

—鍛造用マグネシウム合金 AZ80A の鋸切断粉リサイクル法に関する研究—

材料技術課 山崎太郎、石黒智明、加工技術課 土肥義治、森本英樹、評価技術課 武部 豊、林 千歳

1. 緒言

県内企業2社で世界シェアの100%を占めているレーシングカー用鍛造マグネシウムホイールは、新しい地場産業製品として定着しつつあるが、製造時に発生する切削屑等のリサイクルにはほとんど手がつけられてなく、産業廃棄物として処理されているのが現状である。この処理費用の高騰は製品コストを押し上げる一要因となっていることや、近年の環境保全意識の高まりからもリサイクル技術の確立が早急に望まれているところである。

筆者らはすでに仕上げ加工する際に発生する旋盤屑等についてリサイクル研究を行ってきた。そこでは旋盤屑等はその比表面積の大きい形状から切削屑表面の酸化物の巻き込みによる影響を受けるため機械的性質の劣化が避けられず、そのままでは製品への再利用は難しく、マグネシウム合金のリターン材やアルミニウム合金の添加材として有望であることが明らかになった。

今回の研究では、比表面積の小さなピレット切断粉に着目し、それを再溶解してマグネシウムリターン材やアルミニウム添加材よりも付加価値の高い鍛造用合金として再利用できるかどうかを検討したので報告する。

2. 供試材および溶解

2-1 供試材

供試材として鍛造用 Mg 合金 (AZ80A) 製ピレットを帯鋸で切断加工する際、工場が発生する直径が 1mm 程度の鋸切断粉を用いた。その形はほぼ粒状であり、旋盤屑等よりも比表面積が小さく酸化物の影響を受けにくいといえる。

2-2 溶解

通常、Mg 合金の溶解する場合酸化、燃焼しないように不燃性ガス SF₆ をカバーガスとして用いる。ところが近年、地球環境保護の観点から地球温暖化に悪影響を及ぼす CO₂ を使用を削減することが工業先進国に強く求められようになった。SF₆ は CO₂ に換算して数千から数万倍の温暖化作用を持つといわれ、近い将来その使用が制限される可能性もあり、SF₆ を使用しない溶解法の採用も必要となってくる。本研究では不活性ガス Ar 雰囲気中で溶解を行った。

鋸切断粉を直径 50mm の金型に充填し、プレス機で

10kg/mm² の圧力を加えてブリケットを製作し、それをカーボン坩堝に入れ加圧型溶解炉を使い溶解した。真空ポンプで排気したのち Ar (99.99%) を導入した。Ar の圧力を 2 気圧に保ちながら常温から 750°C まで昇温させ 2 時間保持のあと室温にまで炉冷してから試料を取出した。

3. 実験および考察

鋸切断粉には水溶性切削油が含まれていて、溶解の際 Mg 合金に介在物として残留し、機械的性質を損なう。そこで油分の除去について検討したのが図 1 である。1-A は鋸切断粉をそのまま溶解、凝固したものの切断面を SEM 分析の結果である。構成元素のほかに油分に起因すると思われる炭素が検出された。そこで油分が付着した鋸切断粉をアセトン溶液に入れ 1 分間の超音波洗滌を行い溶解後、分析すると炭素のピークが認められなくなった (1-B)。このことより有機溶剤による超音波洗滌を行えば水溶性切削油が簡単に除去できることがわかる。

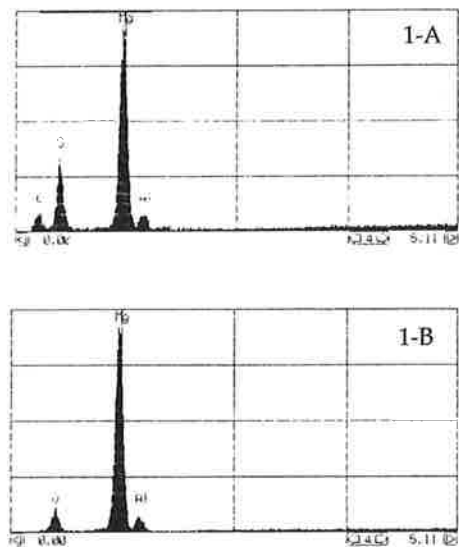


図 1 リサイクル試験片の SEM 分析結果

次に重量を調べたのこところ、投入原料 (鋸切断粉) の重量 128g に対して凝固試料が 114g であり、殆ど酸化による溶解損失がなかった。切削屑の大気溶解において、元湯がない場合は普通 50% ほどのロスが避け

られないが、Ar 雰囲気での熔解はあまり熔解損失がない有効な方法であることがわかった。またその定量分析を行なったところ AZ80A を構成しているそれぞれの元素はほとんど損耗がなく ASTM 規格を満たしており、成分調整しなくてもそのまま鍛造用合金として使用出来ることがわかった。

図 2 に Mg 切断粉を Ar 雰囲気中で熔解、凝固された試料の組織写真を示す。徐冷による大きなデントライト組織が観察された。白色の部分が Mg が rich な α 相、それを囲む灰色の部分が Mg と Al の共晶組織、その共晶組織の中に存在する白色の横長形状をしているものが $Mg_{17}Al_{12}$ 化合物である。また組織の所々に酸化物が存在していた。その除去方法については今後の課題としたい。試料には硬度の小さい α 相とそれ以外の硬度の大きい相が混在しており、このままでは鍛造の際、亀裂が生じるので組織の均一化と結晶粒微細化を図る必要がある。

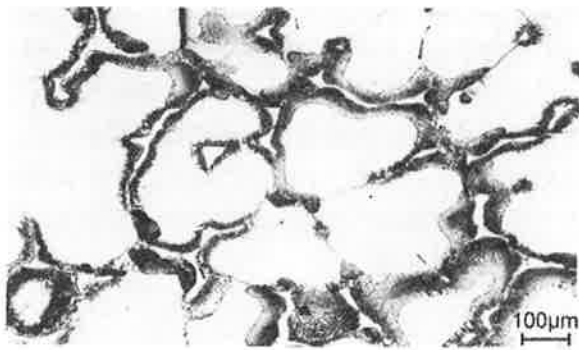


図 2 Ar 雰囲気中で熔解した試料の凝固組織

そこで 430℃ で 15 時間の溶体化処理を行なった。その際、プリスタが生じなかったことからガス欠陥はないものと思われる。結果を図 3 に示す。拡散により共晶部分が消失しほぼ均一な α 単相となっていること

がわかる。しかしその結晶粒径は 500 μm 前後の粗粒であったので、試料を 350℃ で塑性変形させ動的再結晶による組織の微細化を試みた。

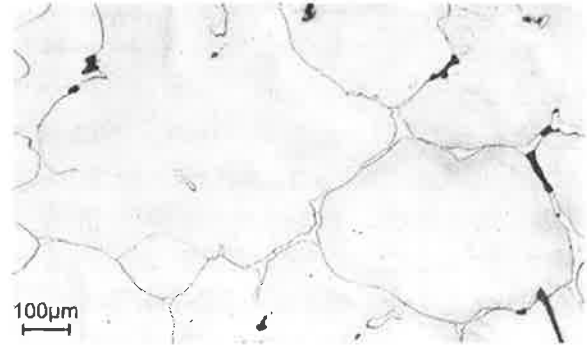


図 3 溶体化処理後の組織

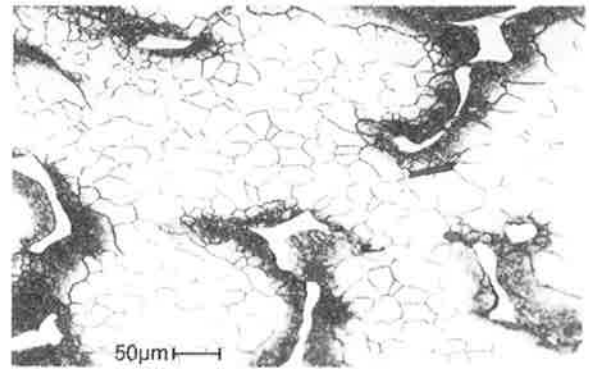


図 4 動的再結晶により微細化した組織

図 4 にその結果を示す。高温で応力を受けることにより結晶粒は 50 μm 以下となり、実用レベルにまでに微細化することが出来た。このことにより鋸切断屑を Ar 雰囲気下で熔解したものに適正な工程を加えれば、従来の Al 合金添加材等のリサイクルよりも付加価値の高い鍛造用合金として再利用が可能であることが示唆された。

Key Words: Mg、リサイクル、切削屑、溶体化処理、動的再結晶

The local industry promotion project by magnesium alloy application

Study on recycling the AZ80A (Magnesium alloy for forging) cutting chip

Taro YAMAZAKI, Tomoaki ISHIKURO, Yoshiharu DOI, Hideki MORIMOTO, Yutaka TAKEBE, Chitoshi HAYASHI

The remelting method was tried in an inert atmosphere for the recovering from cutting chip of Mg alloy. Consequently, Mg alloy was recovered by high yield. After solution treating and deformation process, the microstructure was refined and the Mg alloys were expected to be used for forging. On the other hand, if melted in the air, almost all Mg cutting chip was burned down.