

# 전극 마모율을 이용한 공구 전극의 미세 방전 가공 Micro EDM of Tool Electrodes Using Wear Ratio

\*문인용<sup>1</sup>, #김보현<sup>2</sup>

\*I. Y. Moon<sup>1</sup>, #B. H. Kim(bhkim@ssu.ac.kr)<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> 숭실대학교 기계공학과

Key words : Micro EDM, Tool electrode, Wear ratio

## 1. 서론

최근 다양한 산업 분야에서 미세 구멍 및 형상 가공에 대한 수요가 증가하고 있다. 이를 위한 미세 가공 기술 중 하나인 미세 방전 가공은 전기적 방전을 이용하여 재료를 가공하는 기술이다. 구멍 가공이나 형상 가공을 위한 방전 가공에서는 미세 공구 전극의 제작이 필수적이다. 미세 공구 전극은 많은 경우 WEDG(Wire Electro Discharge Grinding)<sup>1</sup>를 이용하여 제작하고 있으나, 안정적이고 균일한 형상의 전극 가공을 위해서는 정밀 와이어 가이드 뿐만 아니라 와이어 이송 시 발생하는 진동의 완벽히 억제가 필요하다. 일례로, 와이어의 진동이 충분히 억제되지 않으면, Fig. 1 과 같이 형상이 균일하지 못한 전극이 제작된다.

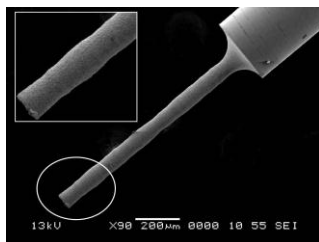


Fig. 1 Micro electrode machined by WEDG (wire vibrated,  $\varnothing$  80  $\mu$ m, 1 mm length, tungsten carbide)

한편 블록 전극을 왕복시켜 공구 전극을 가공하는 MBEDG(Moving Block Electro Discharge Grinding)<sup>2</sup> 방법은 WEDG에 비해 추가적인 기구 장치가 필요 없고, 높은 직진도의 전극을 쉽게 가공할 수 있다. 하지만, 공구 전극이 가공되는 동시에, 블록 전극도 마모가 되어 1 회 가공 후에는 블록의 단면이 테이퍼 형상으로 바뀌게 된다. 일반적으로 공구 전극을 큰 지름

에서 작은 지름으로 가공하기 위해 여러 번의 가공을 하게 되며, 이 때 테이퍼 형상의 블록 전극은 재사용하는데 문제가 된다.

따라서 본 논문에서는 공구 전극과 블록 전극의 마모율을 이용하여, 특정 길이와 크기의 미세 공구 전극의 제작 시 블록 전극의 테이퍼를 최소화하고 이를 제거하는 방법에 대해 연구하였다.

## 2. 전극 마모율 측정

실험에서 쓰인 블록 전극의 재료는 구리(99% Cu)를 사용하였으며, 공구 전극의 재료는 텅스텐 카바이드(WC) 환봉을 사용하였다. 방전 전원으로 RC 회로를 이용하였다. 먼저 블록 전극과 공구 전극의 마모율을 실험적으로 구하였다. 지름 300  $\mu$ m 환봉을 지름 100  $\mu$ m, 길이 1 mm 로 가공한 뒤, 가공된 환봉의 무게와 블록 전극의 무게를 측정하여 가공량 대비 블록 전극의 마모량을 구하였다. 미소 무게를 측정하기 위해 분해능 0.01 mg 인 정밀 저울(HM-202, Analytical & Precision Balance Co., Inc.)을 사용하였으며 마모율은 약 3.47 로 측정되었다.

## 3. 실험 및 고찰

공구 전극을 가공한 후의 블록 전극의 형상은 Fig. 2 에 나타내었다. SEM 사진처럼, 블록 전극의 가공 영역에서, 옆면이 경사지게 가공되며 아래 부분에서는 미가공된 부분이 남아있는 것을 볼 수 있다. 이러한 테이퍼 형상은 공구 전극을 다시 가공하는 경우, 형상 치수 오차의 원인이 될 수 있으므로, 제거되어야 할 부분이다. 따라서 테이퍼 형상을 최소화시키기 위해 두 전극 재료의 마모율을 이용, 블록 전극의 왕복 이송 길이를 예측하였으며, 추후 남

아있는 테이퍼를 가공하여 없애는 공정을 추가 하였다.

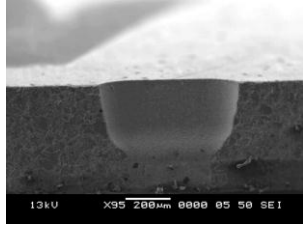


Fig. 2 Block electrode after tool-machining (Cu, 500  $\mu\text{m}$  thickness)

측정된 마모율을 바탕으로 지름 300  $\mu\text{m}$  의 환봉을 황삭 가공과 정삭 가공 2 단계를 거쳐 지름 50  $\mu\text{m}$  미세 공구 전극을 제작하였다. 가공조건은 Table 1 에 나타내었다. 공구 전극의 가공량과 블록 전극의 마모량을 이용하여 블록 전극의 왕복 이송 길이(feed stroke)를 계산하였다.

Table 1 Machining parameters

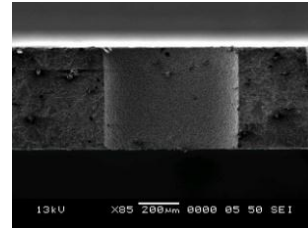
	roughing	finishing
target size	$\text{Ø } 300 \mu\text{m} \rightarrow 100 \mu\text{m}$	$\text{Ø } 100 \mu\text{m} \rightarrow 50 \mu\text{m}$
capacitor	6800 pF	500 pF
voltage	100 V	100 V
feed stroke (block)	290 $\mu\text{m}$	290 $\mu\text{m}$
electrode feed	1450 $\mu\text{m}$	1150 $\mu\text{m}$

계산된 블록 전극의 왕복 이송 길이를 이용하여 공구 전극을 가공하면, 블록 전극의 미가공 부분을 최소화시킬 수 있었으며, 원하는 공구 전극의 길이를 가공한 뒤, 방전 전원의 극성을 바꿔, 옆면과 아래 부분의 테이퍼 형상을 제거할 수 있었다. Fig. 3(a)는 테이퍼가 제거된 블록 전극의 단면 사진이며, Fig. 3(b)는 테이퍼 제거된 블록 전극을 이용하여 가공한 미세 공구 전극의 사진이다.

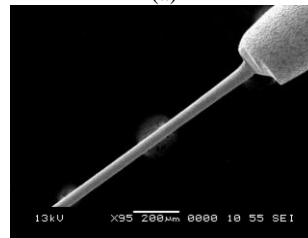
#### 4. 결론

기존 블록 전극을 이용하여 공구 전극을 제작하는 공정에서 블록 전극에 남게 되는 테이퍼 형상을 최소화하기 위해, 전극 마모율을

고려하여, 블록의 왕복 이송 길이를 구하였다. 또한 잔여 테이퍼를 역극성 방전 가공함으로써 블록 전극의 테이퍼를 제거하였다. 이를 통해 공구 전극의 2 차 가공에 블록 전극을 재사용할 수 있었으며, 가공 효율성을 높일 수 있었다.



(a)



(b)

Fig. 3 (a) block electrode without taper (b) micro tool electrode machined using taper-free block electrode (WC,  $\text{Ø } 55 \mu\text{m}$ , 1mm length)

#### 후기

이 논문은 2010 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(No. 2010-0006642)과 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 IT 융합 고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음" (NIPA-2011-C6150-1101-0004)

#### 참고문헌

1. Masuzawa, T., Fujino, M. and Kobayashi, K., "Wire Electro-Discharge Grinding for Micro-Machining," Annals of the CIRP, 34, 431-434, 1985.
2. Rahman, M., Asad, A.B.M.A, Masaki, T., Saleh, T., Wong, Y. S. and Senthil Kumar, A., "A Multiprocess Machine Tool for Compound Micromachining," International Journal of Machine Tools & Manufacture, 50, 344-356, 2010.