

주행 시험 데이터 기반 BYD Seal 06 DM-i PHEV 파워트레인 제어 전략 분석

유 현 석¹⁾·성 혜 인¹⁾·정 준 혁¹⁾·주 성 연¹⁾·민 병 순²⁾·안 영 국²⁾·김 남 옥^{*1)}

한양대학교 기계공학과 – BK21 4단계 ERICA-ACE 센터¹⁾.

테너지²⁾.

Data-Driven Analysis of BYD Seal 06 DM-i PHEV Powertrain Control Strategy Based on Driving Test Data

Hyunseok Yu¹⁾ · Hyein Sung¹⁾ · Junhyeok Jeong¹⁾ · Sungyeon Ju¹⁾

Byungsoon Min²⁾ · Youngkuk An²⁾ · Namwook Kim^{*1)}

*Department of Mechanical Engineering and BK21 FOUR ERICA-ACE Center, Hanyang University¹⁾
Temergy²⁾*

Key words : Multi-mode Hybrid System(멀티모드 하이브리드 시스템), Plug-in hybrid electric vehicle(플러그인 하이브리드 전 기자동차), Parameter estimation(파라미터 추정), BYD DM-i System (BYD DM-i 시스템), Data-Driven Analysis (데이터 기반 해석), Simulation-based analysis(시뮬레이션 기반 해석)

* 교신저자, E-mail: nwkim@hanyang.ac.kr

** 이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(RS-2024-00353106).

최근 전기차 보급이 확대되고 있음에도, 충전 인프라 부족과 충전 시간의 한계, 주행거리 불안 등 현실적 제약으로 인해 플러그인 하이브리드 전 기자동차(PHEV)와 주행거리 연장형 전 기자동차(EREV)가 현실적인 대안으로 부상하고 있다. 하이브리드 파워트레인은 일반적으로 동력 전달 구조와 운전 방식에 따라 직렬형(Series), 병렬형(Parallel), 동력분기형(Power-split)으로 구분되며, 이들 구동 방식을 주행 조건에 따라 복합적으로 활용할 수 있는 시스템은 멀티모드(Multi-mode) 하이브리드 시스템으로 분류된다. 특히, BYD DM-i 시스템은 BYD의 대표적인 PHEV 하이브리드 시스템이다. 이 시스템은 전기 구동을 우선으로 하면서, 필요 시 엔진을 고효율 지점에서 발전 및 구동에 활용하여 연비, 전비, 주행거리를 동시에 확보하도록 설계되었다. BYD는 5세대 DM-i 기술을 적용한 Seal 06 DM-i PHEV를 출시하였으며, 고효율 엔진과 LFP 기반 Blade 배터리를 결합한 전동화 파워트레인을 적용하였다. 또한, 해당 파워트레인은 직렬형과 병렬형의 특성이 모두 나타나는 멀티모드 하이브리드 시스템으로 볼 수 있으며, 공개 자료만으로는 구체적인 제어 로직을 파악하는 데 한계가 있어 실차 주행 시험 데이터 기반의 분석이 필요하다.

본 연구에서는 실차 주행 시험 데이터를 기반으로 BYD Seal 06 DM-i PHEV의 파워트레인 제어 전략을 분석하였다. 시험 데이터를 활용하여 다양한 주행 조건에서의 엔진 On/Off 조건을 추정하고, EV 모드와 HEV 모드 간 전환 특성, 차속 및 휠 출력에 따른 직렬·병렬형 모드 전환 기준, 엔진·모터·배터리의 작동 영역, SOC 관리 전략, 회생제동 제어 로직, CD/CS 모드 제어 전략을 도출하였다. 이러한 분석은 MATLAB 기반 자체 개발 툴을 활용하여 수행하였으며, 엔진·모터의 속도/토크, 배터리 출력, 차속 등의 신호를 추출한 후 모드를 분류하고 해석하는 프로세스로 구성하였다.

결과적으로 각 모드의 작동 조건과 전환 파라미터를 정량적으로 도출하였으며, 데이터 기반 제어 전략 해석 절차를 제시하였다. 이러한 결과는 향후 시뮬레이션 차량 모델 개발, 제어 파라미터 설정, 에너지 관리 전략 고도화를 위한 기초 자료로 활용될 수 있다.