

- 3) 山根新次: 本邦利用鉄鉱石の酸素含有現況の研究 (1945) p. 476  
 4) 湊 秀雄: 褐鉄鉱々床にともなうカリ, 燐および砒素 (1953)  
 5) E. Houdremont, H. Benneck & H. Neumeister: Tech Mitt Krupp (1938) p. 102  
 6) J. Klärning: Archiv Eisenhüttenw. Vol. 14 (1941) p. 473  
 7) W. Luyken: Archiv Eisenhüttenw. Vol. 12 (1938, 39)  
 8) W. Mathesius & T. Dickmann: Stahl u. Eisen Vol. 32 (1912) p. 1502  
 9) B. F. Salivano & S. A. Pogodin: Soob. Vseso. Inst. Metal, (1931) No. 3~4 p. 54  
 10) 鶴野達二: 鉄と鋼, Vol. 34 (1948) No. 10 p. 1

## 塩基性平炉精錬中の酸素に関する考察\*

(脱炭反応の速度論的研究—I)

藤 井 毅 彦\*\*

### Oxygen Potential in Basic Open-Hearth Furnaces.

(Kinetics of decarbonization in molten steel—I)

Takehiko Fujii

#### Synopsis:

The rate of decarbonization in open hearth furnaces has been discussed mainly with carbon and excess oxygen contents, and  $\Delta O$  in molten steel. But it is also necessary to consider the rate of movement of oxygen from slag to molten steel and the rate of running away of CO-bubbles.

The author restricted this problem within the rate of movement of oxygen from slag to metal.

Oxygen content,  $O'_{\text{equ}}$  in iron, which was in equilibrium with slag, was newly used for oxygen potential of slag, and oxygen content,  $O$  in molten steel was used for oxygen potential of metal as before. Then it was assumed that the difference of them,  $\Delta O' = O'_{\text{equ}} - O$  gave not only the oxidation power of slag to metal quantitatively, but also the measure of moving speed of oxygen from slag to metal.

In the open hearth furnace, the value of oxygen potential of metal,  $O$  was between  $O'_{\text{equ}}$  and  $O_{\text{equ}}$  (equilibrium value of  $O$  by the curve of Vacher & Hamilton), because carbon boil continuously occurred in molten steel. In this state, the potentiality of decarbonization was controlled by  $\Delta O$ , and  $\Delta O'$  made up for decrease of  $\Delta O$  by the speed equal to the speed of decrease of  $\Delta O$ . Then the speed of decarbonization was controlled by the speed of formation and growth of CO-bubble nucleus.

Under this assumption, the change of  $O'_{\text{equ}}$  and  $\Delta O'$  were examined in our 100 t basic open hearth furnace ( $C$ ; 0.08~0.80%), and moreover the change of  $O$  and  $\Delta O$  in low carbon range were examined. The following results were obtained.

(1) In the refining period in which carbon contents dropped from 0.80 to 0.08%,  $O$  and  $O'_{\text{equ}}$  was increased and moreover  $\Delta O'$  was increased as the carbon was eliminated.

(2) Accordingly excess oxygen,  $\Delta O$  in steel was increased as the carbon was eliminated.

#### 緒 論

平炉内で熔鋼中の炭素が酸素によつて減少する現象を脱炭反応という。この速度論的研究に関しては、古くは Schenck等<sup>1)2)</sup>が炭素鋼の平炉精錬操業の結果を検討し、脱炭速度は熔鉄炭素濃度  $C$  × 酸素濃度  $O$  によつて決まることを示したが、これに反して Körber と Oelsen<sup>3)</sup>は

シリカのルツボを使用した実験において、脱炭反応は CO 気泡の核生成の条件で大きく影響されることを述べ、両者の間に歴史的な論争が続けられている。その後最近 Brower と Larsen<sup>4)5)6)</sup> Darken<sup>7)8)</sup>、丹羽<sup>9)10)</sup>な

\* 昭和 31 年 10 月本会講演大会にて発表

\*\* 住友金属工業和歌山製造所, 研究試験課

どが脱炭反応の律速段階は鋼滓—熔鉄間、熔鉄—CO 気泡間の境界膜拡散にあるとして理論式を提出し、また Vallet は炉壁に接している熔鉄内の CO 気泡発生機構を論じている。

しかしながら、これらの研究はいずれも純理論的であるか、または平炉の実際操業値を理論的に取扱つたものであり、この間の事情を正確に判断するには、さらに多くの精密な実験データを必要とする。何故ならば純理論的研究はあまりにも机上論的であり、また現場の平炉においては、脱炭反応以外の種々の化学反応が同時に進行しており、熔鉄温度も時間とともに変化し、CO 気泡発生に対する炉床の条件も毎回の精錬においてはもちろん一回の精錬中でも変わるので、平炉の実測値から脱炭反応の機構を正確に究明することは不可能である。この見地より著者にまず塩基性平炉の操業値を精密に解析し、さらに種々の条件を一定にして実験を行ない、脱炭反応の機構を正確に究明するために、気相を調節することのできる高周波熔解炉を実験室において組み立て、種々の実験を行ない、熔鋼の脱炭反応を速度論的に検討した。

## I. 結 言

従来平炉操業において脱炭速度を論ずる場合には熔鋼中の炭素含有量と過剰酸素  $\Delta O$ <sup>\*)</sup> が主として論じられてきた。しかるに脱炭反応にあずかる酸素は鋼滓と熔鋼との界面を通じて供給され、鋼滓は気相から酸素の供給を受けるのであるから、脱炭速度を論ずるためには、これらの酸素移動の過程をあわせ考える必要がある。

著者は便宜上、問題を気相と鋼滓の関係から切り離し鋼滓と熔鋼との関係に限ることとする。まず酸素移動の方向を決定する酸化ポテンシャルの尺度としては、鋼滓に対しては新しくその鋼滓と平衡する熔鉄中酸素濃度  $O'_{\text{equ}}$ <sup>\*1</sup> を採用し、熔鋼に対しては従来通り実測の熔鋼中酸素濃度  $O$  を採用<sup>\*2</sup>することとする。すると前者から後者を減じて得た酸化ポテンシャルの差  $\Delta O$ <sup>\*3</sup> は、鋼滓から熔鋼への酸素移動傾向を定量的にあらわすことはもちろんであるが、なおその上にわれわれはそれが酸素の移動速度の目安にもなるものであると仮定する。

平炉操業においては鋼滓の酸化ポテンシャル  $O'_{\text{equ}}$

と熔鋼の酸化ポテンシャル  $O$  が平衡<sup>\*4</sup>に達することは考えられない。すなわち  $O'_{\text{equ}} > O$  である。これは絶えず熔鋼中の炭素と酸素が作用して沸騰しているからである。したがって熔鋼中の酸素含有量は鋼滓と平衡する熔鉄中酸素含有量と Vacher & Hamilton の平衡値から計算される値  $O_{\text{equ}}$  との中間にあると考えられるし、また実際においてもそうである。すなわち  $O'_{\text{equ}} > O > O_{\text{equ}}$  である。この状態での脱炭反応進行の Potentiality は  $\Delta O$  が規制し、脱炭の進行にともなう  $\Delta O$  の減少は  $\Delta O'$  がそれに相当する速さをもつて補う。そして一方脱炭反応<sup>\*5</sup>の進行速度は CO 気泡の核の生成と成長とによるものとする。

炭素を含有している熔鋼とそれに接触している CaO (+MgO)-SiO<sub>2</sub>-FeO 系鋼滓との各酸化ポテンシャルに関しては、実験室では沸騰等の条件を入れて行われた測定はないが、実際の平炉の場合には反応が緩やかであるので、その分析値を使つてある程度この間の事情を考察することができるものと考えられる。また最近 Fetters と Chipman<sup>11)</sup>、Taylor と Chipman<sup>12)</sup>、Turkdogan と Pearson<sup>13)</sup>などは実験室において、既知組成の CaO (+MgO)-SiO<sub>2</sub>-FeO 系鋼滓に接触している熔鉄中の平衡酸素濃度を測定することによつて、その鋼滓中酸化鉄の activity を計算している。したがってこれを使えば相当の正確さをもつて平炉鋼滓の組成から、それと平衡する平炉熔鉄中酸素濃度  $O'_{\text{equ}}$ 、すなわち鋼滓の酸化ポテンシャルを計算することができるわけである。

そこで 100 t 塩基性平炉の精錬中 (C; 0.80~0.08%) に採取した試料の分析値から  $O'_{\text{equ}}$ 、 $\Delta O'$  の変化、ならびに熔鋼中酸素含有量  $O$  および過剰酸素  $\Delta O$  の挙動を低炭素領域まで押し拡げて明らかにした。この第 1 報はこれに関する報告である。

## II. 熔鋼中酸素分析試料採取法の検討

鋼滓と熔鋼の酸化ポテンシャルの差  $\Delta O'$  ならびに過剰酸素  $\Delta O$  を論ずるには熔鋼中の酸素含有量  $O$  を正確に測定することが必要である。酸素分析試料の採取法は spoon 法<sup>\*6</sup> と bomb 法<sup>\*7</sup> があるが両者の分析値の間

\*1 従来は鋼滓の酸化ポテンシャルの尺度として通常  $(O)$  が用いられていた。

\*2 平炉精錬中には SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> はほとんど存在しないから、熔鋼中酸素濃度を採用することができる。

\*3 Brower と Larsen<sup>4)5)</sup> は過剰酸素を  $\Delta O$  で表したのに対し、著者は鋼滓と熔鋼の酸化ポテンシャルの差を以後  $\Delta O'$  なる記号であらわすことにする。

\*4 酸化ポテンシャルの平衡は従来分配平衡式  $O/(O)=L_o$  の成立することによつてあらわされている。

\*5 脱炭反応と CO 生成反応とは同一でない。何故ならば脱炭反応には反応物質の移動ならびに CO 気泡の生長、脱出が必要である。

\*6 通常現場で行つている方法で spoon 内面に鋼滓を充分塗布して試料を採取する。

\*7 鋼製円筒の上部を銅板で覆い、熔鋼中に突込んで試料を採取する方法で spoon 法 に対して熔鋼内部の試料を採取することができると考えられている。

には相当の差が認められ、また試料内の偏析も大きく誤差の原因になるので、まず酸素分析試料採取法に対して検討を加えた。

100 t 塩基性平炉精錬中の熔落、鉍石終、差物前、出鋼前のそれぞれの時期に spoon 法と bomb 法で熔鋼の上中下の三カ所より試料を採取し、その試料を冷却後 10 mm φ に鍛造して真空熔融法で酸素の分析を行った。その結果を Fig. 1 に示す。

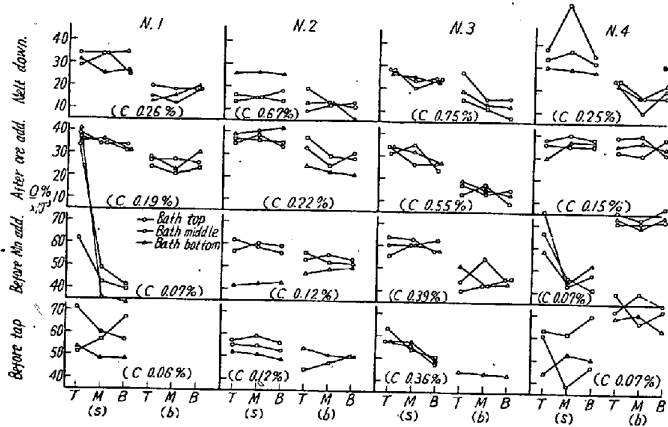


Fig. 1. Values of  $\underline{O}$  in refining period of basic open hearth furnaces. (s); spoon method (b); bomb method T; top, M; middle, B; bottom of sample

試料採取には成品炭素含有量の異なる鋼種をえらび、図中 T, M, B は一本の鍛造した試料の top, middle, bottom より採取した試料の分析値をあらわす。S, B はそれぞれ spoon 法, bomb 法の分析値をあらわす。

1) 鍛造試料内の偏析

熔鋼中の炭素含有量が高い間は spoon 法も bomb 法もともに、鍛造試料内の top, middle, bottom の分析値の偏差は 0.010% 以内で分析誤差範囲内である。それに対して熔鋼中の炭素含有量が 0.10% 以下になると spoon 法では偏析は大きくなるが、bomb 法では分析誤差の範囲内で同じ値を示す。

2) Spoon 法および bomb 法の分析値の比較

Fig. 1 に示す通り、炭素含有量の高い熔鋼 (仕上り C; 0.30~0.37%) では、熔落から出鋼前まで精錬中を通じて、bomb 法の方が低値を示している。それに対して炭素含有量の低い熔鋼 (仕上り C; 0.08~0.22%) では、精錬初期では bomb 法の方が低値を示すが、後期になるにしたがつて両者は大体同じ値を示してくる。この状態は spoon 法と bomb 法の酸素含有量の差と炭素含有量との関係を示した Fig. 2 にも明らかな通り、炭素含有量が低下して沸騰が弱くなるにつれて spoon 法と bomb 法との差がなくなる。これは spoon 法が

鋼滓直下の熔鋼を採取しており、bomb 法は熔鋼の中央部より試料を採取していると考えたと炭素含有量が大きく、したがって沸騰の盛んな時期にはこの差が大きく現われるのは当然と考えられる。

つぎに 100 t 塩基性平炉精錬中の酸素含有量と炭素含有量の関係を示したものが Fig. 3, Fig. 4 である。

Fig. 3 の酸素の値は bomb 法によるものであり、Vacher & Hamilton の C-O 平衡曲線に比較的近づいているのに対し Fig. 4 は spoon 法で採取した試料の分析値であり、C-O 平衡曲線からかなり離れている。

酸素分析の試料採取法としての spoon 法と bomb 法の適否に関しては、わが国においては学術振興会第 19 小委員会ガス分析分科会において種々論議され、また Huff, Baily と Richards<sup>14)</sup> 等の論文に関し、1952 年に Taylor, Larsen, Tenenbaur, Herasymenko-Marshall 等の論議があるが、結論が出ていないので、便宜上以上の結果から bomb 法の方がばらつきが少なく、また試料内の偏析も少ないので、以下の考察には bomb 法を採用し、分析は真空熔融法で行うことにし

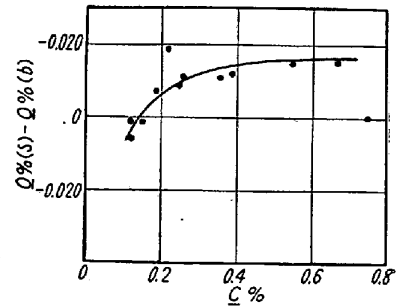


Fig. 2. Values of  $\underline{O}(s) - \underline{O}(b)$  vs. carbon contents. ( $\underline{O}(s)$  spoon method) ( $\underline{O}(b)$  bomb method)

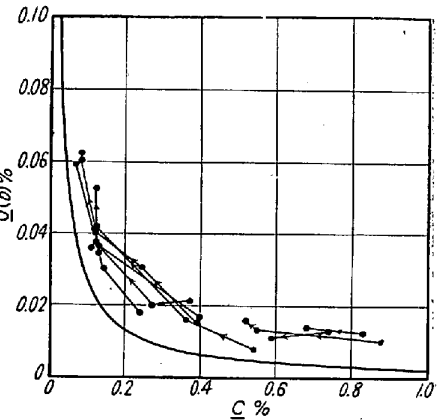


Fig. 3. Values of  $\underline{O}(b)$  (bomb method) vs.  $\underline{C}$  in refining period of basic open hearth furnaces.

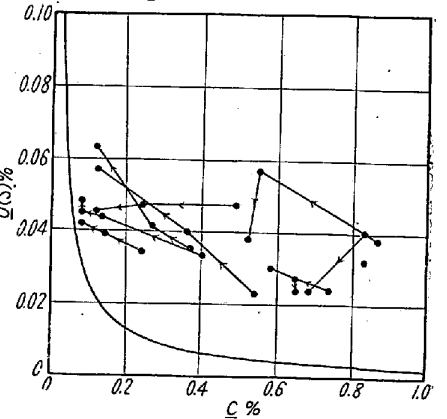


Fig. 4. Values of  $\underline{O}(s)$  (spoon method) vs.  $\underline{C}$  in refining period of basic open hearth furnaces.

Table 1. Various data in refining period of basic open hearth furnaces.

Charge	Sample No.	Time (mn)	Temp. °C	C%	O%	Slag (mole fraction)			O'sat %	O'equ %	ΔO'equ (O'equ - O) %	O <sub>equ</sub> (0.0025/C) %	ΔO %	a <sub>FeO</sub>
						CaO+MgO+MnO	FeO t	SiO <sub>2</sub> +P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>						
N 5	1	0	1518	0.40	0.0171	0.637	0.114	0.244	0.1607	0.0803	0.0632	0.0062	0.0109	0.50
	2	40	1575	0.13	0.0367	0.657	0.164	0.173	0.2065	0.1032	0.0665	0.0192	0.0175	0.50
	3	70	1608	0.08	0.0609	0.614	0.268	0.111	0.2372	0.1233	0.0624	0.0312	0.0297	0.52
	4	80	1625	0.08	0.0626	0.615	0.266	0.113	0.2541	0.1321	0.0695	0.0312	0.0314	0.52
N 6	1	0	1490	0.54	0.0086	0.683	0.088	0.225	0.1413	0.0535	0.0449	0.0046	0.0044	0.38
	2	30	1557	0.36	0.0162	0.703	0.110	0.182	0.1910	0.0668	0.0506	0.0069	0.0093	0.35
	3	85	1631	0.12	0.0419	0.682	0.170	0.143	0.2600	0.0988	0.0569	0.0208	0.0211	0.38
	4	90	1617	0.12	0.0525	0.654	0.198	0.141	0.2460	0.1156	0.0633	0.0208	0.0317	0.47
N 7	1	0	1547	0.37	0.0216	0.658	0.126	0.211	0.1828	0.0915	0.0699	0.0067	0.0149	0.50
	2	20	1578	0.27	0.0205	0.683	0.129	0.182	0.2089	0.0877	0.0672	0.0092	0.0113	0.42
	3	60	1625	0.12	0.0380	0.679	0.152	0.162	0.2541	0.1066	0.0686	0.0208	0.0172	0.42
	4	65	1630	0.11	0.0367	0.682	0.171	0.142	0.2588	0.1036	0.0669	0.0227	0.0140	0.40
N 8	1	0	1536	0.39	0.0156	0.720	0.135	0.141	0.1742	0.0522	0.0366	0.0064	0.0092	0.30
	2	30	1563	0.24	0.0306	0.698	0.141	0.156	0.1959	0.0686	0.0380	0.0104	0.0202	0.35
	3	65	1626	0.12	0.0411	0.672	0.190	0.133	0.2547	0.1020	0.0609	0.0208	0.0203	0.40
	4	70	1625	0.13	0.0347	0.704	0.173	0.117	0.2541	0.0762	0.0415	0.0192	0.0155	0.30
N 9	1	0	—	1.14	—	0.601	0.168	0.227	—	—	—	0.0021	—	0.63
	2	70	1570	0.55	0.0134	0.695	0.161	0.137	0.2018	0.0706	0.0472	0.0045	0.0089	0.35
	3	85	1598	0.52	0.0163	0.709	0.162	0.124	0.2275	0.0682	0.0519	0.0048	0.0115	0.30
N 10	1	0	1529	1.08	—	0.629	0.137	0.229	0.1687	0.0961	—	0.0023	—	0.57
	2	65	1602	0.68	0.0142	0.755	0.106	0.135	0.2312	0.0462	0.0320	0.0036	0.0106	0.20
N 11	1	0	—	1.01	—	0.695	0.108	0.194	—	—	—	0.0024	—	0.40
	2	30	—	0.83	—	0.657	0.155	0.182	—	—	—	0.0030	—	0.52
N 12	1	80	1616	0.65	—	0.683	0.142	0.156	0.2449	0.1028	—	0.0038	—	0.42
	2	85	1615	0.65	—	0.703	0.136	0.154	0.2438	0.0853	—	0.0038	—	0.35
N 13	1	0	1544	0.24	0.0183	0.658	0.107	0.229	0.1803	0.0901	0.0718	0.0104	0.0079	0.50
	2	25	1613	0.14	0.0304	0.642	0.167	0.183	0.2415	0.1328	0.1024	0.0178	0.0126	0.55
	3	75	1636	0.07	0.0598	0.612	0.245	0.136	0.2655	0.1460	0.0862	0.0357	0.0241	0.55
	4	85	1628	0.11	0.0521	0.609	0.258	0.126	0.2570	0.1413	0.0892	0.0227	0.0294	0.55

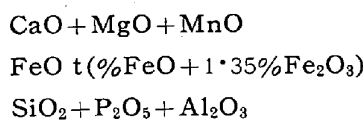
た。

### III. 精錬中の鋼滓—鋼浴間の酸化ポテンシャル

100 t 塩基性平炉精錬中の熔落、鉍石終、差物前、出鋼前の各時期に鋼滓、熔鋼より試料を採取して、熔鋼は炭素、酸素の分析を、鋼滓は全成分の分析を行った。

鋼種は仕上り炭素領域が 0.60~0.08% にわたるよう選んだ。なお酸素分析値は、前述のごとく bomb 法で採取して真空熔融法で分析したものである。これらの諸数値は Table 1 に示す通りである。

さて鋼滓の酸化ポテンシャルを考えるには、塩基性平炉の鋼滓はきわめて複雑な系で、その取扱いには種々構造上の知識ならびに仮定が必要であり、これに関しては多くの人々によつて研究されているが、ここでは簡単につきのごとく 3 種の成分群にわけて考えた。



つきに鋼滓中の酸化鉄の activity であるが、熔鉄が純粋な酸化鉄 (FeO) 鋼滓と平衡している場合には酸素の

飽和値は次式<sup>11)</sup>で示されている。

$$\log \% \text{O}'_{\text{sat}} = -6320/t + 2.734 \dots\dots\dots (1)$$

平炉塩基性鋼滓\*<sup>8</sup>が理想溶液とどれほど離れているかは正確に知られていないが Taylor と Chipman<sup>12)</sup> は CaO (+MgO)-SiO<sub>2</sub>-FeO 系の鋼滓と接している熔鉄中酸素量(実はわれわれの O'equ.) を測定し、その値を (1) 式で除したのもをもつて鋼滓中の酸化鉄の activity とした。そして Turkdogan と Pearson<sup>13)</sup> はそれらの結果を整理している。

したがつて鋼滓の組成からそれと平衡する熔鉄中の平衡酸素含有量 O'equ. を得るには、上記の Taylor と Chipman<sup>12)</sup> の activity を使い次式によつて計算すればよい\*<sup>9</sup>。

$$\log \frac{\% \text{O}'_{\text{equ}}}{a_{\text{FeO}}} = \frac{-6320}{t} + 2.734 \dots\dots\dots (2)$$

\* 8 酸性鋼滓では Körber<sup>15)</sup>、Taylor と Chipman<sup>12)</sup> の研究結果によれば、鋼滓中の酸化鉄の mole fraction に大略その activity にひとしいことと示している。すなわち酸性鋼滓は理想溶液に近い挙動をするから Raoult's の Law が直接に適用されることができる。

\* 9 鋼滓成分中には MnO、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> が少量存在するが、これを前に述べたのごとく 3 成分に振りわけ、またこの合計が 10% 以下であるので酸化鉄の activity にはさほど影響しないものと考へて計算を行った。

この式(2)により計算した熔鉄中の平衡酸素濃度  $\underline{O}'_{equ}$  を Table 1 に  $\underline{O}'_{equ}$  としてあらわしてある。なお Table 1 には精錬中の温度の変化、熔鋼中の実測炭素、酸素濃度、鋼滓の組成 (mole fraction) も示してあり、 $\underline{O}'_{sat}$  は各温度における activity = 1 の場合の値であり、純粋な酸化鉄鋼滓と接している場合の熔鉄中の飽和酸素濃度に相当する。実測酸素濃度  $\underline{O}$  ならびに熔鉄中の平衡酸素濃度  $\underline{O}'_{equ}$  と熔鋼中炭素含有量との関係を示すと Fig. 5

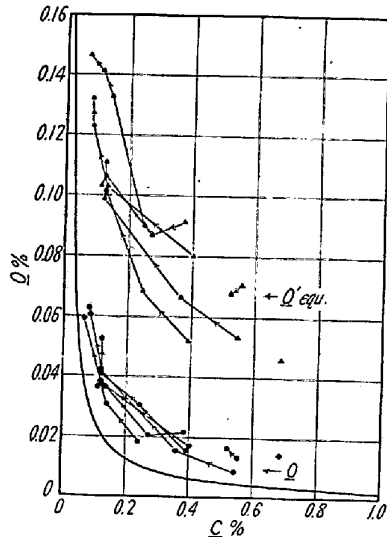


Fig. 5. Values of  $\underline{O}$ ,  $\underline{O}'_{equ}$  vs.  $\underline{C}$  in refining period of basic open hearth furnaces.

Vacher & Hamilton の平衡曲線に近づくはずである。しかるに上述のごとく、鋼滓と熔鋼の酸化ポテンシャルの差  $\Delta O'$  が大であるため、熔鋼への酸素の供給が速いのである。実際には平衡酸素量よりも多くの酸素を含有している。この平衡値よりの過剰の酸素  $\Delta O$  と炭素含有量の関係は Fig. 7 に示すごとく、 $\underline{C}$ ; 0.30%位迄は変化しないが、それ以下になると増加し始め、 $\underline{C} < 0.10\%$  では急激に上昇している。

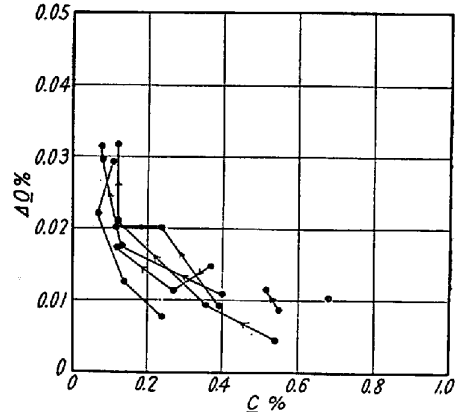


Fig. 7. Values of  $\Delta O$  vs.  $\underline{C}$  in refining period of basic open hearth furnaces.

つぎに熔鉄中平衡酸素量  $\underline{O}'_{equ}$  と実測熔鋼中酸素  $\Delta O' = \underline{O}'_{equ} - \underline{O}$  ..... (3) 量の差は前にも述べたごとく鋼滓と熔鋼の酸化ポテンシャルの差をあらわす尺度であるが、この  $\Delta O'$  と炭素量の関係は Fig. 6 に示す通りであり、 $\Delta O'$  が炭素量の減少とともに増大していることは注目に値する。

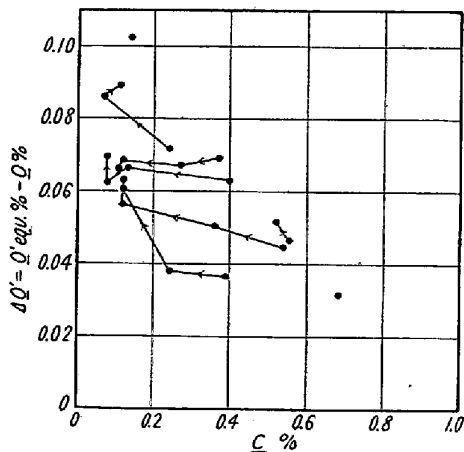


Fig. 6. Values of  $\Delta O'$  vs.  $\underline{C}$  in refining period of basic open hearth furnaces.

V. 結 言

緒言で述べたような仮定ならびに考えの下に当所 100 t 塩基性平炉精錬中 ( $\underline{C}$ ; 0.80~0.08%) に試料を採取し、その分析値から  $\underline{O}'_{equ}$ ,  $\Delta O'$  の変化および  $\underline{O}$ ,  $\Delta O$  の挙動を 0.08% という低炭素領域にまで拡張して明らかにした。

1) 精錬の進行とともに熔鋼中炭素量は 0.80% から 0.08% まで減るのであるが、 $\underline{O}$  および  $\underline{O}'_{equ}$  は絶えず増加し、また  $\Delta O'$  も増加し続ける。

2) 同時に熔鋼中の過剰酸素  $\Delta O$  も熔鋼中炭素量の減少とともに増加の一途を辿る。

このような状況下における脱炭反応の進行の実態については次報に詳報するつもりである。なお諸現象の総合的考察は最後の報告にまとめて行うことにする。

本論文は著者が昭和 23 年 4 月住友金属工業株式会社に奉職して以来現在にいたるまで長きにわたり、賜つた恩師京都大学理学部教授理学博士佐々木申二先生の絶えざる御指導を御鞭撻によつて成つたものであります。ここに謹んで満腔の謝意を表する次第であります。

本実験の遂行にあたりましては住友金属工業株式会社和歌山製造所小田助男所長、高椋正雄技術部長、工学博士下川義雄研究試験課長の絶えざる御指導と御激励をいただきました。厚く御礼を申し上げる次第であります。

IV. 精錬中の過剰酸素

平炉精錬中の熔鋼中の炭素と酸素は、理論的には

(昭和 34 年 5 月寄稿)

## 文 献

- 1) H. Schenck, Riess & Brüggemann: Z. Elektrochem, 38 (1932) 562
- 2) H. Schenck: Stahl u. Eisen 56 (1936) 201
- 3) F. Körber & W. Oelsen: Mitt. Kaiser-Wilhelm-Inst. Eisenforsch, 17 (1935) 39
- 4) T. E. Brower & B. M. Larsen: Trans. A.I.M.E. 172 (1947) 137
- 5) T. E. Brower & B. M. Larsen: Trans. A.I.M.E. 172 (1947) 164
- 6) B. M. Larsen: A.I.M.E. National Open Hearth Steel Committee Iron & Steel Division 1956
- 7) L. S. Darken: Electric F'ce. Proceedings A.I.M.E. 6 (1948) 55
- 8) L. S. Darken: Basic open hearth steelmaking A.I.M.E. (1951) 592
- 9) 丹羽, 下地, 伊藤: 学振 19 委 4668
- 10) 丹羽, 下地, 学振 19 委 4897
- 11) K. L. Fetters & J. Chipman: A.I.M.E. 145 (1941) 95
- 12) C. R. Taylor & J. Chipman: A.I.M.E. 154 (1943) 228
- 13) E. T. Turkdogan & J. Pearson: Journal of Iron and Steel Institute 173 (1953) 217
- 14) G. H. Huff, G.R. Bailey & J. H. Richards: Journal of Metals. 4 (1952) 1162
- 15) F. Körber: Z. Elektrochem. 43 (1937) 450

## 真 空 造 塊 法 の 特 徴\*

(真空鑄造鋼と普通鋼との比較—I)

鈴木登能弥\*\*・朝熊 利彦\*\*

## Special Features of Vacuum Ingot-Casting Process.

(Comparison of vacuum and air-cast steel—I)

Tonoya Suzuki and Toshihiko Asakuma

## Synopsis:

The authors studied the vacuum ingot-casting from June, 1955.

The first degassing unit was put in operation in September 1957, and, in addition, 3 units were developed. At the present time, they can make 4 ingots with 6t to 20t continuously.

Special features of vacuum ingot casting process are as follows:

- (1) The oxidation of the pouring stream and surface of the steel are prevented as there is no oxygen in the vacuum chamber.
- (2) When the steel enters the vacuum, the steel stream is divided up into little drops with diameter of  $1\mu$  to 10mm.
- (3) The sources of hydrogen from bricks and patching are eliminated.
- (4) There is a greater latitude with regard to the pouring speed.
- (5) The scum and non-metallic inclusions are floated by the violent boiling and bubbling.
- (6) Under the vacuum 2 mmHg to 5 mmHg, 60% of hydrogen and 30% of oxygen are removed.

\* 昭和 33 年 4 月および 10 月本会講演大会にて講演 \*\* 関東特殊製鋼