

Fig. 5. Variation in ΔO and (T.Fe) after finishing of oxygen injection.

後に最小値となり、その後はやや増加の傾向を示している。すなわち ΔO においては約 15 分後に最小値となるのに対し (T.Fe) は 30~40 分後までも減少を続ける。これは酸素吹精後鋼浴の脱炭反応によつて ΔO は比較的急速に減少するが、スラグ中の (T.Fe) は鋼浴の ΔO の減少に伴つて緩慢に減少するためであろう。

III. 結 言

以上、平炉における精錬過程のいろいろな条件が溶鋼酸素にどのように影響するかについて調査した結果を述べた。精錬作業に当つてはこれらの現象を考慮に入れて、脱炭をスムーズに行ない精錬末期に高温で必要以上長い時間おかぬよう注意し、酸素吹精を効果的に管理し差物またはブロッキングあるいは出鋼の時期などを決定すべきであろう。

(57) 塩基性平炉鋼浴中の酸素について

日新製鋼南陽工場 藤岡 外喜夫
" 吳工場 松倉 隆

On the Oxygen in Molten Steel in a Basic Open Hearth.

Tokio FUJIOKA and Takashi MATSUKURA

I. 緒 言

平炉製鋼法は酸化精錬であるので溶鋼中の酸素の挙動を把握することは精錬上もつとも重要なことであり、したがつて溶鋼中の酸素量の測定方法や結果についてはすでに多くの報告がある。しかし、その結果は試料採取法の相違、操業方法の相違などにより必ずしも同じでない。われわれはポンプ法により塩基性平炉 (80 t, 100

t), 冷銑屑鉄法 (混銑率 30~40%) による溶鋼中の酸素について調査を行なつたのでここにその 2, 3 の結果を報告する。なお調査を行なつた鋼種、およびチャージ数を Table 1 に示す。

Table 1. Chemical compositions and numbers of charges tested.

Steel qualities	C	Si	Mn	Numbers of charges		Remarks
				Bath	Ladle	
Extra low-C	0.07 ~0.10	tr.	0.29 ~0.45	70	30	Rimmed
Low-C	0.14 ~0.22	tr.	0.42 ~0.66	40	50	Rimmed
Medium-C	0.26 ~0.55	0.28 ~0.34	0.51 ~0.77	20	—	Killed

II. 調査方法および分析法

溶鋼の酸素分析のサンプリング法は古くから研究されており、現在も学振 19 委員会で検討中でその方法は確立されるにいたつていない。しかし、われわれはもつとも広く用いられるスプーン汲取り鑄型内キル法とポンプ法を比較検討し、ポンプ法が適当と考えられたのでこれを採用した。ポンプは中央ドアーより炉中に入れ、鋼浴中に約 10 秒保持したのち引き出して試料を採取した。試料は熔落、差物前 20 分、差物前を対象とし、必要な場合は適宜増やした。分析方法は諸種の方法を比較検討したがアルミナ蛍光法を採用し、これをアルミナ重量法、真空熔融法で適時チェックした。なお取鍋試料については Al を入れた鑄型に直接鑄込んだ。

III. 調査結果および考察

A. 溶鋼成分と酸素量との関係

1) 極軟鋼の場合 (a) [C]% と [O]% との関係: 溶鋼中の酸素量は鋼滓—溶鋼間の分配関係から決定される量と脱炭反応 $[C] + [O] \rightleftharpoons CO(g)$ の平衡から算出される量との中間にあるといわれている。実測した [O]% を [C]% に対しプロットすると Fig. 1 が得られたが矢張り上述の関係を示している。また [C]% の低下にしたがつて脱炭反応の平衡値に接近して行くことが明瞭である。

極軟鋼の Fe-Mn 投入前においては $C = 0.09 \sim 0.08\%$ でこれに対し [O] は精錬の良否でバラツクがその範囲は大凡 $0.04 \sim 0.05\%$ である。(b) [Mn]% と [O]% との関係: $[Mn] + [O] \rightleftharpoons (MnO)$ の反応が有り、かつ平炉ではこの反応は比較的平衡状態に有るといわれている。実測値から [Mn] と [O] との関係を求めると $r = -0.491$ * $n = 44$ で有意な相関が認められた。

(c) [C]% [Mn]% および [O]% との関係: 上述

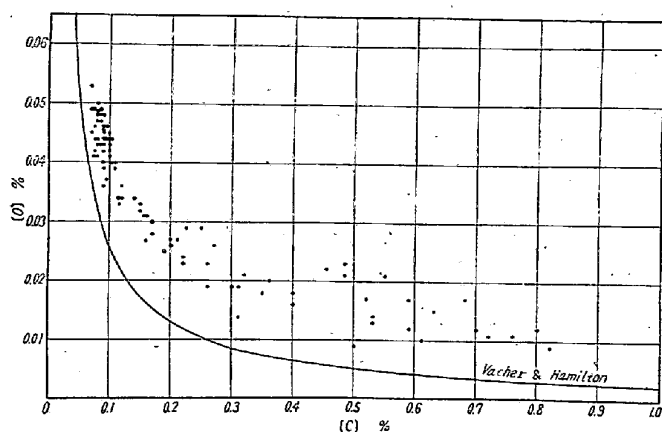


Fig. 1. Carbon-oxygen relationship.

の [C]-[O], [Mn]-[O] のほかに [C] と [Mn] とは相伴なつて低下してゆくことが認められたのでこの重相関を調べた。その結果つぎの実験式を得た。

$$[O]\% = 0.0713 - 0.205[C] - 0.069[Mn]$$

精錬および造塊で現場的に精錬良好と認められる湯は $[O]\% = 0.045$ であるのでこのときの [Mn] は 0.14% 以上が必要となる。

2) 軟鋼の場合 (a) [C]% と [O]% との関係: Fe-Mn 投入前における [C]-[O] の関係はつぎのごとく明瞭な相関関係にある。

$$[O]\% = 0.041 - 0.0635[C] \quad r = 0.416^* \quad n = 27$$

(b) [Mn]% と [O]% との関係: Fe-Mn 投入前における [Mn]-[O] の関係は $r = -0.091$ $n = 30$ で相関関係は認められない, また [C]-[Mn] の関係についても同様である。

3) 中炭素鋼の場合 (a) [C]% と [O]% との関係: ブロッキング直前の [C]-[O] の関係については [O] は [C] によつてほとんど決つてしまうことが判る。(b) [Mn]% と [O]% との関係: ブロッキング直前の [Mn]% と [O]% の平衡値からのズレ $\Delta[O]\%$ との関係を見た, 試料数が少ないのでとくに検定はしなかつたが [Mn] が低くなれば [O] が増す傾向があるようである。

B. 鋼滓成分と酸素量との関係

1) 極軟鋼の場合 Fe-Mn 投入前の [O] 量と鋼滓の塩基度, T.Fe との関係はつぎのとおりである。

T.Fe と [O]% の間には直線的比例関係が有るが CaO/SiO_2 と T.Fe との関係が $\text{CaO/SiO}_2 = 5$ 以上で T.Fe の増加の割合が鈍くなるので CaO/SiO_2 と [O] との関係も $\text{CaO/SiO}_2 = 5$ 以上では横這いの形になつてしまう。しかし $\text{CaO/SiO}_2 = 5 \sim 7$ というようなことはむしろ異状なので普通 $\text{CaO/SiO}_2 = 3 \sim 5$ が常態と考えら

れている。この範囲では CaO/SiO_2 と [O]% との関係も比例的関係が認められる。

前述したようにこの鋼種のこの時期の [O]% と [Mn] % とも明瞭な相関関係にあるのでここで [Mn] (T.Fe) および [O] の 3 者の間の重相関を検定しつぎの実験式を得た。

$$[O]\% = 0.0612 - 0.00204[Mn] + 0.00064(T.Fe)$$

すなわち, [O]% は熔鋼中の Mn% と鋼滓の T.Fe から推定することができる。一方鋼滓の脱炭能力については $\text{CaO/SiO}_2 = 3.8$ 程度で充分であるので低い [O] を得るには $\text{CaO/SiO}_2 = 4.2$ 以下 T.Fe = 20 以下が望ましい。

2) 軟鋼の場合 塩基度, T.Fe, [O] 相互間の相関関係を調べると CaO/SiO_2 と T.Fe, T.Fe と [O] % の間にはそれぞれ明瞭な相関関係が認められた。しかし CaO/SiO_2 と [O] % の関係は $r = 0.345$, $n = 29$, $\alpha = 5 \sim 10\%$ で有意という結果しか得られなかつた。

3) 中炭素鋼の場合 塩基度, T.Fe, $\Delta[O]\%$ の相互の間の相関係数を調べた。塩基度と T.Fe にはその関係を認めたが他については實際上相関関係は認められなかつた。

C. 熔鋼温度と酸素量との関係

極軟鋼については $r = 0.384^{**}$, $n = 58$, $[O]\% = 0.0001047(^\circ\text{C}) - 0.1212$ という結果が得られたが軟鋼, 中炭素鋼については一応正の相関関係はうかがわれたがはなはだ不明瞭であつた。唯いずれの場合でも温度上昇により酸素量は増加しておりこの現象は熔鋼の温度上昇により酸素の溶解度を増すことによるものと思われる。しかし, 精錬自体を高温で行ない, かつ塩基度が低く保たれば Mn の戻るような精錬となり [O] % の低い湯が得られる。

D. 脱炭速度と酸素量との関係

1) 極軟鋼の場合 熔落から差物までの精錬全期間の平均脱炭速度と Fe-Mn 直前の [O] % との相関関係を検定すると $r = -0.384^*$, $n = 26$ すなわち, 脱炭速度の速い方が [O] % の少ないことを示している。しかしこの平均脱炭速度は熔落 C% との間につぎのごとき正の相関関係が有る。 $r = 0.813$, $n = 27$ すなわち, 熔落 C% を高く, 脱炭速度を早くしてやる, つまり十分に沸騰精錬してやれば [O] % は低くなることを示している。

2) 中炭素鋼の場合 鋼浴 [O] % の平衡値からの差 $\Delta[O]\%$ と平均脱炭速度との関係はまったく関連性を認められなかつた。さらに精錬末期の脱炭速度と

$\Delta[\text{O}]$ % との間で脱炭速度が大になれば $\Delta[\text{O}]$ % も大きくなるという傾向が認められた。

3) 軟鋼の場合 平均脱炭速度, 末期脱炭速度ともに鋼浴の酸素量との相関関係は認めることができなかった。

E. 取鍋熔鋼の酸素量

1) 極軟鋼の場合 取鍋下の熔鋼について $[\text{C}]$ % と $[\text{O}]$ %, $[\text{Mn}]$ % と $[\text{O}]$ %, $[\text{C}]$ % と $[\text{Mn}]$ % の間におのおの有意な関係が得られ $[\text{C}]$ $[\text{Mn}]$ $[\text{O}]$ の重相関関係を検定してつぎの結果を得た。

$$[\text{O}] \% = 0.0710 - 0.262[\text{C}] \% - 0.036[\text{Mn}] \%$$

この式から $[\text{C}] = 0.08 \sim 0.09$ の適当酸素量を $0.035 \sim 0.030\%$ とすると, $[\text{Mn}]$ % は $0.40 \sim 0.35\%$ ということになる。

つぎに差物前の熔鋼温度との関係については次式が得られた。

$$[\text{O}] \% = 0.000056(^\circ\text{C}) - 0.0531$$

$$r = 0.361^* \quad n = 29$$

2) 軟鋼の場合 $[\text{C}]$ %, $[\text{Mn}]$ % と $[\text{O}]$ % の相関関係の検出を企てたところ $[\text{Mn}]$ % と $[\text{O}]$ % の間に $r = -0.475^* \quad n = 48$ が認められたが $[\text{C}]$ % との関係は認められない結果となつた。

この原因は出鋼後取鍋で加えられる加炭剤の影響が大きいと思われた。

IV. 結 言

以上ポンプ法で採取した試料によつて熔鋼の酸素を調べた結果, 良好な湯を得るためには適当な塩基度で高温精錬を行なうこと, すなわち, いわゆるマンガンの戻るような精錬が良いことを確認した。

(58) 150t 傾注式平炉における P の挙動について

富士製鉄釜石製鉄所

大貫富蔵・○阿部泰久・千原圀典

On the Behavior of Phosphorus in the 150t Tilting Open Hearth Furnace.

Tomizō ŌNURI, Yasuhisa ABE and Kunisuke CHIHARA.

I. 緒 言

製鋼作業において脱磷, 復磷の問題はきわめて重要であるが, 原料事情の良好なことから現在ではとくに脱磷作業を重視していない状況である。一方鋼浴における P

の挙動についてはその大要が知られているにすぎず, 細部にわたつては実験室的研究も一致していない。今回は平炉製鋼作業の P の挙動のうち復磷現象に主眼を置き, あわせて脱磷現象についての若干の検討結果を報告する。

II. 試 験 要 領

150 t 塩基性傾注式平炉において, $\text{C}: 0.15 \sim 0.25$ の中炭素キルド鋼について, つぎのごとき要領によつて試験を行なつた。

1. 炉内脱酸剤

炉内脱酸剤はつぎの 2 とおりとする。

a. Si-Mn 300 kg / 150 t steel, Fe-Mn 700 kg / 150 t steel, 2 鍋出鋼前にさらに Fe-Mn 150 kg 添加。

b. Si-Mn 600 kg / 150 t steel, Fe-Mn 700 kg / 150 t steel, 2 鍋出鋼前にさらに Fe-Mn 150 kg 添加。

2. 精錬温度

精錬温度は高温精錬, 低温精錬の 2 とおりとし, 出鋼温度は一定温度 (1585°C) を目標とした。

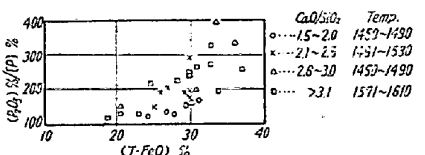
3. 銑鉄配合率

銑鉄配合率は 60% とした。

III. 試験結果と考察

1. 溶解, 精錬期の $\text{P}_2\text{O}_5/\text{P}$ の推移

脱磷率 $\text{P}_2\text{O}_5/\text{P}$ は溶解期において, 塩基度の増加とともにしだいに上昇し, 溶落ち付近の塩基度約 3.0 以上になると鋼浴酸化力に支配されるようである。精錬期の塩基度約 3.0 以上では (T.FeO) の増減と $\text{P}_2\text{O}_5/\text{P}$ の増減は比較的よく一致する。塩基度約 3.0 以上においても (T.FeO)



の増加にしたがって $\text{P}_2\text{O}_5/\text{P}$ の上昇する関係を Fig. 1 に示す。平炉作

業で調節可能な範囲の温度変化は $\text{P}_2\text{O}_5/\text{P}$ に大きな影響を示さず, 塩基度, 鋼浴酸化力の影響が大きい。

2. 炉内脱酸による復磷現象について

炉内脱酸による復磷現象は炉内脱酸前 $\text{P}_2\text{O}_5/\text{P}$ と脱酸による $[\text{O}]$ の減少に影響を受ける。塩基度については脱酸後も約 3.0 以上を保持している場合, 問題はないと考えられる。炉内脱酸前 $\text{P}_2\text{O}_5/\text{P}$ との関係は Fig. 2 に示すとおりで, 復磷防止の点からは $\text{P}_2\text{O}_5/\text{P}$ を 200 以