

「MHD in Process Metallurgy」に参加して

竹内 栄一

新日本製鉄㈱ プロセス技術研究所

TMSのカレンダーでこのシンポジウムが1992年3月に開催されることは知ってはいたものの、参加することになったのは、ある夜アメリカから突然舞い込んだファックスでキーノート・アドレスを依頼されたためだけではなく、他の参加者の多くもそうであったと思うのだが、シンポジウムの開催地San Diegoと言えば数々の名画（Some Like It Hot, Top Gun…）の舞台となったり、アメリカ第11艦隊の基地であったり、また何と言ってもちょうどこの時期America's Capが開催されており、その物見高さも手伝ったのは否定できない。当時はチャレンジャー・シリーズの真最中でニッポンの善戦はマスコミでも盛んに報道され、ヨットとは縁遠い著者も興味をかきたてられていた。



ダウンタウンから太平洋艦隊基地を望む。手前はヨット・ハーバーとシーポート・ヴィレッジ。

「MHD in Process Metallurgy」

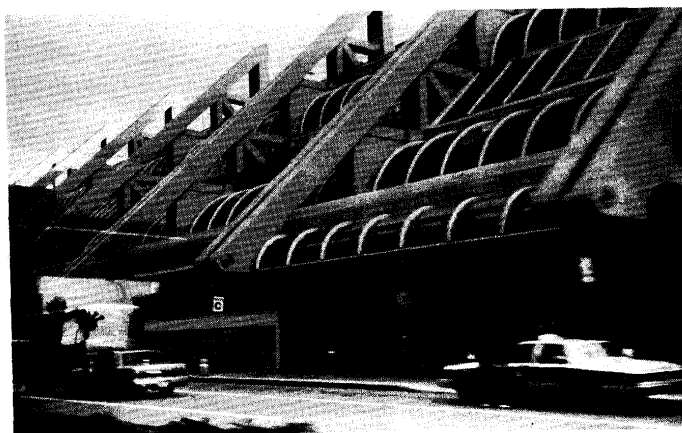
近年、電磁力の利用技術に関する国際会議はかなり頻繁に世界各地で企画されているものの、それらの殆どは「電磁力」、「電磁流体」が主役で、「メタラジー」は、利用技術分野の一つとして脇役を務めている感もしないではない。

「冶金プロセスでの電磁流体力学（MHD）」と銘打ったこのシンポジウムは、1990年に名古屋で開催された国際鉄鋼協会での「電磁気冶金」セッションに続き、久しぶりに「メタラジー」関係者が、主役となることのできる国際会議なのである。

そういう事情もあってか、日本からは、東京工業大学の太田助手を初め、川崎製鉄の戸田氏、NKKの中田氏、神戸製鋼の福本氏、森下氏、および北米に留学中であった東北大学・谷口助教授、熊本大学の小塚助手、NKKの西岡氏と、

筆者も含めて比較的多数が参加することになった。肝心の名古屋大学・浅井教授が参加できなかったのは会議の開催時期が、3月初めという日本の大学関係者にとって参加困難な時期であったためでたいへん心残りである。

なお、本国際会議はTMSのAnnual Meetingを構成するシンポジウムの一つとして運営され、TMSの会場であるConvention Centerにおいて、各国から多数の発表や、活発な討議が3月2日から4日間にわたって行われた。



シンポジウムの会場となったConvention Center。屋根は波とヨットのデザイン。

表に示すように、シンポジウムは7つのセッションからなり、Alcan社のDr. Potocnicの他はオーガナイザーであるMITのProf. Szekely, UCBのProf. Evans, Alabama大学のProf. El-Kaddah, それにInland Steel社のDr. BlazekがSession Chairmanを勤めた。次に、これらのセッションの中で鉄鋼製造プロセスに関係ある発表論文の概要を紹介する。

シンポジウムの構成

Field	Session	Chairman
I. Fundamental	1. Fundamental-A	Prof. J. Szekely
	2. Fundamental-B	Prof. J. Szekely
II. Al Hall Cells	3. Hall-Herout Cells	Prof. J. W. Evans
III. Al Processing	4. Al Processing	Dr. Potocnic (Alcan)
IV. Steelmaking	5. Steelmaking-A	Dr. K. Blazek
	6. Steelmaking-B	Dr. K. Blazek
V. Novel Application	7. Novel MHD Technology	Prof. N. El-Kaddah (U. Alabama)

発表論文の概要

(1)Keynote Address : Applied MHD in the Process of Continuous Casting

著者が主催者側から依頼された論文。連続鋳造プロセスへの電磁気力の適用を①電磁攪拌、②電磁制動、③電磁気圧、④タンディッシュへの適用に関して、chronology的な整理と技術の体系化を行うと共に、最近の日本の大学と鉄鋼各社における新しい活動例を示して、今後の連続鋳造プロセス発展のためには、MHDの新しい適用が大きな役割を果たしていくであろうことを強調した。

(2)鋳型内流動制御関係の報告

まず電磁ブレーキに関しては、川崎製鉄より従来の局所型と最近開発された二段型の鋳型内流動制御特性と品質の関係。新日鉄から均一電磁ブレーキにおける制動メカニズムに関する基礎実験結果。ABBより同じく均一型適用時のシミュレーション計算結果が報告され、電磁ブレーキ技術もより確かな効果を求めて変革を遂げている印象を与えた。

次に、鋳型内電磁攪拌についても i) 従来のロータリー型の流動を自由表面の変化を考慮したシミュレーション結果 (Imperial College), ii) 超伝導やパルス磁界を使った新しいタイプの攪拌方法 (Kiev Electrodynamics Inst.) が報告され、この分野においても着実な進捗があることが示された。

さらに、ブレード鋳造において凝固組織の微細化と、メニスカスでのパウダー巻き込み防止を両立させるために鋳型内電磁攪拌とメニスカスでの電磁ブレーキを併用した新しい試み (Malcahy Enterprise & MIT) も報告され参加者の関心を集めた。

(3)初期凝固制御

高周波磁界を使った電磁気圧による初期凝固制御は、連鋳への電磁力の新しい適用技術と言う事ができよう。

i) 神戸製鋼はコールド・クルーシブル型の電磁界鋳型を使ったブレードの初期凝固制御技術、ii) NKKは耐火物、銅鋳型、および溶鋼の接触点 (3 重点) を電磁気圧で切り離し、凝固開始点を一定位置に制御する技術を報告。一方、iii) Kiev Electrodynamics Inst. はパルス磁界によって発生した強力な磁気圧によって初期凝固殻を鋳型から切り離し、良好な鋳片表面を成させるなど、実用化すれば大きなインパクトになる技術の可能性について示した。

(4)流量制御

i) 溶鋼の供給ノズルの周囲にソレノイド状に巻いたコイルによって流量制御を行う技術の可能性を Inland Steel が、また、ii) 同様の目的のために高周波磁界を使い、ノズルの軸方向に電磁力を作用させる Tundish valve

が Westinghouse から報告された。特に後者は実湯を用いた試験段階にあり、実用化段階に近い。

(5)MHD/冶金プロセス基礎

溶融金属の自由表面形状の制御については i) 不均一磁界を用いたリブレット流れやオープンチャンネル流れの形状制御を東工大が、ii) 交流ソレノイド磁界中のプール中に発生する流れと自由表面形状の相互作用について神戸製鋼が、また iii) 極低周波磁界によって生じる共振現象を利用したメニスカスの錯乱を MADYLAM が報告。新しいプロセスのシーズとして大変興味深いと評された。

凝固と結び付けた MHD の基礎研究も MADYLAM から報告された。一般には直流磁界によって凝固全面の熱対流は抑制され柱状晶の成長に繋がるが、凝固中のデンドライト先端に誘導される熱起電力が優勢な場合には磁界との相互作用によって攪乱が生じるというものである。

一方、計算関係についても興味深い報告あり。電磁気力を従来の有限要素法により計算するにあたり、ノード間での磁場の不整合が生じることを Toronto 大が、また交流磁界中におかれたプールに発生する不安定現象の解析について Carnegie-Melon 大が報告した。

(6)その他、アルミニウム関係など

アルミニウムの精錬・鋳造における電磁力利用は、鉄鋼分野に先行しており、参考とするところ大である。

アルミニウムのセッションにおいて、Pechine の Dr. Meyer の行った Keynote Address は presentation の素晴らしさのみならず、最新の内容も参加者に感銘を与えた。従来のレビテーション・キャスティング (高周波) や CREM プロセス (商用周波) の現状についての報告は、詳細を質問するには時間が短すぎた。

UCB の Prof. Evans はアルミニウムの薄スラブ (20mm) のレビテーション・キャスティングの理論検討を行っている。将来、実用化の時期が来るかもしれない。Alabama 大の Prof. El-Kaddah は Novel Application の Session Chairman, Keynote Address, 発表と大活躍であった。彼の多くの報告の中でも、溶融金属中の異相 (酸化物) 除去に、磁気圧を利用する研究は今後大いに注目されよう。

シンポジウムの印象

このシンポジウムの特徴は、比較的少ない参加者で、質問・議論が自由闊達にできるところにあると言えるだろう。電磁気冶金分野ではお馴染みの Prof. Szekely (MIT), Prof. Evans (UCB), Prof. El-Kaddah (U. of Alabama), Prof. Moreau, Prof. Fautrelle (MADYLAM), Prof. Vives (U. of Avignon) らと議論を交かわせるには調度良い規模の大

変えられたチャンスであった。また会議にProf. Robertson (U. of Missouri at Rolla) やProf. Guthrie (McGill U.) からも参加しており、外国でも電磁力利用に関心を持った冶金系研究者が増えつつあるのを実感した。今後、この流れ

をより大きなものにしていくには、電磁力を利用した新しいプロセスの実現がそろそろ望まれるところである。

(平成5年3月2日受付)

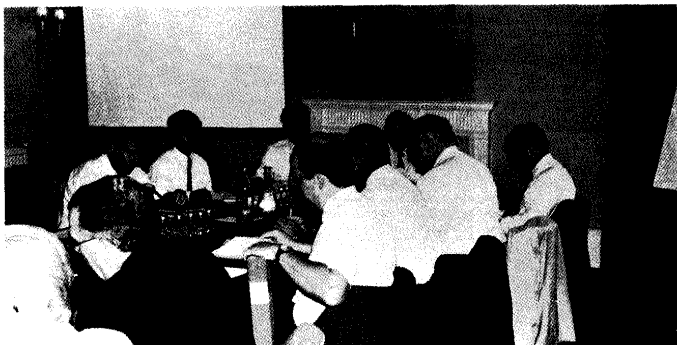


国際鉄鋼分析委員会第1回会議に参加して

佐伯 正夫

新日本製鉄株 技術開発本部

英国スカーバラ市の海を見下ろすホテルでこの会議は始まった。互いに顔見知りの多い出席者同士の雑談が終わり、11ヶ国、2機関の鉄鋼分析のリーダー達による国際会議が初めて開かれようとしている。軽い緊張の下、まず私が口火をきり委員会設立の趣旨、第1回会議の目的などを説明し、出席者の自己紹介、次いで会議議長(開催地英国代表)の選出を行い、彼にバトンタッチしてようやくホッとすると、この会議開催迄の道程が脳裏に駆けめぐった。



会議の雰囲気

国際鉄鋼分析委員会 (ICASI) の設立の経緯

鉄鋼業における分析業務やその運営は各国、各企業で多少の相異はあっても基本的にはほとんど同じであり、管理、技術、標準化などに関する課題も共通な点が多いので、国境を越えた交流を盛んにすべきだという意見が多くの国々の鉄鋼分析のリーダー達にあった。特に、米国、西独、英国など鉄鋼先進国では分析部門の人的資源の欠乏から国内だけの協力体制では活動が不十分となり、その輪を地域(欧州や米州)さらに世界に広げる必要に迫られていた。一方、標準化活動では鉄鋼や鉄鉱石の分析方法の国際規格作りが軌道に乗り、さらにISO9000シリーズ(品質保証)やISO/REMCO(認証標準物質)のガイドの制定に伴い、分析方法のISO規格を具体的に実施する段階となり、分析全体を世界

的に考え基本方針を明確にする上での国際協力体制の樹立が必要となってきた。

このような状況下で、まず具体的な行動を起こしたのはスウェーデンを中心としたノルディック諸国鉄鋼協会の鉄鋼分析委員会、1990年秋に各国に国際的な鉄鋼分析委員会の設立と第1回会議を1991年に持つことを提案した。この時は各国から基本的な賛成は得られたものの委員会の内容が不明確で、また会議の準備も整わずに実現しなかった。

1991年6月、『鉄鋼分析技術の進歩』に関する第3回国際会議がルクセンブルクで開催され私も参加した。この時の技術委員会で欧州鉄鋼分析委員会(CETAS)の詳しい内容を知り、私は今後設立すべき国際的な鉄鋼分析委員会はこのCETASを世界に拡張し、それに国際標準化活動の諮問機関的役割も果たすべきであると考え、また集まりやすくするためにISO/TC17(鉄鋼)/SC1(分析)の会議と同時に開催にする案を考えて、ドイツのDr. Staats、オーストラリアのMr. Fleming、スウェーデンのDr. Berglundに話し、彼らの強い同意を得た(特にDr. Staatsとは話がはずみ、この構想の詳細や会の名称などを煮詰めることができた)。

その後、英国はじめ各国のリーダーやISOの鉄鋼関連の分析組織の議長にも呼びかけ、皆の賛成を得て委員会の設立と第1回会議を英国で開くことになった。

日本では、この趣旨や内容また日本が事務局業務を行うことについて、当協会鉄鋼ISO委員会および共同研究会鉄鋼分析部会で承認していただき、協会事務局の柿田和俊氏の精力的な対外活動の御陰でようやくこの委員会が実現したものである。

第1回会議の概要

国際鉄鋼分析委員会(International Committee of Analysts in Iron and Steel Industry, ICASIと略す)の第1回会議の概要は下記のようなものであった。

日時 1992年6月12日(金)10時~17時