

초미립 WC 로 제작된 무코팅 엔드밀 공구의 가공성 평가

김도형*(부산대 대학원 정밀기계공학과), 권동희(부산대 정밀정형 및 금형가공연구소),
강익수(부산대 대학원 정밀기계공학과), 김정석(부산대학교 기계공학부)

Machinability evaluation of non-coated end mill tool fabricated by ultra-fine WC

D. H. Kim(Mech. Eng. Dept., PNU), D. H. Kwon(ERC/NSDM, PNU),
I. S. Kang(Precision Mech. Eng. Dept., PNU), J. S. Kim(School of Mech. Eng., PNU)

ABSTRACT

The quality of tool material is very important factor in machining evaluation. The characteristics of tungsten carbide, such as grain size and hardness, and density are depending on the variation of Co composition and WC size. In this study, the non-coated end mill which is made of ultra-fine tungsten carbide is investigated by measuring tool wear and tool life test. The machining test is conducted with high hardened workpiece under high-speed cutting condition.

Key Words : End mill (엔드밀), Tool wear(공구마멸), Ultra-fine cemented carbide(초미립 초경합금)

1. 서론

공작기계를 이용한 금속의 절삭가공에 있어서 그 가공성의 효율을 결정하는 가장 중요한 인자중의 하나는 절삭공구의 재질이다. 초경합금은 일반적으로 WC 등의 탄화물 입자와 소량의 철족원소 등으로 구성되어 있으며, 분말 야금방법에 의해 제조하게 된다.¹

초경합금의 특성은 화학적 조성, WC 입자의 입도 분포 및 합금중의 탄소량, 미세조직, 기공도, 이물질과 같은 결함 등에 의하여 영향을 받는다. 이 중에서 특히 WC 입자의 크기와 텅스텐 카바이드 입자 사이의 코발트 층의 두께는 초경합금의 특성을 결정하는 가장 주요한 변수이다.²

국내 초경엔드밀의 경우 국외 타사 공구에 비해 수명이나 품질면에서 낮은 수준을 유지하고 있으며 엔드밀의 형상이나 소재 변화에 의한 고속가공용 공구의 개발보다는 내마멸성을 위한 코팅으로 수명과 성능을 향상시키는 방향으로의 기술개발이 전개되고 있다.

본 논문은 최근 개발된 초미립 초경합금소재에 의한 공구의 성능을 향상 시키고자 연구를 수행하였다. 또한 미세공구의 성능향상을 목표로 그 개발의 첫단계로서 무코팅 초경소재로 직경 6mm 의 4 날 평엔드밀을 제작하여 실험을 행하였으며 공구의 탈부착이 필요없이 고속가공기의 테이블 위에서 공구마멸을 광학적으로 측정할수 있도록 공구마멸 가시화 시스템도 구축하였다.³

2. 실험장치 및 방법

실험에 사용된 텅스텐카바이드(WC) 공구 환봉소재는 국외 및 국내의 9 개의 재종으로 제작하였고, 엔드밀의 형상가공은 국내의 S사에서 공구를 제작하였다.

공구모재에 따른 가공특성을 평가하기 위한 실험의 장치도는 Fig.1에 나타내었다. 공구의 마멸을 공구홀드의 탈착 없이 기상계측이 가능하도록 CCD 카메라와 전용지그를 이용한 시스템을 제작하여 공구의 마멸 이미지를 CCD 카메라와 이미지 보드를 통해 획득한 후 PC의 모니터상에서 기준선을 정하고, 가공기의 이송테이블을 움직여 가면서 마멸의 크기를 측정하였다. 우선 공구마멸 시편을 이용하여 일정거리 만큼 가공하여 공구를 마멸시키고 공구마멸 형상을 주기적으로 측정하여 공구의 마멸량을 가공 거리에 따라 측정하였다.³

마멸의 측정부위는 여유면의 플랭크 마멸을 측정하였고, 엔드밀 코너부분은 제외하였으며 가공전의 여유면 크기에서 가공후 마멸되지 않은 크기를 제외하는 방법으로 공구마멸의 크기를 계산하였다.

절삭실험은 고속머시닝센터로 건식에서 14,000rpm으로 실험하였고, 절입과 이송은 일정하게 유지하였다. 공구마멸은 여유면에서 0.2mm를 기준으로 하여 축방향 절입깊이 내의 절삭날부 세지점을 측정하여 평균하였고, 가공조건은 Table 1에 나타내었다. 공구마멸 시편은 고경도 소재인 금형강 STD11(H_RC60)를 사용하였다.

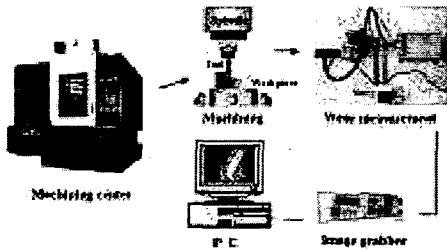


Fig. 1 Experimental setup for performance evaluation

Table 1 Machining condition

Spindle revolution [RPM]	14,000
Feed per tooth [mm/tooth]	0.04
Radial depth of cut [mm]	0.04
Axial depth of cut [mm]	6
Workpiece	STD11(H _R C60)
Cutting fluid	Dry cutting
End mill Tool	Ø6 flat (4 날)

3. 실험결과 및 고찰

3.1 초미립 초경소재의 특성

국내의 7종(국외: 3개사 4종, 국내: 1개사 3종)의 엔드밀 환봉소재를 준비하여 소재분석을 통하여 Table 2 와 같은 물성치를 얻었다. Table 2 의 Maker 중 A, B1, B2, C 는 국외 Maker 이고 D1, D2, D3 는 국내 Maker 이다.

Table 2 Typical properties of sintered part

Maker	Density (g/cm ³)	Hardness (HRA)	TRS (kgf/mm ²)	Co content (%)
A	14.41	91.5	417	10
B1	14.35	91.5	373	10
B2	14.13	92.6	464	12
C	14.34	91.5	411	10
D1	14.10	92.7	355	12
D2	14.20	93.5	372	10
D3	14.42	94	348	9

3.2 공구소재에 따른 가공특성

정상적인 마멸거동에 있어서 공구수명의 기준을 플랭크마멸 0.2mm 까지로 하여 절삭거리를 측정 한 결과 Fig. 2 과 같다. 공구의 마멸은 전체적으로 안정적으로 진행이 되며 각각의 재종에 따른 공구수명은 A<B1<B2<C<D1<D2<D3 로 나타났다. 국내의 초미립 초경합금 환봉소재로 제작된 공구의 수명이 우수한 것으로 나타났다.

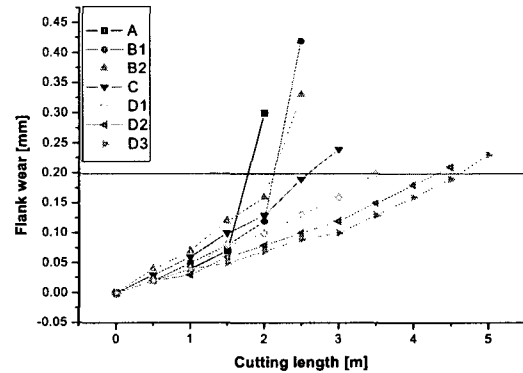


Fig. 2 Tools wear according to cutting length for each cutting tools

4. 결론

본 연구에서는 절삭공구용 초미립 초경합금 환봉소재를 개발하기 위한 기초작업의 일환으로 무코팅 평엔드밀을 제작하여 성능평가를 실시하였다. 국외 유수의 환봉소재를 선정하여 소재로부터 같은 형상의 엔드밀을 제작하여 가공성을 평가 하였다.

공구 수명은 Co-9%일때가 가장 높게 나타났는데, 이는 공구마멸이 항절력보다 경도에 영향을 더 많이 받는것으로 사료된다. 이로서 초미립 초경소재로 제작한 공구의 경도가 우수하고, 이러한 소재로 제작한 엔드밀 공구의 공구수명도 우수함을 나타내었다.

후 기

본 연구는 2005 년 산업자원부 부품-소재기술개발사업(2008)의 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. "Mechanically activated power metallurgy processing", Annales de Chimie Science des Materiaux, Volume 27, Issue 6, pp. 47-59, 2002.
2. D R Kumar, "Experimental investigation of dynamic compaction of metal powder", Indian Inst. of Technology, Vol. 45, No 3, pp. 219-226, 2002.
3. 김전하, 문덕규, 강명창, 김정석, 김기태, "엔드밀의 마멸 측정을 위한 기상계측 시스템 개발," 한국 정밀공학회 춘계학술대회 논문집 pp. 59-64, 2002.
4. 최중근, 김형선, 김성초, "엔드밀 가공의 정밀도 향상을 위한 최적절삭여유에 관한 연구," 한국 공작기계학회 논문집, Vol. 13, No. 3, pp. 8-15, 2004.