한국정밀공학회 2006년도 춘계학술대회논문집 pp. 451~452 KSPE 06S173

정적 처짐을 고려한 초장축 스핀들의 동적시뮬레이션

정원지, 이춘만 (창원대 기계설계공학과), 박기범*(창원대 기계설계공학과),
김재실 (창원대 기계공학과)

An Active Simulation of Long Spindle with Static Droop

W. J. Chung, C.M. Lee(Mecha. Design. Eng. Dept. CNU) K. B. Park(Mecha. Design. Eng. Dept. CNU),
J. S. Kim(Mecha. Eng. Dept. CNU)

ABSTRACT

According to the demand of high productivity, the interest of manufacturing skills is growing in the industrial society. Especially the long spindle becomes important these days. The rotating accuracy of the spindle concerns the centrifugal force. In detail explaining, it is influenced by the speed of the spindle. In this study, we would show changes of the distance caused by a rotating speed of the spindle using a software, ADAMS®. And because of the gravity of the spindle's mass, we would find the static droop of the long spindle.

Key Words : whirling(훨링), rotating accuracy(회전 정확도), static droop(정적 처짐), ADAMS®, the centrifugal force(원심력),

1. 서론

최근 고속으로 정밀한 생산성을 추구하는 공작기계에서는 주축시스템이 중요한 부분을 차지하고 있다. 고성능화 측면에서 주축시스템은 고속화를 통한 시간 단축 및 가공 표면을 개선시키는 효과를 내어야 한다. 스핀들의 정밀도는 공작물의 가공 정도에 직접적인 영향을 주는 요소이기 때문에 오차성분을 줄여 회전 정밀도를 향상시켜야 한다. 또한 스핀들의 장축화에 따라 스핀들의 무게는 무거워진다. 따라서 스핀들의 무게에 의한 영향으로 스핀들은 길이에 따른 정적 처짐이 발생하게 된다. 스핀들이 처져있을 때 스핀들을 회전시키면 처짐을 고려하지 않았을 때와 다른 정도의 훨링 현상이 나타내게 된다.

이를 위하여 본 연구에서는 초 장축 스핀들을 대상으로 모델링 및 유연체를 포함한 다 물체 동역학 해석이 가능한 ADAMS® 를 이용하여 스핀들의 길이에 따른 정적처짐 및 회전 RPM에 따른 스핀들의 동적 거동연구를 수행하였다. 이를 바탕으로 고강성의 스핀들 도입시 비교데이터가 될 수 있다.

2. 스핀들의 길이에 따른 정,동적 처짐정도

해석모델

우선 스핀들 내면이 비어있는 준공축을 해석대상으로 하고 ADAMS®의 workspace 상에서 모델링을 하였다. 우선 해석을 위해 장축의 실린더를 만들고 실린더의 양쪽에 베어링으로 쓰일 강체를 만들어서 실린더와 베어링을 고정시킨 다음 스핀들의 이동경로를 확인하기 위하여 실린더의 원점에 질량이 없는 구를 넣고 Fig.1 과 같이 실린더와 구를 고정 시켜주었다.

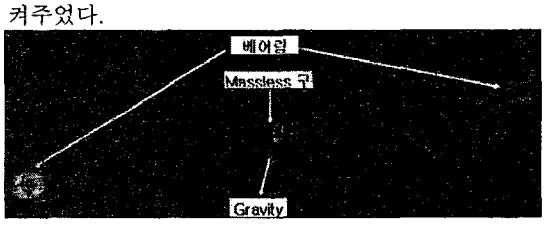

Fig. 1 Modeling of spindle part for ADAMS

모델의 기초적인 구성이 끝난 후 스핀들 부분만 유연체로 적용을 하고 스핀들을 제외한 베어링부분은 강체로 두었다. 이 후 베어링 부분은 revolute joint 를 주어 스핀들이 회전운동을 할 수 있게 만들었다. 스핀들의 정적 처짐을 측정하기 위해 회전을 주지 않은 상태에서 평형상태를 알아보았다.

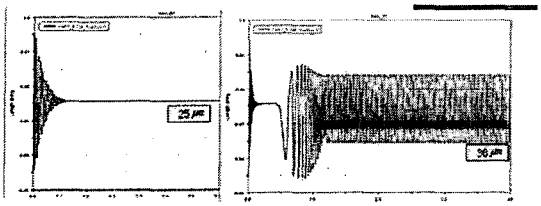

Fig. 2 Static Droop and Active Simulation of spindle with 2000RPM (2.7M length)

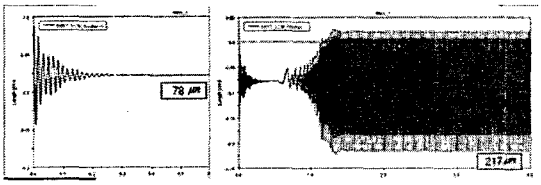

Fig. 3 Static Droop and Active Simulation of spindle with 2000RPM (3.75M length)

Fig.2 와 Fig.3 에서 보여지듯이 같은 속도라도 스핀들의 길이 따라 정적 처짐이 틀리고 훨링현상의 크기가 틀린 것을 알 수 있다.

스핀들의 길이가 2.7M 인 case 에서 정적 처짐정도는 25 μ m 이며 2000rpm 으로 돌렸을 경우에는 36 μ m 까지 스핀들이 처진다는 것을 볼 수 있었다. 그리고 스핀들의 길이가 3.7M 인 case 에서의 정적 처짐정도는 78 μ mm 이며 2000rpm 으로 돌렸을 경우에는 최대 217 μ m 까지 스핀들이 처진다는 것을 볼 수 있었다.

3. 스핀들의 회전 속도에 따른 동적 처짐

마지막으로 스핀들의 회전 속도가 증가함에 따른 스핀들의 동적 처짐 정도를 알아보았다.

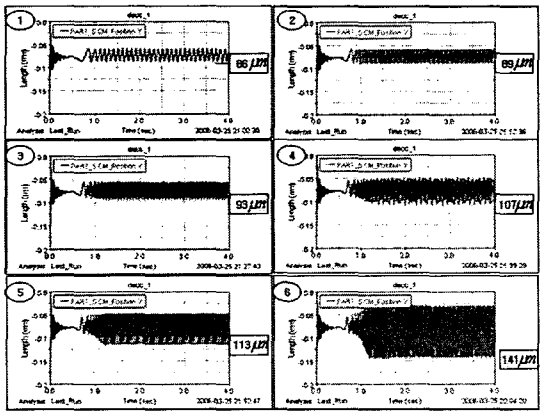

Fig. 4 An Active simulation of spindle with RPM state(3.75M length)

Fig.4 는 3.75M 의 스핀들을 300RPM 부터 1800RPM 까지 300RPM 씩 증가시켜 얻은 그래프이다. Fig.4 에서 볼 수 있듯이 스핀들의 회전 속도에 의하여 스핀들의 처짐이 틀려진다는 것을 확인할 수 있었다.

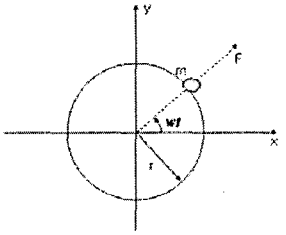

Fig. 5 Static unbalancing Force with unbalance mass

$$F = mr\omega^2 \qquad (1)$$

(F : 원심력, m : 언밸런스 질량, r :반지름, ω :각속도)

시뮬레이션을 해 보기 전에는 스핀들이 고속으로 회전을 하면 회전력에 의한 동적 처짐이 줄어들 것이라고 예측하였지만 시뮬레이션의 결과는 더 증가하였다. 그 이유는 정적 처짐시에 스핀들이 편심이 생기게 되어 Fig.5 와 식(1) 과 같은 언밸런스 질량이 더해지는 현상 때문이다.

4. 결론

회전 정밀도를 측정하는 검사장치를 이용하지 않고 ADAMS® 시뮬레이션을 이용하여 스핀들의 길이와 스핀들의 회전 속도가 스핀들의 정,동적 처짐에 어떠한 영향을 미치는지 알 수 있었다.

본 연구를 통해 스핀들의 회전 속도에 따른 진동정도를 파악함으로써 추후에 스핀들의 무게는 동일한 고강성의 복합재료의 스핀들을 해석함으로써 스핀들의 강성이 동적 처짐에 어떠한 영향을 주는지도 알아 볼 수 있다.

후 기

본 연구는 산업자원부 지방기술혁신사업(RTI04-01-03)지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. 박윤창, 김승우 "모아레 원리를 이용한 스핀들의 반경방향 회전정도 측정" 대한기계학회지, 제 17 권, 제 11 호 pp. 2723~2729, 1993
2. 신현창, 이석원, 박희재 "공작기계 주축 스핀들 종합오차 측정 및 평가기술개발", 한국정밀공학회, pp. 1005-1008, 1997
3. MSC. Software Cooperation, ADAMS/Flex Training Guide, 2000", 1997