

粉鉍の層別使用，6点法による塩基度の管理を実施して高炉の要求を大体満足させる程度の焼結鉍を生産した。

(5) 石灰焼結鉍のコストは，5% 石灰焼結で 2%，10% 石灰焼結で 5・5% とそれぞれ低下したが鉄分換算からの生産コストは変らなかつた。

以上のことがらから判断して石灰焼結は普通焼結よりもすぐれていたと考えられる。したがって今後はこの操業試験から未解決のままのこされた諸問題を究明するとともに，よりよい石灰焼結鉍の製造に一層の努力をあらわねばならないと思う。(昭和 34 年 11 月寄稿)

含チタン砂鉄鉍の還元条件が銑鉄成分におよぼす影響*

(砂鉄の電気炉製錬法に関する研究—I)

村上 明**・高井 清***・佐藤祐一郎**

Influence of the Reducing Conditions on the Chemical Composition of Pig Iron.

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

Akira Murakami, Kiyoshi Takai and Yuichiro Sato.

Synopsis:

The fundamental studies on the reducing smelting of iron ore and iron sand were researched by many authors. However in these researches, ores of solid state were reduced with reducing agent of gaseous state, it seemed to be not yet reported in details on the reducing smelting in molten state of these.

The authors reduced ore and flux in molten state and studied on influence of the reducing conditions on the chemical composition of pig iron. When iron ore and iron sand were reduced in various reducing conditions, the results were summarized as follows:

1) With increase of reducing temperature, Si, Mn and Ti content of pig iron were increased, S content decreased and P and V content did not change.

2) With increase of slag basicity ($\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2$), Si and S content of pig iron were decreased, Mn content was increased, Ti content was increased gradually and V content did not change.

3) With increase of ΣTiO_2 content in slag, Si, Mn and S content of pig iron was decreased gradually and Ti content was increased to the constant value on the same conditions but did not increase more than its value.

4) When the reduction of iron sand in comparison with iron ore at the same conditions, in general, the one obtains high C and low Si content of pig iron and the other obtains low C and high Si content of pig iron.

5) Constituent range indicates the lowest melting temperature ($1260^\circ \sim 1310^\circ \text{C}$) of TiO_2 containing slag exists between ΣTiO_2 content in slag—20~25% and slag basicity $\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2 = 0.7 \sim 0.8$.

I. 緒 言

鉄鉍石あるいは砂鉄の還元製錬に関して従来行なわれている研究は，主として鉍石は固体であり，還元剤は気体である場合が多い^{1)~5)}。しかしかかる状態における還元の諸研究は熔鉍炉とか海綿鉄製造における還元反応に関する考察には有益と考えられるが電気炉製錬におけるごとく，熔融相と赤熱せる還元剤および造滓材とが反応して，短時間に還元が進行する場合にも妥当であるか否

かは検討を要するものと考えられる。

著者らは研究の一手段として熔融状態の鉍石，造滓剤が還元剤と共存する場合に含チタン鉍滓との間における諸反応を明らかにし，還元条件が銑鉄成分におよぼす影響について調べた。

* 昭和 33 年 10 月本会講演大会にて講演

** 日曹製鋼株式会社技術部

*** 同 上 工博

II. 実験装置, 実験方法および使用原材料

一定粒度の鉄鉱石, 砂鉄, 高チタン砂鉄, マンガン鉱石, クローム鉱石, バナジウム滓, 硫化鉄, 生石灰, 珪石を所定量配合し, 還元剤として木炭を使用して熔融状態において還元した. Table 1 は使用原材料を示し, Table 2 はその粒度組成を示す. Fig. 1 は実験装置を示す.

還元製錬試験には 50 kVA クリプトル炉を使用した. 還元容器として 8 番天然黒鉛坩堝および人造黒鉛坩堝を使用した. 坩堝内部の温度測定には, 先を封じた純炭素管 (内径 10mm, 肉厚 3.5mm) を挿入し, この中に石英管 (内径 5 mm, 肉厚 1 mm) を入れ, ここに Pt-PtRh 熱電対を挿入し, 炉内の還元雰囲気および熔滓による損耗を防止した.

まず炉内温度を還元温度より 50°C 高温に保持した状態において, 適宜に配合し混合せられた状態において装入原料を装入ホッパーを通して坩堝内に装入した. 装入後は還元温度測定用炭素保護管を埋込んだ黒鉛製の蓋

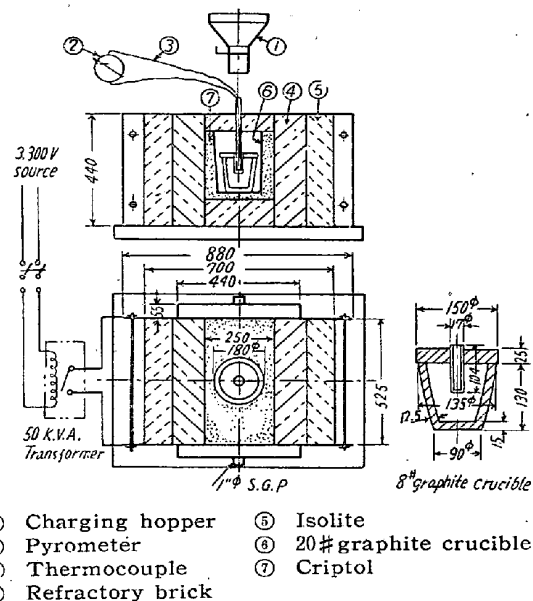


Fig. 1. 50 kVA criptol furnace.

をし, さらにその上から耐火煉瓦の蓋をおいた. 装入物はすべて 15 分後に所定温度に達するように温度を調節する. 原料は鉄鉱石あるいは砂鉄を 200 g 使用し, 鉱石中

Table 1. Chemical composition of various raw materials.

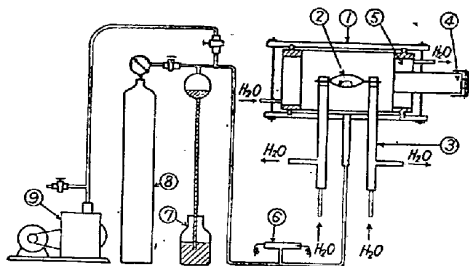
Chemical composition (%)	T.Fe	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	MnO	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	P	S	Cu
Raw material														
Iron ore	60.29	3.84	81.95	3.00	0.27	0.72	4.50	0.92	—	0.062	0.043	0.050	0.054	—
Iron sand	59.00	34.15	46.80	4.05	0.20	2.43	2.04	0.53	8.36	0.713	0.129	0.055	0.024	—
High-Ti containing iron sand	44.03	25.78	34.32	4.70	tr	3.26	1.78	0.41	29.85	0.297	0.150	0.083	0.020	—
Mn ore	1.33	—	—	3.30	tr	0.82	1.67	50.02	—	—	—	0.075	0.008	—
Chromite	10.79	10.19	4.10	4.05	1.23	18.07	8.15	0.29	—	—	54.15	0.110	0.190	—
V slag	29.84	29.01	7.25	13.93	21.10	8.15	2.17	3.64	5.57	5.95	0.28	2.18	0.045	—
Iron sulphide	64.50	0.20	—	0.22	—	—	—	0.40	—	—	—	0.033	26.80	0.386
Charcoal	96.81	1.64	0.96	0.59	—	—	—	—	—	—	—	0.006	0.320	—
Lime	—	—	0.21	0.98	88.48	1.54	0.20	—	—	—	—	0.029	0.081	—
Quartzite	—	—	3.34	96.35	0.26	0.23	0.48	—	—	—	—	0.015	0.009	—

Table 2. Size analyses of various raw materials.

Size	Size analysis, wt (%)								
Raw material	-4 # +10 #	-10 # +20 #	-20 # +32 #	-32 # +42 #	-42 # +60 #	-60 # +80 #	-80 # +100 #	-100 # +150 #	-150 # +200 #
Iron ore	—	—	32.6	21.0	21.0	25.4	—	—	—
Iron sand	—	—	1.5	6.5	26.5	29.0	26.5	9.5	0.5
High-Ti containing iron sand	—	—	—	1.0	10.0	32.0	47.6	8.3	1.1
Mn ore	—	—	91.6	3.7	2.5	2.2	—	—	—
Chromite	—	—	46.4	24.5	10.0	19.1	—	—	—
V slag	—	—	47.3	22.7	11.8	8.2	—	—	—
Iron sulphide	60.0	40.0	—	—	—	—	—	—	—
Charcoal	—	—	32.6	21.5	10.0	19.1	—	—	—
Lime	—	—	30.0	70.0	—	—	—	—	—
Quartzite	—	—	46.0	54.0	—	—	—	—	—

の鉄分を還元するに要する理論炭素量に対して十分に過剰なる量（配合率 150%）の還元剤を添加して還元におよぼす坩堝の影響を極力小さくするようにした。さらに副原料および造滓材を鉍滓/鉄鉄=0.7 になるように一定とし、かつそれぞれの目的の割合に配合した。還元時間は所定温度に達した時から後の時間を示すものとし、所定温度に一定時間保持したる後ただちに坩堝より取出し試料を金型に流し急冷した。

つぎに得られた鉍滓試料およびメタル試料の重量を秤量し、化学分析を行ない、さらに代表的組成を有する鉍滓試料についてその熔融温度を測定した。鉍滓熔融温度測定装置は Fig. 2 に示すときのものである。すなわち



① Water cooling plate. ② Mo plate. ③ Water cooling pole. ④ Peep hole. ⑤ Water cooling jacket. ⑥ Geissler's tube. ⑦ Vacuum meter. ⑧ Ar gas. ⑨ Vacuum pump.

Fig. 2. Apparatus for melting temperature measurements of slag.

熔融温度測定装置内はロータリー真空ポンプおよび油拡散ポンプを使用して 10^{-4} ~ 10^{-5} mmHg 程度の真空となしたる後、アルゴンガスを毎回 1 気圧注入する。発熱体は厚さ 0.5mm のモリブデン板を図のごとく上下にふくらみを付けるようにして合せ、その 2 枚のモリブデン板の中に 25mm³ 程度の団塊状の鉍滓試料を置く。電極部は水冷とし、電源は 100 ボルト A.C. を使用し、容量 30kVA の試験用変圧器の一次側に電流容量 10A のスライダックを挿入してこれによつて二次電流を微細に調節しモリブデン板を過熱する。スライダックの電流を加減することにより 2 枚のモリブデン板の間隙は均熱状態のまま徐々に昇温させることができる。融点は試料が熔解する直後の温度を視窓から光高温計によつて测温し、補正⁶⁾して鉍滓の熔融温度とした。

III. 還元時間および還元温度が鉄鉄成分におよぼす影響

[A] 還元時間

Fig. 3 は鉄鉍石および砂鉄を還元した場合の鉄鉄成分の時間的变化を示したものである。すなわち天然黒鉛坩堝を使用して鉍滓塩基度 $\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2 = \text{一定}$ (平

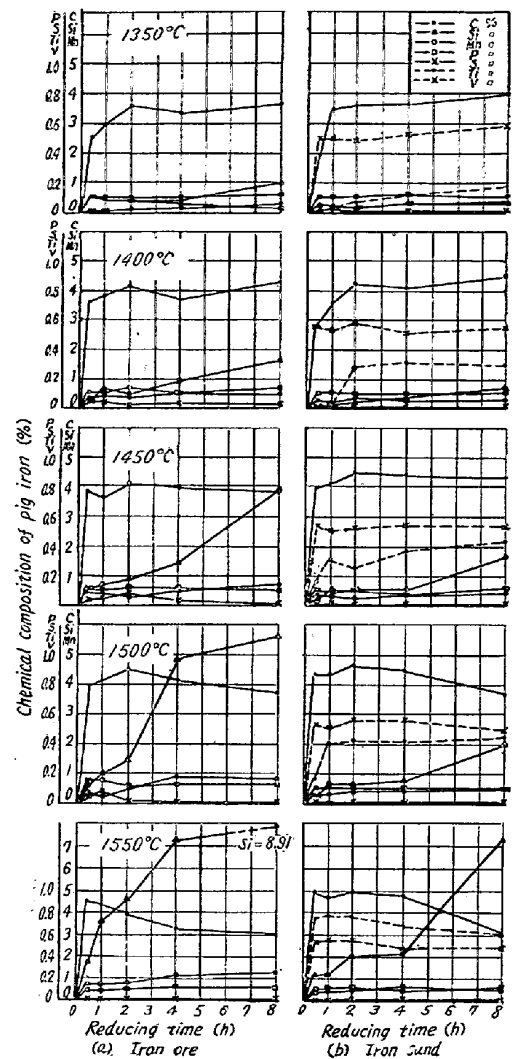


Fig. 3. Variation of chemical composition of pig iron with different reducing temperatures. [$\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2 = 0.815$ (mean value), reducing agent = 150%]

均 0.815), 還元剤過剰率=150%, 還元温度をそれぞれ 1350°C, 1400°C, 1450°C, 1500°C, 1550°C における場合の還元時間に対する鉄鉄成分の変化を示す。還元時間 0.5 時間から 8 時間における各成分の変化はつぎのごとくである。

C の変化: 還元時間とともに増加するが、還元時間が 2 時間以上となれば Si の還元の進行につれて C 含有量は減少する。

Si の変化: 還元時間とともに増加する。総じて砂鉄の場合は鉄鉍石に比較して増加の度合いが小さい。

Mn, P, S, Ti, V の変化: 速かに一定値まで還元し、還元時間によつて顕著な変化は見られない。

なお鉍滓成分は還元時間が長くなるにしたがつて鉄鉄中の Si が増加する関係で、鉍滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2$) は多少大となるがその他の鉍滓成分にはほとん

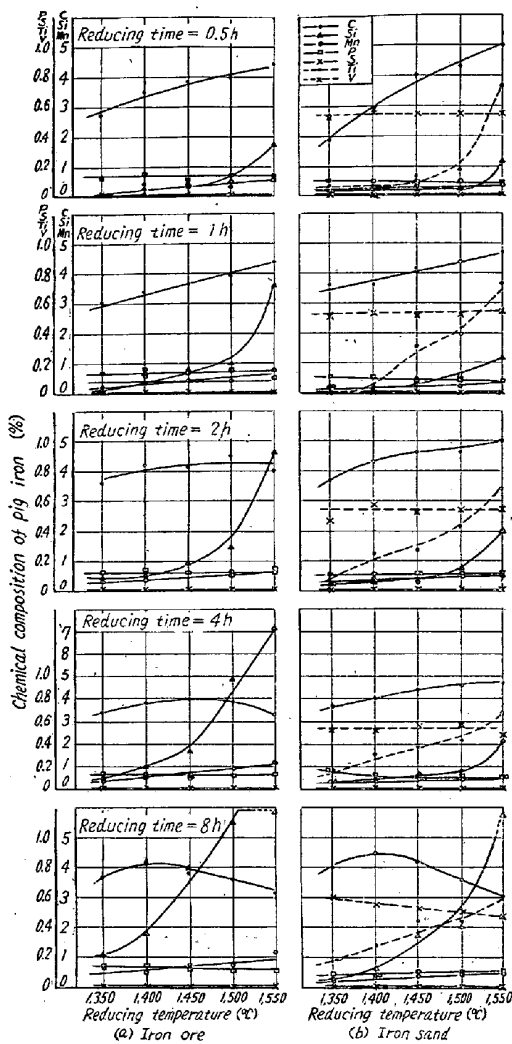


Fig. 4. Variation of chemical composition of pig iron with different reducing temperatures. [% $\Sigma \text{CaO}/\% \Sigma \text{SiO}_2 = 0.815$ (mean value), reducing agent = 150%]

ど時間的変化に見られない。

[B] 還元温度

Fig. 4 は鉄鉱石および砂鉄を還元した場合の還元温度と銑鉄成分との関係を前記実験結果から纏めたものである。ただし鉱滓塩基度 $\% \Sigma \text{CaO}/\% \Sigma \text{SiO}_2 = \text{一定}$ (平均 0.815), 還元剤配合率 = 150% である。還元温度 1350°C から 1550°C における各成分の変化はつぎのごとくである。

C の変化: 還元時間の短い間は還元温度の上昇とともに増加するが、還元時間 8 時間では 1450°C 以上においては Si の還元がいちじるしくなるので逆に減少する。砂鉄の場合は鉄鉱石に比較して C 含有量はやや高い値を示す。

Si の変化: 還元温度の上昇とともに増加するが砂鉄の場合は鉄鉱石に比較すると増加の程度は非常に小さ

い。

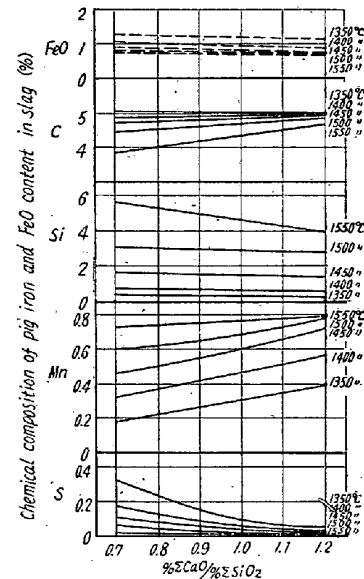
Mn, Ti の変化: 還元温度の上昇とともに増加する。

S の変化: 還元温度の上昇とともに減少する。

IV. 鉱滓成分が銑鉄成分におよぼす影響

[A] 鉱滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO}/\% \Sigma \text{SiO}_2$) の影響

Fig. 5 は還元温度 1350°C, 1400°C, 1450°C, 1500°C, 1550°C で鉄鉱石を還元した場合の鉱滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO}/\% \Sigma \text{SiO}_2$) による銑鉄成分および鉱滓中 FeO 含



[Reducing temp. = 1,350°C, 1,400°C, 1,450°C, 1,500°C, 1,550°C.]
Reducing time = 4h. Reducing agent = 150%.
Total S = 0.5% (Const.), $(\text{Al}_2\text{O}_3) = 14.9 \pm 1.0\%$.

Fig. 5. Relation between chemical composition of pig iron, FeO content in slag and slag basicity ($\% \Sigma \text{CaO}/\% \Sigma \text{SiO}_2$) on the reduction of iron ore.

有量の変化を示す。ただし還元容器には人造黒鉛電極製坩堝を使用し、還元時間 = 4 時間、還元剤配合率 = 150%, 総硫黄含有量 = 0.5% である。なお鉱滓中 FeO 含有量は $1.0 \pm 0.3\%$, 鉱滓中 Al_2O_3 含有量は $14.9 \pm 1.0\%$ を示した。ここに総硫黄含有量 = 0.5% とは原料中に含有する全硫黄が還元されて銑鉄中に入った時、銑鉄中の硫黄含有量は 0.5% になるという意味である。還元温度 1350°C から 1550°C における鉱滓塩基度 $\% \Sigma \text{CaO}/\% \Sigma \text{SiO}_2 = 0.69$ から 1.19 まで変化した場合の各成分の変化はつぎのごとくである。

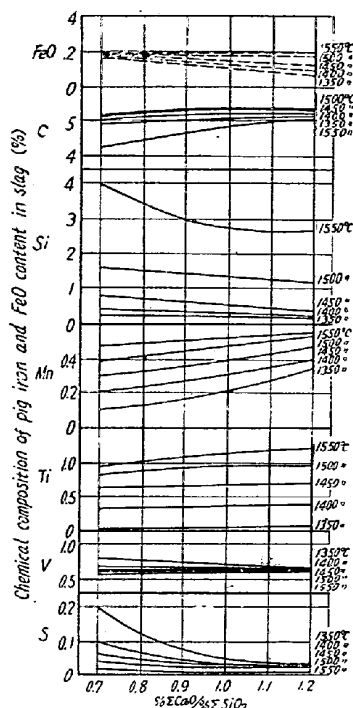
C の変化: 還元温度の低い時は C の変化はほとんどなく還元温度 1450°C 以上では鉱滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO}/\% \Sigma \text{SiO}_2$) の増加とともに増加する。

Si の変化: 還元温度 1450°C 以上では鉱滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO}/\% \Sigma \text{SiO}_2$) の増加によつて減少する。

Mn の変化: 還元温度の低い時は鉱滓塩基度 ($\% \Sigma$

$\text{CaO}/\% \Sigma \text{SiO}_2$ の増加によつていちじるしく増加するが還元温度 1550°C ではその影響は小さくなる。

S の変化: 鉍滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO}/\% \Sigma \text{SiO}_2$) の増加によつて減少する。還元温度の低い時はその影響は大である。



[Reducing temp. = 1350°C , 1400°C , 1450°C , 1500°C , 1550°C .]
[Reducing time = 4h. Reducing agent = 150%]
[Total S = 0.5% (Const.), $(\text{Al}_2\text{O}_3) = 14.9 \pm 1.0\%$.]

Fig. 6. Relation between chemical composition of pig iron, FeO content in slag and slag basicity ($\% \Sigma \text{CaO}/\% \Sigma \text{SiO}_2$) on the reduction of iron sand.

Fig. 6 は還元温度 1350°C , 1400°C , 1450°C , 1500°C , 1550°C で砂鉄を還元した場合の鉍滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO}/\% \Sigma \text{SiO}_2$) による鉄成分および鉍滓中 FeO 含有量の変化を示す。ただし還元時間 = 4 時間, 還元剤配合率 = 150%, 総硫黄含有量 = 0.5% である。なお鉍滓中 FeO 含有量は $1.4 \pm 0.6\%$ を示し, 鉍滓中 Al_2O_3 含有量は $9.5 \pm 1.0\%$ を示した。還元温度 1350°C から 1550°C における鉍滓塩基度 $\% \Sigma \text{CaO}/\% \Sigma \text{SiO}_2 = 0.70$ から 1.19 まで変化した場合の各成分の変化はつぎのごとくである。

C の変化: 鉍滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO}/\% \Sigma \text{SiO}_2$) の増加とともに徐々に増加する。鉍鉄石に比較した場合 C 含有量は一般にやや高目を示す。

Si の変化: 鉍滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO}/\% \Sigma \text{SiO}_2$) の増加とともに減少する。還元温度 1500°C 以上ではその影響は特にいちじるしい。鉄鉍石に比較すれば Si 含有量は

全般に低目となつている。

Mn の変化: 鉍滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO}/\% \Sigma \text{SiO}_2$) の増加とともに増加する。還元温度の低い時はその影響が大である。

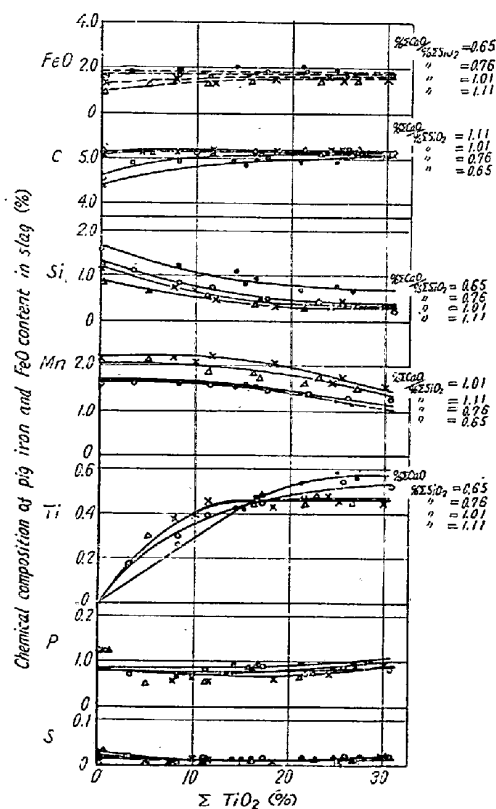
S の変化: 鉍滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO}/\% \Sigma \text{SiO}_2$) の増加によつていちじるしく減少する。還元温度の低い時はその影響が大である。鉄鉍石の場合より総体的に S 含有量は低目である。

Ti の変化: 鉍滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO}/\% \Sigma \text{SiO}_2$) の増加とともに徐々に減少する。

V の変化: 鉍滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO}/\% \Sigma \text{SiO}_2$) の影響は認められない。

[B] 鉍滓中 ΣTiO_2 含有量の影響

Fig. 7 は鉍滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO}/\% \Sigma \text{SiO}_2$) = 0.65, 0.76, 1.01 および 1.11 の場合における鉍滓中 ΣTiO_2 含有量と鉄成分および鉍滓中 FeO 含有量との関係を示す。ただし還元温度 = 1450°C , 還元時間 = 4 時間, 還元剤配合率 = 150%, 総マンガン含有量 = 2.5%, 鉍滓中 Al_2O_3 含有量 = $15.9 \pm 1.0\%$ である。ここに総マンガン含有量 = 2.5% とは原料中に含有する全マンガンが還元



[$\% \Sigma \text{CaO}/\% \Sigma \text{SiO}_2 = 0.65, 0.76, 1.01, 1.11$. Reducing temp. = 1450°C .]
[Reducing time = 4h. Reducing agent = 150%,
Total Mn = 2.5%, $(\text{Al}_2\text{O}_3) = 15.9 \pm 1.0\%$.]

Fig. 7. Relation between chemical composition of pig iron, FeO content in slag and ΣTiO_2 content in slag.

されて鉄鉄中に入った時、鉄鉄中の Mn 含有量は 2.5% になるという意味である。鉱滓中 ΣTiO_2 含有量が 0% から 30% まで変化した場合の鉄鉄成分の変化はつぎのごとくである。

C の変化: 鉱滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2$) が 0.76 以下では鉱滓中 ΣTiO_2 含有量の増加とともに増加するが、鉱滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2$) が 1.01 以上では一定で変化はほとんど認められない。

Si, Mn, S の変化: 鉱滓中 ΣTiO_2 含有量の増加によつていずれも徐々に減少する傾向が認められる。

Ti の変化: 鉱滓中 ΣTiO_2 含有量の増加とともに増加するが、0.55% 以上には達しない。鉱滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2$) が 1.01 以上では鉱滓中 ΣTiO_2 含有量が 10% 以上になつても鉄鉄中の Ti 含有量は増加せず一定となりほとんど変化しない。

[C] 鉱滓成分と鉱滓熔融温度との関係

Fig. 2 のごとき装置を使用して各種の含チタン鉱滓の熔融温度を測定した。Fig. 8 は鉱滓塩基度 ($\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2$) と鉱滓熔融温度との関係を示す。すなわち鉱滓塩基度 $\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2 = 0.65 \sim 1.11$ および鉱滓中 ΣTiO_2 含有量 = 0 ~ 25% の範囲における鉱滓熔融温度を示す。鉱滓中 ΣTiO_2 含有量 = 20 ~ 25% の範囲においては鉱滓塩基度 $\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2 = 0.7 \sim 0.8$ の間に最低熔融温度範囲 ($1260^\circ\text{C} \sim 1310^\circ\text{C}$) が現われる。

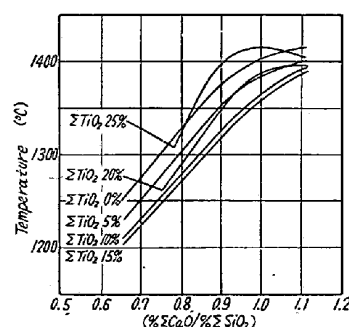


Fig. 8. Relation between basicity ($\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2$) and melting temperature of slag.

V. 考 察

周知のごとく電気炉において砂鉄を還元製錬す際、普通鉄鉱石の場合といちじるしく相違する点は還元温度 (したがつて出鉄温度) が低いこと、高炭素、低珪素鉄であること、脱硫率および Mn の還元率が悪いことである。これらの点についてはつぎのごとく考えられる。

(1) 還元温度が高くなると鉱滓中の TiO_2 は低級酸化物または炭化物をつくり、鉱滓の粘性をいちじるしく増大せしめる。したがつて実際操業では鉱滓塩基度 $\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2 = 0.7 \sim 0.8$ 、鉱滓中 ΣTiO_2 含有量 = 20 ~ 25% を採用しているが、これは Fig. 8 示にすぐとく含チタン鉱滓の最低熔融温度範囲 ($1260^\circ\text{C} \sim 1310^\circ\text{C}$)

を利用しているのである。

(2) 砂鉄鉄は高炭素、低珪素鉄であるが、これは Fig. 7 に示すごとく鉱滓中 ΣTiO_2 含有量の増加にしたがつて鉄鉄中の Si 含有量がいちじるしく減少する点および還元温度の低いことによる Si の還元の低下によるものであることは明らかであろう。したがつて C の溶解度は逆に増加する。

(3) 実際操業における脱硫率および Mn の還元率が悪い点は、鉱滓中 ΣTiO_2 含有量の影響ばかりでなくむしろ還元温度の低いことが大きく影響していることが明らかになつた。

VI. 総 括

熔融状態における鉄鉱石あるいは砂鉄が造滓材および還元剤と共存する場合に還元条件が鉄鉄成分におよぼす影響について検討を加えた。その結果はつぎの通りである。

(1) 還元時間を 0.5 ~ 8 時間に変化した場合、鉄鉱石の還元と比較して砂鉄は Si の還元遅く、C は逆に高くなる傾向が認められる。Mn, P, Ti および V は速かに一定値に達し還元時間により大きな変化をしない。S は還元時間の増加によつて徐々に減少する傾向が認められた。

(2) 還元温度を $1350^\circ\text{C} \sim 1550^\circ\text{C}$ に変化した場合、鉄鉱石の還元と比較して砂鉄は Si 含有量が低く、C 含有量が高くなる。Mn および Ti は還元温度とともに増加し、P および V にはほとんど変化がなく、S は徐々に減少する傾向がある。

(3) 鉱滓塩基度 $\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2 = 0.69 \sim 1.19$ における鉄鉄成分の変化は鉄鉱石および砂鉄いずれの還元の際しても鉱滓塩基度の増加によつて鉄鉄中の Si, S は減少し、Mn は増加する。鉄鉱石の還元と比較して砂鉄は Si および S 含有量は総体的に低い値を示す。砂鉄の還元においては V はほとんど変化せず、Ti は徐々に増加する傾向が認められる。

(4) 還元温度 1450°C において鉱滓中 ΣTiO_2 含有量を 0 ~ 30% まで変化した場合の鉄鉄成分変化は、鉱滓中 ΣTiO_2 含有量の増加とともに Si, Mn および S 含有量は徐々に減少する傾向が認められる。Ti はある一定値まで増加するが、それ以上に増加しない。

(5) 鉱滓塩基度 $\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2 = 0.65 \sim 1.11$ における鉱滓中 ΣTiO_2 含有量 = 0 ~ 30% まで変化した場合に、鉱滓中 ΣTiO_2 含有量 = 20 ~ 25% においては鉱滓塩基度 $\% \Sigma \text{CaO} / \% \Sigma \text{SiO}_2 = 0.7 \sim 0.8$ の間に最低

熔融温度範囲 (1260°C ~ 1310°C) が現われる。

(昭和 34 年 10 月寄稿)

文 献

- 1) 三本木貢治: 鉄と鋼 33 (1941), 7~9 号
 " : " 34 (1948), 1~3 号
 " : 電気製鋼 18 (1942), 239
- 2) A. E. Dobner & Sr. Skramorsky: J. Iron

and Steel Inst, 34 (1936), 589

- 3) J. Klärting: Stahl. u. Eisen., 58 (1938), 13
- 4) 岩瀬慶三, 福島政治: 金属の研究, 7 (1930) 13
- 5) E. P. Barret, C. E. Wood: Bureau of Mines Report of Investigation, (1950), 4569
- 6) 西村秀雄, 久島, 森山, 千田, 河野: 水曜会誌, 12 (1955), 433

スラグ塩基度の新しい尺度および

両性酸化物を含むスラグの塩基度*

森 一 美**

A New Scale of Basicity in Oxide Slags and the Basicity of the Slags Containing Amphoteric Oxides.

Kazumi Mori

Synopsis:

The well-known fact, that $r = \text{Fe}^{2+} / (\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+})$ is increased by additions of basic oxides and decreased by acidic oxides under the constant oxygen pressure, has been selected to measure the basicity of slags. If the concentration of the slag, whose basicity is to be determined, is represented by $C = \Sigma M / (\Sigma \text{Fe} + \Sigma M)$, where $\Sigma \text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$ and $\Sigma M = \text{Ca}^{2+} + \text{Si}^{4+} + \text{Ti}^{4+} + \text{Al}^{3+} + \dots$, and r of the pure iron oxide by r_0 , the new scale of basicity is given by the equation $B = \{(r - r_0) / C\} \times 10$.

The studied slags are (1) pure oxides CaO , SiO_2 , TiO_2 (2) binary slags CaO-SiO_2 , CaO-TiO_2 , $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$, $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$, and (3) ternary slags $\text{CaO-SiO}_2\text{-TiO}_2$, $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$. Samples used in the experiment are of iron oxide with additions of the slag, whose basicity is to be determined. The slag sample is equilibrated under an atmosphere of $\text{CO}_2/\text{CO} = 13.3$ at a temperature of 1480°C. The basicity (B) was determined from the results of analyses for Fe^{2+} and Fe^{3+} .

The values of B for CaO , SiO_2 and TiO_2 are such as would be expected from the metal-oxygen bond strength. In the systems CaO-SiO_2 and CaO-TiO_2 , B changes approximately linearly with mol %, but in the system $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ a maximum appears. The basicity of CaO is decreased by the additions of Al_2O_3 , while that of SiO_2 is increased.

Isobasicity lines of the ternary systems are shown in the ternary diagrams, and empirical equations of basicity were obtained for the concentration range $\text{CaO/SiO}_2 = 1/3 \sim 4$ and TiO_2 (or Al_2O_3) = 0 ~ 35%. At a certain CaO/SiO_2 the basicity does not change with additions of TiO_2 or Al_2O_3 . The basicity corresponding to this CaO/SiO_2 is termed the isoelectric point (B_i). At lower ratios of CaO/SiO_2 B is increased and at higher ratios decreased by additions of TiO_2 or Al_2O_3 . Thus by the term of isoelectric point the amphoteric behaviour of slag constituents can be discussed quantitatively. It was found that B_i is decreased with increase of the metal-oxygen bond strength.

I. 緒 言

スラグ構成成分の酸性、塩基性の挙動、ないしはスラグの塩基度は製錬反応を支配する重要な要素である。これについて従来 CaO/SiO_2 や $(\Sigma \text{塩基性成分}) / (\Sigma \text{酸性成分})$ のような表示法が用いられてきたが、いずれも理論

的根拠の薄弱なものであつた。特に TiO_2 や Al_2O_3 のような酸塩基の中間の強さをもつ成分を多量に含むスラグの塩基度を表示しようとする場合にその弱点がはつき

* 昭和 32 年 4 月および昭和 33 年 4 月、本会講演大会にて発表

** 茨城大学工学部金属工学教室