

# 사회복지관 피난모델링을 통한 시나리오 개발의 필요성

김진하\* · 김서영\*\* · 공하성\*\*\*

\*우석대학교 일반대학원 소방·안전공학과 석사과정

\*\*우석대학교 일반대학원 소방·안전공학과 박사과정

\*\*\*우석대학교 일반대학원 소방방재학과 교수

## The Need for Developing Scenarios through Social Welfare Facility Evacuation Modeling

Jin-Ha Kim\* · Seo-Young Kim\*\* · Ha-Sung Kong\*\*\*

\*Graduate Student, Fire Protection and Safety Engineering, Woosuk University

\*\*Ph.D, Candidate Fire Protection and Safety Engineering, Woosuk University

\*\*\*Associate Professor, Fire and Disaster Prevention, Woosuk University

### Abstract

Social welfare facilities are used by a wide range of local residents, including vulnerable populations such as the elderly, children, and people with disabilities. During emergencies like fires, confusion can arise as these individuals try to evacuate. Evacuation simulation results have shown that utilizing evacuation systems based on specific evacuation scenarios can significantly decrease the time required for evacuation compared to general evacuation procedures. By anticipating potential fires based on changes in social and facility environments, appropriate evacuation scenarios can be developed and applied to evacuation systems, thus contributing to the safety and security of individuals during emergencies. In conclusion, for social welfare facilities that serve a large number of people, it is necessary to expand the focus on performance-based design depending on the size of the facility, and to continuously develop and train for appropriate evacuation scenarios that align with changing facility environments.

**Keywords :** Social Welfare Facility, Evacuation, Safety, Scenario, Development

### 1. 서론

오늘날 시민 사회의 다양한 사회복지 요구에 따라 지역 사회에는 과거에 비해 많은 종합사회복지관이 건립되고 있으며, 지역주민의 복지 욕구에 부응하여 사회복지시스템의 한축을 형성하고 있다. 이러한 현상을 반영하여 사회복지관의 숫자는 2007년 408개에서 2022년 477개가 설립·운영되고 있다(KASWC, 2023). 또한 2020년에는 사회복지시설에서 발생한 화재건수가 6건, 2021년에는 7건으로 증가하는 것으로 나타났다. 사회복지관의 특성상 다양한 계층과 부류의 지역주민이 이용하고 있기 때문에 노인, 아동, 장애인 등과 같은 피난 약자들도 이용함으로

써 화재 등 재난·재해 발생 시 해당 건물 이용자들의 대피가 혼란으로 이어질 수 있다.

Choi and Lee (2011)의 연구에서는 사회복지시설 화재사례 분석과 국내외 화재시 피난의 문제점을 분석하고 개선하거나 보완해야 할 점에 대해 제시하였다. Lee (2011)의 연구에서는 ADL 능력에 기반하여 노인들의 신체행동적 한계를 건강도에 따라 분류한 뒤 재난시 대피 안전성 등을 고려하여 노인들에게 편리하고 안전한 층별 시설배치 방안에 대해 연구를 하였다. Hong et al. (2016)의 연구에서는 재난약자의 피난안전성능 확보를 위해 노인요양시설에서 발생한 주요 화재사례를 분석하고, 관련 시설 근무자의 소방안전의식에 대한 실태조사를 비교 분석하는 연구를 하였다. Choi (2013)의 연구에서는 사회

†Corresponding Author : Ha-Sung, Kong, 443, Samnye-ro, Samnye eup, Wanju-gun, Jeonbuk, E-mail: 119wsu@naver.com  
Received April 20, 2023; Revision June 11, 2023; Accepted June 11, 2023

복지시설 안전관리 실태를 조사하고 이용자 및 종사자의 안전을 위해 화재안전관리 강화방안을 제시하였다. Kim et al (2011)의 연구에서는 인명안전도에 대한 정량적 평가방법과 주요 인자에 관한 탐색적 연구 수행을 위해 탈출 시뮬레이션을 통해 사회복지시설의 인명 안전도 평가로의 적용가능성과 인명탈출 평가 시 고려해야할 주요인자들에 대한 연구를 하였다.

Choi and Lee(2013), Choi(2013) 및 Kim et al (2011)의 연구에서는 사회복지시설의 피난 안전성에 대해 연구를 하였고, Lee (2011)과 Hong et al (2016)의 연구에서는 피난약자 및 재난약자의 피난안전성 확보에 관한 연구를 진행하였다. 하지만 기존 연구들에서 사회복지시설의 피난 안전성 확보를 위해 피난시뮬레이션을 사용하여 연구를 진행한 것은 부족한 실정이다.

따라서 이 연구에서는 사회복지관을 이용하는 다양한 피난자들의 개인 특성과 다양한 화재 등의 발생 및 진행상황, 이에 따른 피난상황에 있어서 대응 가능한 시나리오를 개발하여 인명 안전성 확보를 목적으로 한다.

하 2층과 지상 4층으로 이루어진 건축물로, A동과 B동으로 구성되어 있으며 두 동의 연결은 2, 3층에 설치된 연결 통로로 연결되어 있다. 각 동의 층간 높이는 1층과 2층 사이가 4.5m, 나머지 층의 층 높이는 4.2m 이다. 승강기는 15인승이며, 장애인 겸용으로 이용되고 있다. 건축물의 총 면적은 15,042 m<sup>2</sup>이고, 피난층으로 통하는 각 동 출입구는 A동은 3곳, B동은 2곳이다. 2층과 3층은 각 동을 상호 연결하는 폭 2.05m의 브리지가 설치되어 있다.

2.2 수용인원 산정

2.2.1 직원 배치 현황

직원의 배치현황은 Table 1과 같이 자원봉사자, 사회복지요원 포함 총 99명으로 세부적으로 살펴보면 A동 1층에 총 25명이 근무하며, 2층에는 16명, 3층에는 27명, 4층에는 5명이 근무하고 있다. B동에는 1층 5명, 2층 6명, 3층 11명, 4층 6명이 근무를 하고 있다.

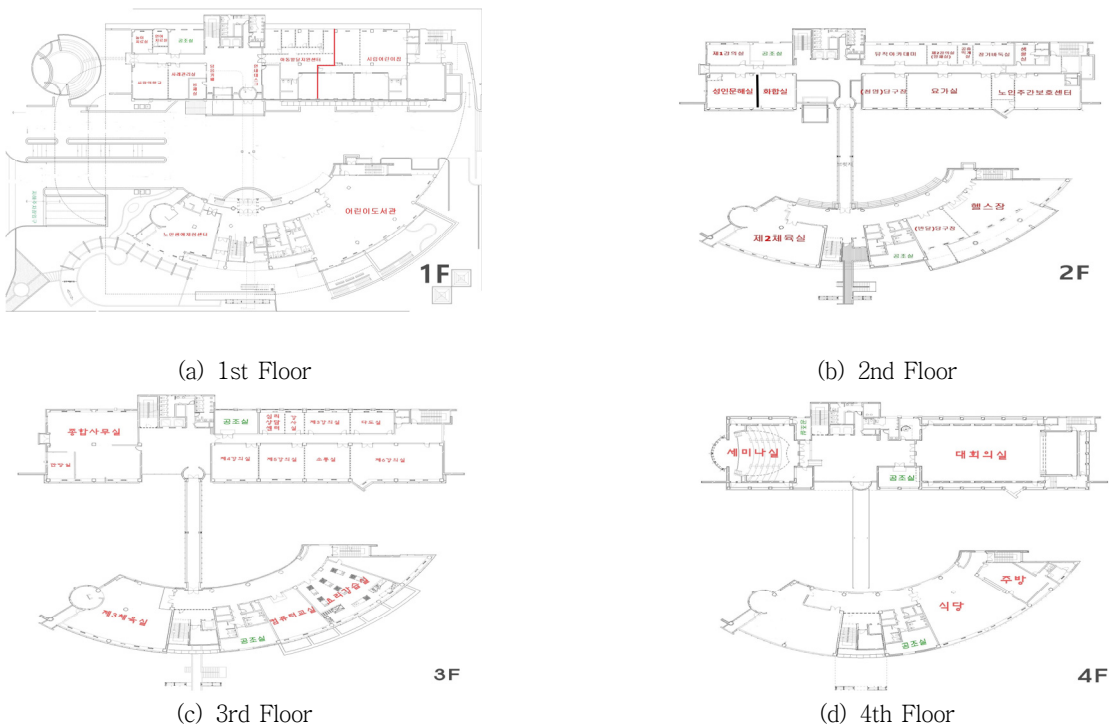
2.2.2 이용객 배치 현황

이용객의 배치현황은 Table 2와 같이 배치하였다. A동 1층 130명 중 14명은 자력피난 불가능자로 분류하였고, A동 2층은 인원 167명에서 10명은 자력피난 불가능자로 분류하였다. A동 3층은 118명으로 배치하였고 4층은 138명

2. 본론

2.1 건축물 구조

Fig. 1에서 ○○사회복지관은 종합사회복지관으로 지



[Figure 1] Floor Plan

<Table 1> Employee Placement Status

Classification	20s		30s		40s		50s		Total
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	
Building A	8	14	9	21	4	14	1	3	73
Building B	4	2	3	2	4	5		3	28

<Table 2> Status of Evacuees Arrangement

Classification	Age 6 and Below		Age 7 – Teenage		20s – 50s		60s and Above		Inability to Self-Evacuate	Total
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female		
Building A	31	32	7	7	15	54	103	220	24	493
Building B	-	-	41	41	32	53	128	152	10	457

<Table 3> Simulation Input Data

Classification	Age 6 and Below		Age 7 – 14		Age 15 – 29		Age 30 – 39		Age 40 – 49		Age 50 – 59		Age 60 and Above		Vulnerable Evacuees
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female	
Height (cm)	113.6	112.4	144.7	145.8	173.8	160.9	172.7	160.2	170.2	156.6	168.3	154.3	165.9	152.8	
Shoulder Width (cm)	29.5	29.5	32.5	32.4	39.9	35.7	40.2	35.7	39.7	35.9	38.6	35.8	37.7	35.5	
Walking Speed (m/s)	0.5	0.5	1.1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	0.7	0.7	0.5

으로 배치하였다. B동 1층은 167명으로 배치하였으며, 2층은 130명을 배치하였다. 3층은 총 84명으로 배치하였으나 10명은 자력피난 불가능자로 분류하였다. 4층은 139명으로 배치하였다. 남녀 비율은 50%로 임의적으로 배치하였다.

### 2.3 재실자의 입력값

피난시물레이션을 위한 재실자의 입력변수는 Table 3과 같이 신체 특성을 고려해 직원과 이용객을 연령별과 성별로 구분하여 입력하였다. 해당 나이대의 평균 신장, 평균 어깨너비, 평균 보행속도를 각각 구분하여 입력하였다(Size Korea 2022). 자력대피가 불가능한 피난약자의 경우 휠체어의 규격을 110cm x 90cm로 통일하여 조력자의 도움 없이는 피난하지 못하는 것으로 입력하였다. 보행속도는 계단에서의 이동속도는 0.5m/s로 입력하였다(Busan Metropolitan City Fire & Disaster Headquarters., 2020). 피난약자의 이동속도는 0.5m/s를 적용하였다(National Fire Agency, 2021).

### 2.4 시나리오 구성

시나리오는 Table 4와 같이 총 8가지로 구성하였다. 시나리오 1은 준비된 피난시나리오 없이 피난 본능에 따른 피난시나리오, 시나리오 2는 기본적인 피난약자 (자력피난불가) 동반 피난할 때의 시나리오, 시나리오 3은 동간에

설치된 브리지를 이용하지 않고 각동에서의 피난을 상정한 시나리오, 시나리오 4는 대비된 피난시나리오에 기초한 피난 시스템에 따라 피난하는 시나리오, 시나리오 5는 화재가 나지 않은 동외 층간 피난시간 조정에 의한 피난시나리오, 시나리오 6은 도움이 필요한 피난약자의 경우 계단을 통한 피난 시나리오, 시나리오 7은 미리 예상되지 못한 피난약자의 발견에 따른 일반적인 피난시나리오, 마지막으로 7-1은 CCTV의 측위기능을 이용한 피난시나리오 등으로 작성하여 시물레이션 실험을 수행하여 비교·분석하였다.

<Table 4> Simulation Input Data

Scenario	Situations
1	Evacuating based on instinct without a prepared evacuation scenario
2	Evacuating with basic evacuees (unable to self-evacuate)
3	Evacuating within each section without using the bridge installed between the sections
4	Evacuating according to the prepared evacuation scenario and evacuation system
5	Adjusting the inter-floor evacuation time for a section where there is no fire
6	Evacuating through the staircase for evacuees who need assistance
7	Evacuating in a general manner due to the discovery of unexpected evacuees
7-1	When utilizing the CCTV positioning function.

### 3. 실험 결과 분석

#### 3.1 시나리오 1

시나리오 1은 준비된 피난시나리오 없이 피난 본능에 따른 피난 시를 상정하므로 피난 상황을 통제하고 피난을 지시하는 지휘부나 각층의 피난유도요원 및 피난도움요원 등이 없는 상태에서 이용객들의 피난본능에 의해 피난이 진행되므로 이러한 상황은 결국 희생자가 발생하고 자력 피난 불가능자의 경우 피난 불가에 이르게 되므로 Table 5와 같이 시뮬레이션이 완료가 되지 않기 때문에 시나리오 1의 경우는 피난이 불가능 한 것으로 분석하였다.

<Table 5> Scenario 1 RSET Analysis

Classification	Result
Use of elevators (Building A)	O
Use of elevators (Building B)	X
Minimum difference from RSET (seconds)	-
Number of non-evacuable individuals on the 2nd floor of Building B at 120 seconds (people)	-
Number of non-evacuable individuals on the 3rd floor of Building B at 240 seconds (people)	-
Number of non-evacuable individuals on the 4th floor of Building B at 300 seconds (people)	-
Highest cluster density	-
Maximum movement speed (m/s)	-
Maximum number of people in a bottleneck moment in Building B.	-
RSET (seconds)	-

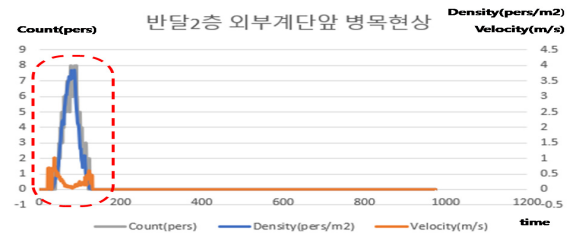
#### 3.2 시나리오 2

시나리오 2는 기본적으로 자력피난이 불가능한 피난약자들이 피난 도움을 받아 승강기만을 이용하여 피난하고 나머지 이용객들은 현재 위치에서 가장 가까운 피난경로를 이용하여 피난하는 상황을 상정하였다. Table 6과 Fig. 2와 같이 B동 1층 피난자들은 화재 상황이 발생함과 동시에 양쪽 출입문으로 피난하였으나 2층 재실자들은 중앙직통계단을 이용하지

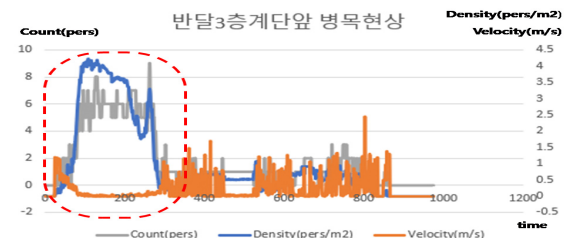
못하고 반달공원과 연결된 외부계단과 우측 직통계단을 이용하여 피난하였으나 초기부터 병목현상이 발생하여 2층의 경우에는 약 120초 까지 3층의 경우에는 약 260초까지 4층의 경우에는 약 440초 까지 진행되었다. 재실자의 군집밀집도는 최고 4.3명/m<sup>2</sup>을 기록했고, 재실자 군집이동속도는 최저 0.04m/s, 최고 1m/s를 보였고, 순간 최대 13명이 집주되는 결과를 보였다. RSET은 734.8초로 나타났다.

<Table 6> Scenario 2 RSET Analysis

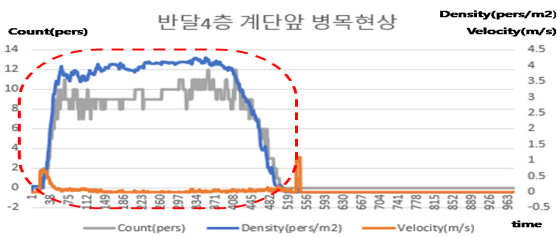
Classification	Result
Use of elevators (Building A)	O
Use of elevators (Building B)	X
Minimum difference from RSET (seconds)	236.5
Number of non-evacuable individuals on the 2nd floor of Building B at 120 seconds (people)	7
Number of non-evacuable individuals on the 3rd floor of Building B at 240 seconds (people)	2
Number of non-evacuable individuals on the 4th floor of Building B at 300 seconds (people)	47
Highest cluster density	4.2
Maximum movement speed (m/s)	1
Maximum number of people in a bottleneck moment in Building B.	12
RSET (seconds)	734.8



(a) 2nd Floor



(b) 3rd Floor



(c) 4th Floor

[Figure 2] Scenario 2 Bottleneck Analysis

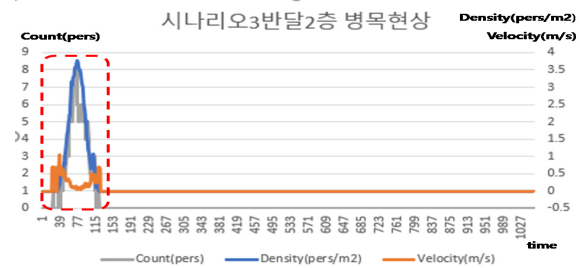
### 3.3 시나리오 3

시나리오 3은 A동과 B동을 연결하는 브리지가 없는 경우를 산정한 시나리오이다. Table 7과 Fig. 3과 같이 우측 직통계단으로 초기에 피난자가 몰려 우측 직통계단을 이용하여 피난하였으나 초기 병목현상이 발생하여 2층의 경우에는 약 110초까지 3층의 경우에는 약 570초까지 4층의 경우에는 약 400초까지 진행되었다. 재실자의 군집밀도는 최고 4.3명/m<sup>2</sup>을 기록했고, 재실자 군집 이동속도는 최저 0.04m/s, 최고 1m/s를 보였고, 순간 최대 11명이 집중되는 결과를 보였다. RSET은 1053초로 나타났다. 시나리오 3은 피난시간이 제일 많이 경과된 시나리오이다. 이 경우 패스파인더 프로그램의 한계로 인하여 침대 피난으로 표현하여 3층 계단 출입구에서 병목현상이 벌어지고 이로 인하여 시간 지체가 발생하나 실제의 경우 간단한 들것을 이용하여 훈련받은 직원이 이인 일조로 피난을 수행한다면 결과가 달라질 거라 예상된다. 브리지를 이용 못하게 되거나 엘리베이터 피난이 곤란한 경우를 대비하여 들것 피난 방법도 고려하여 피난 훈련에 이용하는 것도 권장하는 바이다.

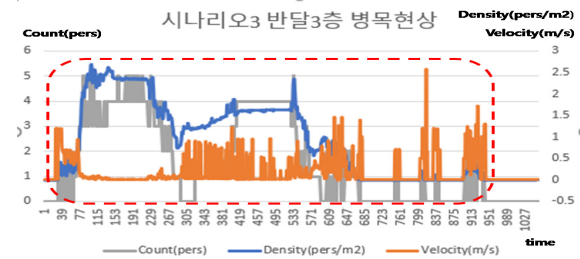
<Table 7> Scenario 3 RSET Analysis

Classification	Result
Use of elevators (Building A)	O
Use of elevators (Building B)	X
Minimum difference from RSET (seconds)	554.7
Number of non-evacuable individuals on the 2nd floor of Building B at 120 seconds (people)	16
Number of non-evacuable individuals on the 3rd floor of Building B at 240 seconds (people)	27
Number of non-evacuable individuals on the 4th floor of	30

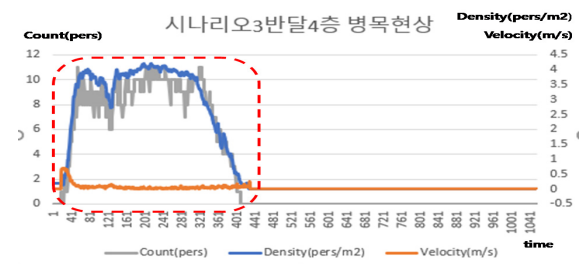
Building B at 300 seconds (people)	
Highest cluster density	2.68
Maximum movement speed (m/s)	1
Maximum number of people in a bottleneck moment in Building B.	11
RSET (seconds)	1053



(a) 2nd Floor



(b) 3rd Floor



(c) 4th Floor

[Figure 3] Scenario 3 Bottleneck Analysis

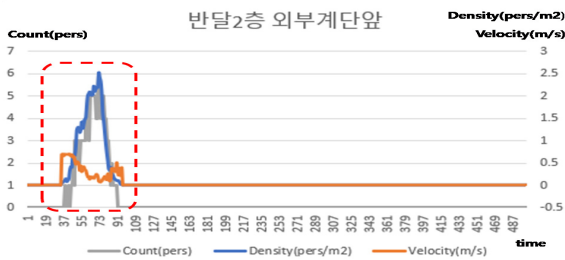
### 3.4 시나리오 4

시나리오 4는 기본적인 사회복지기관의 피난시스템을 통해 피난하는 경우를 상정한 시나리오이다. 화재가 발생한 경우 방재실에서 화재발생 상황과 피난상황을 파악 및 장악하여 방재실과 훈련받은 직원들에 의해 피난활동이 수행되는 시나리오이다. Table 8과 Fig. 4와 같이 2층의 경우 병목현상이 약 85초까지 발생하여 시나리오 3보다 25초 가량 단축되었고 3층의 경우에는 약 65초까지, 4층의 경우 약 135초까지 진행되어 시나리오 3보다 3층의 경우

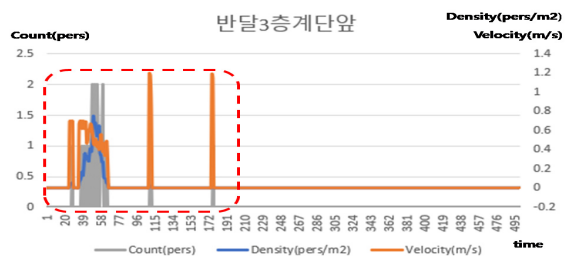
약 500초, 4층의 경우 약 265초 정도 단축되었다. 재실자의 군집밀도는 최고 4.1명/m<sup>2</sup>를 기록했고 재실자 군집 이동속도는 최소 0.04m/s, 최고 1m/s를 보였고, 순간 최대 12명이 집중되는 결과를 보였다. RSET은 488.3초로 나타났다. B동 각 층으로부터의 퇴출시간은 1층은 74.5초, 2층의 경우 90초, 3층의 경우에는 186.7초, 4층의 경우에는 147.5초가 소요되었다.

<Table 8> Scenario 4 RSET Analysis

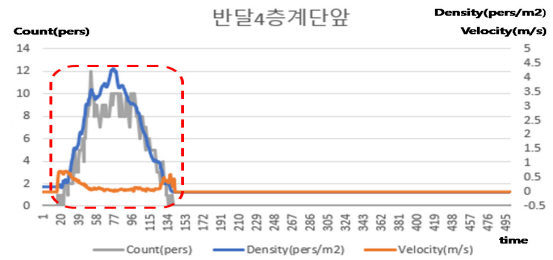
Classification	Result
Use of elevators (Building A)	O
Use of elevators (Building B)	X
Minimum difference from RSET (seconds)	-
Number of non-evacuable individuals on the 2nd floor of Building B at 120 seconds (people)	0
Number of non-evacuable individuals on the 3rd floor of Building B at 240 seconds (people)	0
Number of non-evacuable individuals on the 4th floor of Building B at 300 seconds (people)	0
Highest cluster density	4.15
Maximum movement speed (m/s)	1
Maximum number of people in a bottleneck moment in Building B.	11
RSET (seconds)	498.3



(a) 2nd Floor



(b) 3rd Floor



(c) 4th Floor

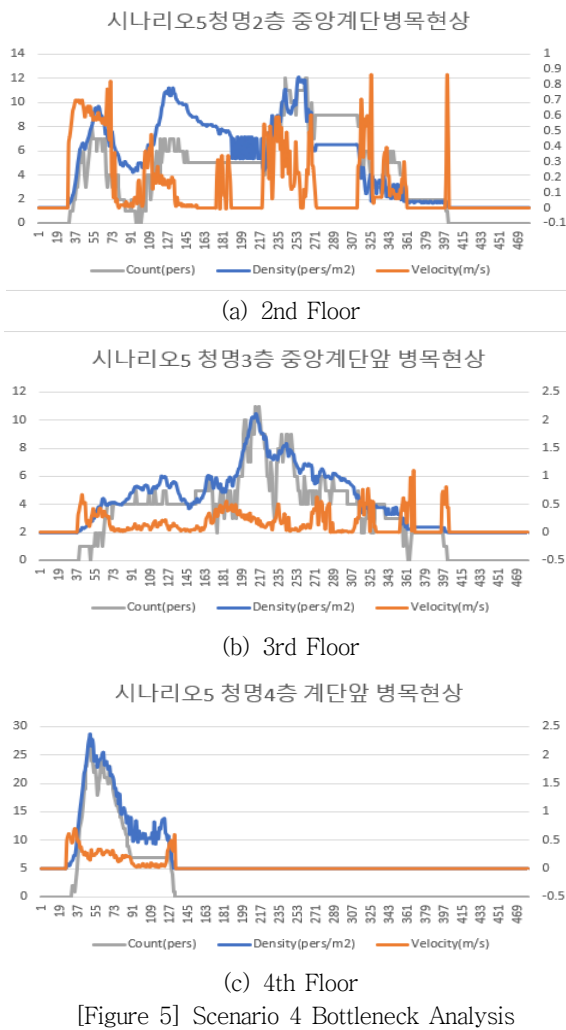
[Figure 4] Scenario 4 Bottleneck Analysis

### 3.5 시나리오 5

시나리오 5는 기본적인 사회복지관의 피난시스템을 통해 피난하는 경우를 상정한 시나리오 4를 기본으로 A동에서의 병목현상을 다소 극복하여 궁극적으로 복지관 전역에서의 완전퇴출시간을 단축하기 위하여 A동 2층과 3층의 피난개시시간에 차이를 두어서 피난 하는 경우를 시뮬레이션한 결과이다. A동 2층에서의 피난시간은 경보 발령 후 105초, 3층의 경우에는 240초 지연시간을 두고 피난한 결과로서 복지관에서의 최종피난 종료시간은 Table 9와 Fig 5와 같이 478.5초가 소요되어 시나리오 4보다 19.8초가 단축됨을 알 수 있다.

<Table 9> Scenario 5 RSET Analysis

Classification	Result
Use of elevators (Building A)	O
Use of elevators (Building B)	X
Minimum difference from RSET (seconds)	-19.8
Number of non-evacuable individuals on the 2nd floor of Building B at 120 seconds (people)	0
Number of non-evacuable individuals on the 3rd floor of Building B at 240 seconds (people)	0
Number of non-evacuable individuals on the 4th floor of Building B at 300 seconds (people)	0
Highest cluster density	2.35
Maximum movement speed (m/s)	1
Maximum number of people in a bottleneck moment in Building B.	11
RSET (seconds)	478.5



### 3.6 시나리오 6

시나리오 6은 기본적인 사회복지관의 피난시스템을 통해 피난하는 경우를 상정한 시나리오4를 기본으로 A동과 연결된 브리지의 이용이 불가능할 경우와 A동 엘리베이터 이용이 불가능할 경우를 상정하여 3층의 자력피난이 불가능 피난약자를 임무가 부여된 피난도우미원에 의해 이인일조로 피난을 수행하였을 때의 결과를 나타낸다. Table 10과 Fig 6과 같이 패스파인더 프로그램의 한계로 인해 그림에서 보듯이 3층의 경우에는 약 150초에서 300초까지 병목현상이 나타나지만 실제로는 들것과 같은 경량의 운반수단으로 훈련된 직원에 의해 계단피난이 가능하므로 실제 상황에 대비하여 훈련하는것도 바람직 할 것으로 사려되며 이경우에는 피난시간의 감소와 아울러 3층 병목현상도 다소 해결된다고 예상된다. 2층의 경우에는 약 30초부터 80초 까지 병목현상이 진행되었고 3층의 경우에는 약 300초까지, 4층의 경우에는 약 90초까지 병목 현상이 나타나는데 이는 3층에서의 피난약자의 들것 피난

으로 인해 3층 병목현상이 심해진 대신 4층의 우측직통계단 피난이 신속히 이루어진 결과이다.

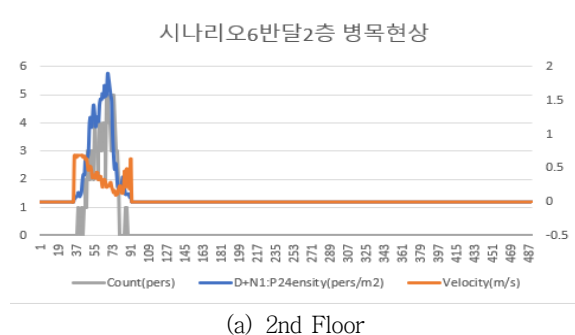
재질자 군집 이동속도는 최저 0.04 m/s, 최고 1.3 m/s 를 보였고, 순간 최대 9명이 집중되는 결과를 보였다. RSET은 498.3초로 나타났다.

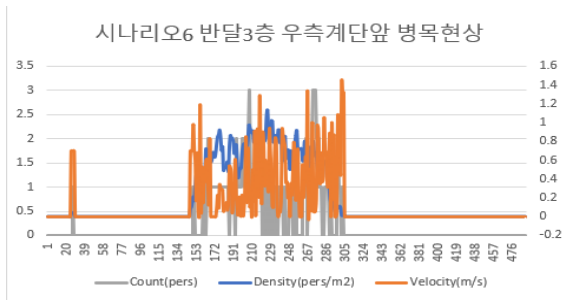
B동 각층으로 부터의 퇴출시간은 1층은 74.5초, 2층의 경우 129초, 3층의 경우에는 307초, 4층의 경우에는 195.3초가 소요되었다.

B동에서의 최종퇴출은 397.2초가 소요 되었다. 시뮬레이션결과에 의한 시간은 앞서 밝힌바와 같이 침대피난을 통한 시뮬레이션이므로 실제 경량들것에 의한 피난일 경우와 상이한 결과가 예상 되므로 결과값에 많은 의미를 들 필요는 없을 것이다.

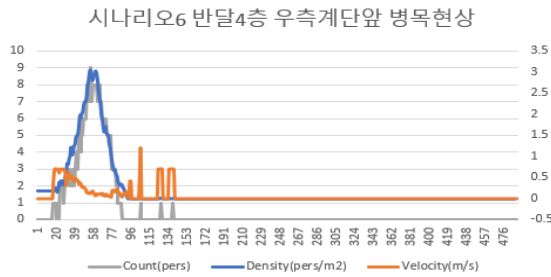
<Table 10> Scenario 6 RSET Analysis

Classification	Result
Use of elevators (Building A)	O
Use of elevators (Building B)	X
Minimum difference from RSET (seconds)	-10
Number of non-evacuable individuals on the 2nd floor of Building B at 120 seconds (people)	0
Number of non-evacuable individuals on the 3rd floor of Building B at 240 seconds (people)	18
Number of non-evacuable individuals on the 4th floor of Building B at 300 seconds (people)	0
Highest cluster density	3.15
Maximum movement speed (m/s)	1.19
Maximum number of people in a bottleneck moment in Building B.	9
RSET (seconds)	488.3





(b) 3rd Floor



(c) 4th Floor

[Figure 6] Scenario 4 Bottleneck Analysis

### 3.7 시나리오 7

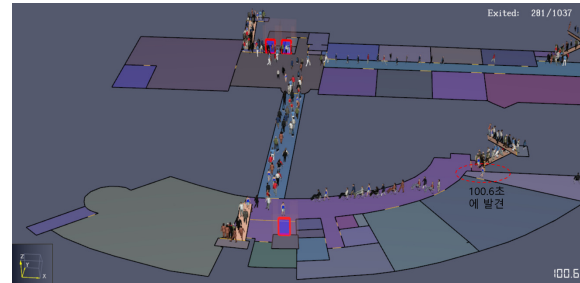
시나리오 7은 불특정 다수가 이용하는 사회복지관의 특성상 예상하지 못한 이용자, 특히 화재에 대한 인지능력과 판단능력이 부족한 자력피난이 곤란한 피난약자를 발견했을 경우의 응급상황을 상정한 시나리오이다. 복지관 프로그램실 중 한군데에 예정된 이용자가 아닌 지역주민중 피난약자가 화재가 발생한 시각에 프로그램실에 존재하고 있을 경우인데 기본적인 피난시스템에 의해 반달동3층 최종확인자에 의해 발견되어 방재실에 보고되고 방재실에서 피난도움요원에게 피난도움을 지시하여 피난을 개시하고 최종적으로 반달동 3층으로부터 퇴출하는시간을 Table 11과 Fig 7과 같이 살펴보았다.

최초에 B동 3층 최종확인자에 의해 화재시작 후 100.6초에 발견되었고 즉시 방재실에 보고 피난도움요원에 의해 피난이 개시된 시간은 142.9초, 피난이 종료된 시간은 201.3초로 나타났다.

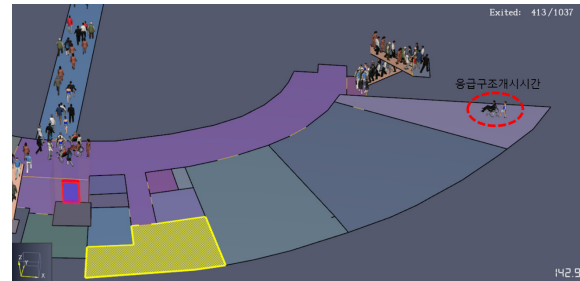
시나리오 7은 CCTV를 통한 화재초기에 피난자의 위치를 확인하여 신속하고 안전한 피난을 위해 상정한 것으로서 시나리오 7-1과 비교하여 기존의 설비를 활용하면 화재시 피난에 얼마나 효과적인 활용이 되는가를 판단하기 위하여 실시 하였다.

<Table 11> Scenario 7 RSET Analysis

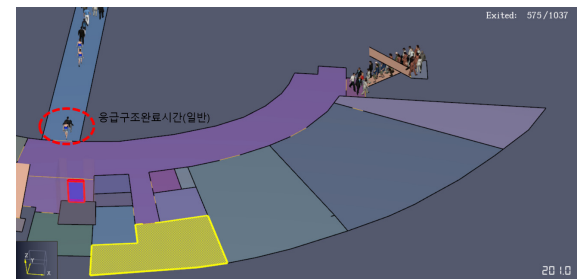
Classification	Result
Use of elevators (Building A)	O
Use of elevators (Building B)	X
Minimum difference from RSET (seconds)	53.7
RSET (seconds)	200.1



(a) Emergency Occurrence Time (100.6s)



(b) Emergency Rescue Initiation Time (142.9s)



(c) Emergency Rescue Completion Time (201.0s)

[Figure 7] Scenario 7 Emergency Rescue Time

### 3.8 시나리오 7-1

시나리오 7-1은 불특정 다수가 이용하는 사회복지관의 특성상 예상하지 못한 이용자, 특히 화재에 대한 인지능력과 판단능력이 부족한 자력피난이 곤란한 피난약자를 발견했을 경우 복지관에 설치된 CCTV를 활용하여 피난약자의 위치를 확인하여 복지관피난시스템을 활용, 피난을 상정한 시나리오이다. 복지관 프로그램실 중 한군데에 예정된 이용자가 아닌 지역주민중 피난약자가 화재가 발생한 시각에 프로그램실에 존재하고 있을 경우인데 화재가 발생한 후 방재실 모니터 요원에 의해 발견되어 지휘본부에 보고되어 즉시 피난도움요원에게 피난도움을 지시하

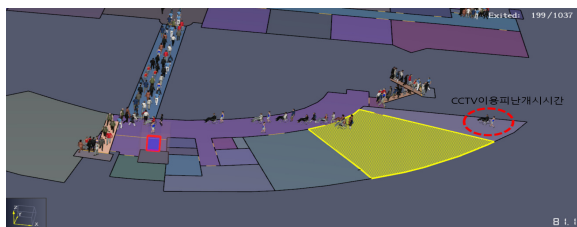


여 피난을 개시하고 최종적으로 B동 3층으로부터 퇴출하는 시간을 살펴보았다. Table 12와 Fig. 8과 같이 CCTV 모니터에 의해 화재 발생시 발견되어 방재실 지휘부의 지시에 따라 피난도움요원이 현장으로 출동하여 피난을 개시한 시간은 화재 발생 후 81.1초이고, 피난이 완료된 시간은 146.4초로 나타났다. 이는 B동 3층 최종확인직원에 의해 발견되어 피난하는 경우보다 53.7초가 단축된 것으로 일분일초가 아쉬운 비상상황에서 시사하는 바가 크다고 할 수 있다.

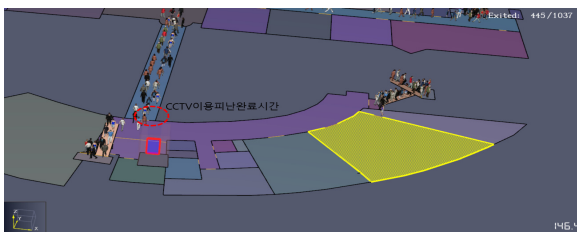
시나리오 7은 CCTV를 통한 화재초기에 피난자의 위치를 확인하여 신속하고 안전한 피난을 위해 상정한 것으로서 시나리오 7-1과 비교하여 기존의 설비를 활용하면 화재시 피난에 얼마나 효과적인 활용이 되는가를 판단하기 위하여 실시하였다.

<Table 12> Scenario 7-1 RSET Analysis

Classification	Result
Use of elevators (Building A)	O
Use of elevators (Building B)	X
Minimum difference from RSET (seconds)	-
RSET (seconds)	146.4



(a) Evacuation Initiation Time (81.1s)



(b) Evacuation Completion Time (146.4s)

[Figure 8] Scenario 7-1 Evacuation Time

#### 4. 결론

이 연구는 사회복지관의 피난안전성 증대를 위하여 소방시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준에서 정하고 있는 시나리오 작성기준을 일부 적용하여 피난시뮬레이션을 실험한 것이다. 특히 현재 관련 법령에서 정한 건축 현실을

반영하였고, 사회복지관과 같은 피난약자가 이용하는 시설에서 시설특성 및 개인특성등을 고려하여 여러 가지 피난상황을 상정하여 가장 신속하고 안전한 피난방법을 찾아 피난안전성을 확보하고자 피난경로나 피난방법을 달리하여 그에 따른 시뮬레이션 결과를 비교·분석하였다. 실험을 통해 도출한 결과는 다음과 같다.

(1) 피난시뮬레이션을 통한 피난상황을 분석하여 결과를 분석한 결과 연구 대상이 되는 사회복지관에서 피난대비시스템이 정착되어 훈련되지 못한 경우에는 화재시 NOTHING이 되거나 피난안전성이 매우 취약함을 알수 있었다.

(2) 피난시스템이 정착되고 훈련된 직원에 의해 피난상황이 통제되고 유도된다면 피난시간의 단축 및 상황의 변화에 맞게 안전한 피난이 가능함을 알 수 있었다.

(3) 기존의 직통계단을 포함하여 여러 가지 상황에서 별도의 피난경로, 즉 반달동 2층 외부계단 및 동간 브리지를 이용하면 더욱 안전성이 강화됨을 알수 있었다.

(4) 어떤 상황이던지 초기 피난에서 계단앞 병목현상이 발생하는데, 이는 계단폭이 피난인 수에 비해 협소함 때문이므로 향후 사회복지관등 불특정다수, 특히 자력피난불가자가 이용하는 시설에 대해서는 성능위주설계를 통한 계단폭의 확보 및 기본적인 직통계단 외의 피난경로 확보 등 필요한 법적 검토가 요구된다 할수 있다.

(5) 복지관에 설치되어 있는 CCTV를 활용하면 화재초기에 피난자의 위치 상황을 신속하게 파악이 가능하므로 피난시간의 단축등 피난안전성 강화에 도움이 됨을 알수 있었다.

이 연구에서는 사례 연구대상의 현재 상태에서 건축적, 사용상태적, 개인적요소를 종합하여 가장 합리적인 피난 시나리오를 연구하여 실시간으로 변화하는 상황에 맞게 가장 안전한 피난방법을 찾는것에 중점을 두어 궁극적으로는 피난안전성 강화를 목적으로 한다.

시뮬레이션결과 건축물의 시설 용도 특성, 화재상황, 피난자 개인특성등을 종합적으로 고려하여 상황에 따른 가장 합리적인 피난경로 및 방법을 도출하고, 시나리오를 개발, 이에대한 지속적인 교육 및 훈련이 필요함이 매우 중요함을 알 수 있다.

셋째, 앵글 형강의 설치방향을 약축 방향으로 설치하는 것이 강축 방향보다 최대 45%까지 강도가 감소하는 것을 확인하였다. 따라서 보강용 형강이 강축과 약축으로 방향성을 가진 형상이라면 반드시 강축 방향으로 스티프너를 보강해야 함을 확인할 수 있었다.

마지막으로 스티프너 좌굴하중 설계는 비보강된 전산 볼트 길이의 휨좌굴 압축강도를 계산하는 방법을 사용하는 것을 제안한다. 이 때, 형강과 구조부의 거리(B)와 클램프와 형강 끝단 길이(C)는 제조사별로 상수로 제시하는

것이 설계를 쉽게 하는 방법이다. 이 방법에 따라 이번 연구에서 개발한 스티프너는 구조상 형강과 구조부의 거리(B)와 클램프와 형강 끝단 길이(C)는 각각 50 mm로 정하기로 한다.

그러나 본 연구에서는 스티프너로 보강할 수 있는 형강의 최대 길이와 길이별 최대 하중을 확인하는 실험을 하지 않았는데, 형강과 구조부와의 거리(B)와 형강 끝단 거리(C)를 50 mm로 제한하고 형강의 길이(D)만을 변수로 하는 실험을 통해 M12 전산볼트와 25×25×3t의 합성단면과 하중의 관계를 확인하는 실험을 통해 개발 스티프너의 형강과 최대 사용 가능 길이와 길이별 최대 하중도 확인할 필요가 있다. 또 일반 기계설비 설계자도 비구조요소 내진설계를 쉽게 할 수 있도록 설계 프로그램의 지원이 된다면 설계자의 오류도 예방할 수 있을 것이다.

## 5. References

- [1] Busan Metropolitan City Fire & Disaster Headquarters(2020), Evaluation guidelines for performance-oriented design of firefighting facilities, etc., p. 36.
- [2] K. C. Choi(2013), "A study on fire safety management of social welfare facilities." Fire Science and Engineering, 27(1):1-7.
- [3] K. C. Choi, K. B. Lee(2011), "Social welfare facilities study on fire safety management." 2011 Fall conference Journal of Korean Institute of Fire Science & Engineering, pp. 213-217.
- [4] H. R. Hong, B. C. Kim, Y. J. Haseni, Y. J. Kwon(2016), "A investigation on the fire case analysis and fire safety management of administrators in elderly care facility for evacuation safety design." J. Korean Soc. Hazard Mitig., 16(2):35-42.
- [5] Korean Association of Social Welfare Center, Status of Social Welfare Center(KASWC), <https://kaswc.or.kr/centerlist2> (Accessed on 28 March 2023)
- [6] H. S. Kim, K. H. Kim, N. S. Kim(2011), "Evacuation simulation to assess human safety of social welfare facility." Korea Academia-Industrial cooperation Society, 12(1):138-143.
- [7] H. W. Lee(2011), "A study of facilities' allocation method of the elderly welfare center based on the ADL ability and evacuation safety." Korean Institute of Spatial Design, 6(3):141-148.
- [8] National Fire Agency(2021), Safety management guide for installation of evacuation space in facilities for the vulnerable. p. 14.
- [9] Size Korea(2021~2022), 8th Korean human dimension survey. <https://sizekorea.kr/human-info/meas-report?measDegree=8> (Accessed on 4 November 2022)

## 저자 소개



### 김진하

학 위 : 우석대학교 일반대학원 석사과정  
관심분야 : 피난설계, 피난시스템 등  
근 무 지 : (주)진명엔지니어링건축사사무소  
기술상무(소방기술사)



### 공하성

학 위 : 공학 박사  
경 력 : 대한안전경영과학회 편집위원  
관심분야 : 소방전기, 소방기계, 소방방재정책 등  
근 무 지 : 우석대학교 소방방재학과 부교수



### 김서영

학 위 : 우석대학교 일반대학원 박사과정  
관심분야 : 화재 및 피난시뮬레이션, 소방기계 등  
근 무 지 : 우석대학교 소방방재학과 외래교수