

저궤도위성 광학탑재체의 열진공시험 결과를 이용한 열해석 모델 보정

김민재* · 허환일**† · 김상호*** · 장수영**** · 이덕규**** · 이승훈**** · 최해진****

The Correlation of Thermal Analysis Model using Results of LEO Satellite Optical Payload's Thermal Vacuum Test

Minjae Kim* · Hwanil Huh** · Sangho Kim*** · Suyoung Chang**** · Deoggyu Lee**** · Seunghoon Lee**** · Haejin Choi****

ABSTRACT

Thermal models are made to verify the process that operate in space orbit. In this study, thermal analysis model correlation was performed to satisfy the criteria of correlation. Ground thermal vacuum test results are used for the correlation thermal model in the process of thermal model verification.

초 록

우주공간에서 임무를 수행하는 인공위성이 궤도상에서 원활하게 작동할 수 있도록 열모델의 보정 과정을 통하여 열해석 모델을 검증하는 과정이 이루어진다. 본 연구에서는 열해석 모델을 검증하는 과정으로 지상 열진공시험결과를 이용하여 요구조건을 충족시키기 위하여 열모델의 보정을 수행하였다.

Key Words : Low Earth Orbit(저궤도 위성), Thermal Analysis(열해석), Thermal Vacuum Test(열진공 시험), Satellite Payload(위성 탑재체) Thermal Balance(열평형)

1. 서 론

인공위성의 광학탑재체가 우주공간에서 임무를 수행하는 궤도상에서 우주 열환경으로부터 보호하고, 모든 부품이 허용온도 범위에 유지시

키기 위해서는 열제어 설계를 수행함으로써 열해석 모델을 검증하게 된다. 열해석 모델의 검증은 열진공시험을 수행하여 시험결과를 이용하여 열해석 모델을 보정함으로써 진행된다.

2. 본 론

2.1 위성 열해석 모델

Figure 1은 저궤도 위성의 광학탑재체 열해석 모델로서, 이 열모델을 통해 위성의 임무궤도환

* 정회원, (주)한화

** 중신회원, 충남대학교 항공우주공학과

*** 정회원, 한국항공우주산업(주)

**** 정회원, 한국항공우주연구원

교신저자, E-mail: hwanil@cnu.ac.kr

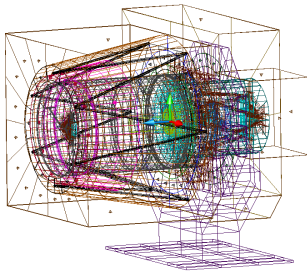


Fig. 1 지상시험 열해석 모델

경에서 열해석을 수행하게 된다. 열모델에 존재하는 히터를 중심으로 3부분으로 분류하여 보정을 수행하였다. 열해석에는 범용 열해석 프로그램인 Thermal Desktop Ver. 4.8과 온도 분포해석 프로그램인 SINDA Ver. 4.8을 사용하였다.

2.2 열모델 보정

열모델의 보정을 수행함에 있어서 보정 결과가 일정한 요구조건의 범위 내에 도달 할 경우 열모델 보정이 완료되었다고 인정하게 된다[1]. 위성 열모델 보정의 요구조건은 열진공시험결과로부터 70% 이상의 부품이 $|\Delta T| < \pm 3^\circ\text{C}$ 의 범위 내에 속하는 것을 기본으로 하여 수행하였다.

Local Shroud

- Shroud 1번에서 원형으로 뚫린부분을 막음
- 광학물성 처리

UC Heater A & B, LC Heater

- Heater를 Nadir MLI 모델에서 분리
- 내부/외부 면의 광학물성 수정
- 실제 위치 반영하여 모델링

Nadir Module

- Platform의 양쪽면을 MLI Insulation 처리
- Upper Payload Platform과 외부 MLI, HSTS 외경 사이의 빈공간을 MLI로 막음
- MLI 광학 물성, Thermo-Physical 물성 수정

HSTS Tube

- Upper Payload Platform 아랫부분과 M1 Bezel 사이 MLI Insulation 처리
- MLI 광학 물성, Thermo-Physical 물성 수정

M1 Bezel, Lower Cavity

- MLI 광학물성 수정

2.3 열모델 보정 결과

인공위성의 열모델의 보정의 최종 목표는 예측 결과(해석결과)와 시험결과의 차이를 최소화 시키며, 열모델 보정의 요구조건에 일치시키는 것이다. 다음의 Table 2에 열모델의 보정 결과를 나타내었다. 열모델 보정 결과 Hot Thermal Balance에서는 시험결과와 해석결과 값이 요구조건에 일치하였지만 Cold Thermal Balance에서는 요구조건에서 약간 벗어난 것을 확인할 수 있다.

Table 2. Results of Thermal Model Correlation

	Cold TB	Hot TB
$ \Delta T $ 의 평균	2.88 °C	1.31 °C
$ \Delta T < \pm 3^\circ\text{C}$	66.20 %	96.34 %

3. 결 론

본 연구에서는 지상시험결과를 이용하여 열모델 보정을 수행하였다. 보정 결과값이 요구조건에 대부분 일치하였지만, Cold Thermal Balance의 경우 요구조건에 약간 벗어났다. 해석결과 요구조건에서 크게 벗어난 Lower Cavity 부분을 중심으로 하여 요구조건 범위 내에 들도록 열모델 보정이 진행되어야 할 것이다.

후 기

본 연구는 한국항공우주연구원의 위탁연구과제 "다목적실용위성3호 전자광학카메라 및 전장품 열진공하 온도영향 분석"의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 이장준, 김희경, 현범석, "저궤도 인공위성 열-구조 모델 열진공시험 결과를 활용한 열모델 보정", 한국항공우주학회지, 제37권, 제9호, 2009, pp.916-927