

金材技研 1980

科学技術庁

NO. 7

ニュース

金属材料技術研究所

国産機械構造用鋼の低サイクル疲れ特性試験

機械や構造物などの破壊事故は繰返し荷重による材料の疲れに起因する場合が多い。材料の疲れは、たとえば機械の定常運転時に受ける比較的低荷重の、しかし極めて多数回の荷重繰返しによって起る高サイクル疲れと、起動・停止時などに生じやすい大荷重の、したがって少数回の繰返しにより破壊に至る低サイクル疲れに大別される。

材料の高サイクル疲れ特性は、たとえば車軸のように長い寿命を必要とする機械部品の設計データとして、なくてはならないものである。また、低サイクル疲れ特性は、高温で大きな熱ひずみを受ける発電機などの設計データとして重要なものとなっているが、最近では、更に常温で使用される機械部品などについても寿命予測の基礎資料として特に重要視されるようになった。

疲れ試験部では、産学協力の協力を得て、国産の各種実用金属材料について基準的な疲れ特性を求め、データシートを作成する業務を進めている。この一部として、JIS機械構造用鋼を対象とし、各種疲れ特性を規格範囲内でのばらつきを含めて求める試験を行っているが、すでに代表的な7種類の鋼について高サイクル疲れ特性のデータシートを刊行した。また、これと平行して、低サイクル疲れ特性のデータシート作成に向けて予備的研究を進めて来た。

低サイクル疲れ特性を調べる試験は、ふつう一定振幅の繰返しひずみを加えて破壊までの繰返し数を求める場合と、そのひずみ振幅を連続的に増減させて材料の繰返し変形挙動を求める場合の2

種類がある。予備的試験ではデータシート試験材の一部についてこの両方の試験を行った。図は前者の試験で得たひずみ振幅と破壊までの繰返し数の関係を7種類の鋼について示したもので、この場合低サイクル疲れ特性は材種によらずほぼ同一の傾向を示している。また、後者の試験より得た材料の変形特性は材料ごとに異なるが、いずれも高サイクル疲れ試験結果と極めて良く対応することがわかった。

現在は、これらの試験結果の解析・検討を終了し、昭和56年度より、本格的に機械構造用鋼の低サイクル疲れ特性のデータシートを作成すべく準備を進めている。

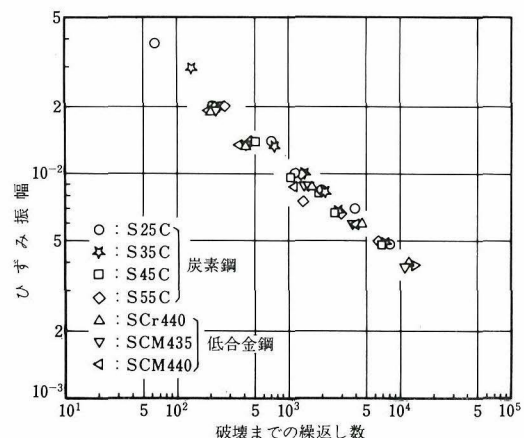


図 ひずみ振幅と破壊までの繰返し数の関係

遊星圧延機による冷間クラッド圧延

現在、工業製品の多様化にともない、単一の材料では、要求される性能を十分満せない場合が生じてきている。そこで、2種以上の材料で構成される複合材料が注目されるようになった。複合材料は、組み合わせた材料の性質をそのまま合せもち、相互の作用効果により、単一な材料では得られない特性や機能をもつ。また、高価な材料と低廉な材料とを組み合わせることで、価格の低廉化をはかることができると同時に、省資源にもつながる。複合材料のうち、構成材料を層状に接合・一体化させた板材をクラッド板という。その製造法は、熱間圧延あるいは火薬の爆発で生ずる圧力を利用したいわゆる爆接による方法が一般的である。しかし、これを冷間圧延で行えば、製造工程の連続化、簡略化、省エネルギー化が期待できる。

金属加工研究部では、これまでに遊星圧延機を用いた金属材料の高圧下率圧延技術の研究を行ってきたが、遊星圧延機の最大の特徴である高圧下率圧延は冷間接合に有利な要件のいくつかを満しているため、遊星圧延機の応用技術として冷間クラッド圧延の研究をとりあげた。

遊星圧延機は、その独特の圧延原理により、1パスで90%以上という、通常の圧延機では得られない高圧下率の圧延が可能であり、冷間接合に必要な条件すなわち豊富な新生面の発生および大変形による接合界面の温度上昇が期待できる。しかし、その可能性については、これまで全く確められていない。そこで、まず遊星圧延機による冷間接合圧延の可否を確かめる意味で、実用材料のう

ち比較的接合の容易な銅とアルミニウムの組み合わせを選び、図1に示すような圧延中心面に対称な3種類の重ね合せ方式（モード）でクラッド圧延の実験を行った。

その結果、(a)に示すように、銅を外側材とした場合には内側のアルミニウムの圧下率が大きくなり、接合には至らなかった。また(b)は、アルミニウムを外側材としたもので、内側の銅との変形量は等しくなったが、接合は上下いずれか一方の界面に限られ、3重接合のクラッド板は得られなかった。(c)は、アルミニウムを外側材とする4枚重ねで、銅とアルミニウムの2重のクラッド板を同時に2組製造しようとするもの（銅どうしの接合はさせない）で、このモードでは、所期の接合状態を得ることに成功した。さらに、これより得られたクラッド板の接合性を調べた結果、図2に示すように、総板厚20mmのスラブを70~80%の圧下率で圧延した場合、クラッド板の接合界面の、せん断強さは 5 kgf/mm^2 程度とアルミニウムのせん断変形抵抗に近い値であり、このままでも以後の二次加工に十分耐え得るほど良好な接合状態にあることが確められた。さらに冷間圧延後に拡散焼鈍の熱処理を行えば、接合をより完全なものとする事ができる。現在は、クラッド板の接合性および性状・形状の改善を目的に圧延条件との関係を明らかにしつつあるが、これまでの実験で遊星圧延機による冷間クラッド圧延の可能性が確められ、クラッド板の新しい製造法の見通しを得ることができた。

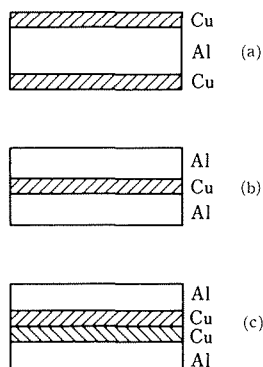


図1 重ね合せモード

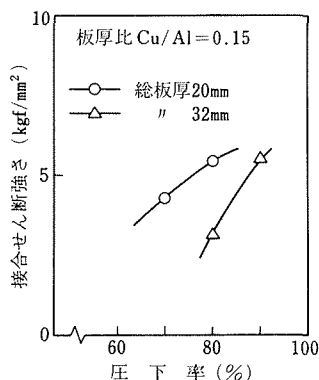


図2 クラッド板の接合強さ

非晶質金属の応力緩和

非晶質金属材料は機械的強さ、耐食性、電氣的・磁氣的性質などの極めて優れたものが次々に見出され、夢の新材料として脚光をあびている。現在すでに、新技術開発事業団等を中心としてトランスのコアや磁気ヘッドなどに利用するための実用化研究が行なわれており、非晶質金属を利用した機器類が市場に登場するのも間近いと思われる。

ところで非晶質材料とは読んで字の如く、結晶でない材料、すなわち通常の金属のような規則的な原子配列が存在しない材料であって、原子がいれば、でたために詰めこまれた物質と考えられている。このような、あるいはこれに近い物質は、ガラス、無機材料や有機高分子材料などたくさん存在するが、金属材料で非晶質が始めて作られたのは、ほぼ20年前のことであり、特殊な合金を、熔融状態から、1秒間に10万度から100万度という高速で冷却することによって作られた。その後、非晶質化できる材料は沢山見つかっているが、この冷却条件はあまり変わっていない。このことからわかるように、一般に金属材料は結晶になりやすく、現在作られている非晶質金属も、温度が高くなると簡単に結晶化し、特有の優れた性質が失われてしまう。また結晶化しないまでも、わずかの製造条件の違い、あるいは200～300℃程度の温度にさらされることにより、特性が大きく変化することがある。このような変化は、非晶質の構造があまり安定でないために生ずるものと考えられる。

一般に金属その他の材料の結晶構造を決定するにはX線回折による方法が決め手となっている。しかし非晶質材料にこの方法を適用しても極めてあいまいな情報しか得られない。そこで電子計算機を使用して様々な模型を組立て、そこから導かれる結論を回折実験の結果と比較して非晶質の構造を知ろうとする努力が現在、精力的に行なわれている段階である。非晶質状態のさらに微妙な変化を知るには内部摩擦測定、熱分析、特殊なX線回折などが行なわれているが、いずれも特殊な装置を必要とする。

材料強さ研究部では昭和52年度から54年度までの3年間、非晶質材料の機械的性質に関する研究

を進めてきたが、その中で、非晶質状態の微妙な違いを簡単に調べる方法として、応力緩和試験を行なってきた。応力緩和とは、材料に一定の歪を与えて、そのまま放置しておくと、最初は弾性的な反撥力が働いているが、時間がたつにつれてこの力が次第に弱まってくる現象である。したがって、短時間で拘束を解けば材料は、ほぼ元の形に戻るが、長時間変形したまま、で置くと元に戻らなくなる。非晶質状態は結晶の場合と較べて、応力緩和が生じやすいが、これについての研究は、あまり行なわれていない。特に、わずかな構造変化に対する応力緩和特性を調べた例はない。そこで、非晶質金属に予め熱処理を加えて、緩和特性の変化を追跡してみた。

実験方法は、リボン状の試料を円筒に巻つけ、これを炉あるいは加熱した油の中に入れ、一定時間の後に取り出して、どの程度曲がったかを測るという簡単なものである。図はFe₇₈Si₁₀B₁₂合金に関する測定の一例である。この合金の非晶質が結晶化する温度は400℃をはるかに超えるが、200℃程度の、しかも極く短時間の熱処理でも、何らかの構造変化を示すことが、応力緩和特性の違いに、はっきりと表われている。

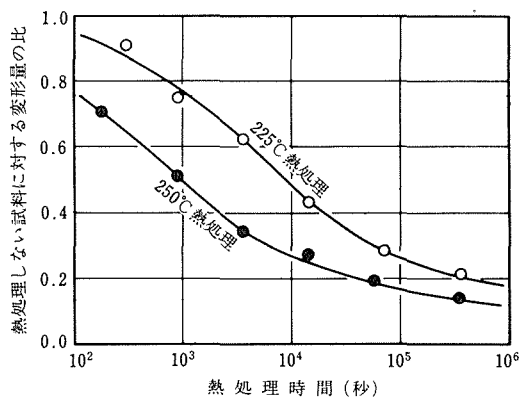


図 Fe₇₈Si₁₀B₁₂非晶質合金の、熱処理による応力緩和特性の変化。応力緩和試験は225℃で1時間行った。

受託研究・共同研究の現況

当所は、科学技術庁受託研究規程（科学技術庁訓令第36号）によって、金属材料の品質の改善を図るために必要な研究を受託している。また、科学技術庁附属研究所等共同研究規程（科学技術庁

訓令第143号）等に基づき、外部機関と技術情報を交換し、試験研究を分担することにより、効率的に研究を行っている。最近2年間におけるテーマは表1及び表2のとおりである。

表1 最近2年間における受託研究

年度	研 究 題 目	研究担当部	年度予算額 (千円)
53	1. 原子炉の起動・停止シミュレーションによるステンレス鋼の応力腐食割れに関する研究 2. 焼結鍛造用低合金鋼粉の酸化還元処理に関する研究 3. 高速炉燃料被覆管のクリープ試験 4. けい化合物半導体の製法に関する研究 5. 複合溶射皮膜の適用に関する研究 6. 抗水の電解処理に関する研究 7. 高強度素材の引張試験研究 8. 新型転換炉構造材料の腐食に関する研究 9. コバルトの回収および懸濁電解に関する研究 10. 肌焼鋼の低サイクル疲労特性に関する研究	腐食防食研究部 金属加工研究部 クリープ試験部 金属物理研究部 溶接研究部 製錬研究部 強力材料研究部 腐食防食研究部 製錬研究部 疲れ試験部 製錬研究部 クリープ試験部	4,605
54	1. コバルトの回収および懸濁電解に関する研究II 2. 高速炉燃料被覆管のクリープ試験 3. 高速炉用燃料被覆管材料の開発 4. 突合せ溶接継手の表面き裂伝播特性に関する研究 5. 低Mo系Cr-Mo肌焼鋼の疲れ特性に関する研究 6. 銅管の孔食に及ぼす水質の影響に関する研究 7. 抗水の電解処理に関する研究II 8. 新型転換炉構造材料のガス分析による腐食量推定等に関する研究 9. 高強度素材の靱性試験研究 10. 窒化けい素中に含有される酸素の分析法に関する研究	原子炉材料研究部 疲れ試験部 疲れ試験部 腐食防食研究部 製錬研究部 腐食防食研究部 強力材料研究部 金属化学研究部	4,605

表2 最近2年間における共同研究

No.	研 究 題 目	共同研究者
1	超高純度鉄のドーパースファンアルフェン効果に関する研究	東北大学金研
2	核融合炉用金属材料の中性子照射脆化に関するシミュレーション試験研究	理化学研究所
3	連続溶解還元炉用耐火物の適正化に関する研究	品川白煉瓦㈱
4	加圧焼結法の農業・土木刃物への適用に関する研究	笹岡鉄工㈱
5	銀-酸化物系電気接点材料の実用化に関する研究	懶徳力本店
6	モリブデンの溶接及び溶接継手の強度に関する研究	日本原子力研究所
7	原子炉用耐熱合金のクリープ及び破断挙動の研究	日本原子力研究所
8	ステンレス鋼の高温水による応力腐食割れ過程の解析に関する研究	電力中央研究所
9	Nb-Ti-Hf系超電導合金線材の実用化研究	大同特殊鋼㈱
10	低Zコーティング材料のスパッタリング特性の評価に関する研究	日本原子力研究所
11	高性能溶射材料の開発に関する研究	昭和電工㈱
12	溶融還元炉の耐火物の適性に関する研究	品川白煉瓦㈱
13	BWRプラントの起動・停止時におけるステンレス鋼の応力腐食割れ過程の解析に関する研究	電力中央研究所
14	モリブデン合金の溶接及び溶接継手の強度に関する研究	日本原子力研究所
15	高磁界Nb ₃ Sn超電導線材の大容量化に関する研究	㈱日立製作所

◆短 信◆

●受 賞

日本塑性加工学会 会田技術賞

小口 醇 金属加工研究部塑性加工第2研究室長

信木 稔 " 主任研究官

海江田義也 " 研究員

大田口 稔 " "

「静水圧を利用した塑性加工に関する基礎的研究」に対し昭和55年5月21日表彰を受けた。

全国発明表彰 朝日新聞発明賞

稲垣道夫 溶接研究部長

岡田 明 " 第1研究室長

「被溶接物の表側と裏側との雰囲気圧力差による片面裏波溶接法」ほか2件の発明に対し昭和55年6月3日表彰を受けた。

●海外出張

太刀川恭治 電気磁気材料研究部長

A-15型化合物多芯超電導線材に関する会議に出席及び超電導材料開発についての研究討論等のため、昭和55年5月26日から昭和55年6月2日までアメリカ合衆国へ出張した。

通巻 第259号

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所

編集兼発行人 坂内富士男

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