

주행 시험을 통한 군용 차량 구조 동특성 분석

Dynamic Characteristics Analysis of a Military Vehicle via Road Tests

박노철[†] · 박종범[‡] · 이종학* · 이종현* 강광희*

No-Cheol Park, Jong-Beom Park, Jong-Hak Lee, Jong-Hyun Lee and Kwang-Hee Kang

Key Words : Road Test (주행 시험), Dynamic Characteristics (동특성), Military Vehicle (군용 차량), Frame (프레임)

ABSTRACT

Recently, military vehicles that are being driven are equipped with a lot of electronic devices. The military vehicles are easily exposed to impact. Thus, they have to be designed robustly to ensure that the stability of the vehicle and the electronic equipment. In order to design the vehicles efficiently, the dynamic characteristics of a military vehicle have to be identified exactly. The main frame has a significant role to the dynamic characteristics of the vehicle. Thus, this research was progressed mainly with the frame. By carrying out road tests, the characteristics could be identified. Also, based on the characteristics, we constructed FE model of the frame and performed the analysis of the dynamic characteristics of the vehicle.

1. 서 론

최근 운용되는 군용 차량에는 다수의 전자장비들이 장착되어있으며 이러한 전자장비들은 주행 중에 사용되고 있다. 군용 차량의 운행 환경 특성상 차량 내의 전자장비들은 다수의 다수 충격에 노출되는데 이러한 충격들은 전자장비의 오작동, 수명감소 등의 문제를 야기시키게 된다. 이러한 문제들은 군사 작전의 진행에 있어 큰 영향을 미칠 수 있으므로 군사용 차량은 충격으로부터 강건하게 설계되어야 한다.

차량의 강건 설계를 위해서는 우선적으로 동특성을 정확히 파악해야 한다. 본 연구에서는 동특성을 파악하기 위해서 주행 시험을 진행하였으며, 주행 시험을 통해 얻어진 가속도 데이터의 주파수 분석을 통해 동특성을 분석하였다. 하지만, 이처럼 실험적인 방법을 통해 동특성을 분석하는데에는 한계가

존재하기 때문에 추후의 차량 동특성 분석을 용이하게 하기 위해 차량 프레임부의 FE 해석 모델을 구축하였다. 차량 프레임은 차량의 동특성을 대표하는 주요 부품이라 할 수 있기 때문에 본 연구에서는 프레임을 주축으로 동특성 분석을 진행하였다.

2. 주행 시험

2.1 주행 시험을 위한 실험 구성

본 논문에서는 군용 차량의 주행 시험을 통해 차량의 동특성 정보를 획득하였다.

주행 시험은 대전-충주 방향의 고속도로에서 진행되었으며, 본 연구는 프레임의 동특성에 대한 분석을 중심으로 하기 때문에 시험 결과는 100~200Hz에서의 주파수 특성을 잘 반영하는 포장도로에서의 실험 결과를 기준으로 분석되었다. 포장도로에서의 주행 시험은 60km/h의 속도로 진행되었다. 1회 측정 시 60초간의 주행을 통해 시험을 진행하였다.

주행 시험을 진행하기 위해, 프레임에서 총 6개의 측정점을 선정하였다. 측정점들은 차량의 주행 시 무게의 영향으로 인해 외부 충격에 민감할 것으로 판단되는 캐빈의 하단부(좌/우), 발전기 하단부(좌/

[†] 박노철 : 정회원, 연세대학교 기계공학과

E-mail : pnch@yonsei.ac.kr

Tel : (02) 2123-4677, Fax : (02) 365-8460

[‡] 연세대학교 기계공학과

* LIG Nex1

우), 쉘터 하단부(좌/우)로 선정되었다. 총 6개의 측정점에 각각 3축 가속도계를 부착하여 주행 시의

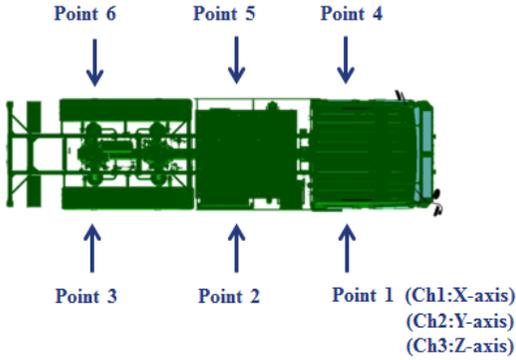


Figure 1. Positions of the accelerometers

가속도값을 측정하였다. 가속도계 부착 위치와 실험 구성 모습은 Figure 1, Figure 2와 같다. X축은 차량의 전면 방향, Y축은 차량의 좌측 방향, Z축은 차량의 상하 방향에 대한 응답을 측정하도록 세팅하여 시험을 진행하였다. 각 위치에서 측정된 가속도 값들은 신호 수집 장치를 거쳐 신호 처리 장치로 전달된다. 본 연구에서 신호 수집장치는 ABACUS사의 Dataphysics가 사용되었다.

2.2 주행 시험 결과

가속도계를 통해 측정된 가속도값은 시간에 따른



Figure 2. Experimental set-ups



Figure 3. Data processing

가속도 데이터이므로 주파수 분석을 위해 Figure 3의 과정을 따라 최종적으로 Power Spectral Density (PSD) 데이터로 변환하여 주파수 분석을 진행하였다.

Figure 4는 Ch1을 통해 측정된 1번 측정점에서 원자료(Raw data)이다. 주행 시험은 1회 측정 시 60초까지 측정되었으며 2회 측정을 진행하였다. 시험 주행로의 유형은 아스팔트 포장도로로 진행하였다. 측정을 통해 계측된 0~60초 구간의 원자료로부터 20초에서 30초까지의 구간에 대한 PSD 계산을 진행하여 Figure 5와 같은 PSD 데이터를 얻을 수 있다.

PSD 결과에서 피크가 발생하는 주파수는 모터 구동에 따라 발생하는 주파수, 차량과 차량 내 부품의 공진 주파수를 의미한다. Figure 5는 각 측정점에서의 X축 데이터들 (Ch.1, 4, 7, 10, 13, 16)을 나타내며, Figure 6와 7은 각각 Y축 (Ch.2, 5, 8, 11, 14, 17), Z축 (Ch.3, 6, 9, 12, 15, 18)의 데이터를 나타낸다.

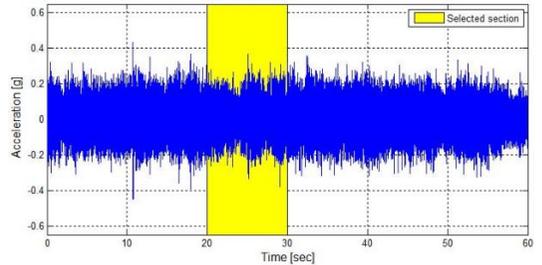


Figure 4. Raw data of the road test (Ch.1)

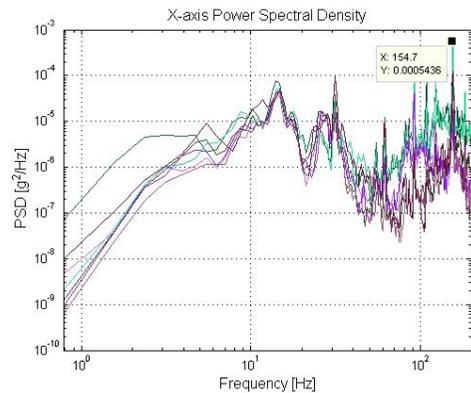


Figure 5. Power Spectral Density (X-axis)

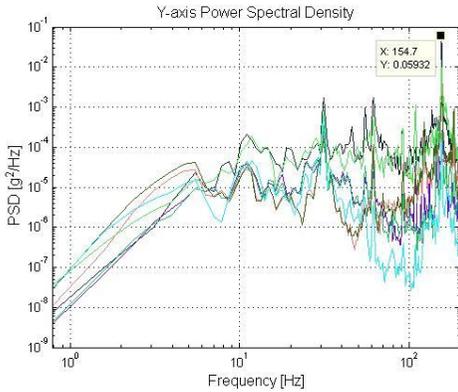


Figure 6. Power Spectral Density (Y-axis)

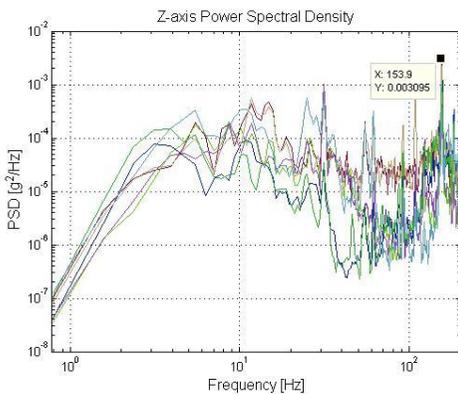


Figure 7. Power Spectral Density (Z-axis)

PSD 데이터를 통해 모터의 회전에 의한 피크 발생과 차량 내 다수의 부품의 고유 진동수에서 피크가 발생하는 것을 확인할 수 있다. 피크가 발생하는 수많은 주파수들 중에 메인 프레임의 영향으로 발생하는 피크 주파수를 찾기 위해 차량 메인 프레임에 대한 모드 시험을 진행하였다. 모드 시험을 통해 메인 프레임의 고유 진동수에 의해 피크가 발생하는 주파수는 154Hz임을 확인하였다. 또한, 154Hz에서의 응답값이 X, Z축의 경우에 비해 Y축의 경우가 가장 크게 발생하는 것을 확인할 수 있었다.

3. 유한 요소 해석

3.1 유한 요소 해석 모델링

실험적 방법으로 군용 차량의 동특성을 확인할 수는 있으나 지속적인 주행시험을 통해 동특성에 관한 연구를 진행할 경우, 차량에 무리가 갈 수 있으며 시험에 많은 인력, 시간과 비용을 소비하게 되

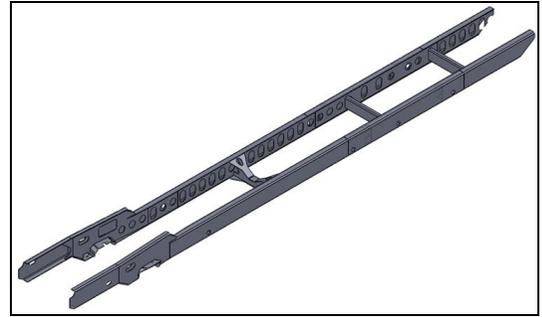


Figure 8. Simplified 3-D model of main frame

므로 동특성을 분석하는데에 비효율적이라고 할 수 있다. 그런 이유에서 본 연구에서는 프레임에 대한 3-D 모델의 단순화를 진행하였고, 단순화 모델의 FE해석을 통해 동특성 분석을 진행하였다. Figure 8은 단순화 된 메인 프레임의 솔리드 모델을 나타내고 있다.

3.2 유한 요소 해석 결과

3.1절에서 단순화 과정을 거친 차량의 메인 프레임에 대한 FE해석을 진행하였다. 단순화 된 형상의 해석 모델은 약 37000개의 요소 수를 가지며, 해석에 사용된 프레임의 물성치는 200GPa의 영률, 0.3의 포아송 비를 갖는다. Figure 9에 표기된 해석 결과는 158Hz에서의 모드 형상을 나타내고 있으며 이는 시험 결과 프레임의 공진 주파수라고 판단되었던 154Hz와 해석적 오차 범위 내에 있다고 판단할 수 있다.

Figure 9을 보면 프레임의 모드 형상이 Y축(차량 옆 방향)에 대한 진폭이 크게 발생하는 것을 확인할 수 있다. 특히, 본 연구에서 측정점으로 선정했던 위치에 프레임의 지지대가 없기 때문에 측정점 위치에서의 프레임이 지지대가 있는 곳에 비해 크게 진동하는 것을 확인할 수 있었다.

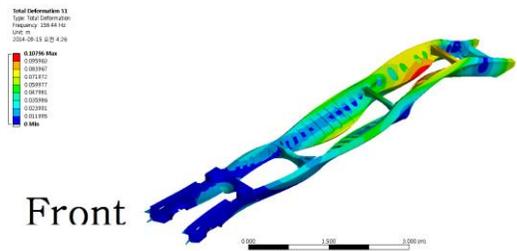


Figure 9. Model shape of main frame (158Hz)

이러한 모드 형상은 주행 시험을 통해 2.2절에서 확인한 Y축의 응답값이 크게 발생하는 주행 시험 결과에 부합한다고 볼 수 있다. 따라서, 본 연구를 통해 구축한 해석 모델이 시험 결과를 잘 반영하는 해석 모델이라고 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 군용차량의 동특성을 정확히 파악하기 위해 동특성에 큰 영향을 미치는 부품 중 하나인 메인 프레임의 동특성에 대해 분석을 진행하였다.

차량의 동특성에 대해 분석하기 위해 실험적인 방법과 FE 해석적인 방법을 통해 연구가 진행되었다. 우선 실험적으로 동특성을 분석하기 위해 군용차량의 주행 시험과 모드 시험이 진행되었고, 이를 통해 얻어진 주파수 분석 데이터와 모드 형상을 고려하여 FE 해석 모델을 구축하였다. FE 해석은 메인 프레임에 대해 진행되었으며, 모드 시험을 통해 측정된 144Hz의 메인 프레임 모드 형상과의 비교를 통해 해석 모델의 유효성을 검증하였다.

해석을 통해 얻어진 모드 형상을 통해 Z축의 진동량보다 Y축의 진동량이 클 것을 예상할 수 있었으며, 이는 주행 시험을 통해 얻어진 Y축의 진동량이 Z축에 비해 큰 결과를 증명할 수 있다. 이를 통해, 구축된 해석 모델이 유효하다고 판단할 수 있다.

추후, 해석 모델의 변경 및 해석을 통해 메인 프레임의 동특성을 변경시킴으로서 차량의 진동 특성을 줄이는 방법을 모색할 예정이다.

후 기

연구를 진행하기 위해 협조해주신 LIG Nex1 연구원분들, 방위사업청, 국방과학기술연구원, RETECH 연구원분들에게 감사사를 드립니다.

참 고 문 헌

- (1) Song, O. S., Nam, K. M., 2009, Vibration Analysis of a Heavy Truck via Road Tests, Proceedings of the KIMST Vol.12 No.3, pp. 266~271.
- (2) Jo, Y. S., Kim, Y. K., Kim, B. W., Moon, J. O., Lee, K. S., 2003, Structural Analysis of a Large Size