

## 水冷酸素吹精転炉法の適用について\*

(強制冷却による永久炉壁式炉の研究—V)

佐藤 良蔵\*\*・田畑 農夫\*\*\*

## Application of Water-Cooling Method to the Oxygen Converter.

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

Ryozo SATO and Nofu TABATA

## Synopsis:

In previous reports, the authors reported the investigation on the permanent-wall-type furnace with compulsory cooling, and many advantages of this method confirmed through the experimental work.

Based on this investigation a new type of oxygen converter with all water cooling wall was designed and installed to estimate the possible applications of this method.

The results obtained were as follows: Application of water cooling method to the protection of all lining walls of oxygen converter was very effective and a permanent refractory layer formed by the slag at the surface of cooling plate was obtained under violent action of the streams of molten metal, slag and gas. As this lining was retained permanently during the blow, the operation was performed with great uniformity.

(Received 25 July 1963)

## I. 緒 言

酸素製鋼法の進展に伴い、耐火壁の問題がより重要に取り扱われる成行きは、既報に指摘したとおりであるが、問題解決のための試験報告を整理すると、すべてが冷却効果を浸食率の低下におき、耐火壁の寿命延長の期待範囲に止まっている。報告者は研究の目的をさらに効果の飛躍におき、耐火壁を自成鉍滓で形成させ、同時に生成層の保持によつて永久耐火壁を構成させ、一挙に耐火物の浸食問題を解決すべく、一連の試験を行なつた。

強制冷却法の基礎的研究および冶金炉への適用に関しては既述<sup>1)~3)</sup>のごとくで、特に、転炉製鋼法への適用試験の第一段階として、横吹き転炉に水冷装置を施し、純酸素による吹精試験を行なつた結果、主目的であるライニングの永久壁化を実証すると同時に、種々の成果を見ることもでき、それまで至難視されていた純酸素吹精を可能にする様式であることを明示することができた。

これらの結果から、今日、生産性その他のあらゆる角度から、製鋼法として最も普及すると目される上吹き酸素転炉に対しても、その応用施行の可能性を明示すべく本試験を取り上げた。以下試験の概要を概説する。

## II. 試験炉の試作

転炉に冷却装置を施行するに当たっては、施行範囲、

装置の構造、あるいは適資材の調査が主要課題となるが前述の横吹き転炉の試験結果から、現場の採用条件上の比較の点も考慮した試験を行なうべく、全面水冷式を採用した。なお試験設備の関係で、標準容量を50kgとして諸元の決定を行なつた。

## 1. 構造

構造の主要部分について説明すると、次のごとくである。

a. 主要寸法: 炉高は1000mm<sup>2</sup>、外径560mm、10mm鋼板製で、溶接は突合せ手溶接である。トラニオンの軸受間距離は830mmで、炉体は二分して作り、底部の取付け、取外しはコッター式を採用した。また出鋼口、試料採取口も取付けてある。

トラニオンは外径100mm、内径54mmの中空軸として、炉体からの熱伝導を考慮してジャケット型式とするとともに、配水管も兼用させるようにした。また熱膨張に備えて、軸受とトラニオン鏝間に5mmの隙間をとつた。

b. 炉体冷却装置: 冷却装置の構造と、適資材に関する資料を求めめるため、ステンレス鋼、普通鋼、銅の各

\* 昭和36年10月本会講演大会にて発表  
昭和38年7月25日受付

\*\* 秋田大学鉱山学部

\*\*\* 大阪製鋼株式会社、工博

板を試用し、炉を四分して扇形冷却函4コを取付け、炉壁全周を冷却するようにした。使用材料と板厚は次のとおりである。

冷却函番号	No.1	No.2, No.4	No.3
材質	SS-41	DCuP 2・0	SuS 7
板厚(mm)	4・5	8・0	4・0

これにランス用ポートとして、中空円筒形の銅製冷却函2コも取付けられた。

冷却水用配管は駆動側トランニオンから給水し、環状給水主管を経て各冷却函に給水されるようにした。排水は環状排水主管にまとめ、摺動側トランニオンを経て排水される。トランニオン端と冷却水配管との結合部を回転接手にし、グランドパッキングで漏水を防止した。

なお冷却各部品の水圧試験は  $4.5 \text{ kg/cm}^2$  のもとで行ない、局部的蒸気冷却試験実施の際の兼用も付加させた。組立て完了後の試験炉の全景を Photo. 1 に、また炉体構造の説明のため、全体組立図を Fig. 1 に示す。

c. 酸素吹込みランス： 冷却水は上水道から取る関係上、送水管の制約で、普通の上吹き用ランスを採用し得なかつたので、吹込み角度を  $60^\circ$  とした2種の型式のランスを試用した。いずれも銅板製で、L-ランスは  $7.5 \text{ mm}$  径の二重管冷却方式とし、S-ランスは外径  $45 \text{ mm}$  の邪魔板による縦二分の型式のものである。酸素吹込孔径は両方とも  $5 \text{ mm}$  である。これらは締付け用金具で、任意の位置に固定し得るようにした。

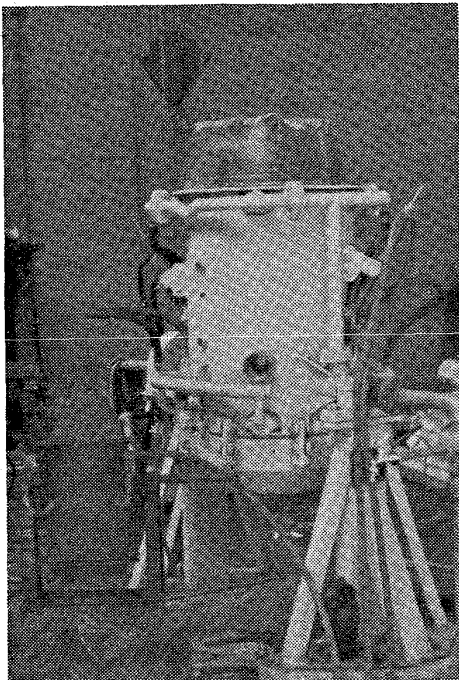


Photo. 1. The oxygen converter with all water cooling wall.

## 2. ライニング

使用耐火物の種別に関する溶損試験については、既報に詳細に報告したが、冷却面が小さいため、施行範囲の決定や、耐火壁構成上の材料解明のための資料を求めることが困難であった。本試験では、溶損経過に関する諸報告の結果の検討から、単純な比較結果は、精錬工程上の立場から必ずしも好ましいものといえないので、水套

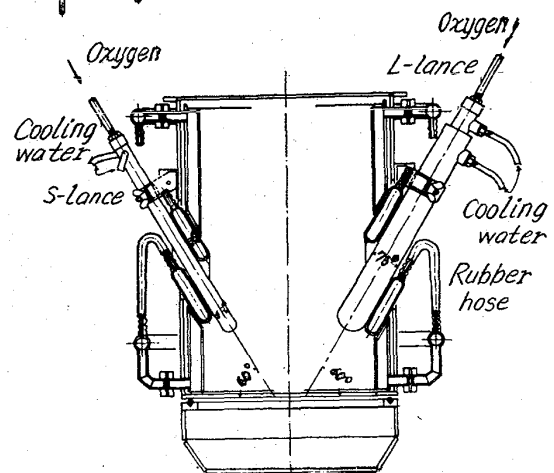
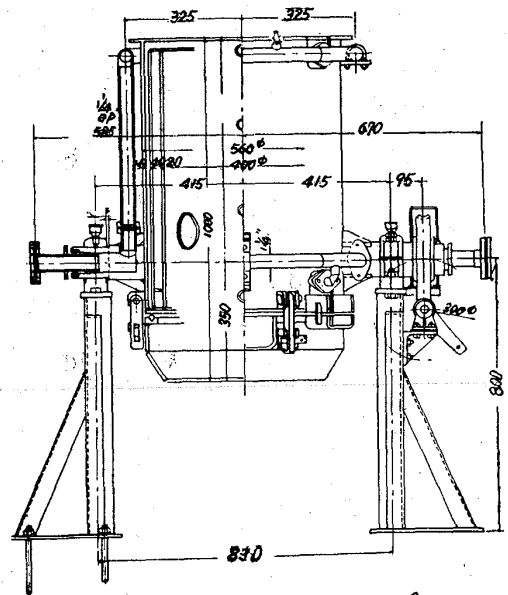
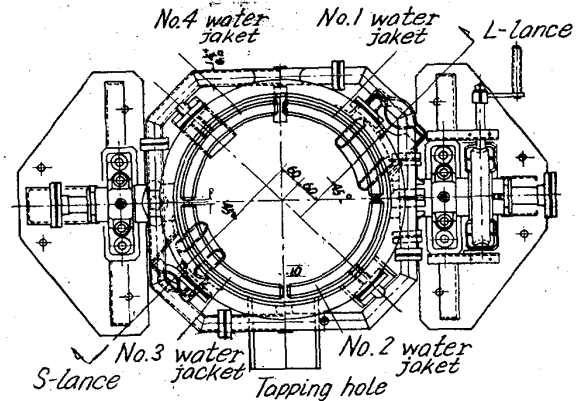


Fig. 1. Cross-section of the converter.

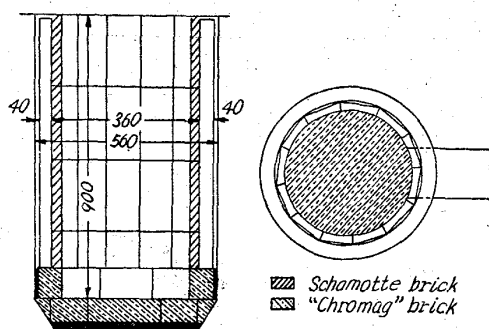


Fig. 2. Initial lining of the converter.

材料と冷却効果，それに耐火材の細合せによる水量一水温一残留層厚の関係を検討し，端的に本強冷却法の適応性を把握することに主眼をおき，最も浸食を受ける溶滓接触部にシャモット煉瓦を採用した。

すなわち，炉壁冷却面全面に普通シャモット煉瓦を40 mm厚に張り，目地用モルタルも同質のもので，耐火度はSK33である。このためライニング施行後の炉内径は360 mmとなった。

炉底部は，鉄板上に平炉用クロマグ煉瓦を80 mm厚に張り，側壁部や接合部には同質のモルタルを使用した。この部の耐火物の層厚は150 mm前後を予定したが，煉瓦の加工困難なことや，出鋼口の位置の関係で，作業操作を考慮して60~70 mmの低下となった。なお装入量の変動に対する処置として，炉底表面に~20 mmのモルタルでの上塗りも行なった。

また，炉壁の溶損経過の測定や生成層の強度試験用試料採取のため，炉底の取外しを行なった際は，湯溜り部側壁の修理が必要な場合もあり，これにはモルタルのみを局部使用するに止め，冷却面に使用したシャモット煉瓦は，本試験期間を通じ全然補修を行なうことなく，連続使用した。各種耐火物による追加試験は，モルタル状試料として，生成耐火層面上に局部的に張って行なった。初回のライニングの施行状態を Fig. 2 に示す。

### III. 試験の内容とその結果

#### 1. 吹精試験要領

吹精用溶銑は小型水冷キューボラ（内径 250 mm，能力 100~150 kg/hr）で溶製した。配合材料は鋳物用型銑（4.1% C，1.7% Si，0.44% Mn，0.13% P）を主とし，これに所要成分に応じて，鋼屑，吹精鉄屑を配合し，必要に応じてさらにフェロシリコン，フェロマンガンの添加も行なった。溶解作業は既報<sup>4)</sup>の結果に基づいている。使用受湯用取鍋の容量は 50 kg，溶銑の転炉装入は予定を変更して出鋼口から行なった。

転炉の予熱にはガスバーナーを使用した，能力が小さいため，吹精時までには 300~400°C しか加熱ができずこのため造滓用に前装入した石灰石は，全然未分解のままであった。

酸素吹込みランスはL-ランスおよびS-ランスを使用した，後述の理由から，通常操業からは簡易型のS-ランスのみを使用した。ランスは傾斜角度が60°で，湯面直径の1/4点を吹付け，溶体の旋回運動を期待した。湯面との距離調整はランスの上下移動で行なうようにした。吹精用酸素は酸素ボム3本を連結装置で直結し，調整器を経てランスに送入され，経路にはゴムホースを使用した。また途中に圧力計，流量計を取付けて酸素量を測定した。

炉内，炉壁温度の測定にはPt-Pt-Rh熱電対埋込高温計を，溶鋼，溶滓温度は光高温計とイメージジョンパイロメーターを併用した。冷却水量はコックで調節し，給排水温度は，管中の測定位置に挿入した寒暖計で読み取った。

吹精開始は溶湯装入終了と同時に，出鋼口を充填してから手で炉を直立する。吹精終了直前に溶鋼の温度測定を行ない，ついで出鋼口を開口して炉を傾斜させ，取鍋に溶鋼を受け，これを鑄型に注入した。吹精中には必要に応じて試料採取を行ない，石灰石，鉄鉱石，あるいはフェロシリコンなどの炉口からの投入添加も行なった。

#### 2. 試験結果

吹精試験回数は約500回におよび，試験経過から本報告に取上げた予備吹精と通常吹精は前半の約198回のデータに相当したものである。測定結果の記録例をTable 1に示す。試験は断続した個々独立した溶解，吹精試験と，同一溶解で数回連続吹精を行なったものがあり，1回の操業時間は2~6 hrであった。これらを以下の項目にしたがって説明する。

##### a. 予備吹精

この試験結果は表中にE符号で示した。すなわち，試験炉各部件の性能試験を含め，炉作動の正常化，ライニング作業の確誌，それに吹精諸条件のバランスに目的をおいた。記録からの内容の主要範囲を示すと，次のごとくなる。

予熱温度 220~370°C 酸素圧力 8~9 kg/cm<sup>2</sup>

溶銑温度 1200°C 使用酸素量 4.5~8 m<sup>3</sup>

吹精鉄温度 1480~1600°C 溶銑装入量 22~35 kg

試験結果を整理した結果，まず炉体，溶銑の低温と，酸素量の調節の不慣れのために反応の進行が不十分で，しかも生成鋼滓中に高率の鉄分が示された。吹精中，火焰は炉口付近にのみわずかに現われ，使用酸素量が多い

Table 1. Summary of

Heat No.		E-1	E-2	E-4	E-5	E-9	E-10	BF-17	BF-19
Metal charged	Weight kg Temperature (°C)	30 1210	35 —	45 1130	30 1200	— 1250	37 1200	22 —	45 1150
Type of addition weight (kg)		—	—	—	—	—	CaO 0.5	CaCO <sub>3</sub> 3.0	CaCO <sub>3</sub> 3.0
Duration of blow (min)		14.0	10.5	16.0	18.0	22.0	20.0	15.0	13.0
Volume of O <sub>2</sub> used (m <sup>3</sup> )		4.5	4.5	6.0	6.0	6.0	5.5	4.2	3.7
Analyses of metal charged (%)	C	4.08	//	4.18	4.00	—	—	3.97	3.56
	Si	1.53	//	1.69	1.50	—	—	0.95	0.66
	Mn	0.44	//	—	0.40	—	—	0.40	0.20
	P	0.128	//	0.091	—	—	—	0.150	0.230
	S	0.046	//	—	—	—	—	0.072	0.103
Analyses of metal blown (%)	C	3.03	3.30	3.50	2.30	0.30	1.00	0.04	0.09
	Si	tr	//	//	//	//	//	//	//
	P	0.125	0.132	0.088	0.090	0.075	0.009	0.041	0.080
	S	0.028	0.030	0.008	0.014	0.029	0.016	0.017	0.028
	Σ Fe	—	—	—	—	—	—	—	—
Analyses of slag (%)	SiO <sub>2</sub>	—	20.02	20.13	17.96	18.48	12.08	16.60	18.51
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	4.20	1.97	1.73	0.91	2.03	4.47	2.68
	CaO	—	1.86	—	2.44	3.98	4.27	8.62	11.43
	MgO	—	1.86	2.28	2.07	4.78	0.51	1.87	1.29
	Σ Fe	—	53.56	54.42	56.14	53.00	55.45	50.82	49.40
Tapped metal (kg)		24.0	31.0	35.8	23.0	21.0	32.1	19.3	40.0
Cooling water	Volume (l/min)	20.0	//	//	//	//	//	15.0	//
	Temp. rise (°C)	7.3	16.0	10.5	15.8	29.0	25.0	29.0	19.0

にもかかわらず、炉内温度の上昇が小さい。またランスに鋼滓が付着し、予定したランス位置の調節も、吹精初期で全く不可能になった。

以上の諸事項を検討した結果、次のような結論を導入し、それによつて、通常吹精試験実施のための手順を決定したのである。すなわち、溶銑温度はキューポラの能力や受湯量の関係から、吹精炉の容量、その冷却効果に対して不平衡なためとして、冷却効果を冷却水で調節すべく努め、ランスはS-ランス1本で十分なことがわかつたので、L-ランスを除いて、ポート前面にまでモルタル被覆を行なつた。さらに熱の放散を低減するとともに、作業の安定確保のため、炉口部の解放をやめて円錐型の蓋を取付けることにした。しかし、冷却水温の変化を水量一時間の関係から検討すると、既報の結果とよく一致し、その経過で炉壁の溶損状況が推察できた。温度変化の停滞が認められてから、炉の浸食状態を調査した結果 Fig. 3 に示すように、溶滓面の位置に、自成鋼滓による永久耐火壁化した残留層が、形成確保されていることが確認された。

残留層の厚さは 2~18mm で、最薄部では 2~5mm

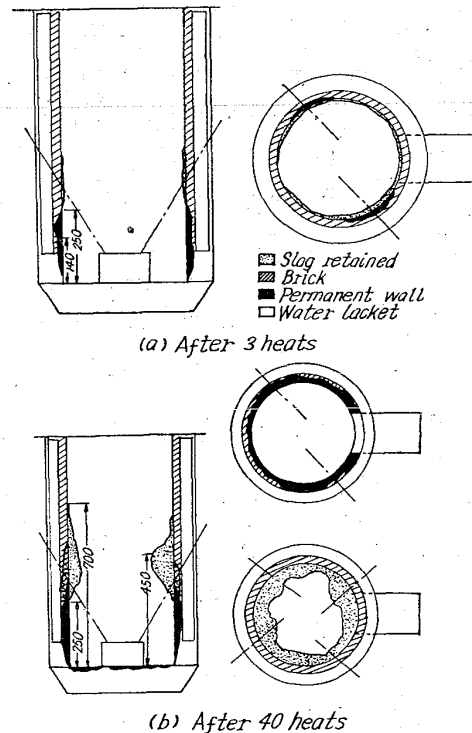


Fig. 3. Change of burnt profiles through the lining during testing period.

experimental data.

BF-22	BF-22A	BF-17A	BF-17B	NF-11	NF-19	NF-20	NF-31	BF-227	BF-228
25 —	— 1200	35 1280	35 1200	25 1200	35 1200	30 —	31 —	42 1200	35 —
CaCO <sub>3</sub> 3+1.0	CaCO <sub>3</sub> 2.0	ore+sand 1.5	CaCO <sub>3</sub> 1.5	CaCO <sub>3</sub> 2.0	—	CaCO <sub>3</sub> 2.5	CaCO <sub>3</sub> 1.0	CaO 2.5	CaO 2.5
15.0	8.5	5.5	9.5	12.0	12.0	12.5	7.5	9.5	9.0
—	2.8	2.2	3.2	2.3	2.8	3.0	2.8	3.0	3.0
3.95 1.95 0.33 0.315 0.071	3.85 1.81 0.32 0.298 0.074	3.05 0.98 0.23 0.222 0.121	2.88 2.00 0.40 0.125 0.115	3.95 2.10 0.35 0.331 0.070	3.75 0.98 0.30 0.115 0.104	3.91 1.28 0.35 0.305 0.093	2.98 1.42 0.47 0.135 0.113	3.58 1.40 0.53 0.099 0.080	3.78 1.58 0.44 0.100 0.07
0.02 tr 0.044 0.039	1.08 " 0.199 0.049	1.47 0.008 0.147 0.091	0.47 tr 0.084 0.033	0.015 " 0.069 0.053	0.004 " 0.105 0.043	0.035 " 0.112 0.047	0.03 " 0.049 0.042	0.14 " 0.003 0.02	0.15 " 0.003 0.03
15.25 2.70 14.20 2.33 45.29	16.38 2.33 7.49 2.81 52.49	27.49 1.87 0.53 1.43 40.39	17.49 2.12 18.02 2.25 42.45	26.39 0.44 17.88 2.43 46.02	38.90 1.37 7.20 0.44 36.62	28.51 2.10 18.51 2.39 34.15	21.81 2.16 15.89 1.49 42.46	19.45 3.90 29.95 1.77 36.06	20.91 3.44 26.83 1.98 22.89
28.0	23.5	32.0	33.0	20.0	29.5	29.5	29.0	37.5	31.0
9.5 10.5	" 11.5	" —	" —	12.0 19.0	9.5 13.5	" 19.5	— —	10.0 11.0	" 14.0

程度である。また溶損経過から、初期には試用金属冷却板の熱伝導の大小による影響がかなり明確に示され、伝導率の大きい部分の溶損率は小さいが、6~8回吹精後では、いずれの場合も残留層が少なく、これからの区別は全くできない。この事実、転炉への本法適用の可能性の裏付けを見出し、通常吹精試験の実行にふみ切った。

b. 通常吹精

上記の手順にしたがい、ランスの位置は約40mm低下し、頭蓋の付加により、高さが250mm増加した。炉口は150×200mmに縮小された。本試験では、2、3の溶解例を除き、装入溶銑の炭素含有率を固定し、他の諸成分に変化を与えるようにした。また吹精中の酸素条件の加減や、添加剤の影響についても調査した。

水量調節試験は水圧が低く、構造上の制約も加つて、予定の調査を果し得なかつたが、水冷効果の確認の点では、大きな支障とはならなかつた。

操業条件を整理すると、

装入溶銑量	25~45 kg
酸素圧力	8~9.5 kg/cm <sup>2</sup>
溶銑温度	1150~1250°C

使用酸素量	2.8~5 m <sup>3</sup>
吹精鋼温度	1520~1640°C
ランス用冷却水	4.5~5 l/min
炉体冷却水量	10~15 l/min
溶銑成分:	3.6~3.9% C, 0.6~2.0% Si, 0.2~0.4% Mn, 0.11~0.45% P, 0.06~0.11% S

試験結果例を Table 1 中 B, N 符号で示す。また同一番号のものは連続試験の場合のものを示す。吹精経過中の諸成分の変化を図示すると Fig. 4 が得られる。図に明らかなように、溶湯の変化は普通転炉操業の場合とならぬ差異はなく、成分に応じた送酸素調整を行なうだけで、比較的容易に軟鋼が溶製されている。炉況もむしろより穏やかに変化し、反応の進行状況と火焰の様相との関係もさらに明瞭で、終点判定も容易であつた。

脱炭経過を予備吹精のそれに比較すると、同一装入量に対する使用酸素量は25~35%減少し、逆に、脱炭率は20~30%から一挙に75~99%と増加している。吹精速度の短縮も横吹き転炉による場合よりも、かなり明瞭に示されている。

また脱磷経過に注目して、鋼滓組成を変化させるため

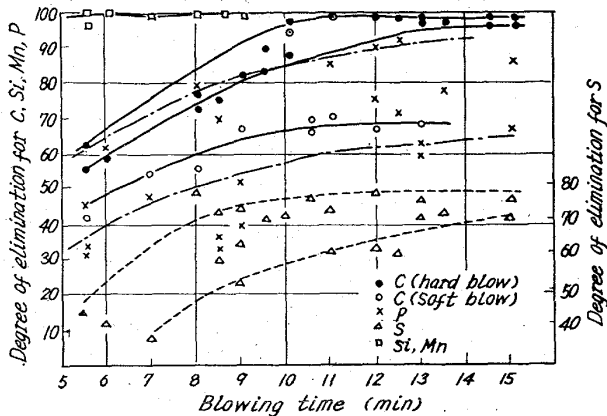


Fig. 4. Degree of elimination for C, Si, Mn, P and S in molten metal during blow.

造滓剤装入も行なつたが、酸性、塩基性の区別は、装入操作だけでよく規定することができた。すなわち、生成鋼滓の変化は配合率に依存し、吹精経過中に考慮される耐火壁の溶損分の影響をほとんど認めることができない。Fig. 4には、脱磷に主眼をおいた吹精時の脱炭経過を soft-blow として示した。

さらに、保有熱有無の相異についてA, Bの区別で示した連続操作例を取上げて考察すると、脱炭経過では、反応が著しく進行することが後者に明示されている。初回は、装入溶鉄が常に低温になり、Si, Mnなどの酸化熱も、炉壁その他の消費が大きいため、吹精初期の昇温は緩慢で脱炭反応の進行に時間を要する。酸素量を加減せずに続行すると、局部的過熱部分が認められ、周囲の生成鋼滓には異常なまで酸化鉄鋼滓分が多くなることもある。数分して溶滓の状況が良好になると、反応特に脱炭は次第に急激に進行し、この場合残留 Si 含有量が多いと、反応が爆発的に起り、相当量の溶鉄が炉外に噴出されることもあった。

これに対して次回以後の吹精では、吹精開始後短時間で脱炭反応の進行が現われ、以後の変化も順調で、炉況は安定したままで終点に達する。したがって、溶鉄の炭素含有率は時間のみで判定することができ、同時に他の成分の調整についても、これまで得られた結果と全く同一に取り扱うことができることもわかった。

本炉では水冷装置により、連続操作時の保温は主として炉床部および炉上部の耐火壁に蓄熱され、冷却部の炉壁の保有熱は無視し得る程度と考えられる。例えば、出鋼後の炉壁温度の低下状況を Fig. 5 に示したが、数分後には 700~650°C まで冷却され、残留耐火層の量も少ないのである。したがって保有熱の点から操業を見ると、連続操業は転炉操業の連続性の条件下では、かなり実質上良好な結果をあげることが予想出来る。

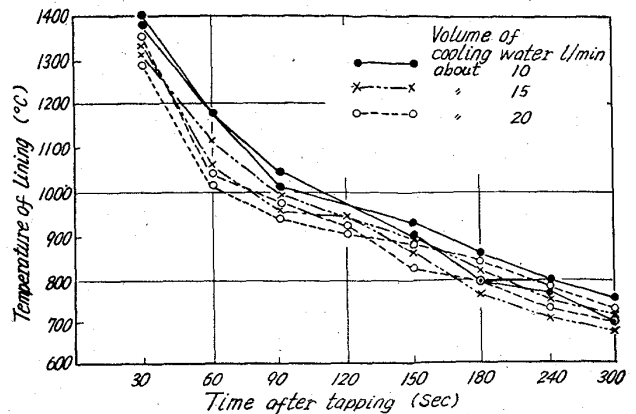


Fig. 5. Cooling curves of wall lining after tapping.

勿論、冷却の調節や予熱方法には、この結果に対応した考慮を払うことが重要で、これは作業全般からの検討に基く条件の把握によつて、はじめて確定されるものと思われる。

また、吹精中の溶鉄の温度測定を行なつたが、吹精後半では 1700°C 以上の値が得られている。同時に炉内ガス分析結果を見ると、酸素量が多い場合には  $CO : CO_2 = 9 : 1 \sim 8 : 2$  となり、かかる小型炉で水冷下にあつても、発生 CO ガスの一部を  $CO_2$  に燃焼され得ることも認められた。

以上、本炉における吹精経過を通じ、種々の成分範囲の溶鉄を使用したにもかかわらず、普通転炉と同一の経過を再現し、この結果をそのまま一般の大型炉に拡大して差支えないといえる。

### 3. 耐火壁の構成および維持

本試験では全面水冷型式の炉の採用に伴ない、構造上の問題や、形成される永久耐火壁の構成および保持の確実性などの実証が重要項目である。このため吹精操作ごとの浸食溶損状態の把握とともに、残留層形成に関する諸因子の関係も明示すべく努めた。

特に浸食溶損に果す鋼滓組成の役割が重要なことから、試験には鋼滓組成の大幅な変化を採用した。溶鋼による浸食は僅少で、クロマグ質煉瓦の採用で、浸食率は一層低下している。ただ使用条件が断続的なため、熱履歴が比較的急激だつたので、表層が剝離しやすく、湯溜部に溝堀れができて、操作上の困難をもたらす一因となるので、同質モルタルで補修を行なつた。

次に炉壁部の浸食溶損について述べると、結果は上述のように、本炉の場合にもこれまでと同様な経過で、自成鋼滓が冷却面に永久耐火壁層を形成し、無修理のまま繰返し吹精を続行し、既に回数 500 回をこえている。

炉壁の浸食溶損経過を回数に応じて図示すると Fig. 3

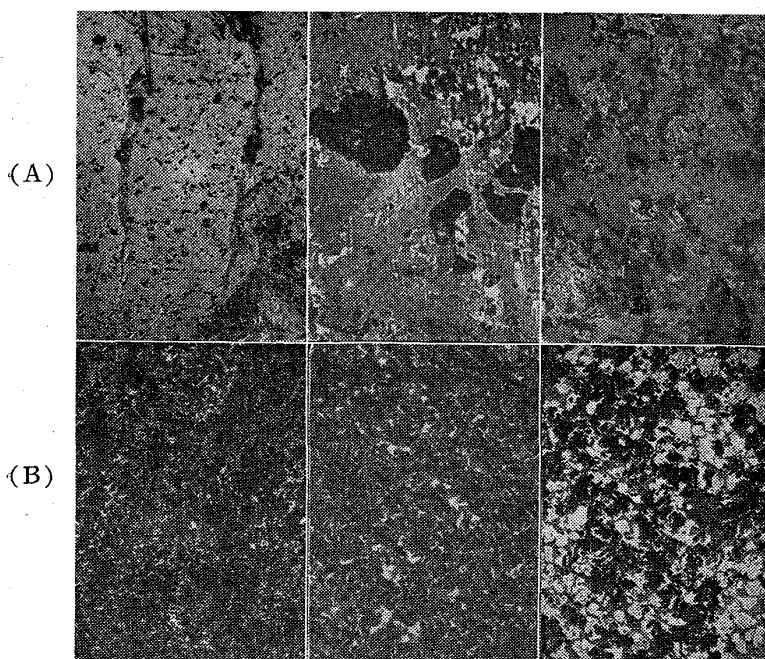
Table 2. Structure and thickness of the layer formed at each level (mm)

Structure	Slag	Vitrified and disintegrated	Transformed	Original
A	5~20	<0.5	—	—
B	35~40	20~25	—	5~10
C	<1.0	2.5~3.0	17~18	15~17

のごとくになり、残留耐火層は最薄部で 8~12mm の厚さで維持されていることが確認された。溶損度が吹精面からの距離で異なるので、残留層のマクロ組織からその構成を調査した。測定結果例を Table 2 に示す。

A, B 部では初回ライニングは完全に消失し、銅板冷却部の一部およびランスポート付近に多少基質のモルタルを見たが、使用回数を増すとこれも消失する。これに対し、C 部ではかなり浸食がおこれて基質部が多く、その組織変化はかなり緩慢な浸食経過を呈示する。A, B 部を比較すると、滓化層厚に著しい差異が示され、A 部がほとんど自成鋼滓のみの組織であることから、冷却面に維持される永久壁化層は、自成鋼滓が形成することを明示している。これは既報に示したと全く同一の結果で壁の形成ならびにその維持に関する機構は、操作に区別なく同一と断定することができ、この点は大型炉に拡大しても、かかる機構に基く永久耐火壁の形成が果されるものと信ずる。

耐火壁の形成は冷却効果に加えて、生成鋼滓の性状も主要因子の一つであり、この点からの関係も調査した。



(A) Chrome-magnesia brick (B) Plastic material

Photo. 2. Microstructure of the permanent wall layer

冷却効果との関係は後報で詳述するが、鋼滓の付着状態は温度分布の関係に対し、かなり明瞭な結果が示される傾向が認められるが冷却効果を限界以上にしたので、鋼滓組成の変化による冷却感度を求めるにはいたらなかった。

Photo. 2 には、塩基性耐火物としてクロマグ質を使用した場合の耐火壁層の組織を示す。材料に応じた差異が見られるが、概して融点の高い材料程残留基質部が多い。また生成鋼滓と基質との組織に開きがある程、両者に未反応組織が部分的に存在し、反応が接触部に限定されていることがわかる。かかる組織を呈示する部分は、熱履歴に対して比較的剝離しやすい傾向を示す。

さらに、組織の検討からの浸食作用におよぼす鋼滓組成の影響は、酸性、塩基性の区別他に、本試験でも酸化鉄の挙動が目立つ。滓化部では、珪石質耐火物中の石英粗粒が溶融生成物によって完全に充填され、その間に酸化鉄がかなり内部にまで浸入しているのが認められる。クロマグ質の場合には、この浸入限界が基質部と滓化部の接触部にあり、しかも未溶融組織部の表面に酸化鉄が凝集している。すなわち、転炉のように高度の酸化鉄含有鋼滓が生成する場合、この酸化鉄の浸食反応における挙動が、かなり重要な役割りを果たすものと考えられる。

永久耐火壁構成後の最薄部の組織は Fig. 6 のごとくである。冷却面との接触部には、吹精前の鋼滓組成の組織が 1mm 位の厚さで残存し、ついで微密層、多孔質層が全層の約半分を占め、これから炉内側は硝子状組織に変わり、表面層はチル晶を呈示している。各組織層は生成鋼滓の組成や冷却効果により、層厚に差異を示すが、層の配列順はいずれの吹精試験でも同一である。この配列順からも実際の吹精過程では、冷却面を被覆する鋼滓層が、常に生成鋼滓によって置換され、これが次の耐火壁の役割りを演ずることは明らかで、層厚の差異に冷却効果が反映している。

かかる結果を総合すると、冷却面と炉内状況間の冷却効果に応じ、残留耐火壁と生成鋼滓との接触部に、凝固相を含む溶融開始部分に相当する半溶融状態が存在し、この面で温度平衡が維持されるにいたつて、溶損が停止するとする基礎概念を確認出来るものと信ずる。しかもかかる状態下では、粘性を増加した半溶融状態の鋼滓が、表面に接する鋼滓と残留層の中間に位置する形であるため、浴の運動その他溶損を促進

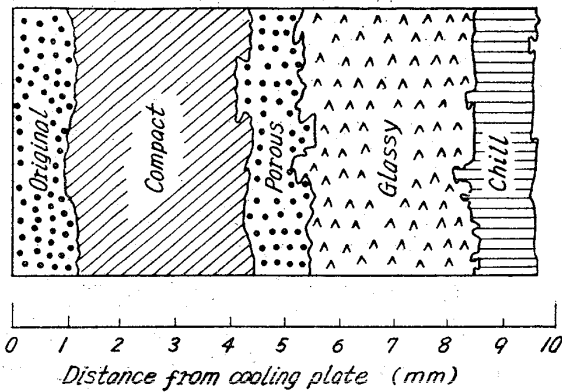


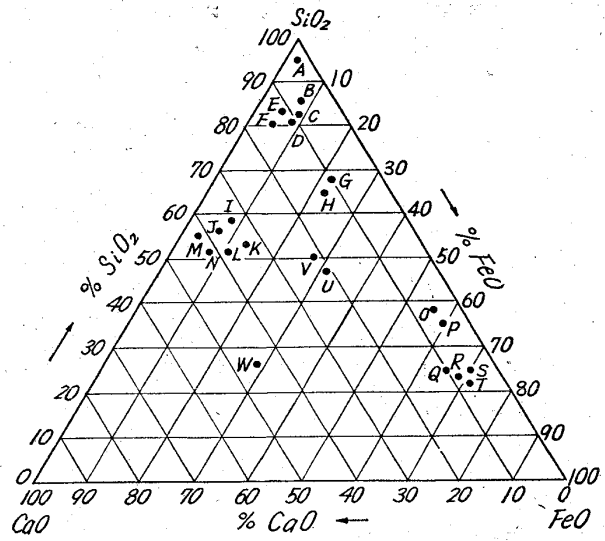
Fig. 6. Macrostructure of the permanent wall layer.

する作用に対し、一種のクッションともなり、これがプロフィールを一定にするため、炉況がより安定な結果を生み出すとも考えられる。

一方生成耐火壁層がライニングの役割を果すことから、その耐火物としての強度の比較を行なつて見た。前述のように、生成耐火壁層は形成位置で層厚が変化し、組織にも差異があるので、強度試験に不相当である。そこで一面急冷採取器に溶滓を採取し、壁層試料も合せて耐圧強度を測定し、相対数値を求めた。測定結果例を組成に応じ、FeO-CaO-SiO<sub>2</sub>系として示すと Fig. 7のごとくである。これでは鋼滓試料がいずれも、珪石やシヤモット煉瓦よりかなり高い値を示す。またCaO-SiO<sub>2</sub>系では組成による強度変化は割合小さいが、FeOが加わると強度が増加し、SiO<sub>2</sub>-FeO系では増加が著しい。

IV. 総 括

以上、強制冷却法の純酸素転炉への適用を目的として小型全面水冷式転炉を試作し、同炉による吹精試験を行なった結果、主目的の同法の転炉への適用の可能性が実証され、吹精過程に形成される攪乱運動、高酸化性鋼滓、進行中に得られる高温などの条件下でも、永久耐火壁層の形成と維持が可能である。冷却操作も単純で、吹精経過も普通転炉とならぬ差異はなく、むしろ炉況の



Sign	Strength	Sign	Strength	Sign	Strength
A	130	I	415	Q	446
B	270	J	266	R	596
C	232	K	243	S	787
D	235	L	252	T	429
E	242	M	235	U	502
F	236	N	260	V	488
G	212	O	373	W	436
H	230	P	428		

Fig. 7. Relative strength of coating material.

安定度が向上する。

試験では装入溶銑成分を広範囲に変化させたにもかかわらず、耐火壁の浸食を無視できるので、反応の進行調節が容易となり、これを通して、操業の合理的管理の可能性も予想できる。

耐火物の点でも原単位はとるに足りぬ数値となり、修理時間の不要も加つて、生産性や経済性の有利性を指摘できる。

文 献

- 1) 佐藤, 田畑: 鉄と鋼, 42 (1956) 5, p. 398
- 2) 佐藤, 田畑: 鉄と鋼, 45 (1959) 7, p. 699
- 3) 佐藤, 田畑: 鉄と鋼, 45 (1959) 11, p. 1255
- 4) 佐藤: 鋳物, 30 (1958) 3, p. 152