

다축진동시스템 조인트부에 대한 강성 모델링 연구 A study modeling of stiffness for multi-axial vibration system joint

*김도형¹, 강민구¹, 원종진², #정재일²

*D. H. Kim¹, M. G. Kang¹, C.J. Won², #J. I. Jeong(jayjeong@kookmin.ac.kr)²

¹국민대학교 기계설계학과 대학원, ²국민대학교 기계시스템 공학부

Key words : Joint, Multi-axis vibration system, leap-spring

1. 서론

다축 진동 시스템은 강체에서 발생하는 3축의 병진운동과 3축의 회전운동 등 6자유도를 모사할 수 있는 장비이다. 특히, 자동차 엔진 및 부품 등의 6자유도 진동가진 모사를 위한 별도의 토크 입력 등, 사용자 환경에 따라 부가적인 구동기 시스템의 결합을 통하여 차량에서 발생될 수 있는 모든 진동가진 성분의 모사가 가능한 평가 장비이다.

이와 같은 다축 진동 시스템의 구성은 가진 테이블, 스트럿 바, 조인트 부, 구동기부, 고정 프레임 등으로 구성 되어 있다. 이 중 구동기와 가진 테이블을 연결하는 Joint부의 설계가 시스템 구성의 중요한 요소로 제시 되고 있다.

본 연구에서는 가진 테이블과 구동기부 사이의 조인트 부를 판스프링 타입으로 모델링하고 상부 가진 테이블에서의 하중조건에 대한 판스프링의 구조적 안정성을 확인하였다. 상, 하부에 설치되어 있는 판스프링이 가진력이 가해졌을 때, 또는 운동이 생겼을 때 어떻게 형상 변형이 나타나는지에 대하여 유한요소해석을 통하여 조인트부의 강성 모델링에 대한 연구를 수행 하였다.

2. 유한요소해석

판스프링 조인트에 대하여 CAD 모델링을 수행 하고 향후 최적설계를 위하여 판스프링의 모델링을 기준으로 좌굴해석, 변위해석을 하기 위해 구조해석용 CAE Program (ANSYS) 를 이용한 유한요소해석을 실시하였다.

실제로 판스프링에는 여러 가지 부품들로 구성되어 있으나, 해석의 편의성을 위해 결과 값에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 생각되는 부품은 제외시켰다 그러나 그에 대한 경계조건은 프로그램

상에서 동일하게 부여하였다.

Fig. 2 와 같이 판스프링 모델링을 하고 Fig. 1 과 같이 다축 진동 시스템에서 상부 테이블과 구동기의 결합조건에 대하여 ANSYS 에서도 동일하게 구속조건을 정의 하였다.

판스프링의 좌굴해석을 하기 위하여 모델링 조건으로 판스프링의 두께를 2mm로 정의 하였으며 판스프링의 하중조건은 구동기부 한 개에서의 최대 허용하중인 80Kgf를 기준으로 적용하였다.



Fig. 1 Multi-axial vibration system

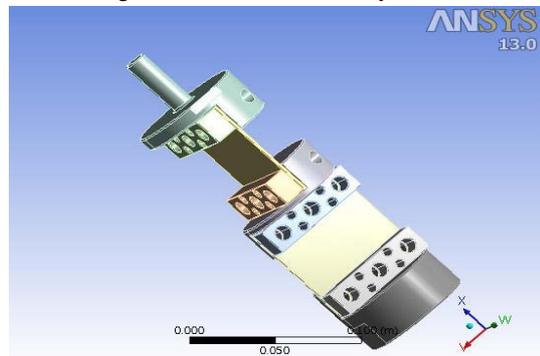


Fig. 2 Leap-spring Modeling

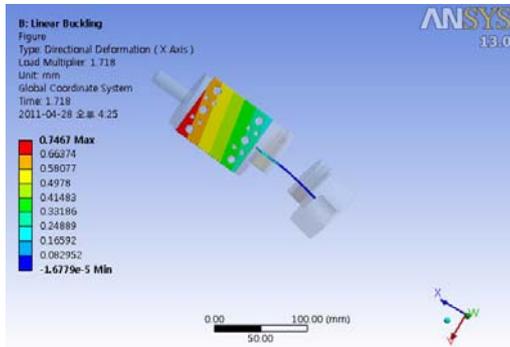


Fig. 3 Leap-spring Buckling mode

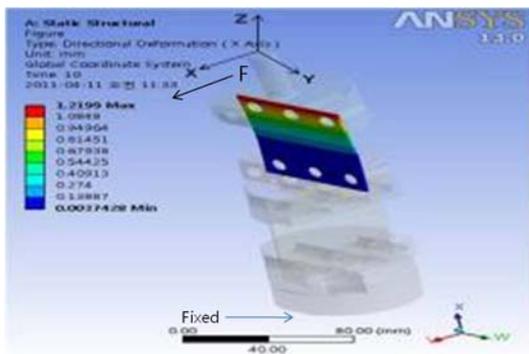


Fig. 4 Upper Part Leap-spring X-Axis

해석 결과 Fig.3 과 같이 판스프링에 대한 좌굴이 일어나기 위한 임계하중은 1718N로 나왔으며, 이에 대한 안전계수 값은 1.718로 알 수 있다. 이에 따라 판스프링의 허용 하중이 구동기부의 최대 허용 하중보다 높게 나와 판스프링의 강성적 측면에서는 안정적임을 확인할 수 있었다.

판스프링이 상부 테이블에서의 하중을 받고 있는 상태를 가정하여 판스프링의 변위에 대한 해석을 실시하였다.

판스프링 조인트에 힘이 가해졌을 때 상, 하부의 판스프링이 비선형적인 변위를 예측 했으나 해석 결과 각 방향성의 힘에 수평 하는 판스프링의 변위가 크게 나타났으며, 힘의 수직하는 방향의 판스프링의 변위는 작게 나타났다.

또한 각각의 방향성에 대하여 판스프링의 변위가 선형적으로 나타남을 해석결과 확인하였다.

Fig 4 는 상부에서 하중이 가해 졌을 때 판스프링의 변위를 알기 위한 구속조건으로 하부를 Fixed시키고 X축 방향으로 100N의 힘을 임의로 가했을

때 상부 판스프링의 변위형상이다. Table 1 에서와 같이 STEP 별로 상부 판스프링과 하부 판스프링의 변위 값을 확인할 수 있다. 축에 수평하는 상부 판스프링 변위에 비해 수직하는 하부 판스프링은 변위가 작게 나타남을 확인하였다.

Table 1 Leap-spring Displacement (X-Axis)

Step	Upper part X-Axis	Lower part X-Axis
1.	0.12201	3.6914e-004
2.	0.24401	7.3828e-004
3.	0.36601	1.1074e-003
4.	0.48801	1.4766e-003
5.	0.61	1.8457e-003
6.	0.73199	2.2148e-003
7.	0.85397	2.584e-003
8.	0.97595	2.9531e-003
9.	1.0979	3.3222e-003
10.	1.2199	3.6914e-003

X/Y/XY축의 방향으로도 해석한 결과 X/Y/XY 축 상, 하부 판스프링의 변위 모두 선형적인 결과를 확인할 수 있었다.

결론적으로 X, Y축이 완전히 독립적으로 거동한다는 사실을 확인할 수 있었으며, 판스프링이 Z축 방향 또는 비틀림이 생겼을 때의 판스프링 상, 하부의 변위도 확인해야 할 필요성을 알 수 있었다.

3. 결론

본 연구에서는 판스프링 조인트 모델링을 CAE 기법을 통하여 사전에 강성이 높은 판스프링의 설계를 할 수 있었으며 향후 실험결과를 토대로 비교 평가 하여 신뢰성 있는 판스프링의 설계를 수행할 계획이다.

후기

본 연구는 지식경제부 “다축 진동 시스템 평가 장비 개발” 과제 연구비를 지원 받아 수행 되었습니다.

참고문헌

1. 김정훈, 김재산, 심재호, 박태익 "Linear-Electro-Magnetic Actuator 를 이용한 6축 시뮬레이터개발," 한국소음진동공학회지, 2010