

# 하중조건에 의한 제진대의 성능과 동특성 Performance and Dynamic Characteristics of Optical Table According to Payload Condition

김영진\* · 정민규\* · 이종만\*\* · 장인구\*\*\* · 오동호†  
Youngjin Kim, Minkyu Jung, Jongmahn Lee, Ingu Chang and Dongho Oh

## 1. 서 론

정밀측정 및 가공산업과 반도체산업 등의 중요성이 커지면서 이러한 산업에 사용되는 정밀 장비들은 주변 진동에 민감한 특성을 가지며, 그와 더불어 진동 환경도 중요해지고 있다. 장비의 성능을 저하시키는 진동원으로는 지반진동과 장비 자체에서 발생하는 진동 등이 있으며 제진 장치를 이용하여 장비에 전달되는 지반 진동수준을 허용 기준 이하로 낮추기 위하여 공기스프링을 이용한 제진대를 많이 이용하고 있다. 공기스프링은 압축 공기를 강성요소로 이용하기 때문에 점탄성 재료, 혹은 코일 스프링보다 상대적으로 낮은 강성을 가질 수 있다.

그 결과 공기스프링을 이용한 제진대는 5Hz 이하의 낮은 공진 주파수 특성을 가지게 되어 저주파 영역에 존재하는 미세 지반 진동을 절연할 수 있다는 장점을 가진다. 그러나 공기스프링이 가지는 낮은 강성으로 인하여 제진대 상판에 직접적으로 가해지는 힘에는 취약하게 되는 단점을 가진다. 이는 장비의 성능을 저해한다. 앞에서 언급한 바와 같이, 제진대의 성능 평가를 위하여 지반진동과 제진대 사이의 전달율과 함께 하중 조건에 의해 발생하는 제진대의 응답 특성은 중요한 성능지표가 된다.

본 연구에서는 미국 중심으로 1980년대 Ungar 등에 의하여 제안된 BBN-Criterion Curve와 Gordon에 의해 업데이트된 진동기준곡선 (Vibration criterion curve)을 활용하여 공기스프링으로 구성된 제진대에 다양한 하중 조건에서 제진대의 성능과 동특성을 주파수 비례 밴드 폭과 일정 밴드 폭을

사용하여 확인 하였다.

## 2. 제진대 성능 평가

### 2.1 실험 준비

성능 평가에 사용된 제진대는 수동형(Passive type)의 제진대로 실험 장치도는 Fig 1과 같이 구성하였으며 가지는 충격 해머(PCB사 086D50)로, 응답은 가속도계(PCB사 393B04, Frequency Range(±5%): 0.06 to 450Hz, Sensitivity:1V/g)를 사용하였고, 이 밖에 증폭기(PCB사 482C05)와 신호분석기(Agilent 35670A)도 사용하였다.

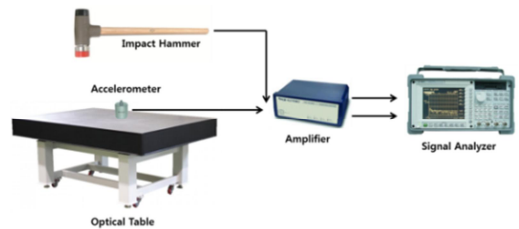


Fig 1 Experimental setup

### 2.2 실험 방법 및 결과

제진대의 성능을 파악하기 위해 하중(Payload)이 있을 때와 없을 때로 나눠 실험을 진행하였다. 가진 입력은 5.5kg의 충격해머로 발생 시켰으며 평균 20kN 내외이며 지속시간은 50ms 정도다.

Fig 3은 하중이 없는 상태에서 실험 결과이며 측정 지점은 Fig 2에서의 1과 3 지점이다. 그리고 이를 통해 Z 방향의 제진대 성능이 진동기준곡선에서 E-Class 수준임을 알 수 있다.

† 교신저자; 오동호, 충남대학교

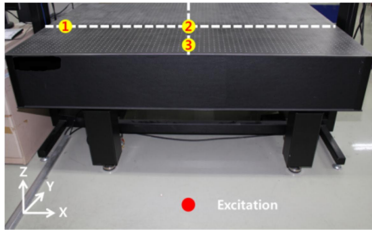
E-mail : dongho@cnu.ac.kr

Tel : 042-821-7596, Fax : 042-821-5642

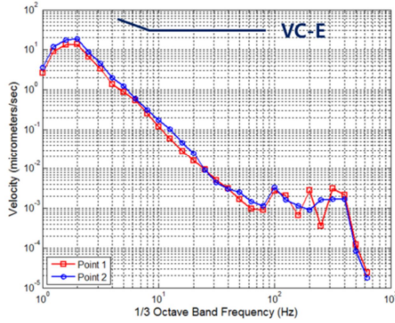
\* 충남대학교 기계공학과 대학원

\*\* 한밭대학교

\*\*\* SM Tech



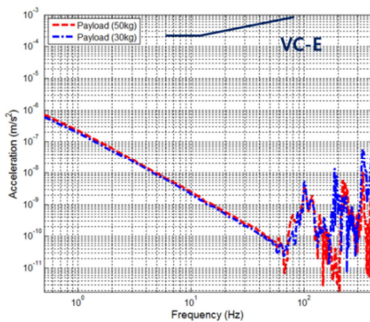
**Fig 2** Description of the experiments



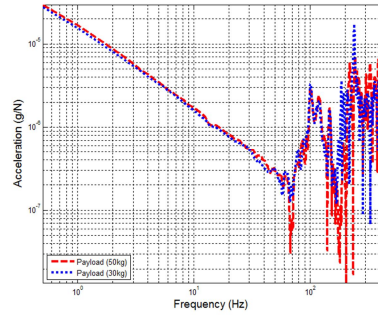
**Fig 3** Vibration level test

하중이 제진대에 미치는 영향을 파악하기 위하여 측정 위치를 Fig 2의 2지점으로 하여 하중을 각각 30kg과 50kg에 따른 실험을 진행하였고 Fig 4 (a)와 (b)는 파워 스펙트럼과 주파수응답이다. 이 결과를 통해 알 수 있듯이 하중이 없을 때와 마찬가지로 진동기준곡선에서 E-Class수준임을 알 수 있다.

그리고 Fig 5는 30kg 하중일 때 위치 1, 2, 3 각 지점에서의 주파수응답으로 하중이 없을 때 확인할 수 없었던 모드가 1.5Hz에서 확인 되었고 다른 지점에 비하여 짧은 축 3번 지점의 응답이 크고 굽힘 모드(짧은 쪽)들이 성능저감에 영향이 있음을 확인 하였다.

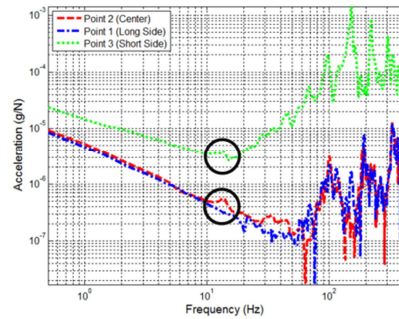


**(a)**



**(b)**

**Fig 4** Experimental results according to payloads; (a) Power spectrum (b) Frequency response functions



**Fig 5** Experimental results according to locations

### 3. 결 론

본 연구에서 실험에 사용된 제진대의 Z 방향 제진 성능은 진동기준곡선에서 E-Class 수준으로 원자력 현미경(AFM) 같은 정밀 측정, 구동 시스템에 적합하다. 그리고 하중의 위치에 따른 실험을 통해 짧은 축 3번 지점에 하중이 작용하였을 때 제진 성능이 떨어 짐을 확인 하였다.

### 후 기

본 연구는 2012년도 산업통상자원부의 재원으로 한국 에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제(No. 20124030200090)입니다.