한국소음진동공학회 2009년 춘계학술대회논문집, pp.234~236

가상인체모델과 차량동역학을 연계한 인체진동특성 해석

Human vibration characteristics Analyze Using Virtual Human model and Vehicle Dynamics

명성식†

Myeong, Seongshik†

1. 서 론

매일 사람들은 자동차 타기, 진동 기계나 전동 공구 사용과 같은 일상 활동에서 진동에 노출되어 있다. 심한 진동이나 장기적인 노출은 인체의 건강, 안전, 안락감에 영향을 미칠 수 있다. 진동이 작업장에서 일반적인 요소이기 때문에, 그것은 직업건강 위협요소로 인식되고 조절되고 제거되고 최소화되어야 하는 일종의 위험요소로 취급되어야 한다.

인체는 각 부위의 물성치 및 진동 특성에 따라 각기 자신의 공진주파수를 가지고 있고, 따라서 인간의 몸이 영향을 받는 정도는 노출되는 진동의 주파수에 따라 달라진다. 그림 1 은 인체의 각 부위에서 발생하는 공진주파수 대역을 단순하게 표현한 것 이다[1].

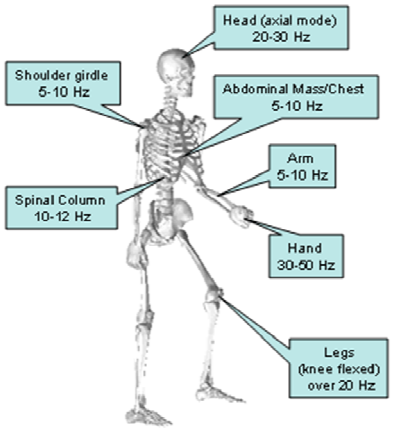


그림 1 인체 각 부위의 공진주파수 대역

진동의 심각도는 크기, 주파수, 기간 및 방향에 의해 결정된다. 인체에 진동이 가해졌을 경우 시계의 곤란 및 기본 활동성과 작업효율 저하를 가져온다.

이러한 문제로 인해 진동에 대한 부작용 연구가 되고 있다. 그러나 대부분의 연구는 피검자를 이용한 방법[3]으로 다양한 실험의 한계가 있으며 수학적 인체모델을 이용한 연구에도 낮은 자유도의 모델[2]이라는 단점이 있다.

그러나 가상인체모델은 특수한 환경, 자세 그리고 사람과 주변 환경(기계 장비 등)과의 인터페이스 시의 인체의 하부 조직의 진동 주파수를 예측하기 위하여 개발되었다. 가상모델은 또한 관절과 근육에서의 자세한 정보를 제공할 수 있다.

본 연구에서는 자동차 업체에서 널리 사용되는 MSC.ADAMS/Car(MSC software Corp., 미국)와 ADAMS Plug-in 제품인 가상인체 모델러 LifeMOD (Lifemodeler Inc., 미국)를 이용하여 차량동역학 해석을 통한 인체의 주파수 분석을 하고자 하였다[4][5].

2. 본 론

2.1 절 모델링(Model Development)

(1) 가상인체모델 생성

가상인체 모델러 LifeMOD 를 이용하여 차량동역학 해석에 사용할 모델을 생성하였다.

인체는 300 개월(24 세) 165 ㎝ 70 ㎏의 남성으로 설정하였고, 모델은 19 개의 Segment 와 18 개의 관절로 구성된다. 관절 생성 시 관절의 특성은 차량 충돌 시험 시에 사용되는 인체 더미인 Hybrid Ⅲ Crash Dummy 의 관절 강도 특성을 사용하였다.

시트는 일반 형상을 사용하였고, 시트의 무게는 20 ㎏으로 설정하였다. 시트와 인체 사이의 연결은 부싱(Bushing)으로 처리하였다. 그림 2 는 LifeMOD 를 통하여 생성한 가상인체 모델을 보여주고 있다.

† 명성식; ㈜아띠
E-mail : ssmyeong@ahtti.com
Tel : (031) 777-9131, Fax : (031) 777-9135

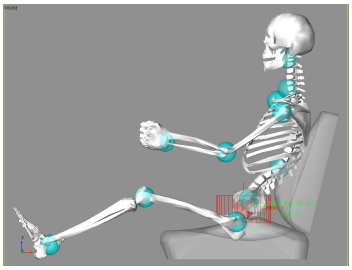


그림 2 가상인체 모델과 시트 모델

(2) 차량(Full Vehicle) 모델 생성

차량동역학을 해석하기 위한 모델은 ADAMS 에서 제공하는 기본 모델을 사용하였고, LifeMOD 를 통해서 생성한 모델을 병합하여 손과 핸들, 발과 새시를 각각 부싱으로 연결하였고, 시트와 새시는 고정하였다. 그림 3 은 차량과 가상인체 모델을 병합한 형상을 보여 준다.

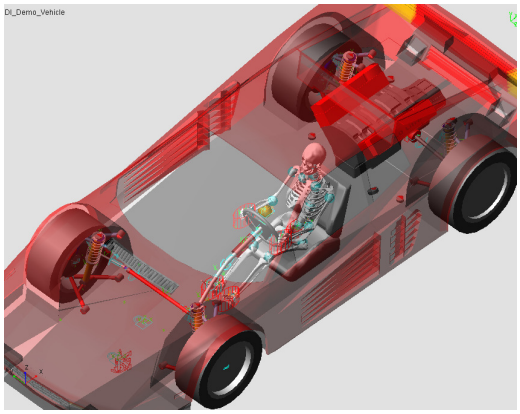


그림 3 ADAMS 기본차량 모델과 병합된 가상인체모델

2.2 절 해석(Analysis)

해석은 과속방지턱 통과와 벨지안로 주행 해석을 수행하였다. 과속방지턱의 형상(폭, 높이)에 따라서 인체가 어떠한 영향을 받는지를 분석하고, 거친 노면의 벨지안로를 주행할 경우에 인체의 진동진동특성을 분석하였다.

(1) 과속방지턱(Bump) 주행해석

세 가지의 과속방지턱(Bump) 통과 해석을 수행하였다. 차량의 속도는 모두 10KPH 이고 과속방지턱을 통과하기 전에 10 초, 통과하고 5 초 동안의 해석을 수행하였다.

1 번 형상 과속방지턱: 폭 – 1m, 높이- 90 ㎜
2 번 형상 과속방지턱: 폭 – 3.5m, 높이- 100 ㎜
3 번 형상 과속방지턱: 폭 – 6m, 높이- 120 ㎜

그림 4 는 과속방지턱의 형상을 비교하여 나타내었다.

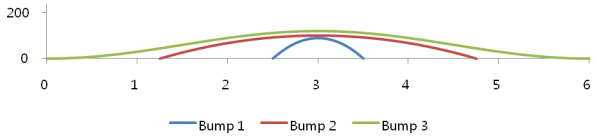


그림 4 과속방지턱 형상 비교

(2) 벨지안로(Belgian Road) 주행해석

노면이 불규칙한 벨지안로를 생성하여 주행 해석을 수행하였다. 벨지안로는 노면의 형상이 고르지 못한 거친 형상을 가지고 있는 노면을 말하며, 차량의 속도는 30KPH 로 20 초 동안 주행하였다.

2.3 절 결과(Results)

(1) 과속방지턱(Bump) 주행해석 결과

과속방지턱 통과 해석의 결과는 그림 5 ~ 7 에 나타나 있다. 그림 5 는 과속방지턱 통과 시의 차량 새시와 인체 두부의 수직 변위를 나타내고 1 번 형상 과속방지턱의 경우에는 앞바퀴와 뒷바퀴가 따로 과속방지턱을 통과하기 때문에 피크가 두 번 발생하였다.

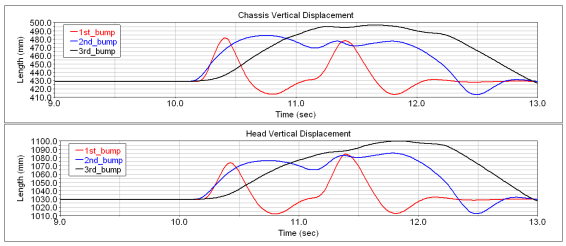
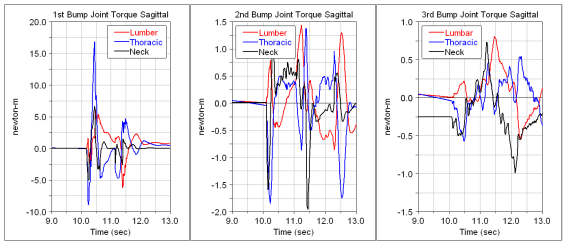


그림 5 과속방지턱 통과 시 새시,인체 두부 수직 변위

그림 6 은 과속방지턱 통과 시의 관절에 걸리는 토크를 비교한 것이다. 경추 관절에 가장 큰 토크가 발생하며 그림 6 의 (a)와 같이 과속방지턱을 통과하는 시간이 짧을수록 인체가 받는 영향은 커지는 것을 알 수 있다.



(a)1 번 과속방지턱 (b)1 번 과속방지턱 (c)3 번 과속방지턱

그림 6 과속방지턱 통과 시 시상면 관절 토크

그림 7 은 두부에 걸리는 수직 가속도와 이를 FFT 로 변환한 내용이다. 그림 6 에서와 마찬가지로 짧은 과속방지턱을 통과할 때에 큰 가속도가 짧은 시간에 발생하는 것을 알 수 있다.

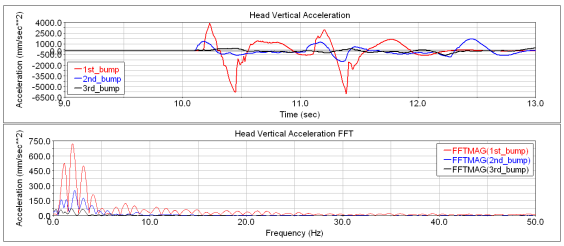


그림 7 과속방지턱 통과 시 두부 수직 가속도

(2) 벨지안로(Belgian Road) 주행해석

거친 노면을 주행 시에는 큰 가속도는 발생하지 않지만 진동에 장시간 노출되는 것을 알 수 있다. 그림 8 에서는 거친 노면에서 주행 시에 인체 두부에 발생하는 가속도와 FFT 결과를 보여준다. 앞의 그림 7 에서 보면 과속방지턱을 넘는 순간에만 가속도가 발생하였지만 거친 노면 주행 시에는 크기가 작은 진동이 계속 발생하는 것을 알 수 있다. 거친 노면에서는 특히 낮은 주파수 영역에 크게 집중되어 진동이 발생하는 것을 알 수 있다.

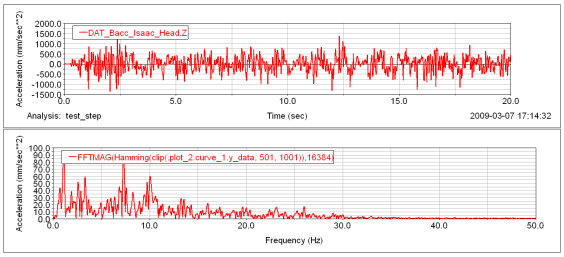


그림 8 벨지안로 주행 시의 두부 수직 가속도

본 연구에서는 인체와 차량을 같이 모델링하여 인체의 진동특성을 분석하였다. 과속방지턱을 통과할 시에는 통과하는 순간에는 큰 진동을 받지만 낮은 주파수 영역에서 짧게 진동을 받지만 거친 노면을 주행 시에는 작은 진동을 지속적으로 받으며 낮은 주파수 영역(0~10 Hz)에서의 진동을 지속적으로 받고 있음을 알 수 있다. 위의 두 가지 조건 모두 인체의 공진주파수 대역보다 낮게 측정되었다.

3. 결 론

본 연구는 진동 환경에서 인체의 응답에 대한 연구에서의 지속적인 성과 중의 하나이고, 승차감과 만성·급성 상해 가능성의 측정으로써의 앞선 방법을 제시한다. 인체의 진동 측정분야에서 새로운 기술로써 LifeMOD 프로그램을 이용한 새로운 데이터 수집 방법을 제시하였다.

4. 참 고 문 헌

1. Shawn P.McGuan, “Active Human Response to a Vibration Environment”, *MSC.Software VPD Conference*, 2006
2. Y Matsumoto, MJ Griffin, “Mathematical models for the apparent masses of standing subjects exposed to vertical whole-body vibration”, *Journal of Sound and Vibration*, 2003
3. R Barauskas, R Krušinskienė, “On parameters identification of computational models of vibrations during quiet standing of humans”, *Journal of Sound and Vibration*, 2007
4. MSC.ADAMS Manual
5. LMI.LifeMOD Manual