

# 선삭가공시 공구 절입에서 발생하는 절삭력이 공구에 미치는 영향

## Effects analysis of tool with machining cutting force in Turning process

\*김세민<sup>1</sup>, #김태호<sup>2</sup>, 정동월<sup>3</sup>, 김동후<sup>3</sup>, 전언찬<sup>4</sup>

\*S. M. Kim<sup>1</sup>, #T. H. Kim(thkim@obp.co.kr)<sup>2</sup>, D. W. Jung<sup>3</sup>, D. H. Kim<sup>3</sup>, E. C. Jeon<sup>4</sup>

<sup>1</sup>동아대학교 대학원, <sup>2</sup>오비피이엔지, <sup>3</sup>동아대학교 대학원, <sup>4</sup>동아대학교

Key words : Turning, Cutting force, Tool, FEM

### 1. 서론

절삭가공은 제조공정에서 가장 중요하고 일반적인 제품제작 공정이다. 그러나 일반적인 금속성형 공정에 비해 높은 온도, 큰변형률 속도, 변형량으로 인해 절삭가공에서 발생하는 현상을 파악하기 힘들다. 하지만 절삭가공에서 발생하는 현상을 파악하기 위하여 컴퓨터를 이용한 시뮬레이션이 각광을 받고 있다.<sup>1)2)</sup>

일반적인 절삭가공연구는 정준기<sup>3)</sup> 등은 절삭에서 발생하는 절삭의 3분력을 측정하여 공구 마멸 감시와 최적 공구교환 시기를 알기 위한 기초 자료를 시험을 통하여 획득하였으며, 윤재웅<sup>4)</sup> 등은 측정된 절삭력과 실제 측정된 절삭력과의 편차를 의미하는 정규화된 편차량을 정의하고 크기에 따라 공구마멸의 등급을 분류하며, 최종적으로 그 값의 학습을 통한 인공지능망의 적용을 제시함으로써 자동잡지를 가능하게 하였다.

최근 절삭가공에서 절삭 과정을 시뮬레이션을 이용하여 절삭조건 및 최적화에 많이 사용되고 있다. 윤재웅<sup>4)</sup> 등은 절삭가공에서 FEM 해석의 적절성 및 유효성의 평가를 위해 주로 절삭력 관점에서 실험값과 해석값의 차이를 분석 그 활용성에 대하여 서술하였다. 김인혁<sup>2)</sup> 등은 마이크로 가공에서 실험과 시뮬레이션을 이용하여 재료가 가지는 치수효과를 반영하는지를 알아보았다.

본 논문에서는 시뮬레이션을 이용하여 절삭력을 분석하고 이를 이용하여 절삭력이 공구에 미치는 영향을 분석하고자 하였다.

### 2. 실험방법 및 모델

본 실험은 선삭에서 공구가 모재를 절삭할 때 발생하는 절삭력 중에 공구 파손에 가장 영향을 많이 미치는 주분력의 변화를 분석하고 이를 이용하여 절입시 발생하는 절삭력이 공구에 미치는

영향에 대하여 분석하였다. Fig. 1은 3차원 모델을 2차원 모델로 간략화한 시뮬레이션 모델을 나타내고 있다. 모델과 공구형상의 간략화를 통하여 시뮬레이션 시간을 단축시킬 수 있었다. 모델의 재료는 일반적으로 가공제품에 많이 사용되는 SM45C를 사용하였으며 절입형상은 90°와 45° 두가지 형상에 대하여 절삭력을 분석하였다. 가공조건은 정삭에서 사용되는 조건인 절삭속도(m/min) 200,250, , 절입량(mm) 0.3, 0.5, , 이송속도(mm) 0.05, 0.1, 의 조건에 대하여 실험하였다.

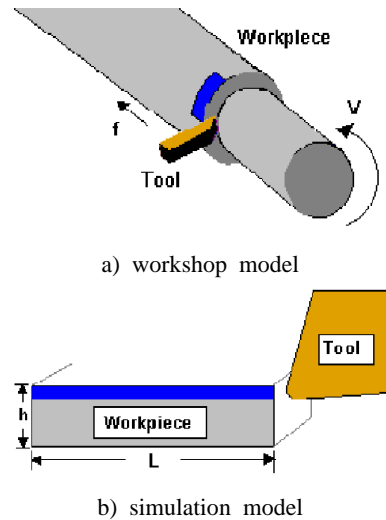


Fig. 1 Simulation model using experiment

절입형상의 변화에 따라 절삭력에 의하여 생성되는 절삭력 중 주분력이 공구에 미치는 영향을 분석하기 위하여 피로해석을 수행하였다.

Fig. 2는 공구 형상을 간략화한 형상과 주분력이 미치는 부분을 나타내었다. 공구는 절삭력이 가장 크게 작용하는 하단부위에서 0.2mm 높이까지 면에 주분력을 가하였다.

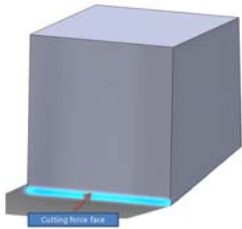


Fig. 2 Cutting force face and tool model using experiment

### 3. 결과

절삭시 발생하는 절삭력의 분석을 통하여 공구 절입시 발생하는 절삭력의 경향성을 분석하였다. Fig. 3은 공작물의 속도변화에 대한 주분력의 변화를 나타내었고 Fig. 4는 공작물의 절입량 변화에 대한 주분력의 변화를 나타내었다. 절입량이 증가할수록 이송속도가 낮을수록 절삭력이 증가하고 절입량이 적을수록 절삭력이 낮게 나타났으나 Cutting speed : 250m/min, Depth of cut : 0.1mm, Feed : 0.5 mm/rev 조건에서는 절삭력이 절입시에 증가했다가 일정구간 이후에 감소하여 일정하게 유지하는 것을 확인하였다.

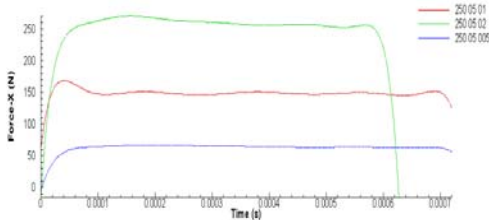


Fig. 3 Cutting force change on the velocity change of workpiece(X-force)

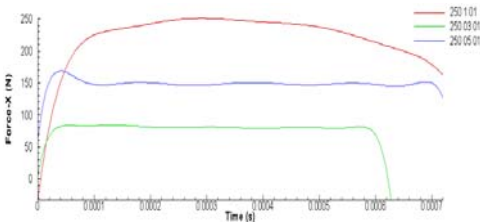


Fig. 4 Cutting force change on the depth of cut change of workpiece(X-force)

Cutting speed : 250m/min, Depth of cut : 0.1mm, Feed : 0.5 mm/rev 조건에서 발생하는 절입시 생성되는 절삭력과 일정하게 유지하는 절삭력의 차이

가 공구에 미치는 영향에 대하여 분석하였다. 절입시 발생하는 주분력은 168N, 일정하게 유지하는 구간의 주분력은 150N이 발생하였다. 이를 이용하여 절삭력이 공구에 미치는 영향을 분석하였다. Fig. 5는 주분력에 의하여 공구에 발생하는 응력값과 수명을 나타내었다. 주분력이 168N일때는 공구에 203MPa의 응력값이 나타났으며, 150N일때는 182MPa로 나타났다. 공구의 수명은 150N일때보다 절반으로 낮아지는 것을 확인할 수 있었다.

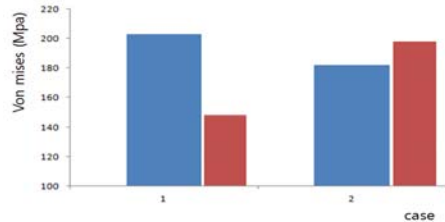


Fig. 5 Von mises and tool life occur on the tool

### 4. 결론

공구절입시 발생하는 절삭력 중 가장 영향을 많이 미치는 주분력을 시뮬레이션을 이용하여 획득하고 피로해석을 통하여 절입에서 발생한 절삭력이 공구에 미치는 영향을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 절입량과 이송속도의 변화에 따라 공구절입시 기준 절삭력 보다 절삭력이 높아지는 것을 확인하였다.
2. 공구절입시 발생하는 절삭력이 일정 절삭력보다 높을 경우 공구수명을 떨어뜨리는 것을 확인할 수 있었다.

### 참고문헌

1. 윤재웅, 김홍숙, “2차원 절삭에서 FEM 해석의 유효성에 관한 연구”, 한국공작기계학회지, 19, 42-49, 2010
2. 김인혁, 황지홍, 안일혁, “순수 2차원 절삭에서 치수효과에 대한 FEM 해석의 유효성 연구”, 한국정밀공학회 추계학술대회논문집, 2010
3. 맹민재, 정준기, “선삭가공에서 공구마멸에 따른 절삭력과 AE 신호의 특성연구”, 한국공작기계학회지, 제4권, 제2호, pp18-24, 1995
4. 윤재웅, 이권용, 이수철, 최종근, “선삭가공에서 절삭력을 이용한 공구마멸의 감지”, 한국공작기계학회논문집, Vol. 10, No. 1, pp1-9, 2001