

率測定時には多量に見出されたにもかかわらず薄片の中には存在しなかつた。多分薄片研磨中に脱落したものと考えられる。tridymite は酸化鉄の不透明な部分から鏡状の群となつて成長して行つた状態が容易に観察され、balsam と屈折率がほとんど同じ程度である点から簡単に確かめられる。

石灰石を添加しない焼結鉱中には主要な matrix として必ず $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ が発見された。 $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ は反射光観察では灰色でその中に共晶物らしい暗灰色の縞模様が一方向に延びており、透過光ではほぼ暗黄色で、一方向にならんだ lath の集合であることがわかる。石灰石が 3% 程度の少量でも添加された場合には $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ ほとんど発見されず、薄片試料中に黄色でほぼ等方性の物質が主要部を占めてくる。この部分は melilite であつて +nicol で観察した場合 dendrite 状の anorthite がこの中を走っている様子が見られる。一般に anorthite は特徴的な twin を持つが、この場合 twin は存在しない。melilite は時には中央部で幾分黄色味を増し、屈折率も 1.66 から 1.70 に移るが、この時多色性を示すように変える場合がある。これは melilite 組成の各成分相へ多少移行したものと考えられる。anorthite および mullite は酸化鉄の間をうめて存在する所もある。mullite はほぼ菱形であるが定形が不明な場合が多い。その他定形の不明な白色結晶として wollastonite が発見される。この結晶はやや大きな物もあり cleavage の発達している面もあるが、他に消光が特徴的である。

石灰石を添加した場合 $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ の代りに考えられるのは iron monticellite であり、反射光の観察では確認できなかつたが薄片観察では tridymite の付近に小さな無色の結晶が見られる。

free lime の在否は焼結原料の混合あるいは焙焼法に問題となるものであるが white's test の結果では存在はするが極くわずかであつた。

III. 考 察

石灰石を添加した場合、すなわち自溶性焼結鉱になると主要 matrix として melilite が現われるか、これは生成 matrix 中最も後から固化するもので焼結鉱の間隙をうめ、酸化鉄同志を結びつけて少量の iron monticellite とともに自溶性焼結鉱の主要な bond を形成しているものと考えられる。melilite の組成は高炉滓の組成に近いものであつて結局自溶性焼結鉱はその中に高炉滓に似た slag を保持していることになる。焼結鉱は冷却時、これら silicate 内に発生する micro-crack により、その強

度が低下するといわれているが、なお今後研究されなければならない問題である。

IV. 結 言

焼結鉱の顕微鏡観察から matrix 形成相として下記の物質を認めた。(1)quartz (2)tridymite (3)melilite (4)anorthite (5)mullite (6)wollastonite (7)iron monticellite (8)fayalite (9)free lime.

石灰石添加に伴い焼結鉱の主要な bond は fayalite から melilite あるいは少量の iron monticellite に代るものと考えられる。さらにこれら silicate 内の micro-crack が焼結鉱の強度に強く影響するものと思われ今後の研究を要する。

(25) 粉状鉄鉱石の再結晶性の検討

八幡製鉄所、技術研究所

理 石光章利・古井健夫・菅原欣一

Investigation into Recrystallization of Powdered Iron Ores

Akitoshi Ishimitsu, Takeo Furui,
Kinichi Sugawara.

I. 緒 言

焼結鉱やペレットなどのように粉状鉄鉱石を焼成塊化する場合には、常にその再結晶機構が問題になる。製鉄用原料鉄鉱石の大部分はヘマタイトとマグネタイトであるから、これらの再結晶性を解明することは優良品質の焼結鉱およびペレット製造に役立つところが極めて大きい。またその組織観察事項もこれらの基本的な再結晶性の解明によつて理論的な裏付けを与えられる場合が多い。

E. Cohen¹⁾は、「ヘマタイトは約 1300°C で良好な表面流動性 (surface mobility) を示すので良好な拡散物質 (diffusing agent) である。」と述べ、ヘマタイトの再結晶性が焼結機構で望ましい役割を果すことを指摘した。しかし Cohen の用いたこの表面流動性という言葉は、再結晶機構を解明するにはマグネタイトの再結晶性との対比を行うことも必要である。そこで以下に示す方法にしたがつてヘマタイトおよびマグネタイトの再結晶性に間する基礎実験を行い、両者の差違を明らかにした。

II. 実 験 方 法

ヘマタイトとしては化学試薬の酸化第二鉄を、マグネタイトとしては 100mesh 以下の粒度で磁選したマティ-

Table 1. Materials and their heating conditions.

Materials	Temp. °C	Heating time (h)	Atmosphere in furnace	Photo. No. of microstructures
Ferric oxide	1000	1	500 cc/mn air	Fig. 1 a
"	1200	"	Non draft	" b
"	"	"	500 cc/mn air	" c
Magnetite	1000	1	500 cc/mn argon gas	" d
"	1200	"	"	" e
Mixt. of ferrous and ferric oxide	1200	1	500 cc/mn argon gas	Fig. 2 a
"	"	"	Non draft	" b
"	"	"	500 cc/mn air	" c
Mixt. of magnetite and ferric oxide	1200	1	500 cc/mn argon gas	" d
"	"	"	500 cc/mn air	" e
Mixt. of ferric oxide and slag	1200	1	500 cc/mn air	Fig. 3 a
"	"	2	"	" b
Mixt. of magnetite and slag	1200	1	500 cc/mn air	" c
"	"	2	"	" d

鉱石を用いた。このほかに一部化学試薬の酸化第一鉄を使用した。また混合するスラグは化学試薬を CaO 23%, SiO₂ 62%, Al₂O₃ 15% の割合に混じり、一旦高周波炉で熔解したものをを用いた。これらの試料はいずれも瑪瑙乳鉢で一様に微粉化し、約 5 g を少量の水で練り固めたものを 13mmφ の円筒型に入れ 1500~2000 kg/cm² に加圧圧縮して成型した。焼成はエレマ管状電気炉で行ったが、その焼成条件は Table 1 に示した通りである。

III. 実験結果

(1) 酸化第二鉄およびマグネタイト単独の場合 Fig. 1 から明らかなように、ヘマタイトとマグネタイトの再結晶性にはいちじるしい差がある。ヘマタイトは小さい規模の再結晶をほとんど均質に行う傾向があり、1000°C 1 h の加熱ではきわめて微細な結晶が無数に形成され、相互にほとんどつながり合つて結晶化される (Fig. 1 a)。温度が上昇するとそのまま結晶化が進行し結晶粒は次第に大きくなる (Fig. 1 b および c)。

一方マグネタイトは孤立した塊状の比較的大きい結晶を作る傾向がある (Fig. 1 d)。しかし、ヘマタイトと異つて結晶相互の結合は比較的弱く、1000°C では結晶はほとんど孤立しており、1200°C でわずかにつながり合うものの、ある部分ではヴェスタイトを形成してこれがマグネタイトの結晶をつなぐ役をしている (Fig. 1 e)。

(2) 酸化第一鉄と酸化第二鉄およびマグネタイトと酸化第二鉄を混じた場合

これらの場合には、(1) で述べたヘマタイトとマグネタイトの再結晶性の相違が明瞭に現われる。

酸化第一鉄と酸化第二鉄を混じたものは、アルゴン気流中ではマグネタイトと少量のヴェスタイト (Fig. 2 a)、無送風では大量のマグネタイトと少量のヘマタイト

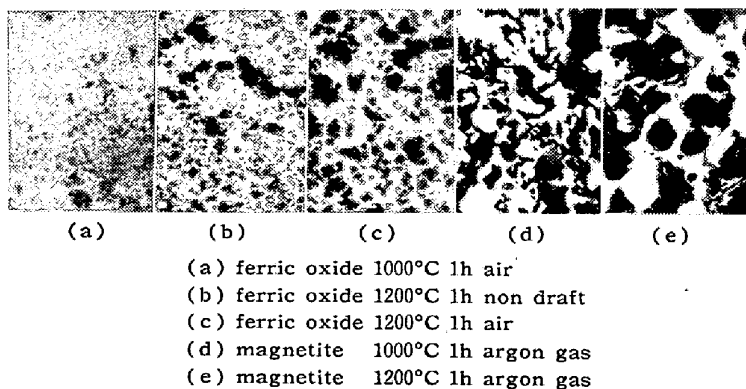


Fig. 1. Microstructures of recrystallization I. ×200 (Reflection) (2/5)

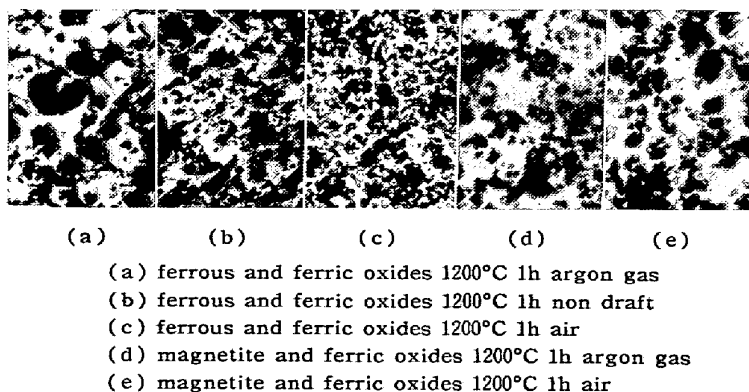


Fig. 2. Microstructures of recrystallization II. ×200 (Reflection) (2/5)

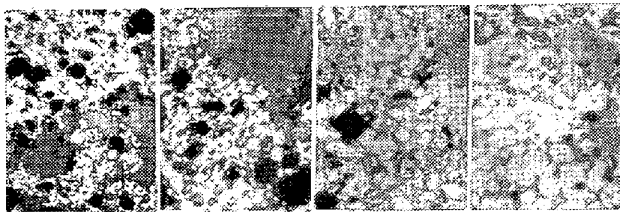
(Fig. 2 b), 空気送風ではすべてヘマタイト (Fig. 2 c) が形成されているが, マグネタイトは比較的大きい塊状結晶として, ヘマタイトは相互につながり合う細粒の結晶として現われている。

マグネタイトと酸化第二鉄を混じたものは, アルゴン気流中ではやや多量のマグネタイトとヘマタイト (Fig. 2 d), 空気送風では大量のヘマタイトと少量のマグネタイト (Fig. 2 e) が形成されているが, マグネタイトおよびヘマタイトの現出状態は上の場合と同様である。

(3) 酸化第二鉄とスラグおよびマグネタイトとスラグを混じた場合

使用したスラグは 1150°C の融点をもつように調整したので 1200°C の実験温度で十分熔解し, 熔融したスラグの中でマグネタイトとヘマタイトの結晶成長が行われている。したがって, ここではスラグのなかでの再結晶性が比較される。

ヘマタイトはスラグの中での結晶成長力はきわめて小さく, 1200°C 1 h の加熱では微小粒として現われる程度である (Fig. 3 a). 加熱時間が長くなると結晶粒は幾分大きく発達する (Fig. 3 b). これに対してマグネタイトのスラグ中での結晶成長は良好であり, ヘマタイトに比べると結晶はかなり大きく発達する (Fig. 3 c). 2 h の加熱では結晶はさらに大きくなり形も次第に自形に近づく (Fig. 3 d).



(a) ferric oxide and slag 1200°C 1h air
(b) ferric oxide and slag 1200°C 2h air
(c) magnetite and slag 1200°C 1h argon gas
(d) magnetite and slag 1200°C 2h argon gas

Fig. 3. Microstructures of recrystallization III.
×200 (2/5)

IV. 結 言

以上の基礎実験によつてヘマタイトとマグネタイトの再結晶性が比較された。すなわちヘマタイトとマグネタイトの再結晶性には明らかな差があり, 単独の結晶成長はヘマタイトよりもマグネタイトの方が良好で大きい結晶を作る。しかしヘマタイトでは個々の結晶は小さく結晶相互のつながり合いは広範囲かつ良好に行われる。

この傾向はスラグの中での再結晶の場合にも近似的に成立する。しかしこの場合にはスラグが結晶を埋め込む

ので結晶同志のつながり合いは見られない。

焼結過程では上に述べた 3 種の型の再結晶化が行われるが, (1) および (2) で見られた結合はいわゆる拡散的結合と称せられ, 低融点スラグ成分を欠く場合などに見られる結合型である。また (3) は石灰焼結鉱などに広く現われるスラグ結合の型である。

焼結過程では雰囲気は還元性から酸化性まで広く変化するので, 結合型と強度との関係が明らかになれば, 雰囲気の調整により望ましい結合型を得ることもある程度は可能であろう。また鉱石銘柄および粒度によりその再結晶性が若干異なることが予想されるので, これらについてはつぎの段階で解明を行う予定である。

文 献

- 1) E. Cohen, M. Sc.: J.I.S.I., 175 (1953) Oct.

(26) 焼結鉱クーリングピンの冷却特性に関する検討

富士製鉄, 釜石製鉄所, 焼結課

青柳良佐・斎藤慶久・○太田 燮・渡辺光男
Studies of Characteristics of a Cooling Bin for Sintered Ore.

Riyosuke Aoyagi, Yoshihisa Saitō,
Susumu Ōta, Mitsuo Watanabe.

I. 結 言

釜石製鉄所第 2 焼結工場は昭和 31 年に大改造され新 G 式工場としてその後順調な操業を続け優良焼結鉱を熔鉱炉に供給し製鉄作業の向上に多大の貢献を果している。当工場は独得の構造を有するクーリングピンを設備しており, 従来の水冷式から空冷式に面目を一新している。Fig. 1 はこのクーリングピンの概要図を示したものであり, 上部中央から焼結鉱を装入し, 下部切出テーブルより冷却された焼結鉱を排出している。冷却用空気は焼結鉱切出口より侵入し降下してくる焼結鉱を冷却して上部 2 カ所の出口より排気される構造となつている。

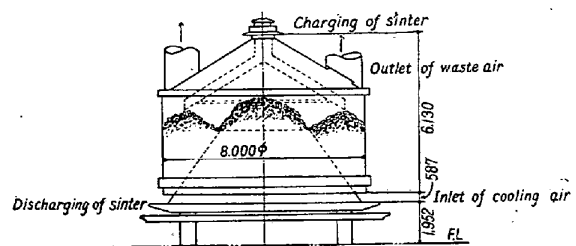


Fig. 1. Structure of the cooling bin installed at Kamaishi No. 2 sintering plant.