

21GHz 帯高度放送衛星給電アレー部排熱方式に関する研究

Preliminary Study on Thermal Rejection System of Feed Array for 21GHz Broadcast Satellite

総合技術研究本部宇宙熱技術グループ
矢部 高宏 杉田寛之 川崎春夫 佐藤洋一
プロジェクト研究協力室 山本静夫

YABE Takahiro, SUGITA Hiroyuki, KAWASAKI Haruo, SATO Youichi,
Spacecraft Thermal Engineering Group, IAT
YAMAMOTO Shizuo,
Project Research Coordination Office, IAT

Abstract.

The feed array for the 21GHz band advanced broadcast test satellite has been studied in NHK and the preliminary study on the thermal rejection system for the array is executed in regard to loading the array to the satellite main truss body. This paper describes the examination result of the application of the flat type heat pipe to the thermal rejection system by the joint research with NHK.

1. はじめに

本研究では、NHKにおいて検討中の 21GHz 帯高度放送衛星実証ミッションにおいて用いられる給電アレー部の排熱システムの検討とともに、衛星主構体への給電アレー部の搭載に関して、熱的成立性の初期検討を実施した。本報告では、NHK との共同研究のもと、平板型ヒートパイプを給電アレー部の排熱に適用した検討結果とともに、給電アレー部の熱的成立性を検討結果について報告する。

2. 研究概要

平成 17 年度は、以下の項目について研究を行った

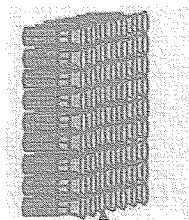
2.1 給電アレー部の形状および搭載方法の検討

NHK との共同研究において、衛星コンフィギュレーションとして、給電アレー部を衛星主構体の外側および内側に搭載する両方式が検討されている。また、給電アレー部の形状は、主として3つのアンテナ方式(直接放射アンテナ、アレー給電オフセットアンテナ、イメージングレフレクタアンテナ)が検討されている。これらの検討結果に基づき、熱設計の観点から給電アレー部のコンフィギュレーションについて検討を行った。

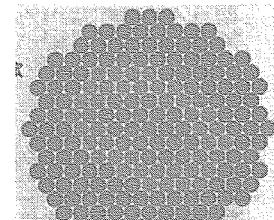
2.2 給電アレー部の排熱方法の検討

21GHz 帯高度放送衛星実証ミッション用の給電アレー部は、図 1 に示すように最大 188 素子の小型 TWT、SSPA 等の発熱機器が高密度に実装された構造を持つ。このため、個々の素子の冷却に課題があり、ヒートパイプなどの熱輸送経路を内部に確保することにより、発熱を外部へ輸送する方法が有効であると考えられる。

給電アレー部は、全体で 500~1200W を放熱し、温度保持範囲と温度変動幅の要求を満足する必要がある。また、高密度の実装従来のヒートパイプを用いた排熱が困難である。そこで、新規排熱システムの適用について検討を行った。



Feed Array Antenna



188 Elements of TWT

Fig.1: Configuration of Feed Array

3. 成果概要

3.1 給電アレー部の搭載方法の検討

アンテナの各方式および給電アレー部の搭載形態をパラメタとして、衛星システムの簡易熱解析を行った。解析結果例を図 2、図 3 に示す。

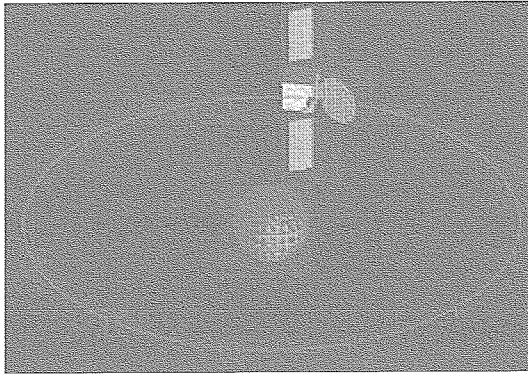


Fig.2: Thermal Analysis on Orbit (4mΦIR Antenna)

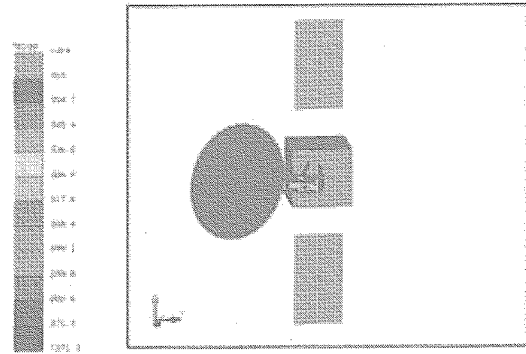


Fig.3: Thermal Analysis for Feed Array Installed Outside of Satellite

本解析の結果、以下のような定性的な知見が得られた。

- (1) 熱的成立性の観点からは、小さいアンテナ(発熱量小)の方が熱設計は容易となる。
- (2) 給電アレー部は衛星主構体外側に搭載し、給電アレー部と主構体は良熱結合とする。
- (3) 給電アレー部には、積極的に放熱面(専用ラジエータ)を設ける必要がある。

3.2 給電アレー部の排熱方法の検討

給電アレー部の温度要求を満足するため、以下に示す 2 段階の排熱過程を想定した。

(1) 給電アレー部内部から側面への熱輸送

給電アレー部の中心部から側面へ発生熱 15W(最大)を 300mm 程度(最長)輸送する必要があるが、高密度に実装された給電アレー部には、従来の棒状ヒートパイプの配置が困難である。そこで、熱輸送を担うデバイスとしては、宇宙熱技術グループにおいて今年度から研究を開始している宇宙用平板型ヒートパイプ(厚さ 2~3mm)の適用を検討した。初期検討の一環として、給電アレー部に対し平板ヒートパイプを適用した際の簡易熱解析を実施した。解析例を図 4 に示す。

解析により、給電アレー内部の温度が、ヒートパイプ未設置時に比べ低下することがわかった。この結果から、給電アレー部冷却に対する平板ヒートパイプの有効性が確認できた。

(2) 給電アレー部側面からバス放熱面への熱輸送

給電アレー部側面のラジエータ面から宇宙空間に放熱されることが望ましいが、放熱面積や視野による制約から十分な放熱量が確保できない場合、衛星主構体のバス放熱面に熱を輸送する必要がある。熱輸送を担うデバイスとしては、既存技術である衛星バス用従来型ヒートパイプが最有力ではあるが、重量、配置、運用の自在性の観点から設計検討を行う必要がある。

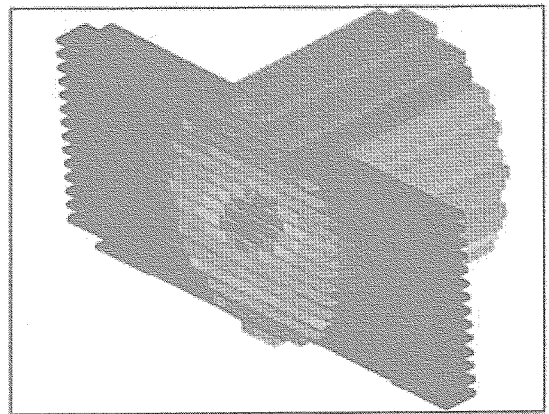


Fig. 4: Thermal Analysis of Flat Heat Pipe installed in Power Feeding Array

4. まとめ

給電アレー部の排熱方式について検討を行った。今後は、以上の検討結果に基づき、給電アレー部の排熱システムの詳細な検討を進めるとともに、予備評価のための試験、解析を実施する予定である。

参考文献

- [1] 21GHz 帯高度放送衛星システムに関する研究 共同研究成果報告書(平成 18 年 3 月) 日本放送協会、宇宙航空研究開発機構