

逆に冷え込む傾向があつたため、スラリー～重油切替え前後の出銑において、銑中 Si に多少変動がみられた。

石炭の S 含有量は 0.34% と重油 S 含有量の 2.5% にくらべて著しく低いため、重油噴射をスラリー噴射に切替えることにより、銑中 S の低下が期待できる。

事実これまでのスラリー噴射操作においては、重油噴射時よりも銑中 S が低かつた。

今回は第 1 次試験、第 2 次試験においては、平均して銑中 S 量はスラリー噴射期間中の方が重油期間中よりも低目だったが、重油噴射期間中の銑滓塩滓塩基度が若干低かつたので、その差を明確にすることができなかつた。

このほかの銑鉄成分については、スラリー噴射による変動は認められなかつた。

3. 高濃度スラリー噴射試験

30%濃度スラリー噴射操作試験終了後、どの位まで粉炭を混合できるか調べるために、スラリー濃度を逐次上昇し、11月20日現在 45% で順調に噴射している。

これまでの経過からみて、50%以上に濃度上昇できると思われる。

4. 総 括

(1) 室蘭 No. 1 B.F. では、40% 以上の濃度のスラリー (50 kg/t-pig 以上) を順調に噴射している。

(2) 30%濃度スラリー噴射操作の際の出銑量、コークス比は、重油噴射操作のときとほとんど同じであつた。

669/162 = 67.4 : 662.753.5
: 662.777

(17) 高炉への代替燃料多量吹込み法について

(燃料吹込みに関する基礎研究—II)

八幡製鉄所、技術研究所

工博 児玉惟孝・斧 勝也・○緒方年満

Study on a Large Quantity of Fuel Injection into a Blast Furnace.

(Fundamental study on fuel injection into a blast furnace—II)

Dr. Koretaka KODAMA, Katsuya ONO and Tosimitsu OGATA.

1. 緒 言

前報¹⁾で高炉への代替燃料多量吹込み法としての 2 段燃焼法について、その方法と燃焼性実験結果について報告した。今回は更に 2 段燃焼法を 500 kg/day の小型試験溶銑炉に採用して、実際に銑鉄を製造しながら、その適応性と効果について検討したので、その概要を報告する。

2. 試験装置

試験を行なつた溶銑炉は八幡技研の小型試験溶銑炉で、その内容積は 0.72m³、500 kg/day の出銑能力を有している。Fig. 1 に燃料添加羽口の構造およびその炉床部に取付けた状態を示す。なおこの羽口は内径 2 吋の水冷却式鋼管製で、炉床部に向つて 15°傾斜している。重油添加用バーナーは当所で開発した空気アトマイズ式バーナーを使用した。

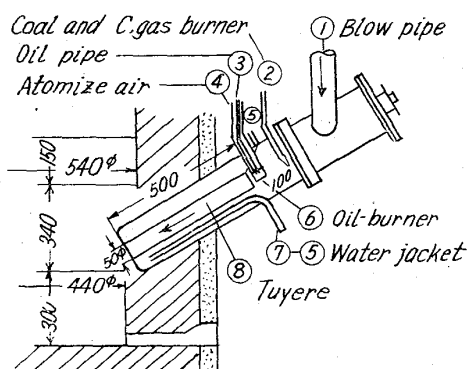


Fig. 1. Apparatus for oil injection into a blast furnace.

3. 試験結果

3.1 羽口内における燃料の燃焼状況

羽口内における重油の燃焼状況を知るために、まず空の状態の溶銑炉羽口に重油を添加して燃焼せしめ、それぞれの条件下で、そのフレームの長さおよび温度分布を調べた。

3.1.1 重油添加口の位置を 1000mm とした場合

羽口内 1000mm の位置から重油を 0.4 l/min 添加し、空気過剰係数 $m=1.47$ として、送風温度 40°C、600°C に保つた場合の温度分布を Fig. 2 a b に示す。図に示すように最高温度の位置は送風温度を上昇することによつて、重油添加口に近づくことを認めた。すなわち焰の長さは短くなる。次に酸素を添加した場合について調べた。その結果を同 Fig. 2 c に示す。酸素を富化して送風温度を上昇すると、この傾向はさらに増大する。すなわち燃焼性はさらに向上し、焰の長さは増々短くなり、その最高温度の展開する位置は増々添加口に近接する。送風温度ならびに酸素濃度が燃焼性におよぼす影響は上述のごとくであるが、これらの場合の羽口内の温度分布を見るに、いずれの場合も最高温度の展開する位置は羽口内にある。高炉を操作する場合に高温を必要とするのは炉内であり、したがつて最高温度の位置が羽口先端より炉内にあるよう添加位置を設定すべきである。

3.1.2 重油添加の位置を 500mm とした場合

羽口内 500mm の位置から重油を 0.4 l 添加して、送風温度を 50°C、600°C に保つた場合を Fig. 2 d, e に、送風温度を 600°C に保つて酸素を 420 l/min 添加した場合を Fig. 2 f に示す。この図から羽口を短かくして送風温度酸素富化を行えば羽口先温度は 1800°C の高温雰囲気となる。すなわち重油の添加位置は送風温度、空気過剰係数、酸素濃度の上昇に応じて短かくした方が操業上最も効果的であることを認めた。

3.2 高炉内における重油の燃焼性

試験高炉を空の状態にして、重油を燃焼した場合と、コークスとこれを滓化するに必要な少量の石灰石を装入して操業し炉況を安定に保つた場合に、羽口より重油を燃焼してその燃焼性をしらべた。炉内にコークスを充填した場合が、充填しない場合よりも空気過剰係数は大きく、燃焼性は悪くなる。ore/coke を増加するとこの傾向は増大する。すなわち羽口からの重油の燃焼性は、空隙率の大小と通気性の良否によつて大きく左右され

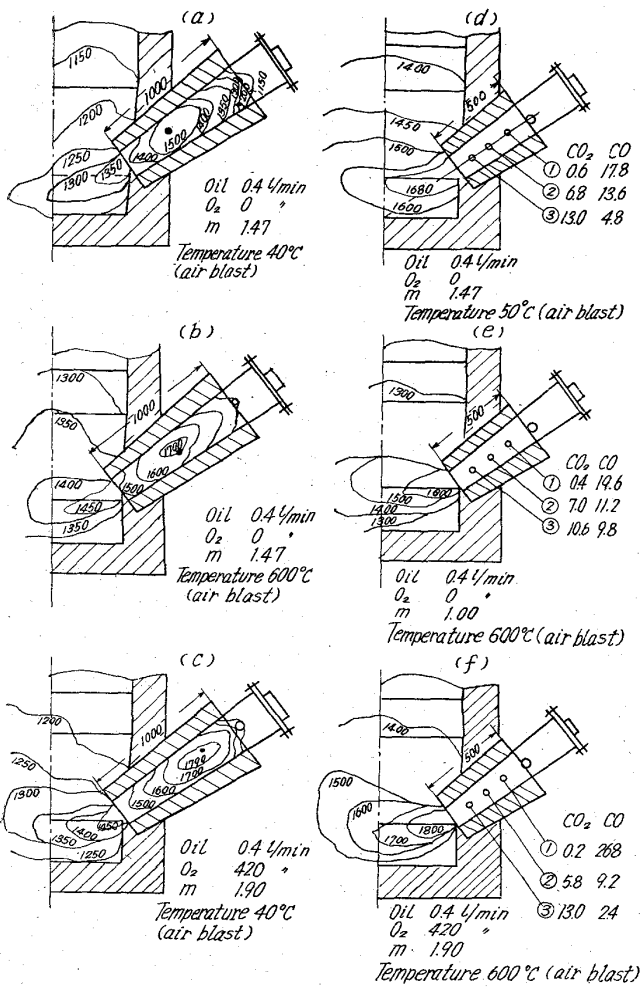


Fig. 2. Combustibility substituent fuel in injection into a blast furnace.

る。高炉操業においては、重油を吹込むことによつて ore/coke が増加するのでおのづから通気性が不良となり重油吹込量は減少する。したがつて、重油を多量に吹込むには ore/coke の増加にともなつて装入物の分布を改良し、装入物の粒度をさらに調整して、シャフト部の圧損が上昇しないようにつとめるべきである。

3.3 2段燃焼法

重油を多量に使用した場合、いろいろの問題点がある。その一つとして通気性の悪化、炉床温度の低下など炉況悪化の現象を生ずる。これは重油の不完全燃焼による未燃カーボンの沈積によるものと考えられる。これらは酸素富化、送風温度の上昇など熱補償を行なうことによつてある程度おぎない得るが、高炉の特異性によつておのづからその吹込み量は制約を受けるものと考えられる。

そこでわれわれは最小限度の空気過剰係数でいかにして多量の燃料を吹きこむかについて研究した結果その一つの方法として、2段燃焼法を開発した。この方法は、ブローパイプにバーナーを2段に配列して、第1段階で少量の燃料を衝風中に添加燃焼せしめて衝風温度を上昇したる後、第2段階でその高温雰囲気中に多量の重油を噴霧気化、燃焼せしめるものである。この方法によれば多量の燃料を「ス」の発生を少なくしてしかも効果的

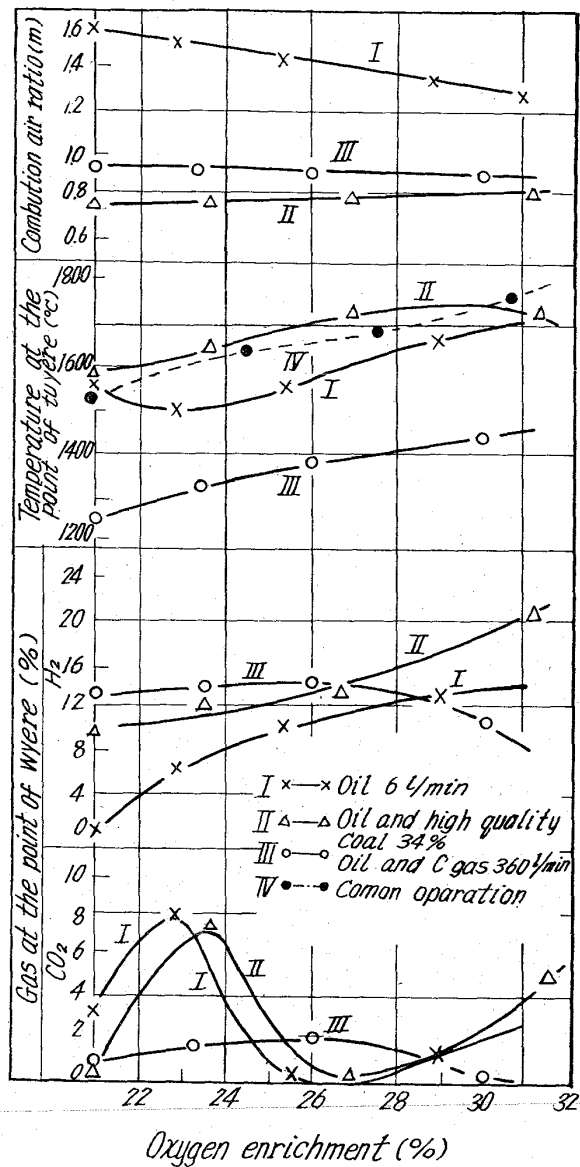


Fig. 3. Relations between oxygen enrichment in air blast and combustibility of substituent fuel injection into a blast furnace.

に吹込み得ることが可能である。また吹込み燃料のガス化変成にも役立て得る。

3.4 2段燃焼による燃焼性

試験高炉で炉内にコークスとそれを洋化するに必要な少量の石灰石を装入し炉を安定に操業しながら、I. 重油のみ、II. 重油と微粉炭、III. 重油とCガスの3種についてその燃焼性を調査した。その結果を Fig. 3 に示す。この三者を比較検討すると、図曲線 I の重油のみの燃焼性に比較して、曲線 II の重油と微粉炭の場合が空気過剰係数は最も低く燃焼性は良好で、しかも炉内温度も普通操業となんら変りがなく、最も好都合であることを認めた。なお微粉炭は灰分が少なく、粒度の小さいほどよいことを知った。次に曲線 III の重油とCガスを併用した場合は空気過剰係数はかなり低く、燃焼性は良好であるが、炉内温度の面でやや劣ることを認めた。これはC

Table 1. Operation data by new injection technique.

Operation period		Base period (I)	Oil injection period (II)	Oil and gas injection period (III)	Oil and coal injection period (IV)
Oil ratio	l/min	0	0.3	0.2	0.3
	kg/day	0	462	308	462
	kg/pig-t	0	547	410	415
Coal ratio	l/min	0	0	0	0.15
	kg/day	0	0	0	210
	kg/pig-t	0	0	0	185
C-gas ratio	m ³ /min	0	0	0.117	0
	m ³ /day	0	0	168.5	0
	m ³ /pig-t	0	0	224.0	0
Blast volume	Nm ³ /min	4.0	3.6	2.3	3.6
Oxygen enrichment	l/min	105	190	350	438
	%	1.6	2.9	6.0	6.4
Ore/coke	t/t	0.955	1.067	0.820	1.147
No. of charge	times/day	134	106	114	135
Metal out put	kg/day	803	876	752	1131
Slag out put	kg/day	280	390	204	369
Coke rate	t/t	1.990	1.487	1.872	1.395
Pig iron	Si%	1.20	1.13	1.37	1.65
	S%	0.039	0.070	0.042	0.042
Slag basicity	CaO/SiO ₂	1.48	1.63	1.80	1.43
Gas temperature, gas Pressure and gas Composition at the Point of tuyere	g/cm ²	32			40
	°C	1800			1660
	CO ₂ %	3.7			20.2
	CO "	35.5			26.0
	H ₂ "	0.5			5.0
	CH ₄ "	0			0
	N ₂ "	59.8			49.5
Replacement, coke/oil+gas+coal	kg/kg	—	0.92	0.29	0.98
Y value top gas		40	5	15	8
Combustion air ratio	m	—	1.79	1.43	1.69

ガス中に CnHm 系が多いため、その分解に要する熱損のためと思われる。したがって C ガスの添加は少ないほうがよい。

いずれの場合も酸素を富化するにともなつて、空気過剰係数は緩慢ながら低下し、羽口先炉内温度は上昇する。なお微粉炭を使用した場合は炉内ガス中の H₂ がかなり上昇している。H₂ による還元率の向上が期待される。

3.5 2 段燃焼法による操業試験

上述のように燃焼性の実験結果から一応の目安を得たので、試験高炉で実際に銑鉄を製造しながら、2 段燃焼による重油多量吹込み試験操業を行なつた。その結果を Table 1 に示す。この表について比較検討すると、

1) 標準操業: 吹込みに際して標準操業を行ない比較対象とした。その結果を表 1 項に示す。出銑量は 803 kg/day で、コークス比は 1.99 となつた。

2) 重油添加操業: 重油のみを添加して操業した結果を表 2 項に示す。銑 t 当り 547 kg の重油を吹込んで出

銑量は普通操業時の 1.09 倍となり、コークス比は 1.49 t/pig-t となり銑 t 当り 500 kg 低下した。この場合の代替率は 0.92 となつた。

3) 重油と C ガスを併用した操業: 重油と C ガスを併用して操業した結果を表 3 項に示す。銑 t 当り 410 kg の重油と 24m³ の C ガスを吹込んで、出銑量は普通操業の 0.94 倍となつた。コークス比は銑 t 当り 118 kg の減量となり、この代替率は 0.29 と下廻つて、炉況はやや冷え気味となつた。

4) 重油と微粉炭を併用した操業: 重油と微粉炭を併用した場合を表 4 項に示す。銑 t 当り 415 kg の重油と 185 kg の微粉炭を吹込んで、コークス比は 1.39 t/pig-t となり、普通操業に比較して銑 t 当り 600 kg の低下を示した。出銑量は 1.4 倍となり、この場合の代替率は 0.98 で重油のみの場合よりもはるかに効果的で、多量吹込みが可能であることを認めた。

4. 結 言

小型試験高炉で、実際に銑鉄を製造しながら、代替え

燃料多量吹込み法を検討して、次の結論を得た。

1. 小型試験高炉で、温度分布および2段燃焼法による燃焼性を調査した結果とこの2段燃焼法による操業成績とは全く一致した。

2. 溶鉄炉に多量の燃料を吹込む一方法として、2段燃焼法を開発した。この方法はブローパイプに燃料吹込みバーナーを2段に配列して行なうもので、この方法によれば、多量の燃料を「ス」の発生を少なくして、しかも効果的に吹込み得る。吹込み燃料のガス化変成も可能であることを認めた。

3. まず少量の微粉炭を燃焼せしめて、その後重油を燃焼せしめると、多量の燃料の吹込みが可能である。微粉炭は灰分が少なく、粒度が小さいほど効果的であることを認めた。

4. Cガスを燃焼して、その後に重油を添加すると、燃焼性はかなり良好であるが、炉内温度の面でやや劣る。この場合Cガスの吹込みはあまり多すぎると炉が冷え気味となる傾向があるため、少な目に添加した法がよい。

以上小型試験溶鉄炉における、2段熱焼法の燃焼性とその操業結果について述べたが、炉が小さいことと、試験期間が短いので定量的にはいえないが、定性的にみてもかなりの効果があることを認めた。さらに今後各種の燃料について検討を行なう予定である。

669.162.267.4 : 662.753.3
: 669.162.224.4

(18) 酸素と重油の併用吹込みについて

日本鋼管、鶴見製鉄所

長谷川友博・根本秀太郎

阪本 英一・黒田 浩一

Blast Furnace Oxygen Enrichment with Simultaneous Injection of Heavy Oil.

Tomohiro HASEGAWA, Hidetarō NEMOTO,
Eiichi SAKAMOTO and Kōichi KURODA.

1. 緒 言

最近、酸素富化操業を実施している高炉は多いが、酸素富化操業の高炉操業成績、特にコークス比に与える影響については、富化率が比較的低いこともあり判然としない。すなわち、酸素富化によりコークス比が低下するという報告と変らないという報告がある。また低下する理由についても、重油の燃焼性の向上あるいは炉頂ガス顕熱の低下による燃焼カーボンの節減などが考えられている。

今回、鶴見第2高炉(内容積 516m³)で最高 5.7% (2300 Nm³/hr) までの高酸素富化操業を実施し、若干の検討を行なったので報告する。

2. 試験目的および方法

酸素高富化時における高炉操業成績、特に出鉄量、コークス比、還元状況、炉況、重油燃焼性の把握を目的とした。酸素添加量を変更する際には、羽口先重油吹込み量に対する換算空気過剰係数(酸素は空気量に換算。本試験では 2.9)一定のもとに、酸素、重油添加量を併行

してアクションをとった。酸素、重油量は期間の移行時以外は変更せず、また風熱はできるだけ一定に維持し、炉熱調整には湿分、鉄量の変更のみを用いた。なお、高酸素富化時における重油の燃焼性を調査するため、当社技研で開発したタイゼン汚水ダスト明度測定を実施した。

3. 操業結果

操業試験は昭和 39 年 10 月に実施した。操業結果を Table 1 に示す。基準期間として、酸素富化操業に入る直前の10日間をとった。試験期間は第I期から第IV期までであり、酸素富化率は最大 5.7%(第IV期)とした。なお、当高炉は需給の関係上、焼結鉄配合が33%程度と低く、しかも 12mm 以下の中塊鉄を大量に使用しているのでコークス比は基準期において 564kg/t と高い。

3.1 出鉄量

Fig. 1 に出鉄量と湿送風量に対する酸素富化率(以下酸素富化率という)の関係を示す。出鉄量は酸素富化率の上昇に伴い直線的に増加し、酸素富化率 1% の添加に対し 5.4% の出鉄増を得た。理論的には、羽口先の酸素バランスにより、送風量一定のもとで酸素を 1% 添加すれば 4.76% の出鉄増になるが、この差は、コークス比の低下および若干の送風量の相違によるものである。

3.2 コークス比

試験操業中 Table 1 に示すように、重油原単位は各

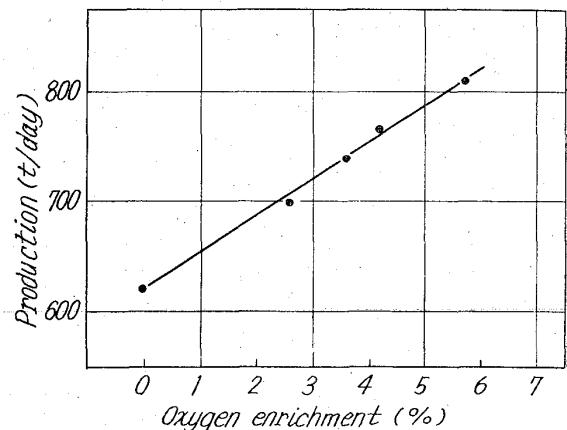


Fig. 1. Relation between production and oxygen enrichment.

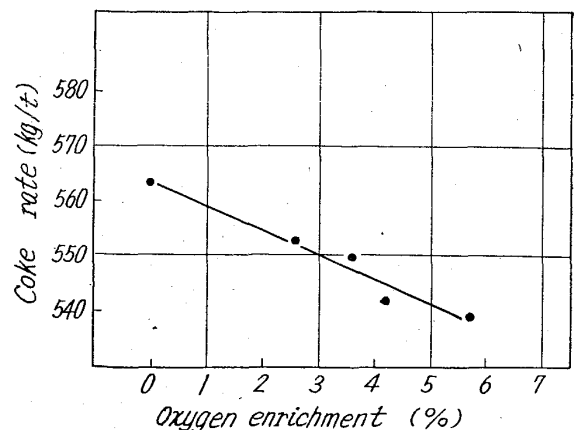


Fig. 2. Relation between coke rate and oxygen enrichment.