

Piezoresistive type MEMS 센서를 이용한 승강기 승차감 측정용 3축 센서의 개발

Development of 3-Axis Accelerometer for Elevator Ride Quality Measurement using Piezoresistive Type MEMS Sensor

서상윤† · 이선순* · 김성협* · 김재우* · 최병근** · 이종명***

Sang-Yoon Seo, Byeong-Geun Choi, Seon-Sun Lee, Sung-Hyeob Kim, Jae-Woo Kim and Jong-Myeong Lee

1. 서 론

승강기는 빌딩이 점차 고층화되어 감에 따라서 승강기의 속도가 점차 고속화되어 가고 있으며, 진동 소음 문제가 품질을 결정하는 주요한 요인이 되고 있다. 이러한 승강기의 품질을 결정하는 승차감을 측정하기 위한 장비는 몇 가지가 있으나, 사용되는 MEMS 센서의 특성 및 멤스 센서를 부착하는 지그 구조물의 구조에 따라 응답특성의 차이가 발생하는 것을 확인하였다.

본 논문에서는 승강기 승차감 측정에 적합한 Piezoresistive MEMS 센서를 선정하여 구조물의 공진 회피 설계를 하였고, 신호 처리 회로에서 발생될 수 있는 noise 특성을 저감하여 승차감 측정에 적합한 주파수 응답특성을 갖는 센서를 개발하고, 가진기를 이용하여 성능검증을 실시하였다.

2. 센서 구성



Fig. 1 Flow chart of sensor circuit

† 교신저자; 정회원, 한국승강기안전기술원
E-mail : mulphy@kest.or.kr
Tel : (02)801-0338, Fax : (02)801-0355
* 한국승강기안전기술원
** 국립경상대학교 에너지기계공학과
*** 국립경상대학교 대학원 정밀기계공학과



Fig. 2 Configuration of our developed sensor

개발된 센서의 구조는 Fig. 1과 같이 기준전압 발생 앰프, 센서부, 증폭 앰프, offset 앰프로 구성되어 있으며, 내부 구조는 Fig. 2와 같다.

3. 센서 성능 비교

3.1 테스트 Setup

테스트 장비의 구성은 Fig. 2에 나타나있다. 실험 장치는 LDS사의 Dactron 계측기에 MEMS 센서와 범용 센서를 연결시켜 신호를 취득하고, Signal generator와 앰프를 사용하여 LDS사의 가진기를 동작시켜 센서에서 나오는 신호를 PC에서 분석프로그램인 RT Pro Focus 프로그램을 이용하여 데이터를 취득할 수 있도록 시스템을 구성하였다.

3.2 성능 비교

센서의 성능 비교를 위하여 Fig. 2의 실험 장치를 이용하여 성능을 검증하였다.

Piezoresistive MEMS 센서 2종류와 capacitive

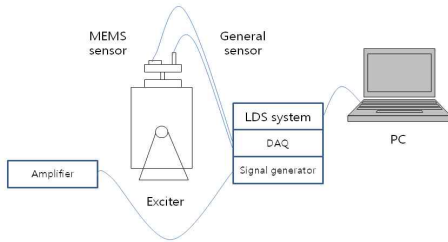


Fig. 3 Configuration of our exciter system

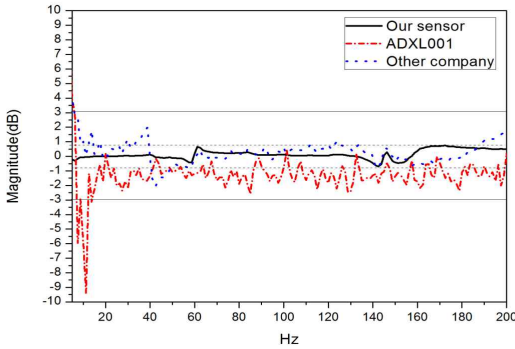


Fig. 4 Frequency response of each sensor concerning reference sensor

MEMS 센서 1종류의 총 3가지 센서에 대해 전 주파수 구간의 응답특성을 확인하기 위해서는 white noise를 이용하여 전대역 가진을 실시하였다. 신호 취득 취득 방법은 1V의 white noise를 입력 신호로 하고 1,000번 평균화하였으며, 최대 주파수는 2,000Hz이고 라인수는 1600 line으로 취득하였다.

Fig. 4와 같이 기준 센서를 이용하여 주파수 응답특성을 확인할 결과, 자사 개발 센서와 타사 센서는 승차감 측정 및 평가를 위한 주요 주파수 범위인 0 ~ 200Hz의 주파수 범위 내에서 정밀도가 $\pm 3\text{dB}$ 이내인 것을 확인할 수 있었으며, 자사 개발 센서는 추가적으로 $\pm 10\%$ 이내의 정밀도를 확보하고 있으며 평탄도 특성도 좋은 것을 확인할 수 있다.

3.3 구조물 진동 해석

Fig. 5에서 확인할 수 있는 바와 같이 자사 개발한 센서의 경우에는 현재 구조물로 변경 전에 승차감을 평가하는 0 ~ 200Hz 영역에서 공진이 발생되었다.

자사 센서는 해석 결과, 약 30Hz와 350Hz 대역에서 공진이 발생하여 센서 측정 범위 내에서 공진이 발생하였고, 저주파에서 공진이 발생하는 이유는, 구조물

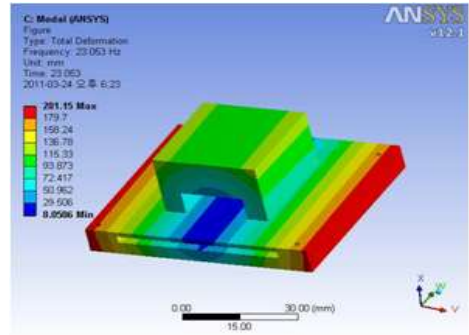


Fig. 5 Vibration modal analysis of our sensor (old version)

자체는 고주파수이나 지지강성이 부족하여 저주파 영역에서 공진이 발생하는 것으로 판단되어 현재의 구조 형태로 변경하여, Fig. 3과 같이 응답특성이 타사 센서에 비해 좋은 센서를 개발하였다.

4. 결 론

승강기 승차감 측정의 정확도를 확보하고 범용 3축 가속도센서를 대체하고 현장용 장비를 개발하기 위하여 저가형의 멤스 센서를 사용하여 승차감 측정에 적합한 3축 가속도센서를 개발하였다. MEMS 센서의 종류는 capacitive와 piezoresistive 타입의 2종류가 있는 것을 확인하였으며, 실험 결과 및 참고 논문에서 확인한 결과, piezoresistive 타입의 센서 특성이 capacitive 타입 보다 상대적으로 고가이지만 주파수 응답특성 및 노이즈 특성이 우수한 것을 확인하였다.

향후 과제로는 외부 검교정 기관을 이용하여 센서 검증을 실시하고, 센서를 적용한 승차감 측정 기능, 회전체 진동/소음 측정 기능, 승강기 검사 기능을 조합한 장비를 개발할 예정이다.

참 고 문 헌

- (1) Son, J. D., Shim, M. C., and Yang, B. S, 2008, Development of MEMS Accelerometer-based Smart Sensor for Machine Condition Monitoring, Journal of KSNVE, Vol. 18, No. 8, pp. 872 ~ 878