

マグネシウム合金プリカーサの発泡方法

長田 貢一^{*1}、彦坂 武夫^{*2}、濱口 裕昭^{*3}

Foaming Technique from Machined Chips of Magnesium Alloy

Koichi OSADA^{*1}, Takeo HIKOSAKA^{*2} and Hiroaki HAMAGUCHI^{*3}

Industrial Technology Division, AITEC^{*1*2}, Tokoname Ceramic Research Center, AITEC^{*3}

現在最も多く利用されているダイカスト用・鋳造合金である AZ91D マグネシウム合金に Ca を添加した AZX911 マグネシウム合金を作製した。この AZX911 マグネシウム合金切削屑から、プリカーサを作製する技術を確認した。この合金のプリカーサを加熱発泡させ、多孔質体を成形する方法を探り、AZX911 マグネシウム合金の難燃性を利用した簡易な発泡法を提案した。

1. はじめに

多孔質金属は、非常に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ため、自動車、建築、土木などの業界から注目されている。一方、昨今のマグネシウム(以下 Mg とする)合金の工業製品への適用量の増加により、機械加工時に発生する切削屑も増加しているが、その取扱いには燃焼や粉塵爆発といった危険性が伴うことから、一部は燃焼廃棄されており、有効なリサイクル方法が要望されている。

本研究では、AZX911Mg 合金の旋削屑の微細化方法、およびこの微細化粉を発泡剤と共に固化したプリカーサを作製して多孔質 Mg 合金作製のための発泡方法¹⁾を検討した。

2. 実験方法

2.1 切削屑の調製

本研究に用いた原料は、AZ91DMg 合金および 1mass%Ca を添加した難燃合金 AZX911Mg 合金である。プリカーサ法による多孔質 Mg 合金の作製方法を主に AZX911Mg 合金を用いて検討した。金型による重力鋳造によって AZX911Mg 合金を 60×240mm の円筒形に鋳造した後 20mm まで旋削加工して切削屑を得た。旋削屑は長尺ものを含んでいるため、(株)品川製作所製攪拌混練装置にて自転回転数 300rpm、20min 間で処理した(以下チップ状屑と呼

ぶ)。この短尺化したチップ状屑を遊星ボールミル装置により、表 1 に示す条件で微細化した。比較試料として AZ91DMg 合金のインゴットを金鋸盤で切断加工し、その時発生した切削屑を用いた。

2.2 プリカーサ法による多孔質 Mg 合金の作製方法

Mg 合金粉末と水素化チタン(TiH₂)粉末を混合攪拌した後、60mm 金型に充填し、60mm パンチにより 430kN の荷重で 0.5min 間加圧して成形した。2 個の成形体を 1 ピレットとして、加工力 5GN の熱間押出加工装置を用いて、コンテナ温度 613K、押出比 56 の条件で 8mm の成形体を作製し、プリカーサとした。プリカーサは長さ 10mm に切断し、SF₆ ガス 6mL/min 及び CO₂ ガス 2L/min を混合した防燃ガス雰囲気のマッフル炉中において加熱温度 743~993K、加熱時間 1~30min の条件で発泡させた。

2.3 組織観察

ボールミル処理した切削屑を SEM により観察した。プリカーサ中の TiH₂ の分散状態を調べるため、光学顕微鏡で組織観察した。

3. 実験結果

3.1 切削屑の調製とプリカーサの作製

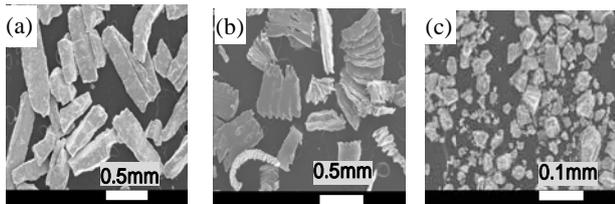
図 1(a)にボールミル処理した AZX911Mg 合金粉、図 1(b)に金鋸盤での AZ91D 切削屑、図 1(c)に発泡剤(TiH₂)の SEM 写真を示す。図 1(a)のボールミル処理した Mg 合金粉は、切削方向に垂直な方向に細長い矩形になっている。これは、切削方向に図 1(b)に見られるような多数の線状痕が生じ破断しやすいためである。また、ボールミル装置の衝撃力により、切削方向に垂直な方向

表1 AZX911Mg 合金の微細化条件

使用機器	伊藤製作所製 遊星ボールミル LP-1
処理量	100g / バッチ 公転回転数: 450rpm
処理時間	20min
使用ボール	20mm 鋼球: 12個(388g) ・ 10mm 鋼球: 49個(199g) 0.6mm 篩いを通過

*1 工業技術部 加工技術室 *2 工業技術部長 *3 常滑窯業技術センター 開発技術室

にも短尺化していた。



(a) AZX911Mg 合金 (b) AZ91DMg 合金 (c) 発泡剤

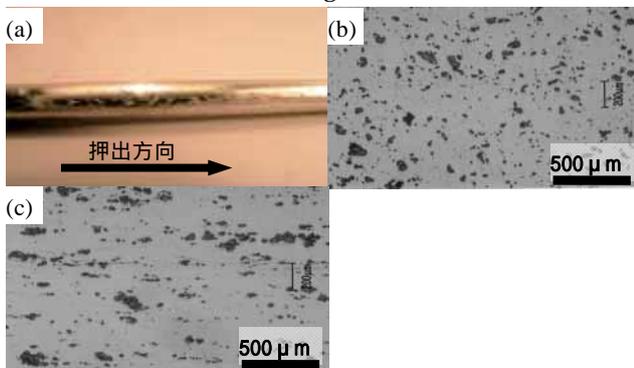
図1 原材料のSEM写真

ピレット作製をチップ状屑で行ったところ、AZX911Mg 粉の圧粉固化²⁾は、処理量を減らし、圧縮荷重 900kN まで上げて、また、短尺化処理時間を 60min まで増やしてより微細化を図っても、不可能であった。そこで、チップ状屑については、遊星ボールミルを用いて表1の条件で微細化すると、1バッチ 125g の粉砕量をアルミホイルに包んだ状態で固化が可能になった。このとき、微細化の判定基準を 0.6mm アンダーとし、表1の条件の処理では 95%以上の微細化が可能であった。一方、AZ91DMg 合金の金鋸盤による切削屑は、1バッチ 125g とし、430kN で 0.5min 間の加圧条件で成形可能であった。

図2に、(a)プリカーサの外観、(b)押出方向に平行なプリカーサの断面組織、(c)押出方向に垂直なプリカーサの断面組織を示す。図2(c)では押出方向に局所的に直線状に TiH₂ が並ぶ傾向があるが、押出方向に垂直な断面では、図2(b)に示すように均一に分布していた。

3.2 プリカーサ発泡方法

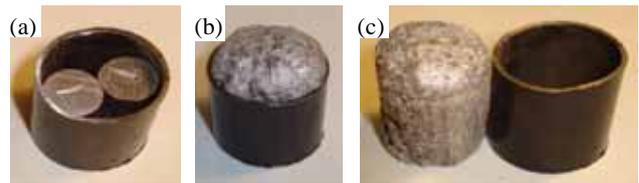
AZ91DMg 合金プリカーサは、防燃ガスを導入したマッフル炉中では、1023K まで加熱しても燃焼することなく発泡が可能²⁾だったが、大気中の加熱では燃焼した。また、昨年からの実験では、加熱温度・加熱時間を色々変えても気孔率が 45%前後であった²⁾。今回この方法で 2、10mass%TiH₂ 添加 AZ91DMg 合金および 5mass%TiH₂ 添加 AZX911Mg 合金の 3 種のプリカーサ



(a) プリカーサ外観(8mm) (b)押出方向に垂直な断面の組織 (c)押出し方向に平行な断面の組織

図2 プリカーサの外観およびプリカーサ断面組織

においても、気孔率は同様の結果となった



金型内にプリカーサをセット バーナ加熱により発泡 発泡体と金型

図3 多孔質体作製例

次に、新たな発泡方法として、ガスバーナによる発泡方法を試みた。プリカーサを金型に充填した後、ガスバーナで加熱し、成形状況を観察した。その結果、AZ91DMg 合金のプリカーサは燃焼してしまったのに対し、AZX911Mg 合金を用いたプリカーサは、燃焼せず発泡した。多孔質体の作製例を図3に示す。この多孔質体の密度は、0.67Mg/m³、気孔率は 63%であった。図3(a)は、円筒形鋼製金型にプリカーサ 2 個を挿入した様子、図3(b)はそれをバーナ加熱し発泡した状況、図3(c)では作製した多孔質体(気孔率 63%)を示す。図3(b)ではプリカーサのつなぎ目が観察されるが、人力では剥がせない程度の接合であり、金型への充填による成形の可能性を見出した。

4. 結び

AZX911Mg 合金の切削屑を原料とするプリカーサ法による多孔質材料の作製方法を検討した結果、次の 2 点が明らかとなった。

- (1)AZX911Mg 合金の旋削屑の処理は遊星ボールミルによる微細化、圧粉成形および緻密化により、良好なプリカーサが作製できた。
- (2)AZX911Mg 合金プリカーサのガスバーナ加熱により気孔率 63%の多孔質体が作製でき、複数プリカーサの発泡による金型充填成形の可能性が確認できた。今後は、さらに高気孔率で大型の多孔質体を作製し、その材料特性の評価を行う予定である。

5. 謝辞

本研究を遂行するにあたり、助成を頂きました(財)天田金属加工機械技術振興財団に深く感謝いたします。

文献

- 1) 例えば Satoshi TSUDA et al. : Porous Metals and Metal Foaming Technology(MetFoam2005) , P337(2005) , The Japan Institute of Metal
- 2) 長田, 彦坂 : 愛知県産業技術研究所研究報告 , 6, 70(2007)