

정지궤도위성 기상탑재체 접속구조물 동특성해석 및 진동시험결과 분석

Dynamic analysis and vibration test results of Meteorological Payload Interface Structure

김선원† · 김창호* · 김종우** · 김성훈* · 진익민*

Sun-Won Kim, Chang-Ho Kim, Jong-Woo Kim, Sung-Hoon Kim and Ik-Min Jin

1. 서 론

정지궤도 기상위성의 탑재체는 위성의 발사 시에 발사체에 의한 동적하중에 노출된다. 또한, 우주공간상에서는 태양과 심우주에 의한 극심한 고온 및 저온의 열환경에 노출된다. 이러한 하중에 대해 기상탑재체가 기계적으로 안정적이고 요구되는 관측 방향으로 정밀지향을 하기 위해서는 구조적인 고려가 필요하다. 본 논문에서는 개발 예정인 정지궤도 기상위성에 대한 사전기술검토를 위하여 수행된 발사 및 궤도상의 환경 하에 기상탑재체를 안정적으로 지지하는 접속구조물 (MPIS, Meteorological Payload Interface Structure)의 동특성해석 및 진동시험결과에 대하여 기술한다.

감시하기 위하여 CFRP 블록으로 강도보강을 한다. Bipod는 열응력을 저감시키는 구조로 설계한다.

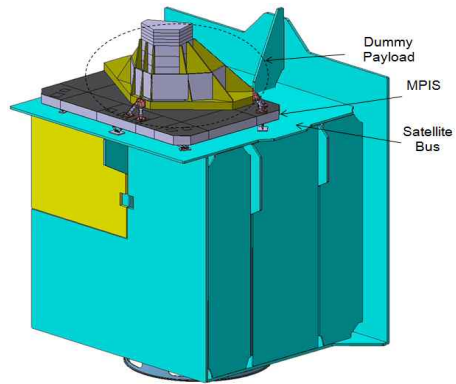


Fig. 1 Structure Model of Meteorological Satellite

2. MPIS 동특성해석 및 진동시험

2.1 설계 및 해석

(1) 설계

Fig. 1은 차기 기상위성의 구조모델을 보여준다. MPIS의 진동시험을 위하여 기상탑재체는 실제 탑재체의 질량특성 및 강성을 모사한 더미 탑재체를 적용한다. Fig.2에서 보여지듯이 MPIS는 복합재 면재와 알루미늄 심재로 구성된 PIP(Payload Interface Panel)와 Bipod로 구성된다. PIP를 구성하는 허니콤 심재는 하중흐름의 방향에 따라 리본 방향이 설정되고 체결부는 국부적인 응력집중을 저

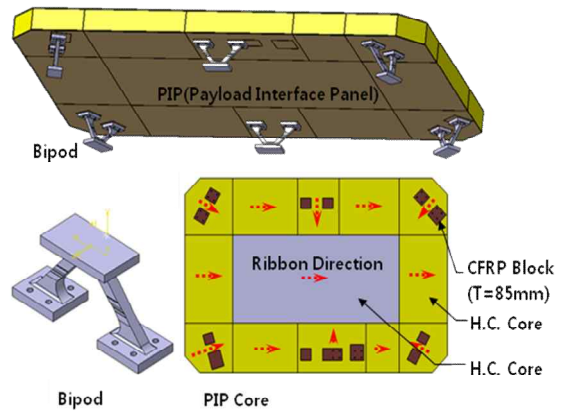


Fig. 2 MPIS

(2) 동특성해석

설계된 더미 기상탑재체의 최소고유진동수는 56.9Hz로써 기상탑재체 비행모델의 강성에 해당하는 60Hz와 5%의 차이를 가지고 유사하게 나타났다.

† 교신저자; 한국항공우주연구원 위성기술연구소

E-mail : sunwkim@kari.re.kr

Tel : 042-860-2678, Fax : 042-860-2603

* 한국항공우주연구원 위성기술연구소

** 대한항공 항공기술연구원 위성체그룹

더미 탑재체가 장착된 MPIS의 최소고유진동수는 경계조건을 hard mounting조건으로 하였을 경우 요구조건인 40Hz이상(2차 요구조건은 발사체를 고려한 30Hz이상임)을 만족하는 40.1Hz에 해당하였고 최적화를 통하여 경량구조물 설계를 하였다.

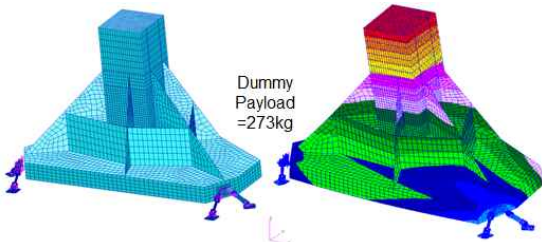


Fig. 3 FE Model and minimum natural frequency of Dummy payload (1st Freq.=56.9Hz)

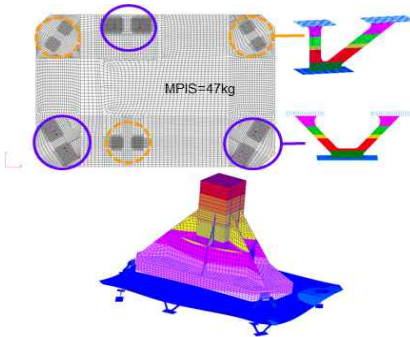


Fig. 4 FE Model and minimum natural frequency of MPIS with dummy payload(1st Freq.=40.1Hz)

2.2 진동시험

(1) 제작 및 시험준비

발사 시에 발생하는 하중에 대하여 MPIS의 진동 특성 및 구조 안정성 확인과 허니콤 샌드위치 패널의 제품 품질을 확인하기 위하여 진동시험을 수행하였다. Fig. 5에서 보이는 바와 같이 3축 가속도 센서를 PIP의 탑재체 및 위성분체와의 접속부, PIP 중앙부(PT10) 및 더미 탑재체의 무게중심 위치(DM17)에 장착하였다. 각 축 방향으로 개별적으로 가진기를 이용하여 사인파 가진을 하였다. Table 1은 시험 수준을 보여준다.

Table 1 Sine Vibration Test Level

Axis	Frequency	Acceleration(g)	Sweep rate
X,Y,Z	5-20	3.72mm(0-peak)	4 Oct/min
	20-30	6	
	30-150	4	

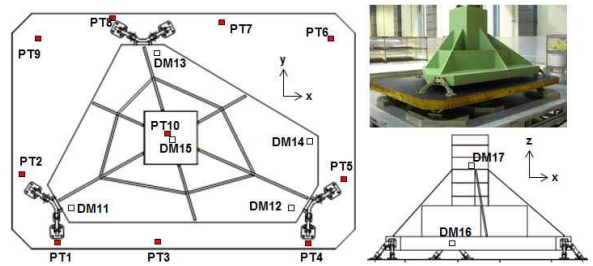


Fig. 5 Sensor location

(2) 시험결과

각 축에 대한 시험결과 중에서 고유진동수가 가장 낮은 Y방향에 대한 시험결과는 Fig. 6에서 보여지는 주파수응답함수와 같다. 더미 탑재체의 무게중심에서 가속도는 더미 탑재체 접속부(DM11) 및 이와 비슷한 위치의 PIP 접속부(PT1)보다 큰 진동이 발생하였다. 최소고유진동수에 대한 시험결과는 36.3Hz로써 해석값인 40.1Hz보다 10% 정도 작게 나타났다. 이러한 차이는 해석에서 고려한 강건한 경계조건, 볼트 체결부의 강체요소 모델링과 같은 해석모델의 가정조건과 실제 제작품의 가공공차(C.G., M.O.I, 치수 등)로 인하여 발생한 것으로 판단된다. 1차 요구조건인 40Hz 이상을 만족하지 못하고 2차 요구조건인 30Hz 이상을 만족하였다. 구조물 파손여부는 시험 전후의 저수준 사인파 가진시험을 통하여 주파수응답함수를 비교함으로써 수행하였고 결론적으로 구조적으로 문제가 없음을 확인하였다.

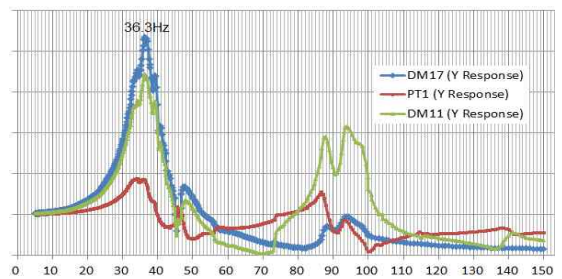


Fig. 6 FRF at C.G. of dummy payload(DM17), PIP I/F(PT1), dummy payload I/F(DM11)

3. 결 론

차기 정지레도 기상위성의 기상탑재체를 장착하는 구조물에 대한 동특성해석 및 진동시험을 수행하였다. 해석과 시험에 의한 결과인 최소고유진동수는 10%정도 차이가 났으나 구조적으로는 안정적임을 확인하였다.