

報 告

第2回日独耐火物部会技術交流会
〔会議報告〕

江本寛治*

第2回目の日本-西独鉄鋼協会耐火物部会の技術交流会が昨年(1984年)10月2日にデュッセルドルフの西独鉄鋼協会(VDEh)会議室で行われた。この技術交流会は、1983年11月に東京で第1回国際耐火物会議(耐火物技術協会主催、鉄鋼協会等協賛)が開催された際に、第1回目が開催された。

1回目の交流会における主要議題は、両国の耐火物部会の活動状況、鉄鋼業と耐火物業界の共同研究、開発体制等の全体的な紹介が中心であった。そして、両者間で今後もこのような交流を続けることが合意され、第2回目の交流会が行われたのである。今回は、同じ時期(10月4、5日)に西独のアーヘンで第27回 International Colloquium on Refractories が開催され、そのメインテーマが転炉用耐火物であったため、日本の鉄鋼5社が論文発表を行った機会をとらえてデュッセルドルフで開催されたものである。今回の技術交流会からは、2、3のテーマをとり上げ、耐火物の問題と鉄鋼プロセスの問題を含めて、両国間の相違点、今後の方向などを議論することになった。

第2回交流会の出席者は下記のメンバーである。

日本側

江本寛治 耐火物部会長(川鉄、千葉、製鋼部)

浅野敬輔(新日鉄、八幡、炉材開発室)

広木伸好(住金、鹿島、製鋼技術室)

西 正明(鋼管、福山研究所)

大手 彰(神鋼、加古川、製鉄技術室)

内村良治(川鉄、技術研究所)

このほかに各社の欧州事務所を代表して、千野達吉(川鉄)、沖宏治(住金)の二氏が参加した。

西独側

Dr. M. KOLTERMANN 耐火物部会長(Hoesh Stahl)

Dr. H. HÖFGEN (Krupp Stahl)

Dr. G. KLAGES (Thyssen Stahl)

Prof. Dr. A. MAJDIČ (Forschungsinstitut der
Feuerfest-Industrie)

H. SCHRÖER (Krupp Stahl)

H. ZÖRCHER (Krupp Südwestfalen)

西独鉄鋼協会から技術担当の Dr. D. SPRINGORUM、事務局の H. SPERL の両氏が参加した。

会議は朝9時からなごやかな雰囲気の中に、両部会長の挨拶で開始された。その後、まず協会事務局の H

* 川崎製鉄(株) 日本鉄鋼協会共同研究会耐火物部会長



会議参加メンバー

SPERL 氏から西独の耐火物部会の活動状況が報告された。VDEh には、a. 原料、冶金、b. 圧延、鍛造、c. 設備技術、d. エネルギー利用及び熱技術、e. 材料の5部会があり、それぞれの部会に下部部会が設けられている。

耐火物技術分野の活動は、従来上記部会の中で個別に行われていたが、1981年3月に耐火物部会を発足させ、総合的に検討できるようにした。部会活動は、通常、耐火物研究所との密接な提携のもとに行われており、築炉施工法の開発などで効果を上げている。今後の部会活動としては、経済的に問題の多い西独鉄鋼業において、総合的、効率的な耐火物技術開発が求められているため、外国の耐火物技術者と積極的に技術交流を進め、技術上の問題点を解決していく方針であることが述べられた。

次いで今回のテーマとしてとり上げた①溶銑予備処理用耐火物、②複合吹錬転炉の耐火物、③取鍋用耐火物について、日本、西独のトピックスを報告しあい、熱心な討議が行われた。以下に両者の報告、討論の概要を示す。

1. 溶銑予備処理用耐火物

西独からは Dr. KOLTERMANN が混銑車用耐火物全般について報告した。現在、西独で稼働中の混銑車は約240台であり、大半は200~300tの容量である。おもに使用されている耐火物は、りん酸塩、ピッチまたは樹脂ボンドの不焼成アンダルサイトれんが(Al_2O_3 55~60%)、焼成アンダルサイトれんが(Al_2O_3 ≒60%)、焼成ボーキサイトれんが(Al_2O_3 70~85%)、ピッチボンドドロマイトれんがである。これらのれんがは使用条件に応じて使い分けられており、たとえば、 CaC_2 で脱硫を行う混銑車には、ピッチボンドドロマイトれんががおもに使用されている。永久張りれんがには、COガスに対する脆化抵抗性に優れた Al_2O_3 25~30% または 40~45% の粘土質れんがが主体であるが、一部で焼成フォルステライトれんがも使用されている。このれんがの原料(オリビン)は、西独に高純度品が産し、低価格であるうえ、れんがとしてもスラグに対する耐食性、1500

°C までの高熱間圧縮強さ、耐クリープ性にすぐれる特徴がある。また、炉体監視技術としてレーザーを用いたプロフィール測定機も使用されている例がある。

一方、耐火物の試験技術としてクリープ特性評価が実炉結果と良く対応すること、熱間曲げ強度より熱間圧縮強度の方が多くの情報が得られ試験法として有効なことなどが指摘された。今後の課題として、①エネルギーコストの急増に対処した不焼成れんがの適用、②予備処理内容の多様化への対応、が重要と考えている。日本で多く使用されている $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiC-C}$ れんがは、れんがが特性として優れているが、経済的に問題を残している。しかし、今後スピネル-C れんがも含めて実用化の検討が進むものと考えられる。

日本からは、住金の広木氏が報告した。溶銑予備処理の必要性、日本で行われているおもなプロセス、各プロセスでの概略スラグ組成を示した後、これらに対処する耐火物の開発過程を説明した。まず、各種耐火物の予備処理スラグに対する耐食性が調査され、高 Al_2O_3 質原料と C の複合系が注目され、この C の酸化防止に SiC が有効なことから、 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiC-C}$ れんががおもに使用されるようになったことが示された。さらに、実際の内張り構成の例、使用結果、解体補修の機械化など幅広いとり組みが行われていることを紹介した。

討論での話題は、①日本での予備処理の実施状況……各社の概略実施率を提示した、②西独での脱硫、脱りん動向……実施の方向で議論されているが、現在はテスト中、③平均的な通銑量……日本は 15~25 万 t/炉代、西独はローカルコンディションに依存し 6.5~23 万 t/炉代、④塩基性の内張りは西独のティッセンでピッチボンドドロマイトで行われている例とクルップでピッチボンドマグネシアが使用されている例がある、などであった。

2. 複合吹錬転炉の耐火物

西独からは Dr. KLAGES が報告した。西独でも底吹きによる治金的利点を取り入れた複合吹錬法が主流になりつつある。このとき、鋼浴の攪拌強化、スラグ中 FeO の減少などにより内張り耐火物の損耗プロフィールが変わってくる。すなわち、鋼浴部、炉底部れんがの損耗が増大しスラグライン部ではスラグ中酸化鉄の低減によつてれんがの損耗も軽減されている。鋼浴より上部は損耗がきわめて軽微になった。このような損耗プロフィールに適合したゾーンライニングが採用され原単位が低減している。耐火物自体も操業条件によつて変化がみられる。操業率が高い場合には、高純度マグネシアの使用など高品質れんがが使用され、操業率の低い場合、複合吹錬化によりスラグ量およびスラグ中酸化鉄の低減がなされた場合には、ピッチボンドドロマイトを主体とする低価格れんがが使用されている。マグネシア・カーボンれんがはまだ試用段階であるが、鋼浴~底部にかけて損耗

のきびしい部分に採用されつつある。しかし、日本で好結果を得ている金属添加は、転炉の稼働条件のちがひもあり、耐用性向上にはつながついていない。また、吹付補修では、予防吹き付けは行わず、原単位も 0.5 kg/t 以下に抑えている。

日本からは川鉄の内村氏が報告した。複合吹錬転炉の羽口周囲耐火物の損耗要因と対策、 O_2 , Ar 底吹き時の実際の張り分け例、炉底の補修技術等、底吹き特有の耐火物技術と、操業変化に対応した耐火物技術—マグネシア・カーボンれんがの使用技術、ゾーンライニングの強化例、フレームガンニング—について概説した。また、操業技術の改善による耐火物の延命対策についても言及した。

討論では、マグネシア・カーボンれんがへの金属添加物の効果が話題になった。西独の認識は、Al, Si の金属を添加すると $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$, あるいは MgO-CaO-SiO_2 系の低融点組成物が生成し、耐食性が低下するおそれがあるというものである。これに対し、日本では、これらの添加物は気相を経由した反応でスピネルまたはフォルステライトを生成し、C の酸化防止、組織の強化に寄与していると考えられていることが示された。

3. 取鍋用耐火物

西独の報告は Mr. ZÖRCHER による築炉法の改善に関するものである。その一つはスパイラル工法であり、敷部から連続的にスパイラル状に築炉していく。れんがはピッチボンドドロマイトレんがで、適切なれんが形状の採用によりリング積みと比較して 14% の原単位低減ができたこと、れんが加工の省略による築炉能率の向上などのメリットが得られている。このほかにも目地損傷やスポーリング損傷がなくなつた、2 種類のサイズのれんがで 95% 以上築炉できるため資材管理の簡略化が可能になつた等の利点も示された。もう一つの改善はセミユニバーサル築炉工法である。すなわち最終的には一つのれんがが形状ですべてのサイズの取鍋の築炉を可能にしようという試みであるが、現在はいまだ 11 種類の形状を使用している。この築炉工法は 80 t, 50 t の VOD 鍋, 100 t の普通鋼鍋で実用化され、9.5% の原単位低減が達成されている。この場合のメリットも、単一形状れんがの使用による築炉時間の短縮、資材管理の簡素化が中心となる。

日本からは鋼管の西氏が報告した。各種取鍋精錬技術と耐火物使用例、通常の鍋におけるろう石、ジルコンれんがの品質改善経過、塩基性れんがの取鍋への適用、各種不定形耐火物施工技術、最近の塩基性流し込み材の開発状況を紹介した。

討議では塩基性の取鍋材料に議論が集中し、両国とも高級鋼鑄製、経済性の両面からこの問題に大きな関心を持つていたことがうかがわれた。西独では、一般壁にピッチボンドドロマイトレんが、スラグラインにマグクロ

ダイレクトボンドれんがを使用している例が紹介された。

しかし、問題は敷部にあり、りん酸ボンドアンダルサイト、ボーキサイトまたはコランダムれんが、ドロマイトレんがなどが使用されたが、いずれも一長一短があり、いまだテストを重ねている状態である。日本の経験も紹介され、塩基性の側壁に対しては高アルミナ質の敷がますますの成績を示している。このほかにも塩基性取鍋での溶鋼の温度低下の問題、蓋かけと保熱の必要性なども両国から指摘され、開発要素の多いことで意見が一致した。

以上のように、熱心な討議により実り多い交流会であったが、日独の耐火物技術を全体的に比較すると以下の点がいえよう。

1) 溶銑予備処理に関しては、日本で開発されたプロセスであり、西独では今後の問題としてとらえている。耐火物も西独はアンダルサイトを中心とした天然原料主体のれんが、日本は Al_2O_3 -SiC-C と高級品指向と大きく異なっている。しかし、西独でも脱珪、脱りん処理が行われるようになると、日本と同様な方向になるであろう。

2) 転炉耐火物でも西独はピッチボンドドロマイトレんが、日本がマグネシア・カーボンれんがと大きな違い

をみせている。れんがの価格体系、操業等の要因も大きい。西独でも転炉れんがへのC添加の研究が進んでおり、今後、マグネシア・カーボンれんがを指向した開発が進むであろう。

3) 取鍋にドロマイトレんがを使用する技術では西独が進んでおり、日本も高級鋼種の比率が高くなると、西独の技術に学ぶところが大きいと思われる。

この日独間の耐火物部会技術交流会も2回目を行って大いに技術交流の実を上げられるようになった。両国とも交流会の継続に意欲的であり、今後の開催予定が本交流会の最後に合意された。それによると、第3回目は1987年に日本で第2回国際耐火物会議が開催される機会をとらえ、東京で行うことになった。議題については事前に両者間で打合せを行いトピックスを紹介することになる。第4回目以降は開催地を西独、日本と交互にし、2~4年ごとに交流会を開くことになった。

今回の交流会は成功裡に終わることができた。参加した日本各社の方々の資料作成における御努力、鉄鋼協会の全面的バックアップに感謝するとともに、西独鉄鋼協会の心暖まる会議運営に多大の感謝を表して本報告を終わりたい。

書 評

金属疲労の力学と組織学

(Fatigue of Metallic Materials)

M. Klesnil and P. Lukáš 共著

荒木 透・堀部 進 共訳

金属の疲労に関しては、従来力学的研究が圧倒的に多く、金属組織学的な見地からの研究が比較的少なかった。特に日本においては非常に少なく、本書の訳者である荒木先生及び藤田利夫先生を含む1, 2の研究グループがあるのみである。しかし金属組織学的研究が進まない限り、材料の進歩は困難であると私はいつも考えている。研究と同様に疲労に関する書籍も力学的なものが多かった。

本書は力学及び金属組織学の両面から金属の疲労現象

を解説した、従来の盲点を突く良書である。原著者はチェコスロバキアのブルノ市にある物理冶金学研究所の研究員で、私も10年ほど前に会ってディスカスしたことがある人物で、金属疲労の大家である。その最近(1984)の著書を、日本における数少ない疲労に関する金属学者である荒木先生と堀部先生によつて平易に訳されて出版されたことは非常にうれしいことである。

本書においては、金属疲労にともなう組織変化と転位論的解釈、疲労き裂発生及び進展時の金属組織学的及び力学的解説、疲労寿命の種々な材質の問題点、切り欠きの作用、寿命に対する変動荷重の効果などが順を追ってわかりやすく述べられている。

機械系、金属系を問わず金属疲労に関係する研究者技術者の必見の良書である。これによつて金属組織学的な理解が普及することを願うものである。(田村今男)

A5判 217ページ 定価 3,200円

昭和59年12月 (株)養賢堂