



Title	高炉数式モデルの開発とその適用による溶銑温度自動制御に関する研究
Author(s)	的場, 祥行
Citation	大阪大学, 1986, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/35598
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、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 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・(本籍)	的 場 祥 行
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 7 3 2 1 号
学位授与の日付	昭 和 61 年 4 月 2 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	高炉数式モデルの開発とその適用による溶銑温度自動制御に関する 研究
論文審査委員	(主査) 教 授 近江 宗一 教 授 森田善一郎 教 授 藤澤 俊男

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、稼動中の高炉の炉内状態をオンラインで推定・予測できる普遍性の高い高炉数式モデルを開発すると共に、その適用により操業上基本的な溶銑温度の自動制御をはじめて実現し、大きな効果が得られたことを実証したものである。

第1章では、本研究の背景及び従来の研究について論述し、本研究の目的と意義を明らかにしている。

第2章では、炉内状態を推定する基本的な高炉数式モデルとして、炉内を高さ方向に、①予熱帯、② Fe_2O_3 還元帯、③ Fe_3O_4 還元帯、④ FeO 還元帯、⑤羽口前燃焼帯の5段に分割し、各段を集中定数系として把える簡潔なモデルを開発し、その静的モデル、及び動的モデルの計算方法を明らかにしている。

第3章では、主要操作変数に対するカーボンソリューションロス反応速度、銑鉄生成速度、及び溶銑温度のステップ応答特性を高炉の操業データ解析、及び実験の両面より解明を試みている。つぎに、その結果を踏まえて、これら反応速度の変化を操作変数の関数として定式化し、上記推定モデルを予測機能をもつモデルへ発展させ、これに加えて、観測データによるモデルパラメータの適応修正法を開発し、目的とする高炉数式モデルを確立している。

第4章では、各種高炉データについて高炉数式をモデルの精度検証を行い、モデルの推定モデル、及び予測モデルとしての妥当性を立証している。

第5章では、高炉数式モデルによる予測計算により、事前に予測される溶銑温度と目標値との偏差から、制御操作量を決定する一般性の高い制御方法を開発している。本制御方法は理論的には積分型最適レギュレータの一種の近似的方法であることを示すと共に、直感的・図式的に操作量の算出仮定が明確で、ゲイン調整も容易であること、非線形系にも広くその概念は適用できること、などの優れた特徴を

持つことを明らかにしている。

第6章では、上記溶銑温度制御方法について、各操作変数の応答の速さに応じて最適な先行予測時間の値を見出すと共に、各種外乱に対する閉ループ制御特性の検証により、本方法の有用性を明らかにしている。

第7章では、実際に作成した計算機制御システムの特徴、及び炉頂ガス分析などの計測精度の改善について論述し、自動制御を適用した操業により、製銑・製鋼のコストの低減に大きな成果をあげたことを記述している。

第8章では、本研究で得られた主要な成果を総括して記述している。

論文の審査結果の要旨

本論文は、高炉操業に関して、炉内状態を精度よく推定・予測できる高炉数式モデルと、一般性の高い制御方式を開発することによって、溶銑温度の自動制御を実現させるために行った研究をまとめたものである。得られた主な成果を要約すると次のとおりとなる。

- (1) 炉内の反応帯を5段に分割し、各段を集中定数系としてとらえる数式モデルを開発すると共に、炉内の反応速度及び溶銑温度の操作変更に対する動的応答特性を明らかにしている。
- (2) 上記応答特性をもとに、反応速度の一般的な予測式をインパルス応答関数を用いて定式化することにより、推定モデルを予測モデルへ発展させ、つづいてこれに炉頂ガス分析値などをフィードバックしたモデルパラメータの適応修正を付与させることにより、精度を高めた予測モデルを確立している。さらに各種高炉操業データを使って、このモデルが推定及び予測モデルとして十分良好な精度をもつことを立証している。
- (3) 次に開発した数式モデルによる予測計算により、事前に予測される溶銑温度変化と目標値との偏差から、溶銑温度制御に必要な操作量を決定する一般的な制御方式を開発している。
- (4) 上記溶銑温度制御方式は、これを使って各種外乱に対する閉ループ制御特性を検討することになり、その有用性を明らかにすると共に、これを実際に小倉製鉄所第2高炉の操業に適用し、製銑・製鋼コストの低減に大きな効果をもたらすことを実証している。

以上のように、本論文はオンラインで炉内状態を精度よく推定・予測するための高炉数式モデルを開発すると共に、溶銑温度の自動制御実現という課題を実証したものであり、冶金工学及び制御工学上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。