

比較的に低い。これらの間の理論的数量関係が明らかになると上記の2通りの精錬法における脱硫関係を定量的に知ることができる。これらの理論的函数関係の1例をFig. 4に示した。実作業を考慮せる理論的設例が2通り矢印で示してある。この例によれば、脱硫能が大きい比較的少量の鋼滓で精錬をすすめることができれば、その方が脱硫上一段と有効であることが定量的に明らかにされている。以上は理論的の考察であるが、平炉試験結果

のデータによれば理論的数量関係を示すFig. 4と同じ傾向の実作業の可能なことが明らかに示され、この方式が脱硫上一段と有効である。

(Fig. 5)脱磷の場合には脱磷能の値が脱硫能より大きい、やはり有効に脱磷を行なうには脱硫の場合と同様に鋼滓量および鋼滓の更新が有効である。

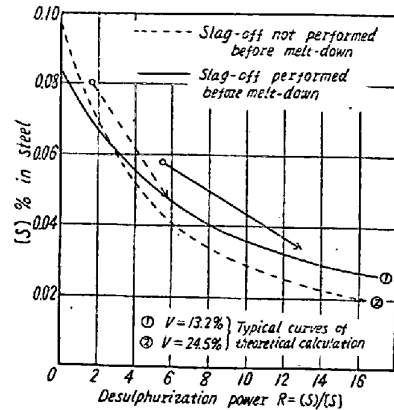


Fig. 5. The relationship between slag ratio, desulphurization power and sulphur in steel (Arrows indicate the actual data in open hearth furnaces).

#### IV. 結 言

脱硫および脱磷に関する理論的の函数関係を求め、これと実際の平炉試験のデータとの関連から脱硫および脱磷について鋼滓量および鋼滓の更新が重要な役割を果すことを示し、これらの間の相互の関係を定量的に明らかにした。平炉における脱磷試験は、高炭素含有量のままの脱磷試験(再製低磷銑製造実験)<sup>2)</sup>のデータを使用した。

#### 文 献

- 1) 穂坂徳四郎, 藤井定夫, 雀部高雄: 日本鉄鋼協会第30回講演大会講演
- 2) 穂坂徳四郎, 藤井定夫, 雀部高雄: 鉄と鋼, 33 (1947), No. 4~6

### (55) 塩基性平炉の製鋼過程における脱炭機構について

(塩基性平炉精錬に関する研究—II)

千葉工業大学 雀部 高雄

### On the Mechanism of Decarbonization in Basic Open Hearth Steelmaking.

(Studies on the basic open hearth steel production—II)

Takao SASABE.

#### I. 緒 言

平炉精錬過程の脱炭機構に関しては、熔鋼の脱炭による比重の増大と鋼浴内の熔鋼の運動とを考慮すべきことを筆者は昭和17年4月(学振資料, 19委932)に報告し、さらに筆者らは昭和27年11月(鉄鋼協会第44回講演大会)に報告した。平炉製鋼に関するものではないが昭和28年12月にオーストリア合同製鉄会社のW. HITZINGERはLD法に関し、純酸素上吹転炉の吹製過程における脱炭の進行は、熔鉄の脱炭による比重の増大のために生ずる鋼浴の移動によつて行なわれ、このために浴内へ熱が伝播されるということを報告した。昭和31年1月にA. B. WILDERはJ. MetalsにてLD法に関するこの説をとりあげている。

平炉の鋼浴移動については近年とくにソ連で放射性同位元素の使用による研究がすすめられ、鋼浴の移動が脱炭反応による攪拌作用の強さに支配されていることを明らかにし、鋼浴の物質移動も鋼浴への熱の伝播も、脱炭反応による攪拌によるものであり、脱炭作用が平炉製鋼にとつていかに大きな役割を演じているかを示し、現代の平炉製鋼作業がこれによつて可能になっていることを報告している。ドイツにおいても研究がすすめられ、昭和35年1月のG. H. PRÖPSTLの報告によれば、鋼浴内の熔鋼の対流速度(Konvektionsgeschwindigkeit)は1.2m/分以上である。ソ連の報告によれば1~4m/分という報告および1.7m/分までという実測が報告されている。放射性同位元素の利用によつて実際の平炉作業における鋼浴の動きが明らかになり、脱炭機構の解明に有力な手がかりを与えている。これらの報告は鋼浴の移動を実測しているが、熔鋼の脱炭による比重の増大と鋼浴内の熔鋼の運動との関係についてはふれていない。筆者は上記の諸報告を考慮しつつ、熔鋼の脱炭による比重の増大と鋼浴の運動に着目し、総括的に平炉精錬作業における脱炭機構を考察した。

#### II. 塩基性平炉精錬期の脱炭過程

平炉鋼浴の脱炭機構については多くの研究が行なわれている。たとえばポヤルコフ(1955年)は、つぎのごとく考えている。平炉製鋼の脱炭過程のポイリング中の鋼浴の各深さから試料を採取してみると、酸素以外のすべての元素の組成の変化が驚くほど少ないことが解つてい

る。この均一性は気泡によつて鋼浴全体がはげしく混合されているものとしなければ説明ができない。気泡は熔鋼から直接に発生する可能性は小さく、熔滓と熔鋼の境界面における気泡の発生も困難であると考え、炉底には CO 気泡の発生を容易にする条件があるので、炉底の熔鋼層中で気泡が発生すると考えている。

平炉に放射性同位元素を用いた OSSIPOV らの研究により平炉鋼浴移動の重要性が明らかにされた。彼らの研究によれば、平炉鋼浴内の浴移動の測定値によつて、鋼浴内に非対称性の水平移動が存在することを認めている。彼らは鋼浴内では炉底で CO ガスが発生し鋼浴内では CO ガスでははげしい攪拌が起るものと考え、この水平移動を説明するために、鋼浴中には一定方向に向う環流が存在すると仮定している。しかしこの研究では鋼浴中に存在する非対称性の水平移動を認めながら、かくのごとき対流の発生する原因を正確につきとめることは現在の知識では不可能であると報じている。

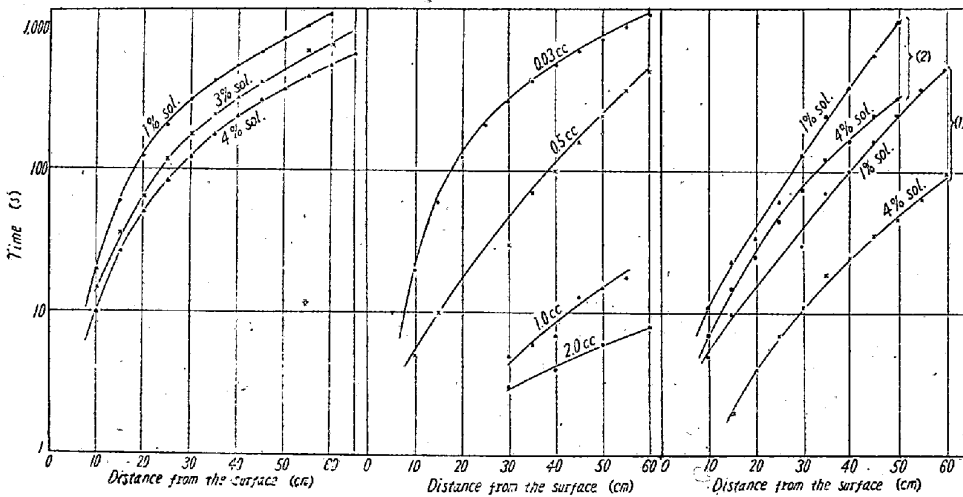
従来の研究においては、つぎの点に十分な考慮が向けられていない。すなわち、i) 塩基性平炉精錬期に使用する追加鉄鉱石は任意なものではなく、一定条件に適合せる見掛け比重の大なる塊鉄石のみを使用していることである。追加鉄鉱石は鋼滓中を沈下し、鋼浴と直接に接触し

て脱炭を促進していること。ii) 熔滓と熔鋼とは、完全な 2 溶液とはみなせないこと、したがつて熔滓と熔鋼との境界面を完全な 2 溶液の界面とはみなし得ないこと。iii) 脱炭にともない熔鋼の比重がかなり大きくなることおよび高温の熔鋼の粘性係数が小さいこと。これらの点の考慮を欠いては平炉精錬の脱炭過程に現われる各種の現象を満足に説明することができない。

熔滓と熔鋼との境界面における気泡の発生は困難であると考え、炉底の熔鋼層中で気泡が発生しなければ他に気泡発生場所がないとする炉床気泡発生説は i) および ii) を無視する説であり、i) および ii) を考慮の上再検討を要する。またさらに iii) を考慮すれば、鋼浴面で脱炭した熔鋼の比重が大きくなり、その熔鋼部分が鋼浴中を降下する場合には、対流を生ずる。炉内の鉄鉱石の分布が不均一であれば、非対称性の対流を生ずることが考えられる。i)~iii) を考慮すれば、鋼浴中に非対称性の水平移動の存在することを考えることができる。

### III. 比重差による浴運動に関する実験

水溶液を使用すれば、比重差および粘性については熔鋼の比重差および粘性に比較的近いモデル実験を行なうことができる。この場合に水溶液と熔鋼とは密度が大きく異なるから、水溶液実験からただちに熔鋼の比重差



An aqueous solution of 1%  $KMnO_4$  is analogous to a solution of the steel at 1600 °C which has been decarbonized by 0.03%C from the aspect of density difference between the solution (decarbonized steel) and the water (molten bath)

- (1) when drop fall down from the end of a pipet
- (2) when drops are formed by passing an 80 mesh sieve on the surface.

Fig. 1. Falling down of  $KMnO_4$  solution through water. (Falling down of  $KMnO_4$  solution with different concentrations in drop of the equal volume (0.03cc).)

Fig. 2. Falling down of  $KMnO_4$  solution through water. (Falling down of 1%  $KMnO_4$  solutions with the equal concentration in drops of different volumes.)

Fig. 3. Falling down of 1% and 4%  $KMnO_4$  solutions through water in drops of the equal volume (0.5cc) in two cases compared.

による浴運動を知ることはできない。しかし水溶液実験により複雑な浴運動現象の過程を簡単にみることができ、比重差による浴運動についての多くの示唆を与えることができる。

比重の重い比較的少量の液が、比重の軽い比較的大量の液中を降下する場合には、比重差の大小がその降下速度を左右する。(Fig. 1)。しかしそのほかにその降下速度は、比重の重い降下液の量の大小が降下速度を大きく左右している(Fig. 2)。

1600°C の熔鋼が 0.03% だけ脱炭した場合の比重差に相当する比重差の水溶液(1%  $KMnO_4$  液)実験によれば、水面に 2cc の液を滴下した場合に、その降下液の先端が水面から 60cm の距離に達する時間は約 8 秒である。

(Fig. 2)。同一比重差の液を同

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。

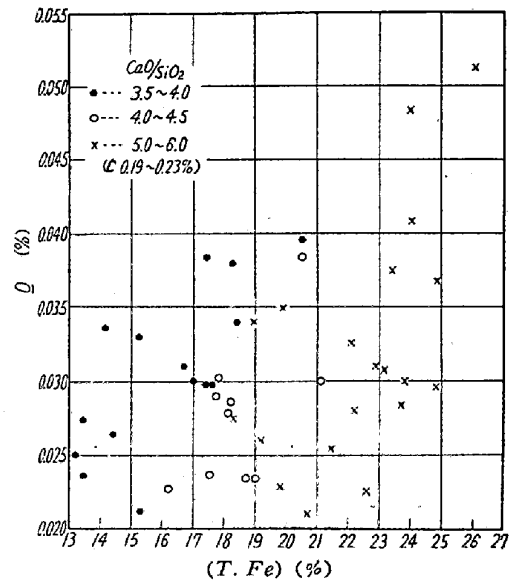


Fig. 1 Relation between O and (T.Fe) before Mn addition.

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 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 O が高いことが予想される。

##### 2. 精錬末期の 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 O を低くおさえるために精錬中の Mn を高く維持する方式が屢々とられている。末期 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