

Slot opening에 따른 전기자동차 구동시스템용 50kW, 1500Nm급 외전형 직접 구동 인휠 모터 특성 해석

김 관 호¹⁾ · 시 효 석^{*1)} · 고 경 진¹⁾

현대모비스¹⁾

Characteristics Analysis of 50kW, 1500Nm Outer Rotor Type Direct Driven In-Wheel Motor for Electric Vehicle Drive System according to Slot Opening

Kwanho Kim¹⁾ · Hyoseok Shi^{*1)} · Kyoungjin Ko¹⁾

Hyundai Mobis Company¹⁾

Key words : In-Wheel system(인휠 시스템), Outer Rotor Type Motor(외전형 모터), Electric Vehicle(전기자동차), Slot Opening(슬롯 오픈닝), Electro-Magnetic Loss(전자기 손실)

* 교신저자, E-mail: Kwanho.Kim@mobis.co.kr

현재 지구 온난화 및 화석연료 고갈로 인해 세계적으로 자동차 시장은 하이브리드 자동차(Hybrid Vehicle) 및 전기자동차(Electric Vehicle, EV)와 같은 친환경 자동차의 보급이 높아지고 있는 추세이다. 그중 인휠(In-Wheel) 시스템이 사용된 전기자동차의 상용화를 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 인휠 모터 시스템은 자동차 바퀴 하나를 모터 하나가 구동하는 독립적인 시스템으로 이루어져 있기 때문에, 기존 내연 기관 자동차의 엔진룸이나 일반적인 전기자동차의 구동모터에 해당하는 공간을 활용할 수 있는 장점이 있다. 또한, 감속기가 필요 없는 직접구동방식 인휠 모터의 경우 기계손이 작고, 무게가 적으며 동력전달장치가 차지하는 공간을 줄여 차량 전체 시스템의 효율 및 출력 밀도를 증가시키는 이점을 가지고 있다.

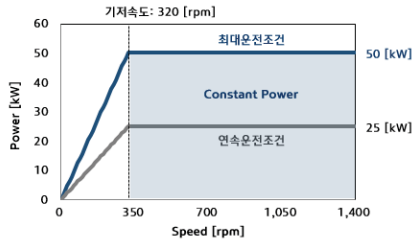
하지만, 그림 1.과 같이 인휠 시스템의 경우 휠 내부에 모터가 장착되어야 하며 브레이크 및 차체와 결합되는 샤프 부품에 대한 공간이 필요하여 모터 자체가 가질 수 있는 공간이 매우 협소하다. 본 논문의 인휠 모터의 요구 사양은 그림 2. 와 같으며, 요구 사양을 만족하기 위해 동일 외경에서 보다 높은 출력을 가지는 외형 모터로 인휠 모터를 설계하였으며, end-coil의 길이를 최소화하기 위해 집중권 방식으로 모터를 설계하였다.

일반적인 구동용 모터에 비해 기계손이 매우 낮은 인휠 모터이지만 상대적으로 동손 및 철손, 와전류 손과 같이 전자기 손실의 비중이 높은 편으로, 모터의 고 효율화를 위해서는 전자기 손실 분석이 필수적이다. 또한 모터가 직접 바퀴를 구동하기 때문에 우수한 승차감 및 소음 저감을 위해 낮은 코깅 토크와 토크 리플이 요구된다.

따라서, 본 논문에서는 요구 사양을 만족하기 위한 64극 60슬롯 50kW급, 1500Nm 외전형 인휠 모터를 설계 하였으며, 그림 3.과 같은 open slot과 semi-closed slot을 갖는 두 가지 타입에 대한 인휠 모터의 전자기 손실 및 코깅 토크, 토크 리플을 비교하여 slot opening에 따른 모터 특성의 영향을 확인하였다.

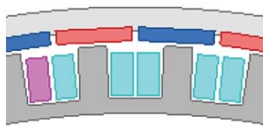


Photo. 1 Direct driven in-wheel system



항목	값
최대 출력	50 [kW]
최대 토크	1,500 [Nm]
최대 속도	1,400 [rpm]
연속 출력	25 [kW]
연속 토크	747 [Nm]
기저 속도	320 [rpm]
설계 전압	697 [V _{dc}]
최대 효율	95 [%]
냉각 방법	수냉
고정자 코어 외경 / 내경 [mm]	- / 368.8
회전자 코어 외경 / 내경 [mm]	420.4 / -
축 방향 길이 [mm]	72.2

Photo. 2 Requirement specification for in-wheel motor



(a)



(b)

Photo. 3 Configuration of outer rotor type motor :

(a) Open slot, (b) semi-open slot