

NO.12

金材技研

1978

ニュース

科学技術庁

金属材料技術研究所

極低温における材料疲労に関する総合研究

液体ヘリウム温度（ -269°C ）を中心とした極低温において金属材料の電気抵抗がゼロになる超電導現象を利用する技術は、核融合炉、磁気浮上列車および π 中間子の利用等を通じてエネルギー開発、輸送、医療の面に飛躍的な発展をもたらすものと期待がよせられている。これらの大型機器は従来の構造材料が経験してきたのとは比べものにならない程、安全性、信頼性の面から複雑かつ苛酷な条件下で運転されるものと予想される。一方、極低温下を本来の使用環境として作られた構造材料はなく、耐熱耐食材料として大きな実績をもつオーステナイト・ステンレス鋼は現在のところ有力な候補材料であるが、完備した基礎データが国産材についてとられていない。さらに、各種極低温機器における使用環境のシミュレーションの方法が確立していないことから、材料特性を求める材料試験の方法も明らかでない。構造材料が備えなければならない性質はいくつもあり、その評価は各機器で大きくことなるため、単一な試験法は存在しない。安全性の面から充分なる強度、靱性、耐疲労特性は保証されなければならないが、極低温における熱の侵入を少なくするため極低温における熱伝導率の小さいこと、常温と極低温間の熱膨張率が小さいこと、さらに強い磁場中におかれるためその影響を受けないように極低温でしかも応力がかかった状態でも非磁性であることが構造材料に要求される。それに加えてほとんどの機器は溶接により組立てられるため、溶接を施し

てもなおかつ前記の特性がそこなわれないことが必要である。昭和52年度末から開始された特別研究促進調整費による「極低温における材料疲労に関する総合研究」は上記の点をふまえて進められており、当研究所は金属材料研究の立場から参画し、**強力材料研究部**が担当、実施している。昭和55年度までの本研究の目的は、極低温における疲労試験法の検討と、現在使用実績をもちなおかつ将来も有望視されている18-8・ステンレス鋼に代表されるオーステナイト・ステンレス鋼およびさらに高度な要求を満たすと期待されているチタン合金の基礎試験を行うことと、現在明らかでない極低温特性を支配している因子を調べ既存材料の改良または新しい材料の開発につながる基礎データを提出することにある。構造材料の極低温における疲労試験は今まで長時間実施されたものではなく、国内外において初めての試みとなり、したがって極低温における疲労試験法そのものも開発研究の対象となっている。疲労特性のデータを整備することは早急の問題ではないが、新しい極低温技術と歩調を合せ、国産材料に関しての試験計画を前もってたてておくことの重要性は強調される。このような観点からも本研究はその出発点として重要であるのみならず、未来技術である極低温技術の発展と連携を保つ形になるよう長期的に継続されることによって成果を挙げることが期待されている。

銀及びルテニウムを含む耐食チタン合金

工業用純チタン及びチタン合金は総合的にみて実用金属材料の中でも最も耐食性が良いグループに入るが、弗酸には侵されるので、これまで弗酸を含む環境でのチタンの使用は不可能であると云われてきた。

非鉄金属材料研究部では、軽く且つ耐食性に優れているという金属チタンの持つ特性を損うことなく、より強力なチタン合金の開発を目指して、固溶強化機構といった基礎的な性質から、金属間化合物の析出による強化の可能性や各種の酸に対する耐食性に至るまで広範な研究を行っているが、このたび耐食性に関する一連の試験の結果、銀とルテニウムをそれぞれ単独に含む2元チタン合金が、弗酸を含む水溶液に対し優れた耐食性を示すことを見出した。

図1に耐食性の目安とするために行なった腐食試験の結果を示す。図から明らかなように、いずれの合金も純チタンより腐食減量は少なく、添加元素の量が増すにしたがって腐食減量は少なくなる。即ち、比較的短時間の浸漬では、銀およびルテニウムの添加は弗酸の存在する環境でのチタンの耐食性を著しく改善することがわかる。

引続き、それでは既に実用に供されているチタン合金にこれらの元素を添加した場合にも同じような効果があるのではないかと、との期待に答えるための実験が行なわれた。

腐食試験に用いた実用合金は室温で β 相が準安定に存在し、強さは実用合金中最高のTi-11.5Mo-6Zr-4.5SnとTi-13V-11Cr-3Alの2種で、これらの合金に1~2%の銀を添加した。図2は腐食試験の結果である。

当初予測されたように、いずれの合金も銀を添加すると腐食減量はかなり低下しており、実用合金においても銀の添加は、弗酸を含む環境における耐食性を改善する効果のあることが明らかになった。

一方、いかに銀の添加が耐食性を高めるのに効果があるからといって、銀を添加することによって機械的性質が劣化したり、 β 型チタン合金の特長である加工性が損なわれたりしたのでは何にもならない。この点を確認するためさらに実験を行ったところ、2%程度ならば銀を添加しても充分強力チタン合金としての特性を保持していることがわかった。

このように、チタン合金は銀の添加によって弗酸を含む化学環境における耐食性を、ある限られた条件の下ではあるがかなり改善し得ることが判ったことから、これまで使用不可能と云われていた弗酸を含む環境での使用が可能となれば、チタン合金の応用可能の分野がかなり拡大することが期待される。

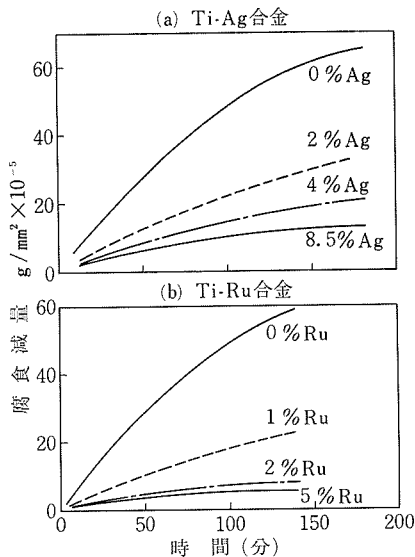


図1 弗酸を含む溶液中での2元チタン合金の耐食性、腐食液は2% HF, 8% HNO₃, 90% H₂O

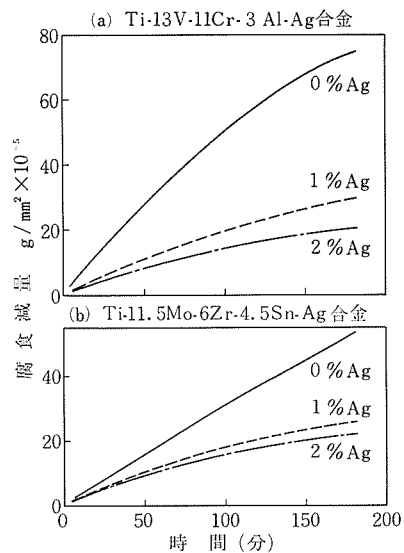


図2 弗酸を含む溶液中での多元チタン合金の耐食性、腐食液は図1のものと同じ

希土類コバルト系磁石の磁気余効

磁気余効とは外部磁場の急変に対して磁化の変化が時間的におくれることをいう。このような現象は多かれ少なかれあらゆる磁性材料に見られ、古くから研究されてきた問題である。最近、保磁力のきわめて大きい高性能永久磁石材料として注目を集めている希土類コバルト系化合物においても、大きな磁気余効が見られることが明らかになってきた。

電気磁気材料研究部では、主にCaCu₅型の結晶構造を持つ希土類コバルト系化合物の磁性を調べているが、磁気余効の問題についても研究を進めている。この研究には二つの大きな意義がある。一つは希土類コバルト磁石の安定性に関連した実用に密着した問題が明らかにされることであり、もう一つは、磁気余効を系統的に調べることによって、希土類コバルト系化合物に見られる特異な磁化過程の本質が明らかになる可能性があることである。

図はSmCo_{3.5}Cu_{1.5}単結晶で観察された代表的な磁気余効曲線を示したもので、磁化が時間の経過とともに単調に変化してゆくことがわかる。このような外部磁場一定の下で、磁化が長時間にわたって変化してゆく様子は従来の磁気余効とは著しく異っており、SmCo_{3.5}Cu_{1.5}化合物で初めて系統的に調べられた。余効の大きさは磁場の強さと温度に強く依存しており、最近の研究によれば、他の希土類コバルト系化合物にも共通する一般的

な現象であると考えられる。種々の解析の結果、この現象はミクロな組成分布と直接関係した磁壁の移動にもとづく熱ゆらぎ余効であることがはっきりしてきた。写真は一定の磁場を加えたとき、磁区模様が時間の経過とともに変化してゆく様子を示しており、磁化の反転が磁壁の段階的な移動によって進行してゆくことをはっきりと裏付けている。これらの磁区観察によると、反転磁場を加えたときすべての磁壁がいつせいに動くのではなく、まず反転磁区の芽が磁壁上に生じ、それが磁壁に沿って成長するというプロセスを繰り返して磁化反転が進行してゆくものと思われる。このことは、磁化の反転速度は、磁壁上に磁区反転の核が発生する確率によって決まる、と言い換えることができる。このような振舞いは、通常の強磁性体の磁化機構とはまったく異っており、この種の磁性体の磁壁の中が非常に狭いことに付随する現象であろうと考えられる。また磁壁上に磁区反転の核が発生するための活性化エネルギーは磁気余効の測定から直接求めることができる。

以上のように磁気余効の研究などにより希土類コバルト系化合物の磁化反転機構が明らかになりつつある。保磁力および磁化曲線の温度変化などの実験結果は定量的にも説明できる段階にきている。今後の研究により、優れた磁性材料を開発するための新しい指導原理を導くことも可能になることが期待される。

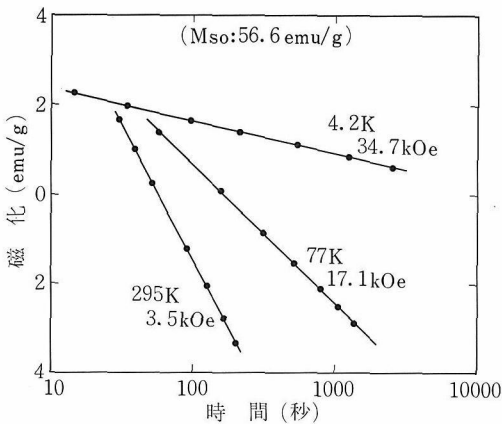


図 SmCo_{3.5}Cu_{1.5}単結晶の磁気余効曲線。それぞれの温度および外部磁場の下で磁化は連続的に変化してゆく。

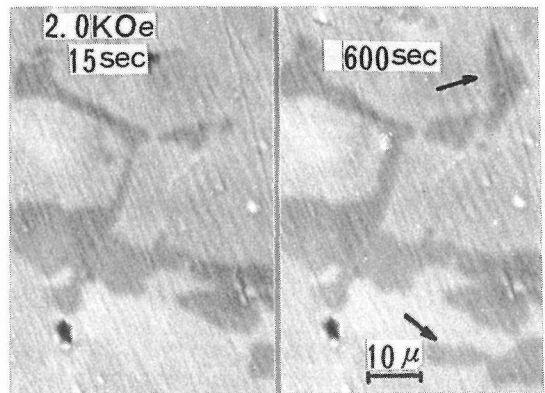


写真 SmCo_{3.5}Cu_{1.5}単結晶における磁区模様の時間変化。特に大きく成長した部分を矢印で示した。

1978年金材技研ニュース題目一覧

題 目 (部門別)	No.	通巻	題 目 (部門別)	No.	通巻
材料部門			加工技術部門		
SUS316鋼の真空中疲れ挙動	2	230	極微量銀の定量	7	235
30%クロムステンレス鋼の475℃脆化による破壊	3	231	薄膜のけい光X線分析	8	236
イオンプレATINGによるモリブデンの窒化	同		Alを主成分とする複合脱酸剤	10	238
ケイ素被覆	5	233	同位体希釈・スパークイオン源質量分析法による鉄鋼中の微量硫黄の定量		
ヘリウム雰囲気中の微量不純物成分の自動調整	同				
蒸着アルミニウム膜の融点近傍での焼鈍し挙動	6	234	焼結鍛造装置	4	232
合金設計によるNi基耐熱合金	同		鋼板のラメラテア感受性評価のための新しい試験法	5	233
マルテンサイト変態における転位の継承	7	235	ステンレス鋼配管の高温水応力腐食割れ	8	236
超微細粒フェライト鋼の延性	8	236	Fe(100)面へのS, O, Pの偏析挙動	10	238
ニオブ中の酸素の固溶状態および拡散に及ぼす圧力の影響	9	237	遊星圧延機の圧延機構	11	239
強力鋼の海水中における疲労	同				
鋼の被削性におよぼす熱処理条件の影響	同		特許紹介		
Al-Hf合金中の α -Al相と共存する2種類の化合物	10	238	被溶接物の表側と裏側との雰囲気圧力差をつくる装置	2	230
高ニッケルオーステナイト合金の中性子照射試験	11	239	噴流ガスで溶接部溶融金属を保持して行なう片面裏波溶接法	同	
Mo板の再結晶集合組織の制御	12	240	リッジングを防止するフェライト系ステンレス鋼板の製造法	4	232
極低温における材料疲労に関する総合研究	同		脱炭焼きなましによるフェライト系ステンレス鋼板のリッジング防止法	同	
銀およびルテニウムを含む耐食チタン合金	同		鋳鉄のチル抑制方法	8	236
希土類コバルト系磁石の磁気余効	同		鋳造用無チル鋳鉄の製造方法	同	
			流動床用溢流管	9	237
			粉鉄鉱石の連続的流動還元法	10	238
強さ部門			その他		
疲れき裂伝ばにおよぼす過大荷重の影響	1	229	新年のごあいさつ	1	229
一方向凝固共晶合金	2	230	1977年外国人来訪者等一覧	同	
SUS304鋼のクリープ挙動に及ぼす変動荷重の影響	4	232	出願公開発明の紹介	3, 11	
ニッケル-ボロン共晶合金の高温変形	6	234	研究成果の発表	4, 10	
基準的疲れ強さのデータシート	7	235	金材技研滞任記	5, 6	
溶接継手の疲れ強さデータシート	11	239	受託研究・共同研究の実績	7	235
			科学技術庁長官当所を視察	9	237
			1978年金材技研ニュース題目一覧	12	240
冶金技術部門					
硫酸酸化イオンの薄層ラジオクロマトグラフィー	1	229			
ニッケル基耐熱合金(ハステロイX)中析出炭化物の組織観察による分析	2	230			
鉛精鉱の懸濁直接電解	3	231			
グラフアイト炉原子吸光法による耐熱合金中の	4	232			

特 許 出 願 速 報

出願日	出願番号	発 明 の 名 称	出願日	出願番号	発 明 の 名 称
52. 12. 19	151820	水中溶接法	53. 3. 2	22854	Ni基合金
52. 12. 19	151821	ばり除去装置	53. 3. 2	22855	Ni基合金
53. 2. 10	13575	リチウム抽出剤の製造方法	53. 3. 2	22856	高融点金属上のセラミックス皮膜中の欠陥検出法
53. 2. 10	13576	炭化チタンの微粉末の製造法	53. 3. 2	22857	低温靱性の優れたモリブデン材または焼結モリブデン材の製造法
53. 3. 2	22851	溶鋼用脱酸合金			
53. 3. 2	22852	溶鋼用脱酸合金			
53. 3. 2	22853	Ni基合金			

◆ 短 信 ◆

● 海外出張

荒木 透 所長

韓国における材料研究等の実情調査のため昭和53年10月29日から昭和53年10月31日まで韓国へ、また第19回ILFAA総会及びラテンアメリカ鉄鋼会

議等出席のため昭和53年11月26日から昭和53年12月3日までブラジル国へ出張した。

榎本正人 強力材料研究部研究員

組織調整による金属材料の強靱化の研究のため昭和53年11月18日から54年11月17日までの予定でアメリカ合衆国ミシガン工科大学へ出張した。

通巻 第240号

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所

編集兼発行人 保 坂 彬 夫
 印刷 株式会社 三 興 印 刷
 東京都新宿区信濃町12
 電話 東京 (03)359-3811(代表)

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