

(49) 粉状鉄鉱石の再結晶性におよぼす
圧力の影響

(粉状鉄鉱石の再結晶性の検討—II)

八幡製鉄所, 技術研究所
工博 石光章利・菅原欣一・○仲田泰三

Effect of Pressure on the Recrystallization of Powdered Iron Ores.

(Investigation into recrystallization of powdered iron ores—II)

Dr. Akitoshi ISHIMITSU, Kinichi SUGAWARA and Taizō NAKATA

I. 緒言

現在鉄鉱石の塊成化法として採用されている焼結法, ペレット法は, 高温下における鉱石粒子相互の拡散結合, および低融点スラグによるボンド, が塊成化の原理とされている. 高温下の鉱石の拡散結合の状態を明らかにするために行なわれた研究の結果¹⁾では, ヘマタイトとマグネタイトの再結晶性に差のあることを認め, ヘマタイトは微細結晶としてマグネタイトは不規則塊状の大きい結晶としてそれぞれ再結晶すること, およびヘマタイトの結合強度がマグネタイトのそれに勝ることを認めた.

今回は高温加圧下の鉱石粒子の再結晶性, 特に拡散機構の解明をその目的とし, 加圧力の影響が再結晶の進行にいかん影響するかを明らかにする目的で研究を行なった.

高温加圧下の焼結現象を実際の工業的分野に応用し広く成功をおさめているものに粉末冶金でいうホットプレス法²⁾がある. 本法は微細な非金属粉末の高密度焼結体を得るものであつて, 鉄鉱石のそれとは幾分趣きを異にするが本法に関する歴史が古く, したがつてその報告も多いので参考となる点が少ないと思われる. ホットプレス法では粉体粒子の高密度化すなわち粒子拡散の促進と結合強度の上昇が目的といわれその機構の解明に努力が払われている³⁾.

再結晶性を支配する因子としては化学組成, 粒度, 形状, など粉鉱石自体の性状のほか, 使用圧力, 温度, 塊成化時間の3因子があり, これらは相互に影響しあうものと考えられるが, 今回は3種の化学試薬を原料として, 温度, 圧力の影響を検討した.

II. 実験装置および方法

金型に原料粉を充填し, 常温で 500 kg/cm² の予備加重をかけたあと所要の温度に熱せられている熱間耐圧試験機中に金型のまま装入し, 5~10分間保定して, その後中性雰囲気中で3分間加圧する. 10×13φの塊成試料は速やかに金型から取り出し, 冷却管中で, 中性雰囲気中で, 冷却する. 原料に用いた3種の化学試薬の分析結果を第一表に示す.

III. 実験結果

(i) 圧壊強度

原料には, 前記3種の化学試薬を下記のごとく配合したA, B, C, 3種の化学試薬を用い前述の要領で3分間 1t/cm² の加圧を行なった. 強度試験の結果は5コ以上の平均値をとり Fig. 1 に示した. 圧壊強度は温度

Table 1. Chemical analysis of raw materials

R \ C	T. Fe	M. Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂
FeO	60.159	1.074	12.465	70.284	3.570
Fe ₃ O ₄	69.488	0.239	20.771	75.560	0.300
Fe ₂ O ₃	61.321	0	0	87.254	

C: Chemical analysis %

R: Raw materials

	FeO	Fe ₃ O ₄	Fe ₂ O ₃
A	1	1	1
B	1	1	0
C	2	1	0

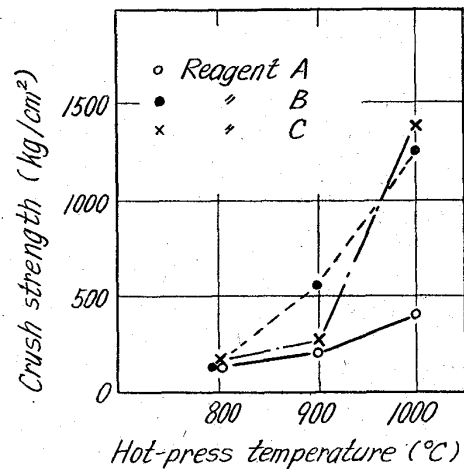


Fig. 2. Hot-press temperature vs crush strength.

とともに上昇する. これは温度上昇によつて再結晶の進むことを示すものでこの場合 FeO の果す役割が大きい.

(ii) 顕微鏡組織

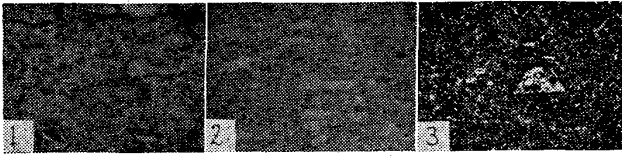
前記の3種の化学試薬単味を原料として製造した塊成試料の顕微鏡組織を観察した. 1000°C, 2t/cm² の圧力で塊成化した試料の顕微鏡組織を写真1に示す.

a 原料による差異

写真1に明らかなように原料による再結晶組織の差は明りようである. すなわち酸化第一鉄ではマグネタイトの緻密なマトリックスの中にウスタイトがやや大きい粒子として現出する. 四三酸化鉄では微細なマグネタイトの緻密な組織を示しているが, 組織中ある領域は圧力と直角方向に添う紡錘状のものとして認められる. これはマグネタイト粒子が全体として加圧にしたがつて挙動したことを示すと同時に, 加圧と直角方向への結晶成長の容易さを示している. 酸化第二鉄では個々の結晶は比較的大きく成長しているが, 成長粒子相互の結合は認められない.

b 加圧力の影響

1t/cm²~2t/cm² の加圧力で塊成化した試料について, 加圧力の差による再結晶の差異を検討した. 加圧力の増加によつて再結晶が進むことは当然予想されるところであるが, この程度の圧力差では大きい差異は認められなかつた. この結果は加圧力が再結晶化エネルギー



1. A: FeO B: 1000°C C: 2t/cm² D: 3min
 2. A: Fe₃O₄ B: 1000°C C: 2t/cm² D: 3min
 3. A: Fe₂O₃ B: 1000°C C: 2t/cm² D: 3min
 A: Raw material, B: Heating temperature.
 C: Pressure, D: Pressing time.
 Photo. 1. Microstructures of tablets.

として利用されるほかに、内部気孔をうめるための高密度化に消費されていることを示すもので、加圧力が再結晶化エネルギーとして十分利用されるためには、ある程度以上の高圧力を必要とすることを示している。

c 予備加圧の影響

本実験では高温で 1 t/cm²~2t/cm² の加圧を行なう前に常温で予め 500 kg/cm² の予備加圧を行なった。酸化第一鉄原料試薬を用いて予備加圧の有無の影響を検討したところでは予備加圧を受けているものはあらかじめ高密度化が進んでいるために、予備加圧のない場合と較べて再結晶化は良好であった。また残留する内部気孔は特徴的であつて、予備加圧を受けているものは高温加圧前における程度骨格が形成していることを示す球状気孔を残し予備加圧しない場合は、高温塊成時の圧力が粉体の移動と、再結晶化を同時に進行させたことを示す加圧方向に直角に長く引き伸ばされた気孔を残している。

d その他の影響

この他温度の影響、および加圧時間の影響についても検討したが、予期通りの結果を得特に注意をひく点はない。

IV. 結 言

酸化第一鉄、四三酸化鉄、酸化第二鉄の 3 種の化学試薬を原料とし高温で塊成化した試料について、塊成時の温度、圧力、などの再結晶化におよぼす影響すなわち拡散結合の様態を検討してきた。その結果

- 1) 塊成試料について行なった圧壊強度試験の結果ではウスタイトの再結晶性の良好さを示している。
- 2) ウスタイトは大きく粒状化し、マグネタイトは加圧力に直角な面に添って動きやすく、いずれも再結晶性は良好であるが特にウスタイトは良好である。
- 3) ヘマタイトは粒子相互の結合はないが、結晶は比較的大きく成長する可能性がある。

ことが分かった。使用圧力が低かつたため、加圧力の影響を十分に把握できなかつたが、高温加圧下の粒子個々の挙動、および再結晶化様態を観察することができた。

今回は原料化学試薬を用いて高温加圧下での拡散結合のみを問題として取上げたが、実際の鉄鉱中に含まれている珪酸質などに由来する低融点スラグなどについて今後研究を進める予定である。

文 献

- 1) 粉状鉄鉱石の再結晶性の検討 石光, 古井, 菅原: 鉄と鋼, 45 (1959) 9, p. 915~917
- 2) 鉱山読本 若林, 渡辺, 第 6 巻 第 34 集(上)
- 3) J. K. MACKENZIE and R. SHUTTLEWORTH: "Phenomenological Theory of Sintering," Proc. phys. Soc. (London) 62 [360B] 833~

52 (1949)

E. J. FELTEN: "Hot pressing of Alumina Powders at Low Temperature," Jour. of the Amer. Ceram. Society. Vol 44 No. 8 Aug. 1961 p. 381

J. D. MCCLELLAND: "A plastic Flow Model of Hot Pressing," Jour. of the Amer. Ceram. Soc. Vol 44 No.10

669,183,4,054,83;622,788;669,53

(50) ロータリーキルンによる平炉ダストの処理試験

川崎製鉄, 久慈工場 No.64212
 山崎 正一・矢野 太一
 ", 千葉研究部 PP1677-1680
 浜田 武士・佐々木健二
 春 富夫・○小笠原武司

Study on the Treatment of Open Hearth Furnace Dust by Rotary Kiln Process.

Syōichi YAMASAKI, Taichi YANO,
 Takeshi HAMADA, Kenji SASAKI, Tomio HARU
 and Takeji OGASAWARA

I. 緒 言

平炉ダスト処理法の 1 つとしてダストをボーリングした後、還元して亜鉛を除去すると同時に半還元ペレットを得る目的で、当社久慈工場 1.5M φ × 25M ロータリーキルンを用いて工場試験を行なったので概要を報告する。なお、高炉ダストはサーマルショックに対する緩衝剤として添加した。試験は 1963 年 11 月 20 日~24 日に行なった。

II. 試 験 方 法

1. 使用原料

平炉ダストは当社塩基性平炉のコットレルダストで、高炉ダストはダストキャッチャーダストである。ボール配合無煙炭は 2 mm 以下を、キルン装入無煙炭は 5 mm 以下を用い、キルン加熱には重油を用いた。Table 1 および 2 に分析値を示す。

2. 試験工程

Table 3 に示す工程で行なつたが、平炉ダスト 60 parts, 高炉ダスト 40 parts に対して無煙炭を 10% 配合し、2m φ Balling disc で粒径約 25mm φ のボールに成型、乾燥したものを脱亜鉛試験に供した。

なお、第 1 図に使用したロータリーキルンを示すが、内径 1500mm, 全長 25000 mm, 吐出口径 700 mm, 傾斜 2%, 回転速度 1 rev/min である。

III. 試 験 結 果

1. 成型および乾燥

平炉ダストがややセミペレ化していたので成型上難点があり、また既存の電熱乾燥炉の能力不足のため乾燥は不十分であつた。Table 4 にキルン装入ボールの性状を示す。

2. 脱亜鉛

還元剤としてのキルン装入無煙炭はドライボールに対