

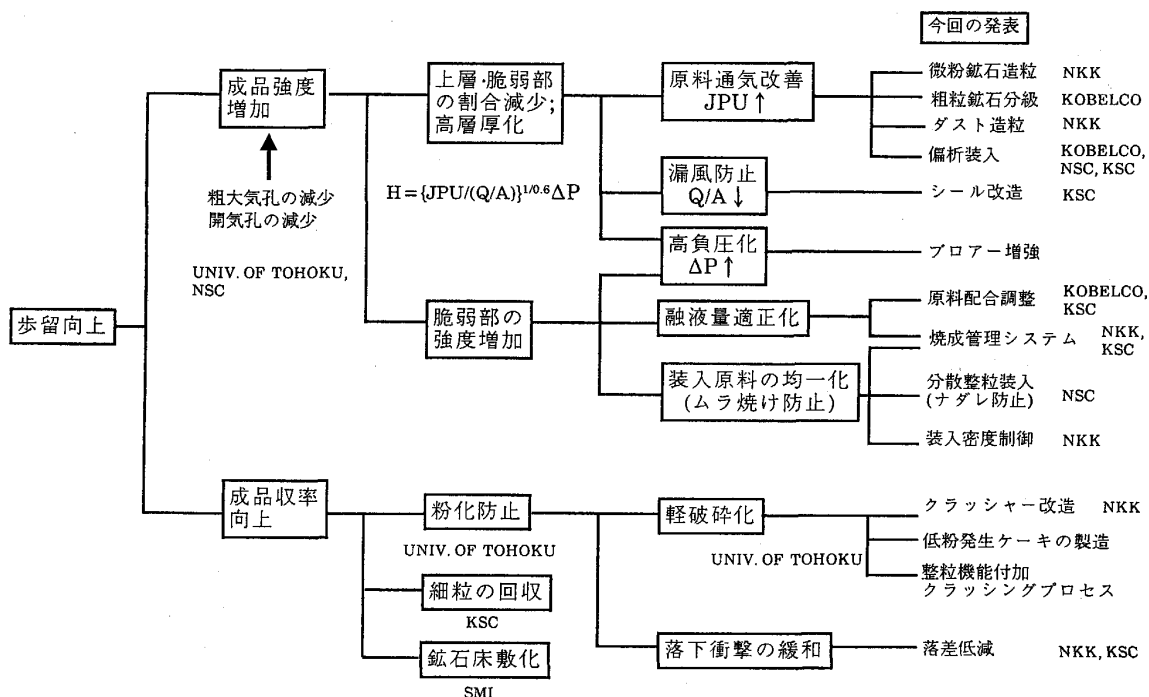


図 歩留り向上対策

高炉での使用に問題がなければ効果の大きなテーマである。「粉化防止」については東北大学大森教授より大きな空隙の配置を積極的に破碎制御手段として利用すべきであるという指摘がなされた。

今後の方向として、今回各方面から重要性を指摘された気孔制御技術の追求と共に、従来技術ながら歩留り改善効果が確実な「高層厚化」「高負圧化」についても基本的な操業設計と設備検討を進めるべきであろうという提案があった。また 2000 年の焼結歩留りとして 90% を目標としているという提示があった。

最後に今回の討論会を成果の多い、有意義なものにいただいた発表者、質問者の方々に心から感謝いたします。

連铸鑄型内の溶鋼流動とその制御技術

座長 新日本製鉄(株)製鋼研究センター

溝口 庄三

副座長 NKK 鉄鋼研究所 宮原 忍

鉄鋼成品はますます高品質化、ファインスチール化の傾向にある。その製鋼技術としては、精錬工程での高純度化、高 cleanliness と、凝固工程での均質化の徹底が重要である。

今回の討論会では、連铸プロセスの新しいキーテクノロジーである流動制御について最近の進歩をとりあげた。応募論文は 7 篇あり基礎から応用まで広範囲にわたるので、以下のように三つのセッションに分けた。

(1) 流動制御技術 (討 8, 9)

討論 8 で沢田は、 $k-\epsilon$ モデルや LES モデル等の解析手法の比較を行った。水モデル実験結果との対応は、LES が最も良かった。これに対して高谷は、市販のプログラムと自作のプログラムについての使い分け方や、乱流の効果について質問し討論した。

討論 9 で高谷は、自作のモデルによる流動、パウダーあるいは介在物の挙動を紹介した。現状の数学モデルでも十分実用的なレベルにあることを述べた。これに対して沢田は、マスバランス式の妥当性を質問し、引き続いてソフトプログラムの開発戦略について討論した。プログラムの開発に対して、人材の育成が重要であることが広く認識された。

(2) 流動制御技術 (討 10, 11)

討論 10 で久保田は、高速スラブ連铸における溶鋼の吐出流に対して、電磁力を印加して加速、減速する制御技術を紹介した。これに関して糸山は、鑄型短辺近傍の湯面変動量と溶鋼表面流速との関係式の物理的意味を質問した。電磁力を単に制動だけでなく、加速にも用いることができる点が注目を浴びた。

討論 11 で石黒は、湾曲型スラブ連铸機において、リニアモータータイプの電磁攪拌装置を使用し、下何縦攪拌により、上面の介在物集積帯を除去できることを示した。これに対して木村は、他の方式と比較して優れる理由について討論した。

(3) 流動と品質 (討 12, 13, 14)

討論 12 で木村は、メニスカス部の溶鋼流速と浸漬ノズル吐出流の浸透深さの簡易式を提示し、鋼板の表面および内部欠陥が整理できることを紹介した。これに対して鈴木は、それぞれの欠陥の発生機構と、その防止対策としてのノズル吐出角度について質疑を行った。

討論 13 で竹内は、溶鋼内の気泡分散モデルによる 2 相流としての数値解析手法を紹介し、実機でのノズル吐出口形状試験や、電磁制動効果を述べた。これに対して佐藤は短辺での上向反転流について質問し、従来の 2 孔ノズルと今回の 4 孔ノズルに対する気泡の効果を討論した。

討論 14 で笠井は、溶融パウダーの巻込みについて、湯面変動を考慮した吐出反転流のエネルギーバランス式で整理できることを示した。また、渦によるパウダーの巻込みは、左右の吐出偏流による短辺の湯面レベル差を検出することで検知できることを述べた。これに対して綾田は、パウダーの種類、メニスカスでの流れの方向等突発的現象も含めて広く議論した。

以上の討論に引き続いて、それぞれのセッションのまとめと総合討論を行った。

まず、東北大学菊池教授は、流体の運動解析の数学モデルを概説し、最近の計算機の進歩による数値解析の飛躍的な発展状況を紹介した。現在では単相流体の解析から気泡や介在物のような分散相を含む混相流体の解析に向かっており、最近の二、三の研究成果を示した。

ついで、名古屋大学浅井教授は、ここ数年急速に進歩した電磁気力の利用について総括した。電磁流体力学の数学的取扱いのみならず、工学的応用面でも目を見張る展開があった。従来からあった電磁攪拌、電磁制動の他に、流体形状制御、波動制御や浮遊溶解法等、多彩な利用方法があることを示した。

最後に座長、副座長は、連铸技術の基本は铸型周りにあること、今後新しい制御技術によってさらに大幅な改善が期待できることを述べ、以下のように展望した。

(1) 解析技術の進歩

市販のパッケージの利用のみならず、創作プログラムの開発が今後さらに重要となる。そのための人材育成が課題である。

(2) 制御技術の進歩

電磁気力の利用も、加速、減速、攪拌等多彩となる。浸漬ノズル形状の最適化や、湯面レベルの波動制御等と組み合わせた、動的制御技術の開発が望まれる。

(3) 経済性の追求

現行連铸法の経済性が、さらに極限まで追求される。高速化によりストランド数を削減し、固定費を徹底的に下げる。また、铸型内の溶鋼流動制御技術のさらなる発展により、铸造異常が防止され非正常部の品質改善が徹底的に行われる。これによって、多連铸化が進み鋼種制約も除去される。

以上のように熱心な討論が行われ、時間は若干不足気味となった。しかし、参会者はそれぞれに新しいヒントを得ることができ、有意義な討論会であったと言える。

鉄鋼製品の表面疵検査技術

座長 新日本製鉄(株)中央研究本部

永 沼 洋 一

鉄鋼製品の疵検査技術は近年ますますの高歩留り化、省力化など製造者側の要求と顧客からの厳しい品質要求の両面から限らない高性能、高機能化が求められ、これを実現する技術的困難性が著しく増す一方、開発された装置が極めて高価格のものとなる傾向が強い。これに反して鉄鋼業の多面化に伴いこの分野の専門技術者の数が減少し今後の技術開発の低下が懸念される。

かかる現状認識のもとに、今後の対応を模索する一助とすべく、検査装置を開発する立場と、装置を使用する立場の両面から総合的な討論を行うこととした。議論の発散を避けるために対象を表面疵(表層近傍を含む)のオンライン検査に限定し、鉄鋼各社より 5 件、電機業界より 1 件の講演をお願いした。偏りのない討論が行われるよう、鉄鋼製品として薄板(2 件)、鋼管(2 件)、線材・棒鋼(1 件)とし、検査手段も光学画像、磁粉探傷、渦流探傷、漏洩磁束法など広く論じていただいた。各講演に対して熱心な質疑・討論が行われたが、さらに 1 時間の時間をとり、講演で指摘された基本的な課題あるいは共通的な課題について参加者全員による自由討議を行った。

以下に各講演および質疑の概要と自由討議の要点を報告する。

(討15) 薄板製品の表面疵検査技術

(新日本製鉄(株)八幡製鉄所 國永 学ほか)

薄板ラインにおけるレーザー反射光を用いた光学画像による自動検査システムに関する講演で、現状方式の持つ問題点(微小欠陥検出能の向上要求→レーザースポットの微小化→信号処理量の増加→高速ラインへの適用不能、無害欠陥の多量検出、システムの複雑化・高価格化など)に対応するために開発した新しいシステムの紹介がなされた。①板幅方向の感度均一化、正・乱反射光の同時受光など検出端部の改善、②各検出端から 4 種類の信号[(正反射/乱反射)×(BPF(L)×BPF(H))]を抽出し、1 画素 4 ビット情報として処理し疵マップを作成する専用ハードおよび疵マップの特徴量抽出のシングルボードコンピュータを有する信号処理部、③IF…THEN…ルールを使用した疵形態判別、疵形態ごとの疵種および有害度判定など新しい工夫が含まれている。サンプルテスト(43 枚)の結果ではほぼ 100% の正解率、オンラインテストの結果でも検査員の判定と 86% 一致し十分評価できる結果を得ている。この講演に対して、検査員自身の検出能のばらつき、ノイズの原因などについての質疑があった。

(討16) 薄板製品の表面疵探傷技術

(NKK 福山製鉄所 竹中正樹ほか)

薄板製品を対象としたオンライン検査に関する講演であり、表面欠陥とともに目視では観察不可能な表層直下の欠陥検出を可能にするために開発された漏洩磁束法を利用した欠陥検出装置が紹介された。ストリップに接触し、その走行に同期して回転する非磁性中空ロール(250 mmφ)内にストリップを磁化する磁化コイルおよび磁気検出素子(幅方向 215 素子)を回定配置して、欠陥部から漏洩する磁束を検出する。リフトオフ 2.3 mm