

審査の結果の要旨

氏名 山川博司

本論文は、「機械材料における内部摩擦精密測定法の研究」と題し、機械材料の内部摩擦を簡便かつ精密に測定する装置を実現するため、空気抵抗や支持部によるエネルギー損失の低減法、振動計測法、信号処理法について理論的、実験的に評価した結果をまとめたものである。

第1章「序論」では、材料の内部摩擦が制振材や振動センサの性能を決定する重要なパラメータであることを述べ、従来の内部摩擦測定法とその問題点を示した上で、本研究の目的および検討課題について述べている。

第2章「内部摩擦」では、内部摩擦の原因と現象および内部摩擦が重要となる研究分野について述べるとともに、内部摩擦を理論的に求めることの困難性および測定の必要性を述べている。

第3章「空気抵抗減衰の理論解析」では、微小振動する円柱梁の空気抵抗減衰比に関する近似式を導出し、それを直方体梁に適用し、理論値と数値解析結果および実測値との比較結果より近似式が直方体梁に適用可能であることを示している。導出した近似式を測定で使用する標準大試料に適用し、空気抵抗減衰比が内部摩擦の1/10以下となる試料の形状と寸法の間関係を明確にしている。

第4章「支持方法の明確化」では、支持部におけるエネルギー損失を最小限に抑えかつ打撃加振法との組合せに適した支持方法について検討している。幾つかの支持方式について評価実験を行い、支持方式として吊り下げ方式が適していることを示すと同時に、吊り下げ方式における各種支持条件について測定実験を行い明確にしている。さらに、吊り下げ方式の中から打撃加振法との組合せを考慮した評価実験を行い、2点吊り下げ支持法が本研究に最も適した支持法であることを示している。

第5章「内部摩擦精密測定装置の開発」では、第3章、第4章で得られた測定に適した試料の形状・大きさと支持法を採用し、振動検出にレーザドップラ振動計を用い、時間領域解析にオシロスコープを、周波数領域解析にFFTアナライザを用いた内部摩擦測定システムを構築し評価している。測定試料の振動振幅および振動周波数を変えた測定実験を行い、内部摩擦の振幅依存性ならびに周波数依存性を確認している。また、複数のガラスのサンプルを用いた評価実験を行い、化学的性質の観点から推測した内部摩擦の傾向と測定値から得られたその傾向が一致することを確認しており、これらの結果から構築した測定システムが内部摩擦の精密測定に有効であることを示している。

第6章「マイクロホンを用いた内部摩擦簡易測定装置の開発」では、振動計測にマイクロホンを、信号処理にパソコンを用いた内部摩擦測定法を提案している。マイクロホ

ンがレーザドップラ振動計に換わる振動センサとして有効であることを確認するとともに、パソコンを用いた信号処理法を検討し測定精度を確保するための条件を明確にしている。連続自動加振に対応した自動加振装置を製作し、前測定法との比較実験および複数のガラス試料を用いた評価実験を行い、前測定法よりばらつきが小さく、連続測定時間が 1/10 以下であることを確認し、新測定法が簡便、低コストでありながら内部摩擦の精密測定に有効であることを示している。

第 7 章「揺れとうなりによる測定誤差の低減法」では、低減衰材料の測定において問題となる、うなりの発生と試料の揺れによる測定波形に生じるうねりについて、その対策法を検討している。うなりを無くす試料形状について検討し、幅と厚さの寸法が異なる直方体形試料を用いることが有効であることを示している。また、揺れによる測定波形のうねり成分が、包絡線検波回路とフィルタ回路により除去可能であることを理論と実験により確認している。既知減衰波形および金属材料を用いた評価実験を行い、手法の適用可能範囲を明確にするとともに、うねりを除去しない場合と比較して、測定値のばらつきを 1/10 に抑えることができることを確認し、本手法が低減衰材料における内部摩擦の精密測定に有効であることを示している。

第 8 章「結論」では、本論文で得られた結果を総括している。

以上のように本論文では、空気抵抗と支持部損失の詳細な評価とマイクロホンを用いた振動計測法の開発により、内部摩擦を精密に測定する方法を明確にしている。考案された内部摩擦測定法は、空気抵抗と支持部損失を抑え、吊り下げ支持法と打撃加振法、非接触振動検出法、を組み合わせた従来にない独特な測定法であり、小型、低コスト、簡便かつ精密測定が可能な測定装置を実現することができるため、材料科学の研究分野から、材料の開発や機器設計など広い分野の研究・開発現場で役立つことができると考える。また、第 3 章で得られた空気抵抗減衰比に関する理論式は、マイクロカンチレバーにおける空気抵抗減衰比の見積りなど、振動する梁一般に適用可能であることから、本論文で得られた成果は、低減衰材料を用いたマイクロセンサなどの開発分野など、精密機械工学の分野において貢献するところが大きい。

よって、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。