

(15) 酸化鉄の還元におよぼす磁場の影響

金属材料技術研究所

大場 章, 清水治郎

1. 緒言 酸化鉄の還元におよぼす磁場の影響については興味ある問題ではあるが、未だこれに関する報文は少なく、僅かにバッチ式実験を行ない磁場の効果があるとする R. Skorski の報告<sup>1)</sup>があるにすぎない。したがって筆者らもこの問題をとりあげ、その効果の有無をしるために、若干の実験と検討を試みたので、その結果を報告する。

2. 試料および実験方法 供試材料、実験条件などは酸化鉄鉱物の磁気変態や、磁場内における還元機構の解明等を考慮して、磁鉄鉱、磁赤鉄鉱、赤鉄鉱の粉末および塊状タブレットを対象に、還元温度は 180~500°C、還元ガスは H<sub>2</sub> ガス及 α-H<sub>2</sub>-N<sub>2</sub> 混合ガス (H<sub>2</sub>: 3, 10, 20%) 等を用い、その流量を変え、また磁場の強さは装置により最大強度に限界があるが凡そ 200~5,000 Oe で、昇温および等温還元実験を行なった。磁場内で還元を行なったものを磁場還元、磁場を與えず他の条件は同一として行なったものを通常還元とし、その両者を比較検討した。主な実験手法を下記に示す。

A) 磁気熱天秤による実験

B) 熱天秤による実験

C) ホートによる固分実験(等温)

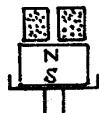
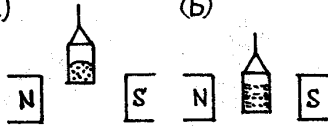
(a)

(b)

(a) 鑄造磁石 (b) 試料を磁化

(a)

(b)



3. 実験結果および考察 R. Skorski によれば、表 1 に示すように磁場還元時の還元率が通常還元時のそれにくらべて遙かに高く、また還元速度は磁場の強さが増すとともに増大したとして、磁場の影響のあることを認めている。この理由として、R. Skorski は還元ガスの性質から、オルソ水素が還元の際磁石粉末に引き寄せられるため、酸化鉄表面の水素圧が上昇し還元速度が速くなるとし、反磁性ガスの CO や CH<sub>4</sub> による還元においては、効果が認められなかったと説明している。

本実験では、上記に示すような各種条件下で実験を試みたが、その殆んどにおいて両者に有意なる差異が認められず、たゞ C]- (b) の粉末試料においてのみ磁場還元の有効性が認められた。この一因として試料粉末が磁化したため連鎖状になり、その結果還元および生成ガスの流通を良好にさせるためと考えられる。

オルソ水素が試料表面に引き寄せられるの否かについては、単純なモデルをたてて考えた。いまスピンの方向が 2 つしか許されない (磁場の方向とその反対の方向) 粒子からなる理想気体を考える。それが不均一磁場中にあるとすると、局所的濃度  $c$  の磁束密度  $B$  に対する依存性は次のように表わされる。

$c \propto \exp(\mu_0^2 B^2 / 2 k_B^2 T^2)$  ここで  $\mu_0$ : 粒子の磁気モーメント  $k_B$ : ボルツマン定数  $T$ : 系の絶対温度  
すなわち磁束密度  $B_1$  の部分と磁束密度  $B_0$  の部分の濃度の比  $c_1/c_0$  は

$$c_1/c_0 = \exp\{\mu_0^2 (B_1^2 - B_0^2) / 2 k_B^2 T^2\}$$

この式をオルソ水素に対して適用すると、 $B_1 \sim 10^3$  gauss,  $B_0 \sim 0$  gauss,  $T \sim 10^3$  K とし  $\mu_0 \sim 10^{-23}$  erg/gauss,  $k_B \sim 10^{-16}$  erg/K 故に

$$c_1/c_0 \approx \exp(10^{-14}) \approx 1$$

となり、磁場は局所的濃度に影響をおよぼさないことになる。

1) R. Skorski: Nature Phys. Sci., 240 Nov. 6 (1972) 15~16.

表 1. R. Skorski によるデータ  
試料: 赤鉄鉱粉末約 3g 磁場: 500 Oe  
還元ガス: H<sub>2</sub> 還元時間: 30 min

還元温度 (°C)	還元率 (%)	
	通常還元	磁場還元
180	0	10
300	19	65
333	21	100