

を無視できるとき、

$$\lim_{[C] \rightarrow 0} [C]_{\Omega, \epsilon} = \frac{0.0022}{[C]} = [O]_c \quad \dots\dots\dots (7)$$

となり、これは Darken の与えた仮定に一致する。一方 $[C] \ll [O]$ となれば、

$$[O]_{\Omega} = [O] - p[C] - \frac{0.0022 p}{[O] - p[C]} \quad \dots\dots (8)$$

さらに、

$$\lim_{[C] \rightarrow 0} [O]_{\Omega} = [O] - \frac{0.0022 p}{[O]} \quad \dots\dots (N. S.) (9)$$

を得る。

(6) 式より、

$$([O] - [O]_{\Omega, \epsilon}) \approx ([O] - [O]_c) - \frac{0.0022 [O]}{[C]^2 p} \quad \dots\dots\dots (10)$$

をうるが、右辺第一項は Darken の式における濃度差を示し、第二項は丹羽、下地の理論とそれとの差を示す項である。 $[C]$ が $[O]$ に比し大なる場合この差を示す項はほとんど無視できる。 $p \approx 2$ とおけば、 $[C] = 1.0$ のとき $0.001 [O]$ 、 $[C] = 0.1$ のとき $0.11 [O]$ となり、 $[C]$ が減少するにつれて (1) 式における $[O] - [O]_{\Omega, \epsilon}$ の値が Darken の式において相当する因子 $[O] - [O]_c$ より小となつてくるのがわかる。すなわち炭素濃度の減少と共に、脱炭反応速度 $-d[C]/dt$ が減少し、これは観測事実と一致する。なお具体的数値を入れて反応速度を求めることは、パラメーター $[O]$ 、 Δl 、 l 、 S_m 、 S_g の値によつて、多少変動するから細かい数についての比較はあまり意味がない。(1) 式の計算が order として妥当な結果を示すことは前に発表した通りである。

これらの理論式において、パラメーター Δl および S_g の内容に関しては、理論的には不明であるが、それは気泡の成長と密接な関係がある。この成長に関する議論は、丹羽、下地、伊藤³⁾によつて atomistic な立場から行われたが、これをもつと改善した議論について述べる。熔鋼内で気泡は炉床空隙部で発生し、浮力が表面張力による拘束力および静鉄圧と大気圧に打ち克つたとき浮上して系外に去つて行く。その過程中、CO 気泡は炭素および酸素の拡散を通じて漸次大きくなつて行くのである。今この気泡表面上に流れてくる酸素原子の流れ j は単位面積について、

$$j = \frac{[O]}{1600} \rho N_0 \sqrt{\frac{D_0}{\pi t}} \quad \dots\dots\dots (11)$$

の如く表わせる。ここに ρ は熔鋼の密度、 N_0 は Avogadro 数、 t は時間である。この式を用いて気泡半径が r_0 から r 迄成長する際の関係式を求めると、

$$4\sigma \ln \frac{r}{r_0} + 3p(r - r_0) = \frac{3kT[O]\rho N_0}{3200} \sqrt{\frac{D_0 t}{\pi}} \quad \dots\dots\dots (12)$$

を得る。従前のわれわれの議論では Δl が入つていたが、ここでは拡散層の時間的変化を考慮に入れており、 Δl は explicit には入つていないことに注意すべきである。(12) 式に於て σ は表面張力、 p は大気圧と静鉄圧との和を示す。なお (12) 式を導く際、気泡は常に球形を保ちつつ成長し、かつ気泡内部では理想気体の法則が成立していると仮定している。

また熔鋼内における気泡の運動に関し、前の議論では Stokes の法則を用いたが、これは厳密ではない。すなわち Stokes の法則は粘性力が大で、Reynolds 数の小なる液体に対して成立するものであるのに反し、熔鋼の Reynolds 数はかなり大で、さらに乱流を示していると考えられるから、別途の考察を必要とする。しかしながら Reynolds 数の大なるときの抵抗法則の理論的計算は、流体力学においても満足に行われていない。

さて、熔鋼内に気泡が滞在する時間は前記 (12) 式を用いて、前の議論と同じく評価することができる。すなわち気泡の径は大体 cm の程度であると考えられるので、

$$t \approx \frac{\pi}{D_0} \left(\frac{3200 p}{kT[O]\rho N_0} \right)^2 \quad \dots\dots\dots (13)$$

と近似的に表わされ、具体的数値を求めると order として 1 mn 程度気泡は熔鋼内に滞在することになる。この滞在期間中、CO 気泡はその表面上に熔鋼内部から拡散によつて到達する炭素および酸素の化学平衡によつて成長すると考えてよい。

文 献

- 1) 丹羽、下地；学振 19 委 3167.
- 2) Darken, L. S.; B. O. H. S. (1951), A. I. M. E. 刊.
- 3) 丹羽、下地、伊藤；学振 19 委 4668.

(6) 上吹転炉内のガス流れ

Gas Flow in the Top-Blowing Converter

H. A. Hasimoto.

住友金属工業・小倉製鉄所 工橋本英文

I. 緒 言

酸素上吹転炉において炉内の溶鋼・溶滓およびガスの流れのいかんが製鋼反応および炉体損傷の重要因子となることは論をまたないところである。そして、これらの

流れが炉の形によつて異なることはまず考えられることであるが、酸素噴流のいかん一すなわちその強さ・配置一はある意味では全く炉を変えてしまうと言えるほどの影響を持つている。

こゝにはごく普通の炉形について噴流の強さ・位置を変えた場合のガス流れを模型によつて検討した実験の結果を報告する。

II. 方 法

模型は Fig. 1 に示すガラス製であり、この中の浴に相当する部分には水銀を入れ全体をガラス製の水槽中に入れ、噴流は同じくガラス管によつて標跡を混じた水を吹込むことによつて構成し、戸外に設けたタンクの水をポンプによつて循環して用いた。

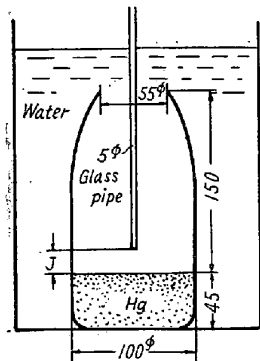


Fig. 1 Converter model.

この流れの観察・撮影には狭いスリットを通した光で横から照らし、その光断面内の流れを知つた。

噴流の強さについては流量を変化させ、位置については高さ（ランス先端から浴までの距離）と浴中心からの偏りを変えて実験を行つた。

III. 結 果

1 強さについて

ランスを浴中心上におきその高さを炉径の 30% とし、噴流量 (Q) を変えたときの流れの変化を Fig. 2 (附図省略) に示す。

(1) 噴流の弱い場合には浴面は僅かな凹みを生ずる程度で噴流は浴面を這つて炉側壁を昇り中央部に集つてくるが、その一部はランス先端の噴流に伴つて浴面に降り噴流を囲むドーナツ状の渦環を形成し他はランスに沿つて炉口に昇つてゆく。この上昇ガス流の一部は炉口の下部で側壁に向い側壁を下るカラー状の渦環を形成する。

(2) 噴流が強くなるにつれて浴面の凹みは大きくなりドーナツ状の渦は消えカラー状の渦も小規模になり、上昇流は相当に拡つた形をとるが、さらに噴流が強くなり浴面の凹みははなはだしくなるときは浴直上から噴流の周りに集つた流れとなり、ふたたびカラー状の渦が発達する。なお、噴流が強くなるに伴つて浴の動揺が増し飛沫も多くなる。

2 高さについて

ランスの高さ (J) を変えて炉径の 10% および 50%

として同様の実験を行つた結果を Fig. 3, Fig. 4 (附図省略) に示す。

ランスの高さが高くなるにつれて次のような変化が起る。

(1) 浴面に当る噴流の面積は広く強さは強くなり浴面に作る凹みがゆるやかになる。

(2) 噴流の弱い場合のドーナツ状の渦はよく発達する。

(3) 噴流の周りに昇る流れの中が広がる。

その他定性的には高さが高くなることは強さが弱くなつたときに似通う変化が見られる。

3 偏りについて

ランスが浴面の中心から炉径の 10% だけ偏つて設けられたときの実験結果を Fig. 5 (附図省略) に示す。高さは炉径の 30% の場合である。偏り (e) は炉中心線とランス中心線との距離で示す。

(1) わずかの偏りによつて炉内の流れは全く偏つて、ランスに近い炉壁を昇り遠い炉壁を降る傾向が生ずる。

(2) 噴流の弱いときは壁の遠い方では流れの形は普通に近いが壁の近い方から流れが壊れる。

(3) 飛沫は壁の近い方に強く起る。

IV. 結 言

普通の形の転炉々内のガス流れの概念をうるために立体模型によつて実験を行い次のことを知つた。

(1) 噴流の強さは炉内の流れを大きく変化せしめる。したがつて浴面の運動・炉体の損傷箇所をも左右する。

(2) 噴流の高さは炉内の流れを根本的には変えないが、これを大きくするという事は噴流の径を大に速度を小にするに似て、渦の大きさ・流れの中・浴面の運動に影響を与える。

(3) 噴流の位置が偏るときは炉内の流れがはなはだしく変化を受け炉体損傷の箇所が偏る。

これを要するに炉内のガス流れは、酸素噴流によつてその下の浴面がどのような形に変えられるかによつて根本的に変つてくる。実操業において問題となるのは効率と損傷のかね合いかんということであろうが、これを決定するものは炉型・炉材の他に酸素吹込量・ランス噴口径・ランス高さ等であつて、効率・損傷 (ガス流れ・スプラッシュ) がバランスするようにこれらを選定してゆくことにある。