

영구자석과 코일을 이용한 반능동형 동흡진기의 개발 Development of Semi-Active Tuned Mass Damper using Manets and a Coil

양동호* · 허석* · 김기영* · 곽문규†
Dong-Ho Yang, Seok Heo, Ki Young Kim and Moon.K Kwak

1. 서 론

산업현장에서 사용하는 일반적인 수동형 동흡진기(Tuned Mass Damper, TMD)는 구조상의 특성으로 인해 특정진동수 대역 부근에서만 제어효과가 있다. 따라서, 대상구조물의 가진진동수가 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 고유진동수파수를 조정하는 방법이 제안된 바 있다. 일반적으로 반능동형 동흡진기(semi-active TMD, STMD)는 구조물의 응답에 따라서 실시간으로 감쇠력을 변화시킬 수 있어 TMD 보다 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.

본 연구결과에는 반능동형 동흡진기의 이론 모델을 제시하고 실험결과와 비교 분석하였다. 또한 반능동형 동흡진기를 구조물에 부착하여 TMD 로서의 성능을 확인하였다. 실험 결과를 통해 본 연구에서 새로 개발된 STMD 가

가진진동수가 변하는 경우에 대해 수동형보다 제어 효율성이 높음이 입증되었다.

2. 반능동형 동흡진기

제안된 동흡진기는 Fig. 1 에서 보이는 바와 같은 구조를 갖는다. 양 끝단에 원형의 영구자석이 놓이고 중앙에는 영구자석을 포함한 원통형 질량이 다중 코일에 둘러싸여 있다. (+)전류를 인가하면 코일의 극성과 영구자석의 극성이 같은 경우로 척력이 발생하고, (-)전류를 인가하면 반대로 인력이 발생된다.



Fig. 1 Semi-active tuned mass damper

3. 동흡진기의 동특성 실험

제작된 동흡진기의 동특성을 조사하기 위하여, Fig. 2 와 같은 실험장치를 구성하였다. 리니어가이드에 부착된 동흡진기를 웨이커(K2007E01, PCB)와 두개의 비접촉 변위 장치(OptoNCDT2220,1605, μE), 파워앰프를 이용하여 동흡진기의 동적 응답을 계측하였다.

† 교신저자; 동국대학교 기계로봇 에너지 공학화

E-mail : kwakm@dgu.edu

Tel : (02) 2260 - 3705

* 동국대학교 기계공학과

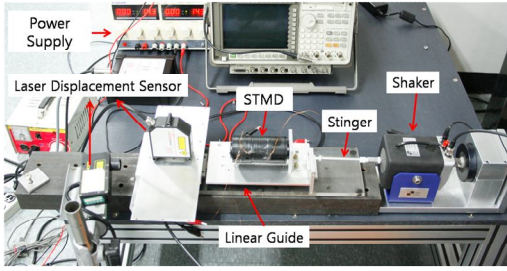


Fig. 2 Experimental layout for dynamic characteristic measurement of STMD system

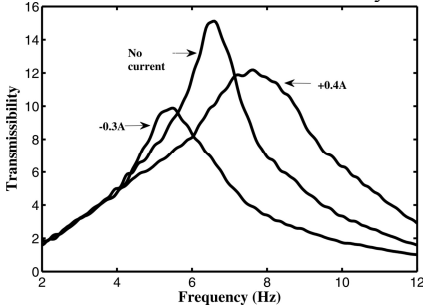


Fig. 3 The transfer function between the base excitation and the displacement of the moving mass

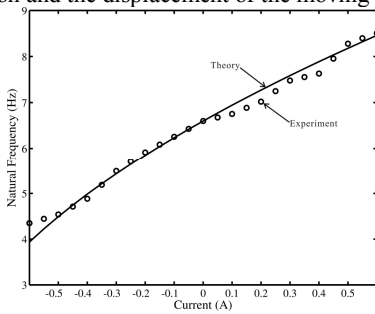


Fig. 4 Numerical vs. experimental results for varied current input to STMD

Fig. 3 은 인가 전류에 따른 STMD 의 전달함수를 보여준다. 코일에 전류를 인가하지 않은 경우, 동흡진기의 고유진동수가 6.6Hz 임을 알 수 있다. 인가전류가 0.4A 인 경우 약 8Hz, -0.3A 를 인가하면 5.5Hz 로 고유진동수가 조정되는 것을 확인하였다. Fig.4 는 STMD 에 전류를 인가했을 때 변화하는 고유진동수의 관계를 도시하였다. 이론해석결과와 실험결과가 잘 일치하는 것을 볼 수 있다. 전류는 $\pm 0.6A$ 범위 0.05A 간격으로 인가하였으며, 고유진동수는 4.3Hz~8.5Hz 의 범위로 변화하는 것을 볼 수 있다.

Fig. 5 는 동흡진기를 부착한 구조물의 진동 제어 성능을 조사하기 위한 실험구성을 보여준다. 실험방법은 함수발생기의 신호를 가진기에 인가하여 구조물의 고유진동수(6.6Hz)로 가진하

였다. 구조물의 신호는 부착된 압전세라믹을 이용하여 dSpace(DS1104)시스템으로 입력되어 계측되었다.

Fig. 6 은 구조물의 주파수 대역에 대한 응답 결과를 보여준다. 동흡진기가 부착되지 않은 경우 고유진동수가 6.6Hz 이다. 동흡진기가 부착된 후 구조물의 주파수 영역에 대한 응답결과는 TMD 로 표시하였다. 수동형으로 작동하므로 전형적인 TMD 응답곡선을 보이는 것을 확인할 수 있다. STMD 는 주파수에 따라 전류를 인가한 경우이다. TMD 제어 결과보다 우수하며 고유주파수 이외의 범위에서도 제어능력이 우수함을 알 수 있다.

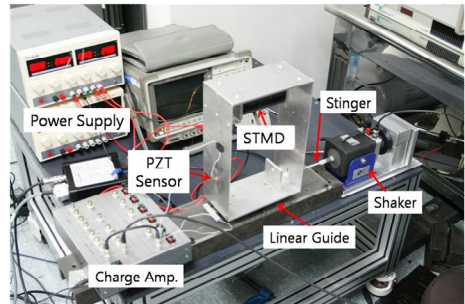


Fig. 5 Experimental layout to investigate for vibration characteristic of SDOF structure

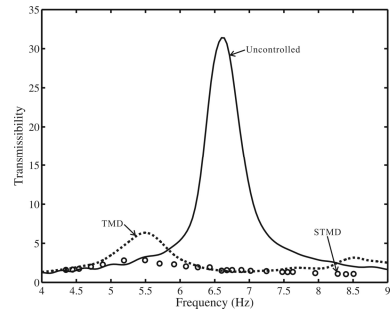


Fig. 6 The transfer function for the structure, as TMD and STMD

3. 결 론

본 연구에서는 보강 실린더 셸 구조물에 MFC 작동기를 부착하고 물수되어 조화 교란의 영향을 받는 경우의 진동 및 방사소음 제어에 HHC 알고리즘이 효과 적임을 실험으로 입증하였다. 차후 비 공진 대역에 대한 진동제어와 방사소음 실험을 수행할 예정이다.