

리브가공용 롱엔드밀의 경사면 가공시 표면형상 및 조도

양진석*(한국생산기술연구원), 정태성(재영솔루텍), 김영근(한국생산기술연구원)

Surface Texture and Roughness of inclined surface milled by Long neck ball endmill

J. S. Yang(KITECH), T. S. Jung(JYSOLUTEC), Y. G. Kim(KITECH)

ABSTRACT

High speed machining experiment on the inclined surfaces of hardened mold steel(STAVAX at hardness HRC 53) is carried out using the long-neck type ball endmill. Surface texture and roughness are compared for various cutting conditions. Tool overhang length greatly affects the roughness of machined surface. It is found that, for this type of long-neck endmill, the chip load should be carefully selected by reducing either the axial depth of cut or feedrate to avoid tool vibration. Feedrate adjustment is more appropriate method in terms of tool wear.

Key Words : High speed machining (고속가공), Cutting force (절삭력), Surface roughness (표면조도), Inclined surface (경사면)

1. 서론

최근들어 금형업체에서 고속가공기의 보급과 활용 증대에 따라 하드밀링(Hard milling)에 의한 금형 가공에 대한 연구가 많이 진행되고 왔고 종래에 방전에 의한 가공부위도 점차 고속가공으로 가공하는 경우가 증가하고 있다. 깊은 홈이나 단차가 큰 경사 부위를 가공할 경우 가공물의 형상 또는 공구간섭 때문에 세장비(Asspect ratio)가 큰 엔드밀을 사용하며 이 경우 가공조건에 따라 공구 떨림에 의해 경사면의 가공정밀도와 표면조도가 평면에 비해 악화된다.

본 연구에서는 세장비가 큰 롱넥(Long neck) 엔드밀로 경사면 가공시 적정 가공조건을 파악하기 위하여 절입량 및 날당이송량이 표면에 미치는 영향을 실험하였다.

2. 실험 및 결과

실험에 사용한 피삭재 및 가공조건은 Fig. 1 및 Table 1과 같이 금형소재로 많이 쓰이는 열처리한 STAVAX로서 0, 15, 30, 45, 60°의 경사면을 가공하였고 사용한 고속가공기는 Röders사의 RFM760이고 각 경사면에 대하여 down-milling 및 up-milling 의 경우로 상향절삭(upward) 및 하향절삭(downward) 했을 때 가공표면을 조사하였다.

그림 2는 세장비가 큰 공구 1로 up-milling으로 가공했을 때 각 경사면에서의 표면형상으로서, 평면부(region 1 & 6)를 제외한 모든 경사면에서 공구 떨림에 의한 표면결함이 나타났다. 반면, 그림 3과 같이 세장비가 작은 공구 2로 가공했을 때는 모든 경사면에서 안정된 가공이 이루어졌다. 그림 4는 공구 2로

up-milling과 down-milling을 비교하기 위하여 down-milling 으로 가공했을 때 가공표면의 사진으로서, 그림 3의 up-milling과 비교하여 약간 향상된 표면형상을 나타냈으며 Table 2의 표면조도 측정결과에서 보듯이 down-milling으로 상향(upward)절삭할 경우의 표면조도가 제일 양호하였다.

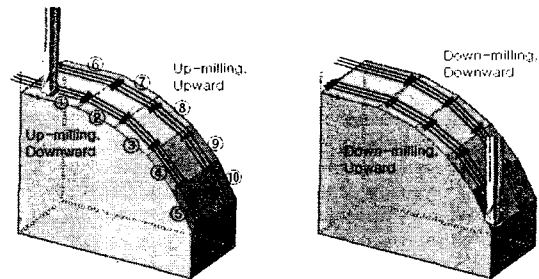


Fig. 1 Workpiece and tool path for the experiments

Table 1. Tools and Cutting parameters

Workpiece	STAVAX(53HRC)
Tool	φ 3mm ball endmill Tool1: Effective length=20mm Tool2: Effective length=8mm
RPM	25,000
Axial Depth of cut, ap	0.1mm
Radial Depth of cut, ae	0.1mm
feed per tooth, fz	0.05mm/tooth

Table 3은 공구 1을 사용하여 가공할 경우 chip load를 줄이기 위해 ae=0.1mm, fz=0.05/tooth, RPM=25,000으로 고정하고 ap를 0.05 ~ 0.02mm로 변화시

켜 가공했을 때 가공면에서 공구떨림 발생 여부를 시험한 결과로서 축방향 절입량을 40%로 줄였을 때 표면에 떨림 흔적이 나타나지 않았다.

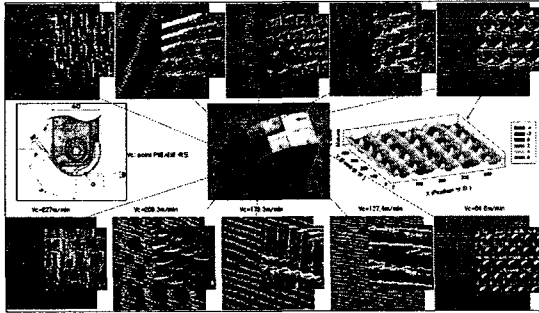


Fig. 2 Surface texture of machined surfaces(tool 1, Up-milling)

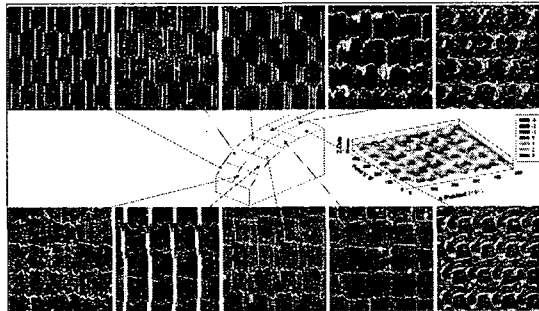


Fig. 3 Surface texture of machined surfaces(tool 2, Up-milling)

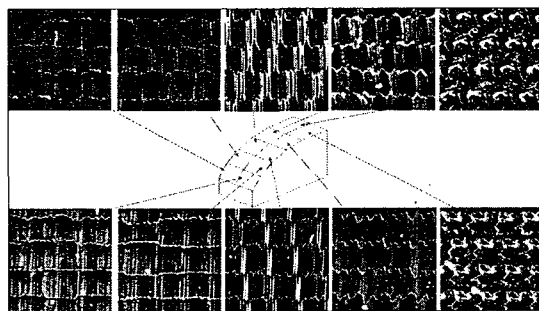


Fig. 4 Surface texture of machined surfaces(tool 2, Down-milling)

Table 4는 공구 1을 $a_p=0.05\text{mm}$, $a_e=0.1\text{mm}$, $\text{RPM}=25,000$ 으로 고정하고 날당 이송량 f_z 를 $0.05 \sim 0.02\text{mm}$ 로 변화시켜 가공했을 때 가공면에서 공구떨림 발생 여부를 시험한 결과로서 feedrate 를 약 40%로 줄였을 때 떨림 흔적이 나타나지 않았다.

3. 결론

세장비가 큰 공구에 대하여 공구 돌출길이가 가공표면에 미치는 영향을 시험하였다. 동일한 가공조건이라도 가공면의 경사각도에 따라 공구변형량이

크게 변하기 때문에 경사도에 적절한 가공조건으로 가공해야 원하는 정밀도 및 표면조도를 얻을 수 있다. 축방향 절입량을 40%로 줄여서 가공하는 것과 feedrate 를 40% 줄여서 가공했을 경우 유사한 수준의 표면품질 결과를 얻었으나 feedrate 를 조절하는 것이 가공거리를 줄일 수 있으므로 공구마모 측면에서 더 유리하다. 본 실험결과는 사용한 특정공구, 피삭재, 가공조건에 한정된 것으로서 경사면 가공시의 불엔드밀 절삭력을 계산하여 이를 제한조건으로 가공조건을 선정하면 실험횟수를 줄일 수 있을 것이다.

후기

본 연구는 2010 생산기반혁신기술개발사업으로 (주)재영솔루션에서 추진중인 “남기단축을 위한 수출급형 고속가공 기술개발” 과제의 지원으로 수행되었습니다.

Table 4 Effect of feed per tooth on the surface. (✓: chatter marks are visible, o: no chatter marks are observed on surface)

Feed per tooth: % (mm)	Region Number									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
100(0.05)	o	✓	✓	✓	✓	o	✓	✓	✓	✓
70(0.035)	o	✓	✓	✓	✓	o	✓	✓	✓	✓
60(0.03)	o	✓	✓	✓	o	o	✓	✓	✓	o
50(0.025)	o	✓	✓	✓	o	o	✓	✓	✓	o
40(0.02)	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

Table 3 Effect of axial depth of cut on the surface. (✓: chatter marks are visible, o: no chatter marks are observed on surface)

Axial depth of cut: % (mm)	Region Number									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
100(0.05)	o	✓	✓	✓	✓	o	✓	✓	✓	✓
80(0.04)	o	✓	✓	✓	✓	o	✓	✓	✓	✓
60(0.03)	o	✓	✓	✓	✓	o	✓	✓	✓	✓
40(0.02)	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

참고문헌

- 김경균, 강명창, 이득우, 김정석, "불엔드밀을 통한 자유곡면의 고속가공에서 절삭방향에 따른 가공성 평가," 한국정밀공학회지, 제18권, 제2호, pp. 84-89, 2001.
- 양진석, 허영무, 정태성, "고경도 금형강의 고속가공시 소직경 불엔드밀의 마모에 관한 실험적 연구," 한국소성가공학회지, 제15권, 제1호, pp. 57-64, 2006.
- B. K. Fussell, R. B. Jerard, J. G. Hemmett, "Robust Feedrate Selection for 3-Axis NC Machining Using Discrete Models," Transactions of ASME, Vol. 123, pp. 214-224, 2001.
- Yang, M. and Park, H., "The prediction of Cutting Force in Ball-Endmilling," Int. J. Mach. Tool Des. Res., 31, No. 1, pp45-54, 1991