

上の高塩基度の範囲にあり平炉スラグとは組成を多少異にしている。標準線を延長してみると転炉のデータはすべてその下側に偏っている。しかし過剰塩基 0.40 以下のチャージでは平炉と同様な関係を示している。

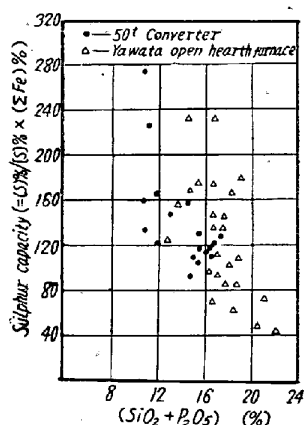


Fig. 3. Relation between sulphur capacity and $(\text{SiO}_2 + \text{P}_2\text{O}_5)\%$ in slag.

つぎに TURKDOGAN の sulphur capacity につ

いての計算結果を Fig. 3 に示す。この方法は要するに $[\text{S}] + (\text{O}) = (\text{S}) + [\text{O}]$ を脱硫反応の基本と考えスラグの sulphur capacity として $K(\text{O}) = (\text{S})/[\text{S}] \times [\text{O}]$ を考えた。

この図では $[\text{O}]$ を (ΣFe) におきかえて示しスラグ中の強酸性成分である $(\text{SiO}_2) + (\text{P}_2\text{O}_5)$ が増すと塩基の作用を中和して sulphur capacity を減少せしめることを示している。Fig. 3 では転炉スラグの塩基度が平炉よりも高いという差はあるが転炉の sulphur capacity も平炉と同程度のものと考えてよい。しかし同一塩基度に対しては転炉の sulphur capacity はやや低目である。したがって転炉スラグによる脱硫反応を Fig. 2 および Fig. 3 から平炉の場合と比較すれば、高塩基度の転炉スラグによる脱硫作用がとくに平炉よりすぐれていることはなく、ほぼ同程度と考えてよい。前述の 5t 試験転炉の結果も同様であつた。転炉で S がよく下るといわれていることすなわち見掛けの脱硫率が高いことは平炉のように燃料からもち込まれる S が皆無のため、全装入 S が低く、さらに炉口からの排ガス中に逸散する S が全 S 出量の約 10% 前後あるため平炉と同程度の S の分配比にしたがつても、成品 S は低い値を示すことになる。

IV. 結 言

i) 転炉の S バランスを計算した結果、全装入 S は 0.37 kg/t steel であり、平炉装入物の品位にもよるが、平炉の場合の約 50% 近い値である。その主原因は平炉では燃焼ガスより全装入 S の 20~30% におよぶ S が熔融相に吸収されるためである。

ii) 転炉では雰囲気からの S の吸収は皆無であり、逆に全装入 S の約 12% が炉口からの排ガス中に逸散する。この S はスラグ、ダスト、収塵用循環水に含まれるものが大部分で残余は煙突から大気中に逃げるものと考えられる。

iii) GRANT-CHIPMAN の過剰塩基と $(\text{S})/[\text{S}]$ の関係、TURKDOGAN の sulphur capacity の考え方を基にしてスラグによる脱硫作用を平炉の場合と比較してみると、転炉スラグは高塩基度という差はあるが、ほぼ平炉と同程度の脱硫作用をもつものと考えられる。

iv) したがって以上の理由からつぎのような見掛けの脱硫率をとつた場合

$$(\text{熔鉄S} + \text{屑鉄S}) - (\text{鋼浴S}) / (\text{熔鉄S} + \text{屑鉄S}) \times 100(\%)$$

平炉では 20% 程度であるが、転炉では 40% と高い脱硫率を示すことになる。

文 献

- 1) 村田, 前田, 鶴野, 本間: 鉄と鋼 39 (1953) 9, 954.
- 2) GRANT, CHIPMAN: Basic Open Hearth Steel-making. (1951) 742.
- 3) TURKDOGAN: Iron & Coal Trades Rev., 171 (1955), 1471.

(58) 純酸素転炉工場における取鍋管理について

八幡製鉄所製鋼部

前原 繁・森田重明・○中川 一

On Reasonable Usage of Teeming Ladles at an L-D Plant.

Shigeru Maehara, Shigeaki Morita and Hajime Nakagawa.

I. 緒 言

純酸素転炉工場においては転炉の出鋼ピッチがコンスタントかつスピーディであるという作業上の特性と、平炉工場に比してコンパクトなせまい建屋内におさまりがつて起重機、取鍋などの常備数をできるだけ少なくすることを望まれるという設備上の特性とによつて厳密な取鍋管理を要望される度合がきわめて大きい。純酸素転炉工場の取鍋管理の眼目は連続的、等間隔に出鋼される多数のチャージ (1日 35~39 チャージ) (35~40 分ごとに 1 チャージ) をなんらの支障なくスムーズに受鋼処理すること。しかも、建屋面積上最小限の取鍋保有数を以てすることを主眼とする。

以上の観点から当工場では発足以来外挿式ノズル取鍋を採用し、転炉操業に対処していささかの不安もなく順調に推移している。

外挿式取鍋の特性は注入終了直後、高熱のまま取鍋のノズル、ストッパーを取換え、これをただちに次の

受鋼に使用しうるため、わずか2本の取鍋を回転することによつて連続的な転炉出鋼に対処しうるので、きわめて少数の取鍋保有数で大量の生産量をまかないうること、および熱経済上からも有利であるなどの点に存する。したがつて、この方式は転炉工場の特性にうまく合致した最善のものといえる。

II. 外挿式ノズル取鍋の説明

外挿式ノズル取鍋とは、その名のごとく、ノズルの取換えを取鍋の外側から行えるようにした方式のもので、したがつて、取鍋内部が赤熱状態のままノズル取換が可能で、その後ただちにストッパーをとりつけることができる。

ノズル、ストッパー取換作業の手順はつぎのようである。注入後の鍋返し、取鍋の水平置、旧ノズルの外側への突落し、新ノズルの外側からの挿入、ノズル受金物による締めつけ、使用済みストッパーの引出し、取鍋の直立置、新ストッパーの鍋入れとアームへのとりつけ。以上の注入終了からストッパー取付終までの全所要時間は普通で約15分程度である。作業人員は3名で高熱かつ強度も高いのでスムーズに作業を行なうよう習熟が望まれる。

注入後、ノズル周辺その他一般に鍋付地金が付着している場合はノズル突落し前に酸素によつて切りとる。この作業は地金がまだ赤熱状のため余程大量の鍋付でないかぎり容易であり、また、普通、少量の地金付はそのままにして次の受鋼による自然溶解をまつようにしている。いずれにせよ、完全冷却をまつて地金を除去せねばならぬというような事態は滅多にないので、地金除去にともなう鍋煉瓦の剝離といったことは少ない。このため、取鍋寿命減少の一因たる鍋付地金除去の際の煉瓦剝離をさけられるので、これが外挿式取鍋の重大な一利点

となつている。ノズル煉瓦取付の場合の湯口面レベルあわせ、あるいはストッパー取付の場合の摺りあわせなどの諸作業はきわめて簡単に行なう。

取鍋煉瓦侵食状況の観察、揚鍋の判定はノズル取換作業に移る前に赤熱状態で行なうのが通例である。このような状態での判定は、習熟すれば、冷却して人が鍋内に入つて判定する場合と同様に正確で、過早に揚鍋の判定を下すとか、あるいは、修繕の時機を失して事故を招来したというような例はまつたくない。当工場での取鍋持続回数は平均40回前後という好成績をおさめており、大半が極軟リムド鋼であるという不利な条件から考えて、このような限界線に近い寿命を作業上不安なく維持していることは熱間観察の信頼性を示すものといえる。

以上、外挿式取鍋では一般の内挿式に比しあらゆる作業がきわめて簡略化されており、これではならぬ事故もないこと、その他派生的な利点をあわせ考えると外挿式の優位は疑うべくもない。

III. 取鍋の回転、管理

いま、A、B2本の鍋を受鋼態勢においたとした場合、Table 1に示すように、Aが受鋼—注入の場合はBはノズル、ストッパー取付—受鋼台車のせ、待機といった具合に、A、B2本の鍋を交互に受鋼に使用すれば35~40分ごとに連続して出鋼する転炉にうまく対応させうる。

このように回転使用していくうちに、通常約20回前後の受鋼で敷煉瓦張替のための中修繕を、そして、40回前後になると全面張替のための大修繕を行うために鍋は修繕場へ移され、他の新鍋がかわりに受鋼態勢の列に加えられる。

当工場では60t鍋を7本所有し、このうち2本を受鋼態勢、他の2~3本を乾燥、待機、残りの2~3本を中、大修繕として管理するのを通例としている。Table

Table 1. Ladle circulation arrangement (each tap for 35mn).

Ladle	Tap		End of teeming	Tap	
	Transfer of ladle car & teeming	Exchange of nozzles & stoppers	Queuing on the car	Exchange of nozzles	End of teeming
Ladle A	Transfer of ladle car & teeming	Exchange of nozzles & stoppers	Queuing on the car	Exchange of nozzles	End of teeming
Ladle B	Exchange of stopper	queuing on the car	Tap	Transfer of ladle cars & teeming	End of teeming
← 35mn →		← 35mn →			

Table 2. Example of repair & usage cycles of ladles.

	Whole repair	Drying & ready to use	Use for teeming	Medium repair	Use for teeming	Total
Days needed	1.0	3.5	2.5	1.0	2.0	10.0

2にある鍋についての代表的な修繕，乾燥，使用の回転状況を例示する。

このようにしてわずか7本の鍋は無駄なく，かつ，不安なくスムーズに回転してテンポの早い転炉出鋼に対応していささかの齟齬もない。これは外挿ノズル方式が転炉工場の特性に合致したもつとも合理的な方式であることを如実に示すものであり，少数取鍋の最有効利用という目的にもつともかなったものであることを示すものである。

なお，当工場の造塊ヤードでは80t 鑄鍋起重機と50トン起重機のわずか2基の起重機で1日平均36チャージ，月産6万tの湯の受鋼，注入，熔滓鍋処理などをスムーズに行なっているが，これも合理的な取鍋回転と密接不可分の関係にあるもので，それに負うところがきわめて大きい。図（省略）に1サイクルあたりの起重機動き状況図を示す。

IV. 外挿式取鍋回転時の温度変化について

外挿式取鍋2本を常備し上述したサイクルで連続的に回転使用した場合，鍋の温度変化はいかなるものか，内挿式に比し熱的利益はどれくらいかなどの点について興味もてる。

鍋冷却温度の時間的変化—（図省略）内壁および外壁の表面温度を注入終了後，鍋操作場に持ち来つてから約100分経過するまで測定した。それによると，外壁の温度は200°C前後で時間的にはほとんど変化なく，内壁は注入終了後約15分経過したときに550~750°Cであつたものが時間とともに低下して通常作業の場合の次回受鋼時（注入終了から約45分後）の温度は400~500°C程度となつていことがいえる。

熔鋼注入直前の煉瓦内温度分布—（図および説明略）

定常作業の場合の煉瓦内部の温度変化—（図および説明略）

以上の温度分布から煉瓦への熱損失（外壁放散を含む）によつて生ずる熔鋼の温度降下を計算によつてもとめたところによると，定常作業の場合は35°C，常温鍋の場合47°Cとなり，鍋2本が常時回転しているときの煉瓦への熱損失による熔鋼の温度降下は12°Cだけ少なくてすむことがわかり，熱的な面での外挿式の利点が明らかである。

V. その他の取鍋関係作業について

取鍋の倒立乾燥—少数の取鍋を有効に回転させるためには迅速な乾燥を行なわねばならない。同時に燃料節約をも狙い当工場では修繕後の取鍋の倒立乾燥を行ない成果をあげている。

ねじこみ式ストッパーヘッド—ストッパー製作作業を簡易化，迅速化するため当工場ではねじこみ式のストッパーヘッドを採用し成功している。

VI. 外挿式取鍋使用による成果の総合

狭少な建屋内に必要最小限のわずか7本の鍋を保有して，これを最有効に回転して1日36チャージ（40チャージの実績もある）の転炉出鋼に充分の余裕を以て対処しうるのは成果の第1としてあげられる。成果の第2点として，取鍋持続回数の延長，煉瓦原単位の低下があげられる。この原因としては，1. 取鍋を熱間で回転するので極端な冷却，温度上昇をくり返さずにすみ煉瓦にとつて有利である。2. 受鋼時の取鍋温度が高いため鍋付が少ない。3. 鍋付があつてもある程度の量まではそのまま鍋を受鋼に使用しう。4. やや多い鍋付は熱間で酸素により切除できるので普通の場合は取鍋を冷却して鍋付を除去するといった必要がなく，それによる煉瓦の剝離がない。などが考えられる。事実，当所内の各平炉工場（内挿式）に比較した場合，外挿式取鍋の諸成績はきわめて良好である。（表示，略）

VII. 結 言

純酸素転炉工場取鍋管理の眼目は一定の短い間において連続的に出鋼するという厳しい条件と，大半が極軟リムド鋼であるという炉材にとり不利な条件下で，かぎられた少数の鍋をいかに効率的に回転さすかにある。このため外挿ノズル取鍋が採用され合理的回転方式が確立された。

外挿式取鍋はまったく新規なところみであつたが発足以来なんの事故もなく，よくその特長を発揮しており，苛酷な転炉出鋼条件に対処していささかの不安もない。これを以て見れば，この方式はコンスタントかつスピーディに出鋼する転炉，しかもコンパクトな建屋内でかぎられた起重機をフルに稼働させてこれに対応しうるように合理的に設計された転炉工場にもつとも合致した最適の方式といえる。さらに，取鍋持続回数向上などにとつても好適な方式であるといえる。