



|              |   |
|--------------|---|
| Title        | 溶融スラグ・フラックスの粘性に関する物性工学的研究   |
| Author(s)    | 酒井, 英典  |
| Citation     | 大阪大学, 2001, 博士論文  |
| Version Type |   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/42388">https://hdl.handle.net/11094/42388</a>   |
| 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           | 酒 井 英 典   |
| 博士の専攻分野の名称    | 博 士 (工 学)   |
| 学 位 記 番 号     | 第 1 5 8 2 1 号   |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平 成 13 年 1 月 25 日   |
| 学 位 授 与 の 要 件 | 学位規則第4条第1項該当<br>工学研究科材料開発工学専攻   |
| 学 位 論 文 名     | 溶融スラグ・フラックスの粘性に関する物性工学的研究   |
| 論 文 審 査 委 員   | (主査)<br>教 授 飯 田 孝 道   |
|               | (副査)<br>教 授 原 茂 太      教 授 碓 井 建 夫      教 授 松 尾 伸 也<br>教 授 柴 田 俊 夫      教 授 永 井 宏      教 授 野 城 清<br>教 授 三 宅 正 司 |

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、溶融スラグ・フラックスの高機能化によるプロセスの高度化と凝固後の固体スラグ・フラックスの広い範囲にわたる有効利用にとって重要な高精度の粘度管理を行うことを目的とした溶融スラグ・フラックスの粘性に関する物性工学的研究の結果をまとめたものであり、次の8章から構成されている。

第1章では、鉄鋼業を初めとしてガラス工業などの無機材料工業プロセスにおける本研究の重要性ならびにそれを踏まえて設定した本研究の目的について述べている。

第2章では、鋼の高速連続铸造用低粘度モールドフラックスの粘度を振動片粘度計を用いて測定し、信頼性の高い測定値を得ている。

第3章では、従来の代表的な粘度推算式の特徴に関する検討に基づき両性酸化物  $Al_2O_3$  を10%まで含む工業用の多成分系溶融フラックスに対して、その化学組成と温度を変数とする粘度推算式を導出し、同式は極めて有用であることを明らかにしている。

第4章では、溶融スラグ・フラックス中の両性酸化物の特徴的な性質・挙動を考慮して、両性酸化物の固有係数（成分の機能および成分間の相互作用を表すパラメーター）を修正することによって、第3章で導いた粘度推算式を一般化している。また同式の高炉系スラグへの適用性を検討し、高炉系スラグに対して高精度の粘度推算値が算出できることを明らかにしている。

第5章では、第4章で導いた“一般化した粘度推算式”を、多種多様の連続铸造用モールドフラックスに適用するために、両性酸化物の固有係数に関する検討を加え、 $Al_2O_3$  を25%程度、 $Fe_2O_3$  を10%程度まで含むモールドフラックスに対する粘度推算式を導出している。

第6章では、今後の重要な課題と考えられる  $TiO_2$  含有高炉系スラグの粘度を、球引き上げ式天秤型粘度計を用いて測定すると共に、 $TiO_2$  を37%まで含む高炉系スラグに対する粘度推算式を導出している。

第7章では、“スラグの粘度推算”に関する国際的なラウンド ロビン (ROUND ROBIN) プロジェクトで測定された、鋼の連続铸造用モールドフラックスおよび高炉系スラグに対する多種多様のかつ信頼性の高い粘度値と、本粘度推算式および従来の代表的な粘度推算式から求めた粘度値との比較検討を行い、従来の報告の中で本粘度推算式は最も優れていることを明らかにしている。

第8章では、本研究で得られた結果を総括し、本研究で導出した“一般化した粘度推算式”から算出される計算値の

不確かさは、測定値の不確かさにほぼ等しいと結論づけている。

## 論文審査の結果の要旨

工業用の熔融スラグ・フラックスは、一般に酸化物から構成されている多成分系の複雑液体である。熔融スラグ・フラックスは、鉄鋼を初め、金属の製錬・精製用の材料や連続製造用の潤滑剤などとして不可欠な液体材料であるが、資源の有効利用、生産性の向上および環境保全の面から、熔融スラグ・フラックスの適切な使用および高機能化が重要な課題になっている。

本研究では、熔融スラグ・フラックスの性質を論じる際の原点と考えられている不規則網目構造を敏感に反映し、かつ熔融スラグ・フラックスを取り扱う高温工業プロセスにおいて最も重要な性質と考えられている粘性に焦点を絞って、熔融スラグ・フラックスの高精度な粘度管理を図るために、物性工学的立場から多種多様の工業用熔融スラグ・フラックスの粘性に関する研究を行ったものであり、得られた結果を要約すると次の通りである。

- (1) 振動片粘度計を用いて中・低炭素鋼を対象とした高速連続製造用低粘度モールドフラックスの粘度を測定し、測定値の不確かさは $\pm 15\sim 30\%$ であることを明らかにしている。この不確かさは、モールドフラックスが高温の低粘度液体でありかつ化学的に活性であることを考えると、精度のよい値であると評価できる。
- (2)  $\text{TiO}_2$ を30%まで含む高炉系合成スラグの粘度を球引き式天秤型粘度計を用いて測定すると共に、 $\text{TiO}_2$ を含む高炉系スラグに対する粘度推算式を導出している。高品位鉍の減少にともなって、今後、砂鉄やチタン鉍の用途拡大が予測されるが、本研究の成果は、砂鉄やチタン鉍の製錬・精製プロセスに資すると思われる。
- (3) 熔融スラグ・フラックスの粘度推算式に対する本研究の基本的な考え方を示し、その考え方に従って、スラグ・フラックスの化学組成、温度、2、3の入手し易い物理量を変数とする一般化した高精度の粘度推算式を導出し、粘度測定値をその不確かさの範囲内で計算によって再現できることを明らかにしている。
- (4) スラグの粘度推算に関する国際的なラウンド ロビン (R-R) プロジェクトにおいて測定された、鋼の連続製造用モールドフラックス、高炉系スラグ、およびコール (coal) スラグに対する多種多様の粘度値（測定値の不確かさは、 $\pm 20\%$ 程度と評価されている）と、本研究で導出した粘度式および従来の代表的な粘度式から求めた推算値との比較検討を行った結果、本粘度式は最も優れた推算式であり、本粘度式から求めた計算値と測定値との差異は $\pm 20\sim 27\%$ であることを明らかにしている。このような数値は、一般に報告されている測定値の不確かさにほぼ等しく、R-R プロジェクトによる粘度測定値の信頼性は高いこと、および多数の多様なスラグ・フラックスに対して推算値と測定値の比較を行っていることを考えると、上記の結果は一般性が高いものと評価することができる。
- (5) 本研究で導出した熔融スラグ・フラックスに対する粘度推算式では、少数の高精度な粘度測定値を用いて、両性酸化物の修正した固有係数を求めておけば、熔融スラグ・フラックスの化学組成と温度をインプットすることによって、直ちに粘度が求められる。このようにして求めた推算値の不確かさは、一般的な測定値の不確かさにほぼ等しいので、本粘度推算式は熔融スラグ・フラックスが関与する工業プロセスの粘度管理に極めて有効であると考えられる。

以上のように、本論文は鉄鋼業を初めとしてガラス工業などの無機材料工業プロセスが対象とする高温の複雑液体の分野における新しいアプローチとして寄与するところが大きい。また、省エネルギーと省資源を図り、環境保全型のリサイクル経済社会すなわち循環型社会の創造に寄与するところも少なくない。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。