

氏 名	荒 木 泰 治 あら き たい じ
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第 986 号
学位授与の日付	昭 和 52 年 5 月 23 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	純酸素転炉における酸化反応と終点制御法に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 盛 利 貞 教授 近 藤 良 夫 教授 森山徐一郎

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、純酸素転炉製鋼に關与する炉内反応を理論的ならびに実験的に解析し、これらの結果を実際の転炉精錬に適用して、炉内で起こる吹錬反応の機構を解明し、これに基づいて転炉操業における終点制御法を確立することを目的として実施した一連の研究結果をまとめたもので、8章から成っている。

第1章は序論で、純酸素転炉法が塩基性平炉法ならびにトーマス転炉法に比較して多くの利点を有する反面、この製鋼法について解明しなければならない問題点があることを指摘し、純酸素転炉法の重要な課題として、プロセス制御による製鋼能率の向上と自動化とを挙げ、そのためには転炉精錬の終点制御すなわち吹錬終了時の炭素濃度と温度とを確実に制御することが肝要であると述べている。

第2章では転炉精錬における鋼浴中酸素の挙動について、酸素センサーを用いて研究し、吹錬終了時の鋼浴中酸素はすべて溶解酸素と考えてよいこと、溶解酸素と炭素との濃度積は平衡値よりやや高いが、平炉の場合に比較して平衡値により近いこと、鋼浴中過剰酸素濃度はスラグの酸化度および鋼浴中マンガンの濃度と無関係で、平炉における挙動とは異なること、これは鋼浴中酸素が吹錬酸素ガスからの直接の酸素吸収に主として支配されること、その証拠として、表面活性元素である硫黄濃度の高い鋼浴では酸素濃度が一般に低めになることを挙げている。

第3章では転炉精錬における脱炭反応について研究し、排ガス分析によって連続的に脱炭速度を測定し、また小型試験転炉で実験した結果から脱炭反応機構およびその特性について考察し、脱炭速度と鋼浴中炭素およびけい素濃度との関係、脱炭酸素効率と炭素濃度との関係などを明らかにし、全吹錬期が3段階すなわち炭素、けい素、マンガなどがほぼ一定速度で酸化される第Ⅰ吹錬期、供給酸素が100%脱炭に使用される第Ⅱ吹錬期、炭素の拡散移動が脱炭反応を律速する第Ⅲ吹錬期に分けられることを示し、脱炭速度に及ぼすスラグの影響はきわめてわずかであることを採取試料の分析に基づく計算によって示し、Kozakevich および Meyer らの考え方を批判するとともに第Ⅲ吹錬期における脱炭曲線の

推移を酸化鉄粒滴の生成による反応の場の増加として説明している。

第4章では、脱磷および脱硫について実炉ならびに試験転炉を用いて種々の吹錬条件のもとで研究し、脱磷を効果的に行うには脱磷能力の大きいスラグを早期に生成させること、この対策として $\text{CaO-Fe}_2\text{O}_3\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ 合成スラグを用いると、高炭素域ですでに高い脱磷率が得られることを示している。脱硫については酸化性の強い吹錬末期において脱硫が効果的に起こることを見出し、 CaO によるスラグの脱硫反応のみでは説明できないこと、ならびに転炉では脱磷と脱硫を同一の吹錬条件で効果的に行い得ることを強調している。

第5章では鋼浴温度の変化とくに吹錬後半の熱収支について検討し、第Ⅲ吹錬期における温度上昇は、脱炭酸素効率を考慮した炭素と溶鉄の酸化による入熱と、 CO ガスの逸出による出熱との差として計算すると実炉のサブランスによる測定値と計算値とがよく一致することを示し、鋼浴の昇温モデルの作成に必要な計算式を導いている。

第6章では、転炉の酸化反応に対する総括的な検討を行い、脱炭反応がもっとも大きい影響を及ぼすことから、脱炭反応速度の変化に基づく前述の3つの区分にしたがい、各吹錬期における反応と温度の推移に関する特性を明らかにしてプロセス制御の基本的構想を述べている。

第7章では、以上に得られた結果に基づき、転炉吹錬の終点制御法を静的制御と動的制御の2方式に分けて考察している。静的制御法としては吹錬前に設定した条件のみで終点を決定する方法を用いている。この方法は従来現場で使用してきた参考チャージ方式に比較すると的中率は若干向上するが、制御精度をさらに向上させるために動的制御を考え、これに必要な基本脱炭速度モデルを前述の3段階の吹錬期に分割して作成し、脱炭速度チャートから第Ⅱ吹錬期の終点を読み取り、第Ⅲ吹錬期の吹錬時間を決定する方法を開発している。この方法によると中・低炭素鋼の吹錬的中率は82%で従来法に比較して10~20%の向上を示した。さらに吹錬途中でサブランスにより鋼浴温度と炭素濃度とを同時測定する動的制御モデルを開発している。これは基本脱炭速度モデルをさらに修正したもので、溶製鋼種別に計算式の係数を決定し、的中率87%を得ている。参考チャージによる補正項を入れた場合もほぼ同様である。さらに温度については鋼浴の昇温モデルを作成し、終点の温度を予測して炭素濃度と温度とを同時に制御している。実操業に適用した結果は、炭素濃度、温度ともに85%前後の高い的中率を示しサブランスを用いない場合に比較して的中率が向上したので、この同時制御モデルをプログラム化し、実操業に使用している。

第8章では、以上の結果を要約し、結言としている。

論文審査の結果の要旨

この論文は、純酸素転炉製鋼法における最大の課題であるプロセス制御による製鋼能率の向上と自動化について、実炉および小型試験転炉における吹錬試験に基づき、炉内反応を解析し、転炉吹錬の終点制御法を確立しようとした一連の研究をまとめたもので、得られた主な結果とその評価はつぎのとおりである。

- 1) 転炉吹錬末期の鋼浴中酸素の形態、酸素と炭素との濃度積、スラグの酸化度および鋼浴中マンガ

ン濃度と酸素濃度との関係を調べ、これらは平炉操業の場合と異なること、またその差異の原因は、鋼浴中硫黄濃度の変化による酸素濃度の変化などから、主として酸素ガスからの直接の酸素吸収にあるとしている。

2) 脱炭反応速度を連続測定し、全吹錬期が3段階に区分されること、第Ⅱ吹錬期では供給酸素が100%脱炭に消費されること、スラグの影響はほとんど無視できることなどを明らかにした。脱炭反応速度に関するこの研究成果は転炉精錬に関する代表的研究として有名である。

3) 脱磷を効果的に行うための吹錬条件を求め、また脱硫が酸化性の強い吹錬末期に起こることを見出し、転炉では脱磷と脱硫とが同一の吹錬条件で行われることを強調している。後者の知見はスラグからの気化脱硫を示唆したもので、この特性を見出したことは評価に値する。

4) 転炉吹錬の後半における温度上昇を、脱炭酸素効率を考慮した計算によって求め、実測値とよく一致することを確かめ、鋼浴の昇温モデル作成に当たって考慮しなければならない要因の解析を行っている。

5) 転炉吹錬における終点制御法を静的制御と動的制御の2方式に分けて検討し、前者の方式でも炭素の中率は向上するが、動的制御法については、これに必要な基本脱炭速度モデルを第Ⅰ、第Ⅱおよび第Ⅲ吹錬期に分けて作成し、第Ⅱ吹錬期の終点をチャートから読み取る終点炭素制御法を考案し、さらに吹錬途中でサブランスにより鋼浴温度と炭素濃度とを測定して終点における炭素濃度と温度とを同時に的中させる制御法を開発し、これをプログラム化して実操業に使用し、高い的中率を得ている。

これらを要するにこの論文は、純酸素転炉製鋼に関与する炉内反帯を炭素、けい素、マンガン、磷、硫黄および酸素について解析し、転炉吹錬における各反応の特性を明らかにするとともに鋼浴の温度変化についても検討を加え、これらの解析結果を総合して転炉のプロセス制御用モデルを作成し、実操業に適用して製鋼能率の向上と自動化に貢献したもので、工業上はもとより学術上にも寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。