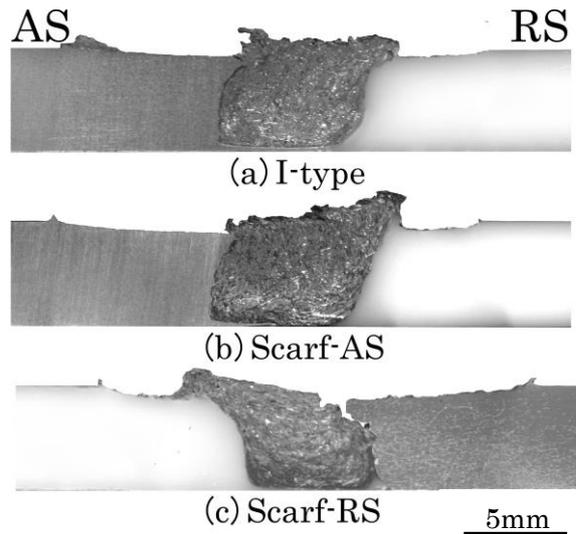


Fig.3 Macrostructures of the joints.

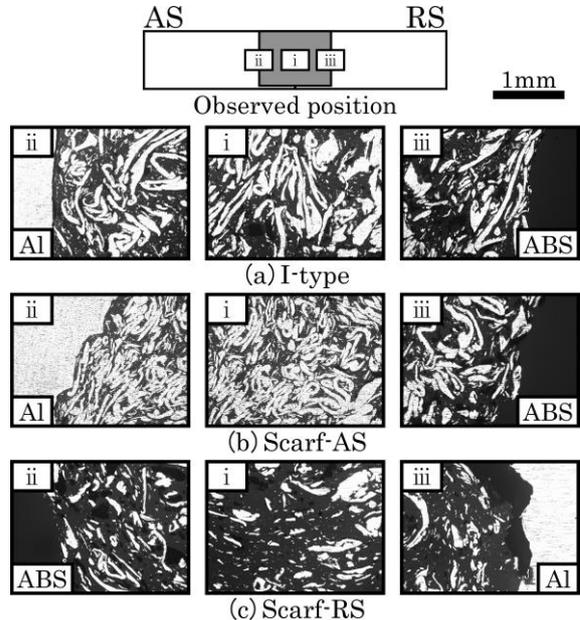


Fig.3 Microstructures of the joints.

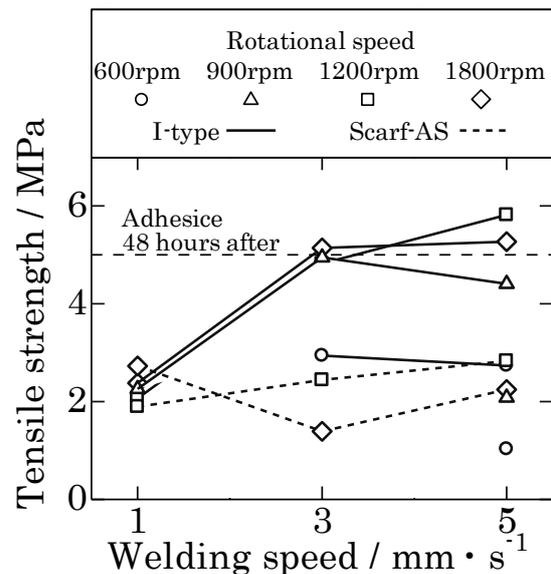


Fig.4 Results of tensile test.