

抄 録

—製鉄原料—

石炭の加熱中の構造変化について (M. O. Holowaty: Blast Furnace and steel plant, Aug. 1957, Vol. 45, No. 8, p. 879~888, 890~891, 930)

従来の製鉄用瀝青炭の研究の中で、無酸化性雰囲気内での加熱による変化状況の研究はあまりなされていない。本稿は該雰囲気内における瀝青炭の炭化過程にあらわれる外観や性質の変化を観察したものであつて、実験方法は硬質ガラスジャケット中のCuブロック上に一辺約1/2inの立方体試料をおきN₂気流中で誘導加熱する方法を用いているが、炭化過程に生ずる揮発生成物のために写真撮影がさまたげられるのを通風筒吸引によつて排除し、内部圧力は弱マイナスの一定に保つように工夫している。試料は湿分1.40~6.00%、揮発分8.10~39.80%、固定炭素54.00~80.40%、灰分1.10~11.50%、硫黄分0.59~1.06%の6種類の各種石炭を用いている。試験は大別して①無負荷状態での加熱と②一定荷重下の加熱変化の両者である。前者の場合一回の実験に試料2個用い、一箇はその岩石脈とCuブロック加熱面を平行に、他は垂直において25~35°F/mnの加熱速度で1100°Fまで上げた。そして興味ある変化を示したときに撮影した。後者の場合は、一箇づつとし荷重は10 p.s.i.までとした。実験結果の一例を示すと表のとおりであつて、各試料によつて膨脹の箇処、方向、その度合がことなり炭化機構の相異が明瞭に観察された。

石炭の無負荷状態における加熱

石炭	試験数	ガス発生開始点	最大膨脹並流動点	ガス発生終点	変形率(%)	
					垂直方向	水平方向
(無煙炭)	4	—	—	—	—	—
(ポカホントラス炭)	6	510	530	940	+78	+80
(イイゲル炭)(高揮発分炭)	6	380	420	870	+55	+80
(ホキールライト水洗炭)	8	440	480	960	+32	+87
(イリノイ炭第6層)	12	430	460	950	不規則型 +66	+90
(シヤーロン炭第1層)	10	460	500	970	+5	+35

たとえば、Wheelwright炭は試料のおき方によつて膨脹指数がことなるが、不活性帯のあるIllinois炭とことなり全体に均一に膨脹する。そして加熱面に垂直の面の伸びは最大で、これは低瀝青質、高揮発性炭の一般的特徴である。大部分の石炭は層脈が加熱面に平行のとき最大の線膨脹を示しその層脈の物理、化学的特性によつて変化する。また荷重軟化点も石炭の銘柄や採掘場所年代などによつて大きく変化する。無煙炭は荷重に最も耐え、瀝青炭は層脈に平行に荷重したときがよく耐えることは注目される。(中村信夫)

—製 鉄—

溶鉱炉における衝風分布調整法の進歩

((J. M. Stepleton; Blast Furnace and Steel Plant, 45 (1957) 9, 1007~1017)

溶鉱炉におけるスリップや柵吊りその他の変調を防止する上に、鉍石やコークスなど装入物成分の均一性ということは重要であつて近年非常に改善されてきている。しかしなお、これら事故のあとを絶たないのは主としてガス通過の不均一性に原因していると推察される。なんとなれば他の装入原料に比し空気は比較にならぬ程多量に炉中に入れられるのであるから、大きな影響をもつのも当然である。しかしながらこの他に装入物の粒度分布や装入法にも問題があり、これが悪いと通風の不均一性を結果し、コークスの局部燃焼により炉内に空隙ができこゝに空気は流れ易くなりさらに不均一性を助長する。また羽口よりの衝風が不均一であると同様の悪循環があり、ちょうど雞と卵のような関係である。一体どちらを優先さすべきか討論の結果U.S. Steelにおいては、まず羽口通風の均一性を採り上げて検討することにした。この問題は古く1918年ころからMohrも手をつけてきたものであるが、近年にいたつて最高の能率を得るために送風量はその極限にまで増大し、その結果炉壁の摩耗、浸蝕ははなはだしくGary工場の12本の高炉中、年に2基以上はライニングを張りかえねばならなくなつており問題の解決は急を要してきた。まず調査の方法としては炉壁内に内面より2"近くまでも熱電対を挿入し浸蝕による局部加熱の状態を観察するとともに、羽口にそつて流れの方向と平行に挿入できる特殊なピトー管を作つて各羽口を流れる空気量を測定した。その結果炉内の局部通風はかなりはなはだしく、送風量の分布も不整でかつ各炉によつてほぼ一定の分布傾向があることがわかつた。そして各羽口の流量をバルブで加減すると、目に見えて分布はよくなり分布率は当初の50%以上から35%までも下り平均化してきたが、この結果は埋込み熱電対にも明瞭にあらわれた。そこで、この結果にもとずき羽口のベンチュリー圧力インパルスにもとずく流量の自動制御装置を、まずNo.1高炉に取付けた。その機作や作動効果は5つの系統図に示したとおりであつてこの設備をする前や他の同容量の高炉に比し、たとえばコークス比と炉壁寿命(経過日)との関係図をみても明らかかなように従来と全く傾向を異にし、寿命とともにかえつてよくなつてきた。生産量もその低下率はぐんとよくなり、炉壁浸蝕も均一化され、全般的に非常に安定した操業となつてきた。(中村信夫)

—製 鋼—

粉状鉄鉄より圧延鋼材の製造 (Bo Kalling: Jernkontorets Annaler, 141 (1957) 6 p. 317~331)

本稿は粉状(正確にいえば粒状)鉄鉄より圧延鋼材を製造する新しい方法について詳述したもので、その方法

は、たとえば C 4.3%, Si 1.1%, Mn 0.9%, p 0.045%, S 0.040%, 程度の電気銑を O₂ 吹込によつて脱 Si し、これを取鍋にうけ一たんターンディツシュにうけてから噴水タンクに落し分散させ 3mm 以下の小銑鉄粒をつくる。これに普通の場合約 15% の高品位鉄銑石粉を混合し、扁平な薄鉄板製ボックスに入れ、電気抵抗炉または輻射管炉中で脱炭、加熱を行う、この場合脱炭性ガス雰囲気を用い温度は 1100°C 程度である。これをロールにかけて最終製品にするものであつて、圧延中に粉体と薄板は完全に接着される。また製品中の C 含有量は鉄銑石粉の添加割合で自由に变化できる。製品の一例を普通の電気炉鋼と比較して示すと下表のとおりであつて、その性質は十分電気炉鋼に匹敵し、とくに深絞り性にすぐれている。

		粉製鋼	電炉鋼
分析値	C, %	0.13	0.13
	Si, %	0.01	0.20
	Mn, %	0.25	0.45
引張り強さ	kg/mm ²	28	27
破断限		41	41
伸び	δ ₁₀ , %	31	28.5
絞り	%	65	65
最大衝撃値	kg m/cm ²	10.6	12.5
遷移温度	°C	-25	-40

P は 0.2% まであつて比較的高いが、偏析がないので悪影響はおよぼさない。この方法はとくに平板製造に適し、また複合鋼板にも都合がよい。興味ある事実は、鉄の歩留りが従来の方法に比しよいことであつて、圧延品の歩留りは 110% である。最後に本法についての将来の半連続または連続法についていかにすべきか考察している。そして従来の方法に比し、かなり原価がやすつくとのべている。(中村信夫)

熔鋼の酸素および水素定量における鎮静および非鎮静の新しい試料採取法 (H. Schenck, K. H. Gerdorf, K-G. Schmitz; Arch. Eisenhüttenwes. 28 (1957) 3, 123~125)

熔鋼の酸素あるいは水素分析試料の採取にあつては当然それらの損失を来さぬよう細心の注意を要する。殊に水素は逸出し易く試料を急冷凝固させても逸出を防ぐことは難しい。このためにこれまで種々の試料採取法が考案されているが、本研究においては吸引ピペットによる方法を提案した。この方法によれば鎮静鋼からも非鎮静鋼からもよい試料を得ることが出来、装置も小さく持ち運びも容易でとりたてて欠点もない。

ピペットの準備: ピペットは両端開きの長さ 200mm 内径 8mm (両端は 3mm) の石英管で一端に軟鋼製のキャップを石英セメントで気密に接着して封じ、他端からピペット内をポンプで吸引し、真空のまま封じ切る。

試料採取: 準備が終れば鉄でピペットを熔鋼につける。軟鋼キャップは熔けて熔鋼はピペット内に入りそのまゝ速やかに凝固させる。試料からの水素の損失を防ぐためピペットは直ちに密閉装置内に入れる。この捕集装置は円筒状の捕集管とその上部にとりつけたガス捕集容

器から成り、捕集管内を水銀が上下できるようになつてゐる。試料を捕集管に入れたら水銀面を上げて空気を追い出し、ついで水銀を下げて捕集管は捕集容器内を真空にする。つぎに容器を振盪するとピペットは容易にこわれる。試料が冷却水温度まで冷却したのちこの間逸出するガスを水銀面を上げて上部の捕集容器中に集める。この凝固ガスを入れた容器はピペットおよび試料をとり出した後新しいものにとりかえるようになっており、次の試料を受入れる準備をする。この間凝固試料および凝固ガスの分析を行う。

分析: 捕集管から取出した試料は石英屑を除きアセトンと炭酸ガスにより -100°C に保つた Dewar 瓶に入れた試験管型の薄肉銅管に入れ冷却する。かくして急冷された試料は水素の拡散を防ぎ逸出による損失をなくすることができる。そして試料は適当な時に高真空中で高温抽出により捕集ポンプで分析装置に導き分析を行う。捕集器内の凝固ガスは普通の方法で H₂, CO, N を分析する。

実際操作への適用にあつては、次のごとくして迅速分析に本法を利用する。例えば非鎮静鋼試料の酸素定量には前述のピペットで吸上げ水銀中に急冷する。凝固ガスは冷却水の温度まで冷却した後捕集容器中につめて分析装置に連結し通常のごとく CO, H₂ を分析する。吸上げた試料は一定大きさに切断後高温真空抽出装置に入れる。この試料は Al でキルしていないから 10~15 分で分析することができる。

1 方法において純鉄への水素溶解を予備実験により求めたが Sieverts の溶解度の値とよく一致し、かゝる試料採取法を正しくやれば信頼できる結果がえられる。

なお本法の成果については後報の予定である。

(井上道雄)

— 鑄 造 —

水冷式キューボラへの転換について (J. McConville & A. Fishels; Modern Castings (1957) 7, p. 43)

John Deere Tractor Works において 6 基のキューボラを水冷式にして、成果をあげるために、著者たちが種々努力し、改善をした経過について報告している。

まず 2 基の No. 9 キューボラの装入床の下に、簡単な有孔注水管を設置することからはじめたが、注水の平均などによる局部的過熱、羽口の熔損、ライニングのずれ落ち、湯溜りへの水の流下、羽口附近のライニングの浸蝕、送水事故のさいの安全装置などの問題がでてきた。この間改善を重ねて、2 基の No. 9 キューボラを水冷式にし、さらに 2 基の No. 10 キューボラを水冷式にして成果をあげることができた。

この最終的に改善された設計の特徴は、羽口周辺から溶解帯の浸蝕部にかけて、炉殻の経を細くして、その周囲を水タンクとし、その上に炉の外径を大にしてやや厚いライニングを施していることである。すなわち水タンクは水冷をするのみならず、上部ライニングのずれ止めの柵にもなり、また貯水の役割りをもかねていることになる。この他に水位を安定させるためのサイフォン、循環装置、水の飛散を防止する耐熱性ゴムベルト、補強材などの附属装置がついている。

キェボラ水冷式にすれば、ライニングは薄くてすみ、その熔損も少いので、炉が大容量になつたのと同じであり、また炉の内径の変化が少なくベットの安定し易いのでつぎのような利点があげられるとしている。

- ①深い浸蝕がなくなる。
- ②耐火材の減耗量が 50% 少なくなる。
- ③熔解速度が 25% 増大する。
- ④熔解速度が均一になる。
- ⑤ベットの高さが容易に安定される。
- ⑥コークス使用量が減少する。
- ⑦加炭が 2 倍になる。
- ⑧成分の管理が 20% 改善される。

(鶴岡広幸)

一 性 質

疲労試験における確率 (F. E. Richart; Metal Progress 72 (1957) 111~112)

疲労試験は表面仕上、顕微鏡組織、ノッチ、ピット、内部欠陥、腐蝕、冷間加工、成分偏析、試験機、試験手順などによつて影響をうけ数多くの試験結果からもわかるように衝撃試験と同じ程度の確らしさのものである。そのバラツキは応力平均値の $\pm 10\%$ であると報告されている位である。

そのバラツキについては英国の報告によれば 3~4% であるといわれているがなお、疑問である。したがつて統計的には通常用いられる S-N 曲線はある確率をもつていてと考えるべきであろう。

すなわち応力一定の場合は繰返数の少ない程破断の確率は低く、繰返数が増すと確率は高く 1⁰ に達し、その繰返数以上では 100% の確率をもつて破断する。われわれが疲労を評価している繰返数 10⁷ においても同様に応力の増加につれて破断する確率は大きくなる。

一般に S-N 曲線と呼ばれるものは 50% の確率を有するものである。設計者はこの S-N 曲線に適当な安全係数を考えて用いているが、その係数は使用される部分の真の寿命とは無関係に決められている。したがつて新しいより合理的な耐久寿命、耐久限度の決定には確率 (P) を加え、S-N-P 関係を基礎にして安全な応力を決めなければならない。なお、この寿命の決定には各試験応力ごとに少なくとも 20、大体 50~100 本について試験しなければならない。(辻本信一)

機械的性質と顕微鏡組織 (J. B. Malerich, G. V. Cash; Metal Progress 72 (1957) 106~111)

蒸気またはガスタービン用ローター材として用いられる Cr-Mo-V 鋼を 3 種類の顕微鏡組織、すなわち焼もどしマルテンサイト、粗大ベイナイトおよび微細ベイナイト組織 (硬度はいずれも HRC33) に熱処理し、その機械的性質の優劣を比較した。供試材は A、B の 2 溶解分度 A は 3/4" ϕ (クリープ試験用)、B は 1/2" ϕ (その他の試験用) の熱間圧延→矯正機→歪取り焼なましを行つた棒材である。化学成分は 0.48~0.47% C, 0.47~0.58% Mn, 0.01~0.02% P, 0.013~0.028% S, 1.09~0.87% Cr, 0.12~0.15% Ni, 0.48~0.50% Mo, 0.34~0.28% V, 0.13~0.12% Cu (最初に書いたもの

が A 溶解) である。いずれも 1750°F × 1h → AC の焼ならし後油焼入れ、850°F および 650°F ソルト中等温度変態を行い 1275°F で焼もどし、それぞれ焼もどしマルテンサイト、粗大ベイナイトおよび微細ベイナイトの所望の組織の試料を作製した。試験結果はつぎのとおりである。

衝撃試験結果: 0.3125" ϕ V ノッチシャルピー試験片を用いて遷移温度を測定した結果は焼もどしマルテンサイト → 微細ベイナイト → 粗大ベイナイトの順に衝撃値の絶対値が劣りかつ遷移温度も上昇する。焼もどしマルテンサイトの靱性が高いのは細かい網目の sub-grain をもつからである。

短時間引張試験: 0.25" ϕ の試験片を 2 本づつ試験し平均した。各試験温度を総合してみると強度では微細ベイナイト → 粗大ベイナイト → 焼もどしマルテンサイト、靱性では焼もどしマルテンサイト → 微細ベイナイト → 粗大ベイナイトの順であり本 Cr-Mo-V 鋼の引張性質に関する最適条件はベイナイト組織であり、すべての温度において強度と靱性を併有する。またロックウエル C 硬度が 3 種の組織間で ± 1 の範囲内にあるから常温の降伏点は等しいはずであるが結果はそうではなく降伏点は組織の函数であることが認められ微細ベイナイトは降伏比が焼もどしマルテンサイトより低いことよりこの組織が低降伏点で良好な靱性をもつことが知られる。

クリープ強度: 単一型試験機で差動変圧器により伸を測定した。試験温度は 900, 1,000°F である。クリープ抵抗はベイナイトが優れており応力が高いために一定歪速度が明らかでなく、2 種のベイナイト間の比較は困難であるが、微細ベイナイトは第 1 段階クリープに強く、第 2 段階の 100~500 h のクリープでは粗大ベイナイトが強い。焼もどしマルテンサイトのクリープ強度が比較的低いのは第 1 段階の塑性変形速度がはやいため、これはおそらく加工硬化速度が緩慢であるからであろう。

クリープ破断: 多重式試験機を用いた。これは熱が強制対流によつて一様に分布されるようになっていた。強度は微細ベイナイト → 粗大ベイナイト → 焼もどしマルテンサイトの順に、靱性は焼もどしマルテンサイト → 微細ベイナイト → 粗大ベイナイトの順に低下する。焼もどしマルテンサイトは 900~1,000°F にて切欠に対し靱性を有するが、ベイナイトは 1,000°F で切欠脆性を示す。注目すべきは焼もどしマルテンサイトのすべての破壊形式が粒内破断で、1,000°F でなお再結晶温度に達しないことである。ベイナイトでは高応力になる程粒内破断になる傾向を有する。したがつて HRC32 程度では組織的には焼もどしマルテンサイトが最も安定な組織である。また焼もどしマルテンサイトはクリープ試験において再結晶速度ははやくなく、クリープ塑性変形速度がはやかつたがこの塑性性能はノッチ付破断試験片の場合に靱性のあることによつても示されている。一方ベイナイトは低いクリープ速度を示し、低い歪速度では適当であるが、ノッチを付けた高温での応用のように無破断時の塑性性能が重要になる場所では、ベイナイトとくに粗大ベイナイトは最上のものではない。

以上を要するに組織的に見ると、粒内破断をする短時間引張り、衝撃、クリープ破断試験で微細ベイナイトが

優れているのは、この場合にはフェライト結晶粒 (sub-grain) 内の組織すなわちベイナイトの針の粗さがベイナイト組織の強度—靱性の水準に関係し、これが細かい程強度、靱性が高いからである。一方粒界破断のときにはフェライト結晶粒の大きさが強度—靱性の水準を決定し結晶粒の大きい程、結晶粒界が少なくクリープ破断強度および靱性を高める。なお $1,000^{\circ}\text{F}$ で粒界破断した粗大ベイナイトの靱性が比較的強く脆性を示すことはこの温度で結晶粒界を剛くするような緩慢な脆化反応あるいは析出があることを示すものである。(落合 治)

焼なましによる残留研磨応力の除去 (H. R. Letner, A. B. Sauvageot Metal Progress 72 (1957) 79~82)

研磨加工の条件如何によつては表面に圧縮応力がのこり疲労寿命の増加が期待されるが、個々の研磨条件の場合に、残留する応力の本態ならびにそれが疲労寿命におよぼす影響に関してはまだ正確に知られていないので、今のところはむしろ残留応力のない表面にしておくことが安全な道である。応力除去の方法として考えなければならぬのは第1に金属自体の諸性質を害さないこと、第2に簡単でかつ安くできることである。このような観点から工具鋼を試料として焼なまし条件により残留応力がどの程度除かれるか、硬度がどの程度変化するかを実験した。

供試料は C 0.90%, Mn 1.25%, W 0.5% Cr 0.5% の工具鋼で熱間圧延後焼なましを行つたものでその断面寸法は $2'' \times 0.25''$ である。この素材を $2''$ 長さに切断し片側を $0.04''$ 、その反対側を $0.01''$ 研磨し、厚さを $0.20''$ に揃えた試験片を多数作製した。この中 12 コは $1,450^{\circ}\text{F} \times 15\text{mn} \rightarrow \text{O. Q.}$, ($\text{HRC} 14$) 他の 12 コは $1,450^{\circ}\text{F} \times 15\text{mn} \rightarrow \text{O. Q.}$, $420^{\circ}\text{F} \times 1\text{h} \rightarrow \text{A. C.}$ ($\text{HRC} 59$) の熱処理後表面研磨盤で $0.001''$ 研磨し表面に引張り応力をのこすようにする。残留応力は 10% Nitral または 10% Nitric acid で表面層を腐蝕除去し板の曲りを測定して、計算により研磨方向に対して平行および直角方向の主応力 σ_1 , σ_2 をもとめた。応力除去の焼なまし操作は試料をソルトバス (50% NaNO_3 , 50% KNO_3) 中に適当な時間浸漬後空冷、油冷または水冷を行う。焼入れのままの試料について行つた各種の実験の中最もよい結果を得たのは $420^{\circ}\text{F} \times 5\text{mn} \rightarrow 85^{\circ}\text{F}$ の油中冷却の方法で、残留応力ははじめの状態の 65% に減り硬度は $\text{HRC} 61$ に低下した。 420°F に 1h 保持しても 5mn の場合と応力の除去程度はあまりかわらず硬度は $\text{HRC} 59.5$ に低下した。実際作業の場合には焼入れのまま研磨加工を行うことはほとんどないので、 $\text{HRC} 59$ に焼もどしたものについて多くの実験を行つた。この場合には 420°F で 5mn 保持後空冷してもあまり効果がない。 $600^{\circ}\text{F} \times 5\text{mn} \rightarrow \text{W. Q.}$ を行つると σ_1 は $70,000 \rightarrow 17,000$ psi, σ_2 は $20,000 \rightarrow 6,000$ psi に減るが硬度は HRC で約 3 低下する。 $600^{\circ}\text{F} \times 90$ sec (この時間で試料表面はバスの温度に充分到達する) $\rightarrow 80^{\circ}\text{F}$ の水中冷却を行つると σ_1 は $20,000$ psi に減るが硬度は $\text{HRC} 0.5$ 下るだけである。そこで保持時間を 90 sec 一定にしてバスの温度を 500, 550, 600, 650 $^{\circ}\text{F}$ にかえて実験すると σ_1 は 36,000, 30,000, 20,000, 10,000 psi, σ_2 は 20,000, 9,000, 8,000,

6,000 psi と減少するが硬度は 500, 550 $^{\circ}\text{F}$ の場合低下せず 6,000, 650 $^{\circ}\text{F}$ の場合に $\text{HRC} 0.6$, 2.3 の低下しか示さない。また応力の表面下における分布の状況はバスの温度によりほとんど変化しない。なお上述の σ_1 , σ_2 の値は応力分布の極大値を示すものである。品物の断面形状が大きな場合を考慮して、同じ実験用バスの中に $2'' \phi$ までの円筒試料を入れ 90 sec 後の表面温度を測定した結果バスの温度にほとんど到達していることが知られた。しかし試料の大きさ (約 10 in^3) がバスの容積 (約 100 in^3) に比してかなり大きくなるとバスの温度は一たん 550°F に下り 2 mn 後には試料とバスの温度は同じになつた。このような場合には試料をバス中で動かしてやるのがとくに効果がある。

以上の実験結果より研磨応力除去の焼なまし法として品物を $500 \sim 600^{\circ}\text{F}$ のソルトバス中に 90 sec 浸漬し水または攪拌油中で急冷する方法が推奨される。この処理により研磨応力の極大値は 40~65% 減少する。この場合硬度低下が若干ゆるされるならば 650°F の処理により研磨応力を 80% 減少させ得る。(田坂鋼二)

鋼の水素吸収、脆性、破壊 (Arnold Schuetz & W. Robertson, Corrosion, Vol. 13, No. 7, 1957, 437~458)

1950 年来、米国およびカナダの石油工業において、Sour gas condensate well に使用されている合金製配管の sulfide corrosion cracking が大きな問題となつている。この論文は 1951 年から 1955 年迄の 4 年間、NACE Technical Committee T-1G の指導の下に、エール大学で行われた基礎的な研究の結果をまとめたものである。

Sulfide corrosion cracking は H_2S を含む酸性の腐食性液体に使用された合金製配管に主として見られるところから、全属組織学的に 2, 3 の仮説も提出されているが、未だ完全な解決には到っていない。

この実験は 1) H_2S による脆性と、 H_2SO_4 の陰極処理による脆性との比較、および constant deformation test (腐食雰囲気の中で、荷重を加えることにより、一定の歪を与えて corrosion cracking の試験を行なう方法) における合金組成、熱処理、塑性変形、腐食雰囲気の化学的性質と破壊との関係、2) Fe-Ni 合金の H_2S からの水素吸収および H_2SO_4 を用いて陰極処理を行つた場合の水素吸収と、時間、合金組成、組織の関係。3) Fe-Ni 合金の austenite, martensite, ferrite の水素透過速度の測定。4) Fe-Ni 合金の静的破壊における負荷歪力、組織、水素濃度と時間の関係、の 4 つに大別することが出来る。これらの試験の結果、sulfide corrosion cracking の基本的な原因は水素の吸収にもとづき、関係する因子は、合金の内部歪力、外部歪力、水素の含有量であることが明らかになつた。また同時に組織、合金組成、機械的性質等副因子的に働くことが認められた。すなわち martensite と ferrite では歪力と水素濃度が十分大であると破壊するに反し、austenite ではその現象は認められない。(これに関してさらには検討が必要である。) martensite と ferrite では歪力が耐久限界を超えた場合破壊は時間に関係し、耐久

限界は水素濃度に逆比例の関係にある。機械的性質も歪力の耐久限界、水素の飽和濃度、試験時の局部的な歪に影響をおよぼすことが認められた。また腐食液中の微量の S イオンは、合金の水素飽和量を 15 倍にも増大させ、より低い歪力下でも十分破壊が起りうるということが明らかになった。しかし現在では未だ有効な解決策は見出されていない。(安藤卓雄)

熱水および蒸気中のオーステナイト系不銹鋼の塩化物および苛性応力腐食 (W. Lee Williams, Corrosion, Vol. 13, No. 8, 1957, 539~544)

応力腐食は引張応力と腐食性環境の複合効果による腐食であるが、オーステナイト系不銹鋼の応力腐食割れには粒界割れと粒内割れとの 2 つの型がある。本報では後者について特に、熱水および蒸気環境における応力腐食に問題を限定した。各種の熱交換器、核動力推進系、高温高圧ボイラーの過熱器に使用されるオーステナイト系不銹鋼がこの対象になっている。応力腐食の基礎的研究は、time-potential の測定、film break down、割れの発生および成長等が行われている。不銹鋼の塩化物脆化および苛性脆化についてはすでに多くの発表があるのでその概略を述べ、応力腐食過程の多くの相関的因子の影響についてもまた他の報文を引用紹介した。本報では応力腐食に影響する変動因子を環境因子と共に説明するための実験を述べる。(a) AISI type 347 安定化オーステナイト系不銹鋼で、(b) 脆化を促進する程度の応力を加え、(c) 環境温度 500°F、(d) 試験時間 max 約 120 日あるいは脆化生成までとして、試片を U 型に曲げ spring back を防ぐため両端を固定した。これを不銹鋼製オートクレーブ中で液相と気相に露出するようにした。試験水の全固形物が 1 ppm 以下で、500,000 Ω cm のときは応力腐食が認められなかったが、数 ppm の塩化物を含むときは急速に応力腐食が起った。気相の部分も試片に液の飛沫が附着すると応力腐食を生成した。アルカリ燐酸塩処理したボイラー水では塩化物が数 1000 ppm までは液相の部分は腐食抑制効果があるが、気相の部分では抑制されない。しかし実際の場合で、焰管式ボイラーでは塩化物が 530 ppm で処理ボイラー水使用にも拘らず水相で応力腐食が発生したが、これは構造上の欠陥であることが判った。気相における試片のくり返し濡れ試験は Tilt test でおこない。燐酸塩 50 ppm、 $\text{pH } 10.6$ の水の場合、塩化物が 1 ppm のような低濃度でも応力腐食割れが発生することが認められた。これは一見矛盾しているようであるが、後の実験で塩化物と溶解酸素の相互作用によることが判った。オートクレーブ試験による塩化物—酸素の応力腐食脆化の結果は、(1) 応力腐食は高塩化物濃度でも溶解酸素量が低ければ発生しない、(2) 溶解酸素量が多くなっても塩化物が低濃度であれば不銹鋼の脆化は発生しないことが示された。実際には亜硫酸ソーダを 100 ppm 程度水に加えて酸素を放出させてコントロールするか、またはイオン交換器で塩化物を 0.1 ppm にして操業する。苛性脆化は水の燐酸塩—pH 比を適当にすればある程度安全であるが、燐

酸塩を含まぬ水で苛性ソーダの量を変えた Tilt test では、50,000 ppm では試片の気相部分に応力腐食を生じたが、100,000 ppm では液相、気相共脆化を生じた。結果として非常に苛性が濃縮されるような環境で発生することが推測された。また苛性応力腐食は塩化物の場合と異り塩素が存在しなくても起り得るものである。

(安藤卓雄)

電気メッキは人工衛星の建造における重要な段階である (George Grupp, Metal Finishing, Vol. 55, No. 7, 1957, 40~44)

国際地球観測年の一環として行われるアメリカの人工衛星の発射は VANGUARD 計画と呼ばれ、計画の主体を海軍が担当し Patric 空軍基地 (Canaveral 岬, Florida) から機械頭脳を装備した人工衛星が発射される予定である。1942 年 2 月 24 日に Bumper-WAC 2 段ロケットが発射されてから現在までに多数のロケットが打上げられ有益な知識が得られた。この計画の 3 段ロケットは Glenn L. Martin Co. に発注され他の数社が下請している。第 1 段ロケットの燃料は、エチル・アルコール、ガソリン、シリコン油の混合物と液体酸素を使用し、3,000~4,000 mile/h の速度で、高度 30~40 mile に達する。第 2 段ロケットはジメチル・ヒドラジンと発煙硝酸を燃料とし、速度 11,000 mile/h で高度 130 mile に達する。第 3 段ロケットは優秀な固体燃料を用い、速度 18,000 mile/h で高度 250~300 mile に到達して衛星を軌道に離脱させることになる。人工衛星の機械頭脳は (1) 気象周期の成因、(2) 大気外層の密度、圧力、温度、(3) 水素の量、(4) 宇宙線、紫外線 X 線の輻射、(5) 流星群周期と影響、(6) 地球引力と磁場の強さ、(7) 太陽光線の地球反射、(8) 電離効果、(9) 金属の腐食速度等について新しい知識をもたらすであろう。衛星の構造については、発射時の衝撃、震動、温度変化に対する抵抗性、流星群による金属表面の耐久性等が類似の環境条件の下で試験がなされた。結果として人工衛星は球体で、衛星の外殻と内部支柱の構成は、Al より磁氣的に良く、軽い Dow FS-1, Mg で厚み 0.0501~0.064 in のもので造られた。球体の金属表面処理の仕様が Naval Research Laboratory で研究し決定されて、Brooks & Perkins, Inc. に下請された。メッキの前処理は溶剤脱脂、研磨、パフ仕上等 9 工程から成り、Au メッキ工程は、溶剤脱脂、浸漬脱脂、燐酸・弗化カリ液浸漬、酸性 Zn 浸漬メッキ (0.0001 in)、ロツツエル塩シアン化浴による Cu メッキ (0.0005 in~0.0008 in)、光沢 Ag メッキ (0.0003~0.0005 in)、光沢 Au メッキ (0.00005)、パフによる鏡面仕上等 24 工程で行われる。この工程では特に脱脂、攪拌、メッキの密着性に注意が払われた。衛星の球体はさらに真空メッキ法で Au, Cr, SiO₂, Al, SiO₂ の順に夫々数分子層の厚みのメッキが施されるが、この目的は Mg base の腐食をおくらせること、球体表面の温度に対する安定化および最高の反射性をうるためである。(安藤卓雄)