

製鉄技術の課題

館

充*

故雀部教授は昭和 41 年「将来の製鉄法について」という講演¹⁾のなかで、「高炉は古い製鉄法ですが、それはいつも新しいものになつていきつつある……」と述べておられます。実際、高炉の 500 年という長い歴史は新技術の適用による自己革新の歴史でもあつたのです。

最初の革新は 18 世紀前半にイギリスで始まつた木炭からコークスへの燃料の転換でした。それは単に木炭高炉にコークスを装入するようになったというだけのことではなく、やがて送風機の蒸気機関による駆動を不可避的なものとしたほどの送風量の増大や、プロフィールの変化と内容積の拡大を伴つたコークス高炉の誕生だつたのです。

第 2 の技術革新は 19 世紀の前半にイギリスで始まつた熱風の適用 (1829 年) と、ヨーロッパ大陸で始まり (1832 年)、ただちに送風の加熱と結合された炉頂ガスの利用でした。それは水冷複数羽口の普及、炉体冷却の強化とその範囲の上方への拡大、炉頂の密閉と装入方式の変化、前炉の廃止=鋳滓羽口の取り付けによる炉下部の密閉とこれに伴う炉体構造の変化など、多くの連鎖的な変化をよびおこしました。これによつて石積の厚い外壁に取囲まれた古典的高炉が、鉄皮式または鉄帯・鉄皮式の近代高炉へと轉身し、蓄熱式熱風炉とガス清浄装置が不可欠の付帯設備となつたわけですが、こうした外観上の変化がコークス比の大幅な低下、温度プロフィールの著しい変化、そして炉体プロフィールの変化と内容積の拡大などとともに生じたものであることはいうまでもありません。

今世紀に入つてから新技術が続々と出現しました。30 年代始めにアメリカで始まつた整粒 (分級装入) や 30 年代から 40 年代前半にスウェーデンで発達した焼結 (自溶性焼結) などの事前処理技術、40 年代始めにアメリカとソ連で工業化された高圧操業、そして第 2 次大戦後急速に発展した燃料吹き込み (複合送風) などがそれです。もつとも整粒は古くから実施されていたながら、鉄鋳石処理量の増大につれて一時期行われなくなつていたものが、増加したメサビ粉鋳への対策を迫られていたアメリカで、整粒の効果に関する認識の深化と設備技術の進歩に支えられて復活したとみられるふしがあります。焼結の場合は、粉鋳やダストの処理のための補助的なプロセスとしては 19 世紀末から行われていたものが、スウェーデンにおけるマグネタイト精鋳の大量処理およびコークス=粘結炭消費量の節約という強いニーズのもとで、性状を人為的にコントロールできる主原料の製造法という新しい位置づけを与えられたものといえます。燃料吹き込みも着想と試みは熱風の適用と同じ時期に遡りますが、第 2 次大戦後の国際石油市場の大きな変化と新しい技術的・理論的諸条件²⁾のもとで、脚光を浴びるようになったものです。

そういうわけで、これら技術のすべてを文字どおりの新技術ということはできませんが、それらが高炉の自己革新にどれだけ大きな役割を演じたかは、戦後わが国の高炉の遂げためざましい進歩が余すところなく示しています。すなわちわが国の高炉の操業成績は昭和 20 年代後半からの 20 年余の間に、出鉄比で 2 倍以上、燃料比で 1/2 以下へと飛躍的に向上しました。この間に大型化も急速に進んで、内容積で 5 倍、単基出鉄量では 10 倍となり、かつての 1000 t 高炉に代る 1 万 t 高炉の出現をみるにいたりしました。これが経済の高度成長と全産業部門をおそつた技術革新の波のなかで、溶鉄の急速精錬プロセスである純酸素上吹き転炉の発展と時を同じくしたという客観的に有利な条件を背景としていることはいうまでもありません。しかし高炉そのものの発展の要因が低灰分・高強度のコークスの使用、鉄鋳石事前処理の徹底の実施、とくに高塩基度焼結鋳の開発と多量使用、複合高温送風と高圧操業の適用などであつたことはあきらかです。その性格は新技術の導入と改良というよりは、むしろ既開発のすべての技術の強化と総合というにふさわしいものですが、とにかく今世紀後半における高炉の自己革新の舞台はこの日本だつたのです。

さて高炉の操業成績の飛躍的向上はその限界への接近を意味しています。第 1 次エネルギー危機を契機として高度成長の時代が終わり、減産を余儀なくされている昨今の経済情勢のもとでは、出鉄比の限界に挑む機会はないわけですが、それが既に達成された最高値のはるかかなたにあると考える根拠はありません。燃料比についていえば、炉頂温度の下がりすぎや炉下部周辺の不活性化など、その下限を規定するとみられる現象が実際に観測され³⁾、考える現実的諸条件のもとでの下限に迫つた例⁴⁾もみられます。もし操業成績に関しては頂上が見えたとすれば、そのこと

* 住友金属工業(株)中央技術研究所波崎研究センタ

は高炉が再び自己革新性を問われる時が迫っていることを意味するものではないでしょうか。そしてもし近づきつつある限界が高炉そのものの限界でもあるとすれば、来たるべき革新とは超高炉法の創造ということになるのではないのでしょうか。

一方高炉ないし製鉄部門にたいする現実の要求は、低コスト溶銑の供給や環境汚染防止・省エネルギーといった基本的課題には変わりがないとしても、より複雑かつ多面的になつています。たとえばこの部門の省エネルギーは製鉄所全体の省エネルギー（または省エネルギーコスト）の要求に従属せねばなりませんので、高炉の燃料比またはコークス比もその単純な低下ではなく、製鉄所によつて異なる最適値の維持が求められています。製鋼用銑の品質についても、低 Si 化が一つの要求になつてはいますが、結局は製鉄所によつて異なる鋼種構成や予備精錬・製鋼工程などのあり方に対応して、最適であることが望まれています。これらに調整された粗鋼生産量にみあう出銑量の保障や炉体保護などの要求を重ねてみると、現在求められているのは、つまるところ高炉の高度かつ多目的な制御であるといえるでしょう。この要求をみたすことが、出銑比や燃料比の限界をきわめることとはまた別種の困難な課題であることは、製鉄技術者が日常的に感じているところです。

こうして製鉄部門は長期・短期二つの課題に直面しつつあります。超高炉法の創造という長期課題の成熟の条件とそれへのアプローチは、非高炉法のそれと同様、多彩なものでありうることはいうまでもありませんが、短期課題への取り組みを通じて「高炉をきわめつくす¹⁾」という路線は、一つの現実的なき方といえるでしょう。「きわめつくす」ということは、あらゆる手段をつくして頂上をきわめる、といった意味で、必ずしも科学的に究明しつくすということではありませんが、科学的研究を重要な内容として含んでいます。実際、わが国の製鉄技術のここまでの発展は、技術導入とその改良だけでなく、科学的研究を併行して進めたことによつて招来されたものでしたし、その成果には解体調査のように全世界への重大な貢献というべきものも少なくありません。しかしその解体調査が炉芯や炉床でのコークスの運動を新しい問題として浮かび上がらせたように、新しい知見がまた新しい研究課題をよび起こしています。調湿送風や燃料吹き込みの炉況安定効果のように、20年前に確認されていながら、オールコークス操業下でのスリップの多発を経験して、あらためて未解明の問題としてとらえられるようになったものもあります。自溶性焼結銑の還元・粉化挙動のように、その品質改善のための新しいアプローチと炉内挙動に関する新しい情報などから、原則的な再検討が必要となつている問題もあります。高炉の将来の運命を左右するものとしてのコークスの劣化機構の研究は、ようやく緒についたばかりというところでしょう。高炉をきわめつくすために取り組むべき研究課題は少なくないといわねばなりません。

日本における高炉の自己革新が、それに有利な客観的条件のもとで行われたと述べましたが、それと同時にこれを推進した主体的条件の役割をも見逃すことができません。とりわけ技術の導入と改良や設備の大型化が各社・各工場でつぎつぎに進められ、かつその経験の交流や知見の交換がさまざまなレベルの共同研究の場を通じて適切に行われたため、日本の業界全体が巨大な実験工場として機能することになつたという事情がきわめて重要と思われます。そのことは、低成長下のきびしい条件のもとで、長期・短期の課題の解決をめざすためには、共同研究の質をさらに一そう高める必要があることを示すものではないでしょうか。

文 献

- 1) 雀部高雄：鉄と鋼，52 (1966)，p. 1779
- 2) 館 充：同 上，58 (1972)，p. 566
- 3) 和栗真次郎，金森 健，白川充社，若山昌三，同上，66 (1980)，A 121
- 4) 梶川脩二，山本亮二，中島龍一，岸本純幸，飯野文吾：鉄と鋼，68 (1982)，S 48