

# 볼베어링 내구성 시험장치의 개발

## Development of the Endurance Test Device for the Ball Bearing

최명환† · 김지호\* · 허형\* · 유제용\* · 허남수\*\* · 김영신\*\*\*

Choi, M.H., Kim, J.H., Huh, H., Yu, J.Y., Huh, N.S. and Kim, Y.S.

### 1. 서 론

볼베어링(ball bearing)은 기계 구조물에 있어서 동력전달 등의 회전부에 널리 사용되는 주요 기계부품 중의 하나이다. 일반적으로 산업용 볼베어링은 비교적 작은 하중을 받는 구조물에 그리스(grease) 윤활 환경에서 사용되지만, 극한 환경에서의 사용을 위해 특수베어링이 개발 적용되기도 한다. 일부 원자력 구조물에는 큰 축하중을 받고 수중에서 작동해야 하는 특수 환경용 볼베어링이 적용되고 있으며[1,2], 이를 위한 연구 개발이 이루어져 왔다. 따라서 개발된 고하중 수윤활용 볼베어링에 대한 성능평가의 일환으로 내구 수명의 평가가 필요하게 되었다.

본 논문에서는 고하중, 수윤활 환경에 적용을 위해 개발된 볼베어링(#6010)의 내구 수명을 평가할 목적으로 개발한 시험장치에 대하여 기술하였다. 시험장치에 대한 기본적인 구조와 기능에 대하여 언급하였고, 상용 볼베어링과 개발품에 대한 시험결과를 통하여 시험장치가 내구성 평가에 적합하고, 신뢰성 있음을 확인하였다.

### 2. 내구성 시험장치

볼베어링의 내구성 시험장치는 외륜고정, 내륜에 축하중을 부가하고, 베어링 2개를 장착하여 60rpm의 회전속도로 수중에서 작동하는 요건을 갖고 개발되었다. 또한 시험 중에는 작용하중, 회전수, 토오크

를 지속적으로 감시할 수 있어야 하며, 토오크의 변화를 통하여 베어링의 이상 유무를 평가할 수 있도록 하였다.

Fig. 1은 개발한 내구성 시험장치의 형상과 주요부 명칭을 나타내었다. 장치는 크게 부품들의 고정프레임, 2개의 볼베어링을 장착하여 축하중을 가해줄 수 있는 하중부가장치, 최고 120rpm까지 회전을 가해줄 수 있는 모터 및 감속기, 수윤활 조건을 구현하는 물의 폐순환루프, 결과의 기록 및 조건 제어를 위한 제어계측부로 구성되었다.

시험장치에서 중요한 부분은 베어링을 장착하고, 하중을 가해주는 하중부가장치로서, 중앙에 스프링이 설치된 중공축 형상의 내륜 지지축이 스프링 압축시 서로 겹치도록 배치되었다. 내륜 지지축의 상하단에 볼베어링을 배치하고, 와셔와 너트를 이용하여 내륜을 고정한다. 베어링의 외륜은 외부 case에 삽입하고, 양단의 외륜 고정자를 이용해 나사 체결한다. 이때 볼베어링의 외륜에 압축력이 작용하면서 볼베어링에는 서로 교차하는 축하중이 동시에 가해지게 된다. 내구성시험에 필요한 축하중은 로드셀이 설치된 하중부가장치를 이용하여 조정 가능하다.

시험장치에서 수윤활 조건은 베어링 장착부를 포함한 아크릴 원통에 지속적으로 물을 공급할 수 있는 폐순환루프를 형성하여 구현하였다. 또한 내륜 지지축의 상부에는 커넥터가 있어, 커넥터의 상부와 모터가 타이밍 벨트로 연결되어 구동력을 전달한다. 시험장치는 시험을 수행하는 동안에 작용하중, 회전속도, 토오크를 지속적으로 감시할 수 있는 제어, 계측부를 갖고 있으며, 데이터의 저장도 가능하도록 구성하였다. 또한 본 장치를 이용한 베어링의 내구 수명은 실시간으로 측정된 토오크와 소음의 변화를 이용하였는데, 갑작스런 이상이 발생하였을 때의 회전수를 베어링의 내구수명으로 판단하였다.

† 정희원, 한국원자력연구원  
E-mail : mhchoi@kaeri.re.kr  
Tel : 042-868-4799, Fax : 042-868-8622  
\* 한국원자력연구원  
\*\* 서울과학기술대학교  
\*\*\* KLES, Inc.

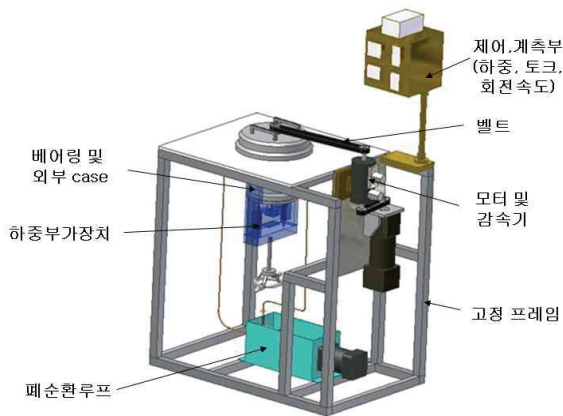


Fig. 1 Endurance test device of the ball bearing

### 3. 시험 결과

개발된 장치의 내구성 시험 적용 가능성 및 성능을 평가하기 위하여 단일 깊은홈 볼베어링(#6010)에 대하여 250 kgf의 축하중과 수윤활 조건에서 시험을 수행하였다. 시편은 윤활제인 그리스를 제거하고 세척한 STS440C 재질의 상용품과 고하중 수윤활용으로 개발한 세라믹 볼베어링을 이용하였다.

Fig. 2는 상용 볼베어링에 대한 시험 결과로서, 회전수에 따른 토크의 변화를 나타내었다. 베어링은 9만 회전 후 작동이 멈추었으나, 250 kgf 이하의 하중에서는 회전이 가능한 상태였다. 또한 시험이 수행되는 동안 베어링은 300~800 g-m 범위의 토크를 갖고 회전하다 작동이 멈춘 것을 알 수 있다. 상용 볼베어링은 그리스 윤활과 비교적 작은 하중에서 사용되도록 개발된 제품이기 때문에 고하중, 수윤활의 시험조건에서는 정속하지 못한 회전 및 짧은 수명을 보인 것이다.

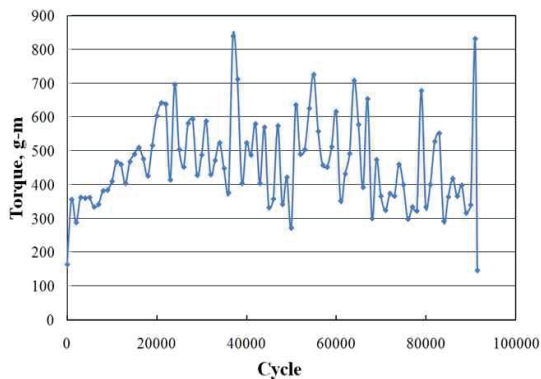


Fig. 2 Test results of STS440C ball bearing

Fig. 3은 고하중 수윤활용 세라믹 볼베어링의 내구성 시험결과를 나타내었다. 간헐적으로 큰 토크가 작용하는 경우도 있지만, 전체적으로 100 g-m 이하의 토크에서 100만 회전까지 정속하게 운전되었음을 확인할 수 있다. 이들 결과를 종합할 때, 개발된 시험장치를 이용한 볼베어링의 내구성 평가가 가능하고, 결과도 신뢰할만한 것으로 평가되었다.

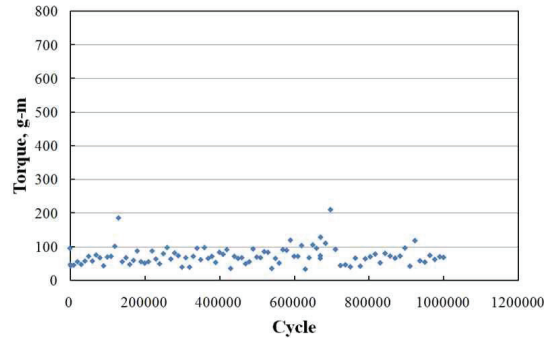


Fig. 3 Test results of ceramic ball bearing

### 4. 결론

고하중, 수윤활용 볼베어링의 내구성을 평가하기 위해 개발된 시험장치는 2개의 볼베어링을 동시에 장착 가능하고, 하중부가장치를 이용하여 다양한 하중을 부가할 수 있다. 폐순환루프를 통하여 수윤활 조건을 구현하였고, 시험중 지속적인 토크의 측정을 통해 베어링의 이상 유무를 평가하였다. 시험장치의 검증을 위해 상용품과 개발품의 내구성을 평가하였으며, 장치가 고하중, 수윤활 조건에서 작동하는 볼베어링의 내구성 평가가 가능하고, 신뢰성 있음을 확인하였다.

### 참고 문헌

- (1) Kim, J.H. et al., 2004, "Design of Ballscrew type CEDM for SMART," Trans. of the Korean Nuclear Society Spring Meeting.
- (2) Lee, J.S., Choi, S., Kim, J.I., Kim, J.H., Kim, K.K. and Park, H.Y., 2005, "Rotational Friction Torque of a Water-lubricated Stainless Steel Ball Bearing," International Tribology Conference 2005.