

Mn 1200 kg 23mn 経過) では -10°C , 固定式 60t 炉 (Fe-Mn 500 kg 投入後 8 mn) では 0°C となっている。

iii) 出鋼温度の調節: 固定式平炉と傾注式平炉における炉床形状の相異は当然精錬中の添加剤投入による鋼浴温度の変化傾向を異にしている。また傾注炉における受鋼取鍋数が 2~3 ケの場合の出鋼温度調節は差物の量、鋼種によつて複雑な形を採っている。

iv) 測定誤差: 熱電対に $\pm 2^{\circ}\text{C}$, 電子管計器に $\pm 0.5\%$ で $1500^{\circ}\text{C}\sim 1600^{\circ}\text{C}$ の温度範囲で約 2.5°C , 測定操作その他測定条件を考慮して測定誤差は 15°C 程度と見ている。

(17) 塩基性平炉精錬中の酸素に関する考察

Oxygen during Refining Period in the Basic Open-Hearth Furnace.

T. Fujii.

住友金属工業, 和歌山製造所

理 藤 井 毅 彦

I. 緒 言

平炉操業において Slag と熔鋼との間の酸素の分配が平衡に達することは考えられない。これは絶えず $\underline{\text{C}}$ と $\underline{\text{O}}$ が作用して沸騰しているからであり、熔鋼中の酸素含有量は Slag と熔鋼の酸素分配より計算された値と $\underline{\text{C}}-\underline{\text{O}}$ 反応より計算された値との中間にあると考えられる。

Brower & Darsen¹⁾ 等は $\underline{\text{C}}-\underline{\text{O}}$ 反応より熔鋼中の酸素は $\underline{\text{O}}$ だけ過剰にあるとしてその他の種々の製鋼条件との関係を検討しており、また一方 Fetters & Chipman²⁾, Taylor & Chipman³⁾, Turkdogan & Pearson⁴⁾ 等により Slag と熔鋼との間の酸素分配に関しては実験室において $\text{CaO}(+\text{MgO})-\text{SiO}_2-\text{FeO}$ 系 Slag と $\underline{\text{C}}$ free の熔鉄間の酸素の分配を測定し、 FeO の activity を計算している。平炉においては熔鋼は $\underline{\text{C}}$ を含有しており、酸素の分配に関しては $\underline{\text{C}}$ の影響を考えなければならない、 $\underline{\text{C}}$ 含有量の差により当然酸素の分配値に差が生ずるべきであり、高炭素含有の熔鋼と低炭素含有の熔鋼では後者の方が当然平衡値に近づいているものと考えられる。

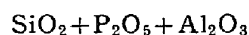
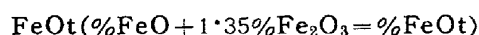
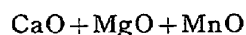
炭素を含有した熔鋼と $\text{CaO}(+\text{MgO})-\text{SiO}_2-\text{FeO}$ 系 Slag との間の酸素の分配に関しては沸騰などの条件が入るので実験室では測定されていないが、実際の平炉の場合には容量が大きいので、ある程度この間の事情を考

察することができるものと考えられる。したがって 100t 塩基性平炉中の精錬中に試料を採取してこの点につき考察し、さらに仕上期の Slag と熔鋼を採取して、それをもう一度高周波回転溶解炉で溶解して、平衡に近づくかどうかを検討した。

II. Slag 成分より計算した熔鋼中酸素含有量と実測酸素含有量との関係

塩基性平炉の種々炭素含有量を異にした溶解の精錬中の各時期に Slag 試料、熔鋼試料を採取して分析をおこなった。酸素分析は bomb 法で採取して真空熔融法で分析をしたものである。その諸数値の 1 例は Table 1 に示す通りである。

さて Slag-metal 間の酸素の分配を考えるには塩基性平炉の Slag は極めて複雑な系で、その取扱い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三成分にわけて考えた。



つぎに Slag 中の FeO の activity であるが、酸素で飽和した熔鋼が純粋な FeO slag と平衡している場合には FeO の activity は 1 であると考えることができ、この時の酸素の飽和値は次式⁵⁾で示される。

$$\log \% \underline{\text{O}} = - \frac{6320}{T} + 2.734$$

つぎに酸素 Slag においては Körber⁶⁾, Taylor & Chipman³⁾ の研究結果によれば Slag 中の mole fraction は大略その activity に等しいことを示している。すなわち酸性 Slag 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。

塩基性 Slag が理想溶液にいかにか近づくかは正確に知られておらないが Fetter & Chipman²⁾ によれば簡単な $\text{CaO}-\text{FeO}-\text{Fe}_2\text{O}_3$ 系の Slag では CaFe_2O_4 , Ca_2SiO_4 なる化合物を考える時には理想溶液に近づくことが知られており、また Taylor & Chipman³⁾ によりかなり複雑な $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{FeO}$ 系の Slag の FeO の activity が実験室の測定結果から出されて、Turkdogan & Pearson⁴⁾ はそれらの結果を整理している。

今 Slag 成分より熔鋼中の酸素含有量を計算するには ①理想溶液にしたがう、すなわち NFeO に比例する。② Taylor & Chipman³⁾ の測定した $a\text{FeO}$ にしたがう。この二つの場合を考えた。すなわち

$$\log \frac{\% \underline{\text{O}}}{\text{NFeO}} = - \frac{6320}{T} + 2.734$$

Table 1. Datas in Basic Open Hearth.

Charge	Sample No.	Temp °C	C %	O % (V.F)	Slag(mole-fraction)			O sat%	O' sat%	O (V.F) /O' sat	O''sat%
					CaO+MgO +MnO	FeOt	SiO ₂ +P ₂ O ₅ +Al ₂ O ₃				
N 5939	1	1490	0.54	0.0086	0.683	0.088	0.225	0.141	0.0124	0.69	0.0535
	2	1557	0.36	0.0162	0.703	0.110	0.182	0.191	0.0210	0.77	0.0668
	3	1631	0.12	0.0419	0.682	0.170	0.143	0.260	0.0442	0.94	0.0988
	4	1617	0.12	0.0525	0.654	0.198	0.141	0.246	0.0487	1.07	0.1156
N 51145	1	—	1.14	—	0.601	0.168	0.227	—	—	—	—
	2	1483	0.87	0.0103	0.639	0.167	0.190	0.136	0.0228	0.45	0.0750
	3	1570	0.55	0.0134	0.695	0.161	0.137	0.201	0.0325	0.41	0.0706
	4	1598	0.52	0.0163	0.709	0.162	0.124	0.227	0.0368	0.44	0.0682

Charge	Sample No.	O (V.F) /O''sat	f _c	f _o	C × O	C × O × f _c × f _o	aFeO
	2	0.271	1.07	0.80	0.00583	0.00495	0.35
	3	0.424	1.02	0.93	0.00502	0.00471	0.38
	4	0.454	1.02	0.93	0.00630	0.00592	0.47
N 51145	1	—	—	—	—	—	0.63
	2	0.137	1.19	0.60	0.00896	0.00636	0.55
	3	0.189	1.11	0.72	0.00737	0.00583	0.35
	4	0.239	1.10	0.73	0.00847	0.00677	0.30

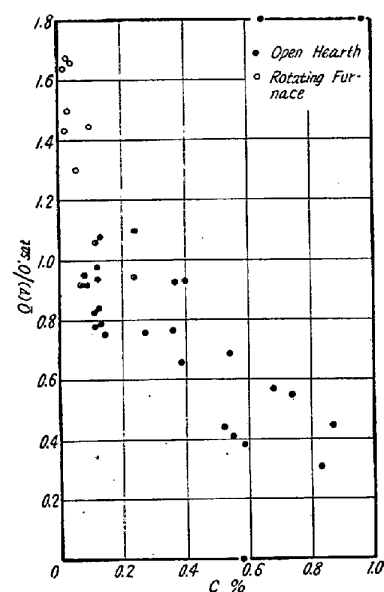


Fig. 1. Relation of between carbon content and O (V) /O' sat.

より計算した熔鋼中の酸素含有量を Table 1 の O' sat

とし
$$\log \frac{\%O}{aFeO} = -\frac{6320}{T} + 2.734$$

より計算した熔鋼中の酸素含有量を Table 1 の O''sat とした。この O' sat と %C との関係は明らかに認められ、また %C が 0.15% 以下になると急激に上昇している。

つぎに実測の酸素含有量 O (V) (bomb 法で採取して真空溶融法で分析した値) と計算酸素含有量の比 O (V) /O' sat は熔鋼中の C 含有量により変化する訳である。その状態を示したものが Fig. 1 で多少のばらつきはあるが傾向は示されている。C%; 0.6~0.8 では C-O 反応が盛んであるために熔鋼中の酸素含有量は Slag 成分に比較すると小さく O (V) /O' sat の比は 0.6~0.4 であるが C% が減少するにつれて C-O 反応が弱くなり、したがって熔鋼中の酸素含有量が増加し O (V) /O' sat は 1 に近づいている。また C 含有のために変化する O の activity coefficient f_o⁵⁾ との関係も認められる。

O''sat と C との関係は認められるが O' sat-C に比べてばらつきが多く、また O (V) /O''sat-C, O (V) /O' sat-f_o との関係は認められる。

さて O (V) /O' sat と O (V) /O''sat とを比較してみると前者は C% が減少するにつれて 1 に近づくのに対

して後者の値は 0.5 に近づいている。

III. 高周波回転熔解炉による実験結果

1) 高周波回転熔解炉

この装置の詳細については他に報告するが高周波発振装置として 10KW 真空管式高周波発振機 (出力: 連続 10 KW, 入力: 最大 20KVA, 周波数: 約 450KC) を使用し, Coil 中で坩堝を 300回/mn 回転させて約 2kg 熔解するものである。雰囲気は酸化性雰囲気を防ぐために窒素気流中で熔解するようにしてある。この炉で回転しながら熔解するときには Slag は中央部に集って坩堝に接触せず、坩堝の影響なしに Slag-metal 反応を研究することができる。なお温度の測定は直接熱電対を熔鋼中に浸入させて測定した。

2) 実験結果

塩基性平炉の仕上期に炉中より熔鋼と Slag を採取し熔鋼試料は 10手 に鍛造して偏析を少くし、Slag 試料

は細粉して均一に混合し、両者を高周波廻転溶解炉で窒素雰囲気中で溶解した。鋼が溶解してから Slag を投入し、ある一定時間廻転させた後、Slag、溶鋼試料を採取し温度を測定した。これらの測定値を使用して上と同じく O'_{sat} , O''_{sat} , $O(V)/O'_{\text{sat}}$, $O(V)/O''_{\text{sat}}$ を計算した。 $O(V)/O'_{\text{sat}}$ の場合には C が減少して 1.6 前後になり、 $O(V)/O''_{\text{sat}}$ の場合には 0.9 前後に近づいている。

IV. 結 言

塩基性平炉精錬中に試料を採取し、溶鋼中の酸素含有量を Slag-metal 反応、 C 含有量から考察した結果つぎのことが判明した。

1. C 含有量が 0.15% 以下に低下すると溶鋼の酸素含有量は急激に多くなる。
2. $O(V)/O'_{\text{sat}}$, $O(V)/O''_{\text{sat}}$ と C , f_o との関係は明らかに認められる。
3. 精錬が進行して C が低下するにつれて $O(V)/O'_{\text{sat}}$ の値は 1 に近づき、 $O(V)/O''_{\text{sat}}$ の値は 0.5 に近づき、
4. 塩基性平炉仕上期試料をさらに高周波廻転溶解炉で窒素雰囲気中で溶解した結果は $O(V)/O'_{\text{sat}}$ は 1.6 前後になり、 $O(V)/O''_{\text{sat}}$ は 0.9 前後になる。

最後に本実験に関し種々御指導いただきました高橋製造部次長、工学博士下川義雄研究試験課長に厚く感謝する次第であります。

文 献

- 1) Brower & Darsen: A.I.M.E. Open Hearth Proceeding (1942) 162
- 2) Fetters & Chipman: A. I. M. E. Vol. 145 (1941) 95
- 3) Taylor & Chipman: A. I. M. E. Vol. 154 (1943) 228
- 4) Turkdogan & Pearson: Journal of Iron & Steel Institute Vol 173 (1953) 217
- 5) Basic Open Hearth Steel Making: A.I.M.E (1951)
- 6) Körber: Z. Elektrochem: Vol 43 (1937) 450

(18) 傾注式平炉における溶解精錬過程の研究 (III)

(精錬中の脱炭速度と酸素含有量の調整について)

Study on the Melting and Refining Practice of Tilting O. H. Furnaces (III)

(On the Control of Decarburizing Rate and Oxygen Content)

M. Nishiwaki, et alii.

八幡製鉄, 製鋼部

工 太田隆美・工 杉野導人・工〇西脇 実

I. ま え が き

第1報では、傾注式平炉において、いわゆる flush Practice を実施する場合の溶解過程の鋼浴の冶金的推移に説明を加え、第2報では、引続き溶解精錬の作業能率と鋼質に影響の大きいスラグの物理的性状につき考察を加えた。本報では、精錬過程において重要な脱炭速度と鋼浴中の酸素含有量について試験調査し、とくにその調整の困難とされる高炭素キルド鋼溶製の場合に重点において実態の究明と調整要領に関する一連の検討をおこなった結果について報告する。もとより成品鋼種を問わず溶鋼中の酸素含有量は精錬末期においてそれぞれの成品に対応した適正值に安定した状態でもたらされねばならぬことはいうまでもない。しかしこのことは実際作業面において、決して容易に期待できるものではなく、かなり高度の精錬上の調整手段を介して初めて可能とされるものである。

II. 試験方法の概要

傾注式 100 t 平炉 (実装入 150t) において、溶銑配合率は 65% 程度で、その他の操業条件は前回、作業標準として示した操業記録と大差はない。鋼浴反応に関連の大きい排滓については前回に説明したごとく、受銑後 1 h までのいわゆる flush off 量 4t (±1t) 程度、溶解末期のそれは 8t (±2t) 程度、さらに精錬中期に 2~3t 程度を標準として実施している。

脱炭反応に直接、間接関係のある鋼浴 (メタルおよびスラグ) 成分の分析や浸漬熱電対を用いての测温は殊に詳細に実施した。また鋼中の酸素含有量は慎重に採取されたスプーン試料に対し、真空溶解法によつて定量した。Fig. 1 は精錬中に採取した試料からの $[C]$ と $[O]$ の実測結果を示す。

III. 試験結果に対する考察

脱炭反応はそれ自体 $[O]$ を介しての $[C]$ の脱除反応であるから、この実施状況の如何が $[O]$ の推移に影響を与えることは当然である。したがって、まず脱炭速度を支配する因子より論じ、ついで問題の $[O]$ に関する検討に入ろう。

(1) 脱炭速度について