

Fig. 4. Relation between top pressure and dust in dust catcher, calculated gas velocity, blast volume, blast pressure and blast press./blast vol.

になるように送風量を増加したが、結果的には、わずかに上昇傾向を示した。風圧の上昇もほぼ予想したとおりであり、風圧/風量は炉頂圧力の上昇とともに若干上昇傾向を示したが、だいたい 0.8~0.9 程度となった。

5. 今後の問題点

以上炉況面を中心に第 2 高炉の高圧操業について記述したが、高圧操業設備の面では、すでに小ベルおよび排圧弁に摩耗現象がみられ、排圧弁はすでに炉頂圧 0.6 kg/cm² の時点で取り替えている。今後さらに炉頂圧力を上昇せしめる場合、これらベルおよび排圧弁などの摩耗の進行によつては既設のガスコンプレッサー 2 台では均圧を十分維持できないことも考えられ、今後に残された大きな問題である。

6. 結 言

千葉第 2 高炉は昭和 39 年 11 月より炉頂圧力 0.4 kg/cm² で高圧操業に入り一時炉況不安定期があつたが、昭和 40 年 1 月には炉況も回復し、徐々に炉頂圧力を上昇せしめ、昭和 40 年 4 月より炉頂圧力 0.7 kg/cm² の操業を実施した。その結果出鉄量は順調に伸び、本年 1 月から 4 月のデータを調査した結果、炉頂圧力 0.1 kg/cm² の増加により出鉄量は 5~9% の増加となり、一方コークス比は約 4 kg/t の減少を示した。これらについては rating up などの影響が考えられさらに検討を要する。このほか炉頂圧力の増加により炉内ガス利用率の上昇、およびガス灰の発生量の低下が認められた。また風圧/風量は 0.8 ないし 0.9 程度であり炉頂圧力の増加とともにやや上昇の傾向を示した。

今後は炉頂大小ベルおよび排圧弁などの磨耗状況と、これに伴う均圧状況などを看視しながら、さらに炉頂圧力を上昇せしめ、よりいつその 能率向上を期している。

(8) 戸畑第 3 高炉における酸素富化操業について

八幡製鉄, 戸畑製造所

研野雄二・浅井浩実

阿部幸弘・花房章次

Operation with Oxygen Enriched Blast at Tobata No. 3 Blast Furnace.

Yūji TOGINO, Hiromi ASAI,

Yukihiro ABE and Akitsugu HANABUSA.

1. 結 言

戸畑第 3 高炉 (内容積 1947m³) は昭和 37 年 3 月火入れ以来順調な操業を続け、送風量が送風機能力の限界 3150m³/min に近づいたため、昭和 39 年 3 月より酸素富化操業を開始した。その後、安定した炉況を維持しつつ増風を行ない、昭和 40 年 2 月には、日産平均として 3595 t の高い生産性を示すにいたつた酸素富化は常用 2500m³/hr (富化率約 1%) であるが、昭和 40 年 4 月には、所内の余剰酸素の有効利用として 6000m³/hr (約 2.5%) まで富化をおこない、約 1 週間にわたり試験をし平均出鉄量 3842 t に達し、また 2 日間にわたつて 4000 t の壁を破る記録を達成した。ここに操業結果と若干の検討を報告する。

2. 操 業 結 果

火入れ以来の操業推移を Fig. 1 に示す。

2.1 出鉄量

出鉄量におよぼす影響については、増風過程で富化を開始したため、定量的にその関係を求めることはできないが、Fig. 2 に換算風量に対する送風圧ならびに棚、スリップ回数を示す。これより現送風機能力より定まる最高送風量を夏期および冬期について斜線で示せば、それ以上の送風 (0~300 m³/min 相当分) については一応酸素富化による増出鉄と考えることができる。また Fig. 3 には全国高炉 (S39 年 10 月あるいは 11 月の実績) の炉床面積と燃料消費量の関係を示しているが、戸畑第 3 高炉の実績は酸素 1% 富化時の実績および酸素 2.5% 富化時の約 1 週間の実績である。

2.2 コークス比

最近報告されている各社の報告では、酸素富化時コークス比の若干の低下を示しているものが多い。Fig. 4 には重油比に対する補正コークス比を示しており、酸素富化時を層別して示しているが、酸素富化開始当時若干のコークス比低下が見られたが、操業速度上昇と共にその差は認められなくなつている。もちろん重油吹込時の代替率の上昇も認められないことになるが、酸素富化時の重油の燃焼性改良については、はつきりはいえないが、他の改良点ともあわせて流量増加にふみ切ることができ

Table 1. Correction coefficient of coke rate.

Variable		Correction Coefficient (kg)
Ash in coke	+ 1 %	+ 10
Sinter rate	+ 1 %	- 0.6
Blast temperature	+ 10°C	- 1.6
Blast humidity	+ 1 g	+ 0.6

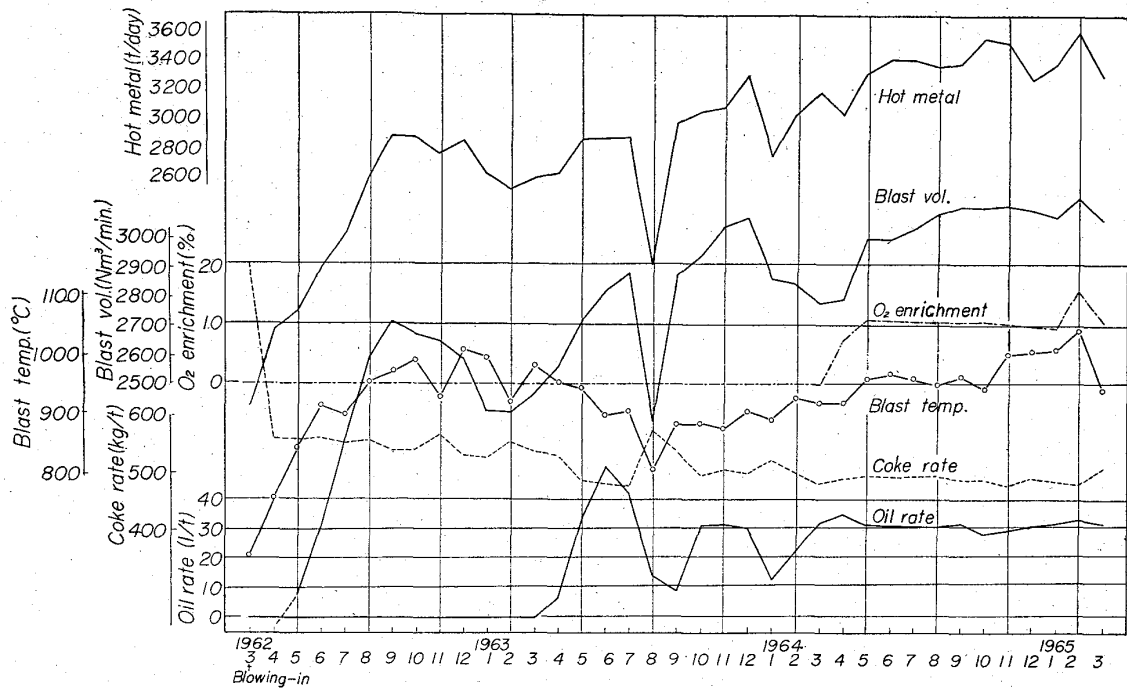


Fig. 1. Operating data since blowing-in.

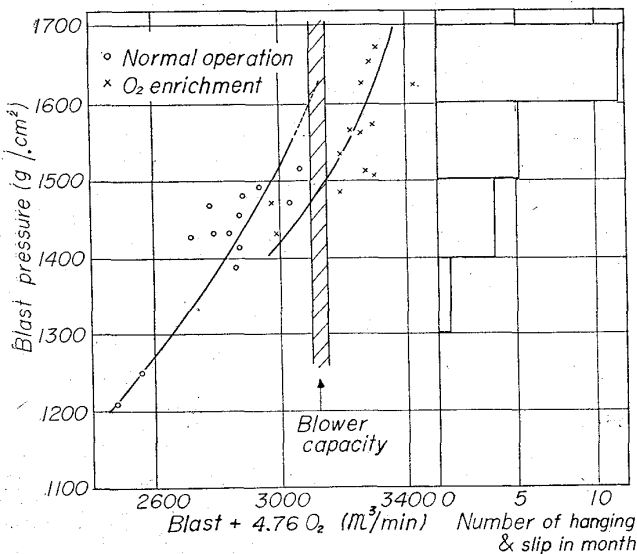


Fig. 2. Relation between corrected blast volume and blast pressure.

た。すなわち羽口 1 本当たり従来 260 l/hr を標準にしていたものを、290 l/hr に増加させた。

2.3 熱精算

Table 2 富化前後の熱精算を示す。

これより酸素富化時特にめだつのは、炉頂ガス温度の低下であり炉頂ガス顕熱の低下である。これは送風顕熱が送風温度上昇にもかかわらず低下していることでも理解できるように、銑鉄あたりの風量の減少によるガス量の低下が考えられる。また従来と異なる点は酸素富化時特に送風湿度の上昇を考えなかつたので送風中水分分解熱はむしろ若干低下気味である。ソリュションロス は酸素富化時増加しているが、これが酸素富化時の特徴となつているかどうかはさらに検討したい。炉頂ガス成

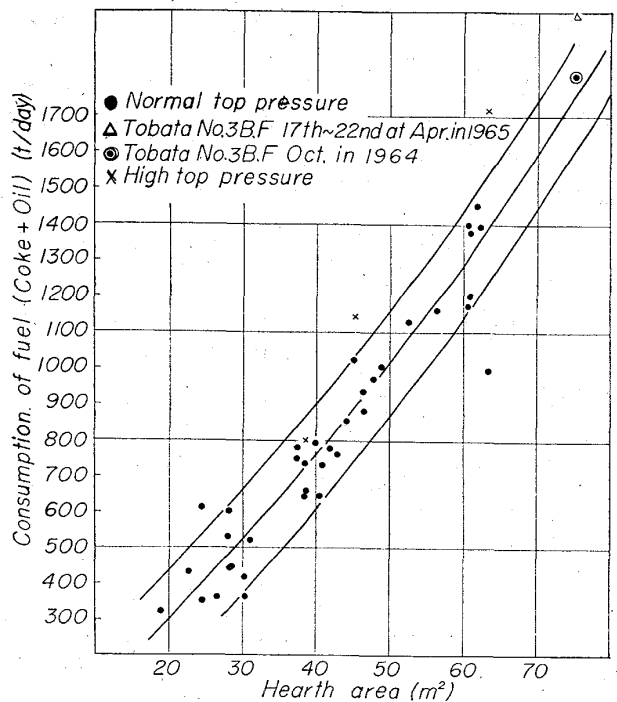


Fig. 3. Relation between consumption of fuel and hearth area in Japan B. F.

分は富化しない時より 1% 富化時の方が CO% で約 0.9% 増加し、約 27kcal/m³ の発熱量上昇となつており、熱風炉燃料ガスの発熱量低下を補なつている。またガス利用率は昭和39年10月以降行なわれた整粒強化(8~40mmより 8~30mm) 後利用率の上昇が見られるが、酸素富化前後の差ははつきりしない。

3. 最近の酸素富化操業の考え方

3.1 余剰酸素の利用について

Table 2. Heat balance.

Item	Oxygen enrichment	Without enrichment		1% enrich		2.5% en.		
	Period	1964 Jan.	Feb.	Aug.	Sep.	1965 Jan.	Feb.	Apr. 17~22
Combustion heat C→CO		755.0	722.3	715.6	707.6	707.1	702.8	708.1
Reduction heat of Ore by CO		41.5	40.9	42.5	43.4	43.7	44.7	44.7
Sensible heat of moisture		19.1	20.1	18.8	15.9	17.6	19.1	16.3
Sensible heat of blast		393.8	392.5	373.7	375.4	396.3	391.9	365.3
Total In-Put		1209.4	1175.8	1150.6	1142.3	1164.7	1158.5	1134.4
Reduction heat of Si, Mn, P		52.2	47.4	49.6	46.7	46.4	46.8	39.2
Sensible heat of moisture in top gas		28.1	24.3	22.4	28.2	27.4	31.3	29.0
Sensible heat of top gas		131.3	130.2	111.1	108.3	107.7	91.9	79.8
Decomposition heat of lime stone		25.8	23.0	24.2	24.2	28.7	29.1	33.6
Solution loss heat		260.0	263.8	284.2	289.8	292.6	285.1	308.6
Sensible heat of hot metal and plag		439.5	430.1	445.8	429.6	437.7	430.5	439.5
Decomposition heat of moisture		68.1	68.6	62.5	52.1	54.6	57.4	66.7
Decomposition heat of H. Oil		6.5	11.0	15.5	15.5	15.0	15.5	14.5
Emission loss heat		197.9	177.7	135.3	147.9	154.6	170.9	123.5
Total Out-Put		1209.4	1175.8	1150.6	1142.3	1164.7	1158.5	1134.4
Coke rate kg/t		519	496	493	485	483	478	488
H. Oil rate l/t		13.0	22.0	31.0	31	30.0	33.9	29.0
Moisture g/m ³		31.4	33.0	30.8	27.4	28.5	31.2	32.6
Top gas temperature °C		203	209	185	183	180	158	139
Top gas CO ₂ %		18.0	18.4	19.5	19.4	19.5	19.9	21.0
" CO %		23.7	23.5	24.2	24.2	24.1	24.5	24.6
" H ₂ %		2.7	3.0	3.1	3.0	3.2	3.3	3.7
Utilization rate of CO %		42.1	43.0	43.4	43.7	43.6	43.9	45.0

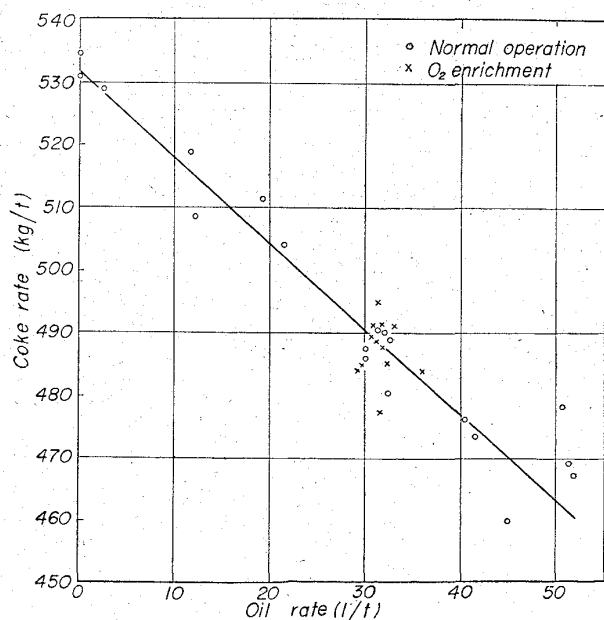


Fig. 4. Relation between oil rate and coke rate.

現在戸畑第2転炉は1/2基稼働時と2/2基稼働時とあり、このため1/2基時には余剰の酸素が発生する。しかしこの稼働スケジュールは1サイクルが4~7日となっており、約3500m³/hrの酸素量が増減する。当初こうした一定しない使用については問題ありとしてい

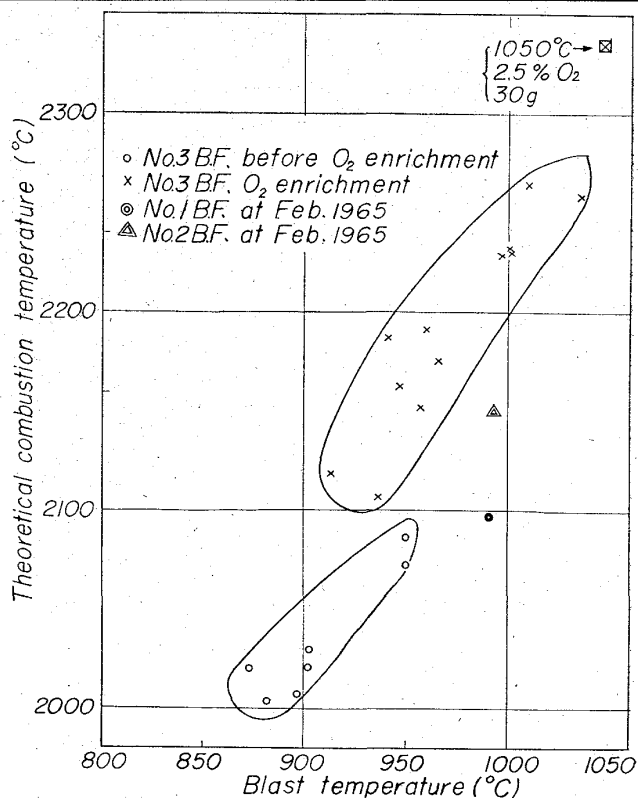


Fig. 5. Relation between blast temperature and theoretical combustion temperature. (Oil 30 l/t)

Table 3. Two cases of converter operation.

Converter	1/2 Operation	2/2 Operation
Schedule	4~6 days	5~7 days
O ₂ blowing m ³ /hr	6000	2500
Blast volume m ³ /min	3050	3150
Blast temp. & humidity	No. actions	

たが、現在は Table 3 にその時の操業の考え方を示しているが、一応ボッシュガス一定とした操業としている。
3.2 理論燃焼温度について

酸素富化時の炉況調整として主として羽口前理論燃焼温度の管理を中心に行なっており、Ramm の式より求めて風温、風湿によつてアクションをとるのが普通とされていた。しかし Fig. 5 に酸素富化前後の理論燃焼温度を送風温度に対する値として示しているが、最近送風温度を 1050°C に上昇させ送風湿度 30g/m³、酸素富化 2.5% とした非常に高い理論燃焼温度で操業している。また現段階では酸素富化時特に理論燃焼温度一定という操業を行なっていない。

4. 結 言

戸畑第 3 高炉では、1% 富化をベースとし、所内で発生する余剰酸素を有効利用し、安定した炉況を保つて、高い生産性を示している。出銑量、コークス比に関しては、操業条件の変化により十分確かめ得なかつた。羽口前の燃焼温度は補償を行なっていない。

(9) 高炉への各種燃料吹込みの検討

富士製鉄, 釜石製鉄所

理博 青木猪三雄・○沢村 惇
太田 奨・塩谷 靖・泉 碩純

Study on the Fuel Injection into the Blast Furnace.

Isao AOKI, Jun SAWAMURA,
Susumu OTA, Yasushi SHIONOYA
and Sekijun IZUMI.

1. 緒 言

高炉における複合送風については、従来から、理論、実際操業の両面から検討されてきているが、十分な結果が得られていない。釜石製鉄所でも、近時、酸素バランス、コークス、ガスバランスの面から高炉の複合送風を再検討する段階となつたので、高炉への各種燃料の吹込み、酸素富化の問題について、改めて、高炉々内反応理論の面からその計算方法を確立し、従来の実績値と比較検討を行ない、さらにこれらの結果から将来の高温送風、酸素富化に備えて、いかなる面に検討をすすめるべきであるかを考察した。

2. 吹込み操業の理論

従来、種々の燃料吹込み操業の検討にあつては case by case に行なつていたが、総合的に複合計算を行なう場合には、別な計算方法を組立てる必要があるのて次のような方法をとることとした。

(1) 高炉反応を 2 つの zone に分ける。

高炉炉内反応を羽口先における燃焼と Bosh 上部での

Table 1. Symbols.

Kinds of fuel	Injected volume kg or Nm ³ /t-pig	Required Blast Nm ³ /unit	Bosh gas volume Nm ³ /unit				Flame temp. °C	Heat supply of fuel kcal/unit
			CO	H ₂	N ₂	Total volume		
Coke burnt at tuyere	a ₁	b ₁	c ₁	d ₁	e ₁	f ₁	T ₁	q ₁
Oil kg	a ₂	b ₂	c ₂	d ₂	e ₂	f ₂	T ₂	q ₂
COG Nm ³	a ₃	b ₃	c ₃	d ₃	e ₃	f ₃	T ₃	q ₃
Steam kg	a ₄	b ₄	c ₄	d ₄	e ₄	f ₄	T ₄	q ₄
Symbols	Content							Unit
(S. l)	Carbon consumed by solution loss							kg /t-pif
(O ₂)	Oxygen in Blast							%
t	Blast temperature							°C
(C.R.)F	Coke ratio for foundry iron							kg /t-pig
η _{CO}	Degree of utilization of CO gas							fraction
η _{H₂}	" " of H ₂ gas							"
(O _{H₂})	Oxygen volume in ore reduced by H ₂ gas							kg /t-pig
(O _{CO})	" " by H ₂ gas							"
(Os. l)	" " by solution loss							"
ΔCO	Increase volume of CO gas at bosh shaft							Nm ³ /t-pig
ΔCO ₂	" CO ₂ "							"
ΔH ₂	" H "							"