

慶應義塾大学
大学院 理工学研究科 総合デザイン工学専攻 / 理工学部 機械工学科
機械力学研究室

Dynamics Laboratory, School of Integrated Design Engineering, Graduate School of Science and Technology / Department of Mechanical Engineering, Faculty of Science and Technology, Keio University

(1) 研究室構成 (2014年12月現在)

教授: 杉浦 壽彦 大学院生: 12名 学部生: 6名

(2) 研究室の概要

本研究室では、機械システムに発生する振動現象を研究対象としており、最新の解析手法や数値計算技術および実験によって、電磁力や流体力などによって生じる複雑な非線形振動現象の解明に取り組んでいます。現在の主な研究テーマは、超電導磁気浮上系のダイナミクス、超音波による構造物非破壊評価、超音波照射下におけるマイクロバブルのダイナミクスです。

このうち、超電導磁気浮上系の研究では、高温超電導磁気浮上系の応用として期待される磁気浮上搬送システムや電力貯蔵用フライホイールシステムをモデルとして、それらの系に発生する非線形振動現象に関する研究を行っています。高温超電導磁気浮上系は、非接触かつ非制御で安定に浮上が得られるため、種々の機器への応用が期待されている一方、非接触で低減衰系のため、電磁力の非線形性の影響が現れやすく、線形の範囲では予測し得ない挙動、たとえば内部共振や分数調波共振などを示し得ます。前者は複数モードの固有振動数間に、後者は加振振動数と固有振動数の間に整数比の関係があり、かつそれに見合う非線形項がある場合に共振する現象です。この他にも、多自由度連成による種々の非線形振動現象が生じ得ます。これらの非線形振動現象の発生は、超電導磁気浮上実用化の際に、予期せぬ振動による破壊事故や騒音問題発生の可能性を示唆しています。一方で、この非線形性を利用した振動低減の可能性もあります。よって、このような問題の予測、防止のために、非線形の動力学的特性の評価が重要となります。以下では、高温超電導体によって磁気支持された物体の非線形共振やその振動低減に関する二つの研究例を紹介します。

(3) 主な研究テーマ

1. 磁気浮上系の振動振幅低減

本研究室では、超電導磁気浮上系の非線形振動を抑える手法を提案してきました。近年では電磁シャントダンパという機構に注目しています。振動を抑える手段として動吸振器がよく知られていますが、この動吸振器を電気回路に置き換えることで、超電導磁気浮上系の非線形振動を非接触で抑えることができるというのがこの機構の特徴です。非常に簡単な構造で高い制振効果が得られますが、最適なパラメータ選定には検討の余地があり、装置の幾何学的な非線形性を利用した最適化等の検討を現在行っています。多重時間尺度法による非線形解析に基づく設計を行い、解析と数値計算および加振器による振動実験を行って比較検討しながら、振動抑制の検証を進めています。

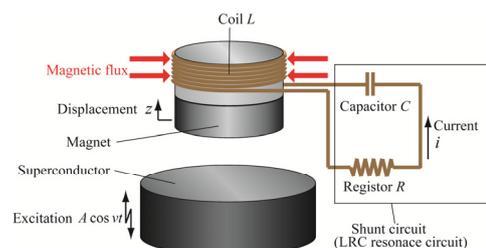


図1 電磁シャントダンパを利用した超電導磁気浮上系の振動抑制

2. 回転体に発生する非線形振動

磁石を非接触・非制御で安定浮上させることができる高温超電導磁気浮上系を軸受として使用したものが超電導磁気軸受です。超電導磁気軸受は、油による潤滑の必要がな



図2 超電導磁気支持型回転装置

いため特殊環境下での利用が期待されていますが、その応用のためには超電導に起因する電磁力の非線形性からくる複雑な非線形振動の解析が不可欠です。本研究室では、回転体中の永久磁石の磁化分布が周方向の一様性を失いうるという点に着目し、その非一様性が回転体の動学的挙動に与える影響、特に非線形振動現象発生への影響について研究を行っています。調和バランス法を用いた非線形解析、ダイナミクスの数値計算および超電導磁気支持型回転装置を用いた実験から、主共振のほかに、2種類の異なる分数調波共振という非線形振動が発生しうること確かめ、どのような条件のときにどの分数調波共振が発生するかを明らかにしました。

(4) 連絡先

〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉3-14-1

慶應義塾大学 大学院理工学研究科 総合デザイン工学専攻／理工学部 機械工学科

教授 杉浦 壽彦

E-mail: sugiura@mech.keio.ac.jp

ホームページ: <http://www.dynamics.mech.keio.ac.jp/>

YouTube: http://youtu.be/ldBS3N_99Do, <http://youtu.be/ocvAWY303EM>