

抄 録

— 原 料 —

コークス炉評価のための一提案

(W. M. FARAFONOW: Blast Furn. Steel Pl., 55 (1967) 7, p. 603~614)

コークス炉操業の良否を判断する手段として、①熱効率、②生産性の2つがある。熱効率の定義は熱収支から熱効率 (T.E.) = (入熱 - 廃ガス損失 - 放散熱損失) / 入熱で表現される。生産性の尺度としては、①窯あたりの乾留重量、②単位体積あたりの乾留重量、③単位加熱面積あたりの乾留重量、などがあるがいずれもコークス炉のサイズ、燃焼形式、操業状況などの違いによって同一基準で相互を比較できない。そこでコークス炉生産性を表現する方法として乾留コークスの体積速度 ($Ov = 24 \times$ 炭化室のコールラインまでの体積/乾留時間)を定義する。体積を使うことは窯毎の個性を排除する意味で嵩比重を採用するより普偏性がある。計算の前提として炉幅 350~500 mm, 体積 $10.3 \sim 32.8 m^3$ (DIN 23200), フリユー温度範囲 1300~1350°C, を採用すると $Ov = 20 \sim 46.5 m^3/24hr$ の範囲である。TE, Ov から熱効率と生産性の両者を総括した評価指数 (EN) を次のように定義する。 $EN = Ov + TE - dT \times Kn$ ここで最後の項, $dT \times Kn$ はコークス炉の均一加熱の程度をあらわす。すなわち, dT は最大許容温度差, Kn は炉温のばらつきである。平均的コークス炉サイズで標準操業からえられた EN の値は 100 前後である。この EN を数学的に表現するために、直交座標をもちいることができる。横座標を

体積速度 (Ov), 縦座標を熱効率 (TE) にとつて、基本線 $x+y=100$ をひく。操業状態の良否は操業データからプロットした点と基本線との距離によつてあらわされる。すなわちプロットした点から基本線までの垂線の長さを d とすれば、 $d = (-Ov - TE + 100) / (-\sqrt{2})$ の式に任意の Ov, TE の値を代入すれば良い。このときえられた d の数値がマイナスであればグラフでは、基本線の下に位置し水準以下の操業状態にあることを示し、プラスならこの逆である。各個のコークス炉操業データを解析すると一般に大型コークス炉では大きな EN がえられるようである。(名取好昭)

鉄分含有量の高いペレットの還元崩壊

(K. MEYER and H. RAUSCH: Stahl u. Eisen, 87 (1967) 11, p. 654~660)

高炉装入鉱石の Cu, P などの有害元素をできるだけ低く抑える必要があることから、選鉱を行なうようになると、必然的に鉄分含有量が高くなり、この精鉱から製造したペレットを高炉原料として使用した場合、機械的強度および耐摩耗性が高いにもかかわらず還元崩壊の問題が起こってくるので、あらかじめこの対策を考えておく必要がある。還元崩壊には2つの機構が作用しており、1つはヘマタイト表層に形成されるマグネタイトへ、最外層で生成する鉄が拡散して膨脹を起し、楔形亀裂を形成することによる。他の1つはヘマタイト還元速度の方位依存性が原因している。すなわち安定な $\alpha-Fe_2O_3$ は六方晶であることから変態方向に異方性を生じる。ヘマタイト単結晶の顕微鏡中での CO ガスによる還元実験では $(0001)\alpha-Fe_2O_3 \parallel (111)Fe_3O_4$ の関係を保つてヘマタイトの C 軸に垂直な方向にマグネタイトの生長が起こることが観察された。このことから、実際のペレットでは、ヘマタイトの方向が任意であるので、還元方向も異なり、隣接結晶粒界に沿つて、 $Fe_2O_3-Fe_3O_4$ 界面間に張力を生じる。そのため、粒界から割れを生じやすくなり、特に粒径が大きくなると顕著になる。マグネタイト精鉱を高温で酸化焼成するとヘマタイト粒径が大きくなるので、非鉄酸化物を添加してこれを抑制した。たとえば SiO_2 を添加した場合 2% 以上の添加で還元崩壊は大部分抑制された。 $CaCO_3$ を 1% 添加した場合には焼成温度を変えることによつて同様に還元崩壊性が少なくなった。(梶永剛啓)

鉄鉱石、還元試験における必要条件

(W. WENZEL and W. THEISGES: Stahl u. Eisen, 87 (1967) 13, p. 786~788)

鉄鉱石の「完全な (integral) 還元試験方法」(SHENCK, et al.: Stahl u. Eisen, 85 (1965), S. 963~970) として、温度、ガス圧、ガス組成等について高炉にできるだけ近似させた変化を与える複雑なプログラムを作り自動化された試験装置で行なう方法があるが、他の試験方法に比べ、装置が嵩ばつており、かつ非常に複雑である。したがつて、できることなら装置の大きさはもちろん、

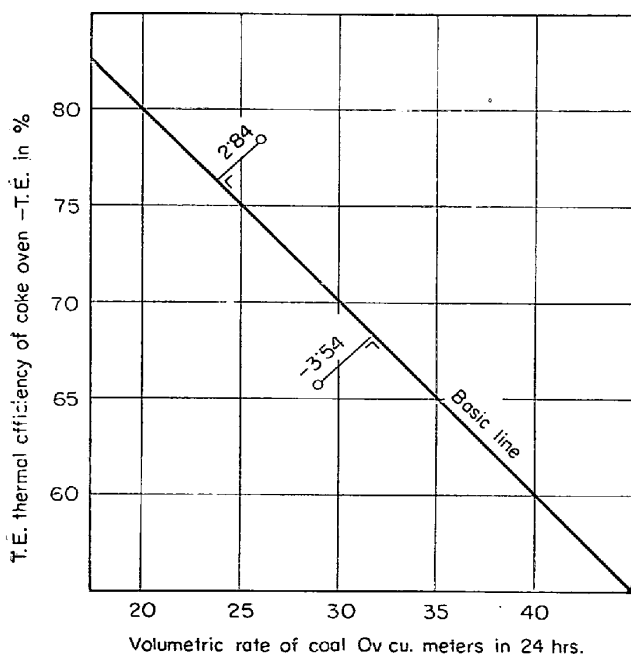


Fig. 1. Evaluating numbers of coke ovens presented in two-coordinate system.

プログラムの単純化を図りたい。この場合、たとえ試験の結果、高炉操業に直接役立つ情報が得られなかつたとしても、少なくとも鉄石の還元性の順位に関しては「完全な試験方法」と同一の結果を得ることが前提条件である。このような考え方に基き、どのような条件の単純化あるいは省略が可能かを知る目的で、一連の実験を行なつた。すなわち、基準として①「完全な試験方法」をとり比較試験としては①の試験条件のうち、それぞれ一条件を次のように変更して単純化し、他は①のとおりとする試験を行なつた。

- ② 試料に荷重をかけない。
- ③ 最終還元温度まで直線的に昇温させる。
- ④ ガス圧を一定 (1 kg/cm^2) に保つ。
- ⑤ ガス組成を一定 ($40\% \text{CO} + 60\% \text{N}_2$) とし、試料に荷重をかける。
- ⑥ ガス組成を一定 ($40\% \text{CO} + 60\% \text{N}_2$) とし、試料に荷重をかけない。
- ⑦ 900°C まで昇温したところで試験を中止する。

②～⑦の異なつた試験方法により、Fe 品位 13～64% にわたる 7 銘柄の鉄石の還元性を測定し、各試験方法における鉄石の還元性順位を①の結果と比較した。

その結果、①とよく一致したのは④だけで、⑤⑥では CO 濃度が高過ぎて還元率 100% のものが多く、差が検出できなかつたし、②③⑦では全く異なつた順位が得られた。したがつて、すべての条件を高炉に近似させた試験方法と同じ還元性の順位を得るためには、ガス圧以外の諸条件は単純化または省略できないことがわかつた。

(宮本 明)

— 製 鉄 —

カーボン煉瓦の炉床をスプレー冷却および炉底冷却した高炉の温度

(J. R. LOWE and G. A. PROKOPIK: Blast Furn. Steel Pl., (1967) June, p. 491～497)

米国の Jones and Laughlin 社では 1966 年に炉床にカーボン煉瓦を用いた 2 つの高炉 (炉床径 29ft) をたてて、炉床鉄皮は外部スプレーにより、炉底は空気で冷却した。

炉底の冷却は炉底レンガ上面から 115 in. の位置に並べた 17 本のステンレス鋼管 (直径 $8\frac{5}{8}$ ") に 65000 C MF の空気を通して行なわれた。空気量は管の出口側の絞りによつて調節される。入口と出口の温度差は $6\sim 24^\circ \text{F}$ で、平均して 18°F である。

炉底の中心線上の 3 つの位置 (炉底レンガ上面からのおの $28\frac{1}{2}$ in., 57 in., $85\frac{1}{2}$ in.) に、CA 熱電対をつけて温度を測定した。最上段の熱電対の温度は高炉火入れ後約 1 カ月で最高温度 $2000\sim 2100^\circ \text{F}$ に達し、その温度を 5 週間記録してから最上段の熱電対はやられてしまつた。中段と下段の熱電対の温度は高炉火入れ後 4 カ月しても上昇を続け安定しなかつたが、その後中段温度は 1800°F 、下段温度は 1100°F に達してからはあまり上がらずほぼ平衡に達した。中段と下段の熱電対の温度を用いて salamander penetration の推算がなされた。

炉床鉄皮の外部スプレーによる冷却は羽口のすぐ下に取りはずしのできる遮蔽板 (pan) をつけて、出滓口と

出鉄口を除いて全周にわたつて行なわれた。シャフト冷却後の排水が 2 つのタンクに集められ、このタンクで 30 ft の水頭のついた冷却水が、炉床のスプレー冷却に用いられた。

(浜田尚夫)

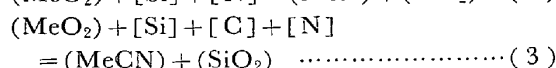
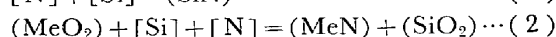
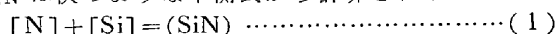
高炉中での鉄鉄スラグ間の窒素分配について

(E. SCHÜRMAN et al.: Stahl u. Eisen, 87 (1967) 11, p. 645～654)

るつぼ実験と稼動高炉から試料を採取し窒素分配の法則性を見出そうとした。これら 2 つの方法での実験結果の一致は法則性を強調するものである。

まずスラグ中の窒素含有量は溶融物中のシリコン含有量に比例するもので実験結果でもそのことが示されているが、後に述べるように窒素の絶対含有量は温度や塩基度などの条件によりかなり相違するので、 $K_{\text{Si,N}} = (\text{N}) / [\text{N}][\text{Si}]$ で窒素分配として結果を分析した方がばらつきがより少なくなる。

$K_{\text{Si,N}}$ は次のような平衡式から計算される。



平衡式 (2) は Si より N との親和力の強い Al, Ti でも成立つ。高炉操業の場合は特にシアン化物の形成が窒素量を決定するので (3) の反応が最も確からしい。実験結果によれば $K_{\text{Si,N}}$ の値は鉄鉄中のシリコン含有量が高ければシリコン濃度に関係しないことを示しており (3) の反応を支持している。

また反応 (3) では (1) および (2) に比べ $K_{\text{Si,N}}$ は $1/a_c$ 倍になつてはいるが炭素の活性度を近似的に 1 とすれば等しくなる。

$K_{\text{Si,N}}$ は温度に、 $\ln K_{\text{Si,N}} = -3620/T + 3.27$ で依存するほか塩基度にも関係する。

シリカとマンガンの平衡式から、 $K_{\text{Mn,Si}} = (\text{Mn})[\text{Si}]^{1/2} / [\text{Mn}]$ となり、 $K_{\text{Mn,N}} = (\text{N})(\text{Mn})^2 / [\text{N}][\text{Mn}]^2 = K_{\text{Si,N}} \times (K_{\text{Mn,Si}})^2$ で計算される。同様に $K_{\text{S,N}} = (\text{N})[\text{S}]^2 / [\text{N}](\text{S})^2 = K_{\text{Si,N}} / (K_{\text{Si,S}})^2$ であり、これらはいずれも実験結果と一致する。マンガンとイオウの窒素分配への寄与はマンガンによる還元および脱硫として逆の結びつきをしている。

最後に鉄鉄およびスラグ中の全窒素含有量もまた鉄鉄中のシリコン含有量と共に増大する。

(田口整司)

石灰およびその他の反応剤の吹込みによる鉄鉄の脱硫

(C. T. Плискановский et al.: Stal', (1967) 6, p. 481～483)

1964年に《アゾフスターリ》工場において、当初脱珪のための予備処理用として準備された 80 t 取鍋を利用して、ソーダ、石灰および天然ガス吹込みによる鉄鉄の炉外脱硫試験を試みた。

とくにこの装置では脱硫剤の吹込み効果をよくするために浸漬羽口を採用している。この羽口の構造は、上の部分は水で冷却され、下の部分はボタ材で内張りされた磁製管からなり、その中を石灰供給用の金属パイプが通つている。

ソーダによる試験では、吹込まれたソーダの大部分が排気管を通じて外部へ逃げてしまうことならびにその融

点が低いことと関連して種々の困難に遭遇し脱硫効果は上がらなかつた。

天然ガスの吹込みによつてすばらしい脱硫効果を得たという報告がなされているが、《アゾフスターリ》工場で行なつた試験ではその効果を確認することはできなかつた。他の工場でみられた天然ガス吹込みによる脱硫効果は、おそらくその吹込みに伴う溶銑の激しい攪拌作用により銑鉄中の Mn が S と結合したためと思われる。

石灰による脱硫試験は溶銑中に 1.4~1.8m まで浸漬した羽口を通して、1.5~3.0 at の圧縮空気 110~170 m³/hr で、噴霧タンクから 50~60 kg/min の石灰を溶銑中に吹込んだ。最初の実験では生石灰を多量に含む低品位の石灰粉を使用した。この場合脱硫率は平均35%であつた。次に Ignition loss が 7% 以下の良質石灰粉を吹込んだところ、脱硫率は40~45%に向上した。このときの石灰の粒度構成は -15 mm が 93% で、吹込み量は 6~8 kg/t-pig として吹込み時間は 6~9 min であつた。この焼石灰吹込みによる脱硫方式は 1965 年以後一定の地区で実作業の中に採用され、吹込み空気量の減少ならびに吹込み処理時間の 3~5 min 間の短縮を実現し好成績をおさめている。またこの脱硫方式では、銑鉄中の S 含有量を考慮した品位向上による割増金額がその処理経費よりも著しく大きいことが注目に値する。

(鈴木吉哉)

焼結鉱の CO による還元過程におよぼす水蒸気と CO₂ の影響

(H. Л. Гольдштейн et al.: Stal', (1967) 7, p.577 ~583)

酸化鉄の還元速度におよぼす CO への水蒸気の添加の影響に関して相異なる報告がなされている。Bon および M. S. Chelshev らは、水蒸気の添加は CO の分解反応を強め還元を促進すると述べている。他の文献には、それとは逆に水蒸気による還元プロセスの抑制について述べられている。これらの実験は一般に、一定温度の条件で純粋な酸化鉄について行なつたものである。

著者らは次の化学組成を有する 3 種の還元性の異なる造粒鉱石原料を用いて、酸化鉄の還元プロセスにおよぼす水蒸気ならびに CO₂ の添加の影響を調査した。なおこれら原料の純 CO 気流中での還元性は A のペレットが最もよく、C の焼結が最も悪かつた。

	Fe _{total} , %	FeO%	Fe ²⁺ /Fe _{total}	CaO/SiO ₂
A (ペレット)...	60.6	9.4	0.121	0.22
B (焼 結)...	57.0	17.0	0.232	1.05
C (焼 結)...	57.8	35.7	0.480	0.66

実験条件は、できるだけ高炉の条件を再現するよう考慮し、400~900°C の温度区間で、CO+N₂ の混合ガスへ水蒸気は 10% まで、CO₂ は 9% まで添加した。いずれの場合もガス中 CO 濃度が 40% になるようそれぞれの添加量に応じて N₂ の量を低下させた。

水蒸気の添加はいずれの原料に対しても CO による還元を抑制することが確認された。この抑制作用は温度の上昇につれて顕著になる。

CO₂ の添加も水蒸気の場合と同様、酸化鉄の還元プロセスを抑制する。

これらの還元の進行におよぼす種々の影響を正しく説

明することは非常に困難である。なぜならそれらのプロセスが、CO の分解反応および水性ガス反応の副次的反応によつて複雑化されるばかりでなく、kinetic の過渡領域でみられるからである。
(鈴木吉哉)

— 製 鋼 —

塩基性平炉における脱炭速度と酸素量の影響

(H. vom ENDE et al.: Stahl u. Eisen, 87 (1967) 13, p. 773~776)

平炉製鋼法において鋼の脱炭反応が生産に及ぼす影響は大きい。この反応は熱力学的に解明できる。H. Schenck らは塩基性および酸性平炉での調査で炭素および酸素の濃度から脱炭反応の速度を決定した。本報告の調査はマンネスマン社の 150 t 塩基性平炉で行なわれた。この平炉は重油-酸素バーナーを使用し、挿入量の割合は溶銑 35%、スクラップ 65% であつた。溶鋼と鋼滓の試料は 25 チャージからおのおの 15~30 min の間隔で採取された。溶鋼の試料は鋼浴表面から 150~200 mm 下で、Al で鎮静可能な鋳型を使用して採取し、一方鋼滓の試料は窒素ガスを吹込んだ内径 10 mm のパイプによつて鋼浴表面から 30 mm ごとに試料を採取した。以上の調査の結果以下の式を算出した。

$$\frac{\Delta C}{\Delta t} = (0.001189 + 0.01125 \cdot a_{FeO}) \cdot \ln(10 \cdot [C] + 1) + 0.00003414 \cdot T - 0.06571 \dots \dots \dots (1)$$

上記の式における a_{FeO} を (FeO) 量と塩基度に置換えた場合の式は、

$$\frac{\Delta C}{\Delta t} = (0.0046459 + 0.0002522 \cdot (FeO) - 0.001648 CaO/SiO_2) \cdot \ln(10 \cdot [C] + 1) + 0.00004284 \cdot T - 0.08274 \dots \dots \dots (2)$$

$$[C] \cdot [O] = 0.00122 + 0.00027 \cdot (FeO) \dots \dots (3)$$

$$[O] (0.08 \sim 0.12 C\%) = 0.0009 (FeO) - 0.275 [C] + 0.052 \dots \dots \dots (4)$$

ここに ΔC/Δt の単位は %/min, [O], [C], (FeO), (CaO), (SiO₂) は重量%, T は絶対温度で (2) および (3) 式における (FeO) はスラグの全鉄量から算定した (FeO) の % を示す。

以上の式により脱炭速度は溶鋼の炭素量と鋼滓の酸素量および温度に依存し、炭素量が多ければそれだけ脱炭速度は早くなることは明らかである。また溶鋼の酸素量に関しては、計算式からの値と実際の値がよく一致することが確認された。
(岡村光真)

加硫鋼中における酸素の効果

(R. B. G. Yeo: J. Metals, 19 (1967) 7, p. 23~27)

第 1 報において、0.1% C-1.0% Mn-0.25% S を含む低炭素加硫鋼の切削性、顕微鏡組織におよぼす珪素、ボロン、アルミニウム、炭素などによる脱酸の効果を真空溶解について報告した。

本報では圧延鋼板中の硫化物の形態の差が圧延前のインゴットの組織に帰因することから、圧延加硫鋼中に適当な大きさのマンガン硫化物系介在物を存在させる条件について検討してある。

脱酸が強い場合にはマンガン硫化物は小さくしかも細長い樹枝状間共晶硫化物となり切削性は悪くなる。イオウは脱酸剤ではないが CO 気泡への炭素および酸素の移

動を妨げ、リミング作用を減少させると考えられる。その結果、融液の流れが小さくなり、インゴット内の硫化物系介在物の分布が均一になる。

酸素が存在する場合、擬2元系 Fe-MnS ではなく擬3元系 Fe-MnS-MnO に従う。その結果、小さな樹枝状晶間共晶硫化物の代りに、巨大なマンガン硫化物が形成されることになる。

酸素の存在は圧延時に硫化物系介在物を硬化させるため、巨大なままで残ることになる。シリケートやボロン酸化物のような脱酸生成物は酸素の貯蔵所として働き、隣接する硫化物系介在物に酸素を拡散させる。その結果、圧延温度が高いと、それだけ大きい硫化物系介在物が生じ切削性を改善することになる。

加硫・低炭素鋼の製造にあたり、切削性を左右するものとして酸素の役割の大きいことが明らかになった。

(渡辺靖夫)

— 鑄 造 —

加圧鑄込みによる鑄造欠陥の除去

(T. S. QUINN: J. Metals, 19 (1967) 7, p.109~112)

レバノンの Lebanon Steel Foundry では、品質の優れた製品を作るために、2 t の加圧鑄造装置を用いて生産歩留りを向上させ、X線検査などの手間を減少させたのでその経過を報告している。

よごれ、あるいは気泡が存在すると、一般に鑄物の表面欠陥を生じやすく、補修に手間がかかり、製品検査により歩留りの悪いことが知られている。加圧鑄造を行なうとこれらの欠陥を除き、経費を節減できることがわかった。

加圧鑄造場は深さ 10 ft, 幅 10ft, 長さ 38 ft の凹みで、その中に加圧鑄込み用取鍋を置く直径 8ft のタンクが設置されている。圧力は 3500 psi, 水圧式である。

この装置を用いた場合、最も有効な鑄物の形状は、左右対称のものであり、溶湯を均一に連続的に流し込むことができる。2 番目の適用例としては、渦巻型の鑄物があげられ、汚れや気泡の全く含まれないことが要求されている。

加圧鑄造により X線検査を必要としても、少なくとも外観的には鑄物の表面にほとんど介在物のないものが作れる。また、脱ガス鋼の製造においても表面が清浄なだけでなく、X線的にも欠陥のないものが生産できる見込みである。

この加圧鑄造装置に装置を追加し、cold shot や lap を用いずにチル型に溶鉄を鑄込めるようにした結果、高抗張力低合金鋼に比較しうようなチル鑄物ができ、しかも収縮のない歩留りの良いものが得られた。

これらの他にビレットの製造にも利用でき、非常に滑らかなものが得られることがわかり、さらに多くの用途があると考えられる。

(渡辺靖夫)

— 性 質 —

オーステナイトの結晶粒粗大化

(T. GLADMAN and F. B. PICKERING: J. Iron Steel Inst., 205 (1967) 6, p. 653~664)

鋼の結晶粒微細化元素として広く用いられている Al と Nb のオーステナイト結晶粒粗大化温度におよぼす影響

について研究した。炭素鋼のシリーズ、Al と N または Nb と N のいろいろな組合せの 25 鋼種を溶製し、オーステナイト化温度を 50°C おきに変えてオーステナイト結晶粒度を測定し、AlN と Nb(C, N) の溶解度を求め、さらに抽出レプリカの電顕観察によつて析出物の大きさと分散状態を調べた。

AlN の溶解度積は

$$\log [Al][N] = -\frac{7500}{T} + 1.48$$

で表わされ、AlN 粒子は約 900°C で小さな cube としてネットワーク状に析出する。このネットワークは変態時におけるフェライトとオーステナイトとの境界と考えられる。高温になると粒子は大きくなり、Prismatic となる。Al と AlN 量に対して粗大化温度をプロットすると、0.08% Al で粗大化温度が最も高くなり、それ以上ではやや低下し、AlN に対しては 0.02% 以上でほぼ一定となった。

Nb(C, N) のオーステナイト中への溶解度は

$$\log K_s = \frac{6770}{T} + 2.26$$

で表わされ、Nb(C, N) の平均粒子容積を加熱温度に対してプロットすると、AlN とよく似た挙動を示した。これは粒子の成長が空孔拡散支配によるためと考えられる。粗大化温度は Nb を増すと高くなったが、高 C, 高 Nb 鋼では比較的低くなった。

結晶粒の粗大化現象について理論的に解析し、析出物の容積分率、マトリックスの粒度、およびマトリックス粒の均一性に依存する臨界析出物粒子半径が存在することを示した。もし実際の析出物の粒子半径がこの値をこえると、粒子によるピンニング作用がなくなり、結晶粒の粗大化が起きる。理論値と実験値の良い一致が見られ、結晶粒粗大化の支配的因子は析出物の凝集であつて、析出物の溶け込みは 2 次的な因子である。何となれば、粗大化温度は析出物の溶け込み温度よりかなり低いからである。

(青木孝夫)

鋼の諸性質におよぼす窒化アルミニウムの効果

(M. P. SIDNEY: Iron Steel, 40(1967)7, p. 269~275)

本文は、本誌 5 月号の結論で、AlN の析出で説明される鋼の諸特性に関して従来の諸研究から現在の定説を述べたものである。おもな内容は次のとおりである。

深絞り等に用いられる Al-キルド低炭素鋼の結晶は、通常伸びた形をしている。これは、冷延ストリップの焼鈍中再結晶に先立つて変形した粒界に AlN が析出し、再結晶後の結晶粒生長の機械的障壁となり、冷延による変形状態を残存させるためである。再結晶が析出に先行するか両者が同時に起これば、上記の現象はなくなる。

炭素鋼や低合金鋼鑄物にみられる Rock-candy 破壊は大きな滑らかな刻面をもつ特有の破壊形式であるが、これはオーステナイト粒界またはその近傍に AlN が析出し冷却中の内部応力によつて発生するものである。この場合の AlN は、樹枝状になつて析出しているという証拠がいくつかある。

AlN の析出は、大部分オーステナイト粒界で行なわれると考えられるが、熱間延性を低下させて鍛造われ等を起こす。このようなわれを防ぐには、AlN が固溶するま

で温度を上げるか、加工温度で存在する AlN 量によって定められる最適変形速度を選ぶ必要がある。あるいは、Ti, Vを添加して鋼中の窒素を TiN, VNの形で固定し、部分的または全面的に AlNの析出を防げばよい。

Al-キルド鋼はオーステナイト粒の粗大化温度が高いが、これは微細に析出した AlN が粒界の運動を抑制するためであり、AlNの固溶温度を越えると急に粗大化がおこる。この場合の Al 含有量は一研究例では 0.02~0.06%であるが、製鋼法や窒素量によつて異なるようである。Al 含有量がたとえば 1.2% と高くなると、AlN が集塊となつて粒界の運動の抑制作用が失われ、AlNの平衡固溶温度に達する前に結晶粒の粗大化がおこる。

(高梨安弘)

鋼のオーステナイト粒度を制御するミクロ的冶金 (物理的性質におよぼす Al の効果-I)

(A. B. CHATTERJEA and B. R. NIJHAWAN: Iron Steel, 40 (1967) 8, p. 288~292)

本論文は残留 Al が 0~1.2%, Al_2O_3 が 0.003~0.013%, 酸溶性窒素が 0.002~0.0095% を含む数種類の鋼における物理的性質・焼戻脆性・結晶成長抑制等に及ぼす微量 Al 添加の効果について調査した。細粒鋼は粗粒鋼と比べ、引張強度は変わらないが、衝撃値が高い。また焼戻脆性を受けやすい Ni-Cr 鋼で調査した結果、焼戻脆性感受性は粗粒鋼が 4.7 であるのに対して、細粒鋼は 3.2 と感受性が小さい。さらに Ms 温度は Al 添加量と共に直線的に増加し、1.0% 添加により 30°C 増加する。

普通鋼のオーステナイト粒度は、温度が上昇すると順次増加するが、Al を添加するとある温度まで粗大化抑制効果が現れる。最大の抑制効果は 0.002~0.005% 残留 Al の範囲で、これ以上でも以下でも効果は減少する。この効果は残留 Al, 硫化 Al, Al_2O_3 でも明確に説明できず、本質的には AlN の効果に関係する。AlN の温度による変化は Beeghly の実験結果と同じく 700°~1100°C の範囲で析出し、それ以上の温度では、再固溶する。このため、適当なサイズの AlN の存在のもとで、AlN が粒界の移動速度を遅らせるために、粒度成長が抑制され、AlN の固溶と共に抑制効果を失う。しかし、最適 Al 量以上では AlN の固溶温度が高くなるにもかかわらず粒度増加が起こることは説明できない。

残留 Al が 1.20% のものでも、光学顕微鏡で AlN をとらえることはできないが、純 N_2 中で均熱されると

980 倍で針状相が観察できる。しかし残留 Al がこれより少ない試料では観察できない。また酸溶性窒素 0.20% の鋼においても針状相がみられた。このため Al と N が一定量以上あると、光学顕微鏡にて針状相が観察できる。この針状相は、X線回折により、AlN と同定できた。

(堀口義弘)

高圧下のオーステナイト分解の形態学と動力学

(T. G. NILAN: Trans. AIME, 239(1967) 6, p. 898~909)

すべての状態変数を考え、反応の現象学的な知識からオーステナイトの分解過程を明白にすること、およびこれらの現象と理論とを関係づけることを目的とした。そして分解機構をより深く理解することにより、合金鋼の発展は促進されるであろう。

0.4, 0.8% C を含む鋼に対して、8000 t のテトラヘッドランププレスを使用して 34 kbar までの圧力下で恒温変態の実験を行なった。

本実験範囲の圧力下において、反応は遅れるがオーステナイトの分解は 1 気圧のそれと変わりがなかつた。しかしこの分解は相平衡に密接に関係するものであり、高圧下では平衡も変化するため、分解生成物の顕微鏡組織における相平衡と顕微鏡組織との関係は圧力下においても気圧の場合と同様であつた。0.44% C 鋼の場合、1 気圧では亜共析鋼であるが 24 kbar では共析鋼になりそれ以上の圧力下では過共析鋼となり、それぞれ 1 気圧の時の共析鋼、過共析鋼と同様な組織が得られた。また 1 気圧では 1.4% C 以上の鋼にのみ観察される柱状ペーナイトの組織が高圧下で得られた。この組織は下部ペーナイト変態に対する圧力の効果、すなわち合金元素の添加と同様に、圧力下では nucleation process よりも embryo process の起こる温度をより低下するという仮説に関係づけられる。

パーライト生成の動力学におよぼす圧力の依存性は絶対反応速度論によつて述べる事ができる。そして変態に対する活性化体積は $7\text{cm}^3/\text{mole}$ であり、反応の律速段階として炭素の拡散を考えると矛盾する。むしろ鉄の自己拡散あるいは置換型の溶質原子の拡散に近い値である。変態のエネルギー論に及ぼす合金元素の効果を見ると、この報告の解析から焼入性におよぼす合金元素の効果を定量的に述べる事ができる。特に CO による変態速度の増加、Mn による変態速度の減少について説明することができる。

(藤田充苗)