

Fig. 3. Reduction process in shaft. (2), (3)

た。Fig. 2 の実験 (粒度 16~20mm) を基礎として 11~15mm, 6~10mm の二段階について行なつた。11~15mm の結果および 6~10mm のものを Fig. 3 に示す。Fig. 2, 3 を比較して明らかなように、鉱石粒度が小さくなると、炉頂ガス中の CO/CO₂ はかなり低下し 6~10mm では 0.48 に達した。一方、1000°C のレベルにおける還元率はそれと反対に上昇する。また粒度が小さくなるにしたがつてカーボン・デポジションが増すことが認められる。このことから溶鉱炉の装入鉱石の粒度を小さくすることは還元を向上せしめるが、一方カーボン・デポジションを促進せしめ、通気性を悪化せしめる可能性も増す。したがって溶鉱炉の能率向上をはかるためには、鉱石粒度を小さくするとともに、粒度をそろえ、通気性を悪化せしめないように努力することが必要である。

3. 降下時間の影響

次に降下時間を変えて実験した。実験条件は装入鉱石がシャフト部を降下する間に接触するガス量を一定とし降下時間を 100mm, 200mm, 300mm と変えた。また鉱石粒度は 11~15mm を使用した。降下時間と炉頂ガス中 CO/CO₂, CO+CO₂ および 1000°C のレベルにおける還元率との関係を Fig. 4 に示す。この結果から明らかなように CO/CO₂ はほぼ直線的に低下するのが認められ、300mm では 0.6 に達した。一方還元率の還元率は上昇するが 200mm 以上では一定となつた。これはカ

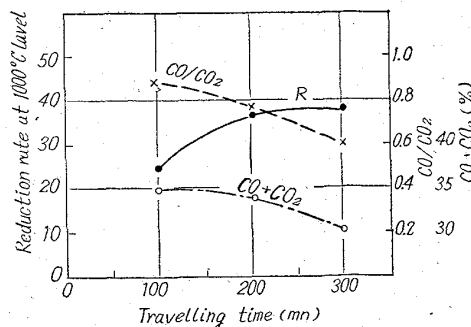


Fig. 4. Effect of travelling time.

ーボン・デポジションが増加するためと思われる。この実験から、降下時間を長くすることは還元率の向上、ガスの利用の向上をはかるために有効であると思われる。

IV. 結 言

シャフト部における還元状況を解明することは溶鉱炉の能率向上、あるいは溶鉱炉のオート・メイション化を促進せしめるために非常に重要なことである。しかし、これを実験装置で行なうことは種々の条件の交絡、あるいは熱バランスへの影響などにより非常にむずかしい。この点、今後更に検討しなければならない。

今回の試験より得られた結果をまとめると次の如くなる。

1. 小型シャフト炉により、シャフト部における被還元性ガス成分の変化の調査の他、カーボン・デポジション、ソリューション・ロスをも考察出来ることが明らかとなつた。
2. 鉱石の還元は約 300°C からはじまり、ほぼ直線的に還元率が上昇し、一方ガス中の CO は減少するのが認められた。
3. 鉱石の粒度を小さくすることにより、還元率の向上、カーボン・デポジションの増加が認められた。
4. 降下時間を長くすると 200mm 以上ではほぼ一定の還元率を示し、カーボン・デポジションが増加する。そのため CO/CO₂ は直線的に下る。

622,341.1 → 622,341.1-185
= 539,215.4

(22) 熱装入物粒度の向上による高炉
操業結果 632/2.

住友金属工業小倉製鉄所 1300~1302
古賀 強・井上慶次郎・野見山 寛

Improvement in Burden Size and Its
Results on Blast Furnace Operation.

Tsuyoshi KOGA, Keijiro INOUE
and Hiroshi NOMIYAMA.

I. 結 言

最近高炉操業度の向上を目的として各高炉共自溶性焼結鉱の多量使用或いは重油吹込など多くの方法を実施している。その結果非常に著しい成績の向上を示しているが原料の粒度に関しても各所共相当管理を強化している現状であり高炉に装入される原料粒度は非常に整粒されている。当所においても昭和37年の後半において鉄鉱石

の粒度管理を強化し、焼結工場に新たに空冷設備を設置して焼結鉱の品質向上をはかった。この結果高炉操業成績が向上したのでこの両者の効果について実績を中心にその概要を報告する。

II. 鉄鉱石の粒度管理

当所においては昭和35年1月以降現在のサイジング設備を設置して鉄鉱石の粒度管理を実施してきたが、その管理状態は粒度の上限を 50mm 或いは 38mm 程度としたもので十分なものとはいえなかつた。その後逐次改善を加え昭和36年6月以降には over size を 35mm で押えることを実施し under size を 5mm 以下 5% 以内にするのが可能になった。これまでの効果並びに詳細に関しては第62回の講演会で発表したごとくである。その後 30mm で over size を押えることを考え実際設備について種々試験を行ない昭和37年10月以降実施に移したわけで現在まで一応問題なく操業を続けている。なお一時粒塊のバランスで若干粉鉱が多くなつた時点があつたが、節目を調整することおよび焼結原料の配合変更で解決した。

このように鉄鉱石を比較的小粒に管理することによって予備処理の行程で問題となると考えられたのは設備能力 (t/h) と粉率である。すなわち鉄鉱石を 30mm 以下の粒度にすることにより t/h が低下し発生する粉鉱が多くなるのではないかということである。これに関しては粗鉱粒度、水分含有量、或いは銘柄によつて非常に大きな差があるのではつきりした実体は掴み得ないが同一銘柄による比較の一例を Table 1 に示す。これによれば粉率は確かに上昇する傾向にあるが t/h については大きな差は認められていない。

またこの設備における鉄鉱石の破碎状態並びに粉化の状態をゴア (H) を例にとつて示すと Fig. 1 に示すごとくである。すなわち 30mm で上限を管理する場合には第3次のクラッシャーで破碎される量および粉化する量が多くなる傾向にある。これは他の鉄鉱石についてもいえることである。勿論このような傾向はクラッシャー能力やその開度などに関係することその点は一応十分な能力で使用しているわけである。

Table 1. Comparison of ore sizing results.

Item	Oner size	35mm	30mm	Difference
	%			
1-5mm	%	35.9	45.6	+9.7
Sizing capacity t/h		161	166	+5

このような状態で現在高炉送りの鉄鉱石は 5~30mm の範囲内に管理されているわけである。その実績および比較粒度は Table 2 に示す通りである。

III. 焼結鉱粒度の改善

昭和37年8月に焼結鉱の品質の向上を図るため概略次のごとき空冷設備を設置した。

型式：固定ローラー直線型強制通風吸引型

容量：1800 t/d

有効面積：72.24m²

(25.8m × 2.8m)

排風機能力：4800m³/mn

(200, 130IP) × 2 基

このような空冷設備を設置する以前は焼結鉱を水冷していたわけである。ここでこの設備設置前後の3ヶ月の品質平均を比較すると Table 3 のごとくである。

この結果から設備設置後において成品品質特に強度の向上が認められた。これは主としてクラックの問題と考えられる。すなわち水冷焼結鉱の場合は検鏡すると比較的緻密な slag 部分を中心にクラックが認められる。また magnetite の部分でもかなりクラックを生じているものがみられる。これに対して空冷焼結鉱の場合にはこのようなクラックが非常に少なくなつているということである。

このため炉前粒度の -5mm 或いは -10mm の割合が 4~7% 程度減少している。これは高炉操業に対し相当効果があるものと思われる。

IV. 高炉操業実績

鉄鉱石の粒度管理を 5~30mm に実施したのは 37 年 10 月以降であつたが、実際にこの範囲の鉄鉱石を全部使用するようになったのは 38 年 1 月以降である。この間の3ヶ月は在庫整粒鉄鉱石の使用もあつたため 30mm 以上の鉄鉱石がある程度装入されていた。また前述の空冷焼結鉱と鉄鉱石の粒度管理の強化とが同時期に実施されたためこの両者を完全に分離してその効果を別々にみることは困難である。従つて両方の効果を総合して 1, 2 高

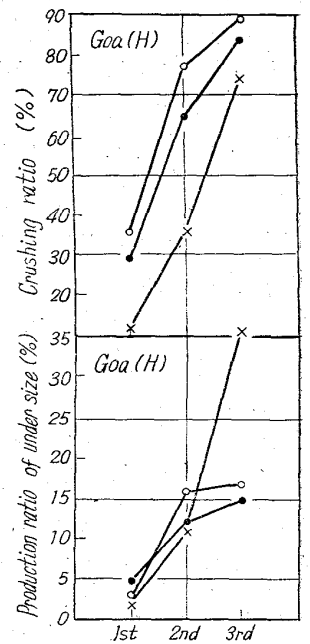


Fig. 1. Variation of crushing ratio & production ratio of under size at each crusher.

Table 2. Screen analysis of ore.

B. F. No.	Period	Size mm				Reference
		-5	5~10	10~30	+30	
No. 1 B. F.	1962/1~8	3.6	6.6	76.5	13.3	Over size 35mm " 30mm " "
	1962/10~12	2.3	3.0	93.4	1.3	
	1963/1~3	1.8	3.4	94.8	0	
No. 2 B. F.	1962/1~8	2.8	6.0	76.9	14.3	Ditto " "
	1962/10~12	2.4	3.7	92.6	1.3	
	1963/1~3	1.3	2.9	95.6	0.2	

Table 3. Shutter strength and size distribution of sinter.

Item	Shutter strength %	Size distribution mm								Mean size
		-5	5~10	10~25	25~35	35~50	50~75	75~100	+100	
Water cooling	75.2	11.7	29.1	37.1	8.0	4.5	4.8	3.7	11	21.3
Air cooling	79.7	7.3	27.4	43.2	10.3	5.7	4.1	1.8	0.2	20.2

Table 4. Operation data of No. 1 & 2 blast furnace.

Item	B. F. No. / Period	No. 1 B. F.			No. 2 B. F.		
		S 37/6~7	S 38/1~3	Difference	S 37/6~7	S 38/1~3	Difference
Daily production	t/d	738	761	⊕28	1069	1057	⊖12
Fuel ratio	kg/pt	560.3	562.4	⊕2.1	568.9	550.9	⊖18
Flue dust	kg/pt	47.6	42.5	⊖5.1	78.8	28.9	⊖49.9
Blast volume	m ³ /mn	827	854	⊕27	1157	1136	⊖21

炉別に検討した。なお比較期間は両高炉共重油吹込を実施している時期を考えた。その比較表を Table 4 に示す。この結果からわかる如く出鉄量 (t/d) で No. 1 BF は +28 t/d と大巾に増産になつているにも拘らず No. 2 BF では ⊖12 t/d となつている。この t/d は休風補正のみを行なつた値であるが、送風量の補正をも加味すると No. 1 BF で送風量 ⊕27 m³/mn で ⊕5 t/d, No. 2 BF では送風量 ⊖21 m³/mn で ⊕11 t/d となる。また燃料比に関しては装入物補正を行なつた数値であるが、No. 1 BF で ⊕2.1 kg/pt No. 2 BF で ⊖18 kg/pt となつている。いずれにせよ操業条件の異なる実績比較を行なうことは種々の条件で問題は多いが今回の場合その効果は充分あつたと考えられる。なおこの他に特に目立つたものはダスト量である。これは主として焼結鉄の強度の上昇ひいては炉前粒度の向上が、スリップなどの悪要因を減少させたためと思われる。No. 2 BF における送風量の減少も大きく役立つていると考えられる。

V. 総 括

以上鉄鉱石および焼結鉄の粒度の向上およびその高炉操業に与えた効果を簡単に述べたが、大略次のことがいえると考えられる。

- (1) 鉄鉱石の粒度を 5~30mm の範囲に管理することが可能となつた。
- (2) 空冷焼結鉄は水冷焼結鉄に比し強度が向上し、炉前粒度 -5mm が減少する。
- (3) 装入物の粒度管理を強化することにより出鉄量燃料比に好結果をもたらした。
- (4) 空冷焼結鉄を使用することによりダスト量の減少があつた。

なお今後の問題として副原料その他の粒度管理の強化や鉄鉱石、焼結鉄の最適粒度の検討を行なう必要があると考える。

669,162,238
(23) 熱風炉高熱操業のための一解析

日本鋼管本社技術部 辻 本 嘉 伸
 " 川崎製鉄所 宮 下 恒 夫
 " 技術研究所 田 島 治
 " 川崎製鉄所 ○坪 井 邦 夫

Study on the High Blast Temperature Operation of Hot Stove.

Yoshinobu TSUJIMOTO, Tsuneo MIYASITA, Osamu TAZIMA and Kunio TSUBOI.

I. 緒 言

熱風炉蓄熱室内の格子積煉瓦とガス(および送風空気)の間の熱伝達を解明するために物理的なシュミレーションモデルを作成し、境界条件を与えて、デジタルコンピュータでチェッカー内各点の煉瓦表面・燃焼排ガス・送風空気などの温度の時間的変化を計算した。これ等の2~3について実際操業上で実験を試みたところ、略々シュミレーションによる解析結果と一致し、例えば、同一燃料消費量下でも切替時間・燃料投入プログラムなどを適当に選ぶことによつてある程度の効率の改善が行なわれ、より高い風熱を得ることが判つた。

II. 蓄熱室の熱伝達を表わす方程式

Fig. 1 において、次のような仮定を与える。

- ① 炉体から外部への放散熱量を無視する。
- ② 煉瓦内熱伝導は炉の水平方向の1次元で表わす。
- ③ 排ガス(空気)の温度は水平断面内で一定である。
- ④ 煉瓦の厚さを一定として考える。(2d)

そうすれば煉瓦温度 $\theta_b = \theta_b(x, y, t)$ および排ガス(空気)温度 $\theta_g = \theta_g(y, t)$ は、次の微分方程式に従う。

$$\partial\theta_b/\partial t = (K_b/C_b\rho_b) \cdot (\partial^2\theta_b/\partial x^2) \dots \dots \dots (1)$$

$$\partial\theta_g/\partial t = \pm(WL/m) \cdot (\partial\theta_g/\partial y) - (hA/mC_g) \cdot [\theta_g - \theta_b(x=0)] \dots \dots (2)$$

ただし(2)式の右辺の記号は、燃焼時に正、送風時に