

연삭숫돌을 이용한 패턴가공을 위한 기하 모델 Using a grinding wheel geometry model for pattern processing

*고형주¹, #김호찬¹, 고태조², 윤해룡¹

*H. J. Ko¹, #H. C. Kim(hckim@andong.ac.kr)¹, T. J. Ko², H. R. YOON¹

¹안동대학교 대학원 기계공학과, ²안동대학교 기계자동차공학과, ³영남대학교 기계공학부

Key words : Grinding, Grinding wheel, Pattern processing, Surface texturing

1. 서론

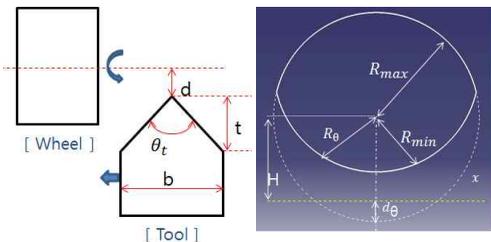
Surface Texturing은 미세하게 만든 패턴을 통하여 윤활유가 저장되어 마찰이 감소가 되는 효과가 있다. Surface Texturing을 하기 위한 방법으로 레이저, AJM(Abrasive Jet Machining), 에칭, 화학적인 부식 그리고 연삭에 의한 방법 등이 있다. 이 중 연삭에 의한 방법은 기계 가공으로 Surface Texturing을 하는 것이다.

연삭 가공은 고속 회전하는 숫돌의 높이 차이에 의해 공작물의 표면을 깎는 가공 방법이다. 연삭숫돌의 홈을 가공한 뒤 기계부품의 표면을 연삭함으로써 패턴형상을 만들 수 있다. 이렇게 미세하게 만든 패턴을 통하여 윤활유가 저장되어 마찰이 감소가 되는 효과가 있다.

본 연구에서는 연삭숫돌을 이용하여 원하는 패턴가공을 하기 위한 단계에서 연삭숫돌의 형상이 패턴가공에 미치는 영향을 검증하기 위해 연구를 하던 과정에서 기존의 연구와 다른 새로운 연삭숫돌의 단면 형상을 연구하였다.

2. 패턴닝 휠의 형상모델링

연삭숫돌 기반 표면조각 모듈 및 공정기술 개발 과정에서 패턴닝 된 연삭숫돌을 제작하기 전 연삭숫돌의 패턴닝 모습을 검증하기 위한 기술이다. 연삭숫돌의 2차원 및 3차원 CAD 정보화하기 위한 수학적 모델을 만들었다.



p = pitch of screw

$R_{max} = R_{wheel}$ (휠의 최대 반지름)

$R_{min} = d$ (가공된 휠의 최소 반지름)

t = 공구가 휠을 깎는 깊이

b = 공구의 실제 가공에 쓰이는 폭

θ_t = 공구 날의 각도

$R_\theta = R_{min}$ 에서 θ 만큼 회전한 위치의 반지름

$t_c = d(R_{wheel} - R_{min})$

H = 휠의 원점과 절단면의 높이

f = 휠이 1회전 할 경우 이송거리

$d_\theta = \theta$ 에서의 텍스처 가공 깊이

$d_x = x$ 위치의 텍스처 가공 깊이

휠의 단면 형상을 그리기 위해서는 p 가 b 보다 커야한다는 제한 조건이 있다. b 가 크게 되면 연삭숫돌의 형상이 생성되지 않기 때문이다. 식(1)로 가공된 휠의 각도를 알 수 있고, 식(2)로 가공되지 않은 휠의 각도를 알 수 있다. 식(3)로 단면 형상에 영향을 주는 나사 공구의 실제 가공에 쓰이는 폭을 알 수 있다. 식(3)을 식(1)에 대입하면 휠의 단면 형상을 알 수 있는 수학적 모델이 완성된다.

제한 조건: $p > b$

$$\theta_{cut} = \frac{b}{p} \cdot 2\pi \text{ [rad]} \quad (1)$$

$$\theta_{uncut} = 2\pi - \theta_{cut} = 2\pi(1 - \frac{b}{p}) \quad (2)$$

$R_{max} = R_{wheel}$

$R_{min} = d$

$$\therefore b = 2 \cdot t \cdot \tan \frac{\theta_t}{2} \quad (3)$$

휠의 단면 형상

$$\therefore \theta_{cut} = 4\pi \cdot \frac{t}{p} \cdot \tan \frac{\theta_t}{2}$$

식(3)에서 수식에서 공구의 실제 가공에 쓰이는 폭(b)이 b_{max} 보다 같거나 커야만하고 공구가 휠을 깎는 깊이(t) 또한 휠의 반지름보다 작아야 휠의

단면 형상에서 단차가 생기지 않고 매끄러운 연삭
숫돌을 제작할 수 있다.

$$b_{max} \geq 2t \cdot \tan \frac{\theta_t}{2}$$

$$t = R_{wheel} - d$$

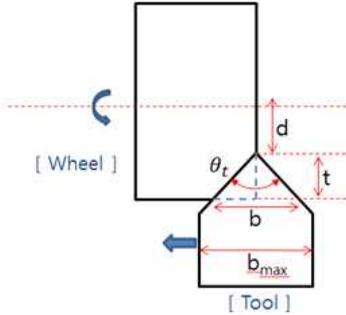


Fig. 1 단차가 생기지 않는 휠 가공 조건

Matlab 시뮬레이션에서 식(4)로 휠의 단면 형상을
그려볼 수 있다.

$$\text{when } \theta < \frac{\theta_{cut}}{2}$$

$$R_\theta = d + t \frac{\theta}{\frac{\theta_{cut}}{2}}$$

$$R_\theta = d + \frac{\theta \cdot t \cdot p}{\pi b} = d + \frac{\theta \cdot p}{2 \cdot \pi \cdot \tan \frac{\theta_t}{2}} \quad (4)$$

$$\text{when } \theta \geq \frac{\theta_{cut}}{2}$$

$$R_\theta = R_{wheel}$$

3. 모델링 검증

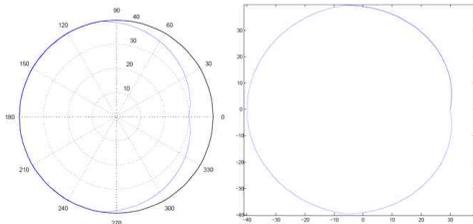


Fig. 2 Matlab을 이용한 휠 단면시뮬레이션

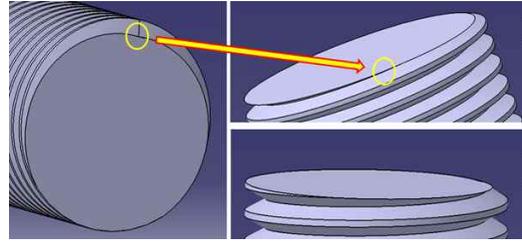


Fig. 3 Catia를 이용한 휠 단면 시뮬레이션

수학적 모델을 Matlab 시뮬레이션 해 본 결과와
Catia로 연삭숫돌 모델링 후 단면을 비교해 보았을
때의 형상을 비교해보면 동일한 결과 값이 나온
것을 확인할 수 있다. 기존의 연구 결과에서는 R_θ
가 원으로 나타내고 있지만 이 연구에서는 수학적
모델을 만들고 2가지의 시뮬레이션 결과를 통해
 R_θ 가 원의 형상이 아니라는 것을 밝혀냈다. 그
이유는 θ_{cut} 에서 R_θ 가 선형적으로 증가하기 때문
이다.

4. 결론

연삭숫돌을 이용한 패턴가공에서 연삭숫돌의
정확한 모델링 기술을 개발하기 위하여 수학적인
모델링을 수행하였으며, 이를 이용하여 좌표를 계
산하여 실제 CAD로 모델링한 결과와 비교하여
개발한 모델이 사실과 일치함을 보였다. 개발된
수식은 연삭숫돌의 형상에 관한 것이므로 향후에
는 연삭숫돌의 형상에 따른 패턴의 형성에 대한
수학적인 모델링과 검증에 관해서 연구하여 결과
적으로 연삭을 이용한 패턴가공의 이론적 기반을
갖추게 되었다.

후기

본 연구는 지식경제부의 산업원천 기술 개발사
업 “Eco/Bio 산업의 기능성 부품 생산용 차세대
융복합 가공시스템 개발” 사업으로 수행되었습니
다.

참고문헌

1. Piotr Stepień, “Deterministic and stochastic components of regular surface texture generated by a special grinding process”, 2010
2. Piotr Stepień, “Grinding forces in regular surface texture generation”, International Journal of Machine Tools & Manufacture 47 (2007) 2098-2110.
3. Amos Gilat, “MATLAB: An introduction with applications”, 황청호, 김종수, 장봉춘 옮김, ITC, 2009, p131-252