

「溶銑処理の発展」特集号刊行にあたって

山 本 全 作*

最近の精錬技術の進歩は、著しいものがある。溶解精錬炉である転炉や電炉で集約して行っていた脱りん・脱硫・脱炭等の機能を要素プロセスに分離し、溶銑予備処理、転炉精錬、取鍋精錬の各工程において、その効率性の極限を追求する努力がなされ、個々の製鉄所のローカル条件を考慮した上で、一貫した最適プロセスとして組み合わせ、工業化が進みつつある。こうした精錬プロセスの最適化の動きのベースとなつたのが、溶銑処理技術の進歩である。

溶銑予備処理は古くから実施されているが、当然のことながら、その変遷は製鋼法の変遷に大きな影響を受けている。

鉄中に硫黄やりんが、それぞれ熱間脆性、冷間脆性と関連することは、古くから認識されていた。コークスの使用が研究・実用化されるようになった18世紀頃から、硫黄やりんを除去するくふうが盛んに行われ、パドル炉の操業改善のため、予備精錬炉で酸化性雰囲気の下、ねずみ銑を白銑化する方法が普及した。この頃から溶銑予備処理という概念が、芽生えたと言えよう。1856年ベッセマー転炉（酸性底吹き転炉）の発明による溶鋼大量生産時代の幕が開けて以来、現在に至るまで、その時代時代における経済的、技術的状况により、溶銑予備処理技術は発展し、重用されたり、ほとんど省りみられなかつたりしてきた。

溶銑予備処理技術が盛んに研究され、利用された時期を振り返って見ると、ベッセマー転炉から1897年トーマス転炉法（塩基性転炉法）の発明に至るはぼ20年間に、硫黄、りんをベッセマー転炉に装入する前に除去するための研究や工業化が、極めて精力的に行われた。選鉱や高炉段階での研究はもとより、種々の物質（酸化鉄、圧延スケール、ソーダ灰、石灰、石灰石はもとより、弗化物、塩化物、沃化物等ありとあらゆる物質）が単独もしくは、数種の組み合わせで、溶銑に添加されて、脱硫、脱りんの研究がなされ、一部は工業化されていた。

しかしながら、トーマス転炉法の確立以降塩基性製鋼法の発展に伴い、脱硫・脱りんを脱炭と共に、同一炉内で処理できるようになり、経済性を見地から、これらの予備処理法は、特殊な場合以外、適用されなくなり、消滅していった。

1930年から1950年代にかけて、塩基性平炉の生産性向上を目的として、溶銑の予備脱珪（一部予備脱硫・脱りん脱炭）が行われた時期である。予備処理炉としては、タルボット炉やベッセマー転炉が用いられた。また予備処理炉を用いず、高炉鑄床などで、鉄鉱石・ミルスケール等の酸化鉄の形態での酸素あるいは吹き込み酸素により脱珪する方法や取鍋で脱珪する方法等も研究された。しかしながら大量酸素製鋼法の発展、高炉原料の好転に伴う大幅な平炉の生産性向上や、1952年オーストリアで工業化されたLD転炉法の普及に伴い、しだいに衰退していった。日本では、折りからの経済成長の波に乗り、LD転炉が、急速に普及した。LD転炉が導入された当時、鋼中のりんを低減させるのに、低りん鉄石の使用で対処した。溶銑に酸化鉄、螢石、塩化物などを反応させて予備処理を行う方法も研究されたが、経済的に成り立たなかつた。1960年代の日本工業界の急成長により、高炉業界では低コスト大量生産の面から、平炉・電炉鋼の転炉鋼化の推進、一方需要家側の加工技術の発展（薄板のプレス加工技術、厚板の溶接技術など）に伴い、低硫鋼のニーズが強まった。脱硫は溶銑段階の処理が有利であり、低硫鋼溶製のための溶銑脱硫法が研究され、各種の脱硫剤、揺動取鍋法の導入、インペラーや、不活性ガスによる攪拌法、脱硫剤粉末をガスと共に吹き込むインジェクション法が実用化された。

1973年のエネルギーショックを契機として、エネルギー多消費型産業の鉄鋼業界はもとより、産業界全体に、エネルギー価格高騰と経済環境の変化が生じた。産業界は、その変化に対応すべく、省エネルギー、省資源の諸施策を検討した。製鋼工程においても“エネルギー・資源ミニマムプロセスの追求、エネルギー関連分野への鋼材の新規進出に伴う鋼材品質レベルの高度化、高級鋼化の傾向、需要家の工程省略化指向及び、製品の軽薄短小化傾向、信頼性要求強化”に伴うスペックの厳格化というインパクトを受けた。こういった背景の中で、製鋼技術者として指向すべき方向は、

* 新日本製鉄(株)常務取締役 君津製鉄所所長 本会共同研究会製鋼部会前部長

1. 製鉄・製鋼・圧延工程でのトータルシステムとしての効率性の追求
2. 高品質ニーズに対応し得る精錬・凝固機能の適正な選択

であると明確にとらえられた。

省エネ効果の大きい連続鑄造法の発展は目覚ましく、連続鑄造鋼の粗鋼に占める割合は、昭和 57 年度 80% を超え圧延工程との直結化も進み、連鑄片を加熱炉に通すことなく、直接圧延するダイレクトロールプロセスも実用化されるに至っている。また精錬プロセスにおいても、LD 転炉法はダイナミック吹錬制御、LD ガス回収、耐火物寿命延長等着実に技術成果をあげ発展し、1976 年 Q-BOP 法が導入されたのに刺激され、上吹きと底吹き転炉法との両者の利点を活かし、組み合わせた複合吹錬法に切り替わろうとしている。連続鑄造技術の急速な発展、品質ニーズの高度化は、取鍋精錬の工程能力向上、適用比率の拡大に拍車をかけた。真空処理、パウダーインジェクション、加熱等の機能をもった設備が飛躍的に拡大し、硫黄・炭素・酸素・りん・窒素等の極低値が得られるに至っている。

しかし高純化、高潔浄化の要求レベルを鑑みる時、脱りん・脱硫・脱炭等の機能を集中する従来のプロセスでは工程能力、製造原価の面から必ずしも効率的とは言えずそこで、転炉工程の前後に溶銑処理と溶鋼処理工程を分離し、各々の工程に合理的な精錬機能を分担させる方がトータルシステムとして、効率的であるという発想が生まれ、極低りん鋼の製造・普通鋼の精錬コストミニマムをねらったスラグレス転炉吹錬の具現化にむかつて溶銑予備処理工程での脱りん・脱硫が見直され、研究・開発が活発に進められた。

溶銑予備処理の高度化のワンステップとなつたのは、溶銑脱珪工程と転炉工程とを組み合わせ、溶銑品質向上と安定化を図り、転炉精錬のばらつきを減少させ量産鋼の経済性を追求する目的で開発されたスラグミニマムプロセスである。脱りん処理の前には脱珪処理が必須であり、本プロセスが脱りん・脱硫処理の発展の基礎となつた。炭酸ソーダや石灰系スラグによる脱りん・脱硫が同時にかつ効率的に進行する条件を得て、一部では工業化が進められつつある。高炉から転炉工場の間で、いかに脱珪・脱りん・脱硫工程を合理的に取り入れ、おのおのの処理での反応剤、反応容器を選択するかは、おのおのの工場のローカル条件によつて異なるため、この分野での開発が多岐にわたつて進められており、このプロセスが鉄鋼精錬の中心的プロセスとして広く普及するに至るまでには、

- 1) 最適脱りん剤の評価・選択
- 2) 効率の良い脱りん剤添加方式および溶銑攪拌法の検討
- 3) 耐火物材質の適正化
- 4) スラグの処理活用
- 5) エネルギーロス防止

など、周辺技術の進歩とあいまって、技術課題を解決する必要がある。

今後も鋼材の品質レベルの向上に対する要求は、増々高まっていくことが予想され、転炉・取鍋精錬と機能を分担することにより、高級鋼のより高純化、高潔浄化へ対応し、量産鋼についてもトータルプロセスとしての経済性の観点からも十分な検討を行つた上で対処する必要がある。

この時期に「鉄と鋼」の特集号として、溶銑処理技術を取り上げたことは、まことに時宜を得た企画と言えるし、またここに寄稿された原稿は 32 件の多くを数え、しかもその内容は極めて有意義なものであり、関係各位に深く感謝と敬意を表する次第である。

本特集号は今後の精錬技術の指針になり得るものと信ずるが、このプロセスは転炉・取鍋精錬と組み合わせた精錬トータルプロセスとして、なおいつその進歩・発展の可能性を持つていると考えられる。本号の発刊を一里塚として、情報交換をさらに密にして、技術開発を強力に推進しなければならないと思う次第である。

最後に、今後溶銑処理を中心とした精錬技術のいつその進歩・発展のために、関係者のたゆみない努力を期待するものである。