

(34) 石灰添加焼結鉱の製造と高炉に於ける使用について

(Production of Lime Adding Sintered Ore and Its Use For Blast Furnace)

Ken-ichi Kawanishi, at alius.

住友金属工業小倉製鉄所 堺 千代次
○河西 健一

I. 緒言

焼結鉱製造の際石灰石を添加すれば Fayalite の少い鉄の高級酸化物と CaO の含有量の増加により CaO・SiO₂ の存在による融点の低下、或いは被還元性および通気性の良好なる焼結鉱が得られる。焼結鉱のこれらの効果をねらつて高炉反応を有利に導き高炉操業終局の目的である生産量の増大とコークス比の低下とを予想してこれを量産に移し昭和 30 年 5 月 10 日より現在に至る間断続的ではあつたが約 42,000 t の石灰添加焼結鉱を生産しこれを製鋼用銑製造の原料として使用した。その結果、日おな浅いがある程度の効果とそれに伴う事象を

得たので、ここにこれの製造と使用との実績について第 1 報として報告する。

II. 石灰添加焼結鉱の製造実績

(1) 原料使用実績——Table 1.

(2) 生産量

日産能力 350 t の D. L. 式焼結機における使用実績について 8 月の普通焼結 10 月の石灰焼結とを比較すると実績においてパレット速度は 8 月 807 mm/mn, 10 月 860 mm/mn であつて 1 時間当りの生産量は 8 月 16 t 700 kg, 10 月 17 t 700 kg となつて石灰添加の場合 1 時間当り約 1 t, 約 6% の増産をもたらした。

石灰添加による生産量の増加については多くの研究が発表されているが Wittenberg, Meyer¹⁾, 佐々木, 藤原両氏²⁾ が発表している排気温度, 排気負圧曲線と殆んど同じ結果が吾々の予備実験においても見られた。しかし Joseph³⁾ 等のいう通気度の上昇によつて負圧が低下するという現象は認められなかつた。

(3) 特性

6 月以降の普通焼結鉱と石灰添加焼結鉱との比較を

Table 1. Blending ratio of raw materials (%)

Period	1955 6*1~6*30	7*1~7*17	7*18~7*31	8*1~8*31	9*1~9*30	10*1~10*31	11*1~11*30
Pyrite cinder	37*2	4*5	17*0	57*8	51*7	46*9	
Vancouver (fine)		30*2	37*8				
Larap (fine)	12*4	24*6	2*7	10*7	15*0	10*8	
Scale	20*1	21*3	20*9	11*5	9*6	14*9	
Iron sand	24*8	15*2	21*6	20*5	20*1	22*0	
Flue dust					3*6		
Lime stone	5*5	4*2				5*4	

Size of lime stone. +3mm: 0%, 3~1mm: 32*8%, -1mm: 67*2%

Table 2. Properties of sintered ore (%)

	Chemical analysis					Desulphurization	Strength	Reduction of Fe oxide (by H ₂)			
	T.Fe	FeO	CaO	SiO ₂	S				after 30mn	after 60mn	after 90mn
Ordinary sinter	60*39	14*30	1*63	7*22	0*030	91*9	58*4	at 800°C	55*58	79*11	88*75
								at 900°C	81*65	94*73	96*09
Lime adding sinter	59*55	13*26	4*01	6*21	0*029	92*1	58*6	at 800°C	72*21	89*59	92*86
								at 900°C	85*82	94*85	96*38

Table 2 に示す。

硫黄含有量, 脱硫率, FeO には両者殆んど差が認められなかつた。落下強度については Luyken, Kraeber⁴⁾ Joseph⁵⁾ 等は CaO 添加により最大の強度を得たと発表しているが我々の場合は殆んど差が認められなかつた。還元率については Kramer⁵⁾ その他の研究者の発表している通り吾々の実験室的な還元試験および高炉における使用実績によつても還元性の向上を実証し得た。

III. 石灰添加焼結鉱の高炉に於ける使用実績

(1) 使用期間

- 第 1 回 30° 5' 10 ~ 30° 5' 19 10 日間
- 第 2 回 30° 6' 4 ~ 30° 7' 21 48 日間
(延使用日数 115 日・延使用屯数 42,000 t)
- 第 3 回 30° 10' 4 ~ 30° 11' 30 57 日間
(現在使用中)

(2) 実績の検討

Fig. 1 は本年 4 月 ~ 11 月間の普通焼結鉱と石灰添加焼結鉱との高炉における使用実績を示す。

Fig. 1 の実績よりして、石灰添加焼結鉱を使用した場合次の事が推定される。

- 出銑量 = 増大 コークス比 = 減少 装入鉱石 = 増加
- 媒溶剤 = 減少 鉱滓量 = 減少 ガス還元 = 向上
- シャフト温度 = 上昇 炉頂温度 = 上昇 塩基度 = バラツキ
- 操業 = 不変 風圧 = 低下(?) 炉況 = 安定(?)

(3) 実績の原因に対する推定と考察

A. 炉内の還元性

焼結過程における $2FeO \cdot SiO_2 + 2CaO \rightarrow 2FeO + 2CaO \cdot SiO_2$ の反応の進行によつて石灰添加焼結鉱の還元性が向上することは実験室的には立証されているが、高炉における使用実績においても炉内における還元反応速度が増大される事は炉頂ガスの CO/CO₂ の低下, 出銑量の増大, およびシャフト温度の上昇より推定される炉内還元層の拡大増加等によつて立証される。

B. 鉱滓量の減少

鉱滓量の減少は著しい傾向であり、この原因は勿論媒溶剤の減少、これに伴う装入鉱石荷重の増大による出銑量の増加、およびコークス比の低下にあるが、CaO Balance についての計算値より実績が更に低い傾向を示すことは現在なお不明の点が多く、その原因については解析中である。

C. 風圧の低下

void の減少および装入物の平均粒度の低下は石灰添

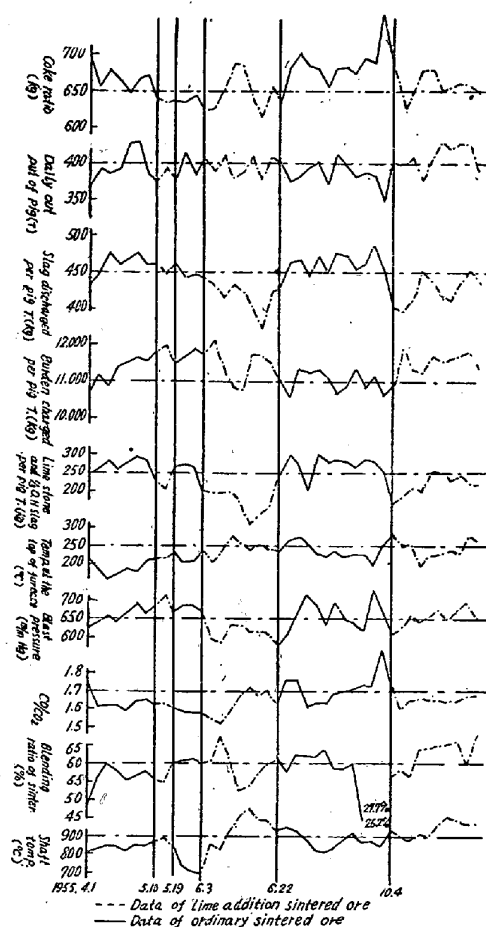


Fig. 1. Diagram of operation data

Table 3. Relation between operation data.

	void (%)	Mean size of charged ore (mm)	CO/CO ₂	Blast Press. by Blast vol.
Lime adding sinter	33.7	25.58	1.63	0.95
Ordinary sinter	37.2	28.00	1.67	1.09

加焼結鉱の潰裂強度が実際は低下しているものと推定されるが、それにも拘らず、風圧の低下を来した事実は石灰添加焼結鉱のガス還元性の良好、通気性の良好なることおよびそれによる炉内ガス分布の均一化の傾向を示すものと考えられる。

D. その他の相関関係

鉱滓量の減少は著しく、銑鉄 t 当り 400 kg 以下の時も再三あつたが脱硫率との関係は相関がなかつた。また Solution loss とコークス比との相関関係は普通焼結の場合と同様当所高炉特有の拋物線の型を示し solution loss 70~80 kg の所にコークス比の最低点がある。炉頂ガスのダスト量は普通焼結の場合銑鉄屯当り平均 14 kg

であるのに対し石灰添加焼結の場合は平均 10・2kg で減少した。

(4) 現在の問題点

現在当所の第2高炉は吹下し直前にあり相当老朽化しているの、石灰焼結鉄使用によるシャフト温度の上昇が煉瓦およびシャフトマンテルの膨張損傷に対し悪影響があるのでこの対策を考究中である。また鉄滓塩基度のバラッキの問題は炉況悪化の際の銑質の調整に安定性を欠くので、この解明を試みている。またこれに関連して見られた石灰石装入量の計算値による Balance より低いことも同様の問題点である。

IV. 結 言

石灰添加焼結鉄の製造および高炉使用実績については日なお浅い関係上 Data の不十分、研究試験方法の不足等により反応の理論的考察、実績の統計的解析等は困難であるが、現在迄の量産により一応、成功したものと考えている。現在の所前述せる問題点を除いては生産および使用上特別な難点には際会していない。

炉内の還元性の向上、装入鉄石荷重の増加可能、媒溶剤の減少等によりコークス比において 10~15kg の低下、出銑量において 2~3% の増加を可能とし銑鉄製造原価の低下と増産に寄与することができた。

文 献

- 1) Wittenberg, H. und K. Meyer: Stahl u. Eisen, 63 (1943), 840.
- 2) 佐々木幸三, 藤原利三: 製鉄研究, 205 (1953), 312.
- 3) Stanley, A. and Joseph, C. Mead: Mining Eng. 1 (1949), 81.
- 4) W. Luyken, Kraeber: Mitteil. K-W-Inst. Eisenf. 13 (1937) Lief. 21, S. 247/60.
- 5) Kramer, H. M.: Mining Eng. 5 (1953), 1114.

(35) 熔鉄炉の熱収支及びコークス比の計算式に関する研究

(The Study on the Heat Balance and the Formula for Calculating the Coke Ratio in the Blast Furnace.)

Kiyoshi Segawa

八幡製鉄所技術研究所 工博 瀬 川 清

I. 緒 言

熔鉄炉のコークス比は、どんな要因によつてどの程度左右されるかを理論的並びに統計的に研究し、熔鉄炉操業成績の解析の一助にせんとして研究した。色々の操炉条件に対しコークス比が計算により推定できれば、コークス比低下に貢献するだけでなく、操業成績を理論的に解析し、成績向上のための研究の基礎ともなり得る。このためには種々の方法が考えられるが炉の熱収支を基礎として推論してゆくのが合理的だと考える。その理由は、出熱と入熱とが等しいと言うことは、炉の形式、操業条件、炉況の如何を問わず常に成立するのであるから、この関係から導き出したことからは一般性のあるものである。

II. 熔鉄炉の熱収支に関する理論的考察

入熱と出熱とが相等しいと言う関係は普遍的なものであつて、このことを数式的に表現すれば普遍的に成立する熱収支の関係式が得られる。しかしすべての入熱とすべての出熱を考えることは非常に繁雑になるので、小さい項を省略することによつて近似式を考えてみる。どのような項が小さいかということは、熱精算の結果を見れば明らかになるし、大きい項目でも近似的に他の項目に比例すると考えられるときには項目がそれだけ少なくなつて熱収支の関係式はそれだけ簡単になる。このような省略算の結果、入熱および出熱は近似的に次式で表現できることを認めた。まず入熱であるが、コークスの燃焼熱と熱風の顕熱とを考慮に入れて、

$$\text{入熱} = pC \dots\dots\dots (1)$$

ここで C は装入カーボン ton/day で p は比例恒数である。同様に出熱の方は

$$\text{出熱} = iFe + j\tau + dC + eCoC + k\phi \text{Coke} + gS \dots\dots\dots (2)$$

ただし i, j, d, e, k, g; 比例恒数
 τ; 出銑トン数 ton/day, φ; コークス灰分%
 Fe; 装入鉄石の平均全鉄%, Co; 炉頂ガスの CO%,
 Coke; コークス 装入量 ton/day, S; 炉床直径×炉高 (ストックラインまで)

(1) 式の理論的誤差は 1% 未満であり、(2) 式の方は 2.7% 未満である。(1) 式と (2) 式とから、コークス比 η を計算する式 (3) が求められる。

$$\eta = \frac{\text{Coke}}{\tau} = \frac{a \frac{S}{\tau} + b + cFe}{1 - d\phi - \left(1 - \frac{\phi}{100}\right)eCo} \dots\dots (3)$$

但し η; コークス比,
 a, b, c, d, e; 比例恒数