

Table 3. Decrease of coke rate in the test period estimated with Table 1.

	June 1 st~15 th	July 1 st~31 th	Difference between base period and test period	Decrease of coke rate estimated with Table 1.
Production (t/day)	1450	1413	- 42	—
Coke rate (kg/t pig)	525	455	- 70	—
Blast temperature (°C)	898	941	+ 43	- 9 kg/t pig
Fuel oil injected (kg/t pig)	48.3	55.2	+ 7	- 7
Metallic charge (kg/t pig)	66	95	+ 29	- 8
Charged sinter ore (%)	42.2	52.5	+10.3	-11
Blast moisture (g/Nm ³)	26.0	19.0	- 7.0	- 5
Blowing rate (coke t/day)	—	—	- 70	-10
Ore oversize (+50mm %)	12.9	0.7	12.2	(-20)
Ore under size (-5mm %)	3.0	3.2	—	—

Fig. 2 に示すように試験期間が短いため、諸対策の切替えをかなり急激に行っている。このため切替えの始めから漸次通風性が悪くなり、特に7月6日から10日までは、棚吊りも多かつたがその後は安定してコークス比も予定通り低下し、試験の末期には、435 kg t となった。この間 ore/coke も通常の 2.85 から 3.28 まで増加し炉頂ガスの CO₂% も 1~1.5% 上昇し鉄石の還元率が上昇したことが認められた。これは同様にソリューションロス炭素の減少からも云いえることである。なお当期間の鉄鉄中 Si% は平均 0.61%、S は 0.40% であった。出銹量は鉄鉄需給の関係から基準期間より若干減少した。

基準期間と試験期間の諸条件の差およびこれを Table 1 の値を用いて解析したものが Table 3 に示されている。この結果から判るように、鉄石の大塊(+50mm)については、Table 1 の値とは多少ことなるが、実際操業上我々の用いている値または文献 2 による値に近くなり、これらを合わせ考えると、この式を用いて操業計画を実際に適用した場合によく適合していることが判る。

VI. 結 言

(i) コークス比におよぼす諸要因の重回帰式を用いて、諸条件を変えた場合の操業計画をたて、実際に適用した。

(ii) 鉄石の整粒、焼結品質改善、複合送風の適用、高風熱の利用等の条件を整備し、あらかじめコークス比を推定し実際操業を行なったところ、ほぼ目標通り 455 kg/t pig のコークス比を達成し、安定した操業を維持できた。

文 献

- 1) 小林, 萩原, 飯塚, 岩田: 鉄と鋼, 10 (1961) 1263~1264
- 2) R. V. FLINT: Blast Furn. & Steel Plant, 50 (1962) 1, p. 47~58

669.162, 267.4, 662, 753.3
(17) 高炉への重油吹込実績について

住友金属工業小倉製鉄所

古賀 強・綿井義雄・○矢部茂慶・野見山寛

Results of Heavy-Oil Injection into the Blast Furnace.

630/7
Tsuyoshi KOGA, Yoshio WATAI,
Shigeyoshi YABE and Hiroshi NOMIYAMA.

2/4~3/6

I. 緒 言

高炉における生産性の向上およびコークス比の低下のため、当所においても自溶性焼結鉄の使用、鉄石 Sizing の強化、調湿操業などを実施してきた。その後羽口よりの各種燃料吹込を検討し、37年2月7日より No. 2 B.F. に重油吹込を開始し更に6月3日より No. 1 B.F. においても吹込を開始した。今回は No. 2 B.F. の約9ヶ月の実績に基いて、重油吹込の効果を出銹量を目眼に検討したので報告する。

II. 重油吹込設備

No. 2 B.F. は内容積 752m³、炉床径 6000mm、羽口数 14 本で、33年1月吹入れ以来、製鋼用銹を吹製している。No. 2 B.F. における重油吹込系統図を Fig. 1 に示す。タンク(1000 t × 1) 内重油を圧送ポンプ (12kl/h × 2) で、高炉作業床に圧送しヒーター(4kl/h × 1) で 90~110°C に昇温して、各羽口 (出銹口上部 2 本を除く 12 本) より炉内に吹込む設備である。この設備には、重油温度、重油送風比率、重油流量の各自動制御回路があり、次のごとき警報によつて本管および支管の遮断弁が閉止する。

1. 送風圧力上下限,
2. 重油本管圧力上下限,
3. 重油送風比率上下限,
4. 操作用空気源下限,
5. ポンプ電源停止,
6. 各羽口重油圧力異常,
7. 計器電源停止.

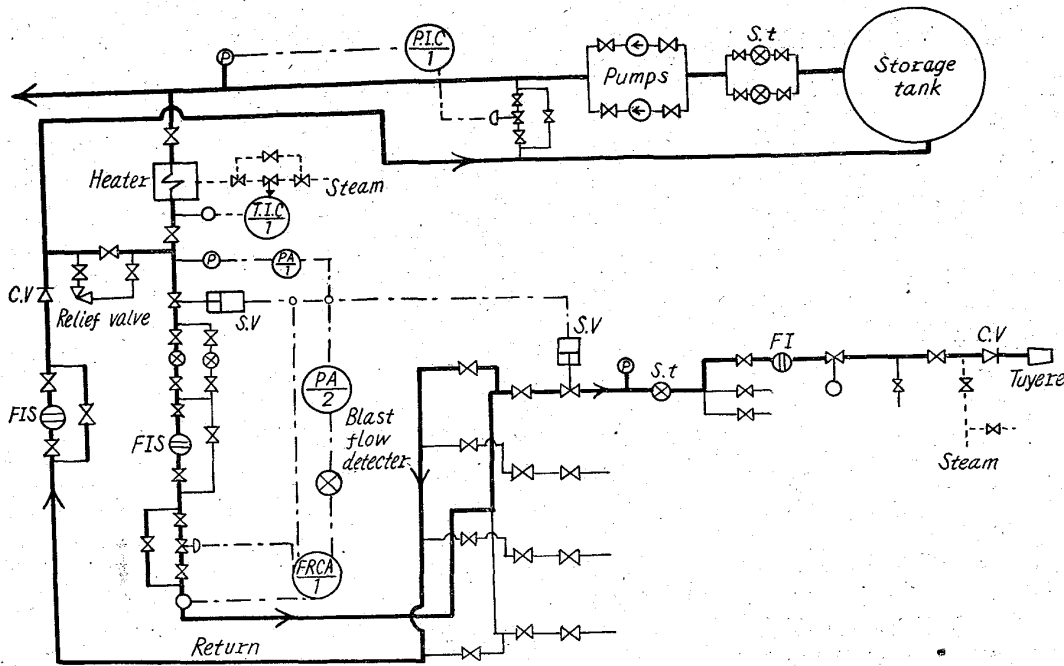
当所における重油吹込方式は、ステンレスパイプ埋込みの特殊羽口による方式を採用しており、バーナーチップは 4~6mm φ で、ネジ込み後溶接して使用している。Fig. 2 に重油吹込羽口を示す。

III. 重油使用量と出銹量の関係

出銹量に影響をおよぼす要因と考えられるものの中から次の 6 要因を選んで解析を行った。

- a. 出銹量(t/d)……休風時間、および焼結使用割合、鉄石平均鉄分、鉄石平均還元率、コークス灰分、メタリック使用量を同一基準に補正した補正出銹量。
- b. コークス比 (kg/p. t) ……装入物による補正を行った値。
- c. 重油使用量 (kg/p. t)
- d. 送風量 (m³/mn)
- e. 送風温度 (°C)
- f. 鉄鉄中 Si (%)

上記各要因に関する出銹量との偏相関係数の有意性を検定した結果 Si% 以外はいずれも危険率 5% 以下で有意であることが認められた。偏相関係数は次のごと



PIC: Pressure indicator and controller. TIC: Temp. indicator and controller.
 FRCA: Flow recorder and ratio controller and alarmer. PA1: Oil-pressure alarmer.
 PA2: Blast-pressure alarmer. FI: Flow-meter. SV: Shut-off valve CV: Check valve
 St: Strainer P: Pressure gauge.

Fig. 1. Heavy-oil injection system.

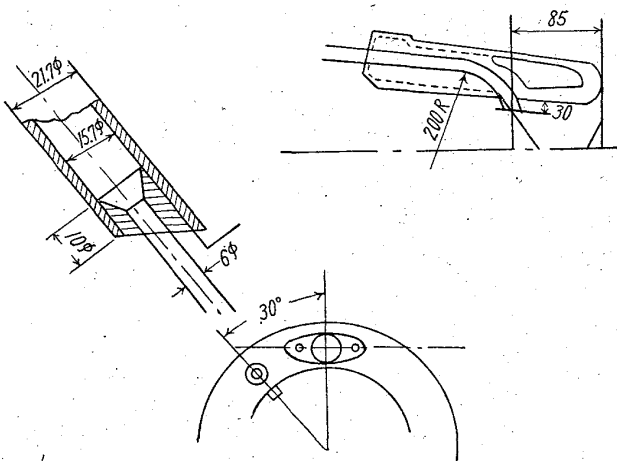


Fig. 2. Heavy-oil injection tuyere.

くである。

- 出鉄量と重油量 : -0.495^*
- 出鉄量と送風量 : 0.793^{**}
- 出鉄量と送風温度 : 0.546^*
- 出鉄量とコークス比 : -0.454^*
- 出鉄量と Si% : -0.180

なお、回帰方程式は、次のごとくである。

$$[\text{出鉄量}] = -0.5169[\text{コークス比}] - 1.2432$$

$$[\text{重油量}] + 1.0878[\text{送風量}] + 0.3022[\text{送風温度}]$$

$$- 34.3824[\text{Si}\%] - 146.3017$$

解析結果より見ると出鉄量は重油使用量の増加と共に減少する傾向にあるが、この原因として考えられるものは次のごとくである。

- a. 重油吹込による装入物降下の遅滞の問題
- b. 重油吹込により発生する還元ガスの利用率の問題
- c. 重油吹込による炉内直接還元率の変化の問題
- d. 重油の完全燃焼の問題

e. 熱補償の問題
 現在までの所重油吹込によつてFig. 3に示すごとく装入物降下時間が遅くなり間接還元率が増加して、熱補償は殆んど不要と言えるような状態である。間接還元率の増加はsolution lossの減少によつても推定できると思われる。一方、重油吹込時におけるore/cokeの増加は原則として装入base cokeを減ずる方法を採用してきたが、その結果、装入回数が減少し、出鉄量減少の傾向がみられた。従つて、出鉄減を防ぐ為には送風量の増加、または酸素

富化によつて、羽口前のコークス燃焼量を増加させてtraveling timeを確保することが必要である。もしそのようになるならば、重油吹込によつてboshガス量が増加している上に更にガス量が増加することになるわけで装入物の粒度条件が一定ならば当然風圧の上昇が考えられる。従つて装入物の粒度あるいは、コークスの層厚などが問題となつてくる。またtraveling timeを重油吹込前と同一にした場合には当然熱補償が問題になると思われる。このように考えた場合、重油吹込操業時において出鉄量の増加をねらうためには当然なことながら送風量の増加よりも、酸素富化を行つて羽口前のコークス

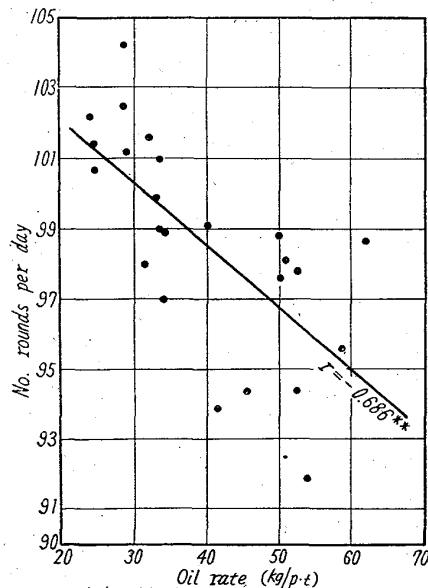


Fig. 3. Relations between the oil rate and No. of rounds per day.

燃焼量を増加し traveling time を早める方法を採るのが最良だと考えられる。

なお、当所の重油吹込量は 50 kg / p.t 前後と比較的少いが現在まで吹込設備および高炉付帯設備におけるトラブルは発生していない。しかし 60 kg / p.t 以上の多量吹込を実施する場合には、重油の完全燃焼などが問題になると思われるので、多量吹込時の操業諸元と共に、更に検討を加える考えである。

IV. 結 言

当所 No.2 B.F. における重油吹込操業実績を検討した結果次のことが言えると思う。

- 1. 重油吹込量の増加に従って出銹量、コークス比共に低下する傾向にある。
- 2. 重油吹込操業時において、出銹量の増加を目的とする場合には、送風圧力の許す範囲内で増風または、酸素富化を行う方法が良さそうである。
- 3. 重油吹込による付帯設備のトラブルは現在の所、発生していない。
- 4. 今後は重油多量吹込方法の検討と、その場合の操業諸元とについて、更に詳細な検討をする考えである。

669.162.26 = 662.749.2.012.23

(18) 溶鋳炉操業におけるコークス比についての理論的考察

(溶鋳炉操業の改良に関する研究 - I)

住友金属工業、中央技術研究所 630/8
工博 下川義雄・工博○中谷文忠・向井哲也

Theoretical Consideration on Coke Ratio of the Blast Furnace Operation.

(Studies for the improvement in blast furnace practice - I)

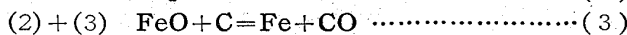
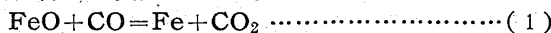
Dr. Yoshio SHIMOKAWA, 316~319
Dr. Fumitada NAKATANI and Tetsuya MUKAI.

I. 緒 言

特に我が国においては溶鋳炉操業におけるコークス比低減について非常な努力を傾注し、現時の近代的溶鋳炉においては 500~550 kg / t pig で安定操業を行い得るようになった。このコークス比に対する理論的取扱いについては従来数個の論文が発表されているが何れも完全とはいえず従って著者などは以下述べるごとく平衡論的考察および熱 balance の面より溶鋳炉が理想的に操業せられたときの極限のコークス比についての理論的解析を行い以て溶鋳炉操業改良の一助としたい。

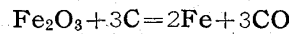
II. 直接還元と間接還元

酸化鉄を金属鉄まで還元させる場合 CO ガスにより酸化鉄中の酸素を奪う還元反応を間接還元と称し、固体炭素によつての還元反応を直接還元と称する。なおこの他に直接還元には、間接還元といわれる carbon solution 反応を組合せた次式によるものがある。例えば

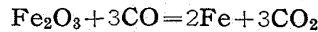


すなわち (3) 式は文字通りの直接還元と全く同じものであり、従って溶鋳炉内で起つた直接還元を文字通りの

直接還元と carbon solution による直接還元とに区別して示すことは現在の所できないようである。また間接還元には関分気相には容量変化はないが、直接還元の場合には反応の前後に容量の変化があり、また thermo chemical data より見ると間接還元は発熱、直接還元は吸熱である。



ΔH₂₉₈ = 116,000 cal (4)

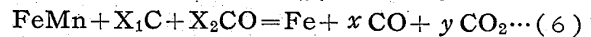


ΔH₂₉₈ = -7750 cal (5)

直接還元の際は (3) 式より、C 1 gram atom について鉄石中の O₂ を 1 gram atom 奪うことができるが、間接還元の際には気相の平衡組成のために CO 1 mol (CO 1 mol は C 1 gram atom の燃焼にて生ず) について鉄石中の O₂ を 1 gram atom 奪い得ずこれよりも小である。ゆえに carbon balance のみより見れば直接還元の方がコークス比が少くて良いことになる。しかしながら (4) 式に示すように直接還元は非常な吸熱反応であり、従って直接還元割合が増加してくればこの吸熱反応に見合う熱量および溶融鉄、溶融滓までに要する顕熱の和に相等する寸コークスを羽口前で燃焼させねばならない。従つてもし直接還元割合を増加させればこの羽口前の燃焼に要する carbon 量が増大しコークス比としては上昇する可能性があり、他方間接還元率を増加させれば平衡論的に見た carbon balance に要する C 量が順次増大し結果としては、コークス比が上昇する可能性がある。従つてもし操業条件が一定ならば当然所要コークス量を最低ならしめる最適の直接還元率、間接還元率の割合が決定せられるはずである。

III. Carbon balance より見た Carbon ratio (Coke ratio)

溶鋳炉内においては次式が成立している。



児玉惟孝らによれば直接還元率 D.R. 所要 carbon 量は (7) (8) 式および (9) 式で示される。

D.R. = X₁ / n(y + x - X₂) / n
= (y + x - X₂) / (2y + x - X₂) (7)

ここで

y / x = CO₂ / CO = b, X₂ = an とおけば (7) 式は

D.R. = (b + 1 - ab) / (2b + 1) (8)

また所要 carbon 量 gram atom / gram atom

Fe = X₁ + X₂ = n(D.R. + a) (9)

(6)~(9) 式は児玉の提出せられた式であるがこれらを少し変形し炉頂 gas 比 CO / CO₂ = γ とすれば b = 1 / γ となり

D.R. = (1 + γ - a) / 2γ (10)

a = (1 - D.R.) γ + (1 - 2 · D.R.) (11)

X₁ + X₂ = n{(1 - D.R.) γ + (1 - D.R.)} (12)

= n(1 + γ)(1 - D.R.) (13)

ここで鉄石を純 Fe₂O₃ とし、すなわち n = 1.5 として (12) 式に従つて所要 C 量を計算し、この値を C kg / t pig に換算し、この値を縦軸にとり横軸に炉頂 gas 比 γ をとつて図示したものが Fig. 1 の方射状の直線群であり、また (13) 式に従つて γ = 一定のときの所要 C 量と直接還元率との関係を図示したものが Fig. 2 の直線群