

Laminated ore や Massive ore については、熱割れはほとんど起こさずに、還元粉化の著しいものがかかり存在する。この種のものゝは鉄粒の比較的大きいもの、またブラジル、ロメタル鉄石等方位によつて鉄粒巾が大きく相異なるものについてはげしく、等粒で鉄粒の小さいものは粉化率は小さい。

熱割れ鉄石の顕微鏡写真を Photo. 1 に示す。

熱割れによるクラックの発生は鉄石の Original texture と密接な関係があり、テンガン鉄石の Dolitic 組織や、Wedged-shaped Hematite の偽双晶面、ブラジル鉄石の Hematite の粒界などに発生しており、上記応力の集中が推定される。したがつて Goethite, Lepidochloite, Gibbsite など結晶水を含有する鉄物をかなり含む鉄石であつても気孔が適度に発達して、分解水蒸気の放出が容易であれば粉化は小規模であり、逆に結晶水は少なくとも造岩鉄物配列の際の構造的不均一性から粉化量の大きなものが存在する。

4. 結 言

当所に入荷する鉄鉄石の還元性、軟化性、熱割れ、還元粉化など加熱還元時の性状を調査し、以下の結論を得た。

(1) 焼結鉄、褐鉄鉄は気孔率が高く還元率が高い。焼結鉄は粒径 15 mm 以下にしても還元性はあまり向上しない。還元温度が高くなると還元性は向上するが銘柄間の差は低温において顕著である。

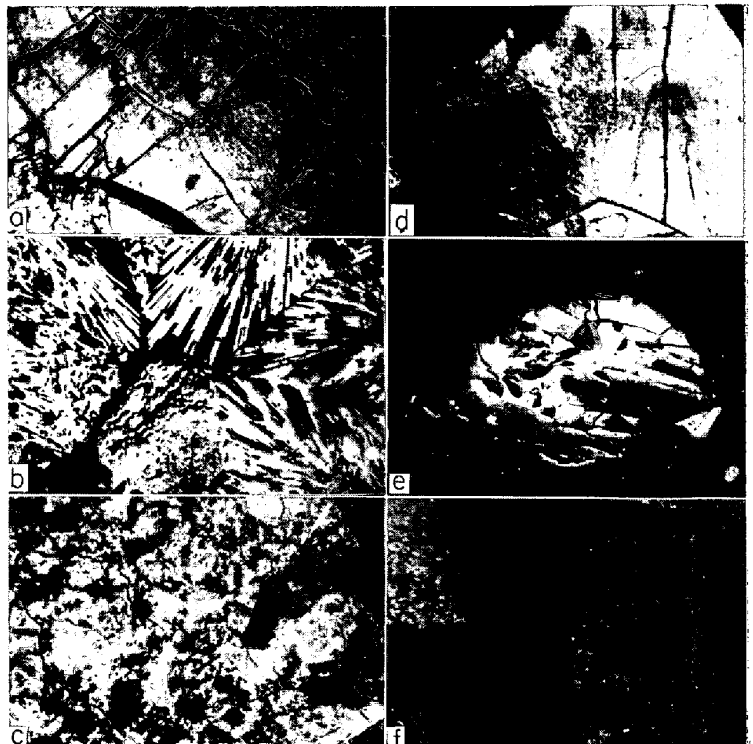
(2) 還元性の良好な鉄石ほど軟化開始温度が低く、褐鉄鉄では約 600°C である。

(3) 鉄鉄石の熱割れは、鉄物の熱膨張によるものと、Goethite など水酸化物の分解によるものとが存在する。熱割れ温度は前者の場合 500~600°C、後者の場合はそれより低く 300~400°C である。

(4) 熱割れと還元粉化とは Limonitized ore については相関がみられるが、Laminated ore や Massive ore では相関がみられず、還元粉化の方が量的にはげしい。

文 献

- 1) 海外製鉄原料委報告：昭和 40 年 12 月
- 2) 吉木：鉄物工学，p. 203



a) Microcracks formed at oolitic texture. (Temangan, by heating)  
 b) Microcracks formed at wedged-shaped hematite. (Temangan, by heating)  
 c) Microcracks formed at goethite. (Temangan, by heating) Using the crossed nicols.  
 d) Microcracks formed at goethite. (Goa, by heating)  
 e) Microstructure of hematite. (Brazil before reduction) Using the crossed nicols.  
 f) Microcracks formed at grain boundaries of hematite. (Brazil by chemical reduction)

Photo. 1. Microstructure of iron ores. ×100 (8/15)

わけ装入物の性状、炉内分布などは、操業上決定的な役割をはたしている。このため、装入物に関する検討はこれまででも多くの面から行なわれてきたが、最近新ソースの鉄石やペレットの大量入荷を見るようになり、鉄鉄石の性状の研究にさらに力が入られるようになった。

われわれも前報<sup>1)</sup>に述べたごとく、鉄石各銘柄についてその性状を詳細に調査しているが、本報においては、これら鉄石の物理的、化学的性状と実際操業との関連性について述べる。

2. 鉄石熱間性状と炉況との関係

2.1 鉄石特性係数

前報<sup>1)</sup>に示した鉄石特性に基づき、鉄石性状管理を目的として、Table 1 のごとく大気中熱割れ、被還元性、軟化速度を対象とし、各特性に評点を与えることにより、特性を係数化した。この評点の与え方は多分に経験的知見によつた。この係数の合計を、各銘柄の熱間特性係数とする。

2.2 鉄石特性係数と炉況

上のごとく求めた特性係数と、各鉄石の配合割合から、特性配合係数 =  $\sum$ (特性係数 × 銘柄の装入割合%) を求める。この特性配合係数と、ダスト量、棚、スリップ、Si のパラッキの関係を Fig. 1 a b c d に示す。ダストとの関係をみると、特性配合係数 30 以上ではダスト発生

(39) 高炉装入物性状の高炉操業におよぼす影響

(高炉装入物の性状に関する研究—Ⅱ)

富士製鉄，広畑製鉄所

嶋田 駿作・藤田 慶喜

福山 繁一・○高城 俊介

Influence of Burden Properties on Blast Furnace Operation.

(Studies on blast furnace burden properties—Ⅱ)

Shunsaku SIMADA, Keiki FUJITA,

Shigekazu FUKUYAMA and Shunsuke TAKAGI.

1. 緒 言

高炉操業に影響をおよぼす因子は非常に多いが、とり

Table 1. Characteristic index of ores.

	Characteristic index	Basis for classification
Decrepiation degree by heating	2.0	5% <
	0.5	5~1.5% (-3 mm)
	0.2	1.5~0.1%
Reducibility	0.6	40% >
	0.4	41~45%
	0.2	46~50%
Softening rate	1.0	20 <
	0.2	20~10

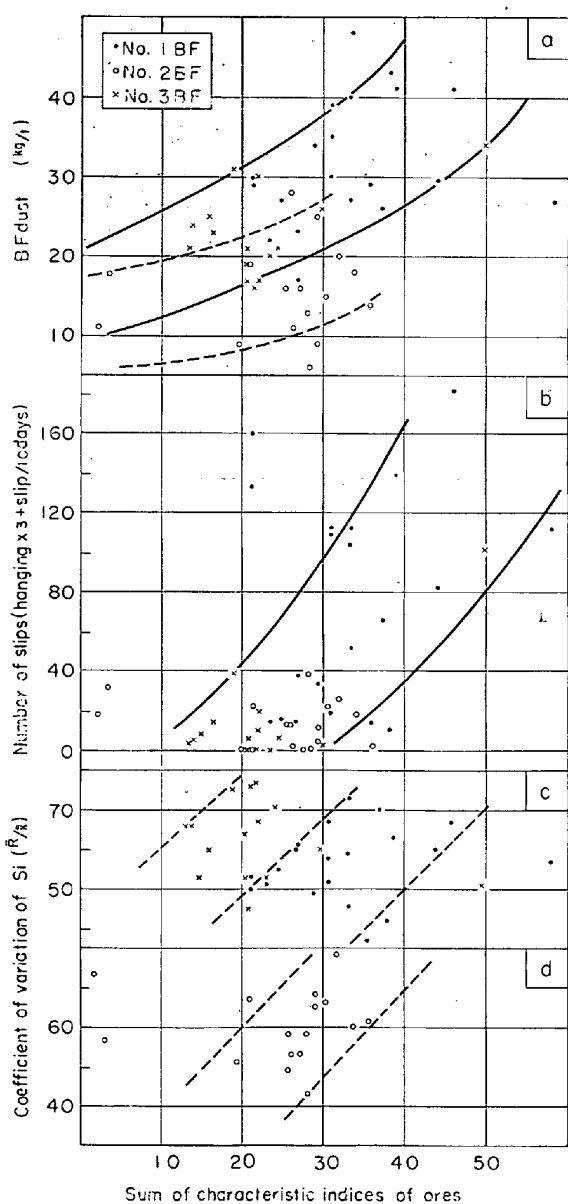


Fig. 1. Relation between sum of characteristic indices of ores and BF dust (a), numbers of slips (b) and variation of Si (c, d).

量の急増が見られる。当然のことながら高圧操業の 2BF では、レベルは低い、同様の傾向をもつことが推測さ

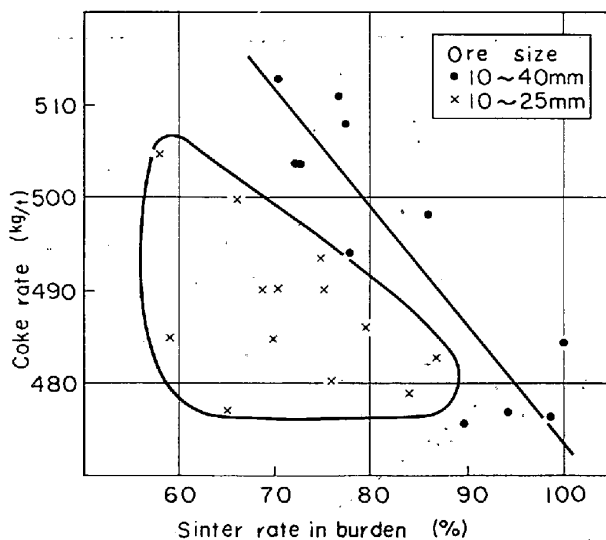


Fig. 2. Relation between sinter rate and coke rate.

れる。棚、スリップとの関係は、1.3 BF ではかなりの相関が見られるが、高圧の 2 BF では明確な傾向は掴み難い。Si のパラツキとの関係は、炉によつて水準は異なるが、同一高炉においては特性配合係数の増加に伴ない、パラツキが増大する傾向が見られ、高圧高炉の 2 BF においても、同様な傾向が見られることは注意を要する。

以上の事実から、鉱石配合面で熱間性状に十分注意する必要性が痛感され、当所では一応の基準として、特性配合係数が 30 を越えないように、鉱石配合計画を行なっている。

### 3. 鉱石および焼結鉱の性状とコークス比

#### 3.1 鉱石および焼結鉱破碎強化とコークス比

鉱石、焼結鉱の粒度が、コークス比に大きな影響をおよぼすことは、多くの研究が示すところであるが、当所においても昭和 40 年 3 月より、従来の鉱石粒度 40~10 mm を 25~10 mm とすべく、鉱石処理工場の能力増強を行なつた。また、焼結鉱については、昭和 40 年 7 月に成品カッターの強化を行なつて、従来 75 mm のグリズリーパーのオーバーサイズのみをカッティングしていたものを、+60 mm、あるいは +50 mm を破碎できるように改造した。また、粉率の減少を目的として、成品ホッパー後に 4 次振動篩を設けた。Fig. 2 に焼結鉱配合割合とコークス比の関係を示す。(コークス比は、重油比、送風温度、銑中 Si、鉱滓比、石灰石原単位、メタリック原単位、コークス固定炭素について補正を行なつた。) 鉱石破碎強化前は、コークス比と焼結鉱配合割合との間には顕著な相関が見られ、焼結鉱 1% 増により約 1.3 kg/t のコークス比減が得られていた。しかるに、破碎強化後は、焼結鉱がすぐれるとは考えられるものの、その関係がはつきりしなくなっている。

#### 3.2 粒度補正還元係数

一方、粒度とともにコークス比に影響をおよぼすものに、鉱石の被還元性がある。粒度および被還元とコークス比の間の関連については、各所で研究が進められているが、焼結鉱を含めてこれらの関係を求めたものは少ないようである。われわれは、これらの間の関係を一意的

Table 2. Reducibility index.

Index	Reducibility (%)	Index	Reducibility (%)
1	30.0~34.9	6	55.0~59.9
2	35.0~39.9	7	60.0~64.9
3	40.0~44.9	8	65.0~69.9
4	45.0~49.9	9	70.0~74.9
5	50.0~54.9	10	75.0~79.9

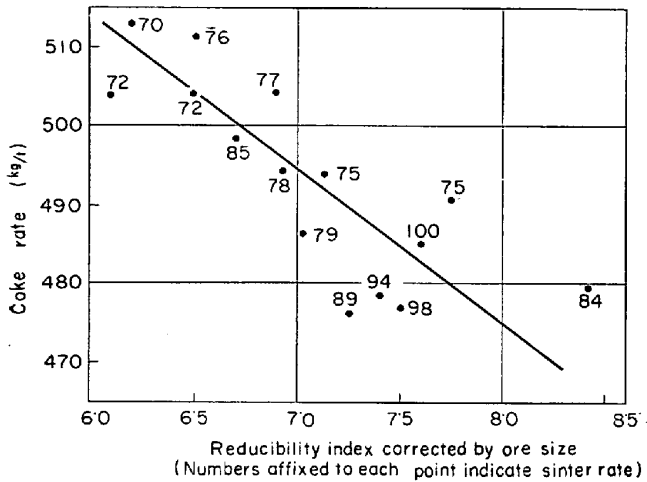


Fig. 3. Relation between reducibility index and coke rate.

に求めるべく、粒度補正還元係数の概念を導入した。

すなわち、学振法塊状還元試験による 900°C, 3hr, 供試々料粒度 20±1 mm の還元率を基準にとり、Table 2 に示すごとく、還元率の大小に従って還元係数を与える。

還元係数を粒度によって補正するために、鉱石については

$$Kt = D(1 - \sqrt[3]{1-r}) \dots\dots\dots (1)$$

焼結鉱については

$$K't = D^{1/2}(1 - \sqrt[3]{1-r}) \dots\dots\dots (2)^2)$$

$K, K'$ ; 鉱石によって定まる定数 (mm/hr)

$t$ ; 還元時間 (hr)

$D$ ; 粒径 (mm)

$r$ ; 還元率 (%×1/100)

を用いて粒度補正を行なう。その方法は、各鉱石の学振法還元実験結果から、 $r, t=3, D=20$  によって  $K$  を求め、次いで  $D$  に平均粒径を代入して、その粒度における  $r$  を求める。この  $r$  から Table 2 に従って粒度補正還元係数を求めるのである。

3.3 粒度補正還元係数とコークス比

このようにして求めた粒度補正還元係数を、装入物使用割合によって荷重平均し、装入物平均粒度補正還元係数とする。

この補正還元係数とコークス比の関係を Fig. 3 に示す。図中各点につけた数字は、焼結鉱配合割合を示す。かならずしも、焼結鉱配合割合に従ってコークス比が低下していない点は注目すべきであり、焼結鉱の粒度につ

いても注意を向ける必要性を示唆しているといえる。今回の検討にあたっては、焼結鉱の 20 mm 還元率を 70% 一定としたが、塩基度、FeO 等成分によつて還元率が当然違うため、焼結鉱還元率の測定を十分行なう必要がある。

平均粒径については(1)式および(2)式を適用する場合、それぞれ(3)式および(4)式によつて求めるべきである。しかし、複雑であるので、単純な算術平均径を用いたが、これで十分であると考えられる。

$$\frac{Kt}{D} = 1 - \left\{ \sum A_i \frac{(D_i - Kt)^3}{D_i^3} \right\}^{1/3} \dots\dots\dots (3)$$

$$\frac{Kt}{D^{1/2}} = 1 - \left\{ \sum A_i \frac{D_i^{3/2}(D_i^{1/2} - Kt)^3}{D_i^3} \right\}^{1/3} \dots\dots\dots (4)$$

$\bar{D}$ ; 平均粒径 (mm)

$A_i$ ;  $i$  番目の粒度範囲の存在割合 (%)

$D_i$ ;  $i$  番目の粒度範囲の代表径 (mm)

4. 結 言

鉱石の実験室的特性値を 実際高炉に適用すべく検討し、鉱石の熱割れ、被還元性、軟化速度を対象に係数化を行なうことにより、炉況との関係を掴んだ。

また、焼結鉱を含めた、鉱石の被還元性および粒度とコークス比の関係を、粒度補正還元係数という概念を導入して求めることができた。

文 献

- 1) 藤田, 他: 鉄と鋼, 52 (1966) 9, p. 1348
- 2) 八幡製鉄: 第 24 回製鉄部会, 鉄 24-1-共(1964)

(41) 鉄鉱石の荷重軟化試験と通気性との関係

八幡製鉄, 技術研究所

工博○児玉惟孝・堀尾竹弘・稲垣憲利

八幡製鉄, 本社

高橋良輔

A Study of Permeability of Ore Burdens by the Reduction Test under Load.

Dr. Koretaka KODAMA, Takehiro HORIO,

Noritoshi INAGAKI and Ryosuke TAKAHASHI.

1. 緒 言

当所の高炉では昨年炉況不良で棚吊・スリップを頻発した時期があり、その原因は焼結鉱にあることがわかった。しかし焼結鉱の従来知られている方法で測定した強度、還元粉化には差異がなかった。それで原料が高炉のシャフト部で受ける状態に近似した条件で試験する装置を考案し、同装置を用いて焼結鉱の通気性を追求し、さらに一般鉱石を用いて諸性質と通気性との関連性を検討した<sup>1)</sup>。

2. 試 験 結 果

2.1 試験装置ならびに条件

実験装置は Fig. 1 に示した。図のAはカンタルスーパー発熱体電気炉、Bは黒鉛ルツボで底部には図示のごとくガス通路がある。試料はB中にいれておく、Cは黒鉛棒でこの中にも図のごとくガス通路がある。黒鉛ルツ