

Equipment design for stairs to evacuate people with a mobility impairment when fire occurs

Young-jun Ko^{1*}, Heung-soon Youn², Jong-bae Kim³

¹ Seoul National University of Science and Technology, Seoul, Korea

² Seoul National University of Science and Technology NID Graduate School, Seoul, Korea

³ National Rehabilitation Research Institute, Seoul, Korea

Background When fire occurs abruptly in buildings, residents have to evacuate the buildings by stairs instead of the elevator. In such cases, wheelchair users and old people who have difficulty in movement are unable to evacuate properly and are at high risk of encountering an accident. To solve this problem, some stair movement equipment was developed by companies both in Korea and abroad. However, they still have many issues to be addressed in terms of usability. Accordingly, the objective of this study is to present equipment design for stair movement by which people with mobility impairment such as wheelchair users and old people can evacuate rapidly via stairs.

Methods For this study we have identified characteristics of fires which occur in tall buildings such as evacuation routes including stairs, people with mobility impairment and stair movement equipment. Secondly, we also have carried out a comparative analysis of existing stair movement equipment developed in Korea and abroad from the perspective of 'ease of use', 'ease of movement', 'safety', 'economics', 'appearance' and 'lightness'. Thirdly, using stair movement equipment developed by Easy-move Co. in Korea, we have conducted a usability test with the participation of five subjects (three users and two equipment carriers) to identify problems and user requirements related to the equipment. Lastly, based on design directions established by synthesizing the results of the above research, we have proposed new design of stair movement equipment.

Results In order to reduce the time taken to fasten safety belts of the equipment, retractable belts are installed which prevent stair movement equipment belts from getting caught between user's lap and the seat. Retractable belts are returned to their original position after use. Handles are attached to diagonal frames which connect the seat and backrest to reduce user's fear when going down. In addition, instructions showing how to use the equipment in four steps from fastening belts to going down stairs with a pictogram and the Korean alphabet are placed on the back of the backrest to help the person carrying the equipment to refer to it.

Conclusion In our final design, we have tried to reduce production costs by using a main frame, caterpillar and caster of stair movement equipment with existing ones which are available on the market without disharmonizing its appearance. In the near future, we will make a working mock-up and conduct additional usability tests with it to obtain users' feedback for commercializing the final design.

Keyword Evacuation equipment, People with mobility impairment, Building fires

Corresponding author: Young-jun Ko (yjko@seoultech.ac.kr)

Citation: Ko, Y., Youn, H., & Kim, J. (2013). Equipment design for stairs to evacuate people with a mobility impairment when fire occurs. *Archives of Design Research*, 26(1), 2013.2

Received Dec. 06. 2012 Reviewed Jan. 17. 2013 Accepted Jan. 17. 2013
pISSN 1226-8046

Copyright: This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted educational and non-commercial use, provided the original work is properly cited.

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

고층건물 화재 시 휠체어사용자, 고령자 등 이동약자들은 대피하는데 특히 문제가 많다. 건물에서 화재가 발생하면 엘리베이터를 이용 할 수 없기 때문에 계단을 이용하여 건물 밖으로 대피하지 않으면 안 된다. 하지만, 계단으로 이동이 불가능한 휠체어사용자나 질병 등으로 인해 보행이 힘든 고령자는 제때 대피하지 못하여 사고를 당하는 수가 많다. 이에 따라 국내의 몇몇 업체에 의해 계단이동장치가 개발되어있으나 ‘사용의 용이성’, ‘이동의 용이성’, ‘심미성’ 등의 면에서 개선해야 될 점이 적지 않다. 따라서 계단이동 관련 문제점 및 요구사항을 반영하여 화재 등의 재난 시 이동약자들이 계단을 이용하여 신속하게 지상으로 대피할 수 있는 계단이동장치의 디자인을 제시하기 위해 연구를 진행하였다.

1-2. 연구의 방법

연구의 방법으로는 첫째, 문헌조사를 통해 고층건물에서 발생하는 화재의 특성, 계단을 포함한 화재 시 대피경로의 특성, 계단이동장치의 특성을 파악하였다. 둘째, 국내외에서 개발된 기존 계단이동장치를 ‘사용의 용이성’, ‘안전성’, ‘경량성’, ‘이동의 용이성’, ‘경제성’, ‘심미성’ 측면에서 비교 분석하여 개선방향을 도출하였다. 셋째, 계단이동장치가 설치된 국립재활원을 방문하여 계단의 폭, 높이 등의 조건을 파악하고, 유사시 계단이동장치를 이용해야 할 5명(사용자 3명, 운반자 2명)을 대상으로 7개의 태스크를 부여하여 기존 계단이동장치의 사용성을 테스트하였다. 테스트 종료 후 계단이동장치 사용자(이동약자)와 운반자(계단이동장치로 이동약자를 이동시키는 사람)를 인터뷰하여 이동장치 사용상의 문제점 및 요구사항을 파악하였다. 넷째, 위의 조사결과를 종합하여 디자인 개발방향을 설정한 뒤 이를 토대로 디자인을 전개하였다.

2. 이론적 고찰

2-1. 건물내부 화재의 특성

건물내부에서 화재가 발생하면 불길 보다는 일산화탄소중독이나 연기로 인해 질식하는 수가 많다. 건물내부에서 발생하는 연기는 짧은 시간에 매우 빠르게

확산되어 1초당 수평거리는 1m-2m, 수직거리로는 3m-5m 속도로 이동한다. 연기는 주로 천장을 타고 위층으로 확산하는데 이 때 걸리는 시간은 5분이 채 안 된다. 따라서 건물에 화재가 발생하면 5분 이내에 신속히 대피해야 한다. 지상으로 대피할 경우 엘리베이터를 이용하는 것은 매우 위험한데, 그 이유는 엘리베이터가 운행되는 승강로가 불길과 연기의 굴뚝역할을 하여 엘리베이터를 타고 있는 사람들이 질식사할 확률이 높기 때문이다.

2-2. 화재 시 대피경로의 특성

건물내부에서 화재가 발생했을 때 계단실, 승강기의 승강로와 같은 수직 공간 내의 온도와 밖의 온도가 서로 차이가 나면 부력에 의한 압력차가 발생하여 연기가 수직으로 상승하거나 하강하는 굴뚝현상이 일어나게 된다. 따라서 연기가 내부로 확산되어 대피에 지장을 초래할 수 있기 때문에 신속한 대피로가 필요하다. 특히 대피경로는 화재 시 거주자가 안전한 장소로 이동하는 길이기 때문에 열, 연기로부터 보호되어야 하며 연기가 유입되어도 배연설비에 의해 배출되어야 한다. 또한 대피경로에는 피난유도등, 비상조명등, 비상방송설비를 설치하고 피난자가 공황상태에 빠지지 않도록 해야 한다. 아래의 표1은 대피경로의 특성에 대한 설명이다.

표 1 대피경로의 특성

| 대피경로 | 특성 |
|-------|--|
| 거실 | 빌딩풍에 의해 화염과 연기가 내부로 확산된다. 환기, 공조시스템에 의해 연기를 급속히 확산된다. 착지충격, 회전, 부딪힘 등에 의해 체력소모가 커진다. |
| 복도 | 복도로 유출된 연기는 배출이 어렵다. 피난거리가 길어 피난시간이 길어진다. |
| 엘리베이터 | 상승기류에 의해 연기제어가 어렵다. 수직관통부등이 연통효과를 가속시킨다. 엘리베이터가 정지되면 피해가 증가하기 쉽다. |
| 계단실 | 연기의 수직상승속도는 3~5m/s정도이다. 상승기류에 의해 방화문 계폐장애가 발생한다. 이동약자의 피난이 어렵다. |
| 피난층 | 발화층 이상에서는 연기에 노출되기 쉽다. 사다리차가 미치지 못해 외부진입에 의한 구조가 어렵다. |

2-3. 국내외 계단이동장치의 특성

본 절에서는 현재 국내외에서 시판되고 있는 대피용 계단이동장치의 국내외 사례조사를 통하여 계단에서의 수직이동방법과 문제점을 분석하였다. 대피용 계단이동장치는 사용의 용이성과 안전성, 경량성 등을 기본으로 하고 있으며, 별도로 조작방법을 배우지 않아도 쉽게 사용될 수 있어야 한다.

주요 계단이동장치별 특성을 살펴보면, 먼저 일본의 구조들것 Furest는 주로 직물로 만들어져서 가볍고 보관이 용이하지만 이동하기 위해 여러 사람이 같이 호흡을 맞추어야 한다. 미국의 Emergency Chair는 2명이 앞뒤에서 들고 이동하는 들것방식으로 계단 오르내림이 가능하지만 2명이 함께 움직이지 않으면 안 된다. 현재 시중에 나와 있는 계단 이동장치 중 가장 잘 알려져 있는 영국의 EVAC+CHAIR는 접을 수 있어 수납보관이 용이하며 가볍고 사용이 간편하지만, 계단을 내려가는 용도로만 사용된다. 한국의 KE-Chair는 접을 수 있어 수납보관이 용이하지만 대각선으로 가로지른 프레임 때문에 탑승에 어려움이 있다.

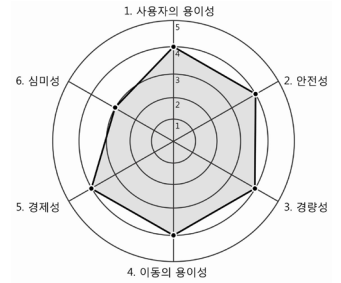
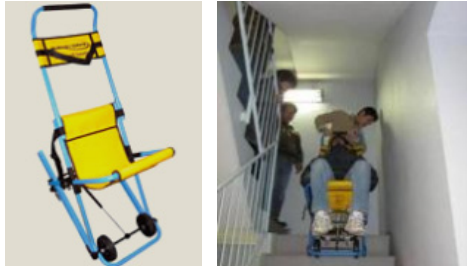
표 2 대피용 계단이동장치의 사례

| 구조들것 Furest UD-001 (일본 KISHO사) | | | | | | | | | |
|---|---|----|--------|----|---------|---|--------|----|---|
|  |  | | | | | | | | |
| <p>계단 등에서 3명이 이동약자를 운반할 수 있는 주로 직물로 이루어진 구조용 들것이다. 여러 사람이 필요하다는 단점이 있으나, 보관이 용이하며 들것이 무겁지 않다는 것이 장점이다. 또한 다른 제품보다 가격이 저렴하기 때문에 경제성이 있다.</p> | <table border="1"> <tr> <td>중량</td> <td>1.7 kg</td> </tr> <tr> <td>길이</td> <td>190 mm</td> </tr> <tr> <td>폭</td> <td>680 mm</td> </tr> <tr> <td>높이</td> <td>-</td> </tr> </table> | 중량 | 1.7 kg | 길이 | 190 mm | 폭 | 680 mm | 높이 | - |
| 중량 | 1.7 kg | | | | | | | | |
| 길이 | 190 mm | | | | | | | | |
| 폭 | 680 mm | | | | | | | | |
| 높이 | - | | | | | | | | |
| Emergency Chair Model400 (미국 Safety-Chair사) | | | | | | | | | |
|  |  | | | | | | | | |
| <p>2 명이 앞뒤로 들어 이동하는 들것 방식으로 계단 승하강이 가능하다. 철 프레임을 이루어져 있어 경량성은 다</p> | <table border="1"> <tr> <td>중량</td> <td>8.6 kg</td> </tr> <tr> <td>길이</td> <td>1524 mm</td> </tr> </table> | 중량 | 8.6 kg | 길이 | 1524 mm | | | | |
| 중량 | 8.6 kg | | | | | | | | |
| 길이 | 1524 mm | | | | | | | | |

소 떨어지지만 사용자의 상태를 확인할 수 있어 이송 시 이동약자에게 안심감을 줄 수 있다.

폭 609 mm
높이 685.8 mm

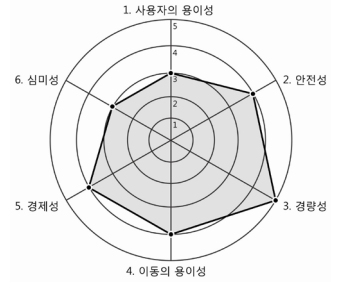
EVAC+CHAIR MK3 (영국 EVAC+CHAIR사)



계단을 이용한 대피 시 혼자서도 이동약자를 탑승시켜 수직이동이 가능하다. 접을 수 있어 수납보관이 용이하다. 계단을 내려가는 용도로만 사용된다. 설치환경과 조화되지 않아 심미성도 좋지 못하다.

중량 9.5 kg
길이 900 mm
폭 520 mm
높이 1340 mm

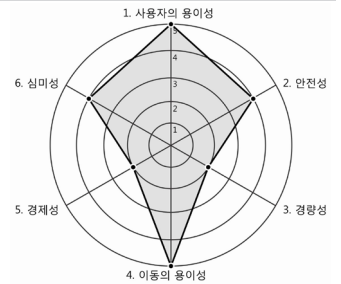
KE-Chair (한국 이지무브사)



간단한 조작으로 혼자서도 이동약자를 탑승시켜 계단에서 수직이동이 가능하다. 접을 수 있어 수납보관이 용이하고 경제성, 경량성, 안전성이 다소 우수하지만, 대각선으로 가로지른 프레임 때문에 탑승하는데 어려움이 있다.

중량 11.5 kg
길이 800 mm
폭 580 mm
높이 1420 mm

Scalamobil (독일 ULRICH ALBER사)



휠체어사용자가 계단을 이용한 대피 시 휠체어에 직접 장착할 수 있기 때문에 휠체어 내릴 필요가 없다. 또한 계단 승하 강이 가능하다는 장점을 갖고 있다. 가격이 높아 경제성은 떨어진다.

중량 24.5 kg
길이 570 mm
폭 480 mm
높이 1140 mm

3. 계단이동장치의 사용성 테스트

3-1. 사용성 테스트의 개요

(1) 테스트의 목적

본 연구는 계단이동장치의 사용성에 대한 체계적인 평가를 통해 대피 시에 계단 이동장치의 사용자와 운반자가 느끼는 신체적, 심리적 부담에 대한 해결방안과 계단이동장치를 이용한 안전한 대피방법과 조작 방법의 개선방향을 제시하는데 그 목적이 있다.

(2) 테스트에 사용된 계단이동장치

테스트를 위해 최근 한국 이지무브사가 개발한 계단이동장치 KE-Chair를 사용하였다. 이 제품은 [표2]에 포함된 것과 색상은 다르지만 동일한 구조의 계단이동장치이다.

그림1 계단이동장치 KE-Chair



(3) 피험자

테스트에 참여한 계단이동장치 사용자는 장애인 3명(하반신마비 1명(34세), 편마비 2명(72세, 73세))으로 모두 남성이었으며 계단이동장치 운반자는 2명(남성(30세) 1명, 여성 1명(33세))이다.

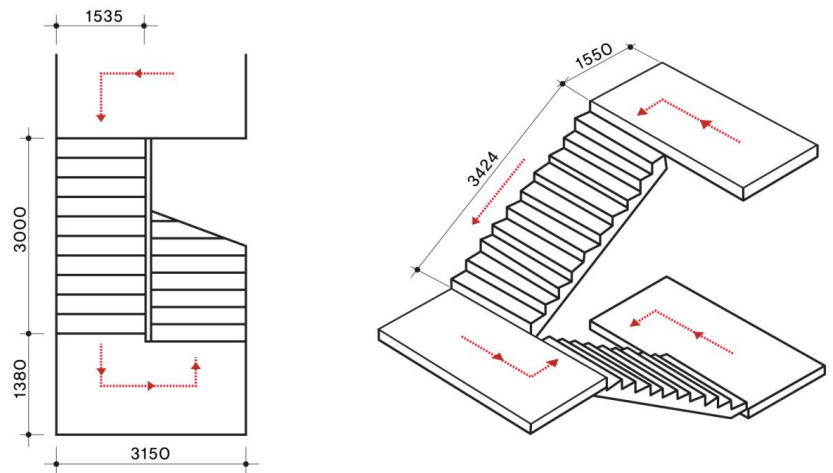
그림 2 계단이동장치 사용자와 운반자



(4) 테스트 장소

테스트는 실제로 계단이동장치가 설치된 국립재활원 내 생활관 2층에서 1층으로 내려가는 계단에서 실시하였다. 테스트환경은 그림3과 같다.

그림3 테스트 환경



(5) 테스트 방법

계단 앞에서 계단이동장치로 옮겨 타는 동작부터 내려가는 동작과 침대에서 옮겨 타서 복도를 통해 계단으로 이동 후 내려가기까지의 총 7개의 태스크를 실시하였다.

표 4 태스크 내용

| 태스크 | 내용 |
|-----|--|
| 1 | 운반자가 장애인을 테스트베드 입구에서 계단이동장치까지 이동한다. (수동휠체어이용) |
| 2 | 계단이동장치를 펼쳐서 사용할 수 있게 한다. |
| 3 | 휠체어사용자를 휠체어에서 계단이동장치로 이동한다. |
| 4 | 벨트(머리, 가슴, 대퇴, 하체)를 채우고, 계단 앞으로 이동한다. |
| 5 | 계단 앞에서 장치를 고정된 후 계단이동에 필요한 준비 (트랙경사각 조정 등)를 한다. |
| 6 | 계단 한 층을 내려온다. |
| 7 | 안전구역으로 이동한다. |

테스트 과정은 구체적으로, 각각의 남녀 운반자가 사용자를 휠체어에 탑승시켜 계단이동 장치가 있는 곳까지 이동한 뒤, 계단이동장치를 펼쳐서 사용자를 옮겨 태워 계단을 내려간 후, 안전지대까지 이동하는 동작을 각각 1회씩 실시하였다.

테스트 후 피험자에게 제품의 사용상의 문제점 및 개선방향에 대해 인터뷰를 실시하고, 태스크 수행내용을 분석하기 위하여 각 태스크별 수행시간과 오류발생 상황을 2대의 비디오카메라로 기록하였다. 테스트 과정을 요약하면 아래와 같다.

- ① 피험자에게 테스트 진행방법에 대한 설명
- ② 시연(약15분) - 각각 2회씩 진행하며, 피험자가 충분히 이해할 수 있도록 함
- ③ 1차 태스크수행 (시간 측정과 비디오카메라 촬영)
- ④ 2차 태스크수행 (시간 측정과 비디오카메라 촬영)
- ⑤ 사후 설문 및 인터뷰 실시

3-2. 사용성 테스트 결과 및 논의

계단을 이용한 대피과정을 7단계의 태스크로 나눠 테스트 한 결과(표4), 사용자A의 태스크 수행시간은 224.98초, 사용자B는 201.73초, 사용자C는 189.67초로 사용자별로 큰 차이가 없음을 알 수 있었다. 가장 시간 차이가 많이 발생한 것은 4단계로 벨트(머리, 가슴, 대퇴, 하체)를 채우고, 계단 앞으로 이동하는 과제였다. 시간 차이가 많이 난 이유는 벨트가 꼬여 있거나 사용자가 벨트를 깔고 앉아 벨트를 채우는 시간이 많이 걸렸기 때문이다. 화재 시 질식을 피하기 위해서는 5분 이내에 대피해야 하는 상황에서 이것은 보완되어야 할 치명적인 문제로 간주되었다.

표 5 태스크 수행시간

| 태스크 | 내용 | 사용자 A | 사용자 B | 사용자 C |
|------------------|--|-------------------|--------------------|--------------------|
| | | 34세 남성 몸무게 0kg | 72세 남성 몸무게 65kg | 73세 남성 몸무게 73kg |
| 1 | 운반자가 장애인을 테스트베드 입구에서 계단이동장치까지 이동한다. (수동휠체어이용) | 15.41 | 17.80 | 15.22 |
| 2 | 계단이동장치를 펼쳐서 사용할 수 있게 한다. | 19.23 | 31.48 | 21.97 |
| 3 | 휠체어사용자를 휠체어에서 계단 이동장 치로 이동한다. | 25.44 | 17.40 | 11.33 |
| 4 | 벨트(머리, 가슴, 대퇴, 하체)를 채우고, 계단 앞으로 이동한다. | 78.40 | 21.77 | 64.82 |
| 5 | 계단 앞에서 장치를 고정한 후 계단이동에 필요한 준비 (트랙경사 각 조정 등)를 한다. | 21.04 | 32.88 | 10.03 |
| 6 | 계단 한 층을 내려온다. | 49.51 | 62.90 | 49.40 |
| 7 | 안전구역으로 이동한다. | 15.95 | 17.50 | 16.90 |
| 전체 수행 시간(초) | | 224.98 | 201.73 | 189.67 |
| 태스크별 평균 수행 시간(초) | | 32.14 | 28.81 | 27.09 |

테스트를 통해 도출한 계단이동장치의 문제점 및 개선방향을 평가 항목별로 정리한 결과는 다음과 같다. 평가항목은 ‘2-3. 국내외 계단이동장치의 특성’의 항목을 그대로 활용하였다. 다만, 그중에서 ‘경제성’, ‘심미성’ 항목은 사용성 테스트를 통해 파악할 수 없기 때문에 제외시켰다.

(1) 사용의 용이성

- 이동장치를 펼치는 동작에 있어 고정축이 없어 탑승 준비에 어려움이 있음
- 신체부위별로 해당되는 벨트를 찾기가 어려움
- 자세고정을 위해 벨트스트랩의 폭을 넓게 적용할 필요가 있음
- 사용자의 팔 받침대의 부분이 높고 짧아서 불안정하며, 또한 머리받침을 할 때 사용자의 장애 정도에 따라 고정 벨트를 조절할 필요가 있음 (계단을 내려가기 전 이동장치를 기울였을 때 몸과 목이 너무 딱 조였을 경우 사용자가 아픔을 호소)

(2) 안전성

- 놀이기구 이용 시 사용하는 가슴, 다리 벨트 적용 가능성을 검토해 볼 필요가

- 있음 계단 앞에서 뒤로 젖히기 전 앞바퀴가 계단에 걸쳐져 이동장치가 앞으로 기울며 사용자와 운반자가 놀람 (운반자의 손잡이 부분에 브레이크가 필요)
- 무릎을 고정하는 벨트가 필요함
- 앉은 자세에서 허벅지가 떠 있으며 자세의 고정이 되지 않아 불안감을 느낌
- 앉은 자세가 직각(90도)되어 무게 중심이 앞에 있어 몸이 앞으로 고꾸라질 위험이 있음

(3) 경량성

- 계단이동장치를 운반하는 사람에게 주어지는 신체 적 부담을 줄이기 위해 기기의 경량화가 요구됨

(4) 이동의 용이성

- 계단에서 이동 시 사용자의 머리와 사용자의 무릎이 닿는 경우가 발생
- 경사진 상태에서 내려갈 때 경사각도가 작을 경우 뒷바퀴가 계단에 걸려 덜컹거리며 사용자의 몸에충격을 가하고 머리에 진동을 줌. (사용자성별과 사용자의 몸무게, 신장에도 영향이 있음)
- 1/2 층을 내려온 뒤 나머지 1/2 층을 내려가기 위해 계단이동장치를 돌리려고 할 때 공간 부족으로 어려움이 많음

4. 디자인개발

4-1. 계단이동장치의 요구사항

계단이동장치를 이용하여 대피할 때에는 짧은 시간에 운반자가 손쉽게 사용가능한 이동장치로 신속한 대피 행동이 이루어져야 한다는 점을 사용성 테스트를 통해 알 수 있었다.

아래는 이동약자의 대피를 위한 계단이동장치의 요구사항을 정리한 것이다.

- (1) 수납보관이 용이하며, 비상시 누구나 쉽게 사용할 수 있어야 한다.
- (2) 탑승준비에 많은 시간이 소요되지 않아야 한다.
- (3) 이동 시에도 만일의 사태에 급정지하기위한 고정 장치가 있어야 한다.
- (4) 운반자가 조작하기 쉬워야 한다.

- (5) 좁은 공간에서도 쉽게 회전 할 수 있어야 한다.
- (6) 사용자가 탑승하는데 어려움이 없어야 한다.
- (7) 이동 시 사용자가 안정된 자세를 유지할 수 있도록 되어야 한다.
- (8) 사용자의 목과 머리를 보호할 수 있는 보호대 역할의 지지대가 필요하다.
- (9) 계단이동 시 충격이 사용자에게 전달되지 않아야 한다.

4-2. 디자인 전개

이동약자의 대피를 위한 계단이동장치의 요구사항을 기초로 아이디어 스케치와 렌더링을 한 뒤, 알루미늄 등을 사용하여 1:1 스케일 스터디 모델을 제작하였다. 그리고 나서 스터디 모델에 앉은 뒤 벨트 위치의 적합성, 벨트 매는 방법의 타당성 등을 검토하였다. 계단이동장치를 이용하여 계단을 내려갈 때 사용자의 두려움을 없애기 위해 고안된 핸들의 위치 및 크기도 파악하였다.

그림 4 렌더링 안



그림 5 스터디모델을 이용한 사용성 검토



또한 지식경제부 기술표준원에서 구축한 한국인 인체표준정보 데이터베이스인 사이크코리아에 포함된 한국인의 인체치수를 적용하여 자세이동장치의 크기를 검토하였다. 이를 위해 신장이 한국인 성인의 95퍼센타일(183.6cm)과 5퍼센타일(143.7cm)에 가까운 남녀 2인에게 스터디 모델에 앉은 뒤 앉은 뒤 착석감 등을 검토하였다. 이 과정에서 신장이 작은 사람의 오금이 좌판의 앞쪽에 닿는 것을 방지하기 위해 좌판의 길이를 줄이는 것과 더불어 다양한 사용자의 신장차를 수용하기 위한 머리 지지대의 필요성이 제기되었다.



그림 6
스터디모델을 이용한 크기 검토

4-3. 디자인 결과

계단이동장치의 벨트가 사용자의 엉덩이와 좌판 사이에 끼이는 등의 이유로 벨트 매는데 시간이 걸리는 것을 방지하기 위해 최종 디자인에는 사용한 후 원위치로 돌아가는 리트랙터블 벨트(retractable belt)를 부착하였다. 기존 안전벨트와 달리 벨트 자체가 원통 모양 하우징의 안쪽에 들어가 있다가 끄집어 낼 수 있어서 사용자의 엉덩이 아래에 있거나 헝클어져 있는 벨트를 채우는데 걸리는 시간을 대폭 단축할 수 있다. 벨트를 매기 위해서는 한 쪽 끝을 잡아당겨서 다른 쪽 끝에 체결하기만 하면 되도록 되어있다. 또한 다양한 사용자와 운반자의 신장차이를 수용하기 위해 운반자가 잡고 이동하는 핸들을 20cm 조절 가능하도록 설계하였고, 계단을 내려갈 때 사용자의 불안감을 줄이기 위해 좌판과 등판을 연결하는 두 개의 대각선 프레임에 핸들을 설치하였다. 그리고 목과 머리를 함께 지탱하는 보호 장치를 부착하여 그 충격을 완화시키도록 하였다.

계단이동장치와 같이 재난 시에만 사용하는 제품은 사용빈도가 매우 적기 때문에 사용법을 익혔다고 하더라도 막상 사용하려고 하면 난관에 부딪힐 수도 있다. 따라서 이러한 경우를 대비하여 사용설명서를 운반자가 보기에 적합한 등판의 뒤쪽에 부착하였다. 사용설명서에는 사용자의 몸에 벨트를 묶는 것에서부터 계단을 내려가는 과정까지의 4단계가 픽토그램과 한글설명으로 표현되어있다.

그림 7 계단이동장치의 1:1 목업과 사용설명서



5. 결론 및 금후 연구과제

화재 등의 재난 시 이동약자들이 대피할 때 기존의 계단이동장치가 가지고 있는 문제점과 사용자의 요구사항을 파악하여 개선방안을 모색하기 위한 목적으로 연구를 진행하였다. 그 결과 제시된 새로운 계단이동장치 디자인은 대피시간을 단축하기 위해 리트랙터블 벨트를 부착하고 머리와 목에 가해지는 충격을 완화할 수 있는 지지대를 부착하였다. 또한 사용자의 신장차이를 수용하기 위해 운반자의 핸들길이를 조절할 수 있도록 하고 계단 하강 시 사용자의 불안감을 줄이기 위해 좌판과 등판을 연결하는 양쪽 대각선 프레임에 핸들을 부착하였다.

제안된 디자인은 시중에 나와 있는 알루미늄 압출프레임과 철판을 사용하고 계단을 내려갈 때 사용하는 캐터필러와 캐스터도 기성품을 사용하여 금형개발에 소요되는 경비를 최대한 줄이려고 하였다. 향후 워킹목업을 제작하여 제품의 사용성을 추가적으로 테스트하고 사용자로부터 피드백을 받은 뒤, 이를 보완하여 상품화를 하고자 한다.

감사

사용성 테스트를 실시하는데 도움을 준 국립재활원 재활연구소의 임신영박사, 국립재활원의 내원 환자, 서울과학기술대학교의 학생들께 감사드립니다.

참고문헌

- 1 Ichikawayoshiki, Omiyayoshihumi, Sanoyuki, Hagiwara Ichiro. (2003). *Characteristics of evacuation behavior of residents in tall buildings 2*. Architectural Society of Japan.
- 2 Ishizuki Mitsutaka, Ohmiya Yoshifumi, Abe Shutaro, Nakano Y, Sano Tomonori, Hagiwara Ichiro. (2004). *Characteristics of evacuation behavior of residents in tall buildings 7*. Architectural Society of Japan.
- 3 Mitsutaka ISHIZUKI, Atsushi ENTA, Yoshifumi OHMIYA, Tomonori SANO and Ichiro HAGIWARA. (2010). *Fundamental research on capability of the manual-assistive evacuation chair*.
- 4 Sano Tomonori. (2007). *Problems and measures in evacuation safety for the weak in disasters*. The Safety Engineering Symposium.
- 5 Yamamura Shigeyuki, Kubota Kazuhiro, Fuda Takeshi. (2007). *Experiment on the possibility of wheel-chair user's escape by stairs. Report of Fire Technology and Safety Laboratory*.
- 6 Youngdo Kim. (2010). *Fire safety of super tall buildings*. The Press of Fire Protection.
- 7 Evac+Chair. (n.d.). Retrieved May 27, 2012, from <http://www.evac-chair.com>.
- 8 Easy Move. (n.d.). Retrieved May 27, 2012, from <http://www.easymove.co.kr>.

화재 시 이동약자의 대피를 위한 계단이동장치 디자인연구

고영준¹, 윤흥순², 김종배³

¹서울과학기술대학교 디자인학과 교수

²서울과학기술대학교 NID대학원, 유니버설디자인 프로그램 강사

³국립재활원 재활연구소 연구과장

연구배경 건물에서 화재가 발생하면 엘리베이터 대신 계단을 이용하여 건물 밖으로 나가야 한다. 이 경우 이동이 곤란한 휠체어사용자나 거동이 불편한 노인들은 제대로 대피를 하지 못해서 사고를 당하는 수가 많다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 국내외 기업들에 의해 계단 이동장치가 개발되었지만, 사용성 등 면에서 해결해야 할 문제가 많다. 이에 휠체어사용자나 노인과 같은 이동약자들이 계단을 이용하여 신속히 대피할 수 있는 계단 이동장치 디자인을 제시하기 위해 연구를 진행하였다.

연구방법 연구를 위해 첫째, 고층 건물 화재, 계단을 포함한 대피경로, 이동약자, 그리고 계단 이동장치의 특성을 파악하였다. 둘째, 국내외에서 개발된 기존 계단 이동 장치를 ‘사용의 용이성’, ‘이동의 용이성’, ‘안전성’, ‘경제성’, ‘심미성’, ‘경량성’ 측면에서 비교 분석하였다. 셋째, 계단 이동장치 관련 문제점과 사용자 요구사항을 알기 위해 한국의 이지무브사가 개발한 계단 이동장치를 사용하여 5명의 피험자(사용자 3명, 장치 운반자 2명)를 대상으로 사용성 평가를 실시하였다. 마지막으로, 위의 연구결과를 종합하여 설정된 디자인 방향을 토대로 새로운 계단 이동장치 디자인을 제안하였다.

연구결과 계단 이동장치의 안전벨트를 채우는 데 걸리는 시간을 줄이기 위해, 리트랙터블 벨트(retractable belt)가 설치되었다. 이것은 사용자의 엉덩이와 좌면 사이에 안전벨트가 끼는 것을 방지하기 위한 것으로, 사용 후 원래 위치로 돌아가도록 되어있다. 계단을 내려갈 때 느끼는 사용자의 두려움을 줄이기 위해 좌면과 등받이를 연결하는 대각선 프레임에 핸들을 설치하였다. 또한 안전벨트를 채우는 것부터 계단을 내려가는 것까지의 행동을 4단계로 보여주는 사용설명서를 픽토그램과 한글로 표기하여 등받이의 뒷면에 부착하여 계단 이동장치 운반자가 참고할 수 있도록 하였다.

결론 최종 디자인에서는 디자인의 외관을 해치지 않는 범위 내에서 계단 이동장치의 메인 프레임, 계단 면에 닿는 캐터필러(caterpillar), 캐스터를 금형개발하지 않고 기성품을 사용함으로써 생산비용을 줄이고자 하였다. 향후 워킹목업을 제작하여 제품의 사용성을 추가적으로 테스트하고 사용자 피드백을 받은 뒤, 이를 보완하여 상품화 하고자 한다.

주제어 피난 장비, 이동약자, 건물화재