

228 5083Al 合金 Friction Stir 接合部の硬度分布とミクロ組織

東北大学大学院工学研究科

○佐藤 裕, 粉川博之

昭和アルミニウム(株) 榎本正敏, 成願茂利, 橋本武典

Distributions of hardness and microstructure in friction-stir-weld of 5083 Al

by Yutaka S. Sato, Hiroyuki Kokawa, Masatoshi Enotomo, Shigetoshi Jogan and Takenori Hashimoto

1. 序論

著者らは、これまで析出強化型である6063Al合金Friction Stir接合部のミクロ組織を詳細に調べ、機械的特性との関連性について明らかにしてきた。析出強化型Al合金の場合には、強化析出物のサイズ、形態、密度などが機械的特性を大きく支配することを示したが、固溶強化型Al合金Friction Stir接合部の機械的特性に及ぼすミクロ組織の影響については、系統的なデータが見当たらないのが現状である。そこで本研究では、固溶強化型である5083Al合金のFriction Stir接合部における硬度分布とミクロ組織の関係を、光学顕微鏡、TEM/EDX、SEM/EBSPなどを用いて、関連づけることを目的としている。

2. 実験方法

本実験で用いたAl合金は、5083Al合金のO材である。板厚は4mmであり、化学組成はAl-0.09%Si-0.25%Fe-0.03%C-0.66%Mn-4.01%Mg-0.08%Cr-0.02%Zn-0.02%Ti(wt%)である。供試材に対してFriction Stir Weldingを施した後、接合方向に垂直な断面で切断し、硬度測定と光学顕微鏡観察を行った。結晶粒組織の詳細は、SEM/EBSPにより調べた。接合部の結晶粒内における転位密度、分散物の分布状態は、接合部から切り出した3mmディスクに対してジェット研磨を施した後、TEM/EDXにより調べた。

3. 実験結果

Fig.1(a)に5083Al合金Friction Stir接合部の断面写真を示す。接合部は、典型的なリング状の形態を示している。Fig.1(b)は、接合部の硬度分布を示している。top, center, bottomは、それぞれFig.1(a)の矢印に対応している。硬度は、ばらつきが大きいものの接合部全体でほぼ一定となった。接合部内の結晶粒径分布を、Fig.2に示す。接合時に導入された塑性ひずみの影響により接合中心へ近づくほど、結晶粒径は小さくなっている。一般的

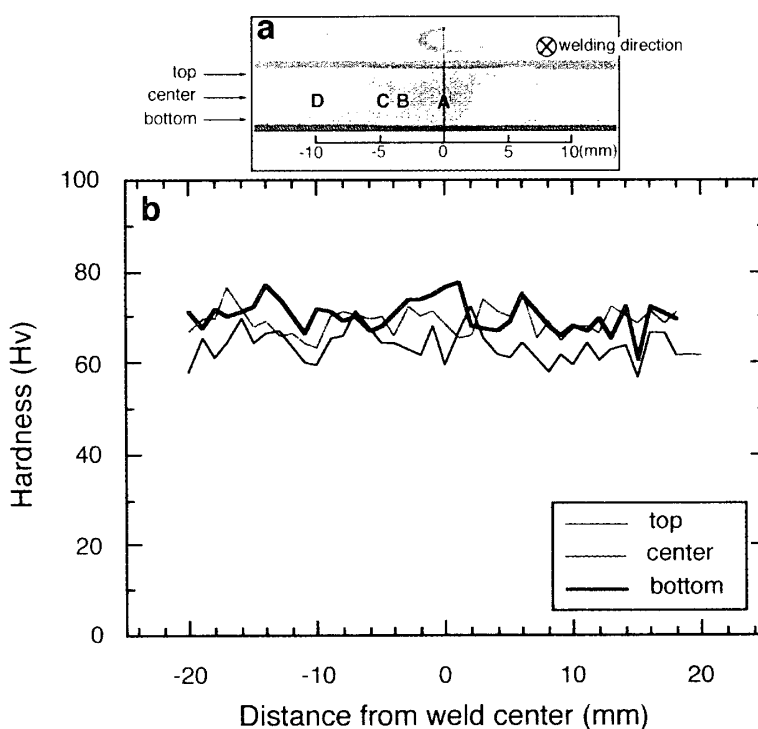


Fig.1 (a) macroscopic overview and (b) hardness profiles in friction-stir-weld of 5083 Al.

に、結晶粒径が小さくなると、Hall-Petchの法則に従い、硬度は上昇する。そこで、過去にAl-Mg合金から得られたHall-Petchの式に、接合部内の結晶粒径を代入して計算してみると、接合中心部と母材部で10~20Hv程度の差が生じることがわかった。この結果は、5083Al合金Friction Stir接合部の硬度分布は、結晶粒径だけで説明できないことを示している。次に、Fig.1(a)におけるA~D領域をTEMにより観察してみると、Fig.3のように、すべての領域で数十nm程度の微細な分散物が分布していることが明らかとなった。EDX分析と電子線回折により、この微細な分散物は、 $Al_6(Mn,Fe)$ であることが示された。 $Al_6(Mn,Fe)$ の溶解温度は、マトリックスの融点よりも高いことがThermo Calcにより求められたため、A領域で見られた分散物は、接合中も溶解せずに残存し、マトリックスとともに攪拌されたものと予測される。また、100nm程度の分散物がAl合金中に分布していた場合、機械的強度を向上させるとの報告がある。従って、5083Al合金Friction Stir接合部の硬度分布がほぼ一定となったのは、微細な $Al_6(Mn,Fe)$ がどの領域においても多数分布していたためと考えられる。

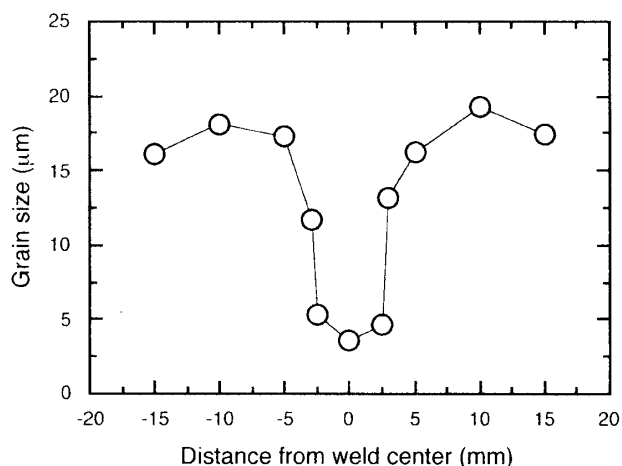


Fig. 2 Grain size distribution in friction-stir-weld of 5083 Al.

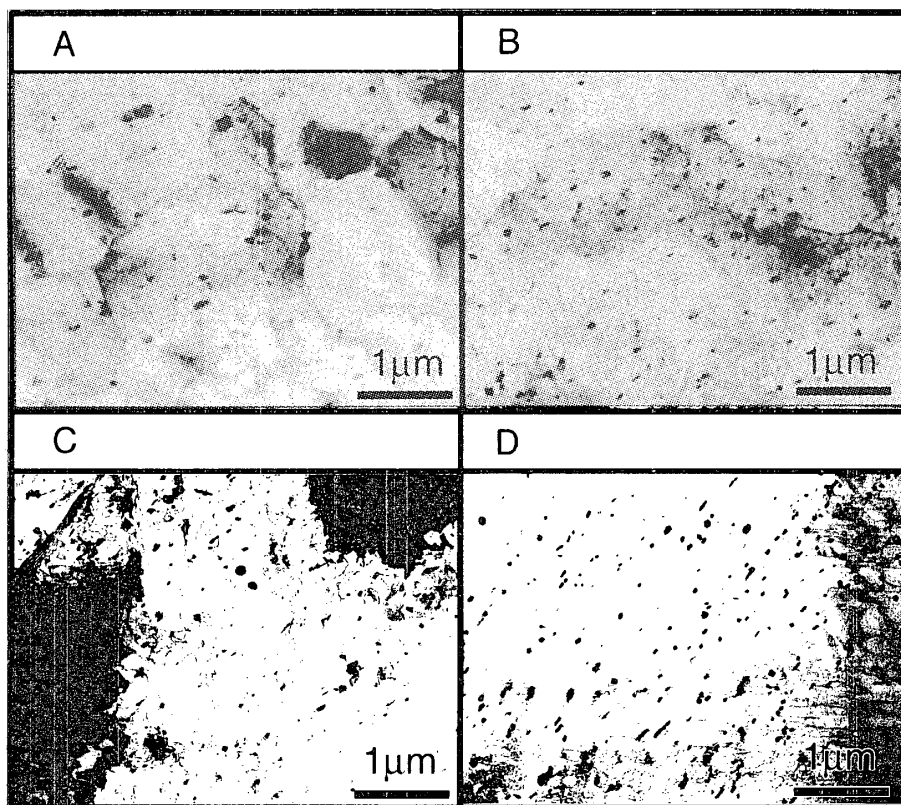


Fig. 3 TEM images of the A, B, C and D regions presented in Fig. 1(a).