

착좌에 따른 차량 시트 진동 특성 변화의 실험적 규명

Experimental Investigation on Variation of Vibration Characteristics of Vehicle Seat by Passenger

오재응† · 서범준* · 윤지현* · 양인형* · 김학균** · 편종권**

Jae-Eung Oh, Bum-June Seo, Ji-Hyun Yoon, In-Hyung Yang, Hak-Gyun Kim and Jong-Kweon Pyun

1. 서론

차량 설계 및 제작 기술이 발전함에 따라 차량 진동의 저감 및 저소음화가 중요한 문제로 대두되고 있으며, 차량의 진동 및 소음은 소비자들이 차량을 선택함에 있어 중요한 항목으로 자리잡고 있다. 특히 시트의 경우 현가계 노면 진동이나 엔진 진동 등의 탑승자에 대한 최종 전달 경로이므로 차량 승차감과 직결되는 중요한 요소로 볼 수 있다. 또한, 시트 진동으로 인하여 발생하는 이음(BSR)에 의한 소비자들의 불만이 증가하는 추세에 따라 차량 시트의 진동 특성을 규명할 필요가 있다.

기계 구조물의 진동 특성 규명을 위한 방법으로는 모달 테스트가 주로 사용되고 있으며, 시트의 모달 테스트에는 가진기를 사용하여 화이트 노이즈 가진하는 방법과 임팩트 해머를 사용하여 가진하는 방법이 사용되고 있다. 가진기를 사용하는 방법은 가진력이 충분하나, 지그에 고정시킴으로 인하여 시트의 결합 조건이 실 차 상태와 달라질 수 있다는 단점이 있으며, 임팩트 해머를 사용하는 방법은 가진력이 충분하지 않을 수 있으나, 차량에 장착된 상태로 시험이 가능하여 실제 상태의 진동특성을 파악할 수 있다는 장점이 있다.

시트의 진동 특성은 시트의 결합 조건이나 착좌 여부, 트랙 / 하이트 / 리클라이너 등 시트 위치 조작 컴퍼넌트에 따른 시트 위치에 따라 달라질 수 있다. 시트의 진동 특성을 변화시킬 수 있는 위 조건들 중 시트 결합 조건의 변화는 시트 시스템의 경계조건만을 변화시키게 되고, 시트 위치 변화에 따라서는 시트 시스템의 강성은 변할 수 있으나 질량이 변하지는 않는다. 이에 비해 승객이나 운전자의 착좌 여부에 따라서는 시트 시스템의 질량, 강성, 감쇠 등이 모두 변화하게 되고, 시트 진동 특성 변화

에 대한 영향이 클 것으로 예상된다.

따라서 본 연구에서는 운전자의 착좌 여부에 따른 시트의 진동 특성 변화에 주목하였으며, 이의 확인을 위하여 가속도계 및 임팩트 해머를 이용한 실 차 상태 시트의 모달 테스트를 수행하였다.

2. 본론

2.1 시험 장치 및 방법

차량 시트의 모달 테스트를 위하여 중형 세단에 연구 대상 시트를 운전석에 장착하였으며, 마운팅 볼트의 결합 토크는 37 N·m로 일정하게 결합하였다. 시트 위치는 설계표준위치로 설정하였으며, 3축 가속도계 14 개를 시트의 각 위치에 부착하여 Fig. 1 과 같이 시험 장치를 구성하였다. 실질적으로 시트에 외부 가진력이 가해지는 부분인 시트 마운팅 브라켓 부분을 가진하였으며, 가진의 용이함을 위하여 사출 파트를 일부 제거한 채 시험을 수행하였다. 사출 파트의 경우, 시트 프레임에 비해 무게가 매우 가볍고, 시트 프레임과의 결합이 약해 시트의 진동 특성 결정에 영향이 크지 않다고 가정하였다.

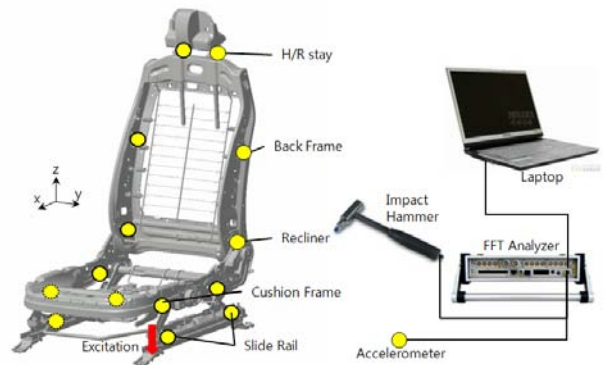


Fig. 1 시험 장치도

측정은 0~50Hz 범위를 $df = 0.5\text{Hz}$ 로 측정하였으며, 임팩트 해머에 부가 질량 및 고무 팁을 장착하여 시트를 가진하였을 때 비 착좌 시 및 착좌 시, 두 가지 케이스에 대하여 주파수 응답을 확인하였다.

† 교신저자; 한양대학교 기계공학부
E-mail : jeoh@hanyang.ac.kr
Tel : (02) 2220-0452, Fax : (02) 2299-3153
* 한양대학교 기계공학과
** 현대자동차

착좌 인원은 신장 175cm, 체중 85kg 의 성인 남성으로 시험을 수행하였다.

2.2 시험 결과 및 고찰

임팩트 해머의 가진력과 시트의 각 위치에서의 가속도 값의 coherence 를 확인한 결과, 10Hz 이상에서 유효한 가진임을 확인할 수 있었다. 10Hz 미만의 영역에서는 차량의 강제 모드가 존재하며, 시트 자체의 특성을 확인하기 위해 10~50Hz 에 대하여 시험 결과를 확인하였다. 시트의 구조 상 가장 진동을 크게 발생시킬 수 있는 시트 백의 x 방향의 주파수 응답은 비 착좌 시 Fig. 2 와 같이 10~50Hz 구간에서 세 개의 모드를 확인하였다. 이 세 개의 모드에 대하여 모드 형상을 확인 결과, Fig. 3 과 같이 첫 번째 모드는 전/후 방향 모드, 두 번째 및 세 번째 모드는 뒤틀림 모드임을 확인하였다. 두 번째 및 세 번째 모드는 둘 다 뒤틀리는 형상을 나타내지만, 시트 하단부에서 다른 경향을 나타내었다.

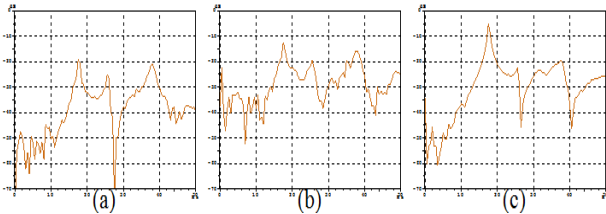


Fig. 2 비 착좌 시 시트 백의 (a) 하단부 (b) 상단부 및 (c) 헤드레스트 스테이에서의 주파수 응답

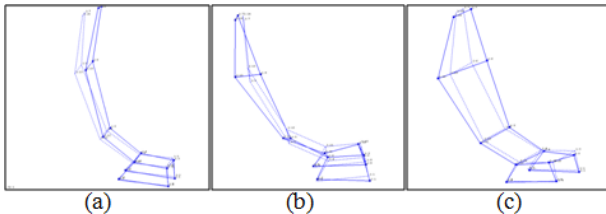


Fig. 3 비 착좌 시 시트의 10Hz 이후의 (a) 첫 번째, (b) 두 번째 및 (c) 세 번째 모드 형상

비 착좌 시와 마찬가지로 착좌 시에 대하여 시트 백의 x 방향 주파수 응답을 확인한 결과, Fig. 4 와 같이 댐핑의 증가로 인하여 첨예한 피크가 나타나지 않는 것을 확인하였다. 비 착좌 시에 비하여 착좌 시 시트 시스템의 질량 및 댐핑이 증가하나, 시트 하단부와 시트 백의 연결부인 리클라이너 부분의 강성 증가에 의한 영향이 지배적으로 나타나, 20Hz 미만에서 나타나던 전/후 방향 모드가 20Hz 이상에서 나타나며, 이에 따라 해당 차량의 Idle RPM 과 근접하여 공진을 발생시킬 수 있다는 사실을 확인하였다. 따라서 설계 시 착좌에 따른 고유진동수 상승을 고려하여 시트 고유진동수를 낮추거나, 착좌에 따른 고유진동수 상승 폭을 변화시켜야 할 것이다. 향후 시트 조작에 따른 위치 및 착좌 인원의 신체 조건 변화에 따른 시트의 진동 특성 변화를 알아보고자 한다.

시 40Hz 이상에서 나타나는 것을 확인하였으며, 비 착좌 시의 두 번째 모드는 착좌 시 나타나지 않았다. Fig. 5 에 착좌 시의 모드 형상을 나타내었고, 모달 테스트 결과에 따른 시트의 모드맵을 Fig. 6 에 나타내었다.

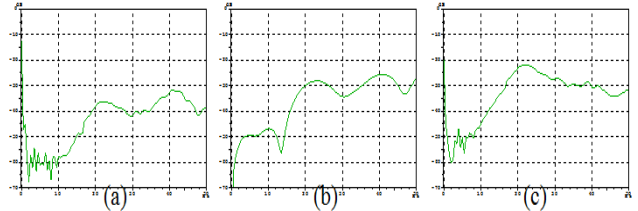


Fig. 4 착좌 시 시트 백의 (a) 하단부 (b) 상단부 및 (c) 헤드레스트 스테이에서의 주파수 응답

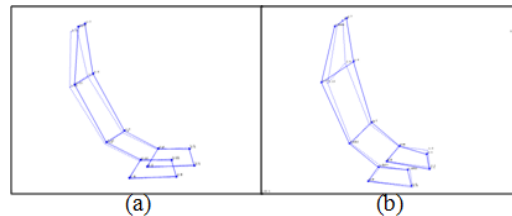


Fig. 5 착좌 시 시트의 10Hz 이후의 (a) 첫 번째 및 (b) 두 번째 모드 형상

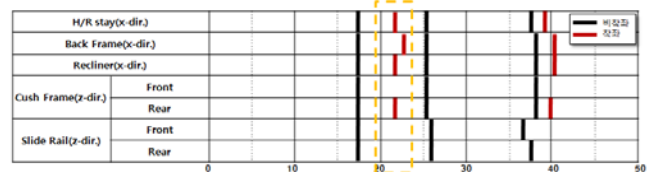


Fig. 6 실 차 상태 시트의 모드맵

3. 결론

모달 테스트 수행을 통하여 실차 상태 시트의 착좌 여부에 따른 진동 특성 변화를 규명하였다. 착좌 시 리클라이너 부의 강성 보강 효과로 인하여 시트 백의 고유진동수가 상승하며, 이에 따라 시트 백의 전/후 방향 모드가 차량의 Idle RPM 과 근접하여 공진을 발생시킬 수 있다는 사실을 확인하였다. 따라서 설계 시 착좌에 따른 고유진동수 상승을 고려하여 시트 고유진동수를 낮추거나, 착좌에 따른 고유진동수 상승 폭을 변화시켜야 할 것이다. 향후 시트 조작에 따른 위치 및 착좌 인원의 신체 조건 변화에 따른 시트의 진동 특성 변화를 알아보고자 한다.

후 기

본 연구는 현대자동차 산학 협동 프로젝트의 일환으로 진행되었습니다.