Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 23, No. 3 pp. 549-558, 2022

https://doi.org/10.5762/KAIS.2022.23.3.549
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

승강기 사고사례 중 이용자 과실 분석을 통한 사고예방을 위한 안전관리 대책 연구

장성원[1], 김영진[2*]
[1]아주대학교 IT 융합대학원, [2]아주대학교 전자공학과

A study on safety management measures for accident prevention through user error analysis among elevator accident cases

Sung-Won Jang[1], Young-Jin Kim[2*]
[1]Graduate school of IT Convergence, Ajou University
[2]Department of Electrical and Computer Engineering, Ajou University

요 약 현재 우리나라는 세계 8위의 승강기 보유국에 진입하였다. 하지만 정작 승강기(elevator) 인한 고장 및 사고는 꾸준히 발생하고 있으며 발생 건수는 최근 2019년부터는 다시 증가하는 추세이다. 또한, 승강기 사고 발생 시 피해자는 일반 이용자에게 집중되어 있고 이에 대한 피해 정도는 중상, 사망의 비율이 매우 높은 편이다. 본 논문의 목적은 이러한 일반 이용자 피해의 사고를 예방하기 위한 안전 관리 예방책을 제시하고자 하였다. 연구 방법으로는 가장 높은 원인의 이용자 과실에 대해 사고 유형 및 사례 분석을 통해 사고 사례별 예방 키워드를 도출하였고 이를 기반으로 설문을 개발하여 설문조사를 통해 일반 이용자들의 이용자 과실을 유발하는 불완전한 행동의 원인과 승강기 안전관리자(건물 관리자), 설치·보수 요원의 유지 보수 관리 실태를 확인한 설문 결과 분석을 종합하여 여러 관점별 예방책을 제시하였다. 이를 통해 안전한 승강기 이용을 위한 교육, 개선된 제도 및 관리 방안 제시, 정부의 올바른 승강기 안전 정책 수립 등에 기여가 가능할 것으로 기대하고 있다.

Abstract Recently, South Korea has become the eighth country globally to have elevators. However, elevator breakdowns and accidents are constantly occurring, and the number of occurrences has been increasing since 2019. Furthermore, victims of elevator accidents are mostly general users, and the degree of damage is very high to serious injury or death. Hence, this study suggests safety management precautions to prevent accidents caused by such general user damage. As a research method, prevention keywords for each accident case were derived through accident type and case analysis for the most prevalent cause of user negligence. The results of this analysis were used to develop a questionnaire to suggest preventive measures in each viewpoint. This suggestion was developed by a comprehensive analysis of survey results on the cause of incomplete behavior causing general user error. In addition, the maintenance management status by the elevator safety manager (building manager) and installation and maintenance personnel was also used in arriving at the suggestion. In essence, this study is expected to contribute to the education in safe elevator use, development of improved systems and management measures, and establishment of correct elevator safety policies by the government.

Keywords : Accident Cases, Elevator, Elevator Breakdowns and Accidents, Incomplete Behaviors, Maintenance Management Status, Preventive Keywords, Safe Elevator Use, Safety Management Precautions, Surveys, and User Negligence

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2021R1F1A1063706).
*Corresponding Author : Young-Jin Kim(Ajou Univ.)
email: youngkim@ajou.ac.kr
Received December 20, 2021 Revised January 12, 2022
Accepted March 4, 2022 Published March 31, 2022

1. 서론

국내 승강기 보급률은 매년 증가하고 있으며, 사용 목적상 단순히 탑승객의 수직 이동 외에도 신축 건축 공사현장의 건축자재 운반용(공사용), 준공 이후 이삿짐 운반용, 화재 발생 시 진압활동을 위한 소방관 탑승용 등의 사용목적으로 없어서는 안 될 필수 이용시설이 되었다. 이렇게 매년 증가하는 승강기 보급률과 함께 승강기로 인한 고장 및 사고 발생률도 매년 증가하고 있는 추세이다.

특히 승강기는 운행 간 중대한 고장 발생으로 안전상 위험 소지가 있을 때로 규정하여 의무적으로 접수 통보하도록 하고 있으며 중대 고장으로 카(car) 정지에 의한 승객 갇힘이 발생하면 사고로 이어지는 경우도 많고 119 구급대 출동 건수 증가 등으로 사회적, 개인적 비용의 증대도 문제로 사회적 문제로 대두되고 있기 때문에 고장 발생률 감소에 대한 조치도 필요하다.

이에 본 논문에서는 1993년~2020년까지 발생한 승강기 고장 및 사고의 분석을 통해 승강기 고장 및 이용자 과실 원인의 사고 유형, 사고 사례들을 일반 이용자, 건물 관리자, 설치/유지 보수 업체로 나누어 여러 가지 측면별 분석을 실시하였고 분석한 내용을 기반으로 설문조사 실시와 결과 분석을 통해 이를 일반 이용자의 준수 사항, 승강기 관리자(건물관리자·설치/보수 요원), 통합 측면으로 도출하여 예방책을 제시함으로써 사고예방에 이바지하고자 하였다.

2. 배경 및 연구 동기

2.1 승강기의 보유현황

승강기 안전공단 승강기 설치 통계 자료 기준으로 국내 승강기 보유현황 대수는 21년 상반기 기준 약 757,290대이다. 국내 승강기는 매년 증가하고 있으며 이제는 사용 목적상 단순히 탑승객의 수직 이동 외에도 신규 건축물 공사현장 건축자재 운반용, 준공 이후 이삿짐 운반용, 화재 발생 시 진압활동을 위한 소방관 탑승용 등의 없어서는 안 될 필수 이용시설이 되었다.

승강기 종류별 보유현황으로는 승객용, 소방구조용, 장애인용이 가장 많았으며 다음으로는 에스컬레이터, 화물용 등이 높았다. 이는 현행 법령상 일부 건축물 준공 시 승객용, 소방구조용, 장애인용의 경우 해당 용도를 필수로 등록해야 하기 때문에 매년 증가하는 신축 건축물과 함께 다른 용도 대비 비율이 증가하는 추세이다.

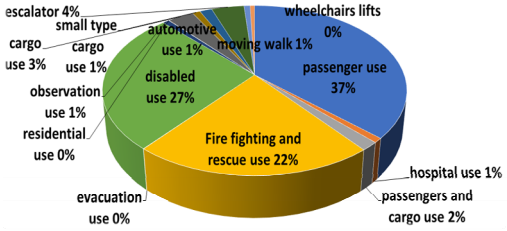

Fig. 1. Status by type of elevator[1]

2.2 승강기 사고 통계 및 대책 관련 연구

승강기 사고 통계 그래프를 보면 1993년부터 2020년도까지 승강기 보유 대수는 매년 연평균 약 25,122대가 증가하고 있으며 2015년부터는 매년 약 30,000~40,000만 대 이상 전년들보다 많이 증가한 것을 알 수 있다. 사고 건수는 07년도부터 18년도까지 하락을 보이다가 19년도부터 이용자 과실로 인한 사고 발생으로 인해 급격히 사고 발생 빈도가 높아지는 모습을 보인다.

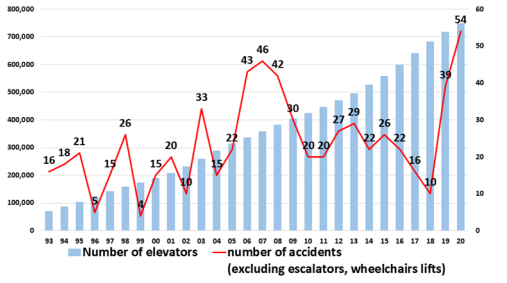

Fig. 2. A graph of elevator accident statistics[2]

승강기 대책 관련 주요 연구는 크게 다음의 2가지가 있다. 첫째는, 승강기 중대 고장 분석을 통한 안전 관리 시사점 도출[3]에서는 승강기 중대 고장을 엘리베이터·에스컬레이터·휠체어 리프트 종류별, 사용 기간별, 계절별 분석을 통해 승강기 관련 중대사고와 중대 고장의 상관관계를 연구하여 관리 제도의 보완과 승강기 제조·설치의 품질 향상에 대한 안전 관리 정책 수립에 시사점을 제공하였다.

둘째는, 엘리베이터 사고예방을 위한 승강기 부품의 최적 수명 추정에 관한 연구[4]에서는 각 승강기 주요 부품들의 최적의 교체주기 계산을 통해 기대수명을 미리 예측하고 승강기 구조상 주요 부품별 고장 발생 현황을 파악하고 제조사와 협력 유지 보수 회사별 고장 발생 위치와 차이를 분석하여 유지 보수 관리에 대한 기초자료로 활용될 수 있는 관련 연구가 진행되었지만 이러한 기

존 연구들에서 다뤄왔던 승강기 안전에 관한 여러 기술적인 기법 연구 외에 본 논문에서는 중대사고 및 중대 고장의 원인 중 가장 비율이 높은 이용자 과실에 대해 과거 사고 사례 유형 분석을 통해 일반 이용자 측면과 승강기 안전관리자(건물 관리자), 승강기 설치/보수 요원 관점에서 분석한 결과를 기반으로 안전 관리 방안 도출에 대한 인식 제고에 도움을 줄 수 있다고 기대한다.

2.3 연구 동기

1993년부터 2020년까지 피해자 구분별 승강기 사고 현황 통계자료를 살펴보면 사고 건수 총 666건 중 이용자의 피해 사고 건수가 524건(78.7%)을 차지하고 있으며 최근 2020년 국내 승강기 사고 건수는 총 54건으로 그중 사고가 이용자의 피해로 이어진 건수는 37건(68.5%)으로 과반수를 넘기며 이용자들의 안전한 승강기 이용에 심각한 문제가 있음을 여실히 보여주고 있다.

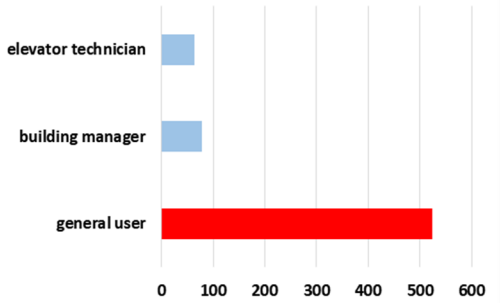

Fig. 3. Elevator accident status (by victim category)

피해 정도별 사고 현황 통계 비율로는 사고 건수 총 666건 중 경상이 72건(10.8%), 사망 225건(33.8%), 중상 369건(55.4%) 순으로 가장 많았다. 최근 2020년에는 사고 건수 총 54건 중·경상 0건(0%), 중상 44건(81.5%), 사망 10건(18.5%)으로 엘리베이터의 사고는 발생 시 피해 정도가 대부분 사망 혹은 중상(3개월 이상의 요양이 필요한 부상)에 이를 정도로 고위험군에 속하고 있다.

승강기 사고는 사고 발생 시 피해 구분에 속하는일반 이용자의 비율은 매년 과반수를 넘기며 증가하고 높은 비율을 차지하고 있었으며 최근 들어 다시 증가한 엘리베이터 사고 발생에서도 일반 이용자의 피해 비율만 감소되지 않고 유지되고 있는 점에 대해 사고 발생 시 피해가 고스란히 일반 이용자에게 전가되고 있으며 이용자의 중상 또는 사망 사고 발생 시 사회적, 개인적 피해 비용 증대 등을 고려하여 볼 때 승강기 이용자의 사고 피해를 감소시킬 수 있는 방안에 대해서 사고 사례 유형의 분석을 통한 안전 관리 대책 도출이 반드시 필요하다.

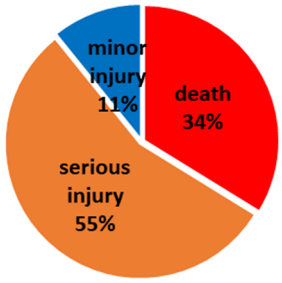

Fig. 4. Elevator accident status (by degree of damage)

이러한 연구 동기를 기반으로 기존 연구에서 미흡하게 진행된 이용자 과실에 의한 승강기 사고 및 고장 예방대책 제시를 위해 고장 및 사고에 대한 데이터 및 사례 분석과 일반 이용자의 이용 실태 조사와 승강기 관리자의 유지보수 환경에 대한 설문 조사를 통해서 이용자 관점과 승강기 관리자 관점에서 현 실태 인식 수준을 확인하고 그에 대한 결과를 통해 예방대책을 제시하고자 한다.

3. 이용자 과실에 의한 승강기 사고 분석

3.1 승강기 고장 분석

2008년부터 2020년까지 연도별 중대 고장 현황 자료를 살펴보면 승강기 보유대수는 2008년도 382,146대에서 2020년 749,845대로 약 196.2% 이상 증가하였고 같은 기간 중대 고장건수는 2008년 1,587건에서 2020년 17,450건으로 약 1,100%가량 증가하였다. 최근 2019년 보유대수는 718,795대에서 2020년 749,845대로 31,050대 약 4.3% 이상 증가하였으나 같은 기간 중대 고장건수는 2019년 8,256건에서 2020년 17,450건으로 9,194건(약 111% 이상)이나 크게 증가하였다.

매년 늘어나는 고장 발생건수로 인해 건물 이용 상 다운타임에 대한 고정·유동인구의 불편과 민원이 매우 많으며 특히 중대 고장은 사고로 이어지는 경우가 많으므로 간접적인 피해가 적지 않다. 직접적인 피해로는 119구조대 출동건수 역시 최근 2020년에 21,006건으로 중대 고장 발생 시 이용자의 개인적 피해 외에도 사회적으로도 큰 비용 증대가 꾸준히 발생하고 있음을 확인할 수 있었다.

Table 1. Status of critical failures by year/type[5]

year	number of elevators	total	passenger use		cargo use		escalator		wheelchairs lifts		number of 119 rescue teams dispatched
			number of cases	ratio	number of cases	ratio	number of cases	ratio	number of cases	ratio	
2008	382,146	1,587	1,567	98.7%	19	1.2%	1	0.1%	0	0%	7,866
2009	404,220	794	777	97.8%	11	1.4%	6	0.8%	0	0%	7,518
2010	424,201	3,460	3,421	98.9%	35	1.0%	4	0.1%	0	0%	9,138
2011	446,707	4,742	4,671	98.5%	63	1.3%	8	0.2%	0	0%	11,959
2012	471,403	3,689	3,621	98.2%	61	1.7%	7	0.2%	0	0%	12,521
2013	496,450	2,564	2,507	97.8%	45	1.8%	6	0.2%	6	0.2%	13,623
2014	526,676	2,503	2,428	97.0%	59	2.4%	13	0.5%	3	0.1%	15,100
2015	558,406	1,323	1,299	98.2%	19	1.4%	5	0.4%	0	0%	15,716
2016	598,489	1,399	1,373	98.1%	18	1.3%	7	0.5%	1	0.1%	20,481
2017	641,435	710	691	97.3%	10	1.4%	9	1.3%	0	0%	24,041
2018	683,641	2,134	2,093	98.1%	30	1.4%	8	0.4%	3	0.1%	27,584
2019	718,795	8,256	8,052	97.5%	176	2.1%	23	0.3%	5	0.1%	24,571
2020	749,845	17,450	17,031	97.6%	401	2.3%	10	0.1%	8	0.0%	21,006

3.2 승강기 사고 원인 분석

다음으로 사고 발생의 원인을 살펴보기 위해 사고 원인별 발생 현황을 살펴보면 2015년부터 2020년까지 발생한 사고의 가장 높은 사고 원인이 이용자 과실(154건)임을 확인할 수 있으며 이용자 과실은 전체 원인의 비율 중 과반수(50.6%)를 넘게 차지하고 있었다. 다음 원인으로는 유지관리 업체 과실(48건), 작업자 과실(34건), 관리주체 과실(22건) 순으로 확인되어 승강기 사고를 줄이기 위해선 이용자 과실의 사고 원인을 예방하기 위한 적극적인 관리의 필요성을 확인할 수 있었다.

Table 2. Current status of accidents by cause[6]

year		total	user negligence	Worker's fault	Manager's negligence	maintenance company negligence	manufacturer's negligence	etc
total	'15~'20	311	154	34	22	48	5	48
	Annual average	51.8	25.7	5.7	3.7	8	0.8	8
	%	100	50.6	9.8	6.7	17.8	1.8	13.3
2015		61	35	5	5	14	1	1
2016		44	18	4	2	9	1	10
2017		27	13	2	2	6	0	4
2018		21	10	0	3	5	1	2
2019		72	38	11	3	6	1	13
2020		86	40	12	7	8	1	18

3.3 이용자 과실 사고유형

1993년~2020년 이용자 과실로 인한 사고 유형을 살펴보면 엘리베이터 승강장 문 충돌로 인한 이탈이 45%로 제일 비중이 높았으며 다음으로 EL 승강장 문이 닫히던 중 충돌 34%, EL 문틀 사이에 손 끼임 5% 순이었다. 승강장 문 충돌로 인한 이탈의 경우 엘리베이터 승강장 문에 기대거나 승강장 문 주변에서 이용자 과실의 불완전한 행동으로 인해 문에 충돌하여 문이 이탈되면서 사고가 발생하였고 EL 승강장 문이 닫히던 중 충돌의 경우 엘리베이터 출발 전 문이 닫히는 사이에 억지로 탑승하기 위해 이용자가 돌진하다 충돌하는 유형의 이용자 과실로 인한 사고 유형이 비중을 크게 차지하고 있었다.

EL 문과 문틀 사이에 손 끼임 사고의 경우 자세히 들여다보면 주로 13세 미만의 어린이들에게서 자주 발생하고 있는 사고 유형 중 하나로 엘리베이터 문과 문틀 사이의 열린 틈새에 장난으로 손을 넣었다가 놀란 보호자들이 급하게 손을 빼면서 문틀 안쪽에 제작 시 가공되지 못한 날카로운 절단면에 손이 다치는 사고가 빈번하게 발생되고 있어 이를 예방하기 위한 관련 연구들이 여러 방면에서도 활발하게 이루어지고 있다.

관련 연구를 살펴보면 한국 콘텐츠학회에서 발행한 방재 디자인 기반 엘리베이터에서의 어린이 손 끼임 방지 주의표지 디자인 개발 연구[7]와 같이 어린이들의 특징을 파악하고 국내외 손 끼임 방지 주의표지에 대해 분석하여 어린이 눈높이에 맞춘 손 끼임 방지 주의표지의 디자인을 연구하여 시각적인 경고성을 높이고자 하였고 한국소비자원에서 발간한 엘리베이터 안전실태조사 안전 보고서[8] 연구에서는 소비자 입장에서 발생할 수 있는 문제를 분석하고 예방조치를 위한 주의 표시 부착, 손 끼임 감지 장치 설치 권고, 홍보 강화 등에 대해 관공서로써 대정부 건의(국민안전처, 한국 승강기 안전 관리원)를 실시하여 제도적인 대책 개선으로 사고예방을 하고자 했던 적극적인 관련 연구 활동과 예방조치가 이루어지고 있었다.

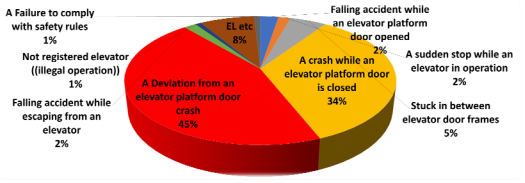

Fig. 5. Detailed classification of user negligence accidents

4. 사고 예방을 위한 설문 조사 및 분석

4.1 설문 문항 구성 및 조사 방법

정리한 사고 사례를 재해 유형, 예방 대책, 예방 키워드로 도출하여 과거 이용자 과실 사고 사례의 사고예방을 위해서 이용자, 승강기 안전관리자(건물관리자), 설치·유지관리 업체 관점에서 어떤 예방 대책안의 필요성이 가장 높은지 알아보기 위해 각 관점 별 예방 필요 비율로 정리하였고 이와 같이 정리한 예방 키워드들을 어떤 부분에 초점을 가지고 승강기 관리자가 예방활동을 해야 하는지에 대한 지표로 활용할 수 있도록 이를 관점 별 그래프로 표현하였다.

예를 들면 재해 유형이 발생하였을 때 이용자 측면에서 어떤 예방 대책에 대한 예방 키워드를 준수하였다면 사고 예방을 할 수 있을까란 관점에서 분석하였고 제일 비중이 높았던 키워드는 용도 외 사용 금지, 탑승 전 이동 수단 속도 감속 및 주의, 임의 탈출 금지, 이용수칙 준수, 구출자인 지시 하에 행동, 외부 구출 요청 순이었다. 예방 대책안 통계 내용을 분석하여 알 수 있듯이 이용자 과실로 인해 사고로 이어진 원인은 대부분 이용자의 불완전한 행동이 사고로 이어진 부분이었으며 이에 대한 예방 대책안 역시 불완전한 행동을 줄일 수 있는 올바른 이용수칙 준수와 중대 고장으로 인한 갇힘 발생 시 외부 구출 요청 후 임의 행동 금지와 같은 이용수칙에 기반을 둔 대응을 통해 감소시킬 수 있다고 보인다. 해당 그래프들은 다음과 같다.

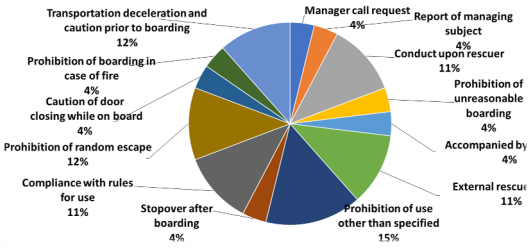

Fig. 6. Statistics on preventive measures of accident cases (user)

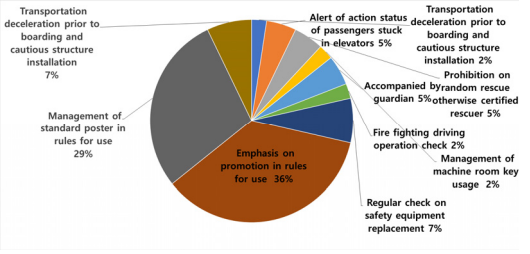

Fig. 7. Statistics on preventive measures of accident cases (elevator safety manager)

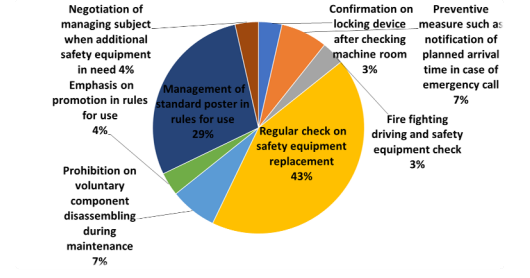

Fig. 8. Statistics on preventive measures of accident cases (installation and maintenance companies)

설문 문항 구성은 앞서 고찰한 사고 사례 예방 대책안 통계표(이용자, Fig. 6), 사고 사례 예방 대책안 통계표(승강기 안전관리자, Fig. 7), 사고 사례 예방 대책안 통계표(설치·유지관리 업체, Fig. 8) 내용을 기반으로 해서 사고 예방 대책을 적절히 도출하기 위한 21개의 문항으로 구성했다. 설문 대상자는 승강기 이용자, 승강기 관리자(건물, 설치·유지관리)로 나이는 20대~60대의 승강기 사용자로서 116명을 대상으로 인터넷 설문조사로 작성하여 실시하였다.

각 문항의 답을 통해 이용자 관점에서 주로 생활 패턴상 이용하는 건물 유형(엘리베이터 용도), 엘리베이터 중대 고장 및 사고 경험, 엘리베이터 구조나 이용수칙에 대한 이해도의 수준이 얼마나 되는지, 과거 발생한 이용자 과실 사고 사례와 그에 대한 유사한 상황 발생 시 올바른 이용수칙에 기반을 둔 대처요령을 알고 있는지, 실생활에서 체감되는 엘리베이터 이용자 과실 원인의 사고를 예방하기 위한 안전 수칙 준수에 대한 홍보 및 교육을 느끼고 있는지에 대해 알아보고자 하였고, 관리자 관점에서는 이용자 과실 사고를 예방하기 위한 현업의 실태와 문제점에 대해 알아보고자 하였다.

4.2 설문결과 분석

4.2.1 전반적인 설문 분석

승강기 이용 실태 설문 문항에 대해 이용자 관점과 승강기 관리자 관점에서 분석하기 위해 설문조사를 실시하였고 승강기 이용 실태 조사 중 승강기 사용형태 응답에 대한 결과를 나타낸 것이다(Fig. 9).

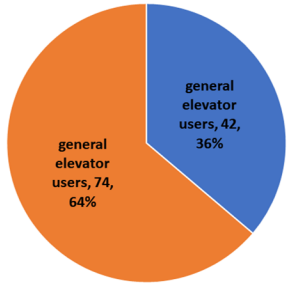

Fig. 9. Response results of type of elevator use from the survey on elevator use

설문조사에 응답한 비중은 총 116명의 응답자 중 승강기 일반 이용자(64%/74명), 승강기 건물관리자·설치/유지관리 관리자(36%/42명)의 결과로 설문 결과에 대해 분석하였다. 그중 현업에 종사하고 있는 승강기 관리자 응답자

의 세부적인 직책으로는 설치 관리자(55.6%/25명), 유지관리 관리자(33.3%/15명), 건물 관리주체(4.4.%/2명), 설치 기술팀(4.4%/2명), 기타(2.2%/1명) 순이었다.

응답자들의 연령대별 비중으로는 10대(2%/2명), 20대(27%/31명), 30대(42%/49명), 40대(19%/22명), 50대(8%/10명), 60대 이상(2%/2명)으로 30대의 응답 비중이 제일 높았으며 다음으로 20대, 40대 순으로 비중을 차지하였다.(Fig. 10).

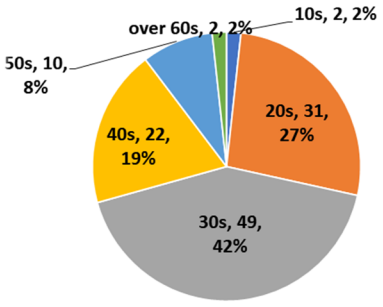

Fig. 10. Response results by age group of respondents from the survey on elevator use

4.2.2 이용자 사고사례 및 예방 관련 설문 분석

승강기 이용자들의 엘리베이터 갇힘 사고 설문 사례에 응답 결과에 대해 살펴보면 응답자의 27%(31명)가 실제 갇힘 사고를 경험하였고 구출 요청 후 대기한 이용자 24명(21%) 외 7명(6%)은 갇힘 사고 당시 직접 탈출을 시도한 적이 있다고 응답하였다(Fig. 11). 해당 응답을 통해 갇힘 사고 발생 시 이용자의 불완전한 행동(직접 탈출 시도)으로 인한 이용자 과실 사고 발생 가능성에 대해 이용자들을 대상으로 한 충분한 교육과 홍보의 필요성을 느낄 수 있었다.

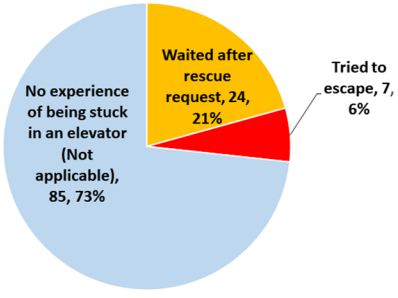

Fig. 11. Response results in accident cases where respondents were stuck in elevators from the survey on elevator use

승강기 갇힘 사고를 직접 경험하거나 승강기 관리자로서 갇혀있던 이용자를 구출한 후 느낀 심리적 불안감 응답 결과로는 조금 불안 26명(52%), 매우 불안 14명(28%), 아무렇지 않음 9명(18%), 기타 1명(2%) 순으로 정도의 차이는 있지만 응답자의 약 80%가 불안감을 느꼈다고 응답하였다(Fig. 12). 갇힘 사고를 경험한 이용자들 중 일부는 폐쇄 공간에 갇혀있던 당시의 심리적인 불안감으로 인해 2차 후유증으로까지 이어진 사례도 있기에 승강기 관리자는 갇힘 사고 발생 시 외부 구출(유지관리 업체, 119구조대) 요청 후 기다리는 동안 대화 유도나 조치 상황 알림을 통해 심리적 안정을 유도하는 적절한 예방대책 조치가 필요하다.

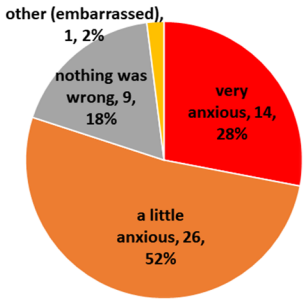

Fig. 12. Response results of psychological anxiety of respondents who were stuck in elevators from the survey on elevator use

응답자가 경험하거나 구출한 후 갇힘 사고의 원인을 살펴보면 응답 결과 69건 중 올바른 이용수칙으로 이용하였으나 동작 이상 31건(45%), 이용자 과실과 동작 이상 등 복합적인 원인 22건(32%), 이용자 과실 13건(19%), 기타 3건(4%) 순이었다. 문항의 선택안 중 올바른 이용수칙으로 이용하였으나 동작 이상의 경우 갇힘 사고가 발생한 엘리베이터의 평상시 유지 보수 관리 상태를 원인으로 추정하기 위해 조사하였고 이용자 과실과 동작 이상 등 복합적인 원인의 선택안의 경우 이용자 과실과 평상시 유지 보수 관리 상태를 복합적인 원인으로 추정하여 분석하였다(Fig. 13).

응답 결과 내 갇힘 사고 원인으로 이용자 과실이 포함된 선택안은 35명(51%)으로 과반수를 넘기는 비중을 차지하고 있으며 이는 본 논문에서 다루고 있는 이용자 과실로 인한 중대 고장이나 사고 발생에 대해 설문조사에 응답한 일반 이용자와 승강기 관리자의 응답 결과를 통해서도 이용자 과실(불완전한 행동)에 대한 예방 관리를

통해 갇힘 사고를 미연에 방지함으로써 사고 발생률을 감소시킬 수 있다고 확인할 수 있었다.

또한 이러한 갇힘 사고 발생은 위의 승강기 이용자들의 엘리베이터 갇힘 사고 설문 사례의 응답 결과에서 확인하였듯이 2차 사고로 이어질 수 있는 이용자 과실의 불완전한 행동(직접 탈출 시도)을 일으킬 원인으로 제공될 수 있음으로 일반 이용자의 올바른 이용수칙과 함께 갇힘 사고 발생 시 표준 이용수칙에 의거한 대응요령에 대해서도 이용자들을 대상으로 충분한 교육과 홍보가 필요하다.

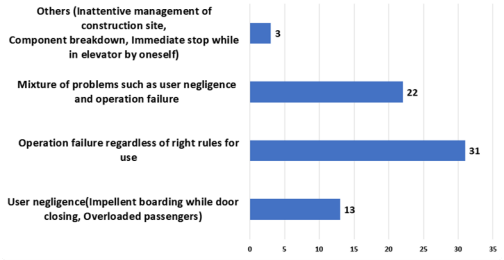

Fig. 13. Response results of accident cause of respondents stuck in elevators from the survey on elevator use

4.2.3 이용자 사고 예방 수칙 관련 설문 분석

설문 응답자들을 대상으로 현재 승강기 안전 관리법상 제도적으로 시행되고 있는 교육/홍보 방법 중 하나인 승강기 내·외부 도어와 카 내 부착된 이용자 표준 이용수칙 혹은 고장 시 이용자의 대응방법에 대해 이용자의 지식 수준을 알아보기 위해 다음의 문항을 조사하였다(Fig. 14). 이에 대한 잘못된 이용수칙에 대한 선택안으로는 일반 화물용 엘리베이터 이용 시 반드시 조작자 또는 화물취급자와 같이 2인 이상 탑승해야 한다 23건, 자동차용 엘리베이터는 정격하중이 높아 필요시 승객·화물용으로도 이용이 가능하다 6건, 자동차용 엘리베이터 이용 간 시동을 켜고 최대한 문 앞에 가까이 다가가야 한다 3건, 화재 발생 시 신속히 승강기로 대피한다 3건으로 총 329건의 중복 가능 선택안 중 35건(10.6%)의 응답자들이 현재 시행되고 있는 홍보와 교육을 통한 올바른 승강기 표준 이용수칙에 대해 지식수준이 부족하다고 확인할 수 있었다.

특히 화재 발생 시 신속히 승강기로 대피한다에 대한 선택안의 경우 화재 시 승강로는 연돌현상(굴뚝효과)을 통해 연기가 승강로로 집중되어 유입되기 때문에 이러한 이용자의 잘못된 위급상황 시 대응요령 및 이용수칙에 대한 지식 부족과 이해로 인해 질식사고 등이 꾸준히 발생하고 있는 주요 사고임에도 이번에 실시한 설문조사의 일부 응답자를 통해 응답 결과로 확인되었다는 것은 현재 제도적으로 시행되고 있는 홍보 방식의 승강기 내·외부 도어와 카 내 부착된 표준 이용수칙 부착물 등의 시각적인 부착물을 통해서만 실시하는 상시 홍보와 교육만으로는 부족하며 상시 홍보와 교육 효과를 줄 수 있는 개선된 방법이 제도적으로 도입이 필요하다는 부분을 짐작할 수 있다.

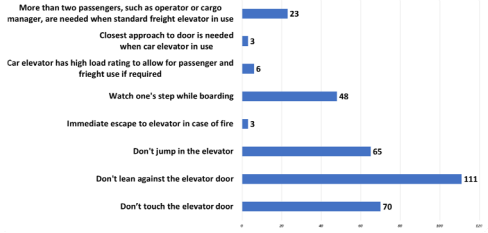

Fig. 14. Response results of elevator usage rules of respondents from the survey on elevator use

2020년 한해 발생한 사고 중 이용자 과실 원인의 사고가 가장 비중이 높았음에도 이용자들(승강기 관리자 포함)이 이용자 과실 원인의 사고에 관한 사례 전파나 조치 요령에 대해 안내(교육)을 받아본 적이 있는지를 일반 이용자들이 느끼고 있는 현 교육 실태를 확인하기 위해 조사하였고 총 117건의 선택안 중 받아본 적 없다 67건(57%)이 반수 이상으로 응답하였다(Fig. 15). 본 논문의 설문조사에서는 공통 문항의 경우 일반 이용자와 승강기 관리자도 대상으로 포함한 설문조사 결과임에도 불구하고 작년 한 해 가장 높았던 이용자 과실 원인의 사고에 대한 사례, 예방, 대응 안내(교육)에 대해 과반수의 응답자가 받아본 적 없다고 응답한 부분에 대해서는 현재 시행되고 있어야 하는 건축물별 자체적인 홍보 및 교육이 제대로 시행되고 있지 않다고 판단할 수 있었다.

위에서 언급된 설문 문항들의 결과를 통해 확인된 바와 같이 승강기 관할 부처에서는 현재 제도적으로 정립한 승강기 관리자 대상의 법정 교육 및 이용자 대상의 표준 부착물 등을 통한 이용수칙, 사고 사례 전파나 조치 요령 등에 대해 홍보 및 교육을 시행하고 있다고는 하지만 실제 승강기 일반 이용자들로서는 기존에 진행되고 있는 방식의 홍보 및 교육으로는 계속되는 고장 및 사고

발생으로 미루어볼 때 결과적으로 한계 설문 조사의 각 문항의 응답 결과를 통해 느끼게 되었다.

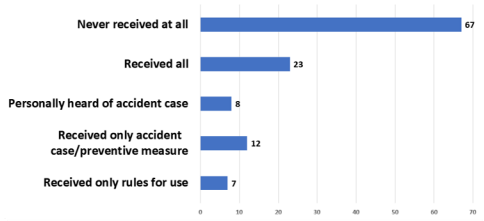

Fig. 15. Response results of education status of respondents from the survey on elevator use

4.2.4 관리자 사고 예방 관련 설문 분석

승강기 관리자들은 이용자 과실의 사고예방을 위해 엘리베이터 관리 기간 계절별, 특정 시간대별과 같이 고장/사고율이 높은 상관관계 데이터에 대해 관리하고 이를 이용자들에게 공지(홍보) 하고 있는지에 대해 관리 실태 조사의 부정적인 응답으로 잘 모른다(이에 대한 시스템이 없다) 24건, 데이터도 없다 6건, 데이터는 가지고 있다 6건, 별도의 홍보는 없음 1건으로 승강기 관리자 응답 결과 확인 시 총 53건의 선택안 중 37건(69%) 이상이 데이터를 관리하고 있지 않으며 이에 대한 홍보 시스템이 마련조차 되어있지 않으므로 시스템적으로 예방을 위한 체계적인 관리와 공지(홍보)가 이루어지기 힘든 여건임을 확인하였다(Fig. 16).

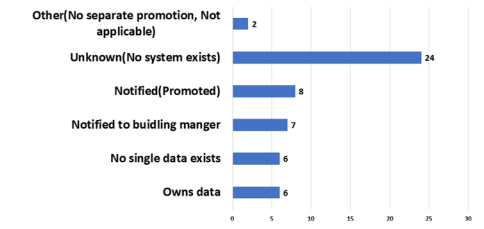

Fig. 16. Data management response results of respondents(Managers) from the survey on elevator use

승강기 유지관리 관리자가 고장 조치 및 노후 부품이나 이상 부품으로 인한 동작 이상을 사전 예방하기 위한 부품 교체 관리 시 회사에 고장 부품 청구 후 현장(조치 대상)에 도착까지 소요시기를 살펴봤을 때 선택안 총 48건 중 Spare 자재(예비 자재) 보유 8건, 1주 이내 18건을 제외한 나머지 2주 이상 소요 기간 선택안 22건(45.8%)의 설문 결과를 통해 실제 현장에서는 사전 사고 예방을 위한 유지관리 예비 부품 구비 사례가 부족하며 이마저도 고장 발생 후 청구하면 2주 이상 다운타임 발생으로 이용자들의 피해와 2차 사고의 발생이 우려되는 상황임을 확인하였다(Fig. 17).

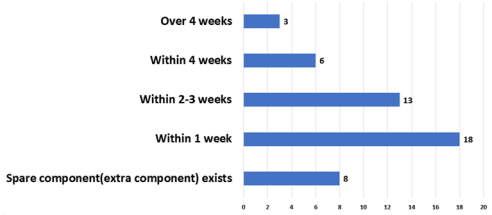

Fig. 17. Response results of time required to request defective parts of respondents (Managers) from the survey on elevator use

승강기 관리자 관점에서 최근에 증가하고 있는 승강기 중대 고장 및 사고를 예방하기 위해 생각하는 가장 큰 문제점 3가지 이상에 대해 확인한 주요 응답 결과로는 이용자 과실(승객의 불완전한 행동) 33건, 관리 주기의 장기화(돈 문제로 안전부품 교체 시기 지연 등) 20건, 전문 인력 부족 19건, 건물관리자의 이용자를 위한 이용수칙 홍보 및 교육 활동 부족 18건, 건물관리자의 시설 관리 부주의 18건 등의 선택안이 있었으며 이 중 이용자 과실(승객의 불완전한 행동)이 가장 많은 선택 비중을 차지하였다(Fig. 18).

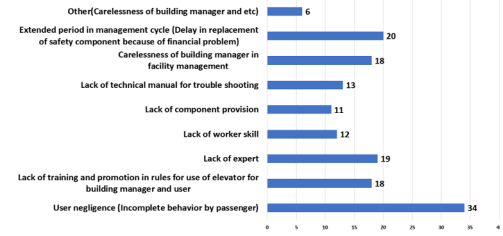

Fig. 18. Response results of failure and accident prevention problem of respondents (Managers) from the survey on elevator use

5. 예방책 제시

중대 고장 및 사고 사례 예방 설문 분석을 통해서 도출된 대책을 기반으로 이용자 측면에서 제시된 예방책의

경우 이용자 과실 원인의 사고 발생 비중을 기준으로 단기적으로 승강기 이용자로서 올바른 이용수칙 준수를 위한 이용 지침에 대해 준수할 중요 우선순위를 제시하고 승강기 관리자는 이를 기반으로 사고 예방 관리 중점 사항의 지표 자료로 활용이 가능하도록 예측된 사고 감소율도 같이 표시하였고 관리자 측면의 예방책에서부터는 기존의 승강기 관지라 대상의 설문 결과를 기반으로 중단기적으로 관리자 수준에서 실행할 수 있는 예방책에 대해 제시하였다.

마지막으로 통합 측면의 예방책은 장기적으로 승강기 이용자와 승강기 관리자 수준에서 제시된 예방책에 대해 실행이 어렵지만 장기적으로 적극적인 사고예방 차원에서 사회적 제도와 승강기 유지 보수 환경 개선을 위한 업체별 시스템 마련 개선을 통해 수립해야 할 예방책에 대해 제시하여 다음과 같은 측면에서 예방책 제시가 가능할 것으로 판단된다(Fig. 19).

	Preventive measure on user's side (Short term compliance)
1	Prohibited on car and small cargo use other than passenger elevator use (Prediction of accident rate reduction below 15 %)
2	Waiting after rescue request via emergency call, not voluntary action(escape by oneself), in case of passenger trapped in elevator (Prediction of accident rate reduction below 12 %)
3	Transportation deceleration and caution prior to boarding (Prediction of accident rate reduction below 12 %)
4	Holding pet when boarding (Prediction of accident rate reduction below 11 %)
5	Compliance with right rules for use (Prediction of accident rate reduction below 11 %)
6	Prohibition of impellent boarding while door closing (Prediction of accident rate reduction below 4 %)
7	Prohibition on elevator in case of fire and prompt escape through emergency staircase (Prediction of accident rate reduction below 4 %)
8	Rescue call to guardian or manager for the senior, disabled, and children when needed (Prediction of accident rate reduction below 4 %)
	Preventive measure on elevator manager's (building manager-installation/maintenance personnel) side (Short-mid term compliance)
1	The right rules for use of elevator via campaign(promotion) is needed to establish viable elevator use
2	Safety management applied with building specifics, such as notification to user in regard to yearly major accident case data
3	Prompt external rescue request to maintenance personnel and certified building manager with rescue training in case of passenger trapped in elevator and prohibition on voluntary rescue
4	Transportation deceleration point where transportation medium(bicycle and electric wheelchair etc) may reach and warning alert system required
5	Notification of user negligence accident and right rules of use via elevator LCD and speaker in building during service hours
6	In case of fire, announcement of how to evacuate through emergency staircase and direct user escape support
7	Management of standard poster in rules for use and replacement of old poster inside and outside of elevator
	Comprehensive preventive measure (long term compliance)
1	Establishing system of the right rules for use of elevator via campaign(promotion) by major facility type
2	Establishing institutional strategy of notification to user and manager in regard to yearly major accident case data
3	System required to alert the right external rescue method(ban on voluntary action) interconnected with operation failure in case passenger trapped in elevator
4	Provision of regular visual safety training and promotional material using LCD applied with the decent society trend in addition to standard poster in rules for use by public enterprise
5	Improvement in manager training effectiveness by collaborative compulsory education among managing subjects(building manager and maintenance personnel) of user facility
6	Strict management supervision in excess of the number of elevator examination per person and company penalty to confirm high maintenance quality

Fig. 19. precautionary measures

6. 결론

본 논문은 "승강기 사고사례 중 이용자 과실 분석을 통한 사고예방을 위한 안전관리 대책"에 관한 연구로 1993년~2020년까지 발생한 승강기 고장 및 사고의 분석을 통해 승강기 고장 및 이용자 과실 원인의 사고 유형, 사고 사례들을 일반 이용자, 건물 관리자, 설치/유지보수 업체로 나누어 여러 가지 측면별 분석을 실시하였고 분석한 내용을 기반으로 설문조사 실시와 결과 분석을 통해 이를 일반 이용자의 준수 사항, 승강기 관리자(건물관리자·설치/보수 요원), 통합 측면으로 도출하여 예방책을 제시하고자 하는 연구로 통계적 기법을 이용하여 관련 분야에 유의미한 결과를 제시하고 있다.

본 논문 결과를 통해 승강기에서의 이용자 과실의 각종 사고 발생의 원인 분석을 다양한 사례를 정리해서 살펴보았고 이용자 과실의 주된 원인인 불완전한 행동의 발생 원인 대해 조사하여 분석하고 관리자 관점에서는 실제 현장의 유지 보수 관리 실태와 사고 예방 안전 관리 대책 제시를 통해 안전한 승강기 이용을 위한 올바른 이용수칙 홍보 및 교육, 사회적 안전 인식 제고, 안전 관리를 위한 개선된 제도 및 관리 방안 제시, 업체 관리 방안 향상에 따른 직접적인 비용 절감, 중대 고장과 중대사고의 예방을 통한 사회적 비용 절감, 정부의 올바른 승강기 안전 정책 수립 등에 기여할 수 있을 것이다.

References

[1] Korea Elevator Safety Agency, building use, Retention status by a type of an elevator, c2021 [cited 2021 Apr 27], Available From: https://home.koelsa.or.kr/portal/contents.do?mId=0201010100(accessed Apr. 27, 2021)

[2] National Elevator Information Center, Elevator accident status, c2021 [cited 2021 Jul 30], Available From: https://home.koelsa.or.kr/synap/sn3skin/doc.html?fn=2021%EB%85%84%204%EB%B6%84%EA%B8%B0%20%ED%99%88%ED%8E%98%EC%9D%B4%EC%A7%80%20%EC%82%AC%EA%B3%A0%ED%86%B5%EA%B3%84.xlsx&rs=/synap/result/202202/(accessed Jul. 30, 2021)

[3] B. S. Kim, P. Park, "Derivation of Safety Management Implications through Analysis of Major Elevator Failures," Journal of the Korea Safety Management & Science, vol. 22, no. 3, pp. 23-29, Sep. 2020. DOI: https://doi.org/10.12812/ksms.2020.22.3.023

[4] H. J. Kim, M. S. Hwang, O. M. Choi, A. K. Lee, J. C. Kim. "A Study on the Estimation of the Optimum Lifetime of Elevator Components for Elevator Accident Prevention" The transactions of The Korean Institute of Electrical Engineers 66, 8 (2017) : 1278-1284.

[5] Korea Elevator Safety Agency, Overall status of failure

statistics, c2021 [cited 2021 May 08], Available From: https://home.koelsa.or.kr/portal/contents.do?mId=0203030000(accessed May. 08, 2021)

[6] Korea Elevator Safety Agency, Overall status of accident statistics, c2021 [cited 2021 May 08], Available From: https://home.koelsa.or.kr/portal/contents.do?mId=0203020000(accessed May. 08, 2021)

[7] J. A. Kim, H. W. Noh, "A Research of Elevator Door Sign design for children Based on Disaster prevention design" The Korea Contents Association Comprehensive academic conference Journal of Contents, (2017) : 203-204.

[8] Korea Consumer Agency editorial department. "Elevator safety survey", safety report, (2016) : 1-21.

장 성 원(Sung-Won Jang) [정회원]

- 2022년 2월 : 아주대학교 IT융합대학원 (정보전자공학석사)
- 2011년 8월 ~ 현재 : 현대엘리베이터 승강기 사업본부 설치 담당 설치 2팀 Project Manager

〈관심분야〉
IT융합, 승강기, 정보전자공학, 건축공학, 사물인터넷

김 영 진(Young-Jin Kim) [정회원]

- 2008년 2월 : 서울대학교 전기•컴퓨터공학부 (공학박사)
- 1999년 10월 ~ 2003년 1월 : 한국전자통신연구원 연구원
- 2008년 3월 ~ 2011년 8월 : 선문대학교 컴퓨터공학과 교수
- 2011년 9월 ~ 현재 : 아주대학교 전자공학과 교수

〈관심분야〉
IT융합, 임베디드 시스템 및 소프트웨어, 성능 평가 및 최적화, 저전력 기술