수전동휠체어용 구동장치 개발

Development of driving system for power add-on drive Wheelchair

*#홍용표, 류제청, 문무성

*#E. P. Hong(ephong@korec.re.kr), J. C. Ryu , M. S. Mun

근로복지공단재활공학연구소

Key words : In-wheel driving system, manual to electric convertible wheelchair, powered wheelchair

1. 서론

휠체어 사용자가 증가함에 따라 수동휠체어와 전동휠체어의 장점을 결합한 수전동 휠체어(power add-on drive wheelchair: PADW)에 대한 관심이 증가하고 있다.[1] 본 연구에서는 기존의 PADW들의 성능을 분석하여 새로운 PADW를 위한 구동장치 제품사양을 설정하였다. 제품사양으로부터 구동장치 용량을 결정하고 모터 및 드라이버 구현하였다. 제작된 구동장치는 시험을 통해 전동휠체어에 충분히 사용가능함을 확인하였다.

2. 구동장치 설계

PADW의 중요한 설계변수는 최대로 등반할 수 있는 등반각과 이동속도이다. 표 1은 상품화된 수전동 휠체어들의 사양과 개발사양을 나타낸다. 구동장치의 사양을 설정하기 위해 PADW의 사양을 결정해야 하며, 개발할 제품은 국내 전동휠체어 사용환경을 고려하여 무게와 부하를 낮게 설정하였다. 설정된 PADW의 사양에 따라 모터와 드라이버를 설계하고 배터리를 선택적으로 적용하면 이동거리 설정이 가능하다.

Table 1 PADW descriptions

Specification	E-fix 25	Z 50	JWX-1	Korec
Weight (kg)	26.5	27.2	17.6	25
Heaviest component (kg)	9	9	8.6	8
Speed(km/h)	6	6	6	6
Loading(kg)	120	125	125	115
Climbing gradient (%)	20	10	10	15
Battery (V/Ah)	24/12	24/12	24/6.7	24/ ?
Range (km)	16	12	18	?

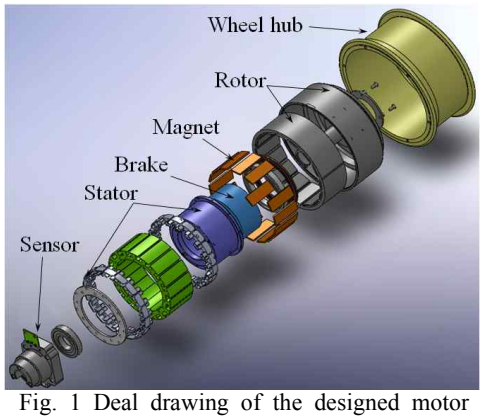

Fig. 1 Deal drawing of the designed motor

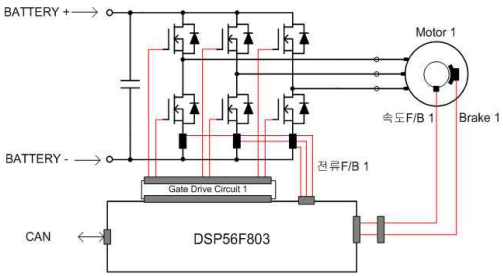

Fig. 2 Motor driver circuit for PADW

구동모터는 내구성이 높고 정밀제어가 가능한 PMSM (permanent magnet synchronous motor)를 채택하였다.[2] 표 1의 사양을 만족하는 구동장치를 제작하기 위해 모터의 정격출력은 200W로 설정하였고 최고 속도는 1300 rpm을 설정하였다. 감속비를 1/22로 할 경우 구동장치의 최대속도는 6km/h이다. 그림 1은 설계된 모터를 나타낸다. 모터구동을 위한 드라이버는 353VA의 정격출력으로 설계하였고 센서는 홀 IC를 사용하였다. 조종기의 입력지령을 수령하기위해 CAN 통신을 사용하였다. 그림 2는 PADW용 드라이버를 나타낸다.

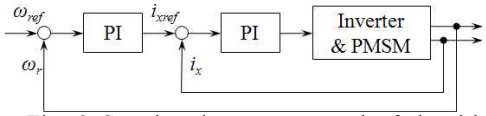

Fig. 3 Speed and current control of the driver

PSMS의 속도제어는 그림 3과 같이 지령속도와 실제 속도의 오차를 비례적분 (proportional integral) 제어하여 지령전류를 얻고, 지령전류와 실제전류의 오차로부터 비례적분 제어기를 사용하여 모터 상전압 출력을 얻는다. 이러한 전류 및 속도 제어기는 모터와 부하의 시정수와 전기적 시정수에 따라 그 이득을 설정함으로써 안정적인 속도제어를 실현할 수 있다. 영구자석의 자속이 일정하므로 전류 성분만 제어하면 출력토크를 제어할 수 있다.

3. 제작 및 시험

PADW용 구동모터는 외전형, 매입형 회전자 구조이며 고정자는 분할코어 방식으로 제작하고 정렬 권선하였다. 회전자와 고정자를 조립하고 센서를 장착한 후 부하시험을 행하였다. 제작된 모터는 직경 110 mm, 두께 80mm 였다. 그림 4는 제작된 모터와 센서출력신호를 나타낸다. 그림 5는 제작된 드라이버의 모터 속도 제어시 전류파형을 나타낸다. 전동휠체어의 안정성과 가속 및 정지시 승차감을 향상시키기 위하여 속도 프로파일 자체가 'S'자 형태를 가질 수 있도록 하였다.

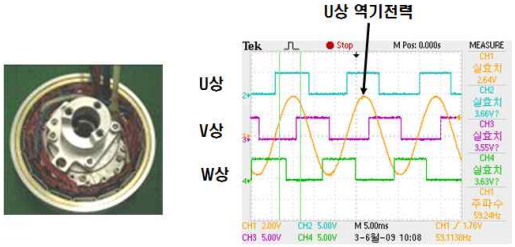

Fig. 4 Motor assembly and sensor output

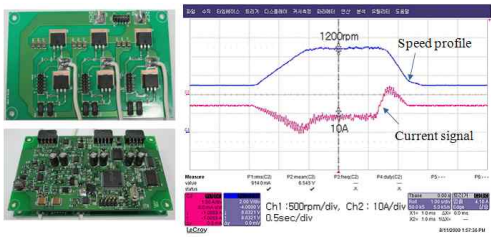

Fig. 5 Driver and controlled current signal

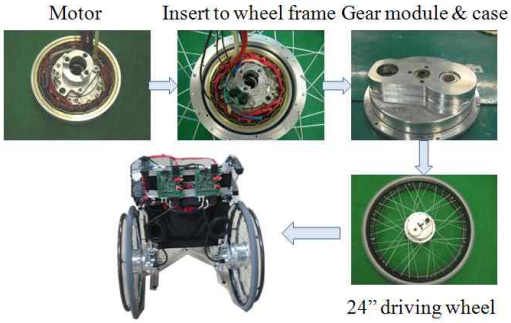

Fig. 6 Fabrication of driving wheel and PADW

그림 6은 구동장치를 조립하는 과정과 조립된 PADW 시제를 나타낸다. 제작된 모터를 휠허브에 장착한 후 감속기를 부착하여 구동휠을 제작하였다. 제작된 구동휠은 부하시험으로부터 약 65%의 높은 효율을 보임을 확인하였다. 모터, 감속기 드라이버 등 구동장치의 핵심부품이 시제작품임을 감안한다면 양산공정 확보를 통해 구동장치 효율을 더욱 높일 수 있을 것으로 기대된다.

4. 결론

본 연구에서는 PADW용 구동장치를 설계 및 구현하였다. 구동모터 드라이버를 설계 및 제작하였고 구동장치를 휠체어에 부착하여 구동장치의 특서을 확인하였다. 제작한 구동장치는 65%의 높은 효율을 보였고 전동휠체어에 사용 가능함을 확인하였다. 양산을 통한 정교화로 더욱 정교한 시스템의 제작이 기대된다.

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. E.P. Hong, H.S. Oh, J.C. Ryu, M.S. Mun, "Development of In-wheel motor for powered Wheelchair", KSPE 10A054, pp. 649-650, 2010.