

# 최적 정적 출력 피드백 제어를 이용한 반능동 현가장치 제어기 설계

진 태 석<sup>1)</sup> · 김 진 우<sup>2)</sup> · 임 성 진<sup>\*2)</sup>

서울과학기술대학교 기계자동차공학과<sup>1)</sup> · 서울과학기술대학교 자동차공학과<sup>2)</sup>

## Design of Semi-Active Suspension Controller with Optimal Static Output Feedback Control

Taeseok Jin<sup>1)</sup> · Jinwoo Kim<sup>1)</sup> · Seongjin Yim<sup>\*1)</sup>

Seoul National University of Science and Technology<sup>1)</sup>

**Key words** : Semi-active suspension control (반능동 현가장치 제어), Static output feedback(정적 출력 피드백), Optimal control(최적 제어), Magneto-rheological damper(자성유체댐퍼), Half-car model(1/2-차량 모델)

교신저자, E-mail: acebtif@seoultech.ac.kr

일반적으로 능동 현가장치 제어의 목적은 승차감 향상과 노면 접지력 향상이며 이 둘은 서로 상충된다<sup>1,2)</sup>. 이러한 두 가지 목적을 가지는 능동 현가장치 제어시스템을 설계하기 위해 기존에는 LQR을 사용하였다. LQR은 전상태 피드백 구조를 가지므로 LQR을 사용하기 위해서는 시스템의 모든 상태를 측정해서 피드백해야 한다.

실제 차량에서 시스템의 모든 상태를 측정하는 것은 불가능한 일이며 가능하다고 해도 고가의 센서를 사용하여 하므로 많은 비용이 소요된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 정적 출력 피드백(Static Output Feedback: SOF) 구조를 선택하여 논문 LQ 목적함수를 최소화하는 LQ SOF 제어기를 설계한다. SOF 제어기는 시스템의 모든 상태가 아니라 실제 차량에서 사용할 수 있는 센서 신호만을 이용한다. 본 논문에서는 차체의 전륜과 후륜 현가장치 윗단에 가속도계가 장착되어 있다고 가정하고 이를 적분하여 전륜과 후륜 현가장치 상단의 수직 속도를 피드백 신호로 사용한다<sup>2,3)</sup>.

실제 차량에서는 다양한 제한조건으로 인해 능동 현가장치를 사용하는 것이 매우 어렵다. 따라서 실제 차량에 장착이 가능한 반능동 현가장치가 자주 사용된다<sup>1)</sup>. 본 논문에서는 LQ SOF 제어기에서 구해진 제어 입력을 반능동 현가장치로 만들어 내는 방법을 사용한다. 본 논문에서 사용하는 반능동 현가장치는 자성유체를 사용한다<sup>3)</sup>.

본 논문에서 제안된 방법의 타당성을 검증하기 위해 차량 시뮬레이션 프로그램에서 시뮬레이션을 수행한다. 범프 노면 입력, 정현파 노면 입력과 정현파 스위치 노면 입력에 대해 시뮬레이션을 수행하고 시간 및 주파수 응답 해석을 통해 설계된 제어기의 성능을 검증한다.

1) C. Poussot-Vassal, C. Spelta, O. Sename, S.M. Savaresi and L. Dugard, Survey and performance evaluation on some automotive semi-active suspension control methods: A comparative study on a single-corner model, Annual Reviews in Control, 36, 1, 148-160, 2012.

2) H.E. Tseng and D. Hrovat, State of the art survey: Active and semi-active suspension control. Vehicle System Dynamics, 2015, 53, 1034-1062.

3) Static Output Feedback Control With Damping Curve Adaptation for Semi-Active Suspension With Magneto-Rheological Damper, IEEE Access, 2024, 12, 158985-158997.

이 논문은 2025년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임  
(No. RS-2019-NR040071)