

LED 렌즈 소재의 초정밀절삭 연구

A Study on Ultra-precision Turning for LED Lens Materials(ZEONEX)

*김민재¹, 윤영곤², 김태경³, #황연³

*M. J. Kim¹, J. K. Lee¹, Y. G. Yun¹, T. K. Kim³, #Y. Hwang(yeonhwang@kopti.re.kr)³
¹전남대학교 광공학협동과, ²전남대학교 기계공학과, ³한국광기술원 초정밀광학연구센터

Key words : Ultra-precision Turning, ZEONEX, Surface roughness

1. 서론

ZEONEX(Cyclo Olefin Polymer) 낮은 흡습성, 높은 투과율, 글래스와 비슷한 굴절율, 높고 정확한 사출성을 가지고 있는 플라스틱 소재이다. 최근에 LED 응용 제품인 Collimating lens, Cover lens 등에서 요구되는 이상적인 광학특성으로 인해 사용범위가 증가하고 있는 추세이다. ZEONEX 소재를 사용한 광학부품은, 초정밀 금형에 의한 성형가공으로 비교적 용이하면서 값싼 가격으로 대량생산할 수 있다. 그러나, 다품종 소량생산의 경우, 금형 제작 단가가 높기 때문에 제작하기를 꺼려하는 업체가 많은 게 사실이다. 이러한 관점에서, ZEONEX 소재를 직접 초정밀 절삭하는 기술을 확립하는 것이 중요하며,¹ ZEONEX 소재의 초정밀 절삭 조건에 관한 정량적인 검토 연구가 필요한 상황인데도 불구하고 현재까지의 연구는 아직 미흡한 상태이다.

이에 본 연구에서는 단결정 다이아몬드 공구와 초정밀 가공기계를 이용하여 ZEONEX 소재를 초정밀 절삭하고, 그 가공 면의 표면 거칠기를 측정하여, 절삭조건과 표면거칠기의 관계를 규명하고, ZEONEX 소재의 최적 절삭 조건을 구하여 관련 산업체에서 실제로 이용 가능한 데이터를 제안한다.

2. 실험장치 및 실험방법

본 연구에서는 ZEONEX 소재의 초정밀절삭 가공을 위해 초정밀가공기 (미국, Precitech社, Nanoform200)를 사용하였다.² 표면거칠기 측정 장비로는 비 접촉식 3 차원표면 형상 측정기 (미국, Zygo社, NewView5000)를 사용하였다.

Table 1 은 ZEONEX 소재의 초정밀절삭 가공조건 연구를 위한 실험조건을 나타낸다.

Table 2 Experimental conditions of ultra-precision turnig

Item	Cutting condition
Work piece(mm)	ZEONEX(Ø10)
Rake angle (°)	0
Nose radius(mm)	0.5
Work spindle speed(rpm)	1800, 2000, 2200, 2400, 2600, 2800, 3000, 3200
Feed rate(mm/min)	1, 2, 3, 4, 5
Depth of cut(um)	2, 4, 6, 8, 10
Cutting fluid	Air + EMD oil

Table 2 은 본 연구에서 사용한 ZEONEX (E48R) 소재의 물리적 특성을 나타낸다.

Table 2 Characteristics of ZEONEX E48R

Water Absorption	Light Transmittance	Refractive Index	Glass Transition Temp
<0.01 (%)	92 (%)	1.531	139 (°C)

3 실험결과 및 고찰

3.1 절삭속도 변화에 따른 표면거칠기

Fig. 1 은 절삭속도 1800~3200 rpm, 절삭 깊이 4 um, 이송속도 4 mm/min 에 따른 가공물의 표면거칠기 변화 량을 나타낸다. 측정결과 2600 rpm 에서 가장 양호한 표면 거칠기를 얻을 수 있었다. 저속영역에서는 주로 가공표면 아래로 발달되는 균열에 의한

피삭재의 파괴 및 구성인선에 기인하여 높은 표면거칠기 값을 나타내며, 고속영역에서는 가공온도 상승에 따라 칩 배출의 불량, 채터 진동 때문에 표면거칠기가 나빠지는 것으로 판단된다.

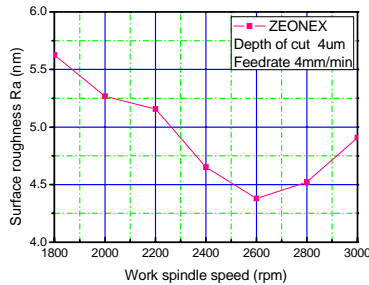


Fig. 1 Variation of surface roughness with work spindle speed

3.2 이송속도 변화에 따른 표면거칠기

Fig. 2 은 이송속도 1~5 mm/min, 절삭속도 2600 rpm, 절삭깊이 4 μm 에 따른 가공물의 표면 거칠기 변화 량을 나타낸다. 이송속도 3 mm/min 에서 가장 양호한 표면거칠기를 얻을 수 있었다.

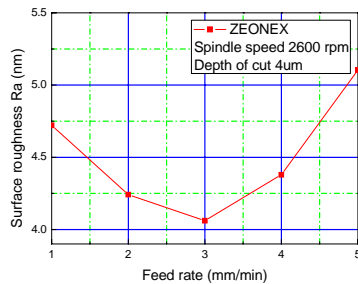


Fig. 2 Variation of surface roughness with feed rate

이송속도가 증가하면서 표면거칠기가 나빠지는 경향을 볼 수 있으며, 3 mm/min 이하의 이송속도에서는 미 변형 칩 두께가 작아지고 가공물에 가해지는 평균응력의 증가, 횡방향의 소성유동이 증가하기 때문에 표면 거칠기가 나빠지는 것으로 판단된다.

3.2 절삭깊이 변화에 따른 표면거칠기

Fig. 3 은 절삭깊이 2~10 μm, 절삭속도 2600 rpm, 이송속도 3 mm/min 에 따른 가공물의 표면거칠기 변화 량을 나타낸다. 절삭깊이 4 μm 에서 가장 양호한 표면거칠기를 얻을 수 있었다.

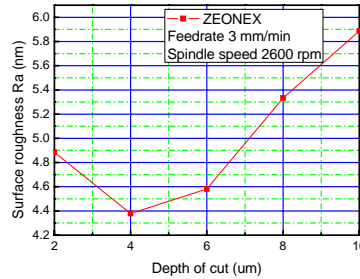


Fig. 1 Variation of surface roughness with depth of cut

절삭깊이가 감소하면서 표면거칠기가 나빠지는 경향을 볼 수 있으며, 절삭깊이가 아주 작을 경우 공구는 가공물과 상대운동 시 절삭작용이 아닌 버니싱(burnishing)같은 소성변형을 일으켜 표면에서 큰 잔류 응력이 형성되기 때문인 것으로 판단된다.

4. 결론

ZEONEX 소재의 초정밀 가공 특성을 파악하기 위하여 절삭속도, 이송속도 및 절삭깊이의 초정밀 절삭조건에 따른 표면거칠기를 측정하였다. 실험결과 절삭속도 2600 rpm, 이송속도 3 mm/min, 절삭깊이 4 μm 에서 가장 양호한 표면거칠기 4.06 nm 을 얻을 수 있었다.

참고문헌

1. Furukawa., Moriwaki., "Effect of Material Properties on Ultra-precision cutting process" CIRP Vol.37, pp.113, 1988.
2. Kim. G. H., Hong. K. H., Kim. S. S., and Won. J. H., Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol.19, No.1, pp.18-24, 2002.