

## 抄 録

## — 製 鉄 —

## 鉄鋼業のためのプラズマ技術

(M. G. FEY.: Iron Steel Eng., 62 (1985) 5, pp. 38~45)

鉄鋼業へのプラズマの適用の概説とともにウェスティングハウス社(米国)製プラズマシステムの概要並びに北米鉄鋼業への適用状況について報告している。

北米において電力と化石燃料の価格比は低下する傾向にあり、鉄鋼業で高温を要する製造工程に電力を利用する方が有利な情勢となってきた。特に溶解・還元工程に熱プラズマを利用する技術開発に力が注がれている。ハード面でも耐環境性の優れたプラズマシステムの開発・実用化が成されてきた。

高炉への適用としてはプラズマによる超高温送風が検討されているが、羽口前燃焼温度を制御するため炭化水素燃料吹き込みと併用することが望ましい。特にプラズマ送風加熱と微粉炭吹き込みの組合せによる利点は大きく、現有高炉設備の若干の改造により大幅なコークス比の低減並びに生産性の向上が可能となろう。出鉄量 7500 t/D 級の高炉(ベース条件は送風温度 927°C, 送風原単位 1277 Nm<sup>3</sup>/HMT, コークス比 481 kg/HMT)を対象として羽口前理論燃焼温度 2113°C 一定の条件で行ったリストモデルによる試算結果によれば、プラズマ加熱(使用電力約 500 kWh/HMT)による 1802°C の超高温送風により微粉炭比約 270 kg/HMT, コークス比約 160 kg/HMT での操業が可能となる。

一方、プラズマを利用した新製鉄法であるメサビ・メタル・プロセスが 1983 年より米国ミネソタ州において開発中であり、現在 10000 t/年規模(1.5 MW プラズマ)のパイロットプラントにて試験中である。本方法ではプラズマを熱源として利用することにより微粉炭を還元剤としてタコナイト精鉱を直接熔融還元することができ、鉱石の団塊化処理およびコークス製造工程が省略できる。400000 t/年規模のプラントで高炉法に比べ銑鉄トン当たり 40~80 ドルの便益を見こんでいる。

また、鋳物用キュボラへの適用の開発状況並びに実機を想定した試算例についても報告している。

(深川 信)

## ウスタイトの水素還元に及ぼす金属とウスタイト間の距離の影響

(I. BARIN et al.: Steel Research, 56 (1985) 4, pp. 187~190)

ウスタイトを Fe, Ni, Co, Cu などの金属と接触させた状態で還元すると、ウスタイト上に金属鉄が生成する前段階において還元速度が顕著に増加することを MORAWIETZ らは明らかにした。また COSMA らは加熱された金属相の表面から活性化された水素の分子あるいは原子が放出されることを明らかにし、ウスタイトと金属相が接触していなくても金属相のウスタイト還元に対する触媒作用が生ずることを予測した。そこでこれを実証すべく実験を実施した。

温度 1133~1233K, 水素分圧 1.6~5 mbar の条件下で、ウスタイトと Fe あるいは Ni のタブレット間距離を変化させて、ウスタイトの H<sub>2</sub> 還元速度を重量変化より測定した。ウスタイトの還元速度はウスタイトと金属間の距離を小さくするほど上昇した。これからウスタイトの H<sub>2</sub> 還元に対する金属相の触媒作用が、金属とウスタイトが接触していなくても存在するという事実を実証した。

金属相の触媒作用を説明するために、反応モデルに基づいて還元速度式を導いた。ウスタイトの H<sub>2</sub> 還元挙動に関して計算値と実測値は良好な一致を示し、反応モデルの妥当性を示した。

最近の研究報告を考慮すれば、金属相のウスタイト還元に対する触媒作用は、不均一反応の結果として金属相の表面から飛び出す遷移活性水素分子の存在によるものであり、この活性水素分子はウスタイト上に金属鉄が析出するまでの還元段階において、ウスタイトの H<sub>2</sub> 還元速度を上昇させる。(国分春生)

## 成型コークスの機械特性値

(T. E. EASLER et al.: Ironmaking Steelmaking, 12 (1985) 3, pp. 119~123)

高炉代替燃料及び銑鉄以外の精錬用へと成型コークスは、幅広い応用が期待されている。本研究では、125×25×13 の成型コークスを以下プロセスで製造し、機械特性値の測定を行った。

①瀝青炭の破碎, ②500°C でチャーとタールに分離,

③815°C でチャーを焙焼, ④チャー, タール混合(室温), ⑤成形後, 870°C で炭化

測定項目は、弾性係数及び2種類の破壊力(破壊開始までに必要な力, クラック伝達に必要な力)である。弾性係数は共振周波数法, 破壊力は3点荷重試験を用いて測定した。

その結果、すべての機械特性値は成型コークスの嵩密度上昇と共に増加する傾向を示した。これは、嵩密度の上昇、つまり気孔率の低下によつて成型コークスの結合力が強まり、弾性係数・破壊力共増大したと解釈できる。

弾性係数と嵩密度の関係は、統計解析の結果、グラファイトの弾性係数、嵩密度により規格化した次式の型で最も精度良くまとめることができた。弾性係数では、縦弾性係数より横弾性係数の方が相関精度は高かった。

$$E = E_0 (\rho / \rho_0)^N$$

E: 成型コークスの弾性係数, E<sub>0</sub>: グラファイトの弾性係数, ρ: 成型コークスの嵩密度, ρ<sub>0</sub>: グラファイトの嵩密度, N: 数学的に決定される指数

成型コークスの破壊力についても同様の相関を試みたが、グラファイト基準の規格化はできなかった。しかし、2種類の破壊力の測定で、グラファイトに見られる程の破壊力の差が見られなかった。つまり、成型コークスでは破壊に到る力とクラック伝達力とに差がなく、破壊開始後にクラック伝達力がほとんど必要とされず、容易にクラックに伝達されることがわかった。

以上、今回提出した成型コークスの機械特性値と嵩密度との関係式は、今後、様々な方法で製造される成型コークスを評価するのに有効な手段となると思われる。

(篠原幸一)

## 高炉内溶鉄流れに関する調査

(H. B. VOGELPOTH et al.: Stall Eisen, 105 (1985) 8, pp. 451~457)

炉底の耐火物の侵食を防止して高炉の長寿命化を図るためには高炉内の溶鉄の流動挙動を正確に把握する必要がある。Thyssen社では高炉実操業テスト、及び、モデル実験により高炉内溶鉄流れに関して以下の知見を得た。

初めに、炉底底盤温度解析から出鉄時の溶鉄流れは明らかに環状流と推察された。これは炉床中に下へ凸の面形状を有するコークスゾーンが存在し、コークスゾーンと炉底側壁の間に存在するすきまを溶鉄が優先的に流れたものと考えられる。同様の結論はマンガンによるトレーサー実験からも確認された。すなわち、中心部にフェロマンガンを装入した場合、鉄中マンガンの上昇は緩やかなのに対し、周辺部へ装入した場合には急激であり、環状流速が中心部と比較して大きいことが推察された。

炉底中心部でコークスが装入物の重力と浮力の力関係で炉底底盤に接している場合には溶鉄流は主として環状流となる。この状態が続くと炉床壁下部で耐火物の損耗が促進され、最終的にはノラクロ侵食に至る。

これを防ぐには、炉底中心部のコークスを炉底から浮かせ、溶鉄の流動範囲を壁側以外に確保する必要がある。

高炉には炉床径に対応し、炉床でコークスが浮いた状態と接した状態との臨界点、すなわち、臨界浴深さが存在する。従つて、ノラクロ侵食を防ぐためには、臨界浴深さ以上の浴深さが必要である。

その一例として、高炉炉底侵食の経年変化を調査すると、初めの数年は侵食が進むのに対し、それ以降は侵食はほとんど進まなくなる。これは炉底侵食の進行により十分な浴深さが確保されたものと考えられることができる。

従つて、今後、高炉の長寿命化を図る上で炉底耐火物の侵食を防止するためには臨界浴深さ以上の浴深さを確保することが主要な手段と考えられる。(西村博文)

## —製 鋼—

## 日本鋼管における2次精錬プロセスのシームレス鋼管製造への適用

(T. TAGUCHI et al.: Ironmaking Steelmaking, 12 (1985) 4, pp. 185~191)

近年のシームレス鋼管に対する品質要求の厳格化に伴ない、日本鋼管京浜製鉄所では、250トン転炉と50トン電気炉から供給される溶鋼を、RH脱ガス装置、アーク加熱とガス吹き込み、粉体吹き込みが可能な“アークプロセス”、VOD、VADといった2次精錬装置を用いて処理することにより、炭素鋼から高合金鋼に至るまでの、高品質なシームレス鋼管を製造している。

まず、極低S鋼を製造する場合には、石灰系フラックスにより脱Sされた溶鉄を、Sのピックアップを防ぐため、全量溶鉄で転炉精錬をおこない、出鋼時に取鍋内に流出したスラグを真空吸引除去し、アークプロセスへ供給している。アークプロセスでは、S分配比が最も大きくなる組成を持つ、 $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 系のフラックスを投入し、鋼浴を強攪拌することにより、Sが5ppm以下の製品の製造が可能となつている。

一方、極低P鋼を製造する場合には、溶鉄脱P、転炉でのダブルスラグ吹錬、出鋼脱P、及び、アークプロセスでの強攪拌下でのフラックス添加の組合せにより、Pを50ppm以下にすることが可能となつている。

これに対して、Crを13%以上含むCr-Mo鋼は、50トン電気炉で溶解した高炭素フェロクロム合金を、VODで0.5%C以下まで、強攪拌下で脱炭させた溶鋼と、転炉で精錬された230tの低炭素溶鋼とを混合し、それを、アークプロセスで成分調整した後に、RH脱ガスをおこなうという、ブレンディング法により、低コストでの大量生産を可能としている。(北村信也)