

요지

전 세계적으로 환경 규제가 강화됨에 따라 내연기관차의 대안으로 전기차가 주목받고 있다. 일반적인 이륜구동 1단 전기차는 간단한 구조로 인해 손실이 적다는 장점이 있지만, 모터의 성능에만 크게 의존하는 한계점이 있어 이를 해결하기 위해 다양한 파워트레인 시스템이 제안되었다. 그중에서도 사륜구동 2단변속 전기차는 전륜에 CLAMT (CLutchless automated manual transmission)을 사용하여 2단을 구현하고 전, 후륜 각각에 모터를 배치하여 복잡해진 시스템을 제어할 모드 변환 맵과 기어비 최적화를 통해서 전비와 동력 성능 향상을 기대할 수 있다.

기존의 변환 맵 설계 방법은 모터의 효율만을 고려하지만 모터의 효율 외에도 회전관성 또한 시스템의 성능에 큰 영향을 미친다. 따라서 본 논문에서는 차량의 요구 가속도를 만족하기 위해 필요한 모터 토크를 예측하는 방법으로 회전관성의 변화를 고려한 모드 변환 맵을 제시하였다. 성능 평가는 종방향 차량 동역학에 기반한 전기차 모델을 개발하여 수행하였으며 운전자, VCU(Vehicle Control Unit), 파워트레인, 브레이크, 차량, 배터리 모델로 구성하였다. 특히, VCU 모델은 모드 변환 맵을 적용할 수 있도록 순서도를 개발하였고 파워트레인 모델은 구성 요소별 손실을 수학적으로 계산하여 다단화에 따른 영향을 반영하였다.

본 논문에서 제안한 모드 변환 맵은 기어비 조합에 따라 최적해가 달라

지므로 기어비 최적화 시 변환 맵 설계 과정을 포함하여 차량의 전비와 동력 성능을 최대한 향상시켰다. 일반적으로 기어비에 따른 차량의 전비와 동력 성능은 서로 상충 관계가 있으므로 다목적 최적화 기법을 사용하였고 상당히 많은 계산을 요구하므로 인공 신경망을 이용한 대체 모델을 생성하여 효율적으로 최적설계를 수행하였다. 최적화 결과는 기존 이륜구동 1단 전기차에 비해 전비와 동력 성능이 최대 2.40%와 5.15%씩 향상되었다. 이를 통해 회전관성 변화 고려의 필요성과 MBSE(Mode Based System Engineering)로 구현한 사륜구동 2단변속 전기차의 최적 설계 방법의 유효성을 확인할 수 있었다.