

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2022.8.6.775>

JCCT 2022-11-95

## 소규모 건설현장 화재 위험요인 안전관리 운영실태 분석

# Analysis of Safety Management Operations of Fire Risk Factors in Small-Scale Construction Sites

문필재\*, 공하성\*\*

Pil-Jae, Moon\*, Ha-Sung, Kong \*\*

**요약** 이 연구는 소규모 건설현장 근로자의 화재안전관리 운영실태를 분석하고 문제점을 도출하여 개선방안을 제시함으로써, 향후 이들이 효율적으로 활용하기 위한 실무적 기초자료를 제시함을 목적으로 연구를 수행한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째, 소규모 건설공사현장 근로자는 건설기능인력의 연령대가 고령자이고, 종사경력은 건설기능력이 짧았으며, 직종은 대다수가 건축공종에 작업을 하고 있으며, 고용형태는 비정규직 일당제로 근무를 하고 있는 것으로 분석 되었다. 둘째, 소규모 건설공사현장 근로자들의 화재안전관리 개선방안으로 화재 위험성 요인에 대한 허가와 관리를 체계화하고, 화재위험관리를 위해 소방안전관리자를 배치하여 관리감독하는 장치가 필요하겠으며, 화재시 다양한 피난통로 확보와 화재 발생을 건설공사 현장 내 모든 작업자들에게 알릴 수 있는 비상경보설비를 갖추고, 피난경로 접근과 시야 확보가 취약한 지하공간에 대해서는 간이피난유도선과 비상조명등을 임시소방시설로 설치를 강화하는 방안을 제시하였다. 또한, 현실적인 대피훈련, 화재VR훈련, 흥미있는 교육프로그램 개발을 통해 산업재해를 줄이는 방안이 필요하다.

**주요어** : 소규모 건설현장, 화재위험요인, 인화성물질, 용접, 용단작업, 화재

**Abstract** By analyzing the operation status of fire safety management of small construction site workers, deriving problems, and suggesting improvement measures, this study was conducted to present practical basic data for their efficient use in the future, and the following conclusions were drawn. First, it was analyzed that small construction site workers are elderly in the age group of construction workers, have short construction skills, most of the jobs are working in the construction industry, and the employment type is non-regular workers. Second, the fire safety management improvement plan of small construction site workers is systematized, fire safety manager is deployed to manage fire risk, fire escape routes and emergency warning facilities are provided to inform all workers at the construction site. In addition, measures to reduce industrial accidents are needed through realistic evacuation training, fire VR training, and interesting educational programs.

**Key words** : Small-scale Construction Sites, Fire Hazards, Flammable Materials, Welding, Melting, Fire

## I. 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

최근 경기 이천 소재 물류센터 신축공사 현장의 지하 2층 저온창고에서 화재가 발생하여 작업 중이던 근로자 38명이 사망하고 12명이 부상을 입었다. 2008년에도

\*우석대 일반대학원 소방·안전공학과 박사과정 (제1저자)  
\*\*우석대학교 소방방재학과 교수 (교신저자)  
접수일: 2022년 9월 30일, 수정완료일: 2022년 10월 25일  
게재확정일: 2022년 11월 1일

Received: September 30, 2022 / Revised: October 25, 2022  
Accepted: November 1, 2022  
\*Corresponding Author: 119wsu@naver.com  
Dept. of Fire and Disaster Prevention, Woosuk Univ, Korea

동일한 지역의 지하 1층 냉동창고 보강공사 중에 발생한 화재로 40명이 사망하였다. 건설공사 현장에서 이러한 대형 화재가 발생할 때마다 정부에서는 화재안전대책을 마련하여 관련 법과 제도를 새롭게 도입하거나 개선하여 왔지만 여전히 반복적으로 유사한 사고가 발생하고 있다. 현재의 화재관리 방법들이 건설공사 현장의 위험성을 잘 반영하고 있고 체계적인지를 종합적으로 살펴볼 필요가 있다[1].

건설공사 화재관리와 관련한 법과 제도가 이행되고 효과가 나타나기 위해서는 먼저 적절하고 명확해야 한다. 건설공사 현장은 공정에 따라 다양한 위험요인이 잠재되어 있고 작업공정과 작업자들이 수시로 변경되기 때문에 위험을 통제하기가 쉽지 않다. 따라서 이러한 건설공사 현장의 특성과 여건에 적합하게 구체적이고 명확한 관리 기준과 방법이 제시되어야 한다. 또한, 화재관리는 종합적으로 이루어져야 한다. 화재로 인한 인명피해는 화재 발생을 예방하지 못하고, 발생한 화재가 성장·확산 되어 노출된 사람에게 영향을 주었을 때 발생한다. 하지만 정부의 건설공사 현장 화재안전관리 기술기준이나 사고 이후 대책들은 화재의 영향 관리보다는 발화방지에 편중되어 있고, 작업자에 대한 관리와 감독, 교육·훈련도 시간과 비용 부족 등을 이유로 내실 있게 이루어지지 않고 있는 실정이다 [2].

그리고 화재안전관리를 위한 자원은 제한적일 수밖에 없기 때문에 관리의 효율성을 높이기 위해서는 선택과 집중이 필요하다. 공사의 시작부터 종료까지 전반적인 화재안전관리 수준을 높이는 것도 중요하겠지만 화재 위험도가 높은 시기나 공간, 가연물 등을 집중적으로 관리함으로써 화재로 인한 피해를 최소화할 필요가 있다[3]. 따라서 본 연구는 건설공사 화재관리 전반에 대해 시스템적으로 접근하여 주된 위험요인을 도출하고, 현재의 화재관리 기준과 절차 등이 적절하고 적당한 수준인지, 관리가 소홀하거나 누락된 위험요인들이 무엇인지를 분석하여 개선 및 보강대책을 마련하고, 관련 기준과 절차들이 현장에서 철저히 이행될 수 있도록 관리·감독 시스템을 체계화하고 근로자들에 대한 안전교육과 훈련을 내실화하는 방안을 제시하고자 하였다. 이에 본 연구는 소규모 건설현장 화재요인 실태를 분석하고 화재위험의 문제점 및 개선방안을 제시함으로써, 향후 이들을 효율적으로 활용하기 위한 실무적 기초자료를 제시함을 목적으로 한다.

## 2. 연구의 범위 및 방법

이 연구는 먼저 소규모 건설현장 현황분석에서 근로자에 대한 인적 사항 및 기능 정도를 분석하기 위하여 연령, 경력, 직종, 고용형태, 급여 등을 조사하였다. 그리고, 화재요인 실태를 분석하기 위해 가연물 자재 배치, 화기작업 관리소홀, 화기취급, 인화성 물질 동시작업, 피난통로 식별어려움 등을 조사하였다. 이를 바탕으로 소규모 건설현장 근로자들의 화재위험의 문제점 및 개선방안을 제시하는 것으로 연구범위를 건설공사 현장 중 신축 현장을 연구의 대상으로 설정하였고, 공사과정 중에서 기초공사가 시작되는 시점부터 완공 이전까지를 연구의 범위로 한정하였다. 연구의 조사방법은 소규모 건설현장 근로자를 고용하고 있는 대구, 경북, 경남, 충북 소재 J, W, H건설사 신축현장에서 온라인, 오프라인으로 2022년 4월 1일부터 4월30일까지 설문지를 통해 설문조사를 하였다. 설문조사는 총300여부를 배부하여 290부를 회수하였고, 회수한 설문지 중 불성실한 응답을 제외하고 280부를 분석대상으로 하였다.

## 3. 선행연구 고찰

건설현장의 화재 위험성에 대한 선행연구들을 조사하였다. 이를 통해 해당연구들의 연구동향과 미비점을 분석하였다.

정일균(2004)은 “고층 건축공사현장 화재안전성 확보방안에 관한 연구”에서 건축공사 중 발생한 화재사례 분석을 통하여 화재 원인, 관련법규와 공사현장 관리실태의 문제점 등을 분석하였다. 이를 통해 건축공사 중 화재안전을 확보하기 위한 방안을 수립하였다[4].

임필진(2018)은 「공사 중인 건물의 임시소방시설 설치 기준 문제점 분석 및 제도개선 연구」에서 간이소화장치 수원 고갈시 작업자에 대한 사전 경보장치 설치, 전력공급 중단 시에 대비한 비상전력 설치, 간이소화장치 사용이 어려운 장소에 화재 적응성이 있는 소화장치 추가설치의 필요성을 언급하였고, 제도개선 방안으로 공사현장의 화재안전 관련 전담 정부기관 또는 조직 지정 필요성과 세계적 수준의 화재안전기준 개정을 요구하였다[5].

강운진(2010)은 “건축공사 중 화재사고의 원인분석과 예방대책에 관한 연구”에서 기존 소방법과 산업안전보건법 등의 검토를 통하여 건축공사의 화재사고 예방을 위한 원인분석과 대책을 수립하였다. 또한, 국내 공사

현장 화재사고의 현황을 파악하기 위하여 건설업, 제조업 및 서비스업 건축현장에 설문 실시하여 공사의 종류, 안전대책 여부 등에 대하여 통계적 접근을 통해 분석하였다[6].

서동현(2018)은 「용접·용단 작업 중 발생한 화재·폭발 재해 특성 분석」에서 최근 10년간 우리나라 산업에서 화재·폭발 사고는 뚜렷한 감소 추세를 보이고 있지만, 건설 현장이나 제조업 사업장에서 용접이나 용단 작업 중 발생하는 불꽃·불티에 의한 화재·폭발사고는 지속적으로 발생하고 있다고 분석하고 있다[7].

신기윤(2019)은 「공사장 임시소방시설에 대한 근로자의 인지도 및 시설성능평가에 관한 연구」에서 임시소방시설의 문제점과 개선방안으로 소화기 무단이동방지를 위한 개선방안으로 소화기 관리책임자를 지정하는 방안, 별도 투명케이스에 보관하여 사용하는 방안, 무단이동시 처벌하는 방안을 제시하였고, 간이소화장치 무단사용 방지를 위한 개선방안으로 관리책임자를 지정하여 관리하는 방안 등을 제시하고, 비상경보장치 인지효율 개선방안으로 현장관리자의 육성 또는 스피커로 피난을 명령하는 것이 공사 현장에 가장 적합함을 설명하였다[8].

한완석(2010)은 “신축 중 건물의 화재발생시 문제점 및 예방대책”에서 국내·외 신축건물의 공사 중 화재사례를 분석하고 화재유형을 분석함으로써 화재예방 대책을 제시하였다[9].

조천목(2015)은 “건축공사현장 화재안전대책 개선에 관한 연구”에서 건축공사현장에서의 화재위험요인 및 인명피해요인, 국내 및 일본 공사현장 관련 법규, 최근 5년간 건축공사현장 화재사례 등을 분석하였다. 이를 통하여 해당 문제점에 대한 개선방안을 제시하고 건축공사현장 인명피해 감소방안에 대하여 언급하였다[10].

기존 연구들을 살펴보면 대부분의 화재사례, 관련 법규, 국내통계자료 분석이나 현장관리자들을 설문대상으로 한 연구들이 주류를 이루고 있어 소규모 건설현장 근로자들에게 직접적으로 설문조사하여 분석한 연구는 거의 없는 실정이다. 특히, 이 연구는 현재 소규모 건설현장의 근로자들을 대상으로 직접 설문조사를 실시하여 화재요인 실태를 분석하고, 화재위험의 문제점 및 개선방안을 제시하고자 한 점에서 기존 연구들과 차별성을 가지고 있다.

## II. 건설현장 화재 발생요인

### 1. 가연물

기초와 골조공사 과정에서 사용되는 거푸집과 보호막, 철골작업 중에 사용하는 위험물(LPG, 산소, 유류 등), 소방이나 냉난방 설비의 배관보온재 및 공조설비 덕트 단열재, 마감 및 실내장식 공사 재료로 사용되는 우레탄폼, 페인트와 희석제, 가구, 접착제 등 매우 다양하고 많은 가연물이 특정 공정이나 전체 공사 중에 사용되고 있다. 이들 중에서 화재의 발생과 성장 그리고 다수 인명피해에 있어 가장 위험한 가연물은 인화성 물질, 벽면과 천장에 시공된 단열재, 적재된 건축자재였다. 특히, 단열재 중 지하 냉동·냉장 창고에 시공된 우레탄폼은 40명의 사망자가 발생한 이천 냉동창고 보강공사(08년)와 38명이 사망한 이천 물류센터 신축공사 화재의 발생과 급격한 연소확대의 직접적인 원인이 되었다[11].

### 2. 용접 용단 화기 작업

건설공사 현장은 기초공사를 시작으로 골조공사, 슬라브 및 벽체 시공, 설비공사, 마감 및 인테리어 공사 등 단계별 작업이 진행되며 많은 에너지와 기구, 장치 등이 사용되고 작업자들이 투입된다. 이러한 과정과 환경에는 인적 부주의는 물론, 전기적(전기 스파크, 정전기, 누전 등), 기계적(절삭, 마찰, 충격, 단열압축 등), 열적(직화, 담뱃불, 용접불티, 고온물체 등), 화학작용, 방화 등 점화원이 될 수 있는 다양한 요인들이 있다. 이들 중에서 철골이나 파이프 등의 용접이나 용단, 절단, 그라인더 작업에서 발생하는 불티, 전기 설비·기기, 그리고 가연물 조각이 가장 빈번하게 화재발생의 원인이 되고 있는 것으로 나타났다[12].

용접과 절단 작업 시 발생하는 불티는 동시에 수천 개가 발생하고 1,600°C 이상까지 온도가 올라갈 수 있는 고온체다. 이 중 점화원이 될 수 있는 비산불티의 크기는 직경이 0.3~3mm 정도이며, 비산 후 상당한 시간이 경과하여도 축열에 의하여 화재를 일으킬 수 있다. 가스용접 시에 발생하는 불티는 산소압력, 절단 속도 및 절단 방향 등에 따라 양과 크기가 달라진다 [13].

용접·용단으로 인한 불티의 비산거리는 작업의 높이, 철판 두께, 작업의 종류(세로방향, 아랫방향), 그리고 바람의 방향과 속도 등에 따라 매우 다양하다. 실험결과,

높이 20m에서 16mm 두께의 철판을 세로방향으로 4~5 m 속도의 바람을 등지고 작업할 때 발생하는 불티(1차)는 10m, 2차 불티는 15m까지 비산하는 것으로 나타났다. 건설현장에서 전기로 인해 발생하는 화재는 주로 현장에 가설되는 전기배선과 조명기구, 그리고 각종 작업에 사용되는 전동기구 등의 과전류, 단락(합선), 지락(누전), 접촉불량, 스파크, 정전기 등이 원인이 되고 있다. 전기로 인한 화재가 빈번하게 발생하는 이유는 작업 현상이 수시로 변경되기 때문에 작업용 전기배선이 충분한 안전조치 없이 설치되고 있는 경우가 많기 때문이다. 또한, 굴착이나 해체 작업 중에 전기설비가 파손되기도 하고 도로나 인도를 횡단하는 전기배선이나 작업공간에 노출된 전기선은 자동차나 중량물 등에 의해 쉽게 손상을 입는다. 그리고 현장의 작업자들이 서로 다른 전기시스템을 사용하는 경우가 많아 오인에 의한 사고 위험도 높다. 건설현장에서의 소각은 크게 두 가지 이유에서 이루어진다. 하나는 공사 중에 발생하는 건설 폐기물을 처리하기 위해 다양한 자재들을 공사현장에서 일부 소각하면서 화기를 취급한다. 다른 하나는 동절기에 작업자들이 난방을 목적으로 드럼통이나 깡통에 나무 등을 넣어 태우면서 화기를 취급하고 있다[14].

### 3. 인화성물질

건설공사 현장에서는 건설기기 사용, 용접, 도장, 방수 등의 작업과정에서 여러 종류의 인화성 액체나 인화성 물질을 사용한다.

건설 작업용 기계·기구의 엔진 구동, 냉·난방 기구의 가동 등을 위해 등유, 경유, 가솔린 등의 인화성 액체가 사용되고, 가스용접 방식의 작업에는 아세틸렌이나 프로판 가스가 이용된다. 이러한 인화성 액체나 가스들은 대부분의 일반 산업현장에서도 빈번하게 사용되고 있고 위험성도 비교적 잘 알려져 있다.

건축물 실내·외부 벽이나 바닥의 도색, 마감, 방수 등의 작업 시 화재나 폭발 위험성이 큰 인화성 물질로 작업에 사용된 용제나 희석제에서 발생한 가연성 가스가 폭발할 경우 급격한 연소로 인해 다수의 인명피해가 발생하게 된다. 도료의 종류에 따라 차이가 있지만, 다수의 유성도료, 방수제, 바닥재의 희석제에는 크실렌, 톨루엔, 에틸벤젠, 암모니아 등이 포함되어 있고, 특히 지하 주차장 등의 바닥 도장에 사용되는 도료에는 크실렌, 에틸벤젠, 아세톤 등이 함유되어 있어 작업 중에

폭발 위험성이 많은 것으로 나타났다[15].

## III. 건설현장 현황분석

### 1. 연령분포

소규모 건설공사 현장근로자의 연령대를 보면 <Table 1>과 같이, 50대 이상 70대 미만인 121명(43%), 40대 이상 50대 미만인 72명(26%), 30대 이상 40대 미만인 48명(17%), 20대 이상 30대 미만 39명(14%) 순으로 나타났다. 이는 건설현장에 종사하는 연령분포가 40대 이상이 193명(69%)으로 소규모 건설현장 근로자의 연령대가 매우 고령자 편임을 알 수 있다. 이러한 젊은 인력들이 3D업종 기피현상으로 건설현장 근로자가 대부분 고령화되어 화재 시 피난 및 안전관리 대처에 매우 취약한 것으로 판단된다.

표 1. 연구대상자의 연령분포

Table 1. Age distribution of study subjects

변수	구분	N	%
나이	≤30	39	14
	30-40	48	17
	40-50	72	26
	50-70	121	43
	합계	280	100

### 2. 종사 경력

소규모 건설공사 현장근로자의 종사경력을 보면 건설근로자의 건설업 종사경력을 보면 <Table 2>과 같이, 10년 이상 20년 미만인 95명(34%)가 가장 많고, 5년 이상 10년 미만 87명(31%), 20년 이상 64명(23%) 5년 이하가 34명(12%)를 차지하고 있어, 전체의 약 57%가 10년 이상 수준인 것으로 나타나 전체적으로 종사경력은 높게 나타났으나 현장안전관리 적용에 대한 수준은 낮은 것으로 판단된다. 그러나, 5년 이상의 숙련기능, 반장급 기능인력도 약 88%가 넘는 것으로 나타나, 이들이 숙련기능공으로 안전관리에 대한 팀장 및 반장으로서

표 2. 연구대상자의 종사경력

Table 2. The work experience of the research subjects

변수	구분	N	%
경력	≤5	34	12
	5-10	87	31
	10-20	95	34
	≥20	64	23
	합계	280	100

건설현장의 화재안전관리를 체계적으로 이루어지도록 지원이 필요한 것으로 판단된다.

### 3. 직종

건설공사 현장의 근로자의 공종별을 보면 <Table 3>과 같이, 건축 70명(25%), 전기 70명(25%) 설비 70명(25%), 소방70명(25%) 으로 나타났다. 공종별 신뢰도를 위해 동일하게 정량분석하였다.

표 3. 연구대상자의 직종  
 Table 3. Occupation of study subject

변수	구분	N	%
직종	건축	70	25
	전기	70	25
	설비	70	25
	소방	70	25
	소계	280	100

### 4. 고용형태

건설공사 현장의 근로자의 고용형태를 보면 <Table 4>과 같이, 비 정규직, 217명(77.5%)으로 가장 많았으며, 다음으로 정규직, 63명(22.5%)순으로 나타났다. 대다수가 비 정규직으로 관리직은 정규직인데 반해 그 외 작업자는 일당으로(일용공) 작업을 하고 있는 것으로 소속감 결여 및 화재 안전관리에 신경을 쓰지 않는 실정이다. 소규모 건설현장에 정규직으로 종사하는 근로자는 관리직원으로 자재발주 및 문서업무, 근무인원 파악 등의 업무를 수행하고 있었으며 나머지는 비 정규직으로 건설현장에 종사하고 있다고 보는 것이 합당할 것이다. 이러한 조사결과를 기초로 볼 때, 현재 국내 건설현장에 종사하는 대부분이 비 정규직으로 현장에 대한 애착이나 소속감결여, 생계불확실 등 현장에 따라 작업을 하는 특수성으로 안전관리가 체계적으로 이루어지지 않은 것으로 추정할 수 있다.

표 4. 연구대상자의 고용형태  
 Table 4. Employment Type of Study Subjects

변수	구분	N	%
고용 형태	정규직	63	22.5
	비정규직	217	77.5

## IV. 소규모건설 공사현장 화재요인 실태분석

### 1. 가연성 자재 방지

소규모 건설현장 근로자에게 화재요인 실태는 건설현장에 인화성물질 방지 및 작업, 감독소홀, 단열재, 우레탄폼방지 및 작업, 감독소홀, 건축자재 방지 및 작업, 감독소홀에 대해서 조사하였다. 조사한 결과 <Table 5>와 같이, '인화성물질 방지 및 작업, 감독소홀'이 131명(46.7%)으로 가장 많은 응답을 보였고, 그 다음으로는 '단열재, 우레탄폼 방지 및 작업감독소홀' 93명(33.2%), '건축자재 방지 및 작업, 감독소홀' 56명(20.1%) 순으로 조사되었다. 이를 통해 볼 때, 건축자재는 자재의 사용 시기와 기간을 고려하여 반입하여야 하지만 임이나 적재에 따른 비용 등 여러 가지 요인들로 인하여 일시에 많은 양의 자재가 반입되고 사용하고 남겨나 사용이 완료된 폐자재도 많이 늘어나는 것으로 판단된다. 이러한 자재는 공사를 진행하면서 바로 사용하기 위해 여러 곳에 보관을 하고 사용 후 남은 폐자재들도 공사장 도처에 방치되고 있으며, 또한, 건설현장 지하, 지상에서 다양한 장소에서 작업진행 작업과 관리감독 소홀로 인해 화재 발생 원인과 화재안전관리에 어려움이 많은 실정이다.

표 5. 가연성 자재 방지 및 작업, 관리감독소홀  
 Table 5. Prevention of combustible materials, work, and neglect of management and supervision

변수	N	%
인화성물질 방지 및 작업, 관리감독소홀	131	46.7
단열재, 우레탄폼방지 및 작업, 관리감독소홀	93	33.2
건축자재 방지 및 작업, 관리감독소홀	56	20.1
합계	280	100

### 2. 화기작업 관리소홀

소규모 건설현장 근로자에게 화기작업 실태는 용접, 용단작업, 전기기계, 설비화재, 폐기물소각, 모닥불, 방화, 담뱃불에 대해서 조사하였다. 조사한 결과 <Table 6>와 같이, '용접, 용단작업'이 139명(49.7%)으로 가장 높게 나타났으며, '전기, 기계설비재' 34명(12.1%), '방화, 담뱃불' 64명(22.4%), '폐기물소각, 모닥불' 43명(15.4%) 순으로 조사되었다. 이를 통해 볼 때, 우선, '용접, 용단작업' 시 불티의 비산거리는 작업의 높이, 첩판 두께, 작업의 종류, 그리고 바람의 방향과 속도 등에 따라 매우 다양하다. 주위에 인화성, 가연성 물질로 옮겨져 화재의 위험이 높다고 사료된다. 다음으로, 건설현장에서

전기, 기계설비로 인해 발생하는 화재는 주로 현장에 가설되는 전기배선과 조명기구, 그리고 각종 작업에 사용되는 전동기구 등의 과전류, 단락(합선), 지락(누전), 접촉불량, 스파크, 정전기 등이 원인이 되고 있다. 다음으로, 공사 중에 발생하는 건설 폐기물을 처리하기 위해 소각, 드럼통이나 깡통에 나무 등을 넣어 태우고 있는 실정이다. 다음으로 건설현장에는 다양한 건축자재로 가연물로 인해 작은 불씨가 확대되어 대형화재로 확산되는 경우가 빈번하게 발생하고 있다. 근로자의 안전 불감증으로 쓰레기통에 담뱃불을 버려 화재가 발생하는 경우, 방화로 인해 화재가 발생하는 등 화원관리에 어려움이 있는 실정이다.

표 6. 화기작업 관리소홀  
Table 6. Neglect of hot work management

변수	N	%
용접, 용단작업	139	49.7
전기, 기계설비 화재	34	12.1
폐기물소각, 모닥불	43	15.4
방화, 담뱃불	64	22.8
합계	280	100

3. 화기취급과 인화성물질 작업 동시 진행

소규모 건설현장 근로자에게 화기취급과 인화성물질 작업 동시 진행 실태는 용단, 용접과 우렌탄폼동시 작업, 용단, 용접과 방수 동시 작업, 용단, 용접과 페인트 동시 작업, 용단, 용접 등유과 가스, 박리제 동시작업에 대해서 조사하였다. 조사한 결과 <Table 7>와 같이, ‘용단, 용접작업과 우렌탄폼 동시작업’이 139명(49.7%)으로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 ‘용단, 용접 등유과 가스, 박리제 동시작업’이 64명(22.8%), 용단, 용접과 페인트 동시 작업’이 43명(15.4%) ‘용단, 용접과 방수 동시 작업’이 34명(12.1%) 순으로 조사되었다. 이는 시공사가 건축물의 준공 기일을 맞추기 위해서 무리하게 작업의 특성을 고려하지 않고 동시에 무리하게 진행하는 실정에 있다.

표 7. 화기취급과 인화성물질 작업 동시 진행  
Table 7. Simultaneous handling of fire and flammable materials

변수	N	%
용단, 용접과 우렌탄폼 동시 작업	139	49.7
용단, 용접과 방수 동시 작업	34	12.1
용단, 용접과 페인트 동시 작업	43	15.4
용단, 용접 등유과 가스, 박리제 동시작업	64	22.8
합계	280	100

4. 피난 통로 식별 어려움

소규모 건설현장 근로자에게 피난통로 식별실태는 현장소음, 화재경보음인지, 화재인지 어려움, 피난통로 식별, 초기소화 작업에 대해서 조사하였다. 조사한 결과 <Table 8>와 같이, ‘화재경보음인지 어려움 96명(34%)’이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 ‘피난통로 식별 어려움’이 81명(29%), ‘현장소음발생’이 53명(19%), ‘초기소화 작업 어려움’이 50명(18%) 순으로 조사되었다. 이는 건설공사 현장 피난에 있어서 또 다른 취약요인은 피난통로의 부재이다. 지하 저층부나 지상 고층부에서 피난통로로 이용할 수 있는 부분은 시공 중인 계단이 유일하다. 하지만 화재가 발생했을 때 굴뚝효과 등으로 인해 계단이 열과 연기의 유동 통로가 되기 때문에 화재 초기를 제외하고 이용이 불가능한 경우가 대부분이다. 그리고 생성과 소멸이 반복되는 건설공사 현장에 통로 유도등이나 비상구 유도등도 설치되지 않은 상태에서 현장에 익숙하지 않은 근로자들이 계단의 위치나 피난 가능한 통로를 파악한다는 것은 매우 어려운 일이다.

표 8. 피난 통로 식별 어려움  
Table 8. Difficulty in identifying evacuation routes

변수	N	%
현장소음발생	53	19
화재경보음인지 어려움	96	34
초기소화 작업 어려움	50	18
피난통로 식별 어려움	81	29
합계	280	100

V. 건설현장 화재위험 문제점 및 개선방안

1. 가연물관리의 문제점

소규모 건설현장 근로자에게 화재 위험성에 대한 가연물관리의 문제점은 LPG, 산소, 유류, 위험물관리, 도료, 희석제 관리, 건축자재, 단열재 관리에 대해서 조사하였다. 조사한 결과 <Table 9>와 같이, LPG, 산소, 유류, 위험물관리 문제가 146명(52.1%)가 가장 많았고, 도료, 희석제 관리 문제가 70명(25%), 건축자재, 단열재 관리 문제가 64명(22.9%)순으로 조사되었다. 이를 통해 볼 때, 소규모 건설공사 현장에서 도료, 희석제 관리 문제가 가장 큰 문제인 것으로 나타났고, LPG, 산소, 유류, 위험물관리 도료, 희석제, 건축자재, 단열재 관리 문제가 시급히 해결되어야 할 중요한 문제인 것으로 조사

되었다.

표 9. 가연물관리의 문제점  
 Table 9. Problems with combustibles management

변수	N	%
LPG, 산소, 유류, 위험물관리	146	52.1
도료, 희석제 관리	70	25
건축자재, 단열재 관리	64	22.9
합계	280	100

## 2. 화원 관리의 문제점

소규모 건설현장 근로자에게 화재 위험성에 대한 화원관리의 문제점은 용접, 용단 작업, 전기, 기계설비, 단락(합선), 스파크 관리, 모닥불, 소각, 부주의 관리에 대해서 조사하였다. 조사한 결과 <Table 10>와 같이, 용접, 용단 작업 문제가 117명(41.8%)으로 가장 많았고, 전기, 기계설비, 단락(합선), 스파크 관리 문제가 84명(30%), 모닥불, 소각, 부주의 관리 문제가 79명(28.2%) 순으로 조사되었다. 이를 통해 볼 때, 소규모 건설공사 현장에서 용접, 용단 관리 문제, 전기설비 단락(합선), 스파크 관리 문제, 모닥불, 소각, 부주의 관리 등의 문제가 시급히 해결되어야 할 중요한 문제인 것으로 조사되었다.

표 10. 화원 관리의 문제점  
 Table 10. Problems in flower garden management

변수	N	%
용접, 용단 작업	117	41.8
전기, 기계설비 단락(합선), 스파크 관리	84	30
모닥불, 소각 부주의 관리	79	28.2
합계	280	100

## 3. 화원 및 인화성물질 취급 동시작업 문제점

소규모 건설현장 근로자에게 화재 위험성에 대한 화원 및 인화성물질 취급 동시작업 문제점은 용단, 용접 작업과 우레탄폼작업, 용단, 용접작업과 도장(페인트, 방수)작업에 대해서 조사하였다. 조사한 결과 <Table 11>와 같이, 용단, 용접작업과 우레탄폼 동시 작업문제가 152명(54.2%)으로 가장 많았고, 용단, 용접작업과 도장(페인트, 방수) 동시 작업문제가 128명(48.8%)순으로 조사되었다. 이를 통해 볼 때, 소규모 건설공사 현장에서 용단, 용접작업과 우레탄폼, 도장(페인트, 방수) 동시 작업 문제가 시급히 해결되어야 할 중요한 문제인 것으로 조사되었다.

표 11. 화원 및 인화성물질 취급 동시작업 문제점

Table 11. Simultaneous operation of fire sources and flammable materials

변수	N	%
용단, 용접작업과 우레탄폼작업	152	54.2
용단, 용접작업과 도장(페인트, 방수)작업	128	48.8
합계	280	100

## 4. 피난로 확보 문제점

소규모 건설현장 근로자에게 화재시 피난로 확보 문제점은 피난통로 식별어려움, 현장소음발생, 화재경보 발생 인지 어려움에 대해서 조사하였다. 조사한 결과 <Table 12>와 같이, 피난통로 식별어려움 문제가 129명(46%)으로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로는 현장소음발생 문제가 84명(30%)으로 화재경보음발생 인지 어려움 67명(24%) 순으로 조사되었다. 이를 통해 볼 때, 소규모 건설공사 현장에서 현장소음발생, 화재경보음 발생 인지 어려움 문제, 피난통로 식별 어려움 문제가 시급히 해결되어야 할 중요한 문제인 것으로 조사되었다.

표 12. 피난로 확보 문제점

Table 12. Problems with securing an evacuation route

변수	N	%
피난통로 식별어려움	129	46
현장 소음발생	84	30
화재경보음발생 인지 어려움	67	24
합계	280	100

## 5. 화재안전관리 개선방안

소규모 건설현장 근로자가 희망하는 화재안전관리 개선방안을 조사한 결과를 <Table 13>에 나타내었다. 분석결과 84명(30%)이 가연성자재 관리개선이 필요하다는 응답자가 가장 많았고, 소방계획서 작성 및 시행이 필요하다는 응답자가 71명(25%), 화기작업시 전담인력 배치가 필요하다는 응답이 52명(18%), 공정별안전관리 체계화 개선이 필요하다는 응답이 41(14%), 화재경보음향상 및 피난훈련이 개선이 되어야 한다는 응답이 32명(13%) 순으로 조사되었다.

이는 우선 건설공사 현장의 가연성 자재 관리대책향상이다. 가연성자재는 지상층에 보관하도록 하되, 부득이하게 지하 등옥내에 보관하여야 할 경우에는 보관장소 인근에서의 화기 취급작업을 금지하고, 화재 확산의 방지 또는 지연을 위해 불연성 재질의 임시 방화벽이

설치를 가장 많이 원하고 있는 것으로 조사되었다. 또한, 작업공정의 진행상태에 따라 투입 및 적재가 수시로 이루어지므로 자재의 사용 시기와 기간을 고려하여 반입하여야 하지만 운임이나 적재에 따른 비용 등 여러 가지 요인들로 인하여 일시에 많은 양의 자재가 반입되고 사용하고 남거나 사용이 완료된 폐자재도 많이 늘어나게 된다. 이러한 자재는 공사를 진행하면서 바로 사용하기 위해 여러 곳에 보관을 하고 사용 후 남은 폐자재들도 공사장 도처에 방치하는 경우도 많아 화재 발생과 확산의 원인이 될 뿐만아니라, 화재관리에 어려움에 대한 적절한 해결방안이 필요한 시점에 이른 것으로 판단된다.

다음으로 많은 응답을 보인 항목은 화기 작업 시 전담인력 배치인 것으로 나타났다. 이는 화재안전에 대한 전문적이고 체계적인 관리에 한계가 있다. 따라서 완공된 건축물과 같이 자격이 있는 소방안전관리자를 배치하여 화재안전을 전담하여 관리하는 제도를 도입할 필요성이 있다. 이는 화재위험작업이 진행되는 장소에 배치되어 용접·용단 작업 시 발생하는 비산불티, 인화성 물질, 폴리우레탄폼 등에 의해 화재가 발생하지 않도록 감시하고 화재 발생할 경우 초기소화과 사업장 내 근로자의 대피를 유도하는 업무를 담당하는 역할과 책임을 갖는다. 이에 대한 향상방안은 안전관리자 선임 또는 배치 대상을 정함에 있어 소방법규는 완공된 건축물의 화재위험성을 산업안전보건법규나 건설기술진흥법규는 다양한 유형의 산업재해나 안전사고를 고려하였기 때문에 건설공사 현장의 화재관리를 위한 소방안전관리자 배치 대상으로 어느 하나의 기준을 준용하기보다 관련된 법규와 현황 등을 종합적으로 고려할 필요가 있다.

다음으로 건설현장의 공정별 안전관리체계화 운영이다. 이에 대한 대책마련은 건설공사 현장의 소방계획서에 의한 안전관리로 계획을 수립, 시행하고, 유해 위험방지계획서 운영, 화재위험작업의 허가과 관리로 현장 안전관리 문제를 해결하며, 소규모 건설근로자의 안전을 위해서 반드시 개선해야 할 항목이다.

끝으로 건설현장 화재사고가 발생하면 소방시설이 정상적으로 작동하지 않는 단점이 있다. 화재발생 시 전체 건설현장에 대한 근로자가 인지할 수 있는 화재경보음 향상 및 피난훈련이 정기적으로 이루어져야 한다. 작업장의 기계, 작업에 의한 소음 등을 감안하여 화재

발생을 인지한 근로자는 각 계단실 출입구 부근에 설치된 비상경보장치를 작동시켜 모든 작업자에게 알리고 소방관서에 신고하는 피난훈련을 주기적으로 개선하여야 할 것이다.

표 13. 화재안전관리 개선방안  
Table 13. Fire safety management improvement plan

변수	N	%
가연성자재 관리 개선	84	30
화기작업시 전담인력 배치	52	18
공정별 안전관리체계화	41	14
화재경보음 향상및 피난훈련	32	13
소방계획서 작성 및 시행	71	25
합계	280	100

## 6. 화재안전관리개선방법

소규모 건설현장 근로자에게 화재안전관리 개선방안 조사에서 나타난 가연성 자재 관리대책, 화기작업시 전담인력 배치, 공정별 안전관리 체계화, 화재경보음 향상 및 피난훈련에 대해 좀 더 구체적인 방법을 제안하기 위한 설문조사를 실시하였다.

### 1) 화재 위험성 요인

소규모 건설현장 근로자에게 화재 위험성에 대한 안전관리를 강화하기 위해서는 가연성자재 허가과 관리, 인화성 물질 허가과 관리, 불사용, 용접, 용단작업 허가과 관리, 전기, 기계설비 사용 허가과 관리에 대해서 조사하였다. 조사한 결과 <Table 14>와 같이, 81명(29%)이 가연성자재 사용 시 허가과 관리상태가 자재보관장소에 안전한 적재가 필요하다는 응답이 가장 많았고, 인화성 물질로 인한 폭발분위기 형성 방지를 위해 인화성물질 취급 시 허가과 관리를 강화가 필요하다는 응답이 73명(26%), 불 사용, 용접, 용단작업에 대한 허가과 관리를 강화하여야 한다는 응답이 64명(22.8%), 전기, 기계설비 사용 시 허가과 관리를 강화하여야 한다는 응답이 62명(22.2%)순으로 조사되었다. 이는 공정별 가연성자재로 작업을 진행 시 취급상태, 사용하고 남은 가연성 자재 관리로 가연물을 제거하거나 발화방지를 위해서 점화원으로부터 가연물을 제어하는 화재안전관리 수준 향상이 필요하다고 사료된다. 다음으로, 인화성 가스 누출 및 환기, 사용하다 남은 폐기물 처리상태, 누출 경보기를 설치하여야 한다. 하지만 가스 형태의 가연물이나 천장, 벽 등에 광범위하게 도포되는 단열재와

비산불티의 상호작용을 비상방지막이나 방호포로 완벽하게 차단할 수는 없다. 따라서 한 장소에서 화재위험 작업을 동시에 진행하지 못하도록 금지하여야 하는 작업방법이 개선되어야 한다. 다음으로, 불사용, 용접·용단 등의 작업시 발생하는 고온의 불티가 비산 또는 착화되지 않도록 이를 취급하거나 발생시키는 작업을 화재위험작업으로 분류하여 비상방지막이나 방호포를 설치하는 허가 및 관리가 이루어져야 할 것으로 사료된다. 끝으로 작업 현상이 수시로 변경되기 때문에 작업용 전기배선이 충분한 안전조치 없이 설치되고 있는 경우가 많기 때문이다. 이에 대해 전기, 기계설비의 경우, 과전류로 인한 재해를 방지하기 위하여 과전류차단장치를 설치하여야 하고, 가스폭발 위험장소 또는 분진폭발 위험장소에서 전기 기계·기구를 사용하는 경우에는 방폭성능을 가진 방폭구조 전기기계·기구를 선정이 필요 할 것으로 사료된다.

표 14. 화재 위험성 요인  
 Table 14. fire hazard factors

변수	N	%
가연성자재 허가관리	81	29
인화성물질 허가관리	73	26
불사용, 용접, 용단작업 허가관리	64	22.8
전기, 기계설비 사용 허가관리	62	22.2
합계	280	100

## 2) 화재위험관리 감독강화

소규모 건설현장 근로자에게 화재에 의한 안전관리 강화를 하기 위해서는 소방안전관리자 배치, 소방계획서, 유해 위험방지계획서, 화재위험작업확인서에 대해서 조사하였다. 조사한 결과 <Table 15>와 같이, 87명(31%)이 소방안전관리자 배치가 필요하다는 응답자가 가장 많았고, 소방계획서 작성 및 시행이 필요하다는 응답자가 77명(27.5%), 유해 위험방지계획서 작성 및 시행 강화가 필요하다는 응답이 64명(23%), 화재위험작업확인서 작성 및 시행 응답이 52명(18.5%) 순으로 조사되었다.

이는 건설공사 현장 화재안전 강화 측면에서 공사의 착공과 동시에 소방안전관리자를 배치가 필요하다는 응답이 가장 많았다. 이는 소방배관의 설치 등으로 용접·용단작업이 늘어나기 시작하는 소방시설의 착공신고 시점을 기준으로 소방안전관리자를 배치하는 것이 적절할 것으로 판단된다. 다음으로, 소방계획서는 화재를

사전에 예방하고 화재 시 신속하고 효율적으로 대응함으로써 인명 및 재산 피해를 최소화하기 위해 작성·운영하는지 관리감독이 필요하다. 다음으로 유해·위험방지계획서 위험작업중심으로 개편하고 제출서류를 간소화하여 한국산업안전공단의 실질적인 확인과 점검이 가능하도록 위험작업 신고제 또는 통보제를 도입할 필요가 있다. 화재위험작업이 동시에 진행되는 것을 사전에 방지하고 화재감시자 배치 등을 통한 철저한 관리를 위해 화재위험작업허가제를 도입할 필요가 있다. 화재위험작업을 하고자 하는 작업책임자나 그 작업을 도급 받은 업체의 책임자는 작업 내용, 일시, 장소 등과 안전조치 계획이 포함된 화재위험작업계획서를 소방안전관리자에게 사전에 신고하도록 하고, 소방안전관리자는 다른 화재위험작업과의 동시 작업, 안전조치 계획의 적절성 등을 검토하여 허가하고, 화재감시자를 배치하여 실제 작업이 시작되기 전이나 작업 진행 중에 필요한 안전조치가 이루어지도록 철저히 관리를 하여야 한다.

표 15. 화재위험관리 감독강화  
 Table 15. Reinforcement of fire risk management supervision

변수	N	%
소방안전관리자 배치	87	31
소방계획서 작성 및 시행	77	27.5
유해 위험방지계획서 작성 및 시행	64	23
화재위험작업확인서 작성 및 시행	52	18.5
합계	280	100

## 3) 안전한 피난통로 확보

소규모 건설현장 근로자에게 화재 시 재실자가 안전하게 피난할수 있는 피난관리는 대피경로, 피난시설, 피난계획확보에 대해서 조사하였다. 조사 결과, <Table 16>와 같이, 139명(49.6%)이 대피경로가 필요하다고 응답자가 가장 많았고, 피난시설을 보강하여야 한다는 응답자가 97명(34.6%), 피난계획이 뚜렷하여야 한다는 응답이 44명(15.8%) 순으로 조사되었다. 이는 대피경로는 건축 공정상 설비공사나 마감공사 이전에 지하나 상부 골조공사가 이루어지기 때문에 화재 위험도가 높아지고 작업자가 많이 투입되는 시점에는 계단이나 피난안전구역이 비록 완벽하게 방호되지 않는 상태가 대부분이다. 따라서 이러한 공간에 필요한 피난시설을 설치하고 피난로 바닥에 장애물, 경사 등이 없도록 설치하는 것을 유지관리를 철저히 하는 것으로 조사되었다. 다음 화재 발생을 건설공사 현장 내 모든 작업자들에게 알릴

수 있는 비상경보설비를 갖추고, 피난경로 접근과 시야 확보가 취약한 지하공간에 대해서는 간이피난유도선과 비상조명등을 임시소방시설로 설치하는 방안을 제시하였다. 다음으로 피난계획에는 공사현장 내 피난로 현황, 공사현장 각 층별 피난 동선의 구성과 출구 위치의 지정 그리고 계단, 경사로 등 수직 피난로의 위치 등이 포함되어야 하며, 공사 진행에 따라 피난 경로 및 출구가 변경되었을 때는 수시로 반영되어야 한다. 그리고 작성된 피난 정보는 현장에 작업자들이 확인이 가능하도록 각종 계단 출입구, 호이스트 승강장 주변, 현장 주출입로 등에 게시하고, 교육과 훈련을 통해서도 전달될 수 있도록 하여야 한다.

표 16. 안전한 피난통로 확보  
Table 16. Securing safe evacuation routes

변수	N	%
대피경로	139	49.6
피난시설	97	34.6
피난계획	44	15.8
합계	280	100

4) 교육훈련 현실성 프로그램 개발

소규모 건설공사 근로자에게 안전교육 향상시키기 위한 방안으로 피난훈련, 화재VR훈련, 초기화재대응훈련, 기초안전교육에 대해서 조사하였다. 조사결과, <Table 17>와 같이, 139명(49.7%)이 초기화재 대응훈련 수강의향이 있다고 응답자 가장 많았고, 그리고, 화재VR교육을 수강하고 싶다는 응답자가 64명(22.8%), 기초안전교육 43명(15.4%), 피난훈련 34명(12.1%) 순으로 조사되었다. 이는 소규모 건설공사 근로자에게 화재발생 시 지하층에서 피난층으로 고층에서 피난층으로 안전하게 탈출하기 훈련이 가장 중요한 교육이며, 화재안전관리를 위해서는 꼭 필요한 교육이다. 뿐만 아니라, 이들 교육의 내용으로는 화재VR교육, 초기화재대응훈련, 기초안전교육을 현실성, 몰입감있는 내용으로 프로그램을 개발하여 자발적으로 교육에 임할 수 있도록 기회를

표 17. 교육훈련 현실성 프로그램 개발  
Table 17. Development of education and training reality program

변수	N	%
초기화재 대응훈련	139	49.7
피난훈련	34	12.1
기초안전교육	43	15.4
화재VR교육	64	22.8
합계	280	100

마련해 주는 것이 장기적 측면에서 산업재해를 줄이는 확보하는 방안이 될 것이라 사료된다.

VI. 결 론

이 연구는 소규모 건설현장 근로자의 화재안전관리 운영실태를 분석하고 문제점을 도출하여 개선방안을 제시함으로써, 향후 이들을 효율적으로 활용하기 위한 실무적 기초자료를 제시함을 목적으로 연구를 수행한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 소규모 건설현장 근로자는 건설기능인력의 연령대가 고령자이고 종사경력은 건설기능력이 짧았으며, 직종은 대다수가 건축공종에 작업을 하고 있으며, 고용형태는 비 정규직으로 일당제로 근무를 하고 있으며, 월 평균 급여는 350~400만원을 수령하고 있는 것으로 추정된다.

둘째, 소규모 건설현장 화재 위험성 실태는 가연성 자재 방지 및 작업, 관리감독소홀, 화기작업 관리소홀, 화기취급과 인화성물질 작업 동시 진행, 피난 통로 식별 어려움 등이 많은 것으로 조사되었다. 또한, 인화성 물질 및 가연성 건축자재 보관 소홀로 용접, 용단작업 시 불씨가 옮겨져 화재 발생이 높았으며, 지하층에는 피난통로 식별이 구분하기가 어려운 것으로 판단된다.

셋째, 소규모 건설현장의 화재위험 문제점은 공사현장의 가연물관리, 화원 관리, 화원 및 인화성물질 취급 동시작업, 피난로 확보의 문제점이 많은 것으로 조사되었다. 또한, LPG, 산소, 유류, 위험물관리, 용접, 용단작업, 용접, 용단작업과 우레탄폼 동시 작업, 현장 소음발생으로 화재경보음 발생 인지에 문제인 것으로 조사되었다.

넷째, 소규모 건설현장 근로자들의 화재안전관리 개선방안은 화재 위험성 요인에 대한 허가와 관리를 체계화하고, 화재위험관리위해 소방안전관리자를 배치하여 화원을 관리감독하는 장치가 필요하겠으며, 화재시 다양한 피난통로를 확보와 화재 발생을 건설공사 현장 내 모든 작업자들에게 알릴 수 있는 비상경보설비를 갖추고, 피난경로 접근과 시야 확보가 취약한 지하공간에 대해서는 간이피난유도선과 비상조명등을 임시소방시설로 설치를 강화하는 방안을 제시하였다. 또한, 현실성 피난훈련, 화재VR훈련, 흥미있는 교육프로그램개발하여 산업재해를 줄이는 방안이 필요하다.

## References

- [1] Byung, Kwan Lee(2019), "A Study on the Factors Affecting Safety and Health, Regulation in Small-Sized Construction Sites,- A Focus on the Mediation of Introduction of Safety and Health Management System -", Journal of Industrial Management Engineering, Ph.D. in Myongji University, pp.110-111
- [2] Jang, Yun Ra(2013), "A Study on Safety Management Items Centering Small-Sized Construction Sites", Journal of Architectural Engineering and Master's Degree at Chonnam National University, pp.62-63
- [3] Geun, Young Jang(2016), "Journal of Industrial Engineering and Master's Degree at Kangwon National University, pp.117
- [4] Jung, Il.Kyun(2014),"Study on the improvement of fire safety in high-rise building construction", Master's thesis on Construction Management, Graduate School of Engineering, Hanyang University, pp. 109-110
- [5] Lim, Pil-Gun(2018), "A Study on the Problems Analysis and the mprovement for the Standards of Temporary Fire-Fighting Facility on the Building under Construction", Seoul National University of Science and Technology Graduate School of Safety Engineering, Master's thesis, pp. 40
- [4] Kim, Dong Wook(2019) "A Study on the Establishment of Improvement Direction for Reducing Construction Accidents", Journal of Architectural Engineering and Master's Degree at Seoul National University of Science and Technology, PP.61-62
- [5] Lee, Sang-Guk(2017), "In Occupational Safety Accident Reduction at Small-to-Midsize Construction Sites", Journal of Architectural Engineering and Master's Degree at Kyunggi University Graduate School of Construction and Industry, pp.86-89
- [6] Kang,Yun-Jin(2010), "A Study on Cause Analysis and Countermeasure for Fire Accident during Construction", Myongji University Graduate School, General Graduate School, Industrial Engineering, Ph.D. thesis, pp. 91-92
- [7] Seo, Domg-Hyun and OuHan, Ou,Sup, Lee,Keun, Won(2019),"The Characteristics of the Fatal Accidents Caused by Fire, Explosion and Asphyxiation during Welding and Flame Cutting in the Manufacturing Industry, Journal of the Korean Society of Safety, Vol.34 No.3 [2019]
- [8] Wan,suk Shin(2019),"Drawback and Preventive Measures of Fire Outbreak during New Construction of Buildings", Master's thesis, Department of Urban Sociology, Seoul National University pp. 76.
- [9] Cho,Cheon-mook(2016), "A Study on Improvement of Fire Safety Measures a Construction Work Sites", Major in Fire Protection and Urban Disaster Management Graduate School Of Construction Industry Kyonggi University, pp. 76-77.
- [10]Gi-Yun Shin(2019),"A Study on the Workers' Recognition and Performance Evaluation of Temporary Fire-fighting Facilities at a Construction Site", Pukyong National University Graduate School of Industry, Department of Fire Engineering, Master's thesis, pp. 143-145.
- [11]Yu, Eun Ok(2017), "Study on ways to improve regarding effective operations for construction disaster prevention technical training", Journal of Architectural Engineering and Master's Degree at Kyunggi University Graduate School of Construction and Industry, pp. 68-70
- [12]Lee, Wang Gi(2016), "A Study on Safety Importance and Safety Orientation on the Main Factors of Industrial Accidents", Seoul National University of Science and Technology's Safety Engineering and Master's Degree thesis, pp. 54-55
- [13]Kim Seung Eun(2019), "A Study on the Reduction Measurement in Construction Fall Deaths, Focusing on small construction sites of 50 persons or less", the architecture of the Graduate School of Engineering of Kyunggi UniversityA Study on Safety Engineering and Master's Degree, pp.69-71
- [14]Cheon,TaeHyun(2015), "Problem Analysis and Improvement Plan for Safet Management of Small-Scale Construction Sites", Journal of Construction Management and Master's Degree in Chung-Ang University Graduate School of Construction, pp.79-81
- [15]Kim,Jung Ho(2014), "The Improvement of Providing Protective Equipment Preventing a Fallin Small Scale ConstructionSit", Journal of Construction Safety Management and Master's Degree at Kyung Hee University Techno Business School, pp.63-65