

http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2021.7.2.419

JCCT 2021-5-50

고속도로 휴게소 화재 시 출입문의 구조와 개폐에 따른 피난안전성 분석

Analysis of the Evacuation Safety with the Structure and Opening/Closing of Exits in a Fire at a Highway Service Area

이재영*, 공하성**

Jai Young, Lee*, Ha-Sung, Kong**

요약 이 연구는 패스파인더 시뮬레이션 프로그램을 활용하여 고속도로 휴게소에서 화재 시 피난 통로의 개수와 방향에 따른 피난안전성을 분석하였다. 또한, 시설물의 출입구를 2중 문으로 설치했을 경우와 단일 문으로 설치했을 경우를 비교하여 RSET 차이를 분석하였다. 1개의 출입구만을 개방했을 경우는 피난가능시간을 모두 초과하였다. 피난 대책의 일반적인 원칙인 두 방향 이상의 피난 통로를 확보하기 위해 2개 이상의 출입구를 개방하였을 경우는 피난가능시간 안에 모두 대피하는 결과를 얻었다. 두 방향 이상의 출입구를 개방할 경우에는 서로 동일방향이 아니어야 RSET가 짧아진다는 것을 알 수 있었다. 2중 문 보다는 단일 문으로 출입문을 설치했을 경우 RSET이 단축된다는 결과를 얻었다. 또한 이 연구를 통하여 고속도로 휴게소의 RSET를 단축시키기 위해 첫째, 두 방향 이상의 피난 통로를 상시 확보할 필요가 있으며, 둘째, 두 방향 이상의 피난 통로는 동일한 방향이 되지 않아야 한다는 것과 마지막으로, 2중 문보다는 단일 문으로 출입구를 설치해야 함을 제안하였다.

주요어 : 피난안전성, 피난소요시간, 패스파인더 시뮬레이션 프로그램, 피난 통로, 고속도로 휴게소

Abstract This study analyzed the safety of evacuation according to the number of exits and the direction of evacuation routes with evacuation simulations of the Pathfinder in case of a fire at a highway service area. It was also analyzed of the difference in RSET by comparing the single or double types of the exit of a facility. The results were as follows. When only one direction exit was opened, all of the RSET were exceeded. When two or more different directions were opened according to the general principle of evacuation, all results met the RSET. The simulations showed that two or more different directions were more shortened in RSET than the one same direction. The result of the types of doors showed that the single type door was shortened in RSET rather than the double type doors. For the evacuation safety in a fire at the highway service areas, firstly, it is necessary to secure two or more exits in a fire at all times. Secondly, the exits should not be same directions. Finally, it is suggested that the exit should be installed with a single type of door.

Key words : Evacuation Safety, Required Safe Egress Time(RSET), Pathfinder: 3D Evacuation Simulation, Evacuation Route, Highway Service Area

*정회원, 건양사이버대학교 재난안전소방학과 교수(제1저자)

**정회원, 우석대학교 소방방재학과 교수(교신저자)

접수일: 2021년 4월 15일, 수정완료일: 2021년 4월 28일

게재확정일: 2021년 5월 6일

Received: April 15, 2021 / Revised: April 28, 2021

Accepted: May 6, 2021

*Corresponding Author: 119wsu@naver.com

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

1. 서 론

1.1. 연구의 필요성

고속도로 이용자는 매년 증가하여 2019년 기준으로 고속도로 이용차량은 일일 평균 450만대를 넘어서고 있으며, 고속도로 휴게소 일평균 이용객은 130만 명 이상으로 다수의 국민이 고속도로 시설물을 이용하고 있다.[1]

1970년 4개의 간이휴게소로 시작된 고속도로 휴게소는 2021년 4월 기준, 약 41 km마다 1개의 휴게소가 분포되어 있으며[2], 전국적으로 201곳이 운영되고 있다.[3] 고속도로 휴게소는 운전자의 안전을 포함하여 생리적 욕구 해결을 위한 공간에서 맛집을 비롯한 다양한 쇼핑, 체험 등 복합적인 문화공간으로 변화하고 있다.

고속도로 휴게소의 이용자 증가와 복합 문화공간으로 탈바꿈하고 있는 상황에서 고속도로 휴게소는 화재 취약 사각지대로 자리를 잡아가고 있다. 감사원은 2018년 4월부터 1개월간 전국 고속도로 휴게소 195개 중 193곳을 대상으로 화재안전관리 실태를 점검했다. 점검 결과 절반에 달하는 96곳에서 휴게시설 내 증축된 건축물의 외벽 또는 칸막이 마감재로 화재 시 유독가스를 유발하는 건축 마감재인 스티로폼 등을 활용한 EPS(Expanded Polystyrene)를 사용하고 있었으며, 무단 증축을 한 후 소방시설을 설치하지 않은 것으로 밝혀졌다.[4]

2017년 5월, 경부고속도로 옥천휴게소는 편의점 내부서 전기적인 요인에 의해 화재가 발생하여 직원 2명이 부상을 입었다.[5] 고속도로 휴게소는 휴게소 건물의 직접적인 요인 외에도 많은 외적인 요인으로 인한 화재의 위험에 노출되어 있다. 2019년 4월 강원도 고성·속초 지역에서 발생한 대형 산불로 인하여 동해고속도로 옥계·동해휴게소 매장에 화재가 발생했다. 2021년 1월 대전통영 고속도로 덕유산휴게소에서는 정차해 있던 11톤 택배트럭에 화재가 발생했다. 2020년 9월, 중앙고속도로 안동휴게소 내 주유소에서 LPG 운반 탱크로리 차량이 건물과 충돌하여 화재가 발생했다. 이와 같이 고속도로 휴게소에 대한 화재 위험성이 증가하고 있음에도 불구하고 고속도로 휴게소 화재 시 피난에 대한 연구는 이루어져 있지 않고 있다.

인명안전을 위해서는 이용자들이 대피할 때 피난소요시간(RSET; Required Safe Egress Time)은 중요한

요소로 작용된다. 이용자의 RSET는 화재 발생 시 연기 확산 속도, 화원의 크기 등에 따라 다양하게 변화될 수 있다. 이러한 상황에서 이용자가 시설물 내부에서 외부로 빠져나가는 것을 고려한다면 출입문의 폭 및 개수, 시설물 구조의 복잡성 등이 피난 시간에 영향을 미친다고 볼 수 있으며, 고속도로 휴게소에 대한 피난안전성 검토가 필요하다.

1.2. 선행연구 분석 및 연구의 목적

김윤중 외(2009)는 다중이용업소의 주요 업종인 고시원, 유흥주점을 대상으로 화재 시 대피 가능한 출구, 이동경로 등에 대한 피난소요시간을 Simulex를 활용하여 분석하였으며, 기본모형도를 적용하여 피난시설을 체계적으로 배치함으로써 화재 시 탈출 시간이 기존보다 단축되는 효과가 있음을 제시하였다.[6]

신대섭 외(2010)는 화재 시 인명피해를 줄이기 위해 다중이용시설인 극장을 대상으로 VISSIM의 보행자 행태특성 모형인 Social Force Model을 활용하여 비상구를 포함한 출입구의 위치, 개수 및 폭 등이 보행자의 대피 속도와 시간에 미치는 영향을 분석하였다.[7]

김중윤 외(2015)는 FDS와 Pathfinder를 활용하여 건물의 중앙제어실 화재에 대한 안전성 평가를 시행하였다. 가장 최악의 경우를 고려하기 위해서 스프링클러와 같은 소방 시설 및 제연 설비는 작동하지 않는 것으로 설정하여 RSET와 ASET(The Available Safe Egress Time; 허용피난시간)을 비교하여 안전성을 평가하였다.[8]

전인범 외(2018)는 소규모 노인의료복지시설에서 화재 시 실제로 피난이 가능한지 여부를 FDS와 Pathfinder를 이용하여 피난시간을 산정하였다.[9]

다중이용시설 중 고시원, 유흥주점, 극장[10], 노인복지시설 등 복합시설에 대한 피난안전성 연구는 어느 정도 찾아 볼 수 있지만 복합시설 중 하나인 고속도로 휴게소에 대한 화재 시 피난안전성에 관한 연구는 찾아보기 힘들다.

따라서 이 연구는 Pathfinder 프로그램을 활용하여 화재 취약 사각지대로 자리를 잡아가고 있는 고속도로 휴게소를 중심으로 코로나19로 인하여 발열체조를 위해 1개의 출입구만을 사용하고 있는 상황을 고려하여 화재 시 출입문의 개수 및 출입문의 구조에 따라 피난 안전성을 분석하고자 한다.

II. 시뮬레이션의 설정

2.1. 시뮬레이션의 구성

Pathfinder는 Thunderhead Engineering사에서 FDS 기반 Pyrosim과 연동된 에이전트 기반의 모델을 이용하여 피난시뮬레이션을 실행할 수 있는 프로그램이다.[11] 피난 시뮬레이션 프로그램으로는 Simulex나 Building Exodus 있지만, Pathfinder는 요즘 주로 사용되는 피난시뮬레이션 프로그램으로 실내공간의 재실 밀도에 따른 보행 속도가 결정되며, 문들의 쪽에 따라 흐름을 결정하는 알고리즘으로 실행할 수 있는 프로그램이므로 사용하게 되었다. Pathfinder는 대피인원이 가상이므로 한쪽방향으로 모여드는 병목구간에서 발생하는 위험조건이 그대로 반영되지 않아 현실과는 차이가 있을 수 있다. 긴급한 상황에 따라 뛰어나가는 사람도 있고 거동이 불편해서 보폭이 늦어지는 사람도 있는데 프로그램에 따른 가상공간이므로 설정된 보행속도만 유지가 되고 넘어지거나 밀치는 현상이 반영되지 않아 피난의 2차적인 위험성은 고려되지 않았다.

2.2. 건축물의 구조

OO휴게소는 OO북도 OO군 OO면에 위치한 OO고속도로에 위치한 휴게소로써 2017년 6월에 영업을 시작했다. 주요시설로는 그림 1과 같이 편의시설로 종합안내소, 수유실, 편의점 등이 있으며, 2개의 카페, 8개의 푸드 코트점으로 구성되어 있다. 도로점용면적은 52,679 m²이고, 주차장은 261대의 차량을 주차할 수 있는 공간으로 되어있다. 이용객들이 이용하는 출입문은 모두 3곳으로 출구규격은 1.8 m이다. 이용객들이 이용하는 식당의 면적은 675 m²이다.

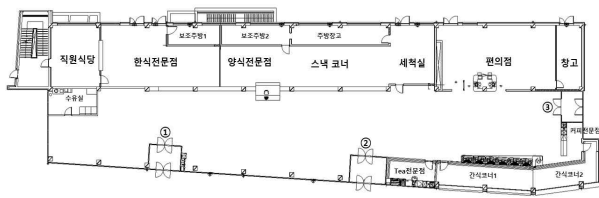


그림 1. OO 고속도로 휴게소 평면도
 Figure 1. Floor plan of XX Highway Service Area

2.3. 수용인원 산정

시뮬레이션을 사용하기 위한 건축물의 배치인원은 “피난안전구역 설치대상 건축물의 용도에 따른 사용 형

태별 재실자 밀도”의 「소방시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준」을 적용하였다.[12] 이용객들이 사용하는 식당 면적은 675 m²으로써 수용인원 산정 기준에 따라 표 1 및 그림 2와 같이 상주하는 편의점 직원 2명, 한식전문점 4명, 양식전문점 4명, 스낵코너 4명, 간식코너 각각 2명씩 10명, 커피 전문점 각각 2명씩 4명 등 28명을 배치했으며, 이용자 수가 가장 많은 날을 기준으로 장애인 4명을 포함한 식당 이용객 242명을 배치하였다.

2.4. 재실자 입력값

이 연구에서 사용되는 프로그램인 Pathfinder 피난시뮬레이션[13]에 반영되는 입력변수는 재실자의 구성, 보행속도, 반응시간을 산정하기 위해 신체치수로 구분하였다.

표 1. 수용인원 산정
 Table 1. Calculation of capacity

사용 용도	수용인원 산정기준	수용인원 산정 및 배치			
		총인원	성별	연령별	인원
판매 시설	2.8 m ² /명	242명*	남	노인	35명
				성인	35명
				어린이	35명
			여	노인	35명
				성인	35명
				어린이	35명
남/여	직원/ 장애인	28명/4명			

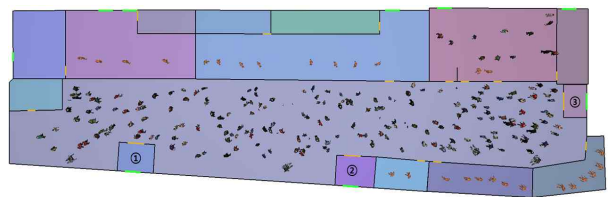


그림 2. 수용인원 배치도
 Figure 2. Layout of capacity

입력변수 중 신체치수는 어깨너비와 키를 기준으로 남성과 여성, 노인, 성인, 어린이로 구분하였고, 배치인원은 남성과 여성의 비율을 50:50으로 가상 배치하였으며[14], 보행속도는 노인의 경우 70살 이상, 성인의 경우 30-34살, 어린이는 7-10살을 기준으로 설정하였다.[15] 또한 휠체어를 사용하는 장애인을 설정하여 적

* 675 m²/2.8 m²/명=242명

표 2. 입력변수 및 입력값

Table 2. Input variables and input values

구분	연령(세)			어깨너비(cm)			키(cm)			보행속도(m/s)			
	노인	성인	어린이	노인	성인	어린이	노인	성인	어린이	노인	성인	어린이	휠체어 사용자
남	70	30~	7~10	40.4	43.1	33.2	162.4	173.7	138.6	0.92	1.19	0.77	0.71
여	이상	34		36.5	37.1	29.4	149.1	160.2	120.1				

표 3. 시나리오 구성

Table 3. Composition of the scenario

시나리오	문의 구조	
	2중 문일 경우	단일 문일 경우
시나리오 1	③번 출입구만 개방한 경우	③번 출입구만 개방한 경우
시나리오 2	①, ②번 출입구만 개방한 경우	①, ②번 출입구만 개방한 경우
시나리오 3	①, ③번 출입구를 개방한 경우	①, ③번 출입구를 개방한 경우
시나리오 4	①, ②, ③번 출입구를 모두 개방한 경우	①, ②, ③번 출입구를 모두 개방한 경우

용하였으며[16], 성별, 연령별 각각의 보행속도를 표 2와 같이 입력변수로 하였다.

피난개시시간은 발화 후 감지기의 감지시간, 감지기의 화재감지로부터 재실자에게 화재가 통보되는 시간, 화재경보 이후 재실자가 화재임을 인식하고 행동을 결정하는데 걸리는 시간, 재실자가 피난을 하기 전 준비를 하는 데 걸리는 시간을 고려하여 60초 이후로 정하였다.

2.5. 시나리오 구성

해당 휴게소 건물은 3개의 출입구로 이루어져 있다. 3개의 출입구 중 2개는 2중 자재문(자유문, Swing Door)으로, 나머지 하나는 2중 쌍여닫이문으로 되어있다. 시나리오는 출입구가 2중 문일 경우와 단일 문일 경우 각각 4가지로 설정하였으며, 코로나19로 인한 발열체크 등 관리를 위해 출입문 2곳을 통제하고 1개의 출입구만 개방하는 경우와 피난대책의 일반적인 원칙인 두 방향 이상의 피난 통로를 확보하기 위해 2개 이상의 출입구를 개방하고 화재 발생 시 피난 상황에서 이용객들이 건물의 출입구를 통해서 피난하는 경우로 RSET를 알아보고자 표 3과 같이 시나리오를 구성하였다.

2.6. 평가기준

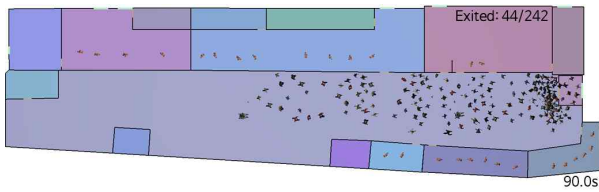
피난 시뮬레이션의 결과는 「소방시설등의 성능위주 설계방법 및 기준」의 인명안전기준에 의해 평가하였다.

재실자의 피난가능시간은 상점, 박물관, 레저스포츠센터, 그 밖의 문화집회시설로 거주자가 상시 깨어 있거나 건물의 내부, 경보, 탈출로에 익숙하지 않음으로 녹음된 음성 메시지 또는 훈련된 직원과 함께 경고방송을 제공할 수 있는 경우로써 3분미만으로 정하였다.

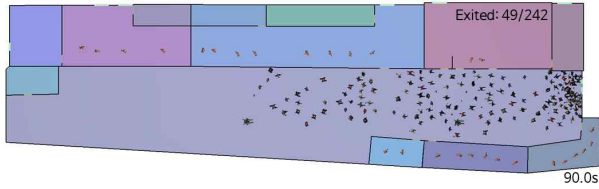
III. 결과 및 고찰

1개 출입구만 개방하는 시나리오에서는 2중 문일 경우 피난가능시간을 초과하여 재실자들이 출입구를 모두 빠져 나왔으며, 2개 이상의 출입구가 개방된 상황에서는 모든 재실자가 기준 시간보다 빠르게 대피 하였으며, 출입구가 단일 문으로 설치 된 경우에는 1개의 출입구만 사용하더라도 기준시간보다 빠른 대피를 하였다. 추가적으로 모든 시나리오에서 피난개시 후 30초 후의 특정 시간대에 대피를 완료한 인원은 2중 문일 경우보다 단일 문일 경우가 많았다.

그림 3(a)는 2중 문, 그림 3(b)는 단일 문일 경우로서 코로나19로 인한 발열체크 등 관리를 위해 출입문 2곳을 통제하고 1개의 출입구만 개방한 설정이다. 모든 인원이 대피 완료한 시간은 2중 문일 경우 184.5 초, 단일 문일 경우에는 168.8 초의 결과를 얻었다. 피난개시 30초 후 출입구를 통해 피난한 인원은 2중 문일 경우 44명, 단일 문일 경우 49명이 피난을 완료하였다.



(a) 2중 문

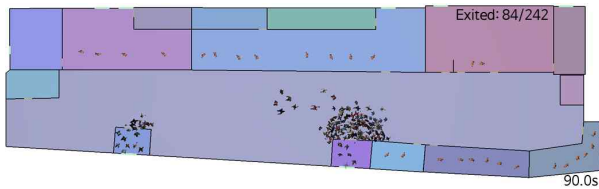


(b) 단일 문

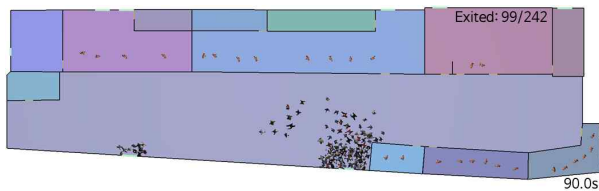
그림 3. ③번 출입구 개방

Figure 3. Open the doorway of ③

그림 4(a)는 2중문, 그림 4(b)는 단일 문일 경우로 각각 두 방향의 피난 통로를 서로 같은 방향으로 설정한 경우이다. 모든 인원이 대피 완료한 시간은 2중 문일 경우 150.5 초, 단일 문일 경우에는 135.6 초의 결과를 얻었다. 피난개시 30초 후 출입구를 통해 피난한 인원은 2중 문일 경우 84명, 단일 문일 경우 99명이 피난을 완료하였다.



(a) 2중 문

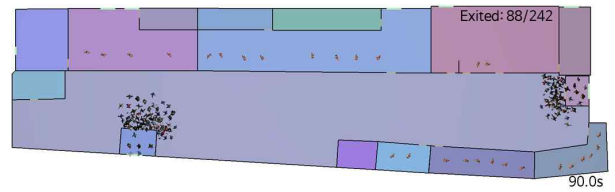


(b) 단일 문

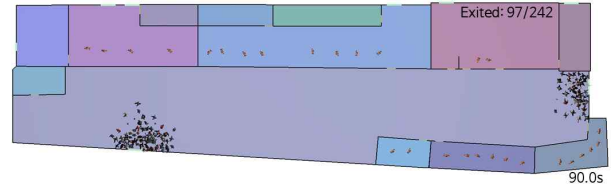
그림 4. ①②번 출입구 개방

Figure 4. Open the doorway of ① and ②

그림 5(a)는 2중문, 그림 5(b)는 단일 문일 경우로 각각 두 방향의 피난 통로를 서로 다른 방향으로 설정한 경우이다. 모든 인원이 대피 완료한 시간은 2중 문일 경우 134.5 초, 단일 문일 경우에는 125.7 초의 결과를 얻었다. 피난개시 30초 후 출입구를 통해 피난한 인원은 2중 문일 경우 88명, 단일 문일 경우 97명이 피난을 완료하였다.



(a) 2중 문

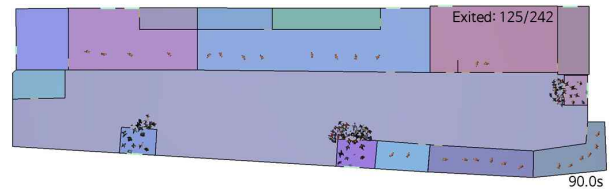


(b) 단일 문

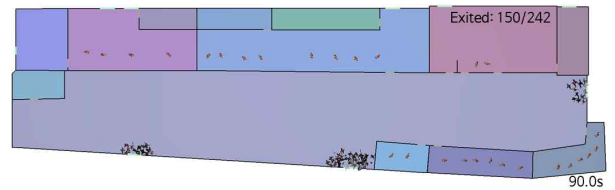
그림 5. ①③번 출입구 개방

Figure 5. Open the doorway of ① and ③

그림 6(a)는 2중문, 그림 6(b)는 단일 문일 경우로 모든 출입구를 피난 통로로 설정한 경우이다. 모든 인원이 대피 완료한 시간은 2중 문일 경우 117.6 초, 단일 문일 경우에는 108.3 초의 결과를 얻었다. 피난개시 30초 후 출입구를 통해 피난한 인원은 2중 문일 경우 125명, 단일 문일 경우 150명이 피난을 완료하였다.



(a) 2중 문



(b) 단일 문

그림 6. ①②③번 출입구 개방

Figure 6. Open the doorway of ①, ② and ③

시뮬레이션 결과는 표 4와 같다. 시설물의 출입구가 2중 문으로 설치되어 있을 경우, 한 개의 출입구만을 개방했을 경우(시나리오 1)는 피난가능시간 3분미만을 초과하는 결과가 나왔다. 반면에 피난대책의 일반적 원칙인 두 방향 이상의 피난 통로를 확보하기 위해 2개 이상의 출입구를 개방해야 한다는 기준을 적용한 시나리오 2-4의 경우에는는 피난가능시간 내에 모두 대피하는 결과를 얻었다.

표 4. 모든 재실자의 RSET
Table 4. RSET of all occupants

시나리오	2중 문일 경우		판정 (3분 미만)	단일 문일 경우		판정 (3분 미만)
	재실자의 RSET(s)	90초 후 피난인원수(명)		재실자의 RSET(s)	90초 후 피난인원수(명)	
시나리오 1	184.5	44	불만족	168.8	49	만족
시나리오 2	150.5	84	만족	135.6	99	만족
시나리오 3	134.3	88	만족	125.7	97	만족
시나리오 4	117.6	125	만족	108.3	150	만족

2개의 출입구를 개방할 경우 ①, ③번 대각선으로 개방한 경우가 ①, ②번 동일선상의 출입구를 개방하는 것보다 RSET가 짧아지는 결과를 얻었다. 이는 동일 선상으로 출입구가 개방될 경우 피난하는 사람들의 동선이 짧아져서 병목현상이 증가하는 결과로 분석된다.

시설물의 출입구가 2중 문이 아닌 단일 문으로 설치되었다고 가정했을 경우, 한 개의 출입구만을 개방했을 경우에도 피난가능시간 안에 모두 대피할 수 있다는 결과를 얻었다. 또한 모든 시나리오 조건에서 단일 문을 설치할 경우에는 피난개시 30초 후의 피난인원을 살펴보다라도 2중 문일 경우보다 많은 인원이 대피할 수 있다는 결과를 얻었다. 또한 단일 문 설치의 경우 RSET이 2중 문일 경우보다 평균 12.1초가 짧아지는 결과를 얻었으며, 30초 후의 피난인원도 평균 14명이 늘어났다는 결과를 얻었다.

이상의 결과를 바탕으로 고속도로 휴게소의 RSET를 단축시키기 위해 다음 사항을 제안한다. 첫째, 두 방향 이상의 피난 통로를 상시 확보할 필요가 있다. 코로나19로 인한 바이러스 감염여부의 1차 체크 방법으로 체온 측정이 있어 근거리 체온 측정을 통해 1차적인 출입 차단을 실시하고, 감염병 확산을 막기 위하여 여러 개의 출입구가 있는 건물이나 시설에서는 1개의 출입구만을 사용하도록 통제하는 경우 재실자의 감염여부 및 확산 차단에 대한 효과가 있을 수 있겠지만 피난대책의 일반적인 원칙인 두 방향 이상의 피난 통로를 확보하기 위해 2개 이상의 출입구를 개방해야 한다는 기준에는 위배되는 상황으로써 화재 시 인명피해가 우려된다.

둘째, 피난 시간을 단축시키기 위해서는 2중 문보다는 단일 문으로 출입구를 설치해야 한다. 사람들의 출입이 잦은 건물은 방풍실로 연결된 하나의 문을 열고 들어가서 다른 문을 열고 들어가는 2중문을 설치하는 경우가 많다. 방풍실의 역할은 많은 사람들이 출입해도

외부의 공기가 곧바로 유입되지 않도록 해 실내의 온도가 크게 변하지 않도록 하는 것이다. 이렇게 방풍실이 있는 2중문은 방열이나 방랭에서는 뛰어난 효과가 있겠지만 피난 상황이 발생했을 때는 2개의 문을 열고 피난함으로써 피난시간을 증가시키는 요인으로써 화재 시 인명피해가 우려된다.

마지막으로, 두 방향 이상의 피난 통로는 동일한 방향이 되지 않아야 한다. 2개의 출입구를 개방할 경우 대각선으로 개방할 경우 피난 동선이 조금 길어지기는 하지만 병목현상을 감소시키는 효과가 있는 반면, 동일한 방향으로 피난 통로를 개설했을 경우 재실자들의 동선이 짧아짐으로써 좁은 출구에 많은 인원이 모이게 되어 병목현상을 증가 시켜 피난 통로가 막힐 수 있으므로 화재 시 인명피해가 우려된다.

IV. 결론

이 연구는 고속도로 휴게소를 중심으로 코로나19로 인하여 발열체크를 위해 1개의 출입구만을 사용하고 있는 상황 및 두 방향 이상의 피난통로를 고려하여 화재 시 출입문의 개수에 따라 피난안전성을 분석하였으며, 시설물의 출입구를 2중 문으로 설치했을 경우와 단일 문으로 설치했을 경우를 비교하여 RSET의 차이를 분석하였다.

(1) 3개의 출입구 중 1개의 출입구만을 개방했을 경우 피난가능시간을 초과함으로써 피난안전성에 문제점이 있다는 결과를 얻었다.

(2) 피난대책의 일반적인 원칙인 두 방향 이상의 피난 통로를 확보하기 위해 2개 이상의 출입구를 개방해야 한다는 기준을 적용했을 경우에는 피난가능시간 안에 모두 대피하는 결과를 얻었다.

(3) 2개 이상의 출입구를 개방할 경우에는 서로 동일

방향이 아니어야 RSET가 짧아진다는 결과를 얻었다.

(4) 2중 문 보다는 단일 문으로 출입문을 설치했을 때 RSET가 단축된다는 결과를 얻었다.

결과적으로 코로나19로 인한 출입구 1개만의 개방은 출입자들의 감염여부 및 확산 차단에 대한 효과가 있을 수 있겠지만 피난대책의 일반적인 원칙인 두 방향 이상의 피난 통로를 확보하기 위해 2개 이상의 출입구를 개방해야 한다는 기준에 위배되므로 인력이나 장비를 확충하여 최소한 2개 이상의 출입구를 개방하여 화재 시 안전하게 대피할 수 있도록 해야 할 것이다. 또한 고속도로 휴게소의 RSET를 단축시키기 위해 다음 사항을 제안한다. 첫째, 두 방향 이상의 피난 통로를 상시 확보할 필요가 있다. 둘째, 피난 시간을 단축시키기 위해서는 2중 문보다는 단일 문으로 출입구를 설치해야 한다. 마지막으로, 두 방향 이상의 피난 통로는 동일한 방향이 되지 않아야 한다.

향후 연구과제로 위의 설계도면에서 ①, ②의 출입구는 2중 자재문이 설치되어 있고, ③의 출입구는 2중 쌍여닫이문이 설치되어 있다. 이 문들의 기능에 따라 피난 시 RSET에 영향을 미칠 것으로 판단되며, 이 부분에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

References

- [1] Korea Expressway Corporation, (2020). "Highway Traffic Statistics for 2019", p. 11.
- [2] H. Song, (2020). The Korean Cartographic Association, "The Distribution and Name Characteristics of Expressway Service Area in South Korea", 20(3). pp. 23-43.
- [3] Korea Expressway Corporation, (2021). Highway Public Data Portal(<http://data.ex.co.kr/>), Highway Service Area Status
- [4] THE Board of Audit and Inspection of KOREA, (2018). "Audit Report; Safety and Maintenance of Highway Facilities", pp. 6-23.
- [5] Dailian, <https://light.dailian.co.kr/news/view/633060>
- [6] Y. J. Kim, S. Y. Shin, (2009). "Improving Evacuation Measures in Multiple-user Buildings and Zoning the Concentrated Areas for Fire Safety Management", Seoul Development Institute, 2009. pp. 36-90.
- [7] D. -S. Shin, S. -H. Lee, W. -Y. Ahn, (2010), "A Study on Emergency Evacuation Plans for Multi-user Facilities by Using Social Force Model". Journal of Transport Research, 17(4), pp. 65-74.
- [8] J. Y. Kim, Y. H. Jeon, (2015). "Case Study of fire simulation FDS and evacuation simulation pathfinder." Venture Business Research, 10(6), pp. 253-260.
- [9] I. B. Jeon, I. M. Lee, Y. W. Hwang, Y. W. Chon, (2018). "Calculation of evacuation time in elderly care facilities using FDS and pathfinder." Journal of the Korean Institute of Hazardous Materials, 6(1), pp. 120-134.
DOI: 10.31333/kihm.2018.6.1.120
- [10] H. Shin, M. Jeong, S. Park, S. Heo, (2019), "Effective Use Of The Evacuation Behavior Of The Crowd In A Fire At The Small Theater", The Journal of the Convergence on Culture Technology, 5(1), pp. 249-255.
DOI: 10.17703/JCCT.2019.5.1.249
- [11] H. W. Nam, S. Y. Kwak, C. M. Jun, (2016). "Comparative study of the improved floor field model and other evacuation simulation models." Collection of Dissertations from the Korean Simulation Society, 25(3), p. 43.
DOI: 10.5220/0005658700950101
- [12] Korea Ministry of Government Legislation, (2019). "Performance-oriented design methods and standards for fire-fighting facilities, etc."
- [13] Pathfinder, Thunderhead(USA), User Manual (www.thunderheadeng.com).
- [14] Korean Statistical Information Service (KOSIS), Korean Body Size Survey, (2015): Statistics for 120 sites. (<https://sizekorea.kr/measurement-data/body>).
- [15] Editors: M. J. Hurley etc. (2013). The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering(5th edition). pp. 21-26.
- [16] H. -M. Ji, (2013), Department of Safety Engineering, The Graduate School Hoseo University, "A Study on Walking Speed of the Disabled in Disabled Welfare Center", p. 44