

マグネシウム合金を用いた照明用筐体の精密鍛造技術の確立

生産技術部 ○桑原田 聡, 松田豪彦
 国分電機(株) 前田 学, 田中士郎

1. はじめに

LEDは、白熱電球の1/6の消費電力で長寿命であるため、家庭用照明器具への応用が進んでいる。この中で、吊り下げタイプの製品などは軽量化が求められ、マグネシウム合金を用いた製品化が検討されている。マグネシウム合金は、実用金属中で最も軽い上、リサイクル性が良く資源が豊富な優れた素材であるものの、室温では脆くて加工が難しく、生産性の高い鍛造加工等へは、ほとんど適用されていないのが現状である。このため、マグネシウム合金を用いて低コストな生産を実現するためには、鍛造加工への工法転換が必要となっている。

そこで本研究では、マグネシウム合金と類似の変形特性を示すモデル材料を作製し、鍛造加工条件を最適化するシミュレーション技術を用いた加工プロセスについて検討したので報告する。

2. マグネシウム合金の変形特性とモデル材料

マグネシウム合金は、加工軟化型の変形特性を示す特殊な金属材料である。マグネシウム合金(AZ31B)の変形特性には $\phi 16 \times 24\text{mm}$ の円柱試料を作製し、単軸圧縮試験から求めた。マグネシウム合金の応力とひずみの関係と試料写真を図1に示す。この結果より、100、200 $^{\circ}\text{C}$ では加工途中でせん断破壊しているが、250 $^{\circ}\text{C}$ 以上の温度では十分に圧縮加工が可能であることがわかった。

今回、使用したモデル材料は、ワックス成分と微粉末を混合・混練したワックス粘土である。ワックス成分には、マイクロワックス、鉱油、ロジン、微粉末にはカオリン、炭酸カルシウムを用いた。ワックス成分と微粉末の配合比を変えたモデル材料の予備試験から、マグネシウム合金の300 $^{\circ}\text{C}$ における変形特性と類似のモデル材料(ワックス70%、微粉末30%)を作製した。両者の応力-ひずみ曲線の比較とモデル材料の圧縮前後の写真を図2に示す。この結果では加工初期のひずみの小さい領域で差はあるが、ひずみが大きくなるとほぼ相似の関係であることがわかった。

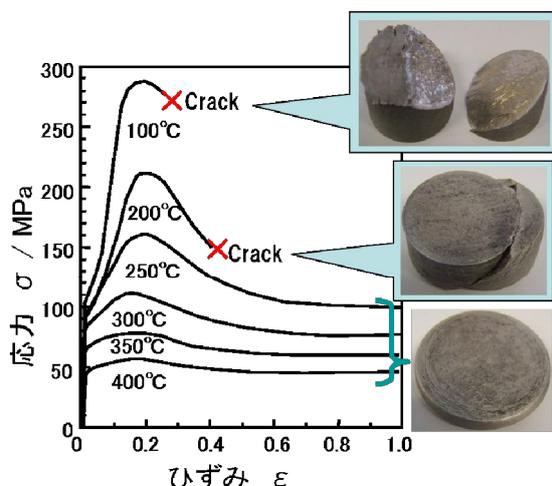


図1 マグネシウム合金の応力とひずみの関係

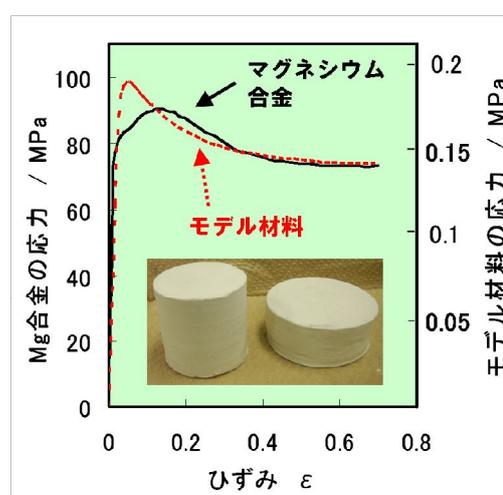


図2 応力-ひずみ曲線の比較

3. モデル材料を用いた実験シミュレーションと実金属での検証実験

今回、検討したLED照明用筐体では、ヒートシンクと筐体が一体となった形状を考案し、試作用モデル型の設計・製作を行った。実験装置概略図を図3に示す。マグネシウム合金用のモデル材料を使用した成形加工実験では、型構造の最適化と成形品形状の部分修正のために、上型と下型の組み合わせを変えた加工を行った。このときの型形状と成形品断面写真を図4に示す。同図Ⅰは、当初に設計された筐体の構造(図4)で、上型(a₁)および下型(b₁)はどちらも被加工材と接触する面が水平のタイプである。Ⅰの断面写真から成形品上部の厚さが、加工前とほとんど変化していないことやヒートシンクフィン部においてせん断変形されていることがわかった。次にⅡは、下型をC=3mmの傾斜タイプ(b₂)に変更した場合の結果である。断面写真からⅠでみられたヒートシンクフィン部のせん断変形が緩和されていることが確認できた。またⅢでは、下型はⅡと同様で、上型に45°傾斜の円錐台を追加したタイプ(a₂)に変更した。この組み合わせでは、成形品上面の薄肉化と、それに伴うヒートシンクフィン部への材料流れと、せん断変形に顕著な改善がみられた。

以上の結果を踏まえ、Ⅲで使用した上型と下型の組み合わせを最終的な型形状として金型を作製し、マグネシウム合金を用いた成形加工実験(縮小モデル1/2.4)による検証を行った。モデル材料およびマグネシウム合金での成形品写真を図5に示す。これらの比較から、実験シミュレーションによって最適化されたモデル材料による加工結果と実金属での加工結果が一致を示すことを確認した。

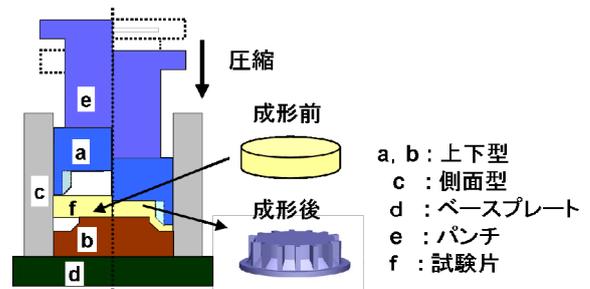


図3 実験装置概略図

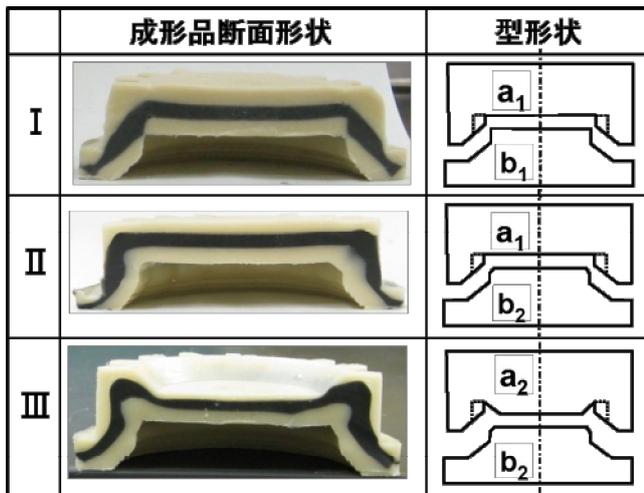


図4 平面ひずみ押出加工実験の成形品写真

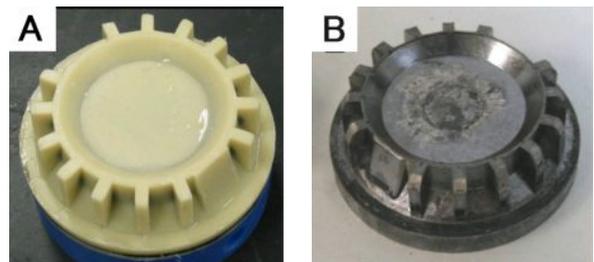


図5 成形品写真

(A: モデル材料, B: マグネシウム合金)

4. おわりに

モデル材料を用いた実験シミュレーションの製品開発への適用事例として、マグネシウム合金を用いたLED照明用筐体の精密鍛造について検討した。この結果、型構造および成形品の部分修正や加工過程の把握など、実際の金型を用いた加工を行う前に検討することが可能となった。また実金属での成形加工の結果、両者は実用上満足できる精度で一致することを確認した。なお、本研究は、(独)科学技術振興機構(JST)の平成20年度地域イノベーション創出総合支援事業(地域ニーズ即応型)により実施した。その支援に謝意を表す。