

Fig. 5. Relation between corrected blast temp. and FeO content of sinter.

クス比を最低にするような焼結鉱の製造が考えられる。このように FeO% を調整することにより、高炉の操業方針に対応した焼結鉱の作り分けが可能と思われる。結論として、焼結鉱の製造にあたっては、従来の冷間強度のみならず被還元性および炉内通気性を表示する指数として焼結鉱中の FeO% をもあわせて管理すべきである。

V. 総 括

焼結鉱中の FeO 含有量が高炉操業にいかなる影響を与えるかを調査し、さらには優良焼結鉱製造上の作業指針を得ることを目的に東田 1 高炉の操業データを解析した。その結果高炉操業に与える影響として、焼結配合原料がほぼ一定し、焼結鉱中の造滓成分に大きな変動がない場合次のことが判明した。

- (1) 焼結鉱中 FeO% の増加は炉内の通気性を改善する。すなわち増風が可能となる。
- (2) 棚スリップ回数は焼結鉱中 FeO% の増加とともに減少の傾向を示す。
- (3) コークス比は焼結鉱 FeO% の増大とともに増加する。
- (4) 焼結鉱中 FeO% の増加とともに高温送風の使用が可能となる。

上記の現象より焼結鉱中の FeO% は高炉操業に強い影響を与える事がわかった。したがって優良焼結鉱を製造するためには、焼結作業にあたって従来の冷間強度のみならず焼結鉱中の FeO% をもあわせて管理すべきである。

文 献

- 1) 渡辺他: 鉄と鋼, 50 (1964), 3, p. 349~352
- 2) B. O. HOLLAND etc.: Proceeding A. I. M. E., (1962), p. 269~286
- 3) 富士製鉄中研: 学振 54 委—805 (1963),
- 4) 日本鋼管技研: " —806 (1963),
- 5) 八幡製鉄: " —841 (1964),

622.785; 622.341.11 No. 64171  
 (9) 焼結性におよぼす磁鉄鉱, 返鉱  
 破碎産物添加の効果 pp1579~1581

尼崎製鉄, 尼崎製鉄所  
 安藤 秀雄・佐藤 英一・河端 薫  
 " 技術開発研究部  
 ○前川 昌大・高月 輝夫

Effect of Adding Crushed Product of Magnetite Ore and Return Fines on Sintering Characteristics.

Hideo ANDO, Eiichi SATO, Kaoru KAWABATA, Masahiro MAEKAWA, and Teruo TAKATSUKI.

I. 緒 言

鉄鉱石単味焼結実験からも明らかなごとく<sup>1)2)</sup>, magnetite 系原料と hematite 系原料の焼結性は、その物理的・化学的・鉱物学的性質の相違に基づき、著しく異なるので (Fig. 1), 適当な焼結性を維持するために、magnetite 系原料と hematite 系原料を適度に混合して操業する必要がある。他方、原料の供給面で magnetite 系焼結原料は不足がちである。したがって magnetite 系原料を補足する意味から、返鉱および FeO 含有量が多く、被還元性の不良な塊状磁鉄鉱を破碎し、その破碎産物を混合原料に添加して、焼結性を改善する方法を検討することにした。

ところで、焼結性におよぼす粒度の影響に関しては、すでに多くの研究報告<sup>3)~7)</sup>があり、それらはいずれも適正粒度の存在を示している。ゆえに上述の目的で、返鉱および塊状磁鉄鉱を使用するにさいしては、返鉱および

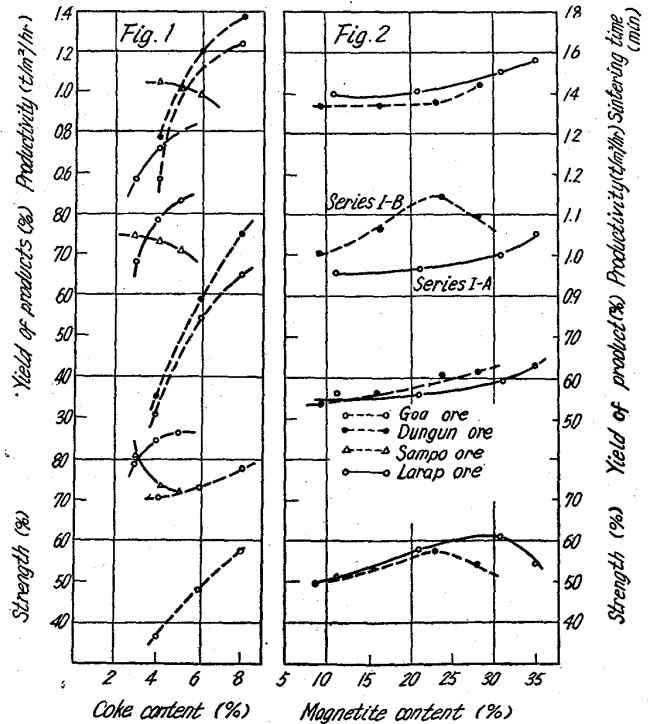


Fig. 1. Sintering characteristics of four kinds of iron ore.

Fig. 2. Relation between magnetite ore content and sintering characteristics.

塊状磁鉄鉱をどの程度に破碎すればよいか、まずその適正粒度を見つけなければならぬ。そこで、粒度を異にする返鉱および磁鉄鉱破碎産物を一定量添加して適正粒度を実験的に決定することにした。なお、それにききだち、鉄鉱石単味焼結実験および magnetite 系原料配合量の影響を調査する予備実験を実施した。

## II. 実験結果

### (1) 単味焼結実験結果

magnetite 系原料 (Larap と山宝) および hematite 系原料 (Dungun と Goa) の粒度分布を同一に調整し、magnetite 系原料には 3, 4, 5%, hematite 系原料には 4, 6, 8% のコークスを添加して、単味焼結実験を行なった。焼結過程における著した相違点は、既報<sup>9)</sup>で示したごとく、hematite 系原料の通気度がきわめてよく、焼結層の昇温冷却速度の大きいことであり、他方 magnetite 系原料はその逆の状態にあることである。その結果、Fig. に示すごとく、諸特性は著しく異なる。たとえば、70% の歩留を得るに要するコークス量を比較すると、Larap、および山宝鉄石では約 3% でよいが、Dungun 鉄石では 7%、Goa 鉄石では 9% を必要とする。

### (2) magnetite 系原料配合量の影響

実験に使用した基準混合原料の配合比を Table 1 に示す。系列 1-A では、Larap 鉄石配合量 11% を基準にし、21, 31, 35% と比較し、また系列 1-B では 9% を基準にし 16, 23, 28% と比較した。この場合 Larap 鉄石の増加分だけ Dungun および Goa 鉄石を同量減

小させた。

Fig. 2 は 2~4 回繰返しの実験結果を示す。Fig. 2 によると magnetite 系原料の配合量が増すと成品歩留は増大する。焼結時間は magnetite 系原料の配合量が 20~25% 以上になると長くなる。生産率は magnetite 系原料配合量がある限度までは増大する。落下強度については、系列 1-A の場合は Larap 鉄石配合量が 31% 1-B の場合は 23% で最大となり、原料の種類により適正配合量が異なる。

コークス量が一定の場合は、magnetite 系原料配合量が増加すると、magnetite の酸化反応熱のために焼結層の温度は上昇し、また、焼結過程における通気度が低下する。magnetite 系原料が最適より多くなると、コークスを過剰に添加した場合と同様に焼結性は低下する。

### (3) 塊状磁鉄鉱破碎産物添加の効果

(1) (2) の予備実験により、magnetite 系および hematite 系原料の焼結性は著しく異なっており、良好な焼結性を得るためには、両者を適度に混合する必要があることが明らかにされた。次に両系原料供給において、不均衡が生じた場合の対策として、塊状磁鉄鉱破碎産物添加の効果を検討することにした。

粒度 10~20mm の Larap、Nevada および金平各磁鉄鉱をロールクラッシャーで破碎し、Table 2 示す粒度分布になるように整粒した。供試磁鉄鉱の化学組成を Table 3 に示す。焼結性に最も大きく影響をおよぼすと考えられる FeO 含有量は Larap 鉄石では 23.78%、

Table 1. Standard composition of sinter mixes.

Series No.	Iron sand (%)	Larap ore (%)	Mill scale (%)	Flue dust (%)	Test ore (%)	Dungun ore (%)	Goa ore (%)	San Nicholas ore (%)	Ipoh ore (%)	Pyrite cinder (%)	Limestone (%)	Return fines (%)	Coke (%)
1-A	7	11	—	3	—	19	19	—	—	30	11	40	6
1-B	7	9	—	3	—	15	15	—	—	40	11	40	6
2	4	—	6	6	40	—	—	12	6	14	12	70	5.1
3	6	20	8	8	—	—	—	17	9	20	12	65	6.6

Table 2. Size distribution of materials tested in this experiment.

Test ore	Size (mm)											Mean diameter
	>10	10~8	8~6	6~4	4~2	2~1	1~0.5	0.5~0.25	0.25~0.125	0.125~0.075	0.075~0.0475	
Larap ore	—	—	—	0.8	17.9	29.3	14.2	10.2	9.3	18.8	1.16	
	—	1.9	4.0	28.9	23.9	9.0	6.1	6.3	6.3	13.6	2.83	
	2.9	11.0	9.8	37.2	13.4	5.6	3.4	3.4	3.9	9.3	4.39	
Nevada ore	—	—	—	0.2	16.5	33.3	13.9	11.6	10.5	14.0	1.18	
	—	1.8	2.1	23.8	33.8	12.6	6.1	5.8	5.9	8.7	2.78	
	1.1	9.2	8.3	38.1	16.4	6.2	4.2	4.6	4.8	7.1	4.08	
Kanehira ore	—	—	—	0.4	15.6	32.4	15.9	11.9	9.5	14.3	1.16	
	—	0.9	1.7	21.2	36.6	12.4	6.8	5.9	5.3	9.5	2.63	
	0.9	11.7	8.8	36.1	18.4	6.3	3.8	3.6	3.8	6.7	4.27	
Return fines	—	—	—	—	5.6	45.2	25.9	12.6	6.4	4.3	1.07	
	—	—	6.9	26.0	30.3	16.5	8.8	5.8	3.5	2.2	3.03	
	0.4	13.2	13.8	49.0	16.8	3.7	1.5	0.7	0.5	0.4	5.22	

Table 3. Chemical composition of materials tested in this experiment.

Tested ore	TFe	FeO	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	S	P	CW	Ig loss
Larap ore	55.33	23.78	10.06	2.07	—	0.83	0.795	0.170	0.89	1.66
Nevada ore	57.07	20.70	6.21	1.53	—	7.35	0.458	0.052	3.38	1.33
Kanehira ore	64.71	31.31	3.43	2.57	0.59	—	2.370	—	—	—
Return fines	56.01	9.63	6.84	7.91	2.06	0.89	0.110	0.051	—	—

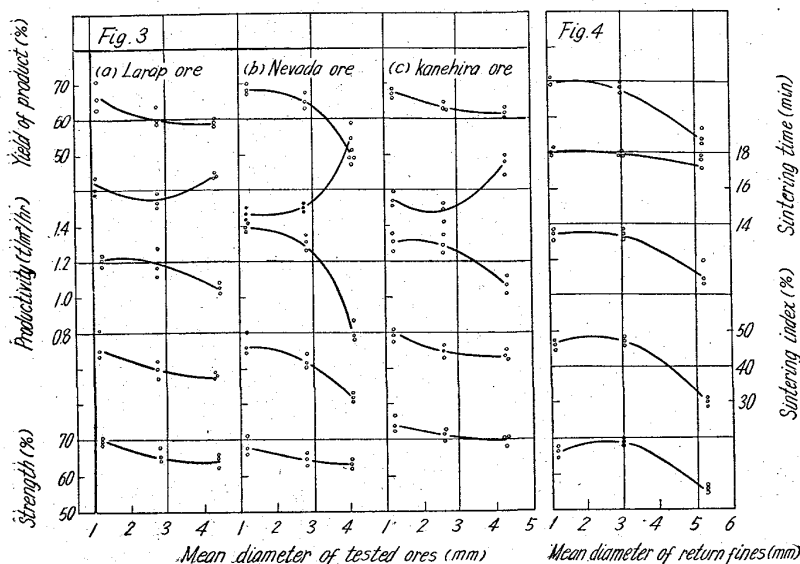


Fig. 3. Effect of the mean diameter of crushed product on sintering characteristics.

Fig. 4. Effect of the mean diameter of crushed product on sintering characteristics. (return fine).

Nevade 鉱石では 20.70%, 金平鉱石では 31.31%であった。テスト鉱石配合量は Table 1 の系列 2 に示すとおり、40%とした。コークス量は 5.1%とした。

Fig. 3-a~c はテスト鉱石の平均粒径と焼結諸特性との関係を示す。この図によると、塊状磁鉄鉱破砕産物の粒径は焼結性に大きな影響をおよぼす。特に Nevada 鉱石の粒径の影響は大であった。いづれの鉱石も平均粒径が小さくなると成品歩留、生産率および落下強度は増大した。この実験により、平均粒径約 1.2mm の磁鉄鉱破砕産物の添加は焼結鉄の生産率、落下強度の改善に対して効果的であることがわかった。

(4) 返鉱粒度の影響

粒度 10mm 以下の返鉱をロールクラッシャーで破砕し、平均粒度を 1.07mm (-4mm), 3.03mm (-8mm) および 5.22mm (-10mm) に整粒し、この返鉱を現場配合にあわせて新原料に対して 65 配合して 3 回繰返しの実験を行なった。Fig. 4 に示す結果によると、従来使用している返鉱の平均粒度 5.22mm (-10mm) よりも小さく整粒した返鉱を配合すると焼結性は改善されることがわかった。すなわち従来の粒度の返鉱の場合と平均粒径 3.03mm の場合とを比較すると、後者の場合のほうが成品歩留は 26%、生産率は 28%、強度は 25% 大きくなっている。焼結時間は粒度を小さくするとやや長くなる傾向を示した。次に平均粒径が 1.07mm になると、強度は低下の傾向を示した。ゆえに、返鉱破砕産物の平均粒径は 3.03mm (-8.0mm) が適正粒度と考え

られる。

以上の実験結果が示すごとく、返鉱および磁鉄鉱が粗粒であれば、通気性が良好で焼結時間が短くなり、焼結層が高温に保持される時間が短くなるので、原料粒子間の強固な結合が得られない。他方粒度が細かすぎる場合には、通気度が不良になるために焼結時間が長くなり、生産率が低下する。すなわち、添加する磁鉄鉱および返鉱の粒度には適正な値があり、通気度が極度に低下しない程度に細かくし、酸化反応を促進させ発熱量を効果的に利用することが望ましい。

III. 結 言

本実験ではまず magnetite 系原料の配合量と焼結性との関係を調査し magnetite 系原料の必要性を認めたのち、焼結用粉磁鉄鉱を配合せず、塊状の Larap, Nevada および金平各磁鉄鉱破砕産物を配合して、その効果を調べた。その結果塊状磁鉄鉱破砕産物の平均粒径を 1.0~1.2mm (-6mm) に整粒し配合すれば最も良好な焼結

性が得られた。また比較的 magnetite 系原料配合量の少ない混合原料には従来の粒度 (-10mm) の返鉱を破砕し、平均粒径を 3.03mm (-8mm) として添加すれば、生産率 (+28%)、成品歩留 (26%)、落下強度 (+25%) はそれぞれ増大することがわかった。

文 献

- 1) 八塚, 千田, 伊藤: 鉄と鋼, 42 (1956) 9, p. 908
- 2) 宮川: 鉄と鋼, 47 (1961) 10, p. 1293
- 3) 宮川: 鉄と鋼, 47 (1961) 3, p. 246
- 4) 宮川: 鉄と鋼, 47 (1961) 3, p. 247
- 5) 庄野, 伊藤, 大淵: 鉄と鋼, 49 (1963) 3, p. 330
- 6) 藤井, 井関: 鉄と鋼, 50 (1964) 3, p. 345
- 7) 嶋田, 岩田: 鉄と鋼, 46 (1960) 3, p. 248
- 8) 高山, 林, 前川: 鉄と鋼, 49 (1963) 10, p. 1266