

## 전기차 주행 사이클을 고려한 각동선 고정자 권선 설계

정 시 욱 · 이 재 승 · 장 문 석 · 김 동 수 · 정 재 우\*

대구대학교 전자전기공학과

## Design of Rectangular Conductor Stator Windings Considering Electric Vehicle Driving Cycles

Siuk Jung · Jaeseung Lee · Munseok Jang · Dongsu Kim · Jaewoo Jung\*

Department of Electronic and Electrical Engineering, Daegu University

**Key words** : Traction motor(구동 모터), Stator winding(고정자 권선), Rectangular conductors(각동선), Turn per phase(상당 직렬 턴 수), 도체 수(Conductor per slot), 주행 사이클(Driving Cycle)

\* 정재우, E-mail: jjw@daegu.ac.kr

전기차 산업에서 차량의 성능 향상과 효율 개선은 자동차 시장의 지속적 성장과 경쟁력 강화를 위한 중요한 과제이다. 전기차 구동 모터는 차량의 효율, 출력, 주행거리와 직결되는 핵심 요소로, 차량의 주행 사이클에서 반복되는 가속과 감속 상황에서 모터는 연속 토크 및 출력 구간이 주로 작동하므로, 이 운전 영역에서의 효율을 극대화하는 설계가 요구된다. 특히 슬롯 수, 도체 수, 직렬 턴 수 등 고정자 권선 설계 변수는 모터 성능에 큰 영향을 미치며, 이를 최적화하는 연구가 필요하다.

본 논문에서는 전기차 구동 모터의 전원 사양과 목표 설계 사양을 바탕으로, 정격 속도, 최대 속도, 연속 운전 조건을 모두 만족시키는 각동선 고정자 권선 설계 방법을 제시한다. 이를 위해 인덕턴스와 채교자속의 상관관계를 나타내는 Phi-L 맵을 구성하고, 요구사양을 충족하는 목표 설계 파라미터 범위를 설정하였다. 이후 8극 48슬롯과 8극 72슬롯에서 다양한 직렬 턴 수, 도체 수, 병렬 회로 수 조합을 분석해 인덕턴스와 채교자속 값을 도출하였다. 그 결과, 8극 72슬롯 모델에서 직렬 턴 수 24턴일 때 목표 Phi-L 맵 파라미터 범위를 만족하는 것으로 확인되었다.

도체 수가 증가하면 고속 구간에서 근접효과와 표피효과에 의한 AC저항이 감소해 전력 손실이 줄어들어 고속 성능이 향상된다. 그러나, 저속 구간에서는 도체 단면적이 줄어들어 DC저항이 증가하여 동손이 커진다. 또한, 도체 수가 많아질수록 점적률이 감소하여 슬롯 내 공간 활용도가 떨어지며, 절연층과 공기층이 증가해 요구되는 슬롯 면적이 커져 고정자 외경이 커질 수 있다. 따라서, 단순히 도체 수를 늘리는 것이 최선은 아니며, 차량의 주행 사이클과 목표 성능에 맞춰 도체 수, 배열, 크기를 최적화하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 12개의 도체와 6병렬 회로 구성이 대상 차량의 주요 운전 영역인 모터의 연속 토크 및 출력 구간에서 최대 효율을 달성하는 데 적합한 것으로 확인되었다.

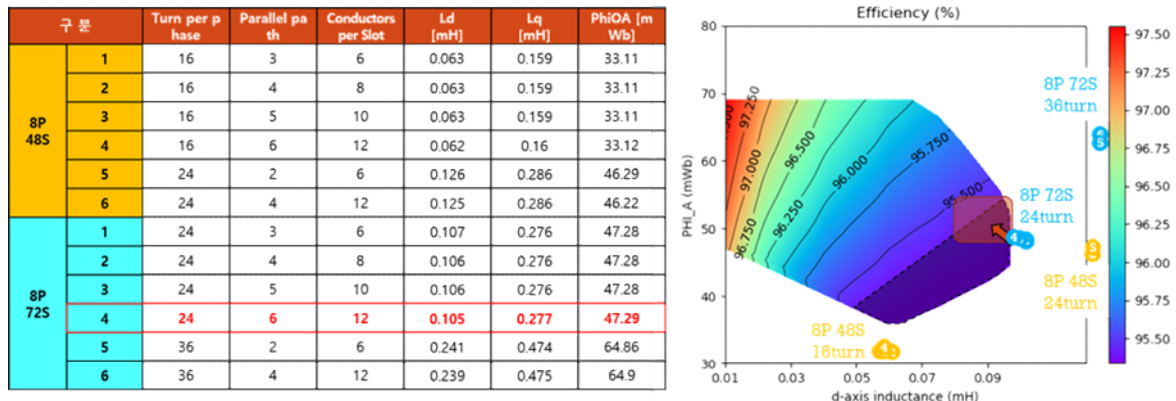


Fig. 1 Key Rectangular Conductor Stator Design Parameters

본 연구는 산업통상자원부에서 시행 중인 소재부품기술개발사업(연속와인딩 고정자 기반 e-Axle용 구동모터 및 제조기술 개발, RS-2024-00445670)으로 수행된 연구로 관계자분들에게 감사드립니다.