

건축구조물의 설계화재정립을 위한 실규모 화재실험 및 분석

Experiment and Analysis of Real-Scale Fire Test for Establishment of Design Fire in Building Structures

서 동 구*

Seo, Dong-Goo

권 영 진**

Kwon, Young-Jin

Abstract

In this study, we looked into the method to establish fire growth rate by buildings use for growing fire at the beginning of a fire considering the characteristics of the combustibles in a performance-based design. Actual conditions survey and literature review were carried out for the fire load and exposed surface area of combustibles to establish design fire by domestic building use. As a results, a simplified prediction equation of fire growth rate which depends on fire load and weight of combustibles could be derived by calculating the relation between the fire load and the fire growth rate of an initial fire through investigation of combustibles by domestic building use. Also, as a result of analyzing the placement of combustibles and location of the ignition source, it was found that the influence of the materials of the combustibles and the materials of the combustibles adjacent to the ignition source is big. Though 4 different experiments were carried out for the evaluation, the result of comparing the findings with those of FGR model showed that the fire growth rate was similarly derived.

키 워 드 : 실규모 화재실험, 성능위주설계, 설계화재, 화재성장률, 초고층건축물

Keywords : real-scale fire test, performance-based design, design fire, fire growth rate, super-tall buildings

1. 서 론

초고층 및 대형건축구조물의 경우 화재발생 시 일반 건축구조물에 비해 부산의 주상복합건축물 화재(2010), 고양종합터미널 화재(2014)와 같이 대규모의 인명 및 재산피해가 발생되고 있다. 이에 대한 대책으로 초고층 및 지하연계 복합건축물의 재난관리에 관한 특별법(사전재난영향성 검토협의), 다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법(화재영향평가), 소방시설공사업법(소방시설 등의 성능위주설계 방법 및 기준) 등과 같은 법령의 제한으로 진행하고 있다. 이러한 법규는 다소 차이가 있지만, 공통적인 부분으로서는 성능위주 화재안전설계(이하, PBD)를 구축하려는 방향은 동일하다.

PBD는 확률론적 접근방법과 결정론적 접근방법의 두 가지로 구분되며, 국내는 결정론적 접근방법으로 화재시나리오에 입각하는 설계방법을 지향한다. 화재시나리오에는 화재형태, 위치, 위험성 등과 더불어 설계화재의 정립이 가장 우선시 되어야 된다. 설계화재의 정립은 여러 가지의 위험성에 따른 분류도 존재하지만 가장 기본적인 방법으로서 가연물의 형태에 따른 화재크기 및 성장속도 등을 결정짓는 것이 주요한 인자로서 작용된다. 따라서 각 건축물의 가연물특성에 따른 화재성상을 중심으로 한 설계가 반드시 이루어져야 할 것으로 판단된다.

하지만 국내의 선행연구를 살펴보면 가연물조사를 통해 내화안전설계를 위한 화재하중을 정립하는 연구가 진행되고 있고, 이를 활용한 화재 성장속도에 관한 구체적인 논의는 이루어지지 않고 있다. 국외의 선행연구를 살펴보면 초기 및 성기화재에 대하여 화재성장속도를 설계화재에 주요한 인자로서 구축하고 있고, 이에 관련한 기준을 정립하고 있다. 따라서 본 연구에서는 가연물조사를 통해 획득된 화재하중을 중심으로 기존에 수행된 화재성장속도 모델을 통해 정립하고, 가연물 양 및 배치 등의 변수에 따라 4가지 실규모 화재실험 사례를 비교함으로써, 향후 설계화재를 정립하기 위한 화재성장기 곡선(화재성장률)의 검토를 수행하였다.

2. 화재하중에 따른 화재성장모델 정립

가연물조사는 주거시설을 대상으로 공동주택 10세대, 다세대주택 15세대를 표본으로 하여 조사하였으며, 초기화재성장에 영향을 주는 즉, 수납가연물을 제외한 부분의 화재하중은 그림1과 같다. 조사된 결과를 토대로 화재성장모델화를 진행하였다. 그림2에 나타난 바와 같이 최악의 조건으로서 실내 중앙부에 출화되는 조건과 적재가연물이 일정한 공간에 균등하게 배치된다고 가정하고, 단일가연물의 초기성장속도는 식(1)과 같이 평균적인 연소특성으로서, 산정하고, 각 블록의 최대열방출률을 고려하였다. 착화조건 및 단위블록의 이격거리를 계산하여, 표1에 나타난

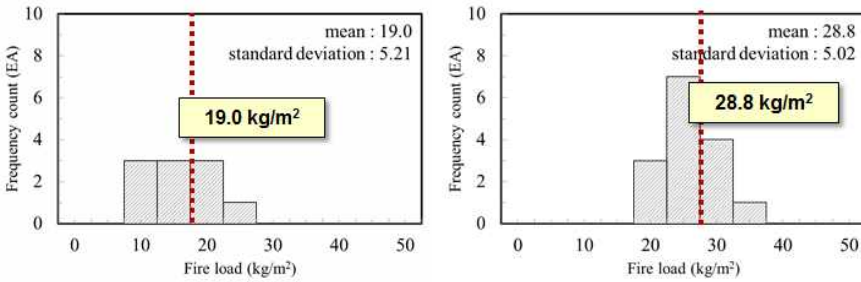
* 호서대학교 소방방재학과 공학박사

** 호서대학교 소방방재학과 교수, 공학박사, 교신저자(jungangman@naver.com)

바와 같이 화재성장률을 도출하였다. 이러한 결과를 통해 국외의 선행연구를 답습하여 화재성장률을 $w^{8/3}$ 에 비례하는 회귀식으로 표현하는게 가능하고, 이를 통한 회귀식은 식(2)와 같다.

$$Q_f = 0.0125t^2 \text{ ----- (1)}$$

$$\alpha = 0.0125 + 1.0 \times 10^{-6} \cdot w^{8/3} \text{ ----- (2)}$$



(가) 공동주택 (나) 다세대 주택
그림1. 초기 성장기화재를 대상으로 한 화재하중

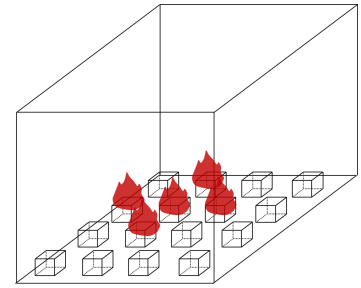
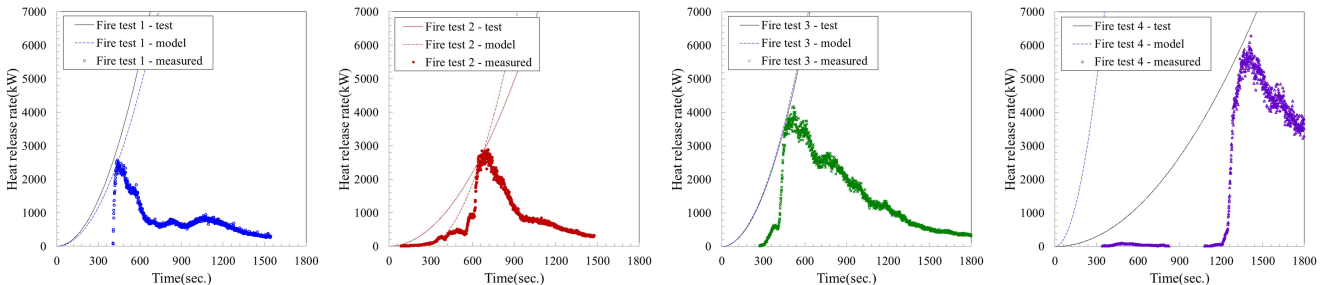


그림2. 화재성장의 모델화

3. 실규모 화재실험과 화재성장모델과의 비교

화재성장모델은 건축구조물의 화재하중에 따른 결과로서, 이를 실규모의 가연물 양 및 배치에 따른 사례와 비교가 필요하다. 따라서 그림 3과 같이 실규모 화재실험을 통해 초기의 화재성장률을 비교한 결과, 복사열이 낮게 분포되는 실험4의 경우를 제외하고, 유사한 결과를 도출할 수 있었다. 이 결과는 설계화재를 정립하기 위하여 화재하중을 이용하여 간단히 도출할 수 있는 결과로 분석되며, 향후의 성능위주설계의 설계화재 정립에 관하여 기초자료로서 활용될 것으로 기대된다.



(가) 실험1 (나) 실험2 (다) 실험3 (라) 실험4
그림 3. 화재실험결과와 화재성장모델과의 비교

4. 결론 및 향후연구방향

본 연구는 성능위주설계의 설계화재 정립을 위하여 화재성장모델을 이용하여 설계대응방안에 대해 고찰한 것으로서, 화재성장모델은 상당히 간단하게 계산이 가능하였으며, 이를 실규모 화재실험과 비교검토한 결과, 복사열이 낮게 분포되는 것을 제외하고는 유사하게 도출되었다. 이 결과로서 향후의 설계화재 정립에 대한 방향에 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

감사의 글

본 논문은 산업통상자원부 기술혁신사업 표준기술력향상사업(10042384)의 연구결과이며, 관계자들에게 감사드립니다.

참고 문헌

1. 原田和典, 建築火災のメカニズムと火災安全設計, 日本建築センター, 2007