

가변주파수 동조질량 감쇠기를 이용한 구조물의 진동제어

Vibration Control of Structure using Variable Frequency Tuned Mass Damper

양동호* · 김기영* · 허석* · 곽문규†

Dong-Ho Yang, Ki Young Kim, Seok Heo, Moon K. Kwak

1. 서론

산업현장에서 사용하는 일반적인 동흡진기는 구조상의 특성으로 인해 특정진동수 대역 부근에서만 제어효과가 있다. 따라서, 대상구조물의 가진 진동수가 변하는 경우 제한적일 수 밖에 없다. 이러한 문제점을 극복하기 위한 연구로는 모터를 이용하여 동흡진기의 고유진동수를 튜닝하는 방법과 MR 유체를 이용하여 반능동형 동흡진기를 구축하는 방법, 영구자석을 이용하여 자석사이의 간격에 따라 고유진동주파수를 조정하는 방법이 제안된 바 있다. 일반적으로 준능동 동흡진기(semi-active TMD)는 구조물의 응답에 따라서 실시간으로 감쇠력을 변화시킬 수 있어 수동 동흡진기보다 효과적이다.

본 연구에서는 영구자석과 코일을 이용하여 동흡진기의 고유진동수를 가변할 수 있는 시스템을 개발하였다. 제안된 동흡진기는 코일에 인가되는 전류의 양에 따라 동흡진기의 고유진동수를 증가시키거나 감소시킬 수 있는데 아직까지 이러한 방법에 의한 동흡진기는 개발된 바 없다. 제작된 동흡진기의 초기실험결과로부터 입력전압에 대한 고유진동수의 변화와 제어성능을 확인하였고, 개선된 시스템에 대한 연구가 진행될 예정이다.

2. 가변주파수 동흡진기

제안된 동흡진기는 Fig. 1 에서 보이는 바와 같은 구조를 갖는다. 양 끝단에 원형의 영구자석이 놓이고 중앙에는 영구자석을 포함한 원통형 질량이 다중 코일이 둘러싸여 있다. (+)전류를 인가하면 코일의 극성과 영구자석의 극성이 같은 경우로 척력이 발생하고, (-) 전류를 인가하면 반대로 인력이 발생된다. 예를 들어서, 코일에 +1A 의 전류를 인가하면 렌츠의 법칙에 따라 유도기전력이 발생하여 코일의 양 끝단에 Fig. 2 와

같은 극성을 나타내게 된다. 결국, Fig. 2 와 같은 극성의 조건은 동흡진기 내에 스프링의 강성이 증가하는 효과를 나타내게 된다.

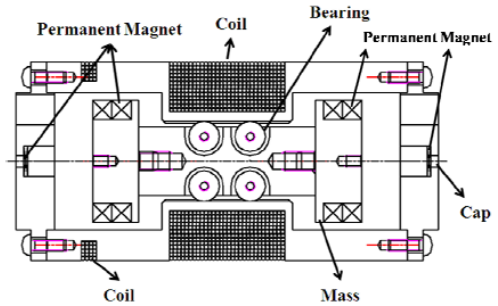
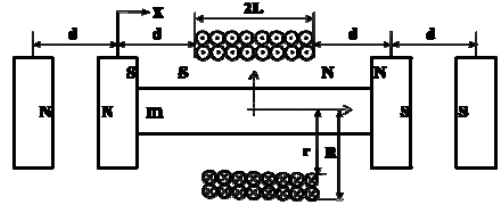
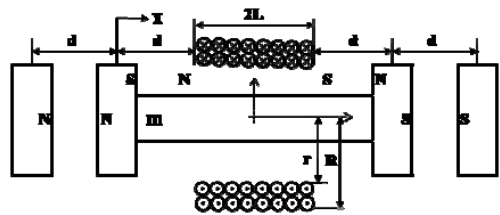


Fig. 1 Schematic Diagram of Variable Frequency Tuned Mass Damper(VFTMD)



(a) Positive Current apply to Coils



(b) Negative Current apply to Coils

Fig. 2 Schematic Diagram of Electro-magnetic layout

3. 동흡진기의 특성 실험

제작된 동흡진기의 동특성을 조사하기 위하여, Fig. 3 과 같은 실험장치를 구성하였다. 리니어가이드에 부착된 동흡진기를 셰이커(K2007E01, PCB)와 두개의 비접촉 변위 장치(OptoNCDT2220,1605, $\mu\epsilon$), 파워앰프를 이용하여 동흡진기의 동적 응답을 계측하였다.

† 교신저자; 동국대학교 기계·로봇·에너지공학과
E-mail : kwakm@dongguk.edu
Tel : (02) 2260-3705, Fax : (02) 2263-9379
* 동국대학교 기계·로봇·에너지공학과

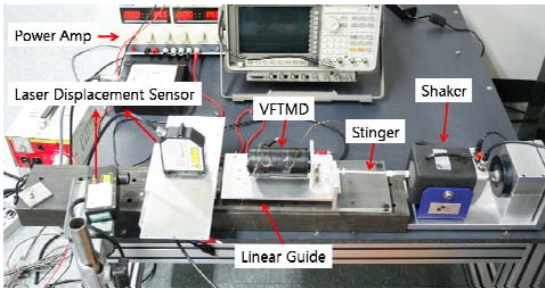


Fig. 3 Experimental Setup for Measurement of Dynamic Characteristic of VFTMD

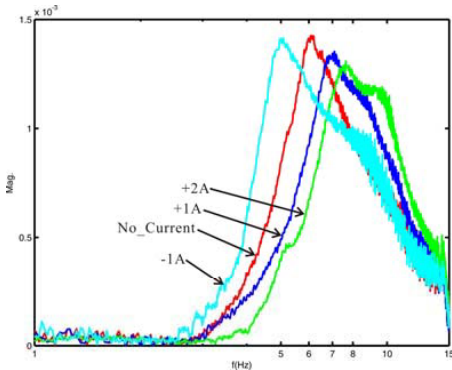


Fig. 4 Dynamic Response Curves of VFTMD

Fig. 4 는 계측 결과를 보여준다. 코일에 전류를 인가하지 않은 경우, 동흡진기의 고유진동수가 6Hz 임을 알 수 있다. 인가전류가 -1A 인 경우 5Hz, +1A 로 증가하면 7Hz, +2A 인 경우 약 8Hz 로 고유진동수가 조정되는 것을 확인하였다. 실험에서는 구조적인 문제로 인하여 -2A 이하 또는 +3A 이상에 대한 실험을 수행하지 않았다. 이러한 문제는 추후 수정된 설계를 통하여 보다 넓은 주파수 대역을 포함할 수 있도록 개선할 예정이다.

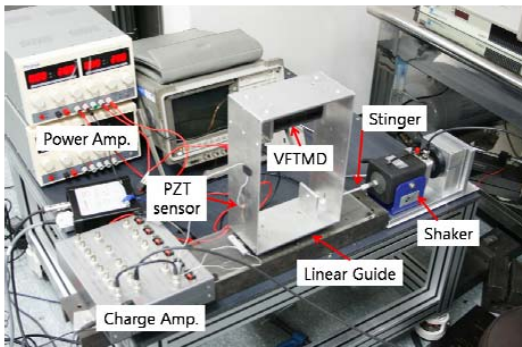


Fig. 5 Experimental Setup for Vibration Control

Fig. 5 는 동흡진기를 부착한 구조물의 진동제어 성능을 조사하기 위한 실험구성을 보여준다. 실험방법은 함수발생기의 신호를 가진기에 인가하여 구조물

의 고유진동수(8Hz)로 가진하였다. 구조물의 신호는 부착된 압전세라믹을 이용하여 dSpace(ds1104)시스템으로 입력되어 계측되었다. Fig. 4 의 결과로부터, 동흡진기의 고유진동수는 6Hz 임을 알고있다. 따라서, 구조물의 고유진동수를 조정하기 위하여 +2A 의 전류를 인가하여 고유진동수를 8Hz 로 조정하였다.

Fig. 6 은 구조물의 시간응답에 대한 결과를 보여준다. 동흡진기에 전류를 인가하지 않은 경우와 인가한 경우, 구조물의 강제진동제어 성능을 확인할 수 있다.

Fig. 7 은 PSD(Power Spectrum Density)결과를 보여준다.

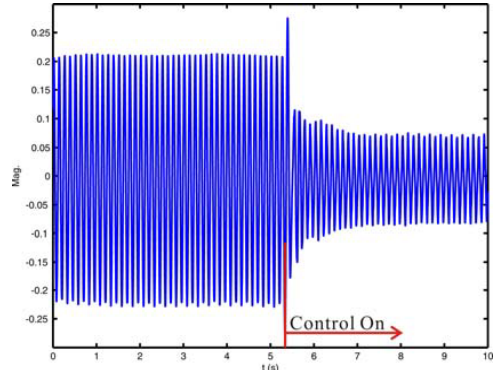


Fig. 6 Time History for Forced Vibration Control

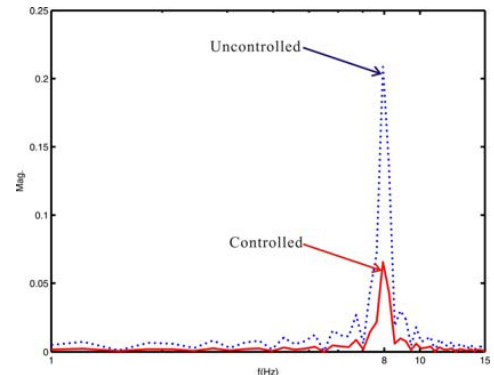


Fig. 7 Experimental Results of PSD

4. 결 론

본 연구에서는 영구자석과 코일을 이용하여 전류량과 방향에 따라 동흡진기의 고유진동수를 가변할 수 있는 시스템을 개발하였다. 제안된 동흡진기는 구조물에 가해지는 기진력의 진동수가 변하여도 전류인가량을 제어하여 동흡진기의 고유진동수를 조정하여 구조물의 진동을 제어할 수 있는 방법을 제시하였다. 추후 성능을 개량하여 작동주파수 대역을 넓히는 방법을 연구할 예정이다.