

가변예압장치가 장착된 스피들의 진동평가 Vibration Evaluation of Spindle with Variable Preload Device

*김동현¹, #이춘만¹

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

¹창원대학교 기계설계공학과

Key words : Machine tool spindle, Variable preload device, Vibration, Noise

1. 서론

공작기계 스피들에는 강성과 부하용량이 큰 구름베어링이 가장 많이 사용된다.

공작물 가공 시 스피들은 절삭력을 받게 된다. 이 때 축을 지지하고 있는 베어링의 성능은 스피들 전체의 성능에 큰 영향을 미친다. 그래서 베어링의 강성을 크게 하거나 가공정밀도를 높이기 위해서 베어링에 예압을 가해준다.

스피들 베어링에 예압을 가해주는 방법으로는 정위치예압, 정압예압, 변환예압, 가변예압 등이 있다. 현대 공작기계용 스피들은 저속에서는 베어링에 큰 예압을 가해 스피들의 강성을 높이고, 고속에서는 작은 예압을 가해 발열을 저하시키고 고속회전이 가능하게 해야 한다. 그리고 주축 회전수 및 가공조건에 따라 적절하게 예압을 변화시켜줄 수 있어야 한다. 따라서 베어링에 가변예압을 적용하는 기술이 필요하다.^{1,2}

본 논문에서는 가변예압장치를 개발하고 개발된 가변예압장치를 스피들에 장착하여 가변예압장치가 스피들의 진동에 미치는 영향을 분석하였다.

2. 가변예압장치

현재 스피들 베어링의 가변예압장치는 유압과 공압을 이용한 구조가 가장 널리 사용되고 있고 연구단계에서는 압전 가변예압장치를 적용하는 연구가 이루어지고 있다. 유압을 이용한 가변예압장치는 장치구성과 유지에 많은 비용이 소모되고 회전수와 예압의 상관관계를 정확히 예측하기 어렵다. 공압을 이용한 가변예압장치는

구동력이 좋지 않고 응답성과 정밀도가 떨어진다. 압전 가변예압장치의 경우는 구동영역이 작고 히스테리시스로 인하여 반복능이 좋지 않고 시효효과가 크다.

스피들 설계자는 각각의 가변예압장치에 대한 장점과 단점을 파악하여 보다 효율이 뛰어난 가변예압장치에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 편심질량을 이용한 새로운 개념의 가변예압장치를 개발하였다.³ 개발된 가변예압장치는 구조가 매우 단순하고 구동원리 또한 간단하여 기존의 가변예압장치에서 필요로 했던 유압장치나 전기장치를 제거할 수 있어 제조비용과 운용비용을 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

3. 스피들 진동평가

스피들 진동평가를 위해서 가변예압장치의 장착여부에 따른 진동과 소음을 비교 분석하였다. 스피들 회전속도는 1,000- 5,000rpm 까지 1,000rpm 씩 증가시켰다. 실험환경은 온도 21℃, 습도 45%를 유지하였다.

진동측정을 위해 사용된 장치는 HOFMANN 사의 진동계(VL-8000)이다. 분해능 0.1-200 mm/s, 진동 반범위 0.05mm/s 이고, 진동계의 분해능에 의한 불확도는 0.03mm/s 이다. 대역폭은 10Hz-10kHz 이고, 측정은 rms 방식으로 측정하였다. KS 규격에서 회전 기계의 광대역 진동을 평가할 때에는 진동 속도의 실효값을 고려하는 것이 가장 합리적인 방법이라고 제시하고 있다.

스피들 진동측정위치는 수직방향으로 2 포인트를 설정하였다. Fig. 1 에 회전속도,

가변예압장치 장착여부에 따른 Point1 과 Point 2 에서의 진동을 비교하였다. 가변예압장치를 장착했을 때, Point 1 에서 약 20%, Point 2 에서 약 37% 진동이 증가했다.

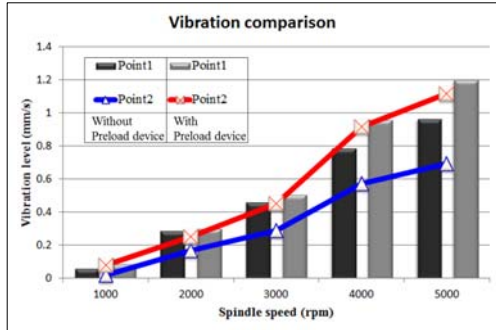


Fig. 1 Vibration measurement related to the spindle rotational speed

소음측정을 위해 사용된 장치는 RION 사의 소음계(NL-31) 이다. 레벨범위는 30-120dB 이고, 주파수범위는 20-12,500Hz 이다. 측정점의 높이는 바닥면에서 1.2m, 측정점의 수평면 내의 위치는 스핀들 표면에서 1m 로 정하였다.

Fig. 2 에 측정된 소음을 비교하였다. 가변예압장치를 장착했을 때, 약 1.7% 소음이 증가했다.

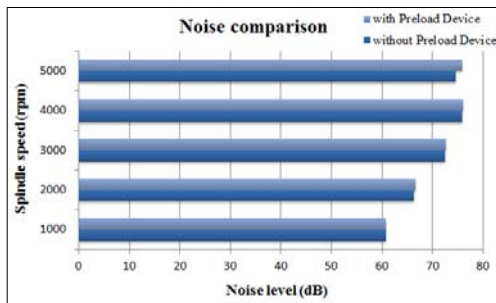


Fig. 2 Noise measurement related to the spindle rotational speed

4. 결론

본 연구에서는 편심질량을 이용한 가변예압장치가 스핀들 성능에 미치는 영향을 분석하였다.

1) 가변예압장치 장착여부에 따른 스핀들 진동측정 결과 가변예압장치가 장착되었을 때 진동이 증가하였다.

2) 가변예압장치 장착여부에 따른 스핀들 소음측정 결과 가변예압장치가 장착되었을 때 소음이 증가하였다.

스핀들 회전속도가 증가함에 따라 진동 및 소음이 증가하는 것으로 확인되었다. 소음은 주축시스템에 큰 영향을 미치지 않으나 진동은 상당한 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 본 연구에서 제작된 스핀들은 최대회전속도가 5,000rpm 이다. 그러나 고속가공에서는 가변예압장치가 소음진동에 더 큰 영향을 미칠 것이다. 원심력이 회전속도의 제곱으로 증가하기 때문이다. 본 연구에서 제안된 가변예압장치를 고속가공에 적용시키려면 진동 및 소음을 줄일 수 있는 개선방안에 대한 추가 연구가 필요하다.

후기

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

참고문헌

- Hwang, Y. K., and 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.
- Hwang, Y. K., and 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.
- Kim, D. H. and Lee, C. M., "Pre-load control device of bearing for machine tool," Korea Patent No. 0125502, 2010.