

Research Paper

건축물 전동셔터 사례 분석을 통한 추락방지 체크리스트 제안

Suggestion of a Check List to Prevent Fall Incidents Through Case Analysis of Electric Shutters in Buildings

정영민¹ · 방홍순² · 김옥규^{3*}

Jung, Young-Min¹ · Bang, Hong-Soon² · Kim, Ok-Kyue^{3*}

¹Master's Course, Department of Architectural Engineering, Chungbuk University, 1 Chungdaero Gaesin-Gu, Cheongju-si, Chungcheongbuk-do, 28644, Korea

²Doctor's Course, Department of Architectural Engineering, Chungbuk University, 1 Chungdaero Gaesin-Gu, Cheongju-si, Chungcheongbuk-do, 28644, Korea

³Professor, Department of Architectural Engineering, Chungbuk University, 1 Chungdaero Gaesin-Gu, Cheongju-si, Chungcheongbuk-do, 28644, Korea

*Corresponding author

Kim, Ok-Kyue

Tel : 82-43-261-2439

E-mail :

okkim@chungbuk.ac.kr

Received : March 18, 2022

Revised : April 24, 2022

Accepted : May 6, 2022

ABSTRACT

Electric shutters for buildings are being developed in Korea and abroad on a regular basis and can be used in different types of buildings such as company buildings and fire stations, etc. However, the fall risk factors induced by a variety of functions of building electric shutters require safety control. We reviewed the technological trends and legal standards in Korea and abroad, analyzed incident cases, and identified fall risk factors requiring control. We inspected all the building electric shutters in Korea based on the fall risk factors. As a result, we identified 91 noncompliance cases, in 69 percent of all 132 locations. In this study, backed by the inspection results, we suggest a check list to prevent the fall of building electric shutters to ensure safety and conduct verification using a focus group interview.

Keywords : building electric shutter, overhead door, fall risk, fall reduction, checklist

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

건축물 전동셔터는 천장에 수납됨으로써 도어를 기준으로 전면과 후면의 공간을 확보할 수 있고, 개구부 전체를 통로로 사용할 수 있다는 큰 장점이 있다. 1934년부터 미국에서 가정용 차고 문에 설치한 것을 시초로 유럽, 아시아 전역으로 시장화되었다. 국내에는 1981년에 가정용 차고 문으로 처음 출시되어 그 이후로 물류센터, 소방서, 각종 공장 등 보편적으로 사용되었다 [1]. 건축물 전동셔터의 종류로는 기능과 구성에 따라 여러 형태로 사용되고 있다. 화재의 확산을 방지하기 위한 방화셔터, 물류의 반입/반출을 용이하기 위해 건축물의 외벽 개구부에 설치되는 도어(오버헤드도어, 스테킹도어, 스피드 셔터) 등이 사용되고 있다. 건축물의 단열을 위해 판넬 무게는 일반 도어보다 무거운 소재로 제작되고 있다. 이로 인하여 사용 간 토션 스프링 파단, 와이어 끊김 등으로 인해 판넬의 승·하강 및 고정되어 있던 도어가 추락할 경우 재산상의 피해 및 인명피해가 발생할 수 있다. 이러한 문제를 방지하기 위해 본 연구에서는 추락을 저감할 수 있는 방향에 대해 연구하고자 한다. 물류시설 및 산업시설, 소방서에 설치되는 건축물 전동셔터의 점검 체크리스트 항목선정을 목표로 한다. 전동셔터를 사용하는 도중 추락을 야기할 수



있는 항목의 원인 분석 및 도출하여 건축물 전동셔터의 추락으로 인해 재산상의 피해 및 인명사고 방지를 목표로 한다.

1.2 연구범위 및 방법

본 연구는 산업시설물에 설치된 전동셔터에 대한 점검을 통해 추락 리스크를 야기 할 수 있는 항목에 대해 작성하여, 다음과 같이 연구범위 및 방법을 산정하였다.

첫째, 건축물 전동셔터의 국·내외 기술 및 법적기준분석을 통한 차이점을 도출하고, 관련선행연구를 분석한다.

둘째, 건축물 전동셔터 제작업체 A에서 조사된 최근 2년(2020년~2021년)의 사고사례를 기반으로 원인을 도출한다.

셋째, 국내에서 가동 중인 한 도시의 LCD 생산단지를 범위로 공장건축물 3개동의 기능고장현황에 대하여 분석한다.

이를 기반으로 건축물 전동셔터의 불량률과 원인을 도출하고, 기능고장통계를 도출한다.

넷째, 건축물 전동셔터에서 발생하는 리스크 요인을 도출하고, 추락방지 체크리스트를 제안한다. 이를 검증하기 위해 표적 집단면접을 진행한다.

2. 건축물 전동셔터 이론적 고찰

2.1 건축물 전동셔터의 국내·외 기술동향

국내에서는 2000년대 이후로 오버헤드도어기술에 관한 특허가 출원되었으며, 특허 건수가 많지는 않지만 현재까지 꾸준히 특허출원이 어이지고 있는 추세이다. 미국 및 유럽과 비교해 볼 때 앞으로 다양한 안전장치 및 기술이 국내에 필요하다. 미국은 전 세계적으로 오버헤드도어 특허기술을 가장 많이 보유하고 있으며, 직·간접적인 기술을 모두 포함하면 약 300,000 개의 특허가 존재한다. 유럽의 경우 각지에서 등록된 특허건수는 약 62,000건으로 특허 수는 미국보다 적지만 독일에서는 오버헤드도어의 특허가 1982년도부터 출원되었으며, 최근까지도 꾸준한 특허가 발명되고 있는 추세이다[1].

2.2 건축물 전동셔터 국내·외 법적 기준

2.2.1 국내 건축물 전동셔터 법적 기준

건축물 전동셔터의 국내 법적기준은 산업안전보건기준에 관한 규칙<시행 2021. 11.19>의 제11조(작업장의 출입구)에 의거 1) 출입구의 위치, 수 및 크기가 작업장의 용도와 특성에 맞도록 할 것 2) 출입구에 문을 설치하는 경우에는 근로자가 쉽게 열고 닫을 수 있도록 할 것 3) 주된 목적이 하역운반기계용인 출입구에는 인접하여 보행자용 출입구를 따로 설치할 것 4) 하역운반기계의 통로와 인접하여 있는 출입구에서 접촉에 의하여 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 경우에는 비상등·비상벨 등 경보장치를 할 것 5) 계단이 출입구와 바로 연결된 경우에는 작업자의 안전한 통행을 위하여 그 사이에 1.2미터 이상 거리를 두거나 안내표지 또는 비상벨 등을 설치할 것. 다만, 출입구에 문을 설치하지 아니한 경우에는 그러하지 아니하다. 제12조(동력으로 작동되는 문의 설치 조건)<개정 2014. 9. 30.> 1) 동력으로 작동되는 문에 근로자가 끼일 위험이 있는 2.5미터 높이까지는 위급하거나 위험한 사태가 발생한 경우에 문의 작동을 정지시킬 수 있도록 비상정지장치 설치 등 필요한 조치를 할 것. 다만, 위험구역에 사람이 없어야만 문이 작동되도록 안전장치가 설치되어 있거나 운전자가 특별히 지정되어 상시 조작하는 경우에는 그러하지 아니하다. 2) 동력으로 작동되는 문의 비상정지장치는 근로자가 잘 알아볼 수 있고 쉽게 조작할 수 있을 것 3) 동력으로 작동되는 문의 동력이 끊어진 경우에는 즉시 정지되도록 할 것. 다만, 방화문의 경우에는 그러하지 아니하다. 4) 수동으로 열고 닫을 수 있도록 할 것. 다만, 동력으로 작동되는 문에 수동으로 열고 닫을 수 있는 문을 별도로 설치하여 근로자가 통행할 수 있도록 한 경우에는 그러하지 아니하다. 5) 동력으로 작동되는 문을 수동으로 조작하는 경

우에는 제어장치에 의하여 즉시 정지시킬 수 있는 구조일 것으로 규정하고 있다[2].

2.2.2 국외 건축물 전동셔터 법적 기준

건축물 전동셔터의 국외 법적기준은 유럽 사업 표준에 의거하여 EN13241에서 상세 요구조건들이 명시된 EN12604 및 EN12453을 준수하도록 요구하고 있다. 사고예방대책의 4가지 주요전략을 기준으로 사고예방을 하고 있다. 1) 안전 설계(제 1순위) : 재해 요인을 없애거나, 접근이 불가하도록 안전한 설계, 2) 사람의 시각적 관리 : 훈련된 조작자가 항상 감시하면서 조작(Hold-to-run control), 3) 안전한 접촉 : 사람과 접촉하는 힘을 제한 4) 비접촉 존재 감지 : 위험한 작동/운동이 사람과 접촉하지 않도록 함. (1) 설계 강도 ① 정상적인 작동상황에서 영구변형이 없어야 한다. ② 구조물의 탄성변형이 정상작동에 영향을 주면 안 된다. ③ 무리한 수동조작과 같은 예상 가능한 오사용으로 인한 문제가 발생되지 않도록 설계해야 한다. ④ 설계 안전계수는 다음과 같다. a) 항복강도의 2.0배 하중에서 구조물의 영구변형이 발생하지 않아야 한다. b) 파단강도의 3.5배 하중에서 구조물이 파괴되지 않아야 한다. ⑤ 검증을 위한 시험은 정상작동 중 최대 하중의 1.1배로 시험한다. (2) 와이어로프 ① 최대 2개의 와이어로프를 사용하여, 하중은 고르게 분배되어야 한다. ② 와이어로프는 느슨해지면 안 된다(단 도어 리프에 직접 낙하방지장치가 부착된 경우는 예외). ③ 최소 안전율은 6으로 기준 한다[3].

국·내외의 건축물 전동셔터 관련 법적 기준은 서로 상이하며, 국외의 경우 체계적이고 안전함을 중시하는 것으로 파악된다. 미국과 유럽에서는 특허가 많이 나올 만큼 기술이 발전된 상황이며, 그에 따라 법적 기준까지 많은 발전을 이루고 있다. 그러나, 국내에서는 특허가 존재하지만 매우 적으며, 법적 기준부분과 기술력부분이 미흡하다. 이러한 부분은 안전에 대한 문제로 연계될 수 있으며, 체계적인 법적 기준과 기술력이 필요하다.

2.3 건축물 전동셔터의 선행 연구

건축물 전동셔터의 사례를 분석하기 위해 선행연구를 검토하였다. 건축물 전동셔터의 관련 선행연구는 자동문에 관하여 효율개선, 제어모듈개발, 충격완화 등 연구가 주로 이루어졌으며, 주요 선행연구는 Table 1과 같다[1,4-6].

Table 1. A previous study

keyword	Author	Year	Description
Overhead Door	Huh, ST	2018	- We changed the material to reduce the operational noise of overhead doors, modified the configuration of sections, and used insulation panel to improve energy efficiency. Additionally, we adopted rubber lifting to increase the opening and closing speed.
Industrial Automatic High-Speed Door	Bae, JJ	2016	- We determined through the development and analysis of finite element models that as the bending stiffness of industrial automatic high-speed doors increases, the amount of sagging and longitudinal displacement decreases.
Automatic door control module development	Kim, GD	2017	- We classified normal operation conditions and error conditions of automatic doors through BLE module modeling, and developed a control module to have characteristic codes appear on a smart device.
Industrial folding door	Yun, SH	2011	- We developed a dynamic model to damp impact loads through the analysis of the operational mechanism of industrial folding doors.

Huh[1]의 선행연구에서는 오버헤드도어의 재질변경으로 작동소음을 저감 하고, 단면의 구성을 변경하여 단열판넬 사용으로 에너지 효율을 개선시켰다. 또한, 고무재질의 리프팅을 이용하여 개폐 속도를 상승시켰다. Bae et al.[4]의 선행연구에서는 유한요소 모델 개발 및 해석을 통하여, 산업용 고속자동문의 굽힘 강성이 증가할수록 처짐량과 길이방향 변위가 감소함을 도출하였다. Kim et al.[5]의 선행연구에서는 자동문의 고장진단을 위하여, BLE 모듈의 모델링을 통하여 자동문의 정

상동작 상태와 오류동작 상태를 분류하여, 고유코드로 스마트기기에 표시하도록 제어 모듈을 개발하였다. Yun and Park[6]의 산업용 접이식 자동문의 구동 메커니즘 분석을 통하여, 충격하중 완화를 위한 동역학적 모델을 개발하였다.

선행연구 검토결과, 오버헤드도어, 자동문에 관하여 효율개선, 제어모듈개발, 충격완화 등 다양한 연구를 볼 수 있었으나, 건축물 전동셔터의 추락방지를 위한 연구는 찾아보기 어려웠다. 본 연구에서는 건축물 전동셔터의 추락방지 체크리스트 제안을 목표로 한다.

3. 건축물 전동셔터의 추락방지 체크리스트 제안

건축물 전동셔터의 추락방지 체크리스트를 제안하기 위해서는 현재 건축물 전동셔터로 인하여 발생하는 사고사례와 기능 고장현황에 대하여 분석하는 것은 매우 중요하다. 먼저, 건축물 전동셔터로 인하여 발생하는 추락 사고사례를 분석하였다.

3.1 건축물 전동셔터의 추락 사고사례

2019년 12월에 경상도에 있는 한 지역에서 소방서에 사용되는 전동셔터의 추락으로 인하여 인명사고가 발생하였다. 최근 3년간 그 지역의 전동셔터 고장·수리는 모두 172건 이었으며, 와이어 고장 70건, 스프링고장은 52건 이었다. 소방관계자와 외부업체 전문가 등 21명이 2개조로 편성하여 266개의 도어를 점검해본 결과, 수리가 필요한 도어는 148곳에 달하였다. 이를 두고 전문가들은 연 2회 정도 정기점검이 이루어져야 사전방지가 가능하다고 의견을 주장하였다. 이를 기반으로 본 연구에서는 전동셔터 제작업체의 데이터 분석을 통한 추락 사고사례의 원인도출을 목표로 한다. Figure 1은 건축물 전동셔터의 추락 사고사례는 전동셔터 제작업체 A에서 최근 2년(2020년~2021년)에 발생한 사고를 기반으로 충청남도 한 도시에서 발생한 데이터를 수집하였다. 소방서, 공장, 택배, 물류센터 등 건축물을 다양한 방면에서 사고사례가 발생하고 있었다. 최근 건축물 전동셔터의 추락 사고사례 분석결과 가이드롤러 파손으로 인한 수직하강, 우측 상단 체인파손, 와이어 풀림, 토션 스프링 고정부 파손의 사고사례가 있었다. 대부분 건축물 전동셔터의 원인은 와이어 풀림과 토션 스프링의 고정부 파손부분이 많은 비중을 차지하고 있었으며, 이러한 부분은 건축물 전동셔터 추락의 주요 원인이 된다.

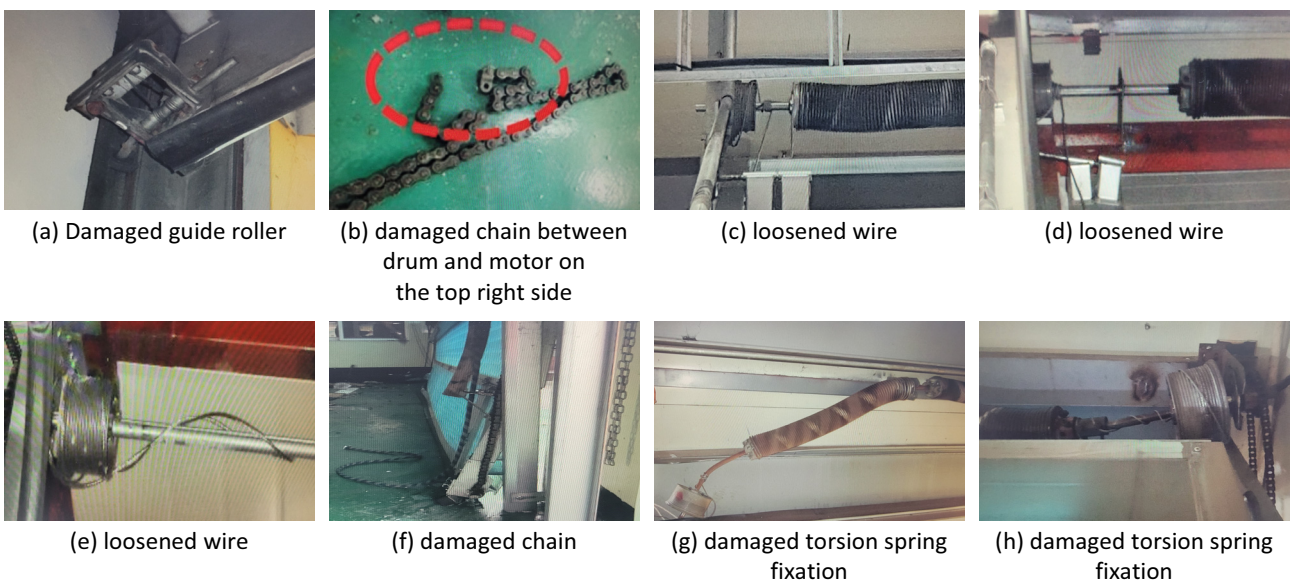


Figure 1. Cases of falling accidents of electric shutters in buildings

3.2 건축물 전동셔터의 기능고장현황 분석

현재 사용되는 건축물 전동셔터의 현황을 분석하는 것은 매우 중요하다. Table 2는 건축물 전동셔터 132개소의 기능고장 현황을 분석하였다. 건축물 전동셔터의 조사는 2020년 5월 21일부터 6월 13일까지 충청남도에 있는 한 도시의 LCD 생산단지를 대상으로 진행하였다. LCD 생산단지에는 약 182만 m^2 의 규모이며, 공장건축물 3개동으로 구성되어있었다. 이를 기반으로 건축물 전동셔터 132개소를 전수 점검하여 나타난 기능고장 현황의 결과표이다. 건축물 전동셔터 총 132개소에서 전수 검사 부위 중 부적합 부위가 91개소에서 발견되었으며, 전체의 69%를 차지하고 있었다. 건축물 전동셔터 18개의 점검항목 총 2,376개 중 부적합이 188개소 발견되었다. 버팀 힌지는 총 132개소 중 52개소(39.4%)로 가장 많이 발견되었으며, 작동유무, 도어판넬, 사이드롤러, 전동 모터 등 14개소(약 10%이상)의 주요 관리가 필요한 요소들이 발견되었다. 탑씰이나 샤프트, 브라켓 등 일부에서는 4개소(약 3%이하)로 거의 발견되지 않았으며, 커플링이나 와이어 드럼 등 일부에서는 기능고장 부분이 발견되지 않았다. 건축물 전동셔터의 기능고장 부분은 도어 추락으로 연계됨으로써, 인명피해 혹은 건물피해로 2차 피해를 낼 수 있다. 하나, 현재 안전법이나 시공법 등 법령에서는 구체적인 점검표 혹은 프로세스가 구축되어 있지 않은 것이 현실이다.

Table 2. Analysis of functional failure status of electric shutters in buildings

No	Factors	Ea	Defective rate(%)	Contents
1	Inoperative	18	13.6	- Unused section, wire breakage, side roller out of position, side hinge roller fixation damaged.
2	Door panel	19	14.4	- Door panel bent; bottom seal torn.
3	Top seal	3	2.3	- Finishing seal on the top right side out of position; rust in shaft and spring.
4	Bottom seal	6	4.5	- No bottom seal, and partial torn in the middle of bottom seal,
5	Middle hinge	9	6.8	- One tapping screw missing in the middle hinge; poor fastening of side and middle hinges.
6	Bottom hinge	52	39.4	- Emergency stopper(blade) uninstalled; rust in the bottom and side hinges.
7	Side hinge	11	8.3	- One side hinge is bent, with rust in the middle and side hinges.
8	Side roller	17	12.9	- Poor fastening of the top left side hinge and the area immediately underneath; rusty shaft.
9	Shaft	4	3	- Rail slightly bent; crooked edge of left-side round rail.
10	Torsion spring	2	1.5	- Rust in the shaft and spring.
11	Bracket	2	1.5	- Damaged(bent) bracket next to the left-side wire drum.
12	Coupling	0	0	
13	Wire drum	0	0	
14	Wire	7	5.3	- Left side wire breakage; both sides of wire completely out of position.
15	Electric motor	14	10.6	- Slightly low tension in the chain of the driving unit.
16	Manual chain	6	4.5	- Manual chain cannot be used as it is tangled in the motor.
17	Operation switch	7	5.3	- Down switch inoperative.
18	Stopper	11	8.3	- No right-side stopper; bent left-side stopper.

132개소 건축물 전동셔터의 기능고장통계는 Figure 2와 같다. 구동 장치 38%, 트랙 장치 32%, 균형 장치 30%의 비중에서 기능고장이 발생하고 있었다. 구동장치에서는 상승/하강 불량 문제가 35%, 도어 좌우 방향상태 문제가 3% 차지하고 있었으며, 트랙장치부분에서는 구동롤러가 17%, 스톱퍼의 이탈상태가 15% 차지하고 있었다. 균형 장치 부분에서는 와이어 꼬임/휨손 부분이 18%, 와이어 텐션 불량이 11%, 도어 하강 시 바닥수평문제가 1% 차지하고 있었다. 이에 따른 문제는 균형 장치의 파손, 불량 및 구동장치의 오작동이 도어낙하 주요 원인으로 연계되고 있다.

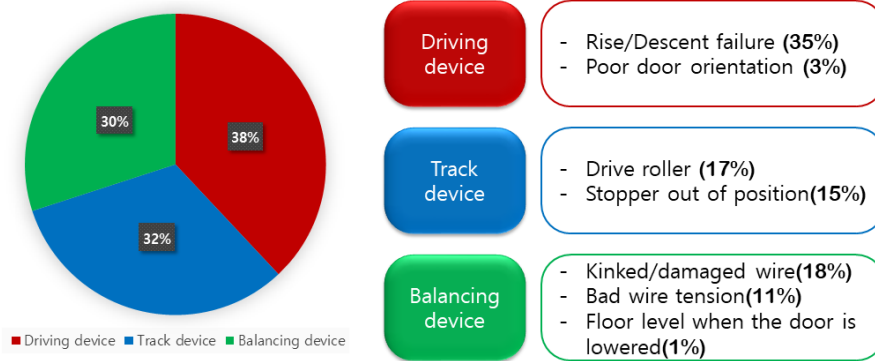


Figure 2. Statistical Analysis of Functional Failure of Electric Shutter in Buildings

3.3 건축물 전동셔터 추락방지 체크리스트 항목선정 및 제안

현재 건설 산업에서는 건축물 전동셔터의 기능고장에 대한 문제점 혹은 점검을 위하여 각 회사별로 각기 다른 점검항목 및 방법을 선정하여 해결하고 있다. 이러한 근본적인 문제는 건축물 전동셔터의 명확한 정해진 기준이 없기 때문이며, 이를 개선해 나아가야 한다. 이에 따라 건축물 전동셔터의 점검항목을 도출하고, 점검방법을 선정하여 체크리스트를 구축하는 것은 안전을 위해 필요한 상황이다. 건축물 전동셔터의 추락방지 체크리스트 항목은 구성 요인, 사고사례 요인, 기능고장 요인을 바탕으로 Table 3과 같이 항목을 선정하였다. 구성요인은 건축물 전동셔터의 구성요인 중에서 추락 사고사례와 연관이 되어있는 요인으로 구성하였다. 사고사례의 요인은 3.1 건축물 전동셔터 추락 사고사례의 내용을 기반으로 추락을 유발할 수 있는 요인으로 구성하였다. 기능고장의 요인은 Table 2와 Figure 2의 내용을 기반으로 구동 장치, 트랙 장치, 균형 장치에 영향이 있는 요인을 구성하였다. 건축물 전동셔터 추락방지 체크리스트 요인 중 가이드롤러, 토션 스프링, 와이어 드럼의 요인들은 구성, 사고, 기능고장의 요인에 모두 포함될 정도로 중요하였다.

Table 3. Building electric shutter fall prevention checklist item selection

Factors	Contents
Component factors	- Motor operator, torsion spring, cable drum, wire, top hinge, middle hinge, side hinge, bottom hinge, door panel, intermediate panel, roller, and bottom track.
Incident case factors	- Damaged guide roller, damaged chain between drum and motor on the top right side, loosened wire, damaged chain, damaged torsion spring fixation.
Functional failure factors	- Door panel, skylight, top seal, bottom seal, middle hinge, bottom hinge, side hinge, side roller, shaft, torsion spring, bracket, coupling, wire drum, electric motor, manual chain, operation switch, stopper.

건축물 전동셔터의 법적인 요인, 사고사례 요인, 기능고장 요인을 바탕으로 도출한 추락방지 항목에 따라 Table 4는 건축물 전동셔터 점검 항목 선정에 따른 점검방법을 선정하였다. 건축물 전동셔터 추락방지 체크리스트는 기능고장에 대한 전수점검의 방법을 기반으로 구축하였다. 건축물 추락방지 체크리스트 점검방법은 육안으로 확인이 되어야 하는 것이 중요하며, 기능적인 부분이나 고정상태, 이탈 등 상태확인인 따로 필요한 요인에는 추가적인 점검방법을 구축하였다. 이 중 중간힌지, 버팀힌지, 사이드 힌지, 샤프트, 토션 스프링, 와이어, 전동모터, 스톱퍼 등 8개의 항목은 기능고장 혹은 파손의 경우 전동셔터의 추락을 야기할 수 있다. 중요함에 따라 체크리스트 상단에 배치하였으며, 마모된 여부를 주기적으로 점검해야 한다. 건축물 전동셔터의 기능적인 부분에서 점검 혹은 보수가 필요한 경우에는 즉각적인 보수가 필요하며, 각 분기별 혹은 반기별로 주기적인 체크리스트 점검을 통하여, 건축물 전동셔터의 추락방지를 하는 것은 매우 중요하다.

Table 4. Building electric shutter fall prevention checklist

No	Factors	Method
1	Middle hinge	- Check the presence/absence of external damage, check the bolt fixation status
2	Bottom hinge	- Check the presence/absence of external damage, check the bolt fixing status, check the wire fastening status, check the presence/absence and status of emergency safety devices
3	Side hinge	- Check the presence/absence of external damage, check the bolt fixation status
4	Shaft	- Exterior damage and bending, welding part dropout, fixing pin presence/absence check
5	Torsion spring	- Check the spring standard and tension standard, check the tension when the door is raised and lowered, check the presence/absence of external damage
6	Wire	- Check the appearance of damage or damage, check the presence/absence of detachment or omission when winding the wire around the drum
7	Electric motor	- Check for leaks and damage, check the operating status, check the appearance and tension of the drive shaft chain, check the presence/absence of damage to the controller
8	Stopper	- Check the presence/absence of external damage, check whether the spring is damaged or not
9	Inoperative	- Check the presence/absence of exterior damage and left/right distortion, check the state of tilting in one direction
10	Door panel	- Check the presence/absence of exterior damage, check the presence/absence of corrosion of glass fixing materials
11	Top seal	- Check the presence/absence of external damage and fixation status
12	Bottom seal	- Check the presence/absence of exterior damage and fixation status, check the presence/absence of safety devices and operation status
13	Side roller	- Check for external damage, check for bearing damage, check for rail departure
14	Bracket	- Check the presence/absence of external damage, check the presence/absence of bearing damage, check the vertical and horizontal installation status
15	Coupling	- Check the presence/absence of external damage, check the bolting and fixation status
16	Wire drum	- Check the drum standard, check the appearance of damage or not, check the bolt fixing status, check whether the fixing pin is detached or not
17	Manual chain	- Check the presence/absence of external damage, check the operation status
18	Operation switch	- Check the operation status of the switch (up, down, emergency stop), check the presence/absence of contact abnormality

3.4 표적 집단면접에 의한 건축물 전동셔터 체크리스트의 검증 및 개선방안

건축물 전동셔터 체크리스트의 전문적인 검증을 위해 건축물 전동셔터 관련업무 종사자 12명을 대상으로 표적 집단면접(Focus Group Interview)을 실시하였다. 표적 집단 면접은 Table 5와 같이 사용자로 인한 문제점을 도출하고, 건축물전동셔터 사용에 관한 교육, 정기적인 유지보수 관리를 통한 체크리스트의 검증 및 개선방안에 대한 표적 집단면접을 실시하였다.

Table 5. Building electric shutter checklist verification and improvement plan through focus group interview

Factors	Meeting contents
Focus group interviewees	- 12 people with more than 10 years of experience in building electric shutters(obtained from constructors, clients, suppliers, manufacturing/installation companies of building electric shutters).
Interview Frequency	- Implementation of weekly group interviews(2022.01.03.~22.03.11.)
Meeting points	- Incident cases related to building electric shutters and functional checking, identification of factors in the check list and update thereof, training the know-how on using checklist, regular maintenance, etc.

3.4.1 표적 집단면접 내용 및 사용자 교육의 필요성

건축물 전동셔터의 표적 집단면접은 총 4회에 걸쳐 진행되었다. 표적 집단면접의 내용으로는 추락/낙하원인분석, 근본적 방지대책, 유지관리 대책방안, 전동셔터 개선방안을 기준으로 실시하였다. 건축물 전동셔터의 추락 원인은 직접적인 원인, 간접적인 원인, 세부낙하원인으로 분류하였다. 직접적인 원인은 1) 와이어 풀림 2) 토션 스프링 파단 3) 힌지 파단 4) 장기간 미사용 등이 있었다. 간접적인 원인은 1) 사용자 인계 프로세스 부재 2) 사용 전 안전성 점검 절차부재 3) 사용자에게 대한 제품 사용 교육부재가 있었다. 세부낙하원인은 전동셔터 하부에 물건을 적치하여 편심으로 인한 와이어 드럼이탈 후, 조작이 있었다. 근본적인 방지대책으로 1) 힌지 2) 샤프트 3) 토션 스프링 4) 와이어 5) 모터 6) 스토퍼 등 6개 항목을 상시적으로 관리해야 한다는 내용이 도출되었다. 이를 기반으로 유지관리 대책방안에서는 점검시기, 점검방법에 대한 내용을 구축하였다. 점검은 총 4가지로 분류하였으며, 상시점검, 정기점검, 특별점검, 비상대응을 통해 점검기준을 선정하였다. 상시점검은 주 사용 오버헤드도어는 주 1회, 나머지는 분기별 1회 점검으로 선정하였으며, 정기점검은 분기별 1회, 특별점검은 전체적인도어 연 1회, 비상대응은 오버헤드도어의 이상 발생 시 긴급대응을 통한 도어점검으로 도출되었다. 주사용 오버헤드도어의 주 1회 점검은 지속적인 사용으로 인한 와이어 풀림 여부 및 이탈상태 점검을 기반으로 선정하였으며, 분기별 1회 점검은 토션 스프링, 와이어, 체인 등 계절별 건축물의 내·외 온도변화로 인한 결로 발생우려를 기준으로 선정하였다. 또한, 특별점검의 연 1회 점검은 공동주택 하자담보책임기간 창조공사의 기준 1년을 기준으로 선정하였다. 표적 집단면접을 기반으로 건축물 전동셔터의 추락방지를 위한 안전장치의 개선은 지속적으로 필요하며, 준공 이후 전동셔터의 유지관리 및 사용자의 사용 전 교육이 필요하다. 건축물 전동셔터의 사고사례는 사용자에게 의한 잘못된 사용으로 발생하는 경우가 대부분 차지하며, 일부는 설치된 장비들의 노후로 인하여 추락사고로 연동되고 있다. 이를 해결하기 위해 하자담보책임기간 이후 특수도어에 대한 지속적인 유지관리가 필요하다. 건축물 전동셔터의 교육이 진행된 요원의 시야가 확보된 상태로 전동셔터의 사용으로 인하여 사고를 저감시키고, 주기적인 전동셔터 교육이 필요한 것으로 도출되었다.

3.4.2 건축물 전동셔터 체크리스트 교육 및 정기유지보수 관리

건축물 전동셔터의 추락방지를 위해서는 정기적인 유지보수관리가 필요하다. 건축물 전동셔터의 전담인력 지정 후 외부 유지보수 업체의 운영을 통하여 시설/안전 관리자 및 사용자에게 대한 외부 전문가의 건축물 전동셔터 및 체크리스트의 사용 방법에 대한 교육을 해야 한다. 이를 통하여 1) 자체점검이 가능한 전문가의 정기점검을 통한 고장발생을 최소화 시킨다. 2) 유지보수 인력현장 상주를 통한 정기점검 및 문제 발생의 긴급 대응을 준비한다. 3) 주 사용 도어는 주 1회 점검, 나머지는 분기별 1회, 미사용 도어사용 전 승인 점검을 실시한다. 또한, 상시점검 및 정기점검 등 조직을 별도로 구성하여 전동셔터의 사용 간 추락방지를 해야 한다. 건축물 전동셔터의 정기유지보수 관리방법은 Table 6과 같다.

Table 6. Regular maintenance control and method

Item	Regular maintenance control and method
Ordinary check	- Weekly inspection of building electric shutters and quarterly inspection of other items, based on the check list.
Regular inspection	- Visual and acoustic inspection of building electric shutters.
Ad-hoc inspection	- Annual comprehensive inspection based on the check list for building electric shutters.
Emergency response	- Inspection through emergency response in case of the failure of building electric shutters.

4. 결론

본 연구에서는 건축물 전동셔터의 추락방지 체크리스트를 제안하기 위하여 연구를 진행하였다. 그에 따른 본 연구 결론은 다음과 같다.

첫째, 국·내외에서 건축물 전동셔터의 기술과 법적 기준은 상이한 점이 다수 존재하였다. 이를 기반으로 최근 건축물 전동셔터의 추락 사고사례 분석결과 1) 가이드롤러 파손으로 인한 수직하강, 2) 우측 상단 체인파손 3) 와이어 풀림 4) 토션 스프링 고정부 파손의 사고사례가 있었으며, 전동셔터 추락의 요인을 도출하였다.

둘째, 건축물 전동셔터 132개소의 전수 점검하여 나타난 결과, 부적합부위가 91개소 발견되었으며, 전체의 69%를 차지하고 있었다. 부적합부위는 구동 장치에서 38%, 트랙 장치에서 32%, 균형 장치에서 30% 비중을 차지하고 있었다.

셋째, 건축물 전동셔터의 추락방지 개선을 위하여, 건축물 전동셔터의 추락방지 체크리스트를 제안하였다.

건축물에 사용되는 전동셔터는 각 회사, 소방서, 플랜트 등 다양한 건축물에서 사용되고 있다. 허나, 건축물 전동셔터에 관한 안전 프로세스 및 안전 체크리스트의 규정은 없는 것이 현실이다. 향후 연구에서는 각 건축물에서 사용되는 전동셔터의 안전 프로세스를 구축하고자 한다.

요약


건축물 전동셔터는 국·내외에서 주기적으로 발전하고 있으며, 회사, 소방서 등 다양한 건축물에서 사용이 가능하다. 건축물 전동셔터의 다양한 기능적인 부분에는 안전을 위협하는 추락 리스크 요인이 존재하며, 그 요인을 관리할 필요가 있다. 국·내외의 기술동향 및 법적기준을 분석하고, 사고사례를 분석하여 관리가 필요한 추락 리스크 요인을 도출하였다. 추락 리스크 요인을 기준으로 국내의 건축물 전동셔터를 전수 점검하였다. 건축물 전동셔터 132개소를 전수 점검해본 결과, 부적합부위가 91개소 발견되었으며, 전체의 69%를 차지하고 있었다. 본 연구에서는 건축물 전동셔터의 안전을 위해 전수 점검을 기준으로 건축물 전동셔터의 추락방지 체크리스트를 제안하고 표적 집단면접을 통하여 검증하였다.


키워드 : 전동셔터, 오버헤드도어, 추락 리스크, 추락저감, 체크리스트


Funding

Not applicable

ORCID

Young-Min Jung,  <http://orcid.org/0000-0002-4559-5007>

Hong-Soon Bang,  <http://orcid.org/0000-0002-1139-8638>

Ok-Kyue Kim,  <http://orcid.org/0000-0002-0654-8523>

References

1. Huh ST. Study of overhead door application on garage door of fire stations [master's thesis]. [Busan]: Busan National University; 2018. 49 p.

2. Occupational Safety and Health Standards. [Internet]. Seoul (Korea): Ministry of Employment and Labor. 2021 Dec. Available From : <https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EC%82%B0%EC%97%85%EC%95%88%EC%A0%84%EB%B3%B4%EA%B1%B4%EA%B8%B0%EC%A4%80%EC%97%90%EA%B4%80%ED%95%9C%EA%B7%9C%EC%B9%99>
3. EN 13241. Instruction sheet. British Standard Institution; 2017. 32 p.
4. Bae JJ, You YB, Kang NK. development and analysis of finite element model for industrial roll-up door. Proceeding of Korean Society for Noise and Vibration Engineering; 2016 Apr 20-22; Gyeongju, Korea. Seoul (Korea): Korean Society for Noise and Vibration Engineering; 2016. p. 356-7.
5. Kim GD, Won SY, Kim HS. Development of BLE based control module for fault diagnosis of automatic door system. Proceeding of The Institute of Electronics and Information Engineers; 2017 Jun 29-01; Busan, Korea. Seoul (Korea): The Institute of Electronics and Information Engineers; 2017. p. 1024-5.
6. Yun SH, Park JC. Dynamic analysis of impact force alleviation of industrial folding-type automatic door on guide rail. Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers. 2011 Aug;10(4):16-21.