

2세대 GM Volt 작동 모드의 동력 전달 효율 분석

김 정 현 · 김 남 욱*

한양대학교 기계공학과

Analyzing the Powertrain Efficiency under Different Operating Modes of

GM Volt 2nd Generation

JeongHyeon Kim · Namwook Kim*

Department of Mechanical Engineering, Hanyang University

Key words : PHEV(플러그인 하이브리드 자동차), HEV(하이브리드 자동차), Power Efficiency(동력 효율), Port-based modeling(포트 베이스드 모델링), Lever Theory(레버이론), Constrained Dynamics(제약 동역학)

* Corresponding Author, E-mail: nwkim@hanyang.ac.kr

2015년 새롭게 발효된 기후 협약 아래 세계적으로 연비 및 이산화탄소 등에 대한 규제가 강화되기 시작하면서 친환경차의 중요성이 날로 증대되고 있다. 특히 과거에 비해 연비가 차량을 구매하는데 있어 중요한 요소가 된 만큼 전세계 유수의 완성차 업체들은 고 연비 하이브리드 차를 개발하는데 전력을 쏟고 있다. 보다 나은 효율을 가진 새로운 하이브리드 구조와 최적의 제어 전략을 개발하려는 노력은 현재 전세계 곳곳에서 이루어지고 있다.

본 연구에서는 미국 아르곤 국립연구소와 협업하여 GM Volt2 PHEV(Plug-in Hybrid Electric Vehicle) 차량 모델을 개발하고, 아르곤 연구소에서 만든 Autonomie 시뮬레이터(그림1)를 활용하여 차량의 Mode별 최적 동력 효율을 분석하였다. GM Volt2의 파워트레인 구조는 엔진과 2개의 모터, 2개의 클러치, 1개의 원웨이 클러치, 2개의 유성기어로 구성되어 있으며(그림2), 파워트레인 각 구성요소에 대한 Lever Model은 그림3과 같다. 이 때 유성기어는 널리 알려진 레버이론(Lever Theory)과 제약 동역학(Constrained Dynamics)을 사용하여 모델링을 진행하였으며 수식은 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} \mathbf{I} & \mathbf{C}_s^T \\ \mathbf{C}_s & \mathbf{0} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{\omega} \\ \lambda \end{bmatrix} \quad (1)$$

($\mathbf{I}$ = Inertia of planetary gears, $\mathbf{C}_s$ = Jacobian matrix, $\dot{\omega}$ = angular acceleration, λ = Langrange multipliers, T = Torque)

본 연구에서는 Port-Based Modeling 기법을 통해 파워트레인의 서브시스템을 구성한 후, 전체적인 차량 시스템을 통합(System Integration)하는 방식으로 모델링을 진행하였다. GM Volt2 차량 모델을 기반으로 해석하여 Mode별 최적의 동력 효율을 계산하고, 실제 차량에 적용된 제어 전략과 비교하여 특정 주행 상황에서 어떤 Mode가 적합한지를 예측하였다.

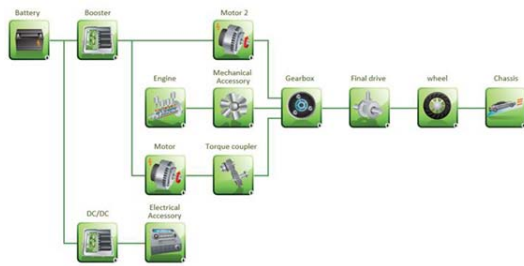


Photo. 1 Autonomie Vehicle Model

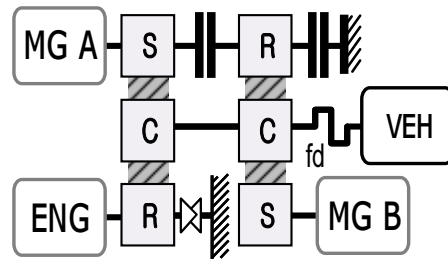


Photo. 2 Powertrain Configuration of Volt2

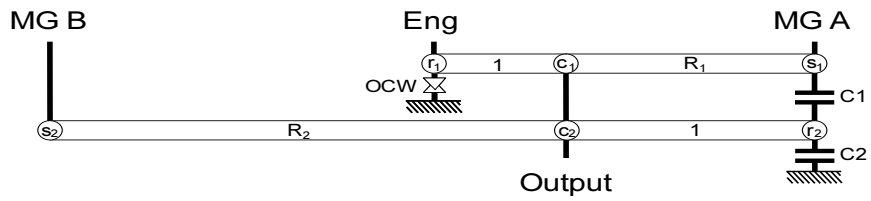


Photo. 3 Lever Analogy of GM Volt2