

Table 1. Results of multiple correlation analysis.

	Top temperature °C	Coke ratio, kg/t	Blast volume m ³ /mn	Oxygen enrichment %
Top temperature °C	[0.893]**	0.749** (0.811)**	0.714** (0.779)**	-0.622** (-0.280)

Note: []: Multiple correlation coefficient
 (): Partial correlation coefficient
 Others: Single correlation coefficient
 Blast volume: Air + O₂
 **: Significant at the 0.05 and 0.01% level

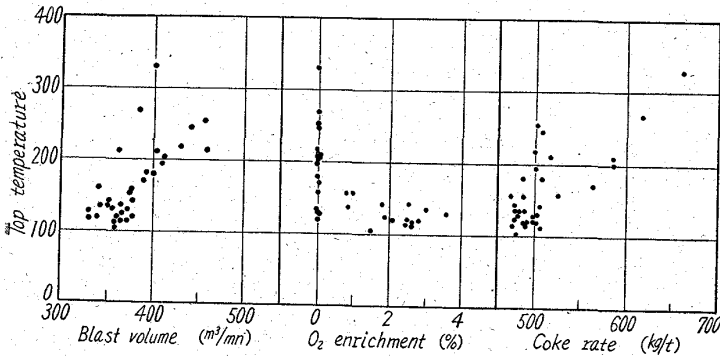


Fig. 2. Relations between top temperature and some factors.

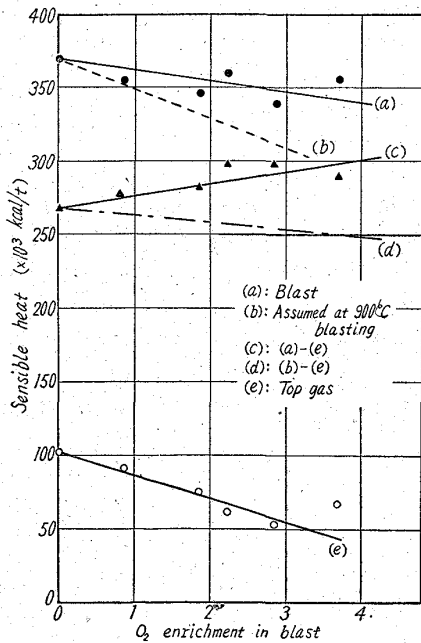


Fig. 3. Sensible heat of the blast and the top gas.

らびに送風量と密接な関係にあるが、この程度までの酸素富化率においては炉内ガス組成の変化による熱伝達の向上は期待できないようであるが、酸素富化を行なえば送風量を減少できるから、炉頂温度は著しく低下させることができる。

(3) 熱風顕熱について

酸素富化率と熱風顕熱の関係を Fig. 3 に示す。酸素富化送風によつて銑鉄単位当りの所要風量が減少

するために送風温度を同一にするならば図中の点線(b)によつて示されるように——これは送風温度を 900°C と仮定した場合であるが、ほぼ 900°C が経験的に通常操業時における可能な最高送風温度である——16,000kcal/%O₂ となり、かなり大巾な熱風顕熱の減少をもたらすが、ここでは酸素富化率の上昇とともに前述のとおり送風温度の上昇が可能となり、(a)線にみられるように熱風顕熱の低下を 7000 kcal/%O₂ 程度に抑制することができた。

また酸素富化率の上昇により炉頂ガスの量、温度がともに低下するから炉頂ガス顕熱は著しく低下する。これを考慮に入れたのが(c), (d)線である。この場合においても送風温度の上昇がなければ、積極的に酸素富化送風によつて熱的条件を改善したことにならないようである。すなわち、酸素富化率の上昇によつて(c)線のように 7000 kcal/%O₂ の入熱過剰がもたらされたことは酸素富化送風のひとつの欠点を克服したことになる。しかも蒸気添加の増大を招来せずにかかる酸素富化高温送風を行ない得たことは、その原因として全自溶性焼結鉄の優越性が指摘されるのではなかろうか。

(3) 日本鋼管川崎第3高炉における重油吹込試験について

日本鋼管川崎製鉄所

福山建設本部

林 敏・○小林 正
鈴木 驍 一

Heavy-Oil Injection Test on No. 3 B.F. at Kawasaki Works of Japan Steel & Tube Corp.

Satoshi HAYASHI, Tadashi KOBAYASHI and Gyōichi SUZUKI.

I. 緒 言

高炉への重油、天然ガス、コークス炉ガス等の吹込については以前から知られていたが近年特にこれ等の理論的研究が盛んになり漸次実 操業に使われ始めて来た。当社においても 34 年頃から文献に基づく理論的研究調査を続けて来たが、その操業法についての詳細は不明であつた。特に重油を羽口先の極く狭い酸化帯内で完全に燃焼せしめる方法および装置には種々問題があり

炉況におよぼす影響も不明であつた。36年始め当社で急遽実施する事になり、独自の設計の下に実際の炉に吹込試験を行なつた。試験期間は次のごとくで、第1次試験 4月15日～4月22日、第2次試験 5月16日～5月22日、第3次試験 5月29日～9月6日

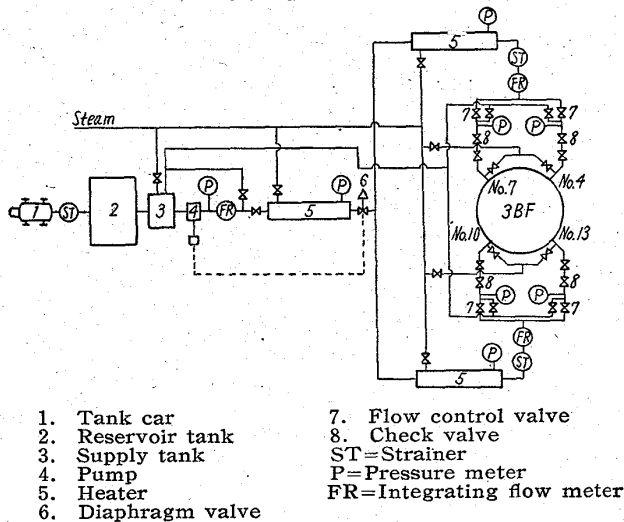
これ等の各期間において試験した結果を報告する。

II. 設 備

使用した高炉は第3高炉で、炉床径 7,150mm、羽口数 14 本、炉容 970m³ である。第1次試験では羽口は 1 本使用しただけであつたが、以後 No. 4, 7, 10, 13 の 4 本の羽口を使つて試験した。第3次試験設備の概要を Fig. 1 に示す。

重油吹込ノズルについては霧化条件を考慮すると相当複雑な機構になると思われたが、取敢えず Fig. 2 に示すごとく簡単なものを製作した。すなわち銅製羽口の冷却部を通じて炉内へ吹込むものでノズルの内径は 6mm φ とし霧化は熱風流速が約 150 m/s あるので、それに期待した。

III. 試 験 方 法



- 1. Tank car
- 2. Reservoir tank
- 3. Supply tank
- 4. Pump
- 5. Heater
- 6. Diaphragm valve
- 7. Flow control valve
- 8. Check valve
- ST=Strainer
- P=Pressure meter
- FR=Integrating flow meter

Fig. 1. Heavy-oil injection apparatus.

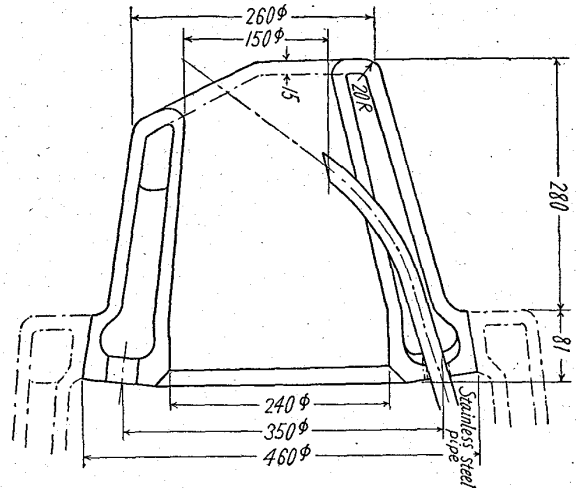


Fig. 2. Heavy-oil injection tuyere.

(1) 第1次試験

羽口 1 本から毎日約 6 時間、流量を 1, 3, 5, 7, 10 l/mn に変えて吹込み、燃焼状況、流量変化等について調査した。この結果は次のごとくであつた。

- a) 設備的、安全上特に問題がない。
- b) 羽口から観察した状況では重油はかなり良く燃焼しており、カーボンの付着、羽口破損等は起らなかった。
- c) 重油の温度はかなり変化しても支障はなく、ノズルのつまりは起らなかった。
- d) 流量の調整は重油温度、バルブ開度に影響され、今回はうまくゆかなかつた。

(2) 第2次試験

上記結果を参考にして設備改善を行ない連続吹込試験を行なつた。この結果

- a) この設備でも十分操業可能である。
 - b) 重油とコークスの置換も略々計算値通りでコークス比が低下する。炉況もほとんど変化しない。
 - c) 羽口先にも特に変わったことは起らない。
- 等のことが確認されたので、重油加熱方法、流量調整

Table 1. Results of heavy-oil injection test with No. 3 B. F.

Data	5/6~15	5/17~22	5/24~28	5/30~6/12	6/14~19	6/20~7/7	7/8~9/4
	Standard period (no injection)	2nd test period			3rd test period		
		B		B	LSC	LSC	HSC
Oil quality		19.2		19.1	26.6	32.7	31.9
Oil rate kg/t		1367	1261	1342	1374	1353	1360
Out put t/d	1312	590	620	586	565	557	557
Coke ratio kg/t	609	1540	1465	1490	1490	1500	1515
Blast volume(volume)m ³ /mn	1470	860	895	905	905	915	910
Temperature °C	890	20.2	34.8	18.5	20.1	21.5	22.2
Moisture g/m ³	32.0	1.63	1.53	1.52	1.60	1.54	1.50
V/P	1.60	0.72	0.68	0.70	0.71	0.67	0.70
Si %	0.73	0.040	0.044	0.035	0.037	0.037	0.041
S %	0.036	1.18	1.17	1.21	1.15	1.15	1.19
CaO/SiO ₂	1.19	378	374	389	370	366	335
S. R kg/t	389	24.3	31.0	34.1	21.9	19.4	25.8
Dust kg/t	24.1	4.7	0.2	2.9	2.0	2.8	2.7
Slip time/d	1.4	0.0	0.0	0.3	0.0	0.6	0.4
Hanging time/d	1.3	1.00		1.24	1.66	1.60	1.65
C.R. decrement/Oil rate							

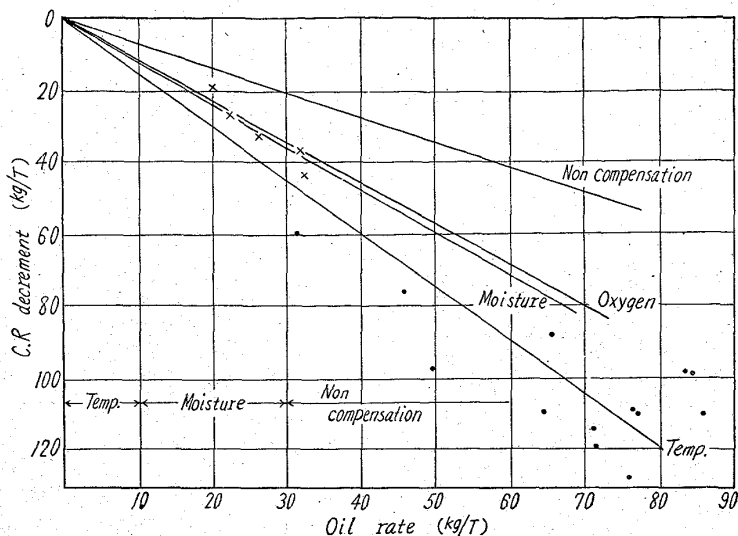


Fig. 3. Coke-ratio decrement vs. oil rate.

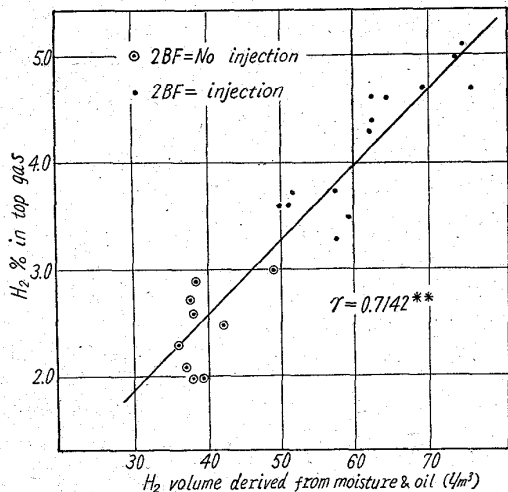


Fig. 4. H₂ gas balance.

法を改造の上連続操業試験を行なった。

(3) 第3次試験

上記の結果、重油温度はオイルヒーター後 100°C ± 10°C 重油圧力はポンプのところで 5.5 kg/cm²、羽口先では約 1.7 kg/cm²、流量はポンプ能力配管能力に左右され最高の約 32 kg/t まで上げた。重油品質はB重油から、LSC, HSC重油と切替え使用試験を行なった。

IV. 操業試験結果

(1) 成績 第3次操業試験成績をTable 1に示す。

先に製鉄部会および鋼管技報に報告してある様な計算に基づき原則として重油吹込による熱補償量は重油 10 kg/t 当り風熱では +40°C 湿度では -5 g/m³ とし、その場合のコークスの置換量は(重油量)×1.6 とした。尚通常操業でも風熱が相当に高く、余り上げられなかつたので、熱補償は主として湿度で行ない、それでも間に合わぬところは熱補償を行わず、コークスのみ(重油量)×1.0 の比率で置換えた。この結果コークス比の低下状況は Fig. 3 に示すごとくになっている。

(2) ガス組成の変化

重油添加により当然 H₂ が増加しこれの利用率が問題

になるがこれは Fig. 4 に示すごとくで

尚羽口より約 8m 上部のシャフト部から採取したガスの分析結果例は Table 2 のごとくでこの結果では CH₄ は全く存在せず、重油は良く分解していると思われた。各方向により H₂ に差があるが、これは吹込羽口の位置とか採取孔の位置のづれに依るものと思われる。

(3) 溶銹成分の変化

Si₂ はほとんど変わらず、S もこの程度では余り上らなかつた。

(4) 滓の変化

重油の分解Cが滓に混入し滓の流れが悪くなるという説があつたので調べた結果は平常と全く変わらず 0.08~0.09% 程度で、流れも良好であつた。

(5) 問題点

1) 重油使用増に伴い、炉頂放散生ガスが漸次黒味を帯びて来、またタイゼン、分離塔等の排水が異常に黒変して来た。これは重油中の煤と考えられたので目下試験検討中であるが、量としては大したものではないと推定される。これに依る設備の問題はないが、重油歩留がどの位であるかは現状では不明である。

2) 重油使用量を更に増加し、羽口先理論燃焼温度をどの程度下げられるかは今回の試験では明でなかつたが

Table 2. Gas analysis of top gas & shaft gas.

	H ₂	N ₂	CO	CO ₂	CH ₄
Top gas	4.9	57.8	24.9	12.2	0
	4.7	53.9	24.2	16.4	0
	4.5	57.2	24.9	13.2	0
	4.6	56.4	25.2	13.5	0
	4.9	55.3	23.9	14.7	0
	4.9	58.3	25.4	11.0	0
Shaft E	4.7	56.0	38.7	0	0
	7.0	57.0	35.1	0	0
	8.8	58.0	36.8	0	0
	4.0	56.8	38.9	0	0
	4.4	58.4	34.2	0	0
	4.9	56.7	37.9	0	0
Shaft W	6.5	51.5	36.1	0	0
	5.1	56.0	37.0	0	0
	7.0	57.6	34.6	0	0
	7.5	58.3	33.7	0	0
	7.1	56.6	33.9	0	0
	4.9	58.6	36.0	0	0
Shaft S	4.0	59.0	36.3	0	0
	3.7	58.5	37.2	0	0
	3.9	58.6	36.6	0	0
	4.5	58.4	36.5	0	0
	2.4	58.1	39.3	0	0
	5.5	57.3	35.9	0	0
Shaft N	5.0	59.0	36.6	0	0
	7.8	55.3	36.2	0	0
	6.8	53.6	39.1	0	0
	7.3	57.6	34.5	0	0
	7.4	58.4	34.0	0	0
	6.1	57.2	35.8	0	0

現在 2 高炉で試験中である。

3) 霧化を良くするためのノズル位置および径も検討の余地はあるが、現在までのところこの設備では余り問題は無い。

V. 結 言

上記のごとく長期間の試験を行なつたが、その間特に問題もなく、羽口数が少くてもまた各流量が多少変動しても効果には余り変わりはなく、現在 2 高炉にはこれ等結果を利用して本格設備を設け作業中である。コークス比はほぼ計算値通り変化するが、出銑量については理論的にも実験的にも問題があり目下解析中であるので次回にでも発表したいと考えている。

(4) 高炉のコークス炉ガス吹込試験結果

八幡製鉄所製鉄部

加藤 孝五・橋本 信
○守 圭介・阿由葉善作

Results of Test Operation on Injection of Coke-Oven Gas into a Blast Furnace.

Kogo KATO, Shin HASHIMOTO,
Keisuke MORI and Zensaku AYUHA.

I. 緒 言

最近、高炉への各種燃料吹込による作業が注目されており、一部では試験あるいは実際作業への採用が行われているが 1961 年 6 月東田第 5 高炉でコークス炉ガス (COG) 吹込試験を行なつたので、短期間ではあつたがその結果を報告する。

コークスに対する COG の代替率はコークス 1 kg に対して 1.3~2.0 Nm³ と予測していたが、実績もほぼ同程度となり予想通りの結果を得た。出銑量は 7.2% の増加となり、吹込前の炉況等の条件により大きく左右されるが全般的にみてかなりの効果が期待できるといえる。

なお、比較期間として 6 月 1 日より 15 日まで、試験期間として 6 月 17 日より 6 月 27 日までをとつた。

II. 使用高炉および最近の操業状況

東田第 5 高炉は内容積 646m³、炉床径 6.200m で 1956 年 6 月吹入れ以来ほとんど製鋼銑を吹製している。Table 1 に 1961 年 1 月より 5 月までの操業実績を示したように比較の出銑量も多く好成績をおさめていた。しかし試験期間前は炉況はかばかしくなく、棚スリップが増加して差指を 3.5~4.0m に下げて作業せざるをえず送風温度も 700°C 台でコークス比も高かつた。すなわち COG 吹込前の炉況は良好ではなかつた。なお 1~5 月では出銑量は約 740 t/d (1.15 m³/t/d) コークス比は約 615 kg/t である。

III. 試験概要

1. 試験設備

試験設備系統図を Fig. 1 に示した。

2. 操業基準

a. 熱補償 羽口前理論燃焼温度を一定に保つ事とし

Table 1. Operational data (Jan.~May, 1961)

Month	1	2	3	4	5	
	Iron production t/d	719	714	751	725	774
Coke ratio kg/t	644	614	588	621	601	
Ore/coke	2.348	2.364	2.390	2.467	2.578	
Scrap kg/t	23	34	44	44	44	
Sinter ratio %	50.0	48.6	44.1	48.1	46.4	
Blast volume Nm ³ /mn	833	823	829	869	912	
Nm ³ /t	1668	1660	1590	1726	1697	
Blast temperature °C	748	692	702	692	737	
Humidity g/Nm ³	24.1	26.8	20.1	24.1	26.8	
Blast pressure g/cm ²	761	762	693	675	729	
Top gas analysis	CO ₂ %	14.4	14.3	14.5	14.3	15.6
	CO %	27.5	27.2	27.1	27.1	25.8
	H ₂ %	2.1	2.2	2.3	2.3	2.7
Iron analysis	C %	4.48	4.44	4.39	4.49	4.43
	Si %	0.60	0.65	0.63	0.68	0.55
	S %	0.028	0.027	0.036	0.025	0.033
Slag volume kg/t	412	318	304	372	388	
Slag basicity (CaO/SiO ₂)	1.29	1.32	1.30	1.26	1.30	
Hanging No./d.	0.9	1.8	0.8	0.8	0.6	
Slip No./d.	1.3	1.3	0.9	0.4	0.6	

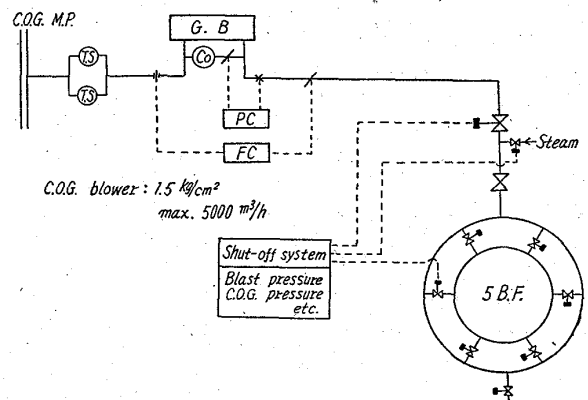


Fig. 1. COG-injection system.

て、計算より COG 1% 添加につき送風温度 40°C 上昇または送風中水分 5 g/Nm³ 減少の処置を行なつた。

b. 原料関係 鉄鉱石等原料の変更は極力さける事とした為、全期間を通じてほとんど一定であつた。また、コークベースは 5,800 t/ch 一定とし O/C の増加は鉄石量の増加によつて行なつた。

IV. 操業経過、結果および考察

1. 操業経過

吹込直前は装入が走り気味で銑鉄成分も良くはなかつたが COG 吹込と共に炉況安定し、それに伴い大巾な増荷が可能となつて、結果として出銑量、コークス比共に好調となつてきた。しかし羽口破損等の事故により吹込を中止せざるをえなかつた。

2. 結果および考察

試験期間および比較期間の操業結果を Table 2 に示