

係する対象を扱ったもの

討 5 高炉下部におけるガスと液体の流れ及び反応に関する小型モデル実験の有用性

川崎製鉄(株)技術研究所 田口整司 他

モデル化の考え方として、1) 単純化及びスケールダウンの論理が明確で、模型実験により実機に対し有用な定量的知見が得られると思われるもの、2) 高温における反応を伴う現象のように相似比を保持したモデル化が困難で、同一の系での縮小実験に頼らざるをえないもの、の二つに分類し、前者の例として炉床における液体の流れの問題と滴下帯における気液向流流れの問題、及び後者の例としてコークスを熱風で燃焼できる小型炉を用いた Si, Mn, Ti などのメタロイド成分の移行経路のうち気液反応の寄与率を把握するための研究について報告された。

その結果、溶銑レベルが出銑速度の変化に依存すること、メタロイド反応は鉱石の予備還元率や送風温度に影響されることが明らかにされ、いずれも実高炉操業に有用な知見が得られたとされた。

討 1 シミュレーターによる焼結過程の溶融・凝固現象の解析

東北大学選鉱製錬研究所 大森康男 他

焼結研究における従来の鍋試験の問題点を論じ、焼結層内に起こる種々の化学反応を含めた高温域でのガスと装入物の挙動を解析するためのシミュレーターが開発された。この装置を用い、排ガス分析値よりコークスの燃焼状況、またこれに伴う空間占有率の変化を求め、また試料の溶融に伴う空間率変化を試料断面の画像解析から求め、これらの知見を考慮した焼結中の圧力損失の計算値は、シミュレーターの実測値と良く一致した。

本研究を背景に今後の研究課題が整理されると共に、第 2 ステップのシミュレーターの製作が紹介された。

討 7 CO-CO₂-N₂ 混合ガスによる焼結鉱単一粒子の段階ごとの等温反応速度の解析

大阪大学工学部 碓井建夫 他

ペレットに関しては多数の解析が存在するガス還元反応の速度論的検討が、焼結鉱について行われた。解析は一界面モデルで実施され、その中で使用されるガス境界内物質移動係数については、焼結鉱をナフタリンで被膜したモデル実験から推定式が作成された。各温度での還元実験の実測値とモデル式による計算値とが一致するように、化学反応速度定数と有効拡散係数を決め、これらの値の温度依存性を示す式が得られた。

討論 比較的簡単な物理法則に支配される第 1, 第 2 分類と異なり、反応を伴うこの分野では共通な論点が少なく、それぞれが独立した議論となった。反応を含む系ではスケールダウンが多くの場合不可能で、対象とする反応にいかにか似た部分モデルを作成するかがポイントで、模型がその要件を満たしているかどうかについて議

論された。焼結鉱の還元モデルについては、現象を単一粒子からの積み上げで構成することの是非、あるいは限界についての議論がなされた。

最後に模型実験研究では経験の豊かな名古屋大学工学部鞭教授に総合的なコメントをお願いした。

コメント：名古屋大学工学部 鞭 巖

数学モデルによる解析が発達し、簡単な系については数値計算により十分に現象が記述できるようになった。しかし高炉のような複雑な系では、まだ必ずしも満足できる状態ではなく、理論計算の結果の妥当性は、ひとえに「モデルの仮定がどこまで正しいか」にかかっている。

また、鞭研究室で行われた高炉のレースウェーの研究のためのモデル実験の進め方、及び移動層シャフト炉等の装置実験の考え方が実例として紹介された。

次に模型実験の成果を利用する立場の現場からの意見として、新日鉄八幡製鉄所の稲垣憲利氏より、現場では炉内の状況を把握し推定モデルとの整合性を検討するため検出端の開発が進行中であるが、どのような情報をどこで測定すべきか明示してほしいとの意見が述べられた。

以上で討論会を終了したが、本討論はこの席で結論を出すという性格のものではなく、考え方や実験の進め方を幅広く討論することが目的であつた。これらについては、それぞれの発表や討論及び鞭先生のコメント等の中で十分述べられたことと思われる。ただ製銑プロセスの研究開発や現場の操業改善には、今後とも模型実験や数学モデルは不可欠なものと考えられ、その際には現プロセスの十分な測定、現プロセスのメカニズムの深い考察が並行して行われねばならない。また、研究の成果をあげるには良い模型であることが必須だといえる。

最後に貴重なコメントをいただいた名古屋大学鞭教授、討論に参加いただいた各位及び準備から司会まで御協力いただいた新日鉄中村正和氏に厚くお礼申し上げます。

II. 融体精錬の基礎と応用

座 長 大阪大学工学部

森 田 善一郎

副座長 住友金属工業(株)鹿島製鉄所

丸 川 雄 浄

近年、溶銑予備処理、転炉の複合吹錬、取鍋精錬などの精錬技術の著しい進歩により、製鋼プロセスは急速に変貌を遂げつつある。ところで製鋼プロセスには溶銑、溶鋼、溶融スラグ等のいわゆる融体が関与しており、従って今後の製鋼技術のいつそうの発展と飛躍を期するためには、我々製鋼にかかわる技術者および研究者が、これら融体の性状や反応に関する基礎的な情報を正しく把

握し、かつそれらを実際操業プロセスにおける現象解析や操業へ応用しうることが必要である。そのためには、例えば熱力学、速度論、プロセス工学といった基礎分野の研究成果が、実際操業にどこまで適用できるのか、あるいは実際操業に基づく情報に対して基礎的立場からいかにアプローチすべきであるか、また基礎理論の応用に際しての問題点は何かといったような事柄について、大学側・企業側の研究者あるいは技術者がフランクに討論し、意見交換を密接に行うことが必要になってきている。

今回の討論会はこのような目的を推進するもの的一端を担うべきものとして企画され、「融体精錬の基礎と応用」というテーマのもとに一般からの討論講演をつのり、大学側ならびに企業側の第一線で活躍されておられる多くの方々から申込みをいただいた。また今回の討論会の進め方として、すべての講演者つまりパネラーの方々に、事前に他のパネラーの発表内容を十分討論していただいた上で、その評価および核心に対する質問をしていただくなど本討論会の主役を演じていただいた。本討論会の運営上、全 11 件の討論講演を午前と午後の部に分け、午前の部では融体精錬に関する熱力学と物性の分野の 5 件の講演が続けて行われ、そのあとで会場からの質疑討論がまとめて行われた。また午後の部では、反応速度、冶金化学工学ないしはプロセス工学の範ちゅうに入る 6 件の講演とパネラー間の討論が続けて行われ、そのあとで会場からの討論が行われた。

以上の 11 件の講演および討論終了後、今回の主題の分野で御活躍中の 5 人の方々、すなわち東大工学部佐野信雄教授、東北大選研徳田昌則教授、名大工学部浅井滋生助教授、川崎製鉄技研江見俊彦博士、日本鋼管中研川上公成博士から講演と討論全般にわたるコメントをいただき、そのあとで名大工学部森一美教授と新日鉄第三技研梶岡博幸博士に今回の討論会を総括いただいた。

なお 11 件の講演概要については、既に本会会誌 [鉄と鋼, 70, No. 10 (1984) A157~A192] に掲載されているのでそれをご参照いただきたい。また、各講演に対する討論、コメントは、本号の報告としては、頁数等の制約で掲載ができないので、後号においてその全貌を紹介する予定である。

以下に本討論会の進行概況を報告する。

1. 開会の挨拶 (座長) (10:00~10:10)

2. 講演および討論 (10:10~15:30)

2.1 講演およびパネラーによる討論 (その 1)

(討 8) 製鋼スラグ-溶鉄間のりん、硫黄、マンガ
ン、酸素の分配平衡

(東北大学選鉱製錬研究所 水渡英昭)

(討 9) 正則溶液モデルによるスラグ成分の活量の
算出 (東北大学工学部 日野光元)

(討 10) 溶融フラックスの炭酸ガス溶解度

(東京大学生産技術研究所 前田正史)

(討 11) スラグとメタル中の酸素分圧と成分の化学
ポテンシャルおよび非平衡度

(東京工業大学工学部 後藤和弘)

(討 12) 溶融スラグの泡立ち現象

(大阪大学工学部 原 茂太)

2.2 上記 5 テーマに対する会場からの質疑討論

2.3 講演およびパネラーによる討論 (その 2)

(討 13) ガス吹込精錬における流動と反応速度

(名古屋大学工学部 佐野正道)

(討 14) 溶銑予備処理時の溶銑・スラグ分散相にお
ける移動現象解析

(新日本製鉄第一技術研究所 沢田郁夫)

(討 15) 各種溶鋼処理プロセスにおける混合および
スラグ-メタル間物質移動

(神戸製鋼所中央研究所 小川兼広)

(討 16) 上底吹転炉における混合ガス吹錬法の開発

(川崎製鉄技術研究所 竹内秀次)

(討 17) 攪拌操作を伴う反応の最適化とスケールア
ップ特性

(日本鋼管中央研究所 菊地良輝)

(討 18) 粉体上吹複合吹錬法の脱りん反応機構とス
ケールアップに対する要因解析

(住友金属工業中央技術研究所 増田誠一)

2.4 上記 6 テーマに対する会場からの質疑討論

3. 本討論に対するコメント (15:50~16:20)

コメント提供者

東北大学選鉱製錬研究所 徳田昌則

名古屋大学工学部 浅井滋生

川崎製鉄技術研究所 江見俊彦

日本鋼管中央研究所 川上公成

東京大学工学部 佐野信雄

4. 本討論に対する総括 (16:20~16:40)

アドバイザー

名古屋大学工学部 森 一美

新日本製鉄第三技術研究所 梶岡博幸

5. 閉会の挨拶 (副座長) (16:40~16:45)

以上がおおむね予定のスケジュールどおりに進行し、朝 10 時から午後 5 時近くまでの大討論会も常に 150~180 名の熱心な聴講者を得て成功裡に終了した。

以下に当日の副座長による「閉会の挨拶」を示し本報告のまとめに替える。

『本討論会の「融体精錬の基礎と応用」の内容は、最初の座長の挨拶にもありましたように、幅が広くとらえ難いテーマであります。

したがって本討論会で出されたものも、このテーマの一例でしかないというのは論をまたないところであります。

しかし、幸いに 11 名の名優の名演技を中心にして

会場にお集まりの皆様の御協力により、そして5名のコメントの先生方によるいろいろな角度からの有益な解説、批評により、また最後に味わい深いそして示唆に富んだ総括を両先生よりいただき融体精錬の基礎と応用に関する日本におけるレベルあるいは成果と問題点がある程度浮きぼりになつたのではないかと考えております。

基礎研究を女性にたとえ応用すなわち工業化の研究開発を男性にとたとえればお互いがお互いを意識し、こうあつてほしいと注文し、それにこたえ合つて向う合うということ発展するものと考えます。

今後の工学と工業の進展には、今日の討論会で示されたような基礎と応用のそれぞれの発展と共に活発なコンタクトが不可欠であると考えます。すなわち、女性と男性のお互いの自己研鑽に加えお互いを意識し、良い結びつきがよい子孫を残すことになり、長期的発展をもたらすのではないかと考えます。

本討論会の結論をしいて申せばこれが結論ではないかと考えます。

以上で「融体精錬の基礎と応用」というテーマでの討論会を終了させていただきます。長時間におよぶ御参加に感謝いたします。

以上で討論会の報告とする。

III. 圧延鋼材のオンライン熱処理

座長 日本鋼管(株)技術開発本部企画部

國岡計夫

圧延鋼材のオンライン熱処理は省エネルギー、省資源、省工程などの観点から最近特に盛んになり、新設備の建設、新製品の開発が行われている。例えば、厚板の場合、厚板圧延直後の加速冷却設備が日本鋼管(株)福山製鉄所厚板工場に昭和55年に初めて設置され、その効果が評価されるや鉄鋼大手各社とも昭和58年頃それぞれ設置され、新製品開発にしのぎを削りはじめた。また厚板の直接焼入れについてもそれと相前後して設置されたか、現在計画されている。

もちろんこの傾向は厚板に限らず、シームレスパイプ、形鋼、条鋼も同様である。本討論会ではこれら圧延鋼材のオンライン熱処理についての設備、技術、操業ノウハウなどを中心に報告し、討議及びコメントを交換することを目的とした。

このような趣旨を前提にして厚板、熱圧板、パイプ、形鋼及び条鋼に広く論文を募集したつもりであつたが、残念ながら厚板のみの論文となつた。しかし、見方を交えれば、現在最も話題となつている厚板についてであり、しかも、対象が一製品に絞られていたため、討論としてはかえつて集中できたのかもしれないと思つている。論文の3件は主として厚板の加速冷却に関するもの

であり、後の2件は厚板の直接焼入れに関するものであつた。

なお本技術はご承知のとおり、材質とは切つても切り離せないものなので材質の観点から2名の方々にコメントをいただいた。また1名の方に設備についてのコメントをいただいた。

各論文への質問及び討論は論文発表の終了後行い、論文の発表が終了してから上記3名の方々のコメントを掲載して、その後総合討論、質問などを行い、討論の活発化を意図した。

討19 オンライン強制水冷却による

新厚板製造法の開発

(株)神戸製鋼所中央研究所 大友朗紀 他

'83年4月に加古川製鉄所厚板工場に制御冷却から一部直接焼入れまで可能な設備を設置した。この報告ではその設備の特長、冷却制御技術及び操業実績についての報告であつた。

設備の特長としては、上部ノズルは逆U字パイプノズル、下部に噴射方向を斜方としたスプレーノズルで上下とも強冷却用と弱冷却用の2重構造としている。また設備方法としては幅4.7m、長さ39.1mのものである。

板形状、板内材質のばらつきを考慮した冷却制御方法として、上下水量比、鋼板側端部過冷却に対する遮へい、先後端温度制御として時間差法を採用している。この設備による厚板材質の結果として、造船YP32 kgf/mm² A級鋼板及び直接焼入型調質HT60鋼板の試作結果を示しており、また冷却歪み結果、条切り時の横曲結果について示し、いずれも良好な結果を得ている。

討論：本論文に対して、例えば“板幅エッジ水切り部の遮蔽率とはどのような定義か”に対して“水切り板を櫛の歯状にしてエッジ部にラミナーフローが当たるところと当たらないところを交互につくり、この当たらない部分の比率をいう。”その他“hot levellerの形状に及ぼす影響”などについての質疑、応答があつた。

討20 厚板オンライン制御冷却技術の開発

日本鋼管(株)中央研究所 神尾 實 他

制御冷却を目的とした福山製鉄所厚板工場設備の紹介が主体の論文であつた。ここでは本冷却設備を開発するまでの冷却方式、設備仕様などの基礎的検討結果を詳細に述べている。すなわち冷却方式として制御性、冷却能の観点から、上部円管ラミナー、下部スプレ方式を採用し、特に円管ラミナーについてはその配列について配慮している。また冷却歪み制御については上下水量比、冷却停止温度、幅方向水量パターン及び板幅側端部の冷却水遮へい率の適正化により行つている。本設備及び操業技術による実機での結果では良好な鋼板形状のものが得られ、また鋼板内での強度のばらつきは2 kgf/mm²以内におさまっている。

討論 本報告に対して例えば“冷却停止後の鋼板上で