

자체 기진력을 갖는 장비의 진동전달력 저감을 위한 복합형 마운트 시스템

A Hybrid Mount System for Reduction of Transmitted Force on Self-Excited Machines

문석준† · 신운호* · 광정석** · 정우진*** · 전재진***

Seok-Jun Moon, Yun-Ho Shin, Jeong-Seok Kwak, Woo-Jin Jung, Jan-Jin Jeon

1. 서 론

지난 한국소음진동공학회 춘·추계학술대회를 통해 구조기인 소음을 발생시키는 함정탑재장비의 전달력 저감을 위한 복합형 마운트에 대한 연구결과를 소개한 바 있다. 이때 소개된 복합형 마운트는 고무요소와 전자기식 작동기가 결합된 형태이며, 개념설계부터 제작 및 단품에 대한 실험평가 결과 등을 지금까지 발표한 바 있다. 작년 추계학술대회에서는 복합형 마운트 4개로 지지되고 있는 전동기를 대상으로 간단한 실험결과를 소개한 바 있다. 이번 연구에서는 실제 사용되고 있는 장비에 대한 적용연구를 수행하기 위해 국방과학연구소에서 보유하고 있는 Test Bed인 모터-펌프 시스템을 대상으로 수행한 실험결과를 정리하였다.

2. 복합형 마운트시스템

본 연구에서 개발된 복합형 마운트는 점탄성 재료인 고무요소로 제작된 수동요소와 능동형 전자기식 작동기가 결합된 형태이다. 지지할 수 있는 설계하중이 250 kg까지이며, 수직 방향으로만 제어력을 작용할 수 있다. 만능시험기(UTM)를 활용하여 단품 마운트에 대한 정적 및 동적 성능을 확인하였으며, 이를 바탕으로 제어 알고리즘을 설계 및 적용하였다. 자체 기진원을 가지고 있는 장비의 하부 진동전달력을 저감을 목적으로 마운트 4개를 1set로 마운

트시스템을 구성하였다. 자유도(DOF) 측면에서 보면, 수직방향(heave), 회전 2방향(roll & pitch)의 성분을 제어할 수 있는 시스템이며, 수평방향의 진동성분의 저감은 고려하지 않았다.

3. 실험 구성

실험대상체인 모터-펌프 시스템을 간략하게 묘사하면, Fig. 1과 같다. 모터-펌프 하단에 common bed가 있고, 이를 4개의 복합형 마운트로 구성된 마운트시스템이 지지하고 있다. 모터가 작동하면, 배관 시스템을 통해 물이 회류하면서 모터와 펌프의 회전으로 인한 기진력이 발생하게 된다. 모터의 정격 회전수는 약 1,600 rpm이다.

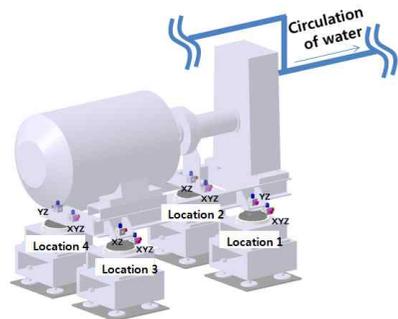


Fig. 1 Pump-Motor System with 4 Hybrid Mounts

모터-펌프시스템에서 발생한 기진력이 마운트를 통해 바닥으로 전달되는 진동을 저감하는 것이 마운트시스템의 목표이다. 전달되는 진동의 저감을 확인하기 위해 마운트 상단과 하단에 가속도계를 설치하였으며, 가속도 신호는 제어기와 모니터링 장치로 보내지게 된다. Fig. 1을 보면, 수직방향 뿐만 아니

† 문석준 ; 한국기계연구원

E-mail : sjmoon@kimm.re.kr

Tel : 042-868-7428, Fax : 042-868-7418

* 한국기계연구원 시스템다이나믹스연구실

** (주) 수퍼센츄리

*** 국방과학연구소

라 수평방향으로도 가속도계가 설치된 것을 볼 수 있다. 전체적인 실험 구성도는 Fig. 2와 같다. 제어기의 H/W는 dSpace사 제품을 사용하였으며, 생성된 제어신호는 전자기식 작동기용 DC Driver를 통해 복합형 마운트에 전류형태로 전달된다. 제어 알고리즘은 Multiple-Channel Filtered-X LMS Logic을 기반으로 설계되었으며, 기진원의 주요 주파수 성분 중 최저차 3개를 대상으로 하였다. 제어알고리즘은 각 마운트에 설치된 가속도계의 신호를 기반으로 독립적으로 작동하게 설계되어 있다. 즉, 상부 모터-펌프의 운전으로 발생하는 모든 방향의 진동성분들이 마운트를 통해 하부 구조물로 전달될 때, 수직 방향의 진동성분만을 저감하는 것을 목표로 설계된 것이다.

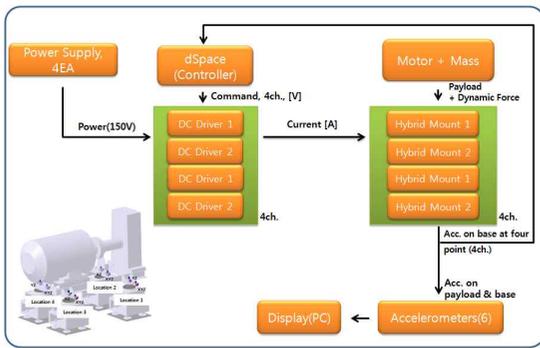


Fig. 2 Testing System Configuration

4. 실험결과

실험은 모터의 정격 회전수 1,600 rpm에서 수행되었다. 복합형 마운트시스템의 전자기식 작동기를 작동하지 않을 경우를 ‘passive’라고 정의하고, 작동할 경우를 ‘active’라고 정의하였다. Fig. 3은 각 마운트(Pt. #1 ~ Pt. #4)에서 계측된 가속도 신호를 주파수 영역에서 보여주고 있다. Fig. 3을 살펴보면, 100 Hz이하의 영역에서 3개의 피크가 있는 것을 확인할 수 있다. 즉, 26.7 Hz, 53.4 Hz, 80.1 Hz에서 피크가 발생하고 있으며, 이것은 모터 회전수의 tonal 주파수인 것을 확인할 수 있다. 또한 ‘passive’선과 ‘active’선을 비교해 보면, 각 피크 주파수에서 피크 값이 저감된 것을 확인할 수 있다. 전반적으로 1차 tonal 주파수에서의 진동저감 크기가 상대적으로 크고, 3차 tonal 주파수에서의 저감 크기는 상대

적으로 작다. 각 마운트 위치에서 계측분석된 3개 주파수에서의 진동저감 평균은 각각 약 16.5 dB, 18.6 dB, 11.9 dB, 12.8 dB이다. 따라서 전체적으로 평균 15.5 dB의 가속도가 저감된 것을 확인할 수 있다.

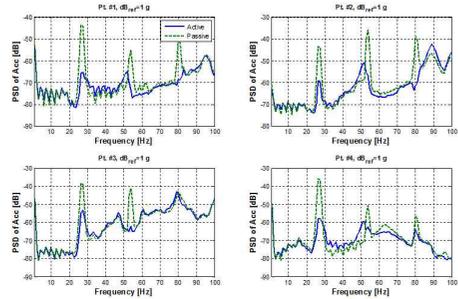


Fig. 3 Test Results in Frequency Domain

5. 결론

본 연구에서는 자체 기진원을 가지고 있는 장비의 하부 진동전달의 저감을 목적으로 복합형 마운트 4개를 1set로 마운트시스템을 구성하고, 시스템에 대한 성능실험을 수행하였다. Multiple-Channel Filtered-X LMS 제어로직을 적용하여 수행한 결과, 각 마운트 위치에서의 가속도 레벨이 저감된 것을 확인할 수 있었다. 주요 주파수 중 3개의 tonal 주파수에서 평균적으로 15.5 dB의 진동저감효과가 있는 것으로 확인하였다. 본 연구에서 개발된 복합형 마운트를 통해 장비에서 발행한 진동이 하부 구조물로 전달되는 것을 효과적으로 저감할 수 있음을 확인하였다. 추후 다양한 능동형 작동기의 적용과 함께 수평방향의 진동성분도 저감할 수 있는 마운트의 개발도 계획하고 있다.

후 기

본 연구는 국방과학연구소의 연구지원으로 수행되었습니다. 지원에 감사를 드립니다.