

판스프링 조인트를 적용한 다축 진동시스템 동역학적 연구 A study of dynamic analysis for multi-axis vibration system applied leap-spring joint

*김도형¹, 신윤식¹, 원종진², #정재일²

*D. H. Kim¹, Y. S. Shin¹, C.J. Won², #J. I. Jeong(jayjeong@kookmin.ac.kr)²

¹국민대학교 기계설계학과, ²국민대학교 기계시스템공학부

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 기존의 볼 조인트 및 유니버설 조인트에서 판스프링 타입으로 모델링하여 시스템을 구성하고 판스프링이 가진력이 가해졌을 때, 또는 운동이 생겼을 때 어떻게 형상 변형이 나타나는지에 대하여 유한요소해석을 통하여 조인트부의 특성에 대하여 연구하였다.

2. Multi-axis vibration System Modeling

Fig.1 은 개발 되어질 다축 진동 시스템을 모델링 하였으며 다축 진동시스템의 구조적 파라미터는 상부 가진 테이블(platform)과 하판(base plate)의 각각의 반경, 하판(base plate)과 구동기(actuator)의 각도, 조인트부(joint)와의 각을 구동기의 입력 방향에 출력의 오차범위가 크지 않게 상부와 하부 조인트와의 연결 각도는 상,하부 각각의 플레이트의 중심점으로부터 5°와 8°로 등방성 구현되도록 설계하였다.

Fig.2 는 상부 가진 테이블과 구동기 사이에 적용될 판스프링 타입의 조인트를 모델링하고 조인트와 상부 플레이트 사이의 연결부를 모델링하였다. 연결부는 구동기부와 일직선상의 위치에 적용하도록 모델링 하였다. 이 조인트(Leap-spring Joint)는 기존의 볼 조인트 및 유니버설 조인트가 진동시스템에서 구동기 부의 가진력에 의한 내구성을 고려하여 새롭게 모델링 한 것이다.

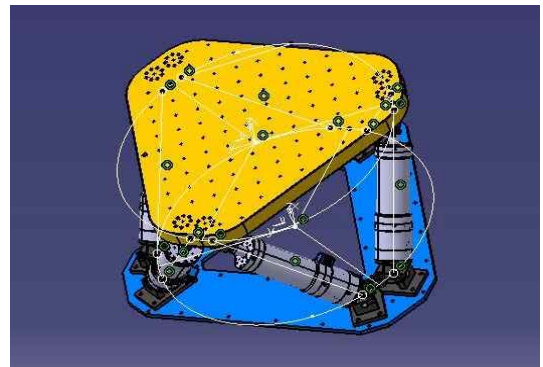


Fig. 1 Multi-axis vibration system

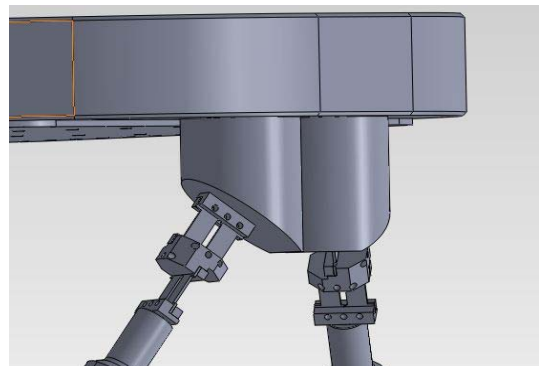


Fig. 2 Leap-spring joint

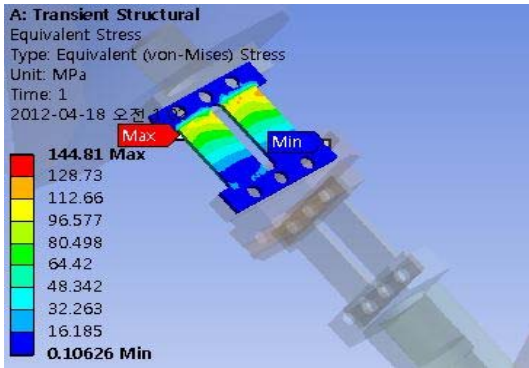


Fig. 3 Leap-spring joint Stress

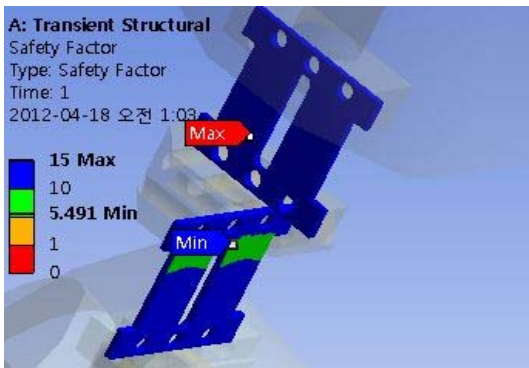


Fig. 4 Leap-spring joint Safety Factor

3. System Dynamic Analysis

다축진동시스템의 구동에 따른 판 스프링 조인트의 특성을 검토하기 위해 시뮬레이션을 진행하였다. 경계조건은 각각의 구동기에 20mm/s의 가진을 주고 조인트 부분은 flexible body를 적용하였다 하판과 구동기부의 조인트는 Spherical를 적용하고 구동기에 대한 경계조건은 실제 개발되어질 구동기의 성능과 같이 Piston-rod의 상하운동과 회전운동에 대한 자유도를 부여하여 시뮬레이션을 진행하였다.

Fig.3은 해석결과 나온 판 스프링의 Stress에 대한 결과 값으로 하부의 판스프링보다 상부 판 스프링의 Stress값이 크게 나왔으며, 판스프링의 재료인 SK5의 항복조건에 비해 안정적임을 확인할 수 있었다.

Fig.4는 다축 진동시스템이 구동할 때 나타나는 안전계수 값을 도출하였다. 판 스프링에 걸리는 최소 안전계수는 5.419값으로 일반적인 진동시스

템의 안전계수 값에 비해 부족한 값을 도출할 수 있었다. 안전계수 값을 높이기 위한 방안으로 판 스프링의 모델링의 두께를 높혀서 해석을 진행할 필요성이 있다.

4. 결론

본 연구에서는 다축진동시스템에서 구동기부의 가진에 대한 조인트 영역에 대한 특성을 검토하였다. 해석결과 판 스프링의 피로해석을 통한 내구성 측면에서의 보완이 필요하고, 이는 판 스프링의 두께를 높혀 진행 할 예정이다. 향후 구동기부의 가진력에 대한 상부 테이블의 특성을 수행하여 가진시에 상부테이블이 판스프링 조인트에 의해 특성이 바뀌는지를 연구하여 신뢰성 있는 다축진동시스템 설계를 수행 할 계획이다.

후기

본 연구는 지식경제부 “다축 진동시스템 평가장비 개발” 과제 연구비를 지원 받아 수행 되었습니다.

참고문헌

1. 김정훈, 김재산, 심재호, 박태익 "Linear-Electro-Magnetic Actuator 를 이용한 6축 시뮬레이터개발," 한국소음진동공학회지, 2010
2. 안병준, 홍금식 “병렬형 매니플레이터의 힘/모우멘트 전달특성에 관한 연구,” 한국정밀공학회지, 1996
3. D. Stewart, "A Platform with Six Degree of Freedom," Proc. of Mech Engineers, Vol. 180, Part I, No. 15, pp.371-386, 1965