

機能材料 生産システム工学専攻	学籍番号	977271
申請者氏名	Brabie Liviu Catalin	

指導教官氏名	川上正博 教授
	竹中俊英 助教授
	横山誠二 講師

論文要旨 (博士)

論文題目	Heat and Mass Transfer Analysis in Steel Scrap Melting (スクラップ溶解の熱・物質移動解析)
------	--

(要旨 1,200字程度)

この博士論文は、溶鉱炉内のスクラップの加熱と溶解・分離に関する理解を深めることを目的としている。

減圧下におけるグラファイト容器内の鉄筒の加熱において、熱移動現象を表す数学モデルを提案した。このモデルでは、グラファイト容器中の二次元熱伝導を数値的に表現できる。また、このモデルは固体領域に適用される熱伝導方程式を用いている。この方程式はANSYSパッケージによって解かれた。このモデルによって、異なった表面状態の放射熱伝導係数だけでなく、固相中の熱分布も計算できた。この計算結果は、実験データを十分に再現できた。この計算結果は、0.1、0.2、0.8、0.9という異なった放射率に対するものである。最良の結果としては、黒色面に対する放射率0.9のものと、光沢面に対する放射率0.2のものであった。放射熱伝導係数の最大値としては、620 (黒色面) と 585Wm²/K (光沢面) が得られた。黒色面の方が光沢面より温度上昇が速い結果となった。

気体攪拌下におけるグラファイト容器中の鉄筒の加熱においても、熱移動現象を表す数学モデルを提案した。このモデルは熱放射だけでなく、グラファイト容器中の二次元のカップリングした乱流と熱伝導を数値的に描けられる。このモデルは、気体・固体領域に適用できる一般化された輸送方程式を用いる。これらの方程式は、ANSYSパッケージによって同時に解けられる。このモデルを用いることにより、気相および固相の対流熱伝導係数および放射熱伝導係数だけでなく、熱分布も計算できる。得られた計算結果は実験データと十分に合致した。計算結果は0.1、0.2、0.8、0.9といった異なる放射率に対するものである。最良の結果は、減圧下時と同様、黒色面に対する放射率0.9のものと、光沢面に対する放射率0.2のものから得られた。放射熱伝導係数の最大値としては、640 (黒色面) と 560Wm²/K (光沢面) が得られた。対流熱伝導係数は13~33 W/m²Kの範囲で気体流量に依存しており、放射熱伝導が支配的である。流量の増大による鉄筒中での大きな温度変化はない。無次元相関として表現される対流熱伝導係数は次のような式で表される：

$$Nu=0.75Re^{0.466}Pr^{0.33}$$

最終章では、溶鉄中への円筒スクラップ溶解時の熱・物質移動を検討するために、浴温降下、スクラップ界面と凝固付着面との接触熱抵抗を考慮した熱・物質移動のスクラップ溶解の数式モデルを構築し、解析を行った。また、高周波誘導炉において、スクラップ溶解実験を行い、解析結果の比較、検討を行った。さらに諸要因の変化にともなう溶解速度の変化を調査した。

これらのことから、以下のことが分かった。

(1)本実験の条件下では、熱伝達率hは27.7~77.2kW/m²K、物質移動係数uは0.83~2.08×10⁻⁴m/sと求まった。

(2)ガス攪拌下の熱移動、物質移動に関し、以下の無次元相関を得た：

$$Nu=0.017Re^{0.8}Pr^{1/3}$$

$$Sh=0.017Re^{0.8}Sc^{1/3}$$