

はたて炉のいずれでも焼成可能である。

褐鉄鉱ペレットには磁鉄鉱ペレットのような爆発的粉化現象はない。

ペントナイトの添加は焼成後の強度にはほとんど影響しないが、予熱過程における焼き割れの防止にはかなり有効である。

文 献

- 1) 学振製鉄第54委員会 (昭和40年4月)  
焼成ペレット圧潰強度測定方法(案)
- 2) 田所, 須賀: 鉄と鋼, 28 (1942) 3, p.247
- 3) 森永, 林: 富士製鉄技報, 11 (1962) 2, p.103
- 4) 辻畑, 石光, 橋本, 戸田: 製鉄研究, 第246号資料
- 5) 土居: 鉄と鋼, 50 (1964) 6, p. 934~942
- 6) 佐藤, 笠間, 鎌田: 日曹製鋼技報, 1 (1961) 2, p. 101
- 7) 吉井, 木村: 北海道大学工学部研究報告, 第13号 p. 113
- 8) 南部・伊藤: 東北大学選鉱製錬研究所彙報, 第16巻, 第1号, p. 1
- 9) NEWITT and CONWAY-JONES: Trans. Inst. Chem. Engrs., 36 (1958), p. 422
- 10) J. T. FITTON and D. C. GOLDRING: J. Iron & Steel Inst.(U.K.), 204 (1966), p. 452

622.788 : 622.341.4 - 188  
: 539.215.4

(9) 還元ペレットの性状におよぼす  
粒度の影響

(還元ペレットの製造に関する研究—II)

金属材料技術研究所

○神谷 昂司・工博大場 章

Effect of the Particle Sizes on the Properties  
of Pre-reduced Pellets

(Studies on the production of pre-reduced iron  
ore pellets—II)

Kōji KAMIYA and Dr. Akira OHBA

1. 結 言

われわれは、前報<sup>1)</sup>においてコークスを直接混合して還元ペレットを得る方法につき、2, 3の実験を行ない、コークスの適正添加量および焼成雰囲気の影響などにつき結論を得た。

今回は前報に引続いて、コークス粒度および鉄鉱石粒度を変化した場合のコークス混合ペレットの性状を調査した。ペレットは微粉体の集合であるため、その構成粒度が、ペレットの性質に大きな影響をおよぼすことは当然であり、現在までペレットの粒度に関する研究としては、その適正粒度範囲を求めた岩崎らの研究<sup>2)</sup>があるがしかし還元剤を混合した形で、還元性および焼成後の諸特性におよぼす粒度の影響を調査したものは非常に少ない。したがってコークスを混合した場合には、どのような構成粒度としたものが適切であるかを検討してみた。

2. 試 料

試料は Table 1 に示すような前報試料と同一のインド産ヘマタイト鉱石を使用した。

また、使用したコークスの分析値は Table 2 のようである。

これらの試料を JIS の標準ふるいで、水洗してふるい分けした。この分級した試料の顕微鏡による鉱石粒度の測定結果は Table 3 のようである。なお粒度測定は245個の粒子について測定した結果である。

この結果、この鉱石は325メッシュ以下の粒子で、長径、短径の差が小になってきており、比較的粗いところでは、扁平な粒子よりなることが知れる。また、水洗しているため凝集粒子および1μ以下の付着物は存在しな

Table 1. Chemical composition of India ore (%).

T. Fe	FeO	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P	S
65.36	—	0.12	2.26	2.04	0.032	0.01

Table 2. Chemical analysis of the used coke (%).

F. C	Ash	V. M	S
87.0	10.5	1.6	0.5

Table 3. Determining the average diameter of 245 particles. (μ)

Mesh	65~80		100~120		145~170		200~250		280~325	
	Length	Breadth	Length	Breadth	Length	Breadth	Length	Breadth	Length	Breadth
Geometric mean diameter	321.4	230.6	243.4	180.0	155.9	114.3	111.5	81.7	81.6	62.2
	276.0		211.7		135.1		96.6		71.9	
Median diameter	296.4	148.7	179.8	126.3	121.6	83.0	103.7	63.7	76.8	51.9
	222.6		153.1		102.3		83.8		64.4	
Arithmetic mean diameter	335.2	218.8	255.4	184.8	164.8	119.8	116.9	85.2	87.6	65.6
	277.0		220.1		142.1		101.1		76.6	

いこと、鉄鉱石の単体分離は  $100\mu$  以下で生じていることが明らかとなった。コークスについても、同様の操作を行ない、これら分級した試料を調合して、コークス混合ペレットを作り実験に供した。

### 3. 実験

実験は、還元性が良く、強度が強いペレットを作ることとを目的とした。そのためには構成粒子の粒度とその粒度分布が問題となり、まず単一粒度の影響を調べ、つぎに粒度分布に関する実験として充填の実験を行なった。

#### 3.1 単一粒度の鉄鉱石とコークスより作ったペレットの還元性におよぼす粒度の影響

粉体は、比表面積が大きいほど、反応性が大きくなる一般に考えるが、本実験のように、還元剤および鉄鉱石を粉状にしてペレットとした場合どちらの粒度が還元大きく影響するか興味ある問題である。

前記のように水洗して分級した鉄鉱石とコークスを用いて

- (1) コークス粒度を一定とし鉄鉱石粒度を変化した場合。
- (2) 鉄鉱石粒度を一定としコークス粒度を変化した場合。
- (3) コークスおよび鉄鉱石粒度を同一とした場合の3通りにつき生ペレットを作り、前報で得た焼成条件(窒素気流  $200\text{ ml/min}$ ,  $1200^\circ\text{C}$ ,  $30\text{ min}$ , コークス添加量  $18.5\%$  で焼成した。

その結果、Fig. 1 に示されるように、この焼成条件では還元が相当に進行し、皆  $93\%$  以上の金属化率を示しほとんど同一と見なしうる結果となり、コークス粒度および鉄鉱石粒度のいずれの粒度のほうも還元大きな影響を示すか明らかにすることは困難であるが、総括的に

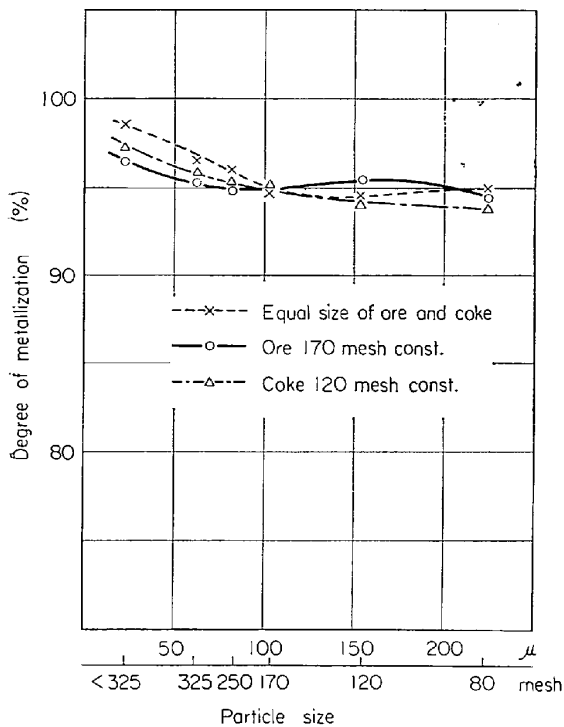


Fig. 1. Reduction curves of the pellets, which consist of the various particle sizes.

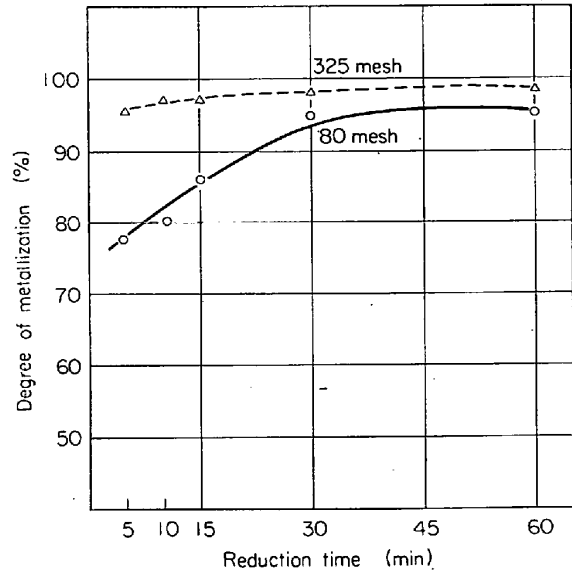


Fig. 2. Effect of the reduction time on the degree of metallization.

は鉄鉱石粒度のほうもコークス粒度にくらべて還元への影響がやや大きい。  $100\mu$  以下と以上のものの状態が多少異なっているが、これは前記検鏡の結果、この粒度以上で鉄鉱石が単体分離されているので、その影響と思われる。

以上の実験では、焼成時間を  $1200^\circ\text{C}$ ,  $30\text{ min}$  としたが、この時間を変化した場合、すなわち反応速度と粒度の関係のみたのが Fig. 2 で、これより、焼成時間が

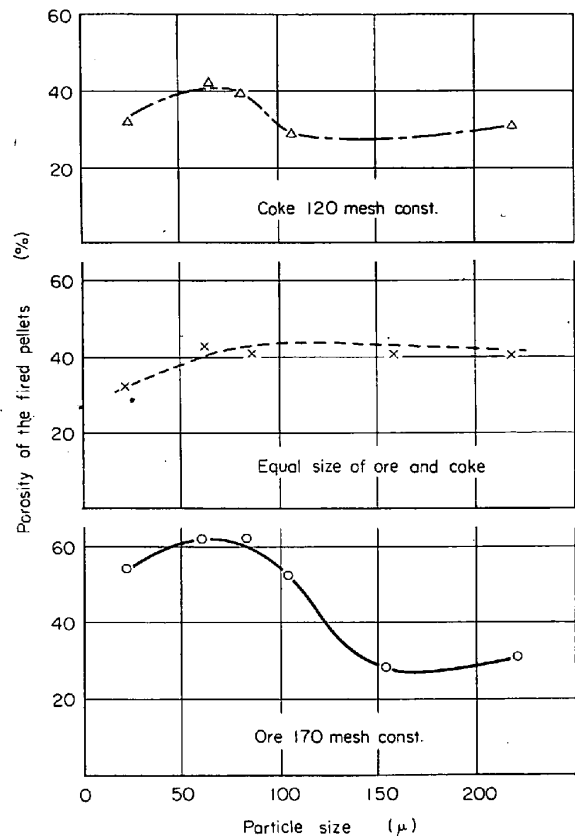


Fig. 3. Porosity of the fired pellets.

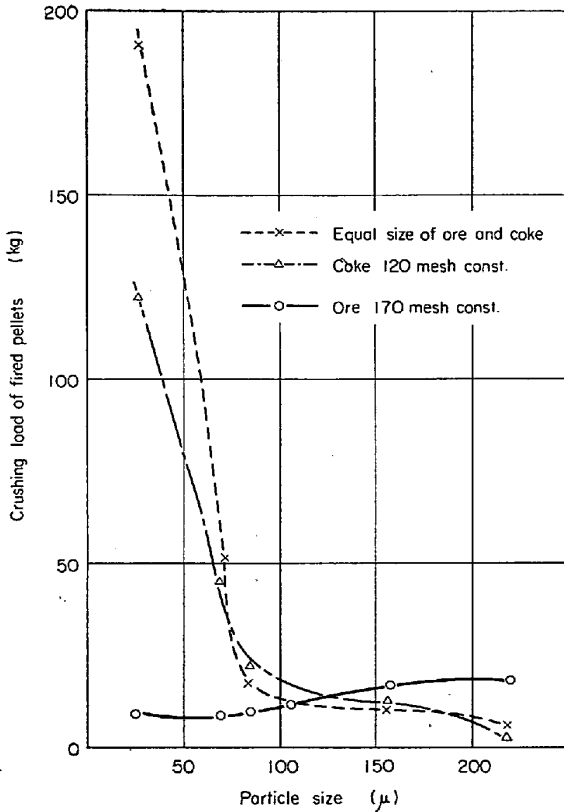


Fig. 4. Crushing test of the fired pellets.

30 min 以下では鉄鉱石粒度の影響が大きく出ていることが知れる。

3.2 単一粒度の鉄鉱石とコークスより作ったペレットの空隙率と粒度との関係

つぎに、ペレットの生および焼成後の空隙率を水銀圧入式ポロシメータにより測定し、粒度と空隙率との関係を検討した。

Fig. 1 に示したように、還元率は各試料ともほぼ一定した値を得たので、生ペレットの空隙率と還元率の関係は、この焼成条件では明確に知ることはできなかった。

焼成後のペレットの空隙率は Fig. 3 に示すようであり、これによるとコークス粒度が空隙率に対して鉄鉱石粒度より大きく作用し、とくに 50 μ 近くのものの影響が大きいことが知れる。また鉄鉱石とコークスを同一粒度とした場合は、混合が均一となり易く、その空隙がほとんど一定な状態となる。鉄鉱石粒度の影響では、100 μ すなわち単体分離されるまでは、スラグ結合が生じているためか空隙が少なくなっていることが知れる。

3.3 単一粒度の鉄鉱石とコークスより作ったペレットの粒度と強度の関係

焼成後のペレット強度は、コークスまたは鉄鉱石粒度のいずれに大きく影響されるかを調べてみた。その結果 Fig. 4 に示されるように、鉄鉱石粒度が強度を支配することが知れる。とくに 50 μ 以下のものの効果が大きい。コークス粒度のみを細かくすることは、強度的に弱い焼成ペレットを得ている。これはコークス粒度が細かいほど Fig. 3 に示されているようにポーラスになるため鉄鉱石粒間の完全な融着が生じないためと思われる。

3.4 充填に関する実験

以上はコークスおよび鉄鉱石の単一粒度に対するペレットの還元性および強度などにつき検討してきたが、つぎに粉体の集合体の強度向上策としての粉体充填の問題につき 2, 3 考察を行なった。

粉体として理想化した球の充填形式を示したものが、Fig. 5 のような諸形式で、破線は第二面の球の位置を示す。最も稠密になるのは菱面体充填で、つぎに double stagger, 正斜方充填となる。

実験としては、空隙率の測定の容易さと、混合割合を直視できるようなものとして、粗粒なものを基本粒子とし、Fig. 5 で最密な菱面体充填と double stagger 充填、それに単一粒子の充填形式をみるために Table 5 のような配合で造粒した生ペレットの空隙率の比較を行なった。Table 4 は理想球の三次球までの充填割合を示したものである。試料 No. 1 は単一粒子試料、No. 2 は double stagger を No. 3 は菱面体充填を予想したものである。

この結果、単一粒子のものは空隙球よりして立方充填と正斜方充填の中間の空隙率を示す。また最密充填を予想した試料では、最密に混合する方式がないこと、また球状試料でなく、2 次 3 次粒子の寸法が厳密に規定できなかったため非常にポーラスなものとなることが知れた。これより空隙率は大部分は基本粒子の大きさに支配されるが、2 次 3 次球の影響もある程度存在することを示している。

これら試料を焼成した結果では、充填形式を変化して、その生の空隙率を多少変化しても還元率は単一粒子の場合と同様、あまり影響はなく、また強度は充填のための 2 次 3 次粒子の影響で空隙率の小さいもののほうが良好な結果を示した。

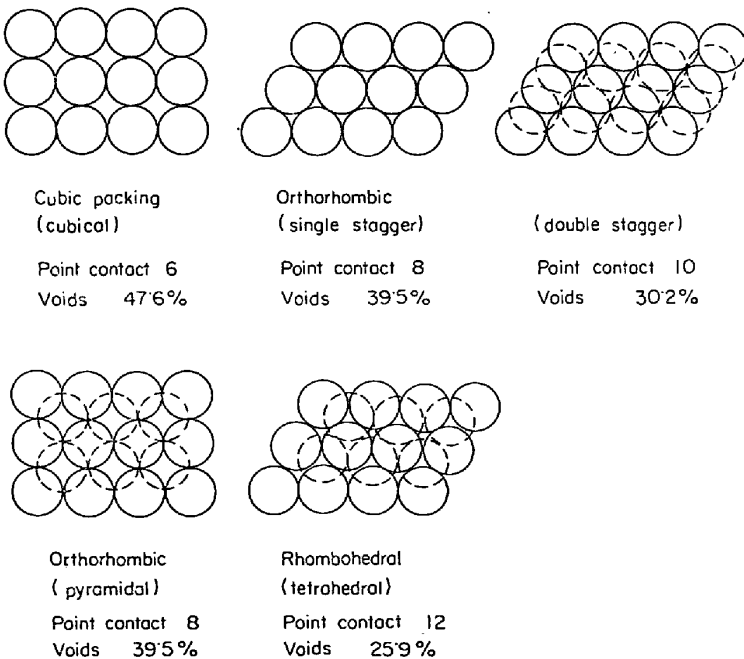


Fig. 5. Packing configuration.

4. 結 言

Table 4. Relative size of spheres at ideal packing.

Type of packing	Double stagger			Rhombohedral		
	Primary	Secondary	Tertiary	Primary	Secondary	Tertiary
Radius of sphere	$r$	$0.285r$	$0.155r$	$r$	$0.414r$	$0.225r$
Relative number	1	2	4	1	1	2
Voids (%)	30.2	26.8	25.6	25.9	20.7	19.0

Table 5. Voids after pelletizing of particles.

Radius of sphere	Primary	Secondary	Tertiary	Voids (%)
No. 1 ( $\mu$ ) W (%)	222.5 100	—	—	44.9
No. 2 ( $\mu$ ) W (%)	222.5 94.23	63.4 4.36	34.5 1.41	43.2
No. 3 ( $\mu$ ) W (%)	222.5 91.44	92.1 6.49	50.0 2.07	41.3

以上、コークスを混合して作った、ペレットを還元する際の粒度の影響について、つぎのような結果を得た。

(1) 還元率に対しては、鉄鉱石粒度がコークス粒度よりもやや優位に影響する。

(2) 焼成後の空隙率は、コークス粒度に影響され、とくに  $50\mu$  近くのものの粒度の影響が著しい。

(3) 焼成後のペレット強度は、鉄鉱石粒度に影響され、とくに  $50\mu$  近くのものの効果が大である。

(4) コークス粒度のみを細かくすると焼成後のペレットはポーラスとなり、強度はかえって弱くなる。

(5) コークス混合ペレットの生ペレットの空隙率は理想的な充填形式より考えたものより、かなりポーラスなものとなる。

文 献

- 1) 神谷, 大場: 鉄と鋼, 52 (1966) 3, p. 244
- 2) 森永, 池野, 岩崎: 鉄と鋼, 49 (1963) 3, p. 346

622.341.1:622.784:669.243

(19) 含クロム・ニッケル鉄鉱石の流動炉による選択塩化焙焼について

金属材料技術研究所

工博 大場 章・工博 郡司好喜・○石塚隆一  
東京理科大 日下部 慧

Selective Chlorination of Iron Ores Containing Chromium and Nickel by Fluidizing Roaster

Dr. Akira OHBA, Dr. Kōki GUNJI

Ryuichi ISHIZUKA and Satoshi KUSAKABE

1. 緒 言

含クロム・ニッケル鉄鉱石を製鉄原料として活用する目的の一環として、鉱石中の Ni を乾式処理で分離する

ために、流動炉による選択塩化焙焼実験を行なった。

鉱石中の Cr の分離については、筆者らの一人は、その比選精鉱に対し、焙焼・高磁界熱間磁選法を適用し、鉄鉱物、クロム鉱物、チタン鉱物などの分離回収に良好な結果を得たことを報告した<sup>1)</sup>。またほかの共同研究者らは、鉱石を低温還元して粒鉄を作る段階で、Cr をある程度分離する方法について報告した<sup>1)</sup>。

塩化焙焼揮発法による Ni 分離の研究についても、筆者らを含めて<sup>2, 3</sup> 行なわれているが<sup>4)~5)</sup>、現在までの研究では、Ni の塩化揮発と同時に 10% 前後の Fe の塩化揮発も認められている。

本研究では、ボートによる基礎実験をもとに、内径 120 mm の流動炉を操作し、含クロム・ニッケル鉄鉱石の選択塩化焙焼による Ni 除去、および送風空气中に O<sub>2</sub> ガスを富化した場合の Fe の塩化揮発防止の効果について検討を行なったものである。

2. 試料および実験方法

2.1 試 料

試料はインドネシア産鉄石 (以下 L-I) と、本邦神宝産鉄石 (以下 L-G) を用いた。両鉄石とも 600°C 前後で十分に仮焼し、32~150 mesh に整粒した。そのおもな化学分析値は、L-I 鉄については T.Fe 56.63%, Ni 0.27%, Cr 1.95%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 11.77%, SiO<sub>2</sub> 2.10% であり、L-G 鉄のそれらは 46.60, 1.68, 2.91, 3.10 および 13.42% である。また比重は L-I 鉄が 4.56, L-G 鉄 4.13 であるのに対し、メスシリンダー法による最粗充填のかさ密度は、それぞれ 1.4 および 0.5 と、かなりの差があり、鉄石の性状に違いのあることが認められた。

2.2 装置および実験方法

実験装置は Fig. 1 に示すように、内径 120 mm, 長さ 2000 mm の高クロム特殊鋳鋼管を本体とし、ガス送入装置、ダストコレクターおよびガスクリーナーなどが附随し、炉の加熱はシリコンヒーター発熱体による外部加熱である。また、試料の流動性および混合ガスを均一にするため目皿抵抗が大になるようグレートの下部にアルミナの小球を充填した。

実験は溢流管の先端にストッパーをとりつけ、回分操作で行なった。炉内流動状態は装置内の圧力を測定し、流量と圧降下曲線を求めることにより判定した。Fig. 2 は予備実験における圧降下曲線の一例を示したものである。なお 1 回の供試量は L-I 鉄 1600 g, L-G 鉄 700 g で、おのおのの層高と塔径の比 (L<sub>c</sub>/D<sub>T</sub>) は 0.9 および 1.1 である。また送風全ガス量は約 40~80 l/min