

각접촉 볼베어링 강성모델 검증에 관한 연구 Validation of Stiffness Model for Angular Contact Ball Bearings

*배규현¹, 윤원상¹, 황주호², #홍성욱³

* G. H. Bae¹, W. S. Yun¹, J. H. Hwang², #S. W. Hong(swhong@kumoh.ac.kr)³

¹금오공과대학교 기전공학과, ²한국기계연구원, ³금오공과대학교 기계공학부

Key words : Angular contact ball bearing, Dynamic model, Stiffness, Contact angle, Thermal expansion

1. 서론

회전체를 구성하는 요소 중 베어링은 회전체의 무게와 외부하중을 지지하며 회전을 유지시킴으로서 회전체의 고속화와 정밀도에 중요한 역할을 한다. 본 논문에서 고려하고 있는 각접촉 볼베어링(Angular contact ball bearing)은 고속, 정밀성을 가지며 축방향과 경방향의 복합하중을 지지할 수 있는 장점이 있다. [1-2]

본 논문에서는 각접촉 볼베어링의 강성을 예측하기 위하여 모델링을 하였고 예압 및 회전속도의 변화에 따른 동특성 변화를 계산하였으며 그 타당성을 검증하였다. 발열에 의한 특성의 변화 또한 살펴보았다. 상용베어링에 대해 제공되는 강성데이터와의 비교를 통하여 개발된 모델을 검증하였다.

2. 각접촉 볼베어링의 강성 모델링

본 연구에서는 베어링의 강성을 구하기 위하여 DeMul의 모델[2]을 이용하였다. DeMul의 모델은 수정된 Harris 모델로서, 볼과 베어링 내 외륜 사이의 상호작용을 기반으로 식이 구성된다.[2]

3. 강성계산 결과

3.1 베어링 강성계산 및 검증

계산결과를 검증하기 위하여 상용베어링의 강성과 계산결과를 비교하여 보았다. 계산에서 비교를 위하여 사용한 베어링의 내부형상 정보는 Table 1과 같다.

베어링의 축방향 예압을 변화하며 강성을

Table 1 Fundamental geometry information for the simulated bearing (7014)

	Unit		Unit
Inner diameter	70mm	Ball diameter	12mm
Outer diameter	110mm	Ball number	21
Pitch diameter	90mm	Contact angle	20
Curvature percentage : f_i	0.5185	Curvature percentage : f_o	0.5335

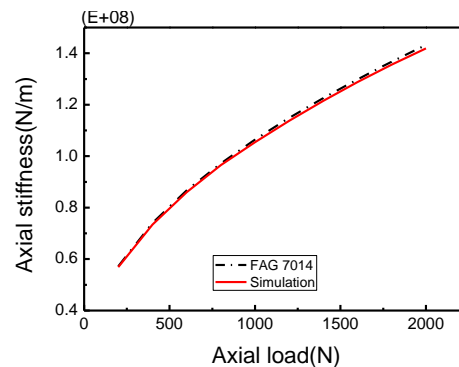


Fig. 1 Axial stiffness of angular contact ball bearing (7014) subjected to axial preload

계산하여 보았다. 결과는 Fig. 1과 같다. 그림에서 살펴보면 상용베어링에서 제공된 강성과 계산된 강성이 매우 유사한 결과를 얻을 수 있음을 확인할 수 있다.

3.2 접촉각 변화

베어링의 특성을 살펴보기 위하여 7014 베어링을 대상으로 회전속도 및 베어링의 예압에 따른 볼의 접촉각 변화를 계산하였다. Fig. 2에 축예압에 따른 접촉각 변화에 대해 상용베어링

데이터와 계산 결과를 비교하였다. 계산결과와 제공데이터가 잘 일치하는 것을 볼 수 있다.

Fig. 3 에는 축예압 및 회전속도의 변화에 따른 내, 외륜과 볼의 접촉각 변화를 동시에 보여주고 있다. 이는 참고문헌[1]에서의 결과와 잘 일치함을 알 수 있다.

4. 발열에 따른 베어링 강성

베어링 발열 효과를 고려하기 위해 발열에 의해 볼 팽창이 발생하는 것으로 가정하였고 이에 대한 베어링의 강성 및 특성 변화를 계산하였다. 축방향 강성 계산 결과는 Fig. 4 와 같다. 볼의 팽창에 의해 축방향 강성이 감소하며 경방향 강성은 증가하는 것이 확인되었다.

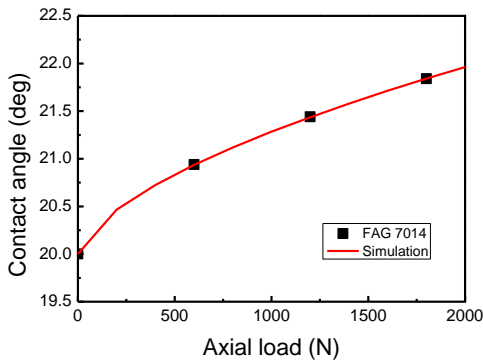


Fig. 2 Contact angle of angular contact ball bearing subjected to axial preload

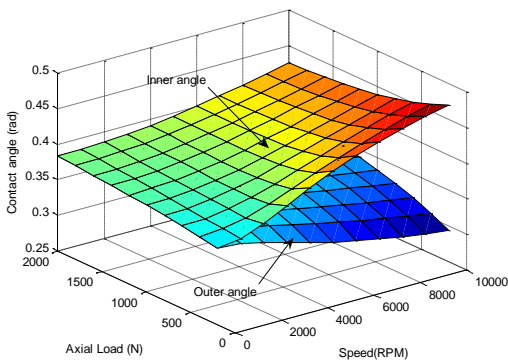


Fig. 3 Contact angle of angular contact ball bearing with axial preload and rotational speed

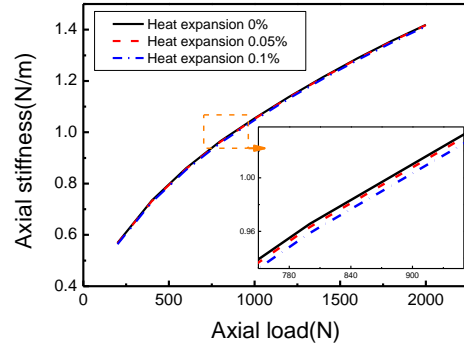


Fig. 4 Axial stiffness of angular contact ball bearing subjected to thermal expansion and axial preload

5. 결론

본문은 각접촉 볼베어링의 강성을 모델링하고 검증하였다. 또한 각접촉 볼베어링의 예압 및 회전속도 조건에 따른 주요 특성을 계산하였다. 계산결과를 업체에서 제공하는 데이터와 비교하여 사용된 모델의 타당성을 검증하였다. 마지막으로 베어링에서 발생하는 발열에 의한 베어링의 강성변화를 살펴보았다.

후기

본 연구는 기계장비 정밀도 시뮬레이션 플랫폼 기술 개발 사업의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Harris, T. A., "Rolling Bearing Analysis," John Wiley & Sons, New York, 1990
2. DeMul, J. M., *et. al.*, "Equilibrium and Associated Load Distribution in Ball and Roller Bearings Loaded in Five Degrees of Freedom While Neglecting Friction-Part I: General Theory and Application to Ball Bearings," ASME Journal of Tribology, Vol. 111, No. 1, pp.142-148, 1989.