

편심질량을 이용한 주축용 베어링의 가변예압장치 개발에 관한 기초 연구

A Basic Study on the Development of a Variable Preload Device for a Spindle Bearing by Using an Eccentric mass

김동현¹, 이훈만¹

*D. H. Kim¹, #C. M. Lee(cmlee@changwon.ac.kr)¹

¹창원대학교 기계설계공학과

Key words : Variable preload device, Spindle, Bearing, Eccentric mass

1. 서론

공작기계 주축용 베어링은 베어링의 강성을 높이거나 회전정밀도를 증가시키기 위해서는 전동체와 궤도면 사이에 음의 값의 운전 틈새를 유지하는 것이 필요하다. 이를 위해 가하는 내부하중을 베어링 예압이라 한다.¹

현재의 가공환경에서는 고속가공과 함께 고능률을 가공을 위해 하나의 공작기계에서 저속에서 이루어지는 중절삭과 고속에서 이루어지는 경절삭이 일련의 작업으로 가능해야 한다. 따라서 현대의 공작기계용 주축에서는 큰 강성과 고속 회전 성능이 요구되고, 회전수 범위가 넓어야 한다. 이를 위해 주축계는 저속에서 큰 예압을 가하고, 고속에서는 작은 예압을 가할 수 있는 베어링의 가변예압 기술이 필요하다.^{2,4}

주축 설계자의 입장에서는 주축용 베어링의 예압장치에 대한 다양한 구조와 방법에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

2. 편심질량을 이용한 자동가변예압장치

본 연구에서는 편심질량을 이용하여 공작기계 주축용 베어링에 예압을 자동으로 조절할 수 있는 새로운 구조의 예압장치를 제안하고, 유한요소해석을 수행하고, 시제품을 제작하였다. 그리고 제작된 시제품에 대한 실험을 통하여 장치를 검증하였다.

Fig. 1 은 본 연구에서 제안한 가변예압장치의 개념도이다. 주축이 회전하면 편심체는 반경방향의 힘을 받게 되고 이 힘이 편심질량에 의해 축방향의 힘으로 변환되는 구조이다.

제안된 장치에 대한 작동원리를 검증하고, 시제품 제작을 위한 기초 데이터를 확보하기 위해 유한요소해석을 수행하였다.

Fig. 2 에 편심체의 해석결과를 나타내었다. 예측한 것과 같이 편심질량에 의해 축방향 변위를 발생시키는 것을 확인 할 수 있고 최대 6,000rpm 에서의 변형량이 13 μ m 로 나타났다.

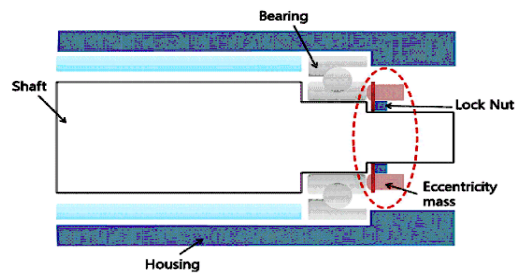


Fig. 1 Concept drawing of the variable device using eccentric mass

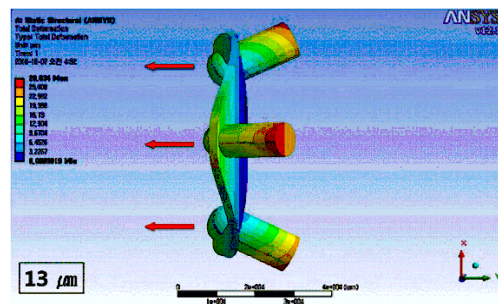


Fig. 2 Analysis result by FEM

3. 시제품 제작 및 시험

편심질량을 이용한 가변예압장치를 평가하기 위하여 시제품을 제작하였다. 반경방향의 힘을 축 방향의 힘으로 변환시켜주는 편심질량체는 백래쉬의 영향을 고려하여 일체형으로 구성하였다. 시제품의 최대 속도는 6,000rpm 이고 로드셀을 삽입하여 주축 회전수변화에 따라 편심질량체에서 발생하는 축방향 하중의 변화를 측정할 수 있도록 구성하였다.

주축 회전수의 변화에 따라 발생하는 축 방향의 힘을 확인하기 위해 1,000, 3,000, 6,000rpm으로 회전수를 증가시키며 실험을 수행하였다.

Table 1 에 주축회전수에 따른 축방향 변위 및 힘의 변화를 나타내었다. 6,000rpm에서 최대 13 μ m의 변위와 48N의 힘이 발생하였다. 주축회전수의 증가에 따라 힘과 변위가 증가됨을 알 수 있다.

축 방향의 변위를 크게 하기 위해서는 기구장치에 편심이 크게 발생하도록 해야 하며 이는 편심을 주는 질량의 무게를 크게 해야 함을 뜻한다.

제작된 장치는 구성상 소음 문제가 발생할 가능성이 있어 소음측정기구를 이용하여 소음을 측정하였다. 최대회전수인 6,000rpm 에서 소음을 측정 한 결과 85db 로 크게 발생하였다. 이는 베어링과 하우징의 치수공차로 인하여 소음이 크게 발생하는 것으로 판단된다.

Table 1 Axial displacement and load related to rotational speed

Rotational speed [rpm]	Displacement [μ m]	Force [N]
1,000	0.5	1
3,000	3.2	12
6,000	13	48

4. 결론

이상의 결과에서 제안된 편심질량을 이용한 가변예압장치를 제작하고 실험한 결과 제안된 미케니즘은 원활히 작동되는 것을 검증하였다. 회전수에 따른 예압의 측정은 예측한 것과 대체로 일치하여 기초실험결과는 만족할만하나 소음문제와 가공, 조립의 정밀도 문제가 나타났다. 향후 편심질량체의 형상 최적설계와 각 부품의 정밀한 가공, 조립 및 밸런싱을 통한 성능 개선이 요구된다.

후기

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2010-0024723).

참고문헌

- Harnoy, A., "Bearing Design in Machinery," Marcel Dekker, 418-436, 2003.
- <http://www.ibag.ch>
- Hwang, Y. K., Lee, C. M., "Development of a newly structured variable preload control device for a spindle rolling bearing by using an electromagnet," International Journal of Machine Tools & Manufacture, **50**, 253-259, 2010.
- Hwang, Y. K., Lee, C. M., "Development of automatic variable preload device for spindle bearing by using centrifugal force," International Journal of Machine Tools & Manufacture, **49**, 781-787, 2009.