

「最近の製鋼技術の進歩」

新日本製鐵株式会社 若林 一 男

I. はじめに

最近の製鋼技術は、1950年後半に導入された純酸素転炉、連続鑄造、脱ガスおよびその周辺技術の進歩により大型化、自動化と大きく発展してきた。その結果、昨年我が国の粗鋼生産量は、1億トンを超すという実績をあげた。

しかし、製鋼技術をとりまく環境条件は、非常に厳しいものがある。すなわち、鉄鋼製品の高級化、多様化からくる品質要求の高度化は、当然の傾向としても資源、エネルギー事情から製鋼原料に大きな変化をあたえているし、また公害、環境、労働力不足などの制約も厳しくなっている。これらの条件に対処するため、製鋼技術そのものも大きく変貌進歩しつつあるといえる。その全般について、以下に概述する。

II. 製鋼原料の予備処理

1. 溶銑の予備脱硫

最近の高炉における原料、エネルギー事情より、製鋼用銑中の硫黄含有量は、増加する傾向にあり、また一方では品質面から鋼に要求される硫黄含有量は年々低下し、極低硫鋼製造の要請も多くなってきている。

このような情勢下において、転炉炉内脱硫のみで、これを達成することは、能率、歩留上不利であり大量の溶銑の予備脱硫が必要となる。

溶銑の予備脱硫法として、一般には次に示す脱硫法が広くおこなわれている。

① 取鍋置注法

脱硫剤を取鍋に入れておき、混銑炉、混銑車から取鍋への出銑時に反応させる。

② 揺動取鍋法

取鍋などの容器に偏心回転をあたえ、溶銑の表面に投入した脱硫剤を混合、反応させる。

③ 機械的攪拌法

インペラーで溶銑と脱硫剤の界面付近、または溶銑の内部で回転させて攪拌する。

④ インジェクション法

取鍋あるいは混銑車内に、浸漬したランスを用いて、微粉末の脱硫剤をガスとともに溶銑中に吹込む方法。

⑤ 底吹法

取鍋の底部につけたポーラスプラグを通して気体を吹込み、溶銑を攪拌させて脱硫剤と反応させる。

このうち、製鋼用銑の予備脱硫法としては、機械的攪拌法であるKR法、インジェクション法である鍋上吹法、混銑車上吹法が広く採用されている。

従来、脱硫剤としてソーダ灰(Na_2CO_3)を使用していたが、この方法では脱硫効果、環境面から好ましくないため、脱硫剤としては、カルシウムカーバイド系(CaC_2)のものに変わりつつある。一方脱硫の大量実施は脱硫滓の大量発生につながり、この処理が問題となるので、より脱硫滓発生が少ないマグネシウム系など新しい脱硫剤の開発が試みられている。

また原料事情からして予備脱磷も検討されつつある。

2. 転炉用造滓剤

転炉における副原料として生石灰および石灰石が用いられ、その滓化を促進するものとして螢石が使用されている。しかしながら、近年世界的に螢石資源が枯渇してきており、その代替品の開発が急がれて、現在多くの研究がなされ、着々と成果があがりつつある。造滓剤としては、製鋼基本スラグである $\text{CaO}-\text{FeO}-\text{SiO}_2$ 系スラグに添加して、融点および粘性を低下さ

第1表 蛍石代替品の代表例

| 銘 | 柄 | 蛍石との代替率(蛍石=1) |
|----------------------------------|--|---------------|
| MnO 系 | 鉄・マンガン鉱石 | 約 10 : 1 |
| Al ₂ O ₃ 系 | アルミ製錬滓 (蛍石約 20%混入) | 約 1 : 1 |
| B ₂ O ₃ 系 | コレマナイト | 約 1 : 1 |
| TiO ₂ 系 | イルメナイト | 約 1 : 1 |
| MgO 系 | 軽焼ドロマイト | 約 8 : 1 |
| | 生ドロマイト | 約 20 : 1 |
| 合 成 | FeO-CaO 系 | 約 20 : 1 |
| | FeO-CaO-Al ₂ O ₃ 系 | |

せること、および資源が豊富でかつ安価であることが必要である。

現在まで蛍石の代替品として使用検討されたものには次の第1表に示すものがある。これらのものが、いずれ蛍石の代替品として使用されるであろうが、まだ確固たるものは見出されていない。しかし、これらの使用と生石灰の品質向上とあいまって、一部では蛍石ゼロ操業が実現されつつある。

3. 屑鉄の予備処理

最近、自動車、電気部品、空缶などのスクラップ発生が多くなり環境問題となってきた。これらのスクラップを製鋼原料としての良質なスクラップにするため現在各種技術の研究がおこなわれている。

たとえば、最近ベルギーで開発された技術に、インチスクラップ方式がある。これは、原料のスクラップを液体窒素に浸漬し、過冷状態で小片に破碎した後、磁選をおこなって非鉄材料とほぼ完全に分離する方式で、有効なスクラップの処理技術として、最近、特に注目されている。

III. 転炉製鋼法

1. 自動制御

一般に製鋼作業のコントロールは、精錬の終点において、鋼浴を、所期の温度と、成分に調整することにある。転炉は、他の製鋼プロセスにくらべて単純で、計算機による自動制御がお

こないやすい条件をそなえている。

当初の転炉計算機は、過去の操業実績を統計的に処理して、次におこなおうとする吹錬作業の指針を与えるにすぎないもの(スタティックモデル)で、作業のコントロールを完全におこなうにはいたっていなかった。

この問題を解決するために、吹錬途中の鋼浴の状態を、直接間接に検知する方法がいくつか開発され、実用化されつつあり、これを計算機と結びつけた、いわゆるダイナミックコントロールに近い制御がおこなわれつつある。

ダイナミック制御用検出端としての次のようなものがある。

- 間接的 { 廃ガス流量計法……カーボン制御
- { 脱炭速度計法…… "
- 直接的 { 射込測温法……温度制御
- { サブランス法……温度、カーボン制御

(1)脱炭速度計によるカーボン制御

吹錬末期においては脱炭速度は鋼浴カーボンと相関がある。これを利用して鋼浴カーボンを推定する。

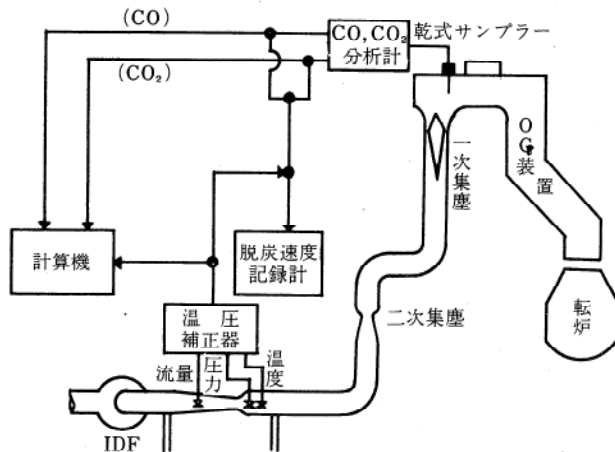
なお脱炭速度は第1図に示すように、排ガス流量と、成分との積で連続的に求められる。

(2)サブランス法

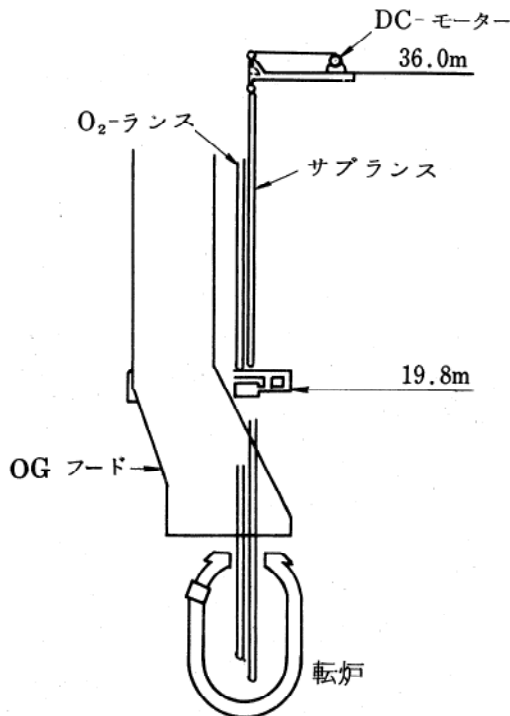
吹錬中の鋼浴温度や成分を直接測定する方法として、サブランスの使用が急速に発展した。

これは第2図に示すように先端に測温、サンプリング用のプローブを取り付け炉内に装入するものである。

こうして、吹錬中の鋼浴温度および、カーボ



第1図 脱炭速度計測装置の概略図



第2図 サブランスの設備概念図

ンを検知することにより、以後の昇温および、脱炭を予測し精度のよい終点制御をおこなうことができる。なお、必要に応じて冷材の使用や吹錬条件の変動による軌道修正をおこない、より精度の高い制御をおこなうことができる。

以上述べた制御方法は、いわゆる転炉の終点制御であって、今後はさらに検出端開発の進展にともなって多成分の制御、最適制御の方向に進むものと予想される。

2. 転炉操業技術

(1) LD鋼の量的拡大

LD転炉は1957年に初めて日本で稼動して以来わずか17年の間に、平炉のほぼ全てを駆逐し、現在では、粗鋼生産量の80%を占めている。品種の面でも、平炉で製造されていた全品種のみならず、電気炉で製造されていた特殊鋼も、真空処理などの後処理との組み合わせによって、製造可能となった。生産性の面でも向上は著しい。これは前後工程処理技術および、吹錬技術の向上と炉容の拡大によっている。転炉の特性に合った高能率のレイアウトをもつ工場が新設されつつあり、最近では、炉容300Tをこえるものも多い。

(2) 廃ガス処理技術

転炉吹錬で発生する廃ガスを処理する方法は、次の2つに大別される。

① 2次空気を供給して完全に燃焼させたのち、冷却、集塵して大気中に放散する方法

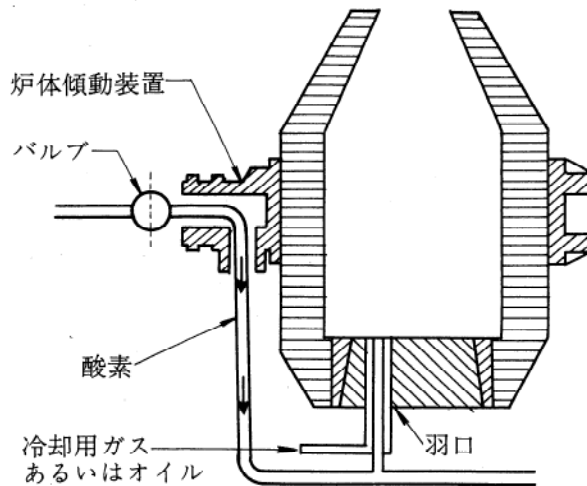
② 廃ガスを未燃焼のまま回収する方法

前者の方法は、ガス温度の上昇により冷却、集塵すべきガス量が膨大なものになる欠点がある。非燃焼型はこれらの欠点を補うもので、ガス処理設備は小型になり、設備費が安いばかりでなく、建家もコンパクトかつ経済的に設計できる。我が国では1962年新日鉄が開発したOG法が世界最初の工業的規模の廃ガス処理法として採用され、回収されたガスは燃料として利用でき、集塵も極めて好成績である。

3. 新底吹き製鋼法

最近、内外で注目を集めている新しい底吹き製鋼法は、1967年、西独のMaximilianshütte社と、カナダのL'Aire-Liquide社とによって共同開発された技術でOBM(Oxygen Bottom Method)法と名づけられ、その後、US-Steel社が技術導入して研究を重ねた結果1972年にQ-BOP(Quelle Basic Oxygen Process)法として発表されるとともに、Gary工場の200T転炉3基に採用された。

一方、全く同じ技術がフランスのCreusot-Loire社ら、3社によって開発され、LWSと称されている。第3図に転炉全体図を示すが、



第3図 新底吹転炉法の概念図

この技術の特徴は羽口の2重管構造にあり、内管を純酸素が、外管を羽口レンガ保護を目的とした冷却用ガス、または、液体が流れる。

この技術によれば、

①LD転炉に不可欠な水冷ランスがないため熱効率がよく、65～70%の低溶銑操作が可能である。

②鉄分の蒸発やスロッピングが少ないため、歩留の向上や吹錬時間短縮が可能となり、かつ集塵設備も簡略化できる。

③底吹き法のため、鋼浴の攪拌が良好で脱炭、脱窒反応が優れている。

など、トーマス転炉がOBMに置き替りつつあり、US-Steel社のGary工場では、現在200T Q-BOP炉が稼動している。第2表に底吹き製鋼炉の設備基数と生産能力を示す。しかし、LD転炉に比較して、炉底寿命が劣ること、鋼中水素含有量が高くなることなど2～3

の重要な問題点があるため、国内外とも、Gary工場の操業成績に多くの関心を寄せているのが、実情である。

IV. 溶鋼処理

電気炉、転炉などにおいて、一応の精錬過程を経て、取鍋へ移された鋼を、鋼塊または連続鋳片として注入するまでの間に、成分調整、ガス、介在物対策のため、近来、種々の溶鋼処理が試みられるようになってきた。

これらは、取鍋における不活性ガスによるバブリングや、合成スラグの使用、あるいは加熱、酸素の使用、真空処理などの各処理または、それらの組み合わせを用い取鍋における溶鋼のあと処理とはいえ単なる仕上げ処理というよりは、炉内における精錬にとってかわるものといつてよい技術までが取鍋においておこなわれ、炉と取鍋とは精錬容器として連続した工程といつてよい場合も多い。

1. 脱酸コントロール

取鍋における溶鋼処理を広義に見れば、脱酸もこれに含まれる。出鋼時の、炉から取鍋への落差を利用して、フェロアロイの均一溶解を、図る従来の方法も、種々改善されつつある。

たとえば、Alの投入方法として、弾丸状のAl塊を、圧搾空気、取鍋内へ打ち込むAl弾法、Al粒を不活性気体で、出鋼流へ吹きつける方法、ワイヤー状のAlを取鍋または連続鋳造のモールドへ連続的に給送する方法等々、いづれもAlの歩留を上げ溶鋼中のAl含有量のバラツキを、減少させる方法として実用化されつつある。

第2表 新底吹製鋼炉の設置基数と生産能力(1973年)

| 炉容 | 基数 | 能力(年産) |
|--------|--------|--------------|
| ～50トン | 34(1)* | 6,710,000トン |
| 51～150 | 3 | 900,000 |
| 151～ | 8(3)** | 9,750,000 |
| 計 | | 17,360,000トン |

* ()内は試験炉で能力は含まれない。

** ()は平炉で内数

生産と技術

また、これらの方法に加えて酸素濃淡電池によって、溶鋼中の酸素を測定し、これに合わせてAlの投入量をコントロールする方法なども用いられはじめており、鋼の脱酸コントロールの改善に役立っている。

酸素濃淡電池は、溶鋼中の溶解酸素の濃度を直接測定出来るため、セミキルド鋼やリムド鋼の酸素コントロールの基礎的な調査研究の手段として用いられ成果をあげつつあるが、経済性や精度の点で、今一步研究の余地をのこしているようである。

2. 真空処理

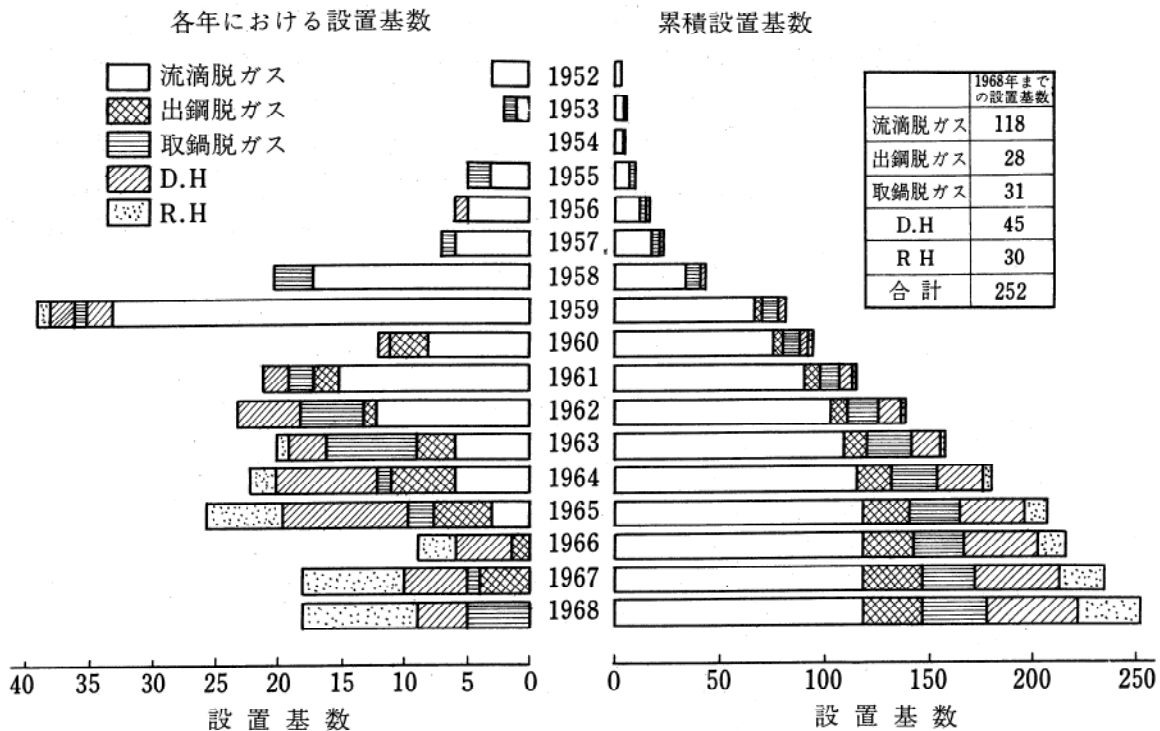
溶鋼の真空処理は、その開発の歴史は古いが、近年、高性能の Steam ejector が実用化されて、0.1 Torr 程度までの高真空が容易に得られるようになり、急速に普及した。

現在、鉄鋼で用いられている真空処理装置は大別すると、①出鋼脱ガス、②流滴脱ガス、③DH式脱ガス、④RH式脱ガス、⑤取鍋脱ガスの5種に大別される。第4図に世界における脱ガス装置の設備状況を示したが、近年では、DH、RH、取鍋脱ガスの3つが多く採用されている。特に、RH、DHについては、脱水素のみならず、未脱酸鋼の脱炭、合金鉄の混合、連

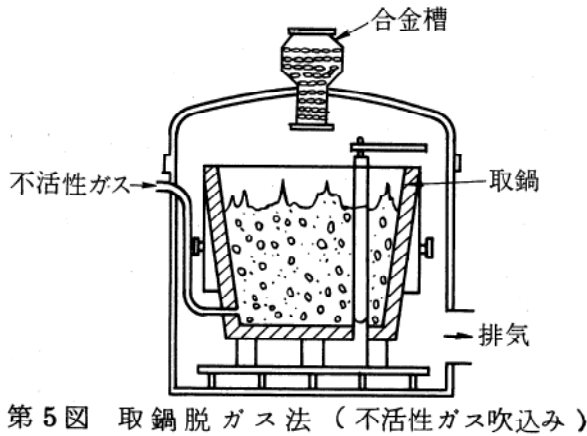
鑄の前工程としてのガス調整といった多様な目的で用いられ脱ガス装置の主流をなしている。

真空処理される鋼は、全粗鋼の15~18%に達しているといわれ、真空処理自体、特殊なものではなくなっているが、前述のように真空処理の応用面の開発が進むと同時に、それらにマッチした新たな形式の真空処理法が実用化されつつある。

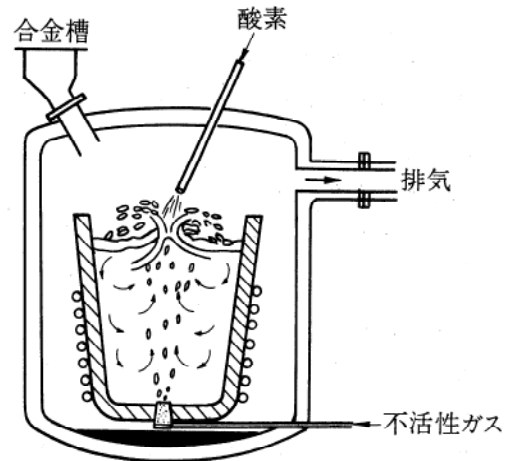
たとえば、鋼浴の攪拌ができないための、脱ガス効果の上らなかつた従来の取鍋脱ガス法に対して、鍋底から不活性ガスを吹込んで、溶鋼を攪拌する Finkle 法(第5図)、また、溶鋼の攪拌を誘導攪拌でおこないつつ、脱ガス処理と電弧加熱をおこなう ASEA-SKF 法(第6図)、あるいは西独 Witten 社でおこなわれた真空中で溶鋼に酸素を吹込む方法(第7図)などが代表的なものであろう。いづれにしても、最近の真空処理は単なる脱ガスのみならず、真空下における精錬容器として、前工程における精錬作業の省略や、従来では得られなかつた高い品質の鋼を作ることに役立っており、その応用法は、製造すべき鋼の種類や、真空処理装置が設置される工場の条件によってさまざまに変化したものになりつつあり、今後さらに多様化するように思われる。



第4図 世界における真空脱ガス装置の設置状況

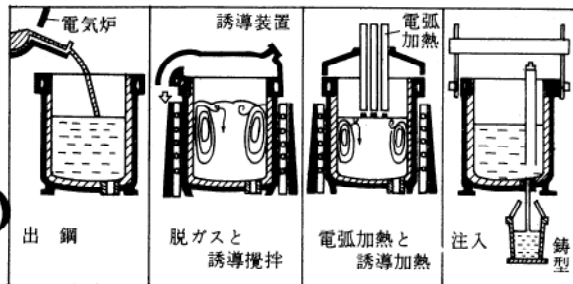


第5図 取鍋脱ガス法（不活性ガス吹込み）



第7図 真空酸素脱炭法
(リパブリック社の一例)

また、このような真空処理装置の普及を支えてきた力の一つに、真空槽あるいは取鍋耐火物の品質向上があったことも忘れてはなるまい。



第6図 ASEA-SKF 真空脱ガス法の概略図

第3表 連鑄機設置機数と連鑄生産量（全国）

| 1955年 | 昭和30年 | 連鑄設置基数 | | 連鑄設備能力*1 (千吨/年) | | A 連鑄実績生 産量(吨/歴年) | B 粗鋼生産量 (千吨/歴年) | 連鑄比率 A/B(%) |
|-------|-------|--------|----|--------------------|--------|---------------------|--------------------|----------------|
| | | 設置基数 | 累計 | 新設能力 | 累計 | | | |
| | | 1 | 1 | 24 | 24 | | | |
| 56 | 31 | — | 1 | — | — | | | |
| 57 | 32 | — | 1 | — | — | | | |
| 58 | 33 | — | 1 | — | — | | | |
| 59 | 34 | — | 1 | — | — | | | |
| 60 | 35 | 1 | 2 | 120 | 144 | | | |
| 61 | 36 | — | 2 | — | — | | | |
| 62 | 37 | — | 2 | — | — | | | |
| 63 | 38 | — | 2 | — | — | | | |
| 64 | 39 | 1 | 3 | 72 | 216 | | | |
| 65 | 40 | 2 | 5 | 516 | 732 | (160,000)*2 | 41,161 | (0.4) |
| 66 | 41 | 3 | 8 | 606 | 1,338 | (560,000)*2 | 47,784 | (1.2) |
| 67 | 42 | 9 | 17 | 2,112 | 3,450 | (1,000,000)*2 | 62,154 | (1.6) |
| 68 | 43 | 3 | 20 | 960 | 4,410 | (2,600,000)*2 | 66,897 | (3.8) |
| 69 | 44 | 6 | 26 | 1,602 | 6,012 | 3,203,940 | 82,166 | 4.0 |
| 70 | 45 | 14 | 40 | 6,090 | 12,102 | 5,270,393 | 90,820 | 5.8 |
| 71 | 46 | 19 | 59 | 7,314 | 19,416 | 9,957,912 | 86,360 | 11.5 |
| 72 | 47 | 17 | 76 | 9,090 | 28,506 | 16,461,642 | 96,900 | 17.0 |
| 73 | 48 | 17 | 93 | 7,008 | 35,514 | 24,714,817 | 116,797 | 21.2 |

*1 鉄連方式による（設備能力= $T_H \times 6,000$ 吨/年）

*2 実績値未発表のため推定値使用（推定値=前年度末設備能力*1×0.80）

V. 連続鋳造技術

鋼の連続鋳造技術は、鋼の持つ融点が高く、比熱が大きく、熱伝導が小さくて、凝固速度が非常に遅い性質を克服して、1952年に工業的規模の連続鋳造機が稼動して以来、1972年現在における世界の連続鋳造機は、約450基が設置されており、生産能力は年間約85百万トン、粗鋼に占める連続機の比率は約14%となっている。

我が国では、1955年に試験機が設置されて以来第3表に示すごとく、ここ10年の間に連続機の建設があいついで行なわれ、1973年現在、93基の連続機が設置されており、生産能力は、年産約25百万トン、粗鋼に占める連続材の比率は約21%となっている。

1. 機械型式の変遷

連続鋳造機の型式は、最も基本的な型式である垂直型に始まり、次いで、垂直一彎曲型を経て、カーブドモールドを使用する全彎曲型へと移行していき、現在、建設される大きな設備は全て全彎曲型である。これは、鋳造速度の向上に伴う機械長さの増大と、鋳片品質上からくる鉄静圧を極力、減少したいという要求による必然的傾向である。

2. 生産性の向上

連続鋳造機の実産性を向上させる条件は、稼働率の向上と、鋳造速度の向上、および、鋳造断面の増大である。稼働率の向上に関しては、耐火物の飛躍的な発展に負うところの大きい連続・連続鋳造（連々鋳）、レードルスイングタワーおよび、ダミーバー上部捜入技術等の開発と、モールド以下、ローラーエプロンに至る間の一括交換方式によるサイズ替え、および、ブレークアウト事故処理の迅速化により、従来の40～50%の稼働率は、70～80%にまで向上した。鋳造速度の向上に関しては、現在、250mm厚みのスラブに対して、1.5m/minが安定して実現されつつあり、断面の小さいピレット/ブルームでは、3m/minの鋳造速度が可能である。

3. 適用鋼種の拡大と品質

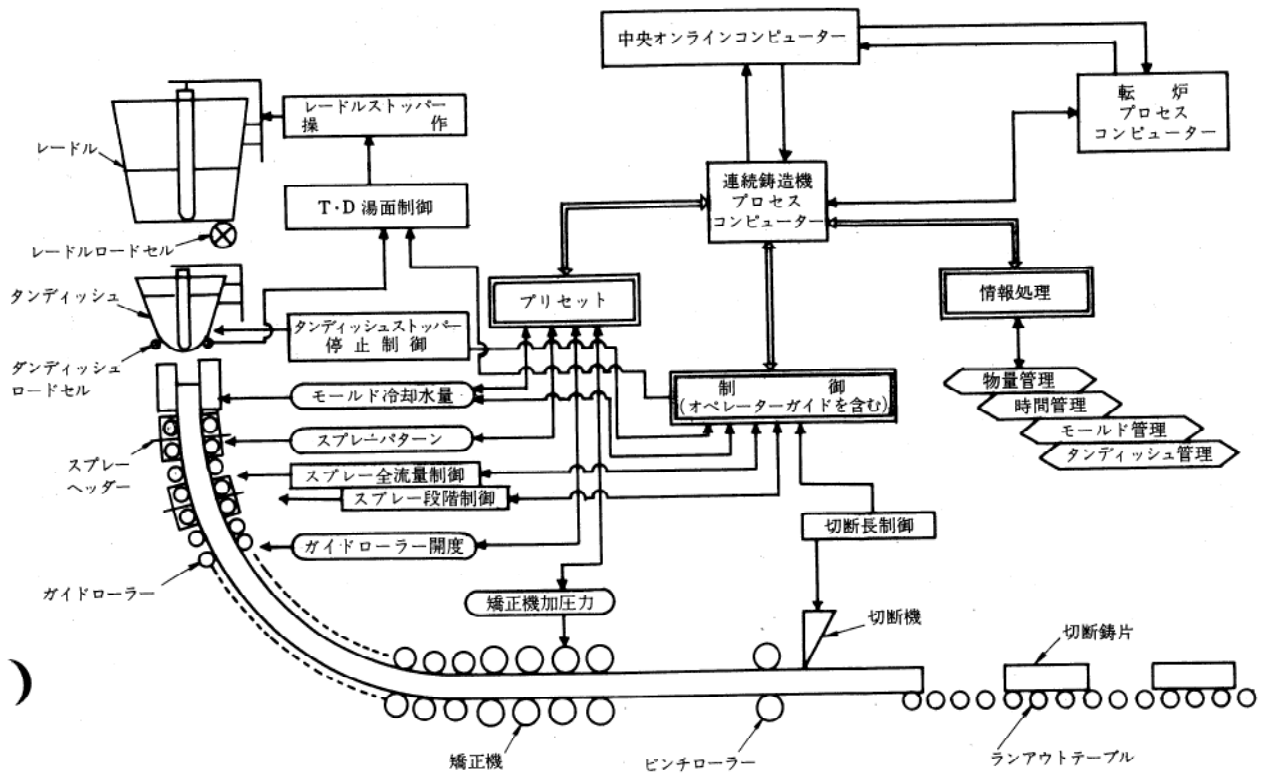
連続機による鋳造鋼種は、現在のところ、キルド鋼が大部分であり、鉄鋼生産の約半分を占めるリムド鋼の連続鋳造は、過去に数多く試みられたが、いまだ、量産されているとの報告はない。適用鋼種は、普通鋼の量産鋼種から、操業技術の確立に伴って次第に拡大されていき、現在では、高水準の特殊鋼や、特別な用途向けられる鋼種を除き、ほとんどの鋼種が鋳造可能となりつつある。リムド鋼の連続技術は、まだ確立されていないが、アルミキルド鋼や、特殊キルド鋼の連続材によって、一部リムド鋼に匹敵するものが得られつつある。連続材の品質に関しては、大断面スラブに、困難な問題点が多かったが、現在では、内部割れ、中心偏析などの問題点を除き、ほぼ満足のいく水準に到達しつつある。

4. 自動化および省力化

連続機のもつ造塊作業の機械化効率をさらに大きくするとともに、鋼片品質をより安定化し人為的な事故を防止するため、連続鋳造操業の自動化、省力化を推進していく必要がある。

現在のところ、鋳片切断以降の搬送および、精整工程の自動化はかなりおこなわれているが、溶鋼注入から鋳片切断までの工程に関しては、自動化が遅れており、目下、鋳型内容鋼レベル制御、パウダーの自動投入、溶鋼温度の連続測温技術などの開発が進められている。これらの技術とタンディッシュへの溶鋼自動注入法を組み合わせることにより、操業床の無人化も可能になってきた。また、近い将来、制御、計測技術の進歩とともに第8図に示すような電子計算機による連続鋳造操業の自動化が、可能となろう。

以上のように、連続鋳造技術は、ここ数年来の間に目覚ましい発展を遂げ、新日鉄大分製鉄所のように全連続設備の製鋼工場も出現して順調に稼動している。今後も粗鋼生産量に占める連続材の比率増大、異巾鋳造・異鋼種連々鋳技術による生産性の向上、および、低温鋳造・電磁攪拌などの研究により、潜在的な鋳片品質問題の解決など、たゆまぬ技術革新を進められることが期待される。



第8図 連続鋳造制御システムの概略

VI. その他

1. 公害対策

製鋼工程で問題になるのは、大気汚染と水質汚濁、それに廃棄物対策である。

大気汚染については、転炉から発生するガスの非燃焼ガス回収技術（OG法、IRSID-CAFL法）の普及と各種集塵機を生産設備、輸送設備、あるいは建屋など広範囲にわたって設置し、その防止に努めている。水質汚濁については、集塵の強化、連続鋳造化により、使用する水が増加したが、現在では循環システムを確立し、ほぼ解決している。最大の問題は転炉滓等製鋼滓の廃棄物対策である。現在一部は鉄源として再利用されているが、大半は埋め立てに使用されている。しかし、今後転炉滓の改質、改良技術による高炉、焼結へのリサイクル率の向上、あるいは土木業界、セメント業界との提携による路盤材、セメント原料などへの再利用を積極的に推進することが急務である。

2. 資源、エネルギー問題

資源上問題となるのは蛍石とスクラップであるが、これらについては前述のように各種対応

策が検討されている。

その他の問題としては、製鋼で使用するフェロアロイ、生石灰、炉材などは、それを製造するエネルギー量が大きい。したがって今まで以上にこれらの使用量を低下させる技術を開発していく必要がある。製鋼関係で使用する1次エネルギー（原料炭、重油、電力等）は製鉄所全体が粗鋼トン当り600～620万Kcal程度に対して5%不足であるが、従前からこのエネルギーの減少に努力してきている。その主なものは平炉製鋼法からLD製鋼法への転換であり、連続鋳造化の促進である。これらによるエネルギー削減量は第4表に示す通りである。

今後はエネルギー問題を製鋼部門単独で考えるのではなく、前後工程との関連でとらえ製鉄所全体の省エネルギーを推進することが必要である。その一つの動きは分塊圧延終了した熱片をそのまま熱間圧延あるいは加熱炉に装入することにより鋼片加熱用燃料を低減する方法である。これには欠陥のない鋼塊、鋼片製造技術の確立が必要である。エネルギー問題を契機にしてこのような新しい開発テーマが提起されている。

第4表 転炉製鋼および連続铸造による
エネルギー節減 (単位: Kal/t)

| | 平炉製鋼から転炉製鋼へ移行した場合 | | 造塊分塊圧延から連続铸造へ移行した場合 | |
|---------|-------------------|------------------------|---------------------|------------------|
| | 平炉製鋼 | 転炉製鋼 | 造塊分塊圧延 | 連続铸造 |
| 燃料 | 50×10^4 | — | 20×10^4 | 4×10^4 |
| 電力※1 | 10×10^4 | ※2 17×10^4 | 7×10^4 | 6×10^4 |
| 回収エネルギー | — | $\Delta 8 \times 10^4$ | — | — |
| 計 | 60×10^4 | 9×10^4 | 27×10^4 | 10×10^4 |
| 節減エネルギー | 51×10^4 | | 17×10^4 | |

※1 電力は1KW = 2450 Kcal

※2 酸素用電力を含む

3. 労働環境、労働問題

製鋼工場は、高炉工場とともに製鉄所の中でも高温雰囲気での作業を余儀なくされており、作業環境について必ずしも良好といえなかった。また最近労働力不足が深刻化してきており、この面からも省力化を推進し、かつ作業環境を向上させることが必要である。粉塵雰囲気であった作業環境は、各種集塵機を設置することで大巾に改善された。転炉では、前述のように吹錬の自動制御のために、電子計算機が導入されている。この電子計算機を利用しての操業データのロギング、合金鉄自動計量秤量、副材料自動輸送などが実施され省力化に役立っている。しかし、作業環境、省力化で一番問題となるのは造塊関係である。造塊作業は、人間の熟練に頼る作業が多く、自動化、省力化装置の

開発がおくれている。しかし連続铸造化することにより、分塊工程を含めた省力化が推進されている。一方造塊関係においても個々の省力装置、たとえばスライディングノズル、リムド鋼のノロはね機などが開発されつつあり、今後これらを1つのシステムにまとめあげる技術の発展が期待される。省力化でもう1つ落すことのできない点は、各種鍋類の築造作業の省力化である。この仕事は、熟練を要する上、作業環境もよくないため、近年従事する人の不足が顕著である。これに対応して開発されてきたのが、レードルスリンガー法などである。この方式では従来のレンガ積み作業に代って、不定形耐火物を投射圧縮し、固めることで、レンガ積み作業をほとんどなくすることができ、大巾な省力化とともに築炉時間の短縮も可能である。

VII. むすび

新幹線、宇宙ロケットなどの完成を目指してあらゆる技術が開発され、それを起点として、更に多くの技術が開発進歩してきたと同じように、製鋼技術においても過去は冶金技術そのものによるところが多であったが、現在は機械、電気、化学は言うにおよばず土木、鉱物、農業等、あらゆる技術の協力を得て更に目ざましい発展をとげるべき段階にきている。

そのために、私達製鋼技術者は、さらにより高い目標(それは、省資源、省エネルギー、無公害を最も必要とされる日本においてこそ考え追求され実現されるべきである)に向かって巾広く、かつ深い知識が必要とされ、他のあらゆる分野の技術者と強い交流を重ねてゆくべきである。