

냉간단조용 금형강의 절삭특성에 관한 연구

최원식[#], 남중희¹, 강창원², 김원구³, 이 인⁴, 권주리⁵, 박세영⁶, 문희준⁷

A Study on the Machining Characteristics of Tool Material for Cold Forging

W. S. Choi, J. H. Nam, C. W. Kang, W. G. Kin, I. Lee, J. R. Kwon, S. Y. Park, H. J. Mun

Abstract

In this study we investigate the machining characteristics of tool material for cold forging by using the machining center. The test was in the SKD62 cold forging material by 2-edge endmill with cutting fluid. The coating conditions are depth of cut 1,2,3mm, WC-endmill, federate 20mm/min, cutting velocity 20m/min. The surface roughness increase as the depth of cut increase. Also cutting force increase while the depth of cut increase.

Key Words : Cutting Force (절삭력), Cold forging(냉간 단조), Surface roughness(표면조도)

1. 서 론

차세대 변속기용 구동부품의 무선삭 정밀단조 기술은 구동부품 가운데 최고 부가가치부품인 헬리컬기어의 경제적 제조공법을 개발하는 것으로 국내에서는 기술개발이나 적용이 전무한 실정이며 선진국의 경우 또한 일본의 2개 기업(OOKA Giken, AISIN AW)에서 생산하고 있는 실정이며, 자동차용 구동부품 가운데 현재 국내에서 생산되고 있는 부품은 차동장치용 직선형 베벨기어와 스퍼기어류에 국한되어 있다. 직선형 베벨기어와 스퍼기어는 가압 방향과 동일한 각도의 치형을 갖고 있으나 헬리컬기어의 경우는 성형방향과 치면이 경사각을 갖고 있기 때문에 성형 자체에 난이도가 높으며 금형 강도 유지 또한 어려운 고도의 기술을 요하는 수준이다. 단조에 비해 상대적으로 성형압력이 낮은 분말성형의 경우는 헬리컬기어를 국내에서도 오래 전부터 제조하고 있으나 일반적으로 정밀단조기어는 절삭가공기어에 비해 20%이상의 원가절감을 얻을 수 있는 경제적인 제조공

정이며 특히, 헬리컬기어는 보다 높은 가격경쟁력을 얻을 수 있어 최대 30% 이상의 원가절감 효과를 확보할 수 있다고 할 수 있다.

자동차 산업에서의 원가절감, 고성능 고효율 등의 목적을 절삭가공에 의존하던 기어 가공이 복잡해진 형상에 이르기까지 단조품으로 개발되고 있는 실정이다. 절삭가공에 비해서 단조 가공 시 정밀치수문제가 제기됨에 따라 더욱더 단조 금형 가공기술이 중요시 되고 있는 실정이다. 단조형 금형 제작에 있어서 중요한 인자들은 금형의 재질과 가공용 공구 그리고 가공조건 등을 들 수 있다. 아울러 최근에는 고속 고능률의 절삭을 위해서 공작기계의 개발과 아울러 내마멸성과 내충격성 등이 우수한 공구가 다양하게 개발되고 있는 실정이다. 특히 초격 합금은 널리 사용되는 공구중의 하나로서 WC 탄화물입자와 미량의 Fe Co Ni 를 분말야금법에 의해서 제조하고 있다. 공정점이상의 온도로 소결하여 만들며, 여기에 TiN, TiCN, TiAlN, TiYN 등의 코팅을 하여 내마모성을 증가시키는 경우도 최근 많이 연구되어지고 있다 [1-6].

주저자: 부산대학교 바이오산업기계공학과,
E-mail:choi@pusan.ac.kr

1. 대창 SF 대표

2. 3. 4. 5. 6. 7. 부산대학교 바이오산업기계공학과

본 연구에서는 고성능 고강도의 특성을 지닌 치아 단조형 금형재질로 가장 많이 사용되고 있는 SKD61종에 대해 절삭실험을 행하여 그 특성을 분석하였다.

2. 실험 방법

2.1 시험편

본 실험에 사용한 피삭재는 SKD61로서 Fig. 1과 같이 가로, 세로, 높이가 각각 $155 \times 80 \times 55\text{mm}$ 로 하였다. 표면에 열처리공정을 시행하였고 열처리 공정 후 경도는 Hv 53이었다. 절삭에 사용된 공구는 $\Phi 10\text{mm}$ 2날 초경 엔드밀을 사용하였다.

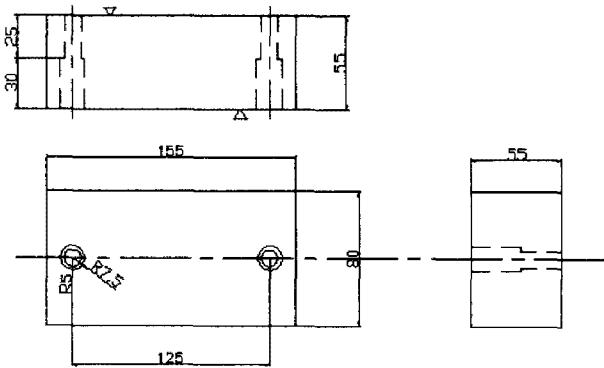


Fig. 1 Block diagram of workpiece

2.2 실험 장치 및 방법

본 실험에 사용된 실험 장치의 개략도는 Fig. 2와 같다.

초경 2날 엔드밀로 가공의 깊이를 1mm, 2mm, 3mm로 바꾸어 실험하였다. 가공을 하는 도중에 공구동력계를 이용하여 힘을 측정하였고, 실험이 끝난 후에 가공될 때 생성된 칩을 채취하여 광학현미경으로 형상을 관찰하고 칩의 폭을 측정하였다.

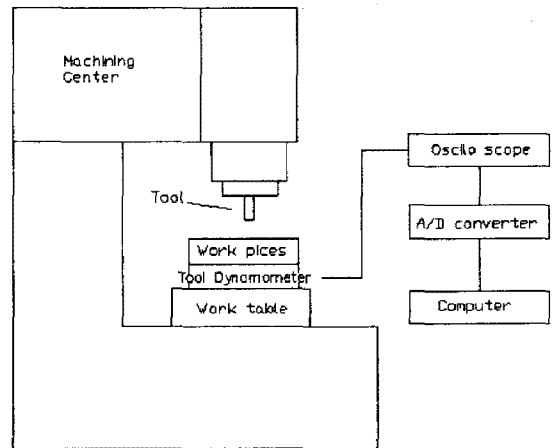


Fig. 2 Block diagram of machining center

3. 결과

3.1 절삭력의 분석

Fig. 3은 가공 시 발생하는 절삭력을 분석하기 위하여 공구동력계를 통해 힘을 측정하고 수치로 정량화시킨 후 그래프로 나타낸 것이다. 절삭깊이가 깊어질수록 x축, z축의 절삭력은 거의 일정하나 y축의 절삭력이 증가함을 알 수 있다.

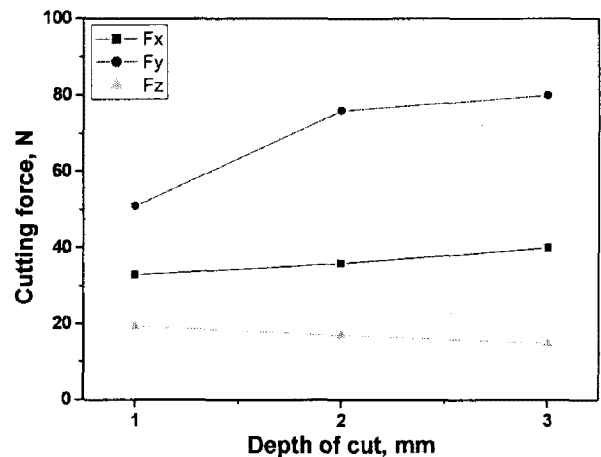


Fig. 3 Force of cutting

3.2 표면 거칠기

Fig. 4는 가공된 피삭재의 표면을 표면 조도계를 이용하여 5번 측정하여 평균값을 나타낸 그래프이다. 가공의 깊이가 깊을수록 표면 거칠기의 값이 커짐을 알 수 있다. 즉, 가공을 깊이 할수록 표면이 거칠어지는 경향을 나타내고 있다.

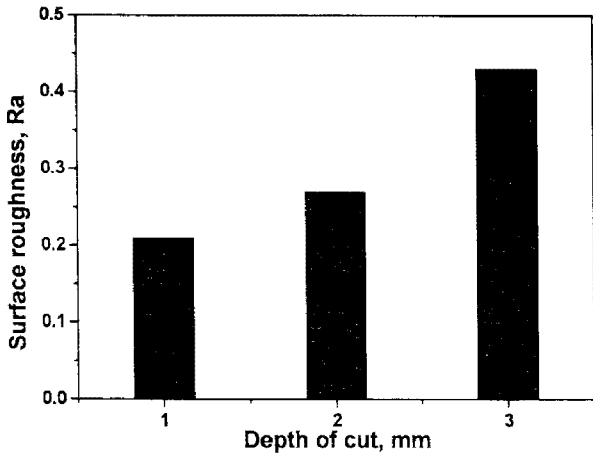


Fig. 4 Surface roughness of workpiece after test

3.3 칩의 폭

Fig. 5는 피삭재를 공구로 가공하였을 때 생성되는 칩의 폭을 측정하여 그래프로 나타낸 것이다. 가공 후 생성된 칩 중 임의로 3개를 골라서 칩의 폭을 측정하고 그 측정된 값의 평균을 계산하여 비교하였다. 가공 깊이가 깊을수록 칩의 폭이 두 겹게 나타났으며 가공 깊이와 칩의 폭은 거의 비례하는 것을 알 수 있다.

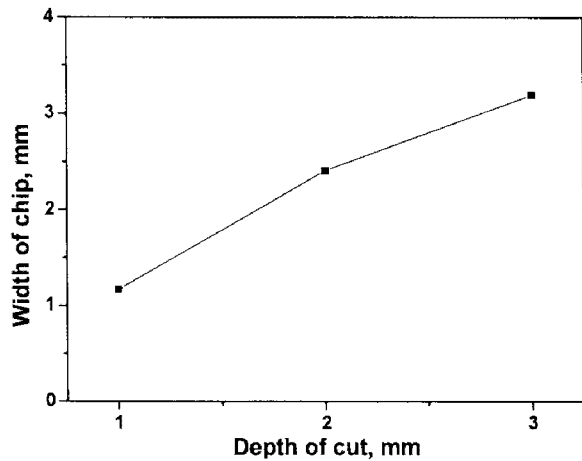
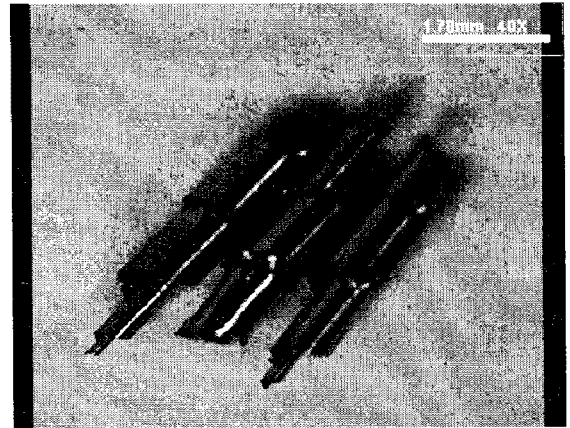


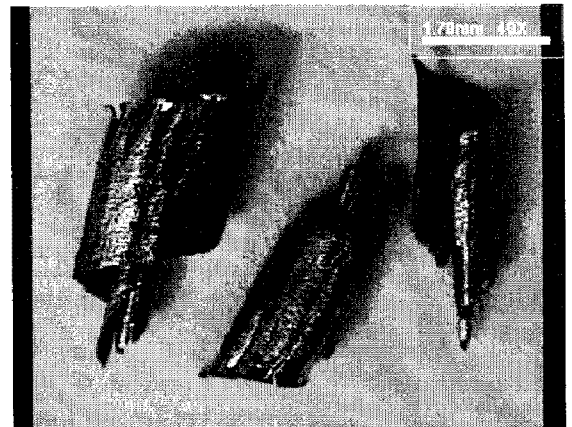
Fig. 5 Width of chip for cutting depth

3.4 칩의 형상

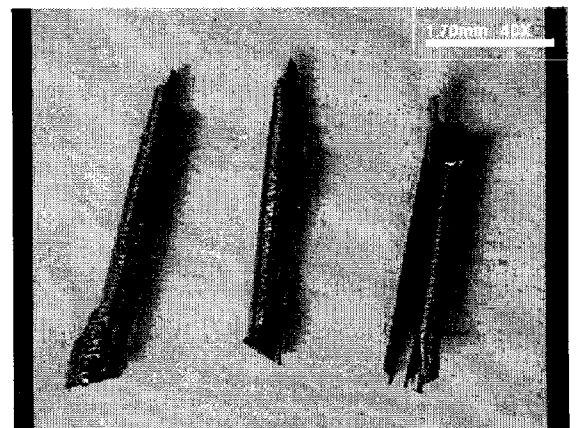
Fig. 6은 피삭재를 공구로 가공하였을 때 생성되는 칩의 형상을 광학현미경으로 확대하여 관찰한 것이다. 앞의 그래프와 같이 가공의 깊이가 클수록 칩의 폭이 커짐을 알 수 있으며 칩의 표면이 거칠어짐을 알 수 있다. 칩의 표면이 거친 만큼 가공된 시험편의 표면도 거친 것을 알 수 있다.



(a) 1mm



(b) 2mm



(c) 3mm

Fig. 6 Micrograph of chip after test

4. 결 론

참 고 문 헌

본 연구에서는 단조용 금형재료로 많이 사용되는 SKD61에 대한 초경 2날 엔드밀로 실험한 결과는 다음과 같다.

1. 절삭깊이가 깊어질수록 배분력과 이송분력은 거의 일정하나 주분력의 변화가 다소 증가하는 경향을 나타내고 있다.

2. 가공을 깊이 할수록 표면이 거칠어지는 경향을 나타내고 있다.

3. 가공 깊이가 깊을수록 칩의 폭이 두껍게 나타났으며 가공 깊이와 칩의 폭은 거의 비례하는 것을 알 수 있다.

향 후 계 획

단조용 금형 가공에 있어서 최적 절삭조건을 찾기 위하여 재질과 공구 및 절삭 조건을 다양하게 변경하여 표면거칠기 및 공구의 마모, 절삭 시간 등에 대해 다양한 연구를 계속할 예정이다.

- [1] 이진호, 김태형, 김병민, 1998, 냉간 단조 금형의 마멸 감소를 위한 예비성형체 설계방법, 한국정밀가공학회지, 제 15권, 제 4호, pp. 118~124.
- [2] Jawahir, I. S., 1976, The tool restricted contact effect as a major influencing factor in chip breaking-An experimental analysis, Annals of the CIRP, Vol.37(1), pp.121-126.
- [3] 이영문, 최원식, 서석원, 1994, 절삭조건과 공구형상인자로 구성된 무차원 파라미터에 의한 절삭 성능 및 칩절단특성 평가, 한국정밀공학회논문집, 제 11권 제 6호, pp.179-184.
- [4] Nakayama, K., Ogawa, M., 1978, "Basic rules on the form of chip[in metal cutting", Annals of the CIRP, Vol.27/1, pp.17.
- [5] Bator, J. S., 1975, "Power reduction through efficient chip control", Cutting Tool Engineering, pp.4-8.
- [6] Jawahir, I. S., 1990, "On the controllability of chip breaking cycles and modes of chip breaking in metal cutting", Annals of the CIRP, Vol.39/1, pp.47-51.