

工具補助加熱式摩擦攪拌接合

日本大学生産工学部 機械工学科

前田将克, 加藤数良

目的・背景

摩擦攪拌接合 (FSW) : 摩擦熱と塑性流動を利用した固相接合法

..... アルミニウム合金等の軽金属材料の接合に適する

主要接合条件

- ・ ツール回転数
- ・ 接合速度

ツールの役割

- 1) 摩擦発熱による材料の軟化
- 2) 素材の攪拌

時効硬化しない非熱処理型アルミニウム合金

- ・ 強度を冷間加工による調質で得ている
- ⇒ 接合に伴う熱により軟化する

継手特性の向上には 接合プロセスの低温化が必要

両方ともツールの運動が担当しており、別々に考えることができない

温度 ↑ = 回転数 ↑ = 攪拌の速さ ↑

このことが問題となり、接合が困難になる場合がある

塑性流動可能な温度にするための回転数 → 高い必要がある
材料に適した速度で攪拌するための回転数 → 高くできない

2つの役割を切り離して制御することは可能か

攪拌機能はツール以外による代替ができない
⇒ 発熱機能を外部熱源に代替させてツールの機能から分離

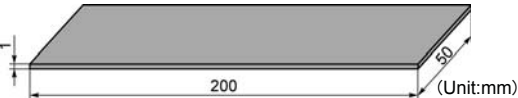
目的

ツールを外部熱源を用いて加熱することで、摩擦発熱を補いながら、到達した接合温度での材料の塑性変形能に合った攪拌速度で接合し、これにより従来よりも低い温度での摩擦攪拌接合を実現する。

原理・方法

供試材

1050-H24 aluminum



Chemical compositions of base metal. (mass %)

Si	Fe	Cu	Mn	Zn	Ti	V	Al
0.10	0.28	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	Bal.

Mechanical properties of base metal.

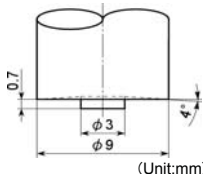
Tensile strength (MPa)	Elongation (%)	Hardness (HV0.1)
130	6.0	41

実験条件

Rotational speed	N (rpm)	60
Welding speed	V (mm/s)	0.5, 1.0, 1.5
Tilt angle	θ (deg.)	3
Probe insert speed	V_p (mm/s)	0.1
Preheating time	t (s)	1.3
Tool temperature	T (K)	673

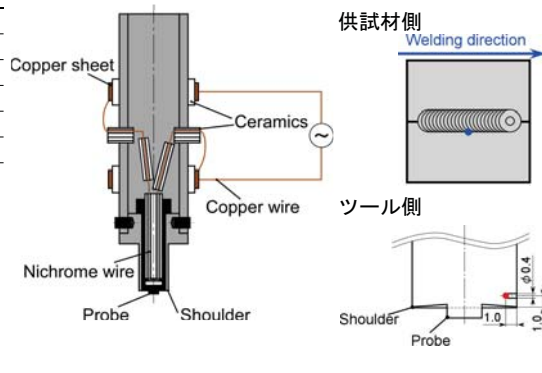
日東製機株式会社製 FN-II 型摩擦攪拌接合機

材質: 合金工具鋼 (SKD61)



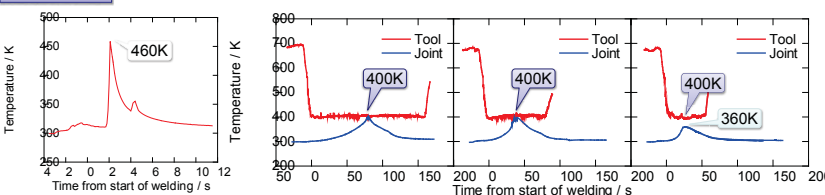
抵抗線式ヒータ内蔵ツール

測温位置



結果・まとめ

温度履歴 接合速度 1.5 mm/s 以上では、供試材とツールの温度が乖離する。

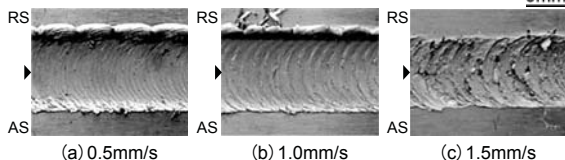


従来のFSWの場合 (1200 rpm, 40 mm/s)

ヒータで補助加熱した場合 (60 rpm)

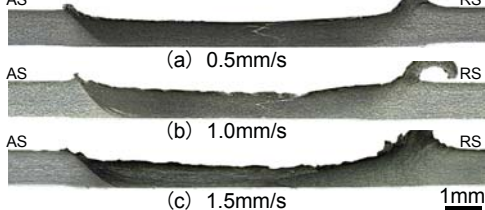
ビード外観

接合速度 1.5 mm/s 以上では、ビード表面が荒れる。

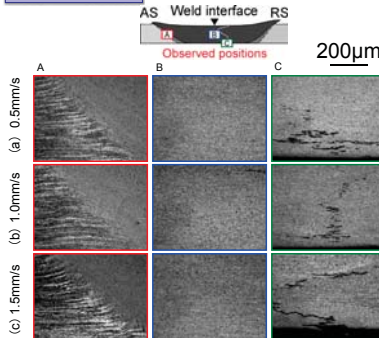


マクロ組織

- ・ 高接合速度ほどSZ減肉が著しい
- ・ HAZがほとんど観察されない

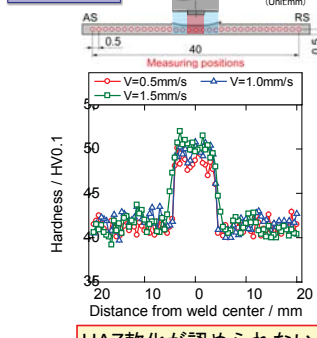


ミクロ組織

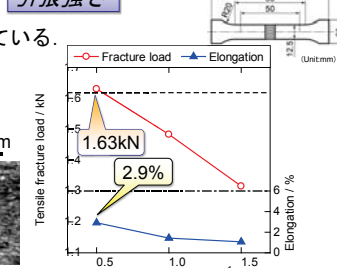


- ・ SZ組織の微細化は、本研究で採用した接合条件範囲ではほとんど差異は出ない。
- ・ HAZだけではなく、TMAZ領域も縮小している。

硬さ分布



引張強さ



応用分野・用途

FSWツールに補助加熱機構を内蔵することで、ツール回転数が著しく低い接合条件でも接合可能となり、その結果、接合温度を低減できることが明らかとなった。これにより、熱や力の印加が困難な半導体アセンブリ等の用途も含めた本接合法適用が考えられる。

日本大学産官学連携知財センター (NUBIC)

〒102-8275 東京都千代田区九段南4-8-24 日本大学会館
Tel: 03-5275-8139 Fax: 03-5275-8328 E-mail: nubic@nihon-u.ac.jp http://www.nubic.jp

