

## 인공위성 레이저 거리 측정을 위한

### 망원경 시스템에 대한 연구

# A Study on the Telescope System for SLR(Satellite Laser Ranging)

김은실, 이준호, 임형철\*

공주대학교 영상광정보공학부, 한국천문연구원\*

[snowaria@kongju.ac.kr](mailto:snowaria@kongju.ac.kr)

인공위성 레이저 거리측정(Satellite Laser Ranging, SLR) 시스템은 펄스 폭이 매우 짧은 레이저를 이용하여 위성과 지상의 위치를 mm(Normal Point) ~ cm(Single Shot)급으로 측정할 수 있는 고정밀 위치 추적 시스템으로 지구질량중심 및 국제 기준좌표계 결정, 인공위성 정밀 궤도 결정에 매우 큰 역할을 하고 있으며 최근에는 전 세계적으로 큰 이슈가 되고 있는 우주 잔해물 연구에도 이용되고 있다.<sup>(1)</sup> SLR 시스템은 레이저 발진기, 송수신 광학망원경, 송수신 광전자 장치, 고속 추적 마운트, 운영 시스템 등으로 구성되며, 지상 관측소에서 광학망원경을 통해 레이저 빔이 발사 되는 순간의 시각을 기록하고 레이저 빔이 레이저 되반사체(laser retro-reflector array)에서 반사되어 지상관측소로 되돌아오는 레이저 빔의 검출되는 시각을 측정하여 지상 관측소와 위성간의 거리를 결정할 수 있고, 망원경의 방향(방위각, 고도각)을 얻게 되면 위성의 3차원 위치를 계산할 수 있다.

SLR 송수신 망원경은 크게 송수신 분리형과 송수신 일체형으로 나누며, 송수신 망원경은 광학 정렬(optical alignment)이 매우 중요하다. 최근에는 광학정렬 문제를 해결하기 위해 송신과 수신을 겸용하는 일체형 방식이 이동형 SLR 시스템에서 많이 활용되고 있어, 송신 레이저 빔과 수신 레이저 빔을 스위칭하는 기술이 큰 이슈가 되고 있다. 송신 망원경은 레이저 빔의 지향 및 퍼짐도를 조절하며, 수신 망원경은 표적 관측과 위성으로부터 반사된 레이저의 파장만을 통과시켜 검출기에 집속 시키는 역할을 한다.

수신 망원경은 일반적인 천체관측 망원경과 유사한 형태나 고속 구동을 해야 하므로 가능하면 망원경의 관성모멘트가 작아지게 설계해야 한다. 수신 망원경은 주로 카세그레인(Cassegrain)이나 리치-크레티앙(Ritchey-Chretien) 초점 방식을 지닌다. 이러한 초점 방식은 주경 앞에 부경이 있어 레이저를 수신할 때 수광된 레이저 빔을 가리게 되어 레이저 에너지의 가우시안 분포가 변하게 된다. 이 때, 레이저 에너지의 분포는 radial 절단과 중앙 주경가림이 생긴다.

대부분의 분리형 SLR 시스템은 초점 길이에 비해 주경(포물면)-부경(쌍곡면)간 거리를 짧게 만들 수 있는 카세그레인 초점 방식을 많이 사용한다. 이는 시야각이 보통 20~30arcmin인 SLR 시스템에 렌즈의 매수가 많지 않아도 구현할 수 있다는 점과 구면 수차가 작다는 장점을 가졌다. 리치-크레티앙 초점 방식의 망원경은 구면 수차와 코마수차가 없으며, 시야각을 넓게 할 수 있어 주로 1m급의 망원경에 적용되고 있으며, Zimmerwald SLR 시스템 등에 사용된다.

그에 반해 일체형 SLR 시스템에서는 주로 쿠테(Coude) 초점 방식이 많이 사용된다. 이 방식을 적용하

면 레이저 발진기와 레이저 검출기 등의 시스템을 가깝게 두어 이들의 온도, 습도 등의 시스템 환경을 조절할 수 있으며 초점을 매우 길게 할 수 있다는 장점이 있다. 이 방식은 제 3경의 평면경외에 마운트 축에서 빛을 더 굴절시킬 수 있는 여러 장의 반사경으로 구성된다. 그러나 광경로가 길기 때문에 빛의 손실이 많고 시야각(Field of view)이 작은 단점이 있다.<sup>(2)</sup>



그림 1. 미국 GGAO의 1.2m 망원경 시설<sup>(3)</sup>

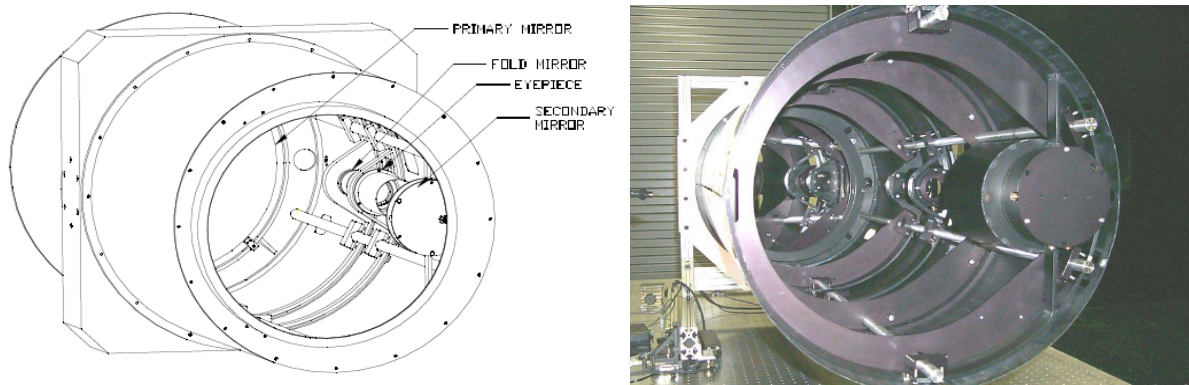


그림 2. 미국 SLR2000 프로그램의 40cm 카세그레인 방식의 망원경<sup>(4)</sup>

참고문헌

1. 김용기, 김덕현, 임권, 이성만, 차병현 “국내의 SLR 기술개발 현황”, 한국광학회 하계학술발표회 논문집, 320-321 (2005)
2. 박필호, 박종욱, 임형철, 조성기, 장정균, 민병희, 한정열 “위성추적 및 우주감시 시스템 기반기술 개발”, 과학기술부, 핵심 우주 기반 기술 연구사업 (2005)
3. Jan McGarry, Tom Zagwodzki, “A Brief History of Satellite Laser Ranging: 1964 - present\*”, NASA (2005)
4. John J. Degnan, “SLR2000 Technical Overview, Status, and Schedules”, NASA (2001)