

部に問題があるようである。スリップの場合は CO<sub>2</sub> の変化によつて明瞭に判断出来るがタイムラグの少い計器でなければ予知できない。棚の場合 CO<sub>2</sub> の変化のみでは、その予測をすることが困難であるが総合判断を伴えばかなり正確な推定を下すことができる。炉況冷え込みおよび回復の場合はかなり早くから炉頂ガス成分に現われるから合理的な処置を講ずれば極端な炉況不調および over action を避けることができる。

以上 CO<sub>2</sub> の変化により定性的な判断を行なつたが、今後さらに資料を揃え、他計器との関連性その他種々な関係を調査し、もつと定量的な判断を行ないたい。

### (41) コークス比を支配する諸因子について

#### Studies on Coke Ratio Effected by the Blast Furnace Operating-Rate and other Factors

T. Kitagawa, et alii.

富士製鉄, 釜石製鉄所製鉄部

○喜多川 武・太田 奨・管理部 穂坂有郎

#### I. 緒 言

コークス比を支配する諸因子の影響については今までも数多くの検討が重ねられて来たが、作用因子数が非常に多いのと相互に共働作用をすることがあるため、各々の因子の単独の効果を操業実績から把握して普遍的な結論を出すのは困難であつた。本報告では第一に熔鉱炉の鉄 t 当り消費熱量が出鉄量によつて大きく左右されることから操業度がコークス比に最も大きい影響を与えるであろうことを予測し次に市況により出鉄量が種々変化した釜石第 10 高炉の平炉鉄吹製操業実績から統計的にその相互関係を明らかにした。最後に熔鉱炉での消費熱量と発生熱量の代表的要因として鉱石中平均鉄分とコークス灰分とをとりあげ、コークス比に対する影響を検討した。この場合操業度による影響をなくした修正コークス比と言う特性値を導入したため鉄分と灰分の影響度についてほぼ妥当性のある結果をうる事が出来た。

#### II. 熱的予備検討

熔鉱炉において消費される熱量が操業度によりいかに変化するかを検討すれば、熱機関として見た熔鉱炉の一つの大きな熱的特性が把握できると同時に、コークス比と操業度との関係も推定できる。この目的で釜石製鉄所の熔鉱炉の熱精算から炉内での全消費熱量を操業度によつて検討した。熱精算の計算方式は鉄鋼協会熱経済委員

会で決められた第 2 法によつたものである。

一日に消費される熱量を  $Q$  (Kcal/day), 出鉄量を  $P$  (t/day) とした時,  $Q$  と  $P$  との関係は

$$Q = ap + b \dots (1) \quad (b > 0) \text{ となる事がわかつた.}$$

こゝで  $a$  は比例常数であり,  $b$  は出鉄量と無関係な量である。(なおこの関係については講演会場にて揭示する)

(1) 式の両辺を  $p$  で割れば

$$Q/p = a + b/p, \text{ ゆえに } (Q/p - a) = b/p \dots (2)$$

$Q/p$  と  $p$  は双曲線的関係となる。(関係図表は会場にて揭示) しかるに  $Q/p$  と, コークス比は比例すべき性質のものであるからコークス比と出鉄量とは二次曲線的関係にあることが熱的解析から明らかにされた。

#### III. コークス比におよぼす操業度の影響

釜石製鉄所第 10 高炉における  $S_{27.1}$  より  $S_{31.1}$  までの平炉用鉄吹製期間につきそれぞれの要因について旬間平均を採用した。(  $N=88$  である)

第 10 高炉はたまたま好況と不況の波にその一代がまたがつているので、生産量は 500 t/day から 900 t/day まで変化している。しかもコークス比は生産量により大巾に変動するので先ず生産量とコークス比との関係について曲線回帰の分析を行なつた。

$Y$ : コークス比 (ton coke/ton pig)

$X_1$ : 出鉄量, とすれば求められた曲線回帰方程式は  $Y_N = 1.757 - 2.57 \times 10^{-3} X_1 + 1.50 \times 10^{-6} X_1^2 \dots (3)$  である。

Table 1 に直線回帰の分散分析表を Table 2 に曲線回帰の分散分析表を示す。

Table 1. 直線回帰の分散分析表

要因	自乗和 S.S.	自由度 d. f.	平均二乗和 mS	F
回帰による SR'	175.513	1	175.513	99.18**
回帰からの SE'	152.205	86	1.7698	
計	327.718	87		

Table 2. 曲線回帰の分散分析表

要因	自乗和 S. S.	自由度 d. f.	平均二乗和 mS	F
回帰による SR	206.825	2	103.412	72.72**
回帰からの SE	120.893	85	1.422	
計	327.718	87		

$$F_{80}^1(0.01) = 6.96. \quad F_{80}^2(0.01) = 4.88$$

SR と SR' との差  $206.825 - 175.513 = 31.312$

$SR - SR' / SE' = 31.312 / 1.770 = 22.01^{**}$

すなわちコークス比と出鉄量との間には曲線的な関係があり、生産量が減少すれば、コークス比は急に増加することがわかる。

IV. コークス比におよぼす灰分、鉄分の影響

出鉄量 ( $X_1$ ) が  $x_1$  のときコークス比は第 (3) 式から  $Y_N = 1.757 - 2.57 \times 10^{-3}x_1 + 1.50 \times 10^{-6}(x_1)^2$  と推定できる。このとき実績でのコークス比が  $Y_i$  であつたとすれば  $\Delta Y = Y_i - Y_N \dots (4)$  は出鉄量以外の要因により左右されているものと考えられる。この要因としてコークス灰分 ( $X_2$ ) と鉱石平均鉄分 ( $X_3$ ) を採用して修正コークス比  $\Delta Y$  との重相関分析、偏相関分析を行なつた結果

$$\Delta Y = 0.016X_2 - 0.011X_3 + 0.46563 \dots (5)$$

なる重回帰方程式をえた。

重相関係数  $r_{\Delta Y \cdot X_2 \cdot X_3} = 0.52^{**}$

偏相関係数  $r_{\Delta Y \cdot X_2 \cdot X_3} = 0.41^{**}$

$r_{\Delta Y \cdot X_3 \cdot X_2} = 0.24^*$

でいづれも有意である。

したがつてコークス灰分、Fe%，生産量とコークス比との関係は (3) (4) (5) 式から

$$Y = 2.223 - 2.57 \times 10^{-3}X_1 + 1.50 \times 10^{-6}X_1^2 + 0.016X_2 - 0.011X_3 \dots (6)$$

となる。コークス比におよぼすコークス灰分、鉱石中 Fe% の影響を Fig. 1, Fig. 2 に示した。

V. 考 察

(1) コークス比と出鉄量との関係

不況時より操業度を漸次増加して行つた場合コークス比が二次曲線的に低下する様子は Fig. 1, Fig. 2 からうかがわれる。ところが好況時の操業状況では出鉄量の増加は逆にコークス比を上昇させる傾向にある。これは迅速操業に移るためシャフト部の熱交換、ガス還元が低下して、コークス比を逆に高める作用をしているものと考えられる。

したがつて釜石製鉄所第 10 高炉の経済的操業度は 800~850 t/day と推定される。

(2) コークス比とコークス灰分の関係

コークス比が 0.700 のとき灰分 1% の上昇によるコークス比の上昇を固定炭素の減少のみから計算すれば、0.007 となる。しかるに上で求めた結果は灰分 1% の増加によりコークス比が 0.016 上昇することを示している。すなわち影響度が 2 倍以上となつている。これはコークス灰分の上昇により、所要石灰石量が増加し、CO/

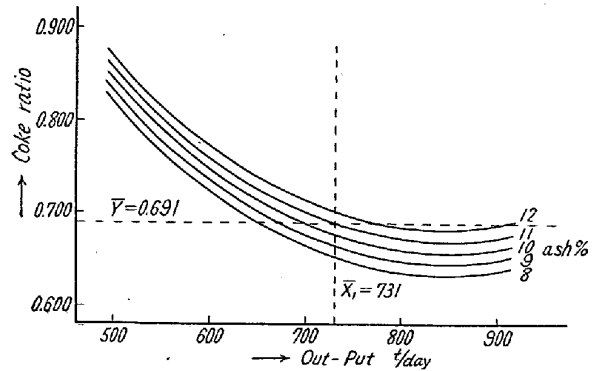


Fig. 1. Relation between coke-ratio and out-put, under various coke ash contents.

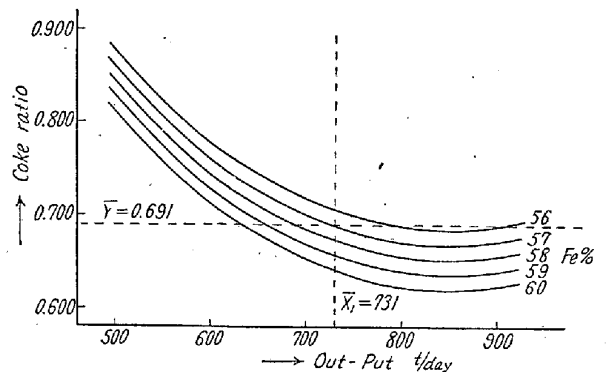


Fig. 2. Relation between coke-ratio and out-put, under various average Fe% in ores.

CO<sub>2</sub> が上り、鉱滓比が高くなつて、これらが共働してこのような結果が得られたものと想像される。(これらの各要因間の相関性については会場にて掲示する) 従来コークス比におよぼすコークス灰分の影響については灰分 1% の増減がコークス比に 2 倍以上の影響度をあたえると言われるが、以上の結果とよく一致している。

(3) コークス比と鉱石平均鉄分の関係

鉱石中 Fe% が 1% 増加すればコークス比は 0.011 になるという結果がえられたが、coke consumption が一定の場合鉄分 1% の増加による出鉄量の増加に伴うコークス比の減少を計算すれば 0.012 となり、解析結果と計算結果がよく一致している。(勿論この時も鉄分上昇の熱的負荷増加と岩石成分減少による所要熱量の低下が相殺されると考えられる)

VI. 結 言

以上コークス比を左右する諸要因の中で主役を果たしていると考えられる生産量、コークス灰分、鉱石中鉄分の影響を統計的に解析すると同時に熱量的解析、冶金計算から一応の考察を行なつた。その結果を要約すると、

- (1) コークス比は生産量により大巾に変動をうける

が、その様相は二次曲線的なものである。

(2) 出銑量がほぼ一定しておれば、コークス灰分 1% の増加によりコークス比が 0.016 高くなる。

(3) 鉍石中の Fe% が 1% 上昇すればコークス比が 0.011 低くなる。

### (42) 熔銑鋼の蓋付効果について

#### Effect of the Closed Top Pig Ladle

K. Morita, et alii

八幡製鉄所, 管理局第三部

工博 設楽正雄・岡田芳太郎・○森田一人

#### I. 緒言

最近当所の製銑工場における熔銑鍋はほとんど蓋を取付けて使用している。今回この効果について調査したが先ず熔銑温度は immersion pyrometer で測温しこれに理論的検討を加え、また鍋付量あるいは鍋修理状況等は長期の実績を基に計算を行い有蓋、無蓋熔銑鍋の効果の比較を行なった。

#### II. 調査概要

i) 有蓋、無蓋熔銑鍋とも新鍋から測定を始め、熔銑温度は鍋に熔銑注入後 immersion pyrometer で表面より 500mm の深さを測定した。

ii) 空鍋時の内壁温度は出銑前に鍋底を C.A 熱電対 外壁温度は水銀温度計にて測温し参考資料とした。

iii) 上記の結果に Schmidt の作図法から各壁の温度を求め煉瓦の蓄熱量、熔銑表面からの放散熱、あるいは外周壁からの放散熱等を計算し理論的検討を加えた。

iv) 鍋付量、鍋修理状況等は別に長期の実績から求め計算し比較した。

#### III. 調査結果

i) 熔銑温度、空鍋温度の降下状況の比較

a. 熔銑注入始から混銑炉迄(約 100 分経過後)の温度降下は定常状態において有蓋鍋 88°C, 無蓋鍋 107°C であり有蓋鍋は 19°C 温度降下が小である。これは Fig. 1 に示

すごとく実測値と計算値は比較的よく合致している。

b. この差 19°C の大半は注入始から 30 分まで (30 分迄に 11°C) にあり、すなわち無蓋鍋は 30 分までに鍋の蓋熱量、熔銑表面からの放散熱がいちじるしい。勿論 30 分以後も前者の程でもないが損失熱量は無蓋鍋が大である。

c. 熔銑排出後次の出銑まで (100 分後) の空鍋の内 壁温度を Fig. 2 に示すが有蓋鍋は 720°C, 無蓋鍋は 420°C まで低下する。

有蓋鍋は放散熱が小なるため 300°C 高温でありこれが前述の蓄熱量の差となり、したがって鍋付量、そして修理状況等に影響してくることが考えられる。

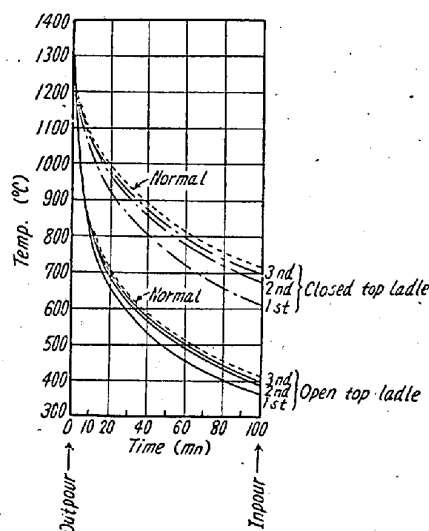


Fig. 2. Reduction of inside wall temperature (at empty ladle)

ii) 鍋付量および修理状況

Table 1. Circumstances of repair of pig ladle.

Plant	Kind of ladle	Number of ladle repair	Using times	Ladle life	Skull (t)	Used quantity of brick (t)
H	open	154	4763	31	475.5	133.3
	closed	35	3239	93	29.2	31.8
K	open	139	1878	14	342.4	70.7
	closed	33	1248	38	44.2	24.8

\* Used method of ladle

H. plant...Used to all blast furnace

K. plant...Set to each furnace

a. 有蓋鍋 1 カ当りの使用回数は平均、H 工場 93 回 K 工場 38 回無蓋鍋は H 工場 31 回、K 工場 14 回で有蓋、無蓋鍋の差は可成りある。H 工場と K 工場は鍋の使用方法が異なるため比較はできない。

b. 鍋付量は使用 1 回当り平均で有蓋鍋は H 工場約 9

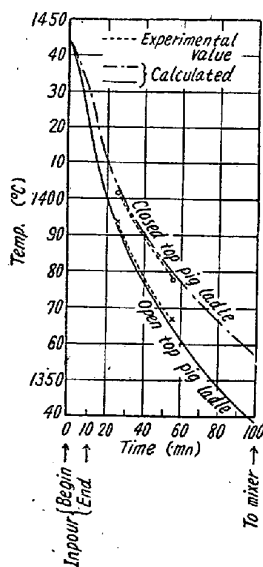


Fig. 1. Reduction of molten pig temperature (at normal state)