

# 摩擦攪拌プロセス(FSP)の表面改質効果による高強度銅ロールの開発

機能素材加工課 柿内茂樹\*1、山岸英樹、佐藤智 製品・機能評価課 清水孝晃

ものづくり研究開発センター 富田正吾\*2

中越合金鋳工(株) 谷真一、本吉史武、藤丸陽一、木曾夏輝、土肥祐輝

## 1. 緒言

近年、新たな組織制御技術として摩擦攪拌プロセス (Friction Stir Processing: FSP) が知られている。FSP は回転するツールを加工する位置に挿入して、ツールと材料との間に生じる摩擦熱で軟化させ、材料を攪拌する加工方法である。そして攪拌部は微細で等軸的な金属組織となり、優れた機械的性質<sup>1)</sup>を示す場合がある。FSP はアルミニウム合金の鋳物の組織制御技術<sup>2)</sup>として紹介されているが、銅合金に FSP する場合、アルミニウム合金よりも融点が高いため、ツールを挿入して、材料を攪拌すると熱的負荷が大きくなるため、高耐熱性、高耐摩耗性、耐折損性を有するツール材質が求められている。本研究では、銅合金の機械的性質向上のため、FSP における施工条件の検討と銅合金を FSP 施工するためのツール材質の探索を行った。

## 2. 実験方法

供試材料の寸法は、長さ 300 mm、幅 100 mm とした。FSP は、1 パス加工した条件と、幅方向に加工位置をオフセットした条件で行った。ツール寿命の評価を行うために、先端のツールプローブが交換できる、ツールホルダを作製して繰り返し FSP を行い、ツールが破損するまでの施工距離を求めた。ツール材質は、タングステン (W) と、イリジウム合金 (Ir) とした。

## 3. 実験結果

Fig. 1 に、銅合金に FSP 施工中の外観を示す。FSP 中はツールのホルダ部とその周囲が赤熱した。W、Ir ツールのいずれも材料を攪拌させる際に、ツールが赤熱する温度に達しても、ツールは破損せず、FSP が可能であった。

Fig. 2 に FSP を 1 パス行ったものと、ツール位置をオフセットして重ねて施工した断面マクロ組織を示す。いずれも攪拌部に空洞状の欠陥は認められなかった。また、ツールをオフセットして加工しても、マクロ組織への影響は認められなかった。攪拌部組織は母材組織と比較して、等軸的で微細な結晶粒サイズであった。

Fig. 3 に W と Ir ツールの破損するまでの距離を示す。W は 2250mm、Ir は 4500mm であった。タングステンの

試験では、試験中にツールホルダが破損したため、ツールが落下し、加工ができない状態となったが、ツール先端のプローブは残存していたことから、ツールホルダの破損が無ければ、施工可能距離は実績値以上であったものと推定された。分割式のツールホルダを利用する場合、ツール材質のみならず、ツールホルダの破損防止技術が必要である。



Fig. 1 Appearance of copper alloy during FSP

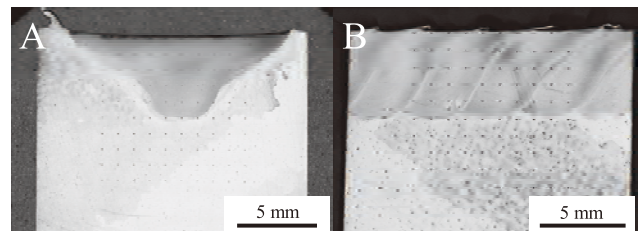


Fig. 2 Macrostructure of copper alloy after FSP (A: Single pass, B: Multi passes)

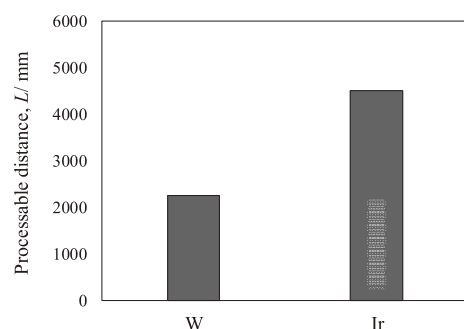


Fig. 3 Results of tool life test in FSP

## 参考文献

- 1) 中田一博: 銅合金の FSW, 溶接学会誌, **74**, 3(2005) 14-17.
- 2) 田川哲也ら: 鋳造アルミニウム合金の FSW 継手および MIG 溶接継手の疲労強度特性, 溶接学会論文集, **28**, 1(2010) 149-157.

\*1 現 企画調整課、\*2 現 富山県新世紀産業機構