

조향입력에 대한 현가거동 모사 시스템

Simulating System of Suspension Behavior related to Steer Maneuver

*#김효준¹, 김상일², 류봉조³

*#H. J. Kim¹(hjkimm@kangwon.ac.kr), S. I. Kim², B.J. Ryu³

^{1,2}강원대학교 기계공학과, ³한밭대학교 기계공학부

Key words : Steer maneuver, Lateral acceleration, Dynamic load

1. 서론

자동차에 인가되는 입력(운전자조작/외란입력)에 대하여 차량의 운동 특성에 대한 연구는 차량 및 관련 부품 개발에 있어 핵심적인 부분이다. 자동차의 현가시스템은 차체를 지지하고 적절한 운동특성을 유지하는 기능을 하게 되는데, 스프링, 댐퍼, 기구등의 수동형 현가요소 설계와 더불어, 이러한 특성을 개선하는 방안으로 별도의 작동기와 제어시스템을 적용하는 능동/반능동형 현가시스템에 대한 연구가 다양한 제어 이론을 적용하여 진행되어왔다. 이러한 연구들 중 실제적 장치를 구성하고 시스템을 구현하여 실험적으로 접근한 것은 불규칙한 노면 외란에 대한 진동제어에 편중되어 그 결과가 발표되어왔다.

주행하는 차량에 조향 핸들을 통한 운전자 조작 입력을 가하는 경우, 횡방향 하중이동(lateral load transfer)으로 인하여 선회 외륜 측으로 하중이 이동함과 함께 발생하는 차체의 모우멘트는 현가시스템의 지지 특성과 밀접한 관계를 갖는다.

그동안 활발히 연구되어온 능동형 현가시스템은 제어 성능 면에서 많은 장점을 가지지만 소비비용, 큰 소모 동력 등으로 인하여 최근, MR 댐퍼 등 가변형 댐퍼를 이용하는 반능동형시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 수직 방향 뿐 아니라 조향 외란 등 복합적인 운동 특성 개선에 대한 적용성이 검토되고 있다.

본 연구에서는, 이러한 방식의 실험적 접근을 고려하여 횡방향-롤 운동에 대한 차량의 동역학적 모델과 1/4 차량 모델을 기반으로, 운전자의 조향 입력으로 발생하는 현가 거동을 모사할 수 있는 시스템에 대한 기초 연구를 수행하였다.

2. 시스템개요

Fig.1의 주행하는 자동차에서 조향 핸들 조작에 의해 차체에 발생하는 횡가속도는 주행속도, 횡속도 그리고 요각속도의 함수로, 이때 현가시스템으로 지지된 차체는 롤센터를 중심으로 회전 곡률의 반대 방향으로 상응하는 롤 운동을 나타내게 된다.

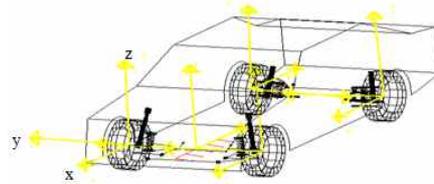


Fig. 1 Full vehicle model

차체에 발생하는 롤 모우멘트와 현가시스템의 반력간의 상관관계로부터 증가화된 1/4 차량 모델에 작용하게 되는 동적 하중을 결정할 수 있다. Fig.2에 도시한바와 같이 운전자의 조향 입력에 대하여 횡방향-롤에 대한 동적 모델로부터 계산된 동적 하중을 작동기를 통하여 1/4 차량에 작용시키는 Hils (hardware-in-the-loop simulation) 기법을 적용하여 시스템을 구성할 수 있다.

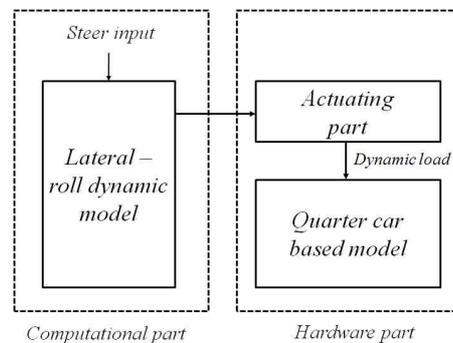


Fig. 2 Conceptual diagram of system

3. 해석 결과

전술한 시스템 구현을 목적으로 한 해석 결과를 Fig.3 - Fig.4에 나타내었다. 위험물 회피와 같은 상황에서의 조향 핸들 입력에 대하여 횡방향-롤(L-R) 모델을 기반으로 생성된 동적하중을 Fig. 3에 나타내었으며 이러한 동적하중에 의해 1/4 차량 모델에서 발생하는 현가시스템의 변위와 속도를 L-R 모델의 응답과 비교하여 Fig. 4에 나타내었다. 결과에서처럼 오차에 비하여 전체적 거동의 재현이 잘 이루어짐을 알 수 있으며 오차의 원인으로서는 등가화 과정에서의 파라미터 특성 등의 영향이 포함된 것으로 판단된다.

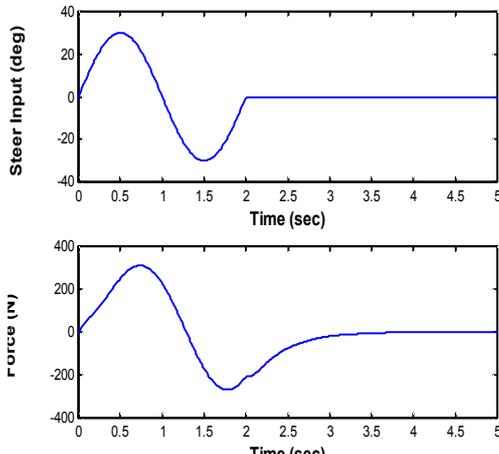


Fig. 3 Steer input and dynamic force

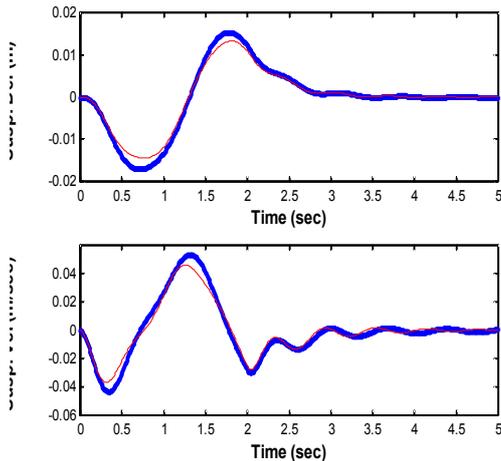


Fig. 4 Comparison of suspension behavior (bold: estimated, line: desired)

4. 결론

이상의 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 현가 거동 모사 방식을 통하여 전체적인 응답 특성을 살펴볼 수 있었다.
- 2) 현가 거동 모사 시스템의 보다 정확한 구현을 위하여 L-R 모델을 기반으로 한 등가화 과정에서 다양한 조향 입력에 대하여 파라미터 특성과 동적하중을 직접적으로 인가하는 작동기 부분에 대한 추가적인 검토가 요구된다. 본 시스템은 복합적인 외란 조건을 고려한 가변형 댐퍼 및 제어 시스템 평가에 유용하게 이용될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Priyandoko, G., Mailah, M. and Jamaluddin, H., "Vehicle Active Suspension System using Skyhook Adaptive Neuro Active Force Control," *Mechanical Systems and Signal Processing*, 23, 855-868, 2009.
2. Poussot-Vassal, C., Sename, O., Dugard, L., Gaspar, P., Szabo, Z. and Bokor, J., "A new semi-active suspension control strategy through LPV technique," *Control Engineering Practice*, 16(12), 1519-1534, 2008.
3. Yao, G.Z., Yap, F.F., Chen, G., Li, W.H. and Yeo, S.H., "MR damper and its application for semi-active control of vehicle suspension system," *Mechatronics*, 12, 963-975, 2002.
4. Miao, Yu, Dong, X. M., Choi, S. B. and Liao, C. R., "Human simulated intelligent control of vehicle suspension system with MR dampers," *Journal of Sound and Vibration*, 319, 753-767, 2009
5. Kim, H.J., Yang, H.S. and Park, Y.P., "Robust Roll Control of a Vehicle: Experimental Study using a Hardware-in-the-loop Set-up," *Journal of Automobile Engineering*, IMechE, 216, 1-9, 2002.