

# 材技研 1963

科学技術庁

# ニュース

# NO.5

金属材料技術研究所

## 雰囲気制御溶射研究装置

最近の各種工業の進展と共に、耐熱、耐摩耗、耐食、電気絶縁など種々の性質を材料表面に付与することが要望されている。これに伴ない、溶射加工についての関心が高まり始め、プラズマジェット溶射は、特に、その対象となっている。衆知のごとく、プラズマジェット溶射法は多くの特色をもっているといわれるが、現状では、それによって得られた被膜は良好とはいいがたいものが多く、全般的には、まだ技術的に確立されていないというのが正当であろう。

本研究所では、前に報告したように（材技研ニュース1962, No. 6）、Plasmadyne社製プラズマジェット装置によって溶射に関する研究を続行しているが、今回、雰囲気制御溶射用容器を試作し、これに付属せしめた。これは、従来よりも密度、強さおよび母材への密着性がさらに高い被膜の形式を目標として、雰囲気制御溶射技術を開発し、さらに、従来、一般に、行なわれている大気中での溶射現象などと対比して、溶射の原理および応用に関する多くの未解決の問題を解明すべく設置したものである。

本研究装置を写真に示してあるが、容器本体と排気系とよりなり、その仕様の大要は次のとおりである。

### (1) 容器

内容積：角型 750×750×1000mm

冷却：全面二重水ジャケットにより水冷

視き窓：150mmφ 3箇所, 100mmφ 1箇所

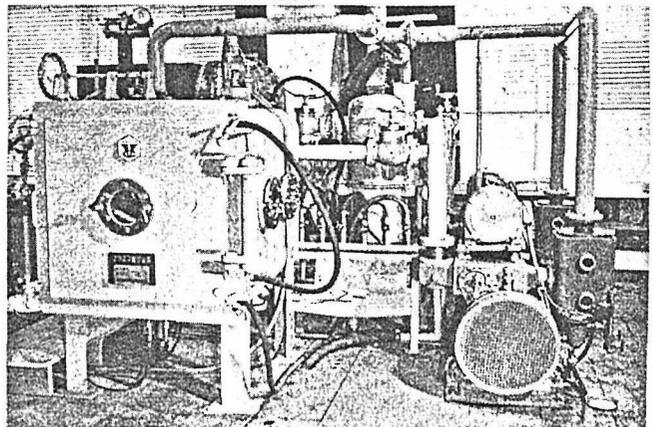
### (2) 排気系

回転真空ポンプ：3000 l/min × 2台

油拡散エゼクターポンプ：

1800 l/sec ( $5 \times 10^{-3}$  Torr.にて)

到達真空度： $2 \times 10^{-4}$  Torr.



雰囲気制御溶射研究装置

# 超電導マグネットのための材料

強磁場を発生することは物性研究の種々の分野でも、MHD発電などにおけるプラズマの制御にも、また原子核の基礎実験にも必要で、科学技術の進歩のための重要な課題になっている。超電導マグネット（超電導線を巻いたソレノイド）は電力の消費がきわめて少ないし、細線にかなりの電流を流せるので巻数を多くしても小型で寸む利点をもっており、強磁場発生装置として今後大いに利用されるだろう。超電導マグネットの材料としては遷移温度の高いこと、超電導の破れる臨界磁場 ( $H_c$ ) や臨界電流 ( $I_c$ ) の大きいこと、さらに細線に出来ることが必要である。電磁部高純度金属研究室では ductile なものでは最もよい特性がえられる Nb-Zr 合金についてその溶解、加工方法と熱処理による相変化を研究し、加工や金属組織が超電導特性にどのような影響を与えるかを明らかにした。

試料の作成方法は次のごとくである。Nb と Zr の粉末を Ar 中でアーク溶解して均一な合金を作った後高真空中で電子ビームで再溶解して精製する。これを高温で均質化すると中間焼鈍なしに冷間で5/100mm 厚の箔や0.25mm  $\phi$  の細線に加工することが出来た。30% Zr および 57% Zr の試料について熱処理による相変化を X線によって研究した結果は次のごとくである。1200°C

から急冷した状態では b. c. c. の固溶体一相であるが、785°Cで150hr加熱すると Nb-rich と Zr-rich の二つの b. c. c. 相に分離する。また、560°Cで300hr加熱すると Nb-rich の b. c. c. 相および h. c. p. 相 ( $\alpha$ -Zr) に分離する。写真1にみられるように二相分離した状態の組織はかなり細かく、0.5 $\mu$  程度の間隔で二つの相ラメラがならんでいる。機械的な硬さは二相分離すると急冷後に比べて軟化する。

超電導特性の測定は次のようにして行なった。試料（長さ30mm）に電流および電圧端子をとりつけて液体ヘリウムのジュワーに入れ、電磁石を用いて直角方向から磁場を加える。XYレコーダーの横軸に試料に流れる電流、縦軸に試料からの電圧降下（抵抗の立ち上がりを見る時は直流増巾器を通す）をとり、磁場の大きさをパラメーターにして臨界電流値を測定した。測定結果の例は図1および図2に示してある。この結果、 $I_c$ は30Zrの方が57Zrよりも少し大きいこと、 $I_c$ は熱処理や加工に敏感で二相分離後は4倍程度に高まり、また加工によっても著しく高められることがわかった。

以上の研究結果を基礎にして国産で性能のすぐれた材料を作る研究を進めている。また、この方面の研究は38年度から金属物理研究部と共同で総合研究としてとりあげられることになり、新しい材料の開発や電子構造、格子欠陥と超電導特性との関係などについても研究が進められることになろう。

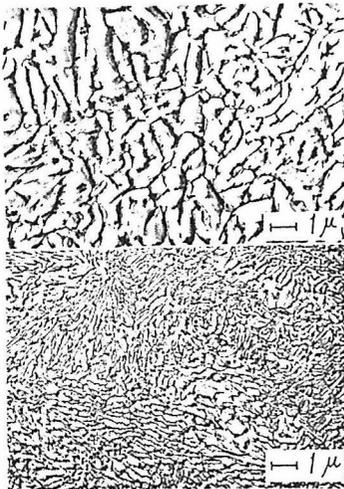


写真1 (上) 30Zr-Nb785°×150hr.加熱  
(下) 57Zr-Nb560°×300hr.加熱

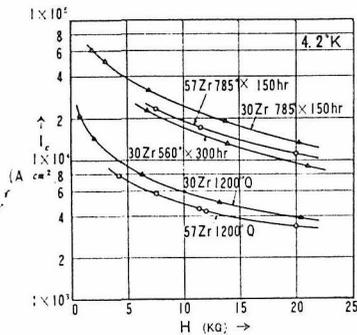


図1 Nb-Zr合金の臨界電流値に対する熱処理の影響 (Q: 急冷)

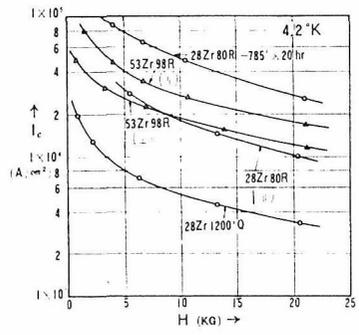


図2 Nb-Zr合金の臨界電流値に対する冷間加工の影響 (R: 加工度) (||) 圧延方向 (⊥) 直角方向

# X線透過写真で検出された溶接気泡欠陥が 疲れ強さに及ぼす影響について

X線透過によって検出された溶接継手の諸欠陥をどのように評価するかは、その溶接構造物を使用する上に重要な問題となる。溶接欠陥が機械的強度に及ぼす影響についても、数多くの実験研究がなされている。しかし、種々の困難さのために、いまだに不明の点が多い。

材料強度研究部非破壊検査研究室では、この問題の解明のために、まず、余盛を削除し焼準処理したSS41材突合せ溶接継手について両振引張圧縮疲れ試験を行ない、溶接によって継手に生ずる種々の欠陥のうち、溶接欠陥としてもっとも多く現われ、かつ、単純な形状を示す気泡欠陥の切欠係数を求めた。

図1は種々の大きさ、分布を示す気泡欠陥試片について行なった疲れ試験の結果を、平滑材と0.5mmφおよび2mmφのドリル孔切欠材のS-N曲線図に描き入れたもので、気泡欠陥が内部に存在しているとき、しかも独立して存在しているときは、その気泡欠陥の切欠係数は1.1以下と推測されるが、欠陥が表面に露出しているときは著しく強度を低下させる。したがって、余盛等を削除するときには、その切削面に、内部に存在していた欠陥が露出しているかどうかを充分に検査する必要がある。

表面に露出している気泡欠陥のうち、破断にいたった疲れ亀裂の起点となった気泡欠陥の大きさと、疲れ強さとの間には、図2に示すような関係のあることが判明した。そしてこれらの切欠係数はドリル孔のそれと類似するようである。

疲れ試験の途中で、肉眼で、またはX線透過写真を撮影して、欠陥の大きさや分布と、疲れ亀裂の伝播との様

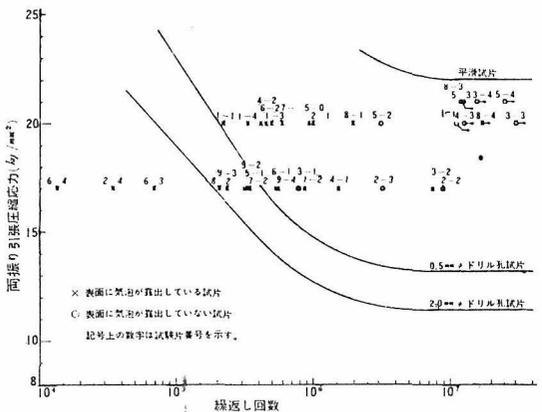


図1 ドリル孔切欠材のS-N曲線と気泡欠陥試片の疲れ試験結果

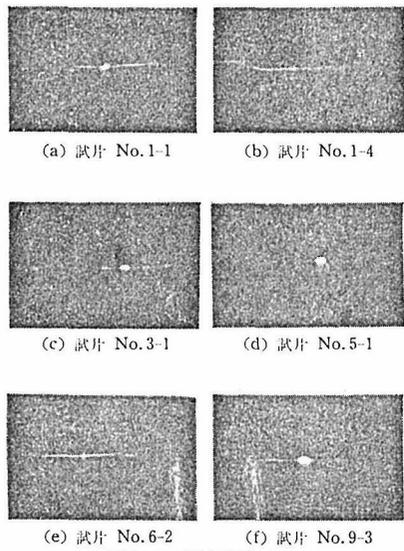


写真1 X線透過写真

子を観察した。写真1は試験後の気泡欠陥と亀裂のX線透過写真の数例であるが、欠陥が応力方向に対し直角なある一つの断面付近に分布しているときは、それらは互に影響をもち、切欠係数も大きいと考えられるが、応力方向に対して前後に離れて分布しているときには、それぞれ独立した欠陥として取り扱ってよいと考えられる。すなわち、気泡欠陥の数や大きさは、強度的には有効断面積の減少や、亀裂伝播を速める等の二次的意味しかなく、その継手の疲れ強さを決定するものは、存在する多くの欠陥の中で、切欠係数のもっとも大きな欠陥であると考えられる。

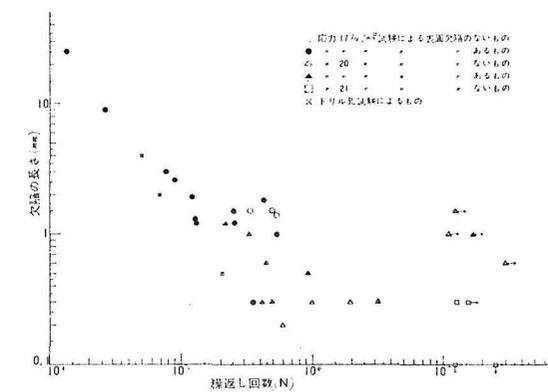


図2 応力20kg/mm<sup>2</sup>における疲れ亀裂起点欠陥の長さと同返し回数との関係

## —米国カナダ出張報告—

非鉄金属材料研究部長

工博 岩 村 霽 郎

昨年(1962)10月29日から11月3日までわたって、New York 市で開催された National Metal Congress および World Metal Show に招待をうけ出席した後、米国およびカナダの各地を廻った。羽田を発って羽田に帰るまで45日間、訪問した都市は New York, Boston, Washington, Montreal, Kingston, Niagara, Buffalo, Pittsburgh, Columbus, Detroit, Chicago, Milwaukee, Las Vegas, Los Angeles, San Diego, San Francisco それに Hawaii である。工場、大学、研究所、それに、一、二の一般家庭の台所等を見学して来た。その間で特にカナダの Kingston にある ALCAN (Aluminium Co. of Canada) の工場、研究所および Pittsburgh の近郊 New Kensington にある ALCOA (Aluminium Co. of America) の研究所で得た見聞を報告する。

実は小生はかねてから、世界に一、二を誇る ALCAN, ALCOA では Al 中の含有ガスの分析をどう処理しているのかその実状がわかっていなかったのも、特に留意して見聞したいと思っていた。ところが意外にも ALCAN, ALCOA とも別に変ったこともなく、一番世界で進んでいると思っていた英国の Ransley 方式の分析器が採用されていた。ただ現場ではこの分析器で Check した Straube-Pfeiffer 法の改良型、すなわち Dardel が現場的迅速測定法として推称した装置を使用し、含有ガスに関する品質管理を一つ一つの Charge について行なっているとの事であった。この装置の詳細は、D. J. Neil と A. C. Burr (Physics Div. Aluminium Laboratories Ltd., Kingston, Ontario, Canada) が AFS Transactions, Vol. 69, 1961 と Modern Castings, June 1961 に発表している。実際の品質管理は各 Charge ごとに行ない、すべて 0.5cc/100g 以下の含有ガスに押えているとの事であった。

その後鉄研の内田氏が軽金属溶接技術会の機関誌に掲

載した紹介文で知ったのであるが、最近ソビエットのニキフォロフと云う人が、アルミニウム中に水素の小気泡が出現する条件は 0.69cc/100g 以上の存在が必要であるという事を理論的に導き出している。もちろん理論的とはいへ多少の仮定の下に算出したのであるが、これからしても ALCAN で聞いた 0.5cc/100g 以下という数字はきわめて意味のあることであって、今更ながら捨てがたい収穫だったと思っている。なぜかというに、わが国ではスラブメーキングはもちろんのこと、普通鋳物、ダイカスト鋳物、又溶接部品にしる、ピンホールの発生防止が相変わらず実際の技術上の問題にされ、まだまだ研究対象になっている現状からして充分参考になる事と思われる。

次に、此度の公的出張目的であった急速加工法の調査に関して、New York 近郊の American Machine & Foundry Co. で見学した Friction Welding Machine および San Diego の General Dynamic Corp. Atomic Division で開発された Magnefforming Machine を見学して、感じたことを付記させてもらう事にする。機械そのものの性能機構等の説明は別の機会にゆずるが、これら二つの機械はいずれも、いわゆる新しいアイデアから生れたものであり、その実際的利用価値はこれから発展する将来性のもとみたのである。このように将来性のある有望なものを我々日本人に見せるばかりでなく、日本のどこかで買取るところがあれば今にでも売ってもよいような米国人の態度に接して、米国人は決して日本人をただの異邦人と見なしていないのではないかと思われたのである。先にも書いたように米国内をあちこちの旅行中多くの米国人に接して受けた感じはほとんどこれを裏書きするようなものばかりで、一度も不愉快な事に遭遇しなかった。日本だけの立場で、ものを見る見方は少し島国根性的でこれではいけないと思に至ったというのは一寸大げさのようではあるが、確かに international な物の見方に少しく触れ得た事も小生にとってはこの度の海外旅行で得た大きな収穫の一つと思っている。

▼ ▲ ▼

(通巻 第53号)

編集兼発行人 吉 村 浩  
印 刷 奥村印刷株式会社  
東京都千代田区西神田1の10

発行所 科学技術庁 金属材料技術研究所

東京都目黒区中目黒2丁目300番地  
電話 目黒(712)3181(代表)