

晶からなる不均一相なので、マイクロアナライザーの定量性は悪い。この 1200°C の脈石粒子の分析値を Table 2 に示した角閃石鉱物のそれと比較すると、重い方の元素の Ca と Fe ではほぼ一致しているのでこの脈石粒子は代表的なものと考えてよいであろう。つぎに脈石粒子とスラグ共晶部の分析値を比べてみると、後者では MgO が少なく FeO の多いことがわかる。またスラグ中の初晶の樹枝状鉱物からは、定性分析で共晶よりも多くの Mg が検出されたので、この鉱物は magnesio-ferrite と推定した。これらの結果から、角閃石類の脈石粒子は FeO あるいは Fe_3O_4 と反応してスラグを形成することがわかった。

3.3 結合強化機構について

これまでに述べた結果から、この赤鉄鉱質のマルコナ鉱石ペレットの結合強化機構は次のように考えられる。

随伴する角閃石類の脈石鉱物にはかなりの MgO が含まれているが、この MgO の作用によつて脈石粒子に接触する酸化鉄は焼成過程で還元される。さらにこの還元生成物は脈石粒子と反応して低融点のスラグをつくる。1100°C 以下ではヘマタイト結合であるが、1150°C になると生成スラグはかなり動き易くなり、微粒の酸化鉄と脈石は結合してより大きな凝集粒子をつくる。この凝集粒子が粗い酸化鉄粒子を結びつけるのでペレットの強度が向上する。1200°C では接触部でできたスラグは融液となり、液相スラグによる焼結がすすむのでペレットは大きく縮み、強度はいちぢるしく高くなる。一方空孔もほとんど開空孔になっている。したがってこれはスラグ結合ペレットとしては非常にのぞましい構造であるといえる。1250°C では酸化鉄の還元がすすみ、スラグ融液が増えるためペレットの全体にわたつて液相焼結が進行する。強度はさらに向上するが、空孔の大部分は閉鎖空孔になる。1300°C ではスラグ融液は急速にペレットを被覆してしまい、酸化鉄が還元されてできる酸素ガスがペレット内部に閉じ込められて大きな空隙を形成する結果、ペレットの強度は急激に低下する。1350°C では内部の酸素ガスが被覆したスラグを打破つて脱出するためペレットに亀裂が入り、強度はさらに低くなる。

4. 結 言

造滓剤を加えなくてもスラグ結合になるペレットは、原料鉱石中の脈石鉱物が低温で融液を発生したり、あるいは脈石鉱物中の特定の成分が酸化鉄を還元してその還元生成物と脈石鉱物が反応し低融点のスラグをつくつたりして、熔融スラグによる液相焼結が起るものである。

角閃石の脈石鉱物を随伴したマルコナ鉱石(赤鉄鉱質)のペレットでは、焼成過程で角閃石中の MgO が接触する酸化鉄を還元してスラグをつくり、1200°C 以上では液相のスラグによつて焼結がすすむ。一方ペレットの強度は 1250°C で最高になり、以後急激に低下するが、これは生成する酸素ガスがスラグに包まれたり、あるいはスラグを打破つてペレットに亀裂をつくるのが原因であることがわかった。

文 献

- 1) 石光:「ペレットの見掛け比重測定法(案)」, 学振 54 委, 911
- 2) B. PHILLIPS, et al.: J. Am. Ceram. Soc., 44 (1961), p. 169

622 341.1-188 (8) マルコナペレットの性状調査

八幡製鉄, 技術研究所

工博 石光 章利・工博 井田 四郎
鈴木 明・○仲田 泰三

Studies on Properties of Marcona Pellet.

Dr. Akitoshi ISHIMITSU, Dr. Shirō IDA,
Akira SUZUKI and Taizō NAKATA.

1. 緒 言

高炉原料としてのペレットの使用が増加するにつれていきおい輸入ペレットに依存することになるが、輸入ペレットは産地が遠方にあるといった関係もあつて、その製造条件を正確に知ることは難かしい。

しかしながら、高炉操業が高度に自動化するすうせいにある今日、ペレットの性状を単に消極的な立場で捕えるのでは、原料の変動を高炉自体の変動として受けいれなければならない、操業管理に支障をきたすことになる。

当所では、このような立場から、入荷原料に対して詳細な性状調査を行なう一方、一歩進めて積極的に成品に対する要求を生産者に伝えている。

以上の考え方に基ずいて、マルコナペレットについて同主旨の試験を実施したので報告する。

2. M 社における試験結果

当所への送付試料は、1 週間ごとに M 社から送られてきたもので、1 回の送付量は約 2 kg である。

本報は、1965 年 1 月から同年 6 月までの約 6 カ月間に送られてきた試料に関するもので、供試料個数は 24 コである。上記 24 コの試料に対して当所では種々の性状試験を行なつたが、それらの結果は後述することにして M 社で当所への送付試料と同種の試料について行なつた試験結果について述べる。

Fig. 1 は M 社の試験結果であるが、結果を簡単に整理すると次のとおりである。

(1) 原料に関しては、-325 mesh は約 68%、ブレン指数は約 1300 cm²/g で比較的良好に管理されている。

(2) ベントナイト添加量は、前半の 4~6% 程度から、後半の 3~4% 程度まで漸減している。

(3) タンブラー強度 (+1/4 inch) は平均約 94% で、クラッシュ強度は平均約 240 kg である。

以上のことから、マルコナペレットは原料面でのバラツキは比較的小さく、また常温強度に関しても特に問題は認められない。

3. 当所における性状試験結果

Fig. 2 は当所に送付された 24 コの試料の性状試験結果である。結果を簡単に整理すると次のとおりである。

(1) 成品の FeO 含量は平均約 1.5% であるが、前半の約 2% から後半の 1% 程度まで低下している。

(2) 常温のフラッシュ強度は平均約 200 kg で、M 社の結果より幾分低い値を示すが、強度的には特に問題はない。

(3) 還元後の強度は平均約 40 kg で、前半の 20~40 kg 程度に対し、後半は 40~60 kg 程度で、後半になつて幾分強度が向上している。

(4) 還元によるスウェリングは平均約 10% である。

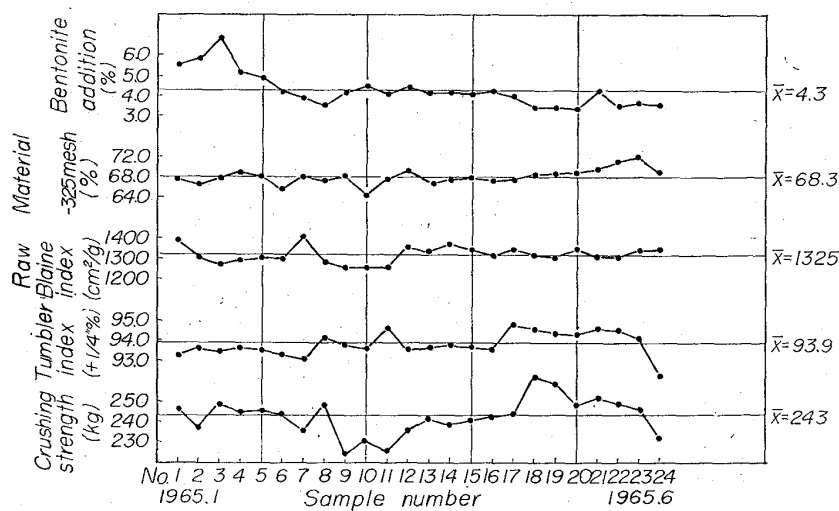


Fig. 1. Results from Marcona.

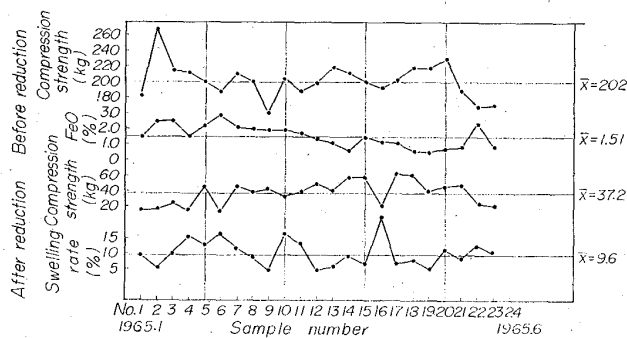


Fig. 2. Properties of pellets before and after reduction.

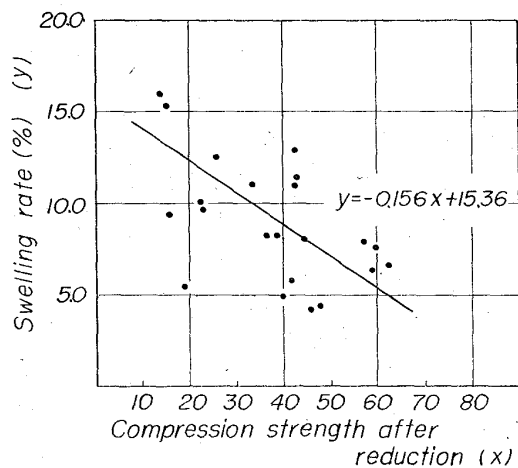


Fig. 3. Relation between compression strength and swelling rate.

その他, S, Cu などの有害成分の変動についても検討を行なったが, 特に問題とならなかった。

Photo. 1 の (a)~(c) はマルコナペレットに特徴的な 3 種の組織である。No. 1 は焼成十分の組織で, 原料主成分のマグネタイトは酸化を受けて微細なヘマタイトとして再結晶化し, 結晶粒子相互の結合状態も良好である。(c) は焼成不十分の組織である。結晶粒子相互の結

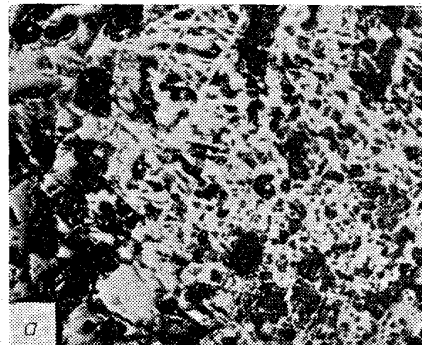
合状態は不良で, 粒子自体の再結晶度も低い。(b) は (a) と (c) の中間の組織である。マグネタイトの大部分はヘマタイトとして再結晶化しているが, 部分的にはマグネタイトが残留し, 焼成が十分には進んでいないことを示す。マルコナペレットは総じて (b) のような組織が多いようである。

以上の結果から, マルコナペレットは常温強度に関しては特に問題がなく, 従来から種々論議されているように還元後の性状に幾分問題があることがわかる。

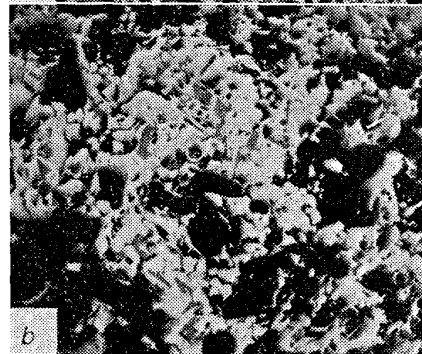
そこで, 前記試験結果から還元後の性状に影響すると思われる要因について検討を行なった。

Fig. 3 は還元後の強度をスウェリングの関係を示したものであるが, 両者の間には負の相関が認められる。

No. 1



No. 2



No. 3



White : hematite Gray : magnetite Black : pores
(a) Fully-fired pellet
(b) Intermediate of No. 1 and No. 3
(c) Insufficiently fired pellet

Photo. 1. Typical microstructure of Marcona Pellet.

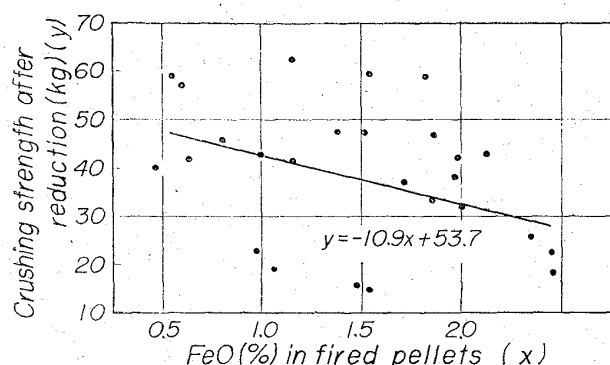


Fig. 4. Effect of FeO content of fired pellet on compression strength after reduction.

Fig. 4 は焼成ペレットの FeO と還元後の強度の関係を示したものであるが、両者の間にも負の相関が認められる。還元後の強度と、ベントナイト配合量、ペレット中の SiO₂ 量などの他の要因との間の関係も検討したが、いずれも今回の試料範囲では相関は認められなかった。

以上のことから、マルコナペレットの還元後の性状は焼成ペレット中の FeO 含量とのみ相関を有することが明らかにされた。

マルコナペレットの還元中のスウェリングに関しては、従来から各方面で検討されており、スウェリングの機構についても種々な考え方が発表されているが、いまだ十分に明らかにされているとは言えない。本報告ではスウェリングの原因についての詳しい考察はさけるが、スウェリングの機構としては焼成ペレット中の FeO 含量と結びつけることが最も自然であろう。

4. ペレット性状面からの M 社操業状況の検討

本試験結果において、還元後の性状と焼成ペレットの FeO 含量の間に相関があつたことから判断すれば、マルコナペレットの還元性状は、その焼成条件と大きな関係があると思われる。

M 社では完全な酸化性雰囲気での焼成を目標として操業しているので、焼成ペレット中に FeO が残留することは、焼成が十分に行なわれていないか、焼成雰囲気が完全な酸化性雰囲気に保たれていないかのいずれかであろう。当所では前記試験結果から、マルコナペレットの還元性状を向上するには、ヒーティングパターンを再検討し、また焼成中の雰囲気改善を必要があるのではないかと推論した。

最近、M 社の操業状況を知る機会を得て、当所での結論と現地での操業状況を照合したところ、性状試験の結果が焼成条件と密接に関連していることが実証された。

5. 結 言

当所では、1965 年 1 月から同年 6 月までの約 6 ヶ月間にわたつてマルコナペレットの性状を調査し、その性状試験の結果から M 社の操業状況を検討した。

試験の結果、次のことが明らかにされた。

(1) マルコナペレットは、常温強度に関しては、特に問題は認められない。

(2) 同上ペレットは、還元後の性状に幾分問題があり、それは焼成ペレット中の FeO 含量と相関を有する。

(3) したがって同上ペレットの還元性状を向上する

ためには、成品中の FeO 含量を減じるようなヒーティングパターンの再検討、および焼成雰囲気改善が必要である。

これらの性状試験の結果は、現地での操業状況と密接な関連を有することが実証された。

622,341.1-188,669,094.22
(9) 還元ペレットの性状におよぼす
2, 3 の因子

(還元ペレットの製造に関する研究—I)
金属材料技術研究所

○神谷 昂司・工博 大場 章

Effect of Some Factors on the Properties of
Pre-Reduced Pellets.

(Studies on the production of pre-reduced iron
ore pellets—I)

Koji KAMIYA and Dr. Akira OHBA.

1. 緒 言

還元ペレットは高炉における出鉄量の増大、コークス比の減少など大きな利点があるにもかかわらず、その研究は比較的近年になり Bureau of mines など^{1)~5)}で行なわれ、今後の高炉原料としての可能性が注目されている現状である。

本研究は、固体還元剤を直接混合した還元ペレットを製造し、高炉の生産性の向上および銑鉄生産コストの引下げを計ることを目的とするものである。

本報告においてはインド鉱石にコークスを直接混合した場合の (1) 被還元性におよぼす加熱温度と保持時間の影響、(2) コークス量の変化、および加熱雰囲気の影響などにつき、その実験結果を述べる。

2. 試 料

試料は、インド産ヘマタイト鉱石であり、これを Table 1 に示すような粒度分布になるまで粉碎しペレット原料に供した。Table 2, 3 はその化学分析値および使用コークスの化学分析値を示した。

3. 実験方法および実験結果

3.1 コークスの添加方法の実験

Table 1. Size distribution of the used ore.

μ	>125	90	63	40	<40
%	3.11	14.59	14.27	13.34	54.69

Table 2. Chemical composition of Indian ore. (%)

T. Fe	FeO	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	P	S
65.36	—	0.12	2.26	2.04	0.032	0.01

Table 3. Chemical analysis of the used coke. (%)

F. C	Ash	V. M	S
87.0	10.5	1.6	0.5