

자기연마 절삭공구의 절삭특성에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on Cutting Characteristic of Cutting Tool Using Magnetic Polishing Technology

*정성용¹, #정윤교¹, 양순철²

*S. Y. Jung¹, #Y. G. Jung(ygjung@changwonl.ac.kr)¹, S. C. Yang²

¹ 창원대학교 기계공학과, ²(주)윈 트

Key words : High speed machining, Magnetic polishing, High speed cutting tool, Cutting force, Surface roughness

1. 서론

최근 난삭재의 고정밀, 고능률 가공을 위한 고속가공이 각광을 받고 있는 현재, 이에 부응하는 절삭공구의 개발이 필요한 것이 현실이다. 따라서 본 연구에서는 기 개발되어진 자기연마 방식에서 미 해결과제였던 자기연마방식에 의한 고속절삭공구 개발연구에서의 연구내용인, 자기연마 운동방식과 절삭조건에 미치는 공구표면의 경면화의 영향도에 초점을 맞추어, 자기연마절삭공구의 절삭특성을 절삭저항 및 공구마모의 관점에서 파악하는 것을 연구의 목적으로 하였다.

2. 실험장치 및 실험방법

본 연구에서는 엔드밀의 자기연마를 위하여 자기연마 장치를 자체 제작하였다. 자기연마 장치는 자기장을 발생시키는 자석부, 공작물을 구동하는 주축부 및 자성연마재의 용기인 수조부로 구성되어 있다. Fig.1은 자체 제작되어진 자기연마장치의 사진을 보여주고 있다.

초경엔드밀의 자기연마 시 사용되어진 연마입자는 #8000 다이아몬드 입자로 자성유체(241ES)와 50wt%의 비율로 혼합하여 사용하였으며, 자속밀도는 0.6Tesla, 연마속도는 1050rpm으로 하였다. 연마되어진 엔드밀의 표면관찰은 Mitutoyo사의 공구현미경(MF1030TH)을 사용하였고, 표면조도는 엔드밀표면의 복잡성을 고려하여 코사카사제 비접촉표면조도계를 사용하여 엔드밀의 크레이트면(Crater plane)과 프랭크면(Flank plane)에 대하여 측정하였다.

Table 1은 본 실험에서의 절삭실험조건을 보여주고 있다.

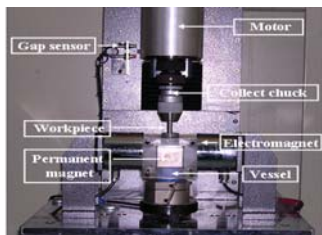


Fig. 1 Photograph of experimental equipment

Table 1 Experimental condition

Items	Conditions
MCT	W사 3축MCT
Workpiece	Cemented carbides(K30, HRC74)
Tool dynamometer	9257 (kistler)
Cutting speed (v)	2000, 6000, 9000,12000 (rpm)
Depth of cut (d)	1.5, 2.0 (mm)
Feed velocity (V_f)	300 (mm/min)
Width of cut (w)	0.2, 0.5 (mm)

3. 자기연마 운동방식에 따른 절삭특성

엔드밀의 자기연마 시 자기연마 운동방식은 Fig. 2에서 보는바와 같이 엔드밀을 요동 없이 반시계방향으로 회전하면서 연마하는 경우(Fig. 2(a), CCW Rev.),

요동을 주면서 시계방향으로 연마하는 경우(Fig. 2(d), CW Rev.& Osc.)의 4가지 방식을 채택할 수 있다. 엔드밀의 회전방향은 인선날부의 표면조도에 영향을 줄 것이며, 엔드밀의 요동의 유무는 크레이트면의 조도에 큰 영향을 줄 것으로 예상된다.

Fig.3은 상기의 4가지연마운동방식으로 30분간 자기연마를 수행한 각각의 엔드밀에 대하여 절삭실험을 수행한 결과를 보여주고 있다. 절삭시간 T_c 의 증가에 따라 각각의 엔드밀에 의한 절삭가공시의 절삭저항과 프랭크면 마모는 점진적인 증가의 추세를 보이고 있으며, 4가지 연마운동방식 중에서는 CW Rev.& Osc. 경우의 증가추세가 가장 완만한 것으로 보아, CW Rev.& Osc. 연마운동방식이 엔드밀의 성능을 가장 우수하게 함을 알 수 있다.

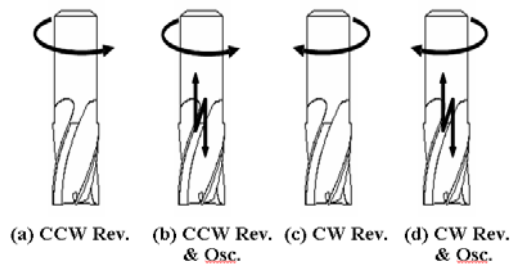


Fig. 2 Moving type of magnetic polishing

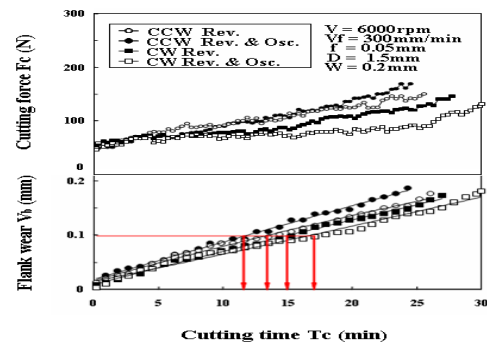


Fig. 3 Tool performance according to polishing method

4. 절삭조건에 따른 자기연마공구의 절삭특성

본 절에서는 CW Rev. & Osc. 연마운동방식에 의하여 연마되어진 엔드밀을 사용하여 저속, 중속 및 고속에서 절삭가공을 수행 하였을 때, 자기연마의 효율성을 비교, 검토하는 것으로 하였다. 먼저, 절삭속도를 2000rpm으로 하고 이송속도 240mm/min, 절입 깊이를 2.0mm, 절삭폭을 0.5mm 인 황삭 조건(저속)으로 절삭실험을 수행한 결과가 Fig. 4이다. 그림에는 연마하지 않은 엔드밀과 60분간 자기 연마한 엔드밀에 대하여 절삭시간에 대한 절삭저항과 프랭크마모의 변화를 동시에 비교하고 있다. 그림에서 보는 바와 같이, 황삭 조건에서는 자기연마엔드밀의 효율성은 보이지 않았다.

방향으로 연마하는 경우(Fig. 2(b), CCW Rev.& Osc.), 요동

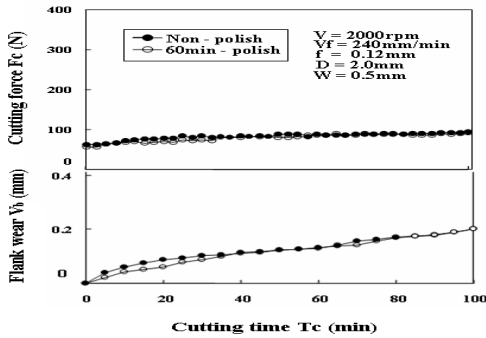


Fig. 4 Tool performance according to cutting conditions

다음으로, 절삭속도를 6000rpm으로 하고 이송속도300mm/min, 절입 깊이 1.5mm, 절삭폭 0.5mm으로 각 각 중삭, 정삭조건인 경우연마 하지 않은 엔드밀과 60분간 자기연마 한 엔드밀의 절삭저항 및 프랭크마모를 비교한 그림이 Fig. 5이다. Fig. 5에서 보는 바와 같이 자기연마엔드밀의 효율성이 두드러지며, 이는 공구표면의 조도 향상이 절삭속도의 증가에 따른 칩 배출저항의 증가를 감소시킴에 따른 결과라고 볼 수 있다. 이러한 영향은 고속가공을 수행하는 경우 더욱 현저해질 것으로 판단한다. 절삭폭을 0.2mm로 낮추고 다른 절삭조건들은 Fig. 5와 동일하게 설정한 정삭조건에서 절삭실험을 수행한 결과가 Fig. 6 이다. Fig. 5와 비교하면, 절삭폭의 감소에 따른 절삭저항의 감소로 인하여 엔드밀의 수명이 길어졌지만, 자기연마엔드밀의 효율성의 측면에서는 변화가 없다.

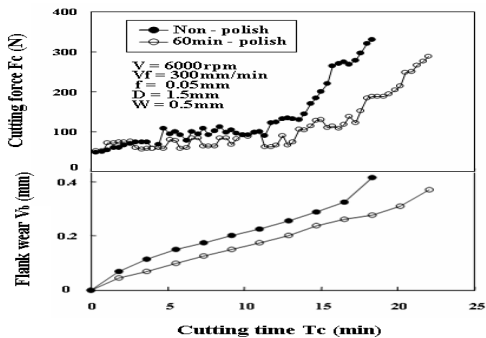


Fig. 5 Tool performance according to cutting conditions

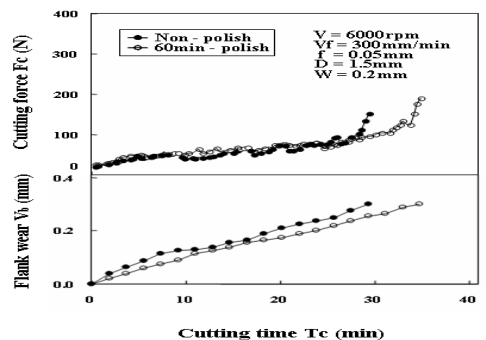


Fig. 6 Tool performance according to cutting conditions

Fig. 7과 Fig. 8은 각각 절삭속도를 9000rpm 및 12000rpm으로 설정한 고속절삭영역에서, 연마하지 않은 엔드밀과 30분 연마한 엔드밀의 절삭특성을 절삭저항과 프랭크마모의 관점에서 비교한 그림들이다. 다른 절삭조건들은 두 그림 모두 동일하게 설정하였다. 절삭속도가 9000rpm 인 경우, 공구의 수명으로 예상되는 절삭시간 20분전 후 부터 절삭저항의 급격한 증가가 보이며, 자기연마의 효율성이 보이기는 하나 그다지 크지 않은 반면, 절삭속도 12,000rpm인 경우는 높은 절삭속도에 기인하여, 절삭시간 3-4분정도에서 엔드밀의 수명에 도달해 버리지만 짧은

공구수명을 감안하면 고속에서는 연마한 엔드밀의 효율성이 더욱 커진다고 말할 수 있다.

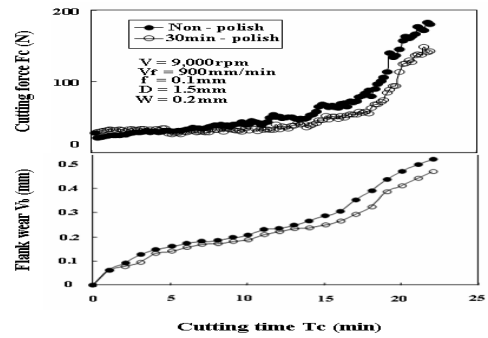


Fig. 7 Tool performance according to cutting conditions (at V=9,000rpm)

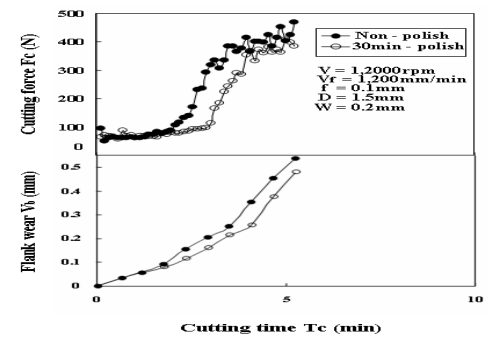


Fig. 8 Tool performance according to cutting conditions (at V=12,000rpm)

6. 결론

본 연구에서는 자기연마 절삭공구의 절삭특성을 검토하기 위하여, 자기연마 장치를 자체 제작하여 엔드밀 공구를 자기연마한 후 절삭가공을 수행하여 절삭저항과 프랭크마모의 관점에서 일련의 실험적 연구를 수행하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

- (1) 자기연마운동방식에 있어서는 요동을 주면서 시계방향으로 연마(CW Rev.& Osc.)한 엔드밀의 표면조도가 가장 좋게 나타났으며, 절삭성능도 가장 우수하였다.
- (2) 황삭 절삭 조건보다는 중삭 및 정삭조건에서 공구 경면화에 대한 효율성이 두드러지며, 특히 고속절삭일수록 연마한 엔드밀의 효율성이 더욱 커짐을 알 수 있었다.

후기

본 연구는 창원산업단지 혁신클러스터사업지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Cho, J. R., Yang, S. C., Jung, Y. G., "A Study on the Improvement of Performance for High Speed Cutting Tool using Magnetic Fluid Polishing Technique," Transaction of KSMTE, Vol.15 No 1, pp.32-38, 2006.
2. Patrica, L. S., "A New Finishing Process Significantly Lengthens the Life of Cutting Tools and Other Wear Products," American Machinist, pp.70-74, November, 1999.
3. Yamaguchi, H., and Shinmura, T., "Development of an Internal Magnetic Abrasive Finishing Process for Nonferromagnetic Complex Shaped Tubes," International Journal of the JSME, Vol. 44, No. 1, pp. 275-281, 2001.