

승객용 승강기의 재해예방에 관한 연구

윤유성[†] · 권오현 · 고성석

부경대학교 안전공학과

(2002. 3. 7. 접수 / 2002. 5. 23. 채택)

Accident Prevention Counterplen of the Elevator for the Passenger

Yu-Seong Yun[†] · Oh-Heon Kwon · Seong-Seok Go

Department of Safety Engineering, Pukyong National University

(Received March 7, 2002 / Accepted May 23, 2002)

Abstract : Recently the car and elevator accidents as well as the fire, explosion and collapse increased. The passenger elevator accident from 1993 year to 2001 year has about 56.7% of total accidents and the human victims of 180 according to the Korea Elevator Safety Institute. Accident cause and prevention were investigated for the elevator having the fall, impact and narrowness accident types. The prevention and protection methods of the elevator accident from analysis results were suggested by comparing and analogizing the accident statistics about the accident investigation of the passenger elevator according to the elevator accidents.

Key Words : elevator accident, passenger elevator, elevator prevention

1. 서 론

1.1. 연구의 필요성과 목적

안전장치가 설치된 승강기는 1857년 Otis에 의해 개발되어 최근 건물의 고층화에 따른 사람들의 수직 및 수평 운송수단으로서 우리들의 일상적인 생활에 없어서는 안 될 시설임에도 불구하고 그 이용에 따른 안전사고가 다발하고 있다. 1993년부터 2001년까지 한국승강기안전관리원¹⁾에 따른 승강기 안전사고 발생현황은 총 승강기 설치대수에 대한 년 평균 재해발생율이 0.0155%로 총 안전사고 건수 171건에 대한 재해자가 208명이 발생하였으며, 그 중 승객용 승강기는 승강기 전체 재해의 약 56.7%를 차지하고, 208명의 재해자 중에서 중상 이상의 재해자가 약 79.8%를 차지하고 있다. 이와 같이 일반인이 자주 이용하는 승객용 승강기의 재해발생 비율은 높을 뿐만 아니라 사고 발생시 피해정도가 크다.

국내에서 승강기 안전에 대한 연구로서는 승강기 관련 국내기관의 자료와 일본, 대만 및 독일의 승강기 관련제도를 비교, 검토함으로써 개선방안을 확보

하려는 시도가 있었고,²⁾ 승강기 사고원인을 유형별로 조사하여 승강기 안전운행을 위한 안전관리제도의 개선방안과 기술적 안전대책에 대해 고찰하는³⁾ 등 승강기에 대한 연구^{4,5)}가 계속 이루어지고 있으나 현재까지의 현황을 제시한 바와 같이 승강기의 사고예방관리가 소홀하거나 문제점이 있는 것으로 나타나고 있다. 따라서 승객용 승강기의 재해예방을 위해서는 이미 건축 구조물에 설치되어 운행되고 있는 승강기의 사고사례를 조사할 필요성이 있다. 사회활동에 수반되어 증가하는 교통사고와 같은 승강기사고를 사전에 방지함으로써 유사 및 동종재해의 발생을 최소화 할 수 있을 것으로 판단되나, 아직까지 이에 대한 구체적 연구가 진행되지 못하고 있다. 따라서 본 연구에서는 승객용 승강기의 사고사례의 재해통계를 비교 분석하여 승강기 재해예방을 위한 방안을 제시하고자 한다.

1.2. 연구의 범위 및 방법

본 연구에서 적용한 사고사례 분석은 한국승강기안전관리원에서 보고한 1993년부터 최근 2001년까지 발생한 승객용 승강기와 관련된 97건의 사고사례를 원인 분석하여 승강기 종류별, 재해 유형별,

[†]To whom correspondence should be addressed.
planet70@naver.com

사고 원인별 유형을 파악하였다. 승강기의 세부적 사고사례는 사고발생의 직접적 원인에 해당하는 불안전 상태와 불안전 행동에 대해 조사하며 승객용 승강기의 사고 특성에 맞지 않는 간접적 원인에 해당되는 특정한 부분을 제외하고 분석하였다. 이에 따라 승강기 법정방호장치의 종류와 안전장치 중에서 중상재해의 많은 부분을 차지하는 일반 이용자나 구출자 및 관리자의 추락에 대한 기술적 방호장치를 고찰하고 재해예방 방안을 도출하고자 하였다.

2. 승강기 안전사고에 관한 예비적 고찰

2.1. 승강기의 재해유형

승강기의 재해유형은 보통 카(elevator car)에 탑승하여 물건을 내리거나 신는 도중에 카와 같이 추락하거나, 감아 올리는 와이어로프의 절단에 의해 카가 추락하는 것, 카와 승강로 사이에 협착 등이 일반적으로 많이 발생한다⁹⁾. 한국승강기안전관리원에 따른 승객용 승강기 종류별 재해 발생건수는 일반 승강기 75건, 전방용 6건, 침대용 5건, 비상용 5건, 인화공용 3건 및 장애인용 3건이 발생하였다. 또한 108명의 재해자 중에서 재해형태 및 재해자별 재해자 수를 Table 1에 나타내었다. 사고원인별로 작업자 과실 및 유지관리부실 43.3%, 제조 및 부품 불량 26.8% 이용자 과실 24.7%, 그리고 기타 5.2%로 나타나고 있어 불안정한 행동에 따른 이용자의 과실이나 부주의한 행동 및 유지관리에 따른 수리, 교체와 점검시 작업자의 과실로 인한 예방활동의 중요성이 큰 비중으로 나타나고 있다.

2.2. 승강기의 안전장치

승강기의 안전장치에는 각종 스위치, 센서 그리고 많은 장치들로 구성된다. 산업안전보건법에서 정하는 방호장치는 과부하방지장치, 화이날 리미트스위치, 비상정지장치, 조속기, 출입문 인터록 등이 있

Table 1. Distribution according to the accident type and injury people

구분	사망	중상	경상	합계
재해자	58	42	8	108 (명)
구분	일반인	유지관리자	승강기 관련	
재해자	64	29	15	
구분	추락	협착	충돌/기타	
재해자	61	24	18/5	

다. 승강기의 법정방호장치와 기타 안전장치들 중에서 기계적 고장으로 인한 재해를 방지하는 페일세이프(fail safe)의 구조에 해당하는 것은 과전류 방지장치, 화이날 리미트스위치, 주전원의 역상이나 결상으로 피해를 방지하는 역결상 릴레이, 전자제동장치, 조속기, 권상기, 완충기, 슬로다운 스위치, 인터폰 등의 비상호출장치가 있다. 또한 인간의 과오나 실수로 인한 재해를 방지하는 폴푸루프(fool proof)의 구조는 과부하방지장치, 비상정지장치, 출입문 인터록, 도어 클로저, 도어 안전 개폐장치(세이프티 슈유, 광전장치, 초음파장치), 피트 정지스위치, 파킹스위치 등으로 구분할 수 있다.

안전작업을 위한 승강기의 유해위험작업에 대한 조사연구⁷⁾에 따르면 승강기 자체, 안전장치 사용상, 승강기 사용상의 문제점 등에서 관리자가 중점적으로 점검해야 하는 사항에 해당하는 기계적 부분과 이용자의 과실 및 부주의에 대한 인적 요인을 분류하면 다음 Table 2와 같다. 이와 같이 승강기의 안전장치에 대한 고장과 사용방법 및 기능의 이해부족이 높은 점유율로 나타나 검사자에 의한 기계적 및 전기적 사항에 따른 점검활동의 강화와 이용자에 대한 안전장치에 대한 사용방법의 이해와 기능 홍보가 필요하다.

3. 승강기 사고사례의 원인 분석

3.1. 승강기 사고별 원인 분석

94건의 재해 중에서 월별과 요일별 발생건수를 각각 Fig. 1과 Fig. 2에 나타낸 것으로 하루 동안 단거리 여행, 쇼핑 등과 공휴일이 많은 4월에서 6월이

Table 2. Classification to the mechanical and human part of unsafe and hazardous work in the elevator

구분	내 용	점유율
기계적 부분	승강기 자체와 안전장치의 고장	37.7%
	안전장치 사용상의 불편	18.5%
	안전장치의 작업효율 저하	14.8%
	안전장치와 기계와의 설치상 부적합	11.1%
	승강기의 노후화	9.6%
인적 부분	안전장치의 사용방법 및 기능이해 부족	37.8%
	승강기 성능유지 및 보수관리상의 문제	19.2%
	승강기 성능 및 기능에 대한 숙련도 부족	17.3%
	작업방법 및 안전수칙상의 문제	12.2%
	안전장치에 대한 불신	8.2%

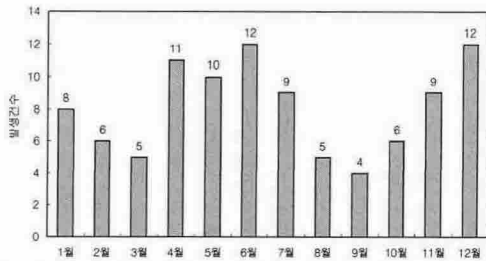


Fig. 1. Distribution of the accident vs. month

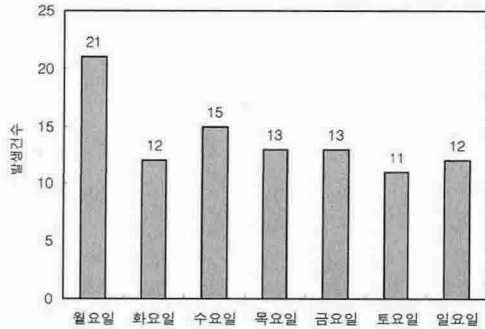


Fig. 2. Distribution of the accident vs. date

가장 높은 재해를 나타내며, 휴가 등으로 승강기 사용이 그다지 없는 8, 9, 10월에는 재해가 가장 낮게 나타났다. 또한 12월에서 3월까지의 재해 발생이 증가와 감소의 경향이 보이는데 이것은 날씨가 추워짐에 따른 환경의 영향이 주원인으로 판단된다. 재해 발생 요일별로는 승강기의 이용이 많은 월요일, 건물별로는 아파트 45건, 빌딩 20건, 쇼핑센터 12건, 병원 5건, 숙박시설 4건 및 기타 건물 11건 순이며, 지역별로는 인구 밀집지역인 서울과 경기지역이 각각 22건이고 다음으로 부산이 12건이 발생하였다. 연령별 재해자는 50세 이상(36%), 20~30세(24%), 30~40세(16%), 40~50세와 10세 미만(9%) 및 10~20세(6%)로 나타나, 아파트의 경우 건물의 유지관리자의 연령이 대부분 50세 이상으로 가장 높은 재해율을 보이는 것으로 판단된다. 승객용 승강기의 불안정한 요소에 대한 원인별 세부 사고 점유율을 Fig. 3에 나타내었다. 점검이나 보수작업중 관리감독소홀(8%), 구출 및 탈출과정에서 발생한 사고(10%), 비전문가가 고장 수리하다 발생한 사고(6%), 승강기 미확인 등 이용자가 승강기 문을 열고 강제 탑승하거나 승강기 미확인 등 작업중 안전수칙 미준수로 인한 작업자 사고(28%)와 이용자의 사고

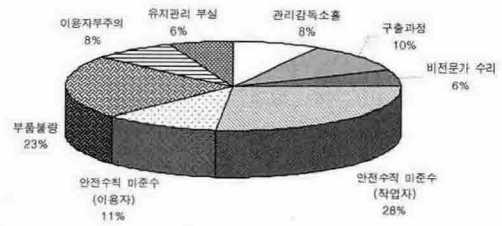


Fig. 3. Accident cause in the passenger elevator

(11%), 기계적 및 전기적 승강기 부품고장 및 불량에 의한 사고(23%), 승강문 파손과 같은 이용자의 부주의 행동에 의한 사고(8%) 그리고 유지관리부실(6%) 등으로 나타났다. 특히 이용자나 작업자가 비상키를 이용하여 승강문을 강제 개방하고 승강기에 탑승하는 경우 승강기의 유무를 확인하지 않고 탑승하다가 추락하는 재해가 23건이 발생하였다. 이와 같이 작업자나 관리자 특히 일반 이용자의 불안정한 행동에 의한 사고 발생이 전체의 70% 이상을 차지하고 있을 뿐만 아니라 승강기의 사용상 문제점으로 전체 25%를 차지하고 있어 사용상 안전대책과 일반인에 대한 승강기의 사고예방 및 홍보에 대한 문제점이 절실함을 알 수 있다. 특히 안전수칙 미준수로 인한 작업자와 비전문가의 사고가 34%를 차지하고 있으며, 승강기에 대해 전문기관의 구조요원임에도 불구하고 구출과정에서 발생하는 재해가 10%로 나타나 구출과정에 대한 안전대책이나 안전수칙 준수의 필요성이 많은 부분을 차지하고 있어 이에 대한 조치가 필요한 것으로 판단된다.

3.2. 재해 형태별 원인 분석

승강기 재해 유형에 따른 원인을 분석한 결과에 따르면 추락, 협착 및 충돌에 의한 재해가 대부분을 차지하고 있다. 승강기 사고의 원인별 분석에서 불안정한 행동에 따른 이용자가 비상키 등으로 강제 탑승하거나 승강기 관리자가 점검, 수리 및 부품교체로 작업중 카의 갑작스러운 상승이나 하강 등으로 피트(pit)로 추락한다. 또한 Fig. 4(a)와 (b)는 승강기 추락방지판을 설치하지 않은 경우로서 (a)는 정상운행하는 상태이고 Fig. 4(b)는 카가 이상원인에 의해 승강장사이에 위치한 경우이다. 이와 같이 카의 비상정지위치에 따라 구출이나 탈출시 이용자와 구조원이 추락할 수 있다. 일반적으로 승강기의 카 문턱이 승강장 문턱보다 60cm 이상 120cm 미만에 위치한 경우에는 승강장 도어와 카도어를 차례로 열고 카 내에 사다리를 넣어서 구출하지만 최상층이

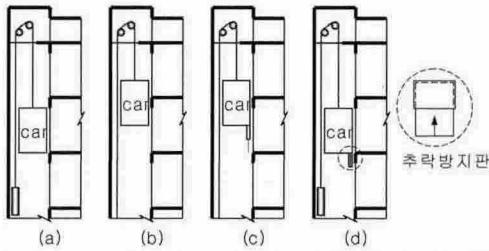


Fig. 4. Case of the use and unuse of elevator fascia plate

나 부득이 하게 Fig. 4(b)에서 구출해야 하는 경우에는 구출시 승강기의 하단부는 피트 추락에 대해 완전 노출되어 추락하는 경우가 있다.

협착에 의한 재해는 출입문 개방으로 인한 카의 상하부와 승강장의 상하부에 의해 협착하는 재해와 피트 내에서 수리 등의 작업으로 카의 상승과 하강시 카에 협착하거나 승강기의 출입문과 승강장 사이에 협착하는 재해가 대부분을 차지하고 있고, 충돌의 경우 작업중 카의 갑작스러운 상승으로 카와 충돌하여 재해가 발생되고 있다. 이와 같이 승강기의 사용상 안전장치의 부품불량이나 고장 등의 원인으로 발생하는 협착이나 특히 추락재해의 경우는 거의 사망재해로 발생하고 있어 이에 대한 실용적인 대책수립이 시급한 것으로 나타나고 있다.

4. 분석결과에 따른 예방대책

4.1. 불안정한 상태에 따른 예방대책

승강기는 Fig. 4(b)의 경우와 같이 비상키로 승강문을 개방하거나 하부층에서 구출시 승강문이 개방되면 피트 또한 개방된다. 이와 같은 승강문 개방과 유사한 형태에 의해 발생된 재해는 전체 재해에 대해 9건으로서 근원적 안전화대책으로 개구부를 완전차폐하여 추락재해를 방지할 수 있다. 추락방지판의 설치는 추락방지판 길이만큼 최하층의 깊이를 주어야 한다는 것과 승강기의 재해발생빈도가 다소 적다는 이유 등으로 거의 설치를 하지 않거나 방지판의 길이가 그 기능을 다하지 못하는 것이다. 따라서 Fig. 4(c)와 (d)는 추락방지판을 기존의 길이에서 2층이나 3층 접이식으로 설치한 경우로서, Fig. 4(c)와 같이 층사이에 카가 정지한 경우 피트부를 방호하고 평상시는 Fig. 4(d)와 같이 접어서 운행함으로써 이에 대한 재해를 감소함과 동시에 시공비용을 다소 감소시킬 수 있을 것이다. 또한 각층의 승강장 입구에는 안전대의 부착이 가능할 수 있는 설비나

안전난간과 같은 손잡이를 갖추어 승강문을 개방하고 점검이나 작업을 하는 경우 작업자의 추락을 방지할 수 있는 안전대 착용과 같은 소극적 대책을 통해 재해를 최소화 할 수 있을 것이다.

한편 승강문을 개방하고 수리나 점검을 수행하는 경우, 이용자가 승강기의 도착을 착각하여 승강기에 탑승하다가 피트로 추락하는 재해가 발생하고 있다. 따라서 승강기 수리 및 점검으로 인한 사용금지와 같은 안전표지판을 먼저 설치하고 승강기의 사용을 중지시켜야 한다. 또한 작업자나 관리자의 피트 내부에서 작업을 수행하는 경우, 관리감독 소홀로 인한 승강기의 불시 이동이나 추락으로 인한 재해를 방지하기 위해 피트 내부에서 작업시 승강기의 상승과 하강과 동시에 작동하는 시각적 및 청각적 비상정보장치를 설치하여 승강기의 이동시 작업자나 관리자에서 통보함으로써 재해를 예방할 수 있다.

기계, 전기의 복합기술로 이루어진 승강기 시스템의 성능유지를 위한 제조, 보수, 검사 및 유지관리에 고급기술이 필요하다. 승강기의 사용수명동안 정상적으로 사용할 수 있도록 일상점검, 정기점검 등의 강화로 각종 안전장치와 같은 부품고장의 이상 발생을 예방하지 않으면 안전사고를 유발하게 되므로 이용자의 안전을 위해 정기적이며 계획적인 철저한 유지관리가 필요하다. 따라서 승강기의 자체 검사자, 수리·보수자 및 유지관리자 등은 승강기의 주요부품에 대하여는 자체검사 및 보수·점검시 중점적으로 점검하고 특히 권상기, 제동장치 및 와이어로프와 같은 사고 빈발부품에 대해서는 검사를 강화하고 이상의 유무를 확인하여 이상이 있을 때에는 즉시 담당자에게 연락하여 교체 받을 수 있도록 한다. 또한 유지보수 및 검사 등을 받지 않고 설치된 승강기는 즉시 보완하여 검사를 받도록 하며 보완이나 검사 상태가 미흡한 승강기에 대해서 행정조치 등을 취한다.

승강기가 상하강시에 출입문이 자동적으로 닫히는 안전장치는 승강기 자체의 고장으로 개문발차하여 승강장과 승강기 출입문에서 발생한 협착의 재해가 전체 22.2%를 차지하고 있다. 따라서 이와 같은 재해를 방지하기 위해 승강기가 고장이 발생해도 출입문이 자동적으로 닫히게 연동되는 연동구조로 하는 것이 필요하다고 판단된다.

4.2. 불안정한 행동에 따른 예방대책

승강기 사고는 이용자나 관리자의 부주의와 같은

불안전한 행동으로 발생하는 경우가 대부분을 차지하고 있다. 비상키 등으로 승강문을 열고 탑승하다 추락한 사고가 21건이 발생하였다. 비상키의 관리는 관리자만 사용하며, 관계자 이외의 사람이 사용하지 않도록 철저히 관리한다. 또한 이용자에 대해서는 출입문에 기대고, 충격을 가하고, 카 내에서 장난을 치는 난폭한 행동을 하지 않도록 이용자 수칙을 부착하고 지속적으로 계몽한다. 또한 일반 이용자나 작업자의 심리적인 요인으로 해당할 수 있는 부분으로 승강기의 호출로 승강기가 도착하면 출입문이 개방되어 탑승하지만, 승강기가 도착하지 않은 상태에서 승강문이 개방되어 발생한 재해와 승강기를 호출하여 원하는 층에 승강기가 정지하고 있다고 판단하여 탑승하다가 발생한 재해가 23건이다. 따라서 승강장 출입문 등 쉽게 볼 수 있는 장소에 승강기의 도착을 확인하고 탑승할 수 있도록 안내경고문을 부착하고 동시에 이미 설치되어 있는 승강문과 승강기 출입문의 투시창을 의무 설치하여 이용자가 승강문이 개방되면 앞으로 나아가는 무의식적 행동에 대한 추락을 다소 감소시킬 수 있을 것으로 판단된다.

승강기가 정전이나 이상원인에 의한 고장으로 운행이 정지되면 이용자에 대해서 대처요령이나 안전수칙 및 전문기관의 구조요청이나 연락이 가능하도록 비상연락전화번호를 카 내에 부착하고 임의로 탈출을 시도하지 않도록 하며 비상시 카 내에서 인터폰으로 외부와 즉시 연락이 가능한 장소에 인터폰을 설치한다. 또한 관리자에게는 비상시 대처요령을 수시로 교육시키고 승강기의 고장 및 수리는 반드시 전문기술자에게 조치를 받고, 승객구출 및 인명사고가 발생했을 때에는 신속히 인명구조 전문기관인 119구조대나 보수업체 및 검사기관에 연락하고 피해자를 심리적 불안감으로부터 안정시킨다.

작업중 안전수칙 미준수로 발생한 사고는 승강기에 관련된 전문작업자이지만 26건의 재해로 전체 재해의 24.1%를 차지하고 있다. 승강기에 대한 검사 및 작업전에는 위험예지훈련을 실시하고 반드시 보호구를 사용한다. 또한 승강기의 자동운전과 같은 승강기의 불시이동과 같은 작업장 위험요소를 사전에 제거하여 안전사고가 발생하지 않도록 검사자나 작업자 상호간에는 연락이 되도록 하고, 승강장 문을 열고 검사나 작업 등을 하는 경우에는 반드시 안내원을 승강장에 배치시키고 방호

울, 탑승금지 표지판 등의 안전시설물을 각 층에 설치하여 일반인의 접근금지과 함께 승강기의 탑승을 금지시킨다. 검사나 작업 후 승강기를 정상운행시킬 때에는 검사자나 작업자의 안전을 확보한다. 또한, 일반 이용자의 안전을 위해 승강기가 정상운행되는 것을 충분히 확인한 후 일반인을 탑승시키도록 하여야 한다.

5. 결론

본 연구에서 기존의 건축물에 이미 설치된 승객용 승강기의 사고사례를 통하여 재해통계를 비교 분석함으로써 승강기 재해예방을 위한 방안을 연구하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 97건의 승객용 승강기의 사고중에서 승강기 종류별로는 일반 승강기 75건, 전망용 6건, 침대용 5건, 비상용 5건, 인화공용 3건 및 장애인용 3건이 발생하였고 사고원인별로 작업자 과실 및 유지관리부실 43.3%, 제조 및 부품불량 22.6% 이용자 과실 24.7%, 그리고 기타 5.2%로 108명의 재해자가 발생하였다.

2) 승객용 승강기의 안전사고 중에서 중상이상의 재해 점유율이 92.6%, 안전장치의 사용방법 및 기능 미숙이나 불신 등의 불안정한 행동에 따른 재해 점유율이 84%로 승강기 재해는 매우 높은 중대재해가 인적요소에 의해 발생한다.

3) 이상원인에 의해 승강기의 카가 정지한 위치에 따라 이용자, 관리자 및 구출자의 피트 추락재해의 원인에 대한 근원적 안전화대책으로 2, 3층 접이식 추락방지판이 부착되어야 하며, 각 층에는 작업자가 승강문을 개방하고 작업이나 수리시 안전대를 사용할 수 있는 설비가 갖추어져야 하며 또한 피트 내부에서 보수나 점검시 관리감독 부족이나 고장 등 이상원인에 의한 승강기의 상승이나 하강에 따른 관리자의 협착이나 충돌을 방지하기 위해서 피트 내부에서 비상경보장치가 설치되어야 할 것으로 판단된다.

4) 승강기 자체의 고장으로 개문발차하여 승강장과 승강기 출입문에서 발생한 협착의 재해가 전체 22.2%를 차지하고 있어 승강기가 고장이 발생해도 출입문이 자동적으로 닫히게 연동되는 연동구조로 하는 것이 필요하다.

5) 승강기의 탑승시 나타나는 승객의 무의식적 행동에 의한 재해가 23건으로 승강기 재해유형중

23.7%을 차지하므로 승강문의 외부에는 안내 경고문을 부착하고 승강장문과 승강기의 내부를 확인할 수 있는 투시창을 의무설치하여야 할 것으로 판단된다.

6) 승강기에 관련된 전문작업자이지만 작업중 안전수칙 미준수로 발생한 사고가 24건의 재해로 전체 재해의 24.7%를 차지하고 있다.

참고문헌

- 1) 한국승강기안전관리원, “승강기 안전사고 발생 현황,” 2001.
- 2) 최돈구, “승강기 안전관리제도에 관한 연구,” 건국대학교, 행정대학원, 석사학위논문, 1995.
- 3) 강신흥, “한국의 승강기 안전관리제도 실패와 대책에 관한 연구,” 경희대학교 경영대학원, 산업안전관리학과, 석사학위논문, 1989.
- 4) 김세동, “고층주택의 승강기 안전관리에 관한 고찰,” 조명전기설비학회지, Vol. 3, No. 2, pp. 114~122, 1989.
- 5) 김선국, “승강기 설비의 유지관리,” 조명전기설비학회지, Vol. 9, No. 3, pp. 224~233, 1995.
- 6) 정명진, 우홍식, 유재환, 이근오, 임종국, 추병길, “최신기계안전공학,” 동화기술, 2000.
- 7) 김상렬, 이원호, “유해위험작업의 안전작업을 위한 조사연구(II)-교류아아크용접기, 승강기 보일러 중심으로,” 산업안전학회지, Vol. 9, No. 1, pp. 40~47, 1994.