

회전체의 토오크 및 진동 분석을 이용한 베어링 특성 검증 시험기 개발

Development of Cylinder rotation testing machine through the analysis of bearing torque and vibration

*최갑수¹, #편영식¹, 김준형¹, 민경호², 바야르¹

*G. S. Chio¹, #Y. S. Pyun², J. H. Kim², K. H. Min², E. Butenbayar¹

¹선문대학교 기계공학과, ²현대자동차 생산기술개발팀

Key words : Friction test, Pin-on-Disk test, Friction coefficients, Bearing

1. 서론

마찰 마모 시험은 ASTM G99의 표준 시험도 중요하지만 최근 우주 항공과 자동차 산업이 발달하고 하면서 실제 완성 제품의 측정이 매우 중요하게 대두되고 있다. 특히 자동차 엔진과 같이 베어링이 엔진 하우징에 장착되면서 이상 구동 형태는 케이스 접촉면 문제를 발생할 수 있고, 정확한 베어링의 회전에 대한 분석이 어려울 경우 마모 저감을 위한 베어링 외면 윤활 코팅 및 고가의 윤활 코팅으로 인한 원가 상승에 어려움을 가진다. 또한 피스톤과 산업용 구동 실린더 등 현재 슬라이딩을 위한 오일링, 압축링에 대한 장기간 사용으로 마모로 인한 교체 및 고장이 빈번하게 발생하여 핵심 이슈로 대두되고 있다. 본 논문에서는 회전체의 다양한 마찰마모가 발생하는 부분에 대하여 마찰 하중 측정과 진동량 및 토오크 분석을 통하여, 마찰 마모의 형태를 확인하고, 정확한 베어링의 내구성을 연속 측정하기 위한 시험 측정 시스템을 개발하여 그 측정 경향성을 확인하였다.

2. 마찰 마모 시험기

본 논문에서 설계된 마찰 마모 시험기 시스템은 Fig1에 보이는 바와 같이 각 시험 장치의 구성을 나타내고 있다. 시험 장치는 베어링과 같이 구동부분을 고정하는 장치와 좌우로 구동하기 위한 구동기 및 구동 드라이브로 구성되어 있으며, 회전체의 진동을 검출하기 위한 가속도 진동 센서가 구동 상태

시편에 부착되어 있다. 또한 주축에 전동 모터에서 발생하는 회전 토오크를 측정하기 위하여 토오크 센서를 부착하였다. 진동 센서는 컨트롤러를 통하여 그 신호를 좀더 세부적으로 조절 확대 할 수 있어 미세 진동측정 할 수 있고, 제어 회로를 통하여 신호를 처리하여 저장할 수 있도록 하였다.

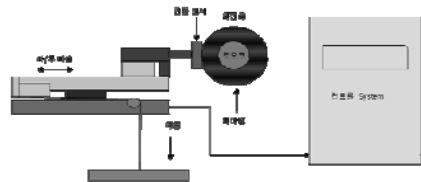


Fig. 1 Bearing Tester Concept

주축 회전에서 발생하는 마찰 하중과 압축 하중은 로드셀을 통하여 측정할 수 있도록 하였으며, 그 결과는 제어 시스템을 통하여 데이터를 저장 처리할 수 있도록 하였다.

3. 베어링 시험

Fig2는 실제 베어링의 측정 방식에 대한 모형을 도식적으로 나타내고 있다.

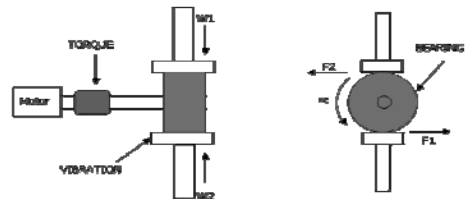


Fig. 2 Bearing Tester Method

Fig2 에서 베어링 마찰 시 부과 하는 하중과 발생 하는 마찰 하중 값을 무게로 나타내고 있다. 회전체에 하중을 가한 후 진동과 변화가 발생하거나, 또는 토오크 특성이 측정되고 그 값은 시간에 따라 변화하게 된다.

따라서 본 논문에서는 일정한 하중을 부과하여 이로 인한 진동과 토오크 특성을 검출하고, 이를 통하여 정상적인 상태와 비정상적인 상태를 판단하도록 구현 하였다.

Fig3 은 마찰에 대한 상태를 검출하기 위한 시스템구성과 센서 의 신호 처리 부를 나타내고 있다.

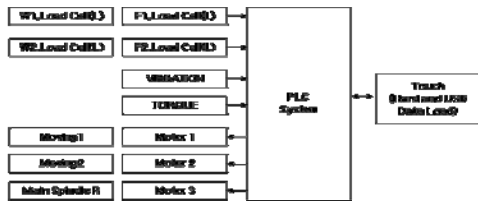


Fig. 3 Bearing Tester Control System

하중이 부과된 베어링 저항은 주축을 통하여 토오크 센서를 통하여 검출되고, 회전체에 마찰 에너지는 가속도 센서를 통하여 진동을 발생하고, 진동 신호는 컨트롤러를 통하여 증폭하여, 최소 시험이 시작한 시점으로부터 일정 시간 동안의 진동 값과, 토오크 변화를 아날로그 신호를 통하여 검출 하도록 설계 되었다.

Fig4 는 제작된 시험기의 제어 화면으로 터치 화면에서 외부 조건을 입력을 통하여 측정은 시작되고 마찰 하중의 변화를 검출하고, 주축의 토오크 특성과 진동 값의 변화를 외부 조건과 비교하여 베어링의 상태를 판별하게 된다.



Fig. 4 Bearing Tester Operating System

베어링의 상태 판단은 연속 측정 시간과 아날로그 토오크 특성, 진동 측정값의 세가지를 기준으로 어느 한 기준에 만족할 경우에 회전 베어링에 이상으로 판단하게 된다. 만약 연속 측정 시간 이후에도 진동 및 토오크 특성의 변화가 없을 경우 순차적으로 하중 변화를 주거나 시험 조건에 따라 역회전 구동하게 되어 다양한 시험을 하여 이상 유무를 판별하게 된다.

3. 시험 결과

본 논문에서는 마찰시 발생되는 베어링 특성의 변화를 측정하고, 베어링과 상대 하우징의 재질을 대상으로 특성 변화를 검증하기 위하여 실제 측정 시험기를 설계하고 제작하여 Fig5 와 같이 시험을 수행하여 그 경향성을 확인 하였다.

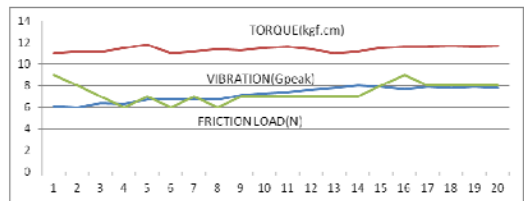


Fig. 5 Bearing Torque and Vibration Test

4. 결론

본 논문에서는 회전체에 발생되는 진동과 토오크 특성의 변화와 마찰 하중(마찰계수)의 변화를 분석하여 베어링의 상태를 구분하는 시험 장비를 개발 하였다. 개발된 마찰 마모 시험기는 제어 프로세스에 부착된 센서로부터 측정된 신호를 처리하고, 처리된 신호는 마찰 하중과 진동, 토오크, 부하 무게를 구분하여 저장할 수 있도록 하였다.

시험 결과 시간에 따른 진동 및 토오크 변화 경향을 확인할 수 있었고, 베어링 특성 변화와 신뢰성 검증은 지속 추진할 계획이다.

참고문헌

1. Nachman, G., 1999, "Shot Peening-Past, Present, and Future," Proc. 7th Int. Conf. on Shot Peening, pp. 1~4... (1)