

マグネシウム合金の制振性に関する研究

材料技術課 柿内茂樹*, 山崎太郎, 石黒智明*** プロジェクト推進担当 山岸英樹

1. 緒言

マグネシウム(以下、Mg)合金は、軽量で振動吸収特性に優れていることから、次世代の素材として注目されている。Mg合金の振動吸収特性は、しばしば内部摩擦(1サイクルで失われるエネルギー)¹⁾で表わされ、内部摩擦は金属結晶中の転位の動きが原因の一つと考えられている¹⁻³⁾。このため、合金元素量を増加させると、不純物元素が転位の運動を妨げるために内部摩擦は低下し、一方では大きなひずみを与えると転位の絡み合いが生じるために内部摩擦が低下するとされている³⁾。

前報⁴⁾では、種々のMg-Al系のMg合金押出板材に焼鈍、冷間加工を施し、板内部の微細構造を種々に変化させて振動吸収試験に供し、Mg合金の振動吸収特性に及ぼす微細構造の影響について検討した。その結果、実用上の内部摩擦においては焼鈍および冷間圧延の影響は小さいものと思われた。本研究では、Mg押出板材の微細構造を変化させるために、純Mg粉末圧粉体に対して熱間押出加工を実施して、市販の純Mg押出板材と比較しMg押出板材の振動吸収特性向上の可能性を検討した。

2. 実験方法

使用材料としては、純度98%、平均粒径およそ0.5mmのMg粉末を用いた。圧粉体の作製方法は、Mg粉末をコンテナ内に充填した後、万能試験機で室温にて圧縮成形した。なお、圧粉体成形荷重は、50ton(コンテナ内径φ30mm、成形圧力およそ690MPa)である。次に、圧粉体が内在するコンテナを高周波加熱炉内にセットし、733Kに昇温した後、押出加工を実施した。押出加工時のラム速度は1mm/secであり、押出型材の押出比は19(板幅25mm、厚さ1.5mm)である。

使用ダイスとしては、表面あれの抑制⁵⁾、押出時のピレットとベアリング部の摩擦低減のために、ダイスコナー部がR=1mm、ダイスの厚さ16mm、ベアリング長さ3mmの分割ダイスを用いた。そして、得られた平板の表面観察、板断面の組織観察、引張試験、硬さ試験、振動減衰特性試験を試みた。振動減衰特性試験は、片端固定打撃加振法(JIS G0602-1993)⁶⁾により測定を行い、減衰自由振動波形から内部摩擦を算出した。

3. 実験結果および考察

図1(a)に99.97%Mg市販材、図1(b)に99.8%Mg粉末押出材の表面写真を示す。粉末押出材の表面性状は、押出市販材とほぼ同等で良好な表面性状が得られた。図2(a)に99.97%Mg市販材、図2(b)に98%Mg粉末押出材の減衰自由振動波形と内部摩擦を示す。粉末押出材

は、市販材と比較して、振動の収束が早く、内部摩擦はおよそ50%大きい。

図3に99.97%Mg市販材と98%Mg粉末押出材の断面マイクロ組織を示す。なお、紙面に対して垂直方向が押出方向、縦方向が板厚方向である。図より、市販材の結晶粒は等軸的であるのに対して、粉末押出材の結晶粒は板幅の方向に延伸しており層状に連なっていた。これは、押出加工時に板幅方向と比べて板厚方向の変形が大きく、Mg粉末が板厚方向に大きくつぶれたためであると推察される。

図4に引張り試験を行ったときの応力-ひずみ曲線を示す。図より、98%Mg粉末押出作製材の引張強さは99.97%Mg市販材と比較して弱く、伸びが小さい。

図5に引張り試験後の試料破断面のSEM像を示す。図より、99.97%Mg市販材の破断面には、空隙が認められ緻密な破断面であった。一方、98%Mg粉末押出材

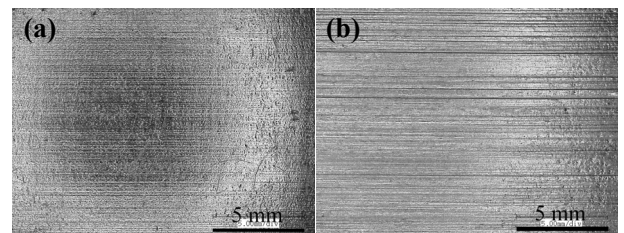


図1 純Mg押出板の表面性状

(a) 99.97% Mg (押出市販材)、(b) 98% Mg (粉末押出材)

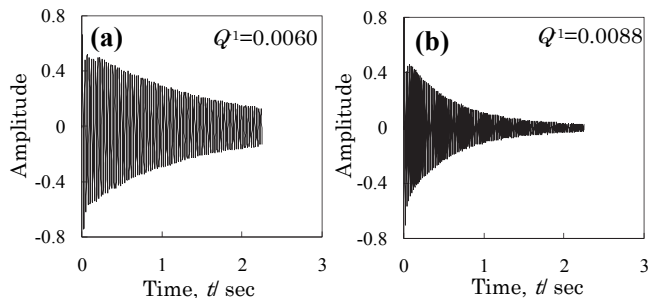


図2 減衰自由振動波形と内部摩擦

(a) 99.97% Mg (押出市販材)、(b) 98% Mg (粉末押出材)

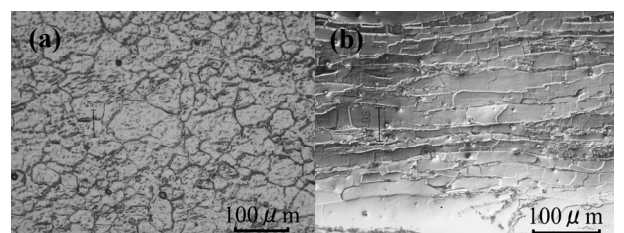


図3 純Mg押出板の断面組織写真

(a) 99.97% Mg (押出市販材)、(b) 98% Mg (粉末押出材)

※現 加工技術課、 ※※現 企画管理部

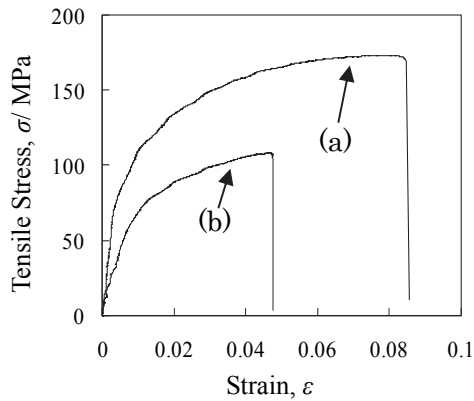


図4 純 Mg 押出板の応力-ひずみ曲線

(a) 99.97% Mg (押出市販材)、(b) 98% Mg (粉末押出材)

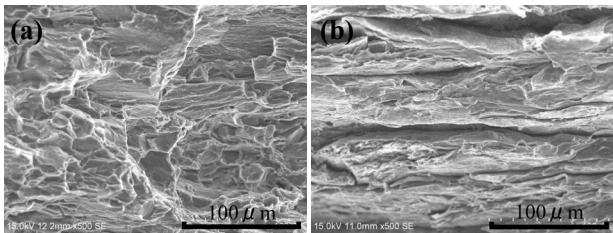


図5 引張試験後の破断面のSEM像

(a) 99.97% Mg (押出市販材)、(b) 98% Mg (粉末押出材)

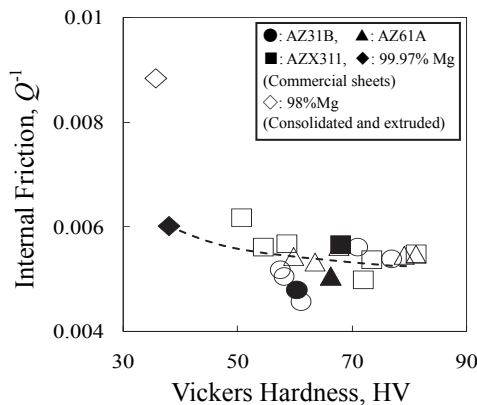


図6 種々の条件により作製した Mg 板の硬さと内部摩擦の関係

の破断面には板幅に対して平行に空隙が生じていた。このため 98%Mg 粉末押出材の板幅の方向に延伸した層状組織 (図3 (b)) は、層の界面の接着強度は弱く、その結果、引張強さ、伸びが低い値を示したものと考えられる。

次に、内部摩擦は塑性変形抵抗と密接な関係があると考えられている⁷⁾。そこで、Mg 合金押出板材の内部摩擦におよぼす硬さの影響について検討した (図6)。図に示す黒塗りのポイントは種々の合金の押出市販材の硬さと内部摩擦を示している。すなわち、Mg 合金市販材においては、上記ポイントよりも高硬度側は冷間圧延材、低硬度側は焼鈍材を示している。図より、本試験においても、内部摩擦は低硬度材料側から高硬度材料になるにつれて減少する傾向を示している。しかしながら、98%Mg 粉末押出材の硬さは、99.97%Mg 市販材と比較してわずかに小さい程度であるにもかかわらず、内部摩擦は増加した。内部摩擦が増加した要因としては、出発粉末材料の残留酸化物の影響による弱い接着界面を有する層状の構造、或いは板内部の空隙により振動の伝搬を抑制し、その結果、振動吸収特性が向上したためであるものと推察される。

参考文献

- 1) 鳥阪泰憲: 金属, アグネ, **53** (1983), 2-7.
- 2) 日本学術振興会「材料の微細組織と機能性」第133委員会: 材料の振動減衰データブック, 朝倉書店, (2007), pp.97-100.
- 3) 影山洋, 嶋津公志, 鎌土重晴, 小島陽: 軽金属, **48**, (1998), 217-221.
- 4) 例えば, 柿内: 富山県工業技術センター研究報告 No.23, (2009), II-32.
- 5) 會田哲夫, 高辻則夫, 松木賢司, 小原卓, 鎌土重晴, 軽金属, **56**, (2006), pp. 166-171.
- 6) 日本規格協会: 制振鋼板の振動減衰特性試験方法, 日本規格協会, (1994), pp.3-8.
- 7) 榎本信助: 日本金属学会誌, **14**, (1950), pp. 6-12.

キーワード: マグネシウム合金、内部摩擦、微細構造、押出板材

Study on damping capacity of magnesium alloys

Shigeki KAKIUCHI, Taro YAMAZAKI, Tomoaki ISHIKURO, Hideki YAMAGISHI

The effects of the microstructure on damping capacity of magnesium alloys (AZ31B, AZ61A and AZX311) were researched. Magnesium alloys of various microstructures were changed by heat treatment and cold rolling processing. Internal friction of magnesium alloys has increased as the Vickers hardness decreases. However, it seemed that the influence of annealing and cold rolling was small to the damping characteristics on practical use. On the other hand, magnesium sheets that had been made by powder extrusion process showed good damping capacity.