

第 110 回講演大会討論会報告

I. 焼結原料の事前処理技術

座 長 川崎製鉄(株)千葉製鉄所

才 野 光 男

焼結原料の事前処理は、焼結鉱の品質と生産性に大きな影響を与えることから、最近、この分野において、多くの技術開発がなされている。今回の討論会は、これら技術の実状を展望するとともに、今後の方向について討論したものである。

参加された討論講演は、以下の 7 件である。

- (討 1) 焼結原料事前処理に関する最近の研究および技術の進歩
(東北大学選鉱製錬研究所 大森康男ほか)
- (討 2) 焼結原料の造粒とその役割
(日本鋼管(株)中研福山研 長野誠規ほか)
- (討 3) 擬似粒子化の促進による焼結原料層の通気性向上
(株)神戸製鋼所鉄鋼技術センター 出口幹郎ほか)
- (討 4) 焼結原料装入方法の改善
(日新製鋼(株)呉製鉄所 清水三郎ほか)
- (討 5) 焼結機給鉱部での原料偏析に関する検討
(川崎製鉄(株)水島製鉄所 中島一磨ほか)
- (討 6) 焼結原料の評価と配合の最適化
(住友金属工業(株)中央研究所 佐藤駿ほか)
- (討 7) 鉱石特性を考慮した事前処理による焼結操業の改善
(新日本製鉄(株)製鉄研究センター 肥田行博ほか)

(討 1) は、東北大学大森教授に依頼した基調講演である。大森教授は、事前処理が、(1) 原料のブレンディング、(2) ミキサー等での混合造粒、(3) 焼結機への装入、の三技術に大別されることを指摘し、これらの技術のここ数年間の動向を簡潔にまとめると共に、とくに、焼結ベッド内でのマイクロおよびマクロ的偏析技術の重要性を指摘された。

また、原料配合の設計技術における将来の課題として、コークスの燃焼、層内の伝熱、鉱石の熔融・凝固、酸化鉄の還元・酸化などの定量化と、それを記述し得る数学モデルの開発が不可欠なこと、さらに焼結鉱の鉱物組織と品質との関係についても、より定量化が進められねばならないことを述べられた。

この講演は、本討論会の視点を明らかにし、参加者のベクトルを合わせる意味合いからも貴重な資料となった。

次に技術の各論に移り、まず、(討 2)、(討 3) によ

り、造粒・擬似粒化技術が討論された。

(討 2) は、焼結原料の粒度分布から求まる平均粒径と着粉率および付着粉の剝離率を測定することにより、擬似粒子の評価ができるとし、乾燥時にも容易に崩壊しない強い擬似粒子を作るには、バインダーとしての生石灰および温水の添加が有効であることを示した。

また、今後の事前処理法の一つとして、微粉原料のみを対象としたミニペレット法も有力であると述べている。

(討 3) は、焼結原料層の通気性改善に対して、核粉分離造粒法と微粉鉱石添加造粒法とが有効であることを紹介した。前者は、鉱石を核と粉とに分離して、まず核鉱石の表面を水で濡した後、粉鉱石を加えて造粒するものであり、後者は、造粒性のよいペレットフィード程度の微粉鉱石を使用して擬似粒子化しにくい鉱石の造粒性を向上させるものである。

これらの方法を採用することにより、焼結の高層厚操業が可能であると述べた。

以上二件の発表に対して、多くの質問がなされたが、その中でとくに生石灰の有効な配合割合について討論がなされたことを記しておきたい。

(討 4) と (討 5) は、焼結機への原料装入技術を取り扱ったもので、共に模型実験で得られた知見と、その実機への適用について述べている。

(討 4) は、模型実験での分割装入では、断層の発生と過剰偏析により狙った効果が得られなかつたことを述べ、適当な粒度とカーボンの偏析は、セラミックシュートを用いて、プレート先端を装入面から離れた堅装入により実現されるとし、その結果を実機に応用し、コークス原単位低減、RDI、被還元性向上の効果が得られたことを報告した。

(討 5) は、擬似粒子の偏析が、2.83 mm 以上の粗粒による篩効果であるとし、その偏析は、原料がシュートから落下する際の垂直速度 (V_x) と水平速度 (V_y) との比に比例することを述べ、その知見を実機に適用して焼結層の通気性を改善したことを報告した。

この技術分野に関しては、4社から、それぞれの操業経験に基づいて、質問、コメントがなされたが、一口に、最適偏析とは言いながら、その定義、偏析の対象とされるべき物理・化学的パラメータ、それらの量の測定方法と定量的表示、そして、その評価方法など、未解決の研究課題がまだまだ多く残されていることが、討論を通じて指摘された。

三番目の討論分野は、鉱石性状を考慮した配合および事前処理に関するものである。

(討 6) は、原料の評価とその最適配合を、焼結総合シミュレーションモデルにより行っていることを報告している。このモデルは、原料粒度、吸水能、化学成分など 7 項目からなる原料特性要因と、それに操業条件、設備

要因を加えた三つをインプットとし、一方、焼結鉍の生産性、品質、原単位をアウトプットとする自己完結型モデルで、この計算結果から、目標とする焼結鉍を製造するための最適配合を予測できるとし、その実際の運用例についても述べている。

一方、(討7)は、原料選択の自由が制約される状況下では、鉍石特性を考慮した擬似粒子構造の調整が有効になると論じている。理想的な焼結鉍と考えられる、多孔質残留元鉍を針状カルシウムフェライトで包んだ構造のものを作るには、現実の鉍石事情等から、擬似粒子の付着粉層を二層化し、各層の鉍石性状に応じて石灰石添加量を変える方法が有効であることを述べた。この手段を選択造粒法と称し、実機に適用した結果、通気性の改善と被還元性の良好な焼結鉍が得られたことを報告している。

以上、討論内容の概略を記したが、これらの討論の過程で、いわゆる事前処理技術がまだ若い技術であつて、それだけに定量化、モデル化が緒についたばかりであり、プロセスの詳細についても不明なところがあることが明らかとなつた。また、立地条件や設備制約などもあつて、技術が多様化されているのも一つの特徴と言える。

今後これら技術の中から、自工場に最も適した方法が選択されあるいは組み合わせられ、かつ、研究がより一層進んで一つの完成された技術へと発展することが期待されよう。

将来、設備の老朽化が進み、さらに原料上の制約が強まる事が予想される中で、事前処理のために何らかの設備投資が必要となろうが、鉄鋼業の現状を考えれば、それは必ずしも容易ではなく、それだけに、採用すべき技術も十分評価に耐える画期的なものでなければなるまい。

かかる観点から、焼結製造技術への造詣をより深めることが強く求められている今日、この討論会は、大変興味深く、かつ、有意義なものであつた。

最後に、大森教授はじめ講演して頂いた各氏、並びに討論に参加された会場の諸兄に、厚くお礼申し上げる。

II. 急冷凝固現象とその応用

座 長 早稲田大学理工学部

草 川 隆 次

座 長 川崎製鉄(株)技術研究本部

垣 生 泰 弘

溶鋼から直接、薄铸件を連続的に製造するプロセスは唯単に工程短縮というばかりでなく、急冷効果を生かした新機能材料製造といった楽しみも期待できるので大いに注目されている新しい分野である。

これまでの討論会はどちらかと言えば、研究がかなり

進んだ分野のテーマを選び、まとめを行うといった場合が多かつたが、今回はむしろこれからの分野のテーマを選定し今後の研究方向について意見交換するといった狙いが一つのポイントであつた。このような趣旨に賛同して下さり、実に 17 編という、これまでの討論会のうち最多の論文が寄せられた。内容的にも、レビュー(一部は依頼)あり、基礎理論あり、また実験も薄帯、ストリップ、シートバーとすべて揃い、バラエティに富んだもののできた。またこの分野で優れた研究が行われている、MIT(米)のフレミング教授と塩原融氏(MIT, Research Associate)の講演も含めることができ、国際色豊かに実行された。

討論は 9 時 30 分から 17 時 30 分までの長時間にわたつたが、大きな会場がほぼ満員という非常な盛会のもとで活発な論議がかわされた。

以下に講演及び討論の要点を記す。

(討8) 非鉄金属材料の薄板連铸

(東海大学 田中 浩)

(討9) 鉄鋼材料の薄板連続铸造法

(早稲田大学理工学部 草川隆次)

上記二つの講演は、いずれもレビューであり、薄板連铸の歴史的技術変遷、各種铸造法の特徴と問題点、などがよく整理された形で紹介され、今回の討論会の導入に極めて相応しいものであつた。

(討10) Fundamentals of Rapid Solidification Processing (M. I. T. M. C. FLEMINGS et al)

(討11) Rapid Solidification of Levitation Melted Ni-Sn Alloy Droplets With High Undercooling

(M. I. T. Y. SHIOHARA et al)

(討12) 急冷凝固、過冷却、準安定平衡

(京都大学工学部 新宮秀夫ほか)

上記三つの講演は急速凝固の基礎理論に関するものである。(討10)は冷却速度がほとんど過冷現象の生じない $10^{-4} \sim 10^3$ K/s の範囲から、大きな過冷を伴う 10^3 K/s 以上の範囲におけるデンドライト先端温度変化、デンドライトアームスペーシング、熱移動、機械的性質などについて、これまでの研究結果を基に解説した。急速凝固に関しては、基礎理論、応用いずれにおいても多くの課題とともに楽しみもまた残されていることが強調された。これに対し、デンドライト先端温度の平衡温度からのずれの求め方などに関する質疑があつた。(討11)は Ni-Sn 合金の 9 mm 直径の粒滴を使用し、大きな過冷条件下で測温を中心とした凝固実験を行い、リカレッセンスを伴う凝固機構の解明を試み、一つの“凝固モデル”を提唱した。これに対し、最大リカレッセンス温度に関して過冷度との関連などについての質疑があつた。(討12)は急冷凝固時準安定相が形成される動的条件について検討した。過冷度が大きくなると準安定相の核形