

と考へられる。(1)式に 1600°C で既存の数値<sup>5)</sup>を代入し、Aを 0.5cm<sup>2</sup> と仮定すると、このときの[C]<sub>b</sub> は約 3.3 wt.% と計算され Fig. 4 の極大を示す位置とよく一致する。Fog の生成原因の一つとして、上述のような機構も十分可能と考へられる。

文 献

- 1) H. KOSMIDER, H. NEUHAUS, H. KVATZENSTEIN: Stahl u. Eisen, 74 (1954) p. 1045
- 2) L. V. BOGDANDY, H. P. PANTKE: Stahl u. Eisen, 78 (1958) p. 792
- 3) E. T. TURKDOGAN, L. E. LEAKE: Iron and steel, 192 (1959) p. 162
- 4) 丹羽, 下地, 新明, 島: 学振19委資料, 反応 131 (昭. 39)
- 5) 井伊谷鋼一: 化学工学, 19 (昭30) p. 356
- 6) E. T. TURKDOGAN, P. GRIEVESON, L. S. DARKEN: J. Metals, 14 (1962) p. 521
- 7) K. LI, D. A. DUKELOW, G. C. SMITH: Trans. Met. Soc. Amer. Inst. Met. & Pet. Eng., 230 (1964) Feb. p. 71
- 8) たとへば R. E. GRACE, G. DERGE: Trans. Met. Soc. Amer. Inst. Min., Met. & Pet. Eng., 212 (1958) p. 331

669.046.5645:669.184.244.66

(73) 未燃焼ガス回収転炉における脱炭反応に関する考察

住友金属工業, 和歌山製鉄所 No.64225  
 理博 藤井 毅彦・○荒木 泰治  
 A Consideration on Decarburization in the Oxygen Converter of Unburned Gas Recovery System.  
 Dr. Takehiko FUJII and Taiji ARAKI.

I. 緒 言

平炉および転炉において大量に酸素ガスが使用されるようになって、鋼中酸素の挙動や脱炭反応において従来の平炉の場合と明らかな相違のあることが認められているが、それについての詳細な研究はまだ十分なものとはいえない。ただ酸化性ガスを溶鉄に接触させて脱炭反応を研究した実験がいくつかあり<sup>1)2)3)</sup>、いずれも脱炭反応は主にそのガス-金属界面で行なわれると報告されている。

このような脱炭反応の機構を、いま実際の転炉などの場合に適用して考えるとき、脱炭反応のみならず、その他の炉内反応とも関連し、今後の検討課題の一つと考へられる。

本報告では、平炉、転炉における操作データを用い、ことに当所転炉が未燃焼ガス回収方式のもので、廃ガス流量および組成が連続的に測定できることを利用して、酸素吹精中の脱炭反応について考察した。

II. 酸素吹精時における脱炭反応

鋼中酸素含有量は製鋼過程のすべての反応と関係し、重要なことは勿論であるが、従来から脱炭反応と密接な関係が知られている。

いま実際の O 値と 1600°C における C 値と平衡する O 値との差を Brower-Larsen にしたがって過剰酸素 ΔO として平炉と転炉の場合を比較すると、平炉差物前で ΔO はスラグ全鉄含有量あるいは Mn 値と関係があり、スラグ酸化度の増大につれて ΔO は高くなるのに対して、転炉終点におけるこれらの関係は全く認められなくなる。(図省略)。これらの両炉における相違について DARKEN<sup>4)</sup> による考え方を適用し、スラグから鋼浴への酸素の移行と、鋼浴での C と O との反応速度が等しい steady state の状態にあるとき、ΔO の定義から、ボイリングなどの条件を一定に考えると、スラグの酸化度の増大は ΔO を大にする傾向を有するはずである。すなわち平炉においては、酸素吹精を打ち切り、一定時間が経過した差物前になると、上記 steady state boiling の状態が考えられるが、転炉のように終点直前まで大量の酸素吹精を行なっている場合には、この考え方は全く適用できなくなことを示している。

次に脱炭速度についてみると、すでに ΔO は拡散膜理論により、脱炭速度と関係することが導かれているが<sup>4)5)</sup> これを実際に裏付けるものとして八幡製鉄でのデータ<sup>6)</sup>を借用すれば Fig. 1 (A) に示す通りで、酸素吹精を行なっていない状態では ΔO と脱炭速度との間に明瞭な相関関係が認められる。しかしながら一方、酸素吹精時においては Fig. 1 (B) に示すようにその関係が完全にくずれることが知れる。このように酸素製鋼法では脱炭速度が飛躍的に大となり、従来の脱炭反応の機構に明らかな変化が認められ、これらの現象を総合して考えると、酸素吹込み時の脱炭反応が酸素ガスと金属との界面で行なわれていると考へることができると考へることができる。

III. ガス回収転炉における脱炭反応の検討

1. 転炉における脱炭反応

転炉における酸素吹精中のデータは転炉の構造上、分析試料を採取することが非常に困難なため、発表されている資料は少ない。しかし当所の転炉では未燃焼のまま廃ガスを回収することができ、廃ガスの流量および組成が標準状態に換算された値として連続的に記録されるようになってきている。したがって、これらの値を利用すると装入原料が既知の場合、少なくとも脱炭反応に関する情報が連続的に得られることが予想される。即ちまず装入全炭素量が決めれば、廃ガス流量と、その CO および

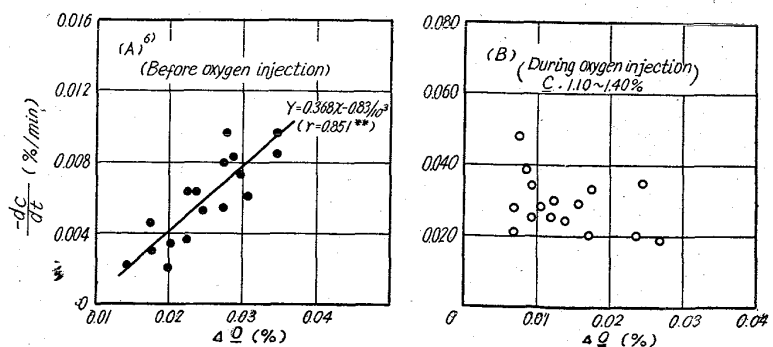


Fig. 1. Relation between excess oxygen and rate of decarburization in open hearth furnace.

CO<sub>2</sub> の百分率とから積分によつて溶鋼の C (%) を求めることが原理的に可能である。そこで試験的に数チャージについて吹錬途中において吹錬を止め、炉を傾動して試料採取を行ない、その C の分析値と廃ガスから求めた値とを比較するとほぼ良好な一致をみたので、以下にこの方法によつて脱炭速度の検討を行なつた。

Fig. 2 は酸素流量の異なる吹錬における最高脱炭速度を酸素流量に対してプロットしたもので、図中破線で示すように酸素吹精時の平炉での関係の延長上にあり、酸素はほぼ 100% が脱炭に使われていると考えられる。

次に Fig. 3 には C 値に対して脱炭速度をプロットしているが、破線で示すように非常にわん曲した曲線とな

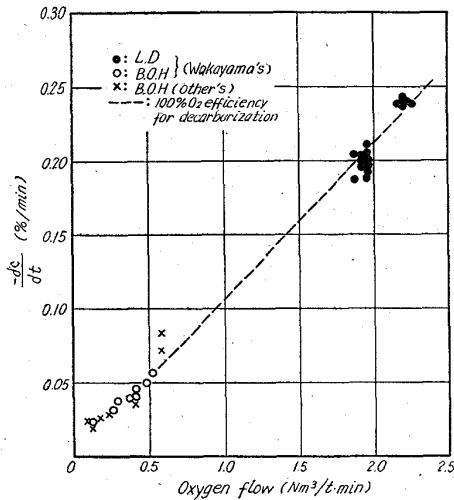


Fig. 2. Relation between oxygen flow rate and maximum rate of decarburization.

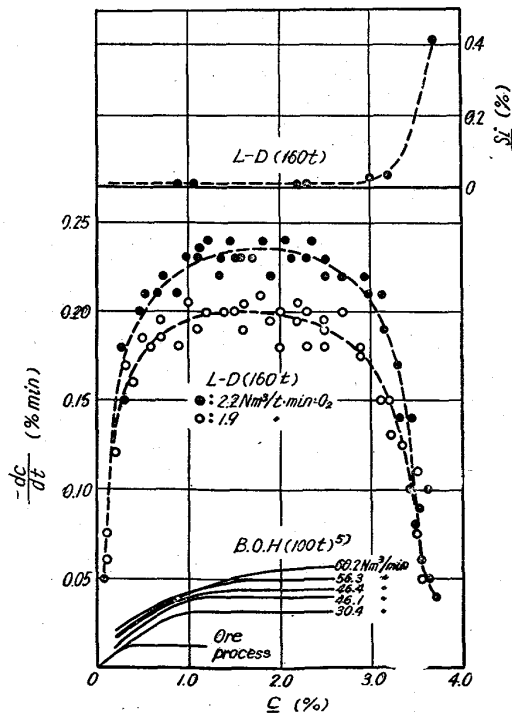


Fig. 3. Changes of rate of decarburization and Si content with C content in bath.

る。ここで C 値が 3% 以上の高い所で脱炭速度が低い主な原因は同図の上方に Si 値の変化を途中止め試験の実測値からプロットしているように、この現象は Si の酸化反応と密接な関係があるようである。さて最高の脱炭速度を示すところでは C の反応面への到達速度は十分大であり、脱炭速度は酸素の供給によつて定められる。その場合、反応は吹込み酸素と溶鋼との界面で起ると考えられるから、気相中の酸素の拡散速度も十分大きく Fig. 2 に示すように吹き込まれた酸素はほぼ 100% 脱炭に供されると考えられる。しかしながら Fig. 3 から判るように C がほぼ 1% 以下に下ると脱炭速度は低下しはじめる。このことは明らかに反応面への C の到達速度が小さくなることを意味し、C の到達速度が脱炭反応の律速段階となつている。しかし同図に示す平炉での関係とも合わせ考えて明らかのように、同一 C 値に対する脱炭速度が酸素流量の増大につれて大となるのは流量の増大に伴うガス-メタル間の反応面積の増大によると考えられる。

次にこの C 値による脱炭速度の変化を酸素効率の変化として示せば Fig. 4 の通りであり、それは吹込み酸素流量とは関係なく同一の傾向となり、特に C が 0.3% 以下での効率の低下が著しく、C が 0.3% から 0.1% にいたる間で酸素効率として 80% から 30% 程度にまで低下している。

2. 脱炭速度低下に伴う余剰酸素の効果

前述のごとく、C 値が低下し、脱炭速度が低下すると吹込み酸素の脱炭に働らく効率は急激に低下する。このことは脱炭以外に働らく酸素量が増加することを意味するもので、いまこの酸素を余剰酸素と名づけるとするとその余剰酸素の働らくは脱炭以外の炉内反応に影響を与えたと考えられ、この点の検討は重要なことと思われる。

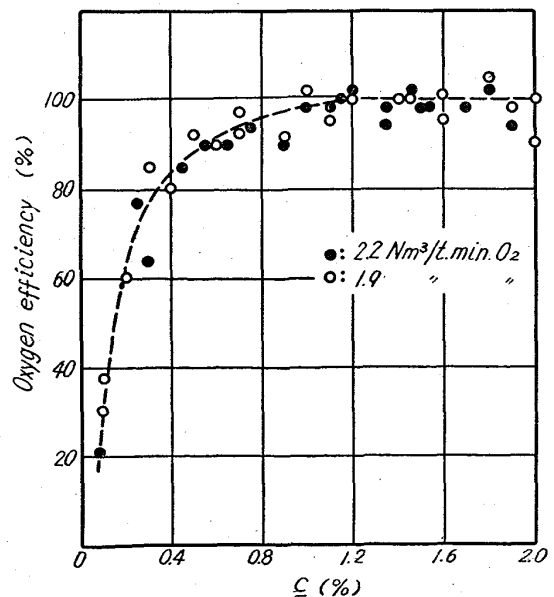


Fig. 4. Change of oxygen efficiency for decarburization with C content in bath.

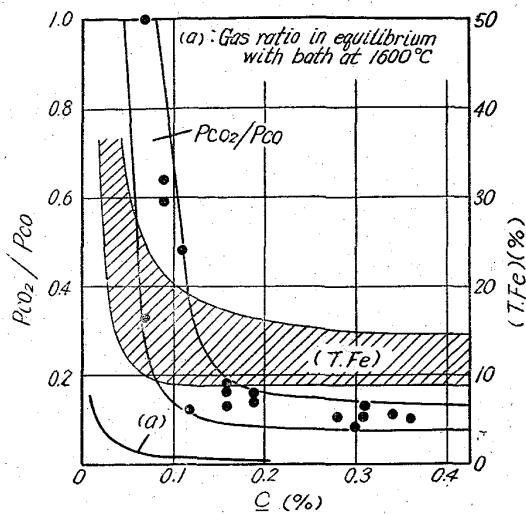


Fig. 5. Changes of total Fe content in slag and  $P_{CO_2}/P_{CO}$  ratio in exhaust gas with C content in bath.

余剰酸素が炉内反応に働らく中で、その主なものをあげれば、(1)鋼浴あるいはスラグの酸化、(2)MnおよびPの酸化、(3)Oの増加、(4)脱炭反応により生成するCOガスの酸化などがある。このうち(2)と(3)は、(1)の反応と関係があるので、まず(1)と(4)の点について考える。Fig. 5はCに対するスラグ全鉄含有量と廃ガスの $CO_2/CO$ 比の変化を示している。転炉では装入時にスケールが添加され、それがスラグに入るため石灰が滓化した時点で10%程度のT.Fe%を示すが、同図から判るようにCが0.20%以下になると次第に増加しはじめ、0.10%から急激な上昇がみられている。また廃ガス組成から計算した $P_{CO_2}/P_{CO}$ の値も同様の傾向を示している。この $P_{CO_2}/P_{CO}$ の増加は鋼中O値の増加によつても平衡論的に増加するが、同図中(a)の曲線で示すように実際の廃ガスでの比はその溶鋼との平衡値とは全く異なっている。次の前記4種の反応に消費される酸素の量的割合について考えるため、吹錬途中にて吹止めを行なった試験チャージについて検討してみる。すなわち吹錬15min後に一旦炉を傾動し、分析試料を採取後再び6min吹錬を行なった場合のスラグ、メタル組成の変化からそれに要する酸素量を計算することができる。(計算結果省略)しかし、なおこの結果から正確な量的バランスを明らかにするにはいたらなかつたが、Cが低下した場合の脱炭反応以外の酸化反応はスラグの酸化度を高めることに重要な意義があると考えられ、それに伴う脱磷、脱硫などに与える影響は大きいと考えられる。

#### IV. 結 言

酸素吹精時における脱炭反応を主に当所未燃焼ガス回収転炉における廃ガス組成から検討し、脱炭反応が吹込み酸素ガスと鋼浴との界面で起ると考え、Si吹き期を除いてCが約1%以上では吹込み酸素のほぼ100%が脱炭に供せられること、またそれよりCが低下すると脱炭に対する酸素効率が低下しはじめ、Cが0.3%以下にな

ると急激な脱炭速度の低下をもたらすことを示した。その場合、脱炭にあずからない酸素は他の酸化反応に関係し、その中でもスラグ中の全鉄含有量の増加に寄与するところが大きいと考えられる。

#### 文 献

- 1) 丹羽貴知蔵, 他: 学振報告, 19委 4791 (1957)
- 2) 佐野幸吉, 伊藤公允: 学振報告, 19委 7399 (1963)
- 3) 藤井毅彦: 鉄と鋼, 46 (1960) 12 など
- 4) L. S. DARKEN: B.O.H.S., AIME (1951) p. 605
- 5) 丹羽貴知蔵, 下地光雄: 鉄と鋼, 46 (1960), p. 19
- 6) 八幡製鉄株式会社: 第19回製鋼部会資料, No. 538 (1961)

669.184.244.66

#### (74) 戸畑第2転炉工場における2/2基操業について

八幡製鉄所, 戸畑製造所

相原満寿美・森田重明・西脇 実

福富寿一郎・〇荒木 八郎

八幡製鉄建設本部 田 桐 浩 一

” 堺製鉄所 成 田 進

#### Intermittent Operation Using Two of the Two Converters at Tobata No. 2 LD Plant.

Masumi AIHARA, Shigeaki MORITA,  
Minoru NISHIWAKI, Jyuichiro FUKUTOMI  
Hachirō ARAKI, and Kōichi TAGIRI  
Susumu NARITA.

#### I. 結 言

昭和37年3月に稼動開始した八幡製鉄戸畑第二転炉工場は38年11月までに転炉2基設備の常時1基稼動、すなわち1/2基操業で延約200万tの鋼塊生産を行なった。

既報<sup>1)2)</sup>のごとく当工場は世界最初の転炉排ガス未燃焼回収法を採用したOG装置を設備しており、その運転状況は完全に安定した操業実績を示している<sup>3)</sup>。130t転炉の操業経過は順調に推移し、作業の安定と共に転炉持続回数は逐次向上して炉修繕所要日数に対する炉稼動日数の差は大となつたこの結果生ずる炉切替までの長い待機期間を活用して設備の有効利用をはかり、生産性をさらに向上させる目的から、2/2基操業を行うことを計画して38年12月より本格的に2/2基操業を実施している。ここにその概要をとりまとめて報告する。

#### II. 2/2基操業のための検討

##### 1. 転炉稼動状況

2/2基操業を作業上および原料需給計画から、安定して効率よく実施するための必要第一条件は、炉持続回数(稼動日数)の延長並びに炉修繕日数の短縮をはかることである。これらから稼動日数と修繕日数の差をFig. 1のように炉代の前、後期に配分した2/2基操業を行うことができる。1炉代を対象とした2/2基操業期間は次の(2)式のように計算で求め得る。