

ついて、実際に稼働中のキルンから原料採取その他の測定を行ないキルン内部の物質の状態を明らかにした。

今回の報告では測定法の詳細とキルン内の物質変化の調査数例までを掲示するが、更にこれらの試料の検討と炉内調査の結果から次の事実がキルン操業に大きく影響する事を指摘した。

ロータリーキルンに投入される原料は粒度、安息角などの違いから還元材の分離、偏析を起し易い。この現象は還元反応に影響をおよぼし更にキルン操業の痛である原料の粘着とも密接な関係を持つている。

この検討経過については次回以後報告を行なう。

文 献

- 1) MAX. J. KENNARD: Min. Cong. J. (1961) 1, 34~37
- 2) M. J. UDY: Iron & Steel Eng., (1959) 11, 109~116
- 3) A. SCORTECCI, A. PALAZZI: J. Iron & Steel Inst. (U.K.) (1960) 6, 267~277

(52) ロータリーキルンによる貧鉄利用の研究

(高珪酸質褐鉄鉱利用の研究—I)

- 富士製鉄室蘭製鉄所研究所 森 永 孝 三
- 〃 本社原料部 理博 池 野 輝 夫
- 〃 室蘭製鉄所研究所 小 森 又三郎
- 〃 中央研究所 永 野 恭 一
- 〃 室蘭製鉄所研究所 榑 原 経 臣

On the Utilization of the Lean Ore Using a Rotary Kiln.

(Study on the utilization of limonite ore containing high-silica—I)

Kōzō MORINAGA, Dr. Teruo IKENO,
Matasaburō KOMORI, Kyoichi NAGANO
and Tuneomi SAKAKIBARA.

I. 緒 言

北海道内の高品位鉄鉱石は年々減少して、輸送距離が長くなる一面室蘭製鉄所近郊には、低品位の高珪酸質褐鉄鉱が虻田、新大滝、朝里等に数百万 t 埋蔵されており採掘も容易である。これらの貧鉄の品位は Fe 45% 以下 SiO₂ 18% 以上で酸化鉄と脈石が微細に混入しており、また As 含有の高い鉄鉱石が多く既知の一般の方法では効果的な処理が困難である。しかしながら、これらを有効に利用できれば立地上非常に有利であり、その利用の一方法として、ロータリーキルンによつてコークスなどの固体還元剤により還元した後、ボールミルにより粉碎し磁選して珪酸分を分離し、鉄分を金属鉄として分離回収し、団鉄として、高炉あるいは平炉用原料とする方法について研究を行なつた。

II. 試験装置および方法

(1) 卓上試験

管状炉により所定粒度の鉄鉱石 100 g と粉コークスを混合し 20mm φ × 100mm の石英ルッポに粉コークスで

周囲を包んで装入し所定温度で所定時間還元した。

(2) 小型ロータリーキルン試験

内径 375mm, 長さ 2,100mm, 2 r.p.m のバッチ式小型キルンを使用し, C. O. G 燃焼により所定温度に昇温後, 鉄鉱石 300 g と粉コークスを装入し所定時間還元を行なつた。試料採取は還元中に一定時間毎にサンプラーにより採取した。

III. 試験結果

(1) 卓上試験結果

i) 供試料

Table 1 に粒度別供試料の成分組成を示す。

Table 1. Chemical analysis (%) of Shinōtaki limonite ore.

	T. Fe	SiO ₂	As
+ 3 Mesh	47.57	18.86	0.058
3 ~ 7 "	46.46	20.92	0.115
- 7 "	42.15	26.80	0.090

ii) 還元温度の影響

Fig. 1 に還元温度と還元速度の関係を示す。還元温度は還元速度および到達還元率の両者に大きく影響する。また 1,100 °C 以上の還元試料は焼結の傾向にある。

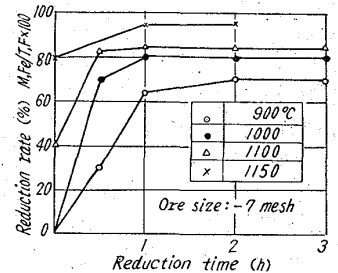


Fig. 1. Relation between reduction rate and reduction time at various temp. (°C).

iii) 鉄鉱石粒度の影響

1,100 °C 還元における鉄鉱石粒度還元速度との関係を求めるため、Table 1 に示した三種の粒度の

鉄鉱石について、各々還元を行なつた結果、初期還元速度は粒度の細かい程大きい、還元時間 2 時間以後の到達還元率にはこの範囲の粒度では影響はない。

iv) 還元機構

鉄鉱石粒度 +3 mesh の還元鉄を -100 mesh に粉碎し、四臭化アセチレンを用いて重液分離によつてコークスを分離し、デービス磁選器により磁性部を除去し X 線廻折を行なつた結果、還元時間 30 分には wüstite が残つており、また 30 分および 1 時間の試料では強い fayalite の線が現われている。2 時間還元の試料では fayalite の線が弱くなり、Tridymite (SiO₂) の線が現われている。還元時間が 3 時間になると fayalite の線が消えてその存在は認められない。以上の結果から少なくとも 1100 °C 以上の温度で新大滝鉄をコークスで還元する場合には fayalite の形成はさけがたく、いつたん出来た fayalite は更に金属鉄に還元されて行くものと考えられる。

(2) 小型ロータリーキルン試験

卓上試験の結果を基礎にして、後に行う二段式大型ロータリーキルンによる中間工業化試験の参考資料を得るために小型ロータリーキルンによる試験を行なつた。

i) 還元温度の影響

卓上試験では 1,100 °C 以上で焼結の傾向にあつたが、

ロータリーキルン試験では、装入物が転動状態にあるため、1,150°Cでも焼結しない。還元温度の影響は非常に大きく、温度の高い程、還元速度は大きい。1,150°C以上になると半熔融状態になり粒状化し被還元性は劣化する。ロータリーキルンでは装入物の焼結状態をさげなければ、キルン内壁にリングが発生し操業の安定を欠くとともに、内張煉瓦の浸食が甚だしいので焼結温度以下で還元する必要がある。

ii) 鉱石粒度およびコークス粒度の影響

鉱石粒度の影響については、9mm以下の粒度範囲では

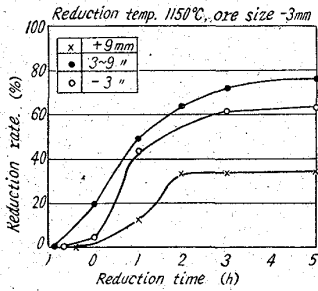


Fig. 2. Relation between reduction rate and reduction time at various coke size.

卓上試験同様余り差異は認められなかつた。コークス粒度についてはFig. 2に示したように、-3mmの鉱石の還元の場合3~9mm粒度のものが最も高い値を示した。これはロータリーキルンのような転動作用の場合、鉱石とコークスの粒度構成が大切であり、これがくずれるとキルン層中における鉱石とコークスの均一な混合状態がアンバランスになり、還元が悪くなるものと考えられる。

iii) 石灰石添加の影響

fayalite生成の抑制剤としてCaO/SiO₂が1.0および2.0に相当する石灰を添加して還元した結果、1,050°C還元では、石灰無添加に比較して還元速度が大きくなり、またCaO/SiO₂が2.0より1.0の方が大きい。しかし、1,150°C還元では装入物が熔融し、緻密な粒状物となるためfayalite抑制の効果が相殺され、還元促進は望めない。

iv) 脱砒焙焼鉱の還元速度

褐鉄鉱中のAsについては還元過程での除去は望めないため、還元前に焙焼脱砒する必要がある。焙焼脱砒法として褐鉄鉱に3%のコークスを配合し、弱還元雰囲気中で1100°Cで1時間焙焼することにより93%のAsを除去することができる。この脱砒焙焼鉱の被還元性を生鉱と比較した結果、還元時間2時間までは、脱砒鉱の方が還元速度は大きい。2時間以後の到達還元率には差異が認められない。

v) 還元鉱の磁選試験

小型ロータリーキルンで製造した還元鉱(1,150°C還元, T.Fe 53.43 M.Fe 41.80 SiO₂ 23.60 P 0.11 S 0.194 As 0.328 C 4.95)をバッチ式小型ボールミル

で磨鉱*し、デビス磁選機により磁選した結果をTable 2に示す。

表示の如く、還元鉱の磨鉱磁選によつて、T.Fe 89.7% SiO₂ 2.56%の精鉱が得られ、SiO₂の94.1%、Sの86.5%が尾鉱中に除去される。PおよびAsについては除去率が低い。Asについては還元前に焙焼脱砒し除去することが可能である。

III. 結 言

高硅酸質褐鉄鉱利用の研究の一環として、新大滝褐鉄鉱を原料にして卓上試験、小型ロータリーキルン試験により、固体還元剤による還元におよぼす諸要因について調べ、更に小型ロータリーキルンにより製造した還元鉱のFe歩留および不純物の除去率について検討を行なつた結果、

(1) 卓上試験においては、90%以上の還元率を得るためには1,100°C以上の温度が必要であり、還元におよぼす粒度の影響については、初期の還元速度は細粒程大きい。2時間以後は差異が認められない。

(2) 還元機構については1,100°C以上の温度で還元する場合fayaliteの生成はさげ難く、一旦できたfayaliteが金属鉄に還元されて行くものと考えられる。

(3) 小型ロータリーキルン試験においては、還元温度は1,150°Cが適当であり、還元速度も最大で、リングの発生もない。

(4) 鉱石粒度9mm以下では、鉱石粒度の還元におよぼす影響は小さい。

(5) 還元剤コークスの粒度によつて還元速度が異なり小型ロータリーキルンで9mm以下の褐鉄鉱を還元する場合は、3~9mmのコークスが適当である。

(6) 石灰石の添加は高硅酸質褐鉄鉱の還元促進には有効でない。

(7) 焙焼脱砒鉱と生鉱の還元速度は大差がない。

(8) 還元鉱の磨鉱磁選によつて、T.Fe 89.7%、SiO₂ 2.56%の精鉱が得られSiO₂の94.1% S 86.5%が尾鉱中に除去される。PおよびAsについては除去率が低い。Asについては還元前の焙焼脱砒によりAsの除去が可能である。

*磨鉱粒度は-325 mesh 63.2%である。

Table 2 Results of magnetic separation.

	Separate eff. (wt %)	Concentrates								Tailings							
		T. Fe	M. Fe	FeO	SiO ₂	P	S	As	C	T. Fe	M. Fe	FeO	SiO ₂	P	S	As	C
Concentrates	61.5	89.7	77.3	14.3	2.56	0.080	0.048	0.314	0.56	91.2	100	60.2	5.9	39.2	13.5	52.1	6.0
Tailings	38.5	13.9	tr	15.1	64.90	0.198	0.492	0.462	7.23	8.8	0	39.8	94.1	60.8	86.5	47.9	94.0