

(2) 磁化焙焼鉄鉱の焼結過程における脱砒

磁化焙焼鉄鉱中の砒素は、焼結雰囲気酸化性であるため酸化されて As_2O_3 となり脱砒し、 $1100^\circ C$ における5分以上の加熱により、92%以上の脱砒率を得る事ができる。

(3) 磁化焙焼鉄鉱の焼結過程における脱硫

磁化焙焼する事により、焼結雰囲気は酸化性となり脱硫には好条件となる。

(4) 磁化焙焼鉄鉱の焼結過程における膨張収縮および拡散結合

褐鉄鉱の物理的特性の一つは、加熱により著しい収縮を示す事であり、 $900^\circ C \sim 1000^\circ C$ の間で特に著しく、 $1300^\circ C$ 迄の加熱により約 40% 程度の体積収縮を示す。

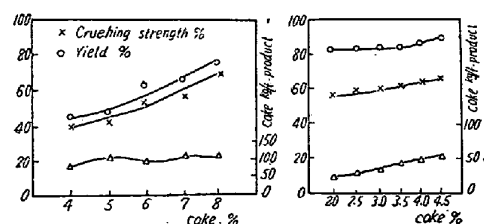
一方天然磁鉄鉱は、 $Fe_3O_4 \rightarrow Fe_2O_3$ の酸化において膨張を示し、それ以上の温度の加熱による体積収縮も著しくない。

褐鉄鉱より製造せる磁化焙焼鉄鉱は、褐鉄鉱の物理性を受け継ぎ、 $Fe_3O_4 \rightarrow \gamma Fe_2O_3$ の酸化に際して僅かに膨張するが、それ以上の高温の加熱において著しい収縮を示す。この鉄鉱の体積膨張収縮は、磁鉄鉱を原料とする焼結鉄鉱の hematite 拡散結合に密接な関係を有するものと考えられ、膨張する天然磁鉄鉱は、hematite 拡散結合の成長に対して有利であり、収縮性の大きい褐鉄鉱を原料とする磁化焙焼鉄鉱は、ある程度 hematite 拡散結合の効果は減少するものと考えられる。然し、磁化焙焼鉄鉱を原料とする焼結鉄鉱を顕微鏡下で観察すると hematite 拡散結合が生成しているのが認められる。

以上述べた 1, 2, 3 の基礎実験の結果、褐鉄鉱を磁化焙焼する事は容易であり、かつ磁化焙焼鉄鉱は、焼結原料として、加熱による収縮性以外は、良好なる性質を有していると考えられる。

III. 小型中間試験に依り磁化焙焼鉄鉱を使用せる焼結鉄鉱の製造結果

I の基礎実験の結果に基づき、小型中間試験設備により磁化焙焼鉄鉱を製造し、20 kg / 1-charge 試験鍋を使用し焼結を行つた。Fig. 1 に褐鉄鉱および磁化焙焼鉄鉱を各々 45% 配合した場合の成品歩留、強度を示す。磁化焙焼鉄鉱を褐鉄鉱のかわりに使用すると、コークス使用量減少し、成品歩留、強度共に増大する。また脱砒率、脱硫率は各々 95% 以上の高率を示した。また、上に述べた様に脱砒率が高いので、今迄製鉄原料となり得なかつた砒素含有率の高い褐鉄鉱も磁化焙焼する事により使用することができる。



Magnetizing-Roasted Limonite 45% mix
Limonite 45% mix
Fig. 1.

また、成品焼結鉄鉱の顕微鏡組織を調べた所、fayalite および glass の生成が少なく、hematite の拡散結合が見られ、褐鉄鉱を原料とするものよりも良質である事がわかつた。

IV. 結 語

褐鉄鉱をコークス炉ガスにより磁化焙焼($500^\circ C \sim 550^\circ C$)して製造した人工磁鉄鉱を焼結原料として使用する事により、褐鉄鉱を原料として焼結鉄鉱を製造するのに比較し、成品焼結鉄鉱の品質および生産性の両者を大巾に改善することができる。

また、本方法によると従来製鉄原料として使用する事ができなかつた砒素含有率の高い褐鉄鉱も利用することができる。

文 献

- 1) 室蘭製鉄所、1954年鉄鋼協会北海道大会講演
- 2) S. R. B. Cooke & T. R. Ban, A. I. M. E. **193**, 1053 (1952)
- 3) W. F. Stowasser & S. R. B. Cooke, A. I. M. E. **193**, 1223 (1952)
- 4) J. M. Ridgon, Cohen & Lang, J. I. S. I. **177**, 43 (1954)
- 5) Magnus Tigerschiöld, J. I. S. I. **177**, 13 (1954)
- 6) 久田, 池野, 佐藤, 鉄と鋼 **41**, 936 (1955)

(33) 褐鉄鉱の磁化焙焼法に依る優良焼結鉄鉱の製造に関する研究 (II)
(工業化試験)

Study on the Manufacture of Excellent Sinter by Magnetizing Roasting of Limonite. (II) (Pilot Plant Test)

Teruo Ikeno, et alii

富士製鉄K.K.室蘭製鉄所

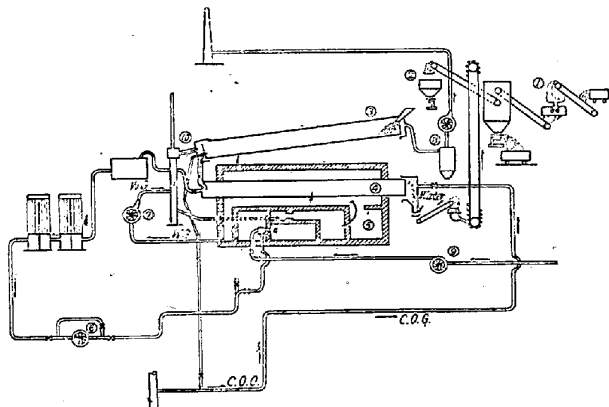
工 久田清明・石田立秋・理〇池野輝夫
加瀬 恣・工 佐藤 進・田口敏夫

I. 緒 言

褐鉄鉱の焼結性の改良の一方法としてコークスガス中で $550^{\circ}\text{C} \sim 600^{\circ}\text{C}$ に加熱する磁化焙焼法について、基礎研究を行い、焼結性の改良と脱砒、脱硫性の向上を確認し得たので、処理能力一日原鉄 120t 規模の工業化試験を行つたので、その結果について報告する。

II. 試験工場の説明

試験工場は輪西町コーライト工場を改修したもので、機械設備の配置概略図を Fig. 1 に示す。



- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| ① Impeller breaker. | ⑥ Circulating gas blower. |
| ② Hopper. | ⑦ Fan. |
| ③ Kiln for pre-heating. | ⑧ Fan. |
| ④ Kiln for reduction. | ⑨ Air fan. |
| ⑤ Combustion chamber. | |

Fig. 1. Flow sheet of 120t/day pilot plant for magnetizing roasting limonite.

鉄石は貨車より土場に卸しコンベアーで反撥式クラッシャー①に運び破碎する。その能力は 30 t/h、破碎鉄の粒度は -10mm 、80% である。破碎鉄石は貯鉄槽②に貯鉄する。貯鉄槽は 3 槽で 1 槽 60t を貯鉄する。貯鉄槽の下部からテーブルフィダーで一定量掻き出しバルブフィダーを経て予熱キルン③に装入する。予熱キルンは径 1.92m 、長さ 22.1m 、傾斜 $1/20$ 、回転 2r.p.m. で 12mm の鉄板製で内部に 6 枚のリフターを有する。また予熱キルンの出口には 2 枚の補助バーナーが取り付けられ、最高 $100\text{Nm}^3/\text{h}$ のコークスが焚ける。予熱キルンに約 46 mn 滞留して予熱された鉄石は再びバルブフィダーにより還元キルン④に装入される。還元キルンの大きさは径 2.40m 、長さ 25.26m 、傾斜 0、回転 $1/2\text{r.p.m.}$ で 20mm の鉄板製で内部に鉄石送りのガイドが

螺旋状にキルン内壁に固定され、キルン外殻に外殻炉⑤がありキルンを加熱する。外殻炉は煉瓦で高さ 7.60m 、長さ 18.67m 、巾 3.5m で 2 枚のバーナーが取付けてある。鉄石はこの還元キルンでコークスガスと接触しつつ間接加熱され、加熱温度はキルン外側で最高 640°C 、鉄石の滞留時間は約 2 時間 10 分である。還元された鉄石は一度成品槽に入りテーブルフィダーで一定量コンベアーに掻き落され工場外の成品槽に貯鉄して、その下部より直接貨車に卸し焼結工場に輸送される。

燃焼ガスおよび還元ガスについては、コークスガスが本管より直接還元キルンの成品出口側より入り、還元キルンを通りラキシリング充填のダストキャッチャー、冷却塔、循環ファン⑥を経て外殻炉で燃焼する。この排ガスは熱ファン⑦を経て予熱キルンに入り、鉄石を予熱した後水分と共にサイクロンを通り廃ガスファン⑧を経て煙突より排出する。各ファンの能力は循環ファン ($30\text{Nm}^3/\text{mn}$, $150\text{mmH}_2\text{O}$)、熱ファン ($350\text{Nm}^3/\text{mn}$, $25\text{mmH}_2\text{O}$)、廃ガスファン ($500\text{Nm}^3/\text{mn}$, $100\text{mmH}_2\text{O}$) である。

III. 作業成績

作業成績の一例を列挙すると以下の通りである。

- 1) 原料鉄石
 - a. 化学分析値 T·Fe 47.6%, FeO 0.7%, C. W. 15.1%
- 2) 予熱キルン
 - a. 鉄石装入量 4.6t/h .
 - b. 鉄石滞留時間 45 mn
 - c. 通過廃ガス量 $8550\text{Nm}^3/\text{h}$
 - d. 通過廃ガス分析値 $\text{CO } 0\%$, $\text{CO}_2 2.6$, $\text{O}_2 16.1$, $\text{N}_2 81.3$
 - e. 補助燃焼使用ガス量 $50\text{Nm}^3/\text{h}$
 - f. 鉄石附着水分 (入口) 16.9% (出口) 0%
 - g. 鉄石結晶水分 (入口) 17.7% (出口) 4.1%
 - h. 鉄石温度 (入口) 120°C (出口) 300°C
 - i. 廃ガス温度 (入口) 90°C (出口) 470°C
 - j. 炉内ガス圧 (入口) $-8\text{mmH}_2\text{O}$
(出口) $-3\text{mmH}_2\text{O}$
- 3) 還元キルン
 - a. 鉄石滞留時間 2 時間 10 分
 - b. キルン温度 610°C
 - c. キルン外殻炉加熱ガス量 $380\text{Nm}^3/\text{h}$
 - d. 鉄石温度 (入口) 220°C (出口) 420°C
 - e. C ガス温度 (入口) 230°C (出口) 20°C

- f. C ガス量 (入口) 450 Nm³/h
(出口) 550 Nm³/h
- g. C ガス分析値
- | | CO ₂ | CH ₄ | O ₂ | CO | CH ₄ | H ₂ | N ₂ |
|------|-----------------|-----------------|----------------|-----|-----------------|----------------|----------------|
| (入口) | 2.3% | 4.7 | 0.8 | 6.1 | 40.5 | 38.7 | 6.9 |
| (出口) | 2.0 | 4.8 | 0 | 6.2 | 34.3 | 48.6 | 4.1 |
- h. 炉内圧 出, 入口共に 0~+3 mmH₂O
- 4) 成 品
- a. 化学分析値 T·Fe 56.32%; FeO 24.36%

IV. 焼 結 試 験

当研究所の 300 kg 焼結試験鍋を用い褐鉄鉱原鉱と同種鉱石の磁化焙焼鉱石の焼結性の比較試験を行い、焼結性を比較検討した。配合原料は何れの場合にも外粉、硫酸滓、スケール、高炉灰、返鉱を夫々 7.2%, 7.1%, 8.6%, 2.1%, 1.4%, 28.6% の割合で配合し、残余の 45% を褐鉄鉱原鉱とその磁化焙焼鉱を配合し、コークスを原料当り磁化焙焼鉱の場合は 3, 4, 5%, 生鉱の場合には 4, 5, 6% で添加水分は共に 11%, の条件で焼結試験を行つた結果、成品歩留は磁化焙焼の場合前記のコークス比に応じて 76.2%, 83.6%, 84.8% を示し生鉱の場合には 6% のコークス比で、なお 77.8% で磁化焙焼鉱の焼結性の向上は顕著である。

焼結鉱の強度も磁化焙焼鉱の場合は 74.6%, 80%, 80% で生鉱の場合は 6% のコークス比で 73.3% を示し強度の向上が認められる。

品質の中で脱磁率については前記のコークス比に応じて磁化焙焼鉱の場合には 94.2%, 95.5%, 95.66% で生鉱の場合には 90.7% で脱磁率の点でも向上している。焼結鉱の被還元試験を、当所の塊鉄還元試験装置を用い試料 1 kg について H₂ 気流中で 900°C で行つた所同一コークス比の褐鉄鉱原鉱と磁化焙焼鉱を原料とした焼結鉱では共に良好な被還元性を示すが燃料コークスの増加につれて前者に比べ後者が速に還元する。Fig. 2 に還元曲線を示す。

また当所のガイガーカウンター自記式 X 線分析計を用いて焼結鉱の両原鉱別による鉱物組成を調べた所、Fig. 3 に示す如く明らかに磁化焙焼鉱の焼結鉱には赤鉄鉱が優先している。

V. 結 語

褐鉄鉱の焼結性、並びに焼結鉱品質向上の一方案として褐鉄鉱の磁化焙焼製造について技術的検討を行うために日産処理量原鉱 120 t 規模の工業化試験を行い、製

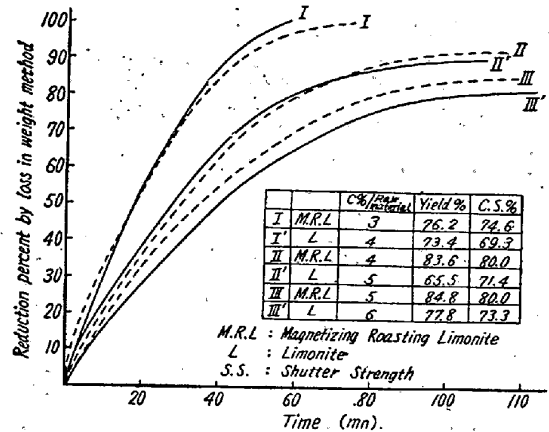
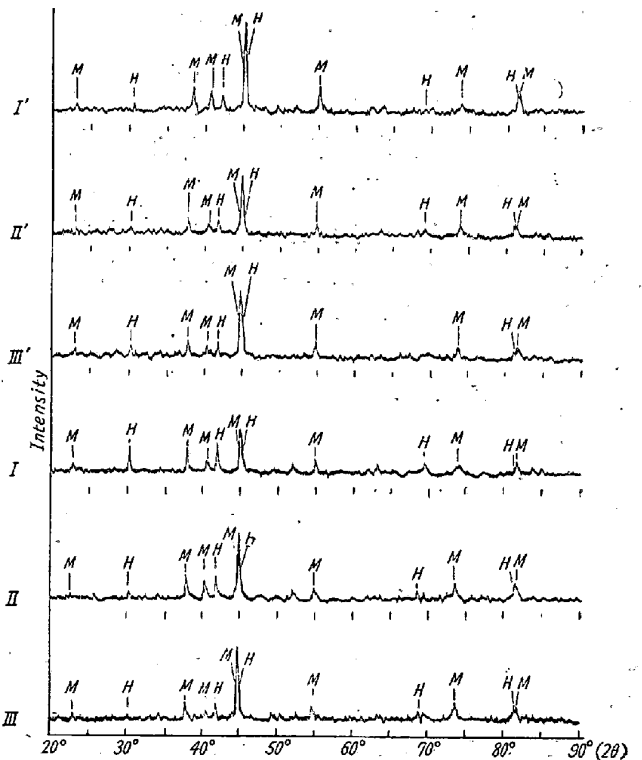


Fig. 2. Reducing curves of sintered ore by H₂ at 900°C.



M: Magnetite, H: Hematite
Fig. 3. X-ray diffraction pattern of sintered ores.

造上の初期の目的を達しかつその成品は生鉱に比較し、焼結鉱の歩留、強度が優れ、燃料比が少く、焼結鉱の品質は脱磁率、被還元性に一段と向上の点が認められた。

終りに臨みこの研究の発表を許可された室蘭製鉄所常務取締役佐藤所長、並びに同取締役伊藤副所長、研究の御指導を受けた前田研究所長に厚く感謝致します。また当焼結試験を行つた榎原君、還元試験を行つた鈴木君、X線試験を行つた林君の努力に謝意を述べる。