

鉄鋼プロセスにおけるフラックス- メタル間反応の効率向上

座長 東北大学工学部 井口 泰孝
副座長 九州工業大学工学部
向井 楠宏
副座長 住友金属工業(株)鉄鋼研究所
姉崎 正治

近年、溶銑予備処理や二次精錬プロセスの開発とその応用により、シリコン、いおう、りん、酸素などを非常に低濃度に制御、除去できるようになり、高純度鋼、高品質の鋼の製造が大量生産プロセスで容易になってきた。

しかしながら、添加したフラックスの利用効率は必ずしも高いといえる状態ではなく、反応の促進、フラックス原単位の低減、環境保全の観点からのスラグ発生量の低減が緊急な課題となっている。

本討論会ではスラグ-メタル間反応の基礎的平衡論、速度論および不均一反応で最も重要な役割を果たしているが、いまだに不明な界面の問題を取り上げた後、実プロセスにおける現状の紹介と、反応促進の考え方、その実施例、解析についての発表と活発な討論を行った。

以下に講演の内容と討論の概要を述べる。

(討7) スラグのフォスフェイトキャパシティー、サルファイドキャパシティーと平衡到達

(東京大学工学部 月橋文孝ほか)

フォスフェイトキャパシティー (C_{PO})、サルファイドキャパシティー (C_S) の考え方、フラックス中りんの存在形態、各種フラックスについての研究成果、平衡到達の考え方を述べ、フォスフェイトキャパシティーとサルファイドキャパシティーの関係を整理し一方の値から他方の推定の可能性について論じた。

この発表に対し、スラグ中のりんの存在形態、また実プロセスでのスラグ及びメタル中の測定、あるいは推定酸素分圧を用いての脱りん反応解析と平衡との関係について活発な討論がなされた。

(討8) ガス吹込み攪拌下のスラグ-メタル間物質移動速度

(名古屋大学工学部 佐野正道ほか)

高温のモデル反応系としてスラグ-溶鋼間のシリコン移動に関する研究結果から、メタル側物質移動速度係数のガス流量依存性が三つの領域に分けられることを明らかにした。この結果と乱流現象の理論に基づいて得た無次元相関式を取鍋脱硫のデータと比較し、実プロセスへの適用が可能であることを示した。

この発表に対し、界面の考え方、機械攪拌では現れな

い領域 II についての討論がなされた。

(討9) 鉄鋼製錬プロセスにおける界面現象と物質移動
(九州工業大学工学部 向井楠宏)

鉄鋼基礎共同研究会界面移動現象部会での活動内容から、不均一系反応速度と界面現象のかかわる例として“浸漬ノズル材の局部溶損速度”、“スラグ中酸化鉄と溶鉄中炭素の反応速度”について述べた。この発表に対し、速度定数へのスラグの組成、性質の影響、脱硫とマランゴニー効果との関係について質問、討論がされた。

総合的なディスクッションでも界面酸素分圧、界面積の取扱い、スケールアップ、特に PO_2 の評価について活発な討論がなされた。

以上3件に関しては、基礎的理論の展開であったが、以下の(討10)～(討15)の6件は実施例に基づく解析である。また(討10)、(討11)が主に溶銑脱硫に関するもの、(討12)～(討15)は脱りんプロセスを中心とするものであった。まず脱硫に関する2件について述べる。

(討10) 溶銑脱硫反応の効率向上

(日新製鋼(株)呉製鉄所 深見泰民ほか)

90 t 溶銑鍋側壁からサイドインジェクション法で溶銑脱硫を行い、通常のトップランスインジェクション法(鍋中心浸漬)と比較して、前者が脱硫効率が約2倍大きいこと、また脱硫材として、CaO 粉に Al 灰、C 粉、 $CaCO_3$ 粉を適量添加して総括反応定数が約4倍大きくなったと報告した。これに対して、トップランスの浸漬位置を偏心させた場合の効果、および添加された Al 灰の作用について議論がなされた。

(討11) インジェクション方式の溶銑予備処理における反応の効率化

(川崎製鉄(株)鉄鋼研究所 中戸 参ほか)

本報告は高炉鑄床でのインジェクション脱珪、トープードカーでのインジェクション脱硫、脱りん法の全般にわたるものであるが、特にトープード脱硫に関して、反応効率向上のための各種ランス吹込み方向の比較、脱硫材としてのソーダ灰に酸化鉄や鉄粉の添加効果について新しい知見を示した。これに対して、トランジトリー反応の意義とソーダ灰スラグの浴面からの再巻込みの寄与等が議論された。

以上の2件の報告は異なった脱硫法(取鍋 CaO 吹込み法、トープード内ソーダ灰吹込み法)として論じられたが、更に別の方法として、住友金属工業(株)鹿島、黒川氏より KR 脱硫法とスラグの再利用について紹介があった。

次に脱りんに関する4件について述べる。

(討12) 溶銑予備処理の効率向上

(NKK 京浜製鉄所 田畑芳明ほか)

溶銑鍋のインジェクション脱りん法(NRP)での効率向上対策として、CaO 粉吹込みを伴う強攪拌、2本

ランスで O₂ をスラグ面に吹きつけ滓化やスラグ攪拌の促進、最適スラグ組成および、処理中の浸漬ランス深さの変更効果について示した。議論はりん分配比に対する [C] の影響、CaF₂ や CaCl₂ の効果、CaO 粉を吹き込むことによる攪拌混合時間の短縮される理由等についてなされた。

(討 13) 溶銑脱りんプロセスの解析・制御技術の開発
(新日本製鉄(株)八幡技術研究所 北村信也ほか)

溶銑脱りん反応に対し総合反応解析モデル(MACSIM)を開発し、溶銑成分の影響を規格化した上で各種反応容器(トーチ、鍋、転炉)を用いた脱りん法に適用、パラメータとして CaO/O をとって、酸素利用率と生石灰利用率を評価し、同一パラメータで比較議論できることを示した。またこのモデルを用いて脱りんのプロセス制御技術の開発についても報告した。これに対して、酸素の与え方(O₂ ガスや酸化鉄)の相違、それによる脱炭反応の補正、反応容器と攪拌の関係について議論がなされた。

(討 14) 二段回分式向流脱りん法によるフラックスの減少とマンガン鉱石の高歩留溶融還元

(住友金属工業(株)鉄鋼技術研究所 松尾 亨ほか)

脱りん処理容器として転炉を使う方式を開発、特に 2 基の転炉を用いておのおの脱りん炉、脱炭炉の順で使用、脱炭炉のスラグを脱りん炉で使いトータルの生石灰使用量を減少させるプロセス(SRP)を開発した。これは転炉を用いることの利点(大量 O₂ 使用、大きなフリーボード)を生かした高能率脱りん法であるし、向流精錬の結果投棄スラグ量が大幅に減少できる。また両方の転炉に Mn 鉱石を添加して出鋼[Mn]を 1.5% まで高めうることを示した。本報告に対し、投棄スラグの減少量の議論があった。

(討 15) 高効率精錬プロセスによる条用特殊鋼の製造
(株)神戸製鋼所神戸製鉄所 青木松秀ほか)

この報告は高級条鋼を製造するための一連のプロセスの紹介であるが、溶銑脱りんに関しては、独自の転炉型容器(H 炉)を用いたプロセスを開発し、反応効率に及ぼす火点反応、フラックスの上置きと吹込みの比較、更に Mn 鉱石添加の効果について論じている。ここでは本プロセスによる投棄スラグの減少量について議論がなされた。

実施例に基づく全体討論では、フラックスの利用効率の考え方、平衡到達度、適正な攪拌力等について議論があった。更に、(討 10)～(討 15)の 6 人の各社の発表者による溶銑脱珪、脱りん、脱硫の処理順序のあり方について、現実と理想論の意見紹介があった。

本討論会の参加者は終わりに近い 1,2 件を除き常時 130～140 名と非常に盛況であった。今回は討論参加者をあらかじめ座長側から依頼することなく、すべてフロアーからその場でお願いするという試みをした。心配は

杞憂に終わり非常に活発な討論会であったことに対し講演者、参加者の方々に深く感謝いたします。

圧延プロセスにおけるロールの現状と将来展望

座長 横浜国立大学工学部

小豆島 明

副座長 新日本製鉄(株)第三技術研究所

山本 普 康

最近、小径ロールによる大圧下圧延などの圧延条件の過酷化や従来の普通鋼板、高張力鋼板からステンレス鋼板、チタン板などへの圧延材料の多様化により、圧延プロセスに使用されるロールに高 Cr、高 V、ハイスなどの新材質が適用されており、それらのロールの適切なる使用方法や評価方法の確立が望まれている。更に、近年冷間圧延においてセラミックロール、表面改質ロールや複合ロールの使用の可能性を追求する必要性が生じている。本討論会では、このような状況をふまえて圧延で使用されるロールの現状と問題点並びに今後の展開について、メーカーおよびユーザー各方面から 14 件の発表をいただき、討論を行った。以下にその要旨を示す。

(討 16) 高クロム鋳鉄の組織制御と熱間耐摩耗性

(東京大学工学部 梅田高照ほか)

高クロム鋳鉄の熱間耐摩耗性、引張強度および破壊靱性値に及ぼす共晶炭化物の面積率、Cr/C 率および冷却速度の影響を報告した。Cr/C 率が 5～8、炭化物面積率が 25～30% のとき、高硬度、高引張強度、および高破壊靱性値をあたえる。また高冷却速度による組織の微細化と併せることで、熱間耐摩耗性の著しい向上が期待できることを示した。

(討 17) 熱延粗圧延機用ワークロールへの高 Cr 鋳鋼の適用

(川崎製鉄(株)鉄鋼研究所 平岡 久ほか)

耐スリップ性の向上のため、欧米で実績のある高 Cr 鋳鋼の耐摩耗性と耐熱衝撃性を調査し、粗ロールに適用した結果についての報告を行った。耐摩耗性は、高 Cr 鋳鉄のほうが、高 Cr 鋳鋼よりも若干優れているが耐熱衝撃性は高 Cr 鋳鋼の方が高 Cr 鋳鉄よりも明確に優れている。実機粗ロールに適用した結果では、高 Cr 鋳鉄よりも高 Cr 鋳鋼の方が耐摩耗性に優れている。これは、実機ロールの摩耗が、熱衝撃による割れによって引き起こされているためであることを示した。

(討 18) 熱間圧延ロール材質の基本特性

(住友金属工業(株)研究開発本部 松田行雄ほか)

ハイスロールの成分と製造法(鋳造、鍛造、HIP)が、