

ットを予備還元して表面に鉄核を作り、それを高温で内部のみを溶融することにより溶融還元を行い、るつぼ中での酸化鉄の溶融還元速度は一次反応であるとし、これらの還元により鉄中のりんを 0.2% 以下にすることができる。今後の問題は還元鉄と残存酸化物の分離である。

#### 討 6 還元性ガスによる溶融酸化鉄の還元反応速度

東北大学工学部 長坂徹也 他

熱天秤で鉄皿を使い酸化鉄を溶融し、 $H_2$  または  $CO$  ガスを  $He$  や  $Ar$  で稀釈し吹き付けて溶融還元速度を測定した。 $H_2$  還元では  $H_2$  分圧の一次に比例するとし、溶融点付近で、 $H_2$  還元では、固体では化学反応律速になるのに対し、溶体ではガス側物質移動律速であり、 $CO$  還元では両者とも化学反応律速となる。 $SiO_2$  添加の場合は反応速度が著しく遅くなるのに対し、 $CaO$  添加では増加するとしている。

質問は  $CaO$  添加は還元速度を早くし、 $Al_2O_3$ 、 $TiO_2$ 、 $SiO_2$  添加ではおそくなるが、これは活量では説明できず、 $TiO_2$ 、 $SiO_2$  は表面活性剤として働くので、このことも考慮する必要があるとのコメントがあつた。

#### 討 7 コークス充填層内のクロム鉱石および鉄鉱石の溶融還元挙動

川崎製鉄(株)技術研究所 高田至康 他

コークス充填層は上昇するガスと流下する溶融鉱石の向流還元にとり良い条件を作っている。 $1700^\circ C$  のコークス充填層にクロム鉱石を投下し、X線透視による還元およびホールドアップの実験を行つた。クロム鉱は鉄鉱石に比べ還元速度は 10 分の 1 になるが、平均滞留時間はほぼ同じ時間である。これは溶融鉱石のはげしいフォーミングによる動的ホールドアップの増大と大きな静的ホールドアップによるとしている。

#### 討 8 鉱石類の高温還元挙動と溶解に関する検討

住友金属工業(株)中央技術研究所

下田輝久 他

高炉の軟化融着帯以後の溶解に相当する溶解炉によりかなり予備還元されたペレットの高速溶解に関する機構の解明を試みている。予備還元率が高くなると溶融還元速度は低下するが、通気面では改善され全体的には良い結果を得る。溶解に要する熱交換層の高さは基礎実験および実験溶解炉共に約 100 mm であり、高速溶解機能を実証した。

総合討論：以上討 5~8 の総合討論として、討 7 に対しては  $Fe-Cr$  鉱は高粘度であり、 $1700^\circ C$  というのは工業炉のイメージとしてはどうかとの質問に対し、工業炉のイメージはいまだ不明だが、高温において供給速度を制御し定常状態がどの辺にあるかを探っていると答えた。

その他溶融還元炉のイメージをめぐって、軟化融着、熱供給、ガス流れ、鉱石のフォーミング、高圧化、操業

限界、羽口形状などにつき活発な討論があつた。

最後に日本鋼管技研の宮下恒雄氏の総括があり、これらの技術が高炉機能の改善ならびに溶融還元法の開発に対する寄与として将来が明るいと結ばれた。

## II. 合金鋼製鋼技術

座 長 大同特殊鋼(株)中央研究所

湯 浅 悟 郎

副座長 新日本製鉄(株)製鋼技術部

松 永 久

合金鋼の溶製には、近年溶銑の予備処理、転炉製鋼、炉外精錬法等の精錬技術が広く応用される様になり、かつての電炉中心の溶解法に対し、精錬品位、生産能率、操業コスト低減等に著しい進歩をもたらした。今回の討論会では、現在の代表的な合金鋼溶製法を紹介し、その原料選択、依存エネルギー、合金歩留り、操業制御、精錬水準、複合プロセスの採択等の問題について技術の現状評価と進歩への予見に役立つ討議を期待した。

討論講演には、ステンレスの溶解に関するもの 3 件、構造用合金鋼に関するものが 3 件寄せられたが、先端的な技術や新しい概念の提供例も多く、報告としての水準は全般に高いものであつたと思う。

又本討論会においては、3 件ずつのグループの講演、質疑終了後、合同討論の部を設け座長が提示する 3 題の共通課題に各社それぞれ意見表明の形で回答を願つた。共通課題には現在の操業内容に関する質問よりも、理想的あるいは将来的展望に重点を置く問題を提議し、得られる回答から今後の発展への方向を探ろうとしたものであるが、これに対しても各社から広範囲な検討を経た結論が多く報告された。

#### 討 9 AOD プロセスによる極低碳素、窒素ステンレス鋼の精錬法

日本金属工業(株)相模原製造所 藤崎正俊 他

この講演は、AOD 炉によつて 16~20%Cr ステンレス鋼を精錬し、製品中の C 20~60 ppm, N 60~100 ppm の極低碳素、窒素値を得る溶製法の確立に関する報告である。新製錬法の要点は、装入 C 値を 3~4% に引上げ、脱窒速度を上げて炉内 N 20~60 ppm に到達し、精錬中空気の吸込み、出鋼時の吸窒を可能な限り抑制する。また C は脱炭終期の  $O_2/Ar$  比を下げて低下を促進し、炉中で 10~30 ppm に到達する事ができる。この報告は、大気中吹錬並びにオープン出鋼を行う AOD 法の実操業において極低 C, N 鋼の溶製を立証した点に大きな意義があり、又 AOD と真空処理および温度調整が可能な取鍋精錬を組み合わせれば更に低い C+N 値が得られる事を示唆している。

#### 討 10 ステンレス鋼精錬技術の改善

新日本製鉄(株)光製鉄所 有吉春樹 他

この講演は、AOD 炉のステンレス溶製において、精

鍊ガスの低減と大幅な製鋼時間の短縮を目的として確立された広範囲な新技術開発に関する報告である。その要点は高炭域での純酸素吹鍊、中炭域でのガス比切替の連続化、低炭域での純 Ar 脱炭等の脱炭技術の根本的改善と、吹鍊制御のプロコンによる自動化、酸化 Cr の迅速還元技術の確立であり、AOD 精鍊の本質的な進歩として他に波及するところも大きいと思われる。この新プロセスによりもたらされた効果は、Ar 等希釈ガスの節減 5.9 Nm<sup>3</sup>/T、還元用 Si の節減 1.2 kg/T、製鋼時間の短縮 14 分という実績であり、更に炉負荷の軽減等により炉寿命で連続 525 回の世界記録を樹立した。

#### 討 11 上底吹転炉におけるフェライト系ステンレス鋼の製造

川崎製鉄(株)千葉製鉄所 山田純夫 他

本講演は、フェライト系ステンレス鋼を上底吹転炉で溶製可能とした新技術の紹介である。脱磷処理した溶銑中へ冷材 FeCr を装入し酸素吹鍊を行うが、溶銑配合率が 70% 強で、そのため生ずる熱不足を加炭吹鍊と複合吹鍊を併用して解決したところが本法の刮目すべき特長である。

20 kg/t のコークスにより約 100°C の熱補償が可能であり、また上吹テンスの吹鍊 (1.5 Nm<sup>3</sup>/min t O<sub>2</sub>) と 2 次燃焼により、脱炭時間は 20 分強短縮できた。更に低炭域でも Ar 希釈した O<sub>2</sub> の上吹併用により、Cr 損失を増やさず精鍊時間の短縮が可能である事を確認している。

本法による鋼塊総コストは、電気炉法に比し 5.3% 低下した。冷材溶解のコストを比較すると、電力を 1 とした場合、FeSi を使えば 2.1、コークス 0.38、2 次燃焼 0.14 の割合である。

#### 討 12 転炉製鋼法での低合金鋼溶製技術

(株)神戸製鋼所神戸製鉄所 青木松秀 他

本講演は、転炉鋼からの高品質の低合金鋼の溶製に関するもので、新しい複合プロセス (転炉-ASEA-SKF 炉-KAT 法-連鑄) による精鍊技術の紹介である。このプロセスの特徴は、転炉からの低温出鋼とフラックス添加による出鋼脱りん、更にスラグカットで復りんを防止し 70% 前後脱りんが可能な点であり、また ASEA 炉の精鍊でスラグ、れんが材の適正化により、10 ppm の酸素量に到達、介在物も激減し 10 μ くらいになる。また連鑄における電磁攪拌は地きずの低減に効果的である。脱窒には未脱酸出鋼-ASEA 精鍊で鍋下 30 ppm 以下を得る事ができる。低硫鋼の溶製には溶銑脱硫の上、溶鋼で更に粉体吹き込みを行う。

本プロセスは更に溶銑予備処理炉を併設して粉体吹込による脱りん、脱硫が行われており、転炉精鍊後脱りんリレードル、ASEA、KAT 精鍊ラインによる極低りん鋼、極低硫鋼の溶製も計画されている。

#### 討 13 電気炉-取鍋精鍊-脱ガス工程による低合金鋼の製鋼技術

山陽特殊製鋼(株) 高馬孝昭 他

この講演は、連鑄の導入に伴って設置された新複合精鍊プロセス (電炉-LF-RH-CC ライン) による構造用低合金鋼の溶製に関する報告である。この新プロセスにおいては、電炉は溶解専用とし、LF で精鍊と合金調整、温度調整を行い、RH は脱ガスと成分微調整を受け持つており、その操業を従来の電炉-RH-鋼塊法に 対比して以下の成果を確認している。

新ラインの電炉所要電力は、360 kWh/t に低下し、LL の電力量 60 kWh/t を加算しても従来法の 420 kWh/t にはほぼ等しい。電炉所要時間は 60 分で従来より 10 分短縮され、LF の処理時間は 40~50 分である。RH 処理時の溶鋼温度のばらつき、処理中の温度低下率はいずれも従来法の 1/2 に減少、溶鋼酸素値も従前の  $\bar{X}=11.2$  ppm から 7.3 ppm まで略 4 ppm 低下する。LF 処理で脱硫は容易になり、従来水準 (0.015%S) から 0.005%S 前後に低減する。

#### 討 14 新製鋼法による最適操業法の確立

大同特殊鋼(株)知多工場 中山 傑 他

この報告は、討 13 と同じく電炉-LF-RH-連鑄の複合溶製ラインの操業実績に関するものである。ただ前講演とは異なり電炉溶鋼は未脱酸出鋼されており、酸化滓は LF 取鍋で傾動除滓され、その後合金を添加する方式が採られている。このため添加合金は完全に歩留るが、装入合金分の回収率は悪くなる。また LF 除滓は脱りん、脱硫に効果的で、P. S. 50 ppm 以下の清浄鋼の溶製は容易になった。更に LF での脱硫を促進するため、上吹攪拌を併用して所要時間を 6 割に短縮しており、精鍊効率の再度向上をめざし粉体吹き込みも実施している。

LF 処理のコストは、溶鋼の酸化度が増す程精鍊負荷も上り、特に C<sub>eq</sub> が 0.10 を割ると急増するので、電炉の生産性を勘案し最適操業点として C<sub>eq</sub>=0.10 を選び、それを目標に操業している。

討論講演は討 9, 10, 11 (ステンレス関連) 及び討 12, 13, 14 (構造用合金鋼関連) と 2 つのグループに分けて運営し、各テーマの講演に 15 分、質疑応答に 5 分を割り当てた。前半の 3 テーマが終了したところでこのグループをまとめて合同討論に移つたが、ステンレスの溶製に対して座長が提議した課題は以下の 3 点であつた。

問 1 リターン屑の最も有利な使用法

問 2 ステンレスの複合吹鍊に期待される効果

問 3 加炭吹鍊の利点と問題点

上記第 1 問に対する 3 社の回答を総合すると、リターン屑は AOD 冷材に優先使用し残りは電炉装入とする。電炉への Cr 原料は、溶鋼に吹鍊の熱源である C, Si が目標値を満たすまで高炭素 FeCr を装入し、残りの Cr 分をリターンと購入ステンレス屑で埋めるのが最も合理

的なようである。

第 2 問に対しては、各社共複合吹錬の 2 次燃焼効果に共通した期待を持ち、実用化の意向が強い様である。予期される効果としては、CO<sub>2</sub> 燃焼熱の利用（冷材増等）温度上昇による脱炭効率向上（合金歩留り改善）、時間短縮による生産性向上等が上つており、高炭域での適用に意見が一致している。

第 3 問の加炭吹錬は、各社の意見が大きく別れる課題であつた。加炭吹錬は、熱不足の溶製工程には実用的で有効な解決策となる新しい概念であるが、半面溶製時間が伸び、原低策としても投入コストに見合うか問題の様である。この技術は利点短所が明白なので、事業所の溶製方式いかんで、その評価に相当な差が出るのは当然とも思われるが、ステンレス溶製の背景や技術の多様化に伴い今後その応用例は増えて行くと思う。

後半の構造用鋼グループ（討 12, 13, 14）の合同討論の課題は以下の通りであつた。

問 4 低合金鋼屑中合金分の有効な回収方策

問 5 加炭吹錬に期待できる効果

問 6 一次溶解炉における還元精錬の実用的意義

第 4 問の屑中の合金成分の回収は、現在の転炉、電炉法とも良いとは言えない様である。元来、歩留りが良い筈であつた電炉は、近年生産能率と電力節減に卓効のある酸素富化操業を採用したため、回収歩留りは著しく低下した。粉炭による還元や屑の別溶解等の対策も、総合的な成果を収めるに至つておらず、資源の再生の意味からも効果的な回収法の検討が望まれる。

第 5 問の加炭吹錬については、電炉では粉炭吹込が一般的な適用法であり、泡滓化による電力加熱効率の改善と溶解時間短縮、FeO 還元による歩留り向上、排ガス顕熱増によるスクラップ予熱等に相当効果が期待される。また転炉でも溶銑予備処理や精錬の多重化に伴う熱不足の対応手段として加炭吹が研究されている。この様に構造用鋼の加炭吹錬はステンレスとは多少異なる目的で今後適用と改善が進むものと思う。

第 6 問に挙げた溶解炉の還元期は、現在転炉ではあまり適用効果が期待されていない様で、必要な還元精錬はすべて炉外精錬へ依存することになる。一方還元精錬が固有の特技である電炉は、取鍋精錬炉の普及によつて依存比率は大きく低下したものの、必ずしも全面移譲ではなく、工程負荷の状況に応じて生産効率が最大になる様精錬を配分する場合も残ると思われる。

最後に、学会および業界から、合金鋼の製鋼技術を展望して頂こうと思ひ、愛知製鋼の森研究部長と東北大学の萬谷教授に御意見の提供をお願いした。森部長は現在の複合精錬方式の新製鋼プロセスに占める炉外精錬の果たす役割を指摘され、品質、再現性、生産性の向上、連続化等得られた進歩はすべて炉外精錬の所産であり、その多様な成果は予測を大きく超えたものである事を強調

された。萬谷教授は、高級鋼の精錬に利用されるスラグの精錬能力を物理化学的にさまざまな角度から解明され、各成分系の特色を分かりやすく評価されて実操業への適用に貴重な指針を提供していただいた。

本会の討論講演には、参加各社から溶製の先端的技術や新しい概念が多く紹介され、更に精錬のあり方や予測される進展についても、入念、多角的に検討した見解が次々に提示され、有意義な討論会であつたと思う。長い期間準備に御尽力いただいた講演者各位、並びに貴重なコメントで会を締めくくつて下さつた森部長、萬谷教授に対し厚く御礼申し上げる次第である。

### III. 自動車鋼板の耐食性評価

座長 新日本製鉄(株)第二技術研究所

北山 實

近年、カナダコードに始まる車体防錆の明確化にともない、鋼板の耐食性向上に対する要求が高まつてきた。

材料メーカーは、これに応じて防錆鋼板の開発又それに伴う要求特性に関する種々の研究を行つてはきたが、鋼板性能評価に関しては、特性の意義はもちろんのこと、各社間の方法がまだ不統一であり、かつお互いの議論さえなされていない現状である。そこで孔あき試験法、外観錆試験法及び促進試験法、塗膜密着性、2 次密着性、化成処理性、塗装適合性の意義などについて討議することによつて今後各特性の意義の確性とひいては、評価法の統一を図ろうというのが本討論会の大きな目標である。

なお、本討論会を、自動車用防錆鋼板に要求される諸・特性を基礎的に取り扱いその意義を討論したものと、基盤研究に基づいて評価方法の確立そのものを扱つた討論に原則として分けた。

(1) 防錆鋼板特性の意義に関する討論

討 21 亜鉛系めつき鋼板の塗膜密着性

住友金属工業(株)中央技術研究所 若野 茂 他

討 22 電着塗装鋼板の耐水密着性の支配因子と密着性の迅速評価

新日本製鉄(株)特別基礎第 3 研究センター

前田重義 他

討 23 塩水中での塗装亜鉛めつき鋼板の耐食性、日本鋼管(株)技術研究所 清水義明 他

本項では、亜鉛系めつき鋼板を主に、温水浸漬、C.C.T など、種々の条件下での塗膜密着性評価が、異なつた結果を示すことを提示しながら、主に耐温水浸漬試験の意義ならびに、その対策に関する討議が行われた。

すなわち現行温水浸漬試験条件を支配する諸因子とその作用機構について論議された。

一つには、化成皮膜の結晶形 (Phosphophyllite & Hopite) の影響が大きく、耐アルカリアタック性のすぐれた P 比 (P/P+H) の高い化成皮膜の方が良好である。