

抄

録

—製 鉄—

高炉におけるサイフォンレードルによる製鋼用鉄の連続炉外脱硫 (S. HENKEL et al.: Stahl u. Eisen, 88 (1968) 1, p. 10~14)

Henrich hütte, Hattingen において、サイフォンレードルによる連続炉外脱硫実験が行なわれた。使用した脱硫剤は、ソーダ灰および石灰 (33%)—ソーダ灰の混合物の 2 種類で、比較のために銑鉄輸送用レードル中にこれらの脱硫剤を添加する方法が同様に実験された。

同一の脱硫剤添加量に対して、脱硫前後の S 含有量を両軸にプロットした。この図から、脱硫後 S 含有量 $\leq 0.015\%$ とするためには、サイフォンレードルを使用して、ソーダを $2.6 \sim 3.6 \text{ kg/t}$ 銑鉄添加した場合、脱硫前 S 含有量が 0.03% 以下であることが必要と判明する。

脱硫剤の同一の添加水準で比較すると、輸送用レードルでは、石灰—ソーダ脱硫が、サイフォンレードルの場合は逆にソーダ脱硫のほうが脱硫率がよつた。同一の脱硫率を得るために必要な脱硫剤の量は、サイフォンレードルによる場合、輸送用レードルの約半分でよいことが判明した。

脱硫中の Si 含有量の低下は、輸送用レードルで $0.02 \sim 0.12\%$ 、サイフォンレードルで $0.02 \sim 0.07\%$ であり、低下量と脱硫剤添加量の間の関係は認められなかつた。

脱硫による温度低下は、輸送用レードルの場合 $10 \sim 12^\circ\text{C}$ 、サイフォンレードルによる脱硫の場合 $36 \sim 44^\circ\text{C}$ であつた。

また、サイフォンレードルによる脱硫では、輸送用レードルの場合と比較して、銑鉄の損失が半分以下になることが推定された。

サイフォンレードルの内張は、シャモットレンガおよびタールドロマイイトレンガで行なつたが、シャモットレンガはいちじるしく損傷がはやく、ソーダ脱硫の場合、約 320 t の処理を行なつたにすぎない。いつぼう、タールドロマイイトレンガの場合は、処理量が 1150 t に達してもまだ特記するほどの損傷は起こしていない。

(福武 剛)

高炉シャフト部における温度、ガス利用率、およびガス分布についてのゾンデによる試験

(D. BÜLTER et al.: Stahl u. Eisen, 88 (1968) 3, p. 108~119)

Salz gitter のトーマス銑を吹製している 2 基の高炉において、垂直および水平ゾンデを用いた試験を行なつた結果、高炉炉内におけるガス組成、温度および圧力の変化を明らかにした。高炉は高さ方向におけるガス利用率 ($\eta = \text{CO}_2 / \text{CO} + \text{CO}_2$) の分布により、予備還元帯、不活性帯、および Wüstite の間接還元帯の 3 部分に、また温度分布にもとづき、上部加熱帯、等温帯および下部加熱帯の 3 部分に区分される。

ゾンデによるガス分析の結果から、ある決められた条件下におけるゾンデ付近の物質収支を立てることができ

た。上部加熱帯では物質収支のデータとは相関がなかつたが、下部加熱帯では、この長さとは銑鉄 t 当たりのガス量と高度の相関があり、ガス量が増えると、等温帯が短縮して、下部加熱帯が長くなる。

高度の酸化鉄の Wüstite への還元は、高炉では温度が問題であり、 700°C 以上では銑鉄 t 当たりのガス量やガス利用率とは関係がない。これに反し、Wüstite の間接還元帯の長さは、還元物質質量および装入物の降下速度の関数である。垂直ゾンデの試験結果から高炉における還元速度とガス利用率との関係が求められ、この速度は銑鉄 t 当たりの還元物質質量が多くなるに従い低下する。

装入物柱の状態は温度および還元のプロフィールで示すことができる。降下速度が一定の場合には、還元物質質量の臨界点があり、それを越えるとガス利用率および間接還元率は急に悪くなる。

垂直ゾンデの試験期間中、水平ゾンデを用いて、炉の径方向のガス組成を測定した。これによると、シャフトにおいては、ガスの通りは周辺部がよく、中心部が悪い。この周辺部と中心部とのガス分布の差は、高炉の還元指数に大きな影響を与える。

水平および垂直ゾンデによる試験結果を比較することにより、シャフト上部におけるガスの流れ方がわかり、ストックラインの下約 3 m より下方では、周辺部から炉の中心部への横方向の流れが認められた。これは主として、装入物の分布にもとづくものであり、この点でガスはストックラインと垂直方向からいく分向きを変える。

(山田幸夫)

酸素による金属の脱炭の動力学について

(Y. G. MEDBEJEVSKIV, S. K. CHUCHMAREV, and O. A. ESIN: Izvestiya Vysshi (1968) 1, p. 15~19)

銑鉄の脱炭速度を研究する際溶銑中の $\%C$ の急速な変化および温度の変動は実験結果の解析を困難にする。そこで全圧 1 atm の $\text{N}_2\text{-O}_2$ ($p_{\text{O}_2} = 0.01 \sim 0.04 \text{ atm}$) gas mixture を $1 \text{ mm } \phi$ のノズルを通して $5 \sim 6 \text{ mm}$ 下の 500 g の溶銑 ($0.18 \sim 3.5\% C$) 表面に $0.4 \sim 1 \text{ l/min}$ 吹きつけ実験時間 $8 \sim 12 \text{ min}$ では $\%C$ の変化を無視する程度にして $1340 \sim 1600^\circ\text{C}$ で脱炭実験を行なつた。排気ガスの分析によつて得られた脱炭速度 $v_c (\text{C} \cdot \text{g/min})$ は実験式

$$v_c = \frac{K [\%C]^n}{1 - \frac{mK [\%C]^n}{\gamma V_\phi N_{\text{O}_2}}} \dots\dots\dots (1)$$

で表わされた。ここで m は stoichiometric coefficient, V_ϕ は吹きつけガス量, N_{O_2} は O_2 の容積分率, γ は補正值 ($= 0.97$), n は定数。脱炭の律速段階を溶銑中の炭素の拡散と仮定すると $K = K_0 \exp(-E/RT)$ とおける。ここで E は炭素の拡散活性化エネルギー。(1)式に代入して $E = 182 \text{ K } \partial \text{ J/mole}$ を得たがこれはすでに測定されている $45 \sim 70 \text{ K J/mole}$ よりかなり大きい値なのでこの仮定は適切でない。

界面での酸素の吸着が律速段階と仮定すると反応、 $C_{ad} + O_{ad} = CO$ に対して酸素の吸着速度を ω_a 、反応速度を ω_c とすれば、 $v_c = \omega_a = K_a SP_{O_2}(1-\theta) = \omega_c$ とおく。ここで S は窒素により吸着されていない界面積、 θ は酸素によつて吸着された面積比。最大吸着速度 $K_a SP_{O_2}(\theta = 0$ のとき) を $K_a SP_{O_2} = V_\phi N_{O_2}/m$ と考えると結局

$$V_c = \frac{K[\%C]^n}{1 + \frac{mK[\%C]^n}{V_\phi N_{O_2}}} \dots\dots\dots (2)$$

を得る。結局酸素の気相-溶鉄界面への併給速度が脱炭反応の律速段階であると考えられる。(小林三郎)

— 製 鋼 —

塩基性酸素転炉によるステンレス鋼の製造方法

(R. H. LOUTZENHIZER et al: Blast Furn. Steel Pl., 56 (1968) 2, p. 129~134)

塩基性酸素転炉を用い LAM 法と称する新しい方法により、ステンレス鋼の製造を行ない、その概略および特徴について記述している。この方法で各種のステンレス鋼が生産可能であり、しかも従来よく知られている電気炉操業における考え方もかなり応用できる。

LAM-BOF 法の特徴としては 1) 原料の選択をあまり厳密にする必要がなく、廉価のものが利用できる。2) 電気炉にくらべて化学的な効率がよく歩留りもすぐれている。3) 簡単に効率のよいプロセスコントロールが行なえる。4) 非常に生産性がよく、50 t 炉 2 基で年間 30 万 t 以上の生産が可能である。

溶銑としては高炉銑を用い、クロム添加は 1) ステンレス鋼屑と炭素屑あるいは高炭素フェロクロムを装入した熱風キューポラ銑、2) 高炉に直接クロム鉱石を装入して含クロム溶銑を作る、3) クロム鉱石と鉄鉱石を電気炉で溶解したものの 3 通りが考えられ、そのいずれを選ぶかは設備、入手価格などによつて定まる。

操業法は含クロム溶銑に石灰を加え酸素を吹き込み、珪素を酸化させた後、溶銑の温度と Si 濃度に応じて Cr 鉱石を装入する。この時期においてはスラグと鉱石中の Cr 酸化物は溶銑中の炭素により還元される。石灰の投入量は CaO/SiO_2 が 5~8 になるように調節する。酸素吹終点の溶鉄温度は Cr および C 含量によつて異なるが、ほぼ 3200~3600°F となる。次いで除滓を行ないスラグは取鍋に移してフェロクロムシリコンまたはフェロシリコンを投入し、Cr および Fe 酸化物を Si により還元する。除滓後の溶鉄温度にしたがつて鋼屑の配合量を決め投入する。必要に応じてニッケルもこの時期に装入する。スラグから還元されたメタルは転炉に戻し 1~2 min 間均質になるように保持した後出鋼する。

鋼中の窒素量は低く応力腐蝕の危険は減少し、水素含量についても問題はない。またクロムに富む非金属介在物もほとんどみられず、非常に良質のステンレス鋼が得られることがわかった。(渡辺靖夫)

銑込み時間短縮による酸素製鋼工場の造塊効率の改善 (R. HAMMER et al: Stahl u. Eisen, 87 (1967) 12, p. 1539~1543)

August Thyssen-Hütte の製鋼工場は 180 t 酸素上吹き転炉により 1962 年操業を開始し、1963 年には型抜き

設備を増設して月間生産量は 11 万 t から 16 万 t と増大した。しかし、装入時間、吹錬時間などの短縮により転炉の稼働率を増加させた場合の造塊工場の対応策としては、鑄型の種類を減らし容量を大きくして鑄型の管理を容易にし、ストッパーノズル口径の拡張とあわせて取鍋の造塊工場内滞留時間を減少させるのが最も経済的であると考えられ、造塊作業ならびに鋼塊表面性状などに対する溶鋼の急速注入の影響をノズル口径を 55~120 mm と変化させて調査し、最終的には 21 万 t の月間生産量をえている。まず月産 20 万 t (リムド鋼 90%)、215 t 転炉の平均吹錬時間を 37 min とし 11% の時間的ロス considering 全注入時間を算出した結果 15 min、これに対応するノズル口径は 120 mm となることがわかった。全注入時間は他の造塊作業の所要時間とのバランスからこれ以上の短縮は無意味であると考えられる。ノズル口径の影響を 70 mm と 120 mm の場合について比較すると、転炉終点温度の 18°C 低下、良塊 t 当たり 14 kg のスクラップ添加量の増加が可能であると考えられ、また取鍋内張りレンガの 40% 寿命増が認められた。またストッパー部は一部をグラファイト製とすることにより寿命に変化なく、定盤の寿命減も認められなかった。鑄型内での湯面の上昇速度はノズル口径 55 mm から 120 mm への増加に対し約 2~3 倍となるため鋼塊表面性状に対する悪影響が懸念されたが、横方向クラックの 50% 増に対しかさぶた状疵は 40% 減少し、全体として鋼塊表面疵は 15% 低下することがわかった。(鈴木健一郎)

製鋼における石灰の品質の重要性

(K. H. OBST, J. STRADTMANN: Stahl u. Eisen, 87, (1967) 25, p. 1543~1546)

製鋼プロセスのスプード・アップならびに自動化が進むにつれて、副原料の石灰の溶解速度が大きな問題となり、一段と均一で反応性の高い石灰が要求されるようになってきた。今日の転炉製鋼では、反応性が高いとされている軟焼石灰でも不十分で、石灰あるいはスラグに添加物を加えることによつていろいろ特性を与えることが行なわれている。一般に石灰の溶解は FeO_n によつて促進されることが知られており、石灰・フェライト法などが考え出されているが、これは溶解しやすい $(Ca, Fe)O$ 固溶体を形成するからである。スラグ内の石灰の溶解に際しては、 $2CaO \cdot SiO_2$ の形成は非常に不利であり、実操業でも $CaO-SiO_2-FeO_n$ 系状態図の“ $2CaO \cdot SiO_2$ の高融点部”をさけるようにしている。石灰の滓化促進は FeO_n のほかに MnO あるいは MgO を添加して、 $2CaO \cdot SiO_2$ の領域をおさえることによつても可能である。リン酸はこれと反対的作用をする。ばん土の添加によつても著しく石灰の溶解が早められるが、その詳細は別の論文で報告する。添加物によつて石灰の溶解を促進させる場合、ライニングの寿命が問題であるが、スラグ中に MgO があればドロマイトの滓化を防ぐ。この理由として、スラグとライニング間の MgO 濃度差が小さくなることと、石灰滓化の促進によつて、より早くスラグとライニング間の成分濃度差が小さくなることとがあげられる。これらのことから、石灰中に MgO が含まれることが望ましいが、冶金的に不利にならない量でなくてはならない。 MgO を含まない石灰の場合には、強く焼

成したドロマイトを少量添加するとよい。(垣生泰弘)

170 トン転炉における自動制御装置の操業試験

(F. J. HUFNAGEL et al.: Stahl u. Eisen, 88 (1968) 1, p. 1~5)

酸素上吹き転炉製鋼におけるプロセスの制御は近年技術者にとって主要な問題の1つとなっている。本稿では1964年末より Foesch AG 冶金工場の LD-AC 転炉で行なっているアナログ計算機を用いた熱、酸素、炭素バランス計算による制御と転炉のダイナミック・コントロールの可能性について述べている。

熱バランスは装入物量、排滓時のスラグ組成、排滓温度、終点温度から求め、2次吹錬に対する吹込み酸素量と必要な冷材量が指示される。この結果、終点温度の平均分散は 20.5°C で、これは添加 CaO 量より求めた最少排滓量計算を併用すると 16°C に低下した。この変動に対する主因子はスラグの変動である。炭素バランスは銑鉄炭素濃度、排ガスの連続分析値、排ガス量から算出し溶鋼中の炭素濃度と脱炭速度が指示される。排滓はこの指示にしたがって $0.8\sim 1.0\% \text{C}$ のときに行なわれる。炭素濃度の適中率は装置の設置により 47.5% から 75% に上昇した。またランス高さは脱炭速度と炉口における音波測定から指示される。終点磷濃度については熱バランスのみで制御したときの平均分散は $0.010\% \text{P}$ であるがこれに炭素バランスと最少排滓量計算を併用すると $0.005\% \text{P}$ に低下した。また酸素バランスは吹込み酸素量と排ガス中の酸素量よりスラグ中の鉄含量を連続的に求める。これと炭素バランスを用いてデジタル計算機によるダイナミック・コントロールを磷の挙動に関して行なうことが可能である。

これらの装置の誤差限界は 3% で、1年間の操業における故障率は 7.7% であつたが、装置の信頼性についてはさらに検討を要すると述べている。またコストは制御装置の設備費は転炉一基当たり $104,000 \text{ DM}$ 、装置の稼動コストは t 当たり 0.07 DM であつた。またダイナミック・コントロールの場合は稼動コストは 0.20 DM に上昇すると述べている。(荒谷復夫)

ASEA-LFR 法による溶鋼の真空処理

(O. NYQUIST and M. RYDINGER: J. Metals, 20(1968) 3, p. 23~28)

溶鋼の真空処理にあつて熱損失の問題は非常に重要であり、処理時間に影響をおよぼすため十分に効果をあげられない場合も生ずる。従来、温度降下を見越して製鋼炉でその分だけ過加熱しているが、その結果炉のライニングの損耗、加熱時間の延長、熱源の問題などを生ずることになる。そこで電気エネルギーを熱源として取鍋脱ガス時における温度降下を防ぐ方法として ASEA-ULF 法(Ultra-Low-Frequency)あるいは ASEA-LFR 法((Line-Frequency-Channel-Furnace)を開発し、Surahammars Brukes AB において 7 t のパイロットプラントを作り、試験した結果を報告している。

構造は炉体下部に最高出力 220 kw のインダクターを置き、本体との間は水冷ジョイントで接続している。合金元素の添加は炉上部のホッパーを通して行ない、真空中で試料採取もできる。

試験溶鋼は $0.35\% \text{C}$ の Si キルド鋼および 0.27%

C 、 $1.8\% \text{Cr}$ の低合金鋼を用いた。真空処理により水素量は 3 ppm から 1 ppm に、窒素量は 60 min の処理で 100 ppm から 30 ppm に減少している。酸素量は炭素鋼で $55\sim 93 \text{ ppm}$ であつたものが真空処理により $27\sim 29 \text{ ppm}$ に下つている。これは溶鉄中の炭素により脱酸が行なわれた結果であり、酸化物系介在物も 7μ 以下の大きさになつている。

従来の真空取鍋脱ガス法では大気と接触するのは1回であるが、本装置では LFR 炉から出鋼するときと型に casting するときの2回大気に接触するためマクロ介在物や酸素量がいく分高い。今後この点を改良すれば大気のまき込みを防げ酸素含量の少ない鋼が得られると思われる。(渡辺靖夫)

— 鑄 造 —

広幅スラブの連続鑄造

(H. SCHREWE: J. Metals, 20 (1968) 3, p. 14~18)

Mannesmann AG では広幅スラブを鑄造するための連続鑄造機を2基増設し、本報においてその設備および操業状況について報告している。この増設の結果、生産能力は年間 60 万 t から 180 万 t に増加した。新しい鑄造機は彎曲型で幅 $800\sim 2100 \text{ mm}$ 、厚さ $150\sim 250 \text{ mm}$ の板を鑄造できる。mill floor から casting floor までの高さはわずか 5.4 m しかない。平均鑄込時間は $55\sim 60 \text{ min}$ 、鑄込速度は1基当たりおよそ 2 t/min である。

水冷彎曲鑄型は長さ 700 mm 、冷却水量は $5.5 \text{ m}^3/\text{min}$ で、鑄込速度およびスラブの大きさによつて冷却速度は異なるが、鋼 1 kg につき $15\sim 40 \text{ kcal/min}$ になる。鑄型の四壁は可動になつていたので、大きさの異なるスラブを鑄込む場合には鑄型を交換しなくともギャー操作により所定の寸法にかえられる。

支持ロールは1) ふくらみを生じないようにスラブを保持するもの。2) 数段階において徐々に彎曲を修正し水平な位置に直すもの。3) 所定の速度で引き抜くロールの3種類に分類される。

1967年5月設置以来の操業記録から一回の平均鑄込み時間は約 97 min であり、2基がフル操業すると鑄込みから次の鑄込みまで 2 hr を要する。鑄込み速度は鑄込み温度と鋼種によつて異なる。スラブの断面大きさによる鑄込み速度は $800\times 205 \text{ mm}$ で 950 mm/min 、 $2050\times 205 \text{ mm}$ で 550 mm/min である。

彎曲型連続鑄造機ではかなり断面の大きい場合でも引出し速度を早くすることができるので、引張り装置とロール台の長さを大きくできれば鑄込速度を大きくすることが可能である。(渡辺靖夫)

連続鑄造における溶鉄保護雰囲気鑄込みによる介在物のコントロール

(M. P. KENNEY: J. Metal, 20 (1968) 3, p. 88~95)

最近自動車産業をはじめとし使用者側における鋼材の品質向上への要求が強い。連続鑄造においてタンディッシュから入る酸素を減少できれば、ビュレット中に残存する非金属介在物の量と大きさは減少する。

Roblin Steel Corp. で鋼中の非金属介在物を減少させるために連続鑄造作業において留意している点は次のようなことである。1) 電気炉に装入する鋼屑の品質を検

査し硫黄含量を少なくするよう注意する。2) 精錬, 脱酸および温度管理を行ない溶鉄中に溶解している酸素を少なくする。3) タンディッシュの形状・材質を改良し, 取鍋あるいはタンディッシュからの外来介在物を生じないようにする。4) タンディッシュ内の溶鋼深さを一定に保ち酸化物の形成・浮上を助ける。5) タンディッシュから鋳型への溶鋼流の酸化を防げる。6) ピュレットの凝固をできるだけ早くし, 酸化物が凝集するのを防ぎ微細に分布させる。

これらの中でタンディッシュからの鋳込流は大気との接触表面積が大きくなるので酸化による介在物の生成を避けられない。そこで IMPACT 法 (Improved Metal Protective Atmosphere Casting Technique) と呼ぶ方法を用い, 保護雰囲気下で鋳造を行ない非常によい結果を得た。この方法はタンディッシュと鋳型の間にアスベストを巻いた円筒をおき, その中に高純度アルゴンを 2 cfm の割合で導入し, 溶鋼の大気巻込みを防ぎ凝固時の再酸化を減少するものである。このようにして得られたピュレットには介在物が少なく非常に清浄なことがわかった。

(渡辺靖夫)

連続鋳造鋼におけるアルミ系介在物

(A. McLEAN: J. Metals, 20 (1968) 3, p. 96~100)

一般にアルミニウム脱酸鋼において鋼中の非金属介在物に起因する欠陥の多くはアルミネート系酸化物の存在に関係がある。特に自動車用鋼板あるいは深絞り用鋼板の表面欠陥は問題になる。本報では主として連続鋳造過程においてアルミ酸化物の形成に影響する因子を求め, 清浄な鋼を得る方法について検討し報告している。

溶鉄にアルミニウムを添加したとき生ずる脱酸生成物はアルミナとハースナイトであり, いずれも製鋼温度では固体となる。臨界値以上の酸素を含む溶鉄にアルミニウムを添加すると, 最初に形成されるのはハースナイトであり, 酸素量が減少するとアルミナが安定な脱酸生成物となる。マンガンが存在するとアルミニウムの脱酸力は増し, 形成されるアルミネートの量も増加する。溶鉄の攪拌が不十分なときは, アルミニウムを添加しても溶鉄内の分布は均一にならず, アルミニウムに富む部分と酸素に富む部分が生じるため, 後者の近くでアルミネートが形成されると考えられる。

連続鋳造においては鋳込み時の溶鋼流の再酸化により酸素濃度が高くなりアルミネートが形成される。そのためタンディッシュのノズルをのぼし鋳型内の溶鋼面に届くようにして内部にプロパンあるいはアルゴンを充たして再酸化を防止することが必要である。また, 凝固時の酸化物形成を考えると, 鋳型壁近くは凝固が急速であるため固相内の溶質濃度は液相とほぼ同じであり偏析は少ない。しかし, 凝固が進行し融液中の溶質濃度が高くなるとアルミネートの形成・成長が生じると考えられる。この凝固時に生ずる介在物を減少させるには, ノズルを延長するほか合成スラグを用いて除去を容易にする方法を用いるとよい。

(渡辺靖夫)

一 性 質

深絞り用アルミキルド鋼における AlN の分解と再析出

(F. A. HULTGREN: Blast Furn. Steel Pl., 56 (1968)

2, p. 149~155)

アルミキルド鋼は非時効性であるが, コイリング温度が高ければ, 深絞り加工性がわるく, 反対に温度が低ければ深絞り加工性は良好となる。これらの現象の解明するために, 熱間圧延 (コイル) 後, 冷間加工後および焼なまし後のそれぞれについて AlN の分解と再析出の状態を調査し, AlN が結晶構造にどのような影響をあたえているか研究した報告である。

試料は C: 0.06~0.07%, Mn: 0.30~0.31%, N: 0.0085~0.0086%, Σ Al 0.041~0.082% のアルミキルドコイル帯鋼を使用した。

AlN 粒はオーステナイト中では安定であるが, フェライト変態後は不安定となる。熱延後のコイリング温度が高い場合には AlN はフェライト中でいつたん分解しさらに析出をはじめ, 最終的にはフェライト中で安定なものとなる。一方熱延後のコイリング温度が低い場合にはフェライト変態後も AlN は分解しない。この場合は冷延後の焼なましによつていつたん分解するが, その後再び (オーステナイト中に) 析出する。

分解したり再析出したりする量の限度はコイル時の温度や保持時間によりきまる。

冷延後の焼なまし工程で再結晶中に AlN の析出があれば深絞り加工性にとって好ましい結晶構造すなわち, 板面に対し (111) の密度の高い組織を得ることができる。この理由は AlN が (111) の方向に核の成長を促進させるためである。また焼なまし温度にも最適値がある。

一方再結晶が終つてから AlN が析出する場合には結晶は板面の方向に強く成長するのみで (111) の密度には無関係である。

その他, 深絞り加工性の良否を示す値として (111) 方向の密度の強さを因子とした $R = 1.05 + 0.27 \ln(111)/(100)$ の式を示し, さらに $\ln(111)/(100)$ の値が焼なまし温度によつて変化する状態を図示している。

(石田 徹)

シャルピー衝撃試験データの進歩した評価

(L. J. VANDER TOORN et al.: J. Iron and Steel Inst., 206 (1968) 1, p. 50~59)

フェライト鋼の低温脆性破壊の感受性を判定するために広く使用されているシャルピー衝撃試験のデータを統計的に解析して評価した。15 mm と 25.4 mm 厚さのセミキルド鋼と, 25.4 mm 厚さの 2 種類の Si キルド低 C-Mn 鋼の 4 種類の鋼材を用い, 荷重-たわみ線図を記録して衝撃試験を行なった。

一般に衝撃エネルギー (E) と延性破面率 (x) との間には直線関係がなく $F(x) = a \exp(-bx) + cx \exp(dx)$ の形で示される。延性-脆性遷移温度範囲では, シャルピー衝撃エネルギー値は大きなバラツキを示し, 試験の各温度における標準偏差は遷移温度範囲で一定ではなく, 試験の精度にもとづくバラツキよりも試料の不均質にもとづくバラツキのほうが主要な因子となることが示された。衝撃エネルギー値のみを考えた場合, 試験の再現性と相対的感受性は, 最終圧延方向に対して横方向に採取した試料のほうが縦方向に採取した試料よりもよい結果を与えた。脆性-延性破壊の破面変化にもとづく遷移温度は試験片の採取方向にはほとんど無関係のよう。

である。衝撃エネルギーそれだけでは低温で使用する鋼の遷移温度を判定するためには不十分な基準であり、より信頼できる最低衝撃エネルギー値は目的とする鋼の破面観察にもとづいて決定できると思われる。そして試験したすべての材料について、破壊発生のマクロ的な様相は、はつきりした脆性から延性への遷移を示し、荷重-たわみ線図を画くことによつてこの遷移に対する客観的な情報を得ることができ、この方法は試験片採取方向に対して感受性のない基準となることが示された。また試験片の加工直後と8カ月間経過したものを比較したが、8カ月後の試料がわずかに靱性がよいことが観察されたが、実質的にはほとんど差がない程度であつた。

(青木孝夫)

α 鉄固溶体の機械的性質

(G. LÜTJERING und E. HORNBÖGEN: Z. Metallk., 59 (1968) 1, p. 29~46)

Cr, Mo, P, Co および Ni による α 鉄の固溶体硬化を引張試験と電顕観察によつて研究した。固溶体硬化を考えるに当たっては侵入型原子の分布を考えに入れねばならない。各合金には 0.0005~0.0075 wt% の侵入原子が含まれ、すべての合金の場合整合粒子として析出している。それらの析出の状態は侵入原子の濃度と置換原子の型および濃度とによつて定まり、種々の比較は同じように分散した粒子を含んでいる合金同士のみについておこなうことができる。

純粋な固溶体の flow stress は、ある特定の歪のもとで得られた値を、時効硬化の影響と整合粒子による初期加工硬化速度の変化とに関して補正してはじめて求められる。かかる固溶体硬化は R. L. FLEISCHER の理論によつて解釈することができる。Ni は flow 初期の整合粒子の成長速度を増加させる。その結果初期の加工硬化速度が大となるが、これはこれまでの多くの研究では Ni による固溶体硬化として解釈されてきたものである。

置換元素の挙動は定性的に侵入原子 C および N との結合エネルギーが異なることに帰しうる。侵入原子との結合エネルギーが鉄よりも大な合金元素は析出をおこす。このことはもしも同様な熱処理を行えば、純鉄の場合よりも粒子を小さくすることとなる。このようなとき、結晶内での強い pile-up と表面でのりの高い step との形成により合金は脆化する。約 4 at% 以上の Ni を含むときはどの熱処理をしたときもこの臨界粒子径は通り越してしまつていた。このような合金は変形温度が低いときも靱性を有する。P と Mo との含有量の高い

ときは、実用的に可能などんな熱処理をしても完全に靱性の状態に達することはできないが、その他のものでは脆い状態から靱性を有する状態に変化させるように粒径を臨界値にもつていくことができる。(鈴木正敏)

—そ の 他—

X線回折による鋼中の残留オーステナイト量の決定

(J. DURNIN and K. A. RIDAL: J. Iron Steel Inst., 206 (1968) 1, p. 60~67)

残留オーステナイトを X 線により定量的に測定する方法について、各種の問題点を詳細に検討した。

測定は、マルテンサイト相とオーステナイト相から、ディフラクトメーターで得られる、各回折線の積分強度を比較することにより行なつた。顕微鏡、磁気によるオーステナイト量測定と本方法との比較、ターゲットの選択、比較する回折線による測定量の相違、試料の表面状態、炭化物、選択方位の影響などの問題点について検討し、オーステナイト量の検出限界と精度とを決定した。

Ni 鋼、高張力鋼、工具鋼、スエーデン鉄、18-8 ステンレス鋼、電解抽出セメントタイトの粉末試料とを用い試料作成中の応力によつて生じる変態を避けるために、試料表面の準備に注意を払つた。

検出精度は 1.5~3.80% のオーステナイト量に対して $\pm 0.5\%$ の範囲で測定できる。1% 以下のオーステナイト量の少ない範囲の測定が、顕微鏡、磁気の測定と比べて可能であり、また強度測定が fixed time 法によるので測定点の数と測定時間を増加することにより、精度、検出能力を改善できる。

ターゲットの選択については、Mo, Co, Cr について調べられたが、Mo の管球は他の管球と比較して出力が大であり X 線の強度が強く、波長が短いので回折線の数も多く、試料の吸収は少なく、透過力も深いので、Mo が好ましい。

測定に際しては、各相についていくつかの回折線を組み合わせて使用することが、選択方位、炭化物などの測定値に対する影響を観察できるので望ましい。すなわち炭化物、選択方位の影響を受けていない回折線を使用することにより、ある程度これらの影響を避けることができる。

以上ディフラクトメーターを使用した残留オーステナイトの測定方法は、速くて精確な方法であることがわかつた。(藤田充苗)