

에스컬레이터이용자 안전사고예방을 위한 안전관리 방안에 관한 연구

김 별 상*·**·박 범**

*승강기안전공단

**아주대학교 산업공학과

A Study on the Safety Management Plan to Prevent Safety Accident Escalator User

Beom-Sang Kim*·** · Poem Park**

*Korea Elevator Safety Agency

**Department of Industrial Engineering, Ajou University

Abstract

The number of elevators in Korea has surpassed 700,000 units in 2019, which is the 8th in the world by number of installed units and 3rd in the world by new units. The word 'lift' is a representative word, and the category includes elevators, escalators, dumb waiters, and moving walks. Those who live in the city will experience using elevators once or twice a day, and these elevators are becoming an indispensable means of transportation when using high-rise apartments or subways.

However, such a convenient elevator also has a lot of risks that threaten the safety of the user and actually cause many accidents every year. In particular, escalators (including moving walks), which account for as little as 5% of all elevators, account for 70% of all elevator accidents. According to Heinrich's chain of thought theory, accidents are caused by a combination of factors, which are divided into five stages: Stage 1: Genetic Factors and Social Environment, Stage 2: Individual Defects, Stage 3: Unsafe behavior and Unsafe conditions, Stage 4: Accident, Stage 5: Injury. Heinrich said that three of these five phases, unsafe behavior and unsafe conditions, require safety management and efforts to prevent accidents. In escalator accidents, the analysis of accident cases that have occurred so far will be related to unsafe behaviors and unsafe conditions, and the effective management of these causes of accidents will enable safer and more convenient use of escalators.

This study analyzed accident cases of elevator users, focusing on escalator accidents over the last 10 years (2010 ~ 2019), and safety management to prevent safety accidents of elevator users by analyzing the behavior of actual users and questionnaires of experts in related fields. The method was studied.

Keywords : Safety Culture, Elevator Safety, Escalator accident prevention, Data analysis

1. 서론

우리나라 승강기는 2019년 기준 70만대를 넘어섰으며 이 수치는 설치대수 기준 세계8위, 신규 설치대수 기준 세계 3위 정도의 수준을 의미한다. '승강기'라는 단어는 대표어로 그 범주에는 대표적으로 엘리베이터, 에스컬레이

터, 덤웨이터, 무빙워크 등이 포함되는 의미를 갖고 있다. 도시생활을 하는 사람들은 하루에 한두번 정도는 승강기를 이용하여 이동하는 경험을 할 것이고 고층아파트나 지하철 이용시 이러한 승강기는 없어서는 안 될 교통수단의 하나로 자리매김하고 있다.

하지만 이러한 편리한 승강기도 이용자의 안전을 위협

†Corresponding Author: Beom-Sang Kim, Korea Elevator Safety Agency, Seongan-ro 163, Gadong-gu, Seoul, M.P: 010-3709-4550, E-mail: kbs4550@koelsa.or.kr

Received: February 21, 2020; Revision: March 12, 2020; Accepted: March 16, 2020

하는 많은 위험요소를 가지고 있고 실제로 해년마다 많은 사고를 유발하고 있다. 특히나 전체 승강기 중 5%정도의 작은 비중을 차지하는 에스컬레이터(무빙워크 등 포함) 관련 사고는 전체 승강기 사고 중 건수기준 57% 정도의 큰 비중을 차지하고 있어 그 설치 비중에 비해 위험도가 상당히 높은 편이다.

최근 각종 언론을 통해 보도된 부산 동해남부선 일광역에서 발생한 에스컬레이터 사고의 경우, 70대 나이의 이용자가 넘어지면서 연쇄적으로 뒤에 서있던 다른 이용객들이 넘어진 사고였으며, 지난해 서울 대치동 포스코센터 내 에스컬레이터에서 발생한 5세 어린이 사고는 발 끼임 사고로 피해 어린이와 주변 사람들에게 안타까운 마음을 들게 만들었다.

하인리히의 사고의 연쇄성이론에 따르면 사고발생은 여러 가지 요소가 복합적으로 작용하여 발생하게 되는데 5단계로 구성된 내용을 살펴보면, 1단계:유전적요인 및 사회적 환경, 2단계:개인적 결함, 3단계:불안전한 행동 및 불안정한 상태, 4단계:사고, 5단계:상해 이다. 하인리히는 이러한 5단계 중 3단계인 불안정한 행동 및 불안정한 상태에 안전관리의 중요성을 두고 사고예방을 위한 노력이 필요하다고 했다. 에스컬레이터 사고도 지금까지 발생한 사고사례를 분석하면 불안정한 행동과 불안정한 상태와 관련된 내용들이 있을 것이며 이러한 사고원인 요소들을 효과적으로 관리한다면 더욱 안전하고 편리하게 에스컬레이터를 이용할 수 있을 것이다.

본 연구는 최근 10년간(2010년~2019년)의 에스컬레이터사고를 중심으로 승강기이용자 사고사례를 분석하였으며, 실제 이용자의 행태분석과 관련 분야 전문가들의 설문분석을 통해 승강기이용자 안전사고예방을 위한 안전관리 방안을 연구하였다.

2. 선행연구 및 연구방법 설계

2.1 선행연구

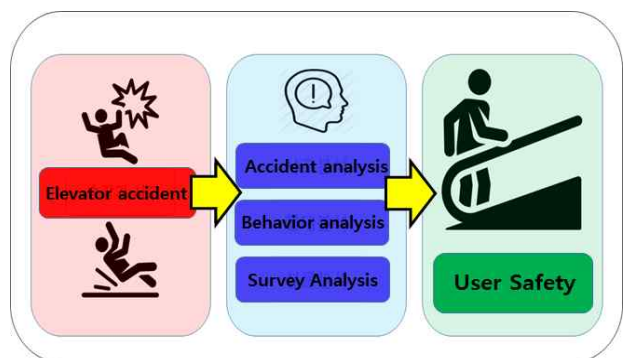
승강기이용자 안전사고 예방을 위한 선행연구를 살펴보면 정옥남 외 2인의 연구에서 에스컬레이터 이용자 중심으로 다중쇼핑공간 및 대형마트, 지하철역사, 공항 등에서 이동하는 이용자의 행동을 실태 조사한 후 분석하여 재해예방대책을 제시하였으며[1], 김재익 외 1인은 2014년 서울메트로 지하철에서 발생한 사상사고 현황분석을 통해 에스컬레이터 관련 사고에 대해 분석하였고 사고예방대책을 제시했으며[2], 김지민 외 2인은 연간 24억 명의 인구가 이용하는 대표적 공공장소인 지하철공간을 연구의 대

상으로 선정하고, 그 중 이용자의 과실로 인한 안전사고가 빈번히 일어나는 에스컬레이터 공간을 중심으로 이용자 중심적 방법론인 서비스디자인 방법론을 활용하여 효과적인 안전사고 예방 방안을 제안했다[3]

서동희 외 3인의 연구에서는 에스컬레이터 이용자 중 노인을 특정화하여 연구하였으며 노인의 인지능력, 신체능력과 평행기능의 저하와 천이구간에서 발생하는 사고의 상관관계를 분석하여 천이구간의 길이를 기존보다 길게 하는 유니버설 디자인을 제안하였고[4] 정인영 외 4인은 도시철도 에스컬레이터 이용고객 특성에 관한 연구를 통해 도시철도 이용고객이 증가될 경우 특히 800형인 경우 이를 감당하지 못하여 외부 출입구, 승강장, 대합실에 줄을 길게 서는 등 혼잡도 가중, 이용고객의 불편 초래, 다수 민원이 발생되고 있는 문제점을 개선하고자 하였으며[5] 고대유 외 1인은 서울시 55개 재난 유형 중 하나인 승강기 사고의 황금시간을 검증하기 위해 소방재난본부의 구조 및 구급데이터를 분석에 활용하여 사고유형 별 출동시간, 도착 및 조치 시간, 병원이송 시간, 부상의 악화정도 등을 토대로 기초통계와 순차형 로짓분석을 실시하여 승강기사고의 황금시간이 20분 이내가 적절하다는 것을 입증하였다[6]

2.2 연구방법 및 모델

승강기이용자 안전사고 예방을 위해 본 연구에서는 첫째, 한국승강기안전공단의 지난 10년간의 승강기 사고 자료 중 위험성이 큰 에스컬레이터 사고에 대해 사례를 분석하고 둘째, 실제 지하철역에서 이용자들의 이용행태를 분석하였으며 마지막으로 승강기 관련 전문가들의 의견을 인터뷰와 설문분석을 통해 정리하여 안전사고예방을 위한 종합적인 분석을 하고자 한다. 이러한 연구의 방법과 단계를 모델화 하면 다음과 같다.[Figure 1]



[Figure 1] Safety Accident Prevention Model

승강기사고 자료는 한국승강기안전공단의 2010년~2019년 사고조사 자료를 기본으로 사고사례 분석을 하였고, 에스컬레이터를 이용하는 행태를 파악하기 위해 지하

철역에서 이용자들의 이용행태를 분석하였으며, 마지막으로 분석의 현장성을 높이기 위해 승강기 관련 산업에 종사하는 작업자들의 의견을 반영하고자 인터뷰와 설문분석을 통해 에스컬레이터 이용자사고의 원인을 파악하였다.

설문지분석은 SPSS 21을 사용하여 통계분석을 하였으며 전체 연구의 구성은 사고사례분석 등을 통해 사고의 원인에 대한 구체적인 형태를 주요원인별로 정리하여 안전관리대상 위험요소를 선정하였고 형태분석과 설문분석을 통해 정리된 위험요소를 효과적으로 저감할 수 있는 방안에 대해 전문가들의 의견을 바탕으로 에스컬레이터 안전관리방안에 대한 대책을 연구하였다.

3. 에스컬레이터 위험요인 분석

3.1 사고사례 분석

한국승강기안전공단에서 제공받은 승강기에 대한 통계 자료를 보면 전년도(2019)기준 국내 승강기는 70만대를 넘어섰다. 그 중에서 엘리베이터 등은 94.55%를 차지하고 에스컬레이터 등은 4.91% 휠체어리프트는 0.54% 비중을 차지하고 있다. <Table 1>

<Table 1> Elevator Installation Status

Year	Total	Elevators.e	Escalator.e	Wheelchair.
Before'10	373,423	351,537	20,430	1,456
'11	26,979	25,040	1,752	187
'12	29,109	27,256	1,654	199
'13	30,302	28,853	1,248	201
'14	34,941	33,115	1,597	229
'15	38,234	36,687	1,308	239
'16	45,104	42,872	1,983	249
'17	48,802	46,536	1,947	319
'18	50,461	48,320	1,776	365
'19	32,604	31,031	1,178	395
Total	709,959	671,247	34,873	3,839
Ratio(%)	100.00	94.55	4.91	0.54

에스컬레이터 등은 대형쇼핑몰이나 지하철역 등에 각각 48.72%, 23.53%의 높은 비중으로 설치되어 있고 그 외 시설에 7% 미만의 비중으로 설치되어 있다. <Table 2>

이러한 에스컬레이터는 많은 이용자의 편리한 교통수단으로 사용되고 있으나 최근의 승강기 관련사고 사례 및 통계자료를 보면 그 위험성과 빈도가 전체 승강기 설치비중에서 5%정도에도 못 미치는 것에 비해 발생건수 기준 57%정도로 높은 것을 알 수 있다. <Table 3>

전체 승강기 사고원인 중 이용자과실은 71.15%의 비

중을 차지하고 에스컬레이터 사고에서 이용자과실은 89.52%로 대부분이 이용자과실이 원인으로 분석되는데 승강기안전공단 자료를 정리한 <Table 4>를 살펴보면 그 내용을 알 수 있다.

<Table 2> Installation Ratio by Building Use

Building use	Total	Elevators.e	Escalator.e(%)	Wheelchair.	
Apartment	387,618	386,214	1,161	3.33	243
Neighborhood life	109,813	107,420	2,066	5.92	327
Sales	28,127	10,944	16,989	48.72	194
Transportation	13,690	5,007	8,207	23.53	476
Business facility	40,185	37,612	2,154	6.18	419
Accommodation	20,287	19,637	608	1.74	42
Education / Welfare	39,446	38,153	294	0.84	999
Culture rally	9,027	7,108	1,608	4.61	311
Medical facility	12,060	11,303	677	1.94	80
Factory	28,993	28,481	446	1.28	66
etc	20,713	19,368	663	1.90	682
Total	709,959	671,247	34,873	3,839	
Ratio(%)	100.00	94.55	4.91	0.54	

<Table 3> Accidents by Elevator Type

Year	Total	Elevators.e	Escalator.e	Wheelchair.
Before'10	972	452	503	17
'11	105	22	83	0
'12	142	27	114	1
'13	92	30	62	0
'14	75	24	51	0
'15	65	29	36	0
'16	45	22	21	2
'17	29	18	10	1
'18	23	10	13	0
'19	75	40	34	1
Total	1,623	674	927	22
Ratio(%)	100.00	41.52	57.12	1.36

<Table 4> Cause of accident by type of elevator

Cause	Total(%)	Elevators.	Escalator.(%)	Wheelchair.
Management	51(6.87)	35	15(2.96)	1
Lift Management	79(10.64)	53	23(4.54)	3
User error	528(71.15)	75	453(89.52)	0
Worker error	29(3.90)	24	4(0.79)	1
Manufacturing	14(1.88)	8	6(1.18)	0
etc	41(5.52)	36	5(0.98)	0
Total(10years)	742(100)	231	506(100)	5

에스컬레이터 사고원인인 이용자과실 506건에 대해 사고유형별로 분석한 결과 전도(407건,80.43%)>끼임(69

건,13.63%)>기타(30건,5.92%)의 3가지로 분류할 수 있었으며 전도 관련사고가 가장 큰 비중을 차지했다.

전도사고의 경우 기기의 정지 및 핸드레일의 정지 등 에스컬레이터 정지가 원인이거나 쇼핑카트·휠체어 등 다른 이동물체와의 충돌, 그리고 몸의 균형을 잃는 등 기타 원인으로 분석되었다. 이러한 여러 원인에 의한 전도사고의 경우 에스컬레이터 이용시 핸드레일을 잡는 안전수칙만 이용자가 제대로 지킨다면 사고는 상당히 저감될 것으로 생각된다.

3.2 이용자 행태 분석

사고사례 분석을 통해 사고원인 중 에스컬레이터 이용자 과실에 대한 비중이 높은 것을 파악하였고 실제 현장에서 이용자들의 이용 행태를 분석하기 위해 설치 비중이 높은 대형쇼핑몰이나 지하철역 등의 현장에서 체크리스트를 이용한 관찰실험을 실시하였다.

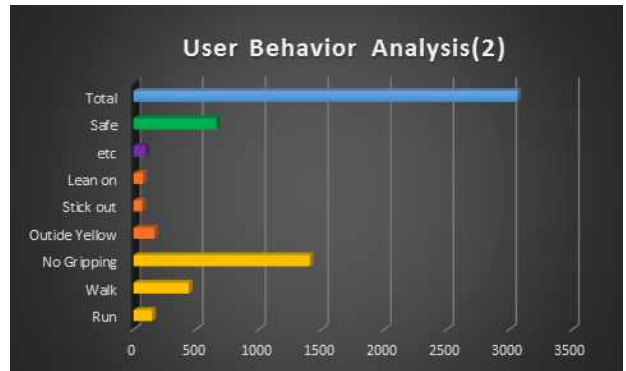
에스컬레이터 이용자 행태관찰을 위해 2019년12월~2020년1월까지 기간 동안 수도권 인근에 있는 에스컬레이터 설치비중이 높은 대형쇼핑몰과 지하철역을 중심으로 이용행태를 관찰하였고 관찰은 사고사례분석을 통해 정리된 사항을 바탕으로 중요 위험요인을 중심으로 만들어진 체크리스트에 기록하는 방식으로 진행하였으며 이용자가 행동이 중복되어 변화된 수치도 포함하였다

체크리스트 항목은 사고사례분석으로 정리된 항목과 ‘승강기 안전운행 및 관리에 관한 운영 규정’(행정안전부 고시 제2019-30호 전부개정 2019.3.28.) 제18조에 규정된 ‘에스컬레이터 또는 무빙워크 이용자의 준수사항’ 13항목을 참고하여 관찰실험의 특성상 이용자의 행동을 방해하지 않고 빠른 관찰을 위해 전도위험항목, 끼임위험항목, 기타위험항목의 3개 항목으로 구성하여 확인하였다. [1]

<Table 5> User Behavior Analysis(1)

Cause	Total(명,%)	Type	Place	
			Sopping	Subway
Falling list	1,994 (65.10)	Run	148	101
		Walk	441	380
		No Gripping	1,405	1,241
Jam list	312 (10.19)	Outide Yellow	167	121
		Stick out	69	42
		Lean on	76	47
etc risk	96(3.13)	etc	96	65
Safe Behavior	661(21.58)	Safe	661	547
Total	3,063(명)	-	3,063	2,544

우선 전도항목은 뛰다, 걷는다, 손잡이(핸드레일)을 잡지 않는다 의 3항목으로 구성하였고, 끼임항목은 노란 안전선 안에 탑승하지 않는다, 난간 밖으로 몸 내민다, 손잡이 난간에 기대다 의 3항목으로 그 외 운행반대방향으로 탑승하지 않기, 유모차·수레 등을 갖고 이용하지 않는다 등의 위험행태 등을 기타 항목으로 구성하였다. 관찰결과는 <Table 5>와 [Figure 2]와 같다.



[Figure 2] User Behavior Analysis(2)

중복 행위자를 포함한 총 3,063명에 대해 이용자 행태 관찰 결과를 보면 사고사례분석을 통해 분석된 전도 > 끼임 > 기타 사고의 발생빈도와 유사한 관찰결과를 확인할 수 있었는데 전체에서 전도위험항목 65.10%, 끼임위험항목 10.19%, 그리고 기타 위험항목 3.13% 순이었다. <Table 6>

<Table 6> Accident Case Analysis and Comparison of Observation Results

Division	Falling	Jam	etc. risk
Accident case	80.43%	13.63%	5.92%
Observation case	65.10%	10.19%	3.13%

또한, 대형쇼핑몰과 지하철역으로 구분하여 관찰한 결과를 보면 쇼핑몰에서 끼임위험항목(102명, 19.65%)에 대한 발생비중이 지하철(210명, 8.25%)과 비교할 때 높은 것으로 나타났는데 이것은 상대적으로 이용자들의 특성이 반영된 것으로 시간적인 여유로움이나 아이들의 이용빈도가 높기 때문으로 분석되었고 핸드레일을 잡지 않는 위험행동은 쇼핑몰(164명, 31.59%)과 지하철(1,241명, 48.78%)로 다른 위험행동에 비해 가장 높았으며 계절적인과 스마트폰의 영향 등이 큰 것으로 파악되어 전체적으로 안전한 행동을 보인 이용자는 쇼핑몰(114명, 21.96%), 지하철(547명, 21.50%), 전체 661명 21.58%의 비율을 보였다.

3.3 작업자 등 설문 분석

승강기 등을 설계하고 설치·관리·유지·보수하는 작업자와 전문가들의 에스컬레이터사고에 대한 생각을 반영하여 현장성 있는 연구가 될 수 있도록 설문조사와 인터뷰를 실시하였다. 설문대상은 승강기 관련 산업에 종사하는 기술자들의 직무능력향상 및 신기술 교육을 담당하고 있는 한국승강기안전공단 승강기인재개발원에서 강의를 하는 내·외부 강사들과 교육생 등으로 하였으며 지난해(2019) 9월~11월의 기간 동안 진행되었다.

설문항목은 기본질문인 성별, 담당업무, 업무경력의 3개 항목과 ①에스컬레이터 사고의 가장 중요한 원인은 무엇이라고 생각하십니까? ②나는 에스컬레이터 이용자들의 행동에 대해 위험성을 느낄 때가 있다? ③에스컬레이터 이용자들의 위험행동의 가장 중요한 원인은 무엇이라고 생각하십니까? ④나는 고령자들의 증가가 에스컬레이터 사고발생의 중요한 원인이라고 생각하십니까? ⑤나는 아이들 사고의 예방을 위해 부모의 역할이 중요하다고 생각하십니까? 라는 5개 항목으로 구성하였다.

총 설문응답수 181명에 대해 성별은 남자 169명(93.4%), 여자 12명(6.6%) 담당업무는 제조 74명(40.9%), 설치 17명(9.4%), 보수 37명(20.4%), 검사 16명(8.8%), 관리 37명(20.4%) 업무경력은 1년이상 55명(30.4%), 3년이상 37명(20.4%), 5년이상 60명(33.1%), 10년이상 29명(16.0%)로 빈도분석 되었다. 주요질문에 대해 각각 가장 높은 답변은 ①에스컬레이터 사고의 가장 중요한 원인은 무엇이라고 생각하십니까?에 대해 이용자문제 153명(84.5%), ②나는 에스컬레이터 이용자들의 행동에 대해 위험성을 느낄 때가 있다? 에 대해 매우그렇다 82명(45.3%), ③에스컬레이터 이용자들의 위험행동의 가장 중요한 원인은 무엇이라고 생각하십니까? 에 대해 이용자안전의식 154명(85.0%), ④나는 고령자들의 증가가 에스컬레이터 사고발생의 중요한 원인이라고 생각하십니까? 에 대해 보통이다 54명(29.8%), ⑤나는 아이들 사고의 예방을 위해 부모의 역할이 중요하다고 생각하십니까? 에 대해 매우그렇다 126명(69.7%)로 나타났다. <Table 7>

설문분석내용을 보면 가장 큰 사고의 원인이 이용자문제로 나타났으며 이용자들의 위험한 행동의 원인으로 이용자안전인식을 중요한 원인으로 생각하고 있었다. 또한 고령자 증가가 에스컬레이터 사고발생의 중요원인으로 생각하지 않았으며 아이들 사고를 예방하기 위해 부모의 역할이 중요하다고 생각하고 있었다.

<Table 7> Survey Results

Question
1) Important Causes of Escalator Accidents? ① User problem 153(84.5%) ② Manufacturing problem 9(5.0%) ③ Management problem 10(5.5%) ④ Legal system problem 9(5.0%) ⑤ Social problem 0(0.0%)
2) Feel dangerous about the behavior of users? ① Not very 9(5.0%) ② Not like that 9(5.0%) ③ generally 0(0.0%) ④ Yes 81(44.7%) ⑤ It really is 82(45.3%)
3) Most important causes of risk behavior? ① User personal situation 9(5.0%) ② User safety awareness 154(85.0%) ③ Social safety culture 18(10.0%) ④ Legal institutional deficiency 0(0.0%) ⑤ Lack of technology 0(0.0%)
4) Increased elderly cause of accidents? ① Not very 9(5.0%) ② Not like that 45(24.8%) ③ generally 54(29.8%) ④ Yes 46(25.4%) ⑤ It really is 27(15.0%)
5) The role of parents in preventing children's accidents? ① Not very 0(0.0%) ② Not like that 9(5.0%) ③ generally 10(5.5%) ④ Yes 36(19.8%) ⑤ It really is 126(69.7%)

4. 결론 및 고찰

승강기이용자사고를 에스컬레이터를 중심으로 분석한 결과 첫째, 승강기 사고 중 에스컬레이터 관련사고의 비중이 57.12%로 설치비중인 4.91%에 비해 10배 이상 높았고 승강기 관련사고 중 가장 큰 비중을 차지하고 있는 것으로 분석되었으며 둘째, 승강기사고 원인에 대한 분석을 통해 전체 원인 중 이용자 과실이 71.15%로 분석되었고 에스컬레이터 이용자 과실은 89.52%로 분석되었으며 마지막으로 에스컬레이터 사고유형은 전도사고가 80.43%로 가장 높은 것으로 분석되었다.

이러한 에스컬레이터 사고 특성에 따라 전체 승강기사고에 대한 안전관리방향을 에스컬레이터 사고에 중요성의 비중을 높여 관리할 필요가 있으며 이용자 과실에 대한 대책마련이 필요하고 사고유형으로 분석된 전도사고에 대해 핸드레일을 잡는 등 안전수칙을 홍보와 교육을 통해 정착시키는 것이 중요하다.

이용자행태분석을 통해 걷거나 뛰는 행동과 스마트폰을 이용하거나 계절적 원인 등에 의해 핸드레일을 잡지 않는 이용행태가 높은 비율로 관찰되었으며 이에 대해 지속적인 안전홍보와 교육 뿐만 아니라 에스컬레이터가 설치되어있는 시설의 특징을 고려하여 대형쇼핑몰은 어린이 등에 대한 안전사고예방에 중점을 두고 지하철역에서는 출퇴근시간 및 지하철을 이용하려는 바쁨 등을 고려한 상황별 안전사고예방 대책이 필요할 것이다.

마지막으로 작업자 등에 대한 설문분석을 통해 에스컬레이터 사고의 중요한 원인으로 이용자문제 및 이용자 안전인식의 문제를 알 수 있었고 고령자 증가가 사고의 중요한 원인은 아니며 아이들 사고 예방을 위해 부모의 역할이 중요하다는 내용을 알 수 있었는데 이에 대한 대책으로 부모와 아이들이 함께 참여 할 수 있는 안전교육프로그램 개발이 필요하다.

이러한 사고분석, 행태분석, 설문분석을 통해 에스컬레이터사고의 원인이 이용자의 행동과 안전인식수준에 있음을 알 수 있었으며 그에 대해 에스컬레이터 안전사고를 예방하기 위해 안전교육 확대 및 홍보 강화를 통해 에스컬레이터에 대한 위험성을 이용자들이 인식하고 안전이용방법 및 안전수칙 준수 그리고 사회전체적인 안전의식 수준 향상을 통한 안전문화 조성을 제안한다.

향후 연구를 통해 안전문화 조성을 위한 구체적인 교육 및 홍보방안 마련이 필요하다.

저자 소개



김 범 상

현재 한국승강기안전공단 근무, 아주대 산업공학과 박사과정
관심분야 : 승강기안전, 휴먼에러, 안전문화 등



박 범

현재 아주대 산업공학과 교수
관심분야 : Ergonomics, HCI/UX, System informatics, 휴먼에러, 안전공학

5. References

- [1] O. N. Jeong, Y. S. Yun, O. H. Kwon(2016), "Accident Prevention for the Elevator and Escalator by the Accident Type Analysis." Journal of the Korean Society of Safety, 31(4):15-21.
- [2] J. I. Kim, K. S. Kim(2015), "A Study on Type Analysis of Death & Injury Accidents at Seoul Subway." Journal of the Korean Society for Railway, October: 749-753.
- [3] J. M. Kim, Y. Y. Kim, M. J. Song(2015), "Public Service Design to Prevent Negligent Accident: Focused on Escalator in Subway Station." Journal of Industrial Design,10(1):51-60.
- [4] D. H. Seo, T. W. Lee, J. Y. Kim, S. Y. Bae(2014), "Mainly Occurs in Escalator Study of Improvement Measures Through the Analysis of the Elderly." Journal of the HCI Society of Korea, 2014(2): 949-951.
- [5] I. Y. Jeong, S. J. Bae, B. S. Lee, C. J. Park, S. S. Kim(2012), "Research on Characteristics of Escalator User in Urban Railway." Journal of the Korean Society for Railway, 2012(10):1556-1561.
- [6] D. Y. Go, J. S. Won(2016), "Golden Time Verification of City Lift Accidents." Journal of the Korean Urban Management Association, 29(3):19-37.