

수동/전동 전환형 휠체어의 주행 특성 분석

Analysis of driving characteristic for Power Add-on Drive Wheelchair

*김용철, #김규석, 조현석, 류계형, 문무성

*Y. C. Kim, #K. S. Kim(kskim@korec.re.kr), K. S. Kim, H. S. CHO, J. C. Ryu, M. S. Mun

근로복지공단 재활공학연구소

Korea Orthopedic & Rehabilitation Engineering Center

Key words : electric wheelchairs, power wheelchair, convertible wheelchair

1. 서론

휠체어는 보행이 어려운 고령자 및 환자의 이동을 위한 재활보조기로서, 일반적으로 전동휠체어와 수동휠체어로 구분된다. 전동휠체어는 조이스틱의 조작으로 운전되는 편리한 사용성이 있으나, 무거운 중량으로 인해 주거지에서 멀리 벗어나 사용하기가 어렵고, 원거리 사용을 위한 차량이송이 용이하지 않다. 수동휠체어는 사용자가 직접 운전하므로 전동휠체어에 비하여 장거리 운전이 어려우나, 가벼운 중량으로 인해 차량이송이 간편하여 주거지에서 멀리 벗어난 지역에서도 사용이 용이하다.

최근에는 수동휠체어와 전동휠체어의 장점을 살린 수동/전동 전환형 휠체어 (power add-on drive wheelchair: PADW)가 개발되고 있다. PADW는 기존 휠체어에 비해 무게를 1/4로 줄이고, 차체 모듈화를 통하여 장거리 이동시 승용차에 탑재가 가능하며, 장거리 및 험로의 주행시 전동구동과 수동구동을 적절히 활용하여 사용자의 편리성을 극대화하였다.[1]

본 논문에서는 개발 중인 PADW 시제품의 운전 시험을 전동휠체어의 시험기준에 준용하여 실시하였다. 시험은 시제품 외에 추가로 2개사의 상용 제품을 같이 시행하였으며, 이 시험을 통해 개발하고 있는 PADW 시제품의 주행특성을 확인하였다.

2. PADW 시제품 사양

표 1은 PADW 시제품의 사양이다. 일반적으로 전동휠체어는 8~12 km/h의 주행속도를 가지며, 최대 15 km/h를 넘지 않아야한다. PADW는 수동차체를 사용하므로 안전성 등을 고려하여 최대속도 약 6km/h로 주행하고, 후진은 약 3~4km/h의 속도를 가진다.

Table.1 Specifications of the driving wheel for a electric wheelchairs capable of manual propulsion

Wheel radius	24 inch
Max. speed	6 km/h
Wheelchair weight	28 kg
Loading	115 kg
Maximum slope	8:1
Deceleration distance	1 m on level surface
Gear ratio	1/30

PADW용 구동휠은 직경이 일반적인 전동휠체어(14inch)의 약 2배인 24inch이므로 구동모터는 큰 토크를 낼 수 있어야 한다. 이를 위해 구동모터는 작은 크기로 큰 토크를 낼 수 있는 외전형 회전자 구조를 채택하였다. 전동휠체어용 브레이크는 안전을 위해 전원이 단락될 경우 구동장치를 제동할 수 있어야하므로 무여자 브레이크가 모터 내부에 위치하는 구조이다.

3. PADW 주행 시험

Table.2 Test items for manual/electric convertible wheelchair

items	a	b	c
max. safety climb	3°	6°	10°
static safety	6°	9°	15°
dynamic safety	3°	6°	10°
brake eff. climb	6°	9°	15°
	1.5cm	5cm	10cm
max. driving dist.	15km	25km	35km
noise	66dB	75dB	75dB

제작된 PADW의 주행 특성 시험을 위해 전동휠체어 시험규격[2] 중 주행성능을 시험하는 항목에 대하여 표 2와 같은 특성을 가지는 제작된 시제품 C와 A, B사의 2개 제품을 함께 시험하였다. 적용된 시험 항목은 표 2와 같이 최대 안전경사, 정적 안정성, 동적 안정성, 브레이크 효율성, 장애물 등반, 최대 주행거리, 소음 등이며, 사용목적에 따라 a(실내용), b(실내외 겸용), c(실외 전용)등급으로 구분

하여 기준을 적용한다. 이외에 수동운전 상태에서의 미는 힘 특성을 시험하였다.



Fig. 1 The tested PADWs A, B, and our prototype PADW C

그림 1은 시험에 사용된 3가지의 PADW 제품들이다. A는 일본 Yamaha사의 JWX-1, B는 독일 Otto bock사의 Z50A, C는 개발한 시제품이다. A와 C는 유성감속기를 적용한 구동휠이고, B는 감속기가 없는 모터직동(direct drive) 형식의 구동휠이다. 그림 2는 3 종류의 PADW를 이용하여 등판력, 정적안정성, 동적안정성, 장애물 등판능력, 최대 주행거리, 수동운전 상태에서의 미는 힘 등의 시험항목을 전동휠체어 시험에 준하여 시험하는 사진이다.



Fig. 2 Test for PADWs.

등판능력을 시험하는 최대 경사안전시험결과

A는 11°, B는 10°, C는 12° 까지 등판 가능하였다. 정지 상태에서 앞바퀴의 들뜸을 시험하는 정적안정성 시험에서는 A는 7°, B는 9°, C는 10° 까지 안정하였다. 최대속도로 출발/멈춤시의 동적안정성 시험에서는 A와 C만이 6°까지 안정함을 보였다. 경사각도에 따른 정지 상태에서의 안정성을 시험하는 브레이크 효율성 시험결과 A는 11°, B는 10°, C는 12°까지 안정하였다. 최대주행거리시험에서 A는 19.14km, B는 14.55km, C는 16.65km로 측정되었다. 장애물 등판능력의 성능시험에서는 C 만이 5cm의 등판성능을 나타내었다. 최대주행시 소음 성능시험에서 A는 67.5dB, B는 58.7dB, C는 64.5dB로 측정되었다. 수동운전 상태에서의 미는 힘 특성 시험에서 A는 13N, B는 23N, C는 24N으로 측정되었다.

4. 결론

본 논문에서는 PADW들의 주행특성을 시험하였다. 시험결과 기존의 상용제품과 개발된 시제품 모두 항목에 따라 전동휠체어의 B등급 또는 A등급에 준하는 성능을 나타내었다. 따라서 PADW는 실내용의 전동휠체어로서의 성능은 충분하나 실외용으로서의 전동휠체어로는 부적합하였다. 따라서, PADW는 장애물 등판능력과 최대주행거리 성능에 대한 보완을 통해 실내/외 겸용의 전동휠체어로 적용 가능함을 확인하였다.

후기

본 논문은 지식경제부 산업원천기술개발사업(과제번호: 10032055)의 지원으로 이루어 졌습니다.

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. 전동휠체어 시험규격 KS P 6114 [2006 개정]
3. 수동휠체어 시험규격 KS P 6113 [2007 개정]