

# 와이어 텐션 방식을 이용한 마이크로 베어링 성능 시험기 개발 Micro-bearing performance tester development using wire tension method

\*박인겸<sup>1</sup>, #김병희<sup>2</sup>, 김형진<sup>1</sup>, 서영호<sup>2</sup> 홍남표<sup>3</sup>, 박동영<sup>3</sup>, 최광보<sup>4</sup>, 김종균<sup>4</sup>

\*I. K. Park<sup>1</sup>, #B. H. Kim(kbh@kangwon.ac.kr)<sup>2</sup>, H. J. Kim<sup>1</sup>, Y. H. Seo<sup>2</sup>, N. P. Hong<sup>3</sup>, D. Y. Park<sup>3</sup>, G. B. Choi<sup>4</sup>, J. K. Kim<sup>4</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 기계메카트로닉스공학과 대학원, <sup>2</sup>강원대학교 기계메카트로닉스공학과, <sup>3</sup>강원인력개발원, (주)창성<sup>4</sup>

Key words : Wire tension, Micro-bearing, Bearing tester

## 1. 서론

자동차 및 가전기기 등 모든 분야에서 베어링의 사용이 꾸준하고 현대 산업에서 각종 회전기기가 더욱 소형화, 정밀화, 고속화 되는 추세에 따라 더 작고 더 정밀한 베어링이 활발하게 개발되고 있다.<sup>1</sup> 최근 국내 발전설비는 설비 이용률 증가와 전력거래 수익 극대화 등을 위해 발전기 최대 출력을 상향 조정하여 운전하고 있을 뿐만 아니라 전력 수요 변동에 따른 일일 기동정지 또는 주말 기동정지가 빈번해지고 있다. 이러한 상황으로 인해 산업 분야에서 사용되는 기기들의 핵심 요소인 베어링 운전 조건도 한층 더 가혹해지고 있다. 고속으로 회전하는 기기들은 베어링에 의해 지지되기 때문에 베어링의 운전 특성은 기기의 운전 신뢰성에 매우 중요한 역할을 한다.<sup>2</sup> 베어링의 주된 손상 형태는 마멸, 부식, 전식, 피로, 과열, 마찰 등이 있으며 이러한 손상 형태가 확인될 경우 경험이나 육안 점검, 실험실에서 밝혀진 증상들을 이용하여 손상형태를 확인하는 방법들로 실제 베어링의 수명을 예측하거나 베어링의 특성을 분석, 관찰하기가 힘든 실정이다.<sup>3</sup>

따라서 본 연구에서는 산업분야에서 쓰이는 다양한 형태의 마이크로 베어링을 와이어 텐션 방식을 이용하여 반경방향 하중을 부여하여 마이크로 베어링의 성능 시험기를 개발 하고자 한다.

## 2. 실험 장치의 구성

본 연구에서 개발된 성능 시험기는 Fig. 1에서 보여주고 있다. 마이크로 베어링에 축을 지지하기 위해 외경이 최소 6mm에서 최대 30mm까지의 다양한 직경의 베어링 테스트가 가능하도록 설계된 V자형 클램프 형식을 이용하여 축 양단에 삽입된

2개의 보조 베어링을 고정하였다. 보조 베어링 사이의 베어링 축 중앙에는 주 베어링을 위치 시켰으며, 와이어를 감아 주 베어링에 반경방향 하중을 주는 형태로 와이어 한 끝은 로드셀(Interface Inc., WMC Miniature Sealed Steel load cell, 10lbf=4.5kgf), 다른 한 끝은 추를 달아 주었다.

구조물의 재료는 알루미늄(Al6063)을 사용하였고, 베어링의 하중을 주기위해 19.32의 비중을 가지고 있는 텅스텐으로 추(0.5kg,1kg)를 제작하여 와이어에 연결하여 하중을 주도록 설계 되었다. 주 베어링의 간접적인 내구테스트를 위해 축 양단에 고정된 보조베어링 외륜부에 온도 센서(Miraetech Inc., MR-2050)를 접촉시킴으로써 베어링의 온도 변화를 측정 할 수 있도록 하였다.

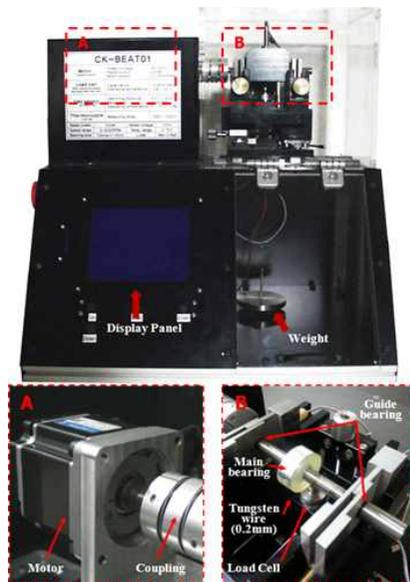


Fig.1 Wire tension method micro-bearing test system

축(샤프트)의 흔들림을 측정함으로써 마모량을 예측 할 수 있도록 주 베어링 사이의 간격이 0.1~0.25mm이고 반복정밀도가 0.02mm인 갭 센서 (Sanil electric Co., SD-8MS-AC)를 설치하였다. 마이크로 베어링 성능 시험기에 장착된 서보모터 (Sanyo denki Co.,Ltd, R2AA06020FXH00)는 10RPM 부터 최대 6000RPM까지 구동 가능하며, 연속구동, 반복구동 등 다양한 작동 테스트를 가능하게 하였다. 이러한 베어링의 실 작동환경을 구현하고, 와이어 텐션을 이용한 베어링 시험기의 상태를 제어 및 모니터링 하기 위하여 Labview 기반의 운영 시스템을 구축하였다.

측정된 데이터는 SD카드에 직접 저장 되는 방식과 Labview를 통해 저장하는 방식의 두 가지 방식으로 데이터를 저장할 수 있도록 장비를 구축 하였다.

### 3. 실험 결과 및 고찰

본 논문에서는 마이크로 베어링의 성능을 검증하고자 와이어 텐션 방식을 이용한 마이크로 베어링 성능 시험기를 개발하였다.

개발된 성능 시험기는 추가 연결된 와이어를 마이크로 베어링에 감아 발생하는 하중과 모터회전에 의해 발생하는 마찰력이 로드 셀에 고정된 와이어 장력으로 측정되어 이를 마찰계수로 환산할 수 있도록 하였고, 주 베어링 부의 베어링 내경과 축(샤프트) 사이의 정지-운동 마찰계수를 측정할 수 있도록 하였다. 또한 베어링의 온도를 직접 측정함으로써 마이크로 베어링의 온도 모니터링과 갭 센서를 이용하여 축의 흔들림을 감지하여 마이크로 베어링의 간접적인 내구 성능을 예측할 수 있도록 설계 하였다.

간단한 기초 실험으로 마이크로 베어링의 마찰력을 테스트 하였다. Fig 2에 보이는 그래프는 마이크로 베어링의 기초 테스트 결과이다. 추 0.5kg의 하중 조건에서 발생하는 마찰력을 측정한 것이며, 신뢰성을 검증하기 위해 각 RPM당 5회 측정 후 측정된 데이터의 평균과 표준편차를 구하여 표기 하였다. SD카드에 측정된 데이터와 Labview에 측정된 데이터를 비교해 본 결과, 측정된 마찰계수의 최대 차이가 0.00612로써 두 가지 방법에 의한 데이터의 신뢰성을 확인하였다. 6000RPM을 제외하고, 1000, 3000, 4000, 5000RPM일 때, 정지 및 운동 마찰계수는 모터 회전이 빠를수록 작아지는 결과를 보이고 있다. 이는 사용된 주 베어링이 오일함유

베어링으로써 모터 회전속도가 증가할수록 오일이 많이 배출됨으로써 마찰계수가 작아지는 것으로 판단되고, 2000RPM에서의 베어링 마찰력은 편차가 크게 나타나 신뢰할 수 없는 데이터로써 마이크로 베어링 성능 시험기에서 발생한 진동으로 인해 정확한 베어링 마찰력으로 계산될 수 없어 그래프에서 제외되었다. 이는 성능 시험기의 공진 때문이라고 판단되어진다.

향후 추의 무게에 따른 마이크로 베어링의 연속 내구 시험, 변속 내구시험 그리고 소음 측정을 통해 마이크로 베어링의 특성 분석을 수행 할 계획이다.

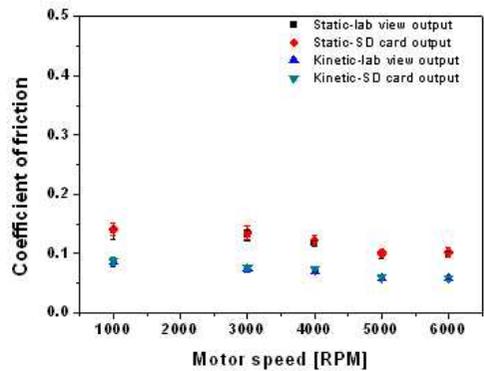


Fig. 2 Coefficient of friction with respect to motor speed

### 후기

본 연구는 (주)창성과 산업기술연구소에서 지원된 연구이며 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. Taesik Kim, kyunghoon yeonjune Gang Jo, "Noise & vibration analysis of ball bearing in electric devices," Conference of the Korean Society of Automotive Engineers, Korea, pp.730~733, 2012.
2. Byeong-Yeon Kang, Jae-Mong Ryu, Young-Cheon Jo, "An Experimental Study on the Elliptical Journal Bearings," Conference of the Korea Society of Mechanical Engineers, Korea, pp.8~12, 2011.
3. INCOSYS, n.d., viewed 3 April 2013, <www.incosys.co.kr/korean/hand-book/part4/P4C3-2.pdf>