

AQuaKET 개발 - 대구경 반사경의 표면정밀도 측정 시스템

김 영수

한국 천문 연구원

세계적으로 8m급 대형 망원경들이 ESO의 VLT 4기를 비롯하여 Gemini telescope, Subaru 등 10여기가 완성되었고, 차세대 망원경들이 디자인되고 있다. 우주망원경도 지름 2.4m인 허블 우주망원경의 뒤를 이어 6m급의 차세대 우주망원경 (Next Generation Space Telescope)이 개발되고 있다. 이러한 대형 광학은 갈수록 더 높은 정밀도를, 심지어는 최절한계까지, 요구하게 됨에 따라 측정법도 더욱 정밀한 방법을 필요로 하게 된다. 게다가, 대형 망원경의 광학부는 Ritchey-Chretien 방식을 많이 사용하므로, 비구면도가 큰 mirror들을 시험할 수 있는 방법이 요구되고 있다.

현재 통용되는 비구면광학의 시험 방법들은 영점 렌즈(null lens)와 같은 보정 광학계를 추가로 필요로 한다. 그러나 추가된 광학계에 의한 결함으로 인하여 잘못된 측정결과를 가져올 위험이 있다. 그 실 예로, 허블 우주망원경의 주경은 영점 보상계 자체가 잘못 만들어짐으로써 잘못된 측정결과를 얻었고, 결국 원하는 형상대로 가공하는 데 실패하였다. 이러한 실수를 피하기 위해서는 적어도 두 가지의 전혀 다른 측정법을 사용하여 상호 검증하는 방안이 요구된다.

이와 같은 관점에서 본 연구자는 새로운 측정법을 개발하였는데, “자동화된 정량적 칼날 주사 측정법 (Automated Quantitative Knife-Edge Test, AQuaKET)”이다. 이것은 기하학적인 방법으로서, 가장 오래된 측정방법 중 하나인 푸코 측정법(Foucault test)을 새로운 개념으로 변환시킨 것이다. 이 AQuaKET은 일반적으로 많이 사용하는 방법들인, interferometer를 이용하여 측정하는 것과는 전혀 다른 방법인 것이다. 푸코 측정법의 장점은 측정 시에 부수적인 광학계가 필요하지 않아서 이로 인한 측정오차를 유발하지 않는다는 것이다. 반면에 단점이 있는데, 측정결과를 정량적으로 알 수 없다는 점이 그러하다. 따라서 정량적인 칼날 주사법은 이러한 푸코 측정법의 장점을 살리면서 동시에 단점을 소거, 측정결과를 수치적으로 얻을 수 있는 새로운 개념들을 도입한 것이다.

AQuaKET에서는 정밀한 측정을 위하여 Parallax 등의 광학적 오차뿐만 아니라, 기계적인 오차, 계산상의 오차를 최소화하는 시스템을 개발하였다. AQuaKET을 이용하여 세 개의 mirror를 측정하였는데, 비구면까지도 포함하여 요구하는 정밀도로 측정 가능성이 입증되었다. 또한, 대구경의 측정에서는 주위 환경의 영향이 매우 크다는 것도 밝혔다. 그리고 Eastman Kodak에서 개발했던 방법과 시험결과에 대해서 비교 분석하였다.

이 논문에서는 고 정밀도 측정법을 개발해야 할 필요성, 자동화된 정량적 칼날 주사 측정법의 원리와 정밀도 산정, 그리고 이 방법을 이용하여 반사경들을 측정한 결과에 대하여 발표한다.