

B-16

(초)고층 건축물의 화재위험성 평가기법 개발에 관한 연구(I)

권영진 · 신이철
호서대학교 소방방재학과

A Study on the Development of Evaluation Methods for Fire Risk Analysis of High-rise Building

Kwon, Young Jin · Shin, Yi Chul
Fire and Disaster Protection Engineering of Hoseo University

ABSTRACT

Fire is recognized as a significant hazard in a service life of a structure. Therefore there is a clear need to provide an improved understanding of the performance of material and structures in fire and to provide clear design guidance in order to progress safety design especially high rise building.

It is the aim of this study to investigate and analyze the study on the development of evaluation methods for fire risk analysis of high-rise building

1. 서 론

2009년부터 100 m 이상의 고층건물을 대상으로 화재영향평가를 실시하도록 소방법이 개정되었으나 그 평가를 실시하는 평가 틀에 관한 연구는 국내에서 거의 찾아보기 힘든 상황이다. 일반적으로 건축물의 화재위험도 예측이 곤란한 것은 화재현상이 복잡하고 기상조건 및 인간의 관여 등이 조건에 따라 불확정 요소가 많기 때문이다. 이와 같은 문제에 대한 대응 기술로서 일반적으로 화재 데이터를 이용하여 통계적인 예측 수법이 시행되고 있으나 고층건축물과 같이 절대수가 적은 것에 대하여는 그 예측은 불가능하게 된다.

한편, 화재해석 모델에 의한 공학적 예측은 출화율 및 인적관여 등을 포함한 예측이 곤란하다.

따라서 본 연구는 선행 연구된 일본의 손해보험협회에서 개발된 예측모델의 구축에 관하여 조사함으로써 향후 고층구조물에 대한 화재영향평가 방법을 위한 참고자료로서 제시하고자 한다.

2. 화재위험도 예측의 개요

2.1 기본방침

화재위험도 예측방법은 우선 일반건축물의 화재 통계로부터 단위 공간당의 통계적 화재 위험도를 구하고, 화재공학적 수법에 의하여 건물의 고층화에 따른 화재 규모와 피해의 상대적 관계를 도출한 후 이것들을 종합하여 위험도 예측을 행하는 방법으로서 그 개요는 그림 1과 같다.

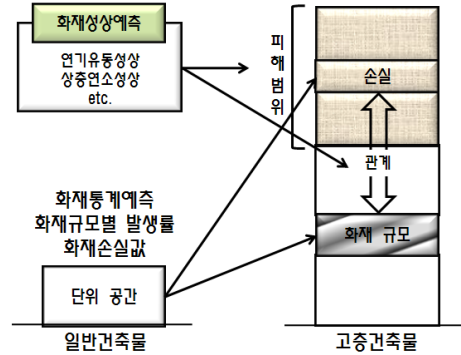


그림 2. 기본 방침

2.2 화재 위험도 예측

화재 위험도 평가의 목적은 어느 일정기간 내에 발생하는 화재에 의한 피해의 예측이다. 화재에 의한 손실의 정도는 초기소화, 가연물 양, 소방활동 등에 의한 화재발생의 상황에 따라 다르므로 화재 규모의 양상도 상이하게 나타난다. 따라서 그 기간 내에 발생하는 화재발생의 상황별로 공학적 위험도 예측을 통하여 그 결과 구하여진 손실 기대치에 각 상황의 발생확률을 곱하여 함께 할 필요가 있다. 그 개요를 그림 2에 나타내었다.

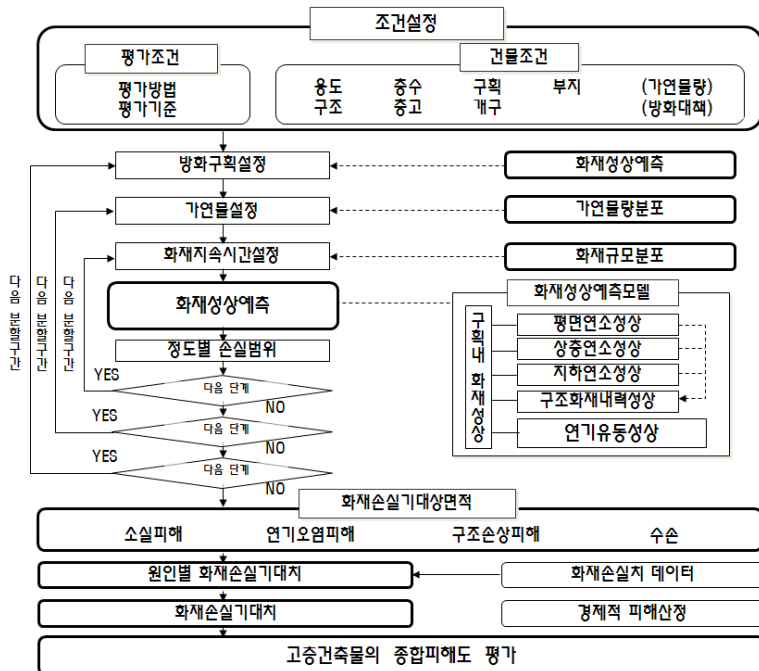


그림 3. 화재위험도 평가방법의 개념도

이러한 화재위험성 평가에 있어서 고층 건축물의 위험요인은 매우 다종다양할 것으로 판단되며, 주요인으로는 1) 샤프트를 통한 화재가스의 전파위험, 2) 창으로 부터의 분출화염으로 인한 상층 연소, 3) 바다 구획을 통하여 전열 및 화염관통에 의한 다른 층으로의 연소, 4) 문 및 방화셔터 등의 내부 개구에 의한 구획간의 평면연소, 5) 주요구조체의 열에 의한 손상위험 등을 들 수 있다. 이러한 것들은 요인별로 그 손실 범위가 그 정도에 따라 화재성상예측을 행하나 1)은 2), 3), 4)의 연소상황에 따라 화재성상은 상이하게 되고 이것을 고려한 예측이 필요하다.

3. 화재 발생상황의 분포 검토

3.1 규모별 화재발생 빈도

화재 위험도 평가에서 필요한 화재발생률은 단위 공간당의 발생률이다.(표 1) 이러한 화재는 혼소화재 부터 성기화재까지 발생하는 모든 화재를 포함된다.

표 1. 단위 면적당 화재발생률(건/m²/년간)

건물규모 (m ²) 건물용도	~ 1000	1001 ~ 3000	3001 ~ 6000	6001 ~ 100000	10001 ~ 15000	15001 ~ 20000	20001 ~
사무소	-	7.33×10 ⁻⁷	4.26×10 ⁻⁷	2.24×10 ⁻⁷	1.42×10 ⁻⁷	1.12×10 ⁻⁷	1.15×10 ⁻⁷
호텔	2.91×10 ⁻⁵	6.77×10 ⁻⁶	2.43×10 ⁻⁶	3.81×10 ⁻⁶	4.96×10 ⁻⁷	1.44×10 ⁻⁶	3.95×10 ⁻⁷
공동주택	7.78×10 ⁻⁶	6.33×10 ⁻⁶	2.74×10 ⁻⁶	3.46×10 ⁻⁶	6.19×10 ⁻⁶	4.87×10 ⁻⁶	-

혼소를 초기소화 성공과 자연 진화된 화재로 정의하면, 화재의 발생률로부터 그러한 비율을 뺀 것이 잠재적으로 부분연소 이상의 화재(초기소화 실패화재)로 발전한 것으로 판단된다. 단, 고층건축물은 일반건축물과 다른 관리 상태에 있으며, 규모별로 발생 비도에도 차이가 있고, 이점에도 고려할 필요가 있다. 이 값은 소방활동 및 방화설비 등을 고려로 하지 않는 최대한의 평가(Maximum Provable)를 한 경우 전소 화재로 발전한 것으로 판단된다.

3.2 화재 지속시간

화재의 규모는 진화할 때까지의 화재 지속시간의 영향을 받는다. 화재 지속시간의 판단은 방화설비의 작동을 전제로 하지 않는 화재에서 혼소 이외의 화재는 방수 진화할 때까지의 화재 지속시간 또는 가연물 양에 의한 연소 종료시간 중 짧은 쪽으로 판단된다. 전자는 1) 화재가 발생하고 나서 통보할 때까지의 시간, 2)통보를 받고 난 후 소방이 개시될 때까지의 시간, 3) 방수 진화할 때까지의 시간으로 간주된다. 각각의 시간에는 분포가 있으나 1~2)는 거의 일정한 시간으로 판단되며, 따라서 화재 지속시간이라는 것은 방수개시 이후부터의 시간분포에 의존하는 것으로 판단된다.

3.3 가연물 양

화재 규모를 지배하는 결정적인 요인은 가연물 양이며, 완전히 타버릴 때까지의 시간은 가연물의 연소속도에 영향을 미치는 표면적에 의하여 결정된다. 따라서 위험도 예측에 사용되는 화재 규모는 조사결과로부터 얻어지는 가연물 분포의 비율 P_i , 화재진압시간의 비율 P_j 별로 화재 성장 예측을 행한다.

4. 위험도 요인별 화재 위험도 예측

고층화에 따른 주요한 위험요인의 연기 오염과 상층연소의 피해에 관하여 검토한다. 또한, 여기에서는 방화설비의 작동을 전제로 하지 않는 화재위험도 평가에 한한다.

4.1 연기 오염에 의한 화재위험도 예측 방법

연기오염에 의한 피해는 화재실로부터 발생한 화재 가스가 샤프트 내에 진입하여, 이것을 통하여 타층의 거주부에 침입하기 때문에 발생한다. 연기에 의한 피해를 고려하는 경우 연소상황도 고려하여 피해를 예측하여야 한다. 그러나 현 단계에서는 현상이 매우 복잡하기 때문에 다른 위험요인과 나누어 검토를 한다. 그 개요를 그림 3에 나타내었다.

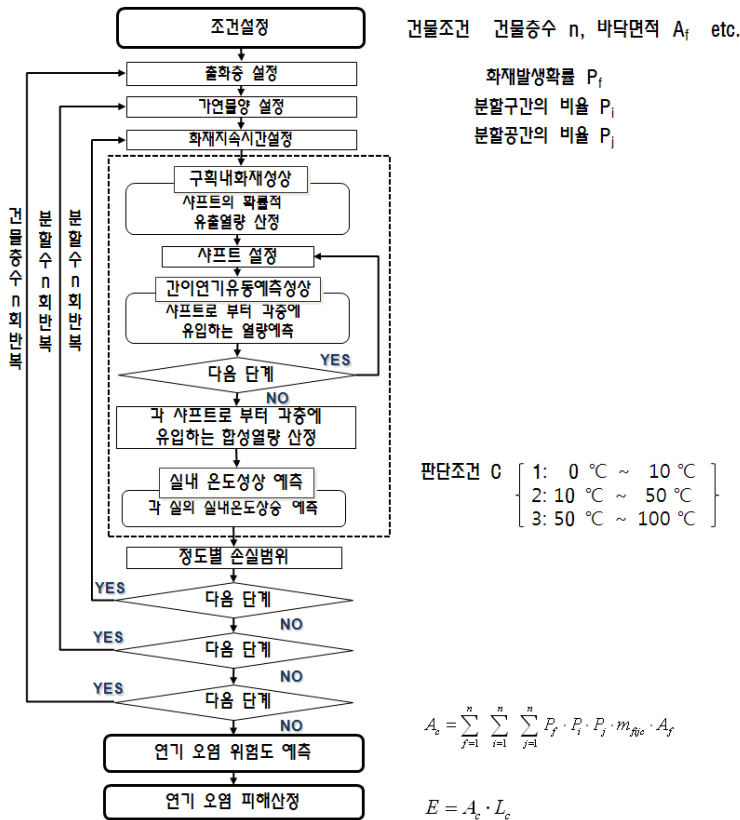


그림 4. 연기 오염피해의 화재피해도 예측의 개요

4.2 상층부 연소에 의한 화재위험도 예측방법

분출화염에 의하여 개구부로부터 상층부에 연소가 발생하는 것은 스펀드럴 등의 방화 대책을 뛰어넘는 큰 규모의 화재가 발생하였기 때문이다. 상층부 연소의 피해는 방수 진화할 때 까지 연소층이 전소하는 것으로 가정하면, 위험도는 연소여부를 결정하는 결정조건(Criteria)에 의해 달라진다. 여기에서는 분출화염으로부터의 복사열에 의한 유리창의 파손 즉, 내화한계 온도로서 고려할 수 있다. 예측 수법은 다음과 같다.

- 1) 구획내로부터 외부 개구부로부터 유실하는 분출화염의 열량을 예측한다.
- 2) 상기 열량으로부터 분출화염의 길이를 예측하고 창에 주어진 복사열량에 따라 연소의 판정을 행한다.

그림 4의 상층 연소에 의한 화재 위험도 예측방법의 산정방법을 나타내었다.

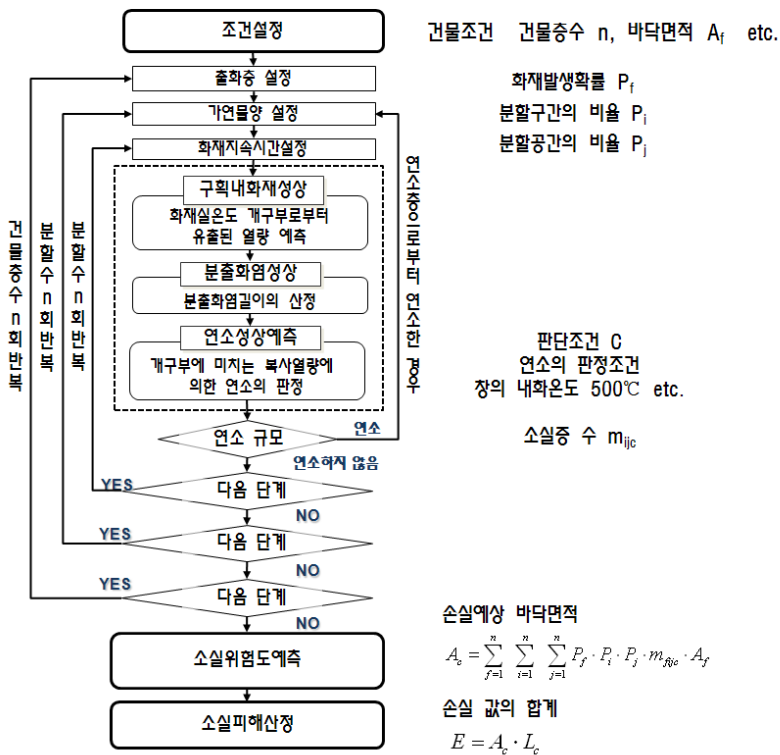


그림 5. 화재위험도평가의 전체구성

5. 맺음말

본 연구에서는 일본손해보험협회의 고층건축물에 대한 화재위험도 평가에 관한 구체적인 프로세스를 검토한 결과, 고층건축물의 주요한 위험요인인 연기 오염에 의한 피해와 상층 연소에 의한 피해의 예측방법이 매우 중요하다는 것을 알 수 있었다. 또한, 화재 위

험도에 크게 영향을 미치는 가연물의 조사에서는 용도별로 부터 가연물의 표면적의 관계식 등이 화재 위험도에 기초적인 자료인 것임을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2008년 한국과학재단 특정기초연구과제 R0120080002052702008 지원에 의하여 수행하였으며 관계자에게 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 日本損害保険協会 & 東京理科大学 火災科学研究所, “超高層・高層建物の火災被害想定に関する調査研究”, 1994.06