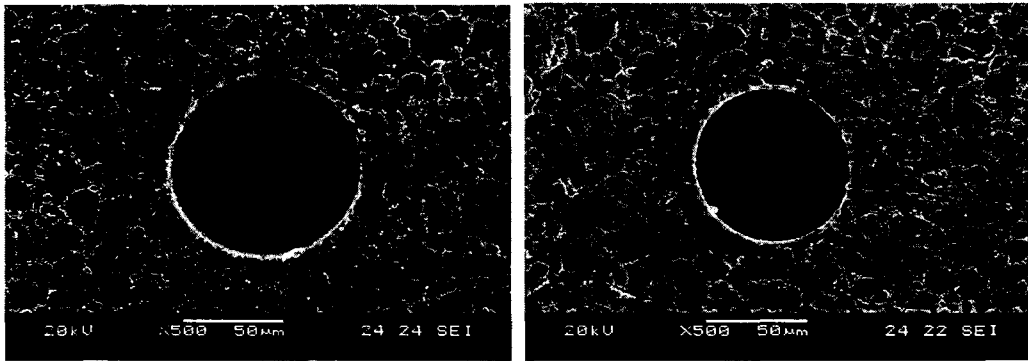


초음파를 이용한 방전가공에서 깊은 미세 구멍 가공

제성욱(서울대 대학원 기계항공공학부), 류시형*(서울대 정밀기계설계공동연구소),
주종남(서울대 기계항공공학부)

주제어 : 마이크로 방전가공, 초음파 진동, 미세 구멍, 세장비

마이크로 방전가공 (micro EDM) 은 버 (burr) 등이 발생하지 않아 고경도 전도성재의 정밀 미세 구멍 가공에 널리 사용되고 있다. 그러나, 가공 깊이가 깊어짐에 따라 가공 중 발생하는 방전 부스러기 (debris) 들의 배출이 용이하지 않아 일반적으로 방전가공을 통한 직경 100 μm 이하, 세장비 (aspect ratio) 8 이상의 미세 구멍 가공이 불가능한 것으로 알려져 있다. 미세 방전가공 중 발생하는 가공 부스러기는 공구와 공작물 사이의 미세 간극에 축적되게 되고 이로 인하여 잦은 단락이 일어나 안정적인 방전을 통한 전극 이송이 방해받게 된다. 본 논문에서는 방전가공에서 절연액에 초음파 진동 (ultrasonic vibration) 을 추가하여 세장비가 높은 미세 구멍을 가공하는 연구를 수행하였다. 초음파 진동은 전극 밀면에 응집된 가공 부스러기들을 간극의 절연액 (dielectric) 속으로 이산시키는 역할을 하여 깊은 구멍 내부에서도 잦은 단락 없이 안정적인 방전이 이루어지도록 한다. 본 연구에서는 초음파가 전달될 때 가공조 내의 입자 속도와 압력 분포를 고려하여 공작물의 위치를 선정하였으며, 공작물로의 직접적인 초음파 진동 전달을 억제하기 위해 현가 지그 (suspending jig) 를 제작하였다. 초음파 부가 미세 방전 가공기를 이용한 실험 결과 초음파를 사용하지 않는 일반 방전가공 방법에 비해 전극 마모율과 가공 속도가 증가됨을 알 수 있었으며, 반경 방향 가공 여유 (radial clearance) 의 증가는 관찰되지 않았다. 또한 초음파 부가 미세 방전 가공에서 이송 속도와 축전 용량에 따른 방전 가공 특성을 살펴보고 세장비의 측면에서 최적의 가공 조건을 구하였다. 이로부터 두께 2 mm 의 304 스테인레스 스틸에 입구 직경 92 μm , 출구 직경 81 μm 의 미세 장공을 가공하였으며 이 때의 세장비는 23 이다. 본 연구를 통해 방전가공을 이용한 미세 가공에서 방전액에 초음파를 추가하는 방법이 고세장 미세 구멍 제작에 매우 효과적임을 확인하였다.



(a) entrance: ϕ 92 μm

(b) exit: ϕ 81 μm

Fig. 1 Machined micro hole by EDM with ultrasonic vibration. (304 SS with 2 mm depth, 400 pF capacitance, and 3 $\mu\text{m/s}$ programmed feedrate)