

경사조건에서의 미끄럼 저어널 베어링의 온도특성에 대한 실험적 연구

The experimental study for the temperature characteristics of slide journal bearings with the slope

*오승태¹, 김진¹, #최성필², 빈재구³, 공영경³

*S. T. Oh¹, J. Kim¹, #S. P. Choi(afteryou@turbolink.co.kr)², J. G. Bin³, Y. K. Kong³

¹(주)효성 중공업 PG, ²터보링크, ³국과연

Key words : Journal bearing, Film thickness, Thrust bearing,, Bearing load, ARMD

1. 서론

전기모터용 미끄럼 저어널 베어링은 여러 산업 분야에서 널리 사용되고 있는데, 그 이유는 볼 베어링이나 롤러 베어링에 비해 손쉬운 정비보수와 고안정성, 고신뢰성을 보장할 수 있기 때문이다. 하지만, 고효율과 고토르크를 요구하는 전기 모터의 사용 조건에서는 온도로 인해 발생하는 베어링 재질의 손상적 측면을 고려하지 않을 수 없다. 또한, 축과 베어링 면에서 적절한 윤활막을 생성할 수 있도록 온도를 제어하지 않으면, 베어링 면에서 열로 인한 베어링표면 손상이나 마멸에 의한 파손을 초래할 수가 있다. 따라서, 본 연구에서는 경사조건하에서 미끄럼 저어널 베어링의 온도특성을 이론적으로 해석한 결과를 실험결과와 비교를 통해 보다 큰 용량의 추진전동기용 베어링 개발의 기술자료로 활용하고자 한다. 실제 베어링에 비해 크기를 1/6로 축소시킨 모형의 실험 베어링을 제작하였으며, 실제 베어링과의 상사관계를 활용하여 저어널 베어링의 온도특성을 분석하였다. 이를 통해 얻어진 데이터는 실제 저어널 베어링 모델을 개발하기 위한 기술 데이터로 활용하였다.

Table 1 Journal Bearing 실험조건

항 목	조 건	비고
회전수	650/975 rpm	
정하중	1,050/2,100N	
횡경사(Heel)운전	0° /45°	누유파악
종경사(Trim)운전	0° /45°	누유파악

Table 1 은 실험을 위한 저어널 베어링의 실험조건을 나타낸다. 베어링직경과 길이의 관계를 나타내는 Sommerfeld 수를 이용하여 상사관계를 도출하였다.

2. 베어링 설계 및 해석

본 연구에서는 상업용으로 널리 사용되고 있는 회전체 동역학적 해석 S/W 인 ARMD(Advanced Rotating Machinery Dynamics)를 사용하여 베어링 설계단계에서부터 회전체의 안정성을 고려한 베어링 설계를 수행하였다. Table 2 는 베어링 해석을 위한 입력변수를 나타낸다..

Table 2 Journal Bearing 입력 데이터

항 목	입력 값
Bearing Type	Cylindrical
Number of Pads [EA]	2
Journal diameter [mm]	70
Journal length [mm]	45
Bearing Load[N]	1,050/2,100
Machined radius clearance[mm]	0.06
Pad arc [deg]	160
Oil type	ISO VG 100
Max. rotating speed[rpm]	650/975
Ambient temperature [°C]	20±5

Fig.1~ Fig.3 은 각각 ARMD S/W 를 사용하여 베어링 면에 작용하는 압력과 유막두께 계산결과를 나타낸다.

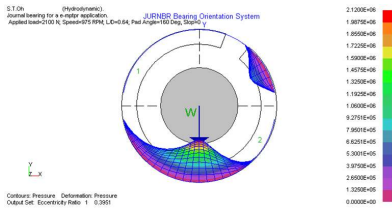


Fig. 1 압력결과(Load=2,100N,Slope=0°)

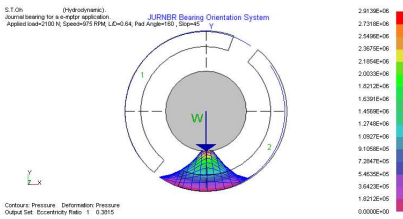


Fig. 2 압력결과(Load=2,100N,Slope=45°)

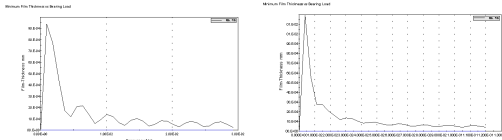


Fig.3 유막 두께 결과 (Slope=0° , Slope=45°)

Fig3은 베어링 부하에 따른 유막두께 결과를 주파수의 함수로 변환 하였다. (수평/횡경사) Table 3은 수평운전조건과 횡경사 45°에서의 저어널 베어링의 온도 해석결과를 나타낸다.

Table 3 저어널 베어링의 주요 해석 결과

항 목	해석조건	
	수평(0°)	횡경사(45°)
Film thickness	0.02063mm	0.014338mm
Film temp.	63.86℃	78.349℃
Max. temp.	68.83℃	81.346℃

3. 실험적 고찰

실험조건은 Table 1에서 언급한 것처럼 수평과 횡경사(45°)에서 베어링 온도를 측정하였으며, 경사 운전 시 발생하는 오일의 누유여부를 확인하였다. 저어널 베어링의 온도 측정 결과는 아래 Table 4와 같다.

본 연구에서는 종경사 실험값과 여타의 횡경사조건에 대한 내용은 생략하였으며, Table 3의 수평조건시 최대온도와 Table 4의 측정온도와의 결과를 비교했을 때 3% 오차

범위 내에 있었다. 하지만, 경사 조건에서의 측정 값은 다소 차이가 있음을 알 수 있었다. 그 이유로 경사조건 시 오일의 솔림 현상으로 인해 수평운전 시보다 유막의 생성 면적이 이론값과 다소 차이가 발생하는 것으로 판단된다. 이론적 해석 시 유막 형성 조건을 변경했을 때 온도 결과가 낮아짐을 확인할 수 있었다.

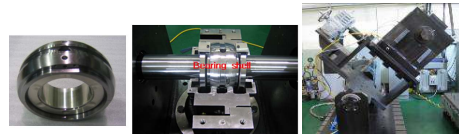


Fig.4 실험을 위한 시험용 베어링과 Test rig

Table 4 저어널 베어링부 온도 측정 결과

항 목	실험조건	
	수평(0°)	횡경사(45°)
부하조건	2,100 N(975rpm)	2,100(975rpm)
Max.temp	69.1℃	71.7℃

4. 결론

본 연구의 결과를 바탕으로 실 크기의 베어링 설계와 제작을 진행 하였다. 본 연구에서의 경사 운전 시 온도해석 결과를 바탕으로 베어링 외부 하우징부의 냉각핀 수와 하우징 구조를 결정할 수 있었다. 또한, 경사조건 시의 베어링의 이론적 온도해석과 실험을 통해 측정된 온도결과와 비교를 통해 이론적 접근의 타당성을 확인할 수 있었다.

후기

본 연구는 정부과제 지원으로 (주)효성중공업에서 수행된 연구결과임.

참고문헌

1. 양보석, “회전기계의 진동해석, 평가, 설계 및 대책,” 인터뷰전, PP.222~318, 2003.
2. 양승현, 박철현, 김재실, 하현천, “예압변경을 통한 틸팅패드 저어널 베어링의 패드 Fluttering 방지에 관한 연구,” 한국소음진동 공학회논문집 제 14 권 제 4 호, PP.344~351, 2004.
3. 박철준, 이성욱, 권기영, “가변 베어링 강성을 고려한 회전축 계 동특성 해석”, KSPE 춘계학술대회 논문집, PP.439~440, 2010.