



Title	環境調和型銅合金の開発に関する研究
Author(s)	大石, 恵一郎
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44553
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	大石 恵一郎
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 17402 号
学位授与年月日	平成 15 年 1 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	環境調和型銅合金の開発に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 原 茂太
	(副査) 教授 田中 敏宏 教授 古城 紀雄 教授 中嶋 英雄

論文内容の要旨

銅および銅合金の抱える様々な問題点を、環境との調和を念頭において解決を図り、新しい銅合金材料を創製、開発した成果をまとめた。

第 1 章では、本研究が必要とされる背景、従来材料の問題点、および本研究の目的と概要について述べた。

第 2 章では、ひと・環境にやさしい鉛フリー快削性銅合金開発にあたり、Pb の代替元素として、Pb とよく似た性質を示しこの分野で開発の主流となっている Bi ではなく、Si の添加で解決を図った。75.5Cu-3Si-0.1P-Zn 開発合金は要求される被削性を満足し、優れた熱間鍛造性、機械的諸性質および耐食性を兼備えることを明らかにした。

第 3 章では、鉛フリー化の移行期において鉛添加銅合金などから不可避免的に混入してくる鉛問題に関し、鉛フリー快削性銅合金の鉛浸出性能と鉛許容量との関係を明らかにし、同時に従来材料の問題点を明確にした。

第 4 章では、鉛フリー化の移行期における鉛の混入問題に関し、鉛フリー快削性銅合金中の鉛含有量と中間温度領域での衝撃特性の関係を明らかにした。

第 5 章では、実用的な NC 旋盤切削における鉛フリー開発合金の被削性を従来材との比較で調査した。その結果、長時間の連続運転でも実用上十分な工具寿命があり、薄肉切削では従来材料を上回る被削性を持つことが分かった。

第 6 章では、快削性銅合金の鉛フリー化への移行期において、Pb 添加量を現行材の 1/10 に低減した Cu-Zn-Si-P-Pb 系鉛低減快削性銅合金を提案した。

第 7 章では、積層欠陥エネルギーの低下と結晶粒成長抑制を着眼点とした結晶粒微細化の研究とその結果得られた Cu-Zn-Si-Co 高強度合金の開発について述べた。

第 8 章では、キー用白色銅合金の開発にあたり、従来熱間圧延が困難であった洋白系合金に 6% の Mn を添加することにより、熱間加工性を改善し、要求される色調、高い強度および良好な耐食性を持つことを明らかにした。

第 9 章では、熱交換器用耐熱銅材料の開発に関し、熱伝導性を大きく損なわずに 800℃ の硬ろう付け後も高い強度を維持する結晶粒成長抑制作用について述べた。

第 10 章では、今後の課題と展望について述べた。

第 11 章では、本論文の総括を行なった。

論文審査の結果の要旨

銅および銅合金は、その優れた特性の故に、古くから多くの産業分野や民生品の素材として利用されてきた。本論文は、銅合金のもつ優れた特性を保ちつつ、環境汚染のない、また使用済み材のリサイクル性に優れるなどに配慮して、環境調和型銅合金の開発を行った成果をまとめたものである。

第1章では、本研究が必要とされる背景、特に銅合金の鉛フリー化に必要性和鉛代替としてビスマスの使用に対する懸念を述べ、本研究の目的について概観している。第2章では、鉛添加合金と異なり硬質相の分散による切削性の改善を目指し、鉛の環境への溶出のない鉛フリー快削銅合金として、Cu-Zn系合金にシリコン添加することにより α 相マトリックスに κ 相と γ 相が分散した組織を持つCu-3 mass%Si-3-0.1 mass%P-21.4 mass%Zn合金開発に成功している。第3章では、鉛フリー化の移行期において問題となる、現行の鉛添加銅合金スクラップやリターン材などから不可避免的に混入してくる少量の鉛に着目し、鉛フリー快削性銅合金中の鉛含有量と水道水への鉛浸出量の比は一定でないことを見出している。すなわち、低鉛含有銅合金ほど、マイクロセル形成による鉛の浸出促進効果が顕著となることを明らかにしている。第4章では、鉛フリー化の移行期における少量の鉛の混入や鉛代替のビスマス添加銅合金スクラップの再使用時におこるビスマス汚染による問題を明らかにしている。すなわち新規開発の快削性銅合金中の少量の鉛、ビスマスの混入による中間温度領域での衝撃特性の低下に比べて、鉛をビスマスで置き換えた快削性銅合金では鉛混入の衝撃特性に及ぼす影響が著しいことを明らかにしている。第5章では、新規開発のCu-3 mass%Si-3-0.1 mass%P-21.4 mass%Zn合金の被削性について、この合金がリサイクル過程で鉛を少量含んだ場合も想定して調査し、一般的なNC旋盤で長時間連続切削されても実用上十分な工具寿命があり、薄肉切削では従来材料を上回る被削性を持つことを確認している。第6章では、鉛添加量を現行材の1/10に低減したCu-Zn-Si-P-Pb系低鉛快削性銅合金を開発し、快削性銅合金の鉛フリー化への移行期にその使用を提案している。第7章では、シリコン、コバルトの積層欠エネルギーの低下と結晶粒成長抑制作用に着目し、結晶粒を微細化したCu-Zn-S-Co高強度合金の開発に成功している。第8章では、鉛フリーでリサイクル性に優れ環境汚染のない、キー用の白色銅合金として、洋白系合金に6%のマンガンを追加したニッケルメッキが不要の銅合金を開発について述べている。この合金は、高い強度と優れた熱間加工性を示し、さらに良好な耐食性とキー材料としての優れた色調を兼ね備えている。第9章では、リサイクル性を配慮した高耐熱性の熱交換器用銅合金として、結晶粒成長抑制作用を持つコバルトとリンを追加した耐熱銅合金を開発している。この合金は、従来材と熱伝導性は遜色がなく、さらに、800°Cの硬ろう付け後においても、結晶粒の成長が少なく高強度を維持することから優れた熱熱特性を持つ。第10章では、今後環境調和型銅合金の開発課題と展望について述べ、食糧問題に関わる銅合金開発の重要性について指摘しており、第11章で本論文を総括している。

このように本論文は、今後環境汚染の問題になる鉛含有快削性銅合金の鉛フリー化に対応する合金開発の経過と、銅基合金のリサイクル材を使用する現行製造プロセスで鉛フリー化を達成する過程を、銅基合金の材料設計の見地から金属学的手法で研究した成果をまとめたものである。本論文は環境に配慮した新規合金設計という視点から、数多くの示唆に富んでおり、材料学とくに金属材料学分野の発展に寄与するところは極めて大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。