

抄 録

— 原 料 —

鉄鉱石のバンド焼結の際の温度経過におよぼす原料の不均一な粒度分布の影響 (OTTO SEINHAEUER, KLAUS ZEHE: Stahl u. Eisen, 81 (1961), Heft 2, 88~95)

焼結現象を解明するためには焼結層中の温度経過の測定が必要で, Huckingen では1つのパレットに側板から15本の測定管(3平面, 1平面に5個)を挿入して, 7台のミリヴォルトメーターを用い作業を止めることなく温度を測定した. 予熱時間(t_1), 昇熱時間(t_2), 焼結時間(t_3), 最高温度(T)を測定して焼結バンドの巾の方向, 高さの方向の温度分布, 経過を測定した. 巾の方向では t_1 と t_3 は中央が側より大きい. t_2, T は同じである. 高さの方向では下部程これらの値が大きくなる. 進行方向での焼結層は左右シンメトリーでなくゆがんでいる. これは不均一な吸風と原料装入の際の偏析によるものである. この偏析はフィーダー上のホッパーにおける原料の偏析からくるもので, この状態もホッパーの満, 空に応じて原料縦断面のM状からV状になるに従って時間的に変化する. これが焼結機上の温度経過に影響をおよぼしてくる. すなわち $<3\text{mm}$ の粒度部分が多くなると t_1 も長くなる. また巾の方向の粒度分布と温度経過も関係づけられるが, 他の要因である水分, コークス量の影響もあつて粒度分布と焼結経過の関係は16の測定のうち6が完全に符合し, 7つが1部符合, 3つが符合を示さなかつた.

(ホッパー内における偏析防止方法などに関する討論がなされている.)

(藤井行雄)

鉄鉱石の焼結の際の返鉄の影響

(HAUS RAUSCH, FRED CAPPEL: Stahl u. Eisen, 81, (1961), Heft 2, 96~102)

0.16m^2 の吸引面積をもつ試験鍋により, A(ルール粉), B(ヴェネゼラ粉), C(ミネット粉)につき試験を行なつた. 焼結鉄を2mの高さから鉄板上に3回落し8mm以下の量をRAとし, 装入した返鉄の量をREとするととき $RA/RE \times 100$ を「返鉄バランス」と呼ぶ返鉄バランスと強度, コークス量, 返鉄量の間には一定の関係がある. REと返鉄バランスとの関係は最小値のあるカーヴで, コークスを多くすると RA/RE は減少する. 強度と返鉄量—コークス量の間を示すカーヴは RA/RE と返鉄量—コークス量の間を示すカーヴと対称的である. 返鉄バランス100%の場合において強度はコークス量を増したのみでは増加しない, 同時に返鉄の循環量を多くすることが必要である. このためには焼結工場から高炉までの間で, クラッシャーの歯数を増す, 落下回数を増す, 高炉々前で篩分けする, 焼結鉄をドラムに入れて回転する等のことが考えられる. 生産率は返鉄の発生, 配合量に関係があり30~60%の範囲に最高値がある. 最少のコークス使用量は返鉄が40~120%の範囲にある. 強度は返鉄が多い程強くなる. 従つて最高生産率, 最高の強度, 最低の燃料使用量は同時には満足

れない.

酸化度, 被還元率, 気孔率は返鉄が多くなるにつれて増加する. 返鉄を増すことはこのように一定限度までは有利であり, 操業上では混合原料の水分, 成分のふれに対して鈍感になり, 通風均一となり, 生焼けのネスト等も起らない. 実作業の例としてコークスの使用率を8%から6.5%まで下げて返鉄の循環量を多くしても生産率, 性質は変らなかつた. 更に取扱いを荒つぼくして返鉄を多くすることにより強度の高い焼結鉄を生産し得たがコークス使用率は変らなかつた. 焼結鉄をスタビライズドラムに入れて回転し角を取り丸くして高炉に送る設備のある工場が近く出現する. また高炉に入れる直前に二次篩分けを行なうことにより高炉のコークス比を下げる事が出来, 焼結の生産率, コークス率も変らなかつた.

(藤井行雄)

焼結作業の監視とコントロール

(BERNHARD WEILANDT, NIKOLAUS PETRUSCH: Stahl u. Eisen, 81 (1961), Heft 4, 235~238)

焼結工場の成績は最適水分と最適コークス配合によつてあげることができる. 実作業の成績は試験鍋によるより10~20%少い, これは水分とコークスがよく管理されていないためにシンターバンドの熱のバランスが乱されるためである. このアンバランスは排ガスの変化に表われるので排ガスの量, 温度, CO_2 , CO , 水分等を監視して必要時にコントロールすることが作業管理上重要である. 実態調査を行なつた所ばらつきが甚だしかつた. 排ガス中の水分の測定は SO_2 のあるために困難であつたが実用化することが出来た. CO_2 , CO は Monoメーターで測定した. 管理されていない時には, 平均排ガス量は $104,000\text{Nm}^3/\text{h}$ で, ふれは $90,000\sim 118,000\text{Nm}^3/\text{h}$, CO_2 は平均4.7%, ふれ3.5~6%, CO は0.2~1%, 水分は平均 $63\text{g}/\text{m}^3$, ふれ $50\sim 76\text{g}/\text{m}^3$ であつたものが管理強化により, 平均排ガス量 $110,000\text{Nm}^3/\text{h}$, ふれ $100,000\sim 120,000\text{Nm}^3/\text{h}$, CO_2 平均7%, ふれ6~8, 水分平均 $77\text{g}/\text{m}^3$, ふれ70~84, となり生産率も6.5%向上した. 排ガス中の CO , CO_2 , 水分を最適水分, コークス量に対するインパルスギバーとして利用した. 混合原料の水分測定にはミクサー直後にサンプラーおよび乾燥炉を設けて自動連続測定を可能にし水分添加設備にも連動させた. 排ガスの水分, CO_2 , CO を連続測定し測定結果により水分コークス量を自動的にコントロールする設備も考へている. (藤井行雄)

— 製 鋼 —

鑄鋼に対する各種脱酸剤の影響

(C. E. SIMS, & C. W. BRIGGS: Proc. Electr. Furn., 17 (1959), 104~124)

C, H, Si, Mn, Al, Ti, Zr, Se, Ca, Mg, Na, Ba, K, Li, Ce, La などの脱酸能力を, 溶鋼中にどれだけの酸素量しか残さないかとゆう観点に立ち, 生成硫化物の状況を

併せて考慮した上で各鋼種に対し共通で最も理想的な脱酸脱の追求を行なった。

このためには鋼を生砂に铸造したとき、また窒素含有量の高い鋼を铸造したときであつてもピンホールなどの空孔の発生を防止し、同時に、延展性に富むI型(大型球状)の硫化物を有し、窒素含有量の高い鋼でも粒間破壊を起す恐れのあるものであつてはならない。更に添加量の範囲が広くても差支えないものが望ましい。

然しながら単独の成分のものでは全鋼種にわたつて理想的な結果を得るのは不可能に近い。

最良の組合せの合金はAlを主脱酸剤とし、misch metal (Ce+Laを主成分とする希土類元素合金)で酸化物をI型に変え、Zrをもつて窒素を無害な化合物にして固定化させるようなものである。これらは溶媒と運搬剤の役をなすFe-Siに溶解する。こうして得られた合金は大気中に曝しても完全に安定であり、またmisch metalの効率も溶解しないで使用する場合の2倍にもない。

Tiは窒素を安定な化合物にする点ではZrと同程の効果があるが、硫化物がII型(共晶型)となり延展性が低下するので好ましくない。(上正原和典)

電炉のスクラップ溶落の際の酸素-燃料ガスバーナーの使用 (G. W. HINDS & A. L. HODGE: Proc. Electr. Furn., 17 (1959), 290~301)

電炉のスクラップ溶落の際に酸素-燃料ガスバーナーを使用すると電力が節約になり、生産は向上する。しかしながら過剰な電力比による不利を避けることが肝要な場合を除いては、電力の節約のみをもつてバーナーを使用することは正しくない。ではあるが次のいづれかに該当する工場においては奨めることができる。1) 溶製完了時の量が炉の容量を上廻る場合、2) 生産増強の必要がある場合、3) トランス容量が小さい場合、4) 電力の供給が断続的な場合、5) 炉の操業時間が長過ぎる場合、

バーナーはその取付位置により2つに分けられる。“ドアバーナー”は取付が簡単で、ドアの孔に挿入されたバーナーを電極と炉壁の中間を狙うよう(左右)支持する。“炉壁バーナー”は水冷式(20~30 psi)とし、電極と炉壁の中間を狙うのは前者と同じであるが、少し下向き(15°)にして3方あるいは4方に取付ける。ただしトップ側は出鋼の際塞る恐れがあるから出来るだけ避ける。バーナーはスクラップ挿入の際の衝撃を避けたり、水漏れの際の保修が可能ないように出入自由にしておく、点火はスクラップ装入後に行ない、未溶解スクラップのある限り続行する。酸素とガスの流量比は15:1が適当である。

[バーナー使用例] 50 t 炉, ドアバーナー2基使用(酸素 10,000 cfh, 天然ガス 7,000 cfh)。

溶落時間は3h 15mn から2h 45mn と15%の減となり、溶落電力は23,500 kwh から19,000 kwh と19%の減となつている。溶解時の溶鋼の温度・分留には変化がみられなかつた。酸素の平均消費量は860 cf/t, 天然ガスは545 cf/t。(上正原和典)

1520 から1770°CにおけるMnO 坩堝中の溶鉄とFeO スラッグ間のMn 分配 (W. A. FISCHER, H. J. FLEISCHER: Arch. Eisenhüttenw., 32 (1961)

1, 1~10)

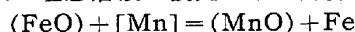
MnO の溶融点を測定する場合、雰囲気中の酸素分圧が増加するとそれに伴い Mn_3O_4 が生成し測定される溶融点はいちじるしく低下する。したがつて、測定はアルゴン雰囲気の下で行なわれ、MnOの溶融点として $1875 \pm 25^\circ C$ の値がえられた。

MnO の溶融点が新たにされれば MnO-FeO 系の液相線を測定し直す必要がある。かかる観点から、約30% MnO までは鉄坩堝を用い、熱分析によつて1370 から1510°C までの温度の液相線が決定され、それ以上のMnO 含有量の場合は MnO 坩堝を用い、溶鉄に平衡する。FeO-MnO スラッグの MnO 飽和含有量をもとめる方法で、1550 から1770°C までの温度の液相線が決定された。

えられた液相線は約 $1550^\circ C$, 38% MnO で折点のある曲線となり、この系は完全なる相互溶解度を有する系のごとくみえないが、FeO-MnO スラッグの格子常数が MnO 含有量の増大につれて連続的な変化を示すことから、この系は完全相互溶解度を有するものと推察された。そこでつきには、完全相互溶解度と融体ならびに固体の溶液の理想的挙動の仮定の下に、液相線と固相線が計算され実験値と比較された。55%以上の FeO 含有量の実験値はこの計算値より幾分偏差する。

Mn を含有する溶鉄と MnO を含有する FeO スラッグ間の酸素分配、ならびにその温度関係は、約 $1550^\circ C$ 以下の値を除けば、純 FeO スラッグと溶鉄間の酸素分配に関しともめられた C. R. TAYLOR と J. CHIPMAN の結果とはほぼ一致する。

つぎの反応の平衡恒数 K_{Mn} が MnO-FeO 系, Fe-Mn 系の理想溶液の仮定の下に計算された。



結果はつきのごとくで、これは二、三の文献値とかなり相違する。

$$\lg K_{Mn} = 7110/T - 3.375$$

さらに、この式を用いて MnO の酸素圧が計算された。

本研究でもとめられた MnO の溶融点と K_{Mn} の値に基づいて、Mn による脱酸図が修正された。

ついで、Fe の初晶における Fe 中の Mn と酸素の偏析の曲線が、両元素の偏析係数を考慮してもとめられた。(岡嶋和久)

Fe-C-Cu, Fe-C-Sn, Fe-C-Sb 三元系の熱力学その1: 1200 から1600°Cの温度範囲における黒鉛の溶解度 (H. SCHENCK, G. PERBIX: Arch. Eisenhüttenw., 32 (1961) 2, p. 123~127)

本研究でとりあげた三元系に関する測定値は少なく、かつ不充分であるからここに測定された。

25KVA の炭素管抵抗炉を使用し、試料量 75~100 g を黒鉛坩堝に入れアルゴン雰囲気中で溶解し、1時間後銅のチル鑄物で急冷された。合成合金試料はスエーデンの木炭鉄に純金属と黒鉛(灰分<0.3%)を添加して作製した。

えられた結果はつきのごとくである。

Fe-C 二元系:

著者の結果は次式で表現できる。

$\%C = 1.52 + 2.39 \cdot 10^{-3} \cdot t(^{\circ}C)$; $1150 < ^{\circ}C < 1550$
 この結果は数多くの研究結果とかなりよく一致している。

Fe-C-X 三元素:

溶鉄中のCの溶解度は第三元素 Cu, Sn, Sb の添加によつて小さくなる。Cu, Sn, Sb の濃度と黒鉛飽和濃度との間の関係は直線で示され、その勾配は Cu と Sn の場合は温度に無関係で変化ないが、Sb の場合は幾分変化する。

これら第三元素の添加による黒鉛濃度の変化量はつきのごとく表わされる。

Fe-C-Cu 系

$$\Delta(\%C)^{Cu} = -0.073(\%Cu)$$

$$\Delta N_C^{Cu} = -0.303 N_{Cu}$$

$$1200 \leq ^{\circ}C < 1600$$

Fe-C-Sn 系

$$\Delta(\%C)^{Sn} = -0.112(\%Sn); 0 < \%Sn < 8$$

$$\Delta N_C^{Sn} = -0.733 N_{Sn}; 0 < N_{Sn} < 0.035$$

$$1200 \leq ^{\circ}C < 1600$$

Fe-C-Sb 系

20% Sb まで測定された4種の温度における平均値をもとめれば

$$\Delta(\%C)^{Sb} = -0.115(\%Sb); 0 < \%Sb < 20$$

$$\Delta N_C^{Sb} = -0.79 N_{Sb}; 0 < \%Sb < 0.1$$

$$1200 \leq ^{\circ}C \leq 1500$$

これらの測定結果は F. NEUMAN, H. SCHENCK, W. PATTERSON による黒鉛溶解度と添加元素の原子番号の間の関係図によく適合する。(岡嶋和久)

燃焼バーナーと酸素ランス法による最適の平炉改良結果 (WILLIAM, A. VOGT: Iron & Steel Eng., 38 (1961) 6, 87~89)

平炉の炉頂装入法は装入時間を非常に短縮する、それによつて酸素は経済的に使用される。この炉頂装入に至るまでの過程の変化を示している。平炉における酸素の使用にはいくつかの方法がある。その一つはエンドバーナーを通して酸素を加えることである。また新しい平炉操業では酸素ランス法を使用する。酸素-燃料バーナーの利益はスクラップに炎を集中的に向けることができることである。これらの研究はアメリカ等で行なわれ、少なくとも25%の生産増加をもたらしていると述べられている。これらの国々の報告の一致点は酸素を使用する前に、まず装入時間を短縮しなければならない、すなわち4時間以上の装入時間を費しては(装入時間の長いことは熱の損失の原因であるから)その間に消費される酸素のコストが高くなつて経済的な利益を生み得ないということである。平炉の設計は根本的には20年前からさほど進歩しなかつた。炉の天井の広さとその重さは限界に達したと見られた。しかしこの間に酸性から塩基性の

耐火物へと進歩し、特に吊天井は炉の設計を自由にした。また炉の天井は炉床よりも狭くしなければならないと考えられ、このことを実行していたドイツの Maerz-Boelen 炉での秀れた報告が発表されて以来、充分な考慮が行なわれた。もつとも効果的なスクラップ装入法は電気炉に使用されている炉頂装入を平炉に巧妙に適用することである。この炉頂装入法により平均装入時間は約30分間に短縮される。炉頂装入法による炉の改造を述べると、天井を3つに四角に切りぬき、その囲りに冷却されるリングをはめこみ、この装入窓の上にカバーが被せられる。カバーは独立した3つのカバー昇降機によつて常に支えられている。炉は3つの天井バーナーを有し、炉のドアは3つに減少され空気の浸入を減らす。特別なスクラップバケットは炉の前壁側にそつた軌道の上を車で運ばれる、カバーは上げられスクラップは装入窓を通つて炉床上に置かれて、再びカバーは閉められる。スクラップは酸素-燃料バーナーの直下に円錐状の山になり、バーナーは下げられ溶解は初まる。最後にまだ幾つかの設計上の問題が残されていると結んでいる。

(岡村光真)

— 加 工 —

HY-80 潜弧溶接用フラックスおよびワイヤの研究

(W. J. LEWIS, et alii: Welding J. 40 (1961) No. 8, 337~345)

HY-80 のような切欠靱性のすぐれた鋼の継手に対して、溶着金属と熱影響部の切欠靱性がすぐれている手溶接が使用されてきたが、潜水艦のような船体構造の多くの部分は潜弧溶接のような自動溶接が適している。しかし市販ワイヤと市販フラックスによる溶着金属の切欠靱性はHY-80に対して充分なものでない。本研究はHY-80の諸性質に対して充分満足するワイヤおよびフラックスを研究したものである。

1) 新フラックスのための予備研究

市販標準フラックスに C, CaF₂, CaCO₃, MnO₂, TiO₂ を単独に添加すると CaF₂ 20% および TiO₂ 5% の場合のみ衝撃値が改良され、酸素および非金属介在物も少なかつた。

2) 新溶融フラックスの研究 (Table 1)

標準フラックスをベースとして先ず第1に CaF₂, SiO₂, TiO₂ の含有量をいろいろ変えた溶融フラックスを作り、衝撃値の点からのみ評価した結果 TiO₂ 5%, CaF₂ 20%, SiO₂ 20% のものが良く、更に Na₂O, K₂O, SiO₂, TiO₂, CaF₂ 含有量を一定として Al₂O₃, MgO, MnO の含有量を 0~20%, CaO を 0~40% 変化させた溶融フラックスを作つた。この中で MgO 10% CaO 40%, MnO 0%, Al₂O₃ 0% のフラックス47の溶着金属の衝撃値がよかつた。この理由は酸素および非金属介在物によるものと説明している。

Table 1

	SiO ₂	MnO	FeO	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	F	TiO ₂	CaF ₂
市販標準フラックス	38	7.2	1.6	10.6	25.3	12.1	2.2	0.35	1.7	0.6	—
試作フラックス	18~38	0~20	0	0~20	0~50	0~20	0~12.2	0.35~10.35	—	0~20	7~27

3) ワイヤの研究

ワイヤのベースとして C 0.11, Mn 1.42, Ni 2.06, Si 0.31, Mo 0.53, P 0.012%, S 0.012% のものに Al を 0.17, 0.23, 0.39% を脱酸剤として添加したワイヤと Ti を 0.08, 0.015, 0.30% 添加したワイヤをフラックス 47 を使用した場合 Al 0.17% のワイヤの衝撃値が一番よかつた。更に Mn 0.30% にして Al を含ませワイヤと Al 0.085% ワイヤによる場合 Al 0.085% のものがすべてのワイヤのうち一番すぐれた衝撃値を示した。

新ワイヤと新フラックスによる溶着金属の降伏点は AW, SR とともに 90,000 psi 以上、衝撃値は -80°F にて 40ft-lb であり、これらの性質をもつ溶接部は潜水艦に使用しても充分であるとしている。(石崎敏三)

— 性 質 —

γ -固溶体, セメントイト, 黒鉛と CO-CO₂ 混合ガスの平衡研究 (E. SCHEIL, TH. SCHMIDT, J. WÜNNING: Arch. Eisenhüttenw., 32 (1961) 4, p. 251~260)

CO/CO₂ 混合ガスはつぎの方法で調整された。純CO₂ ガスを用い、これを二方に分岐して流通させ、一方のCO₂ は 1200~1300°C の黒鉛上を通して CO に還元し残留した CO₂ をソーダ石灰で除去して純 CO とする。この両ガスは非常に小さい混合比まで正確に調整できる。この混合ポンプによつて混合する。熱拡散、ならびに CO₂ 含有量の少ない場合における CO 分解の影響は十分に大きいガス流速によつて避けられた。

試片はノルエーの電解鉄で、0.08mm 厚 (40×10×0.08) の薄片に冷間圧延されたものである。 γ -固溶体と CO/CO₂ 平衡について滲炭、脱炭の両方向より測定し、つぎの結果がえられた。

$$C = 0.0227 + 0.0295(x - 8.8) + 0.0125(x - 8.8)^2 \dots\dots\dots (1)$$

$$8.8 \leq x \leq 9.2$$

$$C = 0.0365 + 0.0419(x + 9.2) + 0.009(x + 9.2)^2 \dots\dots\dots (2)$$

$$9.2 \leq x \leq 10.2$$

ここに、C は炭素の原子分率、 $x = (10000/T + 1.57 \lg K/8.034)$, $K = P_{\text{CO}}^2/P_{\text{CO}_2}$ 。

これらの測定は二、三の文献値とよく一致する。

ついで、セメントイトと黒鉛の γ -固溶体の飽和曲線が測定された。

セメントイトの場合は Fe₃C を含有する鉄試片を用い温度が 1°C ずつ異なるところの平衡値に近接した個々の実験から、その真の平衡値 (ES 線) をもとめた。えられたパーライト点 S は 0.76 重量% C であつた。さらにデーブライト共晶の溶融点は 1150°C で、E 点は 2.02 重量% C と決定された。

黒鉛の平衡の場合には鉄試片中の黒鉛が完全に黒鉛化しないから、セメントイトと同様な測定はできない。したがつて、Boudouard 平衡値と (1), (2) 両式を用いて、計算によつて黒鉛の γ -固溶体の飽和曲線 E' S' がもとめられた。

Boudouard 平衡値については D. WAGMANN らの値を検討した著者の実測値を用いた。

本測定では ES と E' S' 線は交点を有しないが、しかし両曲線が約 1000°C でかなり接近するところから、その交点が生ずる可能性がないとはいえない。

測定結果よりセメントイトのモル生成ポテンシャルが計算され、また γ -固溶体の C の活量曲線が E. SCHEIL の計算値と比較された。(岡嶋和久)

2, 3 の高力鋼の疲労性質 (H. E. FRANKEL, et alii: Proc. Amer. Soc. Test. Mat., 60 (1960), 501~511)

本研究は、発表されているよりも更に完全な疲労に関するデータを市販高力鋼について得ることおよび試験的に溶製した鋼の疲労強度を評価する目的で行なつた。

試料は、C 0.25~0.43%, Mn 0.71~1.41%, Si 0.33~1.63%, Cr 0.05~1.00%, Ni 0.84~2.01%, Mo 0.25~0.50%, V 0~0.15% の市販鋼 7 種類と、同様な組成のものに Cu を 0.09~2.13% 加えた 11 種類の試験溶解鋼を用い、アンモニアプロパンガス雰囲気中で熱処理を施した。油焼入れ後、市販鋼は 400~650°F (204.4~343.3°C) の中の 2 種の温度で、試験溶解鋼は 360~600°F (182.2~315.6°C) の中の 2 種の温度で焼戻した。これらの試料について、静的引張試験と疲労試験を行なつた。200,000 psi (140.6 kg/mm²) より低い降伏強度の鋼の引張強度試験は標準の 0.505 in (12.8 mm) 径の試験片で、それ以上のものは 0.357 in (9.07 mm) 径の buttonhead 試験片で行ない、それぞれ 2 個の平均値をとつた。疲労試験は、焼戻条件のおのおのにつき試験片 8 本を各鋼について R. R. Moore 試験機で行なつた。1,000~2,000 r.p.m で、10⁴~10⁵ の回転数で破損するように応力を選んだ。疲労限は調べなかつた。実験結果および考察をまとめると次の如くである。

(1) 3×10⁴ 回転以下で破損する疲労強度は、多くの場合、降伏強度より大きくなつたので、すべて 10⁵ 回における疲労強度を 18 種類の鋼について比較した。

(2) Si が 0.4% 以下の鋼では、実験に用いた最低の焼戻温度、すなわち 350°F または 400°F (204.4°C) で処理した時疲労強度が最も大きくなつた。Si 量が高い時は、600°F (315.6°C) までの焼戻温度までは温度による影響は少くほぼ同じ強度を示す。

(3) 400°F (204.4°C) で焼戻した 1.3% Cu 鋼は、各種の処理を行なつた他のすべての鋼の疲労強度よりも高い値を示した。これは Cu の析出によるものと考えられる。

(4) 同一組成の鋼では、C 量が増加するほど、疲労強度と抗張力の比は減少する。

(5) 疲労強度と抗張力の比は、Cu 量が 0.74% より多い鋼では (+) の値をとり、Cu 量の増加にしたがつて大となり、Cu 量がそれ以下の時は (-) の値となる。

(6) 400°F (204.4°C) で焼戻した鋼について疲労試験を行なつた結果、32 試料の中の 21 試料はその試料の表面下に疲労亀裂を生じた。それらは何れも 1.3% Cu を含む鋼の試料であつた。すなわち、一般に、疲労性質の良好な場合には、疲労亀裂がその表面下に発生する。

最後に 3 ページにわたり質疑応答がなされている。

(内山 郁)

疲労破壊の機構に関する新しい観察

(MELVIN A. WILKOV: Proc. Amer. Soc. Test. Mat., 60 (1960), 540~559)

本研究は電子顕微鏡を用いて、鋼の疲労破壊における微小亀裂の形成過程を基礎的に調べることを目的として行なつた。試料として、非金属介在物および不純物のきわめて少ない航空機用 SAE 4340 鋼を用い、歪みをなくすために機械加工後十分に焼鈍し、表面効果を除くために電解研磨した。観察位置を決めるために、分り易いように結晶粒度は焼鈍によりやや大きくした。疲労試験は SF-1-U Sontag 疲労試験機で行ない、53,000psi (37.3 kg/mm²) の許容限に対し ±63,000 psi (44,3kg/mm²) の荷重で実施した。更に、温度の影響をみるために、液体窒素を充した器を用い低温度疲労試験も行なつた。疲労状態の観察は、随時試験を停止してその都度レプリカ法を応用し、電子顕微鏡で調べた。プラスチックカーボン (厚み約 50 Å) 二段レプリカ法で白金シャドウイング (約 25 Å 厚み) を行なうと 20 Å の解像力をもつので疲労状態を調べるのに好適である。この試料の試験の結果、まず、炭化物のない自由フェライト結晶粒内に塑性変形を生ずる (繰返回数 500~2000 回位まで)。回数が増すとともない迂り線の数、長さ、深さが増加し、5000 回位になると支配面にキャビティが現われ、20,000~40,000 回でキャビティの伝播を生じ、遂に微小亀裂となる。種々検討の結果、室温におけるキャビティの形成は、拡散特に転位運動によつて結晶内に内部的に生ずる Vacancy の stress-motioned diffusion によるものであることが分つた。更に、低温での疲労試験および疲労破壊させた試料を更に静的引張試験を実施、キャビティの発生、伝播などを調べた。まとめると次の如くである。(1) 応力をかけている間に、キャビティが結晶表面に生じ、隣接のキャビティまで伝播し微小亀裂となる。(2) キャビティの形成機構は、若干の内部源から生じた Vacancy の拡散の 1 つに属する。(3) キャビティは Vacancy の流れにより拡大する。(4) キャビティの核発生については多くの問題が残されているが、結晶表面上の初期の欠陥 (imperfection) あるいは若干の転位の形状配置が原因になり得る。結晶粒界などはなり得る可能性が多い。(5) 肉眼的なデータとこの機構とを関連させるには許容限を定義する必要があるが、発生した Vacancy が無用な転位、侵入型原子の如き結晶内の欠陥 (imperfection) によつて吸収されはじめる応力をもつて決めるのが妥当であろう。

以上、電子顕微鏡写真 26 枚により、同一位置の疲労状態の変化を観察検討している。(内山 郁)

2,3 の航空機用軸受鋼コロガリ接触疲労寿命と機械的性質との関係 (E. V. ZARETSKY, et alii: Proc. Amer. Soc. Test. Mat., 60 (1960), 627~643)

特殊な軸受鋼のコロガリ接触疲労寿命の試験は、データがバラツクために多くの試料を要し、且つ時間と費用を要する。本研究は、各鋼の硬度を測るにとつて、その基準におけるコロガリ疲労データを得ることおよび塑性変形抵抗、磨耗、弾性限、降伏強度、引張圧縮における極限の強さの如き機械的性質および残留オーステナイト量などその疲労データとの関連を求めることを目的として行なつた。試験は 2 台の bench-type コロガリ接触疲労試験機すなわち 1 台は spin rig 型、1 台は five-ball 型の試験機で何れもボール試験を行なつ

た。潤滑油を滴下して、最大ヘルツ応力 800,000 psi (560kg/mm²) の条件で、室温で実施。試料は AISI M1 (0.80% C, 0.25% Mn, 0.32% Si, 3.76% Cr, 1.15% V, 1.53% W, 8.54% Mo, 0.07% Ni), AISI M-50 (0.81% C, 0.26% Mn, 0.14% Si, 3.97% Cr, 1.07% V, 0.01% W, 4.29% Mo, 0.05% Ni) および Halmo (0.59% C, 0.31% Mn, 1.10% Si, 4.79% Cr, 0.51% V, 5.22% Mo) の 9/16" (約 14.3mm) φ ボールおよび WB49 (1.07% C, 0.30% Mn, 0.02% Si, 4.4% Cr, 2.0% V, 6.8% W, 3.9% Mo, 0.04% Ni, 5.2% Co) の 1/2" (12.7mm) φ ボールを用い、AISI M-1 は Rc 硬度が 62, 64.5, 66, AISI M-50 は 60, 60.5, 62, 63, Halmo は 59, 60, 62, WB-49 は 55, 60, 65, 68 のものを選んだ。それらの残留オーステナイト量を X 線回折法で求めた。試験結果をまとめると次の如くなる。

(1) 4 種の鋼について調べた 10% コロガリ接触疲労寿命および荷重容量 (load capacity) は鋼の硬度の増加とともに連続的に増加する。そして後者は実験した硬度範囲では、30~100% の増加を示した。

(2) 予め棒試験片で調べた引張および圧縮強度は中間位の硬度で明らかに最高値を示したが、それらの疲労寿命はそれと関連がなかつた。

(3) コロガリ接触における永久塑性変形抵抗は、一般に硬度の増加とともに増加す。硬度試験における応力状況は、コロガリ接触における場合のそれと同様と考えられるので、この塑性変形抵抗を測定することによつて同じ合金成分の異つた熱処理の鋼の相対疲労寿命を定性的に評価することが出来る。

(4) 実験した種々の硬度の鋼の金相学的組織にごく僅かな差がみられた。軟いボールでは、析出炭化物がより大きく多くなる傾向があり、焼もどしマルテンサイトの輪廓はより大きい。硬度が高い程残留オーステナイト量が多い。

以上につき、更に多くの人との間に、7 ページにわたつて種々の質疑応答がなされている。(内山 郁)

— そ の 他 —

工場用粘度計の発展への基礎 (E. E. HOFMANN, N. K. DAS: Arch. Eisenhüttenw., 32 (1961), 4, p. 199~208)

高温度における粘度測定の方法としてはつきのごときものがある。1. 同心円筒法、2. 落下球法、3. 毛細管法、4. 対数減衰法。まずこれらの方法の原理ならびにその適用について簡単に述べられた。

本研究は溶解作業中にスラッグの粘度が測定できるような工場用装置を見出すにあるが、この目的のために同心円筒法による振り粘度計を用いた実験が行なわれた。

工場で鍋を用いてスラッグの粘度を測定する場合その鍋壁と回転体との幅 (Spaltbreite) と回転体の浸漬深さの変化が粘度の測定値に影響しないような条件を採用する必要がある。そのような条件をもとめるため、ここに油を用いたモデル実験が行なわれた。その結果からすれば、Spaltbreite がある程度大きくなれば回転体の回 (以下 1744 ページにつづく)