

シンクロ型マグネシウム基長周期積層構造の FSW加工による組織制御と強度改善

評価技術課 氷見清和、加工技術課 柿内茂樹 富田正吾
富山県立大学 鈴木真由美

1. 緒言

マグネシウムの密度は 1.74 g/cm^3 と低いため次世代の軽量金属材料として期待されているが、マグネシウム合金は同じ軽金属に属するアルミニウム合金に比べて一般的に強度が低いという問題点がある。しかし近年、マグネシウムに遷移金属と希土類元素を同時添加した $\text{Mg}_{97}\text{Y}_2\text{Zn}_1$ 合金が室温で超々ジュラルミンを越える 610 MPa の降伏応力をもつことから、その材料内部の長周期積層相に注目が集まった。この長周期積層構造相は、変形や結晶粒形状の微細化により大幅な強度増加が期待できるため、押しや圧延などの塑性加工により強化が図られている。

本研究では、二次元摩擦攪拌接合装置 (FSW) を用いて通常の塑性加工法では得られない大ひずみ加工を、長周期積層構造相を含むマグネシウム合金に施すことで、内部のマイクロ組織と力学的特性の大幅な改善を目指した。

2. 結果

図 1 に摩擦攪拌加工した試料の外観を示す。試料には、割れなどの欠陥の導入も無く、強ひずみ加工法としての用途が期待できる。図 2 と図 3 に摩擦攪拌加工後の透過電子顕微鏡 (TEM) によるマイクロ組織観察写真を示す。最もひずみ量が大いといと推測する摩擦攪拌ツール近傍 (図 2) では、直径 $0.2 \mu\text{m}$ 程度~それ以下の均一な超微細結晶組織が得られた。また、塑性流動が顕著な摩擦攪拌部 (図 3) でも内部にひずみを含む直径 $0.5 \sim 1 \mu\text{m}$ 程度の結晶粒が得られており、摩擦攪拌加工によって長周期積層構造粒の分断と著しい結晶粒微細化が可能であることがわかった。また、ビッカース硬さ試験の結果、超微細粒部分では初期材の約 2 倍、摩擦攪拌領域では 1.5 倍以上の硬さの上昇を示したことから、摩擦攪拌加工により大幅な硬さの向上が図られることがわかった。

摩擦攪拌加工では、摩擦熱によって材料の温度は大きく上昇する。熱加工影響部の組織観察の結果、微細粒組

織は熱的にも比較的安定であると考えられるが、強度は初期材と同程度であった。今後、加工条件を最適化することで摩擦攪拌領域を拡大させ、圧縮試験や高温長時間試験等により、その力学的特性について明らかにする必要がある。

参考文献

- 1) Y. Kawamura et al. : Mater. Trans., **42** (2001), 1172.

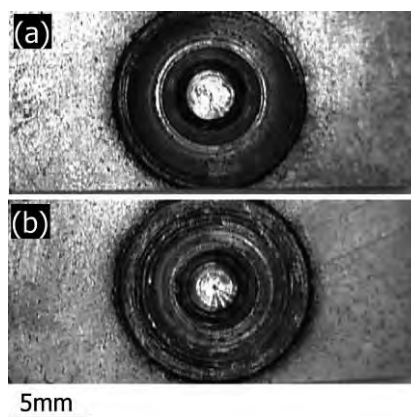


図 1 摩擦攪拌加工後の試料外観

(a) 1000rpm 10sec, (b) 2000rpm 10sec

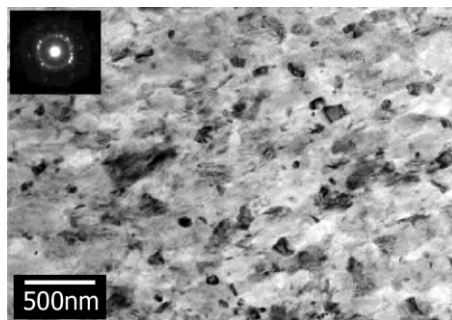


図 2 摩擦攪拌ツール近傍の超微細粒組織

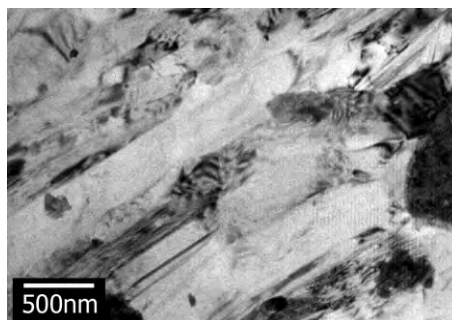


図 3 摩擦攪拌部の微細粒組織