

(討 41) オンライン分析技術の最近の進歩

(山武ハネウエル(株)プロセス制御事業部 塚田義男)

(討 31) では、石炭水分の自動測定のための粒度、秤取量、乾燥温度、サイクルタイムなどの検討結果に加え、装置の保全実績などが示された。

(討 35) では、発光分光分析装置の前処理である試料の受付、試料調製、分析装置への取付け・取除きにロボット等の自動化装置を採用した無人分析システムについて報告された。

(討 40) では、製鉄所内の過去の開発例をいくつかのグループに分類して、開発時および使用時の問題点を示し、今後の方針を提案した。

(討 41) では、鉄鋼プロセスに用いられているオンライン(ガス)分析計の現状と、最近のセンサー技術の進歩と動向について述べられた。

以上、簡単に各講演内容を紹介したが、いずれも具体的内容に裏付けられたレベルの高いもので、これをもとにして活発な討議で論議が深められた。鉄鋼の技術革新を支える重要な役割を工程管理分析(広義のオンライン分析)がになつていることを、参加者全員が再確認し、技術の現状と今後の動向を見定めその推進に決意を新たにすることは明らかであろう。本討論会でもう一つ特筆すべきことは、仏から JECKO 氏が討論講演に参加され、また英国からも聴講および討論に参加され国際色豊かに実行されたことである。今後とも、分析関係の討論会においても、国際性を十分に考慮して、企画、運営にあたるべきであろう。

最後に、講演者および熱心な討論に参加された参加者、特に製造工程に関係する研究者、技術者の皆様に厚くお礼を申し上げます。また、本討論会に対する海外の関心に応じて、Trans. ISIJ に概要を紹介するために協力をお願いした関係者および、会場で外国人ゲストの隣席に座り通訳のサービスを提供されたボランティアに深く感謝し、討論会の紹介を終える。

## V. 高純度鋼製造における介在物の挙動

座長 名古屋大学工学部  
坂 尾 弘  
座長 (株)神戸製鋼所  
成 田 貴 一

最近の取鋼精錬技術の発展は目覚ましいが、その背景には鋼材の使用条件の苛酷化とともに、不純物元素低減に対する要求が強まってきたことがあげられる。鋼中非金属介在物についても従来に比べ一段と減少しており、鋼材品質の向上が計られているが、一方では材料の極薄・極細線化が進みきわめて微細な介在物が問題となる状況にある。このような要求を満足するには、実操業でおこっている介在物挙動、すなわち介在物の生成、成

長、浮上分離および凝固過程における介在物挙動などの現象を基礎的に把握するとともに、その制御技術さらに生産技術上における諸問題について広く基礎・応用両面から討議することは有益である。

今回の討論会はこのような目的で企画・開催され、一般からの討論講演を募った結果 6 件の申込みがあつた。運営上前半 3 件を坂尾が、後半 3 件を成田が座長を行い議事進行を図つた。なお 6 件の講演概要については既に本会誌「鉄と鋼」, 71 (1985) No. 2, A 25~A 30 に掲載されているが、その要旨は以下のとおりである。

(討 7) 高加工材中の介在物

(住友金属工業(株)中央技術研究所 市橋弘行, 他)

コードワイヤー材を対象に、延性を示す介在物として  $MnO-SiO_2-Al_2O_3$  系および  $CaO-SiO_2-Al_2O_3$  系介在物の最適組成を明らかにし、その製造法として  $CaO-Al_2O_3-CaF_2$ ,  $CaO-CaF_2$  および  $CaO-SiO_2$  系フラックスについて最適脱酸フラックス組成を示した。全酸素値を下げるには  $CaO-CaF_2$  系フラックスが望ましいが、介在物組成の点からは  $CaO-SiO_2$  系フラックスが良好な結果であつた。さらに介在物の除去方法としてフィルターの適用を検討し、 $Al_2O_3$  クラスタは緻密質耐火物をタンディッシュノズルにセットすることにより付着除去できたが、Si キルド鋼中に見られる  $SiO_2$  系介在物は全く除去できず、海綿状フィルターの使用によつてのみ付着可能であつた。

(討 8) 高炭素 Si キルド鋼のフラックス処理時における介在物挙動

((株)神戸製鋼所鉄鋼技術センター 小川兼広, 他)

高炭素 Si キルド鋼を対象に、 $Al_2O_3$  系介在物の生成起源として、脱酸剤、フラックスおよび耐火物について検討した。Al 濃度の異なる 3 種のフェロシリコン合金 (0.02, 1.89, 8.73%) で脱酸した場合、0.02% Al でも  $Al_2O_3$  を含む介在物が生成した。また  $CaO-SiO_2$ ,  $CaO-CaF_2$  および  $CaO-Al_2O_3-CaF_2$  系フラックスを用いた場合、溶鉄中の酸素活量が極めて低くなればフラックス中  $Al_2O_3$  の解離により  $Al_2O_3$  系介在物が生成する。なお  $Al_2O_3$  系介在物を用いた場合も同様の現象が認められた。

(討 9) 高炭素鋼線材中の非金属介在物におよぼす二次精錬方法の影響

(川崎製鉄(株)技術研究所 新庄 豊, 他)

タイヤコード材を対象に、減圧下での  $Al_2O_3$  耐火物からの Al ピックアップ量を求め、さらに処理フラックスの具備する条件を明らかにした。RH 処理のように高温真空下では  $Al_2O_3$  系耐火物の還元反応が進行し、Al ピックアップ量が多い。また処理フラックスとしては  $SiO_2-CaO-Al_2O_3$  系において  $SiO_2$  45%,  $CaO$  45%,  $Al_2O_3$  10% が最適組成であることを示した。これらの結果をもとに塩基度 1.0 の低融点フラックスを用い、Ar

攪拌により断線頻度の少ない素材の製造が可能となった。

(討10) 超低酸素超低硫鋼製造プロセスにおける介在物の挙動

(日本鋼管(株)京浜製鉄所 石坂 祥, 他)

高純度鋼製造のための条件として、転炉スラグを完全に排除し、さらにガスインジェクション処理中のスラグ組成をコントロールすることにより、 $S \leq 5 \text{ ppm}$  の超低硫鋼の安定した製造が可能となった。さらに RH 処理前のスラグの酸化ポテンシャルを下げることににより 10 ppm 以下の全酸素値が得られた。さらにアーク加熱時、ガスインジェクションおよび RH 処理における介在物の粒度分布をサンド分析法により求め、RH 処理はガス攪拌に比べて微細介在物低減の寄与の大きいことを示した。

(討11) 連続铸造タンディッシュにおける介在物挙動

(住友金属工業(株)鹿島製鉄所 中島敬治, 他)

連铸タンディッシュにおける介在物の浮上モデルとして対流混合領域および押し出し流れ領域の組合せモデルを導き、水モデル実験と比較した。その結果理論値は実験値とよく一致しており、例えば液流量が増加した場合、浴深さが深いほうが介在物除去効率が大きくなった。また堰を設備した場合、液流量の減少にともない除去効率は大きくなった。さらにガス空塔速度が増加すれば、除去効率は大きくなる傾向が認められた。これらの結果は実機铸造実験により確認された。

(討12) 連铸中心偏析帯のりん化鉄の析出挙動

(新日本製鉄(株)分析研究センター 黒澤文夫, 他)

連铸の中心偏析として重要な元素である P について、SPEED 法を用いその析出物・析出領域および析出機構を明らかにした。連铸中心偏析帯のりん化物は、中炭素鋼では 2 種類の形態のりん化物、すなわち微細な針状や板状のりん化鉄、および球状で共晶組織を示すりん化鉄であった。0.8% C 以下ではほとんどが球状で共晶組織を示す  $(\text{Fe}\cdot\text{Mn})_3\text{P}$  および  $(\text{Fe}\cdot\text{Mn})_2\text{P}$  であるのに対し、0.85% C 以上では旧オーステナイト粒界にそつて析出しているりん化物、 $(\text{Fe}\cdot\text{Mn})_3\text{P}\text{-Fe}_3\text{C}\text{-Fe}$  が確認された。さらにこれらのりん化物の高温での加熱圧延による形態、組成変化を明らかにし、りん化物の析出領域とこ

れまで調べられている溶接割れ、高温延性との関係などを考察した。

以上 6 件の講演および討論に対して新日本製鉄梶岡博幸氏、日本鋼管宮下芳雄氏、川崎製鉄中西恭二氏からコメントがあつた。梶岡氏は高純度鋼製造の技術的課題について、形態制御の重要性および再酸化防止が今後の課題であることを強調した。宮下氏は介在物の評価をとりあげ、問題となる介在物の大きさおよび出現頻度の把握の必要性を指摘した。中西氏は介在物除去機構について、中西らの合体・浮上モデルを示し、50 t ASEA-SKF の結果と比較・検討した。

今回 6 件の発表および討論は、非常に広い分野にわたる内容であり、本討論会において結論を出すことはできなかつたが、現在直面している問題点などかなりはつきり浮きぼりにされた感がある。すなわち以下に示す項目は今後に残された課題となろう。

(1) 介在物評価方法の確立

問題となる介在物径が小さく、かつ出現頻度が低下しているため、現分析法においては代表性および抽出量などの点で問題がある。そのため鋼中介在物および析出物の抽出分離定量法の体系化を図り、機器分析法もとり入れた総合的な分析法の確立が必要である。

(2) 介在物低減限界の究明

介在物の生成機構、合体・浮上機構を解明することは最適攪拌条件さらに最適プロセス選択のための指針になるとともに現行プロセスでの高純度製造技術の限界の推定が可能となる。

(3) 介在物形態制御

介在物低減には限界があり、無害化するための形態制御技術の確立が必要となる。そのためには脱酸生成物の挙動および介在物の変形挙動の明確化が必要である。

(4) セラミックフィルターなど新技術の適用

セラミック製造技術の進歩により、従来では困難であつた溶湯のろ過が可能となつた。そのためこれらの技術を積極的に取り入れるべきである。

(5) 最適プロセスの設計

現行プロセスの改善あるいは新技術の導入によりプロセス設計を行う場合経済性を考慮したものでなければならない。