



Title	環境調和型製鉄プロセス構築を目指したスラグの物性に関する研究
Author(s)	中本, 将嗣
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46923
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名 ^{なか} 中 ^{もと} 本 ^{まさ} 将 ^し 嗣

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 19808 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 17 年 9 月 30 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第4条第1項該当

工学研究科マテリアル応用工学専攻

学 位 論 文 名 環境調和型製鉄プロセス構築を目指したスラグの物性に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 田 中 敏 宏

(副査)

教 授 碓 井 建 夫 教 授 松 尾 伸 也 助 教 授 中 里 英 樹

論 文 内 容 の 要 旨

本研究では、エネルギー多消費産業として位置付けられている鉄鋼業が、近年、資源保護、環境保全から進めている環境調和型製鉄プロセス実現に向けて、スラグの物性の観点から以下の2つの項目について検討を行った。

- (1) 低温化新高炉プロセスを構築するためのスラグの粘度を適切に制御した要素技術
- (2) 超微細粒鋼を作製するための大歪付与圧延加工プロセスにおける潤滑剤として、水を含むスラグのガラス転移温度に着目した鉄鋼スラグの利用の可能性

本論文はこれらの成果をまとめたもので、以下のように要約される。

第1章では、本研究の背景、目的および本論文の構成について述べた。

第2章では、高炉内の流動解析に不可欠である熔融スラグの粘度に関して、熔融シリケートスラグの構造ならびに流動のメカニズムを考慮することにより、熔融シリケートスラグの多成分系の粘度を幅広い組成範囲で再現する粘度推算モデルを導出した。

第3章では、低温化新高炉プロセスにおいて求められる低融点かつ低粘度のスラグの探索として $\text{SiO}_2\text{-CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3$ 系で 1673 K よりも低い液相線温度を有する熔融スラグの粘度を測定した。その結果から、低融点かつ低粘度を有するスラグ組成 (14.4 mass% SiO_2 -43.1 mass% CaO -7.5 mass% MgO -35.0 mass% Al_2O_3) を見出した。

第4章では、熔融 FeO-SiO_2 、 $\text{FeO-SiO}_2\text{-CaO}$ 系スラグを含むウスタイト圧粉体について、被還元性に及ぼす熔融スラグによる気孔閉塞の影響を相平衡を考慮して調査し、さらに気孔閉塞に及ぼす熔融スラグの物性の影響を調べた。その結果から、熔融スラグと共存する FeO 圧粉体の被還元性は熔融スラグが浸透濡れによりその隙間を閉塞することによって悪化し、さらに、被還元性に及ぼす気孔閉塞の影響は熔融スラグの粘度により評価でき、熔融スラグの粘度が高い場合には粘度の低い場合と比較して被還元性をより悪化させることを明らかにした。

第5章では、大歪付与圧延加工プロセス用潤滑剤としての含水ガラスの潤滑剤としての適用性を検討するために、 $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O}$ 系含水ガラスのガラス転移温度に対する種々のスラグ成分の影響ならびに昇温過程における含水ガラスの構造の変化を調査した。ガラス中に含まれる水の量は添加したスラグ成分により異なり、網目形成酸化物を添加した系において多く、水の量の増加によりガラス転移温度は低下することを明らかにした。また、含水ガラスから水が放出された後に微細孔が生成して構造が脆くなるため潤滑性への寄与が期待できることを見出した。

第6章では、鉄鋼スラグの潤滑剤としての利用に関して高炉水砕スラグに着目し、含水スラグとして使用する際の潤滑性に寄与する含水量への水熱条件の影響を検討した。その結果から、水熱処理温度による結晶化の違いがスラグ中に取り込まれる水の量に影響することを明らかにした。

第7章は結論であり、本研究の内容を総括した。

論文審査の結果の要旨

エネルギー多消費産業である鉄鋼業では近年資源保護・環境保全の立場から製鉄プロセスの見直しが求められている。本研究では環境調和型製鉄プロセスの実現に向けて、低温化新高炉プロセスを構築するためのスラグの粘度を適切に制御した製錬技術、ならびに超微細粒鋼製造のための大歪付与圧延加工プロセスにおける潤滑剤として水熱反応により作製した含水スラグを適用する技術についてスラグの物性の観点から基礎的検討を行った。本論文はこれらの成果をまとめたもので、得られた結果は以下の通りである。

(1) 高炉内の流動解析に不可欠である熔融スラグの粘度に関して、熔融シリケートスラグの構造ならびに流動の機構を考慮することにより、多成分系熔融シリケートスラグの粘度を幅広い組成範囲で再現する粘度推算モデルを導出した。

(2) 低温化新高炉プロセスにおいて重要な役割を果たす“低融点かつ低粘度のスラグ”の探索を行い、 $\text{SiO}_2\text{-CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3$ 系において 1673 K よりも低い液相線温度を有する熔融スラグの粘度を測定した。その結果、低融点かつ低粘度を有するスラグ組成 (14.4 mass% SiO_2 -43.1 mass% CaO -7.5 mass% MgO -35.0 mass% Al_2O_3) を見出した。

(3) 熔融 FeO-SiO_2 、 $\text{FeO-SiO}_2\text{-CaO}$ 系スラグを含む FeO 圧粉体について、被還元性に及ぼす熔融スラグによる気孔閉塞の影響を調査し、さらに気孔閉塞に及ぼす熔融スラグの物性の影響を調べた。その結果、熔融スラグと共存する FeO 圧粉体の被還元性は熔融スラグが浸透濡れによりその隙間を閉塞することによって悪化し、さらに被還元性に及ぼす気孔閉塞の影響は熔融スラグの粘度が高い場合には粘度の低い場合と比較して被還元性をより悪化させることを明らかにした。

(4) 圧延用潤滑剤への含水ガラスの適用性を検討するために、 $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O}$ 系含水ガラスのガラス転移温度に対する種々のスラグ成分添加の影響ならびに昇温過程における含水ガラスの構造変化を調査した。水熱反応下においてガラス中に含まれる水の量は添加したスラグ成分によって異なり、網目形成酸化物を添加した系において含水量は多く、含水量の増加とともにガラス転移温度は低下し、低温においても軟化特性が得られることを示した。さらに、含水ガラスから水が放出された後、微細孔が生成して構造が脆くなることによっても潤滑性に寄与できることを明らかにした。これらの結果から、水熱処理した含水ガラスを大歪付与圧延加工プロセス用潤滑剤として適用できる可能性を見出した。

(5) 高炉水砕スラグを用いて潤滑性に寄与するスラグ中含水量に及ぼす水熱反応条件の影響を検討した。その結果、水熱処理温度の変化による結晶化の程度の差がスラグ中に取り込まれる水の量に大きく影響することを明らかにし、鉄鋼スラグを超微細粒鋼圧延用潤滑剤へ応用するための基礎的指針を明らかにした。

以上のように、本論文は環境調和型製鉄プロセス構築の上で重要となるスラグの基礎物性に関して新たな知見を多数含んでおり、材料工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。