

層の差は全く認められない。

次に、実物に近づけるために相似律を適用し、在炉流体として 18°C の水、装入流体として 57°C の着色水を用いて実験を行なった結果の一例を Photo. 1~3 に示す。

Photo. 1 は装入終了時の状況で、装入流体は装入中は装入口直下で底部まで達するが、直ちに浮上して表層を這い出銑、排滓口側に達する。Photo. 2 は装入終了後 2 min 経過の状況で、装入流体は完全に表層にあり、深部と明らかに分離している。Photo. 3 は装入終了後 15 min 経過の状況で、表層と深層の攪散混合が進行しつつある。そして、装入終了後 30 min にして完全に混合がなされた。

以上の状況は、筆者らが実炉における ^{60}Co による実験結果から推考した結論と全く同様の現象を認めることができたことになる。すなわち、在炉溶銑と装入溶銑の密度差により装入溶銑は表層に分布し、表層と深層との拡散混合にはかなりの時間を要することが明らかである。

この他、模型実験において、装入落差を大にした場合、装入位置を炉中央にし top charge を行なった場合についても行なったが、若干の程度の差はあるが、上記実験の場合と根本的な差は認められなかった。また炉傾動による出銑を行なっても同様であり、装入、出銑による機械的攪拌の効果は大して期待できず、密度差の影響は大きい。

これらの結果からさらに新しい装入あるいは出銑方式が考案され、良好な混合を得る方策を検討している。

IV. 結 言

^{60}Co を用いて広畑転炉工場 1300 t 混銑炉について混銑状況の調査を行なった所、完全な混合を得るには約 90 min 間を要する。その間の状況については、 ^{60}Co による実験結果並びに模型実験の結果からして、装入溶銑は一旦表層に分布し、以後徐々に表層と深層との拡散により混合するものであることが明らかになった。その原因は在炉溶銑と装入溶銑の温度差に基く密度差であると考えられる。

通常の場合、純酸素転炉の tap to tap は約 35 min であるので約 35 min 間隙で出銑を行ない、また 2~3 hr ごとに受銑を行なうので、上記の結果から現状のままでは安定した溶銑成分並びに温度を得ることは困難である。

そこで、実状に合致した作業標準の確立を行ない、あわせて設備的にも混銑を良好にするような方策を検討しつつあり、純酸素転炉の吹錬管理並びに計算機制御法の進歩に寄与するものと考えられる。

文 献

- 1) 渡辺省三, 他: 鉄と鋼, 49 (1963), p. 160.

(42) 純酸素転炉における重油の使用 (純酸素転炉における燃料の使用—Ⅲ)

尼崎製鉄

青山 芳正・飯浜宇一郎
松永 昭・○佐藤亭一郎

Use of Oil Injection in Oxygen Converters. (Use of fuel in oxygen converters—Ⅲ)

Yoshimasa AOYAMA, Uichirō IIHAMA
Akira MATSUNAGA and Kyōichirō SATŌ

I. 緒 言

純酸素転炉鋼の生産比率が高まるにつれて、純酸素転炉の主原料配合に対する融通性が活発に論じられるようになった。当所の 30 t 転炉でも、早くからこの点に着目していろいろの検討を加え、冷溶銑操業¹⁾や補助燃料としてコークスを使用する操業²⁾を実用化してきたが、さらに、燃料として重油を用いる試験を行なった。その結果、冷銑配合率は 80% に達し (20 t の軽装入では 100%)、短期的な溶銑バランスの調整などに活用できるようになった。

純酸素転炉で重油を用いる型式や目的はいろいろ考えられるが、当所では①鋼浴の加熱、②吹錬中の加熱、③冷材の予熱などについて試験した。本報では、冷材配合率の増加という観点から、冷材の単独予熱について報告する。

II. 重油燃焼用ランス

重油燃焼用ランスとしては二重管構造のものや、酸素チップの側壁から重油が噴出する型式のものが提示されているが³⁾⁴⁾、当所では安全性が高く、かつ、取り扱いの容易なものとして、酸素チップの中央に重油チップが位置する軸心型を採用した。重油チップは当初単孔型のものを使用したのが、重油流量の増加によるアトマイズ不良が懸念されたので、軸心に対して 15 度開口した多孔型に変更した。

通油停止後、残余の重油を押し出すため圧搾空気および蒸気で配管内を洗滌した。火焰の形状は重油や酸素の流量、並びに、その割合によつて変化するが、火焰の長さにはほぼ 1,500~2,000 mm である。

III. 重油燃焼方法

冷材を酸化・溶融せずに、全体を均等に予熱することができればもつとも理想的であるが、熱伝導度の低い冷材を高温の短火焰で、比較的短時間のうちに均熱することはかなり困難である。したがって、加熱初期のランス位置を 1,100~1,300 mm に選定し、冷材をカッティングしながら順次下げていく。ランス位置が低すぎると、重油は未燃焼のまま被加熱体に衝突する。その大部分は炉内で燃焼するが、限度を越すと一部が未燃焼のまま炉外へ散逸するので、火焰の状況を見ながら適正なランス位置を選定することが必要である。

重油の燃焼効率を上げ、さらに、酸素による冷材のカッティング効果を良くするためには、重油に対する酸素供給比をできるだけ大きくとつた方がよいが、溶融相が存在すると火焰酸化によつて酸化鉄が生じ、ひいては冷材中の可燃成分が酸化除去される。したがって、Table 1 に示すように、重油加熱中の酸素供給比が大きいほど、

Table 1. Effect of oxygen-oil ratio to blowing time and melting condition.
(Fuel oil 2,400 l/H)

Heat No.	Cold pig iron (T)	O ₂ /Oil	Heating time (min)	Consumption of fuel oil (l/heat)	After heating		Blowing time (min)	At blowing off		
					[C] (%)	Temp (°C)		[C] (%)	Temp (°C)	Melting condition
T 9016	30	2.58	36.0	1,424	0.20	1,509	8.48	0.05	1,573	Bad
T 9042	//	2.22	37.5	1,440	1.72	1,455	11.05	0.10	1,600	Middle
T 9077	//	2.06	37.0	1,428	2.24	1,390	15.70	0.05	1,630	Good
T 9646	//	1.86	44.0	1,732	2.87	1,371	19.00	0.05	1,715	Good

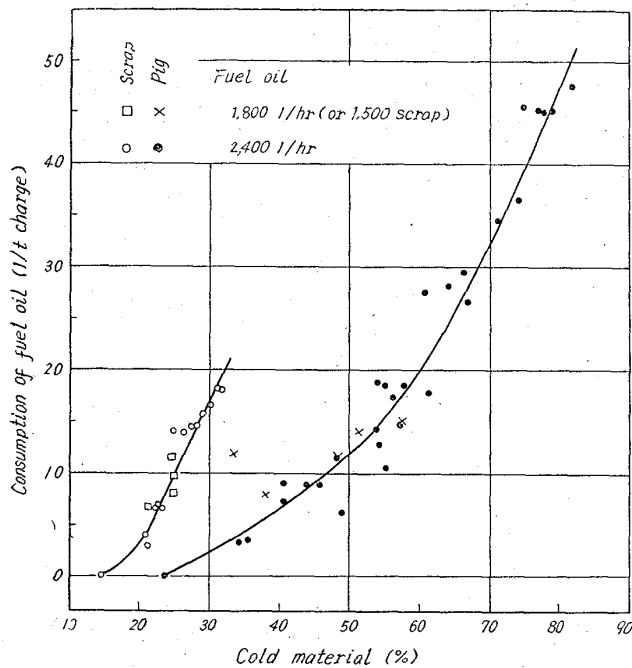


Fig. 1. Relation between cold material and consumption of fuel oil.

加熱後の溶融相の温度は高くなるが、本吹錬時間が短くなって溶け残り現象を起す。冷材配合率が低い場合には溶け残る心配がないので、酸素供給比は重油の完全燃焼に必要な約 $2.1 \text{ Nm}^3/\text{l}$ より大きな値をとることができるが、冷銑配合率が 80% 前後になると、18 分程度の本吹錬時間を確保するためには酸素供給比を $1.8 \sim 1.9$ に下げる必要がある。

IV. 冷材配合率と重油使用量

Fig. 1 は冷材配合率と重油使用量との関係であるが、重油流量としては、1,500 l/hr から、2,800 l/hr まで試験を行なった。

使用した副原料は焼石灰・スケール・ホタル石で、焼石灰とホタル石とは普通チャージと同量使用したが、熱負担を軽くし、かつ、本吹錬時間を確保するために、スケールは冷銑 10% の増加に対して約 150kg ずつ減らした(屑鉄の場合は 10% の増加に対して、スケール約 480kg 減)。

IV-1) 冷銑の加熱

冷銑中の可燃成分が高いほど、重油使用量が少なく済むことはいうまでもないが、そのほかに、冷銑の融解

性や酸素容量の点でも有利である。当所で使用した冷銑の成分は、大略 [C] $4.20 \sim 4.50\%$ 、[Si] $0.50 \sim 0.65\%$ 、[Mn] $0.70 \sim 1.10\%$ 、[P] $0.120 \sim 0.170\%$ 、[S] $0.020 \sim 0.050\%$ で、溶銑は [Si] の下限が 0.40% でやや低い点を除いてはほぼ同一であった。

冷銑配合率が低い場合には短時間の加熱ですむので、重油の燃焼効率がよく、冷材の熱吸収力も強いので、高い熱効率を示している。冷銑配合率が増加するにつれて熱効率は徐々に低下しているが、溶融相が形成され、火焰による酸化反応が始まると熱効率は急激に低下する。溶融相との反応が始まる時期は加熱量や加熱方法によって多少の差はあるが、9~13 分ごろである。したがって、冷銑 55~60% が境にして重油使用量の増加度が大きくなる。

冷銑が 80% 近くになると下部までの伝熱が困難になるので、溶け残りを防ぐために分割加熱を行なった。熱効率の点でも冷たい材料を二度加熱した方が有利であるが、分割量が少なすぎると短時間で溶融するので分割の効果が低い。冷銑 65% 前後は分割加熱を必要とはしないが、一度に加熱するにはやや量が多すぎるので、重油の使用量が高くなっている。

IV-2) 屑鉄の加熱

屑鉄は可燃成分をほとんど含んでいないので、重油使用量が多くなること、酸素供給比を小さくする必要があり、形状が一定していないこと、融点が高いことなど、屑鉄の加熱には冷銑に比べて不利な点が多い。

V. 酸素使用量・時間

Fig. 2 は冷材配合率と酸素使用量との関係である。冷銑の場合には、精錬に要する酸素量がほぼ一定と考えられるので、普通操業からの増加量は重油加熱によるものとみなすことができる。冷銑配合率が低い場合には重油の燃焼効率がよいので、重油 1 l 当りの酸素消費量は大きいですが、冷銑配合率が高くなって溶融相との反応が始まると酸素消費量が小さくなる。したがって、酸素消費量は重油使用量に正比例しない。

Fig. 3 は冷銑を加熱した場合の加熱・吹錬・製鋼時間である。重油流量が一定なので、加熱時間は重油の使用量に比例している。加熱時間が短かくて冷材の酸化が起らない場合の吹錬時間は普通操業と等しいはずであるが、実際には多少長くなる傾向がある。溶融相が生じると加熱中に冷銑の成分が酸化されるので吹錬時間は短くなる。その程度は加熱中の酸素供給比によって変化するが、冷材配合率の高い場合に吹錬時間が短かいと溶け

残りが起るので、18分前後の吹錬時間が確保できるように酸素供給比を調整した。製鋼時間はほぼ加熱時間分だけ延長した。

VI. 重油とコークスとの併用

冷材配合率が高くなると重油加熱時間が長くなるの

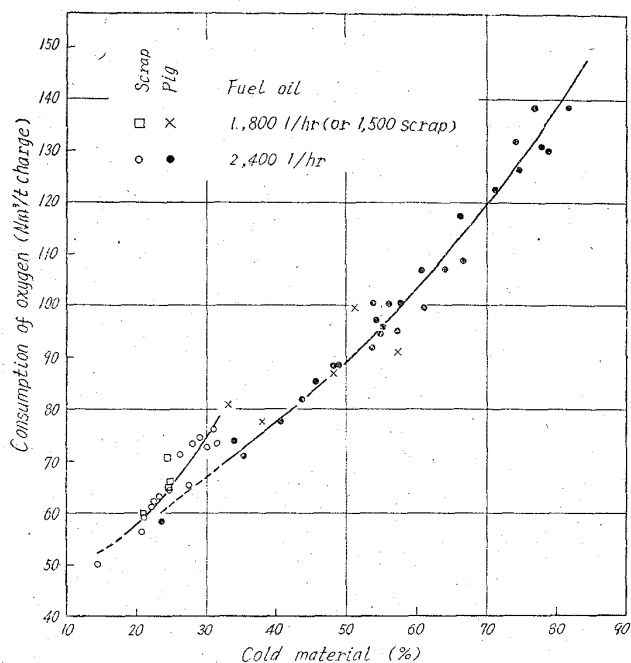


Fig. 2. Relation between cold material and consumption of oxygen.

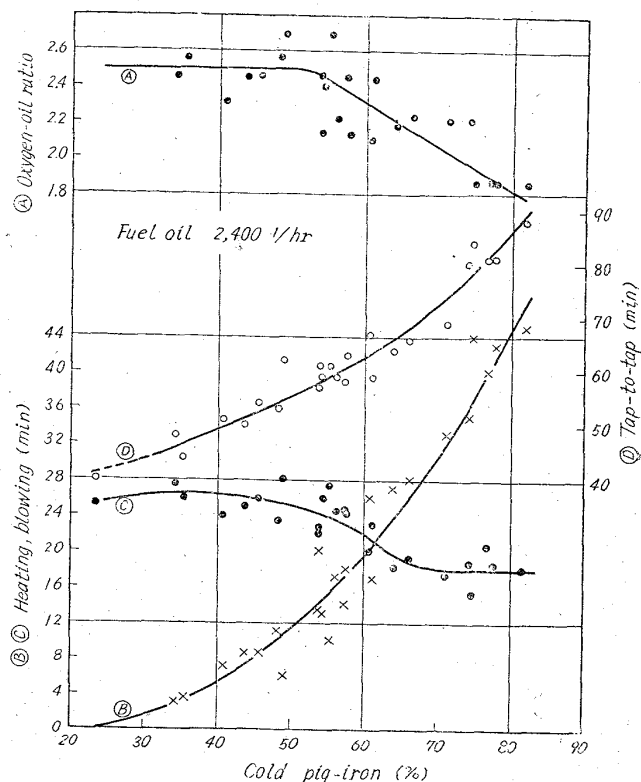


Fig. 3. Change of heating, blowing, and tap-to-tap time by percentage of cold pig-iron.

Table 2. Operatinal data with or without coke addition.

(Fuel oil 2,400 l/h)

Heat No.	Raw materials (kg/heat)			Fluxes (kg/heat)			Fuel		Time (min)		
	Cold pig iron	Hot metal	Total	Burnt lime	Scale	Fluor-spar	Fuel oil (l/heat)	Coke (kg/heat)	Heating	Blowing	Tap to tap
T3980	(10,000) (20,000) 30,000	8,000	38,000	1,610	0	90	(360) (1,448) 1,808	0	(9·00) (36·00) 45·00	18·80	89
T3981	(10,000) (20,000) 30,000	8,000	38,000	1,605	0	55	(352) (1,108) 1,460	(115) (520) 635	(9·00) (28·00) 37·00	23·50	83

Heat No.	Consumption of oxygen (Nm³)			Analysis at blowing off (%)				Temperature at blowing off (°C)	(1)	(2)	(3)
	Heating	Blowing	Total	C	Mn	P	S				
T3980	(796) (2,822) 3,618	1,680	5,298	0·09	0·18	0·022	0·027	1,660	(1·93) (1·84) 1·86	1,220	1·52
T3981	(887) (2,514) 3,401	2,081	5,482	0·09	0·20	0·029	0·031	1,620	(2·14) (2·15) 2·15	1,220	1·64

(1) O₂ (heating)/oil

(2) Increase of cold pig-iron (kg of cold pig-iron/100l of fuel oil)

(3) {O₂ (total)-O₂ (normal blowing without oil)} ÷ Oil

で、これを短縮したいという希望が生れてくる。一方、吹錬時間を確保するためには、酸素供給比を下げ、重油の完全燃焼に必要な理論値よりも小さくしなければならない。しかし、酸素供給比を下げた結果、重油の燃焼が不完全になっているのではないかという疑問も生じたので、重油に対する酸素供給比を上げ、しかも吹錬時間を確保するために、重油以外の補助燃料を添加した。

Table 2 は、補助燃料としてコークスを使用した一例である。コークスの添加量を 600 kg としたのは、酸素供給比を重油の完全燃焼に必要な $2.1 \text{ Nm}^3/\text{l}$ 以上とし、しかも適当な吹錬時間を確保するためである。

重油の燃焼効率を比較検討するため、コークスの燃焼効率を次のように仮定した。すなわち、コークスの燃焼効率は単独で使用した場合と変わらないものとして、コークス 100 kg の冷銑溶解力を 500 kg、酸素消費量を 80 Nm^3 とした²⁾。その結果、重油の酸素消費係数はコークスを添加しない場合の 1.52 から 1.64 に増しているが、重油 100 l 当りの冷銑溶解力は向上していないので、酸素供給比を上げたことによつて、重油の熱効率ないしは燃焼効率が改善されたかどうかは疑問である。しかし、加熱時間が 8 分短縮された結果、生産性が向上し、さらに、酸素容量の増大に伴つて重油の燃焼操作が楽になるので、冷材配合率をさらに高めることができると思う。

VII. 結 言

純酸素転炉の補助燃料として重油を使用し、次の結果を得た。

- 1) 冷銑配合率は最大 82% に達し、20 t の軽装入では全冷銑操業が可能であった。本質的には、普通装入量の全冷銑作業も可能である。
- 2) 屑鉄は冷銑に比べると、加熱作業が難しいので、32% までの実験しか行なつておらず、今後検討を要する問題である。
- 3) コークス併用によつて酸素供給比を上げて、重油の燃焼効率が大幅に改善されるとは考えられないが、生産性が向上するほか、重油の燃焼操作が容易になるので、冷材配合率引上げの可能性はある。
- 4) 作業としては冷銑 50~55% がもつともやりやすく、50% 配合の場合には、約 12 l/t charge の重油を必要とし、酸素使用量は約 30 Nm^3 増加する。製鋼能力率は普通操業の約 73% である。

文 献

- 1) 青山芳正, 他: 鉄と鋼, 49 (1963) 3, p. 395.
- 2) 青山芳正, 他: 鉄と鋼, 48 (1962) 11, p. 1363.
- 3) R. F. RINESCH: Journal of Metals, 14 (1962) 7, p. 497~501.
- 4) B. TRENTINI, et al.: Journal of Metals, 14 (1962) 8, p. 579.
- 5) K. STONE et al.: Iron and Steel Engineer, XL (1963) 6, p. 67.
- 6) L. COOK: Steel and Coal, 187 (1963) 4964, p. 468~470.

(43) 純酸素転炉における低溶銑配合について

住友金属工業, 小倉製鉄所

松永吉之助・古賀 敬造・○中谷 元彦

On Lowering of Hot Metal Ratio in LD Process.

Kichinosuke MATSUNAGA, Keizo KOGA
and Motohiko NAKATANI

I. 緒 言

転炉製鋼法はその精錬過程の本質的な特徴として高溶銑配合が必要であり、通常の操業法においては屑鉄の使用量に制限がある。

屑鉄配合率の限界は、溶銑成分、終点成分並びに必要な出鋼温度などにより異なるが、大体 20~27% 程度で、屑鉄の大量使用については従来いろいろの研究が行なわれてきた。鋼浴から発生する CO ガスを炉内で燃焼させて熱効率を上げる Kaldof 法や Rotor 法の開発もその一つであり、また LD 法においても重油やコークスなどの燃料を使用する方法がいくつか報告されている^{1), 2), 3)}。

当所においても高炉改修時の溶銑不足に対処して、低溶銑配合操業について検討を行なつたが、重油吹込み法では設備にかなりの改造を必要とするので、現有設備で実施できるコークスならびに Fe-Si に添加試験を行なつた。

II. コークス添加試験

(1) 試験方法

純酸素転炉におけるコークスの添加については青山氏など^{2), 3)}の報告があり、その結果を参考として試験を行なつた。

i) 使用コークス

第 1 次試験として高炉用中塊コークスを使用して試験を行なつたが、日常使用を考える場合には需給上の問題があり、市販コークスでは水分が高くかつバラツキも大きいので第 2 次試験として市販コークスによる試験を行ない、あわせて第 1 次試験における問題点の解決を図ることとした。使用コークスの性状は Table 1 に示す通りである。

ii) 冷 却 材

生石灰の滓化促進のためにスケールを 10 kg/t 使用した以外は全部屑鉄を使用した。そのうち自発重量屑は需給バランス上の制限から一定量とし、混鉄率低下による屑鉄量の増加は全部購入 1 級屑を使用した。

iii) 副 原 料

混鉄率が低下した場合も、スラグ量を確保するために生石灰使用量は普通配合の場合と同一量とし、Si の減量分については装入塩基度が 3.5 になるように珪石を装入した。

ただ第 1 次試験ではコークス灰分中の SiO_2 を考慮に入れなかつたため若干のトラブルが見られたので第 2 次試験ではこれを考慮した。螢石は生石灰の滓化状況により、 100 kg/ch を限度として適宜調整使用した。

iv) 対 象 鋼 種

主として 5 t 低炭素リムド鋼を対象として試験を行なつた。出鋼温度は $1610\sim 1620^\circ\text{C}$ 程度である。