

# 승강기 증대고장 분석을 통한 안전관리 시사점 도출

김 별 상\* · 박 범\*\*

\*한국승강기안전공단 · \*\*아주대학교 산업공학과

## Derivation of Safety Management Implications through Analysis of Major Elevator Failures

Beom-Sang Kim\* · Poem Park\*\*

\*Korea Elevator Safety Agency · \*\*Department of Industrial Engineering, Ajou University

### Abstract

As the duty to report and investigate major elevator failures has expanded due to the total amendment of the Elevator Safety Management Act in 2018, more important information on major elevator failures that have been partially identified has been collected. As of 2019, the number of elevators in Korea exceeded 700,000, making it the eighth-class elevator powerhouse in the world, but there is a trend of increasing casualties due to accidents and breakdowns. An Seung-gang-gi is a term that encompasses an elevator that moves vertically and an escalator that moves horizontally. It is an important means of transportation for most citizens that are encountered almost every day in daily life, and it is also necessary as a means of transportation that enables the construction of skyscrapers. And it seems that its importance will never diminish in the future. Major elevator failures are the main cause of dispatch when accumulating the number of 119 dispatches, and the frequency of occurrence is high. It's a shame. According to Heinrich's Law, 300 minor signs and danger phenomena precede, 29 minor accidents and 1 major accident. Accidents caused by elevators are increasing every year due to the increase in the number of installations, and the damage is threatening the valuable lives and property of users and workers in related fields due to fatal risks such as death and serious injury. Elevator safety management can achieve its purpose only when it is managed with the usual interests, awareness of safety, and full efforts of the users, workers, and the government concerned. This study was analyzed based on 2019 data notified to the Korea Elevator Safety Agency on major breakdowns improved after the revision of the Elevator Safety Management Act in 2018, and a total of 8,256 data were analyzed using the SPSS 21 version, a statistical analysis tool, to analyze the correlation with technical statistics. Proceeded. Through the analysis, it was possible to obtain preventive safety management data to prevent serious elevator safety accidents from occurring, and to derive meaningful implications that related safety management and maintenance can be effectively operated to prevent serious failures. In addition, through this analysis, we expect the development of related industries and legal and institutional improvement.

**Keywords :** Seung - gang - gi, Major elevator failur, Elevator Safety, Data analysis.

### 1. 서론

지난 2018년 승강기안전관리법 전면개정으로 승강기 증대고장에 대한 보고·조사의무가 확대됨에 따라 그동안

부분적으로 파악되었던 승강기 주요고장에 대한 중요한 정보를 좀 더 많이 수집하게 되었다. 2019년을 기준으로 우리나라 승강기 보유대수가 70만대를 넘어서면서 세계8 위 수준의 승강기 강국이 되었지만 그로인한 사고와 고장

으로 인한 인명피해가 증가하고 있는 추세이다. 승안법 제 2조(정의) 2호에 “승강기”란 건축물이나 고정된 시설물에 설치되어 일정한 경로에 따라 사람이나 화물을 승강장으로 옮기는 데에 사용되는 설비(「주차장법」에 따른 기계식주차장치 등 대통령령으로 정하는 것은 제외한다)로서 구조나 용도 등의 구분에 따라 대통령령으로 정하는 설비를 말한다’ 라고 정의 되어 있다. 동법 시행령 제3조(승강기의 종류) 제1항에는 1호 엘리베이터, 2호 에스컬레이터, 3호 휠체어리프트의 3가지 구분되어 있고 제2항에 따라 행정안전부령으로 승안법 시행규칙[별표1]에 구조별 승강기의 세부종류 6가지(전기식·유압식엘리베이터, 에스컬레이터, 무빙워크, 수직형·경사형휠체어리프트) 용도별 승강기의 세부종류 18가지(승객용·전망용·병원용·장애인용·소방구조용·피난용·주택용·승객화물용·화물용·자동차용·소형화물용엘리베이터, 승객용·장애인용·승객화물용에스컬레이터, 승객용·승객화물용무빙워크, 장애인용 수직형휠체어리프트, 장애인용 경사형휠체어리프트)로 구분되어있다. 승강기는 수직이동방식인 엘리베이터와 수평이동방식인 에스컬레이터를 포괄하는 용어이며, 일상생활에서 거의 매일 접하게 되는 대다수 국민들의 중요한 이동수단이고 초고층빌딩의 건설을 가능하게 하는 교통수단의 역할도 하고 있어 그 필요성과 중요성은 앞으로 결코 줄어들지 않을 것으로 보인다.

승강기 중대고장은 119 출동건수를 누적집계 할 때 주요 출동원인으로 그 발생 빈도가 높으며 주요 분류유형인 갑함사고의 경우 2009년부터 2014년 6월말 동안 1만 6160건이 발생하였으며 연 평균 3000여건 이상 발생하는 수치이다. [1] 승강기안전관리법(이하, 승안법) 제48조2항에 의하면 승강기 중대고장은 ‘출입문이 열린 상태에서 승강기가 운행되는 경우 등 대통령령으로 정하는 중대한 고장’이라고 규정하고 있으며 동법 55조에 따라 발생시 한국승강기안전공단(이하, 승강기공단)에 통보하도록 의무화 되어있다. 동 법 시행령 제37조에 명시된 중대한 고장은 엘리베이터 및 휠체어리프트의 경우 5가지로 가. 출입문이 열린 상태로 움직인 경우 나. 출입문이 이탈되거나 파손되어 운행되지 않는 경우 다. 최상층 또는 최하층을 지나 계속 움직인 경우 라. 운행하려는 층으로 운행되지 않은 경우(정전 또는 천재지변으로 인해 발생한 경우는 제외한다) 마. 운행 중 정지된 고장으로 사용자 운반구에 갇히게 된 경우(정전 또는 천재지변으로 인해 발생한 경우는 제외한다)이고, 에스컬레이터의 경우가. 손잡이 속도와 디딤판 속도의 차이가 행정안전부장관이 고시하는 기준을 초과하는 경우 나. 하강 운행 과정에서 행정안전부장관이 고시하는 기준을 초과하는 과속이 발생한 경우 다. 상승 운행 과정에서 디딤판이 하강방향으로 역행하는 경우 라. 과속 또는 역행을 방지하는 장치가

정상적으로 작동하지 않은 경우 마. 디딤판이 이탈되거나 파손되어 운행되지 않은 경우 이다.

하인리히 법칙에 따르면 300번의 사소한 징후와 위험 현상이 선행되고 29번의 작은 사고와 1번의 대형사고가 발생된다고 한다. 승강기로 인한 사고는 설치대수의 증가로 인해 매년 증가하는 추세이며 그 피해는 사망과 중상 등 치명적인 위험성으로 이용자와 관련분야 작업자의 귀중한 생명과 재산을 위협하고 있다. 승강기 안전관리는 평소의 관심과 안전에 대한 인식 그리고 관련 이용자, 작업자, 정부의 전면적인 노력으로 관리되어야만 그 목적을 달성할 수 있을 것이다.

본 연구는 2018년 승강기안전관리법 개정 이후 개선된 중대고장에 대해 승강기공단에 통보된 2019년 자료를 바탕으로 분석하였으며 총 8,256건의 자료를 통계분석도구인 SPSS 21 버전을 사용하여 기술통계와 상관관계분석을 진행하였다. 분석을 통해 심각한 승강기 안전사고가 발생되지 않도록 예방적 안전관리자료를 얻을 수 있었으며 중대고장이 발생되지 않도록 관련 안전관리 및 유지관리가 효과적으로 운영 될 수 있는 유의미한 시사점을 도출할 수 있었다. 또한 이러한 분석을 통해 관련 산업의 발전과 법·제도적 개선이 이루어지길 기대한다.

## 2. 선행연구 및 연구방법 설계

### 2.1 선행연구

Seong 등은 우리나라 산업재해 및 안전사고 예방을 위해 4차 산업혁명의 ICT기술을 활용하여 안전관리 현장의 기초데이터 등과 사고·고장데이터를 이용한 적용사례에 대한 연구를 하였으며 이를 통해 향후 안전보건시스템은 스마트센서를 통해 수집된 산업현장 및 안전관리현장의 안전보건정보가 빅데이터로 처리 및 분석되고 인공지능 기술이 적용되어 안전보건의 예방에 활용되는 흐름으로 구성될 것으로 판단된다고 하였다.[2]

Jeong 등은 사고유형 분석에 의한 승강기 및 에스컬레이터 재해예방에 대한 연구를 통해 승강기의 사고발생 원인은 설비의 결함, 관리자의 관리소홀, 이용자의 과실, 구조적·환경적 요인 등이 있으나 사고조사 통계분석 자료를 통해 승강기 이용자 과실이 큰 비중을 차지하고 있다고 하였으며 그 비중이 69.1%이고 상해정도는 중상 이상이 약 70.1%, 종류별로는 에스컬레이터에서 약 69.1%가 발생되고 판매영업에서 약 76%로 대부분을 차지한다고 하였다.[3]

Kim 등은 안전사고 예방을 위한 공공서비스디자인에

관한 연구;지하철 에스컬레이터 공간 중심으로.에서 승강기 안전사고 분석을 통해 연구의 목적과 방향성을 설정하고 첫째, 지하철 ES 이용자들이 안전사항을 자연스럽게 인지 할 수 있도록 ES경고문의 통일화 제안 및 이용자들의 시선에 맞는 위치의 제안. 둘째, 안전수칙 미수행의 위험성에 대한 경각심을 일으킬 수 있도록 사이렌 설치의 제안. 셋째, 손잡이를 잡지 않는 심리적인 이유를 해결할 수 있는 방안인 스티커 부착 제안. 마지막으로 뛰거나 걷는 심리적 이유를 해소하기 위한 ES진행방향에 흥미로운 볼거리 제공을 제안 하였다.[4]

Kim 등은 엘리베이터 사고예방을 위한 승강기 부품의 최적 수명 추정에 관한 연구에서 2016년 기준으로 전체 승강기의 노후화 비율이 30%를 초과함에 따라 매년 3만 대 이상의 승강기의 리모델링 및 교체공사가 진행되고 있고 노후된 부품에 대한 전문지식과 자료 부족으로 교체시기를 놓치는 경우가 많다고 했다.[5]

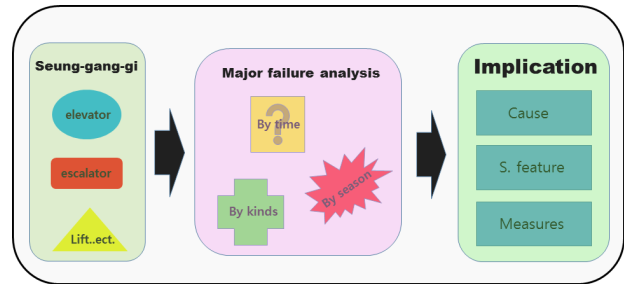
Feng Shuangheang 등은 Analysis of the hidden danger for old elevator safety.에서 노후화로 인한 엘리베이터 브레이크 클립스프링 파손과 승강도어록 전기적 접점의 마모 및 텐션이상 그리고 메인로프쪽 장력조절스프링 파손의 3가지 위험성에 대해 경고 했다.[6]

선행연구에서는 승강기사고에 대한 연구와 노후에 대한 연구가 대부분이었고 4차 산업혁명으로 인한 사고·고장데이터를 이용한 예방적 안전관리가 가능한 기술적 발전에 대한 논의가 있었다. 이에 본 논문은 승안법에서 규정한 승강기 중대고장 데이터를 분석하여 예방적 승강기 안전관리에 필요한 중요 시사점을 도출하고자 한다.

## 2.2 연구방법 및 모델

본 연구는 지난해(2019년) 우리나라에서 발생한 승강기 중대고장에 대해 승강기공단의 자료를 바탕으로 특징을 분석하고 안전관리 시사점을 도출하였다. 2019년 한해 동안 발생한 승강기 중대고장은 총 8,256건으로 2019년1월 1일에서 12월31일까지의 기간동안 발생했으며 승강기공단에 접수된 자료를 대상으로 하였다. 이 자료들을 바탕으로 통계분석 프로그램인 SPSS를 통해 승강기 사용 기간, 계절, 승강기 종류, 고장 원인에 대한 분석과 각각의 상관관계분석을 진행하였다. 또한 발생시간대 및 발생 지역을 분석하여 안전관리에 대한 시사점을 도출 할 수 있었다.

연구방법을 모델로 도식화하면 먼저 2019년 발생한 중대고장에 대한 분석을 통해 각 요인별 특성을 파악하고 이를 통해 도출된 내용을 승강기이용자 및 승강기작업자의 안전을 위해 정리하고 정부의 승강기안전관리 정책수립의 시사점으로 제시했다. [Figure 1]



[Figure 1] Elevator major failure analysis Model

## 3. 연구 결과

### 3.1 승강기 종류별 중대고장 분석

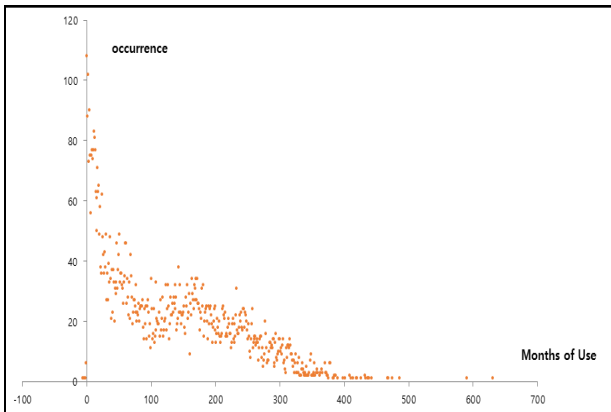
본 연구에서는 승강기를 시행령에 따른 3가지 종류로 구분하여 엘리베이터, 에스컬레이터, 휠체어리프트로 각각 분석하였으며 2019년말 기준 국내 승강기 대수는 734,665대[7]이며 엘리베이터 694,556대(94.50%), 에스컬레이터 35,968대(4.90%), 휠체어리프트 4,141대(0.60%)를 각각 차지하고 있다. 2019년 발생한 중대고장 8,256건 중 엘리베이터 8,232건(99.71%), 에스컬레이터 23건(0.28%), 휠체어리프트 1건(0.01%)이 발생하였으며 중요비중을 차지하는 엘리베이터의 경우 설치대수 비중보다 5.21% 높은 수치이며, 정옥남 외 3인의 연구 등 승강기 중대사고에 대한 연구 등에서[3] 분석된 전체 중대사고 중 가장 큰 비중을 차지하는 에스컬레이터 사고 비중(69.10%)과 비교 할 때 특이점을 나타낸다. 즉 승강기 관련 중대사고는 설치대수 대비 에스컬레이터 관련 사고 발생비율이 높으나, 중대고장은 엘리베이터 관련 고장 발생비율이 상당히 높게 분석 되었다.

### 3.2 승강기 사용기간별 중대고장 분석

승강기는 건축물이나 고정된 시설물에 설치된 기계장치로써 사용 환경 등에 따라 차이가 있으나, 보통 설치 후 15년 이상 지나면서부터 급격한 노후가 진행되어 유지관리 상태에 따라 20~30년 정도의 수명을 가진 기계장치이다. 승안법 제32조(승강기의 안전검사) 제①항 3호 '정밀안전검사'의 경우 최초 설치검사를 받은 날부터 15년이 지난 경우 실시하는 안전검사 제도로써 승강기 노후에 따른 사고와 고장의 발생 위험도를 저감하고 안전하게 관리하고자 시행되고 있다.

본 연구에서 2019년 발생한 승강기 중대고장을 분석하였더니 이러한 노후로 인한 위험성을 실증 할 수 있었다. 또한 보통의 기계장치에서 발생하는 욕조곡선(Bathtub

Curve)을 실증 할 수 있었다. 중대고장이 발생된 승강기에 대한 자료를 바탕으로 사용기간을 승강기공단 자료에서 분류한 사용개월 단위로 1개월 미만에서 최대 631개월(52년7개월)으로 구분하여 분석하였다. 그 결과 1년 미만에서 큰폭의 수치를 보였으며 설치 후 3년 동안 발생비율이 높았다가 그 이후 하락하는 추세를 보였다. 초기고장기간(Burn-in Period)은 육조곡선에서 기계나 기기의 사용초기에 안정화되기 전까지 발생하는 고장의 형태로 승강기의 경우 제조공장에서 완제품이 생산되는 것이 아니라 건설현장에서 설치되면서 완성되는 일반제품과 다른 특징적 차이점이 있는데 그러한 점 때문에 더욱 그 모양이 특징적으로 나타났다. [Figure 2]

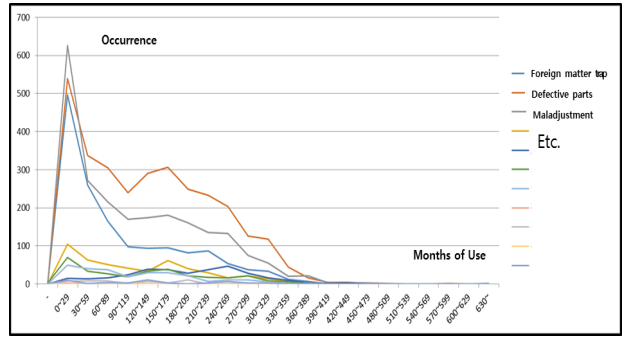


[Figure 2] Number of failure due to Use

승강기 중대고장에 대한 사용기간별 분석을 통해 설치작업의 품질관리 필요성과 2년 이하의 안정화 기간 동안의 철저한 유지관리가 갑갑 고장 등의 발생빈도에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

그러므로 승강기 설치작업에 대한 표준화 된 매뉴얼 제작과 그에 따른 작업자 교육 강화의 필요성이 절실하며 최근의 승강기 설치현장 작업자 인력부족으로 인한 미숙련 기술자 및 외국노동자들의 투입으로 인한 문제들을 개선할 필요성이 높다.

또한 사용기간별 중대고장의 원인에 대해 분석하였더니 주요 3가지 원인으로 부품이상(3,019건/ 36.57%) 조정불량(2,244건/27.18%) 이물질 끼임(1,523건/18.45%) 순으로 나타났다. 36개월(3년) 미만에서는 조정불량-부품이상-이물질 끼임 순으로, 이후부터 360개월(30년)까지는 부품이상-조정불량-이물질 끼임 순으로 나타나는 특징을 보였다. [Figure 3]

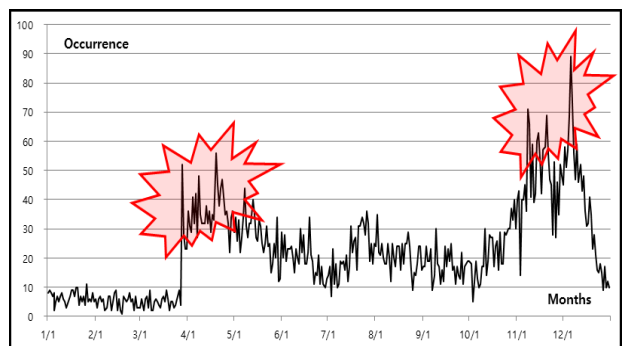


[Figure 3] Failure cause analysis

또 하나의 특징은 초기고장기간 이후 감소하던 발생횟수가 110개월(9년) 이후 증가하고 특히 부품이상이 가장 큰 폭으로 증가하는 특징을 보였다. 이는 승강기 노후로 인한 중대고장의 증가로 볼 수 있는데 이를 통해 유지관리 회사는 승강기 관리주체와 상의하여 노후부품에 대한 예방적 안전관리를 위해 부품확보와 사전적 교체를 실시하는 것이 필요하다.

### 3.3 승강기 계절별 중대고장 분석

2019년 중대고장을 계절별로 나누어 특징을 분석하였는데 봄(3월~5월) 여름(6월~8월) 가을(9월~11월) 겨울(12월~2월)로 구분하였다. 분석결과 봄철 4월~5월과 늦가을과 초겨울철 11월~12월 중순까지 발생 빈도가 특히 높게 나타났는데 정확한 원인분석은 좀더 면밀한 분석이 진행되어야 될 것으로 판단되며 단지 봄·가을 이사철과 신규 주택 입주시기와 맞물려 사용빈도 등에 따른 고장 발생빈도의 증가로 추정된다. [Figure 4]



[Figure 4] Seasonal incidence rate analysis

또한 계절별 중대고장의 원인을 분석하였더니 봄철에는 조정불량-이물질 끼임-부품이상 순으로 발생하였으며 늦가을과 초겨울에는 부품이상-이물질끼임-조정불량 순으로 나타났다. [Figure 5]



이상 높게 나타나 이에 대한 분석이 후행되어야 될 것으로 사료 된다. 아래 <Table 1>은 월별·계절별 중대고장을 정리한 것이며, <Table 2>는 사용기간별 중대고장을 정리한 내용이다.

#### 4. 결론 및 시사점

승강기 이용은 매일매일 너무도 자연스러운 일상이 되어있고 고령화 사회로 진입한 우리나라에서는 지하철역사 등 공공시설에 설치된 장애인용엘리베이터 앞에 길게 줄서있는 노인 분들을 보는 것은 흔한 풍경이 되었다.

본 연구에서는 2019년 승강기공단에 보고된 중대고장 8,256건을 분석하여 고장의 특징과 상관관계를 살펴보았다. 그 결과 다음과 같은 특징을 알 수 있었다.

첫째, 승강기 종류별 중대고장 분석을 통해 승안법 시행령에 따라 분류된 엘리베이터, 에스컬레이터, 휠체어리프트 3가지 중 엘리베이터 관련 중대고장이 8,232건(99.71%)으로 가장 높은 것을 알 수 있었으며 이는 중대사고 중 에스컬레이터가 그 비중이 69.10%로 가장 높은 것과 다른 점을 나타냈다.

둘째, 승강기 사용기간별 중대고장 분석을 통해 36개월(3년)미만에서 가장 높은 비율의 중대고장이 발생되었으며 이는 욕조곡선(Bathtub Curve)과 초기고장기간(Burn-in Period)의 일반적인 이론이 승강기 분야에도 실증되는 특징을 보여주었고 또한 36개월(3년)까지 발생율을 보이고 이후 급격히 줄어든 자료를 통해 승강기 사용수명이 20년~30년 정도임을 알 수 있었고 중대고장의 3가지 중요원인인 부품이상(3,019건/ 36.57%), 조정불량(2,244건/ 27.18%), 이물질 끼임(1,523건/ 18.45%)에 대해 36개월(3년) 미만에서는 조정불량-부품이상-이물질 끼임 순으로, 이후부터 36개월(3년)까지는 부품이상-조정불량-이물질 끼임 순으로 나타나는 특징을 보였으며 이는 승강기 안전관리에 있어 신규 설치작업에 대한 표준화 된 매뉴얼 제작과 그에 따른 작업자 교육 강화의 필요성이 절실하며 최근의 승강기 설치현장 작업자 인력부족으로 인한 미숙련 기술자 및 외국노동자들의 투입으로 인한 문제들을 개선할 필요성이 높고, 36개월 미만 현장의 유지관리를 담당하는 승강기작업자는 안정화를 위해 많은 노력을 기울여야 될 것이다.

셋째, 승강기 계절별 중대고장 분석을 통해 봄(4월~5월)과 늦가을과 초겨울(11월~12월)에 발생빈도가 높은 것을 알 수 있었으며 이는 이사철과 신규 주택 입주시기와 관련이 있는 것으로 추정되나 좀 더 세밀한 연구가 후행되어야 될 것으로 보이며, 계절별 중대고장의 원인을 분석하

였더니 봄철에는 조정불량-이물질 끼임-부품이상 순으로 발생하였으며 늦가을과 초겨울에는 부품이상-이물질 끼임-조정불량 순으로 나타나 서로 다른 특징을 나타내었다.

마지막으로, 기타 분석을 통해 중대고장 발생시간은 24시간 중 18시~19시 사이의 퇴근 시간 및 귀가시간대에 고장이 많이 발생되고 발생지역별로는 전체 승강기 설치대수 중 비중이 높은 서울·경기지역에서 전체 발생건수의 45.14%가 발생되었고 특징적인 것은 대전지역의 발생비율이 설치 대수를 고려하여도 전국 전체 평균의 2배 이상 높은 것을 알 수 있었다.

승강기 안전관리를 위해 본 연구를 통해 분석된 내용을 바탕으로 중대고장의 사례가 높은 엘리베이터에 대해 예방적 활동이 필요하며 정책적으로 신규 건설현장(아파트 등 공동주택시설)의 경우 초기 고장 발생율을 저감할 수 있는 관리제도의 보완이 필요하며 승강기 제조·설치회사의 경우 승강기의 특성(건설현장에서 완성)을 고려하여 규격화되고 표준화된 설치매뉴얼을 통해 품질의 향상을 위해 노력해야 되며 작업자들을 대상으로 한 기술교육과 안전교육을 강화해야 될 것이다.

향후 승강기 관련 중대사고와 중대고장의 상관관계 및 중대고장에 대한 좀 더 세밀한 연구를 통해 승강기이용자에 대한 안전관리 정책수립에 시사점을 제공하고 승강기 작업자의 업무에 도움이 될 수 있도록 관련 연구가 계속적으로 진행될 필요성이 있다.

#### 5. References

- [1] D. Y. Go, J. S. Won(2016), "Golden time verification of urban elevator accidents." Journal of the Korean Urban Management Association, 29(4):19-37.
- [2] Y. H. Seong, K. H. Jung(2019), "A study on the applications of information and communication technology for 4th industrial revolution in safety in safety and health of workers." J. Korea Saf. Manage. Sci. 21(4):17-23.
- [3] O. N. Jeong, Y. S. Yun, O. H. Kwon(2016), "Accident prevention for the elevator and escalator by the accident type analysis." J. Korean Soc. Saf. 31(4):15-21.
- [4] J. M. Kim, Y. Y. Kim, M. J. Song(2016), "Public service design to prevent negligent accident: Focused on escalator in subway station." J. Industrial Design, 10(1):51-60.

- [5] H. J. Kim, M. S. Hwang, O. M. Choi, A. K. Lee, J. C. Kim(2017), "A study on the estimation of the optimum lifetime of elevator components for elevator accident prevention." KIEE, 66(8), 1278-1284.
- [6] F. Shuangchang, C. J. C. Xiaoqing(2020), "Analysis

of the hidden danger for old elevator safety." ICEDME 3rd. 605-608.

- [7] Korea Elevator Safety Agency(KoELSA) (2020), <http://www.koelsa.or.kr>

## 저자 소개



### 김 범 상

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



### 박 범

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