

第 109 回講演大会討論会報告

I. 高炉における装入物分布制御

座長 日本鋼管(株)鉄鋼技術部

渋谷 悌二

高炉の大型化に伴って装入物の分布制御は従来以上に重要な課題となった。設備面でムーバブル・アーマーあるいは新型式の装入装置(ベルレス施回シュート方式)の採用がはかられてきた。一方装入制御技術面では、コークス層の崩れなど多くの要因について模型で解明し、実高炉に適用されている。今回の討論では、実験の成果と実高炉への適用を中心とし、最近開発がすすめられているきめ細かな分布制御について下記の6編の講演を得た。

- (討1) 高炉のプロセス解析における装入物分布の役割
(東北大学選鉱製錬研究所 八木順一郎)
 - (討2) 混合層形成を考慮した装入物分布シミュレーションモデルの開発と実炉への適用
(住友金属工業(株)中央技術研究所 梶原義雅, 他)
 - (討3) 装入物分布シミュレーションモデルの開発と適用
(株)神戸製鋼所中央研究所 沖本憲市, 他)
 - (討4) ベル式およびベルレス式高炉での装入物分布制御手段の多様化
(川崎製鉄(株)千葉製鉄所 芹沢保文, 他)
 - (討5) 福山2高炉における装入物分布制御
(日本鋼管(株)福山製鉄所 齊藤典生, 他)
 - (討6) 高炉における装入物の堆積形態とその制御
(新日本製鉄(株)室蘭技術研究部 奥野嘉雄, 他)
- なお6件の講演概要については、既に本会誌「鉄と鋼, 71 (1985) 2, A1~A27」に掲載されているのでそれをご参照いただきたい。

以下に本討論会の進行概況と質疑の要点を報告する。

(討1) は、永年にわたる高炉プロセス解析の研究から、炉頂における装入物分布の各要因特に粒度偏析などの定量的な把握が重要であることを強調した。質疑では、講演者の深い御見識を伺うプロセス解析に用いる計算手法の評価、高炉シミュレーション数学モデルをブロックモデルから全系へ発展させる方法の基本思想についてなどが中心となった。

(討2) から(討6) は、いずれも模型実験の結果を実高炉へ応用したシミュレーションモデルあるいは制御技術に関する報告であり、(討2), (討3), (討5) は模型実験との組合せによる精度の良いモデルの作成と実炉への適用による操業改善に主体をおいた討論であつた。精度向上面で混合層の形成、降下速度分布による装入物表面形状の変化に視点あるいは論点をおく点で各討論は異

なるが、共通問題は中心付近の混合層の形成に関することであつた。(討4), (討6) はさらに新しい実際の装入物分布制御技術の開発、改善へと進んだ問題について論点を提供した。ベル方式装入装置の粒度偏析の新しい制御手段としてのベルの開度、開速度制御は注目されたが、これとあわせ、粒度別装入など小粒原料の使用による高炉操業の合理化につなげる観点からの質疑があつた。これらの講演と討論の論点構成をまとめると図1のようになる。質疑を通して終始問題となつたのはやはり混合層に関することで、その形成の究明もさることながら、混合層の定義、定量的な扱いをまず確立することが重要と考えられた。

討論の終わりに当たり、東北大学選鉱製錬研究所教授大森康男博士、新日本製鉄(株)界製鉄所製鉄部長橋本信氏に総合的なコメントをお願いした。大森博士は、小規模模型実験の結果がこの方面の研究、技術開発に有効であつたとの発表に着目し、今後炉内現象の総合的なシミュレーションと分布制御との関連とあわせ、分布に関する基礎的な研究への参加が十分に可能であろうと述べられた。さらに橋本氏は、今回の討論もやはり炉の半径方向の粒度偏析と中心付近の混合層の問題が中心で、歴史的に見ても装入装置の開発、改良はすべて中心付近にいかにも上手に鉱石を装入するかであつたと述べ、理想的な装入装置の開発が重要な課題であることを示唆した。

討論は、時間的な関係もあつて不十分な点が多く、結論を出すことはできなかつたが、今後の課題として明らかにされた方向は下記のようにまとめられる。

装入物分布制御に関する今後の課題

1. 炉頂における装入物分布挙動とその制御

- (1) 装入過程の粒度変化と分布挙動(特に粒度分布)の定量的な扱い
- (2) 混合層の形成とその諸性質(鉱石/コークス比と通気抵抗の関係、混合層内の通気抵抗分布など)の定量的な扱い、特に混合層の定量的な表示方法の確立

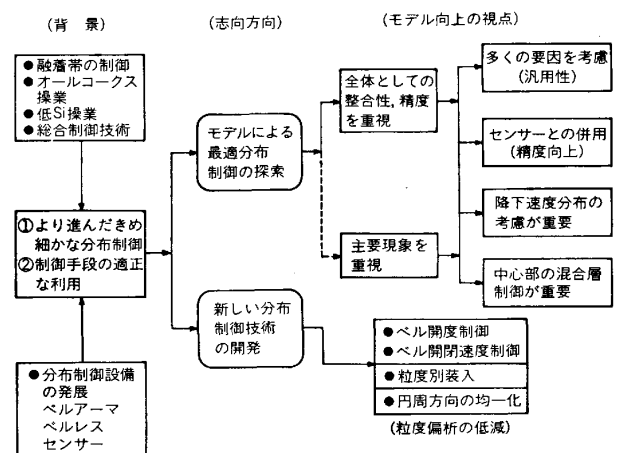


図1 装入物分布制御に関する討論の論点構成

2. 理想的な装入装置の開発

コークス層の崩れのない装入，径方向，円周方向の粒度偏析のない装入

3. 炉内現象と最適分布制御

(1) 炉内降下過程における装入物の粉化とその物理化学的挙動

(2) 炉体プロフィール変化の影響の扱い

4. 3 次元的総合化とその制御

炉内現象と装入物分布制御の 3 次元的総合化による最適分布制御と最適操業

(計算技術の発達と計算機の高速度の有効な活用)

以上，討論の要点と今後の課題を概括した．最後に貴重なコメントをいただきました東北大学大森教授，新日本製鉄橋本製鉄部長ならびに討論に参加いただきました各位に厚くお礼申し上げます．

II. 電縫管の製造技術の最近の動向

座 長 東京工業大学精密工学研究所

神 馬 敬

副座長 日本鋼管(株)中央研究所

三 原 豊

我が国鉄鋼メーカーによる電縫管・溶接管製造技術に関する研究開発は目覚ましいものがあり，大型化，厚肉化，薄肉化，高級化，高速化とその成果をあげつつある．新技術の内容は溶接技術に関するものと溶接の前加工あるいは後加工としての冷間ロール成形技術とにわけられよう．そこで，本討論会においては，話題提供の講演を総論，溶接制御，冷間ロール成形関係の順に並べ，更にトピックスとして溶接チタン管の製造をお話しいただいて締めくくりにした．以下に各講演と討論の内容を簡単に紹介する．

(討 13) 電縫管製造技術の現状と将来

(大阪大学工学部 加藤健三)

電縫管溶接技術に関する研究については 1980～1984 年に鉄鋼協会では発表された講演題目をあげ，内容紹介は以下の講演にゆづつた．冷間ロール成形技術の研究の動向としては大径管のケーシング・フォーミング，厚肉管及び薄肉管成形法についての各種の提案，ロールの CAD・CAM の現状，400×400×12mm 程度のステンレス鋼角管成形のためのエクスト・ロールフォーミングの開発を紹介し，従来は継目無鋼管の分野であつた範囲にも電縫管が採用されるようになった状況を述べた．ついで今後の課題として，材質の高張力化，合金化，直径 28 インチを目指す大型化，厚肉化と薄肉化，クラッド管の製造が問題となつていることを述べ，成形機としては FMS への適応，高速化，自動化，無人化，二次塑性加工との直結，ルーパの改良，新溶接法との組合せを検討する必要があるとした．

(討 14) 自動入熱制御装置と電縫溶接条件の最適化

(新日本製鉄(株)第二技術研究所 芳賀博也，他)

溶融温度を表す入熱当量をフィードフォワード制御する方式と溶接電流の周期をフィードバック制御する方式を基本とする自動入熱制御装置において，欠陥占有面積率を 0.1% 以下とするためには，限界速度以上の高速溶接，5 度以上の高 V 収束角度，適正アップセット量の設定が必要であることを述べた．これに対して川崎製鉄(株)知多製造所の渡辺修三氏及び明電舎の片之坂隆氏より V 収束角度の変動が大きい中径管では制御上問題はないか，突き合わせ面における高周波電流分布及びコーナ一部分の過溶融の問題，V 収束角度を大きくすることによる成形への影響について質疑があつた．

(討 15) 電縫鋼管の溶接制御

(住友金属工業(株)矢村 隆，他)

温度パターン計を主体とするセンサーを用いた入熱制御システムについて述べた．温度パターン計により溶接部の温度パターン及び画像をモニターし，同時に視野内を 64 区分 (1 区分 1.4 mm) にわけて，それぞれの区分の温度を測定し，フィードバック制御した．更にアップセット量の連続監視を行い，肉厚と速度の変動をフィードフォワード制御して，溶接温度一定制御の精度を高めた．そして，温度制御のための測温は溶接条件に応じて溶接点前方の適当位置を選ぶべきこと，温度パターンとしては溶接点近傍で凸部を有するタイプがよいことを確かめた．これに対して新日鉄芳賀博也氏，明電舎片之坂隆氏より，制御パラメーターは温度パターンと局部温度のいずれが主か，適正温度 (パターン) の求め方，冷却水と蒸気の雰囲気下での測温に対する注意事項について質疑があつた．

(討 16) 電縫溶接のビード形状監視と温度分布制御法

(日本鋼管(株)三原 豊，他)

ビード形状の変化は溶接入熱と圧接品質の重要情報であるにもかかわらず，溶接作業者の目視判定に頼っており，適当な計測方法がなく，未検討であつたことから，レーザー光線を用いた光切断法による電縫溶接の総合監視システムを開発した．更に，ビード加熱幅は数 mm と細く，通常の放射温度計で安定した情報を得るのが困難であること，溶接加熱部の温度が高入熱側では融点に近づき飽和する傾向を示すので入熱の高低を判断するのが困難であることから，ソニア・アレイ温度分布計測システムを開発して，溶接部板幅方向温度分布計測に適用した．そして温度分布曲線の面積値が入熱とほぼ等価なパラメーターであり，加熱幅は簡易的だがやはり良好な相関関係をもつことを見出し，温度分布制御を可能にした．

これについて明電舎片之坂隆氏よりスクイズロール近傍での急激な温度下降勾配，同ロールによる計測スペースの限定，溶融部への加圧エアページの悪影響などにつ