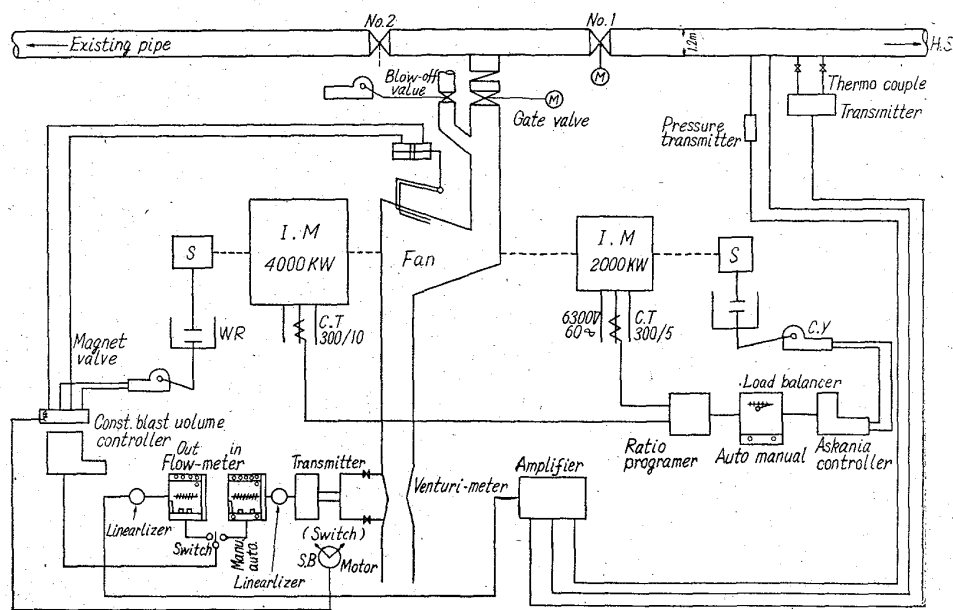


VI. 動翼の破損

12月30日送風中、送風機に異状を認め停止して車室内部を点検したところ、動翼一本切断飛散していた。これは前日静翼機構の手入を行なったとき、静翼の入れ違いで5枚が90度違っていたのが原因であつたようである。

VII. 現在の運転状態

38年5月20日現在風量 1360 Nm<sup>3</sup>/m, 風圧  $\bar{X}$  1.1 kg/cm, 入力 2900 kW, 4000 kW 電動機のみで静翼制御中である。



669.162.267.4:662.66-492

Fig. 4. No. 6 Turbo blower instrument chart.

(25) 高炉への粉炭吹込の効果について

(1 t 高炉による粉炭吹込試験—I)

東大生産技術研究所  
工博館

63215  
充・中根 千富

On the Effects of Powder-Coal Injection into the Blast Furnace.

(Experiments on the powder-coal injection by 1t blast furnace—I)

Dr. Mitsuru TATE and Chihu NAKANE.

I. 緒 言

東京大学生産技術研究所の試験高炉 (内容積約 0.5m<sup>3</sup> 湯溜径 500mm, 羽口—stock-line 間高さ約 1900mm) では、昭和37年3~4月の第12次操業で粉コークス吹込試験と粉炭吹込の予備試験。同年8月の第13次操業で粉炭吹込試験を行ない、今年3月の第14次操業でこの試験の追試としての酸素富化送風の試験を行なった。本報は

第13次操業を中心とした総合的報告である。

II. 原料および粉炭

コークス (灰分約 10%, 粒度 10~20mm) および焼結鉄 (Fe 約 65%, CaO/SiO<sub>2</sub>=1.18, 粒度 3~10mm) は川崎製鉄千葉工場のも、粉炭は三井田川炭で灰分, S 含量, 発熱量の点でコークスに近く (灰分 11.9%, 固定炭素 45.8%, 揮発分 39.5%, S 0.5%) 粒度ははじめ -50 mesh としたが、後 -1mm~+50 mesh のものを混用した。水分は約 3% である。

III. 吹込装置

吹込装置は Fig. 1 のようにタンク (容量約 50 kg) から、screw-feeder で切り出された粉炭を jet-injector で気送する方式のものである。screw の回転原動機は 1HP の V. S. モーターでこれによつて切出速度を調節できる。図の右側は自動定量切出機構である。

この型の装置を羽口 2 本にたいし 1 台、計 2 台用意し 4 本の羽口全部に均等に分配されるよう配慮した。吹込位置は羽口 blowpipe 部で先端から約 1m 手前である。

IV. 試験の方法と結果

粉炭の吹込を行なわない基準操業を行なった後、酸素富化によつて、理論燃焼温度が基準時と等しくなるよう熱補償して、装入コークス (1日のコークス装入量は 1800 kg とした) の 20% 相当量を連続的に吹込み、炉況があつ目に向うことを確認してから、コークスの 1 回装入量を 20% 減少させるようにした。熱補償は計算により粉炭 5% あたり酸素濃度 1% の上昇を基準とし、同時に bosh gas 量を基準時のそれと等しくすることを目標とした。20% 置換の結果を確認した後、吹込量を 25% 相当量まで増し、結局装入コークスを 25% 減らすことができた。ただしこのときは熱補償は酸素富化と送風温度の上昇 (5% あたり約 70°C) とを併用した。

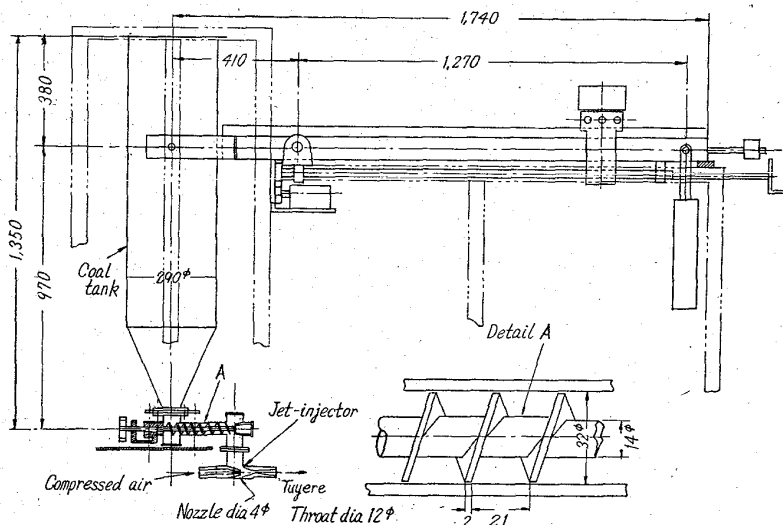


Fig. 1. Apparatus for powder coal injection.

Table 1. Results of experiments

Subject of experiment	Composition of one charge (dry wt kg)					Charging times	Blast					
	Coke	Sinter	Mn-Ore	Lime stone	Silica		Vol Nm <sup>3</sup> /mn	Temp °C	Press g/cm <sup>2</sup>	Oxygen Nm <sup>3</sup> /mn	O <sub>2</sub> %	Moisture %
Normal operation	20	21.8	0.49	28.7	0.4	87.3	4.095	574	178	—	—	2.76
Powder-coal injection (20%)	16	22.2	0.50	28.2	0.3	99.0	3.356	569	131	0.161	24.94	2.86
" (25%)	15	21.6	0.49	28.4	0.3	98.7	3.051	672	127	0.164	25.36	2.75

Subject of experiment	Powder-Coal			Top gas				Pig iron				
	Wet kg/day	Transporting air Nm <sup>3</sup> /mn	Moisture %	Analysis %			Temp °C	Analysis %				Temp °C
				CO <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>		C	Si	Mn	S	
Normal operation	—	—	—	5.5	30.9	1.99	481	4.36	1.20	1.02	0.045	1396
Powder-coal injection (20%)	350.4	0.352	3.14	6.8	33.8	4.24	424	4.34	1.23	1.04	0.034	1403
" (25%)	479.1	0.419	3.09	7.7	33.1	4.96	414	4.35	1.20	1.01	0.047	1398

Subject of experiment	Slag		Pig iron product kg/day	Coke rate kg/t pig	Ore/Coke	Ore ratio t/t pig	Slag ratio kg/t pig
	Basicity CaO/SiO <sub>2</sub>	Temp °C					
Normal operation	1.35	1494	1180.9	1473.4	1.113	1.624	582.5
Powder-coal injection (20%)	1.30	1501	1377.7	1173.2	1.390	1.631	558.2
" (25%)	1.32	1497	1356.4	1094.5	1.471	1.607	541.7

Table 2. Several index numbers concerning effects of coal injection.

Sort of operation	Gasification ratio %		Utilization ratio of gas %		Indirect reduction ratio %			Theoretical combustion temp °C	Weight of coal injected (dry kg/t pig)	Coke rate kg/t pig	Apparent coke equivalent of coal kg/kg
	$\alpha$	$\beta$	CO	H <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	CO + H <sub>2</sub>				
Normal	—	—	13.9	—	53.85	—	53.85	1874	—	1474	—
Injection (20%)	79.0	80.3	15.4	28.6	56.42	16.98	73.40	1793	261.5	1173	1.151
Injection (25%)	73.8	75.3	17.9	36.1	64.70	26.77	91.67	1773	342.4	1094	1.129

基準操業、粉炭 20%、25%吹込時の成績を Table 1 に示した。これによつてわかるように、粉炭 25% の吹込により、同一出銑成分、同一出銑温度の下で、出銑量は約 15% 増し、コークス比は約 25% 低下した。ただし 20% 吹込のときの出銑量の増加は、酸素添加量が一時多すぎたことの影響がでているので、データとして確かなものでない。

#### V. 結果の検討

Table 2 に関係数値を一括して示した。

##### (1) 粉炭のガス化率

粉炭吹込試験中炉頂ガスとともにかなりの黒粉が排出

されることを確認したので、ガスバランスによつてガス化率を求めてみた。 $\alpha$  は吹込粉炭がすべて分解し、C の燃焼だけが不完全に行なわれると仮定したもの、 $\beta$  は粉炭の一部は生で逃げ、残りが完全に燃えるとした場合の数字である。いずれの場合も約 75% 程度となるが、種々の点からみて  $\alpha$  の方が真に近いようである。

##### (2) ガスの利用率と還元率

上述の理由に基いてこれらの計算には  $\alpha$  の値を用いた。Table 2 によれば粉炭の吹込に伴つて CO の利用率が約 14% から 15.5%、ついで約 18% に上つていくこと、H<sub>2</sub> の利用率が約 29%、36% と CO のその 2

倍であることがわかる。第14次操業の結果からみて、装入コースの減少に伴う ore/coke の増大が CO, H<sub>2</sub> の利用率の向上を招いたとみることができ。また H<sub>2</sub> の利用率が CO のそれより大きいのは、炉高のうち高温帯の占める部分の大きい小型炉の特徴を示すものといえる。

CO, H<sub>2</sub> の利用率が向上した結果、これらによる還元率が著しく上り、直接還元率が低下したのは当然である。

### (3) 熱補償

Table 2 の理論燃焼温度の欄を見れば、粉炭吹込のさい、この温度を一定にするという意味での熱補償が十分でなかつたのに、出銑成分や温度を基準時と同じ水準に保つのに十分であつたことが明らかである。この理由については別報で述べる。

また熱補償としての酸素富化が何か別の効果を与えないかという疑いもでてくるが、これについても別報で述べることとし、ここでは結論的にその心配がないことだけを指摘するに止める。

### (4) 置換率

Table 2 によれば 25% 吹込時の コークス 置換率は 1.129 となつているが、このように粉炭に有利な置換を可能にした事情を明らかにする必要がある。これについては別報で詳しく述べることとし、ここでは結果だけを書けば次の通りである。(粉炭 1 kg あたり)

1. 粉炭の C のコークス当量 kg ..... 0.55
2. 粉炭の H<sub>2</sub> の還元作用による solution loss 減少のコークス当量 kg ..... 0.28
3. 炉頂ガス顕熱減少のコークス当量 kg ..... 0.17
4. 熱損失減少のコークス当量 kg ..... 0.21
- 合 計 ..... 1.21

これから粉炭の H<sub>2</sub> の還元作用による solution loss の減少、これに基く ore/coke したがつて出銑量の増大(3, 4項がこれに関係)が、有利な置換率の背景となつていることがわかる。ただし第1項は直接前述のガス化率の影響を受け、第3, 4項もこの影響を受けている。そこで若干の仮定の下でガス化率が100%の場合の置換率を計算したところ、1.387 とさらによい結果をえた。

なお、第1項は熱補償の程度によつて異なる項、第3, 4項はその炉の特性によつて異なる項であり、熱補償を十分行なえば第1項により置換率が上ること、およびコークス比の水準の低い炉ほど、第3, 4項によつて置換率が下ることを指摘しておきたい。

669, 162, 267.4 = 662, 66 - 472 = 662  
(26) 粉炭吹込のさいの熱補償について 614

### (1 t 高炉による粉炭吹込試験—II)

東大生産技術研究所 63216

工博館 充・中根千富・○金 鉄祐

### On the Heat Compensation at

### Powder-Coal Injection. 1308~1310

(Experiments on the powder-coal injection by 1t blast furnace—II)

Dr. Mitsuru TATE, Chihu NAKANE  
and Cheoul Woo KIM.

### I. 緒 言

これまで 1 t 高炉で実施してきた還元性ガス吹込試験および粉体燃料(粉コークス, 粉炭)吹込試験では、羽口前理論燃焼温度が、順調に稼働している基準操業時のそれと等しくすることを熱補償の原則としてきた。

しかし、実際には理論燃焼温度が基準時のそれよりも低い場合でも、出銑成分の悪化を招くことなく、出銑量が増大することが明らかになつた。

そして、これは重油や天然ガス吹込などに関する国内国外の経験と符合する。

このことは熱補償の手段として、羽口前燃焼温度を一定に保つことが、必ずしも必要ではないことを示すもののように思われる。またこの原因が高炉の高温帯に熱的な余裕があることを意味するものか、あるいはよくいわれているように、燃料吹込みに伴う H<sub>2</sub> 還元の進行—直接還元の減少—によるものか、あるいは他の何らかの原因によるものかを明らかにするために、炉の 900°C 以上の高温帯における部分熱バランスを計算した。さらに粉炭吹込時における熱補償のために添加した O<sub>2</sub> の効果を明らかにするため、粉炭吹込時の条件を維持して O<sub>2</sub> ブランク試験を行なつた第14次操業 O<sub>2</sub> 富化試験のデータに検討を加えた。

### 2. 高温帯における部分熱バランス

Table 1 に、第13次操業および第14次 O<sub>2</sub> 富化試験の若干のデータを示した。

部分熱バランスを計算するに当つては、第3報の Table 2 の全熱バランスに基き次のような条件を設定した。

i) 900°C のレベルでは上昇ガスの温度と、降下装入物との温度が等しいものとする。

ii) 900°C 以上の温度領域に入る装入鉱石は、CO による間接還元が既に終了しているものとし、H<sub>2</sub> による還元は大部分 900°C 以上で行なわれるものとする。

iii) 同じくこのレベルより高温部でスラグの生成が始まり、石灰石の分解は既に終つているものとする。

iv) H<sub>2</sub> の利用率 ( $\zeta_{H_2}$ ), および CO の利用率 ( $\zeta_{CO}$ ) は実績値を採用する。

v) 粉炭吹込時の熱損失は基準時と変らないものとする。

以上の設定条件に基いて計算した部分熱バランスを Table 2 に示した。この熱バランスを詳しく検討すると主として熱補償不十分のため総入熱量で、粉炭吹込時は基準に比べて、5,250,210 - 5,132,470 = 117,740 kcal だけ少なくなつている。しかし上昇ガスの減少によつて、