

## 転炉ダストから製造した還元ペレットの性状について\*

(転炉ダストペレットの還元に関する研究—II)

金属材料技術研究所 工博 田 中 稔

本会共研直接還元委員会 木 下 亨

金属材料技術研究所 尾 沢 正 也

### On the Properties of the Reduced Pellets Produced from Converter Dust

(Studies on the reduction of converter dust pellets— I)

Dr. Minoru TANAKA, Tōru KINOSITA  
and Masaya OZAWA

#### 1. 緒 言

第1報においては転炉ダストペレットの回転炉還元の予備実験として固体還元剤を用いた固定層還元を行ない固定層深さ、還元剤混合量、雰囲気、還元剤の種類、偏析の還元速度におよぼす影響について報告したが、本報告においては同じく固定層還元における還元剤の種類と還元方法による圧潰強度変化、またリンダー試験装置を用いた回転による粉化、石灰石による脱硫実験結果について報告する。

#### 2. 試料, 実験装置および方法

実験試料は第1報と同じである。装置は固定層還元実験装置を用い、これも前報と同ようであるが、本報告においては工業的回転炉に近似させるため昇温還元実験を行ない圧潰強度変化について検討した。圧潰強度は500 kgの万能試験機を使用した。また回転摩耗粉化実験、脱硫実験にはリンダー試験装置を用いた。回転摩耗粉化実験においては反応管の回転数を30 rpmとし装入ペレットの転がり距離を大型回転炉と同じにし、焼成温度、コークス添加の影響についてしらべた。脱硫実験はN<sub>2</sub>あるいはCO気流中における1000°Cまでの昇温還元実験においてペレット中のS濃度変化について調査した。

#### 3. 実験結果

##### 3.1 回転摩耗による粉化

回転炉に装入されたペレットは主にペレットとペレット、またはペレットとコークスとの摩耗によつて粉化すると考えられる。したがつてコークス混合量と回転炉の装入物表面におけるペレットの転がり距離が重要である。回転炉におけるペレットの転がり距離は次式が考えられる。

$$S = L \cdot N \cdot 360 / \theta$$

S : 転がり距離 (m)

L : 弦長 (m)

N : 回転数 (rpm)

$\theta$  : 中心角 (度)

したがつて装入量と回転数によつて転がり距離を調節できる。リンダー試験装置にペレット200g, コークス120gを装入し30 rpmで回転させると内径1.2 mの回転炉を3 rpmで回転させた場合に相当する。この結果をFig. 1に示す。この図から乾燥ボールは摩耗強度は小さく特にコークスを添加すると180 minで粉化率42.9%となる。焼成温度を500°C, 600°Cと上昇させると粉

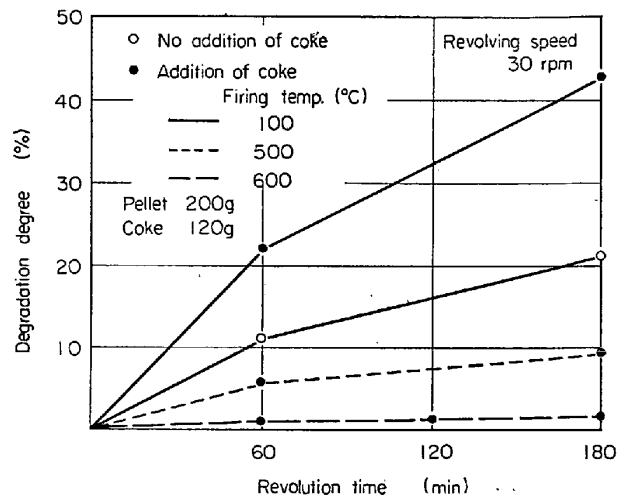


Fig. 1. Relation between degradation degree and revolution time in various firing temperature by using Linder's apparatus.

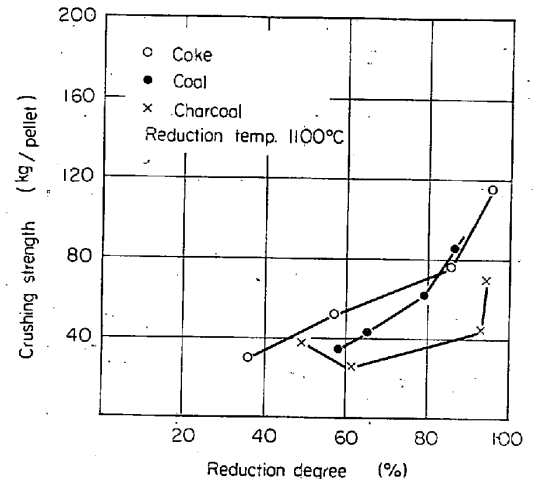


Fig. 2. Relation between crushing strength and reduction degree at constant temperature.

化率は低下し、900°Cで焼成したペレットはほとんど粉化しない。生ペレットの焼成温度と圧潰強度との関係を見ると温度とともに圧潰強度は上昇する。焼成温度600°Cにおけるダストペレットの圧潰強度が約30 kg<sup>2</sup>であるので回転炉における転がり摩耗による粉化を防止するためには圧潰強度として30 kg程度が必要であると思われた。

##### 3.2 還元ペレットの圧潰強度

第1報において固定層の定温還元を行ない還元剤としてコークス、木炭、石炭を用いた場合の還元率と還元時間との関係について述べたがこのとき還元率の上昇とともに圧潰強度がどのように変化するかについて検討した。この結果をFig. 2に示す。これによると還元速度の大きい順序に圧潰強度の上昇がおこなれている。コークスによる還元の場合、還元が進むにつれて圧潰強度は上昇し還元率が90%以上になると強度は急に上昇する傾向を示す。木炭還元の場合は還元速度は最も大であったが還元率90%以上になつても圧潰強度の上昇はみられず還元速度が小になつて急に強度が大となる。以上の結果

\* 第73回講演大会にて発表 講演番号12 昭和42年5月27日受付

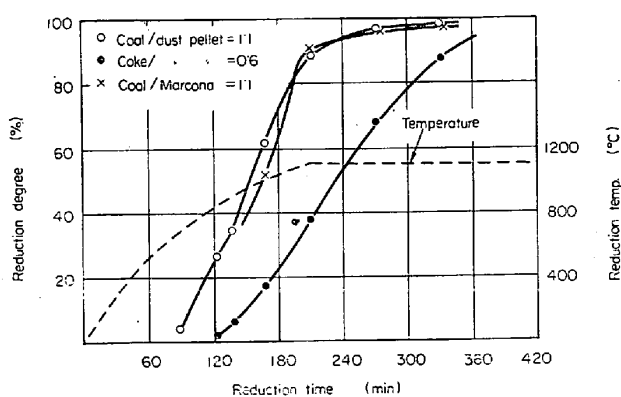


Fig. 3. Relation between reduction degree and reduction time at rising temperature.

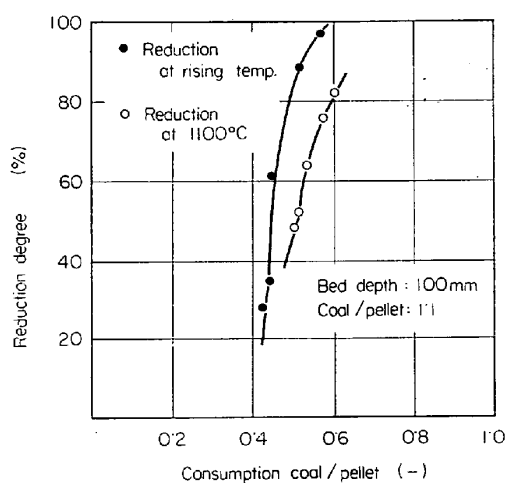


Fig. 4. Relation between reduction degree and coal consumption.

還元速度が大であることはペレット中の酸素除去による気孔率の増大が焼結の進行による気孔率の減少より大であるために強度の上昇がおくれるものと考えられる。したがって還元率が 90% 以上に達し還元速度が小になり焼結が進行すると圧潰強度が上昇する。また還元ペレットの還元率が 80% 以上になると圧潰強度の真の値が明白でなくなってくる。すなわちペレットは荷重が増すにつれて変形し扁平になる傾向を示す。したがって Fig. 2 に示した圧潰強度はペレットに大きいクラックが入り 1 時的に荷重が変化しなくなつた段階の値を圧潰強度とした。この結果図に示すごとく圧潰強度は 80 kg 程度でも還元ペレットは粉化しにくいことが考えられる。

つぎに回転炉を用いてペレットを還元する場合、装入物は予熱、還元帯を通過し温度は次第に上昇する。ここにおいて筆者らは S-L 法などの回転炉における装入物温度プロフィールを参考として昇温状態における固定層還元実験を行なつた。この結果を Fig. 3 に示す。還元温度は回転炉操作におけるリングの生成を防止するため 1100°C を最高とし、1100°C まで 210 min 間で昇温し以後 1100°C に保持するという温度プログラムで実験した。石炭による還元の場合石炭/ペレットが 1:1 となつてゐるのは固定炭素/ペレットをコークスのときと同じにするためである。図から明らかなごとく石炭による還元はコークスによる還元と比較して著しく速い。すなわち装

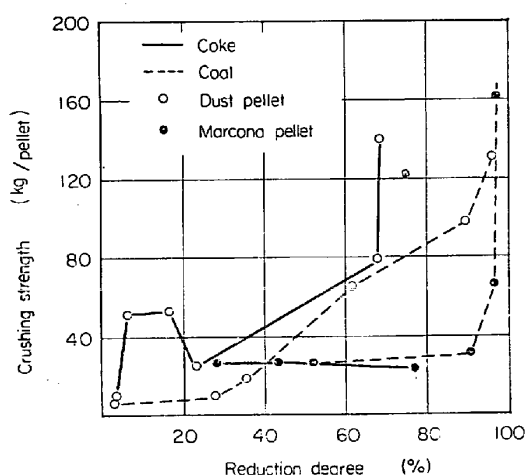


Fig. 5. Relation between crushing strength and reduction degree at rising temperature.

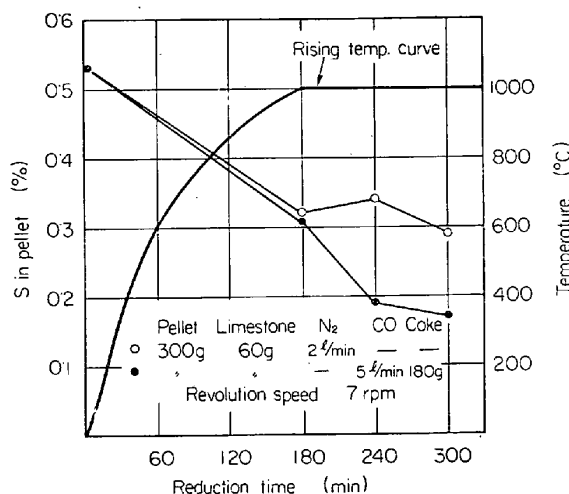


Fig. 6. Desulfurization results by using Linder's apparatus.

入物温度が 1100°C に達したとき石炭ではすでに 90% 近い還元率を示している。また比較のためマルコナペレットの石炭還元を行なつたが還元速度はダストペレットとほとんど同ようであつた。この場合とくに注意すべきことは石炭還元するとき還元率 30% 以上になるとクラックの生成が著しかつたことである。これは前述のごとく還元速度に起因するものと思われる。Fig. 4 はこのときの還元率と石炭消費量との関係を示す。比較のため第 1 報で述べた定温還元の場合も示したが、昇温還元においては石炭消費量が少ない。高松炭の工業分析値は第 1 報に示したが石炭中の水分、揮発分の含量はペレット当たり約 0.42 に相当することからみて、還元率 40% 前後までは揮発分が還元役に役立つことを示す。したがって石炭による還元では定温還元より昇温還元の方が有利である。

つぎに昇温還元の場合の圧潰強度と還元率との関係をしらべた。この結果を Fig. 5 に示す。この図からダストペレットにおいては還元速度が大きい石炭による還元するとき還元初期において圧潰強度が非常に低い。このため回転炉還元を行なうとき粉化の危険が大きいと思われ

た。コークスによる還元の場合は還元率が 10% 付近で還元よりも焼結の方が優先的に進行するため圧潰強度が一時大となるが還元率が 30% 近くになると再び低下した。以後還元率の高くなるにつれて圧潰強度も上昇する。マルコナペレットはコークス、石炭の場合とも還元が進んでも圧潰強度は大にならず還元率が 95% 近くになって急速に上つた。還元後のマルコナペレットはクラックが多く膨張しているのでマルコナペレット特有のふくれが圧潰強度の低い原因と思われ回転炉還元には不適當ではないかと考えた。

### 3.3 石灰石による脱硫について

S 含有量の多いダストを原料として還元ペレットを製造する場合、還元過程において S の除去が必要である。ここにおいてリンダー試験装置を用いて石灰石による脱硫実験を行なった。この結果を Fig. 6 に示す。還元温度は 1000°C まで 180 min 間で 7 rpm で回転しながら昇温し、以後 1000°C に保持する温度プログラムで実験した。石灰石は 5~10 mm の粒度のものをペレットの 20% 添加した。コークスを混合せず N<sub>2</sub> 気流中においても S は 0.3% 程度まで下がるが CO 気流中では 0.17% 程度まで低下した。還元温度、還元時間、石灰石粒度を適当に選ぶことによりさらに S の低下が期待される。

## 4. 結 言

以上実験結果から大要つぎのことが結論された。

(1) 回転炉における摩耗粉化を少なくするには圧潰強度 30 kg 程度が必要と思われる。

(2) 還元過程における圧潰強度変化について検討した結果、還元速度の大なるとき還元率が高くなつても圧潰強度の上昇がおくれる傾向を示す。したがって還元速度の大きい石炭による還元は粉化しやすいと思われた。

(3) 1000°C の昇温回転還元において石灰石により約 70% の脱硫率がえられた。

## 文 献

1) 田中, 木下, 尾沢: 鉄と鋼, 53 (1967) 3, p.197

動かせるガス流速が粒径の自乗に比例して小になるため微粉になると流動炉に供給しうるガス量が急激に低下するため還元に必要なガス量が極度に不足状態となることに起因する。この欠点を補なうために酸化流動炉では炉床の直径を大にし、流動層の高さを低くして鉱石当りの空気量の増大をはかっている。しかし流動還元炉では外部から熱を加えなければならないため酸化炉のごとき方法をとることに問題がある。第 2 は流動還元において必ずおこる焼結現象である。この現象は微粉になるほどこの傾向が著しく何らかの対策が必要である。これら 2 つの問題点から流動還元炉は微粉鉱に対しては還元炉としてのすぐれた特色を全く失ってしまうのでこれに適した還元法が必要である。微粉鉱の表面積の大きい長所を十分に活用できる方法が実用化されるならばその反応速度はきわめて大であり近時微粉鉱の増大とともに有用な方法になると思われる。W. A. LLOYD<sup>1)</sup>, N. J. THEMELIS<sup>2)</sup>らは垂直上昇、下降流において微粉酸化鉄を輸送層で水素還元を行ない報告している。筆者らはこの輸送層還元法の実用化の可能性を検討することを目的として実験を行なった。本報告においては微粉硫酸滓を水素還元したときの反応管内の微粉鉱の運動について WEIDNER の理論を用いて検討し、還元速度と水素ガス量などの影響について実験したので報告する。

## 2. 実験試料

実験に用いた硫酸滓の化学分析値を Table 1 に示す。

Table 1. Chemical analysis of pyrite cinder.

	P	S	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	T.Fe
%	0.013	1.46	1.2	10.45	56.76
	FeO	CaO	Zn	Cu	
%	6.33	0.66	0.17	0.17	

## 水素による微粉硫酸滓の輸送還元\*

(ガス輸送における微粉鉱の還元—I)

金属材料技術研究所

工博 田中 稔・尾沢正也・下崎雅彦

Reduction in Transport of Fine Pyrite Cinder by Hydrogen Gas

(Reduction of fine iron ores in gas-conveyed systems—I)

Dr. Minoru TANAKA, Masaya OZAWA and Masahiko SIMOZAKI

## 1. 緒 言

5~10 mm の粗粒鉱石の還元炉としてはシャフト炉、回転炉が適し、100 メッシ前後の粉鉱石の還元には流動炉が有効である。しかし 325 メッシ以下の微粉鉱の還元炉として流動炉を用いることには問題がある。その問題点の第 1 は還元速度の低下である。その理由は粒子を流

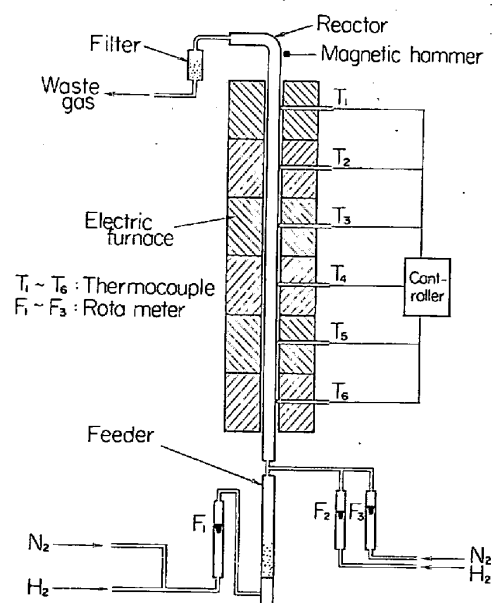


Fig. 1. An equipment for reduction in hydrogen gas flowing upward.

\* 第73回講演大会にて発表 講演番号16 昭和42年5月27日受付