

金材技研 1975

科学技術庁

NO.9

ニュース

金属材料技術研究所

核融合炉構造材料に関する研究

核融合炉は燃料の豊富さ、放射性廃棄物の少なさなどの点で優れており、究極のエネルギー源と考えられている。最近、トカマク型の実験装置の大型化が進むとともに、臨界条件の実現が間近かになっている。炉工学的研究もとりあげられるようになり、金属材料に関する研究はその基礎をなす重要な分野である。

原子炉材料研究部では、昭和48年度より、核融合炉第一壁材料の研究を開始した。まず、Nbについて、核変換による合金化効果を調べ、Nb-10Zr-6Moの組成に到達すると著しく脆化することを明らかにした。すなわち、室温伸びがゼロになり、1000°Cにおける伸びも純Nbの $\frac{1}{2}$ 程度に低下する。S. Blowの計算によると、この合金組成は第一壁としての運転時間14年に相当する。

核融合炉第一壁は、炉型によって程度の差はあっても、温度及び応力変動にさらされることが予想されている。このため、高温における低サイクル疲れ挙動を明らかにしておく必要がある。当研究ではまず、NbとNb-1%Zr合金をとりあげ、真空中で室温及び700°Cにおける試験を行った。結果を図に示す。図中のバンドは従来得られている諸種の材料（オーステナイト系ステンレス鋼、ニッケル基合金、ニオブ基合金、タンタルなど）に関する結果で、当試験の結果もほぼこのバンド内に収まる。走査型電子顕微鏡による破面観察の結果、破壊様式は室温、高温とも粒内破壊であった。今後、1000°Cまでの試験を行う予定である。

他の方面では、Nb、Vなどの高融点金属合金中のO、N、Cなどの侵入型不純物と機械的性質の関係を明らかにしていく予定である。また、核融合反応の結果生じるHe原子による第一壁材料のプリスタリング現象(Heが材料内部で気泡化し、表面層が剥離する現象)は極めて有害なのでその評価を行っていく。このため、今年度に加速電圧500 kV、Heイオン電流100 μ Aの小型加速器を設置することになっている。さらに来年度には超高真空、高温照射用ターゲットチャンバーを製作し、実際の核融合炉の運転をシミュレートした条件下での第一壁材料のプリスタリング特性試験を実施する予定である。

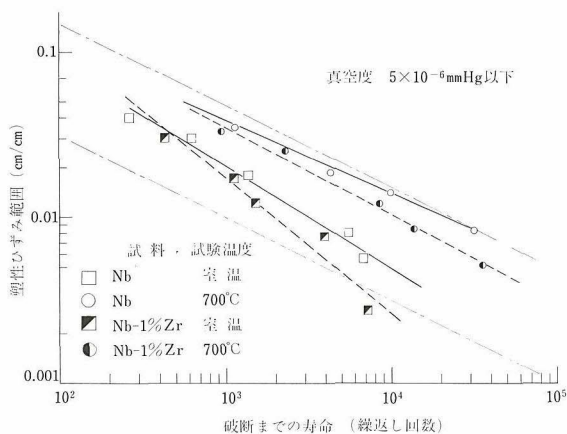


図 Nb及びNb基合金の低サイクル疲れ試験結果
 図中 一点鎖線で示す範囲は、諸種の金属材料について、室温大気中、高温高真空中で得られている従来の結果をまとめたものを示す。

記録曲線データの処理装置

計測装置の出力が曲線の図形や濃淡のパターンとして与えられることは比較的多い。研究者は人間固有の優れた図形認識能力と、従来からの経験とを生かすことにより、これらを観察するだけで可成りの情報を引きだしているわけであるが、たとえば、曲線の微・積分値や相関関数、パターン濃度分布など、更に複雑な2次的情報を得ようとする場合には、電算機等による自動的データ処理機構の併用が望まれることになる。

金属物理研究部では、以前に電気信号出力を対象として構成されたデータ処理システムを、記録紙やフィルム等の上に記録された図形に対しても適用できるように拡張することを目的として研究に着手した。その手始めとして、ストリップチャートやオシログラフ紙等のように、時間に比例して繰り出される形式のロール状記録紙に画かれた形式のデータ処理装置の開発を行った。

図はこの処理システムの構成を示すものである。まず、記録曲線追尾機構において、その追尾ヘッドを、連続して繰出される記録紙上の曲線に追従させる操作により、記録紙上の送り方向に展開される曲線が、時間に対して変化するアナログ電気信号に変換される。この信号は配線 I_2 からアナログデータ磁気記録装置を介して、または配線 I_1 をへて直接に、デジタルデータ集録装置に入力される。デジタルデータ集録装置は、発振器からのパルス信号を受けて、その周波数に応じた時間間隔でこの入力信号をサンプルし、数値化した後、電算機で処理するのに適した紙テープデータに変

換する。ここで、同期制御装置は追尾機構と集録装置の駆動回路部および発振器の出力端子に接続されていて、これらの装置の始動・停止および同期等の動作の制御を行う。すなわち、始動及びサンプリング指令信号により曲線追尾操作が開始されるとともに、発振器の出力が集録装置に結合され、集録装置がサンプリング動作を開始する。記録紙が送られて所要の記録曲線のトレースが終わると、停止指令信号が生じて曲線追尾機構およびデータ集録装置の動作が停止する。

この装置にかけて処理する記録紙の幅は最大280mmで、精密円筒のキャプスタンと特殊ゴム製のピンチローラを使用した駆動機構により、記録紙は、その種類や幅に関係なく一定速度で送られるようになっている。紙送りの精度は、市販のストリップチャート記録計のものと同程度で、記録曲線の空間的周波数に応じて $\frac{1}{2}$, 1, 3 mm/sのいずれかの紙送り速度が選択される。

在来のこの種の装置では、作動方式として記録紙の間欠的な送りと手動指令による紙テープなどへの符号変換を用いたものが多いが、この装置では、記録紙の連続送りと電子的サンプリングによるA-D変換の組合せを使用している。このため、従来のものと比較して、記録曲線に対するサンプリング間隔を特定の値のみでなく自由に選ぶ、時間軸に関する累積誤差がないなどの特色を有する外、既存システムの所有する機能と併せて、より幅広い使用法が可能となっている。

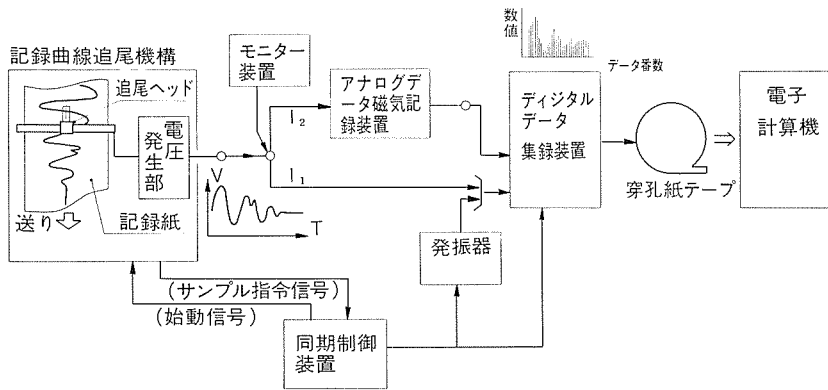


図 記録曲線変換処理装置の構成

炭素繊維の湿式酸化

炭素は普通の酸やアルカリには浸されない材料であるが、酸化性の酸の中ではガスを発生しながら少しずつ消耗する。これは炭素の湿式酸化と呼ばれる現象で、炭素が空气中などで酸化するいわゆる乾式酸化ほどには一般になじまれているものではないが、この湿式酸化の現象は工業的には様々の面で制約の原因となることが多い。最近では金属やプラスチックにいろいろな繊維を入れてその特性を改善しようとする試みが広く行われ、各方面で実用化されているが、炭素繊維をこの目的に用いる場合にも、この湿式酸化が当然問題になってくる。そこで**非鉄金属材料研究部**では、酸化性の酸としてりん酸-重クロム酸の混合液を用いて、国産の各種タイプの炭素繊維の湿式酸化を研究し、その成果を最近の学会誌に報告した。

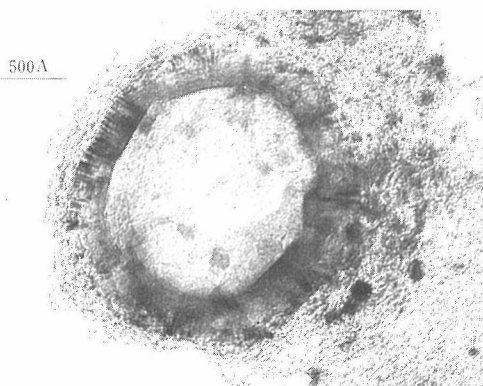
まず酸化のし易さ、言い換えれば耐酸化性であるが、室温附近での酸化速度は繊維のタイプによらずそれ程大きくない。しかし酸化温度が上昇すると酸化速度は急激に上昇し、 100°C 以上になると数時間のうちに酸化しつくすものもある。炭素のタイプと酸化速度の関係については、これ迄の研究から、一般的な傾向として、試料中の黒鉛結晶成分の発達著しいものほど酸化速度が大きくなることが知られている。しかし、炭素繊維に見られる傾向はそのように単純ではなく、一部のタイプでは酸化速度が黒鉛結晶成分の発達とともにいったん増大しその後減少に転ずることがあり、また別のタイプでは黒鉛結晶成分が著しく発達して

いるにもかかわらず酸化性は余り良くない事が認められる。

次に酸化と強度の関係であるが、これも繊維のタイプによって非常に異なった挙動を示す。たとえばあるタイプの繊維では2%も酸化すると強度が20%も低下するのに、他のタイプの繊維では20%酸化しても強度はほとんど低下しない。このことは炭素繊維の微構造および均質性に関連があるものと考えられる。なお弾性率は酸化によってはほとんど変化しないようである。

最後に酸化の機構であるが、これは活性化エネルギーで見ると特殊な例外を除けば繊維のタイプによって根本的に異なるということはないようである。湿式酸化の機構としては、まず層間化合物ができ、これが黒鉛層に壁開をもたらし、黒鉛酸となってガス化するという古い説がある。本研究では、高分解能電顕で酸化途中の試料を観察し、層間化合物が見えるかどうかを検討した。写真はその酸化の前後の様子を示したものである。これによると酸化中の試料には層間化合物と認められるような広い層間距離のものは見出されなければかりか、本来なら層間化合物のできやすいと思われる黒鉛結晶成分の方がむしろ酸化しにくいように見受けられる。

以上を要約すると酸化性の酸の存在下で炭素繊維を使用する時は繊維のタイプと使用温度に十分留意する必要があると言える。



酸化前



酸化後

写真 湿式酸化の前後の炭素繊維

【出願公開発明】

分散強化型金属の製造法 特公開昭50-43002
昭和50年4月18日

合金鋼、ニッケル、ニッケル合金、銅などの金属を強化するため、これらの金属の溶融物にアルミニウムまたはクロムを溶解したのち酸素を吹精し、アルミニウムまたはクロムの酸化物を金属組織中に分散させて強化金属を製造する方法。

変形抑制圧接治具を用いたパイプの圧入圧接法 特公開昭50-44955
昭和50年4月22日

パイプの圧接に関し、圧接性の改善を図るため、接合しようとする2つのパイプの一方のパイプ端部のまわりに適当な隙間をもたせた変形抑制圧接治具を配設し、該パイプ端内にパイプ端の外周をテーパ加工した他方のパイプを加圧圧入する圧接法。一方のパイプを他方のパイプ中に圧入する際に生じる両パイプ端部間の相対すべりにより、接合面の酸化皮膜が破壊除去され金属面間の密着性が向上してより低い接合温度ならびに変形度で圧接を行うことができる。

金型鑄造用鑄鉄の溶解法 特公開昭50-95117
昭和50年7月29日

金型を使用した鑄造品のチル発生を防ぐため、鑄物用鑄鉄として一般に使用されるねずみ鑄鉄の溶解に際し、昇温速度を10℃/分以上で加熱し、溶けた鑄鉄にさらに接種剤(Ca-Si)を添加したのち、これを金型に鑄込み、鑄物の表面に生じるチルを防ぐ鑄鉄の溶解方法。

金型鑄造用鑄鉄の溶解法 特公開昭50-95118
昭和50年7月29日

前記の発明と同様の目的で、ねずみ鑄鉄を溶解し、この溶湯に黒鉛の晶出又は析出した鑄鉄を添加したのち、さらに接種剤(Ca-Si)を加え、これを金型に鑄込み、鑄物の表面に生じるチルを防ぐ鑄鉄の溶解方法。

金属硫化物の電解製錬装置 特公開昭50-95101
昭和50年7月29日

円形の水平断面をもつ電解槽を隔膜により上部の陽極室と下部の陰極室とに区分し、陽極室において原料を水溶液中に溶解し、陰極を槽本体から緩衝分離して陰極のみを独立して振動および揺動し、陰極室で金属粒子表面に純金属を電解析出させる金属硫化物の直接電解装置。水溶液中に懸濁させた粉末を電極にして粒子表面の電解を行うため、電解面積の著しい拡大とデンドライトの発生を防止し、連続操業を可能とする

金属硫化物の電解製錬装置 特公開昭50-95102
昭和50年7月29日

円筒形をなす電解槽の内部を円筒状の隔膜により区分し、隔膜の外周囲を陰極室、内側を陽極室として、陽極室で原料を水溶液中に溶解し、陰極室で金属粒子表面に純金属を電解析出させる前記発明と同様の効果をうる電解製錬装置

超強力鋼の製造方法 特公開昭50-95120
昭和50年7月29日

マルエージ系超強力鋼の強さ、延性及び靱性を同時に改善するため、モリブデン、タングステン、チタン、バナジウム等を含む鋼を1100℃以上の温度で溶体化処理してこれらの元素をオーステナイト相に固溶させた後、析出物が生じない間に迅速に熱間加工して直接焼入れし、析出物のない微細なマルテンサイト組織を得る超強力鋼の製造法。

グロー放電を利用した固相接合法 特公開昭50-96447
昭和50年7月31日

固相接合法において接合金属の密着性を向上させるため、低圧の不活性ガス雰囲気の中接合室内に接合しようとする2つの加工材を適当な間隔をおいて設置し、2つの材料の間、またはこの材料と別途設けた電極との間に電圧を加えて材料の表面にグロー放電を発生させて、表面清浄作用と加熱作用を併せ行い、加工材を加圧して接合する固相接合法。

◆ 短 信 ◆

● 海外出張

天野 宗幸 非鉄金属材料研究部・主任研究官

金属水素化物(水素貯蔵用金属材料)に関する研究のため昭和50年9月1日から昭和51年8月31日までアメリカ合衆国へ出張した。

通巻 第201号

編集兼発行人 林 弘
印 刷 株式会社 ユニオンプリント
東京都大田区中央 8-30-2
電話 東京(03)753-6969(代表)

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 3 番 12 号
電話 東京 (03) 719-2271 (代表)
郵便番号 (153)