

60, 120mn とゆつくり増加して, 120mn で約 95% に達する, 200cc/mn のものは上の 2 つより金属鉄の生成量はかなり低い. とくに 100cc/mn 以下の H_2 流量ではこの傾向がはなはだしくなる.

これに対して, FeO の値は H_2 流量 400, 300, 200 cc/mn で還元時間 10mn のものは約 54, 68, 77% の順に高くなり, 還元時間が長くなるにつれて急速に減少して行く.

H_2 流量 100cc/mn のものは 20mn で, 75cc/mn は 30mn, 50cc/mn は 60mn, 25cc/mn も 60mn にそれぞれ極大値を示す.

全鉄量はここには省略する.

還元率は上述の方法で求めたが, 一例として $900^\circ C$ のものを Fig. 2 に示す.

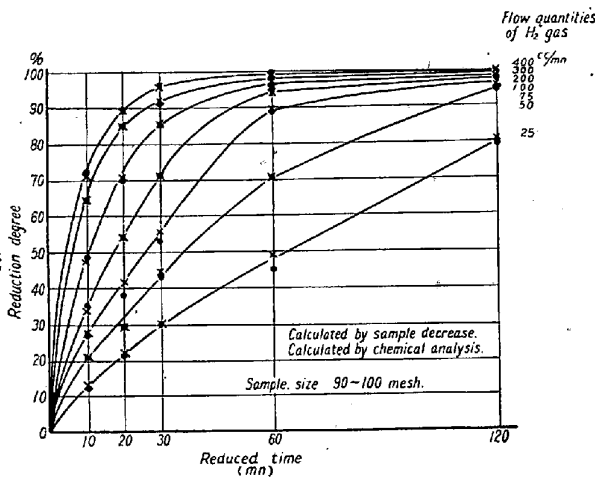


Fig. 2. Reduced in H_2 , at $900^\circ C$.

この図からわかるように試料の重量減少から求めた還元率 (×印) と分析値から計算して求めた還元率 (●印) とはよく一致する.

(iv) 粉粒と細粒との比較

$900^\circ C$ の場合は明らかに細粒の方が還元がよいが, $800^\circ C$ になるとその差は小さくなる. $700^\circ C$ では粒子の大きさによる影響は全くわからなくなる. しかも, $600^\circ C$ では還元率の高い部分ではむしろ逆に粉粒の方が還元が幾分低くめというような結果がでたが, この点に関してはさらに十分検討をしたい.

(vi) ノレルコによる検討

還元試料の代表的なものを選んでこれの X 線回折図によりその波高と化学分析値とを比較して検討した.

その結果回折図の波高と分析値との間には定性的にはよく合致するもののあることが判明した.

IV. 結 言

細粒の還元も粉粒の場合と大体同様な結果が得られ

た. すなわち.

1. 一般に温度が下ると還元率は下るが, 時間-還元率曲線は各温度とも同じような傾向であつた. しかも, 粒度による影響ははつきりと現われている.

2. 還元温度が $900, 800, 700^\circ C$ と下るにつれて還元率も次第に低くなるが, $700^\circ C$ および $600^\circ C$ において, 還元率 75% 以上の部分では逆に $600^\circ C$ の方が還元がよく 75% 以下の還元率は $700^\circ C$ の方がよいことは粉粒の場合と同様であつた.

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, H_2 流量が増加し, 還元時間が長くなることも粉粒の時と同じである.

4. 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よく合う.

5. 試料が還元の際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 方法によつて求めた還元率は細粒の場合もよく一致する.

(14) $N_2 + CO + H_2$ ガスによる鉄鉱石の還元

八幡製鉄所, 技術研究所

理 石光 章利・工 重見 彰利・○東 辰男
The Reduction of Iron Ore by $N_2 + CO + H_2$.

Akitosi Isimitu, Akitosi Sigemi, Tatu Higasi.

I. 緒 言

近年熔鉱炉に吹き込む熱風中に水蒸気を添加した, いわゆる, 調湿操業が広範囲にわたつて検討, あるいはすでに一部では通常操業法としてとりいれられている^{1)~4)}

しかしながら, これに対する効果については各者の意見が一致しておらず, 国外においても国内においても色々と異つた意見が出ている. たとえば米国やソ連ではその効果を認めて, ほとんど全般的に採用しているようであり, フランスでは炉内で生じた H_2 による鉄鉱石の還元効果についてはまったく否定的で, 水蒸気の添加は全く無意味であると割り切つているようである. ドイツ¹⁾では炉況安定に対しての効果は一応認めているようであるが, 炉内で生じた H_2 ガスの還元効果については否定的であり, 現在 H_2O の分解による冷却効果と送風温度上昇の加熱効果との喰い違いについて検討している段階ではないかと思われる.

一方国内においては今さらここで述べるまでもなく、その効果の有無あるいはその効果の程度についていろいろな意見が提出されている。

この原因は恐らくこの問題を検討するに当つて、実際の高炉で得られる操業データは非常に数多くの因子が重複して作用しているためであろうと考えられる。

このため、まず基礎的な実験によつて、この問題に関する炉内の各現象を、それぞれ単純な現象に分離して検討してゆき、最後にそれらを総合して実際の炉内における H₂O の挙動および効果を明らかにすると同時にその適正添加量を求めることとした。

今回はまず N₂+CO+H₂ ガスによる鉄鉱石の還元を行なつて、このような実験条件における H₂ ガスの還元効果を求めた。

II. 実験装置および実験条件

実験に使用した鉱石はゴア鉱石であり、その化学成分はつぎの通りである。

T.Fe	Fe ⁺⁺ (FeO)	Fe ⁺⁺⁺ (Fe ₂ O ₃)	鉄に結合せる
(%)	(%)	(%)	O ₂ 量 (%)
63.45	1.67(2.15)	61.78(88.34)	27.04

実験装置は Fig. 1 に示す。反応管は内径 22mm の透明石英管で、この中に 5±1mm に砕いたゴア鉱石を試料として 5 g 磁製ボードに入れ挿入した。還元前後は Ar ガスを使用し、炉内温度が 900°C に達した後、試料を反応管とともに移動して炉の中心部においた。

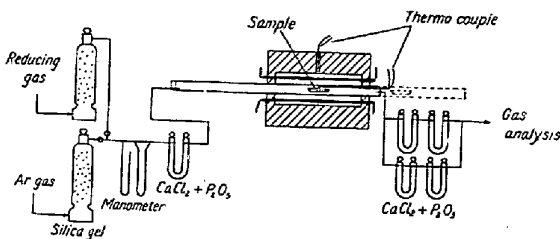


Fig. 1. Experimental apparatus.

試料部の温度が 900°C に達した後 20 分間保定して還元を開始した。還元終了後は、ふたたび試料を反応管とともに移動して炉外に出し、Ar 気流中で冷却した。

還元ガスおよび Ar ガスはシリカゲル、CaCl₂ および P₂O₅ で十分に乾燥した後を使用し、還元過程は還元後のガス中に含まれる H₂O および CO₂ より求めた。また、還元時間は 60 mn とし、還元後の試料を化学分析して最終の還元率を求めた。

還元ガスは N₂ 70% CO 30% のガスに H₂ ガス量が 0~10% になるように H₂ ガスを添加した。また還元ガスの流量は 200cc/mn の一定とした。

III. 実験結果および検討

Fig. 2 に H₂ 含有量のそれぞれ異つた場合の還元曲線を示す。実線、点線および鎖線はそれぞれ還元率、CO による還元および H₂ による割合を示す。還元の進行状

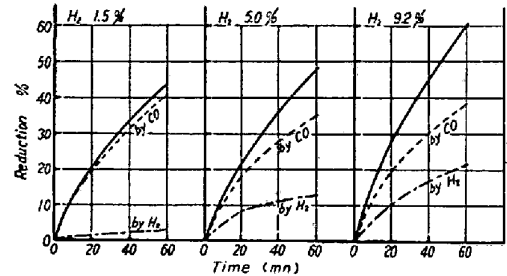


Fig. 2. Reduction curve with N₂+CO+H₂ at 900°C.

態についてはとくに注目される点は現われていないが、CO による還元量はいずれの場合もほとんど変わらず、H₂ の添加量の増加とともに H₂ ガスによる還元量が増加している。

このことは、還元ガスに添加された H₂ ガスの量と、還元率との関係を示した Fig. 3 でさらに明瞭に認めら

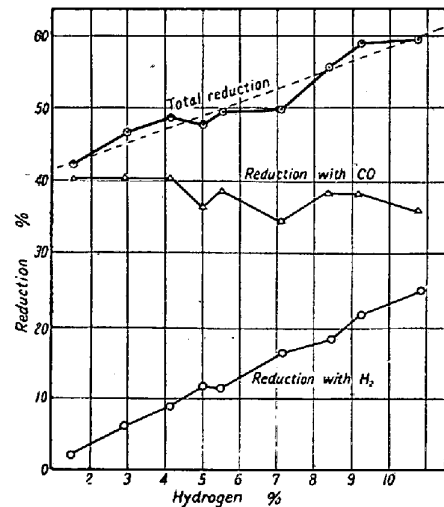


Fig. 3. Effect of hydrogen on reduction with CO 30%+N₂ 70% at 900°C.

れる。H₂ による還元割合の増加は、H₂ ガスの添加量の増加とともにほとんど直線的に増加している。H₂ ガスの添加量が増加した場合に、CO ガスによる還元が幾分低下しているのは、H₂ ガスの添加量とともに CO ガスの濃度がわずかであるが低くなること、および同一時刻における未還元鉱石の量が少くなるためであろう。また、この結果から少なくとも、CO₂+H₂=CO+H₂O の反応を仲介として CO による還元を H₂ が助長することはないことが明らかである。

なお Fig. 4 に添加された H₂ ガスのどの程度が還元
に有効に作用したかを示したが、いずれの場合も約 40%
程度の H₂ が還元作用している。

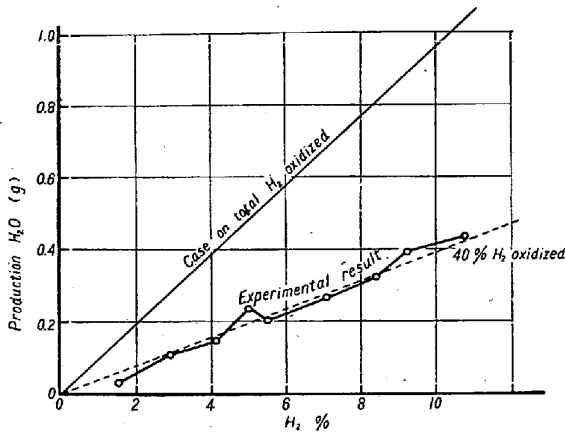


Fig. 4. Efficiency of H₂.

IV. 結 言

還元実験装置を使用し、N₂ 70%、CO 30% のガスに
0~10% の H₂ を添加したガスによつてゴア鉱石の還
元試験を行いつぎの結果を得た。

- (1) 鉄鉱石の還元率は H₂ ガスの添加量に比例して、
ほとんど直線的に増加する。
- (2) この還元率の増加は H₂ による還元量の増加の
ためであつて、CO による還元量は H₂ の添加によつて
あまり変わらない。
- (3) 添加された H₂ の約 40% が、いずれの場合も
還元作用に有効に作用した。

文 献

- 1) 学振 54 委 第 53, 56, 57 回 会議資料
- 2) Iron & Steel (1958) Oct. p. 491/495
- 3) J. I. S. T. (1958) June, p. 113/124
- 4) Stal (1958) No. 3 p. 193/202

(15) 鉄鉱石の流動還元に関する基礎
的研究

東京大学, 工学部

工博 (故) 芥川 武・理○大蔵明光
Fundamental Study on the Reduction
of Iron Ore by Fluidized Beds.

Takeshi Akutagawa, Akimitu Okura

I. 緒 言

1920 年代から端を発した流動化法は、今や化学工業の
みでなく、冶金工業の重要な一部門をしめつつある。

本研究も、この流動層を利用して、非常に還元力の強
い、水素ガスにて赤鉄鉱、磁鉄鉱についてその基礎的な
考察を行い、とくに流動層を型成する整流器について、
その還元結果を検討しその結果を報告する。

II. 実験試料および還元ガス

試料は、ゴア赤鉄鉱石、ハイザー磁鉄鉱石の塊鉱を粉
砕して用いた。化学分析値は、Table 1 に示し Table 2
に示した分析値は、窒素気流中にて加熱された試料で、

Table 1. Chemical composition of ores used.

Ore	T. Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO
Goa hematite	64.98	3.35	2.75	0.06	0.08	—
Heizer magnetite	59.24	7.78	2.58	0.77	1.99	17.41

Table 2. Chemical composition of ore used.
(once heated at elevated temperature
in N₂ stream)

Ore	T. Fe	FeO	wt% to T. Fe	
			Fe ⁺³	Fe ⁺²
Goa hematite	64.8	0.0	100	0
Heizer magnetite	62.9	20.6 (Fe ²⁺ 16.0)	74.5	25.5

還元率算出の基準となるものである。粒度範囲は、0.589,
0.417, 0.295, 0.208, 0.147, 0.104, 0.074 mm に篩分
けしたものをを用い、それらから、等量ずつ測りとつたも
ので、粒度分布は、全範囲にわたつて、ほぼ均一である
試料を用い還元ガスは純度 99.6% の市販ボンベ水素を
使用した。

III. 実験装置および実験方法

Fig. 1 の概略図で示されているように、18-8 ステン

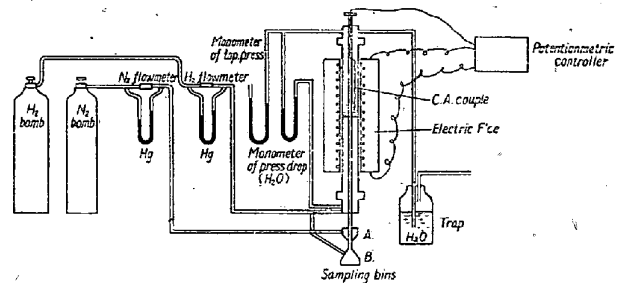


Fig. 1. Schematic sketch of fluidized-bed
reduction apparatus.

レス鋼板にて実験装置を試作した。まずステンレス鋼の
48 mmφ の管の内側に同じく 40 mmφ の管を下から入
れて外側の管の中間に位置したところに 40 mmφ の管
の先端がくるようにしその上部に 1.5 mmφ の穴が