

테이프 전극을 이용한 방전가공

Tape EDM

*송기영¹, #정도관², 박민수³, 주종남¹

*K. Y. Song¹, #D. K. Chung(dogani04@snu.ac.kr)², M. S. Park³, C. N. Chu¹

¹서울대학교 기계항공공학부, ²동양미래대학 로봇자동화공학부,

³서울과학기술대학교 기계시스템디자인공학과

Key words : Tape EDM, EDM-Milling, Electrode wear

1. 서론

방전가공은 전기에너지를 이용하여 공구전극과 공작물 사이에 방전스파크를 발생시켜 이때의 고열로 공작물을 국부적으로 녹이며 가공을 진행하는 특수 가공법 중 하나이다. 기존의 절삭가공과 비교하면 공작물 재료의 강도와 경도 같은 기계적 성질에 관계없이 형상가공이 가능하므로 스테인레스스틸이나 초경합금과 같이 난삭재 가공에 널리 쓰이고 있으며 특히 금형산업에서는 없어서는 안 될 중요한 가공 공정이다^{1,2}.

방전가공에서 발생하는 스파크는 순간적으로 매우 높은 열을 발생시킨다. 이 열은 공작물을 용융시켜 가공을 진행하지만 공구전극도 용융시켜 전극 마모를 발생한다. 가공 진행 시 전극이 마모되면 원하는 가공물에 형상오차가 발생하며 이러한 가공 불량을 보정하기 위하여 정삭공정이 추가되기도 한다^{3,4}. 본 연구에서는 방전가공 시 발생하는 전극마모를 극복하고자 방전밀링 공정에서 기존의 전극을 개선한 테이프 전극 시스템을 제안하였다. Fig. 1과 같이 테이프 전극 시스템은 전도성 테이프를 이용하여 공구 전극 표면에 발생한 전극 마모층을 연속적으로 제거하여 가공 전후 전극의 형상 변화를 억제한다.

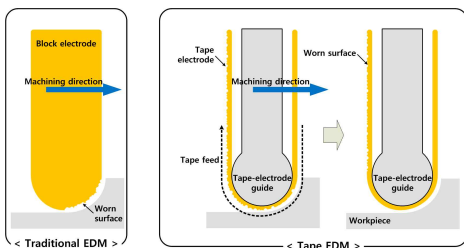


Fig. 1 Electrode wear during EDM processes

2. 가공 시스템

테이프 방전가공 시스템은 Fig. 2(a)와 같이 크게 두 가지 요소로 구성되어 있다. 첫 번째는 테이프 전극을 연속적으로 공급할 수 있는 테이프 공급 시스템이고 두 번째는 공급된 테이프 전극이 안정적으로 가공부에서 방전 스파크를 일으킬 수 있도록 도와주는 전극 가이드 부분이다. 테이프 공급 시스템은 일정한 장력을 유지하며 테이프가 풀리도록 구성되어 있고 가공에 사용 후 마모된 테이프는 회수 모터가 일정한 속도로 회전하며 보빈에 감는다. 전극 가이드는 테이프의 폭과 동일한 너비로, 전극 이송 시 테이프의 진동이나 구겨짐을 방지한다. 또한 방전 전원장치와 연결되어 테이프 전극에 전류를 공급해 공작물과 스파크를 일으킨다.

Fig. 2는 가공실험에 사용된 장비의 사진을 나타내고 있다. 본 연구에서 설계/제작된 테이프 방전가공 장치를 실제 상용 방전가공기에 장착시켰으며 가공에 사용된 장비는 와이어 방전가공기(EZ20S, 쥘서울정기)이다. 본 장비는 탈이온수를 가공액으로 사용하고 있으며 교류형식의 방전 전원을 적용하고 있다.

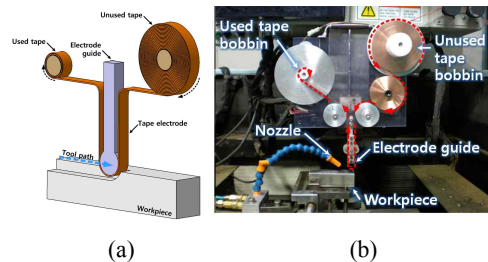


Fig. 2 Tape EDM system: (a) A schematic diagram, (b) A machining system on a EDM machine

3. 실험 방법 및 결과

본 연구에서는 폭 10 mm의 구리 테이프를 사용하여 스테인레스스틸(STS304)에 깊이 1 mm의 홈을 가공하는 실험을 하였다. Table 1은 가공에 사용된 조건이다. 가공 전원의 최대 전류는 240 A였으며 그 이상으로 전류를 인가한 경우는 아크가 발생하였다. 그 결과 테이프 전극과 공작물이 융착 되어 과도한 쇼트로 가공 진행이 어려워 졌다.

Fig. 3은 테이프 방전가공으로 가공된 부분의 사진과 단면 프로파일이다. Fig 3(a)에서 보는 바와 같이 가공된 홈의 양쪽 모서리 부분은 전극마모의 영향 없이 직각을 이루고 있다. 또한 Fig 3(b)에서처럼 가공 진행방향으로 수평이 가공면을 형성하고 있어 전극마모로 인한 테이프 문제가 발생하지 않았다.

주어진 가공 조건하에서 가공속도는 17.6 mm³/min이었으며 가공면의 표면조도는 1.63 μmRa를 나타내었다. 모서리 부분에는 Fig. 3(a)에서 보는 바와 같이 가공면이 변색되었는데 이는 전극재료인 구리가 전해증착되었기 때문이다.

Table 1 Machining conditions used in the study

Material		Electrical	
Electrode	Copper	Voltage	150 V
-Width	10 mm	Peak current	240 A
-Thickness	0.07 mm	Pulse-on time	3 μs
Workpiece	STS304	Power type	AC

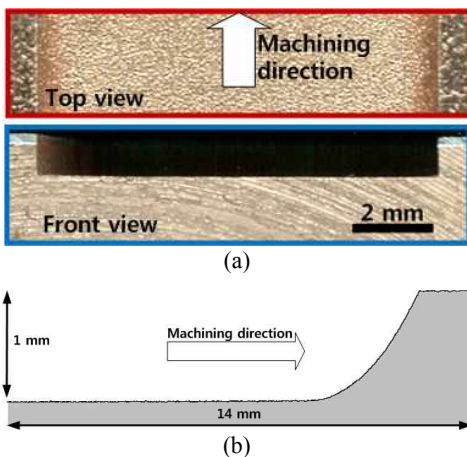


Fig.3 Machining results of Tape EDM: (a) The images of machined portion, (b) the profile

4. 결론

기존 방전가공에서는 가공면과 맞닿는 공구전극 표면에 마모가 발생한다. 특히 방전밀링과 같은 공정에서는 전극의 가공면적이 상대적으로 작아 특정부위에 집중적으로 마모가 발생하였다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 개선하고자 기존의 방전가공에서 사용되던 블록전극 대신 테이프 전극을 이용한 가공 시스템을 제안하였다. 테이프 전극은 블록전극 표면역할을 하면서 연속적으로 이송되기 때문에 방전스파크로 인하여 마모된 부분은 즉시 마모되지 않은 새로운 표면으로 대체된다. 이러한 원리를 이용하여 가공 실험을 실시한 바 스테인레스스틸 공작물에 전극 마모로 인한 공구경로 보정이나 황삭, 정삭용 전극의 교체 없이 단 하나의 공정으로 직선 홈을 가공하는데 성공하였다. 본 연구에서 제안된 테이프 방전가공은 특히 전극마모를 고려하지 않아도 되기 때문에 다양한 방전가공법을 적용시켜 각종 난삭재 가공에 적용될 것으로 사료된다.

후기

본 연구는 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단(No. 2012-0000348)의 지원을 받아 수행되었음.

참고문헌

1. Singh, S., Maheshwari, S. and pandey, P. C., "Some Investigation into the Electric Discharge Machining of Hardened Tool Steel using Different Machining Electrode Materials," Journal of Materials Processing Technology, **149**, 272-277, 2004.
2. 정태성, 이상훈, "전극 소재에 따른 방전가공 특성에 관한 연구," 한국정밀공학회 춘계학술대회논문집, 569-570, 2006.
3. Guitrau, E. B., "The EDM Handbook," 46-48, Hanser Gardner Publication, Cincinnati, 1997.
4. 今井 祥人, 河津 秀俊, 後藤 昭弘, 鈴木 俊雄, "使いこなす放電加工," 19-22, 技術評論社, Tokyo, 2010.