

B-08

원형 관람장의 화재 시 피난의 적정성 검토에 관한 연구

고택수, 이수경*, 백승태*

소방안전협회, 서울산업대학교 안전공학과*

A Study on Assessment of the Evacuation Appropriateness about Resort Facilities

Taek-Su Ko, Su-Kyung Lee*, Seung-Tae Baek*

*Korea Fire Safety Association, Dept. of Safety Eng., Seoul National University of Technology**

1. 서론

본 대상건축물은 국내 최대의 유기사설로써, 위험성이 높은 부분에 대한 화재를 가상하여 선정된 컴퓨터 시뮬레이션 결과와 Hot Smoke Test을 이용하여 화재 위험성을 평가 하였으며, 평가는 실내의 화재위험, 화재 시 일어날 현상의 예측, 감지기의 반응시간의 예측, 재실자들의 안전구획으로의 대피시간 측정 등에 대하여 실시하였다. 이로 인하여 인명안전의 수준을 측정하는 공인된 벤치마크를 제공하는 것이 본 논문의 목적이다.

2. 연구범위 및 적용 S/W

2.1 연구범위

- 화재 시나리오 선정
- 공간내 연기층 온도 분석 및 연기층의 하강속도 계산
- 대상건물의 피난 시간 및 정체구간 분석

2.2 적용 S/W

- 화재 위험성 평가 : FAST 3.1.7
- 피난 적정성 평가 : Simulex 32-bit

3. S/W를 이용한 위험성 평가

3.1 연기 및 화재 위험성 평가

3.1.1 Fire Scenario : 무대부분

- 화재실의 크기 : 2628.12m^2 (바닥면적) × 2.0 (평균H)

- 마감재 : 바탕 : Plywood
천장 : Gypsum 3/4
- 주 화원 : F.R.P

(1) Flash Over 발생여부 예측

FAST 3.1.7 결과, 최고값을 기록하는 1,080sec 경에는 Upper Layer Temp.는 834.4K를 기록했으며, Lower Layer Temp.는 840.3K를 기록했다. 이는 Flash Over발생조건에 해당하는 값에 도달하지 못했으므로 Flash Over의 발생은 없는 것으로 판단된다.

(2) 시간에 따른 Layer Height 변화 예측

무대부 화재시 호흡기계선인 2.1m, 1.8m에 도달시간이 각각 590.2sec, 605sec로써 약 10min이상의 피난 허용시간을 가진다. 시뮬레이션 된 피난시간 1min 42.6sec(102.6sec)과 비교해 매우 안전한 값을 가진다.

(3) 시간에 따른 H.R.R. 변화 예측 및 평가

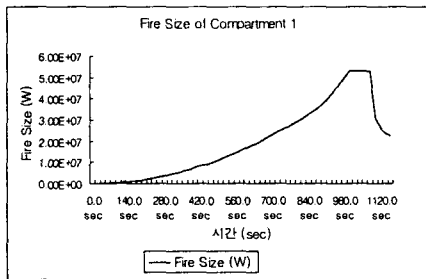


그림 1. Heat Release Rate of Fire Room

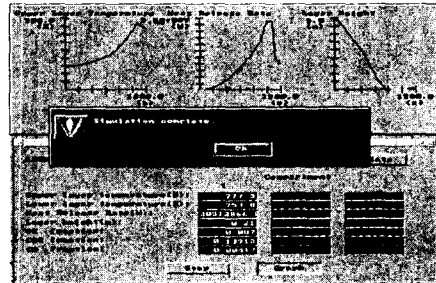


그림 2. 시뮬레이션 종료 시 화면

FAST 3.1.7 결과, 화재실에서의 H.R.R.변화는 최고값에 도달하는 1,064sec 경에는 H.R.R.가 5.28E+07(W)를 기록했으며 1200sec에서 시뮬레이션이 종료되었다.

FAST 3.1.7 결과, 화재실에서 주 화원으로 설정한 FRP의 화재로 인하여 종료 시 U.L.T.는 777.3K를 기록했고, L.L.T.는 753.8K를 나타냈다. 또한, Layer Height는 0.214m 기록했다. 시뮬레이션 수행시간인 1,200sec 내에는 상층부의 온도가 Flash Over 발생조건에 해당하지 못하므로 Flash Over는 발생하지 않는 것으로 나타났다. 본 시나리오에서는 보조화원을 설정하지 아니하고 시뮬레이션을 했으나 추가의 가연물을 배치할 경우 보다 높은 화재하중을 갖게 되고, 화재 위험성도 높아진다고 판단되므로 점진적으로 화재하중(가연물의 양)을 줄이는 방안을 강구해야 할 것이다.

3.2 안전피난시간의 예측

(1) 안전피난시간의 예측

- 총 승선인원 9명인 23대의 배가 운행하는 것을 가정.
- 입구에는 175명의 대기인원이 대기하는 것을 가정.
- 최소피난시간은 Simulex 32-bit에 의해서 산출하도록 한다.
- 허용피난시간은 FAST 3.1.7에 의해서 산출하도록 한다.

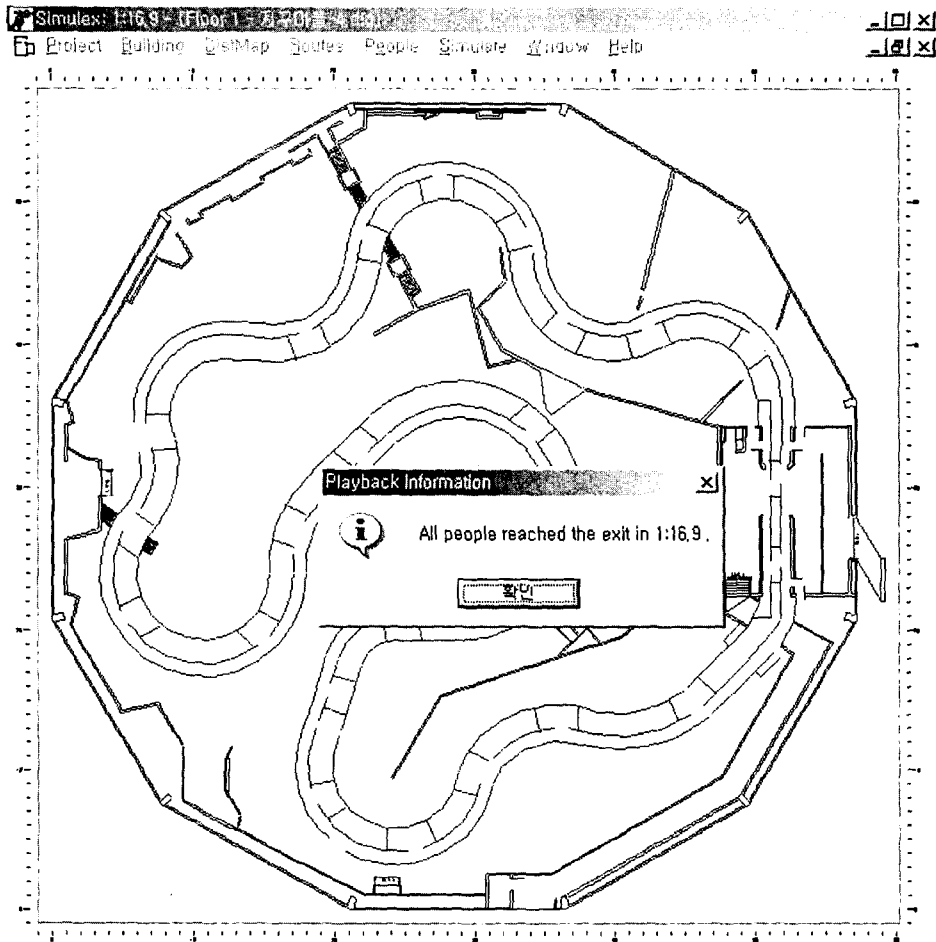


그림 3. 시뮬레이션 종료 화면 (1min 16.9sec)

표 1. 피난 적정성 평가

	피난에 필요한 최소 시간 (RSET)	허용 피난 시간 (ASET)		평 가
		1.8m	2.1m	
무대부	76.9 sec	605 sec	590.2 sec	1.8m ASET : 적정함 2.1m ASET : 적정함

4. 방화상의 문제점 및 개선방안

본 연구에서는 설비내역과 일반사항, 피난설비 및 소방설비의 점검결과, Hot Smoke Test 결과와 비교해서 방화상의 문제점을 찾아내고 이를 토대로 개선방안을 제시하고자 한다.

4.1 방화상의 문제점

(1) 제연설비의 급기의 문제점

화재 발생 경보 후 제연 설비가 가동하여 배연의 흐름을 육안으로 확인하기는 어려웠고 실제 Hot Smoke Test를 실시한 결과 하나의 피난구획 동선상에 있으므로 실제의 화재에서는 엄청난 화재위험성이 예상된다.

(2) 유도등, 비상조명등의 설치위치의 문제점 (객석 유도등 / 피난 유도등)

비상구의 위치를 명확히 식별 가능하도록 하여야 한다. 통로의 바닥에 객석 유도등 또는 피난 유도선을 설치하여야 한다.

(3) 내장재 및 조형물 (목재, FRP)

현재의 대상건물문의 내장재 실패는 모두 가연물로서 어느 장소에서나 화재가 발생하면 순식간에 화염이 휩쓸리고 실내 장식물의 구조로 볼 때 함몰하게 될 것으로 판단된다.

(4) 입구 및 출구의 안전대책

입구의 과밀한 상태의 입구측에서의 방화테러를 가정하면 혼란이 가중되어 피난을 위한 동선으로는 양방향 터널식 경사로에서의 대피는 사실상 불가능한 것으로 보인다.

(5) 피난설비의 용량 부족

화재 발생 시 대피하기 위한 통로가 일부 구간이 인조암석이나 탑 등의 돌출물에 의하여 피난통로의 축이 감소하므로 화재 시 대피시간을 지연시킬 우려가 있어 인명안전에 위협을 줄 수 있다.

4.2 개선방안 제시

4.2.1 천장 부분

(1) 제연 설비의 적절한 설계검토 필요.

급기, 배기의 방식에 있어서는 현행 소방 법규상에도 제연 구역이 A, B 두 구역으로 구분된 경우 A 구역의 화재 시에는 A 구역에만 배기가 이루어지고 B 구역에는 급기팬이 작동하여 연기를 제연(Smoke Control)이 이루어지도록 되어 있으며, B 구역의 화재 시에는 A 구역에는 급기만 이루어지고 B 구역에는 배기팬이 작동하여 연기를 제연(Smoke Control)이 이루어지도록 되어 있다.

4.2.2 무대 부분

(1) 이격 거리의 확보

RSET이 ASET보다 적기 때문에 피난 적정성 평가 부분에서 적정하다고 판정했으나 이는 피난통로의 폭을 90cm로 설정하여 평가한 결과이다. 이 시설에서 실제보도를 넓히는 것은 실용적이지 않으므로 현재의 상황을 개선하기 위해서는 모든 전시물들의 모든 부분들을 수로의 끝부분에서 일정한 이격거리를 확보하여야 한다.

(2) 가연 내장재의 점진적인 제거.

본 대상건물의 내장재는 모두 가연물질이기 때문에 화염확산에 의한 피해를 줄이기 위해서는 내장재와 천장을 불연재료로 설치해야 할 것이다. 점진적으로 화재하중(가연물의 양)을 줄이는 방안을 강구해야 할 것이다.

4.2.3 무대 부분

(1) 감지기의 설치 간격 조정.

Hot Smoke Test 결과에서, 지하 부분으로 연기가 확산되었으나 지하 부분의 연기 감지기가 작동을 하지 아니하고 무대 부분으로 유출되어 무대 부분의 연기 감지기가 133분 후 작동을 하였다. 따라서, 지하 부분에 대해서는 감지기 설치 간격의 조정이 필요하고, 무대부분으로의 틈새를 불연성의 충전재로 막아 공기의 유동을 억제하고, 연기 감지기가 작동을 하지 않았으므로 지하부분에 설치된 감지기의 점검이 필요하다.

참고문헌

1. Peter A. Thompson & Eric W. Marchant " A Computer Model For the Evacuation of Large Building Populations." Fire Safety Journal 24 1995, pp. 131-148.
2. "Fire Safety in Tall Buildings" Council on Tall Buildings and Urban Habitat Committee 8A Published 1992, pp.93-150.
3. 김운형, 윤명오, 김종훈, "할인점 지하매장의 피난 성능 개선에 관한 연구", 한국화재·소방학회 논문지, 15권, 1호, p 93-99, 2001
4. Roderick A. Smith, "Engineering for Crowd Safety" London, UK, March, 1993, pp.17-18.