

摩擦攪拌接合における予熱時間が 5052 アルミニウム合金継手の機械的性質に及ぼす影響

日大生産工(院) ○古市 英樹 日大生産工(院) 荒深 純一
日大生産工 加藤 数良

1. 緒言

板材に適した接合方法として英国溶接研究所(The Welding Institute : TWI) で開発された摩擦攪拌接合(Friction Stir Welding : FSW)は、1991年に発明されて以来急速に研究が進められ航空機、鉄道車両をはじめとした輸送機器などに適用されてきた^{1),2)}。FSWは摩擦熱と塑性流動を利用した固相接合であるため熔融溶接に比較して接合後の変形が小さく、熔融溶接で発生しやすいブローホールや凝固割れなどの欠陥が生じない³⁾。そのためアルミニウム合金やマグネシウム合金などの軽金属材料の接合にFSWを適用した報告は増加傾向にある⁴⁾。FSW時には予熱を行う場合が多い。しかし、継手の組織および機械的性質に及ぼす予熱時間の影響については明確ではないのが現状である。そこで、予熱が継手の組織や機械的性質に及ぼす影響を明らかにし、適切な予熱時間を選定することは最適接合条件の選定につながるものと考えられる。

本研究では、5052 アルミニウム合金板を用いてFSWを行い、組織および機械的性質に及ぼす予熱時間の影響について検討した。

2. 供試材および実験方法

供試材には、厚さ 5mm の 5052-H34 アルミニウム合金板を幅 50mm、長さ 200mm に機械加工したものを用いた。供試材の機械的性質を Table 1 に示す。

実験には全自動摩擦攪拌接合機を使用し、予備実験より選定した Table 2 に示す条件を組合せて接合した。回転工具は合金工具鋼(SKD61)製としショルダ径 20mm、ショルダ角 4°、プローブは M6、長さ 4.9mm に機械加工したものを用いた。

Table 1 Mechanical properties of base metal.

Tensile strength (MPa)	Elongation (%)	Hardness (HV0.1)
257	11.5	77.9

Table 2 Friction stir welding conditions.

Rotational speed	N (rpm)	1000
Welding speed	V (mm/s)	3
Tilt angle	θ (deg.)	3
Preheating time	t (s)	0.1 ~ 30

得られた継手の外観観察、巨視的および微視的組織観察、硬さ試験、接合部を平行部中央とした JIS14B 号試験片による引張試験をいずれも室温で行った。

3. 実験結果および考察

図は示さないが、継手中央部の外観は全条件において接合部表面に始点から終点までショルダ径とほぼ一致する幅の円弧状の模様が観察された。また、予熱時間が短くなるのに伴い、接合部表面の円弧状の模様のピッチは広くなる傾向を示した。予熱時間が長い条件では接合部表面にばりが認められた。

Fig.1 に継手横断面巨視的組織を示す。接合部の始点から終点まで同心楕円状のオニオンリングが認められ、接合部始点では明瞭に観察された。また、予熱時間が増加するのに伴い若干ではあるがオニオンリングの幅は広くなり、接合部始点では攪拌部上部のオニオンリングの欠けは小さくなる傾向を示した。

Fig.2 に継手横断面微視的組織を示す。全条件においてオニオンリング外周部で組織の流動が明瞭に観察さ

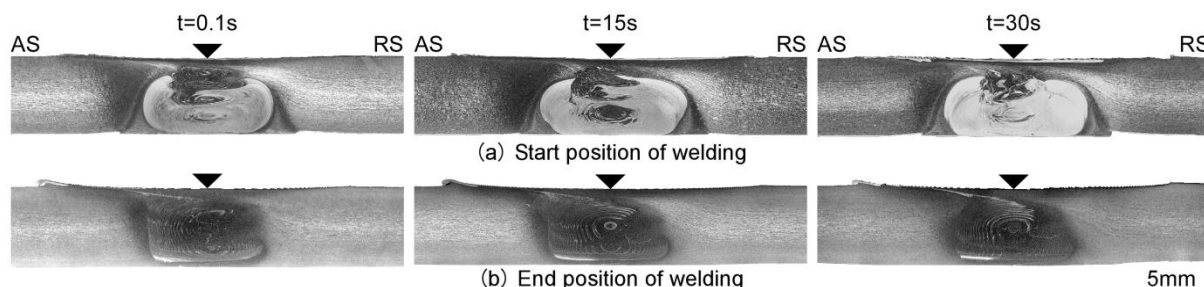


Fig.1 Macrostructures of joint.

Effect of Preheating Time in Friction Stir Welding on Mechanical Properties of 5052 Aluminum Alloy Joint

Hideki FURUICHI, Junichi ARAFUKA and Kazuyoshi KATOH

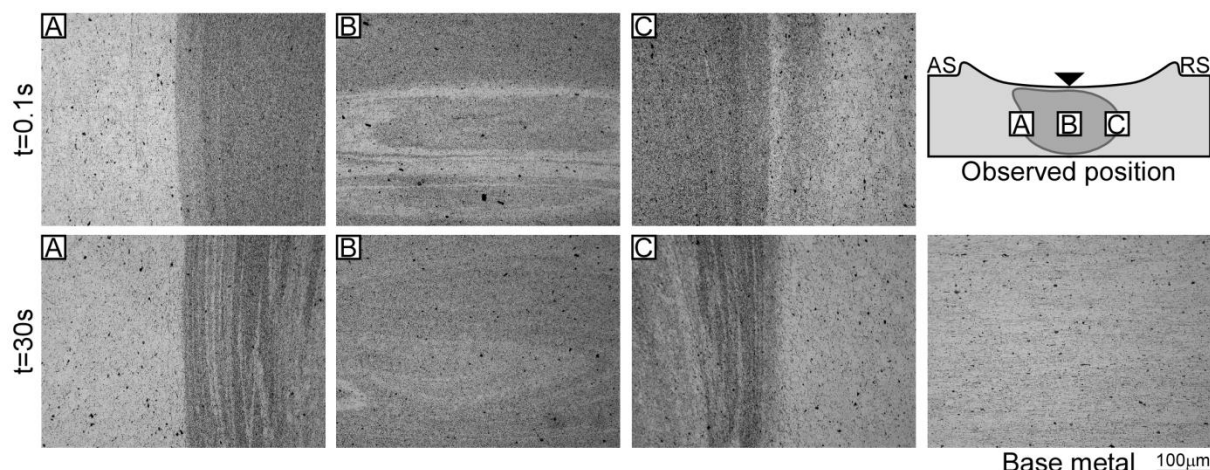


Fig.2 Microstructures of joint. (Start position of welding)

れた。攪拌部の組織は基材と比較して微細となった。微視的組織観察では予熱時間の違いによる明瞭な差異は認められなかった。

Fig.3に継手横断面板厚中央部の硬さ分布を示す。破線は母材の平均硬さを示す。全条件においてショルダによる熱影響部で軟化が認められたが、接合部始点近傍では攪拌部の軟化割合が著しく減少した。また、予熱時間が短くなるのに伴い軟化域は狭くなり、最軟化部の軟化割合は減少した。接合部終端近傍では最軟化部の硬さには予熱時間の違いによる差異は認められなかった。

Fig.4に引張試験結果を示す。予熱時間が減少するのに伴い若干ではあるが伸びは増加する傾向を示したが、引張強さは予熱時間の違いによる変化は認められなかった。また、試験片の採取位置の違いによる差異はなかった。引張強さは予熱時間 5s で最高値 210MPa を示し、継手効率は 82% であった。伸びは予熱時間 5s で最高値 14.9% を示し、母材の 130% の値が得られた。

図は示さないが、引張試験後の試験片は全条件において AS 側の熱影響部でネッキングを伴う延性破壊を示した。予熱時間の違いによる破断形態の差異は認められなかった。

参考文献

- 1) 武久浩之, 航空機用アルミニウム合金の FSW 技術, 軽金属, 56(2006), 178-183.
- 2) 森久史, 野田雅史, 富永誉也, 鉄道車両への摩擦攪拌接合の適用の現状, 57(2007), 506-510.
- 3) 例えば, 時末光, 篠田剛, 軽金属への Friction Stir Welding の適用, 軽金属, 49(1999), 258-262.
- 4) 例えば, 高橋正詞, 加藤数良, 時末光, 2024 アルミニウム合金摩擦攪拌接合継手の機械的性質, 軽金属, 61(2011), 14-19.

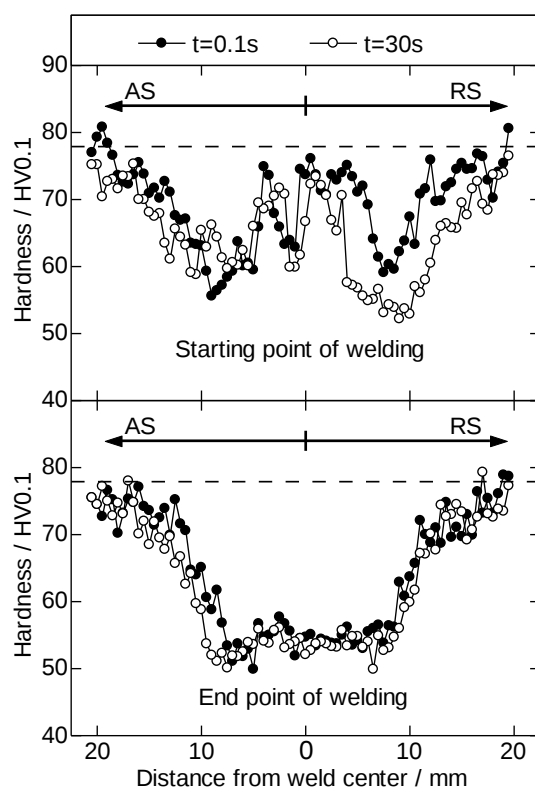


Fig.3 Hardness distributions of joint.

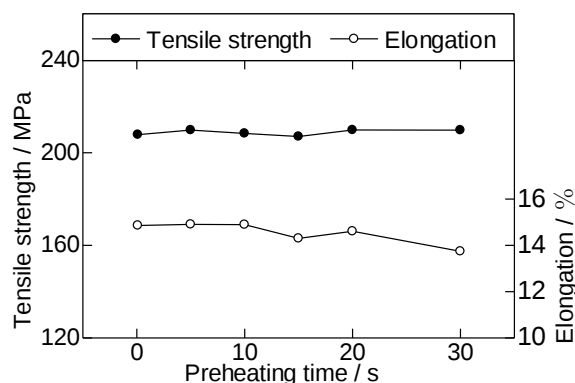


Fig.4 Results of tensile test.