The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Dynamics and Control of Flexble Systems
Author(s)	羅, 正華
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37048
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【56】

氏名・(本籍)	羅(ら)　正(しよう)　華(か)
学位の種類	工　学　博　士
学位記番号	第　9204　号
学位授与の日付	平成2年3月24日
学位授与の要件	基礎工学研究科物理系専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	Dynamics and Control of Flexible Systems (フレキシブル・システムの動力学と制御)
論文審査委員	(主査) 教授 坂和 愛幸 (副査) 教授 須田 信英　教授 瀬口 靖幸

論文内容の要旨

宇宙空間利用の発展に伴って，柔軟構造物の振動抑制制御は二十一世紀に向けての先端技術課題である。一方，産業用ロボットの運動を高速化し，かつ消費エネルギーを少なくするためには，アームを軽量化することが必要になってくる。軽量ロボットアームが重量負荷を運ぶ場合には，アームの柔らかさに起因する低周波振動が発生するので，それを制御することがフレキシブルロボットにおける重要な問題である。

従来の研究では，以上に述べた二つの問題の動特性を弾性はりモデルで模擬して，先端のペイロードは質点と仮定している。しかし，長いトラス先端のアンテナや，フレキシブルアームのペイロードなどは質点と考えるよりも剛体と考えなければならない。その場合，従来の動的モデルでは表現できないねじり振動を無視することはできない。

本論文は，このような対象のモデル化，運動解析および制御方式ならびに実験的研究成果をまとめたものである。研究内容は三つの部分から成り立っている。

第二章では，まず剛体ペイロードを持つフレキシブルビームの曲げ・ねじり連成振動を表わす独立した二つの偏微分方程式と相互に結合した境界条件を導出している。次にこのような初期値，境界値問題はある適当なHilbert 空間上で発展方程式に書けることを示している。この無限次元の発展方程式に対して有限次元のコントローラを構成した。それに伴うスピルオーバ現象の抑制問題も考察している。ストレイン・ゲージをビームの根元に貼りつけることによって根元での曲げモーメントとねじりモーメントを検出している。コントローラを実現するマイクロコンピュータはこれらの信号と制御モータの回転角および角速度信号を取り込んで，モータへの制御電圧を算出する。いくつかの実験結果より，一個の制御モータだけで曲げ・ねじり連成振動を同時に抑制できることが実証され，動的モデルの合理性と制御方式の有効性

が確かめられた。

第三章では，宇宙軌道上で地球を中心として回転している人工衛星や宇宙ステーションのような宇宙飛翔体が剛体のベース，柔軟なトラス構造，および剛体の付属物から構成される場合の振動制御について考察する。この場合，二章で述べた曲げ・ねじり連成振動が発生すると同時に柔軟ビームと剛体付属物の運動によって，ベースの重心が動く。また，逆にベース重心の動きによってビームの運動が影響される。このような現象の結果，ビームの発展方程式に摂動項が加わることとなり，この摂動項はモード間の干渉をもたらすだけでなく，ビームの振動周波数を常に上げることがわかる。ベースの姿勢制御装置で同時に振動も制御する手法を提案している。また，コンピュータシミュレーションによって良好な制御効果を得ている。

第四章では，第三章で得た発展方式程式を一般化した摂動項を含む二階発展方程式を取扱った。摂動作用素がいくつの仮定を満たせば，方程式の解が存在することを示した。第三章で得られた摂動作用素はすべての仮定を満足することが示せるので，従って解の存在が結論される。この解の存在問題は数学的に興味深く，また実際に有限次元コントローラが構成できることを裏付けている。

論文の審査結果の要旨

宇宙空間利用の高度化に伴って，柔軟構造物の振動制御は重要な先端技術課題の一つである。本論文では具体的な二つの柔軟構造物について対象物の運動解析およびモデリングを行い，それに基づいて制御方式を導き，さらに実験あるいはシミュレーションによってその妥当性を実証している。

まず柔軟なビームが剛体負荷を担って回転する場合に発生する曲げ・ねじり連成振動について考察している。曲げ振動およびねじり振動を表わす偏微分方程式には連成はないが，剛体負荷の運動を表現する常微分方程式がこれらの振動を連成させる。曲げ・ねじり連成振動を適当なヒルベルト空間上の発展方程式で記述し，これに基づいてモータに対する有限次元のコントローラの構成法を示している。

次に，地球を中心とする円軌道上の人工衛星や宇宙ステーションのような宇宙飛翔体が剛体のベース，柔軟なビーム，および剛体の付属物から構成されている場合の振動制御について考察している。この場合には柔軟ビームおよび剛体付属物の振動によって全体の重心位置が変動し，それが再び振動に影響する。振動を支配する発展方程式を導いているが，重心の変動による摂動項が加わり，問題を難しくしている。ベースの姿勢制御装置によって，姿勢のみならず振動も同時に抑制する制御則を導いている。

以上のように，本論文は柔軟構造物の運動解析および制御の分野に新しい知見を加えており，博士論文として価値あるものと認める。