

## 쇼핑몰 대형매장의 화재안전성능

김운형\*, 김종훈\*, 권오승\*\*, 김연구\*\*, 이두형\*\*  
경민대학 소방안전관리과\*, 방재시험연구원\*\*

### A Review of Fire Safety Design in Shopping Mall

Kim, Woon Hyung\*, Kim, Jong Hoon\*,  
Kwon, Oh Seung\*\*, Kim, Yuen Gu\*\*, Lee, Du Hyung\*\*  
Dept. of Fire Safety Management, Kyung Min College, Korea\*.  
Fire Insurers Laboratories of Korea\*\*

#### 1. 서론

최근 급격한 증가추세에 있는 대형 의류 판매장에서 화재가 발생할 경우, 극도의 혼란으로 많은 인명피해의 발생이 예상되며, 직접적인 재산상 피해와 함께 기업의 이미지 실추, 영업중단 등에 따른 간접손실로 인한 피해가 막대하게 된다. 따라서 위험상황을 예측하고 적절한 대책을 마련하는 것은 위험관리 측면에서 매우 중요한 요소이다. 본 연구는 대형 매장의 화재안전 성능 검토에 관한 것이다. 사례분석 대상의 매장은 화재하중(Fire Load)이 크고 불특정 다수인이 많은 용도로서 화재 시 많은 인명 및 재산 피해가 예상된다. 그러므로 방화대책을 수립함에 있어 신뢰성과 효율성이 특히 강조되는 용도라 할 수 있다. 따라서 실제적이고 실험적인 성능검증기법을 통해 방화설계를 최적화하고 실효성 있는 종합 방재대책의 수립이 요구된다.

본 연구의 주요내용은 다음과 같다.

- 관련법규 검토
- 존 모델에 의한 화재 모델링
- 피난성능 분석
- 고온연기실험 (Hot Smoke Test)

#### 2. 화재 시뮬레이션

사례분석 매장의 화재위험성을 정량적으로 평가하기 위하여 화재시나리오를 설정하였다. 이를 기준으로 연기층의 높이와 연온도변화, 열방출비율 및 스프링클러와 감지기의 작동시간에 대한 시뮬레이션을 다음 가정 하에 수행하였다.

- 제연설비는 작동되지 않음. · 방화구획선상의 개구부는 일부 개방됨.
- 스프링클러와 감지기는 반자에 설치되고 정상적으로 작동되는 상태임.

프로그램은 Zone Model인 FASTLite를 사용하였다. 의류매장의 경우는 대부분

소매점으로써 전체적으로 스프링클러가 설치되어 있으므로 최대 화재 성장률을 3MW로 설정하였고, 화재성장률은 가장 많은 판매 물품이 의류이므로 NFPA92B Appendix C에서 면과 폴리에스터를 기준으로 하는 중간성장률(medium growth)로 선정하였다.

화재		환경조건	
· 성장속도	Medium	· 외부온도	20℃
· 성기도달시간	490초	· 내부온도	20℃
· 지속시간	1800초	· 상대습도	50%
감지기		스프링클러	
· 종류	연기감지기	· RTI	260
		· 작동온도	72℃
· 설치위치[m]	화원에서 7.5m	· 설치위치[m]	화원에서 2.3m

화재 시나리오는 공간별로 다음과 같이 설정하였다.

- Zone A : 제연구역 WA가 제연경계와 고정매장 칸막이에 의해 하나의 실로 구획된 상태에서 구획실의 벽면(매장 45번)에서 화재가 발생
- Zone B : 제연구역 WC가 제연경계와 고정매장 칸막이에 의해 하나의 실로 구획된 상태에서 구획실의 중앙(매장 116번)에서 화재가 발생
- Zone C : 제연구역 WE가 하나의 실로 구획된 상태에서 Open 매장 (매장 70번)에서 화재가 발생

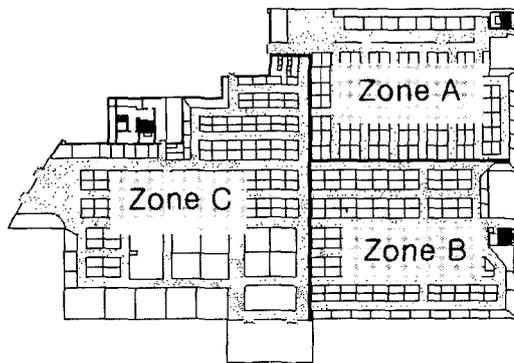


Fig. 1. 매장의 Layout

화재위험성 평가는 연기층의 하강 시간 (바닥에서 1.5m)을 기준으로 하였다.

모델링 주요 결과는 다음과 같다.

- 화재로 인하여 대상 매장에 출입하는 재실자가 피난에 장애를 일으킬 수 있는 연기층의 높이를 1.5m로 볼 때 이 높이에 도달하는 시간이 가장 짧은 경우가 4분 40초로 나타나 (Zone C) 최악의 경우 제연설비가 작동하지 않는다면 최소 4분 40초 이내에 피난이 이루어져야 한다.

- 대상 매장에서 발생할 수 있을 것으로 가정한 시나리오 각각에 대해 화재시

플레이션을 실시한 결과 화재시의 발열률은 설치된 스프링클러의 작동에 의해 화재가 제어될 수 있으므로 대형화재로 발전할 가능성은 크지 않을 것으로 판단된다.

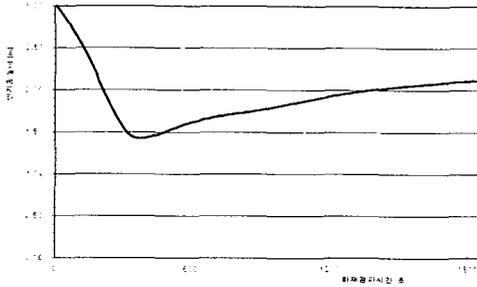


Fig. 2. Zone A의 연기층 높이

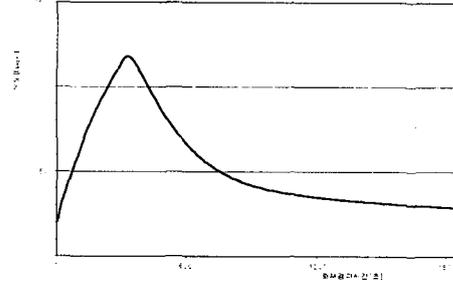


Fig. 3. Zone A의 연기층 온도

### 3. 피난성능 검토

건축 평면상의 동선을 검토 후 시나리오를 설정하여 피난시뮬레이션을 수행하였다. 대상 구획에서 화재경보가 발령하게 되면 각 개인은 0초에서 30초 사이에 피난을 개시한다는 가정 하에 주요 입력조건은 다음과 같다.

- 인구:1738명 [산출근거:NPFA101, 거주밀도: 매장(2.8m<sup>2</sup>/인)  
Food court (0.65m<sup>2</sup>/인)]
- 인구 구성비와 특성
  - 성별:남자 20%, 여자 30%, 아동 20%, 평균 30%
  - 연령 : 12세 ~ 55세
  - 보행속도 : 0.8 ~ 1.7m/s

프로그램은 영국에서 개발된 Simulex V 2.0와 EXODUS 2.0을 사용하였다. 피난 시나리오는 화재 시뮬레이션에서 정하는 각 Zone으로 구분하여 시뮬레이션을 수행하였으며, 전체피난시간과 각 Zone 별 피난시간을 평가하였다.

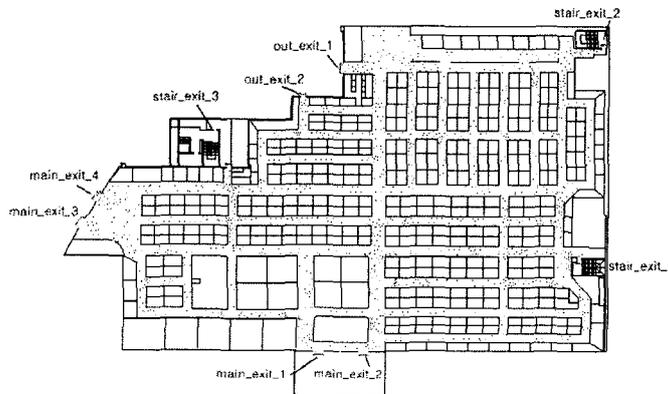


Fig. 4. 각 문의 명칭과 재실자의 분포

아래 표는 전체 피난 시간의 결과로 피난종료시간은 4분 58초이다.

문의 명칭	피난개시시간(초)	피난완료시간(초)
main_exit_1	5	100
main_exit_2	10	145
main_exit_3	5	75
main_exit_4	5	45
stair_exit_1	5	300
stair_exit_2	5	185
stair_exit_3	5	170
out_exit_1	5	135
out_exit_2	10	70
전체 피난 종료 시간		4분 58초 7.

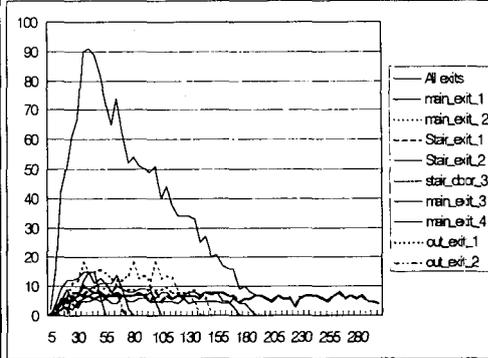


Table 2. 각 문별 피난시간

Fig. 5. 피난시간 그래프

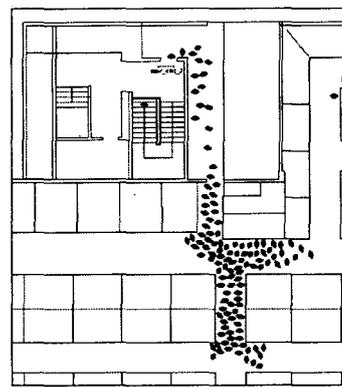
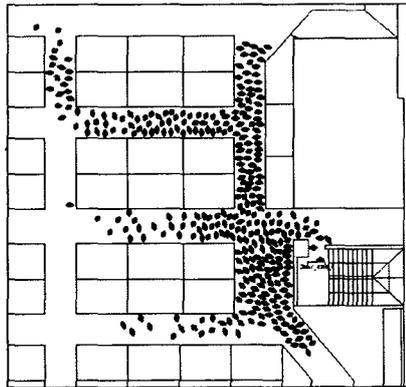


Fig. 6. Stair\_exit\_1과 Stair\_exit\_3의 피난 모습 (45초)

전체적으로 연기층 하강시간에 따른 최소 피난시간 이내에 피난이 완료될 것으로 예측된다. 존별 피난시간은 2분 내지 4분 이내이다.

모델링 결과 주요 내용은 다음과 같다.

- 화재 발생시 방화셔터에 설치된 각 출구 문으로 피난인원을 적절히 분산시킬 수 있는 피난 계획이 필요하다.
- 유효 통로폭이 항상 확보될 수 있도록 유지관리 계획이 수반되어야 한다.
- Zone C의 경우 연기층 하강시간(1.5 m 도달시간)이 4분 40초로 가장 짧게 예상되고, 피난시간이 2분 35초로 장애인이나 노약자 등의 피난을 고려할 때 피난시뮬레이션 예측결과보다 다소 피난시간이 길어질 수 있으나 제연설비의 작동 등으로 피난시간 확보는 가능하다고 판단된다.

#### 4. 맺음말

본 연구에서는 쇼핑몰 매장 Layout의 적정성 분석과 방재시스템 최적화 및 종합방재대책 수립을 위하여 매장부분의 설계자료 검토 및 화재위험성 분석, 화재

및 피난시뮬레이션, 고온연기실험 등을 실시하였다. 쇼핑몰의 화재로 인한 인명 안전 및 재산 피해의 경감을 위해서는 본 연구를 통하여 도출된 방재 시스템 최적화 방안을 설계에 반영할 필요가 있으며, 현재 공사중인 각 설비가 제 기능을 발휘할 수 있도록 지속적인 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

#### 참고문헌

1. 김운형, 윤명오, E.R.Galea, EXODUS 피난모델의 검토, 2000 춘계 학술논문발표회, 한국화재소방학회, 2000,4
2. Owen, M., Galea, E. R., & Lawrence. P. J., " The EXODUS Evacuation Model Applied to Building Evacuation Scenarios," J. of Fire Protection Engineering, 8(2), 1996, pp. 65-86
3. 김운형, 윤명오, 피난모델의 검토 - SIMULEX, 99' 추계 학술논문발표회, 한국화재소방학회, 1999,11