

회귀분석을 이용한 절삭력 예측

장승일*(경북대 기계공학부), 전정운(경북대 대학원 기계공학과)
이영문(경북대 기계공학부)

주제어 : 전단(shear), 칩-공구 마찰(chip-tool friction), 절삭력(cutting force), 외경선삭(turning), 중회귀분석(multiple regression analysis)

최근 공작기계 및 공구재료의 발달과 함께 절삭가공기술의 고도화를 위한 연구가 다각적으로 진행되고 있으며, 효율적인 절삭가공기술의 확립을 위해서는 사용공구 및 피삭재에 대한 절삭성 평가와 더불어 절삭결과에 대한 예측이 필요하다.

절삭과정은 그 본질에 있어 칩 생성과정이며, 대부분의 금속절삭시 칩 생성은 전단역이라 불리우는 극히 한정된 영역에서 매우 좁은 간격을 두고 잇달아 일어나는 집중된 전단소성변형에 의해 이루어지고 생성된 칩은 공구경사면과 심한 마찰을 일으키면서 외부로 배출된다.

절삭상태는 전단소성변형의 크기, 속도 및 저항과 칩-공구 경사면의 마찰계수, 마찰속도 및 마찰저항 등에 따라 크게 달라지며, 이들 절삭변수에 의해 특징지어지는 전단과정과 마찰과정은 독립적으로 일어나지 않으며 서로 영향을 미치면서 절삭과정의 근간을 이룬다.

따라서 절삭성 평가에 있어 가장 기초적인 문제는 전단소성변형거동과 칩-공구경사면의 마찰거동에 미치는 절삭조건, 피삭재와 공구의 재질 및 형상 등 절삭입력조건에 대한 영향을 밝히는 것이다.

절삭성 평가요소 중 비절삭에너지(specific cutting energy)는 일반적으로 가장 중요한 평가요소로 채택되고 있으며, 비절삭에너지는 일반적으로 공구 동력계에 의해 측정된 절삭력으로부터 얻어지나, 절삭력에 미치는 절삭조건에 대한 설명하기는 어렵다. 따라서 개개의 절삭조건이 절삭력에 미치는 영향 및 절삭조건간의 상호작용을 규명하기 위한 방법이 요구되고 있다.

본 논문에서는 절삭실험을 통하여 광범위한 조건에서의 절삭력에 대한 절삭조건 상호간의 관련성을 규명하기 위한 방법으로 중회귀분석을 이용하여 설정된 절삭실험조건중 일부분의 실험조건에 대한 절삭실험만으로 설정조건 전체에 대한 절삭력을 예측하는 방법을 제시하였다. Fig. 1은 공구와 공작물을 기하학적인 관계를 나타낸 것으로, 중회귀분석모형에서 사용되는 설명변수인 이송, 절삭깊이, 절삭속도를 나타내고 있다. 절삭조건에서 총 27가지의 절삭실험을 하여 얻은 데이터값을 이용하여 모형기준에 적합한 회귀모형을 선정하여 이 조건에서의 예측값을 구한 후, 회귀모형의 신뢰성을 평가하기 위하여 이송조건을 추가하여 적합 회귀식의 신뢰성을 검증하였다. Fig. 2는 27개 절삭조건과 신뢰성을 검증하기 위한 18개의 추가실험조건을 합쳐 각 조건에 따른 공구동력계에서 측정된 실험값과 회귀식에 의한 예측값의 오차율(%)을 나타낸 것으로서, 절삭에 가장 큰 영향을 주는 주분력(Fy)의 오차율이 10%이내의 값을 나타내었다.

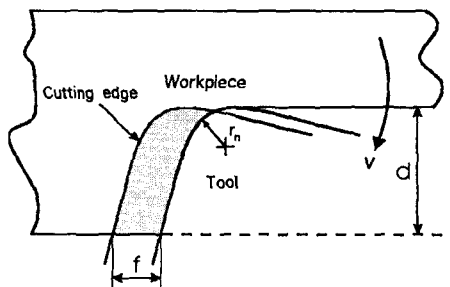


Fig. 1 Sketch of turning operation

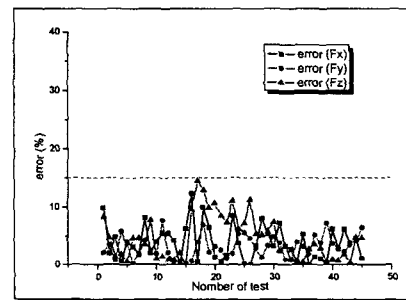


Fig. 2 Error of regression prediction