

鉛無添加・高強度快削性黄銅粉末合金の開発

育成研究：JSTイノベーションプラザ大阪 平成18年度採択課題
「人体・環境への調和を目指した高強度・快削性黄銅合金の開発」

代表研究者：〔大阪大学 接合科学研究所 教授 近藤勝義〕



■ 研究概要

粉体プロセスによる微細組織制御法を駆使して安価な市場流通スクラップを原料化し、同時に有害物質である鉛を一切含まない、高強度でかつ切削性に優れた黄銅粉末合金を開発することで、急成長過程にある電子・光学系部品に適用し、世界市場でのトップシェア確保を目指すものである。

■ 研究内容、研究成果

本育成研究事業において、環境・人体への問題から使用が制限されている鉛を一切含まない、高強度・快削性黄銅合金を粉末冶金法により開発することを目的としてきた。鉛に代わる切削性向上元素として黒鉛粒子を選定し、その黄銅合金中への均一分散に際して、従来の溶解製法では実現し得なかった課題を非溶解プロセスである粉末冶金法を適用することで解決した。また高強度化に関しては、粉末原料の製造法の一つである急冷凝固法を利用することで、従来の黄銅合金では添加が困難であった鉄 Fe、クロム Cr などの遷移系金属元素の固溶強化・析出強化ならびに錫 Sn 添加による相強化を可能とした。その結果、目標強度値である 550 MPa を十分に凌駕する高強度黄銅粉末合金の開発に成功した。本材料は、実用化の観点から素材としての性能と経済性を両立しており、また鍛造加工性にも優れることから 3 次元複雑形状部品の創製も可能といえる。具体的には、Cu-40.9mass%Zn-0.33mass%Cr-0.22mass%Fe-0.59mass%Sn 黄銅合金粉末に平均粒子径 5 μm の黒鉛粒子を 0.5mass%添加した混合粉末を用い、固相焼結および熱間押出加工、さらには冷間引抜き加工を施すことによって、引張強さ 646 MPa、耐力 573 MPa、破断伸び 1.2% を保持し、また、切削性に関しては、1.5kg 荷重下における 4.5mm × 深さ 5mm のドリル穴あけ試験での平均切削時間 1.4 秒といった優れた切削性能を有する完全鉛フリー高強度・快削性黄銅を開発した。さらに、熱間鍛造加工を施した場合にも、亀裂や欠陥等のない健全な複雑形状部品の試作に成功した。

■ 今後の展開、将来の展望

本事業において開発した高強度黄銅粉末合金は、従来の黄銅合金の機械的特性と切削性の相関限界を超越した高機能性材料であり、黄銅合金の唯一の課題である高比重に対して、高強度特性を利用した部材・製品の軽量化を実現し得る可能性を有している。今後は、本開発合金の電子部品や光学系部品への適用を目指し、大型素材の開発に向けたスケールアップ化技術の開発を継続して行う。具体的には、本事業における共同研究機関である国内黄銅素材トップメーカーのサンエツ金属㈱が世界シェア 95% 以上を有する光学系部品の「カメラマウント」への適用を試みる。本部品は、黄銅合金粉末を成形・焼結し、続いて熱間押出加工によってパイプ状素材を作製した後、リング形状に切断し、熱間鍛造加工と切削加工を施して最終製品へと仕上げる。また、熱間押出加工により棒状素材を作製し、これを冷間引抜き加工と機械加工を施して電子部品である「ハードディスクドライブ用リードスクリュー」への展開についても検討を行う。上記の通り、いずれの部品も機械加工を施すことから切削性能が求められると共に、優れた強度や剛性といった力学特性が必要となる。したがって、エンドユーザーとの連携を図り、本開発合金の機能を最大限に発揮できる製品として仕上げるべく、製品毎に適正な合金成分を選定し、また、特性を発現するために、押出加工および鍛造加工における加熱温度・変形量などの塑性加工条件の適正化を行う。他方、従来の溶解法を用いて今回の開発黄銅合金を試作したところ、既存の黄銅合金に比べて 25~30% の強度増加が確認された。この結果に着目し、サンエツ金属㈱では、本合金の波及効果として、既存の製造ラインを利用した高強度黄銅合金の実用化開発を並行して進める計画である。

過飽和固溶を利用したナノ組織形成による高強度・高靱性化

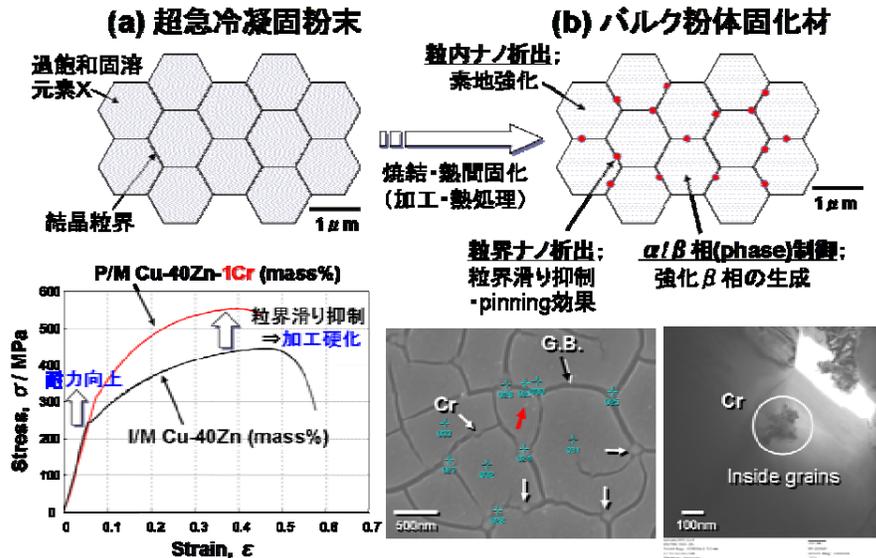


図1. 急冷凝固法による過飽和固溶を利用したナノ微細構造化による黄銅粉末合金の高強度化材料設計

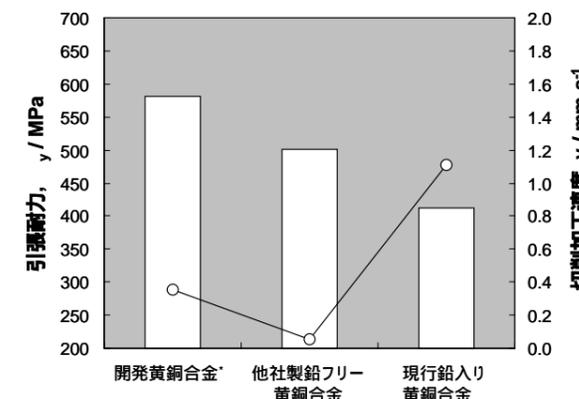


図2. 開発黄銅粉末合金の引張耐力と切削性に関する既存黄銅合金との比較



図3. 熱間鍛造加工による開発黄銅粉末合金からの3次元複雑形状部品の試作結果

■ 研究体制

- ◆ 代表研究者
〔国立大学法人大阪大学 接合科学研究所 教授 近藤勝義〕
- ◆ 研究者
今井久志（大阪大学） 梅田純子（同左） 李樹豊（同左） 片野元（JST） 上坂美治（サンエツ金属㈱） 小島明倫（同左） 奥山正典（同左） 森山悦郎（同左） 原田孝之（同左）
- ◆ 共同研究機関
サンエツ金属株式会社

■ 研究期間

平成19年4月 ~ 平成22年3月