

SOHLA-1 熱制御系の開発

Development of Thermal Control System on SOHLA-1

総合技術研究本部システム評価技術グループ 岡本 篤

Atsushi Okamoto

Space Systems Evaluation Engineering Group

Institute of Space Technology and Aeronautics

Abstract

In this research and development, a design of thermal control system of SOHLA-1 is conducted. A thermal design policy was devised being based on an environmental demand for thermal control system, and this year carried out a thermal design by in orbit thermal analysis and a thermal balance test was conducted to acquire data used for a precision improvement of a mathematical model for thermal analysis. As a result, the propriety of a thermal design is confirmed, and the cause was able to plan precision improvement of a thermal mathematics model.

1. はじめに

本研究開発では、東大阪宇宙開発共同組合(SOHLA)が主体となって大阪府立大学とJAXA 総合技術研究本部の技術支援のもと開発を進めている 50kg 級小型衛星 SOHLA-1 に関する熱設計解析および試験を実施している。Fig.1 に SOHLA-1 のイメージ図、Table.1 に SOHLA-1 の主要緒元を示す。



Fig.1 A figure of image of SOHLA-1 on orbit

Table1. Specification of SOHLA-1

Item	Contents
Size	W:500mm × D:500mm × H:500mm
Weight	Less than 50[kg]
Orbit	Sun synchronization orbital About 800 [km]
Communication	Amateur band S band (backup)
Operative period	More than 3 months

2. 研究の概要

平成 16 年度は以下の項目を実施した。

(1) 熱設計方針の策定

熱制御系に求められる機能要求をもとに SOHLA-1 の熱設計方針を定めた。

(2) 熱解析による熱設計検討

システム熱数学モデルを作成し熱解析を行い、熱計装・熱制御材の配置検討等の熱設計検討を行った。

(3) 熱構造モデルを使用した熱平衡試験

熱設計の妥当性評価およびシステム熱数学モデルのコリレーションに必要なデータの取得を目的として、熱構造モデル(STM, Structural and Thermal Model)を製作し熱平衡試験を行った。

3. 成果の概要

(1) 熱設計方針の策定

a. SOHLA-1 熱制御系機能要求

地上および打ち上げ時から運用期間終了までのすべての運用モードにおいて、機器を許容温度範囲内に維持することである。

b. 熱設計方針

上記の機能要求を満たすべく検討した熱制御系の設計方針は以下の通り。

- ・受動型熱制御方式を基本とする。ヒートパイプ等の熱制御デバイスは用いず、黒色塗料、多層断熱材(MLI, Multi Layer Insulation)等の熱制御材による表面光学特性の調整により熱制御を行う。
- ・特定の放熱面を設けず、内部機器からの発熱は、サイドパネル等を解して宇宙空間へ放熱させる。放射量バランスは、各パネル内側に設置した MLI の貼付面積の大きさに調整する。
- ・衛星内部は輻射熱結合を強めるため、基本的には黒色塗装を施す。
- ・発熱機器には、接触熱抵抗低減のため、取り付け面と構体との間にフィラーシートを挿入する。

(2) 熱解析による熱設計検討

a. システム熱解析の目的

システム熱数学モデルによる熱解析を実施し、熱計装の配置検討および熱設計方針の妥当性評価を行った。

b. システム熱解析の手順

まず、熱制御材を施さない状態の熱数学モデルを用いて簡易熱解析を実施し、熱的にクリティカルな箇所を把握する。その解析結果および熱設計方針に基づき熱制御材の配置検討を行う。その後、熱制御材を配置した熱数学モデルを用いて解析を実施する。その解析結果を評価し、必要に応じて熱制御材の配置変更などの修正を行い、再度解析を行う。機能要求を満たすまで、この手順を繰り返し実施した。

c. 軌道上熱数学モデル

本モデルは、衛星システム全体モデルであり、総ノード数は約 1500 ノードである。モデル形状形成等のプリプロセッサには「Thermal Desktop」を、熱解析ソルバーには、「SINDA/Fluent」を用いた。Fig.2 に衛星システム熱数学モデルの概観（透過図）、Fig.3 に解析結果イメージ図を示す。

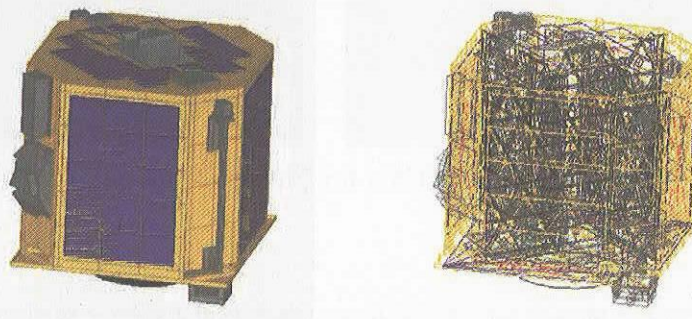


Fig.2 Mathematical Models of SOHLA-1 for Thermal Analysis

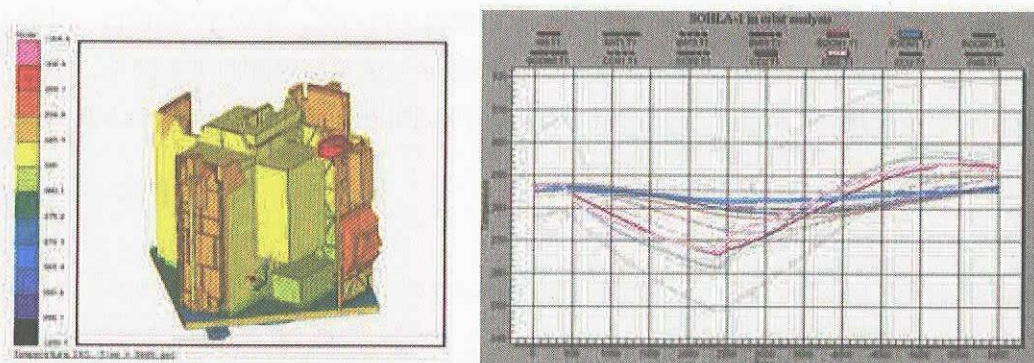


Fig.3 Image of a result of thermal analysis

(3) 熱構造モデルを使用した熱平衡試験

平成 17 年 2 月 4 日～2 月 10 日まで筑波宇宙センター小型衛星試験棟において小型スペースチャンバーを用いて熱構造モデルの熱平衡試験を行った。本試験の目的は、SOHLA-1 の熱設計の妥当性評価及び解析に使用するシステム熱数学モデルの精度向上のために実施するコリレーション作業に必要なデータの取得である。

試験に使用した供試体は、機械環境試験に使用した構造モデルに黒色塗装および熱計装を施した熱構造モデルであり、本試験における外部熱入力の実験はスキーンヒータ法を採用したため、太陽光入射、アルベド、地球赤外放射等の外部熱入力はサイドパネル、アッパーデッキ、ロアーデッキにはカプトンヒータを貼り付けている。内部搭載機器の発熱も機器ダミーに貼り付けたカプトンヒータにより模擬した。試験では、外部熱入力及び内部発熱分布が違う全 10 モードの試験を行い、衛星各部に取り付けた 60[ch]の温度センサ(熱電対)の温度データを取得した。Fig.4 に熱平衡試験に用いた熱構造モデルの外観を示す。



Fig.4 STM of SOHLA-1 for Thermal Balance Test

4. まとめ

SOHLA-1 熱制御系の開発において、今年度は機能要求を満たす熱設計方針を策定し、その方針に基づいて熱設計開発を行った。ソフトウェアを用いた熱設計解析およびハードウェアを製作し熱平衡試験を実施することにより、熱設計の妥当性評価および解析モデルの精度向上に必要なコリレーション用データの取得を行った。平成 17 年度は、試験で得られたデータを用いてコリレーションを行い、熱数学モデルの精度向上を図る。また、その熱数学モデルを用いた軌道上予測解析を行い、FM(Flight Model)のシステム熱設計に反映する。