

http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2022.8.5.641

JCCT 2022-9-80

## 대규모 고시원의 피난계단 폭의 변화에 따른 피난소요시간 분석

### Analysis of Evacuation Time According to Variation of Evacuation Stairs' Width in Large-Scale Goshiwons

오수철\*, 공하성\*\*

Oh, Su-cheol\*, Kong, Ha-Sung\*\*

**요약** 이 연구는 숙박시설이 있는 특정소방대상물 수용인원의 산정 방법에 따라 피난가능시간을 기준으로 피난시뮬레이션을 실시하여 고시원 화재 발생 시 계단 폭의 변화에 따른 피난소요시간을 비교·분석하였다. 현재 숙박시설로 분류하는 고시원(바닥면적 합계 500㎡ 이상)은 소방시설법, 건축법, 주차장법이 정하는 맹점을 이용, 적은 면적의 대지 위에 고층으로 건축물을 신축하여, 적지 않은 양의 호실을 만들어 대다수의 고시원이 학생과 고시생을 위한 곳이 아닌 변형된 숙박시설의 형태로 변질되어가고 있다. 이는 건축주의 영업이익에 부합하므로 지속적인 증가 추세를 보일 것으로 예상된다. 고시원 피난 시간의 골든타임 확보는 우리 사회의 경제적 약자에 속하는 고시원 재실자의 최후의 보루로 본 연구가 사회적 안전망 구축을 위한 관계법령의 개정 논의에 시발점이 되길 바라며, 피난시뮬레이션 분석의 결과 피난훈련이 시행된 집단과 피난계단의 폭을 200cm로 확장한 경우에 피난소요시간이 가장 적게 나타났으며, 기존 건물의 계단 폭의 변화 없이 피난시뮬레이션을 실시한 피난소요시간이 648.4초와 시나리오 6을 비교하면 최대 166.3초가 단축되는 결과를 보였다. 이와 같은 분석 결과를 통하여 고시원의 피난안전성 개선을 위해 피난계단의 폭을 다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법의 안전시설 등 종류에 추가하여 관련 법령의 개정에 활용할 수 있는 근거를 마련했다는 점에서 의의가 있다.

**주요어** : 고시원, 피난시뮬레이션, 피난안전성, 피난소요시간

**Abstract** This research compares and analyzes evacuation time depending on the change in stair width in case of fire at Goshiwons. For this, a simulation has been conducted based on possible evacuation time according to the calculation method for the number of people admissible to a specific target for fire fighting equipped with accommodation. Currently, Gosiwon, which is classified as an accommodation facility (a total floor area of 500 m<sup>2</sup> or more), uses blind spots prescribed by the Fire Services Act, Building Act, and Parking Act to build a high-rise building on a small area of land, and most Gosiwon is transformed into a modified accommodation. This is in line with the owner's operating profit, so it is expected to show a continuous increase. Securing the golden time of Gosiwon evacuation time is the last bastion of Gosiwon residents who belong to the economically disadvantaged in our society, and we hope this study will serve as a starting point for discussions on revising related laws and regulations to establish a social safety net. As a result of the evacuation simulation analysis, the evacuation time was the least when the width of the group and the evacuation stairs were expanded to 200cm, and the evacuation time of the existing building was reduced by up to 166.3 seconds by comparing 648.4 seconds and scenario 6. This analysis can be meaningful, in that the width of the evacuation stairs revision of related laws and regulations for the safety of multiplex available premises.

**Key words** : Goshiwons, Evacuation Simulation, Evacuation Stability, Evacuation Time Required

\*정회원, 익산소방서 지휘조사 팀장 (제1저자)  
\*\*정회원, 우석대학교 소방방재학과 교수 (교신저자)  
접수일: 2022년 7월 31일, 수정완료일: 2022년 8월 25일  
게재확정일: 2022년 9월 8일

Received: July 31, 2022 / Revised: August 25, 2022

Accepted: September 8, 2022

\*\*Corresponding Author: 119wsu@naver.com

Dept. of Fire and Disaster Prevention, Woosuk Univ, Korea

## I. 서 론

2022년 4월 11일 오전 6시 33분 서울 영등포구 굿모닝 고시원에서 불이 나 고시원 내에서 발견된 70대(남)이 모 씨와 60대(남) 김 모 씨가 병원으로 긴급 이송됐지만 결국 사망 판정을 받았다. 그밖에 고시원 입주인 16명이 자력으로 대피했으며, 소방당국은 고시원 내 간이스프링클러설비 등 소방시설은 정상적으로 작동했다고 밝혔다 [1]. 이처럼 잊을만하면 발생하는 고시원 [2] 화재 참사는 2018년 11월 9일 사망 7명, 부상 11명이 발생한 서울 종로구 국일 고시원 화재 [3], 2020년 1월 30일 사망 1명, 중상 1명, 경상 1명이 발생한 서울 구로구 마이홈 고시원 화재로 2년 마다 반복되고 있다 [4]. 소방청은 국일 고시원 화재와 관련하여, 찾아가는 소방안전교육 계획을 [5] 수립하여 고시원을 방문 영업주·종업원 등에 소방안전교육을 실시했으며, 노후 고시원에 대한 간이스프링클러설비 설치 지원사업으로 [6] 전라북도에 국고보조금 197,333천원을 교부하여 보조비율 국비 부담 33.3%, 지방비 부담 33.3%, 민간 부담 33.3%로 2009년 7월 8일 이전 영업대상 중인 노후 고시원에 대해 간이스프링클러설비를 국비지원으로 화재로부터 안전성 제고에 노력한 바 있으나 고시원 화재로 인한 인명 및 재산피해는 지속적으로 반복되고 있다.

김진호 외 2인(2009)은 고시원의 피난 안전성 확보를 위해 복도·비상구 폭을 증가시켰을 경우 피난 소요시간이 단축되는 연구 결과를 도출하였다 [7]. 김인길 외 1인(2012)은 고시원 화재 시 재실자의 피난행동을 SIMULEX 실험을 통하여 간접적으로 확보, 1층 출구의 병목현상 및 인지능력이 떨어지는 시간 조건과 대피시간의 지연 시 4층, 5층의 재실자는 연기의 빠른 확산으로 인명피해가 발생할 수 있을 것으로 판단했다 [8].

임경범(2019)은 고시원 화재의 피난통로 협소 등 문제점을 분석, 화재시물레이션 결과를 통해 유독성 가스 및 온도와 같은 화재 위험요소가 재실자의 안전성에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 평가하였다 [9]. 고시원에 대한 기존연구는 고시원의 복도·비상구 폭 변화에 따른 피난 안전성 확보와 화재시물레이션을 실시한 위험성을 평가하는 선행연구가 이루어졌다. 이에 이 연구는 11층이상 [10] 고층 건축물에 해당하는 대규모 고시원에 대한 피난시물레이션을 실시, 피난 통로 및 피난 계단 폭의 변화가 고시원 재실자의 피난 골든타임에 미치는

변화를 평가하고자 한다 [11]. 이 연구에서는 고시원이 학생과 고시생을 위한 곳이 아닌 변형된 숙박시설의 형태인 쪽방처럼 활용되며, 우리 사회의 경제적 약자에 대한 최후의 주거지 중 하나로, 가난한 사람들이 가난하다는 이유로 목숨을 위협받는 위험한 곳으로 전락하는 일이 없도록 하고자, 전라북도 전주시 소재 165실 대규모 숙박시설(고시원) 재실자의 피난안전성 및 피난 골든타임 확보를 위한 피난 시간 개선의 일환으로 다중이용업소법 시행규칙 [별표 2]에서 규정하는 안전시설 등의 설치·유지 기준에 피난계단의 폭을 안전시설등 종류에 추가하여 그 적정성을 피난시물레이션을 실시한 후 지상층의 출입구까지의 피난 계단의 폭 변화를 통해서 피난 소요시간에 미치는 영향을 분석, 그 결과를 바탕으로 피난 골든타임 확보를 위한 「다중이용업소 안전시설등의 설치·유지 기준」 대안 제시를 연구의 목적으로 하였다 [12].

## II. 본 론

### 1. 고시원의 증가 및 대형화

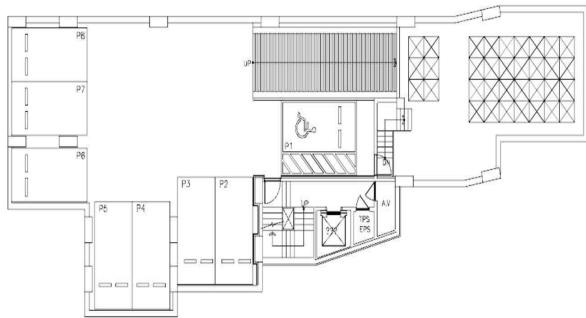
다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법(이하 “다중이용업소법” 이라 한다) 및 화재예방, 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률(이하 “소방시설법” 이라 한다)에 따라 안전시설등의 설치·유지 및 안전관리가 이루어지고 있지만, 오히려 소방시설법 및 건축법과 주차장법이 정하는 고시원 규정이 건축주의 고시원 신축과 대형화를 부추이는 결과를 초래하고 있다. 고시원을 규정하고 있는 각 법률을 보면 소방시설법 시행령 [별표 2] 근린생활시설에 해당하지 않는 고시원(바닥면적의 합계 500㎡ 이상)은 숙박시설로 분류하고, 건축법 시행령 [별표 1] 고시원을 제2종 근린생활시설(다중생활시설로서 바닥면적의 합계 500㎡ 미만)에 해당하지 아니하면 숙박시설로 분류한다. 또한 주차장법 시행령 [별표 1] 숙박시설은 시설 면적 200㎡당 1대 설치를 규정하고 있어 원룸 등 다가구주택(세대당 1대, 세대당 전용면적이 60㎡ 이하는 0.7대)을 신축하는 것보다 주차장 확보 면적에서 적다. 이로 인하여 건축주는 적은 면적의 대지에 호실이 많은 고시원을 신축할 수 있다. 전라북도의 경우 고시원의 수가 2020년 137개소 [13], 2021년 147개소 [14], 2022년 175개소로 [15] 크게 증가하고 대형화되어 가는 추세이다.

## 2. 피난시물레이션

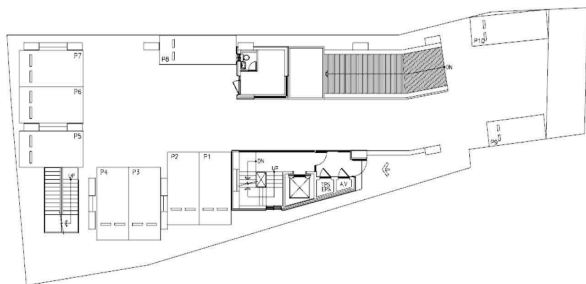
피난시물레이션은 화재 시 건축물 재실자들이 대피하는데 소요되는 시간을 예측하고, 분석하는 프로그램으로 이 연구에는 미국의 Thunderhead Engineering 사의 TATHFINDER를 사용하여, 고시원 재실자의 움직임과 군집밀도, 피난 속도가 느려지는 원인인 병목현상 등을 적용 가능한 Behavior Mode: Steering 시물레이션 방식을 적용하였다. 이 방식은 재실자들이 다른 사람과 상호작용하면서 이동하고, 출입구의 출입 인원 제한이 없이 시물레이션을 구동이 가능하기 때문이다.

## 3. 피난시물레이션 적용 대상

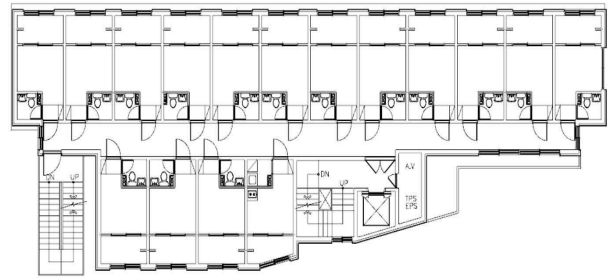
전라북도 전주시 ○○대학교 인근에 건축물 사용승인서(2022.2.4.)가 교부된 전주시 덕진구 덕진동1가 숙박시설(건축법: 다중생활시설, 소방시설법: 고시원) 대지면적 572.1㎡, 건축면적 337.08㎡, 연면적 3,107㎡, 1동/지하1층, 지상12층/높이 37.5미터, 법정 주차대수는 18대(지하주차장, 1층 필로티 주차장) 전층을 고시원 용도로 사용하며, 고시원 165실(1호실 당 평균 10.5925㎡) 휴게실, 공동취사구역 11실, 경비실 등으로 구성된 고시원을 대상으로 하고자 한다. 고시원 영업장의 평면도는 그림. 1 과 같다.



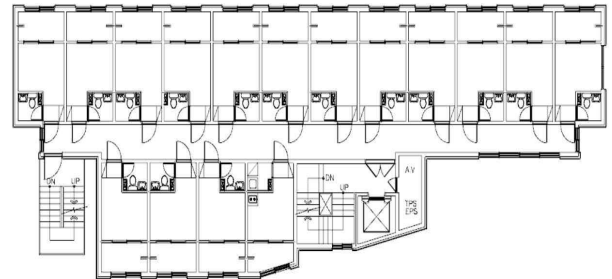
(a) 지하층 평면도



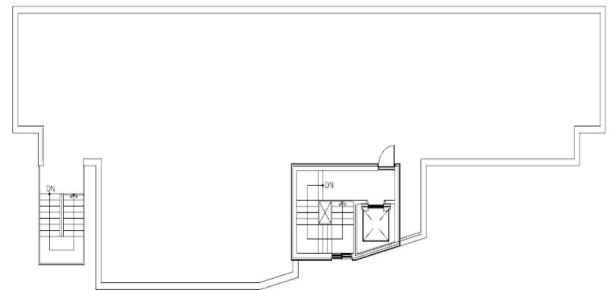
(b) 1층 평면도



(c) 2층 평면도



(d) 3~12층 평면도



(e) 옥탑층 평면도

그림 1. 고시원 영업장 평면도

Figure 1. Floor plan of Goshiwons business establishment

## 4. 수용인원의 산정

소방시설법 시행령 [별표 4] 숙박시설이 있는 특정소방대상물 수용인원의 산정 방법에 따라 바닥면적의 합계가 500㎡ 이상인 고시원은 숙박시설로 분류하므로, 침대가 없는 숙박시설 바닥면적(복도, 계단 및 화장실 면적 제외) 합계를 3㎡ 나누어 얻은 수(소수점 이하의 수는 반올림)를 종사자의 수와 합한 수로 재실자로 산정하였으며, 경비원 1명, 시설관리원 1명, 각 층별 고시원 바닥면적의 합계 158.8875㎡를 기준으로 53명의 재실자를 산정 하였으며, 현황은 표 1 과 같다.

표 1. ○○○○ 고시원  
Table 1. XXX Goshiwons

층	사용용도	층별 바닥면적 합계(m <sup>2</sup> )	고시원 룸 바닥면적 합계 (m <sup>2</sup> )	재실자 인원 산정기준	재실자(명)
지하1층	주차장 및 기계실	370.48	.	시설관리원 1인	1
1층	주차장 및 경비실	40.99	.	경비원 1인	1
2층	고시원 룸 15실, 조리실 1실	245.05	158.8875	3m <sup>2</sup> /인원	53
3층	고시원 룸 15실, 조리실 1실	245.05	158.8875		53
4층	고시원 룸 15실, 조리실 1실	245.05	158.8875		53
5층	고시원 룸 15실, 조리실 1실	245.05	158.8875		53
6층	고시원 룸 15실, 조리실 1실	245.05	158.8875		53
7층	고시원 룸 15실, 조리실 1실	245.05	158.8875		53
8층	고시원 룸 15실, 조리실 1실	245.05	158.8875		53
9층	고시원 룸 15실, 조리실 1실	245.05	158.8875		53
10층	고시원 룸 15실, 조리실 1실	245.05	158.8875		53
11층	고시원 룸 15실, 조리실 1실	245.05	158.8875		53
12층	고시원 룸 15실, 조리실 1실	245.05	158.8875		53
옥탑1	엘리베이터 권상기실	22.87	.	.	0
합계		3,129.89	1,747.7625	.	585

표 2. 연령 및 성별에 따른 재실자의 수  
Table 2. Number of Classrooms by Sex and Age

연령	성별	종사자	재실자	재실자(남)	재실자(여)	합계
30대 미만	남	.	189	189	.	280
	여	.	91	.	91	
30~39세	남	1	96	96	.	142
	여	.	46	.	46	
40~49세	남	.	49	49	.	72
	여	.	23	.	23	
50~59세	남	.	34	34	.	51
	여	.	17	.	17	
60세 이상	남	1	26	26	.	38
	여	.	12	.	12	
합계		2	583	394	189	583

5. 재실자의 배치

수용인원 산정 방법에서 얻은 수 583명과 건물 관리인 2명을 층별 재실자로 배치하여 경비실 60대 남성 1명 근무, 지하 1층에 시설관리원 30대 남성 1명 근무, 각 층별 고시원 15개 룸에 53명을 분산 배치하였으며, 2017년 국토교통부 「주택이외의거처주거실태조사」 고시원·고시텔 가구주의 성별 거주자 비율에 따라 남성 67.6%, 여성 32.4%로 설정하였고, 가구주 연령 30대 미만 48%, 30~39세 24.3%, 40~49세 12.4%, 50~59세 8.8%, 60대 이상 6.5%로 배치하였다 [16]. 연령 및 성별에 따른 재실자의 수는 표 2 과 같고, 재실자 배치에 대한 입면도는 그림 2 와 같다.



그림 2. 재실자 배치 입면도  
Figure 2. Occupants Layout Elevation

### 6. 재실자의 인체치수

피난시물레이션에 적용한 수용인원의 인체치수는 연령, 키, 어깨가쪽사이길이, 보행속도로 구분하여 표 3와 같이 나타내었다. 연령 및 성별을 통해 통계청의 한국인의 인체치수조사 보고서(2020~21년 8차 인체치수조사) 자료를 참고하여 작성하였다 [17]. 연령 및 성별에 따른 보행속도는 박세진 외 5인(2007)의 연구를 참고하였다 [18].

표 3. 한국인의 인체치수 및 보행속도  
 Table 3. Human Dimensions and Walking Speed of Koreans

연령	성별	키(cm)	어깨가쪽사이길이* (cm)	보행속도 (m/s)
20대	남	175.3	44.2	1.49
	여	162.4	39.7	1.35
30대	남	175.8	44.4	1.49
	여	162.7	39.5	1.35
40대	남	173.8	43.1	1.41
	여	161.2	38.9	1.41
50대	남	170.6	41.8	1.41
	여	157.9	37.9	1.41
60대	남	168.2	41.3	1.61
	여	155.7	37.9	1.32

\* 피측정자의 뒤에서 줄자로 왼쪽 어깨가쪽점에서 오른쪽 어깨가쪽점까지의 체표길이를 측정

### 7. 시나리오의 구성

피난시물레이션 설정은 고시원의 화재로 발생할 수 있는 최악의 기준을 가정하여 수용인원 산정 방법에서 얻은 최대의 인원 수와 건물 관리인을 합한 585명을 대상으로 하였다. 이 연구대상의 고시원 승강기는 화재시 이용을 제한하고, 옥내 피난계단과 옥외 피난계단을 이용하여 피난하는 것으로 설정하였으며, 기존 건물의 계단 폭의 변화없이 피난시물레이션을 실시한 바 재실자는 옥내 피난계단으로 집중하여 피난하며, 피난소요시간이 648.4초(피난준비시간 250초 포함)로 이를 개선하고자 다중이용업소법에서 규정하지 않는 고시원의 피난계단 폭의 기준을 제시하여 재실자의 피난안전성 확보를 위하여 시나리오 변화에 따라 피난소요시간을 분석하기 위해 표 4와 같이 시나리오를 구성하였다.

### 8. 피난개시 시간의 설정

분석 대상의 고시원은 층수가 11층 이상으로 비상방송설비 설치 대상이며, 층수가 5층 이상 연면적 3,000㎡ 초과하는 특정소방대상물로서 1층에서 발화한 때에는

발화층·그 직상4개층 및 지하층에 경보를 발하는 대상이다 [19]. 지상 1층에서 화재가 발생한 것으로 가정하고, 비상방송설비의 음향장치는 기동장치에 따른 화재신고를 수신한 후 필요한 음량으로 화재발생 상황 및 피난에 유효한 방송이 자동으로 개시될 때까지의 소요시간은 10초 이하이다. 또한 소방시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준 [별표 1]으로 Table 5 같이 피난가능(준비)시간 기준을 녹음된 음성 메시지 또는 훈련된 직원과 함께 경고방송을 제공할 수 있는 경우로 하여 피난준비시간 기준을 4분으로 설정하고 방송소요시간 10초와 4분을 더한 시간을 피난개시시간으로 설정하였다 [20].

표 4. 시나리오  
 Table 4. Scenario

시나리오	구 성
1	옥외 피난계단은 120cm 그대로 두고 옥내 피난계단의 폭을 130cm에서 150cm 로 확장
2	옥외 피난계단 및 옥내 피난계단의 폭을 모두 150cm로 확장
3	옥외 피난계단은 150cm로 하고 옥내 피난계단의 폭을 200cm로 확장
4	시나리오1.에서 각 층별 23명은 옥외계단, 30명은 옥내 계단으로 지정 피난
5	시나리오2.에서 각 층별 23명은 옥외계단, 30명은 옥내 계단으로 지정 피난
6	시나리오3.에서 각 층별 23명은 옥외계단, 30명은 옥내 계단으로 지정 피난

표 5. 피난준비시간 기준  
 Table 5. Time reference for evacuation

용 도	피난준비 시간(분)
기숙사, 중/고층 주택 (거주자는 건물의 내부, 경보, 탈출로에 익숙하고, 수면상태일 가능성 있음)	4

## III. 결 과

### 1. 실험분석 기준

그림 3(a)~8(a)의 각 그림은 피난시물레이션 피난소요시간을 비교·분석하여 피난소요시간이 가장 적게 소요된 시나리오 6의 482.1초에서 피난 불가능 인원을 비교·분석하였다.

그림 3(b)~8(b)의 각 그림은 1층 옥내 피난계단에서 병목 현상과 재실자의 군집밀도 및 이동속도를 분석하였다.



표 6~11 은 피난소요시간 분석을 위한 시나리오 6의 피난소요시간인 482.1초의 피난인원, 피난 불가능인원 및 피난소요시간을 분석하였다.

Table 12 와 Fig 9 는 시나리오 1~6 피난소요시간을 비교·정리하였다.

그림 10 에서 시간대별 재실자의 대피현황 그래프의 경우 482.1초의 기준선을 입력하여, 피난 불가능인원을 분석 및 피난자의 기준으로 피난인원에 대한 그래프의 평균 기울기를 분석하였다.

2. 실험분석

1) 시나리오 1

표 6 과 그림 3 에서 옥외 피난계단은 120cm 그대로 두고 옥내 피난계단의 폭을 130cm에서 150cm로 확장하여 피난하는 과정을 분석하였다. 화재경보신호 후 각 층 옥외 피난계단 인근 3개 호실 재실자 8명은 옥외 피난계단으로 이동하였고 함께 85명이 피난하였다 나머지 모든 재실자는 중앙에 있는 옥내 피난계단으로 이동하여 피난개시 30초만에 전층에서 심각한 병목현상이 발생하였으며, 피난계단의 폭 확장으로 최대 2명이 나란히 이동했다. 1층 계단을 벗어나는 623초까지 병목현상은 지속되었고 1층 계단에서 군집밀도는 최고 0.28명/m<sup>2</sup>를 기록했고 이동속도는 최저 0.09m/s의 속도를 보였으며 재실자의 피난소요시간은 634.9초가 소요되었다.

2) 시나리오 2

표 7 과 그림 4 에서 옥외 피난계단 및 옥내 피난계단의 폭을 모두 150cm로 확장하여 피난하는 과정을 분석하였다. 화재경보신호 후 각 층 옥외 피난계단 인근 재실자 9명은 옥외 피난계단으로 이동 함께 104명이 피난하였다. 나머지 모든 재실자는 중앙에 있는 옥내 피난계단으로 이동하여 피난개시 30초만에 전층에서 심각한 병목현상이 발생하였으며, 1층 계단을 벗어나는 610초까지 병목현상이 지속되었다. 1층 계단에서 군집밀도는 최고 0.28명/m<sup>2</sup>를 기록했고 이동속도는 최저 0.09m/s의 속도를 보였으며 재실자의 피난소요시간은 622.5초가 소요되었다.

표 6. 시나리오 1, 시나리오 6의 피난상황 분석  
Table 6. Scenario 1, Scenario 6 Evacuation Situation Analysis

시나리오 1의 피난소요시간	634.9초	152.8초 추가
시나리오 6의 피난소요시간	482.1초	소요
482.1초에서 피난 불가 인원	219명	

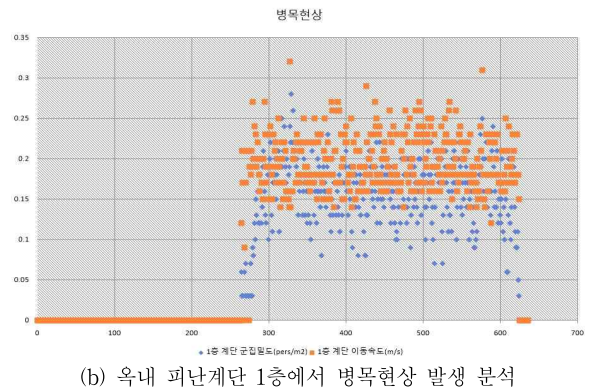
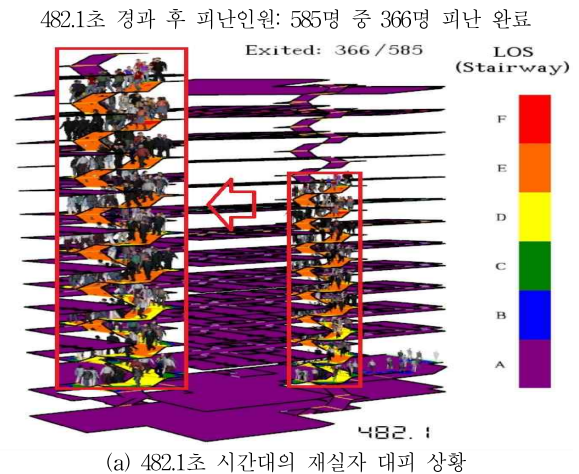
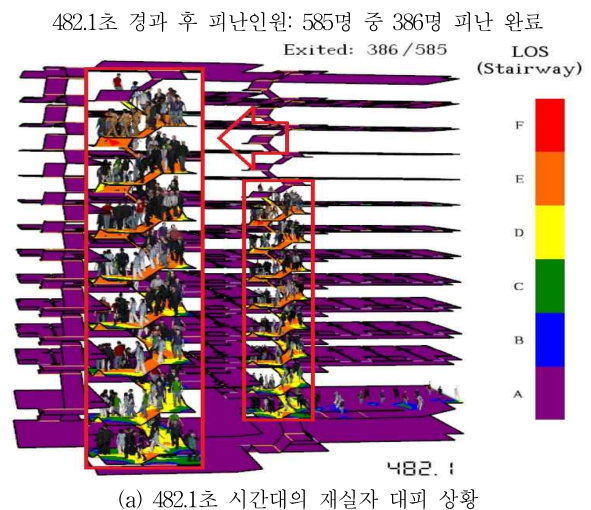


그림 3. 시나리오 1의 피난상황 및 병목현상 분석  
Figure 3. Analysis of Evacuation Situation and Bottleneck in Scenario 1

표 7. 시나리오 2, 시나리오 6의 피난상황 분석  
Table 7. Scenario 2, Analysis of Evacuation Situation in Scenario 6

시나리오 2의 피난소요시간	622.5초	140.4초 추가 소요
시나리오 6의 피난소요시간	482.1초	
482.1초에서 피난 불가 인원	199명	



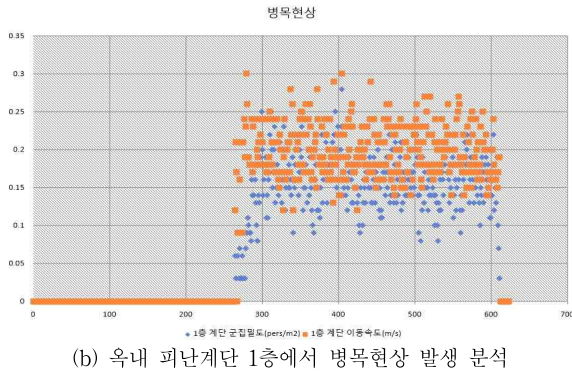


그림 4. 시나리오 2의 피난상황 및 병목현상 분석  
 Figure 4. Analysis of Evacuation Situation and Bottleneck in Scenario 2

3) 시나리오 3

표 8 과 그림 5 에서 옥외 피난계단은 150cm로 하고 옥내 피난계단의 폭을 200cm로 확장하여 피난하는 과정을 분석하였다. 화재경보신호 후 각 층 옥외 피난계단 인근 채실자 9명은 옥외 피난계단으로 이동 함께 105명이 피난하였다 나머지 모든 채실자는 중앙에 있는 옥내 피난계단으로 이동하여 피난개시 30초만에 전층에서 심각한 병목현상이 발생하였으며, 피난계단의 폭 확장으로 최대 3명이 나란히 이동했다. 계단을 벗어나는 523초까지 병목현상이 지속되었고 채실자의 군집밀도는 최고 0.26명/m<sup>2</sup>를 기록했고 이동속도는 최저 0.14m/s의 속도를 보였으며 채실자의 피난소요시간은 535.7초가 소요되었다.

4) 시나리오 4

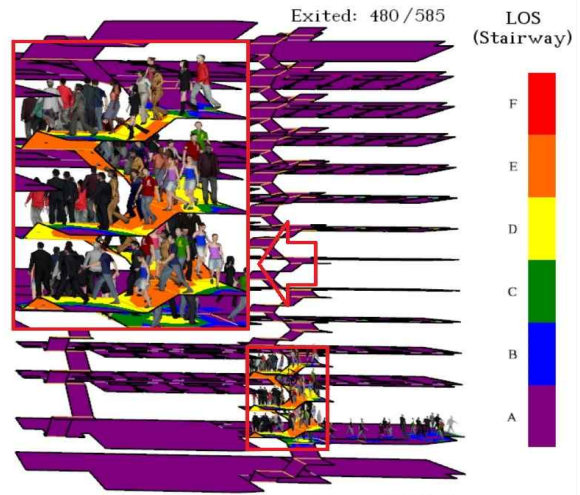
표 9 와 그림 6 에서 시나리오 1. 상황에 추가, 평소 정기적인 피난훈련을 실시하여 각 층별 7개 호실 23명은 옥외 피난계단, 8개 호실 및 조리·세탁실 30명은 옥내 피난계단으로 지정 피난하는 과정을 분석하였다. 화재경보신호 후 옥외 피난계단으로 이동 253명이 피난하였고 나머지 모든 채실자 330명은 중앙에 있는 옥내 피난계단으로 이동하여 피난개시 30초만에 전층 피난계단에서 심각한 병목현상이 발생하였으며, LOS(Stairway) 등급은 최상위 F로 나타났다. 1층 계단을 벗어나는 505초까지 병목현상이 지속되었고, 1층 계단에서 군집밀도는 최고 0.3명/m<sup>2</sup>를 기록했고 이동속도는 최저 0.08m/s의 속도를 보였으며 채실자의 피난소요시간은 542.8초가 소요되었다.

표 8. 시나리오 3, 시나리오 6의 피난상황 분석

Table 8. Scenario 3, Analysis of Evacuation Situation in Scenario 6

시나리오 3의 피난소요시간	535.7초	53.6초 추가 소요
시나리오 6의 피난소요시간	482.1초	
482.1초에서 피난 불가 인원	105명	

482.1초 경과 후 피난인원: 585명 중 480명 피난 완료



(a) 482.1초 시간대의 채실자 대피 상황

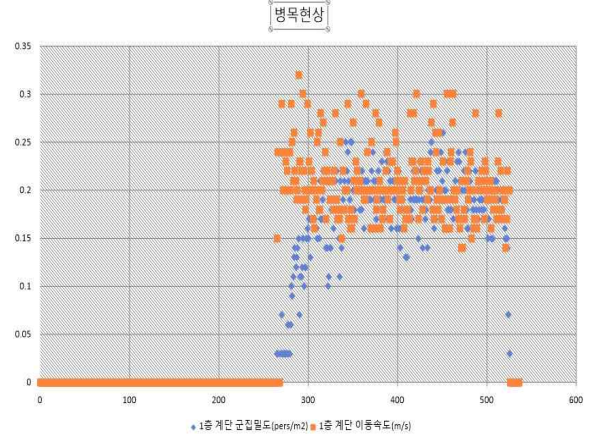


그림 5. 시나리오 3의 피난상황 및 병목현상 분석

Figure 5. Analysis of Evacuation Situation and Bottleneck in Scenario 3

표 9. 시나리오 4, 시나리오 6의 피난상황 분석

Table 9. Scenario 4, Analysis of Evacuation Situation in Scenario 6

시나리오 4의 피난소요시간	542.8초	60.7초 추가 소요
시나리오 6의 피난소요시간	482.1초	
482.1초에서 피난 불가 인원	109명	



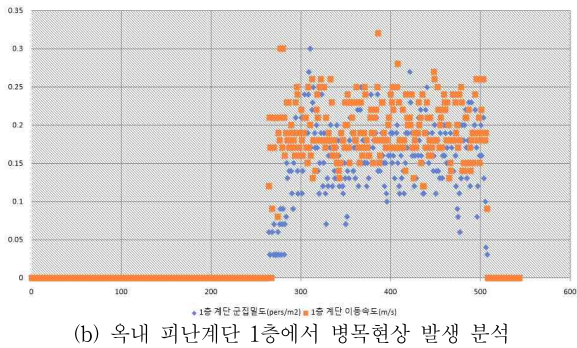
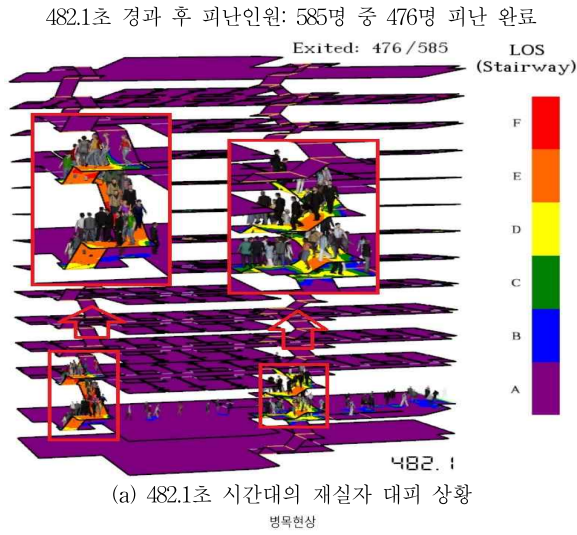


그림 6. 시나리오 4의 피난상황 및 병목현상 분석  
 Figure 6. Analysis of Evacuation Situation and Bottleneck in Scenario 4

5) 시나리오 5

표 10 과 그림 7 에서 시나리오 2. 상황에 추가, 평소 정기적인 피난훈련을 실시하여 각 층별 7개 호실 23명은 옥외 피난계단, 8개 호실 및 조리·세탁실 30명은 옥내 피난계단으로 지정 피난하는 과정을 분석하였다. 화재 경보신호 후 옥외 피난계단으로 이동 253명이 피난하였고 나머지 모든 재실자 330명은 중앙에 있는 옥내 피난계단으로 이동하여 피난개시 30초만에 진출 피난계단에서 심각한 병목현상이 발생하였으며, LOS(Stairway) 등급은 최상위 F로 나타났다. 1층 계단을 벗어나는 504초까지 병목현상이 지속되었고 1층 계단에서 군집밀도는

표 10. 시나리오 5, 시나리오 6의 피난상황 분석  
 Table 10. Scenario 5, Analysis of Evacuation Situation in Scenario 6

시나리오 5의 피난소요시간	517초	35.7초 추가
시나리오 6의 피난소요시간	482.1초	소요
482.1초에서 피난 불가 인원		48명

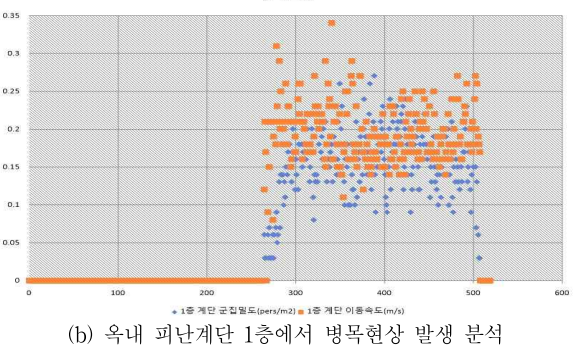
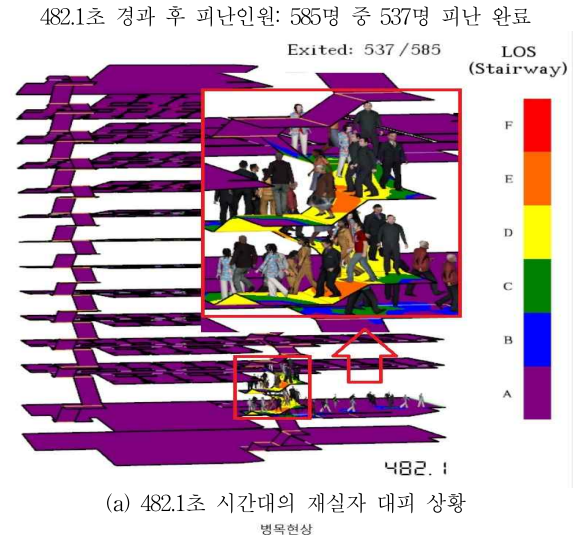


그림 7. 시나리오 5의 피난상황 및 병목현상 분석  
 Figure 7. Analysis of Evacuation Situation and Bottleneck in Scenario 5

최고 0.27명/m<sup>2</sup>를 기록했고 이동속도는 최저 0.08m/s의 속도를 보였으며 재실자의 피난소요시간은 517.8초가 소요되었다.

6) 시나리오 6

표 11 과 그림 8 에서 시나리오 3. 상황에 추가, 평소 정기적인 피난훈련을 실시하여 각 층별 7개 호실 23명은 옥외 피난계단, 8개 호실 및 조리·세탁실 30명은 옥내 피난계단으로 지정 피난하는 과정을 분석하였다. 화재 경보신호 후 옥외 피난계단으로 이동 253명이 피난하였고 나머지 모든 재실자 330명은 중앙에 있는 옥내 피난계단으로 이동하여 피난개시 20초만에 옥내·옥외 피난계단에서 병목현상이 발생하였으며, LOS(Stairway) 등급은 E로 나타났다. 1층 계단을 벗어나는 455초까지 병목현상은 지속되었다. 1층 계단에서 군집밀도는 최고 0.25명/m<sup>2</sup>를 기록했고 이동속도는 최저 0.15m/s의 속도를 보였으며 재실자의 피난소요시간은 482.1초가 소요

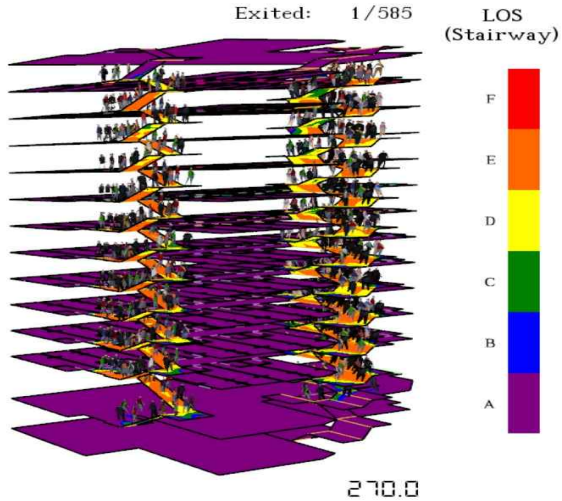


되었다.

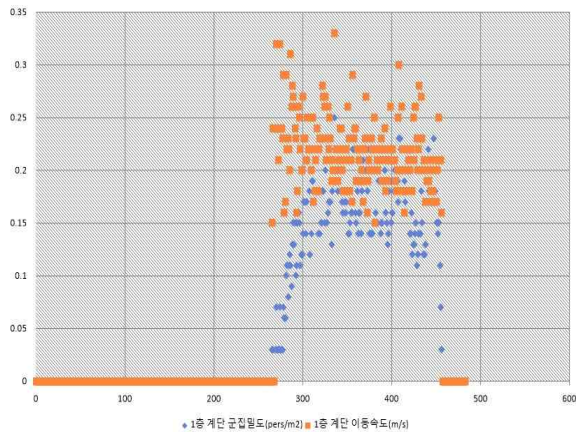
표 11. 시나리오 6의 피난상황 분석

Table 11. Analysis of Evacuation Situation in Scenario 6

시나리오 6의 피난소요시간	482.1초
482.1초에서 피난 불가 인원	0명



(a) 피난개시 20초 후 재실자 대피 상황  
병목현상



(b) 옥내 피난계단 1층에서 병목현상 발생 분석

그림 8. 시나리오 6의 피난상황 및 병목현상 분석

Figure 8. Analysis of Evacuation Situation and Bottleneck in Scenario 6

#### 7) 실험결과 종합분석

표 12 와 그림 9 은 고시원 계단의 폭의 변화를 시나리오 1~3으로 분석하고, 시나리오 4~6은 계단 폭의 변화와 평소 정기적인 피난훈련을 추가하여 비교 분석한 결과, 계단 폭의 증가 및 대피훈련이 피난소요시간 단축에 영향을 미쳤으며, 시나리오 2와 5를 비교하면 계단의 폭은 동일하지만 대피훈련의 실시여부에 따라서

피난소요시간이 최대 104.7초 단축되고 피난인원이 151명 증가 되는 결과를 보였다.

표 12. 시나리오별 피난소요시간 분석

Table 12. Analysis of Evacuation Time by Scenario

시나리오	1	2	3	4	5	6
피난소요 시간(초)	634.9	622.5	535.7	542.8	517.8	482.1
피난인원 (명)	366	386	480	476	537	585
482.1초 피난 불가 인원(명)	219	199	105	109	48	0



그림 9. 시나리오별 피난소요시간 분석

Figure 9. Analysis of Evacuation Time by Scenario

## IV. 토 론

지금까지 피난시뮬레이션 결과를 분석한 결과를 살펴보면 옥내 피난계단의 확장과 피난훈련 실행된 집단이 피난소요시간의 단축으로 이어져 가장적은 482.1초로 나타났으며, 이는 정기적인 소방·피난훈련의 중요성을 상기시키는 결과를 초래하였으며, 피난시뮬레이션 분석을 통해 도출한 결과는 다음과 같다.

- (1) 옥내 피난계단의 폭을 130cm에서 150cm 확장하고, 옥외 피난계단의 폭은 120cm 인 경우 피난소요시간은 634.9초가 걸렸다.
- (2) 옥내 피난계단의 폭을 130cm에서 150cm 확장하고, 옥외 피난계단의 폭은 120cm에서 150cm로 확장한 경우 피난소요시간은 622.5초가 걸렸다.

- (3) 옥내 피난계단의 폭을 130cm에서 200cm 확장하고, 옥외 피난계단의 폭은 120cm에서 150cm로 확장한 경우 피난소요시간은 535.7초가 걸렸다.
- (4) 피난훈련이 실행된 집단으로 옥내 피난계단의 폭을 130cm에서 150cm로 확장하고, 옥외 피난계단의 폭은 120cm 인 경우 피난소요시간은 542.8초가 걸렸다.
- (5) 피난훈련이 실행된 집단으로 옥내 피난계단의 폭을 130cm에서 150cm로 확장하고, 옥외 피난계단의 폭은 120cm에서 150cm로 확장한 경우 피난소요시간은 517.8초가 걸렸다.
- (6) 피난훈련이 실행된 집단으로 옥내 피난계단의 폭을 130cm에서 200cm로 확장하고, 옥외 피난계단의 폭은 120cm에서 150cm로 확장한 경우 피난소요시간은 482.1초가 걸렸다.

## V. 결 론

이 연구는 소방시설법 시행령 [별표 4] 숙박시설이 있는 특정소방대상물 수용인원의 산정 방법에 따라 인원을 산정 및 소방시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준 [별표 1]의 기준에서 정하는 피난가능시간을 기준으로 피난시물레이션을 이용하여 고시원 화재 발생 시 계단 폭의 변화에 따른 피난소요시간을 비교·분석하였다. 다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법 시행규칙 [별표 2] 에서 규정하는 안전시설등의 설치·유지 기준에 피난계단의 폭을 안전시설등 종류에 추가하여 고시원의 안전성을 확보하고자 피난시물레이션을 실시한 후 지상층의 출입구까지의 피난계단의 폭 변화를 통한 피난소요시간에 미치는 영향을 분석하였다.

분석의 결과 피난훈련이 실행된 집단과 피난계단의 폭을 200cm로 확장한 경우에 피난소요시간이 가장 적게 나타났으며, 기존 건물의 계단 폭의 변화없이 피난시물레이션을 실시한 피난소요시간이 648.4초와 시나리오 6.을 비교하면 최대 166.3초가 단축되는 결과를 보였다. 이와 같은 분석 결과를 통하여 고시원의 피난안전성 개선을 위한 다중이용업소법 시행규칙 [별표 2] 에서 규정하는 안전시설등의 설치·유지 기준에 피난계단의 폭을 안전시설등 종류에 추가하여 관련 법령의 개정에 활용할 수 있는 기초자료의 근거를 마련했다는 점에서 의미 있는 분석이 될 수 있다고 할 것이다. 향후 이 연구

에서 실시한 고시원을 대상으로 화재시물레이션 분석을 활용하여 화재시 CO, CO2 등 유해가스에 대한 분석, 연기에 대한 가시거리 분석 및 산소농도의 분석을 통한 고시원 재실자의 ASET(Available Safety Escape Time)을 산정하여 REST(Required Safety Escape Time)과 비교하는 피난안전성에 대한 추가적인 분석이 필요할 것이다.

## References

- [1] Yonhap News Agency, April 11, 2022, 11:41 Reporter Song Eun-kyung.
- [2] Korea Law Information Center, Article 2-7-2 of Enforcement Decree of Act on Safety Management of Multi-Purposed Facility, Goshiwons Business [A business in the form of accommodation or room and board equipped with facilities for learners to study in a divided room] <https://www.law.go.kr/lsSc.do?section=&menuId=1&subMenuId=15&tabMenuId=81&eventGubun=060101&query=%ED%99%94%EC%9E%AC%EC%98%88%EB%B0%A9#J2:0>
- [3] Yonhap News Agency November 9, 2018, 10:02 Reporter Hwang Jae-ha.
- [4] Yonhap News Agency January 31, 2020, 20:49 Reporter Lim Sung-ho.
- [5] Fire and Rescue Service, 2018, Notification of Outreach Fire Safety Training Plan Related to Fire at Kukil Goshiwons
- [6] Fire and Rescue Service, 2019, Notification of Decision to Grant Government Subsidies, 「2019 Project to Support Installment of Temporary SPs in Old Goshiwonss」
- [7] Kim Jin-ho, Yang Jung-hoon, Seok Ho-tae (2009), Study on Evacuation Time Change Depending on Width of Corridor and Emergency Exit in Case of Fire at Goshiwons, Korean Solar Energy Society, Collected papers from symposium, pp. 133-138.
- [8] Kim In-gil, Jung Young-jin (2012), Human Evacuation Behavior in Case of Fire at Goshiwons, Korean Institute of Fire Science and Engineering, Collected papers from symposium, pp. 400-403.
- [9] Lim Kyung-beom (2019), Multi-Purposed Facility Fire Simulation Evaluation, Journal of Convergence Technology Society. 3(1), 1-6
- [10] 『Society General』 Time When Life Is Highly Likely to Survive in Situations Such as Disaster

- or Emergency Medical Care, Rescue activities or first aid must be carried out within this time to save lives, National Institute of Korean Language, Korean Standard Unabridged Dictionary
- [11]Enforcement Rules of Special Act on Safety Management of Multi-Purposed Facilities [Appendix 2], Korea Law Information Center.
- [12]Act on Fire Prevention, Installation and Maintenance of Firefighting Facilities, and Safety Management, Para. 1 of Art. 24, High-rise building, Korea Law Information Center  
In the case of a high-rise building with 11 or more floors excluding the underground floor, this study will designate it as a large-scale Goshiwons. <https://www.law.go.kr/LSW/lsSc.do?section=&menuId=1&subMenuId=15&tabMenuId=81&eventGubun=060101&query=%ED%99%94%EC%9E%AC%EC%98%88%EB%B0%A9#undefined>
- [13]Fire and Rescue Service Statistics. Facts and Figures on 2020, Preventive Fire Administration, p. 94.
- [14]Fire and Rescue Service Statistics, Facts and Figures on 2021, Preventive Fire Administration, p. 114.
- [15]Fire and Rescue Service Statistics, Facts and Figures on 2022, Preventive Fire Administration, p. 112.
- [16]Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2017, 「Housing Survey of Living Quarters Other Than Housing Unit」 [https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=116&tblId=DT\\_MLTM\\_6081&conn\\_path=I3](https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=116&tblId=DT_MLTM_6081&conn_path=I3)
- [17]Korean Human Body Measurement Survey, Human Body Measurement Survey Report(2020~21), 8th Human Body Measurement Survey, <https://sizekorea.kr/human-info/meas-report?measDegree=8>
- [18]Park Se-jin, Lee Jun-su, Kang Deok-hee, Jung Eun-hee, Jeon Hyo-jung, Park Sung-bin(2007), Study on Walking Speed and Stride by Age, Ergonomic Society of Korea, Collected papers from symposium, 2007. 11, pp. 430-434.
- [19]Korea Law Information Center, Fire Safety Standards of Emergency Broadcasting System (NFSC 202)
- [20]Korea Law Information Center, Performance-focused design methods and criteria such as fire-fighting facilities