

- p. 597
- 2) H. MAAS : Rev. Mét., 60 (1963), p. 421
 - 3) LEIBSON, et al. : A. I. ch. E. Journal, 2 (1956), p. 296
 - 4) C. G. MAJER : U. S. Bur. Mines Bull, (1927), p. 260
 - 5) W. SIEMENS : Chemie Ing. Tech., 26 (1954), p. 479, p. 614

(79) 単一気泡による脱ガス

(R-H環流脱ガス法の理論的解析—II)

富士製鉄, 広畑製鉄所

渡辺秀夫・浅野鋼一・○佐伯 毅

Degassing by a Bubble

(Theoretical analysis of R-H circulating flow degassing process—II)

Hideo WATANABE, Koichi ASANO

Tsuyoshi SAEKI

1. 緒 言

R-H 真空脱ガス装置の解析の手掛りとして, 溶鋼中に吹込まれた単一気泡が浮上の過程においていかなる挙動を示すかを, モデル計算によつて解析する基礎式を第1報にて提出した. この方法にしたがつて, 種々の条件下における挙動を解析したのでその結果を報告する.

2 酸素濃度の影響

以下の計算はすべて 50 段分割として行なつた.

Fig. 1. は溶鋼の上向き流速を媒介変数とし, 縦横軸にそれぞれ CO ガス発生量と溶鋼中の酸素濃度をとり, それらの関係を示した. U_L が小さいときには CO 発生

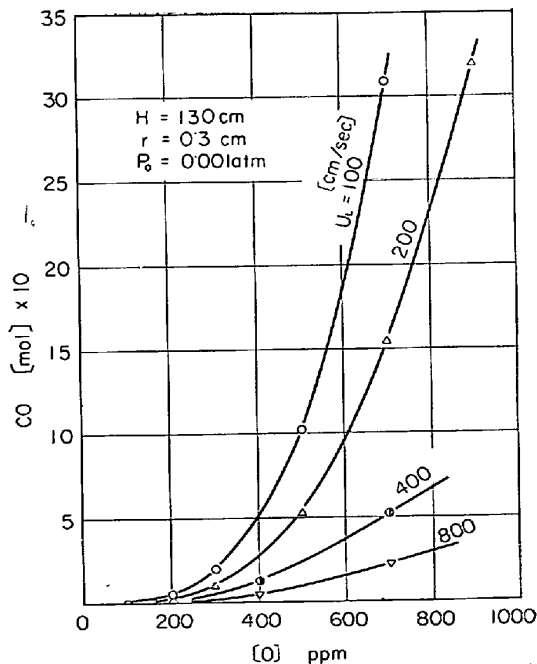


Fig. 1. Relation between oxygen content and CO gas generated.

は $[O]$ の増加と共に急激に大きくなる. $U_L=100$ cm の時を考えてみると, $[O]=700$ ppm で $CO=30 \times 10^{-5}$ mol 発生しているのに対し, $[O]=350$ ppm では $CO=3 \times 10^{-5}$ mol しか発生していない. すなわち $[O]$ の濃度が $1/2$ になることによつて, CO 発生量は $1/10$ に激減してしまうのである, さらに $[O]=100$ ppm になると $CO=0.09 \times 10^{-5}$ mol になり, 700 ppm の場合の $1/300$ にしか達しないことがわかる. これはむしろ CO がほとんど発生しない状態であると見てさしつかえない. このことから考えて, 溶鋼中の O , C を CO の形で除去する場合, 100 ppm 程度以下にすることはかなりむつかしいことがわかる.

3. 液流速の影響

U_L が大きくなると CO 発生量は急減する. これは気泡が液から浮上除去される速度が速くなり, 液中の気泡保有量が少なくなることによる. CO 発生量を多くしようとする場合には溶鋼の流速を適度に低くおさえておく方が良いと言える. 溶鋼の流速があまり小さくなると, 取鍋へ環流した時取鍋内を混合する力がなくなり, 取鍋内不均一や環流の短絡現象の原因となるので, これらを考慮した上で, 十分に小さい方がよい.

4. 吹込深さの影響

Fig. 3 に吹込深さの影響を示した. 同一直径の気泡が深さに無関係に生成するとした場合, 気泡 1 個当たりの CO 発生量は深さの増加とともに増加する. ほぼ H に比例すると考えても良い. しかし, 気泡直径が同一ということは静圧が異なる点を考えれば, けして気泡 1 個の持つモル量が等しいという意味ではないから, これを Ar 1 モル当たり CO 発生量に換算して図示すれば H がむしろ小さい方が CO 発生量が多いことがわかる. すなわち浅い位置から吹込む方が気液の接触時間は短くなるけれども, むしろ気泡が小さくなり, この効果が大きいために, 全体として, CO 発生を有効に行ないうることを

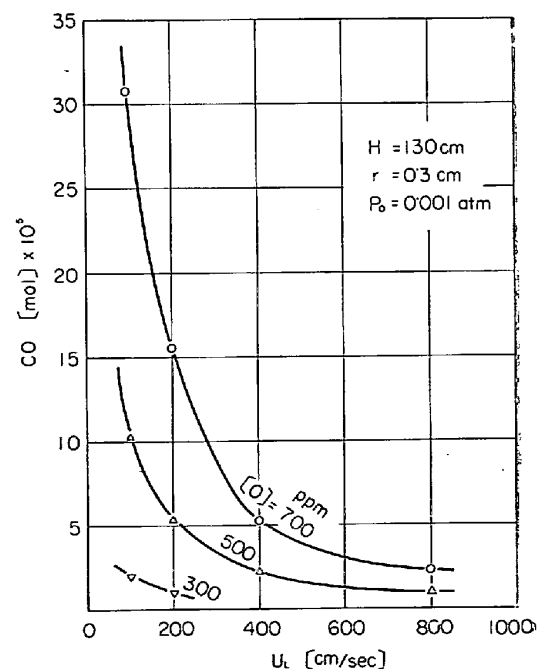


Fig. 2. Effect of flow velocity in up-log.

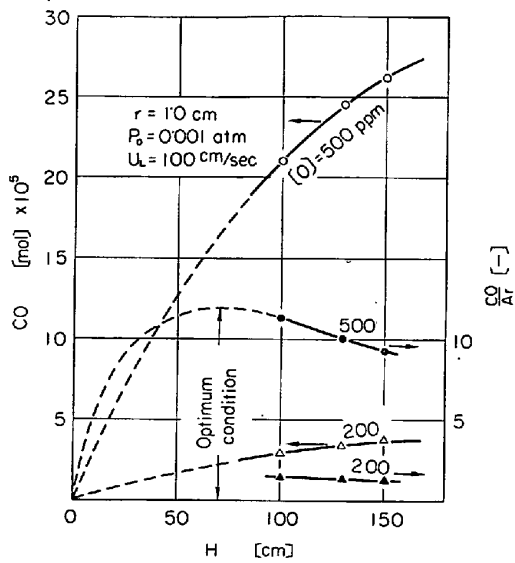


Fig. 3. Effect of hot metal depth for CO gas generation.

意味する。余り浅い位置からでは逆に接触時間が短くなり過ぎて、やはり CO 発生から見て好ましくないであろうと考えられるから、この中間に最適深さが存在する筈である。

5. 気泡径の影響

Fig. 4 に気泡大きさの影響を示す。気泡半径が増すとともに CO 発生量が増す。しかし気泡が小さい方が効率はいわゆる良いことが CO/Ar 比よりわかる。

6. 気泡内推進力

気泡吹込口においては CO を全々含んでいないので、気泡生成時の CO 発生を無視すれば初期における CO 発生を推進力としては、溶鋼中の $[O]$ (または $[C]$) 濃度があるまま物質移動にあずかる。しかるに気泡内に CO が発生すると、気泡中の P_{CO} 圧がしだいに高くなり、その P_{CO} 圧に平衡な界面 $[O]$ (または $[C]$) 濃度も零でなくなつて、ある値を持つに至る。気泡が溶鋼中を浮上し、気泡内圧力が低くなつてくると、それにつれて P_{CO} も低下して来るので、再び CO 発生を推進は大きくなって来る。この間の状況を Fig. 5 に図示した。

この図では、吹込位置の深さは 130 cm とし $r=0.3$ cm, $u_L=100$ cm/sec のものについて、 $[O]=700\sim 100$ ppm の場合を示した。本図によれば $[O]=700$ ppm のときには界面濃度は $[O]_i=450$ ppm max であり、少なくとも推進力として 250 ppm が有効である。同様にして他の場合も検討し表示すると Table 1 のごとくである。

溶鋼中の $[O]$ が小さくなると有効推進力は急激に小さくなり $[O]=200$ ppm 以下になるとほとんど CO を発生し得ない状態

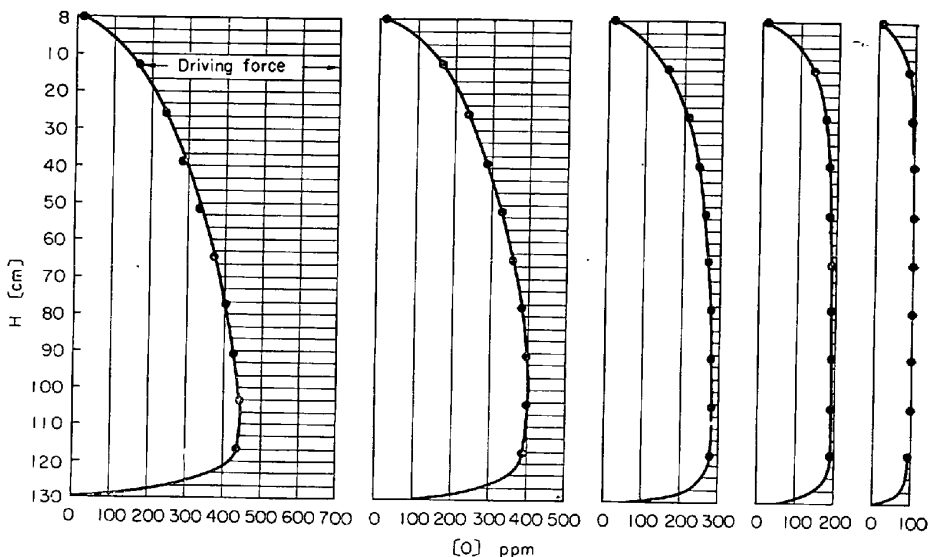


Fig. 5. Change of effective driving force during rise of bubble.

になつてしまう。もしこのように $[O]=200\sim 100$ ppm の濃度における脱炭を進捗させようとするには、吹込ガス量をもつと多くする必要がある。

7. 結 言

本報告の計算基礎式には多くの仮定を含むが、その仮定の下で次のような結論を得た。

- (1) $[O]=100$ ppm 程度になると、脱炭反応速度はきわめて遅くなる。このような低濃度で脱炭

Table 1. Minimum effective driving force.

[O] ppm	$U_L=100$ cm/sec	$U_L=200$ cm/sec
900	— ppm	450 ppm
700	250	270
500	100	120
300	15	25
200	5	10
100	2	—

This table shows that when oxygen concentration is 500 ppm and flow velocity 100 cm/sec, only 100ppm of oxygen act effectively to generate CO.

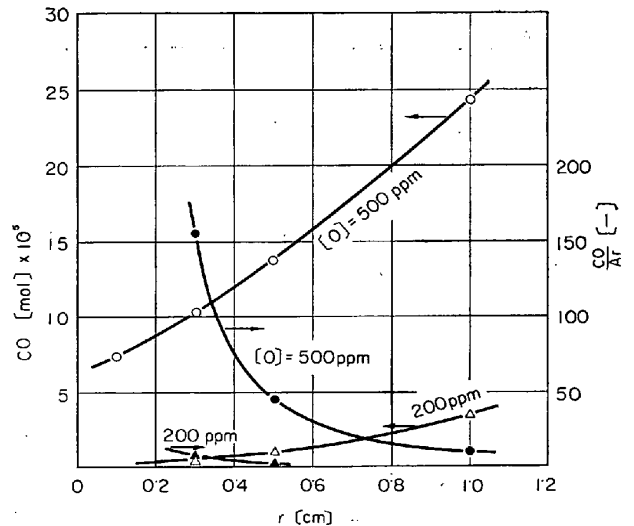


Fig. 4. The effect of bubble size.

を進行させるためには溶鋼表面下 10~20 cm 位の浅い所から、多量のガスを吹込む必要がある。

- (2) 気泡はできるだけ細粒にして泡込む方が効率が良い。ノズル形状等検討を要する。
- (3) ガスは十分予熱すると(2)項に対して有効であろう。
- (4) 気泡は CO 発生の核として働くものである。分解性のある成分の気泡であればさらに好ましい。
- (5) 吹込深さは浅すぎても深すぎても CO 発生の効率が悪い。最適深さが存在する。
- (6) 上述のことから脱炭に主体をおいたガス吹込みと環流を主体としたガス吹込みの2段ガス吹込形式が考えられる。

文 献

- 1) Technical Report of Fuji Steel, 13 (1964), p. 597
- 2) H. MAAS : Rev. Mét., 60 (1963), p. 421

(80) R-H真空脱ガス法における溶鋼の環流速度の測定

富士製鉄, 広畑製鉄所
 工博 宮川 一男・野村 悦男
 大同製鋼, 中央研究所
 野崎 善蔵・足立 敏夫
 〃 知多工場

岸田 寿夫・〇森井 廉

Measurement of Circulating rate of Molten Steel in R-H Degassing Process

Dr. Kazuo MIYAGAWA, Etsuo NOMURA
 Zenzo NOZAKI, Toshio ADACHI
 Toshio KISHIDA and Kiyoshi MORII

1. 緒 言

R-H 真空脱ガス法は、取鍋の溶鋼中に2本の浸漬管を浸漬し、一方より不活性ガスを吹きこんで吸あげおよび、循環作用の起動力を与えて、溶鋼を、減圧した真空

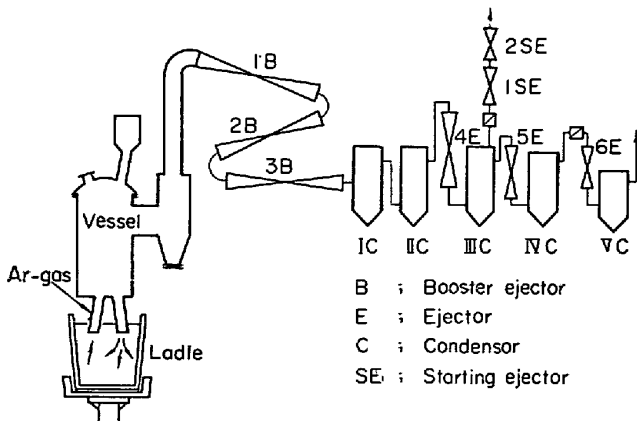


Fig. 1. Flow sheet of degassing equipments.

脱ガス槽と取鍋の間を循環させることにより脱ガスを行なう方法である。したがって、R-H 真空脱ガス処理においては、操業中の溶鋼の環流速度がどの程度であるか、また脱ガス槽内で脱ガスされた溶鋼と取鍋内の溶鋼とが取鍋内でいかに混合されるかということは、操業方法の検討および脱ガス効果の改善を行なう場合に重大な意味を持っている。そこで、大同製鋼、知多工場の R-H 真空脱ガス装置 (70 t 炉用) の操業条件を検討する基礎資料を得るため、ラジオアイソトープ (R. I.) を用い、溶鋼の環流速度の測定および、溶鋼の混合状態の調査を行なった。ここにこれらの結果について報告する。

2. 設 備 概 要

2.1 設備系統図

Fig. 1 に示す。

2.2 真空排気系設備

- 2段スターティング, エジェクター (1SE, 2SE)
- 6段メイン, エジェクター (1~3 B, 4~6 E)
- 5段コンデンサー (I~VC)
- 排気能力 0.5 torr にて 300 kg/hr
- 0.1 torr にて 75 kg/hr
- 到達真空圧力 溶鋼処理時 0.05~0.10 torr
- ブランクテスト 0.03~0.04 torr

2.3 脱ガス槽本体

- 胴部 高さ (ライニング内) 4400 mm
- 内径 (") 1150 mm
- シュノーケル 長さ 1850 mm
- 内径 (ライニング内)
- 上昇管 200 mm
- 下降管 270 mm

3. 測 定 方 法

脱ガス処理中、上昇管より R. I. を挿入し、下降管における放射能濃度の変化を検出し記録する。Fig. 2 に示す。

3.1 測定原理

上昇管に挿入された R. I. はただちに溶鋼中に溶解し、Vessel を経て下降管のシンチレーション検出器に検出され Fig. 3 のような形をえがく。

投入された全放射能量は一定なので全検出計数は一定で、次式が成り立つ。

$$\int_0^{70t} I(t) V dt \equiv K(\text{const}) \dots\dots\dots (1)$$

全溶鋼量; 70 t

I (t); 下降管を通る R. I. よりの正味計数率

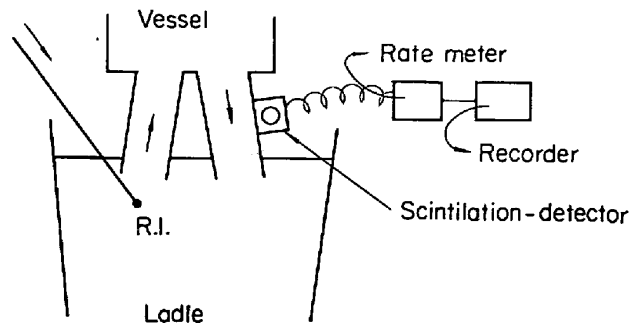


Fig. 2. Measuring method.