

66 kg oil/t および 44 kg oil/t である。さらに利益函数を作ることにより最大利益量およびその時の重油の使用量が計算できる。

3) 重油吹込限度をさらに上昇させるためにはつぎの諸点を十分に考慮しなければならない。

- 吹込方法
- 熱補償
- 羽口先の酸素分圧 (重油の完全燃焼)
- 装入物の整粒状態
- 通気性の問題

この解析は当所における初期のものであるが前述の前提条件を満たす期間であれば充分再現性のあることは確認されている。

なお第3項の条件を改善することにより吹込重油の適量はさらに上昇する筈であり、現在この改善のための研究を継続しており、すでに一部実施に移した点もあるがその結果は後日報告するつもりである。

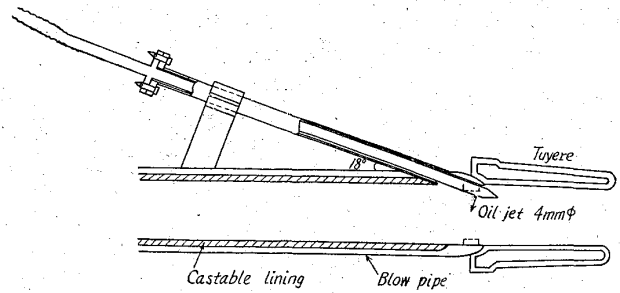


Fig. 1. Heavy oil injection nozzle.

III. 操業結果

1) 対象高炉および比較期間

第4高炉は内容積 512 m³, 炉床径 5.6 m, 羽口数 12 本である。昭和 31 年 3 月火入後主に鑄物銑を吹製しているが 37 年 1 月までの実績は出銑量 503 t/d; コークス比 707 kg/t である。比較期間は 36 年 4 月~37 年 1 月までの製鋼銑期間である。操業状況は炉頂ガス CO₂ % は 13% 台で 14% を超えたのは稀であり、雑原料 56.7 kg/t の使用にもかかわらずコークス比 623 kg/t である。棚 1.2 回/d, スリップ 1.3 回/d で炉況は不良であった。

2) 操業実績

4 月を旬別に第 I, II, III 期とし試験期間とした。Table 1 は比較および試験期間の操業状況である。重油比 64~75 kg/t で ore/coke は 3.1~3.2, コークス比は 479~441 kg/t になった。特に目立つ点は棚, スリップが殆ど皆無になり炉況は安定し CO₂% が 15~16 % に上昇したことである。送風温度は熱風炉能力の限界まで上昇した。なお使用重油の代表的組成は 86% C, 11 % H, 1.2% S である。

IV. 考 察

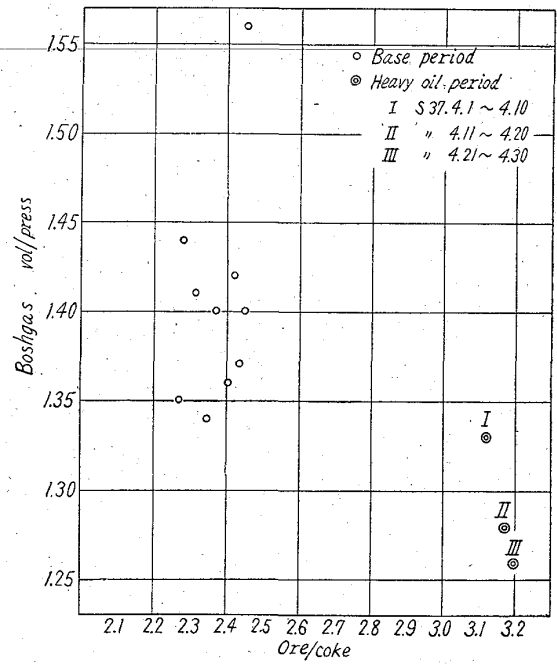


Fig. 2. Relation between (bosh gas vol.)/(press.) and (ore)/(coke) with No. 4 B. F.

669,162,267.4,662,753.3
(12) 東田第4高炉重油添加操業について

八幡製鉄所製銑部 62192
工博 辻畑敬治・嶋田正利・内平六男
加藤孝五・前田茂富・橋本 信
平本信義・阿由葉善作・山田武弘
On the Operation of Higashida No. 4
Blast Furnace with Oil Injection. /228~230
Dr. Keiji TSUJIHATA, Masatoshi SHIMADA,
Mutsuo UCHIHARA, Kogo KATO,
Shigetomi MAEDA, Shin HASHIMOTO,
Nobuyoshi HIRAMOTO, Zensaku AYUBA
and Takehiro YAMADA.

I. 結 言

すでに各所で高炉への液体燃料の添加操業が行なわれているが、東田第4高炉では2月から重油添加操業を始め4月に重油比 70 kg/t の操業を行ないコークス比 461 kg/t, 出銑量 673 t/d の結果をえた。重油とコークスとの代替率は予測計算によれば 1.5~1.7 (kg coke/kg H. oil) であるが 2.0~2.6 の実績になった。予測との差はソリューションロスおよび羽口前燃焼炭素のいちじらしい減少により現われたものである。

II. 重油添加設備

1) 添加方法

液体の霧化に関する実験式¹⁾により重油の場合について計算した結果、高炉羽口附近の熱風流速および量は一般の重油燃焼炉の重油霧化用の圧縮空気または水蒸気などの機能に匹敵することが明らかになった。それゆえ熱風霧化して重油添加を行なうことにした。Fig. 1 は重油添加装置である。

2) 設 備

重油タンクおよび圧送ポンプは第4, 5高炉共有としたので圧力制御を共用し各高炉へ分岐後流量制御を行なう配管とした。

Table 1. Results of heavy oil injection test with No. 4 blast furnace.

	Base period	Heavy oil period				
	S 36-4~37-1	I 4-1~4-10	II 4-11~4-20	III 4-21~4-30	4-1~4-30	
Oil rate (kg/t)	—	64.1	75.4	70.0	70.0	
Output (t/d)	671	678	653	689	673	
Coke rate (kg/t)	623	479	464	441	461	
Metallic charge (kg/t)	56.7	30.4	70.5	88.3	63.0	
Ore/coke	2.35	3.12	3.18	3.20	3.17	
Sinter ratio (%)	58.3	63.0	68.9	68.4	66.7	
Blast vol. (Nm ³ /mn)	1649	1444	1433	1350	1400	
Blast temp. (°C)	829	887	902	916	902	
Blast moist (g/Nm ³)	25.0	23.6	17.5	15.2	18.8	
Blast vol. (Nm ³ /mn)/ Blast press.	1.09	1.02	0.97	1.03	1.01	
Gas & P. iron	Si (%)	0.57	0.53	0.56	0.48	0.53
	S (%)	0.028	0.029	0.029	0.038	0.032
	CO ₂ (%)	13.5	15.9	15.3	15.6	15.6
	H ₂ (%)	2.5	4.0	4.2	4.3	4.2
CaO/SiO ₂	1.29	1.33	1.31	1.23	1.29	
Slag ratio (kg/t)	378	348	346	343	346	
Hanging (time/d)	1.2	0.2	0	0.2	0.13	
Slip (time/d)	1.3	0	0	0	0	
-10mm (%)	18.5	21.8	20.9	21.2	21.3	

Table 2. Coke rate and carbon balance with No. 4 blast furnace.

	Base period	Heavy oil period			
	S 36-4 ~37-1	I 4-1~4-10	II 4-11~4-20	III 4-21~4-30	4-1~4-30
C. R. (kg/t)	623	479	464	441	461
C. R. Corrected by metallic charge (kg/t)	640	488	485	465	480
Coke decrease/oil rate	—	2.25	2.12	2.60	2.31
Coke decrease/oil rate by corrected C. R.	—	2.37	2.06	2.50	2.28
Gasified carbon (kg/t)	517.3	442.3	436.8	412.2	430.2
Carbon burned with blast (kg/t)	371.0	319.5	322.4	303.8	315.8
Carbon burned with blast moist. (kg/t)	27.5	22.3	16.7	13.7	17.7
Solution loss (kg/t)	110.0	92.3	89.0	86.8	89.8
Decrease of carbon at tuyeres (kg/t)	—	56.7	59.4	81.0	66.0
Decrease of solution loss (kg/t)	—	17.7	21.0	23.2	20.3

1) 炉頂ガス組成

CO₂は1.8~2.4%, H₂は1.5~1.8%増加した。H₂の増加量からH₂の利用率を求めると0.5~0.55になり従来論ぜられている値よりやや大きい。

2) コークス比

Table 2は重油とコークスとの代替率および炭素精算の一部を示す。代替率は生および補正值ともに2~2.6になる。生のコークス比で計算した炭素精算(Table 2)によればソリューションロスが平均20kg/t, 羽口前燃焼炭素が平均66kg/tそれぞれ減少した。これは重油添加による水素還元量の増加とCOの利用率の上昇, さらにその結果羽口前の必要発熱量の減少したことを示す。

以上のごとく炭素精算により, 重油とコークスの代替率が2~2.6になったのは羽口前での重油とコークスとの化学量論的な直接的代替のほかソリューションロスおよび羽口前燃焼炭素の減少によることわかる。

3) 出鉄量

生産計画により出鉄量の積極的増産はしなかつたので

673 t/dで比較期間と大差ない。それゆえ主として通気性の面を考察する。

試験期間中は原料面は大差ないままにコークス比のみ減少させた結果になり blast vol./press. および bosh gas vol./press. の減少即ち風圧の上昇が認められる。Fig. 2は ore/coke と bosh gas vol./press. との関係である。ore/coke の風圧に対する影響が端的に現われている。この原因は主として ore/coke の増加に伴う通気性の悪化と粉率が比較的高かつたこととの二つが考えられる。ただし後者を考慮しても定性的には ore/coke の増加に伴い通気性が悪化する傾向を示している。

一方炭素精算から見れば羽口前燃焼炭素の減少即ち銑鉄トン当りの送風量の減少が目立っている。

以上のごとく ore/coke の増加による通気性の悪化と銑鉄トン当りの送風量の減少という二つの相反する因子は, 一般に燃料添加操作時の出鉄量の検討にとつて重要である。ただし特に前者の因子の定量的関係は今後多くの資料により検討すべきである。

4) 銑鉄組成

重油などの燃料を添加して ore/coke が増加してコークス比が低下する現象は特に、Si, S が目標値になるまで荷重を増加する操作によつて現われる。第Ⅲ期では鑄物鉄への切替準備のため銑鉄組成が悪化した、全般的に重油比および荷重の増加を慎重に行なつたために大きな変動は見られない。

V. 結 言

東田第 4 高炉で熱風により霧化して重油添加し重油比 70 kg/t により次の結果を得た。

- 1) 炉頂ガス CO₂% は 13.5 から 1.8~2.4% 増加し 15% 台になつた。H₂% は 1.5~1.8% 増加した。
- 2) コークス比は生および補正で 150 kg/t 前後減少し重油 1 kg に対するコークスの減少量は 2 kg 前後になつた。これらの値にはソリューションロスおよび羽口前燃焼炭素の大巾な減少が含まれている。
- 3) 出銑量に対する影響は明確な結論をだすにいたらないが、ore/coke の増加に伴い通気性が悪化した。一方羽口前燃焼炭素は大巾に減少し銑鉄トン当りに必要な送風量は約 15% 減少した。
- 4) 生産計画により出銑量の増加をしなかつたために、約 15% の減風を行なつたことにもよるが炉況は良好になり棚、スリップはほとんど皆無になつた。

文 献

- 1) 抜山・棚沢 応用力学講演 (昭和 13 年 11 月 5 日)

669, 162, 283; 669, 162, 263, 232

(13) 高炉内における水性ガス反応およびボッシュガスの還元利用率について 62/193

(高炉燃料吹込みに関する基礎的研究—Ⅳ)

神戸製鋼所神戸工場

1230~1231
杉沢英男・松尾英一・小島勢一

中央研究所

国井和扶・喜多島正治・○並河亮介

Study on Water Gas Reaction and Gas Utilization of Bosh Gas in Blast Furnaces.

(Fundamental study on fuel injection into blast furnaces—Ⅳ)

Hideo SUGIZAWA, Eiichi MATSUO,
Seiichi KOJIMA, Kazuo KUNII,
Masaharu KITAJIMA and Ryōsuke NAMIKAWA.

I. 結 言

高炉への重油吹込み 操業に関連して、炉内での生成 H₂ の挙動、それにとまなう水性ガス反応の進行度およびボッシュガスの還元利用率を正確に把握しておくことが必要となつてくる。著者らは前報¹⁾に引きつづき、鉄銑石のガス還元を高炉内の条件にできるだけ近づけて行ない、還元廃ガスの連続分析結果から、とくに水性ガス反応を中心として銑石のガス還元過程の追求を行なつた。以下実験結果を述べる。

II. 実 験 方 法

供試銑石、試験装置はすべて前報¹⁾と同じものを使用し、実験方法も同じ条件で行なつた。

III. 廃ガス解析法

鉄銑石を CO-H₂-N₂ 系還元ガスにより還元した場合に起り得る化学反応として Table 1 に示す 7 つの反応を取り上げた。

上記の反応系における還元廃ガスの成分は CO, CO₂, H₂, N₂ および H₂O であるが、このうち H₂O 分は反応管から排出された直後に濃硫酸に吸収させているので、実際の測定は常に H₂O 分を除いた残りの 4 気体について行なつていることになる。ここでは、還元廃ガス量のうち H₂O 分を含まないものを見掛けの体積 (以下サフィックス P で示す)、H₂O 分の補正を行なつたものを真の体積 (r で示す) と呼び、相互間の体積組成の転換を行なつた。以下に示す諸式の詳細な導出は会場で述べる予定である。

H₂O 分の補正を行なつた真の体積中に占める CO, H₂, N₂, CO₂ の値は (1) 式で与えられる。

$$(x\%)_r = (x\%)_P (N_2\%)_0 / \{ (N_2\%)_0 + (N_2\%)_P (H_2\%)_0 - (H_2\%)_P (N_2\%)_0 \} \dots (1)$$

還元廃ガスの真の体積 (v_r) およびその中に占める H₂O 分の割合 (H₂O%)_r はそれぞれつぎのようになる。

$$v_r = v_0 \{ (N_2\%)_0 + (N_2\%)_P (H_2\%)_0 - (N_2\%)_0 (H_2\%)_P \} / (N_2\%)_P \dots (2)$$

$$(H_2O\%)_r = \{ (N_2\%)_P (H_2\%)_0 - (N_2\%)_0 (H_2\%)_P \} / \{ (N_2\%)_0 + (N_2\%)_P (H_2\%)_0 - (N_2\%)_0 (H_2\%)_P \} \dots (3)$$

また、還元廃ガスの真の体積変化は (3) 式から Δv = v_r - v₀ で与えられるものである。

Table 1. Chemical reactions occurring in reduction process.

Reactions	Changes in volume	Symbols of gases	Remarks
① Fe xOy + yCO ⇌ xFe + yCO ₂	0	R	Reduction of iron ores
② Fe xOy + yH ₂ ⇌ xFe + yH ₂ O	0	R	
③ 2CO ⇌ CO ₂ + C	± 1 mol	B	Boudouard reaction
④ H ₂ O + CO ⇌ H ₂ + CO ₂	0	W	Water gas reaction
⑤ C + 2H ₂ O ⇌ CO ₂ + 2H ₂	± 1 mol	I	
⑥ C + H ₂ O ⇌ CO + H ₂	± 1 mol	II	
⑦ 3Fe + 2CO ⇌ Fe ₃ C + CO ₂	± 1 mol	C	Cementation and decarburization