

そのほかの理由
か、明らかでない。

IV. 結 言

(1) H_2 ガスの還元速度、最終還元率はほかのガスに比べてよい。

(2) C_3H_8 Cracking gas は主として H_2 および CO の混合ガスよりなりしたがつてその還元的諸性質も H_2 と CO の中間にある。そしてこのガスによる還元単価は比較的安い。

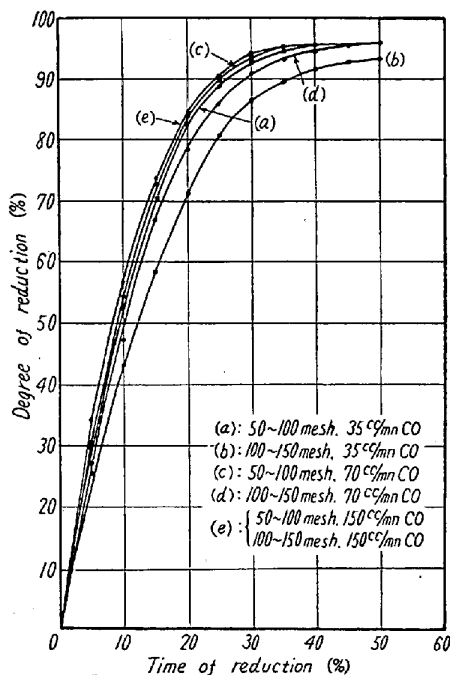


Fig. 4. Effect of grain size of Fe_2O_3 on rate of reduction by CO at $800^\circ C$.

II. 試料と実験方法

実験に用いた試料のうち Fe_2O_3 , SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , CaO などは化学純の薬品を使い、コークスは若菜辺のものを用いた。またこれら原料は自記X線で調べたが、そのうちこの化学純の Fe_2O_3 は少量の褐鉄鉱が赤鉄鉱に混じているのが見られた。(Fig. 1)



Fig. 1. X-ray diffraction lines of Fe_2O_3 powder $Cr(V)$, 35KV-6mA, $RT \times 1$.

熔解はクリプトル炉で行ない理研1号の黒鉛ルッポを用い、 $1250^\circ C$ で 40 分間製錬し、コークスは Fe_2O_3 に対し約 30% とした。そしてできた鉄あるいは粉鉄をスラグとともにボールミルで砕き、篩別と磁選を行ない、中間物である磁性酸化物とスラグを除いた。

III. 実験結果

Table 1 は実験で得た粉鉄および銑鉄の成分であつて塩基度 0.1 より 0.5 までのおのおのの平均値であつて、成分的に見て塩基度によりかなりの差があるが、塩基度が上るにつれしだいに普通銑に近付くことが解る。

Table 1. Chemical analysis of luppe and pig iron.

CaO/SiO ₂	C	Si	S	P	m. Fe	FeO	T. Fe
0.1	2.49	1.79	0.098	0.038	93.48	3.32	95.64
0.2	3.24	1.19	0.096	0.038	91.42	1.98	94.40
0.3	3.24	0.57	0.093	0.032	93.95	2.91	95.65
0.4	3.90	0.32	0.066	0.031	93.81	3.41	95.68
0.5	3.91	0.31	0.069	0.031	93.33	3.44	96.02

つぎにこの結果を塩基度と成分の方面から調べて見ると、炭素は塩基度が上るにつれて増し、塩基度 0.4 の所で普通銑の炭素量となり、またその組織も普通銑に近付く。珪素は逆に塩基度低いときには良く入り、高くなると低くなっている。硫黄は 0.4 までやや高いが 0.5 から低くなってくる。燐も同じ傾向を示している。このような結果から見て塩基度によりかなり元素の相互作用による選択的還元性があることが知られる。

なお Mn についてはこのルッペは Mn 含有量が低いめか判定し得るような結果が得られなかつたので、別個に実験を行なつた。M. Fe は 91~93% で FeO は 1~3% 含んでいるが、T. Fe は 94~96% で高いことか

(31) 塩基度 1 以下の製鉄のさいの元素の選択的還元について

富山大学工学部

工博○森棟隆弘・平沢良介・佐藤恭一

On the Selective Reducibility of the Elements in Manufacturing Iron Metal by a Basicity Degrees Lower than 1.0

Dr. Takahiro Morimune, Ryosuke Hirasawa and Kyoichi Sato.

I. 結 言

塩基度 1~1.2 で製鉄することは広く行なわれ、各種の元素の歩留りも知られているが、1 以下のものについては 0.15~0.25 の範囲はクルップ法で知られているがそれ以外のものについては研究されていない。著者はこれらのことから、数種の元素について塩基度と還元率との関係を調べつつあるので、その報告を行ないたい。本報では C, Si, Mn, Cu, P, S について実験しているが、塩基度の差により選択的還元が見られるようである。

ら、スラグの巻込みなどは少ないと考えられる。

またこの実験の磁性酸化物を分析して見ると Table 2 のごとくなる。

Table 2. Chemical analysis of magnetic concentrates.

Basic degree	T. Fe	M. Fe	FeO	SiO ₂
0.1	65.84	17.33	9.57	26.11
0.2	53.78	18.11	9.36	33.20
0.3	45.20	29.04	10.71	33.86
0.4	46.66	35.53	9.81	30.08
0.5	38.67	29.74	7.92	30.77

すなわち塩基度が上るにつれ、磁性酸化物の T.Fe は下り、FeO も下つて行き、Fe の損失が少なくなつて行く。M.Fe の差は 0.5 に近いものは多くなる傾向はあるがこれは微細な鉄粒が Wüstite または磁鉄鉱の中に多いので、還元がしやすかつたことを示している。このものの組織は Wüstite および磁鉄鉱の中に金属鉄の小粒を混じたり、一部還元したりしている。

Fig. 2 は塩基度による Cu ならびに Mn の選択還元を示したもので、前記の純粋な化学薬品に対し、CuO の形で Cu を加えて、各塩基度で実験して分析したものである。なおこれはできた金属の歩留りに magnetic concentrate の歩留りを加えたが、この両者の分離は一定の

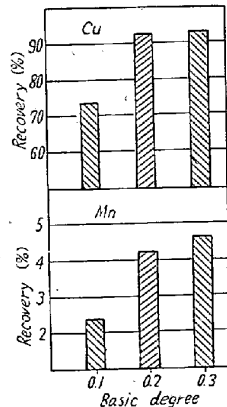


Fig. 2. Reducibility of Cu and Mn in metals.

状況で行なつても、微細に入っているために分けるのに、困難な点があつたからである。

これによると塩基度 0.1 では Cu の還元度は 74% であるが、0.2, 0.3 では 93.5% および 95.0% であつて、Cu をなるべく metal に入れぬよう製錬するためには低い塩基度で行なえばよいことが解る。

つぎに Mn は MnO₂ の形で試料に混ぜて製錬されたが、塩基度 0.1 では還元率は 2.4%, 0.2 では 4.1%, 0.3 で 4.7% できわめて低い。

以上の実験からある元素を選択的に還元することが可能で、とくに低い塩基度においては元素によつていちじるしく差があることが解る。

つぎに鉄の歩留りを見ると Table 3 のごとく塩基度 0.1 では metal に対しては 75~76%, magnetic conc. に対しては 10~12% で両者を合わすと 87% 程度のもとなる。これは塩基度が高いものは 95% のもの位まで得られる。

すなわち Photo. 1 に見るような組織はセメンタイト、フェライト、パーライト、黒鉛などからなつていますが塩基度が高くなると普通鉄に近付くが、塩基度が 0.1 のものは特殊の組織をしている。

IV. 結 言

塩基度 1 以下の製鉄を行なう場合の元素の選択的還元性について実験を行ないつぎの結論を得た。

- (1) metal の炭素含有量は塩基度が上るにつれ上り、珪素はその逆となる。
- (2) 燐および硫黄は塩基度が低いと高い傾向がある。
- (3) 銅の還元度は塩基度 0.1 では低いと 0.2 からは

Table 3. Recovery of iron from pure Fe₂O₃.

Metal			Magnetic concentrates				Slag		
wt%	Fe%	Recovery	wt%	Fe%	Recovery	Metal + M. C. Recovery	wt%	Fe%	Recovery
33.82	83.48	75.66	7.06	63.85	12.08	87.74	59.12	7.74	12.26
26.75	90.66	76.20	5.71	60.26	10.86	87.06	67.53	6.08	12.94

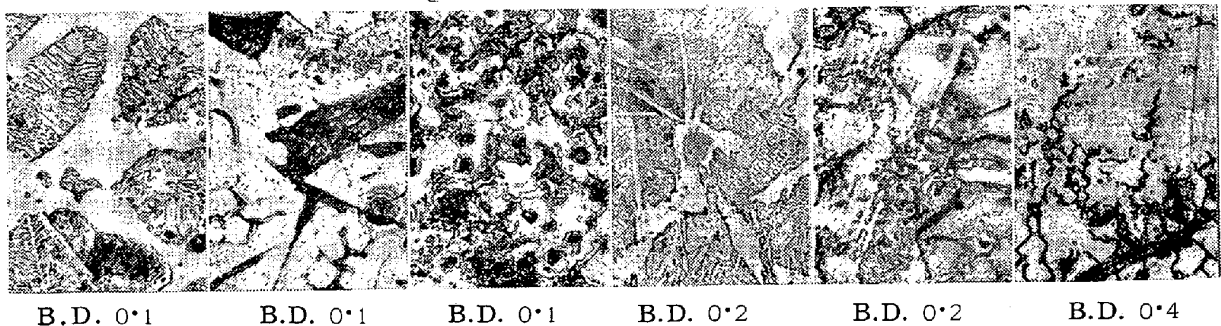


Photo. 1. Microscopic structure of luppe.

普通の場合に近づく。

(4) Mn の還元度は塩基度 0.1, 0.2, 0.3 とともに 5% 以下である。

(5) Fe の還元率は塩基度 0.1 で 87% であるが塩基度が少し高いと上昇する。

(6) 組織は低塩基度のものはセメンタイトとパーライトのものが多く、高くなるにつれ普通鉄の組織に近づく。

(32) 混合ガス(天然ガス+CO₂)による鉄鉱石の還元について

(天然ガスによる鉄鉱石の還元について—Ⅲ)

秋田大学鉱山学部

佐藤良蔵・○田口 昇

Reduction of Iron Ores by a Reformed Mixed Gas (Natural Gas + Carbon Dioxide)

(Reduction of iron ores by a reformed natural gas—Ⅲ)

Ryōzō Satō, and Noboru Taguchi.

I. 緒 言

前報告¹⁾で、天然ガスによる鉄鉱石の還元過程を研究したが、天然ガス中の炭化水素の分解と鉄鉱石の還元との間に、相互関係の存在が確認された。すなわち、鉄鉱石の還元過程の状態が、炭化水素の分解反応に触媒作用を果し、この点に立つと、主目的である鉄鉱石の迅速還元を充分可能ならしめる筈である。一方、最近の直接製鉄技術の進歩に関する多くの紹介により、本邦の未利用資源開発上、本研究の重要なことも言をまたない。

本報告では、これまでの各種酸化鉄の還元過程に関する試験結果を、さらに実際作業面への発展を企てるに必要な試験を追加するとともに、天然ガスの変成様式を知るための予備変成行程に関する試験を行ない、過去の還元試験の結果と比較した経過について取上げた。

II. 実 験 要 領

試料の酸化鉄および天然ガスの組成はいずれも前報と同じで、鉱石中の砂鉄にはさらに産地別のものも加えた。その鉄分、TiO₂% を示すとつぎのごとくである。

北日本砂鉄試料

T.Fe% 61.12 Fe²⁺% 26.03 TiO₂% 8.84

北海道砂鉄試料

T.Fe% 57.23 Fe²⁺% 21.55 TiO₂% 7.98

東北開発砂鉄試料

T.Fe% 60.13 Fe²⁺% 30.41 TiO₂% 10.37

変成装置は 25 mm 径の磁性反応管をニクロム線抵抗電気炉内に挿入し、管内に鉄球、粒状鉄鉱石、砂鉄団鉱(石灰を添加したもの)などを充填したもので、保持温度、充填物、ガス流量その組成など、変成効率に影響すると考えられる各種因子について測定を行なった。

反応室内の充填例はつぎのごとくである。

ベアリング用鉄球: 80 mm (前後)

砂鉄団鉱小塊層厚: 230 mm

反応室内の温度分布は小塊層で、中心位置温度に対し 80~100°C の温度範囲にあつた。生ガスによる還元時にはガス中の O₂ のみを除去し、変成試験時は生ガスに炭酸ガスを所要の率に混合する。変成前後の炭酸ガス量の測定から変成率を求め、一方反応管前後の流量計の読みをも参考とした。また炭酸ガス量はオルザートガス分析装置で測定し、随時吸収 U 字管の増量による比較補正を行なった。また還元率の比較を容易にするため、還元温度に 800, 850°C を採り、保持時間を 60mn とした。

還元状態は化学分析により、還元率を算出するとともに、ガス経路中の流量計の変化およびガス組成の測定を行なつて、反応の進行状態を調べた。

III. 実 験 結 果

測定結果から、還元経路は前報とほとんど同様のものが得られ、各鉱石別においても、試料の状態に応じた反応の進行状況が観察された。

A. 生ガスの直送還元: 試料を砂鉄とした場合の送入ガス量、試料重量の変化に対する還元状態を表示すると Table 1 のごとくである。

結果からすれば、天然ガスによる還元はこれまでの CO ガスに較べると、反応がいちじるしく進み、ガス流速を増す意味のほかは、ガス送入量の増加にともなう還元反応の進行はほとんど目立たない。とくに還元温度が高いと、ガス送入量は臨界量に近いもので充分目的を達し得ることが示された。同時に並行した砂鉄団鉱による還元試験結果に示された天然ガス使用量からの効率も、この結果を裏書きし、還元率増加の傾向はガス流量の加減依存よりも、還元時間の規定がいちじるしく効果のあることを示している。

B. 炭酸ガス添加による生ガスの変成: 本実験の変成ガス生成については、生ガスによる還元過程で認められた炭化水素の分解と、酸化鉄の還元進行との相互関連性の存在に基づき、鉄鉱石の仲介を利用する様式を採つた。この様式にしたがい変成に影響をおよぼす主要因子