

の傾向が異なることを知り得るとともに、これにより moderate なリミング・アクションを得るための適正な [C]-[O] 量の存在を確認し得、今後の検討すべき問題点を提起した。

(15) 平炉製鋼作業溶解期の研究

(ライム・ボイルにもとづく酸化について)

Study on Melting Practice of O. H. Furnace Steel Making

(On the Oxidizing Power of Lime Boil Reaction)

A. Yoshida, et alii.

八幡製鉄, 技術研究所 理田 尻 惟一
 “ 理〇吉 田 秋 登
 “ 田 中 徳 幸

I. 序 言

昨年度の実験研究において、溶解期の自然酸化量および酸素バランスを明らかにしたが、このうちライム・ボイルにもとづく酸化量は、諸種の事情のためこれを明らかにすることができなかつたので、やむを得ず文献からの数値を引用して推定値を出しておいた。そこで本報ではこのライム・ボイルの酸化量を解明するために改めて現場実験を行つた結果を報告する。

II. 実験方法

試験炉としては、傾注式 150t および 100t 塩基性平炉（重油、コークス炉ガス混焼）を選び、石灰石チャージ 15 回、焼石灰チャージ 5 回について試験をおこなつた。操炉条件は Table 1 (表省略) に示す通りである。排滓量は受銑後 30mn ないし 1 h の所謂 flush out 時に 4t 前後、さらに溶解末期に 8t 前後であつた。なおスラッグ、メタル、廃ガスなどの分析試料は約 15mn 毎に採取しあわせて詳細な炉況観察を行つた。

III. 実験結果

廃ガス中の CO₂% を変動せしめる未解明因子としては、①ライム・ボイルによつて発生する CO₂ ガス、②

装入地金の溶解率（脱炭にもとづく CO₂ 量が熔容量によつて規制されるから）③侵入空気率等の三因子が考えられる。したがつてライム・ボイルにもとづく酸化量を決定するためには、あらかじめ侵入空気率、スクラップの溶解率、全廃ガス量等の未知因子を明らかにしておく必要があつた。そこでこれら未知因子の解明実験から説明する。

1) 燃料関係の基礎データ

重油（分析成分 C 85.2%, H₂ 10.33%, Sp.gr 0.995）1 l を完全燃焼せしめるためには、10.90 m³ の理論空気を必要とし、その結果 1.61 m³ の CO₂ ガスを含む 12.13 m³ の廃ガスが生成される。また C gas（分析成分, C₂H₂ 4.1%, CO 9.2%, CH₄ 26.6%, H₂ 50.1%）を完全燃焼せしめるためには、4.76 m³ の理論空気を必要とし、その結果 0.47 m³ の CO₂ を含む 5.46 m³ の廃ガスが生成される。なお試験チャージの燃料状況を略記すれば第 2 表のごとくである。

2) 侵入空気率の決定

上記三因子の内、①②は熔浴反応が起つていない炉況あるいは熔浴反応が存在しても、ライム・ボイルが起らずかつ地金が完全に溶解していると思われる炉況について調査すればその影響を無視することができる。そこで著者らは焼石灰チャージの屑鉄酸化期および溶解前後の炉況について燃料状況を調査し、次式 $\frac{V'CO_2}{(1+l) \times W_s} = CO_2\%$ (V'CO₂ は全 CO₂ 発生量, W_s は全廃ガス量, l は侵入空気率, CO₂% は廃ガス中の CO₂ 分析値) にもとづいて計算した結果 0.072 (10回の平均値) なる値を得た。

3) 廃ガス量の決定

燃料が完全燃焼すると仮定して計算した理論廃ガス量に侵入空気量、過剰空気量を加算して全廃ガス量を決定した。なおこの理論上の全廃ガス量を屑鉄酸化期（熔浴反応無し）について廃ガス中の CO₂ 分析値から逆算した逆算廃ガス量を比較した結果、よく一致した値を示しているため、この方法で全廃ガス量を算出することとした。

第 2 表 試験チャージの燃料状況

Oil l/h	C gas m ³ /h	混焼比率 C gas/oil	蒸気流量 m ³ /h	二次空気流量 m ³ /h	過剰空気率	炉内微圧 mm	全廃ガス流量 m ³ /h	廃ガス中の CO ₂ 量 m ³ /h
900	500	0.4	850	15.000	1.10	3.0	15.000	2.000
}	}	}		}	}	}	}	}
1.150	800	1.8		19.000	1.40	4.0	24.000	2.500

[註] 燃料状況は両種チャージ間に差がなかつた。

4) 装入地金の溶解率の決定

ライムボイルを無視し得る焼石灰チャージの廃ガスに対しては下記のごとき関係式が成立する。

$$\frac{\text{脱炭量に相当する CO}_2 \text{ 発生量} + \text{燃料燃焼にもとづく CO}_2 \text{ 発生量}}{\text{全 廃 ガ ス 量}} = \text{廃ガス中の CO}_2\%$$

ここに 装入総 t 数…………… t
 燃料燃焼による CO₂ 発生量……………CO₂(fuel)
 全廃ガス量……………W
 廃ガス中の CO₂% ……………CO₂w
 脱炭量 (%) ……………Δ[C]
 溶解率……………α

とすれば、上式は

$$\frac{\{\Delta[C] \times (t-x) \times 224 / 12 \times 60 / \text{period}\} \div \text{CO}_2(\text{fuel})}{W} = \text{CO}_2w \times 10^{-2} \dots\dots\dots (A)$$

となるので、未溶解量 (x) を算出した後、溶解率 (α)

を次式から決定した。 $\alpha = \frac{\text{Scrap} - x}{\text{Scrap}}$

溶解期を通じたスクラップの溶解状況は Fig. 1 に示す通りであった。

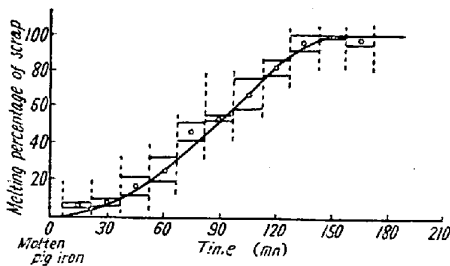


Fig. 1. Melting of scrap.

5) ライム・ボイルによつて分解発生する CO₂ 量の決定

(A) 式中 CO₂w なる値は、石灰石チャージにおいてライム・ボイルが発生しなかつたと仮定したときの廃ガス中の CO₂% に相当する。したがつて、この値と実測値 (廃ガス中の CO₂ 分析値) の差がライム・ボイルに起因する CO₂ 発生量を示すはずである。

斯かる想定のもとに、試験チャージの全溶解過程にわたつて CO₂ 発生量を算定した結果をつぎに例示する。

6) ライム・ボイルにもとづく酸化量

前項の計算によつて、ライム・ボイルにもとづく CO₂

発生量が決定されたが、この CO₂ 量そのものがすべて熔鋼の酸化にあづかるとは考えられない。熔浴内の酸化反応に関しては次式が成立すると考えられるのが妥当であろう。

$$O\Delta c = O_d + 2VCO_2 + 1/2\beta \cdot VCO_2 = O_d + kVCO_2$$

ここに

OΔc……脱炭に働いた全酸素量 (m³/h)
 O_d……スラッグを通して供給される酸素量 (m³/h)
 kVCO₂……ライム・ボイルにもとづく酸化量 (m³/h)
 1/2β·VCO₂……ライム・ボイルによつて発生した CO₂ による直接酸化量 (m³/h)
 αVCO₂……ライム・ボイルに附随する攪拌沸騰酸化量 (m³/h)

上式にもとづいて実験結果を統計的に処理した結果、今回の実験条件では、Fig. 2 (省略、会場で掲示)に見られるごとく、OΔc=615+0.9VCO₂ (r=0.89) で表わされる相関関係のあることが判明した。

上式中 615m³/h(2.86m³/t/h) なる数値は、自然酸化量を示すものであるが、この数値は昨年度の実験結果 2.97m³/t/h なる数値にかなりよく一致している。さらに上式中 0.9VCO₂ なる数値から、ライム・ボイルにもとづく酸化量は、CaCO₃ から分解発生すると考えられる CO₂ 理論発生量の 90% に相当する程度の量であることがうかがわれる。なお Fig. 2 中縦軸上の●印は焼石灰チャージについての溶解中期 (石灰石チャージのライム・ボイル期間に相当する時期)の平均 OΔc(m³/h)を示すものである。同図から判るように、この焼石灰チャージの平均 OΔc は石灰石チャージの VCO₂ が 800m³/h なるときの OΔc に相当する。

この結果から考えて、石灰石チャージにおけるライム・ボイルの影響の限界が示されているように思う。すなわち CaCO₃ の分解が短時間内に急激に惹起したチャージ程、攪拌沸騰酸化の急伸によつて、全酸化効果(OΔc)が大となるが、これに反し、溶解期間中に分解が完了しない程緩慢なチャージでは、酸化因子、昇熱助長因子としてのライム・ボイルの効果が発揮されるにいたらず、むしろ装入石灰石の吸熱作用が大きく影響するために昇熱速度、全酸化量が逆に低下するためと思われる。そしてこの限界が VCO₂ 800m³/h (全量の約 70%) なるレベルにあることを Fig. 2 は示していると考えられる。

鋼 番	44478	44562	44439	44398	45924	45944	46003	46023
ライムボイルによつて発生した CO ₂ 量 m ³ /period	831	1109	1547	181	81	704	93	1379

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