

# 능동 하이브리드 마운트를 이용한 3 자유도 전달력 저감

## Reduction of 3-degree-of-freedom Transmitted Force by Active Hybrid Mount

신윤호† · 문석준\* · 정우진\*\* · 전재진\*\*  
**Yun-Ho Shin, Seok-Jun Moon, Woo-Jin Jung and Jae-Jin Jeon**

### 1. 서 론

본 연구에서는 구조기인 소음을 발생시키는 함정 탑재 장비의 전달력 저감을 목표로 설계·제작한 능동형 하이브리드 마운트의 성능 실험 결과를 고찰한다. 재료 시험기를 이용하여 내충격 성능을 고려한 마운트 내 전자기식 작동기의 작동력 측정 실험 결과를 기술하고, 전동기를 포함하는 3 자유도계를 대상으로 4 개의 지지점에 대해 하이브리드 마운트 적용 효과를 고찰하고자 한다.

### 2. 하이브리드 마운트 시스템의 성능실험

#### 2.1 마운트의 작동력 측정

##### (1) 하이브리드 마운트의 구성

능동형 하이브리드 마운트는 점탄성 재료로 제작되는 수동 요소와 관성 주파수 구간에 대한 능동 제어 이론 적용을 위한 전자기식 작동기의 결합 형태로 구성된다. Fig. 1은 제작된 하이브리드 마운트를 나타내고 있으며, 기존 마운트에 추가되는 질량은 약 15kg으로 1축당 지지하는 유효하중이 250kg 임을 감안할 때 10% 미만으로 충분히 소형으로 제작되었으며 내충격 음을 확인할 수 있다.

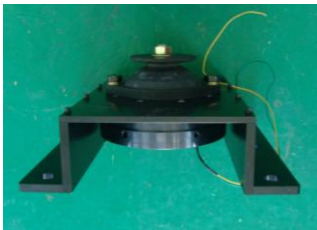


Fig. 1 Electro-magnetic Type Hybrid Mount

##### (2) 하이브리드 마운트 작동력 측정

제작된 하이브리드 마운트 내에 전자기식 작동기의 요구작동력 만족 여부를 판단하고 성능을 측정하기 위하여 MTS 사의 재료 시험기를 이용하였다. 실험 장치의 구성은 Fig. 2와 같으며, 전자기식 작동기를 재료시험기에 고정하고 장비 유효하중에 해당하는 250kg의 정적 처짐을 인가한 후, 작동기에 사인과 형태의 전류를 주파수별로 입력하여 발생하는 차단력을 압전 힘센서를 이용하여 측정하였다. Table 1 참조.

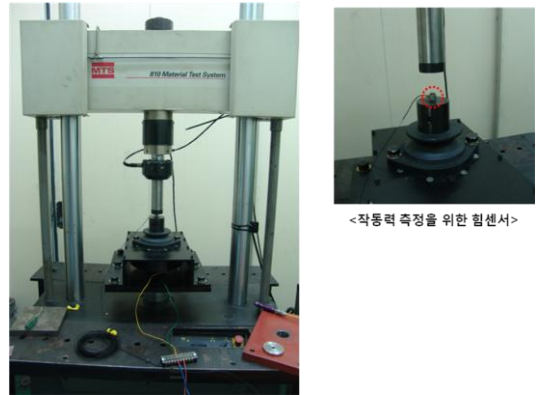


Fig. 2 Experimental Set-up for Measurement of Generated Dynamic Force of Mount

Table 1 Experimental Plan to Examine Generated Force

주파수 구간	분해능	인가전류	비고
10~100Hz	Δ10Hz 단위	1A <sub>rms</sub> , 2A <sub>rms</sub>	26.7Hz, 53.4Hz
100~300Hz	Δ25Hz 단위	1A <sub>rms</sub> , 2A <sub>rms</sub>	추가 실험

측정된 작동력은 Fig. 3과 같으며, 각각 다른 크기의 전류 입력(1A<sub>rms</sub>, 2A<sub>rms</sub>)을 인가한 결과를 함께 도시하였다. Table 2에 나타난 바와 같이 장비가 운전되는 주파수 구간에서 대해 제작된 작동기가 요구작동력을 충분히 만족하고 있음을 확인할 수 있

† 교신저자; 한국기계연구원 시스템다이내믹스연구실

E-mail : shinyh77@kimm.re.kr

Tel : 042-868-7211, Fax : 042-868-7418

\* 한국기계연구원 시스템다이내믹스연구실

\*\* 국방과학연구소

다.

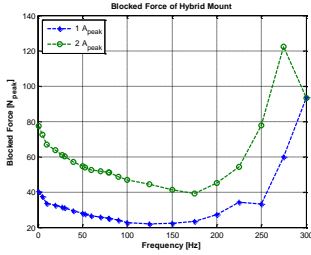


Fig. 3 Measurement Result for Generated Force of Electro-magnetic Type Mount

Table 2 Measured Results for Generated Force Compared with Required Force

전자기식 작동기 최종안	26.7 Hz	53.4 Hz
요구 작동력	40.3 N <sub>peak</sub>	3.3 N <sub>peak</sub>
측정 결과	61.0N <sub>peak</sub> @ 2A <sub>peak</sub>	53.9N <sub>peak</sub> @ 2A <sub>peak</sub>
요구작동력 만족 여부	만족	만족

## 2.2 전동기 계에 대한 마운트 성능실험 결과

### (1) 마운트를 포함하는 전동기 계의 구성

하이브리드 마운트 적용대상 시스템은 Fig. 4와 같이 펌프 등의 기계장비가 일정 주파수의 기진력으로 운전되는 시스템이다. 배관을 포함하는 펌프 시스템을 구성하여 성능실험을 수행하기에 앞서 실험실 단위의 성능실험을 수행하기 위해 Fig. 5와 같이 실험 장치를 구성하였다. 펌프의 기진력을 모사하기 위하여 전동기(6kW)를 도입하였으며, 전동기에 불균형 질량을 부가한 디스크를 설치하여 기진력을 모사하였다. 전체 상부 시스템의 질량은 836kg이며, 각 모서리 4지점의 지지부에 하이브리드 마운트를 도입·설치하였다.



Fig. 4 Objective System Including Mount for Reduction of Transmitted Force to Hull Body



Fig. 5 Experimental Set-up for 3-DOF

### Hybrid Mount System with Unbalanced Motor

#### (2) Multiple Filtered-X LMS 제어기 적용 결과

그림 6에 도시한 계를 대상으로 Filtered-X LMS 제어 알고리즘을 적용한 결과를 Fig. 6~7에 나타내었다. 실험 결과에서 보듯이 장비 운전으로 발생되어 지반으로 전달되는 진동의 관심 운전 주파수 요소(2차, 3차 고조파)에 대해 효과적으로 진동을 감소시킴을 관찰할 수 있다. 이는 관심 주파수 요소가 1개(2차)에서 2개(2차, 3차)로 증가하였을 때도 동일한 양상을 보이며, 여기서 관심 주파수는 각각 53.4Hz와 80.1Hz 성분이다.

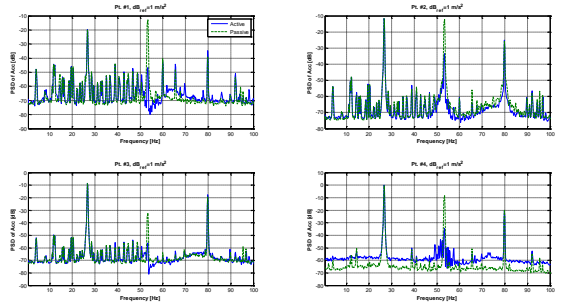


Fig. 6 Acceleration Measurement Results on Frequency Domain

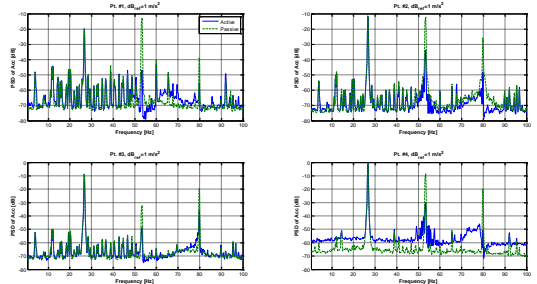


Fig. 7 Acceleration Measurement Results on Frequency Domain

## 3. 결 론

본 연구에서는 저주파수 대역의 진동 저감을 목표로 능동형 하이브리드 마운트의 작동력 측정 실험을 수행하고, 전동기를 이용하여 기진원을 모사한 3자유도 계에 대해 제어기를 포함하는 하이브리드 마운트의 성능실험을 수행하였다.

## 후 기

본 연구는 한국기계연구원과 국방과학연구소의 연구지원으로 수행되었습니다.