

平成 13 年度日本材料学会技術賞受賞  
超塑性・形状記憶銅合金 EES メタルの開発と  
それを用いた特殊鍛造加工法の開発

崇城大学 三浦 精

東陶機器(株) 中村 克昭 芦江 伸之 松原 隆二 内田 亨 本田 英靖

1 はじめに

水栓金具等の水回り製品は耐食性から青銅 (CAC406) の使用が義務づけられていたが、'91 に JIS 規格が改訂されメーカー責任において材料の自由選択が可能となった。このため黄銅材料を代替として検討したが、加工性・耐食性に多くの問題点があり、新材料・加工技術の研究開発に至った。

この結果、銅合金が持つ 95% 以上の高いリサイクル性を基本としながら、下記コンセプトを満足する EES (Economy Ecology Safety) メタルの開発に成功した。

- 銅合金の高いリサイクル性を最大限に活用
- ニアネットシェイプ鍛造により、切削用 Pb を排除
- 銅合金に不足していた高い機械的特性を付与
- 高い耐食性
- 形状記憶能付与により、形状記憶締結可能

2 技術の概要

1) 低温高速超塑性材料の開発

銅合金をベースとして複雑形状・高精度・Pb レス・低コスト等の要件を満足させるためには、下記の条件が不可欠であった。

- 800K 以下で超塑性が発現すること。
- 廉価な熱間鍛造型鋼「SKD61 等」が使用可能。
- 高速変形可能であること。
- 従来鍛造と同等レベルの高生産性が必要。
- 黄銅材料の現行生産ラインで製造可能であること。

以上を実現するため、基本成分を「Cu: 59%, Sn: 3%, Pb < 0.01%, Zn: 残部」として、Sn 添加で析出する高硬度  $\gamma$  相を利用した「 $\alpha + \beta + \gamma$ 」3 相組織を材料設計した。成分制御により恒温鍛造温度 (800K 以下) での各相比の適正化及び低温押出による結晶粒径微細化 (15  $\mu\text{m}$  以下) を行なった結果、目標である 800K 以下での高延性を得ることができた (図 1)。これは  $\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$  各相間での異相界面すべりの発生によるものと考えており、初期ひずみ速度  $0.9\text{sec}^{-1}$  という実用レベルの高速鍛造で高延性が得られた。

2) 恒温密閉鍛造の概要

開発材を最大限に活用するために、上下だけでなく自由方向から加工できる油圧マルチシリンダープレスを用いた恒温密閉鍛造設備・技術を開発した。

超塑性銅合金 (EES メタル) と組み合わせることにより、高精度で複雑形状のニアネットシェイプ成形が可能となった (図 2)。

3) 形状記憶機能の付与

本開発材を  $\beta$  相近くの温度から焼き入れ、 $\beta'$  マルテンサイト相を得ることにより、常温付近で形状記憶機能を付与することができた (図 3)。

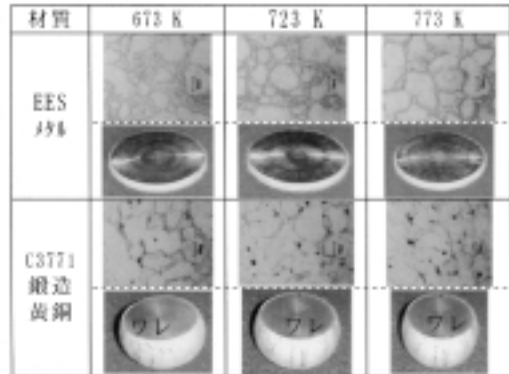


図 1 各温度での結晶組織とアップセット結果 (初期ひずみ速度:  $0.9\text{sec}^{-1}$ )

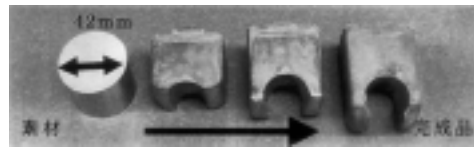


図 2 適用例 (シャワーハンガー)

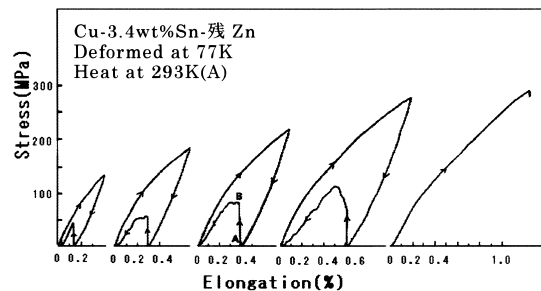


図 3 応力 - 歪曲線 (77K)

- A: 助除荷後加熱開始
- B: 加熱後形状記憶による収縮で応力発生

3 むすび

金属中で最高のリサイクル性を持ちながら、銅合金は目立った特徴に乏しいため近年使用量が減少してきた。しかし Sn 添加・結晶制御・熱処理により優れた機械的性質を示すことがわかり、今後さらなる特性向上が期待できる。一方、市場からは環境・安全問題での Pb レス化要求、コストダウン要求が極めて高まっており、新世代の金属材料として広く展開いただければ幸いである。