

모델에 기초한 연삭기의 열변형 보정

류한선(영남대 대학원), 윤인준(영남대 대학원), 고태조*(영남대학교), 김희술(영남대학교), 정재한(삼익LMS)

주제어 : Thermal Error Compensation System (열변형 오차 보상 시스템), Multiple linear Regression (다중선형회기), Neural Network(인공신경망), real time compensation (실시간 보상)

연삭기는 정밀가공을 하는 기계로 정밀도를 유지하기 위해 설계단계에서부터 열원을 규명하고 열원 차단이나 열 대칭설계, 또는 적정재료, 설치환경의 조절 등을 통하여 발열에 의한 변형을 상당수 막을 수가 있으나 완전하게 제거할 수가 없다. 본 연구는 가공시 발생하는 발열을 직접 모니터링하여 이를 바탕으로 열변형량을 예측하고, 이것을 실시간으로 보상하여 연삭기의 정밀도를 더 높이기 위함이다.

연삭기의 열변형량을 확인하기 위해서 온도측정장비(Tempscan 1100 : 32ch)를 이용하여 기계의 전반적인 열의 거동을 확인하였으며, Gap sensor를 이용하여 열변형 오차량을 측정하였다. 실험은 ISO230-3에 규정된 방법을 이용하였으며 결과의 정확도를 기하기 위해 같은 조건으로 반복실험도 실시하였다.

실험결과로 얻어진 온도와 오차량과의 상관계수를 계산하여 계수가 높은 온도 값과 오차값을 다중 선형회기(Multiple linier regression)모델과 인공신경망(Neural Network)모델을 이용하여 모델링 하였다. 이 모델을 이용하여 계산한 결과 이론상 열변형 오차를 크게 줄일 수 있음을 알게 되었다.

위와 같은 실험과 모델링방법은 최근 컴퓨터의 발달로 연구가 활발하게 이루어지고 있으나 열변형 모델링을 이용한 실시간 보상제어는 아직 초보단계에 머무르고 있으며 CNC 밀링머신에서는 일부 적용되고 있으나 CNC 연삭기에서는 거의 연구가 이루어지지 않는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 외부 기계원점 이동방식(External machine coordinate system shift)을 이용하여 오차를 보상하는 방법과 보상에 필요한 여러 가지 조건과 그 결과를 좀더 깊이 알아 보고자 한다.

Fig. 1은 외부 기계원점 이동에 의한 보상원리를 도식한 것이다. 실시간 온도 획득은 산업현장에서 적용할 수 있는 온도측정장치(ADAM-3011)를 이용하였으며, 보상데이터는 미리 작성해둔 모델을 이용하여 실시간으로 컴퓨터로 계산되며 이 값은 디지털 신호로 변환하여 CNC controller에 전달하고 이 신호를 PMC(PLC)에서 원점 이동 신호로 변환시켜서 NC로 전달하면 보상 값만큼 절대치로 기계가 구동한다.

이 시스템을 열변형 보상에 이용하려면 보상시간간격과 보상량 그리고 보상이 기계에 미치는 영향 등은 고려하여야 하는데 Fig. 2과 같이 보상량과 보상시간에 따른 오차 값을 계산하였으며 보상신호가 작동되면 실제 보상이 되는 소요되는 시간, 최대 보정량의 제한까지 고려하였다. 이 모든 것을 고려하여 보상한 결과 실시간으로 안정하게 열변형이 보상 될 수 있음을 확인하였다.

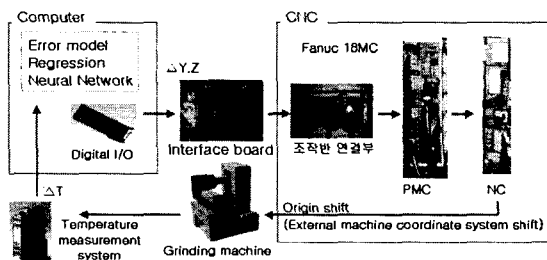


Fig. 1 Compensation system of PC based for the real time compensation

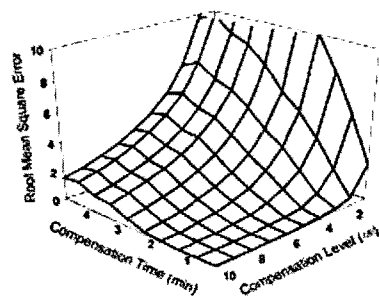


Fig. 2 Compensation level & time decision (ISO230-3 Random rpm test)