

国際会議報告

西独みてある記—熔融還元事情
と基礎研究雑感

徳田昌則*

30年前ならいざ知らず、当節、西独へ行って来たというだけで「鉄と鋼」誌の貴重な頁を埋めるのにはいささか気がひけますが、久方ぶりに西独らしさをたっぷり味わった印象を書かせていただきます。固い記事の谷間でコーヒーブレイクの役割でも果たせれば幸いです。

○第4回石炭-鉄鋼コロキウムと熔融還元事情

このコロキウムは西独の石炭産業の特殊事情から生まれたものようです。つまり、一次エネルギーの7割を供給する一方で、年々コスト高になる国産石炭の取扱いを話し合うために、電力と並ぶ最大口需要家である鉄鋼業との意志疎通を目的として1969年に始まったそうです。ベルリン工科大学が主催し、その後1974、1982年とエネルギー問題の大きな節目に開催されてきたようです。

今回は環境問題と、新製鉄法が主要テーマで、日本の熔融還元事情についての紹介を依頼されたのが、そもそもの今回の西独訪問の発端でした。前者では、とくに温室効果で注目されているCO₂問題に関心が高まっていたようです。環境相の挨拶も、とくにこの点に触れ、だからといって、CO₂を出さない核エネルギーへの転換というのでは、余りに短絡思考という訳で、エネルギー+環境問題はいよいよ名実共に地球規模で深い、着実なアプローチが必要になってきたと思われま。

新製鉄法は今までのコロキウムでも必ず取り上げられてきたようですが、今回の主役はやはり熔融還元法（鉄浴ガス化法を含む）でありました。

まず、ベルリン工科大学のOETERS教授とドイツ鉄鋼協会のSTEFFAN氏の共著論文をOETERS教授が報告しました。世界における、とくに石炭利用に主眼をおいた熔融還元法のレビューと、とくに鉄浴法における二次燃焼問題を取り上げ、伝熱機構について同教授の考え方を紹介しておりました。二次燃焼率が50%以上に達するためには、高温燃焼ガスと溶鉄との直接接触は絶たれているはずで、とくに高二次燃焼でのスラグの役割の重要性を指摘していました。最後に、米国と日本における熔融還元に関するおのおのの国家プロジェクトの骨組みを紹介し、西独におけるプロジェクトについては、「大きな?」のスライドで発表を締めくくったのが印象的でした。数々の先駆的な熔融還元法開発の歴史を持ちながら、大きなプロジェクトにはならず、モタモタしている間に米国や日本に置いていかれるという苛立ちを表現していた

とも言えそうです。

熔融還元法の各論としては、まずCOREX(旧KR)法の発表がありました。現在はオーストリーのVoest-Alpine社が推進しており、1988年8月より南ア連邦で操業開始した30t炉の操業成績を基に高炉とのコスト比較を行っていましたが、数字の樂觀性に対して、質問の集中砲火を浴びていたようです。もっと詳しいデータがデュッセルドルフで4月に開催されるMETECで発表されるとのことでした。

続いては、CBF(Converted Blast Furnace)法の概念設計の紹介がありました。オランダのHoogovensと英国のBSCの共同開発によるもので、名前のとおり、高炉の熔融帯以下を切り取って溶解炉として独立させ、シャフト炉から排出される高温の予備還元鉱をドワイトロイド焼結機のようなキャタピラ型のコンベアーで受け、溶解炉に連続的に落としこむ方式で、両社はかなりこのプロセスに力を入れているようで、日米に対抗し得る西独もしくはヨーロッパにおける共同開発プロジェクトに位置づけたいと発言していました。

その他では、Kloekner Humboldt社が開発中のMIP(Molten Iron Pure Gas)法の発表が目立つ程度で、筆者にとって最も関心の高いHismelt(CRA)法の発表はありませんでした。

ただ、このプロセスの生みの親であるBROTZMANN教授とはかなりつつこんだ討論をすることができ、同方法に対して抱いていた疑問をある程度晴らすことができました。Hismelt法に関しては、1987年度の同教授によるAIMEのHOWE記念講演や1988年2月、トロントで開催されたISS-PTDの熔融還元に関するシンポジウムにおける二つの論文で知る機会がありましたが、二次燃焼率や着熱効率についてかなり高い値が提示されているものの、どうも技術の内容が今一つはっきりせず、いささか不信の念を抱かされておりました。

Hismelt法は、BROTZMANN教授がMaxhutte-Kloeknerでスクラップの石炭溶解法の開発に続いて発展させ、オーストラリアの鉄鉱山会社であるCRA社が乗り出してきて、現在はCRA社の主導で開発が進められているとのこと。新日鉄やNKK法と同じ鉄浴方式ではありますが、円筒を横に倒したような炉で、1200°Cの熱風を吹き込むという点に大きな特徴があるようです。石炭の全量と鉱石の一部を直接鉄浴に吹き込むため、極めて強力な攪拌が得られ、この強攪拌が反応と伝熱を保証する鍵であるとのことでした。強攪拌によるダスト飛散を防止するためにも、天井つきの円筒型炉が必要だったようです。熱風が炉の天井から数本の羽口を通して吹き込まれ、二次燃焼が進行しますが、その着熱効率が高いのは、強攪拌とそれによる大量の粒鉄循環があるためと解釈しているようです。粒鉄と接触しながらも高二次燃焼が維持できるということがあるとしたら、N₂の存在

* 東北大学選鉱製錬研究所

により再酸化速度が下がるためと解釈する他はなさそうです。少なくとも1/2以下の再酸化速度にはなるのでしょう。しかも、空気を用いているため高二次燃焼率でもガスは極端に過熱されることはない。1200~1300°Cの排ガスにより、鉍石を30%以下の程度に予備還元し、500°Cほどでホット・チャージする。このように、厚いスラグ層と懸濁コークスが反応と伝熱に重要な役割を演じている新日鉄法とは、かなり技術思想を異にするようであり、酸素を使用しないという点でも注目し得るプロセスといえます。

ただ、今回発表を見合わせたのには、西独内での溶融還元熱の高まりが今一つ不十分との認識もあったようです。

西独の溶融還元熱が高まらない理由の一つは、最大手のThyssen社がそれに対して比較的冷淡であるためとの説がささやかれておりました。事実、Thyssenの製鉄部門のお偉方は、高炉羽口からの微粉炭吹き込みを180kg/tとすることにより、コークス比360kgの維持を達成し、溶融還元炉よりはDr. NASHANの提案している新しいジャンボコークス炉の建設の方により多くの関心を寄せているようでした。

一方、高炉への成型コークスの利用を目指して、地道に開発を進めているグループもあります。アーヘンの近くにあるANCIT成型コークスのパイロット・プラントをDr. BECKMANNの案内で訪ねました。200~300t/日のパイロット・プラントで、回転挿入方式の高炉装入設備の開発で有名なルクセンブルグのPaul Wurth社が肩入れし、高炉での使用、試験もやりましたが、今では家庭用のスモークレスコークやSiO₂を混ぜた高純金属シリコン製造用のシリコンシットなど、立派に商業ベースの生産も行っています。

○基礎研究雑感

コロキウム参加の他に、二、三の大学を訪問することも今回の訪独の重要な目的でした。

アーヘン工科大学ではNeushütz教授の理論冶金教室を訪ねました。同教授はかつてKrupp社でCOIN法の開発を進め、プラズマの製鉄プロセスへの応用研究などで著名でしたが、昨年、KNACKE教授の後任として着任したばかりです。

この研究室はSPENCER博士をリーダーとして、欧州で共同開発しているSGTEという熱力学データベース

を基礎にして、平衡状態や熱物資収支あるいは状態図計算などを行う熱力学ソフト、THERDASを開発しました。現在、SAGEという名前で商品化され、一般に提供されています。

一方、実験室では、各種の熱力学データが精力的に測定されていました。中でも圧巻は、大きな高温質量分析計を駆使した各種金属の蒸気圧法による活量測定でした。多種多様な組成の合金を10数本のクヌーセンセルに装入し、これを一括測定部に保持し、測定条件を確立すると、2~3週間連続運転して、組成および温度依存性を系統的に高精度で測定してしまう。まさに熱力学データ製造装置と呼ぶべき代物でした。他にも、各種の独自の熱分析装置が開発使用されており、地道な基礎研究をどのように充実していくかについて、明快な方向が示されているようでした。1億円を超えるこの手造りの装置を新素材の基礎データ測定用に日本の有力企業が購入する計画があり、欧米大学の基礎研究の成果を日本企業の開発研究に活用するというパターンがここにも現れていることは、大学の研究者として疎外感を感じさせられた幸いです。

訪独の最後はカールスルーエ工科大学でした。お目当てのFRANCK教授は病氣療養中で会見できませんでした。同教授が30年の研究生活で蓄積した超臨界の分野の研究成果を、多くの若者が楽しんでいる様子を研究室でじっくり味わうことができました。たとえば、ビデオで示された600°C、1000気圧の条件下で70% H₂O-30% CH₄の流体中に酸素を吹き込み生成させたThermal flameの挙動は神秘的でさえありました。今後のCO₂問題解決への一つのアプローチがここにあることを思い、自然の探求という基礎研究の積み重ねが、次世代の技術の基盤になるというパターンを実感させられた幸いです。

ベルリン、アーヘン、カールスルーエと三つの著名な工科大学を訪ね、それぞれ研究内容や研究の視点が大幅に違うこと、それが教授の個性に大きく依存し、多様性が確保されていることを強く感じました。日本では、とくに大学研究所の改革の動きが急なわけですが、その方向が、世の中の動きと一元化され、それ以外の方向は許されないという風潮が感じられ、不安です。確固とした学問的信念あるいは好奇心、探求心に裏打ちされた多様性の確保は心すべき重要な要因と思う幸いです。