

전극 형상에 따른 슈퍼드릴 방전가공의 가공속도 향상 Improvement of Super Drill EDMing speed with Specific Electrode Shape

*송기영¹, 정도관¹, #김보현², 주종남¹

*K. Y. Song¹, D. K. Chung¹, #B. H. Kim(kimbh@andong.ac.kr)², C. N. Chu¹

¹서울대학교 기계항공공학부, ²안동대학교 기계공학부

Key words : Super Drilling EDM, Electrode Shape, Debris

1. 서론

현대 산업사회는 고정도, 고정밀의 첨단 제품뿐만 아니라 대량 양산품이 공존하며 대중의 다양한 요구를 충족시키고 있다. 이에 방전가공은 형조방전, 와이어컷팅, 슈퍼드릴링의 다양한 형태로 첨단 반도체 장비부터 일상 용품의 대량생산용 금형까지 다양한 분야에 영향을 끼치고 있다.

슈퍼드릴링은 방전가공의 한 종류로써, 황동 중공축(bass hollow shaft)을 전극으로 하여 수십 μm 부터 수 mm 직경을 가지는 구멍을 비교적 깊게 뚫을 수 있다. 그리하여 와이어컷 방전가공의 스타트 홀부터 터빈 블레이드의 냉각공기 통로에까지 다양한 분야에 널리 응용된다.

방전 가공 중에 발생하는 가공 부스러기(debris)는 전극과 공작물 사이에서 쇼트를 일으키거나 2차방전을 일으켜 정상 방전가공을 방해한다. 이는 가공속도를 저하시킬 뿐만 아니라 가공 형상과 표면 거칠기에도 좋지않은 영향을 미친다. 김보현¹ 등은 미세홀 방전가공에서 스크류 형상의 전극을 사용하여 가공부스러기 배출을 원활하게 하였다. 그 결과 가공속도가 상당히 개선됨을 보였다. 김규만² 등과 Yan³ 등은 전극의 회전속도를 높혀 부스러기 배출을 용이하게 하였으며, Masuzawa⁴ 등은 방전 가공 중에 축전용량을 순간적으로 높힘으로써 그 폭발력을 이용한 가공 부스러기 배출로 가공 속도를 높이는 방법을 제시하였다.

본 연구에서는 실제현장에서 사용하는 범용 슈퍼드릴링을 사용할 때 간극에서 발생하는 가공 부스러기가 원활히 배출되도록 전극형상을 변화시켜 가공해 보았다. 이로써 가공 부스러기로 인한 2차 방전을 줄이고 가공 갭 사이의 환경이 좋아지도록 하여 가공속도 변화를 살펴보고 동일조건외의 기존 전극과도 비교하여 보았다.

2. 슈퍼드릴 방전가공

슈퍼드릴링은 범용 드릴과는 달리 방전가공으로 공작물과 비접촉 가공 과정을 수행한다. 그리하여 높은 세장비의 구멍을 비교적 쉽게 가공할 수 있다.

Fig. 1은 슈퍼드릴링의 개략도를 나타낸 것이다. 일정 전압을 가해진 전극과 가공물을 가까이 접근 시키면 간극 사이에서 방전이 일어나며 전극과 가공물의 일부가 방전 에너지에 의해 용융되어 모재에서 떨어져나간다. 전극은 주로 황동을 재료로한 중공축을 쓰게 되는데, 중앙의 통로를 통하여 가공갭에 방전액이

공급된다. 방전액으로 사용되는 탈이온수는 이 중공축전극 중앙의 통로를 통하여 연속적으로 공급되고 이는 가공중 발생된 부스러기를 간극 밖으로 밀어내 제거한다. 이와 같은 과정을 반복하며 모재에 구멍을 가공하게 된다.

가공과정이 진행 될 수록 구멍 깊은 곳에서 생성된 부스러기들은 배출이 용이하게 되지 못하여 가공환경에 악영향을 준다. 예를 들면, 전극과 가공물 사이에 쌓이게 되어 간극을 좁히고 이에 방전액의 순환을 방해한다. 또한 가공갭 사이에 쇼트를 일으켜 정상가공을 방해하여 가공시간을 증가시키고 전극 소모를 높이게된다. 뿐만 아니라 2차방전을 일으켜 가공물의 질을 저하시킨다⁵.

가공 중 발생하는 부스러기들은 모재에서 떨어져 나온것 뿐만 아니라 전극에서도 발생한다. 박찬혜⁶ 등은 슈퍼드릴링으로 구멍을 가공한 뒤 표면을 EDX(Energy Dispersive X-Ray Detector)로 분석하였다. 그 결과 가공면에 전극 성분인 Cu가 다량 함유되어있음을 관찰하였다.

3. 실험 및 결과

3.1 실험개요

동일한 가공조건에 대하여 전극 형상의 변화에 따라 가공특성을 알아보았다. 본 실험에는 한국NSD社의 NSD-1000T기종을 사용하여 진행하였으며, Fig. 2와 같이 3가지 종류의 전극을 사용하였다. 첫 번째 전극은 원형 형상으로 기존 일선 산업 현장에서 일반적으로 사용되는 형태(Type A)이다. 두 번째는 가공 부스러기가 전극과 가공면 사이의 갭을 통하여 원활히 배출될 수 있도록 원형 형상의 한쪽 끝을 0.15 mm 제거한 형태(Type B)이며, 세 번째 전극은 양쪽을 동일한 치수로 제거한 형태(Type C)이다.

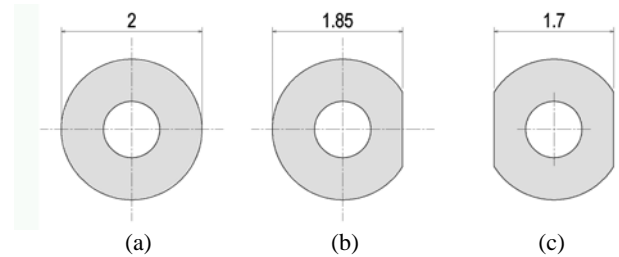


Fig. 2 Shapes of (a) a original-type A; and (b) a single cut-type B; and (c) a double cut-type C

Table 1 Machining condition

Dielectric Fluid	Deionized Water	Spindle Speed	60 rpm
Fluid Pressure	2 MPa	Electrode Material	Brass
Voltage	80 V	Electrode Diameter	2 mm
On-time	50 μs	Workpiece Material	SKD11
Off-time	40 μs	Workpiece Thickness	30 mm

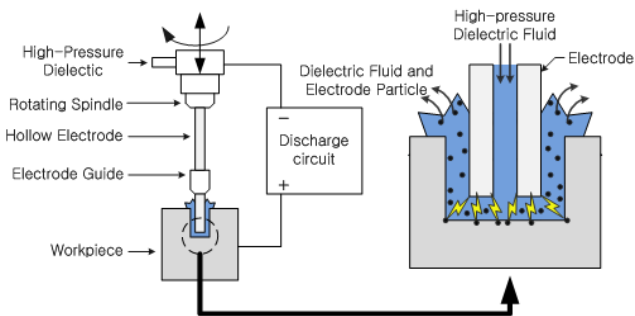


Fig. 1 Schematic diagram of super drill EDM

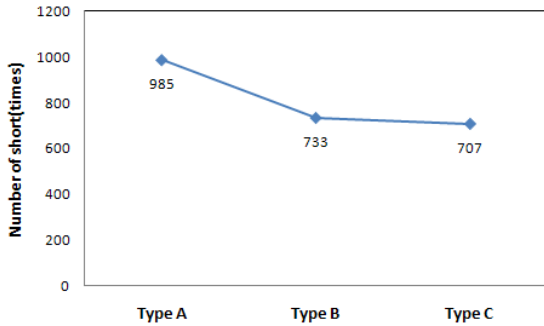


Fig. 3 Number of short according to electrode type

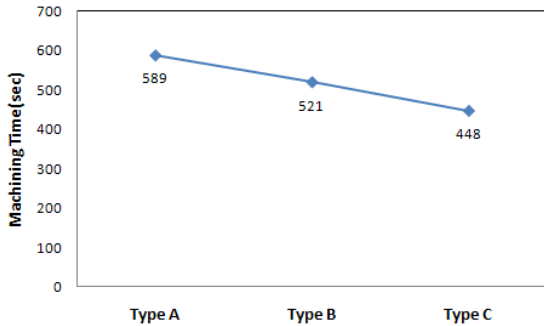


Fig. 4 Machining time according to electrode type

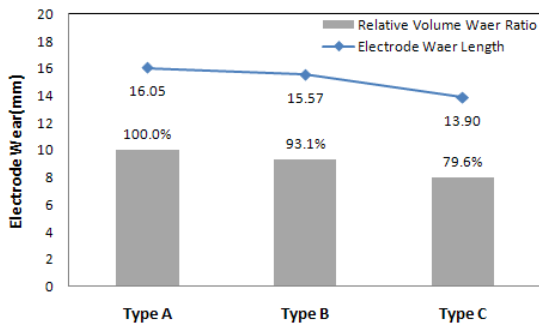


Fig. 5 Electrode wear according to electrode type

세 가지 형태의 전극을 사용하여 직경 2 mm 구멍을 SKD11재질의 두께 30 mm 공작물에 가공하였다. 방전회로의 on-time와 off-time 그리고 전압, 스핀들 회전수를 고정하고 가공 중에 발생한 쇼트횟수와 가공시간, 전극 소모비를 측정하였다. 전극 소모비는 가공 전후의 길이를 비교하였고, 각 형상별로 전극의 단면적이 다르기 때문에 부피비로 환산하여 비교도 해보았다.

실험 조건은 Table 1과 같으며 각 조건 별로 6회 반복하였다.

3.2 결과 및 고찰

3.2.1 쇼트 발생 횟수

Fig. 3은 각 전극 형상별로 가공을 진행하였을 때 가공 중 발생한 쇼트횟수이다. 기존 전극 Type A에 비하여 개선된 형상을 가진 Type B와 Type C를 사용한 가공에서 쇼트횟수가 현저하게 줄어들었다. 이는 가공부스러기를 원활하게 배출하고 간극에 머무는 양을 줄인 것에 기인한다. 쇼트횟수의 감소는 전극을 가공방향으로 피드시 역방향 이송 횟수를 줄여준다는 점에서 가공 속도 향상에 큰 영향을 미친다.

3.2.2 가공속도

Fig. 4는 두께 30 mm 시편을 완전히 관통하여 가공하는데 소요된 시간을 나타내고 있다. 전극 Type B와 Type C의 가공시간이 Type A에 비하여 상당히 줄어들었다. 동일한 조건에서 가공부스러기의 배출을 용이하게 하여 간극의 방전환경이 개선되었음을 알 수 있다. 이로써 유효 방전 횟수가 증가하고 이는 곧 가공속도 증가로 이어진다.

3.2.3 전극소모

Fig. 5는 가공 중 소모된 전극의 길이와 그에 따른 상대적인 부피비를 나타내고 있다. 가공 부스러기 배출이 용이하도록 개선한 전극 Type B와 Type C가 전극 소모가 줄어들었다. 단면적으로 다른 점을 감안하여, Type A에서의 전극소모를 100%로 보았을 때 소모된 부피를 상대적으로 비교해 보면 Fig. 5에서 보는 바와 같이 Type C의 전극 소모는 20%이상 감소하였음을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 슈퍼드릴 방전가공 시 발생하는 가공부스러기의 영향을 줄이고자 전극형상을 부스러기배출이 원활하게 되도록 전극의 형상을 변화시켜 가공의 중요한 지표인 쇼트횟수, 가공시간, 전극 소모를 측정하였다. 그 결과, 부스러기 배출이 원활하도록 설계된 전극을 사용할 때 가공 중 쇼트발생이 현저하게 줄었고, 가공속도가 상당히 개선되었음을 알 수 있었다. 뿐만 아니라 전극소모율도 감소하게 되는 효과를 얻게 되어 앞으로 일선현장에 적용 시 가공 효율뿐만 아니라 경제적인 생산 원가 절감에도 기여할 것으로 보인다.

참고문헌

1. 김보현, "스크류 전극을 이용한 미소구멍의 미세방전 가공특성," 서울대학교 석사학위논문, 1999.
2. 김규만, 김보현, 주종남, "미세구멍의 미세방전 가공에서 가공율과 전극소모 특성," 한국정밀공학회지, Vol.16, No.10, 94-100, 1999.
3. Yan, B.H., Huang, F.Y., Chow, H.M., Tsai, J.Y., "Micro-hole machining of carbide by electric discharge machining," Journal of Materials Processing Technology, 87, 139-145, 1999.
4. Masuzawa, T., Ku, C.-L. and Fujino, M., "Drilling of Deep Microholes by EDM Using Additional Capacity," Int. J. of the Japan Society of Precision Engineering, Vol.23, No.4, 275~276, 1990.
5. 김재현, 김보현, 류시형, 주종남, "미소구멍의 가공 깊이에 따른 미세방전 가공특성," 한국정밀공학회지, Vol.20, No.7, 227-232, 2003.
6. 박찬해, 김종업, 왕덕현, 김원일, "초정밀 반도체 금형 제작을 위한 슈퍼드릴 방전가공기 전극가이드 개발과 미세홀 방전가공," 한국기계가공학회지, Vol.14, No.3, 32-38, 2005.