

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 目黒 在

工学修士 目黒 在 提出の論文は「衛星搭載用展開アンテナの展開特性評価法に関する研究」と題し、7章と4項目の補遺とからなっている。

衛星搭載用展開アンテナでは、大型化と軽量化とに伴って、構造部材要素はより軽量化、柔軟化し、同時により多くの機構要素が用いられるようになってきている。もともと展開構造では、必要な駆動力は機構自身の抵抗力やハーネス類の抵抗力に対して設計されるため、その値は自重の数百分の1、あるいは数千分の1であることが多い。そのため、地上展開試験から軌道上の展開挙動を予測するためには、特に重力補償が重要であり、試験における重力補償誤差やその他の誤差要因の評価精度、および構造の大変形の影響に十分な考慮が必要である。衛星搭載用展開アンテナに限らず、宇宙用の展開構造物の数は限られており、それらの確実な展開特性の評価は今後とも宇宙構造物工学上の重要な課題である。本論文は、技術試験衛星VI型 (ETS-VI) 搭載の板状はね上げ展開アンテナ (直径4 mクラス) と技術試験衛星VIII型 (ETS-VIII) 搭載のモジュラーメッシュ展開アンテナ (直径10 mクラス) を対象に、軌道上での展開特性や航空機による微小重力環境下での展開特性と地上展開試験結果に基づいた予測展開特性との違いを明確にして、地上試験評価法の妥当性を考察したものである。

第1章は序論であり、研究の背景、問題点の所在、従来の研究、および本論文の目的と構成を述べている。

第2章では、通信衛星搭載アンテナ鏡面としては最も一般的な板状アンテナのはね上げ展開について、地上試験における大気および重力の影響を明らかにしている。アンテナ鏡面流体モデルを用いた大気流体抵抗の定式化と展開機構軸受摩擦の定式化を行い、展開運動に関わる各要因の定量化を行っている。

第3章では、機構部品レベル、鏡面コンポーネントレベル、あるいは衛星システムレベルといった異なる開発レベルにおいて実施される展開試験について、数学モデルのパラメータ同定法により、機構特性、重力補償装置の設定誤差による外乱トルク、そして大気の影響を同時に定量化している。それらによる重力補償誤差の値と吊り点位置や張力などの直接測定から積み上げて求めた値とに10%から30%の誤差があることを指摘して、地上試験の評価誤差がその範囲内であることを述べている。

第4章では、ETS-VI搭載展開アンテナの軌道上展開において得られた加速度データから展開特性の推定を行い、地上展開試験結果に基づいた軌道上での展開時間や最大展開角速度の解析予測値が実際の測定結果に対して10%以内の誤差であったことを

示して、この値が地上試験によって予測した誤差（10%～30%）以内であることを確認している。

第5章では、展開メッシュアンテナのように柔軟で複雑な3次元的展開をするアンテナについて、試作モデルによる地上展開実験と航空機による微小重力展開実験とを実施し、展開力、部材に加わる軸力や曲げモーメント、そして弾性変形の計測を行って、評価精度に影響を及ぼす要因の明確化を行っている。その結果、地上展開試験解析では展開構造の質量特性と試験治具モデルの精度が重要であることを指摘し、十分な地上試験環境の特性解析を怠ると地上試験評価の段階で供試体を破壊する恐れもあり得ることを述べている。

第6章では、ETS-VIII搭載の大型展開アンテナを対象に、単体から3モジュール、さらに7モジュールを結合した試験および評価解析を実施して、試験精度の定量的検討を行なっている。その結果、構造物の大型化に伴って、試験装置の評価誤差が展開特性に支配的な影響を及ぼすことを指摘し、試験評価に必要な精度に応じて構造を分割して試験することが高い試験評価精度を保つために有効であることを述べている。

第7章は結論であり、本研究の成果を要約している。

以上要するに、本論文は、直径4 m程度までの板状はね上げ展開アンテナから直径10 mを超えるメッシュアンテナのような柔軟で複雑な3次元展開アンテナを対象とし、現在の試験法における地上展開試験の意味を見直し、存在する問題点を明確化して、評価誤差を定量的に示している。そして、それらにより、設計の展開力マージンに明確な指針を与え、展開アンテナの信頼性を高めることを可能にしたもので、宇宙構造物工学、航空宇宙工学上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。