

2000系アルミニウム合金FSW継手の機械的性質に及ぼす接合速度の影響

日大生産工(院) ○高橋 正詞
日大生産工 時末 光
加藤 数良

1. 緒 言

Friction Stir Welding (FSW)は板材の接合が可能な新しい接合法として発明されて以来、急速に実用化が進んでおり、実施例や研究報告は増加傾向にある¹⁾. FSWは溶融溶接に比較して低入熱の接合であり、アルミニウム合金のような熱伝導率の高い材料に適している. 著者らも6061アルミニウム合金やAZ31マグネシウム合金のFSW継手の機械的性質について検討し、FSWの有用性を示した^{2), 3)}. また、FSWに関するこれまでの研究報告は5000系や6000系のアルミニウム合金に関するものが多く、航空機用材料などに用いられる高強度アルミニウム合金に関する研究報告は少ないのが現状である.

本研究では、2000系合金を用いてFSWを行い継手の機械的性質に及ぼす接合条件の影響を検討した.

2. 供試材および実験方法

供試材には、市販の2017-T3アルミニウム合金板(板厚 5 mm, 引張強さ: 374MPa, 伸び: 12.0%, 硬さ: 115.8HV0.1)を幅50mm, 長さ400mmに機械加工したものを用い、実験には万能フライス盤を使用し、接合条件は接合速度を1.0~10.0mm/sと変化させて、工具回転数2000rpm, 前進角3°一定とし接合を行った. 接合面は機械加工のままで脱脂および酸化膜除去等の前処理は一切行わないで、ルート間隙なしのI型突合わせ接合とした. 接合はプローブを素材中へ完全に挿入し、挿入後30秒間予熱後に行った. 回転工具はFig.1に示す形状の炭素工具鋼(SK105)を用いた. また、工具の回転方向は時計回りとした.

得られた継手の外観観察、組織観察、板厚中央部の硬さ試験、接合部をゲージ中央部としたJIS7

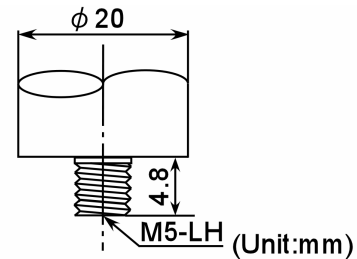


Fig.1 Shape and dimensions of tool.

号試験片による引張試験を行った.

3. 実験結果および考察

Fig.2 に継手外観を示す. 接合速度および接合距離に関係なく、接合部にはばりの発生が認められ、このばりは接合方向と工具回転方向が逆となる側(Retreating side: RS, その逆側を Advancing side: AS と称す)に多く発生し、接合速度の増加に伴いばりは減少した. また、ばりの発生開始位置は接合速度が速くなるのに伴い接合開始点よ

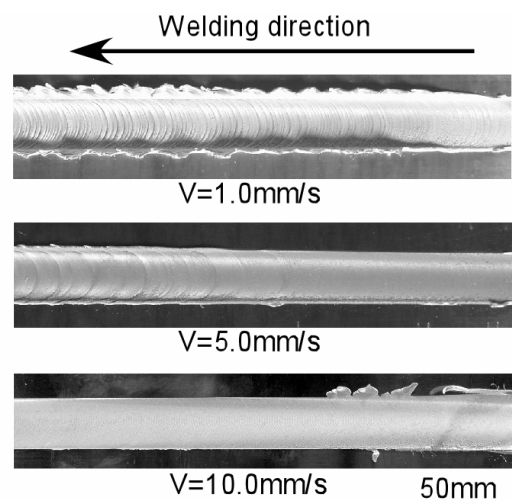


Fig.2 Apperances of joint.

Effect of Welding Speed on Mechanical Properties of
Friction Stir Welded 2000 Series Aluminium Alloy Joins

Masashi TAKAHASHI, Hiroshi TOKISUE and Kazuyoshi KATOH

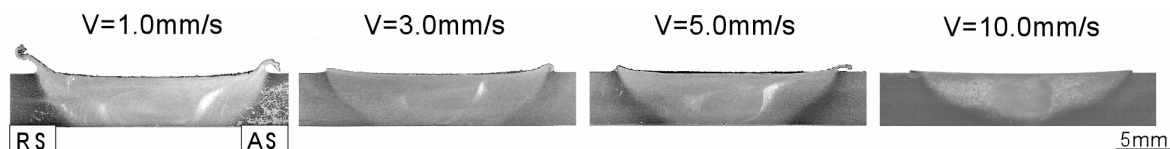


Fig.3 Macrostructures of joint. (Observation position of 40mm from start point.)

り離れた位置となった。発生直後のばりの大きさは不規則であるが、接合の進行に伴いばりの大きさは安定した。ばりの発生以前の接合部表面は平坦であったがばりの発生以後の接合部表面には円弧状の模様が明瞭に観察された。

Fig.3 に接合開始点から 40mm の位置の継手横断面の巨視的組織を示す。接合速度に関係なく攪拌部にはオニオンリングと呼ばれる同心楕円状の組織が特に接合速度の速い条件で明瞭に認められた。また、接合速度が速くなるのに伴い攪拌の影響を受けた部分の幅が狭くなる傾向にあった。

Fig.4 に継手横断面板厚中央部の硬さ分布を示す。図は接合部の硬さに変化が認められなくなった接合から 14 日間経過後の測定結果である。攪拌部には軟化が認められ、接合速度の増加に伴い軟化割合は小さくなった。最軟化部の位置は、接合速度が速くなるのに伴い接合部中心に近付く傾向にあった。これらのことは接合速度の増加により接合部での発熱量が少なくなり、攪拌の影響が大きくなるためと考える。

Fig.5 に硬さ分布より求めた接合部の中心部と最軟化部の硬さを示す。最軟化部の硬さは接合速度が同一ならば接合開始点からの距離の長短による差は小さく RS と AS の差はほとんど認められなかった。また、接合速度が速くなるのに伴い両者の硬さの差は小さくなる傾向にあった。

Fig.6 に接合開始点からの距離と引張強さの関係を示す。継手の引張強さは、全接合条件において接合開始点からの距離に関係なくほぼ一定値を示し、強度の安定した継手が得られた。継手の引張強さは接合速度の増加に伴い引張強さは向上した。また、継手の破断はいずれも RS の最軟化部付近であった。このことは、AS と RS の組織形態の違いによるものと考えられる。

参考文献

- 1) 例えば、佐藤 祐，粉川博之：軽金属溶接，39(2001)，15.
- 2) 加藤数良，時末 光，伊藤 源：軽金属溶接，41(2003)，218.

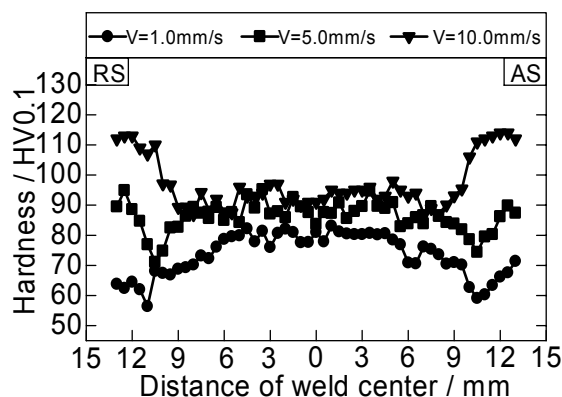


Fig.4 Hardness distributions of joint. Measuring position of 40mm from start point.

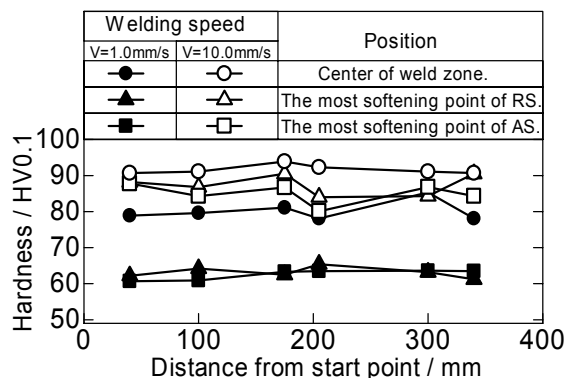


Fig.5 Relation between distance from start point and hardness.

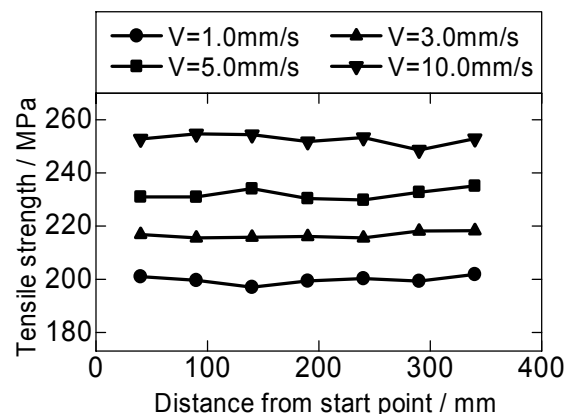


Fig.6 Results of tensile test.

- 3) 加藤数良，時末 光，北原孝施：軽金属溶接，42(2004)，131.