

# 전동 휠체어용 둔턱이동 장치의 개발 Development of a curb-climbing aid for powered wheelchair

\*\*김규석<sup>1</sup>, 류제청<sup>1</sup>, 조현석<sup>1</sup>, 문무성<sup>1</sup>

\*#G. S. Kim (gskim@korec.re.kr)<sup>1</sup>, J. C. Ryu<sup>1</sup>, H. S. Cho<sup>1</sup>, M. S. Mun<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 근로복지공단 재활공학연구소

Key words : Powered wheelchair, Barrier free, Curb-climbing aid

## 1. Introduction

자립적인 보행이 불가능한 하지마비 장애인 및 퇴행성 장애가 있는 노인은 이동을 위해 전동휠체어를 사용하게 된다. 전동휠체어의 실외 이동시 휠체어는 보행로 또는 차로로 주행하게 된다. 보행로와 차로는 보행자의 안전을 위해 둔턱이 15cm 이상 설치되어, 경사도가 마련되지 못한 차도에서는 휠체어로 원하는 보행로로 이동할 수 없다<sup>1,2</sup>. 또한 지형구조와 목적에 따라 비정형적으로 생활 주변에 설치된 15cm이하의 둔턱은 전동휠체어의 이동을 제한하고 있다.

전동휠체어의 의료기기시험 규격에서 휠체어의 둔턱답과 기준은 B등급의 경우 5cm, C등급의 경우 10cm의 턱을 답과할 수 있어야 한다<sup>3</sup>. 시험조건은 일정속도로 주행하면서 둔턱을 오르게 되어 있다. 하지만 실제 사용자가 전동휠체어에 탑승하여 특정속도로 주행하면서 10cm 이상의 둔턱을 오르는 것은 둔턱과의 충돌충격으로 인해 자세의 안정성이 무너지고 위험한 상황을 일으키게 된다. 따라서 전동휠체어 사용자는 둔턱극복을 위해 안전한 둔턱극복 장치를 필요로 하고 있다.

본 연구에서는 전동휠체어 사용자들의 이동을 제한하는 15cm 이내의 둔턱을 정지 상태에서 오르 고, 내려 갈 수 있는 둔턱장애 극복용 이동장치를 개발하고자 한다<sup>4</sup>.

## 2. Curb-climbing Aid Design

둔턱 극복을 위한 메카니즘 장치에는 한 쌍의 링크와 리니어 액츄에이터(LINAK Co. LA28, 3500N max, 덴마크), 우레탄 휠(120mm, 한국)를 사용하였다(Fig.1). 액츄에이터 구동시 링크에 설치된 휠은 회전하면서 초기 위치와의 수직거리가 최대 200mm 까지 올라가게 된다. 둔턱 극복을 위해 휠체어에 설치된 구동장치는 휠체어를 전방 또는 후방으로 틸팅시켜 준다. 휠의 축에는 원웨이 베어링(One-Way Bearing)이 사용되어 틸팅시 미끄러지지 않고 한 방향으로 회전한다. 둔턱극복 장치는 휠체어의 전방과 후방에 한 쌍으로 설치되어 사용된다(Fig.2). 둔턱을 만났을 때 전방의 액츄에이터의 작용에 의해 휠체어는 틸팅하여 캐스터를 둔턱 위로 올려놓고, 주행에 의해 둔턱까지 주행륜으로 이동한 후에 후방에 설치된 액츄에이터의 작용에 의해 휠체어는 들어 올려지면서 둔턱 위로 이동된다. 올려진 상태에서 후방 액츄에이터를 원래 위치로 복귀시킬 때 둔턱극복 장치에 설치된 휠은 바닥과의 마찰에 의해 회전하면서 휠체어를 당겨내지 않고 둔턱을 오르게 한다(Fig 3).

## 3. Modeling and Simulation

둔턱 답과 시뮬레이션을 위하여 휠체어와 둔턱 극복장치를 모델링하였다(Fig.4). 휠체어는 후륜

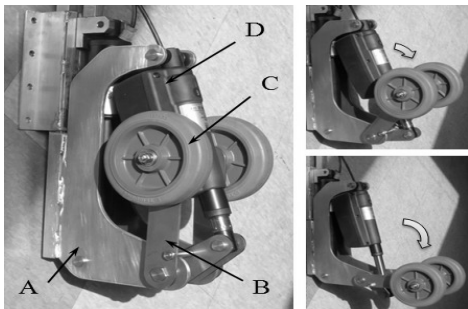


Fig. 1 Photographs of the curb-climbing aid : A, Housing; B, Link bar; C, Wheel; D, Actuator.



Fig. 2 Photographs of the curb-climbing wheelchair : A, B Curb-climbing aid; C, Driving wheel.

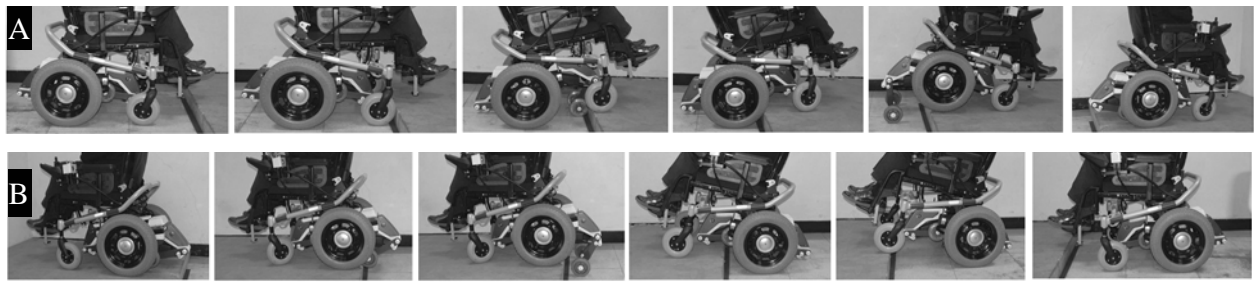


Fig. 3 Operation of the curb-climbing powered wheelchair. Going up(A) and down(B) curbs

구동형으로 후륜의 직경은 400mm이며, 전륜은 직경 200mm이다. 휠체어 중량은 80kg, 탑승시킨 인체 더미는 100kg이다. 시뮬레이션을 위한 둔턱의 높이는 150mm로 차로와 보행로에 설치된 둔턱의 높이를 기준하였다. 다물체 동역학 해석 패키지 (RecurDyn™) 를 사용하여 11초 동안 수행하였다.

#### 4. Results

주행 바퀴의 구동토크는 약 4초 시점에서 220Nm의 최대값을 보여주고 있다. 한 바퀴에 걸리는 토크로 양쪽 바퀴에 440Nm의 최대 토크를 필요로 한다. 9.5초 시점에는 약 100Nm의 역 토크가 걸리며(Fig. 5), 둔턱모듈의 전방 액츄에이터는 1.8초 시점에서 약 900N의 최대 축력이 걸리는 것으로 나타나고 있다(Fig. 6). 둔턱을 오르기 위하여 둔턱 바퀴가 지면에 접촉해 있는 동안에 하중을 견디는 힘으로 큰 부하는 걸리지 않는 것으로 나타난다. 둔턱모듈 상하 이동 액츄에이터는 약 0.3초 시점에 피크를 이루며 급격히 감소하는 형태를 보여주고 있다. 이는 초기에 둔턱 모듈의 바퀴가 지면에 접촉하면서 캐스터를 들어 올리는 과정으로 지면 충돌에 따라 큰 하중이 발생하고 있으나 실제로는 매우 느린 속도와 바퀴의 댐핑으로 인해 정적상태의 하중 레벨이 작용되고 있다.

#### 5. Conclusions

본 연구에서는 휠체어의 이동에 장애가 되는 둔턱을 극복할 수 있는 둔턱극복 장치를 개발하고 검증하고자 하였다.

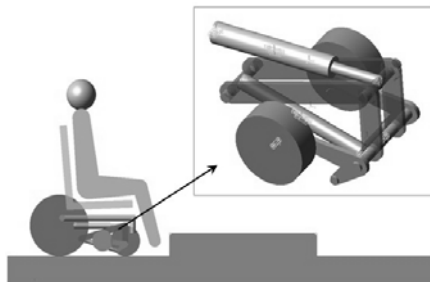


Fig. 4 Modeling of the curb-climbing aid

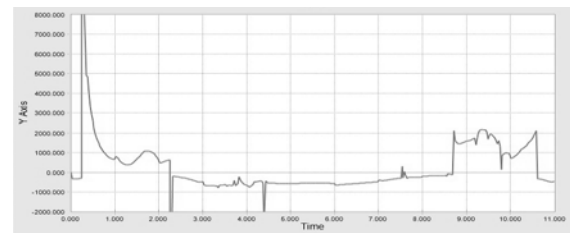


Fig. 5 Wheel torque vs. time

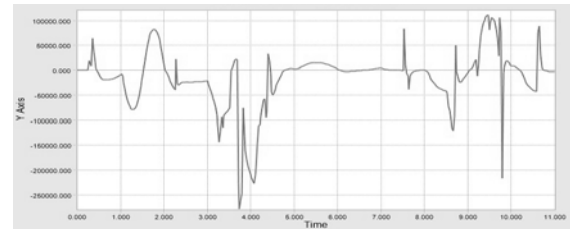


Fig. 6 Actuator force vs. time

개발된 둔턱극복 장치는 전동휠체어에 설치되어 150mm의 둔턱을 오르고 내리는 동작을 원활하게 수행하였으며, 시뮬레이션 결과로는 둔턱을 극복하는데 필요한 토크를 내고 있음을 확인하였다. 향후 본 연구에서는 수동으로 조작되는 둔턱극복 장치에 대하여 둔턱의 높이를 감지하고 자동으로 둔턱을 극복할 수 있는 장치로 개발하고자 한다.

#### Acknowledgements

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

#### References

1. Conrad, M., "Wheeling through rough terrain-the legal roadblocks of disabled access in sports arenas," *Marquette Sports Law Journal* 8(2),263-288, 1998.
2. Sandra, R., "Federal Policies to Increase the Mobility of the Elderly and the Handicapped," *Journal of the American Planning Association*, 48, 335- 350, 1982.
3. KS P ISO 7176, "Wheelchairs – Part 10 : Determination of obstacle-climbing ability of electric wheelchairs." 7176-10
4. Edward, P., Donald, W., and Wright, M., "Five Years of Wheelchair Evaluation," *Bulletin of Prosthetics Research*, 10, 30-38, 1969.