

에어스프링 튜닝인자에 따른 특성 및 내구성에 대한 연구

김 평 진¹⁾·김 은 정¹⁾·김 인 섭¹⁾·문 형 일²⁾

현대모비스

A Study on the Stiffness and Durability performance of Air Spring Tuning Factors

Pyeong Jin Kim¹⁾ · Eunjung Kim¹⁾ · Insup Kim¹⁾ · Hyung-il Moon²⁾

Hyundai Mobis

Key words : Air Strut(에어스트럿), Nonlinear Response Characteristics(비선형 응답 특성), Ride Frequency(라이드 주파수), Air spring Volume(에어스프링 체적), Piston Angle(에어스트럿 피스톤 각도), Stiffness Tuning(강성 튜닝), Durability(내구성)

교신저자, E-mail: pj.kim@mobis.com, ej.kim@mobis.com, kimis@mobis.com

에어스트럿은 속업쇼버와 에어스프링이 일체형 구조를 갖는 현가 시스템이며, 에어스프링은 노면으로부터 진동이나 충격하중이 전달되는 것을 완화하는 역할을 하고, 속업쇼버는 스프링의 진동을 흡수하는 댐퍼 역할을 한다.

에어 스프링은 일반적으로 코일 스프링 시스템과 달리, 차량 하중과 관계없이 차고를 일정하게 유지 가능하고, 압축된 공기를 통해 노면의 잔진동 및 강한 충격을 흡수한다는 특징을 가지고 있다. 또한 높은 하중을 지지할 수 있는 반면에 상대적으로 낮은 강성을 가지며, 비선형적인 응답 특성 구현이 가능하다는 특징을 가지고 있다. 이러한 특성으로 코일 스프링 시스템 차량과 모션, 특성이 상이하게 된다.

일반적으로 코일스프링이 장착된 차량 서스펜션 설계자는 R&H 성능을 고려하여, 차량의 라이드 주파수를 전륜 1~1.2Hz, 후륜 1.2~1.5Hz로 설계하고 있으나, 에어스프링이 장착된 차량 서스펜션의 경우 동일하게 설계하기에는 다양한 변수들이 존재한다.

그 변수 중 가장 큰 인자가 되는 건, 친환경 차 개발의 발전에 따른 차량의 고중량 화이다. 앞으로 개발되는 신차의 경우 차량의 중량은 높고 에어스프링이 갖는 고유진동수는 일반 스프링과는 상이하니, 하중 지지의 성능과 강성의 성능인자를 복합적으로 고려해야 할 뿐만 아니라 에어스프링 자체가 가지고 있는 내구/파열 성능과도 연관하여 목표 강성을 검토해야 한다.

우리는 이러한 과정을 차량의 라이드 주파수 튜닝이라고 하며, 에어스프링 관점에서는 강성 튜닝이라고 표현한다. 또한 전자제어 속업쇼버와의 연관성을 고려해서 튜닝이 필요하므로 좀 더 복잡한 과정을 이해하고 검토해야 한다.

일반적인 에어스프링 강성 튜닝의 인자는 에어스프링 체적, 피스톤 각도, 댐퍼마운트 밀도, 범프스토퍼 밀도 등에 대한 부분을 고려하여 진행되지만, 본 논문에서는 고중량 에어스프링 체적의 튜닝 한계성 등에 대해 고찰하여 피스톤 각도 부여에 따른 강성 및 내구 성능 예측에 관한 연구를 진행하였다.

피스톤을 특정 방향으로 각도를 부여한 경우, 각도를 부여하지 않은 설계 대비 강성은 감소하고 내구성능이 저하되는 경향이 있으며, 다른 방향으로 각도를 부여한 경우 강성은 증가하고, 주요 운동 구간에서 내구성능이 향상되는 것을 확인하였다.