

(41) 鉄鉱石の流動還元に関する研究

東京大学工学部

○大蔵明光・徳田昌則・工博 松下幸雄

Fluidized-Bed Reduction of Iron Ore.

Akimitu ŌKURA, Masanori TOKUDA

and Dr. Yukio MATUSHITA

I. 緒 言

流動層を用いて粉鉄石を還元ガスと接触させ、還元して海綿鉄を作る方法としては、純水素を使用し高压による H-iron 法,  $H_2 + CO$  の混合ガスを使用する Shipley 法, A. D. Little, Levis 法などがあり, また CO ガスを使用して  $600^\circ C \sim 700^\circ C$  で  $Fe_3C$  を造りこれと等量の wüstite を混合して  $700^\circ C \sim 800^\circ C$  に加熱することにより, 金属鉄を製造する Stel-ling 法, CO ガスの分解熱を利用する, CO-C-Fe 法などがあることは周知の処である, また鉄石の還元速度と圧力の関係についての基礎的研究についても, いくつか報告があるが代表的なものとして Diepschlag は 7 気圧まで行ない Tennenbaum と Joseph は 1.3 気圧まで実験を行ない, 圧力の影響は加圧がいちじるしく有効であること ( $800^\circ C$  では圧力が 2 倍となると還元速度が 2 倍以上になる) を指摘している. 本実験では流動層を用いて低温でゲージ圧  $2 kg \cdot W/cm^2$  の圧力下で還元速度にどのような影響があるかについての基礎的な実験を試みた.

II. 実験装置および方法

1) 試料

実験に使用した鉄石は Goa 産 hematite で, 塊鉄を粉碎し, 28 mesh~100 mesh の範囲に篩分けしたものを各粒度ごとに等量ずつ秤量したもので, 1 回の装入量は 50 g 分析用試料 1 回当たり約 3 g である.

Table 1. Chemical composition of ores used.

Constituents	T. Fe	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
wt%	64.98	3.35	2.74	0.06	0.08

還元ガスは 99.6% の純度をもつ市販  $H_2$  ガスをそのまま使用した.

2) 装置

Fig. 1 に流動還元装置の概略図を示したように, 下部より  $N_2$  ガス,  $H_2$  ガスが送入され, 整流器を経て鉄石が流動する. まず  $N_2$  ガスを送入しつつ, 所定の温度に炉内なるのをまつて鉄石を装入し, 装入鉄石の温度が所定になるとともに  $H_2$  ガスに切換え一定流量でしかも

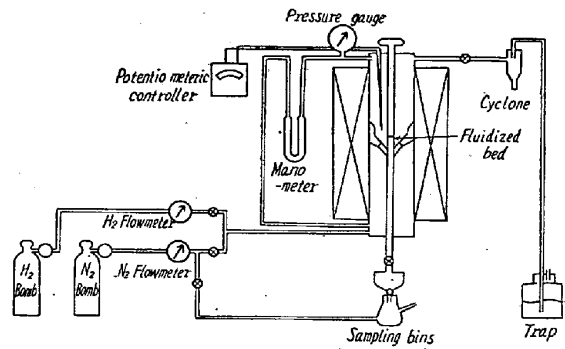


Fig. 1. Schematic sketch of fluidized bed reduction apparatus.

測定すべき圧力に調節する. 炉内の流動状況は, 間接的に圧損失マンメーターにより知ることが出来る. 実験中の炉内温度は, 温度調節器により  $\pm 5^\circ C$  程度に保たれ記録計に示される. 分析用に採取された試料は,  $N_2$  気流中で冷却後  $N_2$  封入のビンに入れ保存する. 分析法は JIS にしたがって行なつた.

III. 実験結果

ゲージ圧 0 (常圧), 還元温度  $300^\circ C$ ,  $H_2$  ガス流量  $5 l/mn$  における還元状況は, 還元時間 2 分後に金属鉄は 1% 以下で  $FeO$  は 1.58% の還元を示し, 漸次時間とともに増加し 45 分で  $FeO$  5.7% 還元率 2.63%, ゲージ圧  $1 kg \cdot W/cm^2$  においては, 金属鉄が 2 分で 1.0%,  $FeO$  は 2.1% を示し, 漸次増加して 45 分で  $FeO$  6.4% 還元率 3.16% を示した.  $2 kg \cdot W/cm^2$  になると還元率が 4.79% で常圧に比して約 1.7 倍になる.  $400^\circ C$  においても同様のことがいえるが, Fig. 2 に見られるように 20 分においては常圧と  $2 kg \cdot W/cm^2$  とでは約 2 倍の還元率の差が認められる. また  $500^\circ C$  においても圧力の影響が明らかで, 還元開始後 10 分にて常圧, 25% の還元率に比して  $2 kg \cdot W/cm^2$  では 55% を示している. すなわち常圧に比して  $1 \sim 2 kg \cdot W/cm^2$  と圧力が増すにつれて  $Fe_3O_4 \rightarrow FeO$  までの還元

が急速に行なわれるためと考えられる. Fig. 3 (a) (b)に見られるように, 還元時間と圧力の関係図より圧力の効果は, 高温よりも低温側にいちじるしいことが解る. これは低

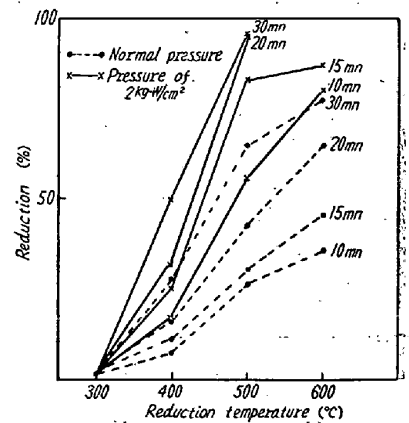


Fig. 2. Effect of reduction temperature.

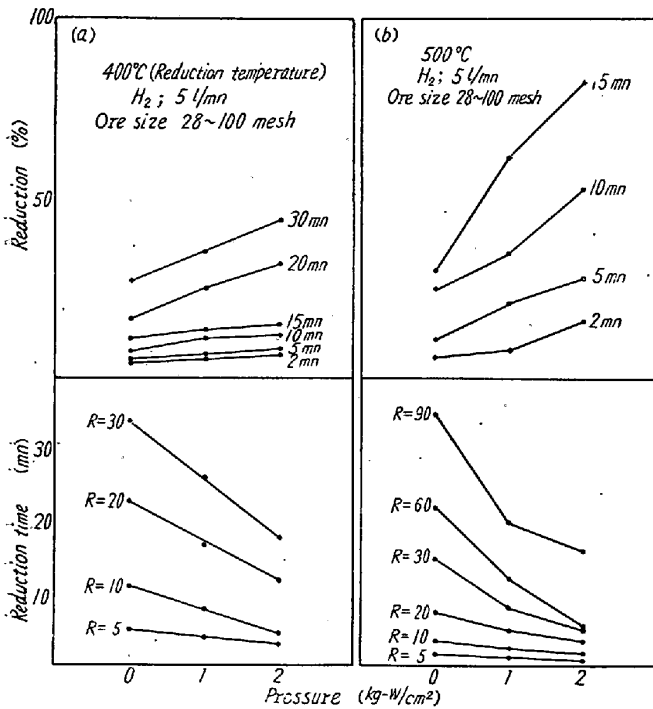


Fig. 3. Effect of pressure on reduction velocity.

温側では、還元過程は kinetic zone にあり高温側では diffusion zone にあつて、圧力の影響は kinetic zone に主に見られるという説と合致している。流動還元を用いるような細粉の鉍石では拡散よりも、化学反応の速度が還元過程をより律速すると考えられる。

IV. 結 言

以上の実験から結論を導くのは早急と考えられるが、概していえることは、圧力を加えることにより還元速度が増加する。すなわち、

- 1) 流動還元を使用するような 28~100 mesh の細鉍石では、拡散よりも、化学反応の速度が還元過程をより律速する。
- 2) 還元率が還元速度に影響されることは当然のことであり、還元率が高い範囲では圧力の影響は比較的小さく還元率50~60%でもつともいちじるしい効果がある。
- 3) 還元時間の点から見れば 2kg-W/cm<sup>2</sup> の加圧によつて 400°C (還元率 R·d%=25) で 1/2, 500°C (R·d%=60) では 1/3, 600°C (R·d%=80) では 1/2 の還元時間で良い、このような加圧によつていちじるしい経

済的効果のあることが明となつた。

(42) リムド大型鋼塊の偏析について

富士製鉄広畑製鉄所

松田 常美・○齋藤 晟

Segregation in Large Rimming Ingots.

Tsunemi MATSUDA and Akira SAITŌ

I. 緒 言

圧延設備の近代化とともに、鋼塊および鋼片が大型化する傾向にあり、最近では 20 t におよぶスラブ用鋼塊も珍らしくない。鋼塊の大型化は、作業能率の向上という利点はあるが品質管理上必ずしも有利とはいえない面がある。そこで 13t ないし 18 t の大型鋼塊と 6t ないし 10 t の鋼塊の偏析分布を冷延用リムド極軟鋼と中板用リムド軟鋼について明らかにし製品材質におよぼす影響を調査した。

II. 冷延用リムド極軟鋼

C 0.10% 以下, Mn 0.25~0.45% の取鍋成分の溶鋼をそれぞれ 6.5 t, 8.5 t, 13 t, 15 t, 16 t の鋼塊に造塊し、スラブおよび冷延鋼板について調査した結果を要約する。なおここにデータとして示した鋼塊の寸法は Table 1 に示すとおりである。

1. 偏析

鋼塊をスラブに圧延し中心線上を板厚の中心部から試料をとり、C, S の分析を行なつた。Fig. 1 は S についての結果である。この例では大型鋼塊では S の最大偏析率は小型鋼塊に比し小さいが最大偏析位置が鋼塊底部に向つて拡がり、濃厚偏析帯が広がる傾向が見られる。他の鋼塊について調査した結果も同様で 13 t 以上あるいは厚み 800mm 程度の大型鋼塊では偏析のピークが鋼塊高さ方向に 2 コ現われるようで、この傾向は W.H. Mayo<sup>1)</sup> の研究とも一致している。

つぎにスラブ断面のサルファプリントについてリムとコアの割合を測定した結果大型鋼塊の方がリムの割合が少なくすなわち負偏析帯の占める割合が低いことが判明した。高さ方向および断面方向ともに大型鋼塊は成分が均一化しているといえる。

Table 1. Dimensions of ingot molds.

	Ingot mold	Ingot weight	Section of the ingot-mold top	Section of the ingot-mold bottom	Ingot-mold height
Large ingot	HB 164	16 t	1400×870	1450×905	2100
Small ingot	HB 854	8.5 t	1420×520	1450×570	2000