

영구자석을 이용한 비 접촉 진동흡수장치 개발

Development of Non-Contact Vibration absorber with a Permanent Magnet

양동호* · kwakm*
Dong-Ho Yang and M.K. Kwak

1. 서 론

산업현장에서의 진동 문제는 여러 형태로 나타나게 된다. 산업현장에서 발생하는 진동은 자유진동에 의한 진동 보다는 모터나, 액추에이터 등으로 인한 강제진동의 문제가 많이 일어난다. 이러한 강제진동에 의한 진동 응답을 감소하기 위한 방법으로는 일반적으로 댐핑재료를 이용한 방법과 동흡진기(Tuned Mass Damper, TMD)를 이용하는 방법이 있다. 특히, 동흡진기는 스프링-질량 형태로 주 구조물에 가해지는 기진력의 진동수와 동일한 고유진동수를 갖도록 설계된다. 최근에는 Voice Coil Actuator 등을 이용하여 능동진동흡수장치 등을 사용하기도 한다. 그러나 이들 방법들 모두 대상 구조물에 장치를 직접적으로 부착하여야 하기 때문에 적용이 제한적일 수 밖에 없다. 이러한 문제점을 극복하기 위하여 본 연구에서는 영구자석을 이용한 비접촉 진동흡수 장치의 개발에 대하여 연구하였다. 본 연구결과에서는 먼저 비접촉 진동흡수장치의 이론 모델을 제시하고 시뮬레이션 결과를 분석하였다. 또한 간단한 외팔보 구조물을 이용한 실험을 통해 본 연구에서 제안한 비접촉 진동 흡수 장치의 타당성을 확인하였다.

2. 비 접촉 진동흡수장치의 동적 모델링

Fig. 1은 일자유도 모델로 나타낸 주구조물에 비접촉으로 연결된 마그네틱 진동흡수장치를 포함한 2자유도 모델을 보여 주고 있다. 여기서 m, m_a 는 대상 구조물과 동흡진기 구조물의 질량을 나타내며,

k, k_a 는 각각의 스프링 상수를 나타내고, k_d 자석에 의한 스프링 상수를 나타낸다.

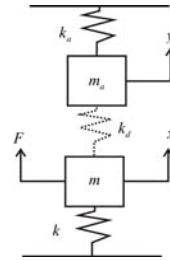


Fig. 1 Schematic Diagram for Two Degrees of Freedom System connected by a spring

Fig. 1에서 보이는 시스템에 대한 운동 방정식은 스프링이 선형일 경우 다음과 같은 행렬식으로 나타낼 수 있다.

$$\begin{bmatrix} m & 0 \\ 0 & m_a \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{x} \\ \ddot{x}_a \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} k+k_d & -k_d \\ -k_d & k_d+k_a \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x \\ x_a \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} F \\ 0 \end{Bmatrix}$$

일반 동흡진기와 달리 Fig. 1의 모델은 동흡진기가 천정에 부착되어 있다. 따라서 일반적인 동흡진기의 고유진동수가 가진 진동수와 동일해야 하는 조건과 다른 조건이 유도된다. 만일 비접촉 마그네틱을 사용한다면 스프링력은 비선형식으로 나타난다. 이와 같은 비선형 스프링을 고려한 Simulink 블록선도는 다음과 같다.

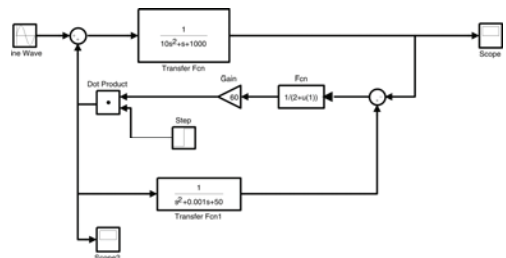


Fig. 2 Simulink Block Diagram

† 교신저자; 동국대학교 기계로봇에너지공학과

E-mail : kwakm@dgu.edu

Tel : (02) 2260 - 3705

* 동국대학교 기계공학과

Fig. 2 와 같이 수치해석을 위하여 Simulink 모델을 구축하고, 약 100 초 후에 영구자석의 k_d 를 연결한다는 가정에서 수치해석을 한 결과를 아래와 같이 보여준다. Fig. 3 에서 확인 할 수 있듯이 구조물의 진동이 약 50% 감소됨을 수치해석 결과에서 확인 할 수 있다.

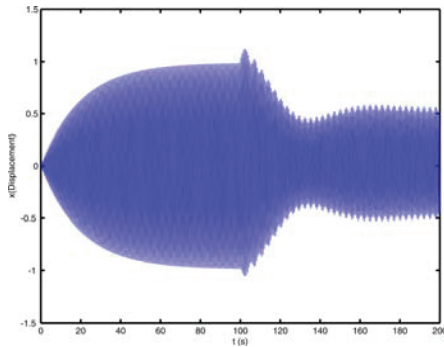


Fig. 3 Displacement of x

반면에 비접촉 동흡진기가 부착된 곳의 진동이 발생하는 것을 확인 할 수 있다.

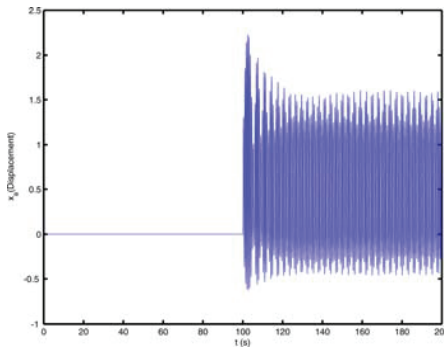


Fig. 4 Displacement of x_a

또한 비접촉 마그네틱을 이용해 진동을 흡수할 수 있는 장치를 만들어 자유진동에 대한 실험을 수행하였다. 실험 방법은 Fig. 5 에서 보이듯이 왼쪽 외팔보의 끝단에 영구자석을 부착하고, 오른쪽에 동일한 외팔보 구조물이 있을 경우와 없을 경우에 대해서 비교 하였다. 실험결과를 주구조물의 진동이 빠르게 감소됨을 보여준다. 따라서 영구자석을 이용한 진동흡수장치가 가능함을 확인할 수 있다.

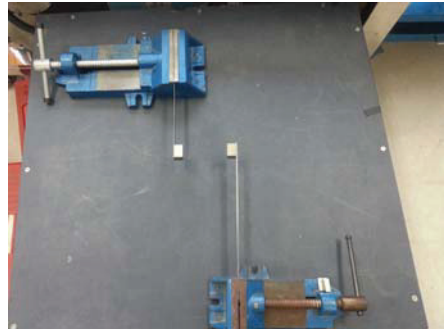


Fig. 5 Experimental Setup for Non-Contact Permanent Magnet Absorber

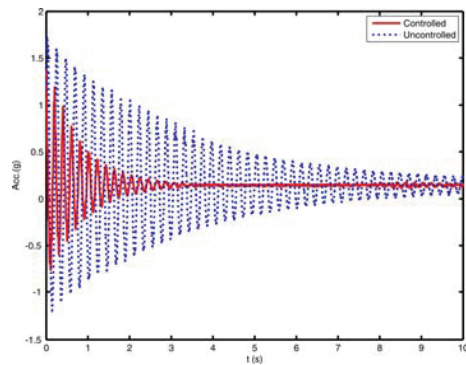


Fig. 3 Comparison for Controlled and Uncontrolled Result

3. 결 론

본 연구에서는 진동흡수장치를 직접적으로 부착하지 못하는 경우에 비접촉을 통해 구조물의 진동을 억제할 수 있는 방법에 대하여 연구하였다. 본 연구에서는 비 접촉 진동흡수장치의 동적 모델에 대한 연구를 수행하고, 수치해석을 통하여 비 접촉 진동흡수장치가 진동 흡수에 적합함을 확인 하였다. 또한 이러한 결과를 바탕으로 실제 실험에 적용하여 그 타당성을 증명 하였다. 차후에는 실제 자석을 이용한 진동 억제 성능을 제시할 예정이다.

후 기

본 연구는 (주)현대엘리베이터에서 지원한 과제 로 수행되었습니다.