

와이어 방전가공기의 가공표면조도 개선에 관한 연구 Research of machining surface roughness improvement of WEDM

*#이병원(byoungwon.lee@doosan.com)¹, Mikhail Pavlovets²

¹ 두산인프라코어(주) 제품개발 5팀, ² 두산인프라코어(주) 제품개발 5팀

Key words : WEDM, Surface roughness

1. 서론

일반적으로 와이어 방전가공기라 함은 와이어를 전극으로 사용하여 전도체 소재와 방전을 일으켰을 때 발생하는 전기적 작용을 이용하여 CNC 장치에 의해 프로그램된 형상대로 소재를 가공하는 장치이다. 이와 같은 방전가공기는 가공속도와 가공면의 거칠기가 소재와 와이어간(이하 극간)에 인가되는 방전전원의 크기에 따라 달라지기 때문에 극간에 인가되는 방전 전원의 크기를 미세하게 제어할 수 있는 방전 전원 제어장치를 반드시 구비하여야 한다.

와이어 방전가공기의 가공 형태를 보면 치수 정도와 표면조도 향상을 위해서 정밀 가공의 경우 보통 4 차 가공까지 실시하고 있는데, 기존 방전가공기의 가공 성능을 살펴보면 1 차 가공은 황삭가공에 해당하며 표면조도 약 Ra 3um 이고 2 차 가공은 중삭가공으로 표면조도는 약 Ra 2um 이다. 3 차, 4 차 가공이 정삭가공에 해당하며, 3 차 가공시 표면조도는 약 Ra 1um 이고 4 차 가공시 표면조도는 약 Ra 0.7um 이다.

그런데 표면조도를 향상시키는 기술이 개발되면서, 유수 업체에서 4 차 가공 표면조도가 Ra 0.3um 이하로 되도록하는 회로가 개발되었다.

2. 표면조도 개선 원리

표면조도는 가공전류를 작게 해서 가공하면 할수록 좋아진다. 그러나 그림 1 과 같은 일반적인 저항 회로에서는 가공 전류를 작게 하기 위해서는 저항을 증가 시켜야 하는데 저항을 증가 시키게 되면 극간의 전압이 낮아지게 되어 일정 저항 이상에서는 방전이 일어나지 않게 되어 표면조도를 개선시키는데 한계가 있

게 된다.

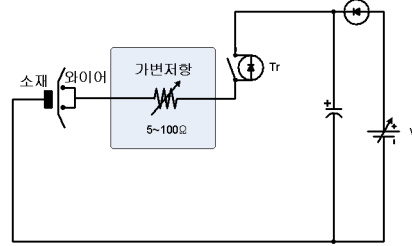


그림 1

이와 같은 문제점을 해결하기 위해, 그림 2 와 같이 인덕턴스와 캐패시턴스를 이용한 직병렬 회로로 구성되고, 공진 주파수를 제어함으로써 극간 전압 강하를 방지하면서도 방전 전류를 작게 설정할 수 있게 하였다.

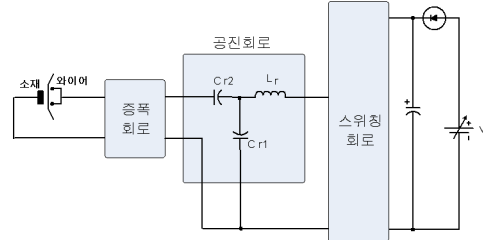


그림 2.

$$\text{전류} = \frac{\text{전압}}{\text{임피던스}} = \frac{V}{R + \sqrt{L/C}}$$

$$\text{공진주파수 } \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

기본 원리는 위 공식에서 저항이 없을 때 (‘0’에 접근할 때) 전류는 인덕턴스 L 과 캐패시턴스 C 와 인가전압 V 에 의해서 결정된다. L 과 C 를 이용한 직병렬 공진 회로를 사용하여 공진 주파수에서 순간 최대 전류가 1A 이하의 약한 가공 전류가 전달되도록 회로를 설

계하였다.

저항이 없기 때문에 저항에 의한 극간전압 강하 문제가 해결되었으며 가공 전류는 L 과 C 값이 고정이므로 인가전압 V 에 의해 결정되게 된다.

에너지를 손실을 없이 에너지를 최대한 전달하기 위해서는 공진 주파수로 스위칭하는 것이 중요하며 본 연구에서는 1MHz 의 공진 주파수를 이용하여 Ra 0.2~0.3um 의 4 차 가공 표면조도를 달성하였다.

3. 실험 결과

그림 2 의 증폭회로는 V 로 설정한 전압의 크기를 수배 더 크게 증폭하고 방전하는 기계 부분과 공진회로 부분을 절연 분리하는 역할을 담당하는 역할을 한다. 스위칭 회로부는 공진 주파수인 1MHz 로 공진회로에서 공진이 발생하게 스위칭하는 역할을 담당하게 된다. 스위칭 회로와 공진회로 그리고 증폭회로를 사용하여 DC 공급전원 V 를 AC 교류 전원으로 변환하여 극간에 공급하게 되어 극간 전류는 한번은 소재에서 와이어로 다음은 와이어에서 소재로 전류가 교번하면서 흐르게 되는 AC 전원 공급 방식으로 공급되게 된다. 극간에 AC 전원을 공급하게 되면 절연 회복에 필요한 가공 OFF 시간을 크게 줄일 수 있어 고주파 전원으로 가공이 가능하게 된다.

그림 3 은 본 연구를 통해 실험한 4 차가공 표면조도를 측정 결과이다. 기존 저항회로 방식에서는 Ra 0.7um 수준이었으나 본 연구 실험 결과 Ra 0.23um 으로 개선된 것을 보여주고 있다.

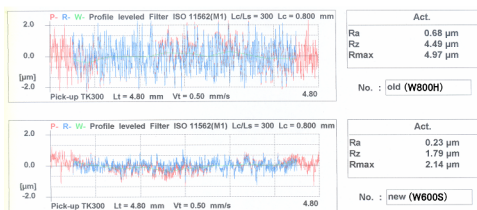


그림 3

본 연구는 실제 제품에 적용한 결과이며 와이어 방전가공기의 가공 표면조도를 기존 제

품과 비교하여 약 3 배 향상시킴으로써 가공품의 표면 품질은 물론 가공 정밀도를 크게 향상시킬 수 있었다.

참고문헌

- 소덕 특허 유럽 EP0747158A1, 1996 년
- 미쓰비시 특허 일본 평 5-208317, 1993 년