

신체장애자의 안전성 관점에서 경사로 바닥의 미끄럼 평가방법에 관한 기초적 연구

Evaluation Method of Slipperiness of Inclined Floors from a Viewpoint of Safety in Case of the Physically Handicapped Persons in Walking

최수경*

Choi, Soo-Kyung

Abstract

The purpose of this research is to compare and analyze the change that must be applied to the evaluation of the slipperiness of an inclined floor, when considering its use by the physically handicapped and by the able-bodied. For this study, a simulator that can reproduce the characteristics of the body sway of a physically handicapped person was developed through a comparative experiment between able-bodied people and people with hemiplegia. In addition, ascale for the evaluation of the slipperiness of flat floors and inclined floors was composed by the sensory test result targeting physically handicapped persons (able-bodied persons wore the body sway for the handicapped and ageing in the experiment) and the able-bodied. In terms of the evaluation of the slipperiness of an inclined floor, it was evaluated that it is safe when the C.S.R' (Coefficient of Slip Resistance) of a healthy person is over 0.30, while it was evaluated that it is dangerous when the C.S.R' of a physically handicapped person is over 0.45~0.50. Concerning this difference, it is judged that the reason for this difference is that the walking mechanism differs between an able-bodied person and a physically handicapped person.

Keywords : physically handicapped person, body sway, senior simulator, slipperiness, inclined floor

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 필요성

우리나라의 65세 이상 노인인구는 2006년 현재 458만 6천명으로서 전체인구의 9.5%에 이르며, 2025년에는 전체인구의 20%에 이를 것으로 추정되고 있다.¹⁾ 이처럼 사회적으로 고령화가 급속히 진전되면서 해결해야 할 문제가 한두 가지가 아니지만, 건축적 측면에서 본다면 이들 고령자를 포함한 신체적 약자가 안전하고 쾌적하게 이용할 수 있는 보행공간을 창출하는 일이 보다 중요한 당면과제라고 할 수 있다.

최근에 배리어프리 디자인이 보편적으로 적용되면서 보행공간의 경우 바닥 단차를 없애고 경사로 등을 설치하는 등의 사례가 증가하고 있다. 그러나 사용자의 안전성을 확보하기 위한 명확하고 구체적인 성능기준은 아직 확립되어 있지 않다. 이로 인해 우리나라 건축물은 관계법령²⁾에서 규정하고 있는 최소한의 법적요건만 충족하도록 설계되어지는 경향이 있다. 특히 미끄럼성능의 경우는 “접근로(경사로)의 바닥표면은 장애인 등이 넘어지지 아

니하도록 잘 미끄러지지 아니하는 재질로 평탄하게 마감하여야 한다.” 라는 규정만 있을 뿐 정작 이를 구현하기 위한 정량적 지표가 마련되어 있지 않아 설계자나 건재업체 등 건축 관계자 모두 적정 바닥재를 선정하거나 혹은 개발목표 등을 설정할 때 큰 어려움을 겪고 있다.

한편, 대한주택공사 등 몇몇 대형건설업체에서는 거주자의 안전을 위하여 욕실이나 공용부분 바닥에 대한 자체적인 미끄럼 성능기준을 적용하고 있다. 하지만 이들 업체가 운용하고 있는 기존의 성능기준은 국내외를 막론하고 건강한 사람을 대상으로 개발된 것이 대부분이다. 건강한 사람에게는 아무런 문제가 되지 않는 곳이라도 신체적 약자에게는 고통이나 공포감을 줄 수 있고 그것이 사고로까지 이어지는 경우가 비일비재하다. 또한 장애인, 고령자 등 신체적 약자의 바닥 미끄럼에 대한 감각은 신체기능 저하(하지관절 경화, 근력 저하, 평형유지능력 저하 등)에 따른 보행 메커니즘의 변화로 인하여 건강한 사람과는 많은 차이를 보이게 된다. 따라서 사용자 모두에게 안전하고 쾌적한 보행공간을 창출

1) 통계청, 장래인구추계, 2006, 11

2) “건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙”, “장애인·노인·임산부 등의 편의증진보장에 관한 법률” 등

* 한서대학교 건축공학과 부교수, 공학박사

하기 위해서는 무엇보다도 시설 이용에 가장 제약을 받고 있는 신체적 약자 관점에서의 미끄럼 성능기준을 명확히 확립할 필요가 있으며, 이를 위한 전제조건으로서 신체적 약자와 건강한 사람의 미끄럼에 대한 감각을 충분히 비교 검토한 연구사례가 축적되어 있어야 한다.

본 연구에서는 장애인이나 고령자 등의 신체적 약자가 제반 시설물을 이용할 때 특히 문제가 되고 있는 경사로 바닥을 대상으로, 이들과 건강한 사람의 보행 메커니즘 차이로 인해 발생하는 미끄럼에 관한 상대적 평가의 변동 경향을 파악함으로써, 향후 신체적 약자의 안전성 관점에서 미끄럼을 정확히 평가하기 위한 성능기준을 개발할 때 필요한 기초적 자료를 확보하고자 한다.^{3) 4)5)6)}

1.2 연구의 범위 및 연구방법

바닥의 미끄럼에 관한 연구는 오래 전부터 다양한 형태로 진행되어 왔다. 그러나 보행에 지장이 있는 신체적 약자의 안전성 관점에서 미끄럼 성능기준을 체계적으로 연구한 사례는 좀처럼 찾아보기 힘들다. 고령자의 안전성 관점에서의 미끄럼 평가에 관한 연구³⁾나 바닥의 미끄럼저항 차이에 따른 고령자의 보행특성 변화에 관한 연구⁴⁾, 임상의학이나 운동생리학 등의 분야에서 많이 수행하고 있는 고령자의 보행 메커니즘 자체에 관한 연구⁵⁾ 등이 있지만, 이들 연구는 대부분 보행하는데 크게 지장이 없는 고령자를 대상으로 실험한 관계로 그 연구성과를 본 연구에서 직접적으로 이용하기에는 한계가 있다.

본 연구에서는 보행에 지장이 있는 신체적 약자와 건강한 사람의 보행 메커니즘 차이에 따른 미끄럼 감각 및 평가의 변동 경향을 상대적으로 파악하기 위하여, 질병(뇌졸중)에 의한 반신마비로 인해 보행 이동에 제약을 받고 있는 고령자를 보행공간에서의 대표적 신체적 약자로 설정하여 보행실험을 진행하기로 하였다. 구체적인 연구방법은 다음과 같다.

- ① 건강한 사람이 장착함으로써 반신마비의 고령자와 유사한 메커니즘으로 보행할 수 있는 장애·고령화 체험장비를 개발한다.
- ② 건강한 사람이 장애·고령화 체험장비를 장착했을 때와 장

착하지 않았을 때 수평바닥 및 경사바닥의 미끄럼에 대해 느끼는 위험도를 관능검사수법에 의한 심리학적 척도로서 정량화한다.

- ③ 미끄럼에 관한 심리학적 척도와 바닥의 미끄럼저항(C.S.R)⁶⁾과의 관계로부터 신체적 약자의 바닥 미끄럼에 대한 안전성을 추정한다.

즉, 본 연구는 실제로 신체적 약자를 대상으로 보행실험을 하지 않고 일종의 시뮬레이션을 통해 신체적 약자와 건강한 사람의 미끄럼 감각 및 평가의 차이를 추정하는 선행적 연구라고 할 수 있다. 여기서, 본 연구가 신체적 약자를 직접 검사원으로 채용하지 않은 것은 현실적으로 실험이나 검사를 진행하는 도중에 자칫 안전사고를 초래할 우려가 있다는 점이 가장 큰 이유이다. 또한 본 연구에서 개발하는 장애·고령화 체험장비는 장애유형의 범위가 한정된 고령자를 모델로 설계되어 직접 대응하는 신체적 약자의 수가 적을 수밖에 없다. 따라서 금번 실험결과만으로는 경사로 바닥의 미끄럼에 관한 안전성을 포괄적으로 파악하기에 무리가 있겠지만 그 경향은 충분히 추정할 수 있을 것으로 판단된다. 향후 금번 실험과 같은 신체적 약자와 건강한 사람의 미끄럼에 대한 감각 차이에 관한 연구성과가 계속 축적되어 간다면, 이들 자료를 토대로 신체적 약자의 안전성 관점에서 경사로 바닥의 미끄럼 정도를 충분히 평가할 수 있는 성능기준이 개발될 것으로 생각된다.

2. 장애·고령화 체험장비의 개발

2.1 반신마비 고령자의 보행특성 고찰

개인차는 있겠지만 대부분의 사람은 60~70세 사이에 보행 메커니즘의 변화가 나타나기 시작하고 이에 따라 넘어지는 빈도도 많아지게 된다. 또한 나이가 들어감에 따라 질병 등으로 인해 신체기능이 저하되고 넘어졌을 때 탈골이나 골절 등의 부상을 입을 확률도 높아진다.

일반적으로 고령자는 회복력이 떨어지고 더욱이 장기간 입원하게 되면 정신적으로도 약해져서 한 번 넘어지면 더 이상 일어나지 못하고 그대로 누워 지내게 되는 경우도 적지 않다. 따라서 부상의 근본원인이 되는 전도는 고령자에게 아주 심각한 문제가 될 수 있다.

고령자의 전도 원인을 살펴보면 나이가 들면서 나타나는 척추 변형과 같은 구조적 변화, 운동기능의 저하, 넘어지려고 할 때 넘어지지 않으려고 하는 균형능력의 저하 등을 들 수 있다. 또한 고령자의 보행에는 각 관절의 운동범위 감소나 중심동요(重心動搖)가 보행성에 많은 영향을 미치는 등의 특징을 찾아볼 수 있다. 특히 반신마비 고령자의 경우는 어느 한 쪽의 신체가 마비되어 있기 때문에 보행할 때 몸의 흔들림이 크게 되어 쉽게 균형을 잃을 수 있다는 점도 간과해서는 안 된다.

3) 横山 裕 他, 高齢化にともなう歩行メカニズムの変化からみたすべりの評価の相対的変化の推定 : 高齢者の安全性からみた床のすべりの評価に関する基礎的研究(その1), 日本建築学会構造系論文集, No.478, pp.35~44, 1995, 12

4) 佐々木直人 他, 住宅における床のすべりと高齢者の歩行特性との関係に関する研究, 日本建築学会学術講演梗概集, A, pp.809~810, 1994, 9

5) 高見正利 他, 床反力計による健康者歩行の研究 : 特に年齢および性別による違いについて, 日本リハビリテーション医学会誌, vol.24(2), pp.93~101, 1987, 3

6) 小野英哲, 携帯型床のすべり試験機(ONO-PPSM)の開発, 日本建築学会構造系論文集, No.585, pp.51~56, 2004, 11

이처럼 신체의 중심동요가 보행동작에 밀접하게 관여한다는 것은 잘 알려진 사실이지만, 기존의 고령화 체험장비(노인유사체험장비)는 이와 같은 중심동요를 충분히 재현하지 못하는 문제점을 지니고 있다. 따라서 보다 반신마비 고령자에 근사한 심리학적 척도를 구성하여 바닥의 안전성을 정확하게 평가하기 위해서는 신체의 중심동요를 감안한 장애·고령화 체험장비를 새롭게 개발할 필요가 있다.

본 연구에서는 의료분야 등에서 많이 사용되고 있는 중심동요 해석시스템을 이용하여 반신마비 고령자와 건강한 사람의 중심동요를 측정하고, 그 결과를 다각도로 비교 분석하면서 장애·고령화 체험장비를 개발하기로 하였다.

2.2 중심동요계의 측정원리

중심동요계(Stabilometer)는 간단한 지렛대 원리를 응용한 장치이다. 수평면상의 이등변삼각형 정점에 위치한 3개의 수직하중센서 값으로부터 수직하중의 작용중심점(COP, Center of Pressure)을 구하고, 이것을 수평면에서의 무게중심(CG, Center of Gravity) 위치로서 측정한다.

그림 1과 같이 봉을 지점 A, B에서 지지하고 점 P에 하중 W가 작용할 경우 각 점에 W_A , W_B 의 하중이 가해진다고 하면, 점 P를 중심으로 하는 모멘트는 $X \cdot W_A = (L-X) \cdot W_B$ 가 된다. 이것을 위치 X에 대해 정리하면 $X = L \cdot W_B / (W_A + W_B)$ 가 된다. 따라서 점 A, B에서의 수직하중을 검출한다면 A-B간 거리 L은 알고 있으므로 위치 X를 구할 수 있다.

중심동요계는 엄밀히 말하면 무게중심(CG)의 위치가 아니라 힘판(Force plate) 위에 작용하는 힘의 작용중심점(COP) 좌표를 측정한다. 측정 대상이 거의 정지해 있을 경우는 CG와 COP의 위치가 일치한다고 볼 수 있지만, 측정 대상의 CG가 가속도를 가지고 이동할 경우에는 서로 일치하지 않는다. 그러므로 중심동요계를 이용할 때는 어디까지나 COP의 위치를 측정한다는 점에 주의할 필요가 있다.

힘판 위의 점 P(x, y)에 하중 W를 가했을 때 각 수직하중센서 (P_1, P_2, P_3)가 W_1, W_2, W_3 의 하중을 검출했다고 하면, 그림 2에서 알 수 있듯이 원점 O를 중심으로 X축 방향 모멘트의 평형조건식은 $W \cdot x = m \cdot (W_1 - W_2)$ 가 된다. 따라서 X축 방향의 위치는 식(1)과 같다. 또한 원점 O를 중심으로 Y축 방향 모멘트의 평형조건식은 $W \cdot y = L \cdot W_3 - L_0 \cdot (W_1 + W_2)$ 가 된다. 따라서 Y축 방향의 위치는 식(2)와 같다. 그러므로 각 센서의 하중값과 거리를 안다면 식(1), 식(2)로부터 CG(COP)의 좌표 (x, y)를 산출할 수 있다.

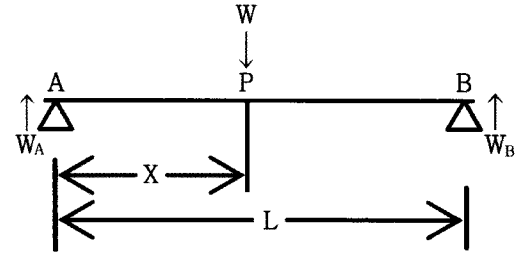


그림 1. 중심동요계의 측정원리

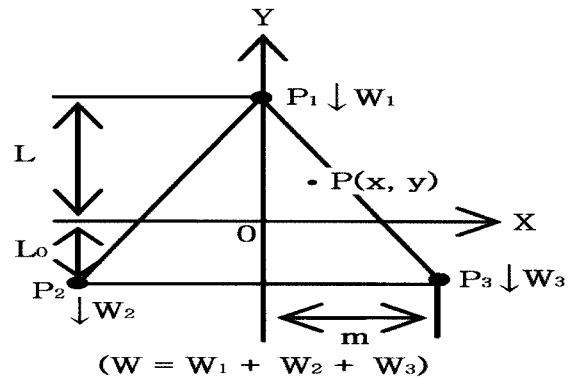


그림 2. COP의 좌표 산출

$$x = m \cdot (W_1 - W_2) / W(1)$$

$$y = L \cdot W_3 - L_0 \cdot (W_1 + W_2) / W(2)$$

2.3 중심동요 실험

2.3.1 중심동요 측정방법

검사원으로는 뇌졸중으로 인한 좌반신마비 증상이 있는 고령자 1명(남성, 64세)과 비교 대상으로서 건강한 성인남성 10명(22~66세)을 각각 선정하였다.

중심동요의 측정은 검사원이 중심동요계 위에서 소정의 동작으로 10초간 서있을 때의 계측데이터를 분석하였다.

각 동작에 대해서는 눈을 뜬 상태와 눈을 감은 상태로 구분하여 측정하였다. 여기서, 소정의 동작이란 가만히 서있는 동작(직립) 외, 무게중심(CG)을 의식적으로 우측으로 이동한 동작 및 좌측으로 이동한 동작의 3가지로서, 동작별로 각각 3회씩 측정된 평균값을 이용하기로 하였다.

2.3.2 중심동요 측정결과

각 동작별로 눈을 감은 상태에서의 중심동요 측정결과의 예를 그림 3, 그림 4, 그림 5에 나타낸다.

직립 동작에서의 측정결과를 보면 개인차는 있지만 건강한 남성의 경우 무게중심(CG)의 위치가 거의 Y축 위에 위치하고 있으며 중심동요도 좌반신마비 고령자에 비해 적다는 것을 알 수 있다.

의식적으로 CG를 우측으로 이동한 동작에서는 좌반신마비 고령자의 경우 직립 동작일 때보다는 CG가 우측에 있지만, 의식적으로 CG를 우측으로 이동했음에도 불구하고 중심이 거의 Y축 위에 위치하고 있다. 이는 우측으로 CG를 이동하면 밸런스를 잡지 못해 자세를 유지할 수 없기 때문인 것으로 판단된다.

마비가 있는 좌측으로 CG를 이동한 동작에서는 직립 동작일 때의 CG 위치와 근사하게 나타나며 중심동요가 보다 광범위하다는 것을 알 수 있다. 이는 좌반신이 마비되어 있어 직립 자세일 때 이상은 왼발로 체중을 지탱할 수가 없고 무리해서 CG를 좌측으로 이동하려고 하면 밸런스를 잡기 힘들기 때문인 것으로 판단된다.

이상의 중심동요 측정결과를 토대로 본 연구에서는 좌반신마비 고령자의 중심동요를 상시 재현하는 체험장비를 개발하기 위해 다음의 3가지 사항을 설계시 전제조건으로 설정하였다.

- ① 직립 동작에서의 CG 위치가 중심선(Center line)보다 크게 좌측에 위치할 것.
- ② 의식적으로 CG를 우측으로 이동했을 때 중심선 가까운 곳에 CG가 위치할 것.
- ③ 중심동요거리가 좌반신마비 고령자의 경우와 근사한 값이 될 것.

2.3.3 장애·고령화 체험장비의 설계 및 시착

장애·고령화 체험장비의 설계시 전제조건에 따라 중심동요 및 무게중심(CG) 위치를 반신마비 고령자의 계측데이터와 근사하게 만들기 위해 기존의 고령화 체험장비의 양쪽 발 밑면에 각기 다른 재료를 부착하여 밸런스를 잡기 힘들게 하는 방법을 택하였다.

CG 위치를 왼쪽에 위치시키는 방법으로는 보다 밸런스를 잡기 어렵게 하는 것을 오른쪽 발 밑에 붙여 무의식적으로 CG가 왼쪽으로 가지 않으면 안 되도록 하였다.

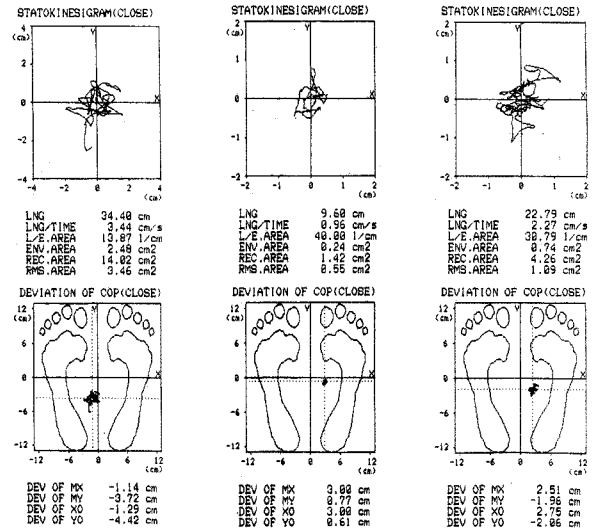


그림 4. 중심동요 측정결과 의 예(CG 우측 이동)

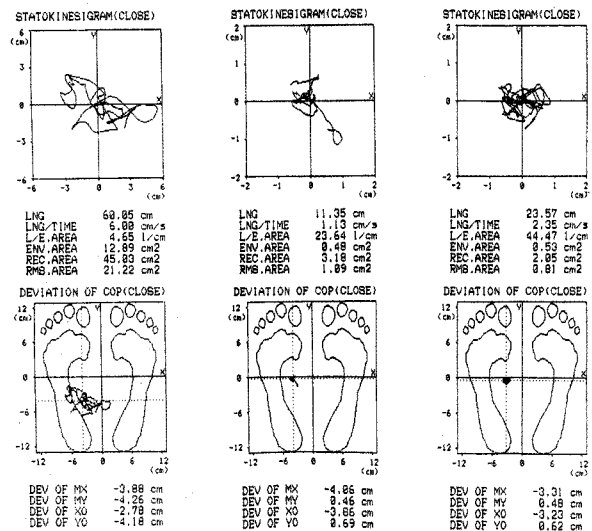


그림 5. 중심동요 측정결과 의 예(CG 좌측 이동)

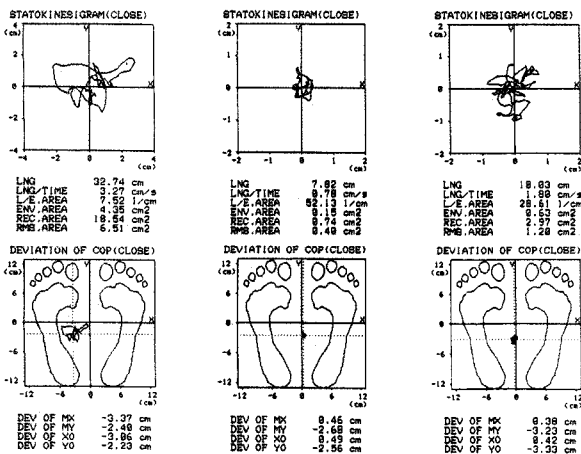


그림 3. 중심동요 측정결과 의 예(직립)

또한 중심동요의 관점에서 왼쪽 발 밑에도 어느 정도 밸런스를 무너지게 하는 것을 부착할 필요가 있다.

좌우 양발의 중심동요 데이터를 검토한 결과, 오른쪽 발 밑에는 반구형 PVC관을 부착하고, 왼쪽 발 밑에는 CG를 좌측으로 옮겼을 때 변형되어 비교적 쉽게 밸런스를 잡을 수 있도록 테니스볼을 부착하는 것으로 하였다.

바닥에서 좌우 체험장비의 발 밑면까지의 높이는 테니스볼의 변형분도 감안한 상태에서 양쪽 발이 균일하게 되도록 설정하였다. 체험장비의 좌우 양발 모두 밑면에는 쿠션재 역할을 하는 고무제 시트를 부착하였다. 또한 좌반신마비를 재현하기 위해 왼발 무릎관절을 고정하는 장비도 이용하기로 하였다.

이상과 같이 설계, 제작(試作)한 장애·고령화 체험장비를 건 강한 성인남성 10명(22~66세)에게 장착시켜 중심동요를 측정하였다. 실제 반신마비 고령자와 장애·고령화 체험장비를 장착한 건강한 성인남성의 중심동요를 측정한 결과의 예를 그림 6, 그림 7, 그림 8에 나타낸다. 다소간의 개인차는 있지만 전 항에서 설정한 설계시 전제조건을 모두 만족하여 장애·고령화 체험장비로서 충분히 타당하다는 점을 명확히 알 수 있다.

따라서 본 연구에서는 반신마비 고령자를 상정하여 개발한 그림 9의 장애·고령화 체험장비를 이용하여 경사로 바닥의 미끄럼에 관한 실험을 진행하기로 하였다.

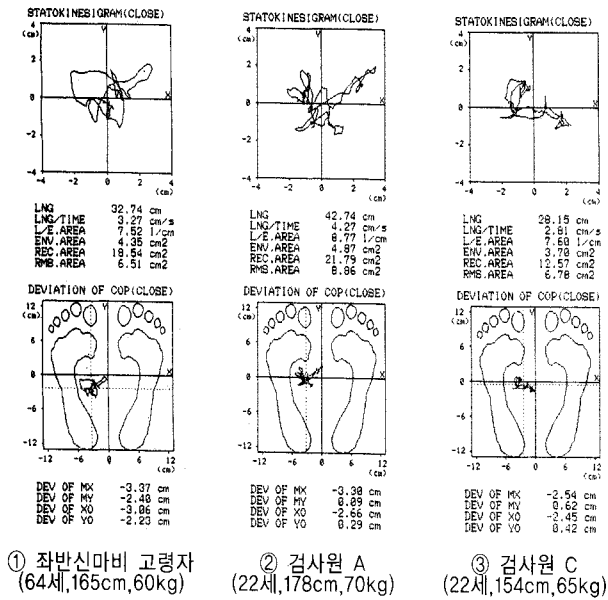


그림 6. 장애·고령화 체험장비 장착 효과(직립)

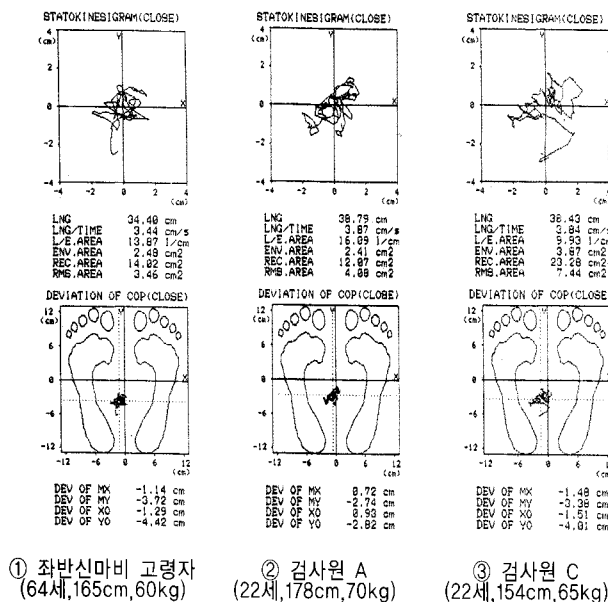
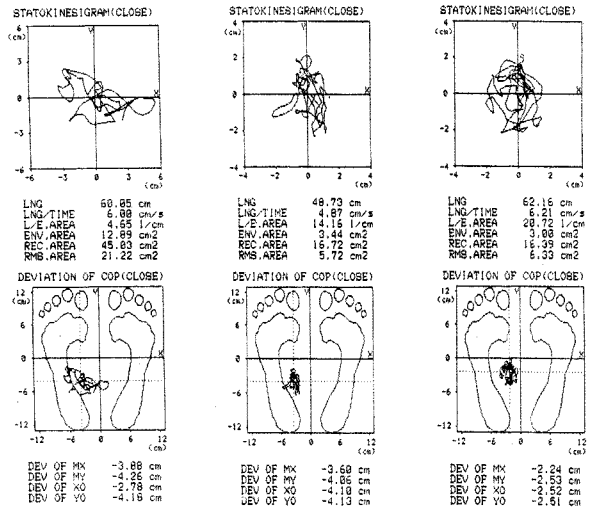
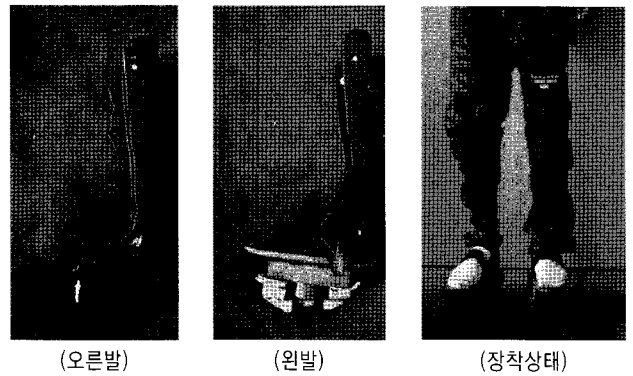


그림 7. 장애·고령화 체험장비 장착 효과(CG 우측 이동)



① 좌반신마비 고령자 (64세, 165cm, 60kg) ② 검사원 A (22세, 178cm, 70kg) ③ 검사원 C (22세, 154cm, 65kg)

그림 8. 장애·고령화 체험장비 장착 효과(CG 좌측 이동)



(오른발) (왼발) (장착상태)

그림 9. 장애·고령화 체험장비

시험체는 미끄럼저항에 차이가 있는 7종류의 마감재를 부착한 경사로 바닥으로서, 경사각을 수평(0°), 관계법령⁷⁾에서 정하고 있는 건강한 사람에 대한 경사로 기울기인 1/8(7°)⁸⁾, 실제 각종 시설에 설치된 경사로의 기울기 범위를 폭넓게 포함하는 각도(14°)의 3단계로 조절이 가능한 것으로 하였다.

시험체의 치수는 800×2,580mm(마감재:500×2,880mm)로서 소정의 동작을 수행하는데 충분한 크기로 하였으며, 검사할 때 안전성을 확보하기 위해 시험체 양쪽에 난간 및 손잡이를 설치하였다. 경사로 바닥 시험체의 개요를 그림 10에 나타낸다.

동작은 신발과 장애·고령화 체험장비 모두 보행동작에 의한 올라가기, 내려가기의 2종류로 설정하였다.

7) “건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙(제15조⑤항1호)”: 계단을 대체하여 설치하는 경사로의 경사도는 1/8을 넘지 아니할 것.
8) “장애인·노인·임산부 등의 편의증진보장에 관한 법률 시행규칙(별표 1) 편의시설의 구조·재질 등에 관한 세부기준”에서 기존시설에 설치되는 높이 1미터 이하인 경사로에 적용하는 완화규정에 해당함.

검사원으로는 건강한 성인남성 10명(20~22세)과 성인여성 10명(20~23세)의 총 20명을 선정하였다.

신발은 실내외에서 일반적으로 사용되는 신사화, 숙녀화 및 본 연구에서 개발한 장애·고령화 체험장비를 착용하는 것으로 하였다. 신발밑창과 체험장비 밑면에는 각각의 표면특성을 일정한 상태로 유지하여 항상 동등한 미끄럼저항을 구현하기 위해 면브로드(Cotton broadcloth)로 감싸기로 하였다.

3.2 관능검사 실시 및 결과 고찰

관능검사에 앞서 각 검사원에게 바닥의 미끄럼 이외의 요인 즉 시험체의 종류나 색채, 감촉, 텍스처어 등은 판단에 포함시키지 않도록 주지하였으며, 질문과 회답은 모두 구두로 실시하였다. 또한 검사원이 피로하거나 권태를 느낄 때에는 자유롭게 휴식을 취하도록 하였다.

보행속도는 특별히 구속하지 않았지만, 보행동작은 체험장비의 경우 반신마비 고령자의 보행을 재현하기 위해 발을 끌면서 보행하는 동작을 취하도록 하였다. 어느 경우에도 손잡이를 사용하지 않는 것을 원칙으로 하였으나 안전상 부득이한 경우에는 잡을 수 있게 하였다.

시험체의 배열은 반복된 회답으로 인한 검사원의 심리적 부담을 없애기 위해 랜덤프로그램을 이용하여 무작위로 제시하였다. 관능검사를 위한 실험실의 온도는 항상 20±5℃를 유지하도록 조치하였다.

표 2. 경사로 바닥 미끄럼의 안전성에 관한 관능검사 개요

시험체	경사로 바닥 시험체			
구성척도	미끄럼 관점에서의 안전성 평가척도			
구성수법	절대판단에 의한 계열범주법			
판단범주	<미끄럼 평가척도> ① 대단히 안전하다. ② 많이 안전하다. ③ 조금 안전하다. ④ 어느 쪽이라고도 말할 수 없다. ⑤ 조금 위험하다. ⑥ 많이 위험하다. ⑦ 대단히 위험하다.			
동작	올라가기, 내려가기			
신발	신사화	숙녀화	장애·고령화 체험장비	
검사원	성인남성 10명	성인여성 10명	성인남여 각 10명	
시험체 개요	크기	800×2,580mm (마감재: 500×2,880mm)		
	마감 재료	명칭 및 표면형상		C.S.R'
		A.합판(평활)		0.27
		B.비닐바닥시트(작은 요철)		0.35
		C.카펫		0.45
		D.비닐바닥시트(작은 요철)		0.47
		E.고무계 시트(요철)		0.50
		F.논슬립 비닐바닥시트(작은 요철)		0.54
G.고무계 시트(작은 요철)		0.76		
경사각	0°, 7°, 14°			

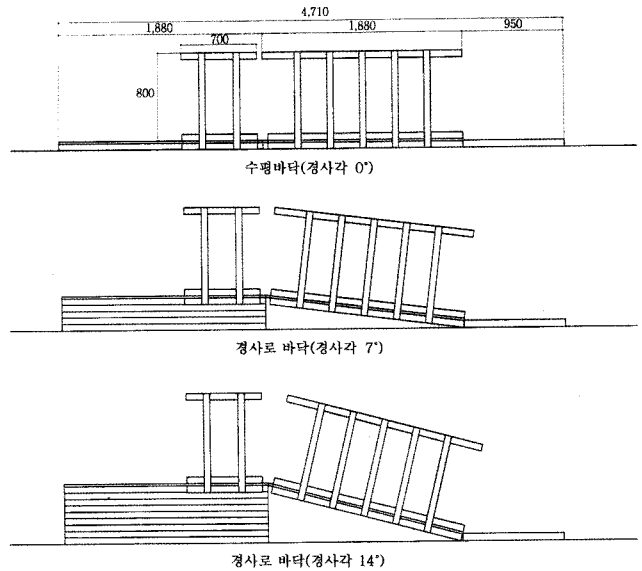


그림 10. 경사로 바닥 시험체의 개요

관능검사의 결과에 대하여 분산분석을 실시한 결과를 표 2에 나타낸다. 모든 경우에 있어서 주효과의 분산비가 고도로 유의하고 기여율도 크다는 점을 알 수 있다.

이는 본 연구에서 설정한 시험체들은 미끄럼저항의 차이를 확실히 알 수 있는 자극을 검사원에게 주었다는 것을 의미하며, 따라서 본 검사 자체의 유효성과 시험체 설정의 타당성을 객관적으로 입증하였다고 할 수 있다.

표 3. 관능검사의 분산분석 결과 일람표

시험체	동작	성별	구두		체험장비		
			분산비	기여율	분산비	기여율	
경사각 14°	올라가기	남	주효과	26.02**	0.69	15.15**	0.38
			개인차	0.90	-0.004	8.92**	0.32
	여	주효과	19.39**	0.57	12.38**	0.35	
		개인차	2.57*	0.07	7.48**	0.30	
	내려가기	남	주효과	19.27**	0.58	9.15**	0.25
			개인차	2.04	0.05	9.32**	0.39
여	주효과	25.62**	0.62	8.33**	0.31		
	개인차	3.25**	0.09	4.28**	0.21		
경사각 7°	올라가기	남	주효과	8.45**	0.33	3.76**	0.15
			개인차	3.48**	0.16	3.43**	0.20
	여	주효과	7.77**	0.29	2.31*	0.10	
		개인차	4.38**	0.22	1.59	0.07	
	내려가기	남	주효과	10.21**	0.31	13.01**	0.33
			개인차	7.05**	0.31	10.00**	0.36
여	주효과	7.77**	0.30	4.93**	0.22		
	개인차	3.78**	0.19	2.63*	0.14		
경사각 0°	수평	남	주효과	2.78**	0.09	8.02**	0.31
			개인차	5.02**	0.31	3.71**	0.18
		여	주효과	5.21**	0.16	2.57*	0.10
			개인차	7.60**	0.39	3.22**	0.20

(*: 유의수준 0.05에서 유의, **: 유의수준 0.01에서 유의)

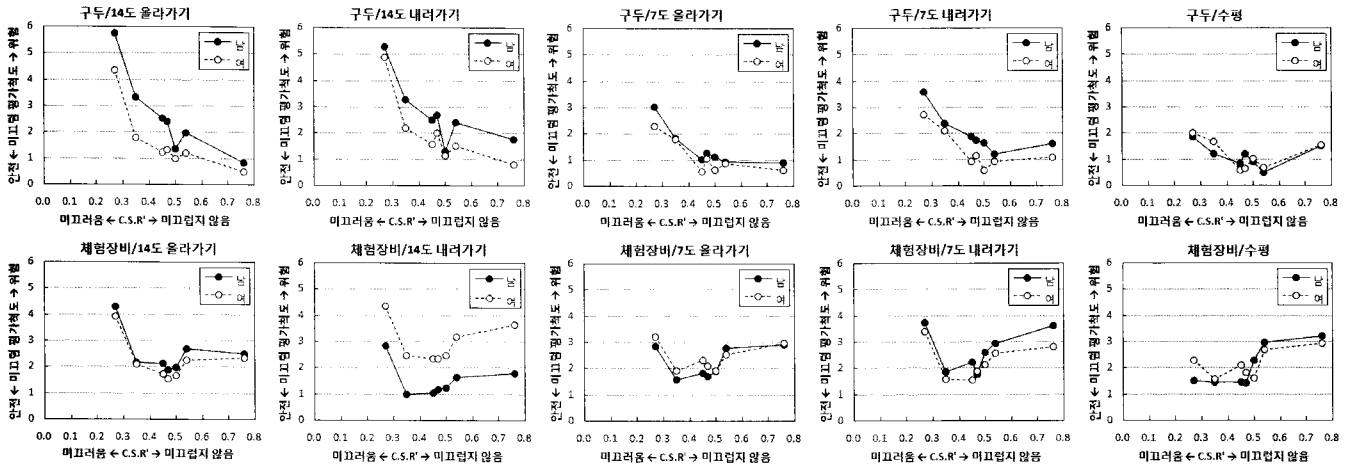


그림 11. 검사원의 성별 및 시험체의 경사각, 미끄럼저항(C.S.R') 차이에 따른 미끄럼 평가척도의 변동 경향

3.3 미끄럼 평가척도의 구성

관능검사의 결과로부터 얻은 기초데이터를 이용하여 척도구성 이론에 따라 미끄럼 평가척도를 구성하였다. 검사원의 성별 및 시험체의 경사각, 미끄럼저항(C.S.R') 차이에 따른 미끄럼 평가척도의 변동 경향을 그림 11에 나타낸다. 검사원의 성별에 관계없이 미끄럼 평가척도는 유사한 변동 경향을 나타내고 있다.

각 그래프에서 남성과 여성의 경우 판단범주①~⑦의 척도값이 다소 상이하므로 그림상의 내용만으로는 정확히 파악하기 힘들지만, 경사각 14°의 경사로에서 구두를 신고 오르내리는 동작의 경우 전반적으로 여성이 남성에 비해 보다 안전하다고 평가한 것을 알 수 있다. 이는 숙련화의 뒷굽이 일종의 스톱퍼 역할을 했기 때문으로 생각된다. 또한 장애·고령화 체험장비를 착용한 상태에서 내려오는 동작의 경우에는 여성이 남성보다 바닥의 안전성에 대한 불안감(공포심)을 많이 느꼈고 이것이 평가에 반영된 결과라고 생각된다.

본 연구에서는 경사로의 경사각과 바닥의 미끄럼저항(C.S.R') 차이에 따른 미끄럼 평가척도의 변동 경향이 성별에 상관없이 전반적으로 유사하게 나타난 점으로부터, 보다 범용적인 연구성과

를 도출하는 관점에서 남녀를 구분하지 않고 경사로 바닥에 대한 미끄럼 평가척도를 구성하여 C.S.R'와의 관계를 검토하기로 하였다. 아울러 남녀 검사원 20명의 검사에 대한 분산분석을 실시한 결과 역시 모든 경우에서 주효과의 분산비가 유의하여(유의수준 0.05) 통계적으로도 문제가 없다는 점을 부연하는 바이다. 미끄럼 평가척도와 C.S.R'의 관계를 그림 12에 나타낸다.

그림에서 경사로 바닥의 미끄럼 허용기준으로서 일반적으로 적용하고 있는 판단범주④(어느 쪽이라고도 말할 수 없다)⁹⁾를 설정하고, 장애·고령화 체험장비를 신체적 약자, 구두를 건강한 사람이라고 가정하여 실험결과를 고찰하기로 하였다.

신체적 약자와 건강한 사람의 보행시 안전성 관점에서의 미끄럼 평가는 전반적으로 다르게 나타난다. 건강한 사람의 경우는 대체로 C.S.R'가 클수록 안전한 바닥이라고 평가하는데 반해, 신체적 약자의 경우는 C.S.R'가 작은 바닥뿐만 아니라 큰 바닥에 대해서도 위험도가 높다고 평가하는 경향을 나타낸다. 이는 신체적 약자의 경우 다리를 약간 끄는 듯한 보행특성을 따므로 C.S.R'가 큰 바닥에서는 착지할 때와 발을 내디딜 때 발이 바닥에 걸리기 쉬운데 기인하는 것으로 판단된다. 이러한 경향을 미끄럼저항의 허용

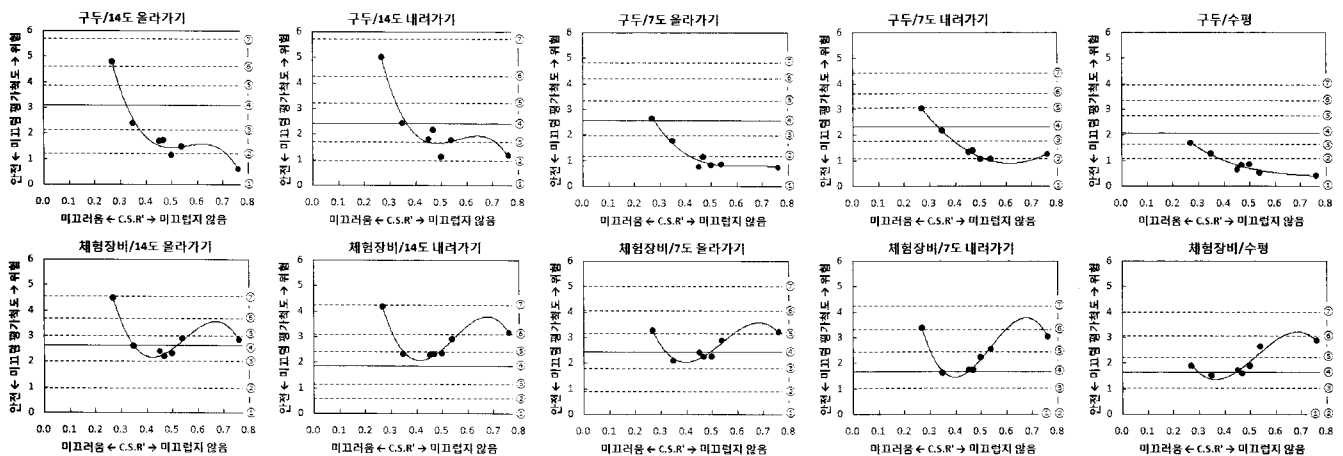


그림 12. 미끄럼 평가척도와 C.S.R'의 관계

범위로서 표현한다면, 건강한 사람의 경우는 허용범위가 C.S.R' 약 0.30 이상으로서 성능기준의 하한값만 존재하지만, 신체적 약자는 경사각 14°, 7° 에서 올라가기의 경우는 C.S.R' 0.35~0.50, 경사각 7° 에서 내려가기의 경우는 C.S.R' 0.35~0.45, 수평바닥에서는 C.S.R' 0.30~0.45가 허용범위이며 그 이상이나 이하의 값은 성능기준의 한계값을 벗어난다. 또한 경사각 14° 에서 내려가는 동작의 경우는 어떤 바닥재도 위험한 것으로 나타나 보행시 안전을 확보하기 위해서는 경사각 자체를 낮게 조정할 필요가 있다.

4. 결 론

신체적 약자와 건강한 사람의 경사로 바닥에 대한 미끄럼 평가척도의 상대적 변동 경향을 파악하기 위해 수행한 본 연구에서 얻은 결론은 다음과 같다.

- 1) 중심동요해석시스템을 이용한 신체적 약자(반신마비 고령자)와 건강한 사람의 중심동요 비교실험을 통하여 건강한 사람이 신체적 약자의 보행 메커니즘을 상시 재현할 수 있는 장애·고령자 체험장비를 개발하였다.
- 2) 관능검사수법을 이용하여 신체적 약자(건강한 사람이 장애·고령화 체험장비 장착)와 건강한 사람의 수평바닥 및 경사바닥에 대한 미끄럼 평가척도를 구성하고 그 유효성을 통계적으로 검증하였다.
- 3) 경사로의 기울기나 미끄럼저항 차이에 따른 미끄럼 평가척도의 변동 경향은 사용자의 성별에 구애받지 않고 전반적으로 유사하게 나타나는 것을 알 수 있었다.
- 4) 신체적 약자와 건강한 사람의 안전성 관점에서 미끄럼 평가는 보행 메커니즘이 상이한 만큼 다르게 나타나, 건강한 사람은 미끄럼저항이 클수록 안전하다고 평가하는데 반해, 신체적 약자는 미끄럼저항이 허용범위를 벗어나 너무 크거나 작을 경우 위험하다고 평가한다는 점을 실증적으로 규명하였다.

참 고 문 헌

1. 통계청, 장래인구추계, 2006. 11
2. 横山 裕 他, 高齢化にともなう歩行メカニズムの変化からみたすべりの評価の相対的変化の推定: 高齢者の安全性からみた床のすべりの評価に関する基礎的研究(その1), 日本建築学会構造系論文集, No.478, pp.35~44, 1995. 12
3. 小野英哲 他, 高齢者の安全性からみた床および斜路のすべりの評価方法, 日本建築学会構造系論文集, No.484, pp.21~29, 1996. 6
4. 佐々木直人 他, 住宅における床のすべりと高齢者の歩行特性との関係に関する研究, 日本建築学会学術講演梗概集, A, pp.809~810, 1994. 9
5. 高見正利 他, 床反力計による健康者歩行の研究: 特に年齢および性別による違いについて, 日本リハビリテーション医学会誌, vol.24(2), pp.93~101, 1987. 3
6. 山田忠利, 床反力解析からみた歩行の年齢変化, Japanese Journal of Sports Sciences, vol.8(3), pp.128~133, 1989. 3
7. 小野英哲, 携帯型床のすべり試験機(ONO・PPSM)の開発, 日本建築学会構造系論文集, No.585, pp.51~56, 2004. 11

(접수 2009. 8. 11, 심사 2009. 9. 18, 게재확정 2009. 9. 25)

9) 그림 13에서 직선의 실선으로 나타낸 것이 판단범주④의 척도값이다.

요 약

이 연구의 목적은 신체적 약자와 건강한 사람의 경사로 바닥에 대한 미끄럼 평가척도의 변동 경향을 비교 분석하는 것이다. 이 연구를 통해서 반신마비 장애인과 건강한 사람에 대한 중심동요 비교 실험을 통하여 신체적 약자의 중심동요 특성을 항상 재현하는 장애·고령화 체험장비가 개발하였다. 그리고 신체적 약자(건강한 사람이 장애·고령화 체험장비 착용)와 건강한 사람을 대상으로 한 관능검사결과로부터 수평바닥 및 경사로 바닥에 대한 미끄럼 평가척도를 구성하였다. 미끄럼 평가척도와 미끄럼저항계수(C.S.R)의 관계를 분석한 결과로부터 경사로의 기울기나 미끄럼저항 차이에 따른 미끄럼 평가척도의 변동 경향은 남성과 여성이 서로 유사하다는 사실을 명확히 규명하였다. 경사로 바닥에 대한 미끄럼의 평가는 건강한 사람은 C.S.R'가 0.30 이상이면 안전하다고 평가하지만, 신체적 약자는 C.S.R'가 0.45~0.50 이상인 경우에도 위험하다고 평가하였다. 이러한 평가의 차이는 주로 건강한 사람과 신체적 약자의 보행 메커니즘이 다르기 때문인 것으로 생각된다.

키 워 드 : 신체장애자, 중심동요, 체험장비, 미끄럼, 경사로 바닥
