

モデル手法によるマグネシウム合金鍛造シミュレーション技術の確立

素材開発部 ○桑原田聡, 松田豪彦
 機械技術部 牟禮雄二

1. はじめに

マグネシウム合金は、実用金属中で最も軽く、部品軽量化による燃費向上の観点から自動車部材への用途拡大が期待されている。一方、成形加工技術の中で鍛造加工は、生産性が高く、大量生産に適した加工法であるが、マグネシウム合金に関する研究は緒についたばかりで、ほとんど実用化されていないのが現状である。

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について検討したので報告する。

2. モデル材料の作製と変形特性試験

実験に用いたモデル材料は、WAX（油）成分と微粉末を混合・混練したWAX粘土である。WAX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。各原料を用いて、表1に示す配合のモデル材料を作製した。

モデル材料の変形特性は、φ40×40mmの円柱試料の単軸圧縮試験から求めた。試験はワセリンを潤滑剤に25℃、加圧速度1mm/sの条件下で行った。このときの応力とひずみの関係を図1に示す。同図から微粉末量が0～55mass%（表1のNo1～5）までは、ひずみ0.05付近の応力値が最大となる加工軟化型の形状を示す。微粉末量がさらに増加すると定常変形型から加工硬化型へと変化する。

マグネシウム合金は、加工軟化型の特性を示す特殊な金属材料であり、300℃における変形特性と類似のモデル材料は、表1のNo3の配合であった。両者の応力-ひずみ曲線の比較を図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多少の差はあるが、ひずみ量が大きくなると両者の差は少なく相似の関係であることがわかる。

表1 モデル材料の配合

Sample No	WAX (mass%)	Powder (mass%)
1	100	0
2	85	15
3	70	30
4	50	50
5	45	55
6	40	60
7	35	65
8	30	70
9	20	80

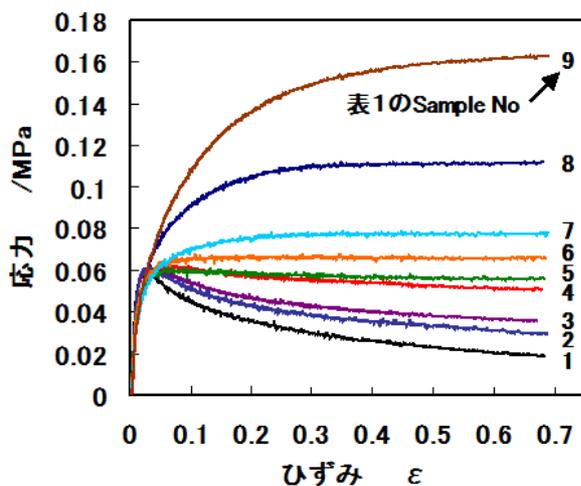


図1 モデル材料の応力とひずみの関係

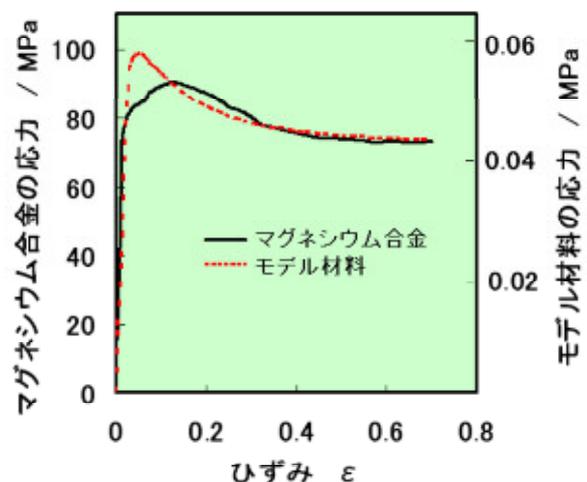


図2 応力-ひずみ曲線の比較

3. モデル材料を用いた実験シミュレーションと部品加工への応用

今回の実験シミュレーションでは、最初に平面ひずみ押出加工実験を行い、モデル材料と実金属との類似性を確認した後に、想定部品（2重円筒）の成形加工を行った。

実験に使用した市販マグネシウム合金はAZ31Bである。平面ひずみ押出加工実験は、板厚6mmの板材を60×20mmに切削後、2mm間隔で格子線をけがき、2つの素材を合わせて実験材料とした。このときの加工実験装置の概略図を図3に示す。二硫化モリブデン系潤滑剤を用いて、300℃、加圧速度0.5mm/sの条件下で成形加工した。また、モデル材料を用いた実験では、マグネシウム合金と同寸法の形状に仕上げ、格子線をスタンプで印刷し、2つを重ねてプラスチック型に装填した。加工条件は、単軸圧縮試験と同様に25℃、ワセリン潤滑、1mm/sのパンチ速度で、加工後の格子模様を観察した。図4に成形品の輪郭形状および観測面の格子模様写真を示す。この結果から、モデル材料で得た成形過程における格子模様の変化は、マグネシウム合金と良い一致を示すことがわかる。

また、想定部品（2重円筒形状）の成形加工について、モデル材料での実験シミュレーションおよびマグネシウム合金での検証実験を行った。それぞれの成形品写真を図5に示す。同図から、モデル材料を用いたシミュレーション実験は、実用上満足できる精度で実金属の変形を予測可能であることを確認した。

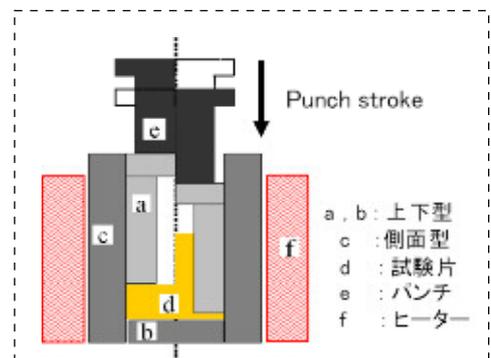


図3 実験装置概略図

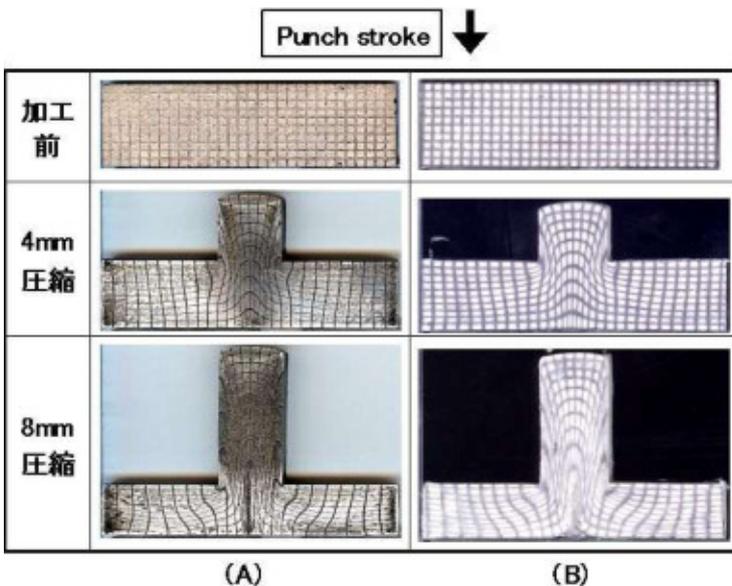


図4 平面ひずみ押出加工実験の成形品写真
(A : マグネシウム合金, B : モデル材料)

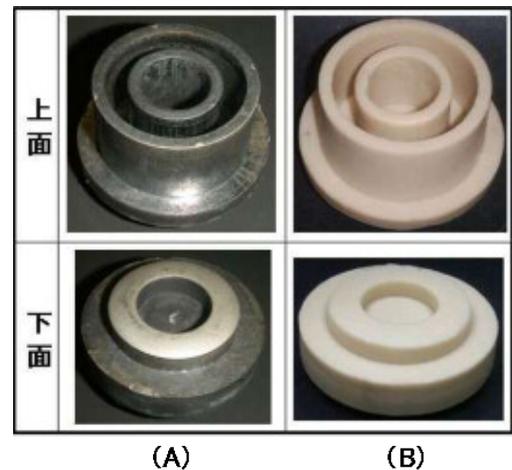


図5 2重円筒部品の成形品写真
(A : マグネシウム合金, B : モデル材料)

4. おわりに

マグネシウム合金製の新規部品開発の支援を目的に、モデル材料を用いた鍛造シミュレーションについて検討した。この結果、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用いることで、外形状や材料内部の塑性流れ（格子模様の変化）が相互に良い一致を示し、実用上満足できる精度でシミュレーションが可能であることがわかった。本研究の一部は、(独)科学技術振興機構 JSTイノベーションサテライト宮崎の平成21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）に採択されて実施した内容であり、その支援に謝意を表す。