

## 抄 録

## —製 鉄—

## 世界の高炉の出鉄能力と出鉄量

(R. L. STEPHENSON: Iron Steel maker, 10 (1983) 1, pp. 19~22)

世界の総出鉄量は、1960年から1979年にかけて、2億5千万t/yから5億3千万t/yに著実に増加した。これは、焼結鉱、Pellet、整粒鉱の使用、炉頂圧の上昇、送風温度の上昇、炉容拡大、及び、ムーバブルアーマー、PWなどによる分布制御技術といった技術的な革新によるところが大きい。

その後、1979年をピークとし、不景気のために、世界の総出鉄量はおよそ5億t/yまで低下した。

ここ数年の不景気の後、再び、高炉の復活が望まれるが、1970年から1974年にかけてのスピードは望めない。

さらに、出鉄量の伸びは、粗鋼生産量の伸びを下回るであろう。たとえば、アメリカにおいては、電気炉法による粗鋼生産量の比率が1970年の15.3%から1980年の27.9%になっている事からも予想がつく。

この要因はいくつか考えられる。

第一にスクラップの入手が容易になった事がある。これにより、電気炉法でより低価格の鋼を製造する事が可能となった。

第二に、ガス、液体燃料の価格が石炭に比べ競争力のある国では、直接還元鉄とスクラップによる電気炉製鋼法が経済的である。

第三に、環境汚染の問題から、その投資が多くなると電気炉法に対して高炉一転炉法の競争力がなくなってくる。

このように考えると、ここ数年は、古い高炉の近代化による置き換えはあつても総炉容拡大による世界の出鉄能力の大きな増加はないと考えられる。(古川高司)

## アメリカ モンタナおよびカリフォルニア産のクロム鉱の予備還元と熔融還元

(R. H. NAFZIGER, et al.: Ironmaking Steelmaking, 9 (1982) 6, pp. 267~277)

アメリカ国内で産出する4種類のクロム鉱について、

1. 未還元ペレットの熔融還元、2. ペレットの予備還元、3. 予備還元ペレットの熔融還元、の実験を7種類の還元剤で行った。熔融還元には電気アーク炉を、予備還元にはロータリーキルンを使用した。

未還元ペレットの熔融還元の実験では全般的に、還元剤として半成コークスを、また、オープンバス法よりサブマーリアーク法を用いた場合が、メタル中へのクロム歩留りは良く、Benbowクロム鉱では、93%の歩留りを得ている。電気エネルギー消費の面でも、半成コークスを使用した場合は他の還元剤のときよりも、平均して24%節約できた。また、初期スラグの塩基度も大きく影響し、塩基度が高いほどクロム歩留りは悪く、(CaO+MgO)/SiO<sub>2</sub>の値で0.8~1.0が最適であつた。しかし鉱石の種類を問わず、条件を狭い範囲で限定しさえす

れば、AODに用いられるフェロクロムを作成できることがわかつた。

予備還元の実験は、1300°C以上まで3~4hで昇温して行つたが、70~95%の金属化率が得られた。鉄がクロムに対して優先還元されることも確かめられ、FeOがFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>に比べて多いと、高い金属化率が得られることがわかつた。

上述の予備還元ペレットを用いた熔融還元の実験ではクロム歩留りそのものは、むしろ未還元ペレットの場合より低く、予備還元によりS、Cレベルが上がり、Siレベルが下がつていた。未還元ペレットの場合との最大の相違点は、生産能率と消費エネルギーであり、High Plateau 鉱の場合では、全行程で消費される電気エネルギーは予備還元により半減している。

これらの実験により、予備還元なしでも十分高いクロム歩留りは得られるが、生産性とエネルギーの点から、予備還元の必要性は高いと考えられる。(森田一樹)

## アーベド社エッシュ・ベルバル工場の焼結点火ガスの酸素富化について

(P. HOFMANN, et al.: Rev. Métall., 79 (1982) 12, pp. 957~967)

焼結工程の所要エネルギーの多様化および省エネルギーの一貫として、点火炉ガスおよび保熱炉ガス中の酸素量を増加することを検討し、エッシュ・ベルバル工場の焼結機(焼結面積320m<sup>2</sup>)で工場実験を実施した。

具体的には、点火炉および保熱炉への燃焼用空気酸素富化により、燃焼ガス中の酸素量を増加し、酸素濃度上昇の焼結特性および焼結鉱品質におよぼす影響を調査し、以下の結果を得た。

まず点火炉について：(1)本焼結機の場合、4190kJ/Nm<sup>3</sup>の混合ガスと冷風の燃焼により得られるガスの酸素濃度は、約5%である。(2)点火炉用空気酸素富化により(他の条件は一定)、固体燃料の消費量は4~5%(約3kg/t-焼結に相当)減少する。その場合の点火炉ガス中の酸素は11.5%である。(3)酸素富化した冷風の代わりに使用した300°Cの予熱空気(クーラ排風)では、上述の燃焼ガス酸素濃度に到達することができない。

保熱炉について：(4)保熱炉用空気酸素富化により、固体燃料の消費量は10%以上低減し、焼結鉱品質が著しく改善されるが、同時に10%以上の生産性の低下および50%のガス消費量の上昇を伴う。ここで、ガス燃料の固体燃料との置換率は、熱量的に1ないし1より若干大きい。(5)そこで、同一の点火条件で一定の物理品質を維持する焼結操作を実施した場合には、固体燃料の節約は3~4kg/t-焼結(5%に相当)となり、生産性の低下は、5%以下におさまつている。(6)予熱空気の使用により、燃焼ガスの酸化度は、酸素富化した場合のレベルまで上昇するが、燃焼ガス温度は1000°Cレベルにとどまる。(一田守政)

## 高稼働率下の高炉操業

(H. BONNEKAMP, et al.: Stahl Eisen, 103 (1983) 2,

pp. 33~39)

Mannesmann-Röhrenwerke-AG では、二基の大型高炉の操業開始により六基の小型高炉を吹き止めた。大型高炉の稼動に伴いコークス炉及び焼結機の拡充を行い、高品質の焼結鉄・コークスの製造により、B高炉が稼動するまでA高炉において高稼動率・高成績の操業を維持したことを報告している。

A高炉は内容積 2462 m<sup>3</sup>、炉床径 10.3 m であり、増産期には 6000 t/d (出銑比 2.44) の生産を稼動率 94.7~95.7% の実績で行っている。この期間の主な操業諸元としては、BV=4170 Nm<sup>3</sup>/min, BT=1271°C, WH<sub>2</sub>O=14~18 g/Nm<sup>3</sup>, T<sub>f</sub>=2528°C, BP=2.86 bar, TP=1.47 bar である。結果因子としては、 $\eta$ CO=47.2~48.6%, FR=470 kg/T-P, OILR=40 kg/T-P, 炉頂温度 115~145°C であり、品質では溶銑温度 1505°C, [Si]=0.50% [S]=0.033%, スラグ中 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>=12~13%, MgO=6.8~8.0%, C/S=1.16~1.20 である。

高稼動率で高成績の操業を維持した理由としては、(1)新設備による高品質の原料。(2)炉頂での良好な分布制御(3)計算機の導入による徹底した炉体管理、を挙げている。

原料条件は、FeO=5.5%, -5 mm=3.0%, SR=70~80%, PR=10~20%, コークスは -40 mm=13.5%, ASH=10% 等であるが RDI(-3 mm) はこの期間 33 から 38 へ悪化させて操業している。分布制御では C<sub>α</sub>θ<sub>α</sub>θ<sub>β</sub>×2, C<sub>θ</sub>θ<sub>β</sub>θ<sub>α</sub>×1 の装入を行っており、炉頂ゾンドで中心ポイントの温度を下げ周辺部の温度を上げる方向で制御している。炉体管理については計算機の導入により徹底した炉体管理を行うことにより、羽口破損・ステープ破損回数を減少させており、高稼動率操業に貢献している。(讃井政博)

#### マンネスマン 5 高炉の窒素冷却 第 1 報：目的及び事前検討

(H. BONNEKAMP, et al.: Stahl Eisen, 103 (1983) 2, pp. 45~50)

高炉を窒素冷却する目的は、高炉プロセスに関して広範囲に真の詳細な知見を得るとともに、従来行ってきた間接的な推定法との関係を調べることにある。主要テーマは炉壁からの測定結果と炉内の真の状態とを比較し、装入物の性状と装入物の炉内での真の挙動との関係を考察し、装入物の組織、装入物の通気性、レースウェイの状況、炉体レンガ損耗について調査することである。

1981 年 12 月、第 5 高炉を通常の操業状態から反応が進行しないように窒素により冷却した。現在は装入物のかき出し及びサンプリングを行っている。これらはプロジェクトチームによる広範囲についての綿密な事前検討に基づいて推進した。従来の実験と同様に、気体と液体の窒素を使用し、徐々に解体しつつ試料を採取して行った。稼動中の高炉の状態を理解するため、新しい測定法、サンプリング法を導入し、窒素冷却に関して数学モデルを使用し、レースウェイの燃焼空間を残すための処置を施した。

冷却した炉内の状況は、作業条件とガム流分布によって決まった。操業中のデータ、炉壁からの測定結果、装入物サンプリング装置で得られたデータにより、休止前

の炉内状況を示した。炉内の条件に関しては、装入物中の测温装置、マーカーコークス、耐火物、特殊な装入物サンプリング容器により情報を得た。(矢動丸成行)

### — 製 鋼 —

#### FeO, CaO, TiO<sub>2</sub> と SiO<sub>2</sub> を含むスラグのサルファイド・キャパシティ

(I. GHITA and H. B. BELL: Ironmaking Steelmaking, 9 (1982) 6, pp. 239~243)

FeO-TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub>, FeO-CaO-TiO<sub>2</sub>, FeO-CaO-TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> 系スラグのサルファイド・キャパシティ (C<sub>S</sub>) を 1500°C で H<sub>2</sub>+CO<sub>2</sub>+SO<sub>2</sub>+N<sub>2</sub> 混合ガスと平衡させることにより測定した。

FeO-TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> 系では C<sub>S</sub> は FeO が増えるに従って、6×10<sup>-4</sup>~9×10<sup>-3</sup> まで増加した。等 C<sub>S</sub> 線は等 N<sub>FeO</sub> 線にはほぼ平行であり、TiO<sub>2</sub> と SiO<sub>2</sub> とを置換してもその効果は小さい。

FeO-CaO-TiO<sub>2</sub> 系では C<sub>S</sub> の値は 4×10<sup>-4</sup>~2×10<sup>-2</sup> まで変化し、等 C<sub>S</sub> 線は等 N<sub>TiO<sub>2</sub></sub> 線にはほぼ平行であった。このことは、N<sub>TiO<sub>2</sub></sub> が一定の時に CaO と FeO を置換しても、C<sub>S</sub> の値にはほとんど影響を及ぼさないことを示している。しかし、FeO を CaO で置換すると、FeO の活量が下がることにより酸素分圧が低下し、スラグメタル間の S 分配比は大きくなる。例えば、N<sub>TiO<sub>2</sub></sub>=0.3 のときに N<sub>CaO</sub> を 0.15 から 0.48 まで増加させると、S 分配比は 0.75 から 2 へと増大した。

FeO-CaO-TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> 系でも C<sub>S</sub> は CaO と FeO が増加するに従って大きく増加した。

以上 3 つの系を比較すると、低塩基度域では FeO-TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> 系で、高塩基度域では FeO-CaO-TiO<sub>2</sub> 系で最も高い C<sub>S</sub> が得られた。

TiO<sub>2</sub> の C<sub>S</sub> に及ぼす影響は、モル分率で考えた場合に、SiO<sub>2</sub> のそれとほぼ同じ程度で、C<sub>S</sub> を減少させる。

スラグ中の FeO の増加は、S 分配比に関して、C<sub>S</sub> と酸素分圧の増大という相反する効果を及ぼすが、結果としては、N<sub>CaO</sub>/(N<sub>TiO<sub>2</sub></sub>+N<sub>SiO<sub>2</sub></sub>)<1 の時には S 分配比を増加させ、>1.5 の時には S 分配比を減少させる。

(河原哲郎)

#### 鋼中のマクロ偏析に及ぼす電磁攪拌の影響

G. J. W. KOR: Ironmaking Steelmaking, 9 (1982) 6, pp. 244~251)

未凝固溶鋼に攪拌を与えた場合の凝固速度および成分偏析に及ぼす攪拌の影響を報告している。

直径 14 cm のマグネシアるつばに AISI 1018 グレードの溶鋼を 25 kg 鋳込み、鋳込終了後種々の条件で攪拌実験を行い凝固速度の測定および凝固後のサンプルより攪拌時に凝固した部分の成分偏析状況を調査した。

365 ガウスの攪拌により攪拌中の凝固速度 (R) は非攪拌の時に比べて約 50% 低下し、溶質元素が負偏析するのが観察された。一方、攪拌終了時には逆に凝固速度が 25% 増加し、溶質の濃化現象が観察された。凝固速度の変化の程度は攪拌強度に依存した。

急激な凝固速度の変化による溶質元素の再分配に関する SMITH らのモデルを基に、攪拌中に凝固する部分の C, S, P 等の溶質分布が実測した凝固速度の値から計算

できる。計算値はチェック分析値とよく一致した。

攪拌中の実効分配係数,  $K_{eff}^{(m)}$  は攪拌時の磁束密度 ( $B$ ) を用いて (1) 式で表わされる。

$$K_{eff}^{(m)} = 1 - AB^{1/2} \dots \dots \dots (1)$$

ここで  $A$  は溶質元素により決まる定数である。(1) 式と、固液界面に接する境界層 ( $\delta$ ) 内での溶質元素の移動は拡散のみによつて起こり、境界層外のバルク中では溶質濃度は一定と仮定した時の実効分配係数を求める BURTON の式, (2) 式, を組み合わせると、境界層厚み,  $\delta$ , は (3) で与えられる。ここで  $D$  は拡散係数で

ある。

$$K_{eff}^{(m)} = \frac{k_0}{k_0 + (1 - k_0) \exp(-R\delta/D)} \dots \dots \dots (2)$$

$$\delta = \frac{D}{R} \ln \left[ \frac{(1 - k_0)(1 - AB^{1/2})}{k_0 \cdot A \cdot B^{1/2}} \right] \dots \dots \dots (3)$$

(3) 式より求まる  $\delta$  は攪拌強度には依存せず、すなわち攪拌によつて生ずる成分偏析の程度は溶鋼流動には依存せず、単に凝固速度の変化のみに依存する。

(水上秀昭)

## 新刊紹介

### オンライン情報検索事例集

#### —鉄鋼技術を中心に—

編集 社団法人日本鉄鋼協会 鉄鋼技術情報センター 情報検索委員会編

発行者 三井太信

定価 会員 3,500 円 非会員 4,000 円 (送料別)

昭和 58 年 4 月刊行 A4判約 164 頁

当センター情報検索委員会のメンバーが約 2 カ年にわたりオンライン情報検索について共同研究を行ってきました。本書はその成果と経験を基礎にして最近の研究、調査、事例を具体的にまとめたものがあります。現在、急速に普及しております JOIS, DIALOG などのオンライン情報検索システム利用者の検索技術の向上をはかる上で鉄鋼、金属のみならず、他分野の方々にも大いに参考になるものと思われまます。

(内容) I. 基本編 5 編

1. ディスクリプタ検索とテキスト検索
2. オンラインデータベースにおける特殊表記
3. 金属材料の検索
4. JICST ファイルにおける日本語標題からのキーワード自動抽出とその利用
5. 主要データベースにおける収録の特徴

II. 事例編 10 編

申込先 〒100 東京都千代田区大手町 2-7-1 日本ビル別館 10 階

社団法人 日本鉄鋼協会 鉄鋼技術情報センター TEL 03 (241) 1228

## 新刊案内

### 『石炭利用技術用語辞典』

#### 発刊のお知らせ

社団法人 燃料協会 編集・発行  
B 6 判 (約 13×18cm) 約 400 頁 定価 4500 円  
(〒300 円) 会員 (本会会員も含む 1 割引)

申込先: (社)燃料協会 石炭用語辞典係  
〒101 東京都千代田区外神田 6-5-4 (借楽ビル)  
Tel. 03 (834) 6456 番

支払方法: ○ 現金・局為替……直接本協会へ  
○ 振替口座払込……振替口座 東京 7-55504  
○ 銀行振込…

{三井銀行 上野広小路支店 (普) 0921195  
{三菱 " 秋葉原 " (普) 4143352