

抄 録

—燃料および熱—

アーク炉における電極消耗量の分布

(J. RAVENSCROFT & M. PRESTON: Metallurgia, 60 (1959), No. 362, p. 253~259)

BISRA の 10 cwt 実験用アーク炉で製鋼過程において消費される 4 in 径黒鉛電極の消耗量が測定され、次のとき結果が得られた。

1) 熔解期における全電極消耗速度は電極電流に密接に関係し、電流が増加するにつれて消耗量が増大する。これは、電極底面における磨耗速度と電極電流との間の密接な関係が本質的な原因である。

2) 一定炉電圧の下では、熔解期における全電極消耗速度は入力が増加につれて増大する。一定入力の下では、電極消耗速度は炉電圧の増加につれて減少する。電極底面における磨耗速度と入力との間の密接な関係がこれらの結果の大きな原因である。

3) 熔解期における全電極消耗量は炉電圧の増加につれて減少する。

4) 一定炉電圧の下では、熔解期における電極底面の消耗量は電流および入力の増加につれて増大する。一定電流あるいは一定入力の下では、底面の消耗量は電圧の増加につれて減少する。

5) 精錬期においては、全電極消耗速度は炉電圧の増加につれて増大する傾向がある。電極側面の消耗速度が電圧の増加につれて増大することが、この結果の大きな原因である。

6) 側面における電極消耗率は熔解期中よりも精錬期中の方がはるかに高い。これは、精錬期において電極が高温の炉耐火物からの大きな輻射にさらされるからであろう。(中井 弘)

—製 鋼—

石灰粉、酸素吹込による高磷鉄の吹錬法

(PAUL METZ, et alii: Stahl u. Eisen, 80 (1960), Heft 1, p. 20~27)

この報告は ARBED, CNRM の共同研究による LD-AC 法の作業方法および冶金反応の調査結果について述べている。この方法は酸素と一緒に石灰粉を吹込み、鋼滓を非常に速く形成することにより、高磷鉄の二重鋼滓吹錬に大きな特徴を有する。

ARBED における 28 t 炉の代表的な作業方法は中間で一回の排滓をおこなうものであつて、1.72~2.15% P の熔鉄から 0.03% P 以下の鋼を吹錬している。前期の吹錬時間は約 14 分、石灰使用量は 65~90 kg/t 鉄鉄、終点炭素量は 0.7% 程度であり、中間滓は優れた拘溶性を有する。後期の吹錬時間は 3~5 分、石灰使用量は 20~40 kg/t 鉄鉄であり、前後期の総吹錬時間は 16~20 分、製鋼時間は 40~45 分である。

[C] と [O] は他の製鋼法同様、一定の関係を有し、[C] 0.05% 以下では Vacher-Hamilton の平衡値より低い値を示すが、この現象については明確な解釈がなされていない。最終点の [O] はほとんど 0.08% 以下

となつている。

脱磷は一般の製鋼法同様、塩基度、 (FeO) 、 (P_2O_5) 、温度によつて決定されるが (FeO) と $[\text{O}]$ との間には余りはつきりした関係が認められず $[\text{O}]$ をそれ程高めることなく、 (FeO) を高め脱磷を進行させることができる。

脱硫性は非常に大で、脱硫率 67% 程度、終点イオウの平均値は 0.017% である。

終点マンガンは鋼滓中の (FeO) よりむしろ $[\text{O}]$ によつて決まるようである。(水井 清)

鉬石冷却による LD 製鋼法について

(KURT GRÜNBERG, et alii: Stahl u. Eisen, 80 (1960), Heft 5, p. 277~281)

この報告は Bochumer Verein における鉬石冷却 LD 法の特徴、吹錬経過、終点ガス含有量などについて述べている。同工場ではこの方法によつて 1957 年 11 月~1958 年 6 月に超深絞り鋼、低合金鋼などを含む 180,000 t の鋼塊を製造している。鉬石冷却法の特徴はスクラップ法と比較して有害随伴元素が低いこと、一般に原料費が低いこと、炉体寿命が長いこと、装入時間が短いことと吹錬酸素の使用量が少いことなどが挙げられる。

多数のチャージについて、吹錬中の種々な時期に倒炉してサンプルを採取し、吹錬中の鋼浴成分、温度および鋼滓成分の変化について調査し、グラフに示している。これによると鉬石から分離する酸素によつて非常に早期に Si, Mn, P が低い値に達している。一方この際の鋼滓中の酸化鉄は吹錬開始後 4~5 分の所で平常の値の約 3 倍となるが、8 分以後スクラップ法と同等な値となり鉬石による酸素は 8 分頃までに使用しつくされることを示している。

吹錬終点における鋼中ガス含有量を平炉のそれと比較した結果、酸素量は大差ないが、窒素量は平炉の 0.004~0.008% に対して 0.001~0.0025、水素量は平炉の 49 Ncm³/100 g 鋼に対して 1~3 Ncm³/100 g 鋼とはるかに低い値を示し、この方法による鋼は平炉鋼に充分匹敵することを示している。(水井 清)

酸性平炉の溶解過程における炉床材の影響

(H. WIDMARK: Jernkont. Ann., 144 (1960), No. 1, p. 1~45)

酸性平炉を用いた製鋼中、溶け落から出酸に至る間定期的に溶鋼と鋼滓のサンプリングを行い、同時に温度測定を行つた。溶解は 4 溶解で C 0.89% および 0.35% の炭素鋼である。炉床の損耗は放射性トレーサーによつて測定した。各溶解のあと鋼滓の一部は炉中に残るが、その量は不活性トレーサー元素の放射能測定によつて決定した。

また、酸素分析用溶鋼試料の採取法について種々試み現在までの文献に現われた方法と比較検討した。溶鋼沸騰中に採取したポンプ試料の酸素は Al コーティングしたポンプによつて採取した普通の試料中の酸素量に比し 30% 低く、またポンプテスト試料中にはしばしば大型介在物が見出された。上記の酸素分析用試料の検討の結果

本試験には吸引法をとることにしたが、この方法は Al コーティングのポンプ試料とほぼ同一の酸素量を示した。これはもちろんそのポンプ試料が外来の不純物を含まないものに限られる。高 Si 含有の溶鋼の場合は上記 3 方法とも同一の酸素量を示した。さて、一般に溶解精錬期間中炉中の鋼滓量は増加する、そして終期にはその量は 60~120 kg/t となる。そして炉床が新しい時には多く、そうでない時には少な目である。溶解後炉中には約 35% の鋼滓が残る、その残留鋼滓は溶落期間炉床を保護し沸騰精錬時炉床から離れる。炉床材消費量は 10~20 kg $\text{SiO}_2/\text{t steel}$ と計算された。鋼滓と溶鋼中の成分の活量係数が決定され平衡計算に用いた。たとえば Fe-Si-O 系についてみてその相互作用助係数 e_{Si}^{O} は約 0.04 と推定した。鋼滓試料には小粒金属が多くあり、その大小に係わらず溶鋼と同一の C 量を有しているが、わずかに表面の脱炭されているものが多く、これは炉中雰囲気と関連がある。

溶鋼の検討は、初めその酸素含有量の面からなされ、その含有量は酸素吹込後最低になり、その後最大量にまで増加する。それは Si と Mn が低い値に達してから初めて増加した。平衡論からみると Si や Mn は C より酸素との親和力は小さいのにも係わらずこれらの元素が C より前に酸化される理由について一仮説を提出した。

Carbon boil は O がその max. に達する直前に初まるもので O max. は 1550°C の時である。この値を保持している間 C, O 含有量から計算した CO 圧は 2~3 atm である。この温度を超えると O は低下し carbon boil 反応の平衡値 (CO 1 atm 以下) に達する。1550°C 以下では試料は直ちに皮膜で覆われ、Si を含んでいなくてもエミシビティーは高い。そしてこの温度以下では酸化沸騰は超らない。

3 溶解は 22 t 酸性平炉中で銑鉄によつて脱酸されたすなわち 0.85% C の溶鋼に対して 100~400 kg の銑鉄を用いてなされた。この銑鉄の添加により沸騰を生じ O を 25% (0.001%) に下げた。(中村信夫)

塩基性酸素製鋼法の冶金学的問題

(L. W. FRECH: Blast Furn. & Steel Plant, 48 (1960), No. 5, p. 452~455)

Jones & Laughlin Steel Co. の Aliquippa 工場での 81 t 上吹転炉の操業に関する問題を概説したものである。溶製鋼種は低炭素板用鋼から高炭素ワイヤーロープまで多種におよんでいる。

最終温度を所定の値にするためには装入物の量をあらかじめ決定する必要がある。溶銑の成分、温度および装入物の正確な重量などの測定をおこない、かつ操業状況を一定化しなければならない。温度は浸漬温度計で測定し、冷却あるいは追加吹精などで最終調整をする。

十分な精錬をおこなうためには適当な鋼滓が必要である。通常は塩基度 2.8~3.2 になるように焼石灰を初装する。塩基度をこれ以上にしても役に立たない。2450°F 1.25% Si の溶銑を用い 81 t の精錬をおこなう場合には約 11,000 lb の焼石灰、600 lb の螢石、1,200 lb のスケールを用いる。鋼滓に適当な流動性を持たせるためには鋼滓中 (FeO) の調整が重要である。(FeO) は鋼

C 含有量によつて変化すると同時に酸素の鋼浴への衝突状況によつて変るのでランスの位置を上下することによつて調整する。

鋼中 P 含有量は (FeO) の増大に伴つて低下する。最近 6 カ月間の平均では 0.012% である。脱硫は平炉より優れており、最近 6 カ月間平均で 0.0196% で、0.025% 以上になるのはチャージ数で 8% 程度である。

低炭素鋼の溶製は酸素吹込により、0.05% C まで下げ必要であれば加炭、温度調整をおこなう。精錬の終了は、焰の色およびその状況から判断するが輻射高温計も用いる。Mn 歩留は 65~75%、リムド鋼、キャップド鋼に対しては取鍋中に 0.1 lb/t の Al を投入する。リミングアクションを抑制する場合には Al を 0.3 lb/t 使用する。

0.15~0.30% C のセミキルド鋼は低炭素鋼と同様に C を下げてから復炭する。復炭の C 歩留は 70~80%、Mn の歩留は 75~85% である。取鍋脱酸は 50% Fe-Si, 1.8 lb および 0.6 lb の Al を用い、鋳型内には 0.25 lb/t の Al を添加する。

高炭素鋼の場合には高炭素水準で吹精を停止する。ランスの位置を通常よりも高目にし、酸素流量を下げるなどの処理をおこなう。所定時間精錬したのち、温度を測り、C 分析をおこなう。所定値に達していれば出鋼し、取鍋中へ Fe-Mn, Fe-Si, Al を添加する。この方法で製造されたパイプ、ワイヤーなどはいずれも満足すべき品質であつた。現在までに溶製した中で最も合金含有量の高かつたのは 1.5% Mn であるが、これ以上のものも、もちろん可能である。

出鋼時には、鋼流が良好でかつ距離を長くしないように注意する。これは Mn 歩留に關係する。タップホールを用いて鋼滓が取鍋に入らないようにする。

取鍋中溶鋼の窒素含有量は平均 0.0031% であつた。吹精終了時に採取した試料では 0.001~0.002% 程度である。温度調整のために後吹きをおこなつた場合には窒素含有量の増大が認められる。(河合重徳)

熔解操業における発達 (CLARK L. COREY: Proc. Electr. Furn., 16 (1958), p. 116~120)

著者は、最近の熔解技術の進歩の中で、真空熔解とスラグ、金属間の熱力学、あるいはスラグの物理化学について略述し、将来の進歩の方向を予想しようとしている。

(1) 真空熔解 真空熔解によつてえられる材質の改善は決して破格のものではなく、普通の電気炉操業でえられる目標である。たとえば、ニッケル母合金を真空熔解する場合の利点は、強さを附与する添加元素 (Ti や Al) の化学分析値を、厳密にコントロールできる点であるといわれているが、これらの元素はスラグ中に入つたり、介在物となつたりして損失するものであるが、真空熔解の結果この損失は減少し、したがつて介在物も低下するから延性を増すのであろう。このことは、真空熔解と空气中熔解の場合の、クリープ破壊強さの比較についてもいえる。空气中熔解であつても、十分注意深く熔解した場合には、両者の相異はみられなくなる。また、熔落時の酸素含有量の程度によつてクリープ破壊強さを比

較すると、酸素含有量が増すほど延性と強さは増す。この事実は、酸化期中の不純物の除去と関連するものである。同様なことが、AISI 4340 のような、航空機用鍛造鋼材についてもいえる。この場合は、熔解材料、耐火物、炉の操業などを十分にコントロールすることにより注意深く熔解して、真空熔解と同程度の性能に達することができよう。

(2) 熔解問題の基礎研究 熔融金属の理論研究の分野は(a)金属—スラグ間の反応の熱力学、(b)金属とスラグの物理化学および構造である。

溶体が2液相に分配される場合には、その二相に対する活量と、他相に対する活量の比が問題となる。したがって熔解操業における活量の定量的な把握が基本的なのである。この点については、ここ数年来いろいろな系について、いろいろ研究されてきたがまだ手をつけはじめたにすぎない。

熔融スラグの物理化学的な状態についての研究もおこなわれ、Chipmanの研究などがある。スラグのイオン性の理論は、スラグの構造における基本的理論体系を約束するもので、スラグと金属の熱力学的な性質を決定するときに助成となるであろう。そして、熔解技術におけるより確実な研究となるであろう。(八巻雄三)

—物 理 冶 金—

表面欠陥の非破壊試験 (W. A. BLACK: Blast Furn. & Steel Plant, 48 (1960), No. 5, p. 459~466)

鋼材の表面欠陥の検出および除去に関し、現在多額の費用を費やしている。鋼材の検査や手入が必要でなくなればこの費用を非常に低減しえるが、現在の段階では不可能である。したがって検査、手入のコストは主として検査の信頼度や効率によつて決定される。肉眼検査は能率が悪く、かつ欠陥の深さその他を区別できぬため、不必要な手入をおこなつて歩留を下げたり、逆に見逃しを生じたりする。このような失敗のない検査法は大いに有効である。本報はこの表面欠陥の非破壊検査を述べたものである。

非破壊試験として考えられるのは、磁粉探傷、超音波探傷、磁気渦電流誘導探傷などである。磁粉探傷は欠陥深さを明確に区別しえない。超音波探傷は表面波を用いて深さを求めることができるが、探傷表面を完全に平滑にしなければならず実際的には不可能である。第3の方法は被検査鋼材の表面近くにコイルを置いて電流を流す。これにより材料中には渦電流を生ずるが、欠陥の状態により流路が異なる。この変化を他のコイルによつて調べるものである。最近の装置ではコイルを前後に動かし、欠陥の上を通る時にその深さが一定値以上であればランプがつくようになっている。この方法は鋼材のみでなくパイプ接手などに対しても適用されている。またこの装置を自動化し、操作員なしに10倍以上の速さで検査する設備も用いられている。さらにこの装置に対して合否の判定以外に実際の深さの測定が要求されるようになり、直読式欠陥深さ測定器としての用途にも用いられる。現在はこの探傷器とチップング装置とを組み合わせ欠陥の自動除去や、製品の合格、不合格スクラップ落し、手直品の級別、手直などの一連の自動化が検討され

ている。

この方法にもいくつかの限界がある。例えば欠陥深さ1/64~1/8 in に対しては良いが、これより深い場合には他の方法の方が良い。また電気伝導度による補正が必要である。欠陥の方向によつて検出度が異なる。表面の閉じた欠陥は誤差を生ずる。

これらの限界はあるが、検査速度の向上、歩留低下の防止、労務費の低下、など非常な利点があり、高級鋼の生産に大いに有効である。(河合重徳)

—そ の 他—

鉄鋼業における計算機制御の応用

(T. M. STONT & S. M. ROBERTS: Iron & Steel Eng., 37 (1960), No. 3, p. 101~110)

計算機はプロセス制御に多くの様式で利用されるがその総てを計算機制御系統と言うことはできない。計算機制御系統にはつぎのような種類のものがある。まず計算機を別系統に利用する方式でプロセスの装置や実験室の分析からの読みを作業者が制御用計算機に入れてプロセスの調節をおこなうもので、余りしばしば変化のない高炉の装填の計算などに用いられる。つぎに計算機を利用するものはプログラムあるいは連続的に制御するもので、信号は作業者から受けるがそれからは直接制御をおこなうものであつて分塊圧延機に利用され、最も簡単なものではパス数、圧延速度、ロール間隙、エッジャー速度、位置など完全な資料を入れたカードを用いている。さらに進んだものではカードには鋼塊の寸法、仕上寸法初温度および鋼種のみを入れそれ以後は記憶と照合して適切なプログラムを選ぶ。つぎはデーターロッガーおよび操業案内の計算用に用いられる計算機でこれは元の信号を受けるとこれを計算機に入れ得る量に変換してから計算し答を出し、これに従つて作業者が調節をおこなうものである。これは平炉作業で用いられている。第4のものは完全閉鎖計算機制御系統であつてこれでは計算機がプロセス装置を読み最良の条件を計算し自動的にプロセス制御を調節し直すものである。この間に作業者はデーターを受けて適当な操作をおこなうこともできる。数値計算機を用いる制御では最適条件、記録および連続の3つの機能を組合せている。第4のような系統はプロセスが往々変動し調節や決定が複雑で作業者が許容時間内に応じられぬ時に有効である。このように技術的には計算機を用いる場合が判つても処置したら経済的であるか否か重要である。計算機は全体で約28万ドルであるが2000tの高炉の場合計算機によりコークス消費量を1%減らし、材料からの生産性を1%増加すれば2年もしない中に元がとれる。制御計算機の応用できるものとして機械速度と材料供給割合を制御する焼結工場、炉頂への正しい装入量や操業条件の維持を正確に制御する高炉、同上の他に操業の時間を含めた制御をする平炉、前記のごときパス、圧下や速度、ガイド位置、スプレーなどを制御される分塊圧延機に利用される。この計算機制御を利用する困難な点はプロセスの変数の関係であつて独立の制御できる変数にしてプロセスの特性を理論や実験で求めねばならないことであつて、数学的な関係については他の工業について経験されているものと同様である。

(桑原康長)