

## 대구경 반사경 가공을 위한 CNC의 연삭가공특성분석

### The analysis of grinding parameters of CNC machine for the large optics fabrication

류용학<sup>1)2)</sup>, 전민용<sup>1)</sup>, 양호순<sup>2)</sup>, 이윤우<sup>2)</sup>, 이인원<sup>2)</sup>

충남대학교 물리학과<sup>1)</sup>, 한국표준과학연구원<sup>2)</sup>

E-mail : [shadyuncle@cnu.ac.kr](mailto:shadyuncle@cnu.ac.kr)

직경 1 m 이상의 대형 비구면은 지상용 천체 망원경, 반도체용 lithography, 우주용 광학카메라 등 첨단 분야의 필수적인 부품이다. 그래서 세계적으로도 대형 비구면의 가공 및 측정에 관한 연구가 계속 진행되어 왔으며 그 수준은 이미 수 미터 급의 가공기술에 이르고 있다. 그러나 국내에서는 아직 1 m 급 이상의 대구경 반사경의 가공 경험이 부족하여 이러한 부품들은 주로 선진국에서 수입에 의존하고 있다. 따라서 이러한 부품을 우주용 광학계나 lithography와 같은 전략산업에 이용하는데 많은 어려움이 있다. 이러한 문제를 극복하기 위해서는 우리나라에서 독자적인 대구경 반사경 가공 기술을 확보해야 한다. 한국표준연구원에서는 이러한 가공기술 확보의 일환으로 CNC (Computer Numeric Controlled) 장비를 이용한 연삭기법에 관한 연구를 수행하고 있다.<sup>[1]</sup> 본 논문에서는 CNC를 이용한 연삭과정에서 가공면에 영향을 줄 수 있는 변수들의 분석 및 관련 실험에 대한 결과를 제시한다.

대구경 반사경의 연삭가공실험을 위하여 실제 대구경의 가공물을 사용하는 것은 시간적으로 매우 어려울 뿐만 아니라 초기 실험이기 때문에 상당한 위험이 따른다. 따라서 이를 대체할 방법으로 상대적으로 작은 가공물(100 mm)을 이용하여 실제 대구경 가공물의 가공 상황을 만들어 가공실험을 하였다. 작은 가공물과 대구경 가공물의 가장 큰 차이는 가공 휠의 위치에 따라 달라지는 상대선속도이다. 작은 가공물을 이용해 대구경 가공의 상황을 만들기 위하여 가공 휠의 위치에 따라 다른 상대선속도를 미리 계산하여 적용시켰다.(그림 1) 휠의 이송속도를 500, 1000, 2500, 5000, 7500, 10000, 12500, 15000, 17500, 20000 mm/min으로 설정하여 가공 휠과 가공물 사이의 구경에 따라 달라지는 상대선속도와 같은 효과를 주었다. 예를 들면, 직경 1 m인 가공물을 5 rpm으로 회전시켰을 경우 최외곽에서의 선속도는 15708 mm/min에 해당한다. 상대 선속도 가공실험의 개략도는 그림 2에 나타내었다. 가공물의 회전은 멈추고 가공시 나타나는 휠 자국 간의 거리와 동일하게 면을 가공하였다. 그림 2와 같은 방법을 이용해 설정된 가공변수들에 대한 연삭가공특성분석을 하였다. 가공변수로는 가공물의 회전속도, 가공물의 직경에 따른 선속도 변화, 가공 휠의 회전속도와 가공물 사이의 상대속도, 가공 휠의 기울임 각도, 휠 입자의 크기, 절삭유의 농도 등을 정하였다. 가공변수를 바꿔가며 가공을 하고 표면거칠기를 살펴봄으로서 CNC의 연삭가공특성 분석을 하였다.<sup>[2]</sup>

가공 결과 가공 휠과 가공물 사이의 구경에 따른 상대선속도는 안쪽 영역과 바깥쪽 영역에서 크게 변화하지 않는 것을 알 수 있었다. 그리고 휠 입자의 크기가 커질수록 표면거칠기 역시 커지는 것을 확인하였다. 절삭유의 농도는 높을수록 가공 휠과 가공물 사이에 침투성이 떨어져 표면거칠기가 나빠지는 경향을 보였다. 또한 평면이 아닌 면을 가공할 시 나타나는 휠 자국의 기울기는 표면거칠기에 가장 큰 영향을 주는 것으로 나타났다. 따라서 휠 자국의 기울기 분석을 통하여 표면거칠기의 균일화와 감소시

키는 효과를 볼 수 있다.

기초실험을 토대로 오목형상의 1300mm 곡률반경에 비구면계수 -1을 갖는 포물면을 가공한 결과 그림 3과 같이 표면거칠기는 가공면의 평면으로부터의 기울기에 따라 증가하는 것을 볼 수 있었는데 이것은 가공 휠의 기울임 각도와 밀접한 연관을 가지고 있기 때문이다. 그리고 가공 휠의 영점오차에 의해 약 1 % 정도의 곡률반경오차가 나타났다. 따라서 가공 휠의 영점조정은 정밀가공에서 매우 중요한 부분임을 알 수 있다.(그림 4)<sup>[3]</sup>

기초실험을 통하여 확보한 연삭가공의 경향을 실제 비구면 가공에서 확인할 수 있었다. 상대적으로 작은 가공물을 사용하여 대구경 반사경의 가공 상황을 미리 설정하여 가공 상황을 예측해 볼 수 있었으며 대구경 가공물의 가공에도 실제적으로 적용시킬 수 있을 것이다.

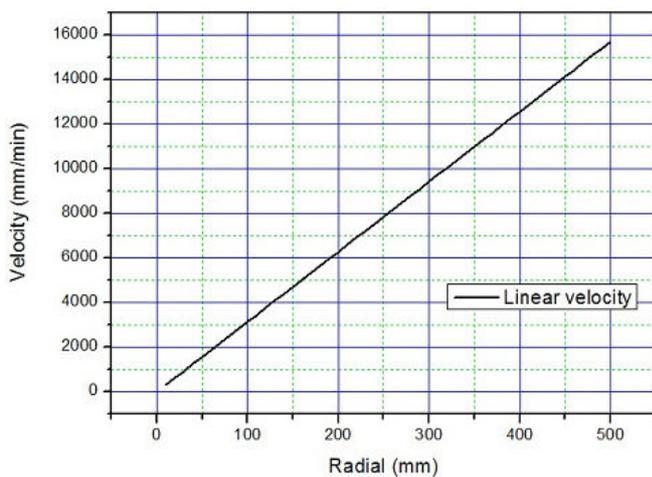


그림 1 구경에 따른 상대선속도

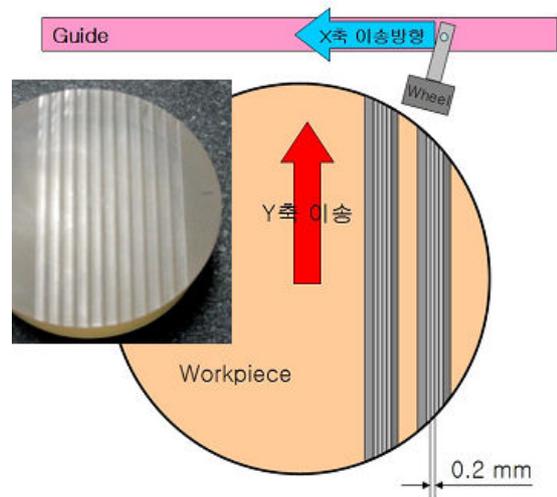


그림 2 상대선속도 가공 실험 개략도

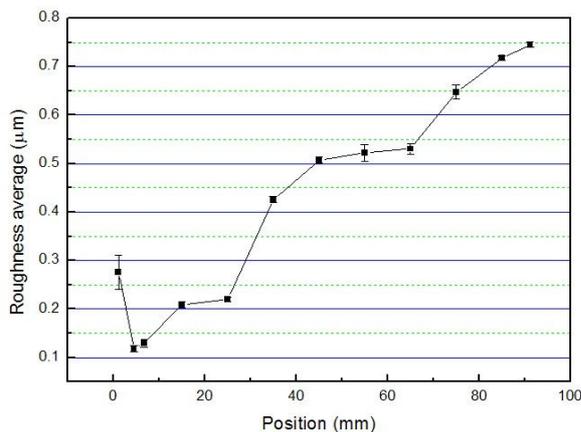


그림 3 비구면의 표면거칠기

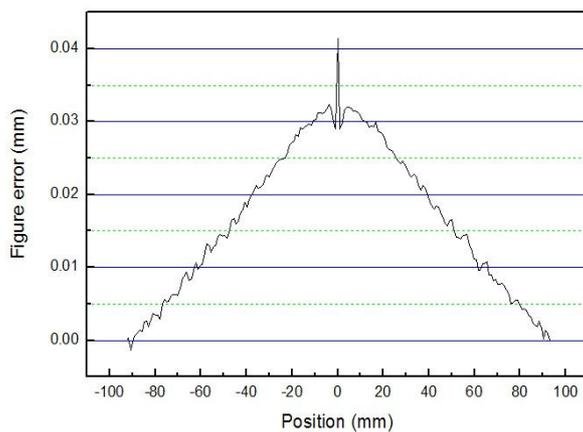


그림 4 비구면의 형상오차

참고 문헌

- [1]. 한국표준과학연구원, "광기술표준 확립 및 유지향상 연구 보고서", 2005
- [2]. 류용학, "대구경 반사경 가공을 위한 CNC의 연삭특성분석", 충남대학교 석사논문, 2004
- [3]. Mingjun Chen, Feihu Zhang, Qingliang Zhao, Shen Dong "Study on Ultra-precision Grinding Machining of Optical Aspheric Surface in Ductile Mode", Proc. SPIE Vol. 4451, 2001