

## 抄 録

## —燃料および熱—

## 高炉用コークスの高温における評価

(JOHN VARGA, JR: Proc. Blast Furnace, 19 (1960), 605~617)

高炉用コークスの評価はこれまで主として室温においてタンブラーおよび落下強度試験によつて行なつて来た。ASTM 落下強度テストで得られた結果と高炉に装入される前の輸送などの取扱いで受けるコークスの破砕との間には非常に強い相関関係が見出されていた。

しかしコークスの強度試験と使用中のコークスの状態との間に相関関係がないことは、試験が室温で行なわれるに對し、高炉においてはコークスは少なくとも 3000°F までの温度にさらされるという事実にもとづくものであることが認められた。この研究以前の高炉コークスの高温での評価に関する報告は、1939 年に行なわれた Isarov のものだけだつた。1956 年に Battelle 研究所の予備テストが報告され、ついで Holowaty and Squarcy が 1957 年に高温におけるコークスの圧縮試験について報告した。

この研究の結果によると、室温における試験は高温におけるコークスの強度に対してはなんらの寄与も与えないことがわかつた。すなわち室温で同一の強度を有するコークスでも高温においては強度がかなり広い範囲に散乱することがわかつた。

さらに高温におけるコークスの強度に対するコークス化の時間の影響を調べてみた。同一の混合石炭を用いてコークス化の時間を 18 時間より 40 時間に变化せしめて試験したところいずれのコークス化時間でも常温の強度には変化がなかつたが、時間を長くすることによつて 2500°F における強度は常温とほとんど変らぬまでに上昇することを認めた。高温強度は一般に常温強度よりも低下するが、常温強度とは無関係に変化するの、さらにその原因を解明して行く必要がある。(下村泰人)

## —製 銑—

## 送風への各種の物質の噴射

(J. A. CORDIER: Proc. Blast Furnace, 19 (1960), 238~278)

この報告は高炉の送風へ各種の物質(蒸気、一酸化炭素、炭酸ガス、水素、コークス炉ガス、天然ガス、燃料油、微粉炭など)が噴射された時の操業の計算を行なつて検討を試みたもので、その結果は一部、実際の試験によつて確かめられた。そうして上記物質を噴射して、以前と同じ品質の銑鉄を造り、スムーズな炉の操業を行なわせる条件および、噴射の銑鉄成分、炉の生産量、コークス比、および高炉ガスの成分におよぼす影響を特に計算した。

第一の計算は、熱い還元ガスとしてボッシュに導入された燃焼帯の物質と熱の収支にもとづいて行なわれた。それは噴射される物質の量と送風の加熱の程度または送風の酸素富化の程度およびボッシュガスの成分との間の

関係を与える。

第2の計算は炉全体の物質と熱収支にもとづくもので噴射される物質の量、コークス比、送風量、高炉ガス量とその成分などを求めることが出来る。

ついで実際に燃料油や天然ガスを上手に噴射するのに必要な設備の設計に対する技術的な解決策を示し、天然ガスと軽油で行なわれたフランスの工業化試験の結果を示し、計算結果を確認した。事前処理した原料を用いたとき 90 lb の油は 200 lb のコークスを置き換えることができた。この際送風温度は 215°F 上昇され、生産は 10% 増加した。天然ガスの場合は、送風温度を 425°F 上昇し、2,880 ft<sup>3</sup> が 296 lb のコークスと置き換えられ、14.6% 出銑が増加した。

これらの計算などにもとづき新しい高炉の設計が提案された。これは高品位の自溶性焼結銑を熱のまま装入し、高温送風、炭化水素噴射、高炉頂圧などを採用して高生産率(1000 ft<sup>3</sup> の内容積当り 125 t/日)をあげることが企図したものである。高炉工場の詳細な配置などを述べている。(下村泰人)

## 特別な温度測定と計算機による熱風炉操業の解析

(H. W. MEYER, et alii: Proc. Blast Furnace, 19 (1960), 580~600)

熱風炉を出て行く空気の温度変化の測定とチェッカー煉瓦のいくつかのレベルにおける温度変化の測定を行なつた。そしてこの熱風炉の内部で起る熱伝達のプロセスを代表する微分方程式を導いた。アナログ型の電子計算機がこの方程式を解くのに用いられ、そしてアナログ計算機によるシミュレーションが実験データと良く一致するように係数を調節し決定した。そしてこのアナログシミュレーションは実際の熱風炉の操業と良い一致をすることが示された。

このアナログシミュレーションを用いて、つぎのことが見出された。すなわち最大ドーム温度を 2300°F に上昇するか、または熱風炉を直列につないで操業するかによつて、60分以上の熱風炉のサイクルで、80,000 ft<sup>3</sup>/mn (標準状態)の送風割合で、送風温度を 1800°F に保つことが可能である。

このような水準での操業を続けるためには、ガスの燃焼割合をいちじるしく増大する必要がある。計算機のシミュレーションによると、熱風炉系統は、現在用いられているよりもかなり高い送風温度を保つためにガス燃焼率を高くする必要があるが、現在の熱風炉系統はこれに十分な高能率のエネルギーを受け入れるだけの潜在能力を有していることがわかつた。(下村泰人)

## 鉄鋼業における熱風キューポラの地位

(S. T. JAZWINSKI: Proc. Blast Furnace, 19 (1960), 629~647)

この報告では製鉄所における熱風キューポラの役割を述べている。冷銑を使用する工場、溶銑の不足している溶銑使用工場および酸素製鋼のため溶銑を唯一の原料とする工場に対してキューポラがどのような適性を持つが解析

された。

つぎに平炉の出鋼を増すために製鉄所にとって熱風キュボラを使うことの有利な理由が述べられる。4つの平炉の操業データを用いて熱風キュボラの利用が述べられる。そしてこの研究は普通の1回排滓の平炉プロセスの装入物に必要な溶銑の最適量を評価する。

キュボラはスクラップを使用するので銅のごときトランプエレメントの存在することが、高炉溶銑に比較して最も大きな欠点となつてはいるがこれについてはつぎのようないくつかの解決策がある。すなわち(1)スクラップとともにある量の鉄鉱石を一緒にキュボラに装入する。(2)かなりの割合に冷銑を装入するキュボラの溶銑を高炉溶銑と混ぜて使用するかまたは微量元素をあまり含まないスクラップを選ぶ。(3)直接還元製鉄法の一つなどから得られた合成スクラップ(還元鉄)をかなり高率に装入する、などである。

この中第3の方法が最上の解決策と考えられ、もし適切に解析されるならば、現在のいかなるプロセスよりも同じ能力の製鋼工場を最低の投資額で建設しうる可能性があるかもしれない。これによる製鉄所の流れは、(1)直接還元プロセス、(2)熱風キュボラにより還元鉄を溶銑に変える、(3)酸素転炉、となる。この方法が最も経済的で将来の製鉄所で熱風キュボラを最も重要な中心部分に置くであろうことが想像される。(下村泰人)

## — 製 鋼 —

### 平炉の操業および構造における新しい傾向

(STEPHEN WORTMAN: Blast Furn. & Steel Plant, 49 (1961) No. 9, 878~882)

最近数年間に平炉の構造、操業法に非常に顕著な変化を生じている。本稿は最近における新しい傾向を概説したものである。

燃料を噴霧するのに、水蒸気の代りに天然ガスを使用する試みが数ヶ所で行なわれている。火焰は短かくかつ高温となり、10~25%の生産性向上が得られる。加熱速度を上げるための助燃用の酸素吹込みは各所で一般的に行なわれるようになってきている。酸素使用量は100~450 scf/tで、価格は\$20~\$60/t程度である。

酸素の前記助燃用吹込の他に、脱炭反応用の酸素吹込が行なわれる。従来脱炭反応用の酸素源としては鉄鉱石が使用されていたが、反応速度が遅く、鋼浴中への吹込が実用化された。初期には装入口からランスを挿入していたが作業を妨害するので、天井からランスを下げる方法が開発され、使用されている。酸素使用量は1, 2年前にランス1本当たり平均25,000 scf/h, 最高45,000 scf/h程度で、500 t炉で溶解時間2h短縮、生産量4 t/h増、燃料消費量 $0.5 \times 10^6$  Btu/t低減などの報告がある。この酸素吹込速度をさらに上げる試みが行なわれたが、この実験の結果では、燃料消費量が50~70%低下し、LD法と同程度の酸素を吹込んだ。既設の炉でこのような方法を行なう場合には他炉の操業との関係、非常に急激な反応が生ずるため、鋼滓の泡立ち、大量のCO<sub>2</sub>ガスの発生、ダストの形成など非常に多くの問題がある。この方法は現在まだ開発段階であるが、最近さらに新しい方法として天井ランスから酸素とともに燃料ガ

スを吹込む実験が行なわれている。実験結果では溶解時間70%短縮、能率300%向上とされているが、この場合にも解決せねばならない問題は残っている。

平炉の構造自体も各処に改善が行なわれている。ヨーロッパでは早くから全塩基性炉が採用されていたが、最近ではほとんどすべてこの形式で、メルルーベレンス型である。天井、上昇道、下降道、鋼滓室、蓄熱室、蓄熱室煉瓦積なども高温に耐え、修理が容易で寿命の長くなるように工夫されている。

近い将来に予想される傾向としては、材料装入を容易にする、例えば炉頂装入の可能な電気炉型の天井にし、炉頂から酸素、燃料吹込を行ない、蓄熱室を廃止する方向である。将来の設備は、電気炉、LD法、平炉の利点のみを集めた新しい形式のものになるであろう。

(河合重徳)

### ヨーロッパにおける消耗電極溶解法の近況

(W. J. CHILDS: Proc. Electr. Furn., 17 (1959), 7~16)

ヨーロッパ最大の消耗電極炉は鋼を主目的にしたA. B. Bofors Co. (スウェーデン)のもので、容量は6 tである。工場としてはインゴットの径24 in, 重量2 tのTi溶解炉3基を有するImperial Chemical Industry (イギリス)である。これらの炉の特筆すべき特長は炉室とルツボとの間にロックバルブを設けることにより、ルツボ交換の際ルツボ並びに炉室を真空に保持したまま作業が出来るようにしたことである。

すなわち第1回の溶解が終了した際、直ちに残りのTi電極を熔融浴中に漬ければ数分で浴は凝固するから電極とともにインゴットを炉室に引上げる。そこで炉室下部にある蓋を閉じ、ロックバルブに空気を導入させれば、ルツボは冷却しなくても取除けるから第2回溶解用の径の大きいルツボをそこに取付ける。そしてロックバルブ内とルツボを真空にしてから炉室下部の蓋を開き、先の第1回溶解によつて造られたインゴットを下げればそれが第2回溶解の電極になるわけである。したがつてロックバルブは第1回と第2回との間の時間の損失を短縮し生産能力を向上(完全に電極を冷却させてから第2回溶解を開始する場合に比し約20%の短縮)させる結果となる。

なお排気ポンプは大型 roots ポンプ(6000)と蒸気ブースターガ並列になつて炉室に連結し、その先に roots (1000), roots (350)が直列になつてロックバルブからの排気をも分担している。(上正原和典)

### 電弧炉炉蓋用 castable 耐火材

(J. D. McCULLOUGH: Proc. Electr. Furn., 17 (1959), 72~81)

塩基性炉・酸性炉; 炉径4 ft 6 in~24 ft; 普通炭素鋼からステンレス鋼にわたる各種鋼種; 1½ h~9 hの溶解時間; 1回/1日~21回/5日という広範な条件の下で、炉蓋中央部の castable 耐火材による一体構造は構築時間の短縮・炉蓋寿命の延長などによる経済的操業が実証された。

castable 耐火材はいわば高温コンクリートであり、使用時に水と混合して局所に打込めば結合剤の水硬化作用により初期強度が得られる。そして炉蓋の場合、約1

日で炉に被せることも可能であり、また1週間なり1ヶ月なり放置しておけば強度は若干増加する。この際加熱は不要であるが、冬期には適当な保温装置により60~75°Fに保持して凍結しないようにする。注意を要することに水の配合率があり、例えば12%(重量)の配合率によつて得られる強度を100とした場合16%では60に低下するというように大きく左右される。そこで過剰の水の混合により castable 耐火材に流動性を与える代りに振動子(例えば1<sup>3</sup>/<sub>4</sub>in 径、10000~12000 vpm)を用いるのが一般である。

電極孔付近を 3200°F castable 耐火材で構築する場合、つぎのごとき形式がある。①電極孔の周囲・近辺ともに castable を用いる(炉蓋9in 厚の場合 castable 材の径は5ft 強)②電極孔の周囲のみ castable で、近辺は煉瓦を出来るだけ多く用いる(大型炉蓋)③電極孔の周囲を煉瓦とし、近辺は castable (炉蓋9in 蓋の場合 castable 材の径は5ft 6in, 12in 厚の場合は6ft 6in)④電極孔の周囲を煉瓦とし、近辺も出来るだけ多く煉瓦を用いる(炉蓋24ft まで)

いずれの形式でも構築時間の短縮が目立っており、6社(炉殻径11~18ft, 容量8~85t; high-duty あるいは super-duty 耐火粘土煉瓦, 高アルミナ・mullite・珪石煉瓦使用)につき調査したところ、工数(人員×時間)が22~42%短縮されていることが判明した。また炉蓋の寿命は30%増の例もあり、その他 hot spot 部への応用, skewback への利用など期待される面が多い。(上正原和典)

#### 大形電弧炉の熱勘定と廃ガス量

(R. GÖREN: Stahl u. Eisen, 81 (1961) Nr. 11, s. 707~711)

比較的小さい電弧炉の熱勘定については多くの報告があるが、大形炉についての報告はないので、外径6m, 19.6MW の80t, 3相弧光炉について報告する。トランスは25KV でスター連結である。2次電圧は150~403V の間27段階に調節できる。

第1表に2つの実験について、炉のライニングの使用回数, 装入量, 化学成分, 出鋼量を示す。

第1表 実験 A, B

		実験 A		実験 B	
炉のライニング使用回数		62		9	
カバールの使用回数		23		38	
装入物 (バスケット鉄屑)		2杯 5.1t 81.4t		3杯 10.0t 84.2t	
		溶解中	炉中最終	溶解中	炉中最終
化学成分%	C	0.37	0.14	0.37	0.30
	Mn	0.46	0.17	0.21	0.35
	P	0.034	—	0.037	—
	S	0.048	0.030	0.045	0.030
出鋼量		84t		95.3t	

注 1) 添加装入物は含まない。

第2表 熱勘定

		実験 A		実験 B	
		kcal	%	kcal	%
入熱	電流熱 (860 kcal/kwh)	39,388,000	88.1	45,064,000	85.6
	反応熱	5,295,000	11.9	7,596,690	14.4
	合計	44,683,000	100.0	52,660,690	100.0
出熱	保有熱	26,040,000	58.3	31,449,000	59.7
	溶鋼	5,431,000	12.1	3,240,000	6.2
	滓				
熱損失	炉壁	4,022,870	9.0	4,042,500	7.7
	冷却水	7,592,160	17.0	7,862,400	14.9
	廃ガス	4,106,400	9.2	5,243,940	9.9
差		-2,509,430	-5.6	+822,850	+1.6

第3表 炉壁・炉底の温度 °C

		実験 A		実験 B	
気温		17		0	
炉壁	最高	65		45	
	最低	260		163	
	平均	144		110	
砂皿		30		14	
炉底平均		290		337	
カバール	最高	230		210	
	最低	330		340	
	平均	292		279	

実験 C  
第4表 廃ガスの分析値 %

試料番号	1	2	3
CO <sub>2</sub>	15.0	18.0	15.8
CnHm	0	0	0
O <sub>2</sub>	0.4	0.4	0.4
CO	23.0	32.0	24.0

第2表に熱勘定を示す。入熱は電力と反応熱、出熱は鋼とスラグの保有熱が主なものである。所要電力は実験Aで45,800kwh, 546kwh/t, 実験Bで52,400kwh, 550kwh/tである。炉壁からの熱損を計算するため、炉壁と炉底の温度を熱電対で測つた結果を第3表に示す。冷却水量は180m<sup>3</sup>/h, 水温の上昇は実験Aで5.9°C, 実験Bで5.2°C, それゆえ冷却水による熱損失は実験Aでは1.2G cal/h, 実験Bでは1.1G cal/hである。溶鋼と溶滓の保有熱はAで70.4%, Bで65.9%で、小形炉の45%より高い。熱勘定の差5.6%(A), 1.6%(B)は炉の構造, 操業, 測定上の誤差によるものと思われるが比較的小さい。

つぎにC実験として、0.62% C, 0.32% Mn, 0.17% P, 0.028% Sの成分の溶鋼に260Nm<sup>3</sup>の酸素を11.75分で吹込み(22Nm<sup>3</sup>/mn) 0.33% C, 0.30% Mn, 0.028% Sとした。その際鋼溶の温度は1575°Cから1590°C

に上つた。吹錬中カバーは炉体に密着させ、電極は上げておいた。吹錬中に3回廃ガスの試料をとつた。その分析試料は第4表のとおりで小形炉とよく似ている。廃ガス量に4,220 Nm<sup>3</sup>/hで、実験A, Bの2,700 Nm<sup>3</sup>/hより多い  
(安原四郎)

#### D-H (脱ガス—合金添加) 法について

(W. L. FINLAY & C. D. PRUSCH: Blast Furn. & Steel Plant, 49 (1961) No. 9, p. 867~877)

鋼の材質におよぼすガスの影響の大きいことから、1950年代には各種の真空冶金方法が開発された。本稿はCrucible Steelで行なわれているD-H法(この方法は“Dortmund Horder”で開発されたものであるが、“Doubly-Higrades”と考えても良い)について概説したものである。この方法により溶鋼中ガス含有量は非常に低レベルとなり、この条件下で相当量の合金添加が可能である。

50年代初期から取鍋脱ガス法、流滴脱ガス法などが実用化され、一応の効果を上げていたが、温度低下、混合が困難などの理由から合金添加は通常不可能である。

真空溶解を行えば品質的に非常に優れた成品の製造が可能であるが誘導炉にしるアーク炉にしる非常に高価なものになる。

これらに対しD-H法は通常の平炉鋼、電炉鋼などを処理して安価に高品質のものを製造しうる点が重要である。特に脱ガス後に合金添加が可能なることは注意しなければならない。Crucibleの設備は容量30tで、真空容器(内径12ft, 下部にノズルを有する)およびポンプを有する。容器は3回/分の割合で20inあて上下し、溶鋼が流入、流出し、内部で脱ガス、ノズル下で混合が行なわれる。黒鉛電極により加熱、保温しながら約30回脱ガス後に合金が添加される。容器にはそのためホッパーが5個付属している。合金添加後溶鋼は急速に流出し、取鍋溶鋼と混合し均一化する。

現在までにこの設備により、炭素鋼、低合金鋼、工具鋼など約100チャージについての処理を行ない、添加合金量は最高2%に達している。合金歩留は非常に安定しており、Siの場合もほぼ100%に近い。成品成分はそのため非常に目標値に近いものになる。結晶粒は微細かつ均一化し、マクロ組織、地疵試験結果も非常に改善される。焼入性には変化がないが、白点の減少、清浄度の向上、ガス含有量の低下などの結果が得られる。特に酸素、水素の減少は顕著で、窒素は初期含有量の高い場合には相当の低下を示す。機械的性質では靱性、特に横方向での伸、絞の向上が顕著で、ばらつきが小さく、信頼度が向上する。この方法はまだまだ応用範囲が広がるもので、高級鋼製造の有力な手段となろう。

(河合重徳)

#### — 加 工 —

##### アルミニウム被覆鋼の組織

(J. C. WILKINS: Metal Progress, 80 (1961) No. 3, 73~74)

連続熱浴浸漬法を用いてArmco Steel Corpで製造したアルミニウム被覆鋼板の顕微鏡写真(第15回ASM金属組織写真展入賞作)を中心として、この被覆鋼板の組

織その高温使用温度における変化について述べている。工業用純Al浴中で被覆したものは耐候性において優れており、Si-Al合金被覆のものは高温使用や、熱と腐食の両者が問題になるような使用条件に最適である。

3枚の顕微鏡写真の中、その1の工業用純Al浴による被覆のものは厚さ0.002in鋼板1ft<sup>2</sup>あたり約1.0ozである。被覆層を地に結合せしめているFe-Al合金層は約0.0007inの厚さを有し、そのFe含量は45%である。最外層Al層はAlの地にFe-Alが分散している。その2のSi-Al合金被覆のものでは、被覆層の厚さ0.001in、重量0.5oz/ft<sup>2</sup>である。二つの結合層が観察されるが、いずれもFe-Al-Si合金である。この両層の平均Fe含量は33.5%である。

最外層Al-Si合金層に暗灰色の針状物が認められるが、これはSiに富み、その他にFe, Alの少量を含んでいる。Fe-Al合金の小さい島がAlの地に分散していることも認められる。Al-Si合金で行つた被覆はAl被覆のものに比して厚さがほぼ半分過ぎないが、これは主としてSiの影響によるものである。すなわちSiは浴の表面酸化物の特性を変えAlの見かけの粘度を変える。この効果はFe-Al合金層の成長抑制と相俟つて被覆層の厚さを薄くする。その3に示されるようにAl被覆鋼板を900°F以上に加熱するとAl被覆は地の鋼と作用し、Fe-Al合金の緻密な耐熱層を形成する。このようにして高温使用中に形成される合金層は優れた耐熱性を有し、最高使用温度をAlの融点以上に拡張することを可能にする。  
(邦武立郎)

#### — 性 質 —

##### 連続铸造されたリムド鋼の組織

(G. M. Irskovich, et alii: Stal in English, (1961) No. 6, 407~414)

Novo-Tula工場では500チャージ以上の試験を行つた結果90tの取鍋より170×1020mmのリムドスラブを生産し得る見透しを得た。

連続铸造によるリムド鋼の断面を観察すると、通常のリムド鋼に見られるような、縦方向の気泡の変化はなく、一様な溶鋼静圧によつて、一様な管状気泡の発達が見られる。外殻(表面と管状気泡の中間を形成するもの)は稍厚く10~30mmである。しかしながら、表面から2~4mmの所にブローホールが存在し、健全であるとはいえない。この外殻ブローホールの生成原因は、表面近くの急速冷却による急激な結晶生成によるものと考えられる。外殻の厚さは精錬末期の(ΣFeO)が多い程厚く、温度が低い程厚い。さらに注入中、酸素気流を注入流にあてると厚くなる。

管状気泡の長さは熔鋼の温度、[C]、[Mn]によつて変わるが、注入速度に最も大きな影響を受ける。これを式で表すと  $l = 142.9 - 316V + 200V^2$   $l$  = 管状気泡の長さ(mm),  $V$  = 注入速度(m/mn)となる。

外殻と管状気泡を含むリム部の厚さは注入速度がおおしい程厚く、温度が高い程厚い、しかし[C]の影響が最も大きく、[C]の高い程薄くなる。これらはすべて図示されている。

中心部が凝固する時期には3.5~6.3mの静圧を受け

ているので、中心部縦方向のブローホールは、発生せず健全である。すなわち、セミキルドあるいはキルド鋼の如き健全性を持つている。

化学成分について、スラブのエッジ、センター、頭部尾部にわたつて分析を行つたが、通常の上注インゴットよりも偏析が少ないことが確められた。(河野拓夫)

#### 準安定オーステナイトの加工—新しい製造法について の中間報告— (V. F. ZACKAY, et alii: Metal Progress, 80 (1961) No. 3, 68~72)

“超高張力を得るためのオーステナイトの冷間加工”と題した前報 (Metal Progress, Sept. 1959, p. 66~69) に引き続き、その後の研究の発展について述べたものである。この新しい方法は Ausforming と呼ばれているが、ある種の鋼の TTT 曲線のパーライト域とベイナイト域の間に存在するいわゆる“湾”の温度範囲で、準安定オーステナイトを塑性変形させついでマルテンサイトに変態せしめる操作である。

加工終了時、なお完全にオーステナイトに留まつているようにするために温度制御はこの工程では極めて重要となる。この工程に用いている温度制御と磁気コイルによるフェライト変態量測定装置付の設備について簡単に説明している。この工程において2つの最も重要な因子は加工温度と加工度である。一例として 0.40% C, 5% Cr, 1.3% Mo, 0.5% V の工具鋼 (Vascojet 1000) について 1900°F, 1h オーステナイト化後、加工温度まで空冷し Ausforming を行つて後、油焼入れし、950°F で二重焼戻しを行つた場合について加工温度 (700~1200°F) と加工度 (50~94%) が抗張力、降伏点におよぼす影響を示している。加工度を一定にした場合、加工温度が 700°F から 1200°F まで上昇するにつれて抗張力、降伏点ともに減少する。例えば、加工度 50% の場合、加工温度 900°F, 1200°F における抗張力はそれぞれ 370,000 psi, 357,000 psi, 降伏点は 315,000 psi, 300,000 psi である。なお Ausforming を行なわない場合は同じ熱処理条件において抗張力、降伏点はそれぞれ 309,000 psi, 240,000 psi である。

また加工温度を一定にした場合、加工度が増す程抗張力および降伏点は上昇する。また加工温度の上昇によつて延性は増加した。さらに例えば 1000°F のような加工温度において、オーステナイトの加工はパーライトやベイナイト組織のものより加工ははるかに容易である。実験の過程でオーステナイト結晶粒度、C量、焼戻し温度等冶金学的な諸因子の影響についても調べた。オーステナイト粒度の影響は僅かであつた(例 0.3% C, 3% Cr 鋼)。通常の製造法によつて製造した鋼同様 Ausforming を行つた鋼でも C% の影響は著しかつた(例 Si-Mn-Ni-Cr-Mo 鋼, C% 0.3~0.6)。焼戻し温度によつて降伏点、伸びは余り変化しなかつたが、絞りは焼戻し温度の上昇と共に増加した(例 0.45% C, 3% Cr 鋼)。Ausforming による強化の機構についても数年来研究を進めている。マルテンサイト変態に先立つてのオーステナイトの加工はマルテンサイトの morphology を変化せしめる。オーステナイトに導入された加工による欠陥がマルテンサイトにどのような機構によつて引き継がれるかが研究の焦点である。(邦武立郎)

### 一分 析

#### 黒鉛カプセルを用いる常圧溶融法による酸素の定量 (E. J. BECK, F. E. CLARK: Anal. Chem., 33, (1961) No. 12, 1767~1770)

常圧溶融法は 1940 年 SINGER によつて紹介されて以来、多くの研究者によつて修正改良され、最近では従来の真空溶融法に代つて多く用いられてつある。しかし、この方法では多くの試料の場合、高温で加熱するさい揮発性物質の揮発するのを制御できない欠点がある。このために試料の機械的ロスやルツボ内壁に皮膜を生じ  $O_2 \downarrow$   $CO$  の反応が妨害される傾向を生じる。

著者らはこうした欠点を、試料を黒鉛カプセルに封入して溶融することによつて防止することができた。黒鉛カプセルはガスの拡散可能な透過性を持ち、熱膨張が少なく、熱伝導度が高く、熱衝撃にも強い。したがつて、加熱中ガスの流通は自由であり、破損することもない。多くの揮発性金属はルツボの内壁に皮膜をつくるよりも先にカプセル中で炭化物をつくる。使用後のカプセルはルツボからピンセットを用いて取除く。故にルツボ内は常に清浄で活性な状態に保たれる。

カプセルは分光分析用の炭素電極を用い、これに径 3 mm, 深さ 5 mm の穴を開けねじ切りをする。この中に試料を入れ、同じくねじ切りした炭素棒をねじ込んで栓をする。棒の余つた部分は切落す。

この常圧溶融法では予めスポンジチタン等で精製したアルゴンを 0.4 l/mn の割合で装置に導いたのち、前記の試料を封入したカプセルを黒鉛ルツボの中に入れる。加熱された試料は溶融し試料中の  $O_2$  は  $CO$  となる。これをアルゴンによつて運び反応室から取出し、 $I_2O_5$  によつて  $CO$  を  $CO_2$  に酸化したのち、 $Ba(OH)_2$  溶液に  $CO_2$  を吸収させる。この  $Ba(OH)_2$  溶液の電気伝導度を測定し、試料中の  $O_2$  量を求める。

数種の酸化物、無機化合物、金属等をこの方法で分析した結果、精度、確度とも良好であつた。さらに迅速、簡易かつ経済的である。0.05~40.0% の範囲の  $O_2$  を含む多くの種類の試料に適用できる。(若松茂雄)

### —その他—

#### 固体白金中のマンガンの活量 (K. P. ABRAHAM, et alii: Acta. Met., 8 (1960) No. 6, 888~890)

高温における珪酸塩融体中の  $MnO$  の活量を測定するために、固体白金合金中の  $Mn$  の活量を温度 1500°C, 1650°C, 濃度 25 at % までの範囲において測定することが必要になり、つぎのような方法で実験を行なつた。

長さ 1.25 in, 巾 0.1 in の白金箔をスパイラル状にして白金カップ中に入れ、これを純  $MnO$  で覆つて反応管中にセットする。窒素気流中で所定の温度まで加熱しさらに 15mn 保つた後一定の酸素分圧を持つた混合ガス ( $CO_2 + H_2 + N_2$ ) を送り込む。約 9mn 保持し、平衡に達したのち試料を取り出し、エメリー紙にて酸化物の粉末を完全に除去してこれを分析する。

$Mn$  の活量係数は次式を用いて計算される。

$$\log \gamma_{Mn} = \log a_{MnO} / P_{O_2}^{1/2} \cdot N_{Mn} + \Delta G_T^0 / 2 \cdot 303RT$$

ここで  $P_{O_2}$ ,  $N_{Mn}$  は実測値であり,  $a_{MnO}$  は DAVIS & RICHARDSON によつて測定された MnO の活量,  $\Delta G_T^0$  は固体 Mn と  $O_2$  から MnO が生成するときの自由エネルギーで, 生成熱および比熱のデータを用いて COUGHLIN が計算した値を  $1244^\circ C$  以上に拡張して得られたものである.

計算の結果求められた  $\log \gamma_{Mn}$  を  $N_{Mn}$  の関数として示すと, 直線関係が得られ, 無限希釈状態まで拡張することによつて Mn の活量係数を求めると,  $1500^\circ C$  において  $\gamma_{Mn} = 1.26 \times 10^{-5}$ ,  $1650^\circ C$  において  $3.16 \times 10^{-5}$  となる. 固体白金中の鉄について同様の実験を LARSON & CHIPMAN が行なつているが,  $\log \gamma_{Fe}$  と  $N_{Fe}$  の関係は直線で表わされることは同様であるが,  $\gamma$  の値は Mn の場合の約 10 倍である.

$\log \gamma_{Mn}$  の値を用い, 固体白金中への固体 Mn の溶解熱が求められる.  $\log \gamma_{Mn}$  と  $N_{Mn}$  の関係を示す直線が温度により平行であることから  $\Delta \bar{H}_{Mn}$  は近似的に一

定でその値は,  $-39 \pm 7 \text{ kcalg-atm}^{-1}$  に等しい.  $\Delta \bar{G}_{Mn}^{XS}$  の値は  $0.08\% \text{ Mn}$ ,  $1500^\circ C$  において  $-35.4 \pm 0.3 \text{ kcal}$  である. これら二つの値が一致していることは, この組成において,  $\Delta \bar{S}_{Mn}$  の値が理想状態からあまり偏位していないことを示している. 本実験で得られた Pt-Mn 系のそれぞれの活量を下表に示す.

Atom fraction of Mn	Activities			
	1500°C		1650°C	
	$a_{Mn}$	$a_{Pt}$	$a_{Mn}$	$a_{Pt}$
0.05	$1.38 \times 10^{-6}$	0.93	$3.34 \times 10^{-6}$	0.93
0.10	$5.89 \times 10^{-6}$	0.83	$1.43 \times 10^{-5}$	0.83
0.15	$1.91 \times 10^{-5}$	0.70	$4.59 \times 10^{-5}$	0.70
0.20	$5.52 \times 10^{-5}$	0.56	$1.29 \times 10^{-4}$	0.57
0.25	$1.49 \times 10^{-4}$	0.42	$3.45 \times 10^{-4}$	0.42

(小泉秀雄)

寄 贈 図 書

Metallic Fatigue	15×24cm	330 ページ	84 s	Pergamon Press
製鉄製鋼法	A 5 版	540 ページ	950円	養賢堂
鉄鋼生産設備の現況	B 5 版	623 ページ	2,000円	日本鉄鋼連盟
ばね論文集	B 5 版	220 ページ		日本バネ協会

書 評

「金属の疲労」

「Metallic Fatigue」 W. J. HARRIS International Series of Monographs in Aeronautics and Astronautics, Division VIII: Materials, Science and Engineering—Volume 1 1961, 15×24cm, xi, 330p. (Pergamon Press) 84s.

本書は, 15ヶ国, 89人 (わが国では谷一郎教授) の権威者を名誉顧問として企画された航空工学叢書のうちの1冊で, 著者はデハビーランド航空会社の主任物理学者である.

本書の特長は, 航空機用製作上の諸過程および苛烈な使用条件下における金属材料の疲労強さについて, 主として著者の会社で実施した試験方法およびそれによつて得られた豊富な資料を引用し, 随所に理論的考察, 実験式の誘導を行ない, 多数の写真, 図表, 参考文献とともに解説してあることである. 本書は, 従来のこの種の著者と多少趣が異なり, 対象とされる金属材料は, 高力アルミ合金, 二三の低合金構造用鋼およびチタン合金などであり, しかもこれらの材料の製造法, 金属組織あるいは疲労過程中的挙動には触れていない. しかしそれだけに読者は, 各章において, 同一材料の疲労強さが, 各種工作法, 表面処理法, 応力繰返速度, 腐食などによつて千変万化する様相を興味深く知り得ると同時に, かかる二次的因子による疲労強さの低下を防止する具体的な諸方法は航空機以外の他の多くの諸機械にきわめて有効であることに注目せられるであろう. そして, これまで研究に従事しなかつた人々に対しても疲労現象の研究に新しい意欲を起させるのではないかとさえ感ぜられる. したがつて, 本書は, 単に材料使用者のみでなく, 材料の製造者, 研究者にも一読すべき良書と認められる.

本書は8章よりなり, 第1章は応力集中に関する諸問題, 第2章はショットピーニング, 液体ホーニング, ローラー仕上などの応力集中を軽減させる加工法, 第3章は  $10 \sim 1000 \text{ c/s}$  にわたる繰返速度の影響, 第4章は腐食, 第5章は接触部の疲労, 第6章は亀裂の伝播, 生長速度, 第7章は Freudenthal と Weibull の統計法の説明, 第8章は滲炭, 窒化, 酸洗い, メッキ処理, 溶接およびロー付けなどの作業条件の影響などが述べられている.

(田 中 実)