

602.341.1-188
:669.162.263.43

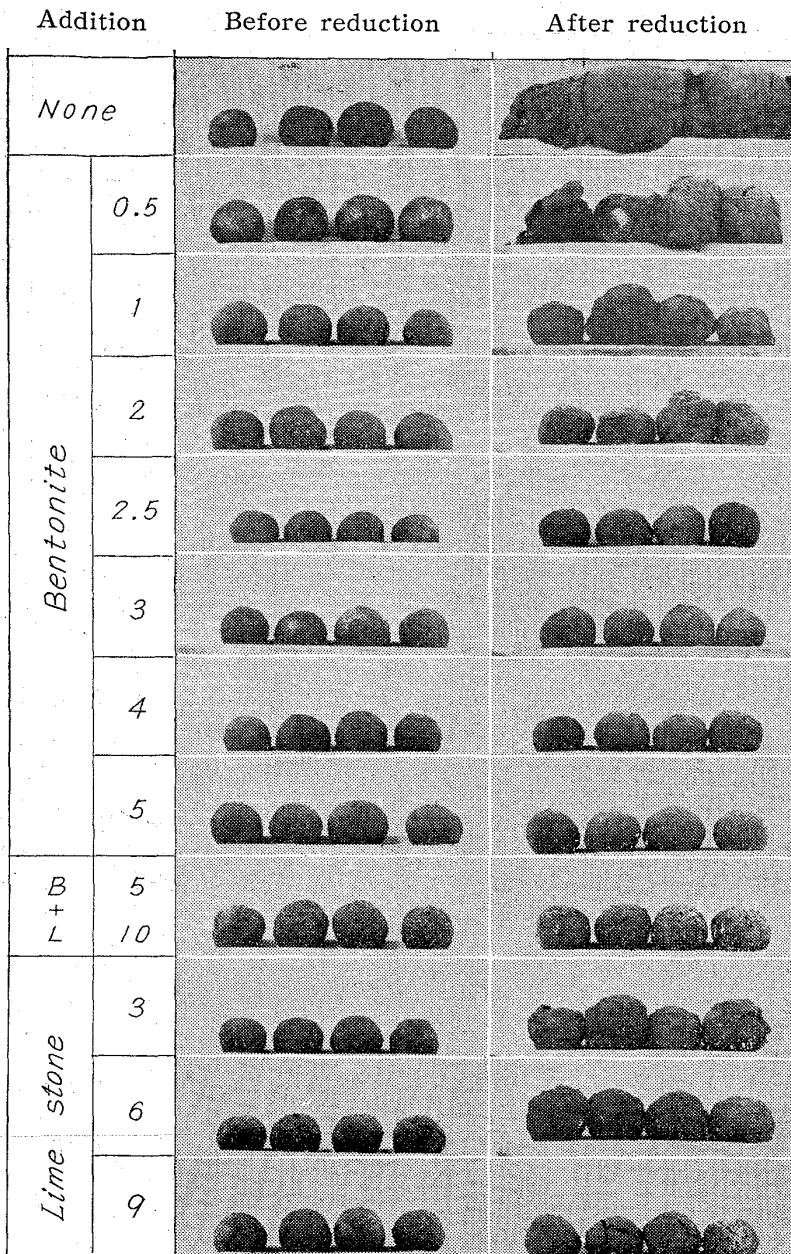


Photo. 2. Pellet samples before and after reduction.

の結果ペレットはCOガスによる膨張崩壊を起さないように適量の造滓成分を含有すべきであると云う結論に達した。

文 献

- 1) 石光, 菅原, 平戸: 鉄と鋼, 50 (1964) 3, p. 313
- 2) 佐藤: ロータリー・キルン小委資料, 昭和39年8月, p. 32

(4) 輸入ペレットの通気性に関する一考察

八幡製鉄所, 技術研究所

工博 児玉惟孝・斧 勝也

○彼島秀雄

A Study on the Permeability of Pellet in the Blast Furnace.

Dr. Koretake KODAMA,

Katsuya Ono and Hideo KANOSHIMA.

1. 緒 言

ペレットを使用した際のメリットのひとつとして炉内の通気性の改善があげられている。原料が炉内を降下するにつれていろいろの物理形状を取るためその通気性に影響をおよぼす要素も多いが、ペレットは従来からの高炉原料に比し粒度構成, 形状に特徴をもっており, この装入物形状の差異が炉内の通気性にいかに影響するかについて充填層および高炉模型を使用して検討した結果を報告する。

2. 実験装置および実験原料

実験に使用した充填層および高炉模型の概要を各々 Fig. 1 および Fig. 2 に示した。充填層は装入物径の10倍以上の内径を持つようにし, 炉壁の影響をなくするよにした。高炉模型は当所洞岡第2高炉の1/15縮尺模型で装入物を均一に下降させるフィーダーを備えている。実験原料については充填層では炉前粒度の原料を使用し, 模型実験に際しては炉前粒度と幾何的に相似になることき粒度構成とした。実験に用いた原料の粒度を Table 1 に示した。

3. 実験方法および実験結果

高炉シャフトでの通気性を検討するには大別して, 装入物のボイド, 球係数, 粒度構成などの装入物形状の影響と装入ホッパーから炉内に装入されるとき充填特性の影響を調べる必要があり, 前者については充填層, 後者については高炉模型を使用した。

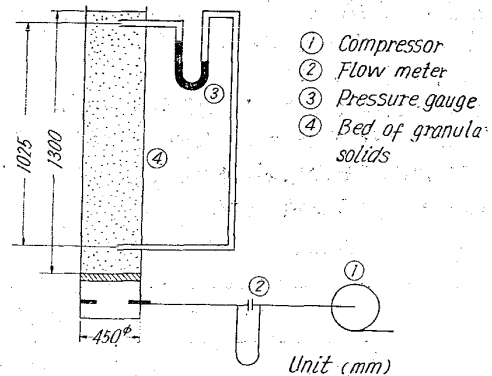


Fig. 1. Apparatus for pressuredrop measurement.

Table 1. Size distribution of materials.

	Material	Mean size	Size distribution
Raw materials	Coke	56.0 mm	
	Sinter	26.9	+100 mm 2.3% -5 mm 5.3%
	Ore	20.1	+35 mm 0.58% -5 mm 2.4%
	Pellet	13.6	+18 mm 3.20% -6 mm 1.45%
Model materials	Coke	3.79	0~7 mm
	Sinter	2.24	0~4 mm
	Pellet	2.01	1.65~2.36
	Lead ball	2.02	uniform size

Table 2. Distribution of ore/coke in each range of throat cross-section.

Charge ore/coke	Material	Range I (Central part)	Range II (Intermediate part)	Range III (Peripheral part)
2.5	Sinter	1.25	3.30	3.00
	Pellet	2.26	3.61	2.01
3.5	Sinter	2.60	4.48	3.73
	Pellet	3.00	5.00	2.77

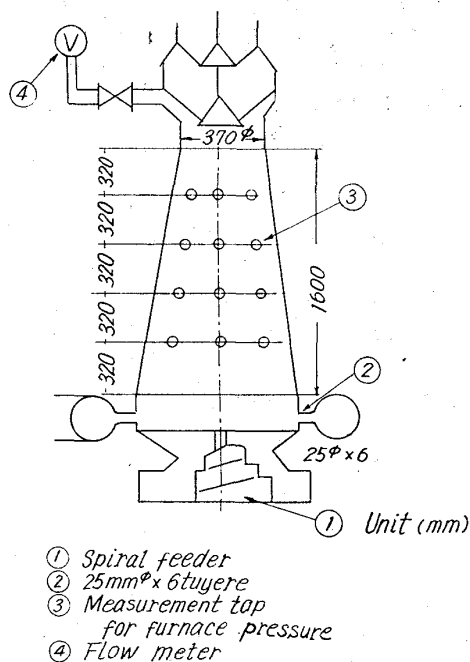


Fig. 2. Model apparatus of blast furnace stack.

3.1 ペレットの装入物分布, ガス流通分布
 当所洞岡第2高炉の 1/15 シャフト模型を使用してペレットの装入物分布およびガス流通分布を焼結鉄と比較した。装入物分布はコークスベース 2.0kg/ch ore/coke 2.5 および 3.5 という装入条件で充填し, この 1 Charge 量を炉口部で同心円状の同一面積を有する 3 断面に分取し各部分のコークス, 鉄石量を測定し解析に供した。この結果を Table 2 に示した。Table 2 からペレットの装入物分布は焼結鉄の場合に比較して中間部の ore/coke が高く, 周辺部では逆に低くなっている。この原因はペレット形状が丸く, 炉内での静止摩擦角が 26

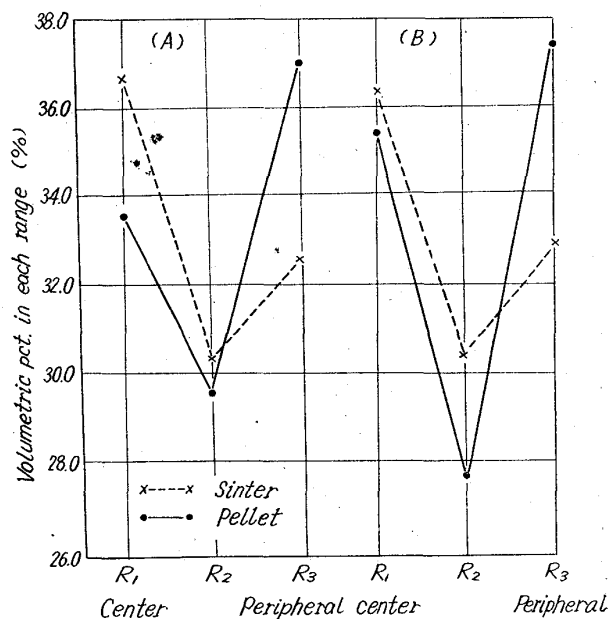
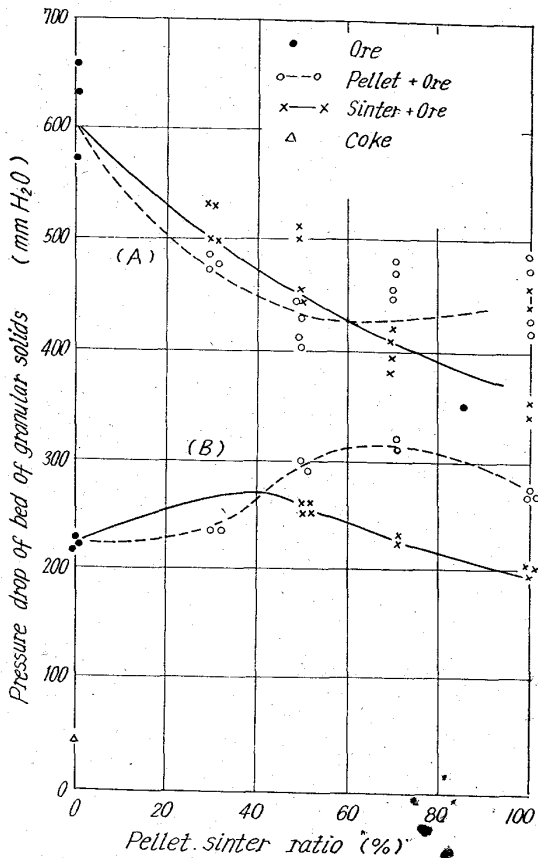


Fig. 3. Flow distribution in each range of throat cross section.

~30° 程度で鉄石の 31~33° に比較して小さく, また周辺部に偏析しやすい粉鉄が少ないことから炉の中心方向にペレットが流れこみ易いためと考えられる。

またペレットの際のガス流通分布を調べた。この結果 Fig. 3 に示すように焼結鉄に比較して周辺流が増加し, いわゆる外部操業にむかうことが認められた。

3.2 ペレット形状の通気性におよぼす影響
 炉前粒度の鉄石, 焼結鉄, ペレット, コークスの圧力損失を充填層にて測定した。さらに鉄石中に焼結鉄, ペレットを 30%, 50%, 70% 配合した混合物の圧力損失を測定し Fig. 4 に示した。図中 [A] は各原料の -5 mm 粉を現状どおりに含めたもので [B] はこの -5 mm



A in case of solid bed as present size component
 B in case of solid bed free from -5mm ore fines
 Fig. 4. Flow resistance in granular bed of ore, sinter, pellet and coke.

粉を十分に除去したものである。

送風量は高炉炉頂部のガス風速に近似させ、空塔速度を 1.40 m/sec とし、Fig. 4 の縦軸は装入物層 1.025 m の際の圧力損失を示している。この結果によるとコークスの通気抵抗は、鉱石、焼結鉱に比較して小さく層状装入の際のシャフトでの通気性を考える際には一応除外して考えても差しつかえない。Fig. 4 から明らかのごとく 5mm 以下の粉鉱は、通気性を極端に劣化させていることがわかる。実際の高炉では粉鉱の多くは炉周辺に偏析し、微粉の一部はガス灰となつて飛散するから炉全体の圧力損失は当実験結果ほど大きくはないが、粉鉱の存在は周辺部での通気性を劣化させ均一なガス上昇を阻害する。

さらに通気性におよぼす細粒鉱の影響を検討した。すなわち、細粒鉱中の最小粒度と圧力損失との関係を Fig. 5 に示した。炉前粒度の原料の粒度構成はほぼ Fig. 5 の右上に示したごとくであり、-5mm が約 5% 程度存在しているが、ここでいう最小粒度とは、この 5% の粒度である。また同図に均一粒度の粗粒鉱の圧力損失も付記した。

この結果から粒度が 20mm 以下に減少するにしたがつて、加速度的に通気抵抗は増加し、粉鉱中の最小粒度の影響は特に大きいことが分る。次にペレットを焼結鉱と比較してみると Fig. 4 から -5mm 粉鉱が現状程度存在しているものについては測定値のばらつきが大きい

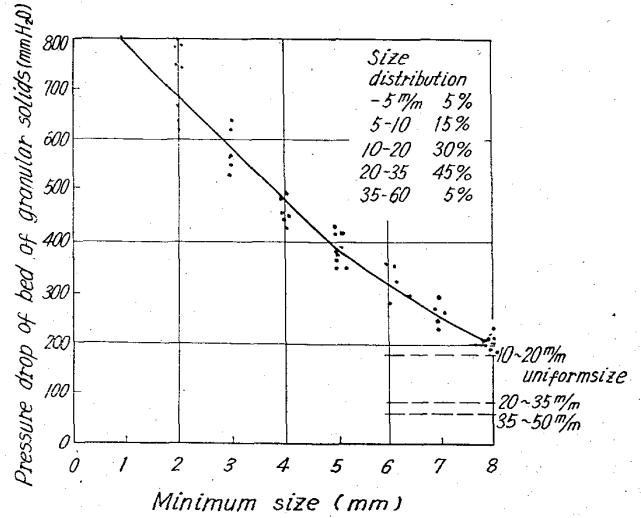


Fig. 5. Influence of minimum size on flow resistance.

が、焼結鉱、ペレットいずれの配合率が増加しても圧力損失は減少するがペレットと焼結鉱の差は明確ではない。5mm 以下の粉鉱を除去したもの (Fig. 4 B) については、焼結鉱がもつとも通気性がよくつづいて、鉱石ペレットの順となる。また、ペレットあるいは焼結鉱を鉱石中に混合した原料については、平均粒度の小さい方の原料が 60% 程度混合した場合に通気性がもつとも劣化することが認められた。

4. 考 察

以上の実験結果にしたがつてペレットの通気性について焼結鉱、鉱石と比較してみる。炉内の通気抵抗は原料の平均粒度の外に粉鉱量によつて大きく支配される。現状程度の鉱石の事前処理では一般に鉱石 (平均粒度 20.1 mm) では -5mm 粉が約 2%、焼結鉱 (平均粒度 26.9 mm) では約 5% 程度含まれている。一方実験に使用したペレット (平均粒度 13.6mm) の -6mm は 1.45% であつた。この結果 Fig. 4 [A] より粒度構成中の少ないペレットは平均粒度がもつとも小さいにもかかわらず鉱石より通気抵抗は小さく、平均粒度のもつとも大きい焼結鉱とはほぼ同じ程度であつた。したがつて現在程度の鉱石の事前処理では還元面よりみてペレットは有利と思われる。しかし原料粉鉱の篩分けが強化されれば Fig. 4 [B] に示したごとくペレットは通気性の面よりみて一概に有利とは云えない。すなわち Carman によると充填層の圧力損失は (1) 式で示されるごとく空隙率 ϵ 、球係数 ϕ_s 、平均粒度 D の函数で示され、当技研で行なつた基礎実験の結果では、Table 3 に示したごとく、ペレットは焼結鉱に比し粒度が小さく、空隙率が小さいため焼結鉱よりも通気抵抗が大きくなる結果が得られた。

$$\Delta P = 4 f \frac{U_0^2}{2g(\phi_s D)} \cdot \frac{(1-\epsilon)^2}{\epsilon^3} \dots \dots \dots (1)$$

- ΔP : 充填層の圧力損失
- U_0 : 空塔速度
- ϕ_s : 球係数
- D : 平均粒度
- g : 重力の加速度
- ϵ : 空隙率

Table 3. Characteristic of row materials

	Vdidge (ε)	Shape factor (φs)	Mean size (D)
Ore	43.6%	0.60	20.1 mm
Sinter	55.6%	0.40~0.50	26.9 mm
Pellet	45.3%	0.80~0.90	13.6 mm

次に注意すべきはペレット装入の際、外部操業になる傾向がみられる点である。これはペレットは炉周辺部に偏析しやすい粉鉱が少ないためと、形状が丸いため炉内での安息角が小さく炉の中心部に流れ込みやすいことによるものと考えられる。外部操業の場合、炉壁冷却板の破損の懸念があり、さらに流鉄が出滓口上部に周辺流が多いときに増加するという報告¹⁾もあり、これに対する対策も考えておくことが必要である。この対策の一つとして装入物の装入方法の変更が考えられるが、当技研で研究した結果では中心流を増加させる一方法として

- (1) コークスペースを減少させ鉱石の単位装入量を減少させる²⁾。
- (2) 装入レベルを降下させることが有効と考えられる。

5. 結 言

ペレットの通気性について焼結鉱、鉱石と比較した結果次の結論を得た。

1. 通気抵抗は平均粒度の他に粉鉱量によつて大きく支配される。従つて現状の事前処理程度では、ペレットは粒度が小さいにもかかわらず鉱石よりも通気性はよく焼結鉱と同程度である。しかし、粉鉱の篩分けが強化されればポイドと粒度の大きい焼結鉱の通気性もつともよくペレットはこれに劣る。

2. ペレット使用によつて外部操業にむかう傾向が認められ、これに処する対策が必要である。コークスペースを下げるか、装入レベルを下げることによつて中心流を増加させうることを模型実験で確めた。

文 献

- 1) 塚, 堤: 鉄と鋼, 50 (1964) 11, p.1619
- 2) 児玉, 重見, 斧, 彼島: 鉄と鋼, 50 (1964) 11, p. 1596

622.788.539.2/5.2

(5) ペレタイジングにおよぼす原料の粒度分布の影響について

矢作製鉄

工博 杉浦 卓・○安井誠一・加藤正登

Effect of Size Distribution of Raw Materials on Pelletizing.

Dr. Taku SUGIURA, Seiichi YASUI and Masanori KATO.

1. 結 言

造粒は、原料の物理的および化学的要因によつて支配されるところの粉体粒子—水系の力学的挙動である。そして、その主役をなすものは、粒子間の凝集力をもたら

す毛管張力・分子間力などである。しかし、これらの作用は、いづれも粉体粒子の充填性と密接な関係がある。そして、このような粒子の充填性をつかさどるものは、粉体粒子の粒度ならびに粒度分布である。

著者らは、ペレタイジングにおける原料の造粒性について、その粒度分布と関係づけて検討を行なつたので、以下にその概要を報告する。

2. 試 験 試 料

試験試料には、主として硫酸焼鉱を用いた。焼鉱の粒度分布について検討した結果によると、下に示す Rosin-Rammler 分布が比較的よく合うことがわかつた。

$$W_r = 100 \cdot e^{-(D_p/a)^b}$$

W_r : 直径 D_p (粒径)より大きな粒子の重量%

a : 粒度係数 b : 分布係数

したがつて、その粒度分布の特性を a , b 2 係数によつて表わすことができる。そこで焼鉱粒子の造粒性について、この 2 係数と関係づけることにした。

まず、 b を一定とし a を変化させた試料を作るために小型ボール・ミルを用いて粉碎時間を変えて粉碎した。得られた試料はいずれも R-R 分布に比較的よく一致する (Fig. 1 P 群), 次に、 a を一定とし b を変化させた試料を作るために、あらかじめ焼鉱原料を風篋によつて分離したものを、粒子の重量平均径が一定になるように適度に粒度配合を行なつた。その粒度分布を Fig. 1 A 群に示す。

3. 粒度分布と圧縮充填性

粒度係数を異にした試料について、圧縮充填性を測定した結果を Fig. 2 P 群に示す。荷重の軽い間は、わずかな圧力上昇によつて空隙率が著しく減少するが、ある程度圧縮したあとでは、その減少はわずかである。そして、粒度係数が小さくなるにつれ、いずれの荷重においても著しく空隙率が低下している。

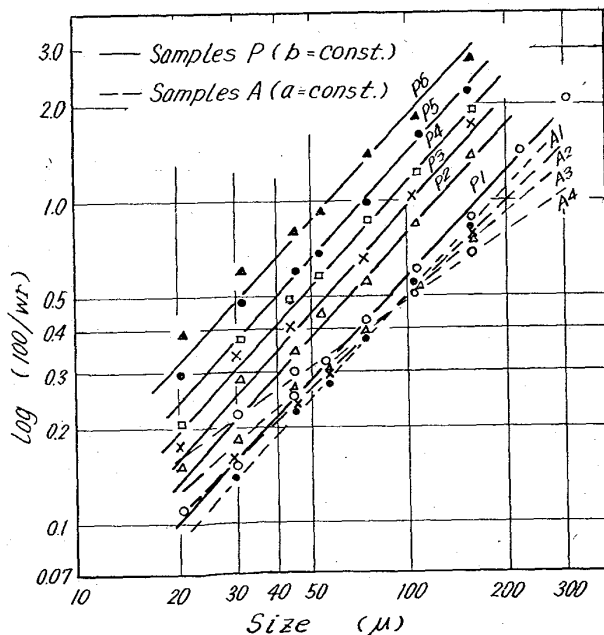


Fig. 1. Size distribution curves of samples on R-R distribution.