

# 우주망원경을 위한 광기구시스템 설계

## Optomechanical System Design for a Space Telescope

김현규  
 (주)토피스  
 hnkyukim@topins.co.kr

### 1. 개요

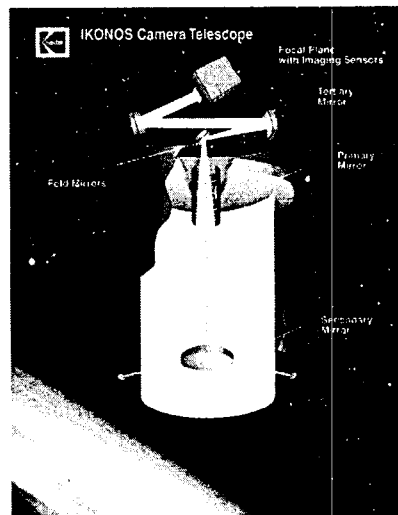
우주망원경으로서 일반인들에게 가장 잘 알려진 것은 허블우주망원경(Hubble Space Telescope) 이다. 이 망원경은 반사광학계로 구성되어 주경의 직경이 2.4m나 되는 초대형 우주망원경으로서 천문관측을 위하여 운용되고 있으며, 이 분야의 발전에 지대한 역할을 하고 있다. 지상에 설치되어 운용되는 천체망원경으로 천문관측을 할 때 지상의 대기층을 통하여 관측함으로써 발생하는 영상의 일그러짐을 해소하기 위하여 우주공간에 설치한 망원경이 허블우주망원경이다. 그리고 키홀(Key Hole) 이라고 불리는 망원경은 허블우주망원경과 거의 같은 크기를 갖고 있으며 지구를 관측하는 우주망원경이다.

최근에는 우주망원경으로 촬영한 영상을 판매하는 경쟁이 활발해지고 있는데, 오래전부터 프랑스의 스팟(SPOT)위성은 영상 판매시장의 60-80%를 점유하고 있으며 미국은 이코노스(IKONOS)라는 상업위성을 띄워놓고, 고해상도 위성영상 판매시장의 선두주자로 나서고 있다.

현재 지상에 설치되어 있는 가장 큰 망원경은 직경 10m 반사경을 사용하고 있으나, 향후 그 직경은 30m 또는 100m로 커질 전망이다. 차세대 우주망원경도 거의 직경 10m 급으로 추진되고 있는 중이다.

우주망원경은 특수한 환경에서 사용되며, 아주 예외적인 경우를 제외하고는 정비유지 및 보수가 불가능하다. 따라서 설계시에 우주환경을 충분히 고려하여야 하고, 우주환경에 노출되어 있는 상태와 유사한 실험을 거쳐 우주공간에 올려진다.

본 특강에서는 우선 망원경의 종류를 알아보고, 최근에 국내에서 관심이 높아지고 있는 우주망원경의 광기구 설계에 대하여 자세히 알아보고자한다.



### 2. 광기구시스템 설계

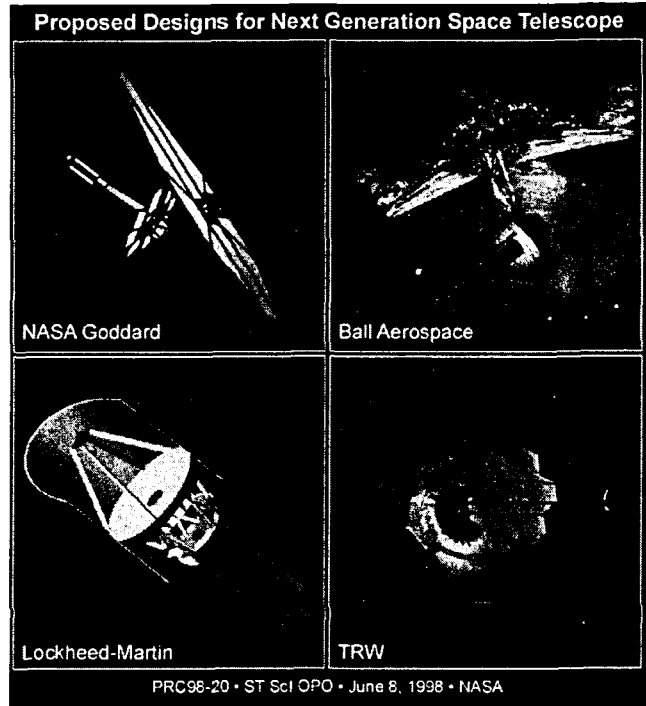
우주망원경은 우주환경에서 사용되는 망원경으로서 그 환경요소가 지상과 다르기 때문에 지상에서 사용하는 망원경과 구분하여 설계 되어야 한다. 여기서 광기구설계(Optomechanical Design)라 함은 “망원경의 광학성능을 보장하기 위한 최적구조 설계”라고 간단히 표현할 수 있다. 즉 망원경에 대한 광학계설계가 이루어 지면 광학부품의 크기와 곡률반경과 같은 제원을 알 수 있다. 굴절망원경의 경우는 렌즈를 사용하기 때문에 이러한 제원으로 렌즈 가공을 시작할 수 있으나, 반사망원경의 경우는 반사경을 사용하기 때문에 반사경의 뒷면을 어떻게 처리하는냐에 따라서 반사경의 무게와 성능이 결정된다. 따라서 반사경의 광학성능과 무게를 최적화하는 작업이 필요하고 이러한 과정은 반사경의 구조해석을 통하여 이루어 진다.

그리고 반사경을 망원경 구조에 부착할 때 지지구조가 필요하게 되며, 그 지지구조는 진동, 충격 및

온도변화를 가했을 때 반사경의 변형을 최소화 하도록 설계제작되어야 한다. 그 다음은 반사경과 반사경을 연결하는 망원경의 주구조(Primary Structure)에 대한 구조해석이 필요하다. 왜냐하면 반사경과 반사경 사이의 거리는 광학계설계에서 주어진 값으로 항상 유지되어야 하고, 반사경이 틸트(tilt) 또는 디센터(decenter)가 발생하여서는 안된다. 이러한 작업은 광학성능을 분석하여 디스페이스(despace), 틸트 및 디센터 허용범위를 정하여 놓고, 구조해석을 통하여 최적화하여야 한다.

우주환경에서는 망원경이 극심한 온도변화를 겪게 되는데 이러한 온도변화는 망원경의 광학성능에 치명적인 영향을 미치게 되기 때문에 망원경의 외부를 MLI(Multi-Layer-Insulator)로 덮어씌워서 온도변화를 최소화하고, 발열부위의 온도 상승은 라디에타를 이용하여 제어한다. 망원경 내부의 균일한 온도분포를 유지하기 위해서는 히터를 사용하여야 한다. 이러한 정밀한 열제어 및 열해석을 통하여 구조의 온도분포를 구하고 이 결과를 가지고 구조변형의 값을 구하여 광학성능을 계산하면 우주공간에서 망원경이 갖게될 광학성능을 예측할 수 있게 된다.

우주망원경의 광기구시스템 설계는 광학설계, 구조해석, 열제어 엔지니어의 역할과 이들의 설계결과를 적시에 잘 분석하고 종합하여 활용할 수 있을 때 성공적으로 수행될 수 있다.



### 3. 결론

최근에 우주망원경은 해상도를 높이기 위하여 점점 더 크기가 커지고 있으며, 따라서 반사광학계를 사용하고 있다. 이러한 반사광학계의 반사경은 경량화가 필수 이며, 지지구조 및 주구조에 대한 구조해석 및 열제어를 수행하여야 한다. 이러한 작업들은 망원경의 광학성능을 최대한 보장하기 위하여 이루어지며 광학설계, 구조해석 및 열제어 엔지니어와 광기구시스템 엔지니어와의 조화로운 활동에 의해서 완성될 수 있다.

### 참고문헌

1. C. B. Pease, "Satellite Imaging Instruments", Chap. 3, pp. 47-53, Ellis Horwood, 1991.
2. H.K. Kim, W.G. Kwon, J. S. Gu, "Dynamic Analysis of a One-meter Primary Mirror for a Space Telescope", SPIE-Space Telescope and Instruments II, Denver, Colorado, Aug., 1996.
3. 최세철, 김현규, 김연수, "Field Anastigmatic 조건을 만족하는 3반사 망원경 광학계 설계", 한국광학회지, 제8권3호, pp. 175-185, 1997.
4. 김현규, "고분해능 우주망원경 설계기법", 한국물리학회 광학 및 양자전자분과 초청논문발표, 10월, 1999.
5. 김현규, "우주망원경 개발기술", 광학과 기술, pp23-29, 6권4호, 2002.
6. Paul R. Yoder, Jr. "Optomechanical Systems Design", 2nd ed., Marcel Dekker Inc., 1993.