

사례분석을 통한 건설현장 화재위험도 평가 체크리스트 개발

Development of Accident Cases-based Fire Risk Assessment Checklist for Active Response on Construction Sites

신재권¹

신윤석^{2*}

Shin, Jae-Kwon¹

Shin, Yoon-Seok^{2*}

Ph.D. Candidate, Graduate School, Kyonggi University, Yeongtong-Gu, Suwon, 16227, Korea¹

Associate Professor, Department of Architectural Engineering, Kyonggi University, Yeongtong-Gu, Suwon, 16227, Korea²

Abstract

On the construction site, there exists frequently a high likelihood that a fire accident can lead to a large-scale disaster. In the previous studies, the diverse outcomes have been focused on the improvement of relative statutes and tried to realize the suppression and confrontation of the fire accidents. In this study, the limitations on the site were identified through prior research reviews, and the fire risk assessment checklist was proposed through the analysis of the massive accident cases. The checklist was divided into the prevention and minimization steps and developed into 16 categories of total risk factors. According to the results from the cases applied in this study, if the installation status is checked, such as removing combustibles, and broadcasting facilities for evacuation are installed, it is expected that the casualties will be minimized or zeroed. By developing a fire risk assessment checklist, this study provides the implications of the theoretical and realistic fire accident prevention, and supports the ways to minimize the damage resulted from the fire accidents on construction sites. In the further, deriving universe and common items about repeated occurrences of a work type will be needed as a subsequent research.

Keywords : fire risk assessment, construction site, fire accident, fire prevention

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설현장의 재해 중 화재사고로 인한 재해는 다른 재해에 비교하여 발생 빈도수는 낮지만 한 번 발생하게 되면 대형재해로 이어질 수 있는 위험성이 크다. 2013년부터 2017년까지 5년간 건설현장 화재사고로 인한 중대재해 현황은 화재사고 총 재해자 수가 726명이며 이중 사망자는

62명이 발생하였다[1]. 과거에 발생했던 건설현장 화재사고 중 주요 사례를 들어보면, 2008년 1월에는 이천에 위치한 물류 냉동창고 신축공사장에서 화재사고로 인하여 10명이 부상당하고, 40명이 사망하였다. 2020년 4월에는 이천에 위치한 물류창고 신축공사장에서 화재사고로 인하여 10명이 부상당하고 38명이 사망하였다.

건설현장에 대한 화재사고 예방을 위해서 정부에서는 다양한 예방 관련 제도를 도입하고 있다. '화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률(이하 소방시설법)'에서는 공사현장에 대한 임시 소방시설의 종류 및 설치기준 등을 명시하고 있다[2]. '산업안전보건법'에서는 건축물의 시공 또는 철거에 따른 폭발성·발화성 및 인화성 물질 등의 안전에 대하여 명시하고 있다[3]. '산업안전보건 기준에 관한 규칙'에서는 발화될 우려가 있는 장소 등에서 화재위험

Received : December 29, 2020

Revision received : January 26, 2021

Accepted : February 5, 2021

* Corresponding author : Shin, Yoon-Seok

[Tel: 82-31-249-9721, E-mail: shinys@kyonggi.ac.kr]

©2021 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

작업 시 화재 위험요인을 감시하고 근로자 대피를 전담하는 화재감시자를 지정·배치하도록 하고 있다[4]. 그러나 제도적인 관리기준이 있음에도 불구하고 복잡하고 다양한 작업이 진행되는 건설현장의 특성으로 인하여 그 효과가 제한적인 한계가 있다.

건설현장에서는 다양한 건축자재를 사용하고 있으며 이 중에는 스티로폼과 우레탄폼 단열재, 비산먼지 저감을 위한 부직포와 같이 화재 발생을 일으킬 수 있는 인화성·가연성 자재가 다수 포함된다. 또한, 용접기, 절삭기, 동절기 난방기구 등 발화원이 될 수 있는 장비가 일반적으로 사용되기 때문에 화재사고가 발생할 수 있는 위험이 상존한다. 특히, 건설현장에서는 넓은 작업장에서 많은 건설근로자들이 동시에 여러 공종을 진행하기 때문에 화재사고 안전관리에 어려움이 있다. 특히, 건설현장에서는 공사가 진행 중이기 때문에 완공된 건물에 설치되는 소방설비가 작동하지 않아서 화재사고 발생 시 조기진화의 어려움이 있고, 가연성 자재들이 불에 타면서 연기 및 유독가스를 발생시켜 다른 건설재해보다 인명피해가 커지는 문제가 있다.

건설현장에서 화재사고 예방을 위해서는 사전에 화재위험을 점검하고 관리하는 것이 가장 효과적인 방법이다. 그러나 완성된 건물에서 발생하는 화재사고와는 달리 건설현장은 앞서 언급한 것과 같이 자재, 장비, 작업자들을 체계적으로 관리·감독하는 것이 어렵기 때문에 아직까지 공사가 진행 중인 건설현장의 특징과 조건을 고려하여 사전에 화재 위험을 평가하고 관리하는 연구가 거의 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 건설현장에서 발생가능한 화재사고 예방을 위해서 기존의 화재사고 중대재해 사례분석을 통하여 건설현장에 대한 화재위험도를 평가 할 수 있는 체크리스트를 제안하고자 한다. 향후 본 연구의 결과를 시공 중인 건설현장에서 활용한다면 화재사고 예방 및 저감에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구의 사례분석에서는 2006년부터 2018년까지 13년간 국내 건설현장에서 발생한 화재사고 사례 중 중대재해 19건의 사례를 대상으로 자료를 분석하여 위험요인을 도출하였다. 건설현장 화재사고 사례에서 나타난 반복적이고 유사한 사고원인을 규명하고 위험요인을 도출하여 화재위험도 평가 체크리스트를 구축하는 것으로 본 연구의 범위

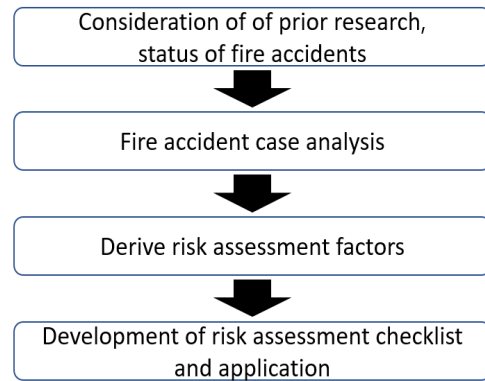


Figure 1. Research flowchart

를 제한하고자 한다.

본 연구에서는 화재위험도 평가 체크리스트를 개발하기 위한 연구의 방법은 다음과 같다. 연구의 방법은 다음과 같다. 첫째, 건설현장 화재사고 예방과 관련된 화재사고 발생 현황 파악 및 화재예방 관련 제도와 선행연구 고찰을 통해 문제점을 도출하였다. 둘째, 국내 건설현장에서 발생한 화재사고 중대재해 사례 19건을 수집하여 공통적인 위험요인을 도출하고자 사고사례를 분석하였다. 셋째, 도출된 위험요인을 이용하여 화재위험도 평가 체크리스트를 개발하였다. 마지막으로 기존에 발생한 건설현장 화재사고 사례 2건에 대하여 본 연구에서 개발한 화재위험도 평가 체크리스트를 적용하고 그 적용성을 검토하였다. 본 연구의 절차를 정리하면 Figure 1과 같다.

2. 이론적 고찰

2.1 건설현장 화재사고 관련 기존연구 고찰

건설업에서 발생한 화재사고와 관련한 선행연구들[5-16]을 사전 화재예방과 화재발생 이후 피해의 최소화로 구분하여 살펴보았으며, 주요 선행연구와 내용은 Table 1과 같다.

건설현장 화재사고 예방에 관한 선행연구들은 법령 개선, 화재사고 시 진압 문제, 화재사고 발생 시 비상대피를 대상으로 연구가 진행되어 자재, 장비, 인력 등 건설현장의 특성이 제대로 반영되지 못하였고, 실질적으로 건설현장에서 사전에 화재 위험을 평가하고 예방하는 데 적용의 한계가 있다. 본 연구에서는 반복적이고 유사하게 발생하는 건설현장의 화재사고의 특성을 고려하여 기존에 발생한 실제 화재사고 사례분석을 통해 건설현장의 화재위험도를 평가할 수 있는 연구를 진행하고자 한다.

Table 1. Review of existing research

Category	Researcher	Suggest
Fire prevention	Lee(2011), Kuk(2006)	Proposing a system for preventing insensitivity to safety caused by unsafe behavior
	Cho(2016)	Proposing a strong system and measures to prevent fire at construction sites
	Lee(2008)	Proposing similar Fire prevention activities through Fire inspectors
	Lee(2009), Chun(2009)	Proposing fire prevention safety activities as educational, facility, and managerial matters
	Mok et al.(2002)	Proposing fire accident prevention through fire test
Minimize fire damage	Kang(2010), KIm(2009)	Proposing measures to familiarize fire-fighting facilities and prevent accidents
	Choi(2017), Yoo(2008)	Proposing preventive activities for analysis of expansion factors
	Han(2010)	Proposing fire control and fire suppression side of fire control unit

2.2 화재사고 발생 현황

고용노동부가 발표한 건설현장 화재사고 발생현황을 살펴보면 5년간(2013~2017년)의 화재·폭발로 인한 사망자는 62명과 부상자가 664명이 발생하였다(Table 2 참조)[1].

Table 2. Status of severe accidents caused by fire explosions over the past five years(2013-2017)

Category	2013	2014	2015	2016	2017	Total
Number of deaths	15	7	11	15	14	62
Number of injured	123	155	137	155	94	664
Total	138	162	148	170	108	726

국민안전처에서 발표한 5년간(2013~2017년)의 주요발화 요인 화재원인 통계를 살펴보면(Table 3 참조)[17], 용접, 절단, 연마 및 불씨, 불꽃, 화원방치, 가연물 근접 방치에 의한 원인이 25,627건으로 화재위험작업 시 용접, 절단, 연마, 불씨, 불꽃, 화원방치에 의한 화재사고 발생이 23%를 차지하는 것으로 조사되었다. 공사현장은 작업장소별로 일시적인 작업 수행 후 계속해서 이동하면서 작업을 진행하여 작업장소마다 화재사고에 대한 보호조치가 필요하다.

그러나 실제로는 화재사고에 대비한 보호조치나 준비가 미흡하고, 용접, 절단, 연마와 같은 화재위험작업 시 작업자의 부주의로 화재사고가 발생하고 있다. 따라서, 이러한 화재위험작업 시 작업자에 대한 교육뿐만 아니라 체계적인 현장관리가 화재사고 예방에서 중요하다.

Table 3. Number of fires caused by key ignition factors in the last five years. (2013-2017)

(unit: case)

Category	2013	2014	2015	2016	2017	Total
Welding, cutting, polish	1,016	1,048	1,103	1,074	1,254	5,495
Embers, flame, flame neglect	2,367	2,659	2,866	3,180	3,372	14,444
Combustible proximity neglect	955	972	1,000	1,394	1,367	5,688
Cigarette butt	5,917	6,952	6,842	6,573	6,991	33,275
Cooking food	3,223	3,572	4,515	4,116	3,658	19,084
Waste incineration	2,198	2,716	3,441	3,421	3,618	15,394
Playing with fire	774	589	389	298	282	2,332
Rice paddy, forest burning	748	933	1,098	1,035	1,332	5,146
Etc. (carelessness)	1,560	1,789	1,965	1,235	1,302	7,851
Laundry boiling	132	156	187	161	138	774
Handling oil	96	82	91	113	94	476
Firecracker play	24	21	28	29	21	123
Total	21,486	21,489	23,525	22,629	23,429	112,558

2.3 시공 중인 건설현장 화재사고 예방 관리 실태

건설현장의 공사 초기에는 터파기 공사 등 토공사를 진행하며 콘크리트를 이용한 골조공사 초기 단계에서는 화재사고 위험성은 다소 낮으며[5], 자재반입량이 적고, 또한 건설현장 내 여유 공간이 충분하여 별도 자재 저장소 설치 등에 의한 자재 보관이 용이하다. 그러나 공정이 진행되면서 지상공간이 부족하고, 마감재 품질문제 등으로 외부 지상층에서 설치한 자재 저장소와 새로 반입되는 마감재 등이 대부분 실내공간으로 옮겨져 보관되어 화재사고 발생 위험은 높아진다[1]. 특히 스티로폼 및 우레탄폼을 이용한 단열작업 및 내부 인테리어 공사 등 다양한 건축자재를 사용하고 있어 화재 발생을 일으킬 수 있는 인화성·가연성 물질 등 부피가 크고 불에 쉽게 탈 수 있는 자재를 다수 사용하고 있다. 또한, 가연물에 점화원이 될 수 있는 용접작업, 절삭연마 작업 등의 작업이 있으며, 동절기 콘크리트 양생 및 근로자 난방 등을 위한 난방 전열기구 등 발화원이 될 수 있는 장비가 자주 사용되고 있어 화재사고의 위험이 상시 존재한다. 또한,

건설현장에서는 많은 건설근로자들이 현장 내부에서 동시에 여러 공종을 진행하여 화재사고가 발생하는 경우에 연기 및 유해가스 등 유해물질로 인한 인명피해가 다른 업종 사고보다 큰 대형 화재사고로 확대되는 특징이 있다.

그럼에도 불구하고 적절한 화재사고 예방을 위한 안전관리에는 여러 가지 현실적인 한계가 있다. 건설현장에 안전관리자 및 화재감시자가 지정되어 있음에도 안전관리자가 건설현장에서 동시에 이루어지고 있는 작업을 전담으로 점검하기에는 어려움이 있다. 안전관리자의 업무를 보조하는 다수의 안전순찰 인원과 화재감시자 인원들을 상시 배치하여 투입하는 것도 건설현장의 산업안전보건관리비 예산 부족으로 건설현장에서 진행되고 있는 모든 작업에 화재감시 인원을 투입하는 것도 한계가 존재한다[9]. 따라서 이러한 문제점을 보완하기 위해서는 화재사고 예방활동의 효율을 높일 수 있도록 사전에 적절한 화재위험을 평가하는 것이 반드시 필요하다.

3. 건설현장 화재위험도 평가요인 도출

3.1 건설공사 화재사고 주요 사례분석

본 연구에서는 화재위험도 평가요인 도출을 위해서 먼저 2006년부터 2018년 발생한 화재사고 중대재해 사례 19건을 분석하였으며, 해당 사례의 개요는 Table 4와 같다.

Table 4. Fire accident analysis data (2006~2018)

No.	Project type	Injured person	Death person	Cause of accident	Year
1	Religious facilities	1	1	Electric spark	2006
2	Gym	-	2	Hypothesis electric spark	
3	Apartment	60	1	Welding flame	2007
4	Mechanical equipment	1	1	Welding flame	
5	Factory	1	1	Welding flame	2009
6	Factory	1	1	Welding flame	
7	Shipbuilding piping	1	3	Welding flame	2010
8	Apartment	-	2	Static electricity	2011
9	Factory	1	1	Welding flame	2012
10	Art museum	9	4	Electric spark	
11	Shopping mall	2	2	Welding flame	2013
12	Company	1	2	Welding flame	2014
13	Religious facilities	2	-	Bonfire	2016
14	Factory	1	1	Welding flame	
15	Multi-family housing	2	1	Welding flame	2017
16	Shopping mall	8	2	Welding flame	
17	Company	37	3	Electric spark	2018
18	Mechanical equipment	4	1	FLammable dust	
19	Residence building	-	3	Welding flame	

3.2 화재 위험평가 요인 도출

화재사고사례 분석을 통해 화재 위험요인을 도출하고, 기존연구에서 제시한 화재사고 위험요인을 추가하였다. 즉, 사례분석을 통하여 14가지 요인을 도출하였고 기존연구 분석을 통하여 유사하거나 중복되는 요인들을 제외하고 신규로 2가지 요인을 추가하여 Table 5와 같이 총 16가지 요인을 도출하였다. 도출된 요인들은 그 특성에 따라 대분류로 '1단계 예방', '2단계 피해의 최소화'로 구분하였다.

Table 5. Current status of fire risk assessment factors

		Category	Existing research	Analyzed results
Unsettled behavior		Combustible close firearm work	○	○
		Insufficient method of use of flammable materials	○	○
		Smoking	○	○
		Without personal protective gear	×	○
First stage (prevention)		Non-payment of personal protective equipment	×	○
		Management supervisor deployment insufficient (fire monitor unpositioned, etc.)	○	○
		Safety facility insufficient (fireproof cloth)	×	○
Anxiety state		Without exclusive heating equipment	○	×
		Dangerous goods storage installation and operational management status insufficient	×	○
Second stage (minimization of damage)		Fire extinguisher installation insufficient	○	×
		Dedicated work clothes worn not worn	○	○
		Fire extinguishing and flame retardant materials	×	○
		State of use of non-combustible insufficient	×	○
		Elimination of combustibles and replacement usage status insufficient	×	○
		Evacuation broadcasting system insufficient	○	○
Evacuation		Do not conduct evacuation	×	○
		No evacuation guidance manager placement	×	○

※ ○ Relevant, × Not relevant

1단계에서 하인리히의 도미노 이론[18]의 직접원인에 해당하는 불안정한 행동과 불안정한 상태를 기준으로 중분류로 구분하였으며, 2단계에서는 화재사고예방 대책을 통하여 소화와 난연재료와 피난을 기준으로 중분류를 총 4개의 항목으로 분류하였다.

3.3 화재 위험도평가 체크리스트 개발

도출된 화재 위험평가 요인의 적정성을 확인하기 위해서 Table 6과 같이 경력 13년 이상의 전문가 5명에게 화재 위험평가 요인들에 대한 설문조사를 실시하였다. 리커트 5점 척도로 각 항목을 평가하였고, 그 결과 9가지 항목이 4점 이상, 7가지 항목이 3점 이상으로 평가되어 본 연구에서 도출된 화재 위험평가 요인들이 적절하게 도출되었다고 판단된다. 화재 위험평가를 직관적으로 쉽게 수행할 수 있도록 본 연구에서 개발한 체크리스트의 평가구분은 3가지로 양호, 미흡, 해당사항 없음의 3단계로 구성하였다.

Table 6. Questionnaire respondents

	Distribution	Person	(%)
Profession	Professional fire protection engineer	1	20
	Professional engineer construction safety	2	40
	Engineer construction safety	2	40
Careers	13 years ~ 15 years	3	60
	More than 15 years	2	40

4. 화재위험도 평가 체크리스트 적용

4.1 사례개요

본 연구에서 개발된 화재위험도 평가 체크리스트의 현장 적용성 검토를 위해서 서울과 충청북도 건설현장에서 발생한 화재사고 사례 2건에 적용해 보았으며, 그 개요는 Table 7과 같다.

Table 7. Summary of fire accident cases

Date	Project name	Place	Damage situation
Mar.2016	Fire accident in the new officetel construction	Gangseo-gu, Seoul	2 Death 6 Injured
Feb.2006	Chimney repair work	Jincheon-gun Chungcheongbuk-do	2 Death 1 Injured

4.2 사례 적용

4.2.1 화재사고 사례 A

화재위험도 평가 체크리스트를 적용한 결과, Table 8에 서와 같이 '1단계 예방'의 불안전 행동에서 가연물 근접 작업 화기 작업 시 가연물 제거 여부 및 인화성물질 사용방법

숙지 상태 '미흡', 개인보호구 착용상태 '양호', 작업 중 흡연 여부 '해당 무'로 나타났다. 불안전 상태에서 개인보호구 지급 상태 '양호', 관리감독자 배치 상태(화재감시자 미 배치 등)·안전시설물(볼티방지포, 확산방지 시설물 등) 설치 상태 및 소화기 설치상태 '미흡', 전용난방기구 사용상태 및 위험물 저장소 설치 및 운영 관리 상태 '해당 무'로 나타났다. '2단계 피해의 최소화'의 소화와 난연재에서 불연재료 사용상태 및 가연물 제거 및 교체 사용상태 '미흡'으로 나타났다. 피난에서는 대피용 방송설비 설치·운영상태 및 대피훈련 운영상태 '미흡', 피난유도 관리자 지정배치 여부 '미흡', 전용 작업복 착용 상태 '해당 무'로 나타났다.

4.2.2 화재사고 사례 B

화재위험도 평가 체크리스트를 적용한 결과, Table 8에 서와 같이 '1단계 예방'의 불안전 행동에서 가연물 근접 작업 화기 작업 시 가연물 제거 여부 및 인화성물질 사용방법 숙지 상태 '미흡', 개인보호구 착용 상태 '양호', 작업 중 흡연 여부 '해당 무'로 나타났다. 불안전 상태에서 개인보호구 지급 상태 '양호', 관리감독자 배치 상태(화재감시자 미 배치 등)·안전시설물(볼티방지포, 확산방지 시설물 등) 설치 상태 및 소화기 설치상태 '미흡', 전용난방기구 사용상태 및 위험물 저장소 설치 및 운영 관리 상태 '해당 무'로 나타났다. '2단계 피해의 최소화'의 소화와 난연재에서 전용 작업복 착용 상태 '양호', 불연재료 사용상태 및 가연물 제거 및 교체 사용상태 '미흡'으로 나타났다. 피난에서는 대피용 방송설비 설치·운영상태 및 대피훈련 운영상태 '미흡', 피난유도 관리자 지정배치 여부 '미흡'으로 평가되었다.

4.3 적용 결과 분석

화재위험도 평가 체크리스트에 실제 발생한 화재사고 사례 2곳을 적용 분석한 결과, 화재사고 사례 A에서는 '1단계 예방'의 불안전 행동 및 불안전한 상태에서 총 10항목 중 2건의 '양호'와 5건의 '미흡', 3건의 '해당 무'로 분석되었다. '2단계 피해의 최소화'의 소화와 난연재 및 피난에서 총 6개 항목 중 5건의 '미흡', 1건의 '해당 무'로 분석되었다. 화재사고 사례 B에서는 '1단계 예방'의 불안전 행동 및 불안전한 상태에서 총 10항목 중 2건의 '양호'와 5건의 '미흡', 5건의 '해당 무'로 분석되었다. '2단계 피해의 최소화'의 소화와 난연재 및 피난에서 총 6개 항목 중 1건의 '양호', 5건의 '미흡'으로 분석되었다.

Table 8. Status of fire risk assessment check-list analysis results

	Category	Evaluation					
		Case A			Case B		
		Good	Insufficient	Not applicable	Good	Insufficient	Not applicable
First stage (prevention)	Unsettled behavior	Removal of combustibles during close firearm operations		1		1	
		Familiarity with how to use flammable substances		1		1	
		Non-smoking during work			1		1
	Anxiety state	Personal protective equipment wear status	1			1	
		Personal protector payment status	1			1	
		Management supervisor deployment status (fire monitor unpositioned, etc.)		1			1
		Safety facility (fireproof cloth, fire spread prevention device, etc.) installation status		1			1
		State of use of a dedicated heating machine			1		1
		Dangerous goods storage installation and operational management status			1		1
		Fire extinguisher installation status		1			1
Second stage (minimization of damage)	Fire extinguishing and flame retardant materials	Dedicated work clothes worn			1	1	
		State of use of non-combustible		1			1
		Elimination of combustibles and replacement usage status		1			1
	Evacuation	Status of installation and operation of broadcasting equipment for evacuation		1			1
		Evacuation training operation status		1			1
		Evacuation guidance manager deployment status		1			1

화재위험도 평가 체크리스트의 평가 결과를 분석해보면, 첫째, 화재사고 사례 A를 적용하여 분석한 결과, '1단계 예방' 불안정한 행동에서 가연물 근접 화기 작업 시 가연물 제거 여부와 인화성물질 사용방법 숙지 상태가 미흡하였고, 불안정한 상태에서 관리감독자 배치 상태(화재감시자 미배치 등) 및 안전시설물(불티방지포, 확산방지 시설물 등) 설치 상태 미흡으로 나타나 화재발생의 직접적인 원인으로 화재사고가 발생한 것으로 분석되었다. 또한 '2단계 피해의 최소화'에서 소화와 난연재에서 불연재료 사용상태 및 가연물 제거 및 교체 사용상태가 미흡하였고, 피난에서 대피용 방송설비 설치·운영상태와 대피훈련 운영상태 및 피난유도 관리자 지정배치 여부에서 미흡으로 나타나 건설현장에서 화재사고 발생 시 많은 인명피해가 예상되었다. 둘째, 화재사고 사례 B에 적용하여 분석한 결과 '1단계 예방' 불안정한 행동에서 가연물 근접 화기 작업 시 가연물 제거 여부와 인화성물질 사용방법 숙지 상태가 미흡하였고, 불안정

한 상태에서 관리감독자 배치 상태(화재감시자 미배치 등) 및 안전시설물(불티방지포, 확산방지 시설물 등) 설치 상태 미흡으로 나타나 화재발생의 직접적인 원인으로 화재사고가 발생한 것으로 분석되었다. 또한 '2단계 피해의 최소화'에서 소화와 난연재에서 불연재료 사용상태 및 가연물 제거 및 교체 사용상태가 미흡하였고, 피난에서 대피용 방송설비 설치·운영상태와 대피훈련 운영상태 및 피난유도 관리자 지정배치 여부에서 미흡으로 나타나 건설현장에서 화재사고 발생 시 많은 인명피해가 예상된다.

화재위험도 평가 체크리스트를 적용한 결과 '1단계 예방' 불안정한 행동 및 불안정한 상태에서 직접적인 원인이 될 수 있는 가연물 근접 화기작업 시 가연물 제거 여부 및 인화성 물질 사용방법 숙지 상태에 대한 해당 근로자의 철저한 사전 교육과 작업 전 철저한 안전관리가 필요하고, 화재감시자 배치 상태 및 안전시설물(불티 방지포 등)·소화기 설치상태를 관리감독자가 확인하고 지속적인 관리가 필요

하다. 만약에 직접적인 원인을 예방하지 못하여 화재사고가 발생 되었을 때 '2단계 피해의 최소화' 소화와 난연재 재료 및 피난에서 불연재 사용과 가연물 제거 및 교체 사용에 대하여 사전에 실시하여 화재사고의 확대를 최소화해야 한다. 또한, 대피용 방송 설치·운영상태 철저히 실시 관리하고 대피훈련 운영상태에 대하여 건설현장에 정기적으로 운영한다면 화재사고 발생의 인명피해가 발생하지 않을 것이다.

따라서 본 연구에서 제안한 화재위험도 평가 체크리스트에 일부 사례만을 적용하여 검증하기는 하였지만, 화재사고 위험도 평가에 효과가 있을 것으로 판단된다. 향후 화재위험도 평가 체크리스트를 건설현장에서 활용하여 적용한다면 화재사고 예방 및 피해 저감에 기여할 것으로 사료된다.

5. 결 론

본 연구에서는 건설현장에서 발생 할 수 있는 화재사고를 예방할 수 있도록 실제 국내 건설현장에서 발생한 19건의 화재사고 사례를 분석하여 화재위험도 평가 체크리스트를 제안하였다. 화재사고 사례분석 및 기존 연구의 고찰을 통하여 화재위험도 평가요인을 도출하고 전문가 설문조사로 요인들의 적정성을 평가하였다. 도출된 요인들을 바탕으로 화재위험도 평가 체크리스트를 작성하고, 이 체크리스트의 현장적용성을 검토해보기 위해서 국내 건설현장에서 발생한 화재사고 사례 2건에 적용해 보았다. 그 결과 실제 화재 원인을 포함하여 추가적으로 화재원인이 될 수 있는 원인들을 규명할 수 있었다. 본 연구의 화재위험도 평가 체크리스트를 건설현장에서 활용한다면 '1단계 예방'에서 직접적인 원인에 대한 실질적이고 효과적인 화재사고 예방 효과가 있을 것이며 만약에 화재사고가 발생하더라도 '2단계 피해의 최소화'에서 인명피해를 최소화할 것으로 사료된다.

본 연구에서는 19개 중대재해 화재사고 데이터를 분석하여 국내 건설현장에서 발생할 수 있는 화재사고 위험요인을 모두 도출하는데 한계가 있다. 차후 이를 보완하여 후속연구를 진행하도록 하겠다.

요 약

건설현장에서는 화재사고 발생 시 대형재해로 이어질 수

있는 위험성이 매우 크다. 건설현장에서는 가연성 물질을 다수 사용하고 있으며, 화재사고 발화원이 되는 장비를 흔히 사용하고 있어 화재사고 위험이 항상 상존한다. 화재사고 예방을 위한 다양한 제도로 명시하고 있으나, 건설현장 작업 특성에 적합한 예방제도를 적용하기에는 한계가 있으며, 기존 연구에서는 법령개선 및 화재사고 시 진압 문제 관련 내용의 연구가 진행되었다. 이에 본 연구에서 화재사고 사례분석과 선행연구 고찰을 통해 화재위험도 평가 체크리스트를 제안하였다. 체크리스트의 현장 적용성을 검토해보기 위해서 국내 건설현장에서 발생한 2건의 화재사고 사례에 적용하였다. 그 결과, 실제 화재 원인을 포함하여 추가적으로 화재원인이 될 수 있는 원인들을 규명할 수 있었다. 본 연구의 화재위험도 평가 체크리스트를 건설현장에서 활용한다면 실질적이고 효과적인 화재사고 예방뿐만 아니라 화재사고가 발생하더라도 인명피해를 최소화하는데 기여할 수 있을 것이다.

키워드 : 화재위험성평가, 건설현장, 화재사고, 화재예방

Funding

This study was conducted with the support of the Korea Research Foundation and funded by Ministry of Education in 2020 (No. 2018R1D1A1B07051149).

ORCID

Jae-Kwon Shin, <https://orcid.org/0000-0003-2519-5660>

Yoon-Seok Shin, <https://orcid.org/0000-0002-2247-7884>

References

1. Korea Occupational Safety and Health Agency. Guidelines for storage of combustible materials [Internet]. Ulsan (Korea): Korea Occupational Safety and Health Agency; 2018. p. 4-9. Available From: <http://www.kosha.or.kr/kosha/data/business/constructionBook.do?medSeq=39858&codeSeq=1120000&medForm=101&menuId=-1120000101&mode=view>
2. National Fire Agency. Installation, Maintenance, and Safety control of Fire-Fighting Systems Act [Internet]. Sejong (Korea): National Fire Agency. 2020 Feb. Available From: <https://www.law.go.kr/LSW/lsInfoP.do?efYd=20210101&lsiSeq=214409#0000>.

3. Ministry of Employment and Labor. Occupational Safety And Health Act [Internet]. Sejong (Korea): Ministry of Employment and Labor. 2020 May. Available From: <https://www.law.go.kr/LSW/lsInfoP.do?efYd=20210101&lsiSeq=206708#0000>.
4. Ministry of Employment and Labor. The Ministerial Ordinance of Industrial Safety Standards [Internet]. Sejong (Korea): Ministry of Employment and Labor. 2019 Apr. Available From : <https://www.law.go.kr/LSW/lsInfoP.do?efYd=20200420&lsiSeq=208417#0000>
5. Lee H. A study on fire prevention at welding-work site [master's thesis]. [Suwon (Korea)]: Kyonggi University; 2011. 75 p.
6. Yoo IH. A study on the properties of the glass wool associated with the fireproof performance of the sandwich panel [master's thesis]. [Seoul (Korea)]: Hanyang University; 2008. 53 p.
7. Cho CM. A study on improvement of fire safety measures at construction work site [master's thesis]. [Suwon (Korea)]: Kyonggi University; 2016. 81 p.
8. Lee EP. Problems and measures to prevent recurrence of cold storage fire. *Journal of the Architectural Institute of Korea*. 2008 Dec;24(12):39-46.
9. Lee YJ. A study on preventing fire accident at construction site [master's thesis]. [Seoul (Korea)]: Seoul National University of Science & Technology; 2009. 86 p.
10. Chun BJ. A study on development of fire protection system in super high rise building [master's thesis]. [Suwon (Korea)]: Kyonggi University; 2009. 58 p.
11. Mok YS, Chang SR, Lee YS, Go SS. A study on fire prevention of the construction site. *Journal of the Korean Institute of Industrial Safety*. 2002 May;17(2):69-75.
12. Kang YJ. A study on cause analysis and countermeasure for fire accident during construction [dissertation]. [Yongin (Korea)]: Myongji University. 2010. p. 73-89.
13. Kim HK. The study on qualification system improvement for a fire protection manager [master's thesis]. [Daejeon (Korea)]: Hanbat National University; 2009. 95 p.
14. Choi Y. A study of damage spread factors of domestic large-scale fire(Based on common problem analysis) [master's thesis]. [Seoul (Korea)]: University of Seoul; 2017. 137 p.
15. Yoo IH. A study on the properties of the glass wool associated with the fireproof performance of the sandwich panel [master's thesis]. [Seoul (Korea)]: Hanyang University; 2008. 53 p.
16. Han WS. Draw back and preventive measures of fire outbreak during new constructionof building [master's thesis]. [Seoul (Korea)]: University of Seoul. 2010. p. 81.
17. Ministry of Public Safety and Security(National Fire Agency). 2019 Fire Statistical Yearbook [Internet]. Sejong (Korea): National Fire Agency. 2019 Jul. Available From : <http://www.nfa.go.kr/nfa/releaseinformation/statisticalinfor> mation/main/?boardId=bbs_000000000000019&mode=view&cntId=20&category=&pageIdx=&searchCondition=&searchKeyword=
18. Heinrich D. Peterson NR. Heinrich's domino model of accident causation-adapted. *Industrial Accident Prevention*. 5th ed. US: New York: 1980. 270 p.