

Table 1. Result of operation.

			Jan. 1, to June 9, 1955	July 2, to Oct. 30, 1955 ¹⁾
Number of heatings during the life of ceiling		number	505	427
Number of heatings during the life of recuperator		number	866	427
Tapping quantity		t	25,086.454	21,234.005
Steel making time		h-min/ch.	5°55'	5°35'
Steel making efficiency		t/h	8.2	8.9
		t/h·m ² ²⁾	291	316
Unit consumption of fuel	Net steel making	×10 ⁴ kcal/t	101	108
	Gross ³⁾	×10 ⁴ kcal/t	107	107
Unit consumption of bricks	Silica	kg/t	5.44	
	Refractory	kg/t	4.34	
	Basic	kg/t	1.06	
	Total	kg/t	10.84	

Note: 1) In operation.

2) Hearth bottom: L×B×0.9

3) Includes the fuel for heating up and keeping heat.

12 日より再稼動したが操業も安定し約 6 ヶ月間稼動し 6 月 9 日 505 回にて大修理に入った。更に 7 月 2 日より火入れ現在稼動中である。

2. 操業の検討; 操業に当つては燃料及び煉瓦原単位の低下, 製鋼能率の上昇が最高度に発揮される様操業因子を決定せねばならぬ。本炉に於て検討せる事項の 2, 3 を記すと

(1) 燃料通入量; 最高重油通入量 1200 l/h では入熱量過剰で煉瓦損傷及び燃料原単位が上昇する傾向があり, 900 l/h では入熱不足の憾があるので 950~1000 l/h に決定した。

(2) 炉温; 天井温度は珪石の軟化熔融点を考慮して 1650°C に, 蓄熱室温度は格子積煉瓦の熔融損傷を考察して 1300°C に決定。

(3) 酸素の利用; 熔解状態を観察し装入熔解期に於ては装入熔解を速進するためジェットに約 4 Nm³/t, バナーの助燃に約 8 Nm³/t を使用, 熔落後はベッセマライジングに約 5 Nm³/t を効果的に使用した。

IV. 操業結果

操業結果の概略を Table 1 に示す。

V. 結 言

本報告では以上述べた諸問題の外に次期修理にて判明する結果をも併せ検討し, 31 年初頭より実現せんとする全塩基性平炉 (天井には Oesterreichisch-Amerikanische Magnesit A. G. 製 Raded 煉瓦を使用する) の構想に言及したい。

(59) 傾注式平炉における熔解精錬過程の研究 (II)

(スラッグの物理的性状に対する考察)

Study on Melting and Refining Practice of Tilting O. H. Furnace.

(On the Physical Properties of Molten Slag)

Masashi Oishi, et alii

八幡製鉄所製鋼部 工 太田 隆 美
工 杉 野 導 人 工 大石 将 司

I. 緒 言

前回の第 1 報では, 主として傾注式平炉において

flush practice を実施する場合における溶解過程の鋼浴の冶金学的推移に説明を加え、特に石灰を焼石灰として前装入する場合と石灰石の形で行う場合とでかなり大きな差異が認められる事を示した。第2報においては、溶解精錬の作業能率と鋼質に關係の深いスラグの物理的性状に考察を加えた。殊に溶解の高配合を実施する場合は溶解期の滓の泡立ち (foaming) の現象は不可避であり、これに伴うスラグ層厚の増大はフレームよりの伝熱を阻害し鋼浴の酸化反応を物理的に遅滞せしめその操業条件に与える影響は重視すべきものがある。従来かかる滓の物理的性状の問題については文献もいくつか発表せられているが、層厚や粘性の実測方法に困難な点があり必ずしも実際現場の考察に好便な指示を与えたものが見られていない。吾々は Fig. 1 に示す特殊な層厚測定器を使用する事により滓の物理的性状に対して一連の考察を実施した。

II. 試験実施の概要

今回の試験ではその作業標準としては概ね Table 1 のごとき操業を行つた。前装入石灰は日常作業としての石灰石単味の前装入とし、排滓は受銹後 1h までのいわゆる flush off 量 4t (±1t) 程度、溶解末期のそれは

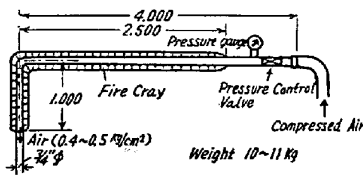


Fig. 1. Apparatus for measuring of slag thickness.

8t (±2t) 程度を標準としている。受銹後 30' 附近より層厚、流動性 (学振型による)、鋼浴温度 (Immersion

thermo couple による)、化学分析の実測を開始して物理的性状の推移を見、又排滓や炉内における鋼浴位置 (バーナー噴出方向に対する)、燃料種類 (重油、コークス炉ガスの燃焼比率を変化せしめる)、鋼浴温度、化学成分等の如何による滓の層厚の変化を実測した。溶解過程の進捗に伴う代表的なスラグの性状の推移を Fig. 2 に掲げる。

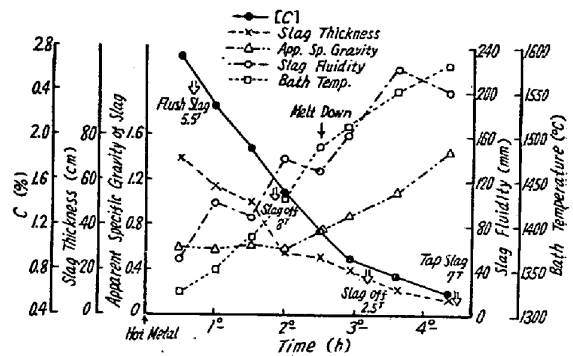


Fig. 2. Change of physical properties of slag.

III. 試験結果に対する考察

(1) スラグの Foaming に対する考察

スラグの層厚 (D) は当然

$$D = W / \rho_s \cdot A$$

(W: スラグ重量, ρ_s : 見掛け比重, A: 炉床面積)

に示される如く第一に作業鋼滓量により変化し排滓の実施が層厚を減少せしめるに有効な事は云う迄もないが、滓の見掛け比重の大小に大きく影響される事は Fig. 2 の実情からも指摘される。見掛けの比重は受銹後の溶解初期より中期にかけて小さく、この間いわゆる foaming の現象を呈して層厚は非常に厚くなつている。この foaming の根源は脱炭反応による CO ガスであり、そのスラグ層内を通過逸出する量 (及びその形状粒子の大

Table 1. Operation data.

Charged materials					Pig iron							
Scrap	Hot metal (pig ratio)	Total	Fe-ore	Limestone	C	Mn	Si	P	S			
66 t 100	86 t 600 (568%)	152 t 700	9 t 200	3 t 750	4.40%	1.05%	0.73%	0.269%	0.029%			
Analysis of melt down				Product				Time of heat				
C (aim)	Mn	P	S	C	Mn	P	S	Charging	Charge finish to hot metal	Melting	Refining	Total
%	%	%	%	%	%	%	%					
1.21 (1.30)	0.18	0.021	0.036	0.62	0.76	0.018	0.026	1°03'	1°46'	3°34'	2°49'	9°12'

きさ)と所要時間の如何が foaming の程度如何に支配的影響を与えていると見るべきである。即ち、前者に対しては CO ガスの供給源である鋼浴の [C] 量と、これに反応すべき (ΔFeO) の多少が指摘される。後者に対しては CO ガス気泡のスラグ層を逸出するに要する時間 (T) は Stokes の法則を適用して

$$T = D/v = K \cdot D \cdot \eta / r^2 \cdot (\rho_s - \rho_g)$$

と表わし得る。ここに

v : CO ガスのスラグ内上昇速度

η : スラグの粘性係数 (流動性の数値を使用し得る)

r : CO ガスの層内平均半径

ρ_s, ρ_g : スラグ及び CO ガスの比重

K : 恒数

しかしてスラグの重量を一定の条件下で考えれば、層厚 D 自体 η を以て代表し得る流動性の被支配因子であり、 ρ_s も η 及び D と相互的関連をもつて変化する事が知られる。 r の大小は η と鋼浴温度が大きな影響を与える管である。かく考察すればスラグの foaming は CO ガス供給源が大きい状態におけるスラグ流動性の不良により顕著にその発生が見られるべき事が諒解されるところである。しかして現実的にはスラグ層厚の異常な増大と云う現象になつて見られるわけである。なお、foam したスラグはその内部に無数の CO 気泡を懸垂包蔵する事により、上部の雰囲気よりの熱伝導を著しく阻害しスラグ内層の温度上昇を不良化する傾向から、悪循環的に foaming を助長する傾向がある事を指摘すべきであろう。

(2) スラグの物理性状に及ぼす因子間の関係

上記したスラグ層厚—スラグ流動性—スラグの比重—鋼浴温度—[C] 量 (CO ガス発生供給源としての) 等の相互間の関係を実測した結果は Fig. 3 に一括した。

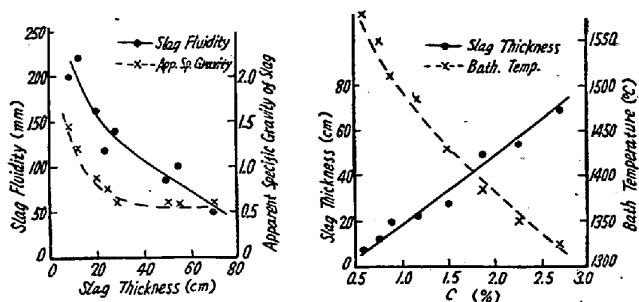


Fig. 3. Relationship among several properties of bath.

(3) その他の実測結果について

i. 鋼浴位置によるスラグ層厚の変化

溶解末期における 5 ケの装入口を対象として実測した結果ではバーナーの噴出側が薄く排気側が次第に厚くなつて変化しその差は最大 14cm であつた。重油系フレームによる鋼浴への伝熱が排気側に行くに従い次第に不良化する事と、フレームによる鋼浴表面の抑制傾向の差も指摘される。

ii. 燃料種類による変化

溶解末期より精錬の初期にかけて他の条件をそろえて重油、コークスガスの混合比率を変化せしめてスラグ層厚を実測したが、コークスガスの混合率が大きくなると滓の膨脹が助長される事が示されたが、この傾向は Philbrook 氏の実験結果と合致している。

iii. 鉄鉍石添加に伴う変化

精錬期において鉄鉍の添加によつては激しい boiling の誘発により問題は認められぬが、粉鉍使用では 500 kg の添加で 10cm 程度の膨脹が約 10' 程度継続する。March 氏も指摘するごとく、粉鉍添加に伴うスラグの冷却作用と粘性に影響を与える事は当然である。

iv. 排滓実施に伴う変化

層厚の減少に対して排滓が有効な事は云う迄もなく、排滓によるスラグ量の低下はそれ自体層厚を計算量だけ小とするに止らず、以後の熱伝導効率や CO ガス逸出速度に関連して二重に条件を良好ならしめる点を注目すべきである。今回の実測では、溶解末期 8t の排滓により層厚の減少は 10~20cm を期待できる。

(4) スラグ層厚の溶解速度、製鋼能率に及ぼす影響について。

以上述べ来たつた所から、特に溶解期のスラグの物理的性状—主として foaming に関連するスラグ層厚—が熱伝導の見地から溶解速度、製鋼能率に影響する所は大きいと見らるべきである。ソ連の Vladimirov 氏の報告では、一般にスラグ層厚と製鋼時間とは双曲線関係にあり 150t 平炉の data を挙げている。今回の調査では Fig. 4 (省略会場で掲示) の如くかなりつよい関係を示した。

IV. 結 言

熔銑の高配合による溶解期はスラグの foaming に由来する層厚の著しい膨脹増大があり、これが実際問題として反応速度、伝熱効率、炉体熔損、製鋼能率等々に影響を与えその度合は軽視するべきでない。foaming の現象には、滓量、CO 発生量、滓の流動性、比重等の因子が

関係するが、これらは相互関係に立つ項目であり、一定の操業条件下では滓の流動性と全項目に関連を有する鋼浴温度を注目すべき事が明らかである。即ち実際操業における受銑前の冷材の加熱度、適切なる燃焼形式、排滓の適正なる実施等が、積極的な対策措置として指摘される。

(60) 重油専焼塩基性平炉に於ける燃料からの加硫に就いて

(Sulphurization by Fuel in Oil-fired Open-hearth Furnace)

Daisaku Yamamoto, et alii

日亜製鋼 K. K. 呉工場

品質課副課長 工〇山 本 大 作
製鋼課 工 岸 野 正
品質課 佐 藤 正 男

I. 緒 言

製鋼作業に於て鋼中の硫黄を調節する事の重要な事は多言を要さない。最近平炉燃料重油として高硫黄重油の使用を余儀なくされるようになって来たので当工場の 80 t 重油専焼塩基性平炉に於て燃料重油からの加硫の挙動とその影響を調査した結果を報告する。

II. 調 査 要 領

燃料重油からの加硫挙動は燃焼排ガス中の SO_2 を定量し炉内に残留する S を求める事に依り調査出来る事が空炉燃焼試験の結果確かめられた。即ち炉内に S を吸収する様な装入物が無ければ燃焼排ガス中の SO_2 は燃料重油に依る供給 SO_2 に相等しい (平均誤差 $\pm 0.005 \cdot \text{SO}_2$ vol %)。

この事実を前提として重油の $\text{S} < 1.6\%$ 、過剰空気率 $1.05 \sim 1.15$ の 10 溶解に就いて炉の突当で毎変更毎燃焼排ガス中の SO_2 、 CO_2 、 O_2 及び CO を定量し加硫の挙動を調べた。 CO_2 、 O_2 及び CO は過剰空気率を求める為に定量した。 SO_2 の定量は 0.1% H_2O_2 溶液に依る吸収容量法に頼つた。 SO_2 定量値は重油に依る供給理論値と比較出来る様過剰空気率の影響を除き換算 SO_2 値として加硫量を求め Fe-Mn 投入前を基準とした硫黄精算に依り確認した。

更に試験期間中 (約 2 ヶ月) の溶解から異常溶解を除いた 100 溶解を対象として加硫に及ぼす溶製上の他の要因の影響等を統計的に解析して加硫の実態を明らかにし

た。

III. 試 験 結 果

(1) 燃焼ガスからの加硫挙動

各試験溶解共装入開始直前或は頭初殆ど理論値に等しい燃焼排ガス中の SO_2 は屑鉄装入に依り減少し始め Fig. 1 の例に示す様な経過を辿り出鋼に至り再び頭初の理論値に戻る。これは明らかに燃焼ガスから装入物に加硫の行われた事を示すもので、この燃焼排ガス中の SO_2 を観察する事に依り加硫の挙動を知る事が出来るし又燃焼排ガス中の S 量を積分すれば加硫量を求める事が出来る。

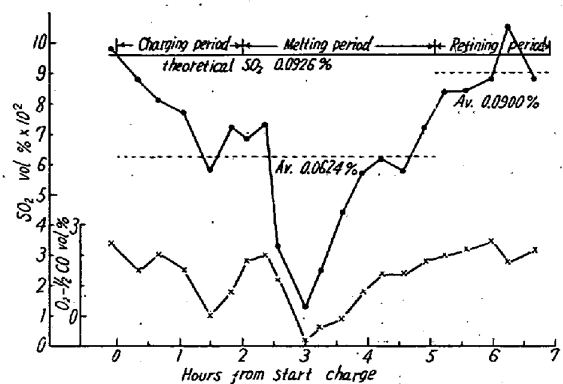


Fig. 1. Diagram of SO_2 and O_2 analysis at down take.

Fig. 1 の例に示す様に装入、溶解期は加硫が最も顕著である。これは装入屑鉄が昇温と共に溶解され新地肌面に於て直接燃焼ガスに曝され溶解加硫が反復される結果地金が鋼滓に覆われる迄続くものと解される。溶落迄に重油供給 S の 30~50% が溶相に入る。又燃焼用空気は一定に自動調節しているにも拘らず燃焼排ガス中の O_2 は溶解前期に於て地金中の [C] の酸化に消費されるので著しく減少し SO_2 と関連した挙動を示している。此等の点から装入溶解期中の加硫は地金とガス相間の平衡関係に依り決定されていると見做せるので該期中の加硫は現行操業では燃焼ガス中の SO_2 が約 0.05% (重油中の S 約 0.8%) 以下でなければ避けられない。

次に溶解後期及び精錬期に至り燃焼ガスからの加硫は急減し精錬期は重油供給 S の 10% 以下が溶相に入る。又明らかに脱硫と見做せる場合もあり鋼滓の状況等に依り変動し鋼滓 (S) との明らかな関係は得られなかつた。

(2) 硫黄精算

試験溶解の硫黄精算結果を Table 1 に示す。表中過剰空気率 1.05 及び 1.15 の場合は夫々 3 溶解 1.10 の場合は 10 溶解の夫々平均値を示す。又装入屑鉄の内の