

건축물 화재시 필요내화 시간 산정 및 간이식 도출

Calculation of Fire-resisting Time and Extraction of Simple Transplants in the Event of a Building Fire

김윤성* 한지우** 김혜원** 진승현** 이병훈** 권영진***
Kim, Yun-Seong Han, Ji-Woo kim, Hye-Won Jin, Seung-Hyeon Lee, Byeong-Heun Kwon, Yeong-Jin

Abstract

Large fires continue to spread throughout the building, including the fire in Uijeongbu in 2015, the fire in Jecheon in 2017, and the fire in Miryang in 2018. According to the above fire case investigation, major problems were the fire resistance performance of compartment members such as fire doors, the fire spread due to damage to exterior wall openings, and smoke spread through vertical openings. However, in South Korea, only specification design is implemented for buildings that are not subject to performance design. In addition, the analysis of the fire resistance performance standards of building members in the specification design showed that fire doors were not specified in detail for 60 minutes of insulation performance and 60 minutes of fire resistance performance of E/V doors, limiting the prevention of fire spread. Therefore, the purpose of this research is to prepare measures to prevent the spread of fire by presenting simple transplants for calculating the required fire time according to the architectural design conditions for the performance design of the components of the fire room according to the purpose of use of the front of the building.

키워드 : 내화성능, 위험성 분석, 화재온도예측, 간이식 도출

Keywords : fire resistance performance, risk analysis, fire temperature prediction, simple transplants

1. 서론

1.1 연구의 목적

2015년 대봉그린 아파트 화재, 2017년 제천스포츠크센터 화재, 2018밀양 세종병원 화재 등 건축물 전체로 화재가 확산되는 대형 화재 사례가 지속적으로 발생하고 있다. 위 화재 사례 조사 결과 방화문 등 구획부재의 내화 성능적 문제점, 외벽 개구부의 파손으로 인한 화재확산, 수직개구부를 통한 연기확산 등이 주요 문제점으로 드러났다. 이것의 문제점을 분석하기 위하여 국내외 기준을 살펴본 결과 미국, 캐나다, 호주, 영국에서는 방화문의 기준을 차염, 차열성능을 각각 고려하였고 필요내화시간을 30, 45, 60, 90, 120분으로 상황별로 상세하게 규정하고 있는데 반해 국내에서는 모든 건축시설을 대상으로 방화문의 차열성능 60분, E/V 문은 내화시간 60분으로 상세하게 규정되어 있지 않아 화재확산을 방지하는데 한계가 있다고 판단된다. 따라서 본 연구는 건축시설의 용도에 따른 방화구획부재에 대한 성능적인 설계를 위해 건축설계조건에 따른 필요내화시간 산정 간이식을 제시함으로써 화재확산 방지를 위한 대책을 마련하는데 목적이 있다.

2. 필요내화시간 간이식 도출

2.1 간이식 도출과정

본 연구에서는 등가화재가속도 및 선형중첩법을 이용하여 필요내화시간을 산정하고 그것을 공학적으로 풀이하여 간이식을 제안한다. 식(1)은 설계화재 곡선 부분(좌변)과 표준화재곡선 부분(우변)에 대한 상관관계를 나타낸 것으로서, 오차범위를 설정하여 간이식을 도출하는 개념이다.

$$E(t) = \int_0^t k_{(design)} t^{1/6} dt - \int_{t_D}^t k_{(design)} (t - t_D)^{1/6} dt = t_D \times T_{t_D} + x_{(design)} \quad \text{----- (1)}$$

* 호서대학교 소방방재학과 석사과정

** 호서대학교 소방방재학과 공학석사, 박사과정

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

식(1)에서의 표준화재곡선 부분(우변)은 ISO834곡선에 의하여 도출되는 부분으로서 식(2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$t_D \times T_{t_D} + x_{(design)} = k_{(std)} \times \frac{6}{7} \times t^{7/6} \quad (k_{(std)} = 230) \quad \text{-----} \quad (2)$$

식(3)은 본 연구에서 요구하는 t값을 도출하기 위해 표준화재곡선 공식(2)을 t값으로 나타낸 것이다.

$$t = \{197.14 \times (t_D \times T_{t_D} + x_{(design)})\}^{6/7} \quad \text{-----} \quad (3)$$

여기서 오차범위 $x_{(design)}$ 는 표준화재와 설계화재 사이의 오차범위를 나타낸다. 이것을 도출하기 위한 공식은 식(4)로 나타낼 수 있다. 이 식은 화재성장 그래프의 전체 면적에서 화재지속시간 이후 설계화재곡선 부분의 면적과 표준화재곡선 부분의 면적을 제외한다는 개념이다.

$$x_{(design)} = \int_0^t kt^{1/6} dt - \int_{t_D}^t k(t-t_D)^{1/6} dt - t_D T_{t_D} \quad \text{-----} \quad (4)$$

위 과정을 순차적으로 계산하여 화재실 설계조건에 따른 필요내화시간 산정을 위한 간이식을 식(5)와 같이 제시한다.

$$t = (5.41 \times 10^{-3} \times t_D \times T_{t_D})^{6/7} \quad \text{-----} \quad (5)$$

2.2 간이식 검증 결과

실제 건축물을 대상으로 등가화재 가혹도와 선형중첩법을 사용하여 필요내화시간을 사용하여 산정한 건축물의 용도별 필요내화시간 값과 간이식을 이용하여 계산한 값은 표1과 같다.

표 1. 기존 공식과 간이식의 오차율 비교

	주거시설	업무시설	교육시설	숙박시설
기존 공식(분)	50	81	37	52
간이식 (분)	52	85	39	55
오차범위(분)	2	4	2	3
오차율 (%)	4	4.94	5.41	5.77

기존공식과 간이식의 오차율을 분석한 결과 모든 Case에서의 오차율이 5%내외로 적은 비율을 차지했다. 이것은 위 간이식을 통해 건축물 구획실의 필요내화시간을 산정하는 것에 대한 신뢰성을 나타낸다고 판단된다.

3. 결 론

본 논문에서는 건축시설의 용도에 따른 방화구획부재에 대한 성능적인 설계를 위해 건축설계조건에 따른 필요내화시간 산정 간이식을 다음 식(6)과 같이 제시한다.

$$t = (5.41 \times 10^{-3} \times t_D \times T_{t_D})^{6/7} \quad \text{-----} \quad (6)$$

위 간이식을 기존에 사용하던 공식과 비교한 결과 모든 경우에서 오차율이 5%내외로 비교적 적은 오차범위를 나타내었다. 따라서 위 간이식을 건축물 설계, 한국의 실정에 맞는 피난기준, 피난시간 산정 등에 사용할 수 있도록 구획실 필요내화시간 산정 공식으로 제안한다.

Acknowledgement

본 연구는 소방대응력 향상을 위한 연구개발사업(NFA002-010-01030000-2020)의 연구비지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 한지우, 건축물 화재사례 및 화재위험성 분석을 통한 국내 방화구획 기준 개선방안에 관한 연구, 석사학위논문, 2020
2. Harmathy, T.Z. : A New Look at Compartment Fires, Part I/II, Fire Technology, Vol.8, 1972