

위성광학계의 광기계 설계

Opto-mechanical Design of Space Telescope

강명석

(주)췁트렉아이

kms@satreci.com

국내의 위성카메라개발은 우리별 3호의 15m 해상도, 3개의 채널을 가진 MEIS(Multi-spectral Earth Imaging System)으로 시작되었다. MEIS는 인공위성연구센터와 남아프리카공화국의 Stellenbosch 대학교의 공동연구로 개발되어 1999년 5월 발사되었다. 항공우주연구원에서는 해상도 6.6m의 EOC (Electro-Optic Camera)를 미국 TRW와 공동으로 개발하였고, 이를 탑재한 다목적실용위성 1호는 1999년 12월에 발사되었다. 다목적실용위성 2호에는 이스라엘의 ELOP사와 공동으로 개발한 해상도 1m의 위성카메라 MSC를 탑재하여 올 7월에 발사에정도로 있다. 현재는 다목적실용위성 3호에 탑재할 해상도 0.7m의 지구관측카메라 AEISS (Advanced Earth Imaging Sensor System)의 개발을 목표로 국제공동개발연구가 진행중이다. 또한 (주)췁트렉 아이는 해상도 2.5m, 4개의 채널을 가진 지구관측카메라 MAC (Medium Aperture Camera)을 말레이시아 ATSB사와 공동개발하여 2005년 8월에 납품하였으며, 현재 구경 120mm, 해상도 10m, 3개의 채널을 가진 지구관측카메라와 TMA 방식의 초다중채널카메라 등 다양한 위성카메라 모델을 개발하고 있다. 이와 같이 국내 위성카메라의 개발은 약 10년의 짧은 역사에도 불구하고 빠른 발전을 보이고 있으나 기반기술에 있어서는 극복하고 해결해야 할 문제들이 많은 것이 사실이다. 본 논문에서는 광기계설계의 관점에서 위성카메라의 개발에 대해 개괄적으로 정리하고 국내 수준과 과제에 대해 기술한다.

광기계설계는 광학설계에 의해 정의된 광학면의 위치와 형상을 실제로 구현하여 유지하도록 하는 것이다. 광기계설계에서는 렌즈나 반사경과 같은 광학부품의 형상설계 및 장착법과 치수안정성과 정/동하중에 대한 강도와 조립/시험하는 전 과정 및 운용되는 환경을 고려하여 광학시스템을 설계한다.

위성카메라는 고해상도의 영상에 대한 요구가 점차 커지고 있어, 이에 따라 광학계의 구경이 커지는 추세이다. 중대형광학계에서는 무게와 크기에 대한 부담으로 대개 반사광학계를 채용한다. 반사경의 경우 경량화가 가능하며, 무게에 대한 제한이 큰 위성광학계에서는 경량화가 필수적이다. 또한 중력에 의한 효과가 커져 조립/정렬 후 최종으로 궤도에 올려졌을 때 반사경 등 광학요소의 변형과 정렬오차가 허용범위에 들도록 설계/제작하여야 한다.

위성카메라는 위성에 탑재되어 발사되며 위성을 탑재한 발사체의 외부 및 추진장치로부터 전달되는 동적하중은 위성을 통하여 위성카메라에 전달된다. 위성카메라의 동적환경은 발사체로부터 전달되는 동하중과 이를 탑재한 위성체의 동특성에 의해 결정된다. 발사 중 위성카메라에 가해지는 동하중은 사인 및 랜덤진동으로 대표할 수 있으며 위성카메라는 발사 중 받는 동하중에 대해 안전하도록 설계되고 검증되어야 한다. 시스템의 강도를 향상시키기 위한 요구조건은 경량화의 조건과 서로 상충되는 경향이 있어 요구조건을 만족하는 최적설계를 찾아야 한다.

발사된 위성은 지구궤도를 돌면서 운영된다. 위성카메라는 위성의 내부 또는 외부에 탑재되어 운영되고 위성카메라의 열환경은 궤도 및 운영방식에 의해 결정되는 우주환경과 위성시스템의 열특성에 의해 결정된다. 궤도상에서의 위성카메라의 열교환은 전도와 복사에 의해 이루어진다. 따라서 이같은 우주에서의 환경을 고려한 위

성카메라의 열제어설계가 필요하다. 열제어는 능동 또는 수동의 방식으로 제어하며 지상에서와는 달리 복사에 의한 열전달이 주요한 요소가 된다. 위성카메라의 온도분포는 치수안정성과 관련되어 광학적인 성능에 직접적인 영향을 준다. 따라서 광학적으로 설계된 위성카메라의 성능은 개별적인 광학요소들을 장착 및 정렬과 더불어 카메라 시스템의 치수안정성에 대한 설계와 온도를 결정하는 열제어설계에 영향을 받는다.

현재 국내의 기술은 대구경의 경우 한국항공우주연구원이 개발을 주도하고 있고 중/소구경의 경우 (주)썬트렉아이에서 다양한 광학계에 대한 경험을 축적하고 있다. 반사경의 제작은 한국표준과학연구원에서 최근 반사경의 폴리싱 기술을 개발하였으며 생산성 향상과 경량화를 위한 기술 및 장비를 개발하고 있다. 복합재료구조체의 경우 국내에서 최근 개발하려는 움직임이 있어 향후 국산화에 대한 기대를 걸어본다.

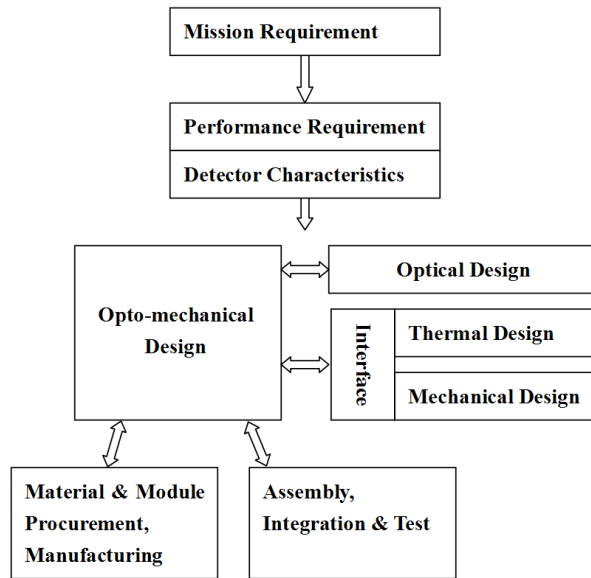


Figure 1. Opto-mechanical Design Process

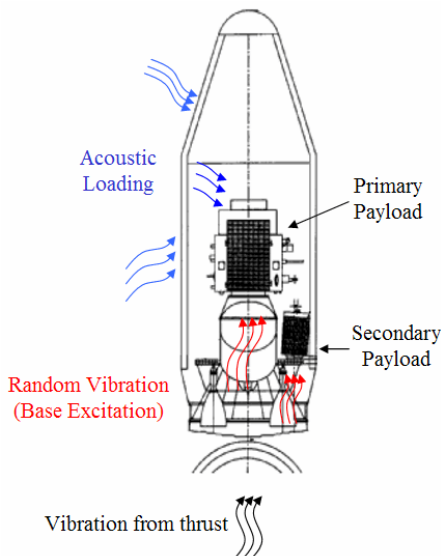


Figure 2. Dynamic environment

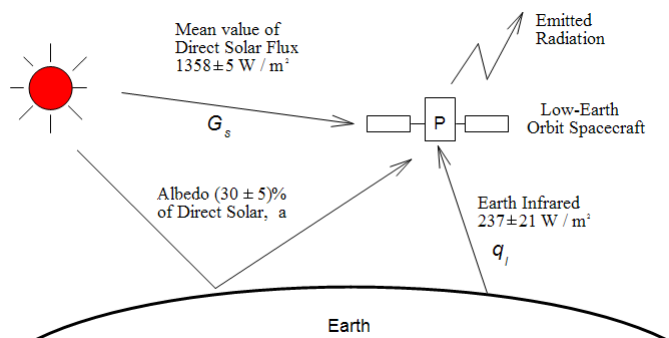


Figure 3. Thermal environment