

(12) 粒鉄鉱石の還元

(鉄鉱石還元の基礎的研究—II)

九州大学 工博 八木 貞之助
愛媛大学 理博 福家 好太良
工学部 ○近藤 明

Reduction of Granular Iron Ore.

(Fundamental studies on iron ore reduction—II)

Teinosuke Yagi, Yoshitaro Fuke, Akira Kondō

I. 緒言

鉄鉱石の還元については数多くの研究がなされているが、近時鉄鉱石からの直接製鉄や低品位鉄鉱石の有効な利用などのためにさらに盛んになったようである。併わせて鉄鉱石の製錬的価値を判断する方法を標準化しようとする傾向があるが、製錬的価値といつても数多くの因子を含んでいるので簡単な問題ではない。

そこで、還元試験における鉄鉱石の内包する還元特性因子や、外的因子としての還元試験の諸条件の影響を十分に調べる必要がある。

著者らは鉄鉱石の還元実験を種々の条件で行つて、それらの還元率および還元生成物の化学分析値との関連性を求めるために基礎的な研究を行つている。

還元試験にあつては還元温度 600°C 以上(高温部)とそれ以下(低温部)との2つに分けて行つたが、この報告は試料粒度 24~28 mesh の粉粒の高温部の還元についてのものである。

II. 実験装置および方法

還元温度は 900, 800, 700, 600°C で、還元ガスは H₂ でその流量は 400, 300, 200, 100, 75, 50, 25cc/mn, また還元時間は 120, 60, 30, 20, 10mn で行なつた。以下の説明では還元温度 900°C, を 900°C, 還元時間 60mn を 60mn, H₂ 流量 200cc/mn を 200cc/mn のように簡単に記す。

上記のような種々の条件の下で鉄鉱石を H₂ で還元したのであるが、還元率の現わし方としては、(1)生成する水分を小型U字管にガラスウールと共に填めた P₂O₅ に吸収させその重量増加を秤つて求める方法、(2)還元による試料の重量減による方法、(3)還元生成物を化学分析して直接量的に求めることにより、還元率の計算式 $R = [(M.Fe + FeO) / T.Fe] \times 100$ [R: 還元率 (%), M.Fe: 金属鉄, T.Fe: 還元後の全鉄量] から計算して得られる還元率と前の二方法で求めた値とを比較検討した。

実験装置および操作は省略した。

III. 実験結果

(i) 温度による影響

還元温度 900°C のものを Fig. 1 に示すと、H₂ 流量

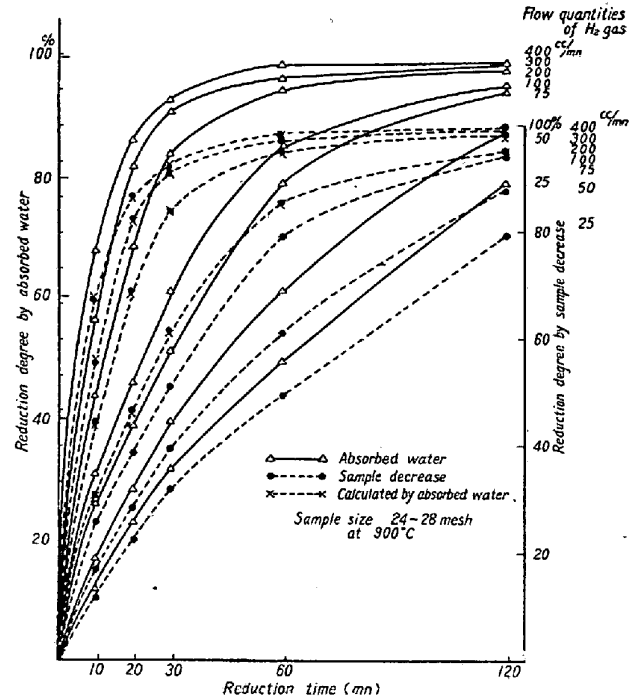


Fig. 1. Reduced in H₂ at 900°C.

400, 300cc/mn のものは 30mn の還元で 90% 以上の還元率に達する。

そして 400cc/mn のものは 60mn と 120mn はほとんど同じであり、300cc/mn, 120mn のものも 400cc/mn, 60, 120 と同様に 100% 近い還元率を示している。200cc/mn では 60 mn で 90% 以上の還元率になる。100cc/mn のものは 200cc/mn 以上のものに比べると還元の進行度合は緩るやかになり、120mn で還元率 90% に達する。75cc/mn は 100cc/mn にやや劣る程度であるが、50, 25 cc/mn のものはいちじるしくその還元速度が低くなる。800°C の場合、400, 300cc/mn のものは 30mn で 80% 以上の還元率になり、60mn, 120 mn と還元時間が長くなるにつれゆつくり上昇し、120 mn で 97% 以上に達する。

100, 75, 50cc/mn と H₂ 流量が少くなるにつれて次第に還元率は低くなるが、25 cc/mn はなおいちじるしく低くなる。

800°C では還元進行の傾向は 900°C の場合と同じ様であるが、全体的に還元率は低い。

700°C, 400cc/mn, 300cc/mn のものは 20mn までは 800°C のものとあまり変わらないが、30, 60, 120 mn のものは 800°C よりかなり還元率は低く、400, 300cc/mn の 120mn のもののみが 90% に達する。H₂ 流量が

少くなるにつれて、いずれも 800°C よりも低い還元率を示す。

600°C の還元では 400, 300cc/mn のものは 10, 20 mn では 700°C の方がよいが 30mn では逆に 600°C の方が遙かによく、60mn ですでに 90% に達する。

そして 600°C, 400cc/mn で 20mn 還元したものと 700°C, 300cc/mn で 20mn 還元したものとでは還元率約 75% でほぼひとしい。しかも還元率 75% 以上のもはすべて 600°C の方が 700°C よりいちじるしく被還元性がよい。

しかし、75% 以下のものはやはり 700°C の方が 600°C よりも還元速度は大きい。

(ii) H₂ 流量による影響

いずれの温度においても 400cc/mn と 300cc/mn の還元率曲線はほぼ接近した線を描き、とくに還元時間 30 mn 以上のものはほとんど同じ位の還元率を示す。200cc/mn の曲線は 300cc/mn の曲線より低くめになるが、温度が下るにつれてこの傾向はいちじるしくなる。しかし 60, 120mn と還元時間が長くなるにつれて、次第に 300 cc/mn の曲線に近づきとくに 120mn ではその感が強い。

100cc/mn は 200cc/mn よりもいちじるしく還元率は悪く、とくに 30mn 前後が極端に 200cc/mn の曲線から開くが 120mn ではいずれもかなりな還元率に達する。75cc/mn のものは 100cc/mn の曲線よりも幾分低いが 120mn ではこれにきわめて接近する。

50, 25cc/mn と H₂ 流量が少くなるにつれて還元率はいちじるしく下ってくる。

(iii) 還元生成物の化学分析と還元率

次に、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 を求め上述の還元率の計算式にしたがつて還元率を求め、この還元率と試料減少から得た還元率とを比較したがよく一致することがわかった。(図省略)

(iv) 顕微鏡組織



Photo. 1. ×400(1/2)

Reduced in H₂ flow quantities 200cc/mn at 700°C for 30mn. White phase, iron; dark gray phase, wüstite.

ど鉄の高級酸化物が存在している。粉粒の組織も幾分塊

Photo. 1 は 700°C, 200cc/mn で 30mn 還元したもので、白い相は金属鉄、灰色の部分はウスタイト相である。

塊鉱は外部から次第に内側に還元が進行し、内部ほ

鉱にいたような還元過程をたどることが、この写真からうかがわれる。

Photo. 2 は 900°C, 400cc/mn で 120 mn 還元のもので完全に金属鉄になり、粒子の外形は丸味をおびており粒子間にははつきりした空隙がある。しかし、こうなつても原鉱石の層状は原形をとどめている。

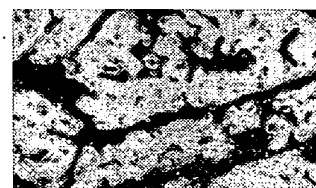


Photo. 2 ×1600(1/2)
Reduced in H₂ flow quantities 400cc/mn at 900°C for 120mn. White phase, iron; black areas; fissures.

V. 結 言

鉄鉱石を、H₂ 流量と還元時間を変えて還元温度 900°C から 600°C までの間を 100°C ごとに還元試験を行なつて、つぎの結果を得た。

1. 一般に温度が下るにつれて還元率は下るが、時間-還元率曲線は各温度とも同じような傾向であつた。また H₂ 流量 300cc/mn 以上のものはほとんど同じ位の還元率を示すが、200cc/mn 以下のものは流量の減少とともに次第に還元率も下がる。そして温度が下るにつれてこの傾向はいちじるしくなる。

2. 還元温度が 900, 800, 700°C と下るにしたがつて還元率も次第に低くなるが、700°C および 600°C において、還元率 75% 以上の部分では逆に 600°C の方の還元がよく、75% 以下の還元率では 700°C の方がよいことがわかつた。

3. FeO の生成量は各温度とも極大値を示し、その極大値の現われる条件は温度が低下するほど、H₂ 流量が増加し、還元時間が長くなる。

4. 試料の還元状態は塊鉱の場合と同様、周辺部から進行していることが顕微鏡組織より明らかになつた。

5. 試料が還元の際に発生する水分の増加、および試料の重量減少、また化学分析などの 3 方法によつて求めた還元率はよく一致する。