

一量だけ降下させても、溶液の降下状態によつて降下速度が大きく左右される (Fig. 3). 比重差による浴運動は、比重差および液の量ならびに降下状態などによつて降下速度が大きく左右され、複雑な浴運動を行なう。

平炉精錬期に追加鉄鉱石を使用し、鋼浴面で脱炭が進行しているさいなどには、脱炭で比重が大きくなった熔鋼部分が鋼浴内を降下していくことが考えられるが、この浴移動は定常的な単純なものでないことが考えられる。使用する鉄鉱石の大小、鉄鉱石の物理的および化学的の性状、炉内の鉄鉱石の分布、熔鋼の温度および成分の分布、脱炭速度などによつて鋼浴中に多様な物質移動の生ずることが考えられる。脱炭の進行状態によつて、つぎの場合が考えられる。すなわち脱炭して比重の大きな熔鋼が大量に発生し、これが炉底に降下し、炉底部採取熔鋼試料の方が上部よりC含有量が低くO含有量が高い場合の存在することも考えられ、また逆に脱炭の進行状態により鋼浴表面部の方がCが低くOが高いことも考えられ、多様な鋼浴成分分布が考えられる。

#### IV. 結 言

鋼浴面において脱炭が促進し得ること、および脱炭熔鋼の比重が重くなり、昇熱による比重低下に打勝つて、鋼浴内を降下し浴移動および熱の伝播を行なうことが考えられる。

水溶液実験の示すところによれば、液体の比重差による浴移動は、比重差、および比重差がある液の量、ならびに降下の状態などによつて大きく左右され、定常的な運動ではない。比重差による浴運動には、多様な現象の起ることが示された。

### (56) 平炉精錬過程の溶鋼酸素におよぼす影響

日本鋼管技術研究所

○中村 正十・土田 正治

#### Influence of Some Refining Processes of Basic Open Hearth Steelmaking on Oxygen Content of Liquid Steel.

Masato NAKAMURA and Masaharu TSUCHIDA.

#### I. 緒 言

溶鋼中の酸素が鋼質と重要な関係をもっていることはもちろんであり、酸素に関する数多くの報告がなされてきた。近時、平炉精錬に大量の酸素が利用されるようになりいろいろな精錬方式が試みられている。精錬過程の差によつて溶鋼中の酸素の挙動はかなり相違すると思わ

れるので、それら精錬過程の条件がどのように溶鋼酸素に影響するかを調査した。

#### II. 調査結果

調査は当所平炉において酸素を大量に使用し始めた昭和 33 年から 34 年にわたつて、一般構造用セミキルド鋼 (S-SS 材) および大径管用キルド鋼 (TP 材) について実施したものである。なお溶鋼酸素値はスプーン汲取り鑄型内キル法で採取した試料を真空溶融法で分析した。

##### 1. スラグ中 (T.Fe) % との関係

スラグの塩基度が大きくなれば (FeO) の activity が小となつて (T.Fe) が増加し、(T.Fe) が多くなれば鋼浴中の O も増大するといわれているので、その関係を把握するためスラグと O の対試料を採取して検討した。

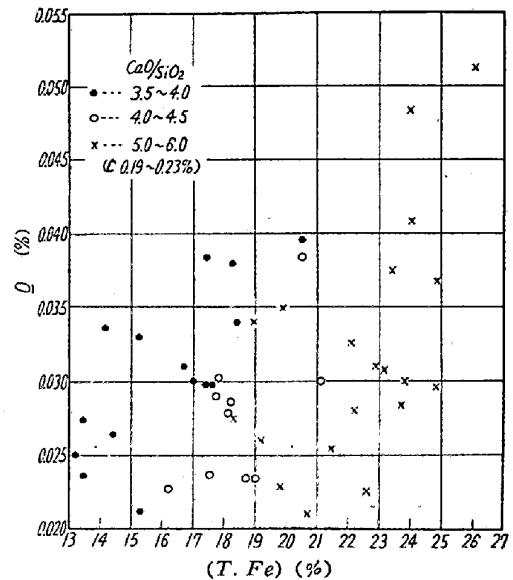


Fig. 1 Relation between  $\underline{O}$  and (T.Fe) before Mn addition.

その結果はスラグ性状の不均一、採取位置などの問題もあると思われ、相当にばらついているが、塩基度 (CaO/SiO<sub>2</sub>) が大きくなれば (T.Fe) が増加することが認められ、(T.Fe) と  $\underline{O}$  も塩基度別にみれば一応正の関係がありそうである。すなわち塩基度が同じならば (T.Fe) の多い方が  $\underline{O}$  が高いことが予想される。

##### 2. 精錬末期の $\underline{O}$ におよぼす Mn, 温度, 時間などの影響

平炉では精錬末期の  $\underline{O}$  を低くおさえるために精錬中の  $\underline{Mn}$  を高く維持する方式が屢々とられている。末期  $\underline{O}$  に対しては Mn 以外にも重要な影響をおよぼす色々な条件が考えられるが、まず実際に Mn を高く維持するとどの程度の効果があるものかを調査した。

Fig. 2 から、精錬条件のほぼ等しいチャージ間では

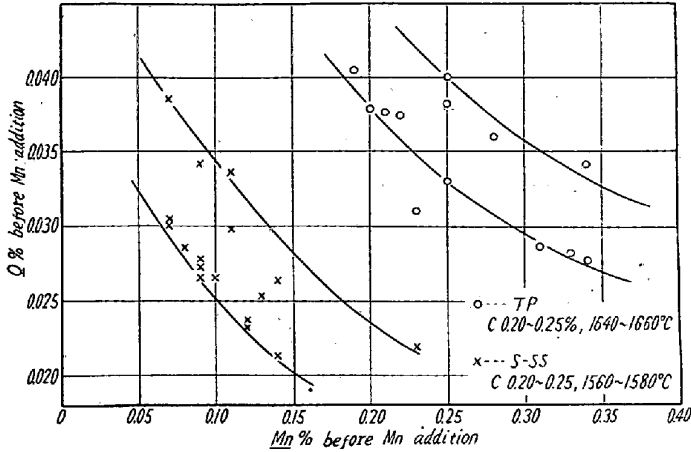


Fig. 2: Relation between O and Mn.

Mn が低いほど O が高い傾向にあることが判る。しかし、図から認められるさらに重大な事実、TP 材のグループがかなり高い Mn % にもかかわらず Mn の低い S-SS 材のグループに比べて O が高いことである。これは S-SS 材が低温で比較的短時間の精錬によつてのに対し、TP 材はかなりの高温で長時間精錬を行なつたためであり、目標 C % に近づいたとき高温に長時間持続することは  $\Delta O$  の増大について決定的な不利を招くのではないかと考えられる。高温なほど O が高くなるのは当然であるが、さらに時間が長いほど  $\Delta O$  は増大するのではないかと考えられるので、グループごとに Mn、温度などのほぼ等しいチャージを選んで、精錬末期の  $\Delta O$  とその 30~40 分前からの平均脱炭速度とを比較したところ、Fig. 3 のような関係が得られた。

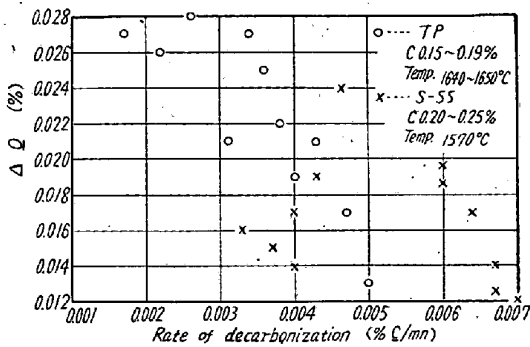


Fig. 3. Relation between  $\Delta O$  and rate of decarbonization before tapping.

C の低いところ (0.30%) で脱炭速度が小さくなると O が高くなる傾向があることは本会の第 55 回講演大会 (昭和 33 年春季) ですでに発表した。Fig. 3 の TP 材のグループでも精錬後期の脱炭速度の小さいチャージすなわち目標 C % 付近になつてから精錬時間の長かつた方が明らかに  $\Delta O$  が増大している。一方 S-SS 材のグル

ープではそのような傾向は認められないが、急速な脱炭を行なつたとしても  $\Delta O$  の増大をとくに心配する必要はないといえる。

### 3. 大量酸素の使用による影響

ここ数年来平炉に大量の酸素を使用することによつて製鋼能率は飛躍的に上昇しているがその反面、鋼浴が過度の酸化を受けて従来よりも O % が高くなつてはいないかという懸念がある。それで従来の酸素使用量の少なかつた頃 (昭和 32 年) から大量に酸素を使用するようになった最近までのマンガン前の O % について、その C-O 関係および酸素使用量と  $\Delta O$  との関係を検討した。

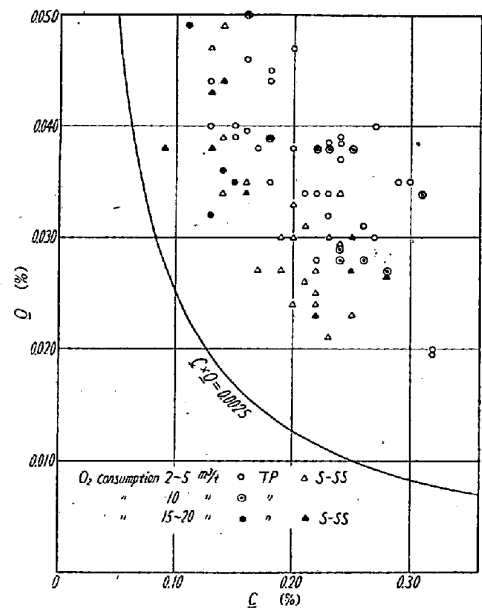


Fig. 4. C-O relation.

図から判るように、操業基準の違う材質別には差があるが、同じ材質の間には酸素使用量が異なつてもマンガン前の C-O 関係には全然差が認められないから、酸素を大量に使用することによつてマンガン前の O が高くなる心配はまったくないと思える。しかし酸素吹込みによつて一時的に  $\Delta O$  が急増することは間違いないのでつぎに、精錬中に酸素を吹込んだチャージについて、吹止め後の  $\Delta O$ 、(T.Fe) の変化を調査した。いずれも低炭素鋼精錬中に 8.5~10 kg/cm<sup>2</sup> の圧力でランス 1 本を使用し 10~30 分間酸素吹精を行なつたもので、前後一貫してとり上げ得るチャージがあまりないが、酸素吹込みに比例して  $\Delta O$  が増加することが認められた。そして、酸素吹精によつて増加した  $\Delta O$ 、(T.Fe) が酸素を吹止めたのちどのように変化するかを Fig. 5 に示す。

図から明らかになごとく、酸素吹精終了後は  $\Delta O$ 、(T.Fe) とともにしだいに減少し、おのおのほぼ一定時間

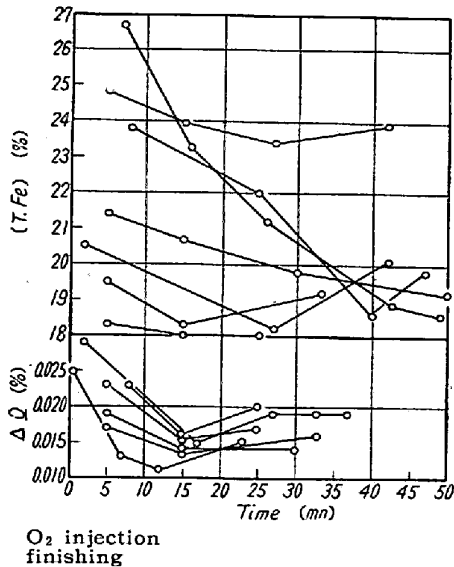


Fig. 5. Variation in  $\Delta O$  and (T.Fe) after finishing of oxygen injection.

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  $\Delta O$  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  $\Delta O$  は比較的急速に減少するが、スラグ中の (T.Fe) は鋼浴の  $\Delta O$  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