

## 국내 PBD기반 피난안전설계를 위한 피난용량 산정에 관한 연구(II)

- 멀티플렉스 공간의 재실자밀도 조사 -

조남훈\* · 서동구\* · 황은경\*\* · 황금숙\*\*\* · 권영진\*

호서대학교 소방방재학과\* · 한국건설기술연구원\*\* · (주)한일엠이씨\*\*\*

## A Study on the Escape capacity for Evacuation safety Design of PBD foothold in Korea(II)

Seo, Dong Goo\* · Hwang, Eun Kyung\*\* · Hwang, Keum Suk\*\*\*

Kwon, Young Jin\*

Fire & Disaster Protection Engineering of Hoseo Univ.\*

KICT\*\* · HIMEC\*\*\*

### ABSTRACT

As the rapid and various changing of social aspects, the structures are getting bigger, higher and more complex. The importance of evacuation is on the rise as increased using frequency of multiplex area and it's high population density. According to the result of a survey with 2 domestic multiplex population density, the maximum was 0.43(人/㎡) and 0.51(人/㎡). considering evacuation dangerousness, the maximum value will be suitable for computation of evacuation capacity and this will be submitted as a basic data for computation of evacuation capacity.

### 1. 연구배경 및 목적

영화를 상영하는 행위와 이를 감상하기 위한 관람객의 행위를 담는 그릇인 영화관은 약 100년 전에 영화가 출현한 이 후 거의 하나의 개념으로 유지되어 왔고, 최근 세계적으로 이러한 변화의 산물이 바로 멀티플렉스이다. 멀티플렉스는 영화관과 더불어 음식점, 오락시설 등 복합적인 시설들과 더불어 많은 인파가 몰리는 시설로서 자리잡고 있다. 하지만 이러한 대규모 건축물은 (초)고층건축물 및 심도가 깊은 지하공간 등과 더불어 화재시 인명의 피난안전성이 확보가 어렵게 되고 있다. 이에 대하여 선진국외에서는 성능적인 피난안전설계를 도입하여 많은 연구가 진행되고 있다. 국내 또한 2009년 소방법에 성능위주설계가 입법화가 될 예정으로 있다. 하지만 현재 그에대한 방법론이 부족하고, 기초적인 데이터 마련이 시급한 상황이다.

따라서 본 연구는 대형관매시설의 재실자밀도 조사<sup>1),2)</sup>에 더 나아가 멀티플렉스 영화관의 재실자밀도를 통하여 성능적 피난용량 산정의 기초자료로 제시하는데 그 목적이 있겠다.

## 2. 멀티플렉스의 대상물 선정 및 조사방법

### 2.1 조사대상물의 선정

현재 멀티플렉스 영화관의 수는 기하급수적으로 늘고 있는 실정이며, 국내에는 1998년 서울 구의동에 개관한 CGV가 멀티플렉스의 시초이고, 2006년 까지 총 198개의 멀티플렉스가 있는 것으로 나타났다. 조사 대상물은 “소방시설공사법령 제2조의 2”에 명시되어 있는 성능위주설계를 해야 할 특정소방대상물의 범위의 영화상영관이 10개이상인 특정소방대상물로 선정하였다. 선정한 대상물은 수도권지역의 대상물(이하 조사 A라 칭함)과 수도권 이외의 대상물(이하 조사 B라 칭함)을 각각 1개씩 지정하여 선정하였고, 대상물의 개요는 다음 표 1과 같다.

표 1. 조사대상물의 개요

구분	수도권 지역	수도권 외 지역
위치	서울시 삼성동	충청남도 천안시
규모	21487.7 m <sup>2</sup>	15136.3 m <sup>2</sup>
상영관 수	16개관 4,218석	14개관 3,200석

### 2.2 조사시기 선정 및 조사방법

표 2. 일본의 재실자밀도 조사 결과

구분	조사결과		조사일시
백화점	A	평균 0.33~0.60 [인/m <sup>2</sup> ]의 범위로 측정 지상 8층(연말상품코너) 1.02 [인/m <sup>2</sup> ]로 최대 수치	1992.12.12(일) 날씨-매우맑음
	B	0.2~0.3의 범위에 있으며, 평균 0.235 [인/m <sup>2</sup> ] 지상 12층(GIFT코너) 0.67 [인/m <sup>2</sup> ] 기록	1992.12.13(일) 날씨-맑은후 흐림
사무소 빌딩	최대 수치 0.085 [인/m <sup>2</sup> ], 평균 밀도 0.060 [인/m <sup>2</sup> ] 업무시간내 평균 0.079 [인/m <sup>2</sup> ] 기준의 조사한 수치와 유사 (기준 조사결과:0.067~0.083 [인/m <sup>2</sup> ])		1993.03.10
이벤트홀	평균치 0.19 [인/m <sup>2</sup> ], 최대 수치 0.60 [인/m <sup>2</sup> ] (1호관 16시 측정) 대부분의 수치의 범위가 95%이내 0.4 [인/m <sup>2</sup> ]		1993.11.27(토), 11시~18시
라이브 하우스	A	스태이지 직전의 집중부분 5 [인/m <sup>2</sup> ] 객석전체 밀도 1.97 [인/m <sup>2</sup> ]	1993년 19시~21시 30분
	B	객석전체 밀도 4.03 [인/m <sup>2</sup> ]	

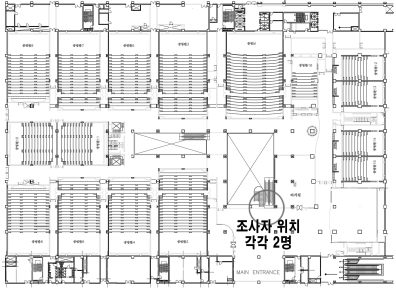

조사의 시기의 설정은 재실자의 수를 산정하기 위한 것 중 중요한 인자로서 일본의 경우 표 2와 같이 조사를 하는 시기에 대하여 각 건축물의 용도별의 특성에 따라 명절 및 주말 등 가장 인파가 많을 것으로 예상되는 기간에 대하여 가장 높은 최대재실자밀도를 산정하는데 노력을 기울였다. 또한 날씨의 영향에 대한 것에도 염두해 두었으며, 시간대별 재실자의 유동현황을 측정하였다.<sup>3)</sup> 본 연구는 이러한 측면을 고려하여 조사시기는 조사 A의 경우 2008년 9월 27일(토), 조사 B는 2008년 7월 12일(토)에 조사하였다. 특히 조사 B의 대상물의 조사당시 주변 중·고등학교의 특별활동으로 조조할인 시간에는 인원이 재실자인수의 대부분을 차지하였다.

조사방법은 멀티플렉스 공간으로 들어가는 출입구에 인원을 배치하여 10분간 입퇴관 누계인수로 측정하였다. 또한 영화 상영을 마치고 나가는 인원 에 관하여는 멀티플렉스 영화관의 퇴관인수의 내부자료를 활용하여 재실자인수를 산정하였다. 재실자의 인수는 전관의 재실자인수를 측정하였으며, 재실자의 밀도의 수치는 다음 식 1과 같은 방법으로 산정하였다.

$$\text{전관재실자인수}(N_s) = \frac{\text{입관누계인수} - \text{퇴관누계인수}}{\text{유효면적}(m^2)} \quad (\text{식 1})$$

여기서, 입관누계인수와 퇴관누계인수는 출입구에서 계수기를 이용한 측정으로 10분간 유통하는 인구에 관하여 누계로 기록하였다. 또한 유효면적은 고정식장해물이 존재하는 공간의 부분은 제외하고 산정하였다. 여기서 산정된 결과와 영화관의 좌석수와 비교를 통하여 재실자인수 조사의 방법을 검토하였다. 조사의 방법과 시기의 개요는 표 3과 같다.

표 3. 조사의 방법 및 조사시기의 개요

구분	조사 A	조사 B
조사시기	2008.09.27(토)	2008.07.12(토)
조사위치		
조사방법	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 출입구에 조사자가 각각 2명이 위치하여 입퇴관 누계인수 기록</li> <li>2. 영화관의 예매현황을 조사하여 퇴관누계인수와 합산.</li> <li>3. 영화관 좌석수에 관한 비교</li> </ol>	

### 3. 멀티플렉스 재실자인수 및 밀도 조사결과

#### 3.1 조사 A 조사결과

조사 A는 연면적 21487.7㎡으로 16개의 상영관을 보유하고 있는 대규모 멀티플렉스 공간이다. 조사 당시 재실자의 인수는 끊임없이 들어오는 현상 즉, 들어오는 출입구에 한해서 군집이 형성되어 출입구의 밀집도의 형태는 상당히 높은 것으로 관찰되었다. 재실자의 인원은 출입구(지하 1층)를 통해서 영화관으로 입장을 하고, 영화를 관람하는 곳은 전부 지하 2층에서 들어가며, 대부분의 재실자의 분포는 지하 2층에 머무는 것으로 사료된다. 하지만 지하 1층의 공간에서 상영을 마치고 퇴관하기 때문에 지하 2층의 공간을 고려하여 재실자의 인원을 기록하였다.

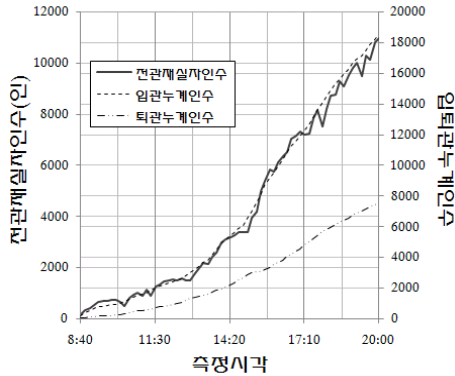


그림 1. 시각별 재실자인수의 추이(조사A)

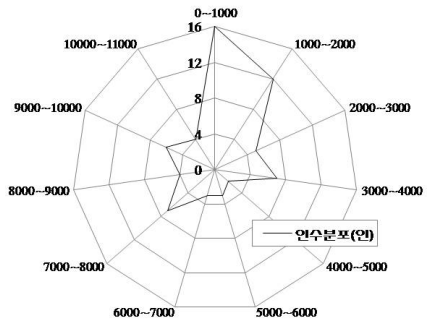


그림 2. 재실자인수의 분포도(조사A)

그림 1에서 보는바와 같이 식 1에 의하여 전관제실자인수를 조사한 결과 측정시각 별 최대 재실자인수는 20시에 10,969명으로 가장 높았으며, 입관누계인수는 총 18,526명, 퇴관누계인수는 7,557명으로 기록되었다. 평균인수는 4,228명이며, 표준편차는 3,447로 나타났다. 15시 경부터 재실자의 입관인수가 많아지는 시간이며, 퇴관인수는 입관인수에 비하여 적게 나타났다. 이는 조사 대상물의 영업시간이 03시로 이후의 재실자의 측정을 하지 못한 것으로 보인다. 예매상황으로 살펴본 결과 조사 마치는 시간 20시 이후의 영화 관람객은 7,487명, 전체퇴관인수는 7,557명으로 전체 조사 이후의 재실하고 있는 인원은 3,482명으로 간주된다. 또한 1000명의 인원으로 구분하여 봤을 때 그림 2와 같이 총 69회 측정시각 중 0~1000명 사이의 측정시각이 16회 측정되어 가장 많이 측정되었으며, 1000~2000명 사이의 인원의 12회 등으로 분포가 되어 있었다. 하지만 재실자의 그림1의 그래프의 양상이 급격하게 상승하는 것으로 보아 재실자의 15시부터 급격하게 늘어나 인원의 분포가 어느 정도의 평균값을 제시하기에는 부족한 점이 있는 것으로 판단된다.

### 3.2 조사 B의 조사결과

조사 B는 연면적 15136.3㎡으로 총 14개의 상영관으로 좌석 수는 총 3,200석으로 구성되어 있다. 또한 재실자는 백화점과 연결된 통로로 통하는 에스컬레이터부분과 엘리베이터, 주차장부근의 재실자인수를 측정한 결과 가장 많은 이동을 한곳은 엘리베이터에서의 유동이 많았고, 에스컬레이터는 백화점과 연계되어 11시부터 운영을 시작하였지만 급격한 인원의 상승이 발생하였다.

그림 3은 시각별 재실자인수의 추이를 나타낸 그래프이다. 조사의 최대 재실자인수는 측정시각 14:30에 3,376명으로 측정되었으며, 입관누계인수는 27,855명, 퇴관누계인수는 25,814명으로 기록되었다. 평균인수는 2,160명이며, 표준편차는 865이다. 측정시각 13시와 13시 30분경에 급격한 인원의 유동을 보였는데 이는 멀티플렉스 층에 위치한 음식점이용 및 에스컬레이터의 유동이 급격하게 늘어난 것으로 보인다. 그림 4와 같이 인원의 분포를 500명을 기준으로 구분하면, 2500~3000명 사이가 20회 측정으로 가장 많은 분포를 보였으며, 2000~2500명 사이는 14회 측정되어 인원의 분포가 2000~3000의 사이로 많은 시간 유지되는 것으로 사료된다. 또한 조사 이후 재실자의 인수는 2,024명으로 추정된다.

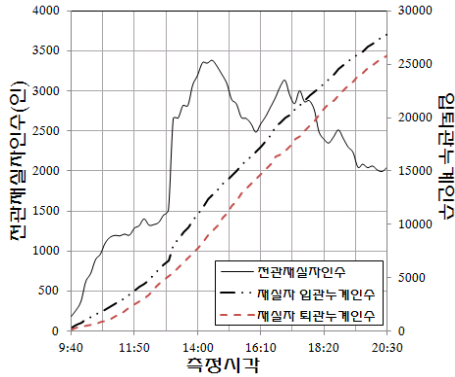


그림 3. 시각별 재실자인수의 추이(조사A)

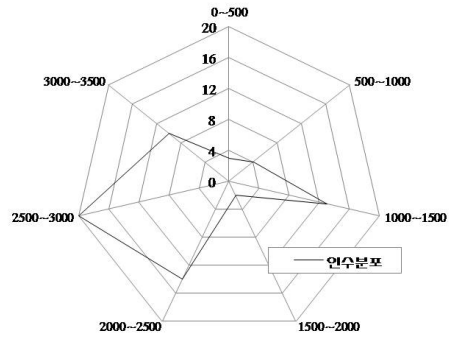


그림 4. 재실자인수의 분포도(조사A)

### 3.3 조사의 재실자밀도 비교 및 멀티플렉스 조사방법의 고찰

#### (1) 재실자밀도 조사결과

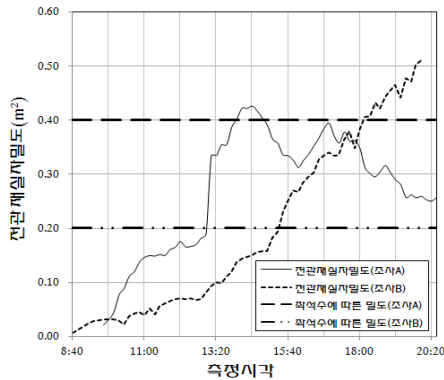


그림 5. 조사 A,B 의 재실자밀도 비교 및 좌석 수 산정밀도

그림 5에서 보는 바와같이 시각 별 최대 재실자밀도는 조사A에서는 14시 30분에 0.43 [인/㎡], 조사 B는 20시에 0.51[인/㎡]로 조사되었다. 각 평균 재실자밀도는 0.27[인/㎡], 0.20[인/㎡]이며, 표준편차는 각각 0.10, 0.16으로 조사 A가 조사 B보다 좀 더 재실자의 유동이 심하지 않은 것으로 판단된다. 재실자밀도의 최대값의 측정시간은 다르게 측정되었는데 이는 조사대상물, 조사지역, 조사시기 등 많은 변수로 인한 것으로 판단된다. 하지만 이에 대한 결과는 화재 시 성능적인 피난용량을 산정하기 위한 재실자밀도 방안으로 불충분한 결과로는 여겨지지는 않는다.

또한 멀티플렉스의 영화관 총 좌석수로 밀도를 산정하였을 경우는 조사 A는 0.40[인/㎡], 조사 B는 0.20[인/㎡]로 각각 조사A는 0.03[인/㎡], 조사 B는 0.31[인/㎡]의 차이를 보였다. 조사 A는 최대 재실자밀도와 유사한 결과로 사료되며, 조사 B의 경우는 평균 값과 동일한 수치로 조사되었다.

## (2) 멀티플렉스 조사방법의 고찰

멀티플렉스 공간의 수용도는 영화를 관람하는 것에 주를 두고 있으며, 인간의 편의를 위하여 영화관 주위의 공간에 음식점, 오락시설 등의 편의시설을 갖추고 있다. 재실자의 인수의 산정은 실측조사가 대부분 실현되어야 한다고 판단되지만, 조사의 한계성 즉, 조사 인원의 동원, 인원측정 불가 지역 등의 한계성이 존재하기 때문에 좌석수 및 음식점 등의 좌석공간 및 점유공간 산정의 방법이 필요하다. 따라서 본 연구결과 조사 A의 경우 재실자의 최대수치와 밀도가 유사하게 나타났으며, 조사 B는 평균치와 동일하게 나타났다. 물론 피난용량을 산정하기 위해서는 안전율을 고려하여 최대 재실자인수의 수치보다 좀더 높게 산정하는 것이 바람직하겠지만, 재실자의 이용빈도 등의 변수를 파악할 필요가 있다. 멀티플렉스 영화관의 경우 상영관의 좌석수, 주변상가의 좌석수 및 이용빈도의 평균적인 데이터 마련이 필요하며, 이를 통한 통계적인 수치 정립이 필요하다고 판단된다.

## 4. 결론 및 향후계획

본 연구의 멀티플렉스 공간의 재실자밀도 조사를 실시한 결과 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

- 1) 성능적인 피난용량을 산정하기 위해서는 재실자의 수의 산정이 필요하며, 이에 대한 재실자의 인수는 실측조사, 대상물의 자료 등의 센서조사 등 많은 조사가 필요하다. 또한 재실자의 인수를 산정하기 위한 방법의 정립이 확립되어야 한다.
- 2) 재실자의 조사결과 최대 재실자밀도는 조사 A는  $0.43[\text{인}/\text{m}^2]$ , 조사 B는  $0.51[\text{인}/\text{m}^2]$ 로 측정되었으며, 좌석수로 산정한 밀도는 각각  $0.40[\text{인}/\text{m}^2]$ ,  $0.20[\text{인}/\text{m}^2]$ 로 나타났다. 실측의 조사는 조사의 한계성이 존재하므로 이에 대한 조사방법의 정립이 확실하게 되어야 한다고 판단된다.
- 3) 향후 재실자밀도 정립에 관하여 멀티플렉스 이외의 건축물에 대한 조사가 필요하고, 또한 전관 재실자밀도 이후의 층 별로 존재하는 재실자의 밀도의 정의가 필요하다. 특히 건축물의 공간 구성 중 밀도가 높은 곳으로 사료되는 곳의 구분 조사 또한 필요할 것으로 판단된다. 따라서 이에 대한 결과를 바탕으로 성능적 피난용량 산정을 위한 재실자밀도 계수의 정립이 확보되어야 할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원 “표준화모델에 따른 화재 확대방재 및 피난안전설계기술 개발”에 의해 수행되었습니다.

## 5. 참고문헌

- 1) 이현진의 7명, 대형 판매시설의 피난안전규정을 위한 재실자밀도에 관한 현장조사연구 (I), 2007, 한국화재소방학회 추계학술논문발표집, pp.432-437
- 2) 이상희의 5명, 대형 판매시설의 피난안전규정을 위한 재실자밀도에 관한 현장조사연구 (II), 2008, 한국화재소방학회 추계학술논문발표집, pp.273-276
- 3) 各種建築物の在館者人数の推定に関する調査, 1992, 日本火災学会