

(7) 含チン砂鉄鉱の還元製錬における諸元素の挙動—その1

(砂鉄の電気炉製錬法に関する研究—Ⅲ)

日曹製鋼, 技術部

村上 明・工博 高井 清・工〇佐藤祐一郎

Behavior of Various Elements in Reducing Smelting of Iron Sand—Part 1.

(Studies on the electric pig iron smelting of iron sand—Ⅲ)

Akira Murakami, Kiyoshi Takai, Yuichiro Sato.

I. 結 言

熔鉄と熔滓の平衡状態における諸元素の挙動に関しては従来から多くの研究が行われてきたが、熔融相と赤熱せる還元剤および造滓材とが反応して還元が進行する場合に、その還元条件が銑鉄の諸成分に及ぼす影響をおよぼすかについて論じた研究は少ない。

著者は前報¹⁾において鉄鉱石あるいは砂鉄に還元剤および造滓材を加えて熔融状態においてこれが共存する場合に、還元条件が銑鉄成分におよぼす影響について調べた。本報はこれらの結果から鉄鉱石および砂鉄を還元製錬した場合における諸元素の挙動について検討を加えたものである。すなわち C, Si, Mn, P, S, Ti および V の各元素について還元時間、還元温度、鉱滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2$) および鉱滓中 ΣTiO_2 含有量との関係について調べた。

II. 実 験 方 法

(1) 試料: 既報¹⁾のごとく一定粒度の鉄鉱石, 砂鉄, 高チタン砂鉄, マンガン鉱石, 硫化鉄, 生石灰, 珪石を所定量配合し木炭粉により熔融状態において還元した。

(2) 実験装置: 還元製錬試験には 50KVA クリプトル炉を使用し, 8 番黒鉛坩堝内にて試料を熔解した。

(3) 実験方法: 既報¹⁾のごとく各種配合の原料をクリプトル炉内において所定温度で熔解した。原料は鉄鉱石あるいは砂鉄を 200g ずつ使用するものとし, 鉱石中の鉄分を還元するに要する理論炭素量の 150% の還元剤を添加し, さらに造滓材を目的の割合に配合したものである。一定時間で熔解した後所定温度に一定時間保持し, ただちに坩堝を炉外に取り出して試料を金型内にて急冷した。

III. 諸元素の挙動

(1) C の挙動

還元時間 4 時間以上および還元温度 1,400°C 以上においては鉄鉱石, 砂鉄いずれの場合も銑鉄の C 含有量はや

や減少している。また鉱滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2$) が高くなると C 含有量は徐々に増加する傾向が認められる。総じて砂鉄の場合は鉄鉱石に比較して銑鉄の C 含有量は高い。また鉱滓中 ΣTiO_2 含有量の増加と共に銑鉄の C 含有量は増加する傾向が認められる。

(2) Si の挙動

銑鉄の Si 含有量は鉄鉱石および砂鉄いずれの場合にも還元時間および還元温度と共に増加し, 鉱滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2$) の増加によつて減少している。総じて砂鉄の場合は鉄鉱石に比較して Si 含有量は低い。Fig. 1, 2 および Fig. 3 は還元時間, 還元温度および鉱滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2$) と銑鉄の Si 含有量との関係の一例を示したものである。また

鉱滓中 ΣTiO_2 含有量の増加によつて銑鉄の Si 含有量は減少する傾向が認められる。

(3) Mn の挙動

銑鉄の Mn 含有量は鉄鉱石および砂鉄いずれの場合にも還元時間, 還元温度および鉱滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2$) の増加

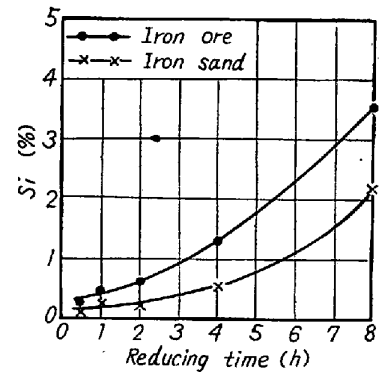


Fig. 1. Relation between Si contents of pig iron and reducing time.

[Reducing temperature = 1,450 °C, $\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2 = 0.85$.]

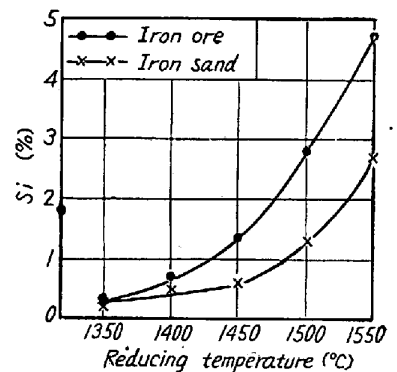


Fig. 2. Relation between Si contents of pig iron and reducing temperature.

[Reducing time = 4 h, $\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2 = 0.94$.]

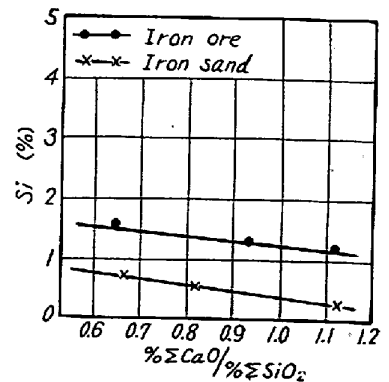


Fig. 3. Relation between Si contents of pig iron and slag basicity ($\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2$)

[Reducing temperature = 1,450 °C, Reducing time = 4 h.]

と共に増加し、鉍滓中 ΣTiO_2 含有量の増加によつて多少減少する傾向が認められる。総じて砂鉄の場合は鉄鉍石に比較して銑鉄の Mn 含有量は低い。

(4) P の挙動

還元条件にほとんど無関係で常に一定値を示す。

(5) S の挙動

銑鉄の S 含有量は鉄鉍石および砂鉄いずれの場合にも還元温度および鉍滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2$) の増加と共に減少するが、還元時間には関係がない。また銑鉄の S 含有量は鉍滓中 ΣTiO_2 含有量の増加によつて徐々に減少する傾向が認められる。総じて砂鉄の場合は鉄鉍石に比較して銑鉄の S 含有量は低い。

(6) Ti の挙動

銑鉄の Ti 含有量は還元時間および鉍滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2$) によつてほとんど変化しないが、還元温度の上昇と共に急激に増加する。また鉍滓中 ΣTiO_2 含有量の増加と共に増加するが、鉍滓中 ΣTiO_2 含有量が 25% 以上においては銑鉄中の Ti 含有量はほとんど増加せず一定値に近づく。

(7) V の挙動

銑鉄の V 含有量は還元条件によつて変化せず、V の還元率はほとんど一定である。

IV. 考 察

一般に含チタン砂鉄鉍の還元製錬においては炉内温度を抑制する事によつて TiO_2 の過還元を阻止しているため、各成分の還元の進行は相互に関連をもっている。したがつて還元反応は一成分のみを単独に取出して考えるよりむしろ多くの成分との同時反応を coupling させて考えるのが良策である。著者はかかる観点から行つた森氏の研究²⁾にしたがつて鉍滓塩基度を $B = \sum_i a_i N_i$ にて表示した場合における $K' = N_{[\text{Ti}]} \cdot N_{(\text{Si})} / N_{(\text{Ti})} \cdot N_{[\text{Si}]}$ と B との関係を探求した。Fig.4 は鉍滓中 ΣTiO_2 含有量 = 3.11~31.34% における $K' = N_{[\text{Ti}]} \cdot N_{(\text{Si})} / N_{(\text{Ti})} \cdot N_{[\text{Si}]}$ と鉍滓塩基度 $B = \sum_i a_i N_i$ との関係を示す。K' と B との間にはある一定の関係があり、鉍滓塩基度 B が増加することによつて K' の値は増加しまた鉍滓塩基度 B が減少すれば K' の値も減少する。また鉍滓中の SiO_2 含有量と TiO_2 含有量との比が一定の場合において鉍滓中の塩基性成分である CaO, MgO などの増加によつて K' の値は減少するから銑鉄中の Si 含有量は減少する。また鉍滓中の TiO_2 含有量、 SiO_2 含有量に変化がない場合であれば銑鉄中の Ti 含有量と Si 含有量は共に増減することになり、銑鉄中の Si の挙動を見ることによつて Ti の挙動を推察することができる。

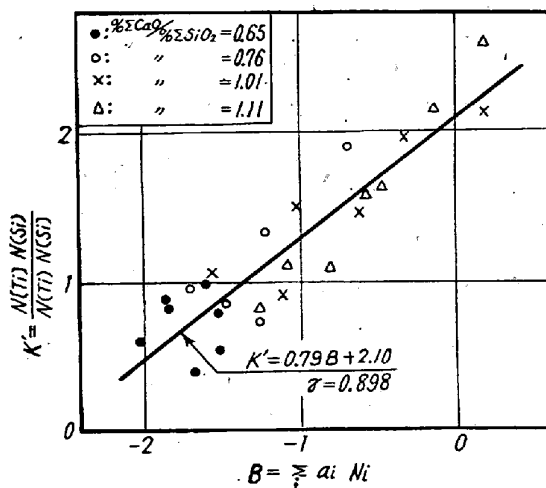


Fig. 4. Relation between $K' = N_{[\text{Ti}]} \cdot N_{(\text{Si})} / N_{(\text{Ti})} \cdot N_{[\text{Si}]}$ and slag basicity ($B = \sum_i a_i N_i$).

Reduction temperature = 1,450°C, Reducing time = 4h, $(\text{Al}_2\text{O}_3) = 15.9 \pm 1.0\%$, $(\text{FeO}) = 1.8 \pm 0.2\%$, $(\Sigma \text{TiO}_2) = 3.11 \sim 31.34\%$, Total Mn = 2.5%.

V. 結 言

著者は鉄鉍石あるいは砂鉄に還元および造滓材を加えて黒鉛坩堝内で熔融還元した場合の各元素の挙動を調べた。さらに Ti と Si の同時反応について検討を加えた結果銑鉄中の Ti 含有量、Si 含有量、鉍滓中の Ti 含有量、Si 含有量の間にはある一定の関係が存在する事を見出した。

文 献

- 1) 著者: 鉄と鋼, 44 (1958), 962
- 2) 森一美: 学振, 製鋼第 19 委員会第 3 分科会, (1958) 以下省略

(8) 含チタン砂鉄鉍の還元製錬における諸元素の挙動—その 2

(砂鉄の電気炉製錬法に関する研究—Ⅳ)

日曹製鋼, 技術部

村上 明・工博 高井 清・工〇佐藤祐一郎

Behavior of Various Elements in Reducing Smelting of Iron Sand—Part 2

(Studies on the electric pig iron smelting of iron sand—Ⅳ)

Akira Murakami, Kiyoshi Takai, Yuichiro Sato.

I. 緒 言

著者らはその 1 において鉄鉍石および砂鉄を還元製錬