

# 점성오일 댐퍼를 이용한 방진마운트의 성능 개선을 위한 연구

## A Study on the system performance improvement of anti-vibration mount used the viscous damper

김창열† · 최재성\* · 윤대진\* · 이재웅\*\* · 윤종민\*\*

Author name, Author name and Author name

### 1. 서 론

현재 사용되어지는 방진재는 스프링(금속, 에어), 고무류, 발포 탄성체 등이 일반적이며 두 요소이상을 결합하여 상호간의 단점을 보완하는 조합형 방진마운트가 있다.

코일스프링은 뛰어난 방진성능 및 내구성을 갖고 있어 방진재로 널리 사용되어 있다. 그러나 감쇠비가 거의 없어 공진시 전달율이 매우 크고 고주파 차진효과가 거의 없으며, 서징 등의 단점을 가지고 있다. 이러한 코일스프링의 단점을 보완하고자 코일스프링과 오일댐퍼로 구성된 방진시스템이 사용되고 있다. 이러한 조합형 방진마운트는 오일댐퍼의 제원에 따라 고유진동수 및 감쇠비가 변화한다. 오일댐퍼는 외력의 작용 시 속도별 작동특성이 비선형적으로 나타나며 피스톤과 실린더의 간극, 피스톤의 형상, 사용오일 등 오일댐퍼의 제원에 따라 결정된다. 따라서, 본 연구에서는 코일스프링과 오일댐퍼가 조합된 방진시스템의 최적의 방진성능을 갖기 위한 오일댐퍼의 제원을 설계하고 성능을 개선하기 위해 다양한 형태의 오일댐퍼를 적용하여 정량적인 성능예측을 위한 연구를 진행하였다.

으로 코일스프링의 경우 작동특성이 선형적이어서 성능을 예측하기 어렵지 않다. 그러나, 오일댐퍼는 속도별 작동 특성이 비선형적으로 나타난다. 따라서, 조합형 방진마운트의 정량적인 성능예측을 위해 오일댐퍼의 작동특성을 파악하기 위한 실험을 진행하였으며, 오일댐퍼의 단독 실험결과를 바탕으로 다양한 형태의 조합형 방진마운트를 제작하여 작동 특성을 비교검토 하였다.

### 2.2 오일댐퍼의 성능실험

오일댐퍼 제원별 작동 속도에 따른 오일댐퍼의 저장강성 및 감쇠비 예측을 위해 다양한 형태의 오일댐퍼에 대한 작동특성 실험을 수행하였다. 사용된 점성유체는 유체의 점도에 비해 상대적으로 유동성이 뛰어나고 온도에 의한 점도 변화가 적은 실리콘 오일을 이용하였다.

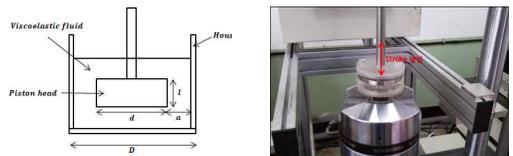
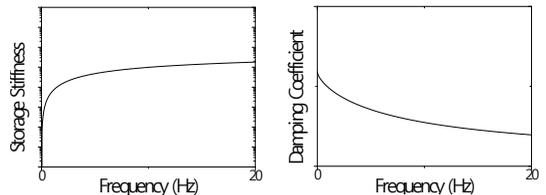


Fig. 1 Schematic of Viscoelastic damper & Photograph of Experiment

## 2. 개발 방진마운트의 성능실험 및 결과

### 2.1 개요

본 연구는 오일댐퍼와 코일스프링을 결합한 일체형 방진마운트 성능예측을 위해 진행되었다. 일반적



(a) Storage Stiffness (b) Damping Coefficient

Fig. 2 Experimental Characteristic Curve of Viscous Damper

† 교신저자; 정회원, 유노빅스이엔씨(주) 기술연구소

E-mail : unseng@chol.com

Tel : (02)556-8466 , Fax : (02)556-8460

\* 유노빅스이엔씨(주) 기술연구소

\*\* 중앙대학교 기계공학부 교수

\*\*\* 중앙대학교 기계공학부

오일댐퍼의 제원을 변경해 가며 실험한 결과 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

- (1) 실린더와 피스톤의 간극이 작아질수록 저장강성 및 감쇠비는 증가함.
- (2) 피스톤 직경이 동일할 경우 피스톤 형상에 따라 저장강성 및 감쇠비가 변함.
- (3) 점도가 증가 할수록 저장강성 및 감쇠비 증가함.

### 2.3 조합형 방진마운트의 성능예측 및 실험

점성오일 댐퍼의 단독 성능 실험 결과를 실험적으로 검증하기 위하여 단자유도계 방진시 방진마운트의 성능시험을 실시하였다. 성능예측 및 실험에 사용된 시스템은 질량 2.6 ton의 강체이며 방진마운트 샘플은 총 4set로 질량체를 지지하였다. 성능 실험 개략도는 Fig. 3과 같고 단자유도 시스템에 동일한 하중 분포를 갖도록 실험 샘플을 분포시킨후 임팩트 해머로 가진하였다.

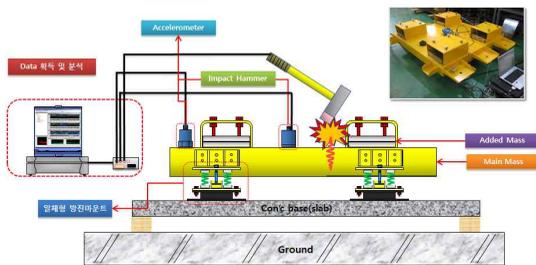


Fig. 3 Schematic of test equipments

조합형 방진마운트 성능 실험에 적용할 샘플의 성능예측은 일자유도 운동방정식과 전달함수 계산식인 식(1), (2)에 의해 구하였다.

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = f(t) \quad (1)$$

where  $k = k_{damper} + k_{spring}$

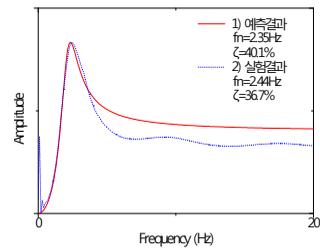
$$FRF = \frac{-\omega^2(k - m\omega^2 - c\omega i)}{(k - m\omega^2)^2 + (c\omega)^2} \quad (2)$$

아래와 같은 4가지 오일댐퍼의 제원에 따른 성능을 비교하고자 실험조건에 부합하는 5가지 샘플을 제작하였다.

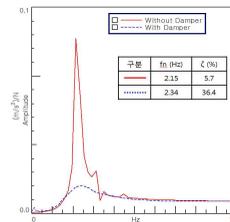
- 1) 오일댐퍼 적용 유무에 따른 성능
- 2) 피스톤과 실린더 간극 변화에 따른 성능
- 3) 피스톤 형상 변화에 따른 성능
- 4) 사용된 오일의 점도 변화에 따른 성능

### 2.4 실험결과 및 분석

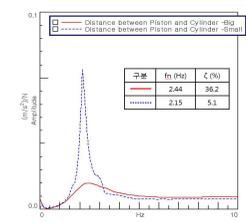
Fig.4는 케이스별 조합형 방진마운트의 실험결과를 나타낸 것이다. (a)는 오일댐퍼의 단독실험결과에 따른 예측결과와 실험결과를 비교한 것으로 두 결과가 상당히 유사한 것으로 나타났다. (b), (c), (d), (e)는 오일댐퍼 제원변화에 따른 실험결과를 비교한 것이다. 조합형 방진마운트의 성능은 오일댐퍼의 제원 변화에 따른 동적거동특성이 다르게 나타났으며 전술한 오일댐퍼 단독실험 결론과 유사한 결과를 보이는 것으로 나타났다. 따라서, 실험결과를 바탕으로 방진대상의 동적거동특성에 따른 조합형 방진마운트의 최적 설계가 가능할 것으로 판단되며 향후 다양한 오일댐퍼 단독실험으로 조합형 방진마운트의 성능을 예측할 수 있을 것으로 판단된다.



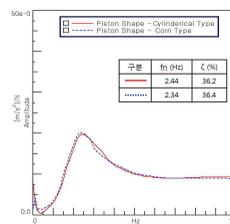
(a) Prediction and Experiment



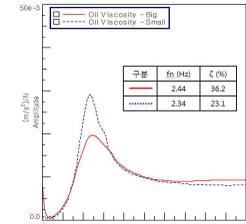
(b) Damper



(c) Gap



(d) Piston Shape



(e) Oil Viscosity

Fig. 4 Experimental Characteristic Curve of Hybrid Mount

### 후 기

이 연구는 서울시 산학연 협력사업(PA090912)지원으로 수행되었습니다.