

なるにつれてほとんど直線的に降下する。300cc/mn は全体的に 400cc/mn のものより低く、しかも同様な傾向を示している。200cc/mn 以下では H_2 流量が減少するにつれてはなほだしく還元率は低下する。

400°C の還元においてはその還元率の低下はきわめていちじるしく、400cc/mn, 120mn 還元のものでさえ60%以下の還元率しか示さず、しかも還元時間の減少とともに急速に降下している。そして、H₂ 流量が 300, 200, 100cc/mn と少なくなるにつれ還元率の低下はいちじるしくなる。

なお、還元温度 400°C では H_2 流量が 75cc/min 以下のものはあまりにも還元率が低いのでここには省略した。

以上の結果から還元温度が 550°C でも高還元率のものは 600, 700°C のものよりもかえつて被還元性が非常に良いことが知られる。しかし還元温度が 500, 450, 400°C と下るにつれて還元率の低下は高温部のものよりもいぢるしく、400°C はとくにその傾向がひどい。

2. H₂ 流量による影響

高温部における還元ではいずれの温度においても 400 cc/mn と 300cc/mn の還元率曲線はほぼ接近した線を描いていたが、低温部のものは 550°C のみは例外であるが、500°C 以下の還元ではこの傾向はみられない。

またいずれの温度においても H_2 流量 $200\text{cc}/\text{mn}$ を境にして $400, 300\text{cc}/\text{mn}$ のものは $200\text{cc}/\text{mn}$ のものよりも還元率がきわめてよく、また $100\text{cc}/\text{mn}$ 以下の H_2 流量のものはまた $200\text{cc}/\text{mn}$ のものよりもいちじるしく還元率が低い。

3. 還元生成物の化学分析と還元率

つぎに還元試料を化学分析してそれらの全鉄量，金属鉄および FeO (Fe_3O_4 中の) を求めて

$$R = [(M.\text{Fe} + \text{FeO} \times 0.259) / T.\text{Fe}] \times 100$$

[R: 還元率(%), M.Fe: 金属鉄, T.Fe: 全鉄量]

から計算して得られる還元率と試料の重量減少から求めた還元率とは良く一致することが判つた。

4. 顯微鏡組織

Photo. 1 の A, B, C は 550°C , $400\text{cc}/\text{mn}$ でそれぞれ



A 120mn B 30mn C 20mn
 Photo. 1 Reduced in H₂ flow quantities 400cc/mn at
 550°C. White phase, iron; gray phase, Fe₃O₄
 ×1600 (2/5)

れ120, 30, 20mn還元したもので、Aは金属鉄の地の中に小さい Fe_3O_4 が無数に散在している。

Bは金属鉄と Fe_3O_4 がきわめて小さく入り混り、それらの中に Fe_3O_4 が大きく所々に見える。

CはAとは逆に Fe_3O_4 の中に小さな金属鉄が散在している。このような組織から考えられることは金属鉄の分析が非常に難しいことが想像される。

IV. 結 言

粉粒赤鉄鉱を H_2 流量と還元時間を変えて $550^\circ C$ から $400^\circ C$ までの間を $50^\circ C$ ごとに還元試験を行なつてつぎの結論を得た。

1. 還元温度が降るにつれて還元率はいちじるしく下り、同温度のものでも H_2 流量が少ないとやはり還元率はいちじるしく低下する。
2. Fe_3O_4 の生成量は各温度とも極大値を示すが、このことは 450°C 以上のものでは H_2 流量が少なくしかも短時間で簡単に Fe_3O_4 が生成されることが判明した。
3. 顕微鏡組織によつて 550°C で還元したものは金属鉄と Fe_3O_4 とがきわめて小さく入り混つてゐるが、 550°C 以下のものでは Fe_3O_4 の周囲に金属鉄があたかも外枠のごとくに生成していることが判明した。
4. 試料が還元のさいに発生する水分量、および試料の重量減と、化学分析による3つの方法によつて求めた還元率は良く一致する。
5. これらの全実験はきわめて再現性に富むことは前報と同様である。なお、低温部の還元において還元率の高いものは再酸化の傾向がきわめて大きいので、生成物の取り扱いはとくに注意を要する。

(2) 細粒鉄鉱石の還元(その 2)

(鉄鉱石還元の基礎的研究—V)

九州大学工学部 工博 八 木 貞之助

愛媛大学工学部 理博 福 家 好太良

○近 藤 明

Reduction of Fine Iron Ore-Part. 2.

(Fundamental studies on iron ore reduction—V)

*Teinosuke Yagi, Yoshitaro Fuke
and Akira Kondo.*

I. 緒 言

前報では鉍石粒度が 24~28 mesh の試料について報告をしたが、本報告では試料粒度が 90~

100 mesh の細粒について還元実験を行つた結果を報告するとともに、この2つの粒度のものを比較して述べることにする。

II. 実験装置および方法

前報と全く同様であるから省略する。

III. 実験結果

1. 温度による影響

550°C の場合は H_2 流量 400, 300, 200cc/mn のものはいずれも 120mn の還元はほとんど約 98% の還元率に達するが 60mn では 400, 300cc/mn のものは 120mn と同じ位であるが 30mn 以下の還元では急速に下り、しかも 400cc/mn と 300cc/mn との還元率の差は大きくなる。200cc/mn のものは 120mn 以外はいちじるしく還元率が低下する。 H_2 流量が 100cc/mn 以下の場合は H_2 の流量が減少するにつれて還元率は急激に降り、そして還元時間が短くなるにつれて直線的に下降する。

500°C の場合も 200cc/mn 以上の H_2 流量のものは 120mn の還元では約 98% の還元率を示す。400cc/mn のものは 60mn ではわずかに下る程度であるがそれよりも還元時間が短くなると還元率は急速に下る。300cc/mn のものは 400cc/mn のものよりもいずれも低くなる。200cc/mn のものは 120, 60mn と還元時間が短くなるにつれてほとんど直線的に降下する。 H_2 流量 100cc/mn 以下のものでは還元率の下り方がいちじるしく、しかも還元時間が短くなるにつれて直線的に下る傾向は 200cc/mn の場合と同様である。

450°C のものは 400cc/mn で 120mn のもののみ約 98% の還元率になるが、その後ほとんど直線的に下る。 H_2 流量が下るにつれて次第に還元率は直線的に降下する。

400°C のものは全般的にいちじるしく還元率が低い。その詳細はここには省略するが、 H_2 流量 75cc/mn のものについては還元実験を全然省略した程である。

2. 還元生成物の化学分析と還元率

500°C の還元生成物の分析値を Fig. 1 に示す。

この図から判るように H_2 流量が 400, 300cc/mn で還元時間が 120mn のものは金属鉄が 95% に達して還元時間が短くなるとともにゆるい S 字曲線を書いて減少する。

H_2 流量 200cc/mn のものは 120mn ではやはり 90% 以上になるが、還元時間が短くなるにつれてこの場合は直線的に降下している。

H_2 流量が 100cc/mn 以下のものは全般的に 200cc/mn

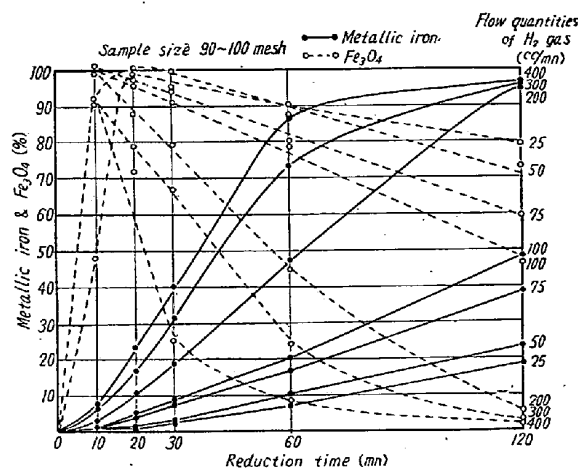


Fig. 1. Reduced in H_2 , at 500°C.

のものより、はなはだしく低く 100cc/mn, 120mn 還元ではわずかに 60% であり、還元時間が短くなれば直線的に低くなる。

さらに H_2 流量が 75, 50, 25cc/mn と少なくなるにつれて金属鉄の生成量が減少することは図の通りである。

これに反して、 Fe_3O_4 は H_2 流量 400cc/mn のものは 120mn ではきわめて微量で、60mn で 10% 近くなり、これよりも還元時間が短くなるにつれて直線的に上昇して、10mn で 90% に達することが知れる。

300cc/mn のものでは 120mn と 10mn のものは 400cc/mn のものとほとんど同じ位であるが、その中間は 400cc/mn のものよりもやや高い。

200cc/mn のものは 300cc/mn のものよりもいくらか高めである。100cc/mn および 75cc/mn では 120mn で、それぞれ 50, 60% を示すが 10mn ではどちらも 100% で、その間ほとんど直線的に増加している。

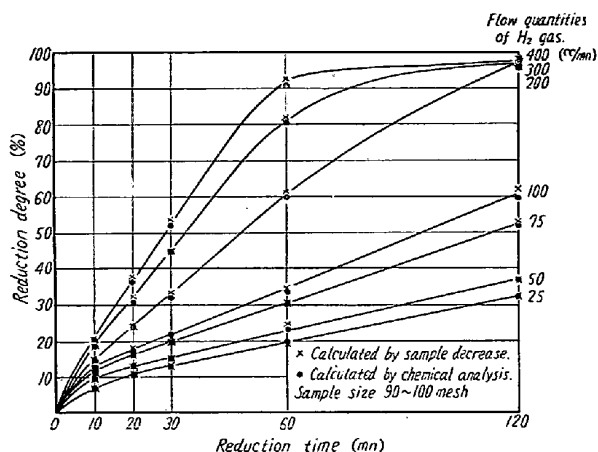
しかし、50cc/mn のものは 120mn で約 70% であるが、ここから 20mn で 100% に達するまで直線的に上昇し、その後 10mn では逆に減少することが判る。

25cc/mn のものは 120mn における 80% から 30mn で 100% に達し還元時間が短い 10mn のものでは約 50% まで急激に減少している。

つぎに化学分析により全鉄量、金属鉄量および Fe_3O_4 量を求め前報で示した還元率の計算式に代入して求めた値と、試料の重量減少から求めた還元率の一例を 500°C についてのものを Fig. 2 に示す。

この図からも明らかなように試料の重量減少から求めた還元率 (×印) と化学分析値から求めた還元率 (・印) とが良く一致することが判る。

しかし、600°C 以下の還元ではとくに還元した試料が再酸化するので、分析値から求めた還元率が、試料の減

Fig. 2. Reduced in H_2 , at $500^\circ C$.

少から求めた還元率よりもいくぶん低くなる傾向があるが、この傾向は高還元率の場合とくにいちじるしいので注意を要することである。

3. 粉粒と細粒との比較

前報で述べたように高温部の還元では $900^\circ C$ がもつとも粒度の影響が良く現われ、還元率は細粒の方がかなり高く出ている。そうしてその差は $800, 700^\circ C$ と温度が降るにつれて少なくなった。

しかし、低温部の還元では再び粒度の影響が全温度範囲にわたって明瞭に現われて、細粒の方が粉粒よりも被還元性が良いという結果がでている。このことは $400^\circ C$ のような低い温度でもはつきりと現われている。

4. ノレルコによる検討

低温部における還元については再酸化ということと、 $550^\circ C$ の還元試料を分析する時に金属鉄は良いが、その後の FeO (Fe_3O_4 中の) を定量すると、還元率の高い試料 (約 75% 以上) を除いて大部分のものは FeO の値は非常に高くでてくるという問題に達した。

再酸化の問題は種々工夫の結果大体防ぐことができるようになったが、 FeO が高くでることについての理由を解明するため、ノレルコの回折図を求めてみた。

その結果やはり Fe_3O_4 の他に遊離の FeO (wüstite) というようなものは試料中には存在しないことが判った。

そこで、この分析値の結果については目下詳細に検討中である。

IV. 結 言

これで H_2 による還元実験を終ったが、このような還元実験は数多く行なわれていて、その還元率の求め方も 1. 水分の増加量, 2. 試料の重量減少, 3. 化学分析の 3つのうちいずれか1つまたは2つで検討されているが、著者らは3つの方法で検討したため還元実験を行な

う時に還元を妨害する種々の因子を一つ一つ解決して、始めて上述の3つの方法で求めた還元率が良く合致し、再現性のある結果が得られたのである。そこでここにとくに注意すべき事柄を簡単に述べる。

1 N_2, H_2 などのボンベ中には O_2 が入つていてこれが実験結果に誤差範囲以上の影響をおよぼす。

2 N_2, Ar, H_2 などのガスを脱水するために濃 H_2SO_4 中を通すと SO_2 ガスを発生して還元を妨げる。

3 乾燥剤として同一容器 (U字管や乾燥塔) の中にガラスウールを境にして $CaCl_2$ や P_2O_5 を充めると、この両者が反応して Cl_2 を発生してやはり還元を妨害する。

最後に細粒赤鉄鉱を還元した結果について述べる。

1. 還元温度が降るにつれて還元率はいちじるしく低くなり、また同温度のものでも H_2 流量が少ないとやはり還元率はいちじるしく低下する。

2. 粉粒と細粒との被還元性はいずれの温度においても細粒の方が良い。

3. ノレルコによるX線回折図の波高と、化学分析の結果とは定性的に良く一致する。

しかし、 $550^\circ C$ の還元試料の分析値のうち Fe_3O_4 値については良く検討の必要がある。

4. 試料が還元のさいに発生する水分の増加および試料の重量減少、または化学分析などの3つの方法によつて求めた還元率は細粒の場合も良く一致する。

(3) $CO+CO_2+N_2$ 混合ガスによる鉄鉱石の還元

(鉄鉱石の被還元性について—Ⅱ)

富士製鉄広畑製鉄所

神原健二郎・○藤田 慶喜

Reduction of Iron Ores by $CO+CO_2$
+ N_2 .

(Study on reducibility of iron ores—Ⅱ)

Kenjiro Kambara and Keiki Fujita.

I. 緒 言

鉄鉱石の高炉内における還元プロセスを解明することは、学問上は無論のこと、高炉操業上からも必要なことであるが、その研究には種々の困難がともなうようである。

筆者らは熔鉱炉シャフト部における温度および、ガス組成の変化に着目して、これを実験室的に再現せしめ、