A-10

숙박용도에 대한 피난 적정성 검토에 관한 연구

김우석 , 이수경 , 백승태
서울산업대학교 안전공학과

A Study on Assessment of the Evacuation Appropriateness about Room Housing

Woo-Seok Kim , Su-Kyung Lee , Seung-Tae Baek
Dept. of Safety Eng., Seoul National University of Technology

1. 서론

최근 잇다른 대형 화재참사로 인하여 화재에 노출된 취약부분에 대해서 사회적으로 화재안전이 사화문제로 대두되기 시작했다. 신종 다중이용업소, 숙박시설, 영화관, 판매시설 등은 다른 용도의 건축물에 비해서 상대적으로 유동인구도 많은편이고 불특정의 다수인이 출입하는 곳으로 화재취약부분으로 판단되어 이들시설중 숙박시설에 대해서 피난 및 연기 유동 S/W를 이용하여 피난 적정성을 판정하고 이에 대해서 개선대책을 제시하고자 한다.

2. 연구범위설정

2.1 연구범위

대상건물에 대하여 다음과 같은 사항을 평가하여 화재 및 피난에 관한 적정성을 평가하고자 한다.

- 화재 시나리오 제시
- 대상공간의 연기층의 온도 분석
- 대상공간의 연기층의 하강속도 계산
- 대상공간내 연기확산 평가
- 거주자의 특성 분석
- 대상건물의 피난 시간 및 정체구간 분석
- Simulation 결과를 통한 설계대안의 평가 및 제안

3. 대상건물의 개요

표 1. 대상건물의 개요 (#1 & #2)

대상건물 #1		대상건물 #2	
층 수	세부기능	층 수	세부기능
B 1	기계실, 전기실, 통신관련시설	B 1	기계실, 당직실, 전기실
F 1	관리실, 편의시설	F 1	편의시설, 판매시설
F 2	통신관련 · 지원시설	F 2	숙박시설
F 3	숙박시설	F 3	숙박시설
F 4	숙박시설		
F 5	숙박시설		
F 6	통제시설		

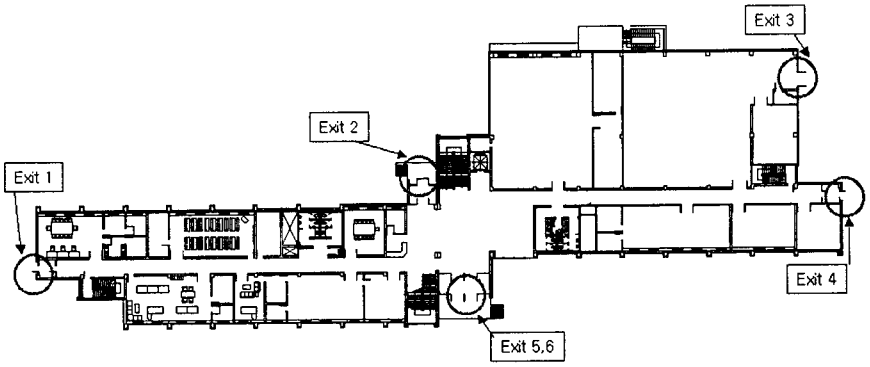

그림 1. 대상건물 #1의 Exit (F1)

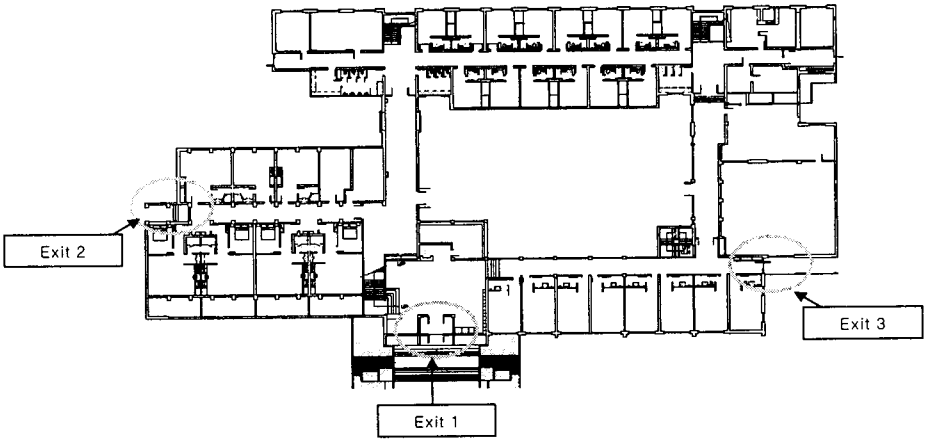

그림 2. 대상건물 #1의 Exit (F1)

4. Fire Scenario Selecting

4.1 대상건물 #1 : Fire Scenario

표 2. 화재실 및 화원의 개요

화재실의 크기		3(W) × 6.9(L) × 2.4(H)m
개구부 면적		0.85(W) × 2m(H) 1개소
내 장 재	벽	바탕 : T^{HK} 12.5 석고보드 2 PLY 마감 : 발포비닐벽지
	천 정	바탕 : 경량철골 천장틀 (M-BAR) 마감 : T^{HK} 9.5 석고보드 / 발포비닐벽지
화 원		Mattress with Innerspring, 0.8(W) × 2(L)m

화재발생시 소화작업이 이루어지지 않고 연소되는 최악의 조건하에서 2차 화재는 없는 것으로 한다. 680sec에서 최대 발열량 403,167W까지 상승하고 1,400sec에서 화재가 소멸된다. 최대발열량의 유지시간은 400sec (680~1080sec)이다.

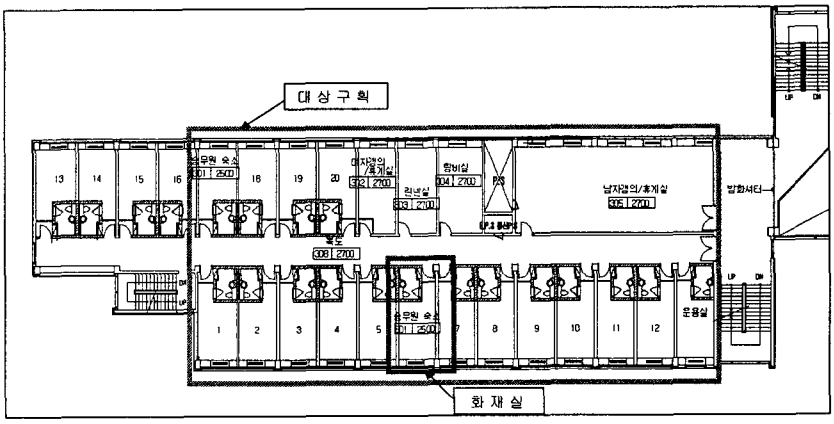

그림 3. 대상구획 및 화재실

피난인원의 산정은 대상건물의 인원 산정표에 근거로 층당 숙박시설의 분포로 나누었다.

표 3. 피난 인원의 산정

층	지하층	1층	2층	3층	4층	5층	6층	총
재실자	29	100	102	59	10	12	10	322

4.1 대상건물 #2 : Fire Scenario

표 4. 화재실 및 화원의 개요

화재실의 크기		4 (W) × 3.6 (L) × 2.4 (H)m
개구부 면적		0.9 (W) × 2.1m(H) 1개소
내 장 재	벽	바탕 : Concerte Normal Weight 마감 : T^{HK} 18 Mortar 위 지정벽지 마감
	천 정	바탕 : 경량철골 천장틀 (M-BAR) 마감 : T^{HK} 9.5 석고보드 2겹
주 화 원		Bunk Bed, 0.9 (W) × 2.0 (L)m
보조화원		Double Bed, 0.9 (W) × 2.0 (L)m

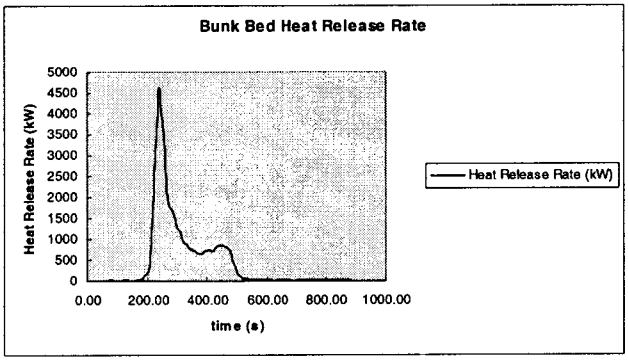

그림 4. 주 화원의 HRR (Double Bed)

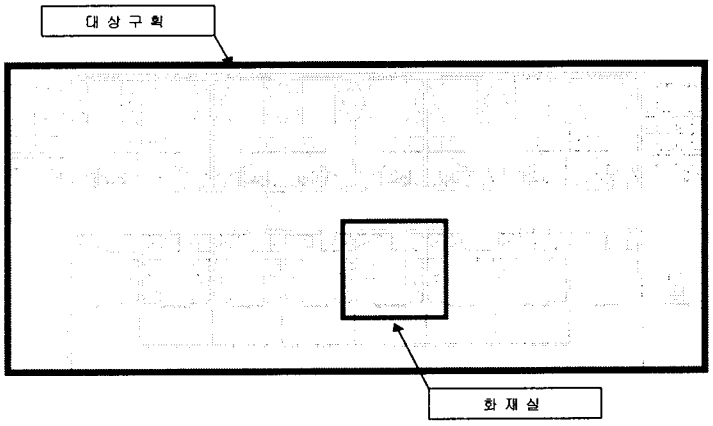

그림 5. 대상구획 및 화재실

수용인원 산정은 NFPA 101에서 분류하는 용도 기준상 "기존 호텔 과 기숙사"에 해당하므로 NFPA 101의 17-1.7에서 적용하는 수용인원인 산정 기준을 따른다. "피난로를 이용하는 사람수인 수용인원은 총 바닥면적의 200ft^2 (18.6 m^2)당 1인을 기본으로 하거나 해당 방이나 부분의 최대 예상 인원수를 기준으로 하되, 그 중 큰 쪽을 택해야 한다." 이 중 후자에서 언급한 최대 예상 인원수(≒298명)를 기준으로 수용인원을 산정하여 본 프로그램에

적용하기로 한다. 또한, 피난 시간의 측정은 층 피난시간의 판정이기 때문에 층의 모든 재실자가 출구로 빠져 나올때까지의 시간을 산출한다.

5. Simulation Evaluation

피난 안전성 평가는 피난에 필요한 최소피난시간(Required Safety Egress Time, RSET)은 화재로 생성된 연기가 바닥에서 2.1m 이하까지 하강하는데 걸리는 시간으로 이 시간이 허용피난시간(Available Safety Egress Time, ASET) 이하가 되는지를 비교 및 평가한다.

5.1 대상건물 #1 : Scenario

화재시나리오에 의한 화재발생시 화재층인 3층에서 모든 재실자가 화재구획을 벗어나는 시간은 25.2sec이다. 이때의 피난 통로인 Compartment 2(복도)로 연기가 유출되지 않았음을 알 수 있다. 연기유동시뮬레이션의 결과에서도 25.2sec에서는 복도로 연기가 누출되지 않았았으므로 이는 연기에 의해 피난에 영향을 받지 않는다는 것을 알 수 있다.

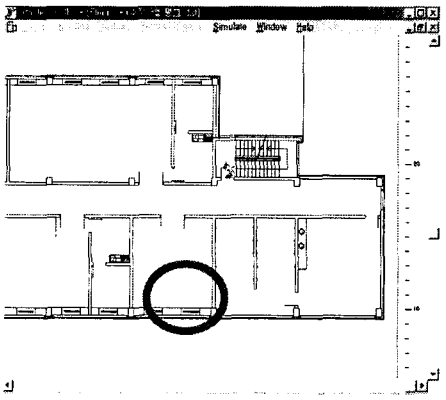

그림 6. 층 피난 완료 화면 (25.2 sec)

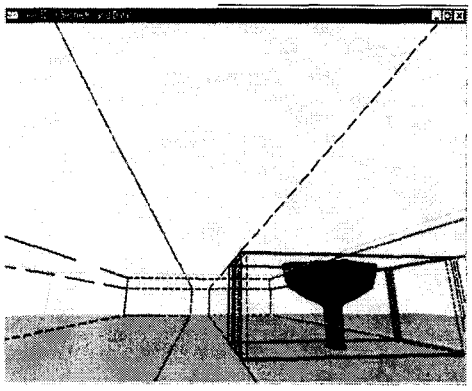

그림 7. Jasmine 결과 25.2 sec

표 5. 피난 적정성 판정표

구 분	피난시간	허용 피난시간	평 가
지하층의 수평 피난시간	47.2 sec	3 min 4 sec	적 정 함
2층의 수평 피난시간	1 min 27 sec	5 min 23 sec	적 정 함
3층의 수평 피난시간	**25.2 sec**	**5 min 23 sec**	**적 정 함**
4층의 수평 피난시간	31.6 sec	2 min	적 정 함
5층의 수평 피난시간	16.0 sec	1 min 30 sec	적 정 함
6층의 수평 피난시간	14.3 sec	1 min 44 sec	적 정 함

5.1 대상건물 #2 : Scenario

화재시 피난에 영향을 줄 수 있는 높이까지 연기가 도달하는데 걸리는 시간은 75.4 sec로 나타났으며, 이때의 Upper Layer Temp.는 307.4K, Lower Layer Temp.는 296.1K를 기록하였다. 화재 시뮬레이션 결과 연기가 인간의 호흡 한계선까지 75.4sec 도달한 반면 피난 시뮬레이션 결과에서는 지상 3층의 재실자들은 54.7sec에 모두 피난을 완료한다.

따라서, 지상 3층의 모든 재실자들은 화재시 연기로 인한 피해 없이 안전하게 피난이 가능한 것으로 사료된다.

화재 시뮬레이션 결과 Upper Layer Temperature는 874.8K를 기록했으며 Lower Layer Temperature는 412.65K, Layer Heigt는 0.47m를 나타내면서 230.5sec에 Flash Over가 발생을 했다. 237sec에서 최대 발열량 4,317,000W까지 상승하고 950 sec에서 화재가 소멸된다.

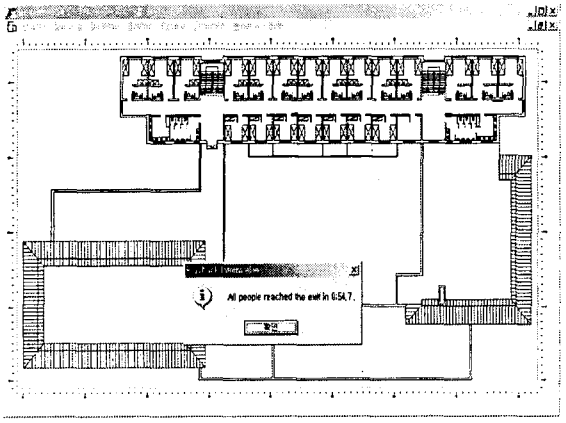

그림 8. 피난 종료화면

표 6. 피난 적정성 판정표

구 분	피난시간	허용 피난시간	평 가
3층의 수평 피난시간	**54.7 sec**	**75.4 sec**	**적정함**

6. 결론

피난 S/W를 이용하여 산출된 층 피난시간은 대상건물 #1의 경우는 25.2sec, 대상건물 #2의 경우는 54.7sec로 나타났다.

(1) 거주자의 피난행동개시에 걸리는 시간을 고려하여도 3분 이내에 피난이 가능하다. 일반적으로 화재 경보신호가 울린 후 소방대가 도착하는 것으로 볼 때, 이 시간내에 수평피난을 하지 못한 경우 화재 진압보다는 구조구급을 최우선적으로 수행해야 할 시나리오가 우선되므로 최소 5분이내에 수평피난을 완료하여야 소방관의 조력 없이 안전성 확보가 가능할 것으로 사료된다.

(2) 대상건물 #1 및 #2의 각 층의 피난계단 출구에 대한 보행거리는 어느 지점에서도 법적 최소 보행거리 기준인 50m와 미국 NFPA 기준인 45m 보다 이내에 있는 것으로

검토되었다.

(3) 대상건물 #1 및 #2의 계단실은 피난 용량이 충분이 확보되므로 계단실 주변의 정체 없이 피난이 완료되는 것으로 나타났다.

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.