

抄 録

— 原 料 —

回転炉におけるルッペの製造と高炉におけるその使用
試験 (A. I. GUIMMEL'FARB and G. I. CHASSOVITIN:
Stal, (1960) No. 8, 691~694)

オルスコーハリロフスキーコンビナートにおいては、この地方の鉱石が Ni, Cr, Al_2O_3 , SiO_2 の高い貧鉄であり、高炉への直接装入がきわめて困難であるため、回転炉による粒鉄の生産を行ない、その成品を高炉に装入して効果を上げている。この方法によれば同鉱石を磁化焙焼にかけるよりも Fe および Ni の回収において遙かに有利である。

使用せる炉は長さ 60m, 鉄皮直径 3.6m, 回転数 0.5~1.35 rpm でそのプロセスはまず鉱石を乾燥し、破砕機で破砕したのち篩分し、粉コークスとともに秤量して炉に装入する。炉から出たものは水冷後ボールミルを経て乾式磁気分離器にかけ粒鉄と鉄滓を分別する。

粒鉄中の Fe と C の含量は鉱石並びに還元剤の処理程度、それらの混合状態、炉内の反応過程に関係し、S, P, Ni 含量は主として鉱石とコークスの組成に関連を有する。また、Cr 含量は反応状況と鉱石組成により左右される。

成品としての粒鉄の品質は、その鉄滓含有の程度に大いに関連があるが、鉄滓分離をよくするには分離器の性能を上げるだけでなく、鉄滓を結晶させないように急冷すること、破砕を充分に行なうこと、篩目を 1.5×1.5 mm とすること、成品から 0~1.5 mm の粉を除去することなどが必要である。

この炉の生産上の重大な問題は棚の形成で、その成長速度の要因は、原料の被還元性並びに軟化開始温度、還元剤と鉱石との混合状態、還元剤の粒度、炉内の温度分布とその定常性である。因に当所における棚吊による生産損失は 2~5% であつた。

この粒鉄の高炉への利用はきわめて成功的に行なわれ 350 kg/t-pig 使用した場合、炉の容積利用率は 0.184 改善され、コークスおよび石灰石使用量はそれぞれ 80, 110 kg/t-pig 低下し、造滓量は 255 kg/t-pig 減少した。この間炉況に特別の変動はなかつた。

以上の結果よりしてこの回転炉利用の選鉄法は他の貧鉄に対しても充分利用できるものである。(長井 保)

— 製 鉄 —

CO, H_2 および N_2 混合ガスによる鉄鉱石の還元における酸素除去速度

(EBERHARD SCHÜRMAN, et alii: Arch. Eisenhüttenwes., 31, (1960) No. 9, 509~519)

熔鉱炉内における鉱石の間接還元の状況について理論的観察を試みた。還元温度 (800~1000°C), ガス流速 (8.9~45cm/s), および鉱石粒度 (3~14 mm) による酸素除去速度の変化をいろいろの還元度において測定した。部分的に加水した疎質のベネゼラ赤鉄鉱と熔岩状の

緻密なキルナD磁鉄鉱とを試験鉱石として対称的にえらび、これらについて比較検討している。還元ガスの組成は熔鉱炉ガスにあわせて 41% CO , 3% H_2 , および 56% N_2 である。ベネゼラ鉱石ではガス流速が増すにしたがつて酸素除去速度はしだいに大きくなるが、キルナDではあまり変化しない。酸素除去速度の温度勾配はキルナDでは比較的大きく各還元度とも同じ 13kcal/mol の活性化エネルギーをあたえ境界面反応が律速段階となつていていることを示している。これに対してベネゼラ鉱石では測定された温度範囲では酸素除去速度はあまり変らないが還元度によつて 0.5~2.5 kcal/mol の活性化エネルギーをあたえ、ガス拡散が律速段階となつていていることを示している。ベネゼラ鉱石の場合は 200°C から還元が始まりただちにマグネタイトまで還元され、それ以上の FeO までの還元もキルナDより低温で速かに起ることがすでに報告されている (E. SCHÜRMAN, et alii: Arch. Eisenhüttenwes., 30(1959) s. 321/7)。鉱石粒度 (直径 d mm) と酸素除去速度 (dO/dt mg/mn) との関係については $dO/dt = k \log(d/d_0)$ を適用してガス流速および還元度には無関係に両鉱石に各々一定の d_0 を得ている。

以上の測定によつて両鉱石の高炉内における間接還元の本質的過程に明白な相異があることが確認された。キルナDでは高炉の低部に達して急に間接還元が進行するのに対してベネゼラ鉱石は高炉上部から還元が始まりより速かに平衡に達してしまふ。この相異は両者の物理的および化学的性質の相異によつて説明されている。

(伊藤公允)

熔融珪酸塩中の酸化マンガンの活量

(K. P. ABRAHAM, et alii: J. Iron & Steel. (U.K.) 196 (1960) Part 1, 82~89)

フェロマンガンの製造のさいに重要な含 MnO スラッグ中の MnO の活量を、二元系 (MnO-SiO₂), 三元系 (MnO-SiO₂-CaO), 四元系 (MnO-SiO₂-CaO-Al₂O₃) につき、1500~1650°C でつぎの反応を平衡させて測定した。



ここで、[Mn] は白金スパイラルに固溶した平衡マンガン量、 O_2 は $H_2 + CO_2 + N_2$ 混合ガスの解離酸素で、これらの分析値から MnO の活量が誤差 ±8% で計算された。

実験方法としては、直径 1cm, 深さ 3mm の白金容器中に白金のスパイラル (長さ 1.25 in, 巾 0.1 in) および精製珪酸化物 0.5g をモリブデン捲線の反応炉に入れ所定温度およびガス組成の下に約 6 時間保持して平衡到達後、スラッグおよびメタルの分析を行なつた。

その結果によれば

i) 二元系の実験結果から MnO はその親和力の大きさが CaO, SiO₂, FeO の順で、また固体 MnO の部分溶解熱はモル分率 0.5~0.7 で 10 kcal となり、熔

解熱に近いことが分つた。

ii) 三元系の等活量線図の形は $\text{FeO}-\text{SiO}_2-\text{CaO}$ 系のそれと類似しており、また SiO_2 のモル分率が 0.42 以上では等シリカモル分率の珪酸塩どうしの混合が理想的であるのに反し、0.42 以下では負に偏倚し、とくにモル分率 0.3 の所では、過剰自由エネルギーが最大値の -2 kcal/mol となる。 SiO_2 のモル分率が 0.3 以下の所では、 Mn^{++} が O^{--} 、 SiO_4^{--} と Ca^{++} が $\text{Si}_2\text{O}_7^{--}$ などの陰イオンと結合したような構造であることを、 $\text{FeO}-\text{SiO}_2-\text{CaO}$ 系に成立する準経験的な計算法から推定して、この点を説明している。この方法によれば、過剰自由エネルギーは $\pm 400 \text{ cal}$ で実測値とよく一致している。

iii) 四元系では、 MnO の活量係数は他の酸化物の組成比が一定のときは、 MnO が 8 重量% 以下までは一定である。ただしこの場合に酸化物組成が変わると、相当変化し、その結果にしたがえばフェロマンガンのさいには γ_{MnO} が大きく γ_{SiO_2} が小さい塩基性スラッグ組成を利用すれば Mn 損失を少なくすることができる。(佐野信雄)

自溶性焼結鉄による高炉吹製における造滓について

(B. N. STARSHINOV, et alii: Stal, (1960) No. 8 673~680)

鋳物鉄を吹製する内容積 1248 m^3 の高炉において、シャフト部の 3 カ所のレベルに孔をあけ、そこから炉内試料を採取することによつて初期鋳滓の造滓過程に関する研究を行ない、さらに炉床鋳滓の研究のために No. 10 羽口と No. 1 出滓口から特殊の装置を用いて試料を採取した。研究期間における炉の装入原料は自溶性焼結鉄石灰石およびメタリックより成つており、焼結鉄の塩基度は $0.27 \sim 0.98$ の間に变化した。研究結果によるとこの炉では初期造滓帯はシャフト下部より若干高い所に存在し、その反応は炉壁際でもつとも激しく鉄石の稜線が降下する位置でもつとも弱かつた。

石灰石の分解はシャフト下部に達するまでにわずか $25 \sim 40\%$ 行なわれるだけで、しかもその反応は炉壁近くで最大で、鉄石稜線の位置で最小である。したがつて石灰石の硫黄吸収量は周辺部が最大である。

Fe_3O_4 の含有量についても鉄石稜線の地域に最大値があり、一方金属鉄の最大値は周辺と稜線部の中間にあつた。また鋳滓中の SiO_2 、 CaO 、 Al_2O_3 、 MgO の濃度は鉄酸化物が初期造滓に参加する程度によつて左右され、鉄石稜線の地域で最小値を示す。

焼結鉄の塩基度が上昇するにしたがい、シャフトにおける鉄と滴俺の還元率および初期鋳滓の塩基度は上昇するが、それに応じて初期鋳滓中の FeO と MnO は減少する。したがつて鋳滓の溶解性は低下し炉況を悪化させる。かかる場合装入におけるコークスペースを増して周辺における鉄石量を減じてやることは効果がある。

炉床鋳滓の特徴は鉄と滴俺の酸化物を多量に含有することであり、その組成の変動および炉の半径方向における塩基度の変化は炉床における鉄成分の酸化や羽口前のコークスの燃焼に関連を有する。しかして最大の塩基度を有する鋳滓は鉄石稜線の降下する帯域にある。

石灰石中の CaO 並びに鋳滓と硫黄との相互作用はシ

ャフト下部においてもつとも激しく、また焼結鉄の塩基度上昇および石灰石使用量の減少に伴つて鋳滓中の硫黄は増大するが量的にいつて脱硫作用の大部分は炉床下部で行なわれる。(長井 保)

酸素富化衝風の操業における棚吊について

(M. A. STEFANOVICH: Stal, (1960) No. 8, 680~683)

酸素富化衝風の影響に関する従来の論文においては装入物柱の通気性の変動についての重要な要因が充分記述されていない。その一つは酸化鉄還元帯の降下であり、今一つは溶解生成物降下の激化である。本論文では実際操業結果の解析によりこの点を説明せんとした。

S. K. トレカロによれば酸素富化衝風の場合、造滓帯の通気性の悪化、原料の密度増大などによりガス流に対する各部の抵抗係数は増大する。

もし鋳滓の溶解が羽口から遠い所で完成されるとすれば造滓帯の抵抗は、コークスベッドの中を流下する鋳滓量によつて左右されるが、羽口付近で溶解される場合にはその通気性は燃焼されるコークス単位量当りの鋳滓量によつて支配される。

また鋳滓中の FeO の還元がいちじるしい場合、その流動性は低下し、膨張を伴うものであるから、造滓帯に達するまでに還元が少ないとき、すなわち還元帯が低下するときには朝顔部の通気抵抗が増大する。酸素富化による熱の集中化はかかる現象を招き易い。

一方高炉内における酸化鉄の還元性はガスの組成およびその供給熱によつて決定され、ガス中の N_2 の減少、 CO_2 の増加に伴つて促進され、シャフト温度が低下すれば遅滞する。すなわち送風中の O_2 含有量の増加に伴う荷下り悪化は従来のごとく羽口前の燃焼帯の変化だけで説明し得るものではなく、むしろ液相からの酸化鉄の還元が迅速となり、その結果鋳滓の膨張と粘性増大が起ることに鑑み、その主因は直接還元を増大にあるといえる。

以上の結論として酸素富化における装入物の運動条件を支配するものは、溶解生成物の炉床への降下量の増大と造滓帯に達するまでの酸化鉄還元量の減少であり、この運動条件の変化により、造滓と還元が羽口中心付近に集中され、その結果装入物柱の抵抗係数および棚吊回数は増大する。(長井 保)

最近の溶鉄炉操業における諸問題

(WILLIAM D. MILLAR: Blast Furn. & Steel Plant 48 (1960) No. 9, 933~939)

最近 10 年間における進歩に伴ない、溶鉄炉出鉄量は第二次大戦直後に比べ $20 \sim 30\%$ 増大し、コークス比も減少している。最近における研究の結果によれば、生産性はさらに $20 \sim 30\%$ 向上することが期待されている。本稿は U. S. Steel 社 Fairless 工場の実例について最近の問題点について述べたものである。

第一に装入原料であるが、焼結鉄、ペレタイジングなどの適用により、通気度の向上、円滑な操業などの利点を得られている。

溶鉄炉への熱風温度を高くする、炉頂圧を高くする、酸素を富化する、湿分調整、自溶性焼結鉄の使用、装入方法の改善などによる利点も大きい。

このような方向へ向つて、Fairless 工場では現在合理化を進めつつある。この工場には3基の溶鋳炉があり内2基は1953年に吹入れ、1基は57年に吹入したものである。熱風炉は各3基付属している。新しい溶鋳炉の熱風炉はほかのものに比し加熱面積、バーナー容量も大きく、熱風温度を1800°Fまで上げられる。このほかこの溶鋳炉には自動制御、プログラムチャージングなど各種の新設備を有する。

鋳石は各種のものを使用しているが、1953年以降配合量によつて三期に分けることができる。後の時期になるほど操業状況は良好になつているが、熱風温度の上昇、鋳滓量の低下、熱風湿度調整、炉頂圧などの要因の改善によるものである。現在建設中の焼結工場が完成すれば自溶性焼結鋳配合量を増すことにより操業はさらに改善される。

著者らはCO₂ガスおよび温度などの炉中分布を調べるため、溶鋳炉内にプローベを設置して各種の状況下におけるその変化を調査した。正常な状態では、CO₂%は周辺部壁付近は低く、内部に入るとだいに上昇し最高値に達し、その後ふたたび低下し、逆W型になるとされている。著者らの調査でも、壁際および炉中央の低いCO₂分布が得られた。この分布は温度分布と逆の状況で、炉内温度分布を調べればCO₂%分布、さらに装入物の状況が明かになる。この方法はだいに有効な方法で炉の自動操業など今後の応用が期待される。

このほか、著者らが調べているのは炉内各層間における圧力低下である。この測定値をもとにして各種の要因を調整し、炉の制御を良く行なうことができる。

最近数年間に開発された技術にもう一つ、熱風中水分調節法がある。以前はそれほど問題にならなかつたが、熱風温度が上昇し、コークス量が低下した現在、適当量の水分を含有させることは重要である。これにより炉床温度の制御を行なう。

熱風中の水分調節以外に、酸素富化あるいは燃料添加などの試みも行なわれている。

溶鋳炉の操業速度の向上とともに、炉内通気度が重要になつて来る。そのため高所で鋳滓を生成しないようにしなければならない。Fairless 工場では鋳滓が高温になるまで生成しないように、鉄珪酸塩の形成を防止し、装入物の還元性を改良している。

現在Fairless 工場では第二高炉の改築を計画中であるが、最近の文献やデータを参考にして、最新の技術に適應するようにしている。しかし鉄鋼技術においてはすでに明かにされていると考えられている事柄の中から、新しい技術の見出されることが多い。今後ともこの努力を継続すれば、さらに成果を挙げられるであろう。

(河合重徳)

—製 鋼—

鉄—クロム—酸素溶湯中の酸化介在物

(WALTER KOCH, et alii: Arch. Eisenhüttenw., 31 (1960) Heft 5, 279~286)

クロムを酸素量の高い熔鉄に加えるとクロムを含んだ酸化物が生じ凝固にさいして特徴のある形状の介在物となる。この介在物については従来多くの研究があるがそ

の結果は必ずしも一致していない。本研究ではまず含クロム酸化介在物の抽出分離条件を調べ、ついで酸化物の組成および結晶構造におよぼす試料の冷却条件の影響について研究を行なつた。

原料としてアームコ鉄およびフェログロムを適当に配合し6kgの高周波炉で溶解し0.1~18% Crの試料を作製した。溶解温度は1550°, 1600°および1650°Cの三種で、円筒形の鑄型に鑄造後1000°Cで25mm²(加工度6~7)に鍛造した試料のほかに、熔湯から石英管に試料を吸上げ水冷したもの、およびドライアイス冷却の銅鑄型に鑄造急冷した試料を作製した。これらの試料から酸素分析試料と酸化物抽出用試料をとる。

熔湯の酸素量とクロム量との関係を文献と比較するとWentrupの結果に近い。

酸化物の抽出はすべて電解法によつた。酸化物の結晶構造を調べる場合は直接この抽出物を使用し、化学組成を決定するさいにはさらにこれを塩素真空処理または磁気分離処理した。同じ試料でも両処理の結果は多少異なり、たとえば磁気分離試料には認められなかつたCr₂O₃が塩素処理のものには認められた。

徐冷鍛造試料から抽出した酸化物には、低クロム含量のものではWüstiteおよびcubic spinelのクロマイト、高クロム含量ではクロマイトおよびCr₂O₃が認められた。しかし徐冷鍛造試料を1200°C×1h焼鈍し水冷した試料ではcubic spinelは消失し、spinelの格子が歪んだと考えられるtetragonalすなわちdistorted spinelが見られるようになる。ドライアイス冷却銅鑄型に急冷凝固したものである格子の軸比c/aはさらに小さく0.88となりHILTY et al.の認めたCr₃O₄に近いdistorted spinelとなる。歪の程度はクロム含量が高いほど、冷却速度が大きいほど、また溶解温度が低いほどいちじるしい。

distorted spinelの組成を調べた結果そのクロム含量はcubicのものより高いことが判つた。このクロムは徐冷のさいには地の金属に充分移行拡散しようが、冷却速度が大きいときはクロムの放出、拡散は阻害されdistorted spinelが生ずるものと考えられる。

(坂尾 弘)

—性 質—

方向性結晶組織の高温強度 (F. L. VER SNYDER, R. W. GUARD: Trans. Amer. Soc. Metals, 52 (1960) 485~493)

高温における金属および合金の変形や破断は結晶粒界の性質に大きく影響され、高温における破断は多くの場合結晶粒界に沿つて起る。そこで粒界破断が起り難いように応力方向と平行な結晶粒界をもつ方向性組織をつつてクリープラプチャー試験を行なつた。

用いた試料はNi-Cr-Al合金(75.5% Ni, 21% Cr, 3.5% Al)で、鑄造方法を工夫して結晶粒の巾と長さの比が1:5~1:25の円柱状組織をつくることのできた。結晶粒が応力と同方向(縦方向)のもの、横方向のもの、方向性をもたない普通の組織のものについてクリープラプチャー試験を行なつた結果から、

(1) 破断抵抗(クリープの最低速度が10%増すま

での靱性と時間によつて表わされる抵抗を著者は破断抵抗とよんでいる)は縦方向のものが最大で、横方向のもの、無方向のものは小さい。

(2) クリープ抵抗(クリープ曲線の初期のクリープ速度が一定になる段階の抵抗)は縦方向、横方向のものとも似たようなものである。

(3) 無方向のものは方向性をもつものに比べてクリープ抵抗は大きいが破断抵抗は小さい。

と考えられ、さらに縦方向と横方向との間の相異は破断の挙動に関係しているのであつて変形抵抗の増大によるものではないと考えられる。また、これらの実験結果は方向性結晶組織のクリープおよびラプチャー特性が結晶粒界の方向に関係しているのであつて、結晶粒の選択方位や粒界の特別の方向によるものではないことを示している。というのは、もし後者の方が重要であるならば、応力方向に対して異なつた結晶方位をもつている縦方向と横方向の組織ではクリープ変形に対する抵抗は大いに違つていなければならないからである。方向性をもたない組織のクリープ抵抗がすぐれているのは多分結晶粒の接合点の抵抗によるのであろう。

この実験に用いた Ni-Cr-Al 合金では方向性組織によつてラプチャー強度は 15~20% 増加した。そして方向性組織は普通の粒界破断を起り難くして主に粒内破断を起させるのであるから、この基本的原理は強度が粒界破断によつてきまる材料にはすべて適用できることになる。

(中島宏興)

5% Cr 鋼の切削性および引張特性におよぼす Se の影響 (FRANCIS W. BOULGER: Trans. Amer.

Soc. Metals, 52, (1960), 698~712)

最近、構造用の目的のために高強度に熱処理した鋼を用いることに興味もたれているが、普通は工具やダイスとして用いられる熱間加工用ダイス鋼もその目的に適している。しかし合金元素が比較的に高いために、機械加工に普通の構造用鋼の 2~3 倍の費用がかかる。そこで 5% Cr-1.2% Mo 鋼の切削性を改良するために Se を添加した試料について実験を行なつた。

Se および S の添加量の最初のわずかの増加は切削性を非常に改良する。そして量が多くなるにつれてその効果は鈍くなる。焼鈍鋼では Se も S もその効果は似たようなものである。しかし熱処理した状態では Se の方がより効果があるように思われる。また切削性の向上の程度は強度の高い状態の方がより顕著に現われる。たとえば 0.05% Se 添加で H_B 190 の焼鈍試料の切削性は 8% 改良されたが、H_B 330 に熱処理した試料では 50% をこえた。

焼鈍鋼の引張性質に対しては Se+S で約 0.22% をこえない限りははつきりした影響はない。しかしながら抗張力が 195 kg/mm² に熱処理した試料では圧延方向に平行なものはやはりなんらの影響もないが、横方向では 0.22% 程度になると粘さ(伸びおよび断面収縮率)は低下する。この悪影響も Se のみならば 0.18% (+S 0.02%) までの試料には現われなかつた。

顕微鏡写真によると S の介在物より Se の介在物の方が圧延によつて延び難いが、この形状における相異が切削性改良に Se の方がより大きい効果をもつ理由であると考えられる。

(中島宏興)

(文献参考記事目次 186 ページよりつづく)

Spectrographic determination of microamounts of cerium, lanthanum, neodymium and praseodymium in iron and steel.

Y. YOKOYAMA...518

Spectrographic determination of microamounts of calcium and magnesium in cast iron by porous-cup technique. Y. YOKOYAMA...525

東京大学生産技術研究所報告 10 (1960) 3

1 t 試験高炉による試験 脱クローム、三池コークス、高アルミナ鉱石および含チタン焼結鉱の使用、石灰石粉の羽口吹込み。金森九郎、他

名古屋工業大学学報 12 (1960)

酸化鉄の還元の研究。高木清一...329

金属材料技術研究所報告 3 (1960) 4

原子炉用ステンレスクラッド鋼の大型溶接継手の高温における応力破断に関する研究。鈴木春義、他...345
クリープ・ラプチャー試験に関する研究。中川龍一、他...375

名古屋工業技術試験所報告 10 (1961) 1

鉄粉中の全鉄量分析に関する一考察。宮本乙次郎...19

電気製鋼 31 (1960) 5

下注用定盤煉瓦が鋼の非金属介在物におよぼす影響 (I)。永田重雄、他...261

Si-Mn-Cr 系低炭素強靱鋼の諸性質。浅田千秋、他...269

溶鋼中の水素の挙動について (IV) 梶山太郎、他...286

— 会社刊行誌 —

日本製鋼技報 No.6 (1961)

発電機用非磁性エンドリングについて。館野万吉、他...453

焼入ロールの表面カタサと残留応力について。

荒木田 豊、他...457

ファイア・クラックの研究 (第 2 報) 渡辺十郎...463

低温用鋼板について。宮野樺太郎、他...473

鉄鋼におよぼす酸素の影響 (第 2 報) 前川静称、他...480

鋼の強度におよぼす介在物の影響 (第 1 報)

渡辺十郎...487

フェロクロム中のクロムおよびマンガン迅速定量法。前川静称、他...495

米国における原子力材料開発の動向。小野寺真作...500

三菱造船 36 (1960)

超合金 LCN 155 材の熱処理とクリープ破断性の関係 (第 2 報) 金森政雄、他...102

調質鋼の溶接性に関する研究。春木英夫、他...106

日立造船技報 21 (1960) 4

亜鉛がま用鋼材の選定。中村 勇、他...212

ラダーストックの鑄造鍛造併用製作について (第 1 報) 岡林 実、他...231