

STAVAX의 초정밀 연삭가공에 관한 연구

A Study on the Ultraprecision Grinding of STAVAX

*황연¹, 김민재¹, 김태경¹, 김혜정¹, #김정호¹

*Y. Hwang¹, M. J. Kim¹, T. K. Kim², H. J. Kim¹, #J. H. Kim(kimjh@kopti.re.kr)¹

¹ 한국광기술원 초정밀광학연구센터

Key words : Ultra-precision Grinding, Stavax, Surface roughness

1. 서론

STAVAX는 상용화된 크롬합금 스테인레스 금형강으로 뛰어난 내부식성, 경면성, 내마모성을 갖고 있으며, 열처리시 치수변화가 매우 적어 다양한 금형재료로 사용된다. 특히 플라스틱 사출 광학 부품의 제조시 1차가공 후 무전해 니켈 도금후 사출금형으로 적용된다. 본 연구에서는 STAVAX 금형을 니켈도금 공정 없이 약 300℃ 정도의 저온 성형용 유리재료의 몰드 프레스 방식성형에 적용 가능성을 검토하기 위하여, STAVAX 재료의 초정밀 연삭가공의 가능성을 검토하였다.

2. 실험장치 및 실험방법

본 연구에서는 STAVAX 소재에 대해 다이아몬드 연삭숫돌을 적용한 연삭을 수행가공면의 표면조도를 검토하고, 연삭가공중 발생하는 휠의 마모정도를 정량화 한후 보정가공을 통해 형상정도와 표면조도의 품질을 판단하였다. 실제 가공은 3축 제어 초정밀 가공기를 적용하여, 일반적인 비구면 오목형상에 대한 연삭가공을 수행하였으며, 3차원 비접촉식 측정기와 표면조도 측정기를 통해 가공 결과물을 측정하였다. 연삭가공에 대한 비교 데이터로서 다이아몬드 절삭 가공을 수행하여 바이트의 칩핑과 표면조도에 관하여 비교를 수행하였다.

3 실험결과 및 고찰

3.1 다이아몬드 바이트 절삭가공

Fig.1은 외형가공이 된 STAVAX 오목 금형코어의 다이아몬드 바이트 절삭 전후의 가공면의 사진이다. 그림에서와 같이 가공 전후의 형상은 개선되었으나, 표면조도 Ra 값이 수백 나노 미터의 값을 보여 광학 금형용

코어로 부적합함을 확인하였다. 또한 Fig. 2와 같이 다이아몬드 바이트에 칩핑이 발생하여 안정적인 가공조건 구현에도 문제가 있음을 확인할수 있다.

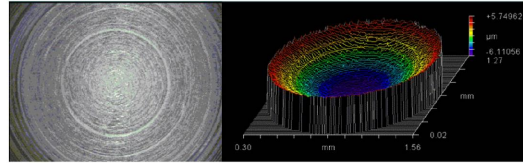


Fig. 1 Ultraprecision Turning surface(STAVAX)

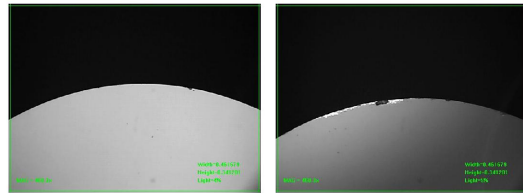


Fig. 2 Diamond bite before and after Turning

3.2 다이아몬드 휠 연삭가공

다이아몬드 휠을 적용한 연삭가공은 일반적인 초경재료의 연삭가공의 조건하에서 수행되었으며, 가공조건표는 아래 Table.1과 같다. 가공결과는 Fig.3에서와 같이 표면조도 Ra3nm의 양호한 결과를 얻을수 있었으나, 수차례의 보정 가공 후에도 형상오차가 수 μm에 이르는 값으로, 일반적인 광학금형의 형상으로 가공이 불가능 하였다.

Table. 1 Experimental conditions

Item	Cutting condition
Work piece(mm)	STAVAX(concave, Ø28)
Wheel spec.(mm)	Ø8 (SD2000)
Wheel spindle speed(rpm)	38500
Work spindle speed(rpm)	350
Feed rate(mm/min)	4/2(semi/final)
Depth of cut(um)	1/0.5um(semi/final)

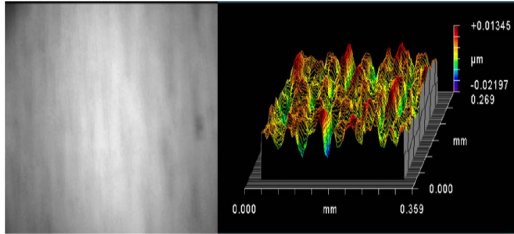


Fig.3 Surface roughness of diamond wheel grinding

3.3 연삭비

이상의 연삭 가공결과를 바탕으로 휠의 마모량과 재료제거율의 관점에서 분석을 수행하였다. 일반적으로 연삭비에 관련된 식은 아래 Eq(1)¹과 같다.

$$\begin{aligned}
 V_w &= b * \Delta t * l \\
 V_s &= 2\pi * b * \Delta r \\
 G &= \frac{V_w}{V_s}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

여기서 V_w 는 공작물의 제거된 체적을 V_s 는 휠의 마모량을 b 는 공작물과 스톨의 접촉면의 폭을, l 은 휠의 가공거리를, Δt 는 절입깊이를, Δr 는 휠의 마모량을 나타낸다. 이 식을 적용함에 있어 본 연구에서는 봉타입의 연삭휠을 45°로 공작물과 접촉시키고 휠의 마모량을 약 45μm 정도일때의 절입깊이를 1μm 로 하여 평행축 연삭을 적용하였다.

실험 결과 위 가공조건상의 재료제거율은 약 500 정도의 값을 보인다. 이는 Ø28 의 가공물을 1μm 깊이로 가공을 수행할 때 휠의 마모량이 1μm 정도 발생하게 됨을 의미하고, 이는 일반적인 초경소재의 초정밀 연삭가공의 경우와 최소 10 배 이상의 마모량을 나타냄을 의미한다. 또한 다양한 mesh 사이즈와 가공절입 깊이에 대하여 동일한 가공을 수행하였으나, 아래 그림 Fig.4 와 Fig.5 에서와 같이 비교적 경향성이 없는 결과를 보였다.

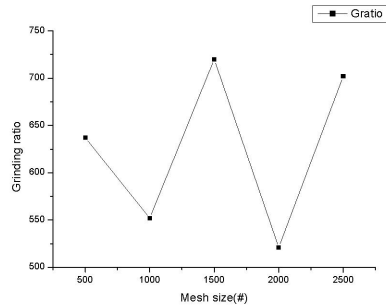


Fig.4 Grinding ratio VS. Mesh size

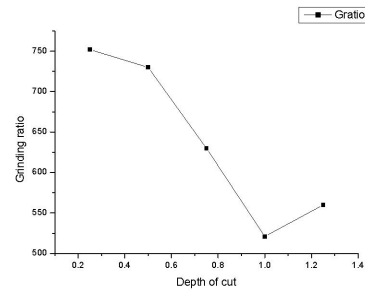


Fig.5 Grinding ratio VS. Depth of cut

4. 결 론

STAVAX 소재에 대한 다이아몬드 휠 연삭가공은 약 600 전후의 연삭비를 보였으며, 가공면은 Ra3nm 정도의 비교적 양호한 표면조도를 보였다. 이상의 결과를 통해 기존에 수행된 초음파 절삭 및 pCBN 등을 적용한 절삭 등의 필요성을 확인할 수 있었고, 단순한 평면 가공의 경우 연삭을 적용하여 표면조도를 향상시키는 가공 방식의 적용 가능성을 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. 최성삼, 구양, 허정식, “평면 연삭에서의 연삭수명 평가”, 한국기계가공 학회지, 1 권, 1 호, pp.101, 2002.