

초고층 건물의 화재 시나리오 개발

박준 · 윤성욱 · 김효근 · 하희상 · 이상필

GS건설(주)

Developing Fire Scenario of High-Rise Buildings

Park, Jun · Yoon, Sung Wook · Kim, Hyo Geun

· Ha, Hee-Sang · Lee, Sang-Pil

GS E&C

요 약

초고층 복합건물의 비상시에 대한 인적 피해 및 물적 피해를 최소화하기 위해 화재 위험성을 정량적으로 평가할 수 있는 기술이 요구된다. 본 연구에서는 비상시 초고층 건물의 화재 발생 및 발달에 대한 충분한 화재 안전성을 확보할 수 있도록 사전에 평가할 수 있는 기술을 개발하고자 한다. 특히 국내에서는 고층 건물에 대한 화재 시나리오가 명확히 제시된 바가 없기 때문에 정량적 화재 위험성 평가를 위한 신뢰할 수 있는 시나리오를 개발하고 이를 분류할 수 있는 하부모델을 도출하였다. 따라서 시간에 따른 화재의 발달과 연소 확대에 관한 각 하부모델의 적절한 시나리오 선택 기법을 제시하고자 한다.

1. 서 론

최근 소방방재청에서는 화재안전 설계에 대한 성능위주설계(PBD, Performance Based Design) 방법 및 기준고시에 관한 안내지침을 2011년 7월 1일 발표하였다(소방방재청, 2011). 제안된 고시에서는 최소한 3 가지 화재 시나리오 조건에서 인명안전기준을 만족해야 한다. 적합한 3 가지 화재 시나리오는 건물의 특성, 가장 신뢰성이 높은 시나리오와 인명안전에 가장 큰 손상과 영향을 줄 수 있는 최악의 시나리오에 기초하여 선택되어야 한다. 그러나 채택된 시나리오가 초고층 건물 화재안전에 모두 적합하다고 판단하기는 쉽지 않다. 따라서 본 연구에서는 소방방재청의 7 가지 시나리오를 고려할 뿐만 아니라 초고층 건물에 대한 시나리오의 개발 및 각각의 화재 발달에 따른 하부모델의 시나리오 선택 기법을 제시하고자 한다.

2. 연구 내용

2.1 초고층 건물에 대한 화재 위험성

건물화재에 대한 법규 및 규제는 초고층 건물과 관련된 잠재적 화재 위험성을 처리하기에는 통상적으로 부족하다. 특히 초고층 건물의 화재안전을 설계하기 위해서는 초고층 건물에 대한 위험성을 고려해야 한다.(Ken Richardson)

2.2 화재 발달 모델

개발된 초고층 화재 시나리오는 그림 1의 화재발달 모델을 통해 체계적으로 수행할 수 있다. 본 연구의 화재발달 모델은 SFPE Handbook의 주어진 모델을 참조하여 만들었다(The SFPE Handbook, 2008). 6개의 하부모델은 화재 발달의 다른 측면에서 각 사건의 순서를 나타내고 있으며, 또한 화재 방지 및 진압시스템에 대한 고장모델이 포함되어 있다. 이를 통해 총 148 가지의 초고층 건물의 기본 시나리오를 개발하였다.

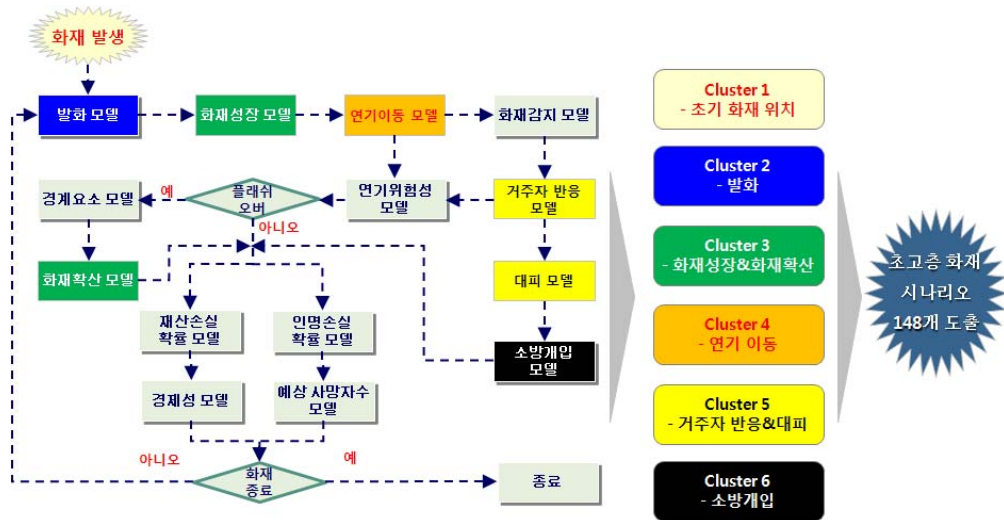


그림 1 화재 발달 모델을 이용한 초고층화재 시나리오 도출

2.3 발화 시나리오 도출

발화 시나리오는 자기소화, 속불화재, 초기화재성장으로 분류되어 구성된다. 특히 속불 화재에 대한 천이 조건은 Upholstered Furniture Transition from Smoldering to Flaming(Vytenis Babrauskas)에서 자세히 논의된다. 그림 2 고층 건물(사무실, 거주)에 대한 발화 모델에 따른 소방방재청 시나리오를 도출한 것이다. 고층 건물에 관한 데이터 (John R, 2009), Ontario 건축협회(Ken Richardson) 및 설비의 발화 확률(V.P. Dowling, 2001)에서 발취하였으며, 사무실은 사무실과 주거 건물에 대한 발화 빈도는 런던, 핀란드 (AM Hasofer, 2007), PD 7974(Part7, 2003)의 빈도를 사용하였다.



발생 모델	발생 확률	NEMA 시나리오	발생 빈도	초고층 시나리오
사무실 건물 발화	• 공용사무구역: 40%	시나리오 1	런던(1996-1999) : $5.3 \times 10^{-6}/m^2/년$ 핀란드(1996-2001) : $2.5 \times 10^{-6}/m^2/년$ PD 7974 : $1.2 \times 10^{-5}/m^2/년$	• Cluster 2 → IG1 ~ IG4 
	• 설비실: 15%	시나리오 3		
	• 유틸리티: 7%	시나리오 4		
	• 폐기물 공간: 6%	시나리오 6		
	• 저장 공간: 6%	시나리오 2		
• 탈출 경로: 3%	시나리오 1	스위스(1986-1995) : $33.3 \times 10^{-6}/m^2/년$ 핀란드(1996-2001) : $6.3 \times 10^{-6}/m^2/년$ PD 7974 : $3 \times 10^{-3}/년$	• Cluster 2 → IG1 ~ IG4 	
• 주방: 50%	시나리오 6			
• 침실: 9%	시나리오 3			
• 거실: 6%	시나리오 2			
• 폐기물 공간: 5%	시나리오 1			
• 저장 공간: 5%	시나리오 6			
• 탈출 경로: 4%	시나리오 3			

그림 2 고층 건물의 용도별 발화 모델에 따른 시나리오 및 확률

2.4 화재 시나리오 도출의 예

초고층 화재시나리오는 앞서 언급한 바와 같이 매우 다양하다. 이를 적합하게 도출하기 위해서는 그림 4와 같은 일련의 과정이 요구된다. 예를 들어 사무실 천정 서비스 공간의 전기 화재에서 소방방재청 PBD는 시나리오1, 3이 여기에 해당될 것이다. 또한 본 연구의 시나리오를 통해 도출하면 다음의 3단계로 도출할 수 있다. 1단계로 사무실에서 발화된 화재이며, 2단계로 전기누전에 의한 원인을 가지고 있다. 마지막 3단계에서는 천정/바닥 등 숨겨진 공간의 화재라는 것이다. 이를 통해 초기화재 위치로 분류되는 시나리오 73가지 중에서 시나리오 FL(Fire Location)5에 해당하는 것을 알 수 있다.

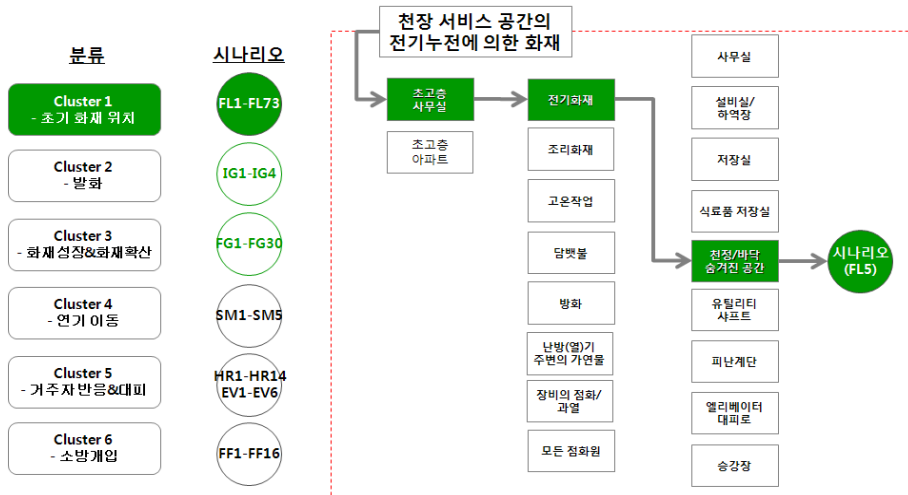


그림 3 사무실 천정 서비스 공간의 전기누전 화재 시나리오 도출

3. 결 론

본 연구에서는 초고층 건물의 화재위험성을 정량적으로 평가할 수 있는 화재발달 모델 및 시나리오를 개발하였으며 내용은 다음과 같다.

- 개발된 시나리오는 현재 소방방재청에서 제시하고 있는 PBD 가이드라인을 고려
- 일반적인 사무실과 주거 건물에 대한 화재 위험과 화재사건 발달 확률을 평가
- 고층 사무실 건물과 주거 건물에 대한 정량적 위험 분석을 위한 화재 시나리오를 도출
- 시나리오 도출 방법을 제시
- 수치적 위험성 평가 및 발생빈도는 본 연구에서 포함하지 않았음

감사의 글

본 연구는 국토해양부와 초고층빌딩 시공기술 연구단으로부터 지원을 받아 이루어진 것으로 본 연구를 가능케 한 당국에 감사드립니다.

참고문헌

1. 소방방재청 (2011). 소방시설등의 성능위주설계 방법 및 기준 고시.
2. Ken Richardson. "Fire Safety in High Rise Apartment Buildings" Ontario Association of Architects.
3. The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering (2008). Society of Fire Protection Engineers and National Fire Protection Association.
4. Vytenis Babrauskas, Ph.D. and John F. Krasny, 2 M.S. "American Society for Testing and Materials" 100 Barr Harbor Drive. West Conshohocken. PA 19428-2959.
5. John R. Hall, Jr (2009). "High-Rise Building Fires Quincy, MA" National Fire Protection Association.
6. Ken Richardson. "Fire Safety in High-Rise Apartment Buildings" Ontario Association of Architects.
7. V.P. Dowling and G Caird Ramsay (2001). "An Analysis of Fire Incident Statistics Fire Code Research Program Project 2 Fire Performance of Materials" Building fire Scenarios.
8. AM Hasofer, VR Beck, ID Bennetts (2007). "Risk Analysis in Building fire Safety Engineering" 1st Edition.
9. PD 7974 Part 7 (2003). Application of fire safety engineering principles to the design of buildings - probabilistic risk assessment.