

전동기를 이용한 제진장치 제어에 관한 연구

A study on the control of vibration isolator using motor

레당카잉* · 남택근† · 김진만** · 이돈출***

Dang-Khanh Le*, Taek-Kun Nam†, Jin-Man Kim** and Don-Chool Lee

1. 서 론

본 연구에서는 전동기를 이용한 제진장치의 개발 및 제어에 대해 언급하고자 한다. 진동은 장치 및 기구의 내구성에 악영향을 미치게 되고 이러한 진동을 억제하기 위해 다양한 방법들이 제안되었고, 현재에도 많은 연구들이 진행되고 있다.

제진용 액츄에이터로는 유압, 전기, 피에조 등 다양한 형태가 적용되고 있으며 최근에는 MR유체와 ER유체를 이용하여 댐핑계수를 제어하는 방법도 활용되고 있다. 아울러 반도체 생산 공정에서 저주파 공진을 제거하기 위해 전자기어어스프링이 이용되었다⁽¹⁾. 한편 능동마운트 시스템에 대하여 슬라이딩 모드제어기를 적용하고 제어 성능을 평가하기 위해 압전작동기를 적용하고 있다⁽²⁾.

본 연구에서는 선박용 소형 회전기기 등에서 발생하는 진동성분을 억제할 수 있는 시스템과 제어기를 개발하고자 한다. 먼저, 제진력을 발생시키는 장치로는 교류전동기를 적용하였고 발생된 토크를 직선운동으로 변환하는 크랭크를 부착하여 1자유도의 제진시스템을 구축하였다. 구축된 시스템에 대해 안정화제어기를 설계하였고 실험을 통하여 제어기에 대한 효율성을 평가하였다.

2. 제진 시스템

2.1 제진 시스템의 개요

본 연구에서 적용한 제진장치의 개념은 Fig.1과 같다. 스프링상수와 댐핑계수로 구성되는 일반적인

1자유도의 시스템과 기본적인 구성은 유사하다. 하지만 상하 수직방향으로 힘을 발생시키기 위해 리니어액츄에이터를 적용하지 않고, 액츄에이터의 출력과 비용을 고려하여 교류전동기를 구동원으로 하고 회전력을 직선적인 힘으로 바꾸어주는 크랭크기구를 적용하였다.

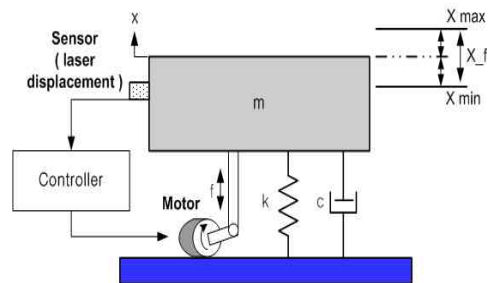


Fig.1 Structure of vibration isolator

전체적인 시스템은 상부의 제진판, 하부의 교류전동기와 크랭크기구로 구성되며 상부 제진판의 움직임에 따른 위치를 검출할 수 있는 레이저센서로 구성되어 있다.

2.2 크랭크 기구의 해석

본 연구에서는 전동기에서 발생한 회전력(토크)를 제진판에 상하방향의 힘으로 전달하기 위해 Fig.2와 같은 크랭크 기구를 적용하였다.

Fig.2로부터 전동기에서 발생한 토크와 크랭크기구에 작용하는 수직방향의 힘 사이에는

$$\tau = rF_1 = \frac{rF}{\cos\theta} \quad (1)$$

가 성립하고 $\cos\theta = \sin\alpha$ 의 관계를 적용하면

$$\tau = \frac{rF}{\sin\alpha} \quad (2)$$

가 얻어진다. 단, $\sin\alpha =$

† 교신저자; 목포해양대학교 기관시스템공학부

E-mail : tknam@mmu.ac.kr

Tel : 061-240-7225 , Fax :061-240-7201

*,**목포해양대학교 대학원

*** 목포해양대학교 기관시스템공학부

$$\frac{\sqrt{(r+l+x)(-r+l+x)(r-l+x)(r+l-x)}}{2rx}$$

이고, 상기 식에서 F 는 수직방향의 힘, r 은 크랭크 길이, l 은 커넥팅로드길이, θ 와 α 는 각각 F_1 과 수직방향, 크랭크와 수직방향과의 각도를 나타낸다.

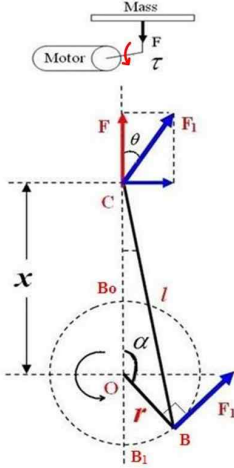


Fig.2 Crank Mechanism

3. 제진 실험

앞절에서 제안한 제진장치를 Fig.3과 같이 구성하였다. 제어기로는 NI사의 cRIO9022, 전동기 및 드라이버는 미쯔비시의 HF-KP73, MR-J3-70A, 레이저센서로는 SUNX사의 ANR1251를 사용하였다.



Fig.3 System composition

Fig.3과 같이 구성된 실험장치에 대해 제어기와 전동기의 모델을 고려한 Routh Hurwitz 안정화제어 기법을 적용하여 제진실험을 행하였다. Fig.4는 상부 제진판의 위치와 제어입력을 나타낸 것으로, 초기에 제진판이 상하로 움직이다가 시간 $t = 4.8[\text{sec}]$ 부터 제어를 시작하여 상부제진판이 목표치 $4[\text{mm}]$ 에서 지속적으로 위치를 유지하게 된다.

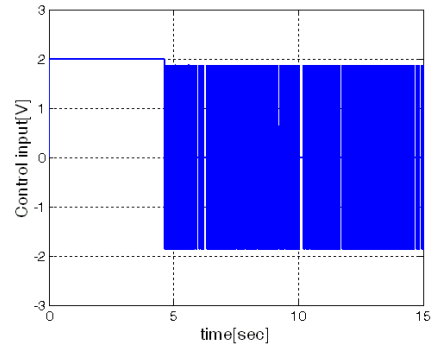
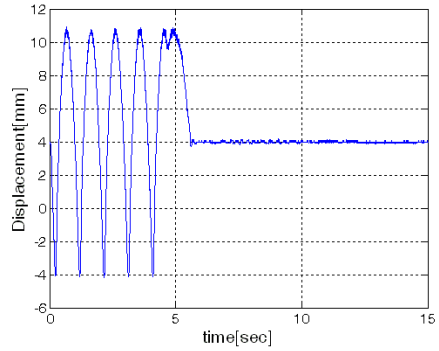


Fig.4 Experimental result

3. 결 론

본 논문에서는 전동기와 크랭크기구를 적용한 1 자유도의 제진장치를 제작하였고, 제어기를 설계하였으며 실험을 통해 제어장치 및 제어기의 유용성을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- (1) 김형태 외 3인, 2010, 반도체 생산에서 진동제어를 위한 전자기 에어 스프링, 한국소음진동공학회 논문집, 제20권 제12호, pp.1128~1138.
- (2) 오종석 외 4인, 2010, HILS를 통한 무인항공기 카메라리지 능동 마운트 시스템의 진동제어 성능평가, 한국소음진동공학회 논문집, 제20권 제 8호, pp.767~773.

후 기

이 연구는 국토해양부 호남SG사업 “소형선박을 위한 제진기술개발”과제의 일환으로 수행되었습니다.