

考えられる。この方法は直接測温するので雰囲気等に妨げられることはないし遅れもない。これは目的(a)を満足する。固相液相の転移の際は抵抗値が不連続に変化するるので熔損を確認することが出来る。

実際にこの抵抗を測定するには Fig. 2 の如く煉瓦に二平行孔を穿ちその中に SiC (例えばエレマ) 棒を通す。エレマ抵抗 (Re) と煉瓦の抵抗 (Rr₁) の比は (1600°C) Rr₁/Re > 15,000 で回路抵抗は無視し得る。

煉瓦内表面は高温に曝され (1700°C 以上), 40mm 程度は硝子状になっている。煉瓦内の温度勾配と抵抗の関係は文献²⁾を参照して検討した。

IV. 試験設備

電気炉は当社 2t エル炉を使用し、煉瓦は 10t 炉用を改造し、エレマは S 型を用い、ニッケル線を巻いて接続した。使用煉瓦は次の如くである。

Table 1

Refractoriness	apparent specific gravity	volumetric gravity	porosity	degree of water absorption	strength
3·35	2·36	1·89	19.5%	10·4%	180 kg / cm ²
	SiO ₂	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	CaO · MgO	Ig. loss	
	95·4	3·2	1·1	0·3	

使用計器は共和無線の指示計である。

V. 測定

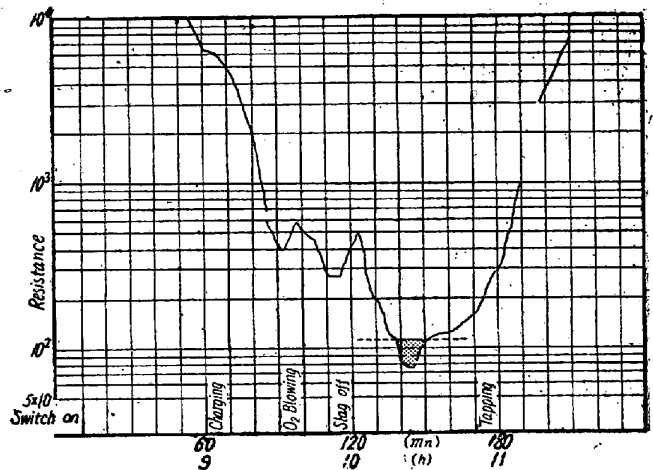
以上の設備で測定したが結果は Fig. 3 の如くであり O₂ 吹精除滓出鋼は毎回同様な傾向を示している。計器の指示は敏感でこれを自動的に記録すれば目的(c)を満足する。(喰違は倍率変換の時)

VI. 検討

Fig. 3 の如く曲線が折れるので熔損を確認することが出来る。異材混入の為融点降下する、換言すれば煉瓦の融点より低温で熔損することを表わすが抵抗によれば前の資料の如く変化し指示は高温測に振れ満足した結果が得られる。

電気炉に於いて天井煉瓦の熔損を少なくする方法の一つは適当な鋼滓で鋼浴面を覆うことで、この為天井状況が指示記録される事は有効である。

抵抗値は温度に追従して変化し又他の性質例えば成分粒度気孔率等 (なるべく一定にする) によつても影響されるが熔損点を知る事が出来ればその点が基準になるの



Steel type S25C
Roof endurance 8
Charge No. Z 358
Date 6 Aug. 1954 a.m. five

Fig. 3. Measurement results

であまり神経質になる必要はない。

VII. 総括

以上まとめると研究課題を残してはいるがその理由の一つは困難であり大設備なしでは遂行し得ないと考えられる。併しこれを待つてはこの方法で天井状況を判断する事は不可能になるので不備を承知で報告する次第である。長所と考えられる点は。

- (1) 直径内表面温度測定可能。(2) 耐火煉瓦の成分変化に応じた測温が出来る。(3) 感度良好、炉況記録可能
- 研究を援助された上長の方々、大西氏、黒崎窒業等に感謝す。

文献

- 1) 八幡製鉄所学振報告 19 委 2749
- 2) 磐城恒隆. 電気製鋼 Vol. 23 No. 1, 1952
- 3) 吉木文平. 耐火物工学

(16) 塩基性平炉操業における酸素及び熱収支について

(Oxygen and Heat Balance in Process of Basic Open Hearth Furnaces)

Seisaku Osawa.

大阪製鋼株式会社 工 大 沢 清 作

I. 緒言

平炉操業に於ける酸化還元等の所謂製鋼反応及び燃料の燃焼は、共に O₂ によつて支配される。その O₂ の大部分は操業に使用する空気より供給される。従つて平炉

操業を解明し合理的な操業条件を決定するためには、之に関与する O₂ の動向を検討する必要がある。本文は主として燃焼管理の立場から、製鋼の経過を解折し製鋼反応に与る O₂ を含めた O₂ のバランスを考え、同時に酸化熱を含めた熱バランスを検討し、理論上最適の燃料使用条件を算出した結果を報告する。尙検討の対象は、当社の塩基性メルツ式 40t 平炉で、実装入 48t、冷銑配合率 40%、標準製鋼時間として5時間 20分を採つた。操業には O₂ 製造装置 (500m³/h) より純 O₂ を助燃用及び鋼浴吸込用に使用している。

II. 製鋼期間に於ける酸素バランス

(1) 必要酸素量

製鋼に必要な O₂ は製鋼反応に要するものと、重油の燃焼に要するものとであり、標準数字での内訳を Table 1 に示す。即ち必要 O₂ 量の内、18% は製鋼反应用である。

Table 1. Items of necessary volume of oxygen.

component to be oxidized	quantity to be oxidized (kg)	necessary volume of oxygen (Nm ³)	ratio %
C	860	1600	13.3
Mn	430	88	0.7
Si	260	208	1.7
P & S	100	86	0.7
Fe	1050	230	1.9
Sum		2212	18.4
Heavy oil	4500	9820	81.6
Total		12032	100.0

(2) 供給酸素量

O₂ 供給剤は装入材料中の銹、鉄鉱石等の所謂酸化剤と、燃焼用の空気である。その内訳を Table 2 に示す。即ち酸化剤より供給される O₂ は僅かに 2% である。尙全期を通じて O₂ 過剰率を 1.1 とすれば全必要 O₂ 量は、13200Nm³ となり、重油に対する見掛け上の O₂ 過剰率は 1.34 の高率を要することになる。

III. 製鋼過程に於ける酸化速度と必要酸素量

製鋼過程 (装入、溶解、精錬) に於いては夫々各成分の酸化速度が異なるから必要 O₂ の量も変化する。この酸化速度の姿勢は燃焼ガスの分析、地金及びスラッグの分析等により大略求める事が出来る。Fig. 1 はこうして求めた製鋼反応に関する酸化線図である。

Table 2. Items of supplied volume of oxygen.

Classification	quantity of FeO (kg)	volume of oxygen (Nm ³)	ratio (%)
Scales of charged material	1020	214	
Iron ore	180	38	
Pure oxygen		252	2.1
and oxygen in used air		11780	97.9
Total		12032	100.0

(Notice) We used only 5kg/t of iron ore, because the use of pure oxygen.

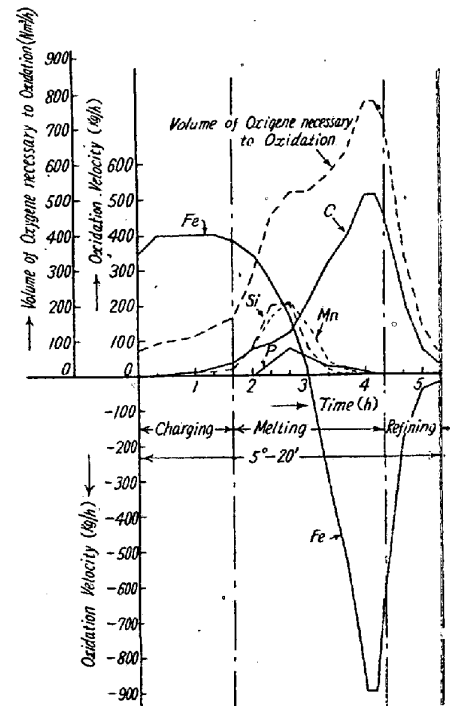


Fig. 1. Oxidation velocity of each elements in molten steel and volume of oxygen necessary for oxidation of them.

IV. 入熱量 (重油使用量) の検討

前述の如く製鋼反応による酸化熱が発生して入熱の一部となる。之も時期的に多少があるから之を含めた熱バランスを各時期毎に考えそれより重油使用量を算出する。

- (1) 入熱 (時間当りの熱量として計算する)
 - (a) 重油発熱量 X Kcal/h.
 - (b) 酸化熱発生速度 H Kcal/h. (Fig.1より計算)
 - (2) 出熱 (時間当りの熱量として計算する)
 - (a) 有効熱吸収速度 F Kcal/h.
- 正確に求める事は困難だが、炉天井温度、溶鋼温度よ

り鋼の温度上昇線図を決めて、熱吸収速度を求める。

(b) 炉体の輻射、対流及び冷却水による放熱

$$R \text{ Kcal/h.}$$

排気温度測定箇所までを含む炉全体の放熱量を各部分の温度測定値を求めて計算する。

(c) 排気放熱速度

$$G \text{ Kcal/h.}$$

排気量は重油使用量、酸化により発生するガス量及び空気過剰率より計算し之と温度及び比熱より放熱速度を求める。空気過剰率としては装入及び溶解期は 1.1, 精錬期は 1.05 を採つた。

以上の入熱及び出熱がバランスするから

$$X+H=F+R+G$$

が成立つ。この式の両辺の未知数 X を整理して求めるとその時期の理論重油量が決定出来る。Fig. 2 は前記 X, H, F, R 及び G の計算結果である。Fig. 3 は同じく理論上必要な重油量及び空気量(一次空気を含む)である。

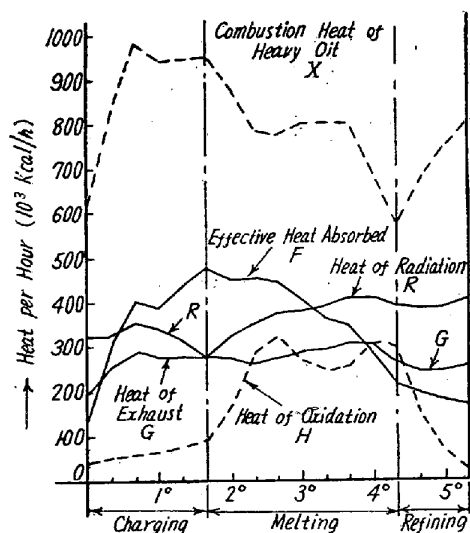


Fig. 2. Heat balances of each period.

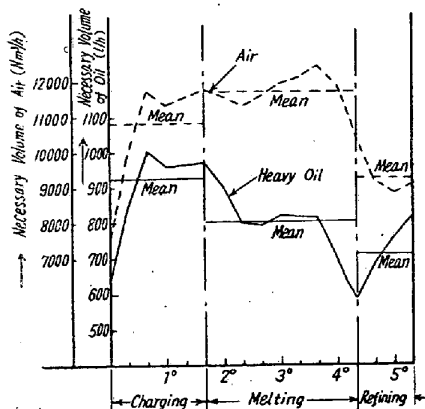


Fig. 3. Necessary volume of heavy oil and air.

Fig. 3 の結果をまとめて Table 3 に示す。

Table 3. Table on heavy oil and air.

Period	charging	melt- ing	refin- ing	total	necess- ary qu- antity of oil/ ingot ton	
Heavy oil	necessary volume l	1525	2140	720	4385	102
	average flow l/h.	915	805	720	820	
	ratio to total average flow (%)	110	98	88	100	
air	average flow Nm ³ /h	10810	11710	9240	11000	
	ratio to total average flow (%)	98	106	84	100	
	apparent excess of air (%)	1.16	1.42	1.26	1.33	

V. 酸素使用の効果

純 O₂ を適当に使用すれば効果的に空気の一部を置換する事が出来る。当社では現在、初期の約 2 時間半を助燃用に、又溶落前後にランスパイプによる吹込に O₂ を使用し、前者は初期の酸化及び燃焼を促進し、後者は溶落前後の O₂ 不足のピークを緩和し製鋼反応を促進している。之により製鋼時間で約 30 分、重油原単位で 10~15l/t を短縮、低下する。

VI. 結 論

- (1) 平炉製鋼に於ける O₂ 及び熱バランスより理論的に必要な入熱量及び使用空気比率を決定した。
- (2) 重油使用量は平均流量に対し、装入期は 110% 溶解期は 100%, 精錬期は 90% の比率が適当である。
- (3) 空気量は可なり大きい過剰率を要し且つ重油に比例しない。
- (4) 本報告の計算結果は操業条件により幾分変つて来るのは当然である。例えば製鋼時間を短縮して計算すれば重油量は増加する。逆にいえば重油使用量(時間当り)を増加すれば製鋼時間は短縮し得る。しかしこの場合でも鋼の吸熱速度に限度があるため製鋼時間の短縮従つて重油使用量にも有効利用の見地からいえば最高限度がある。