

한국천문연구원 1 m 망원경

광학 기계부 설계 제작 및 성능 소개

Korea Astronomy Observatory 1 m Telescope

Its Opto-mechanical Characteristics and Performance

한인우, 장정균, 김한철*

한국천문연구원 보현산천문대, *선두천문대

iwhan@boao.re.kr

한국천문연구원에서는 1 m 망원경을 국내 기술로 설계 제작하여 현재 시험 관측을 수행하고 있다. 이 망원경은 가대는 경위도식이고 광학계는 Ritchey-Chretien 형 망원경이다. Ritchey-Chretien 형은 구면 수차와 코마 수차가 없는 광학계로서 대부분의 천문 연구 망원경이 Ritchey-Chretien 형으로 제작되고 있다. 원래의 광학계 설계는 합성초점비가 F/10, 주경 곡률 반경이 5,700 mm로 설계하였으나 주경 가공 과정에서 주경의 곡률 반경과 원뿔상수 (conic constant)가 설계치와 차이가 발생하여, 이에 맞추어 전체 시스템 설계를 변경하였다. 최종 완성된 망원경의 광학계 설계 수치는 아래 표와 같다.

< 1 m 망원경 광학계 설계 내용 >

주경	직경 1,000, 곡률반경 5,530, 원뿔상수 -1.08129
부경	직경 305, 곡률반경 2379, 원뿔상수 -4.44461
뒤 초점길이	700 mm (주경 꼭지점에서 초점면까지의 거리)
망원경 초점비	F/8.9

최종 제작된 망원경 경통의 모습은 다음 쪽 그림과 같다. 광학계 설계에서 특이점은 주경의 무게를 줄이고, 지지 방식을 간단히 하기 위하여 뒷면을 더블 아치 (double arch) 형으로 가공하였다는 점이다. 더블 아치 타입을 채택하여 주경의 무게를 약 50 % 정도 줄일 수 있었으며, 주경 지지를 6 점 지지로 간략하게 할 수 있었다. 더블 아치 형태와 지지부 설계는 유한요소법을 이용하여 경면 변형량이 1/10 파장 이하로 되도록 설계하였다.

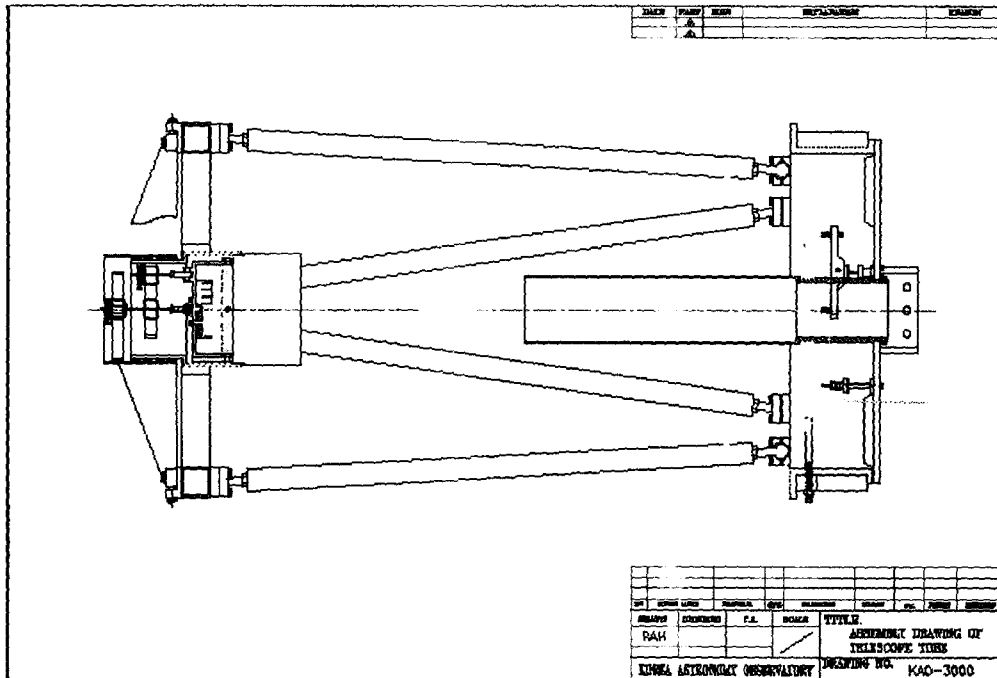
주경과 부경의 제작은 선두천문대에서 수행하였다. 지금까지 국내에서 30 cm 이상의 비구면 반사경을 연마한 경험이 없어 많은 국내 제작을 결정하는데 많은 부담이 있었으나, 반사경 연마기술의 국산화가 반드시 필요하다는 생각에 어려움을 각오하고 국산화를 결정하였으며, 선두천문대에서는 영리성을 배제하고 반사경 가공을 수행하였다.

주경 가공에서 우선 어려웠던 점은 뒷면을 더블 아치 형태로 가공하는 것이었다. 다음으로 주경 수정 작업에서 경면 형태를 측정하는 방법에서 어려움이 많았다. 본 망원경의 주경은 초점비가 F/2.7로서 초점비가 상당히 짧은 편이라 검사에 더 많은 어려움이 있었다. 간섭계를 이용하는 방법은 투자비가 많

이 들고 보조 광학계를 별도로 제작하는 등의 문제 때문에 고려할 수 없었다. 저렴한 비용으로 비교적 정밀하게 경면을 검사하는 방법을 여러 가지 조사한 후 와이어 테스트 방식을 이용하였다. 와이어 테스트 방법으로 F/2.7의 경면을 약 1/8 파장 정도의 정밀도로 검사할 수 있었다.

부경 연마는 주경보다 더 어려웠다. 부경은 오목면이 아니라 볼록면이기 때문에 검사 방법이 매우 까다롭다. 볼록면을 검사하는 데 많이 사용하는 Hindle 테스트는 약 1 m의 구면 반사경이 필요하기 때문에 경제적으로 고려할 수 없었다. 결국 먼저 볼록면에 맞는 오목 원기를 제작하고, 연마된 부경을 원기에 포개어 생기는 간섭 무늬 (뉴턴 프린지)를 이용하여 부경 형태를 측정하고 이에 따라 수정 작업을 진행하였다. 그러나 부경이 비구면 정도가 매우 심하고 무게가 무겁기 때문에 이 방법으로 경면을 검사하는 데에는 많은 어려움이 있었다. 최종 완성된 주경과 부경을 조립하여 정상 테스트를 한 결과, 많은 구면수차가 발견되었다. 결국은 정상 테스트 결과에 의하여 부경의 수정 방향을 결정하고 수정하는 과정을 4 번 반복하여 어느 정도 만족스럽게 부경을 수정할 있었다.

원고를 쓰고 있는 현재 아직 시험 관측을 계속하고 있기 때문에 최종 광학계의 성능은 정량적으로 제시할 수 없으나 전체적으로 조립된 광학계의 성능은 약 1/2 파장 정도 될 것으로 추정된다. 향후 더 정밀한 정상 테스트를 계속하여 수차를 추정하고, 수차가 크게 나오면 수정 작업을 계속할 예정이다. 대형 비구면 반사경 가공과 측정 기술이 매우 취약한 국내 현실에서 처음으로 1 m 망원경 광학계 가공을 시도하여 망원경을 완성한 것은 커다란 의미가 있다고 생각한다. 향후 지속적으로 비구면 반사경 가공과 측정 기술을 발전시키는 과제가 남아있다. 그 동안 많은 어려움을 무릅쓰고 헌신적으로 1 m 망원경 광학계를 연마한 선두전문대 김한철 님에게 경의를 표한다.



<보현산천문대 1 m 망원경 경통 조립도면>