

チャージの効果

デュープレックス方式においてキルンでの還元率が向上し、電気炉装入物の温度が上昇するにしたがつて、電気炉での電力消費量の減少が期待される。そこで本章では、これらの関係を定量的に求めるため、前記大間々工場での研究結果の熱精算を基にして、キルン中の還元率  $r$  (%) 装入物の温度  $T$  ( $^{\circ}\text{C}$ )、電力消費量  $X$  (kWh/pig t) との間の函数関係を次式の通り求めた。

$$X = 2,675 - 0.374T - 17.14r \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{\partial X}{\partial r} = -17.14 \dots\dots\dots (2)$$

$$\frac{\partial T}{\partial r} = 45.9 \dots\dots\dots (3)$$

(2)式より還元率 1% の上昇は電気消費量 17.1 kWh/pig t の節約に相当し、(3)式より還元率 1% の増加と装入物温度 45.9 $^{\circ}\text{C}$  の上昇は電力節約の点から等価であり、還元率の向上と装入物の温度上昇 (ホットチャージ) が電力消費量の節減に極めて重要な役割りを果たすことがわかった。

IV. デュープレックス方式の経済性

デュープレックス方式が従来の生砂鉄製錬方式に比してコスト的にいかなる有利性を持つかを、具体的に銑鉄製造原価を以つて比較した。すなわち Table 3 は 2000 円/t の砂鉄、3円/kWh の電力を前提条件として (a) 従来の生砂鉄製錬方式 (b) コールドチャージのデュープレックス方式 (c) 電気炉をさらに大型化しかつホットチャージ、ガス回収を採用した最新式のデュープレックス方式についてそれぞれ試算した銑鉄製造原価である。この原価表が示すように、砂鉄製錬合理化の方向は電気炉の大型化、予備還元ホットチャージ、ガス回収などにあることが明らかとなった。

V. 総 括

- ① 大規模でかつ経済的な砂鉄製錬方式の確立を目的として本研究を行なった。
- ② 海底砂鉄の賦存および採掘法を研究し、大量かつ安価な砂鉄入手の可能性をもたらした。
- ③ デュープレックス方式は生砂鉄製錬方式に比して電力消費量の低下、生産量の増大、電炉の大型化などの可能性をもたらし、技術的、経済的に秀れた方法である。
- ④ 国内海底砂鉄と国内炭に立脚した本製錬方式の確立は国民経済的にみて、外貨節約上まことに重要である。

622.784 : 462.767 : 669.046.469  
: 622.784 : 462.767 : 669.046.469  
: 622.784 : 462.767 : 669.046.469

(48) 天然ガスによる鉄鉱石の流動還元について

資源技術試験所

○田中 稔・奥山 連勝

Reduction of Iron Ores on the Fluidized Bed by Natural Gas.

Minoru TANAKA and Masakatsu OKUYAMA.

I. 緒 言

天然ガスを利用した流動還元法には H-Iron 法, Nu-Iron 法, Esso-Little 法, Onia-Nowalfer 法などがあるがこれらの多くは天然ガスを前もつて変成した後使用

している。天然ガスをそのまま還元ガスとして使用し金属酸化物の  $\text{O}_2$  を利用し、還元金属を触媒として  $\text{CH}_4$  を変成すると同時に還元を行なわせる方法については多くの報告があるが流動炉による還元については報告がなされていないので筆者は 2, 3 の鉄鉱石について天然ガスによる流動還元実験を行なった。

II. 実験概要

(1) 試料

試料鉱石としては飯岡産の砂鉄、ズングン鉱石、三国鉱石を使用した。それらの化学組成、粒度分布は Table 1 に示すごとくである。

Table 1. Chemical analysis and size distribution of ores.

	Fe <sup>++</sup> (%)	Fe <sup>+++</sup> (%)	T. Fe (%)	SiO <sub>2</sub> (%)
Iōka	24.77	32.01	56.78	9.63
Dungun	2.81	59.39	62.20	5.13
Mikuni	5.80	46.05	51.85	4.98

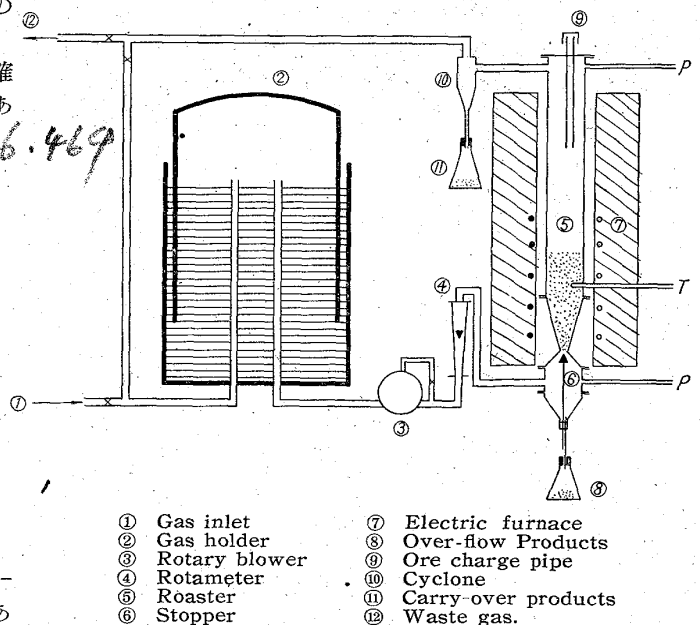
  

Mesh	+35	35~65	65~100	100~150	150~200	-200
Iōka	—	4.9	15.3	51.5	18.8	9.5
Dungun	4.9	30.7	13.1	20.8	5.4	25.1
Mikuni	21.4	14.5	12.9	14.8	3.8	32.6

三国鉱石は褐鉄鉱であり  $\text{N}_2$  中で 900 $^{\circ}\text{C}$ 、60 mm 乾燥すると Fe<sup>++</sup> 7.4%、T.Fe 65.5% となる。また砂鉄はそのままであり、他の鉱石は粉碎した粒度分布を示している。

(ii) 実験装置および方法

装置は前に砂鉄の流動還元実験において使用したもの還元層のみを使用してバッチ実験を行なった。その大略を Fig. 1 に示す。まず一定量の鉱石を装入し  $\text{N}_2$  によつて流動させながら所定温度まで上げた後天然ガスに切り替えて還元した。試料は図中⑥に示すストッパーを



- ① Gas inlet
- ② Gas holder
- ③ Rotary blower
- ④ Rotameter
- ⑤ Roaster
- ⑥ Stopper
- ⑦ Electric furnace
- ⑧ Over-flow Products
- ⑨ Ore charge pipe
- ⑩ Cyclone
- ⑪ Carry-over products
- ⑫ Waste gas.

Fig. 1. Experimental apparatus.

調節して炉の下部から採取した。還元排ガスは④から放出するが、循環する場合は排ガスを②のホルダーにかえて使用した。還元温度は 800~900°C, ガス流速は 20 cm/s であり天然ガス組成は CH<sub>4</sub> 97.5%, CO<sub>2</sub> 0.2%, O<sub>2</sub> 0.5%, N<sub>2</sub> 1.8% であつた。還元率は酸化法によつて求めた。このさい C を分析して重量増加の補正を行なつた。

(iii) 実験結果

(a) 排ガスを循環しない場合の還元実験

飯岡産の砂鉄の還元結果を Fig. 2 に示す。鉄量は

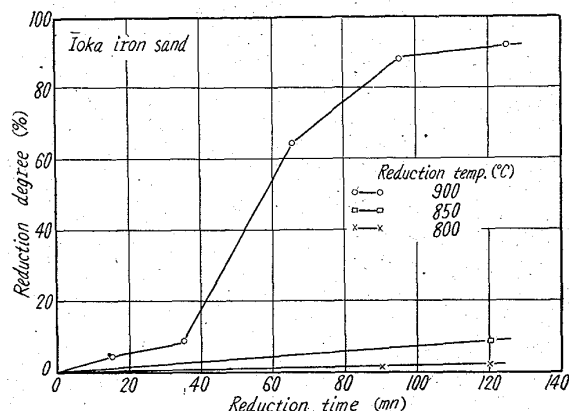


Fig. 2. Relation between reduction degree and reduction time.

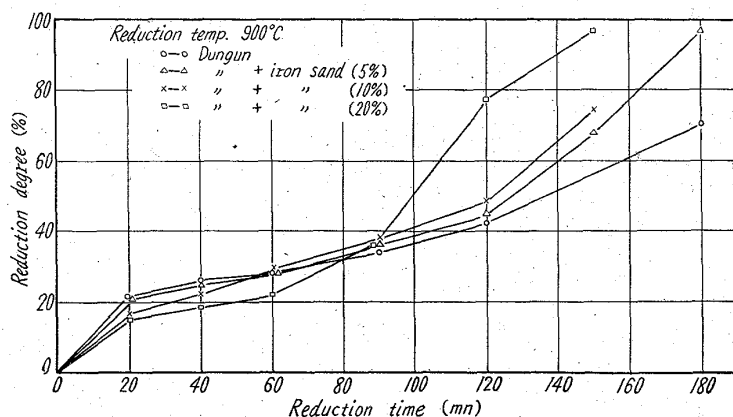


Fig. 3. Relation between reduction degree and reduction time.

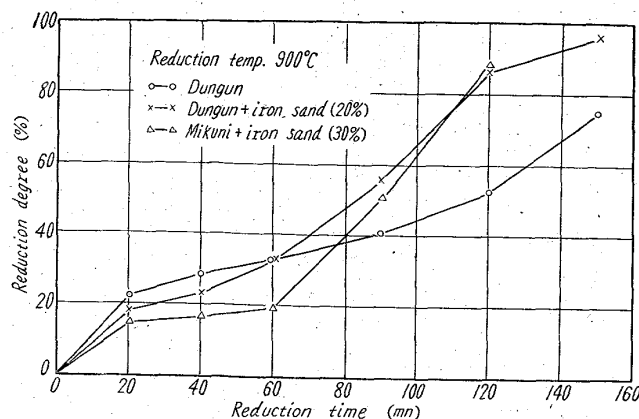


Fig. 4. Relation between reduction degree and reduction time. (circulation gas).

1 kg, ガス量は 1m<sup>3</sup>/h である。還元温度 900°C 以下では還元はほとんど進まないが 900°C においては還元時間 35mn までは還元は緩慢であるが 65mn になると還元率は 64.1% と急上昇し 95mn で 88.7% となつた。これは生成した金属鉄が触媒となつて CH<sub>4</sub> の変成が急速に行なわれたためと思われる。このときの C 量は還元率 64.1% までは 0.15% と低い還元率が 88.7% となると 6.54% と増し、還元率 91.7% では 16.18% となつた。つぎにズンゲン鉄石の還元結果を Fig. 3 に示す。ズンゲン鉄石のみのときは還元率 40% までは還元は徐々に進行し以後速くなつて還元時間 180mn で還元率 70% に達した。このさい還元率 30%, 70% 付近でしばしば焼結する傾向があつた。ここにおいて筆者は焼結しにくい砂鉄を混合して流動還元することを考え 5~20% の砂鉄を混合したときの還元実験を行なつた。この結果焼結のおそれは全然なくなり安定して還元できた。また砂鉄の混合量が増すと還元の進行が速くなることが認められた。

(b) 排ガスを循環した場合の還元実験

前述の実験において排ガスの組成をみると CO<sub>2</sub> は 0.5~0.4% と低く H<sub>2</sub> は次第に高くなる傾向が認められたのでこの排ガスを循環して使用し実験を行なつた。この結果を Fig. 4 に示す。この図から解ることく循環した場合、還元の進行は循環しない場合より速くなり、C 量はいちじるしく低下し還元率が高くなつても C は 0.5% 以下であつた。また循環しない場合排ガス中の CO 濃度は低かつたが、循環した場合は還元時間とともに高くなる傾向が認められた。三国鉄石も焼結しやすいが砂鉄を混合することによつてこれを防止できた。

III. 結 言

以上天然ガスによる還元実験の結果を要約すると、

- (1) 天然ガスによる還元はその速度が始めは徐々であるが還元率 40~50% 程度から大となる。
- (2) 排ガスを循環すると還元の進行は速くなり、C 量を少なくすることができる。この場合循環ガス中の CO は次第に高くなつた。
- (3) 砂鉄はズンゲン鉄石、三国鉄石に比して CH<sub>4</sub> の変成を促進しやすいために還元速度が大である。
- (4) 流動還元中における焼結防止には少量の砂鉄の混合が有効であることが解つた。