

531 塑性流動現象によるアルミニウム合金鋳物の表面改質

名古屋大学工学研究科
同 大学院
日立金属（株）

篠田 剛
○李 錦旗
吉沢 亮 永吉 英昭

Surface modification of aluminum alloy casts by friction thermomechanical process(FTMP)

Takeshi SHINODA, Jinqi LI, Akira YOSHIKAWA, Hideaki NAGAYOSHI

1. 緒言

省エネルギー、軽量化の要求が高まり、比強度の高いアルミニウム合金の利用が注目されている。アルミニウム合金鋳物は各種機器、器具などに幅広く使用されている。鋳造組織の粗大化、偏析、気孔などの欠点を改善するために、新しい鋳造法の開発とともに表面改質法の必要性も指摘されている。しかし、従来の溶射や表面溶融合金化などの表面改質法は溶融プロセスであり、ポロシティ、偏析、割れなどの欠陥を生じやすい。一方、摩擦圧接現象を利用した固相状態での表面改質法が注目を浴びている。本報告は、摩擦により表層金属の塑性流動現象を利用した新しい表面改質プロセスFTMP(Friction Thermo-Mechanical Process)を提案し、その機構、特性などについて実験的な検討を行い、考察したものである。

2. FTMP法原理

FTMP法のプロセスの概略図をFig.1に示す。非消耗型丸棒と基材の間に生じた摩擦熱と塑性流動により、動的再結晶を生じさせ、表層組織の微細化と性質の向上を図る新しいプロセスである。摩擦肉盛のように、摩擦圧力、回転数及び基材の横移動速度が基本的な制御因子となる。定性的には改質層の大きさは摩擦圧力に比例し、移動速度及び回転数に反比例する。FTMPにおいては摩擦熱量の多少および塑性変形の大きさによって、改質層の組織と性質は影響を受ける。

3. 実験方法

本研究では、ブレーキ式縦型摩擦圧接機を用い、実験を行った。アルミニウム合金鋳物板をボルトで圧接機の基盤に固定し、非消耗型丸棒に圧力をかけ、回転させ、処理部材表面に摩擦熱による塑性流動を生じさせながら、基材を横に移動させた。直径20mmの高速鋼DEX40を非消耗型丸棒として用いた。摩擦圧力を35～75MPa、非消耗型丸棒の回転数を800～1600rpm、基材の横移動速度を4～8mm/sとした。

供試材には、AC2Bアルミニウム合金鋳物の平板を用い、その化学組成をTable1に示す。金型温度150～160℃、注湯温度720℃で鋳造を行い、また溶湯中に水素ガスを添加して、供試材中に均一にガス気孔を生じさせた。母材中の水素量は0.19～0.28cm³/100gであった。

4. 実験結果及び検討

4.1 改質層の組織

FTMP法は、非消耗型丸棒と基材との間に生じた摩擦熱と塑性流動により、動的再結晶を生じさせ、組織の微細化を生じさせる。この結晶粒の微細化により表面の性質を向上させる方法である。FTMP法をアルミニウム鋳物表面の処理を行った結果、表層部では硬化し、さらに完全なポロシティの消失が認められた。摩擦熱量の大きさおよび塑性変形の大きさによって、改質層の組織を概ね粒状域、帯状域、展伸した結晶粒域およびポロシティ消失域の四つに分類できる。改質層の各域中央部の深さをFig.2に示す。同図は、回転数1600rpm一定の場合の圧力の影響を示したものである。摩擦圧力の増加とともに改質層の深さが大きくなる傾向がある。

4.2 改質層における硬さ分布

FTMP法による改質層の硬さ分布をFig.3に示す。基材の硬さはおよそ70HV程度であるが、改質層の方が全て硬化している。また、図中でAe、RelはFig.1に示した表面改質層の前進縁(Advancing

edge)と後退縁(Retreating edge)に対応するものである。中央部(Cn)および進行方向右側(Ae)で、最高硬度の増加傾向が見られるが、これは摩擦肉盛時の塑性流動現象と同一機構によるものと考えられる。

4.3 塑性流れに及ぼす摩擦棒の圧力と回転数の影響

FTMPの摩擦の際、非消耗型丸棒の回転中心の両側における摩擦力による塑性流れ、あるいは結晶粒の塑性変形方向は異なる。後退縁の方では、前進縁より相対速度が小さくなるため、摩擦によって塑性変形の部分が深くなっている。また、摩擦圧力の増加とともに、前述した相対速度の違いによって生じた塑性流れの相異が次第になくなる。

5. 結言

(1) 摩擦現象を利用したFTMP法では、従来の方法で困難なアルミニウム合金の鋳物表面改質を安価かつ簡単なプロセスで実現できる。

(2) FTMP法による改質層には、結晶粒の微細化によって硬化し、かつ母材の著しい偏析を改善できる。母材に存在するポロシティを消失できる。

(3) FTMP法では、非消耗型丸棒の摩擦圧力、回転数は改質層の金属の塑性流れに強い影響を及ぼす。回転数が遅くなるほど改質層の深さが深くなる傾向が認められた。

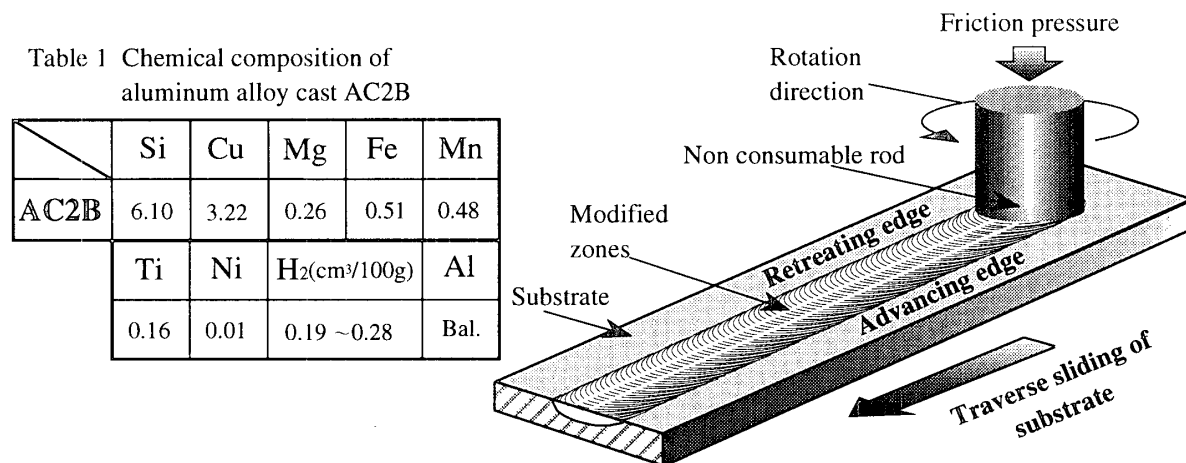


Fig.1 Schematic illustration of friction thermomechanical process (FTMP) for surface modification

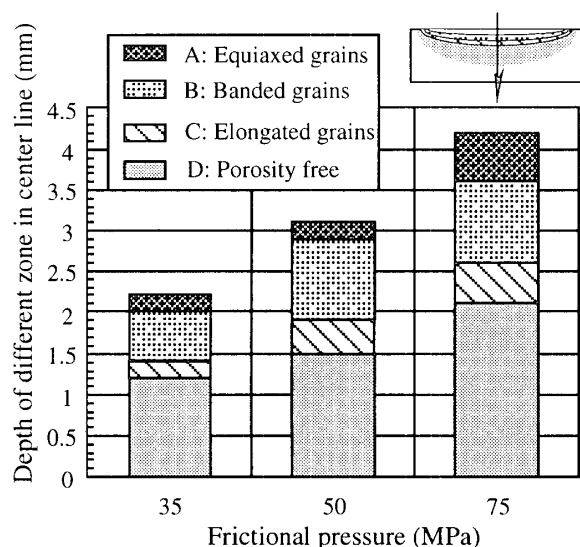


Fig.2 Effect of friction pressure on microstructures constitution of modified zone

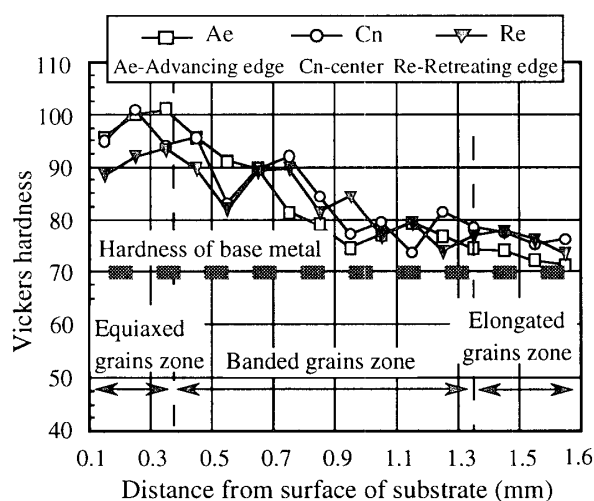


Fig.3 Vickers hardness distributions tested in different positions of FTMP zones