

討 3

擬似粒子化の促進による焼結原料層の通気性向上

(株)神戸製鋼所 鉄鋼技術センター ○出口幹郎, 木村吉雄, 小泉秀雄
 機械技術センター 水上俊一, 村田博之
 エンジニアリング事業部 土屋 脩

1. 緒 言

高層厚化による焼結鉱の生産性向上・省エネルギー化・高品質化や安価な微粉鉱石の多配合焼成技術
 を確立するには、擬似粒子化を促進して焼結原料層の通気性を向上させることが不可欠である。その対
 応策として生石灰や消石灰の添加による擬似粒子の崩壊防止¹⁾やパンペレタイザーによる造粒強化²⁾などが
 実施されている。

当社加古川製鉄所では、粉コークスの粗粒化とその粒度管理、粉碎方法の改善による劣性塊鉱石の粗
 粒化、生石灰の添加、ドラムフィーダーのかき上げによる偏析装入の促進などによって2.15t/h・m²とい
 う高生産率操業を達成させた³⁾。なお一層の生産性向上を図るには、事前処理技術の向上や高層厚操業技
 術の確立などが重要となる。

本報では高層厚操業技術の確立を目標とした核粉分離造粒法^{4),5)}と微粉鉱石添加造粒法⁶⁾について検討した
 結果を報告する。

2. 擬似粒子化の促進に関する事前検討

焼結原料の造粒過程を(1)式、(2)式で表して擬似粒子化の促進法を事前に検討した⁷⁾。

$$\frac{\partial^2 M(x, t)}{\partial t \cdot \partial x} = - \int_0^{x_{max}} S(x, y) \frac{\partial M(x)}{\partial x} \cdot \frac{\partial M(y)}{\partial y} dy + \int_0^x S(y, \sqrt[3]{x^3 - y^3}) \frac{\partial M(x)}{\partial y} \cdot \frac{\partial M(\sqrt[3]{x^3 - y^3})}{\partial x} dy \quad (1)$$

$$S(x, y) = \frac{\alpha \cdot Fi}{(x+y)^2} \left\{ \left(\frac{x}{y}\right)^\beta - 1 \right\} \quad (\text{但し, } x > y \text{ の場合}) \quad (2)$$

ここで、xとyは粒子径、M(x, t)は時間tにおけるx以下の重量割合である。造粒速度関数S
 (x, y)は鉱石の付着力Fi、造粒操作パラメータα、粒度パラメータβなどで定まるものである。焼結
 原料の造粒操作によって擬似粒子化を促進するには(2)式のαの値を大きくする必要がある、その手段と
 して核粉分離造粒法と微粉鉱石添加造粒法を考えた。核粉分離造粒法は鉱石を核鉱石と粉鉱石に分離し
 て、まず核鉱石の表面を水で濡らした後、粉鉱石を追加して造粒するものである。この操作によって核
 鉱石と粉鉱石の付着頻度が高められる。一方、微粉鉱石添加造粒法は造粒性の良いペレットフィード程
 度の微粉鉱石を使って擬似粒子化しにくい鉱石の造粒性を向上させるものである。

3. 実験方法

3.1 核粉分離造粒法

鉱石の組成と粒度分布はTable 1に示す。鉱石aはソフ
 トヘマタイト鉱石、鉱石bはリモナイト鉱石、鉱石cはハ
 ードヘマタイト鉱石である。

造粒は800φ×1500^Lのドラムミキサーで15rpm×10分、約
 6%の水分添加という条件で行った。核粉分離造粒法(B
 法)では核原料(1~5mmの核鉱石, -5mmの返鉱)をド
 ラムミキサーで混合・プレウエットし、その後付着原料(
 -0.5mmの粉鉱石, -3mmの石灰石, -3mmの粉コークス)を追

Table 1. Chemical composition and size distribution of iron ores.

Chemical composition (%)						
Ore	T.Fe	FeO	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	C.W
a	62.0	0.2	6.1	0.03	2.8	2.3
b	56.9	0.1	5.7	0.11	2.8	8.8
c	67.2	0.3	2.5	0.12	0.5	0.6

Size distribution (%)							
Ore	>5mm	5-2	2-1	1-0.5	0.5-0.25	<0.25	Mean size
a	10.3	28.3	15.2	11.4	10.7	24.1	2.1
b	16.4	26.3	18.8	13.0	11.3	14.2	2.5
c	34.4	12.8	4.1	4.8	17.4	26.5	3.2

加して混合・造粒を行った。核鉱石と粉鉱石の配合比は6:4である。比較のために10mm以下の鉱石を他の原料と同時にドラムミキサーに投入して混合・造粒を行った(A法)。

Table 2. Size distribution of iron ores.

5-3mm	3-1	1-0.5	-0.5
26%	35	13	26

造粒後の原料は $300\phi \times 400^H$ 或いは $300\phi \times 800^H$ の焼結鍋に装入して通気性を測定し、その後一定の吸引圧で焼成した。擬似粒子の粒度分布は完全に乾燥した後、フルイ振とう器で測定した。

3.2 微粉鉱石添加造粒法

鉱石の組成はTable 1に、粒度はTable 2に示したのものを用いた。-5mmの鉱石、-3mmの石灰石、-3mmの粉コークスに鉱石aの微粉を添加して $300\phi \times 280^L$ のドラムミキサーで造粒し、その後 $105\phi \times 400^H$ の焼結鍋で通気性を測定した。

4. 実験結果および考察

4.1 核粉分離造粒法による通気性の向上

単銘柄鉱石をA法とB法で造粒して通気性を測定した結果をFig. 1に示す。この図より次のようなことがわかる。

- (1) 鉱石の造粒性はa, b, cの順に低下する。これはペレットの造粒性を表わす落下抵抗や粉鉱石の付着力の測定結果(Table 3)と同じ順位となっている。
- (2) いずれの場合においてもB法の採用によって擬似粒子化が促進されて、焼結鍋に装入したときのかき密度が減少し、その結果として通気性が向上する。

Table 3の付着力(Fi)の値および造粒前後の粒度分布から(2)式の α と β を求めると、A法では $\alpha = 4.54 \times 10^{-6}$, $\beta = 1.35$, B法では $\alpha = 5.94 \times 10^{-6}$, $\beta = 1.35$ となった。 α と β がそれぞれの造粒法において鉱石の銘柄に関係なく同一の値になることおよびFig. 2に示すように計算値と実測値が比較的良好に一致していることから、(1)式と(2)式によって擬似粒子の粒度分布が予測できることが認められる。

Fig. 2では擬似粒子の粒度分布がほぼ直線となっている。この直線の傾き(m)とJPUの関係を示す。

Fig. 3ではmの値が大きくなるほど通気性が向上している。これはmの増大に伴って粒度分布の巾が狭くなり、しかも250 μ 以下の微粉の割合が小さくなるために層内の空隙率が増加するからである。

Fig. 4に示すように通気性は

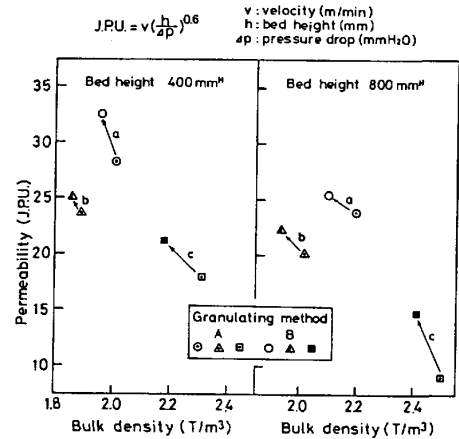


Fig. 1. Effect of granulating methods on permeability.

Table 3. Basic properties of iron ores.

Item	Ore a	Ore b	Ore c
Dropping strength of green pellet (N/50cm)	14.6	5.1	4.4
Cohesive strength of fine particle (g/cm²)	16.8	13.3	6.0

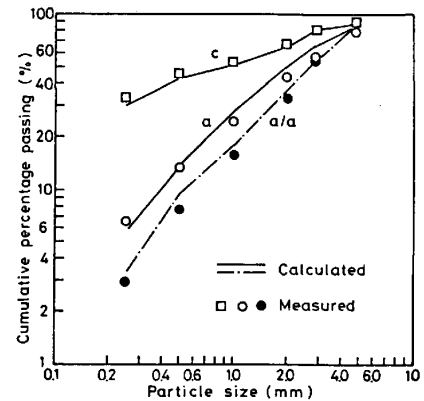


Fig. 2. Comparison of calculated value with measured value in size distribution of quasi-particles.

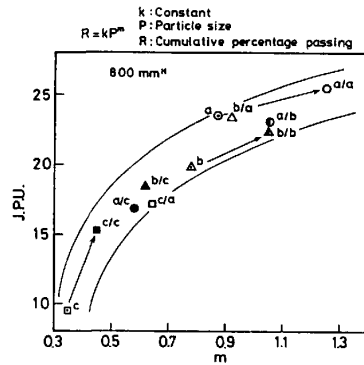


Fig. 3. Effect of m on permeability.

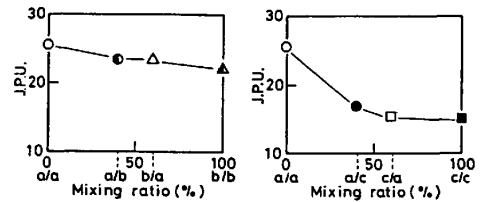


Fig. 4. Effect of ore combination on permeability. (Bed height: 800mm)

核鉱石の銘柄と粉鉱石の銘柄に影響される。この傾向は佐藤の結果に類似しているが、造粒性の悪い鉱石cを配合した場合にはその影響を強く受けてかなり低い値となっている。

300φ×400^Hと300φ×800^Hの焼結鍋で焼成した結果をFig.5とFig.6に示す。これらの図から次のようなことがわかる。

- (1) 層厚が400mmの場合にはB法の採用による生産性の向上効果は焼結時間の短縮よりも歩留向上の方が大きい。これは微粉部の焼結反応の促進によるものと考えられる。
- (2) 層厚が800mmの場合には通気性の向上による焼結時間の短縮によって生産性が向上している。
- (3) Fig.6において核鉱石に過溶解性を示す鉱石bを用いた場合は、肥田ら⁹⁾や戸田ら¹⁰⁾が報告しているように溶解時に層内の空隙がふさがり通気性が悪化するために焼結時間が長くなり、その結果として核鉱石がaの場合よりも低い生産性を示したと考えられる。

また、鉱石aの1~10mmを核鉱石に、1mm以下を粉鉱石にして造粒を行い、300φ×800^Hの焼結鍋で焼成したが、J.P.U.が24.2、生産率が2.25t/h・m²となり、核粉分離造粒法の実用性を確認した。

Fig.7に示すように層厚が800mmの場合の生産性は、通気性の場合と同様、核鉱石の銘柄と粉鉱石の銘柄に影響されている。

4.2 微粉鉱石添加造粒法による通気性の向上

前述の単銘柄鉱石の通気性および各鉱石を等量ずつ混合したものの通気性を105φ×400^Hの焼結鍋で測定し、Fig.8のような結果を得た。混合銘柄の

J.P.U.は各鉱石のJ.P.U.の最大値の平均よりも低くなっており、造粒性の悪い鉱石cの影響が強く表われていることがわかる。

そこで、鉱石cの造粒性を向上させるために鉱石cに造粒性の良い鉱石aの微粉を添加する微粉鉱石添加造粒法について検討した。その結果、

Fig.9に示すように鉱石cに対して鉱石aの微粉(ブレン指数で2800cm²/g)を20%以上添加すると、通気性が1.4倍程度向上した。これは

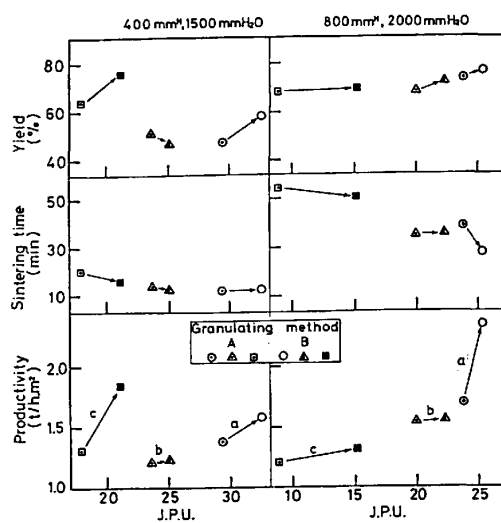


Fig. 5. Effect of granulating methods on productivity and permeability.

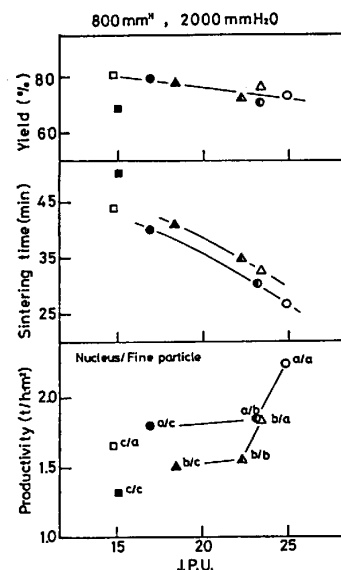


Fig. 6. Effect of brands of iron ore on productivity and permeability.

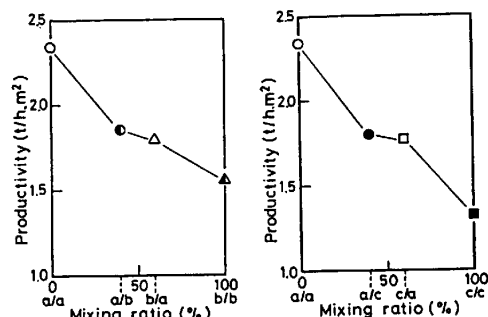


Fig. 7. Effect of ore combination on productivity. (Bed height:800mm)

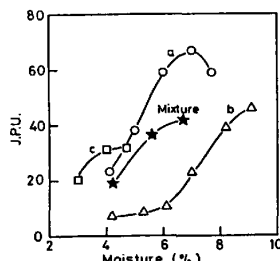


Fig. 8. Effect of water content on permeability.

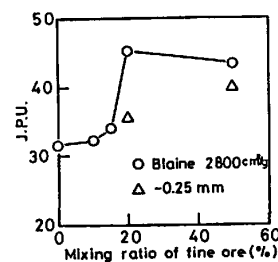


Fig. 9. Effect of mixing of fine ore a on permeability.

Fig. 10に示すように鉍石 a の微粉が鉍石 c の未付着粉部に付着して擬似粒子化を促進し、擬似粒子が粗粒化したからである。しかしながら Fig. 9に示したように鉍石 a の微粉が 250 μ 以下程度では通気性の向上効果が少なく、50% 添加しても通気性は 1.2 倍程度しか向上しない。したがって微粉鉍石の粒度は少なくともペレットフィード程度のものであると考えられる。

5. 結 言

焼結鉍の生産性向上・省エネルギー化・高品質化を図る手段として高層厚操業があり、この技術の確立には通気性向上のための擬似粒子化の促進が必須条件である。また、安価な微粉鉍石の多配合焼成技術の確立にとっても重要な条件である。

本報では核粉分離造粒法と微粉鉍石添加造粒法によって焼結原料層の通気性が向上し、しかも擬似粒子化の促進による生産性の向上も確認した。今後は二つの方法の効果を有効に生かした混合銘柄の造粒技術について検討し、上記課題の解決を図る。

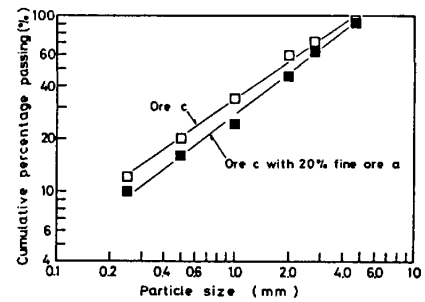


Fig. 10. Size distribution of quasi-particles.

参考文献

- 1) 佐々木；鉄と鋼，71 (1985) (3) P. 329
- 2) 新日本製鐵；第64回製鉄部会資料 (1984年5月)
- 3) 上仲，徳嵩，花生，伊藤，渋谷，前花；神戸製鋼技報，34 (1984) (4) P. 17
- 4) 出口，木村，末光，土屋，小泉，西田；鉄と鋼，70 (1984) (4) S. 23
- 5) 木村，福岡，小泉，土屋；鉄と鋼，71 (1985) (4) S. 39
- 6) 出口，木村，福岡；第110回講演大会発表予定
- 7) 水上，村田；第110回講演大会発表予定
- 8) 佐藤；浮選，(1981) P. 51
- 9) 肥田，伊藤，岡崎，佐々木，梅津；鉄と鋼，68 (1982) (15) P. 2166
- 10) 戸田，日下部，肥田，伊藤；鉄と鋼，71 (1985) (4) S. 43