

Amer. Inst. Min., Met. & Pet. Eng., 197  
(1953), 1089.

## (46) 純酸素転炉操業における鋼滓量の影響について

日本鋼管, 川崎製鉄所

板岡 隆・斎藤 剛  
○木村 成人・新宮 悠

### On the Influences of the Slag Volume in LD Process.

Takashi ITOGA, Katashi SAITŌ  
Narito KIMURA and Yu NIIMIYA

#### I. 緒言

鋼浴内の高温度のもとでは、製鋼諸反応の本来の化学反応の反応速度は十分速く、律速段階は化学反応の反応系物質や生成系物質の相内または界面での物質移動の速度であるといわれている。この物質移動速度は反応平衡からのずれ、鋼浴および鋼滓の攪拌程度により大きく左右されるゆえ操業上の物理的な条件（炉内形状、ランス高さ、吹錬圧力、ノズル径 etc.）とともに鋼滓についてもその成分組成の他にその量的な考察を加える必要がある。

特に当工場のごとく、かなりの重装入（ $0.62 \text{ Nm}^3/\text{装入 t}$ ）を行なっている場合には、鋼滓量の転炉操業におよぼす影響は大きいと思われるので、実操業データに基づき解析を行なったので報告する。

#### II. 試験条件

今回の解析には全て平常操業データを用いたので、その作業条件を次に略記する。

- 1) 主原料装入量: 54 t (溶銑配合率 85%)
- 2) 炉体内容積:  $33 \text{ Nm}^3$
- 3) ランスノズル内径: 40 mm  $\phi$
- 4) ランス高さ: 1200 mm
- 5) 吹錬酸素圧力:  $8 \text{ kg/cm}^2 \sim 6 \text{ kg/cm}^2$

#### III. 鋼滓量の算定

全チャージについてその鋼滓量を秤量することは、実際上不可能であるため簡便法として CaO に関する material balance により算定した値を採用した。この場合問題になる点は、計算に使用される鋼滓成分分析値が終点時におけるものであり、装入 CaO 量は吹錬当初のであるゆえ、吹錬中の噴出量いかににより計算値にある程度相違が生ずるであろうし、また鋼滓成分組成は吹錬時間の経過とともに変化するゆえ、噴出時期の相違によつて同一噴出量であつても計算値にある程度の相違が生じてくる。

しかし今回の調査では約 10 チャージについて、実際に秤量して計算値と比較してみた結果、ほぼ満足できる範囲のパラッキであつたゆえ、計算値を用いて考察を進めることにした。

#### IV. 鋼滓量と脱炭速度との関係

純酸素転炉における脱炭反応は、吹き込まれた  $\text{O}_2$  と鋼浴との直接反応が主であるが、酸素ジェットにより飛

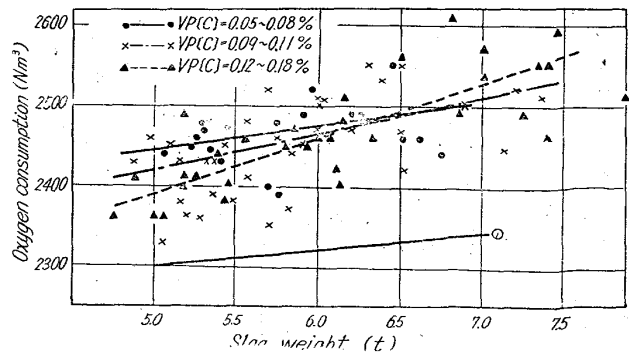


Fig. 1 Relationship between  $\text{O}_2$  consumption and slag weight.

散され酸化された鉄粒が酸化源<sup>3)</sup>として働く外に、鋼浴中に酸素ジェットの攪拌力により懸濁された鋼滓とともにガス生成核として作用<sup>4)</sup>するゆえ、鋼浴上の鋼滓量の多少は脱炭反応にかなり影響すると考えられる。

脱炭速度を表す指標として、同一終点カーボン含有量まで吹き下げるに要する酸素使用量を取り、これと鋼滓量との関係を調査した。

Fig. 1 は終点 C%, 吹錬圧力により層別して、鋼滓量と酸素使用量との関係をみたものであるが、各グループとも例外なく正相関がみられ、鋼滓量とともに脱炭速度の低下がみられる。

グループ間を比較すると、終点 C の低いグループほど酸素使用量におよぼす鋼滓量の影響が小になる傾向がみられるが、これは平炉における脱炭反応の理論的な考察<sup>5)</sup>や観察結果<sup>6)</sup>でみられたごとく、脱炭速度を左右するのは、高炭域では鋼浴中の炭素濃度ではなく、鋼浴中への酸素供給速度でありまた一方、低炭域では逆に鋼浴中の炭素濃度によるといわれている点から考えて、低炭域では鋼滓量のいかんは、脱炭速度にそれほど大きく影響しないと考えられる。

しかし層別することなく全体を一つのグループとして眺めても鋼滓量と酸素使用量との相関関係は明らかであるゆえ、この程度の炭素含有量 ( $\text{C} < 0.20$  以下)、吹錬圧力 ( $8-8 \text{ kg/cm}^2$ ,  $8-7 \text{ kg/cm}^2$ ,  $8-6 \text{ kg/cm}^2$ ) では、酸素使用量については終点 C%, 吹錬圧力の差の他に鋼滓量の多少をも考慮すべきであり、特に後者の影響が大きいことが解つた。

Fig. 1 中の線①は鋼滓中の (T. Fe) は一定 (11%) とした場合に鋼滓量の増加により必要となる理論所要酸素量を示すが、Fig. 4 の (T. Fe) と鋼滓量との関係図より明らかなごとく、(T. Fe) の比較的変動が少ないグループ ( $\text{VP}[\text{C}] = 0.12 \sim 0.18\%$ , 平均 (T. Fe) = 11%) の実績値と、の理論値とを比較すると、実績値が多少多くなつてきていることから考えて、鋼滓量の増加に伴い酸素の脱炭効率が低下し、 $\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$ , または  $\text{FeO} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  などの反応が生じていると考えられる。

#### V. 鋼滓量と脱硫率の関係

転炉内での脱硫は大別して気化脱硫と、鋼滓による脱硫の両者に分けて考えられる。前述のごとく、鋼滓量の増加により脱炭速度が低下するゆえ、気化脱硫は抑制されると想像されるが、転炉に於ける S. balance の結果全装入 S に対するガス化 S の百分率は、鋼滓量の増

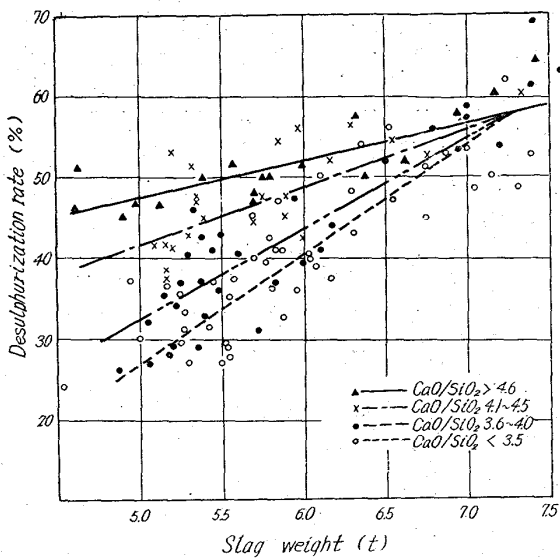


Fig. 2. Relationship between slag weight and desulphurization rate.

加とともに低下することが確められている<sup>7)</sup>、  
 しかし鋼滓による脱硫については、S の分配率を Grant-Chipman の過剰塩基および Turkdogan の Sulphur capacity で調査した結果、平転炉間では本質的<sup>8)</sup>に差がないこと、また平炉では脱硫は鋼滓成分だけでなく鋼滓量の影響も大きいとの報告<sup>9)</sup>もあることから考え、転炉においても当然鋼滓量の影響が問題となる、  
 Fig. 2 に塩基度により層別し、鋼滓量と脱硫率の関係をみたものであるが、鋼滓量と脱硫率とは塩基度のいかんにかかわらず、明瞭な正相関がみられたグループ別に比較すれば、塩基度が低いほど鋼滓量の脱硫率におよぼす影響が著しく、塩基度が高くなるにつれて影響度は

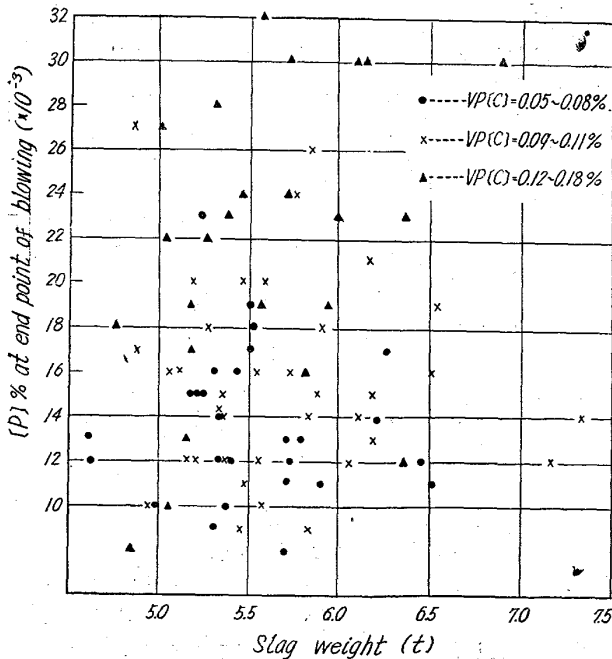


Fig. 3. Relationship between [P] % at the end point of blowing and slag weight.

少なくなっている、すなわち、脱硫には鋼滓量および塩基度の両方とも大きな影響をもち、一方の値が下ると他方の量的な影響が強く現われることを示している。

VI. 鋼滓量と脱磷率との関係

脱 P は主として鋼滓によるものと考えられるゆえ、鋼滓量の低下により脱 P 率は低下し、特に鋼滓量が 10 % 以下になるとこの傾向が著しいと言われている<sup>10)</sup>。

今回の調査では塩基度、終点 C %, 鋼滓中の (T.Fe) % などで層別し、鋼滓量と終点 P % との関係を調査したが、Fig. 3 に一例として終点 C で層別したものを示すごとく、明瞭な関係は見出されなかつた。この理由としては脱 P には塩基度、終点 C %, 鋼滓中の (T.Fe) % がそれぞれ強度に有意な関係にあり、これらに比べて鋼滓量の有意性が少ないため、今回の調査のごとく単独に層別したのみでは他のものの変動 (T.Fe と鋼滓量の関係 Fig. 4 参照) により、鋼滓量の影響は消されてしまったものと思われる。

VII. 鋼滓量と吹錬中の Mn 損失との関係

終点 Mn % は吹錬酸素圧力により影響され、吹錬酸素圧が低いほど同一終点 C % に対して終点 Mn % は低下する。すなわち、低圧吹錬による活性度の強い鋼滓ほど Mn 歩留は低下することを示すものでありまた、鋼浴、鋼滓間の Mn バランスを考えても、鋼滓量の増加により終点 Mn % が低下<sup>11)</sup>するのは当然である。

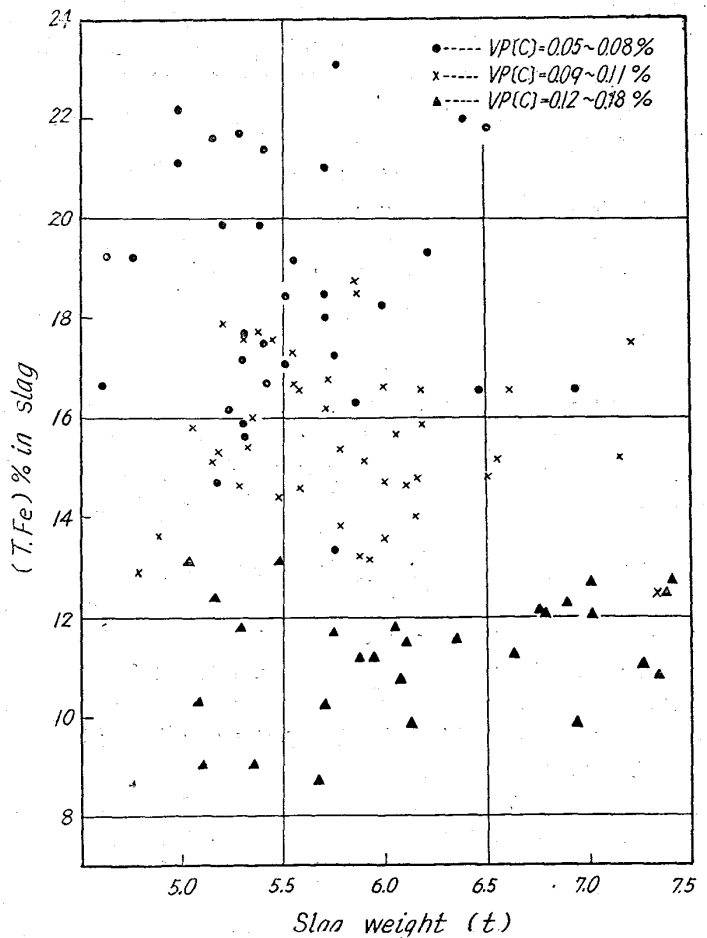


Fig. 4. Relationship between (T. Fe) in slag and slag weight.

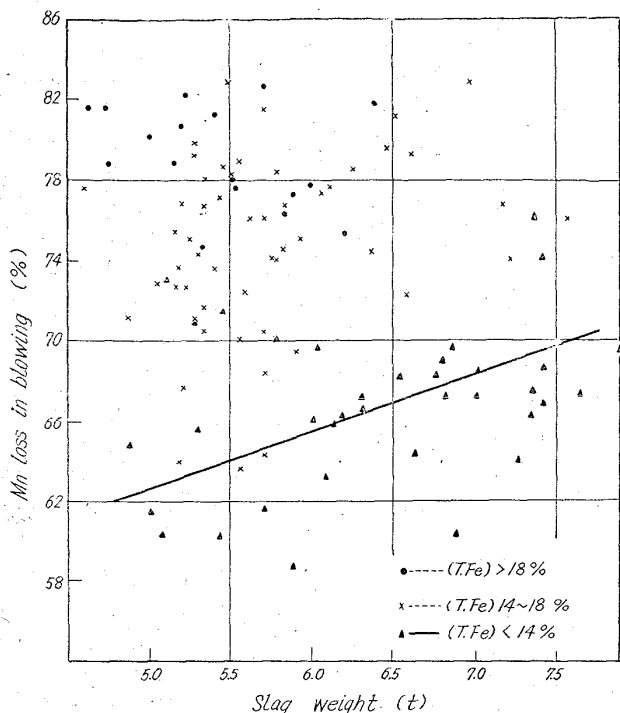


Fig. 5. Relationship between Mn loss in blowing and slag weight.

今回の調査では鋼滓中の (T. Fe) を層別して、量と Mn 損失の関係を求めた。(Fig. 5) 鋼滓塩化率の低いグループ (T. Fe < 14%) では、かなりのバラつきがあが鋼滓量の増加に伴い、Mn 損失が増加して (T. Fe) の上昇にしたがいこの傾向は不明瞭になり (T. Fe > 18%) では完全に無関係になっている。

各グループ内でのバラツキは Mn 損失には、鋼滓量、鋼滓中の (T. Fe) の他に大きな要因があることを示すものであるが、終点 C で層別した結果もほぼ同様な結果を得ているゆえ、これらの間の層別を適当にすれば鋼滓量の影響はさらに明らかになると思われるが、次のように結論してよいと考えられる。すなわち Mn 損失の要因としては、鋼滓中の (T. Fe)、終点温度、終点 C % などの他に鋼滓量を考える必要があるが、その力は他の要因に比して弱いため他の要因が強くなるにつれて影響度は弱まる。

### VIII. 結 言

今回の調査においても鋼滓量の増加に伴い、従来認められていたごとく全出鋼歩留の低下は明瞭に認められるほか、吹錬反応にもかなりの影響を有しているゆえ、鋼滓についてはその成分とともに量についても十分考慮する必要がある。

しかし鋼滓量を転炉作業上のコントロール対象として考えた場合には、取り得る action としては焼石灰、珪砂またはレンガ屑などを増減することであるが塩基度、歩留、Mn 損失、脱硫率などの増減、さらには作業上の難易が相互にからみ合っているゆえ、脱硫、Mn 歩留、全出鋼歩留などの特性値に対する従来考えられていた要因のほか、鋼滓量を組入れ重回帰分析を行ない鋼滓量とほかの要因の影響度を比較し、特性値別に鋼滓量をコントロール対象とするか否かを決定する必要がある。

### 文 献

- 1) L. S. DARKEN: "Basic Open Hearth Steel Making", (1951).
- 2) DR. J. PEARSON: Iron and Coal. December, (1960) 1410.
- 3) PAUL NILLES: Steel and Coal., April. (1960) 765.
- 4) T. KOOTZ: Iron & Steel Inst. (U. K.), November (1960) 256.
- 5) 丹羽, 下地: 鉄と鋼, 46 (1960), p. 23
- 6) 藤井: 鉄と鋼, 45 (1959), p. 1248
- 7) 前原: 鉄と鋼, 45 (1959), p. 1062
- 8) 前原: 鉄と鋼, 46 (1960), p. 1188
- 9) 雀部: 鉄と鋼, 47 (1961), p. 322
- 10) 大石, 山本, 荒木: 鉄と鋼, 46 (1960), p. 1186
- 11) 大石, 山本, 荒木: 鉄と鋼, 46 (1960), p. 1186

### (47) 純酸素転炉における窒素の 2, 3 の問題について

川崎製鉄, 千葉製鉄所

八木 靖浩・古茂田敬一・斎藤 達

技術研究所

工博 神崎 文暁・松野 淳一

○関根 稔弘・香月淳一

### The Problems of Nitrogen in Converter Steelmaking.

YAGI, Keiichi KOMODA, Tōru SAITO

Yuki KANZAKI, Junichi MATSUNO

Itaru SEKINE and Junichi KATSUKI

### 緒 言

鋼中の窒素の影響については、これまでいろいろ研究検討されているが、特に深絞り性を要求される冷延薄鋼板においては、窒素は時効性の大きな原因と考えられ、鋼板製造時の問題点である。一方純酸素上吹転炉は低窒素鋼を得ることも一つの大きな特徴であるが、高純度の酸素を使用するがぎり、他の方法による溶製よりも低い窒素含有量の鋼を作ることができる。しかしながら品質の向上と安定した材質を得るためには、純酸素転炉においてもさらに溶製上の諸問題についての検討を行なう必要性が痛感された。これらの点にかんがみ、当工場では 150 t 転炉において、低炭リムド鋼溶製時の鋼中窒素の問題に関していろいろの試験および解析を進めてきた。ここではそれらの結果のうち、いくつかの問題について報告する。

### II. 試験方法

試験は低炭リムド鋼 (C < 0.10%) に鋼種を限定し、150 t 転炉において酸素ランスに 3 孔ノズル (35 mm φ × 3) を使用した通常作業時のもので、一日数チャージを吹止および造塊鑄型内より Al 量を一定にしたポンプによつて採取したサンプルについてなされた。窒素分析はアンモニア蒸溜ネスラー試薬比色法によつたものである。なお冷延鋼板の諸特性を調査する際は、熱延条件、