

プリカーサ法による多孔質マグネシウム合金の作製方法の検討

長田貢一^{*1}、彦坂武夫^{*2}

Fabrication of Porous Magnesium Alloy by Precursor Method

Kohichi OSADA^{*1} and Takeo HIKOSAKA^{*2}

Industrial Technology Division, AITEC^{*1*2}

マグネシウム合金の切削屑を原料とする多孔質体の製造方法を検討した。その第一段階として、(1)切削屑の微細化プロセス、(2)マグネシウム試薬粉を原料としてプリカーサ法による多孔質体の作製方法について検討した。その結果、(1)については、遊星式ミキサと家庭用ミキサにより長いリボン状の切削屑を 1mm 程度まで均一に微細化できた。また、(2)については、防燃ガスを導入した汎用マッフル炉を用いて、発泡剤として TiH_2 を添加したプリカーサを発泡させ、気孔率 43% のマグネシウム合金多孔質体を得た。

1. はじめに

多孔質金属材料は、軽量で緻密材にはない吸音特性、衝撃吸収性、制振性、断熱性などが得られる。一方、マグネシウム (Mg) 合金は、工業製品への適用が増加しており、それに伴い加工時に発生する切削屑も増加している。しかし、その取扱いには燃焼や粉塵爆発といった危険性が伴うため、そのほとんどが燃焼廃棄されている。

本研究では、切削屑のリサイクルも可能にする技術の確立を目指して、多機能多孔質金属材料を創製するため、Mg 合金切削屑の微細化方法を、また、Mg 試薬粉末を原料にしてプリカーサ法¹⁾を用いた多孔質体の作製方法を検討した。

2. 実験方法

2.1 Mg 合金切削屑の微細化

実験に用いた Mg 合金 (AZ31B) の切削屑は、長さが 2m にも達するリボン状であり、このため微細化する前に短尺化する必要があった。最初に、食品工業用の遊星式ミキサ (品川工機所製) を用いて、乾式で 5 分間処理を行った。これにより 50mm 程度まで短尺化できた。この切削屑をさらに微細化するため、次の 2 通りの方法を選択しそれらの有効性を比較検討した。

(1) 自転軸傾斜式遊星型ボールミル (ゴーキンプラネタリング社製、自転/公転回転数比 2.5) とジルコニア容器およびジルコニア製ボール (3~10mm) を用いて、切削屑 10g を湿式で公転回転数 350rpm で 5 分間粉碎処理した。(2) 家庭用ミキサ (日立製、容量 1.2l、9,500rpm) により切削屑 10g に対して蒸留水 200ml を加え、5~120s

撈拌した。いずれの方法も微細化後、120℃ で加熱乾燥して微粉末を得た。それぞれの微細化プロセスの有効性を調べるため、光学顕微鏡およびスキャナを用いた観察により切削屑の大きさを求めた。

2.2 プリカーサ法による多孔質体の作製

マグネシウム粉末 (粒度約 300 μm の試薬、純度 97%) に発泡剤の水素化チタン (TiH_2 、粒度 45 μm) を 1、2、4、5mass% 添加し、前記の自転軸傾斜式遊星型ボールミルを用いて撈拌した。得られた混合粉末 250g を円筒金型 (60mm) に充填し、圧縮試験機により 400kN の荷重を 60s 間以上加えて加圧成形し、プリカーサ作製のためのピレットとした。

このピレットを温度 420℃ で 3 時間の均一加熱を行った後、コンテナ温度 410℃、押し出し比 36、加工力 5MN で熱間押し出しを行い、10mm のプリカーサを作製した。

プリカーサを 5~20mm の長さに切断した後、マッフル炉で加熱して発泡させた。この際、炉内温度を 620~750℃、加熱時間を 300s~2ks の範囲で変えて、気孔率との関係を調べた。なお、マッフル炉には防燃カバーガスとして六弗化イオウ (SF_6 、6 ml/min) および二酸化炭素 (CO_2 、2 l/min) の混合ガスを導入した。発泡後の試料を炉内から取り出し、大気中で冷却ファンによる急冷を行った。

次に、得られた多孔質体の密度をアルキメデス法により測定し、Mg の密度 (1.738 Mg/m^3) を用いて気孔率を求めた。また、多孔質体の組織を光学顕微鏡と SEM により観察した。

*1 工業技術部 加工技術室 *2 工業技術部 加工技術室 (現工業技術部長)

3. 実験結果及び考察

3.1 切削屑の微細化

遊星ボールミルで微細化した切削屑のマクロ写真を図1(a)に、ミクロ写真を図1(b)に示す。1 μm 程度の微細な粒子と3mm以上の粗大粒子が混在しており、微細化が均一に進行しなかったことを示している。

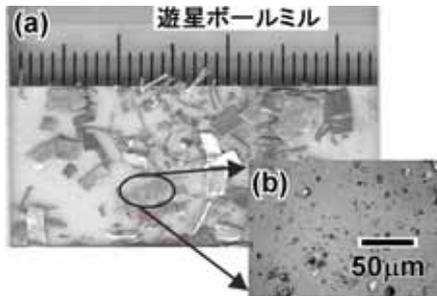


図1 遊星ボールミルにより微細化された切削屑の顕微鏡写真

一方、ミキサによる処理時間と切削屑の微細化の状態を図2に示す。処理時間とともに微細化がほぼ均一に進行していることが分かる。これらの顕微鏡像から切削屑の平均サイズを求め、処理時間に対してプロットすると図3を得た。処理開始後急激に微細化が進行するが、30s以降はやや遅くなり120s以上では、微細化がほとんど進行しなかった。以上の結果から、検討した方法の中で

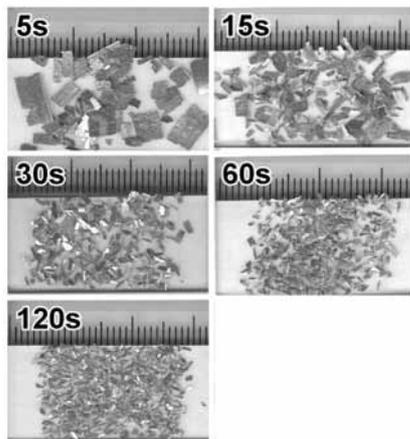


図2 ミキサによる処理時間と切削屑の微細化の状態

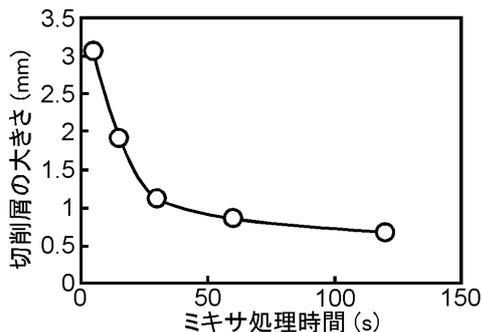


図3 ミキサ処理時間と切削屑の大きさの関係

ミキサによる処理の方が適していることが分かった。

3.2 多孔質体の作製

試薬 Mg 粉末により得られた多孔質体断面の SEM 写真の一例を図4に示す。図中矢印で示すように大きさ数100 μm 程度の気孔が多数観察された。Mg 粉末に添加した TiH_2 が Mg の溶融時に発泡してこのような気孔が生成されたと考えられる。しかし、発泡剤の添加量に比較して気孔率が小さく、また添加量や加熱条件の大きな違いにもかかわらず、気孔率の差は小さくいずれも43%

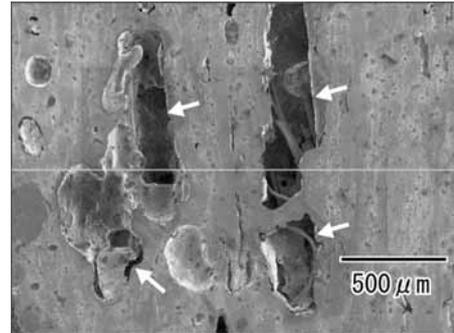


図4 多孔質体断面のSEM像

程度であった。この値は、鑄造によるアルミニウム多孔質体²⁾(気孔率92%以上)に比べてかなり小さい。一方、懸念された加熱による Mg 微粉末の燃焼は、炉内に防燃ガスを導入することなどで防ぐことができた。

4. 結び

Mg 切削屑を用いた多孔質体の作製技術を確立する第一段階として、(1)長尺の切削屑の微細化プロセス、(2)Mg 試薬粉末を原料にしてプリカーサ法を用いた多孔質体の製造方法のそれぞれについて検討した。その結果、(1)についてはミキサにより均一な微細化が可能であること、(2)については気孔率43%の多孔質体を作製することができた。今後、(1)と(2)で得られた結果に基づいて、切削屑を出発原料にしたプリカーサを作製し、切削屑を出発原料とし、軽量化を目指すため70%以上の気孔率をもつ多孔質体の作製条件を検討する。

5. 付記

本研究は、(財)天田金属加工機械技術振興財団から研究助成を受けた。ここに記して謝意を表する。

文献

- 1) 津田ほか：軽金属学会第108回春期大会講演概要，181 (2005)
- 2) 長田ほか：愛知県産業技術研究所研究報告，5，34 (2006)