

DOE를 적용한 WC(Co 0.5%)의 최적 연삭가공조건 연구

*김현욱(조선대 대학원 기계공학과), 정상화(조선대 기계공학과),
차두환, 안준형, 김상석, 김혜정, 김정호(한국광기술원)

Study on Optimal Grinding Condition of Tungsten Carbide(Co 0.5%) using DOE

H. U. Kim(Mech. Eng. Dept., CHU), S. H. Jeong(Mech. Eng. Dept., CHU),
D. H. Cha, J. H. Ahn, S. S. Kim, H. J. Kim, J. H. Kim(KOPTI),

ABSTRACT

In recent years, the demands of the aspherical glass lenses increase since it is difficult to obtain the desirable performance in the plastic lens. Glass lens is manufactured by the forming with high precision mold core. This paper presents the analysis of optimal grinding condition of tungsten carbide(WC, Co0.5%) using design of experiments(DOE). The process parameters are turbin spindle, work spindle, feedrate and depth of cut. The experiments results are evaluated by MINITAB software.

Key Words : Aspherical Lens(비구면 렌즈), Mold Core(성형코어), Design of Experiments(실험계획법)

1. 서론

현재 국내의 메가픽셀급 휴대단말기용 카메라 모듈에는 비구면 글라스렌즈 대응으로 연마에 의한 구면 글라스렌즈, 플라스틱렌즈를 주로 사용하고 있으나, 메가픽셀급 고화소 구현을 위한 광학계 채용의 증가로 인해 비구면 글라스렌즈의 수요가 급증하고 있는 실정이다. 이러한 비구면 글라스렌즈 개발을 위해서는 성형용 초경합금 가공기술이 시급히 개발되어야 한다. 가공정도 향상을 위하여 가공정도에 영향을 미치는 다양한 인자 및 각각의 가공조건에 대한 연구가 선행되어야 하는 바 최소한의 실험을 통한 초정밀가공의 최적조건 개발을 위한 실험계획법 (DOE ; Design of Experiments)이 적용되고 있다.

본 연구에서는 초경합금(WC, Co 0.5%)을 연삭 가공 할 때 표면조도에 영향을 미치는 4가지 인자를 공정변수로 하여 2⁴ 요인배치법으로 실험계획법을 수행하여 표면조도를 최대한 줄일 수 있는 연삭가공조건을 고찰하였다.

2. 실험장비 및 실험방법

2.1 실험장비

본 연구에서는 일본 Nachi-Hujikoshi사의 초정밀 가공기(ASP01)를 사용하여 가공조건에 따른 초경합금 코어를 가공하고, 일본 Panasonic사의 초정밀 자유곡면 3-D 형상측정기(UA3P)를 사용하여 표면조도

측정을 수행하였다.

2.2 실험방법

본 연구에서는 특성치를 초정밀가공 후 표면조도 Ra로 결정하였으며, Table 1에 나타난 바와 같이 주축회전속도, 터빈회전속도, 이송속도 및 연삭깊이를 인자로 한 2⁴ 요인배치법을 적용하여 16회 실험을 수행하였다.

Table. 1 Factors and levels used in experiments

	Low Level(-)	High Level(+)
Turbin Spindle (rpm)	30,000	40,000
Work Spindle (rpm)	200	300
Feedrate(mm/min)	0.25	1.5
Depth of Cut(μm)	0.1	1.0

다이아몬드 휠의 입도는 #1500로 글라스렌즈 성형용 초경합금을 가공할 때 많이 사용하는 연삭숫돌을 선택하였으며, 정확한 실험결과를 얻기 위해 가공 후 연삭숫돌을 다시 드레싱하여 연삭가공조건 변화에 따른 영향이 없도록 하였다. 가공 후 표면조도 측정결과는 실험계획법 상용프로그램인 MINITAB를 이용하여 분석하였다.

3. 실험결과 및 분석

본 실험에서 수행한 가공실험 후 표면조도 측정 결과는 Fig. 1에 나타내었다.

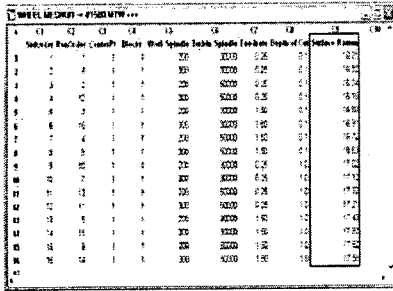


Fig. 1 Result of surface roughness according to cutting conditions

Fig. 1에서 알 수 있듯이 초경합금의 초정밀 연삭가공시 주축회전속도(A)는 300rpm, 터빈회전속도(B)는 5000rpm, 이송속도(C)는 0.25mm/min, 그리고 연삭깊이(D)는 0.1 μ m에서 가장 좋은 표면조도를 얻을 수 있었다. 4인자 교호작용이 포함된 Pareto 분석 후 중요한 영향을 주는 인자에 대해 Pareto 분석결과 Fig. 2에서 나타나듯이 연삭깊이가 가장 유의한 영향을 주는 인자임을 알 수 있었다.

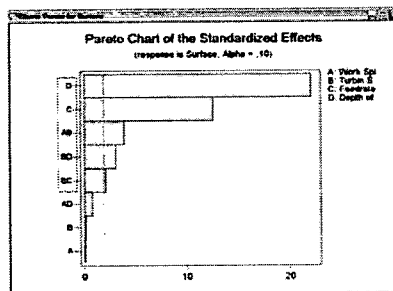


Fig. 2 Pareto chart of the standardized effects

2인자 교호작용이 포함된 분산분석결과 주효과와 2인자 교호작용이 유의함을 알 수 있었으며, Fig.3과 Fig. 4에 주효과와 2인자 교호작용에 대한 결과를 나타내었다.

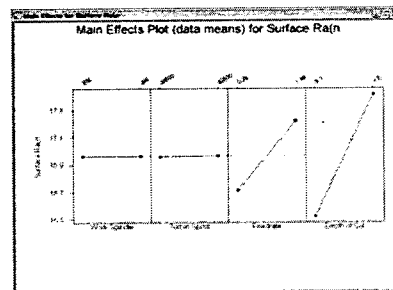


Fig. 3 Main effect plot for surface roughness Ra

Fig. 3에서 알 수 있듯이 Response(Ra)는 작을수록 좋기 때문에 인자들의 낮은 수준을 선택해야하며, 인자 주축회전속도와 터빈회전속도는 어떤 수준을 선택해도 그 효과가 동일함을 알 수 있었다.

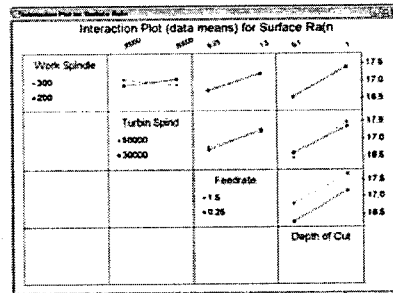


Fig. 4 Interaction plot for surface roughness Ra

Fig. 4는 주축회전속도와 터빈회전속도, 터빈회전속도와 이송속도, 그리고 터빈회전속도와 연삭깊이 간의 교호작용이 유의함을 나타낸다.

초경합금의 초정밀 연삭가공시 표면조도에 기여하는 인자는 연삭깊이(D)와 이송속도(C)의 순으로 나타났으며 연삭깊이가 표면조도에 가장 크게 영향을 미치는 것은 다이아몬드 휠과 공작물의 접촉면에 발생하는 연삭력에 큰 영향을 미치기 때문으로 평가되었다.

4. 결론

본 연구에서는 실험계획법을 이용하여 초경합금을 연삭가공 할 때 표면조도에 영향을 미치는 4가지 인자에 대하여 분석하였고, 표면조도를 최대한 줄일 수 있는 연삭가공조건을 고찰함으로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 초경합금(WC, Co 0.5%)의 표면조도를 최소화하는 최적 연삭가공조건으로는 주축회전속도가 300rpm, 터빈회전속도 5000rpm, 이송속도 0.25mm/min, 연삭깊이 0.1 μ m에서 가장 좋은 표면조도를 얻을 수 있었다.
2. 초경합금(WC, Co 0.5%)의 초정밀 연삭가공시 표면조도에 영향을 주는 인자는 연삭깊이와 이송속도의 순으로 나타났으며, 인자 주축회전속도와 터빈회전속도는 어떤 수준을 선택해도 그 효과가 동일함을 알 수 있었다.
3. 주축회전속도와 터빈회전속도, 터빈회전속도와 이송속도, 그리고 터빈회전속도와 연삭깊이 간의 교호작용이 유의함을 알 수 있었다.

참고문헌

1. Kovach, J. A. and Malkin, S., "Thermally Induces Grinding Damage in Superalloy Materials," CIRP, Vol. 37, pp.309-313, 1998.
2. Okuyama, S., "Study on the Flatness of Work Produced by Surface Grinding," JSPE, Vol. 64, pp.364-368, 1998.