

M&S를 통한 비상대피시설의 적정 출입구 개수 산정에 관한 연구

A Study on the Estimation of the Number of Suitable Entrances for Emergency Evacuation Facilities through Modeling and Simulation

이 정 문*

Lee, Jeong-Moon

노 정 현**

Roh, Jeong-Heon

박 영 준***

Park, Young-Jun

Abstract

In this research, we determine the proper number of entrances in the evacuation facilities for civil and military personnel. The current standards on the emergency evacuation facility only sets the number of possible evacuees and the according architectural floor area since the evacuation have been completed. However, other than static standards such as the floor area, there is needs to consider the dynamic standards along with allowable evacuation time such as the number of entrance, staircases and so on. Therefore, we need to consider the number of entrances and their location in order to account for the allowed evacuation time of particular number of people in a set area. The outcome could be contributed to the standards which should contain the dynamic conditions associated with evacuation.

키 워 드 : 비상대피시설, 출입구, M&S, 회귀분석

Keywords : emergency evacuation facilities, entrance, modeling and simulation, regression analysis

1. 연구 목적 및 배경

이 연구에서는 군 방호시설, 정부기관 비상대피시설 및 민방위 대피시설 등과 같은 보안시설에서의 적정 출입구 개수를 산정한다. 현 보안시설 설치에서의 핵심 기준은 수용인원의 대피가 완료된 상태에서의 임무(단순 혹은 기능대피)에 따라 요구되는 건축바닥 면적이다. 한편, 건축바닥 면적은 정태적 기준으로 허용된 시간 내에서의 신속한 대피에 필요한 동선, 즉 계단, 출입문 등과 같은 동태적 기준이 아니다. 이는 보안시설로부터 특정 거리 내에 위치한 특정 인원이 특정 시간 내에 대피할 것을 만관군은 각자의 요구조건을 설정하여 운영하고 있음에도 불구하고 보안시설의 동태적 기준에 관한 건축 기준이 없어 시설 예산반영 등에서 상당한 애로사항으로 작용하고 있다.

2. 문헌고찰

군 방호시설 및 정부기관 비상대피시설의 경우 주 출입구와 예비대피통로를 지정하여 운영하고 있지만, 수용인원의 기능 및 규모에 따른 별다른 출입문 개수에 관한 기준을 제공하지 않고 있다. 민방위 업무 지침(행정안전부, 2018)에서는 공공용 비상대피시설 기준에 대피인원에 따른 출입문의 폭을 구분하여 제시하고 있지만, 출입문 개수는 막연히 2개 이상을 요구하는 것 이외에 별다른 기준을 설정하지 않고 있다. 한편, 보안시설에서의 출입문은 통상 방호기능을 요구하고 있어 출입문 개수의 확대는 보안시설 구축에 있어서 경제적 부담으로 작용하고 있다. 따라서 수용인원이 많거나, 출입문까지의 도달여건이 불비한 경우에도 불구하고 비용적 부담 등으로 인해 출입문의 개수를 현실적으로 반영하지 못하고 있다.

3. 연구방법 및 결과

3.1 연구방법

이 연구에서는 대피조건에 따른 대피시간 산정을 위하여 거주자 피난경로를 시뮬레이션 할 수 있는 Pathfinder 프로그램(©2019 THUNDERHEAD Engineering Consultants, Inc)을 활용한다. 즉, 독립변수인 대피조건, 가령 대피소 규모, 대피 인원, 수용 반경 및 출입문 개수 등에 따른 75개의 조합을 Pathfinder 프로그램에 각각 설정하여 M&S를 통해 종속변수인 대피시간을 측정한다. 이상의 M&S 결과를 토대로 대피조건에 따른 대피시간 산정을 위한 회귀분석을 수행한다.

* 육군 일병, 박사수료, 핵·WMD방호연구센터 연구원

** 육군 중령, 공학석사, 핵·WMD방호연구센터 연구원, 교신저자(rjh@naver.com)

*** 육군 중령, 공학박사, 육군사관학교 토목환경학과장

3.2 가 정

다양한 대피조건을 반영하기에는 경우의 수가 많아서 다음의 가정을 M&S에 적용하였다. 첫째, 대피시설은 입방형 구조이다. 둘째, 출입문이 복수 이상일 경우 출입문 간의 간격은 동일하다. 셋째, 대피가능 반경 내의 지형은 개활지로 수용범위 내에 대피인원이 대피소 출입문에 도달하는 데에는 아무런 장애물이 없다. 넷째, 수용범위 내의 대피인원은 서울시 인구밀도를 고려하여 수용범위 면적에 비례하여 설정하였다. 끝으로, 수용범위 내의 대피인원의 이동속도는 1.4%로 한다.

3.3 연구결과

3.3.1 정규성 검증

회귀모형 수행을 위한 다양한 조건 중 지면관계상 정규성 검증만을 제시한다. 아래 표에서와 같이 대피시간의 정규화를 위해 대피시간을 로그값으로 치환하였다.

변수	W	p-value	정규성
대피시간	0.7113	0.0000	×
Log(대피시간)	0.9855	0.5474	○

3.3.2 다중회귀분석

다중회귀분석 1차 해석에서 여러 대피조건에 따른 “대피시간”은 87% 이상의 설명력을 보여주고 있으나, “대피시설 반경” 및 “대피시설 면적”은 독립변수로서의 통계적 유의미성을 부여하는 것이 제한되었다. 이에 두 변수를 제외한 2차 해석에서 “출입구 개수” 및 “대피인원”만을 고려한 “대피시간”을 산정을 위해 87%의 설명력을 가진 회귀모형을 얻을 수 있었다.

구분	p-value				R ²	Adjusted R ²	p-value
	출입구 개수	대피시설 반경	대피시설 면적	대피인원			
1차	0.0000	0.270	0.284	0.0000	0.8715	0.8747	0.0000
2차	0.0000	-	-	0.0000	0.8736	0.8701	0.0000

3.3.3 소결론

대피조건에 따른 대피시간 회귀모형은 다음과 같이 나타낼 수 있다. 대피시설 반경(수용범위)과 대피시설 면적(연면적)은 대피시간과의 연관성이 낮다고 볼 수 있으며, 대피인원 수 및 출입문 개수는 중요한 변수로 판단할 수 있었다. 출입문 개수는 대피시간과 반비례하며, 대피인원은 대피시간과 정비례하는 강한 상관성이 있는 바, 인구밀집 지역 혹은 대피인원이 큰 보안시설에서는 적정 개수 이상의 출입문 설정이 필요하다.

$$\text{대피시간} = \text{EXP}(5.109 - 0.3232 \times (\text{출입구 개수}) + 0.00006655 \times (\text{대피인원}))$$

4. 결 론

이 연구는 보안시설 출입구 개수 산정을 위한 기초연구로 향후 대피소 구축에 필요한 적정 출입문 개수 산정을 위한 기준 설정의 기초자료로 활용될 수 있을 것이다. 다만, 대피소 등의 보안시설 환경을 다소 간과한 경향이 있으므로 향후 현실적인 대피소 모델을 토대로 보다 다양한 대피조건에서의 M&S 결과 보강이 필요할 것으로 사료된다.

Acknowledgement

본 논문은 2019년 육군사관학교 핵·WMD 방호연구센터 방호기술연구 사업비의 일환으로 수행된 연구임을 밝힙니다.

참 고 문 헌

1. 김태환 등, 민방위사태에 대응한 대피체계 구축 및 대피시설의 운영관리 기술개발(소방방재청), 2013
2. 행정안전부, 민방위 업무 지침, 2018
3. 김감영 등, 공간 최적화 접근을 이용한 민방위 대피시설의 커버리지 평가(한국지도학회지 17권 3호), 2017
4. 국방부, 국방·군사시설기준 2-20-22 주요 군사시설 방호기준, 2018