

C-6

복합 영화관의 피난 시뮬레이션에 의한 피난 검토

김선균, 이수경, 박형주*

서울산업대학교 안전공학과 *경원대학교 소방안전관리과

A Study of the Evacuation on Multi-flex theatre by Simulation

Kim-Sun Kyu, Lee-Su Kyung, Park-Hung Joo*

Seoul National Univ Dept. of Safety Eng. *Kyungwon Col.

1. 서론

현대 사회가 복잡해짐에 따라 건물의 용도가 하나의 성능이 아닌 다양하게 사용할 수 있는 공간으로 변화되고 있다. 영화관 또한 마찬가지로 영화뿐 아니라 쇼핑과 생활 시설까지 즐길 수 있는 복합 영화관의 신설 및 개보수가 이루어지고 있다. 이러한 변화에 따른 건물의 피난 안전성은 성능위주의 화재안전설계를 필요로 하거나, 이에 의한 평가를 요구한다. 본 연구에서는 이러한 복합 영화관 건물을 선정, 피난 안전성을 살펴보기 위해 외국의 피난 기준의 비교와 피난 시뮬레이션 프로그램을 이용 피난 예측 결과를 평가해보았다.

2. 목적 및 목표

영화관이 위치하고 있는 층의 피난안전성이 설계된 피난 시설안에서 만족될 만한 성능이 가지고 있는지 알아보고자 한다.

세부목표는 다음과 같다

- (1) 영화관의 관람객의 일시대피에 따른 혼잡도 예상
- (2) 영화관에서 출구로의 피난시 이용률이 높은 출구확인
- (3) 층 내 수평피난시간의 계산(일시대피시간 계산)
- (4) 수직계단을 통하여 외부로 대피하는 전체피난시간의 계산(탈출피난시간 계산)

3. 대상 용도 개요

대상 건물은 지상 12층, 지하 6층의 건물로서 층별로 상가와 근린생활시설이 위치해 있으며, 영화관은 10층과 11층에 있다. 이 건물의 피난계단은 3개로 영화층은 3개의 전용옥외

계단을 가지고 있다. (그림 1 참조)

4. 피난 통로의 법적 기준

1) 피난 통로의 개수 적정성 검토

(1) 법규검토

- 국내 법규 기준(건축법) : 일정규모 및 용도에서 최소 양방향 피난통로의 확보요구
- 국제 법규기준(참고, 영국 Approved Document와 미국 Life Safety Code) : 총 수용인원 600명 초과시 3개소 이상 확보 의무

(2) 적정성 여부

- 현재 계획된 피난통로의 개수는 10층에 6개, 11층에 6개소로 총 12개소로서 국내 기준은 충족한 상태임.
- 복합상영관 수용가능인원은 각 층당 피크 타임일 때 10층은 799명, 11층은 796명으로서 각층 모두 600명을 초과하므로 국제 기준에서 요구하는 층 당 3개소 이상의 피난통로를 배치한 상태이므로 초과 만족한 상태임.

2) 피난 통로의 이격 각도 적정성

(1) 국내 법규 기준 (건축법) : 명기되지 않음

국제 법규 기준 (참고, 영국 Approved Document) : 실내 어느 지점에서 연결선의 각도가 45° 이상, 단 45° 이하일 경우에는 피난계단 구조인 내화구조의 외주벽 확보 의무

(2) 적정성 여부

피난 계단 중 일부가 최소 이격 각도(45°) 이하이나 피난 계단 및 특별피난계단구조로

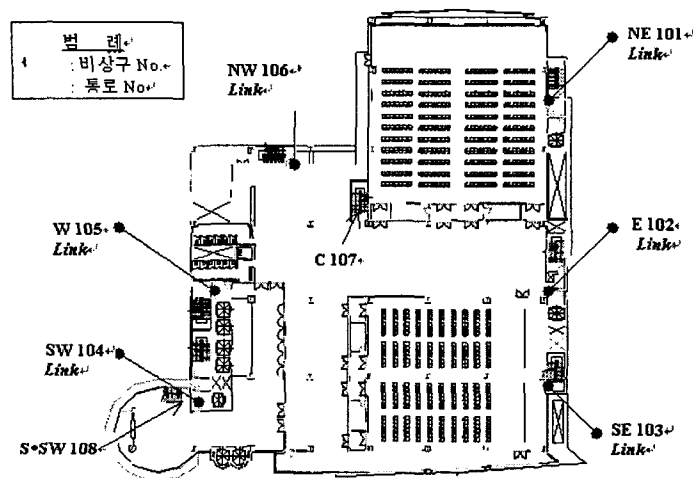


그림 1. 각층의 피난계단의 위치.

표 1. 비상구 개요

구분	계단명	구조	문 폭(M)	비고 (피난 층 연결여부)
비상구 (계단)	NE 101	특별피난계단 (비상용 ELV 有)	1.0	피난층 연결계단 (Link to Emergency Exit)
	NE 111		1.0	
	E 102	특별피난계단 (비상용 ELV 有)	1.0	피난층 연결계단 (Link to Emergency Exit)
	E 112		1.0	
	SE 103	피난계단	0.9	피난층 연결계단 (Link to Emergency Exit)
	SE 113		0.9	
	SW 104	특별피난계단 (비상용 ELV 有)	0.9	피난층 연결계단 (Link to Emergency Exit)
	SW 114		0.9	
	W 105	특별피난계단	0.9	피난층 연결계단 (Link to Emergency Exit)
	W 115		0.9	
	NW 106	영화관 전용 옥외피난계단	1.0	피난층 연결계단 (Link to Emergency Exit)
	NW 116		1.0	
		10층 소계	3.9	6개소 피난 층 연결
		11층 소계	3.9	6개소 피난 층 연결

서 내화구조의 벽으로 방호되어 있음. 피난 계단의 이격 각도 기준에 미달되나 내화구조의 벽으로 방호되어 있음 → 국내, 국제 기준 만족

3) 피난 통로(문)의 폭 적정성

(1) 기준 검토

- 국내 법규 기준 (건축법) : 비상문 1개소 당 최소 폭 기준 (0.9m)명기되지 을 만족 하면 됨
- 국제 법규 기준 (참고, 영국 Approved Document와 미국 Life Safety Code) : 층별 수용인원이 22명 이상시 1인당 5mm의 비율로 문의 최소 폭 제한함. 따라서, 10층은 3.995M (799명 × @0.005m), 11층은 3.975m(795 명×@0.005m) 이상의 비상 통로 폭 요구함.

(2) 적정성 여부

10층, 11층 비상 통로 폭의 합계는 각각 5.7M를 확보하고 있는 상태로서 10층, 11층 비상통로 폭의 합계는 각각 5.7M를 확보하고 있는 상태로서 국제기준에서 요구하는 기준(약 4M)를 초과 확보하고 있는 상태이며 피난통로 폭도 1개소 당 0.9M 이상으로서 국내기준도 만족하고 있음.

피난계단의 문 폭의 합계가 국제기준이상이며 각각의 최소폭도 국내기준을 만족하고 있음. 국내, 국제 기준 만족

표 2. 인원산정

구분 위치	상영관 수용인원 (A)(인)	휴게실 수용인원(D)(인)			합계 (A+B)
		휴게실 면적(B)	거주밀도(C)(인/㎡)	수용인원(BXC)	
10층	제1관: 154석 제2관: 154석 제3관: 120석 제4관: 120석 548석	816	0.3	245	799
11층	제1관: 154석 제2관: 154석 제3관: 120석 제4관: 120석 548	792	0.3	241	795
총계	1,096			486	1,594

5. 시뮬레이션 결과 분석

1) 거주자 수 및 피난특성

가) 복합상영관의 특성상 피크타임인 경우 전체좌석에 모두 관람객이 앉을 것으로 예상할 뿐 아니라 휴게로비에서 상영중인 영화가 끝나기를 기다리는 입장객이 상당수 있을 것으로 예상되어 피크타임의 때의 영화관람객의 비상시 피난특성은 한마디로 단정하기는 불가능하나 피난특성을 고려하여야 하며 또한 관람객의 30% 정도는 성인이 아닌 청소년이나 노인으로 간주하였음.

나) 관람객의 피난통로 선택성은 일반적으로 2가지 경우로 나누어 모델링하는 것이 일반적임. 즉, 지근거리 선택성(Nearest Exit Selection) 또는 임의적 선택성(Random Exit Selection)을 택할 수 있으나 영화관 인 경우 숙련된 종업원이 상당수 고용될 것으로 예상되고 계단의 위치가 비교적 관람객이 쉽게 식별할 수 있으므로 금번 시뮬레이션에서는 지근거리 선택특성(Nearest Exit Selection)을 적용함.

· 다) 고층빌딩의 피난계획원칙에 따라 2개층을 묶어서 단계적으로 피난함

2) 피난예측 결과

가) 피난소요시간 예측결과 (Net evacuation time through exits)

case 1 : 11층 단독 피난시 피난소요시간(Individual evacuation : 11th floor only)

- 11층 수평피난시간 (Floor 10 evacuation by) : 3min 27sec
- 외부탈출피난시간 (Total evacuation time) : 7min 23.1sec

case 2 : 10층 단독 피난시 피난소요시간(Individual evacuation : 10th floor only)

- 10층 수평피난시간 (Floor 10 evacuation by) : 3min 53sec

- 외부탈출피난시간 (Total evacuation time) : 7min 40.5sec
- case 3 : 2개층 (10층, 11층) 동시 피난시 피난소요시간 (Simultaneous evacuation : both floors)
- 10층 수평피난시간 (Floor 10 evacuation by) : 5min 39sec
- 11층 수평피난시간 (Floor 10 evacuation by) : 3min 44sec
- 외부탈출피난시간 (Total evacuation time) : 9min 27sec

6. 결론 및 보완사항

1) 수평피난 소요시간의 평가

가) Case 1 및 Case 2 의 안전성 평가

- 피난 시뮬레이션 결과 1개 층씩 단계적 피난시 수평피난시간은 3분 53초 이내로서 거주자의 피난행동개시에 걸리는 시간을 고려하여도 4분 이내에 피난이 가능함.
- 국내기준은 법규에 정한 바 없으나, 일반적으로 화재 경보신호가 울린 후 약 5분 이내에 소방대가 도착하는 것으로 볼 때, 이 시간 내에 수평피난을 하지 못한 경우 화재진압보다는 구조구급을 최우선적으로 수행해야 할 시나리오가 우선되므로 최소 5분 이내에 수평피난을 완료하여야 소방관의 조력 없이 안전성 확보 가능할 것으로 사료 됨.
- 또한, 국제적으로는 통용되는 영국 기준인 3분 50초(2분30초 + 제일 늦게 출발한 사람이 피난 문에 도착하는데 걸리는 시간)와 비교하여도 거의 차이가 나지 않으므로 국제적으로도 피난의 안전성은 어느 정도 입증되고 있음.

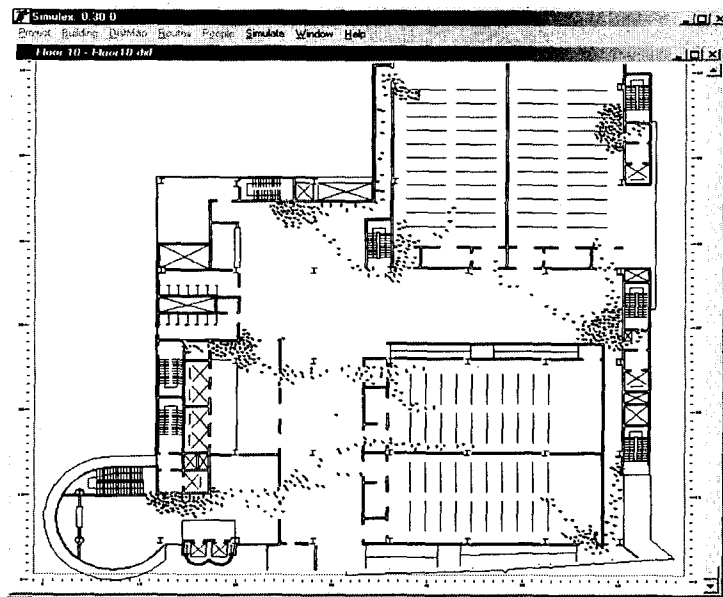


그림 2. 시뮬레이션 모습.

나) Case 3의 안전성 평가

- 10층과 11층이 동시에 피난할 경우는 2개 층의 피난자가 동시에 피난 계단으로 몰림에 따라 피난계단의 흐름에 있어서 혼잡도가 증가하기 때문에 수평피난시간이 상대적으로 1개 층 단독피난보다 커짐.
- 2개 층 동시피난이 이루어 질 경우 하부 층(10층)의 피난자가 상부 층 (11층)으로부터 내려오는 피난자의 흐름에 장애를 받아 피난에 소요되는 시간이 더 걸릴 것이 보통이지만, 시뮬레이션 결과 5분 39초가 걸리는 것으로 계산되었으며 피난행동시간을 고려하여도 6분은 넘지 않을 것으로 사료되어 Case 1 (3분 27초)에서 산출된 피난시간과 Case 2 (3분 53초)의 결과치를 합한 시간 (7분 20초)보다 적으므로 계단의 용량은 크게 부족하다고 보이지 않지만 가장 체류밀도가 높은 피난통로가 영화관 전용 피난계단(NW101, NW111)으로 판명됨에 따라 그 통로들이 영화관용 옥외 피난계단 인 점을 고려할 때, 용량의 증가를 고려할 필요성이 있음.

2) 탈출피난 소요시간의 평가

가) Case 1 및 Case 2의 안전성 평가

- 외부로의 탈출피난시간은 수평피난시간과 피난 층과의 수직높이와 수직통로의 밀집도에 따라 증가하는 수직피난시간과의 상관성이 큰 요소로서 피난계단은 내화성능이 높은 외주 벽에 의해 안전도가 확보되기 때문에 수평피난시간을 더 중요하게 판단하여 안전성을 검증하는 추세임.
- 피난 시뮬레이션 결과 1개 층씩 단계적 피난을 할 경우 외부로의 탈출피난시간은 11층은 7분 23.1초, 10층은 7분 40.5초 이내로서 피난행동을 개시하는데 필요한 시간을 고려하여도 인명의 위협을 줄 수 있는 시간 이내에 외부로의 탈출피난이 가능할 것으로 판단됨.

나) Case 3의 안전성 평가

- 10층과 11층이 동시에 피난할 경우는 2개 층의 피난자가 동시에 피난 계단으로 몰림에 따라 피난계단의 혼잡도가 상대적으로 증가하지만 외부로의 탈출 시간은 9분 28초로서 이 또한 인명의 위협을 줄 수 있는 시간 이내에 외부로 탈출 가능할 것으로 판단됨.
- 단, 이 경우 또한 영화관 전용피난계단(NW101 및 NW111)에서 체류되는 시간이 크므로 용량증가(통과인원/분당/M)가 필요할 것으로 판단됨.

3) 보완사항

가) 수평피난의 경우 가장 밀집도가 높은 비상구(계단)는 공조실 전면에 위치한 NW계단실로서 출입구의 크기를 증가시켜도 피난시간은 크게 개선되지 않을 것으로 판단됨 → 영화관 전용피난계단실의 너비를 현재 치수에서 0.6m 이상 증가시키는 것이 피난의 원활한 흐름개선에 기여할 수 있어 안전성을 증대 할 수 있음.

나) 피난계획시 2개 층 동시피난보다는 1개 층씩 순차적으로 피난시킬 수 있는 시스템이 이루어 질 수 있도록 감지경보설비를 운영하도록 설계하는 것이 바람직함.

→ 소방설비 계획시 자동화재 경보설비를 피난의 흐름을 원활히 할 수 있도록 단계적 경보가 가능토록 설계하여야 화재층, 상부층으로 순차적으로 피난이 이루어 질 수 있어 설계

의도에 적합한 피난성능이 100% 발휘될 수 있음.

7. 참고문헌

- 1) Life Safety Code. NFPA 101. Quincy. MA. NFPA. 1994.
- 2) IBC Code.
- 3) 편찬위원회, “소방관계법규집”, 도서출판 기다리, 1997. 1.
- 4) Intergrated Environmental Solutions Ltd., “Simulex User Manual,” 1998. 4