

[22]

氏名	吉田亮子
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	理工博第15号
学位授与の日付	平成26年3月31日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	銅合金の溶解・鋳造プロセスにおける溶湯清浄化および凝固割れに関する研究
論文審査委員	主査教授 竹中俊英 副査教授 池田勝彦 副査教授 春名匠 専門審査委員 准教授 丸山徹

## 論文内容の要旨

本研究は、最近開発が進められている鉛フリー青銅や白銅などの新規銅合金の製造プロセス、特に鋳造プロセスについて、これら新規合金の特性に合わせたプロセスがとられていないという問題意識に立脚して、これらの効率的な鋳造プロセスの確立に資することを目的とした研究である。

第1章では、新規銅合金の製造プロセスにおける課題を抽出し、本研究の研究目標を述べている。第2章では新規銅合金の溶湯清浄化法のうち、鋳造欠陥防止の上で重要な溶存ガスの除去法について研究している。研究には酸素や水素を溶存しやすい白銅を用い、 $\text{CaF}_2$ 系フラックスを用いる新たな手法を提案し、溶湯清浄化効果を明らかにしている。第3章では、最近注目されている硫化物分散鉛フリー青銅、特にCu-Sn-Zn-S系鉛フリー青銅を鋳造する際に生成する硫化物の形状制御を念頭に、溶湯中に溶存する酸素ガスが硫化物の形態に及ぼす影響を、冷却速度とも関連づけて検討している。第4章では、Cu-Sn-Zn-S系鉛フリー青銅を鋳造する際の凝固割れについて検討し、第3章で明らかにした硫化物性状の制御をふまえて、凝固割れ特性について検討している。第5章では、第4章で明らかにしたCu-Sn-Zn-S系鉛フリー青銅の凝固割れ特性について、凝固時の固相生成過程の観点から学術的な解析を行っている。第6章では一連の研究を総括している。

## 論文審査結果の要旨

第2章では、 $\text{CaF}_2$ 系フラックスで溶湯を被覆するだけ、あるいは $\text{CaF}_2$ 系物質で金属溶解容器を予めライニングするだけで、白銅の溶湯中に溶存する酸素や水素を効率的に除去し、溶湯を清浄化する方法を提案し、必要な条件等を明らかにした。このような手法は、新たな視点にたったものであり、他の新規銅合金の溶湯清浄化にも適用可能であると考えられることから、工学的に価値のあるものであると評価できる。

第 3 章では、Cu-Sn-Zn-S 系鉛フリー青銅の鑄造において、機械的特性上好ましいとされる球状硫化物は冷却速度が速い場合に生成することを示し、その臨界速度を明らかにした点で、学術的、工学的に有意義な研究と評価できる。また、溶湯中の酸素溶存量の増加が球状硫化物の生成に好ましくなく、溶存ガスの除去が必要であることを明らかにしており、研究の関連づけも行っている。

第 4 章では、Cu-Sn-Zn-S 系鉛フリー青銅が凝固割れをおこしにくいことを示した。この合金は、凝固割れのおこしにくさにおいて黄銅と同等以上の特性を有し、金型鑄造も適用可能であることを明らかにした。黄銅は生産性の高い金型鑄造法が工業的に用いられているのに対して、一般的な青銅は凝固割れをおこしやすく、金型鑄造が適用されていなかった。Cu-Sn-Zn-S 系鉛フリー青銅が金型鑄造により製造できれば青銅材料として画期的であり、それを明らかにしたことは工学的に高く評価できる。

第 5 章では、Cu-Sn-Zn-S 系鉛フリー青銅が凝固割れをおこしにくいことを、凝固時の晶析反応や固相率の視点から検討して、合理的な説明を加えており、学術的な面から評価できる。

一連の研究により、新規銅合金の鑄造プロセスに関して、学術的、工学的に独自で意義のある成果をあげており、特に従来は困難とされていた青銅鑄物の金型鑄造の可能性を示し、その条件を明らかにした点は高く評価できる。

よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。