

도시철도 역사 안전사고 감소 및 예방을 위한 유니버설디자인 요소 도출

권영종* · 김시곤** · 김항배***

Kwon, Youngjong*, Kim, Sigon**, Kim, Hwangbae***

Identifying Universal Design Factors for Reducing and Preventing Negligent Accidents in Urban Railway Station

ABSTRACT

Negligent accidents in urban railway station not only give damages to users but also cause avoidance of public transport usage. This study aims to identify design factors in designing urban railway station for reducing and preventing negligent accidents in the station. Especially this study identifies design factors from the perspectives of universal design concept which is for all persons. This study classified negligent accidents in urban railway stations, analysed degree of danger and identified the causes of accidents. Then this study identified universal design factors based on the results of analysis on the priority of accident factors relating to negligent accidents. The results of this study can be utilized as basic data in designing urban railway station for reducing and preventing negligent accident in urban railway station.

Key words : Universal design, Urban railway station, Negligent accident prevention

초록

도시철도 역사의 안전사고는 사고 당사자에게 피해를 주는 것에 그치지 않고 대중교통 이용을 기피하는 원인이 되기도 한다. 본 논문은 도시철도 역사에서 발생하는 안전사고를 감소시키고 이를 근본적으로 예방하기 위해 도시철도 역사 설계 시 고려해야 할 디자인 요소를 도출하는 데 그 목적이 있다. 특히 최근 새로이 등장하고 있는 모든 사람을 위한 디자인, 즉 유니버설디자인 관점에서 도시철도 역사의 안전을 위해 역사 설계 시 고려해야 할 요소를 도출하고자 한다. 이를 위해, 본 연구는 도시철도 역사에서 발생하는 안전사고를 유형별로 분류하여 위험도를 분석하고 사고 원인을 분석하였다. 이를 통해, 도시철도 역사에서 발생하는 안전사고와 관계가 높은 요소를 도출하고, 이를 유니버설디자인 관점에서 그 중요도를 고려하여 디자인 요소를 도출하였다. 본 연구 결과는 도시철도 역사의 개량 및 설계 시 안전사고를 최소화 하고 예방할 수 있는 디자인을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

검색어 : 유니버설디자인, 도시철도 역사, 안전사고 예방

1. 서론

세월호 사고 이후 안전에 대한 우리 사회의 인식이 매우 높아졌다. 이에 따라 대중교통에 대한 인식 또한 변화하고 있다. 대중교통은 기존에 신속성과 편리성, 쾌적성을 추구하는 데서 벗어나 이제는 안전성을 그 어느 때 보다 중요시 하고 있다고 해도 과언이 아니다. 대중교통을 이용 활성화를 위해 그동안 속도를 향상시키고 이용 상의 불편을 해소하는 데 노력해 왔으나 이제는 안전을 보장하는

* 교신저자 · 한국교통연구원 선임연구위원 (Corresponding Author · The Korea Transport Institute · yjk@koti.re.kr)

** 정회원 · 서울과학기술대학교 철도전문대학원 교수 (Seoul National University of Science and Technology · seoultech.ac.kr)

*** 정회원 · 남서울대학교 교수 (Name Seoul University · 88guardian@naver.com)

Received May 26, 2015/ revised June 2, 2015/ accepted June 3, 2015

것이 중요하다. 그러나 현실은 아직 이에 따라가지 못하고 있는 것이 사실이다. 도시철도는 1974년 서울에서 처음 개통된 이후 부산, 대구 등 5대 광역시에서 운행되고 있으며, 도시 내 주요 통행수단으로 자리를 잡고 있다. 서울의 경우 총 통행의 35%를 분담할 정도로 이용객이 많다. 이러한 도시철도 이용객의 증가에 따라 추락사고, 출입문 낀 사고 등 역에서의 안전사고가 늘어나고 있다.

도시철도 역사에서의 안전사고는 사전에 예방하여 아예 처음부터 발생하지 않도록 하는 것이 가장 중요하며, 사고가 일어나더라도 그 피해가 최소화 되도록 하는 것이 차선이다. 또한, 사고 발생 시 즉각적으로 대응하여 신속하게 처리하는 것이 중요하다. 이를 위해, 사고 예방 및 신속 대응체계를 갖추는 것이 필요하다. 그러나 근원적으로 사고를 예방하고 불가피하게 발생하는 경우 사고의 위험도를 최소화하기 위해서는 도시철도 역사가 보다 안전하게 디자인되어야 한다. 유니버설디자인은 장애인과 같은 특정 계층이 아닌 어린이, 노약자, 일반인 등 모든 사람의 요구에 부응할 수 있도록 디자인 하는 것을 말한다. 도시철도 역사에서의 안전사고가 특정 계층에게만 발생하는 것이 아니라 일반인에게도 발생하는 점을 감안할 때 도시철도 역사는 모든 사람에게 안전한 시설로 설계되어야 하는 것이다.

이 연구의 목적은 도시철도 역사에서의 안전사고를 근본적으로 감소시키고 사전에 예방할 수 있도록 도시철도 역사가 설계되도록 하는 데 필요한 디자인 요소를 도출하는 데 있다. 특히 이 연구는 도시철도 역사를 이용하는 모든 사람의 안전사고 감소 및 예방을 위해 유니버설디자인 관점에서 필요한 디자인 요소를 도출하는 데 그 목적이 있다. 이 연구를 통해 제시되는 디자인 요소는 보다 안전한 도시철도 역사를 설계하는 데 기초자료로 제공될 수 있을 것이다. 또한 기존 도시철도 역사를 개량하는 데도 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

2. 연구방법

2.1 용어의 정의

철도사고는 크게 열차 또는 철도 차량의 운행에 따라 발생하는 “철도교통사고”와 철도 운영 및 철도시설 관리와 관련하여 발생하는 “철도안전사고”로 구분할 수 있다. 전자는 열차충돌, 탈선, 화재, 건널목 사고 등 대부분 차량의 운행 중 발생하는 중대한 사고인 반면, 후자는 주로 철도 시설물 운영자 및 이용자의 안전 부주의에 의해 발생하는 다소 경미한 사고로 분류된다. 이에 따라 사실 그동안 인명의 피해가 크지 않다는 이유로 철도안전사고에 대한 대책이 다소 부실했던 것이 사실이다. 그러나 철도안전사고의 발생 빈도가 높고 도시철도 이용객의 안전을 위협한다는 점에서 이제는 철도안

전사고를 감소시키고 예방하는 노력이 필요한 때이다. 철도안전사고는 다양하게 분류되고 정의될 수 있으나 본 연구에서는 도시철도 역사의 설계 시 고려해야 할 디자인 요소를 도출하는 데 필요한 역사 내 시설물과 관련하여 발생하는 철도안전사상사고로 정의한다. 이에 따라 본 연구는 계단, 에스컬레이터, 열차출입문, 승강장, 대합실 등에서 발생하는 철도 역사 내 철도안전사상사고를 안전사고로 국한하여 분석한다. 본 연구에서 디자인 요소 도출의 근거로 삼는 사고의 위험도는 사고발생 가능성(사고확률)과 결과의 심각성(피해가능 규모)에 의해 결정된다.

유니버설디자인은 1950년대부터 장애인 등 특별한 사람들을 위한 무장애(Barrier free) 디자인의 한계를 극복하여 모든 사람을 위한 디자인으로서 로널드 메이스에 의해 정의된 개념이다. 유니버설디자인은 ‘모든 공산품, 건물, 외부공간을 모든 사람이 이용 가능하도록 디자인 하는 것’(Mace et al., 1991)을 말한다. 즉 유니버설디자인은 시설 등을 설계할 때 다양한 능력을 가진 사람들의 특성을 고려하여 최대한 많은 사람들이 불편없이 안전하게 사용할 수 있도록 디자인 하는 것을 의미한다(Kim et al., 2008; Robert, 2007).

2.2 선행연구 검토

도시철도 역사의 안전사고 감소 및 예방을 위한 유니버설디자인 요소를 도출한 직접적인 연구는 매우 미흡한 것이 사실이다. 그동안 도시철도 역사 안전사고 감소 및 예방을 위한 연구는 있었으나 이를 도시철도 역사 설계와 연관시켜 연구한 것이 드물며, 유니버설디자인 요소도출에 대한 연구 또한 도시철도 안전사고와 연관시켜 연구한 것이 미흡하다.

Kang et al. (2015)은 도시철도 역사 내 철도안전사상사고 현황 분석을 통한 예방대책 수립방향 도출 연구에서 도시철도 운영기관의 사고사례 분석을 통해 계단사고를 중심으로 연령, 성별, 음주, 이용시간 등이 사고에 미치는 영향을 분석하였다. 이를 통해, 계단에서 발생한 사고를 유형화하고 유형별 위험도를 분석하여 이를 근거로 세 가지 예방대책 수립방향을 도출하였다. 이어 현실적이고 합리적인 예방대책 도출을 위한 비용편익 분석방법과 우선순위 도출을 위한 절차를 제시하였다. Kim et al. (2008)은 유니버설디자인 설계요소 도출을 위한 사회적 배려계층의 일상생활활동 불편도 분석을 통해 고령자, 임산부, 장애인 등 사회적 배려계층의 불편도 및 불편원인 분석하였다. 이를 토대로 유니버설디자인 관점에서의 제품 및 환경 설계 시 고려사항을 제시하였다. 특히 이동 활동과 관련하여 도보, 버스, 전철, 택시 등 교통수단별 불편도를 각 계층별로 분석하고 이들에 필요한 설계요소를 도출하였다. 장애인의 경우 전철과 승강장 사이 거리, 높이 차, 리프트의 안전성 및 노후화 등을 전철 관련 설계요소로 도출하였다. Kang et al. (2014)은

도시철도 역사의 유니버설디자인 기준요소에 관한 연구에서 국내의 도시철도 역사의 유니버설디자인 기준을 비교 분석하여 유니버설디자인 기준요소를 도출하였다. 이 연구는 역사 접근로, 역사 내 통로, 화장실, 매표소 등 항목별 규정빈도와 규정 강도 및 배려대상자 빈도를 비교하여 도시철도 역사의 유니버설디자인 기준요소를 도출하였다. 기타 Kim et al. (2013)은 유니버설디자인 관점에 따른 철도여객시설의 특성에 관한 수역역과 병점역의 사례연구에서 현장 사례연구를 통해 유니버설디자인 관점에서 시설환경을 평가하고 다양한 사용자를 배려한 시설환경의 디자인 계획요점과 방향을 제시하였다. 철도여객시설의 경우 짐을 수반한 여행객, 장애인 등이 이용하는 시설이므로 추출입구는 다양한 사용자 편리성 측면을 고려하여 자동문을 설치하고 이용자의 심리적 안정감을 위해 차양시설이 있는 넓고 밝은 전면공간을 확보토록 하였다. 이 외에도 많은 연구들이 진행되었으나 도시철도 역사의 안전사고 감소 및 예방을 직접적으로 겨냥하여 도출하지는 않았다.

2.3 연구방법

도시철도 역사의 안전사고 감소 및 예방을 위한 도시철도 역사 설계 시 고려해야 하는 디자인 요소 도출을 위해 역사 내에서 발생하는 안전사고를 분석하였다. 시설의 설계 시 고려할 항목을 도출하기 위해 계단, 에스컬레이터 등 도시철도 역사 내 시설별로 안전사고 발생 유형과 빈도, 발생원인과 함께 위험도를 분석하였다. 이러한 도시철도 역사의 안전사고 분석을 토대로 안전사고 감소 및 예방을 위해 우선적으로 고려해야 할 유니버설디자인 요소를 도출하였다.

본 연구에서는 도시철도 역사의 안전사고 분석을 위해 2009년 1월부터 2013년 12월까지 5년 동안 서울지하철 1~8호선에서 발생한 역사 내 철도안전사상사고 4,086건을 분석하였다. 본 연구는 전체 사고에 대해 사고 발생 위치, 대상 시설별로 사고 유형을 분석하고 사고 발생 원인을 분석하였다. 나아가 사고발생 원인에 대해 사고 위험도를 이용객 특성별로 분석하여 시설별 설계 시 고려해야 할 유니버설디자인 요소를 도출하였다. 위험도는 사고발생 빈도와 피해의 규모에 의해 분석하였다.

3. 적용 결과

3.1 도시철도 역사의 안전사고 분석

서울메트로와 서울도시철도공사의 사고현황 자료를 토대로 도시철도 역사의 안전사고를 발생 위치 및 시설물 별로 분석한 결과, 에스컬레이터에서의 사고가 1,364건으로 가장 많았다. 이어 열차 출입문에서 781건, 계단에서 729건, 승강장에서 464건, 열차 내에서 219건, 대합실에서 175건 순으로 발생하였다. 그 밖에 게이트,

화장실, 엘리베이터 등 다양하게 장소와 시설물에서도 발생하였다 (Table 1).

도시철도 역사에서의 안전사고의 발생 건수는 넘어짐 사고가 2,665건 으로 가장 높게 나타났으며, 이어 출입문 끼임 사고 759건, 접촉충돌 사고 238건, 발빠짐 사고 205건의 순으로 나타났다. 안전사고의 원인은 부주의로 인한 것이 3,438건으로 전체의 84%를 차지하였다. 이어 제3자에 의한 것 231건, 시설물의 의한 것 202건, 인적하자에 의한 것 169건, 지병에 의한 것 42건, 고의에 의한 것 4건의 순으로 나타났다. 도시철도 역사의 이용 계층별 사고 발생을 분석한 결과, 일반인이 3,815건으로 가장 높게 나타났다. 이어 유아 135건, 장애인 129건, 임신부 7건의 순으로 나타났다. 일반인이 오히려 사고가 많이 나고 있다(Table 2).

사고발생 장소 및 시설별로 사고 원인과 위험도를 분석함으로써 사고 감소 및 예방에 필요한 요인을 찾을 수 있다. 에스컬레이터에서의 사고 유형은 넘어짐이 1,240건으로 가장 많았으며, 끼임 105건, 접촉충돌 10건, 이차사고 8건, 기타 1건의 순으로 나타났다. 사고원인으로는 부주의가 1,200 건으로 가장 많았으며 제3자가 108건, 시설물이 54건 순으로 나타났다. 시설물은 E/S터, 스텝발판, 콤포, 핸드레일 등이다. 에스컬레이터에서 가장 많이 발생하는 넘어짐 사고의 경우 70대가 340건으로 가장 많이 차지하였다. 연령대가 높을수록 넘어짐 사고가 많이 발생하고 여자가 남자에 비해 넘어짐 사고가 많이 발생하였다. 에스컬레이터에서 허용 불가할 정도로

Table 1. The Number of Accidents by Place and Facility

Classification	Number of accidents (Case)	Importance (%)
Escalator	1364	33.38
Train door	781	19.11
Stairs	729	17.84
Platform	464	11.36
Inside train	219	5.36
Waiting room	175	4.28
Others	354	8.66
Total	4086	100

Table 2. The Number of Accidents by Causes

Classification	Number of accidents (Case)	Importance (%)
Carelessness	3438	84.14
Third person	231	5.65
Facilities	202	4.94
Human error	169	4.14
Chronic	42	1.03
Intention	4	0.10
Total	4086	100.00

위험도가 높은 사고는 시설물에 신체 일부가 끼이는 사고이며, 상당히 위험한 사고는 음주로 인해 중심을 잃고 넘어지는 사고와 역주행으로 걸거나 뛰다가 넘어지는 사고로 나타났다.

열차 출입문에서의 사고 유형은 끼임이 792건으로 가장 많았으며, 접촉충돌 40건으로 나타났다. 사고원인으로는 부주의가 698건으로 가장 많았으며 인적하자 74건, 제3자 3건의 순으로 나타났다. 출입문에서 가장 많이 발생하는 끼임 사고의 경우 몸 끼임이 178건으로 가장 높았으며, 손 끼임 102건, 팔 끼임 77건, 손가락 끼임 65건, 가방 끼임 59건 순으로 나타났다. 가장 많이 발생하는 끼임 사고의 경우 50대가 153건으로 가장 많이 차지하였다. 연령대가 높을수록 넘어짐 사고가 많이 발생하고 여자가 남자에 비해 끼임 사고가 많이 발생하였다. 열차 출입문에서 위험도가 높은 상당히 위험한 사고는 출입문이 닫히는 순간 승, 하차 하려다 신체 일부가 끼이는 사고로 나타났다.

계단에서의 사고 유형은 넘어짐이 716건으로 가장 많았으며, 접촉충돌 12건, 찢림 1건의 순으로 나타났다. 사고원인으로는 개인 부주의가 696건으로 가장 많았으며 제3자 23건, 시설물 7건, 지병 3건의 순으로 나타났다. 계단에서 가장 많이 발생하는 넘어짐 사고의 경우 60대가 141건으로 가장 많이 차지하였다. 연령대가 높을수록 넘어짐 사고가 많이 발생하고 남자가 여자에 비해 넘어짐 사고가 많이 발생하였다. 계단에서 허용 불가할 정도로 위험도가 높은 사고는 계단에서 음주로 인해 중심을 잃고 넘어지는 사고, 계단에서 뛰어 내려 오다가 넘어지는 사고, 타인에 밀려 넘어지는 사고이며, 상당히 위험한 사고는 계단의 부착물에 걸려 넘어지는 사고, 좁은 계단 폭에 발이 영켜 넘어지는 사고로 나타났다.

승강장에서의 사고 유형은 넘어짐이 211건으로 가장 많았으며,

열차와 승강장 사이의 발빠짐 205건, 접촉충돌 45건, 찢림 1건, 아차사고 1건의 순으로 나타났다. 사고원인으로는 부주의가 374건으로 가장 많았으며 제3자가 53건, 지병 24건, 시설물 11건의 순으로 나타났다. 승강장 사고의 세부 시설물로는 이물질이 11건으로 가장 많았으며 천장판넬, 나무의자 등 다양한 위험 시설물이 있는 것으로 나타났다. 승강장에서 가장 많이 발생하는 넘어짐 사고의 경우 60대가 45건으로 가장 많이 차지하였다. 연령대가 높을수록 넘어짐 사고가 많이 발생하고 남자가 여자에 비해 넘어짐 사고가 많이 발생하였다. 승강장에서 상당히 위험한 사고는 무리한 승, 하차로 발이 빠지는 사고로 나타났다.

대합실에서의 사고 유형은 넘어짐이 141건으로 가장 많았으며, 접촉충돌 33건, 추락 1건의 순으로 나타났다. 사고원인으로는 부주의가 135건으로 가장 많았으며 시설물 17건, 제3자 13건, 지병 7건, 인적하자 2건, 고의 1건의 순으로 나타났다. 대합실 사고의 세부 시설물 유형으로는 이물질이 10건으로 가장 많았다. 대합실에서 가장 많이 발생하는 넘어짐 사고의 경우 60대가 33건으로 가장 많이 차지하였다. 연령대가 높을수록 넘어짐 사고가 많이 발생하고 여자가 남자에 비해 넘어짐 사고가 많이 발생하였다. 대합실에서 상당히 위험한 사고는 음주로 인해 중심을 잃고 넘어지는 사고, 타인과 충돌하는 사고, 대합실의 이물질에 미끄러져 넘어지는 사고로 나타났다.

3.2 도시철도 역사의 안전사고의 감소와 예방을 위한 유니버설디자인 요소도출

도시철도 역사 안전사고 감소와 예방을 위한 도시철도 역사 설계를 위해서는 이상에서 살펴 본 도시철도 역사에서의 사고와

Table 3. General Universal Design Factors of Urban Railway Station

Classification	General Universal Design Factor	Remarks
Escalator	Location, Effective width, Secure and size of clearance, Number of horizontal board, size of board, Board material, Installing warning block, Speed of moving shift knob, Horizontal part of moving shift knob, Emergency stop button, Vocal announcement, Fixed hand grip, Braille display	
Train door	-	No reference
Stairs	Type, Effective width, Size and height, Height of hand grip installation, Interval between hand grip and wall, Installing warning block, Type, degree of projection, treatment of nosing, floor material, installation and size of fence, installation and effective width of mid-hand grip, Length of horizontal extension, diameter of hand grip, Braille display	
Platform	Type, floor slope, height difference between platform and train, height of kiosk installation, size of clearance in front of kiosk, height of knee room, installation, location, and thickness of warning block, installation of fence at the end of platform, installation of approach prohibition, floor material, interval between platform and train, guidance block, installation of guiding staff, installation, type, height, number, and location of chairs, number, height, location, recognition, reason, interval, vocal announcement of operating situation, number, height, size, recognition, contents of sign board, Braille display, device for vocal announcement, installation of hand grip at platform wall, installation and number of kiosk	
Waiting room	Area, installation and height of chairs, floor material, installation of sign board, light, equipment system, advertizement, Securing community space	

Table 4. Critical Universal Design Factors of Urban Railway Station for reducing and preventing negligent accidents

Classification	Critical Universal Design Factor	Remarks
Escalator	Removal of risky escalator, installation of protector for the prevention of being sandwiched between, deploy safe guard always, placement of warning sign for drinking, take actions to prohibit drunken users, installation of surveillance system for prohibiting from driving wrong way	
Train door	Installation of information system for door closing, installation of artificial intelligence delay system for door closing, change of material for train door and platform, installation of shock absorbing guard	
Stairs	Placement of warning sign board for drinking, take actions to prohibit drunken users, installation of safe fence protecting losing one's footing, announcement for using safety lever at rush hour, informing warning sign for stairway affix, improvement of narrow stairway and warning sign, removal of stairway affix at all times	
Platform	Placement of warning sign for unreasonable taking on/off train, installation of surveillance system for unreasonable taking on/off train, minimizing the gap between platform and podium, installation of shock absorbing guard at platform, change of material for platform	
Waiting room	Placement of warning sign for drinking, warning for attention on collision with other passenger while moving, removal of affix at all times, warning sign for falling down caused by heavy luggage	

관련이 있는 요인을 찾아내 역사의 개량 및 설계 시 반영하는 것이 필요하다. 도시철도 역사의 안전사고 감소 및 예방을 위한 유니버설디자인 요소 도출에 앞서 먼저 일반적인 유니버설디자인 요소를 살펴보면 다음과 같다. 여기서는 다양한 유니버설디자인 요소들 중 안전사고와 관계가 깊은 도시철도 역사 내 시설을 중심으로 살펴본다(Table 3).

일반적인 유니버설디자인 요소 외에 도시철도 역사의 안전사고와 관련이 높은 디자인 요소를 도출하면 다음과 같다. 사고발생 장소 및 시설별로 사고 원인과 위험도를 토대로 사고가 일어날 확률과 피해 규모를 최소화 하기 위해 추가적으로 고려되어야 할 요인으로서 유니버설디자인 요소를 도출하면 Table 4와 같다.

4. 결론

본 연구는 도시철도 운영기관의 사고사례 자료를 토대로 도시철도 역사에서 발생하는 안전사고를 분석하여 이를 감소 및 예방할 수 있도록 설계 시 고려해야 할 디자인 요소를 도출하였다. 무엇보다도 안전사고가 발생되지 않도록 사전에 예방하는 것이 가장 중요하며, 사고가 일어날 경우는 그 피해가 최소화 되도록 하는 것이 필요하다. 이런 측면에서 안전사고를 근원적으로 방지하기 위해서는 도시철도 역사 설계 시 이를 감안하여 도시철도 역사가 보다 안전하게 디자인되어야 한다. 유니버설디자인은 특정 계층이 아닌 모든 사람의 요구에 부응할 수 있도록 디자인 하는 것을 말하는 것으로, 도시철도 역사에서의 안전사고가 특정 계층에게만 발행하는 것이 아니라 일반인에게도 발생하는 점을 감안할 때 도시철도 역사는 모든 사람에게 안전한 시설로 설계되어야 하는 것이다. 본 연구는 서울메트로와 서울도시철도공사의 사고현황 자료를 토대로 도시철도 역사의 안전사고를 발생 위치 및 시설물을 분석하였

다. 이를 토대로 안전사고가 많이 발생한 에스컬레이터, 열차 출입문, 계단, 승강장, 대합실을 대상으로 설계 시 고려해야 할 디자인 요소를 도출하였다.

에스컬레이터에서 발생하는 사고로서 시설물에 신체 일부가 끼이는 사고, 음주로 인해 중심을 잃고 넘어지는 사고, 역주행으로 걸거나 뛰다가 넘어지는 사고 등을 방지하기 위해 위험한 에스컬레이터의 제거, 신체 끼임 방지보호대 설치, 끼임 방지를 위한 안전요원 상시배치, 음주 경고문구 부착, 음주 이용객 이용금지 조치, 역주행 이용금지 감시시스템 설치 등을 디자인 요소로 도출하였다. 열차 출입문에서 발생하는 사고로서 출입문이 닫히는 순간 승, 하차 하려다 신체 일부가 끼이는 사고를 방지하기 위해 출입문 닫힘 안내시스템 설치, 인공지능 출입문 닫힘 지연시스템 설치, 열차 출입문의 재질변경, 승강장의 재질변경, 승강장에 충격흡수 보호대 설치 등을 디자인 요소로 도출하였다. 계단에서 발생하는 사고로서 계단에서 음주로 인해 중심을 잃고 넘어지는 사고, 계단에서 뛰어 내려오다가 넘어지는 사고, 타인에 밀려 넘어지는 사고, 계단의 부착물에 걸려 넘어지는 사고, 좁은 계단 폭에 발이 엉켜 넘어지는 사고 등을 방지하기 위해 음주 경고문구 부착, 음주 이용객 이용금지 조치, 실족방지 안전펜스 설치, 혼잡시간에 계단 안전손잡이 이용 방송, 계단 부착물 경고표지 안내, 좁은 계단 폭 개선 및 경고 안내, 계단 부착물 상시 제거 등을 디자인 요소로 도출하였다. 승강장에서 발생하는 사고로서 무리한 승, 하차로 발이 빠지는 사고 방지를 위해 무리한 승, 하차 경고문구 부착, 무리한 승, 하차 감시시스템 설치, 승강장과 연단 사이 폭 최소화 등을 디자인 요소로 도출하였다. 대합실에서 발생하는 사고로 음주로 인해 중심을 잃고 넘어지는 사고, 타인과 충돌하는 사고, 대합실의 이물질에 미끄러져 넘어지는 사고 등을 방지하기 위해 음주 경고문구 부착, 이동 시 타인과의 마찰 주의 경고, 대합실의 이물질 상시제거, 무거운

짐으로 인한 넘어짐 주의 경고 등을 디자인 요소로 도출하였다.

본 연구는 사고 사례 자료를 토대로 사고 원인과 위험도를 분석하고 이를 토대로 디자인 요소를 도출하였다. 보다 정확한 디자인 요소를 도출하기 위해서는 실제 현장에서 사고를 예방하고 위험도를 줄일 수 있는 지를 테스트하고 이를 토대로 디자인 요소를 도출하는 것이 필요할 것이다. 그럼에도 불구하고 본 연구의 결과는 안전한 도시철도 역사를 설계하는 데 고려되어야 할 사항을 제시하는 데 조금이나마 기여할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원(14RTRP-B067918-02)에 의해 수행되었습니다.

References

- Kang, B. K., Lee, J. H., Kim, S. W., Kang, T. S. and Byun, S. H. (2014). "A study on universal design critical factor of the urban railway station." *Korea Institute of Health Architecture*, Vol. 20, No. 2, 2014. 5 (in Korean).
- Kang, G. S., Kim, S. G. and Kwon, Y. J. (2015). "Preventive measure to establish the direction drawn through the city railway safety ever thought analysis." (in Korean).
- Kim, H. J., Lee, D. H., Kim, C. S. and Jeong, M. G. (2008). "Perceived discomforts in daily activities of aged, handicapped, and pregnant users to identify universal design factors." *Korean Institute of Industrial Engineers* (in Korean).
- Kim, S. T., Byun, H. R. and Choi, R. (2013). "Evaluation and analysis on the characteristics of user-friendly rail passenger facilities according to universal design." *Architectural Institute of Korea*, Vol. 29, No. 1, 2013. 1 (in Korean).
- Mace, R. L., Hardie, G. J. and Place, J. P. (1991). "Accessible environment: Toward Universal Design in W.E. Preiser, J.C. Vischer, E.T. White(Eds.), *Design Intervention: Toward a more human architecture*, Van Nostrand Reinhold, NY.
- Robert, F. E. (2007). "Universal and accessible design for products, services, and processes." CRC Press.