

Fig. 3. Relation between slag basicity and viscosity.
(Endell's eq: $\eta = 4 \cdot 9 / (R - 0 \cdot 45)$)

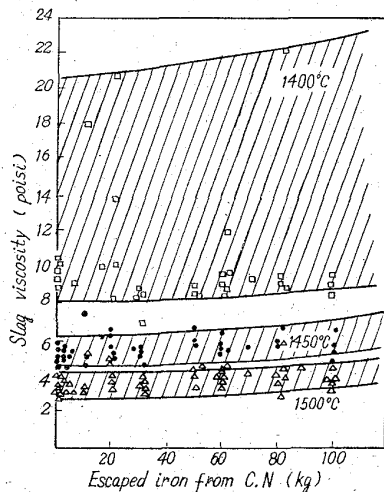


Fig. 4. Relation between slag viscosity and escaped iron from C.N.

と云える。

ENDELL, BEHRENDT などによれば、高炉滓組成範囲における粘度が 1450~1500°C の出滓温度で 5~8 ポアズであれば安定した高炉操作を行なうのに充分であるとしている。室蘭の高炉滓の場合、いずれも 8 ポアズ以下にあることから高炉操作を行なうためにはほぼ妥当な値であると考えられる。

V. 高炉滓粘度と流銑量

高炉滓組成(塩基度)からくる粘度が高ければ、当然流銑を起しやすくなることは言うまでもないが、採取した高炉滓粘度の測定結果では ENDELL らのデータと比べても充分低く、このために流銑が起きているとは考えられない。しかし高炉滓中に Ti 化合物が含まれている場合、これが還元されて低級酸化物となり高炉滓粘度を異常に高くすることも考えられる。

したがって、流銑を伴ったときの高炉滓について測定した粘度とその時に流出した流銑量との関係を求めてみた結果、Fig. 4 のようになり、流銑時における高炉滓粘度は流銑量の増加にもかかわらず殆んど高くならなかつた。これらの測定結果から考えると、現在起きている流

銑現象と高炉滓粘度とは無関係であると云える。

しかし本実験で使用した高炉滓試料は一度炉外に出て大気中の酸素に接しているのだから高炉内での高炉滓粘度をそのまま示しているとは云えない。

この点を確認するために、TiO₂ 1% 配合した合成高炉滓について溶滓と接して酸化、還元およびマルゴン雰囲気の影響を調べた結果、CO ガスを直接溶滓中に吹込んで行なつた強還元雰囲気での高炉滓粘度はアルゴンおよび酸化雰囲気と比べてかなり高くなる事が解かつた。

これから、同様に高炉滓についてもアルゴンガスおよび CO ガスによる強還元雰囲気での粘度を測定した結果、CO ガスでの高炉滓粘度はやはりアルゴンガスの場合に比べて高くなつたが、この粘度の高くなる割合は流銑量の多少にかかわらずいずれも同様であつた。

したがって現在起きている室蘭第 4 高炉の流銑現象はチタンを含む高炉滓粘度の異常な上昇によるものではないと考えられる。

VI. 結 言

室蘭第 4 高炉で現在起きている流銑現象と高炉滓粘度との関係を検討した結果、高炉滓粘度はいずれも出滓温度範囲で 8 ポアズ以下の低い粘度を示し粘度と流銑量の間には相関をみる事が出来なかつた。

したがって現在起きている流銑現象が特に高炉滓粘度の異常な上昇によるものであることは考えられない。

669, 162, 266, 42, 669, 162, 228, 3
(17) 流銑現象を伴う送風圧の過大について 63207

(室蘭第 4 高炉における流銑現象について—II)

富士製鉄広畑製鉄所技術管理部 森 永 孝 三

” 室蘭製鉄所研究所 1270~1292

工博 城本義光・恵藤文二・奥野嘉雄

About High Blast Pressure with the Phenomenon of Escaped Iron from Cinder Notch.

(About escaped iron from cinder notch of Muroran No.4 blast furnace— I)

Kozō MORINAGA, Dr. Yoshimitsu JŌMOTO,
Bunji ETŌ and Yoshio OKUNO.

I. 緒 言

第 1 報で述べたように、現在室蘭第 4 高炉で起きている流銑現象は高炉滓粘度の異常な上昇によるものでないことが明らかになつたが、一方この現象は送風圧が高くなると共に概して多くなる傾向を示している。

一般に高炉において送風圧が高くなるのは、高炉内における空隙率の悪化に伴う通気抵抗の増大によるものであると考えられるので筆者らは室蘭第 4 高炉について高炉装入物の通気性の難易を表わす通気抵抗指数を求め、これから 4 高炉の通気性と流銑現象とが如何なる関係にあるかを検討し、流銑現象の機構について考察した。

またこれから高炉内での通気性を害する主な要因であるとされる装入物、特に、焼結鉄の粒度分布が高炉

装入物の空隙率におよぼす影響を調べ、風圧をさげ風量を増加させるための改善すべき焼結鉄の粒度分布を求めてみた。

II. 流銑現象と通気抵抗指数

Sabri Ergun は高炉を1種の充填塔と考え、充填層における圧損失の式を変形して実際の高炉に適用出来る式を提出している。即ち、

$$P_i^2 - P_e^2 = F \cdot (T_L/273) \cdot (L^3/V^2) \cdot Q_0^2 \dots (1)$$

ここで

$$F = 1.961 \times 10^2 \cdot (1/g_c) \cdot (1 - \epsilon_0/\epsilon_0^3) \cdot (\rho_0/\bar{D}_p)$$

なお、 P_i は送風圧 (kg/m^2)、 P_e は炉頂圧 (kg/m^2)、 T_L は炉内平均ガス温度 (K°)、 L は実効高さ (m)、 V は実効内容積 (m^3)、 Q_0 は送風量 (Nm^3/mn)、 F は通気抵抗指数、 ϵ_0 は高炉々内平均空隙率、 ρ_0 は大気密度 (kg/m^3)、 \bar{D}_p は装入物平均粒度 (m) を示す。

この式から通気抵抗指数を求めることにより、炉内における単位容積当りの通気性を明らかにすることが出来る。

上式を用いて、室蘭第4高炉について操業データから通気抵抗指数を求め、これと流銑比との関係をプロットした結果、Fig. 1 のようになり、出滓口からの流銑はやはり通気抵抗指数の増加、即ち高炉々内の通気性の悪化と共に多くなる傾向に有ることが分る。

炉内の通気性が悪くなると流銑が起りやすくなる現象については、高い風圧を有する熱風そのものによつて溶銑が出滓口から押し出されるためではなく、風量、風圧の変化に伴うレースウェイの長さ、逆に云えば炉芯の大きさが大きく影響しているものと考えられる。

すなわち、通気抵抗が低く風が通りやすい場合には、羽口先のレースウェイがよく発達して炉芯を収縮させるが、通気抵抗が大きく風が通りにくい場合には、レースウェイが縮少して上向きとなり炉芯は成長してくる。

その結果、次のような理由によつて流銑を起す可能性が強くなるものと考えられる。

- (1) 溶滓、溶銑の流れ込むスペースが狭くなることによつて湯面が高くなり、溢流する確率が高くなる。
- (2) レースウェイの縮少により、燃焼帯は局部的に

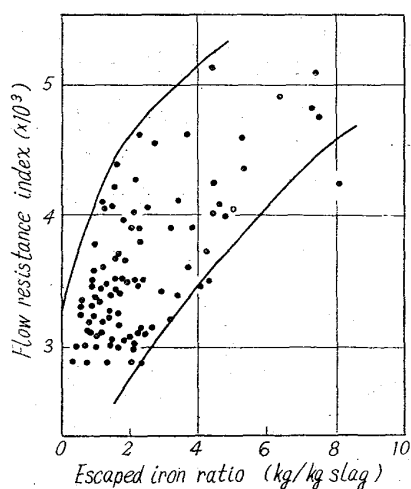


Fig. 1. Relation between escaped iron ratio and flow resistance index.

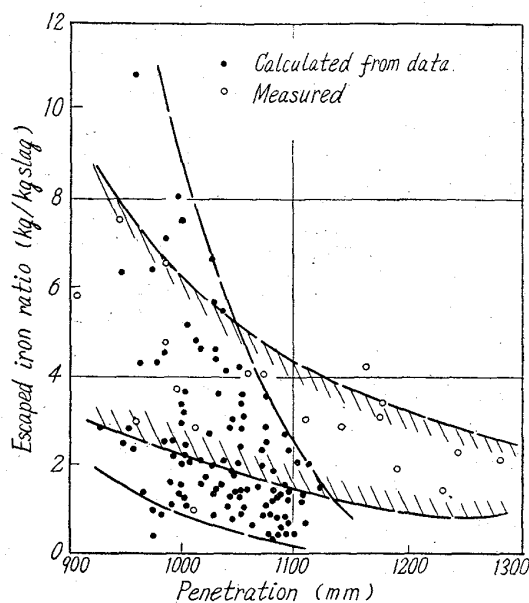


Fig. 2. Relation between escaped iron ratio and penetration.

高温となる。このため炉芯をとりまく燃焼帯および燃焼帯間の温度分布は不均一となり、局部的に粘度の高い溶滓部分が出てくる。

今、レースウェイの長さについて、実際に測定したデータ、あるいは実験式から求めたものを流銑比とプロットしてみると Fig. 2 のようになり、レースウェイが短くなるにつれて流銑の起る確率が高くなっていることがわかる。したがつてこれから炉内の通気性を改善してレースウェイの拡大をはかれば、炉芯を縮少して流銑を減ずることが出来るものと考えられる。

III. 高炉々内における通気性の改善

室蘭第4高炉においては使用鉄原料の70%近くが焼結鉄によつて占められているので、通気性が悪く風圧が高くなる主な要因は装入物のうち、特に細粒部を占めている焼結鉄の粒度構成が大きく影響しているものと考えられる。

したがつて焼結鉄の粒度分布がシャフト部における高炉装入物の空隙率にどれほどの影響を与えているかを実験によつて求め、流銑を減ずるために必要な改善すべき焼結鉄の粒度分布を求めてみた。

始めに、高炉装入物中焼結鉄の粒度分布を変えて高炉装入物の空隙率との関係を実験的に求め、これから求めた装入物の空隙率が高炉シャフト部の空隙率にほぼ等しいとして高炉シャフト部での空隙率を予測した。

次に、この高炉シャフト部の空隙率と高炉々内平均空隙率 (ϵ_0) (Ergun の式より求める。) との関係を見ると Fig. 3 のようになり、これらの間に有意な相関々係があることが分かつた。これを用いれば装入物の空隙率から炉内平均空隙率を予想することが出来る。

したがつて、これらの焼結鉄粒度分布(炉前)一高炉シャフト部空隙率一高炉々内平均空隙率との関係、さらには Ergun の式の高炉々内平均空隙率と通気抵抗指数との関係を利用すれば、流銑を低く押えるために必要な通

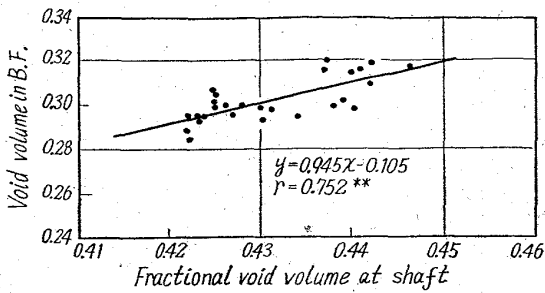


Fig. 3. Relation between void volume in B.F. and fractional void volume at shaft.

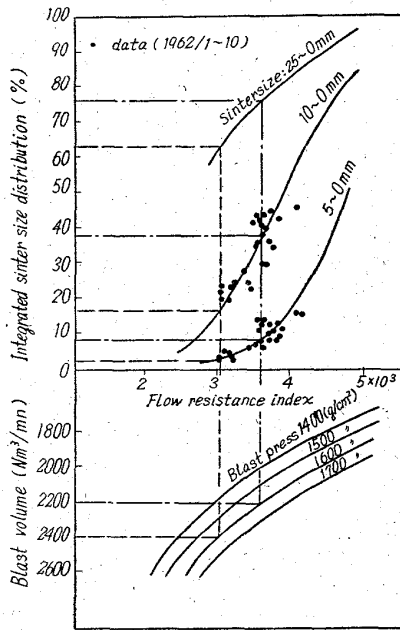


Fig. 4. Relation between flow resistance index and integrated sinter size distribution.

気抵抗指数に相当する焼結鉄の粒度分布を求めることが出来る。

今これらの関係を利用して室蘭第4高炉における風量、風圧、通気抵抗指数、焼結鉄粒度分布との関係を図示すると Fig. 4 のようになる。この図から流鉄比を2.0以下におさえるために必要な通気抵抗指数、3.0に相当する炉前焼結鉄粒度分布を求めてみると-5mm, 3%, -10mm, 15%, 10~25mm 47% 程度となることが分かる。

IV. 結 言

現在起きている室蘭第4高炉の流鉄現象は送風圧の過大と共に多くなる傾向にあるため、これらの関係について検討した結果、主に高炉々内の通気性の悪化に伴うレースウェイの形状によって大きく影響を受けることが考えられる。

したがって高炉々内の通気性を改善してレースウェイを充分発達させれば、流鉄を少なくすることが出来るものと考えられるので炉内の通気性に大きく影響している焼結鉄について通気性の改善が可能となるような粒度分布を求めてみた。その結果、炉前焼結鉄粒度、8~10mm以下を15%程度に止めなければならないことが明らか

になった。最近、大型高炉での流鉄現象が従来の中型高炉に比べて多くみられる傾向にあるが、これは羽口風量の不足によつて炉芯の占める割合が増大したことによる大型高炉であるがために出て来た問題点の一つであると考えられる。したがってこれを避けるためには、すでにソ連などでも行なわれているように炉前に焼結鉄の篩分け装置を設置し篩分けを厳密に行なつて細粒のものを出来るだけ少なくするのも一方法である。

669,162,283:669,162,263,23
(18) 鉄鉱石の還元速度式の高炉モデルへの適用 63208

八幡製鉄所 戸畑製造所 深川 弥二郎
" 技術研究所 重見 彰利
" 戸畑製造所 O阿部 幸弘

Investigation of Iron Ore Reduction Rate in Blast Furnace. 1292~1294
Yajiro FUKAGAWA, Akitoshi SHIGEMI and Yukihiko ABE.

I. 緒 言

鉄鉱石の還元速度に関する式として種々報告され実験的に確められているが、実際高炉への応用については、今後の課題となつているといつても過言ではない。高炉内での還元速度を定量的に把握することは、実際高炉においてシャフトの各部よりガスを採取しこの成分より推定しおこなうことも一部に報告されてはいるが、未だ高炉操業要因との結びつきを得るところ迄解析されているとは思われない。当所技研では鉄鉱石の還元速度について多くの実験に基づき次式を導いている。

次式を利用し、高炉をモデル化し、実際高炉内における還元速度の推定を行ない、更に還元速度に影響をおよぼす鉄鉱石の種類、bosh gas の濃度、鉄石粒度などについて、各種要因の影響を考察した。これらの考察より高炉々内の還元速度について、還元ガス中に含まれるCO₂ガスの還元抑制作用および炉内の各部における熱収支、ひいては熱交換式の導入による炉内温度分布の推定を行ない、高炉内の還元速度をより実際高炉に近いものとする必要のあることを理解した。

II. 還元速度式

鉄鉱石の還元速度方程式として次式を挙げる。

$$K \cdot (co) \cdot T \cdot e^{-4H/RT} \cdot t = D(1 - \sqrt[3]{1-y}) \dots \dots \dots (1)$$

- ここに
 K: 鉄石種によつて定る還元速度恒数
 (co): ガス中の(CO)濃度(少数表示)なれど(H₂)の補正項が確立されていないので(CO+H₂)濃度として取扱う。
 T: 反応温度 (°K)
 4H: 活性化エネルギー (cal)
 R: 気体定数 1.986 (cal/deg)
 t: 反応時間 (mn)
 D: 鉄石粒度
 y: 還元率 (少数表示)