The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT)
Vol. 8, No. 1, pp.469-481, January 31, 2022. pISSN 2384-0358, eISSN 2384-0366

http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2022.8.1.469

JCCT 2022-1-54

PAPS에 기반한 여자고등학교 기숙사생의 피난 안전성 평가

Safety Evaluation of Evacuation in a Dormitory Girls' High School based on PAPS

전승덕*, 공하성**

Seung-duk Jeon*, Ha-sung Kong**

요 약 이 연구는 여고 기숙사에서 피난 시 층별 및 실별 인원 배치에 따른 RSET(피난소요시간)을 분석하여 피난 안전성을 높이는 데 있다. 이를 위해 학생 개개인의 체력이 피난에 영향을 미칠 수 있다는 전제 하에 그동안 연구되지 않았던 PAPS 결과를 분석하여 피난 시뮬레이션에 반영하였다. PAPS 결과를 바탕으로 4개의 시나리오를 적용하되 피난로 미지정 시와 지정 시로 구분하여 Pathfinder를 활용한 피난 시뮬레이션을 실시하였다. 시나리오 중에서 피난로 지정 시 시나리오 4가 RSET 168.5초로 가장 빠르게 나타났다. 본 연구의 결과, 학생체력을 배제한 체 학력신장과 생활지도에 중점을 두고 기숙사생을 배치하는 것은 피난 안전성에 문제가 있으며, 이에 대한 개선책으로 PAPS를 기반으로 평가등급이 낮은 학생들을 저층, 평가등급이 높은 학생들을 고층에 배치하고 실별 피난로를 지정하는 것이 피난 안전성에 효과적임을 확인할 수 있었다. 향후 연구과제로는 실질적인 피난대피훈련을 통하여 피난 안전성을 높이는 방안과 여학생들의 생활습관 및 체력을 반영한 피난 안전성 평가 방안의 연구가 필요하다.

주요어 : PAPS(학생건강체력평가제도), 피난 안전성, 여자고등학교, 기숙사

Abstract This study is for increasing evacuation safety by analyzing RSET(the required safe escape time) through the arrangement of personnel by floor and by room while evacuating in a Girls' High School Dormitory. For this study, PAPS(Physical Activity Promotion System) results that have not been studied so far were analyzed and reflected in evacuation simulations on the premise that individual student's physical strength can affect evacuation. Based on the PAPS results, four scenarios were applied. In addition, evacuation simulation using the pathfinder program was conducted in two situations: the evacuation route was assigned or not. Scenario 4 was the fastest at 168.5 seconds of RSET in assigning evacuation routes among scenarios. As a result of this study, the arrangement of students focusing on improving their academic ability and student life guidance excluding student physical strength has problem. In order to solve this problem, it is effective to place C group students(low grade on PAPS) on low floors and A group students(high grade on PAPS) on high floors and to assign evacuation routes in each room. In the future, the following ways need to be more studied. A study on how to increase evacuation safety through practical evacuation training, the way of assessing evacuation safety reflecting the lifestyle and physical strength of girls, the evacuation route assignment according to the fire occurrence point, and the method to secure evacuation routes in the event of a fire near stairs or entrances should be conducted.

Key words: PAPS(Physical Activity Promotion System), Evacuation Safety, Girls' High School, Dormitory

*정회원, 정읍여자고등학교 교장 (제1저자)
**정회원, 우석대학교 소방방재학과 교수 (교신저자)
접수일: 2021년 12월 10일, 수정완료일: 2022년 1월 1일
게재확정일: 2022년 1월 8일

Received: December 10, 2021 / Revised: January 1, 2022
Accepted: January 8, 2022
*Corresponding Author: jsd0127@jbedu.kr
Dept. of Fire and Disaster Prevention, Woosuk Univ, Kore

Ⅰ. 서 론

한국에서는 고등학교 시기가 인생에 있어서 중요한 시기라는 데는 이론의 여지가 없을 것이다. 학생 자신의 진로와 적성에 맞는 대학에 입학해야만 좋은 직장과 좀 더 나은 생활을 하는 출발점이기 때문이다. 그래서 대학 입학을 목표로 하는 고등학교 학생들은 취침시간을 제외한 대부분의 일과를 학교에서 보내고 있다. 이러한 상황에서 고등학교 학생들에게 정규교육과정은 물론 방과 후 보충학습, 야간 자기주도학습, 기숙사 생활 등 학교생활 전반에 안전이 보장되어야 할 것이다. 또한 고등학교는 대부분 기숙사를 운영하고 있다. 기숙사에서 학생들은 3년간 의식주를 모두 해결하고 있어 삶의 장소이자 휴식공간이며 편안한 보금자리인 것이다. 특히 여학생 기숙사의 경우 화재 시 연기나 유독가스 발생 가능성이 현저히 높다고 할 수 있다. 여학생들은 머리 인두기, 난방기구, 헤어드라이기 등으로 인해 화재 발생요인이 많을 뿐만 아니라 화재발생 시에도 각종 화장품, 다량의 의류, 헤어스프레이, 방향제 등으로 인해 연기와 유독가스 발생 요인이 매우 크다.

지금까지 학교 기숙사의 피난 안전성과 관련된 연구를 살펴보면 다음과 같다. 이정수 외(2011)는 중·고등학교에 설치된 복도와 계단의 경우, 피난시 안전성 확보에 대한 기준이 상대적으로 미흡하고, 복도 및 계단에서의 피난 속도는 남자보다는 여자가, 고등학생보다는 중학생이 불리하다고 하였다. 또한 일정 수준의 피난자가 정체되면 이로 인해 뒤따라오는 피난자의 피난 속도에 영향을 미치며, 그 영향은 계단이 복도보다 더 크다고 하였다[1]. 박수로 외(2014)는 국내 피난 안전성 평가 사례를 분석한 결과 대부분 외국 시뮬레이션 프로그램을 사용하고 있다고 하였는데, 화재 시뮬레이션은 FDS, 피난 시뮬레이션은 Simulex를 이용하여 피난 안전성을 검증하고 있다. 따라서 적절한 성능기반 설계가 정착되도록 인간행동특성 및 공간, 재실자 이동속도 등 국내특성을 반영한 화재, 피난 시나리오 개발 및 시뮬레이션 프로그램 개발이 필요하다고 하였다[2]. 한운희(2018)는 피난 시뮬레이션 통계와 피난실험에서 수집된 Data 수치를 비교 분석하였고, 이를 통해 초고층건축물에서 재난 및 화재발생 시 피난시간에 지연을 초래할 수 있는 요인을 발굴하고 피난시간 지연을 최소화하기 위한 개선점을 도출, 피난자의 안전을 확보하는데 필요한 기준을 구체화하였다[3]. 김희교(2021)는 학교시설의 건축 계획적 분석을 통하여 향후 학교시설의 계획단계에서 실용적으로 활용 가능한 피난 및 대피 동선의 최적화 방안을 마련하여, 화재 또는 지진의 발생을 비롯한 재난 발생 시 효과적으로 피난이 가능할 수 있도록 건축계획 및 설계 시에 활용할 수 있도록 하였다[4]. 이정수 외(2013)는 한국형 피난 시뮬레이션 시스템을 개발하기 위한 한국형 피난부하모델을 구축하기 위하여 건물 내부의 복도와 계단 및 출입구 정보를 바탕으로 각각의 유형(연령, 장애정도 등)에 따른 재실자의 피난시간을 도출하였다. 그리고 기존의 피난 속도 계산 프로그램인 Simulex와 동일한 조건하에서 피난시간을 도출하여 비교 분석한 결과, 피난 속도가 낮을수록 상호간의 계산결과가 비슷하였지만, 피난 속도가 높아지면 도출된 피난시간 결과 값이 상이하였다[5]. 부준필 외(2009)는 통합 네트워크 논리 모델을 이용하여 건물 내에서 화재가 발생할 경우 화재를 신속하게 감지하고, 사람들을 안전한 지역으로 대피할 수 있도록 유도등의 방향을 설정하는 새로운 재난 대피 유도 개념을 제시하였다[6]. 이명구 외(2016)는 대학 기숙사생들의 안전의식 수준을 연구한 결과 안전교육의 만족도와 효과는 높고 사고요인에 대한 인지도는 높으나 구체적인 대응방법에 대한 이해도가 부족한 것으로 나타나 재난발생 시 대응방법에 대한 안전교육을 강화할 것을 제안하였다[7].

이와 같이 피난 안전성 관련 선행 연구에서는 초고층 아파트, 장애아 건축물, 학교 등 건축물의 형태를 중심으로 연령별, 성별, 장애 정도, 신체적 특징 등 피난자의 유형에 따라 피난 시간 지연요인과 피난 모델 등에 대한 연구가 주로 이루어지고 있다. 따라서 이 연구의 대상인 여자고등학교 기숙사생을 대상으로 PAPS (Physical Activity Promotion System ; 건강체력평가) 결과를 반영하여 피난 안전성의 차이를 평가하는 연구는 전혀 이루어지지 않은 실정이다.

이 연구에서는 학교 기숙사의 대부분을 차지하고 있는 고등학교 기숙사 특히 여학생 기숙사를 대상으로 피난 상황에서 PAPS 결과를 바탕으로 학생들의 건강 상태와 신체 능력을 반영한 층별 및 실별 적절한 인원배치 방안을 마련하여 좀 더 신속하게 대피할 수 있도록 피난 안전성을 확보하고자 하며, 이를 위한 연구 모델은 그림 1과 같다.

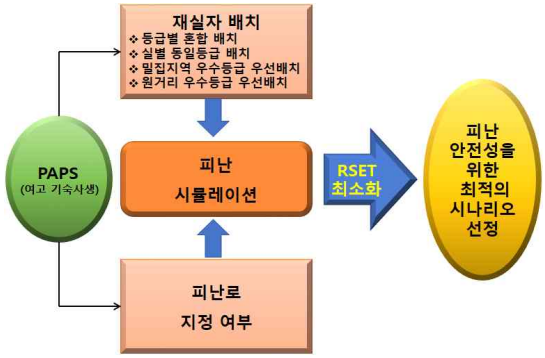


그림 1. 연구 모델
Figure 1. Research model

II. 본 론

1. PAPS

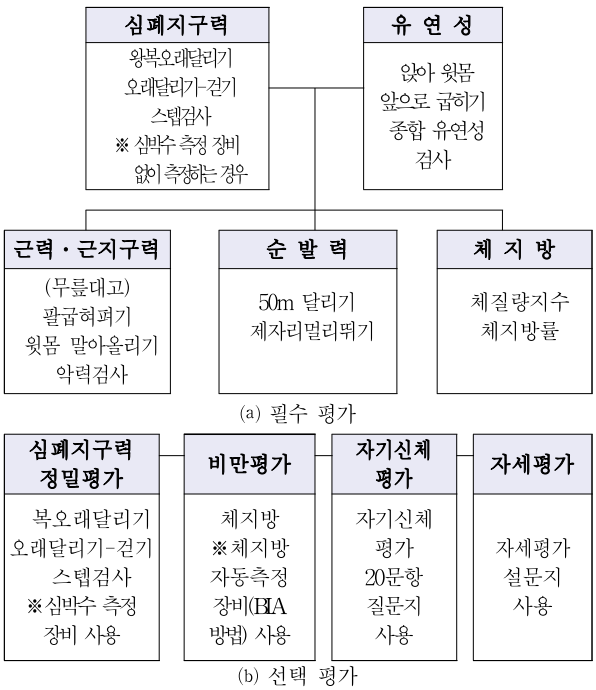
1) PAPS의 개념

PAPS란 학생 건강 체력 평가 제도를 말한다. 과거 초·중·고등학교 학생 체력장 제도를 전면적으로 개정한 새롭고 선진화된 체력 평가 시스템으로, 학생들의 건강 체력과 비만, 그리고 선택적으로 심폐지구력 정밀평가와 심리검사인 자기신체평가, 자세평가와 같이 학생들의 신체활동과 관계된 종합적인 평가가 이루어지고 평가 결과를 토대로 신체활동처방이 주어지는 종합평가시스템을 의미한다[8].

2) PAPS의 평가 종목[9]

PAPS를 위한 평가 종목은 그림 2와 같이 필수 평가와 선택 평가로 구분된다. 필수평가는 심폐지구력, 유연성, 근력·근지구력, 순발력, 체지방 등 5개 영역이며, 선택평가는 심폐지구력 정밀평가, 비만평가, 자기신체평가, 자세평가 등 4개 영역이다.

필수 평가를 구체적으로 살펴보면, 심폐지구력은 심장과 폐의 기능이 잘 발달해서 지치지 않고 오랫동안 운동을 할 수 있는 능력을 말한다. 심폐지구력이 좋으면 먼 거리를 지치지 않고 달릴 수 있다. 심폐지구력 종목으로는 왕복오래달리기, 오래달리기-걷기, 스텝검사 등이 있다. 유연성은 우리 몸의 관절이 앞뒤 좌우로 잘 굽혀지는 정도를 말하며, 유연성이 좋으면 몸을 구부리는 동작을 마음대로 할 수 있다. 유연성 종목으로는 앉아 윗몸 앞으로 굽히기, 종합 유연성 등이 있다. 근력·근지구력은 한 번에 얼마나 큰 힘을 낼 수 있는 정도가 근력이며, 일정한 힘을 얼마나 오래 반복해낼 수 있는 정도가 근지구력이다. 근력이 좋으면 무거운 물건을 잘 들어 올릴 수 있고, 근지구력이 좋으면 힘든 동작을 반복해서 여러 번 할 수 있다. 근력·근지구력 종목으로는 무릎대고팔굽혀펴기, 윗몸말아올리기, 악력 등이 있다. 순발력은 짧은 시간에 순간적으로 힘을 내는 능력을 말한다. 순발력이 좋으면 몸을 재빠르게 움직일 수 있어 빨리 달리고 멀리 뛰는데 도움이 된다. 순발력 종목으로는 50m 달리기, 제자리멀리뛰기 등이 있다. 체지방은 우리 몸에 있는 지방의 양을 비율(%)이나 무게(kg)로 표시한 것이다. 체지방은 우리 몸에 꼭 필요하지만 적정량을 초과 하면 운동능력을 떨어뜨리고 심장병, 당뇨병 등 여러 질병을 일으킬 수 있다. 체지방 종목으로는 기본형인 체질량지수(BMI), 선택형인 체지방률 등이 있다.



자료: 교육부(2009), 학생건강체력평가 매뉴얼 p.8. 인용

그림 2. PAPS의 필수 평가와 선택 평가
Figure 2. Essential evaluation and selection evaluation of PAPS

선택평가에는 심폐지구력 정밀평가는 심박수 측정 장비를 이용, 왕복오래달리기, 오래달리기-걷기, 스텝검사 3종목에 선택 적용하여 측정하며, 그 결과 값으로 정확한 운동량 및 신체 운동 강도를 파악한다. 비만평가는 체지방자동측정장비(BIA방법)를 이용하여 학생의 성장평가, 체중조절필요량, 체성분 구성도, 근육량, 지방량, 체지방률(%Fat)의 결과를 얻는다. 자기신체평가는 질문지 20문항을 이용하여 심폐지구력, 유연성, 근력·근지구력,

체지방(날씬함), 신체활동, 스포츠자신감, 외모, 건강, 신체전반, 자기존중감 등을 파악한다. 자세평가는 학생들의 자세이상의 잠재가능성을 학교에서 집단검사를 실시하여 자세에 이상이 있다고 의심되는 학생들은 2차적인 전문 진단과 치료를 통하여 올바른 자세유지나 교정을 위한 체조를 제시한다.

3) PAPS의 평가 등급

PAPS는 그림 3과 같이, 필수분야인 심폐지구력, 유연성, 근력·근지구력, 순발력, 체지방 등에 대하여 종목별 20점을 배점하여 취득 점수에 따라 1등급은 16점~20점, 2등급은 12점~15점, 3등급은 8점~11점, 4등급은 4점~7점, 5등급은 3점 이하로 구분한다. 종목별로 최소건강체력 기준*인 8점 이상을 양호구간, 8점 미만은 우려구간으로 정의하고 우려구간 학생은 건강체력교실 등 신체활동 증진프로그램 제공한다. 5개 종목 점수를 합한 건강체력점수는 1등급은 80~100점, 2등급은 60점~79점, 3등급은 40점~59점, 4등급은 20점~39점, 5등급은 19점 이하로 최종 산출한다[10].

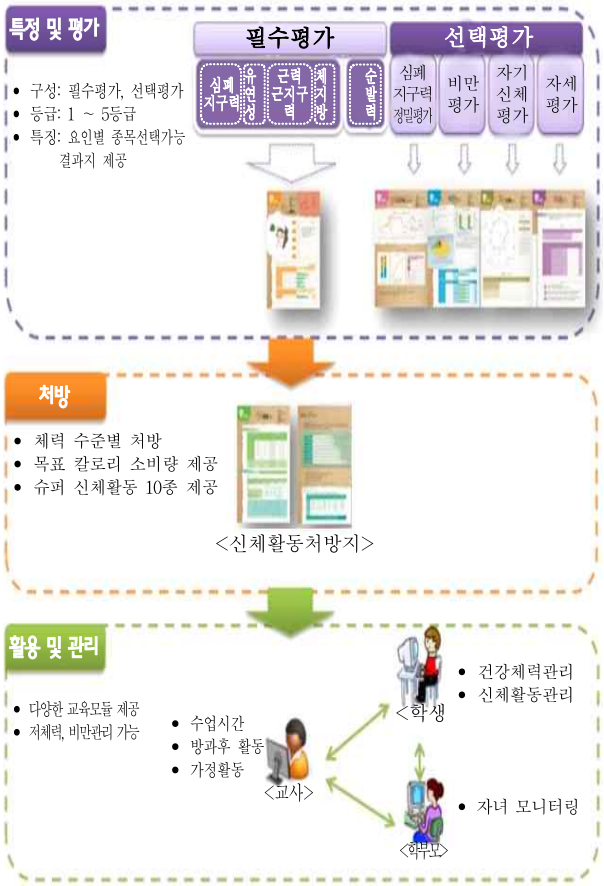
* 최소건강체력 기준 : 통계실측 data(양적방법)와 현장 전문가 심층 판단(질적방법)을 통합 적용하여 준거설정(Angoff 방법)

2. 피난 시뮬레이션

1) 피난 시뮬레이션의 구성

피난 시뮬레이션은 피난 상황이 발생했을 때 건물 내부의 재실자들이 대피하는 상황을 가상으로 구현하여 분석할 수 있는 프로그램으로 피난에 소요되는 시간, 정체 구간의 발생 장소 등을 볼 수 있다. 이를 바탕으로 화재가 발생했을 경우, 건물의 안전한 피난이 될 수 있는지 평가하거나, 건물을 짓기 전 안전한 설계가 될 수 있도록 사용한다.

국내에서 인지도가 높은 대표적인 피난시뮬레이션 프로그램은 Simulex(2D), Exodus(3D), Pathfinder(3D) 등이 있다. Simulex는 재실자의 전체 몸 둘레크기, 어깨를 뺀 몸 둘레크기, 몸 둘레를 뺀 어깨둘레의 크기, 보행속도, 지형에 따른 보행속도 범위, 계단의 오르내림의 6가지의 특성을 반영하고, Exodus는 나이, 성별, 민첩성, 보행거리 등 재실자의 신체적 특성과 인내성 저돌성 등 심리적 요인, 피난 형태, 위험도, 유독성 등을 반영하며[11], Pathfinder는 보행속도, 신장, 어깨너비 등 신체적 특징, 휠체어, 침대 등 장애 정도, 계단, 엘리베이터, 에스컬레이터 등 이동방법, 도움을 주고받는 경우, 정체구간 등을 반영하여 피난 시뮬레이션을 분석할 수 있다.



자료: 교육과학기술부(2008), 학생건강체력평가제도(PAPS) 확대 시행 계획 p.5. 인용

그림 3. PAPS 시스템의 구성 및 흐름도
Figure 3. The configuration and flow chart of the PAPS system

이 연구에서는 정상적인 학생들의 보행속도, 신장, 어깨너비 등 신체적 특징을 입력 변수로 사용하고자 하기에 Pathfinder(Revision 2021×64)를 피난 시뮬레이션 프로그램으로 사용하였다. 다만 향후 연구과제로 학생들의 심리상태, 피난 위험도, 유독성에 대한 연구를 위해서는 Exodus 프로그램을 사용하는 것이 적합하다고 사료된다.

미국 Thunderhead Engineering사에서 개발한 Pathfinder 프로그램은 2009년에 처음 개발되었고, 현재는 전 세계에서 피난 안전을 연구하고 컨설팅 하는데 있어서 많은 도움을 주고 있다. CAD도면을 불러와서 작업도 가능하고, FDS, PyroSim의 데이터 파일을 가져와서 3D 모델을

만들 수 있다.

PAPS 결과를 바탕으로 Pathfinder를 활용하기 위하여 학생들의 건강 체력 등급을 1~2등급 학생은 A group, 3등급은 B group, 4~5등급은 C group으로 분류하여 각 층별과 각 실별, 그리고 각 실내에 인원 구성 방법을 시나리오별로 다르게 배치한 후, 재난 발생 시 피난소요시간을 단축할 수 있는 방안을 찾고자 하였다. Pathfinder는 가상 공간을 설정한 시뮬레이션이므로 화재발생지점, 긴급한 상황 하에서 환자 발생, 피난자의 신체 리듬, 실내의 장애물, 병목구간에서의 사고 등의 돌발 변수는 반영되지 않았다.

2) 대상 건물의 개요

피난 시뮬레이션 대상건물은 그림 4와 같이 전라북도 정읍시에 위치하고 있는 ○○여자고등학교 기숙사이며, 특별교실인 정보과학관과 연결되어 서로 이동이 가능하게 설계되어 있다.

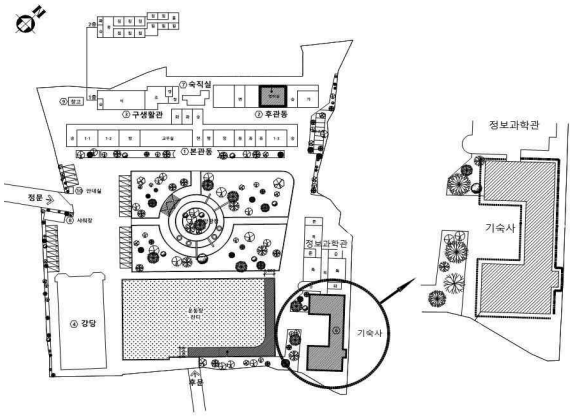


그림 4. 기숙사와 정보과학관 배치도
Figure 4. The layout of dormitory and information science museum

건물의 특징은 지하 1층, 지상 3층 규모이며 건축물 높이는 12.3m, 연면적 1,174.95㎡ 규모이다. 각 층의 건축면적 및 구조를 살펴보면 그림 5와 같이 지상 1층은 건축면적이 384.75㎡로서 2인 침실 2개, 4인 침실 5개, 자율학습실, 사감실과 상담실, 세탁실, 샤워실, 화장실로 구성되어 있다. 지상 2층은 지상 1층과 같은 건축면적으로 384.75㎡이며, 4인 침실 9개, 정보검색실, 휴게실, 세탁실, 샤워실, 화장실로 구성되어 있다. 지상 3층은 건축면적이 347.85㎡로서 2인 침실 2개, 4인 침실 5개, 자율학습실, 세탁실, 샤워실, 화장실로 구성되어 있다.

그림 5. 기숙사 평면도
Figure 5. Dormitory planar view

건물 북서쪽으로 3층 높이의 정보과학관과 연결되어 있다. 학생들이 출입하는 현관은 건물 남동쪽에 있고 현관 근처로 1, 2, 3층을 연결하는 계단이 있어 주피난로 역할을 한다. 북서쪽에는 1층 자율학습실, 2층 정보검색실, 3층 자율학습실을 경유하여 정보과학관의 계단과 연결된 출입문이 있다. 그리고 1층 자율학습실에 바로 외부로 나갈 수 있는 출입문이 있다. 각층에 정보과학관과 연결된 출입문과 1층 자율학습실 외부출입문은 평상시에는 사용하지 않지만 비상시에 추가 피난로로 활용할 수 있다. 즉 주피난로는 일상생활 중에는 모든 학생이 기숙사 계단을 이용하여 1층 중앙현관 출구를 사용하고 있다. 비상시 추가 피난로는 각 층마다 정보과학관의 계단과 연결된 비상문과 1층 자율학습실의 외부출입문을 사용할 수 있다.

이 연구의 대상은 학생들이 생활하고 있는 지상 1, 2, 3층이 해당되며, 지하 1층은 기계실만 있고 침실은 없으므로 연구 대상에서 제외하였다. 각 층의 복도 너비는 양쪽에 침실이 있는 경우 2.7m이고, 한쪽에만 침실이 있는 경우 2.15m로, 표 1처럼 건축관련법령에서 명시하는 기준을 만족하고 있다[12].

표 1. 복도의 너비 및 설치 기준에 따른 적합 여부
Table 1. Suitability by the width and installation standards of the corridor

구분	양옆에 거실이 있는 복도	기타 복도
기준(공동주택)	1.8m이상	1.2m이상
대상건물(기숙사)	2.7m	2.15m
적합여부	적합	적합

각 층을 연결하는 계단은 주피난로인 기숙사 계단과 비상시 추가 피난로인 정보과학관 계단이 있다. 기숙사 계단은 층고 3m로 계단 너비 152cm, 단높이 18cm, 단너비 29.5cm, 계단참의 너비 171cm이며, 난간이 설치되어 있다. 정보과학관 계단은 층고 3m로 계단 너비 196cm, 단높이 15.6cm, 단너비 29cm, 계단참의 너비 380cm이며 난간이 설치되어 있어 표 2처럼 건축관계법령의 기준을 충족한다[13].

표 2. 계단의 설치 기준에 따른 적합 여부
Table 2. Suitability by the installation criteria of stairs

구분	계단 및 계단참 너비	단높이	단너비	난간
기준	중·고등학교의 경우 유표너비 150cm이상	중·고등학교의 경우 18cm이하	중·고등학교의 경우 26cm이상	높이 1m를 넘는 계단 및 계단참 옆에 난간 설치
기숙사 계단	계단 너비 152cm 계단참 너비 171cm	18cm	29.5cm	유
정보과학관 계단	계단 너비 196cm 계단참 너비 380cm	15.6cm	29cm	유
적합여무	적합	적합	적합	적합

3) 대상 건물의 배치 기준인원

이 연구대상 기숙사에는 표 3과 같이 1층 24명, 2층 36명, 3층 24명 등 총 84명의 학생과 1명의 사감이 생활하고 있는데, 이 연구에서는 학생들만을 연구 대상으로 하고 있으므로 사감은 연구에서 제외하였다.

표 3. 배치 기준인원
Table 3. The number of people to be placed

대상	수용인원 산정기준	수용 가능인원	층별	실제 수용인원
숙박시설이 있는 특정소방대상물	침대가 있는 숙박시설	침대수와 동일한 인원	지상 1층	24명
			지상 2층	36명
			지상 3층	24명

4) 재실자 입력 변수

이 연구에서 Pathfinder를 활용하여 피난소요시간을 산출하는 입력변수는 학생들의 PAPS 결과를 기초로 하였다. PAPS는 심폐지구력, 유연성, 근력 및 근지구력, 순발력, 비만 등 5개 요소를 종합하여 등급으로 산출된다. PAPS 등급은 1등급에서 5등급까지 구분된다. 이를 피난 시뮬레이션에 적용하기 위하여 1~2등급 학생은 A group, 3등급은 B group, 4~5등급은 C group으로 분류하였다. RSET(피난소요시간)을 산출하기 위한 입력변수를 적용하기 위하여 피난 시뮬레이션 대상인 ○○여자고등학교 학생들 84명을 대상으로 A group 28명, B group 28명, C group 28명에 대하여 실제 보행속도와 어깨너비, 신장을 측정하여 입력변수를 적용하였다. 또한 연구의 대상이 취침 중에 화재 발생 상황인 점, 그리고 여학생인 점을 가정하여 2분의 피난 대기시간을 추가로 부여하였다.

이 연구를 위하여 표 4와 같이 연구 대상인 ○○여자고등학교 기숙사생 84명을 대상으로 2021.5.17.부터 2021.5.28.까지 그림 6, 그림 7과 같이 대상 학교 체육관에서 보행속도를 2회에 걸쳐 측정하여 평균값을 산출하고, 대상학교 보건실에서 신장과 어깨너비를 측정하였다.

표 4. 연구 대상자에 대한 입력변수 측정
Table 4. Measurement of input variables for the study subjects

대상	기간	입력변수	측정횟수	측정장소	측정단위	비고
○○여고 기숙사생 84명	2021.5.17. ~ 2021.5.28	보행속도	2회	체육관	m/s	20m거리측정 후 환산
		신장	1회	보건실	cm	실측
		어깨너비	1회	보건실	cm	실측

(a) 출발점 대기 (b) 보행 (c) 도착 및 측정

그림 6. 보행속도 측정
Figure 6. Measurement of walking speed

(a) 신장 측정 (b) 어깨너비측정 1 (c) 어깨너비측정 2

그림 7. 신장 및 어깨너비 측정
Figure 7. Measurement of height and shoulder width

연구 대상자에 대한 입력변수의 측정 결과, 표 5와 같이, A그룹은 1~2등급 학생 28명으로 보행속도 1.46 m/s, 신장 163.83cm, 어깨너비 39.79cm으로 나타났다. B그룹은 3등급 학생 28명으로 보행속도 1.38m/s, 신장 162.23cm, 어깨너비 41.54cm으로 나타났으며, C그룹은 4~5등급 학생 28명으로 보행속도 1.31m/s, 신장 162.93 cm, 어깨너비 43.50cm으로 나타났다.

5) 시나리오의 구성

피난 시뮬레이션의 대상인 기숙사 인원배치는 3층 규모로 1층 24명, 2층 36명, 3층 24명으로 설정하였다. PAPS에 따른 그룹별 인원은 A그룹, B그룹, C그룹 모두 28명으로 편성하였다.

시나리오 구성은 표 6과 같이 시나리오 1은 학교 기숙사에서 주로 사용하는 방법인 학생체력을 배제한 채 학력신장에 중점을 두고 실별 A, B, C그룹을 혼합 배치하였고, 시나리오 2는 역시 학생체력을 배제한 채 생활지도에 중점을 두고 실별 그룹은 통일하되 층별 A, B, C그룹 혼합 배치하였으며, 시나리오 3은 학생안전에 중점을 두되 2층 밀집지역에 상위등급을 우선 배치하여 2층에 A그룹, 1층에 C그룹, 3층에 B그룹을 배치하였고, 시나리오 4는 역시 학생안전에 중점을 두되 각 층별로 건물 밖까지 소요되는 피난소요시간에 중점을 두고 3층에 A그룹, 2층에 B그룹, 1층에 C그룹을 배치하였다.

표 5. 연구 대상자의 그룹별 입력변수에 대한 실제 측정 결과
Table 5. Actual measurement results for input variables by group of study subjects

순	A group					B group					C group				
	성 명	PAPS (등급)	신장 (cm)	어깨 너비 (cm)	보행 속도 (m/s)	성 명	PAPS (등급)	신장 (cm)	어깨 너비 (cm)	보행 속도 (m/s)	성 명	PAPS (등급)	신장 (cm)	어깨 너비 (cm)	보행 속도 (m/s)
1	김○연	2	168.5	45	1.29	유○은	3	162.8	39	1.26	손○름	4	162.3	55	1.17
2	김○리	2	160.2	35	1.44	김○미	3	161.0	45	1.22	김○주	5	157.1	42	1.26
3	김○우	2	166.6	39	1.44	박○언	3	170.9	42	1.50	나○결	4	161.1	45	1.24
4	김○은	2	162.0	36	1.23	오○채	3	165.9	39	1.18	송○원	4	162.4	48	1.36
5	김○원	2	166.1	40	1.51	장○서	3	158.5	36	1.27	박○민	4	155.7	38	1.34
6	김○영	2	171.1	38	1.39	정○영	3	155.5	39	1.29	오○롬	4	177.7	47	1.04
7	박○은	1	160.1	37	1.52	최○영	3	156.7	39	1.42	김○현	4	160.1	46	1.31
8	손○정	2	161.4	40	1.43	김○림	2	165.1	33	1.53	박○린	4	158.0	40	1.36
9	이○영	2	165.6	42	1.77	김○빈	3	156.0	44	1.59	이○인	4	166.5	48	1.52
10	고○영	2	160.7	36	1.65	박○오	3	162.0	43	1.55	고○혜	4	169.7	45	1.12
11	유○진	1	162.6	36	1.59	박○윤	3	152.7	41	1.37	김○현	4	160.6	50	1.20
12	김○정	2	166.3	46	1.42	신○은	3	159.2	39	1.47	권○하	4	163.7	52	1.33
13	노○경	2	165.6	38	1.78	이○선	3	167.4	45	1.22	오○은	4	160.9	46	1.30
14	박○민	2	165.2	46	1.46	정○희	3	155.8	43	1.49	유○현	5	165.2	42	1.52
15	서○지	1	162.3	43	1.28	정○영	3	158.0	43	1.38	유○은	4	171.0	38	1.40
16	고○송	2	162.2	39	1.44	김○비	3	166.4	43	1.59	임○리	4	167.4	42	1.50
17	기○지	2	159.8	39	1.33	김○현	3	160.9	41	1.39	김○연	5	158.4	39	1.46
18	김○진	2	175.7	45	1.45	이○우	3	158.5	48	1.54	최○영	4	156.0	40	1.17
19	김○은	2	146.8	41	1.45	이○민	3	166.4	42	1.38	강○민	4	167.0	48	1.30
20	임○현	2	154.0	36	1.58	이○인	3	160.6	42	1.34	김○은	4	162.4	42	1.28
21	최○랑	1	163.1	39	1.37	전○연	3	174.1	47	1.35	왕○은	4	160.0	41	1.42
22	박○현	2	169.1	37	1.64	조○주	3	161.5	40	1.43	권○지	4	161.1	34	1.43
23	양○경	2	158.7	36	1.47	한○경	3	166.8	48	1.50	이○은	4	160.5	39	1.35
24	이○현	2	173.4	41	1.30	한○윤	3	163.3	38	1.33	조○은	4	154.8	35	1.37
25	이○수	2	160.6	37	1.34	송○정	3	165.5	46	1.39	박○연	4	163.5	42	1.12
26	추○미	2	158.1	39	1.58	이○은	3	159.5	37	1.36	이○나	4	162.1	52	1.21
27	김○서	2	166.5	46	1.43	조○련	3	161.2	40	1.15	장○서	4	169.5	39	1.17
28	조○원	2	175.0	42	1.38	최○우	3	170.1	41	1.24	한○진	4	167.4	43	1.34
평균			163.83	39.79	1.46			162.23	41.54	1.38			162.93	43.50	1.31

표 6. 시나리오 구성
Table 6. Scenario composition

시나리오	PAPS기반 배치방법	그룹별 배치현황		
		1층	2층	3층
시나리오 1	등급별 혼합 배치	실별 A, B, C그룹 각 28명 혼합, 총 84명		
시나리오 2	실별 동일등급 배치	실별 그룹 통일, 층별 A, B, C그룹 각 28명 혼합, 총 84명		
시나리오 3	밀집지역(2층)에 우수등급(A그룹)우선 층별 배치	C그룹 24명	A그룹 28명, B그룹 4명은 피난로에서 가장 먼 곳 배치, C그룹 4명은 피난로에서 가장 가까운 곳 배치	B그룹 24명
시나리오 4	원거리(3층)에 우수등급(A그룹)우선 층별 배치	C그룹 24명	B그룹 28명, A그룹 4명은 피난로에서 가장 먼 곳 배치, C그룹 4명은 피난로에서 가장 가까운 곳 배치	A그룹 24명

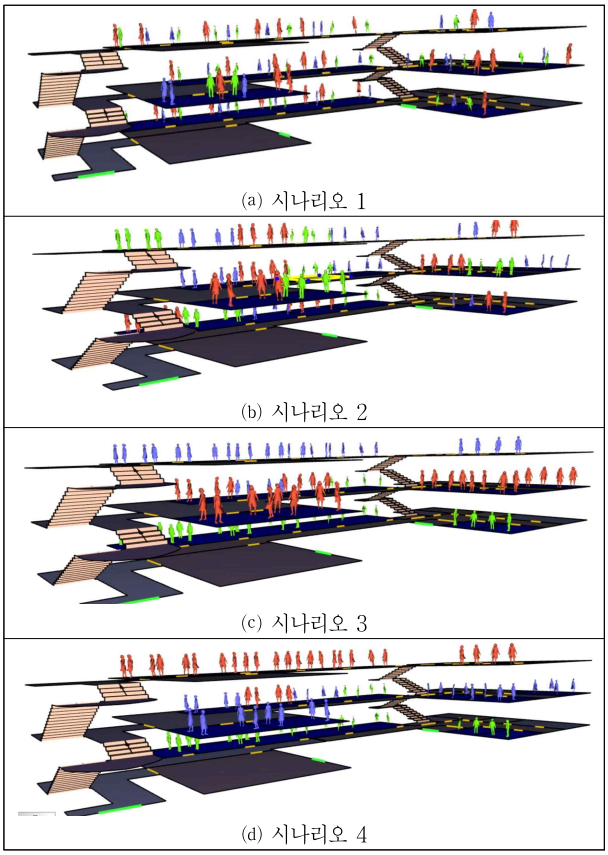
표 7. 시나리오별 인원배치표
Table 7. Arrangement table by scenario

층	호실	인원	시나리오1			시나리오2			시나리오3			시나리오4		
			A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1층	101호	2	1		1	2					2			2
	102호	2		1	1		2				2			2
	103호	4	2	1	1			4			4			4
	104호	4	1	2	1	4					4			4
	105호	4	1	1	2		4				4			4
	106호	4	2	1	1			4			4			4
	107호	4	1	2	1	4					4			4
2층	201호	4	1	1	2		4		4				4	
	202호	4	2	1	1			4	4				4	
	203호	4	1	2	1	4			4				4	
	204호	4	1	1	2		4				4			4
	205호	4	2	1	1			4	4				4	
	206호	4	1	2	1	4				4		4		
	207호	4	1	1	2		4		4				4	
	208호	4	2	1	1			4	4				4	
	209호	4	1	2	1	4			4				4	
3층	301호	2	1	1		2				2		2		
	302호	2		1	1		2			2		2		
	303호	4	1	1	2		4			4		4		
	304호	4	2	1	1			4		4		4		
	305호	4	1	2	1	4				4		4		
	306호	4	1	1	2		4			4		4		
	307호	4	2	1	1			4		4		4		
배치인원 합계		84	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28

시나리오별 구체적인 인원배치는 표 7과 같으며, Pathfinder 프로그램에서 구현한 각 시나리오별 배치 상황은 그림 8과 같다. 다만 시나리오 3과 시나리오 4에서는 층별 인원이 1층 24명, 2층 36명, 3층 24명으로 차이가 있고, 그룹별 인원은 각 28명씩 동일하여, 층별로 동일한 그룹을 배치할 수 없기에 시나리오별 인원 배치에 약간의 차이가 존재한다. 즉 2층의 배치할 인원은 36명인데 각 그룹별 인원은 28명으로 동일하므로, 부족한 8명은 다른 층에서 배치하고 남는 인원으로 보충하였다. 그룹인원 중에서 건강체력등급이 낮은 그룹의 4명은 피난로와 가장 가까운 204호실에 배치하고, 높은 그룹의 4명은 피난로에서 가장 먼 곳에 위치한 206호실에 배치하였다.

6) 평가 기준

피난 시뮬레이션의 평가 기준은 '화재 및 피난 시뮬레이션의 시나리오 작성 기준[14]'에 의거하였다. 이 연구대상건물인 기숙사는 표 8과 같이 학생들이 정규교육과정을 마친 후 방과 후에 자율학습 및 숙박을 목적으로 상시 거주하여 사용하고 있으며, 기숙사 시설로서 학생들이 건물의 내부, 경보, 탈출로에 익숙하고, 수면상태일 가능성 있고, 훈련된 직원인 사감과 함께 경고방송을 제공할 수 있는 경우로써, 재실자의 피난가능시간(ASET: The Available Safe Egress Time)은 4분 이하로 정하였다. 피난개시시간은 학생들이 수면상태에서 화재를 인지하고 있으며 여자로서 기본적인 의복 착용의 시간이 필요한 점을 감안하여 2분으로 설정하였다.



(적색은 A그룹, 보라색은 B그룹, 연두색은 C그룹을 의미함.)

그림 8. Pathfinder 프로그램에 의한 시나리오별 인원배치현황
Figure 8. Status of personnel allocation by scenario by Pathfinder program

표 8. 피난개시시간과 피난가능시간(ASET)
Table 8. Time to start evacuating / Availability time for evacuation (ASET)

용도	피난개시시간	피난가능시간
기숙사, 중/고층 주택 (거주자는 건물의 내부, 경보, 탈출로에 익숙하고, 수면상태일 가능성 있음)	2분	4분 이하

또한 피난로는 미지정과 지정으로 구분하였다. 피난로를 미지정한 경우에는 Pathfinder 피난 시뮬레이션이 건물 밖까지 동선이 짧은 출구로 피난하도록 설정하고 있기에 기본값을 그대로 유지하였다. 피난로 지정 시에는 2층이 밀집지역으로 동선이 가까운 곳으로 피난하게 되면 중앙계단에서 병목현상이 발생하게 되는 문제점을 개선하고자 201호~205호실 학생은 중앙계단으로 206호~209호실 학생은 정보과학관 계단으로 피난로를 지정하였다. 또한 3층은 피난구와 가장 원거리에 있기 때문에 신속성에 중점을 두고 301호~305호실 학생은 중앙계단으로 306호~307호실 학생은 정보과학관 계단으로 피난로를 지정하였다. 다만 1층은 피난로가 3곳이고 동선이 짧아서 Pathfinder 기본 값을 유지하였다.

III. 결과 및 고찰

연구의 대상 건물인 ○○여자고등학교 기숙사는 3층 건물로 되어있으며, 1층에는 사감 1명과 2인실 2개와 4인실 5개에 학생 24명이 생활하고 있고, 2층에는 4인실 9개에 학생 36명이 생활하고 있으며, 3층에는 2인실 2개와 4인실 5개에 학생 24명이 생활하고 있다. 피난로는 중앙계단을 통하여 현관으로 이동하는 통로와 1층 자율학습실을 이용하여 이동하는 통로, 그리고 기숙사와 연결되어 있는 정보과학관 출입문과 계단으로 모두 3개의 피난로가 있다.

이와 같은 현재의 상황에서 화재가 발생하였을 때, 학생들은 수면상태에서 깨어나서 화재를 인지하게 되고 여학생이라는 점과 피난 시 최소한의 의복착용이 필요한 점이 있어 피난 준비를 하는데 소요되는 피난개시시간을 2분으로 설정하였고, 피난 출구를 지정하지 않고 외부로 대피하기 위한 이동거리가 가장 짧은 출입구로 이동하도록 하였다.

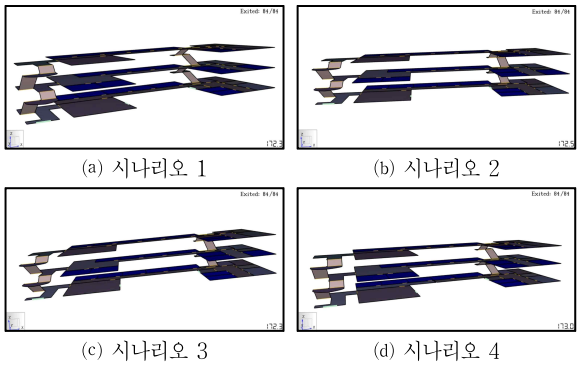
1. 결과

피난 시에 건강 체력에 따른 학생들이 피난 안전성에 미치는 영향을 분석하기 위하여 건강체력평가 결과를 바탕으로 1등급에서 5등급까지의 학생들을 1~2등급은 A그룹, 3등급은 B그룹, 4~5등급은 C그룹으로 분류하여 시나리오 1에서 시나리오 4까지 그룹별 각 층과 호실에 인원배치를 다르게 하여 Pathfinder 프로그램으로 피난소요시간을 측정하였다. 그 결과 피난로 미지정 시 시나리오별 시뮬레이션 결과는 그림 9와 같으며, 피난로 지정시 시나리오별 시뮬레이션 결과는 그림 10과 같다.

피난로 미지정 시와 피난로 지정 시로 구분하여 피난 시뮬레이션 측정 결과를 분석하였다.

피난로를 미지정하였을 경우 표 9와 같이 각 시나리오별 피난소요시간을 측정한 결과는 다음과 같다. 시나리오 1에서는 각 실별로 A, B, C그룹을 혼합하여 인원을 배치한 시뮬레이션 결과로써, 피난소요시간은 172.3초로

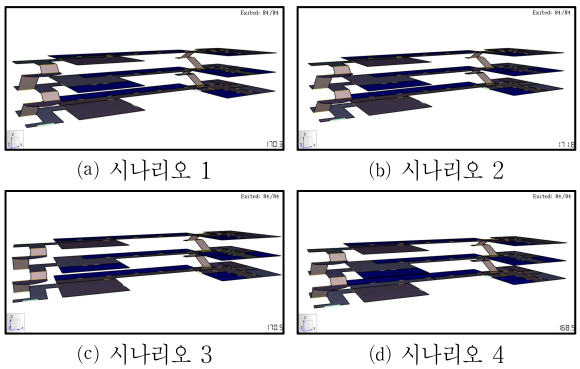
나타났다. 시나리오 2에서는 각 실별로 A, B, C그룹을 통일하고 각 층별은 A, B, C그룹을 혼합하여 인원을 배치한 시뮬레이션 결과로써, 피난소요시간은 172.5초로 나타났다. 시나리오 3에서는 1층에 건강체력이 낮은 C그룹, 2층에 건강체력이 높은 A그룹, 3층에 건강체력이 보통인 B그룹을 배치한 시뮬레이션 결과로써, 피난소요시간은 172.3초로 나타났다. 시나리오 4에서는 1층에 건강체력이 낮은 C그룹, 2층에 건강체력이 보통인 B그룹, 3층에 건강체력이 높은 A그룹을 배치한 시뮬레이션 결과로써, 피난소요시간은 173.0초로 나타났다.



(a) 시나리오 1 (b) 시나리오 2

(c) 시나리오 3 (d) 시나리오 4

그림 9. 피난로 미지정시 시뮬레이션 결과
Figure 9. Simulation results when the evacuation route is not arranged



(a) 시나리오 1 (b) 시나리오 2

(c) 시나리오 3 (d) 시나리오 4

그림 10. 피난로 지정시 시뮬레이션 결과
Figure 10. Simulation results when the evacuation route is already arranged

이를 종합하면 피난로를 미지정하였을 경우 시나리오별로 피난소요시간은 172.3초에서 173.0초로 0.7초의 근소한 차이를 나타내고 있으며, 160초 시 피난자수도 57명에서 59명으로 2명의 차이가 있어 피난안전성에 효과가 미미함을 알 수 있다.

표 9. 피난로 미지정시 재실자의 피난가능시간(ASET)과 피난소요시간(RSET) 및 판정
Table 9. ASET, RSET, and judgment of the occupant when the evacuation route is not arranged

구분	ASET (s)	RSET (s)	160초시 피난자수	피난 안전성 (4분 이하)
시나리오 1	240	172.3	58/84	적합
시나리오 2	240	172.5	58/84	적합
시나리오 3	240	172.3	57/84	적합
시나리오 4	240	173.0	59/84	적합

피난로를 지정하였을 경우 표 10과 같이 각 시나리오별 피난소요시간을 측정한 결과는 다음과 같다. 시나리오 1에서는 각 실별로 A, B, C그룹을 혼합하여 인원을 배치한 시뮬레이션 결과로써, 피난소요시간은 170.3초로 나타났다. 또한 피난로를 미지정하였을 경우보다 2.0초 빠르게 나타났다. 시나리오 2에서는 각 실별로 A, B, C그룹을 통일하고 각 층별은 A, B, C그룹을 혼합하여 인원을 배치한 시뮬레이션 결과로써, 피난소요시간은 171.8초로 나타났다. 또한 피난로를 미지정하였을 경우보다 0.7초 빠르게 나타났다. 시나리오 3에서는 1층에 건강체력이 낮은 C그룹, 2층에 건강체력이 높은 A그룹, 3층에 건강체력이 보통인 B그룹을 배치한 시뮬레이션 결과로써, 피난소요시간은 170.5초로 나타났다. 또한 피난로를 미지정하였을 경우보다 1.8초 빠르게 나타났다. 시나리오 4에서는 1층에 건강체력이 낮은 C그룹, 2층에 건강체력이 보통인 B그룹, 3층에 건강체력이 높은 A그룹을 배치한 시뮬레이션 결과로써, 피난소요시간은 168.5초로 나타났다. 또한 피난로를 미지정하였을 경우보다 4.5초 빠르게 나타났다.

표 10. 피난로 지정 시 재실자의 피난가능시간(ASET)과 피난소요시간(RSET) 및 판정
Table 10. ASET, RSET, and judgment of the occupant when the evacuation route is already arranged

구분	ASET (s)	RSET (s)	160초시 피난자수	피난 안전성 (4분 이하)
시나리오 1	240	170.3	63/84	적합
시나리오 2	240	171.8	61/84	적합
시나리오 3	240	170.5	64/84	적합
시나리오 4	240	168.5	63/84	적합

피난로 미지정 시와 지정 시에 피난 160초 경과 후 피난자수와 최종 피난소요시간(RSET)을 비교하여 시나리오별로 분석하면 표 11, 그림 11, 그림 12와 같다.

표 11. 160초 경과 후 피난자수와 피난소요시간(RSET)
Table 11. Number of evacuees and RSET after 160 seconds

구분	160초시 피난자수(명)			RSET(s)		
	피난로 미지정시 (A)	피난로 지정시 (B)	B-A	피난로 미지정시 (C)	피난로 지정시 (D)	D-C
시나리오1	58/84	63/84	+5	172.3	170.3	-2.0
시나리오2	58/84	61/84	+3	172.5	171.8	-0.7
시나리오3	57/84	64/84	+7	172.3	170.5	-1.8
시나리오4	59/84	63/84	+4	173.0	168.5	-4.5
평균	58/84	62.8/84	+4.8	172.5	170.3	-2.2

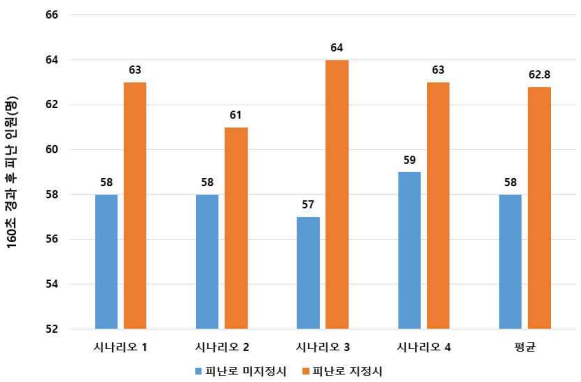


그림 11. 시나리오별 160초 경과 후 피난 인원 비교
Figure 11. Comparison of the number of evacuees after 160 seconds for each scenario

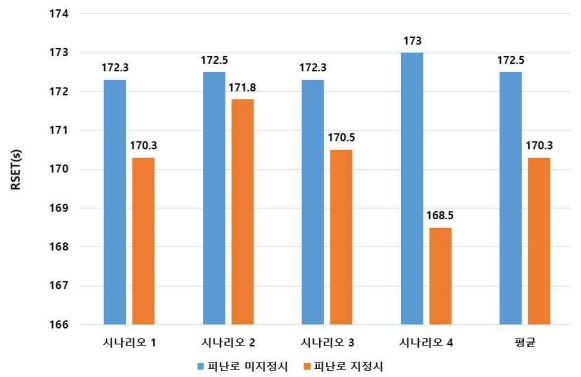


그림 12. 시나리오별 RSET 비교
Figure 12. RSET comparison by scenario

이를 종합하면 피난로를 지정하였을 경우 시나리오별로 피난소요시간은 168.5초에서 171.8초로 3.3초의 차이를 나타내고 있으며, 160초 시 피난자수도 61명에서 64명으로 3명의 차이가 나타나고 있다. 이는 앞에서 비교한 피난로를 미지정하였을 경우에 비하면 상대적으로 피난소요시간은 시나리오마다 모두 단축되었고 시나리오간의 차이도 3.3초의 차이가 나타났다.

결론적으로 피난로 미지정시 4개의 시나리오와 피난로 지정시 4개의 시나리오 중에서 피난로 지정시 시나리오4가 가장 피난소요시간이 짧아서 피난안전성에 가장 큰 효과가 있다고 나타났다.

또한 시나리오별 피난자수를 살펴보면 표 12와 같이 기숙사생 84명 중에서 피난로 미지정시 기숙사 중앙현관 출입구로 피난한 학생이 52명에서 53명으로 대다수를 차지하였고 다음으로 정보과학관 출입구로 피난한 학생은 19명에서 20명, 기숙사 자율학습실 출입구로 피난한 학생은 12명이다. 피난로 지정시에는 기숙사 중앙현관 출입구로 피난한 학생이 48명으로 피난로 미지정시보다 4명에서 5명까지 줄었고, 다음으로 정보과학관 출입구로 피난한 학생은 24명으로 피난로 미지정시에 정보과학관으로 피난한 학생 중 4명에서 5명이 정보과학관 출입구로 이동하였으며, 기숙사 자율학습실 출입구로 피난한 학생은 12명이다. 이는 피난로를 지정하므로써 대다수가 주로 피난하는 기숙사 중앙현관 출입구로의 피난 학생을 정보과학관 출입구로 피난하게 되어 피난소요시간이 단축되게 되었다.

표 12. 피난로 지정여부에 따른 시나리오별 · 출입구별 피난자
Table 12. Evacuees by scenario and entrance according to whether or not evacuation routes are designated

시나리오 / 출입구	시나리오1		시나리오2		시나리오3		시나리오4	
	피난로 미지정시	피난로 지정시	피난로 미지정시	피난로 지정시	피난로 미지정시	피난로 지정시	피난로 미지정시	피난로 지정시
기숙사 중앙 출입구	52	48	53	48	53	48	53	48
정보 과학관 출입구	20	24	19	24	19	24	19	24
기숙사 자습실 출입구	12	12	12	12	12	12	12	12

2. 고찰

피난로 지정 시가 피난로 미지정 시보다 시나리오별로 0.7초에서 4.5초까지 피난소요시간이 빠르게 나타났다.

이는 재실자들이 피난 시 본능적으로 건물 밖까지 가장 가까운 곳으로 이동함으로써 피난로가 가까운 기숙사 중앙 계단에 몰리게 되는 문제점을 개선하여 상대적으로 피난자수가 적은 정보과학관으로 피난할 수 있게 한 결과로, 피난소요시간이 단축되어 피난안전성이 높아진 결과로 나타났다.

결과적으로, 여자 고등학교 기숙사생의 피난 안전성을 높이기 위해서는 원거리에 우수등급을 우선하여 층별로 배치되도록 건강체력이 좋은 학생을 3층, 건강체력이 보통인 학생을 2층, 건강체력이 낮은 학생을 1층에 배치하고, 아울러 재실자들이 일부 출입구로 집중되어 피난이 정체되는 현상을 개선하기 위해 재실자들에게 피난로를 지정하여 피난로를 분산시키는 것이 피난 안전성에 적합하다.

Ⅳ. 결 론

이 연구는 여자고등학교 기숙사에서 피난 시 층별 및 실별 인원 배치에 따른 피난소요시간을 분석하여 피난 안전성을 높이고자 하였다. 이를 위하여 학생 개개인의 체력이 피난에 영향을 미칠 수 있다는 전제하에 그동안 연구되지 않았던 PAPS 결과를 분석하고 이를 피난 시뮬레이션에 반영하였다. PAPS 결과를 바탕으로 4개의 시나리오를 적용하되 피난로 미지정 시와 지정 시로 구분하여 피난 시뮬레이션을 실시하였고, 이를 통해 피난소요시간을 단축할 수 있는 적합한 학생 배치 방안을 마련하였고, 학생들에게 피난로를 미리 지정하고 지정된 피난로를 이용하게 하여 피난소요시간을 더욱 단축할 수 있는 방안을 마련하였는데, 그 결과는 다음과 같다.

(1) 현재 대부분의 고등학교 기숙사에서 대학입학성적을 높이기 위해 학력신장에 중점을 두고 기숙사생을 배치하는 방법은 개선할 필요가 있다는 결과를 얻었다.

(2) 여자 고등학교 기숙사생들의 피난 안전성을 확보하기 위해서는 PAPS를 바탕으로 평가등급이 낮은 학생들을 저층, 평가등급이 높은 학생들을 고층에 배치하고, 학생들에게 실별로 피난로를 지정하여 피난로를 분산시키는 것이 피난 안전성에 효과가 있다는 결과를 얻었다.

결과적으로 여자고등학교 기숙사생들에게 그동안 일반적으로 행해지고 있는 실별 배치 방법인 학생 체력을 고려하지 않고 실별로 3개 학년을 혼합 배치하는 것은 학력 신장을 통한 대학 진학에는 도움이 되겠지만 각종 재난으로부터 학생들의 생명을 지키는 것이 무엇보다 소중하기에 기숙사생의 피난 안전성을 높이기위해서 다음과 같은 개선안을 제안하고자 한다. 첫째, PAPS 결과를 바탕으로 건강 체력이 높은 학생부터 기숙사 건물 최상층부터 우선 배치하고, 건강 체력이 낮아질수록 아래 층으로 배치하며, 건강 체력이 낮은 학생일수록 피난로와 가까운 곳에 배치하여야 피난소요시간이 단축되어 안전하게 피난하게 될 것이다. 둘째, 피난 시 학생들이 가까운 피난로에 밀집되고 건강체력이 높은 윗층 학생들의 피난 속도와 건강체력이 상대적으로 낮은 아래층의 학생들의 피난 속도의 차이로 인해 정체현상이 발생하지 않도록 각 실별로 피난로를 지정하여 피난로를 분산시킬 필요가 있다. 마지막으로 평상시 지정된 피난로로 대피하는 훈련을 반복함으로써 실제 상황에서 피난로에 대한 고민하지 않고 학생들 간의 혼선도 피하여 신속하고 질서 있게 피난할 수 있도록 하여야 할 것이다.

이 연구는 화재 발생 지점, 피난 시 장애물 유무, 피난자의 신체적 장애, 예기치 못한 사고, 화재의 최악 상황 등 돌발변수는 고려하지 않은 연구의 한계를 가진다.

향후 연구과제로 실질적인 피난대피훈련을 통하여 피난 안전성을 높이는 방안과 여학생들의 생활습관 및 체력을 반영한 피난 안전성 평가의 연구, 그리고 화재발생지점에 따른 피난로 지정방법의 연구가 필요하다. 특히 계단이나 출입구 인근에서 화재발생시 피난로를 확보할 수 있는 방안도 연구되어야 할 것이다. 아울러 피난 안전성을 근간으로 하되 일반계고교의 특성에 맞게 학력신장과 생활지도의 효과도 높일 수 있는 방안도 연구되어야 할 것이다.

References

[1] J. S. Lee and H. S. Kwon, “The Fire Evacuation Drills according to Sex, Age and Physical Characteristics in Junior High School and High School”, A collection of papers by the Korean Society of Architecture, Vol. 13, No. 3, the consecutive number of vol. 47, pp. 97-104, 2011.

[2] S. R. Park and E. K. Hang, “A study on improvement of laws through case study of

domestic evacuation safety assessment", Collection of thesis at the academic presentation conference of the Korean Academy of Architecture, 34(2), pp. 153-154, 2014.
[3] W. H. Han, "Study on Stagnation Factors Analysis and Improvement Methods through an Evacuation Experiment", thesis paper from the Korea Fire & Marine Insurance Association, Vol. 32, No. 2, pp. 57-66, 2018.
[4] H. K. Kim, "An Architectural Study on Optimum Evacuation Route of School Facilities", The paper of the Korean Society of Convergence Society of Convergence, 12(1), Issue 1, pp. 177-183, 2021.
[5] J. S. Lee and H. S. Kwon, "A Study onJournal of the Korean Society of Industrial Technology Vol. 14, No. 10, pp. 5221-5229, 2013.
[6] J. P. Boo, D. H. Kim, D. G. Park, "Integrated Logical Model Based on Sensor and Guidance Light Networks for Fire Evacuation", The Journal of The Institute of Webcasting, Internet Television and Telecommunication VOL. 9, No. 5, pp. 109-114, 2009.
[7] M, G. Lee, S. H. Choi, J. M. Kim, Y. Y. Choi, "A Study on the Disaster Prevention Measures through Safety Awareness Survey for the Students living in a Dormitory", The Journal of the Convergence on Culture Technology Vol. 2, No. 2, pp. 37-44, 2016.
[8] the Department of Education, Physical Activity Promotion System(PAPS) Measurement manual (2009 corrected version). p. 3.
[9] the Department of Education, Physical Activity Promotion System(PAPS) Measurement manual (2009 corrected version).
[10]Ministry of Education, Science and Technology, physical activity promotion system(PAPS) Expansion plan, p. 5, 2008.12
[11]D. G. Seo, E. K. Hwang, G. S. Hwang, J. H. Jo, Y. J. Kwon, "A Study on the Egress Model Analysis using EXODUS, SIMULEX", Proceedings of the Korea Institute of Fire Science and Engineering Conference pp. 33-36, 2008.
[12]Rules on the standards for evacuation and fire protection structures of buildings, etc. Article 15. 2022.1.31. Enforcement.
[13]Rules on the standards for evacuation and fire protection structures of buildings, etc. Paragraph 2 of Article 15.2. 2022.1.31. Enforcement.
[14]National Fire Agency Examination 2017-1 「Methods and standards for designing performance-oriented firefighting facilities, etc.」 [marked 1] Criteria for writing fire and evacuation simulation scenarios.