

その層は非常に薄い。赤鉄鉱の場合には予熱帯がさらに層が厚くなり製錬帯は薄くコークスベットのほとんど生長していない。このように炉内に形成される熔融界域に大きな差を生ずるのは各鉱石の化学成分、熔融温度、被還元性、電気伝導度など物理、化学的性状に基因するものと考えられる。

V. 総 括

試験用の電気製鉄炉で各種の鉄鉱石を還元製錬した場合の炉内の還元状況はつぎのごとく考えることができる。すなわち予熱帯では装入原材料の湿分の排除、予熱およびガスによる間接還元が行なわれ、製錬帯においては急激に還元が進行して金属鉄が生成する。製錬帯下層部のコークスベットは炉内における電気伝導度のもつとも良好な部分の一つであり、このコークスベットの生長あるいは衰退の状況は電極位置に直接影響を与える。このコークスベットの状況や製錬帯の熔融界域の広さは炉況に大きな影響をおよぼすようである。そしてこれが性状の異なつた鉱石の還元製錬に本質的な影響を与えている。

(36) 電気炉製錬における還元過程に関する考察

(砂鉄の電気炉製錬法に関する研究—Ⅶ)

日曹製鋼技術部

村上 明・工博○高井 清・佐藤祐一郎

Considerations on the Reducing Process of Electric Smelting.

(Studies on the electric smelting of iron sand—Ⅶ)

Akira Murakami, Dr. Kiyoshi Takai
and Yûichiro Satô.

I. 緒 言

前報において著者は炉内を急冷することによって性状の異なつた各種の原材料を使用した場合の電気製鉄炉内における熔融、還元の状況を観察した。この熔融、還元の過程を解明するためにはまず含チタン砂鉄鉱の還元製錬に関する基礎的研究¹⁾²⁾を行なうことが必要であるが、さらに炉内における装入原材料の物理、化学的挙動を明らかにしなければならない。本報においては電気製鉄炉内の各部より採取した試料について化学分析、鉱石成分、鉱滓成分および粒鉄試料の顕微鏡試験を行ない、さらに熔融温度および各種鉱滓成分の電気伝導度を測定して電

気製鉄炉内における熔融、還元の機構について検討を加えた。

II. 試 験 要 領

前報に示した試験方法にしたがつて各種鉄鉱石を還元製錬し、解体後炉内より採取した試料について化学分析を行ない、顕微鏡組織を観察しかつ熔融温度の測定を行なうことによつて炉内に形成される熔融帯の状況、鉱石成分および鉱滓成分の変化、炉内各部で行なわれる間接還元の進行状況、鉄鉄中へ不純物元素の含有される過程などについて考察を加えた。さらに各種鉱滓成分の電気伝導度を測定して炉内の熔融界域におけるエネルギー分布について検討を加え、これによつて炉内における原材料の熔融、還元の機構を物理、化学的に解明しようとした。

III. 試験結果と考察

(1) 炉内における鉱石成分の変化

各種の鉄鉱石を使用した場合の炉内における試料採取位置による鉱石および粒鉄の化学成分の変化と炉内の温度分布を Fig. 1~3 に示す。図に示すごとく粒状含チタン砂鉄鉱（ペレット）の場合には磁鉄鉱や赤鉄鉱に比較して熔融界域は炉内の割合高い位置に形成され、予熱帯ですでに相当の間接還元が進行している。すなわち変色帯で、すでにわずかであるが金属鉄の生成が認められる。製錬帯上層部の温度は磁鉄鉱や赤鉄鉱の場合よりいちじるしく低いが、この範囲では金属鉄の生成がいちじるしい。磁鉄鉱の場合では予熱帯の鉱石成分の変化はほとんどなく、予熱帯下層部の温度は 550°C を越えてい

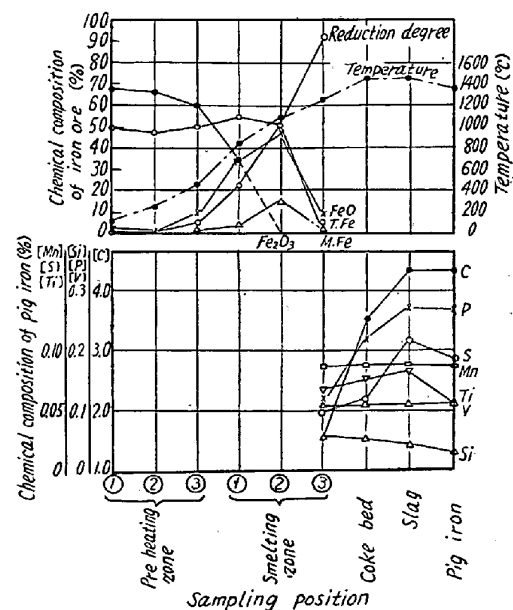


Fig. 1. Variation of chemical composition of iron ore and pig iron with different sampling positions by using granulated iron sand (pellets).

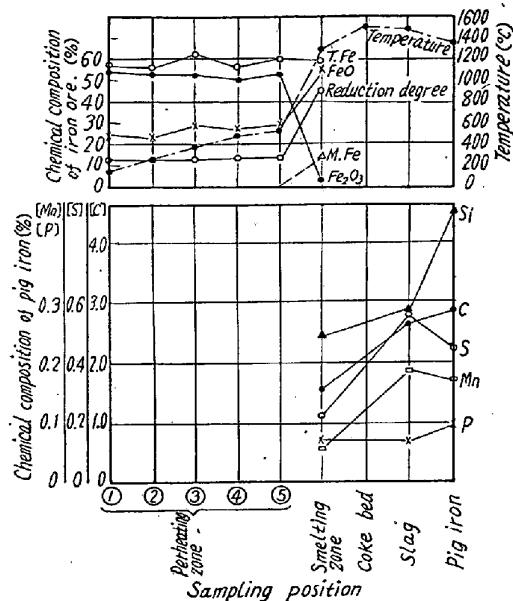


Fig. 2. Variation of chemical composition of iron ore and pig iron with sampling positions by using granular magnetite ore.

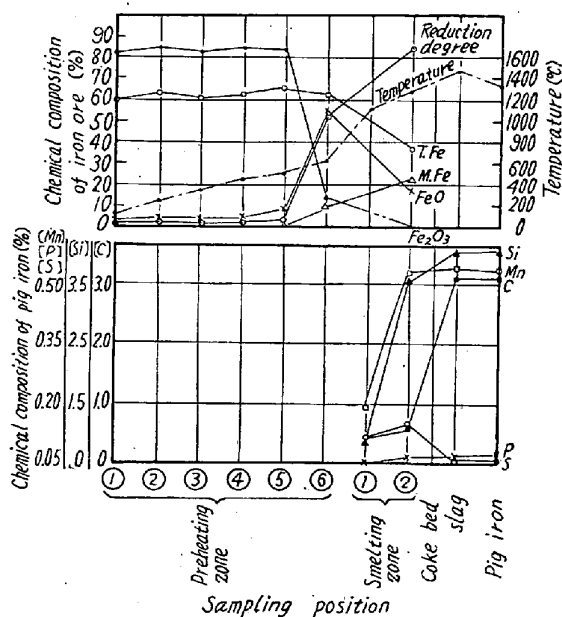


Fig. 3. Variation of chemical composition of iron ore and pig iron with sampling positions by using granular hematite ore.

るが、ガスによる間接還元はほとんど行なわれない。これに反してヘマタイト系の鉱石ではこの範囲に変色帯が形成されており、これはマグネタイト系鉱石がヘマタイト系鉱石に比較して難還元性であることを示している。赤鉄鉱の場合では予熱帯で徐々に還元率は上昇し、変色帯ではわずかであるが金属鉄の生成が認められる。製錬帯の温度は磁鉄鉱の場合と同様に高く、製錬帯は薄いが還元は急激に進行している。

(2) 鉱滓の電気伝導度

Fig. 4 は 1,100～1,300°C における鉱滓成分による電気伝導度の変化の一例を示す。炉内には電極周辺から流れる電流によつて熔融界域ができるが、ことに製錬帯およびコークスベットの状態は炉内の電極位置あるいは鉄鉱石の熔融、還元を大きく支配している。還元の過程にあるこの製錬帯では当然 (FeO) 含有量は高く、含チタン砂鉄

鉱の場合には (TiO₂) 含有量も高くなるが、図に示すごとく (FeO) 含有量の増加によつて電気伝導度は急激に増大する。しかし (TiO₂) 含有鉱滓では (FeO) 含有量が低くても電気伝導度は大であるが鉱滓中 (FeO) 含有量が高くなると (TiO₂) を含有しない鉱滓に比較してむしろ電気伝導度は小さくなっている。

(3) 鉄鉄中へ不純物元素の含有される過程

[C] の吸収状況は試験炉が小型であるため炉内の温度勾配あるいはガス組成など、すべてその変化勾配はいちじるしくかつ製錬帯の層も薄く、さらに製錬帯下層部では相当に (FeO) 含有量が高いので炭素沈積の機会はない。したがって粒鉄中の [C] 含有量は高温のコークスベットを通過するときに急激に高くなっている。もちろん炉床ベットカーボンから少しは吸炭が行なわれるが、これが炭素含有量を支配するものであるとは考えられない。含チタン砂鉄鉱の場合はコークスベット付近の温度が低いにもかかわらず磁鉄鉱および赤鉄鉱の場合よりも [C] 含有量が高い。これはコークスベットを通過する粒鉄の化学成分に関係し、磁鉄鉱および赤鉄鉱では粒鉄中の [Si] 含有量が高いために [C] の溶解度が減少するものと考えられる。したがって [Si] 含有量のいちじるしく低い含チタン砂鉄鉱がもつとも [C] 含有量が高い。

粒鉄中の [S] 含有量は製錬带上層部では未だ低くコークスベット付近で最高値を示す。これは装入原材料の

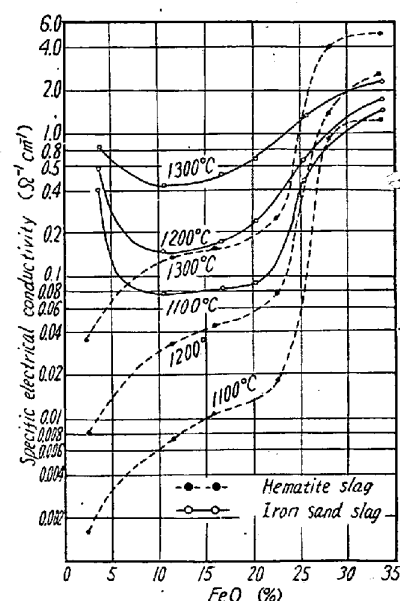


Fig. 4. Comparison of the specific electrical conductivity changed with (FeO) contents between hematite slag and iron sand slag at 1100°C~1300°C

おもな硫黄源はコークスであり、炉内内容物の硫黄濃度がここでもつとも高くなることに関係がある。したがってこの硫黄濃度の高いコークスベットの通過するときに急激に[S]が吸収されるものと思われる。その後は熔融鉍滓層で鉍滓と分離しながら降下する間に徐々に脱硫されて炉床にたまる。脱硫はもちろん湯溜部においても鉍滓との反応によつて行なわれている。したがって脱硫は鉍滓温度が高く、鉍滓中 (FeO) 含有量の低いほど良好である。

粒鉄中の [Si] 含有量は含チタン砂鉄鉍の場合には製鍊帯、コークスベットの通過してもほとんど上昇しない。しかるに磁鉄鉍および赤鉄鉍では、製鍊帯ですでに相当高く含有し、吸炭の行なわれていない粒鉄中でも数%も含有している。これは含チタン砂鉄鉍の場合では (TiO₂) 含有量が高いことと製鍊帯下層部の温度が磁鉄鉍や赤鉄鉍の場合よりも低いことが低珪素含有量にしているものと解される。したがって含チタン砂鉄鉍の場合には炉内に厚いコークスベットの層が形成されるが、磁鉄鉍や赤鉄鉍の場合では過剰のコークスは製鍊帯で [Si] の還元消費されるために、コークスベットのあまり生長しない。

[Mn], [P], [Ti], [V] その他の不純物元素の吸収は製鍊帯下層部からコークスベットの通過するうちに徐々に行なわれる。したがって製鍊帯の温度が高いほど吸収は大である。

IV. 総 括

電気製鉄炉内における熔融、還元の機構はつぎのごとくである。製鍊帯上層部で生成した金属鉄は製鍊帯を降下するにつれて鉍滓成分と分離して微粒鉄となり、あるものはたがいに合流して大きな粒鉄に生長しながらコークスベットの通過して不純物元素を吸収し、鉍滓部を降下して炉床にたまる。そして鉄の化学成分を支配するのは一部熔融あるいは半熔融の状態にある製鍊帯である。この部分の熔融界域は使用する鉍石によつてそれぞれ特有の性状を示し、これが還元製鍊に本質的な影響を与えている。脱硫はコークスベットの通過してから行なわれ、したがって鉍滓温度が高く、鉍滓中 (FeO) 含有量の低いことが脱硫には望ましい。

文 献

- 1) 村上 明, 他: 鉄と鋼, 46 (1960), 466
- 2) 村上 明, 他: 鉄と鋼, 45 (1959), 880, 881

(37) 石灰飽和滓による熔鉄の脱磷におよぼす雰囲気の影響

北海道大学工学部

工博 吉井 周雄・〇満尾 利晴

Effect of Atmosphere on the Dephosphorization of Molten Iron by Lime-Saturated Slag.

Dr. Chikao Yoshii and Toshiharu Mitsuo.

I. 緒 言

近年酸素製鋼法の発達にともなつて、鋼浴における脱磷の問題が注目されてきつつある。石灰—磷酸系の鋼滓と鋼浴中の磷の間の平衡については G. TRÖMEL, W. A. FISCHER らの多くの研究者によりしだいに明らかにされている。しかし塩基性鋼滓による脱磷速度についてはほとんど実験が見当たらない。

著者らは鋼浴より酸化された磷酸が速く石灰と反応するように石灰坩堝中に磷を含んだ純鉄を熔し、いろいろの酸化度の雰囲気をもつて酸化して脱磷の状態を調べた。

II. 実験方法

試料は電解鉄にあらかじめ 0.1% [P] となるように磷化鉄を加えて、真空熔解して作った。石灰坩堝は最純炭酸石灰にて成型し、1800°C にて 40 分間焼成して、深さ 30mm, 内径 21mm のものを作った。前記の純鉄 50g を石灰坩堝中に入れ、透明石英管中へ挿入した。石英管の水冷摺合せキャップは 4 本の試料採取管とガス導入管を備えている。これにより雰囲気を変えることなく、分析試料を随時採取することができた。1 時間アルゴンを通したのち、そのまま高周波誘導炉にて加熱熔解する。所定の温度に達したのち試料を採取して酸化前の熔鉄試料とした。つぎにアルゴンを CO, CO₂ および混合ガスに置換して、200cc/mn にて流し 5 分ごとに試料を 3 回採取した。そして第 1 回試料採取後 25 分にてふたたびアルゴン気流中にてできるだけ速やかに冷却した。温度は純鉄の凝固点で補正した光高温計を用いた。実験は 1590°C, 1630°C で行なつた。

III. 実験結果

1630°C にてアルゴン雰囲気中にて実験を行なつたところまったく脱磷は見られなかつたのでアルゴン雰囲気にて熔解を行なうときに [P] の酸化が行なわれないことを確かめることができた。

CO 気流中ではほとんど脱磷は見られなかつたので、CO₂/CO の混合ガス中にて実験を行なつた。混合ガスの組成は CO₂/CO を 0.067, 0.45, 1, 2 とした。熔鉄中の