

にしたがつて単調に低下しているが、コークス 3%~4% の場合は R_2 で最低値を示した。

5) 返鉱発生率

返鉱の粒度が粗くなるにしたがつて返鉱発生率は増大の傾向にある。特にコークス 2.5% ではその傾向が著しい。コークス 3.0%~4.0% については R_2 と R_3 の間にはほとんど差がみられない。

6) 点火前通気度

返鉱の粒度と量が同時に増大する場合は通気度が良くなる傾向にあった。しかし今回の実験のような返鉱の粒度構成では R_1 と R_2 では、ほとんど差はみられないが、 R_3 のように粒度範囲のせまいもので粒度が粗いものが加わった場合には若干低下の傾向にある。これは粗いものが加わることによつて全体的にみて配合原料の粒度構成が逆に悪くなったものと思われる。

7) 点火後通気度

点火直後から排気温度最高時までの 2 分毎平均通気度は、点火前通気度とほぼ同様の傾向にあるが、変化の巾は小さくなっている。

8) 成品焼結鉱の FeO

返鉱粒度による影響はみられず、コークスの多い場合が単純に高い値を示している。

IV. 総 括

普通鉄用配合原料について、返鉱配合割合を 2 水準とり粒度を変化せしめ、またコークス配合量との関係による焼結性、生産性などへの影響について試験鍋で検討した結果、次のことが明らかとなった。

- (1) 鍋 歩 留: 返鉱粒度が粗くなるにしたがつて低下の傾向にある。
- (2) 落下強度: 歩留同様返鉱粒度が粗くなるにしたがつて低下の傾向にある。
- (3) 焼 結 時 間: 返鉱の粒度範囲のせまいもので粒度が粗い場合は長くなる。
- (4) 生 産 率: コークス 2.5% では返鉱の粒度が粗くなるにしたがつて単調に低下したが、コークス 3%~4% の場合は R_2 で最低値を示した。
- (5) 成品中の FeO: 返鉱の粒度による影響はみられず、コークス配合量の多い場合が単純に高い値を示した。

文 献

- 1) 庄野, 伊藤, 大淵: 鉄と鋼, 49 (1963) 3, p. 330~332
- 2) 庄野, 伊藤, 大淵: 鉄と鋼, 49 (1963) 10, p. 1264~1266

(20) 焼結性に与える鉄鉱石の粒度および化学成分の影響について

(鉄鉱石の焼結に関する検討-I)

住友金属工業, 和歌山製鉄所

理博 藤井毅彦・○井関祥浩

Effect of Size and Chemical Composition of Iron Ores on the Sintering.

(Study of the sinter of iron ores-I)

Dr. Takehiko FUJII and Yoshihiro IZEKI.

I. 緒 言

鉄鉱石の焼結性は使用する鉄鉱石の種類によつて大いに異なることはいうまでもない。これは鉄鉱石のもついろいろな物理的・化学的性質に起因するものであるが、その中で最も重要な要因は前者の例として鉄鉱石の粒度、後者の例として FeO 含有量であると考えられる。したがつてこれらの要因間の関係を焼結帯温度、通気性、酸化、還元熱、適正水分量などの問題と関連させて解明することは極めて意義あるものと考えられるので、試験鍋によつて実験を行ない、2, 3 の考察を試みた。

II. 供試料および実験方法

試験に供した鉄鉱石は第 1 表に示すように FeO 含有量によつて 4 種類を選び、それぞれを 5~3, 3~1, 1~0.5, 0.5~0.25, -0.25 m/m の 5 粒度範囲に整粒し、全重量 (乾量) 35 kg に対して返鉱 30%, 石灰石 10%, コークス 4% の割合で配合して全原料とした。

なお本試験では予め実験的に各水分量における粉鉄鉱石の空隙率を求め、最大空隙率となる水分量をもつて配合水分量とした。鉱石各粒度での配合水分量と空隙率の関係を Jedway 鉄石を例にとつて Fig. 1 に示す。

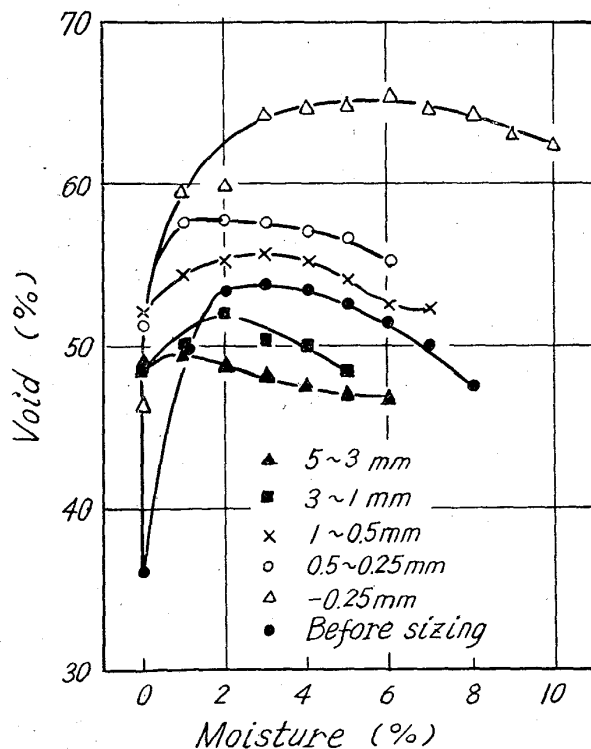


Fig. 1. Effect of moisture added on void of iron ore. (Jedway ore)

Table 1. Chemical compositions of raw material. (%)

Raw material	T.Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	S	P
Dungun Ore	56.32	3.76	76.34	10.01	3.47	0.87	0.118	0.044
Eagle Mt Ore	59.69	10.86	73.26	6.26	0.95	0.91	0.368	0.048
Marcona Ore	61.69	15.22	71.28	5.31	1.38	0.63	1.024	0.042
Jedway Ore	61.07	25.85	58.59	6.44	1.24	4.80	0.439	0.052
Return Lime stone	60.44 3.38 (Ash)	12.66 — (V.M)	72.34 (MgO) 0.84 (F.C)	5.68 0.14 (T.S)	6.99 54.37 (Cal/gr)	2.16 0.18	0.014 0.003	0.070 0.003
Coke	13.9	1.9	83.1	0.68	6770	—	—	—

III. 試験結果および考察

1. 成品歩留および成品強度について

Fig. 2 に示すように最大値を示す粒度は各鉱石によつて異なるが一定粒度を頂点としてそれより大小の粒度で低下することは明らかである。これは必要な空気量が供給された場合、鉱石の粒度が小さくなるにしたがつて伝熱が良好となり、鉱石の溶融融着が容易となるために歩留、強度は向上する。しかし著しく粒度が小さくなると void が低下し十分な空気量が供給されないため 燃焼が不十分となつて低下するものと考えられる。成品歩留については Marcona 鉱石以外は FeO 量の増加にしたがつて向上の傾向が認められる。Marcona 鉱石は比較的 slag 成分が低い上に、鉱石自体粘結性が乏しいものと考えられる。成品強度も粒度の影響については成品歩留と同傾向を示すが、FeO 量による顕著な差異は認められない。

2. 焼結時間および生産率について

Jedway 鉱石以外は粒度が小さくなるにしたがつて焼結時間は延長する。これは粒度が小さくなると通気性が低下する上に適正水分量が多くなつて、伝熱が遅れるためである。Jedway 鉱石は 0.5~0.25 m/m まで粒度が小さくなるにしたがつて短縮するがこれは FeO 含有量が極めて多いため、粒度が小さくなるにしたがつて酸化反応が容易となり酸化熱による伝熱が有効に作用するものと解釈される。生産率は成品歩留焼結時間から算出されるが図示の粒度でそれぞれ最大値を示し FeO 含有量が大きくなるにしたがつて微粉側に移行する。

3. Magnetite 鉱石の酸化熱および Hematite 鉱石の還元熱について。

Jedway 鉱石のように FeO 含有量の極めて高い鉱石では、焼結過程での酸化熱は焼結機構の上に少からず影響を及ぼすと考えられる。しかし焼結過程での酸化還元反応は複雑であり必ずしも一元的に解析できないが、1~2 の仮定のもとに算出を行なつた。今 Jedway (0.5~0.25mm) の酸化熱 Dungun (3~1 mm) の還元熱の算出を例にとつて示す。Jedway の場合は次の通りである。原料および成品中の FeO は一部 wüstite または珪酸塩の形で存在するが、その定量は容易でなくまた量的には少量であるから、FeO はすべて Fe₃O₄ 中に固溶されたものと仮定すると原料および成品の酸化鉄はつぎのように換算できる。

	T. Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	Fe ₃ O ₄	Fe ₂ O ₃
焼結原料	55.28	19.14	57.76	61.68	15.23
焼結成品	58.67	15.10	67.09	48.66	33.53
				(45.85)	(31.59)

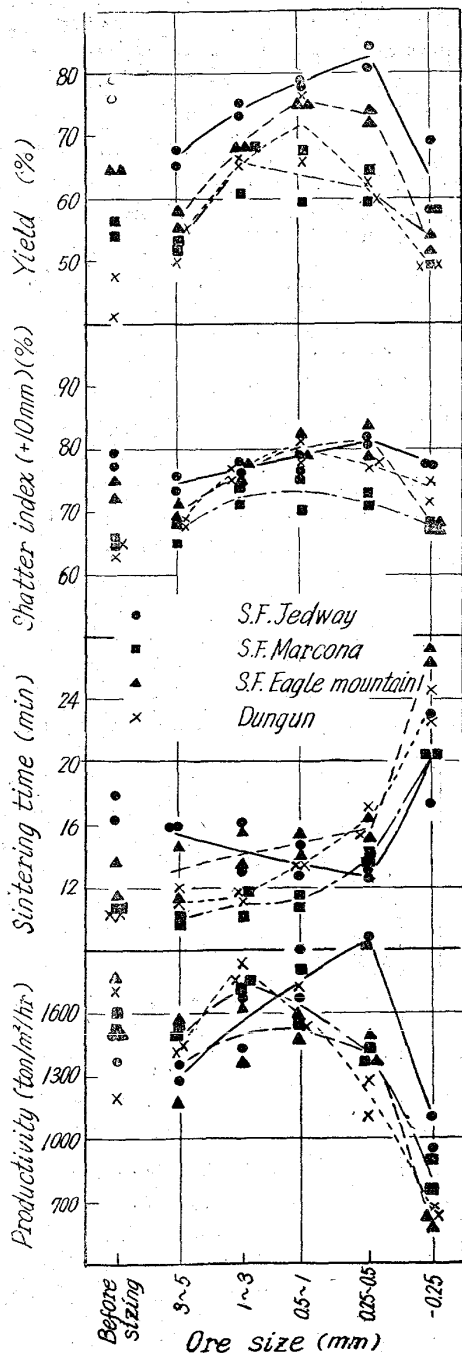


Fig. 2. Results of sinter test.

Table 2. Results of Calculations of Reduction heat during Sintering Sintering (Dungun ore).

	Reduction Heat	C used for Reduction	Exhausted gas(Co : CO ₂)	C used for ②	C used for ③	Combustion heat of Coke	Ratio of Reduction heat
④	+77.57 kcal	0.16kg	1 : 4	0.7176 kg	0.2882 kg	6258.5 kcal	1.2%
⑤	-457.63 kcal	0.16kg	1 : 4	0.8771 kg	0.1287 kg	7257.8 kcal	6.3%

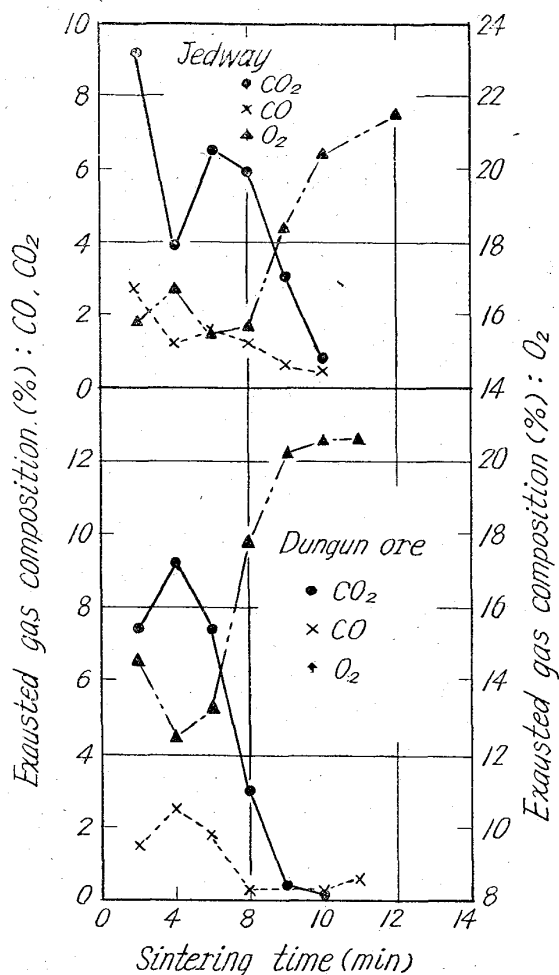


Fig. 3. Exhausted gas compositions in the process of sintering.

かつこ内は T. Fe balance より焼結過程での重量減の補正值である。したがって Fe₃O₄→Fe₂O₃ に酸化した量は 15.85%, 5,5405 kg (35 kg × 0.1583) である。Fe₃O₄+1/4 O₂=3/2 Fe₂O₃+27.400 kcal/mol—① 標準状態で①による反応熱を計算すると 6555.63 kcal となる。

比較のためコークスの燃焼による発熱量を求めてみる

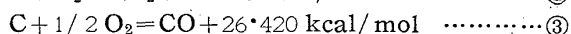
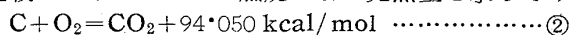


Fig. 3 の廃ガス分析結果より約 CO : CO₂=4.6 : 1 であるから石灰石の分解による CO₂ 量 (1.018 kg) を補正して②および③で反応する C 量を求めてみると、それぞれ 75.5 21.1 g atom となる。したがってコークスの発熱量は 7663.11 kcal であり酸化鉄の発熱量はそれの約 8.6% に相当する。

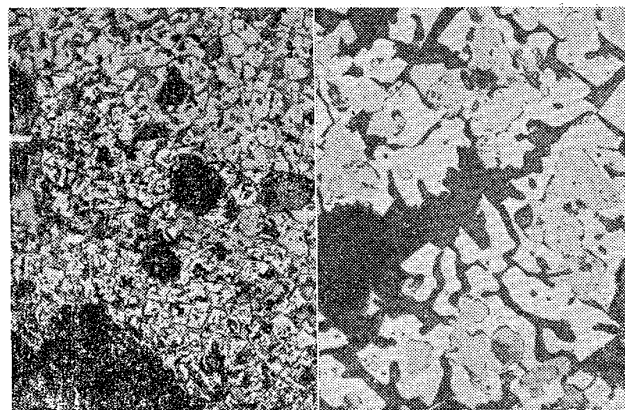
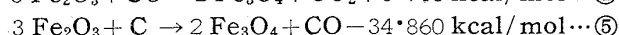
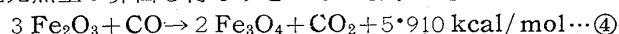


Photo. 1. Microstructure of sinter ore. (Jedway ore)

つぎに Dungun 鉱石 (3~1 m/m) の焼結過程での還元熱量の算出を行なうとつぎのようになる。



焼結過程での還元は④の反応が大部分と考えられるが今④⑤がそれぞれ単独で反応する場合を計算すると第 2 表の通りである。還元された Fe₂O₃ は前記同様に計算して 6.2895 kg となる。

第 2 表より Dungun の還元熱は COgas 還元が最大限に行なわれた場合コークス発熱量の約 1.2% 発熱し直接還元が増加するにしたがつて最大限 6.3% の吸熱にまで変化するといえる。

4. 焼結鉱組織の顕微鏡観察

Photo. 1 に Jedway 鉱石の焼結成品の組織を示す。黒色部は気孔である。そのまわりの明白色部は Fe₂O₃ であり酸化反応が進行していることを示している。

IV. 結 言

1. 成品歩留は slag 成分、粘結性に乏しい鉱石を除いて FeO 含有量の高い鉱石ほど高くなる傾向にあり、成品歩留、成品強度はともに 1~0.25 m/m の粒度範囲最も良好である。

2. 焼結時間は粒度が小さくなるにしたがつて延長するが、FeO が極めて多い鉱石ではある粒度までは短縮する。

3. 生産率の最大値は FeO 含有量の大きくなるにしたがつて微粉側に移行する傾向がある。

4. Jedway 鉱石 (0.5~0.25 m/m) の焼結過程での酸化熱 (FeO 19.14→15.10%) はコークス発熱量の約 8.6%, Dungun 鉱石 (3~1 m/m) の還元熱 (FeO 6.01→12.86%) は最大限 1.2% (直接還元が増加するにしたがつて最大限 6.3% の吸熱) に相当する。