

ϵ は空隙率, g は重力の加速度 m/s^2 , ρ_G および ρ_L はそれぞれ上昇ガスおよび下降液体の密度 kg/m^3 , G および L はそれぞれ上昇ガスおよび下降液体の superficial mass velocity $kg/s \cdot m^2$, S は充填物単位体積当りの表面積 $=6(1-\epsilon)/d\phi$; $1/m$, μ は下降液体の粘性係数センチポアズ, d は充填物の粒度, ϕ は球係数である。熔鉱炉内で flooding を起す際の炉内温度を 1500 °K と仮定し, 第 1 式における各変数の値を $g=9.8$, $\mu=20$, $\rho_G/\rho_L=87.5 \times 10^{-6}$, $\epsilon=0.45$, $L=0.013$, $\phi=1$ とおけば第 1 式はつぎのように表わされる。

$$U_0 = 4.23 d^{2/3} \dots\dots\dots (2)$$

熔鉱炉では充填塔の条件とかなり異つているから第 2 式にファクター f を乗じて熔鉱炉の場合を考えてみる。

$$U_0 = 4.23 f d^{2/3} \dots\dots\dots (3)$$

Fig. 2 の限界点を通り第 3 式を満足するカーブを求めると Fig. 3 (a)(b)を得る。Fig. 3 の曲線(c)は $f=1$ の場合であつて充填塔の関係から求めたものである。曲線(a)(b)は f としてそれぞれ約 0.5 および約 0.35 と置いた場合に相当する。

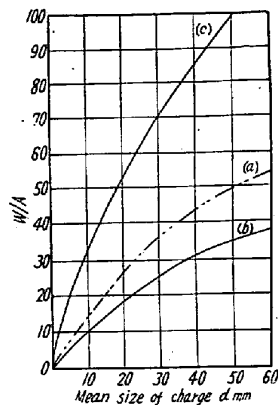


Fig. 3. Relation between critical blast volume of flooding and mean size of charge.

VI. 大型熔鉱炉における flooding 条件

これらの試験結果から実際に稼働している大型熔鉱炉の flooding 条件を推定してみる。第 1 式に代入した各因子のうち, g , μ , ρ_G/ρ_L および ϵ は大型でも小型でもほとんど変化はないが, 大型熔鉱炉と小型熔鉱炉とでは炉内流速がかなり異なるから, L は異つた値を示すと考えられる。flooding に関係する炉内の液体はほとんどがスラッグであり, 安定した操業をおこなつている場合にはスラッグ量/銑鉄量はだいたい一定と考えてよい。出銑量は一般に送風量に比例するからこれらの関係を利用して L を計算するとつぎのようになる。

$$L = 0.0273 U_0 \dots\dots\dots (4)$$

ゆえに第 3 式はつぎのように表わされる。

$$U_0 = 43.5 f d^{1/2} \dots\dots\dots (5)$$

当試験結果ではコークス粒度が揃つている場合 $f=0.5$, 混合粒度の場合 $f=0.35$ であるから, この関係を第 5 式に代入すると Fig. 4 のような関係が得られる。Fig. 4 のたて軸の値は当所東田熔鉱炉では 20~25, 洞

岡では 25~30 であつて, Fig. 4 の関係から現在の大型熔鉱炉はかなり flooding 限界に近い条件で操業されているものと考えられる。

VII. 結 論

熔鉱炉の棚吊りの一原因として考えられている flooding 条件について小型試験熔鉱炉を使用して 2 次元にわたり検討した結果つぎの結論を得た。

(1) 実際に銑鉄を製造している小型熔鉱炉で送風量のある限界以上に増加すると flooding による棚吊り現象を起す。

(2) この棚吊り条件は充填塔で求めた関係にファクターを乗じて適用できると考えられる。この関係を大型熔鉱炉に応用すると次式のようになる。

$$U_0 = 43.5 f d^{1/2}$$

ここで U_0 は flooding を起す限界流速 m/s , d は装入物の平均粒度 m , f はファクター(ただし粒の揃つた装入物では約 0.5, 混合粒度では約 0.35)

(3) この関係を大型熔鉱炉の操業条件から検討すると, かなり Flooding 条件に近い条件で操業されていることが認められた。したがつて送風量の増加により棚吊りが多くなれば一応 flooding によるものと考え, 装入物の本質的な改善により風量を増加させないで出銑を増大させるような手段を講じること, あるいは装入物の粒度を許される範囲内でなるべく大粒度に揃えて flooding の限界風速を大きくして送風量の増加を計ることが望ましいと考えられる

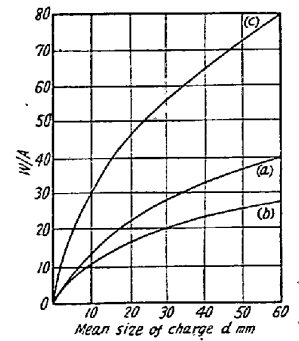


Fig. 4. Flooding condition in the commercial blast furnace.

(7) 熔鉱炉の各羽口への衝風分配
Air Distribution to the Blast Furnace Tuyeres.

Akitoshi Shigemi, et alii.

八幡製鉄技術研究所

理 石光章利・工〇重見彰利
工 吉永博一・工 斧 勝也

I. 緒 言

同じように築炉された熔鉱炉でありながら, 他の熔鉱炉に比較して非常にそのライニングの寿命が短い場合がある。特にコークス比やフリューダストの増大などを

ある程度、犠牲にして出銑量の増大を図つたような場合にこの現象は顕著である。この現象に対して、耐火煉瓦装入物、ホット・スポットの発生状況などの面から検討がおこなわれた結果、この現象にもつとも大きく影響するものは炉内の通気分布であることが明らかとなつている。このため熔鉱炉の各羽口間の衝風流量の測定は、これまでにもくりかえし試みられている。しかしながら、熔鉱炉の環状管から羽口にいたるまでの経路は比較的直線部分が短いために、この測定は困難であつたり、かなり大きな誤差が伴つたりしたが、今回のような簡単な装置を用いてピトー管により洞岡第2高炉の各羽口の流量を測定したところ、きわめて正確な結果を得ることができた。

II. 測定方法および結果

熔鉱炉内においては、装入物分布と通風分布の間にはちょうど鶏と卵のような関係があると想像される。すなわち Fig. 1 に示すように装入物が均一に分布している場合、なんらかの理由で通気分布が不均一となつた場合

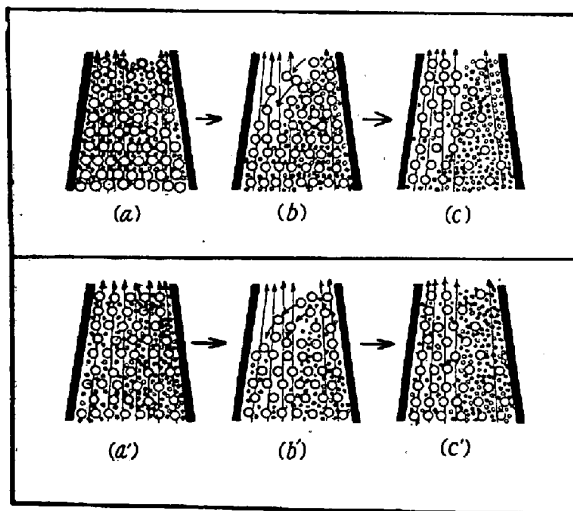


Fig. 1. The chicken on the egg (the relation between the burden and gas flow)

には(a), 通風量の多い部分の荷降り速度が速くなり、この部分に他の部分から装入物が転がり落ちてくるが、この場合比較的大きな塊状のものが優先的に転がり落ちてくる(b)。この結果装入物は、最初均一な分布をしていたにもかかわらず通気分布が不均一であつたために装入物分布も不均一となる(c)。逆に通気分布が均一であつてもなんらかの理由で装入物の分布が不均一となると(a'), その粒度の大きい部分の通風量が増加しその結果その部分の降下速度は速くなり、この部分に比較的大きな塊状のものが優先的に転がり落ちてくる(b')。このため装入物分布は益々不均一となる(c')。このように装入

分布の不均一と通気分布の不均一は、どちらが先だといえるものではなく、おたがいに助長し合つている。この結果、各熔鉱炉はそれぞれの特徴を持つた通気分布に落ちついている。熔鉱炉の各羽口における衝風流速の測定には種々の方法があるが、現在のところ、もつとも良好な結果をあたえる測定方法はピトー管による測定である。しかしこの場合でもその測定値には絶対的な精度はなく各羽口間の相対的流速を知るに過ぎなかつたようである。今回 Fig. 2 に示すような簡単な装置を作成して

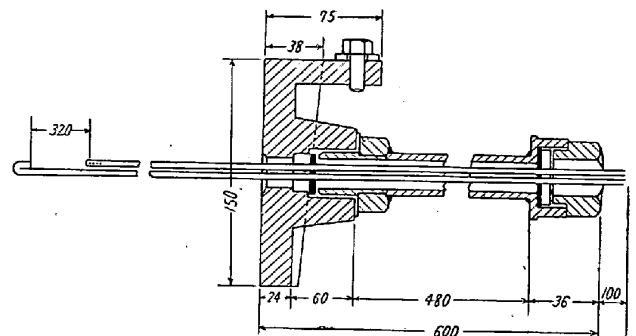


Fig. 2. Design of pitot tube.

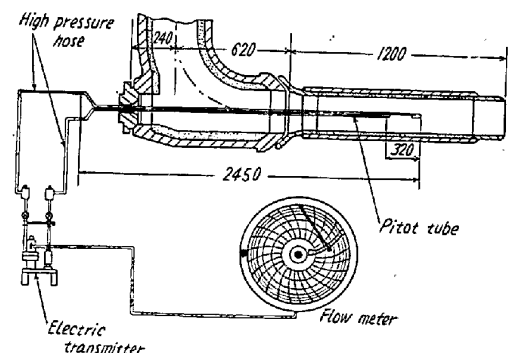


Fig. 3. Apparatus for measurement of air flow.

Fig. 3 に示す要領で洞岡第2高炉の各羽口内の衝風流量を測定したところ、予想以上の正確な結果を得ることができた。ピトー管は羽口メガネに細工を施して Fig. 2 のように取り付け、このピトー管は前後の移動および回転が自由にできるようになっている。取り付け方法はまずピトー管の先端を覗きメガネ内まで引込み、羽口に取付けてある覗きメガネをはずしてこのピトー管付き覗きメガネをはめ込む。この所要時間は数秒程度である。ピトー管付き覗きメガネの取付けが終つた後、ピトー管を徐々に内部に押し込み、所定の位置まで達したら発信器のバイパスバルブを閉めて動圧と静圧の差圧を測定した。

測定値としてはピトー管を 0° , 90° , 180° , 270° に回転してその平均値をとつた。この場合、同時に送風温度送風圧力、全送風量を求め、衝風流速を次式によつて計算した。

$$V_p = \sqrt{\frac{2gp}{m}} \dots\dots\dots (1)$$

ただし、 V_p : ピトー管により求める羽口衝風速度 m/s
 このようにして求めた各羽口の衝風速度が平均値と次式によつて全送風量より求めた羽口平均流速とを比較したところ、両者の間にはほとんど差がなくピトー管より求めた流速が常に 2~3% 小さくなった。

$$V_b = W \times \frac{1034}{1034 + P_0} \times \frac{273 + t}{273} \times \frac{1}{N} \times \frac{1}{\pi/4 \cdot D^2} \dots\dots\dots (2)$$

ただし、 V_b : 送風量より求めた羽口風速 m/s
 N : 羽口本数 15
 P_0 : 送風圧力 g/cm²

この結果は、送風途中の漏風などを考慮したとき、この方法による測定値の精度がきわめて高いことを示していると思われる。ピトー管によつて求めた各羽口の風速をつぎの (3) 式によつて補正し、これから (4) 式によつて各羽口の衝風流量を求め、これを標準状態 (0°C 1 気圧) に換算して Fig. 4 に示す。

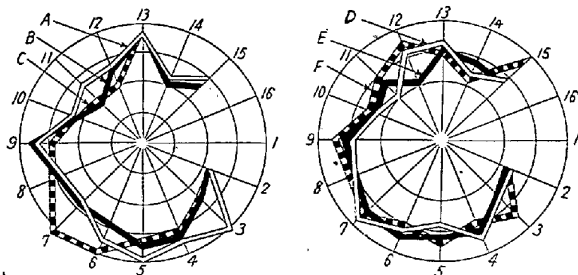


Fig. 4. Blast distribution to tuyeres of Kukioka No. 2 B.F.

$$V = V_p \times \frac{\sum V_b}{\sum V_p} \dots\dots\dots (3)$$

$$W_i = V \times \pi/4 \cdot D^2 \dots\dots\dots (4)$$

ただし、 I : 測定羽口本数 13
 W_i : 各羽口内の衝風流量 m³/s

この結果を見ると当熔鉱炉の各羽口間の衝風流量は比較的均一であるが、それでもかなりの不均一性が認められる。またある羽口では常に多量の衝風が通過し、また他のある羽口では常に少量の衝風が通過する傾向があることがわかる。さらにこの各羽口内の衝風流量はストック・ラインの降下および炉頂ガス分布の傾向とも一致している。このため、各羽口内の衝風流速を測定することによつてストック・ラインの各面における降下状態や通風分布も推定することができる。

III. 結 言

Fig. 2 に示すような装置を作り、これによつて熔鉱炉の各羽口内の衝風流量を求めたが、比較的精度の高い測定結果を得ることができた。各熔鉱炉はそれぞれ特性のある通風分布をしており、この特性は相当長期間にわたつて変化しないと考えられる。またこの各羽口内の衝風流速の測定結果からストック・ライン全面における降下状態や通風分布を推定できた。

(8) 熔鉱炉における操業について

(自熔性焼結鉱の操業試験—II)

On the Blast Furnace Operation.

(Experimental operation with self-fluxing sintered ore—II)

Makoto Inoue, et alii.

八幡製鉄所, 製鉄部

工 辻畑敬治・工 井上 誠・工 中村直人
 工 吉永博一・ 安田弘路

I. 緒 言

八幡製鉄所洞岡工場において昨年 7 月より 11 月まで石灰焼結鉱に関する第 1 期操業試験をおこなつて一応の結論を得たのでここにその概要を報告したい。

II. 試 験 概 要

操業試験は当所洞岡第 2 高炉 (内容積 879m³, 公称 700 t 吹入昭和 31 年 10 月 5 日) でおこなつたもので、焼結原料中石灰石配合割合は 10% とし焼結鉱使用量は装入鉱石中 40%, 60%, 80%, 100% とし各々 1 カ月間維持して操業し昭和 33 年 7 月より 11 月にわたつておこなつたものである。試験期間は Table 1 に示す通りである。

Table 1.

		1958				
		Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
Sinter %	Schedule	40	60	80	80	100
	Actual	41.0	60.9	80.7	80.5	100

各期間の成績は鉱石切換などの影響を除くため最終日より 15 日間を取つた (ただし 11 月は 1 日より 20 日まで)。また 9 月は焼結工場で修理その他事故があつたため 10 月にふたたび 80% 使用をくりかえした。送風中湿度は 25 g/m³ 一定に調湿するなど、操業条件はできるだけ一定とし、コークス比低下を主目標として操業した。