

고하중 선반용 Tool Post의 신뢰성 평가

이승우*, 한승우, 박찬훈, 이후상(KIMM), 이화기(인하대)

주제어 : 신뢰성, 고장률, 신뢰성 예측, 평균고장시간간격, 신뢰성 시험, 신뢰성 평가/분석

신뢰성이란 장기간의 관점에서 측정/평가되어야 하는 장시간의 품질(Long-Term Quality)로서 지금까지 활용 되었던 성능이라는 단기간의 품질(Short-Term Quality)과는 다른 기술적 접근을 요한다. 특히, 공작 기계 제품과 같은 기계시스템 및 구조물은 1만 여종의 요소부품들로 구성되어 있으며, 개개의 부품이 서로 연계되어 전체시스템의 기능을 발휘하게 되므로 각 부품의 신뢰성이 전체시스템의 신뢰성이 된다. 본 연구에서는 일반적인 선반의 사용환경을 넘어선 고하중 선반용 Tool Post의 신뢰성 평가를 위해 사용된 예측기법과 실제 사용환경에서의 조건을 시험할 수 있는 시험기를 제작하여 시험한 결과를 비교/분석한 사례를 소개한다. 신뢰성의 척도로서 고장률(Failure Rate), 평균고장시간간격(MTBF) 등이 사용된다. 신뢰성 예측을 위하여 본 연구에서는 사용되는 부품의 고장률 데이터베이스를 사용한 예측 방법을 사용하였으며, 이를 위해 제품구성도(BOM), 부품리스트(Part List), 설계도 등을 이용하여 구조를 분석하고, 동력전달을 중심으로 신뢰성 블록다이어그램을 작성 하였다. 사용된 고장률 데이터베이스는 비전기/전자 부품에 대한 고장률을 포함하고 있는 NPRD95(Nonelectric Part Reliability Data)를 사용하였으며, 이는 고장 발생이 지수분포를 따른다는 가정을 하고 있다. 예측결과로는 MTBF : 8,590 시간으로 계산되었다. 이와 함께 고장유형을 분석하고 반복정도, 강성, 편평도 등을 측정하면서 Tool Post의 고장판단을 할 수 있는 신뢰성 시험기를 제작할 수 있었다. 시험기는 구동부, 측정부, 제어부, 지지부로 구성되어 있으며, PC에 의한 사용자 조건 지정에 의해 실험이 진행될 수 있다. 신뢰성 시험기를 이용하여 clamping 유압에 대한 강성 평가, clamping 유압에 대한 강성 평가, 분할 정도 평가, 열팽창 등의 항목을 시험하였다. 시험조건으로 ① 무부하연속운전, ②12 station 중 1→7→4→10으로 인덱싱 하는 것을 시험조건으로 하고 4,000cycle 운전 후 각 항목들을 측정하였다. 시험 결과 160만 cycle에서 인덱싱 정밀도가 저하되었으며, 190만 cycle에서 최초 운전 정지하였으며, 고장원인은 근접센서의 브라켓 문제로 추정되었다. 이후 120만 cycle 추가 운전 후 고장정지 되었으며, 역시 근접센서 불량에 의한 고장으로 판명되었다. 3회 고장은 100만 cycle 추가 운전 후 발생되었는데, clamping에 필요한 유압의 sealing에 필요한 O-Ring의 파손으로 판명되었다. 현재까지 상기의 조건으로 시험한 결과를 고장발생시간으로 환산하여 신뢰성 해석을 한 결과, 고하중 선반용 Tool Post의 고장분포는 와이블 분포를 나타내고 있으며, 모수추정에 의한 MTBF는 7,607시간으로 계산되었다. 신뢰성 예측과 시험에 의한 MTBF가 차이가 있는 것은 기계류 부품의 경우 사용된 부품과 일치하는 것이 없을 경우 유사부품비교법을 사용하였고, 시험에서 산출된 데이터의 수가 부족하기 때문으로 사려된다. 이상과 같이 실제 시스템의 신뢰성을 정량적으로 파악하여 기계부품에 대한 신뢰성 평가 기법의 기반을 마련하였고, 설계단계에서 설정한 목표치와의 비교를 통해 취약부를 규명할 수 있다.

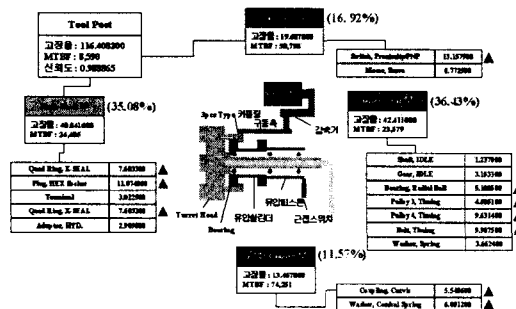


Fig. 1 Results of Reliability Prediction for Tool Post using Failure Rate Database

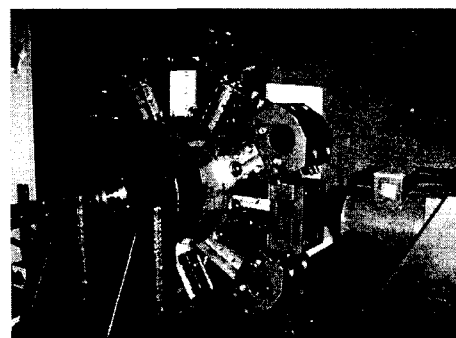


Fig. 2 Reliability Test-Bed for Tool Post of Hard Turning Machine