

金材技研

1967

科学技術庁 金属材料技術研究所

NO.8

ニュース

4 π β - γ 同時計数装置

放射能の強さを表わす壊変率の絶対測定法として、もっとも代表的なものに4 π β 比例計数管による方法と β - γ 同時計数法によるものがある。 β 線放出体の壊変数の絶対測定法としてもっとも直接的なものは4 π 方向に放出される β 線を全部計数することである。4 π β 比例計数管はこれを目的としたものである。この方法でも試料の自己吸収、試料支持膜による吸収などにより、放出する放射線を全部計数するとは限らない。このような難点はあるが、 β 線放射体の核種 ^{32}P , ^{35}S , ^{45}Ca , ^{63}Ni などの絶対測定には有効である。

1回の壊変で1個の β 線と1個の γ 線を同時に放射する核種 (^{24}Na , ^{60}Co , ^{131}I , ^{198}Au など) の絶対測定には β - γ 同時計数法がよい。これは β 線計数管 (G-M 計数管) と γ 線計数管 (シンチレーション計数管) を用いて β 線 γ 線を計数する。そうすると計数管の効率、試料に対する立体角がわからなくても絶対測定が可能となってくる。

それでもなお核種や装置などによる補正は必要である。この補正量をきわめて小さくし高精度の放射能測定を行なうため β 計数管に4 π 比例計数管を用いたのが4 π β - γ 同時計数法である。これは4 π 比例計数管と β - γ 同時計数法の利点を組合わせた方法で、4 π β 比例計数管による方法では難点であった試料の自己吸収、試料支持膜の吸収が問題とならなくなった。

また、この方法は ^{35}S や ^{32}P など β 線しか出さない核種の絶対測定にも応用される。それは

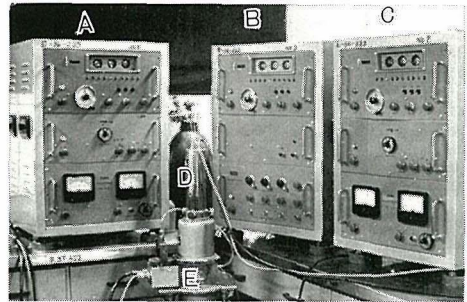


写真1 4 π β - γ 計数装置

A, C : 計数回路 B : 同時計数回路

D : シンチレーター E : 4 π 比例計数管

仕 様

検出部

β 検出器 : 4 π 比例計数管, 箱形ガスフロー式タンクステン芯線(0.05 mm ϕ), 測定ガス, Qガス

γ 検出器 : NaI (TI) シンチレーター (1 $\frac{1}{2}$ " ϕ \times 1")

計数部

計数回路 (スケーラー, 増幅器, 高圧電源)

同時計数回路 (分解時間 1.5×10^{-5} 秒)

Efficiency Tracing Technique Method と呼ばれるもので、 ^{35}S や ^{32}P の核種と ^{60}Co を併用して行なうものである。R・I 利用研究室においては、 ^{35}S をトレーサーとして用いた 硫化物系非金属材料の研究にこの4 π β - γ 同時計数法をとり入れ利用をすすめている。

超電導線の長線加工法

超電導マグネットには現在のところ Nb-Zr や Nb-Ti 合金線が主に用いられているが、その加工については (1) 新しい種類の合金であること (2) ダイスに焼きやすく加工がかなり難しい合金であること (3) 線の超電導特性が加工組織によって著しい影響をうけること などのため 1 つの研究課題として進めて行かなければならない。電磁部高純度金属研究室と工業化部総括室ではこの種の合金の長線加工技術を確立することが出来た。

アーク溶解と電子ビーム溶解で溶製された棒状鋳塊は溝ロール圧延 (高温 Ar 雰囲気中および常温) とスエーピングによって線に加工されたのち、約 3 mm φ から線引機によって 0.25 mm φ まで細線引きされる。中間焼鈍は 3 mm φ 以上では 1,050°C 以上で、それ以下の径では 785°C で行なった。後者の焼鈍では材料の加工性ならびに特性がともに改善される。線引き時にはダイスに焼きつくと線表面に傷を発生するので適当な潤滑を行なうことが重要である。摩擦試験機で摩擦係数 μ を測定した結果では微粒子黒鉛や二硫化モリブデ

ンによる潤滑がこの種の材料に最も適当であった。

写真 1 に示した線引機はこの研究の目的に特に設計されたもので、引抜き力、逆張力ならびに図 1 に示した装置をとりつけると線引時の μ が連続的に記録される。実際の線引時の μ は黒鉛のみで潤滑した場合 0.06~0.08, 二硫化モリブデンを併用すると 0.05~0.06 となった。 μ は潤滑膜厚により変化するが潤滑剤の適当な調合と線速の調節によりほぼ一定値に保てる。この材料の最適ダイス角 (引抜き力を最小にするダイス角度) は断面減少率 12~25% のとき 18~20 度であった。Nb-Zr 合金線を 0.76 mm φ から 0.26 mm φ まで線引きしたときの引抜き力を測定したデータの一例を図 2 に示した。図の中の引抜き力 P の計算値は μ とダイスの半角 α および変形応力 σ_e を実測して次式から計算したものである。

$$P = A_2 \sigma_e \{ (1 + \mu \cot \alpha) \ln A_1 / A_2 + 0.77 \alpha \}$$

P の値は線の引張り強さの 30~40% になる。なお、逆張力を加えると線の曲りやねじれを防ぎダイスに加わる圧力も減少出来る。

このようにして加工された Nb-Zr 合金線は 4.2°K, 30 KG の磁場中で約 2,000 A/mm² の電流を超電導状態で流すことが出来る。この超電導単線には連続的に銅鍍金がされ 7 本でよられたのち溶融 In を通して線の全長にわたり電氣的に接触させ、写真 2 に断面を示すようなより線ケーブルに加工される。このように線を並列化したより線は単線に比べて特性のばらつきが少なく、はるかに安定な性能をもった超電導線となる。

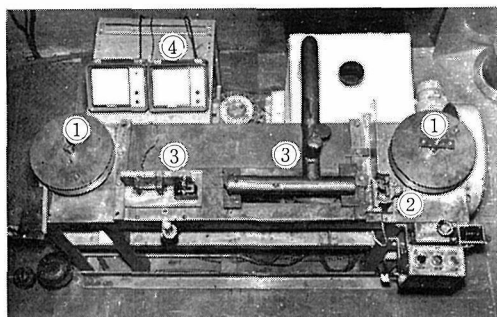


写真 1 実験用線引機

- 1: 巻胴 2: ダイス 3: 潤滑剤塗布装置
4: 測定装置の一部

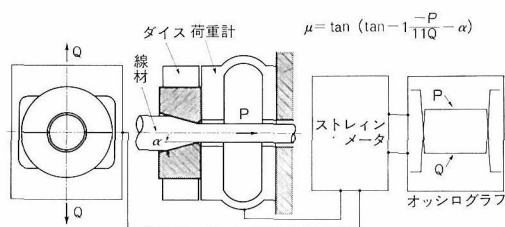


図 1 分割ダイスによる μ 測定装置

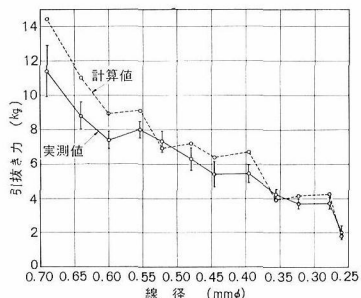


図 2 50 Zr-Nb 線の引抜き力

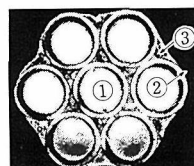


写真 2 より線の構造

- 1: Nb-Zr 線
2: 銅鍍金
3: In

細い線の連続的欠陥検査と超電導マグネット線への応用

うず電流による非破壊検査法は、高い欠陥検出感度、はやい検査速度および検査の自動化の容易さなど管・線などの製造工程における欠陥検査法としてすぐれており、材料強度研究部非破壊検査研究室ではこれまでこの検査法について研究を行ってきた。

一方、超電導マグネット線の製造法に関する研究を進めていた電磁材料研究部高純度金属研究室および工業化研究部総括室では、長尺の超電導マグネット線の局所的な特性値のばらつきが問題とされ線に存在する材料的欠陥が注目されていた。そこでこれらの研究室が協力して、超電導マグネット用 Nb-Zr 線の間中成品と完成品の欠陥検査および検出された欠陥が超電導臨界電流値に与える影響についてしらべ線の品質の向上をはかった。

検査に用いたうず電流検査装置の構成を図1に示す。被検査線は検査コイルを貫通して送られ、欠陥が存在する部分が検査コイルに入るとうず電流が変化して検査コイルのインピーダンスを変化させ、検出ブリッジに不平衡電圧が生じてこれが欠陥の指示信号として記録される。Nb-Zr 線完成品の直径は約0.25mmであるため、細い線に対して欠陥検出度のよい検査コイルが検討され、深さ約10 μ の表面の割れも容易に検出することができた。検査周波数は100~350kcを用いた。写真1に欠陥指示の例を示す。

検査による欠陥指示と欠陥状況との対応を断面



図1 うず電流検査装置の構成



写真1 検査記録の例

(試料 NbZr 0.25mm細線, 検査周波数 300 kc)

の顕微鏡観察によりしらべた結果、欠陥指示のあった部分では表面割れまたは断面形状の異状(歪み, 断面積の変化)がみられよい対応を示した。検査指示の大きさと欠陥の大きさは、ほぼ直線的関係をもつと考えてよい。

うず電流検査によって指示の表われた欠陥部(自然傷)と指示のない健全部および約1.5mm ϕ の線に放電加工によって溝をいれた後線引きした人工傷部について、Nb-Zr 線の臨界電流値 I_c を測定し欠陥の影響をしらべた。図2はその測定例として線に対する外部磁場の方位による I_c の変化を示す。欠陥指示のあらわれた部分のほとんどは健全な線に比較して I_c の低下がみられ、また傷と磁場の方位関係に原因する I_c の磁場方位依存性がみられる。一個の割れが入った人工傷部(図2写真c)では、外部磁場が割れに対してほぼ直角な方向で I_c が極小となる二回対称の磁場方位依存性がみられる。自然傷部は人工傷部に比べて割れの深さが浅い割に一般に I_c の低下が大きく、傷の周囲に組織の変化が存在することが想像され、また I_c の磁場方位依存性が複雑となる。

以上のようなうず電流法による欠陥検査は超電導マグネット線における欠陥発生防止や品質検査に大いに有用であった。

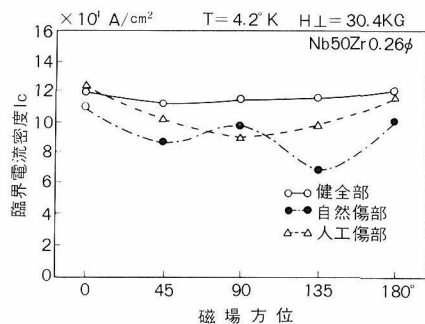
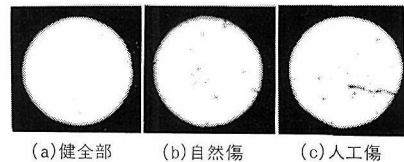


図2 欠陥部の横断面と磁場方位による臨界電流値の変化

(人工傷に対して平行な方位が0°)

帰朝報告

金属化学研究部 川瀬 晃

米国のアリゾナ大学の化学部主任教授 Henry Freiser は物理化学、有機化学の分野から実際分析の分野にいたるまで該博な専門的知識の持主であり、特に溶媒抽出に関しては彼の明解な著書とともに有名である。彼の下で一度は研究をしたいと望んでいた私は約1年前からその希望を知らせておいたが、昭和40年5月も終りに近い頃突然 Post-Doctoral Research Associate の席ができたからすぐ来いとのお知らせを受取った。すぐといってもこちらも仕事をもつ身、8月末まで待っていただくことにし、今想い出しても大変な忙しきで用意をととのえ家族一同アリゾナに渡ったのは8月27日であった。

アリゾナには沢山の大学はあるが、そのうちで大きいのは Arizona State University ともう一つは私がいた University of Arizona の両州立大学で、いずれも学生数約2万の大学である。アリゾナは米国の Southern Western Section にあたりメキシコに国境を接している。大学はメキシコ国境から67マイル北の、四方山に囲まれた人口約30万の州第二の都市 Tucson (ツーサン) にある。メキシコに近いだけにメキシコ系米人も多く、スペイン語が下町では通用し、全体として私達の通念からいう“米国”とは異っている様に思われる。ここは冬、日中には20°C 近くになり、絶好の避暑地として有名で冬には各州の人達で賑わし、老後をここで送る人も多い。夏は40°C 位まで気温は上がるが湿度が極端に低いため、日本のような不快さはない。

大学は全部が赤練瓦で外装がしてあり、よく手入れされた芝生、フェニックスの樹との対比は見事である。化学部の建物はその中央にあり、ここで約36名の教授、助教授が研究している。

Freiser 教授は写真で見た通り温和な人柄であり日本人に好意をもっておられるが、仕事の話は



なかなかきばきとされている。チオキシンの誘導体の分析化学的性質を研究しようということになり内心1~2年でこんな大仕事ができるのかと心配になった。Freiser 研究室には米国、英国、インド、韓国、イラク、日本などから博士が約7名、大学院学生約4名がおり、それぞれ異ったテーマの研究をしている。大きな測定機械はそれぞれ小さな測定室に入れられていた。遠赤外、紫外、可視分度光度計、NMR、ESR、磁気天秤等々胸がわくわくる様な機械がずらりと並んでおり、研究する楽しみで一杯になった。研究生生活は期待していた通り快的そのものであった。空調のよく効いた実験室で、研究費の残金を算えることもなく、雑用もなく、ただ研究に専念できたのは恐らくここでの約1年7ヶ月の生活だけではないだろうか。Fraser 教授は大きな研究方針だけを与え、細かい指示はあまりせず、研究者にまかせておいてくれたが、討論は大変手厳しかった。

私達はよくコーヒーを飲んで各国の様子を同僚と話合ったが、学生達は実によく働き、よく勉強していた。夜中過ぎまで実験したり、12時の閉館まで図書館で勉強したりしている姿はごく普通のことである。250ドル位の補助金では不足なので、学位をとるまではと夫人が働き、勉強をたすけていた。米国の夫人はよく働くものだと感心した。また戦争の影響が学生の徴用という型であらわれ、成績が悪いと引っぱられるので、命にかかわるにいて一生懸命勉強していた。この様に書くときと歪の多い日本の生活を想い出されるのが、実際は明るく、お人好みな国民であるといった所が本当の姿であった。

通巻第104号

発行所 科学技術庁 金属材料技術研究所

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

東京都目黒区中目黒2丁目3番12号

電話 目黒(712)3181(代表)