

////////////////////////////////////
第 116 回講演大会討論会報告
 //////////////////////////////////////

I. 原料特性を考慮した塊成鉍プロセスの制御

座 長 新日本製鉄(株)堺製鉄所
 佐々木 盛 治

製鉄工程における資源対応力を確保するという面において、塊成鉍プロセスは重要な役割を果たしてきた。

今後の鉄鉍石資源の動向としては、粉鉍石比率が高まるとともに劣質原料の増加が予想されており、製鉄工程のコスト競争力を高めてゆくためには、原料特性を十分生かした塊成鉍プロセスの研究および実用化がますます重要になっていると考えられる。

考慮すべき原料特性としては、粒度分布や成分など種々の因子があげられるが、基本的には「造粒性」と「熔融特性」が塊成鉍プロセスを考える上でのポイントとなっている。

このような観点から、本討論会においては、原料特性を操業、品質面に生かすための新技術、あるいは新プロセスならびに制御技術の考え方、現場での適用技術等について討議した。

(討 1) 鉄鉍石焼結原料擬似粒子の設計に関する基礎的検討

(東北大学選鉍製錬研究所 葛西栄輝ほか)

焼結鉍製造プロセスにおいて、擬似粒子構造が焼結諸反応に与える影響および擬似粒子を設計する際に考慮すべきポイントとその効果について検討した。また、新塊成法における擬似粒子構造についても、そのプロセスの特徴から検討を加えた。

焼結においては、操業面、品質面の指向によつて、望ましい擬似粒子構造は異なるが、基本的には、核部分の溶解性(同化性)と付着粉部の組成と量の問題に帰着する。核部分については、石灰石との同化性によつて評価しているが、現実の焼結プロセスにおいては付着粉部の組成と量、熱レベルによつて融液の組成が異なるので、今後は融液組成の変動まで考慮した擬似粒子の設計が必要となる。新塊成法については、融液の生成をほとんど伴わないため、擬似粒子内部の化学成分の分布について特に配慮する必要はないものと考えられる。

この発表に対して、焼結における擬似粒子内および焼結ベッド内での構造配置のあり方等について討論がなされ、焼結プロセスにおいては、今後は成分の偏在、不均一性を積極的に活用、制御する方向の技術が基本となるであろうとの見解が示された。

(討 2) 千葉焼結工場における自動操業システムの開発
 (川崎製鉄(株)千葉製鉄所 小幡昊志ほか)

千葉焼結工場において開発した自動操業システムは操業ガイドシステム(OGS)と焼成エネルギー制御システム(SECOS)、化学成分管理システムから構成されている。OGSではプロセスデータの評価、品質評価、原料の通気評価および予測等を行い、最適アクションを選択する。プロセス制御においては通気予測が最も重要であり、本システムでは、原料槽レベル情報を取り込み通気予測の精度を高めた。SECOSではコークス配合比の最適制御を行う。コークス配合の最適化は、原料の通気性、溶解性を考慮する必要がある。本システムでは排鉍部赤熱帯面積比を制御に取り込み、通気変動を考慮している。原料特性変化の制御への反映は今後の課題である。このシステムの実用化により、操業アクションの迅速化、適正化、自動化が可能となった。

この発表に対して、実操業における排鉍部赤熱帯面積比の変化の物理的意味および操業制御への取り込み方、操業条件等の変化に対する通気予測式のメンテナンス等について討論があつた。

(討 3) 原料微細化と焼結生産性向上

((株)神戸製鋼所神戸製鉄所 田中孝三ほか)

神戸製鋼における焼結原料の微粉化に対する焼結生産性向上対策について報告した。鉄鉍石銘柄ごとの生産性・品質に及ぼす影響を把握し、製鉄所ごとの特徴を生かして鉍石を使い分けることにより、生産性を改善した。すなわち、焼結生産能力に若干の余裕のある神戸製鉄所では、高結晶水の褐鉄鉍と低 SiO₂ の難溶解性微粉鉍石を組み合わせることにより、両鉍石を多量に使用しつつ生産性の向上と低 SiO₂ 化を達成した。また加古川製鉄所では、ペレットに微粉を集中して焼結で粗粒を多量配合するとともに、焼結ベッドへの酸素富化等により強度、歩留りの向上を図っている。さらに、微粉比率の高い鉍石については、原料の輸送過程において事前分級し粗粒を回収して焼結原料として使用し、生産性の向上を図る対策を実施する。

この発表に対しては、褐鉄鉍と難溶解性微粉鉍石を組み合わせた場合の焼結反応の変化、粗粒原料多量使用時の造粒、焼結反応等に関する討論がなされた。

(討 4) CaO 成分に着目した焼結原料の配合設計および事前処理方法

(住友金属工業(株)鉄鋼技術研究所 川口尊三ほか)

焼結原料性状は長期的には微粉の増加、SiO₂ の低下、Al₂O₃ および結晶水の上昇が見込まれ、通気性、生産性および還元粉化性(RDI)の悪化が懸念される。このような原料条件の変化に対応する技術として、自溶性焼結鉍の基本要因である CaO 成分に着目し、これを活用した技術について報告した。焼結鉍においては RDI は CaO 10% 付近で極大値をもつ。この極値 CaO 近傍を回避できるような成品成分設計を行うことにより RDI の低減が可能となる。この知見に基づき、SiO₂ 4.4% ま

での低下に対して、極値 CaO を大きく超えた高 CaO とすることにより RDI を維持できた。また、高 CaO 擬似粒子と低 CaO 擬似粒子を別々に造粒し混合焼成するプロセスを開発し、RDI および生産性を損なうことなく高 Al₂O₃ 原料や微粉原料を増配することができた。

この発表にたいして、高・低 CaO 領域での RDI 改善メカニズム、生産性にたいする CaO, SiO₂ の影響、分割造粒時の高温滴下挙動等に関する討論がなされた。

(討5) 整粒・分散式新装入方式による高通気・高歩留り焼結法の開発

(新日本製鉄(株)製鉄研究センター 稲角忠弘ほか)

焼結操業においては、原料装入時に粒度やカーボンなどの偏析や局所的な装入乱れが生じている。上層と下層の反応状況が根本的に異なる下方吸引式の焼結では、上記現象の影響があり、原料特性と焼結性との関係を複雑化している。原料充填層の形成に関する検討を行い、装入時の偏析等の影響を全体的に把握することは、鉱石特性の研究に劣らず重要である。そこで、原料装入シミュレーターを用いて原料充填構造に関する解析を行い、現状のシュート装入においては、焼結機ごとの装入条件の違いによる原料充填構造の差が、ベッド内での原料特性分布の変化を通して、通気・歩留りなどに影響していることを明らかにした。ベッド内部において、均一な焼成を進め高歩留り・高通気を図るための基本条件としては、層高方向に連続的な粒度偏析をつけ、整粒度を高めることが有効であることを見出し、これを実現できる装入設備を開発し実機化した。

この発表に対しては、粒度偏析および熱源の偏析の最適値、層高方向の溶融性の分布のあり方についての討論があつた。

(討6) 原料特性を考慮した新塊成鉱プロセスの制御

(NKK 鉄鋼研究所 坂本 登ほか)

焼結鉱およびペレットと比較して、品質、プロセスの両面で優れた新塊成鉱プロセスを開発した。本プロセスの特徴は(1)微粉原料を全量造粒する、(2)粉コークスはグリーンボール表面に被覆する、(3)グリーンボールの崩壊を抑制するため点火前に予備乾燥する等である。このようなプロセスの特徴を考慮し、本プロセスにとつて望ましい原料条件はどうあるべきかを検討した。さらに、基礎的検討結果をもとにパイロットプラントによる新塊成鉱の連続製造試験を行いプロセス評価、実用化時の問題点を検討した。本プロセスでは原料中40~70%をペレットフィードとすることから、その造粒性が重要な要素となる。各種ペレットフィードについて、基礎特性から検討し本プロセスに適したものを明らかにした。粉コークス粒度については被覆特性から、1mm以下が望ましい。さらにパイロット試験結果から、造粒機、装入装置、輸送工程等の最適化に関する知見を報告した。

この発表に対して、本プロセスにおいて粗粒原料を使用する時の造粒技術、高 SiO₂ 原料使用時の新塊成鉱の形状、グリーンボール装入後の層高方向の偏析のあり方等についての討論がなされた。

以上、各講演ごとに報告と討論の内容を概説したが、全体に共通した問題意識として、「擬似粒子設計の考え方」と「焼成の制御」が塊成鉱プロセスの本質的課題であることが改めて認識された。発表後の総合討論では、各発表者が、この2点に関する考え方を補足説明を行い討論を深め、さらに新日鉄製鉄研究センター肥田主任研究員と東北大学選鉱製錬研究所大森教授からコメントをいただいた。その結果、今後の資源動向の変化に対応して良質で低コストの塊成鉱を製造してゆくためには、鉱石の特性研究とプロセスの制御技術を合わせた形での研究開発が重要であるとの結論を得た。

本討論会においては、講演者をはじめ討論者も要領よく話をすすめられ、おおむね予定時間内で密度の高い討論を展開することができた。

講演者ならびに本討論会に参加していただいた皆様方に深く感謝して、概要報告を終える。

II. 二次精錬の役割

座 長 東北大学工学部

萬 谷 志 郎

副座長 NKK 鉄鋼研究所

河 井 良 彦

最近十数年における鋼材の高純度化、高潔浄度化には目を見張るものがある。H, S, Oなどは数ppm, P, N, C,などは数十ppmのオーダーで議論され制御される一方、非金属介在物の低減、形態制御、マイクロロイニングなど、材質改善の上で著しい成果があげられている。これらは主として炉外精錬法(二次精錬)の技術的發展によるものである。高品質の鋼を安定してより安価に供給することは今後の鉄鋼業における最も重要な技術的課題であり、二次精錬の役割はますます増大しているといえる。

本討論会は、二次精錬に関する最近の発展と成果、および将来の技術的展望につき討論することを目的としており、今回は約10件の講演申込みがあつた。その内容は、溶鋼の攪拌と物質移動速度および介在物除去、鋼中微量不純物除去、介在物の形態制御、取鋼精錬炉の機能と役割などに関するものである。これらの内で基礎研究的色彩の強い5件を前半、実際的かつ技術的内容の報告5件を後半として、計10件につき次のような発表と討論があつた。

(討7) 二次精錬のプロセス工学基礎

(名古屋大学工学部 佐野正道ほか)