

討論会まとめ

平成5年第126回秋季講演大会

高炉下部領域における物理的・化学的現象の解明と制御

座長：NKK 坂本 登
副座長：(株)神戸製鋼所 清水正賢

近年、高炉への微粉炭多量吹き込みなど、従来以上に苛酷な条件下で高炉を安定に操業する技術の必要性が高まっている。しかしながら、高炉下部領域の制御については未解明の現象が多く、最適化への考え方も十分とは言えない。そこで、本討論会では高炉下部現象に焦点をあて、各種操業因子のレースウェイ部、炉芯部、融着滴下部など下部現象に及ぼす物理的・化学的影響について計7件の研究発表を行い、炉下部制御の技術的可能性を討論した。

研究発表の主流は、微粉炭吹き込み時の炉下部現象の解明であり、特に炉芯プローブによる炉芯の温度分布、液流れ、微粉粒子の運動と堆積挙動など物理的現象の変化について調査、解析結果が示された。現時点では、操業条件と各種現象との関係を定性的に整理した段階に留まっているが、レースウェイ深度や温度分布、圧力変動など従来の認識と異なる現象も見出されており、そのメカニズムの解明も含め、今後さらなる調査と解析が必要であるとの認識で一致した。微粉炭吹き込みに関する発表の中で、唯一明確になりつつある現象として、これまで問題視されてきた未燃焼微粉炭の蓄積については、いずれの調査でも存在割合が低く、炉芯の通気・通液性制御に対しては、微粉炭吹き込みにもなうコークス粒子の劣化挙動が問題であり、炉下部コークス層の充填構造制御が重要であるとの意見が大勢を占めた。

炉下部コークス層の充填構造については、溶銑流れの観点からも2件の研究結果が報告され、充填粒子の降下速度や粉コークス層の局所的な存在が液流れに特異な影響を与えることが示された。

今回の発表と討論から、炉下部の物理的・化学的現象には、コークス粒子の粉化と蓄積挙動が大きく影響していることが明確になりつつあり、その適正な制御技術を確立するには、各種計測端を用いた炉下部現象の解明と、その結果に基づく新しい装入、衝風、出銑滓技術の開発が必要であると総括された。

スクラップ利用製鋼プロセスの現状と今後の展望

座長：九州大学 森 克巳
副座長：住友金属工業(株) 山口 進
トピー工業(株) 須田興世

スクラップの需給バランスの逆転を背景に、資源リサイクルや省エネの観点から、近年、スクラップを利用した製鋼プロセスに対する関心が高まっている。本討論会では、最近の冷鉄源事情についての依頼講演を含めて計18件(内1件欠講)の発表があり、電炉製鋼プロセス並びに最近の新しいスクラップ溶解プロセスに関する総合的な討論が行われた。

スクラップは現在製鋼鉄源の40%を担っている。今後、低品位スクラップ比率の増加が予想され、予備処理としてのシュレッダーの役割が重要になる。シュレッダー屑の配合結果(2件)によれば、歩留り、エネルギー原単位は向上するが、配合率や嵩密度などの最適条件についてはまだ検討の余地がある。

電炉製鋼プロセスの分野では、近年採用が増している直流アーク炉の操業について、直流通電による溶湯の流動解析結果、電極の個別電流制御法の効果、炉底電極の寿命延長対策及び安定集塵、予熱効果などについて4件の報告があった。一方、交流アーク炉操業についても、EBTや底吹きガス攪拌の効果、中空電極を用いた新しい密閉型電気炉など4件の報告がなされた。溶解期と精錬期での浴の攪拌や着熱効果の違い、2次燃焼の割合などについての討論があった。今後の課題として排ガス、ダスト対策、スクラップ予熱、歩留りの向上、自動化等の問題が指摘された。

化石燃料を用いるスクラップ溶解法では主に既存の設備が利用されている。転炉を用いる場合、炭材とO₂を炉の上方面あるいは炉底から供給し、連続残湯方式、回分式で溶解のみ、または脱炭まで行う3件の報告がなされた。充填層方式では高炉や転炉等を用い、2段羽口で炭材の燃焼の制御を行うタイプと石炭の予備燃焼ガスを利用するタイプが報告された。討論の結果、今後の課題として、燃料は石炭とコークスのどちらが、また、溶銑、溶鋼のどちらを製造するのが有利か、さらに、2次燃焼や多量の排ガスの顕熱回収等の課題が提示された。

制御理論の鉄鋼プロセスへの応用

座長：住友金属工業(株) 的場 祥行
副座長：川崎製鉄(株) 山崎順次郎

鉄鋼製品を高品質・高歩留りに生産するため、製造プロセスを高精度に制御することがますます重要となっており、制御理論の応用が図られてきたが、その有効性、問題点、

今後の方向などについて基調講演と最近の事例発表5件をもとに討論を行った。

[東大北森教授基調講演]

“応用面からみて使いやすい制御理論とは”について、制御対象の表現、制御仕様との与え方、設計計算、物理的・工学的な連続性などの観点から、その具備すべき条件・特性が論じられ、明らかにされた。

[事例発表・討論]

(1)連続铸造モールド湯面レベル制御への適用報告がなされ、①外乱推定オブザーバによる制御は、モデル構造が明らかな場合は適用しやすく効果的であるが、ゲインに制約があり、H[∞]制御の方が精度がよいことが示された(川鉄)。②低速铸込の場合は積分系モデルで精度がよいため最適レギュレータが有効であるが、高速铸込の場合は、高周波外乱によりモデル誤差が大きくなるため制御とロバスト性の両立を図ったH[∞]制御が有効であることが示された(住金)、ノズルづまりに対する適応制御方法などについても討議された。

(2)圧延ミルへの適用について、①熱延仕上げミルのスタンド間ルーパの角度とストリップ張力の干渉系への変数制御(非干渉、レギュレータ、H[∞]制御)の適用検討結果が報告され(東芝)、応用のしやすさ、制御性などについて討議された。最適レギュレータは精度はよいもののゲイン決定・調整が大変であることが指摘された。②冷延レバースミルの従来制御に、外乱推定オブザーバによる圧下操作補償ループを付加し、特に非定常部の板厚精度向上を図った例が報告され(神鋼)、外乱推定精度、張力系との干渉問題などの課題が討議された。

(3)連続焼鈍ラインの板温制御について、プロセスの動特性をむだ時間を含む一次遅れ系で近似し、各パラメータ変化に対して制御とロバスト性の両立を図ったH[∞]制御の報告がなされ(新日鉄)、得られたコントローラの周波数特性、低次元化、モデルとコントローラの精緻さのマッチングなどのつっこんだ討論がなされ、今後のモデリングと、CAD利用による設計のあり方が討議された。午前中という短時間であったが、制御理論(特にH[∞]制御)の適用の進展が確認され、北森先生より随所で有益な助言も頂き有意義な討論を行うことができた。

鉄鋼中非金属元素分析の現状と課題

座長：東北大学 広川吉之助
副座長：新日本製鉄(株) 小野 昭敏

鋼材に対する品質要求の多様化、厳格化に伴い、鋼材の高純度化が図られ、その中の微量非金属成分の分析が要求されている。H, N,