

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

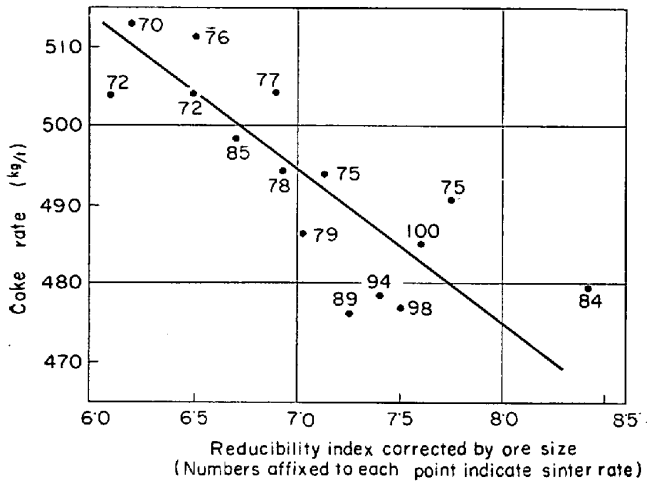


Fig. 3. Relation between reducibility index and coke rate.

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¹⁾。

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

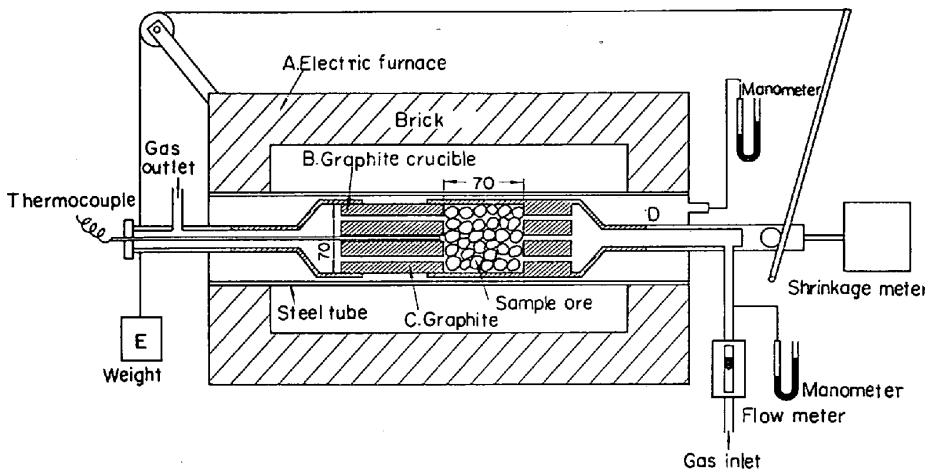


Fig. 1. Apparatus of the reduction test under load.

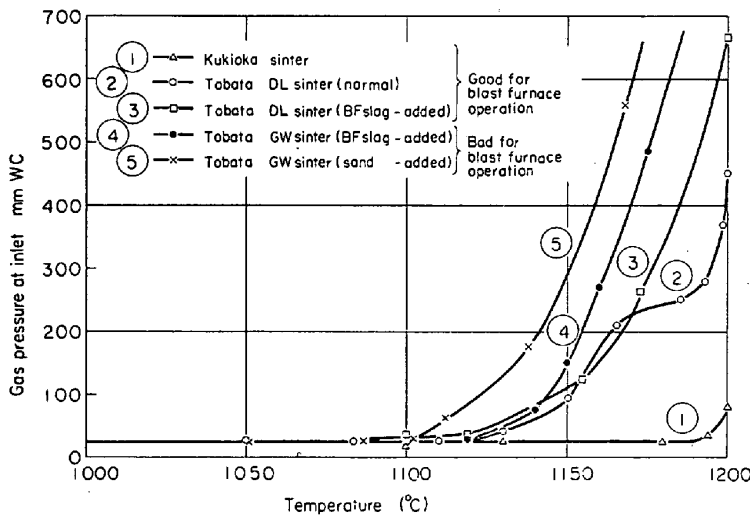


Fig. 2. The increase of gas flow resistance during the reduction test under lead.

Table 1. Experimental method.

Temperature	500°C (in 30 min), 700°C (60 min) 1000°C (140 min), 1200°C (260 min)
Load	0.18(200°C), 0.40(400°C), 0.68(700°C), 0.97(900°C), 1.70(1000°C) kg/cm ²
Gas composition	CO 30%, N ₂ 70%
Gas flow rate	18 l/min
Particle size of samples	15 ± 1 mm
Total volume of samples	170 mm φ × 70 mm

ボ B の左端は鋼管 D で押え、この D は荷重 E をうける。試料の膨張収縮は D を通して F の膨張計で測定する。ガスは G より試料を通過して炉外に出る。実験条件は Table 1 に示した。

2.2 高炉の通気性との関係

5 種類の焼結鉱について試験した。それら焼結鉱の高

炉使用時の粉率、常温耐圧強度、還元粉化性に明らかな差異は認められない。試験結果は Fig. 2 に示した。

高炉に使用した場合、棚吊・スリップを頻発した GW 浜砂、GW 水滓焼結鉱は高炉に使用して良好であった KAIB, DL 普通, DL 水滓焼結鉱に比較してガス圧が急上昇する温度が低い、すなわち圧力が上昇するまでの時間が短い。このことは通気が不良であることを意味する。

次に鉄鉱石として高炉で普通に使用され、炉況にさして悪影響はないと認められているゴア、ララップ、ローブリバーと、多量に使用すると高炉の通気性をそがいをすることを認められている A ペレット団鉱を試料として試験した。その結果は上記焼結鉱の場合と同様に、高炉に使用して通気性を阻害する A ペレット団鉱の通気性は不良であった。また戸畑 1 高炉を対象として 8 か月間にわたり使用した焼結鉱について試験し、その結果と高炉の通気性との間の関連性を検討し、ある程度の関連があることを認めた。

したがって当装置で試験して通気性の良好でない試料は高炉に使用しても良好でないであろう。

2.3 通気性阻害の原因

2.3.1 通気性阻害の状況

還元時の通気性はいかなる性質によつて影響されるかを検討するために 14 種類の鉱石を選んだ。そして記試験装置で前通気性を試験した。

炉内ガス圧力が上昇し、通気性が悪化した時(差圧 50 mm 水柱に達した時)にアルゴン気流を通しつつ炉を急冷し、炉内試料をとりだし、その時の状況を調べた。その結果、通気性が悪化したときの状況は次の 3 つの場合であることを確認した。

- (a) 原料が粉化して粒間をふさいでいる場合(団鉱)
- (b) 原料の一部が粉化し、かつ軟化し、上よりおさえつけられてつぶれ粒間をふさいでいる場合(ゴア、ローブリバー)
- (c) 原料は粉化していないが、しかし軟化し上からおさえられて粒間をふさいでいる場合(ケダー、ロンビン)

1200°C に達するも通気性の良好な試料(サンタペーバ)は粉化も軟化もせず、粒間に相当な空隙をのこしている。

以上の結果から推定すると鉱石の通気性を阻害する原因は還元粉化、還元後の強度の小さいこと、ならびに軟化温度の低いことの 3 つにあると思われる。

2.3.2 鉱石の性質と通気性との関係

還元粉化性、還元後強度、軟化点と通気性との関係について試験した。

還元粉化性は 400°C, 180 min 還元後の平均粒度(還

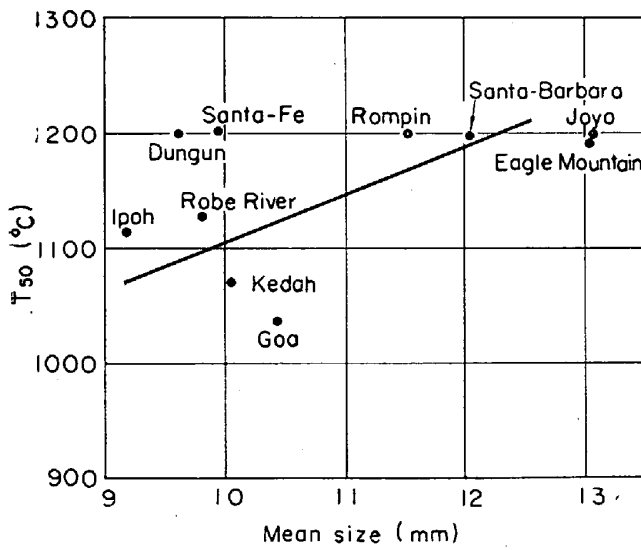


Fig. 3. Relationship between T_{50} and degradation (mean size after reduction). T_{50} is the temperature at which the pressure loss reaches to 50 mm WC during the reduction test under load.

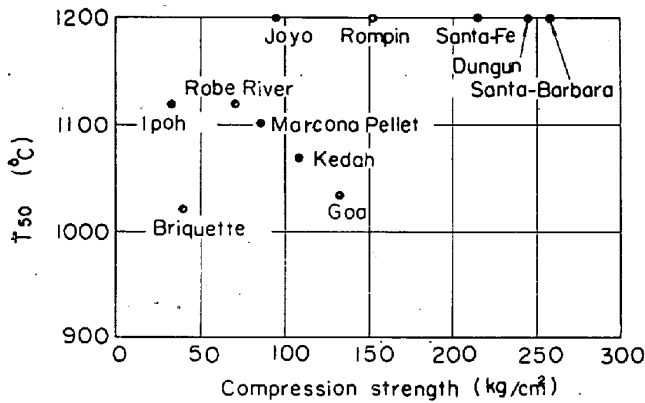


Fig. 4. Relationship between T_{50} and compression strength after reduction.

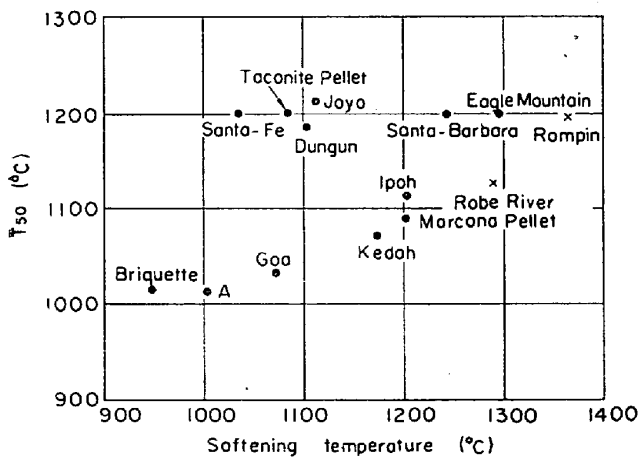


Fig. 5. Relationship between T_{50} and softening point of 50% reduced ore.

元前の平均粒度は 13 mm) で指示する。還元粉化性とガス圧上昇温度 (差圧 50 mm 水柱に達した時の温度) との関係を示す。還元後の平均粒度の大きい還元粉化しにくい鉱石のガス圧上昇温度は高い。すなわち通気性が良好である。

次に学振法と同条件で還元した後の耐圧強度とガス圧上昇温度との関係を Fig. 4 に示した。還元後強度が大きいほど通気性は良好である。

次に原鉱石試料の溶融点、軟化点とガス圧上昇温度との関係を調べた。その結果、原鉱石の融点、軟化点とガス圧上昇温度との間には関係がないことを認めた。しかし試料を還元ガス中でガス圧上昇温度まで上昇すると試料は相当に還元される。そしてその還元率はおよそ 50~60% 台である。それゆえまず試料を CO 30% N₂ 70% の還元ガス中で 900°C の温度で還元し還元率 50% の試料を作り、この試料を中性ガス気流中で加熱し軟化点を測定した。

鉱石のガス圧上昇温度とその鉱石の還元率 50% の試料の軟化点との関係を Fig. 5 に示した。

軟化点が高いほどガス圧上昇温度は高い。すなわち通気性は良好である。

以上のごとくガス圧上昇温度と還元粉化性、還元後強度および還元率 50% 時の軟化点との間には相当に関係のあることが認められる。還元粉化が少なく、還元後強度が大で軟化点が高いほど通気性は良好である。

3. 結 言

各種鉱石ならびに焼結鉱について荷重軟化試験を実施し、また、その結果を高炉操業結果と比較検討して次の結論を得た。

3.1 高炉に使用したところ棚吊・スリップを頻発した焼結鉱、鉱石と良好な焼結鉱、鉱石とを荷重軟化試験装置で通気性を比較した。昇温速度、荷重などを高炉のシャフト部に近似させ還元ガスを通して通気性を調べたところ、高炉で使用して良好であった焼結鉱、鉱石の通気性はよく、高炉で不良の焼結鉱、鉱石の通気性は悪く、高炉操業結果と相関があつた。

3.2 14 種類の鉄鉱石を試験し、通気性と鉱石の性質との関係について検討した。その結果、通気性に影響をおよぼす要素は還元粉化性、還元後強度、軟化点であることがわかつた。還元粉化が少なく、還元後強度が大で軟化点が高いほど通気性は良好である。

文 献

- 1) 渡辺, 吉永: 鉄と鋼, 52 (1966) 3, p. 489