

高度な移動体通信衛星のための世界最大級展開アンテナの開発 ～技術試験衛星Ⅷ型大型展開アンテナの軌道上展開成功～

1. はじめに

通信衛星は固定衛星通信と移動体衛星通信の二つに分けることができる。1980年代の固定衛星通信は、地上無線中継システムとともに通信インフラの中心的な役割を果たしてきたが、ADSLや光ファイバの普及により、現在では災害時の電話回線確保、光ファイバの敷設ができない離島との通信、イベント時の臨時回線設置等、補完的な役割で利用されている。いっぽう、移動体衛星通信は、海洋船舶や、携帯電話が使用できないエリアでの電話およびデータ通信に利用されているが、携帯電話のエリア拡大により、補完的な位置づけになりつつある。したがって、通信衛星の利用拡大のためには、衛星の性能を飛躍的に向上させ、衛星の特徴である、広域性、同報性、即時性を武器に新しい移動体通信サービスを展開する必要がある。技術試験衛星Ⅷ型(ETS-Ⅷ)(図1)は、そのミッションとして、次世代の衛星システムに不可欠な、ビーム形成技術、ビーム制御技術、衛星交換技術の開発などを行う。特に、ビーム形成技術として、公表されているアンテナでは世界最大となる、電気開口13m(最大機械寸法19m)の大型展開アンテナ反射鏡(LDR)は通信容量の拡大と、地上端末の小型化のために必要不可欠である。

2. 技術試験衛星Ⅷ型と大型展開アンテナ

ETS-Ⅷは、3t級大型衛星バス技術、大型展開アンテナ技術、高度移動体衛星通信技術、および測位にかかわる基盤技術の開発を行う。この中で、大型展開アンテナ技術は、ビーム形成手段としての位置づけに加え、将来大型宇宙構造の基盤技術を築くことを狙う。したがって、LDRは新たな大型展開宇宙構造として「①精度の高い検証を行う方法が明確であり、②精度の高い検証を行うことが可能な構造設計。」という設計思想を持つ。LDRは、電波の反射面を金属メッシュ面とし、その金属メッシュ面をパラボラに成形す

るためにケーブル構造を構築する。さらにそのケーブル構造に張力を付与する展開骨組み構造をモジュール構造として全体構造を構築する(図2)。このように各構造要素が明確に機能分担し、検証すべき機能、性能を明確にした。さらに、試験評価手段や設備の限界を考慮してモジュール構造の寸法を決定することで、試験の精度を限界まで高めている。14個のモジュールで外形寸法19m×17mに達し、ETS-Ⅷは、この大型展開アンテナを2面(送信用、受信用)搭載することで、全幅40mとなる。

3. 大型展開アンテナの地上試験と軌道上展開

大型展開構造の地上試験評価では、重力の影響を正確に把握することが最も重要である。10m規模の展開構造の場合、薄い金属メッシュと軽量なケーブルでも、要求鏡面精度をはるかに超える自重たわみが発生し、また、重力によって発生する力は自身の展開力の数100倍になる。安易なつり下げを行うと、試験評価がまったく無意味なものになるため、限定された支持点と、重心位置との関係を正確に把握して重力効果をキャンセルさせる必要がある。同時に、ケーブル、膜、骨組みといった幅広い剛性範囲の構造要素を組み合わせた大規模な構造解析モデルに対して、平衡形状解析、熱変形解析、展開解析を実施する必要がある。LDRでは、モジュール単位での鏡面調整を実施する際に重力の作用方向を変えて調整を繰り返した。モジュール結合後の変形については、解析予測を行い、その妥当性については3モジュール結合した鏡面の測定により検証した。また、さまざまな展開試験を実施して解析モデルの検証を行い、軌道上最悪条件でも展開抵抗力に比べ、2倍以上の展開力があることを確認している。ETS-Ⅷは2006年12月16日に種子島宇宙センターよりH-IIA402型によって打ち上げられ、12月25日に送信用LDR(図3)を、翌26日に受信用

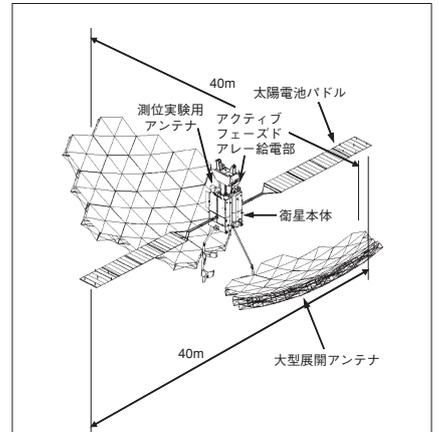


図1 ETS-Ⅷの軌道上イメージ

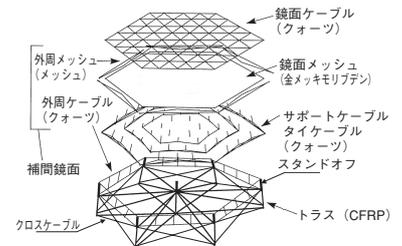


図2 反射鏡基本モジュールの構成

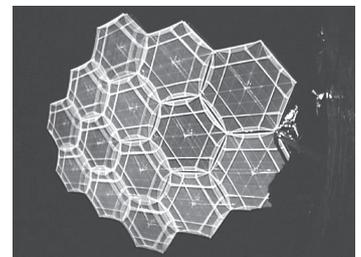


図3 受信用反射鏡の軌道上展開画像

LDRを展開した。解析による展開力予測値と軌道上測定値とは良い一致を示し、地上試験評価が適切に行われたことを確認した。

4. おわりに

LDRの利得および指向方向の誤差を知るため、2007年2月以降、衛星姿勢(ロール軸およびピッチ軸)にバイアスを与えて日本列島を十字にスキャンし、地上局で電波の受信状況を測定する。その後、小型携帯端末による通信実験を実施する予定である。

(原稿受付 2007年2月9日)

[目黒 在(独)宇宙航空研究開発機構]