

# SILS를 이용한 전동 조향장치 장착 차량 동적 거동 해석 Vehicle Dynamic Analysis of a Full Vehicle with EPS System using SILS

\*황종영<sup>1</sup>, 김남석<sup>1</sup>, #김창완<sup>2</sup>

\*J. Y. Hwang<sup>1</sup>, N. S. Kim<sup>1</sup>, #C. W. Kim(goodant@konkuk.ac.kr)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>건국대학교 대학원 기계설계학과, <sup>2</sup>건국대학교 기계설계학과

Key words : Electric Power Steering System, Motor System, Full Vehicle Model, Co-Simulation, SILS

## 1. 서론

오늘날 자동차 산업의 조향장치 분야에 있어서 전동조향장치(EPS: Electric Power Steering)의 적용이 확산되고 있다. 전동조향장치 시스템은 엔진과 독립적으로 장착된 전동기를 통해 운전자의 조향을 보조해주는 장치로 연비향상, 차량의 중량 감소, 빠른 응답성 등의 장점을 가지고 있다. 이러한 이유로 전동조향장치의 수요가 더 늘어날 것으로 예상하고 있다. 이에 따라 최근 전동조향장치에 대한 모델링 및 성능평가를 위한 하드웨어 및 소프트웨어 개발에 많은 연구가 집중되고 있는 실정이다.

따라서 본 논문에서는 전동조향장치가 장착된 차량의 성능 시험 및 차량 동역학 특성 분석을 위한 가상 해석기술에 대하여 연구하였다. 전동조향장치는 전기-기계 연성해석이 필요하다. 이를 위해 전동조향장치를 역할과 기능에 따라 전동기를 구동시키는 전동기 드라이브 시스템(Motor drive system)과 기계 시스템인 조향장치로 나누고 각각에 대한 모델을 구현한다. 또한 전동조향장치가 장착된 전 차량(Full vehicle model)을 구축하고 차량의 동역학 특성을 분석한다. 이를 위해 전동조향장치가 장착된 차량의 차량 동역학 특성 분석을 위한 SILS(Software In the Loop Simulation) 시스템을 구성하여 전동조향장치의 해석을 위한 가상 시험 환경을 구축한다.

## 2. EPS 시스템의 모델링

전동조향장치는 엔진과 독립적으로 모터를 장착하고 주행 상황과 운전자의 의도에 따라 토크센서(Torque sensor)와 제어기(Control unit)를 통해 전동기를 제어하여 운전자에게 적절한 조향력을 보조해주는 장치이다. 전동조향장치는 크게 스티어링 휠, 스티어링 축(Steering shaft), 토크센서, 전동기 등의 장치로 구성되며, Fig. 1은 컬럼 타입 전동조

향장치의 작동 흐름을 나타낸 것이다. 운전자에 의한 스티어링 휠의 조작에 의해 입력 측에 발생하는 토크는 토크 센서에 의해 전기신호로 변환되어 제어장치에 전해지게 된다. 전동기는 전류의 크기에 비례하여 토크를 발생시키고, 이는 감속기에 의해 증폭되어 출력축에 전달되어 운전자에게 적절한 보조 동력을 제공하게 된다.

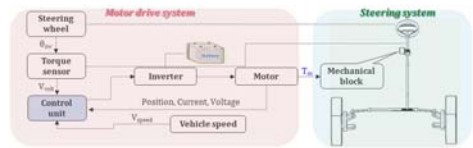


Fig. 1 Block diagram of column-type EPS system

향전동기에서 보조토크를 제공하기위해 사용되는 전동기는 브러시(Brush)를 제거한 영구자석 전동기를 사용한다. 전동기 및 전동기를 제어하는 드라이브 시스템을 Fig. 2와 같이 Matlab/Simulink를 이용하여 모델링하였다.

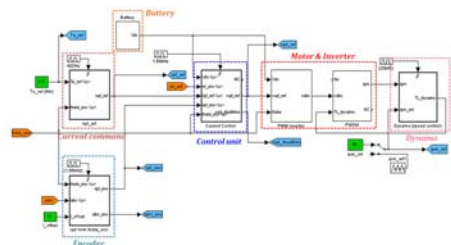


Fig. 2 Block diagram of a motor drive system

### 2.2 조향장치 모델링

조향 장치는 운전자가 차량의 주행 방향을 제어할 수 있도록 해주며 이것은 바퀴와 스티어링 휠 사이에 연결되어 있는 링크 장치에 의해 작동된다.

이러한 조향장치를 차량 동역학 해석 프로그램인 ADAMS/Car를 이용하여 스티어링 휠(Steering wheel), 스티어링 컬럼(Steering column), 중간 축(Intermediate shaft), 스티어링 축(Steering shaft), 전동기(Motor), 랙(Rack), 랙 하우스(Rack house), 피니언(Pinion)으로 구성되어 있는 랙 앤 피니언 조향장치를 다물체 동역학 모델로 구현하였다.

### 2.3 전차량 모델

구축된 전 차량 다물체 동역학 모델은 이미 완성된 전동기 드라이브 시스템과 조향장치로 이뤄져 있는 전동조향장치, 서스펜션(Suspension), 파워트레인(Powertrain), 브레이크(Brake), 타이어(Tire), 새시(Chassis), 차체(Body) 등의 결합으로 구성되어 있다.

### 3. EPS 시스템 장착 차량의 해석

ADMAS/Car로부터 차량속도, 스티어링 각 등이 MATLAB/Simulink로 전송되고 이에 따른 적절한 보조토크가 전동기를 제어하기 위한 전동기 드라이브 시스템 모델에 의해 계산되어 ADAMS/Car의 전 차량 모델로 보내지게 된다. 이 보조토크는 회전 조인트와 감속기어로 구성된 스티어링 축에 전달되고 이를 통해 스티어링 각과 차량의 주행상황에 따른 보조토크가 적절하게 제공되는 것이다. Fig. 3은 Matlab/Simulink 기반의 전동기 드라이브 시스템 모델과 ADAMS/Car 전 차량 모델이 연계된 전기-기계 연성해석 모델을 나타낸다.

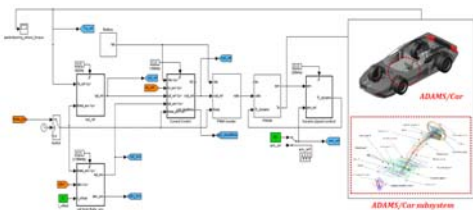


Fig. 3 Block diagram of Elector-Mechanical Co-simulation

### 4. 해석 결과

본 연구에서는 조향 성능을 평가하는 On-Center Handling에 대한 해석을 하였다. 스티어링 휠 입력 각을 20°,40°,60°로 하였을 때, 스티어링 휠 토크는 Fig. 4와 같이 나타난다. Fig. 4에서와 같이 전동기를 통한 보조토크가 제공됨에 따라 스티어링 휠에서의 토크가 작은 값을 보여 전동기 토크 보조의

효과가 잘 나타나고 있음을 알 수 있다.

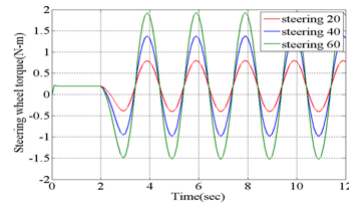


Fig. 4 Steering wheel torque according to time

### 5. 결론

본 논문에서는 전동조향 장치가 장착된 전 차량 모델의 차량 동역학 특성 분석을 위해 전동조향장치 모델과 전 차량 모델이 연계된 전기-기계 연성해석을 수행함으로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 전기-기계-제어이론이 복합적으로 포함되어 운전자의 조향력을 적절하게 보조해주는 전동조향장치를 전동기 제어 모델과 조향 다물체 동역학 모델로 구축하였다.
2. 전동 조향장치가 장착된 차량의 차량 동역학 특성 분석을 위한 전동조향장치, 서스펜션, 파워트레인, 브레이크, 타이어, 새시, 차체로 구성된 전 차량 다물체 동역학 모델을 구축하였다.
3. 정밀한 전동기 제어 모델과 전 차량 다물체 동역학 모델을 연계하여 다양한 차량의 주행상황에 따른 전기-기계 연성해석을 수행하고 전동조향장치가 장착된 차량의 차량 동역학 특성을 분석하였다.
4. SILS(Software In the Loop Simulation) 시스템을 구성함으로써 효율적인 전동조향장치의 해석을 위한 가상 시험 환경을 구축하였다.

### 후기

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology (grant number 2009-0077217, 2009-0067895 and 2011-00260 ).