

# 고등학교 복도 보행 장애물이 피난 안전성에 미치는 영향

이순범<sup>1†</sup>

## Effects of High School Corridor Walking Obstacles on Evacuation Safety

Lee Soon Beom<sup>1†</sup>

### <sup>†</sup>Corresponding Author

Lee Soon Beom

Tel : +82-63-440-0240

E-mail : sbl610@naver.com

Received : January 30, 2023

Revised : March 3, 2023

Accepted : April 8, 2023

**Abstract** : This study analyzes the effects of personal lockers, drinking fountains, and all-in-one shutters (hereinafter referred to as “corridor walking obstacles”) on evacuation safety to suggest the necessity of operating a more effective educational facility safety certification system. To achieve this purpose, the five-story high school building with the obstacles installed in the corridor has been chosen, and evacuation tests through the Pathfinder Simulation Program have been carried out. When the evacuation exit is designated in the current state, where the students are placed on the 2nd, 3rd, and 4th floors and the corridor walking obstacles are applied as a variable, the required safe egress time (RSET) is 322 seconds. This can lead to dangerous results in the event of a disaster by exceeding the available safe egress time (ASET) standard of 240 seconds by 82 seconds. When students are placed on the 1st, 2nd, and 3rd floors under the same conditions, the RSET is 214.5 seconds, 25.5 seconds lower than the ASET standard, indicating that it is effective in reducing the impact of walking obstacles on evacuation time. The safety management plan for walking obstacles in the corridors is discussed, considering the special characteristics of the school corridors. The results of this study can be used as the necessary data for optimizing evacuation routes in corridors and creating a safe, educational environment.

Copyright©2023 by The Korean Society of Safety All right reserved.

**Key Words** : pathfinder simulation program, corridor walking obstacles, evacuation safety

## 1. 서론

### 1.1 연구의 필요성

300명 이상의 사상자가 발생한 이태원 참사는 폭 3 m 남짓의 좁고 가파른 골목에 많은 인파가 몰려 발생한 사고로 안전한 통로가 안전 생활에 얼마나 중요한지 뼈저리게 깨닫는 계기가 되었다. 많은 학생들이 일과외 대부분의 시간을 보내는 학교 내부 공간에서 학생들의 이동 통로 및 피난로 역할을 하는 복도에 대한 철저한 안전관리와 안전성 확보의 중요성이 부각되고 있다.

학생 스스로 안전절차를 따르고 수행하는 안전한 생

활을 위해서는 안전문화로 인한 안전의식이 정착되고, 안전한 행동으로 이어져야한다<sup>1)</sup>. 그동안 개인차를 고려한 활동 및 역량 중심 교육과정의 변화와 더불어 학교 시설은 본래의 기능 이외에 여러 용도로 활용되며 안전한 학교문화의 문제점으로 지적되어 왔다. 특히 복도 통로 기능의 다변화로 좁아진 복도 폭은 학생들의 안전 생활을 위협하고 있다. 일부 학교에서는 복도에 개인 사물함, 탈의실 및 음수대를 설치하고 학습 자료를 전시해 학습의 장, 수납의 장, 생활의 장으로 사용한다. 이는 최근 3년간(2018~2020년) 경기도 교육청 관내 학교 안전사고가 계단과 교실에 이어 복도에서 가장 많이 발생한 이유와 무관하지 않다<sup>2)</sup>. 또한 일부 지역에서는

<sup>1</sup>우석대학교 소방방재학과 겸임교수((Department of Fire Protection and Disaster Prevention, Woosuk University)

75%의 학교가 복도에 음수대를 설치해 비상상황 발생 시 예상되는 통행의 어려움으로 위험한 결과를 초래할 수 있다<sup>3)</sup>. 이순범 외는<sup>4)</sup> 화재가 확산하는 것을 방지하고 피난 안전성 확보를 위해 학교복도에 설치한 일체형 자동방화셔터(이하 “일체형 셔터”라 한다)가 오히려 피난 활동에 장애가 되는 것으로 보고하였다. 이러한 복도 위험물(Hazard) 노출은 복도가 교실과 교실, 화장실 등으로 안전한 이동을 위한 통로뿐만 아니라 재난 시에는 중요한 피난로 역할을 하기 때문에 교육시설 안전관리 차원에서 개선해야 할 부분이다.

2020년 신설된 교육시설 법 실천 방안의 하나로 「교육시설 안전 인증제」를 새롭게 도입하여 안전한 교육환경을 조성하고 모든 교육시설에 대한 안전 점검과 관리가 이루어지고 있다<sup>5)</sup>. 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙에 따라 유치원 및 초·중·고교의 경우 양쪽에 거실이 있는 복도의 유효 폭은 2.4 m 이상, 그 외에는 1.8 m 이상 유지가 되어야 한다<sup>6)</sup>. 그러나 일부 학교 복도에 설치된 개인 사물함과 음수대가 각각 40 cm와 60 cm 정도 튀어나와 복도의 너비가 좁아져 재난 발생 시 피난에 어려움을 주는 장애물로 예상될 뿐만 아니라 법 위반 사항으로 지적될 수 있다. 화재 예방과 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 소방시설법 제10조에 의하면 피난 시설, 방화구획 및 방화시설 주위에 물건을 쌓아두거나 장애물을 설치하는 행위는 불법으로 간주한다<sup>7)</sup>.

국토교통부의 일체형 셔터 기준에 관한 일부 개정령<sup>8)</sup>에 따르면 셔터의 출입구는 재실자의 피난로 인지 지연 및 처짐으로 인한 재실자의 안전을 담보하기 어려워 2022년부터 설치를 금지하도록 하였다. 그러나 이러한 개정법령은 현재 학교에 설치된 일체형 셔터에는 소급 적용되지 않아 화재 시 셔터가 작동이 될 경우 피난 안전성 확보에 어려움을 줄 수도 있다. 보다 실효성 있는 교육시설 안전 인증제 운영을 위해서는 개인 사물함, 음수대 및 일체형 셔터(이하 “복도 보행 장애물”이라 한다)로 좁아진 복도 폭의 변수에 따른 피난시간 예측과 이에 적합한 안전관리와 피난 안전교육이 병행되었는지도 점검할 필요가 있다. 그러나 이 분야에 대한 철저한 안전관리가 이루어지지 않고 있고 연구사례도 아직 발표되지 않은 상태다.

## 1.2 선행연구 분석 및 연구의 목적

학교시설의 피난 안전성에 관한 선행연구를 살펴보면 주로 피난시간 지연에 영향을 주는 계단, 경사로, 피난 출구와 교실 배치에 관한 연구가 이루어졌고, 복도의 보행 장애물이 피난에 영향을 미치는 연구는 미

흡한 상태다.

이순범, 이재영, 공하성은 일체형 스크린 자동방화셔터에 설치된 출입구가 피난시간에 어떠한 영향을 미치는지를 분석하였다. 일체형 셔터에 의한 병목 현상이 피난 장애의 주요 요인이 되고 셔터의 출입구 폭을 130 cm로 설정하였을 때 일체형 셔터를 설치하지 않을 때와 거의 같은 피난시간이 측정되는 결과를 발표하였다<sup>4)</sup>. 이순범과 공하성은 학교의 피난 안전성 분석에서 학생들을 저층부터 배치하고 피난 출구를 지정하여 피난을 유도했을 때 피난시간이 가장 많이 단축되는 것으로 보고하였다<sup>9)</sup>. 최창준과 공하성은 계단과 경사로의 피난안전성에 미치는 영향 분석에서 피난시간 단축을 위해서는 계단보다 완만한 경사로를 이용하고 피난 출구 중심으로 적절한 교실 배치가 필요한 것으로 보고했다<sup>10)</sup>. 임완재는 화재 시 초등학교 건물 피난 적정성에 관한 연구에서 양방향 피난에 적합한 넓은 피난통로 확보의 필요성을 주장하였다<sup>11)</sup>.

이 연구에서는 복도 보행 장애물이 피난 안전성에 어떠한 영향을 미치는지를 분석함으로써 선행연구와 차별화를 두고자 한다. 이를 위해 개인 사물함과 음수대 및 일체형 셔터가 복도에 설치된 5층 고등학교 건물에 대한 피난 소요시간(Required Safe Egress Time, RSET) 분석을 연구의 목적으로 설정하였다. 이는 학교 현장에서 보다 실효성 있는 복도시설 관리와 복도의 피난 동선 최적화에 도움을 줄 수 있을 것이다.

## 2. 본론

### 2.1 성능위주의 피난 시뮬레이션과 대상 건축물

성능 위주의 피난 시뮬레이션은 피난 동선의 효율성 분석을 위해 RSET과 정체 구간 분석에 주로 활용된다. 이 연구에서는 2009년 Thunderhead가 개발한 패스파인더(Pathfinder) 피난시뮬레이션 프로그램을 활용하였다. 이는 화재 시 재실자의 RSET과 계단이나 복도 등 모든 피난로에서의 정체 및 지체 정도를 예측하여 피난로 최적화에 도움을 줄 수 있다<sup>12)</sup>.

Fig. 1처럼 연구 대상 학교 건축물은 총 30개 학급 교실이 2, 3, 4층에 배치되고, 좌(S1)·우(S3)측 및 중앙(S2)에 출구가 있는 남자 고등학교 5층 건물이다. 이 건물은 세로 18 m, 가로는 126 m, 층 높이가 3.6 m이고 복도의 폭은 2.5 m이다. 건물 중앙에 길이 12 m, 폭 2.5 m의 경사로가 설치되어 있다. 계단참을 기준으로 좌(S1)·우(S3)측 출구로 이어지는 길이 2.65 m, 폭 2 m의 계단이 설치되어 있다. 중앙 출구의 너비는 9 m, 건물 좌·우측 출구의 너비는 각각 2.7 m이다.

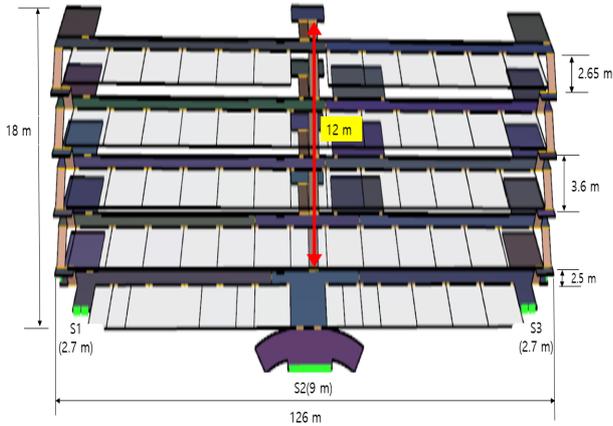


Fig. 1. Characteristics of △△ high school building.

복도에는 Fig. 2처럼 교실 벽 쪽에 반별로 길이 5 m 64 cm, 높이 150 cm, 폭 40 cm의 개인 사물함이 설치되어 있다.



Fig. 2. Personal lockers installed in the corridor.

각층 경사로가 시작하는 복도 중앙 바깥쪽에는 Fig. 3처럼 높이 150 cm, 폭 60 cm의 음수대가 설치되어 있다.



Fig. 3. Drinking fountains installed in the corridor.

방화구획에 따라 Fig. 4처럼 각 층 복도 중앙에 설치된 일체형 셔터에는 너비 100 cm, 높이 200 cm의 출입구가 설치되어 있다.



Fig. 4. All-in-one shutters.

## 2.2 피난허용시간 및 시나리오 설정

이 연구에서는 「소방시설 등의 성능위주 설계방법 및 기준」에 따른 피난시물레이션 작성기준<sup>13)</sup>과 연구 대상인 동일 학교에 대해 이순범 등(2021, 2022)이 설정한 6가지 RSET 시나리오 분석에서 피난허용시간(Available Safe Egress Time, ASET) 기준 4분<sup>13)</sup> 이내로 피난을 완료한 2가지 시나리오를 바탕으로 복도 보행 장애물을 변수로 추가해 3가지 시나리오를 설정하였다.

피난허용시간(ASET)은 소방청 고시 제 2017-1호 소방시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준 별표 1에 제시된 화재 및 피난시물레이션의 시나리오 작성기준<sup>13)</sup>에서 Table 1과 같이 규정하고 있다.

ASET은 건축물의 용도, 거주자의 건물에 대한 익숙 정도, 수면 상태 여부, 거주자의 도움 필요 여부, 직원의 훈련 상태, 화재 경보 전달 방식 등에 의해 차이가 있다. 훈련된 직원이 CCTV(Closed-circuit television) 설비가 갖춰진 통제실 방송을 통해 대피방송을 할 수 있는 경우에는 W1, 녹음된 메시지 또는 훈련된 직원과 함께 경고방송을 제공할 수 있는 경우는 W2, 화재경보 신호를 이용한 경보설비와 함께 훈련된 직원이 없는 경우 W3으로 분류하고, 각각의 경우에 피난가능시간을 규정하고 있다. 따라서 연구대상 건축물은 화재경보설비를 활용하는 학교 건물로 피난허용시간을 4분으로 적용할 수 있다. RSET이 ASET 이하가 되는 경우 피난 안전성이 확보되는 것으로 판단한다<sup>14)</sup>.

학생들이 2층, 3층, 4층에 배치된 현재의 상태와 피난 동선 최적화를 고려해 학생들을 1층, 2층, 3층에 배치한 경우를 기준으로 각 층에 설치된 일체형 셔터의 작동 및 개인 사물함과 음수대 설치 여부에 따라 시나리오를 설정하여 피난소요 시간의 변화를 분석하였다.

Fig. 1에서 건물의 좌측(S1)과 우측(S3) 출구, 중앙 경사로 출구(S2)를 피난 출구로 지정하고, 각 출구를 통해 모든 학생이 최종 통과했을 때의 시간을 피난 소요시간으로 정하였다. 피난로와의 근접성을 고려해

Table 1. Available safe egress time standards (unit: min)

Occupants type	W1	W2	W3
Offices, commercial and industrial buildings, schools, universities (Occupants are familiar with the interior of the building, alarm systems, evacuation procedures, and are always awake)	< 1	3	> 4
Shops, museums, leisure-sports centers, and other cultural gathering facilities (Occupants are always awake, but not familiar with the interior of the building, alarm systems, and evacuation procedures)	< 2	3	> 6
Dormitories, middle/high rise houses (Occupants may be asleep but are familiar with the interior of the building, alarm systems, and evacuation procedures)	< 2	4	> 5
Hotels and lodging houses (Occupants may be asleep and unfamiliar with the interior of the building, alarm systems, and evacuation procedures.	< 2	4	> 6
Nursing homes, hospitals, and other public accommodations (Most occupants may require assistance)	< 3	5	> 8

<Remark>

W1: Cases in which live directives can be provided through broadcasting in a control room equipped with CCTV facilities, such as a disaster prevention center, or live directives that can be recognized by all occupants in the space by trained staff.

W2: When an informative warning can be provided with recorded voice messages or trained staff.

W3: In the case of using non-trained staff together with alarm equipment using fire alarm signals.

좌·우측 계단에 가까운 3개 반은 각각 좌우측 계단 출구를, 교무실을 포함해 중앙 경사로에 가까운 4개 반

은 중앙 경사로를 피난 출구로 지정하였다. 100 cm의 폭 일체형 셔터 출입구, 폭 40 cm의 개인 사물함, 그리고 60 cm 폭의 음수대를 변수로 적용하였다.

시나리오 1은 현재 해당 학교의 실제 교실 배치로써 1층에는 교장실과 행정실, 2층, 3층, 4층에는 30개 학급과 교무실을 배치하였다. 5층에는 과학실과 영어과실 등 특별실을 배치하고, 피난 시 출구를 지정하는 것으로 가정하였다. 시나리오 2는 시나리오 1과 동일한 조건에서 각 층에 설치된 개인 사물함, 음수대 및 일체형 셔터를 새로운 변수로 추가하였다. 시나리오 3은 학교시설의 피난 동선 최적화를 고려해 학급과 교무실을 1층, 2층, 3층에 배치하였다. 교장실과 행정실 및 과학실은 각각 4층과 5층에 배치하고 피난 시 출구를 지정하였다. 추가로 시나리오 2에서 적용한 변수를 동일하게 적용하였다. 과학실을 5층으로 고정한 이유는 실험 시 폭발 및 화재가 발생했을 때 그 피해를 최소화하는데 있다.

배치 인원은 선행연구 조건에 따라 총 786명으로 1학년 258명, 2학년 265명, 3학년 263명이다. 각각의 구체적인 시나리오 구성은 Table 2에 제시하였다.

Fig. 5는 시나리오 1과 2에 동일하게 적용한 시뮬레이션 재실자 배치 입면도다.

Table 2. Scenario configuration

Scenario	Scenario conditions				N=786 (Students: 711, Staff: 75)			
	Exit	Personal lockers and drinking fountains	All-in-one shutter	Floor	Left	Mid	Right	Total
					Evacuation Person (Classrooms)	Evacuation Person (Classrooms)	Evacuation Person (Classrooms)	Evacuation Person (Classrooms)
Scenario 1	Designation	Not installed	Not working	5	1(1)	1(1)	1(1)	3(3)
				4	64(3)	112(4)	72(3)	248(10)
				3	67(3)	133(4)	72(3)	272(10)
				2	71(3)	109(4)	71(3)	251(10)
				1		12(1)		12(1)
	Total				204(10)	355(14)	227(10)	786(34)
Scenario 2	Designation	Installed	working	5	1(1)	1(1)	1(1)	3(3)
				4	64(3)	112(4)	72(3)	248(10)
				3	67(3)	133(4)	72(3)	272(10)
				2	71(3)	109(4)	71(3)	251(10)
				1		12(1)		12(1)
	Total				204(10)	355(14)	227(10)	786(34)
Scenario 3	Designation	Installed	working	5	1(1)	1(1)	1(1)	3(1)
				4	-	12(1)	-	12(1)
				3	64(3)	112(4)	72(3)	248(10)
				2	67(3)	133(4)	72(3)	272(10)
				1	71(3)	109(4)	71(3)	251(10)
	Total				204(10)	355(14)	227(10)	786(34)

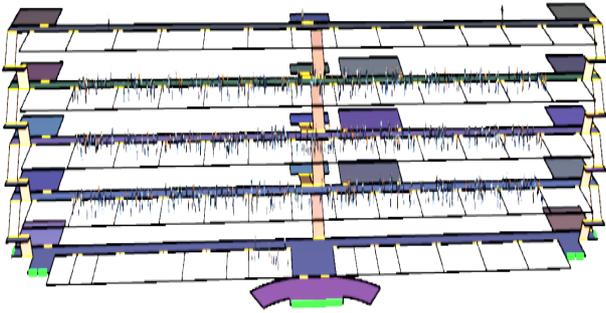


Fig. 5. Scenario 1 and 2 occupants placement elevation.

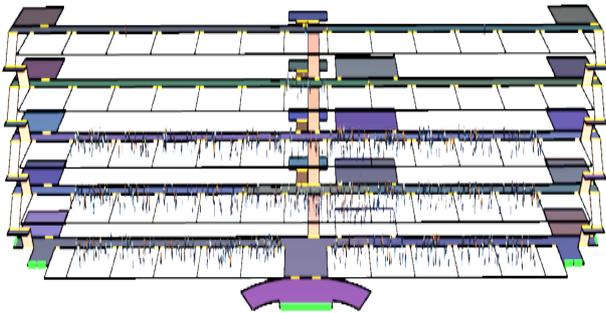


Fig. 6. Scenario 3 occupants placement elevation.

Fig. 6은 1층부터 학생들을 배치한 시나리오 3의 입면도다.

### 2.3 기타 입력변수 및 입력 값

한국인 인체 치수 사이즈<sup>13)</sup>와 성인 평균 보행 속도<sup>9)</sup>를 기타 입력변수로 반영하였다. 화재 경보방송에 따른 재실자 피난 준비시간을 고려해 피난 개시시간을 30초로 설정하였다<sup>11)</sup>. 구체적인 기타 입력변수 및 입력 값은 Table 3에 제시하였다.

Table 3. Other input variables and input values

Input variables	Input values	
Evacuation start time	After 30 seconds evacuation starts	
Walking speed	1.19 m/s	
Shoulder width (cm)	1st grade (16 years old)	39.1
	2nd grade (17 years old)	39.3
	3rd grade (18 years old)	39.8
Height (cm)	1st grade (16 years old)	172.6
	2nd grade (17 years old)	173.0
	3rd grade (18 years old)	173.1

## 3. 결과 및 분석

시나리오 1~3에 대한 시뮬레이션 RSET 결과를 살펴보면 개인 시뮬함과 음수대 및 일체형 셔터의 복도 보행 장애물이 변수로 추가됨에 따라 RSET 증가로 피난안전에 위협이 되고 있다.

### 3.1 시나리오 1 RSET

Fig. 7은 피난 출구를 지정하고 현재 학교 재실자 배치와 동일하게 2층, 3층, 4층에 학생들과 교사를 배치한 시나리오 1 피난시뮬레이션 결과이다. 복도의 어떤 보행 장애물도 변수로 고려하지 않은 RSET이다.

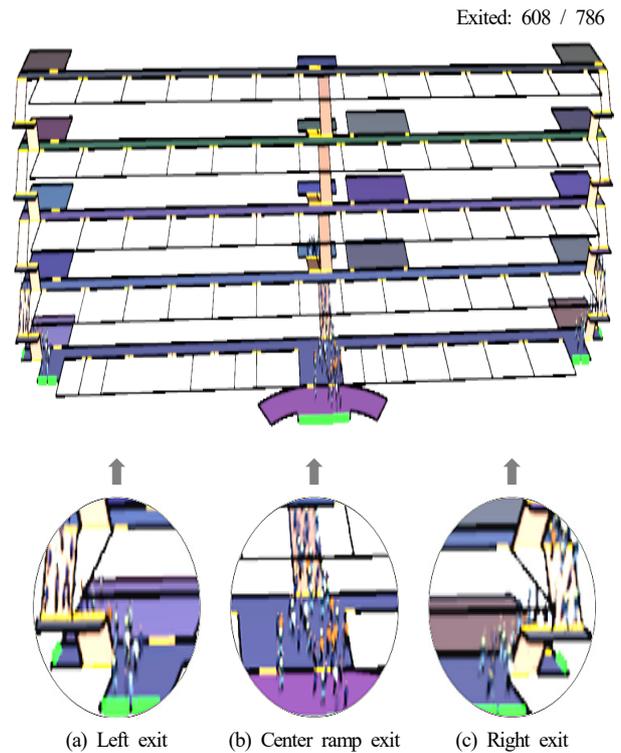


Fig. 7. Scenario 1 occupants elevation after 180 seconds.

180초가 경과했을 때 총 재실자 786명 중 608명이 대피하고 재실자 전원이 대피하는데 218.5초가 소요되었다. ASET 기준 240초보다 21.5초 빠른 시간이다. 출구로 지정한 건물의 좌측 (a)와 우측 (c), 중앙 경사로 (b)의 피난 상태를 비교했을 때 뚜렷한 정체 현상은 발견되지 않았다. 피난 출구 지정에 따른 RSET 단축은 이순범 외(2021)<sup>9)</sup>의 피난 안전성 확보를 위한 층별 학급 배치방안 연구와 전승덕 외(2022)<sup>15)</sup>의 PAPS에 기반한 여자고등학교 기숙사생 피난 안전성 평가에서도 확인된 결과이다.

### 3.2 시나리오 2 RSET

Fig. 8은 시나리오 1과 동일한 조건에서 복도 보행 장애물인 개인 사물함과 음수대 및 일체형 셔터를 변수로 추가한 시나리오 2 피난시뮬레이션 결과이다.

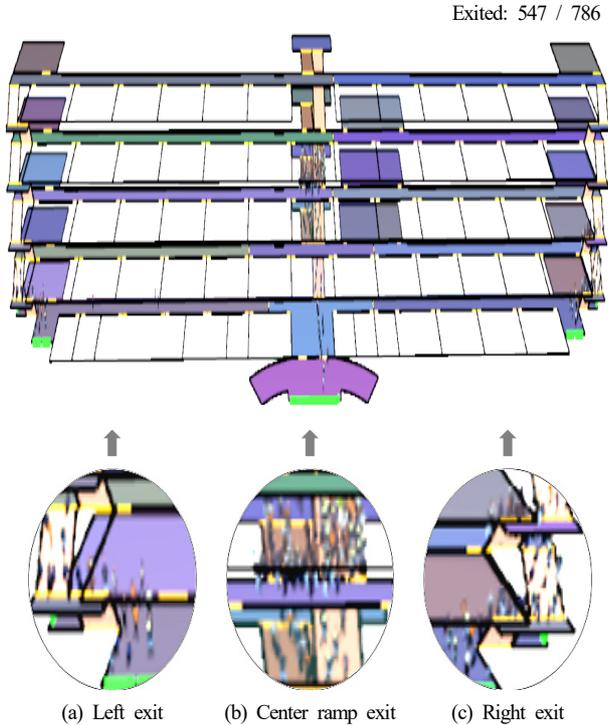


Fig. 8. Scenario 2 occupants elevation after 180 seconds.

180초가 경과했을 때 총 재실자 786명 중 547명이 대피하고 재실자 전원이 대피하는데 322초가 소요되었다. RSET이 시나리오 1보다 103.5초를 초과하고 기준 ASET 240초를 82초 초과하였다. 출구로 지정한 건물의 좌측 (a)와 우측 (c), 중앙 경사로 (b)의 피난 상태를 비교했을 때, 음수대와 일체형 셔터가 설치된 건물 중앙 경사로 쪽에서 정체현상이 나타났다. 복도 보행 장애물 중 개인 사물함 폭 40 cm와 음수대 폭 60 cm를 변수로 적용하였을 때 재실자 전원이 대피하는데 228.5초가 소요되고, 일체형 셔터 출입구 100 cm 폭을 변수로 적용할 경우에는 320.5초가 소요되었다. 복도 보행 장애물 중 일체형 셔터가 RSET 증가에 가장 많은 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

### 3.3 시나리오 3 RSET

Fig. 9는 시나리오 2의 복도 보행 장애물을 동일한 변수로 적용하고 시나리오 2와는 달리 1층에서부터 3층까지 학생들을 배치한 시나리오 3 피난시뮬레이션 결과이다.

Exited: 750 / 786

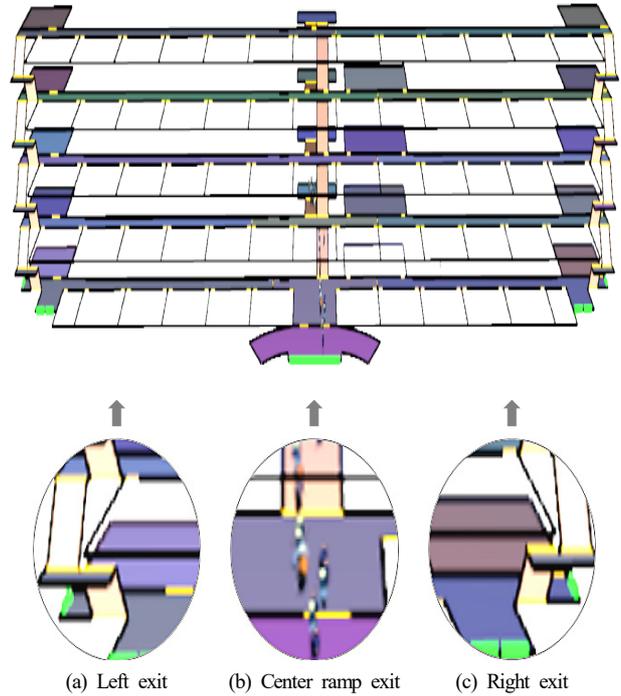


Fig. 9. Scenario 3 occupants elevation after 180 seconds.

180초가 경과했을 때 총 재실자 786명 중 750명이 대피하고 재실자 전원이 대피하는데 214.5초가 소요되었다. RSET이 시나리오 1보다 4초가 줄어들고 ASET 기준보다는 25.5초가 감소해 3가지 시나리오 중 피난 안전성이 가장 높은 것으로 분석되었다. 출구로 지정한 건물의 좌측 (a)와 우측 (c), 중앙 경사로 (b)의 피난 상태를 비교했을 때, 직관적으로 2층, 3층, 4층에 학생들을 배치한 시나리오 1과 2에 비해 피난 흐름이 양호하다는 것을 알 수 있다. 복도 보행 장애물이 설치된 고층 학교 건물에서는 저층에 우선적으로 학생들을 배치하는 것이 피난 동선 최적화에 효과가 있음을 알 수 있다. 이는 4층 고등학교 건물을 대상으로 한 최창준 (2021)<sup>16)</sup>의 교실의 층별 위치 변화에 따른 RSET 분석 결과 와도 일치한다.

시나리오 1, 2, 3에 대한 최종 피난 소요 시간(RSET)과 피난 허용 시간(ASET)의 차이를 Table 4와 Fig. 10에 제시하였다.

Table 4. Comparison of RSET and ASET for Scenarios 1,2,3 unit: seconds

Scenario	ASET (A)	RSET (B)	Differences (A-B)
1	240	218.5	+21.5
2		322	- 82
3		214.5	+25.5

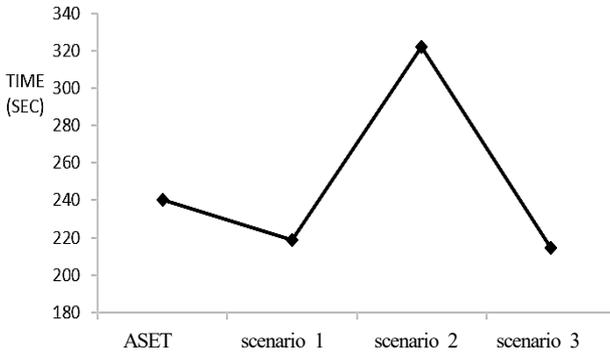


Fig. 10. RSET by scenario.

학생들이 배치된 층과 동일하게 2층, 3층, 4층에 학생들을 배치하고 변수로 복도 보행 장애물을 추가한 Scenario 2의 경우 RSET이 ASET을 초과해 피난 안전에 위협이 되는 것으로 분석되었다. 또한 Scenario 2와 동일한 조건에서 1층에서부터 학생들을 배치한 Scenario 3은 피난 소요 시간 단축에 효과가 있는 것으로 나타났다.

#### 4. 결론

##### 4.1 연구결과 요약 및 제언

‘불나면 대피 먼저’의 가치를 실천하기 위해선 복도 통로에 장애물이 없도록 피난로 관리가 선행되어야 한다. 화재가 발생하고 복도에 연기가 찬 상태에서 개인 사물함, 음수대 및 일체형 서터 등 보행 장애물로 피난로가 막혀있다면, 그러한 사실만으로도 이미 인재(人災)의 가능성을 내포하고 있다. 예측불허와 불확실성에 기인한 다양한 재난의 위험 요인들이 복잡하고 대형화됨에 따라 안전한 피난로 확보를 위해서는 최선보다 최악을 대비해야 한다. 이를 위해서는 무엇보다 개별 학교 특수성과 교육시설 법에 따른 안전한 통행로 확보 방안 수립과 실천이 필요하다.

이러한 문제의식에서 이 연구에서는 피난시뮬레이션 프로그램을 활용하여 고등학교 복도에 설치된 복도 보행 장애물이 피난소요 시간(RSET)에 미치는 영향을 분석하여 보다 실효성 있는 교육시설 안전관리의 필요성을 제기하였다. 학생들이 2층, 3층, 4층에 배치된 현재의 상태에서 피난 출구를 지정하고 복도 보행 장애물을 변수로 적용하였을 때 피난소요 시간은 322초로 나타났다. 이는 피난허용시간(ASET) 권고 기준 240초를 82초 초과해 재난 발생 시 위험한 결과를 초래할 수 있어 보다 실효성 있는 교육 시설 안전 인증제 운영이 필요하다. 동일한 조건에서 1층, 2층, 3층에 학생들을 배치하였을 때 RSET이 ASET 기준보다 35.5초 감소

한 214.5초로 나타나 복도 보행 장애물의 영향을 줄이는데 효과가 있는 것으로 나타났다. 복도 공간의 성격과 기능을 보다 명확히 하고, 학생 안전 중심의 피난 동선 최적화 및 교실 배치 방안 모색이 필요하다.

이러한 관점에서 이 연구의 시나리오에 적용한 복도 보행 장애물 안전관리 방안에 대해 다음과 같은 몇 가지 제언하고자 한다.

먼저 “복도에 설치된 음수대를 실외기처럼 복도 밖으로 돌출시켜 설치할 수 있는 다목적 공간을 확보할 필요가 있다. 뛰어서 이동하는 학생들이 부딪혀 다치는 사고가 확연하게 줄고 복도 유효 폭 최소 기준을 준수하는데 도움을 줄 수 있다. 복도의 기능에 적합한 복도 폭을 준수하는 교육시설 안전 인증제 운영이 필요하다.

두 번째는 복도에 설치된 개인 사물함 전용 공간 확보가 필요하다. 지역에 따라 차이가 있을 수도 있지만 인구 감소 및 교육환경 개선으로 연구대상 학교의 한 학급당 평균 인원은 약 24명으로 이전과 비교하여 현저하게 줄어들었다. 피난안전구역의 설치대상 건축물 용도에 따른 사용 형태별 재실자의 밀도에 대한 소방 시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준<sup>8)</sup>에 따르면 1인당 필요한 교실 면적은 1.90 m<sup>2</sup>다. 현재 연구 대상 학교의 교실 면적은 67.5 m<sup>2</sup>로 30명 이상 수용할 수 있어 교실 안 여유 공간을 복도에 설치된 개인 사물함 설치에 활용할 수도 있다.

셋째, 학생들의 피난 안전에 장애가 되는 기존의 일체형 서터 사용 기준에 대한 가이드라인이 필요하다. 일체형 서터는 화재 시 연소를 최소화하고 확산되는 것을 방지하는데 효과는 있지만 RSET 증가와 병목현상에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 연구 결과가 국토교통부의 자동방화서터 기준에 관한 일부 개정령에 반영된 것은 다행스러운 일이다. 개정령에 따르면 서터의 일부에 출입구가 설치되는 일체형 서터는 재실자의 피난로 인지 지연 및 치짐으로 인한 재실자의 안전을 담보하기 어려워 2022년부터 설치가 금지되었다. 그러나 이러한 개정법령은 현재 학교에 설치된 일체형 방화서터에는 소급 적용되지 않아 화재 시 서터가 작동이 될 경우 피난 안전성 확보에 어려움을 줄 수도 있다. 피난 안전성 확보를 위해 기존의 일체형 서터를 철거하거나 구체적인 활용방안에 대한 지침이 필요한 시점이다.

##### 4.2 연구의 의의, 한계점 및 향후 과제

이 연구는 피난시뮬레이션을 적용해 학교 복도 보행 장애물인 개인 사물함, 음수대 및 일체형 서터가 실제

로 피난시간 지연에 영향을 주는 요인임을 수학적으로 규명한 점에 의미가 있다. 재난 발생 시 피난로는 생명의 통로로 복도 보행 장애물은 마땅히 철거되어야 하나 개선되지 않고 있다. 이에 따라 교육시설 안전인증제가 실효성을 거두기 위해서는 안전성 확보 여부를 철저히 검증하여 안전인증 여부가 결정되어야 한다. 이 연구는 그러한 실천적 방안과 필요성 및 근거 자료 도출에 의미를 둘 수 있다.

이 연구는 특정한 학교 복도의 폭과 장애물 적용에 대한 제한으로 다양한 복도 폭 및 보행 장애물을 반영하지 못한 한계점을 가지고 있다. 복도의 의자 설치물, 화분, 학습 전시물, 탈의실 등 다양한 적치물에 따른 시나리오가 존재할 수 있다. 이와 관련지어 복도 보행 장애물로 볼 수 있는 다양한 학교 교육 시설 환경과 복도 폭을 고려한 추가적인 연구가 필요하다.

복도 공간의 활용성격과 기능은 학교 환경, 학교급별 교육과정 및 학습방법에 따라 현저한 영향을 받을 수 있지만 안전이 전제가 되지 않는다면 교육의 근본적 가치 실현은 불가능하다. 이 연구에서 도출된 피난 시뮬레이션 분석 자료를 근거로 복도의 피난 동선 최적화와 무분별한 적치물과 장애물이 철거되어 복도의 본래 기능을 되찾는데 도움이 되길 기대한다.

## References

- 1) K. S. Song, B. J. Ahn and J. K. Rhim, "The Effect of Safety Culture on the Safety Awareness and Safety Behavior of Manufacturing Workers", *J. Korean Soc. Saf.*, Vol. 34, No. 6, pp. 65-75, 2019.
- 2) Drinking Fountains Installed in School Corridors Threaten Student Safety, "<https://cc.newdaily.co.kr/site/data/html/2019/11/21/2019112100219.html>", Retrieved on 11. 30. 2022.
- 3) Gyeonggi-do 'School Safety Accidents' in Order of Stairs, Classrooms, Corridors, "<http://www.ctman.kr/news/23732>", Retrieved on 12. 01. 2022.
- 4) S. B. Lee, J. Y. Lee and H. S. Kong, "A Study on the Effects of All-in-one Automatic Fire Shutters Installed in High School on Evacuation Time", *International Journal of Internet, Broadcasting and Communication*, Vol. 14, No. 3, pp. 182-192, 2022.
- 5) Korea Ministry of Government Legislation, "Act on Safety and Maintenance of Educational Facilities, etc.", 2020.
- 6) J. H. Mun, "A Study on the Required Evacuation Time according to the Corridor and Staircase -Focusing on the University Educational Facility-", p.16, 2010.
- 7) Korea Ministry of Government Legislation, "Act on Fire Prevention, Installation and Maintenance of Fire Protection Facilities, and Safety Management", 2021.
- 8) Ministry of Land, Infrastructure and Transport, "Partial Amendment Decree of Rules on Standards for Evacuation and Fire Protection Structures of Buildings", 2022.
- 9) S. B. Lee, J. Y. Lee and H. S. Kong, "The Floor Layout Plan of Classrooms for Securing Evacuation Stability in School", *The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT)*, Vol. 7, No. 3, pp. 509-515, 2021.
- 10) C. J. Choi and H. S. Kong, "A Study on the Optimization of High School Buildings for Evacuation Safety", *Classroom Layout and Ramps in Korea*, Vol. 12, No. 3, pp. 286-297, 2021.
- 11) W. J. Lim, "A Study on the Propriety in Evacuation Performance on Fire in School Building", pp. 1-92, 2005.
- 12) W. H. Han, "Study on Stagnation Factors Analysis and Improvement Methods through an Evacuation Experiment", *Korean Institute of Fire Science & Engineering*, Vol. 32, No. 2, pp. 57-66, 2018.
- 13) Korea Ministry of Government Legislation, "Performance-oriented Design Methods and Standards for Firefighting Facilities, etc.", 2017.
- 14) S. L. Poon, "A Dynamic Approach to ASET/RSET Assessment in Performance based Design", *Procedia Engineering*, Vol. 71, No. 1, pp. 173-181, 2014.
- 15) S. D. Jeon and H. S. Kong, "Safety Evaluation of Evacuation in a Dormitory Girls' High School based on PAPS", *The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT)*, Vol. 8, No. 1, pp. 469-481, 2022.
- 16) C. J. Choi, "Evaluation of Evacuation Safety in High School by Slope of Evacuation Routes and Floor Layout", *Woosuk University*, p.16, 2021.