

IV. 結 論

1) ライム・ボイルに関する計算に先立つて、試験炉の侵入空気率を調査し 0.07 と算定した。また同時に該操炉条件における熔解期間中のスクラップの熔解率をも明らかにした。

2) 酸化因子としてのライム・ボイルの影響について検討した結果 $O_d(\text{m}^3/\text{h}) = 615(\text{m}^3/\text{h}) + 0.9V\text{CO}_2(\text{m}^3/\text{h})$ なる関係のあることが判明した。すなわちライム・ボイルにもとずく酸化量は、 CaCO_3 から分解発生すると考えられる CO_2 理論発生量の 90% に相当する程度の量であることが明らかになった。

3) 今回の試験チャージにおけるスラッグを通しての自然酸化量(O_d)は $2.86\text{m}^3/\text{t}/\text{h}$ となつたが、この値は昨年度の 60 t 炉についての結果 $2.97\text{m}^3/\text{t}/\text{h}$ とよく一致している。

4) ライム・ボイルにもとずく酸化量に関する考察結果から判断して、石灰石チャージでは、 CaCO_3 の 70% 以上が熔解中に lime up する程に活潑にライム・ボイルが起るのでなければ、焼石灰チャージ以上の昇熱効果、酸化効果を期待することはむづかしいと考える。

(16) 平炉における熔鋼温度の測定について

Measurement of Open Hearth Bath Temperature.

Y. Mitarashi, et alius.

八幡製鉄，製鋼部 工〇御手洗 良 博
工 西 脇 実

I. ま え が き

最近における熔鋼温度の測定は、浸漬型熱電対の発達により、従来光高計によつた不正確な測定からより精度の高い測定を可能とし、製鋼過程研究の推進に重要な役割を果たした。当所における浸漬型熱電対による熔鋼温度測定は現在各熔解 3~4 回の測定を全熔解に適用し、精錬中の温度把握、出鋼注入過程の温度変化等の測定結果は製鋼作業上の有益な基礎資料となつた。

本報告は各種炉型式の平炉における熔鋼温度測定に関する現場的な調査結果から計器構造保守測定方法の標準化および測定実績等現在までの経過について報告する。

II. 熔鋼温度測定経過

浸漬型熱電対による熔鋼温度測定は 1951 年に始まる実験的段階を経て、1955年初めには広く実際作業に適用

された。この間平炉の型式容量の差異もあるので測定方法、器具、検定方法等各炉独自の立場で研究を進め、1955年4月には従来の調査実績から測定器具の構造、取扱方法等に関する作業標準を設け順調な温度測定および出鋼温度の管理調節ができるようになった。設備器具測定および保守上の種々の問題を検討するための研究会を通じて、改善され採択された主な点はつぎのごとくである。

i) 設備：全熔解に対しての測定操作を簡易にするため、各炉前計器盤には全基指示記録計を装置し、炉前数米の個所に配線取出口を設け作業床上の導線長さを短くした。保守と取扱上で、各平炉工場の設備に応じて計器室に乾燥台と防塵設備を設けた。

各工場における稼働平炉基数の全出鋼数に対し、常時必要な測定をおこない、また各種熔解試験に必要な測温と保守に回された熱電対数も考慮して、工場の熱電対必要保有数量は Table 1 の通りである。

ii) 熱電対の構造：大型炉用小型炉用の二種の標準構造の熱電対を決め、取扱上軽量とし、測定誤差の発生原因となるものをできるだけ少くし、保守を容易にした。

a) 白金—白金ロヂウム線：中間接点の温度上昇を防ぎ連続測定を可能にする 4 m ものと 1 m ものが使用されているが、前者は使用中の取扱を注意しなければ素線を痛めることがある。

b) 軟鋼ヘッド：黒鉛から発生するフェームによる白金線の劣化を防ぐために、耐用回数の多い軟鋼ヘッドを使用し、これを保護用鋼管にねじ込み、黒鉛プラグは止め金でセットした。

c) 保護用鋼管：1/2" ガス管は使用中スケールの生成があるので、耐熱性不銹鋼管とした。

d) 黒鉛スリーブ：先端を $50\phi \times 22\phi \times 800\text{mm}$ 、2 番目以降を $40\phi \times 22\phi \times 800\text{mm}$ として軽量化した。

e) その他：絶縁管、石英管、プラグ等についても寸法を規正した。

iii) 保守：測定誤差事故の発生を防止するために設けられた作業標準の概要はつぎのごとくである。

a) 絶縁：熱電対と保護用鋼管との絶縁抵抗をチェックし、測定後毎回 Hot Blower で鋼管内部を吹掃する。

b) 素線の切替およびガス抜：15回使用後 20mm 切断し、ガス抜は 3 回切替毎に 1 回おこなうことを原則にする。

c) 石英保護管の露出長さおよび白金—白金ロヂウム線の裸出部の長さ：これらの長さを一定にすることは浸漬時間と劣化に関係があるので、それぞれ 40mm、35

Table 1. Number of thermocouple in steel plants.

Steel plant	Fce.	Number of operating Fce.	Heats per month	Number of thermocouple			
				Using	Maintenance	Spare	Total
No. 1	Til. O.H. 100t×3	5	280	14	2	1	17
	"/ 130 ×1						
	"/ 150 ×1						
No. 2	Sta. O.H. 60t×8	8	690	20	4	1	25
No. 3	Sta. O.H. 60t ×3	3	530	20	3	1	24
	Til. O.H. 130 ×2						
	"/ 150 ×1						
No. 4	Sta. O.H. 120t×7	7	490	11	2	1	14

Table 2. Trouble measurement at bath temperature (recent 6 months)

Steel plant	Measurement			Number of trouble measurement						
	Number of total measurement	Number of trouble	% of good measurement	Cut off of thermo-couple	Bad insulation	Cut off of lead wire	Bedcontact of terminal	Trouble of instrument	Break of silica tube	The other
No. 1	3796	43	98.87	10	12	3	5	5		8
No. 2	6952	76	98.91	42	21	4	1	4	4	
No. 3	5601	52	99.07	19	3	7	5	8	7	3
No. 4	5876	73	98.75	14	3	11	11	12	8	14

mmとし、熱接点と石英管は密着しないように3mm離すことにした。

iv) 検定: 現場検定法としてはPd線による簡易検定法で電子管計器を用いて炉中雰囲気中に挿入して補正值を求めなお精密検定としては計器部門の試験炉は簡易検定結果のチェック等に使用されている。

III. 測定実績

最近6ヶ月間における各製鋼工場の出鋼温度測定回数および不良測定回数の原因別をTable 2に示している。

最近6ヶ月間において各平炉工場における出鋼温度の変動は良好な実績を示している状態はFig. 1に示される。鋼種別に見ても標準偏差は10°C以下のものが多く出鋼温度の変動範囲はほとんど30°C以内である。

適正出鋼温度の検討と取鍋内の温度降下を知るために測定した鑄型内熔鋼温度の測定結果から出鋼温度と注入中期の温度差は70°C程度と見られる。

IV. 現場的な調査結果

i) 平炉型式容量別炉内温度分布: 特別に作られた熱電対を使用して、出鋼前30mn以内における炉内温度分布につき、同一水平面の温度差と深さ方向における温度差はTable 3のごとくである。

ii) 出鋼温度: 日常作業では出鋼温度として差物添加

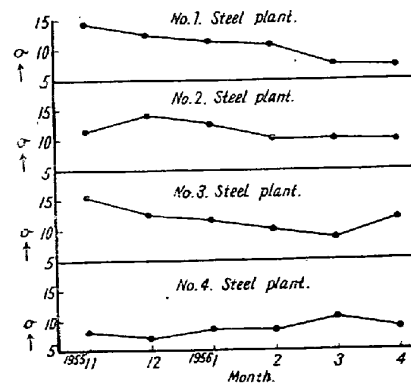


Fig. 1. Standard deviation of tapping temperature (recent 6 months)

Table 3. Deviation of bath temperature

Fce.	Horizontal	Vertical
Sta. 120t. O.H.	7°C >	4°C >
Til. 130~150t. O.H.	4°C >	3°C >
Sta. 60t. T.O.H.	5°C >	5°C >

直前に測定がおこなわれるが、開孔までの温度変化を知る必要がある。差物直前の温度と出鋼直前の温度との差は固定式120t炉(Fe-Mn 300kg投入後2mn)では-5°C、傾注式150t炉(冷銑3t, 石灰400kg, Fe-

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。

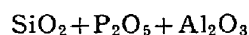
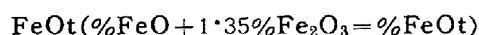
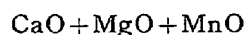
炭素を含有した熔鋼と $\text{CaO}(+\text{MgO})-\text{SiO}_2-\text{FeO}$ 系 Slag との間の酸素の分配に関しては沸騰などの条件が入るので実験室では測定されていないが、実際の平炉の場合には容量が大きいので、ある程度この間の事情を考

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 αFeO にしたがう。この二つの場合を考えた。すなわち

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