

자유곡면 볼 엔드밀 가공에서 절삭력을 고려한 이송량 최적화 알고리즘

신동혁*(LG전자 생산기술원), 주종남(서울대학교 기계항공공학부)

주제어 : 볼엔드밀, 절삭력, 절삭영역, 이송량, 이송응답, 블록처리 시간, 이송조정, 형상오차

3차원 자유곡면을 빈번하게 가공하는 금형제작에서의 생산성 향상을 위해, 볼엔드밀 절삭력과 공작기계의 이송응답을 고려하여 NC 프로그램을 후처리하는 알고리즘을 개발하였다.

볼엔드밀 절삭력 모델은 실험적 파라미터 모델을 사용한다. 이 모델은 실험적으로 측정된 공구의 반경방향 비절삭저항 K_T 와 접선방향 비절삭저항 K_R , 그리고 공작물의 형상과 공구 경로에서 계산된 절삭영역으로부터 절삭력을 예측한다. 공구의 변형량은 볼엔드밀 절삭력 모델로부터 예측된 절삭력을 이용하여, 단순 외팔보로 가정하고 변형량을 계산한다.

NC 공작기계의 이송계는 일반적으로 4차로 모델링 되나, 공작기계 제어기의 가감속 시정수와 서보 시정수를 이용하여 2차 시스템으로 근사된 모델을 사용하여 모델링하였다. 그리고 공작기계 제어기는 NC프로그램의 블록을 처리하는 시간이 존재하며, 블록간의 이송거리가 짧을수록 블록처리 시간의 영향이 커지게 되어 지령속도보다 실제 이송속도가 작아지게 된다. 블록처리 시간을 고려하여 공작기계의 이송응답을 보완하였다.

이송조정 알고리즘은 코너부 같은 과부하 구간에 경로점을 삽입하는 방식으로 NC 프로그램을 처리한다. 과부하 구간에 점을 삽입하면 공작기계는 본래의 제어특성에 따라서도 감속이 되지만, 블록처리 시간에 의해서 추가로 감속이 일어나 절삭력 및 공구변형이 작아지게 된다. 이송량은 형상오차가 일정한 수준으로 유지되는 한도에서 가장 빠른 속도를 갖도록 최적화된다. 삽입할 점의 위치는 이송지령에 대해서 이송응답을 예측하여 결정한다.

NC 프로그램에 점을 삽입하고 이송량을 최적화하는 이 알고리즘은 가공시간 단축과 형상오차 조절에 유용함을 절삭실험을 통하여 검증하였다.

이 알고리즘을 사용하면 과부하 구간에서의 절삭력을 낮추게되고, 전체 이송량을 상승시킬 수 있어서 가공시간, 가공 안정성, 형상오차에 유리하게 된다.

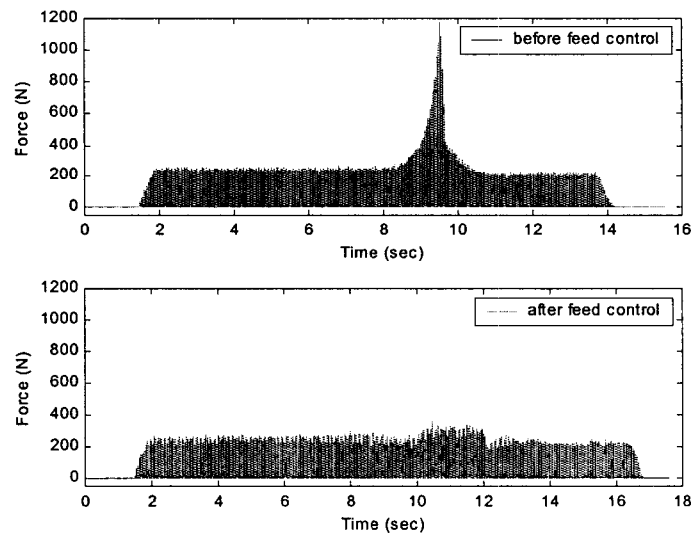


Fig.1 Comparison of cutting forces before and after feed control at the corner of inclined surface