

캔드타입 전동워터펌프용 수중베어링의 특성 분석 Characteristic Analysis of Underwater Bearing for Canned Type Electric water pump

*박인겸¹, 김형진¹, 홍남표², 박동영², 서영호³, #김병희³

*I. K. Park¹, H. J. KIM¹, N. P. Hong², D. Y. Park², Y. H. Seo³, #B. H. Kim(kbh@kangwon.ac.kr)³

¹강원대학교 기계메카트로닉스공학과 대학원, ²강원인력개발원,

³강원대학교 기계메카트로닉스공학과

Key words : Canned type electric water pump, Underwater bearing

1. 서론

차세대 친환경 고효율 차량에 핵심적인 전장장치 중 하나인 전동워터펌프 기술개발 분야에 있어서 수중 베어링의 기술개발은 핵심적인 부분이다. 베어링은 운전시간에 따라 서서히 마모가 진행됨에 따라 내구수명을 결정하게 되는 부품이다. 이로 인해 자동차의 수명조건을 만족하기 위해서는 고내구성의 수중 베어링 개발이 필수사항이다.¹

캔드 타입 전동워터펌프의 경우 회전자부가 냉각수에 침수될 때와 윤활 역할을 하는 오일이 침수될 때 적용이 불가능하다. 이에 따라 수중에서도 회전축을 지지하면서 작동하기 위해서는 저널 방식의 무 급유 고내구성 베어링이 요구되며, 이에 수중 베어링의 성능 평가 기준 확립을 위한 베어링 성능 평가 분석이 필요하다.²

본 연구에서는 물에 의한 유체 윤활 특성이 우수한 탄화규소(SiC)계 재질 베어링의 온도 변화에 따른 토크변화, 소음변화, 마모량 등의 성능시험기를 제작하고 제작된 성능시험기를 통해 탄화규소계 재질 베어링의 수중에서의 특성을 분석함으로써 수중베어링 성능 평가 기준 확립을 위한 표준화 기반기술에 기여 하고자 한다.

2. 실험장치의 구성

엔진룸 내부에 위치한 워터펌프는 고부하에서 운전될 때 냉각수의 온도가 150℃ 이상 상승하고, 모터 및 임펠러의 회전 속도는 6000rpm에 달한다.

본 연구에서 개발된 성능시험기는 실제 엔진룸과 유사한 환경으로 탄화수소계 수중 베어링(밀도: 3.16g/cc, 열팽창계수: 4.3μm/m/℃, 경도: 2325Hv)의 성능시험을 위해 Fig. 1과 같이 완전 밀폐형 액중 시험 장치로 구성되었다.

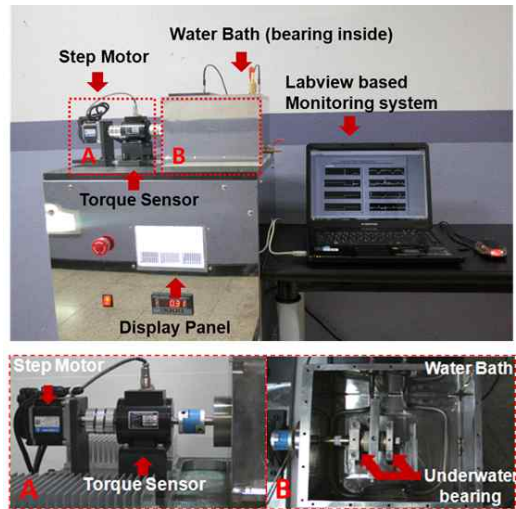


Fig. 1 Underwater bearing test system

베어링의 실 작동환경을 구현하고, 로터를 포함한 베어링 시험환경을 구현하기 위해서 GSBT System(GUI-based Smart Bearing Testing System)을 구축하였다.

구조물의 재료는 SUS-304를 사용하였고, 수조의 바닥면에는 히터를 장착하여 워터펌프의 주변 온도를 150℃까지 올릴 수 있도록 설계되었다. 수조부 내의 온도제어와 베어링온도 측정을 위하여 첫 번째 온도 센서는 냉각수의 온도 모니터링을 하고, 두 번째 온도 센서는 베어링 하우징을 관통하여 베어링 외륜부에 직접 접촉하도록 함으로써 베어링 내구성 시험시 수중베어링의 온도 변화를 측정 할 수 있도록 하였다.

또한 수중베어링의 마찰특성을 관찰하기 위하

여 10kgf/cm 용량을 갖는 토크센서(SDSA-10k)를 구동모터와 베어링 간에 장착하여 토크를 측정하였다. 또한 베어링의 연속구동에 따른 온도 변화를 관측하여 간접적인 마찰특성을 분석하였다.

수중베어링의 상태에 따라 변화하는 발생소음은 01DBStell사의 Symphoni와 신호분석 소프트웨어인 dBFA32을 통해 측정하였다. 베어링의 소음을 측정하기 위해 모터와 토크센서에 흡음제를 붙인 방음막을 설치하여 기타 소음을 제거하였다. 소음측정은 베어링의 성능 및 이상현상을 확인하기 위한 방법으로 소음을 측정하여 분석하는 방법을 사용하였다. 베어링에서 발생된 소음을 마이크로폰과 Symphoni 시스템을 이용하여 주기적으로 측정하고, 소음/진동 분석시스템을 통해 마모, 파손 등과 같은 현상을 규명하고자 하였다.

마모량 계측은 1시간 간격으로 1000rpm, 3000rpm, 6000rpm 의 회전속도로 변속시키면서 총 500시간동안 수행 후 중량을 off-process 상에서 측정하였다.

이러한 베어링의 실 작동환경을 구현하고, 로터를 포함한 베어링 시험기의 상태를 제어 및 모니터링하기 위하여 Labview 기반의 운영시스템을 구축하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

제작된 수중베어링 성능 시험기를 이용하여 다양한 성능시험을 통한 탄화규소(Si)계 수중베어링의 특성을 분석하였다. 기본적인 특성 분석 시험(토크, 온도, 소음)은 성능시험기의 모터속도를 1000, 3000, 6000rpm으로 점진적으로 증가시켰고, 100℃의 냉각수 온도에서 실험을 수행하였다. 베어링의 온도는 약 30분 정도 경과해야 주변온도와 일치하므로 초기안정화 시간을 30분으로 하였으며, Fig. 2에서 보는 바와 같이 모터회전수가 증가함에 따라 베어링 토크가 비례적으로 증가하지만, 고속의 경우 조금 더 마찰력이 감소하는 것을 관찰할 수 있었다. 또한 소음은 1,000rpm일 때가 가장 적은 것이 확인되었지만, 3,000rpm에서 소음의 변동이 가장 적었다. 500시간 동안의 변속 내구시험 결과, 베어링의 마모량은 1.25 μ g/h로 측정되었고 베어링 구동시간에 따라 마모량이 선형적으로 증가한다면 추후 베어링 재질에 따른 마모량 계산을 도출할 수 있을 것이다. 향후 냉각수 온도 변화에 따른 베어링 특성 분석을 수행함으로써

실제 수중베어링의 환경과 일치시켜 정확한 베어링 성능테스트를 수행할 계획이다.

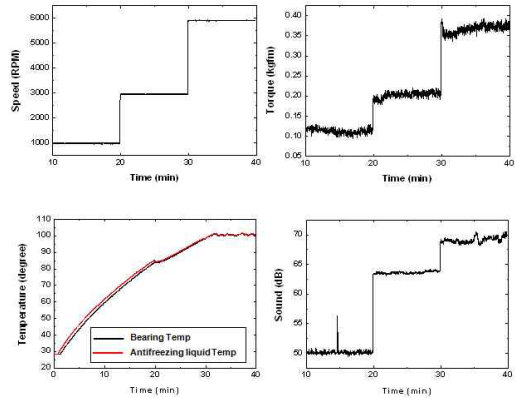


Fig. 2 RPM, Torque, Temperature, Sound with respect to time

참고문헌

1. Hirao, A., Shibuya, Y., Sekine, M., and Takayama, A., "Evaluations of Ceramic Bearings Used in Electric Water Pumps," Tribology Online, **6**, 71-75, 2011.
2. Yang, H. C., Yoon, T. J., Hong, N. P., Kim, B., and Kim, B. H., "Performance test system of underwater bearing based on Labview," Conference of the Korea Society of Mechanical Engineers, Korea, 418-420, 2011.