

# 전동휠체어용 휠 내장형 모터 개발

## Development of In-wheel Motor for powered Wheelchair

\*홍용표<sup>1</sup>, 오홍석<sup>2</sup>, 류계형<sup>1</sup>, 문무성<sup>1</sup>

\*E. P. Hong<sup>1</sup>, H. S. Oh<sup>2</sup>, J. C. Ryu<sup>1</sup>, M. S. Mun(msmun@korec.re.kr)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>재활공학연구소, <sup>2</sup>(주)코모텍

Key words : Powered wheelchair, In-wheel motor

### 1. 서론

휠체어는 정상적인 보행이 불가능한 고령자와 환자들의 이동을 위한 재활보조기이다. 최근에는 수동휠체어과 전동휠체어의 장점만을 살린 수동전동 전환형 전동휠체어 (manual to electric convertible wheelchair: MECW)가 개발되고 있다. MECW는 사용자의 필요에 따라 주위환경에 적합하게 수동 휠체어 기능과 전동휠체어 기능을 적절히 사용할 수 있다.

MECW의 핵심인 구동휠은 탈착을 위해 모터, 감속기, 브레이크, 드라이버를 휠에 내장하는 일체형 구조를 가진다<sup>[1]</sup>. MECW용 구동모터는 내구성이 높고 정밀한 제어가 가능한 영구자석형 동기모터 (permanent magnet synchronous motor: PMSM)가 사용되고 있다. 본 연구에서는 MECW용 PMSM을 설계 및 구현하였다. MECW용 모터를 설계하였고, 시제품을 제작하여 성능시험을 통해 휠 내장용 모터로서의 사용가능성을 확인하였다.

### 2. MECW용 모터 설계

MECW는 수동차체 구조를 가지므로 최대속도가 6km/h로 일반 전동휠체어 비해 느리다. 개발하고 있는 MECW는 휠체어 무게가 25 kg의 초경량 전동휠체어이며, 국내외 시장을 위해 최대부하는 145kg로 설정하였다. 감속비 24일 경우 이를 만족하는 모터 사양은 표 1과 같다.

Table 1 Motor specification

Supply voltage	24 V
Rated power	200 W
Rated torque	1.5 Nm
Max. torque	4.5 Nm
Rated speed	1,300 rpm
Max. efficiency	85 %
Sensor	Hall sensor
Rotor type	Outer rotor

PMSM은 자석의 형태에 따라 표면 부착형과 매립형 구조로 나누어 진다. MECW는 휠크기가 크고, 이동시 발생하는 충격이 바퀴와 감속기를 거쳐 모터로 직접 전달되므로 견고한 구조가 요구된다. 따라서, MECW용 모터는 견고하고 기계적인 신뢰성이 높은 매립형 구조를 채택하였다. 권선방식은 분할정렬권선방식을 적용하여 점적률을 최대화하였고, 이로부터 모터체적을 최소화하였다. 최적화 설계를 위해 MotorPro<sup>TM</sup>을 사용하여 정밀한 설계와 해석을 수행하였다<sup>[2]</sup>. 그림 1은 16극 18슬롯으로 설계한 MECW용 모터의 자속선과 자속밀도를 나타낸다. 공극에 요소가 조밀하게 분할되었고 코어에 포화가 발생하지 않음을 알 수 있다.

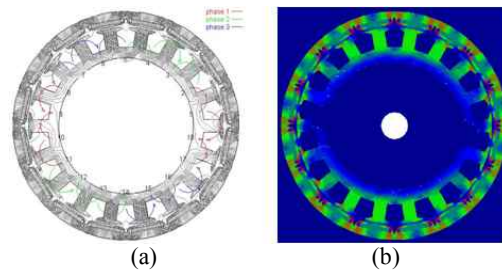


Fig. 1 The designed motor (a) finite element mesh (b) magnetic flux density

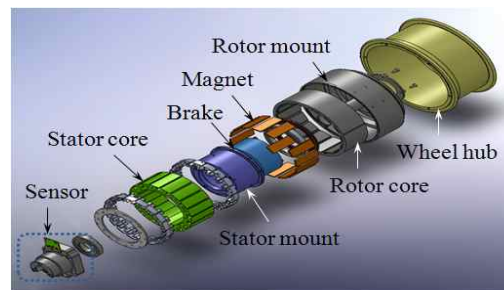


Fig. 2 Designed motor for a MECW

모터의 속도제어를 위해 회전자의 위치를 검출해야 한다. MECW의 정밀한 제어를 위해 내환경성이 우수하고 구조가 간단한 홀센서 방식의 위치 검출기를 구현하였다. 그림 2는 16극 18슬롯 구조로 설계된 외전형 200W 출력의 MECW용 PMSM을 나타낸다. 동력전달 축은 센서부를 거쳐 외부의 감속기로 연결되며 감속기가 휠허브와 연결되어 휠을 구동시킨다.



Fig. 3 Implementation of the motor

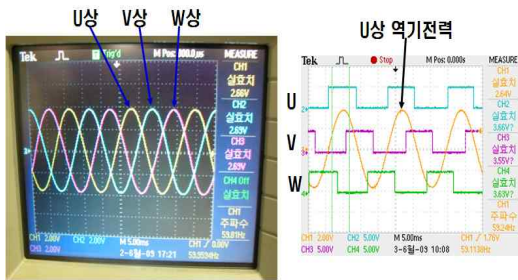


Fig. 4 Back EMF & hall IC output

Table 2 Measured results of the Motor

Driving voltage	24 V
Rated output	204 W
Rated torque	1.5 Nm
Max. torque	4.5 Nm
Rated current	10.5 Arms
Rated speed	1,300 rpm
Max. efficiency	82 %

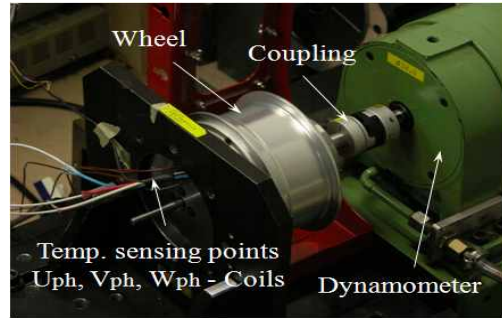


Fig.5 Dynamometer test

### 3. MECW용 모터 제작 및 시험

그림 3은 MECW용 모터의 제작과정을 나타내며, 그림 4는 제작된 모터를 시계방향으로 회전시 발생하는 역기전력과 홀소자 출력을 나타낸다. 홀소자 U상 출력은 U상 역기전력의 증가 시점과 일치하도록 설정하였다. 그림 5와 같은 부하시험 및 온도 특성시험을 행하였고, 표 2와 같은 모터의 구동 특성을 획득하였다. 이로부터 제작된 모터는 표 1의 설계사양을 충분히 만족함을 알 수 있다. 제작된 모터의 코일 온도는 정격부하에서 연속운전시 60℃ 이상을 넘지 않아 일체형 구동장치에 장착할 경우 방열에도 문제가 없음을 확인하였다.

### 4. 결론

본 연구에서는 MECW용 구동장치에 사용할 수 있는 구동모터를 설계 및 제작하였다. 설계된 모터는 주어진 공간에 맞추어 제작이 가능하였고 충분한 출력과 양호한 구동특성을 보였다. 따라서, 제작된 모터는 MECW용 구동장치에 충분히 적용 가능함을 확인하였다. 개발된 모터는 상용화를 위한 최적화가 진행중이다.

### 후기

이 연구는 지식경제부 산업원천기술개발사업의 지원 (과제번호: 10032055)으로 이루어졌습니다.

### 참고문헌

1. Jei Cheong Ryu, "The Convertible Wheelchair System", Journal of the Korean Society of Precision Engineering Vol. 20, No. 2, pp.14-18, 2003.
2. (주)코모텍, <http://www.komotek.com>