

酸素と珪素が専ら反応し、マンガンは界面反応をするために3分程度まで介在物はガラス状珪酸となり、さらにその後は、浴内の珪素が少なくなるので Fayalite と Wüstite の共晶、ついで Wüstite のみとなることが理解される。

IV. 結 言

以上のように、複合脱酸では、単独の場合に比べ相当の脱酸効果があるが、本実験のごとき小規模のものではその反応速度が非常に大きいとともに外部からの酸素の供給速度も大きいために、その脱酸効果が相当薄れることがわかった。

文 献

- 1) 佐野, 塩見, 松下: 鉄と鋼, 47 (1961) p. 358
- 2) D. C. HILTY & W. CRAFTS: J. Metals, Feb, (1950), p. 426~436

(39) CO-H<sub>2</sub> 混合ガスによる酸化鉄の還元と析出炭素についての研究

名古屋工業大学 ○平 尾 次 郎  
北海道大学工学部 工博 吉 井 周 雄

Ferric Oxide Reduction by Mixed Gas of CO and H<sub>2</sub> and the Phenomenon on Carbon Deposition.

Jiro HIRAO and Dr. Chikao YOSHII

I. 緒 言

近時炭化水素の分解ガスによる鉄鉱石の還元が各所で行なわれるようになった。また高炉の熱風に水蒸気の添加も行なわれ、高炉ガス中に CO 以外に H<sub>2</sub> が含まれている。著者の一人はかつて鉄鉱石を水性ガスで還元を行なう基礎実験を熱天秤にて行なつたさいに析出炭素量に H<sub>2</sub> が影響していることを知つた。然し CO による還元並びに炭素析出におよぼす H<sub>2</sub> の影響を正確に知るために実験を行なつた。

II. 実 験 装 置

実験に用いた還元炉は Fig. 1 に示した。反応管は磁製管を用い、坩堝は底に多くの 1~2mm の小孔を有するものを作り、その底に小片試料 0.5g を重り合わないように入れた。この坩堝は下部のキャップに支えられた磁製管中にはめこまれてある。かくして上部キャップより入ったガスは試料中を通つて下部キャップより出る。還元により生成したガスを速かに完全に捕集するために、排出管は細いニクロム線を巻いて保温し、ガス中に含まれる H<sub>2</sub>O および CO<sub>2</sub> を -140~160°C に冷却したト

ラップ中に凝縮した。

試料は化学用最純の酸化鉄粉末を加圧成形して 1200°C に 30 分間焼成して 14 mm φ × 12mm の塊とした。この見掛比重は 4.11 で、分析により完全に Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> であることを確かめた。これを 1~2mm に破碎したものを試料とし、1 回 0.5g を用いた。

実験操作は装置中に試料を挿入後 Ar を 200cc/mn にて通気しつつ、20°C / mn にて昇温する。所定温度となつてさらに 20 分保持して恒温を確かめたのち還元ガスに切り換え 200cc/

mn にて 30 分間還元した。還元終了後 Ar ガス気流とし、炉を上部に移動して速かに冷却し、40分後に試料を取り出した。液体窒素で冷却したトラップ中に凝縮した H<sub>2</sub>O と CO<sub>2</sub> は五酸化燐とソーダライムの U 字管に吸収せしめ秤量した。

還元試料は粉碎して良く混合し、金属鉄、FeO、全鉄量、析出炭素量をそれぞれ定量した。

析出炭素は粉末試料 0.1g をあらかじめ 850°C に焼いたアスベストとともにボート中に入れ白金アスベストを含む炉中で酸素気流中にて 850°C、20分間燃焼して CO<sub>2</sub> としてソーダライムに吸収定量した。

実験は 500°C、600°C、700°C、にて 30 分間行なつた。また時間的变化を調べるために 500°C、600°C でそれぞれ 10、20、30 分間行なつた。還元ガスはつぎのような組成のものを用いた。

CO%	100	80	60	40	20	0
H <sub>2</sub> %	0	20	40	60	80	100

III. 実験結果と考察

(1) 還元温度については 500°C、600°C、700°C、30分間還元したものである。

500°C の結果を図示すると Fig. 2 のようになる。そして析出炭素量より換算した CO<sub>2</sub> を差し引いて、CO および H<sub>2</sub> による還元率を示すと図中の CO、H<sub>2</sub> と記した線となる。そして CO より H<sub>2</sub> の方が混合割合に比して多くの還元をしていることがわかる、また H<sub>2</sub> が混入

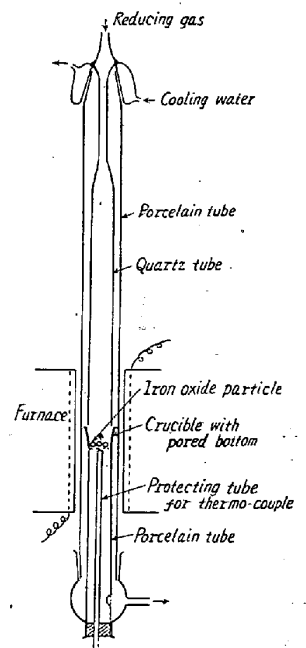


Fig. 1. Reduction tube.

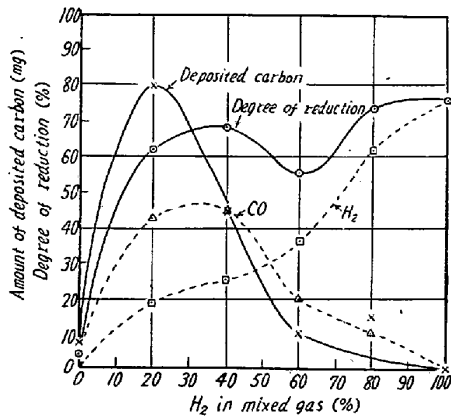


Fig. 2. Relation of reduction rate and carbon deposition with composition of mixed gas at 500°C.

したために CO による還元量も増大し、H<sub>2</sub> 20% を含むガスの CO により取り去った酸素量は CO 単味のものより 12 倍以上にもなっている。

BOUDOUARD の平衡より考えると、500°C は炭素析出が激しい温度であるが CO 単味ではそれほど大きく現われていない。しかし H<sub>2</sub> が入ると激しくなる。

600°C の場合は 500°C より還元は良く進み、CO 単味でも多くの金属鉄が生成されていて、析出炭素も多い。そして H<sub>2</sub> と CO の還元力を比較すると、CO は H<sub>2</sub> よりやや弱い。また 600°C にても H<sub>2</sub> 20% 入ったときに還元ならびに析出炭素量は極大となつている。

700°C の場合には還元はいちじるしく進み、いずれのガス組成でも未還元の Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は見られない。還元率はほとんど 90% 以上を示している。そして析出炭素量は少なく、如何なるガス組成でも極大が表われない。CO と H<sub>2</sub> の還元力はほとんど同じように見える。すなわち、温度の低いときは CO の還元力は H<sub>2</sub> より劣っているが温度が高くなるにしたがい大となつて、700°C では同じ程度となつている。

2) 還元の時間的变化については 500°C、600°C にて 10、20、30 分を行なつた。還元ガスは炭素の析出の多い H<sub>2</sub> 20%、CO 80% のものを用いた。

その結果は 500°C にて 20 分にて始めて試料中に金属鉄がわずかに認められたが、ほとんど炭素の析出は起つていない。そして 30 分にて金属鉄が見られ炭素も析出している。しかるに 600°C では還元は早く進み、10 分で金属鉄が相当量認められており、炭素の析出も現われ、時間とともに還元ならびに炭素析出も進んでいる。

3) 以上より炭素の析出機構を考えると 500°C では CO の還元力の弱いために 30 分間の還元で金属鉄はわずかに生成しているに過ぎない。しかし H<sub>2</sub> が入ると 30 分

で相当量の金属鉄が生成する。このように低温度で還元して生成した金属鉄は格子欠陥が多いものである。一般に格子欠陥のある金属鉄は触媒作用が強いといわれている。したがつて少量の H<sub>2</sub> の混入によつて早期にできる金属鉄の触媒作用で炭素の析出は速かになる。しかし、H<sub>2</sub> の混合量が増すととも CO の分圧が低くなつて来るので炭素析出量はしだいに減少して来る。

炭素の析出は試料表面に金属鉄の生成と CO 分圧が高くなければならない。

#### IV. 総 括

(1) 500°C では CO は H<sub>2</sub> より還元力は弱い。還元ならびに炭素析出には H<sub>2</sub> の効果が大きい。そして H<sub>2</sub> 20% 含むと析出炭素量は極大となる。

(2) 700°C では H<sub>2</sub> と CO の還元力は同じ程度となつて来る。そして CO の分解による析出炭素量におよぼす H<sub>2</sub> の効果はあまりいちじるしくない。

(3) 500°C では 10 分、20 分、では金属鉄はほとんど現われて来ないので炭素析出は見られない。

(4) H<sub>2</sub> が入ると低温でも (500°C) 炭素析出が促進されるのは H<sub>2</sub> が速かに金属鉄を生成するためと、低温度の還元で生成する金属鉄は格子欠陥が多く CO 分解の触媒となつており BOUDOUARD の平衡より CO 分圧の大きいほど炭素析出も大きくなつてきているようである。

### (40) H<sub>2</sub>, AX および RX-ガスによる酸化鉄粉の還元

(低温ガス還元法による鉄粉の製造—II)

大阪府立大学工学部

工博 河合正雄・木村 弘・寺峰禎次

富士製鉄釜石製鉄所○竹 村 洋 三

#### Reduction of Fine Iron Oxide by Hydrogen AX-and RX-Gas.

(On the manufacture of iron powder from iron oxide by gas reduction at low temperature—II)

Dr. Masao KAWAI, Hiroshi KIMURA,

Teiji TERAMINE and Yōzō TAKEMURA

#### I. 結 言

鉄粉製造の基礎実験として、前に CO、H<sub>2</sub> および C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> cracking ガスによる酸化鉄粉の還元に関して、還元温度、流量および粒度の影響について報告したが、本報では H<sub>2</sub>、AX および RX-ガスによる還元速度と温度との関係および還元機構について報告する。