

Table 3. Analysis of flue dust.

Condition of E. P.		Stable					Unstable					Reference Oct.1960
Sample		V. S. inlet gas	V. S. outlet gas	V. S. waste water	E. P. outlet gas	E. P. waste water	V. S. inlet gas	V. S. outlet gas	V. S. waste water	E. P. outlet gas	E. P. waste water	V. S. Inlet
Specific weight		1.89	2.24	2.24	0.90	2.25	1.93	1.96	2.19	0.86	1.97	2.92
Chemical composition %	Ig. loss	40.56	49.96	44.78	57.09	57.20	59.58	69.88	56.43	65.65	79.13	29.65
	C	31.65	30.70	36.06	34.95	41.12	47.26	48.65	44.94	36.29	67.35	21.77
	Fe	16.91	0.92	14.53	1.07	1.74	16.91	2.21	19.82	1.51	1.81	16.53
	ZnO	19.78	40.26	21.00	34.12	30.45	13.48	16.98	5.42	31.16	9.28	21.22
	Pb	3.02	4.88	1.43	4.60	4.14	3.40	1.95	3.68	3.12	4.14	1.76
	SiO ₂	5.80	4.74	4.90	4.34	3.48	5.74	4.30	6.20	4.42	3.92	8.40
	Al ₂ O ₃	1.93	1.36	0.83	1.21	1.41	0.74	0.50	2.95	1.60	1.38	0.20
	CaO	3.24	1.56	2.04	1.80	0.60	3.00	1.92	2.76	1.08	0.84	4.31
	MgO	1.46	1.03	1.12	0.60	0.77	1.54	1.33	0.51	0.60	0.60	1.46
Dust in waste water	Quantity (g/l)	—	—	0.467	—	0.223	—	—	1.906	—	0.579	—
	Sp. wt.	2.92	3.43	3.13	—	(3.44).....Reference Oct. 1960	—	—	—	—	—	—

これらによつて、重油吹込時に発生する炉頂ダストは組成上はC、灼熱損失量が高く、比重が低い。しかもこの傾向は E.P. の変調時に著しい。このダスト性状の変化によつて V.S. の収塵効率が低下し、E.P. 入ガスの含塵量は 0.65~1.08 g/m³ となつて E.P. にとつてかなり荷酷な条件となつている。従つて、なんらかの理由によつて重油未燃分が増加すれば E.P. は変調となりガス清浄度も悪化することになるが、現在のところ E.P. 安定期にはほぼ満足すべき清浄度を与えている。

V. 結 言

以上のべたところを要約すれば次のようである。

- (1) ブローパイプ方式の吹込みによつて霧化剤を用いることなく O₂ 富化率 6% の下で 150 kg/t の重油吹込みを行つた。
- (2) 重油吹込の効果は増産時に大きいものと思われる。
- (3) 重油吹込みによつて発生するダストは V.S. の収塵初率を下げ、E.P. の変調は重油未燃分の生成の著しい時に起る。

669, 162, 267.4, 662, 753, 3
(11) 重油吹込に関する 2, 3 の考察

日本鋼管鶴見製鉄所

長谷川友博・松本 利夫
阪本 英一・黒田 浩一

Some Considerations on Oil Injection into a Blast Furnace. 630/11

Tomohiro HASEGAWA, Toshio MATSUMOTO,
Eiichi SAKAMOTO and Koichi KURODA.

I. 緒 言 301~303

鶴見第 1 高炉は、昭和 37 年 7 月初に重油吹込みを開始して以来、炉況は飛躍的に改善され、コークス比も大巾に低下しほぼ所期の目的を達成している。重油吹込みの

効果を検討するため、重油比の変化に伴う高炉操業指数の推移を調べ若干の考察を行つたので以下に報告する。

II. 高炉操業諸指数と重油比の関係

検討に使用したデータは、昭和 37 年 6 月 1 日より 9 月 31 日までの 3 カ月間で、吹込み開始後の平均重油比は 40 kg/t である。なお、この間、8 月 12 日より 9 月 18 日まで約 1 カ月間高焼結配合試験を行つた。

(1) コークス比と重油比の関係

コークス比 (CR) と重油比の関係を Fig. 1 に示す。回帰直線より置換率を求めると 1.30 となり従来確認された値より低いが、これ以上の置換率の上昇を期待するには、バーナの改良による重油不完全燃焼の防止対策、風熱および水蒸気による熱補償の適正化を一層進める必要がある。

次にカーボン比 (Cd) と重油比の関係を Fig. 2 に示す。Cd は重油増によるボツシュガス中 H₂ 量の上昇に

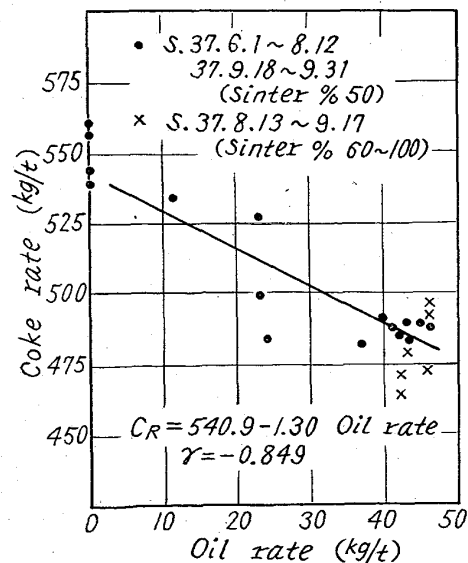


Fig. 1. Coke rate vs. oil rate.

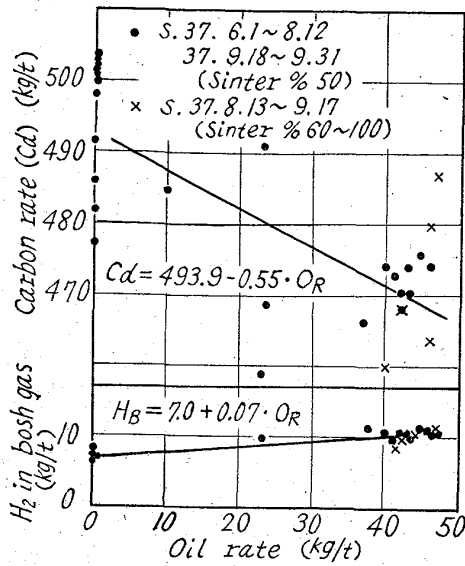


Fig. 2. Carbon rate, H₂ in bosh gas vs. oil rate.

伴い低下する。還元面のみを考え、H₂ 1kg は C 6kg と等価であるので、水素ガス利用率 (η_{H₂}) = 42% とすると、カーボン比の低下のうち回帰直線の勾配より (0.07 × 6 × 0.42 / 0.55) × 100 = 32.1% が水素還元により置換され、残余の 68% は羽口先燃焼カーボン、ソリューションロスの低下によるのであろう。

(2) ガス利用率と重油比の関係

ガス利用率は鉱石の被還元性の変化に伴い変動するので、原料面の影響を避けるため比較的配合の一定であった 6, 7 月の 2 カ月を選び検討を行った。Fig. 3 は H₂ および CO ガス利用率 η_{H₂}, η_{CO} と重油比の関係を示す。η_{H₂} は重油比の上昇に伴い漸増 (+1%/+10kg 重油) するが、η_{CO} はほぼ 42% で一定であった。重油中の H₂ によりボツシュガス中の H₂ 量 (H_B) が上昇し、このため η_{H₂} が上昇するものと思われる。ちなみに η_{H₂} と H_B の間にはバラツキはかなりあるが正の相関々係がある。

(3) 鉱石中酸素の H₂ および CO による還元
重油吹込み操業においては、水素の還元面への寄与が

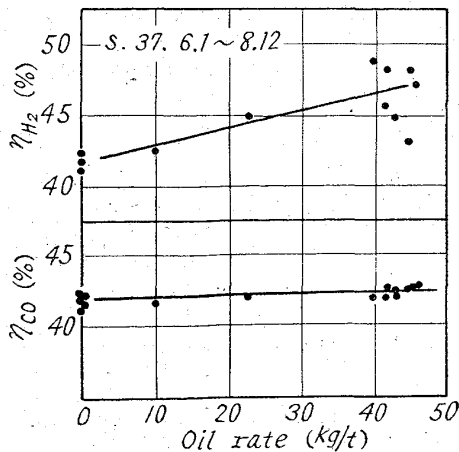


Fig. 3. η_{H₂}, η_{CO} vs. oil rate.

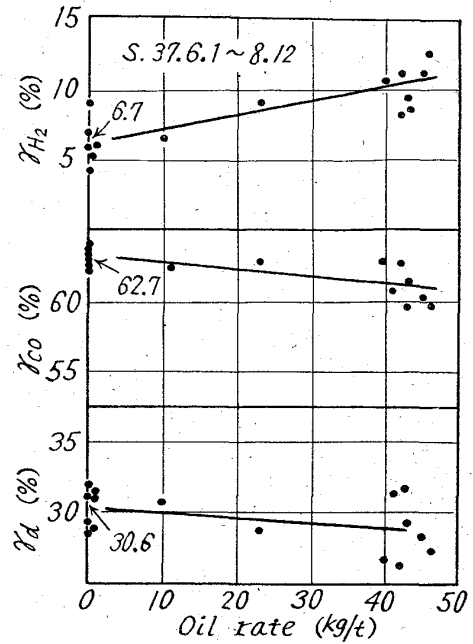


Fig. 4. γ_{H₂}, γ_{CO}, γ_d vs. oil rate.

重大な問題である。Fig. 4 は鉱石中酸素の CO および H₂ による還元率 (γ_{CO}, γ_{H₂}) を計算し重油に対しプロットしてある。重油比の上昇に伴い γ_{CO} は漸減 (-0.4%/+10kg 重油) し、γ_{H₂} は上昇 (+0.9%/+10kg 重油) する。直接還元率 γ_d (100-γ_{CO}-γ_{H₂}) も漸減 (-0.5%/+10kg 重油) する。γ_{H₂} の上昇はボツシュガス中 H₂ 量の上昇、η_{H₂} の上昇に対応したものである。γ_{CO} が漸減した理由は羽口先燃焼カーボンが低下したことおよび η_{CO} が一定値にとどまったことによる。

III. 熱精算から見た重油吹込み

熱精算を行い重油吹込みに伴う銑鉄 t あたりの所要熱量の推移を検討した。参照期間は重油吹込み開始前の安定操業期である昭和 37 年 6 月 13 日~18 日、重油吹込み期間としては吹込み後ほぼ安定に達したと思われる重油比 40 kg/t 台の 4 つの期間を選んだ。これらの期間の物質精算および熱精算を Table 1, 2 に示す。熱精算方式はソリューションロスを取り入れた方式に基づき重油吹込みに応じ若干改定使用した。すなわち、出熱項目に以下のごとく H₂ 間接還元吸熱量を定義し鉱石の水素による還元を考慮した。

H₂ 間接還元吸熱量 =

$$(Fe_2O_3 \text{ としての } Fe) \times 195 \times \gamma_{H_2} / (\gamma_{H_2} + \gamma_{CO}) + (FeO \text{ としての } Fe) \times 102 \times \gamma_{H_2} / (\gamma_{H_2} + \gamma_{CO})$$

重油吹込み操業期間 I~IV は、参照期間に比べ、銑鉄 t あたりの所要熱量が 30,000~50,000 kcal 低下している。これはソリューションロスカーボンの低下、炉頂ガス顕熱の低下に対応し、入熱側の羽口先燃焼カーボン、乾送風量が低下したためである。炉頂ガス顕熱の低下は乾ガス量の低下によるものであり、炉頂ガス温度の低下によるものではない。

III. 総 括

重油吹込みに伴う高炉操業諸指数の変化について調査した。

(1) No. 1 B.F. における置換率は 1.3 であった。

Table 1. Operational data and material balance of blast furnace No. 1 at Tsurumi Works

Item	Periods	Reference	I	II	III	IV
		S. 37*6*13 ~6*18	S. 37*7*19 ~7*24	S. 37*8*1 ~8*6	S. 37*8*8 ~8*11	S. 37*9*1 ~9*8
Production (t/d)		1399	1348	1376	1377	1260
Coke rate (kg/t)		551	487	487	483	472
Oil rate (kg/t)		—	45*6	42*5	44*6	46*1
Sinter % in burden		47*0	49*9	52*9	56*5	99*1
Si % in pig iron		0*52	0*61	0*48	0*50	0*40
Gas analysis	(% CO ₂)	19*3	18*6	18*6	18*7	18*4
	(% CO)	23*5	23*0	22*8	23*2	22*9
	(% H ₂)	2*4	3*3	3*4	3*4	3*1
Blast temperature (°C)		848	912	923	971	976
Moisture (g/Nm ³)		35*7	28*2	22*0	22*6	20*9
Combustion carbon at tuyeres (kg/t)		321*0	308*0	303*3	297*3	296*3
Carbon rate (kg/t)		505*5	475*0	472*6	470*4	463*7
Solution loss carbon (kg/t)		85*9	78*6	74*7	74*7	76*8
Volume of dry blast (Nm ³ /t)		1425	1365	1345	1317	1316
Volume of dry gas (Nm ³ /t)		2050	1950	1928	1902	1872

Table 2. Result of heat balance (10⁸×kcal/t-pig).

Item	Periods	Reference	I	II	III	IV
		S. 37*6*13 ~6*18	S. 37*7*19 ~7*24	S. 37*8*1 ~8*6	S. 37*8*7 ~8*11	S. 37*9*1 ~9*8
(1) Combustion heat of C to CO at tuyeres		780*0	748*4	737*0	722*0	719*8
(2) Reduction heat of ore by CO		58*8	55*5	56*6	56*6	57*1
(3) Sensible heat of dry blast		422*0	418*3	415*6	430*3	431*5
(4) Sensible heat of moisture		22*9	17*3	14*2	15*4	14*0
(5) Sensible heat of burden		7*5	7*5	7*4	7*5	7*3
(6) Sensible heat of Oil		—	2*5	2*2	2*4	2*7
(7) Formation heat of slag		43*6	47*8	44*8	49*1	53*6
Total input		1,334*8	1,297*3	1,277*8	1,283*3	1,286*0
(1) Sensible heat of top gas		132*3	107*9	117*5	110*8	129*5
(2) Sensible heat of hot metal		300*0	300*0	300*0	300*0	300*0
(3) Sensible heat of slag		149*0	162*0	153*6	168*5	183*8
(4) Reduction heat of Mn, P, Si,		47*1	49*0	41*7	43*4	39*1
(5) Decomposition heat of lime		40*7	25*5	29*9	26*4	3*4
(6) Decomposition heat of moisture		84*2	62*3	47*4	48*7	43*6
(7) Decomposition heat of oil		—	13*7	18*6	19*6	21*3
(8) Reduction heat of ore by H ₂		9*6	12*2	12*1	13*3	12*6
(9) Evaporation heat of burden		34*0	31*0	29*3	22*4	47*6
(10) Solution loss heat		278*0	254*7	242*3	242*3	248*8
(11) Emission and others		259*9	279*0	285*4	287*9	256*3
Total output		1,334*8	1,297*3	1,277*8	1,283*3	1,286*0

またカーボン比の低下のうち約 32% が H₂ による還元により置き換えられている。

(2) CO ガス利用率 (η_{CO}) は 42% で一定, H₂ ガス利用率 (η_{H_2}) は漸増した。従来 η_{H_2} は一定と見做されていたが, ガス利用率は鉱石の影響を受け易いので, 更に長期安定操業で確認せねばならない。

(3) 重油比の上昇に伴い鉱石中酸素の CO による還元 (γ_{CO}) は低下したが, H₂ による還元 (γ_{H_2}) は大巾に上昇し, 直接還元 (γ_d) は低下した。

(4) 銑鉄あたりの所要熱量は重油吹込みに伴い低下したが, これはソリューションロスカーボン, 炉頂ガス顕熱の低下によつている。今後の課題としては, η_{CO} , η_{H_2} , γ_{CO} , γ_{H_2} などの諸指数とコークス比ないしはカーボン比との関係, それらの諸指数間の相互関係を検討する必要がある。

669,162,267.4 : 662,1753.3 : 662,942
 (12) 高炉への重油吹込みにおける霧化および燃焼状態について

日本鋼管, 技術研究所 ○下 間 照 男

Atomizing and Combustion of Fuel Injected through Blast Furnace Tuyeres or Blow Pipes. No. 650/2

Teruo SHIMOTSUMA

I. 緒 言 303~305

高炉の羽口から補助燃料として重油を吹込んだ場合の霧化の状態を, 冷風模型実験の実測値の無次元化により推測すると共に, その推測値を基にして羽口先燃焼状態を推定し, その結果を 1, 2 の実験により確めた。一方冷風模型並びに燃焼状況の推測から霧化並びに燃焼を良好にする要因とその程度を求めた。