

実測値におおよそ一致する。これより、鋼浴中 O 濃度はスラグ-メタル間の平衡により決まるとも考えられる。

討 7 では上底吹き転炉 (STB 転炉) を用いたステンレス鋼の吹錬結果が報告された。それによると、低炭素域では脱炭反応は物質移動によつて律速されており、酸素を Ar から分離して上吹きしても Ar ガスによる浴攪拌と稀釈効果によりステンレス鋼の精錬が可能である。

また、Cr 酸化は供給酸素の中で脱炭に消費されなかつた酸素量に応じて進行し、還元、仕上げ精錬も AOD 法と同等であることが明らかにされた。

4) 溶鉄-スラグ間反応

上底吹き転炉においては底吹きガス流量を適量に設定することにより、スラグ中 T. Fe が LD 転炉と比較して低い状態でも脱リンが速やかに進行することが示された (討 7, 9, 10, 11)。河井 (討 8) は旋回ランス式転炉では高旋回条件でスラグ層の攪拌が改善されるため、脱リンが促進されると述べた。増田 (討 7) は、上底吹き転炉において粉 CaO を酸素と共に上吹き添加することにより脱リンがさらに進むことを示した。また、斉藤 (討 11) は底吹き転炉においては粉 CaO のインジェクションが脱リンに非常に有効であり、transitory 反応の寄与が大きいことを示した。これに対して、日本鋼管 (福山) では塊 CaO を投入しても吹き止め時には脱リンがほぼ平衡に達しているとの指摘があつた。これらの脱リン挙動は、スラグの組成と滓化状態、溶鉄-スラグ間反応 (物質移動) 速度、溶鉄とスラグの温度差などの影響が複雑に絡み合っていると考えられ、今後それらを総合して脱リン挙動を考察する必要がある。

森 (討 6) は、酸素、リン、イオウ、マンガンの溶鉄-スラグ間の分配平衡値をまとめ、スラグ中の成分の活量と組成の関係の理論的推算法として正則溶液モデルが有用であることを示した。さらに、溶鉄-スラグ間反応では目的成分の移動の他に FeO および O の移動が同時に進行するため、これらの移動を考慮して速度解析を行わなければならないことを同時脱リン脱硫を例として取り上げて示した。討論としては、森らの相互作用エネルギーの推定値の求め方に関する質問および脱リン反応を表す場合 P_2O_5 より PO_4^{3-} あるいは PO_2^- を用いる方がよいとの意見が出された。これに対して、相互作用エネルギーの推定値は実測値を最もよく表すように試行錯誤的に決定し、脱リン反応の表し方については基本的には同意見であるが、今後さらに実験的検証が必要であると回答した。また、同時脱リン脱硫の場合、それぞれ単独の反応の場合より反応率が增大する理由については一方の反応が起こることによつて他の反応が促進されるように界面の酸素ポテンシャルが変化すると考えが示された。

本討論会における各発表より、溶鉄-スラグ間反応は攪拌動力あるいは均一混合時間のみによつては表せない

ことが明らかである。優先脱炭、T. Fe における ISCO、BOC のように、溶鉄-スラグ間反応についてもその挙動を表す何らかの指標があれば、各鋼種に応じた最適な吹錬が可能となると考えられ、今後この方面の検討が望まれる。

以上、討論会の発表および討論の主要点について述べた。また副座長川上は 3 月 29, 30 日の両日 Pittsburgh で行われた AIME の 65 回 Steelmaking, Conference の特別セッション "Mixed Gas Blowing" (提出論文 17 件) の概要紹介を行つた。新しい転炉製鋼技術は日本、欧州および米国でそれぞれ特徴を持つて急速に発展しつつあるが、今回の討論会は質・量とも極めて有意義かつ高レベルのものであつた。

II. 亜鉛系めつき鋼板およびその製造法

座長 新日本製鉄(株)君津製鉄所

安藤 成海

近年自動車車体の腐食問題がカナダ・コードに端を発し、大きな社会問題としてとりあげられて来たが、特に最近では低燃費化から車体重量の削減を計るため、鋼板の薄手化が進められ車体防食問題は、増々重要かつ緊急な問題となつて来た。その結果、各自動車メーカーは従来の冷延鋼板をベースにした考え方ではこの問題に対処できないとの判断から、鉄鋼ミルに対し、所用の性能を備えた防錆鋼板の供給を強く求めて来ている。

これに呼応して各ミルは、既存亜鉛めつき鋼板の改善や新しい合金めつき鋼板の開発等、この分野での研究開発を著しく活発に進めて来ており、当会講演大会においても、昭和 54 年以降、これらに関する論文が多数発表され現在に至っている。本分野の技術は、正に発展の最中にあると言える。

このような背景の下に本討論会がもたれた意義は極めて大きく、かつタイムリーであつたと考える。表面処理鋼板に関する討論会は、鉄鋼協会では初めてでもあり各鉄鋼メーカーはもちろん、大学、自動車メーカー、塗料メーカー等、すべての関係分野から多数の参加者を得て極めて盛況、かつ活発な討論会をもつことができた。

本討論会は、第 1 部 片面溶融亜鉛めつきの製造法 (発表 3 件) 並びに、第 2 部 亜鉛系合金電気めつき鋼板 (発表 4 件) と、分割して行われた。前者は現在、ほぼ開発完了の技術であるとの観点から総合討論に止めたが、後者は発展過程の技術であり、今後につなげるべく、いくつかの問題に関し、テーマ討論の型式をとつた。以下にその概要を報告する。

第 1 部 片面溶融亜鉛めつきの製造法と製品特性

1. (討 12) めつき阻止剤によるライン内焼鈍方式片面溶融めつき法の開発

従来のめつき阻止剤の問題点である。亜鉛はじき性、

阻止膜剥離性改善を目的として、水ガラス-アルカリ- H_3BO_3 - MgO 系に TiO_2 、または、 $Ti(OH)_4$ 、及び、 Al_2O_3 ($Al(OH)_3$) を添加した阻止剤を開発し、両問題を解決した。また、新阻止剤は焼成温度範囲が、従来阻止剤に比較し広くなった。

2. (討 13) 片面溶融亜鉛めつき鋼板の製造プロセスの開発と実用化

非酸化雰囲気内 (N_2 シールボックス) においてメタルポンプを用い、溶融亜鉛を鋼板の片面のみに接触させる方法により、優れた片面めつき鋼板の製造に成功した。本法のポイントは、亜鉛吹き出しノズルの形状で、いかなる板幅変更にも耐え得る流速成分をもつものである。

3. (討 14) 片面溶融亜鉛めつき鋼板の開発と実用化
鋼板片面への溶融亜鉛供給方法として、電磁ポンプ法 (EMP) と、ロールコート法 (UCP) を開発し、両法の実機化に成功した。また、既にその製品の市場供給を開始した。EMP 法の重要技術は、亜鉛吹き出しノズル形状で、板幅より狭い溢出口より隆起浴を供給することにより、裏廻りの無い方法が確立できた。EMP 法での技術要点はコーティング・ロールの材質で、タングステンカーバイト、及びステライト系が実用上優れていることを見出した。

4. 第 1 部総合討論

質疑は主に製造設備と操業条件に集中した。阻止剤法については、水ガラス-アルカリ- MgO 系に TiO_2 または、 Al_2O_3 等の添加によつて、非めつき面の品質保証がより向上した点が注目された。(討 13) (討 14) に関しては、めつき室内の許容 O_2 濃度について論議が出たが、めつき作業を含め生産条件はほぼ完全に確立されている。また、鉄面処理及び、それが亜鉛めつき面に及ぼす影響等については、各社独自の Know-How に基づく技術で行われているが、これはなお、今後研究の余地を残すように思われた。

いずれにせよ、片面溶融亜鉛めつき鋼板の製造法は、上記のごとく既に実用化され、その商品も市場に供給されており、ほぼ開発は完了したものと見てよく、今後の研究はその改善や、補正等に止まるであろう。

第 2 部. 亜鉛系合金電気めつき鋼板

1. (討 15) 亜鉛系合金めつき鋼板の防食機構に関する 1 考察

Zn 中に Fe, Mg, Al, Ni, CO , Mn 等を含む各種合金めつき鋼板の塩水噴霧試験により生じた腐食生成物が、電子伝導度の小さい $Zn(OH)_2$ の安定皮膜となり、これがめつき層を覆うため、カソード反応である酸素還元反応が抑制される。また、 $Zn(OH)_2$ が脱水して ZnO の形に進んでも、合金元素が含まれた場合は、単純 Zn めつきに比し酸素還元反応が抑制される。すなわち、合金めつきの防食機構は、この二つの酸素還元反

応抑制機構である。

2. (討 16) 高耐食性 Ni-Zn 合金めつき鋼板

Zn-Ni 系合金めつきでは、Ni10-16% 含有の γ 相より成る Zn-Ni 合金めつきが最も耐食性が優れる。本鋼板のカチオン電着後の乾湿繰り返し試験では、電気亜鉛めつき鋼板とは著しくその挙動を異にしており、ブリストアの発生が少なく、しかも非常に細かく、塗膜下でのめつき面の腐食が進行していくことを示した。

3. (討 17) Zn-Ni 系合金電気めつき鋼板の開発と実用化

Zn-Ni 系合金電気めつきの製造において、電解条件とめつき層組成の関係を実験的に定量把握し、計算機制御による管理システムを完成した。実生産での実績では、合金の組成変動は目標組成に対し 3σ で $\pm 1.5\%$ 以内に管理できている。鋼板の実用性能は、耐食性、塗装密着性、塗装耐食性にわたり調査されたが、多少問題とみられたカチオン ED と組み合わせた場合の耐水密着性は、焼付温度を適正に管理すれば問題はない。

4. (討 18) 二層型合金電気めつき鋼板の開発

自動車用表面処理鋼板への要求性能は、単層型合金めつきでは満足できない。Zn-Cr/Zn-Ni 二層型は、Zn-Ni 合金めつきよりいつそう耐食性の向上が計られる。また、Zn-Ni 系合金めつき鋼板の欠点である塗装板の温水浸漬後の密着性改善のためには、Zn-Fe/Zn-Ni 型が優れ、上層中の Fe 含有率が約 80% になると、化成処理性が冷延鋼板と同等になる。

5. 第 2 部テーマ討論

(1) テーマ 1. Zn 系合金めつきの防食機構について: 防食機構に関しては、(討 15) の提案がほぼ一つのコンセンサスとして認められたが、いまだ理論的究明は十分だとは言えず、産学協同によるいつその研究が行われるべきであるとの提案があつた。また、自動車用鋼板への要求性能は極めて多岐であつて、そのすべてを満足するには単層めつきではむつかしく、多層化によらなくてはならないとの意見が出た。

(2) テーマ 2. 自動車用防食鋼板としての実用特性について: 自動車用鋼板としての要求特性全てを満足する鋼板は難しいため、まず自動車寿命延長の観点から、鋼板の耐食性が重視された。また、評価試験法に関しては、実車の腐食に即応した適切な評価法の開発が必要との意見が大勢を占めた。

(3) テーマ 3. 亜鉛系合金電気めつき鋼板の今後の発展について: 基本的な考え方として、万能特性をもつ防食鋼板の開発は至難であり、目標用途に応じた合金めつき鋼板を実現して行くべきであるという方向が、一つのコンセンサスであつた。従つて、当面の発展方向は現在進められている各種合金めつきを、それぞれの要求目標により合致したものにすべく、製造作業条件を含めて改善することの他、併行して行うこととして、より広い

特性をもたすべく各種合金の多層めつきや、合金と塗装との複合化、更には金属と無機物質との複合めつき等の研究方向が示された。また、今後これらの製造研究をより効率的に進めるため、是非必要な事項として統一的な性能評価法の確立が強く要望された。

本討論会のまとめ。

上述のごとく、特に亜鉛系合金電気めつき鋼板は現在、発展の過程にあり、今後一層の開発努力が必要である。今回の討論会は、今後の研究開発に当たり、次の諸点を示唆したと思う。

(1) 鉄鋼ミル独自の研究開発には限界があり、自動車メーカーとの共同はもちろん、化成処理並びに塗装を含めた各専門メーカーとの共同研究の必要性。

(2) 共通語として適切な耐食評価試験法の確立の必要性

(3) 効率的なめつきシステム（電流効率の高いめつきセル構造、電気抵抗の低い電解液等）開発の必要性。

(4) 世界的にみて、本分野の研究開発は我が国が先行しており、今後共この優位性接続のため、鉄鋼メーカー間の連携の必要性

III. 快削鋼の現状と将来

座長 大同特殊鋼(株)中央研究所

阿部山 尚 三

副座長 金属材料技術研究所

山本重男

今回のテーマである「快削鋼の現状と将来」は現在、急速に進められている切削加工の自動化、無人化また冷間鍛造と切削との併用による加工コストの低減さらに製品としての軽量・高強度化および信頼性向上などの快削鋼に対するユーザーニーズに対し、メーカー側の新しい製鋼技術や生産加工体制による対応について、お互いの接点を見出し、将来への指向について討論するために取り上げられた。

鋼の被削性に関しては、昭和45年秋に行われた「鋼の治金的要因と被削性」以来のシンポジウムであり、時代のニーズを反映して、ユーザー側から自動車、メーカー側から鉄鋼各社の参加に加え、工作機械、切削工具等幅広い分野からの講演、コメント、質疑が行われ、約100名の参加者を得て7講演が3部に区切つて行われた。とくに冷間鍛造性、連続鍛造、非調質鋼についての討論が活発に行われた。以下に各講演と討論の主要点について述べる。

討19 快削鋼研究開発の展望

金属材料技術研究所 荒木 透

本討論会の方向付けを兼ねて硫黄快削鋼にはじまる各種快削鋼の発展経緯を自動車産業との関連を中心として述べ、さらに最近我が国において著しい進歩を遂げてい

る工作機械の自動化、無人化運転に加え、機械部品の多様化に依り得る快削鋼の研究開発が望まれること、そのためには被削性の研究もさることながら、製造プロセスの技術開発、たとえば硫化物の形態制御、Pbの微量化と微細均一分散、酸化物系介在物の適種適量の分散、連続鍛造、制御圧延・冷却等の広範囲の技術の集結と高度化の重要性が強調された。

討20 鋼材の被削性改善

(株)神戸製鋼所 古沢貞良

鋼の被削性改善に関し、冶金学的に整理し、工具摩耗、仕上げ面あらさ、切りくず処理性の点から検討し、さらに実施例として①溶鋼の脱ガス処理による酸化物の低減がもたらす工具寿命延長効果、②Arインジェクション法によるCa添加の効果、③Ti, Ca複合脱酸による超硬工具の逃げ面摩耗抑制効果、④V添加した非調質鋼、⑤低Siによる硫化物形態制御の工具寿命、仕上げ面あらさの向上、⑥Zrによる硫化物形態制御の冷鍛性向上効果などが述べられ、さらに被削性、冷鍛性を兼備する鋼として Al_2O_3 の低減、Sの制御、Pbの添加が有効なることが追加報告された。これに対し、木村(大同中研)から微量Teによる硫化物形態制御のメカニズムの概要コメントがなされた。また、冷鍛前の球状化焼なましによる冷鍛後の被削性劣化対策(日産自動車・木村)については球状化焼なましをさげ、焼なましまたは焼ならしが有効であるとの回答があつた。

討21 マルテンサイト相を混在させた快削鋼の被削性 金属材料技術研究所 山本重男

切削加工の無人化運転への対応を図るべく、切りくず処理性の優れた鋼として、フェライト・マルテンサイト二相鋼を上げ、その機械的性質と被削性を述べた。次いで、硫黄ならびに鉛快削鋼を上記二相とした場合、被削性向上機構の異なる快削性元素とマイクロ組織との相乗効果は必ずしも得られないが、切りくず処理性や切削抵抗に関してはマルテンサイトの混在が極めて有効なることが示された。熊谷(愛知製鋼)よりOPITZらの研究から①マルテンサイトの混在が超硬工具のすくい面摩耗に対し懸念されること②ハイス工具切削における工具寿命③焼もどし温度の切りくず形状、工具寿命におよぼす影響についての質問がなされた。これに対し、超硬工具の進歩たとえばコーティド工具やCBN工具などを考慮すれば致命的なものではなく、またハイス工具に対しては同一かたさの調質鋼よりは良好なること、焼もどし温度の上昇は300~350°Cまでは切りくずに対しては影響はなく、工具摩耗に関しては改善の方向にある旨の答弁がなされた。また、青木(三菱金属)からSCM435の鉛快削鋼のファインポーリング加工において良好な仕上げ面あらさが得られなかつた事例に対する解決策についての質疑に対し、伊藤(大同工大)から構成刃先が最大となる加工領域であり、その解決には工具刃先半径の増大