

氏 名	村 上 力 むら かみ ちから
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	論 工 博 第1192号
学位授与の日付	昭 和 54 年 5 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	人工衛星の姿勢運動と制御に関する研究

(主 査)
論文調査委員 教授 前田 弘 教授 徳岡辰雄 教授 西川 禪一

論 文 内 容 の 要 旨

人工衛星に要求される各種のミッションを達成するためには、軌道上における衛星の姿勢を保持または制御することが不可欠であるが、衛星の実用化とミッション要求の高度化に伴い、最近では種々の新しい方式が提案され、またその安定性および制御には益々高精度が要求される趨勢にある。

本論文は、衛星の姿勢運動の基本である回転体の運動力学について論じ、またこれと密接な関係のある各種の姿勢安定化方式および姿勢制御方式について行った理論的、実験的な研究結果、その運動および制御のシミュレーションと実験法、姿勢運動と軌道運動の相互作用などをまとめたもので、8章からなっている。

第1章は序論で、人工衛星の姿勢運動と制御の歴史的背景と今後の趨勢、本論文の構成と特色などをまとめたものである。

第2章では、最も基本的なスピン衛星および二重スピン衛星について、外力のない場合の自由運動を論じている。特に非対称単一スピン衛星の章動運動については、安定平面の概念を導入することにより、この複雑な運動が単純なスピン運動に楕円運動の重畳されたものとして明確に理解出来ることを示した。

第3章では、スピン衛星の章動運動によって生ずる慣性力場の概念を用いた解析の結果、衛星各部がどのような力や変位を受けるかを明らかにし、またその結果を利用して、この運動を減衰させるために用いる各種の章動ダンパの最適な取付位置および方向を解析的に求めた。

第4章では、人工衛星の姿勢運動および制御の地上におけるシミュレーション用として広く使用されている球面空気軸受支持3軸テーブル装置について詳述し、模擬衛星のハードウェア実験に際して生ずる諸問題を明らかにした。また特にその軸受上で浮上した状態のままで、衛星の慣性主軸を決定する簡便な一方法を提案している。

第5章では、非対称スピン衛星のガスジェットによる章動制御の一方法を提案し、実験によりその有効性を確かめた。この方法の特徴は、制御用ジェットの噴射時間を1スピン周期とすることにより、衛星の角運動量ベクトルを不変のまま章動のみを減衰させるので、この方法を用いるとスピン衛星の形状に対す

る制約が大巾に緩和される利点がある。またガスジェットにより対称スピン衛星のスピン軸を任意の方向に変更する方法についても解析している。

第6章では、衛星の3軸姿勢制御についてその方式の分類と特徴を概説し、特に将来実用度の高いフライホイールによる3軸制御方式の得失について詳述した。その内容は、ジェットによるアンローディングの改良案を示し、またフレキシアジンバルモーメンタムホイール搭載衛星の姿勢運動の解析と、その3軸テーブルによる実験結果との比較検討などを行った。

第7章では、衛星の姿勢運動と軌道運動の相互作用について論じ、重力傾度効果を利用すると、質量噴射なしで微小ながら軌道推力の得られること、従って将来超高精度の軌道制御などに利用される可能性のあることを示した。

第8章は本論文の内容を要約して結論としている。

論文審査の結果の要旨

人工衛星の実用化とそのミッション要求の高度化に伴い、軌道上における衛星の姿勢保持および姿勢制御には種々の新しい方式が提案され、また益々高精度化が要求される趨勢にあるが、本論文は、衛星の姿勢運動とこれと密接な関係のある各種の姿勢安定化方式および姿勢制御方式に関連して行った理論的、実験的な研究結果をまとめたもので、得られた主な研究成果は次のとおりである。

- (1) スピン衛星および二重スピン衛星の自由運動について考察し、特に非対称スピン衛星の複雑な章動運動は、安定平面の概念を導入することにより、単純なスピン運動に楕円運動が重畳されたものとして明確に理解出来るという有用な結果を見出した。
- (2) スピン衛星の章動運動によって生ずる慣性力場の概念を用い、衛星各部の受ける力や変位を明らかにすることにより、受動型章動ダンパの設計に有効な最適取付位置および方向が求められた。
- (3) スピン衛星のガスジェットによる章動制御において、その噴射時間を1スピン周期とすることにより、衛星の角運動量を不変のまま章動のみを減衰させる一方法を提案し、実験によりその有効性を実証した。この方法はスピン衛星の形状に対する従来の方法の制約を大巾に緩和する利点がある。またガスジェットにより衛星のスピン軸を任意の方向に変更する方法についても解析した。
- (4) 今後の重要な姿勢制御方式である3軸制御については、特にフライホイールを用いる方式の得失について詳細に検討し、その運動の解析結果とシミュレーションによる実験結果との比較を行った。
- (5) 模擬衛星の姿勢運動のハードウェア実験を含むシミュレーション装置として広く使用されている球面空気軸受支持3軸テーブルによる実験法に関連する諸問題について述べ、特にその軸受上で浮上した状態のまま衛星の慣性主軸を決定する簡便な一方法を提案し、実測例によりその有効性を実証した。
- (6) 衛星の姿勢運動と軌道運動の相互作用について考察し、重力傾度効果を利用すると、質量噴射なしで軌道制御の可能性のあることを示した。

以上要するに、本論文は人工衛星の姿勢運動の基本である回転体の運動力学と、各種の姿勢安定化および制御方式について理論的、実験的に詳細な検討を行い、従来未開拓のまゝ残されていた諸問題に独自の追求を試み、多くの研究成果を得たもので、この分野の今後の研究の発展および実際の応用に資するとこ

ろが大きい。

従って本研究は学術上、實際上寄与するところが少なくなく、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。