Copyright ⓒ 2026 KSAE
26SKSAE_A104

고정자 권선 층수 및 V형 영구자석 구조에 따른 전기차 구동 모터의 전자기 성능 비교 분석

장 재 훈[1) · 성 무 현[1) · 김 수 철[1) · 구 건 우[1) · 박 현 진[1)*]

한국자동차연구원[1)]

Comparative Analysis of Electromagnetic Performance in EV Traction Motors According to Winding Layer and V-Type Magnet Configuration

JeaHoon Jang[1)] · Moohyun Sung[1)] · Suchul Kim[1)] · Kunwoo Ku[1)] · Hyeonjin Park[1)*]

Korea Automotive Technology Institute

Key words : Traction motor(구동모터), Winding layer(권선배치), Magnet configuration(자석배치), Finite element analysis(유한요소해석), Characteristic analysis(특성해석)

* 교신저자, E-mail: hjpark@katech.re.kr

전기자동차용 구동 모터는 고출력 밀도와 넓은 운전 영역에서의 고효율 특성이 요구되며, 고정자 권선 구조와 회전자 영구자석 배치 형상은 전자기적 성능을 결정짓는 주요 설계 변수로 작용한다. 그러나 이들 설계 변수 조합에 따른 성능 변화를 정량적으로 비교한 연구는 상대적으로 부족한 실정이다. 본 연구에서는 고정자 권선 층수와 회전자 영구자석 구조의 조합에 따른 전기차 구동 모터의 전자기적 특성을 유한요소해석을 통해 비교 분석하였다.

기준 모델은 8-layer 고정자와 Double V-type 회전자 조합으로 설정하고, 유한요소해석(FEA)을 통해 고정자 권선 층수, 회전자 영구자석 구조의 각 조합별 전자기적 특성을 도출하였다. 주요 비교 항목으로는 무부하 역기전력, 전고조파 왜형률, 최대 효율, 철손 개선율, 그리고 토크 리플을 선정하였다.

분석 결과, 6 layer는 도체 단면적이 증가하여 상저항이 감소하고, 회전자 영구자석 구조의 경우, Double layer 구조가 전류밀도 저감에는 유리하나 THD 및 토크리플이 일부 운전 조건에서 증가하는 경향을 보인다. 반면 One layer 구조는 낮은 THD 특성을 보이며, 토크 리플 또한 상대적으로 낮은 값ㅇ을 나타내어 출력 측면에서 유리한 것으로 확인되었다. 또한 조합에 따른 전체 성능 변화는 고정자의 권선 layer보다 회전자 영구자석 배치 형상에 더 크게 영향을 받는 것으로 나타났다.

결과적으로, 본 연구를 통해 고정자의 다층 권선 구조와 회전자의 다단 자석 배치가 모터의 전자기적 손실 저감 및 출력 품질 향상에 유의미한 영향을 미침을 확인하였다. 이러한 결과는 향후 고효율, 고출력 전기차 구종 시스템 설계를 위한 형상 조합 최적화 방향을 도출하는 데 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

Acknowledgements : 본 연구는 2026년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 “모빌리티 모터 혁신기술 육성사업” 을 통해 수행된 연구임. (과제번호: P00459503)