

MR유체를 이용한 다방향 제진형 마운트의 응답특성 Property of Multi-Dirction Mount Using Magneto-Rheological Fluid

안영공*·신동춘**·양보석*·이일영*·김동조*

Young Kong Ahn, Dong-Choon Sin, Bo-Suk Yang, Il-Young Lee and Dong-Jo Kim

Key Words : Mount(마운트), Squeeze Film Damper(스퀴즈필름 댐퍼), Multi-Direction Mount(다방향마운트), Magneto-Rheological Fluid(MR유체), Variable Damping(가변 감쇠), Vibration Control(진동제어)

ABSTRACT

This paper presents property of the squeeze mode type mount using Magneto-Rheological fluid(MR fluid). The mount can isolate multi-directional vibrations, and also effectively reduce the vibrations in a wide range of disturbance frequencies by controlling the applied magnetic field. The shape of the mount is the same that of squeeze film damper. In the present work, the performance of this mount was experimentally investigated according to changing the magnetic field strength.

1. 서 론

감쇠기나 마운트는 일반적으로 한 방향의 진동을 줄이기 위해서만 사용된다. 그러나 경우에 따라서는 여러 병진 혹은 비틀림진동이 복합적으로 일어나는 경우가 발생하므로, 다방향진동 제진을 위한 감쇠기를 필요로 하는 것은 당연하다. 또한 감쇠기의 성능 향상을 위해서 최근 주목을 받고 있는 MR유체(magneto-rheological fluid)는 부가하는 자장의 자기장의 세기에 따라서 점도특성이 변화하는 특성을 나타내고, 이를 이용한 응용연구는 미국을 중심으로 활발하게 진행되고 있다.⁽¹⁻⁶⁾

MR유체를 이용한 마운트는 점도특성이 변화함으로써 준 능동마운트로 분류된다. 준 능동마운트는 수동형 마운트와 같이 높은 안정성과 신뢰성을 가지고, 또한 능동형 마운트와 같이 감쇠력을 제어할 수 있어서 제진성능이 뛰어나고, 그러나 가격이 능동형에 비해서 저렴하다는 장점을 가지고 있다.

본 연구에서 제안된 MR마운트는 다방향 병진진동 및 비틀림 진동을 제진할 수 있고 또한 폭 넓은 주파수 영역에서 가하는 자기장의 세기를 제어함으로써 복수의 진동을 효과적으로 감쇠시킬수 있다. 본 다방향 제진형 마운트의 형상은 스퀴즈필름 댐퍼와 유사하나, 스퀴즈필름 댐퍼내부에 설치된 볼베어링이 없는 것이 차이점이다. 따라서 본 연구의 결과는 MR유체를 이용한 스퀴즈필름 댐퍼의 응답특성에 대한 기초연구로도 이용될 수 있다.

자기장의 세기에 따른 MR마운트의 응답특성은 임팩트해머에 의한 타격실험과 가진기를 이용한 가진 실험을 통하여 실험적으로 검토되었다.

2. 실험장치

2.1 다방향 제진형 MR 마운트

다방향 제진형 MR마운트의 상세구조의 개략도를 Fig. 1에 나타내었고, 실험의 사진을 Fig. 2에 나타내었다. 마운트의 내측인 스프링 리테이너(retainer)에 마운트의 지지스프링과 질량부의 지지보가 설치되어 있고, 또한 전자석 코일이 감겨 있다. 지지스프링은 반지름방향에 대해서 대칭으로 이루어져 있으므로 모든 방향에 대해서 같은 강성과 감쇠력을 갖는 것이 한 방향의 진동을 제진하기 위한 기존 마운트의 기능과의 차이점이다. 댐퍼의 내외측 사이에 MR유체가 채워지게 되며, 고무판을 이용하여 MR유체를 밀봉하였다. MR 마운트의 주요 치수 제원은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Principal dimensions of Multi-Direction mount

Inner damper diameter	80 mm
Electric coil turns	410
Electric coil resistance	6.5 Ω
Electric coil diameter	0.6 mm
Radial clearance	6 mm
Inner damper width	34 mm
Centering spring diameter	2 mm

*. 부경대학교 기계공학부

E-mail : ahn@mail1.pknu.ac.kr

Tel : (051) 620-1618, Fax : (051) 620-1405

** 부경대학교 기계공학부 대학원

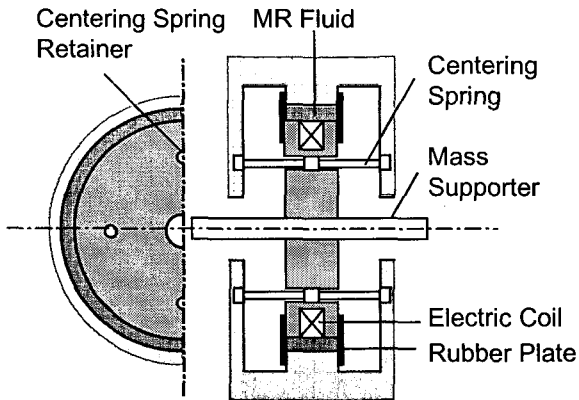


Fig. 1. Schematic of Multi-Direction Mount using MR fluid

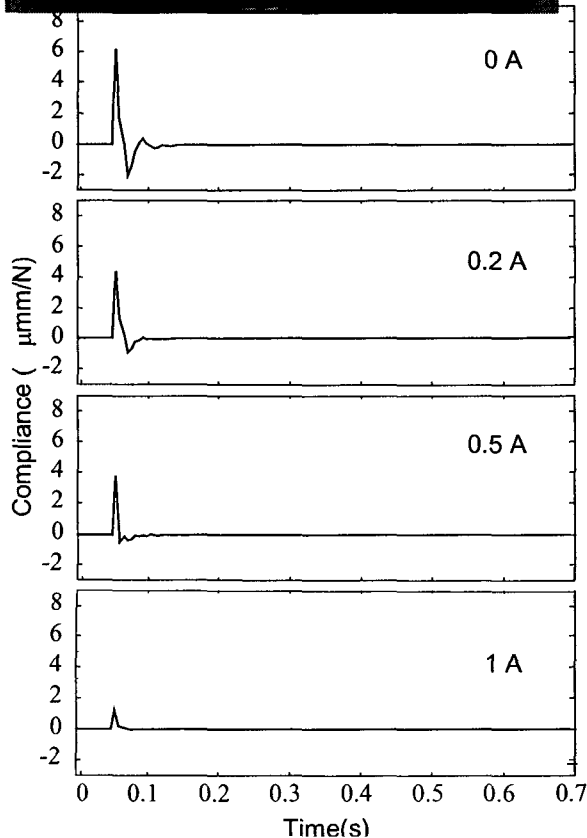
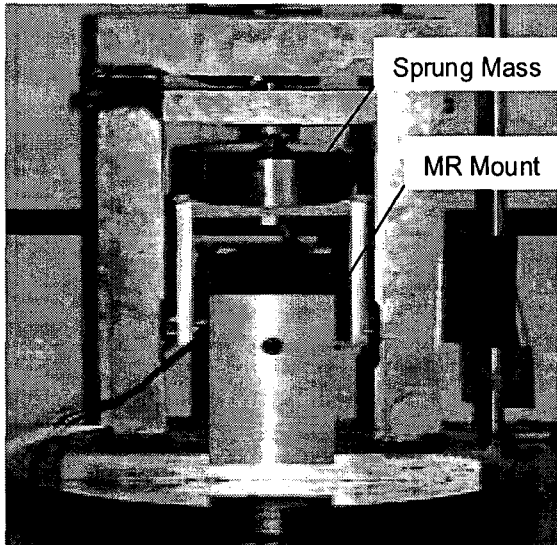


Fig. 2. Experimental apparatus of the Multi-Direction mount with a mass

2.2. 실험 결과 및 고찰

MR유체를 이용한 마운트의 제진특성을 파악하기 위해 부가하는 전류를 변화시키면서 임팩트햄머에 의한 타격실험과 가진기에 의한 가진실험을 수행하였다. 임팩트햄머와 변위센서를 이용하여 임팩트햄머의 힘과 질량부의 변위를 측정하였고, 응답을 Fig.3에 나타내었다. 전류가 증가함에 따라서 감쇠력의 증가로 인하여 진동수렴 시간이 짧아지고 타격에 의한 피크가 작아짐을 알 수 있다

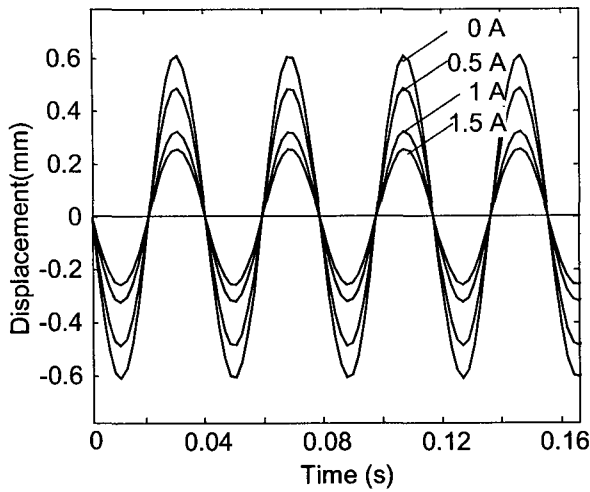
가진기를 이용하여 마운트를 가진하고 가속도계로 측정된 질량부의 변위를 Fig.4에 나타내었고, 또한

Fig. 3. Response to impact test with variation of applied magnetic field

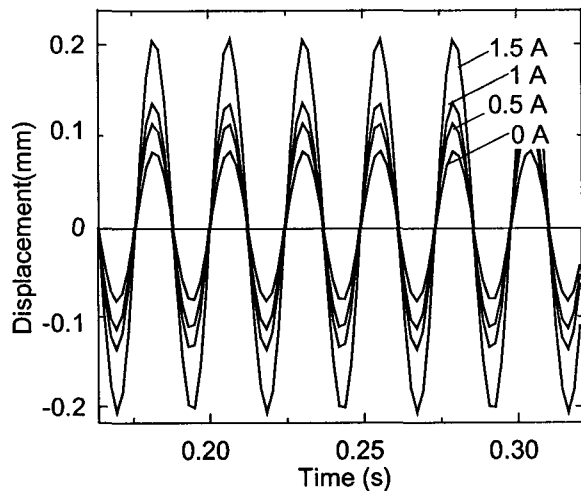
가진진폭에 대한 질량부의 진폭비인 전달률을 Fig. 5에 나타내었다.

Fig. 4에서, 마운트의 공진주파수인 23Hz로 가진된 경우는 전류가 증가함에 따라서 진폭이 줄어들고 있음을 알 수 있으나, 가진 주파수가 41Hz인 경우에는 전류를 증가 시킴에 따라서 오히려 진폭이 상승된다. 그 이유는 Fig. 5에 나타낸 것 같이 부가하는 전류가 증가함에 따라서 공진주파수가 상승하기 때문이다.

전류에 따라서 공진주파수가 증가하는 이유는 마운트의 등가강성과 등가감쇠가 증가하기 때문이지만 MR 유체의 항복응력의 증가로 인한 것인지 아니면 마운트의 체적강성의 상승 및 MR 유체의 점도 상승에 의한 원인인지 구체적인 원인은 아직 실험적으로 규명되지 않았다. 따라서 향후의 실험을 통하여 가진힘과 변위선도, 가진힘과 속도선도를 구하여 그 특성을 검토할 계획이다.



(a) 23Hz excitation



(b) 41Hz excitation

Fig. 4. Response to excitation test with variation of applied magnetic field

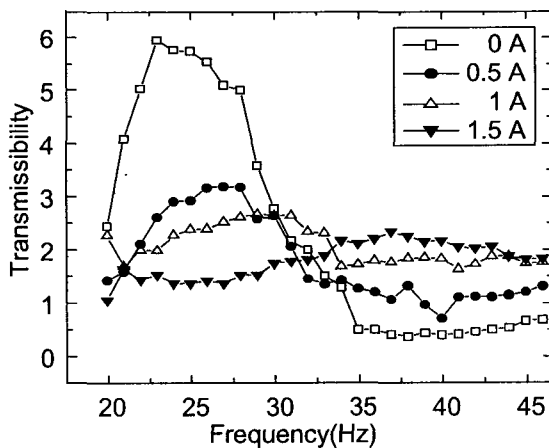


Fig. 5. Transmissibility under various magnetic fields

3. 결론

본 논문에서 MR유체를 이용한 다방향 제진마운트를 개발하기 위한 기초연구에 대한 결과를 나타내었다. 가진 주파수에 따라서 MR마운트에 부가하는 전류를 조절함으로써 폭 넓은 주파수 영역에서 제진 대상의 진동을 효과적으로 줄일 수 있음을 실험적으로 확인 하였다. 그러나 부가전류가 증가 함에 따라서 마운트의 공진 주파수가 증가하는 원인은 아직 실험적으로 파악되지 않았기에 향후에 실험적으로 검토할 계획이다.

참고문헌

- (1) Carlson, J. D., 1995, "Multi-Degree of Freedom Magneto-Rheological Devices and System for Using Same, US Patent 5492312.
- (2) Carlson, J. D., Catanzarite, D. M. and Clair, K. A. St., 1996, "Commercial Magneto-Rheological Fluid Devices," Int. J. Mod. Physics B, Vol. 10, pp. 2857~2865.
- (3) Dyke, S. J., Spencer Jr., B. F., Sain, M. K. and Carlson, J. D., 1996, "Modeling and Control of Magneto-rheological Dampers for seismic Response Reduction," Smart Materials and Structures, Vol. 5, pp. 565-575.
- (4) Zhu, C., Robb, D. A. and Ewins, D. J., 2002, "Dynamics of Over-Hung Rotor with a Disc-Type Magneto-Rheological Fluid Damper," IFToMM Sixth International Conference on Rotor Dynamics, pp. 607~614.
- (5) 안영공, 양보석, Morishita, S., 2001, "자기점성유체를 이용한 가변감쇠 마운트의 모델화," 제 11권 제 1호, pp. 141~146.
- (6) Simon, D. and Ahmadian, M., 2001, "Vehicle Evaluation of the Performance of Magneto Rheological Dampers for Heavy Truck Suspensions," ASME Journal of Vibration and Acoustics, Vol. 123, pp. 365~375.