레이저추적기를 사용한 정지궤도위성 태양전지판 전개시험장치 정밀정렬

Alignment of Solar Array Deployment Test Equipment for Geostationary Orbit Satellite using Lasertracker

*최정수[1], 박종석[1], 문상무[2], #윤영식[2],
*J. S. Choi[1], J. S. Park[1], S. M. Moon[2] , #Y. S.Yoon(ysyoon@kari.re.kr)[2]
[1]한국항공우주연구원 정지궤도위성체계팀, [2]한국항공우주연구원 우주환경시험팀

Key words : lasertracker, solar array deployment, satellite alignment

1. 서론

인공위성의 태양전지판은 접힌 상태로 로켓에 탑재되고 발사되며 우주 궤도상의 무중력 상태에서 전개되어 임무를 수행하게 된다. 인공위성에 장착되는 대부분의 주요 장치들은 높은 신뢰성을 위해 백업 개념으로 듀얼모듈로 구성되어있으나 태양전지판은 위치 및 구조적 특성 등으로 인해 단독으로 장착되어 작동하며, 임무 실패 시 전원을 발생시키지 못하므로 위성시스템 전체의 실패를 야기하게 된다. 따라서 매우 높은 신뢰도가 요구되며 지상에서 수행되는 태양전지판 전개시험은 이를 검증하기 위한 가장 중요한 시험 중 하나이다. 특히 위성의 구조물은 발사비용을 절감하기 위해 최대한 경량으로 최적화되어 설계되기 때문에 지상 시험 시 지구 자중으로 인해 발생하는 굽힘 하중을 견디면서 태양 전지판이 전개되도록 힌지 또는 구동계가 설계되지 않았다. 따라서 지상에서 무중력 상태를 모사하여 우주 궤도상에서 전개되는 것과 동일한 방식으로 전개되도록 시험장치가 구성되어야 한다. 이를 위해 천리안위성의 태양전지판 전개시험장치는 에어베어링을 사용해 전개 시 발생할 수 있는 마찰력을 제거하였으며 중력에 대한 영향이 없도록 하기 위해 레일의 양 끝단이 지구 중력축에 대해 수평이 되도록 정밀정렬 되었다.

2. 레이저 추적 시스템

레이저 추적 시스템은 표적에 부착된 반사구(reflector)에서 반사된 레이저를 추적하여 3차원 위치 정보를 측정할 수 있는 장치로써 반사된 레이저의 각도 및 거리를 측정하고 이를 사용해 비접촉식으로 3차원 위치정보를 획득할 수 있다. 레이저 추적기의 본체는 레이저의 각도를 측정하기 위한 수직 및 수평 인코더(encoder)와 거리를 측정하기 위한 센서(IFM 또는 ADM 방식), 광선 분할기, 기준 거울 등으로 구성되어 있다. 본 연구에서는 데이터 처리와 운용을 위해 Axyz S/W를 사용하였으며 0.5in RRR type의 반사구, 자석식 홀더 등이 사용 되었다. 또한, 측정오차를 줄이기 위해 대기 중의 온습도와 대기압을 체크하여 측정에 반영하는 HM30 센서, 중력방향에 대해 좌표축을 정렬하고 측정 중 외부 진동 등에 의한 오차를 확인하기 위한 Nivel230 센서가 사용하였다.

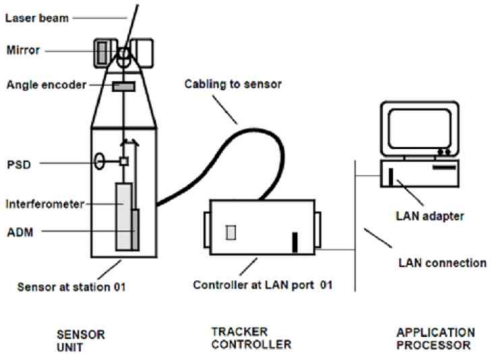

Fig. 1 Laser tracking system layout

3. 태양전지판 전개시험장치 정렬

태양전지판 전개시험장치는 위성체에 태양전지판을 부착하거나 전개시험을 할 때 지구중력으로 발생하는 자중을 상쇄시키기 위한 장치이다. 전개시험장치는 Fig.2와 같이 위성 조립 및 시험실 내부 콘크리트 벽에 2개의 jib가 부착된 후 Meroform으로 만들어진 트러스트형 구조물이 연

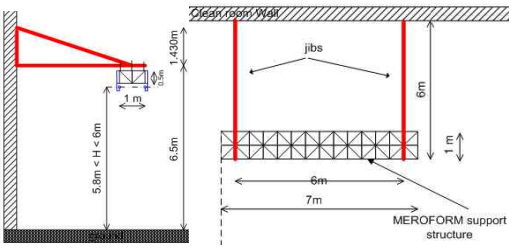

Fig. 2 Solar array deployment rig layouts

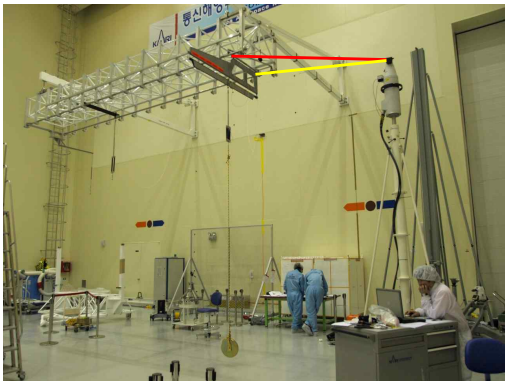

Fig. 3 Solar array deployment rig alignment using laser tracker system

결되고, 7m 길이의 2개의 평행한 레일이 트러스트 구조물 하부에 장착된 형태이다. 태양전지판의 전개 시 중력에 의한 영향이 없도록 하기 위해서는 레일의 중력방향에 대한 정렬이 수행되어야 하며, 에어베어링이 원활하게 작동하기 위해 레일 사이의 간격에 대한 정렬도 수행되어야 한다. 이를 위해 우선 두개의 jib를 시험실 벽면에 장착할 때 지면에 대한 높이 차이가 ±50mm 이내가 되도록 구조물을 조절하였다. 이후 트러스트형 구조물과 레일을 조립한 후 에어베어링 장치를 장착하고 레이저 추적기의 홀더를 이동부에 부착하여 레일에 대한 정밀 정렬을 수행하였다. [Fig. 3 참조].

지구중력방향에 대한 레일의 정렬을 위해 레이저 추적기의 회전축을 지구중력방향에 대해 1"(decimal degree) 이내로 정렬하고 이때의 회전축을 레이저 추적기의 z 좌표로 정의하였다. 이후 북쪽 레일의 좌표를 먼저 측정하고 레일의 오차를 보정한 후 남쪽 레일을 측정하고 북쪽 레일과의 거리를 조절 하였다. 그 결과 각 레일의 지구중력에 대한 수평도는 허용요구조건인 0.2mm/m 이내 및

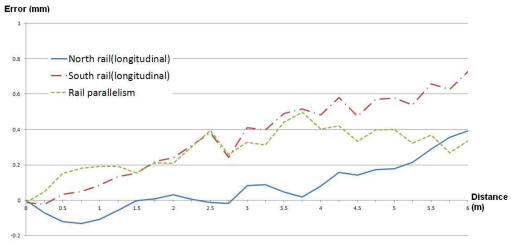

Fig. 4 Solar array deployment rig final alignment results

전체 레일의 최대허용오차 1mm 이내로 정렬을 완료하였다. 또한, 정렬이 완료된 전개장치의 원활한 작동을 확인하기 위해 15. 3kg의 추를 장착한 후 에어베어링 작동 시 레일에 대한 마찰계수를 측정한 결과 최대 0.0016 으로서 요구조건 0.002 이하를 만족하였다.

4. 결론

본 연구에서는 3차원 비접촉식 측정 장비인 레이저추적기를 사용하여 무중력상태를 모사할 수 있도록 개발된 태양전지판 전개시험장치를 정밀정렬 하였다. 에어베어링을 적용한 태양전지판 전개장치는 국내에서는 천리안위성에 최초로 적용되었으며 이를 사용하여 태양전지판 전개시험 및 최종조립을 성공적으로 완료하였다. 본 측정 결과 및 정렬 방법은 차기 위성 개발 시 활용되어 사용될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Jong Seok, PARK, Jung Su, CHOI, Koon-Ho, Yang, "Integration & Ground Deployment Test of the Deployable Appendages in the COMS", KSSS Fall Conference, 2010.
2. 이병기, 김영윤, 윤용식, “위성 탑재 센서의 정렬 측정 및 보정에 관한 연구”, 한국정밀공학회 춘계학술대회논문집, 2005.
3. 최정수, 김연용, 김형완, 윤용식, “정지궤도 위성의 정렬측정을 위한 기준정보 획득”, 한국정밀공학회춘계학술대회논문집, 2009.
4. Laser Tracker Module Software Reference Manual, Axyz LTM, Leica Geosystems AG.