

- μ : ガス粘性 (サフィックスについては同上)
- P, p : ガス圧力 (大文字: 絶対圧, 小文字ゲージ圧)
- $P(o), p(o)$: 炉頂圧
- T, t : 温度 (大文字, 小文字については同上)
- L : 充填層の高さ
- ΔP_i : 高炉全圧力損失 (= 送風圧 - 炉頂圧)

文 献

- 1) 児玉, 斧, 彼島: 鉄と鋼, 51 (1965) 4, p. 509
- 2) 中村, 一安, 佐藤: 鉄と鋼, 43 (1957) 10, p. 1089
- 3) P. C. CARMAN: Trans. Inst. Chemical Eng. London, 15 (1937)
- 4) W. O. PHILBROOK: J. Metals, 6 (1954) 12, p. 1396
- 5) ステファノヴィッチ: 製鉄技術総覧 7 (昭37) (Stal (1960) p. 680)

622.341.1-188:539.215.2:669.162.228.3

(29) 通気性におよぼすペレットの粒度構成の影響

(高炉の通気性に関する研究—II)

八幡製鉄, 技術研究所

工博 児玉惟孝・〇堀尾竹弘・肥田行博

Influence of Size Distribution of Pellet on Permeability.

(Study on permeability of blast furnace—II)

Dr. Koretaka KODAMA, Takehiro HORIO and Yukihiko HIDA.

1. 緒 言

周知のごとく, ペレットはその形状が球形で, 粒径もほぼ均一であるため, 通気性の点においても高炉装入原料として好ましいものといわれている. 当所において, 昭和39年10月~12月にわたり, 戸畑第2高炉で輸入ペレット多量使用試験操業が行なわれたが, その初期において, 従来の鉱石焼結鉱混合装入時に比較して風圧が著しく上昇し, 炉況の悪化が認められた. これに対し, 種々の対策が講じられたが, 風圧上昇の主なる原因としてペレット中に含まれる多量の粉が考えられ, -5mm 粉除去につとめた結果, 風圧は大きく低下した.

ペレット中の -5mm 粉が通気抵抗におよぼす影響が定量的に解明されれば, 操業上大いに参考となり, さらにペレットの有効操業法について知ることができる. この点を考慮し, -5mm 粉の量と粒度構成を種々変化させ, その際の通気性を前報と同じく充填塔を用いて測定した.

2. 実験装置および実験試料

2.1 実験装置

実験装置は前報と同じく 450mm ϕ \times 1125mm の鋼管充填塔である.

2.2 実験試料

戸畑第2高炉で用いた輸入ペレットの粒度構成 Table 1 を参考にし, Table 2 に示すような3種類の粒度構成を選んだ. この3種類の+5mm の粒度構成に対し, それぞれ -5mm を 5%, 10%, 15% 加えて試料とした.

3. 実験結果および考察

前報で述べたように, 圧力損失の一般式は次式で表わされる.

$$\Delta P/L = C \cdot (1/\phi_s D_p)^{1+\beta} \cdot (1-\epsilon)^{1+\beta/\epsilon^3} \cdot \mu^\beta \cdot \rho^{1-\beta} \cdot U^{2-\beta} \dots \dots \dots (1)$$

ただし, ΔP : 圧力降下

- C : 常数
- L : 充填塔高さ
- ϕ_s : 形状係数
- D_p : 平均粒度
- ϵ : 空隙率
- μ : ガスの粘性
- U : 空塔速度
- ρ : ガスの密度

質量速度 $G = \rho \cdot U = \rho_0 \cdot U_0$ として (1) 式を変形すると (2) 式が得られる. (ρ_0, U_0 はおのおの標準状態の値)

$$\Delta P/L = C \cdot (1/\phi_s D_p)^{1+\beta} \cdot (1-\epsilon)^{1+\beta/\epsilon^3} \cdot \mu^\beta \cdot G^{2-\beta} \cdot \rho^{-1} \dots \dots \dots (2)$$

実験時の送風温度, 充填塔内の圧力によつて変動する μ と ρ で ΔP は補正されなければならないので (2) 式を変形すると (3) 式を得る.

$$\mu^{-\beta} \cdot \rho \cdot \Delta P/L = C \cdot (1/\phi_s D_p)^{1+\beta} \cdot (1-\epsilon)^{1+\beta/\epsilon^3} \cdot G^{2-\beta} \dots \dots \dots (3)$$

ϕ_s, D_p, ϵ は各サンプルによつて定まる定数であるので, これを k とすれば, (4) 式を得る.

$$\mu^{-\beta} \cdot \rho \cdot \Delta P/L = k \cdot G^{2-\beta} \dots \dots \dots (4)$$

この k を通気性指数と呼ぶ.

$\log(\mu^{-\beta} \cdot \rho \cdot \Delta P/L)$ と $\log G$ の関係は各サンプルにより, Fig. 1, 2, 3 が得られ, それより $\beta = 0.3$ で直線関係があることがわかった. この値は精鉱について測定した前報の値ともほぼ一致し, 妥当であることが確かめられる.

この結果より通気性指数 k を求め +5mm に対する -5

Table 1. Size distribution of imported pellet charged into Tabata No. 2 B. F. (%)

mm	-5	5~10	10~15	15~25
No screened	7.5	16.2	60.0	16.3
Screened	1.5	15.2	69.1	14.2

Table 2. Size distribution of sample.

Sample	5~10 mm	10~15 mm	15~20 mm	Ratio of -5 mm fines to +5 mm	Arithmetrical mean size	Harmonic mean size
A	20%	60%	20%	0%, 5, 10, 15	12.5 mm	11.6 mm
B	15	70	15	0%, 5, 10, 15	12.5	11.8
C	20	70	10	0%, 5, 10	12.0	11.3

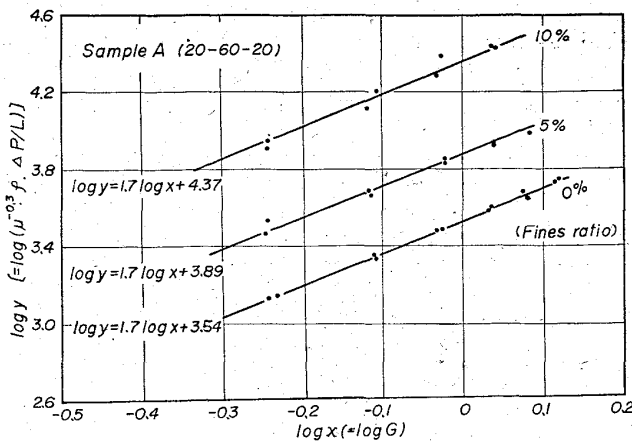


Fig. 1. Relations between superficial mass velocity (G) and rectified pressure drop ($\mu^{-0.3} \cdot \rho \cdot \Delta P/L$) (1)

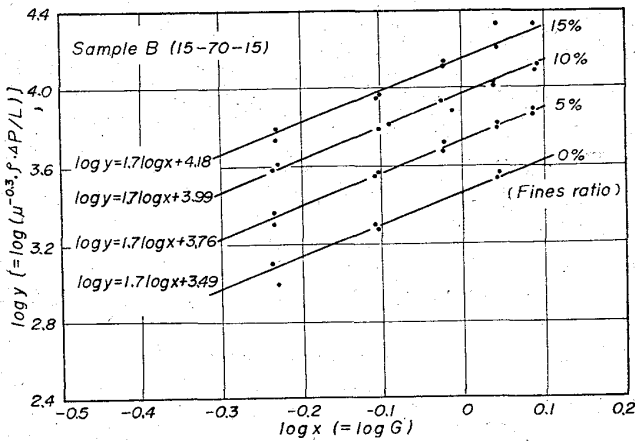


Fig. 2. Relations between superficial mass velocity (G) and rectified pressure drop ($\mu^{-0.3} \cdot \rho \cdot \Delta P/L$) (2)

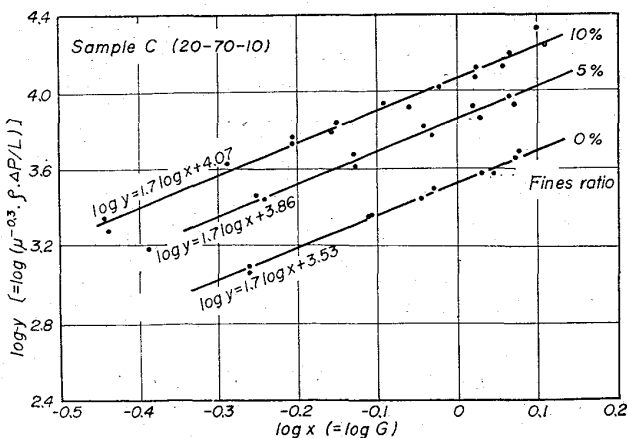


Fig. 3. Relations between superficial mass velocity (G) and rectified pressure drop ($\mu^{-0.3} \cdot \rho \cdot \Delta P/L$) (3)

mmの粉率Fとの関係を Fig. 4 に示す。

この図より粒度構成および粉率の影響、他鉱石との比較について検討する。

3.1 粒度構成と通気性

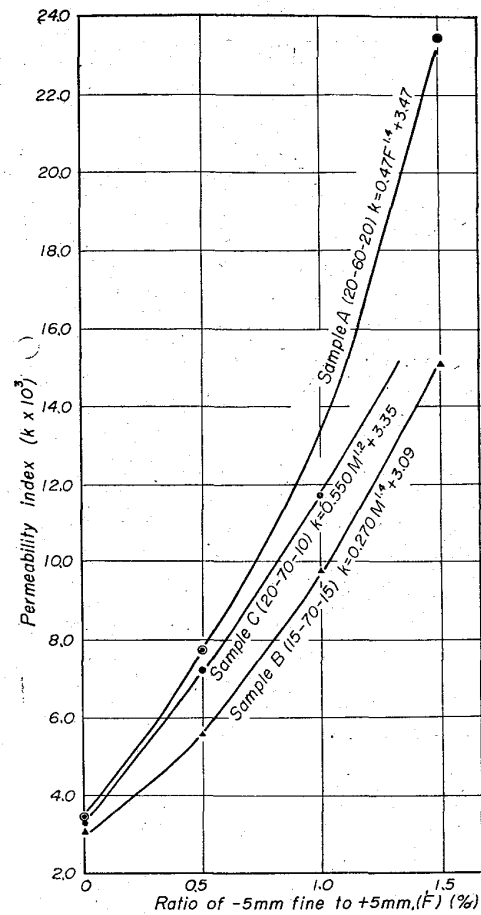


Fig. 4. Relations between permeability index and fines ratio.

サンプルAとBは従来行なわれている平均粒度の表わし方では、粉率0%ではともに12.5mmで相等しいが通気性指数Kを比較すると、サンプルAの方がかなり大きく、通気性が悪い。これは粒度分布図で表わした場合、サンプルAはBに比較して山が低く、大粒、小粒がともに多く存在する。したがって、より密に充填されることより説明できる。

このことから、単に平均粒度よりその装入物の通気性をみることは算術平均では不相当であるといえる。

サンプルBとCを比較すると、粒度構成は中間粒度(10~15mm)が同一量で、サンプルCは小粒の割合が大粒よりも多い。これは小粒が多いと通気性が悪いということを示している。

試料を調和平均粒度の大きい順序にならべると、B, A, Cとなり、また通気性の良好なものから順にならべるとB, C, Aとなり、調和平均粒度でも通気性とは必ずしも一致しなかつた。

この点に関し、ボイドの変化、粉の粒度などの影響であるか、あるいは表示法の問題であるか、今後の検討が必要である。

3.2 粉率と通気性

Fig. 4より明らかであるように、-5mmが通気性におよぼす影響は、従来からいわれているようになんか大きなものである。この+5mmに対する-5mmの割合をFとし、Fとkの関係は $k = aFa + b$ で表わすと、 $\alpha =$

Table 3. Size distribution on sinter and ore burden.

D. L. sinter	+50 mm	50~35	35~25	25~20	20~15	15~10	10~5	-5	Arithmetrical mean size	k
		7.4%	8.9	10.9	7.1	9.7	13.7	34.4	8.0	19.5 mm
Sized ore(-30 mm)	+35 mm	35~30	30~25	25~15	15~10	10~7	7~5	-5	Arithmetrical mean size	k
		0.1%	0.7	5.3	50.6	26.2	11.8	1.3	4.0	16.3 mm

1.2~1.4 となつた。すなわち、ペレットの粉は 1.2~1.4 乗で通気抵抗に影響するといえる。

3.3 他鉱石との比較

焼結鉱，-30 mm 精鉱とペレットの通気性を比較した。焼結鉱および -30 mm 精鉱のサンプルの粒度分布を Table 3 に示す。+5 mm に対する -5 mm の割合はそれぞれ 8.69%，4.16% であり，前述の方法で通気性指数を測定した結果を Fig. 4 に併記した。

この図より明らかなように，同じ粉率で比較すると，焼結鉱はペレットよりもかなり通気性がよく，精鉱とペレットはほぼ同程度であることがわかる。このことから -30 mm 精鉱と同程度の通気性をもたせるためには粉率は 5% 以下，また焼結鉱と同程度にするならば 3% 以下でなければならない。

4. 結 言

ペレットの粒度構成および粉率と通気性との関係を知る目的で輸入ペレットの通気性を測定した結果，次のことが明らかとなつた。

- (1) 従来のように平均粒度を算術平均で表わす場合，同一平均粒度のものでも，粒度分布図の中間粒度が多いほど（山が高いほど）通気性は良好となり，通気性に対しては算術平均で比較することには問題がある。
- (2) 小粒の割合が増加すると，通気性はわるくなる。
- (3) 他の装入物にもみられるように粉率が通気性におよぼす影響は大きく，粉率の 1.2~1.4 乗で作用する。
- (4) ペレットの通気性を他の鉱石と比較すると，焼結鉱に比較し，かなり劣るが -5 mm が 5% 程度のものであれば -30 mm 精鉱と大差なく，通気性からみて粉率は 5% 以下にする必要がある。

(30) 装入物性状の高炉操業におよぼす影響について

八幡製鉄，戸畑製造所

研野雄二・楯岡正毅・酒見哲蔵

Effect of Burden Preparation on the Blast Furnace Operation.

Dr. Yūji TOGINO, Masatake TATEOKA and Tetsuzō SAKEMI.

1. 緒 言

戸畑高炉では，鉱石粒度が従来 8~40 mm であつたが種々検討の結果，昭和39年10月より 8~30 mm に粒度を縮小した。これと同時に焼結鉱も 75 mm 以下に破碎を行なつた。この粒度変更のコース比におよぼす影響を主に，推定と実績について検討したので報告する。実績の解析に当つては 8~40 mm の期間を昭和39年1月より9月までとし，8~30 mm の期間を昭和39年10月より40年6月までとして，戸畑1，2，3高炉について解析した。

2. 整粒効果の推定

2.1 精鉱粒度分布の推定

実績として (-)50 mm 精鉱，(-)40 mm 精鉱に関する粒度分布は判明している。(-)30 mm 精鉱の粒度分布については両者の累積粒度分布曲線にそつて推定することが可能である。この結果を Table 1 に示す。(-)30 mm の推定は実績と大差ない。

2.2 精鉱粒度と還元率の関係

粒度が小さくなると重量当りの反応面積が大きくなり，還元速度は上昇する。当所技研では，この関係が第(1)式で最も良く適合しうるとしている。

$$t = KD(1 - \sqrt[3]{1 - y}) \dots \dots \dots (1)$$

t: 還元時間 (hr)

K: 定数

D: 粒子径 (mm)

y: 還元率 (%/100)

Table 1. Size distribution of ore and sinter.

	+50 mm	~40	~35	~30	~25	~15	~10	~7	~5	(-)5	Mean size
(-)50 mm Sized ore	0.1%	3.9	5.0	10.5	14.6	43.9	10.2	6.9	0.8	3.6	22.0
(-)40 mm Sized ore	0	0.4	2.4	9.2	13.2	46.8	15.4	7.8	1.0	3.8	19.4
(-)30 mm Sized ore	0	0	0.1	0.7	5.3	50.6	26.2	11.8	1.3	4.0	16.3
(Blast furnace size)	+100	~75	~50	~35	~25	~10	~5			(-)5	Mean size
Sinter	0.4%	2.9	4.8	8.7	9.7	35.4	30.3			7.8	21.3
(-)75 mm crushed sinter			0	7.4	11.2	38.0	35.4			8.0	17.0