

1991 No. 2

金材技研

ニュース

科学技術庁

金属材料技術研究所

原子力材料データベース／摩耗損傷疲労寿命
／微小液滴エビタキシ／レーザ加熱ペスタ
ル法／微小試験片材料試験／対中国研究交流

原子力材料データフリーウェイに協力

—— 得意分野の材料データベースを提供 ——

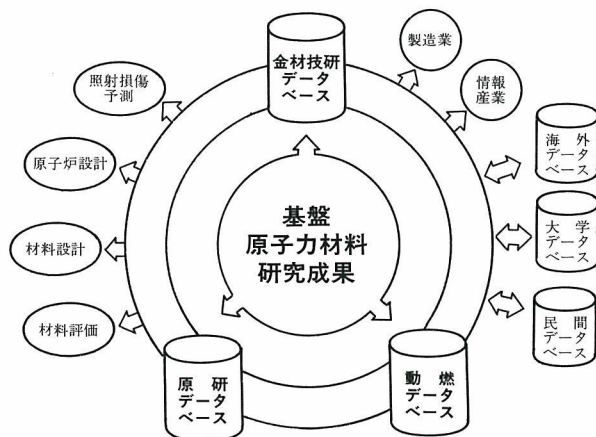
多岐にわたる材料問題の解決には、巨大な材料データベースが必要である。特に、特殊な極限環境で使用される原子力用材料の開発には、諸機関が所有する専門性の高いデータの、有効かつ自由な、相互利用が不可欠である。こうしたことから、科学技術庁は「基盤原子力材料データフリーウェイ構築に関する研究」を、平成2年度から発足させた。このプロジェクトは、耐放射線材料、低放射化材料、耐化学環境性材料などの、原子力用材料を開発するのに必要な知見を体系的に取りまとめてネットワーク化し、効率の良いデータベースを構築しようというものである。

当研究所は材料分野の代表として、原子力分野の代表である日本原子力研究所および動力炉・核燃料開発事業団と共に、このプロジェクトに参加している。これら3機関は、利用者が高度な情報を容易に入手できるようにシステムを開発するために、データの収録方法や管理方法、あるいはネットワークで統合したデータの検索方法等を開発することになっている。

当研究所は、得意とする分野である新素材の基礎物性やイオン照射特性のデータベースを構築し、巨大な原子力用材料データベース構築の一翼を担うことになっている。さらに、当研究所が開発した低誘導放射能

予測コードと他の機関のデータとを組み合わせ、低放射化核融合炉第一壁材料の最適設計手法の確立を図るなど、利用者にとって便利なシステムの開発を目指している。

基盤原子力材料研究の成果を格納したパイロット・システムは、来月には稼動し始める予定である。さらに、平成3年度には国立の2研究機関がこのプロジェクトに参加することになっている。このデータフリーウェイの将来像を図に示すが、このような機関の壁を越えたデータベース・システムの構築は、材料問題では我が国で最初の試みであり、その発展が期待されている。



基盤原子力材料データベースのネットワーク化

フレット疲労に新知見

—— 低い押付け力で疲労寿命の異常低下を確認 ——

各種構造物のリベットやボルト・ナットによる結合部あるいはタービン翼の取付け部などのように、部材同士が接触した状態で繰返し応力を受けると、接触する部材間の相対的な微小すべりによる摩耗損傷を生じる。このような損傷を伴う部分での疲労現象を、フレット疲労という。この場合の疲労強度は、そのような損傷がない場合に比べてかなり低いので、フレット疲労特性を正確に把握することは、構造物の安全確保のために極めて重要である。しかしながら従来の研究は断片的で、部材の押付け力すなわち接触面間の圧力の影響などが必ずしも明確にはなっていない。こうしたことから、当研究所ではフレット疲労の系統的な研究を続けている。

フレット疲労の試験方法を、図1に示した。試験片中央の平行部の両面にコの字形のパッドを一定の力で押付けながら試験片に繰返し応力を加えると、試験片は伸縮するがパッドはほとんど変形しないので、パッドの脚と試験片の間に振幅10～20 μm 程度の微小な繰返し相対すべりが生じる。そしてフレット損傷によりき裂が発生して伝ばし、やがて試験片は破断する。

880MPa級高張力鋼のフレット疲労寿命に及ぼす押付け力の影響を系統的に調べた結果が、図2である。なお、パッドの素材は、試験片と同一のものを使用した。一般に、接触面間の摩擦力は押付け力の増大とともに単調に増大することから、押付け力を増大させるとフレット疲労寿命は単調に減少する、と考えられていた。図2に示したように、繰返し応力振幅が350MPaの場

合にはこのような単調な関係が得られたが、繰返し応力振幅が250MPaの場合には15～35MPaの押付け力の範囲で、疲労寿命が極小になるという重要な現象が確認された。この現象は、繰返し応力振幅を180MPaにすると、さらに顕著になる。同様な現象は、チタン合金でも認められた。

疲労寿命の曲線が極小を示した場合のフレット疲労損傷面およびき裂の発生・伝ばの状況を詳細に調べると、このような条件下では押付け力すなわち摩擦力が、接触面の中央部に集中していることがわかった。これが、疲労寿命の異常低下の主原因であると考えている。なお、押付け力40～60MPa付近に小さな極大が見られるが、これは、この付近を通して点線のように減少する単調な曲線に寿命の異常低下が生じたための、見掛け上のものに過ぎない。

フレット疲労のもう一つの重要な因子である相対すべり振幅の影響についても、現在、系統的に検討を加えている。さらに、構造物の信頼性向上の指針を得ることを目的として、材料組織学的な観点から、フレット疲労挙動を調べることにしている。

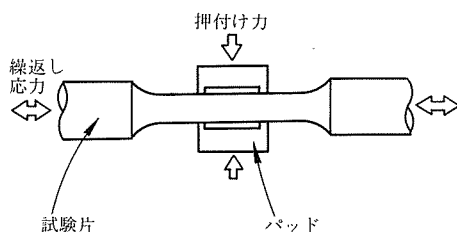


図1 フレット疲労試験法

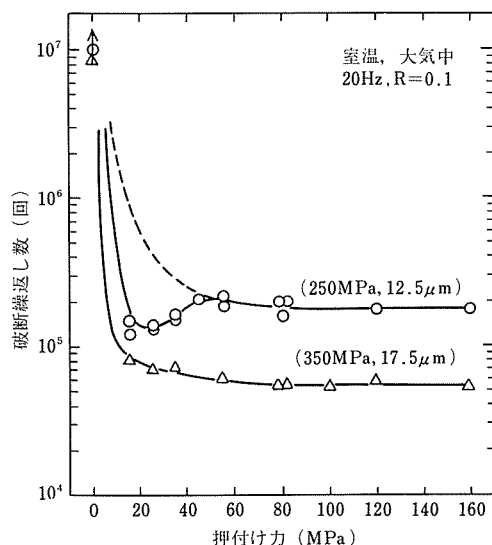
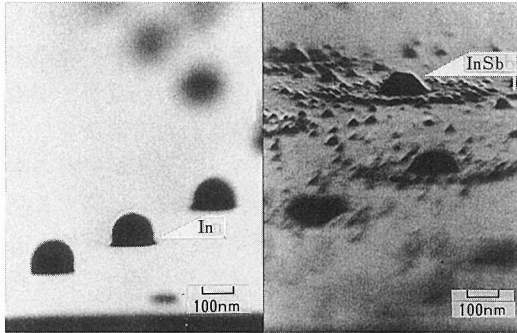


図2 高張力鋼のフレット疲労寿命
(カッコ内は繰返し応力振幅と相対すべり振幅)

エピタキシ法で量子井戸箱 の作製へ



基板斜め上から撮影した写真

当研究所は、高性能レーザを実現するための量子井戸箱に必要な、大きさが均一で欠陥のないInSb（インジウム・アンチモン）の微小結晶を、基板上に作製するのに成功した。

この方法は、電子線リソグラフ法の代わりに結晶成長法を用いたのが特徴である。InSb基板上にまずCbTe（カドミ・テルル）を成長させ、その上にInの微小液滴を作る（写真左）。つぎにSbを照射すると、Sbは液滴中に取り込まれてInSbになる（写真右）。これにCdTeをかぶせれば、InSb微小結晶内に電子を閉じ込める量子井戸箱として機能すると考えられる。

レーザ加熱法による酸化物 超電導体の組織制御

当研究所は、レーザ加熱で熔融する結晶成長法（レーザ加熱ペDESTAL法）により、配向性の強いビスマス系酸化物超電導体で直径約0.5mmの多結晶繊維を作製するのに成功した。

この方法では、通常の粉末焼結法で作製した直径数mmの棒状酸化物超電導体を原料にする。この原料棒の先端部分を炭酸ガスレーザで加熱して熔融させ、これに別の多結晶焼結体を接触させて徐々に引き上げ、結晶を成長させる。引き上げ速度を毎時約5mm以下にすると、Bi2212

相のはほぼ単一相からなる繊維状多結晶体が得られる。結晶成長に時間がかかるため、実用線材の生産には向かないが、レーザビームを細く絞って原料棒を局所的に加熱すれば、酸化物超電導体の結晶粒度や配向度など、微細組織を容易に制御することができる。

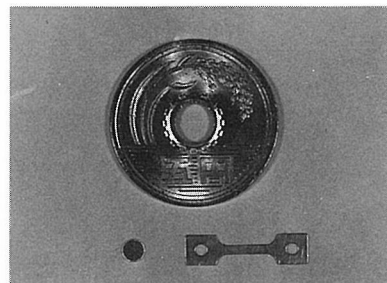
酸化物超電導体の微細組織は、臨界電流密度Jcに大きな影響を及ぼすことが知られているが、まだ不明の点が多い。この方法により組織とJcの関係を詳細に調べることが可能になるので、高いJcを持つ材料の開発に大きく寄与することができると考えている。

照射損傷の評価を 能率的で安全に

当研究所は、照射損傷評価のための微小試験片材料試験技術の確立を目指している。これは、JIS規格の試験片は大きいので、1回に照射できる試料数が限られる上に、照射後のr線が強過ぎて取扱いが困難な場合が多いからである。

写真は、当研究所で使用している厚さ0.15mmの微小試験片で、右は引張試験用、左の小さな円板は靱性値試験用（直径3mmで、体積はJIS 4号シャルピー試験片の数千分の1）である。

このような微小試験片は、通常の試験片に比



べて靱性値が大きくでるなど問題がなくはないが、開発中の材料で試料が少量しかないような場合にも役立つので、寸法効果の少ない試験条件やデータ解析法の探索を進めている。

近隣諸国から期待される 原子炉材料の安全研究

近年、中国、韓国、アセアン諸国等から、原子炉の安全研究における最先進国である我が国に対して、原子力の平和利用の分野での協力を要望する声が高まっている。

原子炉材料をはじめ各種金属材料の信頼性向上の研究において高いレベルを持つ当研究所は、中国政府の要請を受けて軽水炉の安全研究に関する2名の専門家を、昨年10月21日から11月3日までの2週間の日程で中国に派遣した。

科学技術庁の研究交流制度による今回の訪問

先は、原子力関連の研究を実施している中国原子能科学研究院、清華大学核能技術研究所（以上北京郊外）、上海核工程研究設計院、および上海交通大学、材料全般の研究を実施している上海材料研究所、それに秦山原子力発電所と中国側行政の窓口である中国核電公司である。

これらの訪問先において、「原子炉材料の腐食問題と原子炉の安全性および規制に関する問題」についての講演、研究者との意見交換、並びに原子炉や研究施設の見学等を行い、日中両国の原子炉安全研究の分野における研究および技術情報の交換等の交流を実施した。

3月の研究発表（国内分）

学・協会名	開催期間	発表題目	発表者（所属）
日本物理学会 （東京：学習院大学）	3.24～3.27	1. 214系酸化物の圧力下の輸送特性 2. Alの積層欠陥エネルギー-II 3. YBCO系絶縁体相のNMR 4. YbxCu_4 ($X=\text{In, Ag}$) の高圧下での帯磁率 5. 電子冷却用n型 Bi_2Te_3 系化合物の熱電能の異方性 6. 液滴エピタキシー法におけるGa液滴の発生機構 7. 液滴エピタキシー法におけるIn液滴の発生機構 8. エキシマレーザーアブレーション法による金属基材上への $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ 膜の作製	松下 明行（物性）ほか 小口 多美夫（物性）ほか 清水 楨（物性）ほか 松本 武彦（物性）ほか 磯田 幸宏（計測）ほか 知京 豊裕（表面）ほか 石毛 桂子（表面）ほか 福富 勝夫（1G）ほか
表面技術協会 （埼玉：東洋大学）	3.26	1. 導体応用のための気相蒸着法による $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ 膜	福富 勝夫（1G）ほか
日本原子力学会 （大阪：近畿大学）	3.28～3.30	1. データフリーウェイの設計概念 （原子力用新材料分散型データベース） 2. 低放射化炭素繊維/SiC複合材料の開発	藤田 充苗（2G）ほか 野田 哲二（2G）ほか

◆短 信◆

●外国人研究員の受入れ

氏 名 姜 春生
所 属 中国 中国科学院金属研究所
テーマ 「活性プラズマ・金属」反応法における
複合微粒子の製造に関する研究
期 間 平成2年11月27日～平成3年11月26日

氏 名 John William Morris, Jr
所 属 アメリカ カリフォルニア大学バークレー校
テーマ 極低温、強磁場下変形による相変態に関する研究
期 間 平成2年12月8日～平成2年12月22日

氏 名 Johannes Weertman
所 属 アメリカ ノースウェスタン大学材料科学部

テーマ 走査型トンネル顕微鏡による金属／水溶液界面の測定に関する研究
期 間 平成2年12月10日～平成3年1月11日

氏 名 Z. A. Munir
所 属 アメリカ カリフォルニア大学デイビス校
テーマ 燃焼合成法に関する研究
期 間 平成3年1月3日～平成3年2月18日

●海外出張

氏 名	所 属	期 間	行 先	用 務
井上 廉	第1研究グループ	3.1.5～3.1.19	フランス	共同研究に関する研究調査
黒澤勝登志	環境性能研究部	3.1.7～3.2.2	タイ	日・アセアン科学技術協力プロジェクトによる短期専門家派遣
和田 仁	第1研究グループ	3.1.17～3.1.25	アメリカ	超電導材料の測定評価法に関する共同研究

発行所 科学技術庁金属材料技術研究所
（本 所） 〒153 東京都目黒区中目黒2-3-12
TEL (03)3719-2271, FAX (03)3792-3337
（筑波支所） 〒305 茨城県つくば市千現1-2-1
TEL (0298)51-6311, FAX (0298)51-4556

通巻 第386号 平成3年2月発行
編集兼発行人 真 鍋 烈
印刷所 株式会社 三 興 印 刷
東京都新宿区西早稲田2-1-18