

622.785; 66.042.95

(8) 焼結性におよぼす通気度および負圧の影響

尼崎製鉄, 技術開発研究部

○前川 昌大・高月 輝夫

Influences of the Permeability and the Suction on Sintering Characteristics.

Masahiro MAEKAWA and Teruo TAKATSUKI.

1. 緒 言

鉄鉱石の焼結性におよぼす負圧, 通気度の影響に関するこれまでの研究^{1)~8)}によると, 負圧を高めたり, 通気性を改善して焼結層を通過する空気量を増せば, コークス燃焼速度が増し, flame front speed が増大して, 生産速度, 強度が増大することが示されている. しかし極度に負圧, 通気度を高めて, 空気流量を増せば, 加熱時間が短くなり, また排気ガスにより熱量が急速に奪われるために, 焼結層の温度は低下して, 鉱石粒子の塊成化状態が悪化して, 成品歩留, 生産速度および強度の低下を招くものと考えられる. すなわち, 混合原料の性状に基き, 適正負圧と, それに関連する適正な通気度が存在する. そこで, 著者らは, 一定の化学組成と粒度分布の混合原料を選び, 水分量の調整により, 点火前通気度をいろいろに変えて焼結実験を行ない, 諸特性におよぼす負圧と通気度との影響を検討した.

2. 試 料

試料の配合割合は次のとおりであつた. Goa 鉄石 45.3%, 山宝鉄石 23.4%, 返鉄 31.3%, 上記混合原料 100 に対して, 石灰石 10 を添加した. コークス量は石灰石を含む混合原料 100 に対して 4% であつた. 混合原料の化学組成と粒度分布は Table 1 に示すとおりであつた.

3. 実験結果および考察

混合原料を層厚一定 (30cm) として, 15kg の試験鍋に装入し, 点火前の負圧を 500, 700, 900, 1000mmWG に設定して焼結した結果を次に示す.

3.1 焼結時間と落下強度

G. SCHWABE ら⁹⁾は Kiruna, Venezuela などの粉鉄石をいろいろの条件下で焼結した結果, 返鉄を添加して通気度を高めると, そのために, 焼結時間は短くなり, 焼結鉄の強度は直線的に低下することを示している.

著者らの実験により得られた焼結時間と shatter strength との関係は, Fig. 1 のとおり, 直線関係ではなく, shatter strength を最大にする適正な焼結時間があつた. この適正時間は負圧の差により異なり, 負圧が低いほど長く, 負圧が高いほど短い. またこの適正時間と点火前通気度との関係を Fig. 5(b) によりみると, いづれの負圧の場合も約 35 JPU になつていた.

いま, Fig. 1 と Fig. 5(a)(b) とを対比して考察すると, 適正時間よりも長い焼結時間の範囲内では, 焼結層の通気度が低く, 空気量が不足するので, コークス燃焼状態が不良であり, 焼結層の温度は低くなつていく. そのために焼結時間が長いにもかかわらず, 鉄石粒子の塊成化が不完全になり, shatter strength は低値を示す. 他方, 適正時間よりも短い範囲内では, 通気度が

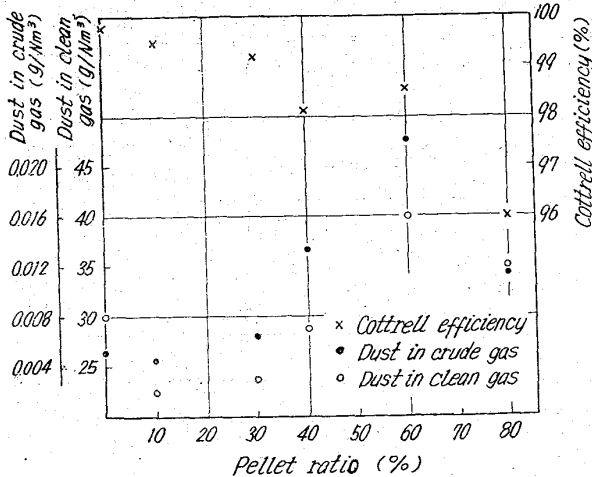


Fig. 4. Variation of dust containing in waste gas.

あるが, ペレットのみを切出してこぼれることはなかつた. 秤量切出し誤差はペレット粒度が均一なためか極めて作業誤差が小さかつた.

5. 総 括

東田 5 高炉においてマルコナペレット 80% 使用までの操業試験を行ない次の結果を確認した.

1) 焼結鉄およびペレット 60% 使用時に増風試験を行ない, 出鉄比 1.45 t/d/m³ まではペレット 60% の使用が可能であり, 焼結鉄とペレットの効果は同一であることが確認された. 大型高炉で使用の場合は, その熱間強度についての検討が必要と思われる.

2) 生産性, コークス比両面でペレットは焼結鉄と同等の効果を持ち, 精鉄 (8~30mm) との代替ではペレット 1% につき 0.9kg/t のコークス比低下をみた.

3) ペレット使用に伴つて造滓量は低下したが, 鉄鉄成分変動は変化なく, 鉄滓成分は安定した. 脱硫面でも CaO+MgO/SiO₂+Al₂O₃ の上昇も手伝つて, 鉄滓量 200kg/t までは問題なかつた.

4) 作業面では滓口流鉄が増加していく傾向がみられた. 原料作業では秤量誤差が小さくなり, こぼれの状況は他の鉄石と変りなかつた.

5) 除塵器発生ガス灰量には大きな変化がなかつたが清浄機に持去られるダストは増加し, コットレルの集塵効率は低下して, ガス清浄度は悪化した. これはペレットの微細粉が未還元のまま排出されたことによるものと推定される.

文 献

- 1) 鉄と鋼, 50, No. 11, p. 1896
- 2) 第22回製鉄部会, 八幡製鉄所資料

Table 1. Size distribution and chemical composition of sinter mix and finished sinter.

Size (mm) Fraction (%)	15~10 0.9	10~5 9.8	5~2.5 22.4	2.5~1.2 13.1	1.2~0.6 12.3	0.6~0.3 10.4	0.3~0.15 13.6	-0.15 17.5	Total 100.0
Chemical composition (%)	Fe	FeO	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	Ig. loss.	CaO/ SiO ₂	Degree of oxidation
Sinter mix	50.04	11.74	3.80	6.96	2.58	0.68	6.67	1.88	91.3
Finished sinter	59.19	9.44~ 9.62	3.70	8.17	2.95	0.65	—	2.22	94.4~ 96.2

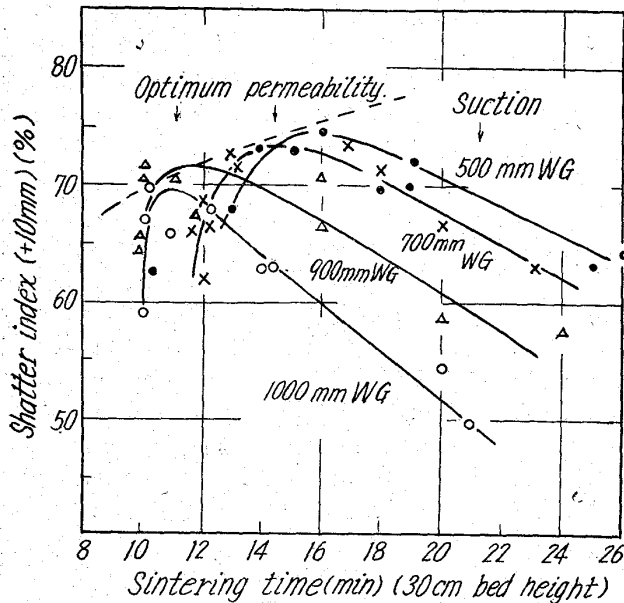


Fig. 1. Relationship between shatter index of sinter, sintering time and suction.

高く、空気量が過剰となるので、冷却効果により combustion zone の温度低下を招くこと、ならびに flame front speed が速くなり、加熱時間が短くなりすぎることにより、shatter strength は低下すると考えられる。

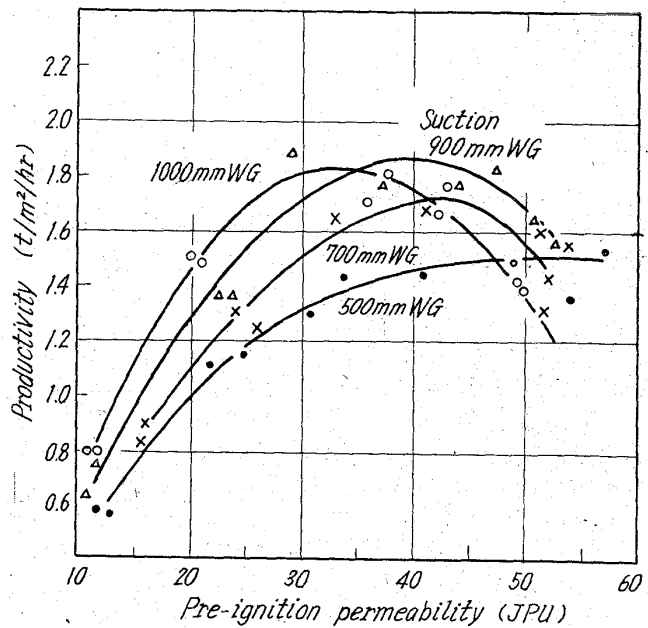
なお、焼結鉱の酸化度は低い通気度で焼結されたものの方が高くなった。これは焼結層上層部の再酸化時間が長くなることに起因すると考えられる。

上述のように、焼結法の場合は焼成雰囲気および焼成時間が原料自体の通気性などに支配されやすいといえる。この点は、ある一定の焼成雰囲気に原料を装入して、必要時間滞留させて焼成するペレット化法の場合と異なる点であろう。

また Fig. 1 から明らかとなり、おのおの負圧下で得られる最も高い shatter strength を比較すると、負圧が高い場合のほうが低い結果が得られた。

3.2 生産速度と成品歩留

生産速度は条件の違いにより 0.6 t/m²/hr から 1.9 t/m²/hr に変化した。Fig. 2 によると、ある限度までは、負圧を高めることは、生産速度を増大させる上で、きわめて有効である。しかし、その場合、Fig. 2 からわかるとおり、高負圧操業時には、低負圧操業時に比べて、点火前通気度を低い水準に保持すべきである。



$$* P = \frac{F}{A} \left[\frac{h}{s} \right]^{0.6}$$

F: air flow [cm³/sec]

A: area of bed [cm²]

h: initial height of bed [cm]

s: windbox suction [cm WG]

Fig. 2. Relationship between pre-ignition permeability, productivity and suction.

次におのおのの負圧で得られる最大の生産速度を比較すると、本実験では 900 mmWG で最も高くなり (1.9 t/m²/hr)、1000 mmWG となると低下 (1.8 t/m²/hr) の傾向を示した。ただし著者が行なった実験によると、コークス添加量を増せば、(6%)、さらに負圧を高めて (1100 mmWG) 生産速度を増大 (2.0 t/m²/hr) させることが可能である。

成品歩留と点火前通気度との関係は Fig. 3 に示すとおりであり、50%~75% の範囲で変化した。Fig. 3 によると、いづれの負圧においても、成品歩留を最大にする適正通気度があった。

またおのおの負圧で得られる最大の成品歩留を比較すると、700~900 mmWG の場合が最も高くなった。(75%)

3.3 コークス消費量と空気消費量

Fig. 4 によると、コークス消費量を最少 (60 kg/t-sinter) にする通気度は 20~35 JPU であった。この値

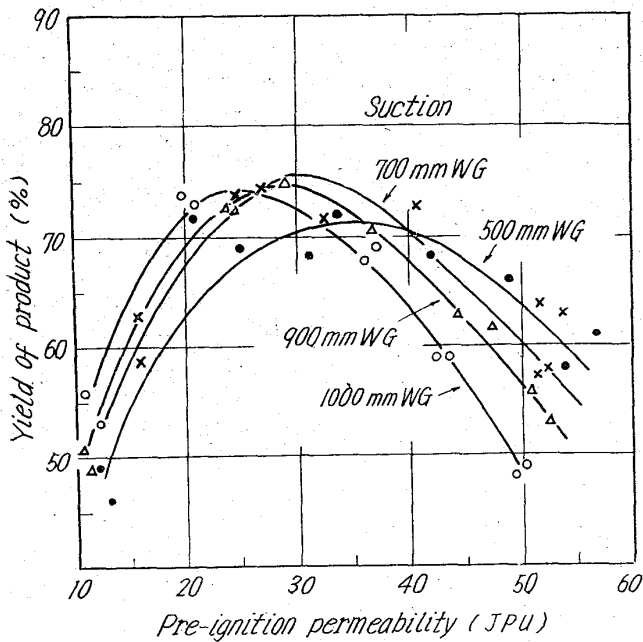


Fig. 3. Relationship between pre-ignition permeability, yield of product and suction.

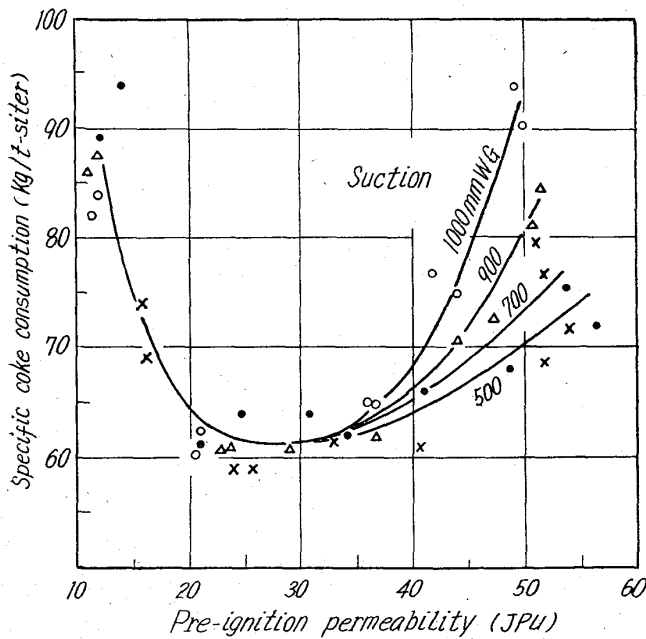


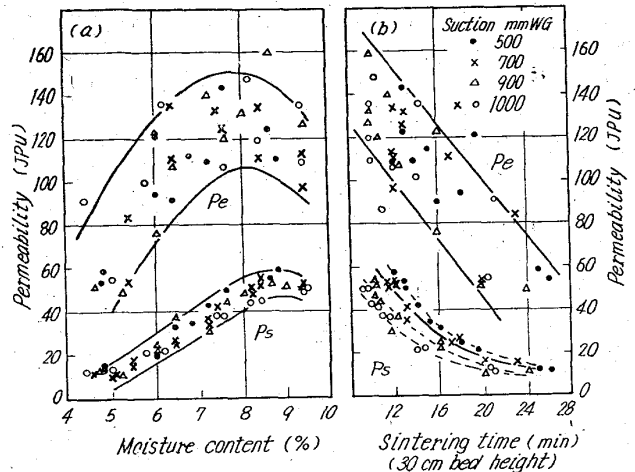
Fig. 4. Relationship between pre-ignition permeability and specific coke consumption.

よりも低くなつても、また高くなつても、コークス消費量は著しく多くなつた。通気度が高い場合は、特に高負圧下におけるコークス消費量の増加割合は大であつた。

空気消費量も最少となる通気度があり、およそ1000~1100m³/t-sinterであつた。通気度が不適正の場合は1600~1800 m³/t-sinterに増大した。

3.4 水分量と通気度と焼結時間との関係

Fig. 5 (a)は負圧 500, 700, 900, 1000mmWGの下で測定した結果を示す。Fig. 5 (a)によると、混合原料および水分量が同一の場合には、点火前通気度はおおむね等しい値を示した。このことは Zero Windbox¹⁰⁾を



P_s : Pre-ignition permeability
 P_e : Permeability at end of sintering

Fig. 5. Relationship between moisture content, permeability and sintering time.

設けて、水分量制御を自動化する場合、点火前通気度を用いる上で、重要な関係である。他方、焼結終了時の通気度はかなりの巾でばらついている。これは負圧の差により、焼結状態が異なる結果である。

焼結時間と点火前通気度および焼結終了後の通気度との関係は Fig. 5 (b) に示すとおり明りような負相関関係にあつた。

4. 結 言

今回の実験により、水分量、通気度、負圧、焼結時間、落下強度、成品歩留、生産速度、酸化度、コークス消費量などの相関関係が明らかにされた。特に、高負圧作業時には点火前通気度をやや低値に保持することが、生産速度、成品歩留を高めるために必要なことがわかつた。これは焼結作業上重要な関係と思われる。また、生産速度を高める手段として、負圧を高めることには限度があることも確認した。焼結時間と落下強度との関係は、通気度、負圧と関連させて考察すると、きわめて興味あるものであり、焼結現象の説明上有用な関係と考えられる。今回は種類の混合原料について実験を行なつたが焼結原料は、種類により溶融温度、軟化性、比熱、粘性、化学反応性などが異なるので、今後、ほかの混合原料についても検討し、焼結現象に関するより普遍的な関係を見いだすべきであろう。

文 献

- 1) W. LUYKEN: Die Vorbereitung des Hochofenmüllers, 1953, p. 253
- 2) E. W. VOICE et alii: J. Iron & Steel Inst, (U.K.), 1953, Oct. p. 117
- 3) Z. I. NEKRASOV et alii: Stal, 1960, Apr., p. 232~237
- 4) 安永, 宮川, 下村: 鉄と鋼, 46 (1960) 3, p. 250
- 5) 村上, 深谷: 鉄と鋼, 46 (1960) 10, p. 1117
- 6) 三本木, 西田, 須沢: 鉄と鋼, 46 (1960) 12, p. 1527
- 7) 宮川, 一色: 鉄と鋼, 49 (1963) 3, p. 344

- 8) 高山, 林, 前川: 鉄と鋼, 49 (1963) 10, p. 1266
- 9) G. SCHWABE et alii: Stahl u. Eisen, 84 (1964) 6, p. 327
- 10) N. M. YAKUBTSINER et alii: Stal, (1964) Jan., p. 6

622.785 : 622.341.1
: 539.215.2

(9) 焼結原料粒度分布と焼結性
(原料の粗粒・微粒指数と焼結性—I)

富士製鉄, 広畑製鉄所

芹田 勇・中山 一之
和栗真次郎・○岩月 鋼治

Relation between the Size Distribution of Sintering Materials and Sintering Properties.

(The index of coarse and fine grain to sintering properties—I)

Isamu SERITA, Kazuyuki NAKAYAMA,
Sinziro WAKURI and Kozi IWATUKI.

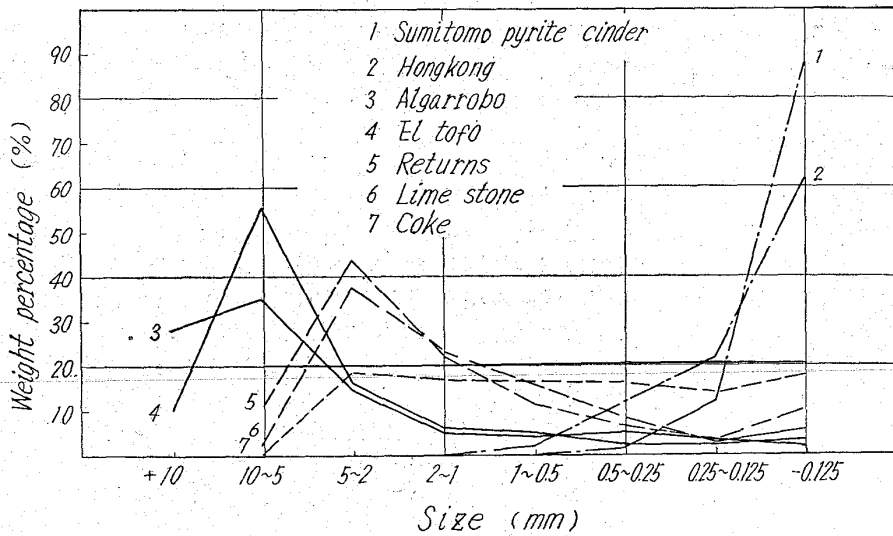


Fig. 1. Size distribution of typical sintering material.

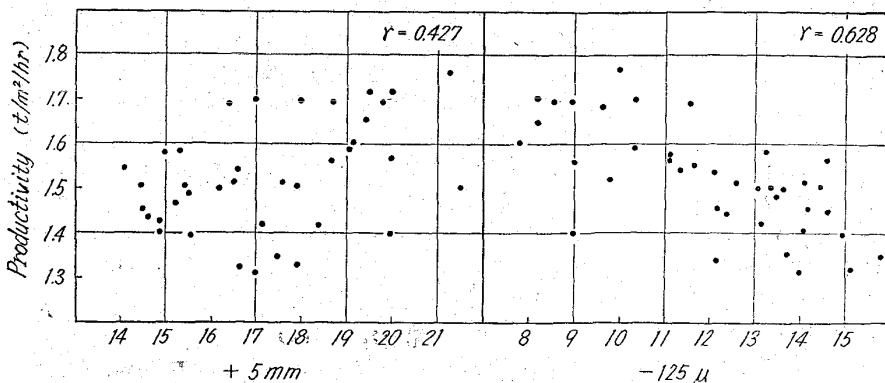


Fig. 2. Relation between +5mm index or -125 μ index and sintering productivity.

1. 結 言

焼結原料中, 微粉および粗粉の焼結性におよぼす影響については, 従来いろいろ報告されており, 共にできるだけ少ない方が良いことがわかっている. ところで原料粒度分布形状または特性や, 微粉, 粗粉を併せた総合粒度分布と焼結性の関係については, まだ明確なものがない. そこで今回は, まず両端の微粉, 粗粉の組合せを主対象とし, その焼結性との関係を実操業より検討した.

2. 原料 粒 度

最近の原料粒度の特徴的または代表的なものをFig. 1に示す.

微粉系については, 硫酸滓, 砂鉄, Hongkong, 茂山が代表的であり, いずれも単味の焼結性は著しく悪いが国内または近国資源として, その有効利用が望まれている.

一方, 粗粒系については Algarrobo のような粉プロパーもあるが, 主として南米系, アフリカ, インド, 朝鮮関係の切込鉱からの発生粉が代表的である. これらの銘柄は, 将来共入荷の割合が多くなるものであり, また発生粉それ自体については, 高炉装入原料の整粒強化(粉の除去)の立場からの粗粒化の問題を含んでいる. なお, コークス, 石灰粉, 返鉱については粗粒, 微粒共に少ない中間サイズとなつている.

3. 粒 度 指 数

実際操業における焼結特性が, 粗粒または微粒により左右されることは, 従来より論じられている¹⁾²⁾, しかし, へい害の表われる粗粒または微粒の限界値は, まだ明確でなく, また粒度分布型を加味せず, 粗粒, 微粒単独でその影響を論ずることは適切ではない. すなわち, 最近のDLの操業成績から, 仮に粗粒, 微粒として, 原料中の +5mm, -125 μ の割合をとりあげ, これと生産率との関係を調べると, Fig. 2のごとくであり, 相関性は認められてもバラツキが大きく, 精度は悪い. そこで粒度分布の影響を加味すべく, まずここでは, 両端の粗粒, 微粒の結合を主対象にして検討してみる.

まず, 協度分布の移動変化を基本分布を想定して粗粒, 中粒, 微粒の三部分に分け, モデル的に考えるとFig. 3に示すごとくである. 実線Aは基本分布であり, 点線が移動後の粒度分布である. これから明らかのごとく, 粗粒指数としてαを対象にとると, E, Iの変化が加味されず, 微粒指数としてβを対象にするとC, Fの変化が, また全体の平均粒度を指数としてとつた場合, G, Kの変化が加味