

천체고도관측기구에 대한 연구

김영철, 황신철, 리철준

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《우리는 사람이 살고있는 지구뿐아니라 그밖의 천문세계도 잘 알아야 합니다. 원래 모든것은 연관속에서 보아야 그 본질과 전도를 정확히 파악할수 있습니다. 우리는 우주세계에 대한 연구를 많이 하여야 하며 인간생활과 많이 잇닿아있는 천문현상에 대한 연구사업을 잘하여야 합니다.》(《김정일전집》 제3권 381페이지)

현실에서는 측정정밀도가 비교적 높으면서도 경량화, 소형화된 천체고도관측기구에 의하여 자기 위치를 신속하게 결정할것을 요구하고있지만 현재의 천문관측기구들은 측정정밀도를 높일 목적으로 제작되었기때문에 구조가 복잡하고 경량화되지 못하고있으며[1] 일반경위기들은 생산량이 많고 소형이지만 특성상 고도가 높은 천체를 측정할수 없게 되어 있다.

논문에서는 소형이면서도 간편하게 설계제작할수 있고 천체의 고도를 30"의 정밀도로 측정할수 있는 천체고도관측기구의 광학계와 그 특성, 기구의 구성을 밝혔으며 또한 일반경위기에 반사경을 설치하여 관측조건을 개선하는 한가지 방법에 대하여 서술하였다.

1. 기구의 광학계의 특성 및 기구의 구성

기구의 광학계설계와 그 특성 오늘날 모든 천문관측기구들은 측정정확도가 높고 기동성을 보장할수 있게 소형화, 경량화하여 설계하고있다.

기구의 광학계설계에서 기본은 별을 6등성까지 볼수 있게 하며 고도관측에 편리하게 하는것이다. 우리가 설계제작한 기구의 광학계는 그림 1과 같다.

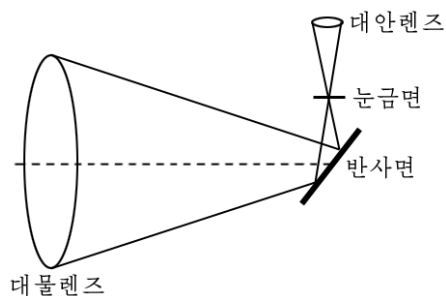


그림 1. 고도관측기구의 광학계

고도가 높은 천체들을 관측할수 없는 경위기의 결함을 극복하고 고도관측에 유리하게 하기 위하여 그림 1에서 보는것처럼 반사거울을 리용하여 대물렌즈에서 나오는 빛행로를 우로 90° 반사시켰다. 관측할 때 시준오차의 영향을 줄이고 영상시야에서 별의 중심을 정확히 조준하기 위하여 눈금면에 십자선을 설치하였다.

기구의 사명과 요구에 맞게 광학계의 특성량을 결정하기 위하여 광학계의 특성에 대하여 연구하였다.

천체망원경으로 별을 볼 때 한계등급(M)은 눈동자의 직경이 7mm인 경우의 한계등급을 6.0등급이라고 하면 다음과 같다.[1]

$$M = 1.77 + 5 \lg D \quad (1)$$

여기서 D 는 mm로 표시된 대물렌즈의 직경이다.

그러나 실지 렌즈결면에서의 반사와 렌즈내부에서의 흡수, 대기조건과 야광에 의하여 2~3등급 떨어진다. 이렇게 결정한 광학계의 특성량은 표 1과 같다.

표 1에 있는 대물렌즈직경으로는 6등성의 별을 볼수 있고 D 를 크게 하면 기구도 커지기때문에 크게 정하지 않았다.

2개의 6등성의 별이 서로 접근하였을 때의 분해한계(ε)는 다음과 같다.[1]

$$\varepsilon = \frac{116''}{D} \quad (2)$$

시력이 1.0인 사람이 ε 을 분해할수 있는 배률(m)은 다음과 같다.[1]

$$m = \frac{60''}{116''/D} \approx \frac{D}{2} \quad (3)$$

천체망원경의 집광력은 $(D/f_{\text{물}})^2$ 이며 눈으로 직접 별을 볼 때보다 망원경으로 볼 때의 집광력은 $(D/7)^2$ 배로서 망원경의 배률에는 관계없다.

우와 같은 식들에 의하여 결정된 망원경의 특성량은 표 2와 같다.

표 2. 기구망원경의 특성량

망원경의 배률	분해한계	집광력	집광력/배	한계등급
11	2.9"	0.2	32.7	9.7

망원경배률은 $D/2$ 로서 20배로 할수 있으나 별을 중심에 맞추기 위한 눈금면을 조절하는 구간이 있어야 하므로 대안경초점거리를 16mm로 하여 배률이 11배가 되게 하였다.

집광력 0.2는 천체망원경에서 일반적이며 분해한계는 떨어지지만 별의 위치를 구하는 데는 지장이 없다.[2]

기구의 구성 기구는 망원경과 고도를 측정하기 위한 부분, 회전부분, 수평조절부분으로 구성되어있다.(그림 2)

천체망원경은 그림 2에서와 같이 관측하는 별의 고도가 높을수록 관측에 편리하게 되어있다.

망원경회전축의 중심으로부터 고도는 금선까지의 거리는 100mm로서 한눈금간격은 20', 선치수는 0.5mm이다.

망원경이 회전할 때마다 부척눈금이 같이 돌게 되어있으며 눈금은 확대경으로 30" 까지 켤수 있게 되어있다.

이때 눈금면의 직경을 100mm이상

보장하거나 측미현미경을 리용하면 측정정밀도를 더 높일수 있다.

망원경의 고도회전축중심밑에 원형수준기를 설치하였으며 회전축과 평행되게 수평회전면 끝에 원통수준기를 고정하여 10"의 정확도로 수평을 조절할수 있게 되어있다.

이 기구로 임의의 지점에서 눈에 보이는 모든 별의 고도($0^\circ \sim 90^\circ$)를 30"의 정확도로 켤수 있으며 그로부터 관측지점의 위도를 구할수 있다.

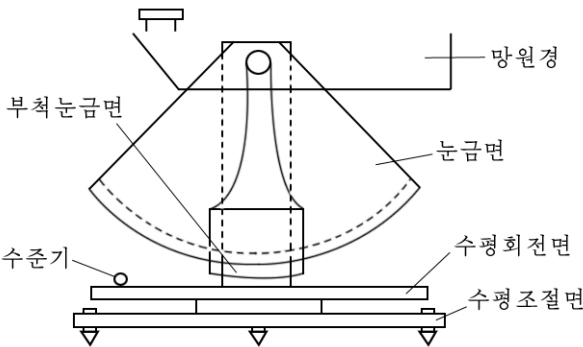


그림 2. 천체고도관측기구의 구성

2. 고도가 높은 천체를 측정하기 위한 기구개선방법

일반경위기들은 작고 경량화되어있지만 북극성관측과 다각측량, 측지를 위하여 설계[3]된것으로 하여 고도측정을 40° 이상 하지 못하게 되어있다.(그림 3의 ㄱ))

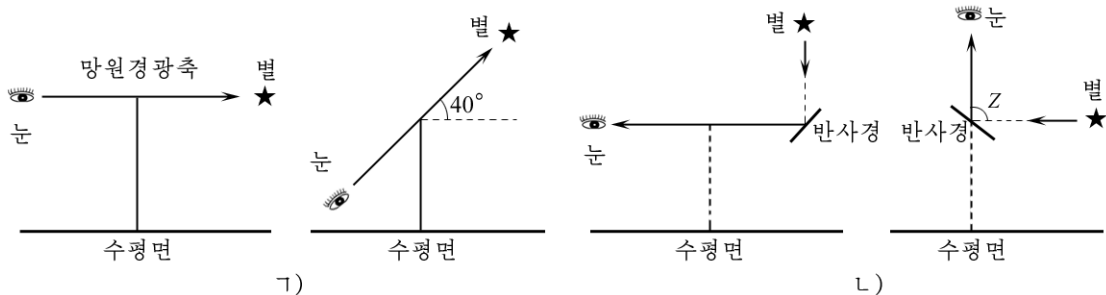


그림 3. 일반경위기(ㄱ))의 고도측정한계와 개선된 경위기(ㄴ))의 고도관측원리

따라서 일반경위기를 천체에 의한 자기위치판정에 리용하려면 고도가 높은 천체도 관측할수 있게 기구를 개선하여야 한다.

우리는 일반경위기에 그림 3의 ㄴ)와 같이 반사경을 설치함으로써 경위기의 구조를 크게 변경시키지 않고도 고도가 높은 천체를 편리하게 관측할수 있게 하였다. 이때 측정값은 천체의 천정거리이며 이로부터 고도는 다음과 같이 구할수 있다.

$$h = 90^\circ - z \quad (4)$$

여기서 h 는 고도이고 z 는 천정거리이다.

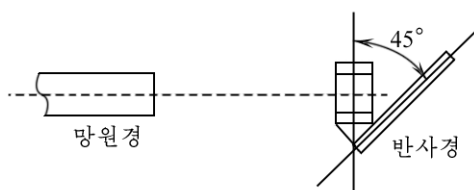


그림 4. 망원경과 반사경의 결합

망원경앞에 반사경을 설치한 구조는 그림 4와 같으며 이것을 설치하면 일반경위기를 가지고도 고도가 $40^\circ \sim 90^\circ$ 범위에 있는 임의의 천체를 편리하게 관측할수 있다. 여기서 중요한것은 반사경을 설치고정할 때 망원경광축에 수직되는 기하학적망원경고정틀면과 거울면사이각을 정확히 45° 로 보장하는것이다.

거울면은 앞면증착하여 영상이 굴절되는 현상과 온도의 영향을 받지 않도록 하며 평면도가 보장되어야 한다.

반사경고정틀은 경위기의 대물렌즈보호틀을 뺀고 나사로 돌려넣으며 이때 거울면의 방향검사를 진행한 후 고정하고 고도를 관측한다.

맺 는 말

지상에서의 위치판정에 효과적인 작고 구조가 간단하면서도 임의의 고도에 있는 천체를 $30''$ 의 정확도로 관측할수 있는 천체고도관측기구를 설계제작하였다.

40° 이상의 고도를 가진 천체들을 일반경위기에 반사경을 결합하여 쉽게 관측할수 있는 한가지 기구개선방법을 제기하였다.

참 고 문 헌

- [1] D. J. Schroder; Astronomic Optics, **75**, 365, 2006.
- [2] E. Chaisson et al.; Astronomy Today, Addison-Wesley, 75~86, 2013.
- [3] 程景全; 天文望远镜原理和设计, **21**, 158, 2002.

주체104(2015)년 9월 5일 원고접수

On the Altitude Measuring Instruments for Celestial Bodies Observation

Kim Yong Chol, Hwang Sin Chol and Ri Chol Jun

We designed and manufactured an instrument for observing the altitudes of celestial bodies, which is useful for personal positioning on the ground and is able to observe celestial bodies on arbitrary altitudes in accuracy of 30" .

And we suggested a method of improvement of general altazimuths for using astronomical navigation.

Key words: celestial body, altitude, altazimuth