

鉄で還元率は 47.8% のものである。Fig. 3 は熱天秤による実験であるが乾燥空気中では 200°C 以下でほとんど酸化しない。300°C においては最初の 5 分間で還元率は 42% に下るが以後酸化しない。Fig. 4 は同じ還元鉄を 800°C から水中冷却したものを水中に保持した時、湿った状態においた時の酸化状態を実験したものである。この結果放置時間 1 日では両者同程度の酸化率であるが以後水中の方が酸化しにくい。また分析値よりみて金属鉄は酸化しにくいことも認められた。

還元においてはガス中の CO_2 濃度の還元速度におよぼす影響が大きいので CO_2 濃度を小にした時の実験などについては講演の時述べる。

(3) 鉄鉱石の酸化焼結機構

The Mechanism of Oxidized Sintering of Iron Ores.

Teruo Ikeno et alii.

富士製鉄, 室蘭製鉄所, 研究所

理 池野輝夫・鈴木敬啓・理 伊藤幸良

I. 緒 言

Hessle により紹介された磁鉄鉱を原料とした拡散型焼結鉄は, その強度, 被還元性が良好で, その結合の特徴とするところは少量の燃料と酸化発熱により磁鉄鉱粒子の表面の酸化 hematite の拡散による結合とされている。それは低品位の赤褐鉄鉱を原料とした熔融型焼結鉄と対比されてきた。現状の焼結原料はきわめて富鉄で各種の鉄鉱石を配合し, また使用燃料も少なく焼結工場の焼結鉄の組織を調べると上記のどちらともつかず不明な点が多く, 実験室で純粋な薬品 Fe_2O_3 の大気中の熱分解と試験的に製作したブラジルの赤鉄鉱の焼結鉄の組織を対比し調べたので報告する。

II. 薬品 Fe_2O_3 の高温の性質

化学薬品 Fe_2O_3 に少量の水分を添加しよく混合した後 3mm 立方体に整形し, ライツの高温顕微鏡で容積の変化を測定した。高温 1390°C 以上になると付属の耐火物試料台が侵されるのでその台と試料の間に Pt 板を置いた。加熱気圏は空気, 温度上昇率は 10°C/mn で, 実験結果を Fig. 1 に示す。この容積変化は何を意味するのか Fig. 1 の各点の試料についておもに顕微鏡組織を中心に調べ, 補助手段として X 線分析ならびに微小硬度計による硬度の測定をおこなった。800°C 以上は磁性があり, 1200°C より明瞭に hematite の微粒子の結合が観察される。1300°C では大部分 hematite でその結晶は成長

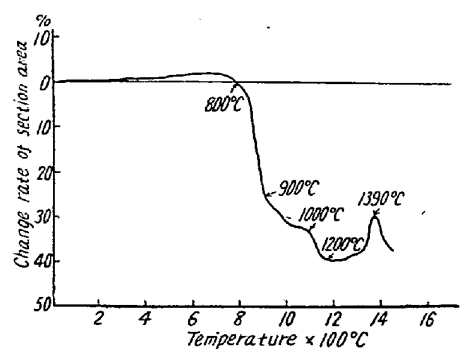


Fig. 1. The change rate of section area of Fe_2O_3 briquettes with increasing temperatures.

し完全に焼結結合されている。きわめて少量の hematite と magnetite との中間反射色を示すものがあり, その組成は明瞭でない。また気泡が認められるのも特徴である。1390°C で hematite s.s. と magnetite s.s. が認められこの hematite は表面が平滑, 塊状で, 加熱時間が長くなるとほとんど magnetite s.s. に漸移する。気泡も多い。1390°C 以上になるとほとんど magnetite s.s. となり白金色に一部融着する。この結果は過去におこなわれた Fe-O 系の平衡の研究より理解される。加熱後大気中で再酸化した試料の表面に見られる hematite と熱分解により残留した塊状 hematite は前者が不規則に magnetite の表面に薄い層で見られるのと明瞭に区別される。加熱後の試料の強度は 1100°C より増大し 1200°C よりその上昇率は緩く 1300°C でほとんど一定となる。すなわち 1200°C より Fe_2O_3 の熱分解が活潑となり不完全格子の自己拡散による結合がおこなわれたものと解される。

III. ブラジル赤鉄鉱の焼結鉄

比較的純良な hematite としてブラジル赤鉄鉱を原料として試験鍋で焼結鉄を作った。その化学組成は T.Fe 68.75%, Fe_2O_3 97.69%, FeO 0.54%, SiO_2 0.55%, Al_2O_3 0.73%, C.W. 0.55% である。配合コークスを 3.8% より漸次増加し, 添加水分 9% で焼結した成品について顕微鏡組織を調べた。一般的な傾向としてコークスの増加にしたがい hematite が減少するのは従来通りである。しかしコークス 5~3.8% では 2) で観察した塊状 hematite が magnetite の中にまたは silicate の中に, 再酸化 hematite と区別されて明らかに認められる。またコークス 3.8% の条件でも焼結鉄の部分により組織の差があつて 2) で見られた magnetite s.s. のみの組織に類似した部分も認められる。コークス 3.8% の再酸化 hematite と塊状 hematite が同一視野に認められた代表例を Photo. 1 に示

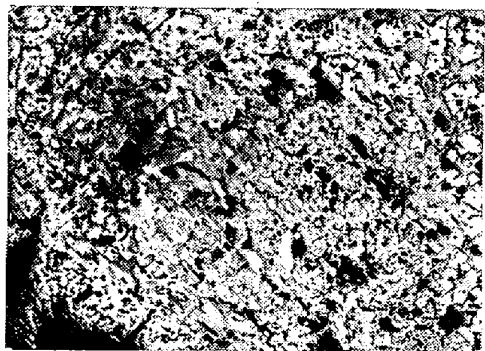
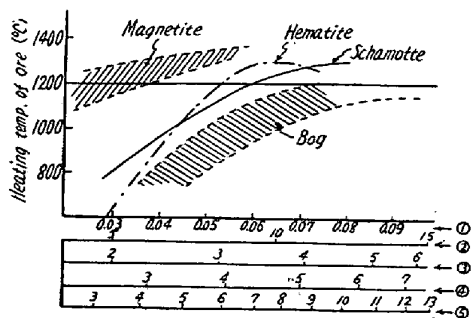


Photo. 1. White: hematite
Gray: magnetite
Black: porosity

す。Photo. 1 に示された magnetite の Vickers 硬度を 100 g 加重で “Dumerit” で測定した結果 571~851 を示し、天然の magnetite および magnetite 焼結鉱の 520~550 に比較して高い。この理由は hematite の結晶の成長による内部歪によるのか、また Fe_3O_4 s.s. のためか明瞭でない。X線によれば magnetite と一致するが、magnetite とも断定できない。かような焼結鉱は焼結条件がどのような傾向にあるかつぎの実験をおこなった。

IV. 焼 結 条 件

試験鍋の中心の鉱石の加熱温度を 3) の条件で測定した。測定方法は高アルミナ保護管と Pt/Pt-Rh 熱電対を使用した。配合コークスと加熱温度との関係を Fig. 2 に示す。ブラジル赤鉄鉱の反応熱が加熱温度に影響をあたえるかどうかを調べるため参考までにシャモット粉、磁鉄鉱、褐鉄鉱をあわせて試験しその結果を同様に Fig. 2 に併記した。この結果より見るとコークス 3.8% では 1200°C 以上に鉱石が加熱され 5% では 1300°C 以上に加熱され得ることを示している。この測温は高アルミナ保護管による温度のづれ、鉱石そのものの温度よりむしろガス温度を測定していると考えたからである。



① Coke density in a sintering box. (g/cc)
② Coke weight % in chamotte
③ In magnetite ④ In hematite ⑤ In bog.

Fig. 2. Influence of coke% on heating temperature of iron ore in a sintering box.

またシャモット粉の時熱電対の位置とほぼ近接して石英ガラス製のガス捕集孔を設け点火後 2 分おきに 100cc/mn でガス捕集し CO_2 , CO , O_2 を分析した。その結果焼結の進行の仕方により同一条件でもバラックが前記のコークス 6% 以上になるとかなり高温(約 1000°C)まで CO および CO_2 が残るがコークス 3.8~5% では約 700°C より CO , CO_2 は認められず O_2 のみとなることが多い。したがってこの実験からはコークス 3.8%~5% 程度では大気中で前記の温度に加熱されると考えて妥当のようである。

V. 考 察

磁鉄鉱を原料とした焼結機構として hematite の拡散結合が紹介されているが、天然磁鉄鉱はきわめて微細でないかぎり表面より再酸化され、中心に magnetite の原鉱を残すことが考えられる。もし褐鉄鉱を低温でガス還元したような分子状に近い Fe_3O_4 の集合の場合は低コークスの燃焼と速かな発熱反応により再酸化し、粒子の中心まで hematite になる可能性があり、この場合は中心に magnetite の原鉱を残すことは少なくなるであろう。一方 hematite の原鉱を低コークスで 1200°C 以上に加熱すると熱分解を起し自己拡散の結合がおこなわれ、またさらに 1390°C 以上になると Fe_3O_4 s.s. があらわれてくる。酸化焼結の場合でも magnetite 相がでてくるが、magnetite 相のみになった場合、燃料を多くして還元気圏加熱の経過を辿り、magnetite 相のみになったものとの比較は現在のところわからない。また塊状 hematite が $\alpha-Fe_2O_3$ か $\gamma-Fe_2O_3$ かも判らない。今後の研究に待たれる。

以上のごとく酸化焼結の場合 magnetite の表面は Fe_2O_3 となり、hematite はそのまま、褐鉄鉱は脱水後 Fe_2O_3 となりいずれにしてもその Fe_2O_3 は 1200°C で明瞭に O_2 を放出し第 1 段の自己拡散結合が始まり、1300°C で Fe_2O_3 s.s. 結合によりその度合は一層強く、1390°C で Fe_2O_3 s.s. + Fe_3O_4 s.s. による結合でさらに強くなり Fe_3O_4 s.s. 結合に漸移して行く。褐鉄鉱単味の酸化焼結は上記の温度に達するコークス量では還元気圏になると考えられ、通常の焼結法では酸化焼結法はできないと推論される。また上記に述べた各種の酸化結合は焼結の本質について触れただけで工業的な焼結鉱の強度は粒子の結合面積の量により異ると考えられるので、鉱石の熱間の容積変化をあわせて考慮する必要がある。

VI. 結 言

酸化焼結の時に、 Fe_2O_3 は高温で熱分解し、それは 1200°C より顕著となり Fe_2O_3 の恐らく不完全格子となり自

已拡散による結合が明瞭になる。1300°Cでは Fe₂O₃ s.s. が明瞭に認められ自己拡散による結合は一層強固になる。1390°Cに達すると Fe₂O₃ s.s.+Fe₃O₄ s.s.による拡散結合となり Fe₃O₄ s.s.のみに漸移する。顕微鏡組織は 1390°Cまでは Fe₂O₃ 相でそれ以上になると Fe₃O₄ 相がでてくる。また 1390°C以上の Fe₂O₃ s.s. は冷却後塊状 hematite となり再酸化による層状の周辺の hematite と区別される。

(4) 東田第 5 熔鉱炉における酸素富化送風操業試験について

On the Oxygen-Enriched Blast Operation of Higashida No. 5 Blast Furnace.

Takao Yamamoto, et alii.

八幡製鉄所, 製鉄部

工 児玉 惟孝・工 深川 弥二郎
工〇山本 崇夫・工 橋本 信

I. 緒 言

八幡製鉄所東田第 5 熔鉱炉において、昭和 33 年 6 月 23 日より 10 日間、熔鉱炉の生産性におよぼす影響を調査する目的で酸素富化送風操業を実施したので、その結果を引続いておこなった比較期間の実績とともに報告する。

II. 試験期間ならびに各期間の操業条件と酸素富化方法

(1) 期間

(a) 準備期間: 6月中旬以降。この期間は試験条件に合致させるべく増風, 装入変更などをおこなった。

(b) 試験期間: 6月23日~7月2日。送風量(空気+酸素)を一定にしておき送風中の酸素濃度を高めた。

(c) 比較期間: 第1期を7月3日~7月10日とし、試験期間と等風量で酸素を添加しない状態で操業した。

第2期として以後7月28日までをとり、試験期間の酸素当量まで増風し、一定期間保持した後炉況の許すかぎり増風をおこなった。

(2) 操業条件

(a) 送風量: 試験期間は空気 790m³/mn, 酸素 31m³/mn 比較期間第1期は空気のみ 820m³/mn, 第2期は 920m³/mn まで増風して約 10 日間保持した後、1000m³/mn まで増風したが、炉況の変調が全然認められないままに、これ以上の増風はおこなわなかった。

(b) 送風中水分: 当所の経験や、諸外国の例によつぎの基準で、酸素富化とともに加湿をおこなつて送風中水分をできるだけ一定にした。なお送風中水分をどの程度まで下げ得るかについても試験した。

O ₂ content in blast vol%	21	22	23	24	25
H ₂ O content in blast g/m ₃	15	19	23	27	31

(c) 送風温度: 730~790°C の範囲に保つた。

(d) チャージングライン: 各期を通じて 1 m に保つた。

(e) 装入物: 鉄鉱石の配合割合はつぎのとおりである。

Description	Dungun	Goa	Chushu
Proportion	26.0%	9.0%	7.5%
Description	Chili	Briquette	Sinter
Proportion	6.5%	6.0%	45.0%

平炉滓も一定割合で使用した。(鉄鉱石装入量の 7.5%) またメタリックスは使用せず、石灰石は適宜調節した。

(3) 酸素の富化方法

酸素の富化方法に関しては Fig. 1 に概略を示しているが、これらのバルブの開閉を適当におこなうことによつて各羽口ごとに酸素富化ができるしまた、冷風中あるいは熱風中に富化することもできる。今回はバルブ e, f₁, f₂ は閉じ g を開けることにより熱風中に酸素富化をおこなった。

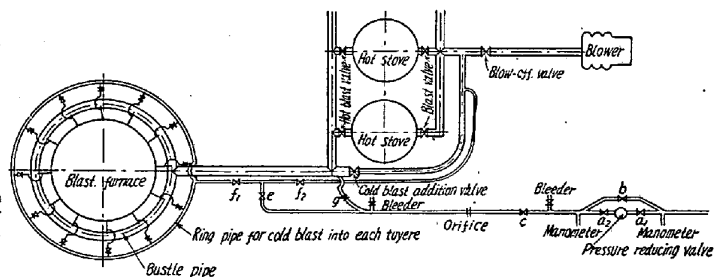


Fig. 1. O₂ Enrichment method.

III. 概 況

6月23日9時に送風中水分を大気中水分 15g/m³から水蒸気吹込みによつて 19g/m³に加湿し、ただちに 10m³/mn の減風と 10m³/mn の酸素添加をおこなない。