미세채널 가공에서 다이아몬드 사각공구의 세장비 영향 분석

Effect Analysis on Aspect ratio of Rectangular Diamond Cutting Tools for Micro Channel Machining

*박언석[1], #제태진[1], 최환진[1], 전은채[1], 최두선[1]

*U. S. Park[1], #T. J. Je(jtj@kimm.re.kr)[1], H. J. Choi[1], E. c. Jeon[1], D. S. Choi[1]

[1]한국기계연구원 나노공정장비연구실

Key words : Micro machining, Diamond cutting tool, Cutting force, Self-exited vibration, Dynamic cutting force

1. 서론

절삭 가공 중 절삭공구와 공작물 사이에서 발생하는 상대운동의 불안정에 의해 자려채터진동(Self-exited vibration)이 발생한다. 이와 같은 채터진동이 발생하는 원인으로 피삭재(표면상태)의 불균일성, 절삭력, 절삭속도 등으로 알려져 있다[1, 2]. 채터진동은 마이크로 가공에서 치수 정밀도와 표면조도를 떨어지게 하고 공구의 마모와 파손을 촉진시킨다. 따라서 자려채터진동을 일으키는 원인에 대한 분석과 이를 줄이는 연구가 필요하다.

본 연구에서는 평삭을 이용한 미세채널가공에서 다이아몬드공구 팁의 세장비에 의해 채터진동이 발생 하는지의 여부를 분석하고자 하였다.

2. 실험장치 및 방법

2.1 실험장치 및 공구

본 연구에는 Fig. 1과 같은 실험 장치가 적용되었다. 시스템은 4축 문형으로써 X, Y, Z축 및 로터리 축을 기본으로 하며, 각 축의 스트로크는 900 × 900 × 100 ㎜, 반복 정밀도는 0.5㎛이다. Z축에 공구동력계(Kisler, Mini dynamometer 9256A2)를 장착하여 X, Y, Z방향의 절삭력을 실시간으로 측정 할 수 있게 하였다.

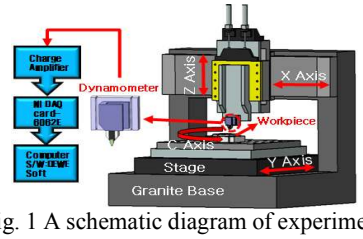
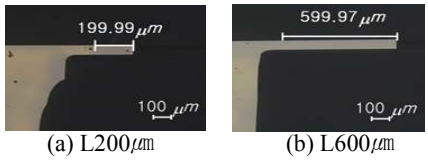


Fig. 1 A schematic diagram of experimental setup

Fig. 2는 본 실험을 위해 제작된 사각 다이아몬드 공구의 팁 형상이다. 공구폭은 60㎛, 유효 세장비는 3.3 및 10이다. 공구형상각 0°인 직선형 공구이며, 경사각 0°, 전면 여유각 3°, 측면 여유각 1°이다. 공구 팁의 폭은 일정하고 길이를 다르게 하여 가공시에 발생하는 동적절삭력의 파형 폭 차이를 관찰하여 세장비의 영향을 파악하고자 하였다.



(a) L200㎛ (b) L600㎛

Fig. 2 Designed tools for experiments

2.2 실험방법

Fig. 3은 가공 실험 방법을 나타낸 것이며, Table. 1은 절삭조건을 나타낸 것이다. 30×30㎟의 황동시편에 절삭 깊이 2, 4, 6, 8, 10㎛과 절삭속도 10, 50, 100㎜/s의 절삭조건을 적용하여 가공깊이와 가공속도에 따른 영향을 분석하였다.

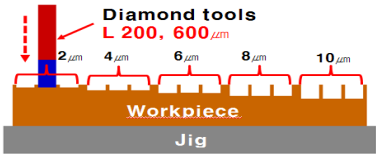


Fig. 3 Experiment method

Table 1 Cutting conditions

Machine tool	Planer (900×900×100 stroke)
Diamond cutting tool	W60㎛, L200/600㎛, θ=0°
Pattern size	Pitch 80㎛,
Cutting speed	10, 50, 100㎜/s
Cutting depth	2, 4, 6, 8, 10㎛/pass
Workpiece	6:4 brass, 30×30㎟

3. 실험결과 및 고찰

3.1 절삭 깊이 및 속도에 따른 가공표면 비교

Fig. 4는 절삭속도 50㎜/s를 적용하여 절삭깊이에 따른 공구 세장비별 가공표면을 비교한 것이다.

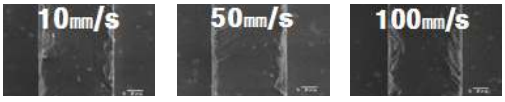
공구 세장비에 의한 가공표면은 큰 차이가 없음을 볼 수 있었다. 공구의 세장비와 관계없이 가공깊이가 커질수록 채널 상면부에 버의 발생이 심해졌으나 채터링에 의한 흔적은 찾아볼 수 없었다.

(a) Length of diamond tool tip = L200㎛

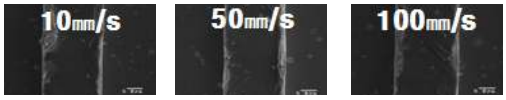
(b) Length of diamond tool tip = L600㎛

Fig. 4 Comparison of machining surface with cutting depth

Fig. 5는 절삭깊이 6㎛를 적용하여 절삭속도에 따른 공구 세장비별 가공표면을 비교한 것이다. 다이아몬드공구 팁의 세장비에 의한 영향은 절삭속도의 변화에도 큰 차이를 볼 수 없었다. 공구 세장비와 관계없이 절삭속도의 변화는 가공표면에는 큰 영향을 주지 않았다.



(a) Length of diamond tool tip = L200㎛

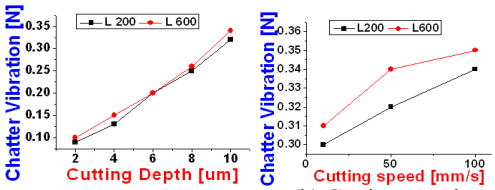


(b) Length of diamond tool tip = L600㎛

Fig. 5 Comparison of machining surface with cutting speed

3.2 절삭 깊이 및 속도에 따른 절삭력 파형 비교

Fig. 6(a)은 가공속도가 50㎜/s일 때 절삭깊이에 따른 동적 절삭력의 파형 폭을 공구세장비별로 비교한 것이다. 가공깊이가 커질수록 공구의 세장비에 관계없이 동적절삭력 파형 폭이 증가고 공구세장비별 동적 절삭력 파형 폭 비교에서 L200㎛공구가 L600㎛공구에 비해 400㎛ 길이 차이가 있는데도 불구하고 동적절삭력 파형 폭이 미세한 차이로 적게 나타났다. Fig. 6(b)는 가공깊이가 10㎛일 때 절삭속도에 따른 동적 절삭력 파형 폭을 비교한 것으로 가공속도가 빨라질수록 공구세장비에 관계없이 동적 절삭력 파형 폭이 증가 하였으며, 공구세장비별 동적절삭력 파형 폭 비교에서는 L200㎛공구가 L600㎛공구에 비해 파형 폭이 미세한 차이로 적게(약0.015N) 나타났다.



(a) Cutting Depth (b) Cutting speed

Fig. 6 Comparison of magnitude of dynamic cutting force with cutting depth and speed

4. 결론

본 연구에서는 다이아몬드 사각공구를 이용하여 미세채널가공 중 발생되는 동적 절삭력의 파형 폭과 공구 세장비의 관계를 알기위한 실험을 수행하고 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 다이아몬드공구 팁의 길에 의한 자려채터진동은 거의 없는 것을 확인했고 가공깊이가 커질수록 공구의 떨림보다는 절삭깊이의 영향에 의한 동적 절삭력의 진동 폭이 커진다는 것을 확인했다.

2. 가공속도가 빨라질수록 동적 절삭력 파형 폭이 커짐을 확인 했다. 공구 세장비 차이에서 L200㎛ 공구가 L600㎛공구보다 동적절삭력 파형 폭이 미세하게 작게 나타났으나 이것은 가공표면에 공구 길이에 따른 영향을 주지 않는 것을 확인했다.

후기

본 연구는 지식경제부의 전략기술개발사업 생산기반분야 연구결과의 일부임을 밝히며, 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. 강명창, 김정석, 박철, “다중센서에 의한 채터진동 발생점의 실시간 검출에 관한 연구,”한국정밀공학회지,119-123, 1994
2. 조종래, 남용석, 정운교, 김재실 “선삭가공 중 신경망을 이용한 채터진동의 감시,”한국정밀공학회지,72-77, 2001
3. Tae-Jin Je, Kang-Won Lee, Doo-Sun Choi, Jae-Gu Kim, Kyoung-Taik Park, Kyung-Hyun Whang "Machining Characteristics as Chatter Vibration of Micro Channel Structure with High Aspect Ratio in Orthogonal Cutting," Proceedings of the euspen International Conference – San Sebastian - June 2009
4. S.M.Hong, T.J.Je, D.J.Lee, J.C.Lee, "Machining Characteristics of V-shape Diamond Tool with Workpiece Materials", KSMPE, pp. 28~33, 2005