

技 研

1965

科学技術庁

NO.8

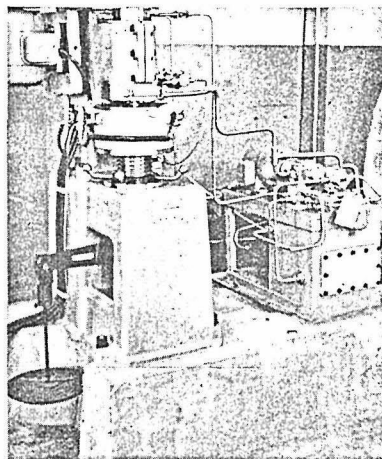
ニ ュ ー ス

金属材料技術研究所

高 温 こ ろ が り 疲 れ 試 験 機

ころがり軸受が機械要素として多く使用されているがその周囲温度は常温程度で使用されているのが殆んどである。近年航空機エンジン、ガスタービン、ターボジェットエンジンまたは宇宙関係の分野で苛酷な状態で使用される高温用ころがり軸受の要求が多くその用途も増加の傾向にある。従来高温用軸受と高速用軸受は同一種類の特徴をもっと考えられていたが高温でも低速回転で用いる場合もあることから本質的に異なった性質のものとする方が妥当であろう。高温用軸受に要求される新たな課題として高温で十分な強さと硬さをもつ材料と高温で安定した潤滑作用をもつ潤滑剤が必要とされる。一般に使用されるころがり軸受材は高炭素クロム鋼が用いられ、この材料の焼入焼戻し温度が150°~200°Cであることから使用温度も120°C以下に限定されるが、より高温、例えば300°~400°Cの使用温度で充分な高温硬さと強さをもつ材料としてMo系またはW系高速度鋼のころがり軸受が実用化されている。本試験機は高温、高速、高荷重の状態での鋼球のころがり疲れを調べるために製作された試験機で、高温用ころがり特性と鋼の組成、組織、高温硬さ等との関係が求められ、また高温軸受の定格荷重、潤滑および寸法安定性に関する基礎資料を得ることができる。さらに高温用ころがり軸受材の開発、改良を行う試験にも利用される。

本試験機の基本構造は試験鋼球外輪内におさめられた4個の回転自在の下部試験鋼球と上部の主軸に固定された1個の上部試験鋼球により形成され、上下二段の鋼球間に下部より重錘レバー式により負荷を与える。また試験鋼球部は外周より抵抗加熱により600°C以下の温度に加熱され試験鋼球に潤滑油を滴下した状態で主軸を高速回転駆動



させて疲れ試験を行なう構造となっている。

本試験機的主要仕様は次の通りである。

| | |
|------------|--|
| 試験鋼球 | 玉軸受鋼球 1/2" (12.7mm) JIS B-1501 |
| 試験鋼球形式 | 五球式、上部1個、下部4個 |
| 試験鋼球外輪 | 玉軸受保持器付、無の両方使用可能 |
| 鋼球接触角度 | 保持器付40°、保持器無44°46' |
| 主軸回転速度 | 10,000回/分±2% |
| 主軸回転精度 | 3μ以内 |
| 鋼球接触圧力 | 保持器付 67,500kg/cm ² (最大ヘルツ応力) 保持器無 65,500kg/cm ² |
| 試験鋼球にかかる荷重 | 最大 310kg |
| 試験加熱温度 | 最高 600°C |
| 自動振動監視指示計 | 振動加速度10~10,000gal 周波数 500~5000c.p.s. |

析出硬化型低合金鋼について

析出硬化による鋼の強化は、必ずしも目新しい事ではなく、またその商用鋼も高速度鋼、耐熱鋼、PHステンレス等多鋼種にわたっている。これら高合金鋼に較べて、比較的合金量の低い鋼については依然として開発は遅れているが、最近その有用性が認められるようになった。析出相としては炭化物および金属間化合物に大別される。鉄鋼材料研究部特殊鋼研究室では、従来工業化、材料強度、溶接の各研究部とともに、溶接構造用高張力鋼について共同研究を行なってきたが、この研究の主体は低炭素高張力鋼にNbを添加したものであって、圧延ののち焼もどしすることによってNb炭化物を析出させ、高降伏点を得る析出硬化型低炭素高張力鋼の開発を目指したものである。

一方金属間化合物の析出を利用したフェライト系の実用鋼は、NiとAlを含むNitalloy N鋼、熱間工具鋼P21など数種に過ぎないが、その特異な性能の一端、例えば図1に示す時効の可逆性などが明らかにされつつある。しかし硬化機構や成分、熱処理の影響なども殆んど明らかにされてない。

そこで鉄鋼材料研究部特殊鋼研究室では開発に必要な基礎資料を得るため、5Ni—2Al鉄合金のような単純な合金系から出発して、硬化機構や時効特性について研究を行なっている。

図2は1,000°Cより水冷した上記合金の加熱時の熱膨張曲線であるが、約400°CからNiAl相の析出と考えられる収縮がみられ、約600°Cから析出相の再固溶と考えられる膨張を示しており、オーステナイトへの変態は約900°Cで生じている。このように析出相がフェライト中に再固溶するならば、炭化物の調整のために時効前に溶体化処理を兼ねて、焼もどし処理を行なうことが可能である。図2は焼入れ後、それぞれの温度で種々の時間保持して水冷した焼もどし硬さと、その後これらの試料を520°Cで10hr時効した硬さを示している。約650°Cから変態点までのフェライト領域でも固溶量は大きく、その後の時効でビッカース約190程度硬化している。また通常の焼もどしに用いられる程度の時間ならば、より低い温度で焼もどしても、時効後の硬さはあまり低下せず、焼もどし条件を広く変えうる。さらにこれまでのことから、時効の可逆現象も理解し得よう。図4は焼入、焼もどし後、各温度で10hr時効した硬さと基質の格子定数を示したものであるが、両者にほぼ直線関係が認められ、このことは析出相が凝集し軟化する温度範囲が狭く、かつ長時間を要することを示している。なお0.2C程度のCは、これらの現象に本質的な影響を及ぼさないことも明らかになった。

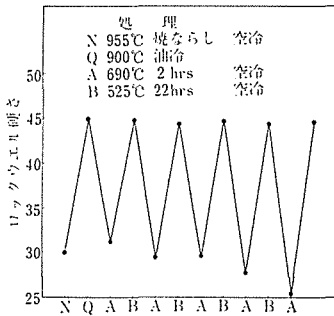


図1 Nitalloy の硬さに及ぼす熱処理の効果 (Seabrookによる)

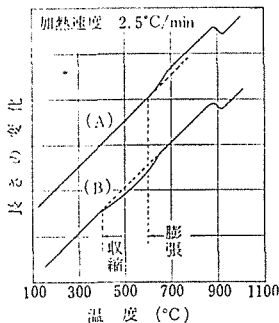


図2 加熱時の熱膨張曲線 (A)時効試料(B)焼入試料

再固溶と考えられる膨張を示しており、オーステナイトへの変態は約900°Cで生じている。このように析出相がフェライト中に再固溶するならば、炭化物の調整のために時効前に溶体化処理を兼ねて、焼もどし処理を行なうことが可能である。図2は焼入れ後、それぞれの温度で種々の時間保持して水冷した焼もどし硬さと、その後これらの試料を520°Cで10hr時効した硬さを示している。約650°Cから変態点までのフェライト領域でも固溶量は大きく、その後の時効でビッカース約190程度硬化している。また通常の焼もどしに用いられる程度の時間ならば、より低い温度で焼もどしても、時効後の硬さはあまり低下せず、焼もどし条件を広く変えうる。さらにこれまでのことから、時効の可逆現象も理解し得よう。図4は焼入、焼もどし後、各温度で10hr時効した硬さと基質の格子定数を示したものであるが、両者にほぼ直線関係が認められ、このことは析出相が凝集し軟化する温度範囲が狭く、かつ長時間を要することを示している。なお0.2C程度のCは、これらの現象に本質的な影響を及ぼさないことも明らかになった。

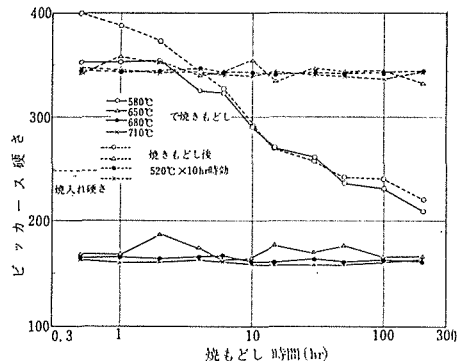


図3 焼もどし条件の影響

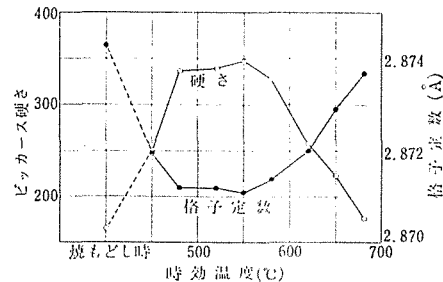


図4 硬さと基質の格子定数におよぼす時効温度の影響

ステンレス系永久磁石の改良

18—8 ステンレスに強度の冷間加工をほどこすと、準安定なオーステナイトがマルテンサイトに変態し、磁性のあらわれることは一般によく知られており、更にこれを適当な温度で焼戻すと、一旦、生成したマルテンサイトの一部がオーステナイトに戻り、微細な非磁性相と強磁性相の混在した組織となり、比較的大きな保磁力を示すことから、かつては、これを細線として磁気録音材料に使用された。しかし、18—8 ステンレスはがんらい、耐蝕材料として開発されたものであり、これをそのまま磁石材料として利用するにはいろいろ問題がある。

Fe—Ni—Cr 系合金の $\gamma \rightarrow \alpha$ 変態域は、状態図的にみても相当広い範囲にわたって存在するものでそれぞれの合金組織に応じて、また加工度に応じて、変態温度、変態量、変態生成物の形状分布などが変化し、これらと磁気特性との関連はかなり複雑で、また加工性、機械的性質などの変化も大きい。

近年、磁石を使用する機器の発展にともない、その用途もますます拡大され、すぐれた磁性が要求されるばかりでなく、薄板リボン状、極細線という形態上の要求も強く、また板材より打抜加工するという生産上の要求からも、加工性に富んだ磁石の必要が再認識されつつある現状である。

電磁部電磁第2研究室においてはこのような見地から加工性の良い磁石合金の研究の一環としてステンレス系合金の磁石特性を検討中であるが、ここにその概略を述べる。

図1はC0.7~1.1%を含むFe—Ni—Cr合金に

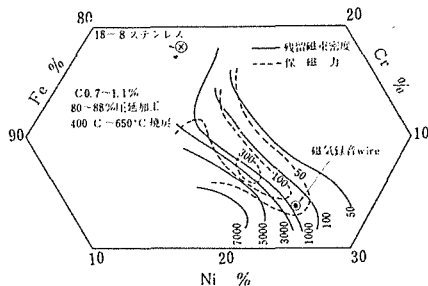


図1 強度の冷間加工および熱処理したFe—Ni—Cr合金の磁気特性

80~88%の冷間圧延を加え、適当な温度に焼戻した場合の残留磁束密度と保磁力を組成に対して示したもので、これによれば、低Ni、低Cr側ではフェライト相（マルテンサイト相）が多いため、磁束密度が高く、これに反し高Ni、Cr側はオー

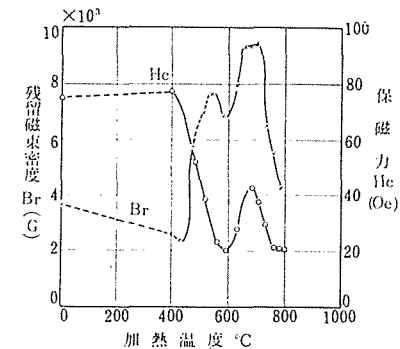
ステナイト相が多く、磁性が低く、それらの中間域に高い保磁力を示す領域が細長く存在していることがよく解かる。図にも示したとおり、現在磁気録音用細線として実用されているものも、この帯状域に属している。この領域は18—8 ステンレスより低Cr、高Ni側に存在しているため加工性は極めてよい。しかし相当量のC含有と、強加工により現われるマルテンサイト相のため硬さは急激に増加し、90%以上の加工度ではHv450に達する。これは加工材としては硬い部類に入るが、線引き、その他の冷間加工は未だ不可能なものではない。

冷間加工により $\gamma \rightarrow \alpha$ 変態を起した相は焼戻すことにより再び γ 相に戻るが、その間、著しい磁性の変化をともない、その1例を図2に示す

この種合金の焼戻し過程においては単なる $\gamma \rightarrow \alpha$ 変態のみではなく、炭化物の析出とそれに伴うミクロ的な組成の不均一が発生し、これが磁性の異なる微細な混合相として働くために、高い保磁力が得られるものと考えられる。

Fe—Ni—Cr 系合金は以上概説したように、その組成、加工度、熱処理により極めて広範囲に特性を選ぶことができ、また耐食性もよいため、細線としても腐食による断線事故が少なく、また延性に富み引張り強さも相当に大きいため、磁気記録材料として好適であろう。磁気記録材料としては現在、プラスチックテープに γ -Fe₂O₃ 微粉末を塗布したいわゆる録音テープが多方面にもちいられているが、このようなWire録音体は細線であるため、リールに巻いた場合に占積率がきわめて大きく、同一録音時間ではテープに比較してリール径では1/3~1/7、容積では1/30~1/50となり、きわめて小型で長時間の使用が可能となる。また圧延により薄板、リボン状とした場合には特殊小型モータ用材料としても使用可能と考えられ、十分検討のうえ、大いに活用すべきものとする。

図2 冷間加工したNi18%, Cr5%, Fe残部よりなる合金の焼戻しによる磁性の変化



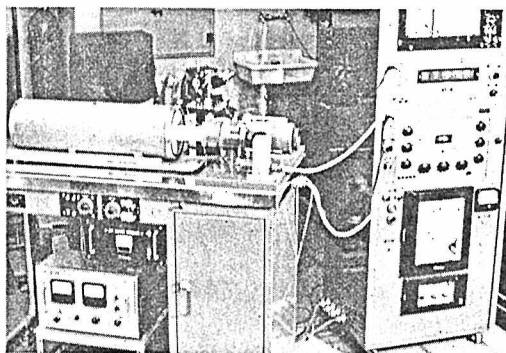
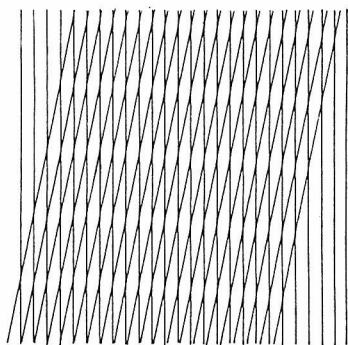
高真空デイトレーター

物質は温度が変化するに応じて長さも変化する。デイトレーターはこのような変化を精密に測定する装置であり、3つの部分から成り立っている。即ち試料の加熱—冷却を正確に行う炉内の部分、炉内に置かれた試料の伸び縮みなどを忠実に炉の外へ取り出す伝達部分及び僅かの長さの変化を読み取る部分である。

変位を測定する方法としてデイトレーターには始めてモアレ縞を応用して自動化したものである。

モアレ(meiré)縞とは2枚の細かい縦縞を僅に傾けて重ね合わせるとき図の様に荒い横縞として現われる波紋である。ちょうど夏の窓辺に掛けたスダレが時たま2枚重なって風にゆれているとき表面にスダレの縞と直角方向の大きな縞模様走る事があるが、僅かのスダレのズレにもかかわらず縞模様は大きく移動するのが見られる。

この現象を利用し極めてスリット間隔の細い精密な回折格子を2枚用い、一方を固定、他方を炉内からの試料の長さの変位に結びつけモアレ縞の移動数を数えればスリット間隔を乗ずる事により変位量も求めることができる。縞の数はフォトトランジスターを使って明暗1回ごとのパルスとして数え、計数機により4桁表示放電管によって自



動的に計数する。

温度—パルス数をX—Yレコーダーに入れて普通の温度—伸び曲線図を画くこともできる。

本装置はチタン、ニオブ及びタングステンなど活性な金属を高温で取扱う目的で真空度を高くすること及び白金炉を用いて1400°Cまでの高温度範囲まで均一な温度分布で得られるように設計されている。

主な性能は下記のようなのである。

温度制御 指定の定速度で上昇、降下、又は保持ができる。

真空系 10^{-6} mmHg まで

測定精度 $\Delta l/l/100^\circ\text{C} = 10^{-7}$

本誌通巻79号の訂正

○第2頁図4の説明文のうち「鋼中のギ相の暗視野像」は「鋼中のε相の暗視野像」の誤。

○第3頁の表題「蛍光線分析法による Nb—Zr—Ta合金の分析」は「蛍光X線分析法による Nb—Zr—Ta合金の分析」の誤

○第3頁の上図の横軸の説明「Zn/(Nb+Zn)」は「Zr/(Nb+Zr)」の誤

以上お詫びして訂正する。



(通巻 第80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 300番地
電話 目黒(712) 3181 (代表)