

(FeO) 13~15%, T.Fe 25~30% 付近に極大点を生じた。

(3) Herasymenko の方法を用いて検討したところ $\log K_{Fe}^P$ と Ca^{++} とは直線的関係にありこれに温度の影響も加味してつぎの実験式をえた。

$$\log K_{Fe}^P = 6.72(Ca^{++}) + \frac{7,210}{T} - 3.41$$

上式の関係をも Herasymenko が平炉のデータよりえた関係と比較すると脱磷反応は平炉におけるよりも平衡からはなれていると思われ、Schenck の平衡をもとに検討したと同様の結果がえられた。

(4) 理論的根拠はないが 2, 3 の実験式を用いて (Fe⁺⁺), (Ca⁺⁺) および (O^{''}) の ionic fraction を (FeO)% に変換し磷の分配比 ($\log(PO_4^{''})/[P]$) と

(FeO)% との関係を検討したところ (FeO) 20% 付近に極大点を生ずる関係曲線がえられ Chipman および Schenck の平衡式を適用したときと同一の傾向がえられる。

本解析に対し種々御指導を賜わつた東北大学選鉱製錬研究所三本木教授に謝意を表す。

文 献

- 1) 鉄と鋼, 44 (1958) 733~739
- 2) H. Schenck & W. Rieß: Arch. Eisenhüttenw. 9 (1935~36) 589~600
- 3) P. Herasymenko & G. E. Speight: J.I.S.I. 166 (1950) 169
- 4) H. Flood & K. Grjotheim: J.I.S.I 171 (1952) 64

水冷転炉試験について(その1)*

(強制冷却による永久炉壁式炉の研究—II)

佐藤良蔵**・田畑農夫***

Operation of the Water-Cooling Converter (Part 1)

(Study on a permanent-wall-type furnace with compulsory cooling—II)

Ryozo Sato and Nofu Tabata

The authors studied the permanent-wall-type furnace with compulsory cooling. In this paper, the experimental results on the small converter with water cooling tuyere and jackets were reported.

The experiments were carried out with small side blown converter and its capacity was 50 kg. The results obtained were summarized as follows:

1. Low-carbon, high-quality steel can be produced from various kinds of pig iron with the aid of pure oxygen blowing in the water cooling small converter.

2. In this process, the general characteristics of heats were similar to the normal converter process, and several advantages were found; reduction of slag amount, longer life of the converter, etc.

3. Thickness of permanent refractory layer obtained was 5~10mm and this thin layer would be remained as neutral lining the blowing.

I. 緒 言

著者等は強制冷却法による耐火壁の永久炉壁化をこころみ、実験室のおよび半工業的規模の試験を行ない、その実用性を確認し、これを熔銑炉に適用して各種の熔解試験を行なつた。その結果については大要の一部を前報に詳細に述べたが、以後細目調査のため耐火物を塩基性

クロマグ系に変え、数年間そのままで継続使用しているが、まだ一度の補修の必要も認められず、操業もきわめて順調で、本法適用にあたって期待された諸種の利点が

* 昭和 32 年本会春季講演大会において発表

** 秋田大学鉱山学部冶金科

*** 〃 教授

結果に示されている²⁾。

そこで強制冷却法の適用範囲をさらに拡大し、今日きわめて注目を集めている転炉を取上げ、操業上最大の問題点の一つである裏張り耐火物の浸蝕・熔損の問題解決を企図し、同時に転炉の合理的操業を考究する目的で水冷転炉を試作し、その吹精操作および経過と浸蝕・熔損状態を調査するとともに、転炉操業上主要な諸問題の基礎的因子解明の資料をも求めた。

本報告には水冷転炉試作の経過および試験吹精の一部を述べる。

II. 水冷転炉の試作

戦後わが国の製鋼界に急激に発達した酸素吹精法は、平炉、電気炉操業でいちじるしい有利性を示し、精錬時間の短縮、生産量の増加あるいはその熱的効果や製品成分の調整の容易なことなど広く採用され、個々の試験成績に関して詳細な報告が数多くでている。

一方酸素供給の発展にともない、欧米では転炉製鋼法にこれを採用し、とくに横吹き法では酸素富化法の実施により、過去の空気のみ吹精ではなしえなかつた欠陥を解決し、また上吹き法の出現は転炉法の地位を一躍製鋼界の重鎮にまで押上げるにいたり、その進展はいちじるしい。

しかし、かゝる転炉製鋼法のいちじるしい伸展にともない転炉操業に関する詳細な知識も豊富になり、操業上耐火物の浸蝕・熔損問題が最も主要な問題となつていくことが明示されている。とくに酸素吹精では、一面において温度の急激な上昇、また熱分布の無理からの局部過熱がさけ難く、耐火物の浸蝕・熔損の度合によつてはそ

れだけ大きくなり、これが転炉法の経済性を支配し、横吹き転炉のごときは純酸素吹精を行ない得ぬと迄報ぜられている³⁾。このため使用耐火物の研究に負う所が多く適材配置あるいはその活用構造などの研究もきわめて主要な課題として提供されている。

現今使用されている上吹き転炉についての報告から、裏張り耐火物とその消耗量とをあげると Table 1 のごとくで、その寿命は報告により相当の巾があり、それだけに困難な問題と解される。

転炉の裏張り耐火物の浸蝕・熔損は単に耐火物の種類のみならず、操業条件によつても大きく支配され、熔滓および雰囲気接触状況がそれぞれの変化を与える。すなわち横吹き転炉の場合をみると、浸蝕・熔損は羽口部がとくにいちじるしく空気のみ使用しても、20~30 回程度で羽口が使用に耐えなくなり、このため同部に種々のくふうをこらしている⁴⁾。しかし酸素の使用はさらに極端な浸蝕・熔損をまねき、パイプ埋込式でも数回しかもたぬとされている⁵⁾。かく炉の寿命の短い事実は操業の面にも熔滓成分および量の調節を困難にし、また炉形の変化が操作を不統一にする原因ともなつて、転炉操業の進展を大きくはゞむ結果を生じている。これらの関係の一端は Table 2 に示す熔解試験例からも使用銑鉄の成分範囲や熔滓成分の制限でも充分うかがうことができよう。

以上のように、炉壁の浸蝕・熔損問題は単にプロフィールの変化、炉の寿命の短縮とそれにもとづく生産能力の低下に止まらず、熔滓の成分・量の漸変による吹精経過の不規則、あるいは操作上の困難などの関連問題まで惹起し、このため吹精原料に対する厳密な制約や生産費

Table 1. Life of converter linings & consumption of refractories.

Works	Life of lining (No. of heats)	Consumption of refractories (kg)			References
		Tar dolomite and others	Magnesitic dolomite	Special magnesite stone	
Linz (30 t)	200~250 215 (Beginning: 118~128)	—	—	5	Doi, Tetsu-to-Hagané(1956) 4 " (F. Klepp)
Linz (30 t)	120 150	5.3	—	—	H. Trenkler; Iron Steel Eng., (1952) 5
Donawitz (25 t)	250~400	—	18	—	Shiga, His Report
Dominion (40 t)	250	—	8~11	—	W. Alfred; Stahl u. Eisen(1956) 5
(Side-Blown Converter)					Steel (1955) 4
China	50	15	—	—	Fukushima;
Japan-A	11~33	—	?	—	Tetsu-to-Hagané(1954)-12
Japan-B	3~10	—	—	—	A—Works' Report B " "

Table 2. Compositions of blowing metal and slag for top blowing converter.

		Percentage of elements						
		C	Si	Mn	P	S	N	
Pig iron	Linz	3.8~4.2	0.6~1.3	1.4~2.2	0.08~0.20	<0.08		
	Donawitz	3.7~4.4	0.2~1.0	1.6~3.0	0.12~0.25	<0.08		
	Dominion	3.5~3.8	0.1~0.3	2.2~2.5	0.10	<0.08		
		4.0	0.2	2.5	0.075	0.05		
Blown metal	Linz	0.04~0.07	0.01~0.03	0.20~0.45	0.02~0.04	0.02~0.03	< 0.005	
	Donawitz	0.05~0.12	tr	0.45~0.55	0.015~0.03	0.02~0.035	0.003~0.005	
	Dominion	0.05~0.1	?	?	?	?	<0.005	
		SiO ₂	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Fe	Fe ₂ O ₃	Amount of slag
Slag	Linz	12~17	38~44	5~10	1.2~1.8	12~17	?	12~15
	Donawitz	12~20	27~40	3~7	0.6~1.5	10~15	?	//
	Hamilton	17	50	3.0	1.2	16	?	?

の調節に意図をおく吹精行程の決定といった無理を敢て選ばねばならぬことが、他の精錬法に比較して数多い。

ゆえに、本法採用に当つてもこれら諸問題を総合的に考慮せねばならず、過去の結果の上に、さらにつきの細目に関する事項に注意を払つた。すなわち、

- ① 強制冷却装置の施行可能範囲
- ② 永久耐火壁構成上最適の材料の追究
- ③ 転炉における物理化学的变化にともなる耐火壁の遷移状況
- ④ 冷却装置の構造および適資材について

である。もちろん過去の試験熔解に比較し、転炉ではより高温の熔鉄、熔滓との接触、しかも熔滓の烈しい動的運動を直接受けることなどで、本法採用の可否をみることに主要課題であり、かゝる考慮から実験の一段階として横吹き転炉をまず採用した。

そこで本学冶金工場に設置してあつた模型横吹転炉を改造し、羽口部に水冷羽口を。さらにまた側壁にも水套を付加して純酸素吹精による水冷転炉試験を行なつた。また水冷効果の詳細を知るために、全面水冷型の超小型転炉も製作した。改造転炉の構造の大要は Table 3 に示した。

Table 3. Profile of the water-cooling converter.

	No.1 Conv.	No.2 Conv.
Surface area of bath (mm ²)	390×400	100 ² ×π/4
Depth of bath (mm)	40~60	70~100
Diameter of furnace shell (mm)	780	240
Thickness of wall-lining (mm)	150~200	70
Diameter of tuyere (mm)	25.4	5.0
Cooling area of jacket (mm ²)	400×80	200×154π

No.1: Partially cooling

No.2: All cooling

炉の容量は通称能力 50 kg, 5 kg で両者を比較すると、前者の浴量に対する冷却面の割合は 640 mm²/kg で、後者のそれは 50,000 mm²/kg と大差をつけてある。耐火材として最初珪石煉瓦およびそのモルタルを使用し、ついでクロマグ系煉瓦で湯溜部を形成して吹精試験を継続した。また炉床にタードロマイトスタンプを行なつた場合もある。側壁は水套前面を煉瓦張りとし、羽口部のみモルタル張りとした。Fig. 1 には No.1 転炉の裏張煉瓦積を示した。

浸蝕・熔損経過の試料採取は羽口部のものをあてた。

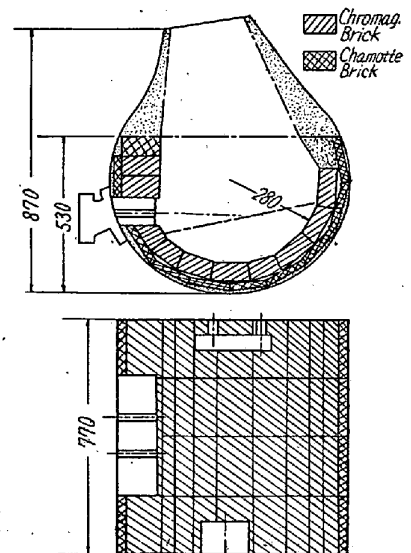


Fig. 1. The lining of No.1 converter.

また水套面の張替えは試験目的に応じて行なつた。水冷羽口部を Fig. 2 に示したが、酸素吹精に際しては、羽口孔に酸素吹込用の 3 mm, 5 mm および 9 mm パイプを挿入した。

全試験を通じこの羽口構造で充分冷却効果をあげ、気泡の発生、その他の欠点は見出されなかつた。

冷却水は水道からパイプで導き、水套の出入部にバルブを取付けて水量調節を行なつた。また測温関係から側壁の水套と水冷羽口部の排水パイプをそれぞれ別個のものとし、水冷羽口部は出鋼時にその位置が高くなるため、他の水套に対するよりもやゝ加圧状態で送水しておく必要があつた。

III. 実験およびその結果

吹精熔鉄は前報に述べた水冷熔鉄炉で熔製した。すなわち、コークス比を 15% に固定し、所要成分に応じた材料配合に、相当风量で操業し装入熔鉄をえた。受湯取鍋は 50 kg 容量のもので、熔鉄は予熱してある転炉に装入される。ついで吹精目的に応じて一定の傾斜まで炉を起し、ただちに酸素送を開始する。送入酸素は調節弁でその圧力および量を加減した。

酸素送入開始後反応の進行にともない、次第に炉口からの炉況観測が困難となるので、後部の風箱に付した覗き孔からの状況と、炉口からの火焰、あるいは飛散鉄の火花などにより反応の進行状況を判断した。測温は装入および出鋼時に行ない、水温変化は 30 秒毎に寒暖計で読取つた。吹精鋼は前記の取鍋に受けその量を秤量した。また転炉は放置冷却させ、耐火壁の変化を所定の位置毎に測り、次回吹精の準備を行なう。

吹精経過については以下に標準のものを例示することとし、一応試験吹精の範囲を整理すると Table 4 のごとくである。

吹精経過の例として、3.3% C, 1.9% Si の熔

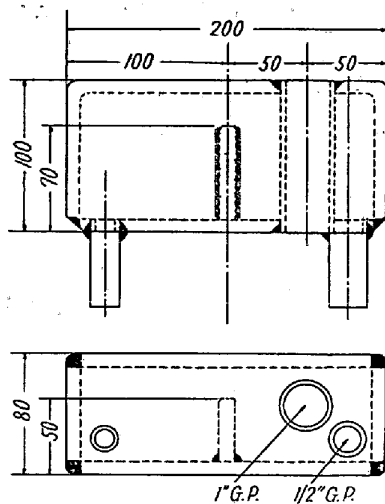


Fig. 2. Construction of a water cooling tuyere.

Table 4. Blowing conditions of the experiment.

Preheating temp. of the converter	°C	500~800
Temp. of molten pig iron charged	°C	1,150~1,350
Temp. of blown metal	°C	1,550~1,670
Duration of blow	mn	5~25
Oxygen pressure	kg/cm ² .	3~8

鉄 40 kg を酸素圧 7.5 kg/cm² で吹精した場合について述べる。すなわち、酸素送入後 1~2 分間は赤褐色の鉄煙を吹き、次第に温度が上昇して行く。4~6 分で輝度の大きい火焰が鉄煙に反映し、同時に炉内の浴の運動が活発になり始める。8~10 分後には火焰は吹上げるように長く伸び、その輝度もいちじるしく、時折烈しい沸騰が惹起されているのが覗き孔から観察される。温度も

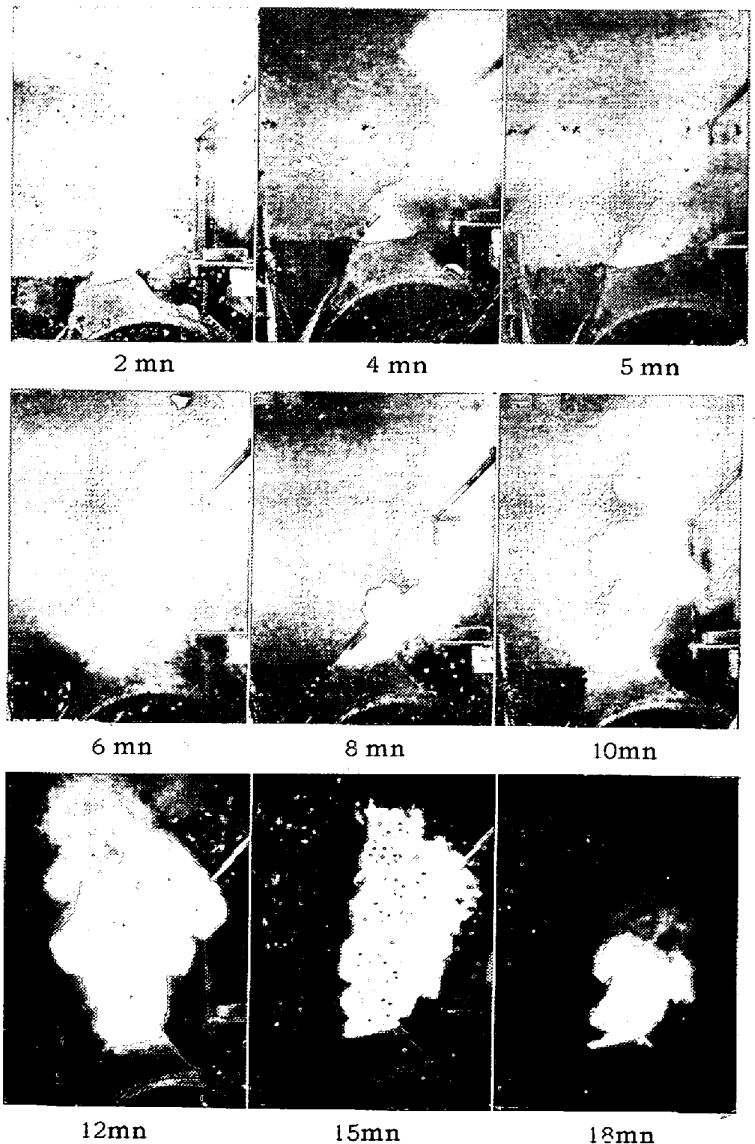


Fig. 3. Flame changes of the water-cooling converter with pure oxygen blowing.

ほとんど最高に達し、火焰の躍動がしばらく続行するが、この状態は主として装入銑の炭素含有量により、その継続時間が僅かに変化している。その終末にいたりきわめて明瞭な火焰の低下が現われ、ふたたび褐色煙に変つて行く。極軟鋼を目的とする場合はこの最終状況を目安にして酸素送人を調整する。かゝる経過を吹精時間に依じた火焰の形状変化を示すと Fig. 3 のごとくである。

つぎに吹精試験の測定結果の一部を表示すると Table 5 (a)~(b)のごとくで、前者に吹精前後の熔湯および生成鋼滓の組成を示した。酸性、塩基性の差異は脱硫、脱磷率によく現われ、脱炭反応はいずれの場合も熔銑温度、成分あるいは酸素の送人条件により4~6分ごろから明瞭に認められ、この成分変化と火焰の形状とは通常、

の転炉操作の場合とほとんど異なる所なく、きわめてよく一致した傾向を示している。また同表でも明らかなように、装入熔銑の成分範囲を相当拡大し、2.9~4.2% C 0.5~2.0% Si, 0.2~1.6% P, 0.08~0.16% S の範囲にわたるが、純酸素吹精により、この広範囲の成分でも充分吹精が可能ながことが明らかにされた。ただ個々の吹精過程や吹精鋼を検討するとまだ多くの問題があり、成分範囲の変動に対応する吹精条件の選択が一つの追究点として残される。

また本吹精試験で、酸性操業でも相当脱硫の進行するのが認められ、0.13% から 0.07% がえられている。5 溶解例についての硫黄バランスを計算した結果、一部の硫黄が炉外に持去られていることがわかった。磷含有

Table 5. Experimental results observed (a)

Kind of lining		Acid	Acid	Acid	Basic	Basic	Basic	Basic
Pig iron charged	Weight kg Temp. °C	45 1,300	45 1,300	40 1,350	40 1,350	50 1,300	40 1,300	40 1,350
Composition of molten pig (%)	C	3.41	3.95	3.30	3.00	4.06	3.60	3.40
	Si	1.79	1.93	1.93	1.61	1.44	1.93	1.87
	Mn	0.34	0.53	0.53	0.27	1.09	0.67	0.52
	P	0.61	1.68	0.61	0.58	0.37	0.48	0.20
	S	0.19	0.13	0.13	0.19	0.06	0.18	0.12
Composition of blown metal (%)	C	2.10	0.16	0.10	0.06	1.48	0.95	0.05
	Si	0.34	0.06	tr	tr	tr	tr	tr
	P	0.67	1.09	0.43	0.11	0.09	0.03	0.03
	S	0.08	0.07	0.07	0.07	0.05	0.06	0.03
Elimination rate of elements (%)	C	38.3	70.7	97.0	98.1	63.4	73.6	98.5
	Si	25.1	97.0	100	100	100	100	100
	P	+10	29.8	29.5	81.0	75.8	93.8	85.0
	S	47.3	46.1	46.1	63.2	16.7	66.7	75.0
Composition of slag (%)	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	34.79	45.60	46.54	21.39	33.22	32.02	30.00
	CaO+MgO	8.48	1.27	5.65	18.70	21.36	19.60	15.50
	Σ Fe	41.9	34.9	34.1	32.8	33.7	24.9	31.0

Table 5. Experimental results observed (b)

Metal blown	Weight kg Temp. °C	20 1,600	25 1,650	25 1,680	20 1,660	24 1,580	32 1,640	30 1,650	
Blowing time	(mn)	13	15	18	20	15	10	20	
Oxygen	Press. kg/cm ²	7.5	8.5	7.5	7.0	5	5	6.5	
	Amount m ³	4	6	4	8	5.2	2.0	4.6	
Cooling water	Amount l/mn	6.0	12	12	6.75	6.75	6.75	6.75	
	Temp. °C	Inlet	20	16	16	24	21	15	12
		Outlet	25	18	18	27	25	18	17
	Diff.	5	2	2	3	4	3	5	
Wear of lining mm	Front wall	140~145	150~140	150~140	130~130	180~200	200~200	200~180	
	Side wall	140~130	150~140	140~140	230~220	220~200	190~200	200~190	
	Tuyere	33~12	60~40	60~33	40~22	25~18	45~33	33~11	

量も低下し、その率は過度の酸化鉄が形成されるほど大きい。塩基性の場合は一応これ迄述べられている傾向をそのまま示していた。

吹精試験ではさらに炉内の浸蝕・熔損状態と冷却操作の関係をも取上げた。炉壁および冷却水の変化を例えば Table 5 (b) に表示した。すなわち、炉壁の変化は定位置における吹精前後の残留耐火壁の厚さを測り、その差で知ることができる。本炉では永久壁化前の測定から羽口部の浸蝕・熔損が迅速に進行し、その対応面がこれについている。吹精毎の検査から熔滓面の位置がよく示され、熔鋼部分はほとんどその浸蝕・熔損が目立たない。また羽口部における熔滓の攪乱流はこの熔損に大きく作用し、マグネシヤスタンプで形成した裏張りを施しても 10 回前後でほとんど消耗する。側壁部は伝熱上不利と思われる厚さであったが、その浸蝕・熔損は少なかった。これらは浸蝕・熔損に熔滓の運動が大きく作用することを意味するもので、超小型転炉による吹精試験の結果はかなり確実にこの間の事情を呈示している。吹精時の炉況観測からすると、酸素の送入開始とともにまず熔滓が吹精面付近に形成され、次第に活発な遊動を続けながら浴全面を蔽う。これが脱炭時の沸騰をともなつて熔滓全層が攪乱される。かく熔滓の烈しい動作が主要因子の一つに加わる結果、前報に述べた永久耐火壁化すべき残留層はさらに薄いものとなる。

水冷部の残留耐火層の厚さは、以上のように保護層が永久壁化することによりほぼ一定の厚みを保持し、酸性の場合は 5~8 mm、塩基性では 8~11 mm となつている。両者の相違はその保護層の熱伝導、耐火性などによるもので、炉況の変動によるずれも後述の冷却水量の変化に対しては数値的にかなり小さい。形成された永久壁化層を肉眼的視野で組織検査をすると、原組織は酸性材ではほとんど存在せず、塩基性材で 1~2 mm 位まで認められる程度で、他は悉く滓化しており、表面層はまったく生成鋼滓と同じ組織で、しかもその生長方向が冷却面に垂直に並行していることが認められる。かく永久壁化層の形成が、強制冷却による生成鋼滓の作用にもとづくことはさらにその顕微鏡試験の成果によつて一層確認できる。

つぎに冷却水の温度変化を水量、吹精時間について見ると、Fig. 4 に示すように、吹精開始後の温度上昇は時間とともに一定の上昇が見られ、吹精浴温の変化に類似した傾向を辿り、その変化範囲は 10°C 内外で、操作上から見るとほとんど問題にならない。水量の変化量に対する水温変化が数値的に小さく小さいことは、一面永久耐

火層と金属冷却面における伝熱関係に充分注意すべき必要のあることを意味し、最も望まれる操作を行なうためには必要耐火層の厚さを要求に応じて決定する冷却操作を行なわねばならぬことになる。

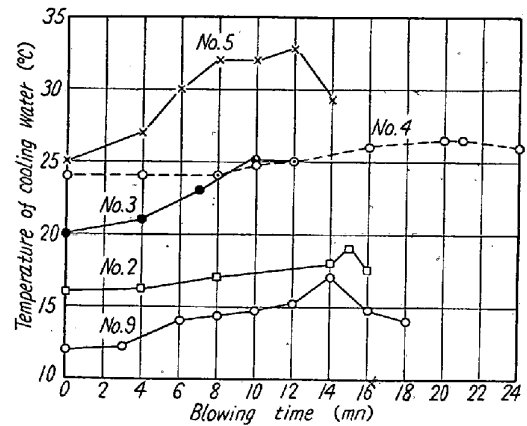


Fig. 4. Temperature increments of cooling water during blow.

一方全吹精試験を通じ、冷却水の温度上昇が一定の傾向のみ示したことは、生成永久耐火壁が冷却面の保護を確実に維持しているためと考えられ、水冷法を転炉に採用しても問題を起さぬといえる。とくに永久壁化した耐火層は生成鋼滓であることから、炉内の化学作用に対する考慮はあまり重要なことではなくなり、熔解の酸性塩基性の区別もこの耐火層の性質にほとんど影響しないこともうかがえる。

以上本試験を通じ、前報で触れたように、耐火材の厚さを限定範囲に維持しうるだけの冷却を強制的に行なうことにより、耐火層を維持したまま充分吹精操作を行なうことができ、過去の極度に厚い裏張りを行なう転炉に生ずる各種の問題解決の緒口を見出せるものと信ぜられる。

IV. 総 括

以上小型横吹転炉を改造して水冷装置を付し、酸素吹精試験を行なつた結果を整理すると、つぎのように要約される。

1. 強制冷却法を適用した水冷小型転炉で酸精吹精を行なうと、相当広範囲の成分を持つ熔鉄から極軟鋼を製造することができる。

2. 水冷条件、熔鉄成分およびその温度などにより、吹精過程や吹精鋼に関して問題点もあるが、その過程で見られる現象は普通転炉と同じで、とくに低温、低珪素熔鉄でも酸素吹精では充分精錬操作ができ、また炉況は安定で火焰の変化も明瞭である。

3. 酸素吹精により、酸性操業でも相当の脱硫・脱燐が認められるが、脱燐には熔滓中に過量の鉄酸化物を形成させる必要がある。

4. 耐火壁を水冷することにより、裏張耐火壁が永久壁化され、水冷羽口の使用により浸蝕・熔損は完全に防止され、長時間の使用に充分堪え、寿命は大きく延長される。

5. 被覆保護層は酸性で 5~8 mm、塩基性で 8~11 mm の厚さを示し、水量に対するその温度変化がかなり小さい。その組織からすれば、この厚さが冷却効果のおよぶ範囲でしかも維持可能部分であることを示す。

最後に本実験の実施に当り、原料・副資材の御援助を与えて下さった富士製鉄室蘭製鉄所、日本電興小国製造

所ならびに井川鉄工所、また種々御教示を賜った前田元三氏、金森九郎氏；実験に加わられた本教室の諸兄に深謝する。

文 献

- 1) 佐藤良蔵, 田畑農夫: 鉄と鋼 42 (1956) 398
- 2) 佐藤良蔵: 鋳物 30 (1958) 3
- 3) S. V. Gebov: British Ceramic Abstracts 4 (1948), 132
- 4) C. E. Sims & F. L. Toy: Journal of Metals 4 (1950), 694
Sub Committee: Journal of Iron & Steel Inst., (1947) 155~157

軸受鋼中のA系非金属介在物の電子顕微鏡的考察*

出口喜勇爾**・西村 富隆**・須山 弘**

Electron-Microscopic Observation of A-Type Nonmetallic Inclusions in Ball-Bearing Steel.

Kiyoji Deguchi, Tomitaka Nishimura and Hiroshi Suyama

Synopsis:

A-type nonmetallic inclusions in ball-bearing steel were examined by an optical microscope, acid test and extraction method, however it was not easy to identify each inclusion by these methods. Therefore, the inclusions microscopically observed were extracted on carbon films and observed by an electron microscope, and then each inclusion was respectively identified by electron diffraction.

Moreover, to confirm the results obtained, the materials similar to these inclusions identified were composed experimentally and examined by an optical microscope, X-ray and electron diffraction.

In consequence, the following conclusions were obtained:

A-type nonmetallic inclusions in ball-bearing steel were classified into two groups. That is, the one belonged to such substance as α -cristobalite (α -SiO₂) + rhodonite (MnO·SiO₂) and the other as manganese sulfide (MnS) + iron sulfide (FeS) or manganese sulfide only. Therefore, it was supposed that the compositions of many silicate type inclusions in this steel were in coexisted range of SiO₂ and MnO·SiO₂ in MnO-SiO₂ system, and those of sulfide type inclusions in coexisted range of MnS and FeS or MnS range in MnS-FeS system.

Besides the nonmetallic inclusions above mentioned, there were a few inclusions which were composed from other components and could not be identified by electron diffraction.

I. 緒 言

軸受鋼中の非金属介在物はベアリングの寿命および音響効果に対して影響を与えるといわれているが、その際問題になるのは鋼中の全介在物量もさることながら介在

物の分布状態および種類であると考えられている。それゆえこれらの位置から問題となる非金属介在物だけを単

* 昭和 33 年 10 月本会講演大会にて発表

** 日本特殊鋼株式会社