

氏 名	やまもと みち はる 山 本 道 晴
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	論 工 博 第 3372 号
学位授与の日付	平 成 10 年 9 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 題 目	半連続鑄造設備による銅合金の溶解鑄造技術に関する研究

(主査)

論文調査委員 教授 岩瀬正則 教授 新宮秀夫 教授 栗倉泰弘

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、半連続鑄造法による銅合金の製造にあたり、溶解及び鑄造に関する種々の課題について基礎試験や実機を用いた試験から得られた結果に検討を加えたものであり、10章からなっている。

第1章は序論であり、研究開発の背景、研究の位置づけを述べている。

第2章は、連続溶解鑄造技術についての文献調査結果である。まず、連続鑄造法の設備について概説し、鉄鋼との連続鑄造技術に関する機械化・自動化の対比において銅合金の連続鑄造に応用可能な技術、また連続鑄造時に発生する諸欠陥の発生原因とその防止法について文献や過去の実績をもとにまとめている。

第3章では、銅合金の脱酸のために用いられる木炭の効果及び溶解雰囲気の変化による溶銅中の酸素濃度の変化を基礎試験によって調査すると共に、純銅に関する脱酸の挙動について述べている。また、酸素との親和力の高い元素であるCr及びZrを含んだ銅合金に発生する介在物に注目し、溶解及び鑄造時の雰囲気が介在物発生に与える影響及び介在物の浮上について伝熱モデルによる鑄型内凝固の数値解斬を援用して考察している。

第4章では、インゴット品質に大きな影響を及ぼす鑄造用フラックスに関するものであり、銅合金で汎用されている熔融フラックス（ほう砂が主体のフラックス）に的を絞り、重要な特性である粘性及び溶湯との反応性を調査した結果について述べている。ほう酸にNetwork-Modifierとしてアルカリ金属酸化物を添加したフラックスの粘性は、アルカリ金属酸化物の量には依存するが、アルカリ金属酸化物の種類にはほとんど依存しないこと、また溶湯とフラックスとの反応では溶銅中のCrはフラックス中の Na_2O と複合生成物を形成している可能性の強いことなどを見出した。更に、鑄型内での均一抜熱の観点から実機を用いた試験を行い、鑄型内温度の経時変化を統計処理し温度差の標準偏差を求めるとこれが鑄型内の抜熱均一性を評価する上で定量的な尺度となり得ることを示した。

第5章では、鑄造時のタンディッシュ及び鑄型内での溶湯流動について述べている。鑄型内の流動状態に起因して発生するタンディッシュ内から混入する炉材等の異物の巻き込み及び鑄造用フラックスの巻き込みについて、水モデルによる模擬試験によって巻き込みが発生する条件を把握した。またこれによって得られた知見と実機におけるフラックス巻き込みに起因する表面および内部欠陥の発生状況とを対比させ、これらの欠陥の発生は鑄造時の鑄型内の湯面高さに大きく影響されることを明らかにした。

第6章では、数値解析モデルによる鑄造時の凝固過程を把握するための種々の手法を概観・整理し、数値解析モデルから求められる熱伝達係数について考察している。つづいて実機を用いた試験により凝固シェル及び鑄片の冷却状況を直接測定し、黄銅の鑄造における鑄片－冷却帯間の熱伝達係数の計算から、鑄型内の凝固は、溶湯メニスカスから深さ50mm付近から200mmまでの位置ではほぼ17規則に従って凝固が進行していること、および鑄片が鑄型を離脱した直後に凝固がほぼ終了していることを明らかにした。

第7章は、銅合金の鑄片に鑄造起因で発生する割れについて述べたものである。析出硬化型の銅合金では、鑄造後にイン

ゴットには割れが認められないにもかかわらず、鑄造条件の違いで均質化焼鈍時に亀裂が発生し、熱間圧延時に割れが顕著になる場合がある。そこで、その割れ発生機構を解明するため、材料に定荷重をかけて高温特性を調査し、付加応力と破断した時の温度を明確にした。この結果、鑄造時に発生した内部応力がその後の均質化焼鈍時にも緩和されず高温における弾性限以上に達すると高温割れが発生することを明らかにした。

第8章は結論であり、本研究において得られた結果について要約するとともに今後の課題を述べている。なお、第9章は謝辞であり、第10章は付録として、凝固速度とデンドライトアーム間隔の関係及び反応次数の計算について調査した結果を載せている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、半連続鑄造法により銅合金を製造する時、溶解時の雰囲気の影響、鑄造用フラックスや溶湯の流動が鑄塊品質に与える影響や高温割れ、更に鑄造時の凝固シエルの形成状況を基礎試験や実機を用いた試験から得られた結果に検討を加えたものである。得られた主な結果は次の通りである。

1. 銅合金に酸素と親和力の強いCr, Zr等の元素を添加すると種々の介在物が発生し、それを出来るだけ抑制するためには、雰囲気酸素レベルをあるレベル以下にすること、及び発生した介在物は炉傾動によるガスの巻き込みが介在物に大きく影響をしていることを見出した。
2. ほう砂が主体の鑄造用フラックスの粘性は、Network-modifierとNetwork-formerのモル比に依存し、その種類にはあまり依存しないこと及び溶銅中にCrが含まれるとNetwork-modifierと反応することを明らかにした。
3. 鑄型内の抜熱は鑄造用フラックスの粘性に影響され、温度変動の標準偏差によって均一抜熱性が定量的に評価できることを明らかにした。
4. 水モデル及び実機を用いた試験により、鑄型内での鑄造用フラックスの巻き込みにはノズルの浸漬深さがある限界以下になると顕著になりフラックスの巻き込みに起因する欠陥の発生頻度が高くなる、従って、鑄造時の湯面高さの制御、監視が品質を確保する上できわめて重要であることを実証した。

以上のように本論文は従来学術的研究がほとんど行われていない「銅合金の連続鑄造」に関する広範囲な研究成果であり、鑄型内の均一抜熱性の定量評価方法の確立、鑄造用フラックスの巻き込み等々多くの知見が新たに得られており、学術上、実用上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。また、平成10年8月11日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。