

# 미세 방전 가공에서의 진동 부가에 따른 가공 특성 연구

## Machining characteristic Characteristic of Micro EDM with Workpiece-Vibration

\*이평안, 문인용, 응웬하, 김선길, #김보현

\*Pyeong An Lee, In Yong Moon, Khac-Ha Nguyen, Sun Kil Kim,

#Bo Hyun Kim(bhkim@ssu.ac.kr)

숭실대학교 기계공학과

Key words : Micro EDM, Vibration, Multiple electrode

### 1. 서론

최근 많은 산업분야에서 미세 가공에 대한 수요가 높아지고 있다. 이에 따라 많은 미세 가공 방법이 연구, 개발 중에 있으며, 이 중, 방전 가공 기술은 미세 가공에 가장 적합한 기술 중 하나이다. 하지만 한번에 여러 구멍을 가공하는 다중 구멍 가공에서와 같이 공구 전극을 회전시킬 없는 경우 가공 잔여물(debris)이 원활히 배출되지 않아 가공이 매우 힘들어진다.<sup>1</sup> 이를 극복하기 위한 시도가 많이 진행되어 왔으며, 공구나 공작물에 진동을 부과하는 방법도 소개되었다.<sup>2,3</sup> 하지만, 진동의 크기 및 주파수에 따른 가공 성능의 차이에 대한 연구는 아직 미흡한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 진동의 크기와 주파수의 변화가 가공에 미치는 영향에 대해서 연구하였다.

### 2. 가공 시스템

실험에 사용된 가공 시스템은 Fig. 1 과 같이 X-Y-Z 이송기구 위에 미세 공구전극 제작을 위한 BEDG(Block Electro-Discharge Grinding)와 진동 부가를 위한 PZT 액추에이터(actuator)가 설치되어, 공구 제작과 구멍 가공을 공구의 탈부착 없이 진행 할 수 있게 하였다. 본 실험에 앞서 PZT 액추에이터의 실제 진동주파수와 진폭 값은 시스템에 장착한 상태에서 광파이버 변위 센서를 이용하여 측정하였다.

### 3. 실험 결과

Table 1 에 실험에 사용된 가공 조건을 나타내었다.

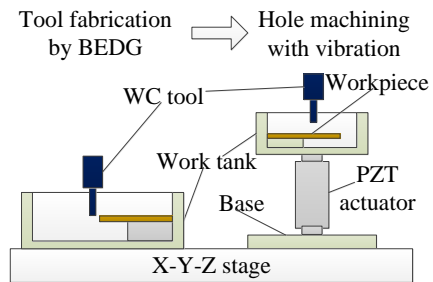


Fig. 1 The machining system

본 실험에 사용된 PZT 액추에이터는 방전 가공용 수조의 장착으로 인해 10 Hz 에서 최대 22  $\mu\text{m}$  의 진폭 값을 나타내었으며, 주파수 100 Hz 이상에서는 2  $\mu\text{m}$  의 진폭 한계를 나타내었다. 선행된 실험에서, 동일한 진폭에서 주파수가 높아질수록 가공 시간이 단축되는 것을 보였지만, 100 Hz 이상에서는 주파수를 증가시켜도 큰 변화가 없고, 주파수를 증가하는 것보다 낮은 주파수에서 진폭을 증가 하는 것이 더 좋은 가공 효율을 나타내었다. 따라서, 실험에 적용할 진동 범위를 진폭 8  $\mu\text{m}$  에 주파수 10 ~ 50 Hz 로 설정하였으며, 지름 55  $\mu\text{m}$  의 공구 전극을 회전하지 않고 실험하였다.

Table 1 The machining condition

Tool electrode	WC ( $\varnothing$ 300 $\mu\text{m}$ )
Workpiece	Copper (300 $\mu\text{m}$ thickness)
Voltage	100 V
Capacitance	5600 pF
Feedrate	9 $\mu\text{m}/\text{s}$
Dielectric fluid	Kerosene

Fig. 2의 그래프를 통해 주파수 0~30 Hz 구간에서는 가공시간의 차이가 일정하게 감소하는 것을 확인할 수 있지만, 주파수 40, 50 Hz에서 감소폭이 현저히 줄어든 것을 알 수 있었다. 또한, 진동이 없는 가공과의 가공 시간의 차이는 2.5 배 정도임을 알 수 있었다.

다중 전극에 맞는 안정된 가공 속도를 찾기 위해 동일한 가공 조건에서 전극 이송 속도를 3  $\mu\text{m/s}$ 로 하여 실험하였다. Fig. 3에서 보여지듯이, 진동 부가 여부에 따라 가공시간이 약 14 배 정도가 차이가 나는 것을 알 수 있으며, 이는 단일 전극을 사용했을 때 보다 더 큰 효과를 보여준다.

Fig. 4는 가공 후의 다중 전극과 가공된 구멍을 SEM으로 촬영한 사진이다.

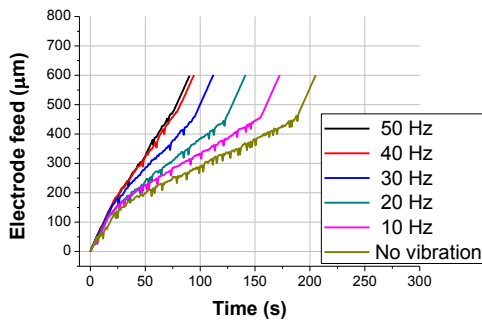


Fig. 2 The electrode feed according to different frequency (Amplitude 8  $\mu\text{m}$ )

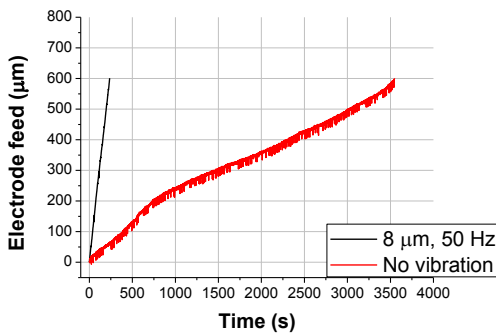


Fig. 3 The multiple electrodes feed with and without vibration. (Feedrate 3  $\mu\text{m/s}$ )

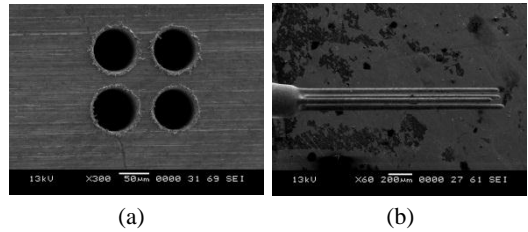


Fig. 4 The SEM pictures of (a) the multiple hole and (b) multiple electrode

#### 4. 결론

본 연구에서는 구멍 가공에서의 진동 조건에 따른 가공 특성에 대해 연구하였으며, 회전하지 않는 단일 전극을 이용하여 진동 조건이 바뀔 때 따른 가공 특성의 변화를 확인하였다.

이를 토대로, 동일한 진동 조건이 다중 전극을 이용한 구멍 가공에 미치는 영향을 확인하였다.

#### 후기

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 IT 융합 고급인력과정 지원사업의 연구 결과로 수행되었음. (NIPA-2012-H0401-12-1004)

#### 참고문헌

1. Kim, B. H., Park, B. J. and Chu, C. N., "Fabrication of multiple electrodes by reverse EDM and their application in micro ECM," *Journal of Micromechanics and Microengineering*, **16**, 843-850, 2006.
2. Tong, H., Li, Y. and Wang, Y., "Experimental research on vibration assisted EDM of micro-structures with non-circular cross-section," *Journal of Materials Processing Technology*, **208**, 289-298, 2008.
3. 손성민, "진동기구를 이용한 미세구멍 방전가공의 효율향상," *한국산학기술학회논문지*, **12**, 623-628, 2011.