

http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2023.9.1.153

JCCT 2023-1-20

소규모 건설공사현장 작업자의 화재경보음 인지 실험

Experiment on the Perception of Fire Alarm Sound of Small Construction Site Workers

문필재*, 김서영**, 공하성***

Pil-Jae Moon*, Seo-Young Kim**, Ha-Sung Kong***

요약 이 연구는 소규모 건설 현장에서의 사이렌 및 휴대용 확성기에 대한 작업자의 화재경보음 인지 실험에 관한 연구이다. 사이렌 경보음 인지 분석 결과 지상 1층, 지상 2층, 지상 4층에서 측정한 경우 1층 보다는 지상 4층에서 사이렌 경보음 인지 불능이 높게 나타났으며, 지상 1층의 경우 1명이 전부 인지 불능이었다. 지상 2층의 경우 1명이 마지막 3차에서는 인지를 못하였으며, 다른 1명은 3번 모두 인지 불가였다. 지상 4층의 경우에는 3명이 3차 실험 모두 인지 불능으로 나타났다. 휴대용 확성기 경보음 인지 분석 결과 지상 1층의 경우 1명이 전부 인지 불능이었으며, 지상 2층의 경우 총 2명이 인지 불능의 상태를 확인 할 수 있었고, 마지막인 지상 4층의 경우에는 4명이 모두 인지 불능으로 나타났다. 인지를 하지 못한 실험자들은 모두 작업 공간 및 장애물로 인해 휴대용 확성기 경보음과 작업 소음을 구별하지 못한 것으로 나타났다.

주요어 : 소규모 건설공사현장, 화재경보음, 사이렌, 휴대용 확성기, 인지

Abstract This research experiments on the workers' recognition of the fire alarm sound for sirens and portable loudspeakers in a small construction site. As a result of analyzing the siren alarm sound recognition from measuring on the 1st, 2nd, and 4th floors, the sound was more unrecognizable on the 4th floor than on the 1st, and 1 person on the 1st floor was unable to recognize all sounds. In the case of the 2nd floor, one person could not notice the alarm in the last 3rd trial, and another did not realize it all three times. For the 4th floor, 3 people demonstrated unrecognition in all 3 tests. As a result of analyzing the recognition of portable loudspeaker alarm sounds, 1 person could not recognize all sounds on the first floor. In the case of the 2nd floor, 2 people were confirmed to be unable to notice, and lastly, 4 people could not recognize all trials on the 4th floor. The subjects who didn't recognize the sound were unable to distinguish between portable loudspeaker alarm sound and work noise due to the workspace and obstacles.

Key words : Small Construction Site, Fire Alarm Sound, Siren, Portable Loudspeaker, Awareness

1. 서론

최근 도심에서는 건축물의 철거, 개축, 신축공사가 진행되는데 인구의 밀집과 좁은 대지에서 최대한 효율적인 시공을 위해 건축물의 높이가 고층화와 지하층을

1. 연구의 배경

*정희원, 계명문화대학교 소방환경안전과 외래 교수 (제1저자) Received: November 28, 2022 / Revised: January 4, 2023
**정희원, 우석대학교 대학원 소방방재학과 박사과정 (공동저자) Accepted: January 9, 2023
***정희원, 우석대학교 소방방재학과 교수 (교신저자) ***Corresponding Author: 119wsu@naver.com
접수일: 2022년 11월 28일, 수정완료일: 2023년 1월 4일 Dept. of Fire and Disaster Prevention, Woosuk Univ, Korea
게재확정일: 2023년 1월 9일

복합형태로 시공하는 건설공사 현장이 증가하는 추세이다[1].

건설공사 현장에서는 공정 초기부터 수많은 종류의 가연물 건축자재와 인화성 물질 및 재료가 현장에 적재되어 있으며 용접 및 용단, 그라인더 작업 등으로 불티가 비산하여 화재로 이어질 수 있는 위험에 노출된다. 또한 우레탄 뿔칠, 페인트 도장, 방수공사 등 인화점이 낮은 액체 상태의 위험물과 화재에 취약한 휘발성 도료 등이 현장에 적재되어 있는 공사현장에서 화재가 발생하게 되면 방화구획이 정해지지 않은 공사 현장에서는 순식간에 건축물 전체로 화재가 확산되어 초기진화가 어려운 상황이 발생하게 된다[2].

건설현장에서 화재 발생으로 인한 사고가 줄지 않고 있어 임시소방시설에서 요구하는 소화기, 간이소화장치, 비상경보장치 및 간이피난유도선의 설치기준을 규정하고 있는 국가화재안전기준의 실효성에 의문이 든다.

2. 연구의 목적

건설공사 현장에서의 화재 발생은 2008년 1월 코리아 2000 냉동창고 신축공사 현장의 화재 사고, 2012년 6월 고양종합터미널 대수선 공사 등에서 대형화재가 발생하였다.

건설공사 현장에는 가연물 건축자재와 수많은 인화성 물질들이 적재되어 있으며, 대부분의 건설공사 현장의 화재는 화기 작업으로 인하여 불씨가 가연물과 인화성 물질로 인하여 화재가 확대되고 있다. 또한 건설공사 현장에는 임시소방시설이 설치되어 있지만, 화재를 초기에 진압하기에는 어려움이 따른다.

따라서 화재 시 건설공사 현장 작업자들의 피난을 확보하기 위해서는 임시소방시설의 초기화재 진압의 필요성과 사이렌 및 휴대용 확성기로 지하층 및 지상층에서 작업하는 작업자가 화재경보음을 인지하여 피난하는 것은 인명피해를 줄이는 데 중요하다.

화재 발생 시 비상경보장치가 작동하여도 건설공사 현장에는 작업 소음 및 방화구획 및 벽, 기둥 등에 대한 장애물로 인해 작업자들의 개인적인 특성 및 환경 등에 따라 사이렌, 휴대용 확성기의 화재경보음을 인지하여 피난을 확보방안을 개선할 필요가 있다.

이를 위한 연구로 소규모 건설 현장 임시소방시설에 대한 작업자의 화재경보음 인지 실험을 통해 인지 능력을 평가하고자 한다.

3. 선행연구의 검토

이상국(2017)은 안전관리계획 수립 및 실시, 안전관리 교육 확산, 안전 표지판, 안전 시설물, 안전시설 설치상태 등을 연구하였다. 분석은 SPSS 20.0 통계 패키지를 사용하여 소규모 건설 현장의 안전관리계획 수립 및 실시에 대한 정보공유, 안전관리 교육, 안전 표지판 관리, 안전 점검 시행 및 기록유지, 안전 시설물 설치, 안전관리 조직체계의 적정성 등 안전관리 실태를 살펴보기 위하여 빈도 및 백분율, 평균과 표준편차, t-test를 분석하였다[3].

장윤라(2019)[27]은 소규모 건설업체는 재해가 발생해도 입찰 시 불이익이 없어 사업주나 경영자의 안전보건 의식이 미흡하고, 시정지시서 위주의 행정조치로 사업주의 법 준수 유도 효과가 미흡하고 법 위반사항이 적발되면 사후에 안전·보건상의 조치를 이행한다는 잘못된 의식이 팽배하여 개선의 의지가 없다. 중·소규모 건축공사 안전관리를 위한 위험성 평가에 관한 연구, 안전보건 관리조직 및 교육, 산업안전보건관리비, 개인보호구 지급, 기타 안전대책 구성 내용으로 설문지분석을 시행하였다[4].

오소영(2020)은 건설소음 규제를 보조·보완할 수 있는 실질적인 법정 장치로써 활용하기 위해서 현장 중심의 건설소음 등급에 따른 적절한 벌칙 산정을 제안하였다[5].

성슬기(2021)는 건설 현장에서 발생하는 소음, 진동, 분진의 통합 실시간 감시 체계의 프로토타입 모델을 개발 하는 것을 연구하였다. 분석 방법은 실시간 통합모니터링 시스템을 건설 현장에 적용하여 사용하기 위해 설문조사를 하여 장비의 정량적 평가와 정성적 평가 방법을 통해 산정된 영향요인별 가중치를 고려하여 평가하였다[6].

구지원(2018)의 연구에서는 화재경보음에 대한 청감 자극 실험으로 경보음에 대한 해석 및 인지가 행동에 미치는 영향에 대해 연구하였다[7]. Gaiyi Xiong 외 4인(2022)의 연구에서는 건물에서 발생한 화재의 HRR을 모니터링하고 화재경보음의 압력 감쇠에 따른 화재 위험성을 평가하는 연구를 진행하였다[8].

선행연구는 건설현장의 실태, 소규모 건설 현장에서의 소음, 화재경보음에 대한 연구들을 진행하였다.

이 연구에서는 A 공사 현장에 대해 층별로 현장 내 작업자를 대상으로 임시소방시설인 사이렌, 휴대용

확성기를 작동시켜 작업자가 화재경보음 인지능력에 대한 실험을 진행하고자 한다.

II. 실험시나리오와 실험환경

1. 실험시나리오

이 연구는 Table 1과 같이 소규모 건설 현장 임시소방시설에 대한 작업자의 화재경보음을 인지하는 실험 및 분석에 관한 것이다.

A 시설의 공사 현장에 대한 임시소방시설 사이렌, 휴대용 확성기의 화재경보음을 작업자가 작업을 하면서 얼마나 인지하는지를 알아보하고자 실시하였다.

표 1. 실험시나리오 구성

Table 1. Composition of experimental scenario

시나리오	내용
1	사이렌 경보음 인지 분석
2	휴대용 확성기 경보음 인지 분석

2. 실험환경

이 연구의 실험대상지는 A 시설의 공사 현장으로 지상 1층에서 사이렌, 휴대용 확성기를 작동시켜 작업자가 화재경보음을 인지할 수 있는 거리, 공간 내 장애물 등을 확인하였으며 실험 요건에 모두 만족하여 건설공사 현장 작업자가 화재경보음을 인지하는지를 실험하였다. 실험은 2022년 10월 5일 실시하였는데 이는 공사 현장의 완공검사 전을 고려하여 건설 현장에서 작업이 활발하게 진행되는 공정에서 시공사와 사전 협의 하에 진행하였다. 실험장소는 경상북도 대구시 A 시설의 공사 현장에서 실험을 하였고, 작업 환경을 고려하였으며 실험장소의 환경은 Table 2와 같이 날씨, 기온, 습도 등을 고려하여 진행하였다.

표 2. 실험장소의 환경

Table 2. Experiment site environment

구분	설명
일시	2022년 10월 05일(09시~17시)
장소	경상북도, 대구시 건설 현장
날씨	맑음
기온(°C)	17°C
습도(%)	75%

III. 실험구성 및 실험방법

1. 실험구성

건설공사 현장의 소음은 건설기계, 작업자의 작업 소음, 다양한 공사소음이 발생하고 있다. 또한 공사 현장에는 불을 사용하는 작업, 용단, 절단 작업이 주로 이루어지고 있으며, 불에 잘 타는 건축자재 적재, 인화성 물품이 현장에 방치되어 있다. 화재 발생 시 작업 소음 때문에 작업자가 화재경보음을 인지하지 못해 피난할 수 없는 것은 공사 현장 화재 안전관리에 중요한 문제라 할 수 있을 것이다.

이 연구에서는 이러한 문제점을 인지하고 총 24명으로 소규모 건설 현장에 8명의 실험자를 배치하였으며 해당 실험자는 공사 현장에서 직접 청력검사를 실시하였다. 또한 Table 3과 같이 피난 행동에 불편함이 없는 대상자를 선정하였다.

표 3. 피실험자의 자격 조건

Table 3. Subject's qualifications

항목	피실험자 자격
일시	2022년 10월 5일
장소	A 건설공사 현장
인원	현장마다 8명 (연구보조자 6명) 총14명
나이	30세 이상 70세 미만

3. 실험방법

1) 시설특징

A 시설의 공사 현장은 단순한 직사각형으로 이루어져있는 공사 현장이며, 지상 1층, 지상 2층 및 가장 먼 거리에 있는 지상 4층에서 작업을 실시하였으며 해당 시설은 건축구조물 공사가 한창 진행되고 있으며 실험 당시 작업공정률이 70% 정도인 곳에서 실험을 진행하였다.

A 시설의 규모는 가로 103.5m, 세로 10.2m인 공사 현장이다. 경보음 인지 분석을 위해 사이렌 및 휴대용 확성기는 지상 1층 계단 입구에 설치하여 작동을 하게 하였다.

(1) 지상 1층 특성

지상 1층은 Figure 1과 같이 사이렌 및 휴대용 확성기의 작동 위치이며, 작동 위치와 각 구역의 거리는 다음 과 같다. “가”구역까지의 거리는 45m, “나”구역까지 거리는 36m, “다”구역까지 거리는 15.75m, “라”구역까지 거리는 9m, “마”구역까지 거리는 11.25m, “바”구역

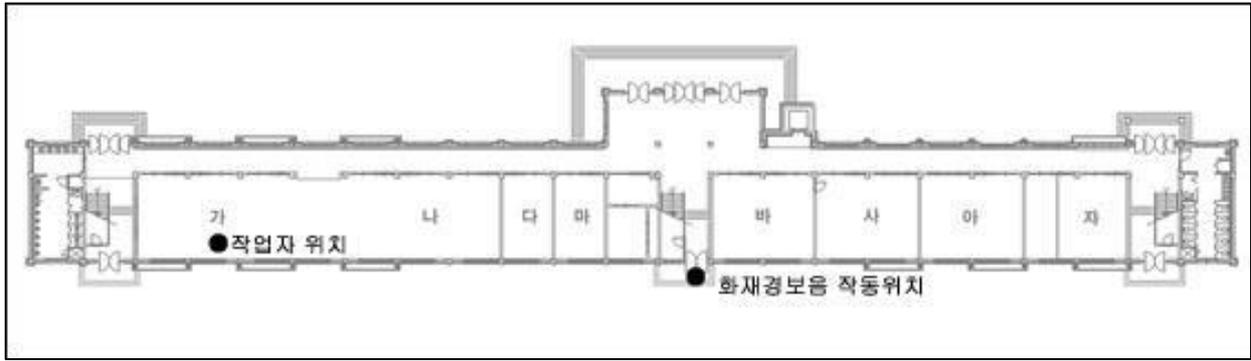


그림 1. 지상 1층 평면도
Figure 1. Ground floor plan

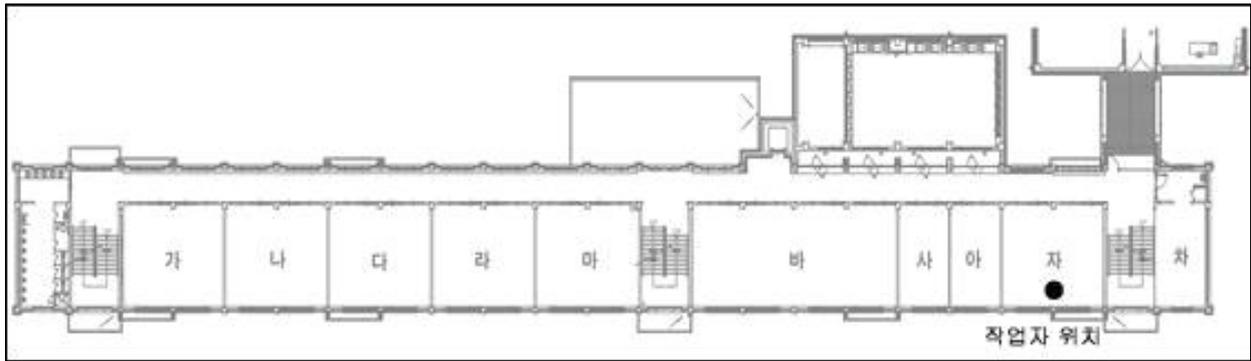


그림 2. 지상 2층 평면도
Figure 2. 2nd floor plan

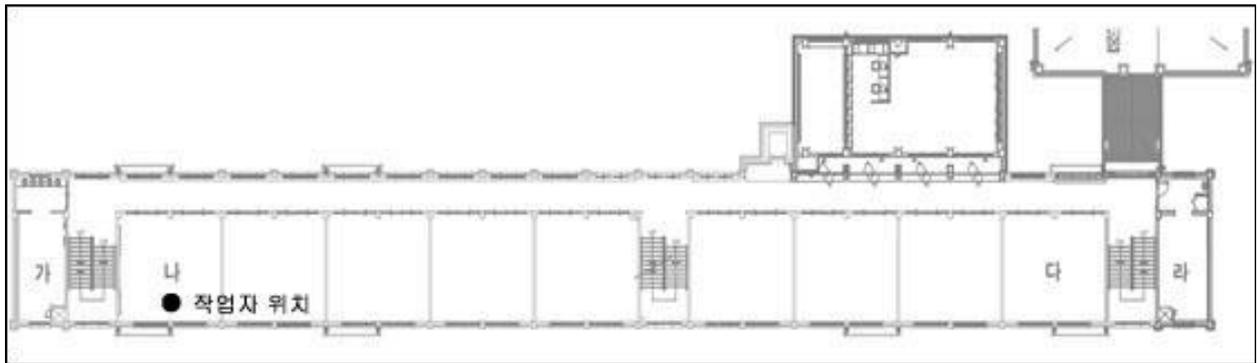


그림 3. 지상 4층 평면도
Figure 3. 4th floor floor plan

까지 거리는 20.25m, “사”구역까지의 거리는 29.25m, “아”구역까지의 거리는 38.25m이다.

(2) 지상 2층 특성

지상 2층은 Figure 2와 같이 사이렌 및 휴대용 확성기의 작동 위치에서 2층 높이는 6m이다. “가”구역까지의 거리는 53.25m, “나”구역까지 거리는 44.25m, “다”구역까지 거리는 35.25m, “라”구역까지 거리 26.25m,

“마”구역까지 거리는 17.25m, “바”구역까지의 거리는 20.25m, “사”구역까지 거리 24.75m, “아”구역까지 거리 29.25m, “자”구역까지 거리 3.25m, “차”구역까지 거리 47.25m 이다.

(3) 지상 4층 특성

지상 4층은 Figure 3과 같이 사이렌 및 휴대용 확성기의 작동 위치에서 4층 높이는 12m이다. 작동위치에서

표 4. A시설 공사 현장 실험대상자의 특성

Table 4. Characteristics of test subjects at facility A construction site

구분	내용								평균
	a	b	c	d	e	f	g	h	
연구참여자(명)	a	b	c	d	e	f	g	h	
성별	남	남	남	남	남	남	남	남	남
나이(세)	34세	37세	47세	43세	51세	57세	65세	67세	50세
키(cm)	169	174	172	164	173	178	167	174	171
체중(kg)	69	68	71	76	79	82	84	70	74
현장 경력(연)	7	13	10	15	20	14	18	21	15
청각 상태	정상								
질병	없음								

각 구역까지의 거리는 “가”구역 54m, “나”구역 47.25m, “다”구역 45m, “라”구역 36m이다.

2) 실험대상자 특성

실험대상자는 A 시설 공사 현장의 지상 1층, 지상 2층, 지상 4층에서 작업을 실시하게 하였으며, 작업 중에 사이렌 및 휴대용 확성기를 1회, 2회, 3회 작동시켜 화재경보음을 인지능력을 확인하였다.

A 시설의 공사현장 실험참가자의 특성은 Table 4와 같이 실험대상자의 청력, 호흡, 체온 검사를 실시하였고, 신장과 체중을 측정하여 건강상태를 확인하였다. 실험 대상자의 평균 연령은 50세, 신장은 171cm, 체중은 74kg, 경력은 15년, 청각상태 정상이며, 질병은 없었다.

해당 실험자들은 A 시설 공사현장에서 실제 작업을 진행하고 있는 작업자를 대상으로 실험을 진행하였다.

IV. 실험 결과 분석

1. 사이렌 경보음 인지 분석

1) 지상 1층 (사이렌 작동 지점)

A 시설의 공사 현장 지상 1층에서 사이렌 경보음 인지 정도를 분석한 결과 Table 5와 같이 h실험자를 “가” 구역에서 작업을 하도록 하였으며, 사이렌 경보음에 대한 음량을 측정된 결과 음량 1차 측정값은 71.5 dB이며, 2차 측정값은 72.4 dB, 마지막 3차 측정값은 72.1 dB로 평균 72.0 dB로 나타났다.

사이렌 경보음에 대한 인지는 1차, 2차, 3차 모두 인지 불능으로 나타났다. 다른 실험자들은 모두 사이렌 경보음을 인지하는 것으로 나타났다.

표 5. 지상 1층 사이렌 경보음 및 인지 분석 결과

Table 5. 1st floor siren alarm sound and cognitive analysis results

실험 대상자	음량(dB)				경보음 인지		
	1차	2차	3차	평균	1차	2차	3차
a	73.4	73.3	73.1	73.3	O	O	O
b	73.1	73.8	73.6	73.5	O	O	O
c	73.4	73.1	73.5	73.3	O	O	O
d	73.1	73.4	73.8	73.4	O	O	O
e	73.2	73.6	73.3	73.4	O	O	O
f	73.4	73.4	73.3	73.4	O	O	O
g	73.2	73.4	73.8	73.5	O	O	O
h	71.5	72.4	72.1	72.0	X	X	X

2) 지상 2층

A 시설의 공사 현장 지상 2층에서 사이렌 경보음 인지 정도를 분석한 결과 Table 6과 같이 g실험자를 “차” 구역에서 작업을 하도록 하였으며, 사이렌 경보음에 대한 음량을 측정된 결과 음량 1차 측정값은 70.2 dB이며, 2차 측정값은 70.5 dB, 마지막 3차 측정값은 70.6 dB로 평균 70.4 dB로 나타났다.

사이렌 경보음에 대한 인지는 1차, 2차는 인지를 하였으나 3차에서는 인지 불능으로 나타났다.

h실험자를 “가”구역에서 작업을 하도록 하였으며, 사이렌 경보음에 대한 음량을 측정된 결과 음량 1차 측정값은 70.3 dB이며, 2차 측정값은 70.1 dB, 마지막 3차 측정값은 70.4 dB로 평균 70.3 dB로 나타났다.

사이렌 경보음에 대한 인지는 1차, 2차, 3차 모두 인지 불능으로 나타났다. 다른 실험자들은 모두 사이렌 경보음을 인지하는 것으로 나타났다.

표 6. 지상2층 사이렌 경보음 및 인지 분석 결과

Table 6. 2nd floor siren alarm sound and cognitive analysis results

실험 대상자	음량(dB)				경보음 인지		
	1차	2차	3차	평균	1차	2차	3차
a	70.1	70.3	70.1	70.2	O	O	O
b	70.3	70.1	70.3	70.2	O	O	O
c	70.1	70.3	70.1	70.2	O	O	O
d	70.3	70.1	70.4	70.2	O	O	O
e	70.1	70.2	70.8	70.4	O	O	O
f	70.3	70.2	70.6	70.4	O	O	O
g	70.2	70.5	70.6	70.4	O	O	X
h	70.3	70.1	70.4	70.3	X	X	X

3) 지상 4층

A 시설의 공사 현장 지상 4층에서 사이렌 경보음 인지 정도를 분석한 결과 Table 7과 같이 f실험자를 “나” 구역에서 작업을 하도록 하였으며, 사이렌 경보음에 대한 음량을 측정할 결과 음량 1차 측정값은 65.4 dB이며, 2차 측정값은 65.1 dB, 마지막 3차 측정값은 65.9 dB로 평균 65.5 dB로 나타났다.

사이렌 경보음에 대한 인지는 1차, 2차, 3차에서 모두 인지 불능으로 나타났다.

g실험자를 “라” 구역에서 작업을 하도록 하였으며, 사이렌 경보음에 대한 음량을 측정할 결과 음량 1차 측정값은 65.1 dB이며, 2차 측정값은 65.9 dB, 마지막 3차 측정값은 65.7 dB로 평균 65.6 dB로 나타났다.

사이렌 경보음에 대한 인지는 1차, 2차, 3차 모두 인지 불능으로 나타났다.

h실험자를 “가” 구역에서 작업을 하도록 하였으며, 사이렌 경보음에 대한 음량을 측정할 결과 음량 1차 측정값은 65.8 dB이며, 2차 측정값은 65.4 dB, 마지막 3차 측정값은 65.1 dB로 평균 65.4 dB로 나타났다.

사이렌 경보음에 대한 인지는 1차, 2차, 3차 모두 인지 불능으로 나타났다. 다른 실험자들은 모두 사이렌 경보음을 인지하는 것으로 나타났다.

A 시설의 공사현장에서의 지상 1층, 지상 2층, 지상 4층에서의 사이렌 경보음 인지 분석 결과 사이렌의 경보음 측정값 중 지상 1층에서 h, 지상 2층에서 g, h, 지상 4층에서 f, g, h는 사이렌 경보음 인지 불능으로 나타났다.

표 7. 지상4층 사이렌 경보음 및 인지 분석 결과

Table 7. 4th floor siren alarm sound and cognitive analysis results

실험 대상자	음량(dB)				경보음 인지		
	1차	2차	3차	평균	1차	2차	3차
a	65.8	65.4	65.9	65.7	O	O	O
b	65.8	65.1	65.4	65.4	O	O	O
c	65.8	65.4	65.1	65.4	O	O	O
d	65.4	65.9	65.7	65.7	O	O	O
e	65.7	65.3	65.9	65.6	O	O	O
f	65.4	65.1	65.9	65.5	X	X	X
g	65.1	65.9	65.7	65.6	X	X	X
h	65.8	65.4	65.1	65.4	X	X	X

즉, 공사 현장에서 사용되고 있는 사이렌은 특정 지점에서 작동시켰을 때, 일정 지점에서만 경보음을 인지하였다. 그러므로 작업 소음이 많은 공사 현장의 작업장 전체에는 비상 경보음을 전달하기 어렵다고 판단되었다.

2. 휴대용 확성기 경보음 인지 분석

1) 지상 1층 (휴대용 확성기 작동 지점)

A 시설의 공사 현장 지상 1층에서 휴대용 확성기 경보음 인지 정도를 분석한 결과 Table 8와 같이 h실험자를 “가” 구역에서 작업을 하도록 하였으며, 휴대용 확성기 경보음에 대한 음량을 측정할 결과 음량 1차 측정값은 77.2 dB이며, 2차 측정값은 77.8 dB, 마지막 3차 측정값은 77.5 dB로 평균 77.5 dB로 나타났다.

휴대용 확성기 경보음에 대한 인지는 1차, 2차, 3차 모두 인지 불능으로 나타났다. 다른 실험자들은 모두 사이렌 경보음을 인지하는 것으로 나타났다.

표 8. 지상 1층 휴대용 확성기 경보음 및 인지 분석 결과

Table 8. 1st floor portable loudspeaker alarm sound and cognitive analysis results

실험 대상자	음량(dB)				경보음 인지		
	1차	2차	3차	평균	1차	2차	3차
a	77.1	77.2	77.8	77.4	O	O	O
b	77.5	77.2	77.8	77.5	O	O	O
c	77.1	77.4	77.8	77.4	O	O	O
d	77.6	77.8	77.2	77.5	O	O	O
e	77.4	77.2	77.5	77.4	O	O	O
f	77.3	77.1	77.4	77.3	O	O	O
g	77.1	77.4	77.5	77.3	O	O	O
h	77.2	77.8	77.5	77.5	X	X	X

2) 지상 2층

A 시설의 공사 현장 지상 2층에서 휴대용 확성기 경보음 인지 정도를 분석한 결과 Table 9과 같이 g실험자를 “차”구역에서 작업을 하도록 하였으며, 휴대용 확성기 경보음에 대한 음량을 측정된 결과 음량 1차 측정값은 69.3 dB이며, 2차 측정값은 69.2 dB, 마지막 3차 측정값은 69.8 dB로 평균 69.4 dB로 나타났다.

휴대용 확성기 경보음에 대한 인지는 1차, 2차는 인지를 하였으나 3차에서는 인지 불능으로 나타났다.

h 실험자를 “가”구역에서 작업을 하도록 하였으며, 휴대용 확성기 경보음에 대한 음량을 측정된 결과 음량 1차 측정값은 69.1 dB이며, 2차 측정값은 69.9 dB, 마지막 3차 측정값은 69.4 dB로 평균 69. dB로 나타났다.

휴대용 확성기 경보음에 대한 인지는 1차, 2차, 3차 모두 인지 불능으로 나타났다. 다른 실험자들은 모두 휴대용 확성기 경보음을 인지하는 것으로 나타났다.

표 9. 지상2층 휴대용 확성기 경보음 및 인지 분석 결과
 Table 9. 2st floor portable loudspeaker alarm sound and cognitive analysis results

실험 대상자	음량(dB)				경보음 인지		
	1차	2차	3차	평균	1차	2차	3차
a	69.4	69.2	69.8	69.5	O	O	O
b	69.3	69.4	69.8	69.5	O	O	O
c	69.8	69.2	69.7	69.6	O	O	O
d	69.5	69.9	69.2	69.5	O	O	O
e	69.5	69.1	69.9	69.5	O	O	O
f	69.3	69.2	69.5	69.3	O	O	O
g	69.3	69.2	69.8	69.4	X	X	X
h	69.1	69.9	69.4	69.5	X	X	X

3) 지상 4층

A 시설의 공사 현장 지상 4층에서 휴대용 확성기 경보음 인지 정도를 분석한 결과 Table 10과 같이 e실험자를 “다”구역에서 작업을 하도록 하였으며, 사이렌 경보음에 대한 음량을 측정된 결과 음량 1차 측정값은 65.3 dB, 2차 측정값은 65.5 dB, 마지막 3차 측정값은 65.9 dB로 평균 65.6 dB로 나타났다.

휴대용 확성기 경보음에 대한 인지는 1차, 2차, 3차에서 모두 인지 불능으로 나타났다.

f실험자를 “나”구역에서 작업을 하도록 하였으며, 사이렌 경보음에 대한 음량을 측정된 결과 음량 1차 측정

값은 65.5 dB이며, 2차 측정값은 65.2 dB, 마지막 3차 측정값은 65.4 dB로 평균 65.4 dB로 나타났다.

휴대용 확성기 경보음에 대한 인지는 1차, 2차, 3차에서 모두 인지 불능으로 나타났다.

g실험자를 “라”구역에서 작업을 하도록 하였으며, 휴대용 확성기 경보음에 대한 음량을 측정된 결과 음량 1차 측정값은 65.4 dB이며, 2차 측정값은 65.1 dB, 마지막 3차 측정값은 65.9 dB로 평균 65.5 dB로 나타났다. 휴대용 확성기 경보음에 대한 인지는 1차, 2차, 3차 모두 인지 불능으로 나타났다. h실험자를 “가”구역에서 작업을 하도록 하였으며, 휴대용 확성기 경보음에 대한 음량을 측정된 결과 음량 1차 측정값은 65.2 dB이며, 2차 측정값은 65.9 dB, 마지막 3차 측정값은 65.3 dB로 평균 65.5 dB로 나타났다.

휴대용 확성기 경보음에 대한 인지는 1차, 2차, 3차 모두 인지 불능으로 나타났다. 다른 실험자들은 모두 휴대용 확성기 경보음을 인지하는 것으로 나타났다.

표 10. 지상4층 휴대용 확성기 경보음 dB 및 인지 분석 결과
 Table 10. Result of dB and cognitive analysis of portable loudspeakers on the 4th floor above the ground

실험 대상자	음량(dB)				경보음 인지		
	1차	2차	3차	평균	1차	2차	3차
a	65.2	65.4	65.9	65.5	O	O	O
b	65.2	65.4	65.7	65.4	O	O	O
c	65.4	65.8	65.3	65.5	O	O	O
d	65.2	65.7	65.4	65.4	O	O	O
e	65.3	65.5	65.9	65.6	X	X	X
f	65.5	65.2	65.4	65.4	X	X	X
g	65.4	65.1	65.9	65.5	X	X	X
h	65.2	65.9	65.3	65.5	X	X	X

A 시설의 공사현장에서의 지상 1층, 지상 2층, 지상 4층에서의 휴대용 확성기 경보음 인지 분석 결과는 Table 12와 같이 휴대용 확성기의 경보음 측정값 중 지상 1층에서 h, 지상 2층에서 g, h, 지상 4층에서 f, g, h는 휴대용 확성기의 경보음 인지 불능으로 나타났다.

즉, 공사 현장에서 사용되고 있는 휴대용 확성기는 특정 지점에서 작동시켰을 때, 사이렌과 같이 일정 지점에서만 경보음을 인지하였다. 그러므로 작업 소음이 많은 공사 현장의 작업장 전체에는 비상 경보음을 전달하기 어렵다고 판단되었다.

V. 결론 및 제언

이 연구는 소규모 건설 현장에서의 사이렌 및 휴대용 확성기에 대한 작업자의 화재경보음 인지 실험에 관한 연구이다. A 시설 공사 현장에서 지상 1층, 지상 2층, 지상 4층에서 화재경보음을 작업자가 얼마나 인지하는지 실험을 진행하였다.

(1) 사이렌 경보음 인지 분석 결과 지상 1층, 지상 2층, 지상 4층에서 측정된 경우 지상 1층 보다는 지상 4층에서 사이렌 경보음 인지 불능이 높게 나타났으며, 작업자 8명에게 3번 인지 실험을 하였으며 총 24번의 인지 실험 중, 지상 1층의 경우 12.5%에 해당하는 1명이 전부 인지 불능이었으며, 지상 2층의 경우 16.7%에 해당하는 1명이 마지막 3차에서는 인지를 못하였으며, 다른 1명은 3번 모두 인지 불가였다. 지상 4층의 경우에는 37.5%에 해당하는 3명이 3차 실험 모두 인지 불능으로 나타났다. 인지를 하지 못한 실험자들은 모두 작업 공간 및 장애물로 인해 사이렌 경보음과 작업 소음을 구별하지 못한 것으로 나타났다.

(2) 휴대용 확성기 경보음 인지 분석 결과 지상 1층, 지상 2층, 지상 4층에서 측정된 경우 지상 1층보다는 지상 4층에서 휴대용 확성기경보음 인지 불능이 높게 나타났으며, 작업자 8명에게 3번 인지 실험을 하여 총 24번의 인지 실험 중 지상 1층의 경우 12.5%에 해당하는 1명이 전부 인지 불능이었으며, 지상 2층의 경우 25%에 해당하는 2명이 인지 불능의 상태를 확인 할 수 있었고, 마지막인 지상 4층의 경우에는 50%에 해당하는 4명이 모두 인지 불능으로 나타났다. 인지를 하지 못한 실험자들은 모두 작업 공간 및 장애물로 인해 휴대용 확성기 경보음과 작업 소음을 구별하지 못한 것으로 나타났다.

공사 현장에서 사용되고 있는 비상경보장치는 특정 지점에서 사이렌 및 휴대용 확성기를 작동시켰을 때, 특정 지점에서만 경보음을 인지하고 그 외 지점에서는 인지를 하지 못하는 결과를 나타냈다. 이와 같은 결과는 작업 소음이 많은 공사 현장에서는 작업장 전체에 비상 경보음을 전달하는 것은 어렵다고 판단된다.

소규모 건설 현장의 화재경보음 인지를 향상시키기 위해서는 화재경보음 및 임시방송설비의 추가 설치를 고려해 볼 필요가 있다.

이 연구는 사이렌과 휴대용 확성기의 경보음 인지 여부를 실험한 것에 의의가 있으나, 소규모 건설 현장 및 특정 지역에 편중되고, 연구 대상의 모수가 적다는 것이 연구의 한계를 가진다.

References

- [1] Bae Deok Gon, "A Study of a Systematization for the Fire Safety Management on a Construction Site", University of Seoul, Ph.D. thesis, 2022, pp.35-41.
- [2] Lim, Pil-Gun, "A Study on the Problems Analysis and the Impronevement for ths Standards of Temporary Fire-Fighting Facility on the Building under Construction., Seoul National University of Science & Technology , Master's thesis, .2018, pp.8-10.
- [3] Lee, Sang-Guk, "In Occupational Safety Accident Reduction at Small-to-Midsize Construction Sites". Kyonggi University, Mater's thesis. 2017, pp. 9-25.
- [4] Jang, Yun Ra, "A Study on the Ri나 口 sssessment for Safety Management in Small and Medium-Sized Construction", Chonnam National University, Ph.D. thesis. 2019, pp.117-119.
- [5] so young, Oh , "A Study on the Improvement of the Speech Intelligibility of Emergency Fire Alarm System". University of Seoul, Maser's thesis. 2020, pp.65-69.
- [6] Sung, Seulki, "Development of a real-time pollutants monitoring system and its applicability and evaluation for automatic environmental performance management at constracton sites.", Yonsei University, Master's thesis, 2021, pp.78-80.
- [7] Ji Won Gu, "Evaluation of Human Recognition and Affordance under the Fire Alarm and Emergency Alert Message through EEG Measurement", Pukyong National University, Master's thesis, 2021, pp.108-107.
- [8] Caiyi Xiong, Zilong Wang, Yunke Huang, Fan Shi, Xinyan Huang, "Smart evaluation of building fire scenario and hazard by attention of alarm spind field", Journal of Building Engineering, Vo1.51, No. 1, 2022, pp.1-11