

Table 3. Operation data.

Month	Output t/d	Coke ratio	Ore/ coke	Blast Vol. m ³ /min	Blast press. g/cm ²	Blast temp. °C	Top gas temp. °C	Top gas		Pig analysis				Pig temp. °C	Slag CaO/ SiO ₂
								CO ₂ %	CO/ CO ₂	Si	Mn	P	S		
Sept.	842	0.673	2.44	1.170	910	617	230	15.9	1.58	1.32	0.79	0.156	0.030	1469	1.33
Oct.	1085	0.571	2.68	1.230	1006	684	168	18.2	1.24	0.73	0.85	0.164	0.031	1467	1.34
Nov.	1322	0.580	2.63	1.407	1050	680	153	18.1	1.27	0.71	0.85	0.167	0.033	1468	1.32

Table 3 に示す。

V. 結 言

- わが国で初めての 1,500 t/d 高炉の建設に当つて工場配置、構造、諸設備に多くの新方式を取り入れ、高能率生産、コスト引下げ、炉命延長をはかった。
- 吹入操業を順調に行ないその後の操業も良好な成績を持続している。

(10) 東田第五熔鉱炉における第二次酸素吹込操業試験

八幡製鉄所，製鉄部

児玉惟孝・坪井 登・加藤孝五・○橋本 信

On the Oxygen-Enriched Blast Operation of Higashida No. 5 Blast Furnace

Koretaka Kodama, Noboru Tsuboi,
Kogo Kato and Shin Hashimoto.

I. 結 言

すでに報告したごとく¹⁾、八幡製鉄所東田第五高炉においては 1958 年 6 月末から 7 月初めにかけて第一回の酸素富化送風操業試験を行ない、高炉における酸素の使用についての根本的な問題を解決した。昨年にいたり同高炉に再び酸素を使用する機会があり、増産時における酸素富化送風の効果について、できる限り定量的に検討することを目的として酸素富化操業をおこなつた。その際酸素富化操業を行なつた場合の出鉄量、コークス比および炉内反応の変化についても研究を行なつた。

II. 試 験 の 概 要

(1) 使用高炉および酸素富化の方法：東田第五高炉のプロファイルは Fig. 1 に示した通りで羽口数は 12、吹入は 1956 年 6 月 21 日で 1959 年 6 月末まで約 60 万 t の出鉄を行なつていた。酸素吹込装置は Fig. 2 に示す通りで、酸素は冷風添加弁直後に、水蒸気は送風機吐出口付近にて添加した。送風中水蒸気量の測定はフォックスボロ型計器を用いたが酸素、水蒸気関係の弁類はすべて

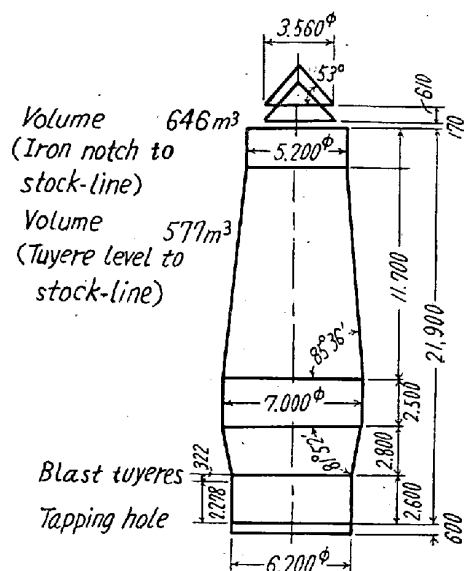


Fig. 1. Higashida No. 5 blast furnace.

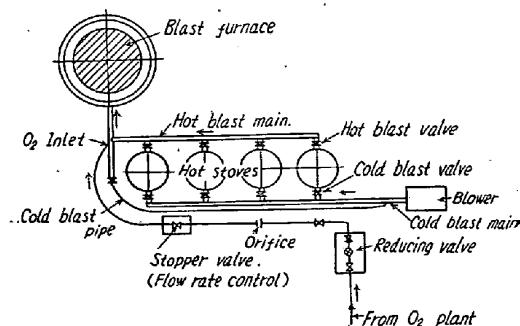


Fig. 2. Arrangement for the O₂ enrichment.

て手で操作した。

(2) 操業：酸素富化は 1959 年 5 月 26 日より始め 7 月 11 日まで行ない、この間徐々に富化量を増加して行つた。酸素富化はまず送風量を 10 Nm³/mn 減少させ、つぎに水蒸気付加量を 3 g/Nm³ 増加した上で酸素 10 Nm³ を入れるという手順で行ない、酸素を同量の空気と入れかえた。水蒸気付加量および送風量などは炉況に合わせて適宜増減した。各期間の操業成績は Table 1 に示す通りである。

東田第五高炉の出鉄量は 5 月中旬まで 600 ないし 650 t/d であつたが、酸素富化により大巾に増加し、7 月 5 日より 10 日の間には平均 805 t/d となつた。この時の出鉄率は 1.25 t/d/m³、操業速度は 16.7 t/d/m² であ

Table 1. Operating data of No. 5 blast furnace, February-July 1959.

Period		Feb. 1~ April 30	May 1~10	May 11~20	May 26~31	June 1~16	June 17~25	June 26 ~July 1	July 5~10	July 12~17
O ₂ Enrichment %		—	—	—	1.1	1.6	1.6	1.5	2.2	—
O ₂ Consumption Nm ³ /t		—	—	—	23.8	32.4	33.1	30.0	40.6	—
Production t/d		623	643	666	737	751	752	803	805	698
Coke rate kg/t		628	638	615	632	620	614	601	626	637
Blast	Volume Nm ³ /mn	747	767	764	821	816	819	826	822	826
	Temp. °C	784	641	663	676	706	725	768	713	735
	Press. g/cm ²	863	809	861	843	822	818	777	819	853
	Humidity g/Nm ³	27	26	26	30	33	38	42	46	36
Metal	C %	4.56	4.59	4.45	4.40	4.51	4.49	4.50	4.39	4.51
	Si %	0.70	0.77	0.67	0.58	0.69	0.69	0.77	0.72	0.69
	S %	0.025	0.029	0.037	0.036	0.033	0.032	0.031	0.033	0.035
Slag	CaO/SiO ₂	1.34	1.28	1.22	1.26	1.26	1.28	1.20	1.18	1.18
	Al ₂ O ₃ %	15.7	17.6	16.6	15.9	16.3	17.2	18.0	14.9	15.4
Top-gas	CO ₂ %	15.2	14.8	15.1	15.8	15.7	15.8	16.5	16.3	15.2
	CO %	26.3	26.2	26.0	26.3	26.7	26.5	26.3	27.9	26.4
	H ₂ %	2.7	2.4	2.5	2.7	2.7	2.9	2.9	3.0	3.0
	Temp. °C	224	241	221	208	195	177	178	175	207
Hangs & slips ※		5.4	0.5	8.5	9.6	6.4	4.9	0.5	2.3	0.5

[(No. of hangs)×3+(No. of slips)]/(No. of Days)

り、装入物の炉内滞留時間は約 11 時間 30 分であつた。
11日に酸素富化を中止したところ出鉄量は再び減少し
678 t/d となつたがこれは当時としては普通操業時の最
高記録であつた。この数値と比較しても酸素富化時の出
鉄量 805 t/d は 15% 以上の増産となつている。コーク
ス比は酸素富化および同時に行なつた大量の水蒸気付加
(最高 46 g/Nm³) によつてはほとんど変化せず 600 な
いし 630 kg/t 程度であつた。炉況も酸素富化によつて
は変化せず、棚、スリップはむしろ減少する傾向さえ示
したがこれは同時に行なつた大量の水蒸気付加によるも
のと思われる。送風量あるいは酸素富化量をさらに増加
させてさらに増産を行なうとしたが①原料捲揚装置の能
力が限界に近づいたこと、②炉前作業が困難となつて来
たこと（最高 1 日 9 回の出鉄作業を行なつた）③鉾滓口
に流鉄が頻々と現れたこと（このため、低塩基度で操業
した）などのために実行できなかつた。なお酸素富化期
間およびその前後を通じて原料は通常と全く同じものを
用いた。

III. 検 討

(1) 出鉄量について、出鉄量は一定時間内に炉内に
送り込む空気、富化用酸素および水蒸気などに含まれる
酸素量あるいは換算風量に比例する。実際の結果はFig.
3に示す通りである。

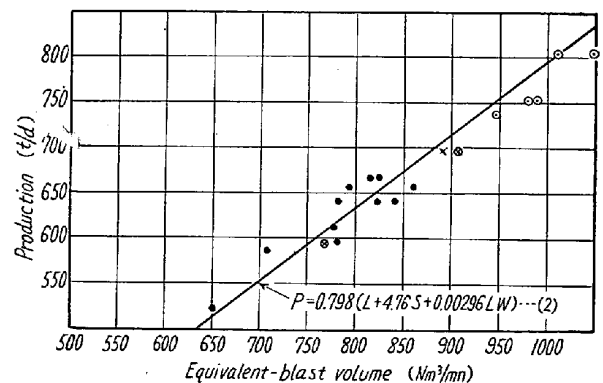


Fig. 3. Relation between equivalent blast volume and production.

数式的にこのことを表現するとつぎの通りとなる。

$$P = K(L + 4.76S + 0.00296LW) \dots\dots\dots (1)$$

ここに P : 出鉄量.....t/d

K : 定数（コークス比などにより定まる）

L : 平均送風量.....Nm³/mn

S : 富酸素流量.....Nm³/mn

W : 送風中水蒸気量.....g/Nm³

また $(L + 4.76S + 0.00296LW)$

換算風量.....Nm³/mn

東田第五高炉の場合は $K = 0.798$ であり、酸素および
水蒸気付加時の出鉄量は (2) 式にしたがつて変動して
いる。

Table 2. Heat balance, February—July 1959 ($\times 10^3$ kcal/t).

Period	Feb. 1~ April 30	May 1~10	May 11~20	May 26~31	June 1~16	June 17~25	June 26 ~July 1	July 5~10	July 12~17
O ₂ Enrichment	—	—	—	1.1	1.6	1.6	1.5	2.2	—
Combustion of C to CO.	943	968	926	981	971	971	926	933	936
Indirect reduction of ores.	39	39	40	40	39	39	38	37	38
Sensible heat of blast.	456	373	370	382	387	402	410	375	421
Total.	1438	1380	1336	1403	1397	1412	1374	1345	1395
Reduction of Si Mn & P.	69	70	63	57	66	64	70	71	65
Solution loss.	284	280	280	248	220	201	210	245	289
Loss with hot metal.	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Loss with molten slag.	168	158	157	159	149	144	140	153	158
Calcination of stone.	57	37	35	36	35	32	29	30	33
Water-gas reaction at tuyeres.	73	71	68	79	84	98	104	111	98
Loss with top gas.	243	251	237	226	211	188	188	184	221
Heat losses.	244	213	197	298	334	386	334	251	231

$$P = 0.798(L + 4.76S + 0.00296LW) \dots (2)$$

(1), (2)式より, 送風量一定で操業している高炉の出鉄量は酸素富化 1% で約 4.76% 水蒸気付加量 1 g/Nm³ で約 0.3% 増加することがわかる. 5月26日より7月10日の間の資料について調べると全平均で酸素 1% の増加に対して送風中水蒸気量は 5 g/Nm³ 増加している. また, 酸素富化 1% に対する出鉄量増加は 6.3% であるので, この中の 4.8% が酸素により 1.5% が水蒸気により増加したものと考えられる.

(2) 熱精算結果について: 各期の熱精算結果は Table 2 に示した. これより酸素富化を行なうとソリューションロスが減少し, 間接還元率が増加し装入コークスの炉内での熱的利用度が高まることがわかる. また, 送風顕熱の減少は炉頂ガス顕熱の減少によつておぎなわれることもわかった.

(3) 炉内ガス量について: 普通操業時の全平均について調べると銑鉄 1 t 当りの送風量 (含水蒸気量) は 1725 Nm³, ボツシュガス量は 2135 Nm³, 炉頂ガス量は 2360 Nm³ であつたが, これらは酸素富化 1% によりおのおの 3.4%, 2.0% および 3.5% の割合で減少した. これは酸素富化による増産の可能性を裏づけるものと思われる.

(4) 経済性について: 酸素富化によつてコークス比が下らぬとすれば, 酸素富化の経済性は銑鉄原価中の固定部分の増産による減少と銑鉄 1 t 当りに使用する酸素の価格の差によつて定まる. この問題は個々の工場においておのおの検討すべき問題で, 一般的結論は得られない.

IV. 総括

(1) 八幡製鉄所東田第五高炉において 1959 年 5 月

26日より7月11日の間に最高 2.2% の酸素富化送風操業を行なつた.

(2) 出鉄量は酸素富化 1% により 4.76%, 水蒸気付加 1 g/Nm³ により 0.3% の割合で増加し最高時は 805 t/d となつたが, 炉況は安定していた.

(3) コークス比はほとんど変化しなかつた.

(4) 酸素富化と水蒸気付加を併用するとソリューションロスが減少し熱精算面からは好ましくなることがわかつた.

(5) 酸素富化を行なうと銑鉄 t 当りの炉内ガス量が減少することが確認された.

(6) 酸素富化の経済性は銑鉄原価中の固定費の増産による低下と銑鉄 1 t 当りに使用する酸素の価格との関係によつて定まる.

文 献

- 1) 児玉, 深川, 山本, 橋本: 鉄と鋼, 45 (1959) 3, p. 181

(11) 高炉燥業における亜鉛の挙動

住友金属工業, 小倉製鉄所

古賀 強・○神田良雄・矢部茂慶

Behaviour of Zinc in the Blast Furnace Operation.

Tsuyoshi Koga, Yoshio Kanda
and Shigeyoshi Yabe.

I. 緒言

最近, 溶鋳炉の装入原料中, 焼結鋳の配合割合が増加し, またその焼結鋳原料中の硫酸滓の配合割合が増加し