

NO. 6

金材技研 1981

科学技術庁

ニュース

金属材料技術研究所

国際協力で進めている金属材料の大気腐食試験

2年ほど前でしたか、「錆との闘い」というキャンペーン記事が某新聞に連載されたことをご記憶の方もいらっしゃると思います。改めてあたりを探索すまでもなく、我々の身のまわりから、赤茶色に錆びた鉄が必ず見出されるはずで、10年ほど前のイギリスでの調査によれば、金属がこのように錆びたり腐ったりして使えなくなる直接の損害、そしてこれらの被害を点検したり、防止手段を講じたりするために使われる間接的な経費を加えると、何と国民総生産の3.5%にも当るといわれており、我が国での調査でもこれに近い数字が示されています。しかもそれらのうち、6割以上を占めるのが、大気、土壌、海洋などいわゆる自然環境中での腐食に関するものなのです。

こういった問題は多かれ少なかれ、世界各国に共通の問題であり、その被害を減少させるためには、まず現象を十分理解し、影響する環境因子、地域的特性等を把握した上で適切な対策を講じる必要があります。

腐食防食研究部では、かねてからアジア諸国の中では最も先進的な研究機能を持っている国の一つであるインドとの間で、金属の大気腐食に関する共同研究を行っています。すなわち、インド国立金属研究所との間に、研究者の相互派遣、大気ばくろ用試片（板材及び防食処理材）の交換及び相互ばくろ、試片及び環境因子についての測定、防食法の研究などの内容からなる議定書を取り交わし、現在日本3箇所（昭和56年度1箇所増設）イン

ド3箇所ではくろ試験が進行しています。それらの場所は次のとおりです。

- | | | |
|-------------|---|---------------------------|
| 日
本 | { | 金材技研本所（目黒区，都市環境） |
| | | 海洋科学技術センター（横須賀市，海岸地域） |
| | | 日本ウェザリングテストセンター（銚子市，田園地域） |
| イ
ン
ド | { | 金材技研筑波支所（茨城県，田園地域増設中） |
| | | 金属研本所（ジャムシェドプール市，工業都市） |
| | | 同マドラス支所（マドラス市，田園地域） |
| | | 同海洋腐食ステーション（西ベンガル州，海岸地域） |

実験結果については、何分非常に長時間にわたる試験を伴うので、まだここで全般的に発表するまでには参りませんが、ごく一例として2年間ばくろ後の腐食度は冷間圧延鋼板に対し、当所目黒屋上で7.5mdd（mddは $\text{mg}/\text{dm}^2/\text{day}$ ）、横須賀で17.5mdd、又耐候性鋼ではそれぞれ、3.3mdd及び10.1mddでした。



写真 当所（目黒）屋上における大気ばくろ試験

TiNi皮膜によるチタンの表面硬化法を開発

チタン及びその合金は軽くて強く、しかも耐食性は実用金属材料の中では抜群に良いという特徴を持っている。チタン合金の大部分は軽くて強い性質を生かして航空・宇宙関係の機器に、また、工業用純チタンは耐食性がよいので海洋や化学関係の機器に主として用いられている。このように優れた特徴を持つチタン合金も残念ながら鋼のように焼入れによって硬化する性質は持っていない。

したがって、同種又は異種の合金あるいは金属以外の物質と接触躍動するチタン合金部品のように特に耐摩耗性を必要とする場合には、表面処理を行って表面を硬化させる必要がある。この目的のために、従来は窒化処理やほう化処理が試みられ、一部実用に供されているが問題も多い。

非鉄金属材料研究部においては、チタン合金の開発と応用に関する研究の一環として、TiNi金属間化合物の諸性質の解明と応用分野の開拓にあたっているが、このたびチタンの表面にこのTiNi皮膜を形成させることによって工具鋼に匹敵する高硬度の表面層を容易に得ることができ、しかも表面層の硬さをコントロールし得る新しい表面硬化法を開発することに成功した。そこで、工業用純チタンの表面にTiNi皮膜を形成させる方法と、できたTiNi皮膜の性質のあらましを紹介することしよう。

先づ、チタンの表面にニッケルを、溶射、圧接、めっき、蒸着などの任意の方法で付着させる。これを真空又は不活性ガス雰囲気中で800～950℃に加熱すると、温度にもよるが比較的短時間で厚さ100 μm 程度のTiNi皮膜が形成される。図1はチタンの表面に溶射によってニッケルを付着させた

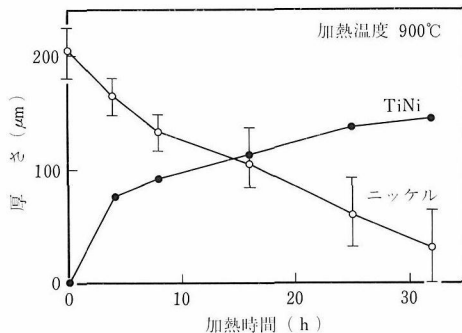


図1 熱処理に伴うニッケル並びにTiNiの厚さの変化

後、900℃で加熱した時にニッケルの厚さとTiNiの厚さが時間と共に変化する様子を示したものである。加熱時間と共にTiNiは次第に厚くなるが、供給されるニッケルが無くなると当然TiNiの成長も止るので、加熱時間は適当に定める必要がある。写真はこうにしてできたTiNiとその周辺の合金相の光学顕微鏡組織である。

このTiNiを表面を持つチタンを920℃から水焼入れした時の表面からの距離と硬さとの

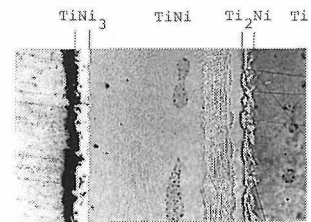


写真 チタンとニッケルの相互拡散によって生じた合金相

関係を示したのが図2である。Niを多く含んだTiNiは急冷によって硬化するが、組成比が1:1のTiNiは硬化しないので、表面に近い部分は母材のチタンに近い部分に比べると硬さかはるかに大きい。この表面硬さは焼入れ条件を変えることによってコントロールすることができる。また、一旦硬化したものの、再加熱してから徐冷すると硬さは母材に近い部分の値にまで低下するし、勿論再硬化させることもできる。

以上のように、本硬化法は種々の優れた特徴をもっているのを、これを用いれば従来適用が困難だった特に耐摩耗性を必要とする部品へのチタンの応用が可能となるであろう。また、この処理を施すことによって部品の寿命を飛躍的に延ばすことができれば保守のコストが低下するので、総合的にみて経済性の向上は明らかである。

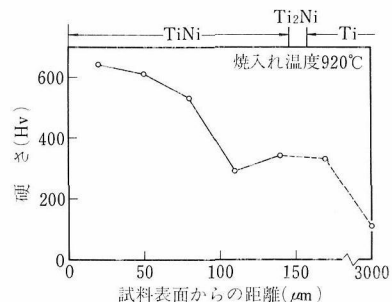


図2 表面にTiNi皮膜をもつチタンの硬さと表面からの距離との関係

SUS 304鋼のクリープと疲労の相互作用(線形寿命損傷則による評価)

高温で使用される構造部材には、機器の起動停止や出力変動による変動荷重と定常運転時の静荷重とが、同時にまたは交互に作用する。この変動荷重による疲労損傷と静荷重によるクリープ損傷が相互に影響し合うため、設計時および使用時における寿命推定を難しくしている。このクリープ疲労相互作用を評価するための試験方法は種々提案されているが、**クリープ試験部**では、クリープと疲労の損傷を材料に交互に与える試験方法—クリープ疲労複合試験—を用いて、クリープ疲労相互作用を解明することにつとめている。この試験での応力およびひずみの変化の様子を図1に示す。試験因子はクリープ応力、クリープ時間、疲労全ひずみ幅および疲労繰返し数の4つである。

SUS304 鋼について試験因子を種々に変えて組み合わせたクリープ疲労複合試験を行い、得られた破断寿命を線形寿命損傷則によって評価した。さらに金属組織や破面観察から得た結果も用いて、クリープ疲労相互作用について検討した。クリープ損傷量をクリープ破断寿命(時間)の消耗率で評価すると、疲労損傷量との関係は試験条件によってばらついてはいたが、両損傷量の和をクリープ応力との関係で表示すると、**図2**のようにこの和はクリープ応力に依存し、応力の減少に従って減少していた。さらに、両損傷量の和の値は斜線を入れた帯域で示された。この帯域の上側(●印)は疲

労全ひずみ幅が大きい疲労繰返し数が多い場合であり、下側(○印)は疲労繰返し数が少ない場合であった。これは疲労繰返し変形がそれに続くクリープ変形を減少させたためであって、静荷重と繰返し変形とが次々に繰返されるクリープ疲労複合試験では、疲労繰返し変形による加工硬化が重要な因子であることが明らかにされた。

また、クリープ損傷量をクリープ破断延性値の消耗率で評価すると、疲労損傷量との関係は試験因子に依存せず、一応整理することができた。この場合にクリープ損傷量の割合が大きい領域では両損傷量の和は1より小さく、累積損傷則が成立しなかった。この結果と破壊様相との関係について調べたところ、クリープ損傷量の割合が大きい領域では粒界き裂の連結によって破壊は急速に進み、低いひずみ消耗率で破断していた。他方、疲労損傷量の割合が大きい領域では表面に発生したき裂が進展して破壊しており、この場合には、累積損傷則が成立していた。これらの結果から、クリープ疲労相互作用は粒界き裂が連結して破壊するような条件下で特に考慮されなければならないことが明らかとなった。

現在、SUS 316鋼についてもクリープ疲労複合試験を行い、データの蓄積・検討を進めており、さらにクリープ疲労相互作用の機構の解明にも努めている。

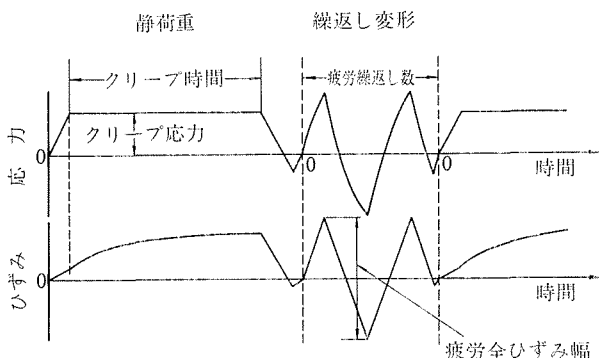


図1 クリープ疲労複合試験における
応力およびひずみの変化

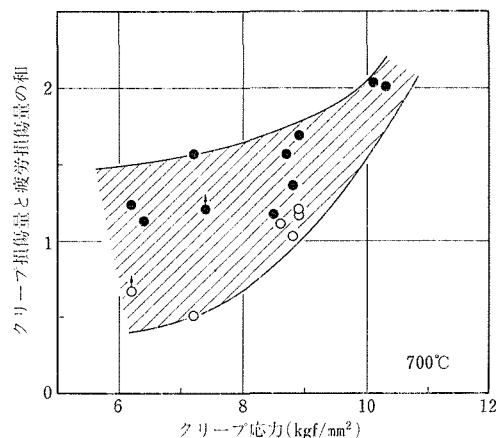


図2 クリープ損傷量と疲労損傷量
の和とクリープ応力との関係

【出願公開発明の紹介】

**高融点金属上のセラミックス 特公開昭54-116392
皮膜中の欠陥検出法** 昭和54年9月10日

本発明は、高融点金属と反応して発色する試薬電解液を浸したプリント紙を高融点金属のセラミックス皮膜上に置き、その両側から電圧を印加して、高融点金属と試薬を反応発色させ、セラミックス皮膜の欠陥を該紙上にプリントすることを特徴とする高融点金属上のセラミックス皮膜中の欠陥検出法であり、光学的顕微鏡では観察が困難な欠陥も極めて明瞭に肉眼でも観察検出することが出来る。

**低温靱性の優れたモリブデン 特公開昭54-116313
材または焼結モリブデン材の 昭和54年9月10日
製造法**

従来、モリブデン材の靱性を向上させるには、炭素を添加する方法があるが、微量の最適炭素付加を行うことが困難であった。本発明は、モリブデン材を真空焼鈍炉に入れて表面に炭素を蒸着させ、次に、これを 10^{-6} Torr の真空焼鈍炉に入れて適当な温度に一定時間保持して均一焼鈍を行う方法である。本方法で製造された焼結モリブデンは炭素付加量が最適の20~40ppmであり、従来のものより、低温靱性、

破断強度が著しく優れている。

**V₃Ga 複合超電導体の製造法 特公開昭54-130895
昭和54年10月11日**

本発明は、Gaを含むV基合金と、Gaの他にMg、Al、Ce、Naの1種又は2種以上含有したCu基合金又はCu-Ag基合金とよりなる複合体を作り、線、テープ、管などに加工後、熱処理を行い複合体界面上にV₃Gaの化合物層を生成させることを特徴とするV₃Ga超電導体の製造法である。本発明により作られたV₃Ga超電導体は、20万ガウスの磁界発生が可能であり、また強磁界中の臨界電流が顕著な増大を示し、大型強磁界マグネットの線材として利用が期待される。

**スキャンコンバージョン・メモリ装置による電子顕微鏡の 特公開昭54-148472
画像処理方法 昭和54年11月20日**

本発明は、電子顕微鏡の画像をスキャンコンバージョン・メモリ装置に記憶させた後、スキャンコンバージョン・メモリ制御装置にもどし、ビデオ信号を読みモニターテレビに写し出す電子顕微鏡の画像処理方式である。本発明によって画像の処理を行えば、今まで観察が不可能であった暗い画面の観察が可能となるなど、電子顕微鏡の組織観察技術の向上が期待できる。

◆短 信◆

●受賞

科学技術庁長官表彰（業績表彰）

科学技術庁創立記念日（5月19日）に次の方々が表彰を受けた。

田中吉秋 極低温機器材料研究グループ

「高性能超電導材料の開発に従事し、超電導利用技術の向上に貢献」

河部義邦 強力材料研究部

「高強度と優れた靱性を具備する超強力鋼の開発研究に従事し、その性能向上に貢献」

村田正治 クリープ試験部

「クリープデータシート作成のための研究に従事し、クリープ試験用電気炉の改良により省エネルギーに貢献」

【写真説明】

ろう付け溶接で「金属の造花」を製作する実験に、真剣に見入る中学生たち

☆好評だった中学生のための金属教室☆

科学技術週間行事として恒例の「中学生のための金属教室」が今年も4月18日、地域の中学生など約90名の参加を得て盛況のうちに行われた。



通巻 第270号

編集兼発行人 吉 沢 慎 介
印 刷 株式会社三 興 印 刷
東京都新宿区信濃町1 2
電話 東京(03)359-3811(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