

# 마그네틱 엔코더를 이용한 인휠 구동장치 개발 Development of In-wheel Drive using Magnetic Encoder

\*#홍응표<sup>1</sup>, 진상곤<sup>2</sup>, 류제청<sup>1</sup>, 문무성<sup>1</sup>

\*#E. P. Hong (ephong@korec.re.kr)<sup>1</sup>, S. G. Jin<sup>2</sup>, J. C. Ryu<sup>1</sup>, M. S. Mun<sup>1</sup>

<sup>1</sup>근로복지공단 재활공학연구소, <sup>2</sup>소하앤대원

Key words : powered wheelchair, high efficiency, energy consumption

## 1. 서론

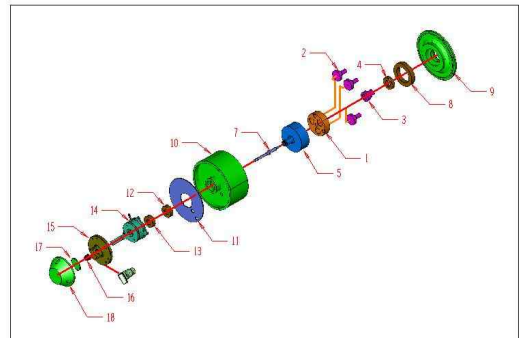
전동휠체어의 고기능화를 위해 선진국을 중심으로 인휠(In-wheel) 구동장치를 사용하는 전동휠체어가 연구되고 있다. 견인용 모터 (traction motor)의 정밀한 속도제어를 위해 고분해능 엔코더가 필요하며 사용환경이 먼지와 오염에 취약하므로 리졸버(resolver)나 마그네틱엔코더 (magnetic encoder)가 연구되고 있다. 본 연구에서는 마그네틱 엔코더를 사용하여 인휠 구동장치를 설계 및 제작하고 전동휠체어용 구동장치로 적합한지 성능을 확인하였다.

## 2. 설계 및 제작

그림 1은 설계 및 제작한 구동장치를 나타낸다. 모터출력이 감속기를 거쳐 휠로 동력이 전달되는 구조이며 모터 드라이버까지 구동장치 내부에 일체형으로 제작하였다. 수동으로 해제 가능한 브레이크를 사용하였고 12-bit 출력을 가지는 RLS사의 AM4096을 마그네틱 엔코더로 사용하였다. 휠은 승용차와 유사한 형태로 구동장치에 탈착 가능한 구조이다. 표 1은 구동장치를 적용하는 전동휠체어의 성능을 나타낸다. 모터는 최고속도 2,000rpm, 300W 출력으로 8-pole, 12-slot 구조이며 SPM (surface permanent magnet) 방식이다.

Table 1 Designed specifications of powered wheelchairs

specification	criteria	designed value
wheel size (mm)	-	356
max. speed(km/h)	<15	10
decel. distance(m)	-	2
max. slope(°)	-	12
curb climb (mm)	50	50
max. range(km)	25>	25
Load(kg)	-	150
battery (V/Ah)	-	29.6/16



(a)



(b)

Fig. 1 (a) Deal drawing of designed powered wheelchair drive and (b) developed prototype (1. gear case 2. planet gear 3-4. fixing device 5. rotor 7. motor shaft 8.bearing 9. case 10. stator 11. driver 12-13. fixing device 14. brake 15. case 16. encoder magnet 17. encoder 18. case)

구동장치는 모터의 회전자 축에 감속기 sun-gear를 열박음 고정하고 이 회전축이 브레이크 연결부까지 구동장치 전체를 관통하여 마그네틱 엔코더로 연결되는 구조이다. 모터 조립 후 감속기를

부착하고 반대 면에 드라이버를 고정한다. 드라이버와 모터는 완전히 분리되며 'H' 형상의 모터 고정자를 드라이버 방열판으로 사용하여 FET에서 발생하는 열을 발열한다. 모터 고정자는 구동장치 케이스의 일부이므로 구동장치 케이스 전체가 드라이버의 FET에서 발생하는 열의 발열에 사용된다. 브레이크를 고정하고 엔코더를 연결하여 출력 신호를 조절하며 구동장치에 컵컨터를 연결하고 차체에 부착한다. 조립시 공차와 엔코더용 자석의 자화특성에 따라 엔코더 출력에 오차가 발생하므로 엔코더를 구동장치에 연결하고 엔코더 각도를 조정한다. 최근의 상용 엔코더용 전용 IC들은 엔코더 각도 조정 범위가 넓어 조립과 시험이 용이하다. RLS사의 AM4096은 12bit 해상도를 제공하며 잡음 대책으로 11bit 혹은 10bit로 해상도를 조정할 수 있다. 본 연구에서는 10bit 해상도로 엔코더를 설정하였다. 그림 2는 구동장치의 조립과 차체연결 과정을 나타낸다.

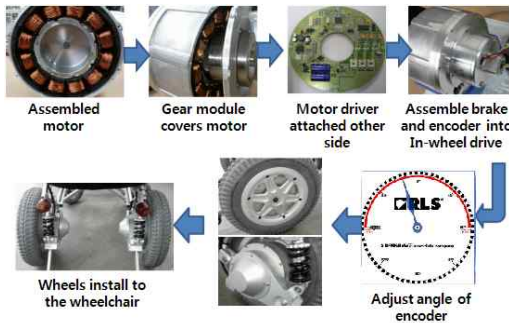


Fig. 2 In-wheel drive setup procedure

### 3. 시험 및 결과

구동장치 시제품의 성능을 확인하기 위해 다이내모미터(dynamometer)로 부하 특성을 시험하였다. 그림 3은 제작한 인휠 구동장치 시제품의 성능을 나타낸다. 그림 3으로부터 인휠 구동장치의 효율은 73%임을 알 수 있다. 제작한 인휠 구동장치를 전동휠체어 차체에 장착하고 에너지소모특성을 시험하였다. 전동휠체어의 에너지소모 특성시험은 구동기의 성능지표를 알 수 있는 중요한 시험이다. 시험용 차체는 미키코리아에서 개발한 전동휠체어용 차체 KORI-7을 사용하였다. 시험결과 40Ah 연축전지를 사용할 경우 100kg의 사용자 탑승시 50km 이상 주행이 가능하였다.

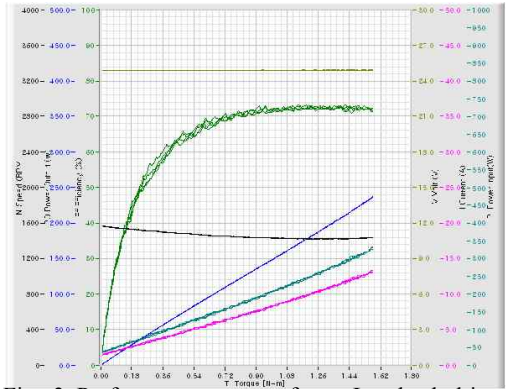


Fig. 3 Performance curve of our In-wheel drive



Fig. 4 Prototype powered wheelchair and result of energy consumption test

### 4. 결론

마그네틱 엔코더를 사용하는 전동휠체어용 인휠 구동장치를 설계 및 제작하였다. 제작한 구동장치의 효율은 정격에서 73%였으며 시험용 차체에 적용시 40Ah 연축전지로 100kg 사용자가 50km 이동이 가능하여 국내 전동휠체어 시험규격을 충분히 달성할 수 있는 성능이었다.

### 후기

본 논문은 보건복지부 보건의료연구개발사업(과제번호 : A110969)의 지원으로 이루어 졌습니다.

### 참고문헌

1. 홍응표, 김용철, 김규석, 류제청, 문무성, “수전동 휠체어용 구동장치 개발,” 한국정밀공학회지, 28-9, 1110-1118, 2011.
2. 홍응표, 류제청, 문무성, “초경량전동휠체어 시험 및 평가,” 한국정밀공학회 추계학술대회논문집, 2012.