

[Research Paper]

다중이용시설의 화재 시 피난절차 최적화 방안 연구 - 멀티플렉스를 중심으로 -

신영민 · 임유리* · 안용한**†

한양대학교 건축시스템공학과 대학원생, *중앙소방학교 소방과학연구실 연구원, **한양대학교 건축시스템공학과 교수

A Study on the Optimization Method for Evacuation Procedure on Fire in Public Facilities - Focusing on Multiplex -

Young-Min Shin · You-Ri Lim* · Yong-Han Ahn**†

Graduate student, Department of Architectural Engineering, Hanyang University,
*Researcher, National Fire Research Laboratory, National Fire Service Academy,
**Professor, Department of Architectural Engineering, Hanyang University

(Received November 19, 2018; Revised December 3, 2018; Accepted December 7, 2018)

요 약

점차 삶의 수준이 향상됨에 따라 건강하고 여유로운 삶에 대한 니즈가 증가하고 있다. 문화에 대한 대중의 니즈를 반영하여 국내에는 여러 개의 상영관으로 구성된 멀티플렉스가 빠른 속도로 보급되고 있다. 그러나 화재발생 시 피난안전 측면에 있어 위험성을 내포하고 있다. 건물의 공간 형태에 익숙하지 않은 불특정 다수의 관객은 피난으로 인한 입장 및 퇴장 동선의 충돌로 혼잡을 겪게 되기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 피난시간을 단축할 수 있는 방안을 마련하고자, 상영관별 단계적 피난을 적용하여 피난시뮬레이션을 실시하였다. 해석 결과, 전 상영관이 동시 피난하는 것보다 상영관별로 단계적인 피난하는 것이 피난시간 확보에 유리한 것으로 나타났다.

ABSTRACT

The disaster and safety R&D budget has continued to increase since 2008, but the fire safety R&D budget is a small part. Therefore, successful outcomes that could lead to the economic growth of the fire safety industry have not been achieved. This paper suggests a fire safety R&D budget expansion, reinforcement of R&D capacity, and performance growing plan by analyzing the factors that affect the performance of a fire safety R&D project. Empirical analysis was performed through one-way ANOVA and regression analysis using the statistical program, SPSS statistics 21.0. As a result, this study suggests that the continuous expansion of R&D funds and the securing of excellent trained research manpower will be necessary to obtain qualitatively superior patents and papers.

Keywords : Public facilities, Multiplex, Phased evacuation, Fire

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 삶의 수준이 향상되어 건강하고 여유로운 삶에 대한 니즈가 증가하고 있으며 여가·문화 산업에 대한 관심이

높아지고 있다. 또한 생활수준이 향상됨에 따라 ‘문화’에 대한 대중의 니즈(Needs)가 다양해지면서 새로운 라이프스타일(Life style)을 제시해야 하는 시대로 변화하기 시작하였다⁽¹⁾. 이러한 ‘문화’에 대한 니즈를 반영하여 국내에는 300석 내외 규모의 여러 상영관이 쇼핑몰과 식당 등 각종

† Corresponding Author, E-Mail: yhahn@hanyang.ac.kr, TEL: +82-31-400-5127, FAX: +82-31-436-8147

© 2019 Korean Institute of Fire Science & Engineering. All right reserved.

편의시설을 통합하여 운영하는 멀티플렉스(Multiplex)가 보급되었다⁽²⁾. 영화진흥위원회에 의하면 2009년 기준 2,055개에 불과했던 멀티플렉스 스크린 수는 2017년 기준 2,766개 수준으로 30% 이상의 성장률을 기록하며, 국내에 빠른 속도로 보급되고 있다^(3,4).

또한, 최근 다중이용시설에서의 빈번한 화재발생 및 인명피해로 인하여 이에 대한 관심이 높아지고 있다. 그러나 멀티플렉스에서 화재가 발생할 경우 관객 대부분이 대피가 어려운 것으로 드러났다⁽⁵⁾. 영화관에서 화재 발생 시에 극장 건물 내부 상황에 익숙하지 않은 불특정 다수의 관객은 피난으로 인한 입·퇴장 동선의 충돌로 과밀 혼잡을 겪게 된다. 이는 시간 압박 및 낮은 공간에 대한 심리적 불안감으로 피난경로 선택의 난관에 부딪히게 되기 때문이다^(6,7).

멀티플렉스와 같은 다중이용시설에서 화재가 발생할 경우 대형화재로 확대되어 다수의 인명피해가 발생할 수 있다. 또한, 화재가 발생하여 전체 상영관의 사람들이 피난을 할 경우, 피난경로의 혼잡으로 인하여 피난시간이 지연된다. 동시에 다수의 사람들이 구획된 공간에서 나와 이동하여 피난 지연이 일어나는 상황이 고층빌딩에서 화재가 발생하여 대규모 집단 피난이 일어나는 상황과 유사하다고 판단한다. 이러한 상황을 고려하여 피난 시간을 단축하고 인명피해를 감소할 수 있는 최소한의 방안을 마련할 필요가 있다. 그러나 최근 다중이용시설 중 영화관의 피난 안전성 확보를 위한 기존 연구가 미비한 것으로 조사되었다.

따라서 본 연구에서는 다중이용시설 중 멀티플렉스의 피난군집 흐름율을 높여 피난시간을 단축하는 방안을 마련하고자 한다. National Fire Protection Association (NFPA)에서 고층빌딩 피난계획 시 권고하는 단계적 피난^(8,9)을 멀티플렉스 상영관에 적용하여 화재 시 피난 흐름율 및 피난 시간에 미치는 영향을 분석하고, 피난 안전성 향상에 최적화된 절차를 도출하고자 한다. 향후 멀티플렉스에서의 피난계획 시 의사결정 지원을 위한 기초자료로 활용하고, 멀티플렉스에서의 체계적인 피난시스템 구축의 필요성 제고를 목적으로 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 다중이용시설 중 멀티플렉스의 화재 시 피난안전성 확보를 위한 피난절차 최적화 방안을 마련하고자 한다. 화재 상황을 전제로 하고 있어, 화재가 발생한 피난 상황을 구현하는데 한계가 있어 피난시뮬레이션을 사용하였다.

우선, 문헌 고찰을 통해 화재통계를 분석하고 피난 및 멀티플렉스에 대하여 이론적 고찰을 진행하였다. 또한, 국내외 멀티플렉스의 피난 안전성 분석에 관한 연구 및 단계적 피난에 대한 선행 연구를 분석하여 기존 연구와의 차별성을 제시하였다.

다음으로, 동시 피난 및 단계적 피난에 따른 멀티플렉스의 피난결과를 도출하고자 사례를 선정하고 피난시뮬레이

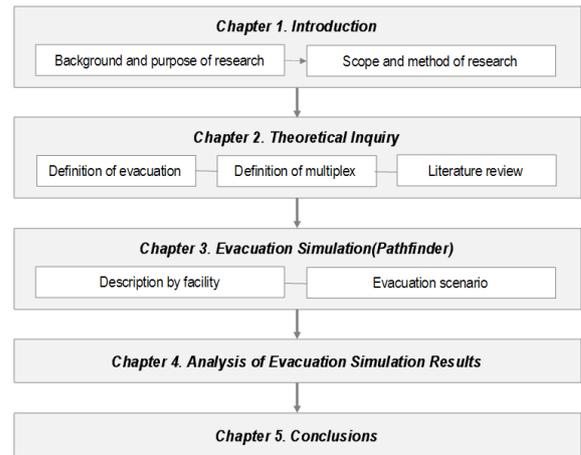


Figure 1. Outline of thesis.

션인 'Pathfinder'를 사용하여 도출된 수치해석 결과를 분석하였다. Pathfinder는 기초적인 피난 구현 입력 요소인 신체 사이즈, 재실자의 인원, 보행속도로 구성되어 있으며, 병목 현상이 잘 구현되어진 피난 시뮬레이션이다⁽¹⁰⁾. 멀티플렉스와 같이 상영관의 출입구와 복도에서 병목 현상이 기본적으로 발생하는 공간에서의 사용이 적합하다고 판단한다. 마지막으로, 이러한 피난시뮬레이션 결과를 분석하여 멀티플렉스의 동시 피난 및 단계적 피난과 피난 시간과의 상관관계를 파악하고, 이에 따른 피난결과를 분석하였다. Figure 1은 본 연구의 방법을 나타낸다.

2. 이론적 고찰

2.1 피난의 정의

2.1.1 피난 및 피난시간

피난은 화재 등 비상시에 보다 안전한 장소로 대피하는 행위이다. 피난시간은 화재발생을 감지한 후 재실자가 출구를 통과하는데 걸리는 시간을 말한다. 총 피난시간은 발화의 시점부터 피난완료의 단계까지를 총 피난시간으로 보고 피난완료의 단계에서 연기강화의 단계까지는 피난 여유시간으로 본다. 총 피난시간은 피난개시시간과 피난행동시간으로 구성되어 있으며, 피난개시시간은 감지시간과 초기 대응행동시간으로 나뉘어져 있다⁽¹¹⁾.

또한, 외부로 탈출하는데 소요되는 시간을 Required Safe Egress Time (RSET), 인명의 안전과 직결되는 시간을 Available Safe Egress Time (ASET)이라는 개념을 사용하는데 안전한 피난을 위해서는 최소한 RSET이 ASET보다 짧아야 피난적 여유시간을 가지면서 안전하게 피난이 완료되었다고 본다⁽¹⁸⁾. 이를 간략하게 나타내면 다음 Figure 2와 같다.

피난시간이 피난개시시간과 피난행동시간으로 구성되어 있으므로 피난시간을 단축하기 위해서는 피난개시시간을 단축시키거나 피난행동시간을 단축시켜야 한다. 피난개시

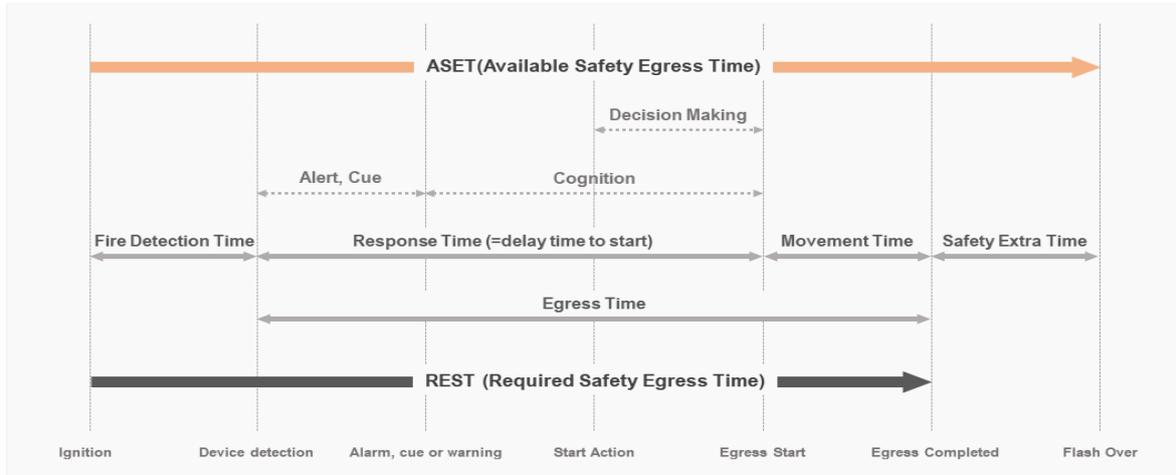


Figure 2. Graph of egress time.

시간을 단축시키기 위한 방법은 화재를 빠르게 인지하여 거주자들에게 신속하고 정확하게 통보하여 피난행동을 개시하기 전까지의 시간을 단축시키는 것이다. 또한, 피난행동을 단축시키기 위해서는 피난군집의 흐름율을 높여주어야 한다⁽¹¹⁾.

2.1.2 단계적 피난

일반적으로 고층건축물에서 적용되는 개념이다. 동시피난 행동은 화재층 재실자의 피난을 지연시키기 때문에 NFPA에서는 동시피난보다는 단계적 피난 또는 부분피난이 보다 안전하다고 권고하고 있다^(8,9). NFPA 101 9.6.3.6에 따르면 단계적 통보의 경우 화재의 영향을 받는 지역의 점유자들에게 우선적으로 통보가 되도록 한다. 즉, 발화층, 발화층의 직상층 및 직하층에 우선 통보한 후, 화재성상에 따른 선택적 통보 순서에 따라 피난을 행하도록 규정하고 있다⁽¹²⁾. 즉, 단계적 피난이란 건물에 거주하고 있는 인원이 동시에 피난하는 것이 아닌, 발화층 및 화재에 직접적으로 위협이 있는 직상·지하층에서 우선 피난하여 피난 지연을 방지하는 것이다.

2.2 멀티플렉스의 개념

멀티플렉스(Multiplex)는 문화적인 측면과 상업적인 측면으로 구분하여 정의가 된다. 우선, 문화적인 측면에서 멀티플렉스는 ‘다중의 스크린을 복합적으로 운영’하고 관람객에게 복합화된 멀티플 엔터테인먼트 옵션(Multiple Entertainment Option)과 침단설비를 함께 제공하는 시설을 의미하며, 각 스크린별로 많은 영화를 선택할 수 있게 하여 볼 수 있으므로 다양한 경험과 서비스의 질을 향상시킨 엔터테인먼트 문화공간이다. 상업적인 측면에서, 멀티플렉스 영화관은 원스톱 엔터테인먼트(One Stop Entertainment)라는 모토를 걸고 개발한 방식을 말하며, 한 건물 안에 대형주차장·레스토랑·카페·쇼핑몰·게임센터 등을 갖추고 있는 것을 말한다^(1,13).

2.3 선행연구 분석

2.3.1 멀티플렉스의 피난 안전성 분석에 관한 연구

국내외 멀티플렉스 영화관의 피난 안전성에 대한 기존 논문을 조사한 결과, 국외에서는 멀티플렉스의 피난 안전성 확보를 위한 연구가 최근까지 지속적으로 진행된 것을 확인할 수 있었다. 국내에서는 대피 시스템 성립의 중요성을 시사하고, 수용인원 부하계수 산정을 통한 적정 대피시간 도출과 인간의 행동패턴과 심리적 요인 분석 및 화재시 CO농도분포를 바탕으로 하여, 멀티플렉스 피난에 대한 규정 개선안 등을 제시하였다(Table 1).

KOSMOPOULOS and Katsoulis (2013)은 멀티플렉스의 대피 시스템 성립의 중요성을 시사하고, 시스템에 필요한 요구 사항을 제시하고 운영 및 지원을 위한 배포 절차를 논의하였다. Khanitha et al. (2012)은 멀티플렉스에 적합한 수용인원 부하 계수를 제공하고, 이를 활용하여 적정 대피시간을 산정하였다. Chung (2011)은 영화관 관객의 피난시설에 대한 의식을 조사하여, 피난시설 개선을 위한 관련 규정 개정애 필요한 개선안을 제시하였다. Kim et al. (2007)은 멀티플렉스 화재 시 CO농도분포를 바탕으로 적정피난시간을 도출하고, 재실자전원의 피난완료시간을 산출·비교하여 피난안전성을 평가하였다. Park and Lee (2005)은 복합상영관의 물리적 요인에 의해 발생하는 과밀 공간을 파악하고, 이러한 과밀에 영향을 주는 관객의 심리 행태적 요인을 제시하였다.

그러나 피난 절차를 다룬 연구는 미비한 것으로 분석되었다. 따라서 본 연구에서는 상영관별 단계적 피난을 적용하여 최적화된 피난절차를 마련하고자 한다.

2.3.2 단계적 피난에 대한 연구

최근 국내에서 수행된 단계적 피난에 대한 연구들을 조사한 결과, Kim and Seo (2018)은 피난시물레이션을 이용해

Table 1. Literature Review

| Author | Contents |
|-----------------------------------|--|
| KOSMOPOULOS and Katsoulis. (2013) | An Innovative Evacuation System for Multiplex Cinemas in Athens Greece |
| Khanitha et al. (2012) | The Evacuation Times from the Multiplex Theatres from the Bangkok Metropolitan Area. |
| Chung. (2011) | The Regulation Plan of Evacuation Facilities Based on the Consciousness of Cinema User |
| Kim et al. (2007) | An Evaluation on Evacuation Safety in Multiplex Cinema |
| Park and Lee. (2005) | The Human Evacuation Behavior by Analyzing Crowding Areas in multiplex Fire |

Table 2. Prior Research for Phased Evacuation

| Author | Contents |
|------------------------|---|
| Kim and Seo. (2018) | Egress algorithm for high-rise buildings using egress simulation |
| Cho and Jeong. (2016) | Optimum evacuation procedure for high-rise buildings in firing |
| Joung and Yoon. (2015) | Vertical evacuation speed in stairwell of a high-rise office building |

여 피난 알고리즘 도출하고 피난 우선순위 및 수직피난 순서를 제시하였다. Table 2와 같이 Cho and Jeong (2016)은 초고층빌딩 화재 시 전체피난, 우선피난에 대한 시나리오를 적용하여 최적피난절차 마련에 관한 연구를 진행하였다. Joung and Yoon (2015)은 업무용 고층건물 계단실의 보행속도와 단계적 피난을 적용하여, 전층 동시 피난에 비해 화재층 직상층 이후에 최상층부터 5개 층 단위로 단계적 피난을 유도한 경우가 전층 동시 피난의 총 피난시간이 크게 단축되는 것을 확인하였다.

이러한 선행연구 조사·분석을 통해 단계적 피난이 피난 시간에 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. 멀티플렉스의 경우 하나의 층에 다수의 구획된 공간인 상영관으로 구성되어 있으며, 구획된 공간에는 불특정 다수의 인원이 수용된다. 화재가 발생하여 전 상영관에 사람들이 피난을 할 경우, 과밀 혼잡으로 인하여 피난시간이 지연되며 이러한 상황은 초고층빌딩과 유사하다고 판단한다. 따라서 본 연구에서는 인구 밀집도가 높고 유동인구가 많아 대형화재로 확산될 수 있는 멀티플렉스의 인명피해를 최소화할 수 있는 방안을 마련하고자, NFPA에서 권고하는 단계적 피난을 멀티플렉스 상영관에 적용하여 피난에 최적화된 피난절차를 도출하고자 한다.

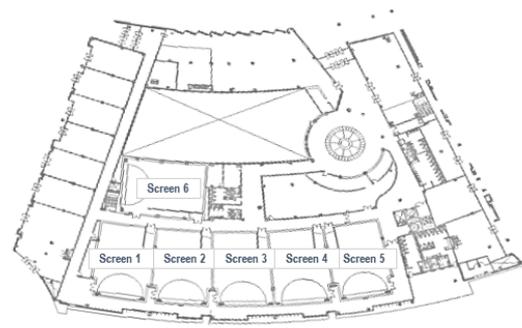


Figure 3. Floor plan of facility.

3. 피난시뮬레이션 실행

3.1 사례의 개요

수도권에 위치한 복합 건축물이며, 멀티플렉스는 건물의 지상 1층에 위치하고 있다. Figure 3과 같이 6개의 상영관과 티켓박스, 매표홀, 판매시설, 대기공간 등으로 구성되어 있다. 동선체계는 매표홀에 있는 티켓박스에서 티켓을 구매한 후 대기공간에서 각 영화상영관으로 이동하게 된다. 영화 관람 중 비상 시 퇴장은 각 상영관의 앞쪽과 뒤쪽의 피난계단을 통해서 1층의 대기공간이나 1층 영화관 외부로 나갈 수 있다. 총 면적은 2,707.245 m², 대기 면적은 1,230.720 m², 상영관 수는 6개, 총 좌석 수는 906개 이다.

3.2 피난시나리오 전제조건 설정

- 1) 피난인원은 Table 3과 같이 상영관에 관객이 모두 앉아 있는 피크타임으로 가정하고 산정하였다. 대기공간에서의 재실자 밀도는 「건축물 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙」 [별표 1의2. 피난안전구역의 면적 산정기준]에 의거하여 산정하였다. 산정된 총 재실인원은 1,472명이다.
- 2) 보행속도는 별도의 기준이 마련되어 있지 않으므로 기존 연구 결과에 따라, 건물내부의 위치, 경로 등에 익숙하지 않은 일반사람의 보행속도인 1.0 m/s로 설정⁽²²⁾하였다.
- 3) 피난 개시 시간은 일본에서 제시한 반응시간의 적용 기준인 다음 Eq. (1)로 산정하였다. 국내의 반응시간 적용 기준은 화재실과 비화재실을 구분하지 않고 제시하고 있어 일본건축센터의 ‘건축방재계획지침’을 혼용하여 사용하고 있다⁽²³⁾.

$${}_aT_o = 2\sqrt{A_1} \tag{1}$$

${}_aT_o$ 는 화재실의 반응시간(s)이며, A_1 는 화재실의 면적(m²)이다. 도출된 발화실의 피난 개시시간은 30 s이다.

3.3 피난시나리오 설정

단계적 피난을 적용하기 위하여 각 상영관별로 피난완료 시간을 측정된 결과, Figure 4와 같이 6관은 184.3 s로 피

Table 3. Estimated Number of Occupants

| Screen | Theater Capacity (A) | Waiting Space Capacity(B = C × D) | | | Total (A+B) |
|--------|----------------------|-----------------------------------|----------------------------|-----|--------------|
| | | Square m ² (C) | Occupant Density(D) | B | |
| 1 | 151seat | 1,258.68 | 0.45 person/m ² | 566 | 1,472 person |
| 2 | 151seat | | | | |
| 3 | 151seat | | | | |
| 4 | 151seat | | | | |
| 5 | 151seat | | | | |
| 6 | 151seat | | | | |

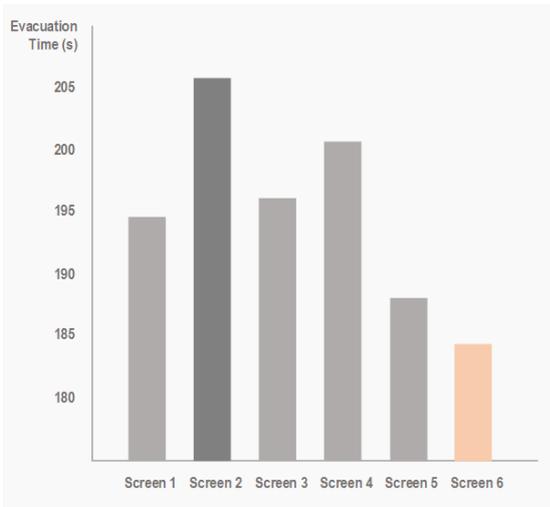


Figure 4. Comparison of evacuation time for each screen.

난 시간이 가장 적게 소요되었으며, 2관은 206.5 s로 가장 많은 시간이 소요된 것을 확인하였다.

화재로 인한 피해를 최소화하기 위하여 피난시간이 가장 많이 소요된 2관에서 화재가 발생한 것으로 가정하고 시나리오를 수립하였다. 또한, 시나리오는 전체 피난과 단

Table 4. Scenario of Simulation

| Scenario | Evacuation Sequence | | |
|----------|---------------------|-----------------------|----------------|
| | Step 1 | Step 2 | Step 3 |
| 1 | All Screens(1-6) | | |
| 2 | Screen 2 | Screen 1, 3, 4, 5, 6, | - |
| 3 | Screen 1, 2, 3 | Screen 4, 5, 6, | - |
| 4 | Screen 2 | Screen 1, 3, | Screen 4, 5, 6 |

계적 피난으로 구분하였다. 단계적 피난 시나리오는 기존 연구사례와 NFPA의 권고사항을 참고하여 수립하였으며, 다음과 같다.

시나리오 1은 전 상영관(1관~6관) 및 대기인원 전체 동시 피난 한다.

시나리오 2는 화재실(2관)에서 우선 피난하고, 나머지 비화재실(1관, 3관~6관) 및 대기인원이 단계적 피난을 한다. 비화재실의 화재개시 시간은, 화재실에서 첫 번째로 피난 완료하는 사람이 화재발생 소식을 알리는 것으로 가정하고, 첫 번째 피난 완료하는 사람의 시간인 45.23 s로 한다.

시나리오 3은 화재실(2관)과 인접한 상영관(1관, 3관)에서 우선 피난하고, 나머지 비화재실(4관~6관) 및 대기인원이 단계적 피난을 한다.

시나리오 4는 화재실(2관)이 우선 피난하고, 바로 양옆에 있는 상영관(1관, 3관)이 부분피난하고, 나머지 상영관(4관~6관)에서 단계적 피난을 한다. 시나리오를 간략하게 표로 정리하면 다음 Table 4와 같다.

4. 피난시뮬레이션 결과분석

다중이용시설 중 멀티플렉스를 중심으로 피난군집의 흐름을 높여 피난시간을 단축하고자 멀티플렉스별로 피난 시뮬레이션을 실시한 결과는 다음과 같다. 전 상영관이 동시 피난한 시나리오 1의 총 피난 시간은 311 s이다. 피난개시 60 s 후 모든 상영관의 통로에 병목현상이 발생하는 것을 확인할 수 있으며(Table 5), 주로 1관과 6관, 5관 부근에

Table 5. Evacuation Map of Scenario1 and Scenario2

| Division | 60 s | 120 s | 240 s |
|------------|------|-------|-------|
| Scenario 1 | | | |
| Scenario 2 | | | |

Table 6. Evacuation Map of Scenario3 and Scenario4

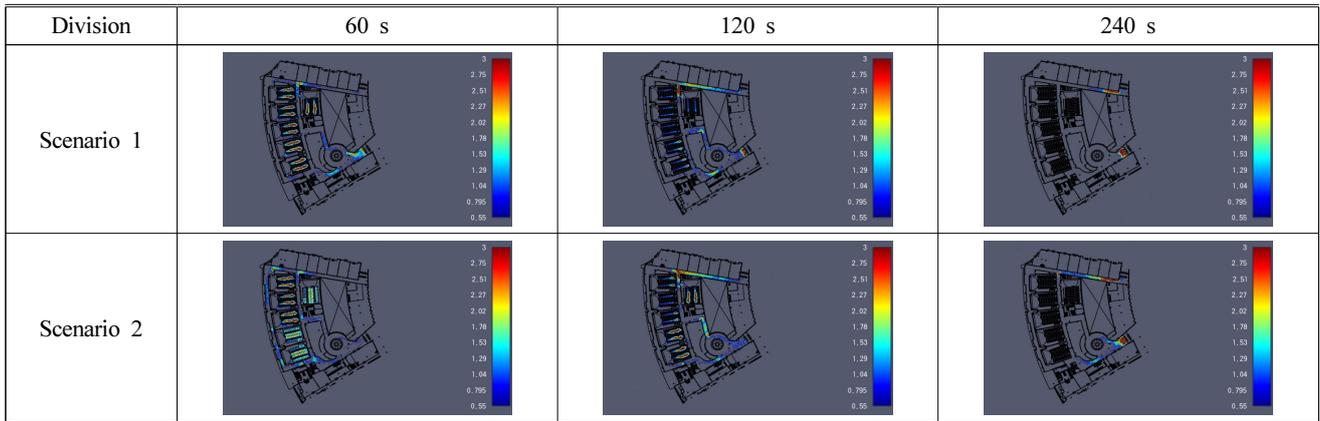


Figure 5. Bottleneck situation.

극심한 것으로 보인다. 180 s 후에는 상영관 밖으로 모두 대피하였으나 출입구를 향하는 복도에서 과밀현상이 발생하는 것이 확인 가능하다.

화재실이 우선 피난하고, 나머지 비화재실이 단계적 피난을 한 시나리오 2의 총 피난 시간은 317 s이다. 피난개시 120 s 후 여전히 상영관별 통로 및 복도에서 과밀현상이 일어나는 것이 확인 가능하며, 5관 부근의 원형 대기공간에서 지연되는 것으로 확인된다. 240 s 후 출구 부근에 모든 인원이 밀집되어 피난이 지연되는 것으로 분석된다.

화재실 및 인접한 상영관이 우선 피난하고, 나머지 비화재실이 단계적 피난을 한 시나리오 3의 총 피난 시간은 287 s이다. 피난개시 180 s 후, 시나리오 1과 시나리오 2에 비하여 피난출구를 향하는 복도에 밀집되어 있는 피난 인원이 적은 것을 확인할 수 있다(Table 6). 그러나 여전히 1관과 6관이 만나는 복도에는 병목현상이 계속적으로 일어나는 것으로 확인된다.

화재실이 우선 피난하고, 인접한 상영관이 부분 피난 후 나머지 상영관이 단계적 피난을 한 시나리오 4의 총 피난 시간은 322 s이다. 피난개시 120 s 후 1관, 2관, 6관의 통로에 극심한 과밀현상이 일어나는 것을 확인할 수 있으며, 240 s 후에도 여전히 1관, 6관의 통로에 피난인원이 밀집되어 있고, 출구 부근에도 밀집되어 있는 것을 확인할 수 있다.

분석 결과, 모든 상영관이 동시에 피난을 진행할 경우, Figure 5에 나타나는 바와 같이 복도 및 대기공간에 있는

Table 7. Evacuation Time by Scenario

| Division | Evacuation Time(s) | | | | |
|----------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-------|
| | Scenario1 | Scenario2 | Scenario3 | Scenario4 | |
| Evacuees | 10% | 74.6 | 89.9 | 54.6 | 89.9 |
| | 30% | 131.4 | 145.9 | 108.9 | 147.7 |
| | 50% | 177.4 | 192.1 | 157.1 | 192.8 |
| | 100% | 311.0 | 317.0 | 287.8 | 322.0 |

대기인원과 중첩되어 피난시간이 다소 소요되는 것으로 분석되었다. 화재실, 인접 상영관, 비화재실로 시간차이를 두어 피난을 진행한 경우에는 오히려 상영관이 만나는 복도에서 더욱 극심한 병목현상이 일어나는 것으로 분석되었다.

피난시간에 대한 피난인원을 정리한 Table 7 및 Table 8을 확인하면, 그래프는 비슷한 양상으로 나타난다. 그러나 화재실 및 인접 상영관, 비화재실로 시간 차이를 두고 피난한 시나리오 3의 경우, 피난 초반에 다른 시나리오에 비하여 많은 인원이 대피하는 것을 확인할 수 있다. 이는 초반에 피난 시간을 확보하는 것이 피난시간을 단축하는데 중요한 요소인 것으로 분석된다.

5. 결 론

본 연구는 다중이용시설 중 멀티플렉스를 중심으로 피난군집의 흐름을 높여 피난시간의 단축 방안을 목적으로 하며, 단계적 피난에 따른 피난 결과를 피난시뮬레이션을 통해 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 멀티플렉스는 인구 밀집도가 높고 유동인구가 많으며, 피난 시 상영관 내의 유효한 통로는 경사로로 되어 피난이 어렵다는 점을 고려할 때, 화재발생 시 대형화재로 확산될 수 있는 위험성을 내포하고 있다.
- 2) 하나의 층에 다수의 구획된 공간인 상영관으로 구성되어 있으며, 상영관에는 피난경로를 제대로 인지하고 있지 않은 불특정 다수의 인원이 수용되는 건물의 특성을 고

Table 8. Number of the Evacuated People

| | | | |
|------------|--|------------|--|
| Scenario 1 | | Scenario 3 | |
| Scenario 2 | | Scenario 4 | |

려하였을 때, 피난시간을 확보하는 것은 매우 중요하다고 사료된다.

3) NFPA에서 고층빌딩의 화재 시 권고하는 단계적 피난을 멀티플렉스에 적용하여 시나리오별 피난시물레이션을 실행하고 분석한 결과, 시나리오 3(화재실 및 인접 상영관 우선피난, 나머지 상영관 단계적 피난)이 다른 시나리오에 비해 피난시간이 단축되는 것으로 확인되었다. 즉, 전 상영관이 동시 피난하는 것보다 상영관별로 단계적으로 피난하는 것이 피난에 유리한 것으로 판단된다.

4) 시나리오 4(화재실 우선 피난, 인접한 상영관 부분피난, 나머지 상영관 단계적 피난) 및 시나리오 2(화재실 우선피난, 나머지 상영관 단계적 피난)의 경우, 시나리오 1(전 상영관 동시피난)보다 오히려 시간이 더 소요되는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 피난 초반에 많은 인원이 대피하지 못한 것이 시간을 지체하는 요인인 것으로 분석되었다.

5) 향후 멀티플렉스의 피난 계획 시 본 연구의 결과를 반영하여 의사결정을 할 경우, 피난시간이 단축되고 피난 안전성 향상이 가능할 것으로 판단한다.

따라서 멀티플렉스에서의 화재발생 시 재실자의 신속한 대피를 위하여, 상영관별 단계적 피난을 적용한 피난 매뉴얼 개발 및 이를 위한 지속적인 교육과 정기적인 대피훈련을 실시하는 것이 필요하다고 사료된다.

본 논문에서는 멀티플렉스의 피난 절차를 다루었기 때문에 스프링클러, 감지기 등의 소방 설비 등의 효과는 배제하였다. 이러한 한계점을 보완하기 위하여 차후에 보다 구체적인 연구가 필요하다. 향후, 관객의 심리적인 변수 등을 적용한 설문조사, 모의실험 등의 후속 연구가 필요한 것으로 판단된다.

후 기

이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2015R1A5A1037548).

References

1. J. H. Kim, "A Study on Space Composition of Cultureplex Cinema Lobby Space; With focus on Seoul Metropolitan City", Master's Thesis, Hongik University (2018).
2. E. H. An, "A Study on Egress Routes Design Depending on Human Evacuation Behavior in Multi-Plex Theater", Journal of the Architectural Institute of Korea : Planning & Design, Vol. 21, No. 10, pp. 131-138 (2005).
3. KOFIC, "2009 Film Industry Settlement of Accounts", pp. 20-24 (2010).
4. KOFIC, "2017 Film Industry Settlement of Accounts", pp. 53-59 (2018).
5. J. U. Hong, "Multiplex Movie Theater Inspection, 57% 'There is a Problem'", The Joongang Daily (2014).
6. F. Ozel, "Time Pressure and Stress as a Factor During Emergency Egress", Safety Science, pp. 95-107 (2001).
7. K. W. Park and K. H. Lee, "A Study on the Human Evacuation Behavior by Analyzing Crowding Areas in Multi-Plex Theater Fire", Journal of the Architectural Institute of Korea : Planning & Design, Vol. 21, No. 1, pp. 97-104 (2005).
8. NFPA, "Guidelines to Developing Emergency Action Plans

- for All-Hazard Emergencies in High-Rise Office Buildings”, (2014).
9. J. H. Cho and Y. G. Jeong, “A Study of Optimum Evacuation Procedure for High-rise Buildings in Firing”, Proceedings of 2016 Autumn Annual Conference, The Architectural Institute of Korea, Vol. 36, No. 2, pp. 692-693 (2016).
 10. Y. R. Lim and Y. H. Ahn, “A Study on Comparative Analysis about Evacuation Results According to Advance Information in Underground Subway Fire”, Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation, Vol. 18, No. 2, p. 224 (2018).
 11. S. W. Cho, Y. H. Lee, C. H. Choi and S. G. Oh “A Study on Comparison to International Building Egress Safety Rule in High Rised Dormitory”, Journal of the Architectural Institute of Korea : Planning & Design, Vol. 25, No. 2, pp. 67-76 (2009).
 12. NFPA 101, “Life Safety Code”, pp. 101-92 (2009).
 13. H. M. Ko, “A Study on Service Quality and Customer Satisfaction in Multiplex”, Master’s Thesis, Dankook University (2003).
 14. A. KOSMOPOULOS and S. Katsoulis, “An Innovative Evacuation System for Multiplex Cinemas”, Pedestrian and Evacuation Dynamics 2012, pp. 135-141 (2013).
 15. K Songsakulchai, S Patvichaichod and P Visuwan, “The Study of Evacuation Times from the Multiplex Theatres”, American Journal of Applied Sciences, Vol. 9, No. 3, pp. 321-325 (2012).
 16. P. R. Chung, “A Study on the Regulation Plan of Evacuation Facilities Based on the Consciousness of Cinema User”, Journal of the Korean Association for Spatial Structures, Vol. 11, No. 3, pp. 105-113 (2011).
 17. J. H. Kim, S. Y. Joo and J. J. Lee, “An Evaluation on Evacuation Safety in Multiplex Cinema based on Fire & Evacuation Simulation”, Journal of Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems, Vol. 1, No. 1, pp. 7-13 (2007).
 18. J. S. Park, M. O. Yoon and Y. J. Lee, “A Study on the Comparison of Building Egress Safety Rule in Countries”, Transaction of Korean Institute of Fire Science & Engineering, Vol. 16, No. 2, pp. 27-32 (2002).
 19. W. K. Kim and D. H. Seo, “A Study on Egress Algorithm for High-rise Building Using Egress Simulation”, Fire Science and Engineering, Vol. 32, No. 1, pp. 33-39 (2018).
 20. S. H. Joung and M. O. Yoon, “Vertical Evacuation Speed in Stairwell of a High-rise Office Building”, Fire Science and Engineering, Vol. 29, No. 3, pp. 13-20 (2015).
 21. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, “Regulations on Standards for Evacuation and Fire Protection of Buildings” (2018).
 22. G. H. Lee, “Building Prevention Planning Theory”, Kungnam University Press (2002).
 23. S. N. Baek, J. H. Choi, W. H. Hong and J. J. Jung, “A Study on Required Safe Egress Time (RSET) Comparison and Error Calculation in Relation to Fire Room Range Set Conditions of Performance Based Fire Safety Designers”, Fire Science and Engineering, Vol. 30, No. 3, pp. 73-78 (2016).
 24. The Building Center of Japan, “Building Disaster Prevention Planning Guidelines” (1997).