

669.184.244.66:669.184.235

Table 2. Total oxygen consumption and blowing time.

	Iron ore kg/C. T	Gaseous oxygen consumption Nm <sup>3</sup> /C. T	Blowing time min/ch
S.O. method	27.2	50.6	21.2
S.L. method	6.4	50.2	22.7
M.O. method	32.0	53.8	20.3
M.L. method	9.3	52.5	21.7

(Grade B)

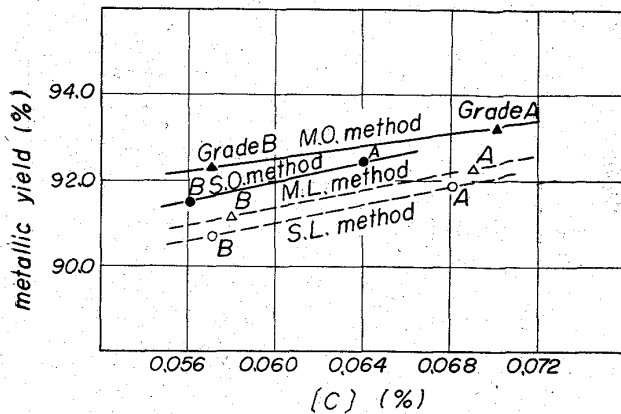


Fig. 4. Relation between cooling methods and metal yield.

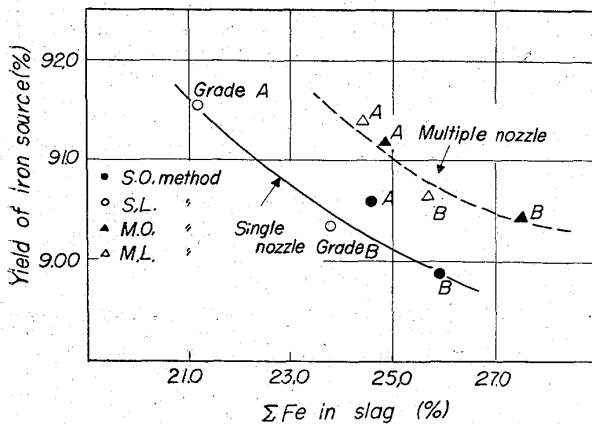


Fig. 5. Relation between  $\Sigma Fe$  in slag and yield of iron source.

吹錬に必要な供給ガス酸素量および鉄鉱石の酸素をも含めた供給酸素量については以上のごとくであるが、吹錬時間については送酸速度を考慮に入れねばならない。当水江転炉ではシングルノズルおよびマルチノズルの送酸速度はそれぞれ 11100, 12050 Nm<sup>3</sup>/hr である。この場合の各吹錬方法の吹錬時間を同じく Table 2 に示す。すなわち、鉄鉱石冷却法の場合が石灰石冷却法の場合よりも 1.5~2.0min/ch 程度吹錬時間が短くなる。

2.3 副原料使用方法の製鋼歩留りにおよぼす影響

鉄鉱石は酸素の供給源であるとともに鉄分の供給源でもある。したがって、鉄鉱石の使用量が増加すれば、見かけの出鋼歩留りは上昇することは容易にうなづかれる。

Fig. 3 (a)および(b)はシングルノズルおよびマルチノズルにおける鉄鉱石使用量と出鋼歩留りの関係を低炭素鋼種(B)について示したものである。Fig. 4は各吹錬方法の出鋼歩留りを(A), (B)の2鋼種についてそれぞれ平均値で示したものである。Fig. 4とFig. 1とを比較してみると鋼液中  $\Sigma Fe$  が高くなる吹錬方法程、出鋼歩留りも高いという逆相関が見られる。しかしながら、これらの出鋼歩留りは鉄鉱石の鉄分を無視したみかけの歩留りであるので、鉄鉱石の鉄分を主原料に含めた場合の出鋼歩留り(仮りに鉄分歩留りと呼ぶ)を考えねばならない。

Fig. 5にこの鉄分歩留りと鋼液中  $\Sigma Fe$  の関係を鋼種AおよびBについてそれぞれの平均値で示す。すなわち鉄分歩留りは鋼液中  $\Sigma Fe$  が高い程低くなる。すなわち鉄鉱石冷却法よりも石灰石冷却法の方が鉄分歩留りは高い。また同一の  $\Sigma Fe$  ではマルチノズルの方がシングルノズルよりも歩留りは1%程度高い。それはマルチノズルの方がシングルノズルよりも噴出が少ないという点から生じたものと考えられる。なお、鉄鉱石中の鉄分の歩留りは以上の結果からシングルノズルで50~60%, マルチノズルで60~70%である。

3. 結 言

純酸素転炉においては低炭素鋼を吹錬する際には、鉄鉱石冷却法よりも石灰石冷却法の方が鋼液中  $\Sigma Fe$  を低く保てるが、一方、石灰石冷却法は鉄鉱石冷却法よりも吹錬時間が長くなり、また、いわゆる製鋼歩留りも鉄鉱石冷却法よりも低い。しかし、鉄鉱石の鉄分をも考慮に入れた鉄分歩留りについては鋼液中  $\Sigma Fe$  の低い石灰石冷却法の方が高く、また、マルチノズルの方がシングルノズルよりも1%程度高くなる。以上の点から実際操業にこのいずれを採用するかは、その工場およびその時点での客観状況によりおのずから定まってくる。

文 献

- 1) 松岡他: 鉄と鋼, 51 (1965) 4, p. 722.

(82) 転炉吹錬中の諸成分の挙動について

川崎製鉄, 千葉製鉄所 岡崎 有登 技術研究所

○松野 淳一・岡野 忍

Refining Process of LD-Steel Making.

Arito OKAZAKI, Dr. Jun-ichi MATSUNO and Shinobu OKANO.

1. 緒 言

最近の転炉は多孔ノズルの採用などによつて、操業上のトラブルなしに使用酸素流量増量による能率向上が可能となつた。われわれは酸素流量を増して吹錬時間が短縮された場合の精錬反応に関する知識を得るために、特殊サンプラーによる吹錬中炉内試料の採取を行ない、諸成分の挙動について調査したので、その結果を報告する。

調査ヒートは通常作業時の16ヒートで、吹錬条件によ

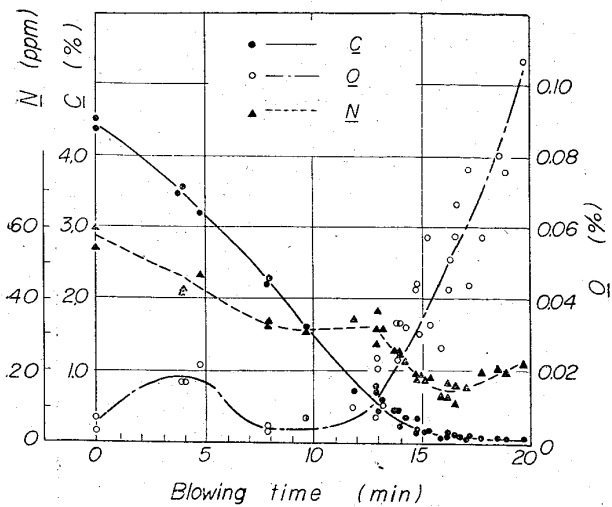


Fig. 1. Behaviors of  $C$ ,  $O$  and  $N$  in blowing group  $C$ .

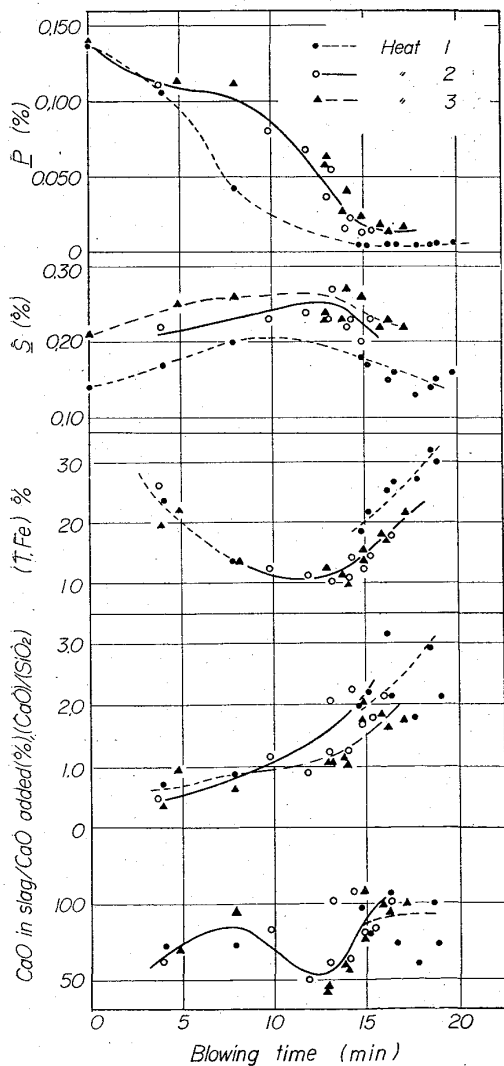


Fig. 2. Behaviors of  $P$ ,  $S$ ,  $(T. Fe)$ ,  $(CaO)/(SiO_2)$  and ratio of  $CaO$  in slag to  $CaO$  added in group  $C$ .

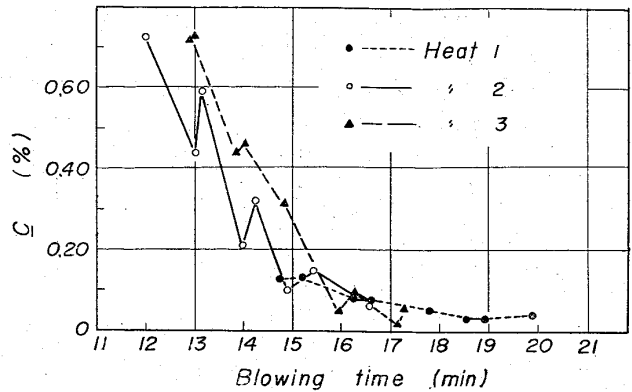


Fig. 3. Behavior of  $C$  in final stage of blowing of group  $C$ .

り次の3グループに分かれる。

Group	No. of heats	$O_2$ flow rate ( $Nm^3/min$ )
A	8	410~440
B	5	480~490
C	3	470

Group	Lance height (mm)	Nozzle
A	1500~1540	40~43mm $\phi \times 3$
B	1600~1700	"
C	1400	35 $\cdot$ 4 $\times$ 4

このうちCグループについては、末期 5 min の採取間隔を特に短かくしてサンプリングをおこなっている。

## 2. 諸成分の挙動

Cグループについての溶鋼中諸成分およびスラグ組成の挙動を Fig. 1 および 2 に示す。

C-C はかなりの低炭域までほとんど直線的に減少を続け、0.1% 付近にいたつて急激に脱炭速度の低下を示す。また Fig. 3 に見られるように、ほとんど同時採取を行なつた場合のサンプル間のバラツキが大きいことが認められ、炉内溶鋼の不均一さが示唆された。

O-脱炭速度最大の時期に最小値をとり、以後急激に増加する。

N-吹錬中期まで 30ppm ほど減少するが、Oの最少の時期すなわち脱炭が最も激しい時期には脱窒は停滞する。Oが増加しはじめると再び減少を開始するが、極低炭域では逆に増加する。

P-ヒート1においては末期を除いてほぼ一様に脱磷がおこなわれているが、ヒート2, 3では主として末期近くに脱磷が行なわれている。ヒート1は極低炭素鋼の吹錬で冷却材の投入が多く、途中の温度が低目に経過していると考えられ、またスラグ中(T. Fe)も高い。したがつて、通常ヒートではヒート 2, 3 のような挙動を示すと考えて良い。この場合中期における脱磷のみかけ上の停滞は、スクラップの溶解による稀釈を考えると、復磷が起こっていることになる。

S-吹錬中および最終のSはほとんど溶鉄Sによつて定まる。吹錬中期まではSは横這いあるいは復硫気味で脱硫は末期にのみ進行する。脱硫の始まる時期はスラグ中(T. Fe)が増加し、塩基度が上昇しはじめる時期に一致し、投入石灰の滓化が進むとともに脱硫が進行するこ

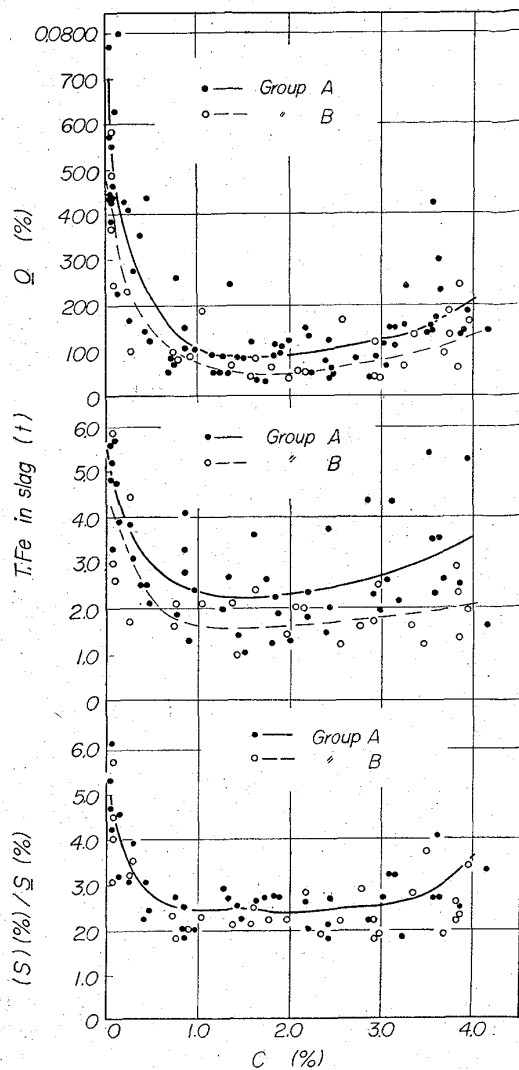


Fig. 4. Comparison of group A and B-1.

とを示している。

スラグ組成-スラグ中(T.Fe)は中期までは減少し、末期にいたって増加する。(T.Fe)最低の時期は脱炭速度が最も大きいO最低の時期とほぼ一致しているが、冷却材投入の多いヒート1の(T.Fe)が、他の2ヒートにくらべて高めであるにもかかわらず、Oではヒート間の差がないことから、溶鋼のOとスラグ中(T.Fe)の間には必ずしも一義的な関係が成り立つものではないことが推測される。塩基度は中期までほとんど一定で(T.Fe)の増加とともに上昇する。吹止時のスラグ量をCaOバランスから計算し、それをもとにして吹錬中のスラグ量をSiO<sub>2</sub>バランスから求めて、投入石灰の滓化率(=スラグ中CaO量/投入CaO量)の変動を調べた結果から、石灰の滓化は(T.Fe)の増加をまっつておこなわれることが明らかである。FeO-CaO-SiO<sub>2</sub>三元系スラグの融点から考えて、FeOが少ないうちはCaOが溶解しにくいことは当然で、上のような塩基度の挙動もうなづかれる。

### 3. 酸素流量の影響

酸素流量のことなるAグループとBグループにおける諸成分の挙動の比較を Fig. 4 および 5 に示す。

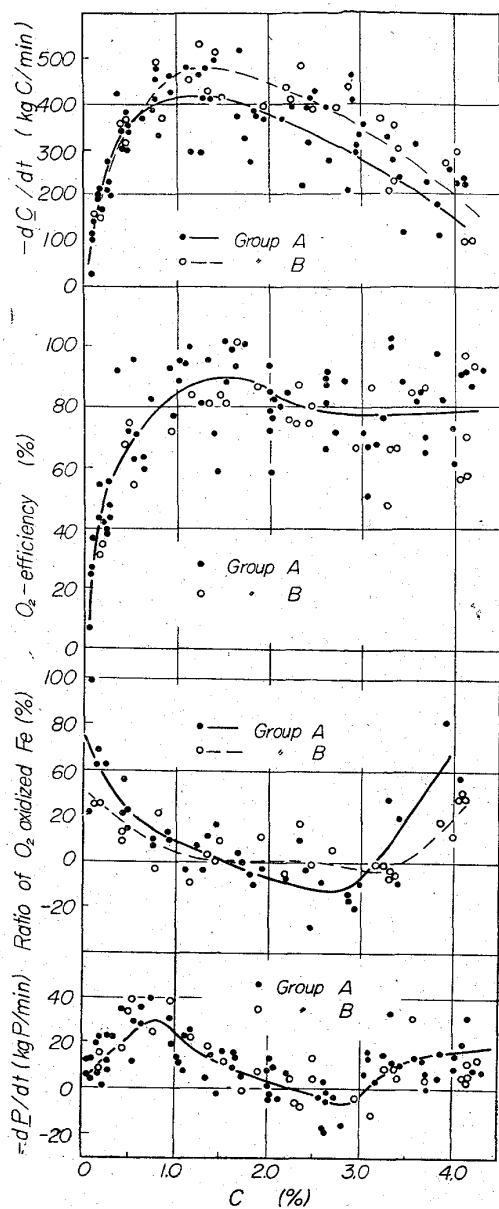


Fig. 5. Comparison of group A and B-2.

Oおよび(T.Fe)は酸素流量の多いBグループの方が平均して低目に経過しているのが認められる。(S)/Sについては差はない。

脱炭速度はC 1%前後までは酸素流量の多いBグループの方が、大体酸素流量に比例して大きく、以後差がなくなっている。酸素効率とはほとんど差がない。なお、脱炭速度、酸素効率ともにC 1%前後の時期に最大である。

供給酸素のうち、鉄の酸化に消費された酸素の割合は、初期および末期でBグループの方が少ない。中期ではスラグ中酸化鉄はむしろ還元されているが、これがちょうど復燐の起こる時期にあつている。脱燐速度における両グループの差は認められない。

### 4. 考察

酸素流量を増した場合、脱炭速度はC 1%の時期まではほぼ酸素流量に比例して大きくなり、酸素効率の低下

は認められない。したがつてこの期間の吹錬時間は、酸素流量に逆比例して短縮されることになる。C 1% 以下ではあまり明りようではないが、脱炭速度が変らず酸素効率が低下するように見られる。

吹錬中の鋼浴内は成分的に不均一な状態にあると考えられるが、これは脱炭が平炉におけるごとく、鋼浴内に一樣に気泡を形成して進行するものではなく、主にごく一部すなわち酸素ジェットの影響する火点近傍において激しく行なわれるものであることを意味する。このことは脱窒が脱炭反応の最盛期にむしろ停滞する事実によつても裏付けられる。なぜならば脱炭が主に気泡の形成によつて進行するのであれば、当然脱炭と脱窒はあい伴なつて起こるはずだからである。

一方 C が 1% 以下になると脱炭速度が低下し O が増加しはじめるが、上のような脱炭機構で考えると、これは反応域への C の供給が少なくなるためであり、この時期の脱炭反応を律速するのは C の移動速度ということになる。反応域への C の移動は反応域と主要部との C 濃度の差、および攪拌によつて定まると考えて良い。すなわち反応域の C 濃度を  $C_i$  とすると

$$-dC/dt = k(C - C_i)$$

のように書ける。k は物質の移動に関する係数で、攪拌が強いほど大きな値になる。この式から明らかなように同一 C レベルで脱炭速度が等しいならば、k が大きいほど  $C_i$  は小さくなる。いいかえれば、攪拌が良好ならば C 濃度の勾配が小さくても C の供給が順調におこなわれるから、反応域において C が極度に低下するという状態は起こりにくい。したがつて反応域における鉄の酸化はそれだけ少なく、O および (T.Fe) が吹錬中低いレベルに抑えられる可能性が大きくなる。

A, B 両グループの比較において、C 1% 以下では同一 C レベルでみて脱炭速度に差がなかつたが、簡単な計算から両グループの攪拌の強さを比較した結果、酸素流量の多い B グループの方がランス高さが高いにもかかわらず攪拌が強いと推測された。したがつて O および (T.Fe) の比較で B グループの方が低いという事実は上の考察を肯定するものである。

すなわち酸素流量を増した場合、ランス高さなどの条件が適当であれば鋼浴の攪拌が反応の進行に対してより適切なものとなり、O および (T.Fe) が低く経過するといえる。

なお、脱炭反応が主に火点付近での酸素ジェットによる直接酸化によつておこなわれるとしても、鋼浴中に気泡を発生しておこなわれる脱炭反応の存在も否定できない。脱窒が吹錬の末期に O が高くなつてから再び始まるという事実は、その割合が無視できないものであることを示している。

脱磷、脱硫については酸素流量の影響が認められず、またそれらの反応が主に脱炭速度に差のない吹錬末期におこなわれるので、酸素流量を増して吹錬時間を短縮しても、特に問題は生じないと考えられる。

### 5. 結 言

吹錬中炉内試料の採取によつて、酸素流量を増量した場合の諸成分の挙動を調査した。その結果酸素流量を増しても精錬上特に問題はなく、むしろ O, (T.Fe) は低

くなる可能性が大きいことが明らかとなつた。

### 文 献

- 1) 川名, 佐々木, 野中, 香月: 鉄と鋼, 49 (1963) 10, p. 1373

## (83) 純酸素転炉における屑鉄および冷鉄の溶解速度について

富士製鉄, 広畑製鉄所

大矢 竜夫・古垣 一成

松永 久・〇富永 忠男

工博 宮川 一男・野村 悦夫

### On the Melting Rate of Scrap and Cold Pig Iron in the LD Process.

Tatsuo OYA, Issei FURUGAKI,

Hisashi MATSUNAGA, Tadao TOMINAGA,

Dr. Kazuo Miyagawa and Etsuo NOMURA.

### 1. 緒 言

純酸素上吹転炉では、吹錬時間が短かく、また一般には燃料を使用しないために、通常の屑鉄配合率は 15~30% 程度である。当所において低溶鉄操作時に、屑鉄 20%、冷鉄 11% を使用した経験があるが、このように溶鉄配合率が低下すると、時として吹止後に冷鉄または屑鉄が未溶解のまま残存するのが認められることがある。未溶解の型鉄が残存する場合には、出鋼中にこれらの未溶解の一部あるいは全部が溶解して、取鍋成分では吹止成分よりも C 含有量が増加するなどの成分変動がある。このために、成分規格に不合格となることがあり問題となつた。そこで広畑 60 t 転炉の通常吹錬条件のもとにおける屑鉄と型鉄の使用量の限界値を知る目的で、ラジオアイソトープ  $^{60}\text{Co}$  による屑鉄および型鉄の溶解速度の調査を行なつた。ここにその結果を報告する。

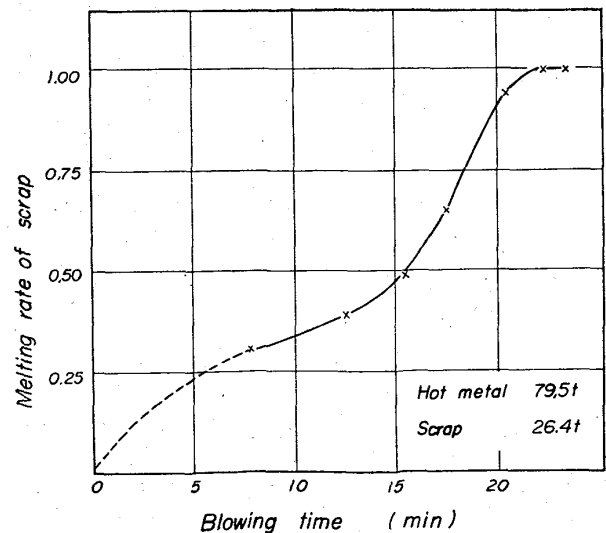


Fig. 1. Melting curve of scrap.