

# 마이크로 엔드밀의 가공특성 평가: 솔리드, 인서트, 브레이징 타입의 예 Evaluation of machinability of micro end mill: case study of solid, insert, brazing type

\*이경은<sup>1</sup>, 이종천<sup>1</sup>, 이희신<sup>2</sup>, #안성훈<sup>1,3</sup>

\*K. E. Lee<sup>1</sup>, J. C. Lee<sup>1</sup>, H. S. Lee<sup>3</sup>, #S. H. Ahn(ahnsh@snu.ac.kr)<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 기계항공공학부, <sup>2</sup>주네오티스, <sup>3</sup>서울대학교 정밀기계설계공동연구소

Key words : Micro end mill, Brazing, Insert, PCB, Cutting force

## 1. 서론

마이크로 비트는 인쇄회로기판(Printed Circuit Board, PCB)에 홀(hole), 슬롯(slot)을 가공하기 위한 공구이다. 마이크로 비트는 날 외경이 1mm 미만이지만 충분한 가공성과 수명이 요구된다[2]. 따라서 극소 사이즈에 의한 기계적 약점을 극복하기 위해 일반적으로 초경 소재인 탄화텅스텐 (tungsten carbide, WC)을 사용한다. 탄화텅스텐은 고가이므로 비트의 생산 단가를 높이는 가장 주된 원인이다. 이에 따라 비트 생산 회사에서는 비트 고정에 이용되는 샹크 (shank)를 보다 싼 재료로 대체하는 방법을 개발하고 있다(Fig. 1). 초경 단일 소재로 제작하는 솔리드(solid) 타입을 대체하는 방법으로 두 재료를 역지 끼워맞춤하는 인서트(insert) 타입, 두 재료를 은납으로 경납 땀하는 브레이징(brazing) 타입이 있다(Fig. 2).

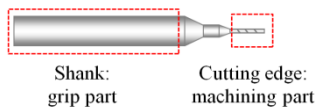


Fig. 1 Micro end mill machining part

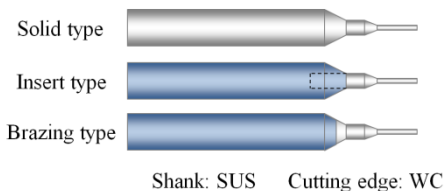


Fig. 2 Three types of micro end mill

종력을 많이 받는 마이크로 드릴과 달리 횡력을 많이 받는 마이크로 엔드밀은 브레이징이나 인서트와 같은 방식이 아직 적용되지 못하고 연구가 진행 중이다[1]. 따라서 본 연구에서는 마이크로 엔드밀에 이종재료 접합 방식이 적용 가능성을 검토하고자 솔리드 타입 제품과의 가공성을 비교하였다.

## 2. 실험 방법

날 외경이 800 $\mu$ m 인 마이크로 엔드밀 (WET080, Neotis) 에 대해 솔리드, 인서트, 브레이징 타입으로 각각 인쇄회로기판에 대한 절삭력을 측정하였다. 모재는 5 층의 구리층과 4 층의 유리 섬유 강화 플라스틱층을 가진 동박적층판(Copper Clad Laminate, CCL, DS 7409HG 0.15t)을 5 장 적층하여 사용하였으며 실험 장비는 Fig. 3 과 같고, 실험 조건은 table. 1 과 같다.

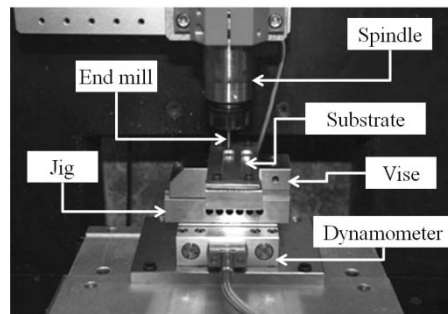


Fig. 3 Experimental setup

Table 1 Experimental condition

Dynamometer	Sampling Freq.	20,000Hz
	Low pass filter	9,000Hz
Spindle	Rotation	28,000RPM
Stage	Feed rate	400mm/min

### 3. 실험 결과

6 초의 가공 시간 중 앞부분과 뒷부분을 0.15 초씩 제외한 5.7 초간의 데이터를 이용하여 비트가 받는 절삭력의 평균과 표준편차를 구하였다. Fig. 4 를 보면 솔리드 타입의 평균이 가장 작고 브레이징 타입의 평균이 가장 크다. Fig. 5 를 보면 솔리드 타입의 표준편차가 가장 작고 브레이징 타입이 표준편차가 가장 크다. 절삭력이 크면 비트가 받는 부하가 크다는 것이므로 마모나 파손이 더 빨리 일어난다. 또한 절삭력의 표준편차는 비트의 진동을 간접적으로 보여준다. 따라서 절삭력의 평균, 표준편차는 작을수록 좋다. 실제로 솔리드 타입의 수명이 브레이징 타입의 수명보다 길다는 것이 보고된 적이 있다[1]. 한편 가공성을 비교하기 위하여 가공 후의 모재를 관찰하였다. Fig. 6 은 밀링 가공을 한 슬롯을 위에서 찍은 사진이다. 솔리드, 인서트, 브레이징 타입의 가공성 차이를 확인할 수 있다.

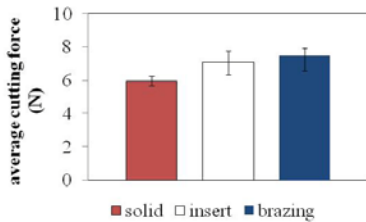


Fig. 4 Average cutting force

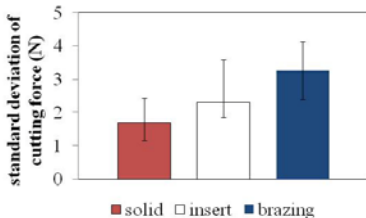


Fig. 5 Standard deviation of cutting force

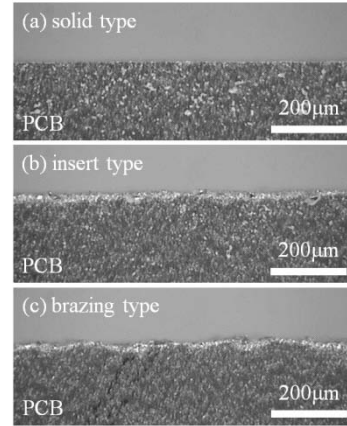


Fig. 6 Optical images of substrate after cutting

### 4. 결론

마이크로 엔드밀에 있어 솔리드, 인서트, 브레이징 타입의 가공성을 절삭력, 가공 후의 모재 관찰을 통해 비교 평가하였다. 절삭력의 평균과 표준편차, 가공 후의 모재 가공면에 있어 솔리드 타입의 가공성이 가장 좋고 브레이징 타입의 가공성이 가장 나쁜 것을 확인하였다.

### 후기

이 논문은 2010년도 2 단계 두뇌한국 21 사업, (주)네오티스(No. 0591-20100014), 교육과학기술부의 한국연구재단-신기술융합형 성장동력 사업(No. 2009-0082824), 교육과학기술부의 한국연구재단(No. 2009-0087640)에 의하여 지원되었습니다.

### 참고문헌

- 이경은, 김진웅, 이희신, 안성훈, "브레이징으로 접합된 마이크로 엔드밀의 진동특성 평가," 한국정밀공학회 추계학술대회 논문집, 289-290, 2009.
- 박정빈, 김진웅, 김형중, 이길용, 이경태, 박재석, 안성훈, "실험 계획법을 이용한 PCB 가공용 마이크로 엔드밀의 수명 평가," 한국정밀공학회 추계학술대회 논문집, 333-334, 2008.