

Research and Development of New High Damping Materials Based on Atomistic Design 原子分子設計に基づく新機能材料の創製

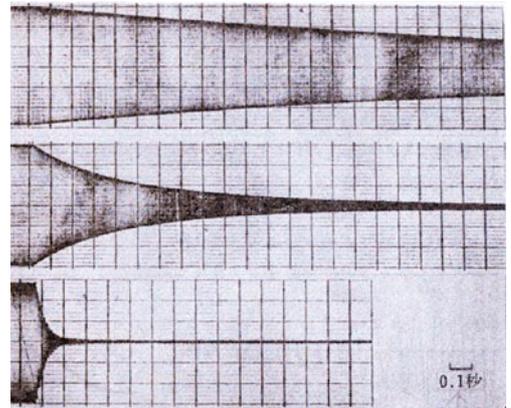
- 高減衰能材料の開発と応用 -

プロジェクトリーダー 竹内 伸

東京理科大学 基礎工学部 教授



高温応力下内部摩擦測定装置

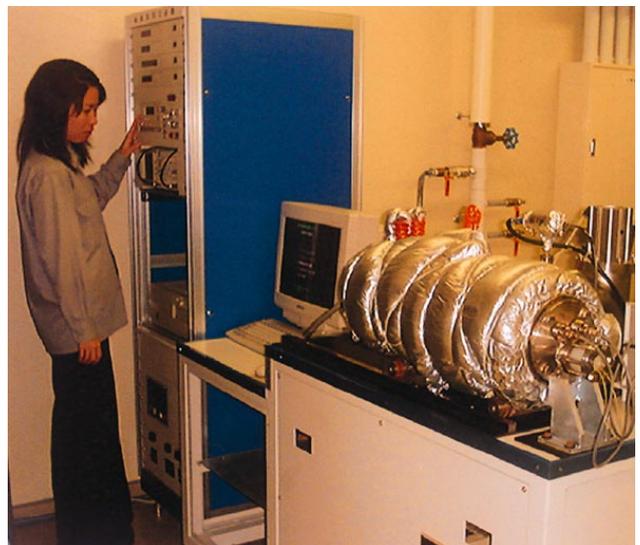


自然減衰波形と減衰能。
上から減衰能 0.1%、1%、16% の場合

1. 研究の目的

本研究は高度技術社会における振動や騒音の問題を解決すべく、新しい高減衰能材料を開発することを目的としている。振動の問題は、航空機、車輛、発電機のタービン、原子炉等における疲労破壊の問題、小規模のものでは磁気ディスクヘッドの振動による記録密度の制約、LSI 製造におけるボンディングの精度の問題など、さまざまな分野に広く関わっている。言うまでもなく、交通機関や電気機器の騒音は近代文明における公害の一つとして身近な社会問題である。これらの問題解決のためには、新しい高減衰能材料の開発と、材料の減衰特性を考慮した制振設計技術の開発が不可欠である。

固体の振動減衰に関する研究は、古くから材料科学の中で「内部摩擦研究」という基礎研究分野を形成していて、50年に亘る歴史がある。この間に得られた知見に基づいてミクロな観点から理論的な設計を行いながら研究を遂行する。同時に、近年開発された新しい材料や、従来あまり研究の行われていない新しい環境条件下での内部摩擦研究を通して、基礎科学の面でも新しい貢献を果たすことを目指している。すなわち、基礎研究と開発研究をリンクさせて、互いに成果をフィードバックすることによる相乗的な効果によって研究目的を達成する。



横振動内部摩擦測定装置

2. 研究の内容

研究計画は以下の4テーマの下に実施される。()原子分子設計に基づく高強度または高比強度高減衰能材料の創製()原子分子設計に基づく高温または高温高応力下高減衰能材料の創製()デジタル方式による高減衰能評価法の研究()新しい制振設計法による高減衰能材料の実機への応用。

従来の材料の減衰能は材料の強度にほぼ反比例して低下する。減衰能は振動1サイクル当たりのエネルギー損失を%で表したもので、図1は各種材料の引張り強さと減衰能との関係を物質ごとに異なる色でプロットした図である。赤色のプロットがいわゆる防振合金である。通常材料がほぼ右下がり45度の関係にあるのに対し、防振合金は減衰能が20%以上の高い値をもつが、強度が1GPa以上のものは存在しない。()のテーマでは図1の右上の赤のハッチの領域に位置する高強度の防振材料を設計・創製することである。また、強度1MPa以下でも特に高比強度の軽量合金の開発も目指す。対象とする材料はバルク金属ガラス、金属間化合物、多層膜、Mg合金などである。

図1は室温のデータであるが、従来、高温における、特に応力下での減衰能については測定自体が少ない。しかし、実用的にはタービンブレードや宇宙材料のように高温での減衰能が重要である場合が多い。()のテーマでは、まず高温、高応力下での減衰能測定技術自体を確立する。それを用いてさまざまなセラミックス材料、金属間化合物、複合材料などの高温材料について基礎データを得ると共に、高温高減衰能材料を設計・開発する。

減衰能が数10%にも及ぶ場合には、振動の減衰が大きすぎて、特に周波数の高い振動の場合には測定が困難になる。()のテーマでは、デジタル方式による新しい測定技術を用いて高減衰能に関する高精度の測定技術を確立する。

テーマ()では、本研究の過程で開発された高減衰能材料を用いて部品を製作して実機に応用することを試みる。実機的设计に際して、従来は構造に由来する振動減衰(構造減衰)のみが考慮されていたが、それに材料減衰のデータを組み込んだ新しい制振設計法の確立を目指す。

図2に本計画の研究の流れを示す。ある対象物質を選択したならば、まず、その物質についての内部摩擦の基礎データとしてのメカニカルスペクトロスコピーの測定を行う。そのデータを物理的に解析し、その物質の組成や組織を参考にしてそれぞれの減衰機構をミクロな立場から解明する。その知見を下に、さらにその材料の組成や組織を設計・制御して新しい材料を創製する。そのサイクルの中で、特定の機器に適した高減衰能材料が得られれば、その材料を用いた実機的设计・製作を行い、試験を行う。実機的设计および試験については企業の協力の下に研究を進める。

3. 研究の体制

期 間：1998年6月～2003年3月

構 成：プロジェクトリーダー：竹内 伸(東京理科大学基礎工学部教授) コアメンバーは、井形直弘(東京理科大学基礎工学部教授) 羽田野甫(同教授) 西山勝廣(同大学理工学部助教授) 協力メンバーとして東京理科大学から2名、筑波大他他大学から8名が計画に参加し、企業からは日本金属工業、古河電工、三菱マテリアル、東洋鋼板、IHI、カイジョウ、トヨタ自動車等の協力を得る。

主な研究実施場所：東京理科大学基礎工学部 千葉県野田市山崎

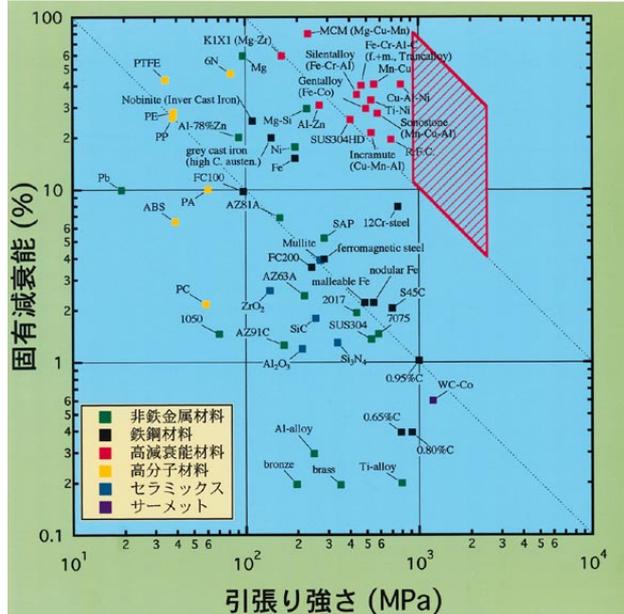


図1 各種材料の強度と固有減衰能係数との関係。

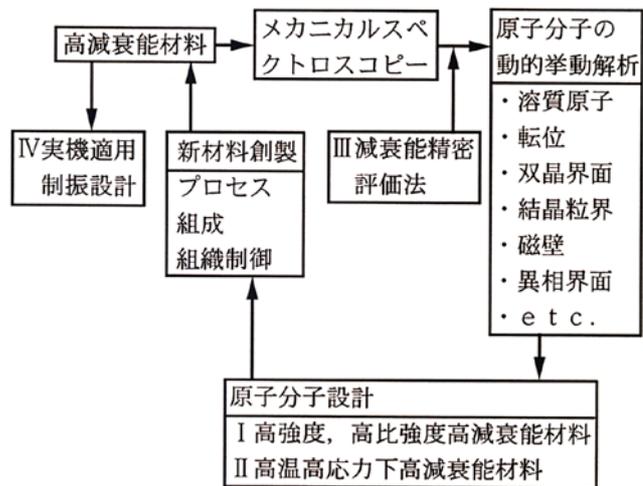


図2 研究の流れを示す図

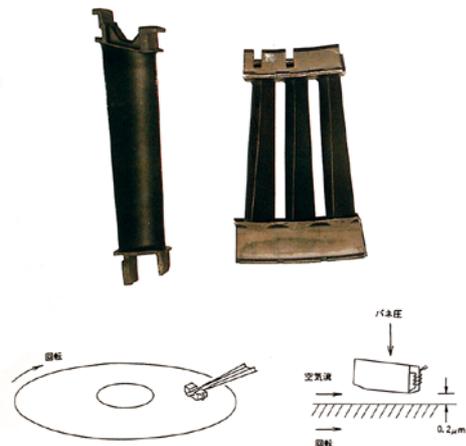


図3 応用例。上はタービンブレード、下は磁気ディスクとヘッド。