

然として確証がない。これらの残された問題を明らかにするためには、SiO₂ 検出端や新しい発想によるサンプリング等の調査が必要である。これらの点が明らかになれば、羽口からの鉱石吹込みによる Si 低下技術等の事前検討が容易にできるとの指摘もあった。

最後に炉下部現象全体に関する今後の問題として

- 1) 各種のモデルが提出されているが、これを実炉でモデルの確証を行う必要があること
- 2) 炉内の各種のイメージ・仮説が提出されたが、実測によつてこの仮説を確認すること
- 3) 討論で触れられていない炉下部部分の解明が必要であること

これらによつて製鉄をとりまく将来の変化に対して柔軟に対応できる高炉技術力が確立されることを確認した。

II. 転炉における精錬機能の拡大

座 長 千葉工業大学 雀 部 実
副座長 川崎製鉄(株)鉄鋼研究所 野 崎 努

まず座長より、本討論会を開く主旨説明があつた。鉄鋼の製造の歴史はたたら炉やパドル炉のように鉱石から鋼を直接製造する方法から、製鉄炉と製鋼炉へ分化した。これは初期における精錬の機能分化の歴史として捕らえることができる。製鋼炉はさらに予備精錬炉と平炉に分化する兆しを見せたが、LD 転炉の出現で製鋼は集約の方向に転換した。さらに、精錬機能の分化と共に、転炉に溶融還元やスクラップの大量溶解といった別の機能を付与する動きも出はじめている。このような転炉精錬の現状を明らかにするため

1) 転炉の機能分化として処理溶銑を用いるレス・スラグ吹錬

2) 転炉への別機能の付与として熱補償と溶融還元

3) 上記 1), 2) を支える耐火物技術の発展
を本討論会で取り上げる。

5 年前の 1982 年に「新しい転炉製鋼技術」が討論会で論議された。この時代は精錬における攪拌の役割が認識され、LD 転炉の見直しの契機となり、複合転炉へのスタートとなつた。5 年経過した現在、転炉精錬の進歩を確認し、今後に残される課題を明確にしたい。

(討 6) 転炉用耐火物の改良発展と今後

(名古屋工業大学 山口明良)

約 10 年前に炭素を含有させるという画期的な技術開発により、転炉耐火物は飛躍的に進歩した。これは酸化物のみでは熱衝撃抵抗性が気孔や粒界からのスラグ侵入によつて劣化するのを、炭素の濡れ性の悪さに着目したことによる。また、含炭素耐火物は酸化されやすいことと強度に問題があつたが、メタリックの Al, Si, Mg

を添加して、解決しようとしている。今後はさらに高粘性で緻密なスラグ面との反応層を有することが必要で、構造まで含めた検討を行うべきとの指摘があつた。

(討 7) 転炉精錬機能の拡大

((株)神戸製鋼所神戸製鉄所 青木松秀ほか)

予備処理法として転炉タイプの H 炉を用いる方法を確立し、その処理溶銑を用いた転炉精錬技術の改善を行つた。転炉における予備処理溶銑の充当比率は約 85% と高いレベルにあり、転炉精錬の安定化、耐火物原単位の削減、副原料の低減及びこれらの確立に伴い、転炉の生産性向上が計れた。

(討 8) レススラグ吹錬における精錬特性

(日本鋼管(株)福山製鉄所 山瀬 治ほか)

予備処理溶銑を用いた時の上底吹パターンの改善、無倒炉出鋼比率の向上に関しての報告である。媒溶剤添加量の最適化、T.Fe の低減、Mn 鉱石添加量の適正化を計り、終点 [Mn] の推定技術を酸素プローブを用いる方法で確立した。レススラグ吹錬のプロセス化により、転炉で積極的に Mn 鉱石の炉内還元を行い、月間約 120 kt の処理を行つている。

(討 9) 上底吹転炉内のクロムの溶融還元反応に関する熱力学的考察

(東京工業大学 朱 英雄ほか)

転炉内でクロム鉱石を溶融還元する際の熱力学について述べた。熱力学に基づく還元温度や鋼中炭素濃度との関係をまとめた。Cr₂O₃ を含む溶融スラグの優先還元と臨界温度の計算から、N₂ 底吹き時の還元臨界温度、還元サイトの検討などを熱力学的に考察した。

(討 10) 5 t 転炉での微粉炭燃焼ランスを用いるスクラップ溶解とクロム鉱石の溶融還元

(川崎製鉄(株)鉄鋼研究所 岸本康夫ほか)

5 t 多目的転炉を用いて、微粉炭を炭材として吹き込む微粉炭燃焼ランスを開発し、スクラップの 100% 溶解とクロム鉱石の溶融還元について実験した。クロムの溶融還元は [%C] と鋼浴温度で整理され、底吹き法と微粉炭燃焼ランスのクロム還元率の比較から、微粉炭燃焼ランスを用いる方法はクロム鉱石の還元回収率に優れたプロセスと結論づけている。

(討 11) 転炉における炭材利用技術の開発

(住友金属工業(株)総合技術研究所 姉崎正治ほか)

15 t 試験転炉を用いて、製錬及び精錬の開発実験を行つた。発熱、ガス回収、酸化、還元、溶解についてその方法を確立した。鉄浴式石炭ガス化法、それと 2 次燃焼の組合せ、酸化発熱反応と還元反応の分離、攪拌力強化による還元時間の短縮などについて転炉を種々活用して、精錬容器としての優秀さを示した。

(討 12) CO 酸化反応機構から見た CO 濃度低減技術の可能性

(豊橋技術科学大学 大竹一友)

CO の酸化の困難性、CO 酸化反応の反応速度定数を概説し、水素の存在下では反応が急速に進むことを説明した。転炉では多量の CO が存在し、この燃焼による熱の有効利用の観点から、水蒸気、水素、炭化水素の吹込みを提唱した。今後このような燃焼理論の考えを元にして 2 次燃焼も体系化されていくべきであろう。

(討13) 転炉内熱源付加技術の開発

(新日本製鉄(株)君津技術研究部 辻野良二ほか)

低溶銑比操業すなわち、転炉でのスクラップの多量使用を目的とすれば、石炭吹込みや 2 次燃焼の開発は急務となる。この目的のため、デュアルランスによる石炭吹込技術を実用化し、従来のコークス添加法に比べ炭素添加歩留りと 2 次燃焼率の向上を計った。操業の要因解析から、2 次燃焼モデル式を作成した。

(討14) 上底吹き転炉における強撈拌を利用した精錬機能の拡大

(川崎製鉄(株)千葉製鉄所 石塚晴彦ほか)

ステンレス鋼を主体に製造する目的で強撈拌転炉への改造を行った。鋼浴撈拌力の増大による冶金反応の向上と希釈脱炭を実現した。冶金効果としては、高速吹錬、希釈脱炭、還元期フラックスインジェクション、熱補償技術を確認した。さらに微粉炭インジェクションが可能な炉底に改造し、ステンレス鋼スクラップ多量溶解を可能にした。

以上の講演は関連の報告を 3 編づつセッションを組み、3 編報告後に総合討論を行った。総合討論時の質問及び討論の内容を表 1 に示す。発表件数が期待以上に集まり時間の制約はあったが、活発な討論が行われ、討論会の目的は十分実施できたと思われる。

本討論会を終わるに際し以下のようにまとめた。約 10 年前に底吹き転炉が導入され、間もなく転炉の撈拌力によつて (T.Fe) の制御ができることがわかった。5、

6 年前より、上吹転炉の撈拌が見直され、転炉の複合化が始まった。転炉精錬において永遠のテーマは生産性の向上、精錬コストの削減、精錬機能の分離・拡大などである。転炉の機能が拡大してきた背景に溶銑の予備処理が果たした役割は大きい。溶銑予備処理によつて転炉は、脱炭専用炉、スラグ少吹錬、適中率向上、耐火物寿命延長、溶融還元、ステンレス鋼精錬、ガス化炉などに発展してきた。

近年、スクラップ問題が注目され、これに呼応するように、スクラップ予熱、石炭添加、2 次燃焼またはこれらの組合せ技術に関心が集まっている。西独のクレックナー、ソ連、住金、川鉄などが上底吹き転炉の炭材利用とランス開発により電気を用いない溶解法を確立している。転炉もこのようにスクラップ溶解を行つて一方、電気炉製鋼法は転炉の長所を吸収しつつある。電力原単位的大幅な削減は酸素の使用量増で支えられ、なお熱効率向上のため、オイルの使用も増えつつある。転炉と電気炉は向かう方向が類似してきており、事実最近注目されている EOF (Energy Optimizing Furnace) は電力を使用しない電気炉あるいは SPH (Scrap Pre-Heater) を完備した転炉ともいえる。今後も転炉製鋼法が興隆していくためには、生産性の向上、熱補償技術、スクラップ動向および電気炉との接点などを追究していく必要がある。撈拌を意識して上底吹となつた転炉において撈拌力はこれで十分か否かの見極めと製鋼反応炉として転炉に置き換わる反応炉 (例えば EOF のように) が日本から誕生することを期待する。

終わりに、討論会議事のまとめに当たつて、川上助教授 (豊橋技大)、前田助教授 (東大生産研)、岸本研究員 (川鉄鉄鋼研) の御協力をいただきましたことを記して感謝致します。

III. クラッド材の製造方法

座 長 (株)神戸製鋼所 機械研究所
松 下 富 春

鉄鋼・非鉄材料に求められる高機能化はますます多様化の傾向にあり、異種金属を一体化したクラッド板は新しい製品分野としてメーカー、ユーザーの両面で関心を呼んでいる。クラッド板には鋼、チタン、銅合金などの厚板同志を接合したものと、電子機器用の薄板クラッド板があるが、今回の討論会では前者に関するものばかり 9 件の報告があり、多数の参加者が活発な討論を行った。前半の 4 件はクラッド圧延時の変形挙動、歩留りに関するもので、後半の 5 件は製造条件と品質、構成材料界面の現象に関するもので、討論は前後半に分けて行われた。(討15) 熱間圧延法におけるクラッド鋼板の変形挙動
(日本鋼管(株)中央研究所 升田貞和ほか)

表 1 質問事項のまとめ

	質問及び討論の内容
討 6	れんが微構造のコントロール、れんが内気孔の耐火性に及ぼす影響、耐火物保護
討 7	コークス粒度の熱効率への影響、脱炭に対するガスパターンの考え方、溶銑予備処理比率
討 8	炭材使用の考え方、脱炭に及ぼす底吹きガスパターンの影響、優先酸化と撈拌力、底吹きガスとして O ₂ 利用
討 9	還元臨界温度の定義、Cr 鉍石還元時の平衡式、Cr ₂ O ₃ と CrO の安定性
討10	スクラップの溶解完了確認方法、火炎温度の測定法 2 次燃焼の活用
討11	Cr 鉍石の還元速度に及ぼす [%C] の影響、還元に及ぼす撈拌力の効果
討12	O ₂ と CO の反応に及ぼす H の存在、CO 燃焼のメカニズム、燃焼に及ぼすダストの触媒作用
討13	石炭中の揮発分の燃焼、CO の 2 次燃焼に及ぼす石炭中の揮発分の影響、コークスと石炭の熱的な差
討14	スクラップ形状、装入時期、底吹き O ₂ 量