

Fig. 3. Relations between equi-reduction velocity and relative ore size (Standard Goa-L 50mm)

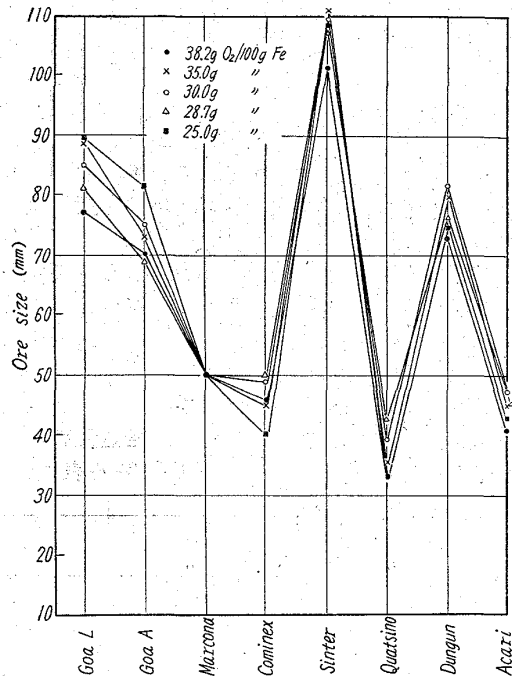


Fig. 4. Relation between equi-reduction velocity and relative ore size. (Standard : Marcona 50mm)

の良いものの上限を 50mm とし、これより還元性の悪いものは 50mm 以下とすることは単に還元速度的な面から見れば尤も好ましいけれども、この場合難還元性の磁鉄鉱系統のもの、例えばカッチノーでは 15mm 以下にしなければならず、かつ、通気度などの点からその下限は 10mm に抑えられるから粉碎歩留りの劣化が考えられる。したがって中間の還元性を示す赤鉄鉱系統の鉱石を基準にとりこれの上限を 50mm とし、これよりも還元性の良い鉱石では sizing の上限を 50mm 以上とし、還元性の悪い鉱石は sizing の下限を 50mm 以下にした方が粉碎歩留りなどから考えてあるいは適当であるかもしれない。Fig. 4 はマルコナ鉱石を基準にとりこれを 50mm としたとき、これとひとしい還元速度を示

す各鉱石の粒径を求めたものである。(この場合 50mm 以上の値はいずれも外挿値) Fig. 4 によると、この場合、ゴア-L 約 80mm, ゴア-A 75mm, ズングン 75mm, コミネックス 45mm, アカリー 43mm, カッチノー 35mm, 焼結鉄は 100mm 以上となる。

しかし何れの鉱石を基準にとるかということは還元速度, 通気度, 粉碎歩留り, その他経済的問題などの見地から十分検討せられるべきである。

IV. 結 言

8 種類の鉱石について各粒度別の還元速度を求めた。溶鉄炉内においては各鉱石とも還元速度に遅速なく、一様に還元されながら炉内を下降することが望ましいので、各鉱石共一様な粒度に sizing するのではなく、各鉱石が皆一様な還元速度を有するように難還元性ものは易還元性のものにくらべて小さくなるように粒度を調整すべきである。本実験の結果では天然鉱石の中で最も良好な還元性を示したゴア-L の 50mm を基準にとるとズングン 43mm, ゴア-A 40mm, マルコナ 30mm, コミネックス 25mm, アカリー 20mm, カッチノー 15mm, 焼結鉄 60~70mm となる。

また、マルコナ 50mm を基準にとれば、ゴア-L 80mm, ズングン, ゴア-A 75mm, コミネックス 45mm, アカリー 43mm, カッチノー 35mm, 焼結鉄では 100mm 以上となる。

22.34% / 1.622 = 34.1 / 185
: 539

(28) 鉱石粒度, 接触時間の還元におよぼす影響 (鉱石層の還元実験-I)

九州工業大学 ○ 相馬 胤和
Influence of Ore Size and Contact Time on Ore Reduction.

(Reduction test of the ore bed-I)

Tanekazu Sōma.

I. 結 言

戦後、鉱石の粒度調整が進むにつれて、高炉内の反応は粒鉄石層の反応の積み重ねと理解することができるようになった。しかし還元反応は複雑なため、まだその基礎データは充分ではない。また自溶性焼結鉄の出現により、近い将来に全焼結鉄操業も予定されているので、自溶性焼結鉄を中心に CO ガスによる鉄石層の還元速度におよぼす鉄石粒度, 接触時間などの影響をしらべてみた。

II. 実験装置および方法

装置は CO₂ ガスを加熱された木炭層を通し、CO ガスを発生させ、KOH で CO₂ ガスを除き、ガスマーターを通して還元炉に導く。この CO ガスには不純物として N₂ 約 1%, H₂ 1~3%, CO₂ 0~0.3% が含まれる。

還元炉は内径 42mm, 長さ 1,000mm の燃焼管を使用し、CO は下側につめられた耐火物のくずで予熱さ

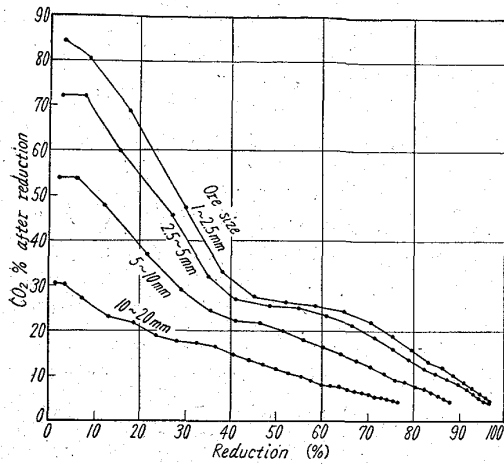


Fig. 1. Relation between the CO₂% after reduction and the reduction % when ore size was changed (Indian ore, 900°C, CO 1l/mn, 50g)

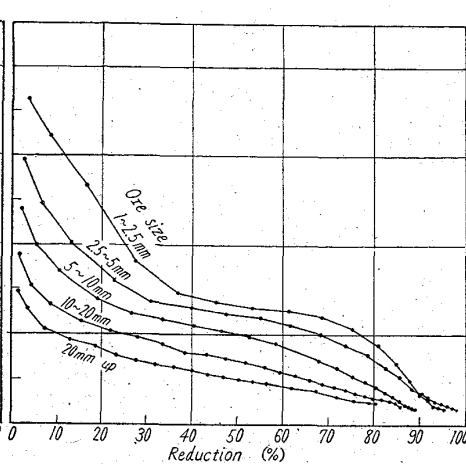


Fig. 2. Relation between the CO₂% after reduction and the reduction % when ore size was changed (Self-fluxing sinter B, 900°C, CO 1l/mn, 50g)

れ、ステンレス網の上に堆積した鉱石層を還元して炉外に出る。還元後のガスは CO₂ を 5 mn おきに、CO, H₂ を 30mn おきに分析した。その分析値と積算流量から還元率を計算した。また昇温中は N₂ を通し、還元後は密閉したまま冷却し、冷却後重量減を測定した。

III. 結果および考察

i) 鉱石粒度の影響

鉱石としてインド鉱と自溶性焼結鉱を使用し、還元温度 900°C, CO 流量 1 l/mn, 鉱石重量 50 g を一定とし、粒度は 1~2.5, 2.5~5, 5~10, 10~20, 20mm 以上の 5 種につき還元後のガス中の CO₂ が約 5% になるまで還元を行なった。また各サイズにつき粒数をかぞえ平均直径を計算した。ガスからの計算還元率と重量減よりの還元率との差は約 5% 以内であった。

インド鉱石の還元終了ガスの CO₂ の値と、その時の計算還元率との関係を Fig. 1 に示す。CO₂% は始めの CO ガス中の不純物が少ないことから、CO ガスの利用率を示すと見てよい。1~2.5mm ではかなり平衡値に近くなつており、サイズが大きくなるにしたがつてずれてくる。また 40% 附近に折れた点が見れ、これは Fe₂O₃ の還元が終了し、FeO の還元に移つたことを示し、したがつてその平衡値 25% にそつて伸びている。

同一還元率の CO₂% と平均直径 D との関係をしらべてみると、

$$CO_2\% = Ae^{-kDn} \dots\dots\dots(1)$$

A, k: const

で n = 1 の関係を満すとみられるが、還元率 40~50% のあたりでは平衡値の存在のためか、直径の小さな所において、この値より CO₂% が低くなる傾向がある。

自溶性焼結鉱については同様に Fig. 2 に示す。インド鉱より Fe₂O₃ が低いため、始めの山が低く、還元率 30% 附近で FeO 還元に移つている。平均直径との関係は (1) 式において n = 1/2 の関係がみられ、これは比較的大きな気孔が存在するためと考えられる。やはり還元率 40~50% において、直径の小さい所で (1) 式の値よりやや小さくなつている。

インド鉱と自溶性焼結鉱を比較すると、10~20mm においてはほぼ同じ還元速度を示すので、それ以上のサイズでは焼結鉱の方が良くなる可能性を示している。

ii) 接触時間の影響

接触時間を変えるのに鉱石量を加減するのと、流速を加減するのとの両方を行なつた。鉱石には自溶性焼結鉱を使用し、いずれも温度 900°C, サイズ 2.5~5mm に一定して行なつた。

CO 流量を 1 l/mn 一定とし、鉱石量を 200 g, 100 g, 50 g, 25 g, 12.5 g に変えた場合の CO₂% と還元率との関係を Fig. 3 に示す。次に鉱石量を 50 g 一定とし、CO 流量を 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 3.2 l/mn としたときの関係を Fig. 4 に示す。

Fig. 3, 4 において、接触時間は 200 g と 0.25 l/mn, 100 g と 0.5 l/mn などそれぞれ等しくなる。

Fig. 3 では接触時間と CO₂% の関係は各還元率において

CO₂% = Ae^{-k/T}... (2) A, k: const., T: 接触時間の関係を満足するが、流量を変化させた場合は、流速の影響が重畳するため、流速が小となると、この値より CO₂ がやや少くなる傾向が認められる。

IV. 結 言

CO ガスによる鉱石層の還元を行い、各還元率におけるガス利用率として、還元後のガスの CO₂% を表示した。

CO ガスによる鉱石層の還元を行い、各還元率におけるガス利用率として、還元後のガスの CO₂% を表示した。

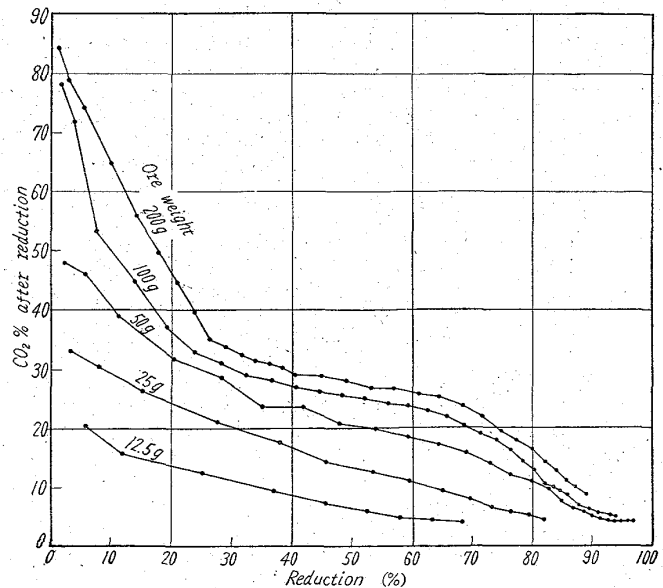


Fig. 3. Relation between the CO₂ after reduction and the reduction % when ore weight was changed (Self-fluxing sinter A, 900°C, CO 1l/mn, size 2.5~5mm)

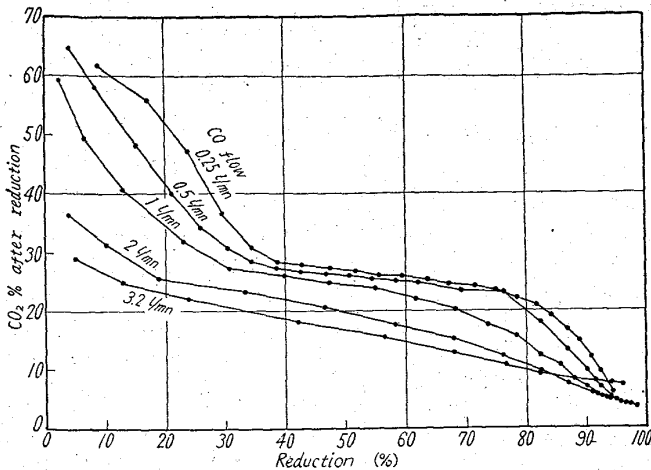


Fig. 4. Relation between the CO₂ % after reduction and the reduction % when CO flow was changed.

(Self-fluxing sinter B, size 2.5~5mm, 900°C, 50g)

その CO₂ 曲線は鉄石サイズ、接触時間などによる平衡よりのずれと見做され、それらの間には各還元率において、指数関数として(1), (2)式の関係がみられる。

$$622.391 \cdot 1.1667 \cdot 0.99 \cdot 1.084$$

$$: 669.162 \cdot 2.227$$

(29) 鉄鉄石の脈圧還元

八幡製鉄技術研究所

児玉惟孝・重見彰利・東辰男

Gas Reduction of Iron Ore under Pulsing Pressure.

Koretaka KODAMA, Akitoshi SHIGEMI

and Tatsu HIGASHI.

I. 緒言

通常鉄鉄石の還元は、鉄石自体の被還元性と還元条件によつて規定される。このことについてはこれまでの数多くの研究によつてかなり明らかにされており、常圧下における各要因との関係を示す一般式も導かれている。一方還元ガスの圧力を高めた場合の研究はそれ程多くはないが、近年高圧操業が注目されてきたことから、この種の実験結果が報告されてきつつある。このことに対して還元ガスの圧力を単に上げるだけでなく、脈動圧を与え、これによつて還元率を向上させる方法が考えられている。このような方法に効果があるとすれば、次の点で効くものと考えられる。すなわちガス圧を脈圧にすることによつて鉄石内部へのガスの浸透、逃を促進し、これによつて還元効果を高めようとする事である。或いはまた脈圧によつてガスの流れが脈流となり、鉄石に対するガス流の dead point が変ることによる効果も考えられる。脈圧によつて鉄石の還元を促進させる実験は、実験室規模で最高 430,000 c/s までの高い周波数で行なつた報告がみられるが、実際の溶鉄炉で実施し得る周波数はむしろ低い周波数と考えられる。そこでこれらのことを考慮して還元性におよぼす脈圧効果を実験によつて検討することとした。

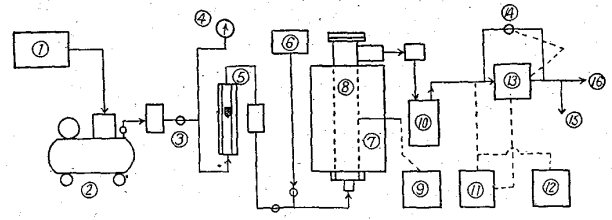


Fig. 1. Experimental apparatus.

II. 実験方法

Fig. 1 の変圧還元実験装置を使用して行ない、供試鉄石はゴア、ララップ、印度各鉄石および焼結鉄を使用した。実験条件は鉄石粒度 20±1mm、還元温度 900°C、還元ガスの成分 CO 30% N₂ 70%、還元時間 180 分で行なつた。一定圧力の還元ではガスの圧力を 1.0 kg/cm² から 3.0 kg/cm² まで変えて行い、その時の流量は圧力 1.0 kg/cm² のとき 15 l/mn として、反応管内の流速が同じになるように圧力に応じて流量を変えた。脈圧の場合の流量は、例えば 1.6~2.0 kg/cm² の圧力変動で行う場合、高い圧力側即ち 2.0 kg/cm² の一定圧で行うときの流量と同じにした。脈圧還元の実験はまず周波数 10 回/mn で行なつて一定圧と比較し、次いで周波数を変えて実験した。このときの周波数は 17 回/mn に速めたものおよび 6 回、2 回……1/5 回/mn と減じた。脈圧圧力は 1.5 kg/cm² に対して 0.2 kg/cm² の圧力差、2.0 kg/cm² 以上の圧力に対しては 0.4 kg/cm² の圧力差を与えた。脈圧の波形は、周波数 6 回/mn 以下では昇圧時間と降圧時間がほぼ同じになるように行つたが、10 回/mn では降圧時間が短くなつている。これは反応管内の昇圧時間がその内容積と還元ガスの流量などによつて限られ、上記波形のままでは時間短縮が出来なかつたためである。なおこの実験の波形がサインカーブに近似しているが、この形が最も良いということでは無い。

III. 実験結果

何れの鉄石も還元ガスの圧力を増すことによつて還元率は向上した。しかしその程度は鉄石によつてこととなつており、磁鉄鉄のララップ鉄石では赤鉄鉄のゴア、印度各鉄石程の効果を得られていない。このような差は鉄石の物理的、あるいは化学的性状の相異によるものと思われる。これら一定圧力に対し周波数 10 回/mn の脈圧の場合の還元性を比較すると Table 1 のごとくである。ゴア鉄石は脈圧効果はかなりあり、特に低い圧力で効果が大きい。ララップ鉄石は 1.5 kg/cm² で効果がみられても 2.0 kg/cm² では低下している。印度鉄石は 1.5 kg/cm² で変りなく 2.0 kg/cm² で低下し、焼結鉄は繰返し実験によつても明らかに負の効果となつている。すなわちこの周波数では鉄石の銘柄によつて効果のあるものとそうでないものがあり、一般に高い圧力のものに対してよりも低い圧力の方で効果がみられる。また脈圧効果の得られる周波数は各鉄石によつてその周波数範囲がそ