

(58) 全塩基性平炉の操業
について

Operation of the All Basic
Open Hearth Furnace

C. Okawa, et alii.

神戸製鋼所製鉄部 工 菅浦正俊
松浦 実・工 川端 清
工 佐伯 修・工 大川親久

I. 緒 言

当社においては、設備合理化の一環として平炉の近代化を計画し、所期の成果をえたことをさきに報告したが、今回 Oesterreichisch-Amerikanische Magnesit A-G 製の平炉天井用塩基性煉瓦 Radex-E を使用して、計画の最終目標たる全塩基性平炉を完成し、31年1月2日火入以来順調に操業を続け、972 回出鋼の後 10月20日大修理のために

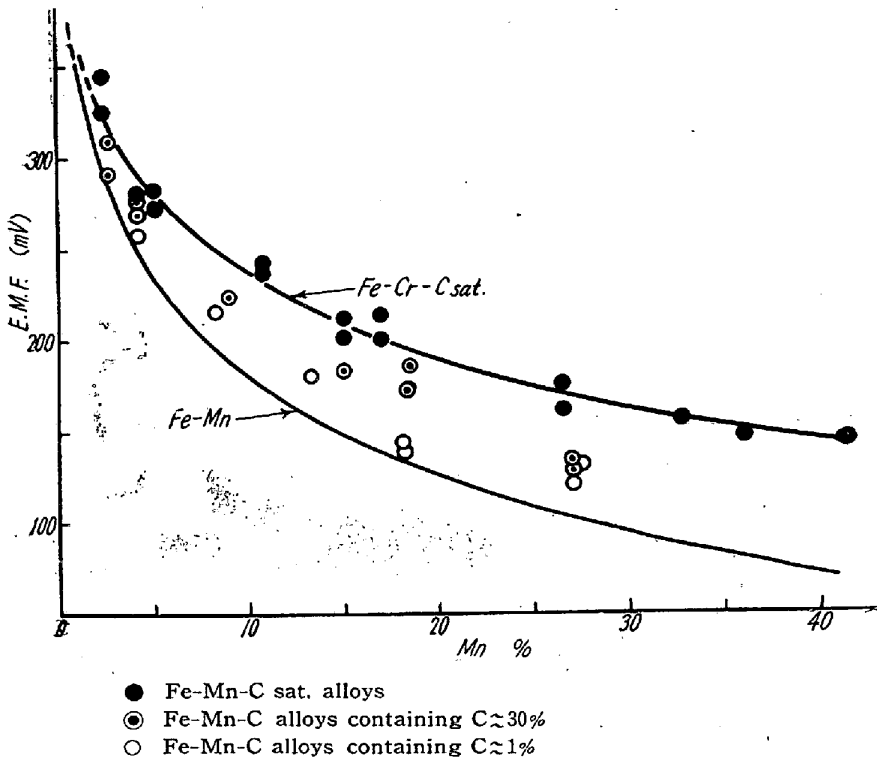


Fig. 2. Relation between e.m.f. and Mn% at about 1530°C

- Fe-Mn-C sat. alloys
- ⊙ Fe-Mn-C alloys containing C ≈ 30%
- Fe-Mn-C alloys containing C ≈ 1%

既報のとおり $n=2$, 実験結果より Mn, C 濃度に応ずる E, T を (4.1) 式に代入すれば a_{Mn} を算出する。この結果を Fig. 2 に示す。

Fe-Mn 二元系は近似的に Raoult の法則にしたがうことはすでに報告したが、C 濃度の稀薄な場合は大体 Raoult 法則にしたがうが、増加とともに漸次 a_{Mn} は減少する。詳細な解析は省略する。なお図中点線で C 飽和 Fe-Cr-C 系の結果を参考までに示したが、本系に比較して活量はかなり大きく変化していることを知る。

さきに C 飽和溶解度におよぼす諸元素の影響に関し考察を加え、その影響の度合いを interaction parameter, e_C^X で示したが、Mn, Cr についてはつぎの値を示し、Fig. 2 に示す。

$$e_C^{Mn} = -0.5, e_C^{Cr} = -1.20 \sim -1.40$$

Fe-Cr-C 系との差異も当然推測されることである。

さらに Mn の活量におよぼす C の影響、ならびに C の活量におよぼす Mn の影響をそれぞれ相互作用係数 r_{Mn}^C, r_C^{Mn} を用いて考察を加えた。

V. 結 語

Fe-Mn-C 三元溶液につき $1,530 \pm 10^\circ C$, Mn 約 40% の濃度範囲にわたり C 飽和溶解度を求めた。

さらに可逆電池を構成し、活量測定を行い、Mn, C いずれも C, Mn 濃度の増加とともにその活量は低下することを明らかにした

中止したので、その間の状況について報告したい。

II. Radex-E 煉瓦について

(1) 形状: arch 形状保持のために rib brick の長さは谷部より 200mm 長い 500mm であり、また補修の迅速容易という点を考慮して、いわゆる filler brick 方式となっている。

(2) 化学分析および物理的性質

表示すると Table 1, Table 2 のごとくである。

(3) 組織: 粗粒 (3.5~0.2mm) としてクローム鉱が用いられ、MgO は超微粉 (0.02mm 以下) で binder として配合されているが、結合は余り良好ではない。また magnesioferrite は均等に分布しているが、珪酸塩は少なく monticellite の生成はほとんどみられなかった。

(4) 特徴: (イ) CaO, SiO₂ 等の少ない優良原料を使用した焼成 Cr-Mg 煉瓦である。(ロ) 高圧成形高温焼成されているが耐圧強度は低い。(ハ) 軟化温度が高い。

III. 天井の構築乾燥および昇熱

主なる事項を略記するとつぎのごとくである。

(1) 迫受煉瓦, 天井煉瓦とも天井の最下部より積ん

Table 1. Chemical analysis of radex-E

Ig. loss	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	Cr ₂ O ₃
+0.50	4.44	13.52	9.50	0.14	0.30	38.02	36.08

Table 2. Physical properties of Radex-E

Porosity	Bulk density	Apparent density	Compressive strength	Refractoriness under load			Reheating test	Expansion coefficient			
				T ₁ °C	T ₂ °C	T ₃ °C		1000°C	1400°C	1500°C	0~1500°C max.
20.6%	3.16	3.99	134 kg/cm ²	1500	1590	1626	1550°C / 2h -1.26%	0.882%	1.617%	1.725%	-1.725%

で行く。

(2) 山は ring arch, 谷は bonded arch とし, 山と谷は必ず bond となるように調整する。

(3) 煉瓦間には鉄板 (arch に沿い) および金網 (吹出方向) を入れる。

(4) 各列の迫めは 3 個所で行い, 天井全体については前柱の上で実施した。

(5) 山煉瓦を針金で天井抑え金物に吊る。

(6) 乾燥昇熱速度基準と実績は別図参照。(図略)

(7) 膨脹に関してはとくに変わった挙動はみられなかった。

IV. 操業状況および結果

(1) 天井以外は従来のものであり, また作業員を塩基性天井にならすためにも, やや不十分と思われたが最

高重油流量 1000 l/h 天井温度設定値 1650°C でスタートし, なれるにしたがい 1150 l/h, 1680°C に上げかたりの成績向上がみられた。この間一時 bursting によるものか天井煉瓦の剝落がみられたので, 最低天井温度を 1350°C と定めて作業管理を行つた結果, 剝落はなくなり 500 回頃より裏壁側より順次 filler brick を積みはじめたものの, 極めて快調な操業が続いた。

(2) 操業期間後半においては, 重油流量の増加を行い 11 t/h の製鋼能率もえられたが, 中央天井裏側および装入口直上の損耗がいちじるしくなり, 補修を実施して操業を続けたが, 炉体各部分の点検の必要性をも感じかつ平炉工場の修理計画にしたがい, なお若干の余力を残しつつも 10 月 20 日, 972 回出鋼して中止した。

(3) 本操業中多少酸素の使用に関して円滑さを欠き

Table 3. Results of the operation.

		Unit	2nd Jan. to 20th Oct. 1956	2nd. July to 10th Dec. 1955
Brick work of roof		—	All basic with Radex-E	Basic panel and silica
Number of heats		number	972	545
Tapping quantity		t	48351.910	27064.605
Steel making time		h-mn/ch	5°50'	5°55'
Unit consumption of fuel		net gross ¹⁾	113 × 10 ⁴ 124 × 10 ⁴	102 × 10 ⁴ —
Steel making efficiency		t/h kg/h-m ² ²⁾	8.55 304	8.50 302
Operating time ratio		%	85.9	81.4
Hearth repairing time ratio		%	1.86	2.26
Unit consumption of bricks	Basic ³⁾	kg/T	4.45	3.65
	Silica	kg/T	1.95	3.60
	Schamott	kg/T	1.42	2.71
Unit consumption of refractories	Burned dolomite	kg/T	6.85	7.75
	Unburned dolomite	kg/T	36.0	38.7
	Magnesia	kg/T	5.85	6.28
Unit consumption of oxygen	Combustion	Nm ³ /T	8.9	10.8
	Jet	Nm ³ /T	3.7	4.8
	Bessemerizing	Nm ³ /T	6.0	6.7

Note: 1) Included the fuel for heating up and keeping

2) Hearth bottom: L × B × 0.9

3) Included the Cr-brick

製鋼能率、燃料原単位等について若干の影響を受けた。

(4) 操業成績を前回のそれと比較して表示すると Table 3 のとおりである。

(5) 大天井の損傷部位に関しては、装入口直上部が目立つ以外は珪石天井ととくに変わった点はなく、また損傷の機構としてはすでによく知られているように bursting によることはもちろんであるが、それ以上に温度変化からの peeling が大なる原因と考えられ、この点全塩基性平炉の操業に当つては、最低天井温度の管理を実施し、かつ温度変化を最少にすることに留意する必要がある。

(6) 蓄熱室格子積については、最高温度範囲への塩基性煉瓦の使用により、なんらの問題も生じなかつた。

(7) 鋼滓室における鋼滓堆積は、高さ 3m 余におよび、全塩基性平炉として長期間の操業を実施する場合、その処置を検討する必要がある。

(8) その他の炉体部分に関しては、とくに問題はなかつた。

V. 結 言

以上 Radex E を使用した全塩基性平炉の操業成績を通して、その有用性を確認したがさらにその経済性についても目下検討中であり、また現在当社二号平炉および八炉平炉とも、引続き全塩基性平炉として操業し、さらに成績の向上が期待されるので、これ等についてもあわせ報告したい。

(59) 平炉内伝熱の一考察

On the Heat Conduction in Open Hearth Furnace

M. Maetzawa.

資源技術試験所 前 沢 昌 武

高温炉内の伝熱は、輻射伝熱が主体をなすことは周知のとおりであるが、焰の輻射による炉内伝熱は、その機構が複雑である。H. C. Hottel はエネルギーバランスによる計算方法を発表しているが、炉内は焰が完全に充満し、かつ、その輻射能、焰温度も均一として計算し、なおガスは灰色体とし、灰色体でないとき（ガス輻射のとき）はその修正方法についてのべている。しかし実際の炉内における焰の輻射能、ガス温度は場所によつてかなり異なり、とくに平炉内では焰は充満していない。よつて繁雑な計算を行つても近似的な結果で満足せざるをえない。

ここでは、比較的容易な計算方法で、平炉法内伝熱を

考察した。

この計算においても、炉内ガス温度および輻射能は一樣で、かつ炉内に充満しているとする。また被熱物、壁内面温度はそれぞれ一定で、両者の温度差が少ないとすると、被熱物への伝熱量は、近似的に次式をうる。

$$q = \frac{Q}{f} = \left[\varepsilon_{gw} + \frac{(1-\varepsilon_g)(\varepsilon_{ow})(\varepsilon_{go})}{(1-\varepsilon_g)(\varepsilon_{ow})\frac{f}{F} + \varepsilon_{go}} \right] \sigma \left[\left(\frac{T_g}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_w}{100} \right)^4 \right]$$

さらに、被熱物および壁内面を黒体とすると

$$q = \varepsilon_g \left(1 + \frac{1}{\frac{\varepsilon_g}{1-\varepsilon_g} + \frac{f}{F}} \right) (f) \sigma \left[\left(\frac{T_g}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_w}{100} \right)^4 \right]$$

また、壁内面温度は

$$\sigma \left(\frac{T_o}{100} \right)^4 = \frac{(\varepsilon_{go}) \sigma \left(\frac{T_g}{100} \right)^4 + (1-\varepsilon_g)(\varepsilon_{ow})\frac{f}{F} \sigma \left(\frac{T_w}{100} \right)^4}{(1-\varepsilon_g)(\varepsilon_{ow})\frac{f}{F} + \varepsilon_{go}}$$

被熱物、炉内壁が黒体のときは

$$\left(\frac{T_o}{100} \right)^4 = \frac{\varepsilon_g \left(\frac{T_g}{100} \right)^4 + (1-\varepsilon_g) \left(\frac{T_w}{100} \right)^4}{\varepsilon_g + (1-\varepsilon_g)\frac{f}{F}}$$

から求められる。

記 号

F : 内壁表面積 [m^2], f : 被熱物表面積 [m^2],

ε_{gw} , ε_{go} , ε_{ow} : 輻射係数, ε_g : ガス輻射能, q : 被熱物への伝熱量 [$Kcal/m^2 \cdot h$], T : 絶対温度 [$^{\circ}K$]

添字 g, o, w はそれぞれ焰ガス、炉壁内面および被熱物表面を示す。

σ : ステファン・ボルツマン恒数

($=4.88 Kcal/m^2 \cdot h^{\circ}K^4$)

以上の関係によつて、平炉内伝熱を考察するが、炉内条件をつぎのようにする。

slag 表面温度、および輻射能 $t_w=1600^{\circ}C$, $\varepsilon_w=0.8$
 熔鋼表面と内壁面積比 $f/F=0.35$

Fig. 1, 2 および 3 に有効輻射黒度、ガス温度、輻射能、壁温度、伝熱量の関係を示す。

結論としてつぎのことが明らかになつた。

(1) ガス温度、輻射能、被熱物表面温度が一定のとき炉内壁の輻射能が大きくなるにしたがつて有効伝熱係数は増大するが、壁内面温度はほとんど変わらない。すなわち壁内面温度(天井温度)が一定とすると、壁輻射能の大きいほど伝熱量は増大する。